Fukangjiaochedeweixiu



富康轿车的维修

人民邮电出版社

富康轿车的维修

董 宁 主编

人民邮电出版社

前　言

富康轿车与桑塔纳轿车、捷达轿车已成为我国轿车市场保有量最大的三个品牌。富康轿车是东风汽车公司的子公司——神龙汽车公司从法国引进的产品，该车是法国雪铁龙公司1991年投入欧洲市场的90年代的先进产品。

为了提高广大读者维修富康轿车的水平，本书从富康轿车各部分的结构特点和基本原理着手，讲解拆装、检查、安装、调整、故障排除的方法。本书图文并茂、通俗易懂。

参加本书编写的人员有：董宁、王琴肖、聂海英、苗雨冉、韦德高、从学诚、肖永海、张广盛、贾士奎、张元恭、李燕华、苗晨霞、董光辉、倪志强、史元春、顾小龙、徐坤、杨明、苏光明、肖增育。

编　者

2000年7月8日

目　　录

第一章　整车介绍 …… 1

第二章　发动机的构造、保养与使用 …… 7

第一节　发动机的构造 …… 7

一、发动机的纵横剖面图 …… 7

二、进气系统的构造 …… 8

三、冷却系的构造与工作原理 …… 9

四、润滑系的构造与工作原理 …… 12

第二节　发动机的保养项目 …… 14

一、发动机每次出车前的保养项目 …… 14

二、发动机的一级保养项目 …… 16

三、发动机的二级保养项目 …… 17

四、发动机的三级保养项目 …… 19

第三节　发动机的使用 …… 22

一、发动机在新车磨合期的使用 …… 22

二、每次出车前必须进行的检查项目 …… 22

三、发动机的启动 …… 22

四、如何合理地使用发动机 …… 24

五、发动机如何停机 …… 24

第四节　发动机的维修数据 …… 24

第三章　发动机的拆装及故障排除 …… 34

第一节　冷却系的拆装及故障排除 …… 34

一、冷却系的拆装 …… 34

二、冷却系的故障及排除方法 …… 39

第二节　汽缸盖及配气机构的构造、拆装及故障排除 …… 41

一、汽缸盖及配气机构的构造 …… 41

二、汽缸盖及配气机构的拆装 …… 43

三、汽缸盖及配气机构的故障及排除方法 …… 51

第三节　汽缸体、曲轴、连杆活塞与润滑系的构造、拆装及故障排除 …… 58

一、汽缸体、曲轴、连杆活塞的构造 …… 58

二、汽缸体、曲轴、连杆活塞及润滑系的拆卸 …… 61

三、汽缸体、曲轴、连杆活塞及润滑系的装配 …… 64
四、汽缸体、曲轴、连杆活塞及润滑系的故障与排除 …… 70

第四章　燃油供给系与点火系的构造、拆装及故障排除 …… 77

第一节　TU3 发动机燃油供给系的构造、拆装及故障排除 …… 77
一、TU3 发动机燃油供给系的构造 …… 77
二、TU3 发动机化油器的拆装与调整 …… 88
三、TU3 发动机燃油供给系的故障与排除 …… 91
第二节　TU5 发动机燃油供给系与点火系的构造及故障排除 …… 95
一、TU5 发动机燃油供给系的构造 …… 95
二、TU5 发动机燃油供给系与点火系的维修数据 …… 115
三、TU5 发动机燃油供给系与点火系的故障诊断 …… 115
四、TU5 发动机燃油供给系与点火系的检查 …… 121
第三节　TU3 发动机点火系的构造及故障排除 …… 127
一、TU3 发动机点火系的构造与工作原理 …… 127
二、TU3 发动机点火系的维修数据 …… 130
三、TU3 发动机点火系的检查与调整 …… 130
四、TU3 发动机点火系的故障与排除程序 …… 134

第五章　离合器和变速器的构造、拆装及故障排除 …… 137

第一节　离合器和变速器的构造与工作原理 …… 137
一、离合器的构造与工作原理 …… 137
二、变速器的构造与工作原理 …… 139
三、离合器和变速器的维修数据 …… 144
第二节　离合器与变速器的拆装 …… 146
一、离合器与变速器的拆卸 …… 146
二、离合器与变速器的装配 …… 150
第三节　离合器与变速器的故障与排除 …… 156
一、离合器的故障与排除 …… 156
二、变速器的故障与排除 …… 158
三、离合器故障的诊断程序 …… 161
四、变速器故障的诊断程序 …… 162

第六章　传动轴与前悬架的构造、拆装及故障排除 …… 170

第一节　传动轴与前悬架的构造 …… 170
一、传动轴的构造 …… 170
二、前悬架的构造 …… 170
三、前轮毂的构造 …… 173
四、传动轴与前悬架的维修数据 …… 173
第二节　传动轴与前悬架的拆装 …… 174

一、传动轴与前悬架的拆卸 …… 174
二、传动轴与前悬架的安装 …… 180
第三节　前轮定位角的调整 …… 185
一、前束的检查与调整 …… 185
二、车轮外倾角的检查与调整 …… 186
三、主销内倾角和后倾角的测量 …… 187
四、最大转角的检查 …… 187
第四节　传动轴与前悬架的故障排除 …… 187
一、传动轴与前悬架的故障原因与排除方法 …… 187
二、传动轴与前悬架的故障排除程序 …… 191

第七章　后悬架的构造、拆装及故障排除 …… 194

第一节　后悬架的构造与工作原理 …… 194
一、后悬架的构造 …… 194
二、后轴弹性缓冲块的构造与工作原理 …… 195
三、后悬架的维修数据 …… 197
第二节　后悬架的拆卸与安装 …… 198
一、后悬架的拆卸 …… 198
二、后悬架的安装 …… 199
第三节　后悬架的故障与排除 …… 204
一、后悬架的故障原因与排除方法 …… 204
二、后悬架的故障检查程序 …… 205

第八章　转向系的构造、拆装及故障排除 …… 207

第一节　转向系的构造 …… 207
一、机械式转向系的构造 …… 207
二、动力转向系的构造与工作原理 …… 209
三、转向系的维修数据 …… 215
第二节　转向系的拆装 …… 216
一、转向系的拆卸 …… 216
二、转向系的安装 …… 218
第三节　转向系的故障与排除 …… 225
一、机械式转向系的故障与排除 …… 225
二、动力转向系的故障与排除 …… 227

第九章　制动系的构造、拆装及故障排除 …… 230

第一节　制动系的构造与工作原理 …… 230
一、制动系的构造 …… 230
二、制动防抱系(ABS)的构造 …… 230
三、制动主缸与真空助力器的构造 …… 231

四、前制动器的构造 …… 234
五、后制动器与带比例阀的后制动分泵的构造 …… 236
六、制动系的维修数据 …… 237
第二节　制动系的拆卸与安装 …… 238
一、制动系的拆卸 …… 238
二、制动系的安装 …… 242
第三节　制动系的故障原因及排除方法 …… 247
一、制动系的故障原因及排除方法 …… 247
二、制动系的故障原因及排除方法综合表 …… 251
三、制动系故障的排除程序 …… 254
第四节　ABS 电子防抱死系统的介绍 …… 258
一、ABS 电子防抱死系统的构造 …… 259
二、ABS 电子防抱死系统的工作原理 …… 259
三、电磁阀的构造 …… 259
四、液压调节器的构造与工作原理 …… 260

第十章　电气系统的维修 …… 261

第一节　充电与启动系的构造、拆装及故障排除 …… 261
一、充电与启动系的构造 …… 261
二、充电与启动系的拆卸与安装 …… 264
三、充电与启动系的故障与排除 …… 270
四、蓄电池的维修 …… 285
第二节　全车电路图 …… 291
一、全车电路图视图方法 …… 291
二、全车电路图 …… 298
第三节　仪表板的构造、拆装及故障排除 …… 315
一、仪表板的构造 …… 315
二、仪表板的拆装 …… 321
三、仪表板的故障排除 …… 322
第四节　转向管柱上的开关及相关电器的构造、拆装及故障排除 …… 327
一、转向管柱上的开关及相关电器的构造 …… 327
二、转向管柱上的开关及相关电器的拆装 …… 330
三、转向管柱上的开关及相关电器的故障与排除 …… 335

第十一章　空调系统的维修 …… 339

第一节　空调系统的构造 …… 339
一、供暖系统的构造 …… 339
二、通风及操纵系统的构造 …… 339
三、制冷系统的构造 …… 341
第二节　制冷系统的拆装与调整 …… 350

一、制冷系统拆卸前的准备工作 …… 350
二、制冷系统管路的拆卸 …… 350
三、干燥罐的拆卸 …… 351
四、压缩机的分解 …… 351
五、压缩机的组装 …… 354
六、制冷系统的管路连接 …… 356
七、制冷系统的抽真空 …… 357
八、制冷剂的灌注 …… 358
九、压缩机油的加注与检查 …… 360
十、制冷管路泄漏的检查 …… 361
十一、制冷系统的性能试验 …… 361
十二、压力检查程序 …… 362
第三节　制冷系统的检查 …… 363
一、压缩机的检查 …… 363
二、制冷系部件的检查 …… 364
第四节　空调系统的故障与排除 …… 366
一、供暖与通风系统的故障与排除 …… 366
二、制冷系统的故障与排除 …… 366
三、制冷系统故障的检查步骤 …… 368
四、制冷系统故障诊断程序 …… 368

第十二章　车身的维修 …… 370

第一节　车身的保养 …… 370
一、车身外部的保养 …… 370
二、车身内部的保养 …… 371
第二节　车身外部可拆件的维修 …… 371
一、车身外部可拆件的范围 …… 371
二、车身外部可拆卸零件的装配间隙 …… 371
三、前保险杠的构造与更换 …… 371
四、后保险杠的构造与更换 …… 373
五、面罩的构造与更换 …… 374
六、发动机罩的构造与更换 …… 374
七、背门的构造与更换 …… 375
八、挡风玻璃的更换 …… 376
九、后窗玻璃的更换 …… 377
十、前、后车门的构造与更换 …… 377
第三节　车身内部可拆件的维修 …… 386
一、仪表板总成的构造与更换 …… 386
二、操纵台的构造与更换 …… 386
三、顶部内饰件的构造与更换 …… 386

四、安全带的构造与更换 …… 387
五、座椅的维修 …… 389
六、前围隔音板的构造与更换 …… 390
七、前地毯装置的构造与更换 …… 392
八、行李箱装饰件的构造与更换 …… 393
九、后搁板的构造与更换 …… 393
十、门柱装饰件的构造与更换 …… 393
第四节　车身焊接件的维修 …… 394
一、车身焊接件的特点 …… 394
二、车身焊接件的修复 …… 396
三、车身焊接件的更换 …… 405

第一章　整车介绍

富康轿车的整车性能参数见表 1-1，各总成技术参数见表 1-2，底盘主要螺栓(母)拧紧力矩见表 1-3，油液加注规定见表 1-4。

表 1-1　　整车性能参数

项目 \ 车型			RG	AG	AL
最高车速(km/h)			160	180	180
四挡最小稳定车速(km/h)			25	25	25
原地起步连续换挡加速时间(0～100km/h)(s)			≤17	≤14.5	≤14.5
超车加速时间 30～90km/h (四挡)(s)			≤20	≤16.5	≤16.5
车速 80km/h 时制动距离(空、满载)(m)			≤44	≤44	≤44
车速 30km/h 时制动距离(空/满载)(m)			≤5.5/≤6	≤5.5/≤6	≤5.5/≤6
车速 50km/h 时制动距离(空/满载)(m)			≤13/≤16	≤13/≤16	≤13/≤16
驻坡度(满载)(%)			20	20	20
90km/h 等速油耗(L/100km)			6.3	6.3	6.3
120km/h 等速油耗(L/100km)			8.3	8.3	8.3
城市循环油耗(L/100km)			10.5	10.3	10.3
最小转弯直径(按前外轮)(m)			10.5	10.5	10.5
加速行驶车外噪声[dB(A)]			<77	<77	<77
怠速排放	CO(%)		<3.5	<3.5	<3.5
	HC($\times 10^{-2}$%)		<7	<7	<7
车形风阻系数			0.315	0.315	0.315
最小离地间隙(mm)			145		
行驶角		接近角	19°		
		离去角	25°		
前轮定位角	车轮外倾角		0°30′ ± 30′		
	主销内倾角		10°45′ ± 40′		
	主销后倾角、整备质量：ODM		0°30′ ± 40′		
	(注)满载质量		1°30′ ± 30′		
	前束(整备质量 ODM)(mm)		0～-2		
后轮外倾角			-1° ± 30′		
后轮前束(mm)			-2～+2(空载)		

续表

项目 \ 车型		RG	AG	AL
外形尺寸	总　长(mm)	4071	4071	4071
	总　宽(mm)	1702	1702	1702
	总高(空载)(mm)	1425	1425	1425
轴距(mm)		2540	2540	2540
轮距 (mm)	前轮距	1414	1414	1414
	后轮距	1407	1407	1407
前悬架(mm)		850	850	850
后悬架(mm)		680	680	680
行李箱容积 (dm^3)		324	324	324
后座翻转后行李箱容积 (dm^3)		1146	1146	1146
整车整备质量(ODM)(kg)		1037	1060	1060
整备状态下前轴负荷(kg)		635	655	655
整备状态下后轴负荷(kg)		402	405	405
厂定最大总质量(kg)		1490	1490	1490
有效载质量(kg)		453	430	430
允许前轴最大负荷(kg)		750	750	750
允许后轴最大负荷(kg)		740	740	740
牵引质量(有制动装置)(kg)		1000	1000	1000
牵引质量(无制动装置)(kg)		470	470	470
车顶行李架允许最大载质量(kg)		75	75	75
牵引杆端最大垂直负荷(kg)		70	70	70

注：用动力转向器时为 3°

表 1-2　　各总成技术参数

项目 \ 车型		RG	AG	AL
发动机	型　　号	TU3F2K	TU5JPK	
	供油方式	化油器	电喷	
	排量(mL)	1360	1587	
	最大功率[kW/(r·min^{-1})]	49/5400	65/5600	
	最大扭矩[N·m/(r·min^{-1})]	110/3200	135/3200	
	压缩比	8.8	9.6	
	燃　　油	90 号无铅汽油以上	90 号无铅汽油以上	
进气系统		增装进气预滤器		
发动机冷却液防冻温度(℃)		-37		
离合器型式		单片、干式、膜片弹簧		
离合器型号		180CP3400 或 VALEO2000CPR350		

续表

项目 \ 车型	RG	AG	AL
摩擦片牌号	F202 或 AX202		
摩擦片外径/内径(mm)	φ181.5/φ127 或 φ200/φ137		
离合器毂	18 齿花键		
摩擦片减震簧标记	2 蓝色 + 4 绿色或 6 淡粉红色		
分离轴承型式	自动定中心，免维护，与膜片弹簧长接触		
离合器操纵机构型式	钢丝索机械操纵，无空行程		
离合器踏板行程(mm)	145 ± 5		
变速器型式	五前进挡一倒挡，斜齿常啮合全同步器		
一挡速比	3.417		
二挡速比	1.810		
三挡速比	1.276		
四挡速比	0.975		
五挡速比	0.767		
倒挡速比	3.583		
主减速比	4.538		
里程表输出口速比	0.857		
传动轴布置型式	两根左右横向布置，分别驱动左右前车轮		
传动轴结构型式	双万向节(三销式)等速传动，带轴向尺寸调节		
传动轴工作直径(mm)	φ26		
转向器型式	齿轮齿条机械式		动力转向器
齿轮齿数	6		
齿条齿数	29		
转向器传动比	22/1		
转向齿条行程(mm)	73.5		
方向盘总圈数	4.25		
方向盘装置型式	方向盘高度可调，预留安全气囊选装		
制动系型式	液压双管路，带真空助力装置，前盘后鼓，自动间隙调整，带防后轮先抱死的比例阀		
制动总泵缸径(mm)	φ20.60		
MASTER-VAC 真空助力器活塞工作直径(mm)	φ230.20		
钳式制动分泵活塞直径(mm)	φ48		
制动盘直径(mm)	φ247		
制动盘厚度(mm)	10		
制动盘允许最小厚度(mm)	8		
制动钳摩擦片规格(mm)	JURID519 (不含石棉)		
制动钳摩擦片厚度(mm)	13		
制动钳摩擦片磨损报警厚度(mm)	2		

续表

项目 \ 车型	RG	AG	AL
制动鼓工作直径(mm)	φ180		
制动鼓允许最大工作直径(mm)	φ182		
制动鼓分泵缸径(mm)	φ20.6		
制动鼓摩擦片规格	ABEX325(不含石棉)		
摩擦片厚度(mm)	4.85		
后制动摩擦片允许最小磨损厚度(mm)	1		
放气顺序	左后—右前—右后—左前		
制动踏板最大空行程(mm)	60		
手制动工作齿数	9~11		
前轿型式	麦克弗逊独立悬架，由前轮毂转向节，三角臂，前托架组合而成		
空载前悬离地高度(三角臂摆动轴心处)(mm)	215		
满载前悬离地高度(三角臂摆动轴心处)(mm)	200		
空载状态前束(mm)	0~-2		
满载状态前束(mm)	1~-3		
主销后倾角	1°30′±30′		
车轮外倾角	0°30′±30′		
主销内倾角	10°45′±40′		
内侧车轮最大转角	38°50′		
外侧车轮最大转角	31°40′		
螺旋弹簧钢丝直径(mm)	φ12.68		
螺旋弹簧外径(mm)	φ145		
螺旋弹簧自由高度(mm)	458		
弹簧有效圈数	6.5		
前减震器减震规律	M111		
前横向稳定杆直径(mm)	φ18		
后轴型式	由轴管联接左右纵摆臂而成，有随动转向功能		
空载后轴离地高度(φ58mm管径处)(mm)	310		
满载后轴离地高度(mm)	250		
后轮前束(空载状态)	-2~+2		
后轮外倾角	-1°±30′		
扭力杆直径(mm)	φ19.3		
扭力杆长度(mm)	1068.5		
后减震器减震规律	M231		
后横向稳定杆直径(mm)	φ19		
后横向稳定杆长度(mm)	1170		
轮胎系列	165/70R14 MXL		

续表

项目 \ 车型	RG	AG	AL
轮辋规格	5.5J14FH4.24		
轮胎规格	165/70R14		
适用雪地轮胎规格	165/70R14 79QM + S100		
前轮气压(Pa)	2.2×10^5		
后轮气压(Pa)	2.1×10^5		
备胎气压(Pa)	2.4×10^5		
蓄电池型号	12V(干荷)		
额定容量(A·h)	42 或 50		
额定电压(V)	12		
启动机型号	QDJ1202 型 12V1.3kW		
启动扭矩(N·m)	5.5		
启动电流(A)	250		
最大转速(r/min)	1200		
发电机型号	JFZ1812 型 12V80A		
发电机电压调节器型号	YM6952		
火花塞	K6TC(GB7825-87)		

表 1-3　　底盘主要螺栓(母)拧紧力矩

拧紧部位	拧紧力矩(N·m)	数量
后轮轮毂螺母	200	2
后轴前弹性铰节—车身	45	4
后轴后弹性铰节—车身	55	2
扭力杆轴向尺寸调节螺钉	20	2
转向机总成—前托架	40	2
转向机球头销螺母	35	2
转向机输入轴—万向节	25	1
转向管柱万向节—联节轴	25	1
转向管柱—转向转管支座	17	4
制动总泵—真空助力器	10	2
真空助力器—踏板机构	20	4
踏板机构—车身前围板	5	6
制动踏板臂上支点	25	1
启动机—变速箱前体	16	3
变速箱换挡机构联接螺栓	17	4
蓄电池支承板固定螺栓	25	4
传动轴—前轮毂	325	2

续表

拧紧部位	拧紧力矩(N·m)	数量
传动轴中间支承偏头螺栓	10	2
转向节球形接头—三角臂	45	2
转向节球形接头—转向节	40	2
转向节—减震器下端	55	2
前减震器轴—前悬架上支座	45	2
前悬架上支座—车身	25	6或8
车轮辐—车轮毂	90	16
三角臂前胶套轴—前托架	60	2
三角臂后胶套支架—前托架	55	2
前横向稳定杆—联接杆	40	2
联接杆—前减震器	40	2
前托架—车身	84	6
后减震器上吊耳	75	2
后减震器下吊耳	120	2

表 1-4　　油液加注规定

品种	PSA要求	加注量	国内生产厂	国内生产厂牌号
发动机润滑油	SG 10W/30 (SAE) SG 10W/40 (SAE)	3.2L	茂名石化高润公司	QF 10W/40
变速箱油	API GL—5 75W/80	2L	兰州炼油厂	正在试制中
传动轴润滑脂	GL 245MO	170g		MOBIL GS 57C
汽油	95~98号无铅汽油	51L	(市销)	不低于90号 车用汽油
冷却液	PROCOR 3000	6.5L	雷弗柯双虎化学公司	REVKOGEL107
玻璃清洗液		3L	广州金菱化学工业公司	玻璃清洗液
制冷剂	FREON R134a	950g	广东化工原料公司	FREON R134a
制动液	TOTAL FLUIDE SY	0.55L	一坪化工厂	4606合成制动液
轮毂轴承润滑脂	TOTAL MULTIS2	0.034kg	一坪化工厂	7022锂基脂
车身附件用润滑脂	TOTAL MULTIS.M.S	0.33kg	一坪化工厂	136
压缩机润滑油	SANDEN SP20	0.135L		
转向机润滑脂	TOTAL SHELL N3417 2842	50g		
动力转向器传动液	ESSO ATF.D	1.0L		

注：使用中对各类油液的品牌选择、加注量、更换周期都直接影响车辆使用寿命和功能的发挥，应该严格遵循随车技术资料的规定。

第二章　发动机的构造、保养与使用

第一节　发动机的构造

一、发动机的纵横剖面图

发动机的纵横剖面图如图 2-1 所示。富康轿车的三种车型采用两种发动机，RG 车型采用 TU3F2K 型发动机(其中 TU—发动机系列代号;3—发动机排量为 1.36L;F—铸铁缸体;2—双腔化油器;K—排放应符合欧洲共同体标准)，AG 与 AL 车型采用 TU5JPK 型发动机(其中 TU—发动机系列代号;5—发动机排量为 1.587L;J—带有湿缸套;P—汽油喷射;K—排放应符合欧洲共同体标准)。

TU3F2K 型发动机的特点是：铸铁缸体 11 上不带缸套，凸轮轴 7 用齿形皮带 8 传动，凸轮轴 7 为顶置式，凸轮轴 7 上的凸轮推动气门摇臂 12，气门摇臂 12 绕摇臂轴 6 转动后，再

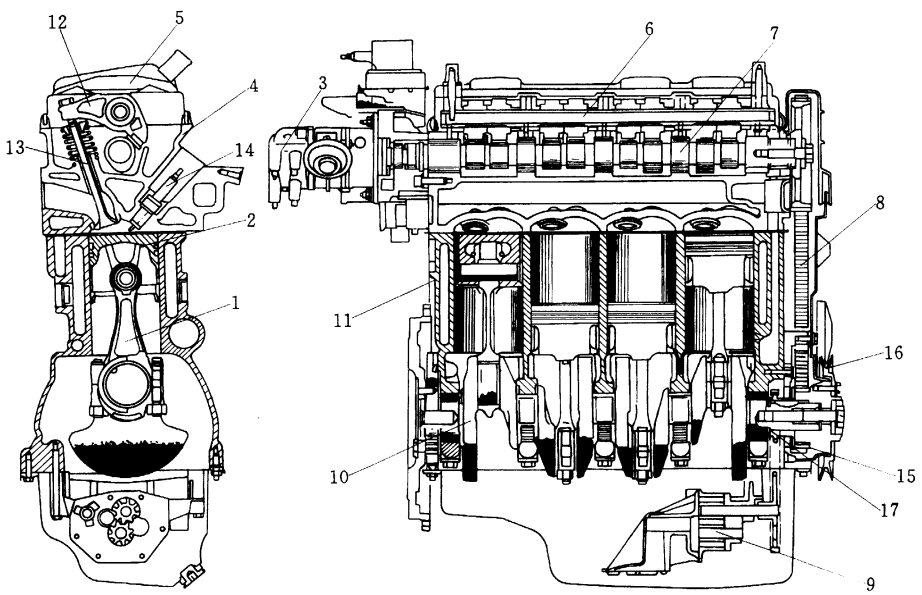


图 2-1　发动机的纵横剖面图

1. 连杆　2. 活塞　3. 分电器　4. 汽缸盖　5. 汽缸盖罩　6. 摇臂轴　7. 凸轮轴
8. 齿形皮带　9. 机油泵　10. 曲轴　11. 汽缸体　12. 气门摇臂　13. 排气门
14. 火花塞　15. 曲轴齿形带轮　16. 曲轴皮带轮　17. 链轮

推动气门 13 开启。

发动机为横置，排气门 13 和排气管朝前，火花塞 14 与进气门、进气管朝后，凸轮轴 7 左侧带有分电器 3。进排气门呈 V 形布置。

曲轴 10 有 5 个主轴承，第二主轴承为止推轴承，装上止推片控制曲轴 10 的轴向间隙，曲轴 10 左右两端装有油封，右端装有链轮 17、齿形带轮 15 和皮带轮 16，链轮 17 通过链条带动机油泵 9 转动，曲轴齿形带轮 15 同时用齿形皮带 8 带动凸轮轴 7 和水泵转动，曲轴皮带轮 16 则带动发电机和动力转向油泵。

活塞销为半浮式，与连杆 1 的小头为过盈配合，活塞 2 上有两道气环、一道油环。第一道气环为桶形环，第二道气环为扭曲环；第三道油环为铸铁环，内装有弹簧螺旋胀圈。

TU5JPK 型发动机与 TU3F2K 型发动机保持了相同的外形尺寸和安装位置，除排量改变之外，还采用了汽油喷射以代替化油器。

二、进气系统的构造

TU3 型发动机进气系统采用了两级空气过滤。首先，当外部空气通过预滤器时，由于预滤器内螺旋叶片的导流作用，吸入空气产生旋转，利用离心力的作用使粗颗粒灰尘甩向预滤器管壁并落入排尘井。用手捏开排尘井端的鸭嘴形橡胶套，便可将积存的尘灰排出(应在发动机停止工作时操作)。通过预滤器的空气将被空气滤清器内的纸质滤芯作第二次过滤。

如图2-2所示，TU3型发动机空气进气系统在进气管处装有恒温控制装置，该装置将进

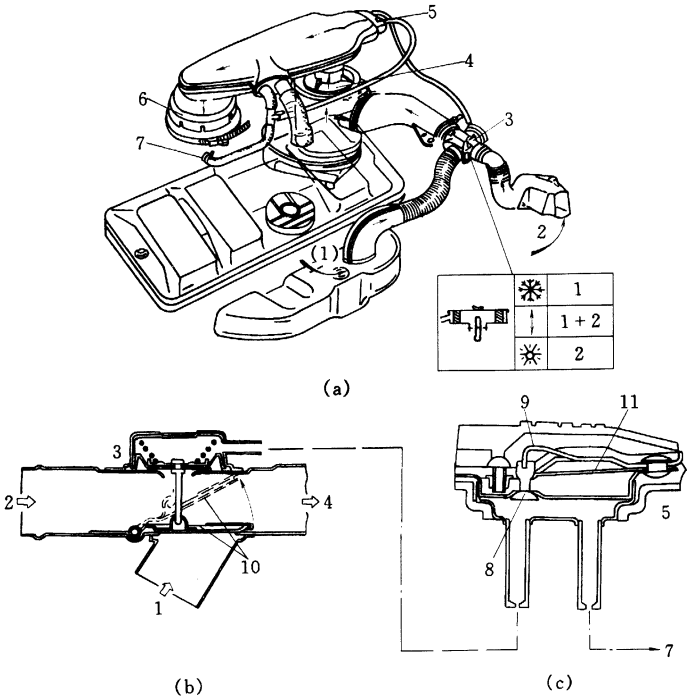


图 2-2　进气系统的构造

1. 热空气进气口　2. 冷空气进气口　3. 真空阀　4. 空气滤清器　5. 温度传感器

6. 化油器进气口　7. 校正量孔端　8. 通风阀　9. 调节架　10. 空气控制阀门　11. 双金属片

气温度控制在28℃。恒温控制装置主要由双金属片温度传感器5，真空阀3，校正量孔，真空管及冷、热空气进气口等组成。温度传感器5在进气温度作用下，控制真空阀3使得进入进气管的空气取自排气歧管上方的热空气或取自汽车前部的冷空气。校正量孔与化油器主腔节气门下方孔相通。

当自外界流入空气滤清器4的空气温度低于28℃时，双金属片温度传感器5的双金属片11使通风阀8开启，使校正量孔端7和通风阀8的两根真空管相通，化油器节气门下方的真空负压便经过校正量孔和通风阀8的真空软管传入真空阀3内。在真空负压的作用下，阀3内膜片和连杆又带动阀门10将冷空气进气口2关闭，让经过排气管预热的空气经热空气进气口1进入空气滤清器4。

当外界空气温度高于28℃时，温度传感器5使得该处校正量孔端7与通风阀8的两根真空软管不通，切断了化油器进气口6与真空阀3的真空通道，在阀3内膜片弹簧作用下，阀门10将热空气进气口1关闭，冷空气进气口2开启，此时进入空气滤清器4的是冷空气。

若外界空气温度是28℃时，真空阀3内膜片保持在某一平衡位置，真空阀3的阀门保持适当开度。这样，便可使进气温度保持在相对稳定的范围内。

三、冷却系的构造与工作原理

（一）冷却系的工作原理

冷却系的工作原理如图2-3所示，其主要组成部分为水泵4、散热器1、暖风热交换器5、水温传感器6、水温控制盒、电动风扇。暖风热交换器5。用发动机余热对车内进行取暖加热。

其主要工作原理为：当液温在89℃以下时，冷却液进行小循环，此时冷却液经过发动机出水室7、热交换器5，由水泵4加压进入发动机冷却液道。当液温达到89℃时，节温器8开始打开，散热器1中的冷却液经水泵4加压也参与循环。当液温达到101℃时，节温器8全开(其升程≥7.5mm)，全部冷却液经散热器1进行冷却。冷却液还流经进气歧管21对燃气预热。

在液温达到92～97℃时，电动风扇低速旋转，以节约能源；液温达到101℃时，电动风扇高速旋转；液温达到118℃时，水温报警灯亮。停机液温超过112℃时，风扇低速运转进行6分钟延时冷却。目前富康轿车冷却液每车加注量为6.5L，冷却液最低工作温度为-37℃。

冷却系统管路最大工作压力为140kPa，电动风扇位于散热器前，电扇支架由金属制成，设有风扇导风圈和防逆流装置，其运行状态由水温控制盒控制。每台电动风扇功率为120W。

散热器1为铝制散热器，散热面积为23dm^2，厚度为34mm，与储水室2联成一体，带有快速接合式进水管接头。散热器盖3采用两挡旋开式，若要打开散热器盖3，先将散热器盖3松到安全锁舌处，待系统工作压力降低后再打开。拧紧散热器盖3须注意，拧到第二道环槽处(即第二挡位处)，此时盖子3的凸缘应和散热器1面保持平行，如散热器盖3未拧到正确位置，则冷却系统工作压力无法达到140kPa，这样会降低散热效率，从而易造成“开锅”现象。

检查冷却液液面应在冷机状态下进行，液面应该总是位于储水室2(散热器盖侧)的最低

(MINI)和最高(MAXI)标记之间。铸铁发动机水温传感器6装于出水室7处。水温传感器6是一个热敏电阻，随着液温的变化，其阻值也随着变化，将信号输送给水温控制盒来控制风扇和水温报警灯。暖风热交换器进出口处采用掣爪式管接头13。水温控制盒安装在左前轮罩下。

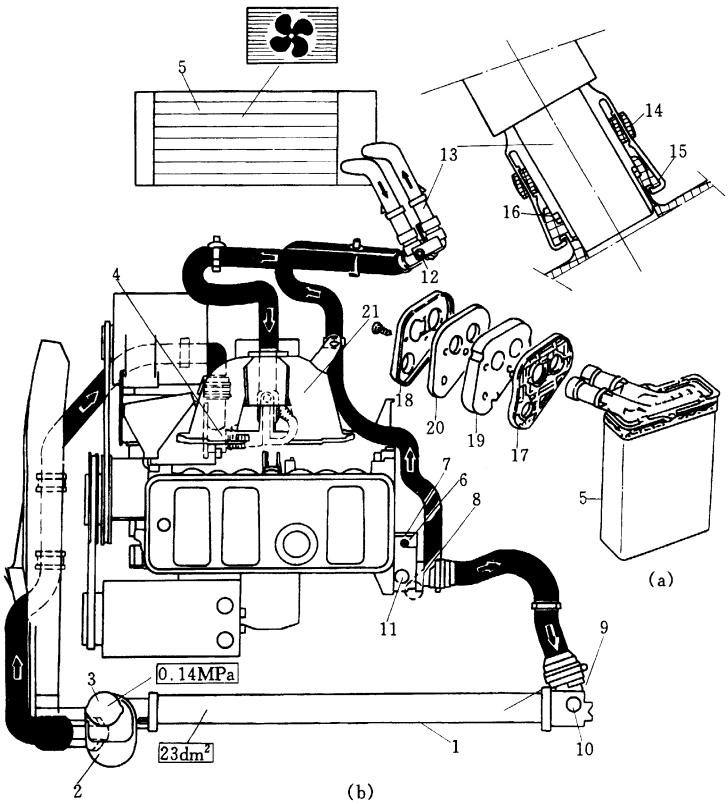


图 2-3　冷却系的工作原理

1. 散热器　2. 储水室　3. 散热器盖　4. 水泵　5. 暖风热交换器　6. 水温传感器
7. 出水室　8. 节温器　9. 散热器放水螺塞　10、11、12. 排气螺钉　13. 掣爪式管接头
14. 环箍　15. 掣爪　16. 密封圈　17、18. 密封压板　19. 密封板　20. 密封垫　21. 进气歧管

(二) 水泵的构造

水泵为离心式水泵，如图2-4所示。水泵的齿形带轮7由曲轴用齿形带传动，水泵蜗壳21直接与缸体铸为一体(在缸体的左后方)，水泵轴11上装有专用的轴承22、水封8和叶轮9，叶轮9压装在水泵轴11上，但要保持与水泵壳1的间隙为1mm，以防在小流量时的泄漏。水泵轴承22为密封性的,不必加注润滑脂。当轴承损坏后,必须与水泵轴11整体更换。

水封8由陶瓷石墨制成的动环14和静环15组成的端面摩擦副进行密封。因陶瓷石墨有自润滑作用，不需要加任何润滑油；但在无水的干摩擦时，摩擦系数要大一倍，所以水封8必须在有水浸泡的条件下工作，避免水封因发热而早期损坏。

(三) 节温器的构造

该车节温器采用蜡式节温器，如图2-5所示。常温时石蜡1成固态，弹簧2预压力使阀

门 3 压在阀门座 5 上，此时冷却液不经过散热器。随着温度上升，石蜡 1 逐渐变成液态，其体积膨胀，产生克服弹簧力的反推力。因反推杆 4 安装在阀门座 5 上，石蜡 1 膨胀后弹簧 2 压缩，使阀门 3 打开，冷却液进入散热器进行大循环。

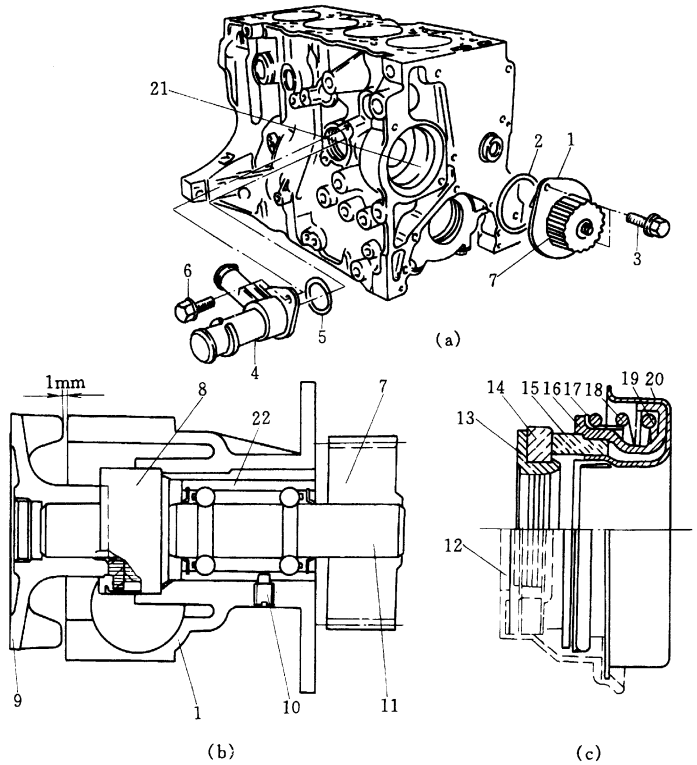


图 2-4　水泵的构造

1. 水泵壳　2. 水泵密封圈　3. 水泵紧固螺钉　4. 水管　5. 水管密封圈　6. 水管紧固螺钉
7. 水泵齿形带轮　8. 水封　9. 叶轮　10. 轴承螺钉　11. 水泵轴　12. 水封罩
13. 动环安装座　14. 动环　15. 静环　16. 静环安装座　17. 弹簧座　18. 弹簧
19. 弹簧座　20. 水封座圈　21. 水泵蜗壳　22. 水泵轴承

(四) 散热器盖的构造

散热器盖的构造如图 2-6 所示。当散热器内的压力达到 140kPa 时，为保护散热器不受损坏，散热器盖的蒸气阀 2 打开，散热器内的冷却液从蒸气阀 2 流出，经排液管 3 进入贮液瓶中。冷却后，散热器中也会产生真空，当真空度达到 1 ~ 11kPa 时，空气阀 5 打开，贮液瓶中的冷却液或空气经排液管 3 和空气阀 5 流回散热器，避免散热器因受真空压力而损坏。

(五) 水温传感器的构造

水温传感器安装在发动机左侧上方出水室上，为热敏电阻型，如图 2-7 所示。工作时，随水温的变高，热敏电阻 2 的电阻值变小，传出的电流也变大，将电流信号传给水温表显示水温。低熔点合金 4 受热膨胀后，使触点 5 在 118℃时闭合，使水温警报灯总亮。装在散热器上的水温控制开关，通过水温控制盒，使电动风扇低速或高速运行。

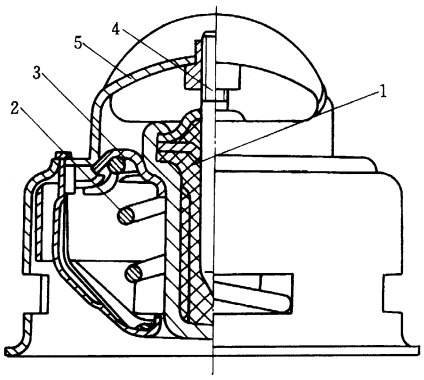


图 2-5　节温器的构造

1. 石蜡　2. 弹簧　3. 阀门　4. 反推杆　5. 阀门座

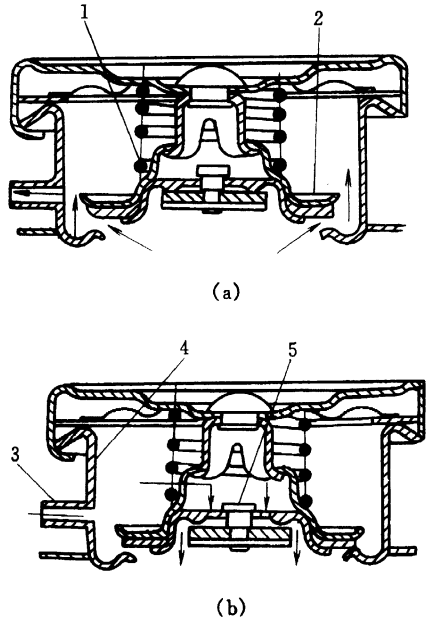


图 2-6　散热器盖的构造

1. 弹簧　2. 蒸气阀　3. 排液管　4. 散热器盖　5. 空气阀

四、润滑系的构造与工作原理

(一) 润滑系的工作原理

发动机的润滑系为复合式润滑，即采用压力润滑与飞溅润滑相结合的方式，以压力润滑为主，其工作原理示意图见图 2-8。发动机工作时，机油泵 2 确保压力润滑。润滑油经集滤器 1、机油泵 2 和机油滤清器 3 进入贯通缸体全长的主油道 5 内，一部分供给曲轴的各主轴承及连杆轴承，另一部分通过缸体的上油孔和缸盖螺栓孔至摇臂支座、摇臂轴 6、凸轮轴 7 及润滑配气机构零件。

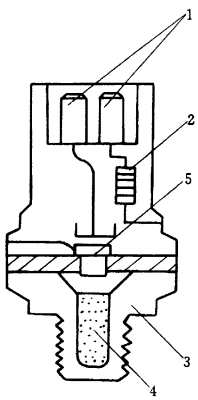


图 2-7　水温传感器的构造

1. 接线柱　2. 热敏电阻　3. 壳体　4. 低熔点合金　5. 触点

机油滤清器 3 是一次性使用的。请注意：原装车的机油滤清器 3 表面上的字是红色的，而保养用滤清器 3 表面的字是黄色的，前者滤网较后者要细密。原装车出厂后有一定的走合期，因此当新车行驶到 1500～2500km 里程后，必须到神龙汽车特约服务站进行首次保养，更换发动机机油和机油滤清器 3，否则滤芯堵塞影响发动机的正常工作。为此，当机油滤清器 3 堵塞后，为确保发动机的润滑可靠性，设立了机油低压警报信号灯，由装在发动机油道上的机油压力传感器传出机油压力信号，由仪表盘上的低压警报信号灯发出报警信号。当机油压力低于 0.5×10^5Pa 时，信号灯点亮；当机油压力大于 1.1×10^5Pa 时，信号灯熄灭。机油滤清器 3 上装有旁通阀，当机油滤清器 3 堵塞后，为保证发动机正常、润滑，旁通阀开启，机油直接进入主油道，旁通阀开启压力为 1.5×10^5Pa。

机油盘 8 为钢板冲压件，板厚 1.5mm。机油盘内设有挡油板，机油盘 8 用 19 个 M6 螺栓安装在缸体底平面。机油盘 8 与缸体间用 RTV 胶密封，前后端装有密封条，保证机油盘的密封性。机油盘的容量为 3.5L。

机油标尺 9 用于检查机油油面。检查油面时，必须使发动机运转几分钟，将机油粘到润滑的零件上，然后让发动机熄火，10 分钟后，抽出机油标尺擦干净，再行测量油面，应在标尺的上下限之间。

润滑系的机油流动路线图，见图 2-9 所示。

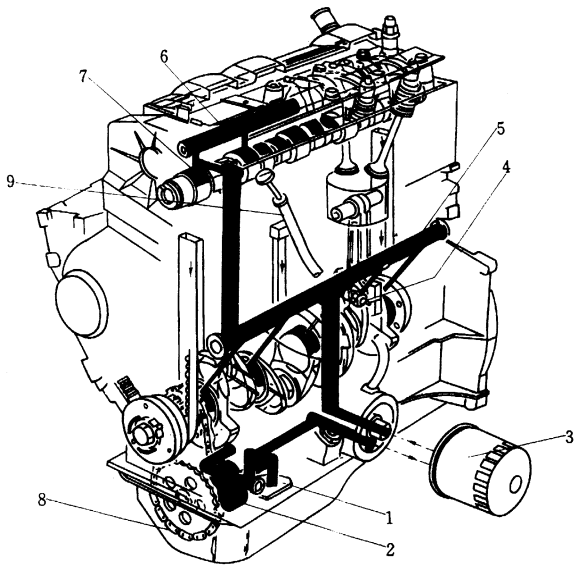


图 2-8　润滑系的工作原理示意图

1. 机油集滤器　2. 机油泵　3. 机油滤清器　4. 机油压力传感器　5. 主油道　6. 摇臂轴　7. 凸轮轴　8. 机油盘　9. 机油标尺

（二）机油泵的构造

机油泵为带限压阀的齿轮式，如图 2-10 所示。装在机油盘上方的缸体下端，由曲轴用链条传动。限压阀 2 由一个弹簧

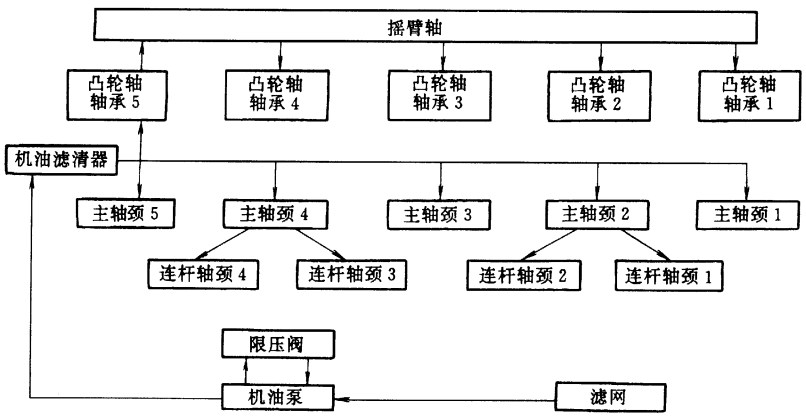


图 2-9　润滑系的机油流动路线图

和活塞组成。机油经齿轮 9、10 的齿部间隙从进油口 6 压入出油口 8。当机油温度在 75～85℃之间，曲轴转速在 1000r/min 时，机油压力为 2×10^5Pa。与此相当，曲轴转速在 4000r/min 时，机油压力为 4×10^5Pa。若压力超过此规定，限压阀 2 便自动限压，使出油口 8 与进油口 6 相通，以保护发动机不受损坏。若机油压力过低时，则由装在汽缸体上的机油压力传感器传出信号，使仪表盘上的机油低压警报信号灯点亮。此时，司机必须立即停车，首先检查是否缺少机油，再次检查机油牌号是否为 SAE10W/40（SG10W/40、QF10W/40）。

（三）机油压力传感器的构造

机油压力传感器装在汽缸体的主油道上，其构造如图 2-11 所示。在机油压力高时，膜片上的绝缘顶块顶开动触点，与静触点 8 脱开，指示灯不亮。当机油压力低于 0.5×10^5Pa

时，膜片下移，使动、静触点闭合，指示灯 10 点亮。

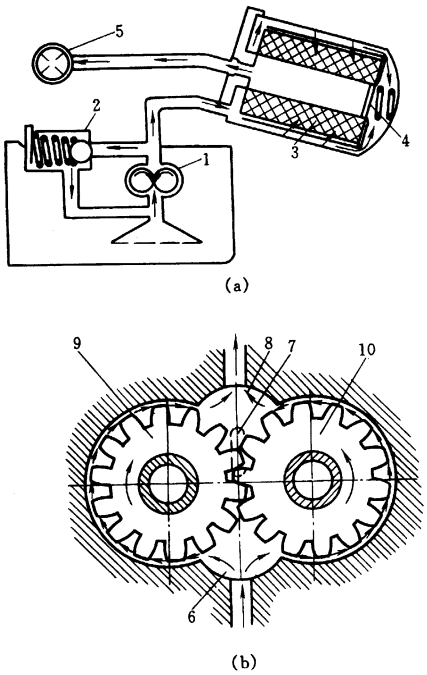


图 2-10　机油泵的构造

1. 机油泵　2. 限压阀　3. 机油滤清器
4. 旁通阀　5. 机油集滤器　6. 进油口　7. 卸压槽
8. 出油口　9、10. 机油泵主动与从动齿轮

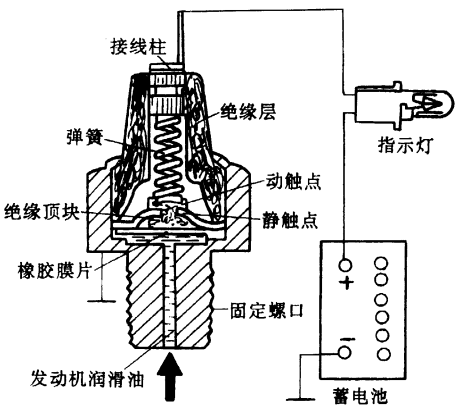


图 2-11　机油压力传感器的构造

第二节　发动机的保养项目

发动机的保养项目分为每次出车前的保养和定期保养。其中定期保养又分为一级保养(行驶 2000km 后,包括新车磨合后)、二级保养(行驶 10000km 后)、三级保养(行驶 60000～80000km 后)。

一、发动机每次出车前的保养项目

(一) 检查发动机的机油油面

用机油标尺检查，油面应在机油标尺允许的上下刻度之间，否则应从汽缸盖罩上旋下加油口盖，添加机油。机油牌号为 SAE10W/40 (四季适用)。

(二) 检查冷却液面高度

如图 2-12 所示，检查散热器右侧的水室 5 的冷却液面高度，应在最大(MAXI)与最小(MINI)之间。否则应旋下散热器盖 6 添加冷却液。

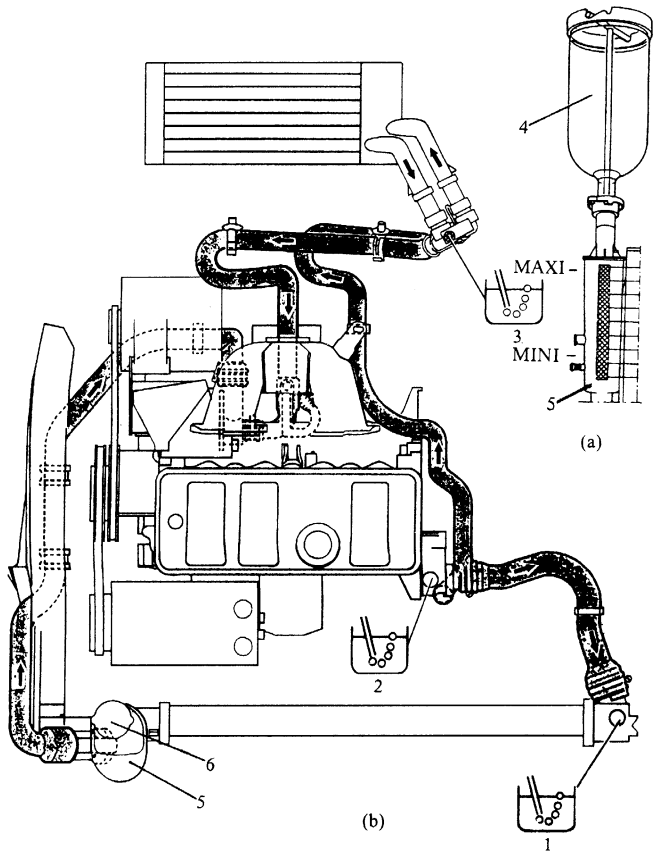


图 2-12　冷却液面高度的检查与排气

1. 散热器上的排气口　2. 发动机出水室上的排气口　3. 暖风热交换器上的排气口

4. 注水桶　5. 散热器水室　6. 散热器盖

冷却液的配置应按气温的需要进行：冷却液使用的防冻液为乙二醇和纯水的混合物。纯水的冰点为零度，加入50%的乙二醇后，可使混合液的冰点降至－37℃。若乙二醇的含量再减少，会造成发动机的气蚀和锈蚀；若乙二醇的含量再增加，虽然冰点还可降低一些(乙二醇的含量为68%时冰点最低,继续提高其含量,冰点反而会上升),但因乙二醇的比热容比水低,容易使发动机造成过热。因此,在保证当地气温需要之下,一般选用加入50%的乙二醇为最优选择。

加注冷却液后，还需对冷却系进行排气。因为冷却系中若有空气，则会产生气阻，使发动机局部过热，严重地冲击缸垫，影响发动机的正常工作。冷却系有三个排气口，即散热器、出水室、暖风热交换器三处的排气口1、2、3，其中散热器上的排气口1处于最低位置，暖风管的排气口3处于最高位置，因此加注冷却液进行排气时要注意使液面高于暖风管处排气口3，以彻底排尽空气。

排气操作方法如下：

1. 把注水桶4放在散热器水室5的加水口上。

2. 按不同的气候条件正确地使用冷却液配方,以保证冷却液在－15～－37℃时不凝固。

3. 打开三个排气口1、2、3的放气螺钉。

4. 缓慢地加注冷却液。当冷却液流出而无气泡时，按下列顺序拧紧排气口放气螺钉：散热器—出水室—暖风管三处的排气口 1、2、3。

5. 启动发动机，空转，转速 1500～2000r/min。

6. 等候电动风扇启动。风扇转动表示水温已达 97℃，为发动机正常工作温度。

7. 拆掉注水桶 4。

8. 盖上散热器盖 6。

9. 关掉发动机，使之冷下来。

10. 检查液面。

11. 液面应处在 MINI（最小）和 MAXI（最大）之间，最好在最大位置处。

12. 如有需要，再次补充冷却液。

（三）检查燃油油面

接通点火开关，观察仪表盘上的燃油表（图 2-13 件 4）。当油箱内还剩下 8L 燃油时，最低燃油油面警报灯点亮。当燃油表指针在下方表示燃油少，指针接近 1 时，表示燃油充足。添加燃油必须是 90 号无铅汽油。

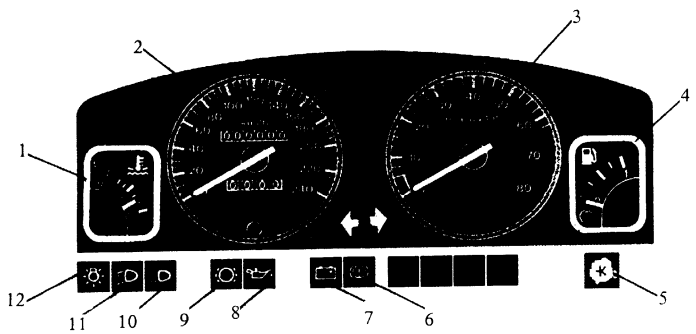


图 2-13　仪表盘的构造

1. 水温表和水温警报灯　2. 车速里程表　3. 发动机转速表　4. 燃油油面指示和最低燃油油面警报灯
5. 发动机故障报警（指示）灯（燃油喷射系统的自动检测系统）　6. 制动液液面和驻车制动器指示灯
7. 蓄电池充电指示灯　8. 发动机机油压力警报灯　9. 前制动摩擦片磨损指示灯
10. 远光指示灯　11. 近光指示灯　12. 位置灯（组合开关向前转，使仪表盘照明灯点亮）

（四）检查发动机的泄漏情况

用观察法检查发动机的燃油管路、冷却液管路和发动机的机油密封处是否有漏油及漏水的痕迹，尤其是在停车地点、发动机下方的地面上有无水油的湿点。若发现有时，必须及时找出原因。

二、发动机的一级保养项目

（一）包括发动机每次出车前的保养项目

（二）发动机机油油面的动态检查

使发动机运转几分钟，让汽车停留在水平路面上，然后让发动机熄火 10min 后，抽出机

油标尺，检查机油油面高度，应在上下限之间，否则应打开汽缸盖罩上的加油口盖，补充机油。机油牌号为 SAE10W/40（任何季节均可）。加油后油面切勿超出最高油面标线，否则会造成机油过度消耗，使车辆冒蓝色烟，污染环境，也会造成发动机积碳过多，造成爆震或活塞环粘死等现象。

当发动机处于磨合期结束时，则必须更换机油。因新发动机运转后，铁屑较多，不及时更换，会造成发动机的过度磨损。

更换机油时，旋下机油盘上的放油螺塞，放出发动机内的全部机油，从汽缸盖罩上的加油口注入清洗液（1/3 机油和 2/3 汽油）3.5L，启动发动机，低速运转 3～5min，然后停机，放出清洗液。新车磨合后的第一次保养还必须更换机油滤清器，如图 2-14 所示。更换机油滤清器 1 时，必须使用专用工具 2，安装新机油滤清器时，应先在滤清器端面的密封圈 3 上涂上机油，用手将机油滤清器拧到汽缸体上，直至机油滤清器 1 与密封圈 3 已接触，然后再用专用工具 2 将机油滤清器旋紧 3/4 圈（相当扭矩 55N·m）。旋紧放油螺塞（力矩 30N·m），从加油口注入机油 3.5L（不更换机油滤清器时为 3.2L）。

（三）清洗空气滤清器的滤网

如图 2-15 所示，应先清理预滤器，预滤器的作用是在空滤器之前对空气进行预先过滤，滤出的杂质被收集在预滤器的鸭嘴形导管中。维护时，用手将鸭嘴形管口捏开，即可将管中的杂质排出。因为空气滤清器的滤网有灰尘阻挡，会引起发动机的充气效率降低，必须清洗干净（尤其是在坏路面行驶后）。清洗的方法有三种：（1）振动法；（2）扫除法；（3）用压缩空气从内向外反吹法。因为是纸式滤芯，绝对不允许使用汽油等清洗，也不允许粘上机油，以免堵塞纸滤芯。在装复中，注意所有连接处的密封性。

（四）发动机怠速的调整（TU3 型发动机）

保持正常的怠速有利于发动机在怠速时稳定地工作和具有良好的加速性能。

在发动机的水温达到 80℃，空调和冷却风扇不工作时进行调整。

用一字形螺丝刀拧动化油器的主腔节气门开度调整螺钉，拧进为调高怠速，拧出为调低怠速。发动机正常怠速为 850 ± 50r/min。

注意：不要自行调节化油器排放调整螺钉，此项调整应在神龙汽车技术服务站进行。

三、发动机的二级保养项目

（一）包括一级保养项目

（二）更换发动机机油及机油滤清器

其方法与新车磨合后的更换机油及机油滤清器的方法相同。

（三）检查调整发电机传动带的垂度

如图 2-16 所示，用 75～85N 的力压下发动机传动带 5 上边的中间位置，其垂度应在 7～10mm 之内，否则应旋松发电机调节臂 3 的固定螺栓 4，用移动发电机 1 的位置的方法调整传

动带 5 的垂度。当垂度调整合适后，再旋紧发电机调整臂 3 的固定螺栓 4（发电机的上固定螺栓拧紧力矩 37N·m；下固定螺栓拧紧 16N·m）。

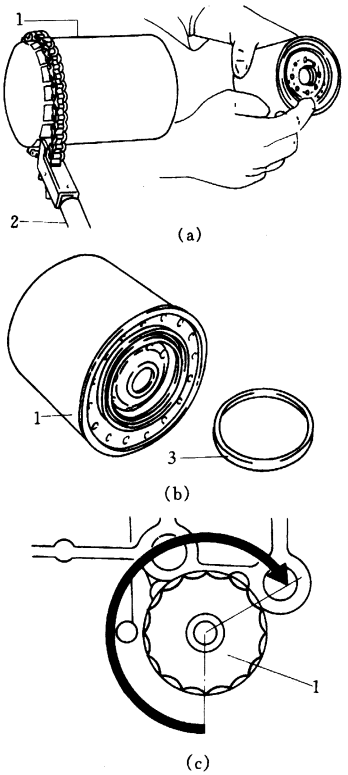


图 2-14　机油滤清器的更换

1. 机油滤清器　2. 专用工具　3. 密封圈

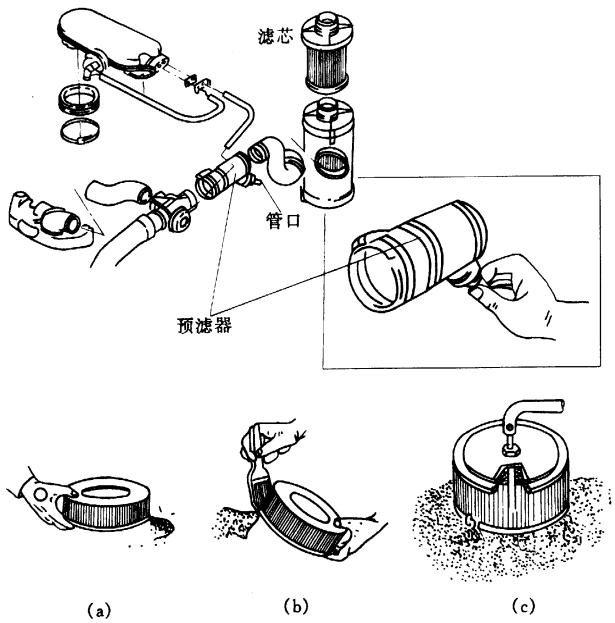


图 2-15　空气滤清器滤网的清洗

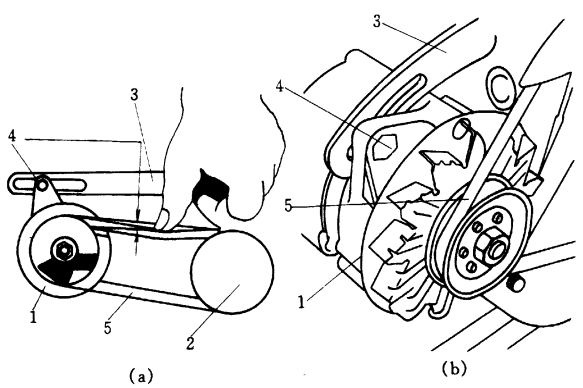


图 2-16　检查调整发电机传动带的垂度

1. 发电机　2. 曲轴皮带轮　3. 发电机调节臂　4. 螺栓　5. 传动带

四、发动机的三级保养项目

（一）包括发动机二级保养项目

（二）检查发动机冷却液的乙二醇含量

旋下散热器加液口盖，用密度计检查冷却液的密度，当乙二醇含量为45.6%时，相对密度为1.0627；当乙二醇含量为52.6%时，相对密度为1.0713；当乙二醇含量为68%时，相对密度为1.0833。冷却系的乙二醇含量应在45.6%～68%之间，所以相对密度在1.0627～1.0833之间较为合适(注意乙二醇有毒,切勿用口吸,乙二醇对橡胶有腐蚀作用,不要溅到轮胎上)。

一般冷却液两年更换一次，若冷却液变质时，也可提前更换。更换方法如下：旋下散热器盖，旋下发动机及散热器的放水阀，放掉发动机和散热器内的冷却液。

对冷却系进行清洗，可注入清洗溶液(烧碱750g、煤油250g、水10L)，让发动机在中等转速下运转5～10min，再让清洗溶液在冷却系中停留10min，然后放出，再用清水冲洗干净。

旋紧散热器及发动机的放水阀(力矩35N·m)，向散热器水室加注冷却液约6.5L。在加注冷却液时，最好也要进行抽真空，获得0.3～1.5kPa的真空度后，开始加注，加注方法与排气方法与图2-12的有关叙述相同。

（三）调整气门间隙

如图2-17所示，拆下汽缸盖罩(气门室罩盖)，进行气门间隙的调整(发动机在冷状态下)。气门间隙需在凸轮不顶起摇臂时进行，即在进气门与排气门均关闭的时刻(压缩行程上止点位置)；或是压缩开始时，可调整排气门；排气门开始开启时，可以调整进气门。从作功顺序看，曲轴每转过180°的顺序为：作功开始—排气开始—进气开始—压缩开始。再从点火顺序上看为：1—3—4—2。当一缸为作功开始时，因此时三缸为压缩开始，除可调整一缸进、排气门外；还同时可调整三缸排气门；又因此时二缸为排气开始，所以又可调整二缸进气门。

同理，当四缸为作功开始时，除可调整四缸的进、排气门外；因此时三缸为排气开始，故还可调整三缸进气门；又因此时二缸为压缩开始，故又可以调整二缸排气门。这样曲轴只需转到两个位置上，四个缸的气门间隙均可调整完。发动机飞轮8端为第一缸，气门的布置位置如图中所示。从上列气缸作功次序和气门的布置状况可得知：一缸作功时，可调整气门为1、2、4、5。四缸作功时可调整气门为3、6、7、8。

另一种调整方法，可分四次完成调整气门间隙(曲轴需在四个位置上)。调整次序可根据某汽缸的排气门全开时(即凸轮轴凸轮推动摇臂将某缸的排气门顶开时)，此时，其他汽缸：处于作功行程的可调整进气门；处于压缩行程的可调整排气门；如表2-1所示。

还有一种调整方法；以某缸气门摇臂的顶起为标记。如某缸进、排气门摇臂同时顶起时(此缸为在进气开始位置上)，此时作功开始的汽缸即可调整该缸的进、排气门。由图2-17中看出：一缸进、排气门摇臂被顶起时，可调四缸的进、排气门；同样三缸进、排气门摇臂被顶起时，可调二缸进、排气门；四缸进、排气门摇臂被顶起时，可调一缸进、排气门；二

缸进、排气门摇臂被顶起时，可调三缸进、排气门。气门间隙应在发动机冷态时进行调整。进气门间隙为(0.20±0.05)mm，排气门间隙为(0.40±0.05)mm 必要时车辆每行驶 25000km 时检查调整一次。

表 2-1　　观察某汽缸排气门全开时气门间隙的调整

使下列排气门全开	此时可调整的气门的汽缸号与气门	
	进气门	排气门
1 缸	3 缸	4 缸
3 缸	4 缸	2 缸
4 缸	2 缸	1 缸
2 缸	1 缸	3 缸

调整方法是：用扳手 11 先松开摇臂端的锁紧螺母 3，然后用螺钉旋具 9 旋动调整螺钉 2，将厚薄规 10 插入调整螺钉 2 与气门杆 4 之间，轻轻抽动，手感轻重适宜后，旋紧锁紧螺母 3(锁紧螺母的拧紧力矩应为 18N·m)。

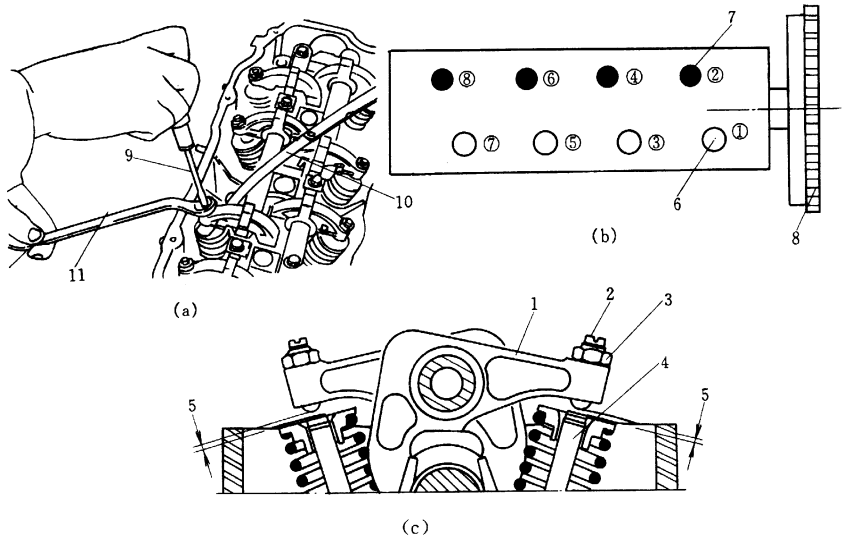


图 2-17　气门间隙调整方法

1. 摇臂　2. 调整螺钉　3. 锁紧螺母　4. 气门杆　5. 调整间隙　6. 排气门　7. 进气门
8. 飞轮　9. 螺丝刀(螺钉旋具)　10. 厚薄规　11. 扳手

可调汽缸号		四		三		二		一	
可调气门种类		进	排	进	排	进	排	进	排
可调气门号		⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①
曲轴转角位置	0°	(一缸进气开始)		二缸压缩开始		三缸排气开始		四缸作功开始	
	180°	一缸压缩开始		二缸作功开始		(三缸进气开始)		四缸排气开始	
	360°	一缸作功开始		二缸排气开始		三缸压缩开始		(四缸进气开始)	
	540°	一缸排气开始		(二缸进气开始)		三缸作功开始		四缸压缩开始	

（四）更换三角传动带

如图 2-16 所示，旋松螺栓 4，将发电机 1 推向发动机，使传动带 5 松动后取下。更换上新的传动带，以保证发电机的正常工作。最后再调整传动带 5 的垂度，并旋紧螺栓 4，以及发电机的安装螺栓。

（五）更换齿形皮带

参见图 3-6 及 3-7 所示，拆下正时齿轮室盖后，再拆下齿形皮带，换上新的齿形皮带，将凸轮轴时规齿轮和飞轮按定时要求定位(在一缸压缩行程上止点)后，再用齿形带张紧轮张紧齿形皮带，最后旋紧张紧轮固定螺栓(力矩 23N·m)。

（六）检查机油泵最大供油压力

该车的机油压力警报灯只在机油压力低于 0.5×10^5Pa 时点亮。对机油泵在发动机 4000r/min 时，机油压力是否能达到 4×10^5Pa，无法考核。若此压力不足，会影响到发动机的正常润滑，所以必须定期检查。检查方法如图 2-18 所示，将机油滤清器 3 上方的机油压力传感器旋下，在机油压力传感器安装孔 4 上装上一个压力表 1；然后启动发动机，使发动机温度达到 75～85℃后，观察压力表 1。当发动机转速保持在 4000r/min 时，压力应在 4×10^5Pa；若低于此压力，可能是机油泵损坏或轴瓦磨损过大；若高于此压力，可能是限压阀被卡住。应采取措施修复。最后取下压力表，重新旋上机油压力传感器(力矩 28N·m)。

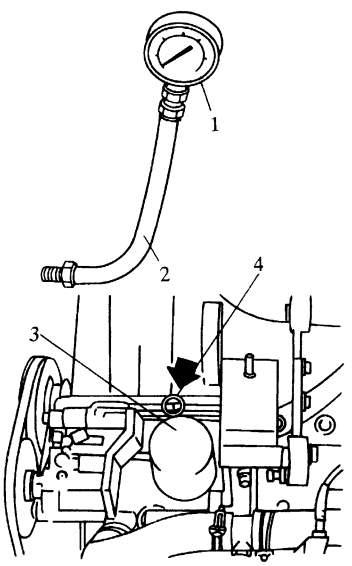


图 2-18　机油泵最大供油压力的检查
1. 压力表　2. 压力表接管
3. 机油滤清器
4. 机油压力传感器安装孔

（七）检查并更换火花塞

因火花塞属于易损件，除积碳需及时清理外，电极的烧损也很严重，所以应定期检查火花塞(如图 2-19 所示)，清理干净电极间的积碳，并检查火花塞电极间隙应保持在 0.8mm 内。否则应更换新的火花塞。火花塞的牌号必须按规定选用 K6TC (GB7825—87)，其螺纹长度必须保持与原火花塞一致，太长太短都不行。火花塞旋紧力矩为 25N·m。

（八）调整点火正时

TU3 发动机的调整程序如下：松开分电器的两个锁紧螺母(参见图 3-22 件 3)，使分电器只能沿圆周方向转动；断开分电器的真空提前用的真空管，启动发动机，待水温上升到 80℃，保持发动机在急速 850r/min 下稳定运转；用闪光正时灯观察飞轮上的正时标记，点火应在上止点前 8°；否则应沿圆周方向继续转动分电器。最后旋紧分电器锁紧螺母(力矩 8N·m)。再重新接通真空提前用的真空管。

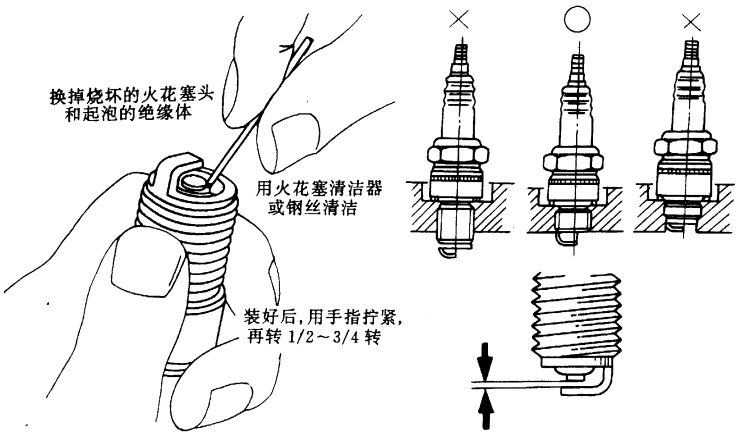


图 2-19　火花塞的修复与更换

第三节　发动机的使用

一、发动机在新车磨合期的使用

为了使发动机获得最好的性能和持久的使用寿命，新车使用必须经过 1500～2500km 的磨合期。在磨合期间，发动机只能在中小负荷和转速下工作，避免发动机在高转速和油门全开下工作；避免急骤的加速和爬陡坡；发动机转速不得超过 4500r/min；随时注意发动机的温升。夏天不要让发动机长时间在高温下工作，发动机温度高时，可以停车休息一会，待温度降下后再继续行驶。冬季使用时，要让发动机充分预热，以保证发动机充分地润滑。发动机磨合期结束时，必须更换发动机机油和机油滤清器(见本章发动机保养项目一节)。

发动机的磨合期是重要的，因为新加工出的零件的表面看似好像很光滑，实际上从微观上看是很粗糙的。粗糙的表面受到冲击后，便很易损坏，使用寿命会大大缩短。为此，需要用磨合的方法，将粗糙的表面逐渐变光滑，这样不但使用寿命会增加，而且因零件相互会配合得更好，从而还会提高发动机的工作性能。

在磨合期，零件的粗糙表面会有很多铁屑磨下来，若不及时清除掉，反而会变成磨料，加快磨损。所以磨合期结束后，必须更换机油和机油滤清器。

二、每次出车前必须进行的检查项目

见本章发动机保养项目一节。

三、发动机的启动

(一) 发动机在一般情况下的启动

将变速杆放在空挡位置上，轻踩加速踏板，将点火开关顺时针由 M 位转至 D 位，此时

启动机运转，每次不应超过 10s，立即松开钥匙(因启动机电枢内电流较大,时间长,温升高,易烧毁电枢线圈,并且损耗电能)。若发动机未能启动，应间隔 1min，再次启动。发动机启动后，应让发动机在怠速下运转，待发动机运转正常后，方可逐渐松开加速踏板。

(二) 当发动机启动失败后，应采取的措施

1. 确认启动机可以正常转动(表示蓄电池有电,启动机工作正常)，否则应检查蓄电池和启动机。

2. 发动机进气歧管燃油过多，排除方法是缓慢将加速踏板踩到底，保持加速踏板在该位置上不动，等待大约 30s，以便让进气歧管中的燃油蒸发掉，然后再次启动。

3. 燃油系统出现故障，火花塞电极不湿润，可能的原因有：燃油箱通气孔堵死，汽油泵不泵油、燃油管路或燃油滤清器堵塞。

4. 点火系统故障，排除方法按图 2-20 所示。

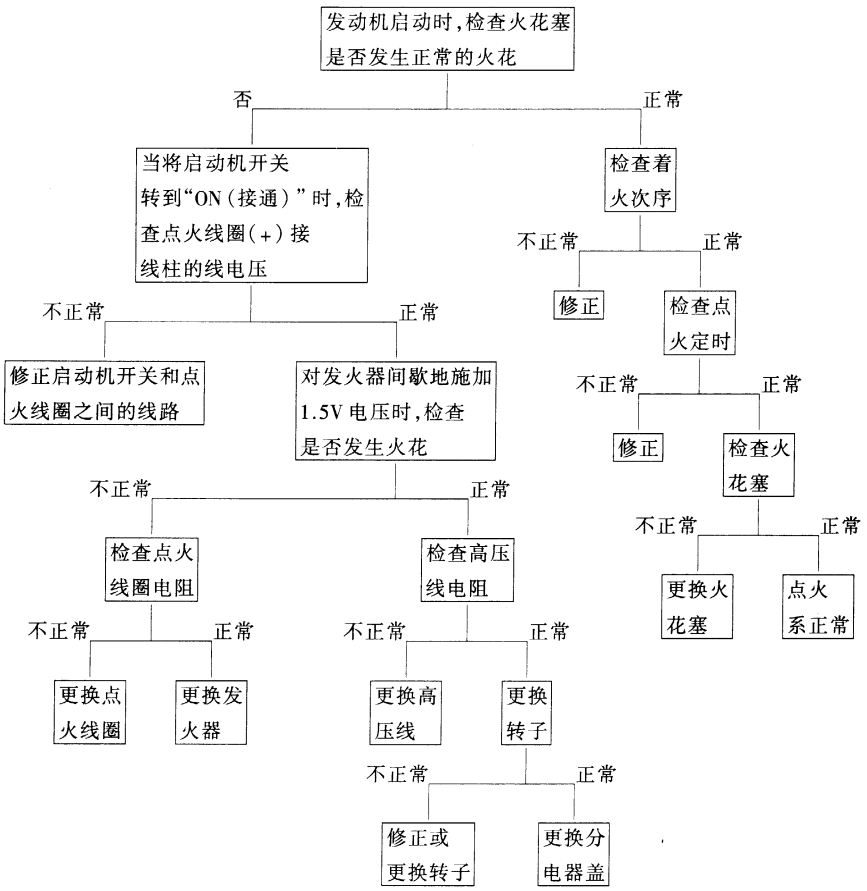


图 2-20　启动困难的点火系故障排除方法

(三) 发动机启动后的检查项目

发动机启动后，应保持在怠速运转一段时间。在此期间，应检查水温表(图 2-13 件 1)达到 90～100℃时，表示发动机润滑油已处于良好的温度状态；检查蓄电池充电指示灯(图 2-13 件 7)应熄灭(或稍一加速即熄灭也属正常)，表示发电机工作正常；检查发动机机油压力警

报灯(图 2-13 件 8)应熄灭，表示发动机机油压力大于 0.5×10^5Pa(否则应检查机油标尺,检查发动机内是否缺少机油)；检查发动机故障警报灯(燃油喷射系统)应熄灭，表示燃油喷射系统工作正常。

四、如何合理地使用发动机

车辆起步时，应缓慢起步，逐渐加速，在平坦路面上尽可能用高挡位行驶，使发动机转速在 2500～3000r/min 之间工作，为最佳油耗使用区。应避免发动机在低速或高速使用，避免急骤加速或紧急制动，这都会引起油耗的升高。为此应选择通畅的公路行驶，尽可能避免穿越拥挤地区。

五、发动机如何停机

发动机停机前，应使车辆逐渐减速，待车辆停止后再停机。车辆停止行驶后，若发动机温度较高，应在怠速下让发动机运转 3～5min，若停机水温超过 112℃在不断开点火开关的条件下，电动风扇会自动延时运转 6min。否则发动机因温度过高，得不到很好冷却，会在停机时产生汽缸拉毛、轴瓦烧毁等现象。

第四节　发动机的维修数据

发动机的技术参数、维修数据及螺栓(母)的拧紧力矩见表 2-2、表 2-3 和表 2-4。

表 2-2　　发动机的技术参数

项目 \ 发动机类型	TU5	TU3
发动机型式	四缸直列、水冷、四冲程、顶置凸轮轴	四缸直列、水冷、四冲程、顶置凸轮轴
缸径×冲程(mm×mm)	78.5×82	75×77
总排量(L)	1.587	1.36
压缩比	9.6	8.8
燃油	90 号汽油	90 号汽油
最大功率[kW/(r·min^{-1})]	65/5600	51.5/5800 或 49/5400
最大扭矩[N·m/(r·min^{-1})]	135/3200	108/3800 或 109.7/3200
最低油耗(2500r/min 时)(g/kW·h)	290	300
最大转速(r/min)	6100	6000
怠速转速(r/min)	850±50	850±50
点火顺序(飞轮端为第 1 缸)(见图 2-21)	1、3、4、2	1、3、4、2
润滑方式	压力、飞溅复合式	压力、飞溅复合式
机油加注量(新滤清器时)(L)	3.5	3.5

续表

项目 \ 发动机类型	TU5	TU3
机油压力(90℃时)(kPa)	≥400(在4000r/min时)	≥400(在4000r/min时)
夏季适用润滑油(热带)	TOTAL GT13 10W40	TOTAL GT13 10W40
冬季适用润滑油(寒带)	TOTAL GTSPLUS 15W40	TOTAL GTSPLUS 15W40
化油器型号	电喷	SOLEX32-34Z2PSA528/6
机油泵型式	链条传动，带有限压阀齿轮式油泵	链条传动，带有限压阀齿轮式油泵
汽油泵型式	电动	偏心轮驱动、膜片自动调节式
进气装置型式	恒温控制、双级过滤	恒温控制、双级过滤
排气装置型式	二级消声系统、全浮式悬架	二级消声系统、全浮式悬架
冷却装置型式	薄型铝水箱，双电动风扇，电子模块控制	薄型铝水箱，双电动风扇，电子模块控制
火花塞间隙(mm)	0.8	0.8
进气门间隙(mm)	冷车0.2	冷车0.2
排气门间隙(mm)	冷车0.4	冷车0.4

表2-3　　发动机的维修数据　　(mm)

项目 \ 发动机类型			TU3	TU5
汽缸盖(见图2-22)	汽缸盖标准高度(H)		111.2±0.08	111.2±0.08
	汽缸盖最低高度(H)		111	111
	缸盖下平面最大不平度		0.05	0.05
汽缸盖垫(见图2-23)	汽缸垫厚度		1.20±0.07	1.20±0.07
	位置1		有切口	有切口
	位置2		无切口	无切口
	位置3		有切口	无切口
	位置4		无切口	有切口
气门(见图2-24)	进气门直径 ϕA		36.8	39.5
	排气门直径 ϕA		29.4	31.4
	进气门角度 B		120°	120°
	排气门角度 B		90°	90°
	进气门杆 ϕC		$6.98^{+0}_{-0.015}$	$6.97^{+0}_{-0.015}$
	排气门杆 ϕC		$6.96^{+0}_{-0.015}$	$6.97^{+0}_{-0.015}$
	进气门杆测量高度 D		30	30
	排气门杆测量高度 D		28	34.5
	进气门长度 E		112.76	111.5
	排气门长度 E		112.56	111.5
气门导管(见图2-25)	汽缸盖导管孔内径 ϕA (+0.032; +0)	标准尺寸	12.965	12.965
		维修尺寸1	13.195	13.195
		维修尺寸2	13.495	13.495

续表

项目	发动机类型		TU3	TU5
气门导管(见图 2-25)	气门导管外径 ϕB (+0.039; +0.028)	标准尺寸	13.02	13.02
		维修尺寸1	13.29	13.29
		维修尺寸2	13.59	13.59
	气门导管长度 C	标准尺寸	47.5 ± 0.3	48.5 ± 0.3
		维修尺寸1	47.5 ± 0.3	48.5 ± 0.3
		维修尺寸2	47.5 ± 0.3	48.5 ± 0.3
	气门导管内径 ϕD (+0.022; +0)	标准尺寸	7	7
		维修尺寸1	7	7
		维修尺寸2	7	7
	气门导管安装高度 E	进气门	14.75 ± 0.1	16.15 ± 0.1
		排气门	14.07 ± 0.1	15.15 ± 0.1
气门座(见图 2-26)	进气门座外径(ϕ)	生产	$38.01^{+0.137}_{+0.112}$	$40.51^{+0.161}_{+0.136}$
		修理	$38.31^{+0.137}_{+0.112}$	$40.81^{+0.161}_{+0.136}$
	进气门座高度(B)	生产	$6.648^{+0.1}_{+0}$	$6.6^{+0.1}_{+0}$
		修理	$7^{+0.1}_{+0}$	$7^{+0.1}_{+0}$
	排气门座外径(ϕ)	生产	$31.01^{+0.137}_{+0.112}$	$33.01^{+0.137}_{+0.112}$
		修理	$31.31^{+0.137}_{+0.112}$	$33.31^{+0.137}_{+0.112}$
	排气门座高度(B)	生产	$6.648^{+0.1}_{+0}$	$6.6^{+0.3}_{+0}$
		修理	$7^{+0.1}_{+0}$	$7^{+0.3}_{+0}$
气门座安装孔(见图 2-27)	汽缸盖进气门座孔径(D)	生产	$\phi37.975 \sim \phi38.025$	$\phi40.499 \sim \phi40.549$
		修理	$\phi38.275 \sim \phi38.325$	$\phi40.799 \sim \phi40.849$
	汽缸盖排气门座孔径(D)	生产	$\phi30.975 \sim \phi31.025$	$\phi33.975 \sim \phi33.025$
		修理	$\phi31.275 \sim \phi31.325$	$\phi34.275 \sim \phi34.325$
	汽缸盖进气门座高度(X)	生产	15.193 ~ 15.393	15.145 ~ 15.351
		修理	15.545 ~ 15.845	15.545 ~ 15.845
	汽缸盖排气门座高度(X)	生产	15.465 ~ 15.765	15.417 ~ 15.718
		修理	15.817 ~ 16.117	15.817 ~ 16.117
凸轮轴(见图 2-28)	凸轮轴涂色标记①		栗色	绿色
	凸轮轴字母标记②		B	5
	凸轮轴第一轴轴径 $\phi1$		$37^{-0.050}_{-0.075}$	
	凸轮轴第二轴轴径 $\phi2$		$40.7^{-0.050}_{-0.075}$	
	凸轮轴第三轴轴径 $\phi3$		$41.3^{-0.050}_{-0.075}$	
	凸轮轴第四轴轴径 $\phi4$		$41.9^{-0.050}_{-0.075}$	
	凸轮轴第五轴轴径 $\phi5$		$42.5^{-0.050}_{-0.075}$	
	汽缸盖上第一凸轮轴承孔径$\phi1$		$37^{+0.039}_{0}$	
	汽缸盖上第二凸轮轴承孔径$\phi2$		$40.7^{+0.039}_{0}$	
	汽缸盖上第三凸轮轴承孔径$\phi3$		$41.3^{+0.039}_{0}$	

续表

项目 \ 发动机类型			TU3	TU5
凸轮轴(见图 2-28)	汽缸盖上第四凸轮轴承孔径$\phi 4$		$41.9^{+0.039}_{0}$	
	汽缸盖上第五凸轮轴承孔径$\phi 5$		$42.5^{-0.039}_{0}$	
	凸轮最大升程		9.4	
气门间隙(见图 2-29)	冷机气门间隙(进/排)(A)		0.20/0.40	
气门弹簧(见图 2-30)	气门弹簧钢丝直径 ϕA		4.2	
	气门弹簧外径 ϕB		28.65	
	气门弹簧自由长度 $H0$		49.5	
	气门弹簧在压力作用下的检查高度		$H1 = 41.2$ $F = 310N$	
			$H2 = 30$ $F = 814N$	
汽缸体(见图 2-31)	汽缸体内孔孔径(ϕA)标准值分组	Ⅰ	$\phi 75^{+0.010}_{0}$	$78.5^{+0.018}_{0}$
		Ⅱ	$\phi 75.01^{+0.010}_{0}$	
		Ⅲ	$\phi 75.02^{+0.010}_{0}$	
	汽缸体内孔孔径(ϕA)维修值	Ⅰ	$\phi 75.4^{+0.01}_{0}$	$78.9^{+0.018}_{0}$
		Ⅱ	$\phi 75.41^{+0.01}_{0}$	
		Ⅲ	$\phi 75.42^{+0.01}_{0}$	
活塞及活塞销(见图 2-32)	活塞最大外径(ϕD)标准值分组	A	$\phi 74.95 \sim \phi 74.96$	$\phi 78.455^{+0.015}_{0}$
		B	$\phi 74.96 \sim \phi 74.97$	
		C	$\phi 74.97 \sim \phi 74.98$	
	活塞最大外径(ϕD)维修值分组	A	$\phi 75.35 \sim \phi 75.36$	$\phi 78.855^{+0.015}_{0}$
		B	$\phi 75.36 \sim \phi 75.37$	
		C	$\phi 75.37 \sim \phi 75.38$	
	活塞销孔中心线偏移(e)		1 ± 0.15	0.5 ± 0.15
	活塞销孔标记分组	(1)	$\phi 19.508^{+0.003}_{0}$	$\phi 19.502^{+0.009}_{0}$
		(2)	$\phi 19.505^{+0.003}_{0}$	
		(3)	$\phi 19.502^{+0.003}_{0}$	
	活塞销外径标记分组	(蓝)	$\phi 19.498^{0}_{-0.003}$	$\phi 19.498^{0}_{-0.009}$
		(白)	$\phi 19.495^{0}_{-0.003}$	
		(红)	$\phi 19.492^{0}_{-0.003}$	
活塞环(见图 2-33)	第一道环厚度		1.75	1.75
	第二道环厚度		2	2
	第三道环厚度		3	3
	第一道环开口间隙		0.3 ~ 0.5	0.3 ~ 0.5
	第二道环开口间隙		0.4 ~ 0.7	0.4 ~ 0.7
	第三道环开口间隙		0.3 ~ 0.5	0.3 ~ 0.5
	第一道环与环槽侧隙(A)		0.04 ~ 0.07	0.04 ~ 0.07
	第二道环与环槽侧隙(A)		0.03 ~ 0.063	0.03 ~ 0.063
	第三道环与环槽侧隙(A)		0.035 ~ 0.07	0.035 ~ 0.07

续表

项目 \ 发动机类型			TU3	TU5
连杆(见图 2-34)	连杆大端 $\phi(A)$ 孔径(+0.016; +0)		48.655	48.655
	连杆小端(ϕB) 孔径(+0.017; +0)		19.463	19.463
	连杆中心距(C) (±0.07)		126.8	133.5
连杆轴瓦 (见图 2-35)	连杆大端轴瓦厚度(e)	生产厚度	1.817±0.003	
		修理厚度	1.976±0.003	
曲轴 (见图 2-36)	曲轴连杆轴颈(ϕB)	生产值	$45^{-0.009}_{-0.025}$	
		修理值	$44.7^{-0.009}_{-0.025}$	
	曲轴主轴颈(ϕA)	生产值	$49.981^{0}_{-0.019}$	
		修理值	$49.681^{0}_{-0.019}$	
	曲轴颈最大锥度 曲轴颈取大椭圆度		0.07	
连杆大头孔与曲轴连杆轴颈间隙			0.024~0.068	
主轴承孔与曲轴主轴颈间隙			0.032~0.06	
凸轮轴轴向间隙			0.07~0.16	
连杆与曲轴端面间隙			0.05~0.25	
曲轴轴向间隙			0.07~0.272	
活塞与汽缸体间隙			0.04~0.06	0.03~0.063
活塞销与销孔间隙			0.01~0.016	0.004~0.022
活塞销与连杆小头孔间隙				
同组连杆质量差(g)			4	3
同组活塞质量差(g)			3	2
曲轴第二主轴承宽度(L)(见图 2-37)	生产	L	$23.6^{+0.052}_{0}$	
	修理	1	$23.6^{+0.252}_{+0.20}$	
		2	$23.6^{+0.352}_{+0.30}$	
		3	$23.6^{+0.452}_{+0.40}$	
曲轴第二主轴承止推片厚度(e)(见图 2-37)	生产	e	2.40	
	修理	1	2.50	
		2	2.55	
		3	2.60	
缸体上主轴承孔内径			ϕ53.665~ϕ53.674	
缸体上第二主轴承宽度			18.58~18.63	
气门导管与汽缸盖导杆孔过盈量			0.051~0.094	
气门座与汽缸盖气门座安装孔过盈			0.122~0.147	

续表

项目 \ 发动机类型			TU3	TU5
凸轮轴与汽缸盖凸轮轴孔间隙			0.03～0.114	
气门摇臂与摇臂轴配合间隙			0.01～0.05	
曲轴主轴瓦厚度	生产值		1.829±0.003	
	修理值		1.979±0.003	
发动机飞轮维修尺寸（见图 2-38）	a：A、B 面之间距离，维修加工后最小容许尺寸		18.50±0.15	
	b：B、C 面之间距离必须保证的尺寸		0.50±0.1	
机油滤清器	过滤	表面积	$28cm^2$	
		极限通孔尺寸	0.005～0.008	
	更换周期		第一次 1500～2500km	
			以后每 10000km	
	滤芯旁通压力标定值		1.5×10^5Pa	
	低压警报信号灯标定值	熄灭	最大 1.1×10^5Pa	
		点亮	0.5×10^5Pa	
	75～85℃时机油压力		在 1000r/min 时最小值 2×10^5Pa	
			在 4000r/min 时最小值 4×10^5Pa	
机油容量	更换机油		3.2L	
	更换机油和滤清器		3.5L	
	机油标尺上最大和最小油量差		1.4L	
	更换机油		第一次更换在 1500km 左右	
			然后每隔 5000km	
冷却系	电动风扇水温控制开关触点闭合温度		97℃	
	触点断开温度		92℃	
	水温警报传感器报警温度		118℃	
	节温器开启温度		88℃	
	节温器最小开启度		7/100℃	
	散热器盖蒸气阀开启压力		140kPa	
	散热器盖空气阀开启真空度		1～11kPa	

表 2-4　　发动机螺栓(母)拧紧力矩

拧　紧　部　位	拧紧力矩(N·m)	数量
曲轴正时齿轮——曲轴	110	1
曲轴皮带盘——曲轴正时齿轮	8	3
曲轴主轴瓦盖——缸体	20+49	10
连轩瓦盖——连杆体	40	8
飞轮——曲轴	65+防松胶	6

续表

拧紧部位	拧紧力矩(N·m)	数量
凸轮轴正时齿轮——凸轮轴	80	1
凸轮轴止推片——缸盖	16	1
分电器——分电器支座	8	2
分电器支座——缸盖	8	5
缸盖——缸体(缸盖螺栓)	20 + 120° + 120°	10(按序拧紧)
气门间隙调整螺母(摇臂螺母)	18	8
火花塞	28	4
机油盘——汽缸体	8 + 密封胶	19
机油泵——汽缸体	8	3
机油盘放油螺塞	30	1
发动机左悬置支架——变速箱	18	3
发动机左悬置软垫总成——发动机左悬置支架	38	1
发动机右悬置支架——发动机机体	45	3
发动机右悬置支架——发动机右悬置软垫总成	45	1
右传动轴中间支承座——发动机机体	40	4
抗力矩联接吊耳——右传动轴中间支承座	70	1
抗力矩联接吊耳——前托架	95	1
排气歧管——前排气管	30	3
排气歧管——汽缸盖	18	
前排气管——中排气管	10	2
中排气管——后消声器	20	1
散热器出水口下堵塞	35	1
节温器处放气螺塞	18	1
正时皮带张紧轮——缸体	23	1
发电机上固定点螺栓	37	1
发电机下固定点螺栓	16	1
水泵——发动机体	16	2
变速箱总成——发动机体	35	4
电动风扇水温控制开关(散热器上)	35	1
水温报警传感器(汽缸盖上)	18	1
机油压力传感器	28	1
正时齿轮盖	8	
气门室罩盖	5	
汽油泵	16	2
离合器压盘与飞轮	15	6

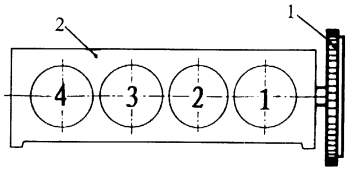


图 2-21　汽缸顺序示意图

1. 飞轮　2. 汽缸体

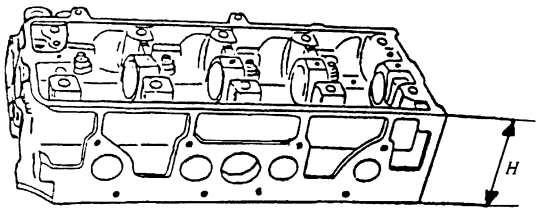


图 2-22　汽缸盖维修尺寸

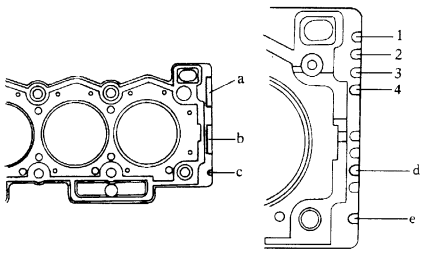


图 2-23　汽缸盖垫标记含义

汽缸垫的装配标记位于离合器壳一端。标记含义如下：

a：发动机类型。即右图中的“1、2、3、4”位置切口的变化。

b：供应商标记。即右图中与“d”相连的 4 个位置切口的变化来区分不同供应商的产品。

c：汽缸垫厚度标记。即右图中的“e”的位置切口的变化，有切口表示是加厚的维修用垫，缸盖下平面经过修理加工，应采用这种汽缸垫，以保证压缩比不变；无切口表示是标准汽缸垫。

d：该处有切口表示投汽缸垫不含石棉。

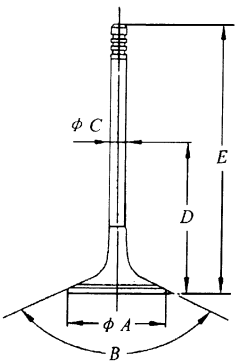


图 2-24　气门维修尺寸

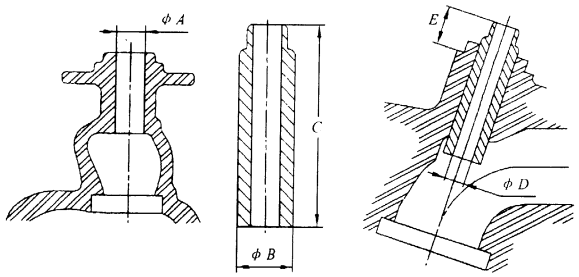


图 2-25　气门导管维修尺寸

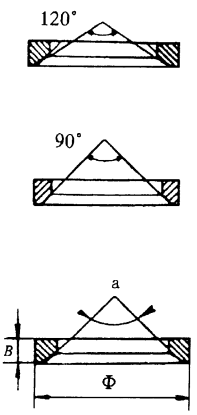


图 2-26　气门座维修尺寸

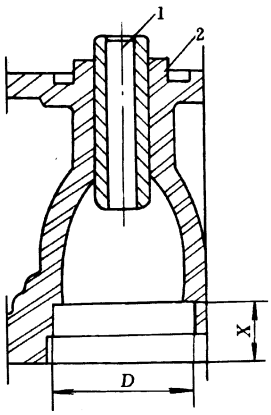


图 2-27　气门座安装孔维修尺寸

1. 气门导管　2. 汽缸盖

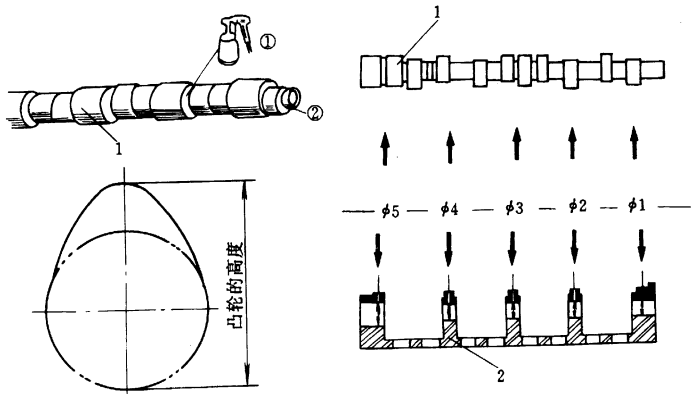


图 2-28　凸轮轴维修尺寸

1. 凸轮轴　2. 汽缸盖

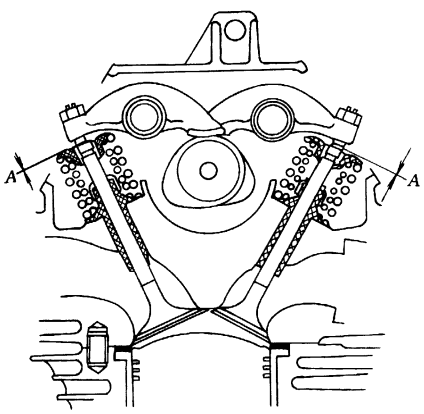


图 2-29　气门间隙维修尺寸

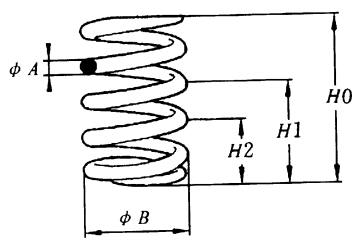


图 2-30　气门弹簧维修尺寸

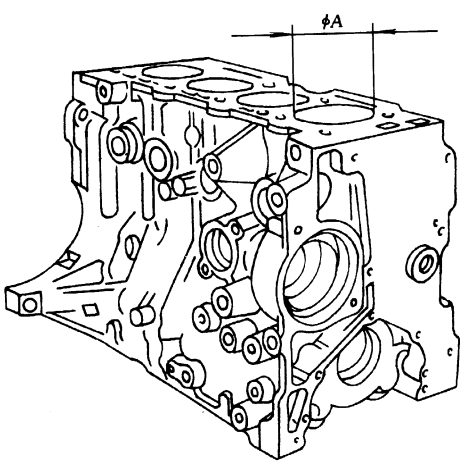


图 2-31　汽缸体维修尺寸

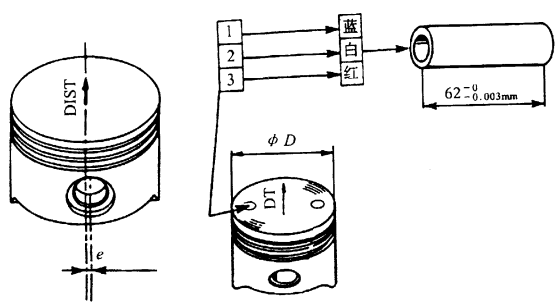


图 2-32　活塞及活塞销维修尺寸

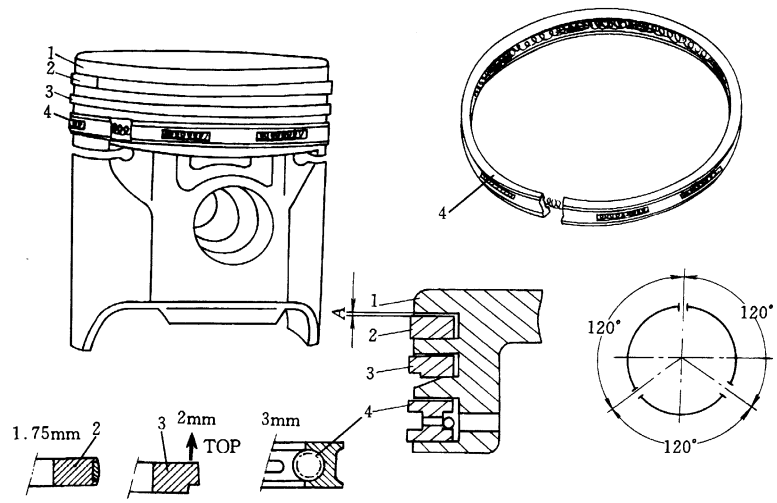


图 2-33　活塞环维修尺寸

1. 活塞　2. 第一道活塞气环　3. 第二道活塞气环　4. 带衬环组合式活塞油环

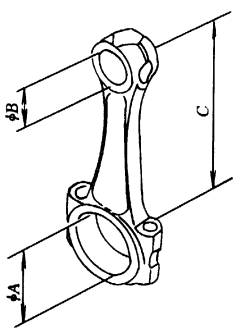


图 2-34　连杆维修尺寸

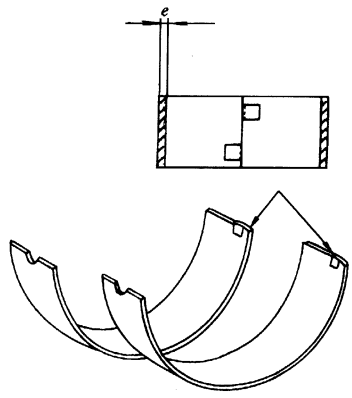
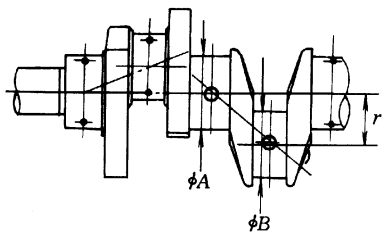


图 2-35　连杆轴瓦维修尺寸



不圆度 $X-Y$

锥度 $A-B$

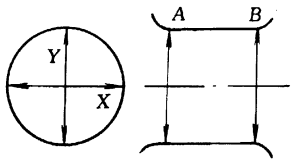
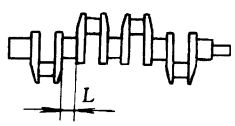


图 2-36　曲轴维修尺寸

曲轴轴向间隙

0.07→0.272mm



止推片厚度

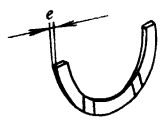


图 2-37　曲轴第二主轴承宽度及第二主轴承止推片厚度

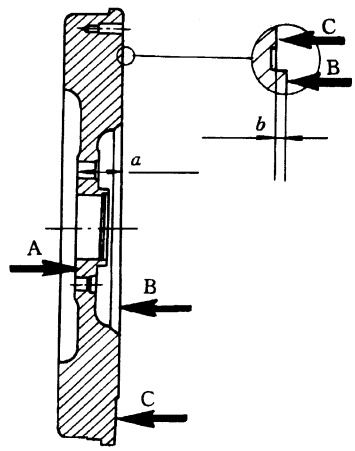


图 2-38　发动机飞轮维修尺寸

A：曲轴止推面 B：摩擦面

C：离合器操纵机构止推面

第三章　发动机的拆装及故障排除

第一节　冷却系的拆装及故障排除

一、冷却系的拆装

(一) 冷却系的拆卸

1. 电动风扇的拆卸，如图 3-1 所示，打开发动机罩，拆下风扇电机线束的插接件，从车架上，拆下护风罩 1。再从护风罩 1 上，旋下螺栓 6，取下风扇 3，再旋下螺栓 5，取下风扇电机 2。

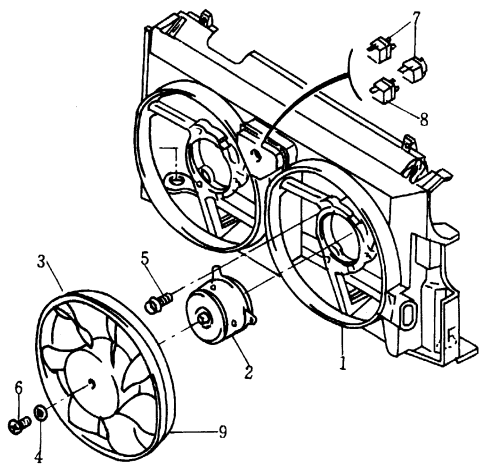


图 3-1　电动风扇的拆卸

1. 护风罩　2. 风扇电机　3. 风扇　4. 鞍形垫圈　5. 六角法兰面螺栓　6. 六角螺栓　7. 风扇继电器(四脚)　8. 风扇继电器(五脚)　9. 导风圈

2. 散热器及水管的拆卸，如图 3-2 所示，从发动机及散热器的放水阀 13 放出冷却液，从水泵 7 和散热器 9 的左水室下方拆下连接水管 1 。从节温器盖 8 和右水室上方拆下连接水管 4。从发动机上的出水室 10 和暖风热交换器 11 之间拆下水管 3；从水泵 7 与暖风热交换器 11 之间拆下水管 2；以及从进气歧管 6 上拆下水管 5。最后，从车架上拆下散热器 9。掣爪式接头 14 的拆卸方式是：反时针旋转环箍，松开掣爪后，再使两接头分开。

3. 发动机出水室的拆卸，如图 3-3 所示，从发动机左侧飞轮 2 一侧的上方的出水室 9 上，旋下螺栓 15，取下节温器盖 13。取下密封圈 12 和节温器 11。旋下水温传感器 8。最后旋下螺栓 10，从汽缸盖 1 上拆下出水室 9。

4. 水泵的拆卸

(1) 发电机及传动带的拆卸，参见图 2-16 所示，松开螺栓 4，向发动机一侧推动发电机 1，使传动带 5 变松后，取下传动带。如图 3-4 所示，再旋下发电机固定螺栓 2 和 3，从发动机上拆下发电机 1。

(2) 曲轴皮带轮的拆卸，如图 3-5 所示，先用扳手旋下三个螺栓 1；再从曲轴齿形带轮 6 上，拆下曲轴皮带轮 5。

(3) 正时齿轮室盖的拆卸，如图 3-6 所示，从发动机的右侧，旋下螺栓 4、5、6，从发

动机上拆下正时齿轮室上盖 1、正时齿轮室中盖 2 及正时齿轮室下盖 3。

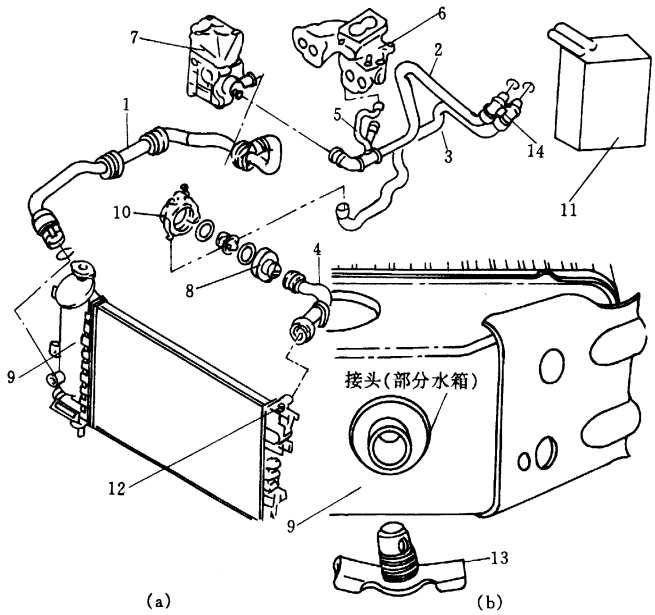


图 3-2　散热器及水管的拆卸

1. 水泵与散热器连接管　2. 水泵与暖风热交换器连接管　3. 暖风热交换器与出水室连接管　4. 散热器与出水室连接管　5. 进气歧管加热管(使油、气混合物得到更好地雾化)　6. 进气歧管　7. 水泵　8. 节温器盖　9. 散热器　10. 发动机出水室　11. 暖风热交换器　12. 电动风扇水温控制开关　13. 放水阀　14. 掣爪式接头

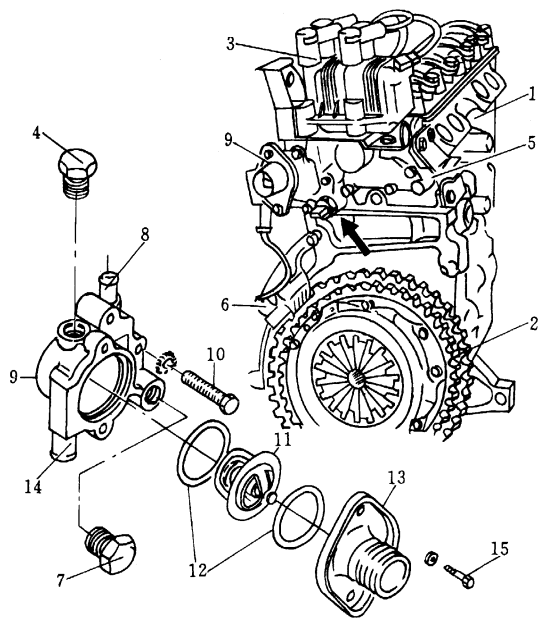


图 3-3　发动机出水室的拆卸

1. 汽缸盖　2. 飞轮　3. 分电器　4. 排气阀螺栓　5. 点火线圈支架　6. 转速传感器　7. 螺塞　8. 水温传感器　9. 出水室　10. 出水室固定螺栓　11. 节温器　12. 节温器密封圈　13. 节温器盖　14. 接暖风热交换器的水管接头　15. 螺栓

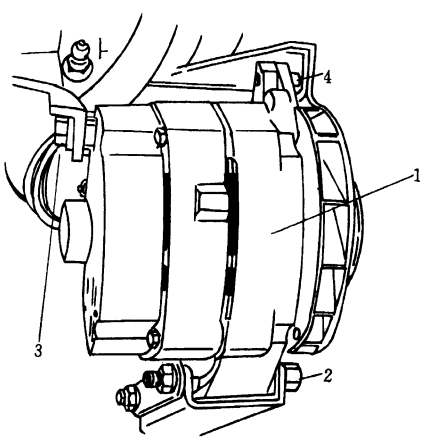


图 3-4　发电机的拆卸

1. 发电机　2. 发电机固定螺栓　3. 螺栓　4. 调整螺栓

(4) 正时齿形皮带的拆卸，如图 3-7 所示，用工具 1 旋下齿形带张紧轮固定螺栓。逆时针转动齿形带张紧轮 2（因张紧轮为一偏心轮），使齿形皮带 5 变松后，从凸轮轴时规齿轮 6、曲轴齿形齿轮 8 和水泵齿形带轮 7 上拆下齿形皮带 5。为了安装的方便，若只为拆装齿形皮带 5 时，应用定位工具 3 将凸轮轴时规齿轮 6 和用定位工具 4 将飞轮固定在一缸压缩行程上止点位置上（此时飞轮上的正时标记“O”应对准离合器壳上的标记，凸轮轴时规齿轮 6 上的销孔应对准汽缸盖上的定位孔）。

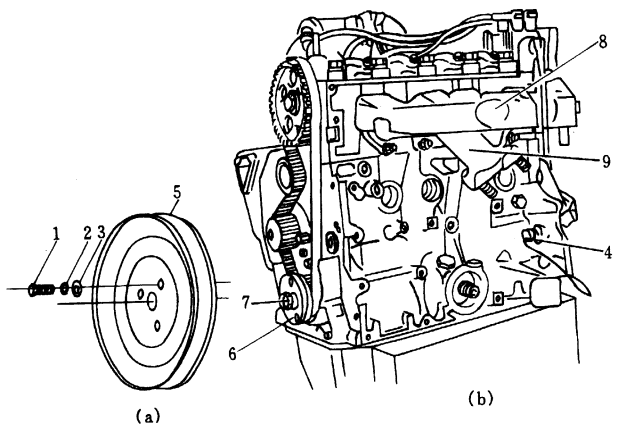


图 3-5　曲轴皮带轮的拆卸

1. 螺栓　2. 弹垫　3. 平垫　4. 飞轮固定工具　5. 曲轴皮带轮
6. 曲轴齿形带轮　7. 紧固螺母　8. 排气管隔热罩　9. 排气管

(5) 水泵的拆卸，如图 3-8 所示，旋下螺栓 3，从汽缸体 7 的右端面上拆下水泵 1、密封圈 2；旋下螺钉 6，从汽缸体 7 的后方，拆下水管接头 4 和密封圈 5。

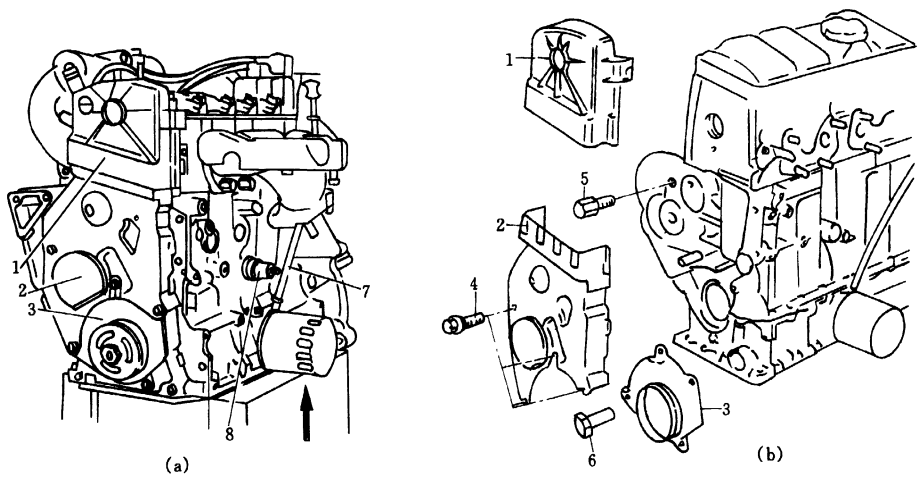


图 3-6　正时齿轮室盖的拆卸

1. 正时齿轮室上盖　2. 正时齿轮室中盖　3. 正时齿轮室下盖
4、5. 紧固螺栓　6. 螺栓　7. 机油标尺导管　8. 机油压力传感器

(6) 水泵的分解，参见图 2-4 所示，先从水泵轴 11 上压出水泵齿形带轮 7；旋下定位螺钉 10，从水泵壳 1 上取出水泵轴 11（带水泵轴承 22、水封 8 及叶轮 9）。再将水泵轴 11 夹在台钳上，从水泵轴 11 上拉下叶轮 9；取出水封 8。注意水泵轴承 22 与水泵轴 11 是不可拆的，若水泵轴承损坏，必须与轴一起成套更换。

(二) 冷却系的装配

1. 水泵的组装，参见图 2-4 所示，按与拆卸相反的顺序进行，水泵轴承 22 不需要加注润滑脂。最后在水泵轴 11 上有过盈的压入叶轮 9 时，如图 3-9 所示，要用塞尺 3 检查叶轮 1 与水泵体 2 的间隙，应保持在 1mm。当转动叶轮 1 时应能灵活转动，且无明显轴向窜动，否

则表示装配不好。

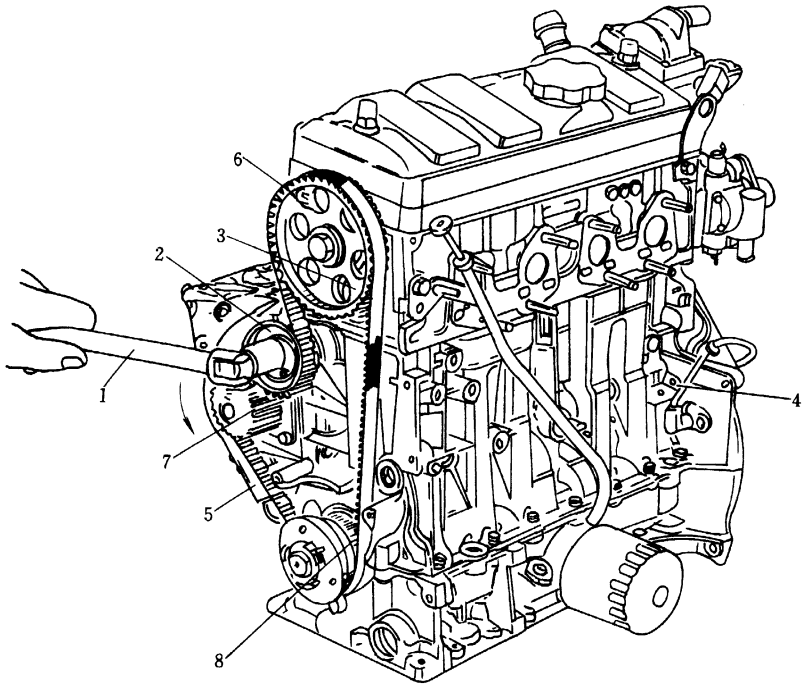


图 3-7　正时齿形皮带的拆卸

1. 工具　2. 齿形带张紧轮　3. 凸轮轴时规齿轮定位工具　4. 飞轮定位工具
5. 齿形皮带　6. 凸轮轴时规齿轮　7. 水泵齿形带轮　8. 曲轴齿形带轮

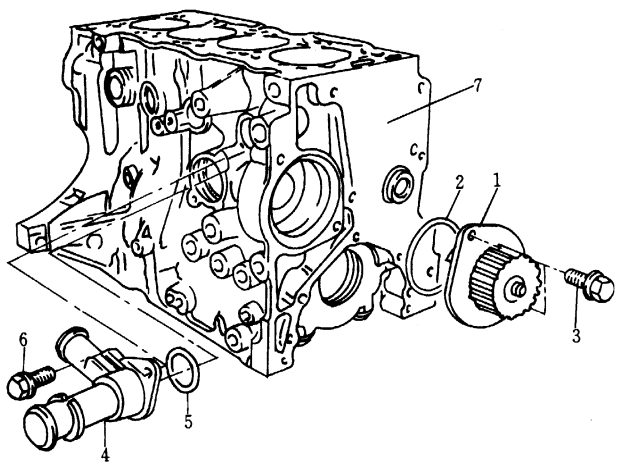


图 3-8　水泵的拆卸

1. 水泵　2. 水泵密封圈　3. 水泵紧固螺栓
4. 水管接头　5. 水管密封圈　6. 水管紧固螺钉　7. 汽缸体

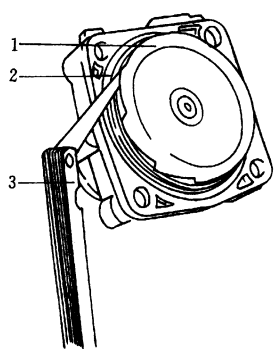


图 3-9　水泵叶轮的安装

1. 叶轮　2. 水泵体
3. 塞尺

2. 水泵的安装，如图 3-8 所示，在水泵 1 的安装面上涂上密封胶和装上密封圈 2 后，装到汽缸体的右端面上，旋紧螺栓 3（力矩 16N·m）。在汽缸体 7 后端面上装上水管接头 4 和密封圈 5（涂上密封胶），旋紧螺钉 6（力矩 16N·m）。

3. 正时齿形皮带的安装，如图 3-10 所示，松开张紧轮 1，并让它退到极限位置，将其在此位置上夹紧。

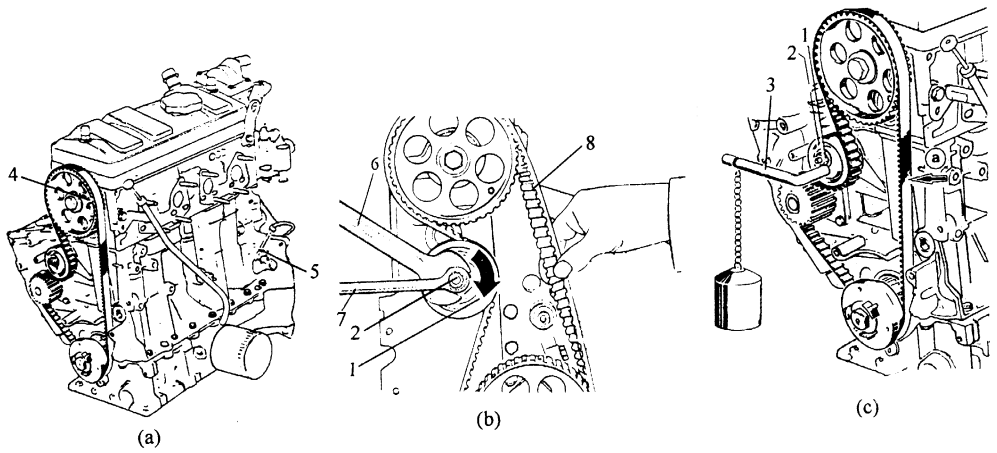


图 3-10　正时齿形皮带的安装

1. 齿形皮带张紧轮　2. 张紧轮固定螺母　3. 齿形皮带拉紧器(4507TJ)

4. 专用工具(4507TB)插销　5. 专用工具(4507TA)　6、7. 扳手　8. 齿形皮带(正时皮带)

安装正时皮带 8 并按下列顺序安装：凸轮轴正时齿轮—曲轴齿带轮—水泵齿带轮—张紧轮 1。安装正时皮带 8 时应注意其上的箭头ⓐ应与曲轴旋转方向一致。

第一缸定位时，必须先将飞轮和凸轮轴正时齿轮锁住，先慢慢转动曲轴，从飞轮窥视孔中窥视飞轮的正时记号。当刻度对准记号时，将专用工具(插销 4507TA)5 插入孔内，将飞轮锁住。然后再用梅花扳手套住凸轮轴时规齿轮端的锁紧螺栓六角头，慢慢转动凸轮轴，并用专用工具(插销 4507TB)4 插入时规齿轮与缸盖的定位孔内，锁住凸轮轴。此即第一缸与配气机构的对应位置。将皮带拉紧器(4507TJ)3 套在张紧轮 1 上，松开张紧轮 1，使重锤自然地拉紧张紧轮 1。将张紧轮固定。拆下锁住工具。

为了检验配气机构安装是否正确，应将梅花扳手套住凸轮轴端的六角螺栓，慢慢转动发动机四圈，当确认配气机构安装正常后，即告配气机构定位工作完成。如当转动发动机感觉有阻碰时，须重新检查配气相位是否正确。切勿贸然启动发动机，以免损坏发动机。

将曲轴按发动机旋转方向转四圈，并且重新调整正时皮带的张力，以使张力准确和均匀。

必要时再检查齿形皮带的松紧度。检查方法可在曲轴与凸轮轴之间的皮带 8 上，用手稍用力能将齿形皮带扭转 90°为宜。最后用扳手 6 固定住张紧轮 1，用扳手 7 旋紧齿形带张紧轮紧固螺母 2 (力矩 23N·m)。

4. 正时齿轮室盖的安装，如图 3-6 所示，按与拆卸相反的顺序进行，螺栓 4、5、6 拧紧力矩为 8N·m。

5. 曲轴皮带轮的安装，如图 3-5 所示，将曲轴皮带轮 5 装到曲轴齿形带轮 6 上，旋上螺栓 1 (力矩 8N·m)。

6. 发电机的安装，如图 3-4 所示，先在发动机右后方装上发电机 1，先装上螺栓 2 和 3 (暂不旋紧)，再参见图 2-16 所示，调整好传动带的垂度。最后旋紧发电机固定螺栓 2 和 3 (力矩 37N·m)，旋紧螺栓 4 (力矩 16N·m)。

7. 节温器与发动机出水室的安装，参见图 3-3，按与拆卸相反顺序进行，密封圈 12 上应涂密封胶，螺栓 10 旋紧力矩 8N·m。排气阀螺塞 4 和螺塞 7 的旋紧力矩为 18N·m，水温警报传感器 8 旋紧力矩 18N·m，结合面不能有泄漏。如图 3-11 所示，节温器安装时，节温器上的放气孔 1 应朝向上方。

8. 散热器及水管的安装，参见图 3-2，按与拆卸相反的顺序进行，散热器出水口放水阀 13，旋紧力矩为 35N·m。散热器上方电动风扇水温控制开关 12，旋紧力矩为 35N·m。各水管接头应用夹箍旋紧，以避免泄漏。掣爪式接头 14（图 2-3 件 13）的安装方法是：先装上密封圈，用掣爪钩住密封圈后，顺时针转动环箍，使掣爪压紧密封圈。

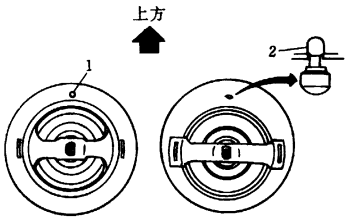


图 3-11　节温器的安装
1. 放气孔　2. 振荡器

9. 电动风扇的安装，参见图 3-1，按与拆卸相反顺序进行，风扇 3 与导风圈 9、防护罩 1 不得有相碰现象。

10. 向冷却系注入冷却液，加注方法与排气方法与图 2-12 及相应叙述相同。

二、冷却系的故障及排除方法

（一）冷却水温表指向高温处的原因及排除方法

1. 冷却液面过低。由于冷却液不足造成水温过高。排除方法是，向散热器补充冷却液，注意在热车时不能打开散热器盖，以免冷却液喷出烫伤。必须等冷却液冷却后补充冷却液。

2. 电动风扇不能正常开启。排除方法是，检查风扇电机是否良好，检查水温控制开关或水温传感器的电阻性能，如图 3-12 所示。将水温控制开关或水温传感器 1 放在冷却液 3 中，用加热器 5 进行加热，用电阻表 4 测量其插接件 6 两接点间的电阻对于水温控制开关：当水温在 80℃时，电阻应为 285Ω；水温在 100℃时，电阻为 139 ~ 149Ω；水温在 120℃时，电阻为 78 ~ 83Ω。

对于水温传感器：水温在 90℃时，电阻为 2815 ~ 2867Ω；水温在 100℃时，电阻为 2980 ~ 3030Ω；当水温在 120℃时，电阻为 3314 ~ 8364Ω。否则应更换水温控制开关或水温传感器。

3. 齿形皮带松动，使水泵转速下降，排除方法是，按图 3-10 所示，重新张紧齿形皮带。

4. 齿形皮带损坏，使水泵转速下降，排除方法是，检查齿形皮带的损坏，如图 3-13 所示，拆下齿形皮带，对其检查：若有破裂、剥离、胶质部分显露甚至磨损、缺齿或芯线显露时，均应更换齿形皮带。并按图 3-10 所示，正确地安装并张紧正时齿形皮带。

5. 散热器的故障

（1）散热器表面太脏，造成气流堵滞，使气流流通不畅，造成散热不利，使水温升高。排除方法是清洗散热器表面，注意不能用高压水冲洗，以免损伤散热器的散热片，使其变形。

（2）散热器中的散热水管阻塞，造成水流不通，使水温上升。排除方法是拆下散热器（见图 3-2），用压缩空气吹通散热器水管。若要除去散热器水管的水垢，可以按第二章中发动机的三级保养项目中的（二）条的方法。必要时可更换散热器的水管。其方法是：将散热器拆开，更换其中堵塞的水管。

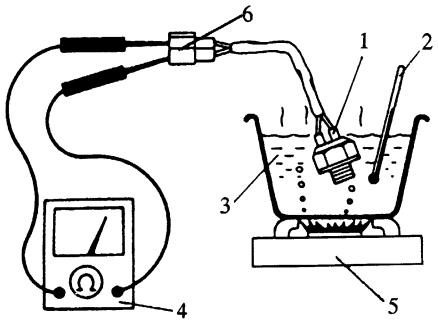


图 3-12　水温控制开关的性能检查

1. 水温控制开关或水温传感器
2. 温度计　3. 冷却液　4. 电阻表　5. 加热器　6. 水温控制开关或水温传感器插接件

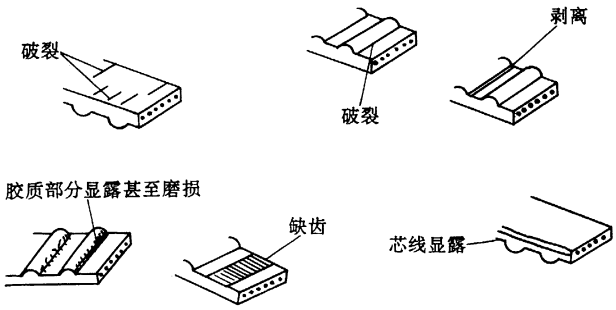


图 3-13　齿形皮带的检查

(3) 散热器产生泄漏，造成冷却液损耗，使水温上升。排除的方法是，检查出泄漏部位，对散热器进行修复。

散热器泄漏的检查方法，用紫外灯进行检查。在冷却液中加入添加剂(商店可买到)，在紫外灯(黑光灯)的照射下，泄漏出冷却液部位会变得清晰可见的绿光，即可确定泄漏部位。

(4) 防冻液中乙二醇含量超过 68%，使防冻液的比热容降低，导致水温升高。排除方法是降低防冻液中乙二醇的含量，用密度计检查防冻液的相对密度，应小于 1.0833。

6. 水泵损坏，造成水流不畅，使水温升高。排除方法可参见图 2-4 所示，检查水泵轴 11 是否可灵活转动，否则表示水泵轴承 22 损坏；叶轮 9 与水泵壳 1 有干涉(间隙太小)；水泵轴 11 折断等。检查叶轮 9 与水泵轴 11 是否因过盈不够，产生松动。更换损坏的零件或水泵总成。

7. 节温器损坏。当水温升高后，节温器不能正常开启，水流不能正常进行大循环，使水温升高。排除方法是对节温器进行检查，如图 3-14 所示，将节温器 1 和温度计 2 放在水槽 3 中，用加热器 4 进行加热，当水温达到 89℃，节温器应开始开启，当温度达 101℃时，节温器应全开启，升程不小于 7.5mm。当水温降至 85℃时，节温器应能关闭，否则应更换节温器。

(二) 冷却液损耗过多的原因及其排除方法

1. 发动机停机过程不正确。当发动机在高温下突然停机，造成冷却液散热过程突然停止，导致冷却液沸腾后溢出，造成冷却液损耗。排除的方法是，发动机在高温下停机时，应在适当的转速下运转，待冷却液降温后再停机。

2. 冷却液中乙二醇的含量较低，使冷却液的沸点较低，易于沸腾，造成冷却液损失。排除的方法是，在冷却液中添加乙二醇，使其含量达到 50%，其相对密度应不低于 1.0713。

3. 散热器盖损坏，在压力较低时蒸气阀便开启，造成冷却液损失。排除的方法是，对散热器盖进行压力试验，如图 3-15 所示，在散热器盖 1 上装上手动压力检测器 2 加压至 125 ~ 135kPa 时，散热器盖的蒸气阀才开启。否则应更换散热器盖。

4. 冷却系各处接头的泄漏以及散热器的泄漏，造成冷却液损失。排除方法是，对泄漏处进行修复。

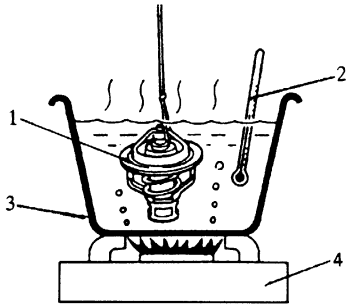


图 3-14　节温器的检查

1. 节温器　2. 温度计

3. 水槽　4. 加热器

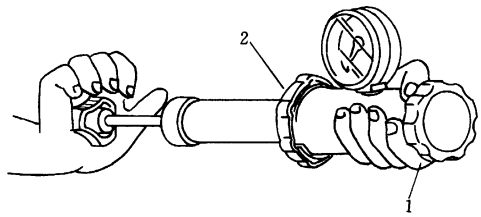


图 3-15　散热器盖的压力试验

1. 散热器盖

2. 手动压力检测器

检测散热器、水管、缸体水道及水泵的密封性。测试时，将水管塞头与水箱口相连、加压，并保持一段时间，无压力下降，则为正常。

5. 发动机内部因汽缸盖垫损坏，汽缸体或缸盖水道产生裂纹，造成冷却液损失。排除方法如下。

（1）首先进行发动机内部泄漏检查。先旋下放油螺塞，因冷却液密度比润滑油大，若有冷却液泄漏，就会先流出来或流出冷却液与机油的乳状混合物，也可抽出机油标尺，查看机油标尺上有无水珠。

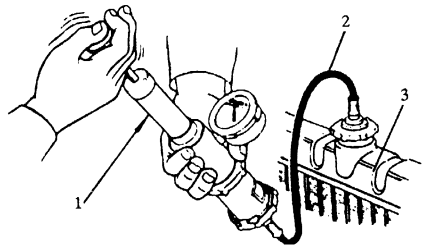


图 3-16　发动机冷却系内部泄漏的试验

1. 压力检测器　2. 软管　3. 散热器

（2）发动机冷却系内部泄漏试验，如图 3-16 所示，在散热器 3 上接上压力检测器 1，启动发动机，如果压力迅速上升，表明汽缸垫损坏或汽缸体破裂产生泄漏。如果压力不上升，用压力检测器 1 加压，若压力指针不断摆动，表明发动机在燃烧时或压缩时，冷却系发生了泄漏。此时若拆下压力检测器 1，高速运转发动机，会发现冷却液会冒出气泡。此时应更换汽缸垫或汽缸体。

第二节　汽缸盖及配气机构的构造、拆装及故障排除

一、汽缸盖及配气机构的构造

如图 3-17 所示，配气机构为顶置气门，每缸两个气门 1，凸轮轴 6 也为顶置式，凸轮轴 6 直接通过摇臂 5 来驱动气门 1，这种传动机构没有挺柱、推杆，使往复运动质量大大减小，非常适用于高速发动机。凸轮轴 6 通过齿形皮带传动，以减少噪声、减小结构质量与降低成本。

进排气门成 V 形布置，夹角为 33°，气门座采用镶嵌式，气门弹簧座为锥形锁片的固定形式。

气门驱动组主要包括凸轮轴6、摇臂5和摇臂轴4。曲轴前端的正时齿轮通过齿形皮带驱动设置在汽缸盖7顶部的凸轮轴6，凸轮轴6上的凸轮推动摇臂顶开气门。

凸轮轴6为铸造件，材料为合金灰铸铁。轴上有4对控制进排气门的凸轮。凸轮轴6安装在汽缸盖上的5个轴承座内，轴承座为整体式，无轴瓦。第一轴承座在发动机飞轮一端。凸轮轴6有五个轴颈，为了安装方便，凸轮轴6各轴直径是做成从飞轮向正时齿轮端依次增大的，第一轴颈位于发动机飞轮8一侧。凸轮轴6上的正时齿轮用销子固定在凸轮轴6上。凸轮轴6的轴向间隙为0.07～0.16mm，由紧固在汽缸盖上的止推凸缘来确保。凸轮轴6的支承轴颈由油孔输入的压力油强制润滑，凸轮浸在油池中，润滑条件较好。凸轮轴6前端装有油封和正时齿轮，后端的止推面与固定在缸盖后端的叉形零件相配合来完成凸轮轴的轴向定位。凸轮轴6后端装有偏心轮，用来驱动汽油泵和分电器。

摇臂5为铝压铸件，在与凸轮接触端镶有高铁合金块。圆柱面为R51，淬火硬度为HRC59～61.5。在气门杆接触端有低碳钢氰化处理的可调整螺栓10，通过螺母调整气门的间隙。摇臂5安装在摇臂轴4上，无衬套，依靠摇臂轴4支承和定位弹簧来定位。

摇臂轴4由钢管加工而成。其外径为ϕ20mm，长368mm。摇臂轴4由支座支承，用定位螺钉固定摇臂轴与支承座的位置。缸盖螺栓穿过支座同时起到固定摇臂支座和缸盖的作用。摇臂轴的润滑是由主油道经缸体前端上油孔和缸盖螺栓孔的压力使润滑油流到第五支座处的油槽，进入支座中间油孔、摇臂轴4油孔，润滑各摇臂。进入支座中间油孔的润滑油又可进入凸轮轴6主轴承油孔，润滑凸轮轴6主轴承。摇臂轴4两端由碗形塞密封润滑油。

摇臂轴4支座为铸铁件，因是全支承，四缸有5个支座，靠定位环与缸盖7位置固定。支座上部有螺孔供固定气门室罩盖3用。

进排气门弹簧2采用相同的弹簧，为不等距右旋圆柱弹簧。采用变节距弹簧既可以减少弹簧数量，又可使弹簧避免产生共振而折断。

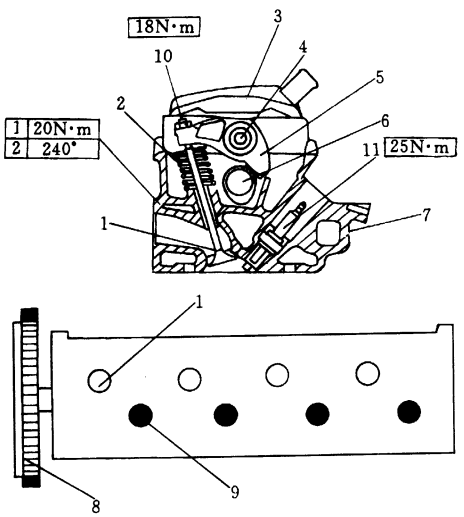


图3-17　汽缸盖与配气机构的构造

1. 排气门　2. 气门弹簧　3. 汽缸盖罩(气门室罩盖)　4. 摇臂轴　5. 气门摇臂　6. 凸轮轴　7. 汽缸盖　8. 飞轮　9. 进气门　10. 调整螺栓　11. 火花塞

弹簧钢丝经调质等温淬火处理。弹簧2由弹簧座及缸盖7上的凸台定位。弹簧座为冷挤压件，表面氰化处理，深度0.15mm，硬度为HRC42.5～44.5。气门锁块也为冷挤压件，表面氰化处理。汽缸盖7是整体式的，汽缸盖7材料为AS5U3GY30，高度$H=111.2\pm0.08$mm，总平面度为0.05mm，底面可修磨到$H=111$mm，汽缸盖7上的气门导管的材料是铸铁。

缸盖7上的燃烧室呈半球形，这种半球形燃烧室结构紧凑，散热面积小，加之火花塞11的位置在燃烧室顶点，火焰传播路径短，可有效地抑制爆震，并利于促进燃料的完全燃烧，减少燃烧室中的碳堆积和排气中的有害气体。

汽缸盖7与汽缸体之间置有汽缸垫，以保证燃烧室的密封。汽缸垫的一边有若干缺口，这是汽缸垫的标记，分别代表汽缸垫适用的发动机机型、汽缸垫的供应商、汽缸垫是否含石棉和是否供维修用的汽缸垫等。

二、汽缸盖及配气机构的拆装

(一) 汽缸盖及配气机构的拆卸

1. 发动机进气系统的拆卸

(1) TU3 发动机进气系统的拆卸，如图 3-18 所示。从化油器和空气滤清器 5 上拆下连通罩 7。从排气歧管罩盖 8 上拆下热空气进气口 6。从车身上拆下冷空气进气管 1。然后拆下真空换向阀 2 和空气滤清器 5，最后从发动机后侧拆下化油器及进气歧管 9。

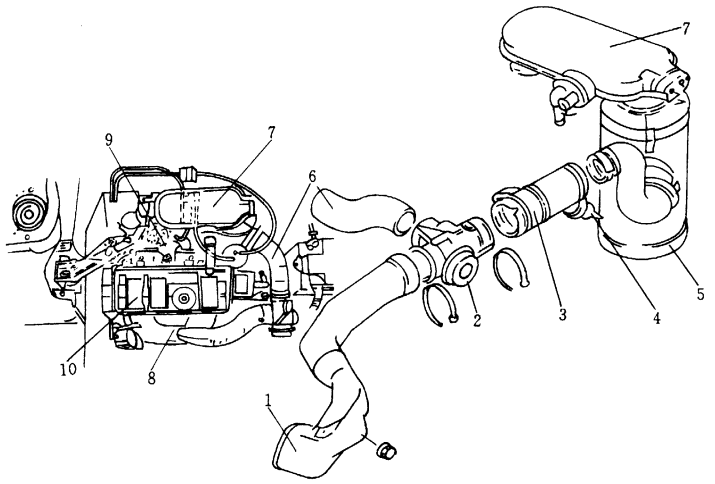


图 3-18　TU3 发动机进气系统的拆卸

1. 冷空气进气管　2. 真空换向阀　3. 预滤器　4. 排尘口　5. 空气滤清器　6. 热空气进气口
7. 连通罩　8. 排气歧管罩盖　9. 进气歧管　10. 气门室罩盖

(2) TU5 发动机进气系统的拆卸，如图 3-19 所示。对于 TU5 发动机，由于其装备有进气温度加热电阻(位于喷射机构总成 5 的节气门体上)，故进气系统取消了热空气管和真空换向阀。从汽缸盖 10 上旋下喷射机构紧固螺栓 8，拧松紧固螺栓 9。再从汽缸盖 10 上旋下螺母 3，拆下进气歧管总成 4，脱开进气压力调节器真空管，最后拆下喷射机构总成 5。

2. 排气管及排气歧管的拆卸，如图 3-20 所示。旋下螺钉 18 及螺母 17，分开两个半卡箍 10。从后消音器 22 上拆下中排气管 3。旋下螺母 17，从排气歧管 1 上拆前排气管 2 及前排气管垫 11。最后从发动机前面上部，拆下排气歧管罩盖后，旋下螺母 17，从发动机上拆下排气歧管 1 和排气歧管垫 4。

3. 汽油泵的拆卸，如图 3-21 所示。从发动机上旋下汽油泵固定螺栓 3，拆下汽油泵 1 及密封垫 5。

4. 分电器与分电器支座的拆卸，如图 3-22 所示。从汽缸盖 9 的左端，旋下螺母 3，拆下分电器总成 1。再旋下螺栓 7，从汽缸盖 9 上拆下分电器支座 6。

5. 气门室罩盖及导流板的拆卸，如图 3-23 所示。从机油盘上旋下放油塞，放出发动机机油后，从汽缸盖 7 上方，旋下盖形螺母 4，拆下气门室罩盖(汽缸盖罩)1、密封垫 5，再取下隔套 2 和导流板 3。

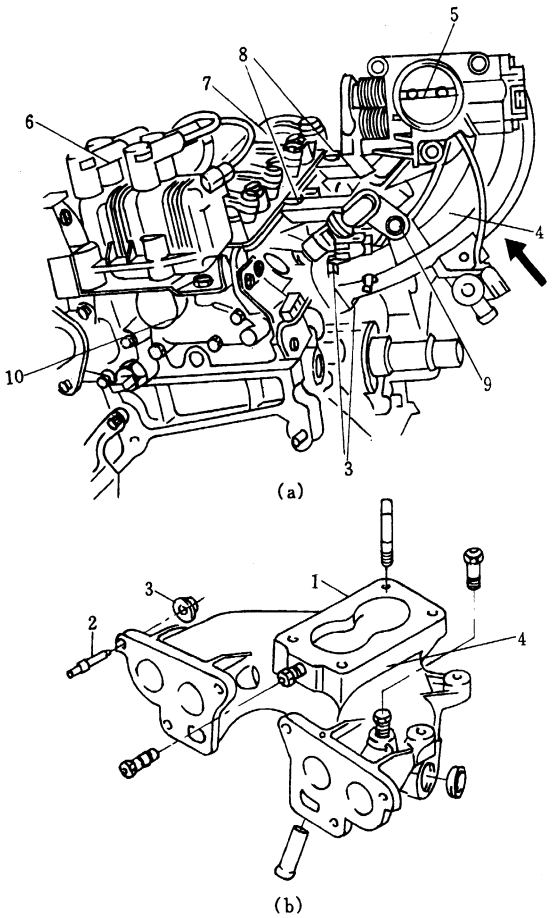


图 3-19　TU5 发动机进气系统的拆卸

1. 节气门体安装面　2. 进气歧管固定螺柱　3. 进气歧管锁紧螺母　4. 进气歧管　5. 喷射机构总成　6. 分电器　7. 气门室罩盖　8、9. 螺栓　10. 汽缸盖

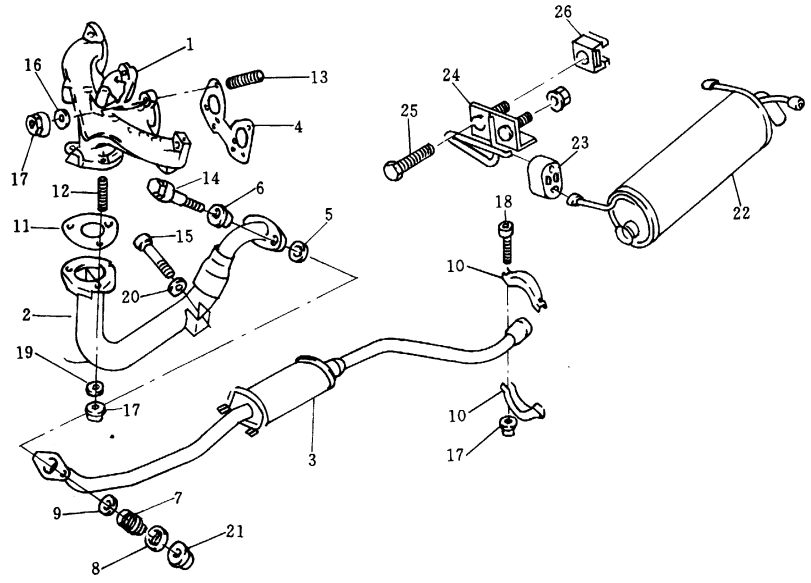


图 3-20　排气管及排气歧管的拆卸

1. 排气歧管　2. 前排气管　3. 中排气管(带膨胀室)　4. 排气歧管垫　5. 排气管球头　6. 套管　7. 弹簧(ϕ20.4—33.5)　8. 碗形弹簧座(46×11 厚 5)　9. 垫圈　10. 半卡箍　11. 前排气管垫(厚 0.5)　12. 螺柱 M8×1.25—20　13. 螺柱 M8×1.25—38　14. 螺栓 ϕ6×100—38.7　15. 排气管固定螺栓(M10×1.5—65.5)　16. 平垫圈(ϕ8.4×19×4)　17. 螺母 M8×1.25　18. 螺钉　19. 平垫圈　20. 平垫圈　21. 螺母　22. 后消声器　23. 支座(宽 38 橡胶)　24. 支座　25. 螺栓　26. 螺母

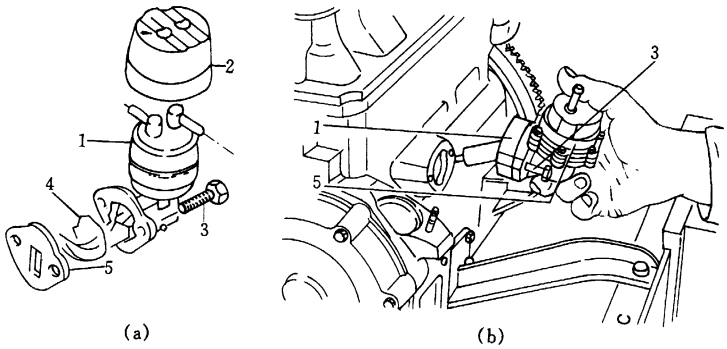


图 3-21　汽油泵的拆卸

1. 汽油泵　2. 保护罩　3. 汽油泵固定螺栓　4. 密封圈　5. 密封垫

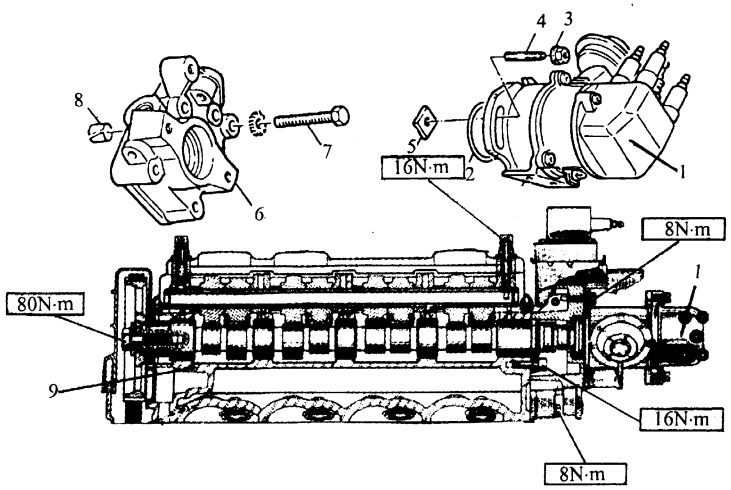


图 3-22　分电器与分电器支座的拆卸

1. 分电器总成　2. 分电器密封圈　3. 分电器锁紧螺母　4. 分电器固定螺柱　5. 垫片

6. 分电器支座　7. 分电器支座固定螺栓　8. 定位销　9. 汽缸盖

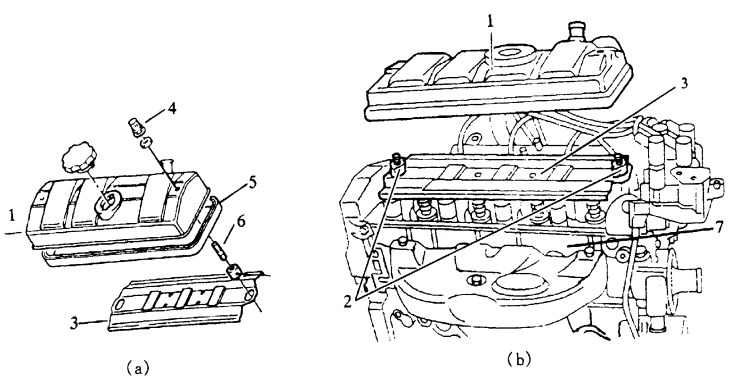


图 3-23　气门室罩盖及导流板的拆卸

1. 气门室罩盖　2. 隔套　3. 导流板　4. 盖形螺母　5. 密封垫　6. 双头螺栓　7. 汽缸盖

6. 凸轮轴时规齿轮的拆卸，如图 3-24 所示。用止动销 1 或 6 固定住凸轮轴时规齿轮 2，用扳手 3 旋下螺栓 5。从凸轮轴上拆下凸轮轴时规齿轮 2。

7. 气门摇臂及摇臂轴的拆卸，如图 3-25 所示。从汽缸盖 10 上旋下气门摇臂轴定位螺钉 4，从左向右冲出摇臂轴 9，拆下气门摇臂 3、垫圈 7 和定位弹簧 8。

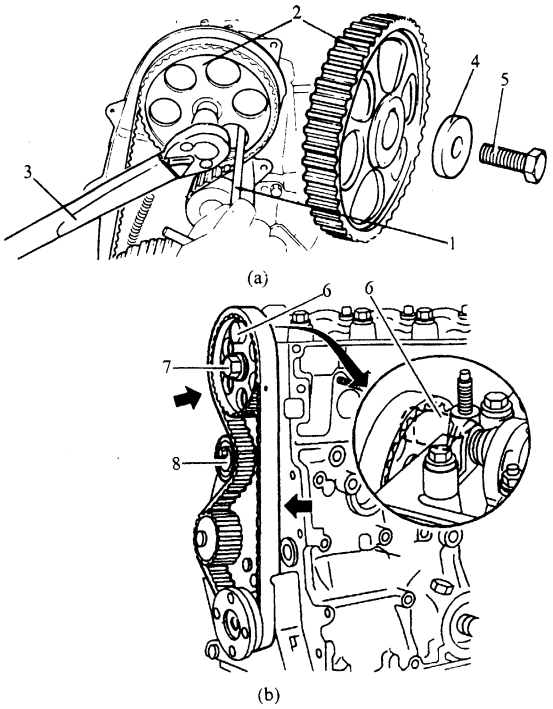


图 3-24　凸轮轴时规齿轮的拆卸

1. 止动销　2. 凸轮轴时规齿轮

3. 扳手　4. 垫圈　5. 螺栓　6. 止动销

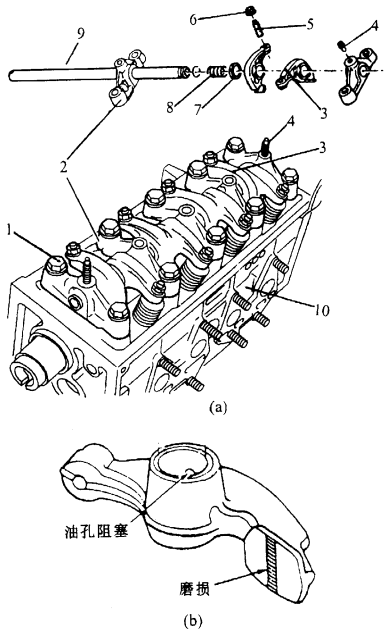


图 3-25　气门摇臂及摇臂轴的拆卸

1. 缸盖螺栓　2. 摇臂轴支承　3. 气门摇臂

4. 摇臂轴定位螺钉　5. 气门调整螺钉　6. 锁紧螺母

7. 垫圈　8. 定位弹簧　9. 摇臂轴　10. 汽缸盖

8. 汽缸盖的拆卸，如图 3-26 所示。为避免汽缸盖的变形，按与汽缸盖螺栓拧紧顺序相反的顺序，旋下汽缸盖螺栓 2。再使用工具 6 插在汽缸盖 4 上的螺孔中，从汽缸体上拆下汽缸盖 4 和汽缸盖垫 3 和摇臂轴支承。

9. 汽缸盖的分解

(1) 凸轮轴的拆卸，如图 3-27 所示。先用工具 2 冲下凸轮轴油封 1。再从发动机右侧，旋下螺栓 7 和止推凸缘 6。然后从发动机左侧抽出凸轮轴 5。

(2) 气门的拆卸，如图 3-28 所示。用气门弹簧压缩工具 12 或 13 压缩气门弹簧 4（不要过份压缩，以免损坏弹簧），拆下气门锁块 1 后，取下工具 12 或 13。从汽缸盖下方取出进、排气门 10、11。从汽缸盖上方取下弹簧座 2、气门弹簧 4、弹簧垫圈 5。最后从气门导管 6 和 7 上，取下气门杆油封 3。

(二) 汽缸盖及配气机构的装配

1. 汽缸盖的组装

(1) 气门杆油封的安装，如图 3-29 所示。在汽缸盖 3 上方先装上弹簧垫圈 2，再在气门导管 4 装上气门杆油封 1。装前应在气门杆油封 1 上涂上润滑油。并用适当的工具 5，将气

门杆油封 1 垂直压在气门导管 4 上。

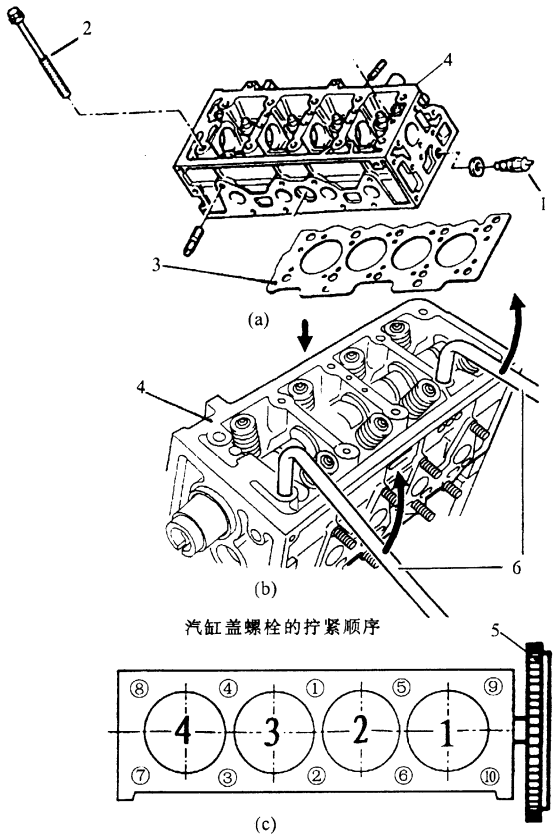


图 3-26　汽缸盖的拆卸

1. 水温传感器　2. 汽缸盖螺栓
3. 汽缸盖垫　4. 汽缸盖　5. 飞轮　6. 工具

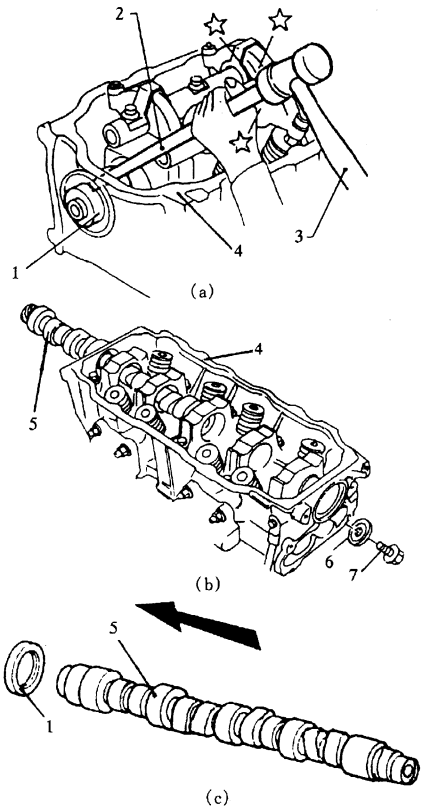


图 3-27　凸轮轴的拆卸

1. 凸轮轴油封　2. 工具　3. 锤子
4. 汽缸盖　5. 凸轮轴　6. 止推凸缘　7. 螺栓

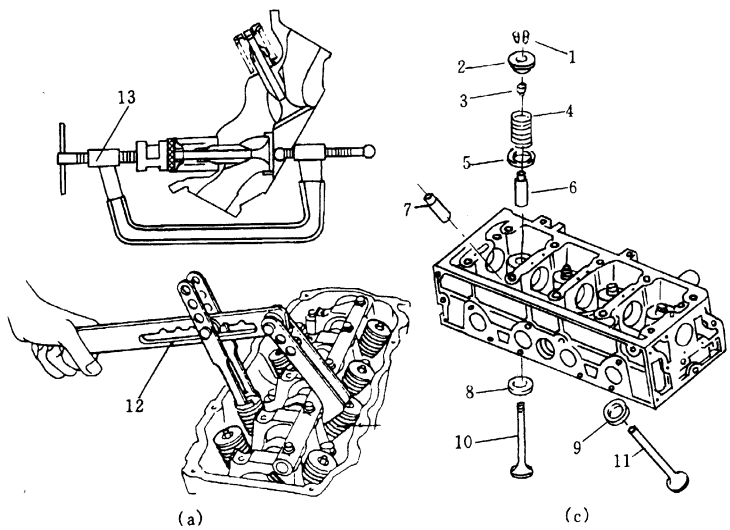
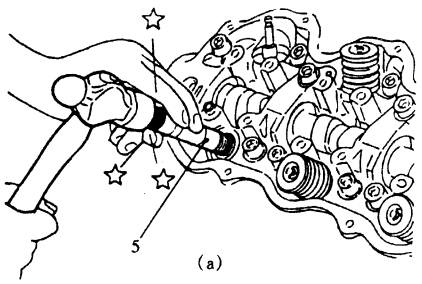


图 3-28　气门的拆卸

1. 气门锁块　2. 弹簧座　3. 气门杆油封　4. 气门弹簧　5. 弹簧垫圈　6. 进气门气门导管　7. 排气门气门导管　8. 进气门气门座　9. 排气门气门座　10. 进气门　11. 排气门　12、13. 气门弹簧压缩工具

(2) 气门和气门弹簧的安装，如图 3-30 所示。进、排气门上气门弹簧是相同的，均为变螺距弹簧 3。安装时，要让气门弹簧 3 的窄螺距的一侧靠在汽缸盖上。在汽缸盖上装上气门 4 (气门杆涂油)、气门弹簧 3、气门弹簧座 5。使用图 3-28 件 12 或 13 所示的气门弹簧压缩工具，压缩弹簧 3，在气门弹簧座 5 内装上气门锁块 7。最后再用木锤 6 轻敲气门 4 的端部，使气门锁块 7 很好的进入气门 4 端部的槽内。



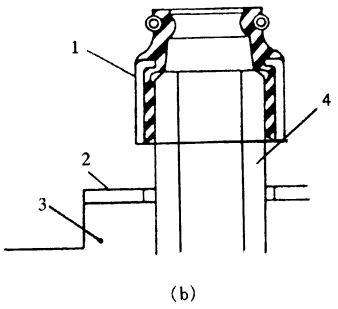


图 3-29　气门杆油封的安装

1. 气门杆油封　2. 弹簧垫圈　3. 汽缸盖
4. 气门导管　5. 压装气门杆油封工具

(3) 凸轮轴及凸轮轴油封的安装，如图 3-31 所示。从汽缸盖的右侧向左装入凸轮轴 1。注意 TU3 和 TU5 发动机的凸轮轴是不同的，区别在于两者的配气相位。

TU3 发动机的配气相位如下：

进气门提前开启角为 2°6′，延时关闭角为 24°37′；

排气门提前开启角为 42°49′，延时关闭角为 0°53′。

TU5 发动机的配气相位如下：

进气门提前开启角为 3°51′，延时关闭角为 48°10′；

排气门提前开启角为 55°54′，延时关闭角为 0°12′。

但这种区别是看不出来的，为此制造厂在凸轮轴 1 上作上标记，如图 3-31 (c)所示；在①处涂漆，栗色或绿色表示该凸轮轴是合格品，在②处打有 B 或 5，表示分别是用在 TU3 或 TU5 发动机上的凸轮轴。

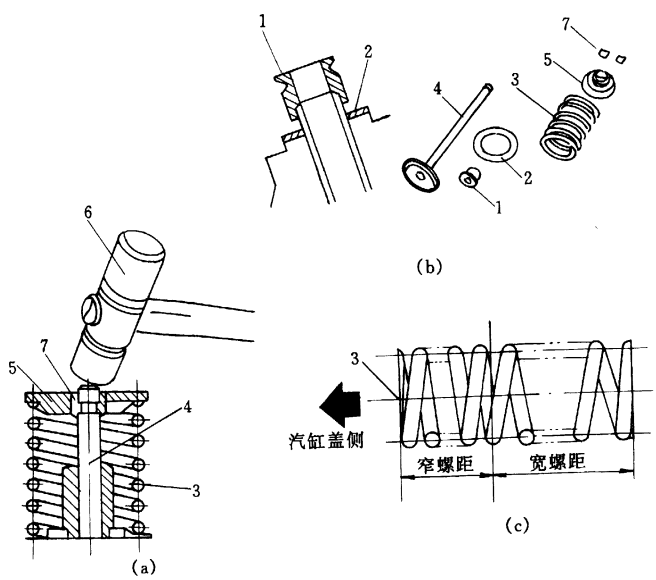


图 3-30　气门和气门弹簧的安装

1. 导管油封　2. 弹簧垫圈　3. 气门弹簧　4. 气门　5. 气门弹簧座　6. 木锤　7. 气门锁块

再在汽缸盖的左侧装上止推凸缘 2，用螺栓 3 旋紧，凸轮轴止推凸缘固定螺栓 3 拧紧力矩为 16N·m。凸轮轴 1 的轴向间隙由紧固在汽缸盖上的止推凸缘 2 来保证的。凸轮轴的轴向

间隙为 0.07～0.16mm，可用百分表 4 在凸轮轴 1 的右侧端部进行测量；当达不到要求时，如图 3-31 (d)所示，应选择不同形状的止推凸缘 2 来保证。最后如图 3-31 (b)所示，在凸轮轴 1 的右侧用工具 5 压入凸轮轴油封。

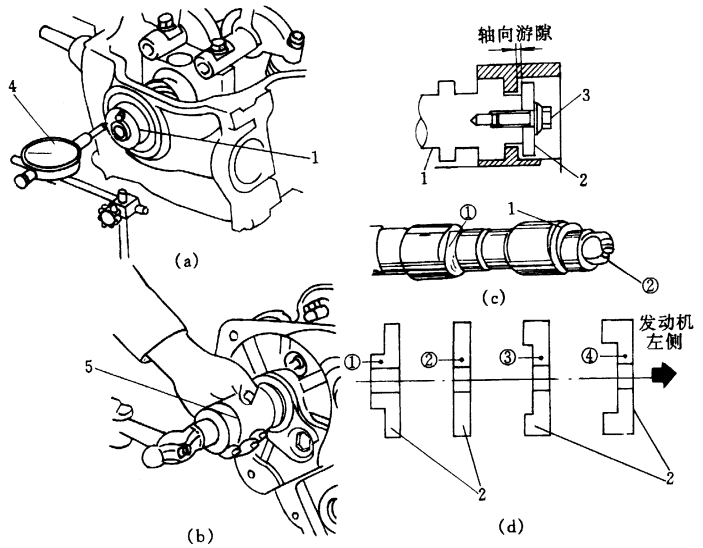


图 3-31　凸轮轴及凸轮轴油封的安装

1. 凸轮轴　2. 止推凸缘　3. 螺栓　4. 百分表　5. 油封安装工具

2. 汽缸盖垫与汽缸盖的安装，如图 3-32 所示。由于发动机的型号不同，和汽缸垫的不同材质、厚度和供应商，在汽缸盖垫上用不同的标记加以区别：在前端做成不同的切口。在汽缸体上装上汽缸盖垫、汽缸盖和摇臂轴支承，按图中顺序旋紧 10 个汽缸盖螺栓，以免使汽缸盖产生变形和泄漏。应分三次旋紧：先以 20N·m 的扭矩旋紧；再转过 120°；再次转过 120°。旋紧前，应在螺栓的螺纹表面涂上机油。

汽缸盖垫标记					
发动机类型		TU3	TU5	1 2 3 4　A B C D　R	
切口	1	有	有		
	2	无	无		
	3	有	无		
	4	无	有		

		供应商			
		CURTY	MEILLOR	ELRING	REINZ
切口	A	无	有	有	有
	B	无	有	无	无
	D	无	无	有	无
	C	有	无密封石棉条		
		无	有密封石棉条		
	R	有	供维修用标记		

汽缸盖螺栓扭紧力矩(N·m)	
发动机	铝缸体
	H1A-K2D
预紧力矩	20
拧紧角度	240°

注：汽缸盖螺栓头和螺纹表面要涂油。

行驶 1000km 时，无须将汽缸盖螺栓重新拧紧。

拧紧顺序

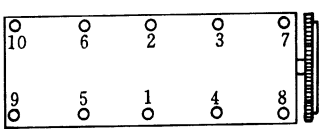


图 3-32　汽缺盖垫与汽缸盖的安装

3. 气门摇臂与气门摇臂轴的安装，如图 3-25 所示，按与拆卸相反的顺序进行。安装时应在摇臂轴 9 上涂上机油，从汽缸盖 10 的右侧向左插入。并按顺序逐件装入每缸的气门摇臂 3、定位弹簧 8 和垫圈 7；最后应转动摇臂轴 9，使其上的油口与汽缸盖 10 上的油道对正；再旋上摇臂轴定位螺钉 4。应保持所有油孔通畅，摇臂与凸轮的接触面不得有严重磨损。

4. 凸轮轴时规齿轮的安装，如图 3-24 所示。当与凸轮轴的对正标记对正后，装上凸轮轴时规齿轮 2；用止动销 1 或 6 固定住凸轮轴时规齿轮 2，装上垫圈 4 和螺栓 5，并用扳手 3 旋紧螺栓 5（力矩 80N·m）。

5. 气门室罩盖与导流板的安装，如图 3-23 所示。在摇臂轴支承上方装上隔套 2、导流板 3。再在汽缸盖 7 上装上密封垫 5（在密封垫两面涂上密封胶）和气门室罩盖 1。最后旋紧盖形螺母 4（力矩 5N·m）。

6. 分电器与分电器支座的安装，如图 3-22 所示。将分电器支座 6 的端面涂上密封胶后，装到汽缸盖 9 的左侧端面上。旋紧螺栓 7（力矩 8N·m）。再装上分电器 1，旋紧螺母 3（力矩 8N·m）。分电器的点火正时调整见第二章的发动机三级保养项目中的(八)条。

7. 汽油泵的安装，如图 3-21 所示。在汽缸盖上装上密封垫 5、密封圈 4 和汽油泵 1（安装时要让汽油泵的手柄放在最低的位置）；最后旋紧螺栓 3（力矩 16N·m）。

8. 排气歧管与排气管的安装，如图 3-20 所示。使用新的排气歧管垫 4（以确保不漏气），在汽缸盖前侧装上排气歧管 1，旋上螺母 17（力矩 18N·m）。再在排气歧管 1 的下端面装上前排气管垫 11 和前排气管 2，旋上螺母 17（力矩 30N·m）。前排气管 2 与中排气管 3、后消声器 22 安装要求，如图 3-33 所示，在前排气管 1 与中排气管 2 的接口处要涂上润滑脂，连接螺栓与螺母 4 的力矩为 10N·m。中排气管 2 与后消声器 3 的连接处要使用两个半卡箍 6，当用螺栓和螺母 5 旋紧时(力矩 20N·m)，两个半卡箍 6 之间的间隙应保持不少于 1mm。

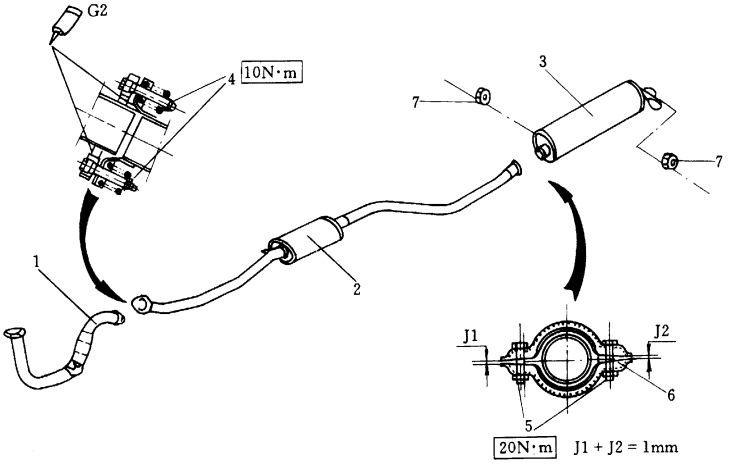


图 3-33　前排气管、中排气管与后消声器的安装

1. 前排气管　2. 中排气管　3. 后消声器　4. 螺栓及螺母　5. 螺栓和螺母　6. 半卡箍　7. 弹性支座

9. 进气歧管的安装，如图 3-19 所示。在进气歧管 4 的接合面上涂上密封胶后装到汽缸盖 10 的后侧面上，旋紧螺母 3（力矩 8N·m）。

三、汽缸盖及配气机构的故障及排除方法

（一）机油损耗量大，发动机冒蓝色烟

1. 导管油封损坏、老化，造成润滑油进入燃烧室。排除的方法是更换新的导管油封，参见图 3-29 及有关叙述。

2. 气门杆与导管磨损，配合间隙过大，导致润滑油泄漏。排除方法是更换气门或导管。

（1）气门杆与导管间隙的测量如图 3-34 所示，将气门杆放在导管内，用千分表测量两者的间隙。TU5 发动机的进、排气门标准值均为 0.03～0.067mm；TU3 发动机的进气门标准值为 0.02～0.058mm，排气门标准值为 0.04～0.078mm。使用极限为 0.1mm。超过极限时，再检测气门杆和导管尺寸。

（2）气门杆外径的测量如图 3-35 所示，用千分尺 2 测量气门杆 1 的外径。对于 TU5 型发动机的进、排气门标准值均为 $\phi 6.97^{+0}_{-0.015}$ mm；对于 TU3 型发动机，进气门杆外径为 $\phi 6.98^{+0}_{-0.015}$mm；排气门杆外径为 $\phi 6.96^{+0}_{-0.015}$mm。更换磨损过大的气门杆。

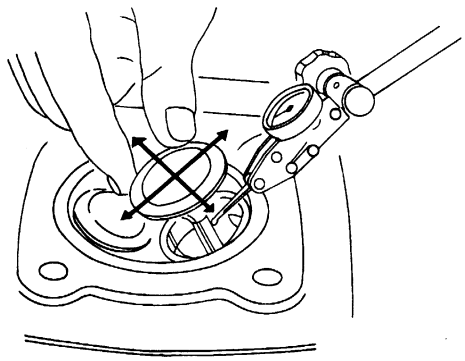


图 3-34　气门杆与导管间隙的测量

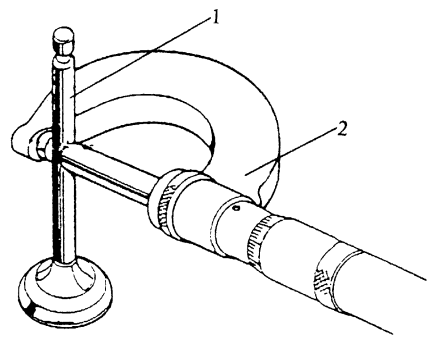


图 3-35　气门杆外径的测量
1. 气门杆　2. 千分尺

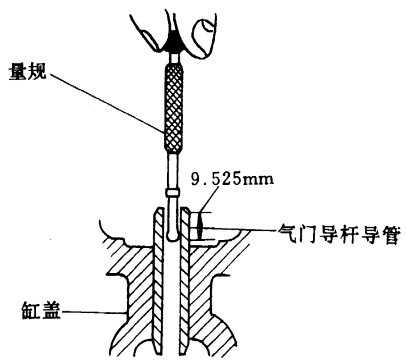


图 3-36　气门导管内径的检测

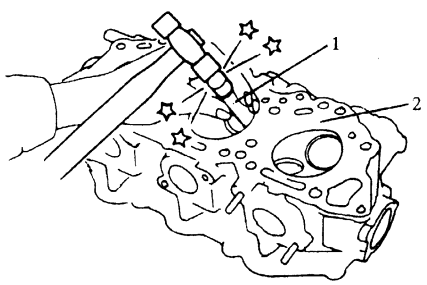


图 3-37　气门导管的冲出
1. 冲头　2. 汽缸盖

(3) 气门导管内径的检测，如图 3-36 所示，用内径量规测量气门导管内孔，进、排气门导管内径标准值均为 7.0～7.022mm，更换磨损过大的气门导管。

(4) 气门导管的更换

① 气门导管的冲出，如图 3-37 所示，用冲头 1 从汽缸盖 2 有燃烧室的一侧，将气门导管冲出。

② 新气门导管的压入，如图 3-38 所示，新导管外径与汽缸盖导管安装孔必须保持过盈 0.091～0.134mm；若达不到时，应使用外径加大尺寸的导管，并同时铰制导管安装孔到相应尺寸；外径加大尺寸值的导管有 $\phi13.29^{+0.039}_{+0.028}$mm 和 $\phi13.59^{+0.039}_{+0.028}$mm 两种，相应汽缸盖导杆安装孔的内径应为 $\phi13.195^{+0.032}_{0}$mm 和 $\phi13.495^{+0.032}_{0}$mm 两种。导管压入时，要使用冲具 1 和限位套 2，保证气门导管 3 垂直压入到位。新导管 3 的上端面距汽缸盖 4 端面的距离 5，对于 TU3 型发动机：进气门为 14.75±0.1mm，排气门为 14.07±0.1mm；对于 TU5 型发动机：进气门为 16.15±0.1mm，排气门为 15.15±0.1mm。注意导管的长度，对于 TU3 型发动机为 47.5±0.3mm；对于 TU5 型发动机为 48.5±0.3mm。

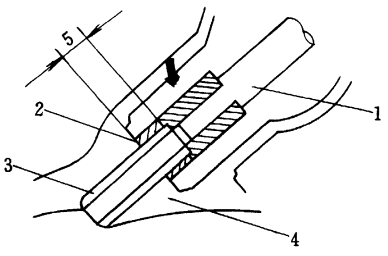


图 3-38 新气门导管的压入

1. 冲具 2. 限位套 3. 气门导管 4. 汽缸盖 5. 导管上端与汽缸盖的端面距离

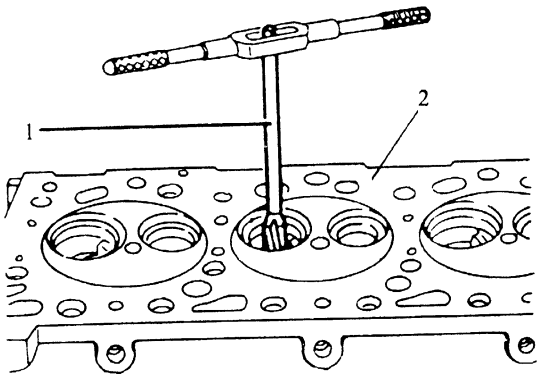


图 3-39 新导管内孔的铰制

1. 铰刀 2. 汽缸盖

③ 新导管内孔的铰制如图 3-39 所示，当导管压入汽缸盖内，导管内孔尺寸要发生变化，必须用铰刀 1 从汽缸盖 2 有燃烧室的一侧进行铰制，铰制时要在铰刀上涂上润滑油，导管内孔要保持在 7.0～7.022mm。

(二) 汽缸压缩压力过小

1. 气门间隙过小，当温度升高后，导致气门与气门座关闭不严，排除方法是重新调整气门间隙，具体方法参见图 2-17 所示及有关叙述。

2. 汽缸盖垫损坏，导致泄漏。排除方法，更换汽缸盖垫，具体方法如图 3-32 所示及有关叙述。

3. 汽缸盖变形，造成泄漏。排除方法，检查汽缸盖下端面的变形，并加以修复。如图 3-40 所示，在汽缸盖 1 的下端面上用直尺 2 和塞尺 3 测量下端面的平面度。使用极限为 0.1mm，超过极限时应对汽缸盖下端面进行研磨。但最大磨削量应不大于 0.2mm，如图 2-22 所示，汽缸盖总厚度应保持在 111mm 以上。

4. 气门弹簧弹力不足，使气门与气门座不能有效密封。排除方法是，检查气门弹簧的弹力，如图 3-41 所示，气门弹簧的自由长度标准值为 49.5mm，使用极限为 47.5mm。将弹簧

2 放在测力仪 1 上，当弹簧 2 长度压缩到 41.2mm 时，压力应为 310 ± 20N；当压缩到 30mm 时，压力应为 814 ± 32N，若不在规定范围内，应更换气门弹簧 2。

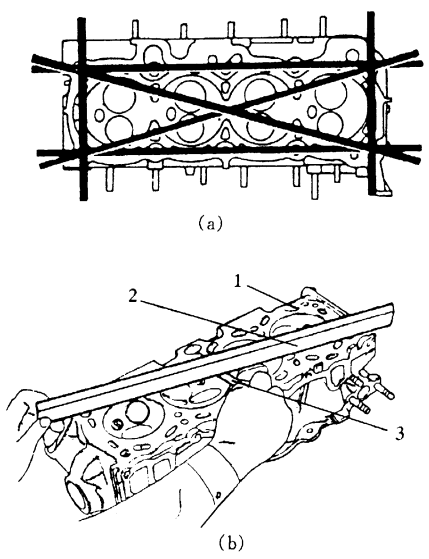


图 3-40　汽缸盖变形的测量
1. 汽缸盖　2. 直尺　3. 塞尺

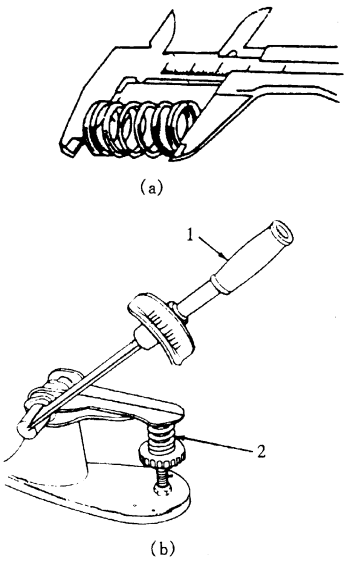


图 3-41　气门弹簧弹力的检测
1. 测力仪　2. 气门弹簧

5. 气门杆弯曲造成气门不能正常滑动，使气门与气门座不能关严。排除方法，检查气门杆的直线度，如图 3-42 所示，将气门 1 放在 V 形铁 2 上，用百分表 3 检查气门 1 的直线度，应不大于 0.02mm，若超过时必须进行校正或更换。

6. 汽缸盖螺栓松动，造成泄漏。排除方法是，重新旋紧所有汽缸盖螺栓，如图 3-32 所示。

7. 气门与气门座配合不密封，造成泄漏。排除方法如下。

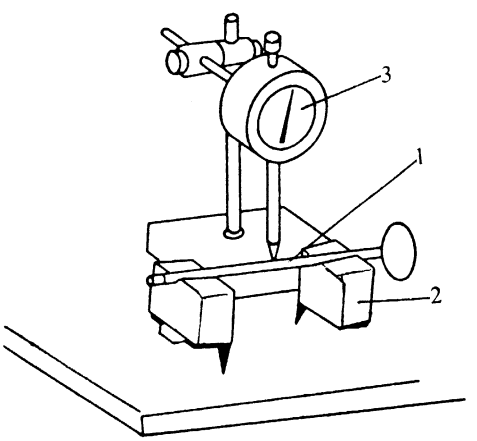


图 3-42　气门杆直线度的检查
1. 气门　2. V 形铁　3. 百分表

(1) 对气门和气门座进行研磨，如图 3-43 所示。先在气门 3 与气门座 2 之间涂上研磨砂(先用 120 号,再用 280 号)，注意不要让研磨砂进入导管 4 内，但需在导管 4 内涂上机油，让气门捻子 1 先逆时针转动 120°，再顺时针转 90°，在变化转向时，同时提起气门 3，以保证气门 3 与气门座 2 研磨均匀。最后清洗干净研磨砂，再在气门 3 与气门座 2 之间涂上机油研磨几分钟即可。研磨后必须进行气门与气门座的密封试验，在汽缸盖上装上火花塞，用专用工具 6 和 5 密封住汽缸盖 7 端面，然后在燃烧室加压，用压力表检查，在 5min 内压力不应下降，则表示密封良好，否则应重新研磨。

(2) 气门座的铣削

① 气门与气门座接触带的检查。如图 3-44 所示，气门 1 与气门座 2 的接触带 4 若出现

烧损点或接触带太宽时，均应对气门座进行铣削修复加工。气门与气门座接触带宽度 4，标准值为 1.0～1.5mm，使用极限为 1.8mm。

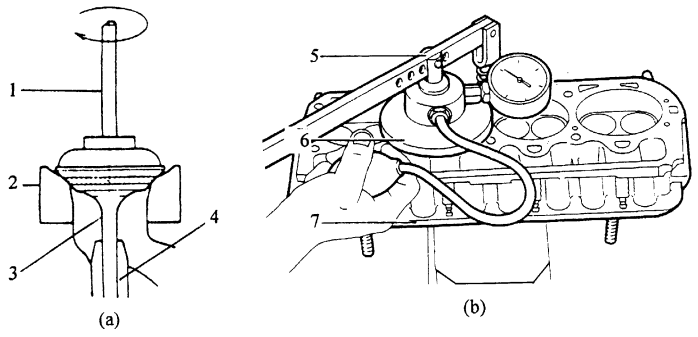


图 3-43　气门与气门座的研磨

1. 气门捻子　2. 气门座　3. 气门　4. 气门导管　5、6. 专用工具　7. 汽缸盖

② 气门座的铣削。如图 3-45 所示，先用气门座铣刀 1 铣制气门座 2 的工作面。进气门座 4 工作面角度为 60°，排气门座 3 工作面角度为 45°。然后再用大于工作面角度的铣刀铣制气门座 2 外端的角度段，用小于工作面角度的铣刀铣制气门座 2 内侧的角度段，最后使工作面的宽度(接触带)等于 1.0～1.5mm (气门铣刀工必须用气门导管 5 作为加工基准导向，以保证气门座 2 与气门导管 5 的同心度)。

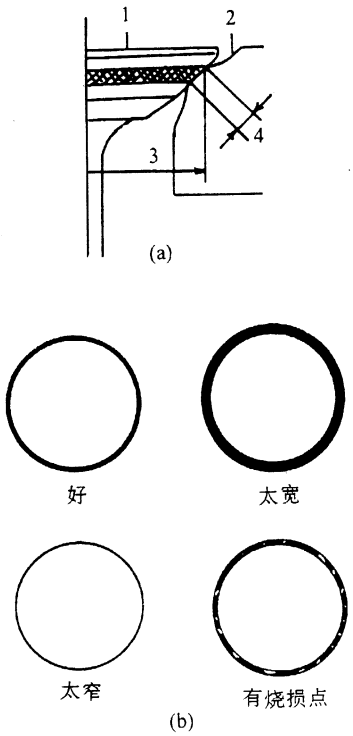


图 3-44　气门与气门座接触带的检查

1. 气门　2. 气门座　3. 接触带大径

4. 气门与气门座接触宽度

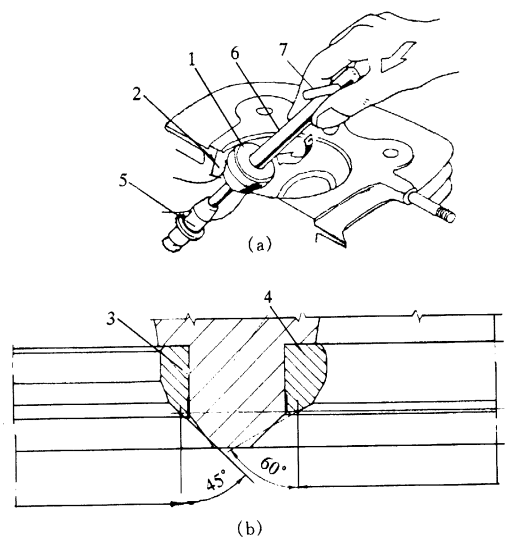


图 3-45　气门座的铣削

1. 气门座铣刀　2. 气门座　3. 排气门座

4. 进气门座　5. 气门导管　6. 铣刀杆　7. 铣刀手柄

③ 气门座与气门导管同心度的检查。如图 3-46 所示，以气门导管 1 为定位孔，用百分表 2 检查气门座 3 接触面相对于气门导管的不同心度，应不大于 0.02mm，否则应重新铣制气门座 3。

④ 再进行气门与气门座的研磨，如图 3-43 所示。

(3) 气门座的更换

① 气门头部厚度的检查。如图 3-47 所示，检查气门头部的厚度，使用极限为 0.8mm，超过极限，使气门头部强度减弱，必须更换气门，此时还需同时考虑更换气门座。

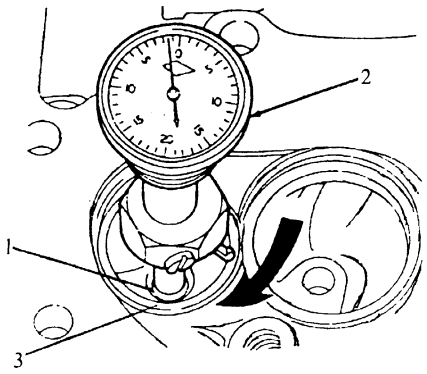


图 3-46 气门座与气门导管同心度的检查

1. 气门导管 2. 百分表 3. 气门座

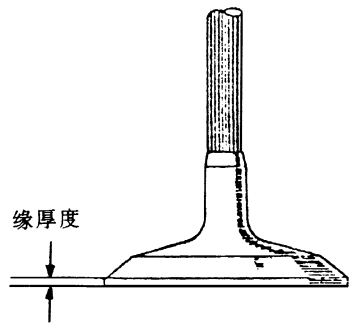


图 3-47 气门头部厚度的检查

② 气门座的更换。如图3-48所示，先将汽缸盖3放在油中加热至150℃，然后取出汽缸盖3冲出旧气门座，再用专用工具1压入新气门座2(安装前最好放在冰箱中进行冷处

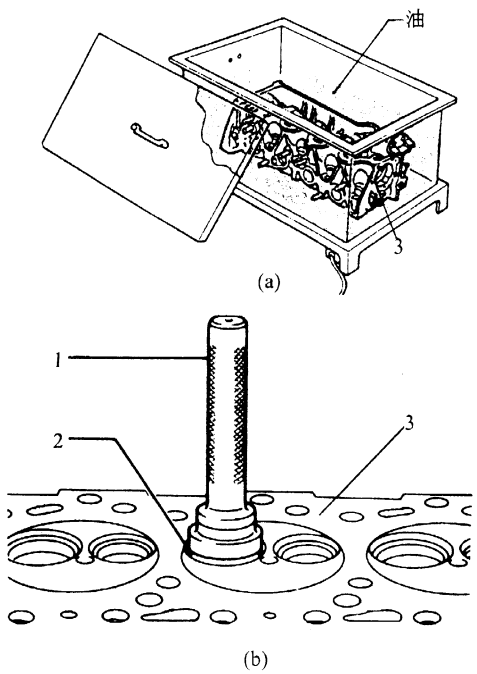


图 3-48 气门座的更换

1. 专用工具 2. 新气门座 3. 汽缸盖

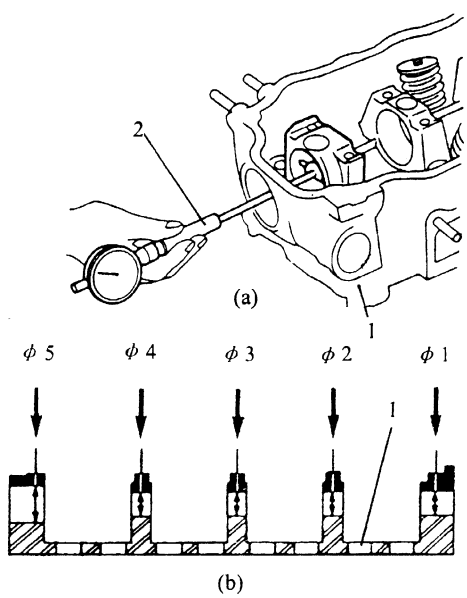


图 3-49 凸轮轴支承座孔内径的检查

1. 汽缸盖 2. 内径千分表

理),避免在压入气门座 2 时损伤汽缸盖 3。要保证进排气门的气门座安装孔与气门座的过盈量在 0.097～0.172mm。否则应换加大尺寸的气门座(见图 2-26 所示),并对汽缸盖上气门座的安装孔进行相应的加工(如图 2-27 所示)。压入新气门座后,必须再进行铣制(图 3-45)和研磨(图 3-43)。

(三) 气门驱动机构噪音过大

1. 气门间隙过大,造成气门杆与凸轮的冲击声,排除方法是调整气门间隙,如图 2-17 所示。

2. 气门与导管间隙过大,发生冲击声,排除方法是更换气门或导管。

3. 气门弹簧折断,排除方法是更换气门弹簧,如图 3-28 所示。

4. 凸轮轴与支承座孔间隙过大,产生冲击声。排除方法如下。

(1) 凸轮轴支承座孔内径的检查。如图 3-49 所示,在汽缸盖 1 上用内径千分表 2 测量。每一个支承座孔的内径不一样,右端小左端大,其标准值见表 3-1。

(2) 凸轮轴轴颈尺寸的检查。如图 3-50 所示,用千分尺 1 测量凸轮轴轴颈 2。各轴颈的尺寸不同,右端小左端大,其标准值见表 3-2。可以计算出凸轮轴与支承座孔的配合间隙,标准值为 0.05～0.114mm,使用极限为 0.15mm,超过极限应优先更换凸轮轴。

表 3-1 凸轮轴支承座孔内径尺寸 (mm)

φ1	$37^{+0.039}_{0}$
φ2	$40.7^{+0.039}_{0}$
φ3	$41.3^{+0.039}_{0}$
φ4	$41.9^{+0.039}_{0}$
φ5	$42.5^{+0.039}_{0}$

表 3-2 凸轮轴轴颈尺寸 (mm)

φ1	$37^{-0.050}_{-0.075}$
φ2	$40.7^{-0.050}_{-0.075}$
φ3	$41.3^{-0.050}_{-0.075}$
φ4	$41.9^{-0.050}_{-0.075}$
φ5	$42.5^{-0.050}_{-0.075}$

5. 凸轮轴弯曲,造成与孔的冲击。排除方法是,检查凸轮轴的直线度,如图 3-51 所示,将凸轮轴 2 放在 V 形架 3 上,用百分表 1 检查凸轮轴 2 的轴颈的跳动,偏差应不超过 0.04mm,否则应进行校正或更换凸轮轴。

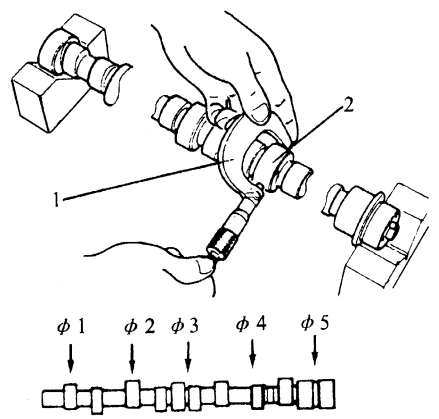


图 3-50 凸轮轴轴颈尺寸的检查

1. 千分尺 2. 凸轮轴轴颈

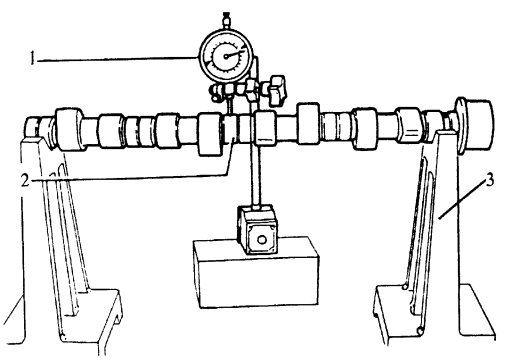


图 3-51 凸轮轴跳动的检查

1. 百分表 2. 凸轮轴 3. V 形架

6. 气门摇臂与摇臂轴间隙太大，造成冲击。排除方法是，检查气门摇臂孔与摇臂轴的配合间隙，如图 3-52 所示，用千分尺 1 测量摇臂轴 2 的外径；用内径千分尺 3 测量气门摇臂 4 的内孔；然后计算出配合间隙。标准值应为 0.01 ~ 0.05mm，使用极限为 0.1mm，超过极限，应更换气门摇臂 4 或摇臂轴 2。

（四）发动机功率变小

1. 汽缸压缩力不足。

2. 凸轮轴凸轮磨损，造成气门不能完全打开。排除方法是：检查凸轮轴凸轮升程，如图 3-53 所示，将凸轮轴 1 放在 V 形架 2 上，用百分表 3 测量凸轮轴凸轮的升程，进气与排气凸轮升程标准值均为 9.4mm，使用极限为 9.2mm。超过极限，应更换凸轮轴。

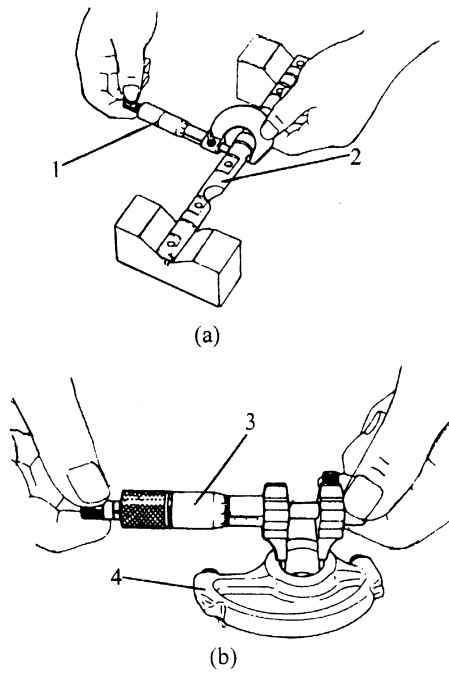


图 3-52　气门摇臂与摇臂轴配合间隙的检查
1. 千分尺　2. 摇臂轴　3. 内径千分尺　4. 气门摇臂

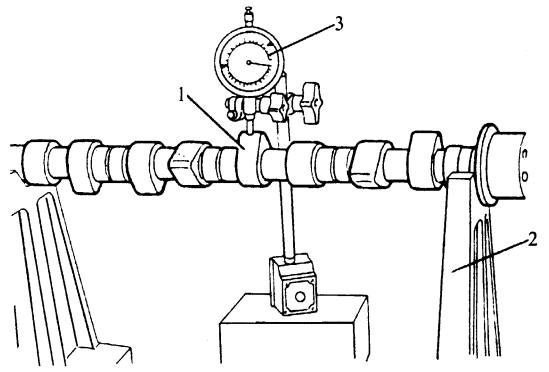


图 3-53　凸轮轴凸轮升程的检查
1. 凸轮轴　2. V 形架　3. 百分表

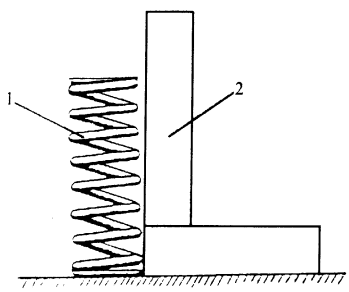


图 3-54　气门弹簧垂直度的检查
1. 气门弹簧　2. 直角尺

3. 气门弹簧弯曲，造成气门不能很好密封。排除方法是：检查气门弹簧的垂直度，如图 3-54 所示，将气门弹簧 1 垂直放在平板上，用直角尺 2 检查弹簧 1 的垂直度，标准值为 0.5mm，使用极限为 1.5mm。超过极限时，应更换气门弹簧 1。

第三节　汽缸体、曲轴、连杆活塞与润滑系的构造、拆装及故障排除

一、汽缸体、曲轴、连杆活塞的构造

如图3-55所示，汽缸体1为横置四缸，向前倾斜6°，材料为铸铁，靠近飞轮4的为第一缸。缸体1上带有水泵蜗壳6，活塞2与汽缸体是配套供应的，并标有记号，缸径允许最大修磨尺寸为0.4mm。

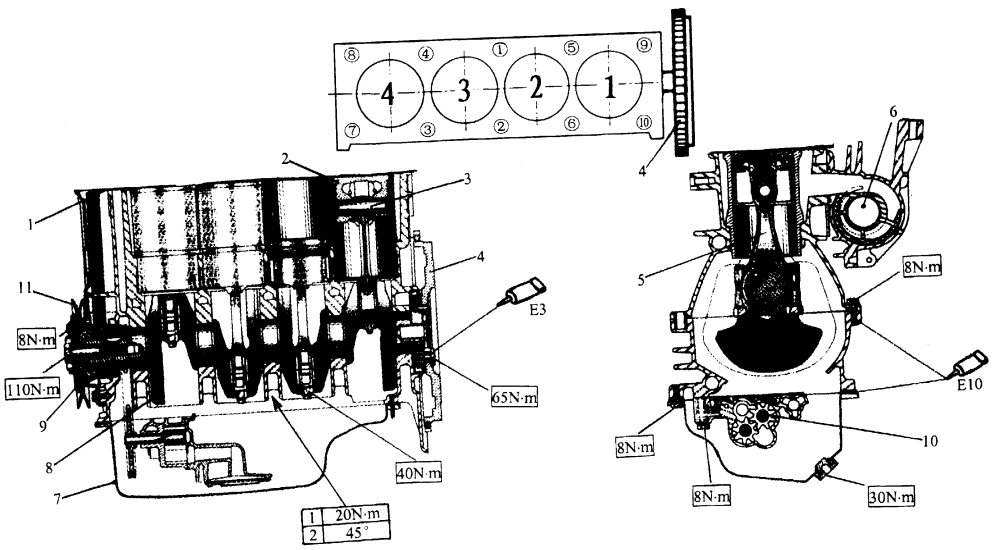


图3-55　汽缸体、曲轴、连杆活塞的构造

1. 汽缸体　2. 活塞　3. 活塞销　4. 飞轮　5. 连杆　6. 水泵
蜗壳　7. 机油盘　8. 曲轴　9. 曲轴齿形带轮　10. 机油泵　11. 皮带轮

曲轴8通过主轴承盖安装在汽缸体1下部，曲轴8的材料是球墨铸铁，为全支承型式。曲轴8的轴向定位设置在第二主轴颈处，由二片带有油槽的止推片来调整曲轴的轴向间隙，曲轴8的轴向隙为0.070～0.272mm，装配时请注意，止推片上带有油槽的表面朝向曲轴。

装在汽缸体1上的全部轴瓦都带有油槽，装在主轴承盖上的轴瓦是：第一、三、五轴颈的轴瓦为光滑的，第二、四轴颈的轴瓦带有油槽，装配时请注意。铸铁发动机曲轴主轴承固定螺栓预紧力矩为20N·m，然后再转49°的拧紧角度。

连杆5的材料是$45M_5UA_2$钢。在同一台发动机的四个连杆5之间最大质量差应≤3g（TU3为4g），连杆轴瓦无油槽，连杆大端轴承孔上固定轴瓦的槽口位于活塞顶上的标记DT方向的右侧，连杆螺栓的拧紧力矩为40N·m。

连杆小头与活塞销为过盈配合，为此，在装配活塞2、连杆5时，可把连杆进行加热，

加热到230℃左右即可进行装配。为方便判断温度，可在连杆小头上放置一小段锡焊丝，当加热到焊丝熔化时，其温度即为230℃左右。

飞轮4与曲轴8凸缘的连接是通过6个飞轮紧固螺栓，装配时，应在紧固螺栓上涂上指定的防松涂料，然后以65N·m的力矩拧紧。TU5发动机飞轮加工有“60－2”个转速信号齿的齿圈。

机油泵10装在汽缸体1下方，机油盘7为冲压件装在汽缸体底部，机油盘7的机油容量为3.5L。曲轴8左右两端装有油封和油封座，右端装有曲轴齿形带轮9和皮带轮11、左端装有飞轮4。

活塞2的铸造材料为共晶硅铝合金AS12UN，总高度为62mm。活塞顶部最小厚度为7mm，活塞头部设计成具有良好导热性能的变截面形状，以达到尽量降低热应力的目的。

活塞2有三道环槽，环槽高度分别为$1.75^{+0.07}_{+0.03}$、$2^{+0.06}_{+0.04}$、$3^{+0.06}_{+0.03}$，比一般发动机略薄，但对活塞工作有利，可减小活塞惯性力，减轻对环槽侧面的冲击，有助于提高环槽的耐用性等。活塞销3和活塞2裙部的轴线不相交，向主推力面偏移，活塞销孔的偏心距的作用是：改善发动机工作的平稳性，使摩擦的瞬间过渡变为逐步过渡，可减小活塞壁拍打汽缸所产生的噪声。活塞上有两道气环，一道油环。活塞的裙部呈桶形。第一道气环为桶形环。厚度为1.75mm，涂黄漆，开口间隙为0.30～0.50mm，表面经过喷钼处理，以提高活塞环的耐磨性。桶形环是近年来兴起的一种新型结构，其特点是活塞环的外圆面为凸圆弧形。当桶形环上下运动时，均能与汽缸壁形成楔形空间，使机油容易进入摩擦面，从而使磨损大为减少。桶形环与汽缸是圆弧接触，故对汽缸表面的适应性和对活塞偏摆的适应性较好，有利于密封。它的缺点是凸圆弧表面加工较困难。

第二道气环为鹰嘴式锥形密封环。厚度为2mm，涂黄漆，开口间隙为0.30～0.50mm。装配时须注意有“TOP”字母一面向上，安装不当会引起严重积碳和机油很快消耗。

第三道为U形铸铁油环，厚度为3mm。

在安装活塞环时应注意，刻有说明字符的活塞环表面都应朝上安装。

活塞2的特点：

① 质量(即重量)差：四个活塞2之间最大质量差，对于TU3发动机应≤3g，对于TU5发动机应≤2g。

② 活塞销孔中心线偏离活塞中心线，偏心距e对于TU3发动机为1 ± 0.15mm，对于TU5发动机为0.5 ± 0.15mm。

③ 活塞销3在活塞2中采用的是“半浮式”连接，即活塞销3与活塞2间是间隙配合，TU3型发动机间隙值为0.010～0.016mm；TU5发动机间隙值为0.004～0.022mm。而活塞销3与连杆5小头均为过盈配合。另外，活塞销3在活塞销孔中没有卡环加以轴向定位。因此，在装配中应按要求确保连杆小头在活塞销3上的轴向位置，以免活塞销的轴向位置不正确，刮伤汽缸壁。

④ 由于TU3型发动机活塞2、活塞销3存在着尺寸分组，且活塞销孔偏心，同时连杆在与活塞装配时有方向性，因此，装配时应注意：

·活塞安装：活塞顶部DT标记应指向正时齿轮9。

·TU3发动机活塞销与活塞销孔径尺寸分组配合(活塞顶部有分组标记)，而TU5发动机活塞销与销孔尺寸不分组，在活塞顶部无分组标记。

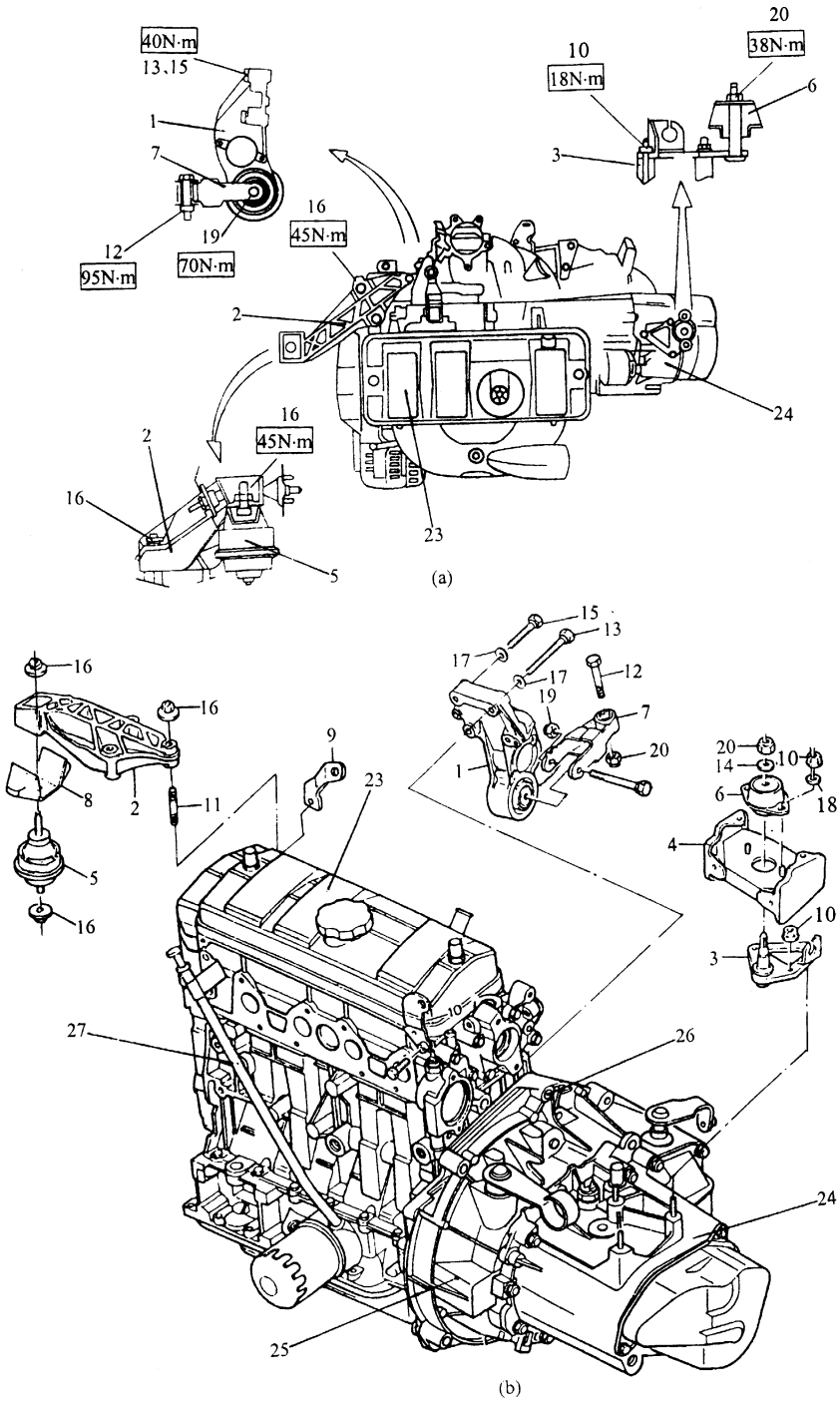


图 3-56　发动机从车上的拆卸

1. 发动机支架(中间支承)　2. 发动机支架(右支承)　3、4. 发动机支架(左支承)
5. 发动机右支架(弹性橡胶)　6. 发动机支座(弹性)　7. 叉形接头　8. 挡板　9. 支架
11. 双头螺栓　12. 螺栓　13. 六角螺栓　14. 垫圈　15. 螺栓　16. 螺母　17. 垫圈
19. 自锁螺母　20. 自锁螺母　10. 带法兰盘螺母　18. 平垫圈　23. 发动机
24. 变速器　25. 离合器壳　26. 螺栓　27. 机油油标尺

二、汽缸体、曲轴、连杆活塞及润滑系的拆卸

(一) 发动机从车上的拆卸

如图 3-56 所示，为拆卸汽缸体，必须将发动机从车上拆下，在冷却系和汽缸盖拆卸后进行。先用千斤顶和支架将发动机 23 和变速器 24 托起，从变速器上拆下变速操纵杆、离合器操纵钢索和传动轴。

旋下螺母 16，拆下发动机支架(右支承)2；旋下螺栓 13、15，旋松螺母 19，从发动机 23 上拆下发动机支架(中间支承)1；旋下螺母 20、10，从变速器 24 上拆下发动机支架(左支承)3、4，从车身上取下发动机 23 及变速器 24。再旋下螺栓 26，从发动机 23 上拆下离合器壳 25 和变速器 24。拆下机油油标尺 27。

(二) 机油盘(油底壳)的拆卸

翻转发动机，如图 3-57 所示，拆下油底壳紧固螺钉 3，拆下油底壳 1。

(三) 机油泵的拆卸

如图 3-58 所示，拧松机油泵三个紧固螺栓 1，取下机油泵传动链条 6，取下机油泵 5。再从机油泵 5 上拆下机油集滤器 3。旋下螺栓 2，从机油泵 5 上拆下机油泵盖 4，再取出机油泵主动齿轮与从动齿轮(图 2-10 件 9 和 10)。

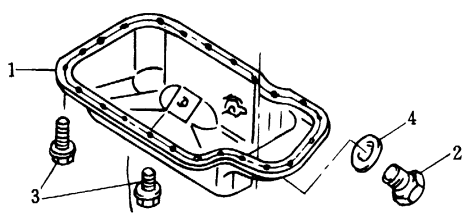


图 3-57　机油盘(油底壳)的拆卸

1. 油底壳　2. 放油螺塞

3. 油底壳紧固螺钉　4. 密封圈

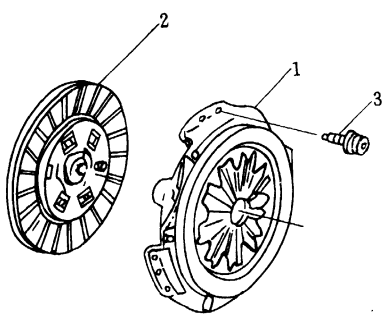


图 3-59　离合器的拆卸

1. 离合器压盘总成　2. 离合器摩擦片

3. 紧固螺栓

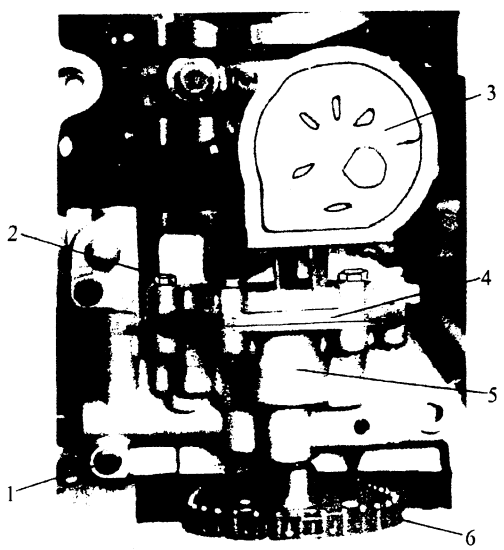


图 3-58　机油泵的拆卸

1、2. 螺栓　3. 机油集滤器　4. 机油

泵盖　5. 机油泵　6. 机油泵传动链条

（四）离合器的拆卸

如图 3-59 所示，从飞轮上旋下螺栓 3，拆下离合器压盘总成 1 和离合器摩擦片 2。

（五）飞轮和曲轴后油封的拆卸

如图 3-60 所示，从发动机左侧，用止动器 4 固定住飞轮 5，用套筒 2 和扳手 1 旋下螺栓 3，从曲轴上取下飞轮 5 和定位销 11。再旋下螺栓 10，从汽缸体上取下正时标尺 13。旋下螺栓 7，从汽缸体上取下曲轴后油封座 6 和定位销 8。再从曲轴后油封座 6 上撬下曲轴后油封 9。

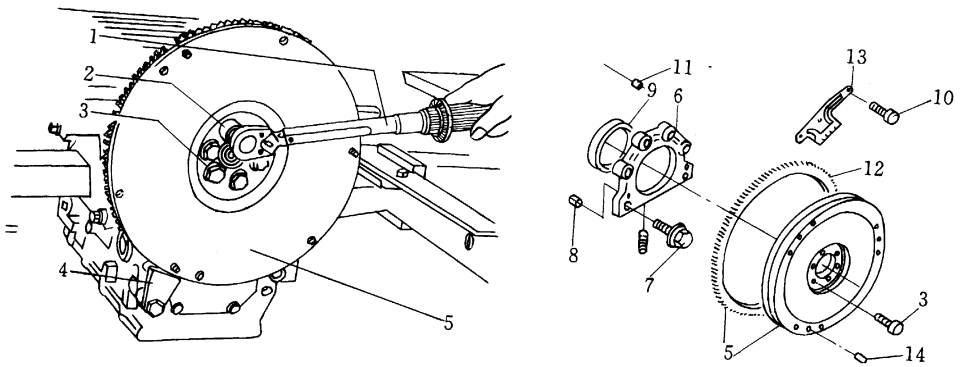


图 3-60　飞轮和曲轴后油封的拆卸

1. 扳手　2. 套筒　3. 螺栓　4. 止动器　5. 飞轮　6. 曲轴后油封座　7. 螺栓　8. 定位销
9. 曲轴后油封　10. 螺栓　11. 定位销　12. 齿圈　13. 正时标尺　14. 离合器压盘定位销

（六）曲轴齿形带轮的拆卸

如图 3-61 所示，从发动机右端的曲轴上，用止动器 1 固定住曲轴齿形带轮 3，再用扳手 2 旋下螺栓 6。然后用拆卸器 8 的钩子 7 钩住曲轴齿形带轮 3，从曲轴上顶下曲轴齿形带轮 3。最后拆下隔套 4。

（七）曲轴前油封及机油滤清器的拆卸

如图 3-62 所示，从汽缸体 1 右端，旋下螺栓 4，拆下曲轴前油封座 7 和定位销 3，再从其上拆下曲轴前油封 8。从曲轴上拆下半圆键 10 和机油泵驱动链轮 2。从汽缸体 1 前侧拧下机油压力传感器 11，用工具(图 2-14 件 2)拆下机油滤清器 9。

（八）活塞连杆组件的拆卸

如图 3-63 所示，用扳手 1 和套筒 2，从连杆盖 3 上旋下连杆螺母，从汽缸体 4 的上端，取出活塞连杆组件 5。

（九）曲轴飞轮端内孔滚针轴承的拆卸

如图 3-64 所示，用拔卸器 1 从曲轴 3 的飞轮端的内孔中，拉出滚针轴承 2。

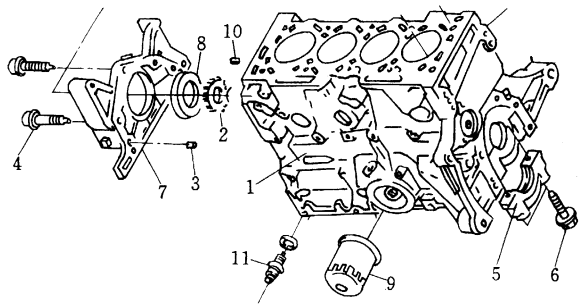


图 3-62　曲轴前油封及机油滤清器的拆卸
1. 汽缸体　2. 机油泵驱动链轮　3. 定位销　4. 螺栓　5. 主轴承盖　6. 主轴承盖螺栓　7. 曲轴前油封座　8. 曲轴前油封　9. 机油滤清器　10. 半圆键　11. 机油压力传感器

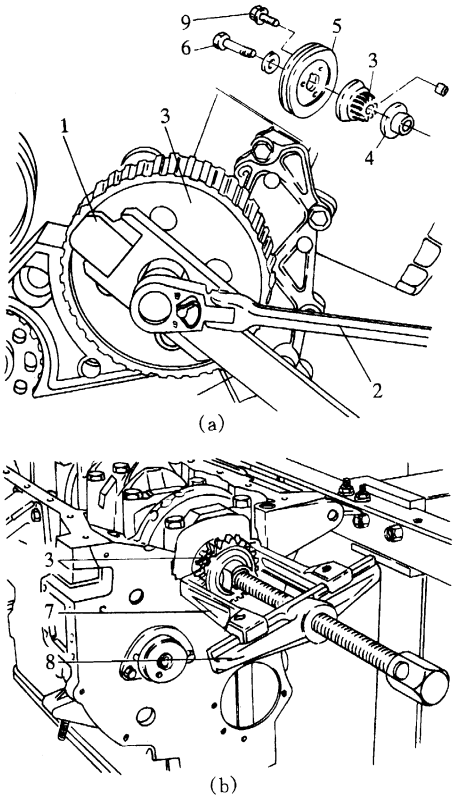


图 3-61　曲轴齿形带轮的拆卸
1. 止动器　2. 扳手　3. 曲轮齿形带轮　4. 隔套　5. 曲轴皮带轮　6. 螺栓　7. 钩子　8. 拆卸器　9. 曲轴皮带轮固定螺栓

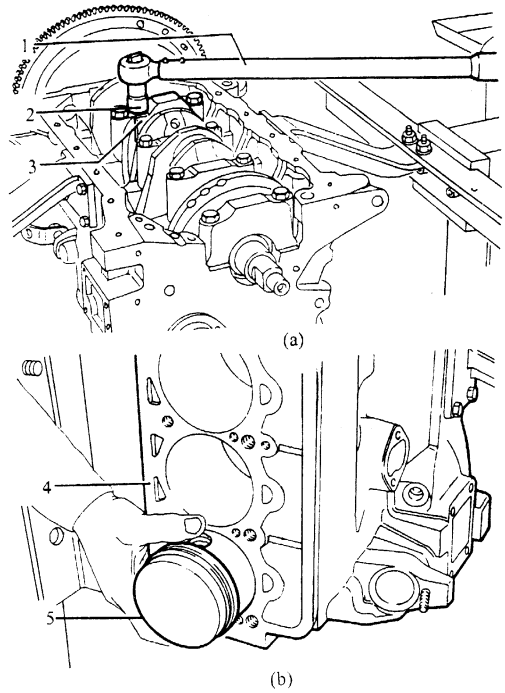


图 3-63　活塞连杆组件的拆卸
1. 扳手　2. 套筒　3. 连杆盖　4. 汽缸体　5. 活塞连杆组件

（十）曲轴的拆卸

如图 3-65 所示，为避免曲轴产生变形，用图示的拆卸顺序①～⑩，用扳手 1 旋下主轴盖螺栓 2，取下主轴承盖和曲轴 3。应分别放好各个主轴承盖(因为每一个主轴承盖都是与汽缸体组合加工出来的，不能互换)。从汽缸体与主轴承盖上分别取下主轴承瓦 4，并在第二主轴承处，取下曲轴止推片 5。

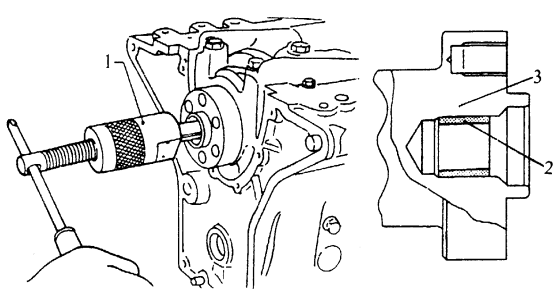


图 3-64　曲轴飞轮端内孔滚针轴承的拆卸
1. 拔卸器　2. 滚针轴承　3. 曲轴

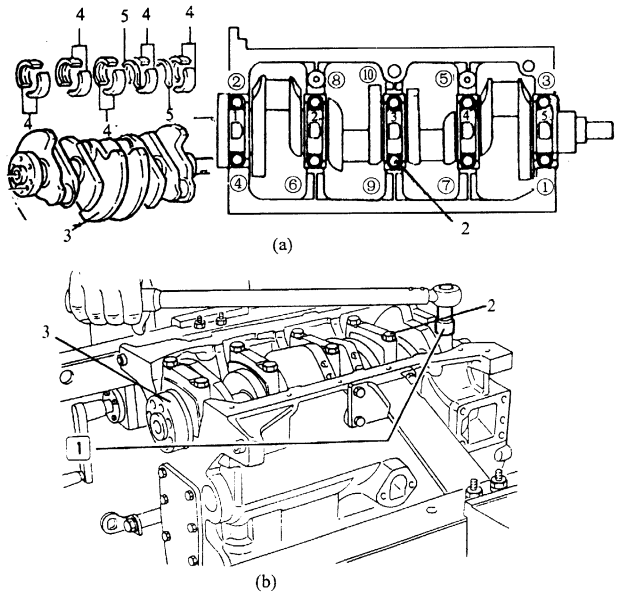


图 3-65　曲轴的拆卸

1. 扳手　2. 主轴承盖螺栓　3. 曲轴　4. 主轴承瓦　5. 曲轴止推片

（十一）活塞环的拆卸

如图 3-66 所示，为防止活塞环的折断，应使用活塞环拆卸器 1，从活塞 3 上，拆下活塞环 2。

（十二）活塞销的拆卸

如图 3-67 所示，因为活塞销与连杆小头为过盈配合，拆卸活塞销时，为避免损伤活塞销孔，应将活塞连杆组件一起放在加热器中加热至 230℃，将加热后的活塞 3 放在工具 2 上(用工具 2 支撑住连杆 5,以免使活塞受力)，用冲头 1 将活塞销 4 压出，分开活塞 3 和连杆 5。按各缸的顺序，分别放好活塞及连杆。

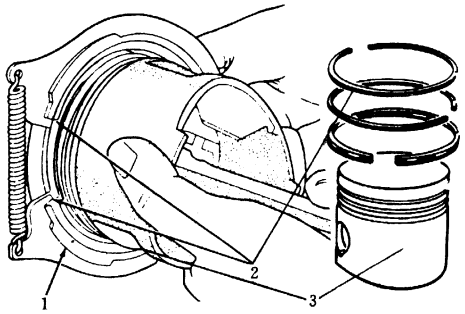


图 3-66　活塞环的拆卸

1. 活塞环拆卸器　2. 活塞环　3. 活塞

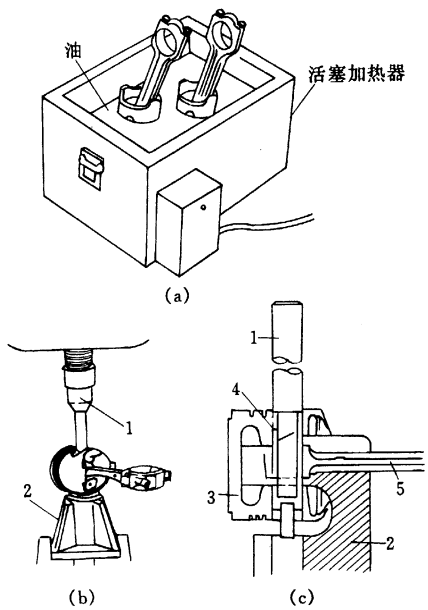


图 3-67　活塞销的拆卸

1. 冲头　2. 工具　3. 活塞　4. 活塞销　5. 连杆

三、汽缸体、曲轴、连杆活塞及润滑系的装配

按与拆卸相反的顺序进行装配，但需注意以下各项。

（一）清理与润滑

为了保证发动机各部机件正常可靠地工作，所有零件必须清洗干净；用压缩空气吹通所有的油道及油孔。所有有相对运动的零件表面，要涂上润滑油，以防早期磨损；各螺栓均需按规定的顺序和扭矩进行扭紧。重要的扭矩较大的螺栓，旋紧前要涂上润滑油。需要防松的螺栓螺母，在装配前还必须涂防松胶，防止松动。

（二）活塞与连杆组件的组装

1. 活塞及连杆质量的检查，如图 3-68 所示。为了避免发动机产生振动，一定要在组装活塞及连杆前，用天平测量连杆及活塞的质量。同一台发动机上各缸连杆的质量相差不得大于 3g（TU3 为 4g）；各缸活塞的质量相差不得大于 3g（TU3 机型）或 2g（TU5 机型），尤其是更换新的活塞、连杆时，必须进行此项检查。

2. 活塞与连杆的组装，如图 3-69 所示。装配活塞与连杆时采用加热办法，将连杆 1 的小头加热至 230℃（放在加热器 2 上，再将一小锡焊丝 5 放在连杆 1 上，当锡焊丝熔化时，即表示温度已达到 230℃）。因为将活塞与连杆装在一起时，二者都有方向性，从箭头尾看活塞顶上的标记 DT 箭头 3 时，连杆 1 大端的固定轴瓦的槽口 4 应朝向右侧。然后再使用图 3-67 的工具，支住连杆 1，将活塞销压入活塞与连杆的销孔中。活塞应在活塞销上转动自如。TU3 发动机活塞销与销孔为分组配合：活塞销孔分为 1、2、3 组应分别与活塞销的蓝白红相配。

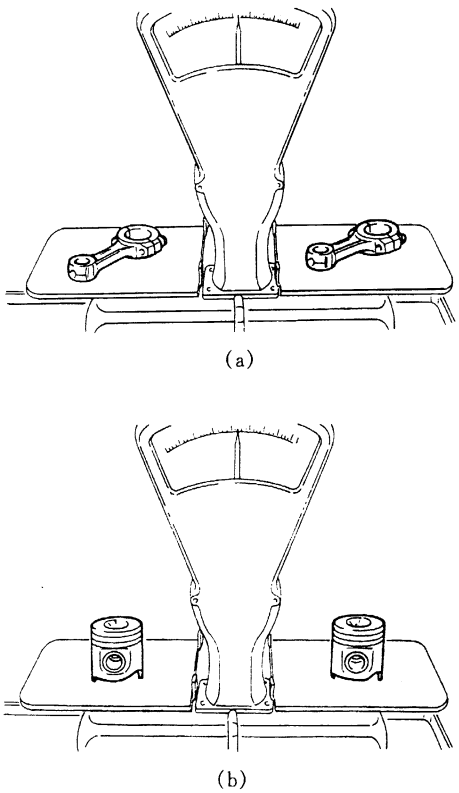


图 3-68　活塞及连杆质量的检查

3. 活塞连杆组装后的检查，如图 3-70 所示。将组装好的活塞连杆组件 1 放在检查仪 2 上，用塞尺 3 检查活塞顶上的直角尺与检查仪 2 的间隙，应不大于 0.05mm（在 100mm 长度上）。否则表示连杆在装配时产生弯曲或活塞产生变形。

4. 活塞环的安装，如图 3-71 所示。用图 3-66 所示的工具，依次在活塞上装上油环 3（注意不要漏装其中的衬环），第二道气环和第一道气环。活塞环上有标记的一面朝上，尤其是第二道气环为扭曲环，其上的标记“TOP”4 一定要朝上。三道环的开口要相错 120°，以防漏气。

（三）曲轴与活塞连杆组件的安装

1. 曲轴上主轴瓦与曲轴的安装，如图 3-72 所示。在汽缸体上的曲轴主轴瓦安装孔上，装上主轴瓦 1，主轴瓦 1 上应带有油槽 3。安装时，主轴瓦上的油孔 2 与定位唇 4 要对准安装孔的油孔和槽口。在第二主轴瓦安装孔两侧装上止推片 6，让止推片上带油槽的一面朝向曲轴。最后在主轴瓦上涂上润滑油，装上曲轴 5。

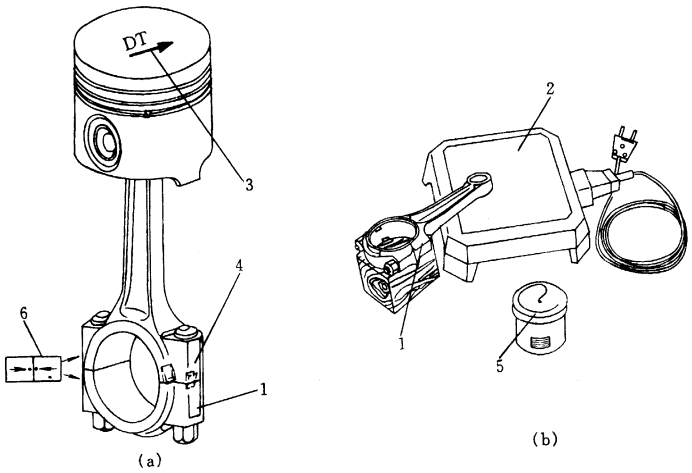
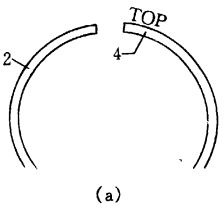


图 3-69　活塞与连杆的组装

1. 连杆　2. 加热器　3. 活塞顶上安装标记　4. 连杆大端固定轴瓦的槽口　5. 锡焊丝　6. 连杆与盖对正标记



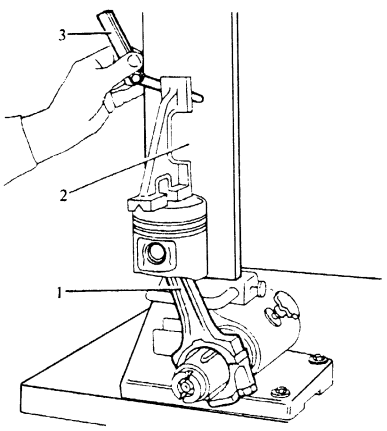


图 3-70　活塞连杆组装后的检查

1. 活塞连杆组件　2. 检查仪　3. 塞尺

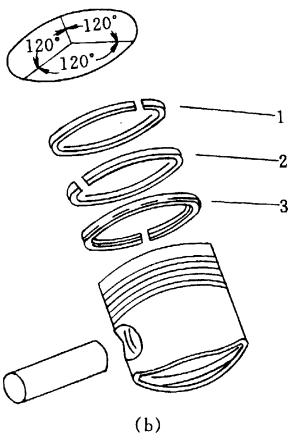


图 3-71　活塞环的安装

1. 第一道气环　2. 第二道气环　3. 油环　4. 第二道气环上的标记

2. 曲轴主轴承盖的安装，如图 3-73 所示。先将主轴瓦涂上机油后装到主轴承盖 3 上，注意第一、三、五主轴瓦 4 的内侧无油槽，而第二、四主轴瓦 5 的内侧有油槽。从飞轮端开始按安装标记号顺序装上各缸的主轴承盖 3（主轴承盖与缸体是组合加工的，不可互换）。在螺栓 6 上涂上润滑油后，按图上①～⑩的顺序（以免曲轴变形）旋紧主轴承盖螺栓 6（先旋紧 20N·m，再转过 49°）。最后用百分表 2 检查曲轴 1 的轴向间隙，应在 0.07～0.272mm 之间，否则应更换曲轴止推片的厚度。

3. 活塞与连杆组件的安装

(1) 活塞与连杆组件往汽缸体上的安装，如图 3-74 所示。将装有活塞环的活塞 1 用活塞环卡箍 2 包住。从汽缸体的上面，向下装入活塞与连杆组件(使用活塞环卡箍,以免折断活塞环)。注意活塞 1 顶上的箭头应指向正时齿带轮方向。TU3 型发动机汽缸体与活塞为分组配合，汽缸体分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个组，分别与活塞的 A、B、C 三组相配。

(2) 连杆轴瓦及连杆盖的安装，如图 3-75 所示。先将连杆轴瓦 1 涂上机油，装到连杆 3 和连杆盖 2 上(连杆轴瓦上均无油槽)。连杆轴瓦 1 上的定位唇要对准连杆 3 及连杆盖 2 上的槽口。再将连杆盖 2 装到连杆 3 上。连杆盖 2 与连杆 3 是组合加工的，不可互换，要检查两者的对正标记(图 3-69 件 6)。用扭力扳手 6，分 2～3 次交叉旋紧连杆螺栓(母)4 (旋入前涂上机油,力矩 40N·m)。最后用塞尺 5 检查连杆 3 的大头与曲轴之间的端面间隙，应为 0.05～0.25mm，否则应更换连杆。转动曲轴时活塞与连杆组件应能灵活转动。

(四) 曲轴前、后油封及飞轮的安装

1. 曲轴前、后油封座的组装，如图 3-76 所示。在曲轴后油封的内圈涂上机油；外圆涂上密封胶；用适当的工具 1 将后油封垂直压入后油封座 2。用同样的办法,将曲轴前油封压入前油封座。

2. 曲轴前、后油封座的安装，如图 3-60 所示。在后油封座 6 与缸体的接触端面上涂上密封胶后，在油封刃口上涂上润滑油，以避免损坏油封刃口(也可以使用油封导套)。再将后油封座 6 装到曲轴和汽缸体上(用定位销 8 定位)。最后用交叉方式旋紧螺栓 7 (力矩 8N·m)。安装正时标尺 13 (拧紧螺栓 10，力矩为 8N·m)。

如图 3-62 所示，先在曲轴上装上半圆键 10、机油泵驱动链轮 2 和机油泵驱动链条后，用装后油封座同样的方法，装上曲轴前油封座 7。

3. 飞轮的组装，如图 3-77 所示。将损坏的齿圈 2 用冲头 4 冲下。然后将新齿圈用加热器 3 加热后装到飞轮 1 上，需保证齿圈 2 与飞轮 1 有足够的过盈。注意：TU5 型发动机的齿圈上装有转速信号装置。飞轮 1 上与离合器从动盘接触的摩擦面 B，待修复磨平后，飞轮 1 上与离合器压盘安装面 C 与 B 面的距离 b，不应超过 0.5 ± 0.1mm。飞轮上与离合器从动盘接触的摩擦面 B 与飞轮上的 A 面(与曲轴的接触端面)的距离 a，也应保持在 18.5 ± 0.15mm。

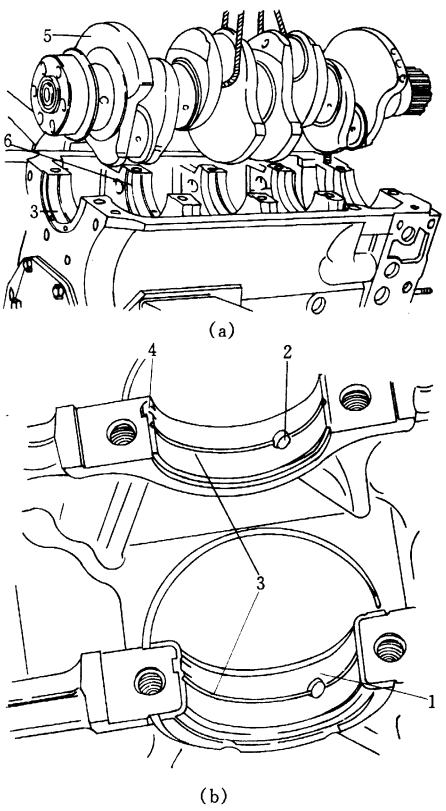


图 3-72 曲轴上主轴瓦与曲轴的安装

1. 主轴瓦 2. 油孔 3. 油槽 4. 定位唇 5. 曲轴 6. 止推片

4. 飞轮的安装，如图 3-78 所示。在曲轴后端装上飞轮 3；用止动器 1 固定住飞轮 3。用扳手分 2～3 次交叉旋紧螺栓 2，在螺栓上涂上防松胶 E_3，旋紧力矩为 65N·m。然后将千分表 4 底座放在汽缸体端面上，用千分表检查飞轮 3 端面的跳动。使用极限为 0.15mm。否则应重新安装。

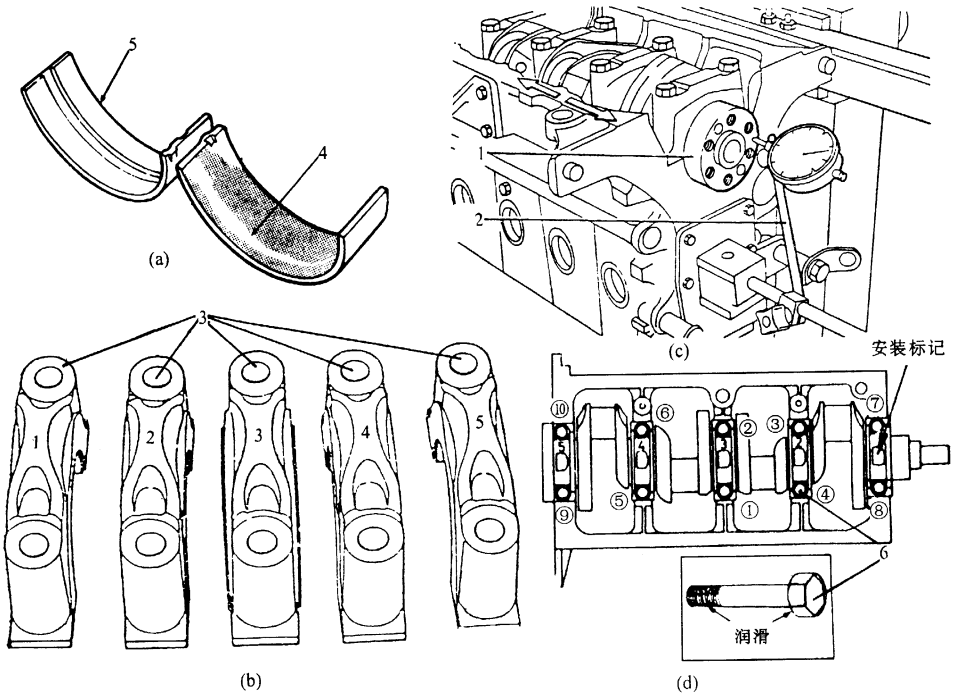


图 3-73　曲轴主轴承盖的安装

1. 曲轴　2. 百分表　3. 主轴承盖　4. 第一、三、五主轴瓦　5. 第二、四主轴瓦　6. 主轴承盖螺栓

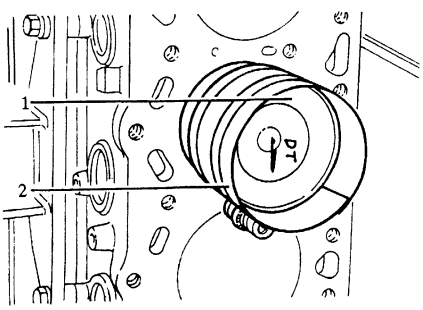


图 3-74　活塞与连杆组件往汽缸体上的安装

1. 活塞　2. 活塞环卡箍

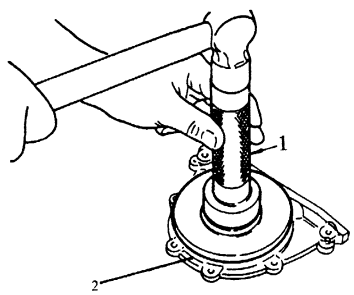


图 3-76　曲轴前、后油封座的组装

1. 适当的工具　2. 后油封座

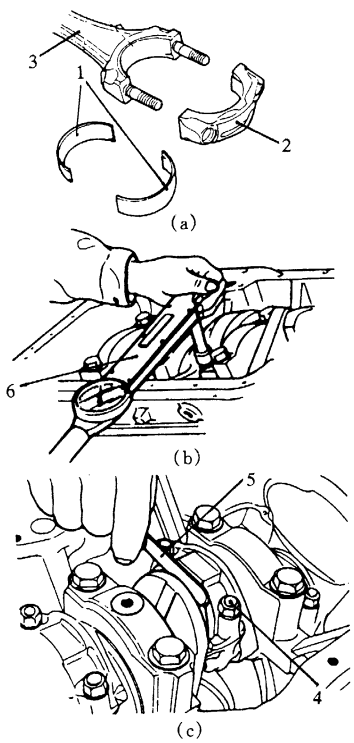


图 3-75　连杆轴瓦及连杆盖的安装

1. 连杆轴瓦　2. 连杆盖　3. 连杆
4. 连杆螺栓(母)　5. 塞尺　6. 扭矩扳手

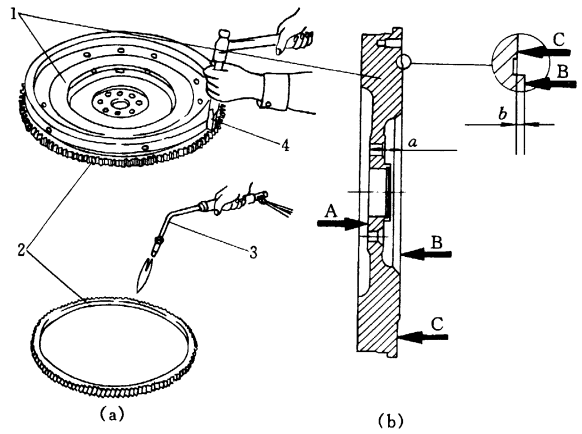


图 3-77　飞轮的组装

1. 飞轮　2. 齿圈　3. 加热器　4. 冲头

A. 飞轮与曲轴的接触端面　B. 飞轮与离合器从动盘接触面

C. 飞轮与离合器压盘的安装面　a = A、B 面之间距离

b = B、C 面之间距离

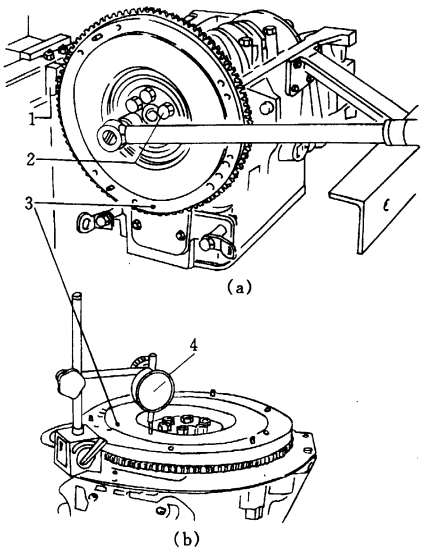


图 3-78　飞轮的安装

1. 飞轮止动器　2. 螺栓　3. 飞轮　4. 千分表

（五）曲轴齿形带轮的安装

如图 3-79 所示，在曲轴的前端，装上隔套(图 3-61 件 4)，再装上曲轴齿形带轮 2。注意其上孔内的键槽要对准半圆键(图 3-62 件 10)。用工具 1 固定住曲轴齿形带轮 2，用扳手 3 旋紧固定螺栓(力矩 110N·m)。

（六）离合器的安装

如图 3-80 所示，在飞轮上使用定心工具，装上从动盘(离合器摩擦片)和离合器压盘后，用扳手按图示的顺序分 2～3 次旋紧固定螺栓(力矩 15N·m)。

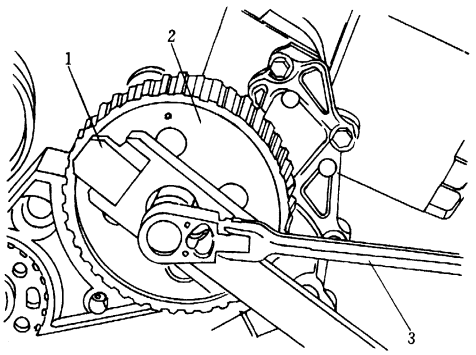


图 3-79　曲轴齿形带轮的安装

1. 工具　2. 曲轴齿形带轮　3. 扳手

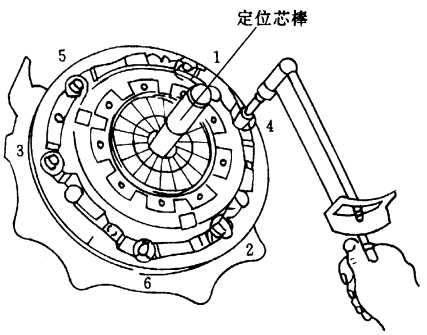


图 3-80　离合器的安装

（七）机油泵的安装

如图 3-58 所示，先将机油泵组装在一起，旋上螺栓 2 (力矩 8N·m)。再将机油泵装上传

动链条 6，装到汽缸体上，旋上螺栓 1（力矩 8N·m）；最后装上机油集滤器 3。

（八）机油盘（油底壳）的安装

如图 3-81 所示，在机油盘（油底壳）密封面清理干净后，在汽缸下体与油底壳的接合面上涂上密封胶（E10）。再将油底壳装到汽缸体上，用交叉方式，分 2～3 次旋紧安装螺栓（图 3-57 件 3），力矩为 8N·m。再旋紧油底壳上的放油螺塞（图 3-57 件 2），力矩 30N·m。

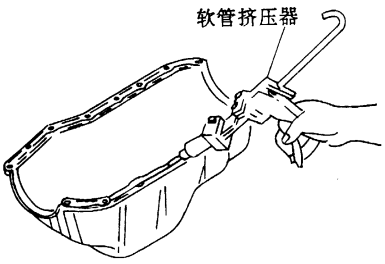


图 3-81　机油盘（油底壳）的安装

（九）发动机往车上的安装

如图 3-56 所示，将发动机与变速器装在一起，旋上螺栓 26（力矩 35N·m）。装上发动机支架（左支承）3 和 4，旋上螺母 20（力矩 38N·m），螺母 10（力矩 18N·m），装上发动机支架（中间支承）1，旋上螺栓 13、15，（力矩 40N·m）；旋上螺栓 12（力矩 95N·m），旋上螺母 19（力矩 70N·m）。装上发动机支架（右支承）2，旋上螺母 16，（力矩 45N·m）；在机油标尺管 27 下部涂 E6 胶，固定机油标尺管 27，拧紧力矩为 16N·m。

四、汽缸体、曲轴、连杆活塞及润滑系的故障与排除

（一）曲轴、活塞连杆与缸体的故障排除

1. 汽缸压缩力低

（1）活塞环开口间隙太大，产生泄漏，使汽缸压缩力降低。排除方法是，检查活塞环开口间隙，如图 3-82 所示，将活塞环 2 放在汽缸体 3 孔内，用塞尺 1 测量其开口间隙，第一道环标准值为 0.30～0.50mm，使用极限为 0.80mm，第二道环标准值为 0.40～0.70mm，使用极限为 1.00mm。油环标准值为 0.30～0.50mm，使用极限为 0.90mm，超过极限应更换活塞环。

（2）活塞环安装不正确，造成泄漏。排除方法是，将相邻活塞环开口错开 120°（如图 3-71 所示）。

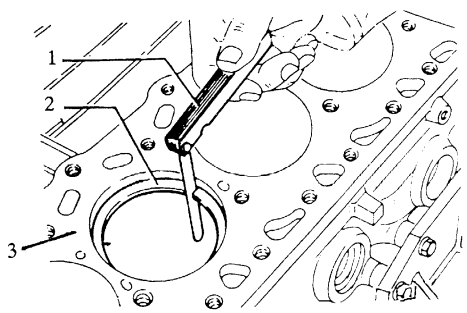


图 3-82　活塞环开口间隙的检查
1. 塞尺　2. 活塞环　3. 汽缸体

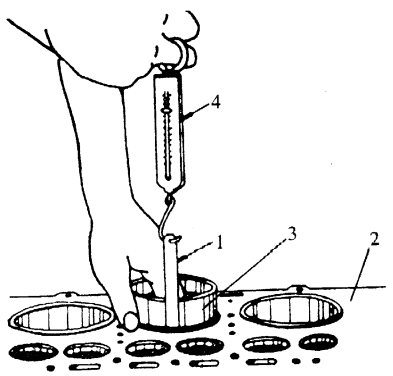


图 3-83　检查活塞与汽缸配合间隙
1. 塞尺　2. 汽缸体　3. 活塞　4. 弹簧秤

(3) 活塞与汽缸间隙过大，造成泄漏。排除方法是：

① 检查活塞与汽缸配合间隙，如图 3-83 所示，将活塞 3 放在汽缸体孔内，用塞尺 1 检查活塞 3 与汽缸体 2 的间隙，用弹簧秤 4 拉塞尺时拉力为 2～15N。对 TU3 型活塞，间隙标准值为 0.04～0.06mm；(缸体活塞均分组)使用极限为 0.10mm。对 TU5 型活塞，间隙标准值为 0.03～0.063mm；使用极限为 0.15mm (缸体活塞均不分组)。超过极限时应分别检查活塞及汽缸体的磨损。

② 活塞裙部最大外径的测量，如图 3-84 所示，用千分尺 2 测量活塞 1 的裙部最大外径：对于 TU3 型发动机的活塞，标准值分为三组：A 组为 ϕ74.95～74.96mm，B 组为 ϕ74.96～ϕ74.97mm，C 组为 ϕ74.97～ϕ74.98mm；对于 TU5 型发动机的活塞，活塞不分组，标准值为 $\phi78.455^{+0.015}_{0}$mm。当活塞与缸体间隙超过使用极限时，应首先更换活塞；其次是搪缸换加大号活塞。

③ 汽缸体内孔内径的测量　如图 3-85 所示，用已调零的内径千分表 1 测量汽缸体 2 的内径，应测上中下及相互垂直的六个尺寸。对于 TU3 型发动机汽缸体内径标准值分为三组：Ⅰ组为 $\phi75^{+0.01}_{0}$mm，Ⅱ组为 $\phi75.01^{+0.01}_{0}$mm，Ⅲ组为 $\phi75.02^{+0.01}_{0}$mm；对于 TU5 型发动机汽缸体内径标准值为 $\phi78.5^{+0.018}_{0}$mm (不分组)。汽缸体圆度及锥度的使用极限均为 0.02mm。

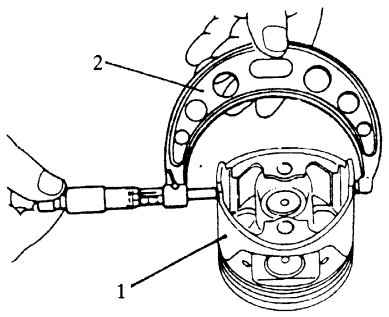


图 3-84　活塞裙部最大外径的测量
1. 活塞　2. 千分尺

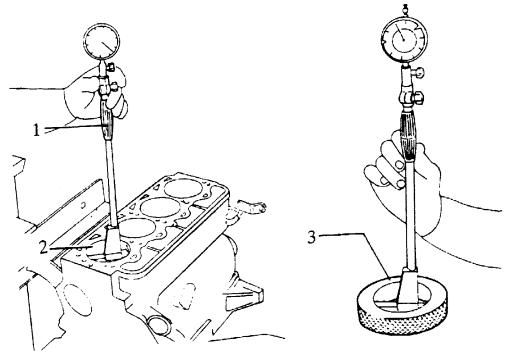


图 3-85　汽缸体内孔内径的测量
1. 内径千分表　2. 汽缸体　3. 内径标准环

④ 汽缸体的搪磨及更换，如图 3-86 所示，当活塞及汽缸体的间隙超过使用极限，可搪缸换加大号活塞(同时换加大号活塞环)。可加大的尺寸，对 TU3 型发动机汽缸体内孔可分为三组分别为：$\phi75.4^{+0.01}_{0}$mm，$\phi75.41^{+0.01}_{0}$mm，$\phi75.42^{+0.01}_{0}$mm；对于 TU5 型发动机汽缸体内孔(不分组)为 $\phi78.9^{+0.018}_{0}$mm。

对汽缸体进行搪、珩磨内表面时，只能使用珩磨油，不能使用发动机润滑油或煤油。珩磨时，为得到 50°～60°的网状花纹，(以利于贮存机油)，珩磨机转速应在 200～300r/min，再控制珩磨机每分钟上下的冲程数，珩磨头的圆周速度 $V_{圆周}$，与珩磨头的往复运动速度 $V_{往复}$ 的关系式为：$V_{往复} = \mathrm{tg}\dfrac{50°\sim60°}{2}\cdot V_{圆周}$，一般 $V_{圆周}$ 为 50～70m/min，$V_{往复}$ = 10～15m/min；然后在汽缸体孔的上缘倒角 0.5×30°；最后要用肥皂水和刷子清洗干净。当用白布擦拭时应无任何污痕，并涂上机油防锈。

测量缸体内径时，要在珩磨结束后约半小时，待温度降到常温时进行。珩磨后不允许抛光，以免网纹堵塞，降低缸体表面吸附机油的能力。

(4) 汽缸体上端面变形，产生泄漏。排除方法：检查汽缸体上端面的平面度，如图 3-87 所示，用直尺 1 和塞尺 2 检查汽缸体上端面的平面度，使用极限为 0.1mm。超过极限，应取出定位销，对汽缸体端面进行研磨；研磨平面后，应对汽缸上缘重新倒角，可用磨石进行加工。

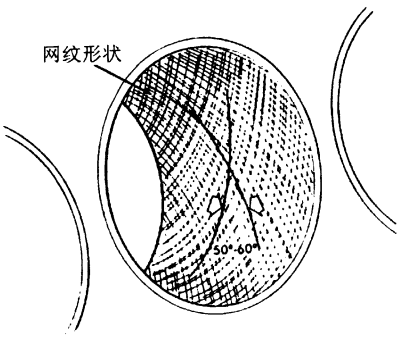


图 3-86　汽缸体的珩磨网状花纹

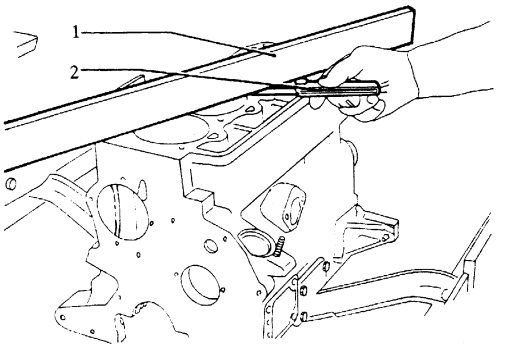


图 3-87　汽缸体上端面平面度的检查
1. 直尺　2. 塞尺

2. 主轴承处噪声太大

(1) 汽缸体与主轴承盖的紧固螺栓松动，产生噪声。排除方法按图 3-73 所示重新旋紧螺栓。

(2) 曲轴轴向间隙过大，产生噪声。排除方法按图 3-73 所示，测出轴向间隙，用止推轴瓦进行调整。

(3) 主轴承间隙过大，产生噪声。排除方法如下。

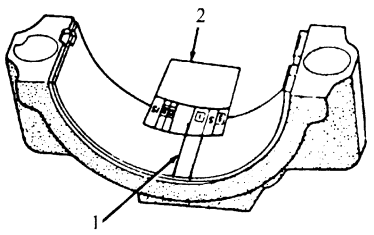


图 3-88　主轴承间隙的检查
1. 塑料测隙片　2. 塑料测隙量规

① 检查主轴承间隙，如图 3-88 所示，在主轴瓦与曲轴之间装上塑料测隙片 1，用螺栓紧固主轴承盖(力矩为 20N·m，再转过 49°)。再拆开，用塑料测隙量规 2 检查塑料测隙片的宽度，查出主轴瓦与曲轴之间的径向间隙，应在 0.032 ~ 0.060mm。使用极限为 0.10mm，超过使用极限，应更换主轴瓦，或将曲轴主轴径磨小，换加厚的主轴瓦。加厚的主轴瓦加厚尺寸规格有一种，即由原来的主轴瓦厚 1.829 ± 0.003mm 增厚为 1.979 ± 0.003mm，主轴颈应缩小至 $\phi 49.681_{-0.019}^{0}$mm (缩小 0.3mm)。

② 主轴颈和主轴承孔尺寸的测量，如图 3-89 所示，用千分尺 1 测量主轴颈 2 外径，标准值为 $\phi 49.981_{-0.019}^{0}$mm。按规定力矩旋紧主轴承盖螺栓 6 (力矩为 20N·m 再转过 49°)，用内径千分表 3 测量主轴承孔内径，标准值为 50.013 ~ 50.022mm。若主轴颈 2 磨损不大，也可以只更换合适厚度的主轴瓦。

(4) 曲轴弯曲，产生冲击噪声。排除方法是，检查曲轴的直线度，如图 3-90 所示，将曲轴 2 放在 V 形架 3 上，用百分表 1 测量曲轴的直线度，使用极限为 0.05mm。超过极限应更换曲轴。

3. 活塞连杆的噪声太大

(1) 连杆大头孔与曲轴连杆轴颈间隙过大，产生噪声，排除方法如下。

① 检查连杆轴瓦孔与曲轴连杆轴颈的间隙，如图 3-88 所示。在连杆盖轴瓦下方装上塑料测隙片 1，用螺栓紧固连杆盖(力矩 40N·m)。

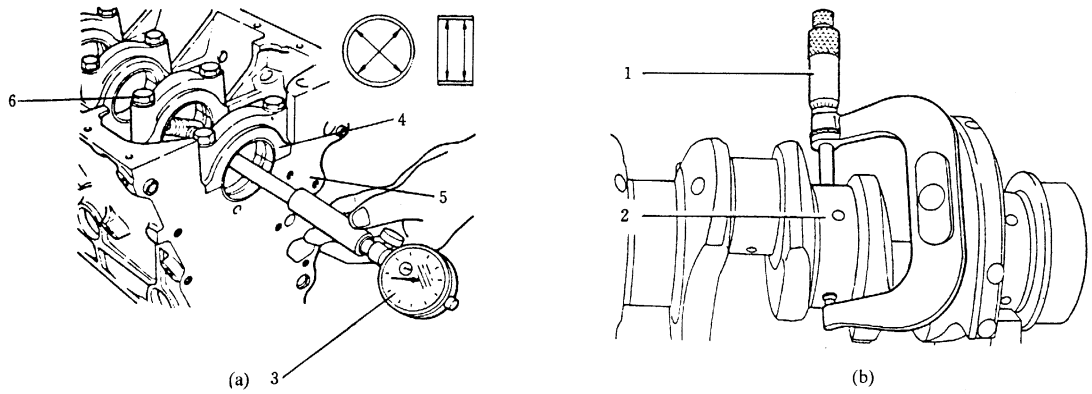


图 3-89　主轴颈和主轴承孔尺寸的测量

1. 千分尺　2. 主轴颈　3. 内径千分表　4. 主轴承盖　5. 汽缸体　6. 螺栓

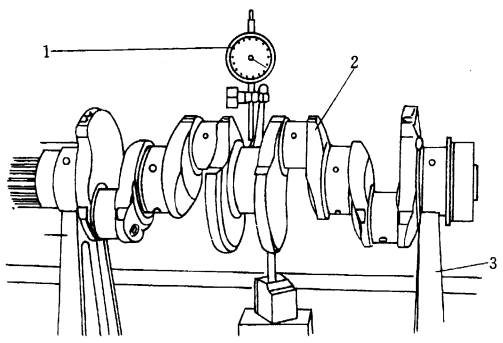


图 3-90　曲轴直线度的检查

1. 百分表　2. 曲轴　3. V 形架

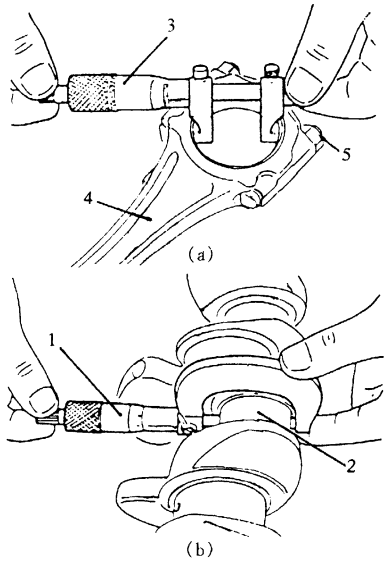


图 3-91　连杆轴颈及连杆瓦尺寸的测量

1. 千分尺　2. 连杆轴颈　3. 内径千分尺

4. 连杆　5. 连杆螺栓

再拆开连杆盖，用塑料测隙量规 2 测量塑料测隙片的宽度，从而得到连杆轴瓦孔与连杆轴颈的间隙，标准值为 0.024 ~ 0.068mm，使用极限为 0.11mm。超过极限时应磨小连杆轴颈，使用加厚尺寸的连杆瓦(加厚 0.159mm)，连杆轴瓦厚度由 1.817 ± 0.003mm 加厚至 1.976 ± 0.003mm；同时使用减小尺寸 0.318mm 的连杆轴颈尺寸为 $\phi 44.7^{-0.009}_{-0.025}$mm。

② 连杆轴颈及连杆瓦尺寸的测量，如图 3 - 91 所示，用千分尺 1 测量连杆轴颈 2 的外径，标准应为 $\phi 45^{-0.009}_{-0.025}$mm。在连杆 4 上装上连杆盖，旋上螺栓 5，力矩 40N·m。用内径千分尺 3 测量连杆大头连杆轴瓦内径，标准值应为 $\phi 48.655 \sim \phi 48.671$mm。若连杆轴颈 2 磨损不大，也可只更换合适厚度的连杆轴瓦。

(2) 连杆弯曲，使活塞偏斜，产生噪声。排除方法是：检查连杆大小头孔平行度，如图 3 - 92 所示，将连杆 1 的大端穿上芯轴，使连杆垂直的放在 V 形铁 2 上，用百分表 3，测量

连杆1小头芯轴两端的高度差，即为连杆大小头孔的平行度。在100mm上不应大于0.05mm。若超过时，必须更换连杆。

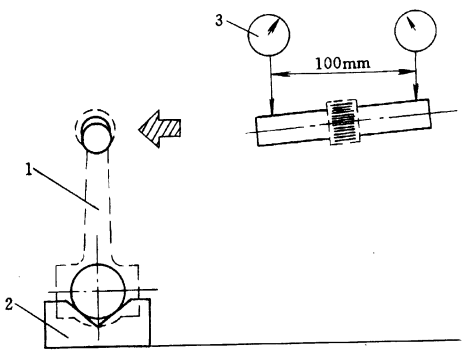


图3-92　连杆大小头孔平行度的检查

1. 连杆　2. V形铁　3. 百分表

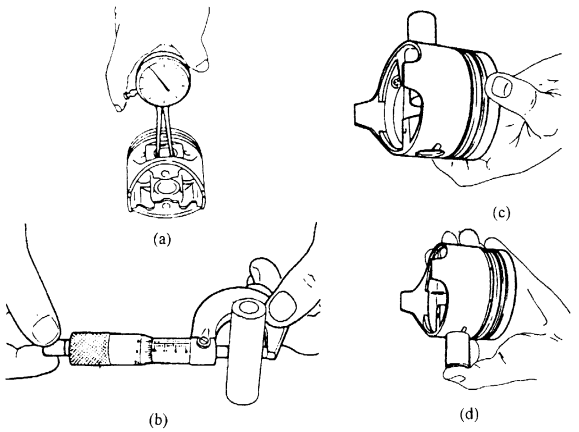


图3-93　活塞销与销孔尺寸的检查

(3) 活塞销与活塞销孔间隙太大，产生冲击噪声。排除方法是：检查活塞销与销孔的尺寸，如图3-93所示，用内径千分表测出活塞销孔内径。对于TU3型发动机：标准值分为三组：(1)组尺寸为：$\phi19.508^{+0.003}_{0}$mm，(2)组尺寸为：$\phi19.505^{+0.003}_{0}$mm，(3)组尺寸为：$\phi19.502^{+0.003}_{0}$mm；对于TU5型发动机活塞销孔不分组，标准值为$\phi19.502^{+0.009}_{0}$mm。再测出的活塞销外径。TU3型发动机活塞销标准值分为三组：蓝组尺寸为：$\phi19.498^{0}_{-0.003}$mm，白组尺寸为：$\phi19.495^{0}_{-0.003}$mm，红组尺寸为：$\phi19.492^{0}_{-0.003}$mm；TU5型发动机活塞销不分组，标准值为$\phi19.498^{0}_{-0.009}$mm。由此可以计算出活塞销与销孔配合间隙：TU3型发动机标准值应为0.01～0.016mm；TU5型发动机应为0.004～0.022mm。使用极限均为0.05mm。超过极限应首先更换活塞销。试装时：活塞销不应在销孔中自由下落，如图3-93(c)；但可在拇指的压力下在销孔内移动，如图3-93(d)，才为正确的配合。

(4) 活塞环与环槽侧隙过大，产生冲击噪声。排除方法是检查活塞环与环槽的侧隙，如图3-94所示，将环2放在活塞3环槽中，用塞尺1测量二者的侧隙，第一道活塞环与环槽的侧隙标准值为0.04～0.07mm，第二道为0.03～0.063mm，第三道油环为0.035～0.07mm。使用极限为0.15mm。超过极限根据活塞环的磨损，优先更换活塞环。

(5) 活塞与汽缸间隙过大，产生冲击噪声。排除方法是：检查活塞与汽缸体配合间隙；并更换磨损的活塞；或换加大号活塞，同时对汽缸体进行搪磨或更换，如图3-83所示。

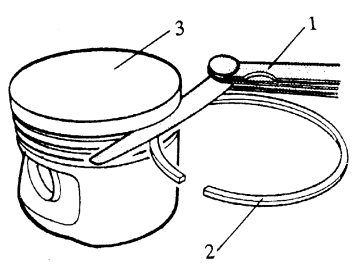


图3-94　活塞环与环槽侧隙的检查

1. 塞尺　2. 活塞环　3. 活塞

(6) 连杆螺栓松动，产生冲击噪声。排除方法是重新旋紧螺栓，如图3-75所示。

(二) 润滑系的故障排除

1. 机油压力过低，发动机运转时机油压力指示灯不熄灭

(1) 机油油面过低，导致机油压力过低。排除方法是：从发动机注油口补充机油，机油的牌号应按气温的不同选

取，参看第二章发动机保养项目的叙述。

（2）机油传感器损坏，导致机油压力指示灯不灭。排除方法是：接通点火开关，此时机油压力指示灯应点亮。当拆下机油压力传感器插座引线时，机油压力指示灯可以熄灭，而发动机运转时机油压力指示灯不熄灭，表示机油压力传感器可能损坏。也可用电阻表直接测量机油压力传感器的电阻，如图 3-95 所示，机油压力传感器的插座与安装螺纹之间电阻：正常时，电阻应为 0，否则表示压力传感器损坏(断路)；当顶开机油压力传感器的中心电极时，电阻应为∞，否则表示压力传感器损坏(短路)。

（3）机油使用牌号不对，黏度太低，造成油压过低。排除方法是更换合适黏度的机油。

（4）机油泵限压阀柱塞卡住，使机油泵出油口产生泄漏，使油压下降。排除方法是：检查限压阀柱塞，如图 3-96 所示，拆下机油泵盖 1；取出限压阀弹簧 2 和柱塞 3，检查柱塞 3 能否在孔内滑动自如。否则应加以修复。

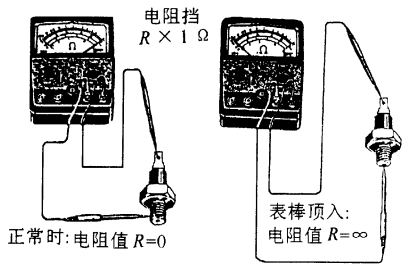


图 3-95　机油压力传感器的检查

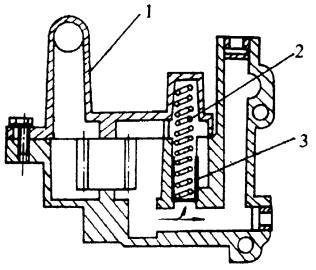


图 3-96　机油泵限压阀柱塞的检查

1. 机油泵盖　2. 限压阀弹簧　3. 限压阀柱塞

（5）机油泵磨损，使油泵间隙变大，使油压降低。排除方法是：检查机油泵间隙，如图 3-97 所示，用塞尺 1 和直尺 2 检查机油泵从动齿轮 3 和主动齿轮 4 与机油泵体 5 端面的端隙，标准值为 0.065mm，使用极限为 0.2mm。用塞尺 1 检查机油泵齿轮 3 和 4 之间的啮合侧隙，标准值为 0.15～0.25mm，使用极限为 0.35mm。用塞尺 1 检查机油泵齿轮 3 和 4 与机油泵体 5 之间的径向间隙，标准值为 0.05～0.1mm，使用极限为 0.2mm。超过极限应更换机油泵齿轮。

（6）曲轴主轴承、连杆轴承或凸轮轴承间隙过大，造成泄漏，使机油压力下降。排除方法是：更换凸轮轴；更换主轴承瓦和连杆轴承瓦。

2. 机油压力过高

（1）机油黏度太大，造成机油压力升高。排除方法是更换黏度适当的机油，参看第二章发动机保养项目的叙述。

（2）机油泵限压阀柱塞卡死或调整不当，造成机油压力升高。排除方法是：进行机油限压阀压力调整试验，如图 3－98 所示，拆下机油压力传感器，装上压力表 4，启动发动机，使发动机机油温度达到 90℃。当怠速时，机油压力应达到 50kPa；当发动机转速达到 1000r/min 时，机油压力应达到 200kPa；在额定转速 4000r/min 时，机油压力应达到 400kPa。否则应拆下限压阀弹簧进行弹力检查。必要时，可在弹簧端用调整垫进行调整。

3. 机油泵噪声过大

（1）机油泵传动链条磨损，如图 3-99 所示，机油泵传动链条磨损后伸长，使链条抖动产生噪声。排除方法：检查链条及链轮的磨损。链条的磨损，可用卡尺测量20节链条节距

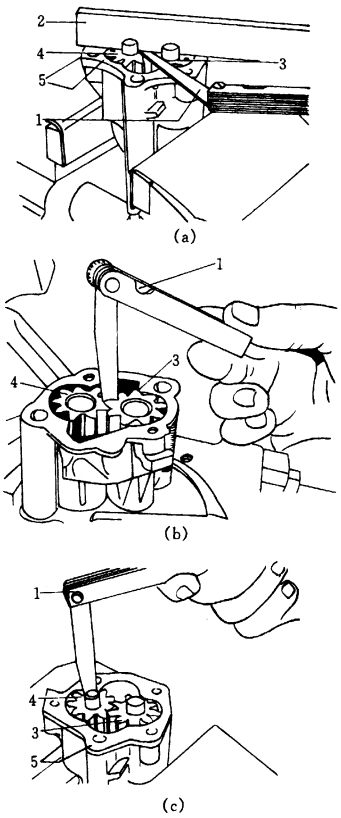


图 3-97　机油泵间隙的检查

1. 塞尺　2. 直尺　3. 机油泵从动齿轮
4. 机油泵主动齿轮　5. 机油泵体

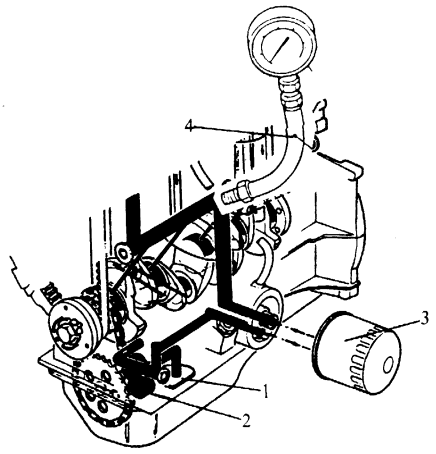


图 3-98　机油泵限压阀压力调整试验

1. 机油集滤器　2. 机油泵　3. 机油滤清器　4. 压力表

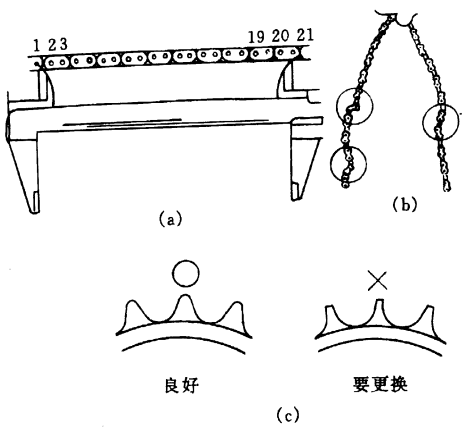


图 3-99　机油泵传动链条的检查

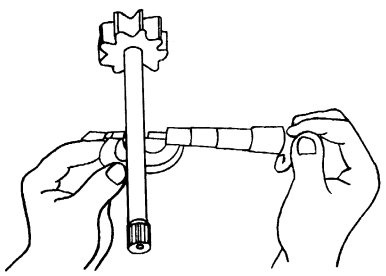


图 3-100　检查机油泵轴与孔的间隙

的长度，若比标准 20 节节距的长度增加 2%，此链条即不可使用。若发现链条打结，不能自由伸张时，也不能使用。若链轮磨损严重时，会加速链条的磨损，因此链轮磨损后也应及时更换。

（2）机油泵轴与孔的间隙过大，产生噪声。排除方法：检查机油泵轴与孔的间隙，如图 3-100 所示，检查机油泵轴的外径及机油泵安装孔的内径。计算出其配合间隙，标准值应在 0.03～0.05mm。使用极限为 0.10mm。超过极限应优先更换机油泵轴。

第四章　燃油供给系与点火系的构造、拆装及故障排除

第一节　TU3 发动机燃油供给系的构造、拆装及故障排除

一、TU3 发动机燃油供给系的构造

（一）TU3 发动机燃油供给系的组成

如图 4-1 所示，TU3 发动机燃油供给系包括燃油箱 7、汽油滤清器 1、汽油泵 3、防汽化装置 2 和化油器 9。

汽油从燃油箱 7 经油管 8、汽油滤清器 1 进入汽油泵 3，再从汽油泵 3 泵出，经油管 5 进入防汽化装置 2，一方面汽油蒸气从油管 4 回到燃油箱 7，一方面经除气后的汽油经油管 6 进入化油器 9。

（二）燃油箱的构造与工作原理

如图 4-2 所示，燃油箱用聚乙烯制成，容量为 58L。其外形很不规则，这是为了最大限度地利用整车总布置所剩空间。使用杆式汽油表传感器 12，在传感器 12 上装有回油管 14 和出油管 15。汽油表传感器 12 的浮子将油面的高度信号，经变阻器变为电流信号送到仪表板上的燃油表，指示油面的高度。

燃油箱上装有通气阀 5、防翻车燃油漏泄阀 8、防燃油溢出阀 1。

当燃油箱盖 6 关闭时，使通气阀 5 打开，燃油箱内的空气，一方面从大通气管 10 和小通气管 2 跑出；一方面通过通气阀 5，经通气管 9 与大气相通，以保持燃油箱内的正常压力。

当燃油箱盖 6 打开注入燃油时，通气阀 5 关闭；使燃油箱上部 4 保存一定体积的可膨胀气体，在加注时空气起到缓冲作用。当车身侧倾一定角度时，为防止燃油从通气管 9 溢出，防翻车燃油漏泄阀 8 自动关闭。

因下雨或冲洗车辆而流入加注口周围的水，经排水管 7 排出。

为防止燃油从注油管 3 溢出，在注油管 3 上设置了防燃油溢出阀 1，用钢球增加注油管 3 内的平衡压力，防止燃油从注油管溢出。

（三）汽油滤清器的构造

如图4-3所示，汽油滤清器为塑料壳整体式，一次性使用。滤芯为纸质，滤清限度为

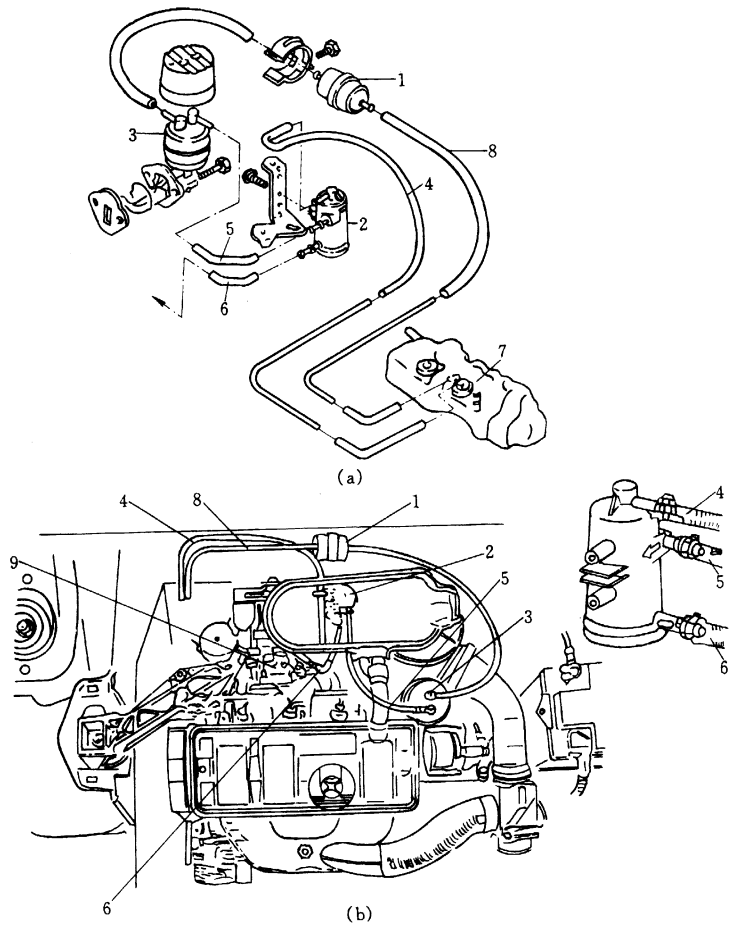


图 4-1　TU3 发动机燃油供给系的组成

1. 汽油滤清器　2. 防汽化装置　3. 汽油泵　4. 油箱排气回路油管　5. 汽油泵出口油管
6. 箭头指向化油器油管　7. 燃油箱　8. 油管　9. 化油器

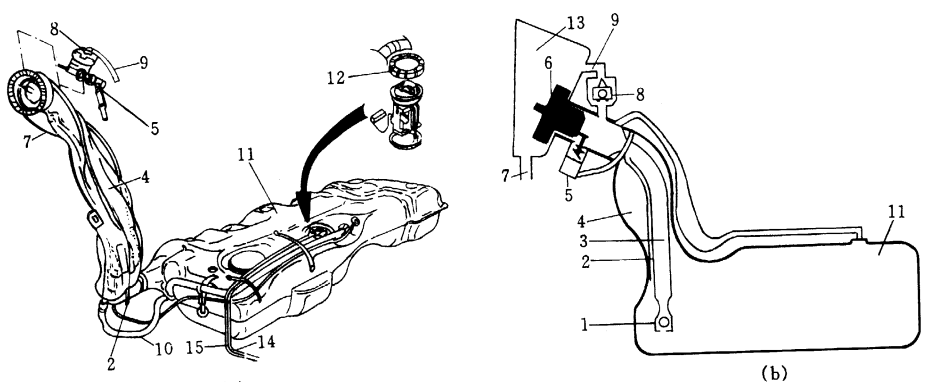


图 4-2　燃油箱的构造与工作原理

1. 防燃油溢出阀　2. 小通气管　3. 注油管　4. 燃油箱上部　5. 通气阀　6. 燃油箱盖
7. 排水管　8. 防翻车燃油漏泄阀　9. 通气管　10. 大通气管　11. 燃油箱　12. 汽油表传感器
13. 加油口　14. 回油管　15. 出油管

8～10μm。串联在汽油箱到汽油泵的管路上。每隔 80000km 应予更换。安装时，应注意进出口的标记箭头。

（四）汽油泵的构造

如图 4-4 所示，汽油泵为机械驱动膜片式自动调节汽油泵，带有聚氯乙烯蜂窝状橡胶垫保护层，由凸轮轴后端的偏心轮驱动。汽油泵商标号为 SOFABEX，汽油输出压力为 0.25～0.325MPa。

手柄推动隔膜(膜片)上下运动；当膜片向下运动时：排油阀关闭，进油阀打开，实现进油过程。当膜片向上运动时：进油阀关闭，排油阀 6 打开，实现排油过程。因为进油阀与排油阀均为单向阀，进排油过程便自动完成。

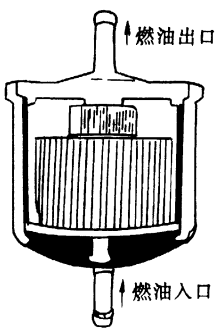


图 4-3　汽油滤清器的构造

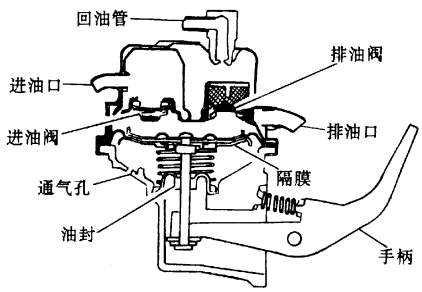


图 4-4　汽油泵的构造

（五）防汽化装置的构造

如图 4-5 所示，防汽化装置装在汽油泵与化油器之间，燃油从进油口 1 进入防汽化装置 2 的内腔，经过滤网 4 从出油管 3 流向化油器。燃油蒸汽和多余的燃油从出油管 5 流回燃油箱，避免了化油器产生气阻现象。同时还使汽油泵的脉动压力，变为较稳定的压力，使化油器浮子室的液面更加稳定。

（六）化油器的构造与工作原理

TU3 型发动机可配用两种型号的化油器。一种是意大利产品，型号为 WEBER34TLP3，为单腔下吸式双重喉管化油器。另一种是世界著名的 SOLEX（索莱克斯）化油器，型号为 SOLEX32/34Z2，标记为 528，为双腔分动下吸式双重喉管化油器。

1. WEBER34TLP3 化油器的构造，如图 4-6 所示，化油器分上、中、下三体，均由锌合金压铸加工而成。上体布置有进油系、启动系、主油系、怠速油量孔 8、怠速空气量孔 9、32、小喉管 12 和高速喷嘴 15 等；中体上布置了膜片式加速泵 27、真空省油器 39、大喉管 11 和浮子室等；由于主要进油系布置在上体，使上体的结构较为复杂。而中体相对简单。由于浮子室的几

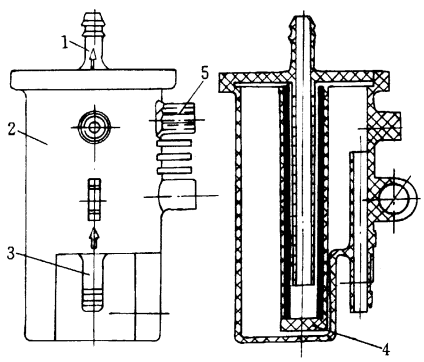


图 4-5　防汽化装置的构造
1. 进油口　2. 防汽化装置　3. 出油管
4. 滤网　5. 出油管

何形状较复杂，因而浮子的结构也相应复杂，这给制造工艺造成了一定困难。化油器下体高度仅 20mm，除装有节气门 33 及操纵机构外，还有怠速调节螺钉 38、电磁阀 37、各种取气管和热水管等。总之，该化油器结构紧凑、体积小，可满足轿车的总体布置。

为了提高化油器的耐热性，在中、下体 24、30 连接处装有隔热垫。由于化油器下体 30 材料为锌合金，容易导热，如果没有隔热垫，浮子室温度升高，会使化油器产生热渗。下体 30 还布置了热水管(利用发动机冷却水温)，用以防止化油器结冰现象的发生。化油器结冰的主要原因是汽油的挥发性，因汽油在汽化过程中要吸收热量，在一定的温度和条件下就可能产生结冰现象。

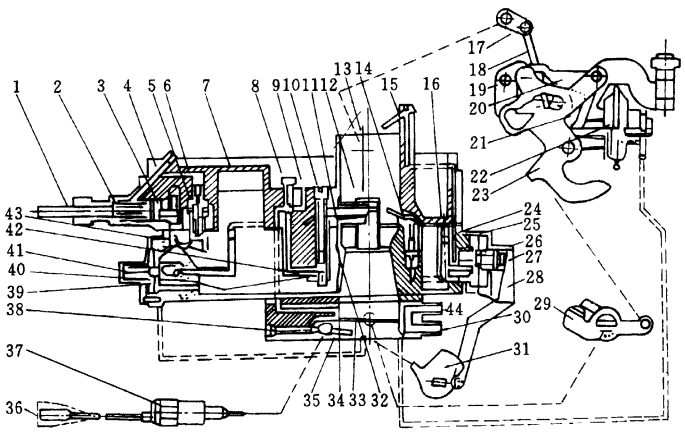


图 4-6　WEBER34TLP3 化油器的构造

1. 进油管　2. 滤网　3. 螺塞　4. 上体　5. 进油针阀本体　6. 进油阀针总成　7. 平衡孔
8. 怠速油量孔总成　9. 第一怠速空气量孔　10. 主空气量孔及泡沫管　11. 大喉管　12. 小喉管
13. 阻风门　14. 加速喷嘴总成　15. 高速喷嘴总成　16. 钢球　17. 阻风门摇臂　18. 拉杆
19. 完爆器支架　20. 完爆器摇臂总成　21. 阻风门过渡摇臂　22. 完爆器总成　23. 阻风门操纵臂
24. 中体　25. 回油孔　26. 加速泵外壳　27. 加速泵总成　28. 加速泵摇臂　29. 快怠速摇臂
30. 下体　31. 加速泵操纵片　32. 第二怠速空气量孔　33. 节气门　34. 过渡孔　35. 怠速喷嘴
36. 接头　37. 电磁阀　38. 怠速调节螺钉　39. 真空省油器　40. 浮子
41. 真空省油器阀　42. 主量孔　43. 浮子支架　44. 发动机冷却水

2．WEBER34TLP3 化油器的工作原理

(1) 进油系的工作原理，如图 4-7 所示，由进油管 1、滤网 2、螺塞 3、进油针阀本体 5、进油阀针总成 6、浮子 7 和浮子支架 8 组成。进油针阀本体 5 和进油阀针 6 均为黄铜制作；进油阀针 6 内有缓冲弹簧，可起减震作用，防止因汽车震动而造成的呛油。进油针阀本体 5 和进油阀针 6 为可拆式，便于维修。但应配对使用，以保证密封。

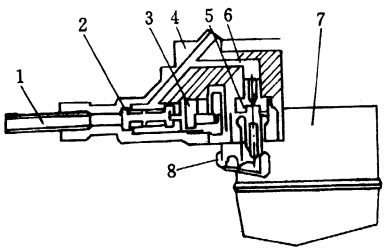


图 4-7　进油系的工作原理

1. 进油管　2. 滤网　3. 螺塞　4. 上体　5. 进油针阀本体　6. 进油阀针总成　7. 浮子　8. 浮子支架

燃油从进油管 1 经滤网 2 从进油针阀本体 5 和进油针阀 6 之间，进入浮子室，使浮子 7 上浮，当液面达到一定高度，进油针阀 6 关闭与进油针阀 5 的通道，使浮子室液面保持在稳定的高度上。

该化油器没有油面观察孔，油面在出厂时调整好，外部不可调整。浮子室内的压力平衡为内部通风式，在

上体上平面有两个平衡小孔。以保持与大气相通。

（2）主供油系的工作原理，如图 4-8 所示，主供油系的腔体由进气口 9、喉管 7、8 和混合室 1 等组成。该化油器采用双重喉管。大喉管 7 直接在中体上压铸出来，小喉管 8 安装在上体，由纸垫密封，弹簧卡圈压紧。

主供油系组成包括主量孔 4、主空气量孔 6、泡沫管 5、主喷嘴等，这些零件均布置在上体。主量孔 4 的布置较为特殊，一般都布置在中体上水平或倾斜一定角度，但该化油器在上体上作垂直布置，这样，一方面可以减少主油道的阻力，汽油在主油道内可以减少弯路而直接到主油井；另一方面，可以有效地防止主油道内滞留汽油产生蒸气泡，引起气阻，严重时将使化油器供油量时多时少，使发动机运转不稳。

泡沫管 5 和主空气量孔 6 是分开的。靠主空气量孔 6 将泡沫管 5 压紧在主油井内的台阶孔上。泡沫管 5 上共有 14 个泡沫孔，其中 8 个孔径为 ϕ1.4mm，6 个孔径为 ϕ0.9mm。大孔布置在上部，小孔在下部。第一排泡沫孔的位置高出标准油面约 4mm，使主油系一参加工作即有空气进行补偿作用。并使燃油乳化。

从主量孔 4 出来的燃油，经泡沫管 5 乳化后，与从主空气量孔 6 进入的空气混合后变成雾状的燃油，由主喷嘴进入小喉管 8。再次与从大小喉管 7、8 进入的空气，再进一步混合，变成颗粒更小的燃气，以便于更好的燃烧。

（3）启动系的工作原理，如图 4-9 所示，启动系采用半自动阻风门结构。主要由完爆器 3 和快怠速机构组成。当发动机冷启动时，拉上阻风门操纵臂 1，通过弹簧、阻风门拉钩 7、阻风门过渡摇臂 4 关闭阻风门 8 随着发动机启动转速的上升，进气歧管真空度逐步加大，通过取气管使真空作用到完爆器 3 的膜片上，带动完爆器摇臂 5 将阻风门拉钩 7 压下，使阻风门 8 开启到合适角度；供应合理的燃油混合气(即完爆开度)。在拉上阻风门操纵臂 1 时，由快怠速摇臂 2 将节气门打开到快怠速开度，此时发动机处于快怠速状态，以缩短暖机时间。启动系操纵机构设置比较复杂，因而要求加工精度较高，同时也给装配、调整带来一定困难。这些操纵件的相对滑动部分装有塑料滚轮，以减小摩擦阻力。

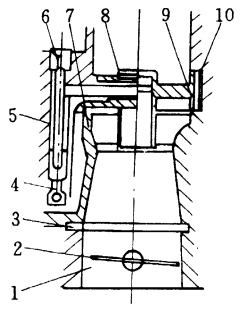


图 4-8　主供油系的工作原理

1. 混合室　2. 节气门　3. 隔热垫　4. 主量孔　5. 泡沫管　6. 主空气量孔　7. 大喉管　8. 小喉管　9. 上体进气口　10. 弹簧卡子

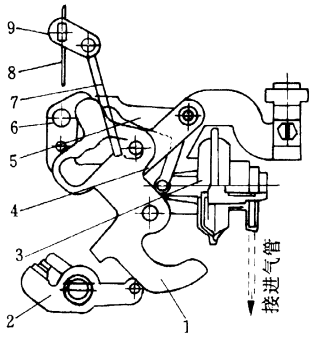


图 4-9　启动系的工作原理

1. 阻风门操纵臂　2. 快怠速摇臂　3. 完爆器总成　4. 阻风门过渡摇臂　5. 完爆器摇臂　6. 支架　7. 阻风门拉钩　8. 阻风门　9. 阻风门摇臂

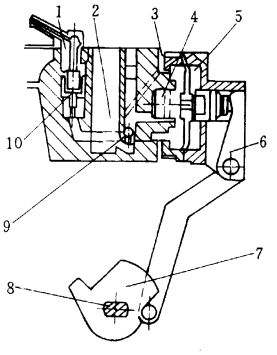


图 4-10　加速系的工作原理

1. 加速喷嘴　2. 浮子室　3. 回油孔　4. 回位弹簧　5. 加速泵膜片总成　6. 加速泵摇臂　7. 加速泵操纵片　8. 节气门轴　9. 钢球　10. 单向阀片

（4）加速系的工作原理，如图 4-10 所示，该化油器采用膜片式加速泵。当节气门开启时，安装在节气门轴 8 上的加速泵操纵片 7 推动加速泵摇臂 6，将加速泵膜片 5 压下；汽油

通过油道推开加速喷嘴 1 中的单向阀片喷入腔体，起加速供油作用。在加速泵膜片 5 上，设有缓冲弹簧。当急开节气门时，缓冲弹簧首先受到压缩，然后再推动膜片，这样可以使泵油时间延长，改善加速性能。加速泵进油单向阀为钢珠式，出油阀为橡胶阀片。

在加速泵油腔的上方设有一个直径约为 ϕ0.2mm 的小孔，其作用有两个：一是用于排气，二是用作回油。浮子室进油时，由于加速泵的油腔内有空气，出油孔又较低，如果没有排气孔，空气将无法排出油腔，汽油充不满油腔，影响泵油量和加速性能。设有排气孔后，就避免了上述问题的发生。当节气门缓慢开启时，不希望加速泵喷油，此时因汽油压力低，顶不开出油阀，腔内的汽油便通过回油孔 3 流回到浮子室 2。在正常加速时，也有部分汽油经回油孔 3 流向浮子室 2，但因孔径较小，回流的汽油较少，大部分汽油还是由加速喷嘴喷出，不会影响泵油量。

(5) 省油系的工作原理，如图 4-11 所示，该化油器有两种省油器：真空省油器和流量省油器。

真空省油器为膜片式。当进气歧管内的真空度降到一定值时，膜片总成 1 上的推杆将省油器单向阀 2 打开，汽油经单向阀 2、省油器量孔 3 进到主油井，起到功率加浓作用。这种膜片式真空省油器和活塞式真空省油器相比，密封性较好，但对橡胶片耐油性要求较高。

流量省油器是针对真空省油器难以满足，同时兼顾高速和低速的工况要求而设置的。当发动机全负荷高速运转时，空气流量较大，设置在化油器进口上方的高速喷嘴 6 处形成一定的真空度，汽油经流量省油器出油量孔 7，经高速喷嘴 6 喷出，额外补偿一部分汽油。喷嘴 6 出油时间的早晚，可通过改变高速喷嘴上方的空气量孔 5 大小来控制；供油量由流量省油器出油量孔 7 决定。

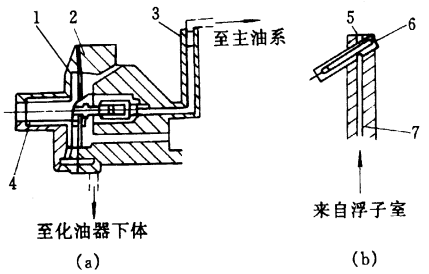


图 4-11　省油系的工作原理

(a) 膜片式真空省油器　(b) 高速出油喷嘴

1. 省油器膜片　2. 单向阀　3. 省油器量孔　4. 省油器弹簧　5. 空气量孔　6. 高速喷嘴　7. 高速出油量孔

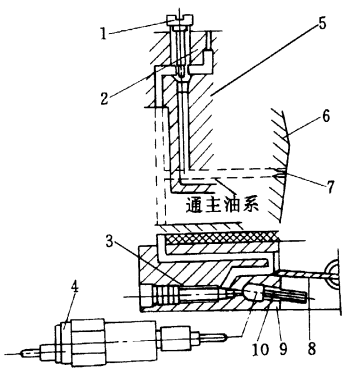


图 4-12　怠速系的工作原理

1. 怠速油量孔　2. 第一怠速空气量孔　3. 怠速调节螺钉　4. 电磁阀　5. 上体　6. 大喉管　7. 第二怠速空气量孔　8. 节气门　9. 过渡孔　10. 怠速喷嘴

(6) 怠速系的工作原理，如图 4-12 所示。它由怠速油量孔 1、第一怠速空气量孔 2、第二怠速空气量孔 7、过渡孔 9、怠速调节螺钉 3、电磁阀 4 和怠速喷嘴 10 等组成，为非独立式(即怠速系和主油系相互之间相通，从怠速出油口喷出的汽油是经过主量孔的；怠速出油口和主喷口相对于主量孔而言是一种并联的关系)。第一怠速空气量孔 2 直接压在上体上；第二怠速空气量孔 7 在大喉管喉带下方，其目的是为了当空气流量大时，提高怠速油道中的真空度，以防止怠速反流。怠速系设置有电磁阀 4 即怠速电磁截止阀，使得车辆在下坡滑行

时，切断怠速油道，能节省燃料，并减少排放污染。

3．SOLEX32/34Z2 化油器的构造，如图 4-13 所示。该化油器为双腔分动下吸式双重喉管化油器。该化油器由上体和本体两大部分组成。上体布置有进油系、启动系、怠速油量孔 3、怠速空气量孔 27、高速喷嘴和主副腔用空气量孔 4、5 等；本体上布置有主油系、怠速系、加速系、真空省油器针阀、大喉管、小喉管、浮子室和节气门操纵机构等。主腔节气门上方布置有真空点火提前装置真空孔 39。进油是用针阀浮子机构来完成的。浮子室采用平衡通气方式。主腔设有主供油系、怠速油系、加速油系和真空加浓装置。副腔有主供油系、过渡油系、加速油系和高速加浓油系。该化油器采用主腔小、副腔大的结构型式。双重喉管的大喉管直接从本体上压铸而成。主、副腔小喉管均采用过盈配合方式压入化油器本体主油井上方。

为防止化油器结冰，在混合气调节螺钉 22 附近的化油器凸缘处设有电加热装置 23，当温度低于 25℃时，开始通电加热，当温度达到 120℃时，停止加热。使用温度为 40～120℃。

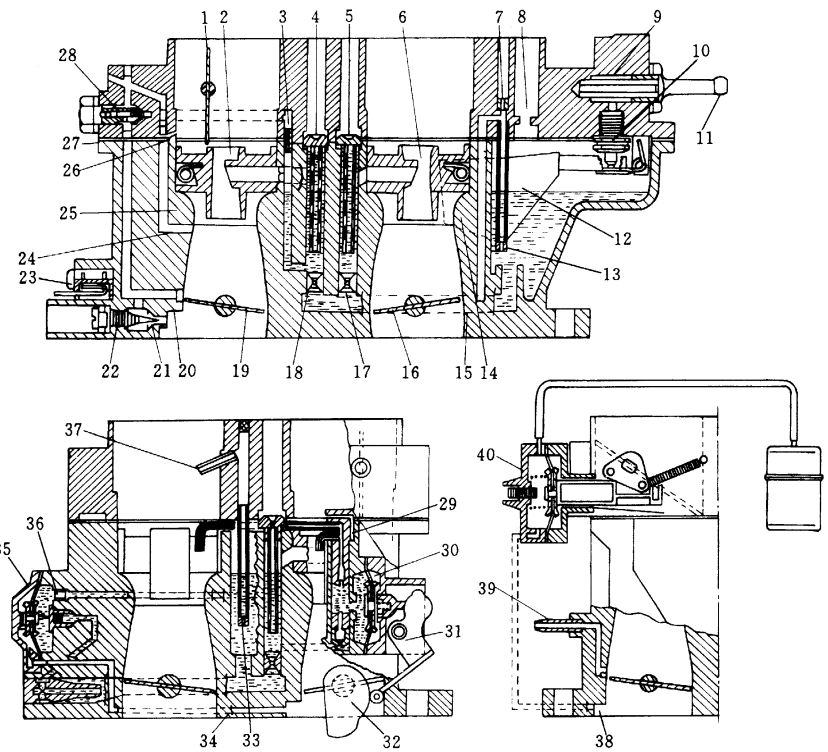


图 4-13　SOLEX32/34Z2 化油器的构造

1. 阻风门　2. 主腔主喷口　3. 怠速油量孔　4. 主腔主供油系空气量孔和泡沫管　5. 副腔主供油系空气量孔和泡沫管　6. 副腔主喷口　7. 副腔过渡空气量孔　8. 浮子室平衡孔　9. 进油滤网　10. 进油针阀　11. 进油管接头　12. 浮子　13. 副腔过渡孔　14. 副腔大喉管　15. 副腔过渡喷口　16. 副腔节气门　17. 副腔主油系量孔　18. 主腔主油系量孔　19. 主腔节气门　20. 怠速过渡喷口　21. 怠速喷口　22. 混合气调节螺钉　23. 加热装置　24. 怠速第二空气量孔　25. 主腔大喉管　26. 怠速第一空气量孔　27. 怠速空气量孔　28. 怠速截止阀　29. 加速油管　30. 加速泵　31. 加速泵摇臂　32. 加速泵凸轮　33. 副腔高速加浓量孔　34. 主腔加浓真空孔　35. 主腔加浓装置　36. 主腔加浓量孔　37. 副腔高速加浓喷口　38. 防淹机构真空孔　39. 真空点火提前装置真空孔　40. 防淹装置

4．SOLEX32/34Z2 化油器的工作原理

(1) 进油系的工作原理，如图 4-13 所示，进油系由浮子室、针阀 10、浮子 12、进油管接头 11、滤网 9 和平衡孔 8 组成，浮子 12 根据油面高度控制针阀 10 的导通和关闭，使浮子室的油量保持在规定的高度。

如图 4-14 所示，在浮子室上部还装有温控阀为一控制浮子室燃油蒸气量机构。在发动机工作停止时，发动机舱内温度迅速上升，化油器浮子室内产生大量燃油蒸气，并通过化油器内油道而充满发动机进气管。在这种情况下再启动发动机时，由于混合气过浓，使启动性能变坏，同时启动后怠速状况不稳定。

为解决这个问题，在化油器浮子室上装备有一电磁阀，控制燃油蒸气的排放：

① 当发动机停止运转时，电磁阀关闭通空滤器的孔，打开通大气的孔；

② 当发动机运转时，关闭通大气的孔，同时打开通空滤器的孔；

③ 在通大气的管上有一温控阀，控制通大气孔的开启时间。温控阀在发动机舱内温度降至 40℃时即关闭。

(2) 启动系的工作原理，如图 4-15 所示，启动系为手动阻风门带有防淹完爆器。主要由阻风门 1、完爆器 3 及快怠速机构组成。阻风门轴 4 偏离腔体轴线在进气口内偏置；阻风门轴 4 通过弹簧 2 与阻风门臂 7 联动。拉动阻风门臂 7，通过弹簧 2 的力量可将阻风门 1 关闭。当启动机带动发动机运转时，由于阻风门 1 关闭，进气真空度很大，此时主油系和怠速油系均能出油；发动机转速瞬间升高，进气管真空度进一步加大，此时在完爆器 3 的作用下，可将阻风门 1 打开一个角度，以利完爆。该完爆器 3 (或称防淹机构)安装在外部，通过拉杆 5 与阻风门轴 4 相连。真空度自进气歧管 6 传入膜片室，随着转速上升，真空度也加大，膜片 8 被吸向左方，带动拉杆 5 转动阻风门轴 4，使阻风门 1 打开一个与进气歧管真空度成比例的开度，以调节混合气的浓度，改善发动机的燃烧条件，以防供油过浓，将火花塞淹死。

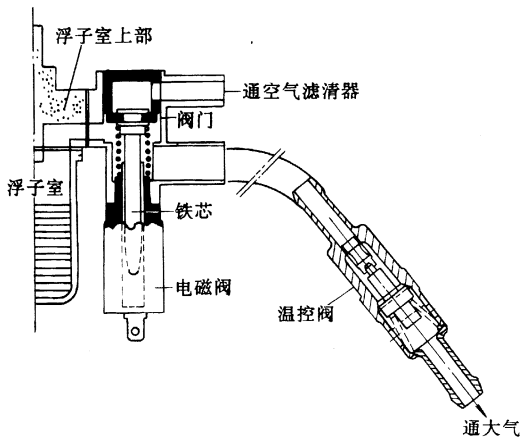


图 4-14　温控阀控制浮子室燃油蒸气量机构的构造

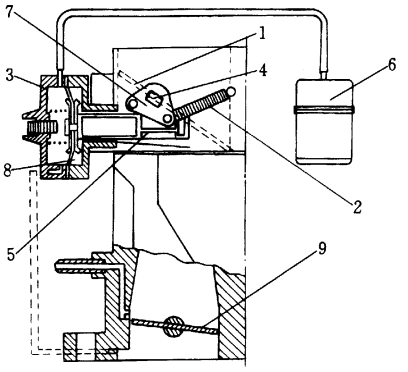


图 4-15　启动系的工作原理

1. 阻风门　2. 弹簧　3. 完爆器(防淹机构)
4. 阻风门轴　5. 完爆器拉杆　6. 进气歧管
7. 阻风门臂　8. 完爆器膜片　9. 主腔节气门

(3) 怠速系的工作原理，如图 4-16 所示，怠速系采用：汽油自主油系通路分支出来后，流向怠速油量孔的非独立式怠速系统。主要由主腔怠速油量孔 4、第一怠速空气量孔 6、第二怠速空气量孔 7、主腔怠速喷口 17、主腔怠速过渡孔 16 及怠速调节螺钉 12 等组成的主腔

怠速系和副腔过渡油量孔 18、副腔过渡孔 19、副腔过渡取气管及副腔过渡空气量孔 14 组成的副腔过渡系两部分组成。

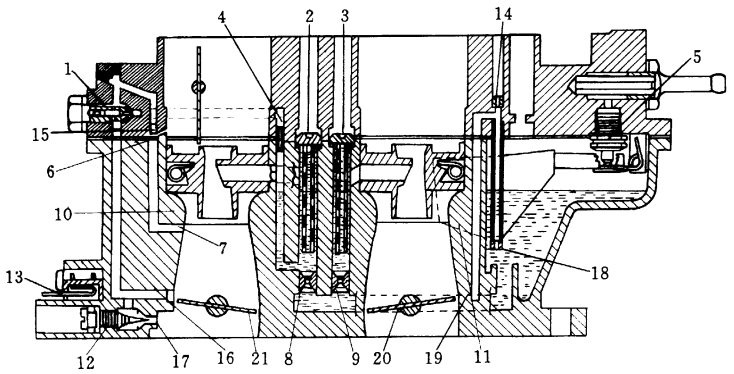


图 4-16　怠速系的工作原理

1. 怠速截止阀　2. 主腔主空气量孔及泡沫管　3. 副腔主空气量孔及泡沫管　4. 怠速油量孔　5. 浮子针阀
6. 怠速第一空气量孔　7. 怠速第二空气量孔　8. 主腔主量孔　9. 副腔主量孔　10. 主腔大喉管
11. 副腔大喉管　12. 怠速调整螺钉　13. 加热装置　14. 副腔过渡空气量孔　15. 怠速空气量孔
16. 怠速过渡孔　17. 怠速喷口　18. 副腔过渡油量孔　19. 副腔过渡孔　20. 副腔节气门　21. 主腔节气门

主腔第一怠速空气量孔 6 直接压在上体上，第二怠速空气量孔 7 在大喉管 10 带下方；其目的是为了当空气流量大时，提高怠速油道中的真空度，以防止怠速反流。怠速反流是非独立式怠速系统容易出现的现象。怠速反流即在中等负荷和大负荷工况下，随着节气门的开大，当进气量超过某个数值后，主喷口处真空度已远远超过了怠速出油口处的真空度，此时，怠速油道中的汽油完全被吸入主油井中，而且空气也被吸入主油系中，使得主油系供油减少，造成混合气减稀而影响发动机功率的发挥。另一方面，当节气门由全负荷突然变为怠速时，怠速油道中流动的汽油又反向折回；怠速供油产生短暂滞后，直到汽油再次充满油道为止。这样，可能使发动机在运转中出现抖动和导致减速、排污增加。目前，大多数化油器采取加装省油器的方法对反流现象造成的过稀供油进行补偿，但这种结构却不能解决上述的减速问题。采用在大喉管 10 带下方布置第二怠速空气量孔 7 后，怠速油道中从主油道和怠速油道交会处到怠速第二空气量孔 7 的区域内，流体不再转向。所以在中等负荷和大负荷工况下，由怠速第二空气量孔 7 至主油系油路的怠速反流被消除了，怠速反流造成的空气过渡补偿也被消除了。因此，混合气不会变稀。当进气量超过某个数值后，大喉管 10 带处(怠速第二空气量孔 7 位于此处)真空度已达到一定的数值；由怠速油量孔 4 吸入的汽油便和来自怠速第一空气量孔 6、怠速过渡孔 16 及怠速喷口 17 的空气混合后，从怠速第二空气量孔 7 喷入化油器混合室内。从这一进气量开始，怠速第二空气量孔 7 就不再供给怠速油道空气，而是向化油器混合室供给乳化了的汽油和空气的混合物；使混合气成分得到加浓，在一定程度上起到了省油作用。而且，由于怠速反流被消除后，当节气门由大负荷突然变到怠速位置时，汽油只需充满第二空气量孔 7 到怠速喷口 17 之间的油道即可恢复正常怠速工况。

当主腔节气门 21 位于怠速过渡孔 16 上方时，怠速喷口 17 和怠速过渡孔 16 都处于负压区，怠速喷口 17 和怠速过渡孔 16 都向腔室喷油，实现发动机转速由低到高的过渡。

怠速截止阀 1 由点火开关控制，点火开关关闭后，截止阀 1 处于关闭状态，切断怠速油道防止虹吸作用。

怠速系还设置有配合空调工况的快怠速机构，如图 4-17 所示。打开空调开关时由电磁阀控制快怠速机构将发动机转速提高到 950r/min，以便增加发动机的输出功率。其工作原理是：当打开空调制冷时：电磁阀接通，使节气门开度控制器接通负压；通过控制杆和杠杆，使节气门自动打开一点；使怠速提高了转速。以避免当使用空调制冷时，不致因带动压缩机，使怠速不稳而熄火。

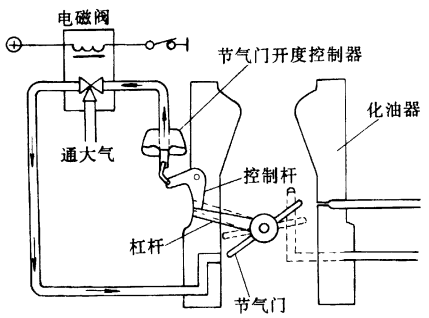


图 4-17　快怠速机构的工作原理

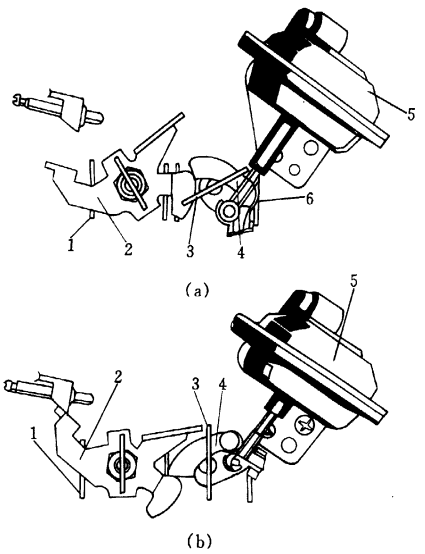


图 4-18　副腔节气门的分动工作原理

1. 主腔节气门　2. 主腔节气门摇臂　3. 副腔节气门　4. 副腔节气门摇臂　5. 副腔节气门分动真空膜盒　6. 扭簧

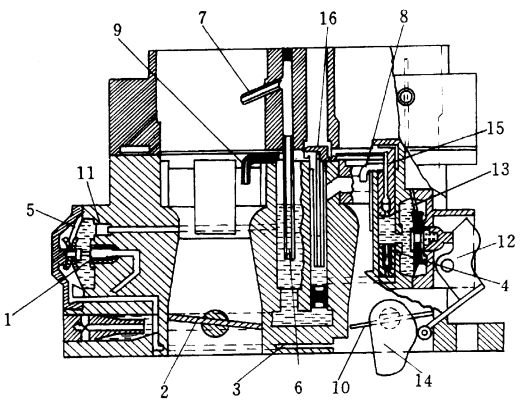


图 4-19　加浓系与加速系的工作原理

1. 加浓单向阀　2. 副腔节气门　3. 主腔加浓真空孔　4. 加速泵针阀　5. 真空加浓泵　6. 副腔加浓量孔　7. 副腔加浓喷口(高速喷管)　8. 主腔加速喷嘴　9. 副腔加速喷嘴　10. 主腔节气门　11. 真空加浓量孔　12. 加速泵驱动摇臂　13. 膜片加速泵　14. 加速泵驱动凸轮　15. 加速油管　16. 主腔主空气量孔

(4) 主供油系与副腔节气门的分动工作原理，如图 4-16 所示。主供油系由布置在主腔和副腔上的主量孔 8、9，主空气量孔 2、3，主油井、泡沫管和主喷口等组成。

当发动机在中、小负荷工作时，只有主腔单独工作；当发动机转速和负荷达一定程度时，主副腔主油系共同工作。其工作原理如图 4-18 所示，副腔节气门 3 的开启，由一个真空膜盒 5 控制，其取气口在主腔节气门 1 的下方。当主腔节气门 1 关闭时，真空膜盒 5 的真空度为 0，副腔节气门 3 也被迫关闭。当主腔节气门 1 达到一定开度时，在真空度作用下，通过真空膜盒 5 打开副腔节气门 3。

同时主腔节气门 1，由于扭簧 6 的作用，当打开一个较大角度时，主腔节气门摇臂 2 也会迫使副腔节气门 3 打开一个角度，当主腔节气门 1 全开时，副腔节气门 3 则应同时全部打开。

(5) 过渡系的工作原理，如图 4-16 所示，

主腔过渡系由主腔怠速过渡孔 16 和怠速系共同组成。当主腔节气门 21 开启到怠速过渡孔 16 上方时，怠速过渡孔 16 开始处于负压区，由怠速系向怠速过渡孔 16 供油。副腔过渡系由副腔过渡油量孔 18、副腔过渡空气量孔 14、副腔过渡孔 19 组成。

当副腔节气门 20 开启到副腔过渡孔 19 的上方时，该孔处于负压区；燃油经副腔过渡油量孔 18 和从副腔过渡空气量孔 14 进来的空气混合后从副腔过渡孔 19 喷出，使副腔的工况圆滑过渡。

(6) 加浓系与加速系的工作原理，如图 4-19 所示，主腔加浓系由真空加浓泵 5、主腔加浓真空孔 3、真空加浓量孔 11、油道等组成。虽设计在副腔侧，但是为主腔加浓。当主腔加浓真空孔 3 处的真空度低于主腔小喉管处的真空度时，真空加浓泵 5 的膜片，被吸向右方，推杆将单向阀 1 顶开；从浮子室来的燃油经真空加浓量孔 11 进到主油井起加浓作用。

副腔加浓系由副腔加浓量孔 6、副腔加浓喷口(高速喷管)7、油道等组成。

当副腔加浓喷口 7 处的真空度达到一定值时，燃油从加浓喷口 7 喷出，起加浓作用。

加速系为凸轮驱动膜片式加速泵，供油给主、副腔。它主要由加速泵驱动凸轮 14、加速泵驱动摇臂总成 12、加速泵针阀总成 4、主副腔加速喷嘴 8、9 和膜片加速泵总成 13 组成。

加速泵针阀总成 4 由进油单向阀和出油单向阀组成。膜片室吸油时，进油单向阀打开，出油单向阀关闭；膜片室排油时，进油单向阀关闭，出油单向阀打开。其中膜片加速泵总成 13 主要由膜片、弹簧及进油止回阀组成。当急加速时，由于主腔节气门 10 突然打开，加速泵驱动凸轮 14 推动加速泵驱动摇臂 12，将加速泵 13 膜片压入；汽油通过油道推开加速泵针阀 4，进入主、副腔加速喷嘴 8、9，喷入腔体，起加速额外供油作用。膜片弹簧起缓冲作用，使加速泵 13 出油时间延长，改善汽车加速性能。

(七)(SOLEX32/34Z2 型)化油器的结构参数

SOLEX32/34Z2 型化油器结构参数见表 4-1。

表 4-1　　化油器结构参数

型　　号	SOLEX32/34Z2		
标　　记	528/6		
	单　　位	主　　腔	副　　腔
喉管	(mm)	24 ± 0.05	25 ± 0.05
主量孔(油量)	(mL/min)	120 ± 5	120 ± 5
主空气量孔流量	(mL/min)	180 ± 20	150 ± 20
泡沫管		8Z	7Z
怠速量孔流量	(mL/min)	46 ± 3	
过渡量孔流量	(mL/min)		50
加浓量孔流量	(mL/min)	45	80
加速泵喷嘴流量	(mL/min)	35	35
针阀直径	(mm)	1.8	
节气门开度		47° ± 3°	
浮子室油面高度	(mm)	22.5 ± 1.5	
浮子调节高度	(mm)	$B = 35$	
启动器型式		手动阻风门	

二、TU3发动机化油器的拆装与调整

（一）化油器的拆卸（SOLEX32/34Z2型）

如图4-20所示，拆下油门拉线；拔下化油器怠速截止阀插接件14，拧下怠速截止阀15。拆下阻风门传动机构、阻风门、油门接索固定支架。从阻风门摇臂上拆下防淹机构（完爆器）20拉杆。旋下化油器上、下体联接螺栓16，从化油器进油管处抬起化油器上体1少许，用冲子冲出浮子定位销5，揭起上体1。从化油器上体1上取出浮子4（如图4-21所示）。用刀片取下化油器中间密封垫2。拆下浮子针阀18，拆下进油管接头及滤网（图4-13件11、9）。拆下防淹装置（完爆器）20。

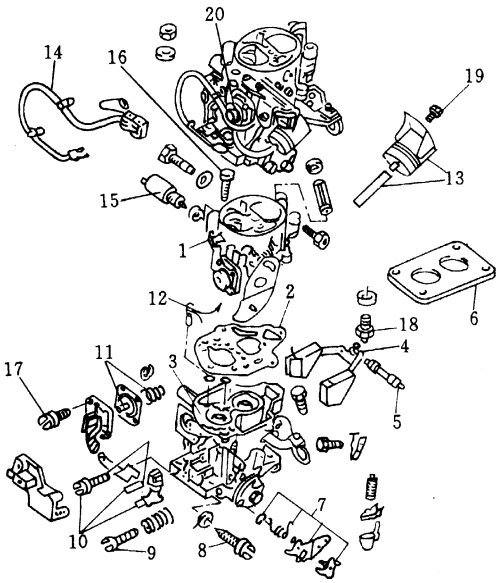


图4-20　化油器的拆卸

1. 化油器上体　2. 化油器中间密封垫　3. 化油器下体　4. 浮子　5. 浮子定位销　6. 化油器座垫　7. 节气门驱动机构　8. 混合比调整螺钉　9. 怠速调整螺钉　10. 热敏元件总成　11. 加速泵　12. 加速油管　13. 副腔节气门分动真空膜盒　14. 插接件总成　15. 怠速截止阀　16. 螺栓　17. 螺栓　18. 浮子针阀　19. 螺栓　20. 防淹装置（完爆器）

从化油器下体3上取出加速油管12。取出主、副腔主空气量孔及泡沫管和滤网（图4-16件2、3）。旋下螺栓17，拆下加速泵11。拆下化油器混合比调整螺钉8，拆下真空加浓装置（泵）（图4-19件5）。使主、副腔节气门全开，敲出主、副腔主喷口（图4-13件2、6）。取下化油器底座电加热装置10。旋下螺栓19，取下副腔节气门分动真空膜盒13及其支架。拆下节气门开度控制器和节气门驱动机构7。拆下加速泵驱动机构和主、副腔节气门（图4-13件19、16）。

（二）化油器的组装与调整（SOLEX32/34Z2型）

用汽油将化油器清洗干净，用压缩空气吹通所有的量孔、油孔和油道。更换所有的密封垫。

1. 化油器各量孔的校准，如图4-22所示。化油器量孔使用时间长会磨损，组装前应校准各量孔的流量：将水加入流量计的水缸6中，使与上定容管5顶端齐。在压头筒9中加水至与溢水管3的口齐。将量筒2中的水放净，用塞子1堵住，将被测量孔13装在橡皮塞12中；转动凸轮轴10的手柄11，将上下橡皮管4的夹子同时放松，水便从计时水缸6流入压头筒9中。筒9中的水一方面经被测量孔13流出至盛水器14中，另一方面由溢水管3流入量筒2中；水缸6中的水流完后，量筒2中的水量便是被测量孔13的流量值（mL/

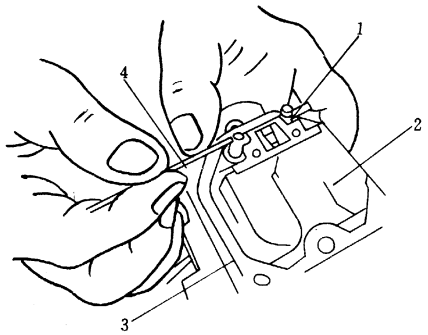


图4-21　浮子的拆卸

1. 浮子定位销　2. 浮子　3. 化油器上体　4. 冲子

min)，应符合表 4-1 中各量孔的要求。

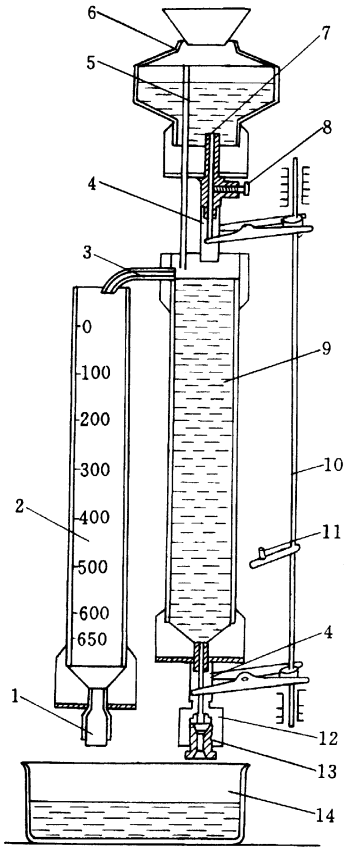


图 4-22　化油器各量孔的校准
1. 橡皮塞　2. 量筒　3. 溢水管　4. 橡皮管　5. 上定容管　6. 计时水缸　7. 下定容管　8. 节门　9. 压头筒　10. 凸轮轴　11. 手柄　12. 橡皮塞　13. 被测量孔　14. 盛水器

2. 化油器的组装，如图 4-20 所示，按与拆卸相反的顺序进行，但需注意以下各项。

(1) 浮子室液面高度的调整，如图 4-23 所示。

该化油器没有油面观察孔和外部调整油面高度装置，因此浮子室液面高度的调整需要在化油器装配时进行。将化油器上体 1 倒置，让浮子 2 上的浮子臂紧靠在进油针阀上。用量规或卡尺测量浮子 2 与化油器上体 1 下端的距离，(注意：测浮子高度时应从密封垫上量起)应为 35mm，否则应适当弯曲浮子 2 上的浮子臂，以保证浮子室液面高度为 22.5 ± 1.5mm。

(2) 冷启动完爆器(防淹机构)功能的检查，如图 4-24 所示，在完爆器(防淹机构)(图 4-15 件 3)上接上一手动真空泵，当真空度达到 5.0kPa 时，检查阻风门 1 与主腔节气门 2 的开启度，主腔节气门 2 开启度应为 0.50mm；阻风门 1 开启度应为 3 ± 0.5mm。否则应检查完爆器是否损坏，或调整节气门驱动机构(图 4-20 件 7)。

(3) 加速泵泵油量的检查，如图 4-25 所示，将漏斗和量杯 1 放在化油器 2 的下方。将节气门快速打开 5 次(打开速度约为 1s/行程)，两次开合间隔时间为 3s，读出量杯 1 中的总喷油量，再除以 5，算出每次喷油量的平均值，应约为 1mL/次。否则应视为加速泵有故障或加速泵针阀密封不严。

(4) 检查主、副腔节气门的开闭程度，如图 4-26 所示，首先检查各节气门轴是否能灵活转动，各节气门是否能关严。再检查：当主腔节气门关闭时，副腔节气门也应关闭。当主腔节气门全开时，副腔节气门也应全开。否则应调整主腔与副腔的节气门摇臂(图 4-18 件 2、4)。

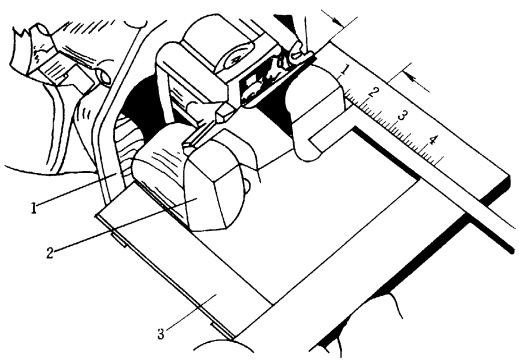


图 4-23　浮子室液面高度的调整
1. 化油器上体　2. 浮子　3. 浮子高度测量用量规

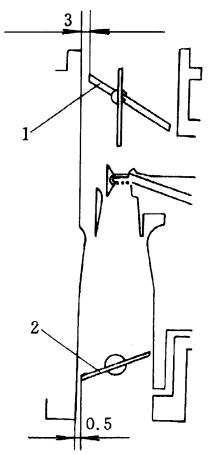


图 4-24　冷启动完爆器(防淹机构)功能的检查
1. 阻风门　2. 主腔节气门

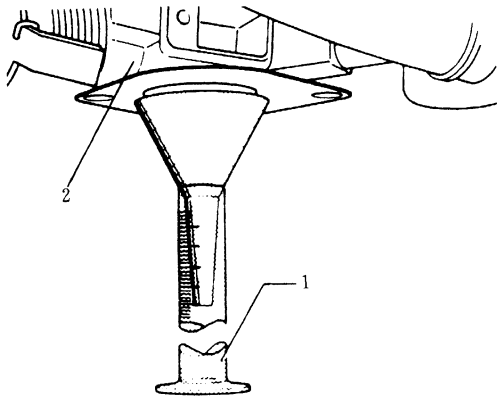


图 4-25　加速泵泵油量的检查

1. 量杯　2. 化油器

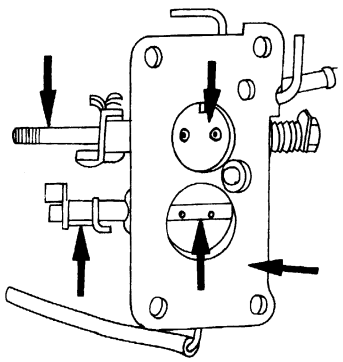


图 4-26　主、副腔节气门开闭程度的检查

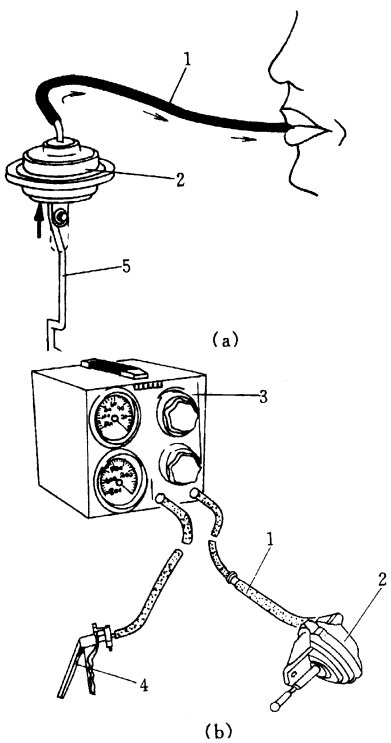


图 4-27　副腔节气门真空膜盒功能的检查

1. 真空管　2. 副腔节气门真空膜盒

3. 真空测量仪　4. 手动真空泵

5. 真空膜盒拉杆

(5) 副腔节气门真空膜盒功能的检查，如图 4-27 所示，首先检查副腔节气门真空膜盒 2 的密封性：当用嘴吸真空管 1 时，真空膜盒拉杆 5 应向内移动。或用手动真空泵 4 和真空测量仪 3 检查真空膜盒 2 的密封性，在 5kPa 的真空作用下，真空膜盒 2 的拉杆 5 应完全吸入。否则应认为是真空膜盒损坏。

(6) 怠速截止阀、浮子室上燃油蒸气排放电磁阀、快怠速电磁阀的功能检查，如图 4-28 所示，将怠速截止阀(图 4-16 件 1)、浮子室上燃油蒸气排放电磁阀(图 4-14)、快怠速电磁阀(图 4-17)的负极接蓄电池负极，当电磁阀的正极与蓄电池正极相接时，电磁阀应能相应动作。否则表示电磁阀损坏。

3. 化油器的调整

化油器的调整主要是怠速调整，而怠速调整包括怠速与废气排放控制两项，如图 4-29 所示。

(1) 调整的预备条件：后推的阻风门拉杆；调好的气门摇臂和点火装置；火花塞状态良好；空气滤清器滤芯状态良好；机油温度 80℃；环境温度 15 ~ 30℃；节气门回位良好。

调整：只调整主腔的混合气浓度调整螺钉和节气门限位螺钉，按排放控制现行规定数值调整怠速转速和 CO、CO_2 含量，CO 含量必须始终小于 4.5%。

(2) 试验仪器：废气分析仪及转速表

(3) 调整方法：取出禁动塞 3 或使禁动帽 4 处在调节位置上；怠速转速是通过节气门限位螺钉 2 来调整的，正常的怠速转速为 850 ± 50r/min。怠速排放是通过化油器主腔的混合气浓度调整螺钉 1 来调整的，应控制 CO、CO_2 及 HC 的含量：CO：< 4.5%；HC：< 9 × 10^{-2}%、CO_2：> 10%。混合气浓度调整螺钉调整后，一般不必随意调整。用禁动塞加以封住(SOLEX 型化油器)，或使禁动帽处于最终定位位置。

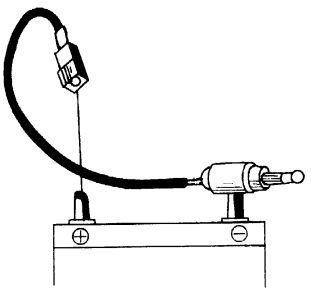


图 4-28　怠速截止阀、浮子室上燃油蒸气排放电磁阀、快怠速电磁阀的功能检查

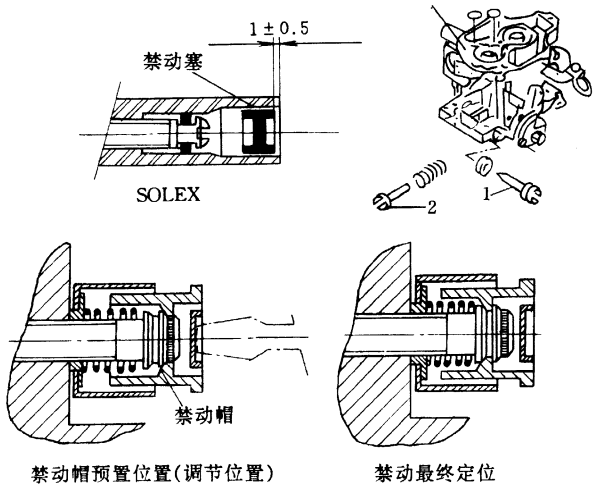


图 4-29　化油器的怠速调整
1. 混合气浓度调整螺钉　2. 怠速调整螺钉(节气门限位螺钉)

三、TU3 发动机燃油供给系的故障与排除

排除燃油供给系的故障应注意以下几点：发动机多数故障来自于点火系，所以点火系应保持正常工作；其次，要保持空气滤清器的清洁。没有必要和把握就不要轻易分解化油器，因为拆装中可能会导致故障出现。

(一) 发动机启动困难

1. 阻风门开度不当。排除方法：检查完爆器(防淹装置)的功能，如图 4-24 所示，当启动时，阻风门的开度应为 3 ± 0.5mm，主腔节气门的开度应为 0.5mm。否则应进行调整。

2. 燃油箱通气管堵塞，使燃油箱内形成真空，使燃油流不出。排除方法：疏通燃油箱通孔管。

3. 燃油滤清器装反或堵塞。排除方法是：按图 4-3 所示，正确安装燃油滤清器；每行驶 80000km 要更换一次燃油滤清器。

4. 燃油泵不供油。排除方法：检查燃油泵的工作情况，进行修复和更换。如图 4-30 所示，图(a)为用手堵住出油口，推动摇臂时，应感到阻力很小。否则表示进油阀失效。图(b)为用手堵住进油口，推动摇臂时，应感到阻力很大；否则表示出油阀失效。图(c)为用手同时堵住进、出油口，推动摇臂时，应感到阻力很大。否则表示油泵膜片损坏。图(d)为用手堵住油泵下方通气孔，推动摇臂时，应感到阻力很大。否则表示油泵油封损坏。

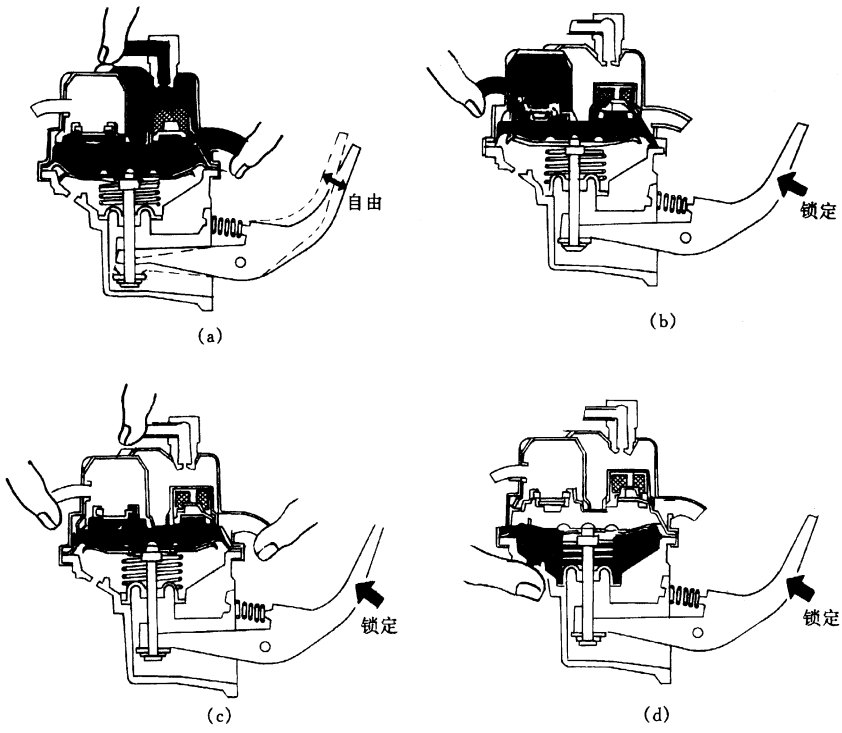


图 4-30　燃油泵的工作情况检查

(二) 发动机功率不足

1. 化油器阻风门不能全开。排除方法：修复阻风门开启机构。

2. 主、副腔节气门不能全开。排除方法：如图 4-18 所示，修整主腔节气门摇臂 2 与副腔节气门摇臂 4 的联动功能。如图 4-27 所示，检查副腔节气门真空膜盒的功能，在 5kPa 真空作用下，能打开副腔节气门。

3. 化油器浮子室油面过低。排除方法：如图 4-23 所示，检查并调整浮子高度，并进行修整浮子臂的弯曲角度。

4. 化油器供油过多并兼有渗油现象。排除方法：检查进油针阀的磨损与密封情况，如图 4-31 (a)所示，首先检查针阀锥部的磨损，磨损严重的必须更换；新针阀和针阀座必须经过研磨后才能使用。使用前检查二者的密封性。用图 4-31 (b)所示的方法进行密封性试验：将针阀 3 和针阀座 4 放在橡皮座 5 中，试验前将压头管 1 升起 250mm，使把手 9 与夹子 8 接触，加水至工作管 2 中的刻度“水面”处，再将压头管 1 放到底，使压头管 1 上的销子 6 靠在架子 7 上，此时针阀 3 与针阀座 4 之间应在真空作用下，如果针阀 3 与针阀座 4 密封良好，在 30s 内工作管 2 中的水平面下降应不大于 12mm，否则应更换针阀。

5. 发动机怠速正常，中速以上则无力，其故障原因是主腔主量孔堵塞或部分堵塞。排除方法是：如图 4-22 所示，检查主腔主量孔的流量，应为 120 ± 5mL/min，否则更换之。

6. 主腔节气门开度大于 60% 后发动机动力不足，有回火“放炮”响声；节气门开度减少后，发动机又可以正常工作。其故障原因是副腔主量孔不喷油。排除方法是：如图 4-22 所示，检查副腔主量孔的流量，应为 120 ± 5mL/min，否则更换之。

7. 当油门踏板踏下 2/3 以上，匀速行驶时，发动机出现喘气和抖震。在主量孔正常的情况下，故障原因是真空加浓阀不起作用。排除方法是：如图 4-19 所示，检查真空加浓量孔 11 的流量应为 45mL/min；检查加浓单向阀 1 是否密封；检查真空加浓泵 5 的膜片是否损坏；检查副腔加浓量孔 6 的流量，应为 80mL/min；检查副腔加浓喷口(高速喷管)7 是否堵塞。否则应进行修复或更换。

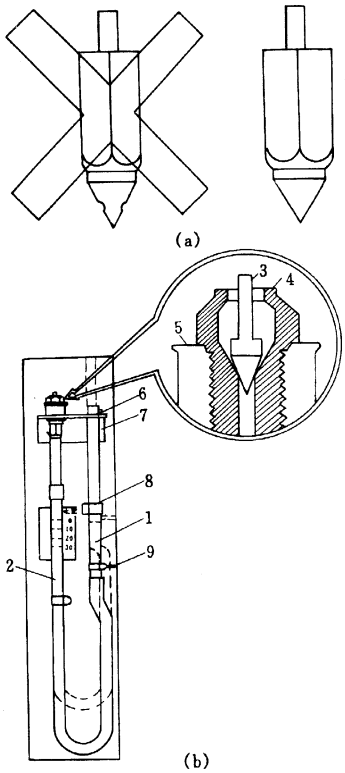


图 4-31　进油针阀的检查
1. 压头管　2. 工作管　3. 针阀
4. 针阀座　5. 橡皮座　6. 销子
7. 架子　8. 夹子　9. 手把

(三) 怠速工作不良

1. 节气门不能完全关闭。排除方法是：如图 4-26 所示，检查节气门轴是否弯曲；节气门轴是否能灵活转动；节气门是否变形；主、副节气门是否同时关闭。否则应修复之。

2. 怠速调整不当。排除方法是：如图 4-29 所示，通过节气门限位螺钉 2 的调整，使发动机怠速稳定在 850 ± 50r/min。

3. 怠速油量孔或怠速空气量孔堵塞，如图 4-16 所示，检查怠速油量孔 4、怠速空气量孔 15 是否堵塞。怠速油量孔 4 的流量应为 46 ± 3mL/min。否则应进行修复和更换。

4. 化油器主腔混合气浓度调整螺钉磨损，造成其与怠速喷口(图 4-16 件 17)的密封不严；使怠速不稳。排除方法：如图 4-32 所示，检查混合气浓度调整螺钉 1 锥度部分 2 的磨损，若发现其上有磨损的凹陷，则应更换之。

5. 化油器与进气歧管的接口处漏气，造成额外的空气渗入。排除方法：更换化油器与进气歧管之间的密封垫，重新紧固化油器安装螺栓。

6. 供油管路有空气渗入。排除方法：进行供油系统的密封性检测，主要是检查燃油箱到化油器前各管路的密封性。测试前，将燃油箱通大气的管口夹住，将通往化油器前的供油管路夹住，然后用检测设备的气源塞头与油箱口相连，用手动压力泵加压，检查到压力约 6×10^5Pa 时保持一段时间，若无下降，则表示油路密封性正常。否则应进行修复或更换。

(四) 低速工作不良

1. 主腔怠速过渡喷口、怠速第一、第二空气量孔堵塞。排除方法是：清洗化油器。如图 4-16 所示，用压缩空气吹通主腔怠速过渡孔 16、怠速第一空气量孔 6 和怠速第二空气量孔 7。

2. 副腔过渡量孔、副腔过渡空气量孔和副腔过渡孔堵塞。排除方法是：如图 4-16 所示，清洗化油器，用压缩空气吹通副腔过渡孔 19 和副腔过渡空气量孔 14；检查副腔过渡量孔 14 的流量，应为 50mL/min。

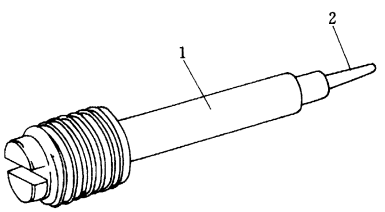


图 4-32　混合气浓度调整螺钉的检查
1. 混合气浓度调整螺钉　2. 锥度部分

(五) 加速工况不良

1. 加速泵针阀不密封。排除方法：如图 4-19 所示，

清洗加速泵针阀 4；用嘴吸的方法进行检查加速泵进油与出油两个单向阀的密封性，若不密封则需更换。

2. 加速泵膜片损坏。排除方法：如图 4-19 所示，拆下膜片加速泵 13，检查其膜片是否完好。更换损坏的膜片。

3. 加速泵驱动凸轮磨损。排除方法：如图 4-19 所示，检查加速泵驱动凸轮 14 的磨损，磨损严重，造成升程减少的凸轮要更换。

4. 加速泵喷嘴堵塞。排除方法：如图 4-19 所示，检查主腔与副腔加速喷嘴 8、9 是否堵塞。若堵塞时应拆下，用压缩空气吹通。

5. 化油器上、下体密封面泄漏。排除方法：更换新的密封垫(图 4-20 件 2)；重新旋紧紧固螺栓(图 4-20 件 16)。

(六) 化油器故障表

表 4-2　　化油器故障表

故障 冷态启动 起车后续运转(冷启动后灭火) 快怠速(转速过高／过低) 冷态行驶性能／冷态过渡性能 阻风门不能完全开启或开启过晚 热启动(启动时间超过 5s) 怠速(不稳定、过高／过低) 怠速转速或 CO 过高(不可调) 加速过渡性(车撞) 高转速过渡性(副腔过渡) 收回油门减速时排气管放炮 功率(过低、全负荷失火) 油耗过高 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	原　　因	措　　施
· · · · ·	操作失误	按规定操作
·	使用条件恶劣/驾驶不当	咨询用户服务部门
· · · · · · · · · · · · ·	燃油牌号不符合标准	使用标准燃油
· · · · ·	结冰(化油器)	使用标准燃油/检查预热装置
· · · · · · · · · · · · ·	化油器污染严重	清理化油器，必要时更换备件
· ·	化油器进油管滤网被堵	更换
· · · · · · ·	配剂参数不合规定(量孔不合适)	纠正(更换)
· · · · · ·	燃油猛烈蒸发(发动机淹死)	全开油门并启动/试用别的燃油牌号
· ·	阻风门不能完全关闭	调整启动系统/检查双金属扭簧
· · · · · ·	阻风门及其操纵机构运转不灵活或卡死	使其运转顺畅
· · · · ·	阻风门间隙不当	调整
· · · · ·	完爆器膜盒不密封或损坏	检查或更换备件
· · · · · · ·	自动阻风加热元件不正常或冷却水流通不畅	检查电热丝、过水腔及电极

续表

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	原　　因	措　　施
·	·	·		·		·	·					·	快怠速凸轮卡住，位置不正常，回位弹簧损坏	使其运转灵活或调整，必要时更换化油器上体
·	·	·										·	冷启动调整节气门间隙不当	调整快怠速或节气门间隙
			·										阻风门强制开启机构调整不合理	调整
		·	·			·		·		·		·	怠速调整有误	纠正
							·					·	怠速负荷补偿器不正常	检验，更换零件
		·	·			·	·	·		·		·	怠速量孔内有脏物	清洗，必要时更换
·	·	·			·								怠速切断阀不开	检查电路，必要时更换
			·					·	·				加速泵喷油始点及喷油量需要调整	检查并调整
		·				·	·	·			·	·	部分负荷加浓阀有毛病	更换
											·	·	全负荷加浓管位置不当或过分弯曲	检查并调整
	·	·			·	·						·	浮子针阀不密封	清理针阀，必要时更换针阀
					·	·					·	·	浮子损坏/油面高度不正确	更换浮子
·	·	·	·		·	·	·	·		·			密封垫或法兰处漏气	更换密封垫
											·		节气门不能全开	调整油门操纵机构
						·	·	·	·		·		副腔基础调整不当	调整
									·		·		副腔分动膜盒不密封，膜片拉杆不正常	更换或调整

注：使用本表的前提条件是：发动机状态正常(配位相位、进排气阀等)；点火系统正常，调整合理；进气系统密封；排气系统正常；空气滤清器清洁；供油压力符合使用条件。

第二节　TU5 发动机燃油供给系与点火系的构造及故障排除

一、TU5 发动机燃油供给系的构造

(一) TU5 发动机燃油供给系的工作原理

如图 4-33 所示，本车采用电子控制多点汽油喷射系统(简称 MPFI 系统)，该系统的结构特点是：在发动机每个汽缸的进气歧管上分别装有一个喷油器 17，将燃油喷入各缸进气歧管 15 中，即所谓“多点喷射”方式。间歇喷射也称脉冲喷射方式，每次喷射有一喷射持续期，各喷油器 17 在发动机的每转中喷油一次，每循环喷油两次，将一次燃烧需要的汽油量

分两次喷射。

电子控制汽油喷射系统(简称 EFI 或 EGI 系统)，以一个电子控制装置、又称电脑(ECU)或计算机 1 为控制中心，利用安装在发动机不同部位上的各种传感器，测得发动机的各种工作参数；按照汽车制造厂在电脑 1 中设定的控制程序，通过控制喷油器 17，精确地控制喷油量；使发动机在各种工况下都能获得最佳浓度的混合气。

此外，电子控制汽油喷射系统通过电脑 1 中的控制程序，还能实现启动加浓、暖机加浓、加速加浓、全负荷加浓、减速调稀、强制断油、自动怠速控制等功能，满足发动机特殊工况对混合气的要求，使发动机获得良好的燃料经济性和排放性，也提高了汽车的使用性能。

电子控制汽油喷射系统的喷油压力是由电动汽油泵 13 提供的。电动汽油泵装在燃油箱 12 内，浸在汽油中。油箱 12 内的汽油被电动汽油泵 13 吸出并加压；压力燃油经汽油滤清器 14 滤去杂质后，被送至发动机上方的分配油管。分配油管与安装在各缸进气歧管上的喷油器 17 相通。喷油器 17 是一种电磁阀，由电脑控制。通电时电磁阀的开启，压力燃油以雾状喷入进气歧管 15 内，与空气混合；在进气行程中被吸进汽缸。分配油管的末端装有燃油压力调节器 16，用来调整分配油管中汽油的压力，使油压保持某一定值(300kPa)，多余的燃油从油压调节器 16 上的回油口经回油管返回燃油箱 12。进气量由驾驶员通过加速踏板操纵节气门来控制。节气门开度不同，进气量也不同，进气歧管 15 内的真空度也不同。在同一转速下，进气歧管 15 真空度与进气量成一定的比例关系。进气管压力传感器 3 可将进气歧管 15 内真空度的变化转变成电信号的变化，并传送给电脑 1。电脑 1 根据进气歧管 15 真空度的大小计算出发动机进气量；再根据曲轴转速传感器 2 测得信号计算出发动机转速。本车为无分电器系统，根据进气量和转速计算出相应的基本喷油量。电脑 1 根据进气压力和发动机转速控制各缸喷油器 17，通过控制每次喷油的持续时间来控制喷油量(本车已取消冷启动阀，由 ECU 控制喷油量实现冷车加浓)。喷油持续时间愈长，喷油量就愈大。一般每次喷油的持续时间为 2～10ms。各缸喷油器 17 每次喷油的开始时刻则由电脑 1 根据安装于离合器壳体上的发动机转速(曲轴位置)传感器 2 测得某一位置信号来控制。

发动机在不同工况下运转，对混合气浓度的要求也不同。特别是在一些特殊工况下(如启动、急加速、急减速等)，对混合气浓度有特殊的要求。电脑要根据有关传感器测得的运转工况，按不同的方式控制喷油量。喷油量的控制方式可分为启动控制、运转控制、断油控制和反馈控制。

1. 启动喷油控制。启动时，发动机由启动机带动运转。由于转速很低，转速的波动也很大，因此这时绝对压力传感器所测得的进气量信号有很大的误差。基于这个原因，在发动机启动时，电脑 1 不以绝对压力传感器的信号作为喷油量的计算依据，而是按预先给定的启动程序来进行喷油控制。电脑 1 根据启动开关及转速传感器 2 的信号，判定发动机是否处于启动状态，以决定是否按启动程序控制喷油。当启动开关接通，且发动机转速低于 300r/min 时，电脑 1 判定发动机处于启动状态，从而按启动程序控制喷油。

在启动喷油控制程序中，电脑 1 按发动机水温、进气温度、启动转速计算出一个固定的喷油量。这一喷油量能使发动机获得顺利启动所需的浓混合气。冷车启动时，发动机温度很低，喷入进气道的燃油不易蒸发。为了能产生足够的燃油蒸气，形成足够浓度的可燃混合气，保证发动机在低温下也能正常启动，必须进一步增大喷油量。由电脑 1 控制，通过增加各缸喷油器 17 的喷油持续时间或喷油次数来增加喷油量。所增加的喷油量及加浓持续时间

完全由电脑 1 根据进气温度传感器 6 和发动机水温传感器 5 测得的温度高低来决定。发动机水温或进气温度愈低，喷油量就愈大，加浓的持续时间也就越长。这种冷启动控制方式不设冷启动喷油器和冷启动温度开关。

2. 运转喷油控制。在发动机运转中，电脑 1 主要根据进气量和发动机转速来计算喷油量。此外，电脑 1 还要参考节气门开度、发动机水温、进气温度、海拔高度及怠速工况、加速工况、全负荷工况等运转参数来修正喷油量，以提高控制精度。由于电脑 1 要考虑的运转参数很多，为了简化电脑的计算程序，通常将喷油量分成基本喷油量、修正量、增量三个部分，并分别计算出结果，然后再将三个部分叠加在一起，作为总喷油量来控制喷油器 17 喷油。

(1) 基本喷油量：基本喷油量是根据发动机每个工作循环的进气量，按理论混合比(空燃比 14.7:1)计算出的喷油量。

(2) 修正量：修正量是根据进气温度、大气压力等实际运转情况，对基本喷油量进行适当修正，以发动机在不同运转条件下都能获得最佳浓度的混合气。修正量的内容：①进气温度修正；②大气压力修正；③蓄电池电压修正(电压变化时，自动对喷油脉冲宽度加以修正)。

(3) 增量：增量是在一些特殊工况下(如暖机、加速等)，为加浓混合气而增加的喷油量。加浓的目的是为了使发动机获得良好的使用性能(如动力性、加速性、平顺性等)。加浓的程度可表示为：

① 启动后增量：发动机冷车启动后，由于低温下混合气形成不良及部分燃油在进气管上沉积，造成混合气变稀。为此，在启动后一段短时间内，必须增加喷油量，以加浓混合气，保证发动机稳定运转而不熄灭。启动后增量比的大小取决于启动时发动机的温度，并随发动机的运转时间增长而逐渐减小为零。

② 暖机增量：在冷车启动结束后的暖机运转过程中，发动机的温度一般不高。在这样较低的温度下，喷入进气歧管的燃油与空气的混合较差，不易立即汽化，容易使一部分较大的燃油液滴凝结在冷的进气管道及汽缸壁上，结果造成汽缸内的混合气变稀。因此，在暖机过程中必须增加喷油量。暖机增量比的大小取决于水温传感器 5 所测得的发动机温度，并随着发动机温度的升高而逐渐减小，直至温度升高至 80℃时，暖机加浓结束。

③ 加速增量：在加速工况时，电脑 1 能自动按一定的增量比适当增加喷油量，使发动机能发出最大扭矩，改善加速性能。电脑是根据节气门位置传感器 4 测得的节气门开启的速率鉴别出发动机是否处于加速工况的。

④ 大负荷增量：部分负荷工况是汽车发动机的主要运行工况。在这种工况下的喷油量应能保证供给发动机的混合气具有最经济的成分，通常应稀于理论混合比。而在大负荷及满负荷工况下，要求发动机能发出最大功率，因而喷油量应比部分负荷工况大，以提供稍浓于理论混合比的功率混合气。大负荷信号由节气门开关内的全负荷开关提供，或由电脑根据节气门位置传感器 4 测得的节气门开度来决定。当节气门开度大于 70°时，电脑按功率混合比计算喷油量。

3. 断油控制。断油控制是电脑在一些特殊工况下，暂时中断燃油喷射，以满足发动机运转中的特殊要求。它包括以下几种断油控制方式：

(1) 超速断油控制。超速断油是在发动机转速超过允许的最高转速时，由电脑 1 自动中断喷油，以防止发动机超速运转，造成机件损坏；也有利于减小燃油消耗量，减少有害排放物。超速断油控制过程是由电脑 1 将转速传感器 2 测得的发动机实际转速与控制程序中设定

的发动机最高极限转速(一般为 6000～7000r/min)相比较。当实际转速超过此极限转速时，电脑 1 就切断送给喷油器 17 的喷油脉冲，使喷油器 17 停止喷油。从而限制发动机转速进一步升高；当断油后，发动机转速下降至低于极限转速约 100r/min 时，断油控制结束，恢复喷油。

(2) 减速断油控制。汽车在高速行驶中突然松开油门踏板减速时，发动机仍在汽车惯性的带动下高速旋转。虽然节气门已关闭，进入汽缸的混合气数量仍不少，在高速运转下燃烧不完全，使废气中的有害排放物增多。减速断油控制就是当发动机在高转速运转中突然减速时，由电脑 1 自动中断燃油喷射，直至发动机转速下降到设定的低转速时再恢复喷油。其目的是为了控制急减速时有害物的排放，减少燃油消耗量，促使发动机转速尽快下降，有利于汽车减速。减速断油控制过程是由电脑 1 根据节气门位置、发动机转速、水温等运转参数，作出综合判断，在满足一定条件时，执行减速断油控制。这些条件是：①节气门位置传感器 4 中的怠速开关接通；②发动机水温已达正常温度；③发动机转速高于某一数值。该转速称为减速断油转速，其数值由电脑根据发动机水温、负荷等参数确定。通常水温愈低，发动机负荷愈大(如使用空调时)，该转速愈高。

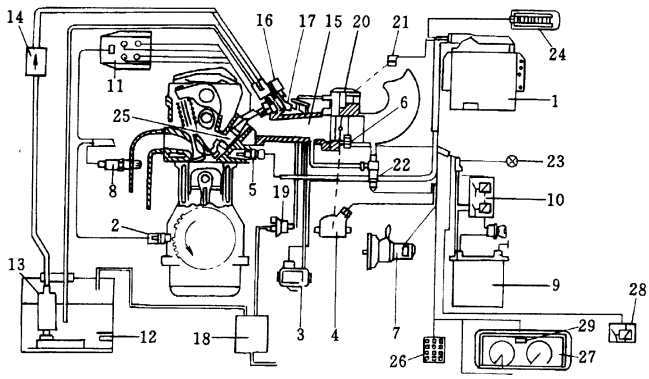
当上述三个条件都满足时，电脑就执行减速断油控制，切断喷油脉冲。上述条件只要有一个不满足(如发动机转速已下降至低于减速断油转速)，电脑 1 就立即停止执行减速断油，恢复喷油。

(3) 溢油消除。启动时汽油喷射系统向发动机提供很浓的混合气。若多次转动启动机后，发动机仍未启动，淤集在汽缸内的浓混合气可能会浸湿火花塞 25 使之不能跳火。这种情况称为溢油或淹缸。此时驾驶员可将油门踏板踩到底，并转动点火开关，启动发动机。电脑 1 在这种情况下会自动中断燃油喷射，以排除汽缸中多余的燃油，使火花塞 25 干燥。电脑 1 只有在点火开关、发动机转速及节气门位置同时满足以下条件时，才能进入溢油消除状态：点火开关处于启动位置；发动机转速低于 500r/min；节气门全开。因此，电子控制汽油喷射式发动机在启动时，不必踩下油门踏板；否则有可能因进入溢油消除状态而使发动机无法启动。

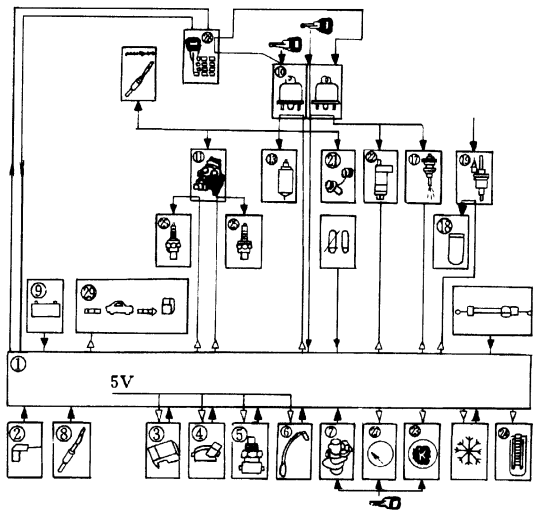
(4) 减扭矩断油控制。装有电子控制自动变速器的汽车在行驶中自动升挡时，控制变速器的电脑会向汽油喷射系统的电脑发出减扭矩信号。汽油喷射系统的电脑在收到这一减扭矩信号时，会暂时中断个别汽缸(如 2、3 缸)的喷油，以降低发动机转速，从而减轻换挡冲击。

4. 反馈控制。汽油喷射系统进行反馈控制的传感器是氧传感器 8，使用氧传感器 8 的发动机必须使用无铅汽油。反馈控制(闭环控制)是在排气管上加装氧传感器 8，根据排气中氧含量的变化，测定出进入发动机燃烧室混合气的空燃比值，把它输入计算机与设定的目标空燃比值进行比较，将误差信号经放大器控制电磁喷油器 17 喷油量，使空燃比保持在设定目标值附近。因此这种闭环控制可达到较高的空燃比控制精度；并可消除因产品差异和磨损等引起的性能变化，工作稳定性好，抗干扰能力强。

但是，为了使三元催化装置对排气净化处理达到最佳效果，闭环控制的汽油喷射系统只能运行在理论空燃比 14.7 附近很窄的范围内。因此对特殊的运行工况，如启动、暖机、怠速、加速、满负荷等需加浓混合气的工况，仍需采用开环控制，使电磁喷油器按预先设定的加浓混合气配比工作，充分发挥发动机的动力性能，所以采用开环和闭环结合的控制方式为最佳选择。



(a)



(b)

图 4-33　汽油喷射系统的工作原理

1. 计算机(电脑)　2. 曲轴转速传感器　3. 进气压力传感器　4. 节气门位置传感器　5. 水温传感器
6. 进气温度传感器　7. 车速传感器　8. 氧传感器　9. 蓄电池　10. 喷射密封双继电器
11. 点火线圈　12. 燃油箱　13. 电动汽油泵　14. 汽油滤清器　15. 进气歧管总成
16. 燃油压力调节器　17. 喷油器　18. 碳罐　19. 碳罐电磁阀　20. 油气收集盒
21. 节气门体预加热器　22. 怠速调节阀　23. 发动机故障警报灯　24. 自诊断接头
25. 火花塞　26. 防盗代码键盘　27. 转速表　28. 空调继电器　29. 燃油表

(二) 电子控制多点汽油喷射系统的流程图

如图 4-34 所示，电子控制多点汽油喷射系统分为三个大的流程，即：进气系统流程；燃油系统流程和电子控制系统流程。

(三) 电子控制多点汽油喷射系统的构造

1. 进气系统的构造

如图 4-35 所示，由空气滤清器、节气门体 7、怠速控制阀 3 等组成。

正常空气供应由单体节气门盒控制，进气压力传感器提供给计算机进气量信号；按进气

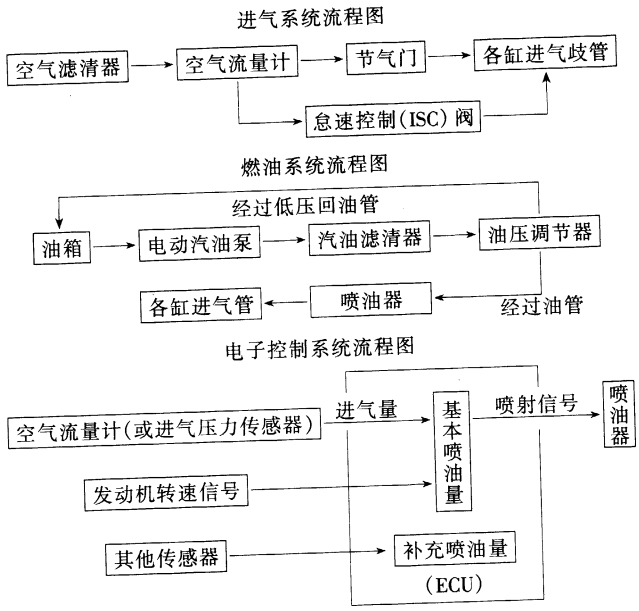


图 4-34　电子控制多点汽油喷射系统的流程图

温度状态，由计算机控制进气温度加热器 2 加热进入的空气。怠速工况时，由怠速供气系统供应空气，计算机控制怠速控制阀 3 调节进气质量，补充空气量由压力传感器测得。由怠速控制阀 3 控制补充进气量。进气压力传感器提供给计算机进气量信号，并根据发动机工况供应相应量的燃油。以保持设定的怠速值，控制怠速转速为 850 ± 50r/min；当空调工作时进行进气补偿，使用空调时，怠速转速为 900 ± 50r/min。

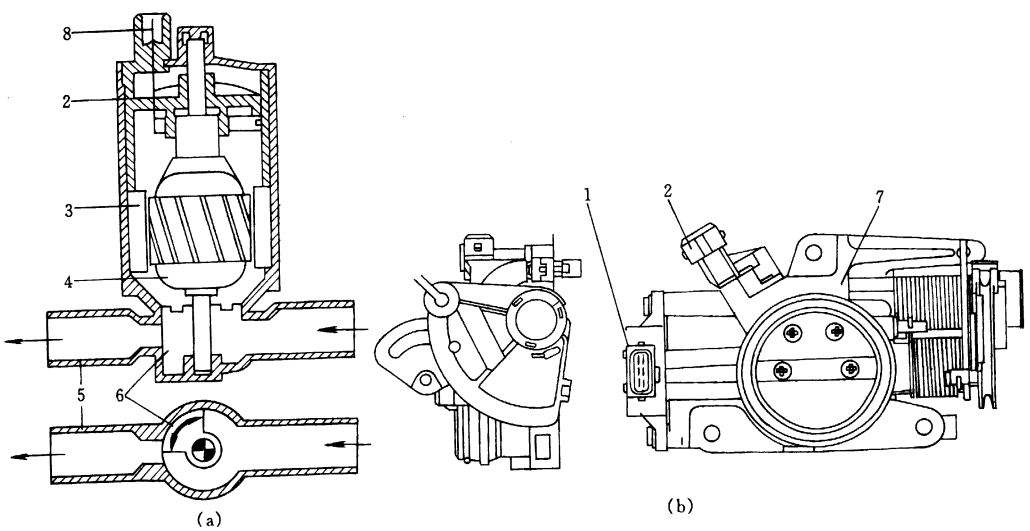


图 4-35　进气系统的构造

1. 节气门位置传感器　2. 空气加热器　3. 怠速控制阀　4. 步进电机

5. 空气通道　6. 旋转阀　7. 节气门体　8. 电线插头

(1) 进气压力传感器的构造，如图 4-36 所示，进气压力传感器位于 ECU 中，测量节气门之后的进气管真空度，间接地测量进气量。发动机运转时，随着节气门开大，进气量增

加，进气管真空度减小。因此进气管真空度的大小反映了进气量或发动机负荷的大小，真空度是计算喷油量的主要参数。电脑控制的汽油喷射系统，利用进气管真空度信号并结合发动机转速信号和节气门开度信号，能使喷油量的控制达到足够高的精度。

进气压力传感器安装在 ECU 中，进气口 1 用软管与发动机的进气管相连，进气压力作用在传感器的晶体 2 上，晶体 2 上桥接有半导体应变电阻 5。应变仪式进气压力传感器是根据物体在承受应力变形时，因长度发生变化而使其电阻改变的原理设计的。这种压力传感器的主要元件是一个很薄的硅片 2，外围较厚，约为 250μm；中部最薄，只有 25μm。硅片上下两面各有一层 3μm 厚的二氧化硅膜。在膜层中沿硅片 2 四边，有 4 个应变电阻 5。在硅片四角各有一个金属块，通过导线和电阻相连。在硅片 2 底面粘接了一块硼硅酸玻璃片，使硅膜片中部形成一个真空腔。硅片 2 装在一个密封容器 3 内，通过一根橡胶管和进气管相通，使进气管压力作用在硅片 2 周围。硅片 2 上的 4 个电阻 5 连接成惠斯登电桥的形式，由稳压电源 4 供电。电桥在硅片 2 无变形时调到平衡状态。当进气管压力增加时，膜片弯曲，引起电阻值的变化：R1 和 R4 的电阻增加，R2 和 R3 的电阻等量减小。这样，电桥失去平衡，在 AB 端形成电位差，经差动放大器 6 放大后，输出正比于压力的电压信号。进气管压力改变时，电阻值发生变化，传感器将信号输给 ECU，进行点火提前角控制和加浓控制。这种型式的进气压力传感器能在较大范围内不受温度变化影响，因为各个电阻受热后电阻值的增加是相同的。与进气温度传感器一起间接测量进气量的多少。由计算机提供 5V 电压，并根据进气管压力的不同而反馈 0～5V 电压信号至计算机。

（2）怠速控制阀的构造，如图 4-37 所示。在怠速自动控制过程中，电脑 10 不断地从发动机转速传感器得到发动机的实际转速信号，并将这一实际转速与控制程序中设定的理论最佳怠速转速相比较，最后按实际转速和理论最佳转速的偏差，向怠速控制阀 8 发出脉冲控制信号。

怠速控制阀 8 是一个固定在步进电机 1 轴上的旋转滑阀 4。在步进电机 1 的带动下，滑阀 4 可在限定的 90°范围内作一定角度的旋转，以改变旁通气道 5 的大小，按实际怠速转速的高低增减怠速进气量。这种怠速控制阀 8 要求步进电机 1 的步进角必须很小，才能满足对控制精度的要求。怠速控制阀 8 内的步进电机 1 有 3～4 个绕组，分别与电脑 10 连接。改变向这几个绕组发出的脉冲信号的顺序和个数，即可改变步进电机 1 转动的方向和转角，从而改变怠速控制阀 8 的开度，调整旁通气道 5 的空气量。由于这一部分旁通空气已经过绝对压力传感器的计量，因此喷油量也会随旁通空气量的大小作出相应的变化。这样通过调整旁通气道 5 的空气，就可使怠速转速得到调整。当实际转速低于理论最佳转速时，电脑 10 使怠速控制阀 8 开大，增加旁通气道 5 的进气量，使转速上升，直至测得的实际转速和理论最佳转速相一致为止；反之，当实际转速高于理论最佳转速时，电脑 10 使怠速控制

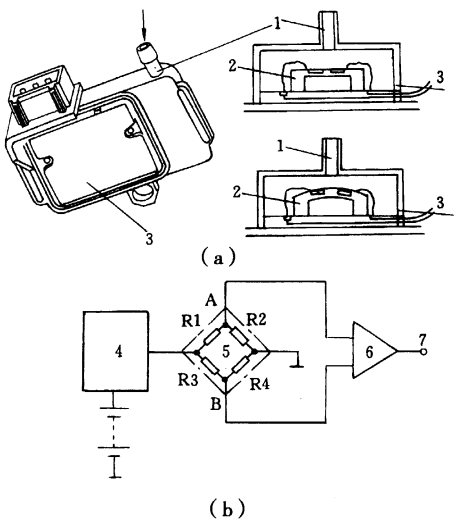


图 4-36　进气压力传感器的构造

(a) 全负荷　(b) 怠速

1. 进气口　2. 硅片(晶体)

3. 密封容器(进气压力传感器)　4. 稳压电源

5. 应变电阻　6. 差动放大器　7. 输出端

阀 8 关小，减少旁通进气量，使转速下降，直至和理论最佳转速相等为止。

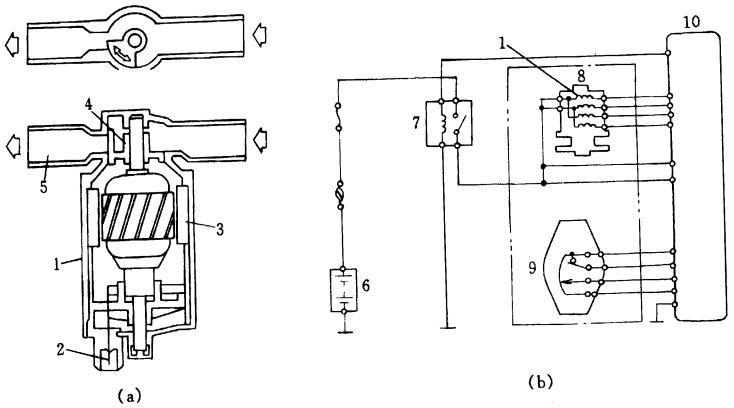


图 4-37　怠速控制阀的构造

1. 步进电机　2. 线束插座　3. 定子绕组　4. 旋转滑阀　5. 旁通气道　6. 蓄电池
7. 电脑主继电器　8. 怠速控制阀　9. 节气门位置传感器　10. 电脑

(3) 节器门位置传感器的构造，如图 4-38 所示。节气门位置传感器 4 位于节气门体上，由驾驶员通过加速踏板来操纵，以改变发动机的进气量，从而控制发动机的运转。不同的节气门开度标志着发动机的不同运转工况。为了使喷油量能满足不同工况的要求，电子控制汽油喷射系统在节气门体上装有节气门位置传感器 4。它可将节气门的开度转换成电信号输送给电脑，作为电脑判定发动机运转工况的依据。线性可变电阻型节气门位置传感器是一种线性电位计。由节气门轴 1 带动电位计的滑臂 2。在不同的节气门开度下，电位计 3 的电阻也不同，从而将节气门开度转变为电阻或电压信号输送给电脑。电脑通过节气门位置传感器 4 可以获得表示节气门由全闭到全开的所有开启角度连续变化的模拟信号，以及节气门开度的变化速率，从而更精确地判定发动机的运行工况，提高控制精度和效果。

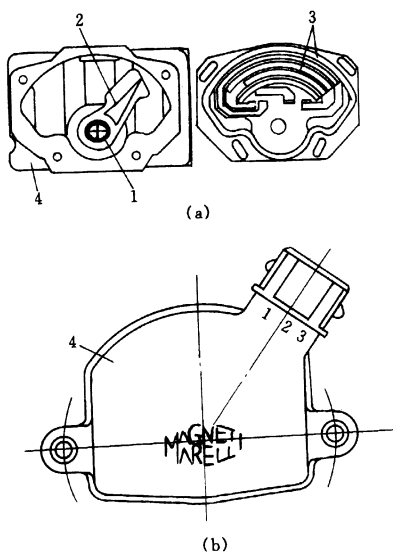


图 4-38　节气门位置传感器的构造

1. 节气门轴　2. 滑臂　3. 电位计
4. 节气门位置传感器

节气门位置传感器供给电压为 5V，再由传感器插头第 3 脚输出与节气门位置变化成比例的电压信号给电脑。节气门位置传感器是不可调整的。

2. 燃油供给系的构造

如图 4-39 所示，燃油供给系由：燃油箱 1、油泵 2、滤清器 3、压力调节器 4、喷油器 5、汽油蒸气吸收装置、电源的惯性开关等组成。

由计算机控制，根据发动机的工况适量供给燃油。燃油经过滤清器 3 过滤后至压力调节器 4，压力调节器 4 使进入喷油器 5 的汽油压力保持为一常量值。电动油泵 2 浸在油箱内，油泵 2 保持燃油管内持续供油，多余燃油经回油管流回油箱。使用 90 号以上无铅汽油。燃油蒸发回收系统的作用是防止汽车油箱内蒸发的汽油蒸气排入大气中，污染环境。

电子控制燃油蒸发回收系统由蒸气回收罐 8（右前翼

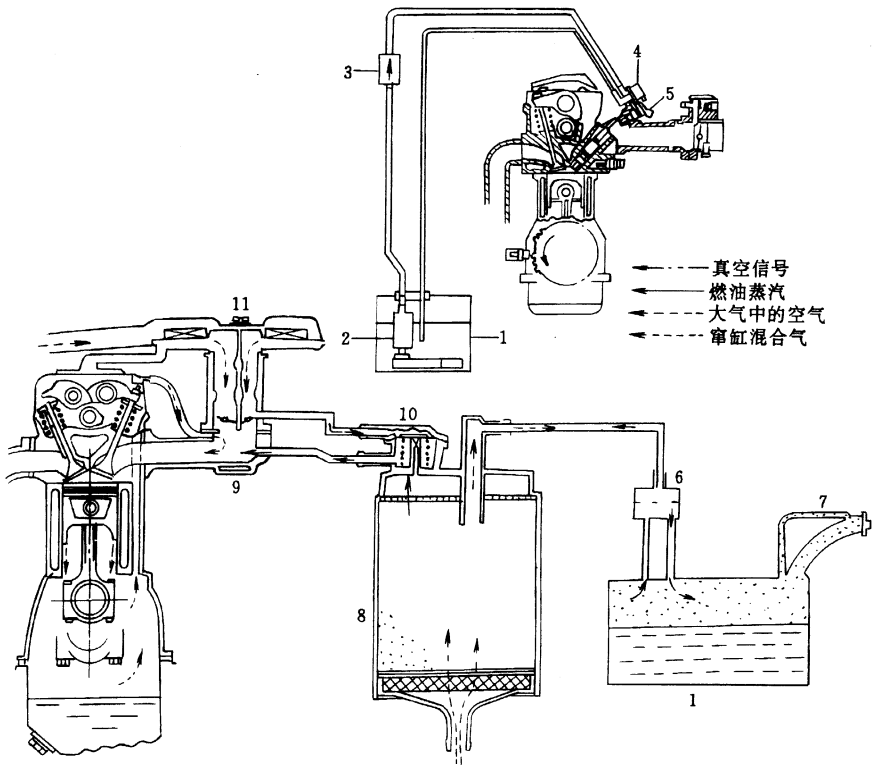


图 4-39　燃油供给系统的构造

1. 燃油箱　2. 油泵　3. 滤清器　4. 压力调节器　5. 喷油器　6. 蒸气分离阀　7. 加油口盖
8. 蒸气回收罐　9. 进气歧管　10. 控制电磁阀　11. 空气滤清器

子板内侧)。控制电磁阀 10 蒸气分离阀 6 及相应的蒸气管道和真空软管组成。蒸气分离阀 6 安装在油箱 1 的顶部，油箱内的汽油蒸气从该阀门出口经管道进入蒸气回收罐 8。该阀的作用是防止汽车翻倾时油箱内的燃油从蒸气管道漏出。蒸气回收罐 8 内充满了活性炭颗粒，故又称为活性碳罐。活性炭可以吸附汽油蒸气中的汽油分子。当油箱 1 内的汽油蒸气经管道进入蒸气回收罐 8 时，蒸气中的汽油分子被吸附在活性炭表面，剩下的空气则经蒸气回收罐 8 的出气口排到大气中。蒸气回收罐 8 上方的另一个出口经软管与发动机进气歧管 9 相通。软管中部有一个电磁阀 10，控制管路的通断。当发动机运转时，如果电磁阀 10 开启，则在进气歧管内真空吸力的作用下，空气从蒸气回收罐 8 下方进入，经过活性炭从上方出口经软管进入发动机进气歧管 9，使吸附在活性炭表面的汽油分子又重新蒸发，随空气一起被吸入发动机燃烧，使燃料得到充分利用；同时还能使蒸气回收罐 8 内的活性炭恢复吸附能力，不会因使用太久而失效。经回收进入进气歧管 9 的燃油蒸气量必须加以控制，以防破坏正常的混合气成分。这一控制过程由电脑通过操纵电磁阀 10 的开闭来实现。在发动机停机或怠速运转时，电脑使电磁阀 10 关闭，这时从油箱蒸发的燃油蒸气被蒸气回收罐 8 吸收；当发动机以中高速运转时，电脑使电磁阀 10 开启，贮存在蒸气回收罐 8 内的汽油蒸气经过软管被吸入发动机。此时发动机的进气量较大，少量的燃油蒸气不会影响混合气的浓度。

(1) 电动燃油泵的构造，如图 4-40 所示，本车使用 BOSCH EKP 10 型双级泵。先由低压泵 6 的涡轮 1 的叶片从油箱吸入燃油，再输至高压齿轮泵 2 加压。

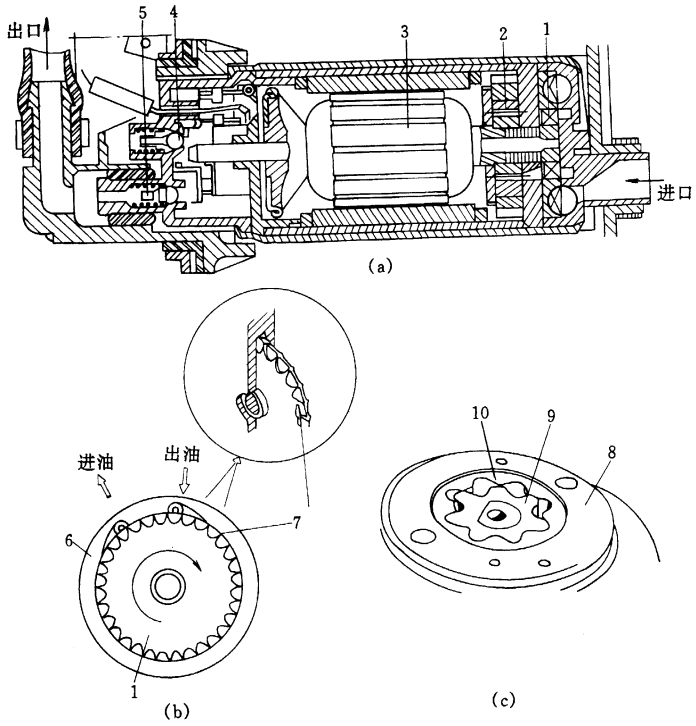


图 4-40　电动燃油泵的构造

1. 涡轮　2. 高压齿轮泵　3. 电动机　4. 高压卸压阀(单向阀)　5. 压力开启阀(单向阀)
6. 涡轮式燃油泵(低压泵)　7. 叶片沟槽　8. 高压齿轮泵体　9. 主动齿轮　10. 从动齿轮

工作原理：涡轮式燃油泵 6 由电动机 3 的驱动力矩传递到涡轮 1 上；位于涡轮 1 外围的叶片沟槽 7 前后；因液体的摩擦作用和液体分子间动量转换产生压力差，由于很多叶片沟槽 7 产生的压力差循环往复而使燃料升压。升压后的燃油，通过电动机内部通道，经高压卸压阀单向阀 4 从排出口泵出。高压齿轮泵 2 由带外齿的主动齿轮 9、带内齿的从动齿轮 10 和泵体组成，主动齿轮 9 与泵体(包括从动齿轮 10)偏心安装。电动机 3 转动时，带动带外齿的主动齿轮 9 转动，主动齿轮 9 又啮合带内齿的从动齿轮 10 转动。由于主动齿轮 9 与从动齿轮 10 不同心，使主动齿轮 9 的外齿、从动齿轮 10 内齿和两侧面的泵壳三者之间所包围的容积在进油口处周期性变大，在出油口处周期性减小，使燃油从吸入口一侧吸入，从另一侧的排出口压出。在出油口处设置了一个高压卸压阀(单向阀)4，以防发动机熄灭时由于油压突然下降而可能导致的汽油回流现象。这样可以保持油路中的静压，使下一次启动容易，尤其是高温情况下。

这种油泵，汽油都从电动机 3 中流过，因为没有空气，不会发生着火。但是如果没有汽油，而油泵仍旋转，那么滚柱与泵壳壁因无法密封产生吸力，以致冷却不良而会烧毁。

从理论上讲电动燃油泵可以安装在汽车任何位置，但目前一般都采用在油箱内安装。油箱内安装的燃油泵安装管路简单，不容易产生气阻和漏油。有时在油箱内设置一个包围汽油泵的小油箱。其作用一是防止燃油泵吸入空气。因为在油箱中汽油不足时，可防止因汽车转弯或倾斜引起燃油泵周围汽油的移动。二是减少气阻。这是因为从回油管回来的汽油相对而言是不易蒸发的汽油，也就是不容易发生气阻的汽油。

燃油泵与油箱之间应有一个不大的间隙，以防油泵将振动传给油箱。燃油泵借助于支架

安装在油箱上；为防止泵振动而引起的噪音，使用了隔振橡胶垫。注意：油泵本体严禁拆卸，以免破坏其密闭性而引起爆炸。汽油应干净，否则进油滤网易堵塞，燃油泵也容易磨损。

燃油泵流量：120L/h（在 0.3MPa 压力下）；电功率：50W；电阻：0.8Ω；电压：12V；最大电流 10.5A。

（2）汽油滤清器的构造，如图 4-41 所示，汽油滤清器安装在燃油箱的右侧。由于采用喷油器，其针阀等为精密机件，所以装用一个全封闭的滤清器。它由纸质滤芯串联一个棉纤维过滤网制成，有很高的滤清效果。可滤去大于 0.01mm 的杂质。在正常使用情况下，汽油滤清器每行驶 30000km 后更换。汽油滤清器有安装方向（箭头朝向车的前部），最低工作压力 $>3\times10^5$Pa。

（3）燃油压力调节器的构造，如图 4-42 所示，本车使用 BOSCH DR2.1 燃油压力调节器。由膜片 6 分隔为上下两腔，上腔通过接真空软管 1 与节气门后的进气歧管相连；下腔接供油管。当系统压力超过设定压力时，膜片 6 向上拱曲，燃油通过阀门 3 从回流口 5 流回油箱。压力稳定后，膜片 6 回落，阀门 3 关闭回流口 5 使油压保持一固定数值。当进气管真空度增加时，减轻了弹簧 2 的压力，膜片 6 向上拱曲，回油量增加，系统压力随之下降，从而使系统压力与进气管真空度保持恒定。

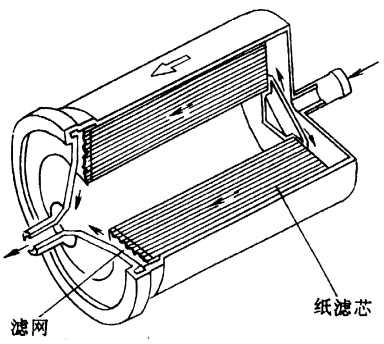


图 4-41　汽油滤清器的构造

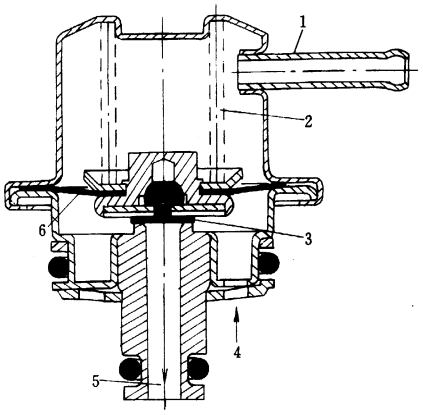


图 4-42　燃油压力调节器的构造

1. 接真空管　2. 弹簧

3. 阀门　4. 进油孔　5. 回油口　6. 膜片

（4）喷油器与分配油管的构造，如图 4-43 所示，喷油器 14 为针阀式，型号 EV1.3C。每缸一个喷油器 14，由计算机控制电磁线圈 5 的通电时间来确定针阀 2 的开启时间，控制供油量的大小。特性：电压：12V；电阻：16Ω；静态流量：115g/min（在 3×10^5Pa 压力下）；喷射的角度范围：8°～30°。喷油器 14 内部有个电磁线圈 5，外面引出电插座 6，经线束与电脑 15 连接。喷油器 14 头部的针阀 2 与衔铁 4 连接为一体。当电磁线圈 5 通电时，便产生吸力，将衔铁 4 和针阀 2 吸起，打开喷油孔，燃油经针阀 2 头部的轴针与喷孔之间的环形间隙高速喷出，并被粉碎成雾状。电磁线圈 5 不通电时，磁力消失，弹簧 3 将衔铁 4 和针阀 2 下压，关闭喷孔，停止喷油。这种供油式喷油器 14 在发动机热车启动时，喷油器 14 内的燃油在发动机盖下高温的影响下易产生气泡，造成气阻，导致启动困难。

电脑控制的喷油电脉冲式高阻抗型喷油器 14 是用 12V 电压驱动，其电磁线圈 5 电阻较

大，在检修时，可直接和 12V 电源 8 连接。喷油器针阀 2 的升程很小，一般为 0.1 ~ 0.20mm，以保证针阀 2 反应快捷，在数毫秒之内开启和关闭。分配油管 12 的作用是将燃油均匀、等压地输送给各缸喷油器 14。分配油管 12 的截面一般都较大，其容积油量相对于发动机的喷油量来说，要大很多，它能起到贮油蓄压，防止燃油压力波动，保证供给各喷油器 14 等量燃油的作用。

(5) 惯性开关的构造。惯性开关(又称安全继电器)固定在右翼子板靠前围板处。当车辆遇到猛烈撞击时，触点弹开，自动断开油泵电路，切断燃油供应，防止高压汽油从泄漏处喷出。故障排除后，按压惯性开关顶部，油泵电路恢复正常。

(6) 汽油蒸气吸收装置的构造

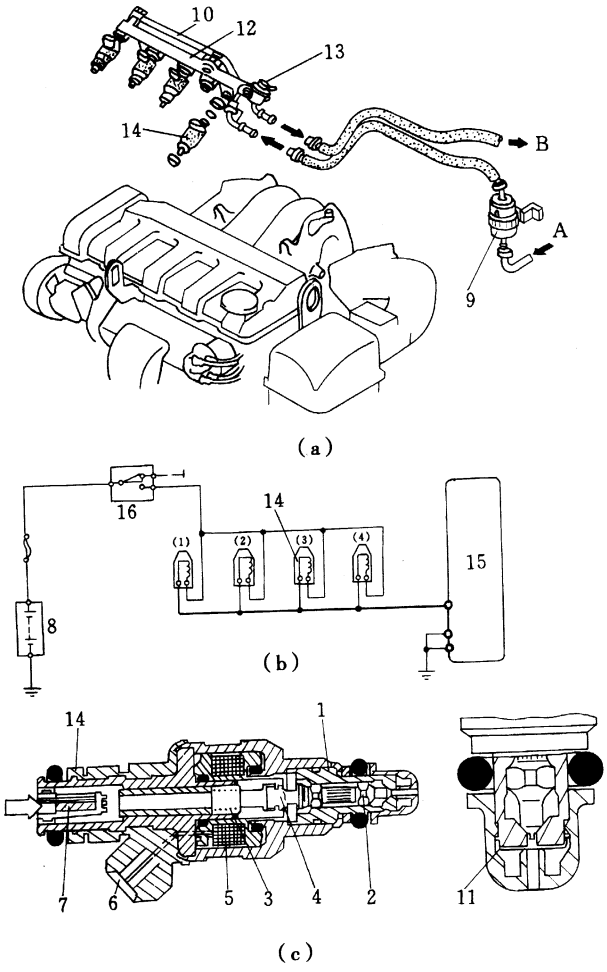


图 4-43 喷油器与分配油管的构造

1. 喷嘴体 2. 针阀 3. 弹簧 4. 衔铁
5. 电磁线圈 6. 电插座 7. 滤网 8. 电源
9. 汽油滤清器 10. 进油管 11. 隔板
12. 分配油管 13. 油压调节器 14. 喷油器
15. 电脑 16. 点火开关
A. 进油 B. 回油

① 炭罐及蒸气分离阀的构造，如图 4-44 所示，炭罐 3 安装在右前翼子板内侧；内有活性炭粒，可吸附汽油蒸气。蒸气分离阀 4 装在炭罐的上方，由两个单向阀组成，从接燃油箱一侧 1 向接炭罐一侧 2 的单向阀阻力较大；而从接炭罐一侧 2 向接燃油箱一侧 1 的单向阀阻力较小。

② 炭罐控制电磁阀的构造，如图 4-45 所示。

发动机停止运转后，炭罐控制电磁阀 6 关闭，燃油箱内的空气通过炭罐 7 释放到大气中，而燃油蒸气则被炭罐 7 内的活性炭粒吸附并留存直到发动机重新运转。发动机运转时，控制电磁阀 6 打开，进气歧管内的真空通过炭罐，抽取空气，并带着被吸附的油粒进入进气歧管。

炭罐控制电磁阀 6 为常闭型电磁阀。当点火开关关闭时电磁阀关闭，使炭罐吸收来自燃油箱的汽油蒸气；当接通点火开关时，计算机实施对电磁阀的控制；发动机运转时，计算机精确控制电磁阀周期性的开启以释放油粒，燃油蒸气被吸入进气管。根据发动机运行工况，电磁阀接受计算机指令控制进气量。

注意：电磁阀只有在发动机水温达到 60°时才打开；发动机停止运转时，电磁阀即关闭。

3. 电子控制系统的构造

(1) 电子控制系统原理

如图 4-46 所示，计算机盒(ECU)24 位于前左前轮罩上，包含 37 个输入输出脚。

输入回路 12 和 14 将系统中各传感器检测到的信号输入微机(CPU)。

模拟/数字转换器(A/D 转换)13 将模拟输入的信号原形转换成微机能够识别处理的数字信号。

微机(CPU)将各传感器送来的信号用内存的程序和数据进行运算处理，并将结果送至各执行器。

输出回路 16 将微机作出的决策指令转变为控制信号，驱动执行器进行工作。控制系统中最主要的软件是主控程序，它主要负责对整个系统进行初始化，实现系统的工作时序、判定控制模式、控制点火角度和喷油脉冲信号的输出等。软件中还有转速与负荷的处理程序，中断处理程序及查表程序。针对发动机使用要求预先确定点火角脉谱及喷油量脉谱；以及其他为匹配各工况而选定的修正系数、修正函数和常数等，都以离散数据的形式贮存在微机的存贮器(ROM-RAM)中。

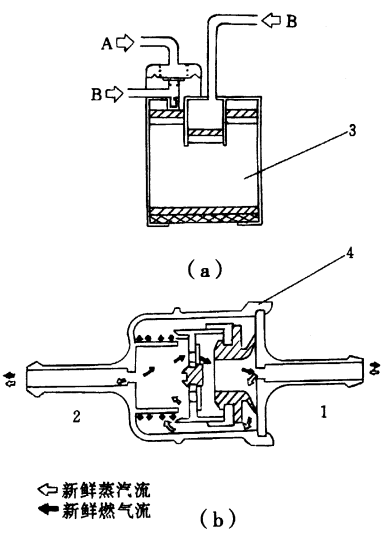


图 4-44 炭罐及蒸气分离阀的构造

1. 接燃油箱一侧 2. 接炭罐一侧
3. 炭罐 4. 蒸气分离阀
A. 吸入空气，并确认此处与炭罐不通
B. 吸入空气，并确认此处与炭罐相通

① 通过接收各传感器传送的信息，计算机所实现的控制

a. 计算喷射时间和根据以下参数控制喷油器的开启：

发动机温度(水温传感器)3；空气密度(进气温度传感器)2；进气压力(进气管进气压力传感器)1；发动机转速(发动机转速传感器)26；发动机运行工况(启动、怠速、稳定性、非稳定性、燃油切断和恢复供油)；浓度调节(氧传感器)；蓄电池 4 电压。

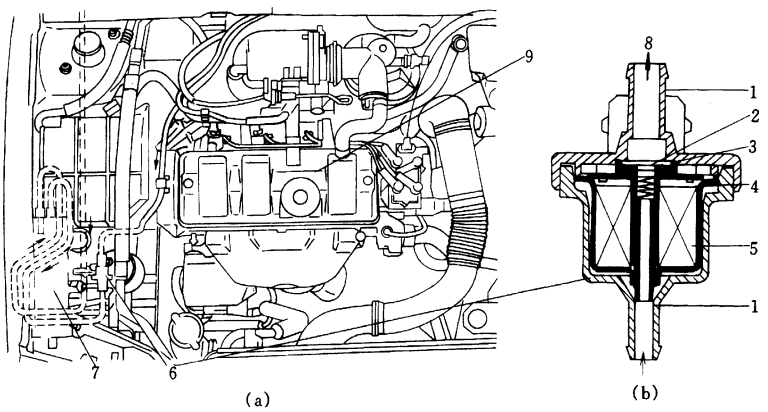


图 4-45 炭罐控制电磁阀的构造

1. 管接头 2. 阀门 3. 铁心 4. 回位弹簧 5. 电磁线圈 6. 炭罐控制电磁阀
7. 炭罐 8. 阀体上的箭头应指向发动机 9. 发动机

b. 根据以下参数计算点火提前角和对点火系控制：

发动机转速(发动机转速传感器)26；进气压力(进气管进气压力传感器)1；进气温度；

水温；发动机怠速工况下的稳定性(发动机转速传感器)26。

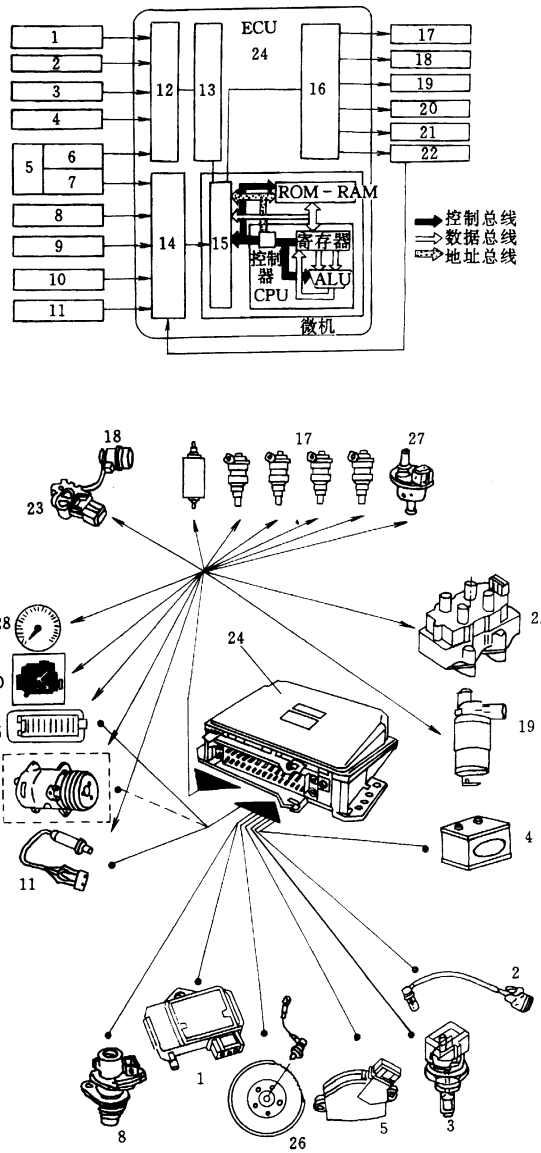


图 4-46　电子控制系统原理

1. 压力传感器　2. 进气温度传感器　3. 水温传感器　4. 蓄电池　5. 节气门开度传感器　6. 节气门开度　7. 节气门全闭　8. 车速传感器　9. 启动开关　10. A/C 开关　11. 分电器采集线圈　12. 输入回路　13. A/D 转换　14. 输入回路　15. I/O 接口　16. 输出回路　17. 喷油器　18. 电动汽油泵　19. 怠速控制阀　20. 发动机故障警告灯　21. 主继电器　22. 点火器　23. 节气门体预加热器　24. 计算机(ECU)　25. 自诊断接头　26. 发动机转速(位置)传感器　27. 炭罐控制电磁阀　28. 仪表盘

c. 对怠速调节阀控制，根据以下参数：

发动机转速(发动机转速传感器)26；发动机温度状态(水温传感器)3；空调压缩机控制开关(A/C 开关)10 的运行(空调所处状态)。从而使计算机实现对车辆或发动机在启动、怠速、减速工况下的合理控制。

d. 对以下部件功能控制：

电动燃油泵 18 (通过双继电器)；节气门体预加热器 23 (通过双继电器)；氧传感器加热(通过双继电器)；炭罐排气(炭罐电磁阀)27；空调压缩机控制开关(A/C 开关)10 的控制(通过空调控制继电器)。

e. 控制以下功能：

发动机故障报警指示灯 20；与售后故障检测仪“对话”；通过切断燃油进行发动机转速限制(6229r/min)发往仪表盘 28 的发动机转速信息。

② 喷射控制

a. 概述

为了保证喷射正常，计算机(ECU)24 需要两个基本参数：进气压力、发动机转速。

对计算机的要求：计算满足发动机需要所喷射的汽油量，控制喷油器 17 确定喷射时刻，制定喷油器 17 打开时间(喷射时间)。

喷射开始：计算机接收到发动机转速(位置)传感器 26 的上止点信号 24°之后，控制四个喷油器 17 同时喷射。

喷射频率：为了获得充分的汽油，一个工作周期所需的汽油量分两次喷射，因此喷油器 17 在每个发动机的周期被激活两次，计算机在发动机每转都激活喷油器一次。

b. 喷射时间的制定

计算机 24 根据不同工况确定喷油器开启时间，以控制供油量。

(a) 确定的一般原则：

确定基本喷射时间；根据进气密度的修改；启动时的修改；过渡时的修改；浓度自适应的修改(目的)；根据蓄电池 4 电压的修改。最后得出总的喷射时间。

ⓐ 考虑汽缸的进入空气量及混合气浓度是否为理想状态；根据进气管压力和发动机转速确定基本喷射时间。即根据负载确定基本的时间。注：某些特殊运行方式喷射时间，它取决于转速和节气门的位置。

ⓑ 根据进气密度的修改还取决于吸入空气的温度。

ⓒ 启动后，修改发动机启动加浓时的油气混合比。

ⓓ 运行时的修改也是根据发动机的温度变化来进行的。

ⓔ 根据蓄电池 4 电压的修改喷油器 17 开闭的时间。

(b) 不同工况的运行状态：

ⓐ 启动：一旦计算机接受到发动机转速传感器 26 传来的信号时，则进入了启动方式，四个喷油器 17 同时被控制；当发动机水温低于 80℃时，曲轴每转喷油器 17 喷油两次；并根据发动机转速的上升而快速减少时间；如果热机启动，喷油器 17 打开的时间则取决于水温和空气温度。

当发动机转速和水温达到一定值时，就结束启动状态。

ⓑ 启动后：启动后，发动机就过渡到正常的喷射阶段，喷射时间是根据下述的控制原则来计算的：计算机 24 就在这个过渡期间让加浓的混合气逐步变稀；在热机启动后的喷射时间初始值取决于水温和空气温度。

ⓒ 加速时加浓：当节气门在急速打开时，计算机会考虑；加速时所需的浓度；由于燃油压力的突然增加，避免燃油管壁的集油现象。

注：在快速加速时，考虑到执行机构反应时间，计算机 24 因此发出一个非同步的过程调节信号，实行非同步喷射的控制，喷油器 17 激活的时间取决于由转速和节气门位置决定的基础时间，非同步喷射是指一个较正常喷射提前的补充喷射。

ⓓ 减速的切断：在发动机减速期间节气门关闭时，如果转速高出一个范围，在发动机转速降至怠速前，计算机 24 就切断喷射电源；停止燃油喷射直至某一转速再恢复，以减少油耗和污染。

c. 浓度调节：发动机浓度调节有两种模式：开环和闭环。以氧传感器是否工作来区分，当氧传感器工作时为闭环；不工作时则为开环。

当处于闭环时，计算机(ECU)24 尽量使过量空气系数保持在 1 左右。当氧传感器输出信号显示混合气浓度在浓或稀的状态之间波动时，浓度调节是最理想的。尤其是发动机在热态时，氧传感器正常工作后，当发动机转速和负载处于稳定状况时，环是关闭的。

存在两种浓度校正方式：整体修改和部分修改。整体修改是当氧传感器工作时，调整混合气加浓或变稀。当水温低于 80℃或氧传感器工作温度低于 300℃时，启动加浓或节气门全开时，氧传感器不工作；根据某一状态参数，进行部分调节，环是开放的。

系统调节自我适应：一些不可测量的参数，例如发动机的磨损，可能影响混合气浓度；在浓度调节不能补偿它们时，进行补充修改；计算机 24 可通过各种传感器参数进行比较，获得不可直接测量的参数的信息(通过压力和氧传感器信息的比较)而进行喷射时间调整。

③ 点火系统的控制

点火系统应该给每个汽缸有足够大的火花能量，并且在发动机循环过程中提供一个准确

的点火时刻，因此需要有确定的点火曲线、保持不变的能量和将点火电压直接送到点火线圈。

a. 点火控制原理

接收到发动机转速(位置)传感器 26 的信号时，在微处理器中找到点火提前角的值，计算机 24 根据发动机转速(位置)传感器 26 的信号进行调整；保证点火线圈电流强度的稳定，并通过开关三极管来切断点火线圈的初级回路，实现点火。

b. 点火提前角的制定

(a) 说明

基本提前角是根据发动机转速和负荷来确定，并根据水温和空气温度来调整，以预防爆震。

(b) 不同工况下的校正

启动后的校正：直接取决于发动机水温。

怠速调整的校正：协助怠速控制阀 19 运行，用来稳定给定值。因为提前角的修改比怠速控制阀 19 的作用更快。

减速时的校正：在喷射切断时，实施专用的点火提前角；当正常喷射进行时，点火提前角就逐步被正常值取代。

防前后窜动：当处于稳定状态时，缓和频率低时的摆动，避免车辆在加速时的前后窜动。

(c) 启动时的点火提前角

在启动阶段点火提前角取决于转速和水温。

(2) 计算机(ECU)的构造，如图 4-47 所示，计算机(ECU)由中央微处理器(CPU)、只读存贮器(ROM)、读写随机存贮器(RAM)、模数转换(A/D)和整形放大电路、输入输出和 I/O 接口电路等硬件组成。其中 CPU 的功能包括各类运算器、累加器和控制器，是整个控制系统的中心，ROM 的功能是永久贮存整个系统的控制程序(软件)；RAM 的功能是暂时存放各

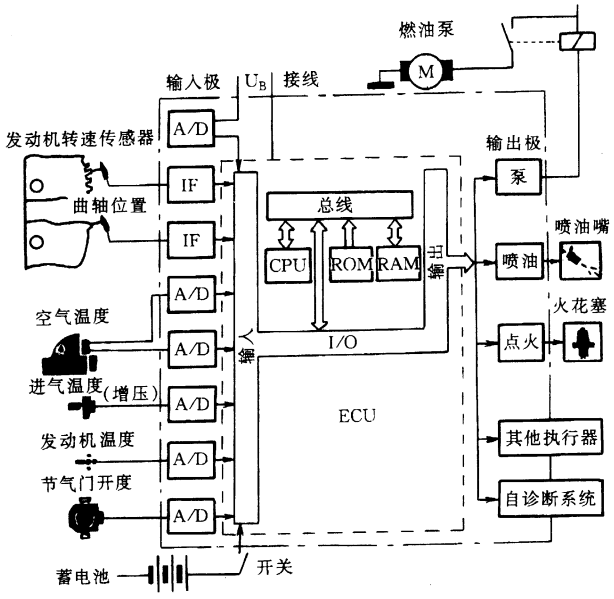


图 4-47 计算机(ECU)的构造

类传感器的输入信号和运算时的中间数据；模数转换(A/D)和整形放大电路的功能是将模拟量信号转换成数字信号，整形放大后输给 CPU；输入输出和 I/O 接口电路的功能是为输入输出信号提供通道、电平匹配和时序控制，包括数据总线、地址总线和控制总线三条总线。

(3) 各种传感器的构造

① 氧传感器的构造，如图 4-48 所示。氧传感器安装在排气管前端。通常又称之为 λ 传感器，提供混合气浓度电压信号给计算机。由一个专用陶瓷体组成，中间有白金电极，温度为 300℃以上时开始工作，气体能渗透的陶瓷两边分别与空气和排放废气相接触，在白金电极两端的氧浓度不一致时，会产生不同电压，形成一电信号输出。此电压在两个值之间波动：0.1V——稀混合气；0.8V——浓混合气。插头各接线脚(柱)的含义为：1(+)、2(-)接线脚接 +12V 加热电阻；3(-)、4(+)接线脚接浓度信号。

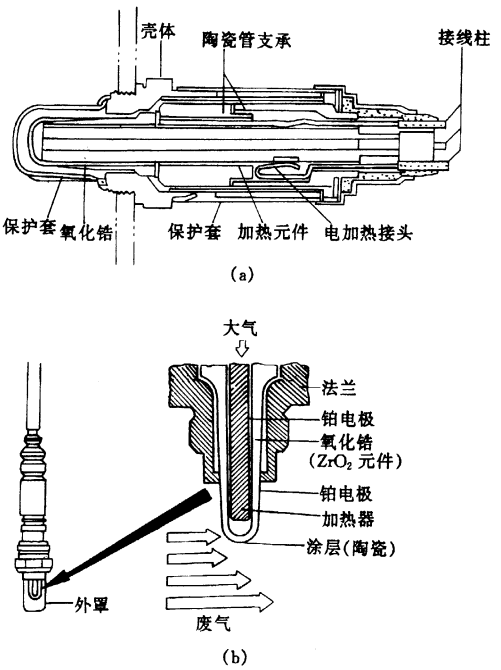


图 4-48 氧传感器的构造

该传感器采用具有固体电解质特性的氧化锆(ZrO_2)为电信号敏感元件。

氧化锆型氧传感器的外形为一端封闭的管状，氧化锆元件为一种管状的多孔性陶瓷体，管的内外表面都覆盖着一层多孔性的铂膜作为电极。

氧传感器安装于排气管中，外部与废气相接触，内部与大气相通。为了防止废气对铂膜的腐蚀，在铂膜上又覆盖了一层多孔性陶瓷层，并加装了防护套管。

氧化锆型氧传感器的工作原理如下：氧化锆管为一多孔性的陶瓷体，具有氧离子传导性，高温下氧发生电离，当管的内外表面接触到氧密度不同时(即存在浓度差)，固体电解质内部的氧离子从内(大气侧)向外(废气侧)扩散，从而使锆管成为微电池，在管内外侧的铂电极便产生电压。

当混合气稀时，废气中氧含量高，氧化锆管内外表面所接触到的氧浓度差小，只产生小的电压(接近于 0)。当混合气浓时，废气中氧含量低，同时还产生较多的 HC、CO 和 H_2 等，这些成分由于铂膜的催化作用，与氧发生反应而大量消耗了废气中的氧，从而使氧化锆管外侧的氧浓度下降为零，管内外侧的氧浓度差骤然增大，两侧铂电极之间便产生大电压(接近 1V)。氧传感器输出的电压总接近处于 0V 和 1V 之间，因而在理论空燃比附近便会产生 0～1V 的突变。

② 发动机转速传感器的构造，如图 4-49 所示，发动机转速传感器(曲轴位置传感器)采用感应型传感器，安装于离合器壳体上。

传感器 5 由永久磁铁 3、软铁心 1、绕组 2 组成。传感器 5 的顶端紧密靠近飞轮齿圈 4，飞轮转动使铁心绕组 2 内的磁通不断变化，由此产生感应电动势，此电动势送至 ECU，控制电火系统工作。

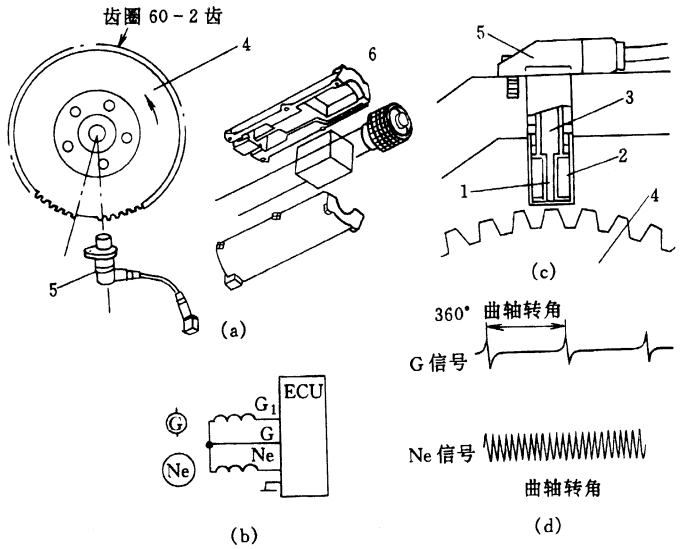


图 4-49　发动机转速传感器的构造

1. 软铁心　2. 绕组　3. 永久磁铁　4. 飞轮齿圈　5. 发动机转速传感器　6. 传感器外壳

曲轴位置传感器(点火基准传感器)或发动机转速传感器 5 为磁脉冲发生器，提供一个随发动机转速变化的交流电压。传感器 5 与齿圈 4 间隙：1 ± 0.5mm (不能调)。齿圈 4 上齿数为 60－2 齿。所缺两齿位于 1、4 缸上止点前 114°。曲轴每转一周产生一个交流电脉冲信号 G。作为识别曲轴转角位置的基准标记。由于发动机速度传感器 5 对应飞轮齿圈 4，曲轴每转一周产生飞轮齿圈的齿数的交流脉冲信号 Ne，其频率随发动机转速变化而变化。由此，计算机(ECU)控制器可探测到准确的曲轴位置及发动机速度。失去任何一个信号发动机也无法启动。若发动机启动后，点火基准传感器失效，则发动机尚可保持运转。因为发动机是否启动，可由发动机转速传感器 5 探测出，以便由计算机(ECU)控制器接通燃油泵供油，以维持发动机运转。

③ 冷却液温度传感器的构造，如图 4-50 所示。冷却液温度传感器设置在发动机出水室上。绿色的冷却液温度传感器其温度感应元件为负温度系数的热敏电阻 3。温度越低其阻值越大，因此可将冷却液温度的高低，转变成不同的电信号，输出给电控单元，以控制燃气加浓量的大小。

④ 进气温度传感器的构造，如图 4-51 所示。该进气温度传感器 1 位于空气滤清器 2 盖上，是检测发动机吸入空气温度用的传感器。进气温度传感器 1 一般是由与水温传感器中具有相同特性的热敏电阻构成。使用时，由于吸入空气温度的变化会引起空气密度发生变化，因此需要进行燃油喷射量修正。为使测量及修正精确，通常是将进气温度传感器 1 安装在空气测量部位附近，空气滤清器 2 的壳体内或是稳压箱内。进气温度传感器 1 的输出特性与水温传感器相同。进气温度传感器 1 与(ECU)4 的连接如图中所示，计算机(ECU)4 中的电阻(R)与进气温度传感器 1 串联。当热敏电阻的阻值随进气温度变化时，(THA)信号 3 的电压也随之改变。当进气温度低时(空气密度大)，热敏电阻阻值增大，计算机(ECU)4 检测到(THA)信号 3 电压高。根据此信号，计算机(ECU)4 相应增加喷油量。反之，当进气温度高时(进气空气密度小)，计算机(ECU)4检测到的(THA)信号3电压低，计算机(ECU)4控制

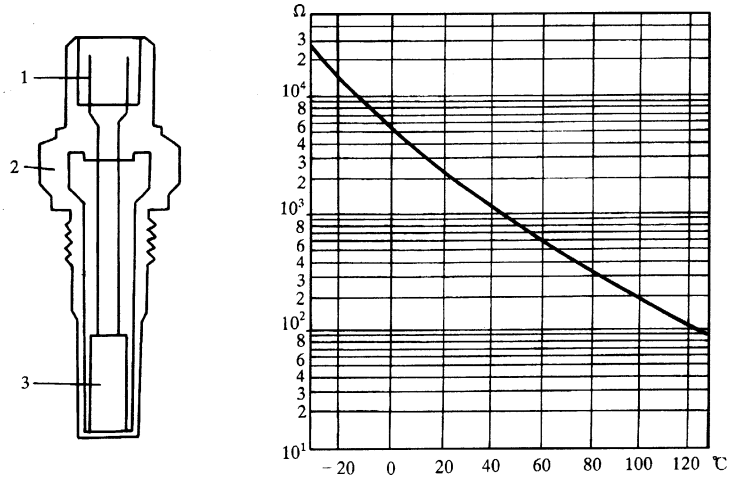


图 4-50　冷却液温度传感器

1. 电源插座　2. 壳体　3. 热敏电阻

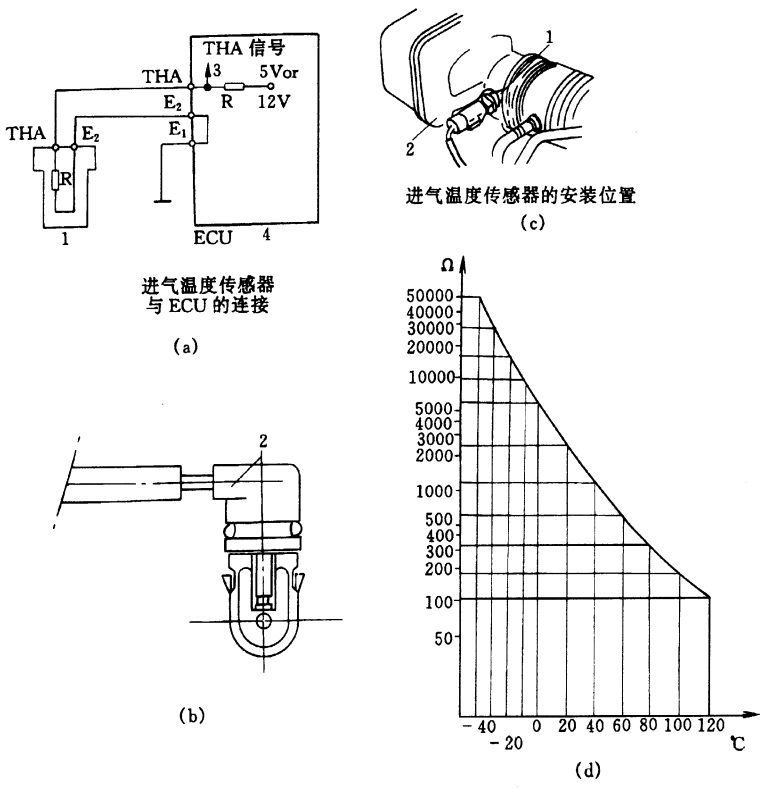


图 4-51　进气温度传感器的构造

1. 进气温度传感器　2. 空气滤清器　3. THA 信号　4. 计算机(ECU)

喷油量减少。

(4) 点火系统的构造与工作原理

① 点火系统的工作原理，如图 4-52 所示，点火类型：jum-statique（双线圈—每组汽缸一个线圈）。无分电器式直接点火系统，点火线圈产生的高压电直接送到火花塞。无分电器的电子点火系统每两个汽缸配有一个点火线圈和一个点火器，每个点火线圈的次级绕组的两端分别用高压线与两个汽缸的火花塞连接。电脑通过点火器分别控制各个点火线圈初级绕组的通断。当切断某一点火线圈的初级绕组的电流时，两个汽缸的火花塞同时跳火：其中一个汽缸是处于压缩行程上止点的点火时刻；另一个汽缸则处于排气行程的上止点位置，因此该汽缸的这次点火不起作用。由此可知，这种点火系统的每个点火线圈在发动机一个工作循环内要点火两次；每个汽缸的火花塞在一个工作循环内也产生两次高压火花：一次出现在压缩行程上止点时，是有效的点火；另一次出现在排气行程上止点时，是无效的点火。无分电器的电子点火系统由于每个点火线圈有充裕的初级电流导通时间，所以能产生很强的高压火花；而且完全取消了机械驱动，不会磨损，长期使用不会影响点火正时。这种系统的点火提前角和点火顺序全部由电脑根据各传感器测得的信号来判断，在使用和维修中无需进行调整。电子控制点火系统是将发动机在各种运行工况(转速和负荷)下最佳的点火提前角值事先贮存在一个控制单元内。而在发动机实际运行时，由系统中的计算机(ECU)根据运行的转速与负荷的实际信息，在所贮存的点火特性中取出适应于该工况下的点火提前角数值。同时计算机(ECU)还根据发动机温度、进气温度、节气门位置等信息对所选取的点火提前角进行修正，使发动机总能得到一个最佳的点火时刻。为了控制点火定时，计算机(ECU)根据汽缸上止点位置确定点火的时间。发动机中设有曲轴转角传感器和一个曲轴转角参考信号 G，用来确定相对于每缸上止点的喷油定时和点火定时，同时提供一个用于检测实际曲轴转角和发动机转速的信号 Ne；计算机(ECU)用 Ne 信号确定基本喷油持续时间和基本点火提前角。通常，计算机(ECU)把 G 信号在第一个 Ne 缺口信号后，经过的零点定为一缸压缩行程上止点前 10°，计算机(ECU)计算点火定时时，就把这一点作为参考点。

电控发动机实际点火提前角是由三部分组成的，即：实际点火提前角 = 初始点火提前角 + 基本点火提前角 + 修正点火提前角(或推迟角)。初始点火提前角对于发动机来说是固定不变的，它是考虑信号传递的一些滞后因素而设置的。在初始点火提前角基础上，计算机(ECU)根据进气管压力(或进气量)和发动机转速，从存贮器中存贮的点火提前角脉谱图中找

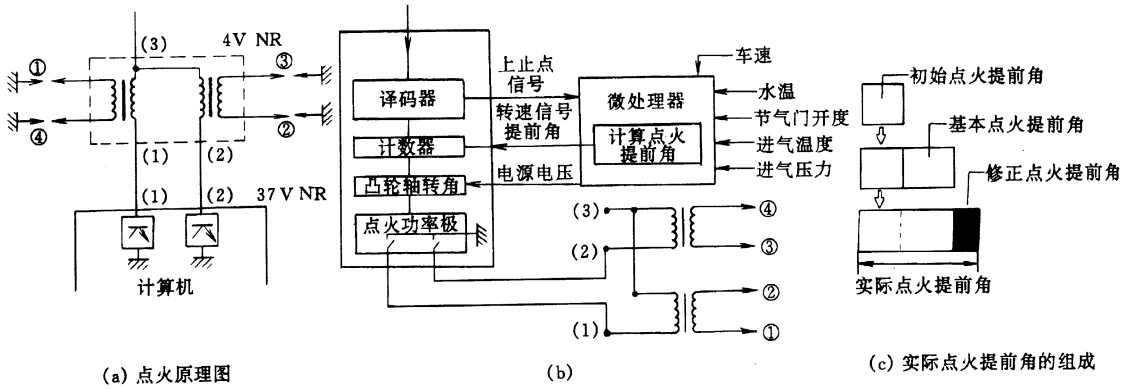


图 4-52　点火系统的工作原理

①②③④为缸号　(1)(2)(3)为接线柱号

到相应的基本点火提前角，然后根据有关传感器信号加以修正，得出实际的点火提前角。

② 点火线圈的构造，如图 4-52 所示。

1、4 缸共一组线圈(初级、次级)，2、3 缸共一组线圈，点火时两缸火花塞串连同时点火。由于压缩缸的汽缸压力较高，放电较为困难，因此，所需击穿电压较高；而排气汽缸的压力接近大气压力，放电容易，所需击穿电压较低。两火花塞同时跳火时，其阻抗几乎都在压缩缸，即压缩缸承受大部分电压降。

(5) 主继电器的构造，如图 4-53 所示。

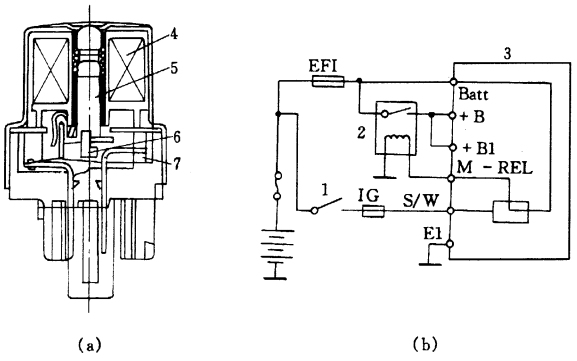


图 4-53 主继电器的构造

(a) 主继电器结构 (b) 主继电器的电源电路

1. 点火开关 2. 主继电器 3. 计算机(ECU)

4. 线圈 5. 滑阀(可动铁心) 6. 调整块 7. 触点

主继电器的作用是使包括计算机(ECU)在内的电控汽油喷射系统的各部件，不受电源干扰和电压脉冲的影响。当点火开关 1 接通时，电源与计算机(ECU)3 的 IG、Batt 端相通。主继电器 2 控制电路通过计算机(ECU)3 的 M-REL 端将主继电器 2 接通。使主继电器触点 2 闭合，然后电源为计算机(ECU)3 的 + B 和 B1 端供电。因此点火开关 1 关闭后，计算机(ECU)3 存贮器中存贮的故障诊断代码和数据仍能保存。

(6) 电子控制系统电路图，如图 4-54 所示。

(7) 电子控制系统电路位置图，如图 4-55 所示。

二、TU5 发动机燃油供给系与点火系的维修数据

TU5 发动机燃油供给系与点火系的维修数据，见表 4-3。

三、TU5 发动机燃油供给系与点火系的故障诊断

(一) 自诊断系统

1. 自诊断系统工作原理，参见图 2-13 所示，在仪表板上装有发动机故障报警灯(指示)5。当在行驶过程中，此灯闪烁或点亮，即表示发动机燃油喷射系统或点火系统有故障。

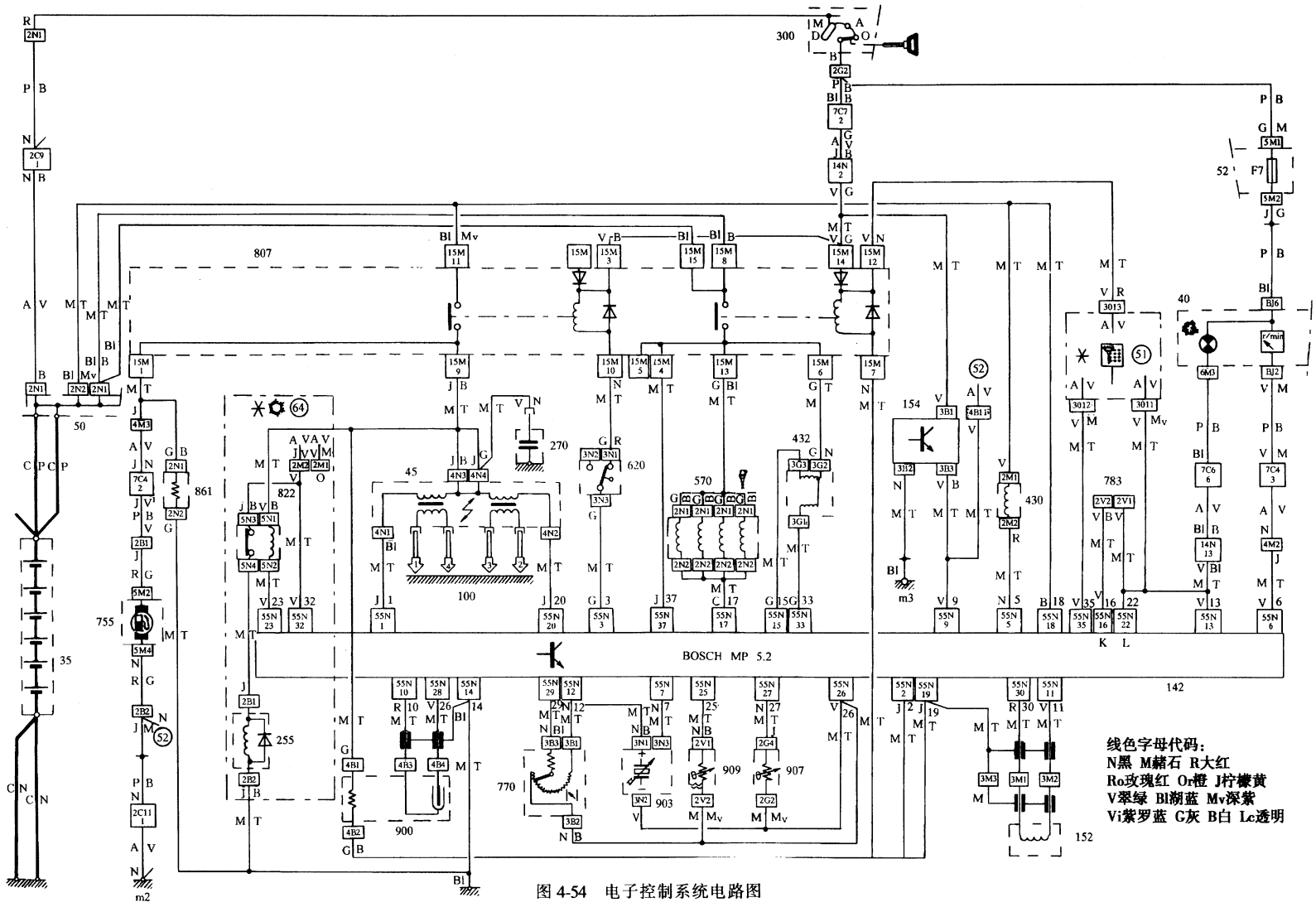


图 4-54　电子控制系统电路图

10. 分电器　35. 蓄电池　40. 仪表盘　45. 点火线圈　50. 电源盒　52. 内接熔断器盒　59. 预热盒　62. 搭铁盒　100. 火花塞　142. 计算机　152. 发动机转速传感器　154. 电子车速传感器　160. 发动机上止点传感器　255. 空调压缩机离合器　270. 点火线圈上的电容器　300. 点火开关　350. 启动机　430. 炭罐排放阀　431. 空调怠速电磁阀　432. 怠速调节电磁阀　436. 怠速截止阀　570. 喷油器　620. 惯性开关　671. 发动机压力油开关　680. 点火模块(器)　755. 汽油泵　770. 节气门位置传感器　779. 上止点传感器插头　783. 计算机自诊断插头

807. 喷射双密封继电器　822. 空调压缩机继电器　826. 预热继电器　861. 进气预热器　900. 氧传感器　903. 进气压力传感器　907. 进气温度传感器　909. 冷却液温度传感器

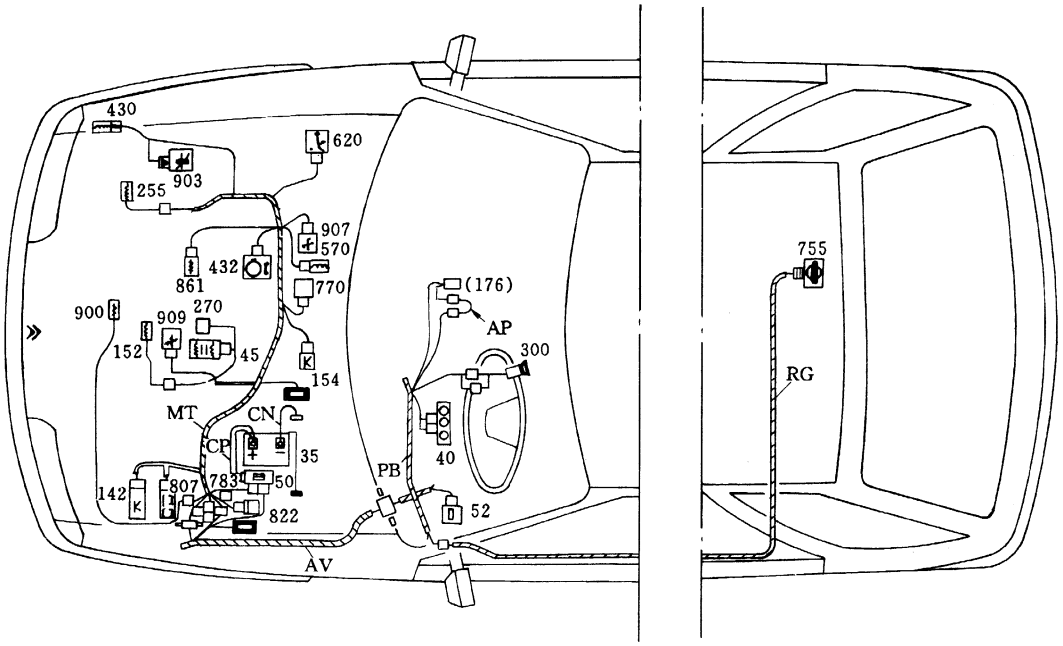


图 4-55　电子控制系统电路位置图

（符号含义与图 4-54 相同）

表 4-3　　TU5 发动机燃油供给系与点火系的维修数据

项　目	标　准	项　目	标　准	
点火系统	ECU 控制无分电器系统	喷油器电磁线圈电阻	15Ω	
触发器位置	曲轴	怠速控制阀定子绕组电阻	52 ~ 58Ω	
制造	BOSCH	冷却液温度传感器电阻	温度(℃)	电阻值(Ω)
燃油系统型式	MP5.2		10	3530 ~ 4100
喷射类型	多点间歇喷射		20	2350 ~ 2670
空气计量	进气管绝对压力		40	1085 ~ 1230
点火供油结合型 ECM	有		60	540 ~ 615
故障诊断插座	有		80	292 ~ 326
点火线圈供电电压	11V		100	165 ~ 190
点火顺序	1 - 3 - 4 - 2			
ECU 编码	0261203913			
点火提前校验	ECM 控制			
CO 测试机油温度	80℃	进气温度传感器电阻	温度(℃)	电阻值(Ω)
怠速 CO 含量	最大值 0.5%		10	3530 ~ 4100
怠速 CO_2 含量	14.5% ~ 16%		20	2350 ~ 2670
怠速 O_2 含量	0.1% ~ 0.5%		40	1085 ~ 1230
怠速 HC 含量	100ppm		50	763 ~ 857
快怠速 CO 含量测试	(2200 ~ 3000r/min)0.3%		60	540 ~ 615
火花塞型号	FR7DCO			
火花塞电极间隙	0.8 ~ 0.9mm			
怠速	850r/min	炭罐控制阀电磁线圈电阻	44 ~ 46Ω	
快怠速(空调)	900r/min	基本点火提前角	上止点前 10°	
燃油压力(怠速)	300kPa	点火线圈低压端电阻	0.6 ~ 0.8Ω	
燃油泵供油量	0.34 ~ 0.6L/15s	点火线圈高压端电阻	9500 ~ 14000Ω	

发动机故障报警(指示)灯5位于仪表板上，受计算机控制。电源切断：指示灯5熄灭；电源接通：指示灯5点亮。

如果没有任何大的故障被记录，发动机启动后，指示灯就会熄灭；相反指示灯亮。如果没有永久性的大故障，指示灯5就不亮；若大故障出现，指示灯5亮。以下两种情况出现：大的故障是永久性的，指示灯5保持常亮；大的故障从永久性过渡到临时性的，指示灯5熄灭，但故障被存储。故障的记录分永久性故障和临时性故障。故障是以故障码的形式被存储，并且按故障出现的先后顺序显示。故障可以同时存储(最多15条)。

对于严重故障，一旦它们被检测到警报(指示)灯5会不停地闪烁，以提醒司机。不需要立即维修的小故障，出现时指示灯不闪烁，但故障被存储。

严重故障比小故障具有优先性。在已存储了15条故障时，如果有一个严重故障出现，它就会代替一个已经被存储的小故障。

某些故障的出现会引起备用运行系统的运行。该系统协助司机将车开到服务站。在故障检测的一段时间后，一些后备值和后备功能在系统允许的情况下投入使用；如果故障消除，正常的功能和正常值就立即投入使用。故障被存储在计算机的存储器里，并被作为临时故障管理。

发动机启动50次后，不再出现的临时故障则被自动删除；被记录的故障在排除后，也可以通过检测仪被删除。注意：排除故障后，必须重新初始化计算机。方法是：切断点火开关，然后再接通，等待3s后再启动发动机。

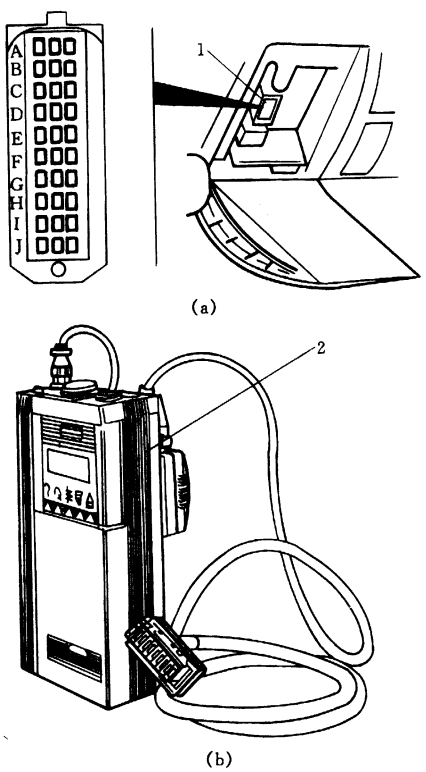


图4-56　自诊断系统的故障码显示
1. 计算机自诊断插头(783)
2. 故障检测仪

2. 自诊断系统故障码的显示，如图4-56所示。在计算机(ECU)上，装有计算机自诊断插头1(图4-54件783)，将故障检测仪2插头插在自诊断插头1上(检测仪功能：读取故障码；删除故障码；参数测量；执行机构测试；喷射系统计算机识别对计算机重新“加载”)，打开点火开关，故障的读取通过故障警报指示灯进行。第一次闪亮次数为故障码的第一位数。暂停后，第二次闪亮的次数为故障的第二位数。例：第一次闪一次，暂停后第二次闪二次，其故障码为12。再次暂停后指示灯再次闪亮为第二个故障码，直到最后故障码出现11时为止，表示故障码检索程序结束。关闭点火开关。

当排除故障后，需使故障码复位时，应断开计算机ECU的电源线或保险丝30s，即可清除故障代码。但应注意石英钟和音响装置的数据一起被清除。清除代码后，启动发动机，观察指示灯是否闪亮，若闪亮，说明系统仍存有故障，需进一步检查。故障码的含义如表4-4所示。

(二) 按发动机实际工况进行的故障诊断

1. 故障现象为发动机不启动，需要检查的部位有：发动机与电源、电路连接；保险丝、油泵、发动

机控制继电器；燃油、滤清器的状况；进气、真空系统的泄漏；发动机管理系统连线；油压、供油量、油压调节器；喷油器；空气流量传感器；ECM 及其接线。

表 4-4　　故障码含义表

故障码	故障位置	故障码	故障位置
11	序列结束	12	序列开始
13	进气温度传感器	14	冷却液温度传感器
15	油泵继电器	21	节气门位置传感器
22	怠速控制器	25	进气管空气控制线圈
27	车速传感器	31	混合气调节
33	进气管压力传感器	34	燃油蒸气提纯阀
41	发动机速度传感器	42	喷油器
43	爆震控制	45	点火线圈 1
52	氧传感器	53	电源电压
54	ECM	57	点火线圈 2
65	凸轮轴位置传感器	71	喷油器 1
72	喷油器 2	73	喷油器 3
74	喷油器 4		

若为发动机不启动、不燃烧，其检查程序是：①听油泵是否在工作，若不工作时，应检查其相应线路。②听喷油嘴是否在工作，若不工作，则应检查喷油嘴相应线路。③检查点火开关在启动挡时，转速表是否转动，若不转动时，应检查火花塞及高压线是否有火花，若无火花时，应检查点火线圈是否有故障。④最后检查计算机(ECU)的故障。

若发动机不启动，但有部分燃烧，其检查程序是：听油泵是否在工作；若在工作，再听喷油嘴是否在工作；若在工作，拆下燃油调压器上的真空管(图 4-42 件 1)，增加或减少真空度，再进行启动发动机试验；最后检查计算机(ECU)的故障。

2. 故障现象为冷车启动困难，需要检查的部位有：发动机、电源、电路连接；保险丝、油泵、发动机控制继电器；燃油、滤清器的状况；进气、真空系统的泄漏；冷却液温度传感器；怠速控制装置；空气滤清器；空气流量传感器；油压、供油量、油压调节器；喷油器；节气门装置；发动机管理系统连线；发动机速度传感器、凸轮轴位置传感器；ECM 及其接线。

检查程序是：①观察转速表，确定启动时，转速表可达 300r/min 左右。否则应测量蓄电池电压，若低于 12V 应进行充电。②检查怠速控制阀的功能是否正常，还应检查怠速控制阀的相应线路。③检查进气预热器(节气门体预加热器)(图 4-54 件 861)的功能及其相应电路。④最后检查计算机(ECU)的故障。

3. 故障现象为暖车启动困难，需要检查的部位有：发动机、电源、电路连接；保险丝油泵、发动机控制继电器；燃油、滤清器的状况；进气、真空系统的泄漏；发动机管理系统连线；空气流量传感器；冷却液温度传感器；发动机速度传感器、凸轮轴位置传感器；油压、供油量、油压调节器；喷油器；空气滤清器；ECM 及其接线；爆震控制。

检查程序是：①观察转速表，确定启动时转速表可达 300r/min 左右。否则应测量蓄电

池电压，若低于 12V 应进行充电。②用湿布冷却油管后，再做启动试验，若仍不能启动。③检查燃油蒸气压力是否过大。④检查燃油调压器的真空管是否堵塞。⑤最后检查计算机(ECU)的故障。

4. 故障现象为启动后停机，需要检查的部位有：发动机、电源、电路连接；保险丝、油泵、发动机控制继电器；进气、真空系统的泄漏；发动机管理系统连线；怠速控制装置；节气门装置；空气滤清器；空气流量传感器；油压、供油量、油压调节器；喷油器；ECM 及其接线。

检查程序是：①听燃油泵工作声音，并检查相应线路。②检查转速表在启动时是否达到 300r/min 左右，否则检查蓄电池电压，电压应高于 12V，否则应充电。③检查点火正时，应在上止点前 10°。④检查炭罐的真空管是否漏气。⑤拆下燃油调压器的真空管后，再启动发动机，若能启动，说明供油过多应进行燃油压力检查。⑥检查高压线是否潮湿或断路。⑦检查火花塞的电极间隙。⑧检查火花塞点火的火花，应为白色。⑨最后检查计算机(ECU)的故障。

5. 故障现象为怠速不稳定，需要检查的部位有：怠速控制装置；进气真空系统的泄漏；发动机、电源、电路连接；发动机管理系统连线；节气门装置；节气门位置传感器；冷却液温度传感器；进气温度传感器；空气滤清器；空气流量传感器；油压、供油量、油压调节器；喷油器，ECM 及其接线。

若是热机前怠速不稳，检查程序是：①检查点火正时，应为上止点前 10°。②检查怠速控制阀的功能及其相应线路。③拆下燃油调压阀真空管后，增加或减少调压阀的真空度，再检查怠速。④最后检查计算机(ECU)的故障。

若在热机后怠速不稳，检查程序是：①检查进气歧管及接口是否泄漏。②炭罐的管路是否漏气。③检查点火正时，应在上止点前 10°。④检查高压线电阻及火花塞是否有正常的火花。⑤测量汽缸压力，若压力过低，应确定汽缸盖垫、活塞环等相应故障原因。⑥最后检查计算机(ECU)的故障。

6. 故障现象为怠速不正确，需要检查的部位有：进气、真空系统的泄漏；发动机、电源、电路的连接；发动机管理系统连线；怠速控制装置；节气门位置传感器；空气滤清器；空气流量传感器；冷却液温度传感器；节气门装置；喷油器；ECM 及其接线。

若为怠速过低(热机)，检查程序是：①检查点火正时，应为上止点前 10°。②检查节气门体是否堵塞。③检查燃油调压器，拆下真空管，增加或减少真空度，观察怠速的变化。④检查计算机(ECU)故障。

若为怠速过高(热机)，检查程序是：①检查点火正时，应为上止点前 10°。②检查进气歧管是否有泄漏。③检查节气门钢索是否滑动困难，造成节气门关闭不严。④检查怠速控制阀的功能是否正常，检查怠速控制阀的相应线路。⑤检查燃油调压器的燃油压力是否过高。⑥检查计算机(ECU)故障。

7. 故障现象为等速行驶不良，需要检查的部位有：进气、真空系统泄漏；发动机、电源、电路的连接；发动机管理系统连线；空气滤清器；空气流量传感器；冷却液温度传感器；燃油、滤清器的状况；油压、供油量、油压调节器；喷油器；进气温度传感器；ECM 及其接线。

若为车速波动，其检查程序是：①检查进气歧管是否有漏气处。②检查点火正时。③检查燃油调压器的燃油压力是否稳定。④检查发动机转速传感器工作是否正常。⑤检查进气压

力传感器工作是否正常，并检查其相应线路。⑥检查计算机(ECU)的故障。

8. 故障现象为加速时抖动，需要检查的部位有：进气、真空系统泄漏；发动机、电源、电路的连接；发动机管理系统连线；空气滤清器；空气流量传感器；冷却液温度传感器；燃油、滤清器的状况；油压、供油量、油压调节器；喷油器；氧传感器；ECM 及其接线；进气温度传感器。

检查的程序是：①检查高压线电阻是否合适。②检查火花塞的火花是否正常。③检查进气歧管是否漏气。④检查燃油调压器的燃油压力。⑤检查进气压力传感器工作是否正常并检查其相应线路。⑥检查计算机(ECU)的故障。

9. 故障现象为发动机动力不足，需检查的部位有：进气、真空系统泄漏；空气滤清器；发动机、电源、电路的连接；发动机管理系统连线；燃油、滤清器的状况；冷却液温度传感器；节气门位置传感器；空气流量传感器；油压、供油量、油压调节器；喷油器；氧传感器；节气门阀、连接软管；车速传感器；ECM 及其接线。

检查程序是：①检查空气滤清器是否堵塞。②检查点火正时。③检查节气门是否灵活转动。④检查汽缸压力是否正常。⑤检查火花塞火花是否正常。⑥检查燃油调压器燃油压力。⑦检查进气压力传感器工作是否正常并检查其相应线路。⑧检查计算机(ECU)的故障。

四、TU5 发动机燃油供给系与点火系的检查

(一) 燃油压力与供油量的检查

如图4-57所示，燃油压力的检查：关闭点火开关。在供油管路中接入油压表。启动发动机，运行在怠速状态下，油泵供油压力为 250kPa，从压力调节器 7 上接真空管 1 处，拆下真空软管，系统压力指示应为 300kPa，装回真空软管，关闭点火开关，10min 钟内，调节压力指示应保持在不少于 200kPa。

供油量的检查：关闭点火开关。从压力调节器 7 上拆下回油管，将管的末端插入量杯中。取下主继电器的插头，将跳线开关 9 接至继电器座 8 的(9)和(11)端之间；再打开点火开关，使油泵运转，供油量应为 0.34～0.6 L/15s。

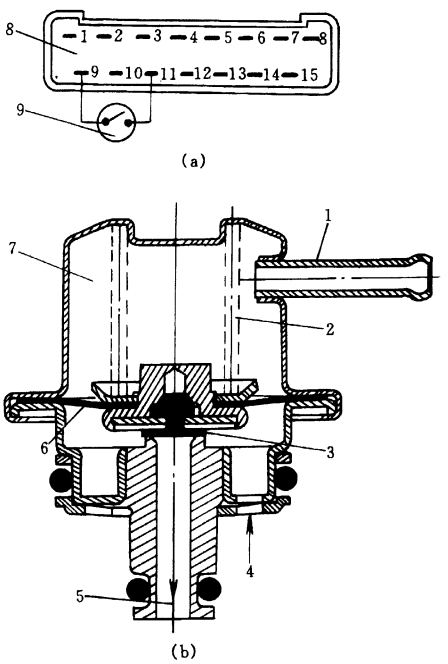


图 4-57 燃油压力与供油量的检查
1. 接真空管 2. 弹簧 3. 阀门
4. 进油孔 5. 回油孔 6. 膜片
7. 燃油压力调节器 8. 继电器插座
9. 跳线开关

(二) 喷油器的检查

如图 4-58 所示，取下喷油器 1，将喷口擦干，启动油泵，观察两分钟，不应有燃油泄漏。关闭点火开关，取下喷油器插头 2，检查喷油器 1 插座接线端两端之间电阻值，阻值应为 15Ω。取下继电器，将跳线开关 4 接至继电器座 3 的(8)和(4)端之间，打开点火开关，检查喷油器插头 2 的两接线端每端与地的电压，电压值均应为电源电压。

（三）节气门位置传感器的检查

如图 4-59 所示，关闭点火开关。不拆下节气门位置传感器插头 1，在只暴露线头的情况下，打开点火开关，检查插座 3 的线头(1)和(3)间的电压(信号电压)，节气门关闭时应为 0.4V，节气门全开时应不超过 4.5V。使节气门位置传感器 2 工作，电压变化应是平滑的。关闭点火开关，拆下节气门位置传感器插头 1，打开点火开关，检查插头 1 的线头(2)端与地间的电压(电源电压)，应为 5V。

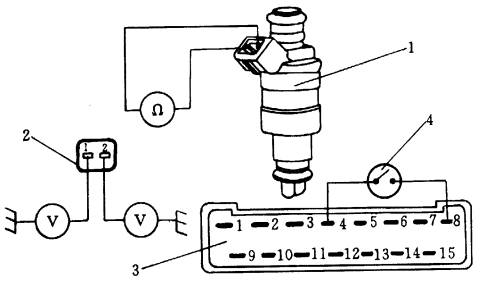


图 4-58　喷油器的检查

1. 喷油器　2. 喷油器插头

3. 继电器座　4. 跳线开关

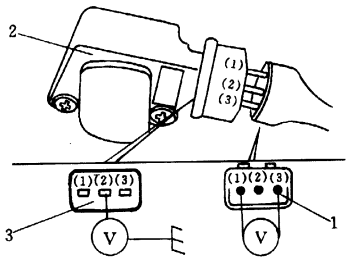


图 4-59　节气门位置传感器的检查

1. 节气门位置传感器插头　2. 节气门位置传感器

3. 节气门位置传感器插座

（四）进气压力传感器的检查

如图 4-60 所示，检查进气压力传感器 2 上的真空软管 3 的密封和泄漏，更换损坏的软管。关闭点火开关，取下进气压力传感器插头 1，打开点火开关，检查插头 1 线头(3)与地间的电压(电源电压)，电压应为 5V。

关闭点火开关，不拆下进气压力传感器插头 1，在暴露线头情况下，启动发动机，转速达 1500r/min，加速发动机转速若干次，检查进气压力传感器插头 1 的线头(1)和(2)间的电压(信号电压)，应为0.4～4.6V。

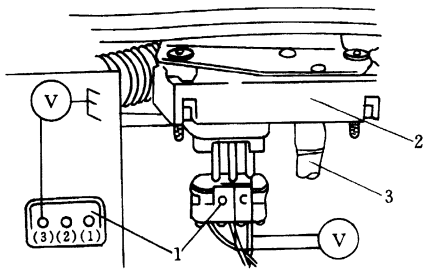


图 4-60　进气压力传感器的检查

1. 进气压力传感器插头　2. 进气压力传感器

3. 进气压力传感器真空软管

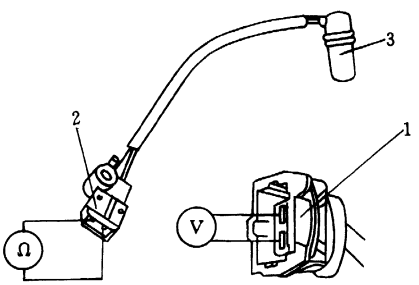


图 4-61　进气温度传感器的检查

1. 进气温度传感器插头　2. 进气温度传感器插座

3. 进气温度传感器

（五）进气温度传感器的检查

如图 4-61 所示，关闭点火开关，拆下进气温度传感器插头 1；打开点火开关，检查进气温度传感器插头 1 的两接线头之间的电压电源电压应为 5V。关闭点火开关，拆下进气温度传感器插头 1，检测周围温度，同时检测进气温度传感器插座 2 两接线端的电阻值；温度与电阻对应关系应为：10℃时为 3530 ~ 4100Ω；20℃时为 2350 ~ 2670Ω；40℃时为 1085 ~ 1230Ω；50℃时为 763 ~ 857Ω；60℃时为 540 ~ 615Ω。

（六）怠速控制阀的检查

如图 4-62 所示，关闭点火开关，取下怠速控制阀插头，检查怠速控制阀插头端子间的电阻值，A 与 D 间应为 52 ~ 58Ω，B 与 C 间应为 52 ~ 58Ω。

（七）冷却液温度传感器的检查

如图 4-63 所示，关闭点火开关，取下冷却液温度传感器插头。释放冷却系统内残余压力，从发动机上取下冷却液温度传感器。将冷却液温度传感器探头浸入指定温度的冷却液中，检测冷却液温度传感器接线端间的电阻值。当温度为 10℃时，电阻为 3530 ~ 4100Ω；20℃时为 2350 ~ 2670Ω；40℃时为 1085 ~ 1230Ω；60℃时为 540 ~ 615Ω；80℃时为 292 ~ 326Ω；100℃时为 165 ~ 190Ω。

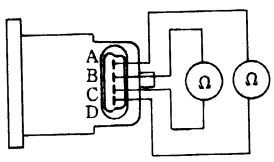


图 4-62　怠速控制阀的检查

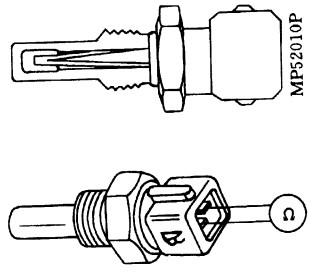


图 4-63　冷却液温度传感器的检查

（八）发动机转速传感器的检查

如图 4-64 所示，启动试验前取下喷油器插头，避免损坏催化转换器。关闭点火开关，取下发动机转速传感器 3 插头 2，打开点火开关，暂短启动发动机，检查发动机速度传感器插头 2 线头(1)和(2)间的电压(信号电压)应为 4 ~ 8V。关闭点火开关，取下发动机速度传感器插头 2，检查发动机速度传感器插座 1 的接线(3)脚与地的电阻值应为 0Ω。

（九）氧传感器(HO2S,加热型)的检查

如图 4-65 所示，关闭点火开关，取下氧传感器插头 1。启动发动机，怠速运转。检查氧传感器插头 1 的接脚(3)与(4)间的电压(信号电压)，应在 0.4 ~ 0.9V 间波动。关闭点火开关，取下氧传感器插头 1，检查氧传感器插头 1 的接脚(1)与(2)间的电阻，阻值应为 3.5Ω。关闭点火开关，取下氧传感器插头 1，暂短启动发动机，检查氧传感器线束插座 2 的接线头(1)和地间的电压，电压应为电源电压。否则检查接线或主继电器。

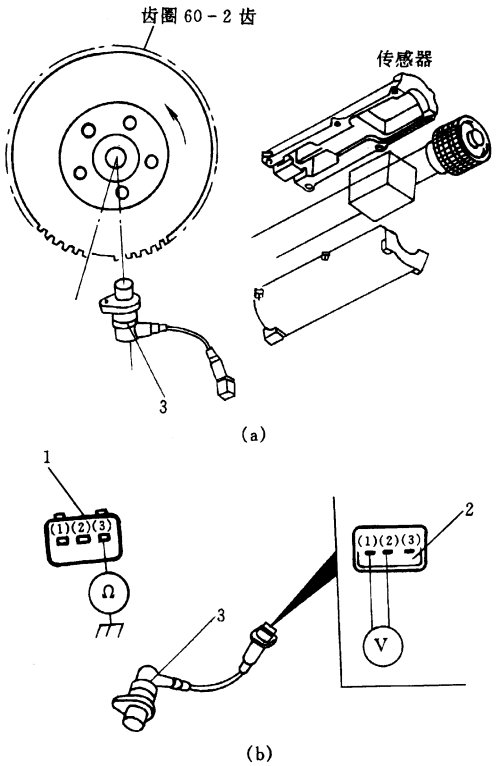


图 4-64　发动机转速传感器的检查

1. 发动机转速传感器插座　2. 发动机转速传感器插头

3. 发动机转速传感器

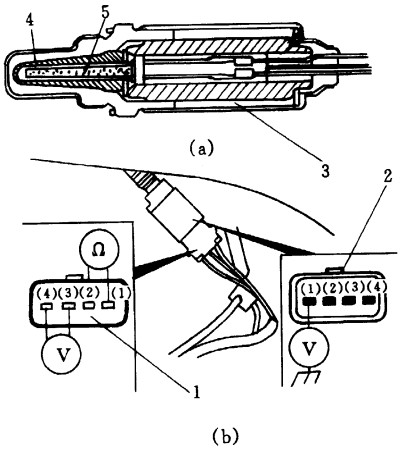


图 4-65　氧传感器(HO2S,加热型)的检查

1. 氧传感器插头　2. 氧传感器线束插座

3. 氧传感器　4. 氧化锆　5. 加热器

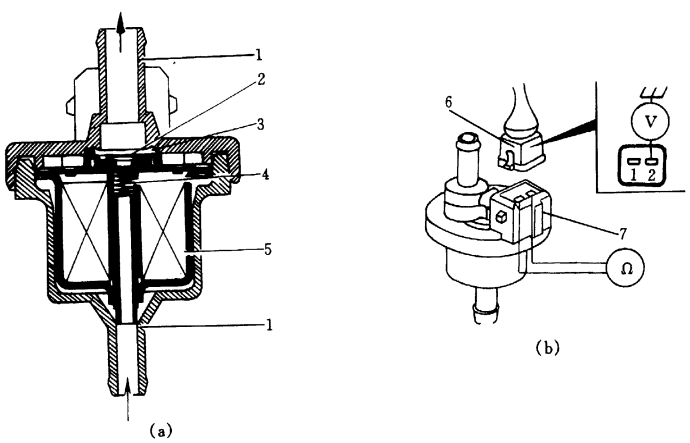


图 4-66　炭罐控制阀的检查

1. 管接头　2. 阀门　3. 铁心　4. 回位弹簧

5. 电磁线圈　6. 炭罐控制阀插头　7. 炭罐控制阀插座

（十）炭罐控制阀的检查

如图 4-66 所示，启动试验前取下喷油器插头，防止发动机启动。关闭点火开关，取下炭罐控制阀插头 6，暂短启动发动机，检查插头 6 的接线头(2)和地间的电压，电压应为电源电压。关闭点火开关，取下炭罐控制阀插头 6，检查阀的插座 7 两个接线头间的电阻，阻值应为 44～46Ω。

（十一）主继电器的检查

如图 4-67 所示，当点火开关接通后，主继电器插头 2 接脚(3)和(14)接通电源，而电源直接从接脚(11)、(8)和(15)进入，再从接脚(1)、(9)、(4)、(13)、(6)出去。接脚(1)将电源输给燃油泵和进气预热器。接脚(9)将电源输给点火线圈、空调继电器和氧传感器。接脚(4)将电源输给计算机插头(37)。接脚(13)将电源输给喷油器，接脚(6)将电源输给怠速控制阀。

检查时：打开点火开关，如果听不见继电器工作的声音，检查接线或保险丝。关闭点火开关，取下继电器组合插头 2，检查插头 2 接脚与地之间的电压，插头 2 接脚(8)(11)(15)与地间的电压应为电源电压。打开点火开关继电器组合插头 2 接脚(3)、(14)与地间的电压应为电源电压。否则检查插头 2 的接线或惯性开关。

（十二）计算机(ECU)的检查

如图 4-68 所示。计算机(ECU)插头 2 共有 37 个接脚，但有 7 个是空位，即(4)(8)(21)(24)(31)(34)(36)，其余的接脚排列仍按顺序排列如图中所示。接脚(18)直接从蓄电池输入电源，接脚(35)接点火开关。当接通点火开关时输入电源，接脚(14)接地。检查时插头 2 的接脚(18)对地电压，应为电源电压。关闭点火开关，取下计算机(ECU)插头 2，检查插头 2 的接脚与地间的电压，启动发动机时，插头 2 的接脚(35)与地间的电压应为电源电压。否则检查接线或主继电器。关闭点火开关，取下计算机(ECM)1 的插头 2，检查接脚与地间的电阻，插头 2 接脚(14)与地间的电阻应为 0Ω，否则检查接线。

（十三）车速传感器的检查

如图 4-69 所示，车速传感器为一衔铁开关，安装在车速表中，将车速转换为脉冲信号。

关闭点火开关，取下车速传感器插头 1。打开点火开关，检查车速传感器插头 1 与地间的电压，车速传感器插头 1 的接脚(1)与地间的电压应为电源电压。关闭点火开关，取下车速传感器插头。检查车速传感器插头 1 与地间的电阻插头 1 的接脚(2)与地间的电阻应为 0Ω。否则应检查接线是否有故障。若用转动前轮，用电阻表测量车速传感器 2 插座接脚(2)与(3)之间电阻，应时通时断。

（十四）点火系统的检查

1. 火花塞、点火正时和点火顺序的检查，如图 4-70 所示。火花塞型号为 BOSCH FR7DCO，火花塞 1 电极的间隙，应为 0.8mm。检查火花塞的高压火花，启动试验前取下喷油器插头，避免损坏催化转换器。关闭点火开关，从火花塞 1 上取下一根高压插头，接一个试验火花塞 1，用虎钳夹住试验火花塞 1，与地保持 6mm 距离，暂短启动发动机，火

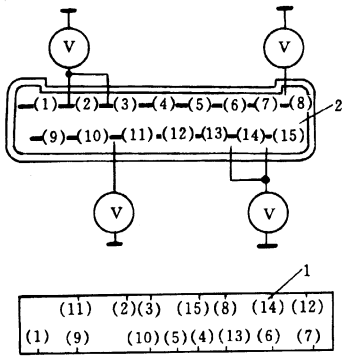


图 4-67　主继电器的检查

1. 主继电器　2. 主继电器插头

(1)接汽油泵(755)、进气预热器(861)　(2)接点火开关(300)　(3)接点火开关(300)　(4)接计算机(142)(37)　(5)空　(6)接怠速调节阀(432)(2)　(7)接计算机(142)(2、19)、氧传感器(900)(2)　(8)接蓄电池(35)　(9)接点火线圈(45)(3)、空调继电器(822)(1)　(10)接惯性开关(620)　(11)接蓄电池(35)　(12)接计算机(ECU)(35)　(13)接喷油器(570)(1)　(14)接点火开关(300)　(15)接蓄电池(35)

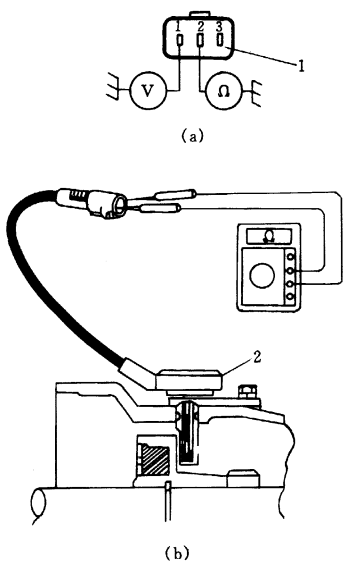


图 4-69　车速传感器的检查

1. 车速传感器插头　2. 车速传感器

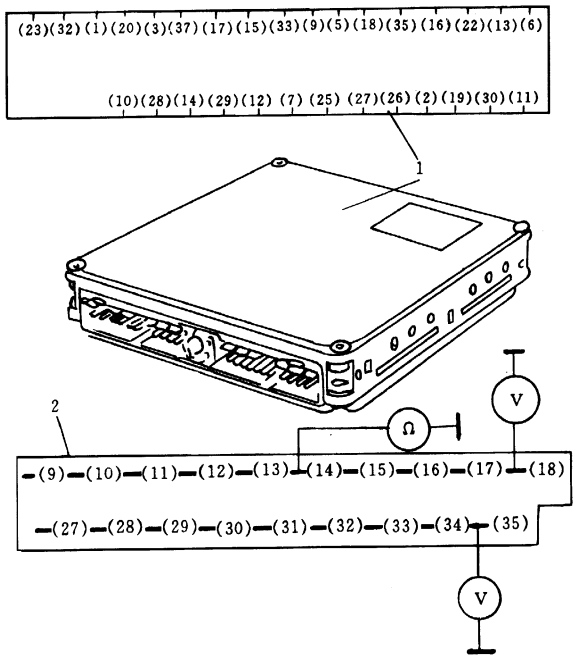


图 4-68　计算机(ECU)的检查

1. 计算机(ECU)　2. 计算机(ECU)插头

(1)接点火线圈(45)(1)　(2)接{主继电器(807)(7) / 氧传感器(900)(2)}　(3)接惯性开关(620)(3)　(5)接炭罐排放阀(430)(2)　(6)接仪表盘(40)(2)　(7)接进气压力传感器(907)(3)　(9)接车速传感器(154)(3)　(10)接氧传感器(900)(3)　(11)接转速传感器(152)(2)　(12)接{进气压力传感器(903)(1) / 节气门传感器(770)(1)}　(13)接仪表盘(40)(3)　(14)接{进气预热传感器(861)(2) / 电磁离合器(255)(2)(接地)}　(15)接怠速调节阀(432)(3)　(16)接自诊断(783)(2)　(17)接喷油器(570)(2)　(18)接电源盒(50)(1)　(19)接{转速传感器(152)(3) / 氧传感器(900)(2)}　(20)接点火线圈(45)(2)　(21)接节气门传感器(770)(3)　(22)接自诊断(783)(1)　(23)接空调继电器(822)(2)　(25)接冷却液温度传感器(909)(1)　(26)接{节气门传感器(770)(2) / 进气温度传感器(907)(2) / 进气压力传感器(903)(2) / 冷却液温度传感器(909)(2)}　(27)接进气温度传感器(907)(1)　(28)接氧传感器(900)(4)　(29)接节气门传感器(770)(3)　(30)接转速传感器(152)(1)　(32)接空调继电器(822)(3)　(33)接怠速调节阀(432)(1)　(35)接点火开关(300)　(37)接主继电器(807)(4)

花塞 1 应有蓝色强火花。再分别测试其他高压线。如无明显火花，检查更换高压元件。检查点火线圈 2 的点火顺序应为 1－3－4－2。点火正时由计算机(ECU)控制，检查调整时，必须使用专门诊断设备。基本点火提前角为上止点前 10°。

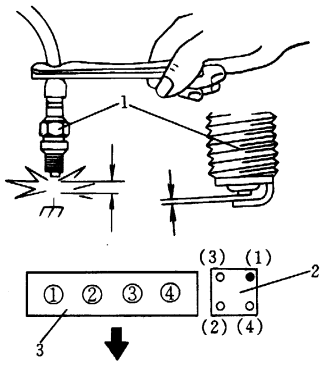


图 4-70　火花塞、点火正时和点火顺序的检查
1. 火花塞　2. 点火线圈
3. 发动机的缸体编号

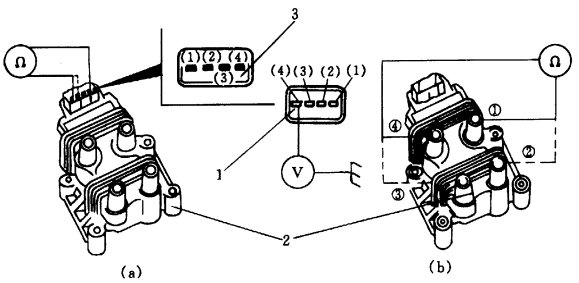


图 4-71　点火线圈的检查
1. 点火线圈插头　2. 点火线圈　3. 点火线圈插座
①②③④点火线圈高压端

2. 点火线圈的检查，如图 4-71 所示。启动试验前取下喷油器插头，避免损坏催化转换器。主继电器工作必须正常，以便带电检查。关闭点火开关，取下点火线圈插头 1。打开点火开关，暂短启动发动机，检查组合插头 1 与地间的电压，插头 1 接脚(4)与地间电压应为电源电压，否则检查连线或主继电器。关闭点火开关，取下点火线圈插头 1，检查点火线圈 2 低压端的电阻值，插座 3 接脚(1)和(4)间阻值应为 0.6～0.8Ω，(2)和(4)间应为 0.6～0.8Ω。关闭点火开关，取下点火线圈插头 1，取下点火线圈 2 高压接头，检查点火线圈 2 高压端的电阻值，次极绕组①与④之间、②与③之间阻值应为 9500～14000Ω。

第三节　TU3 发动机点火系的构造及故障排除

一、TU3 发动机点火系的构造与工作原理

(一) TU3 发动机点火系的构造

如图 4-72 所示，TU3 发动机采用晶体管点火系。由分电器 10、点火线圈 45、晶体管模块 680、火花塞 100、电容器 270 等组成。晶体管点火系在高速时可以避免缺火；在火花塞积碳时有较强的跳火能力，提高火花能量。因此，采用晶体管点火系可以提高发动机的动力性和经济性，并减少空气污染。

(二) 晶体管点火系原理

如图 4-73 所示，由分电器 10 激起火花塞 100 跳火。分电器10 中有处在永久磁场里的线圈 1 和由分电器轴驱动的四个转动磁爪 2，磁爪 2 的转动改变了磁通并在线圈 1 内产生电流，

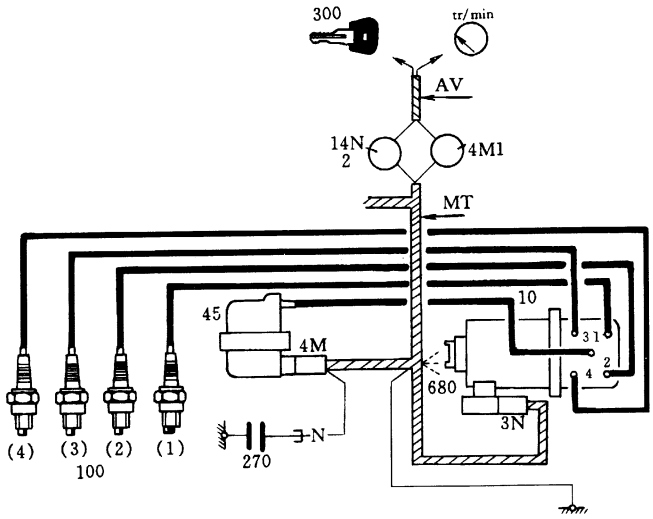


图 4-72　TU3 发动机点火系的构造

1～4. 缸号　10. 分电器　45. 点火线圈

100. 火花塞　270. 电容　300. 点火开关　680. 点火模块

该电流用于触发电子(晶体管)模块 680，使它导通和切断点火线圈 45 的初级电流，并产生次级高电压；按电器分火头的顺序激起火花塞 100 跳火。

(三) 分电器的构造

如图 4-74 所示，它的作用是根据各缸的工作次序在最佳的点火时刻使火花塞跳火，它由电磁传感装置、分电装置、点火提前装置三个部分组成。

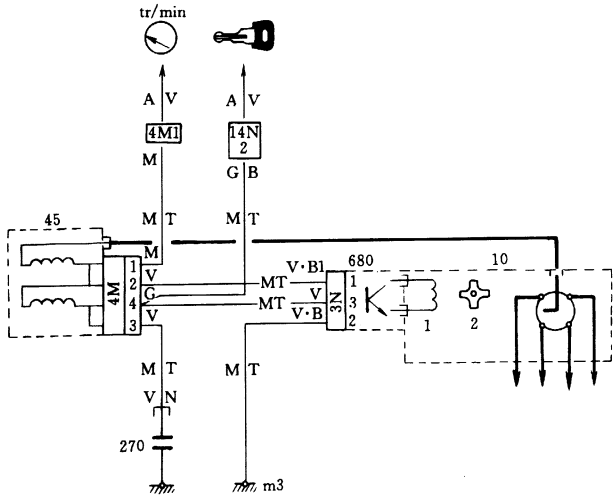


图 4-73　晶体管点火系原理图

1. 线圈　2. 磁爪　10. 分电器　45. 点火线圈

270. 点火电容器　680. 晶体管模块(点火盒)

AV. 前部线束　PB. 仪表板线束　MT. 发动机线束

(其他标记见全车线路图视图方法)

电磁传感装置中装有永久磁体 3 感应线圈 1 和带有四个磁爪的转子 4 组成，工作时转子 4 由分电器轴驱动旋转，当转子 4 上的某一个磁爪接近或离开永久磁体 3 时，就会引起穿过感应线圈 1 永久磁体 3 的瞬间磁通的变化，感应线圈 1 中的感应电动势达到正的最大值或负的最大值，在感应电动势的正峰值向负峰值变化的中点，感应电动势为 0，这就是触发点火的信号。

分电装置和点火提前装置与传统点火系统一样。

分电装置由分火头 5 和分电器盖 6 组成，在分电器盖 6 的中心装有中心碳棒 7，在四周装有分电极 8。当分火头 5 上的铜条转到使中心碳棒 7 与某

一分电极 8 导通时，从点火线圈来的高压电便从中心碳棒 7 经分电极 8 传给某一缸的火花塞，使火花塞点火。

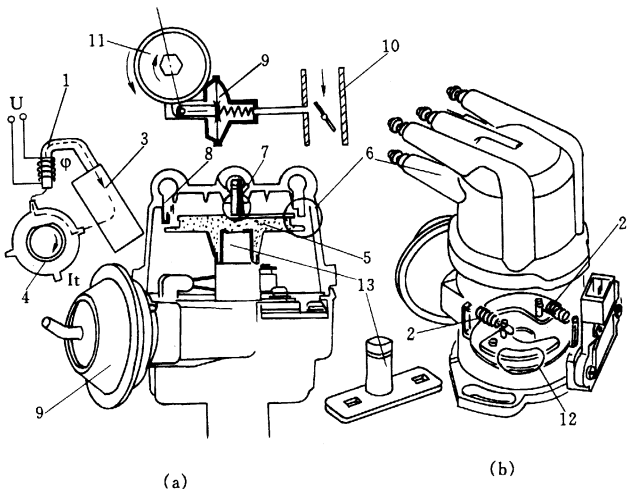


图 4-74　分电器的构造

1. 感应线圈　2. 拉簧　3. 永久磁体　4. 转子　5. 分火头　6. 分电器盖　7. 中心碳棒
8. 分电极　9. 真空膜盒　10. 进气歧管　11. 分电器底板　12. 离心块　13. 拨盘

点火提前装置由真空提前装置与离心提前装置组成。真空提前装置原理：真空膜盒 9 在进气歧管 10 的真空作用下，吸动膜片，拉动分电器底板 11 后，使永久磁体 3 改变位置，即改变了点火提前角；真空点火提前装置不可调整，真空度愈高，点火提前角愈大。离心提前装置由分电器轴带动离心块 12 转动，当转速提高时，离心块 12 向外移动，使拨盘 13 相对于分电器轴转过一个角度，拨盘 13 再同样使其上的分火头 5 转过一个角度，使点火提前角改变。当转速愈高，点火提前角愈大。

（四）点火线圈、点火模块、火花塞和抗干扰电容的构造

如图 4-75 所示，点火模块 2 根据接收到的分电器电磁传感器装置传送的脉冲感应信号，建立或切断点火线圈 1 的初级绕组的电流。

当点火模块 2 切断点火线圈 1 初级绕组中电流的瞬间，引起点火线圈 1 中磁通量的突然变化，因而在次级绕组中产生高电压。使火花塞电极间跳火。抗干扰电容的功能是：吸收点火线圈 1 工作时产生的自感电动势，消除点火系统工作时对收放机等产生的干扰。

火花塞 3 的螺纹直径为 14mm。火花塞 3 的电极间隙 0.8 ~ 0.9mm，进行火花塞 3 拆卸时要防止杂物落入火花塞孔中。

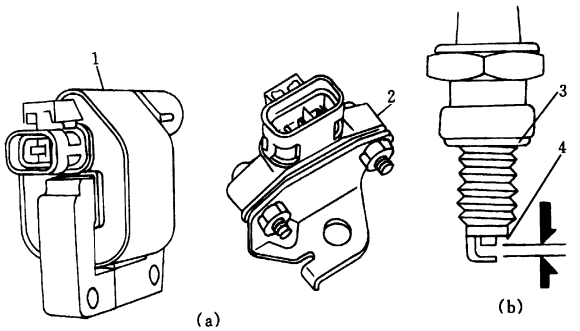


图 4-75　点火线圈、点火模块、火花塞和抗干扰电容的构造

1. 点火线圈　2. 点火模块　3. 火花塞　4. 电极间隙

安装火花塞 3 在发动机冷态(常温)时的拧紧力矩为 28N·m，一般情况下火花塞寿命为 30 000km。火花塞型号为 F7DCOR、C9YCX、FC52LS。

二、TU3 发动机点火系的维修数据

TU3 发动机点火系的维修数据见表 4-5。

表 4-5　　TU3 发动机点火系的维修数据

项　　目	数　　据
分电器	无触点式
真空点火提前特性(真空膜盒式真空提前机构)(在发动机转速 750r/min 时)	上止点前 4°
火花塞电极间隙	0.8～0.9mm
火花塞型号	F7 DC OR (BOSCH)；C9 YCX (CHAMPION)；FC 52 LS (EYQUEM)
点火线圈低压绕组电阻	0.8Ω
点火线圈高压绕组电阻	5200Ω
点火线圈与分电器之间高压线电阻	1650Ω
分电器与一缸火花塞之间高压线电阻	2700Ω
分电器与二缸火花塞之间高压线电阻	3300Ω
分电器与三缸火花塞之间高压线电阻	3600Ω
分电器与四缸火花塞之间高压线电阻	4200Ω
分电器电磁传感器感应线圈电阻	385Ω
分电器分火头中心与侧电极之间电阻	1±0.4kΩ
分电器盖中心与侧电极绝缘电阻	50MΩ
火花塞在发动机冷态(常温)时的拧紧力矩	28N·m
点火提前角(发动机转速在 750r/min 时)	上止点前 8°

三、TU3 发动机点火系的检查与调整

(一) 火花塞的检查

如图 4-76 所示，清理干净火花塞电极间的积碳。检查绝缘体是否损坏。检查电极间隙应在 0.8～0.9mm 之间。否则应修整。

(二) 点火线圈的检查

1. 点火线圈低压、高压绕组电阻值的检查，如图 4-77 所示，测量点火线圈插座接线柱(3)或(4)中的一个，与(2)或(1)中的一个之间的电阻(即点火线圈低压绕组 1 的电阻)应为 0.8Ω。接线柱(1)或(2)中的一个与高压端之间的电阻(高压绕组 2 的电阻)应为 5200Ω。接线柱(1)、(2)、(3)、(4)以及高压端其中任何一个与地之间的绝缘电阻应为∞。否则应更换点火线圈。

2. 点火线圈的通电检查，如图 4-78 所示，接通点火开关 300 的点火位置，检测点火线圈 45 接线柱(3)与地线之间电压应为 12V。检测点火模块 680 的接线柱(3)与(2)之间的电压应为 12V。

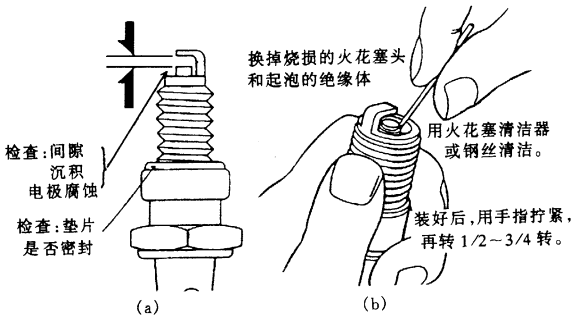


图 4-76　火花塞的检查

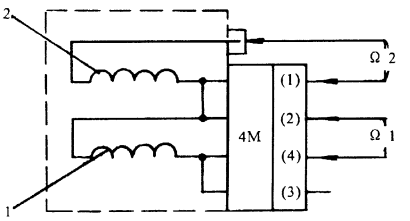


图 4-77　点火线圈低压与高压绕组电阻值的检查
1. 低压绕组　2. 高压绕组

(三) 高压阻尼线的检查

如图 4-79 所示，点火线圈与分电器中央电极之间高压线 2 的电阻值应为 1650Ω；分电器与一缸火花塞之间高压线 1 的电阻值为 2700Ω；分电器与二缸之间高压线 1 的电阻值为 3300Ω；分电器与三缸之间高压线 1 的电阻值为 3600Ω；分电器与四缸之间高压线 1 的电阻值为 4200Ω。

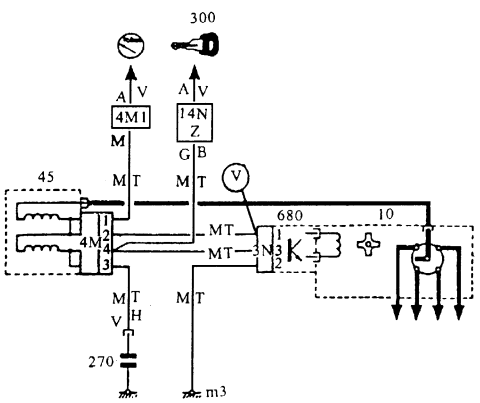


图 4-78　点火线圈的通电检查
10. 分电器　45. 点火线圈
270. 抗干扰电容　300. 点火开关　680. 点火模块

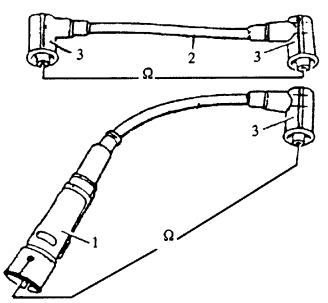


图 4-79　高压阻尼线的检查
1. 分电器与各缸之间的高压线
2. 点火线圈与分电器中央电极之间高压线　3. 插头

(四) 点火模块的检查

如图 4-80 所示，先检查点火模块 680 插接器的接线柱(2)应良好接地，(与地线之间电阻为 0)。再断开分电器 10 中心高压线，将该高压线 1 连接到放电器 2 上，放电器 2 的另一端接地。把点火模块 680 从分电器 10 上拆下。接通点火开关 300 的点火位置(M 位)。将导线 3 一端连接蓄电池正极，用另一端触碰点火模块 680 与分电器之间的一个接线柱，放电器 2 应

跳火，表示点火模块良好。

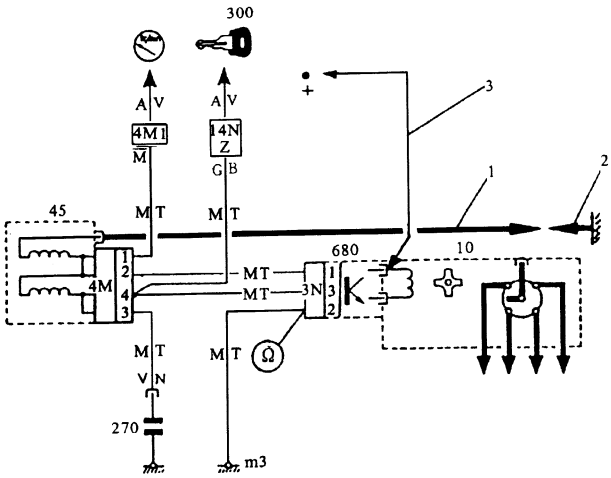


图 4-80　点火模块的检查

1. 高压线　2. 放电器　3. 导线　10. 分电器

45. 点火线圈　270. 电容　300. 点火开关　680. 点火模块

（五）分电器的检查

1. 电磁传感装置感应线圈的检查，如图 4-81 所示。把点火模块从分电器上拆下，检测电磁传感装置中的感应线圈 1 的电阻 Ω1，Ω1≈385Ω。感应线圈 1 与分电器壳 3 之间的绝缘电阻 Ω2 和 Ω3 均应为∞。

2. 真空膜盒的检查，如图 4-82 所示，在真空膜盒 1 的真空管 2 处接上手动真空泵 3。当抽真空时，真空膜盒 1 应无泄漏；拉杆 4 并能做相应的动作。若无手动真空泵 3 时，也可用嘴吸的方法，检查拉杆 4 的动作。

3. 分火头的检查，如图 4-83 所示，检查分火头上是否有裂纹。分火头中心电极 1 与侧电极 2 之间的电阻应为 1 ± 0.4kΩ。

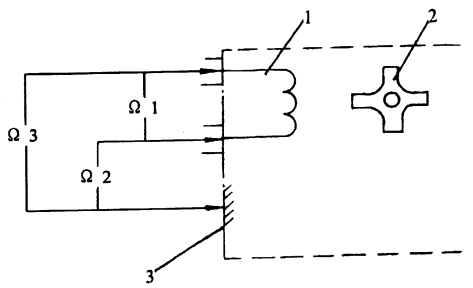


图 4-81　电磁传感装置感应线圈的检查

1. 感应线圈　2. 转子　3. 分电器外壳

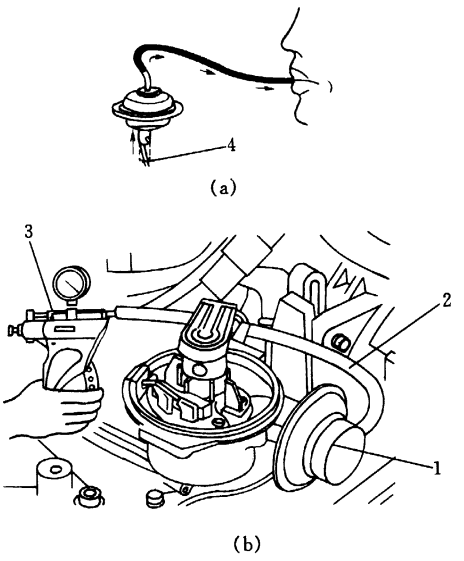


图 4-82　真空膜盒的检查

1. 真空膜盒　2. 真空管　3. 手动真空泵　4. 拉杆

4. 分电器盖的检查，如图 4-84 所示，检查分电器盖上是否有裂纹、碳精，中心电极 1 或侧电极 2 是否有过度磨损。中心电极 1 与侧电极 2 之间的绝缘电阻应不小于 50MΩ，中心电极 1（碳精）伸出长度不得小于 2.2mm。

5. 分电器转子与永久磁体间隙的调整，如图 4-85 所示，用间隙规测量转子与永久磁体间的间隙，应在 0.3～0.5mm。否则应旋松永久磁体的固定螺钉，进行调整。

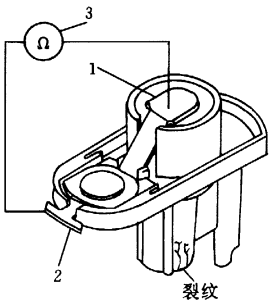


图 4-83　分火头的检查

1. 中心电极　2. 侧电极　3. 电阻表

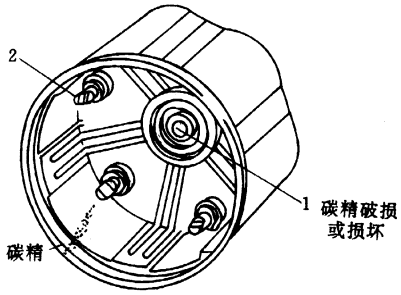


图 4-84　分电器盖的检查

1. 中心电极　2. 侧电极

6. 抗干扰电容的检查，如图 4-86 所示，在电容器 1 引出线与外皮之间，串联一个灯泡 2。当加上电源时，灯泡 2 应不亮。若灯泡 2 闪亮，表示电容 1 已击穿，不能使用。切断电源后，必须使引出线与外壳接触，使电容 1 放电，放电前不要用手触摸。

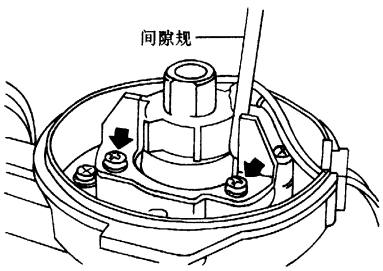


图 4-85　分电器转子与永久磁体间隙的调整

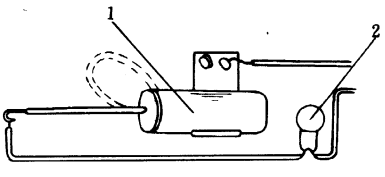


图 4-86　抗干扰电容的检查

1. 电容　2. 灯泡

（六）点火系高压电路的检查

如图 4-87 所示，断开分电器 10 的中心高压线 1，将该高压线 1 连接到电极间距为 10mm 的一个放电器 2 上，放电器 2 的另一端接地。当启动启动机，放电器 2 的电极间应跳火，表示高压电路良好。

（七）点火系的供电电路检查

如图 4-88 所示，接通点火开关 300 的点火位置（M 位），检测点火线圈 45 插接器接线柱（4）与地之间的电压：Ⓥ 处电压值 = 12V。接通点火开关 300 的点火位置，检测点火模块 680 插接器接线柱（3）与地之间的电压：Ⓥ 处电压值 = 12V。（晶体管点火模块 680 中的接线柱（2）号线应接地。）则表示供电电路良好。

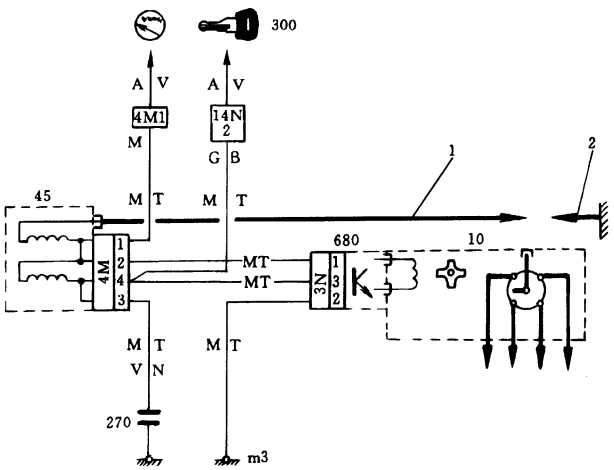


图 4-87　点火系高压电路的检查

1. 高压线　2. 放电器　10. 分电器　45. 点火线圈
270. 电容　300. 点火开关　680. 点火模块

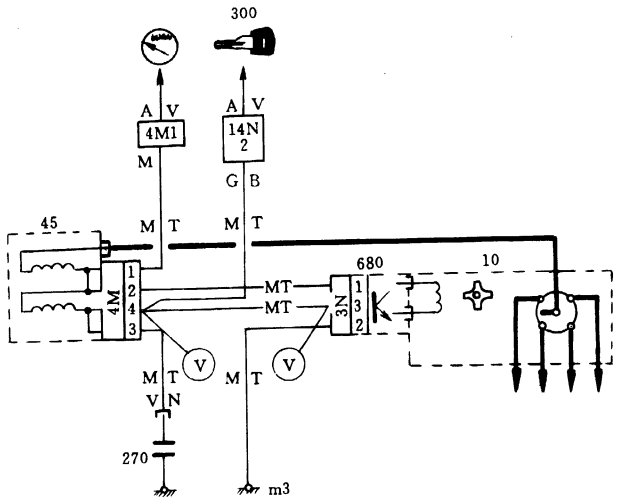


图 4-88　点火系供电电路检查

10. 分电器　45. 点火线圈　270. 电容　300. 点火开关　680. 点火模块

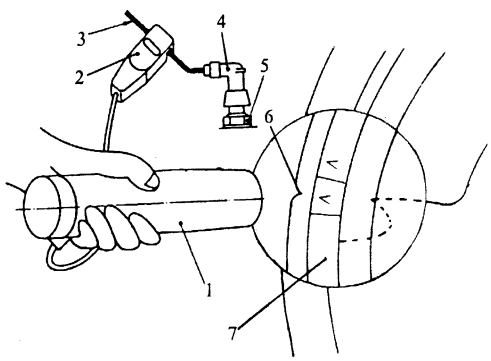


图 4-89　点火提前角的调整

1. 闪光正时灯　2. 闪光正时灯夹子　3. 高压线　4. 火花塞帽　5. 火花塞　6. 飞轮上的上止点标记　7. 飞轮

（八）点火提前角的检查和调整

参见图 3-22 所示，把分电器固定螺柱 4 放在椭圆孔的中间位置。脱开分电器 1 真空提前装置的真空管。

启动发动机，使发动机转速为 750r/min。用闪光正时灯观察飞轮上的标记，进行调整（如图 4-89 所示），点火提前角应为上止点前 8°。

若点火提前角不是 8°，松开分电器锁紧螺母 3，旋转分电器 1 直到点火提前角为 8°时为止。旋紧锁紧螺母 3，固定好分电器 1，连接好真空管。

四、TU3 发动机点火系的故障与排除程序

（一）TU3 发动机点火系的故障与排除方法

TU3 发动机点火系的故障与排除方法见表 4-6。

（二）TU3 发动机点火系的故障排除程序

TU3 发动机点火系的故障排除程序如图 4-90 所示。

表 4-6　　TU3 发动机点火系的故障与排除方法

故障现象	可能原因	调整措施
发动机启动失败（火花塞无火花）	(1) 点火系统无电压	(1) 检查电池，点火开关和线圈。进行必要的修理
	(2) 分电器内地线断路，松动或锈蚀	(2) 清洗、紧固或进行必要的修理
	(3) 初级线圈接头接触不充分	(3) 清洗并使接头接触充分
	(4) 点火线圈断路或短路	(4) 检修线圈，如损坏则更换之
	(5) 分电器盖有裂纹	(5) 更换分电器盖
	(6) 转子失效	(6) 更换转子
发动机回火但启动失败	(1) 点火正时不正确	(1) 检查正时，进行必要的调整
	(2) 分电器潮湿	(2) 使盖和转子干燥
	(3) 分电器盖坏损	(3) 检查分电器盖是否有接线端点松动现象、有裂纹和脏污。进行必要的清洗或更换
	(4) 点火导线没按正确的点火次序连接	(4) 按正确点火次序连接
发动机只在钥匙置“START”启动时转动	(1) 电阻丝断路或电阻过大	(1) 更换电阻丝和线束总成
发动机在钥匙处 OFF 关闭时仍转动	(1) 启动器马达电磁线圈失效	(1) 更换电磁线圈
	(2) 交流发电机警告灯电路的二极管短路	(2) 更换二级管
发动机工作不平稳或发动机在高速时失火	(1) 火花塞堵塞或有故障	(1) 清洗并疏通火花塞间隙。进行必要的更换
	(2) 点火导线有故障(包括电子延迟)	(2) 检查导线。进行必要的更换
	(3) 点火提前系统故障	(3) 检查运行情况，进行必要修理
	(4) 触发脉冲轮齿销钉丢失	(4) 安装销钉
	(5) 点火导线没按正确点火次序连接	(5) 正确连接导线
	(6) 两个相连次序的火花塞导线连在一起布线	(6) 重新为火花塞导线布线
过量的燃料消耗	(1) 点火正时不正确	(1) 检查正时，进行必要调整
	(2) 点火提前系统故障	(2) 检查运行情况，进行必要修理
点火提前不稳定	(1) 真空提前装置有故障	(1) 检查运行情况，需要时更换
	(2) 离心提前装置粘滞	(2) 除去脏污、锈蚀物
正时不受真空影响	(1) 真空提前装置有故障	(1) 更换真空提高装置
	(2) 真空提前装置调整螺钉不到位	(2) 顺时针方向旋螺钉使点火提前符合规定
间歇运行	(1) 端点松动或锈蚀	(1) 紧固端点，除锈，加电气润滑剂
	(2) 分电器地线接头松动	(2) 清洗并紧固分电器地线接头
	(3) 至分电器的所有导线均短路或接地	(3) 检查导线的磨损，破裂或烧坏情况
	(4) 触发脉冲轮齿销钉丢失	(4) 安装新销钉
火花塞无火花或火花弱(发动机不能启动)	(1) 线圈转子、分电器盖、点火导线或火花塞松动或损坏	(1) 参考次级电路诊断。必要时更换元件。
	(2) 点火线圈端点的“+”或“-”接点松动	(2) 清洗端点和导线接头。确认导线接头与线圈端点完全接触而非部分接触。
	(3) 蓄电池能量弱或没充电	(3) 给蓄电池充电。如充电没使蓄电池达到最小相对密度 1.235 或蓄电池没有通过大负荷检验，则更换该蓄电池。
	(4) 点火线圈的初级或次级线圈失效或线圈损坏(破裂或有严重压痕)(注意:伏特欧姆表至少应有 1 兆欧的阻抗)。	(4) 用欧姆表检查初级和次级线圈的电阻。初级线圈的最大电阻应在 0.6～0.8Ω 之间。次级线圈的最大电阻则在 5200Ω，如线圈有缺损则更换。

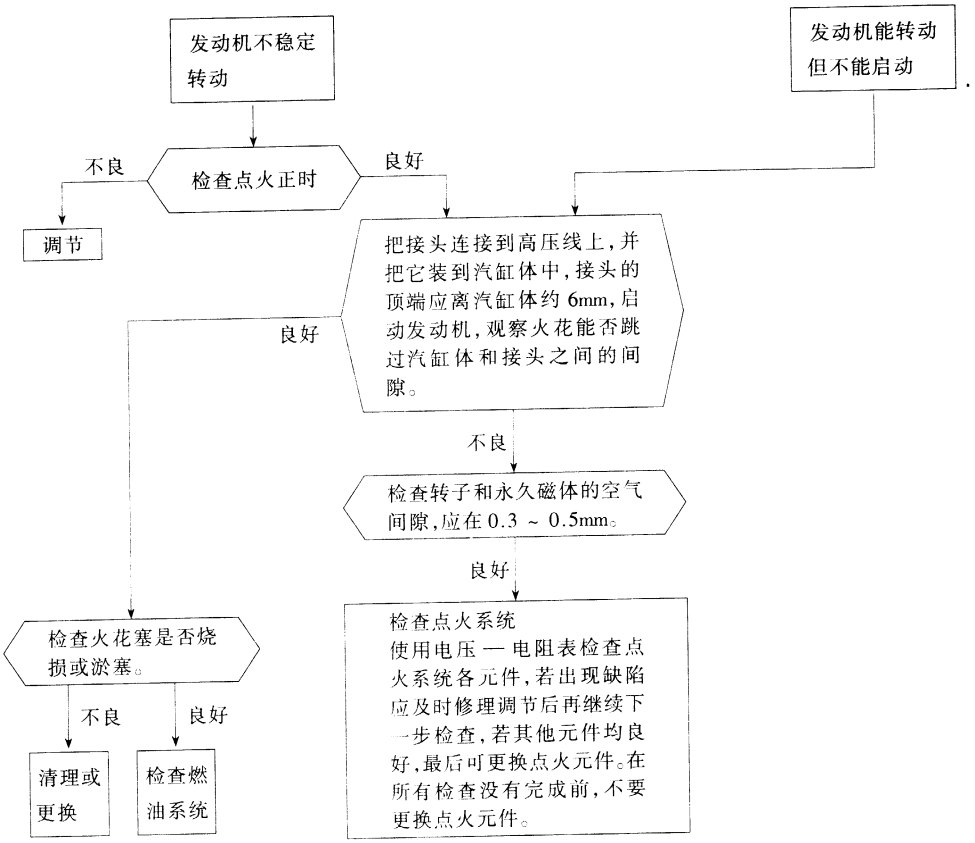


图 4-90　TU3 发动机点火系的故障排除程序

第五章　离合器和变速器的构造、拆装及故障排除

第一节　离合器和变速器的构造与工作原理

一、离合器的构造与工作原理

（一）离合器的构造

如图 5-1 所示，离合器为膜片弹簧式离合器，推式结构，与通常的螺旋弹簧离合器相比，它的膜片弹簧 5 同时起着弹簧和分离杠杆的作用。整个离合器结构简单，质量和体积大为减小。弹簧 5 与压盘 8 呈圆周接触，压力分布均匀，使压盘 8 和摩擦片贴合良好，工作平稳可靠。另外，膜片弹簧 5 更具有非线性的特性，分离时操作省力，摩擦片磨损后压紧力变化很小。膜片弹簧 5 的作用力与离合器踏板的行程是非线性关系，在踏板行程的后半程会有“轻松”的感觉，操作时注意应将踏板踩到底，以保证分离彻底。

膜片弹簧 5 作为压盘 8 的压紧弹簧，其支承为将离合器盖 4 上部边缘的冲出部分，与膜片弹簧 5 指槽的数目相同的齿状部分，嵌入膜片 5 的指槽内弯成卷耳，与膜片弹簧 5 两侧支承环一起形成支承。

离合器摩擦片总成：离合器摩擦片总成为离合器的从动部分（又称从动盘 2），为了更好地传递发动机扭矩，缓和由于传动系转速急剧变化而引起的瞬间动载荷，以及避免传动系出现共振，该离合器从动盘 2 圆周方向装有 6 个减震弹簧 9，作为扭转减震器。6 个减震弹簧 9 中 4 个是灰色的，2 个是粟色的，具有不同的刚度，变刚度特性可以避免传动系的共振，提高零件寿命。当传递发动机扭矩时，离合器钢片 11 和花键毂 10 之间的减震弹簧 9 被压缩而产生相对运动，摩擦片总成传递的扭矩越大，离合器钢片 11 相对于花键毂 10 的转角也越大。但装有止动销，以限制减震弹簧 9 的最大变形。摩擦片总成还具有轴向缓冲的弹性机构，即在两摩擦面之间装有与驱动摩擦片铆合的扇形弹簧片，在离合器迅速接合时使整个摩擦片表面能较均匀地接合，从而提高起步和换挡的平顺性。此外，为减小共振振幅并尽快使振动衰减，在摩擦片夹持板 12 与花键毂 10 之间装有摩擦垫圈、摩擦板及碟形垫圈，以三者之间的摩擦来吸收扭转振动的能量，起到阻尼作用。碟形垫圈的预紧力可决定其摩擦力的大小。离合器摩擦片的外径为 181.5mm，内径为 127mm，厚度为 7.7 ± 0.3mm。自 96 款车开始装用：外径 200mm，内径 137mm 的摩擦片的离合器。ϕ181.5mm 的离合器与 ϕ200mm 的离合器以下总成不通用：飞轮总成；离合器压盘总成；离合器从动盘总成。

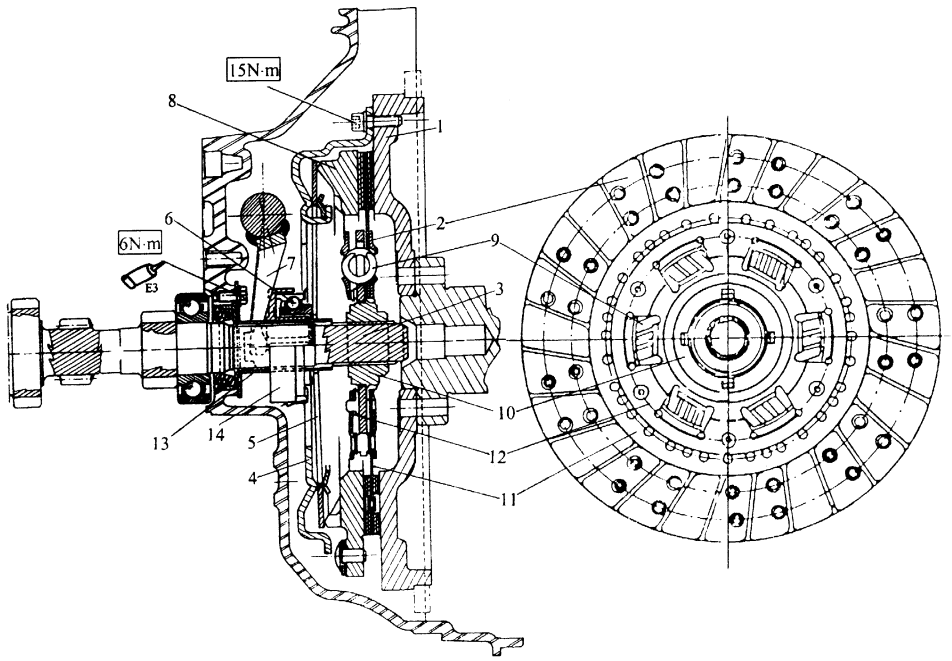


图 5-1　离合器的构造

1. 飞轮　2. 从动盘　3. 变速器第一轴　4. 离合器盖　5. 膜片弹簧　6. 分离轴承　7. 分离叉　8. 压盘
9. 减震弹簧　10. 花键毂　11. 离合器钢片　12. 摩擦片夹持板　13. 套筒　14. 分离套筒

离合器的分离装置：离合器的分离装置在膜片弹簧式离合器中，膜片弹簧 5 既作为压紧弹簧使用，又作为分离杆作用。当分离轴承 6 推动膜片弹簧 5 的小指端时，膜片弹簧 5 通过支点将压盘 8 收起，使摩擦片与飞轮 1、压盘 8 分离。分离轴承 6 的内圈转动，与膜片弹簧 5 的分离指相接触，其外圈固定在分离套筒 14 上，并可在变速器第一轴的套筒 13 上作自由转动，分离套筒 14 与分离叉 7 为常接触。分离轴承 6 自动定中心，以保证均匀地压紧膜片弹簧 5 的分离指，使离合器分离。轴承内圈转动，外圈与分离套筒之间，以及内圈与套筒 13 之间都留有径向间隙。在外圈与分离套筒 14 之间有波纹弹簧片，使轴承在不工作时不产生旷动。工作时，内圈便会自动地径向浮动到与膜片弹簧 5 分离指的旋转轴线中心，消除径向滑动。因此，分离轴承是自位(自动定心)式的。避免了由于与膜片弹簧 5 的不同心引起的相对滑动，但需要注意的是该轴承 6 与膜片弹簧 5 的分离叉 7 是常接合的，所以离合器踏板是没有空行程的。离合器磨损后产生的间隙由膜片弹簧 5 自动补偿，操作时要特别注意少用半脚离合器，以免离合器打滑、磨损。分离轴承是自润滑免维护的，使用中注意防尘、防水。

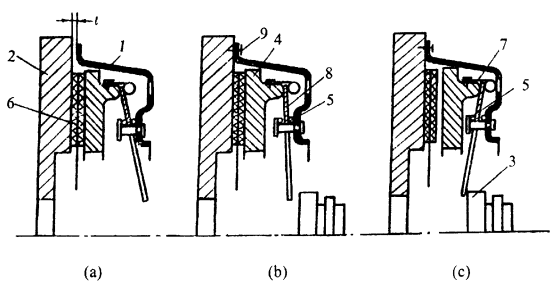


图 5-2　膜片弹簧式离合器的工作原理

(a)　膜片弹簧在自由状态

(b)　离合器结合状态　(c)　离合器分离状态

1.　离合器盖　2. 飞轮　3. 分离轴承

4. 压盘　5. 支承圈　6. 从动盘

7. 分离钩　8. 膜片弹簧　9. 螺钉

（二）膜片弹簧式离合器的工作原理

如图5-2所示，当离合器盖1用螺钉9固定到飞轮2上时，消除了二者间隙 l（图a）；因离合器盖1靠向飞轮2，钢丝支承圈5压膜片弹簧8，使之发生弹性变形（锥角变小）。同时，在膜片弹簧8外端对压盘4产生压紧力而使离合器处于接合状态（图b）。当分离离合器时，分离轴承3左移（图c），膜片弹簧8被压在钢丝支承圈5上，其径向截面以支承圈5为支点转动（膜片弹簧8呈反锥形），于是膜片弹簧8外端右移，并通过分离钩7拉动压盘4使离合器分离。

（三）离合器操纵机构的构造

如图5-3所示，离合器操纵机构是机械式，以踏板1和钢索5操纵。当踏下离合器踏板1时，拉动离合器钢索5的内线，再通过拉动分离叉杆4，使分离叉轴6转动。分离叉轴6再带动分离叉（图5-1件7）转动，拨动分离轴承移动，压迫膜片弹簧的小端变形，从而使离合器压盘与从动盘分开，使离合器分离。当抬起离合器踏板1时，膜片弹簧恢复到原来状态，压盘重新压紧从动盘，使离合器接合。踏板1在回位弹簧作用下恢复到原来位置上。

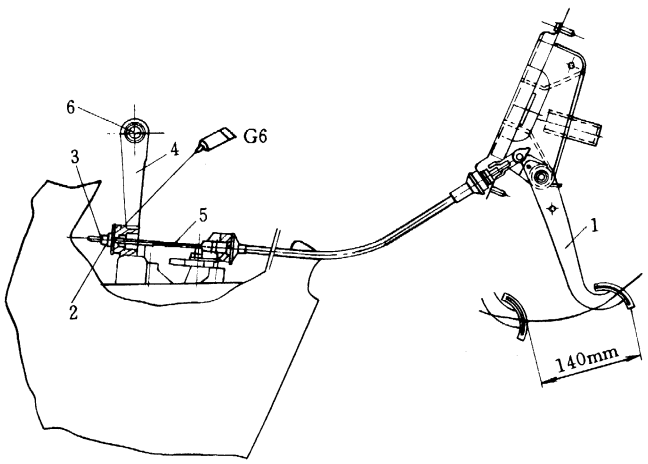


图5-3　离合器操纵机构的构造

1. 踏板　2. 锁紧螺母　3. 调整螺杆　4. 分离叉杆　5. 钢索　6. 分离叉轴

离合器钢索5的内线长度是可以调整的，用锁紧锁母2调整，以便消除离合器踏板1的空行程。

二、变速器的构造与工作原理

（一）变速器的构造

如图5-4所示，富康轿车是发动机前置前驱动（FF）型式的轿车，所以差速器与变速器连为一体，该变速器为带同步器式机械变速器。其组成有：第一轴1、第二轴11、齿轮、轴承、同步器和壳体等。有5个（或4个）前进挡和1个倒挡，其中1—2挡、3—4挡和5挡都有同步器，装在第二轴11上，为锁齿式惯性同步器。变速器箱体用轻合金制造，包括离合

器壳 15、齿轮壳 13 和差速器壳 14，齿轮壳 13 后端用钢板冲压件封闭。齿轮壳体 13 上设有加注和排放润滑油的螺塞。变速器换挡操纵机构内设有自锁和互锁机构，互锁由互锁套(叉轴止动件)来完成。拨动换挡轴臂进入某一挡位拨叉轴中，即为选上了挡；此时其他两个拨叉的槽口被互锁套挡住了。自锁机构由自锁指销(图 5-8 件 11)完成。换挡拨叉为精冲焊接件，摩擦表面镶有塑料套。

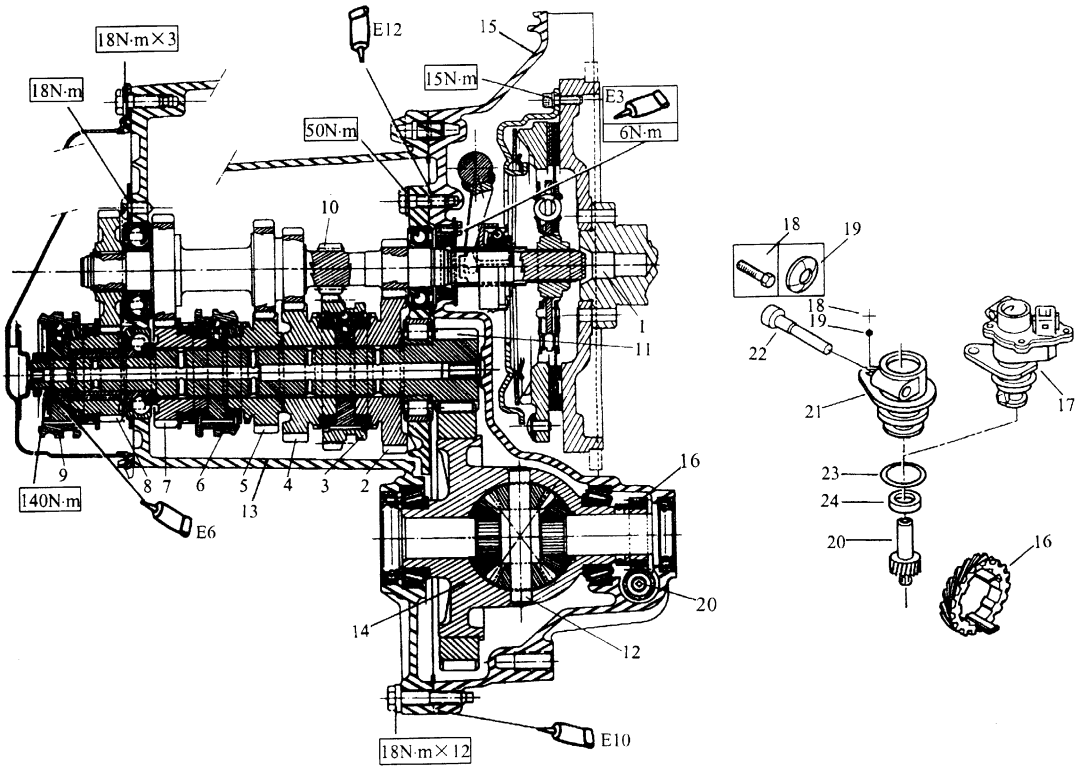


图 5-4　变速器的构造

1. 第一轴　2. 一挡齿轮　3. 一、二挡同步器　4. 二挡齿轮　5. 三挡齿轮　6. 三、四挡同步器　7. 四挡齿轮
8. 五挡齿轮　9. 五挡同步器　10. 倒挡传动齿轮　11. 第二轴　12. 差速器　13. 齿轮壳
14. 差速器壳　15. 离合器壳　16. 里程表主动齿轮　17. 车速传感器　18. 六角螺栓
19. 锥垫圈　20. 里程表从动齿轮　21. 导套　22. 销轴　23. 密封圈　24. 油封

变速器必须使用规定的油品，型号为：TOTAL 75W/80 (API GL—5)，容量为 2.0L，使用过程中可以终身使用无需更换，但要注意不要缺油！

变速器的润滑是靠齿轮的飞溅和第二轴 11 旋转的离心力共同完成的，所以要注意避免空挡高速滑行和原地长时间高速旋转发动机，以免润滑不良导致变速器损坏。

富康轿车装用的 TU 系列发动机系高速发动机(最高转速为 6500r/min)。

使用中一定要注意车速与挡位的合理匹配。尤其是 5 挡的使用，(该挡为超速挡，传动比为 43/33)，避免低速高挡。

四挡变速器是为了更好地适应城市工况，在五挡变速器的基础上取消第 5 挡的一对齿轮和同步器及拨叉等，更改第 3 挡、第 4 挡主被动齿轮，其余未变。

差速器 12 是对称式圆锥行星齿轮差速器，行驶中注意路面的选择，勿使两个驱动轮的附着力相差过大。

车速里程表原为机械驱动，自96款富康轿车改为电子里程计，保养维修中要注意区别。里程表驱动机构随车型的变化而改变其结构和零件参数，特别是自96款富康轿车起，装用了电子里程表(原为机械式)，变化较大，所以在维护保养时要注意零件的互换性。

车速传感器17为机械电子双输出式，电子输出供给电子式车速里程表，机械式输出可供出租车计价器使用。里程表主动齿轮16装在差速器壳14上。

(二) 各挡齿轮的传动

如图5-5所示。

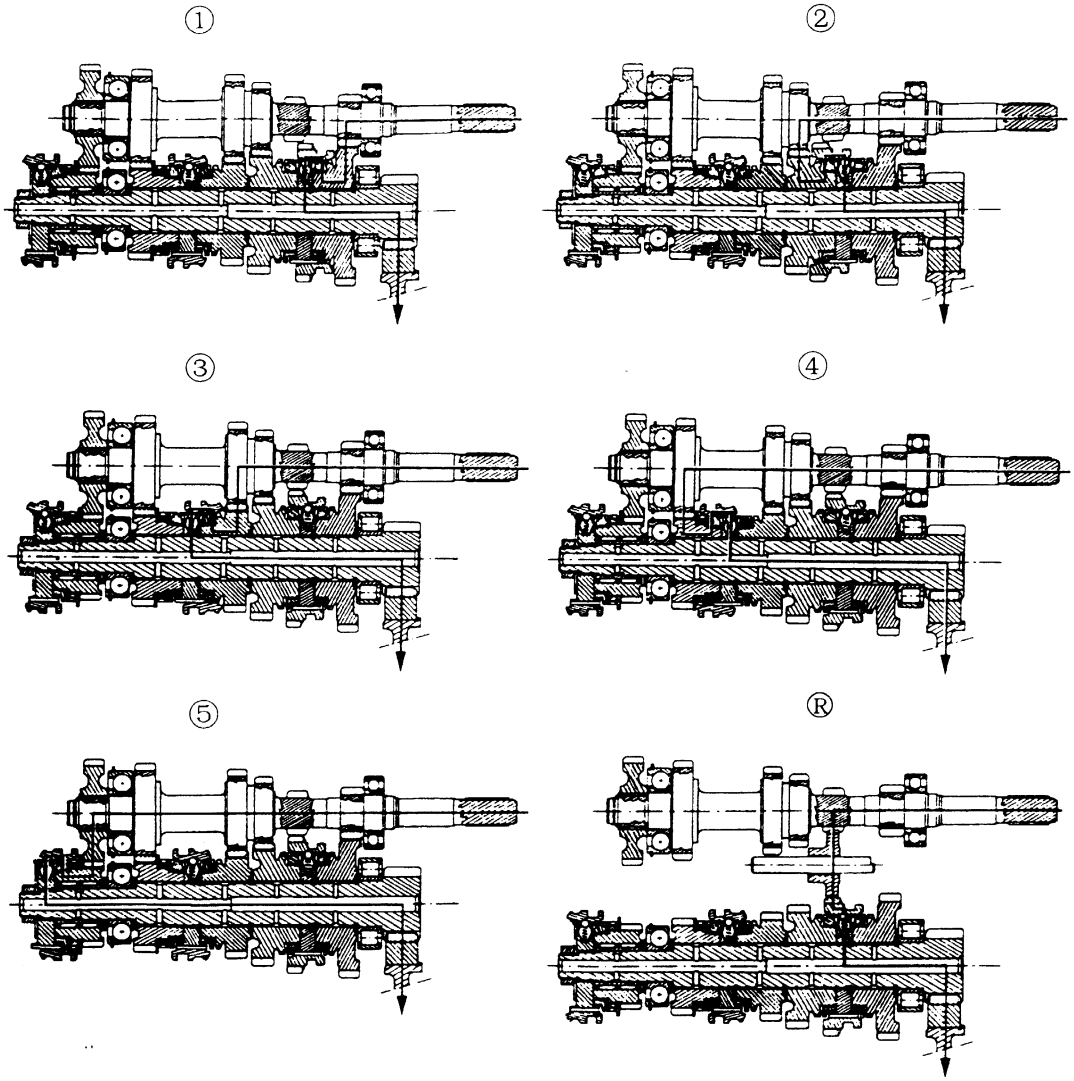


图5-5 各挡齿轮的传动

①一挡传动 ②二挡传动 ③三挡传动 ④四挡传动 ⑤五挡传动 Ⓡ倒挡传动

① 一挡：由输入轴的一挡齿轮进入，由第二轴的主减速齿轮输出。

② 二挡：由输入轴的二挡齿轮进入，由第二轴的主减速齿轮输出。

③ 三挡：由输入轴的三挡齿轮进入，由第二轴的主减速齿轮输出。

④ 四挡：由输入轴的四挡齿轮进入，由第二轴的主减速齿轮输出。

⑤ 五挡：由输入轴的五挡齿轮进入，由第二轴的主减速齿轮输出。

Ⓡ 倒挡：由输入轴的倒挡齿轮进入，经倒挡换向齿轮由第二轴的主减速齿轮输出。

（三）同步器的工作原理

如图 5-6 所示，同步器为短程锁齿式，较一般的同步器行程短，轴向尺寸紧凑，有利于缩短变速器的轴向尺寸。用三个径向螺旋弹簧 5 支撑住三个滚子 7 去传递轴向力；滚子与同步环是线接触，滚子转动，不是移动，摩擦阻力小，不易磨损，效率也高。同步环 1、4 的直径较大且宽，摩擦力矩大，同步容量也大。

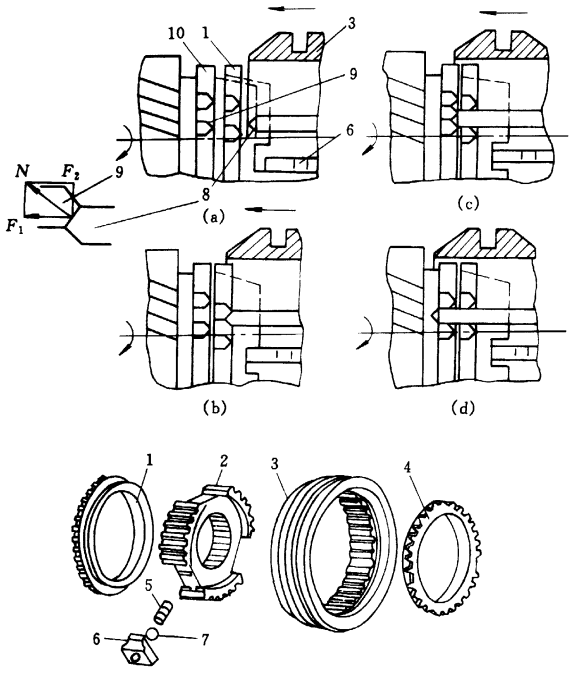


图 5-6　锁齿式同步器的工作原理

(a) 空挡位置　(b) 同步环相对结合套转一定的角度后，结合套内花键端部斜面与同步环外花键端部斜面接触

(c) 待换挡齿轮 10 与接合套 3 同步(接合套与被换挡齿轮转速相同)后，

接合套滑过同步环而与待换挡齿轮结合齿斜面接触　(d) 接合套与待换挡齿轮接合，完成换挡。

1、4. 同步环　2. 花键毂　3. 接合套　5. 弹簧　6. 滑块　7. 滚子(止动球)　8. 接合套齿端　9. 同步环齿端　10. 齿轮

锁齿式同步器的特点是依靠摩擦作用实现同步。从结构上保证接合套 3 与待接合的花键齿圈在达到同步之前不接触，以避免齿间冲击和发生噪声。

锁止角和摩擦锥面的锥角，在设计同步器时就作了适当选择，保证能够在齿轮 10 的转速 $n_{齿}$ 和同步环 1、4 的转速 $n_{环}$ 达到同步($n_{齿} = n_{环}$)之前，齿轮 10 施加在同步环 1 上的惯性力矩 M_1 总是大于切向力 F_2 形成的拨环力矩 M_2，即 $M_1 > M_2$。因而，使得驾驶员通过操纵机构加在接合套 3 上的轴向推力不论有多大，接合套齿端 8 与同步环齿端 9 总是相互接触而不能接合。这就是齿轮 10 的惯性力矩造成了同步环 1、4 对接合套 3 的锁止作用。

当在摩擦作用下，齿轮 10 转速迅速降(或升)到同步环 1、4 转速相同时，两者保持同步

旋转，齿轮 10 相对于同步环 3 的转速为零，于是惯性力矩 M_1 消失。这时，在轴向力 F_1 和切向力 F_2 的作用下，接合套 3 不受抵触地与锁环齿轮 10 接合。从而完成无噪音的换挡过程。

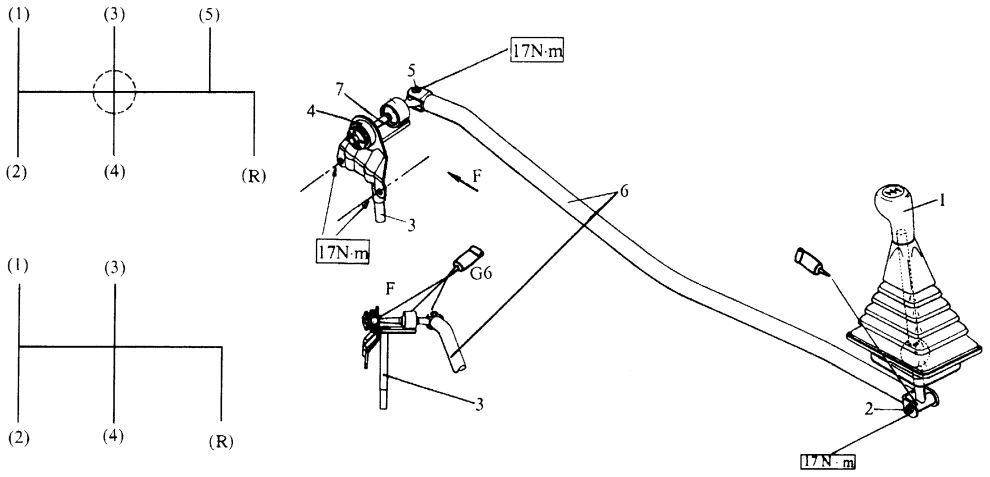


图 5-7　变速杆操纵机构的构造

1. 操纵杆　2. 连接销　3. 选挡拨杆　4. 支承　5. 连接销　6. 连接杆　7. 球杆

（四）变速杆操纵机构的构造

变速操纵机构使用日久，各定位球销处产生磨损，此时会出现变速定位不准、松旷，应予调整或更换部分新件。有时由于传动轴万向节松旷或车轮不平衡产生的振动，会使操纵杆发生颤抖。

变速杆操纵机构的构造如图 5-7 所示。

操纵杆 1 左右摆动，通过连接杆 6 的转动，使球杆 7 上下摆动。最后导致选挡拨杆 3 上下运动，进行选挡动作。操纵杆 1 向左摆动为选(1)(2)挡；中间位置为选(3)(4)挡；向右摆动为选(5)(倒)挡(四速变速器为选(倒)挡）。

操纵杆 1 前后运动，通过连接杆 6 前后移动，使球杆 7 前后摆动，进行换挡动作。操纵杆向左前运动为换(1)挡；向左后运动为换(2)挡，中间向前为换(3)挡；中间向后为换(4)挡；向右前方为换(5)挡(四速变速器无此挡位)；向右后方为换(倒)挡。

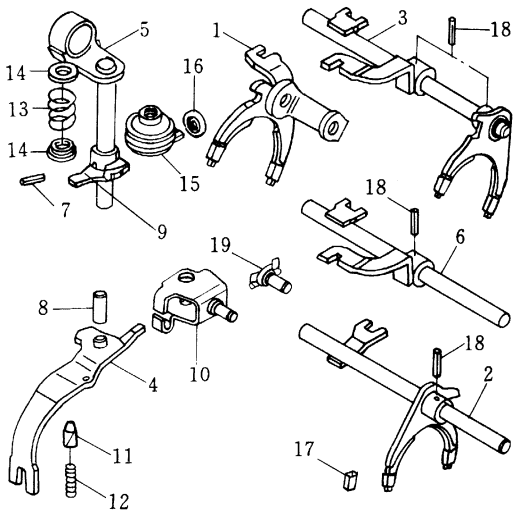


图 5-8　变速器换挡机构

1. 一～二挡变速叉　2. 三～四挡变速叉　3. 五挡变速叉轴　4. 倒挡变速叉　5. 选挡拨杆　6. 中间轴　7. 销　8. 叉轴　9. 换挡轴臂　10. 叉轴止动件　11. 指销　12. 弹簧　13. 弹簧　14. 弹簧座　15. 支座油封　16. 轴密封套　17. 换挡块(塑料套)　18. 弹性销　19. 止动销

（五）变速器换挡机构的构造

如图 5-8 所示，变速操纵机构通过球杆(图 5-7 件 7)拨动选挡拨杆 5；再由选挡拨杆 5 上的换挡轴臂 9 进行选挡和换挡；当变速操纵杆左右摆动时，使选挡拨杆 5 上下移动；最下位置与一、二挡变速叉 1 相啮合；再向上移动，在中间位置时，与三、四挡变速叉 2 相啮合；最上位置与中间轴 6 相啮合；当变速操纵杆前后运动时，选挡拨杆 5 在最下位置时，向前使一、二挡变速叉 1 向前，为换一挡；向后为换二挡。由于叉轴止动件 10 的限制；当一、二挡变速叉 1 移动时，其他变速叉被固定，起互锁作用，以免产生乱挡。选挡拨杆 5 在中间位置，向前为换三挡；向后为换四挡；选挡拨杆 5 在最上位置时，向前由中间轴再拨动五挡变速叉轴 3，为换五挡；向后由中间轴，通过五挡变速叉轴 3 再拨动倒挡变速叉 4，为换倒挡。各变速叉轴上有定位凹槽，自锁时，指销 11 在弹簧 12 作用下进入定位凹槽实现自锁。

三、离合器和变速器的维修数据

（一）离合器各部件的尺寸

离合器各部件的尺寸如表 5-1 所示。

表 5-1　　离合器各部件的尺寸

型　　号	ZX-114		ZX-16	
操纵机构	→11/91：VALEO 180 CP 3300 11/91→：VALEO 180 CP 3400	LUK T180-3450	VALEO 200 CP 4200	LUK
从动盘	VALEO			
摩擦片牌号	F202			
摩擦片外径/内径(mm)	181.5/127		200/137	
离合器毂	18 齿花键			
弹簧标记	2 栗色 4 灰色		6 粉红色	

（二）变速器的传动比

变速器的传动比如表 5-2 所示。

表 5-2　　变速器的传动比

轮　　胎	165/70 R13 MXT	165/70 R14 81T		
轮胎滚动一圈周长(m)	1.725	1.800		
变速器型号及底盘号	2CB61 →5670	2CB97 5671→	20CC62 103289→	20CC75（四挡变速器） （车型 RG）
主减速器速比	16×65	13×59		13×59

续表

轮　胎		165/70 R13 MXT	165/70 R14 81T	
发动机 1000r/min 时的车速 (km/h)	一挡	7.45	6.95	6.95
	二挡	14.07	13.14	13.14
	三挡	19.96	18.65	21.07
	四挡	26.12	24.39	29.23
	五挡	33.18	31.00	无
	倒挡	7.10	6.63	6.63
车速表速比		19×17	21×18	21×18

（三）离合器与变速器的维修数据

离合器与变速器的维修数据见表 5-3，螺栓(母)的拧紧力矩见表 5-4 和图 5-9。

表 5-3　　离合器与变速器的维修数据(mm)

名　称	标　准　值	使 用 极 限
同步器环与齿轮的侧面间隙		0.5
变速器齿轮啮合侧隙		0.2
离合器从动盘厚度(外圆尺寸为 181.5)	7.7±0.3	
离合器踏板行程	$L=145\pm5$	
行星齿轮与半轴齿轮啮合间隙	0.08~0.15	0.2
变速器第一轴轴向间隙	0.05~0.15	
变速器第二轴轴向间隙	0.05~0.15	
差速器圆锥滚柱轴承间隙	0.02~0.05	
离合器从动盘的翘曲		0.2
离合器膜片弹簧小端磨损深度		0.6
离合器压盘平面度		0.15
离合器从动盘花键毂与轴的轴向与圆周间隙		0.11
变速器第二轴空挡齿轮径向间隙		0.05
变速器同步器毂与第二轴花键侧隙		0.1
变速器第二轴直线度		0.05
行星齿轮与行星齿轮轴间隙		0.2
变速拨叉与同步器啮合套侧隙		1.0
同步器滑块与同步器毂侧隙		0.25

表 5-4　　离合器与变速器螺栓(母)的拧紧力矩(见图 5-9)

名　称	拧 紧 力 矩(N·m)	名　称	拧 紧 力 矩(N·m)
变速器轴承安装板螺栓	50	通气塞固定	25
第一轴止推板固定螺栓	18	加油塞	25
变速器盖固定螺栓	18	放油塞	25
第二轴螺母	140	变速器操纵连接杆销轴螺母	17
变速器壳固定螺栓	18	变速器操纵球杆支承固定螺栓	17
离合器压板总成固定螺栓	15	离合器壳与发动机固定螺栓	35
离合器分离轴承导套固定螺栓	6		

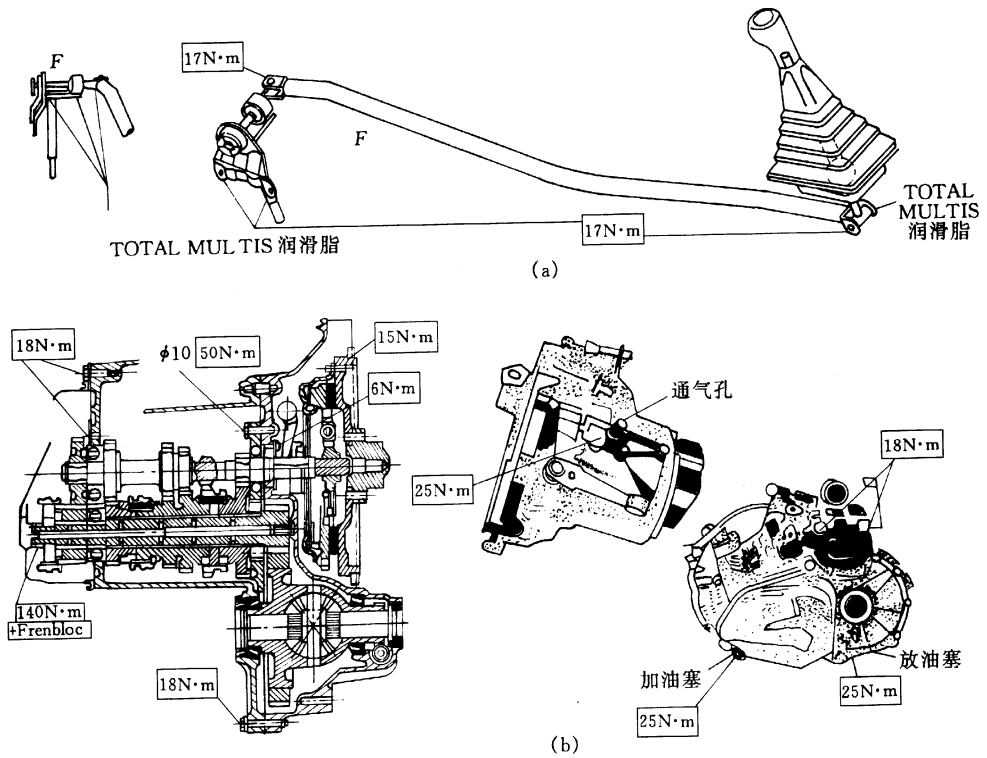


图 5-9　变速操纵机构及变速器各部螺栓(母)的扭紧力矩

第二节　离合器与变速器的拆装

一、离合器与变速器的拆卸

(一) 离合器与变速器操纵机构的拆卸

如图 5-10 所示，旋下锁紧螺母 22，从分离叉杆 23 上拆下离合器钢索 24。

从变速器上倒挡信号开关(参见图 5-14 件 37)上，拆下倒挡信号线束。

从操纵杆 8 上旋下手柄 9，取下护板 12、护套 13，旋下螺母 19，取下操纵杆压板 14、垫板 11，再旋下螺母 20 及销轴 7，取下操纵杆 8。

旋下另一螺母 20 和销轴 6，取下连接杆 2。旋下凸缘螺母 18，从变速器上取下支承 10。旋下销轴(图 5-4 件 22)，从变速器上拆下里程表软轴。

(二) 传动轴的拆卸

如图 5-11 所示，从前轮毂 11 上旋下轮毂螺母 10，从轮毂 11 上用工具 12 压出左、右传动轴 1 和 8。再从差速器 5 的半轴齿轮上抽出左、右传动轴 1 和 8。

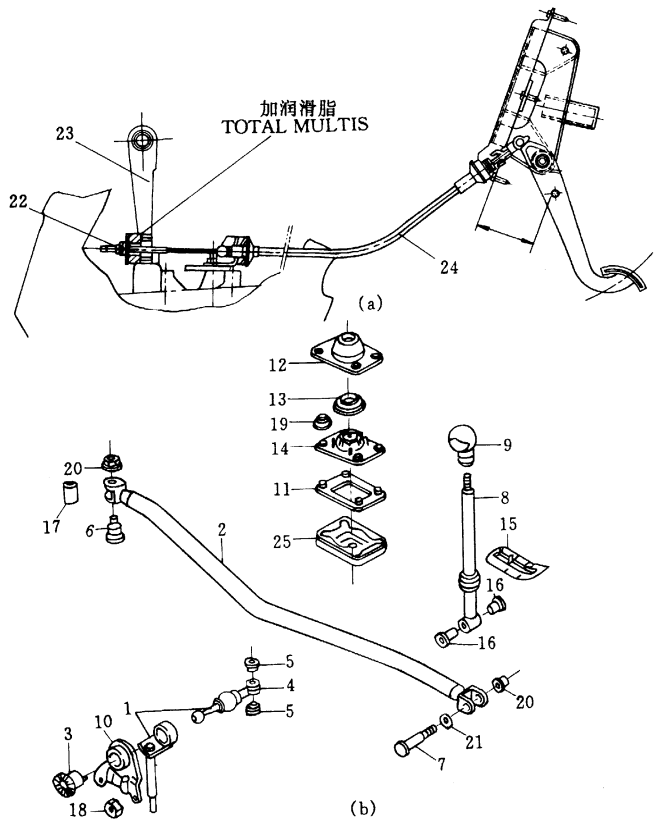


图 5-10　离合器与变速器操纵机构的拆卸

1. 选挡拨杆　2. 连接杆　3. 衬套　4. 球杆　5. 衬套　6. 销轴　7. 销轴　8. 操纵杆
9. 手柄　10. 支承　11. 垫板　12. 护板　13. 护套　14. 操纵杆压板　15. 隔垫板
16. 销轴　17. 隔套　18. 凸缘螺母　19. 螺母　20. 锁紧螺母　21. 垫圈
22. 锁紧螺母　23. 分离叉杆　24. 离合器钢索　25. 操纵杆座

(三) 离合器与变速器从发动机上的拆下

如图 5-12 所示，旋下离合器壳体固定螺栓 2，从发动机上取下离合器壳 12。再按图 3-56 所示，旋下螺母 20 和 21，取下发动机支架 3 和 4 后，取下离合器与变速器总成。

(四) 离合器的拆卸

如图 5-13 所示，旋下螺栓 9，从发动机飞轮 14 上取下离合器从动盘总成 2 和离合器压板总成 1。

从离合器壳 4 上拆下盖板 10，取下分离轴承 3。冲下销 8，从分离轴承拨叉 12 上，拆下分离拨叉臂 11。旋下螺母 6，从离合器壳 4 上取下分离轴承拨叉 12。旋下螺栓(图 5-12 件 3)，从离合壳 4 上取下分离轴承导套(图 5-12 件 11)。

(五) 变速器的分解

如图 5-14 所示，从通气塞 35 上拔下防护套 36。拆下倒挡信号开关 37，旋下放油螺塞 39，放出变速器内机油。

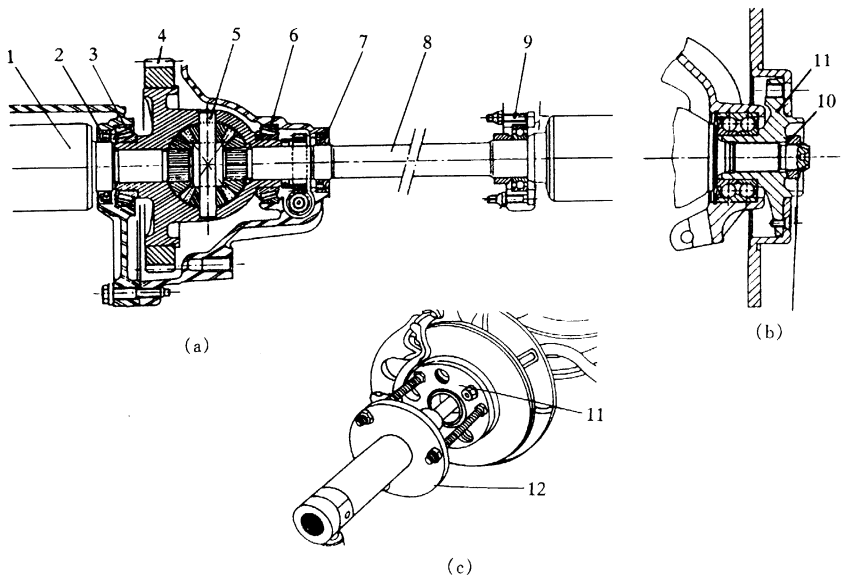


图 5-11　传动轴的拆卸

1. 左传动轴　2. 差速左油封　3. 滚锥轴承　4. 主减速从动齿轮　5. 差速器　6. 滚锥轴承
7. 差速右油封　8. 右传动轴　9. 右传动轴支承轴承　10. 轮毂螺母　11. 前轮毂　12. 专用工具

旋下螺栓(图 5-12 件 5、6、4)，从离合器壳 32 上取下变速器壳 31 (其上带有变速器第一轴 44 及第二轴总成以及变速器换挡机构)。再从离合器壳 32 上取下差速器总成。

旋下螺栓(图 5-12 件 8)，取下变速器盖 33 及密封垫 34。从变速器第二轴 1 上旋下螺母 29 (在冲下销钉,摘下五挡变速叉后)，取下五挡同步器 27、五挡从动齿轮 26、滚针轴承 28 及垫圈 23。旋下螺栓 24，拆下止推板 22 和隔圈 21。从变速器第一轴(输入轴)44 上，摘下卡环 45，取下垫圈 46 及五挡主动齿轮 25。旋下螺栓 47，取下止推板 48。

从变速器壳体 31 上，同时取下变速器第一轴总成、第二轴总成和各挡变速叉。冲出倒挡齿轮轴 8，取下倒挡齿轮 7。

从变速器壳体 31 上，冲出销钉，取下换挡轴臂和叉轴止动件(图 5-8 件 9、10)。最后取下选挡拨杆(图 5-8 件 5)。

(六) 变速器第二轴的分解

如图 5-15 所示，将变速器第二轴 5 左端向上从变速器第二轴 5 上，用工具 4 拉下四挡从动齿轮 7 和左侧滚动轴承 6 (即图 5-14 件 6 和 20)；取下三、四挡同步器 8 (即图 5-14 件 12)，再用尖嘴钳 2 取下卡环 3 (即图 5-14 件 30)，取下三挡从动齿轮 1 (即图 5-14 件 5)；再取下另一个卡环 3，取下二挡从动齿轮 9 (即图 5-14 件 4)。再取下一、二挡同步器 10 (即图 5-14 件 10)。继续用尖嘴钳 2 取下卡环 3 (即图 5-14 件 30)，取下一挡从动齿轮 11 (即图 5-14 件 3)。最后用工具 4，从第二轴 5 上拉下右侧滚动轴承(图 5-14 件 19)。

(七) 变速器第一轴的分解

如图 5-16 所示，用油压机 2 和专用工具 1，从变速器第一轴 3 上压下两端的滚动轴承 4 和 5。

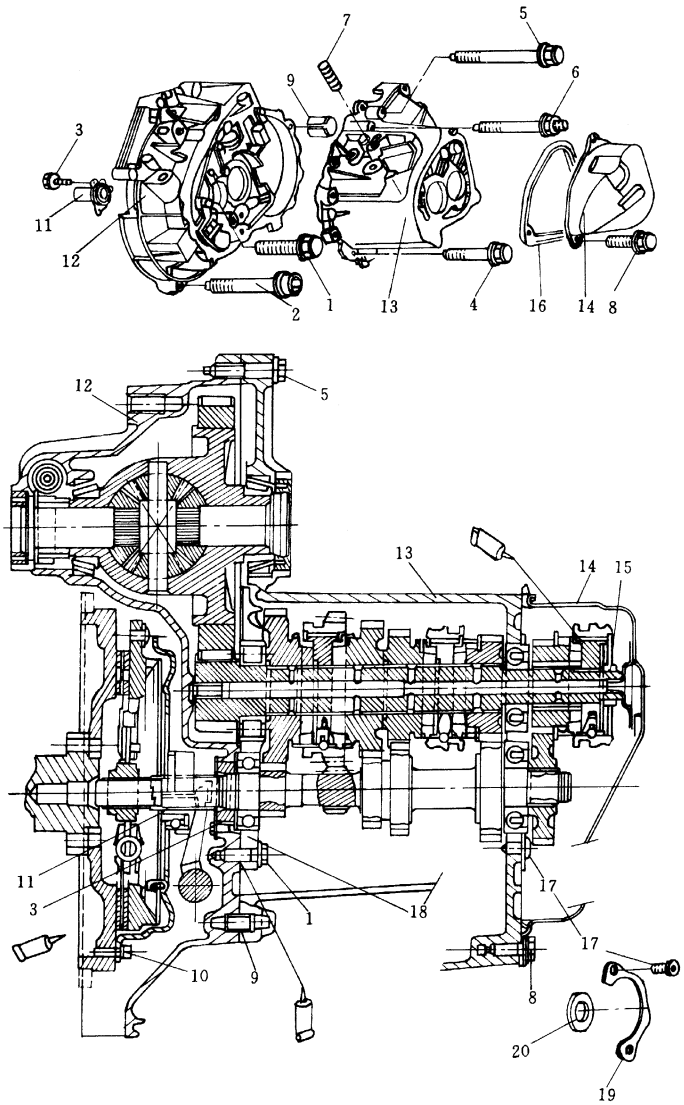


图 5-12　离合器与变速器从发动机上的拆下

1. 轴承安装板固定螺栓(11 个)　2. 离合器壳体固定螺栓(4 个)　3. 导套固定螺栓(3 个)
4. 带凸肩螺栓(12 个)　5. 六角螺栓(1 个)　6. 椎头螺栓(2 个)　7. 螺栓(3 个)　8. 螺栓(3 个)
9. 定位销(1 个)　10. 离合器固定螺钉　11. 导套　12. 离合器壳　13. 变速器壳　14. 变速器盖
15. 第二轴螺母　16. 密封垫　17. 轴承固定螺栓　18. 轴承安装板　19. 止推板　20. 垫片(隔圈)

(八) 里程表从动齿轮的拆卸

如图 5-4 所示，旋下螺栓 18，从离合器壳 15 上取下车速传感器 17 (TU5 发动机)或导套 21 (TU3 发动机)。再取出里程表从动齿轮 20、油封 24 和密封圈 23。

(九) 差速器的分解

如图5-17所示，先从差速器壳1右端，用工具10～13拉下里程表主动齿轮3(图5-4件

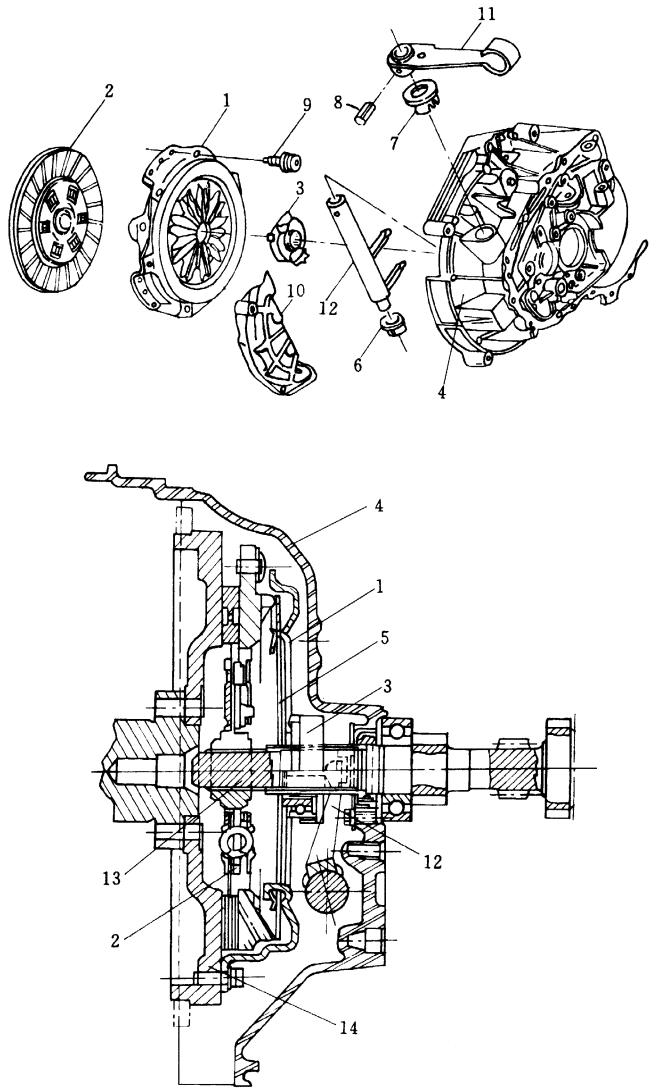


图 5-13　离合器的拆卸

1. 离合器压板总成　2. 从动盘总成　3. 分离轴承　4. 离合器壳　5. 离合器膜片弹簧　6. 螺母　7. 轴承座　8. 销　9. 螺栓　10. 盖板　11. 分离拨叉臂　12. 分离轴承拨叉　13. 变速器第一轴(输入轴)　14. 发动机飞轮

16)。再用工具从差速器壳 1 上拉下左右两个圆锥滚柱轴承 2 的内圈。用冲头冲出行星齿轮轴 6，从差速器壳 1 中取出行星齿轮 7 和半轴齿轮 8。最后取出组合式垫片 9。(主传动从动大齿轮与差速器壳为过盈压配合，若主传动从动大齿轮损坏，应用加热大齿轮的方法进行组装)。另外从离合器壳及变速器壳上分别冲下差速器圆锥滚柱轴承 2 的外圈。

二、离合器与变速器的装配

按与拆卸相反的顺序进行，但须注意以下各项。

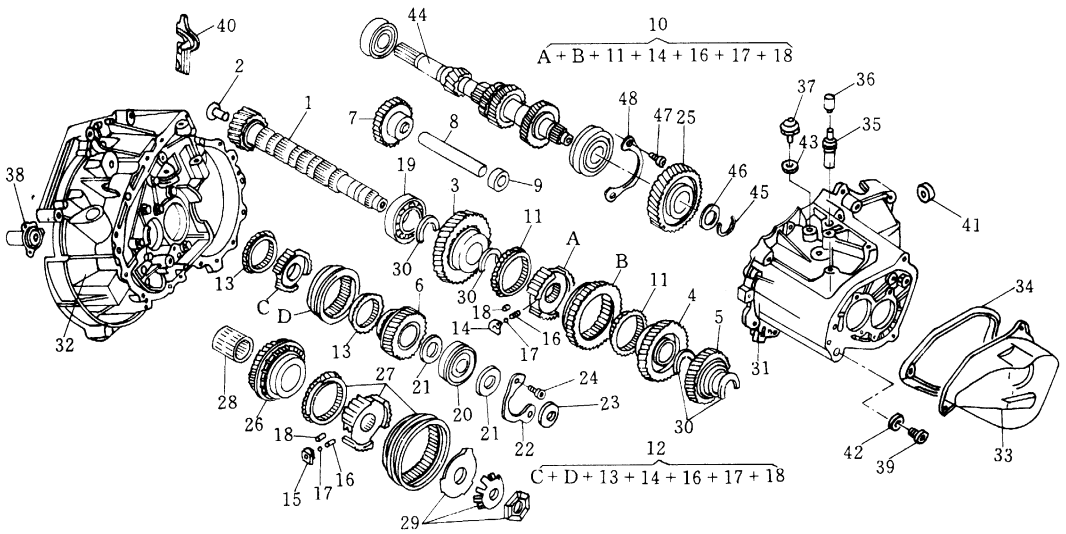


图 5-14　变速器的分解

1. 变速器第二轴　2. 轴套管　3. 一挡从动齿轮　4. 二挡从动齿轮　5. 三挡从动齿轮　6. 四挡从动齿轮　7. 倒挡齿轮　8. 倒挡齿轮轴　9. 止动块　10.1～2 挡同步器(＝A＋B＋11＋14＋16＋17＋18)　11.1～2 挡同步环　12.3～4 挡同步器(＝C＋D＋13＋14＋16＋17＋18)　13.3～4 挡同步环　14. 滑块　15. 滑块　16. 弹簧　17. 止动球　18. 支承座　19. 滚动轴承　20. 滚动轴承　21. 隔圈　22. 止推板　23. 垫圈　24. 止推板螺栓　25. 五挡主动齿轮　26. 五挡从动齿轮　27. 五挡同步器　28. 滚针轴承　29. 螺母及垫　30. 卡环　31. 变速器壳体　32. 离合器壳　33. 变速器盖　34. 密封垫　35. 通气塞　36. 防护套　37. 倒挡信号开关　38. 分离轴承导套　39. 放油塞　40. 离合器堵塞　41. 堵塞　42. 密封垫　43. 密封垫　44. 变速器第一轴　45. 卡环　46. 垫圈　47. 螺栓　48. 止推板

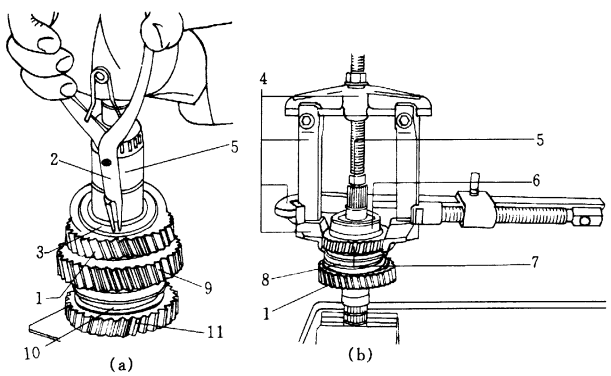


图 5-15　变速器第二轴的分解

1. 三挡从动齿轮　2. 尖嘴钳　3. 卡环　4. 工具　5. 变速器第二轴　6. 左侧滚动轴承　7. 四挡从动齿轮　8. 三、四挡同步器　9. 二挡从动齿轮　10. 一、二挡同步器　11. 一挡从动齿轮

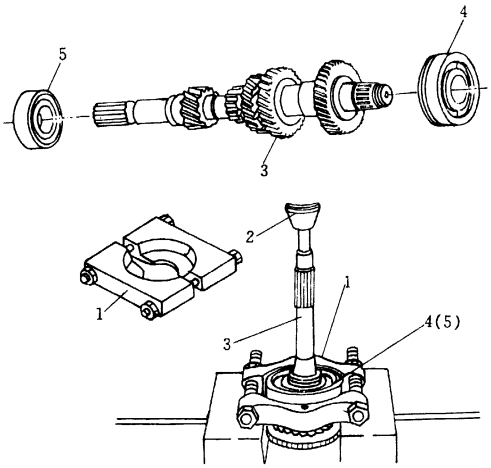


图 5-16　变速器第一轴的分解

1. 工具　2. 油压机

3. 变速器第一轴

4、5. 滚动轴承

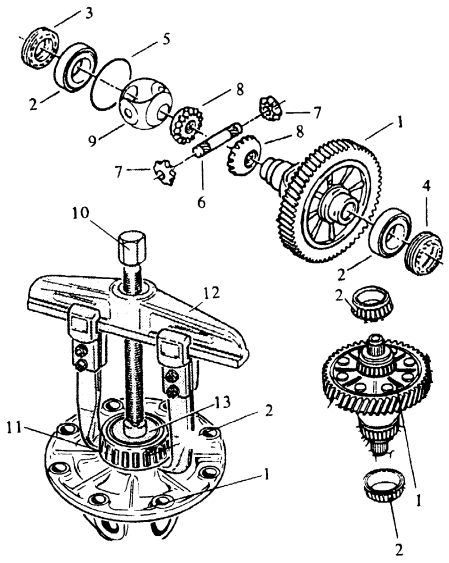


图 5-17　差速器的分解

1. 差速器壳体　2. 滚柱轴承　3. 里程表主动齿轮　4. 油封

5. 卡环　6. 行星齿轮轴　7. 行星齿轮　8. 半轴齿轮

9. 组合式垫片　10～13. 工具

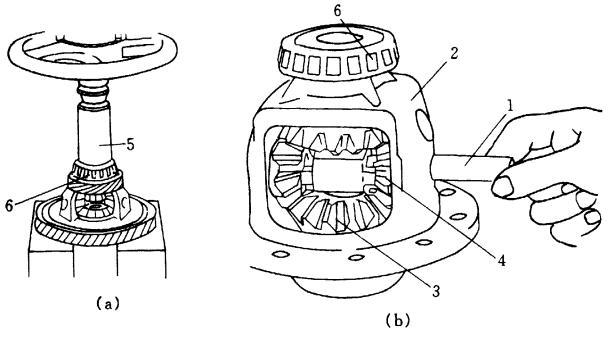


图 5-18　差速器的组装

1. 行星齿轮轴　2. 差速器壳　3. 半轴齿轮

4. 行星齿轮　5. 冲头　6. 圆锥滚柱轴承内圈

(一) 装配前的准备

所有零件均应清洗干净，在有相对运动的零件上涂上机油，以免产生初期磨损。

(二) 差速器的组装

如图 5-18 所示，先在差速器壳 2 上装上组合式垫片(图 5-17 件 9)。再依次装上半轴齿轮 3 和行星齿轮 4，压入行星齿轮轴 1(行星齿轮轴应与差速器壳上的孔保持一定的过盈，以免行星齿轮轴掉出)。最后在差速器壳 2 上，用冲头 5 压入两个圆锥滚柱轴承的内圈 6。

(三) 差速器行星与半轴齿轮啮合间隙的检测

如图 5-19 所示，将组装好的差速器总成 3 放在 V 形铁架 2 上。再将百分表 6 对准行星齿轮 4 的齿面上，如图(a)，或对准半轴齿轮 5 的齿面上，如图(b)，测出其啮合间隙。标准值应为 0.08～0.15mm，使用极限为 0.2mm。超过极限时，应更换其他厚度的组合式垫片(图 5-

17件9)。

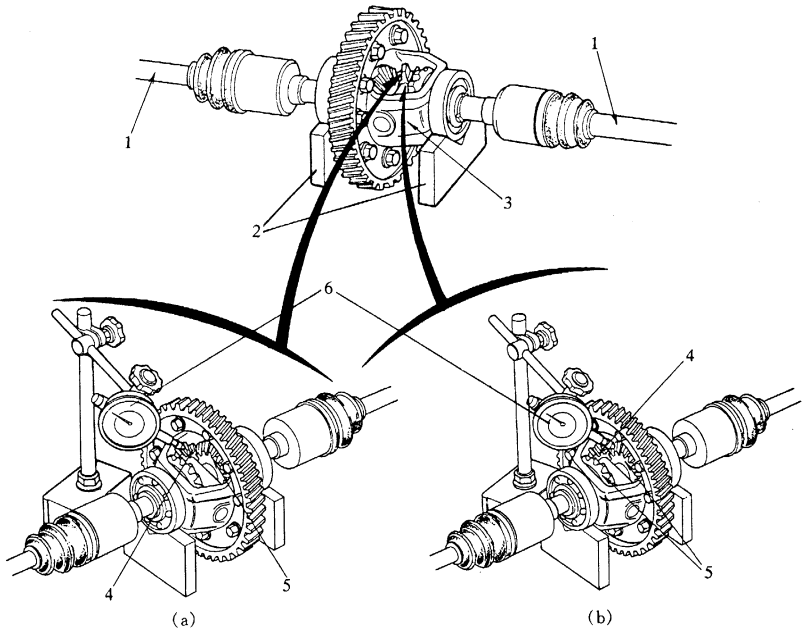


图5-19　差速器行星齿轮与半轴齿轮啮合间隙的检测

1. 传动轴　2. V形铁架　3. 差速器总成　4. 行星齿轮　5. 半轴齿轮　6. 百分表

(四) 变速器第二轴的组装

如图5-14所示，按与拆卸相反的顺序进行。当装卡环30时，应检查卡环30与变速器第二轴1上卡环槽的轴向配合间隙。(如图5-20所示,选择合适的卡环厚度,使已装到变速器第二轴上的零件,如轴承、齿轮的轴向间隙在0.05～0.1mm)。

当组合同步器时，应先将支承座18、弹簧16、止动球17装入同步器毂上。再如图5-20所示，装上滑块4，让同步器接合套3的缺口对准滑块4后，装到同步器毂上。各挡同步器毂与接合套尺寸是不一样的，不能互换。一、二挡同步器接合套的外圈上制出倒挡齿轮。所有各挡同步器接合套需保持与拨叉的原来相对应的位置。因此接合套安装有方向性，应按拆卸时的方向安装。

(五) 变速器换挡机构的安装

如图5-8所示，在变速器壳上，装上支座油封15，再从外向内装上选挡拨杆5。再依次装上弹簧座14、弹簧13、换挡轴臂9和止动销19。冲入弹性销7(弹性销的开口应在轴线方向上,如图5-21所示)。

依次将各拨叉轴组合好，穿上弹性销18时应按图5-21的要求进行。

各变速叉在装入换挡轴臂9上的顺序应是：一、二挡变速叉1在最下方，上方依次是三、四挡变速叉2和中间轴6；再让中间轴6上的拨爪与五挡变速叉轴3上的拨槽啮合。五挡变速叉轴3上的拨爪再与倒挡变速叉4的拨爪啮合。

（六）变速器的组装

如图 5-12 所示，先将组合好的变速器第一轴、第二轴、各拨叉轴一起装到变速器壳 13 上。再将轴承安装板 18 涂上 E_{12}密封胶，装到离合器壳 12 上，旋上固定螺栓 1（力矩 50N·m）。

在离合器壳 12 上装上差速器总成后，在端面涂上 E_{10}密封胶，再装上变速器壳 13，旋上螺栓 4、5 和 6（力矩 18N·m）。

为使差速器两端的轴承间隙，保持在 0.02～0.05mm，应在圆锥滚柱轴承外圈外侧，用不同厚度的垫片进行调整。

为使变速器第一轴与第二轴的轴向间隙保持在 0.05～0.15mm，当安装止推板 19 时，在轴承外应选择合适厚度的垫片 20（图 5-14 件 21）；最后旋紧螺栓 17（力矩 18N·m）。

当变速器第二轴装上五挡齿轮与同步器后（同时装上五挡变速叉），在变速器第二轴螺纹处涂上 E_6 密封胶，旋上螺母 15（力矩 140N·m）。

在变速器壳 13 上，装上一密封垫 16 后再装上变速器盖 14，旋上固定螺栓 8（力矩 18N·m）。

翻转离合器壳 12，在变速器第一轴上装上油封后，装上离合器分离轴承导套 11，在螺纹处涂上 E_3 密封胶后，旋上螺栓 3（力矩 6N·m）。

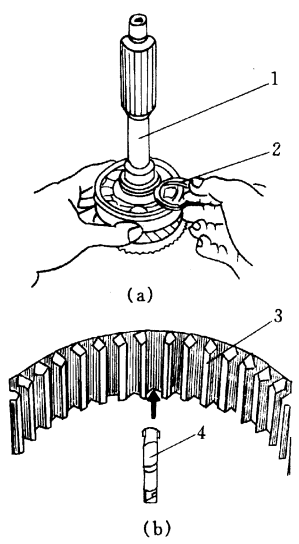


图 5-20　变速器第二轴的组装

1. 第二轴　2. 卡环　3. 同步器接合套　4. 滑块

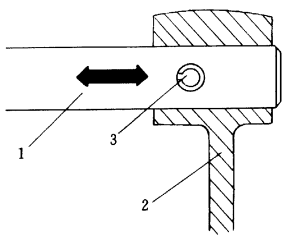


图 5-21　弹性销的安装

1. 轴　2. 变速叉　3. 弹性销

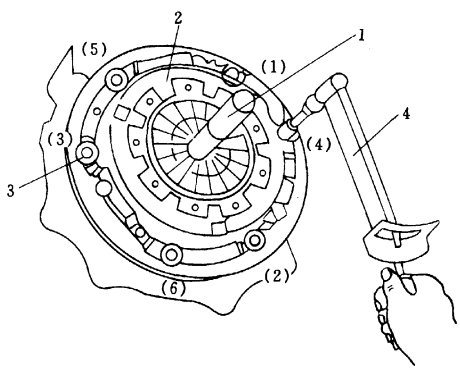


图 5-22　离合器的安装

1. 芯轴工具　2. 离合器压盘总成　3. 螺栓　4. 扭力扳手

（七）离合器的安装

如图 5-22 所示，将离合器从动盘和离合器压盘总成 2 装到飞轮上，用芯轴工具，定位（以便于变速器第一轴的安装）。（并需注意，在装配时不能将从动盘装反，从动盘上减振弹簧突出的一面朝外）。用扭力扳手 4，按图示的顺序分 2～3 次旋紧螺栓 3（力矩 15N·m）。（注意两种尺寸的从动盘上减振弹簧标记的不同颜色：从动盘外圆尺寸为 φ181.5mm：6 个弹簧中 2 个为栗色，4 个为灰色；尺寸为 φ200mm：6 个弹簧中 6 个均粉红色，不要装错）。

（八）离合器与变速器总成往发动机上的安装

如图 5-12 所示，将组合好的离合器与变速器总成装到发动机的左侧，旋上螺栓 2（力矩 35N·m）。然后再按图 3-56 所示，在变速器壳上方装上发动机支架（左支承）3 和 4，旋上螺母 20 和 21（力矩分别为 38 和 18N·m）。

（九）离合器与变速器操纵机构的安装

如图 5-10 所示，在离合器钢索 24 内涂上专用的润滑脂，使内线在外皮内活动自如。用锁紧螺母 22 调整离合器踏板的高度。如图 5-23 所示，在调整之前，通过连续地操作离合器装置（至少 30 次），以使离合器操纵钢索 5 套管沿轴向压紧。使踏板 4 处于静止位置；沿方向盘 3 的位置量取尺寸 L_1；再将踏板 4 踩到底沿方向盘 3 量取尺寸 L_2，离合器踏板行程 X 的算法为：$X = L_2 - L_1$。（离合器踏板 4 上的测量处应相当于司机的脚踏位置），离合器踏板行程的规定值 X 为 145 ± 5mm。如果数值不正确，或踏板过高，拧松防松螺母 1。按需要拧紧或拧松调整螺母 2，以便将行程调整至规定值。（拧紧调整螺母 2 是增加行程，拧松则是减少行程），最后拧紧防松螺母 1，力矩为 6N·m。注意：离合器踏板行程过小会造成离合器分离不彻底，并易导致离合器摩擦片的早期磨损。合理的踏板高度是分离轴承刚好与膜片弹簧接触时的位置，即离合器的自由行程应大于零。如图 5-10 所示，在变速器操纵机构的销轴 6、16 处，球杆 4 与选挡拨杆 1、支承 10 的接触处涂上专用润滑脂。销轴螺母 20 的旋紧力矩为 17N·m。最后应进行换挡试验，一面转动变速器第二轴，一面换挡时，各挡位应能顺利进入，并且当挂上各挡位时，应有明显的感觉。

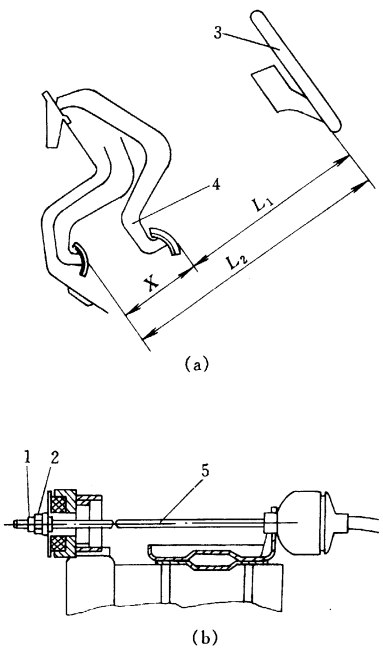


图 5-23　离合器踏板的调整

1. 防松螺母　2. 调整螺母　3. 方向盘　4. 离合器踏板　5. 离合器钢索

第三节　离合器与变速器的故障与排除

一、离合器的故障与排除

(一) 离合器打滑

1. 从动盘上的摩擦片磨损与烧损，导致摩擦力减弱产生打滑。排除方法是：检查从动盘的厚度，如图 5-24 所示，从动盘标准厚度为 7.4～8.0mm，当离合器从动盘 2 的摩擦片与铆钉 3 的距离小于 0.3mm 时，必须更换从动盘 2。从动盘最小允许厚度为 5.0mm。

2. 从动盘摩擦片上有油污，导致摩擦片摩擦系数减小，产生打滑。排除方法是：清理摩擦片上的油污，并消除油污的来源。

3. 膜片弹簧弹性变弱，导致从动盘上压力不足，产生打滑。排除方法是：检查膜片弹簧至飞轮的高度，如图 5-25 所示，在装有与从动盘标准厚度相同的垫块 2 的条件下，把离合器压盘组合 5 装在飞轮 1 上，用卡尺测量膜片弹簧 3 的小端距飞轮 1 平面的高度“A”与标准值相比，若小于标准值的 95%时；则表示膜片弹簧已失去弹力，产生永久变形，必须更换。

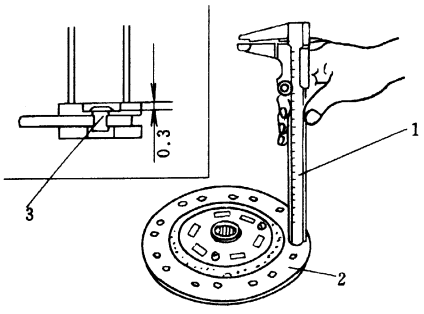


图 5-24　从动盘摩擦片与铆钉距离的检查

1. 卡尺　2. 从动盘　3. 铆钉

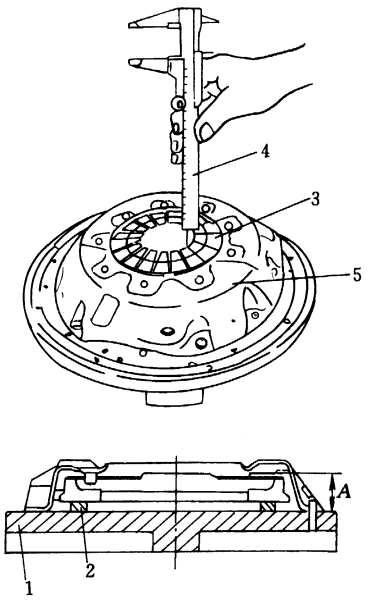


图 5-25　膜片弹簧小端与飞轮高度的检查

1. 飞轮　2. 垫块　3. 膜片弹簧　4. 卡尺　5. 压盘组合

4. 离合器踏板自由行程太小，造成膜片弹簧上有预加作用力，使从动盘打滑。排除方法是正确调整制动踏板行程和自由行程，如图 5-23 所示。

（二）离合器分离不开

1. 从动盘翘曲，使离合器分离不彻底。排除方法是：检查从动盘端面跳动，如图 5-26 所示，用百分表 2 测量从动盘 1 的端面跳动应不超过 0.2mm，否则应用扳手 3 进行校正，直到端面跳动小于 0.2mm 为止。

2. 从动盘花键毂与变速器第一轴的配合太紧，使从动盘移动不畅。排除方法是：如图 5-27 所示，将从动盘 1 装到变速器第一轴 2 上，从动盘 1 的花键毂应能在变速器第一轴 2 的花键轴上滑动自如，且无过大的轴向间隙 3 和圆周间隙 4。否则应更换从动盘。

3. 离合器自由行程过大，使离合器踏板踏到底时不能完全压下膜片弹簧，使离合器不能完全分离。排除方法是重新调整离合器自由行程，如图 5-23 所示。

4. 膜片弹簧小端磨损，使膜片弹簧变形，增加了分离行程，使离合器不能完全分离。排除方法是：如图 5-28 所示，检查膜片弹簧 2 小端与分离轴承接触处的磨损深度，应不大于 0.6mm，否则应更换膜片弹簧。

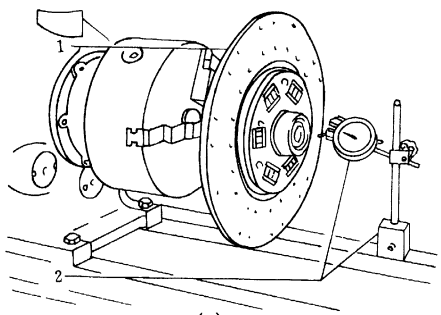


图 5-26　从动盘端面跳动的检查
1. 从动盘　2. 百分表　3. 扳手

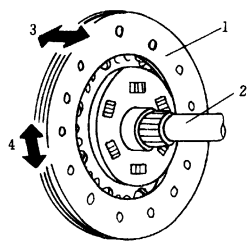


图 5-27　从动盘花键毂与变速器第一轴配合的检查
1. 从动盘　2. 变速器第一轴
3. 轴向间隙　4. 圆周间隙

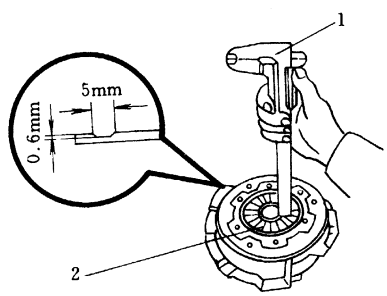


图 5-28　膜片弹簧小端磨损的检查
1. 卡尺　2. 膜片弹簧

（三）离合器有不正常噪声

1. 离合器从动盘花键毂与变速器第一轴花键轴的轴向间隙和圆周间隙过大，造成冲击噪声。排除方法是：检查从动盘花键毂与变速器第一轴花键的配合，如图 5-27 所示，从动盘的轴向间隙 3 和圆周间隙 4 均不得大于 0.11mm。否则应更换从动盘。

2. 分离轴承过度磨损、损坏或缺少润滑造成噪声。排除方法是更换分离轴承。

3. 从动盘上的缓冲弹簧拆断，造成冲击噪声。排除方法是更换从动盘。

4. 离合器压盘平面变形，造成从动盘抖动噪声。排除方法是：如图 5-29 所示。用直尺 1 检查离合器压盘 2 的平面度，不得大于 0.15mm，否则应研磨压盘或更换压盘。

二、变速器的故障与排除

(一) 变速器噪声过大

1. 变速器第二轴的前后轴承磨损，间隙过大产生噪声。排除方法是更换第二轴前后轴承。

变速器第一轴轴承间隙过大，产生噪声。排除方法是调整第一轴轴承间隙，如图 5-12 所示。

2. 差速器两端的圆锥滚柱轴承的间隙过大产生噪声。排除方法是：如图 5-12 所示，用垫片调整差速器两端轴承的间隙，保持间隙在 0.02 ~ 0.05mm。

3. 齿轮齿部过度磨损，使齿轮啮合间隙过大产生冲击噪声。排除方法是：检查齿轮啮合间隙，如图 5-30 所示，固定相互啮合的一个齿轮 2，再用手转动另一个齿轮 1，用百分表 3 测量该齿轮 1 的转动量(即啮合间隙)，应不大于 0.2mm，否则应成对更换齿轮。

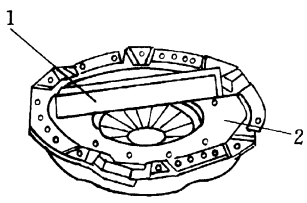


图 5-29　离合器压盘平面度的检查
1. 直尺　2. 离压器压盘

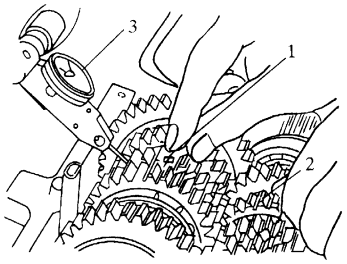


图 5-30　齿轮啮合间隙的检查
1. 齿轮　2. 齿轮　3. 百分表

4. 空转齿轮的滚针轴承磨损，使齿轮转动时产生冲击噪声。排除方法是：检查第二轴上空转齿轮的径向间隙，如图 5-31 所示，固定第二轴 1，用百分表 3 测量空转齿轮 2 的上下摆动量(即径向间隙)，应不超过 0.05mm，否则应更换该空转齿轮中的滚针轴承。

5. 离合器分离不彻底，使发动机动力不能完全切断，造成换挡噪声。排除方法见离合器的故障与排除第(二)条。

6. 同步环磨损，使同步环失去作用，直接与齿轮相撞，产生噪声。排除方法是：检查同步环与齿轮的端面间隙，如图 5-32 所示，将同步环 1 压紧在齿轮 2 上，用塞尺 3 检查同步环 1 与齿轮 2 的端面间隙，应不少于 0.5mm，否则应更换同步环 1。

7. 同步器毂在第二轴花键上转动，产生冲击噪声。排除方法是：检查同步器毂与第二轴的转动量，如图 5-33 所示，将第二轴 2 用台钳 3 固定，转动同步器毂 1，用百分表 4 测量其转动量，应不大于 0.1mm。否则应更换同步器毂。

8. 变速器第二轴产生弯曲，使齿轮不正常啮合产生噪声。排除方法是：检查第二轴的

直线度，如图 5-34 所示，用千分表 1 检查变速第二轴 2 的直线度，不应超过 0.05mm，否则应更换第二轴。

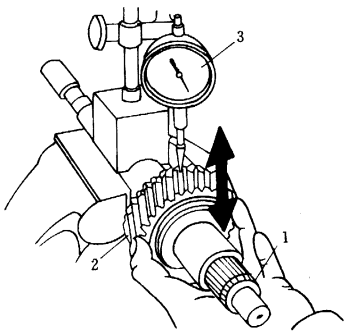


图 5-31　第二轴空转齿轮径向间隙的检查

1. 第二轴　2. 空转齿轮　3. 百分表

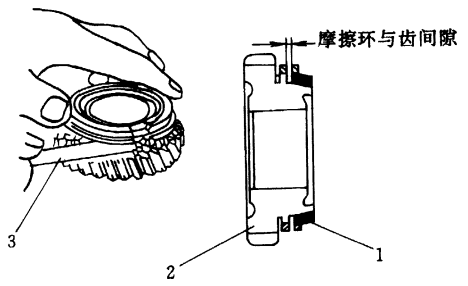


图 5-32　同步环与齿轮端面间隙的检查

1. 同步环　2. 齿轮　3. 塞尺

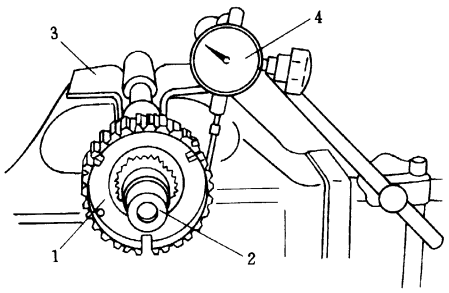


图 5-33　同步器毂转动量的检查

1. 同步器毂　2. 第二轴　3. 台钳　4. 百分表

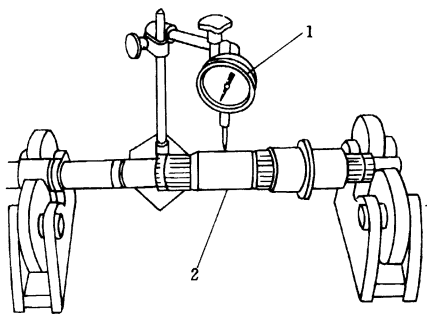


图 5-34　变速器第二轴直线度的检查

1. 千分表　2. 第二轴

9. 行星齿轮与行星齿轮轴间隙过大，造成冲击噪声。排除方法是：检查行星齿轮与行星齿轮轴的间隙，如图 5-35 所示，分别测量行星齿轮 1 的内孔尺寸和行星齿轮轴 2 的外径尺寸，计算出二者的配合间隙，使用极限为 0.2mm，超过时，必须更换行星齿轮轴。

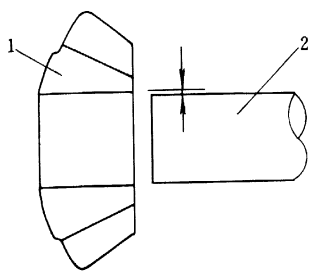


图 5-35　行星齿轮与行星齿轮轴间隙的检查

1. 行星齿轮　2. 行星齿轮轴

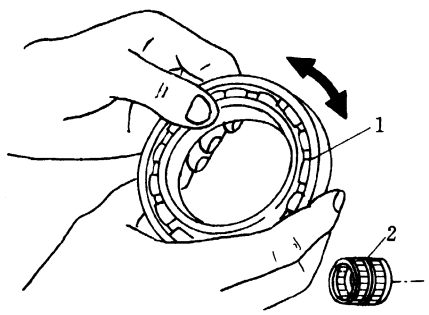


图 5-36　滚动轴承及滚针轴承的检查

1. 滚动轴承　2. 滚针轴承

10. 行星齿轮与半轴齿轮的齿面损坏及啮合间隙过大，造成冲击噪声。排除方法是：检查行星齿轮及半轴齿轮的齿面是否有烧蚀、剥落或缺齿情况，并按图 5-19 所示，检查半轴

齿轮与行星齿轮的啮合间隙，应在0.08～0.15mm，使用极限为0.2mm，否则应进行调整。

11. 滚动轴承及滚针轴承损坏或间隙过大，造成冲击。排除方法是：如图5-36所示，检查第一、二轴上的轴承1或2是否可灵活转动，其径向间隙或轴向间隙是否过大，过大时一定要更换轴承。

（二）变速器齿轮跳挡

1. 变速器拨叉轴上自锁销定位凹槽磨损，造成自锁失控，使齿轮跳挡。排除方法是：检查拨叉轴自锁销定位凹槽的磨损，如图5-37所示，检查拨叉轴自锁销定位凹槽边缘，若磨成较大的圆弧时，则应更换拨叉轴。

同时还会因自锁销弹簧力太弱，使自锁销不起自锁作用，产生跳挡。排除方法是：检查自锁销弹簧弹力，失去弹力的弹簧必须更换。

2. 变速器拨叉与同步器啮合套的侧面间隙太大，造成挡位不能固定，产生跳挡。排除方法是：检查拨叉与同步器啮合套的侧面间隙，如图5-38所示，将拨叉1放在啮合套2上，用塞尺3检查二者的侧隙，使用极限为1mm，超过极限应更换拨叉。

3. 同步器止动球弹簧力太弱，使止动球不能起到止动作用，使啮合套位置容易变动，产生跳挡。排除方法是：检查止动球弹簧弹力，失去弹力的弹簧必须更换。

4. 同步器滑块磨损，使啮合套位置不能稳定，产生跳挡。排除方法是：如图5-39所示，检查滑块1上定位面的磨损，用塞尺3测量滑块1与同步器毂2上的滑块槽之间的间隙，使用极限为0.25mm，超过极限应更换滑块。

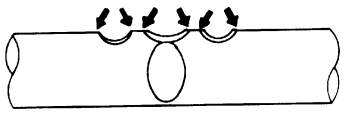


图5-37　拨叉轴自锁销定位凹槽磨损的检查

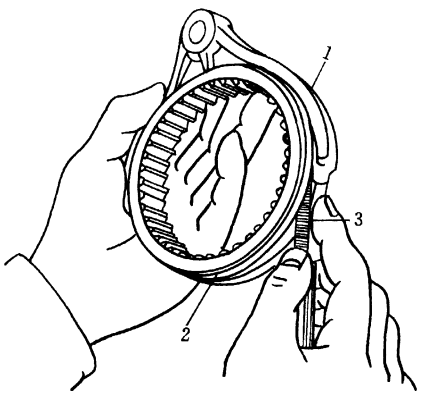


图5-38　拨叉与同步器啮合套侧隙的检查

1. 拨叉　2. 啮合套　3. 塞尺

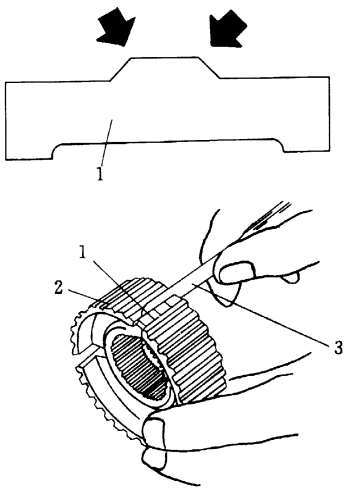


图5-39　同步器滑块的检查

1. 滑块　2. 同步器毂　3. 塞尺

5. 同步环啮合齿端部磨损，使与啮合套不能很好的啮合，产生跳挡。排除方法是：检查同步环啮合齿端部的磨损，如图5-40所示，同步环啮合齿端部磨损严重或有变形、裂纹的均应更换同步环。

（三）换挡困难

1. 同步器啮合套在同步器毂上不能自如滑动，产生换挡阻力。排除方法是：检查啮合套与同步器毂的配合，如图 5-41 所示，检查啮合套 1 上是否有裂纹和损坏，同步器啮合套 1 应能在同步器毂 2 上滑动自如，否则应更换啮合套。

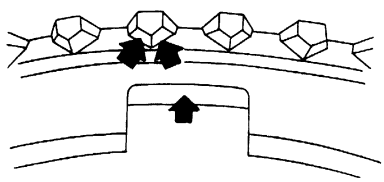


图 5-40　同步环啮合齿端部磨损的检查

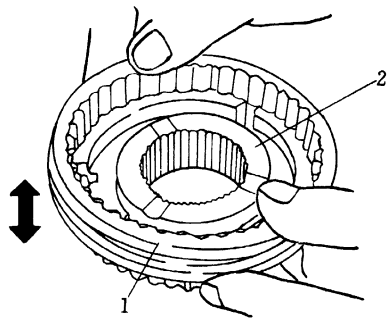


图 5-41　同步器啮合套与同步器毂配合的检查
1. 同步器啮合套　2. 同步器毂

2. 变速器机油不足，造成润滑不良，增加换挡阻力。排除方法是补充变速器机油。

3. 变速换挡机构变形，增加换挡阻力。如图 5-8 中的选挡拨杆 5 以及各变速叉轴的变形都会引起换挡阻力，使换挡增加困难。排除方法是修复或更换变速换挡机构。

（四）变速器漏油

1. 第一轴及差速器油封损坏。排除方法是：如图 5-42 所示，检查油封主刃口 3 的老化与损坏，检查油封弹簧 1 的弹力是否减弱，必要时更换油封。

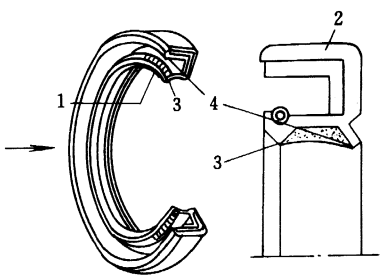


图 5-42　油封的检查
1. 油封弹簧　2. 油封外圈
3. 油封主刃口　4. 油封副刃口

2. 变速器通风嘴堵塞，使变速器内油压升高，产生漏油。排除方法是：疏通变速器通风塞，如图 5-14 所示，从变速器壳体 31 上拆下通风塞 35，用压缩空气吹通通风塞 35。

3. 变速器壳与离合器壳的结合面变形或未涂密封胶；轴承安装板(图 5-12 件 18)变形或未涂密封胶、变速器盖密封垫(图 5-14 件 34)损坏。排除方法是修复或更换相应零件。

三、离合器故障的诊断程序

（一）离合器分离不开的诊断程序

离合器分离不开的诊断程序见图 5-43。

（二）起步发抖的诊断程序

起步发抖的诊断程序见图 5-44。

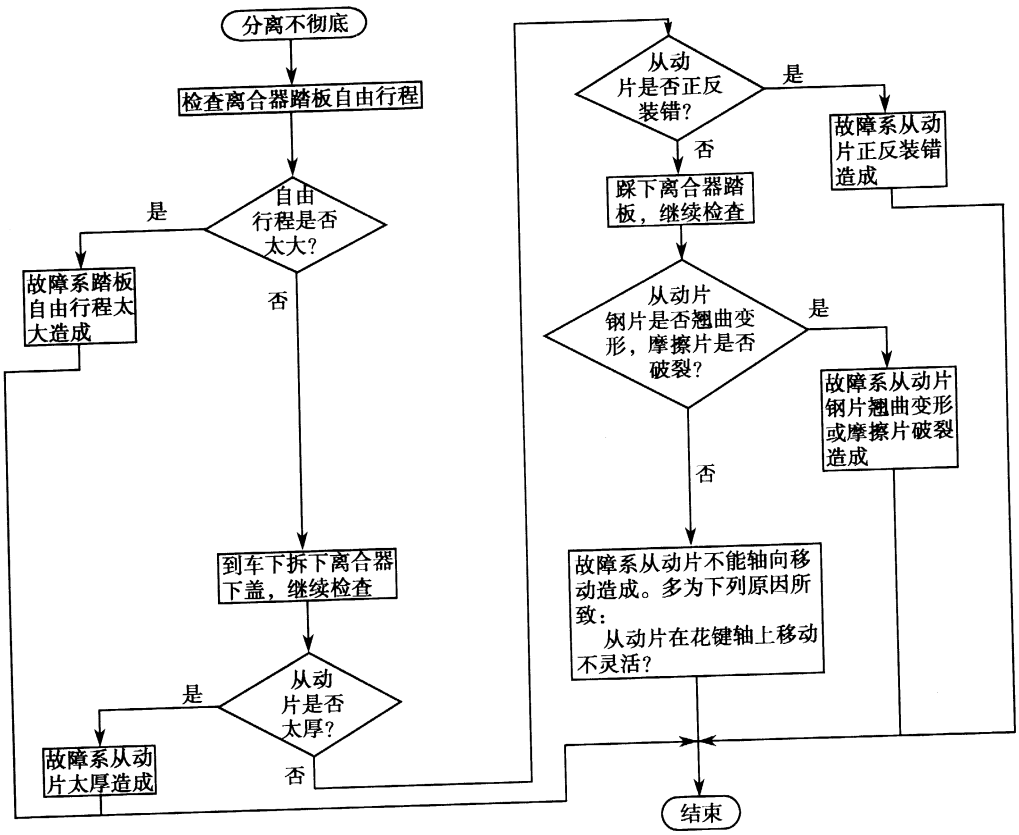


图 5-43　离合器分离不开的诊断程序

(三) 传动打滑的诊断程序

传动打滑的诊断程序见图 5-45。

(四) 离合器异响的诊断程序

离合器异响的诊断程序见图 5-46。

四、变速器故障的诊断程序

(一) 变速器漏油的诊断程序

变速器漏油的诊断程序见图 5-47。

(二) 变速器异响的诊断程序

变速器异响的诊断程序见图 5-48。

(三) 变速器跳挡的诊断程序

变速器跳挡的诊断程序见图 5-49。

（四）变速器乱挡的诊断程序

变速器乱挡的诊断程序见图 5-50。

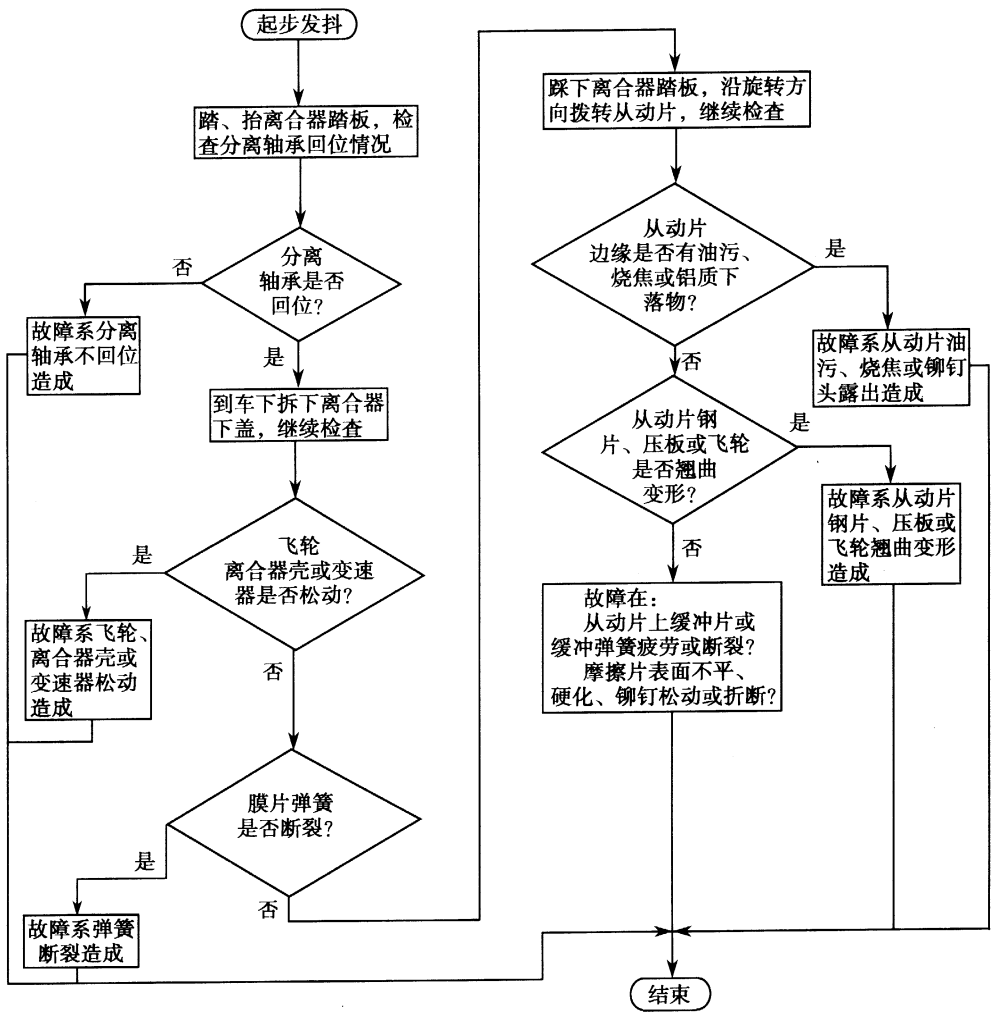


图 5-44　起步发抖的诊断程序

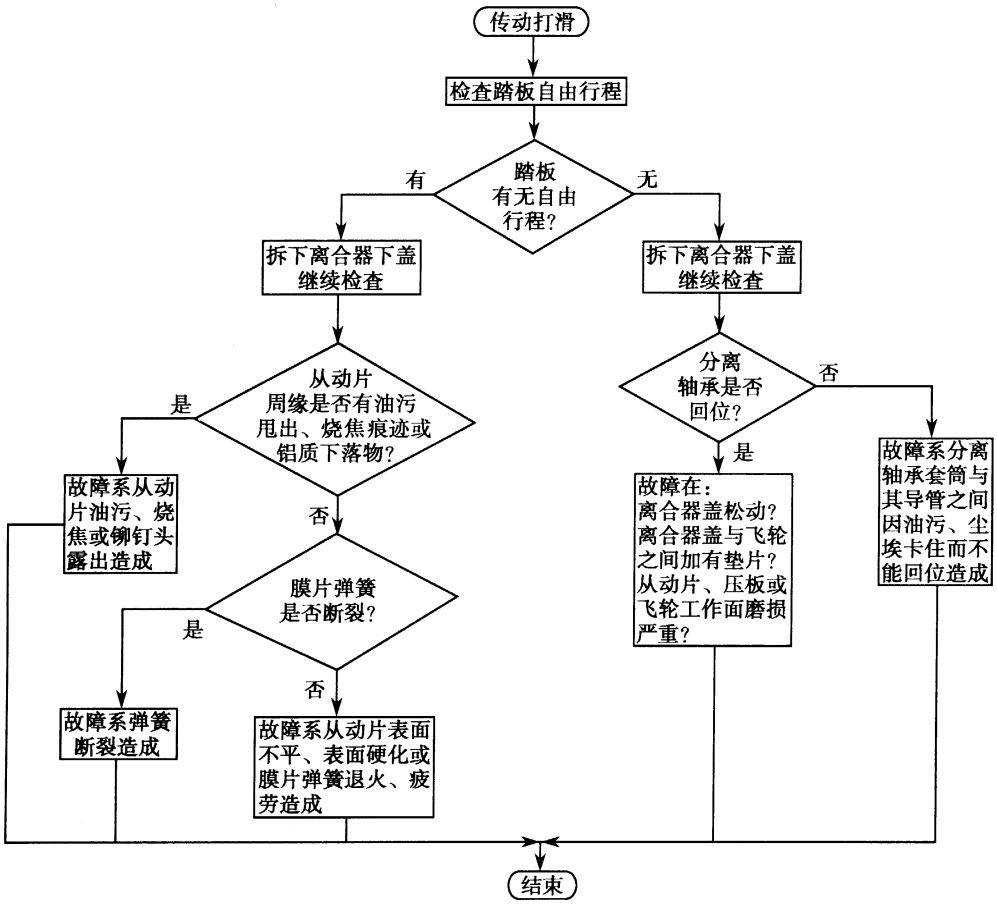


图 5-45　传动打滑的诊断程序

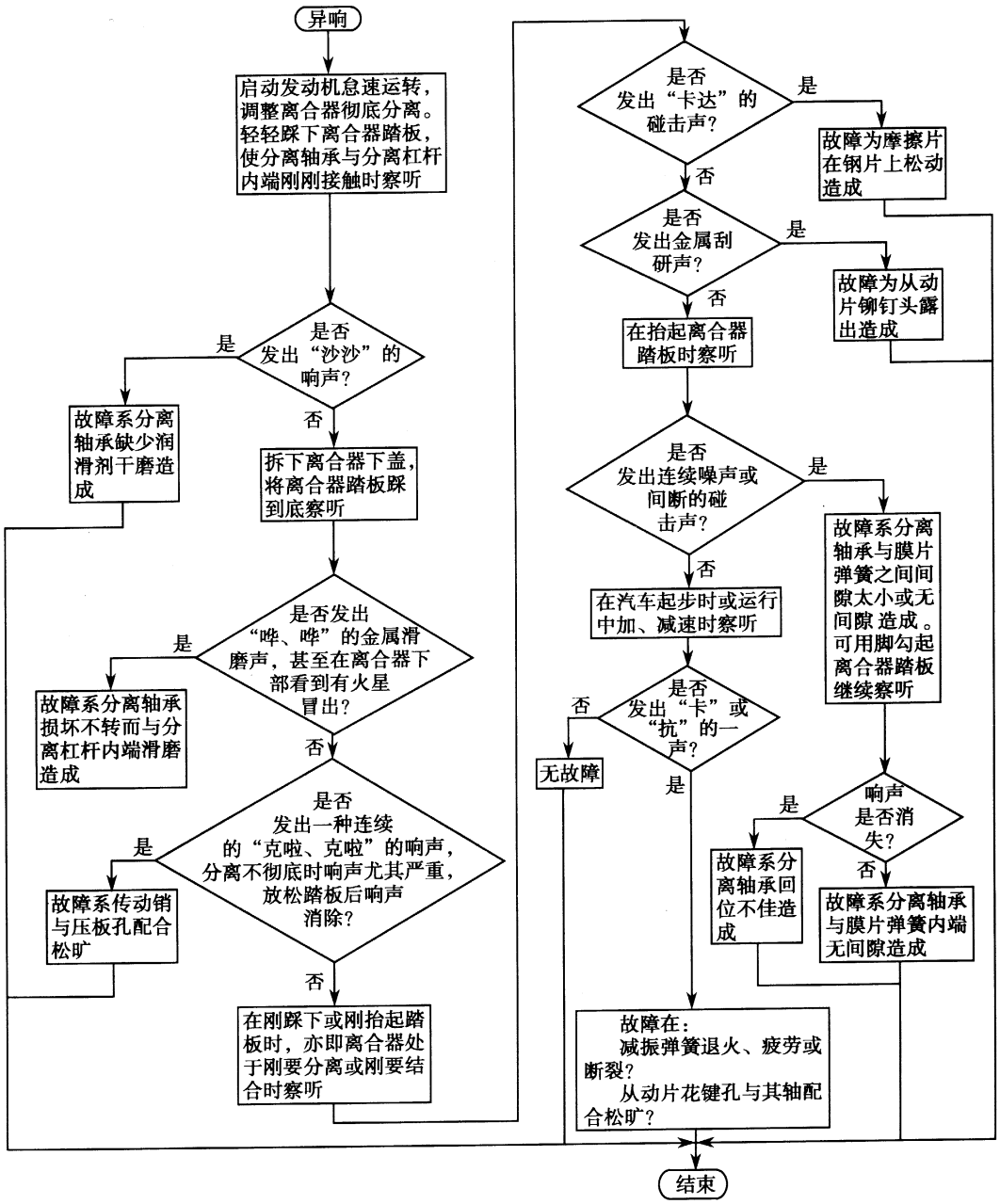


图 5-46　离合器异响的诊断程序

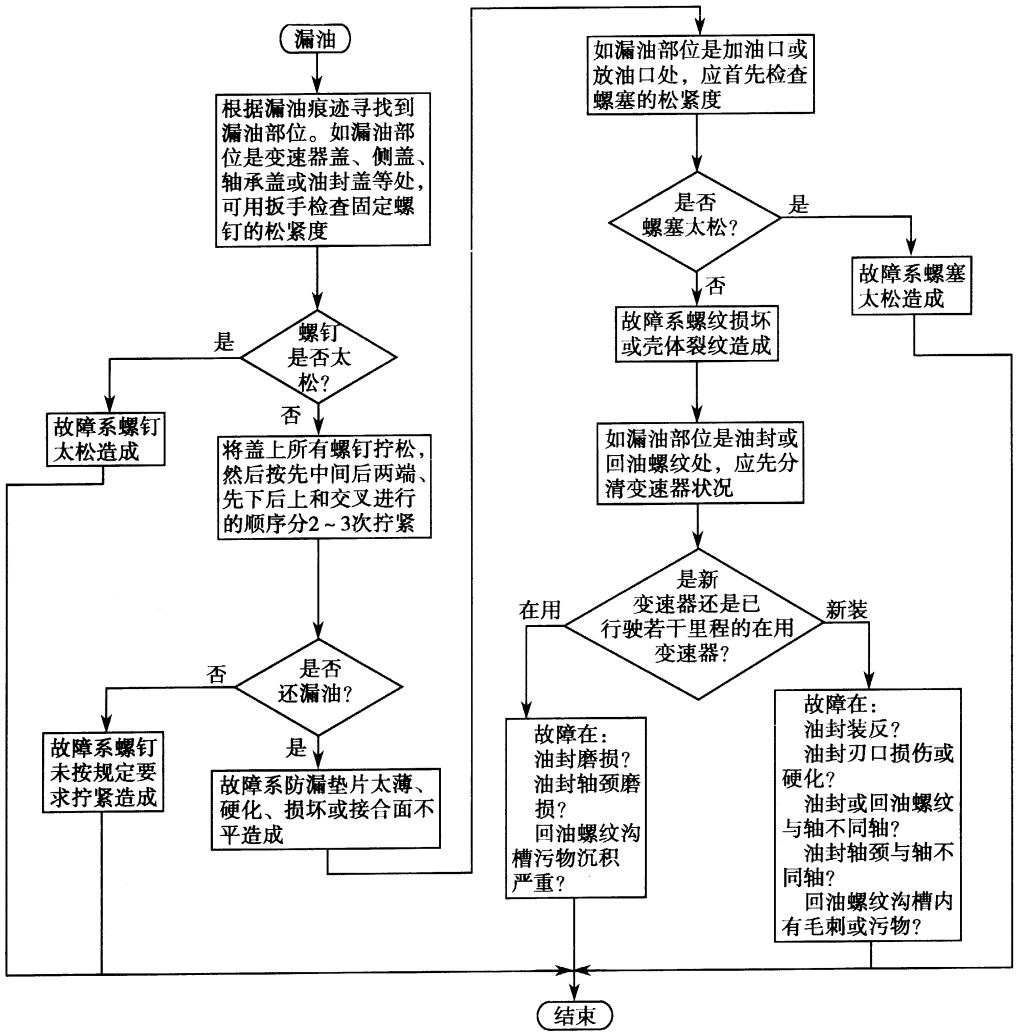


图 5-47　变速器漏油的诊断程序

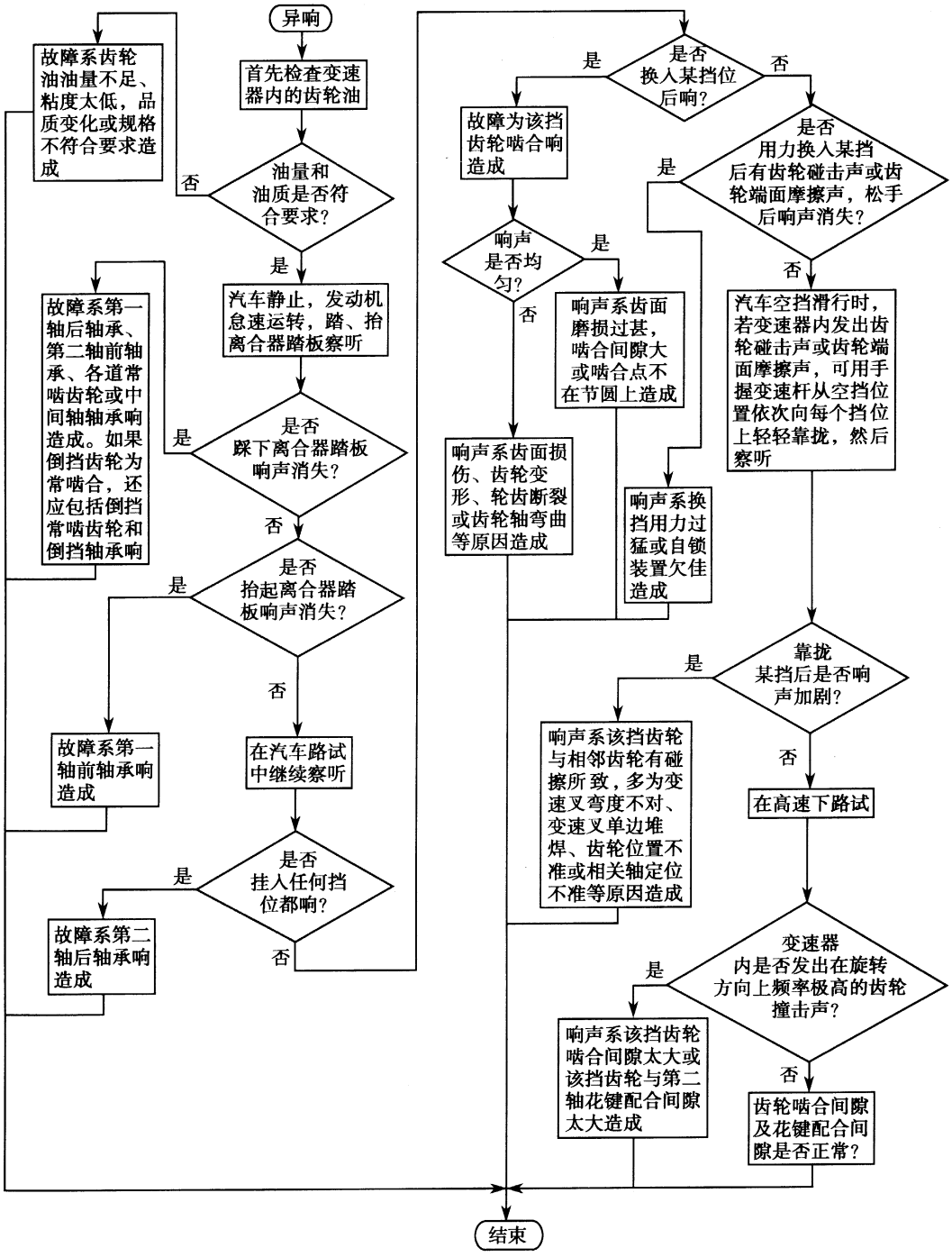


图 5-48　变速器异响的诊断程序

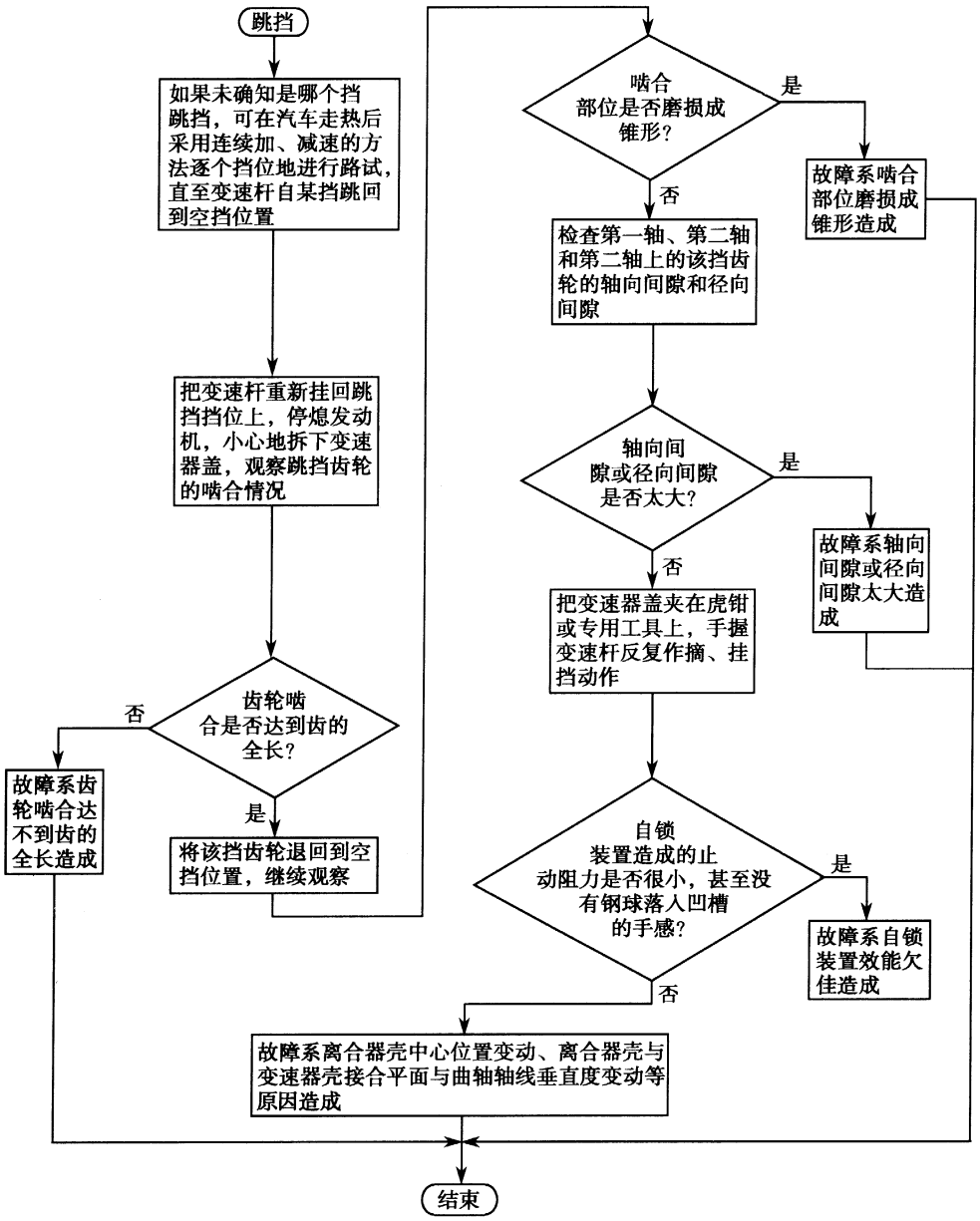


图 5-49　变速器跳挡的诊断程序

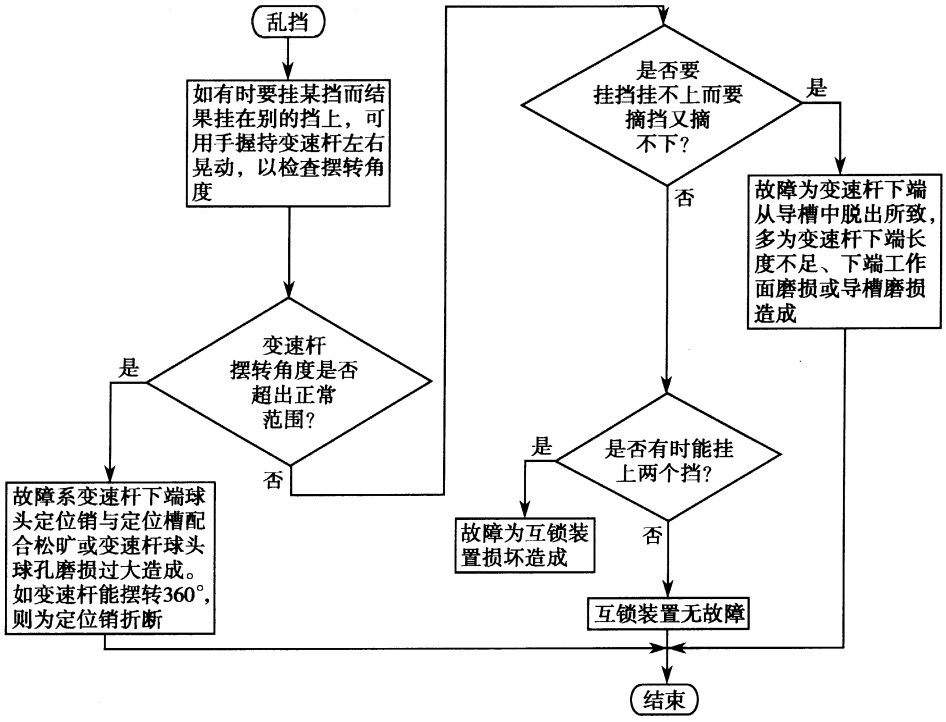


图 5-50　变速器乱挡的诊断程序

第六章　传动轴与前悬架的构造、拆装及故障排除

第一节　传动轴与前悬架的构造

一、传动轴的构造

如图 6-1 所示，由于发动机前置、前轮驱动，所以，前轮既是转向轮，又是驱动轮，半轴齿轮与前轮毂 16 之间采用等速万向节 15 相连，可以有较大的夹角。发动机扭矩经变速器各挡位变速后，由第二轴经主减速齿轮传给同一壳体内的差速器，再由左右半轴齿轮传给左右传动轴 8、9，分配到左右驱动车轮。

传动轴靠差速器一端采用三销式等角速万向节 12，轴向有一定的移动量；以适应运动时传动轴长度的变化需要。传动轴内侧一端的花键端 17 伸入差速器的半轴齿轮中，另一端的带细花键轮端轴头 11 伸入轮毂的花键孔内，轴端用螺母锁住。装配后将螺母的边缘敲入轴头的凹槽，使之锁死。

右边的传动轴 9 较左边的传动轴 8 长，因此在发动机缸体的后面装有铝制的中间支座，用来支承滚动轴承 18、支承右传动轴 9。

差速器的左、右输出口装有油封，与传动轴相配合，防止变速器内润滑油溅出。但由于结构上的原因，右边的传动轴中部有支承轴承 18，转动较平稳，差速器口的油封不易损坏。而左边的传动轴因为中部没有支承轴承，所以转动时易受震动，使差速器口的油封唇口容易受损，造成漏油。遇此情况应更换新油封。

传动轴(变速箱侧)万向节 12 结构为三销式，该万向节在轴向长度上能产生一定量的移动变化，以适应和补偿行车中车轮与变速箱的距离变化。

底盘号 103289 以前的传动轴轴径为 ϕ23.7mm，之后传动轴轴径尺寸为 ϕ26mm，且轮边万向节 15 更改为球笼式，以适配加强型变速器。每个万向节防护胶套内注入专用润滑脂 160g。

万向节内充满润滑脂后，外表用橡胶防尘套进行封闭，防止润滑脂甩出，造成磨损和响声。

二、前悬架的构造

如图 6-2 所示，前悬架采用的是“麦克弗逊”式独立悬架，带有三角下摆臂 3 及横向稳定杆2；用这种“麦克弗逊”式独立悬架的优点是：其一，避免了在车轮摆动过程中的转

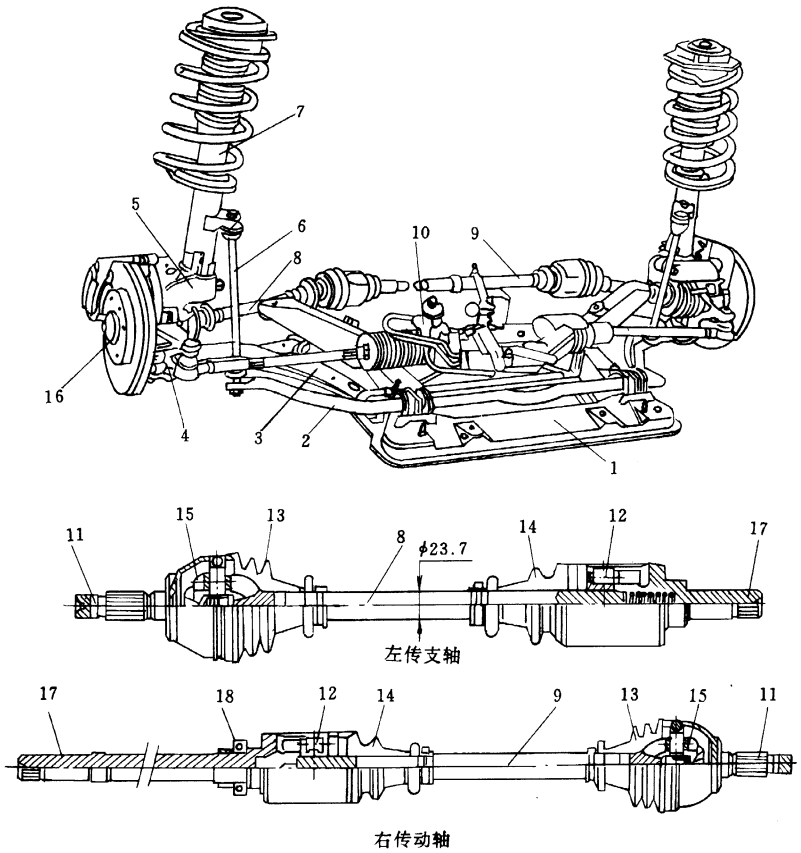


图 6-1　传动轴的构造

1. 前托架　2. 横向稳定杆　3. 三角下摆臂　4. 球头销　5. 转向节　6. 连接杆　7. 前减震器
8. 左传动轴　9. 右传动轴　10. 转向器　11. 轮端轴头　12. 三销式万向节　13. 防尘套
14. 防尘套　15. 等速万向节　16. 前轮毂　17. 花键端　18. 支承(滚动)轴承

向轮横向位移，减轻了转向轮的磨损，改善了汽车的行驶稳定性；其二，这种悬架结构具有使转向轮的几个定位参数有互补功能。此外，它还具有结构简单、零件数量少、维修方便，车轮贴附路面性能好和乘座舒适性好等优点。但前减震器 7 所承受的侧向力较大，对减震器 7 的要求较高，对减震器 7 的使用寿命不利。发动机前置前轮驱动的布置方式，要求前桥结构紧凑，以便横向放置发动机。每个三角下摆臂 3 由两个钢板冲压件焊合而成，钢板经过防锈处理，通过柱形尾部球头销 4 与转向节 5 相连。前托架 1 由冲压钢板焊接而成，通过 6 个点固定在车身上，悬架系统受力点分散，每个点上承受的载荷相对较小，在使用期内前轮定位变化较小，不需要调整主销的内倾角和后倾角。主销内倾偏置度可以比较方便地设计在车轮接地印滚中心的外侧，从而增强了制动时的稳定性，而且使得转向操纵较为省力；非簧载质量较小，有利于改善平顺性。这种悬架的不足之处是上支点偏高，因此使发动机罩偏高，以致影响了车身的流线型。前悬架由螺旋弹簧 9、整体式不对称的双向作用筒式液压减震器 7、横向稳定杆 2 和下摆臂 3 组成。偏置的螺旋弹簧 9 和筒式减震器 7 连成一体，形成悬架的弹性支柱；支柱的上端与车身挠性连接。垂直跳动限位块 13 装在减震器 7 中，止推球轴承 10 固定在减震器 7 上部的毂圈上。转向时，是以下部的球头销 4 和位于上部的止推球轴承 10 连线的主销旋转。前悬架主销轴线 AB、减震器轴线 AD 和螺旋弹簧轴线 AE 相互不重

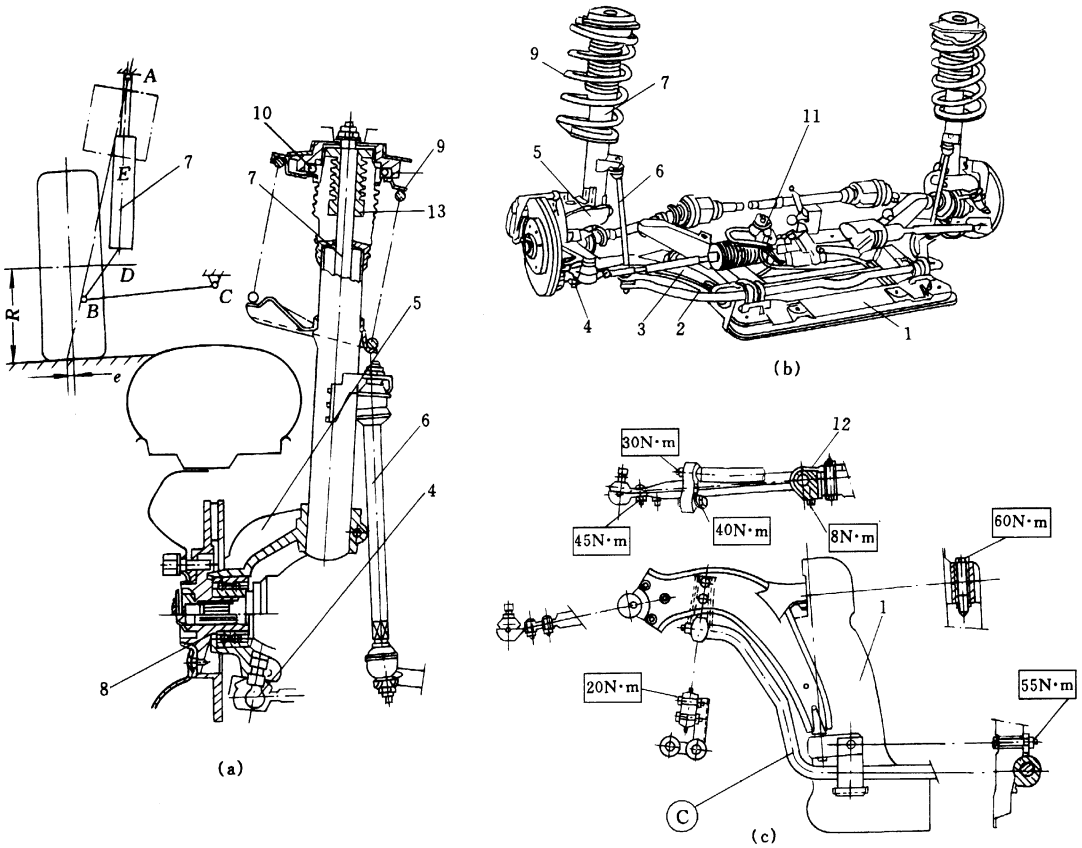


图 6-2　前悬架的构造

1. 前托架　2. 横向稳定杆　3. 三角下摆臂　4. 球头销　5. 转向节　6. 连接杆　7. 前减震器
8. 前轮毂　9. 螺旋弹簧　10. 止推球轴承　11. 转向器　12. 下摆臂后支承橡胶　13. 垂直跳动限位块
A. 上支点　B. 下控制球头中心　C. 下控制臂支座中心　D. 滑柱中心线与过两轮中心的水平面的交点
E. 螺旋弹簧托盘中心　*e*. 副主销偏置距

合，具有副的主销偏置距 *e*。减震器 7 为不可拆卸式。下摆臂 3 固定在前托架 1 上。左、右下摆杆的铰接处材料为橡胶，从而达到衰减震动、柔顺平稳的目的。由于铰接橡胶直径较大，加上支承元件上部的双重减震装置，使得隔震效果更好。

横向稳定杆 2 是一根 U 形的弹性元钢，直径为 24mm。中间部分是由两个弹性橡胶圈与前托架 1 铰接。稳定杆 2 的两端通过连接杆 6 的球铰与左、右减震器筒体上的耳环连接；当某一边的车轮产生剧烈震动时，所形成的扭转力矩试图通过横向稳定杆 2 传给另一边的车轮。但因横向稳定杆 2 本身是一个弹性元件，所以在传递扭矩时，将大部分扭矩吸收掉，在传到另一边的车轮时已影响很小，即可起到左、右车轮相互稳定的作用。

当某一边的连接杆 6 损坏时，应及时修复或更换。双向作用筒式减震器 7 的减震频率和所用的螺旋弹簧 9 尺寸随装用的发动机型号有所不同。车轮主销后倾角根据装用的转向器 11 类型而定。采用机械转向器时，主销后倾角为1°30′，而装用动力转向器时，主销后倾角为 3°。

三角下摆臂 3 上有三个支点，一个支点安装有球头销 4，与转向节 5 下部的销孔连接，控制转向节 5 围绕减震器 7 垂直轴线转动；另两个支点分别与前托架 1 铰接，铰接处均有橡

胶衬套，尤以后支点的橡胶衬套 12 制成蜂窝状，伴有挠性作用，从而达到了衰减震动，柔顺平稳的目的。

1993 年初出厂的车，横向稳定杆 2 的两端通过连接杆 6 连接在三角下摆臂 3 上；1993 年后出厂的车，横向稳定杆 2 连接在减震器 7 的筒体上。

此结构对前桥震动的衰减作用较好，但对经常行驶在崎岖道路时由于下摆臂 3 的摆幅较大，容易造成后支承橡胶 12 撕裂。故在日常保养中应检查后支承板和螺栓有否松脱。安装时在螺栓上涂以防松胶。

三、前轮毂的构造

如图 6-3 所示，前轮毂 5 用双内圈球轴承 2 装在转向节 1 的孔中。在前轮毂 5 外侧装有制动盘 4 和车轮。在前轮毂 5 内孔中，用花键与传动轴 7 连接在一起，并用轴头锁紧螺母 6 固定。当传动轴 7 带动前轮毂 5 转动时，即同时带动车轮转动。当转向时，转向节 1 由转向器通过转向横拉杆拉动后，带动前轮毂 5 摆动，从而完成转向运动。同时由传动轴 7 进行驱动。

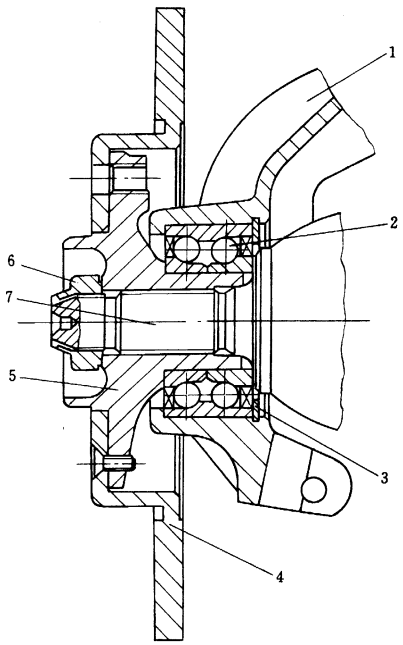


图 6-3　前轮毂的构造

1. 转向节　2. 球轴承(紧配)
3. 轴承挡圈　4. 制动盘　5. 轮毂
6. 轴头锁紧螺母　7. 传动轴

四、传动轴与前悬架的维修数据

传动轴与前悬架的维修数据见表 6-1，螺栓(母)的拧紧力矩见表 6-2。

表 6-1　　传动轴与前悬架的维修数据

项　　目		标　　准	使用极限
车轮外倾角		0°30′ ± 30′	
主销内倾角		10°45′ ± 30′	
主销后倾角(注)		0°30′ ± 30′(空载)；1°30′ ± 30′(满载)	
前束(可调)		0 ~ －2mm(空载)；－1 ~ －3(mm)(满载)	
车轮转向角	内侧车轮	38°50′	
	外侧车轮	31°40′	
螺旋弹簧自由高度		458mm	440mm
轮胎胎面花纹最小深度			1.6mm
前轮胎气压		2.1×10^5Pa	
轮辋偏摆	径向		1.2mm
	轴向		1.2mm
前轮毂轴承轴向间隙		0.05mm	

续表

项　目		标　准	使用极限
下摆臂球头销	摆动力	10.8～73.6N	
	扭矩	1.5～3.4N·m	
三销式万向节润滑脂质量		160g	
球笼式万向节润滑脂质量		160g	

注：用动力转向器时为3°。

表6-2　　传动轴与前悬架的螺栓(母)拧紧力矩

名　称	拧紧力矩(N·m)
万向节轴与轮毂固定螺母	240
钢圈螺母	90
转向节与前减震器固定螺栓(母)	55
下摆臂球头销与转向节固定螺栓(母)	40
下摆臂球头销与下摆臂固定螺栓(母)	45
前减震器活塞杆螺母	45
前减震器与车身固定螺栓	20
下摆臂后吊耳与前托架固定螺栓(母)	55
下摆臂前弹性铰节螺栓(母)	60
横向稳定杆连接杆支架与下摆臂固定螺栓(母)	20
横向稳定杆连接杆与支架固定螺母	30
下摆臂后弹性铰节固定螺栓	8
右传动轴支承轴承挡圈固定螺栓	10

第二节　传动轴与前悬架的拆装

一、传动轴与前悬架的拆卸

(一) 转向节与前轮毂的拆卸

1. 车轮的拆卸。如图6-4所示，在车轮不离开地面的状态下，利用地面的反作用力，旋下钢圈螺栓1。再用千斤顶3支起车子的前部，使车轮2离地，拆下车轮2。

2. 制动钳的拆卸。如图6-5所示，拆卸车轮和制动片磨损信号灯电线，旋下螺栓1，从转向节2上取下前制动钳3(不要拆下制动油管4,但需将制动钳3吊起来,不要损坏制动油管4)。取下制动衬片。

3. 从前轮毂上拆下传动轴。如图6-6所示，用工具插在两个轮胎螺栓孔内，固定轮毂

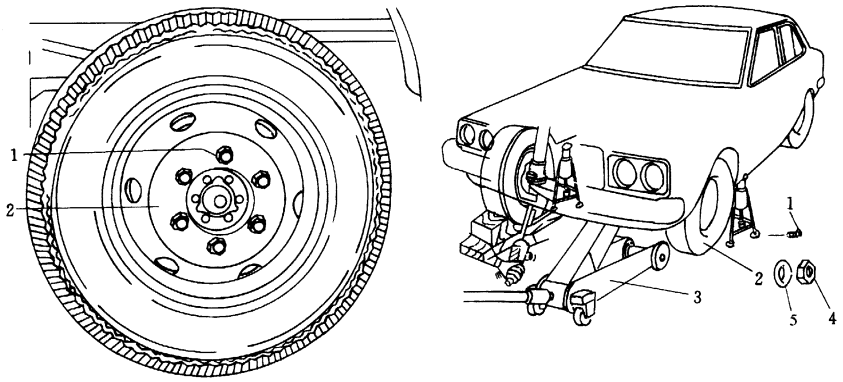


图 6-4　车轮的拆卸

1. 钢圈螺栓　2. 车轮　3. 千斤顶　4. 轴头锁紧螺母　5. 垫圈

4；用扳手 1 旋下轴头锁紧螺母(图 6-4 件 4)。用木块垫住传动轴 3 的轴头(以免损坏)，用锤子 2 敲打木块，从前轮毂 4 上冲下传动轴 3。

4. 转向横拉杆与下摆臂球头销从转向节上的拆卸。如图 6-7 所示，旋下转向横拉杆球头销 1 的螺母，用工具 3 插进球头销 1 处，使压杆压紧球头销 1 端部，然后旋进螺杆 4，使压杆将球头销 1 从转向节 2 的臂孔内压出。从而从转向节 2 上拆下转向横拉杆球头销 1。用同样的方法，先旋下下摆臂球头销 5 的固定螺栓及螺母(图 6-9 件 9、11)，用工具 3 从转向节 2 上压出下摆臂球头销 5。

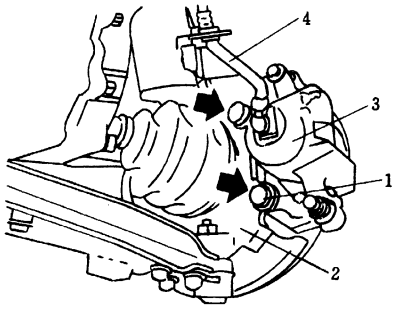


图 6-5　制动钳的拆卸

1. 螺栓　2. 转向节

3. 前制动钳　4. 制动油管

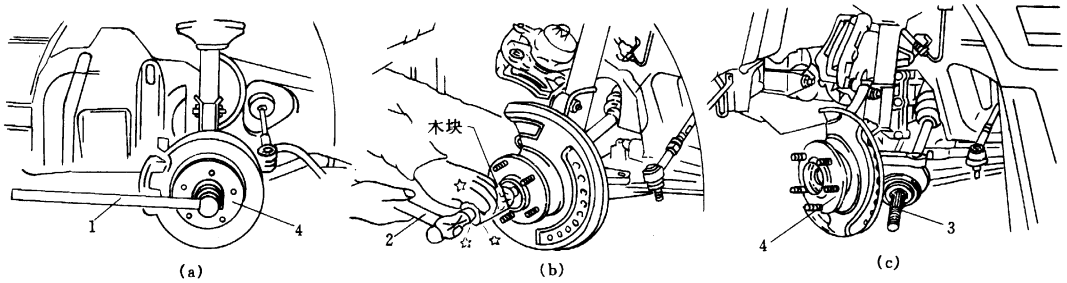


图 6-6　从前轮毂上拆下传动轴

1. 扳手　2. 锤子　3. 传动轴　4. 前轮毂

5. 转向节从前减震器上的拆卸。如图 6-8 所示，旋下转向节与减震器筒体的紧固螺栓 1。然后将专用工具 4 插进转向节 5 座圈的开口处，并予扳动，使转向节 5 座孔与减震器 6 的筒体松开，将转向节 5 向下拉出；从而从减震器 6 上拆下转向节 5。

6. 前轮毂与轴承从转向节上的拆卸。如图 6-9 所示，从转向节 1 内孔的内侧摘下挡圈 7。将转向节 1 的内侧朝上，放在工具 3 上，用冲头 4 将前轮毂 2(带轴承外侧内圈)冲下。

将略小于轴承外径的圆柱垫块 12 放在轴承 6 的上平面上，再将内孔略大于轴承外径的

圆筒形工具13放在转向节1的下方，用冲头4和垫块12，将轴承6从转向节1中压出(包括轴承6的外圈及内侧内圈)。

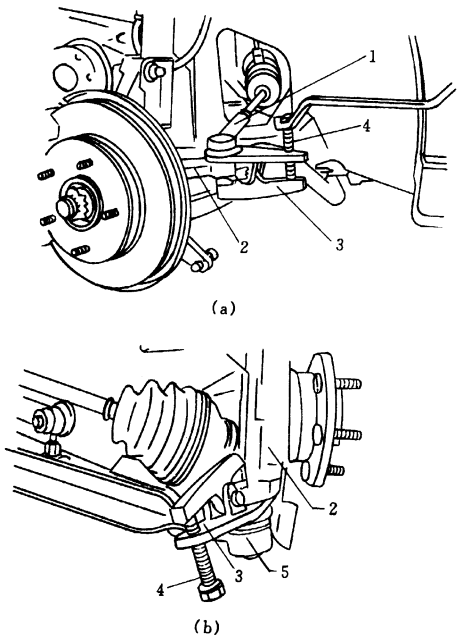


图6-7　转向横拉杆与
下摆臂球头销从转向节上的拆卸
1. 转向横拉杆球头销　2. 转向节　3. 工具
4. 工具上的螺杆　5. 下摆臂球头销

7. 从轮毂上拆下轴承外侧内圈。如图6-10所示，因为轴承4的外侧内圈3与轮毂1为过盈配合，需用专用工具2，从轮毂1上拉下双内圈轴承4的外侧内圈3。

(二) 前横向稳定杆的拆卸

如图6-11所示，从前减震器7和下摆臂8上，旋下螺母6和10，拆下连接杆4。再从前托架上旋下螺栓(母)9，拆下横向稳定杆的支座盖板3和稳定杆支座2。从而拆下前横向稳定杆1。

(三) 前减震器的拆卸与分解

如图6-12所示，旋下螺栓8，从车身15上拆下减震器总成。分解减震器时，将专用工具16(弹簧压缩器)固定在台虎钳17上，使上、下两个压缩叉插入弹簧1的上、下部，然后扳动工具16的丝杠，收紧压缩叉，压紧弹簧1，再用内六角扳手18固定住活塞杆19，用扳手20拆卸端部的锁紧螺母14；然后渐渐松开弹簧压缩器16，然后开始分解减震器。依次取下垫圈13、上支承盖7、减震器上支座6、垫圈12、止推球轴承5、前缓冲块4、弹簧上支承座2、前悬架弹簧1、保护罩3和前减震器10(前减震器一般不再分解，有故障时整体更换)。

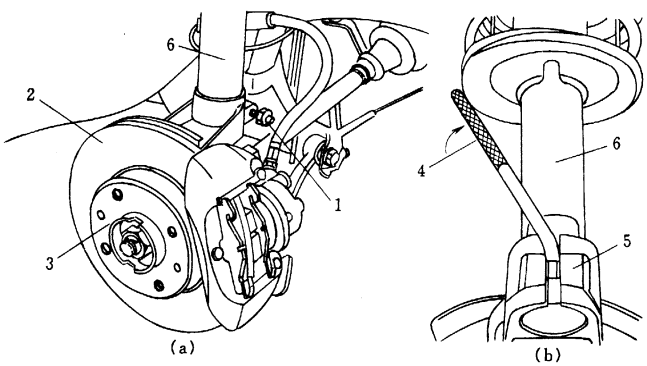


图6-8　转向节从前减震器上的拆卸
1. 螺栓　2. 制动盘　3. 前轮毂
4. 工具　5. 转向节　6. 减震器

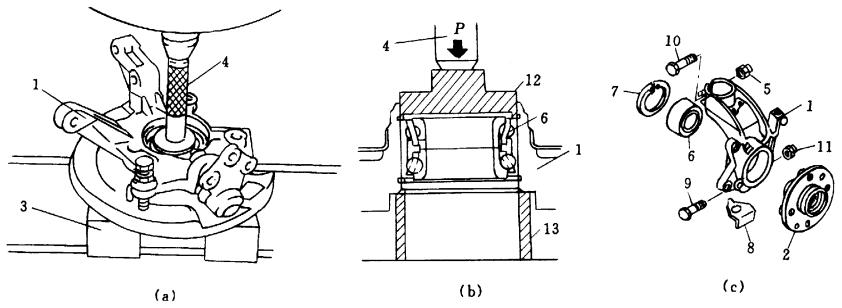


图 6-9　前轮毂与轴承从转向节上的拆卸

1. 转向节　2. 轮毂　3. 工具　4. 冲头　5. 锁紧螺母　6. 轮毂轴承　7. 挡圈
8. 护板　9. 螺栓　10. 螺栓　11. 锁紧螺母　12. 垫块　13. 圆筒形工具

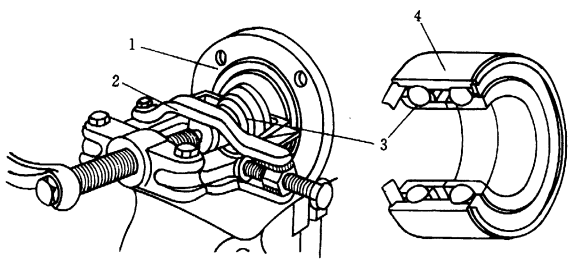


图 6-10　从轮毂上拆下轴承外侧内圈

1. 前轮毂　2. 专用工具
3. 轴承的外侧内圈
4. 双内圈轴承

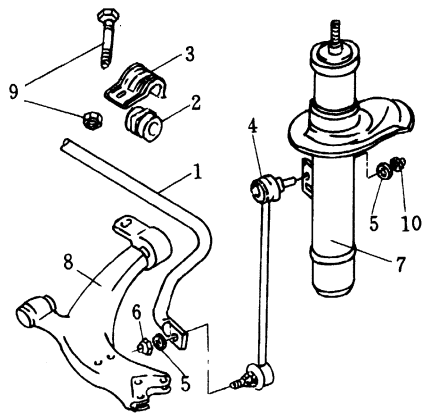


图 6-11　前横向稳定杆的拆卸

1. 前横向稳定杆　2. 稳定杆支座　3. 支座盖板
4. 连接杆　5. 弹簧垫圈　6. 自锁螺母　7. 前减震器　8. 下摆臂　9. 螺栓(母)　10. 螺母

(四) 下摆臂的拆卸与分解

如图 6-13 所示，从前托架 1 上，旋下螺栓 11 和 12，取下下摆臂总成 3；再从下摆臂总成 3 上，旋下螺栓 13，取下下摆臂后弹性铰节 9。冲出下摆臂前弹性铰节 2。旋下螺栓 14，取下球头销 4。旋下螺栓 18，取下横向稳定杆支架 5 (此为 1993 年前产品，1993 年后生产的车，横向稳定杆与前减震器相连)。

(五) 传动轴的拆卸与分解

1. 传动轴从车上的拆卸。如图 6-14 所示，旋下螺栓 7 和螺母 14，从发动机缸体后面的中间支座上冲下轴承 5 和轴承衬套 6。在左、右传动轴 1 和 2 的车轮端 15 上旋上螺母 9，先用工具挡住差速器油封 18，再用滑动锤 17，从半轴齿轮 16 上拉下左、右传动轴 1 和 2。

2. 球笼式万向节的拆卸与分解

(1) 球笼式万向节的拆卸。如图 6-15 所示，先用钢锯锯开万向节上的夹箍 4 和 10，拆下橡胶护套 9。再用铜锤 12 将万向节壳体 1，从传动轴 11 上敲下。再从传动轴 11 上摘下卡

簧2，取下中间隔套7和碟形弹簧8。

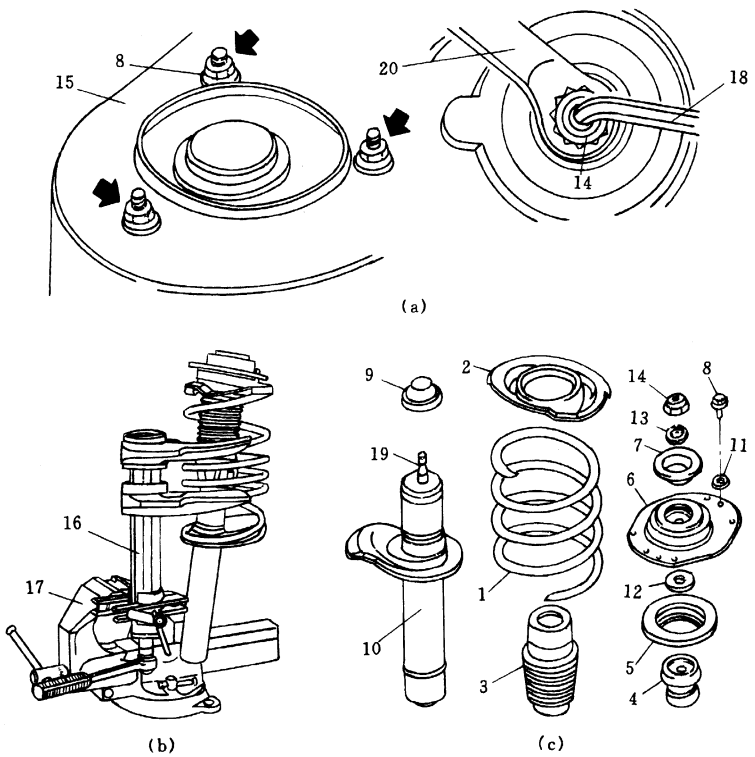


图 6-12　前减震器的拆卸与分解

1. 前悬架弹簧　2. 弹簧上支承座　3. 保护罩　4. 前缓冲块　5. 止推球轴承　6. 减震器上支座
7. 上支承盖　8. 螺栓　9. 堵塞　10. 前减震器　11. 平垫圈　12. 垫圈　13. 平垫圈　14. 锁紧螺母
15. 车身　16. 工具(弹簧压缩器)　17. 台虎钳　18. 内六角扳手　19. 活塞杆　20. 扳手

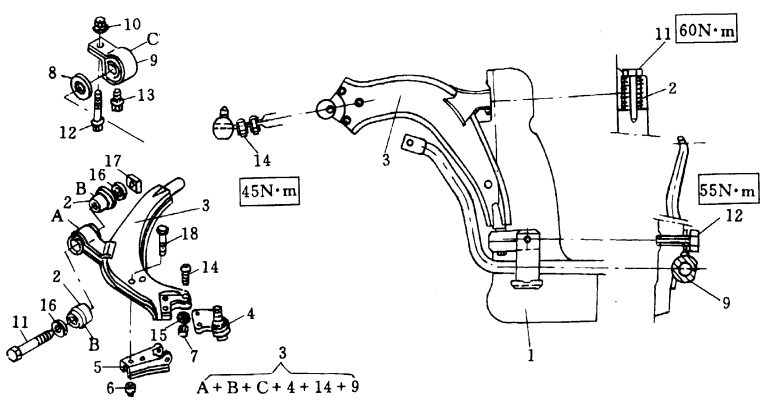


图 6-13　下摆臂的拆卸与分解

1. 前托架　2. 前弹性铰节　3. 下摆臂总成　4. 球头销　5. 横向稳定杆支架　6、7. 锁紧螺母
8. 弹性垫圈　9. 下摆臂后弹性铰节　10. 螺母　11. 六角头螺栓　12、13. 带垫圈螺栓
14. 前球形接头螺栓　15、16. 平垫圈　17. 方螺母　18. 六角螺栓

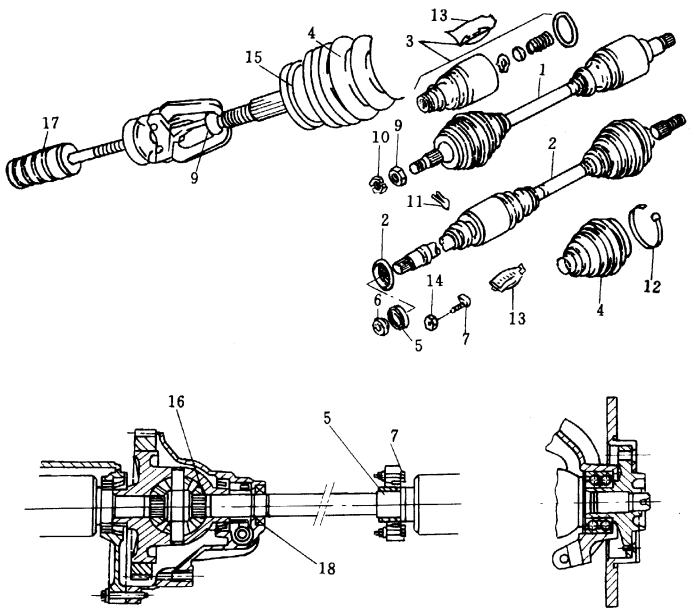
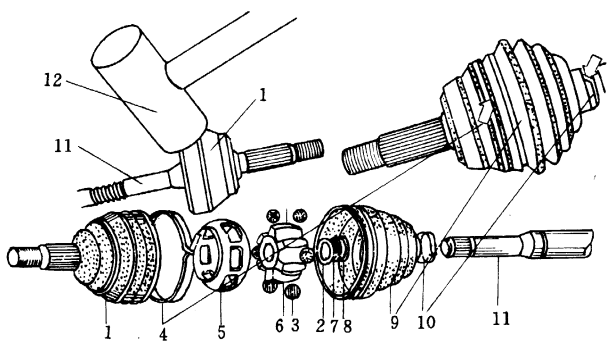
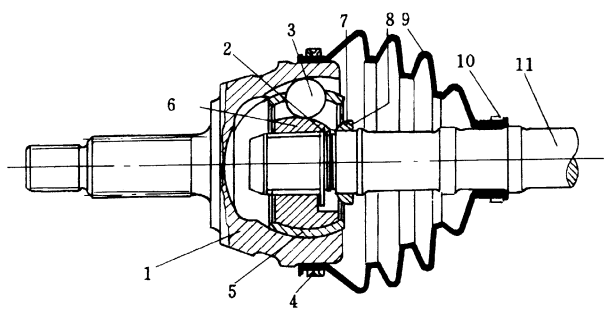


图 6-14　传动轴从车上的拆卸

1. 左传动轴　2. 右传动轴　3. 防护罩组件(变速箱侧)　4. 防护罩组件(车轮侧)
5. 轴承　6. 轴承衬套　7. 偏头螺栓　8. 挡环　9. 螺母　10. 螺母锁紧圈　11. 卡销
12. 卡带　13. 润滑脂　14. 锁紧螺母　15. 传动轴车轮端　16. 半轴齿轮　17. 滑动锤　18. 差速器油封



(a)



(b)

图 6-15　球笼式万向节的拆卸

1. 壳体　2. 卡簧　3. 钢球　4. 夹箍　5. 球笼　6. 球毂　7. 中间隔套
8. 碟形弹簧　9. 橡胶护套　10. 夹箍　11. 传动轴　12. 铜锤

(2) 球笼式万向节的分解。如图 6-16 所示，用电蚀笔或油石在万向节钢球球笼 1 和外壳体 2 上标出球毂 3 的位置；旋转球毂 3 和球笼 1，逐个取出钢球 6。再进行球笼与球毂的取出：用力转动球笼 1，直到方孔 4（箭头所指部位）与外壳体 2 垂直，再从壳体 2 上连球毂 3 一起拆卸下球笼 1。最后进行球毂 3 的取出。把球毂 3 上的扇形齿 5 旋入球笼 1 的方孔 4 内，然后从球笼 1 中取下球毂 3。

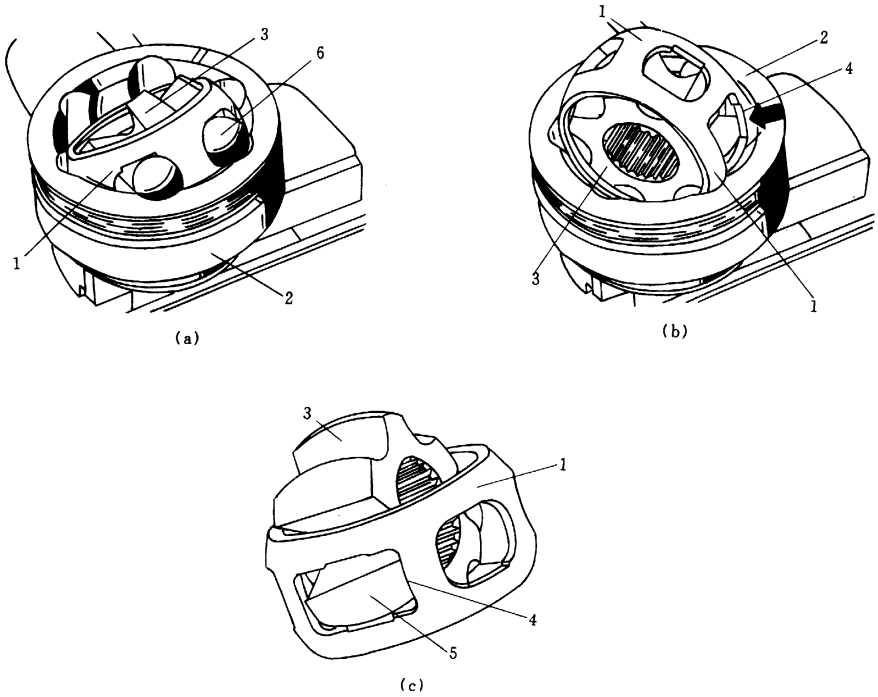


图 6-16　球笼式万向节的分解

1. 球笼　2. 外壳体　3. 球毂　4. 球笼上的方孔　5. 球毂上的扇形齿　6. 钢球

3. 三销式万向节的拆卸。如图 6-17 所示，先在传动轴 1 与三销式万向节叉轴 2 之间，做上对正标记，再拆下夹箍 3 和 5。拆下防护套 4，在三销式万向节 6 与传动轴 1 之间也做上对应标记。最后取下轴套 8 和挡圈 7，用锤和冲棒 9 敲下三销式万向节 6（只能敲击内座）。

二、传动轴与前悬架的安装

按与拆卸相反的顺序进行，但须注意以下各项。

(一) 传动轴的组装与安装

1. 球笼万向节的组装。如图 6-16 所示，各球节处的 6 粒钢球 6 需要有一定的配合公差，并与球毂 3 一起成为一组配合件。球毂 3 与外壳体 2 为选配，不能互换，因此若需要换，必须整体更换。

万向节在出厂时已各注入有 160g 的 G6 滑脂，在调换防尘罩时还应再加添滑脂。但作为配件的新的万向节没有加注滑脂，更换时应加入滑脂 G6（二硫化钼滑脂），每一配件包中就有一支这种滑脂。

组装万向节时，球毂3花键上的倒角必须面向传动轴靠肩。用汽油清洗各部件；将G6润滑脂总量的一半(80g)注入万向节，用与拆卸相同的方法，先将球毂3装入球笼1；再将球笼1连同球毂3一起装入外壳体2；然后按对角交替方法，压入钢球6，必须保持球毂3在球笼1以及外壳体2内的原先位置。最后将剩余润滑脂压入万向节内；用手将球毂3在轴向夹角40°的范围内，应能正常转动，检查安装是否正确。

2. 球笼万向节与传动轴的组装。如图6-18所示，先在传动轴1上捆上布带子(以免损坏橡胶护套)，再将胶橡护套2装到传动轴1上。然后在传动轴上装上碟形弹簧和中间隔套(图6-15件8和7)。注意碟形弹簧和中间隔套的位置及方向，碟形弹簧的凹面应朝向隔套。将卡簧(图6-15件2)装入球毂(图6-16件3)的孔中(卡簧必须更换新的)，最后在传动轴1上装上组装好的球笼万向节3(在外端上旋上车轮锁紧螺母,以免损坏轴头)，用铜锤4将球笼万向节3敲入传动轴1，直至球毂内的卡簧进入传动轴的槽中。

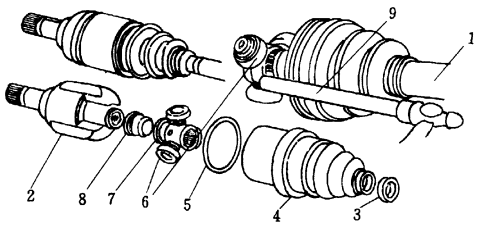


图6-17　三销式万向节的拆卸
1. 传动轴　2. 万向节叉轴　3. 夹箍　4. 防护套
5. 夹箍　6. 三销式万向节　7. 挡圈　8. 轴套　9. 冲棒

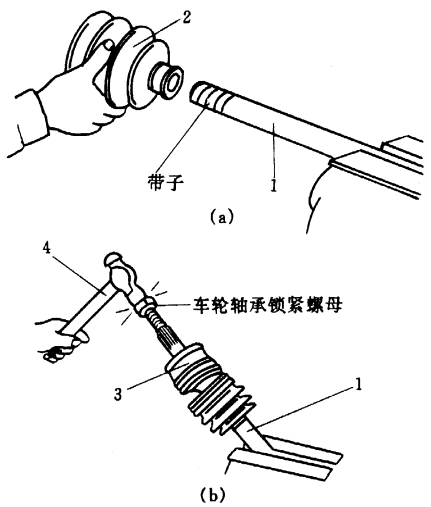


图6-18　球笼万向节与传动轴的组装
1. 传动轴　2. 橡胶护套　3. 球笼万向节　4. 铜锤

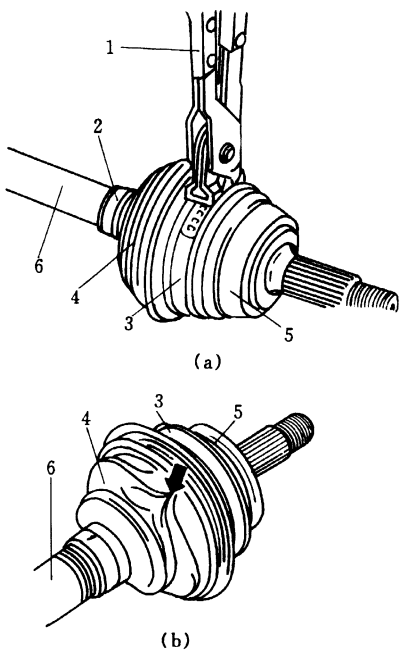


图6-19　橡胶防护套(罩)的安装
1. 水泵钳(或鲤鱼钳)　2、3. 卡箍
4. 橡胶防护套(罩)
5. 万向节　6. 传动轴

3. 橡胶防护套(罩)的安装。如图6-19所示，给防护罩通气：为了防止防护罩4内形成真空凹进去，破坏防护罩，安装时要将防护罩4小端拉开通气(万向节防护罩4上有三个ϕ1mm的透气孔,应检查是否通气)，使防护罩4的内外压力平衡；再用卡箍2、3将防护罩4固定在万向节5和传动轴6上，用水泵钳1或鲤鱼钳将卡箍2、3夹得凸起而卡紧。

4. 三销式万向节的组装。如图6-17所示，先在传动轴1上装上防护套4；再按原来标记

在传动轴 1 上装上三销式万向节 6（只能压内座），并涂上 160g 的 G6 润滑脂（二硫化钼滑脂）。然后在传动轴 1 上装上挡圈 7、轴套 8 和三销式万向节叉轴 2（对正与传动轴 1 上的标记）。最后在传动轴 1 与三销式万向节叉轴 2 之间装上防护套 4。用图 6-19 的方法卡紧夹箍 3 和 5。

5. 传动轴的安装。如图 6-20 所示，检查左、右传动轴总成 2 和 1 的直径 ϕA 应都为 ϕ26mm（底盘号为 103289 以前为 ϕ23.7mm）。先在右传动轴 1 上装上挡环（图 6-14 件 8）、轴承 6 和轴承衬套 7。再分别将左、右传动轴总成 2 和 1 装到变速器上的半轴齿轮 4 的孔中（注意不要损坏差速器油封 3）。然后将右传动轴总成 1 的轴承 6 装到发动机缸体后面的中间支座上，旋上螺栓 5（力矩 10N·m）。

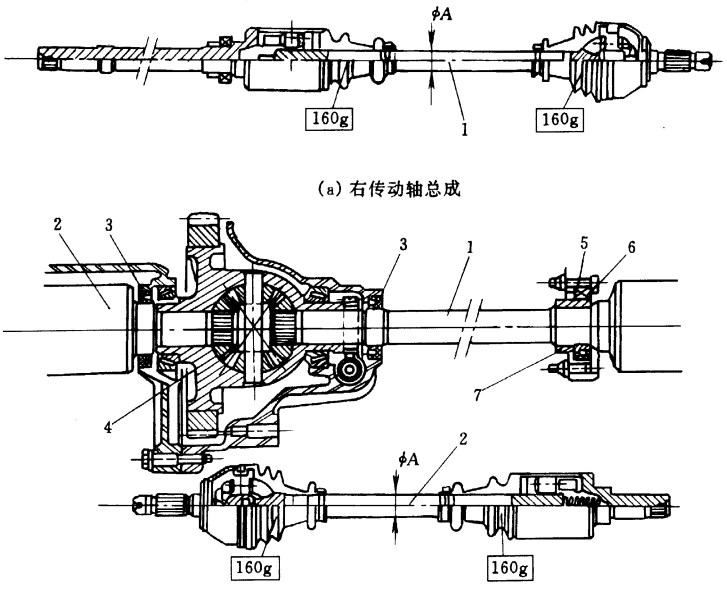


图 6-20　传动轴的安装

1. 右传动轴总成　2. 左传动轴总成

3. 差速器油封　4. 半轴齿轮　5. 螺栓　6. 轴承　7. 轴承衬套

（二）下摆臂的组装与安装

1. 下摆臂的组装。如图 6-21 所示，先将前弹性铰节 1 表面涂上肥皂水（不能使用机油，以免损坏橡胶），再使用工具 2、3 和 4，垂直压进下摆臂 5 的孔中。再将后弹性铰节压入后吊耳 6 中；再将球头销 7 用螺栓（母）8 和 9 紧固在下摆臂 5 上（力矩 45N·m）。最后装上横向稳定杆支架（图 6-13 件 5）旋上螺栓和螺母（力矩 20N·m，1993 年前产品）。

2. 下摆臂的安装。如图 6-13 所示，先将下摆臂 3 后端装上后弹性铰节 9，旋上螺栓 13（力矩 8N·m）。再将组合好的下摆臂 3 装到前托架 1 上，旋上螺栓 11（力矩 60N·m）。然后旋上螺栓 12（力矩 55N·m）。

（三）前减震器的组装

如图 6-22 所示，先将减震器弹簧下支座 2 定位到减震器 1 上，再将缓冲块 4、防护罩 3、

平垫圈 5 放到分装好的减震器 1 上；然后将减震器弹簧上支座 7 放到减震弹簧 6 上(使弹簧头部进入支座的凹部 14 内)；将锁紧螺母 11、平垫圈 8、限制盘 9 和减震器上支座 10 叠放到一起;使用弹簧压缩工具 13 将减震弹簧 6 压缩后，最后将分装好的弹簧 6、上部零件和止推轴承 12 依次安装到分装好的减震器 1 上，旋紧锁紧螺母 11 (力矩 45N·m)。

(四) 转向节与前轮毂的组装

如图 6-23 所示，先在转向节 3 上压入双内圈球轴承 2，再在轴承 2 内侧装上挡圈 4 (即图 6-9 件 7)，轮毂轴承系免维护自润滑轴承，用户无需添加润滑脂；然后让转向节 3 外端向上，用工具顶住轴承 2 下端，从上向下用工具 5，将前轮毂 1 压入转向节 3 上的轴承 2 中。

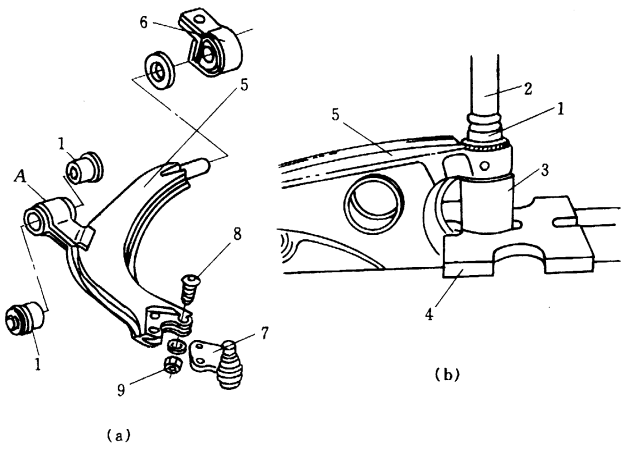


图 6-21 下摆臂的组装

1. 前弹性铰节 2、3、4. 工具 5. 下摆臂
6. 后吊耳 7. 球头销 8. 螺栓 9. 螺母

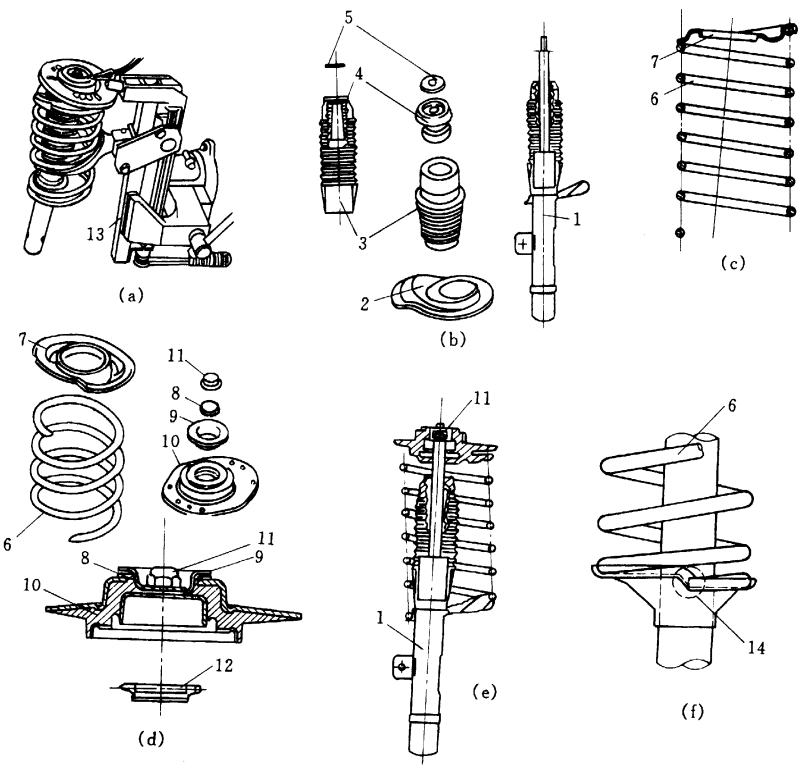


图 6-22 前减震器的组装

1. 前减震器 2. 前减震器弹簧下支座 3. 防护罩 4. 前减震器缓冲块 5. 平垫圈
6. 减震器弹簧 7. 前减震器弹簧上支座 8. 平垫圈 9. 限制盘 10. 减震器上支座
11. 锁紧螺母 12. 止推球轴承 13. 弹簧压缩工具 14. 支座的凹部

（五）转向节与前减震器的安装

如图 6-24 所示，将前减震器 1 的下端按规定方位插入转向节 2 支承孔中，转向节 2 支承孔的夹口应对准减震器 1 筒体上凸出的标记，然后用锁紧螺栓 3 及螺母 4 进行固定(力矩 55N·m)。再将转向节下部的球头销孔与三角下摆臂的球头销连接，旋紧螺栓(母)5 (力矩 40N·m)，使转向节 2 围绕减震器 1 的垂直轴线进行转动，应能灵活转动；然后将前减震器 1 上端与车身连接在一起，旋上螺栓 6 (力矩 20N·m)。最后将转向横拉杆球头销与转向节装在一起，旋上球头销螺母(力矩 35N·m)。

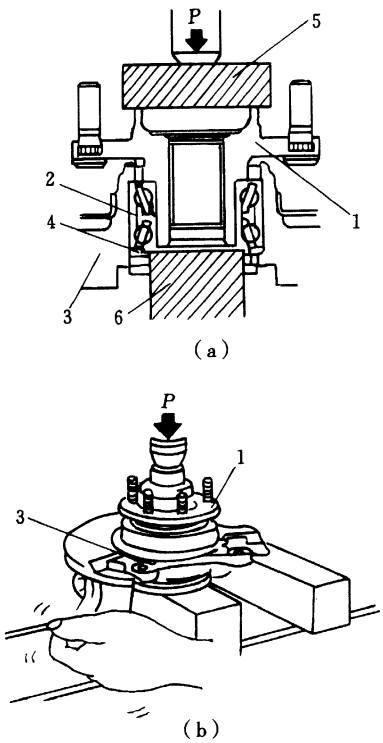


图 6-23　转向节与前轮毂的组装
1. 前轮毂　2. 轴承　3. 转向节
4. 挡圈　5、6. 工具

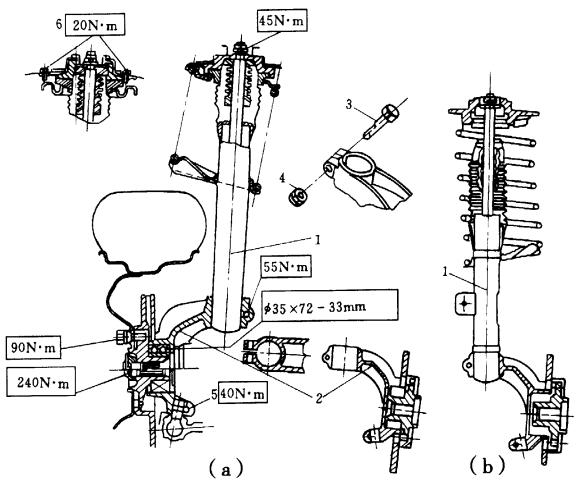


图 6-24　转向节与前减震器的安装
1. 前减震器　2. 转向节
3. 锁紧螺栓　4. 螺母
5. 螺栓(母)　6. 螺栓

（六）前横向稳定杆的安装

如图 6-11 所示，先将前横向稳定杆 1 套上稳定杆支座 2，再用支座盖板 3 将其装到前托架上，旋上螺栓(母)9 (暂不旋紧)。再将连接杆 4 与前减震器 7 装在一起，旋上螺母 10 (暂不旋紧)。将连接杆 4 与前横向稳定杆 1 装到下摆臂 8 的稳定杆支架(图 6-13 件 5)上(1993 年前车)，旋上螺母 6 (力矩 40N·m)。(1993 年以后的车不与下摆臂稳定杆支架连接)；最后在车轮落地后，紧固螺母 10 (力矩 40N·m)，并旋紧螺栓(母)9 (力矩 55N·m)。

（七）传动轴与前轮毂的安装

如图 6-25 所示，当传动轴 1 与轮毂 2 装配时，擦干净传动轴 1 和轮毂 2 花键上的油污和

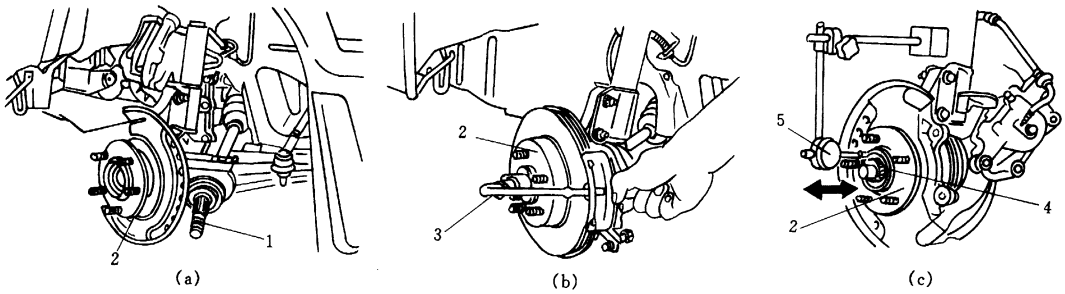


图 6-25　传动轴与前轮毂的安装

1. 传动轴　2. 前轮毂　3. 扭力扳手　4. 锁紧螺母　5. 百分表

其他脏物，并涂上清洁的黄油脂(对用液压转向器的要在传动轴 1 花键处涂 5mm 宽的密封剂 D6,装好后要 60min 后才可使用)；在前轮毂 2 装上传动轴 1 后，再用扭力扳手 3 旋紧自锁螺母 4(力矩 240N·m)。在传动轴 1 花键端的螺纹上铣有止动槽，当螺母 4 旋紧后，用尖铣将螺母 4 的边缘铣入传动轴的止动槽内，防止螺母 4 松脱。最后将百分表 5 吸在减震器上，百分表 5 的表针指在前轮毂 2 上，当内外拉推前轮毂 2 时，观察百分表 5 的摆动量，此即前轴承的轴向间隙，应不大于 0.05mm，且能灵活转动。否则应更换轴承。

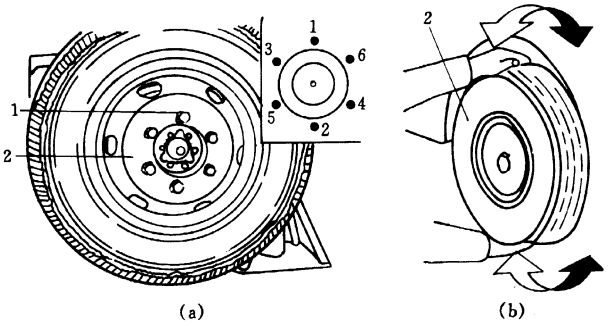


图 6-26　车轮的安装

1. 螺栓　2. 车轮

(八) 车轮的安装

如图 6-26 所示，首先在轮胎专用拆装机上，将轮胎安装到轮辋上。装配好后进行充气，前轮气压应为 2.2×10^5Pa，装好的车轮，还应在专用动平衡机上进行动平衡处理；在装上制动钳后，将车轮 2 装到前轮毂上，按图示的顺序分 2～3 次，旋上六个钢圈螺栓(力矩90N·m)；最后，应使车轮 2 离地，用手晃动车轮 2，检查车轮是否有不正常的晃动。

第三节　前轮定位角的调整

一、前束的检查与调整

如图 6-27 所示，前束为 $B-A$ 值。让前束测量仪指针高度和前轮中心高度对准，如(a)图所示，并在左右两个轮上做上标记，测量两点的距离(图中尺寸 A)；慢慢向前推动汽车，直到车轮转过 180°为止，再测两点的距离此时为 B，如(b)图所示。其中 $B-A$ 为前束值，

标准为 0 ~ －2mm（空载）；－1 ~ －3mm（满载）。

前束的调整：如果前束不当，可同时调整左右转向横拉杆 1 上的调整螺杆 2，改变转向横拉杆的长度。

二、车轮外倾角的检查与调整

如图 6-28 所示，用直角尺检查车轮的外倾角 r，其值为 $\mathrm{tg}^{-1}\dfrac{B-A}{2R}$，式中 R 为车轮半径，外倾角 r 标准值应为 30′ ± 30′（RG、AG 车型）或 9′ ± 30′（AL 车型）。若达不到时可调整下摆臂与球头销连接的相对位置，其方法是：松开球头销在下摆臂上紧固的三个螺栓和螺母（图 6-13 件 14 和 7），通过球头销在下摆臂上的椭圆形孔中横向移动而改变外倾角。重新紧固螺栓和螺母（力矩 45N·m）。外倾角调整好后要再次检查前束。

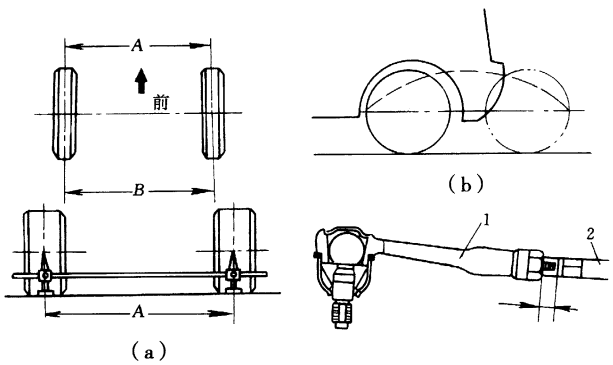


图 6-27　前束的检查与调整
1. 转向横拉杆　2. 调整螺杆

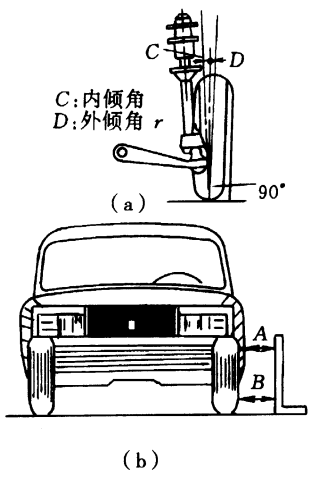


图 6-28　车轮外倾角的检查与调整
C. 内倾角　D. 外倾角 r

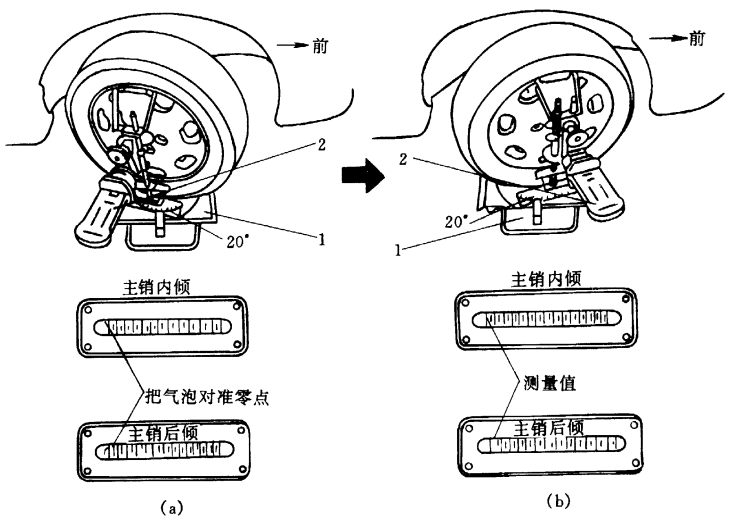


图 6-29　主销内倾角和后倾角的测量
1. 转角测量仪　2. 定位角测量仪

三、主销内倾角和后倾角的测量

主销内倾角和后倾角不能调整。

如图 6-29 所示，将前车轮放在转角测量仪 1 上，在车轮外侧装上定位角测量仪 2。

测量右轮时先向右转动方向盘，使右前轮偏转至 20°，如左图所示。此时转动定位角测量仪 2 上的主销后倾角与主销内倾角的调整螺钉，使各自气泡对准零点；然后再向左转动方向盘，使右前轮偏转至 20°，如右图所示，此时气泡读数即为主销后倾角与内倾角的实际值。左前轮的检查方法与右轮同，只是方向盘转动的方向相反。

主销内倾角标准值为 10°45′ ± 40′，主销后倾角标准值为 1°′30′ ± 30′。若超过时是不可调整的，其原因可能是下摆臂变形、下摆臂弹性铰节损坏、前减震器弯曲等。对于这些部件不能用修复法，只能更换新件。装有动力转向的车型主销后倾角为 3°。

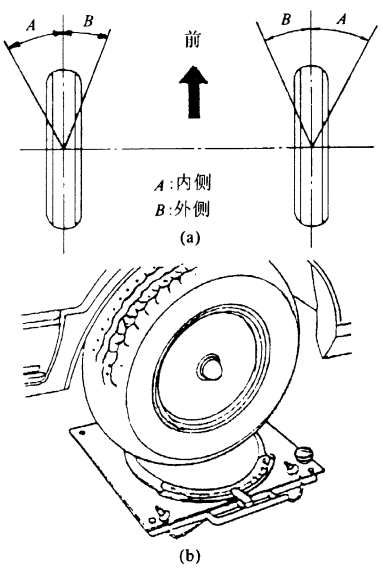


图 6-30　最大转角的检查

四、最大转角的检查

如图 6-30 所示，将前轮放在转角测量仪上，同样在后轮下也放一木板，使车身保持水平状况；让方向盘向内或向外转到极限位置，从转角测量仪读出转角的最大值。内侧车轮最大转角标准值为 38°50′，外侧车轮最大转角标准值为 31°40′。若达不到时，可能是转向横拉杆调整不当或转向节变形所致。

第四节　传动轴与前悬架的故障排除

一、传动轴与前悬架的故障原因与排除方法

(一) 车辆跑偏

1. 轮胎磨损，造成与地面附着力不稳定，使前轮跑偏。排除方法是：检查轮胎胎面的磨损，如图 6-31 所示，有的轮胎胎面底部花纹中有 12mm 宽 1.6mm 深的磨损指条，当磨损指条与花纹平齐时，或胎面主纹深度 P 小于 1.6mm 时，轮胎对地面的附着力很低，尤其使车辆制动性能降低很多，容易造成危险。可先进行轮胎的换位，前轮磨损比后轮大，花纹较深的轮胎应装在前轮，同时最好左右一起换位。其次更换磨损过大的轮胎，最好左右成对更换。

应经常检查轮胎是否有损伤，如有不正常的磨损、开裂和鼓包等现象，应及时修理或更换。拆装轮胎，应在轮胎拆装机上进行。装复时，应注意轮胎上的标记，有 DOT 字母或小

红点标记的一侧朝外。装复后应进行动平衡检验。严禁手工直接拆装轮胎。

更换轮胎时，应注意配对使用，切勿在前、后桥上混用牌号、新旧不同的轮胎。

2. 两轮胎气压不一致，形成两车轮滚动半径不一样，造成跑偏。排除方法是：检查轮胎气压，如图 6-32 所示，前轮气压应为 2.2×10^5Pa。后轮气压应为 2.1×10^5Pa。图(a)所示为气压过低，容易使轮胎损坏，并增加行车阻力。图(c)所示为气压过高，使轮胎加速磨损并使车辆产生较大震动。所以不但要使两轮胎气压一致，也不能太高或太低。

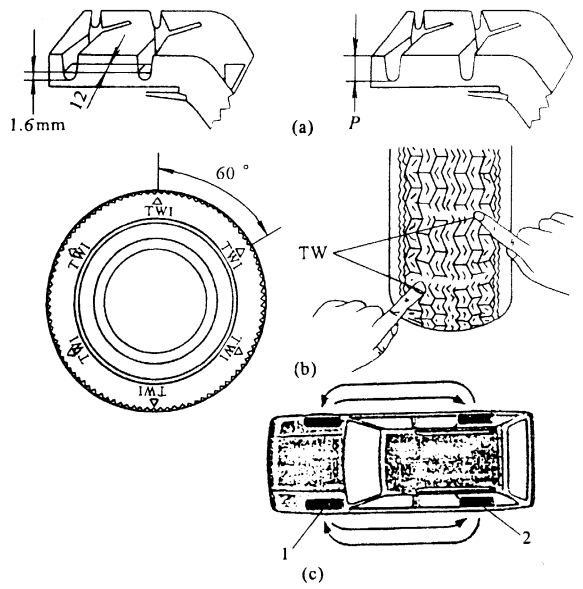


图 6-31　轮胎磨损的检查

（a）有磨损标记的轮胎花纹深度

（b）胎面主纹深度 *P* TW. 6 个 TW 标记（用以识别磨损标记的位置）

1. 前轮　2. 后轮

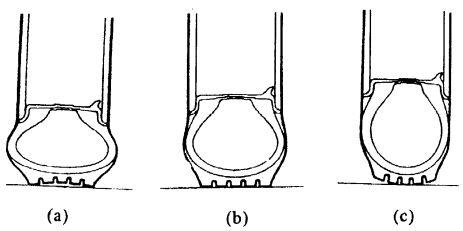


图 6-32　轮胎气压的检查

（a）轮胎气压过低

（b）轮胎气压正常

（c）轮胎气压过高

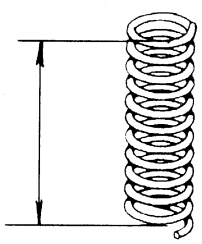


图 6-33　螺旋弹簧自由高度的检查

3. 左右两螺旋弹簧产生永久变形，使弹力不一致，造成前轮跑偏。排除方法是：检查螺旋弹簧的自由高度，如图 6-33 所示，弹簧的自由高度应为 458mm，若缩短到 440mm 时，表示弹簧已产生永久变形，必须更换。左右两弹簧应同时更换，以免产生跑偏。

4. 左右前减震器有一个失效，造成跑偏。排除方法是：检查前减震器的阻力及性能，如图 6-34 所示。在车轮行驶过程中，如果减震器发出异常的响声，则说明该减震器已损坏，必须调换。一般减震器是不进行修理的。减震器上如有很小的渗油现象，则不必调换。如有较多的油漏出来，则必须进行检查。通过推、拉减震器活塞杆，即通过拉伸和压缩，可以检查减震器的渗漏油情况。漏油的减震器不能再使用。检查减震器的活塞杆与缸筒，有变形的也要更换。

前减震器的性能，有条件的可在试验台上做出其拉伸与压缩的示功图，也可以按图中所示，拉压减震器，因为减震器为双向作用式，拉压时均应有阻力，拉伸的阻力应大于压缩时的阻力。

良好的减震器在用 400～500N 力上下拉动汽车前部时，当撤去作用力后，车身摇动的次数应不会超过 3 次。

5. 横向稳定杆失效，产生跑偏。排除方法是：如图 6-11 所示，检查横向稳定杆 1 及连接杆 4 的固定螺栓及螺母是否松动；检查稳定杆支座 2 的橡胶是否老化或损坏。

6. 前轮定位角不正确，尤其是两车轮的外倾角不正确，造成跑偏。排除方法是：按图 6-13 所示，改变球头销 4 与下摆臂 3 的相对位置；同时检查下摆臂前、后弹性铰节 2 和 9 是否损坏及其紧固螺栓 11 和 12 是否松动，并重新紧固。

（二）前轮摆动

1. 前轮轮辋偏摆，造成前轮摆动。排除方法是：检查车轮的偏摆，如图 6-35 所示，用百分表 1 检查轮辋 2 内侧的轴向偏摆。用百分表 3 检查轮辋 2 的径向偏摆，使用极限均为 1.2mm。否则应更换车轮轮辋。

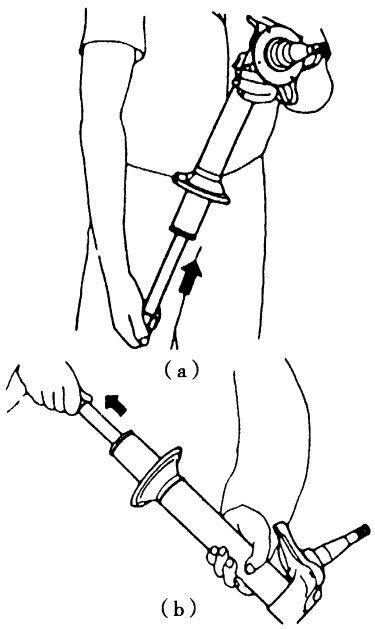


图 6-34　前减震器的阻力及性能检查

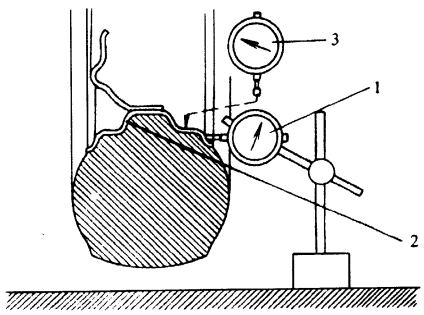


图 6-35　车轮偏摆的检查

1. 百分表　2. 轮辋　3. 百分表

2. 车轮的不平衡，造成前轮摆动。排除方法是：进行车轮的平衡，如图 6-36 所示。虽然车轮出厂前已做过平衡，但在使用一段时间或更换轮胎后均会变得不平衡。对车轮进行平衡可以在专用的平衡机上进行。也可以使用简单的方法：在车轮中心穿上芯轴，再将芯轴放到平衡检查支架上(刀口架)，转动车轮，让车轮自然地停下来，用粉笔在轮辋的最低点(即质量最大的地方)作上记号，重复这一操作二、三次，确定质量最大的部位。如果每次车轮停下来的位置都不一样，则说明车轮的平衡性是合格的。否则应在轮辋圆周上的最高处(即质量最大标记号的对面)装上质量平衡块。

重复上述操作，待确认车轮的平衡性合格后，牢固地装好平衡块。平衡块最大不得超过 80g。当不平衡质量分布在车轮的内侧或外侧，引起车轮在高速时摆动，还必须做动平衡。

3. 前轮毂轴承损坏或轴承间隙过大。排除方法是更换损坏的前轮毂轴承。同时按图 6-25 所示，调整前轮毂的轴向间隙，应在 0.05mm 以内。

4. 下摆臂球头销磨损或松动，造成车轮摆动。排除方法是：如图 6-37 所示，检查球头

销的磨损情况，用手摆动球头销要有一定阻力，如果没有阻力或有间隙感觉，都应更换。新球头销用手掌扳动时，阻力较大，但应当可扳动。同时还应检查球头销是否有断裂现象。球头销1的摆动力用弹簧秤2检查，应在10.8～73.6N之间；扭矩用扭力扳手3检查，应在1.5～3.4N·m之间。同时还必须借助新的球形接头检查转向节的球形接头孔的孔径，一旦发现孔径变大、失圆、松旷等现象，则需要立即更换转向节。

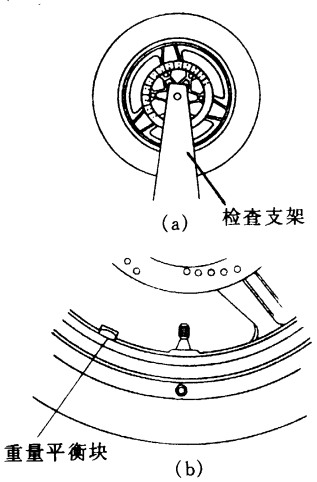


图6-36　车轮的平衡

1. 检查支架　2. 质量平衡块

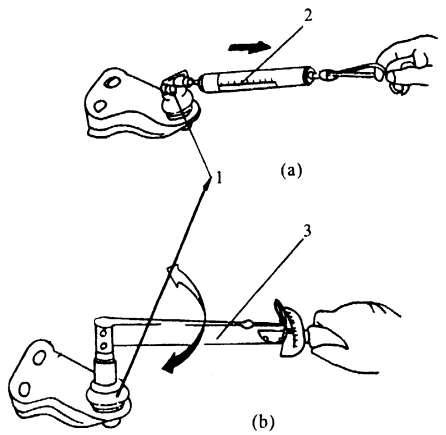


图6-37　下摆臂球头销(球接头)的检查

1. 球头销(球接头)　2. 弹簧秤　3. 扭力扳手

5. 前减震器磨损，使活塞杆与减震器缸筒产生较大间隙；或前减震器止推轴承(图6-22件12)磨损；或前减震器与车身紧固螺栓松动，造成车轮摆动。排除方法是：更换磨损的减震器和止推轴承；紧固松动的螺栓(图6-24件6)(力矩20N·m)。

6. 前轮钢圈螺栓松动。排除方法是：按图6-26所示，按图示顺序旋紧钢圈螺栓(力矩90N·m)。

7. 前轮定位角不正确，一般为前轮外倾角太小；前轮前束太大；两车轮主销后倾角或内倾角不一致，造成前轮摆动。排除方法是重新检查并调整前轮定位角。

8. 转向横拉杆与转向节连接的球头销(球接头)松动。排除方法是紧固或更换转向横拉杆球头销。

(三) 传动轴噪声

1. 传动轴防护套破裂，导致传动轴润滑脂泄漏殆尽，而导致万向节异常磨损，产生噪声。排除方法是：检查传动轴防护胶套，(尤其是车轮侧的)有无破损漏油，一旦发现则应立即更换。注意避免异物刺破传动轴的防护胶套。

2. 球笼式万向节的外壳、球笼、球毂或钢球磨损或表面有凹陷，造成噪声。排除方法是更换球笼式万向节。

3. 右传动轴支承轴承损坏，造成噪声。排除方法是更换右传动轴支承轴承(图6-20件6)。

4. 三销式万向节的万向节叉轴和三销式万向节磨损；或滚子表面与万向节叉轴的接触滚道上有凹陷。造成噪声。排除方法是更换三销式万向节。

（四）前悬架噪声

1. 前减震器损坏或缺油，造成噪声。排除方法是更换前减震器。
2. 前轮毂轴承损坏。排除方法是更换轴承。
3. 前螺旋弹簧损坏。排除方法是更换弹簧。
4. 下摆臂弹性铰节或球头销损坏。排除方法是更换弹性铰节或球头销。
5. 前减震器、下摆臂、横向稳定杆紧固螺栓或螺母松动。排除方法是重新紧固。

二、传动轴与前悬架的故障排除程序

（一）前轮跑偏的故障排除程序

前轮跑偏的故障排除程序见图 6-38。

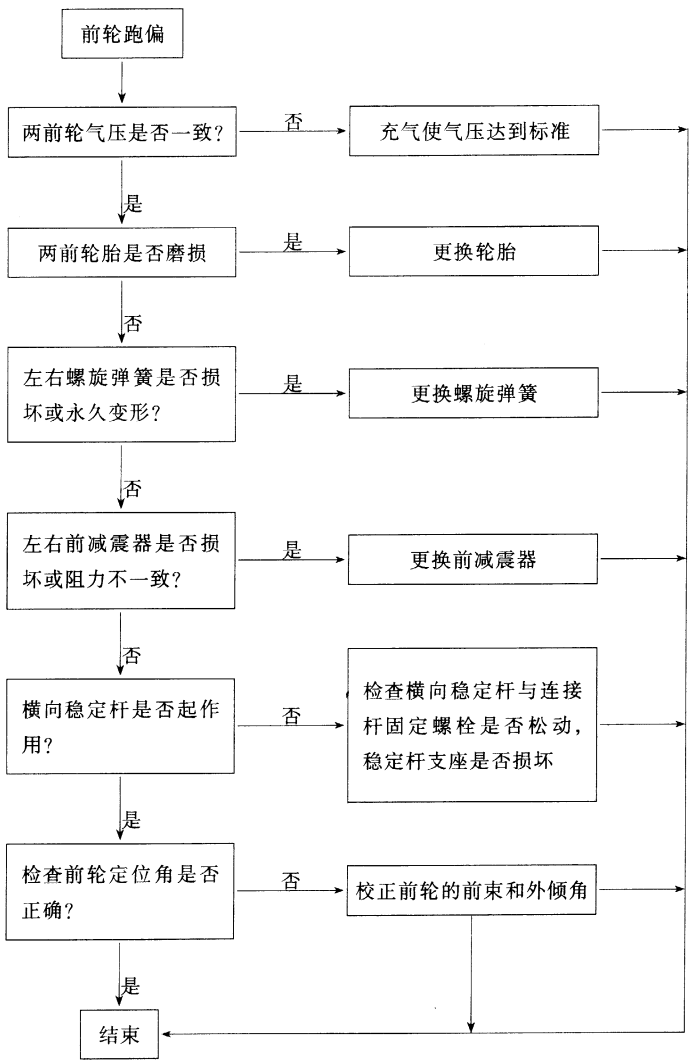


图 6-38　前轮跑偏的故障排除程序

（二）前轮摆动的故障排除程序

前轮摆动的故障排除程序见图 6-39。

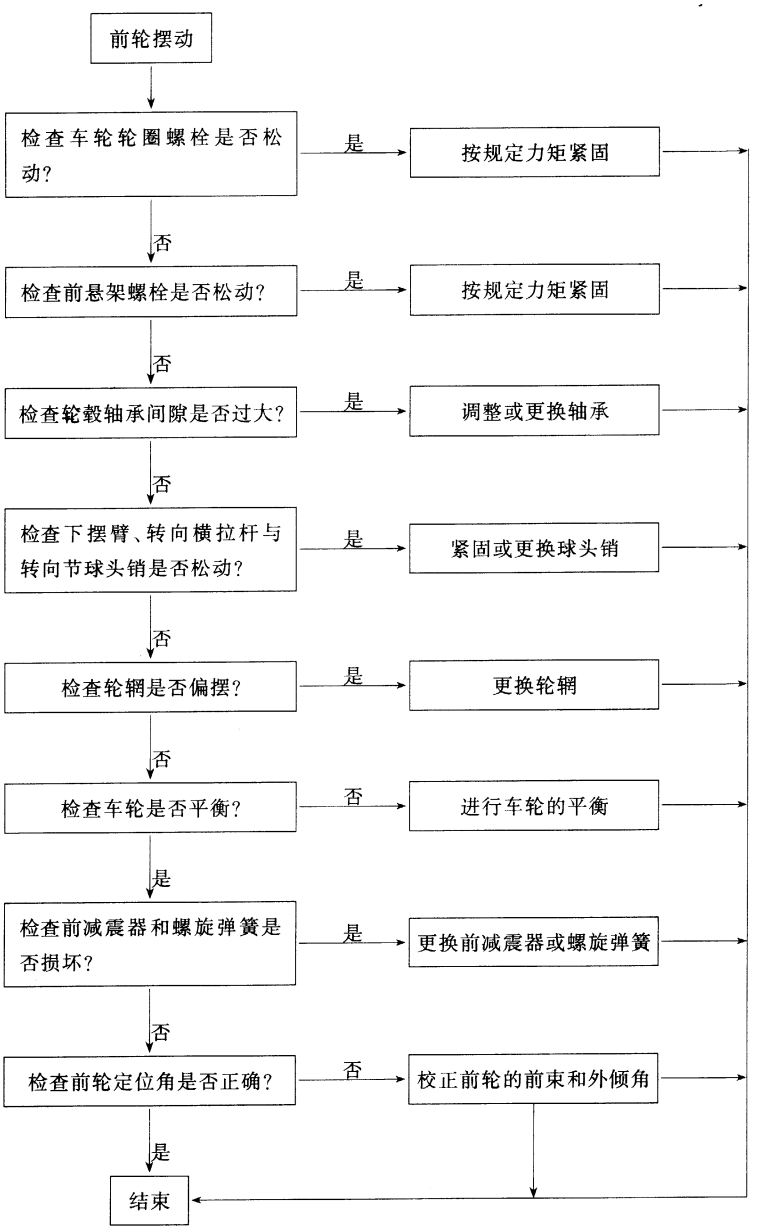


图 6-39　前轮摆动的故障排除程序

（三）前轮轮胎磨损不正常的排除程序

前轮轮胎磨损不正常的排除程序见图 6-40。

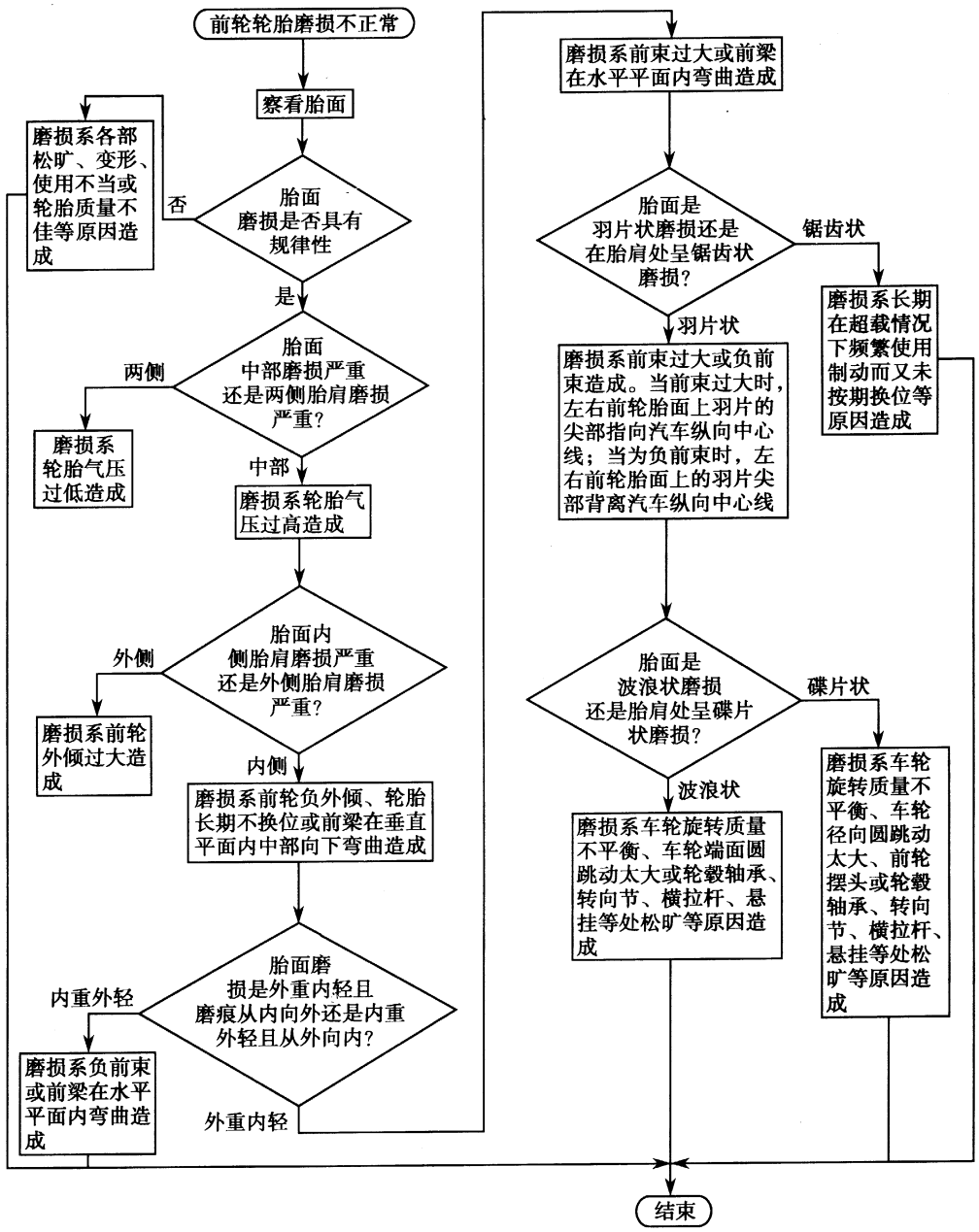


图 6-40　前轮轮胎磨损不正常的排除程序

第七章　后悬架的构造、拆装及故障排除

第一节　后悬架的构造与工作原理

一、后悬架的构造

如图 7-1 所示，为纵向拖臂横置双扭杆式独立悬挂，由两个横置的扭力杆 3 和两个双向作用式液力减震器 4 组成。2 个 GS 铸铁制成的纵摆臂 5 通过滚针轴承装在后轴 1 的管架上，后轴 1 又通过 4 个缓冲块 6 与车身 9 联接。扭力杆 3 一端被固定在后轴 1 的管梁上，另一端被固定在纵摆臂 5 上。

富康轿车的后悬架是一个颇具特色的悬架，它与普通单纵臂式独立悬架的结构很不相同。它的两侧车轮不是各自独立地与车身弹性联接，而是通过一个扭杆弹簧支承架将后轴 1 及弹性元件、横向稳定器联成一个整体，即富康轿车的后轴总成。这是富康轿车所特有的结构。这种结构的突出特点是：悬架及后轴的全部零部件均安装在一个支架上，因此结构十分紧凑且简单可靠，维修方便，后轴 1 由后轴管梁与支架组成，又称后轴管支架总成。后轴 1 管梁的外径为 65mm，内径为 58mm。而支架由加强板做成，与后轴管梁焊成一个整体，减震器支架 7 是由球墨铸铁做成的盒状支架构成。后轴管支架总成与减震器支架 7 用四个弹性联接垫块 6 与车身地板连接；前面的两个为自动转向软垫，当前轮转向时，后轴 1 具有随动转向的作用。

扭力杆 3 通过齿键，一端与后轴 1 的管梁相连，一端与纵摆臂 5 相连。横向稳定杆 2 的直径随动力机构不同而变化，装用 TU3F2K 发动机时直径为 ϕ19mm，长度为 1170mm。

横向稳定杆 2 装在后轴 1 管内；横向稳定杆 2，两端各连接纵摆臂。纵摆臂总成 5 由轴管、轴头和摆臂三部分组成。轴管和轴头分别压紧在摆臂 5 孔内。左、右摆臂结构相同，但轴管和轴头的装配左右对称。在轴管上有两道轴颈，伸入后轴管内，与后轴管内的两个滚针轴承内孔配合。里挡一个轴承的内径为 ϕ49mm，外挡轴承的内径为 ϕ53mm。左、右摆臂 5 套入后轴 1 管后，由横向稳定杆 2 两端的花键与纵摆臂 5 结合定位。为了防止灰尘和水侵入轴承，在外挡轴承处装有油封。经过较长时间的使用，由于轴承的磨损，引起摆臂 5 轴管径向松动，严重的会造成轴管磨损，使后轮产生严重的内倾，影响行驶性能。

更换后轮摆臂轴承时，先拆卸横向稳定杆 2，然后将摆臂 5 从后轴 1 管中抽出。

悬挂的垂直跳动限位块 13 固定在车身 9 上，并且在纵摆臂的毂端起作用。由于后轴 1 有拖臂，所以后轴 1 不再承受弯矩，而只承受扭矩，这样改善了后轴 1 的受力状况，同时它允许左右两轮在遇到高低不平路面时有一个相对扭矩转，从而减小了震动，增加了平顺性。

轮毂 10 装用密封式双列锥形滚柱轴承。

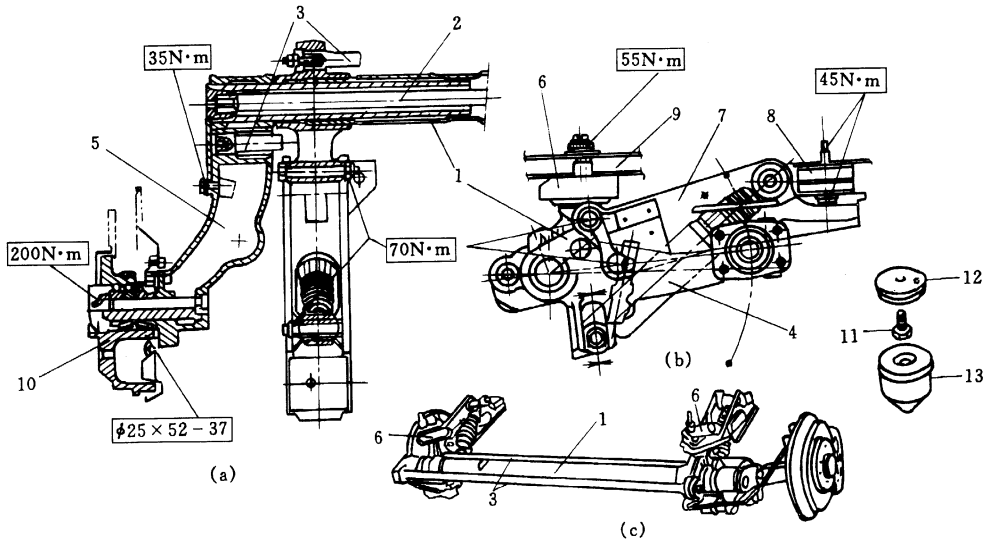


图 7-1　后悬架的构造

1. 后轴　2. 横向稳定杆　3. 扭力杆　4. 后减震器　5. 纵摆臂　6. 弹性联接垫块
7. 减震器支架　8. 后固定架(后弹性支承)　9. 车身　10. 后轮毂
11. 螺栓　12. 限位块座　13. 限位块

二、后轴弹性缓冲块的构造与工作原理

如图 7-2 所示，后轴总成 13 与车身的联接采用弹性联接(在后轴总成 13 与车身的联接处安装有自动转向弹性垫块 12)，不仅可减轻悬架对车身的冲击，而且当汽车转向行驶时，在路面对车轮的侧向反力的作用下，自动转向弹性垫块 12 产生弹性变形，整个后轴总成 13 跟随朝着前轮相同方向偏转一个小的角度(后轴 13 跟随偏转角的大小随转向离心力的增加而增加)，从而增大了汽车的不足转向量，大大地改善了汽车的行驶稳定性和转向操纵性能，提高了舒适性。汽车转向行驶时，后轴 13 跟随自偏转一个角度的现象称为后轴随转向。后桥上的自动转向软垫 12，它具有下列作用：与车身骨架相连；对路面不平产生的水平和垂直震动的衰减；后轴 13 产生自动转向作用。自动转向软垫 12 的结构使车辆的行驶特别稳定。其原理和功能简述如下：汽车在转弯时，会产生横向推力，这时车轮就必须克服离心力。图(a)所示为向左转弯时汽车的受力情况。车架承受的力为重力 P 和离心力 F，使汽车向转弯方向的外侧运行。轮胎承受的力：内侧胎 10 为 F_1，为地面作用于车轮的横向力，与离心力相反，$Rint$ 为地面与车轮的垂直力。人们观察到外轮 11 在转弯时引起的作用力最大，实际上由于动应力的缘故，位于转弯时外侧轮胎 11 的负载最重，因此横向力 F_2 也最大。通常，这一横向力 F_2 使后轮与前轮作相反方向旋转，即车轮在力的作用下分析，而产生负前束，就会产生一个试图加强转向作用的力矩，这就改善了转向的有效性，这适合于低速行驶。但高速时易产生过多转向，使车辆不稳定。但如果后轮产生同转弯方向一致的偏转，即车轮在力的作用下收紧，而产生前束，则旋转作用被减弱，可避免汽车在转弯时发生的不稳定，这时转弯驾驶就更容易些。为使汽车在转弯时获得良好的稳定性，就希望后轮能保持其初始旋

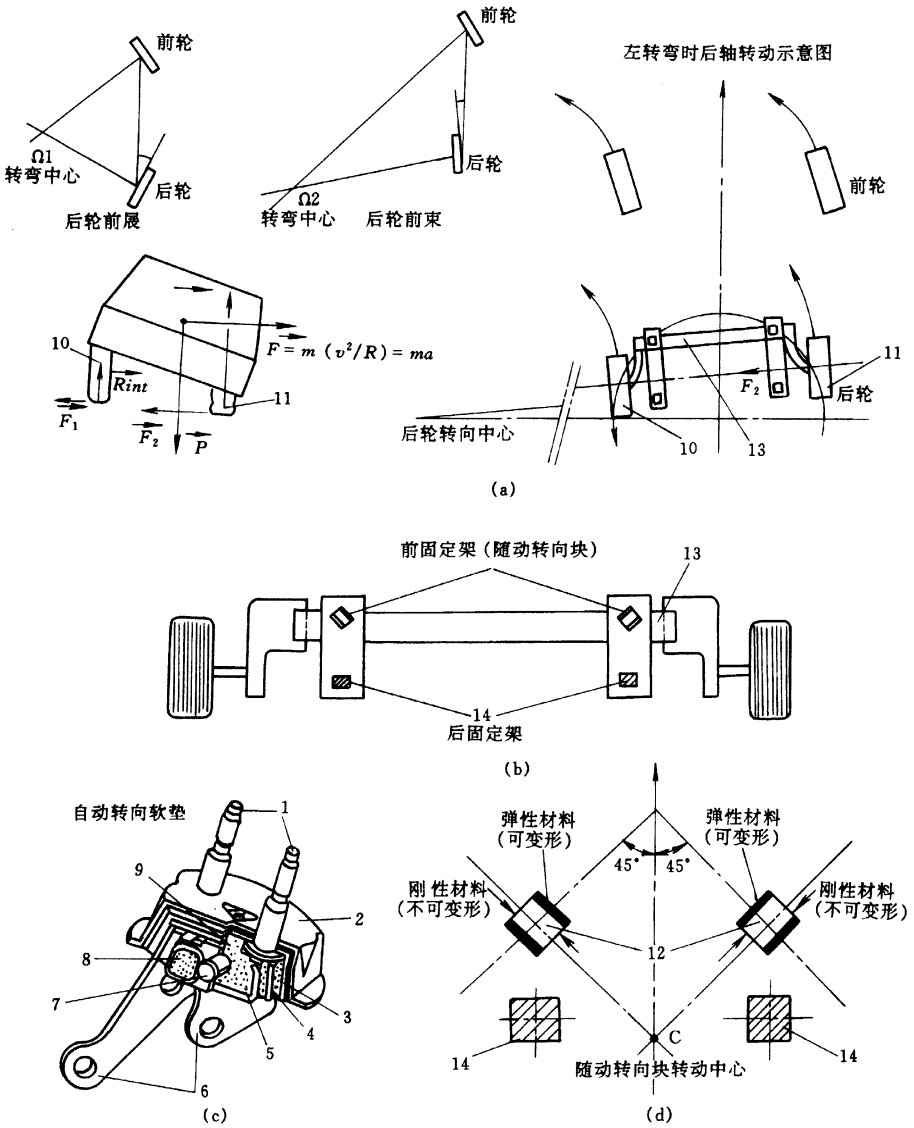


图 7-2　后轴自动转向软垫的构造与工作原理

1. 与车身连结销子　2. 外部高极限弹性板骨架　3. 内部高极限弹性板骨架　4. 内插粘着橡胶
5. 内壳　6. 与后轴连接高极限弹性板　7. 稳定轴　8. 拱墩　9. 中心橡胶垫块　10. 内侧轮
11. 外侧轮　12. 自动转向软垫(随动转向块)　13. 后轴　14. 后固定架

F. 离心力(N)　M. 质量(kg)　V. 车速(m/s)　R. 转弯半径(m)　a. 加速度(m/s^2)

F_1. 地面作用在内侧轮胎的横向力　F_2. 地面作用在外侧轮胎的横向力

转平面，或者最好使后轮转弯方向与前轮一致，就适合于高速行驶的要求。为达到此目的，自动转向块 12 便由自身运动产生动力，使后轮转向。

该车就是利用转弯时产生的作用力与专门的连接楔板一起产生反作用力，而这些反作用力又产生所需的调整作用力，这是通过后轴水平面使后轴旋转产生的。当瞬时转动中心 Ω_2 处于后轮的后部时，在地面作用于后轮的横向推力作用下，使后轴 13 产生与前轮转弯方向一致的回转，车身沿垂直轴线摆动小，使汽车有不足转向。

在转弯时，前轮转动使轮胎建立一横向力，使车子转弯，后轮也需要一相反方向的力以抵抗离心力。

转向时后轮前展的情况：如果悬架系统的设计使地面给轮胎的反作用力诱导后轮胎转向和前轮相反的方向，也就是在负荷下使后轮前展，这样将产生一个力矩，加强转动角度，使瞬态转弯中心变小，增加过度转向，在低速时明显。但使高速不稳。

转向时后轮前束的情况：如果悬架系统的设计使地面给轮胎的反作用力诱导后轮的转动方向同前轮方向一样，也就是在负荷下使后轮前束，使瞬态转弯半径变大，增加不足转向，这样可以保持方向稳定，在高速转弯时特别稳定，为了达到这个特性，转向半径的中心点需要在两个后轮胎的中心线之后。在富康轿车结构上的实现方法是由转弯时的外侧车轮 11 所受的侧向力使随动转向块 12 产生变形，从而保证后轴 13 与前轮相同方向转动一个微小角度，因此当高速行驶时，增加了不足转向，使车辆更平稳。

三、后悬架的维修数据

后悬架的维修数据见表 7-1、螺栓(母)的拧紧力矩见表 7-2。

表 7-1　　后悬架的维修数据

项　　目	标　　准
后轮前束	+2 ~ -2mm(空载)；+2.5 ~ +6mm(满载)
后轮外倾角	-1° ± 30′
后车轮轴承预紧力	0.7 ~ 2N·m
后轴管离地间隙	310mm（空载）；250mm（满载）
后轮轮胎气压	2.1×10^5Pa
后车轮轮辋偏摆	轴向与径向均为不大于 1.2mm
后车轮轴与纵摆臂垂直度	不大于 0.25mm
与后轴管支架总成配合的轴与后摆臂的垂直度	不大于 0.25mm
后轮轮胎花纹深度	不小于 1.6mm

表 7-2　　后悬架螺栓(母)的拧紧扭矩

名　　称	拧紧扭矩(N·m)
稳定杆摇臂紧固螺栓	35
后减震器安装螺栓	70
前弹性缓冲块与车身的安装螺栓	55
后弹性支承与车身的安装螺栓	45
减震器支架与后轴管支架总成紧固螺栓	70
后车轮轴锁紧螺母	200
钢圈螺母	90

第二节　后悬架的拆卸与安装

一、后悬架的拆卸

（一）后轮毂的拆卸与分解

1. 后车轮的拆卸，参见图 6-4 所示，让后车轮着地，利用地面的附着力，旋下钢圈螺栓 1，然后再支起车辆的后部，从后轮毂上拆下后车轮。

2. 后轮毂的拆卸，如图 7-3 所示，从后轮轴 4 头部上旋下螺母，再使用工具 1，顶住后轮轴头 4，拉下圆锥滚柱双内圈轴承的外侧内圈 2，然后从后轮轴 4 上拆下后轮毂3(其上还有圆锥滚柱双内圈轴承的外圈)。

3. 后轮毂的分解，如图 7-4 所示，从后轮毂 1 上，摘下轴承外圈 3 两端的挡圈 2，然后用工具 4 从后轮毂 1 上压出轴承外圈 3。

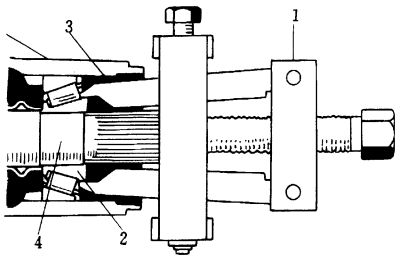


图 7-3　后轮毂的拆卸
1. 工具　2. 圆锥滚柱双内圈轴承外侧内圈　3. 后轮毂　4. 后轮轴

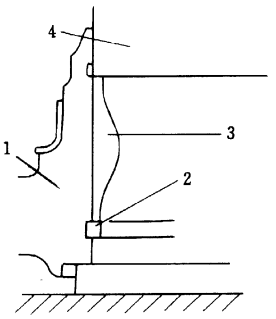


图 7-4　后轮毂的分解
1. 后轮毂　2. 挡圈
3. 轴承外圈　4. 工具

4. 圆锥滚柱双内圈轴承内侧内圈的拆卸，如图 7-5 所示，使用工具 1，顶住车轮轴 2，从车轮轴上拉出圆锥滚柱双内圈轴承内侧内圈 3。

（二）后减震器及纵摆臂的拆卸

1. 后减震器的拆卸，如图 7-6 所示，先拆卸手制动拉索的固定卡。再旋下减震器 1 下端的固定螺栓 3；然后旋下减震器上端的固定螺栓 2。最后从减震器支架 8 和纵摆臂 10 上，取下后减震器 1。

2. 纵摆臂和后轴管支架的拆卸，如图 7-7 所示，先从左、右纵摆臂 29、30 上，旋下螺栓 21 和螺塞 16，取下稳定杆摆臂 13。用惯性拔出器 32 的端部旋入横向稳定杆 3 一端的螺孔内，从后轴管支架总成 1 中，拉出横向稳定杆3(拆前做好稳定杆 3 与稳定杆摆臂 13 的相对位置标记)。从稳定杆摆臂 13 的轴上取下密封圈 14 和 15。

扭力杆的拆卸：先在左、右扭力杆 12、11 的端面与左、右纵摆臂 29、30 上和后轴管支

架总成 1 上，做好相对位置标记；拆卸左扭力杆 12 时，从车的右侧旋下螺母 28、螺塞 18 及双头螺母 19，拆卸右扭力杆 11 时，则从车的左侧旋下螺母 28、螺塞 18 及双头螺母 19。拆下扭力杆时，还必须使用惯性拔出器 32，让拔出器 32 的端部旋入扭力杆端部的螺纹孔中，然后用拔出器 32 上的重锤向外冲击，利用冲击时产生的惯性力，将扭力杆从后轴管支架总成 1 和纵摆臂的花键孔中拔出。此时便可将左右纵摆臂 29 和 30 从后轴管支架总成 1 中抽出来；再用螺丝刀 31，从后轴管支架总成 1 的两端撬出密封圈 6。用惯性拉具 32 和工具 33，从后轴支架总成 1 的两端分别拉出外滚针轴承 7 和内滚针轴承 8。

减震器支架 2 的拆卸：旋下螺母 25 和螺栓 9，将减震器支架 2 与后轴支架总成 1 分开。再旋下螺母 26，从车身上拆下后弹性支承(后固定架)5 和减震器支架 2。

后轴管支架总成的拆卸：在拆卸减震器支架 2 的固定螺栓 9 时，同时从后轴管支架总成 1 上拆下前弹性缓冲块(前固定架或称做自动转向软垫)4，此时便拆下了后轴管支架总成；然后再旋下螺母 27，从车身上拆下前弹性缓冲块 4。

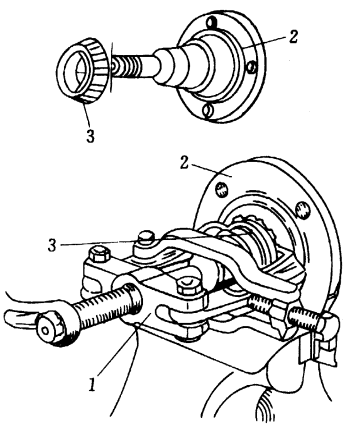


图 7-5　圆锥滚柱双内圈轴承内侧内圈的拆卸

1. 工具　2. 车轮轴

3. 圆锥滚柱双内圈轴承内侧内圈

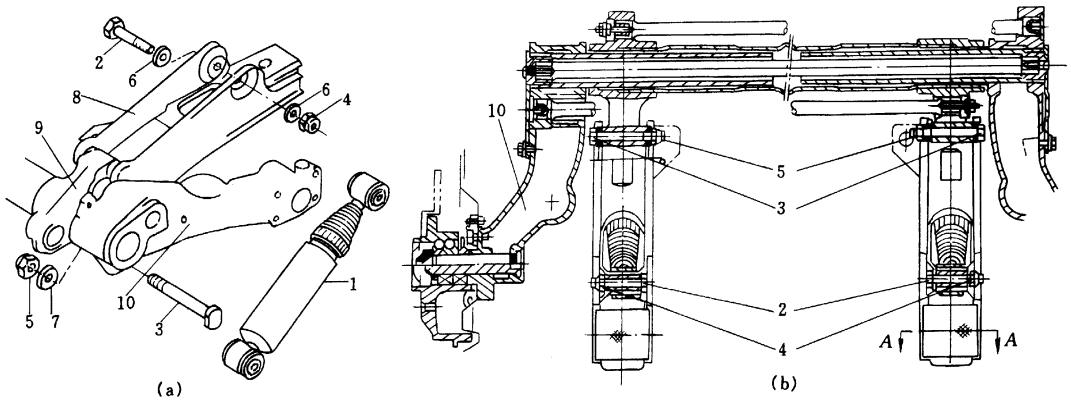


图 7-6　后减震器的拆卸

1. 后减震器　2. 减震器固定螺栓　3. 减震器固定螺栓　4. 锁紧螺母

5. 锁紧螺母　6. 平垫圈　7. 平垫圈　8. 减震器支架　9. 后轴管支架总成　10. 纵摆臂

二、后悬架的安装

(一) 纵摆臂与后轴管支架的安装

如图 7-7 所示，先进行后轴管支架总成的组装：使用专用工具将内、外滚针轴承 8 和 7 垂直压入后轴管支架的两端的孔内(如图 7-8 所示)。在最外端装上密封圈 6，在轴承和密封圈上涂上足够的润滑脂。

减震器支架的安装：将减震器支架 2 和前弹性缓冲块 4 一起装到后轴管支架总成 1 两端

上(前弹性缓冲块4应放在外侧)，旋上螺栓9和螺母25(力矩70N·m)；再将前弹性缓冲块4与车身安装在一起，旋上螺母27(力矩55N·m)，装上后弹性支承5，旋上螺母26(力矩45N·m)。

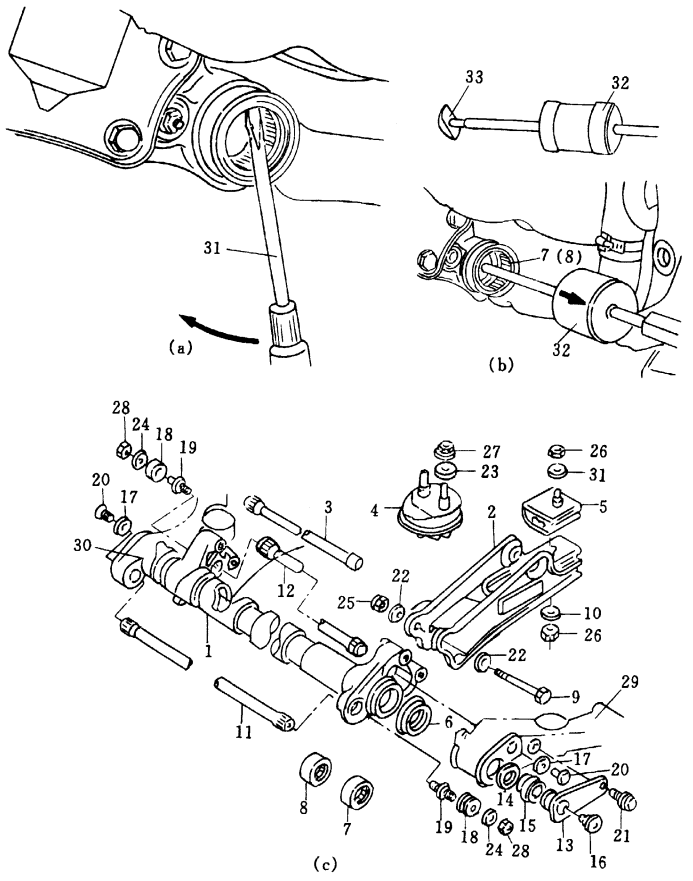


图7-7　纵摆臂和后轴管支架的拆卸

1. 后轴管支架总成　2. 减震器支架　3. 横向稳定杆　4. 前弹性缓冲块　5. 后弹性支承　6. 密封圈　7. 外滚针轴承　8. 内滚针轴承　9. 六角头螺栓　10. 平垫圈　11. 右扭力杆　12. 左扭力杆　13. 稳定杆摆臂　14. 密封圈　15. 密封圈　16. 螺塞　17. 垫圈　18. 螺塞　19. 双头螺母　20. 螺栓；21. 螺栓　22. 平垫圈　23. 平垫圈　24. 齿形垫圈　25. 锁紧螺母　26. 六角螺母　27. 螺母　28. 六角螺母　29. 左纵摆臂　30. 右纵摆臂　31. 螺丝刀　32. 惯性拔出器　33. 工具

纵摆臂及扭力杆的安装：先在后轴管支架总成1两端的孔内插入左、右纵摆臂29和30，再将左、右扭力杆12和11装到纵摆臂及后轴管支架总成1上。为了保证车身离地的正确高度，必须按原来的相对位置安装扭力杆，左右扭力杆是不同的，左扭力杆12的杆上有两道黄色标记(如图7-9件B)。右扭力杆11的杆上有一道黄色标记(如图7-9件C)。扭力杆与纵摆臂啮合的花键齿为32个，如图7-9(b)、(c)中的ϕ2。扭力杆与后轴管支架总成1啮合的花键齿为30齿，如图7-9(b)、(c)中的ϕ3。装左扭力杆12时，应从右向左，先插进后轴管支架总成1的花键孔中，后插进左纵摆臂29的花键孔中。暂时旋上双头螺母19、螺塞18和螺母28

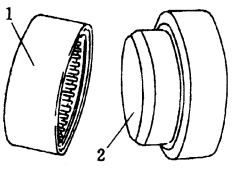


图7-8　后轴管支架总成的滚针轴承的安装

1. 滚针轴承　2. 工具

(待调整后紧固)，按同样的方法从左向右装上右扭力杆 11。

横向稳定杆的安装：横向稳定杆 3 上无涂色标记(如图 7-9 件 A)，与扭力杆相比较，其长度 L 较长，安装时有方向性，左端花键为 30 齿，右端花键为 32 齿(如图 7-9(a))。安装时需从右向左穿进纵摆臂及后轴管支架总成 1 中。先在稳定杆摇臂 13 上装上密封圈 15 和 14，在横向稳定杆 3 及摇臂 13 的齿键上涂上润滑脂，按原来的相对位置标记，将稳定杆摇臂 13 装到横向稳定杆 3 的左右两端，旋上螺塞 16 和旋上螺栓21(力矩 35N·m)。

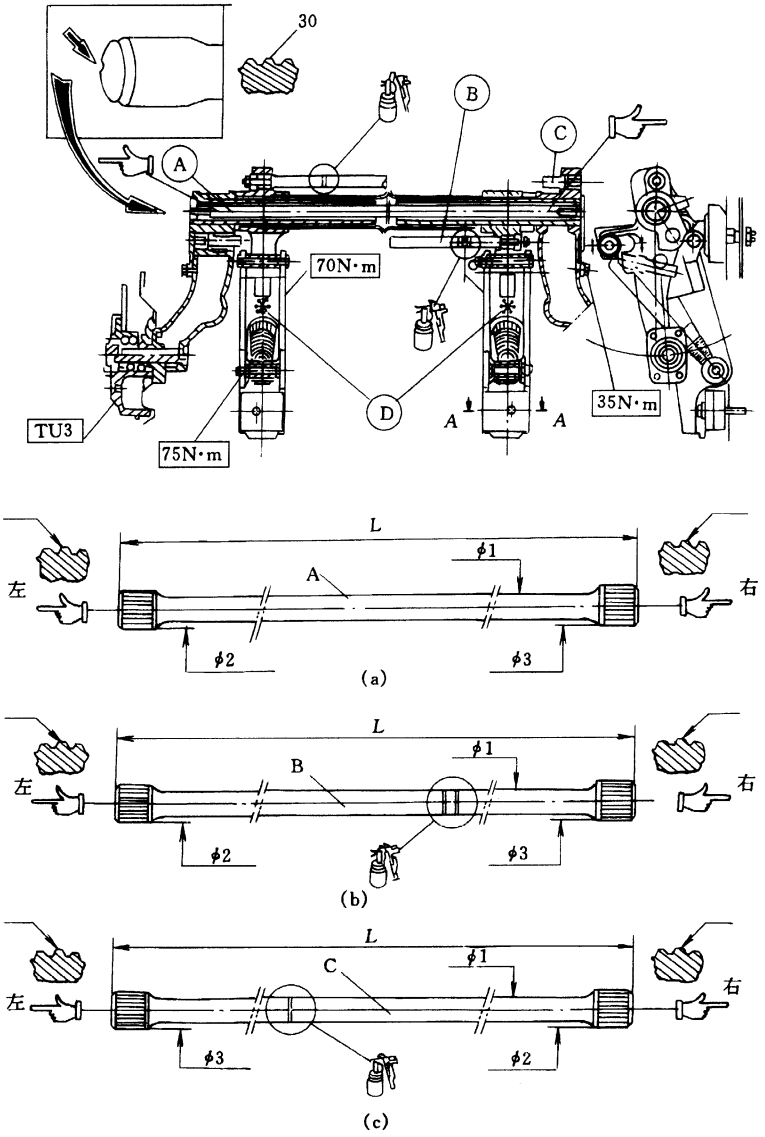


图 7-9　横向稳定杆与扭力杆的尺寸图

A. 横向稳定杆　B. 左扭力杆　C. 右扭力杆　D. 后减震器

$\phi1$、$\phi2$、$\phi3$ 及 L 尺寸见表 7-3 所示

(二) 后减震器的组装与安装

1. 后减震器的组装。如图 7-10 所示，使用导向工具 3，在橡胶缓冲套 1 涂上肥皂水(禁

止使用机油，以免损坏橡胶），将橡胶缓冲套 1 压入后减震器 2 的两端的孔中。

表 7-3　　横向稳定杆与扭力杆尺寸　　（mm）

项目			尺寸
横向稳定杆尺寸	长度	L	1170
	外径	$\phi1$	19
	左端	$\phi2$	$24.12_{-0.25}^{0}$
		花键齿数	30
	右端	$\phi3$	$25.68_{-0.25}^{0}$
		花键齿数	32
左扭力杆尺寸	长度	L	1068.5
	外径	$\phi1$	19.3
	左端	$\phi2$	$25.68_{-0.25}^{0}$
		花键齿数	32
	右端	$\phi3$	$24.12_{-0.25}^{0}$
		花键齿数	30
	漆色标记		2 条
右扭力杆尺寸	长度	L	1068.5
	外径	$\phi1$	19.3
	左端	$\phi3$	$24.12_{-0.25}^{0}$
		花键齿数	30
	右端	$\phi2$	$25.68_{-0.25}^{0}$
		花键齿数	32
	漆色标记		1 条

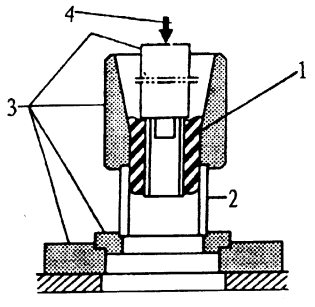


图 7-10　后减震器的组装

1. 橡胶缓冲套　2. 后减震器

3. 导向工具　4. 压力机

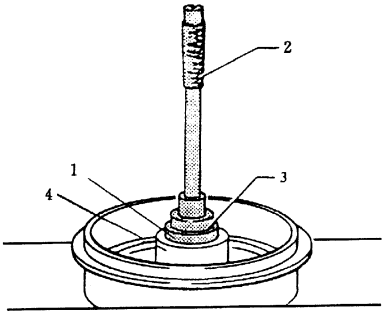


图 7-11　后轮毂的组装

1. 圆锥滚柱双内圈轴承外圈

2、3. 工具　4. 后轮毂

2. 后减震器的安装。如图 7-6 所示，将后减震器 1 的活塞杆朝向上方，先将后减震器 1 的上端与减震器支架 8 装在一起，从内向外穿上螺栓 2，并旋上螺母4(暂不旋紧)。再将后减震器 1 的下端与纵摆臂 10 装在一起，从外向内穿上螺栓 3，并旋上螺母5(暂不旋紧)，然后将后减震器压缩至两端中心孔距离为 346mm，再旋紧螺母 4 和5(力矩 70N·m)。

（三）后轮毂与后车轮的组装与安装

1. 后轮毂的组装。如图 7-11 所示，先用工具 2、3 在后轮毂 4 的孔中压入圆锥滚柱双内圈轴承的外圈 1。再在轴承外圈的两端装上挡圈。然后涂上润滑脂；装上两端的轴承内圈。

2. 后轮毂的安装。如图 7-12 所示，将后轮毂 2 装到纵摆臂的轴上，用扳手 3 旋紧锁紧螺母(力矩 200N·m)。然后用弹簧秤 1 拉动后轮毂 2，轮毂的转动力(轴承的预紧力)，应在 0.7～2N·m，否则应检查轴承的故障；最后用尖铳将锁紧螺母的边缘铳入纵摆臂车轮轴上的止动槽内，以防止螺母松动。

3. 车轮的安装，如图 6-26 所示，将后车轮装到后轮毂上，按图示顺序分 2～3 次，旋上六个钢圈螺栓1(力矩 90N·m)。

（四）后悬架离地高度的调整

如图 7-13 所示，富康轿车的后部高度是可以调整的。

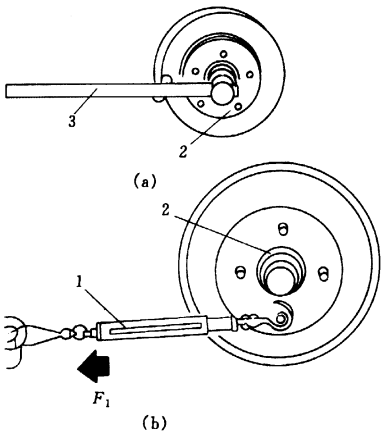


图 7-12　后轮毂的安装

1. 弹簧秤　2. 后轮毂　3. 扳手

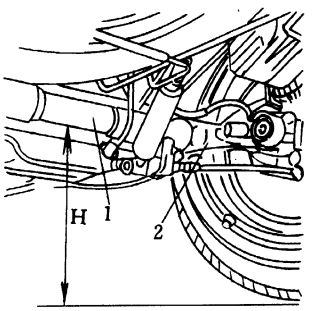


图 7-13　后悬架离地高度的调整

1. 后轴　2. 纵摆臂

检查条件：①汽车为整备状态(空载、5L 燃料)；②轮胎为标准气压；③将汽车停在平坦路面上；④测量前，震动汽车以消除悬架装置的应力。

检测：后部高度为地面到后轴 1 之间的距离，标准值为 $H = 310$mm，两边高差不得超过 10mm。

高度调整办法：转动扭力杆，同时改变其在轴管支架的花键孔内(30 齿)和纵摆臂 2 的花键孔内(32 齿)的位置。转动一个齿可使后部高度变化 3mm；在一侧调整高度就会引起另一侧的高度变化，因此调节了一侧高度，另一侧的高度也要相应调整。

当面对被调整侧的扭力杆时，顺时针转动左扭力杆，为增加后轴的高度；逆时针转动左扭力杆，为减低后轴的高度。而逆时针转动右扭力杆，为增加后轴的高度。顺时针转动右扭力杆，为降低后轴的高度。最后旋紧扭力杆紧固螺母(图 7-7 件 28)。

（五）后轮定位角的检查

1. 后轮前束的检查。参见图 6-27 所示，用检查前轮前束同样方法，检查后轮的前束。

后轮的前束应为 +2 ~ −2mm(空载状态)或 +2.5 ~ 6mm(额定满载状态)。后轮前束不可调整，若不符合规定，可能是纵摆臂变形或纵摆臂与后轴管支架之间的滚针轴承损坏。

2. 后轮外倾角的检查。参见图 6-28 所示，用检查前轮外倾角同样的方法，检查后轮的外倾角，后轮的外倾角应为 −1° ± 30′。后轮外倾角不可调整，若不符合规定，可能是纵摆臂变形或纵摆臂与后轴管支架之间的滚针轴承损坏。

第三节　后悬架的故障与排除

一、后悬架的故障原因与排除方法

(一) 后轮摆动

1. 后轮轮辋偏摆，造成后轮摆动。排除方法是：检查后轮的偏摆，参见图 6-35 所示，用检查前轮轮辋偏摆同样的方法检查后轮的轮辋偏摆，后轮轮辋的轴向与径向偏摆使用极限均为 1.2mm。否则应更换后轮轮辋。

2. 后车轮的不平衡，造成后轮偏摆。排除方法是：进行后车轮的平衡，参见图 6-36 所示，用前车轮平衡相同的方法进行后车轮的平衡。

3. 后轮轮毂轴承损坏或间隙过大，造成后车轮摆动。排除方法是：按图 7-12 所示，检查后轮轮毂轴承的预紧力，应在 0.7 ~ 2N·m，或更换损坏的轴承。

4. 纵摆臂与后轴管支架总成之间的滚针轴承损坏或纵摆臂的轴磨损，造成后轮摆动。排除方法是更换滚针轴承或纵摆臂。

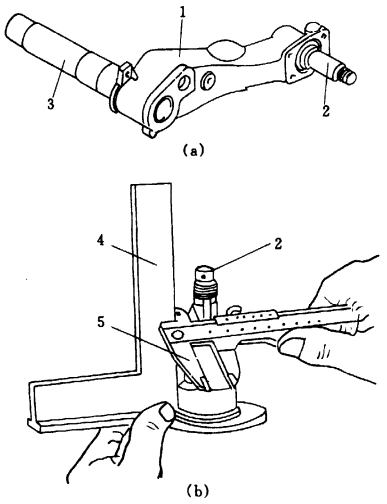


图 7-14　纵摆臂变形的检查
1. 纵摆臂　2. 后车轮轴
3. 纵摆臂与后轴管支架总成配合的轴　4. 直角尺　5. 卡尺

5. 后车轮轮胎不正常磨损，造成车轮摆动。排除方法参见图 6-31 所示，检查胎面的磨损，轮胎胎面花纹深度不得少于 1.6mm。否则应更换轮胎。

(二) 后悬架噪声

1. 后减震器损坏或缺油，造成噪声。排除方法是更换后减震器。

2. 扭力杆与后轴管支架总成、纵摆臂配合的花键过度磨损，或扭力杆损坏，造成噪声。排除方法是更换扭力杆。

3. 后轮毂轴承损坏或间隙过大，造成噪声。排除方法是更换后轮毂轴承或调整轴承间隙。

4. 纵摆臂与后轴管支架总成之间的滚针轴承损坏，造成噪声。排除方法是更换滚针轴承。

5. 后悬架各紧固螺栓(母)松动，造成噪声。排除方法是重新紧固各螺栓(母)。

6. 纵摆臂垂直跳动限位块损坏，造成纵摆臂与车身

的冲击噪声。排除方法是：如图 7-1 所示，更换限位块 13。

（三）后车轮轮胎异常磨损

1. 后车轮定位角不正确，造成后车轮轮胎不正常的位移，使轮胎异常磨损。排除方法是：检查纵摆臂的变形，如图 7-14 所示，用直角尺 4 和卡尺 5 分别检查：后车轮轴 2 与纵摆臂 1 的垂直度、纵摆臂与后轴管支架总成配合的轴 3 与纵摆臂 1 的垂直度，垂直度在全长上均不得大于 0.25mm，否则应更换纵摆臂。

2. 前弹性缓冲块或后弹性支承损坏，造成后车轮不正常位移，使车轮轮胎异常磨损。排除方法是更换前弹性缓冲块或后弹性支承。

3. 后车轮轮胎气压不正确，参见图 6-32 所示，若轮胎气压过高，胎面中部会过度磨损。若轮胎气压过低，则轮胎的两侧会过度磨损，同时还会损坏轮胎的内部结构。排除方法是：正确的充气，后轮气压应为 2.1×10^5Pa。

二、后悬架的故障检查程序

（一）后轮轮胎异常磨损的检查程序

后轮轮胎异常磨损的检查程序见图 7-15。

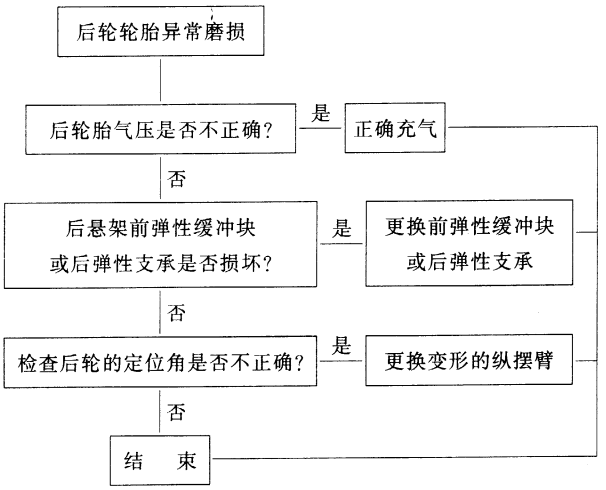


图 7-15　后轮轮胎异常磨损的检查程序

（二）后轮摆动的检查程序

后轮摆动的检查程序见图 7-16。

（三）后悬架噪声的检查程序

后悬架噪声的检查程序见图 7-17。

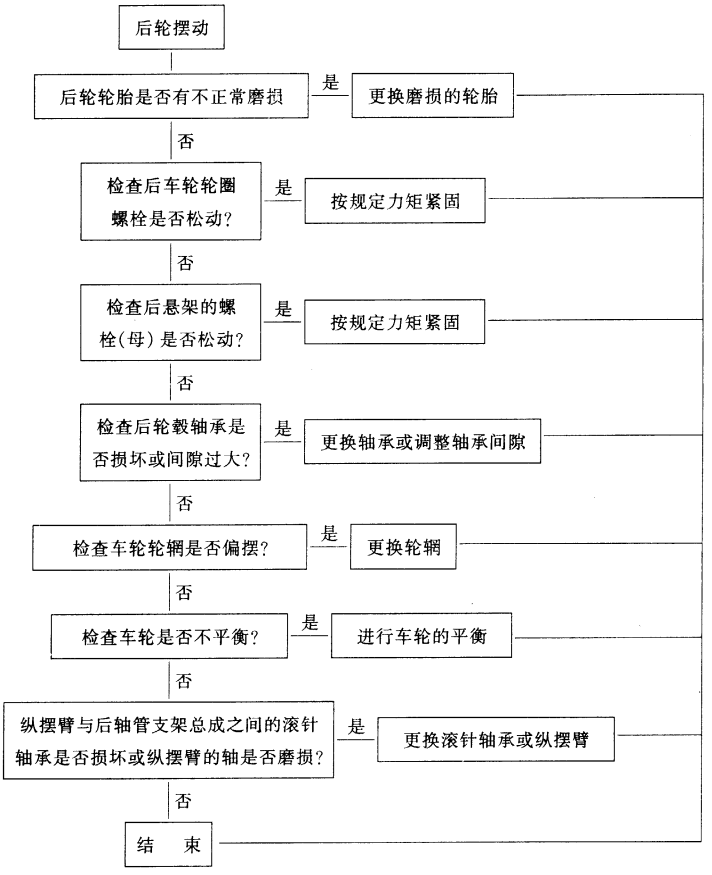


图 7-16 后轮摆动的检查程序

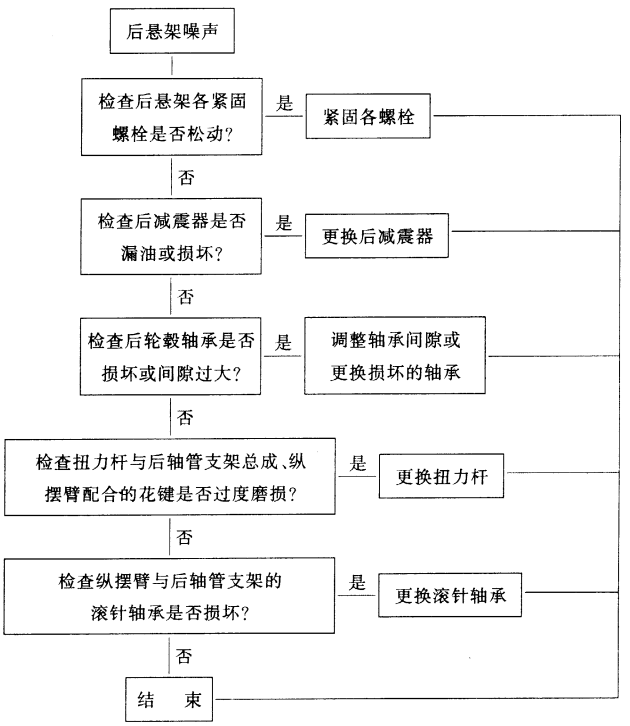


图 7-17 后悬架噪声的检查程序

第八章　转向系的构造、拆装及故障排除

第一节　转向系的构造

富康轿车转向系统基本结构形式为齿轮齿条式转向机构，对于 AL 车型则装备有液压助力系统。

一、机械式转向系的构造

（一）转向操纵机构的构造

如图 8-1 所示，方向盘采用软发泡双辐条式，轮辐上两边有喇叭按钮盖板，轮辐中间有一块大盖板，打开时可拆装调整方向盘 1。方向盘 1 的高度可通过转向柱管 3 上的调整杆 8 进行调整。在转向柱管 3 上段套装有转向灯开关、刮水器开关总成、车锁总成等。转向柱 2 下端通过传动轴 13 与转向器小齿轮连接。在转向柱 2 与转向柱管 3 之间用轴承支承。

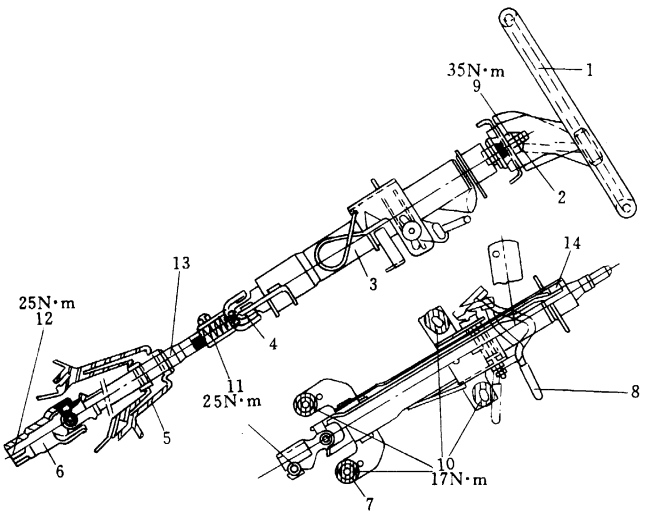


图 8-1　转向操纵机构的构造

1. 方向盘　2. 转向柱　3. 转向柱管　4. 万向节　5. 防尘套　6. 连接杆
7. 支架　8. 调整杆　9. 螺母　10. 螺栓　11、12. 螺栓(母)　13. 传动轴　14. 轴承

传动机构由两部分组成。上部以带方向盘高度可调节机构的管柱为安装基础，以调整方

向盘的高度，适应不同身材和驾驶习惯的使用者需要，减轻驾驶员疲劳强度。下部为双万向节的传动轴，该结构在保证等速传动的同时，能有效减小车辆撞击时方向盘的后移量(以 $v = 55km/h$、30°夹角撞击，后移量小于 120mm)，充分保证安全性。

(二) 机械式转向器的构造

如图 8-2 所示，转向器由转向齿轮 2、转向齿条 1、转向器壳体 3、顶块(导向块)5、齿条防尘套和齿条接头组成。转向齿轮 2 为 6 个齿的斜齿轮，由两个轴承 11、12 支承。齿条 1 布置在汽车横向位置上，齿条 1 背面有导向块 5，通过弹簧压力压在齿条 1 背面，使齿条 1 始终有适当的压力与转向齿轮 2 啮合。转向齿条 1 行程为 37.5mm。齿条 1 防尘套 13 用夹箍 18 分别固定在转向器壳体 3 及齿条接头上，起防水、防尘作用。转向器的间隙由齿条 1 下侧的导向块 5 支承与弹簧 6 自动调整。转向齿轮 2 和转向柱之间有双万向节的传动轴联接，这样可以使方向盘和转向器在车上的布置更为方便，拆装也方便。

该车转向梯形中的横拉杆选用了断开式，三段后置梯形机构的方案，由齿条接头总成和转向横拉杆 4 带接头总成而构成。左右横拉杆 4 的长度可调整，用以改变前轮的前束。

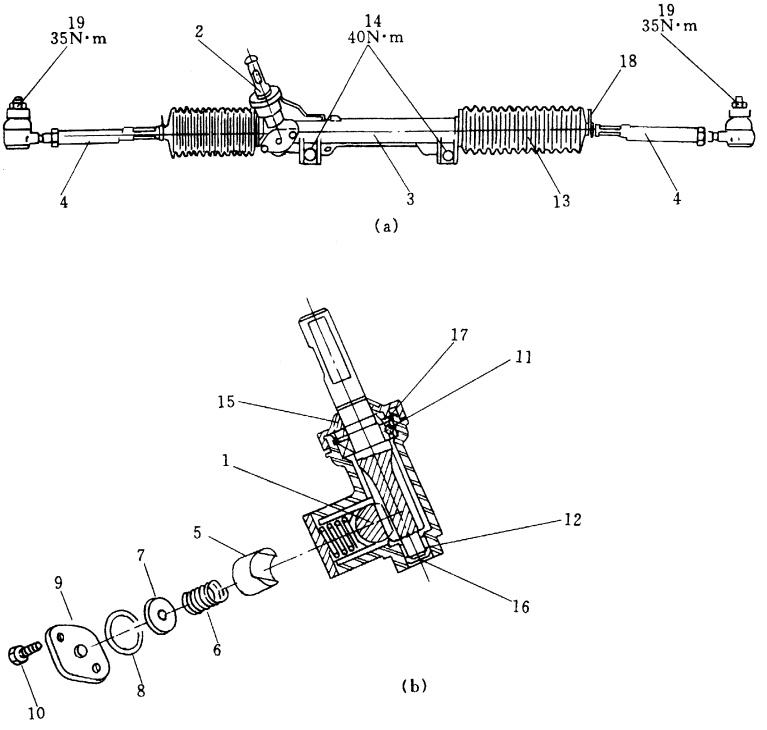


图 8-2 机械式转向器的构造

1. 转向齿条 2. 转向齿轮 3. 转向器壳体 4. 转向横拉杆 5. 顶块(导向块) 6. 弹簧
7. 调整垫圈 8. 密封圈 9. 顶块连接凸缘 10. 螺栓 11. 球轴承 12. 滚针轴承
13. 防尘套 14. 螺栓(母) 15. 罩盖 16. 堵盖 17. 挡圈 18. 夹箍 19. 螺母

二、动力转向系的构造与工作原理

（一）动力转向系的构造

如图 8-3 所示，动力转向系由下列几部分组成：一体式的液压泵 1 和储液筒 2，由发动机驱动的油泵，它能提供与转速成正比的油量；液压泵上装有调节油量的调节器，根据车辆运行情况进行调节；动力转向器上装有旋转阀4(同时受方向盘和齿轮齿条控制)、液压助力油缸 5、齿轮齿条及壳体等。

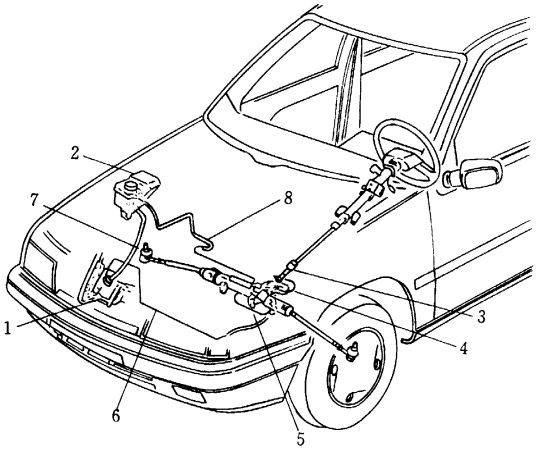


图 8-3　动力转向系

1. 一体式液压泵　2. 储液筒　3. 转向柱
4. 动力转向器旋转阀　5. 助力油缸
6. 高压管　7. 油管　8. 油管

该系统由液压泵通过调节器提供开式的油液循环；旋转阀根据方向盘的转动方向引导液压助力缸的助力活塞两边油液的进入与排出，产生压力差变化而形成助力。动力转向系有以下几种功能：在汽车转弯时，减小对方向盘的操作力；选用减速比较小的转向系统；在原地转向时，能提供必要的助力；限制车辆高速或在薄冰上的助力；具有较好的转向稳定性；在助力系统失效时，能保持机械转向系统有效工作。

（二）动力转向系的工作原理

如图 8-4 所示，发动机带动叶片泵 5 转动，将液压油从储油罐 4 泵入转向器。液压油根据驾驶员是否进行转向动作，而决定是否进入转向器的旋转阀，再进入齿条 1 端部的油缸 3，推动齿条 1 工作；或是返回储液罐中。

方向盘操纵转子 9 转动实现转向，转子 9 带动扭力杆 10 转动，扭力杆 10 下端带动小齿轮 2 转动，小齿轮 2 的上部为分配器 13。由于扭力杆 10 的变形，当转向分配器 13 与转子 9 之间发生偏转时，决定液压油的流通的截面积大小，也就决定进入齿条 1 端部油缸 3 的流量多少，也就决定了助力的大小。

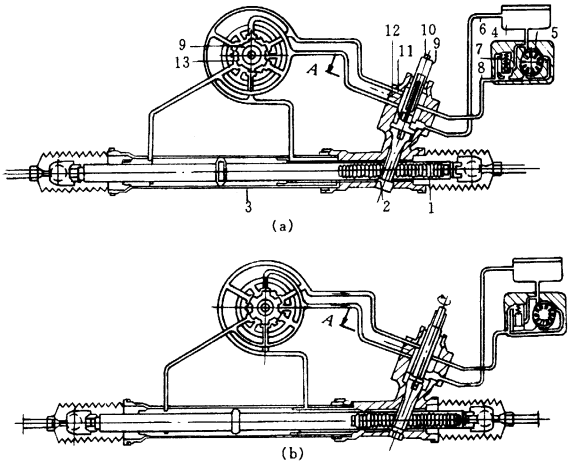


图 8-4　动力转向系的工作原理

1. 齿条　2. 小齿轮　3. 工作油缸　4. 储油罐　5. 叶片泵
6. 回油管　7. 限流限压阀　8. 高压管　9. 转子
10 扭力杆　11. 径向切槽　12. 径向切槽　13. 分配器

（三）旋转阀的结构与工作原理

如图 8-5 所示，旋转阀由阀体 2、分

配器5、转子6、扭力杆7等组成。在分配器5上外表沿轴向有三个环槽；中间环槽与油泵相连接(图(a)的A)；另外两个环槽分别与油缸的活塞两边连接(图(a)的B、K)。

分配器5的两端的环槽分别通过两组各三个径向孔道G、D分别与安放在分配器5里面的转子6上的轴向槽连接。

分配器5的中间槽有三个更大的孔P与分配器内腔连通。

转子6的结构：三个与分配器5两端环槽相通的长纵槽R，与容器相通；它们可以保证旋转阀的润滑。而在转子6上与三个长纵槽R相间隔的三个短槽可以使泵的压力与下列相通：在转子6处于中间位置时图(a)，与油缸活塞9两边的容器相通(通过短槽和径向孔G与D)。当有力作用在方向盘时(图(b))与(c)，油缸活塞9两端一边的开度增加，而另一边的开度减小，直至关闭。使活塞9产生转向动力。

旋转阀装有一个扭力杆7，该杆保证与地面车轮阻力成比例的变形，即形成正比的助力；扭力杆7上端固定于转子6上端，下端嵌入到分配器5中；当转动方向盘时，车轮与地面的摩擦力反作用于扭力杆7，扭力杆带动转子6转过一个角度；此时，压力油被导向油缸活塞9的某一边，产生助力作用。

旋转阀的开度与扭力杆7变形量成正比，即助力大小与扭力杆7变形成正比关系；为保证手动(助力没开始工作)与助力之间的较好过渡，阀孔加工成可以形成对数线性递增的形状。使在直线位置(助力不工作)到转向(助力开始工作)时实现平顺过渡；在方向盘不动时，扭力杆7使旋转阀处于中心位置。

在助力不足时或扭力杆7损坏时，转子6末端外形与分配器5内孔的特殊配合，保证从转向柱到小齿轮1的连接，见图8-5(d)。按机械转向器方式转向。

动力转向系出现故障时，仍然能够通过机械传递实现转向。但是在操作中会表现转向沉重的现象，主要是因为转向系减速比小及前轮定位参数不同的原因。

旋转阀是根据方向盘的转动方向引导(左右油缸)油的供给，以满足助力需要。它有四个通道与油泵、助力油缸相连。这是一个较复杂的零件，不能维修。

该阀的组成如下：连接液压泵和助力油缸的阀体2。带有环形槽的分配器5，控制不同情况下油的循环方向，通过四个聚四氯乙烯密封圈8使环形槽相互隔开。在旋转阀的末端为小齿轮1转子6为中空件，固定在转向柱末端，其上有一些纵向油的分配槽和径向通孔。扭力杆7位于转子6中间，上端与转子6通过锁销固定，下端与分配器5通过锁销固定。

当方向盘不动时，不管车轮如何(处于直线或非直线位置)，旋转阀处于中间位置(见图8-5(a))，此时旋转阀使助力缸的活塞9两边相通，并且泵出的油通过阀后直接回到储油器。

注：由于流动的节流阻力，左右活塞约有$(2\sim3)\times10^5$Pa的压力差，但不影响转向位置。

当转动方向盘时，转向柱带动转子6转动，与小齿轮1一体的分配器5由于地面阻力而转动滞后。分配器5与转子6之间发生偏转，扭力杆7受阻，旋转阀处于选择位置。此时旋转阀具有以下作用：切断转向同侧的油缸与储油筒的连接，液压泵输出的油液进入该侧(助力)油缸，并使该侧油缸压力升高；切断另一侧油缸与泵的连接，导通与储油筒的连接，使该侧油缸油液排出卸压；液压泵的压力上升依据助力油缸移动所受到的阻力而定。

这样，阻力油缸的活塞两边，一边与泵相通，压力上升，推动活塞移动；另一侧导通储油筒，油液排出，形成转向助力。在这种情况下，压力最高值可达6.2～6.9MPa。

例如：车辆左转弯时(图8-5(b))：液压油经A进油口进入分配器5的孔P，再经转子6上的三个短纵向槽由分配器5上的孔D出来，与油缸口B连通，进入活塞9的E一侧与泵4

导通进油。同时活塞 9 的另一侧 F 的液压油经油缸口 K 进入分配阀 5 的孔 G，再经转子 6 上的三个长纵向槽 R，由卸压口 C 与储油器 10 导通，将油卸出。因此形成助力向左转向。

例如：车辆右转向时(图 8-5(c))：液压油经 A 进入分配器 5 的孔 P，再经转子 6 上的三个短纵向槽由分配器 5 上的孔 G 出来，与油缸口 K 连通，进入活塞 9 的 F 侧，为泵 4 导通进油。同时活塞 9 的另一侧 E 的液压油经油缸口 B 进入分配阀 5 的孔 D，再经转子 6 上的三个长纵向槽 R，由卸压口 C 与储油器 10 导通，将油卸出。因此形成助力向右转向。

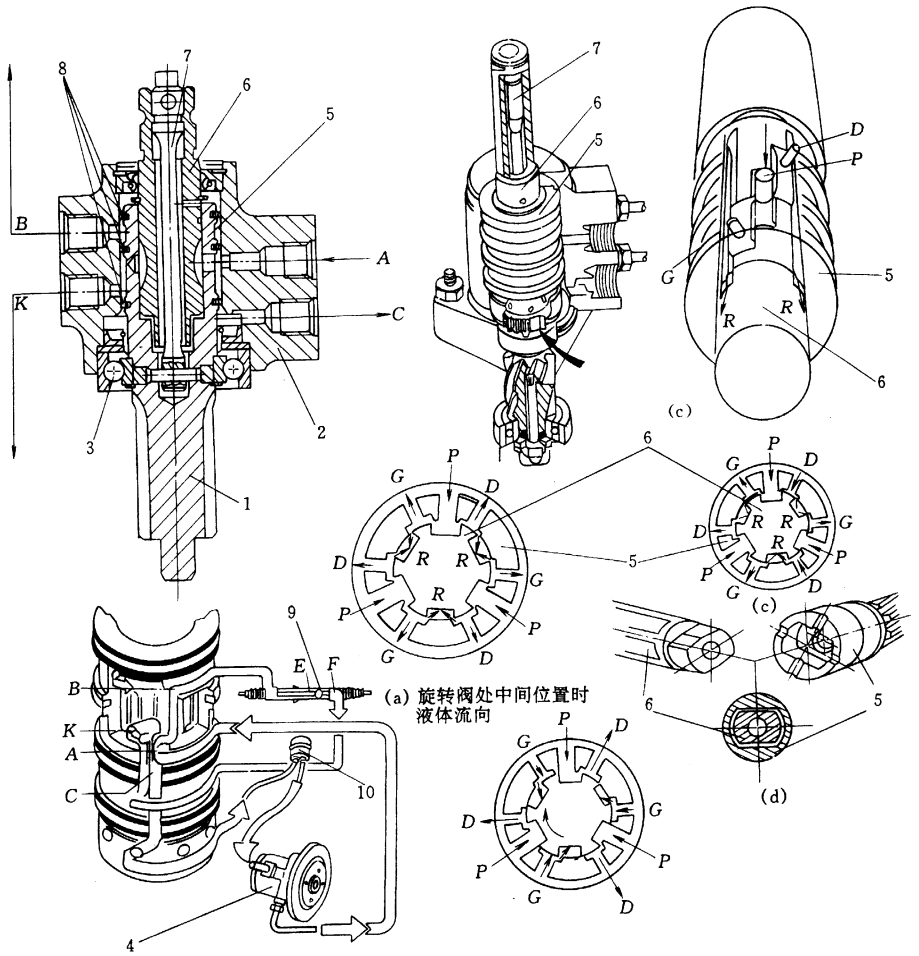


图 8-5　旋转阀的结构与工作原理

1. 小齿轮　2. 阀体　3. 轴承　4. 叶片泵　5. 分配器　6. 转子
7. 扭力杆　8. 密封圈　9. 助力缸的活塞　10. 储油器
A. 进油口　B. 油缸口　K. 油缸口　D. 分配器上的径向孔　G. 分配器上的径向孔
E. 活塞的右侧　F. 活塞的左侧　C. 卸压口　P. 分配器上的径向孔　R. 转子上的长纵向槽

(四) 动力转向油泵的构造

如图 8-6 所示，动力转向油泵主要由壳体 1、配油盘 19 及 23、定子 21、转子 27、叶片 28、定位销 20、弹簧 12 等零件组成。转向油泵的上部装有溢流阀 2 和安全阀。左、右配油盘 23 和 19 以外圆柱面与壳体 1 的内孔滑动配合面之间装有 O 型密封圈 10，使右配油盘 19

的外侧腔室(和油泵出油道 9 相通的腔——压油室)与壳体 1 的进油腔 31 隔开。右配油盘 19 上开有两个对称的吸油凹槽 J，此凹槽与壳体 1 的进油腔 31 相通，以实现双边配油。左、右配油盘上还开有两个对称的压油凹槽 E；其中，左配油盘 23 的压油凹槽 E 没有轴向贯通的孔道。转子 27 工作腔内压出的油液通过此凹槽 E 和定子 21 上的八条轴向通孔 29 进入右配油盘 19 的压油凹槽 E，右配油盘 19 的压油凹槽 E 经腰形轴向通道及壳体 1 的压油室与出油道 9 相通。定位销 11 用来保证右配油盘 19 和壳体 1 的相互周向定位，从而实现配油盘各配油口以及壳体进、出油道 32、9 之间的正确定位。左、右配油盘 23、19 与定子 21 的接触端面靠弹簧 12 的张力压紧。壳体 1 端部用密封圈 22 密封。弹性挡圈 30 用以限制左配油盘 23 的轴向移动。定子 21 通过对称的两个定位销 20 与左、右配油盘 23、19 周向定位。转子 27 位于定子 21 的内孔中。它以三角形花键孔与驱动轴 14 的花键段相连接。转子 27 沿圆周方向均布开有 10 条径向切槽；每一切槽内均装有一片矩形滑动叶片 28。叶片 28 外侧两长边制成圆弧形，以利于与定子 21 内表面的良好接触。为保证叶片 28 与定子 21 接触可靠，除依靠叶片 28 本身的离心力之外，还在叶片槽的根部引入高压油，如图 8-6 中局部放大图 A 所示，使叶片 28 在槽内时不可能完全将槽底封死；在左、右配油盘 23、19 与转子 27 叶片槽根部相对应的圆周上分别开有环形的油槽 24、26，高压油通过此油槽即可进入叶片槽根部油腔内，其油压随油泵工作负荷的增大而升高，使叶片 28 对定子 21 内表面的压紧力相应增大，从而保证油泵可靠的工作。驱动轴 14 的右端通过向心球轴承 13 支承于壳体 1；其左端支承于左配油盘23无内圈滚针轴承25中。驱动轴14的外端与皮带盘配合，中段用三角形

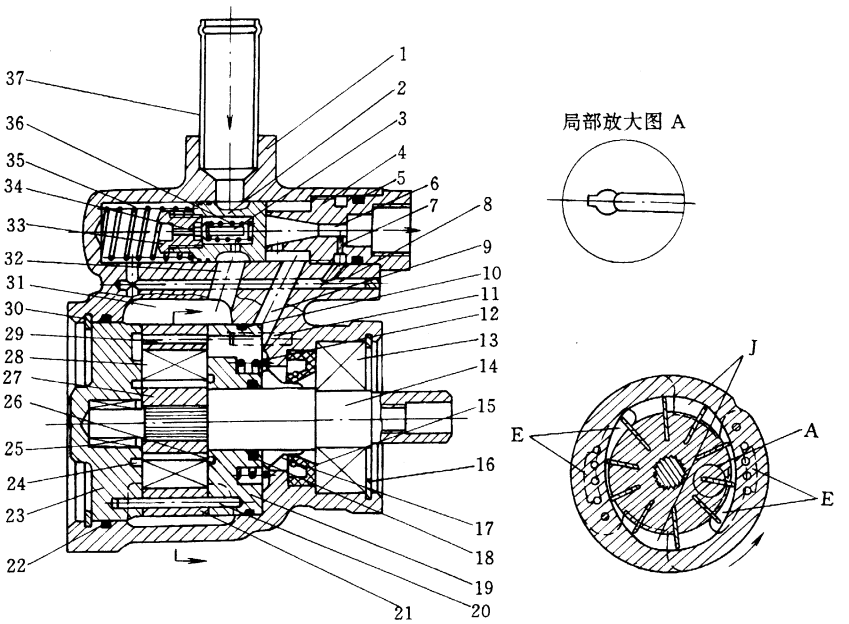


图 8-6　动力转向油泵的构造

1. 壳体　2. 溢流阀　3. 安全阀弹簧座　4. 出油管接头　5、10、22. O 型密封圈　6. 节流孔　7. 感压小孔
8. 横向油道　9. 出油道　11. 定位销　12. 配油盘压紧弹簧　13. 轴承　14. 驱动轴　15. 骨架油封
16. 卡圈　17. 隔套　18. 密封圈　19. 右配油盘　20. 定位销　21. 定子　23. 左配油盘　24、26. 环形油槽
25. 滚针轴承　27. 转子　28. 叶片　29. 定子轴向通孔　30. 挡圈　31. 进油腔　32. 进油道
33. 螺塞　34. 钢球　35. 溢流阀弹簧　36. 安全阀弹簧　37. 进油管
J. 吸油凹槽　E. 压油凹槽

花键与转子 27 相连接。

转子 27 与叶片 28、驱动轴 14 和右配油盘 19、转子 27 和配油盘 23、19 等接触摩擦表面及滚针轴承 25 均利用工作腔的泄漏油液润滑。润滑后，油液返回进油道 32，参与再循环。油泵工作时，转子 27、定于 21、叶片 28 与配油盘 23、19 的轴向间隙取决于压紧弹簧 12 的张力和出油腔的油压。这种配油盘称为浮动式配油盘。当出油压力增大时，间隙减小；反之，间隙增大。这种结构既能提高油泵的容积效率，减少漏损，提高油压；也有利于减少磨损，延长油泵使用寿命。

叶片式油泵是容积式油泵，输出油量随转子转速的升高而增大，为了限制发动机高转速时的输出油量，避免油量过高，油泵装有流量控制阀。油泵的输出油压取决于动力转向系的负荷(流通阻力)，为了限制最高输出油压，防止油压过高损坏机件，造成不正常的漏油，油泵装有压力控制阀。流量控制阀和压力控制阀位于油泵的进、出油道 32、9 之间，统称为溢流阀 2，起到上述双重控制作用。

随着发动机转速的提高，油泵输出油量相应增加，通过节流孔 6 的油液流速亦相应增大，静压力相应降低，此压降经感压小孔 7 和横向油道 8 传到溢流阀 2 的左侧。该阀在此压差作用下压缩弹簧 35 左移，开通进油道 32 和出油道 9 之间的通道，一部分油液反回进油腔 31 形成小循环，使油泵输出油量相应减少，以限制油泵过高的输出油量。输出油压力过高时(可能因出油管堵塞、转向器油道不通、方向盘打死等原因造成)，过高的油压经感压小孔 7、横向油道 8 传到溢流阀 2 的左侧，迫使钢球 34 通过弹簧座 3 压缩弹簧 36，则高压油就通过带滤网的螺塞 33 的中心孔回流到进油腔，从而限制了最高出油压力，起到了保护作用。由螺塞 33、弹簧座 3、钢球 34 和弹簧 36 组成的阀件称之为安全阀。

(五) 动力转向油泵安全阀的工作原理

如图 8-7 所示，安装在泵体中的安全阀由带有卸压阀 1 的调节活塞 2、活塞的回位弹簧 4 及节流阀(喉管)3 组成。

低速旋转时液压泵的流量较小，并分成三个流向[图 8-7(a)]：一是由喉管 3 通向动力转向器的旋转阀；二是至喉管 3 尾端的调压活塞 2；三是经过喉管，然后由下方通道至活塞 2 另一侧。

由于此时流量较小，所以节流阀 3 处节流作用并不明显，压力变化不大，活塞 2 左右两边油压基本相等，活塞 2 在弹簧 4 作用下基本保持原来位置不变，此时卸压口 D 并不打开。

在低速转向时，所需要的油压不大于 2.8MPa。

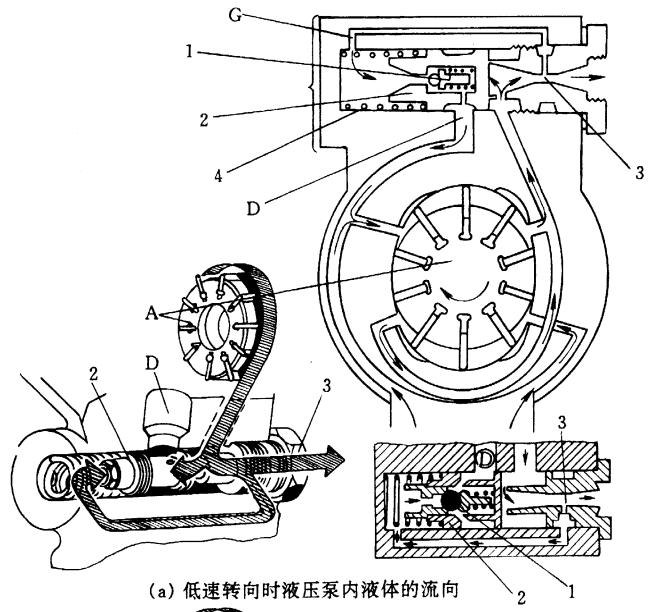
在不同速度下直线行驶情况：液压泵的流量随着发动机转速提高而增加，节流阀处油的流速上升，相应此处的油压降低较多，也就是活塞 2 左边(E 处)的压力降低，远低于另一边的油压，因此活塞 2 被压左移，卸压口 D 被打开，部分油液回至液压泵内循环，见图 8-7(b)。

在高速行车时，由于调节活塞的卸压作用，限制流量而引起助力减小，保证了安全性。

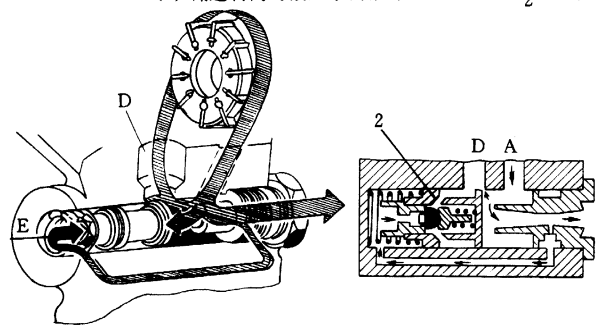
车轮(转向轮)无法转动时[图 8-7(c)]、转向时、旋转阀开始工作，系统压力上升。当转向轮受到异常阻力时(如转向轮被凸出物挡住)，压力升高较快，当压力上升到超过一定值后，活塞 2 上的卸压阀 1 被顶开卸压，部分油液从 G 处经 D 回到油泵中，限制了压力的继续增长，此时活塞会进一步左移到 D 处，卸压开口增大，保证系统运行安全。

(六) 动力转向器的助力油缸的构造

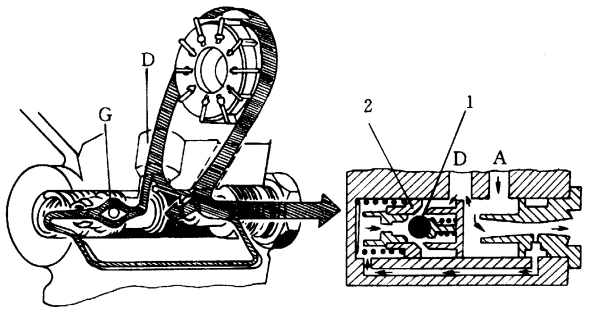
如图 8-8 所示，在动力转向器 1 装有助力油缸 4，并通过两个油管 7 相连。



(a) 低速转向时液压泵内液体的流向



(b) 发动机高速时液压泵内液体的流向



(c) 车轮受阻时液压泵内液体的流向

图 8-7　动力转向油泵安全阀的工作原理

1. 卸压阀　2. 带卸压阀的调节活塞　3. 节流阀(喉管)　4. 回位弹簧

A. 叶片泵　D. 卸压口　E. 活塞的左侧　G. 节流阀与活塞左侧的连通油道

当助力油缸 4 处在活塞 6 一边压力升高时，保证齿条 2 的助力，依据方向盘的转动，通

过控制阀来分配油液。助力油缸 4 的缸体固定在转向器 1 的壳上，操纵杆 5 铰接在转向齿条 2 上；右侧室 9 的油液供应还通过助力油缸缸体上的通道来保证。

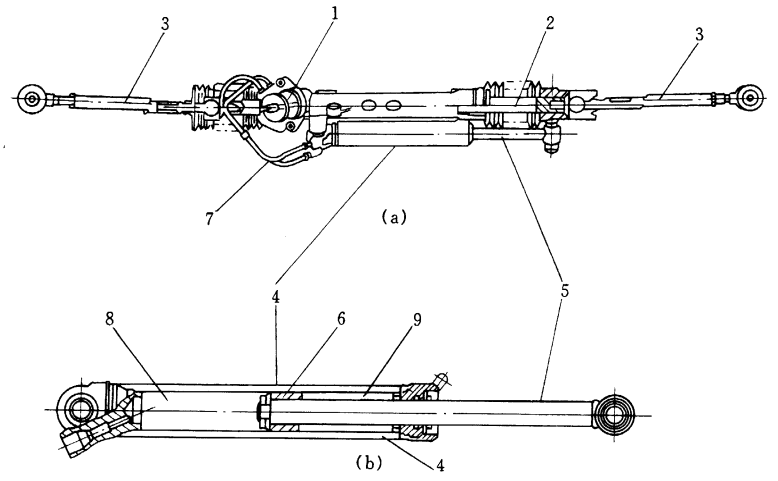


图 8-8　动力转向器助力油缸的构造

1. 动力转向器　2. 齿条　3. 转向横拉杆　4. 助力油缸　5. 操纵杆

6. 助力油缸活塞　7. 油管　8. 左侧室　9. 右侧室

三、转向系的维修数据

转向系的维修数据和螺栓(母)的拧紧力矩见表 8-1、表 8-2。

表 8-1　　转向系的维修数据

项　　目	标　　准
液压泵储油筒容量	0.3L
液压泵油液型号	A.T.F DEXRON.2(TOTAL DEXRON)
液压泵系统容量	1.0L
发动机转速为 800r/min 时，泵油量压力	3.5×10^5Pa，流量为 3.4L + 0.4L(热油)
不转向时，最低压力为	3×10^5Pa
车轮受阻时(转弯)最大压力为	$62\sim69\times10^5$Pa
方向盘的自由行程	15 ~ 20mm
方向盘的拉力(360°以内)	24.5 ~ 29.4N
转向器小齿轮与齿条预紧力	0.8 ~ 1.3 N(在 ± 100°内)
转向器齿条拉力	100 ~ 150 N(中间 ± 5mm 内)
转向器的移动量	不大于 2mm
动力转向泵叶片与转子槽间隙	0.028mm
动力转向泵转子与定子径向间隙	0.06mm
转向横拉杆球头销转动力矩	0.3 ~ 2.9N·m
转向横拉杆球头销摆动力	6.9 ~ 64.7N

表 8-2　　转向系的螺栓(母)拧紧力矩

名　　称	拧紧力矩(N·m)
方(转)向盘与转向柱固定螺母	35
转向柱管固定螺栓(母)	17
转向柱与传动轴连接螺栓	25
传动轴与小齿轮连接螺栓	25
转向横拉杆与齿条	50
转向横拉杆球头销螺母	35
转向器固定螺栓(母)	40
低压油管接头	15～25
高压油管接头	27～39

第二节　转向系的拆装

一、转向系的拆卸

(一) 机械式转向系的拆卸

1. 转向柱管的拆卸。如图 8-1 所示，掀起方向盘 1 的中间盖板，用扳手旋下方向盘 1 的固定螺母 9。再使用拔卸器，从转向柱 2 的花键上拉下方向盘1(如图 8-9 所示)。

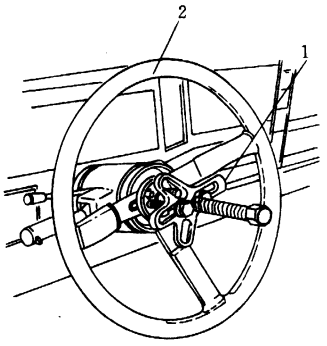


图 8-9　方向盘的拆卸
1. 拔卸器　2. 方向盘

从转向柱 2 的下方，掀开防尘套 5，旋下螺栓(母)12，从转向器的小齿轮上拆下连接杆 6；再旋下四个转向柱管固定螺栓(母)10，用钥匙打开转向锁，从车上取下转向柱管总成。

从转向柱 2 下方旋下螺栓(母)11，取下传动轴 13；再从转向柱 2 上方，取下挡圈后，将方向盘高度调整杆 8 压向下方的调整状态位置。然后从上向下将转向柱 2 从转向柱管 3 中冲出，最后从转向柱管 3 中冲出轴承 14。

2. 转向柱及传动轴万向节的拆卸。如 8-10 所示，先在传动轴或转向柱 1 上与万向节 2 上做上对正标记3(图(a))；再用螺丝刀 5 和锤 6 从万向节 2 的内侧撬出万向节十字轴轴承4(图(c))；再将十字轴 7 移到万向节的一侧，取下另一端的十字轴 7(图(b))，最后将十字轴全部取出同时，也从传动轴或转向柱 1 上取下万向节 2。

3. 机械式转向器的拆卸

(1) 从转向节上拆下转向横拉杆。如图 8-11 所示，从转向节 1 的臂上，摘下开口销，旋下螺母 2。使用专用工具 3，从转向节 1 上拆下转向横拉杆的球头销 4，从而拆下转向横拉杆 5。

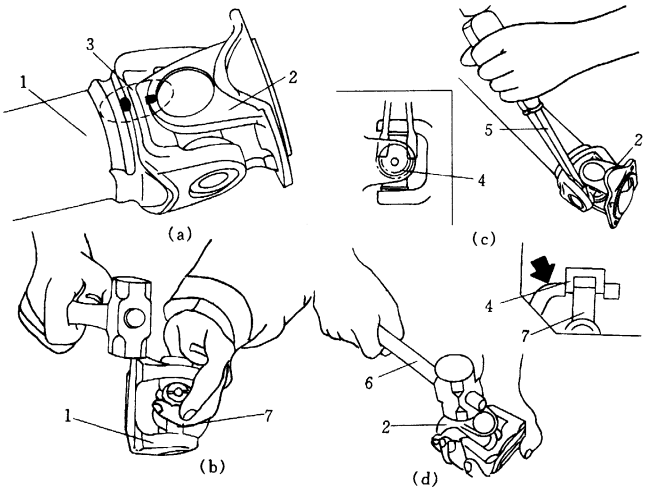


图 8-10　转向柱及传动轴万向节的拆卸

1. 传动轴或转向柱　2. 万向节　3. 对正标记

4. 十字轴轴承　5. 螺丝刀　6. 锤　7. 十字轴

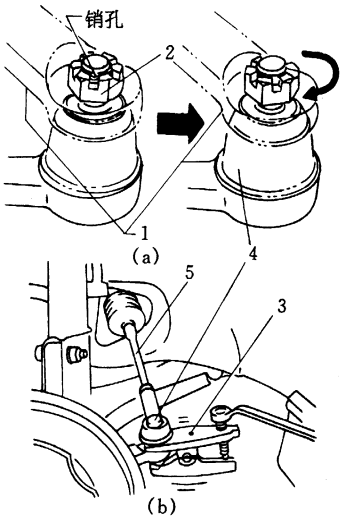


图 8-11　从转向节上拆下转向横拉杆

1. 转向节　2. 螺母　3. 专用工具

4. 转向横拉杆球头销　5. 转向横拉杆

(2) 转向器的拆卸与分解。如图 8-2 所示，旋下螺栓(母)14，从前托架上拆下转向器总成；拆下夹箍 18，拆下防尘套 13，从齿条 1 的两端拆下转向横拉杆 4；旋下螺栓 10，依次拆下顶块连接凸缘 9、密封圈 8、调整垫圈 7、弹簧 6 和顶块 5；在齿条 1 与转向齿轮 2 上做上中间位置对正标记，再抽出齿条 1，从转向齿轮 2 的上端，拆下罩盖 15，再拆下挡圈 17，从转向器壳体 3 上取出转向齿轮 2 和轴承 11。最后冲出堵盖 16 和滚针轴承 12。

(二) 动力转向系的拆卸

1. 转向管柱的拆卸与机械式转向系相同。

2. 动力转向系油管的拆卸。如图 8-3 所示，依次拆卸储液筒 2 与液压泵(动力转向泵)1 之间的油管 7、液压泵 1 与动力转向器旋转阀 4 之间的高压油管 6、以及动力转向器旋转阀 4 与储液筒 2 之间的油管 8。

3. 动力转向器及泵的拆卸与分解

(1) 动力转向器的拆卸与分解。如图 8-12 所示，先从转向节上拆下转向横拉杆球头销(参见图 8-11)。旋下螺栓 2，从前托架上拆下动力转向器总成 9；拆下旋转阀 10 与动力油缸 6 之间的油管 3、4；旋下螺母 21 和螺栓 22，从动力转向器壳 1 上拆下动力油缸 6，拆下夹箍和防尘套 23 后，从齿条 18 上拆下转向横拉杆 19；旋下螺栓 20，拆下盖板 15。再依次取下 O 形密封圈 14、调整垫圈 13、弹簧 12 和顶块 11，抽出齿条 18；用冲子在小齿轮上做中间位置标记 27，再旋下螺栓 24，取出旋转阀和小齿轮 10；冲出滚针轴承 8。

(2) 动力转向泵的拆卸与分解。如图 8-13 所示，先从发动机上拆下动力转向泵，再从泵轴上拆下皮带轮。旋下流量控制阀塞子 5，取下流量控制网 7 和阀簧 8。

如图8-13(a)所示，泵轴和轴承的拆卸：从泵体 9 上卸下并废弃泵轴卡环 1，卸下泵轴 3 和轴承 2。用工具 24 支承轴承 2 内圈，用工具 25 把泵轴 3 从轴承 2 上卸下。

如图8-13(b)所示，泵轴油封的拆卸：用一小改锥从泵体 9 上撬下泵轴油封 4。

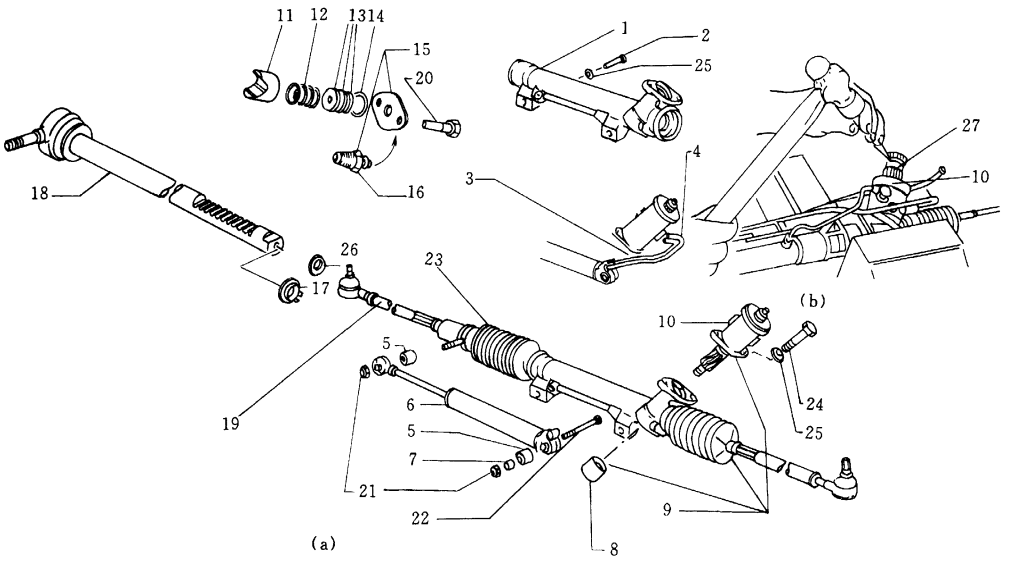


图 8-12　动力转向器的拆卸与分解

1. 转向器壳　2. 螺栓　3、4. 油管　5. 轴套　6. 动力油缸　7. 轴套　8. 滚针轴承　9. 转向器总成
10. 旋转阀与小齿轮　11. 顶块　12. 弹簧　13. 调整垫圈　14. O 型密封圈　15. 盖板(带注油器)
16. 注油器　17. 缓冲垫圈　18. 齿条　19. 转向横拉杆　20. 螺栓　21. 螺母　22. 螺栓
23. 防尘套　24. 螺栓　25. 弹簧垫　26. 垫圈　27. 标记

如图8-13(c)所示，后配流板卡环的拆卸：往泵体 9 检修孔中插入一小冲头 28，用冲头往上撬卡环 23，再在卡环下插一改锥 27，用改锥 27 上撬卡环 23，把卡环 23 卸下；用一直径为 15mm 的黄铜冲头把后配流板(止推板)22 从泵体 9 上冲下，依次取出 O 型密封圈 21、定子 20、转子 19、叶片 18、定位销 17、前配流板(压力板)16(若需要，用一压床卸下)、O 型密封圈 15、弹簧 14、定位销 11 和泵轴轴套的 O 型密封圈 13。

如图8-13(d)所示，泵轴轴套的拆卸：把一冲头 26 插入泵体 9 前侧(泵轴一侧)孔中，用锤敲打，卸下泵轴轴套 12。

二、转向系的安装

转向系的安装按与拆卸相反的顺序进行，但需注意以下事项。

(一) 机械式转向系的安装

1. 机械式转向系的组装。参见图 8-2 所示，先将滚针轴承 12 及堵盖 16 压入转向器壳体 3 内，在转向齿轮 2 上压装上轴承 11。然后将转向齿轮 2 装入，检查转向器齿轮 2 的轴向间隙，应在 0.05～0.1mm，否则应在挡圈 17 与轴承 11 之间增加调整垫片；然后再装上罩盖 15；将转向齿轮 2 放在中间位置上(拆卸时的标记)，再装入齿条1(同样按拆卸时标记的中间位置放好)，依次装入顶块 5、弹簧 6、调整垫圈 7、密封圈 8 和顶块连接凸缘 9，旋上螺栓 10。

在齿条 1 的两端，装上防尘套 13，旋上转向横拉杆4(力矩 50N·m)；将防尘套 13 的一端装在壳体 3 上，一端装到转向横拉杆 4 上，两端用夹箍捆紧(其方法如图 8-14 所示，将夹箍在

防尘套的槽里绕两周，用螺丝刀以98N的力拉紧两端的环，并转4～5圈，并使其头部朝向汽车后方，以免与其他部件干涉）。

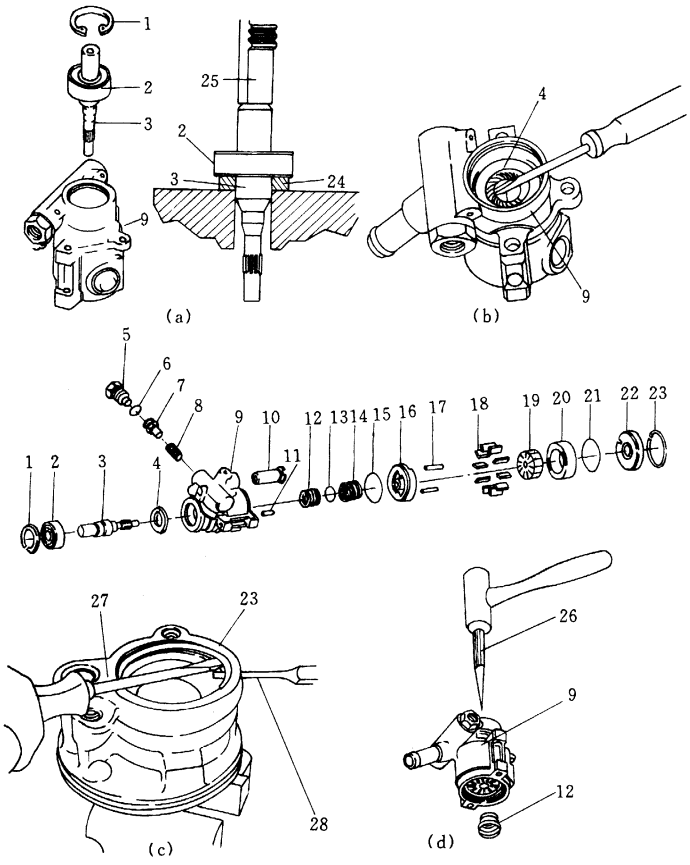


图8-13　动力转向泵的拆卸与分解

1. 卡环　2. 轴承　3. 泵轴　4. 泵轴油封　5. 流量控制阀塞子（接头）　6. O型圈　7. 流量控制阀　8. 阀簧　9. 泵壳（泵体）　10. 回油管　11. 短定位销　12. 轴套　13. O型圈　14. 压力板弹簧　15. O型圈　16. 压力板　17. 泵环定位销（长）　18. 叶片　19. 转子　20. 定子（泵环）　21. O型圈　22. 止推板　23. 卡环　24、25. 工具　26、28. 冲头　27. 改锥

再对齿条1与转向齿轮2的啮合间隙进行调整：如图8-15所示，先用弹簧秤1拉动转向横拉杆，当齿条在中间±5mm处时，应为100～150N。再用扭力扳手3转动转向齿轮，转向齿轮在中间±100°范围内，扭矩应为0.8±1.3N·m。否则应对顶块5后面的调整垫圈7进行更换。

最后将转向器总成装到前托架上，旋上螺栓（母）14（力矩40N·m），将转向横拉杆4的球头销装到转向节臂上，旋上螺母19（力矩35N·m）。注意应在转向器内注入转向器机油。

检查转向器的移动量，如图8-16所示，在装上方向盘后，将百分表放在转向器壳体上，对方向盘施以49N的力（关上点火开关），转向器壳体的运动量应不大于±2mm。

2. 万向节的组装。如图8-17所示，先将十字轴1装到万向节2上，用台钳压入轴承3；再将万向节2与传动轴或转向柱4的标记对正后，压入另外两个轴承3（在轴承内要涂上黄油）。

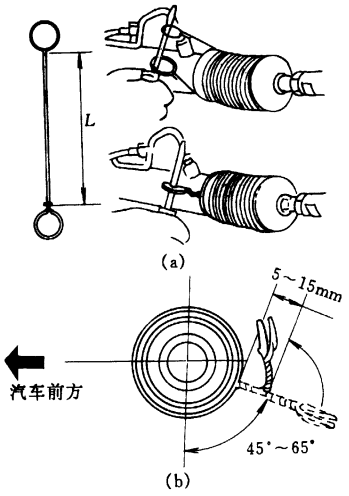


图 8-14　防尘套夹箍的安装

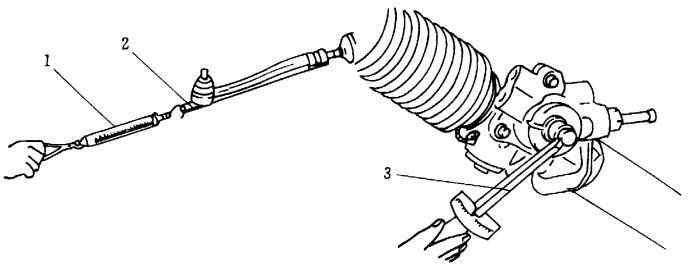


图 8-15　转向器齿轮间隙的调整

1. 弹簧杆　2. 转向横拉杆　3. 扭力扳手

3. 转向柱管的安装。参见图 8-1 所示，先在转向柱管 3 内压入轴承14(在轴承上涂上黄油)；将转向柱 2 自下向上装入转向柱管 3；并装上挡圈：如图 8-18 所示，用套管 7 压入挡圈 6。若转向柱 2 有轴向窜动时，应在挡圈 6 与轴承 3 之间增加垫圈 5。

在转向柱 2 的下方装上传动轴 13，同时将传动轴 13 与转向器的小齿轮装在一起，旋上螺栓 11 和 12，力矩 25N·m(安装方法如图 8-19 所示，将螺栓对准传动轴或小齿轮 2 的切口部分)。

再装上转向柱管，并旋上固定转向柱管的四个安装螺栓10(力矩 17N·m)。最后装上方向盘1(中间位置)，旋上固定螺母9(力矩 35N·m)。将调整杆 8 向下压到调整位置，检查方向盘是否可以上下调整位置，最后将调整杆 8 拉向上方的锁止位置上。

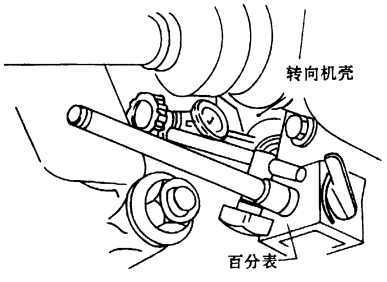


图 8-16　转向器移动量的检查

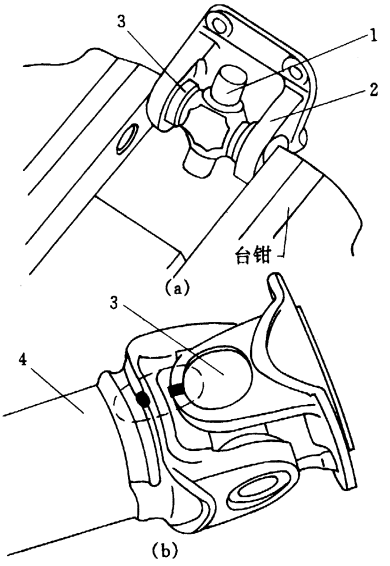


图 8-17　万向节的组装

1. 十字轴　2. 万向节　3. 轴承　4. 传动轴或转向柱

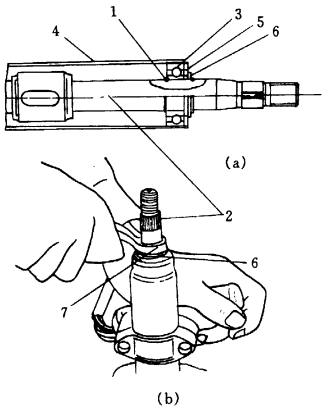


图 8-18　转向柱轴承挡圈的安装
1. 挡圈　2. 转向柱　3. 轴承　4. 转向柱管
5. 垫圈　6. 挡圈　7. 套管

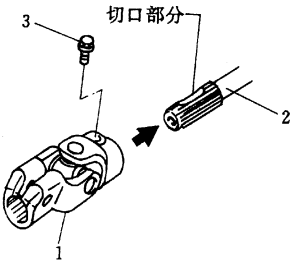


图 8-19　万向节螺栓的安装
1. 万向节　2. 传动轴小齿轮
3. 螺栓

(二) 方(转)向盘的调整

如图 8-20 所示，方向盘位置的调整(图 8-20(a))：当前轮处于直行位置时，检查方向盘是否在正确的位置。为了保证转向时左右方向转动量相同，在安装方向盘时要进行齿条调零。调零设备是法国的 SPECI 产品。调零时将方向盘安装到转向柱上，但不要紧固。将调零装置的棘轮机构卡在方向盘上。

调零原理：将调零装置放到方向盘上，向左打到底，调零装置记下左极限位置。然后将方向盘向右打到底，调零装置记下右极限装置。经过计算后，调零装置会指示操作员将方向盘转到齿条的中间位置。转到中间位置以后，取下调零装置和方向盘，在不转动转向柱的情况下，按图8-20(a)正确位置重新装上方向盘并紧固。转向机构自由行程的测定与调整如图8-20(b)所示，用卡尺 3 进行测量，在车轮不动的情况下，测量转向盘 2 的转动量应在 15 ~ 20mm 之间。若超过时应进行下列检查与调整：使转向盘从直行状况向左、向右方向反复转过 60°左右，此时检查横拉杆、转向盘是否松脱、松旷。如果转向器有间隙，可在车轮直行并着地的情况下。用调整垫片调整补偿器的预紧力，直至转向器无间隙；但转动转向盘时也不应费力为好。转向盘转动力的测量如图8-20(c)所示，让转向盘 2 从中间位置转过 360°，用弹簧秤 1 测量转向盘的转动力，应在 24.5 ~ 29.4N 之间，若超过时，应对转向机的齿轮啮合间隙进行调整(测量时轮胎气压应正常，前轮定位角应正确)。

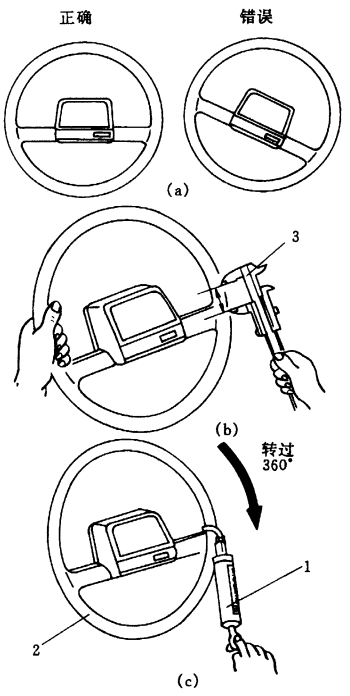


图 8-20　方(转)向盘的调整
1. 弹簧秤　2. 方(转)向盘　3. 卡尺

(三) 动力转向系的安装

1. 动力转向油泵组装前的检查

按图 8-21 所示，对动力转向油泵进行清洗：只能用酒精清洗所有金属元件。流量控制阀的检查如图8-21(a)所示。检查流量控制阀(图 8-13 件 7)，保证其在转向油泵体孔中滑动自如。若卡住，检查控制阀和转向油泵体孔是否存在杂质、刮痕和毛刺。毛刺可用细砂布去掉，若阀或转向油泵体有损坏而不能修复，则对损坏件进行更换。

流量控制阀只能作为一总成来维修，不能对它解体。从阀的进入口 1 加液压时，应能顺利进入；当堵住一个阀孔 2，从阀孔 3 朝阀内反方向加压时(400～490kPa)，空气不应以阀口 1 流出。检查压力板和止推板(图 8-13 件 16、22)表面是否平整光滑，安装时要保证其与泵环平行，检查所有零件是否有裂纹和擦伤，更换损坏的零件。压力板、止推板及泵环上抛光度高的表面总是存在有摩擦痕迹，不要把这些看成是擦伤。检查泵轴轴套(图 8-13 件 12)、轴承(图 8-13 件 2)，若损坏则更换：如图8-21(b)，将轴承 4 从泵轴 5 上压出，再压入新轴承。检查所有转子叶片在转子槽中是否运动自如，按图8-21(c)检查叶片 6 与转子 7 的槽之间的侧隙，使用间隙为 0.028mm，超过时，应更换叶片 6。检查泵轴(图 8-13 件 3)花键是否磨损，泵轴是否有裂纹和其他损坏，更新所有过度磨损和损坏的零件，更换一新泵轴卡环。检查泵壳(图 8-13 件 9)若有磨损、裂纹、铸造砂眼和损坏的其中的任一情况，则更换泵壳。检查压力软管和控制阀接头(图 8-13 件 5)，若损坏则更换。检查端盖卡环(图 8-13 件 1、23)，若损坏，则更换；若卡环发生扭曲或变形，不能再用；若不能肯定卡环好坏，则予以更换。检查转子与定子的径向间隙：如图8-21(d)所示，用塞尺 8 检查转子 7 与定子 9 的径向间隙，使用极限0.06mm,超过时应优先更换定子9(换与转子有相同的标记的)。

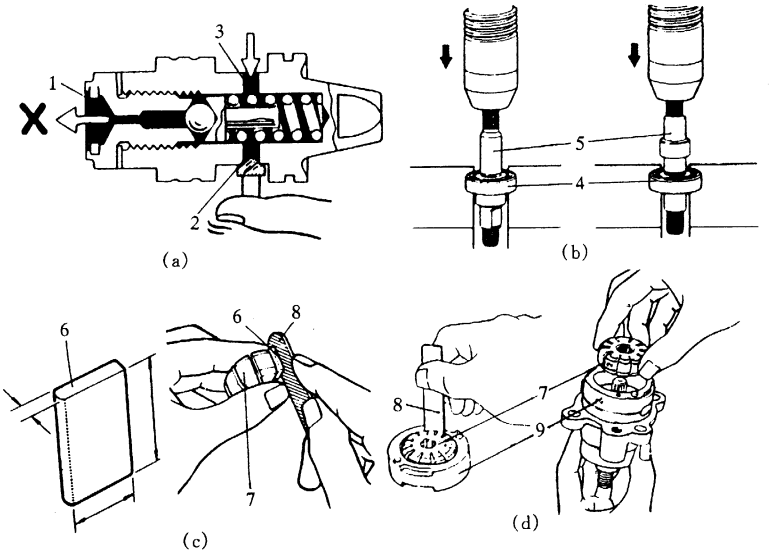


图 8-21　动力转向油泵组装前的检查

1. 阀口(进口)　2. 阀孔　3. 阀孔　4. 轴承　5. 泵轴　6. 叶片　7. 转子　8. 塞尺　9. 定子

2. 动力转向油泵的组装。如图 8-22 所示。在组装过程中，不能让任何杂质进入转向油泵；所有零部件都应用动力转向油液进行清洗和润滑。在组装过程中，要安装新的油封、卡环和 O 型密封圈。老化的、损坏的和磨损的油封将导致泄漏、噪音和机件的过度磨损，必须更换。

泵轴轴套 11、前配流板(压力板)8 和定子(泵环)的安装如图8-22(a)所示：用适当尺寸的

套筒工具10把泵轴轴套11装入泵体2孔中，当把泵轴轴套11装入泵体2孔中时，用力不要过大，否则轴套中O型密封圈座将损坏，把新的O型密封圈装入轴套11密封圈座内，把短定位销装入泵体2，在轴套11上安装好压力板弹簧(图8-13件14)。

把新O型密封圈(图8-13件13)装在压力板8上。在压力板8顶部做上标记9，这一标记9位于定位销孔正上方。在安装压力板8过程中，标记9能帮助定位板8上的定位销孔和短定位销(图8-13件11)对正，把压力板8装入泵体2，并保证短定位销完全插入压力板8定位销孔。在压力板8上安装上两个泵环长定位销(图8-13件17)，在定位销上安装上泵环(定子)(图8-13件20)，保证泵环识别标号靠近某一定位孔。转子与后(左)配流(压力)板的安装如图8-22(b)所示：把转子1装上泵体2，使转子1带沉孔端3朝向泵轴一侧，在转子1上装上叶片4，叶片4边缘圆滑边朝外；把后压力板5、O型密封圈6装入泵体2，把后压力板5放在泵体2上，使压力板5上的参考标记7与泵体2上的安装螺栓孔对正，保证压力板5与泵环定位销配合好；把压力板5压入泵体2并装好卡环(图8-13件23)。泵轴油封的安装如图8-22(c)所示：用适当尺寸的套筒12把新的泵轴油封13装入泵体2的孔中，直到油封13接触到沉孔底部。泵轴轴承的安装如图8-22(d)所示：把轴承15压入泵轴14上，压装时，支撑住轴承15内圈。把泵轴14和轴承15装入泵体2轴孔中，转动泵轴14，使其花键与转子1啮合好。保证轴承15与泵体2孔底完全贴合。装上新的泵轴卡环16，使卡环大耳17位于小耳18之左(相对轴心而言)。

3. 动力转向泵的安装。将动力转向泵装到发动机上，张紧传动皮带。

4. 动力转向器的组装与安装。如图8-12所示，先将滚针轴承8压入转向器壳1中，再装入齿条18(按中间位置)，在旋转阀与小齿轮10的接合面上涂上密封胶后，装到转向器壳1上(按中间位置)，旋上螺栓24；然后依次装入顶块11、弹簧12、调整垫圈13、O型密封圈14和盖板15，旋上螺栓20；在齿条18的两端装上防尘套23和转向横拉杆19(力矩50N·m)；用夹箍将防尘套装在转向器壳1与转向横拉杆19上(方法参见图8-14)；检查小齿轮10与齿条18的齿侧间隙(方法参见图8-15)，若达不到规定要求，可以增减调整垫圈13，在转向器壳1与齿条18上装上动力油缸6，旋上螺栓22及螺母21；将转向器总成9装到前托架上，旋上固定螺栓2(力矩40N·m)。将转向横拉杆19的球头销装到转向节臂上，旋上固定螺母(力矩35N·m)；将旋转阀与小齿轮10与转向柱传动轴连在一起，旋上螺栓(方法参见图8-19，力矩25N·m)；按图8-16的方法检查动力转向器总成的移动量。接上油管4和3，旋紧油管接头，接上进油管及回油管低压油管接头力矩为15～25N·m，高压油管接头力矩为27～35N·m。

5. 动力转向器的排气。启动发动机，直到油液达到77℃。然后关闭发动机，保持储液筒充满油液。把方向盘打到最左端，再回打到最右端，使转向油液循环。继续添加油液直到充满储液筒为止。使发动机高速空转，观察油液在油尺上的位置。若需要，则添加油液。左、右转动方向盘，但不要到达极限位置，这样可把系统中空气排除。混有空气的油液呈乳白色。保持储液筒中充满油液。注意：由于空气是可压缩的，必须排除，否则不能达到正常的转向功能。回正转向盘使前轮对正，发动机继续运转2～3min，然后关闭发动机。在系统稳定于正常工作温度条件下观察液面，若需要，则向储液筒添加动力转向油液。当液面检查完，若储液筒盖未按规定拧紧，这将导致泄漏并可能丢失盖子。安装储液筒盖时，要把它可靠拧紧。

6. 动力转向系的压力测定

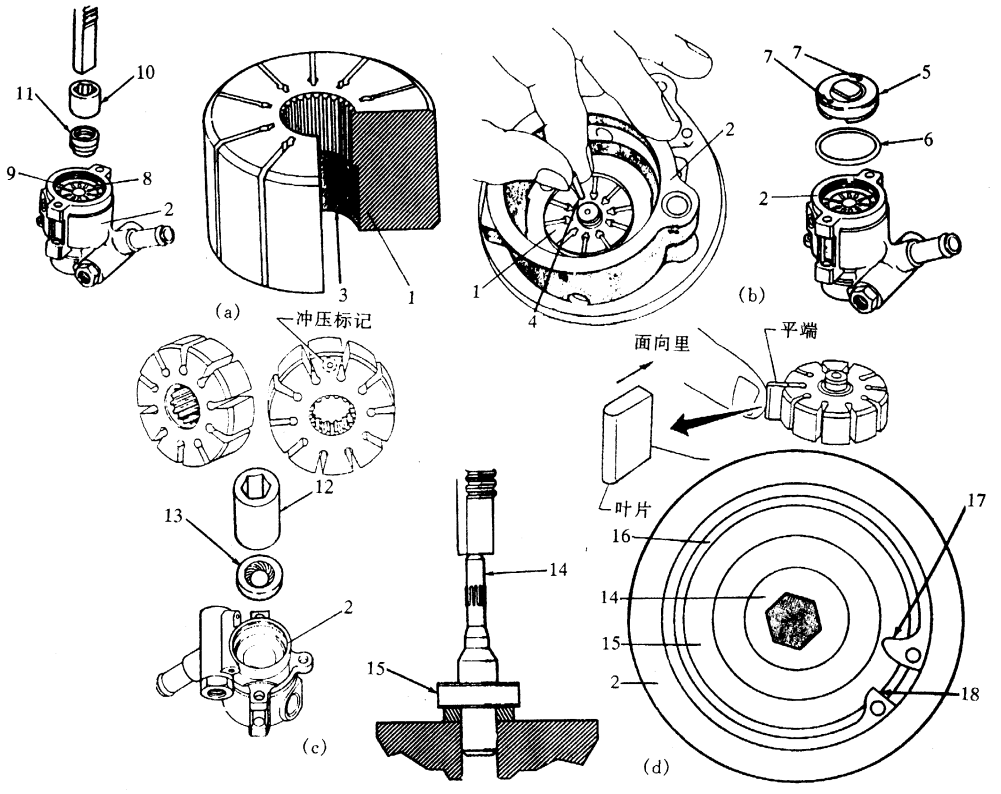


图 8-22　动力转向油泵的组装

1. 转子　2. 泵体　3. 转子带沉孔的一端　4. 叶片　5. 后压力板(止推板)　6.O 型密封圈
7. 后压力板上参考标记　8. 前压力板　9. 定位销孔标记　10. 工具　11. 轴套　12. 工具
13. 泵轴油封　14. 泵轴　15. 轴承　16. 卡环　17. 卡环大耳　18. 卡环小耳

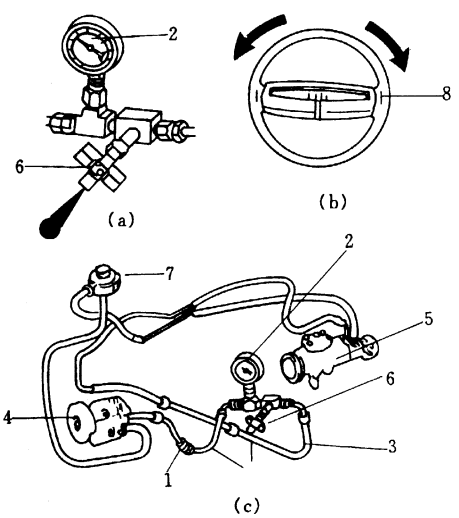


图 8-23　动力转向系的压力测定

1. 接转向泵的高压软管　2. 压力测量计
3. 接转向器的高压软管　4. 动力转向泵
5. 动力转向器　6. 检测阀　7. 油箱　8. 方向盘

如图 8-23 所示，在发动机底下放好集油盘，在泵端或转向器端(最方便处)，拆下泵 4 高压软管 1，把软管 1 固定在高于储液筒 7 的位置处，以防泄漏。

把一个压力测量计 2 连接到泵 4 压力软管 1 上，压力计 2 另一端与一相配合软管 3 相连接到转向器 5 上，把检测阀 6 接到动力转向油泵 4 与转向器端5(通过软管)之间，逆时针传动检测阀 6，使其完全开启，启动发动机，使动力转向油液达到正常工作温度，大约 77℃(170℉)。使发动机怠速运转，测量到的压力应小于 350kPa，若压力高于 350kPa，应检查软管是否有堵塞，初始压力应为 300kPa，否则需要维修。下列检测过程，用于检测泵 4 最大输出压力和流量控制阀工作状况，每次关闭压力计阀 6 时不要超过 5s，否则会损坏油泵。完全关闭阀 6，然后迅速打开，重复此过程三次，并且记录下每次

阀 6 关闭时压力计指示的最高压力。比较这些最高压力指示值，若这三次压力指示值变化范围在 345kPa 以内则说明泵工作正常。最高压力应在 6200～6900kPa。若最高压力指示值超出限制范围，而且三次压力指示值的变化范围超过 345kPa，则说明流量控制阀不能正常工作。卸下并清洗阀，用细纱布、细砂石打下毛刺。若系统被污染，则冲洗整个系统。

若三次压力值在规定范围内，但压力值低于规定最大值，则表示泵 4 有故障，应更换转向泵 4。

若泵 4 工作正常(最高示值及变化范围在规定范围内)，则进行下面测试。开启压力计阀 6，转动方向盘 8 到左、右极限位置，强迫泵 4 在极限位置工作，分别记录下方向盘 8 在左、右极限位置时的最高压力值。把左、右极限位置压力值与前面测量的最高输出压力值比较，若在任一极限位置不能重复泵最高输出压力值，则说明转向器 5 内部有泄漏现象，转向器 5 应解体修理。动力转向系统是一封闭系统，在泵 4 或转向器 5 中，若有污染的油液将循环到其它部位。若系统污染严重，则泵 4 和转向器 5 必须解体清洗，所有软管都要拆下冲洗。不要让泵 4 在方向盘 8 极限位置工作 5s 以上，这样会损坏泵 4。

第三节　转向系的故障与排除

一、机械式转向系的故障与排除

(一) 机械式转向系的故障原因与排除方法

1. 转向自由行程过大

(1) 转向器的小齿轮与齿条间隙过大，造成转向自由行程过大。检查与调整的方法，如图 8-15 所示。

(2) 转向器的轴承磨损，造成转向自由行程过大。排除方法是更换轴承。

(3) 转向器安装螺栓(母)松动，造成转向自由行程过大。排除方法是紧固螺栓(母)。

(4) 转向横拉杆球头销磨损，使转向自由行程过大。排除方法是检查转向横拉杆球头销的预紧度，如图 8-24 所示。检查转向横拉杆球头销的转动力矩应为 0.3～2.9N·m，摆动力应为 6.9～64.7N，否则应更换转向横拉杆球头销。

(5) 万向节磨损，造成转向自由行程过大。排除方法是检查万向节的径向间隙，如图 8-25 所示。用手握住万向节的两端，在十字轴的两个方向摆动，若感到有间隙，表明此万向节已磨损，应予更换。

(6) 转向柱、传动轴与转向器之间的连接螺栓(母)松动，造成转向自由行程过大。排除方法是紧固螺栓(力矩 25N·m)。

(7) 方向盘与转向柱连接松动，造成转向自由行程过大。排除方法是检查方向盘与转向柱的紧固螺母是否松动，松动应拧紧(扭紧力矩 35N·m)；二者的花键连接是否松动，否则应更换方向盘或转向柱。

2. 转向沉重

(1) 转向器润滑不足，造成转向沉重。排除方法是向转向器充加转向机油。

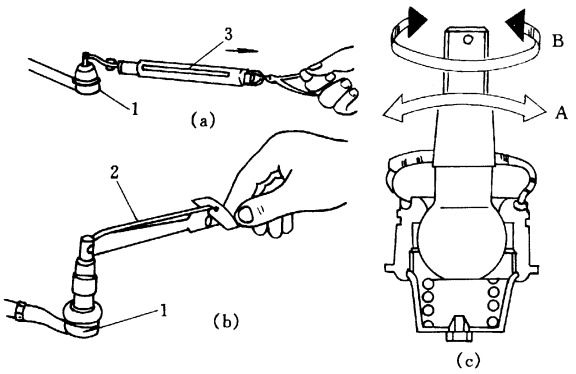


图 8-24　转向横拉杆球头销预紧度的检查

1. 转向横拉杆球头销　2. 扭力扳手　3. 弹簧秤

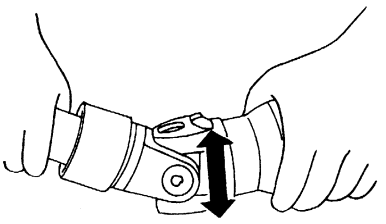


图 8-25　万向节径向间隙的检查

(2) 前轮胎气压不足，造成转向沉重。排除方法是正常充气至 2.2×10^5Pa。

(3) 前轮定位角不正确，造成转向沉重。排除方法是正确检查与调整前轮定位角。

(4) 转向器小齿轮与齿条啮合间隙太小，造成转向沉重。排除方法是重新按图 8-15 所示的方法进行调整。

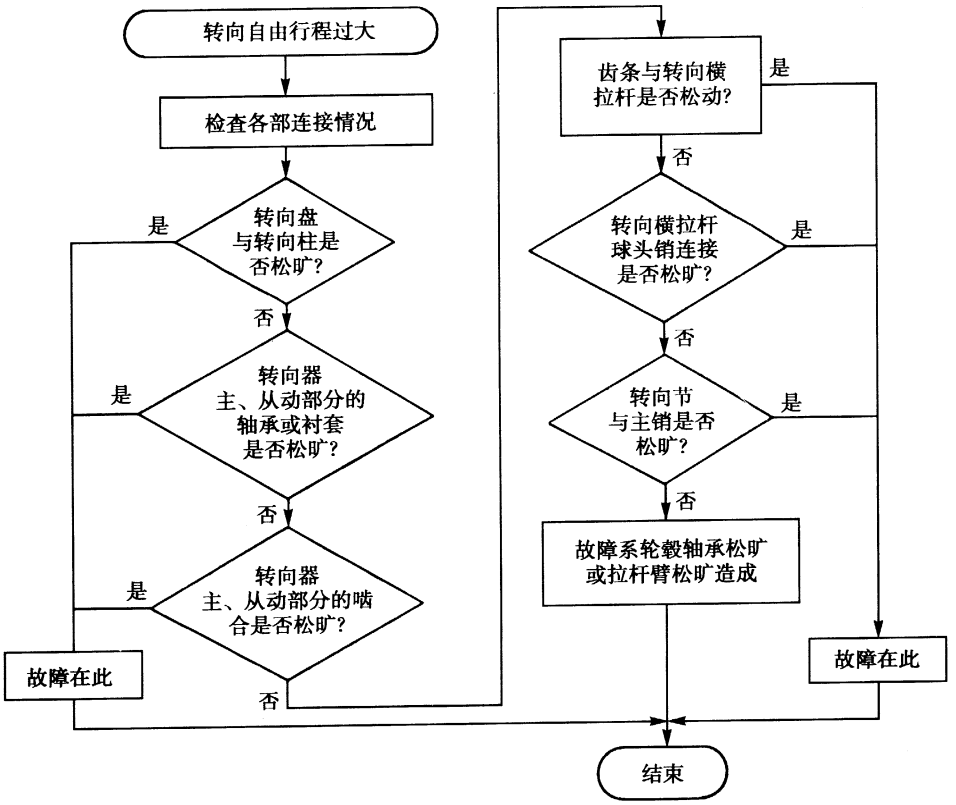


图 8-26　转向自由行程过大的排除程序

(5) 转向器或转向柱轴承损坏，造成转向沉重。排除方法是更换轴承。

(6) 转向横拉杆球头销缺油或损坏，造成转向沉重。排除方法是更换转向横拉杆球头销。

(二) 机械式转向系故障的排除程序

1. 转向自由行程过大的排除程序

转向自由行程过大的排除程序见图 8-26。

2. 转向沉重的排除程序

转向沉重的排除程序见图 8-27。

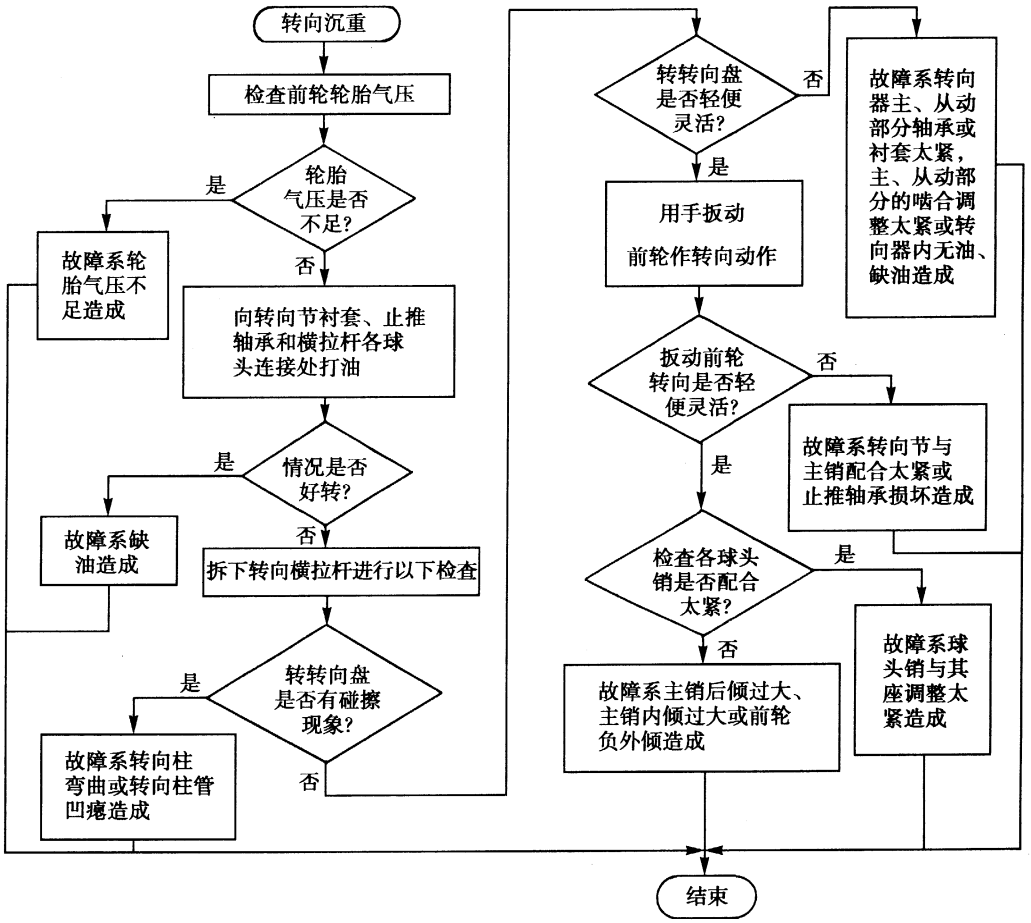


图 8-27　转向沉重的排除程序

二、动力转向系的故障与排除

动力转向系的故障与排除见表 8-3。

表 8-3　　动力转向系的故障与排除

故障现象	可能原因	排除方法
转向器发出嘶嘶声	轻微的嘶嘶声是正常的，不影响转向性能。除非嘶嘶声特别明显。这种噪声和转向性能无关，当方向盘处于极限位置时或原地慢慢传动方向盘时，会出现这种嘶嘶声	不用更换转向阀，更换的转向阀也会出现轻微的噪声，并且不能纠正。检查一下柔性连接铆钉的间隙。保证转向轴与转向器对正，使柔性连接处在一个平面内转动，而在转向轴转动时，任何不扭曲金属与金属内的柔性连接都会导致阀的嘶嘶声，这声音由转向管柱传入驾驶室
转向器有喀嗒和咯咯声	(1) 转向器在支架上的安装出现松动 (2) 转向传动杆系松动 (3) 压力软管碰车辆其它部件 (4) 转向器的齿轮调整过松 注：转向时可能发出轻微的喀喀声，这是正常的，不应该将间隙调整到规定的范围以下，来消除这种轻微的喀喀声 (5) 转向摇臂松动	(1) 检查转向器安装螺栓，用 40N·m 的紧固力矩拧紧螺栓 (2) 检查拉杆接头有无磨损，需要时更换 (3) 调整软管位置，不要用手使软管弯曲 (4) 按规定调整 (5) 按规定拧紧摇臂螺母
转向沉重或助力不足	(1) 泵的皮带松动 (2) 液面低 (3) 转向器与转向柱管不对正 (4) 下连接法兰松转 (5) 轮胎充气不当，可能还有一些其它原因 (6) 流量控制阀卡住 (7) 泵输出压力不够 (8) 泵内泄漏过大 (9) 转向器内泄漏过大	(1) 按规定调整皮带张力 (2) 加液到规定液面，如液面过低，检查所有管路和接头，拧紧松动接头 (3) 对正转向器和转向柱管 (4) 松开夹紧螺栓，正确地装配 (5) 按规定压力充气 注：如果(1)至(5)项检查仍找不出转向沉重的原因，应进行压力试验 为了诊断(6)、(7)、(8)、(9)所列现象，需要对整个动力转向系统进行测试
动力转向液产生乳状泡沫，液面低以及压力低	转向液中有空气，或由于泵内泄漏造成液体损耗	检查有无漏液并加以解决，排出系统中空气。若液面低，则过低的温度会使空气进入转向系统，如果液面正确，而泵仍然起泡沫，将泵从车上取下，将储油筒和泵体分开，检查堵塞和壳体有无裂缝，如果堵塞松动或外壳开裂，则应更换壳体
由于转向泵原因造成的输出低压力	(1) 流量阀卡滞或不能工作 (2) 压力板与泵环未靠平	(1) 消除毛刺或污垢或将其更换，用转向液冲洗系统 (2) 校正
由于转向器原因造成输出压力低	(1) 由于活塞磨损或油缸严重磨损使压力降低 (2) 阀环上，阀体和螺杆间的油封漏油	(1) 从车上取下转向器，拆开检查活塞和油缸 (2) 从车上取下转向器，拆开并更换油封
快速地自右向左传动方向盘时转向力瞬时增大	(1) 泵内液面低 (2) 油泵皮带打滑 (3) 内泄漏过多	(1) 按需要添油 (2) 张紧或更换皮带 (3) 检查泵压

续表

故障现象	可能原因	排除方法
发动机运转时转向，特别在原地转向时，方向盘颤或跳动	(1) 液面低 (2) 泵皮带松 (3) 打满转向时转向拉杆碰撞发动机油底壳 (4) 泵压不足 (5) 流量控制阀卡住	(1) 按需要添加 (2) 按规定调整张力 (3) 校正间隙 (4) 检查泵压，如流量阀已坏，则予以更换 (5) 检查有无胶着或损坏，需要时更换
转向泵输出压力低	(1) 泵环过分磨损 (2) 压力板、止推板或转子有擦伤 (3) 叶片安装不当 (4) 叶片卡住在转子槽内 (5) 止推板或压力板开裂或断裂	(1) 更换零件，冲洗系统 (2) 更换零件，冲洗系统 (3) 正确安装 (4) 清除毛刺、胶质以及脏物 (5) 更换零件
转弯或回正时转向器发出尖叫声	滑阀上阻尼O型圈切断	更换阻尼O型圈
方向盘回正性能差	(1) 轮胎充气不当 (2) 杆系球头销润滑不足 (3) 下连接法兰和转向器调整器摩擦 (4) 转向器与转向柱管不对正 (5) 前轮定位不正确 (6) 转向杆系卡住 (7) 主销球接头咬住 (8) 方向盘与外罩摩擦 (9) 转向轴轴承过紧，或卡滞 (10) 滑阀卡住或堵塞 (11) 回油软管扭曲阻塞	(1) 按规定气压充气 (2) 润滑杆系接头 (3) 松开夹紧螺栓，正确安装 (4) 对正转向器和转向柱管 (5) 必要时加以检查和调整。把前轮放在前轮定位检查架上。拆开转向摇臂和摇臂轴的连接。用手转动前轮，如轮子不转动或用很大的力才能转动，则查明转向杆系接头是否卡住 (6) 更换接头 (7) 更换主销接头 (8) 把外罩对中 (9) 更换轴承 (10) 取下滑阀加以清洗或更换 (11) 更换软管
汽车偏驶	(1) 前轮定位未校正 (2) 转向阀不稳定 注：如果是此原因，则在偏驶方向上用的转向力很轻，而在相反方向上正常用力或用力大些	(1) 按规定调整 (2) 更换阀
方向盘回正过度或转向松旷	(1) 转向系中有空气 (2) 转向器在支架上的安装出现松动 (3) 转向杆系过度磨损而松动 (4) 转向器轴承预紧不足 (5) 转向器齿轮啮合间隙过大	(1) 向泵的油箱加油，然后进行转向操作，排出系统中空气。检查软管接头紧固力矩是否合适，需要时加以调整 (2) 按规定紧固力矩，拧紧连接螺栓 (3) 更换松动接头 (4) 从车上取下转向器，按规定进行调整 (5) 从车上取下转向器，按规定进行调整

第九章　制动系的构造、拆装及故障排除

第一节　制动系的构造与工作原理

一、制动系的构造

如图 9-1 所示，制动系包括行车制动系统和驻车制动系统。

富康轿车的行车制动装置由前桥上的盘式制动器 3、4 和后轴上的鼓式制动器(带比例阀)5、6 及真空助力液压制动总泵构成。制动管路的布置型式为“X”型。前、后制动器蹄片间隙均可自动调整。行车制动系统的控制、供能部分由双腔制动主缸 2、贮液罐 7、真空助力器 8 和制动踏板 9 等组成。液压是由一个装有真空助力装置的双管路制动主缸 2 来进行操纵的。在每一后制动轮缸(分泵)中均有一个制动液压比例阀(补偿器)并与之形成一体。驻车制动器在后制动器 5、6 上，制动钢索 10 与固定在地板上的驻车制动臂 11 相连，操纵 驻车制动器。

制动时，踩下制动踏板 9，借助真空助力器 8 产生的推力，使总泵 2 活塞前移，制动液在总泵 2 活塞的推压下，经过制动管路，进入左前、右后和右前、左后制动分泵，推动活塞外移，使制动蹄片压在旋转着的制动盘(鼓)上，通过产生的摩擦力使车轮转速降低，在地面的反作用力下，使车速降低，直至停车。

当松开制动踏板 9 时，在回位弹簧的作用下，制动液经过制动管路流回制动总泵，使制动蹄片回位，蹄片间隙恢复，使制动作用得以解除。

为了保证车辆在高速行驶时的制动稳定性，防止因后轮抱死而侧滑，富康轿车还装备了与后制动分泵成为一体的比例阀，以合理分配前后制动力，使后轮不会完全抱死，即不会产生明显的车轮拖痕。从而减少因后轮抱死而侧滑的危险。

驻车制动时，司机拉动驻车制动臂(手柄)11，制动拉索 10(左、右各一根)带动后制动器中的驻车制动器杠杆，使其绕支点转动，此时后制动器中的驻车制动推杆相应移动，使两蹄外张压住后制动鼓，起到驻车制动效能。

二、制动防抱系(ABS)的构造

如图 9-2 所示，富康轿车安装制动防抱死装置(ABS)，只用于四个车轮均采用盘式制动器的轿车。制动防抱系的构造如图 9-2 所示，采用四个传感器、四个液压管路，这种防抱死装置所用的控制单元——计算机 2 在发动机罩下的液压循环组里，如此配置的意义在于减小

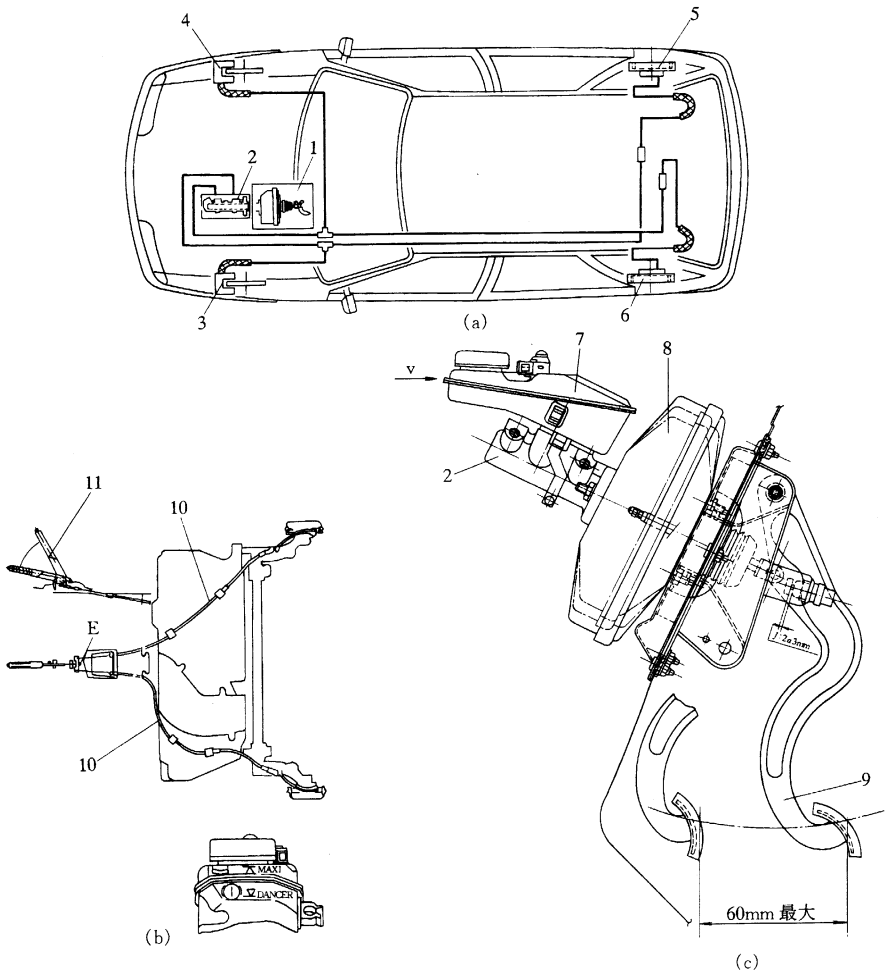


图 9-1　制动系的构造

1. 制动助力器　2. 制动主缸(总泵)　3. 左前制动钳　4. 右前制动钳
5. 右后制动器　6. 左后制动器　7. 贮液罐　8. 真空助力器
9. 制动踏板　10. 制动钢索　11. 驻车制动臂(手柄)

电线联接点，保证最大限度的线路畅通，也可防止可能产生的电子干扰。车轮防抱系由 BOSCH ABS 系统构成。两个电磁阀用于前轮，一个电磁阀用于后轮。一个柱状活塞的制动压力调节器 3 用来调节两轮之间的压力，检测与调节的电子系统具有 4 条通道和 4 个传感器。

三、制动主缸与真空助力器的构造

(一) 制动主缸的构造

如图 9-3 所示，它采用的是串联式双腔制动主缸。它可以分别驱动前左轮和后右轮与前右轮和后左轮的制动器。把整个制动系统分成两个独立的系统，这样可以防止部分制动管路或元件偶然发生故障时，而导致整个制动系统的功能失效，从而使汽车制动系统具有双重安

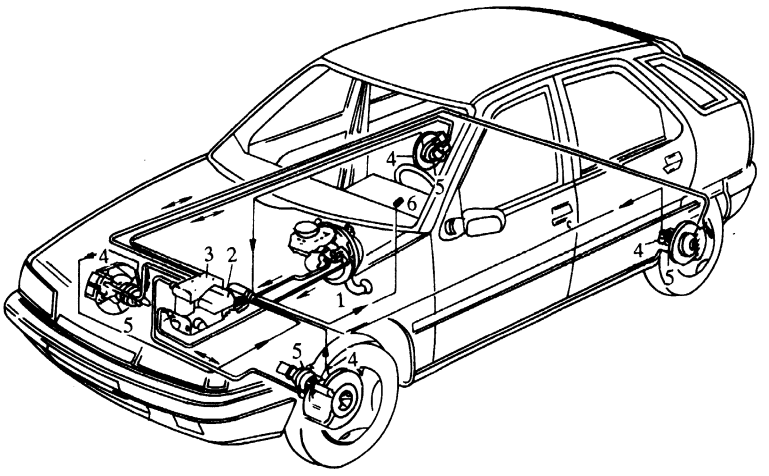


图 9-2　富康轿车上装的电子控制制动防抱死装置

1. 制动总泵　2. 控制装置(计算机)　3. 制动压力调节器　4. 制动传感器
计数器(车速)　5. 制动传感器计数叶轮(转速)　6. 制动液液面及驻车制动器指示灯

全性。串联式制动主缸与真空助力器连在一起，形成一个真空助力器与制动主缸的组合总成，装置在汽车上。上部与贮油罐 2 联接，侧面两个孔分别与两条制动管路联接。泵的内径为 ϕ20.6mm。

主缸的驱动力来源于真空助力器及踏板。真空助力器推杆推动第一活塞 9，活塞压缩缸内油液，输出压力油，进行作功。双腔制动主缸工作过程如下。

(1) 正常制动[图 9-3 (a)]。在推杆作用下，缸内两个活塞几乎同时关闭旁通孔，推动油液，在全部轮缸活塞使摩擦片与制动盘或鼓接触之后，双管路中产生压力并逐渐增高。

(2) 第二管路失效[图 9-3 (b)]。此时第二管路中不能形成压力，第二活塞(s)16 被推至主缸底部，此时若继续踏下制动踏板，则第一活塞(p)9 继续向左推进，并在第一管路中建立压力。

(3) 第一管路失效[图 9-3 (c)]。此时第一管路中不能形成压力，第一活塞(p)9 被向左顶住第二活塞(s)16 右端的钢碗上，此时若继续踏下制动踏板，则第二活塞(s)16 继续向左推进，并在第二管路中建立压力。此时的踏板行程要比正常制动时的踏板行程长。

一条管路失效时，会引起制动效能明显下降，制动液以贮液罐的两个腔中的一个流失。考虑到在制动过程中，因制动液消耗，贮液罐 2 内油液逐渐减少，为保持最少的制动液安全储备，贮液罐 2 内装有液面警报装置，以提示驾驶员及时补充制动液。本轿车使用的制动液是 4606 合成液，参考标记是：NFR 126405 TOTAL FLUIDE SY 制动液，更换周期为 40000km 或 2 年。也可使用 DOT4 制动液(美国标准)，其沸点在 155℃以上，－40℃时的粘度在 1800mm^2/s 以下，可以满足制动液低温流动性和盘式制动器在高热负荷下不产生气阻的工作要求。

制动主缸的操纵机构是与真空助力器连在一起的。真空助力器操纵杆与制动踏板的间隙应保持在 2～3mm 之间，过大反应迟缓，过小容易使主缸顶死，产生制动发咬等现象。助力器推杆的行程为 22.3 ± 0.1mm。

在制动过程中，贮液罐 2 的液面高度将产生上下波动现象，为了保证制动安全可靠，应注

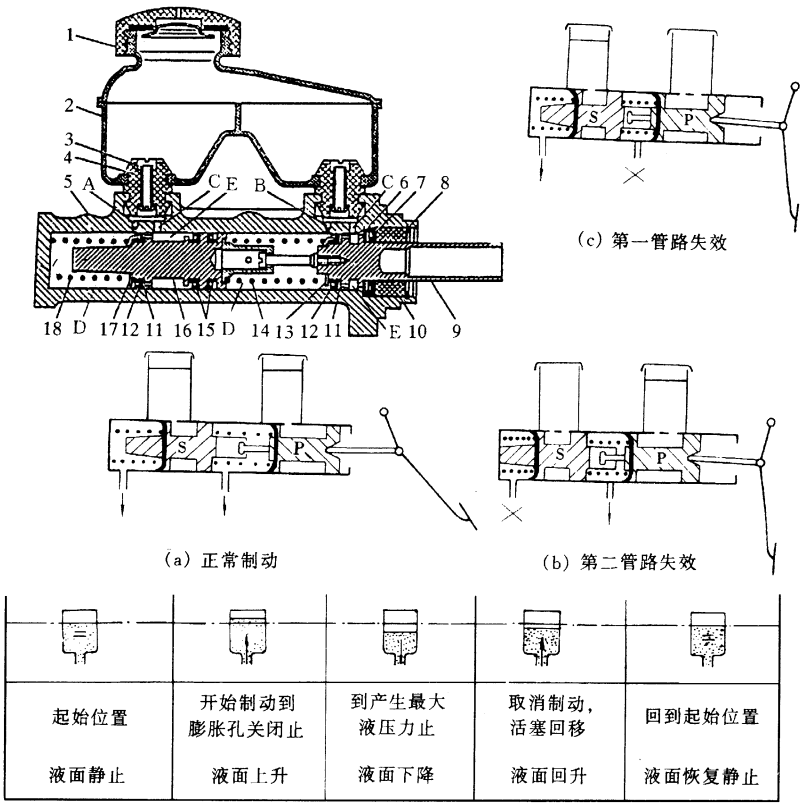


图 9-3　制动主缸的构造

1. 加液口盖　2. 贮液罐　3. 管子　4. 橡胶套管　5. 泵体　6. 止推垫圈
7. 密封皮圈　8. 锁环　9. 第一活塞　10. 导向套　11. 垫圈　12. 密封皮圈
13、17. 止推垫圈　14、18. 回位弹簧　15. 分隔皮圈　16. 第二活塞
A、B. 加油孔　C. 补偿孔　D. 压油腔　E. 进油腔

意贮液罐 2 的液面高度，不允许液面低于最低液面标记。液面的变动过程见图 9-3 中所示。

总泵（主缸）上装有贮液罐 2 和起缓冲作用的橡胶套管 4，中间的管子 3 作为与总泵连通的油路，A 与 B 分别为两管路的加油孔，C 为两条管路的补偿孔。当第一活塞 9 和第二活塞 16 向前推动时，分别关上加油孔 B 和 A，使泵体 5 内的制动液压力升高。分别经泵体 5 上的出油孔进入两个制动管路进行制动。当制动踏板失去外力，在回位弹簧 14 和 18 的作用下，活塞 9 和 16 回到原来的位置，由于迅速放开制动踏板，制动液不能及时回流到总泵的压油腔 D；压油腔产生一定的真空，而进油腔 E 油压高于压油腔 D；于是制动液经活塞 9 和 16 上周边的小孔由进油腔 E 进入压油腔 D，同时贮液罐 2 的制动液经补偿孔 C 分别进入油腔 E，使活塞 9 和 16 在回位时，避免空气的侵入。当活塞 9 和 16 完全回位时，加油孔 A 和 B 打开，多余的油便可经加油孔 A 和 B 回到贮液罐 2。

（二）真空助力器的构造

为了在轻松的制动操作中，获得较大的制动力，采用了真空助力器。真空助力器串联在制动踏板与制动主缸之间，其构造如图 9-4 所示。当助力器失效时，可借人力进行制动，不过此时虽然尽最大力踩制动踏板，但制动力仍然有所下降。因此真空助力器失效时，汽车仍

能保持一定的制动效能。

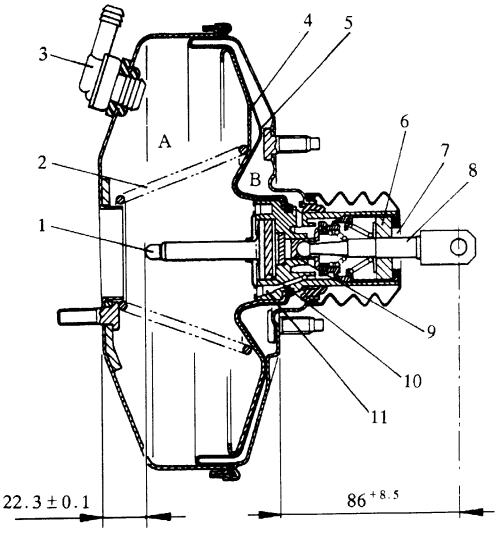


图 9-4　真空助力器的构造

1. 推杆　2. 回位弹簧　3. 单向阀　4. 活塞　5. 膜片
6. 空气过滤器　7. 通大气孔　8. 操纵杆
9. 柱塞(大气/真空阀)　10. 推盘
11. 放气孔　A、B. 气室

真空助力器的工作状况如下。

无制动工况时，大气/真空阀(柱塞)9 关闭大气进口，打开膜片 5 两侧 A、B 腔的通道，此时，A、B 腔同为真空，无压力差，膜片 5 不动，不起助力作用。

有制动工况时，当踩动制动踏板时，操纵推杆 8 左移，在阀芯弹簧作用下，大气/真空阀 9 向左位移，开启大气进口，关闭膜片 5 两侧 A、B 腔的通道。此时，膜片 5 左侧的 A 腔仍为真空，膜片 5 右侧的 B 膜通大气，膜片 5 两侧产生压力差，大气推动膜片 5 左移，促使主缸活塞运动，建立液压，驱动车轮制动器工作，产生制动助力作用。由此可以看出，建立液压的驱动力为踏板力和膜片推力之和。从而起到减轻踏板力，增大制动效能的助力作用。

半制动工况时，当半制动减速时，驾驶人员对汽车的减速程度满意后，踏板力不再增加。此时阀芯停止向左移动，这时在推盘 10 的反力作用下，大气/真空阀 9 向右位移，结果，关闭大气通道。此时，大气/真空阀 9 处于平衡位置，使膜片两侧 A、B 腔压力差保持不变，且与主缸已建立的油压平衡。因膜片不动，主缸建立的油压也不再增加，处于半制动状态。

制动解除时，脚踏板力消失，被压缩的弹簧 2 将使推杆 1 向右推动柱塞 9 及柱塞阀口向右，一旦柱塞 9 抵住空气阀门将使大气隔断，B 腔抽真空孔道被重新打开，恢复 A、B 腔均为真空的状态。

注意：真空助力器是利用发动机运转时进气歧管的真空度作为动力的，由于本车不装备真空储能器，发动机熄灭后虽然保证一次有效的真空助力制动，再使用时真空势能已耗尽，因此禁止行车时熄火滑行，尤其是下坡熄火滑行。行车前与行车时应注意脚感真空助力器的效能。如果制动时感觉制动踏板明显较以往顶脚费力，多为真空助力器失效，应立即到就近服务站进行检修，切不可大意继续行车，否则后果不堪设想。

四、前制动器的构造

前制动器的构造，如图 9-5 所示。富康轿车的前制动器分实心盘制动器和通风盘制动器两种构造。两者的结构型式基本相同，只是通风盘制动器的制动盘轴向尺寸、制动衬片和制动钳都略大一些。由于通风盘制动器热容量大，抗热衰退能力强，使制动效能和制动衬片使用寿命均有所提高，但其制造工艺复杂一些，制造成本要高一些。在制动衬片上都安装了衬片磨损传感器 16，当衬片磨损到极限时，自动向驾驶人员报警，提醒更换制动衬片，以保证行车安全。本轿车的前轮装备了浮动制动钳盘式制动器，其工作原理如图 9-5(c)所示。制动时，来自主缸的液压油 18 推动轮缸活塞 11 向左运动，并推动内摩擦片 3 压到制动盘 4

上，由于浮动制动钳体 12（与轮缸套 17 固定在一起），设计得可沿浮动钳固定支架 1 的导轨 7（与前桥转向节组装成一体），并相对于制动盘 4 作轴向滑动，这样轮缸活塞 11 的作用反力将使轮缸套 17 向右移动，通过钳体 12 带动摩擦片 5 也同时压向制动盘 4，此时摩擦片 3 与 5 像夹钳一样夹住制动盘 4，起到制动作用。

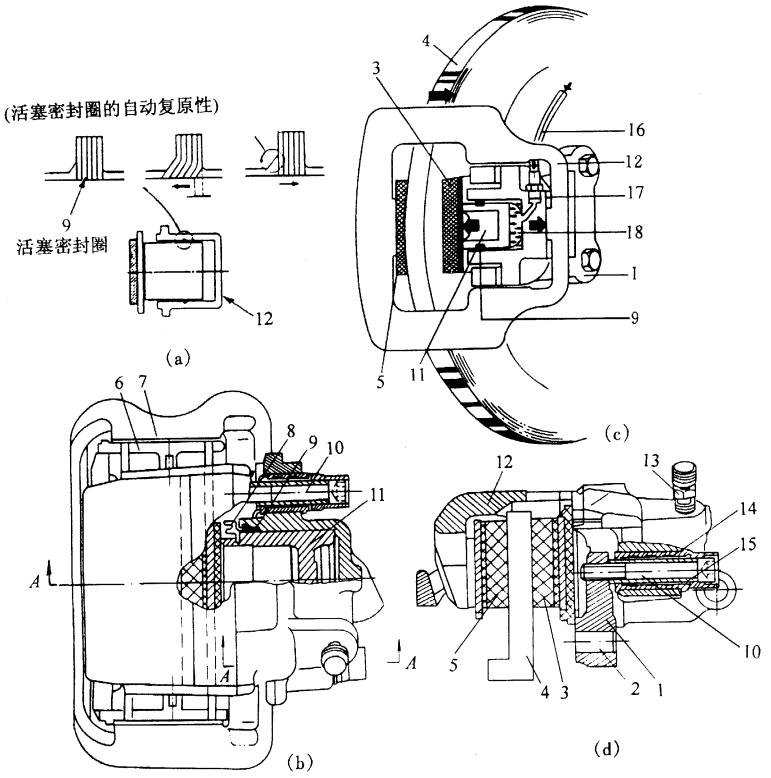


图 9-5　前制动器的构造

1. 固定支架　2. 螺栓孔　3. 内摩擦衬片　4. 制动盘　5. 外摩擦(衬)片
6. 弹簧片　7. 固定支架上的导轨　8. 外油封　9. 内油封(密封圈)
10. 内六角螺栓　11. 活塞　12. 浮动制动钳体　13. 放气螺钉　14. 塑料套管
15. 橡胶套　16. 衬片摩损传感器　17. 轮缸套　18. 液压油

盘式制动器的自动调整制动间隙装置是借助于弹性橡胶密封圈的弹性作用来实现的，其工作原理如图9-5(a)所示。其工作过程：制动时，活塞 11 向左移动，弹性密封圈 9 的刃边在摩擦力作用下，随活塞 11 移动，使密封圈 9 产生一弹性变形，若相应于极限摩擦力的作用使弹性密封圈 9 刃边产生一极限变形 Δ，并设定此值等于安全制动时活塞 11 的行程。当制动解除时(无油压)，活塞 11 可以在弹性密封圈 9 的弹性恢复力作用下反回 Δ 距离。由此可见，摩擦片 3、5 与制动盘 4 之间的间隙即为设定的间隙 Δ（约 0.10～0.15mm)。如果制动器存在过量间隙时(如摩擦片磨损)，则制动时弹性密封圈 9 的变形量达到极限变形量 Δ 之后，活塞 11 仍可在液压作用下，克服极限摩擦力而继续向左移动，直到完全制动为止。但制动解除后，活塞 11 在弹性密封圈 9 的作用下，仍保持自动调整间隙的作用。弹性密封圈 9 兼起密封、调整作用，结构简单。但弹性密封圈 9 的弹性、耐热性、耐磨性、刃边的几何形状、粗糙度、与制动液的相容性等都应具备良好的性能。

制动盘4固紧在轮毂上，与前轮一起转动，并夹在内外摩擦片3与5之间。固定支架1由两只M12螺栓以70N·m力矩紧固在前悬挂支架上。

固定支架1上有两根导轨7，通过两根特制的弹簧片6，将内、外摩擦片3、5压在其上。内、外摩擦片可沿着导轨7作轴向平行移动，并通过导轨将制动力传到固定支架1上。带有制动轮缸的浮动制动钳12，用两只内六角螺栓10弹性连接在固定支架1上，并可沿着塑料套管14和橡胶套15作轴向移动和微量的转动。轴向移动能使内、外摩擦片3、5对制动盘4作浮动定位，而微量转动可起到一定的缓冲作用。浮动制动钳12还与固定支架1的导轨7接触，起辅助支撑作用。内、外摩擦片3、5分别安装于活塞11（ϕ48mm）和浮动制动钳12之间。

由于摩擦片3、5是浮装在支架1上，这样在汽车行驶时可能常有轻微抖动，引起噪音及磨损，为此用防震弹簧片6把摩擦片3、5夹住，以减少抖动。

五、后制动器与带比例阀的后制动分泵的构造

（一）后制动器的构造

如图9-6所示，本车型后桥左右装备两个全浮式制动器。该制动器装备有间隙自动调整装置，可保持制动踏板的行程不变。另外，驻车制动也是由两个后鼓式制动器实现。后鼓式制动器与常规液压轮缸促动式制动器无多大不同，限于篇幅仅介绍间隙自动调整装置。它是在驻车制动器处于完全松开状态下，主缸制动发生作用时进行，由于左、右制动蹄压向制动鼓时，使被弹簧7的弹力压着的驻车制动推杆组件（自动调整连杆）2放松，外圆带有棘齿的间隙调整螺母5端面压力消失，此时弹簧6的弹力才得以向下拉动卡在螺母5的棘齿中的杠杆4，并在其向下运动的同时拨动螺母转动；只有在应补偿间隙大于T/Z，其中Z为棘齿数，T为螺杆螺距数，才能拨过一个齿，否则为空程。从而使驻车制动推杆组件（自动调整连杆）2变长，起到自动补偿间隙变大的功能。主缸制动解除，双蹄复位，组件2又重新受压的同时，柄叉螺杆13凸块推动间隙拨动杠杆4，重新卡入螺母5的棘齿槽内。

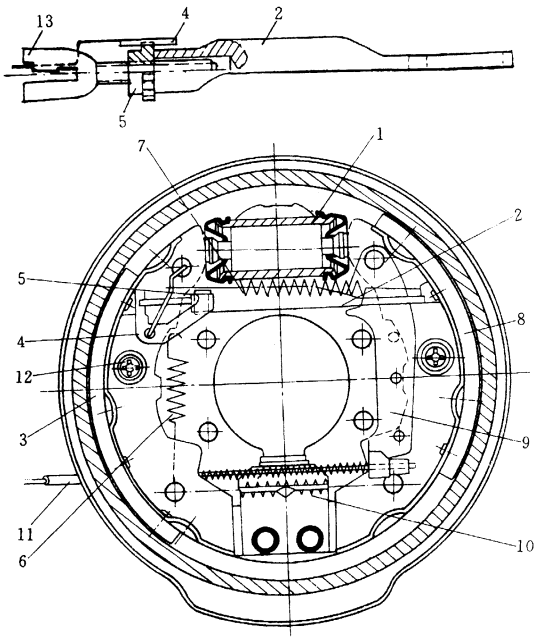


图9-6　后制动器的构造

1. 后轮缸（分泵）　2. 自动调整连杆（驻车制动推杆）
3. 左蹄　4. 间隙拨动杠杆　5. 外圆带有棘齿的调整螺母（左旋）　6. 间隙拨动杠杆弹簧
7. 制动蹄回位弹簧　8. 右蹄　9. 手制动杠杆
10. 制动器保持弹簧　11. 驻车制动拉索
12. 保持销钉（左右各一）及弹簧片等
13. 柄叉螺杆（左旋螺纹）

（二）带有比例阀的后制动分泵的构造

为了保持汽车制动时，车辆行驶方向的稳定性，对前后车轮制动力要求有正确的分

配，因此采用制动力调节装置。本轿车采用了与两个后轮制动轮缸成整体的比例阀(补偿器)，调节后轮制动器蹄片的促动力。如图 9-7 所示，不制动时，弹簧 3 施加的压力维持活塞 2 抵住推杆 4；推杆 4 使球阀 1 脱离阀座，液压油从球阀 1 进入，从而保证了使主缸、轮缸的液体相通。当制动时提高了液压管路中的压力，一旦液压作用在 S_3 上的力 F_3 足以克服弹力 F_2 与 F_1 之和，活塞 2 又向右移动并关闭阀门。阀门关闭后，若管路压力下降，使作用在 S_1 上的压力增加产生 $F_1 + F_2 > F_3$，又使活塞向左移动，并重新推开阀门。液压又产生了，并在管路中产生更高的压力，但立刻，扇面上 S_3 的压力也变得更大，推动活塞向右滑动并关闭阀门。此时一切恢复原样。重要差别在于此时液压管路中的压力比第一次关闭时要大。在压力上升过程中，活塞 2 在一个平衡位置附近反复打开和关闭。使后制动器压力比前制动器压力增量要少，因此后制动器的制动力一直小于前制动器，避免了后制动器不致因油压过高而产生后车轮抱死、侧滑现象。

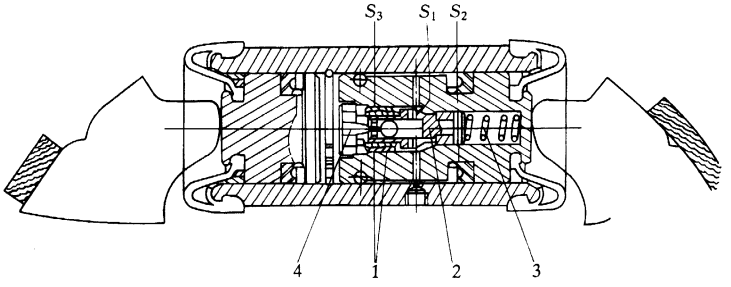


图 9-7　带有比例阀的后制动分泵的构造

1. 球阀　2. 比例阀活塞　3. 平衡弹簧　4. 推杆(柱塞)

F_1 作用在环状面 S_1. 上的压力(向左)　$S_3 = S_1 + S_2$

F_2 弹簧 3 作用在 S_2. 上的力(向左)

F_3 作用在活塞 S_3. 上的压力(向右)

六、制动系的维修数据

制动系的维修数据及螺栓(母)的拧紧力矩见表 9-1、表 9-2。

表 9-1　　制动系的维修数据

项目 \ 车型		RG	AL，AG	使用极限
真空助力总泵	制动总泵活塞直径(mm)	φ20.6		
	真空助力器活塞直径(mm)	φ203.6		
	总泵活塞与缸体的间隙(mm)	0.04～0.09		0.15
前制动器	制动盘直径(mm)	φ247		
	制动盘厚度(mm)	10	20.4(通风盘)	
	制动盘磨损后最小厚度(mm)	8	18.4	
	制动盘最大偏摆度(mm)	0.2		
	制动盘最大不平度(mm)	0.02		
	制动分泵活塞直径(mm)	φ48		

续表

项目		车型	RG	AL，AG	使用极限
前制动器	制动分泵与活塞间隙(mm)		0.06～0.10		0.16
	制动衬片残余厚度(mm)				大于0.8
	前制动器安装阻力(N)		120		
后制动器	制动鼓直径(mm)		ϕ180		
	制动鼓磨损后最大直径(mm)		ϕ182		
	制动分泵活塞直径(mm)		20.6		
	比例阀节压作用起始点(MPa)		2.5		
	制动分泵与活塞间隙(mm)		0.04～0.09		0.15
	制动蹄衬片最小厚度(mm)				2.5
制动踏板最大行程(mm)			不大于60		
制动灯开关接合间隙(mm)			2～3		

表 9-2　　制动系螺栓(母)的拧紧力矩

名　称	拧紧扭矩(N·m)
总泵安装螺母	10
真空助力器安装螺母	20
制动踏板轴螺母	25
制动踏板支架螺母	50
放气螺钉	7～10

第二节　制动系的拆卸与安装

一、制动系的拆卸

(一) 真空助力器与制动主缸的拆卸与分解

1. 从各分泵放出制动液，拆下制动主缸与各分泵连接的制动管路。

2. 真空助力器与制动主缸的拆卸。如图 9-8 所示，从制动踏板 5 上拆下销钉 6，旋下真空助力器 1 的固定螺母 4，从车上拆下真空助力器与制动主缸总成。再旋下制动主缸固定螺母 3，从真空助力器 1 上拆下制动主缸 2。

3. 制动主缸的分解。

如图 9-9 所示，摘下防尘套 2，用螺丝刀 34 顶住第一活塞 17，再用尖嘴钳 33 取下挡圈 31，取出垫圈 32、导向套 13、油封 14，取出第一活塞组件 11；再从第一活塞组件 11 上取下前密封圈 15、垫圈 16，旋下螺栓 23，取下弹簧座 22、弹簧 21、止推垫片 20、后密封圈 19、

垫圈 18。旋下限位螺栓 6，从制动主缸(总泵)后端的出油口吹入压缩空气，顶出第二活塞组件 12 和弹簧 30。再从第二活塞 26 上取下止推垫片 29、后密封圈 28、垫圈 27、前密封圈 24 及中密封圈 25。

4. 真空助力器的分解。

如图 9-10 所示，先进行真空助力器的分开：将真空助力器 29 放在工具 28 内，顺时针转动工具上的螺杆 30，便可以使真空助力器 29 的前、后壳 3、21 分开(注意前后壳对准的标记，以便安装时对正)。旋下推杆叉 1 和螺母 2，取下挡圈 13，从真空助力器后壳 21 上取下带空气阀的推杆 22 及控制阀 20。从真空助力器前壳 3 上取下膜片 26、活塞 27、反作用橡胶块 10、推杆(输出杆)5、弹簧 4。

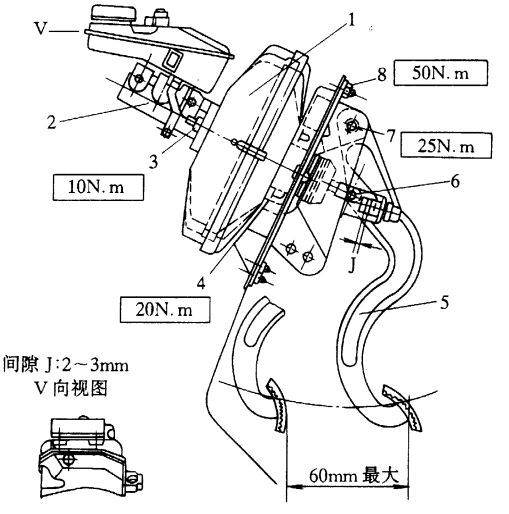


图 9-8　真空助力器与制动主缸的拆卸

1. 真空助力器　2. 制动主缸　3. 螺母　4. 螺母　5. 制动踏板　6. 销钉　7. 螺钉　8. 螺栓(母)

(二) 前制动器拆卸与分解

1. 前制动器的拆卸。如图 9-11 所示，旋下钢圈螺栓 14，取下前轮 15，摘下制动衬片磨损检测线束 10 的插头；拆下长销 12 和止动板 9，取下压簧 13。把制动钳 1 由内向外推，先拆下外制动衬片 3，再取下内制动衬片。旋下螺栓 4，从制动钳支架 11 上拆下制动卡钳 1。旋下螺栓 16，从转向节上拆下制动钳支架 11。旋下螺栓 5，从制动毂上取下制动盘 2。

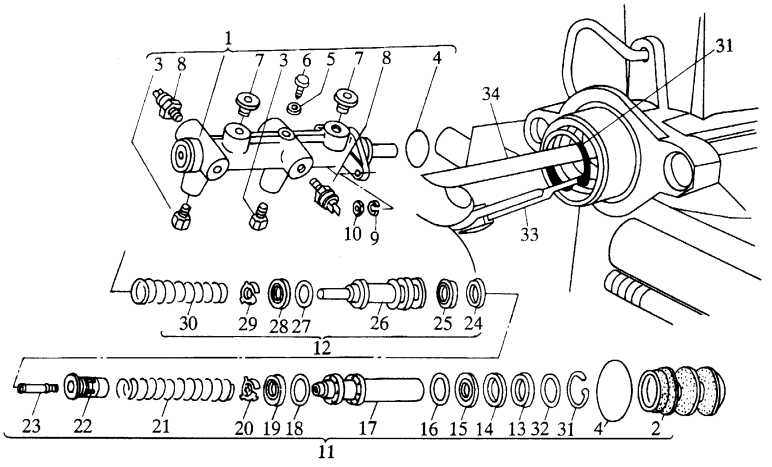


图 9-9　制动主缸的分解

1. 制动主缸　2. 防尘套　3. 油管接头　4. 垫圈　5. 垫圈　6. 限位螺栓　7. 套管　8. 油管接头　9. 弹垫　10. 螺母　11. 第一活塞组件　12. 第二活塞组件　13. 导向套　14. 油封　15. 前密封圈　16. 垫圈　17. 第一活塞　18. 垫圈　19. 后密封圈　20. 止推垫片　21. 弹簧　22. 弹簧座　23. 螺栓　24. 前密封圈　25. 中密封圈　26. 第二活塞　27. 垫圈　28. 后密封圈　29. 止推垫片　30. 弹簧　31. 挡圈　32. 垫圈　33. 尖嘴钳　34. 螺丝刀

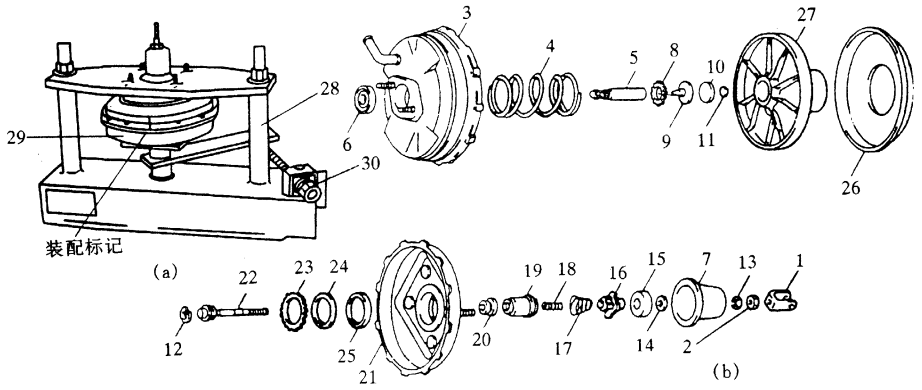


图 9-10　真空助力器的分解

1. 总泵推拉杆叉　2. 螺母　3. 助力器前壳　4. 弹簧　5. 输出杆　6. 前壳气封　7. 防尘罩　8. 齿环　9. 反作用环　10. 反作用橡胶块　11. 反作用板　12. 弹簧挡圈　13. E 型挡圈　14. 垫圈　15. 滤芯　16. 弹簧座　17. 空气阀弹簧　18. 控制阀弹簧　19. 阀座　20. 控制阀　21. 助力器后壳　22. 带空气阀的推杆　23. 齿环　24. 衬垫　25. 后壳气封　26. 膜片　27. 活塞　28. 工具　29. 真空助力器　30. 螺杆

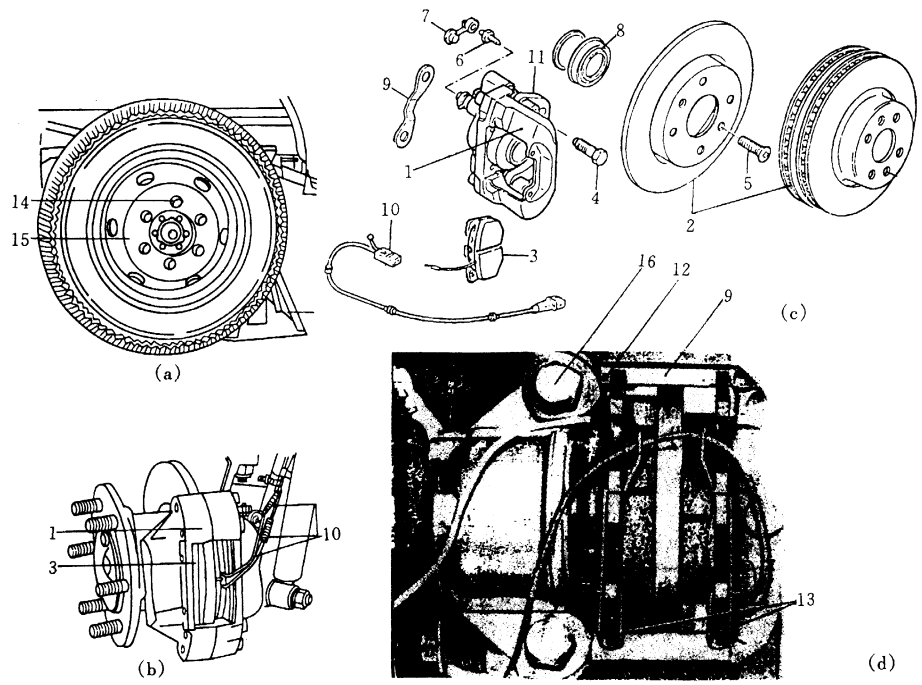


图 9-11　前制动器的拆卸

1. 制动钳　2. 实心制动盘(通风制动盘)　3. 制动衬片　4. 卡钳紧固螺栓　5. 沉头螺栓　6. 放气螺栓　7. 放气螺栓罩　8. 制动钳活塞及密封圈　9. 止动板　10. 制动衬片磨损检测线束　11. 制动钳支架　12. 卡销　13. 压簧　14. 钢圈螺栓　15. 前轮　16. 螺栓

2. 前制动器的分解。如图 9-12 所示，先用螺丝刀 7 撬下防护罩 1。再用木块 5 顶住活塞

4，从制动钳的进油孔，用压缩空气枪 6 吹入压缩空气，将活塞 4 吹出(不要损伤活塞)。然后用螺丝刀 8 从制动钳中挑出密封圈 3。

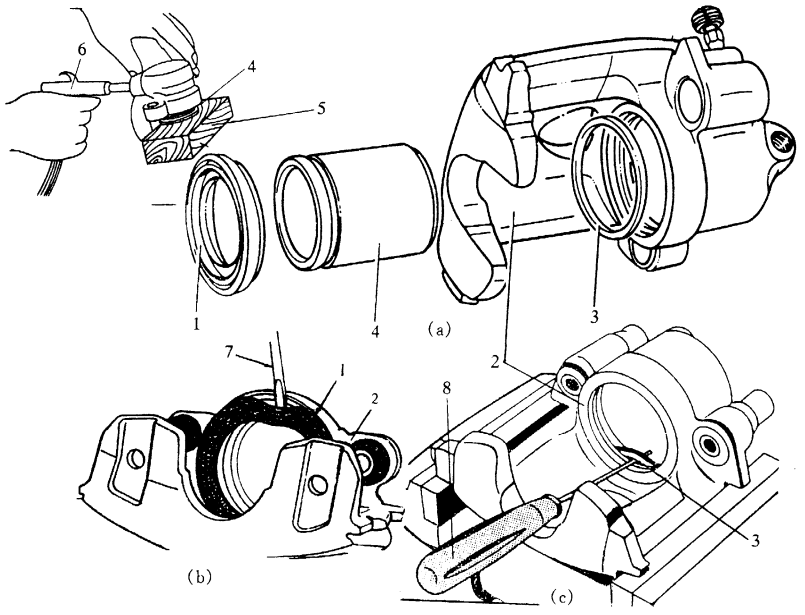


图 9-12　前制动器的分解

1. 防护罩　2. 制动钳　3. 密封圈　4. 活塞　5. 木块

6. 压缩空气枪　7、8. 螺丝刀

(三) 后制动器的拆卸与分解

1. 后制动鼓的拆卸。如图 9-13 所示，为使制动蹄与后制动鼓的间隙变大，以便拆卸，可从制动底板 4 的孔中，伸入工具 3，推开间隙拨动杠杆 1，同时拨动间隙调整螺母 2，使自动调整连杆 5 变短，便使制动蹄与制动鼓间隙变大；此时即可拆下后制动鼓 6。

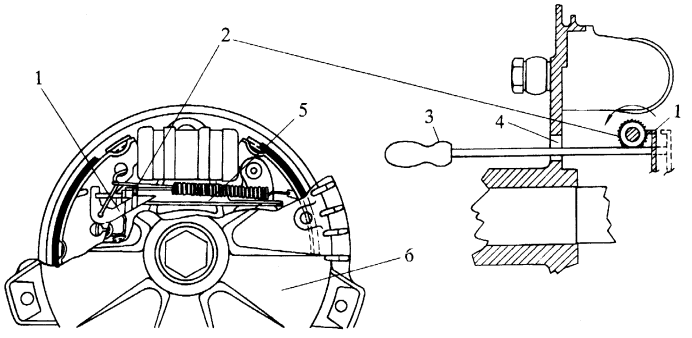


图 9-13　后制动鼓的拆卸

1. 间隙拨动杠杆　2. 间隙调整螺母　3. 工具　4. 制动底板

5. 自动调整连杆　6. 制动鼓

2. 后制动器的拆卸。如图 9-14 所示，先从制动蹄 25 上摘下驻车制动拉索(图 9-6 件 11)。取下弹簧锁片 1，取下制动蹄保持销钉 2。旋下螺母 26，取下垫 27、垫片 28、16 后，

取下后制动蹄总成；再从其上取下间隙拨动杠杆 3 的卡簧 4 和拉簧 24，取下间隙拨动杠杆 3；再取下上回位簧 10 和下回位簧 23，分开两半个制动蹄 25，取下自动调整连杆 5。最后旋下螺栓 7，拆下后制动分泵 9。

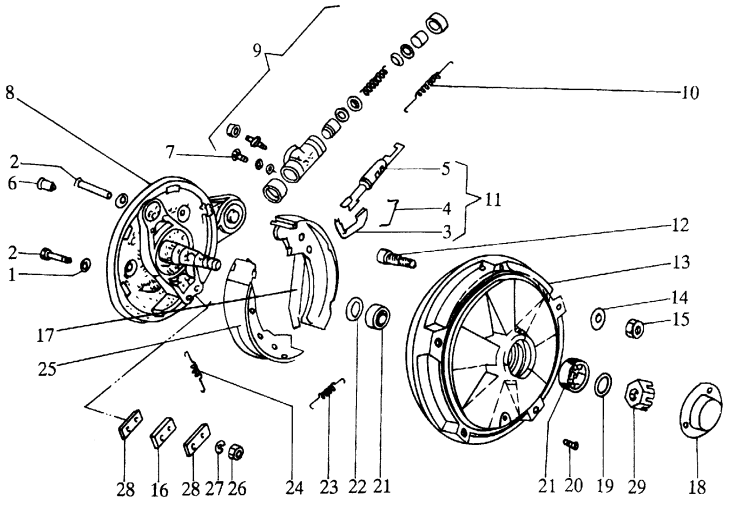


图 9-14　后制动器的拆卸

1. 弹簧锁片　2. 保持销钉　3. 间隙拨动杠杆　4. 卡簧　5. 自动调整连杆　6. 塞头　7. 螺栓　8. 底盘　9. 分泵　10. 上回位簧　11. 调节杆组件　12. 螺钉　13. 轮毂（制动鼓）　14. 平垫　15. 螺母　16. 厚垫片　17. 驻车制动杠杆　18. 轴头盖　19. 垫　20. 螺栓　21. 轴承　22. 油封　23. 下回位簧　24. 拉簧　25. 制动蹄　26. 螺母　27. 垫　28. 薄垫片　29. 螺母

二、制动系的安装

（一）后制动器的安装

如图 9-14 所示，按与拆卸相反的顺序进行组装。先装上后制动分泵 9，再将制动蹄组件组装好(带调节杆组件 11)。装上保持销钉 2 和弹簧锁片 1，使制动蹄定位。装上垫片 28、16 和 27，旋上螺母 26；检查制动蹄 25 能否活动自如，否则应调整垫片的厚度。在驻车制动杠杆 17 上挂上驻车制动拉索，最后装上后制动鼓 13，旋上螺母 29，将螺母边缘铳入轴上的止动槽内。待制动系全部装好后，踩几次制动踏板，便可将制动蹄与制动鼓的间隙调整正确。

（二）前制动器的安装

1. 前制动器的组装。如图 9-15 所示，先将防尘罩 3 从活塞 2 的有底的一端 7 装入，如图 9-15 (b)，再向前推到活塞 2 开口端 4 的沟槽内，如图 9-15 (c)；在制动卡钳 1 的缸孔内的槽 9 内装上密封圈 5 (涂上制动液)，如图9-15(d)；然后用工具 8 压入活塞 2，如图(f)，活塞 2 有底的一端 7 应朝内，活塞开口端 4 应朝外，最后用工具 6 将防尘罩 3 压入制动卡钳 1 内端的槽内，如图9-15(a)。

2. 前制动器的安装。如图 9-11 所示。按与拆卸相反的顺序进行。装上制动盘 2，旋上螺

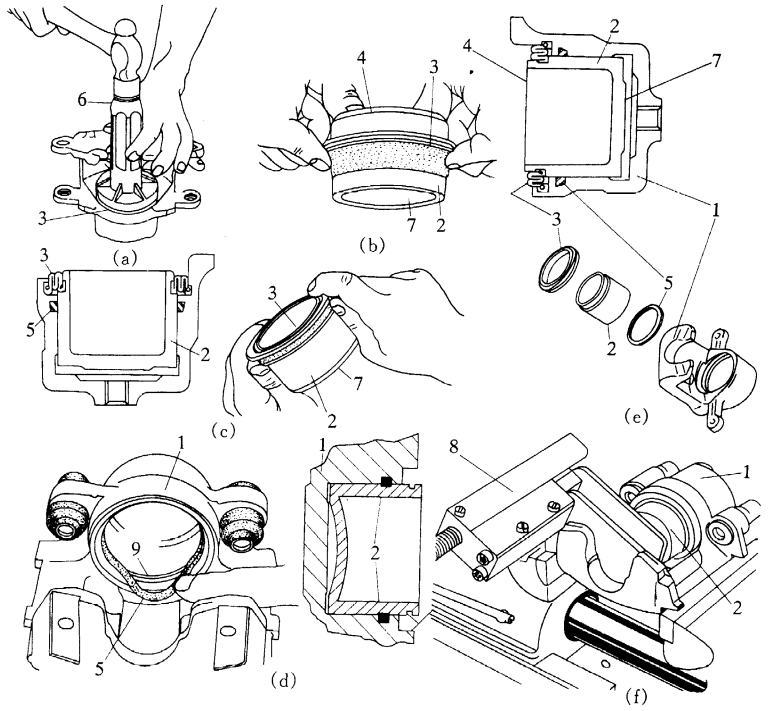


图 9-15　前制动器的组装

1. 制动卡钳　2. 活塞　3. 防尘罩　4. 活塞的开口端　5. 密封圈

6. 工具　7. 活塞的有底端　8. 工具　9. 制动钳缸内端的槽

栓 5；再将制动钳支架 11 装到转向节上，旋紧螺栓 16。然后装上组装好的制动卡钳 1，旋紧螺栓 4 把活塞推向内部，装上内制动衬片 3，再向外移动制动卡钳 1，装上外制动衬片 3。装上压簧 13、止动板 9，用卡销 12 固定。

3. 前制动器安装阻力的测试。如图 9-16 所示，待制动系全部装好以后进行：踩下制动踏板，再放开踏板，将前制动盘旋转 10 转，用弹簧秤拉动前轮毂，其转动力不应大于 120N（此值已减去轮毂的轴承阻力为 $F2$-$F1$）。否则应重新检查制动盘的偏摆或更换密封圈。

（三）制动主缸（总泵）与真空助力器的装配

1. 制动主缸（总泵）第二活塞的组装。如图 9-17 所示，先将后密封圈 2 刃口向内、前密封圈 6 刃口向外，弹簧 1 小端朝向第二活塞 5 进行组装，组装后应在密封圈上涂上制动液；然后，一面旋转、一面转动地将第二活塞装入主缸（不要用任何工具以免损坏密封圈），旋上限位螺栓（图 9-9 件 6）。

2. 制动主缸（总泵）第一活塞的组装。如图 9-18 所示，将第一活塞的后密封圈 4 刃口向内，前密封圈 11 刃口也向内（确认装上第二活塞组件 5 后，旋紧限位螺栓 7）。

当装入第一活塞组件 6 后，再装上油封 2，其刃口向内。在装上导向套和垫圈后，用尖钳子装上挡圈 3。

3. 真空助力器的组装。参见图 9-10 所示，先将弹簧 4、输出杆 5 和齿环 8、反作用环 9、反作用橡胶块 10、反作用板 11、活塞 27、膜片 26 装到前壳 3 上。再将控制阀 20、阀座 19、弹簧 18、空气阀弹簧 17、弹簧座 16、滤芯 15、防尘罩 7 装到后壳 21 上。穿入推杆 22，再装

上后壳气封 25、衬垫 24 和齿环 23。如图 9-19 (b)所示，用图 9-10 所示的工具将前壳 1 与后壳2的标记对正后，逆时针转动工具上的螺杆，合上前壳与后壳。装配时应在指定零件上涂抹润滑脂，如图 9-19 (a)所示。

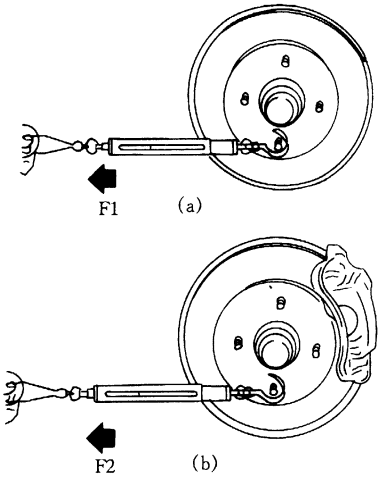


图 9-16　前制动器安装阻力的测试

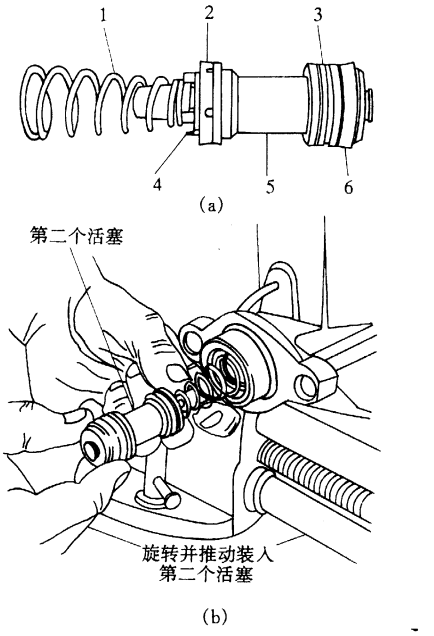


图 9-17　制动主缸(总泵)第二活塞的组装

1. 弹簧　2. 后密封圈　3. 中密封圈　4. 止推垫片
5. 第二活塞　6. 前密封圈

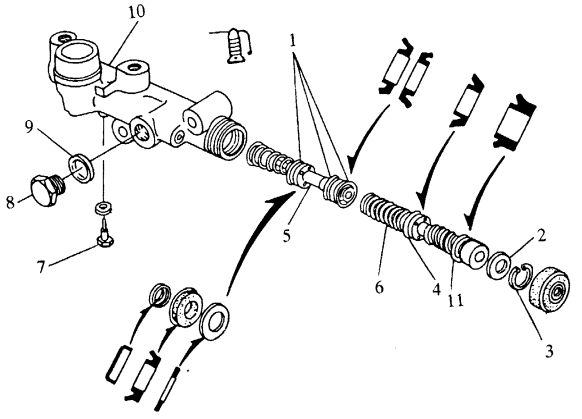


图 9-18　制动主缸(总泵)第一活塞的组装

1. 密封圈　2. 油封　3. 挡圈　4. 后密封圈　5. 第二活塞　6. 第一活塞
7. 限位螺栓　8. 螺栓　9. 垫圈　10. 制动主缸　11. 前密封圈

4. 制动主缸(总泵)与真空助力器的组装与调整。如图 9-20 所示，真空助力器 5 的输出杆 7 与总泵 3 的第一活塞 2 之间的间隙应在 0.6～0.65mm 之间。为此需先用工具 1 测出总泵 3 上第一活塞 2 的深度(要带着垫圈 4)，如图 9-20 (a)所示。再用同一工具 1 的另一端，调整真空助力器 5 的输出杆 7 的长度，可旋转输出杆 7 上的调整螺钉 6 来实现，如图 9-20 (b)所示；最后旋紧调整螺钉 6 上的锁母。

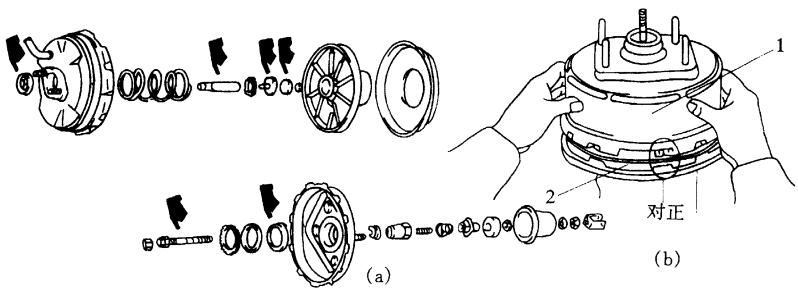


图 9-19　真空助力器涂润滑脂位置与前后壳的对正

1. 前壳　2. 后壳

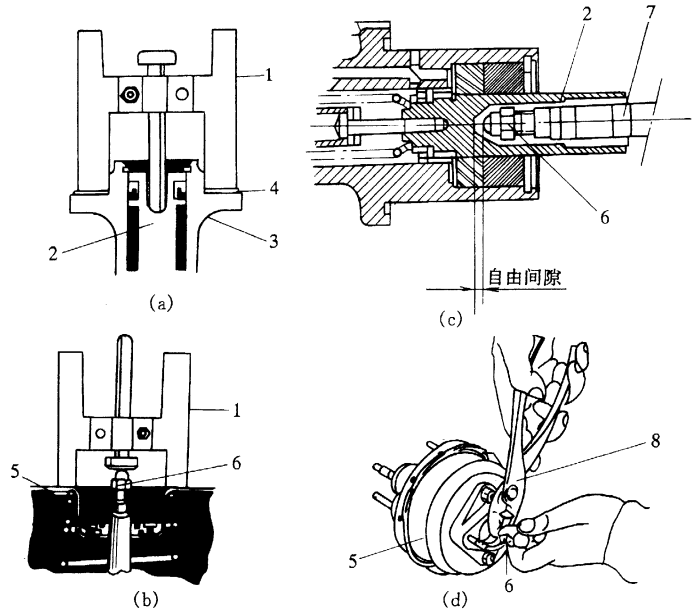


图 9-20　制动主缸(总泵)与真空助力器的组装与调整

1. 工具　2. 第一活塞　3. 制动主缸(总泵)

4. 垫圈　5. 真空助力器　6. 输出杆调整螺钉

7. 真空助力器输出杆　8. 钳子

5. 制动主缸与真空助力器的安装。参见图 9-8 所示，先将制动主缸 2 与真空助力器 1 装在一起，旋紧螺母 3 (力矩 10N·m)。再将组装上制动主缸的真空助力器 1 装到车上，旋上螺母 4 (力矩 20N·m)，然后将真空助力器的推杆叉用销钉 6 与制动踏板 5 连在一起。最后检查制动液面，如图中 V 向视图上，应在标线之间。后制动灯开关接合间隙应为 $J = 2 \sim 3$mm。制动踏板最大行程不大于 60mm，否则，应对真空助力器推杆叉的长度进行调整，然后再对后制动灯开关的位置进行调整。

(四) 制动系的放气与试验

1. 制动系统的放气。如图 9-21 所示，在贮液罐中注满制动液 DOT4 (美国标准

FMVSS116)(因制动液有吸湿性故应密闭存放)。在双回路的制动系统中，动过哪个回路的管子，就放那个回路的气。如果不行才再放另一个回路的气。每次放气应放到流出的油中无气泡为止。各个分泵放气顺序是：左后轮→右前轮→右后轮→左前轮；同时在放气时应使发动机怠速运转。放气时，旋松放气阀(螺钉)2，踩下制动踏板，待液流出后，同时旋紧放气阀2，抬起制动踏板；再旋松放气阀2，再次踩下制动踏板，待液流出后，再旋紧放气阀2。这样反复几次，最好由二人操作，直到流出制动液无泡沫为止，同时不断补充贮液罐中的制动液。流出的制动液要放入容器3中。放气阀旋紧力矩7～10N·m，力矩过大会损坏泵体。

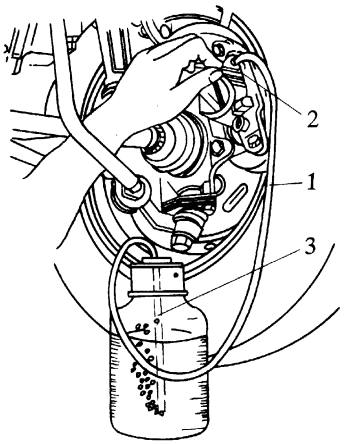


图9-21　制动系统的放气

1. 放气管　2. 放气螺钉(阀)

3. 透明容器(装制动液)

2. 真空助力器的检查试验。如图9-22所示，将真空助力器1装在试验仪器上，试验仪器包括试验用泵1、油压表2、制动踏板4，主要从两方面来检查，一是检查它的密封性能，一是检查它的真空助力性能。

图9-22(c)为真空助力器密封性试验。启动发动机，运转2min后停机。此时已建立起真空，踩动几次制动踏板，若每一次踩下的高度逐渐升高，表示真空助力器密封性好。若踩下的高度没有变化，表示真空助力器密封性不好。

图9-22(a)(b)为真空助力器作用的检查。在发动机不转的情况下，反复踩几次踏板，再用力踏下踏板，保持不动。当启动机发动后，真空助力器应参与工作，若此时仍用脚踩动踏板，踏板若有轻微的下降，则表示真空助力器起了作用。

图9-22(b)为在有负荷下的真空助力器密封性检查。启动发动机，踩下制动踏板并保持住。停机后保持30s，若踏板高度没有变化，则表示真空助力器密封性好；若踏板高度变化则不好。若真空助力器密封性不好或不起作用，则应更换真空助力器或更换真空助力器的膜片及密封件，同时检查真空管路、单向阀是否漏气或堵塞。

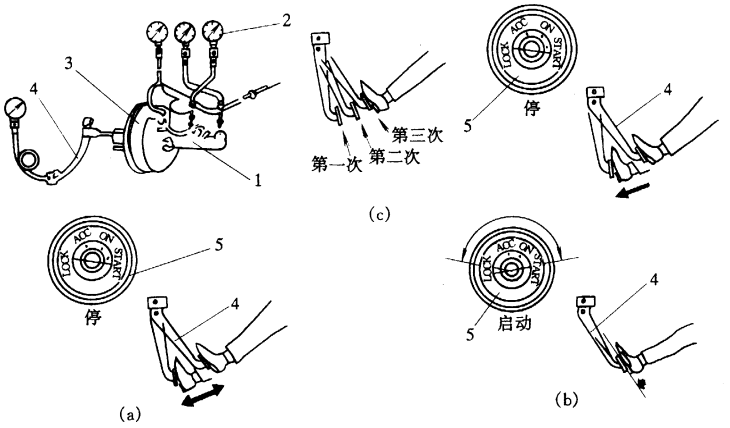


图9-22　真空助力器的检查试验

(a)在有负荷下的真空助力器密封性检查　(b) 真空助力器作用的检查　(c) 真空助力器密封性试验

1. 泵　2. 油压表　3. 真空助力器　4. 制动踏板　5. 点火开关

3. 驻车制动器的调整。如图 9-1 所示，在踩动几次制动踏板后，后制动器间隙已调整好，再进行驻车制动器的调整：连续放松、拉紧驻车手柄 11 几次，在驻车手柄 11 放松状态下，缓缓调整驻车制动拉索 10 的调整螺母直至车轮刚好能自由转动为止(临界状态附近)。

再将驻车手柄 11 拉紧，检查棘爪是否停在齿板第 9 和第 11 齿之间，同时后车轮也被制动；否则重新开始上述操作。然后松开驻车手柄 11，应保证车轮能够自由转动。

第三节　制动系的故障原因及排除方法

一、制动系的故障原因及排除方法

(一) 制动不灵

1. 制动管路有泄漏，造成制动不灵。排除方法是：如图 9-23 所示，检查制动软管、硬管是否损伤，管接头是否松动，软管是否老化；检查有无腐蚀、渗漏，是否扭曲。当踏下制动踏板 1 时，检查各处的泄漏。更换泄漏的制动管。

2. 总泵损坏或磨损，造成制动不灵。排除方法是：如图 9-24 所示，检查总泵的磨损及各密封圈的磨损损坏和老化；用内径表检查总泵缸体内径尺寸(标准值为 20.64mm)；用千分尺检查总泵活塞外径；计算出二者的间隙，标准值应为 0.04 ~ 0.09mm，使用极限为 0.15mm。更换密封圈或总泵。

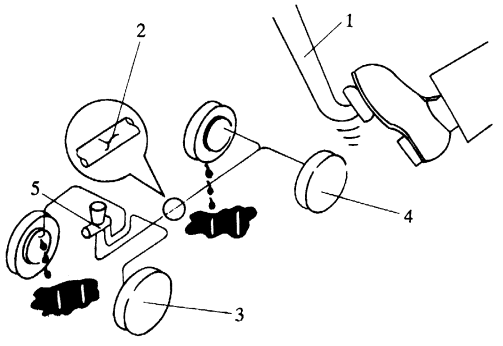


图 9-23　制动系泄漏检查

1. 制动踏板　2. 制动管损伤　3. 前制动器
4. 后制动器　5. 总泵

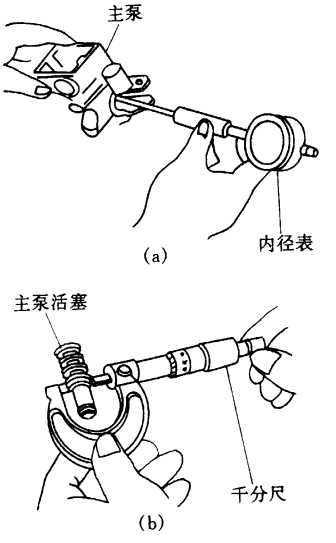


图 9-24　总泵缸体与活塞间隙检查

3. 前制动器的制动盘磨损，造成制动不灵。排除方法是：如图 9-25 所示，用千分尺 2 检查前制动器制动盘 1 的厚度，标准值为 10mm (实型)或 20.4mm (通风型)；使用极限为

8mm（实型）或 18.4mm（通风型），超过极限时更换，同时还要检查制动盘 1 是否有裂纹、磨损，有无凸凹不平等现象。可以用磨轮 3 进行磨削修复，但其磨痕必须是无方向性的，并应相互垂直。

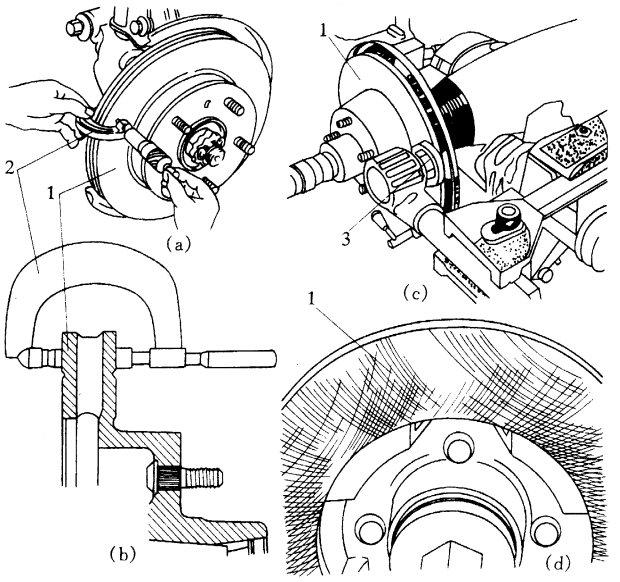


图 9-25　前制动器制动盘厚度的检查

1. 制动盘　2. 千分尺　3. 磨轮

4. 前制动器制动盘摆动，造成制动不灵。排除方法是：如图 9-26 所示。进行前制动器制动盘端面跳动的检查，用百分表 2 检查前制动器制动盘的端面跳动，使用极限为 0.20mm。超过极限时应更换。

5. 前制动器制动衬片磨损，使制动不灵。排除方法是：如图 9-27 所示，检查前制动器制动衬片（摩擦片）的厚度。衬片残余厚度 A 应不小于 0.8mm，以避免衬片的底板（金属片）与制动盘接触，损坏制动盘。超过极限时应更换。

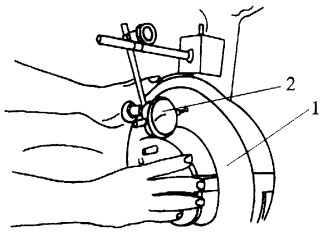


图 9-26　前制动器制动盘端面跳动的检查

1. 制动盘　2. 百分表

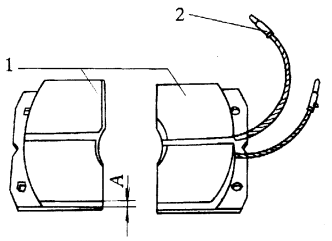


图 9-27　前制动器制动衬片的检查

1. 制动衬片　2. 制动衬片磨损检测线束

A. 制动衬片残余厚度

6. 前制动器缸体与活塞磨损，密封圈及防尘罩损坏、磨损及老化，造成制动不灵。排除方法是：如图 2-28 所示，用内径表检查前制动器缸体的内径（标准值为 48mm），用千分尺检查前制动器活塞外径，计算出两者的间隙，标准值应为 0.06 ~ 0.10mm，使用极限为 0.16mm。超过极限或配合表面若有较深划痕时也应更换。更换损坏的密封圈及防尘罩。

7. 后制动鼓内径磨损，造成制动不灵。排除方法是：如图 9-29 所示，用卡尺 2 检查后制动鼓 1 的内径，标准值为 180mm，使用极限为 182mm。用测圆仪 3 测量内孔的不圆度，使用极限为 0.03mm。超过极限时应更换，未超极限时允许修复。

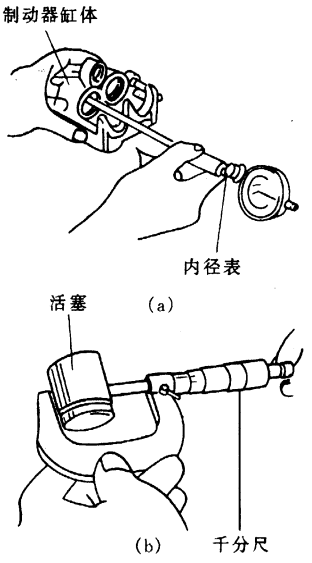


图 9-28　前制动器缸体与活塞的间隙检查

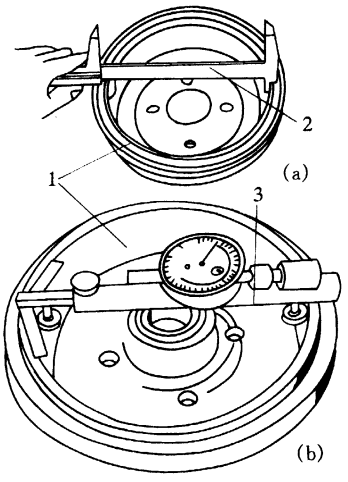


图 9-29　后制动鼓内径的检查
1. 后制动鼓　2. 卡尺
3. 测圆仪

8. 后制动蹄衬片磨损，造成制动不灵。排除方法是：如图 9-30 所示，用卡尺 1 检查后制动蹄衬片(摩擦片)2 的厚度，使用极限为 2.5mm(不包括制动蹄底板)，超过极限时应更换衬片。当用铆钉 3 铆接时，铆钉 3 的头部应低于摩擦片 2 表面 1mm，以免铆钉头刮伤制动鼓 7 内表面。制动蹄衬片 2 与制动鼓 7 的接触面不应小于 60%，否则应打磨制动蹄衬片 2 的表面。

9. 后制动分泵活塞与缸体磨损，后制动分泵的密封圈和防尘罩老化、损伤与磨损，造成制动不灵。排除方法是：如图 9-31 所示，检查后制动分泵的活塞与缸体的配合间隙，标准值为 0.04～0.09mm，使用极限为 0.15mm。超过极限时应更换。更换损坏的密封圈和防尘罩。

(二) 制动行程过大

1. 制动系统中有空气、造成制动行程过大。排除方法是：进行放气。

2. 后制动器自动间隙调整机构失灵，造成制动行程过大。排除方法是：更换自动间隙调整机构。

3. 前制动器密封圈失效，使活塞不能及时回位造成制动行程过大。排除方法是：更换密封圈。

4. 前制动器卡钳不能滑动，造成制动行程过大。排除方法是：在制动卡钳的导轨上涂上润滑脂，使其滑动自如。

（三）制动踏板太硬

1. 真空助力器不起作用，造成制动踏板太硬。排除方法是：检查真空助力器的作用，如图 9-32 所示，用一个三通接头 6 连接上真空表，启动发动机，并怠速运转 1min，用卡紧工具卡住连接进气歧管的真空软管；使发动机熄火，观察真空表的压力变化，若在 15s 内下降 3.3kPa，表明真空助力器或单向阀有故障。先进行单向阀的检查：可用嘴吹的方法来检验，从真空助力器一侧 1 吹气时应通，从进气歧管一侧 2 吹气时，则应不通。再按图 9-22 的方法进行真空助力器的检查。更换失去作用的单向阀或真空助力器。

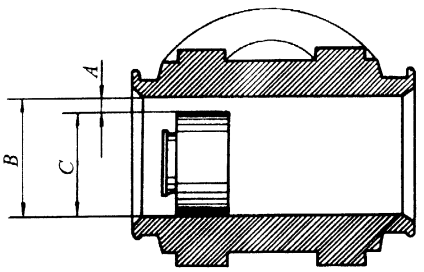


图 9-31　后制动分泵活塞与缸体间隙的检查

A. 间隙　*B*. 缸体内径　*C*. 活塞外径

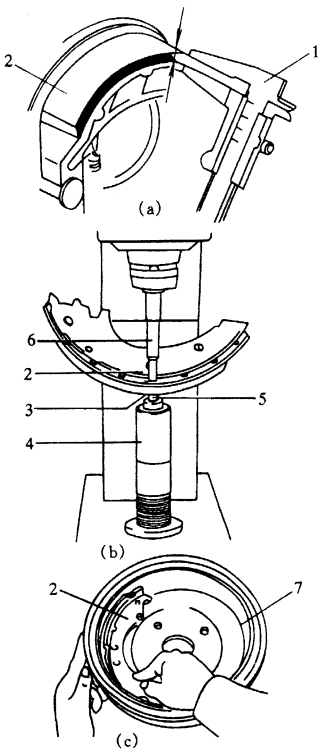
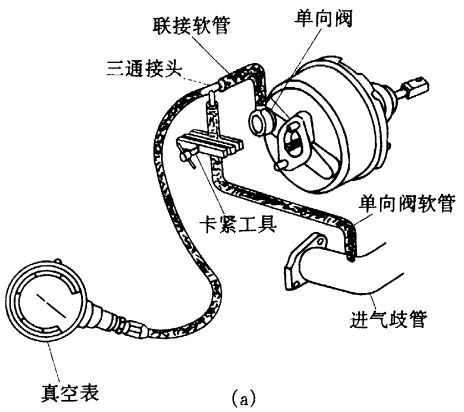


图 9-30　检查后制动衬片（摩擦片）的厚度

1. 卡尺　2. 后制动蹄衬片　3. 铆钉　4、5、6. 铆接工具　7. 制动鼓



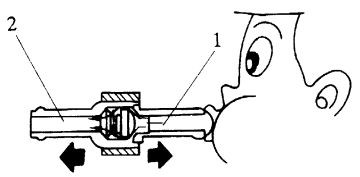


图 9-32　真空助力器的作用检查

1. 真空助力阀一侧　2. 进气歧管一侧

2. 制动总泵、前制动器或后制动器分泵的缸体与活塞卡住，造成制动踏板太硬。排除方法是清洗各缸体与活塞。

（四）制动拖滞（不制动时车轮有过大阻力）

1. 制动踏板无自由行程，导致制动拖滞。排除方法是：如图 9-20 所示，调整制动主缸活塞与真空助力器推杆之间的间隙。

2. 制动主缸回位弹簧折断或失效，造成制动拖滞。排除方法是更换回位弹簧。

3. 制动主缸补偿孔堵塞，密封圈发粘与缸体卡死，使制动拖滞。排除方法是清洗制动主缸，更换密封圈。

4. 前、后制动器密封圈发粘与泵体卡死，造成制动拖滞。排除方法是更换密封圈。

5. 通往前、后制动器的制动管堵塞，造成制动拖滞。排除方法是疏通油管。

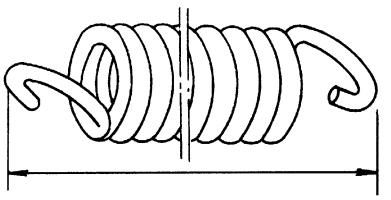


图 9-33　后制动器回位弹簧的检查

6. 后制动器回位弹簧折断或拉长，造成制动拖滞。排除方法是：如图 9-33 所示，检查上下回位弹簧的自由长度，若比标准长度增长 5%必须更换。

（五）驻车制动器失效

1. 后制动器自动间隙调整装置失效，造成驻车制动器也失效。排除方法是更换自动间隙调整装置。

2. 驻车制动钢索失效，造成驻车制动器失效。排除方法是：检查驻车制动钢索是否断线、接头是否开焊，应及时修复和更换。制动钢索内线能否运动自如，必要时用钢索压力润滑器夹紧手制动钢索内线，注入润滑脂（如图 9-34 所示）。

3. 驻车制动器棘爪或齿扇失效，造成驻车制动器失效。排除方法是：如图 9-35 所示，检查驻车制动器的棘爪 2 和齿扇 1 齿部的磨损，不能起锁住作用的一定要更换。

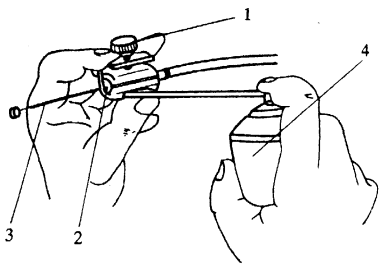


图 9-34　驻车制动钢索内线的润滑
1. 钢索压力润滑器螺栓　2. 钢索压力润滑器
3. 钢索内线　4. 润滑脂

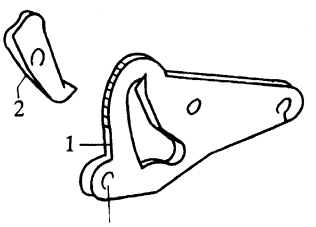


图 9-35　驻车制动器棘爪与齿扇的检查
1. 齿扇　2. 棘爪

二、制动系的故障原因及排除方法综合表

制动系的故障原因及排除方法综合于表 9-3 中。

表 9-3　　制动系的故障原因及排除方法

故障现象	可能原因	排除方法
制动踏板变硬(产生比停车所需的更大的踏板压力,可能伴随着制动衰退)	(1)动力制动真空软管松动或泄漏	(1)上紧夹子或更换软管
	(2)不正确的或质量低劣的衬片	(2)更换制动蹄(所有的)
	(3)制动蹄弯曲、破损或变形	(3)更换制动蹄
	(4)制动钳胶合或在背盘上打滑	(4)更换制动钳连接销，润滑滑动表面，清除背盘边缘的锈或毛刺，并用含二硫化钼的润滑脂润滑 注意：如果边缘有深的沟或擦痕，不要把它们打磨平——更换背盘
	(5)制动钳、轮制动缸或制动总泵活塞卡住不能运动	(5)如必要修理或更换部件
	(6)动力制动真空助力器单向阀的故障	(6)对阀做如下测试： (a)启动发动机，加速至 1800r/min，关节气门并立即关闭发动机 (b)等待至少 90s 再踏制动踏板 (c)如果制动器的真空助力器不是二次或多次起作用，则单向阀发生故障
	(7)动力制动助力器内部粘连	(7)对助力器做如下测试： (a)关闭发动机时做几次制动，减低系统真空度； (b)变速器挂空挡，踏制动踏板； (c)如果在脚的压力下，踏板高度降低，且保持踏板位置需要较小的力，真空助力器正常。重新按“制动踏板，行程减小”中的程序测试助力器
	(8)制动总泵补偿孔(在贮液腔的顶部)被泥土、氧化层、灰尘堵塞，常常伴随着制动阻力	(8)修理或更换制动总泵。注意：不要用线、铅笔或类似工具来清理堵塞的补偿孔，只能使用压缩空气
	(9)制动液被不适当的液体(润滑油、变速器油)污染，引起橡胶件胀大与缸壁粘接	(9)更换所有橡胶件、组合阀和软管，用 DOT3 制动液或等效物润滑整个制动系
	(10)发动机真空度过低	(10)调节或修理发动机
制动时车辆偏向一侧	(1)轮胎压力不对	(1)充气至推荐的压力
	(2)车轮轴承调节不当，破损或毁坏	(2)调节或更换轴承
	(3)一侧的摩擦衬片污染	(3)确定并解决污染原因，更换制动衬片
	(4)制动蹄一边弯曲，变形或蹄上的衬片松动	(4)更换制动蹄
	(5)一侧背盘弯曲或松动	(5)紧固或更换支承盘
	(6)制动衬片没有正确地由鼓和转子定位	(6)将制动衬片压入装好
	(7)制动钳粘连在销或摩擦面上	(7)更换销、润滑摩擦表面
	(8)制动钳活塞卡死不能运动	(8)修理，更换制动钳
	(9)制动衬片被水浸湿	(9)驾驶车辆并同时轻轻制动,以便把衬片弄干
	(10)悬架元件连接螺栓松动	(10)锁紧螺栓，更换破损的悬架元件

续表

故障现象	可能原因	排除方法
制动踏板海绵现象(当踏制动踏板时感到不正常的软弹性和海绵感)	(1)液压系统有空气	(1)泄放制动系空气
	(2)制动蹄弯曲、变形和裂纹	(2)更换制动蹄
	(3)制动管线或软管有小的泄漏	(3)更换管线或软管
制动噪音(制动时发出啸叫、咔塔或摩擦声)	(1)制动蹄弯曲，破损或变形	(1)更换制动蹄
	(2)制动盘制动表面尘土过多	(2)用砂轮除去尘土
	(3)制动衬片破损，蹄与鼓或制动盘接触	(3)更换轴上的衬片和蹄，修复或更换鼓或制动盘
	(4)后制动器压紧或回位弹簧松动或损坏	(4)如需要，则更换部件
	(5)制动背盘边缘粗糙或干燥	(5)润滑边缘
	(6)制动盘或制动鼓破坏，有沟或擦痕	(6)更换制动盘或鼓，如有必要，要换制动蹄
	(7)不正确的制动衬片或蹄(前或后)	(7)装指定的蹄或衬片
制动时震动(踏板脉冲式变硬)	(1)制动蹄弯曲、被异物包裹或变形	(1)更换制动蹄
	(2)制动钳或背盘螺栓松动	(2)锁紧连接螺栓
	(3)制动盘厚度变化过大	(3)修复或更换制动盘
	(4)制动鼓变斜、不圆	(4)更换制动鼓
	(5)制动盘或制动鼓有硬质的点	(5)更换制动盘或制动鼓
制动时踏板有脉动	制动鼓不圆或制动器制动盘端面跳动过大	修复或替换鼓或制动盘
制动冲击(对制动踏板压力反应强烈)	(1)制动衬片被润滑脂或制动液污染	(1)确定并消除污染原因，更换制动蹄
	(2)驻车制动拉线调节不正确或咬死	(2)调节拉线，更换咬死的拉线
	(3)制动衬片不正确或制动蹄上的衬片太松	(3)更换制动蹄
	(4)制动钳固定盘螺栓松动	(4)锁紧螺栓
	(5)后制动蹄粘连在背盘边缘	(5)清理并润滑边缘，如果背盘边缘有深沟，则更换背盘，不要试图将其打磨平
	(6)不正确的动力制动助力作用	(6)更换助力器
	(7)后制动器背盘松动	(7)锁紧连接螺栓
	(8)后分泵比例阀损坏	(8)更换后分泵
制动踏板低(踏板行程过大)	(1)后衬片与鼓的间隙过大	(1)做10至15次交替的前向制动和后向制动来调节制动器。如果制动踏板回不来，修理或替换调节机构，如有必要替换制动蹄
	(2)后制动衬片破损	(2)检查衬片，如果磨损超过最大允许量，则替换
	(3)后制动鼓或制动盘破损或变形	(3)替换制动鼓或制动盘
	(4)液压系统中有空气	(4)泄放制动系统空气，如需要，检查泄漏并修理

续表

故障现象	可 能 原 因	排 除 方 法
制动踏板行程减小(踏板行程减小而可能导致踏板变硬)	(1)制动钳或轮制动缸卡住或粘住	(1)修理或替换制动钳或轮制动缸
	(2)制动总泵补偿孔堵塞(使制动液无法流回贮液腔)或活塞被制动总泵的腔壁卡住，不能移动	(2)修理或替换制动总泵
	(3)动力制动单元内部粘连	(3)对单元做如下测试： (a)变速器挂入空挡，启动发动机 (b)将发动机加速至1800r/min，关节气门并将制动踏板踩到底 (c)缓慢松制动踏板，并关发动机 (d)让助手从动力单元上移去真空单向阀和软管，观察制动踏板的后向运动 (e)如果踏板后向运动，则动力单元失灵
制动有阻力	(1)制动踏板胶合在轴销上	(1)润滑轴销，如有必要，更换轴销或轴套
	(2)制动助力器内部粘连	(2)按“制动踏板行程减小”中(3)的步骤检查内部粘连。如有粘连，则更换助力器
	(3)驻车制动拉线咬死	(3)更换拉线
	(4)制动总泵、制动钳或轮制动缸活塞卡死	(4)修理或更换卡死元件
	(5)制动总泵补偿孔被泥土、氧化层堵塞	(5)清理或替换总泵，清洗管线
	(6)制动钳粘在滑动面或轴销上	(6)更换销、润滑滑动面
	(7)后制动调节机构装反	(7)正确装置调节机构
制动踏板衰退(当持续加压时踏板高度下降)	(1)液压系统制动液泄漏	(1)加满制动总泵的贮液腔，让助手踏制动器，检查制动钳、轮制动缸、差动阀、软管和接头有没有液体泄露，必要时修理或替换部件
	(2)制动总泵活塞密封件破损，制动总泵缸壁有擦痕、破损或变形	(2)修理或替换制动总泵
制动踏板低(在持续压力下踏板会碰地)	(1)液压系统液体泄漏	(1)加满制动总泵的贮液罐，让助手踏制动器检查制动钳，轮制动油缸，软管和接头是否有泄漏，如有必要进行修理或替换
	(2)液压系统有空气	(2)泄放制动系统空气
	(3)不正确的或不是推荐使用的制动液	(3)用干净的制动液刷洗液压系统，并重新添加制动液
	(4)制动总泵活塞密封件破损，制动总泵缸壁有擦痕，破损或变形	(4)修理或替换制动总泵
制动踏板低(第一次使用时踏板低,连续使用时则变为正常)	制动钳或摩擦衬块粘在滑动表面上	用含二硫化钼的润滑脂清洁和润滑滑动表面

三、制动系故障的排除程序

(一) 制动不灵的排除程序

制动不灵的排除程序见图9-36。

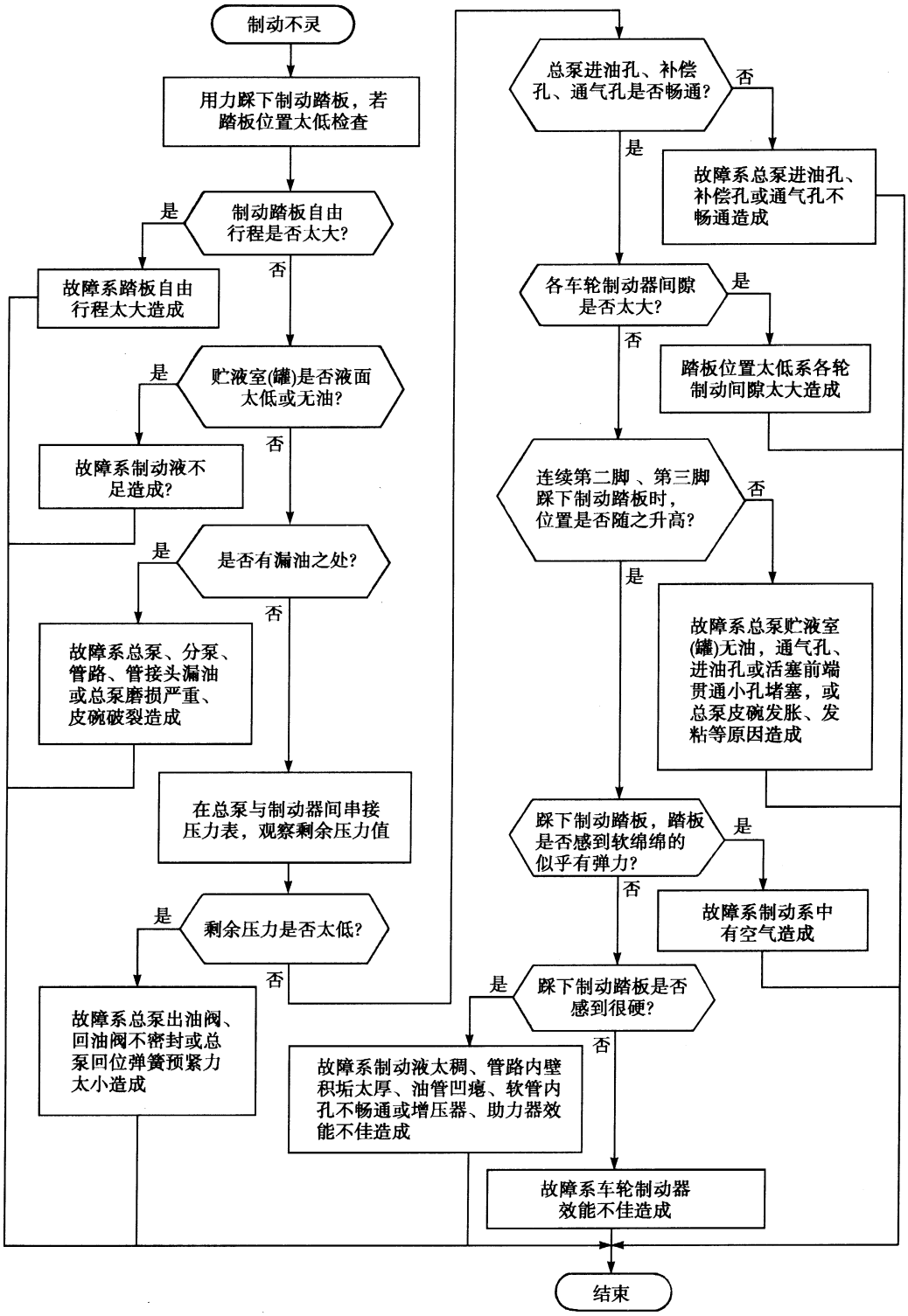


图 9-36　制动不灵的排除程序

（二）制动失效的排除程序

制动失效的排除程序见图 9-37。

（三）制动跑偏的排除程序

制动跑偏的排除程序见图 9-38。

（四）制动拖滞的排除程序

制动拖滞的排除程序见图 9-39。

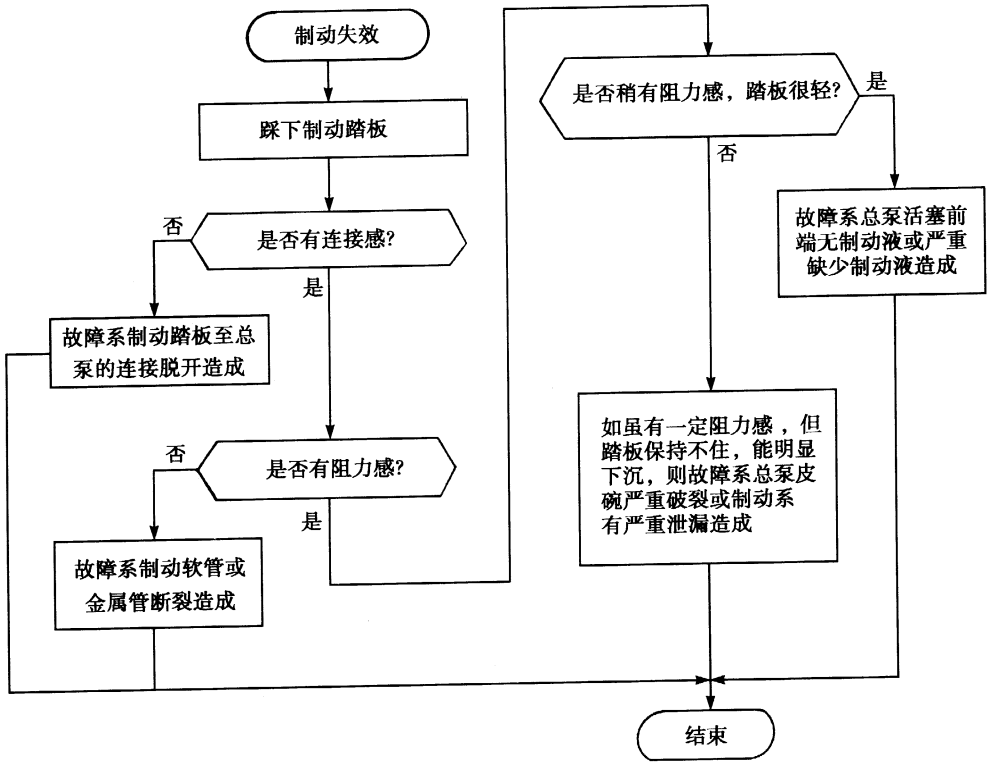


图 9-37　制动失效的排除程序

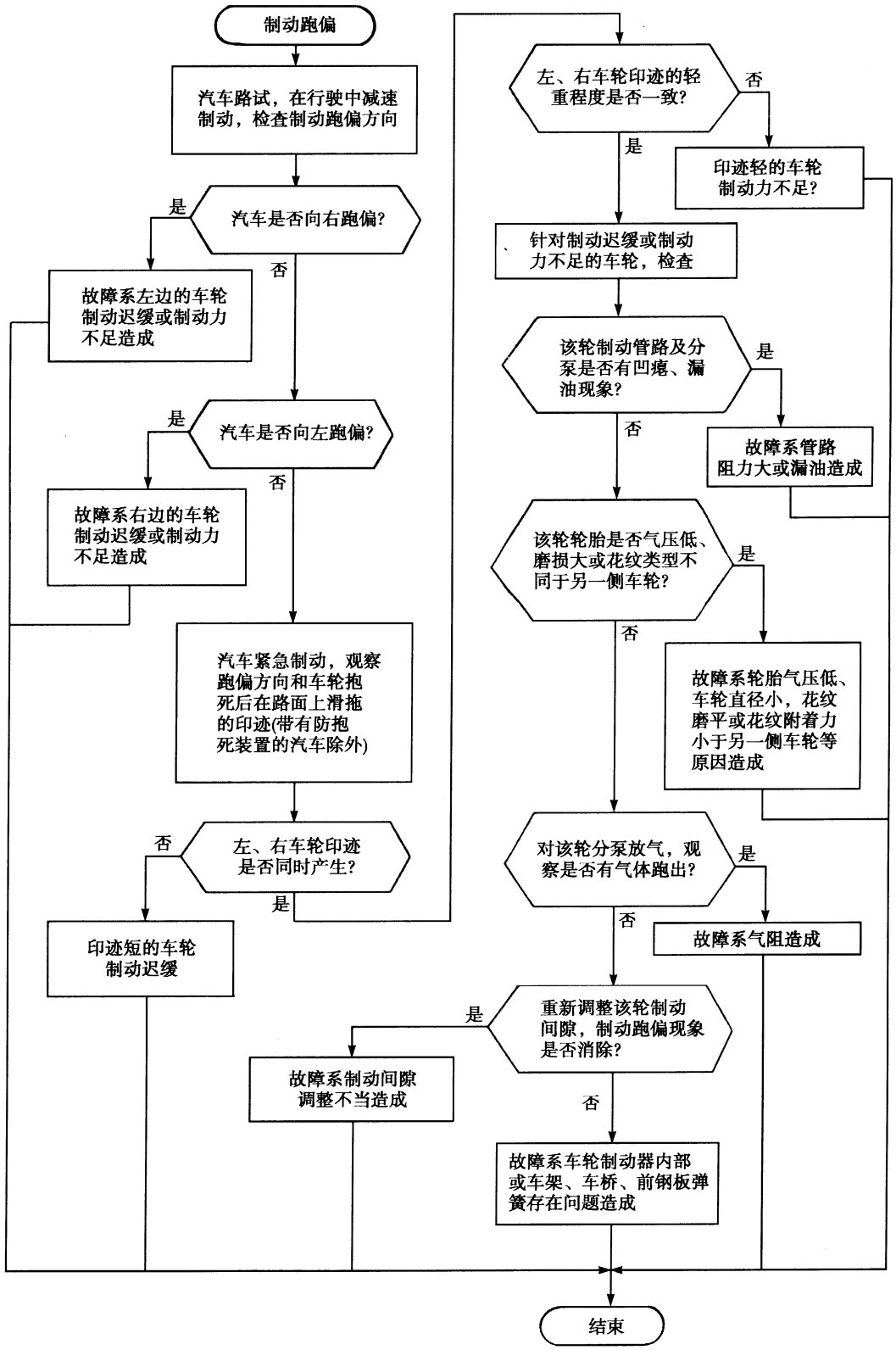


图 9-38　制动跑偏排除程序

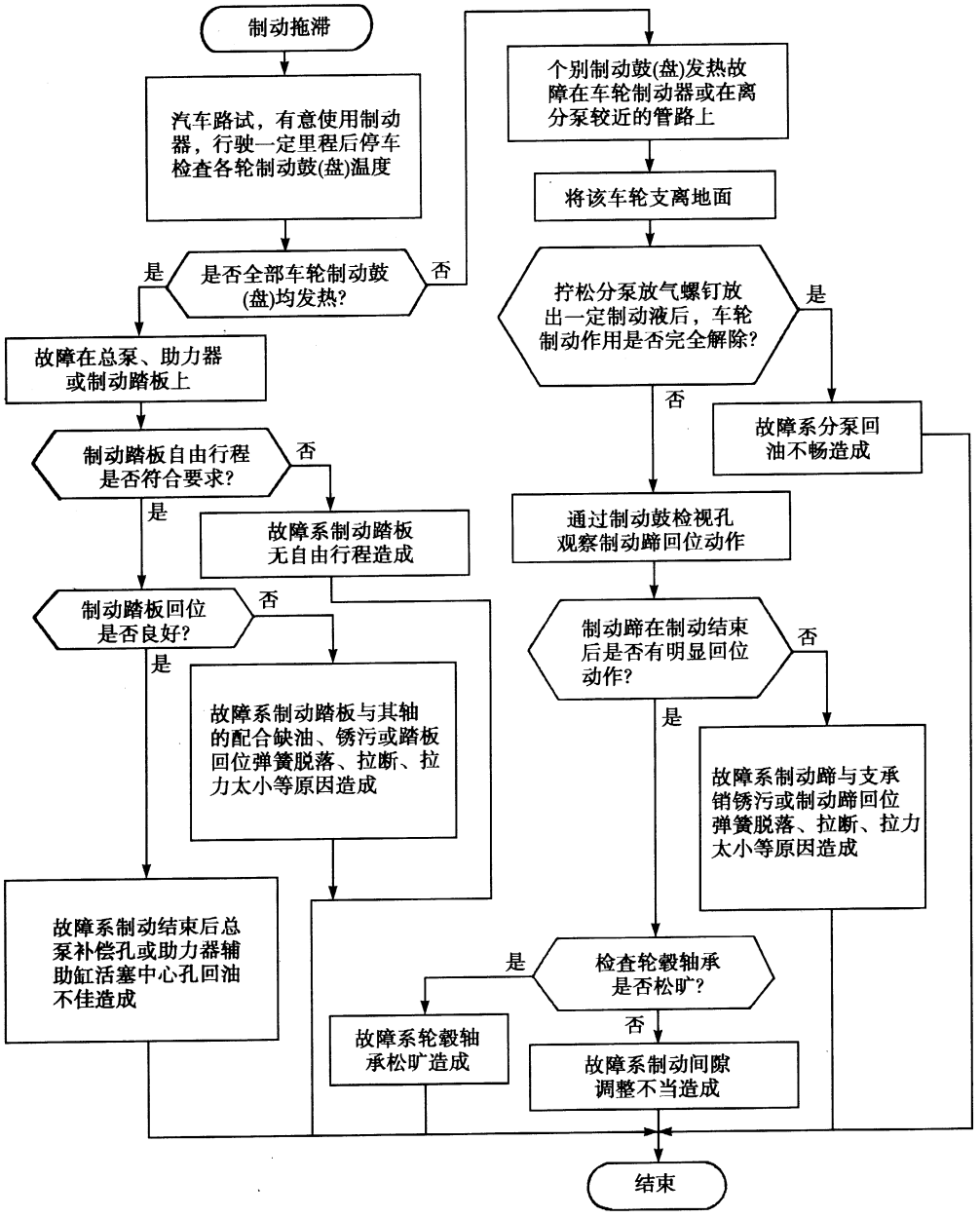


图 9-39　制动拖滞的排除程序

第四节　ABS 电子防抱死系统的介绍

富康轿车现在装备的 ABS 电子防抱死系统为进口原厂(BOSCH)件。

一、ABS 电子防抱死系统的构造

富康轿车 ABS 电子防抱死系统的构造见图 9-2。

二、ABS 电子防抱死系统的工作原理

如图 9-40 所示，平时，制动液贮蓄器(即贮液罐)1 中的压力将 ABS 电磁阀中的减压活塞 4 压向下方位置，使制动总泵 11 与分泵之间的油路接通。那么，制动开始时，分泵 8 中的油压随制动踏板 12 的行程增加而增加，此时，与常规制动完全一样，即脚踏制动踏板的力越大，制动力也越大，车轮被减速。与此同时，车轮被制动时的各个参数也不断地被送往电子控制器 7，并得到分析和判断。当制动减速度超过预先拟定的值时，则控制器 7 输出一个脉冲，电磁阀的线圈 5 在通电后，便产生电磁吸力，将其铁心 6 拉向右侧，其右端部的球阀将压力油道 3 封闭，同时打开了减压活塞 4 上腔与回油道的通道。于是，减压活塞 4 上腔原来的油压撤除，并在其下腔油压的作用下上移，下腔容积增大，制动油得到释放，制动力开始减弱。同时其下部球阀在回位弹簧 10 的作用下，将制动总泵 11 与分泵 8 间的油道截断。此时，即使再加大脚踏的力量，制动也不会增强。因此，实现了制动防抱死。

制动油压被电子控制器 7 放松后，车轮就会在车身惯性作用下加速。当加速达到拟定值时，电子控制器 7 即撤回输出脉冲，电磁线圈与断电，电磁阀的铁心 6 左移，恢复减压活塞 4 上腔的压力油，重新开始制动时的情形。如此反复，直至车速降低到一定限度(例如 30km/h)时，电子控制器就不再动作，直到将车刹住。

三、电磁阀的构造

如图 9-41 所示，当线圈 1 无电流通过时，弹簧 2 压紧铁心 3，电磁阀的阀芯 4 将制动压力油截断；通电时，活动铁心 3 被电磁力吸动，打开阀芯 4，压力油即可通过。应用于制动防抱死系统中的电磁阀必须是高速型。

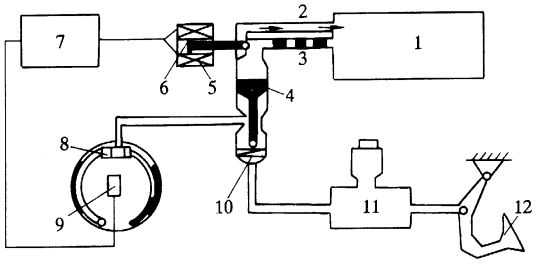


图 9-40　ABS 电子防抱死系统的工作原理

1. 贮液罐　2. 回油道　3. 压力油道　4. 减压活塞　5. 电磁线圈
6. 电磁阀铁心　7. 电子控制器　8. 制动分泵　9. 转速传感器
10. 回位弹簧　11. 制动总泵　12. 制动踏板

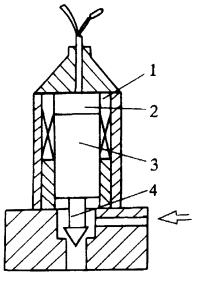


图 9-41　电磁阀的构造

1. 线圈　2. 弹簧
3. 活动铁心　4. 阀芯

四、液压调节器的构造与工作原理

如图 9-42 所示，液压调节器 3 主要由电磁阀 6，贮油器 7 和蓄压泵 8 等组成。在正常制动的时候，ABS 电脑 5 不控制液压调节器 3 工作，上面的输入阀 9 开启，下面的输出阀 10 关闭，由制动总泵 4 通向车轮制动分泵 2 的油路畅通无阻；制动力的大小与制动踏板踩下的程度成比例，即增压状态(图 9-38 (a))。如果车轮开始抱死，ABS 电脑 5 就会判断出来，并发出指令使液压调节器 3 通电，在液压调节器 3 中，由于电磁阀 6 的衔铁上装有一个预紧弹簧，其弹力限制了衔铁在两个不同控制电流下的行程，因此当 ABS 电脑控制液压调节器 3 处于半通电状态时，只有上面的输入阀 9 关闭(图 9-38 (b))，制动总泵至车轮制动分泵 2 的通道被切断，使车轮的制动压力保持不变，制动力恒定。倘若车轮继续抱死，ABS 电脑就会控制液压调节器 3 处于全通电状态，下面的输出阀 10 开启(图 9-38 (c))，车轮制动分泵 2 接通回油通道，车轮制动力下降，车轮速度开始上升。此时 ABS 电脑 5 再给液压调节器 3 断电，车轮的制动力会上升。这样反复循环的控制，将车轮的滑移率控制在 20% 左右，达到最佳的制动目的：使制动过程既安全又不磨耗轮胎，并且制动距离最短。

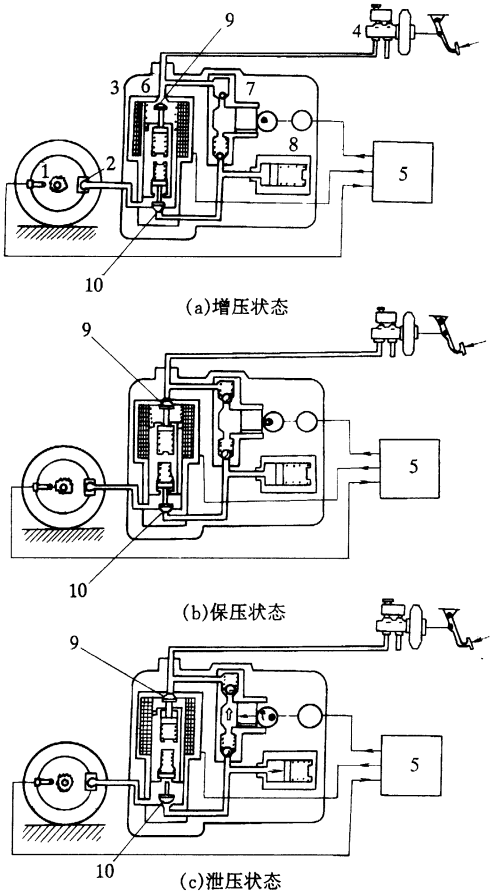


图 9-42　液压调节器的构造与工作原理

1. 车轮速度传感器　2. 制动分泵　3. 液压调节器　4. 制动总泵　5. ABS 电脑
6. 电磁阀　7. 贮油器　8. 蓄压泵　9. 输入阀　10. 输出阀

第十章　电气系统的维修

第一节　充电与启动系的构造、拆装及故障排除

一、充电与启动系的构造

（一）充电系的构造

如图 10-1 所示，充电系包括交流发电机、整流调节器和蓄电池。

富康轿车发电机的配制采用的是国际标准，8 级硅整流九管交流发电机，发电机标称电压 14V，发电机可持续输出电流 80A。

富康轿车发电机的特点：体积小、质量轻、寿命长，抗震性能好，抗高温、低噪音，采用晶体管调节器(调节电压)。

发电机的构造：发电机由转子 1，定子 10，硅整流器、发电机壳 15，轴承 13、17，端盖 3，调节器 9 等组成。

发电机的工作原理：当接通点火开关 19 时，蓄电池 18 电流经晶体管调节器 9 向发电机转子 1 绕组提供电流，形成他激励磁；当发动机启动并达到一定转速时，则定子绕组 16 中所产生的感应电势经桥式整流器整流后加到转子 1 线圈中，使磁场加强，从而使定子绕组 16 中的感应电势进一步加大，完成自激励磁发电。

由 VD1、VD3、VD5 三只正相二极管与 VD2、VD4、VD6 三只负相二极管组成三相桥式整流器，把定子绕组 16 中产生的交流电整流变为直流电，向蓄电池 18 充电，并向用电设备供电。

由 VD7、VD8、VD9 三只小功率正相二极管与主整流回路的三只负相二极管组成辅助整流全桥。其作用是向转子 1 磁场提供激磁电流，并在其输出端 D + 与蓄电池 18 之间连接的充电指示灯 20，显示蓄电池充放电的工作状态；晶体管调节器 9 使发电机输出电压稳定在 13.5V 左右，以保证用电设备正常工作和对蓄电池的充电。

充电指示灯 20 的工作原理：打开点火开关 19，发动机尚未启动时，蓄电池 18 电流经充电指示灯 20、晶体管调节器 9、发电机转子 1 绕组、搭铁构成回路。此时充电指示灯 20 应发亮，表明发电机激磁电路接通；转子 1 绕组供电并开始激磁。随着发电机的启动和加速，磁场二极管整流桥输出端 D + 电压不断增高，致使充电指示灯 20 的亮度渐渐变暗；当发电机电压达到蓄电池充电电压时，充电指示灯 20 因两端的电位相等而熄灭，表示发电机进入正常工作状态，向蓄电池充电和向用电设备供电。

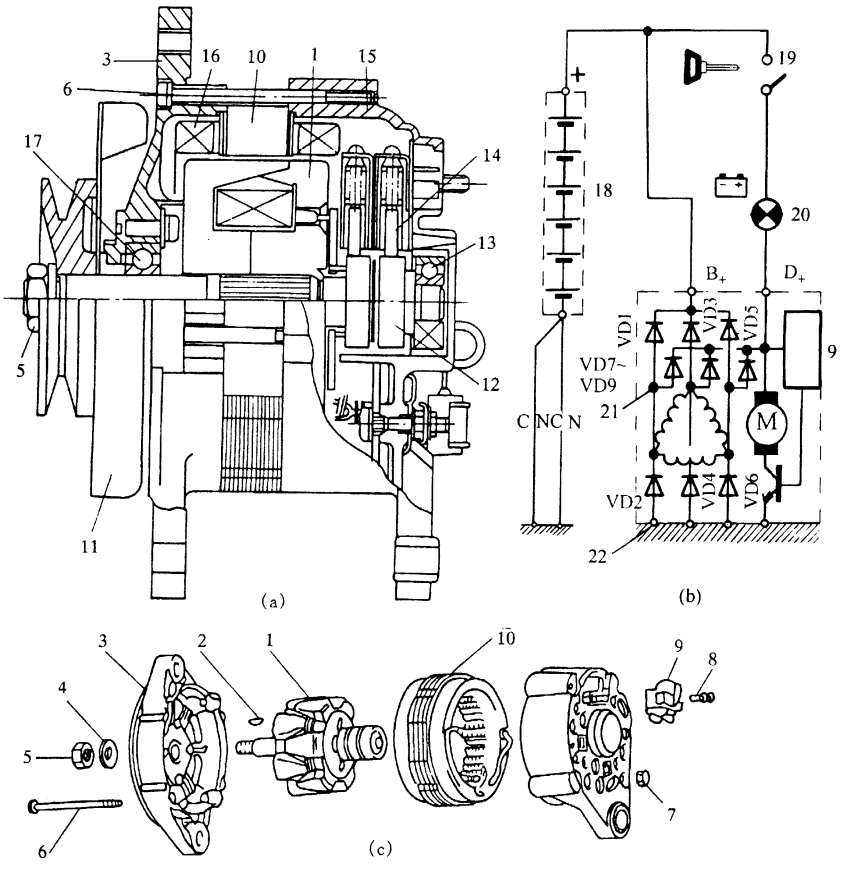


图 10-1　充电系的构造

1. 转子　2. 半圆键　3. 端盖　4. 垫圈　5. 螺母　6. 螺栓　7. 螺母　8. 螺栓　9. 调节器
10. 定子　11. 风扇　12. 滑环　13. 轴承　14. 电刷　15. 发电机壳　16. 定子绕组
17. 轴承　18. 蓄电池　19. 点火开关　20. 充电指示灯　21、22. 接点

(二) 启动系的构造

1. 启动机的构造，如图 10-2 所示。

启动电路工作原理：首先将点火开关转到启动位置，电路中的工作电流由蓄电池(+)端经点火开关经接线柱(50)7 分成二路，第一路经启动机电磁开关吸拉线圈 11、启动机电枢 23 绕组到蓄电池(-)；第二路经启动机电磁开关维持线圈 12 到蓄电池(-)端。在电磁开关的两个绕组的联合作用下，其触点 9 闭合，于是启动机电路工作电流由蓄电池(+)到启动机电磁开关接线柱(30)6、触点 9 经启动机电枢 23 绕组到蓄电池(-)使电枢转动；这时启动机小齿轮 20 在电磁开关作用下通过拨杆(传动叉)21 与发动机齿圈啮合，并在上述工作电流作用下开始转动。

当触点 9 闭合时，吸拉线圈 11 因两端电压相等便中断，只有维持线圈 12 工作；以便于小齿轮 20 与飞轮齿圈自动搜索而啮合，避免过大的力而损伤小齿轮 20。只有当点火开关停止启动后，维持线圈 12 才不工作。当接通点火开火，电流即进入接线柱“30”6；当接通点火开关的启动挡后，电流经接线柱(端子)“50”7 进入吸拉线圈 11 和维持线圈 12，使接线柱

“30”6与接线柱“60”8接通，接通定子线圈15，使启动机转子(电枢)23旋转，同时活动铁心13克服弹簧弹力，推动传动叉21，使小齿轮20与飞轮啮合，达到启动发动机的作用。当放松启动按钮，吸引线圈11与维持线圈12产生的磁通相反，活动铁心13在弹簧的作用下复位，同时接线柱“30”6与“60”8断开，电枢23停止转动。在小齿轮20上装有单向离合器22，外座圈17内有斜面轨道，当电枢23转动时，由滑套19带动外座圈17转动，外座圈上的斜面轨道便将滚柱18楔住，带动小齿轮20转动；当发动机启动后，飞轮转速超过启动机转速时，因小齿轮20转速高于外座圈17，滚柱18不再被楔住，致使小齿轮20在外座圈17内空转，因而保护了启动机。

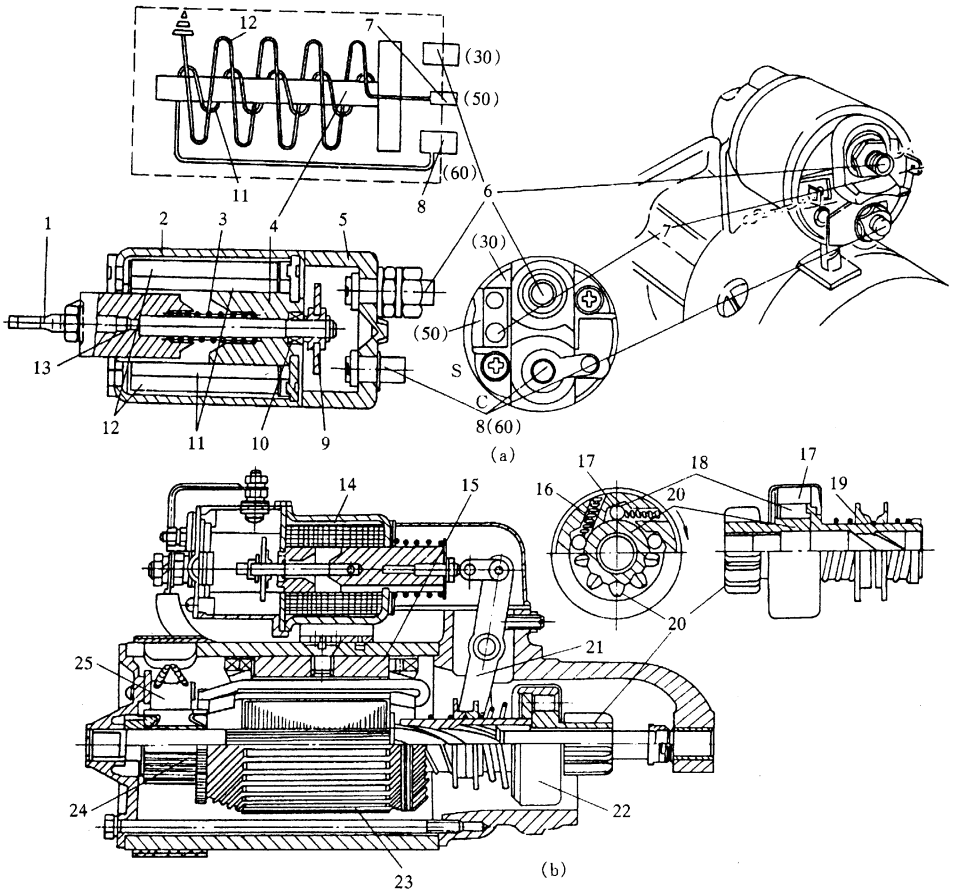


图10-2　启动机的构造

1. 柱螺栓　2. 开关壳　3. 回位弹簧　4. 磁铁心　5. 开关盖　6. 接线柱(30)　7. 接线柱(50)　8. 接线柱(60)　9. 电磁开关触点　10. 轴套　11. 吸拉线圈　12. 维持线圈　13. 滑动阀(活动铁心)　14. 电磁开关　15. 定子　16. 弹簧　17. 外座圈　18. 滚柱　19. 滑套　20. 小齿轮　21. 拨杆(传动叉)　22. 单向离合器　23. 电枢　24. 换向器　25. 电刷

2. 启动机工作过程图，如图10-3所示。

(三) 充电与启动系的维修数据

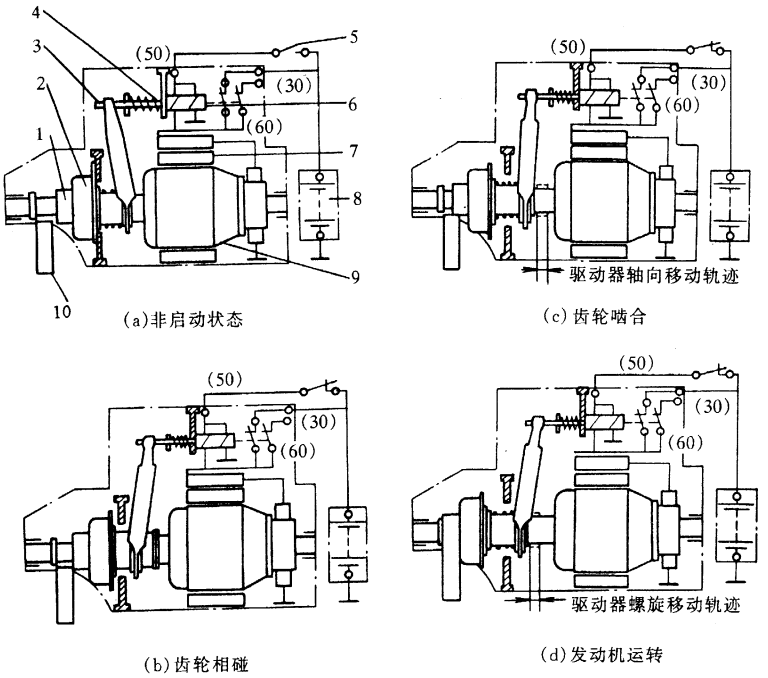


图 10-3　启动机工作过程图

1. 小齿轮　2. 单向离合器　3. 拨杆　4. 回位弹簧　5. 点火开关　6. 电磁开关
7. 磁铁(定子)　8. 蓄电池　9. 电枢　10. 飞轮

表 10-1　　充电与启动系的维修数据

项　　目	标　准　值	使 用 极 限
发电机电刷长度		5mm
发电机电刷弹簧压力	0.98 ~ 1.96N (100 ~ 200gf)	
发电机定子线圈电阻	0Ω	
发电机电枢绕组电阻	2.7 ~ 3Ω	
发电机二极管电阻(正→负)	50 ~ 80Ω	
(负→正)	大于 1000Ω	
启动机接线柱“50”与外壳之间电阻	小于 1.5Ω	
启动机电刷长度		11mm
启动机电刷弹簧压力	18 ~ 22N	
启动机小齿轮轴向间隙	0.3 ~ 1.5mm	
启动机换向器云母片深度	0.5 ~ 0.8mm	0.2mm
启动机换向器跳动	0.05mm	0.4mm

二、充电与启动系的拆卸与安装

(一) 充电与启动系的拆卸

1. 发电机的拆卸。如图 10-4 所示，先旋松螺栓 7，使传动带 1 松动后拆下。再旋下螺栓

7，分开发电机 15 和调节臂 3。最后旋下发电机 15 另一个发电机固定螺栓 4，从发动机上取下发电机 15。

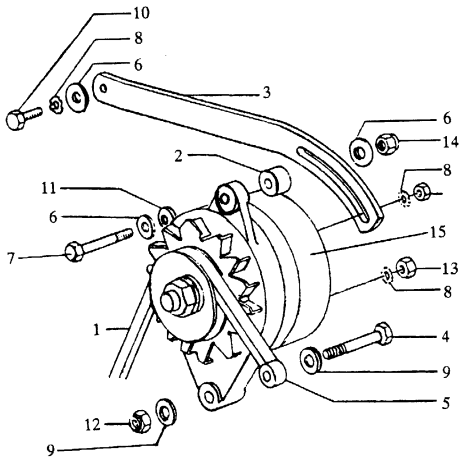


图 10-4　发电机的拆卸

1. 传动带　2. 垫块　3. 调节臂　4. 螺栓　5. 垫块　6. 垫圈　7. 螺栓　8. 弹垫　9. 垫圈　10. 螺栓　11. 垫圈　12. 螺母　13. 螺母　14. 螺母　15. 发电机

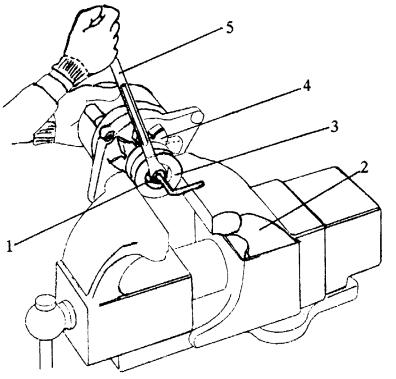


图 10-5　发电机皮带轮的拆卸

1. 螺母　2. 虎钳　3. 皮带轮　4. 风扇　5. 工具

2. 发电机的分解

（1）发电机皮带轮的拆卸。如图 10-5 所示，用虎钳 2 夹住皮带轮 3，用工具 5 旋下螺母 1，从发电机上取下皮带轮 3 和风扇 4。

（2）发电机壳体的分开。如图 10-6 所示，先旋下螺母 8，取下发电机后盖 13、调节器 17、二极管总成 4 和二极管板 3；旋下螺栓 9 和 14，拆下发电机壳体 10；再取出转子 1；从二极管板 3 上用烙铁焊下电线接头，（用尖嘴钳在焊点处散热，烙铁最大功率为 300W）；旋下

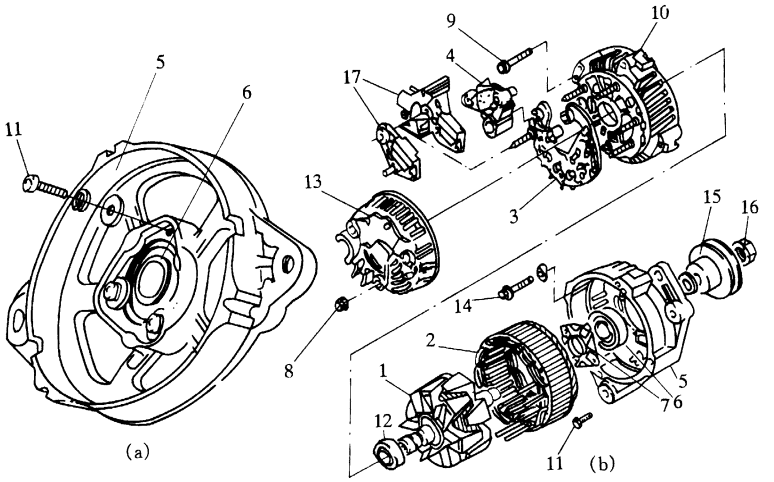


图 10-6　发电机壳体的分开

1. 转子　2. 定子　3. 二极管板　4. 二极管总成　5. 前端盖　6. 轴承　7. 轴承盖　8. 螺母　9. 螺栓　10. 发电机壳体　11. 螺栓　12. 轴承　13. 发电机后盖　14. 螺栓　15. 皮带轮　16. 螺母　17. 调节器

7，分开发电机 15 和调节臂 3。最后旋下发电机 15 另一个发电机固定螺栓 4，从发动机上取下发电机 15。

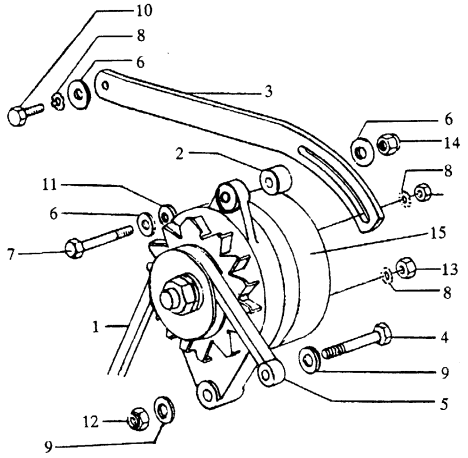


图 10-4　发电机的拆卸

1. 传动带　2. 垫块　3. 调节臂　4. 螺栓　5. 垫块　6. 垫圈　7. 螺栓　8. 弹垫　9. 垫圈　10. 螺栓　11. 垫圈　12. 螺母　13. 螺母　14. 螺母　15. 发电机

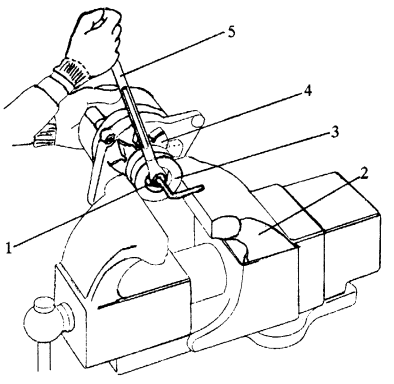


图 10-5　发电机皮带轮的拆卸

1. 螺母　2. 虎钳　3. 皮带轮　4. 风扇　5. 工具

2. 发电机的分解

（1）发电机皮带轮的拆卸。如图 10-5 所示，用虎钳 2 夹住皮带轮 3，用工具 5 旋下螺母 1，从发电机上取下皮带轮 3 和风扇 4。

（2）发电机壳体的分开。如图 10-6 所示，先旋下螺母 8，取下发电机后盖 13、调节器 17、二极管总成 4 和二极管板 3；旋下螺栓 9 和 14，拆下发电机壳体 10；再取出转子 1；从二极管板 3 上用烙铁焊下电线接头，（用尖嘴钳在焊点处散热，烙铁最大功率为 300W）；旋下

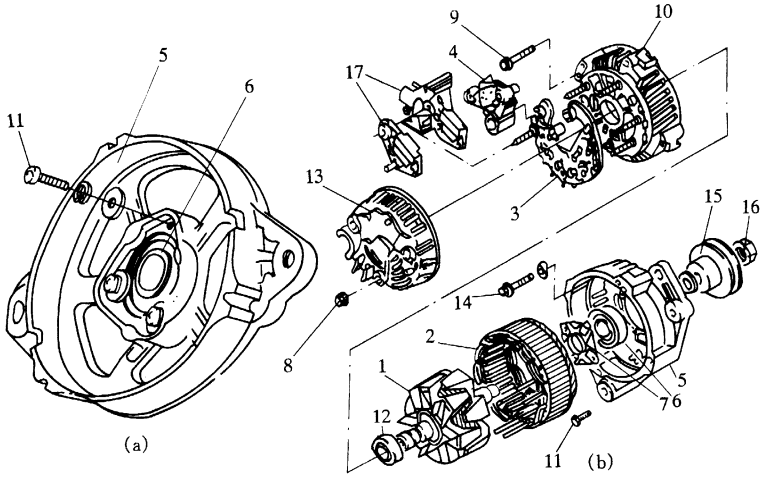


图 10-6　发电机壳体的分开

1. 转子　2. 定子　3. 二极管板　4. 二极管总成　5. 前端盖　6. 轴承　7. 轴承盖　8. 螺母　9. 螺栓　10. 发电机壳体　11. 螺栓　12. 轴承　13. 发电机后盖　14. 螺栓　15. 皮带轮　16. 螺母　17. 调节器

螺栓 11，拆下轴承盖 7，从发电机前端盖 5 上拆下轴承 6。

(3) 转子滑环端轴承的拆卸。如图 10-7 所示，用专用工具 1 将转子 2 滑环端的轴承 3，从转子 2 上拉下。

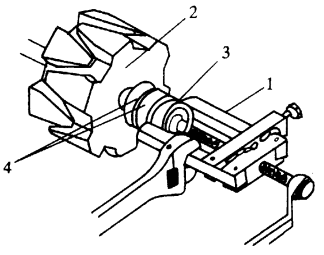


图 10-7 转子滑环端轴承的拆卸
1. 专用工具 2. 转子
3. 轴承 4. 滑环

3. 启动机的拆卸与分解。如图 10-8 所示，从变速器壳上旋下螺母 5，取下螺栓 3，取下启动机 1。如图(a)所示，再用扳手 38，旋下电磁开关 20 的接线柱“30”及“50”的螺母，取下导线。

旋下启动机 1 端盖连接螺栓 6 和衬套座螺钉 14，如图(b)所示，取下衬套座 12 和端盖 9；取出垫片组件 11 和衬套 10。如图(c)所示，用尖嘴钳 39 将电刷弹簧 34 抬起，拆下电刷架 8 及电刷 33。取下磁场线圈后，如图(d)，用扳手 40 旋下螺栓 37，然后从驱动端端盖 27 上取下电磁开关总成 20。最后在取出转子 36 后，如图(e)所示，从端盖 27 上取下传动叉 26，取出小齿轮与单向离合器 31；再取出小齿轮端电枢轴衬套 29。

(二) 充电与启动系的安装

1. 发电机组装。如图 10-6 所示，按与拆卸相反的顺序进行，但须注意以下各项。

(1) 将定子线圈抽头焊到二极管板 3 时，使用的烙铁的最大功率不得大于 300W，并用尖嘴钳在焊点处散热，要保证各抽头与壳体的绝缘。在轴承 12 与 6 上涂上润滑脂，分别装到转子 1 和前端盖 5 上。

(2) 电刷引线的焊接，如图 10-9 所示，将电刷引线卷成一圈半，焊到调节器的接点 1 上，再将绝缘管 2 拉到位，不要让焊料粘在绝缘管 2 上。

2. 发电机的安装

(1) 如图 10-4 所示，按与拆卸相反的顺序进行。

(2) 参见图 2-16 所示，对发电机传动带挠度进行调整。

3. 发电机的空载与负载试验，如图 10-10 所示，将发电机 1 接线柱 B^+ 与电流表 2 串联，与电压表 3 并联，接上蓄电池 4。当发动机转速达到 1000r/min 时，电压应在 13.8V 至 14.5V 之间，电流小于 10A。当接上负载电阻 5 发动机转速达到 3000r/min 时，电流应不小于 45A。

4. 启动机的组装

按与拆卸相反的顺序进行，但须注意以下各项。

(1) 小齿轮组件与电枢的组装。如图 10-11 所示，在电枢 1 的轴上涂上润滑脂后，装上小齿轮组件 3，并作以下检查：握住电枢 1，当沿箭头方向转动小齿轮组件 3 的外座圈 2 时，小齿轮组件 3 应能沿电枢 1 的轴滑动自如；若以箭头相反方向转动外座圈 2 时，小齿轮组件 3 应不转动。

(2) 电磁开关的安装。如图 10-12 所示，电磁开关 3 应用倾斜的角度装入，以便使电磁开关 3 的滑动阀组件 4 与拨叉 1 装在一起，最后旋上紧固螺栓 2(力矩 7～8N·m)。

(3) 定子的安装。如图 10-13 所示，应将定子 1 上的标记与驱动端端盖 2 上的标记对正，方能装入。

(4) 电刷与电刷架的安装。如图 10-14 所示，在换向器 1 上装上电刷架 2，当电刷架 2 装到适当位置后，再在电刷架 2 上装入电刷 3。最后装上电刷端端盖。

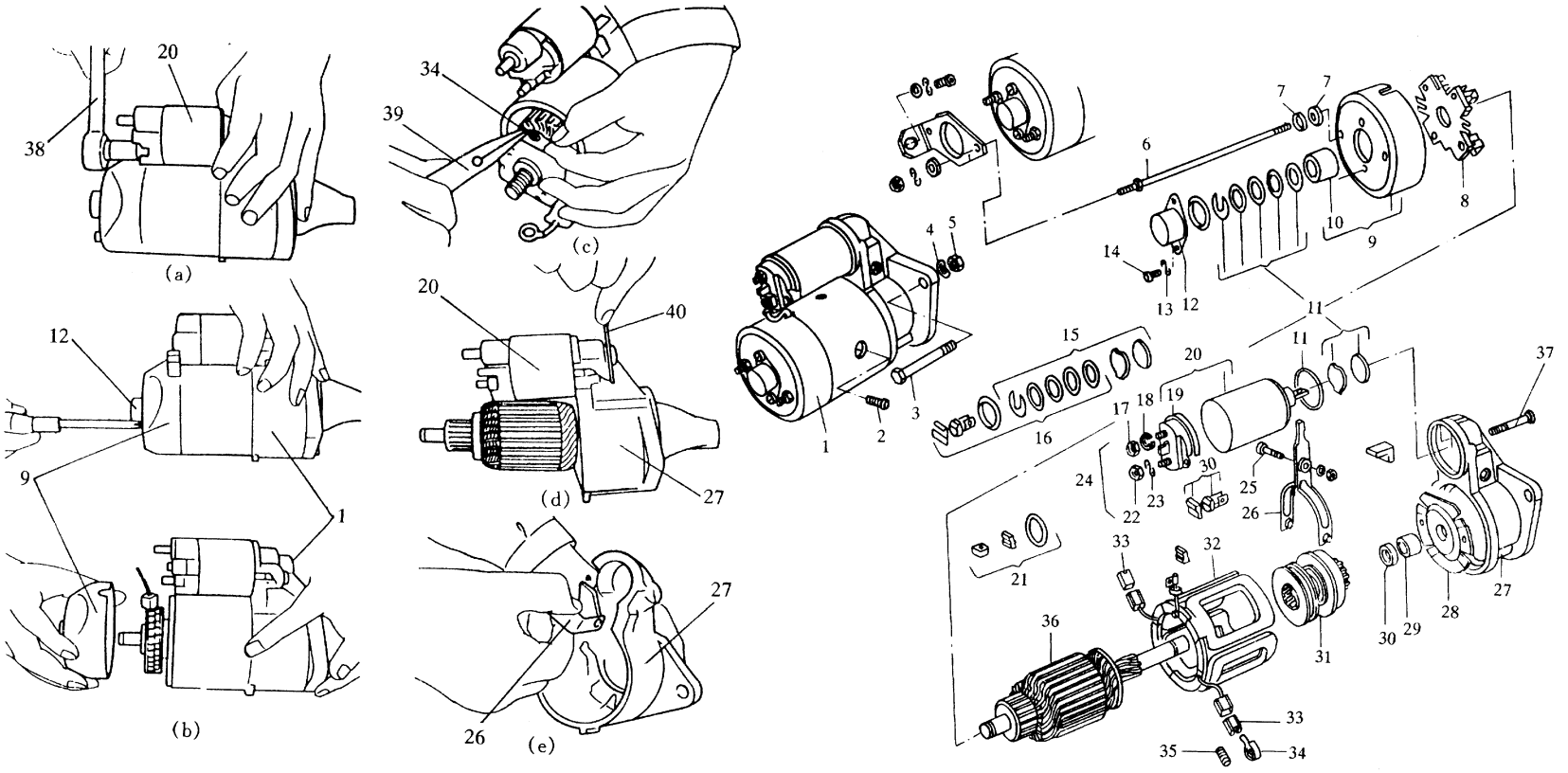


图 10-8　启动机的拆卸与分解

1. 启动机总成　2. 磁场线圈固定螺栓　3. 启动机固定螺栓　4. 弹性垫圈　5. 螺母　6. 端盖连接螺栓　7. 垫圈　8. 电刷架　9. 电刷端端盖　10. 衬套
11. 垫片组件(配件成组供应)　12. 衬套座　13. 弹性垫圈　14. 螺钉　15. 垫片组件(同"11")
16. 活动接柱和垫片组件(这一组件包括"24")　17. 螺母　18. 弹簧垫圈　19. 电磁开关端盖　20. 电磁开关总成　21. 垫块及密封圈
(作配件供应)　22. 螺母　23. 弹性垫圈　24. 电磁开关活动接柱组件(配件仅供组件,不单独供应)　25. 传动叉销　26. 传动叉　27. 驱动端端盖　28. 中间支撑盘　29. 电驱轴衬套
30. 止垫圈　31. 小齿轮与单向离合器　32. 磁场线圈　33. 电刷　34. 电刷弹簧 35. 弹簧　36. 电枢(转子)　37. 螺栓　38. 扳手　39. 尖嘴钳　40. 扳手

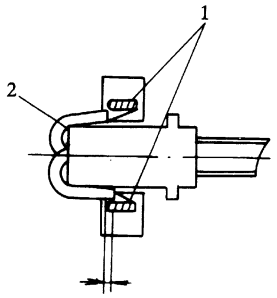


图 10-9　电刷引线的焊接
1. 接点　2. 绝缘管

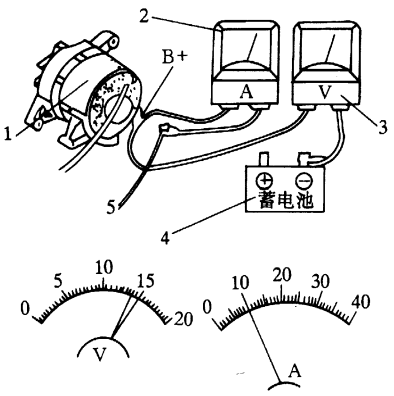


图 10-10　发电机的空载与负载试验
1. 发电机　2. 电流表　3. 电压表
4. 蓄电池　5. 负载电阻

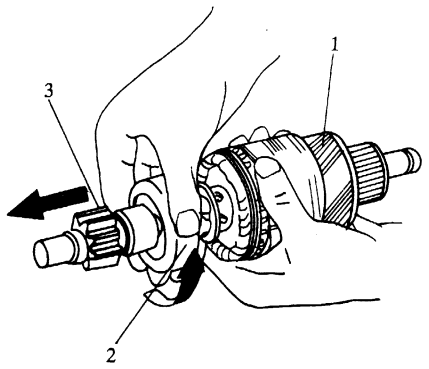


图 10-11　小齿轮组件与电枢的组装
1. 电枢　2. 小齿轮组件
外座圈　3. 小齿轮

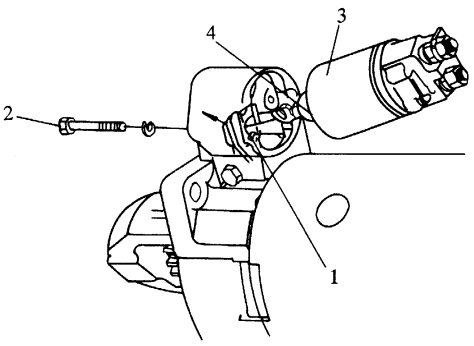


图 10-12　电磁开关的安装
1. 拨叉　2. 螺栓　3. 电磁
开关　4. 滑动阀组件

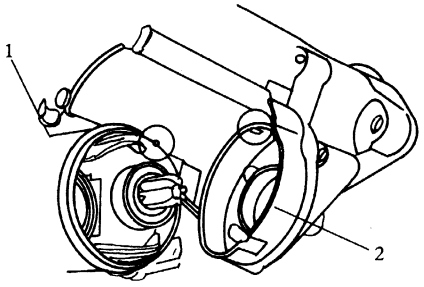


图 10-13　定子的安装
1. 定子　2. 驱动端端盖

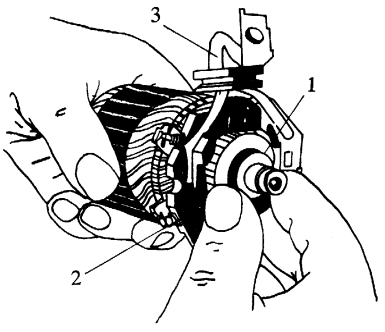


图 10-14　电刷与电刷架的安装
1. 换向器　2. 电刷架　3. 电刷

(5) 电枢轴轴向间隙的调整。如图 10-15 所示，在电枢轴 1 的电刷端端盖 2 的外侧，用调整片 3 调整电枢轴 1 的轴向间隙，应在 0.1mm 至 0.2mm 之间，最后装上挡圈 4。

(6) 小齿轮极限位置的调整。如图 10-16 所示，将小齿轮组件 1 推到离电枢 2 最远的位置上，检查小齿轮组件 1 与驱动端端盖 3 内端面的间隙 4，应在 0.3mm 至 2.5mm 之间；若达不到时，应调整电磁开关滑动阀上的调整螺母 6，或增减电磁开关 5 与驱动端端盖 3 之间的垫圈。

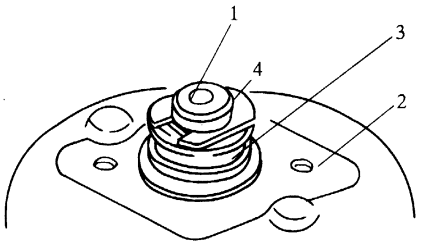


图 10-15　电枢轴轴向间隙的调整

1. 电枢轴　2. 电刷端端盖

3. 调整片　4. 挡圈

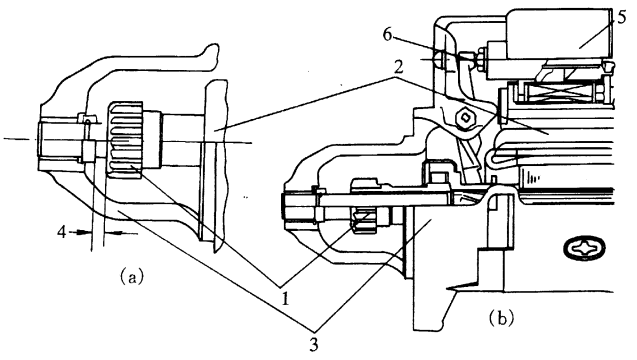


图 10-16　小齿轮极限位置的调整

1. 小齿轮组件　2. 电枢　3. 驱动端端盖　4. 小齿轮与驱动端端盖内端面的间隙　5. 电磁开关　6. 滑动阀上的调整螺母

5. 启动机的试验

(1) 启动机的空载性能试验。如图 10-17 所示，蓄电池 1 正极接电流表 2 的正测棒，电流表 2 的负测棒接启动机 4 的接线柱“30”3，蓄电池 1 负极接启动机 4 的外壳。

将接线柱“30”3 与接线柱“50”5 连接起来(图 10-17 (b))，若电压为 11V，电流小于 60A，小齿轮应能突出，启动机转子应能平稳运转。如图 10-17 (a)所示，拆下接线柱“50”5 的导线，小齿轮应能缩回，否则为有故障。

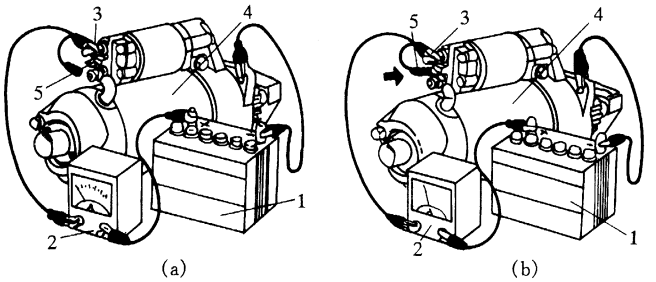


图 10-17　启动机的空载试验

(a)接线柱“30”与“50”连接　(b) 拆下接线柱“50”

1. 蓄电池　2. 电流表　3. 接线柱“30”

4. 启动机　5. 接线柱“50”

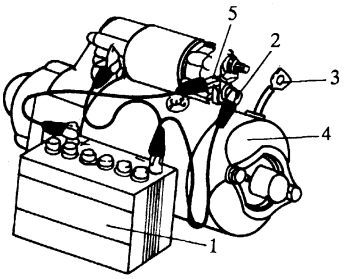


图 10-18　启动机吸引线圈试验

1. 蓄电池　2. 接线柱“60”

3. 磁场线圈抽头　4. 启动机

5. 接线柱“50”

(2) 启动机的吸引线圈试验。如图 10-18 所示，蓄电池 1 的负极接启动机 4 的壳体和接线柱“60”2 (不拆下磁场抽头 3)，蓄电池 1 的正极接接线柱“50”5，此时小齿轮能突出，即为吸引线圈工作正常。

(3) 启动机的维持线圈试验。如图 10-19 所示，拆下磁场线圈引线抽头 3，蓄电池 1 正极接接线柱“50”5，蓄电池 1 负极接启动机 4 壳体，小齿轮能保持突出状态，表示维持线

圈工作正常。

(4) 电磁开关铁心回位试验。如图 10-20 所示，将磁场线圈抽头 3 从接线柱“60”2 上拆下，蓄电池正极接接线柱“50”5。当蓄电池 1 负极与启动机 4 壳体分离时，小齿轮能迅速回位，表示铁心工作正常。

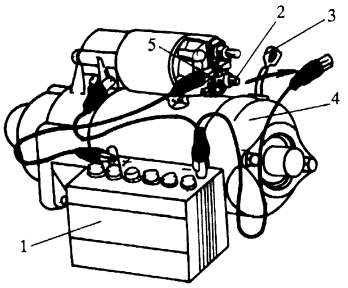


图 10-19 启动机的维持线圈试验
1. 蓄电池 2. 接线柱“60”
3. 磁场线圈引线抽头
4. 启动机 5. 接线柱“50”

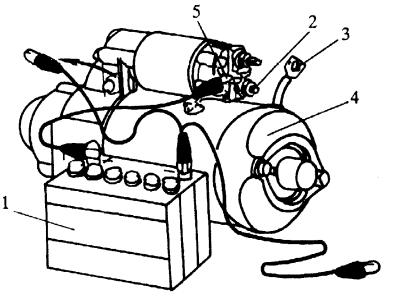


图 10-20 电磁开关铁心回位试验
1. 蓄电池 2. 接线柱“60”
3. 磁场线圈引线抽头
4. 启动机 5. 接线柱“50”

三、充电与启动系的故障与排除

(一) 充电系的故障与排除

1. 蓄电池无电(接通点火开关后,充电指示灯不亮)

(1) 蓄电池内电解液不足，造成蓄电池无电。排除方法是检查蓄电池的电解液后补足电解液。如图 10-21 所示，先检查蓄电池外壳有无裂纹或变形，接线柱是否松动或锈蚀，各单位电解液是否在液面最低与最高的界限内。若需加注电解液及蒸馏水(禁止使用自来水)时，要打开注液孔塞 1 (严禁从密度检查孔加注)，要将电解液及蒸馏水加到最高液位 2。

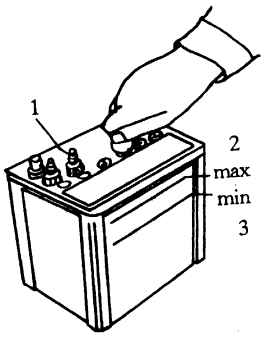


图 10-21 蓄电池电解液的充加
1. 注液孔塞 2. 最高液位
3. 最低液位

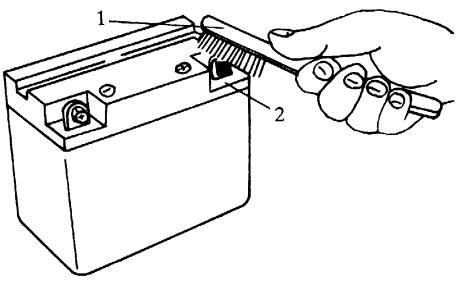


图 10-22 蓄电池电极锈蚀的检查
1. 刷子 2. 蓄电池电极

(2) 蓄电池电极接触不良，造成蓄电池无电。排除方法是清理蓄电池电极，如图 10-22 所示，检查蓄电池电极 2 是否有锈蚀，若有锈蚀必须用刷子清洗干净，并涂上凡士林油。

(3) 蓄电池电解液相对密度低，造成蓄电池无电。排除方法是如图 10-23 所示，检查蓄电池 4 的电解液相对密度时，密度计 1 和温度表 3 的刻度，应在视平线 2 上，才能测量准确。相对密度值要利用图(c)的表换成在 20℃下的相对密度值：如电解液温度为 35℃(查横坐标)，测出的相对密度为 1.23 (查纵坐标)，转换成 20℃下的相对密度值(查斜线上横坐标与纵坐标的交叉点)应为 1.24；如电解液温度为 0℃，测出的相对密度为 1.21，则转换成 20℃的相对密度值为 1.196；当电解液相对密度(在 20℃)小于 1.22 时必须充电。

在充电之前必须先调整蓄电池的液位。充电时，将蓄电池的正、负极分别与充电机的正负极相连。充电电流约为蓄电池的电容量的 10%。如 50A·h 的蓄电池其充电电流为 5.0A。在充电时应旋下螺塞，并随时检查电解液温度，使其控制在 40℃以内。充电电流小一些对蓄电池寿命更好。当电解液的相对密度达到 1.28 (20℃)时，即为充好。

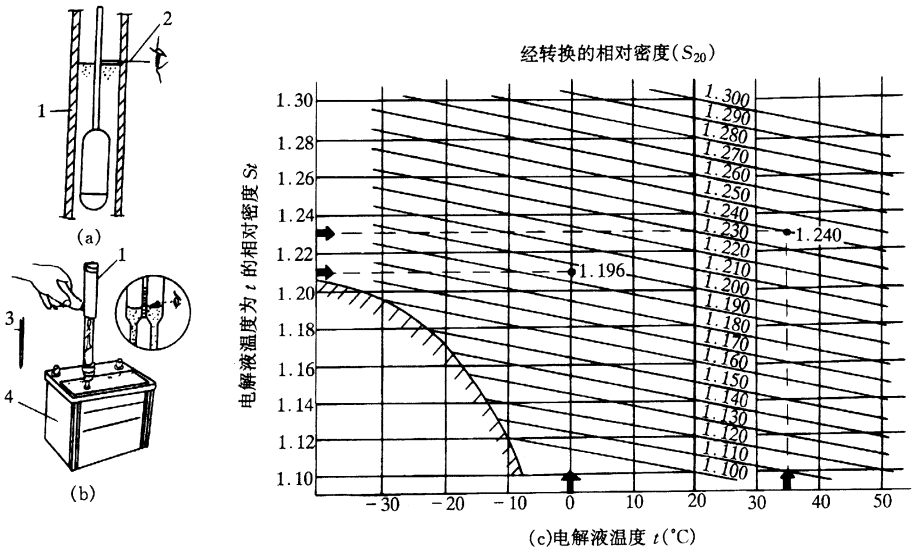


图 10-23　蓄电池电解液相对密度的测量

1. 密度计　2. 视平线　3. 温度表　4. 蓄电池

2. 充电系不充电(发动机启动后，充电灯不熄灭)

(1) 发电机故障

① 定子绕组断路或短路，造成不充电。排除方法见图 10-24 所示，对定子进行检查。用万用表电阻 × 1Ω 挡，测量绕组抽头 1 间的电阻值应为 0Ω；否则为断路。

检查绕组抽头 1 与铁心之间是否短路，用电阻 × kΩ 挡，测量抽头 1 与定子铁心 2 之间的电阻，电阻值应在 1kΩ 以上；否则为短路。若有断路与短路，均应更换定子。

② 转子对地短路，造成不充电。排除方法如图 10-25 所示。检查转子对地的短路，用万用表电阻 × kΩ 挡，测量转子滑环 1 与转子爪极 2 之间的电阻，阻值在 1kΩ 以上，否则为短路，应更换转子。

③ 转子线圈断路或短路，造成不充电。排除方法如图 10-26 所示。检查转子线圈内的断路与短路。用万用表电阻 × 1Ω 挡测量两滑环 1 和 2 之间的电阻，应在 2.7Ω 至 3Ω 之间。若低于此值，表示转子线圈短路；用万用表电阻 × kΩ 挡测量时，若大于 1kΩ 以上，表示转子线圈断路，均应更换转子。

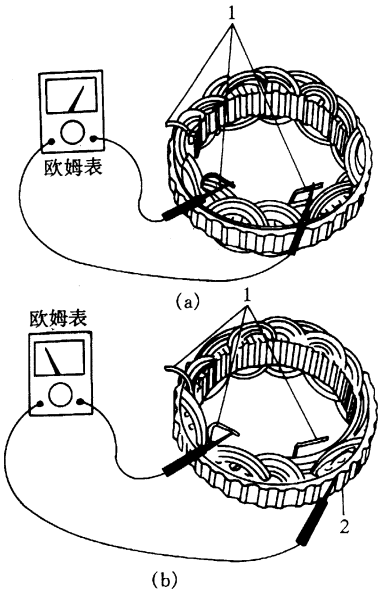


图 10-24　发电机定子的检查

1. 绕组抽头　2. 定子铁心

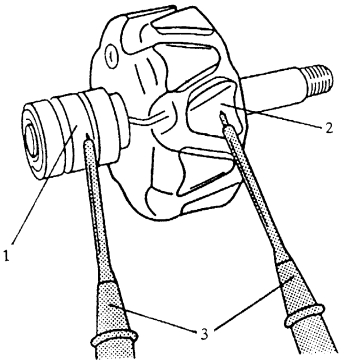


图 10-25　发电机转子对地短路的检查

1. 转子滑环　2. 转子爪极

3. 万用表测棒

④ 发电机二极管损坏，造成不充电。排除方法如图 10-1 所示，进行发电机桥式整流与励磁二极管电阻的检查，用万用表电阻 × 1Ω 挡，测量整流用正二极管的正极接线柱(B +)(用万用表黑色测棒)与接点 21 (用万用表红色测棒)之间的电阻；测量整流用负二极管的负极接点 22 (用万用表红色测棒)与接点 21 (用万用表黑色测棒)之间的电阻；电阻应为 50 ~ 80Ω；测棒交换后，电阻应大于 1000Ω。

测量励磁二极管的正极(D +)(用万用表黑色测棒)与接点 21 (用万用表红色测棒)之间的电阻，应为 50 ~ 80Ω；交换测棒后，电阻应大于 1kΩ。更换损坏的二极管。

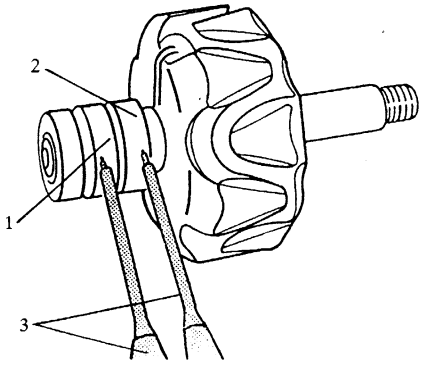


图 10-26　发电机转子线圈短路与断路的检查

1、2. 发电机转子滑环　3. 万用表测棒

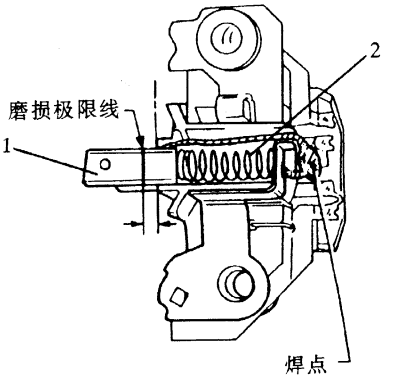


图 10-27　电刷与弹簧

1. 电刷　2. 电刷弹簧

⑤ 电刷磨损或弹簧力不足，造成不充电。排除方法见图 10-27。检查电刷长度与弹簧压力。电刷 1 在磨损后极限长度不少于 5mm；电刷弹簧 2 的压力为 0.98 ~ 1.96N (100 ~ 200gf)，过弱过强都不好。不必拆开前后端盖，仅需拆下尼龙护罩，便可调换电刷等易损件，以保证

发电机装配的完好性。

⑥ 转子滑环磨损，造成不充电。排除方法如图 10-28 所示。检查转子滑环表面的磨损，若滑环 1 表面伤痕严重或外径磨损过大，均应更换。用卡尺 2 测量其外径比标准值不应小于 0.4mm。

⑦ 调节器损坏，造成不充电。排除方法如图 10-1 所示。发电机调节器的检查，可打开罩盖先将调节器 9 从发电机上拆下来，用一根导线将调节器上的“F”接柱(磁场接柱)接地，然后再将调节器 9 装入发电机后端盖并固定之，使调节器处于不工作状态。

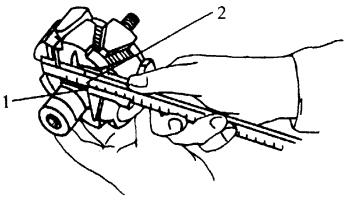


图 10-28 转子滑环的检查
1. 转子滑环 2. 卡尺

再启动发动机并逐渐提高转速，如充电指示灯熄灭，说明发电机正常，故障在调节器；如果灯仍亮，说明调节器正常，而发电机有故障。也可用新调节器进行更换试验，若新的调节器发电正常，而旧调节器发电不正常，则表明旧调节器已损坏。

(2) 发电机传动带损坏，造成不充电。排除方法为检查三角皮带。为保证发电机的正常工作，行驶中不发生啸叫声，要经常检查三角皮带的张紧度和损坏程度。一旦发现有损坏迹象时要及时更换。

(3) 发电机与蓄电池之间的导线断裂或接触不良，造成不充电。排除方法是修复导线。

3. 充电电流过小

(1) 发电机传动带松弛，造成充电电流过小。排除方法是按图 2-16 所示，调整发电机传动带的挠度。

(2) 发电机的故障

① 有个别二极管损坏，造成充电电流不足。排除方法见图 10-1 所示，检查二极管的好坏，更换损坏的二极管。

② 电刷磨损，造成充电电流过小。排除方法如图 10-27 所示，检查电刷的磨损程度，并做相应处理。

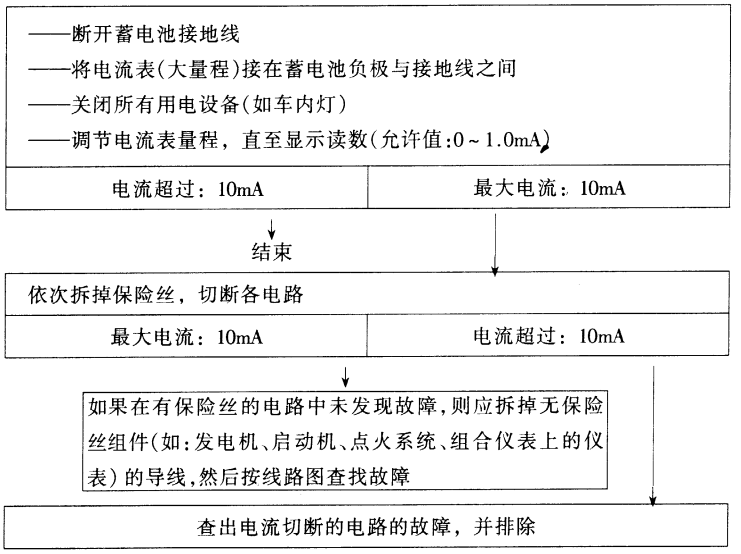


图 10-29 蓄电池故障排除程序

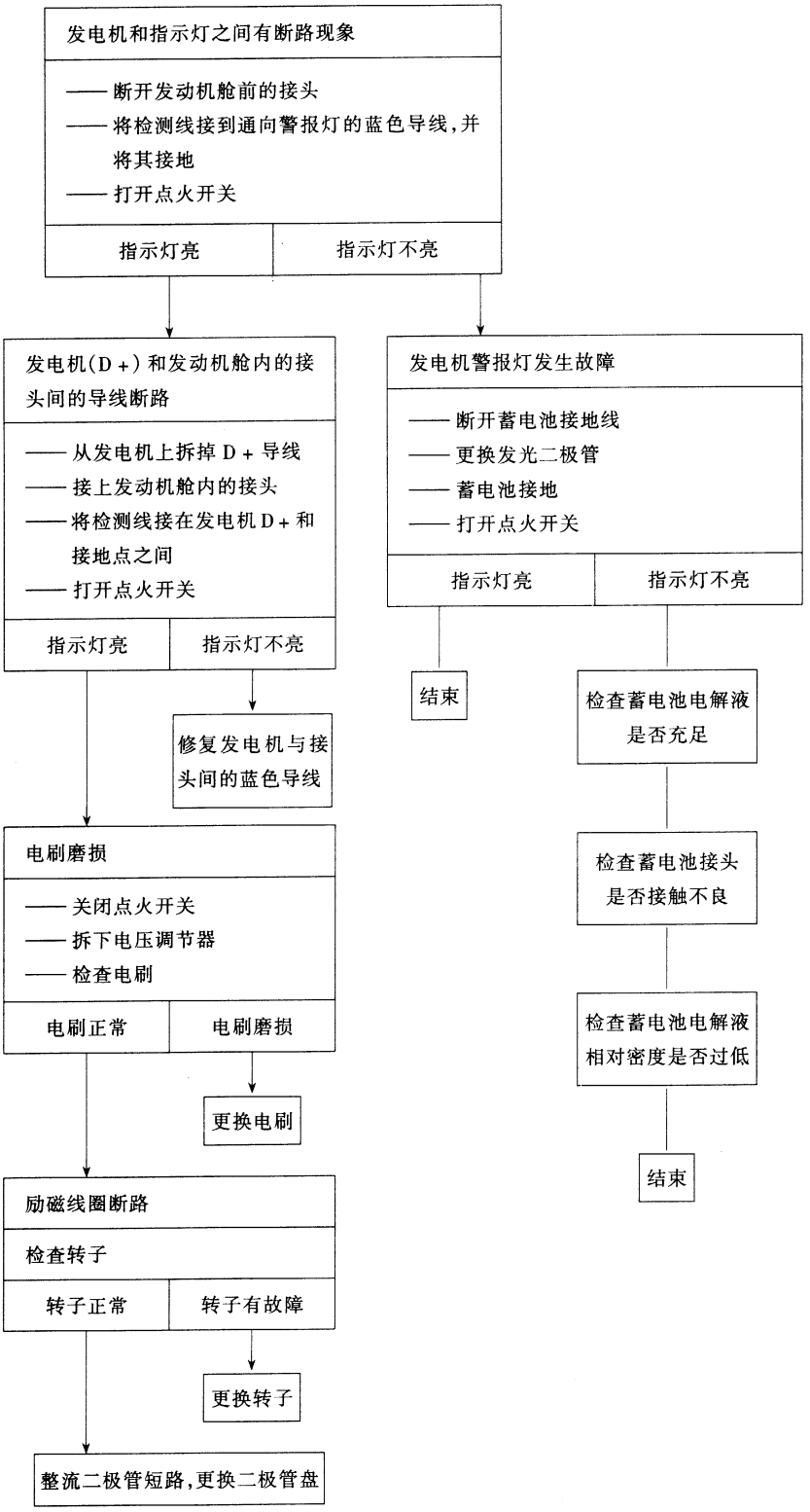


图 10-30　发电机警报灯不亮故障排除程序

③ 滑环上有油污，造成充电电流过小。排除方法是清洗发电机转子的滑环。

④ 调节器损坏，造成充电电流过小。排除方法，检查调节器是否损坏若损坏，则更换损坏的调节器。

（二）充电系的故障排除程序

1. 蓄电池放电排除程序(怀疑漏电)

(1) 检测条件：蓄电池工作正常。

(2) 故障原因：触点锈蚀或污染，导线擦伤，蓄电池元件内部短路。

(3) 排除程序见图 10-29。

2. 打开点火开关时，发电机警报灯不亮排除程序

(1) 检测条件：

① V 型皮带张紧度正常，蓄电池完全充电；

② 发电机接头及发动机、车身和蓄电池之间的接地线必须连接牢固，不允许生锈。

(2) 排除程序如图 10-30 所示。

3. 转速提高时充电指示灯不熄灭的排除程序见图 10-31。

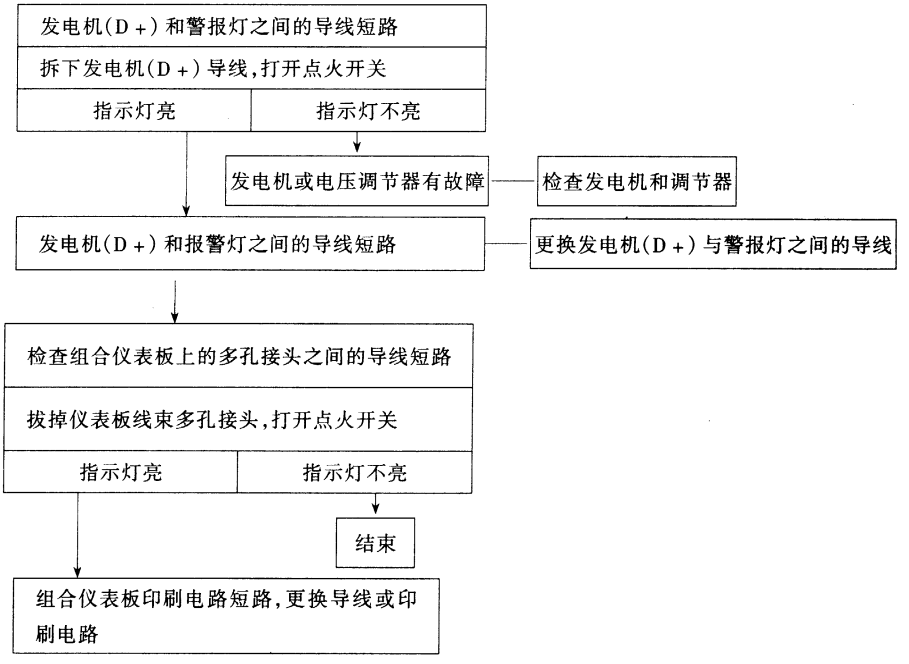


图 10-31　充电指示灯不熄灭故障排除程序

4. 充电指示灯时亮时灭的排除程序

(1) 故障现象：汽车行驶中，充电指示灯时亮时灭，同时调节器或继电器伴有振动声。

(2) 故障检测与排除方法见图 10-32。

（三）启动系的故障与排除

1. 启动机不转(蓄电池有电)

(1) 启动机电枢(转子)的故障

① 电枢线圈短路，造成启动机不转。排除方法是检查电枢线圈的短路，如图 10-33 所

示。将电枢放在短路线圈测试仪上，当测试仪通电后，将钢片置于电枢上，一边转动电枢，一边移动钢片。钢片在某一位置上振动，即表示该电枢线圈有短路。故障排除方法是，更换短路的电枢。

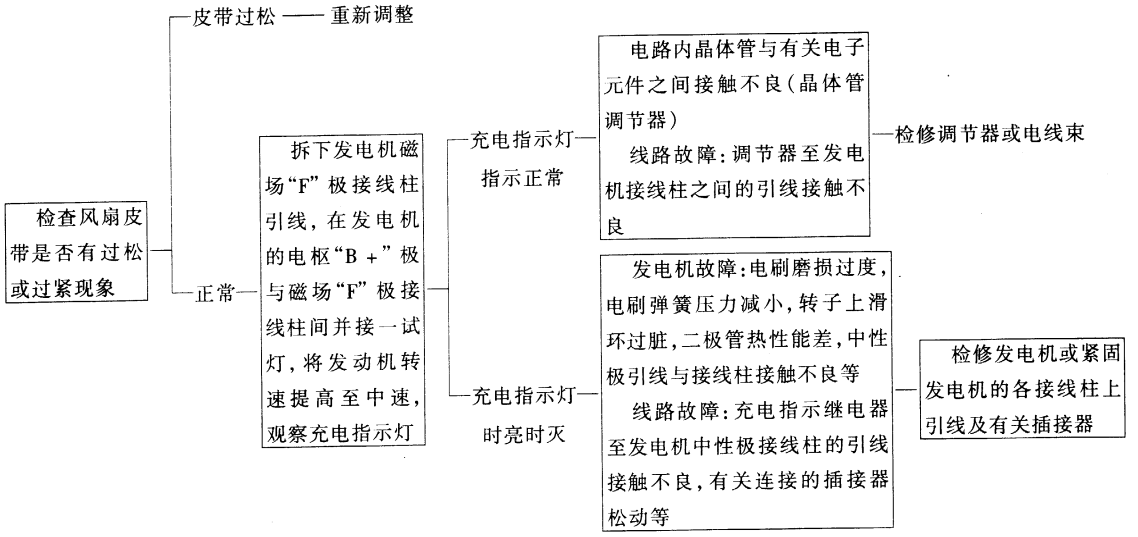


图 10-32　充电指示灯时亮时灭故障排除程序

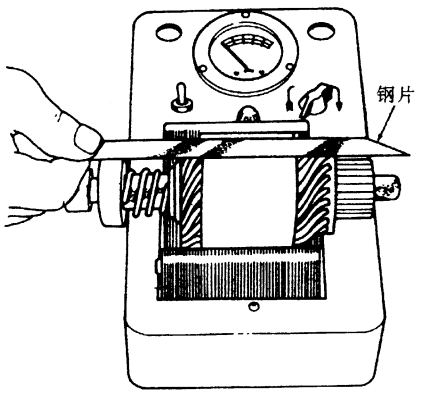


图 10-33　电枢线圈短路的检查

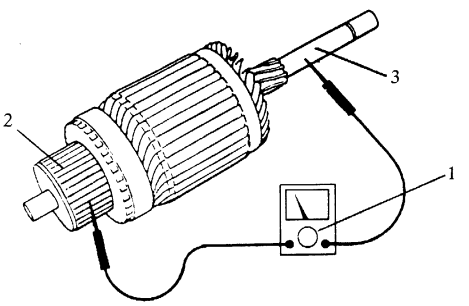


图 10-34　换向器与转子轴短路的测试

1. 电阻计　2. 换向器　3. 电枢

② 换向器与电枢轴短路，使启动机不转。排除方法如图 10-34 所示，用电阻计 1 测量换向器 2 与电枢轴 3 之间的电阻；若导通表示短路，应更换电枢 3。

③ 电枢线圈断路，使启动机不转。如图 10-35 所示，用电阻计 1 测量换向器 2 相邻两片之间的电阻，（相邻两片应为同一线圈的两端，对波绕法的电枢线圈，同一线圈两端的节距为换向器的片数减 1 除以磁极对数）。若不导通则为断路，需要更换电枢 3。

(2) 磁场线圈(定子)的故障

① 磁场线圈断路，使启动机不转。排除方法如图 10-36 所示。检查磁场线圈接线柱"60" 1 与正电刷接头 2 之间电阻应导通，若有断路，则应更换磁场线圈 3。

② 磁场线圈与壳体短路，使启动机不转。排除方法如图 10-37 所示。用电阻计 1 检查磁场线路的绝缘性，在磁场线圈接线柱"60" 2 与壳体 3 之间应不通，若导通应更换磁场线

圈 4。

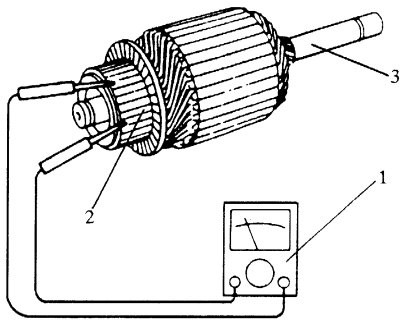


图 10-35　电枢线圈断路的检查
1. 电阻计　2. 换向器
3. 电枢

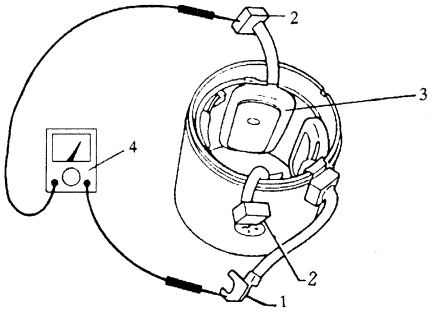


图 10-36　启动机磁场线圈的导通试验
1. 磁场线圈接线柱“60”　2. 正电刷接头
3. 磁场线圈　4. 电阻计

(3) 电磁开关的故障

① 吸引线圈断路，使启动机不转。排除方法如图 10-38 所示，进行电磁开关吸引线圈的检查，用电阻计 4 测量接线柱“50”2 与磁场线圈引出接线柱“60”之间的电阻(拆下接线柱“30”1 上的导线 5 和磁场线圈的引线 6)，应导通，否则应更换电磁开关。

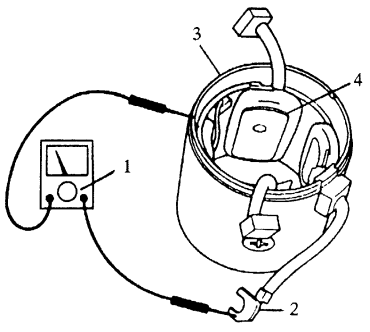


图 10-37　启动机磁场线圈绝缘检查
1. 电阻计　2. 磁场线圈接线柱“60”
3. 壳体　4. 磁场线圈

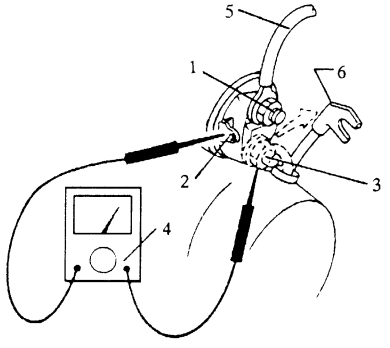


图 10-38　电磁开关吸引线圈的检查
1. 接线柱“30”　2. 接线柱“50”
3. 接线柱“60”　4. 电阻计　5. 蓄电池引线　6. 磁场线圈引线

② 电磁开关触点接触不良，使启动机不转。排除方法是清洁触点。

2. 启动机转速太低，不能启动发动机(蓄电池有电，发电机充电正常)。

(1) 换向器表面失圆、烧蚀，造成启动机转速太低。排除方法如图 10-39 所示。检查换向器表面 1 应光滑，可用 500～600 号细砂布 2 打磨换向器。云母片 3 的深度，标准值为 0.5～0.8mm，使用极限值为 0.2mm，可用锉刀进行修整云母片的深度。要按正确形状 4 进行修整，不要修成 5 的不正确形状。

用百分表 6 检查换向器 1 的跳动，标准值为 0.05mm，使用极限 0.4mm。

(2) 启动机电刷磨损或电刷弹簧失效，使启动机转速太低。排除方法是如图 10-40 所示，用弹簧秤 1 检查电刷弹簧 2 的弹力，应在 18N 至 22N 之间。用卡尺 4 测量电刷 3 的高度，使用极限为 11mm。更换不合格的电刷弹簧及电刷。

(3) 正极电刷与底板短路，使启动机转速太低。排除方法是如图 10-41 所示，检查正极电刷架 1 与底板 2 的电阻，应不导通；若导通，表示绝缘不良应进行修复。电刷应能在电刷架 1 内平稳滑动。

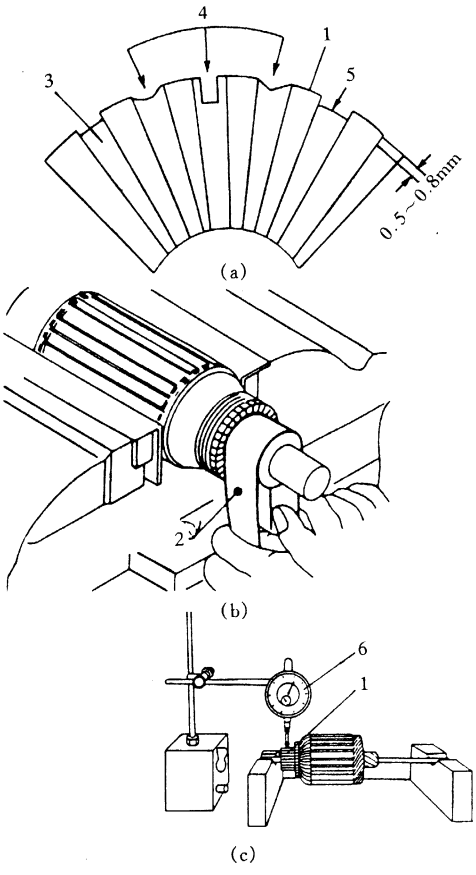


图 10-39　换向器云母片的检查与修整

1. 换向器表面　2. 砂布　3. 换向器云母片
4. 正确形状　5. 不正确形状　6. 百分表

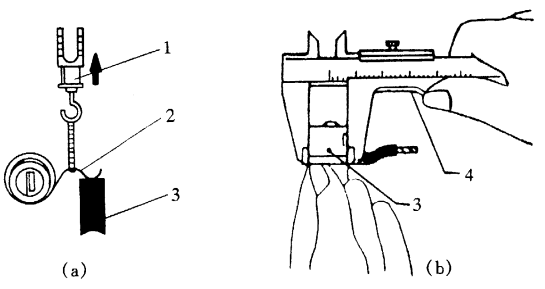


图 10-40　启动机电刷弹簧力的检查

1. 弹簧秤　2. 电刷弹簧
3. 电刷　4. 卡尺

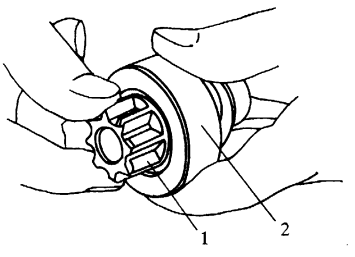


图 10-41　正极电刷架绝缘性的检查

1. 正极电刷架　2. 电刷架底板
3. 电阻计

(4) 启动机电磁开关触点接触不良，使启动机转速太低。排除方法是清洁触点。

3. 启动机间歇工作

(1) 电磁开关维持线圈断路，使启动机间歇工作。排除方法是如图 10-42 所示，进行电磁开关维持线圈的检查，断开接线柱“30”1 与蓄电池的接线 5，拆下接线柱“60”3 上的磁场线圈引线 6，用电阻计 4 测量接线柱“50”2 与电磁开关壳之间的电阻，应导通(电阻小于 1.5Ω)，若不通时，应更换。

(2) 电磁开关触点接触不良，使启动机间歇工作。排除方法是清洁触点。

4. 启动机转而发动机不转

(1) 单向离合器打滑，造成启动机转而发动机不转。排除方法是如图 10-43 所示，检查单向离合器，当握住单向离合器 2，检查小齿轮 1 在一个方向上可以顺利转动，在另一个方向上则不能转动，否则是滚柱单向离合器 2 损坏，应更换滚柱单向离合器 2。

(2) 维持线圈断路，造成启动机转而发动机不转。排除方法按图 10-42 检查维持线圈，

更换断路的维持线圈。

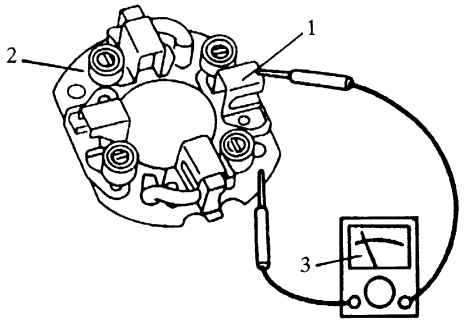


图 10-42　电磁开关维持线圈的检查

1. 接线柱“30”（接蓄电池）　2. 接线柱“50”（接点火开关）　3. 激磁线圈接线柱“60”　4. 电阻计　5. 蓄电池引线　6. 磁场线圈引线

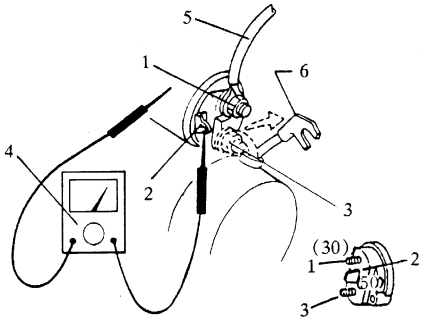


图 10-43　单向离合器的检查

1. 小齿轮　2. 单向离合器

（3）小齿轮或飞轮齿打坏，造成启动机转而发动机不转。排除方法是更换小齿轮或飞轮齿圈。

（四）启动系故障的排除程序

1. 启动机不转的排除程序

检测条件：电磁开关上的导线接头，发动机、车身与蓄电池之间的接地线一定要接触良好，不允许被氧化；蓄电池已充电。

故障现象：点火开关旋至启动挡时，启动机不转，其它用电设备均能工作。

启动机不转的排除程序见图 10-44、图 10-45。

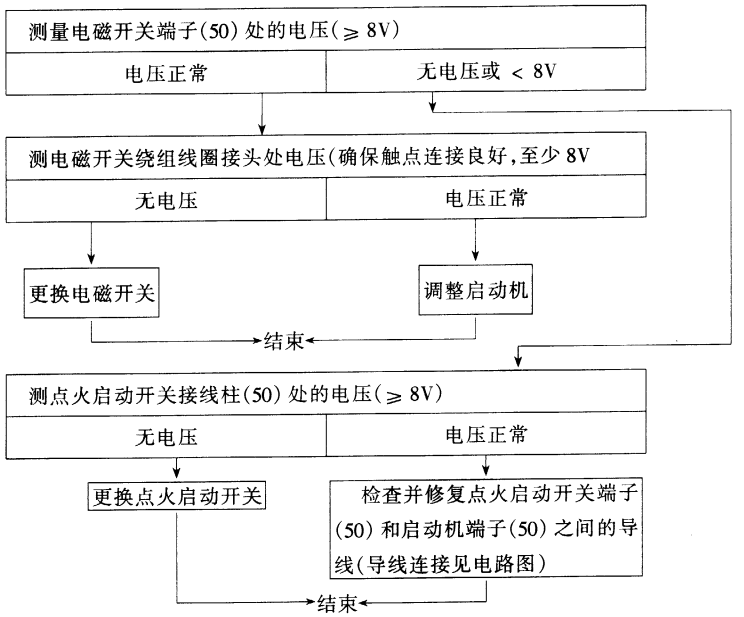


图 10-44　启动机不转的排除程序(一)

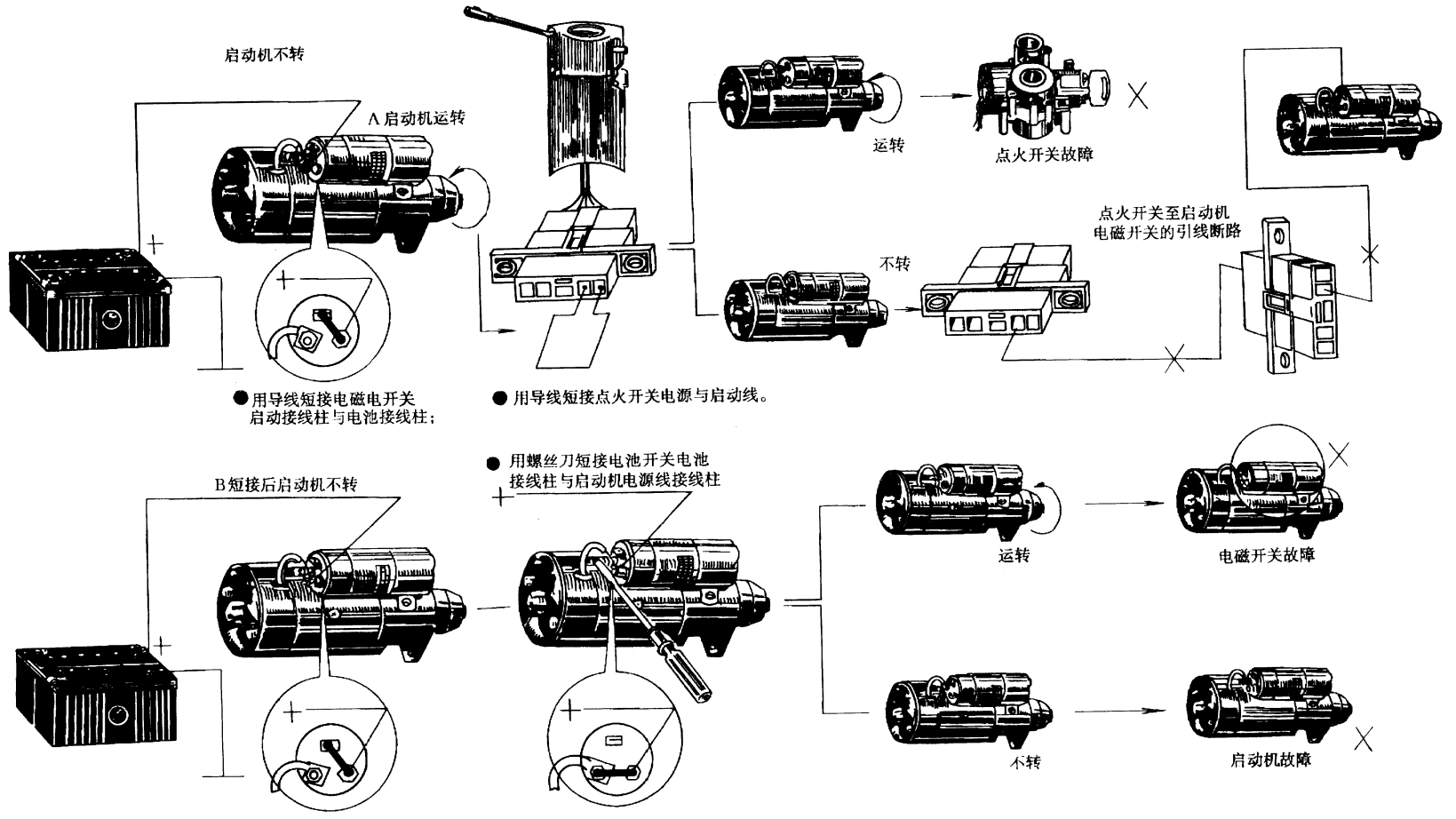


图 10-46　启动机不转的排除程序(二)插图

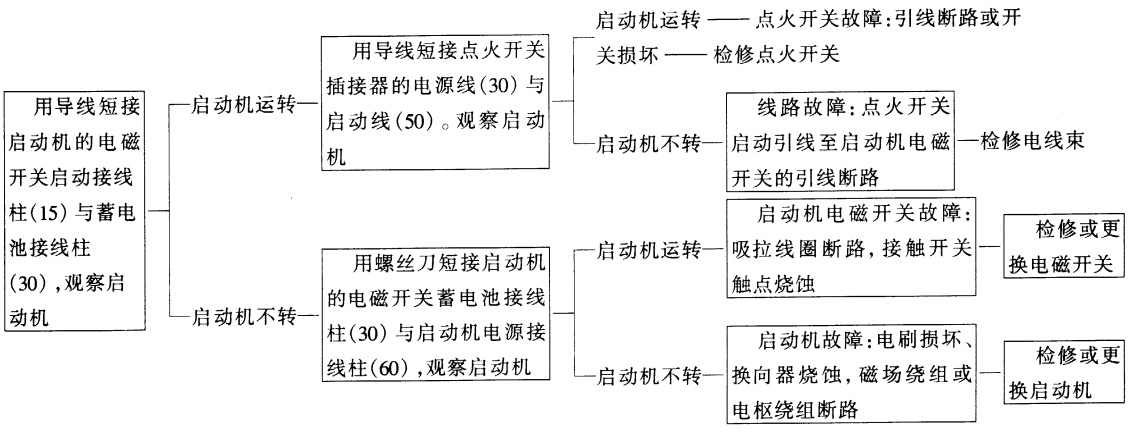


图 10-45　启动机不转的排除程序(二)(对照图 10-46)

2. 启动机转速太低，不能启动发动机的排除程序。

检测条件：冬天应加入与外部温度相适应的机油；V 型皮带张紧度合适。

启动机转速太低，不能启动发动机排除程序见图 10-47。

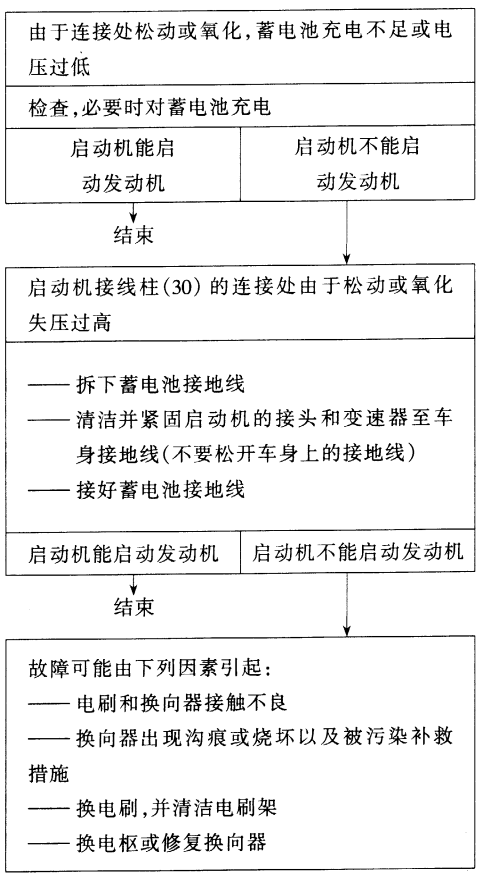


图 10-47　启动机转速太低，不能启动发动机排除程序

3. 启动机小齿轮与齿圈咬合正确，但发动不转的排除程序。

启动机小齿轮与齿圈的咬合正确，但是发动机不转的排除程序见图 10-48。

4. 启动机电磁开关启动引线烧坏排除程序。

故障现象：点火开关旋至启动挡时，启动引线烧坏。

启动机电磁开关启动引线烧坏排除程序见图 10-49（对照图 10-50 所示）。

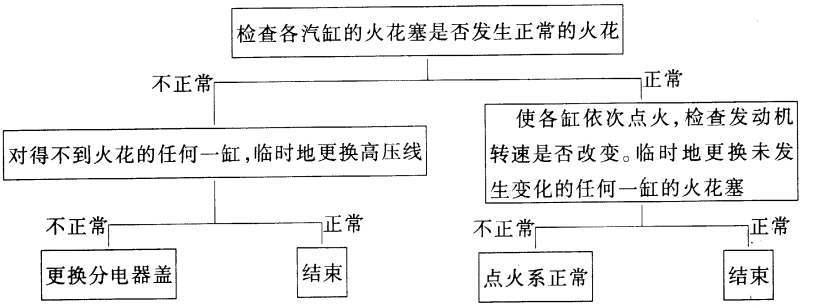


图 10-48　启动机小齿轮与齿圈的咬合正确，但是发动机不转的排除程序

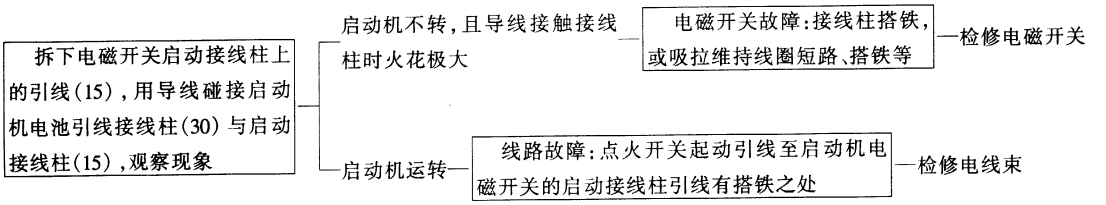


图 10-49　启动机电磁开关启动引线烧坏排除程序

5. 启动机电磁开关有吸合声，但启动机不转排除程序。

故障现象：点火开关旋至启动挡时，起动机的电磁开关虽已吸合，但启动机不转。

启动机电磁开关有吸合声，但启动机不转排除程序见图 10-51 及图 10-52 所示。

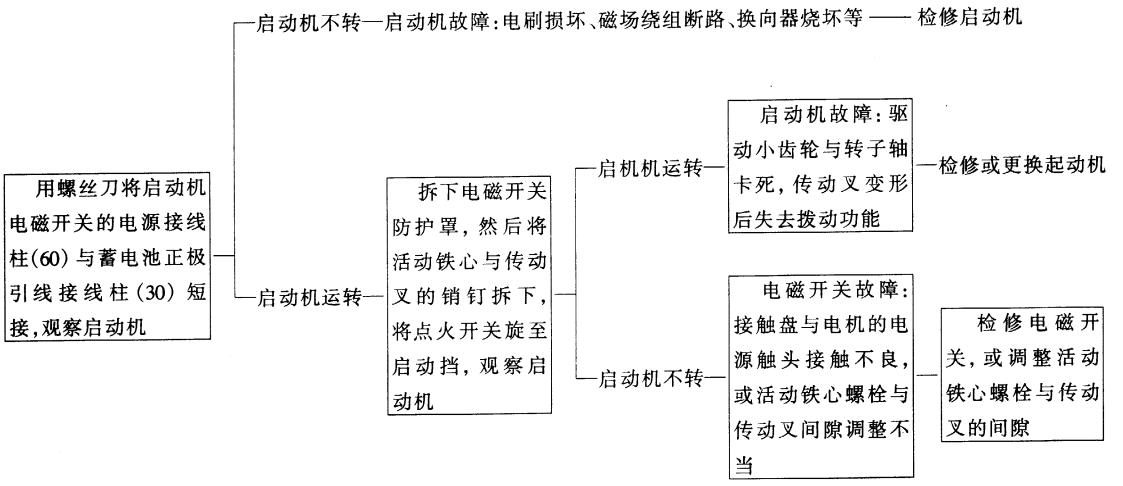


图 10-51　启动机电磁开关有吸合声，但启动机不转排除程序

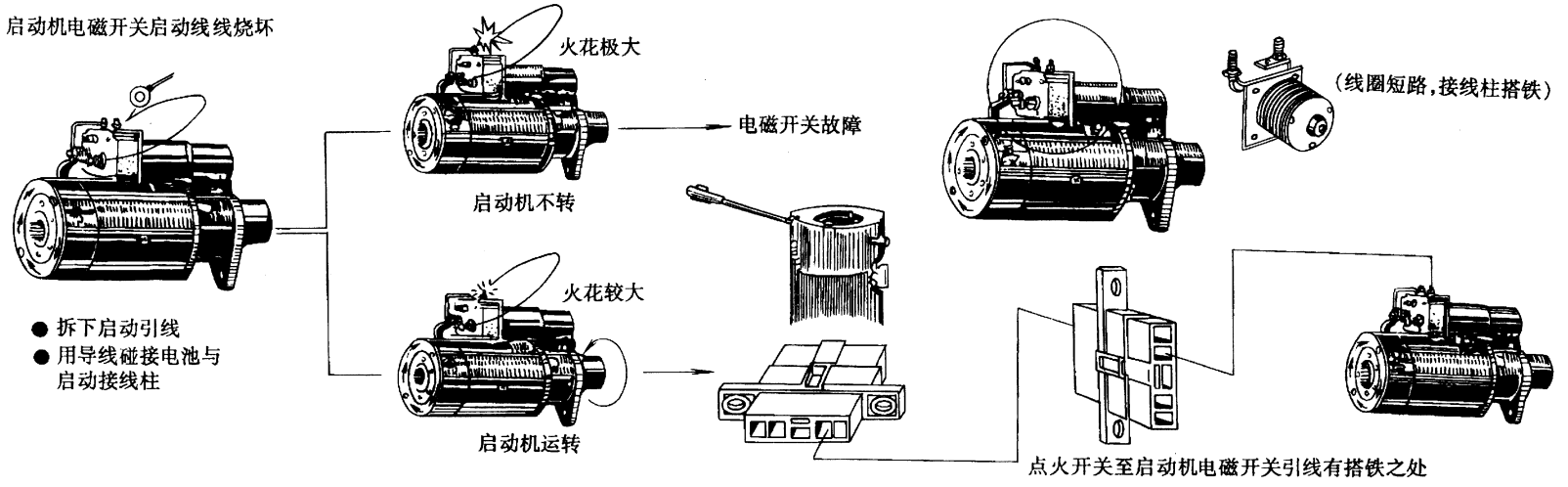


图 10-50　启动机电磁开关引线烧坏排除程序插图

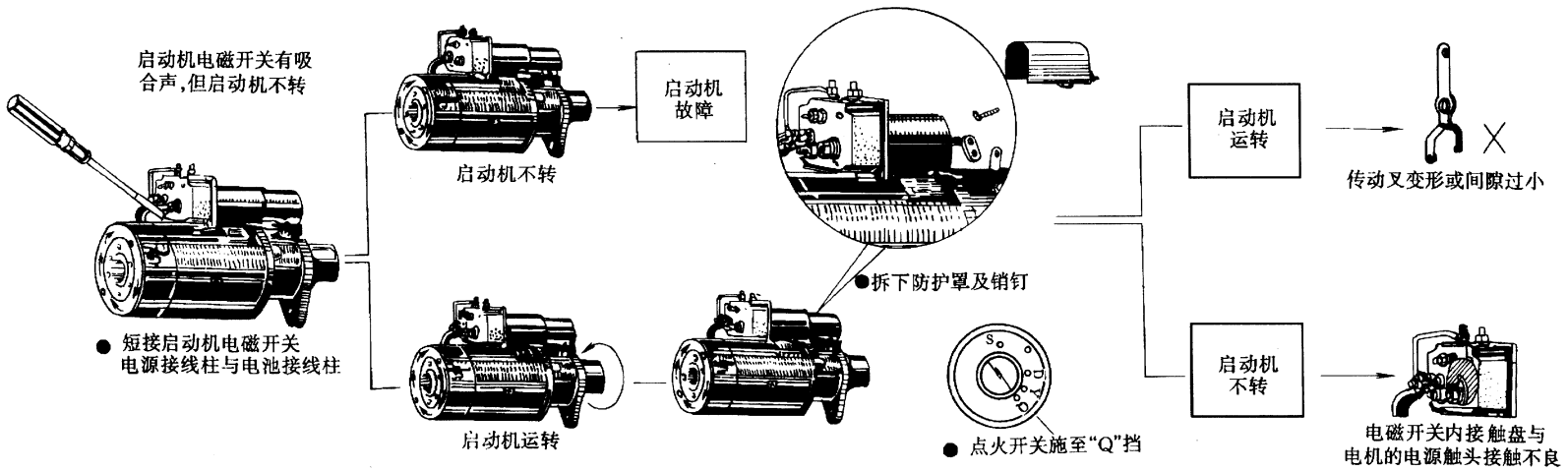


图 10-52　启动机电磁开关有吸合声，但启动机不转程序插图

6. 小齿轮与齿圈的工作不正常排除程序

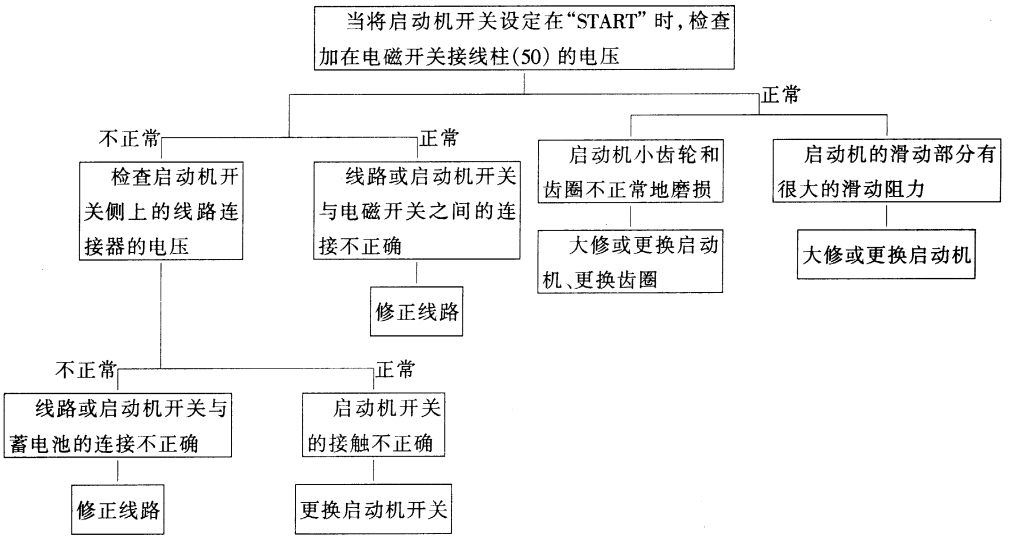


图 10-53　小齿轮与齿圈的工作不正常排除程序

四、蓄电池的维修

(一) 蓄电池使用的注意事项

1. 蓄电池的构造

如图 10-54 所示。汽车用蓄电池多为铅酸蓄电池，主要由极板组、外壳、电解液、连接条、极柱等部件组成。它们都是由若干个 2V 的单格电池串联组合而成，各单格电池之间有间壁相隔，以保证各单格电池的独立性，各单格电池间用铅连接条串联起来，便组成不同规格的蓄电池组。

汽车上各用电设备所需要的电能，是由蓄电池和发电机供给的。在发动机不工作时，由蓄电池供电；当发动机工作时，则由发电机供电，同时将多余的电能补充给蓄电池；当发电机超载时，蓄电池能协助发电机供电。蓄电池单格额定电压为 2V，在放电过程中，端电压逐渐减小，放电终止电压大约为 1.7V。如单格蓄电池端电压降至 1.7V 时，表示电已放完，这时如再继续放电，会缩短蓄电池的使用寿命。

蓄电池在充电过程中，每个单格电压在不断增加，其端电压大约为 2.7V，如达到 2.7V 时，表明蓄电池已充足电，若再继续充电，会使蓄电池极板上的活性物质大量脱落，造成蓄电池容量不足。所以在使用蓄电池时，不能让蓄电池过量充电或过量放电。

蓄电池的容量：充足电的蓄电池，以一定的电流连续放电，当蓄电池的端电压达到终止时(单格电压为 1.7V)，蓄电池所输出的电量，即为蓄电池的容量，单位为 A·h。蓄电池在放电时，通常定为 20h (称为 20 小时放电率)，这样根据蓄电池的容量，就可以计算出放电电流的大小。如本车蓄电池为 50A·h 的容量，放电 20h，放电电流为 2.5A。

2. 蓄电池的保养与正确使用

为了使蓄电池经常处于完好状态，延长其寿命，必须认真保养和正确掌握使用方法。在使用蓄电池时须做到如下几点：

(1) 检查蓄电池外壳有无电解液渗漏，极柱引线是否牢固。

(2) 清除蓄电池盖上的脏物，冲洗盖上的电解液，畅通加液盖上的通气孔，清除极柱和电缆线接头上的氧化物。

(3) 检查并调整电解液液面的高度，正常时应高出极板 10～15mm。当电解液高度不够时，勿乱加自来水、井水、河水等，应加蒸馏水。

(4) 用密度计测量电解液相对密度，来测定蓄电池的放电率。其方法如图 10-55，检查时，用玻璃吸管吸入电解液，此时玻璃吸管内密度计上浮后，对准液面的密度计刻度即为该电解液的相对密度值。蓄电池放电率与电解液相对密度关系见表 10-2。从表中可以看出，电解液相对密度每下降 0.01，蓄电池大约放电 6%。

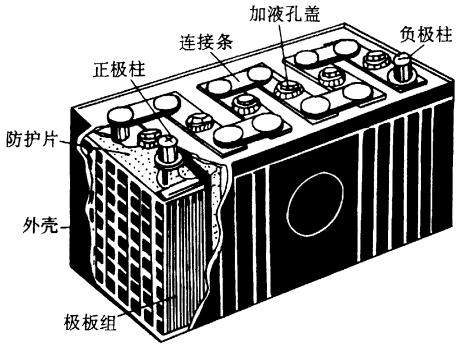


图 10-54　蓄电池的构造

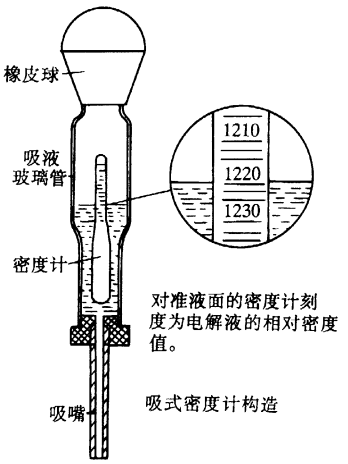


图 10-55　电解液相对密度的测量

表 10-2　　蓄电池放电程度与电解液相对密度关系(在 15℃时)

充足电时电解液相对密度	放电时电解液相对密度	
	放电 25%	放电 50%
1.31	1.27	1.23
1.29	1.25	1.21
1.27	1.23	1.19
1.25	1.21	1.17

(5) 在汽车上拆卸或安装蓄电池的正负极电缆线时，应先拆下或后装上搭铁电缆线，以防金属工具搭铁，造成蓄电池短路损坏。

(6) 蓄电池引线正、负极不可接错。一般蓄电池极柱上有正(+)、负(-)极标志，若标志模糊不清时，可用万用表或高率放电器来判断；也可通过观察极柱的颜色加以区别。呈深棕色的为正极，呈灰白色的为负极。为判断方便，可自制正负极鉴别仪，电路、接线及外形，如图 10-56。检测时，鉴别仪上发光二极管亮端所接触的蓄电池极柱引线为正极。该鉴别仪可适用 6～24V 的蓄电池。

(7) 长时间不用的汽车，应将蓄电池从车上拆下，移入储藏室内。

(8) 蓄电池的维护。如图 10-57 所示，应用刷子 1 刷干净蓄电池 2，保持通气孔通畅，并在电极处涂上凡士林油，以防生锈。

(二) 蓄电池的充电与检查

1. 电解液的配制

(1) 电解液必须以化学纯硫酸与蒸馏水配制而成。电解液密度一般为 1.25～1.29g/cm^3 (15℃时)。工业用硫酸和一般的水，因含有铁、铜等杂质，会引起自放电和极板损坏，不能用于蓄电池。电解液在加入蓄电池时，其温度须控制在 21～32℃之间。

(2) 电解液相对密度高低，应根据使用地区的气温而定。室温为 30～40℃时，电解液相对密度为 1.270；20～30℃时，电解液相对密度为 1.280；20℃以下时，电解液相对密度为 1.290。

(3) 配制电解液时，应将硫酸缓缓倒入蒸馏水中，而不可将蒸馏水倒入硫酸中，以免硫酸溅出伤害人体和腐蚀设备。

(4) 蒸馏水的简易检测，如图 10-58 所示。用容量为 1000mL 的量杯(底部直径为 100mm)，取 500mL 蒸馏水，万用表调至 R×1kΩ 挡，将两表棒贴在内壁插入水面电阻值大于 100kΩ 时，可以使用。电阻小于 100kΩ，不能使用。

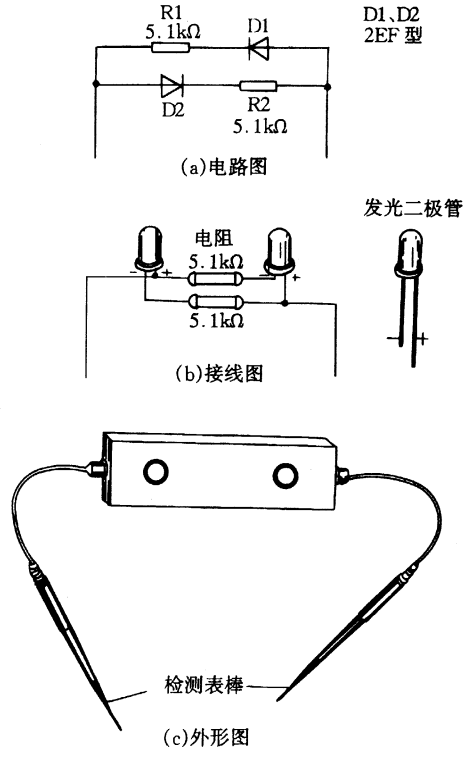


图 10-56 蓄电池正负极鉴别仪的制作

2. 蓄电池的充电

(1) 电解液注入蓄电池后，需测量电解液的高度，一般为高出极板 10～15mm，测量方法见图 10-59。然后将蓄电池静置 3～6h，待电解液温度低于 35℃才能充电。

(2) 蓄电池的充电。如图 10-60 所示，把蓄电池 1 接在充电机 2 上进行充电，蓄电池与充电机的正极与正极相接，负极与负极相接。当蓄电池电解液相对密度低于 1.20 (夏天)、1.24 (冬天)或蓄电池放置过长时必须充电，结冰的蓄电池要先解冻，充电电流尽量小一些，不能大于 3～5A，充电时间约 3～4h。充电过程中，蓄电池单格电压上升至 2.4V 时，电解液开始出现较多的气泡，这时应将充电电流减半，充电结束后，要经深放电试验，以免出现硫化损坏的蓄电池只是表面充电，已不能用。所以充电前要观察蓄电池若有硫化物沉凝时，应予更换。蓄电池电解液乃强酸，应避免碰到皮肤、眼睛或衣服，并注意以下事项：①不慎沾上皮肤时，应以大量清水冲洗；②误饮时，以大量清水或牛奶冲洗肠胃，并吞食蛋清或植物油；③近距离工作时，应遮闭眼睛，如不小心沾上眼睛时，应以清水冲洗，并涂敷眼药；④充电时会产生爆炸气体，

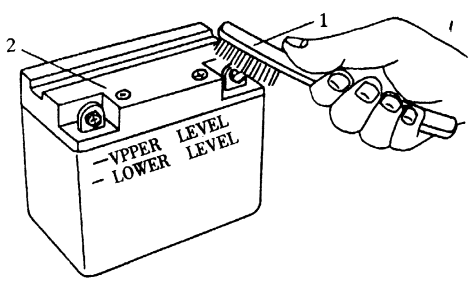


图 10-57 蓄电池的维护
1. 刷子 2. 蓄电池

应避免火花接近，而且充电或作业，通风应良好。

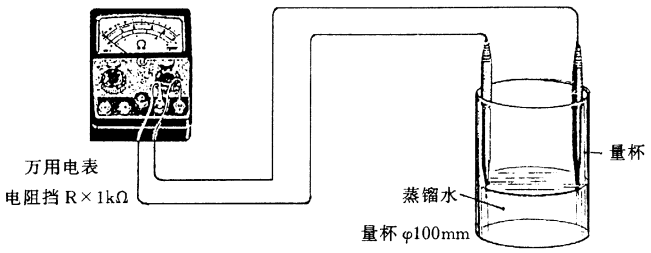


图 10-58　蒸馏水的简易检测

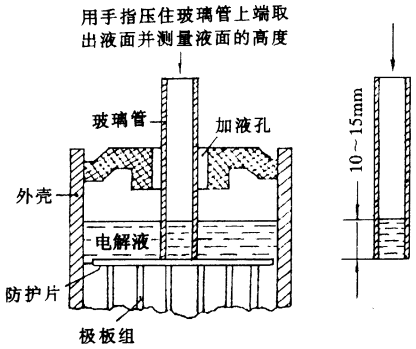


图 10-59　电解液液面高度的检测

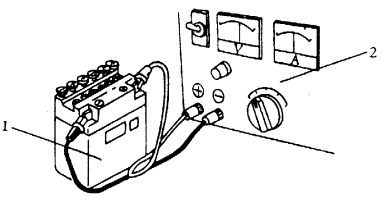


图 10-60　蓄电池的充电

1. 蓄电池　2. 充电机

(3) 干荷电蓄电池，系采用干荷电极板制成，注入电解液 1h 后，即可启动车辆，在急需的情况下，亦可在灌注电解液后，立即使用。正常使用时，如有充裕时间，可进行 3～4h 的充电，这对蓄电池的使用性能更为有利。

(4) 充完电后，应用密度计检查电解液的相对密度，并调整电解液相对密度规定值。如偏低，可适当的补充相对密度为 1.40 的电解液，反之，则补加蒸馏水，调整后应再充电 2h。如相对密度仍不符合要求，可再调整、再充电，直至符合规定值为止。

3. 补充充电

蓄电池在车辆上使用时，如因充电电压过低，或充电时间不足等原因，致使蓄电池容量下降。蓄电池如发现以下情况，应及时补充充电。

(1) 电解液相对密度下降到 1.20 以下时。(2)灯光比平时暗淡及启动机运转无力(非启动机或机械故障)。(3)蓄电池放电量超过 25%(冬季)或 50%(夏季)时。补充充电电流约为容量值的 1/10，充电时间为 10～11h。(容量为 90A·h 时充电电流为 9A)。

蓄电池充电后，单格电池电压为 2.5～2.7V，2～3h 内保持电压不变为合格。

4. 蓄电池的检查

(1) 蓄电池电解液面的检查。如图 10-61 所示，当蓄电池电解液低于下限②时只能充加蒸馏水或电解液，禁止使用自来水，在缺少电解液情况下使用，会减少蓄电池的寿命，所以要及时补充。但不能超过最高位①，因为在正常充电情况下，会使电解液液面升高，太多的电解液会溢出而损坏车身零件。

(2) 蓄电池电压的检查。如图 10-62 所示，用蓄电池检测仪(高率放电计)1 测量蓄电池 2

的电压，当蓄电池电流为100A时，其最低电压应不低于9.6V；在测量持续时间5s内，若蓄电池电压低于此值，表明蓄电池漏电或有故障。

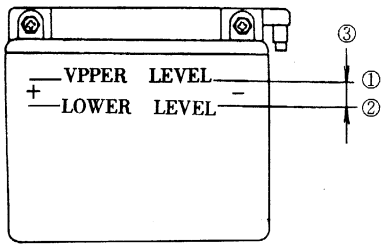


图10-61 蓄电池电解液的检查

1. 电解液上限 2. 电解液下限 3. 液面范围

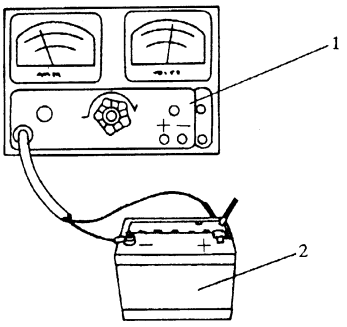


图10-62 蓄电池电压的检查

1. 蓄电池检查仪(高率放电计) 2. 蓄电池

(3) 蓄电池电解液相对密度的检查。如图10-63所示，蓄电池电解液的相对密度用密度计1测量，在20℃正常充电情况下相对密度应为1.28，当相对密度低于1.13时必须充电；若相对密度低于1.11，则必须更换电解液或提高电解液相对密度后，方能充电；若在一个或两个相邻的电池格中，电解液的相对密度明显降低(如五个电池格相对密度为1.16,一个电池格为1.08)，则该电池短路，应更换。

蓄电池电解液的相对密度随温度而变化，如20℃时蓄电池的相对密度1.28为合格；当30℃时相对密度1.273为合格；当10℃时1.287为合格。观察相对密度计时，眼睛必须与相对密度计的液面保持水平。

(三) 蓄电池常见故障的原因与排除

1. 极板硫化

故障现象：蓄电池长期充电不足或放电后长时间放置，极板上会逐渐生成一层白色的粗晶粒的硫酸铅。这种物质很难在正常充电时溶解还原，同时，这种物质堵塞了极板的孔隙，阻碍了电解液的渗入，导致容量下降，内电阻增大，启动和充电性能明显下降。充电时，充电电压和电解液温度会异常升高，并过早发生气泡，但电解液相对密度增加很慢；放电时，电压下降很快。

主要原因：充电不足的蓄电池因长期放置，硫酸铅从电解液中析出，使极板硫化；蓄电池内电解液液面过低，使极板上部发生氧化，造成局部硫化；电解液相对密度过高或电解液不纯，气温变化剧烈等也会促使硫化的形成。

故障排除：硫化不严重的蓄电池，可以采用去硫化的充电方法进行充电；如用快速充电机充电，对消除硫化有显著效果。严重时，将蓄电池中的电解液全部倒出，用蒸馏水注入，清洗数次后，再加进蒸馏水，液面应高出极板10～15mm。根据蓄电池型号所规定的初次充电期的1/4电流进行充电。当相对密度升至1.15时，须重新注入蒸馏水或相对密度为1.05的电解度，再次充电，这样反复多次，直到电解液相对密度不再增加为止。最后将电解液全部倒出，换上规定相对密度值的电解液，根据正常的充电方法，将蓄电池充足电，即可使用，必要时，可拆除极板，清除极板上的霜状物，用蒸馏水洗净极板和隔板，装入蓄电池内，再按上述方法进行处理。

2. 自放电

故障现象：蓄电池放置几天后，在无负荷的情况下，储电量下降，甚至完全无电。

主要原因：电解液中含杂质过多(如铜、铁等)、电解液相对密度偏高、或蓄电池外部不清洁，如盖上洒有电解液，使正、负极柱间产生漏电，均会引起蓄电池自行放电。

故障排除：配制电解液必须用蓄电池专用硫酸和蒸馏水，绝对不可用工业硫酸或自来水；配制电解液用的器皿必须是耐酸材料，配制好的电解液必须保管好，严防脏物掉入；蓄电池加液孔盖要盖严，以免杂质掉入，将蓄电池盖上的酸泥等脏物用清水冲洗干净，并保持干燥。

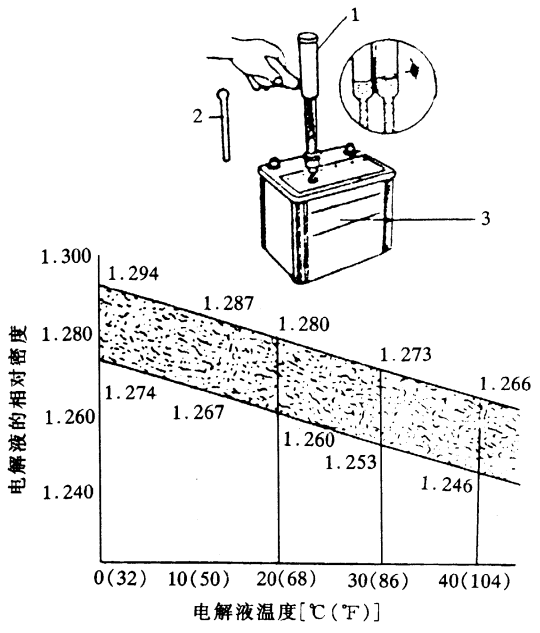


图 10-63 蓄电池电解液相对密度的测量

1. 相对密度计 2. 温度计 3. 蓄电池

自行放电严重的蓄电池，可将它完全放电或过度放电，使极板上的杂质进入电解液后，将电解液全部倒出，用蒸馏水注入蓄电池内，清洗多次，最后再加入新的电解液，重新充电。

3. 极板活性物质大量脱落

故障现象：活性物质脱落主要是指正极板上二氧化铅的脱落，充电时，电解液里有褐色物质自底部上升至表面。

主要原因：大电流过充电。过充电会引起水的电解，产生大量的氢和氧，当氢气从负极板的孔隙内向外冲出时，会使活性物质脱落。电解液相对密度过高，低温大电流放电，都会加速活性物质的脱落。

故障排除：将蓄电池过量放电后，倒出其电解液，用蒸馏水注入蓄电池内，清洗数次，然后再加电解液，重新充电。如果发现电解液已呈深褐色，表明沉淀物过多，应该更换极板。

4. 内部短路

故障现象：蓄电池组开路端电压过低，启动机运转无力，或启动时电压迅速下降；充电时，某格电池电解液相对密度上升很慢，产生气泡很少，温度上升很快，电压很低或者是零。

主要原因：部分极板拱曲、隔板损坏，极板活性物质沉积过多，都会造成极板的短路。

故障排除：查出短路或有故障的某格电池，用烙铁烫开此格电池的封口胶，锯断该格电池两端的连接条，取出该格电池的极板组。根据情况校正极板的拱曲度，或更换新的极板组。然后重新装入蓄电池内，焊好锯断的连接条，封好口后，须单独对修复的电池进行充电，最后对整个电池组进行充电，并调整各格电池的电解液相对密度。蓄电池放电排除程序(怀疑漏电)如图 10-29 所示。

第二节　全车电路图

一、全车电路图视图方法

富康轿车全车电路图由发动机电路，仪表板电路，充电和启动电路，照明及信号电路，内部照明及装备电路，雨刮、除霜系统电路，制冷及冷却系统电路，收放机电路，中央控制

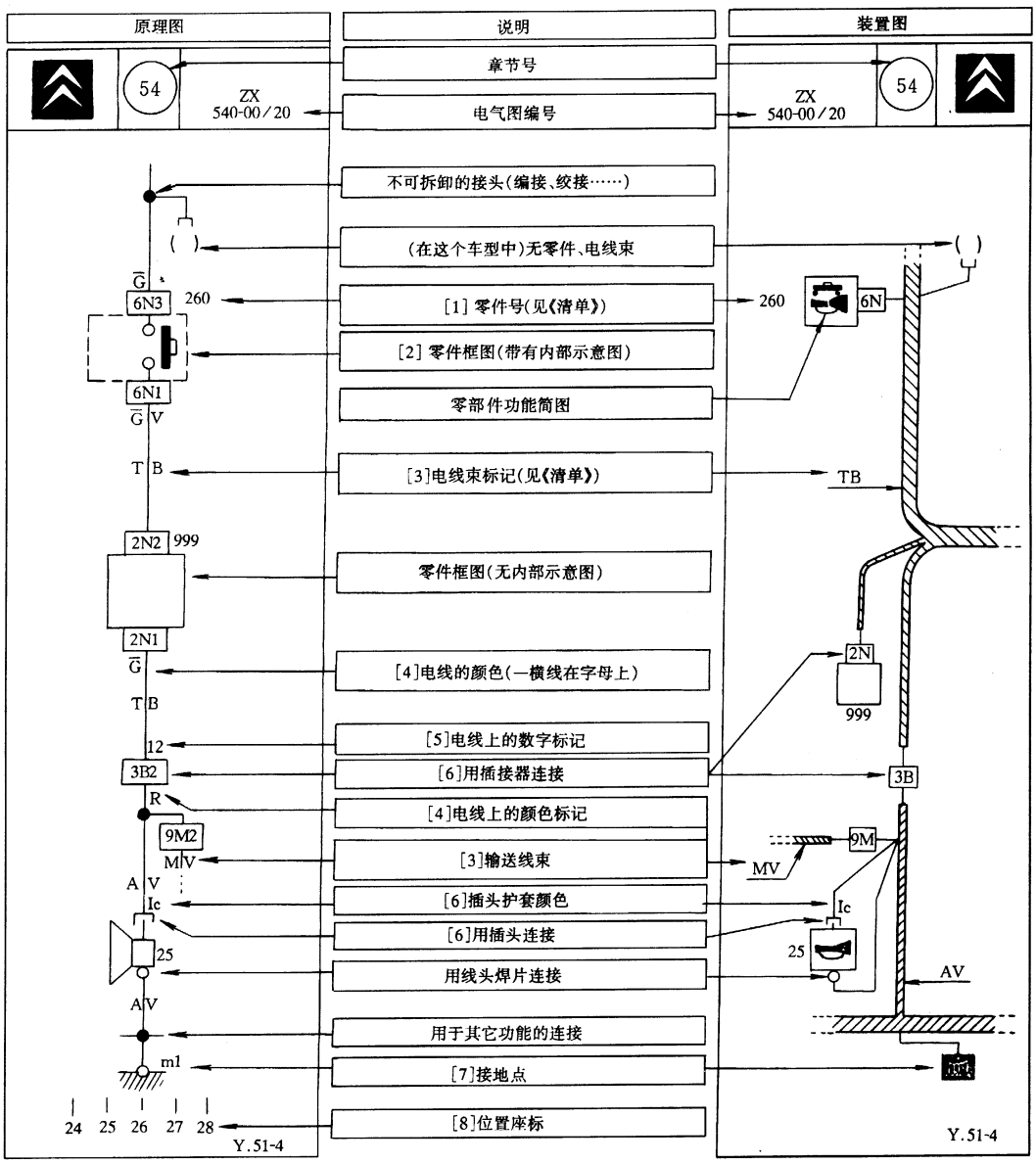


图 10-64　全车电路图视图方法

门锁及电动门窗电路9个部分组成。

每部分电路的组成由两个部分表示，即：

零件位置图：构成该电路系统所涉及的电器元件在车辆上的分布位置。

电路原理图(接线图)：构成该电路系统所涉及的电器元件之间的联接关系。

与国内通常的电路原理表示方法不同，这种表达方式更真实、系统地展示了电器系统的构造，真正方便了电器的维修和故障查找。

此外，对于富康轿车电路上采用了很多的接插件；但是这些大量的接插件没有一种是重复的，也就是说这些接插件都是一一对应，没有互换性，从而保证了拆装中杜绝插错线的可能性。然而更换接插件时，必须按电路原理图所示，严格“对号入座”。

全车电路图视图方法如图10-64所示。

图中[1]~[8]的含义如下：

[1]：为全车电器零件号的清单，如表10-3所示。

表10-3　　全车电器零件号清单

编号	名　称	编号	名　称	编号	名　称
5	前点烟器	270	点火线圈上的电容器	485	右后雾灯
10	分电器	300	点火开关	488	左前转向灯
15	交流发电机	302	行李厢照明灯	489	右前转向灯
20	喇叭	310	左前门槽灯开关	490	左后转向灯
35	蓄电池	311	右前门槽灯开关	491	右后转向灯
40	仪表盘	314	倒车灯开关	492	左前位置灯
45	点火线圈	315	手制动开关	493	右前位置灯
52	内接熔断器盒	317	液面开关(制动)	496	左后位置灯
53	水温控制盒	319	制动灯开关	497	右后位置灯
55	中央门锁控制盒	326	阻风门开关	498	左倒车灯
58	遥控接收器	350	启动机	499	右倒车灯
59	预热盒	385	前烟灰缸照明灯	504	左制动灯
62	搭铁盒	389	行李箱照明灯	505	右制动灯
100	火花塞	391	牌照左侧灯	550	左前扬声器
130	灯光开关警报器	392	牌照右侧灯	551	右前扬声器
141	空调调节控制器	394	空调开关照明灯	570	喷油器
142	计算机	430	炭罐排放阀	582	冷气开关
152	发动机转速传感器	431	空调怠速电磁阀	587	前雾灯开关
154	电子车速传感器	432	怠速调节电磁阀	588	后雾灯开关
160	发动机上止点传感器	436	怠速截止阀	589	危险信号灯开关
170	转向闪光器	480	左尾灯	590	左前门玻璃升降器开关
183	鼓风机开关	481	右尾灯	591	右前门玻璃升降器开关
211	综合开关	482	左前雾灯	597	后风窗玻璃除霜开关
212	雨刷、洗涤器开关	483	右前雾灯	620	惯性开关
255	空调压缩机离合器	484	左后雾灯	650	燃油表传感器

续表

编号	名　称	编号	名　称	编号	名　称
671	发动机压力油开关	757	前风窗玻璃洗涤器	822	空调压缩机继电器
680	点火模块	758	后风窗玻璃洗涤器	826	预热继电器
685	石英钟及照明	765	收放机	857	化油器座预热电阻
694	前刮水器电动机	770	节气门位置传感器	861	进气预热器
695	后刮水器电动机	775	压力开关	880	仪表照明变阻器
696	左前玻璃升降器	779	上止点传感器插头	900	氧传感器
697	右前玻璃升降器	783	计算机自诊插头	903	进气压力传感器
703	左前门锁止器	786	前照灯、左远光和近光灯	907	进气温度传感器
704	右前门锁止器	787	前照灯、右远光和近光灯	909	水温传感器(电脑用)
705	左后门锁止器	790	鼓风机	910	水温传感器
706	右后门锁止器	804	空调继电器	912	蒸发器温度传感器
708	行李箱门锁止器	805	停止制冷(温度)继电器	915	水温传感器
720	电动风扇(左)	806	前雾灯继电器	962	前刮水器延时器
721	电动风扇(右)	807	喷射双密封继电器	963	后刮水器延时器
742	前顶灯	809	前玻璃升降器继电器	965	后风窗加热延时继电器
750	右前制动摩擦片	813	慢速电动风扇继电器	971	散热器水温警报传感器
751	左前制动摩擦片	814	快速电动风扇继电器	990	后风窗加热电阻
755	汽油泵	815	电动风扇转换继电器		

[2]：为电器零件框图的含义，见图 10－65 所示。其中熔断器 38 的位置有二处：在仪表板左下盖内的 13 路熔断器盒的含义如图 10-66 所示，参数见表 10-4 所示；在发动机罩下的熔断器盒的含义如图 10-67 所示，参数见表 10-5 所示。

其中继电器 48 的含义及位置如图 10-68 所示。

[3]：电线束标记含义，见表 10-6 所示。

[4]：线色字母代码：N 黑、M 赭石、R 大红、Ro 玫瑰红、Or 橙、J 柠檬黄、V 翠绿、B_l 湖蓝、Mv 深紫、Vi 紫罗蓝、G 灰、B 白、Lc 透明。

[5]：电线上的数字标记。

[6]：为插接件的代号：如 6NA1：其中 6 代表插接件的总通道数；N：代表插接件的颜色；A 代表插接件的列数为 A（单列无列数）；1：为线号数，表示 A 列第 1 线。前围板插接件位于挡风玻璃左下侧的车身内，由 8 组 7 通道和 3 组 2 通道插接件组成，共 62 个通道，如图 10-69 所示。插接器均为黑色，但用“C”表示。

如 7C64：其中 7 表示通道数；C 表示前围板插接件；6 表示第 6 组；4 表示第 6 组第四线。

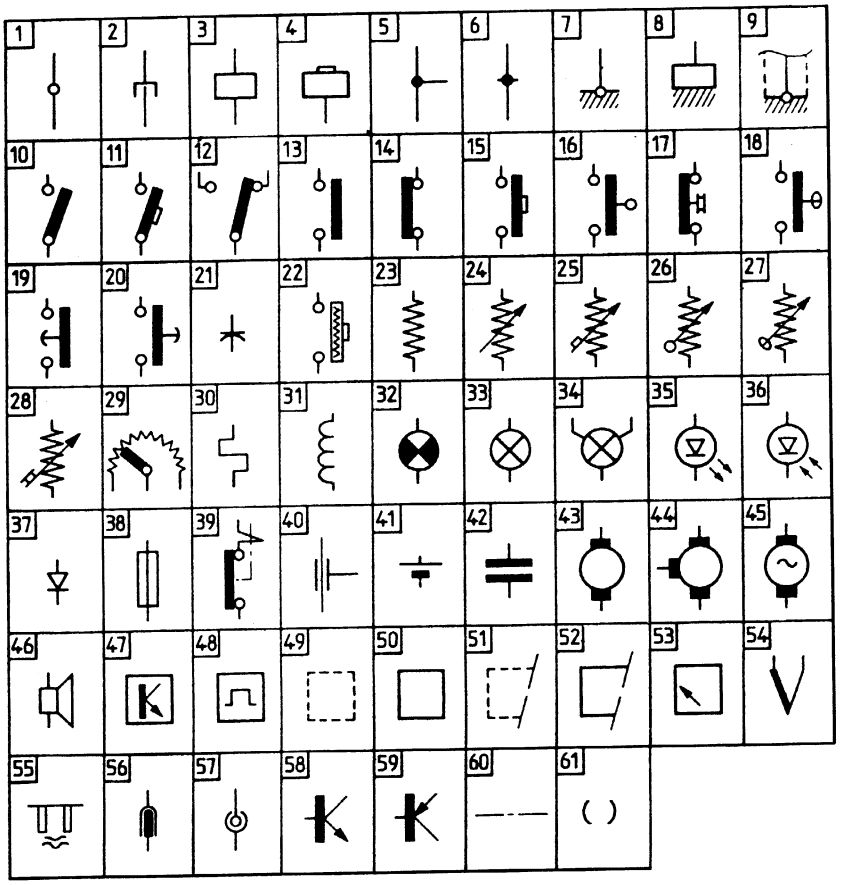


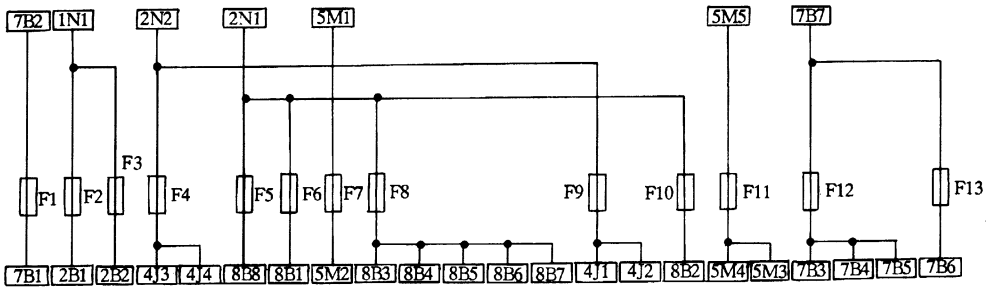
图 10-65　电器零件框图的含义

1. 线头焊片接点　2. 插头接点　3. 插接器接点　4. 带有分辨记号(防误槽)的插接器接点　5. 不可拆接点(纹接)　6. 不可拆接点(纹接)　7. 经线头焊片搭铁　8. 经插接器搭铁　9. 经零件外壳搭铁　10. 开关(无自动回位)　11. 手动开关　12. 转换开关　13. 常开触点(自动回位)　14. 常闭触点(自动回位)　15. 手动开关　16. 机械开关　17. 压力开关　18. 温度开关　19. 延时断开触点　20. 延时闭合触点　21. 摩擦式触点　22. 带电阻手动开关(点烟器)　23. 电阻　24. 可变电阻　25. 手动可变电阻　26. 机械可变电阻　27. 热敏电阻　28. 压力可变电阻　29. 可变电阻　30. 分流器　31. 线圈(继电器,电动阀……)　32. 指示灯　33. 照明灯　34. 双灯丝的照明灯　35. 发光二极管　36. 光电二极管　37. 二极管　38. 熔断器　39. 热断路器　40. 屏蔽装置　41. 蓄电池单格　42. 电容器　43. 电动机　44. 双速电动机　45. 交流发电机　46. 发声元件(电喇叭、扬声器……)　47. 电子控制组件　48. 继电器组件　49. 零件框图(带有原理图)　50. 零件框图(无原理图)　51. 零件部分框图　52. 零件部分框图　53. 指示器　54. 热电耦　55. 电极　56. 氧气探测器　57. 接线柱　58. NPN 三极管　59. PNP 三极管　60. 联动线(轴)　61. 备用头

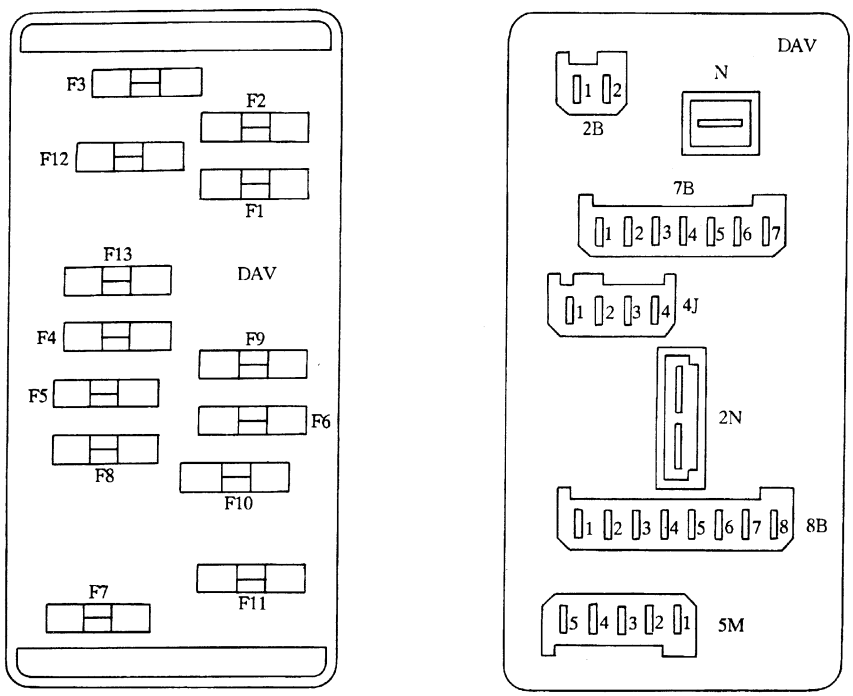
表 10-4　　仪表板左下盖内的 13 路熔断器参数

电源	熔断器					被保护元件
	序号	容量(A)	颜色	插头		
				入口	出口	
蓄电池电极	1	30	绿	7B2	7B1	前窗玻璃升降器*
接通电源正极	2	25 或 5	白	1N1	2B1	未使用
			栗	1N1	2B1	空调系统继电器
	3	5 或 25	栗	1N1	2B2	后玻璃除霜开关和延时继电器、电动风扇继电器压力开关、停止制冷继电器
			白	1N1	2B2	
辅助装置正极	4	25	白	2N2	4J3	充电显示、收录机、最低油量显示、照明忘关报警、前后玻璃清洗器、后刮水器延时器、前窗玻璃升降继电器*
				2N2	4J4	未使用
蓄电池正极	5	25	白	2N2	8B8	后玻璃除霜器延时继电器
	6	10	红	2N1	8B1	危险信号灯开关、温控盒滞后电源(1994 年型)
点火系统正极	7	10	红	5M1	5M2	汽油表、水温表、转速表、机油表、阻风门显示、驻车显示和制动液面报警、倒车灯开关、油压报警显示
蓄电池正极	8	30	绿	2N1	8B3	电子钟
					8B4	行李箱照明灯
					8B5	顶灯
					8B6	收录机
					8B7	中央门锁控制盒*
附件	9	20 或 30	黄	2N2	4J1	
					4J2	未使用
			绿	2N2	4J1	转向灯闪光器、危险信号灯开关、制动开关
					4J2	制动灯开关和制动器磨损显示、前后雨刮开关、右后视镜电动开关*、前雨刮延时继电器、阅读灯*
蓄电池	10	20	黄	2N1	8B2	点烟器、喇叭开关
后防雾灯开关	11	5	栗	5M5	5M3	后雾灯指示灯
					5M4	后雾灯
照明开关	12	10	红	7B7	7B3	右侧前位置灯
					7B4	烟灰盒照明、收录机照明、照明忘关报警、后雾灯开关、危险信号灯开关显示
					7B5	右后位置灯
	13	5	栗	7B7	7B6	左侧前后位置灯、牌照灯、位置灯指示*

注：* 选装件



13路保险丝接口



13路保险丝的分布

图 10-66　仪表板左下盖内的 13 路熔断器盒的含义

仪表板左下盖内：

F1. 蓄电池电极　F2、3. 接通电源正极　F4. 辅助装置正极　F5、6. 蓄电池正极

F7. 点火系统正极　F8. 蓄电池正极　F9. 附件　F10. 蓄电池

F11. 后防雾灯开关　F12、13. 照明开关

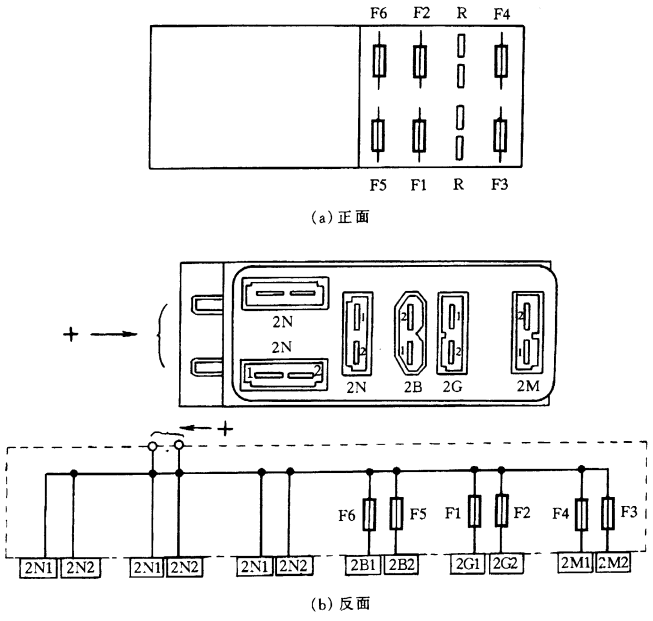


图 10-67　发动机罩下的熔断器

F1. 前雾灯　F2. 空调系统电源(1995 型:水温控制盒)

F3. 风扇电源　F4. 风扇电源继电器　F5、6 未使用

表 10-5　　发动机罩下的熔断器盒参数

电　源	熔　断　器				被保护元件
	序号	容量(A)	颜色	输出接插件	
蓄电池正极	1	15 或 30	蓝	2G1	前雾灯
			绿	2G1	前雾灯
	2	30	绿	2G2	空调系统电源、水温控制盒(1995 型)
	3	5 或 30	栗	2M2	单电动风扇电源
			绿	2M2	双电动风扇电源
	4	30	绿	2M1	电动风扇电源和继电器
	5			2B2	未使用
	6			2B1	未使用

表 10-6　　线束清单与代号

代　号	电线束名称	代　号	电线束名称
AV	前部	PC	驾驶员侧门
CN	蓄电池负极电缆	PD	右后门
CP	蓄电池正极电缆	PG	左后门
EF	行李箱照明灯	PL	顶灯
FR	尾灯	PP	乘客侧门
GC	空调	RD	右后部
HB	驾驶室	RG	左后部
MT	发动机(和喷油系统)	RL	侧转向灯
MV	电动风扇	UD	右制动蹄片磨损指示器
PB	仪表板	UG	左制动蹄片磨损指示器

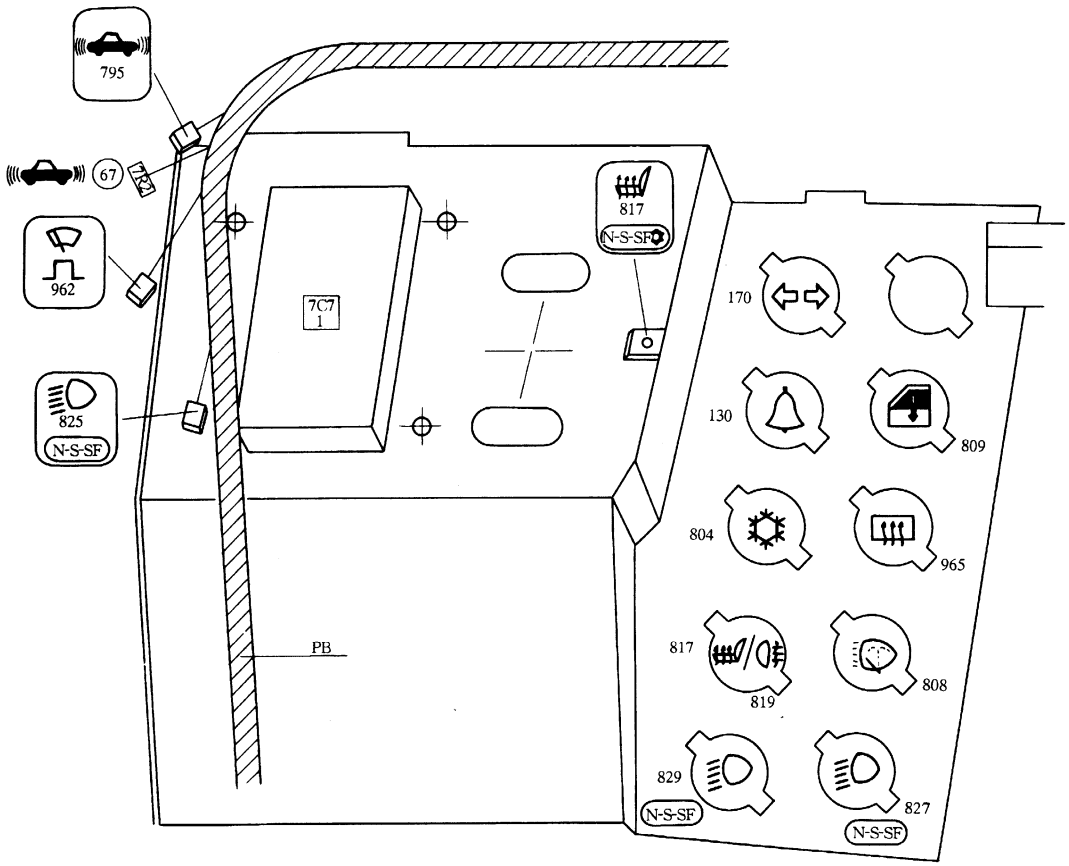


图 10-68　驾驶室内继电器布置图及含义

170. 转向闪光继电器　130. 灯光开关警报器　804. 空调继电器

965. 后风窗加热延时继电器　962. 前雨刮延时继电器

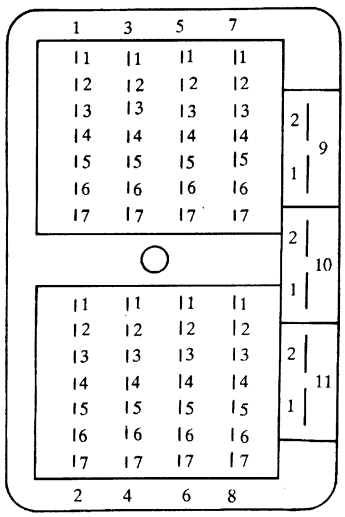


图 10-69　前围板插接件

(62 路插接器)识读

[7]：为接地点的位置，如图 10-70 所示。

[8]：为电路图的位置坐标，为查找方便使用。

二、全车电路图

(一) 发动机电路

图 10-71 为发动机电路中的元件位置图。图 10-72 为 TU3 发动机电路接线图。图 10-73 为 TU5 发动机电路接线图。

(二) 仪表板电路

图 10-74 为仪表板电路中的元件位置图。图 10-75 为仪表板电路接线图。

(三) 充电和启动电路

图 10-76 为充电和启动电路中的元件位置图。图 10-77

为充电和启动电路接线图。

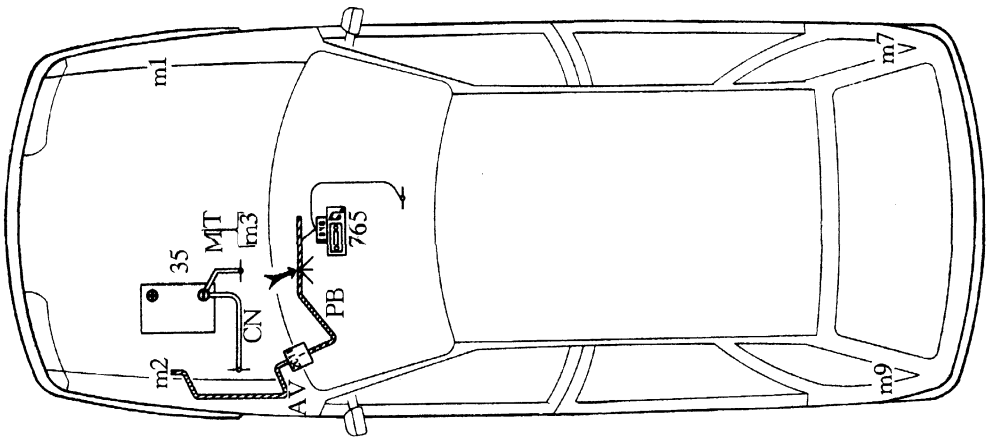


图 10-70　接地点布置图

m1. 右前轮轮罩上　m2. 左前轮轮罩上　m3. 发动机上　m7. 右后轮轮罩上　m9. 左后轮轮罩上

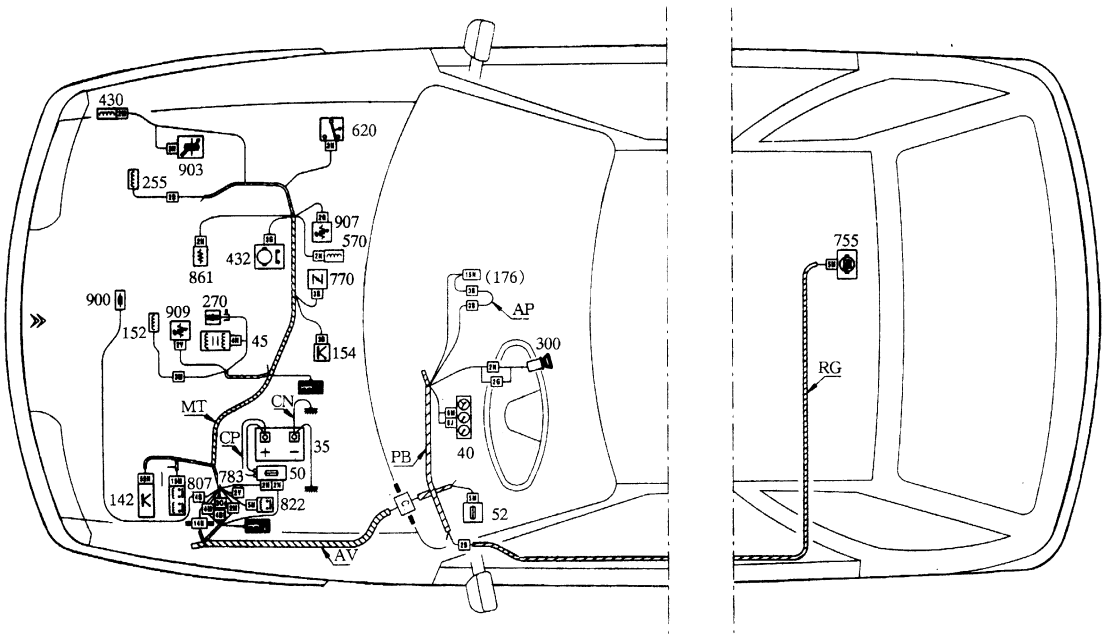


图 10-71　发动机电路中的元件位置图

10. 分电器　35. 蓄电池　40. 仪表盘　45. 点火线圈　50. 电源盒　52. 内接熔断器盒　59. 预热盒　62. 搭铁盒　100. 火花塞　142. 计算机　152. 发动机转速传感器　154. 电子车速传感器　160. 发动机上止点传感器　255. 空调压缩机离合器　270. 点火线圈上的电容器　300. 点火开关　350. 启动机　430. 炭罐排放阀　431. 空调怠速电磁阀　432. 怠速调节电磁阀　436. 怠速截止阀　570. 喷油器　620. 惯性开关　671. 发电机压力油开关　680. 点火模块　755. 汽油泵　770. 节气门位置传感器　779. 上止点传感器插头　783. 计算机自诊插头　807. 喷射双密封继电器　822. 空调压缩机继电器　826. 预热继电器　857. 化油器座预热电阻　861. 进气预热器　900. 氧传感器　903. 进气压力传感器　907. 进气温度传感器　909. 水温传感器(计算机用)

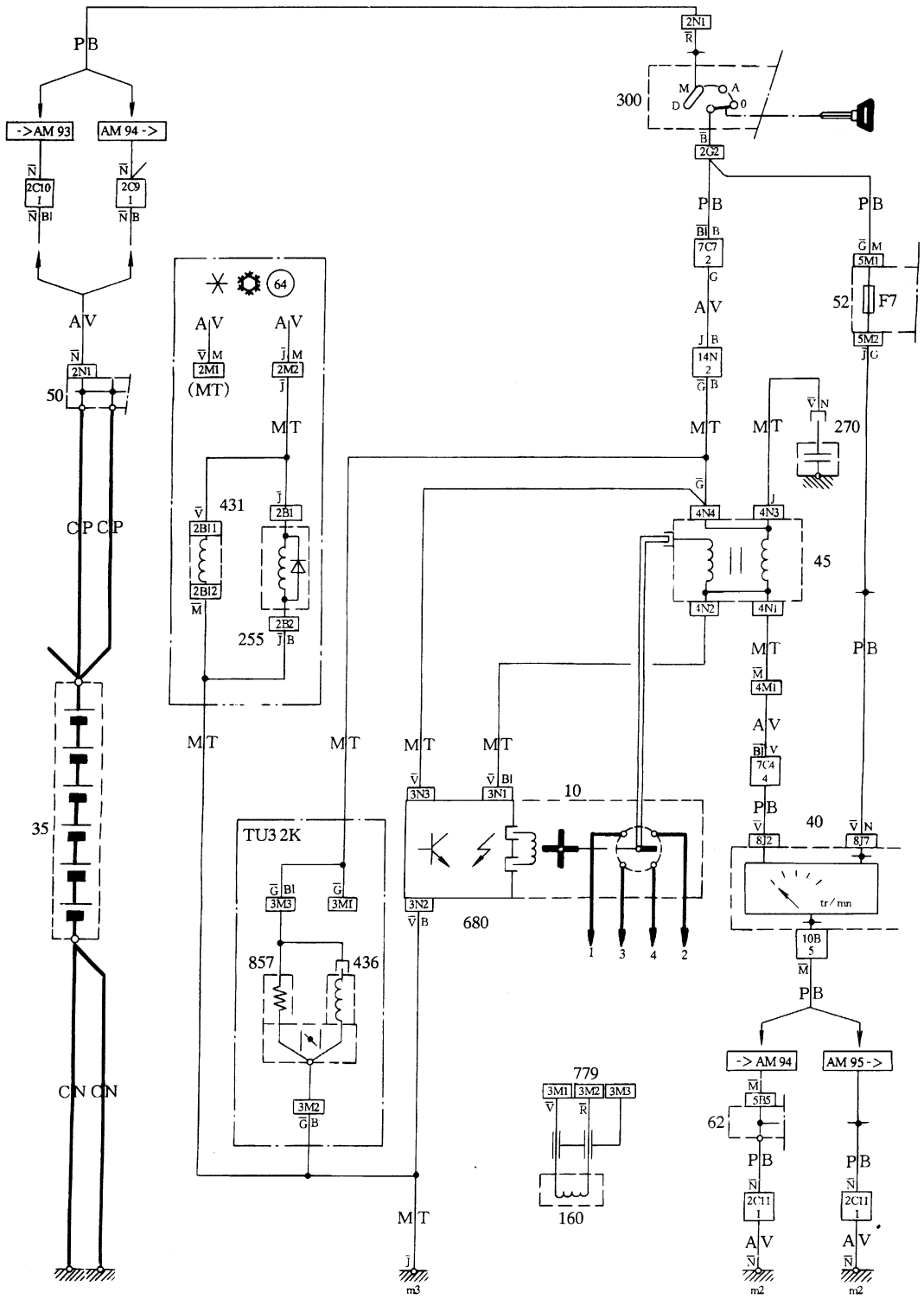


图 10-72　TU3 发动机电路接线图

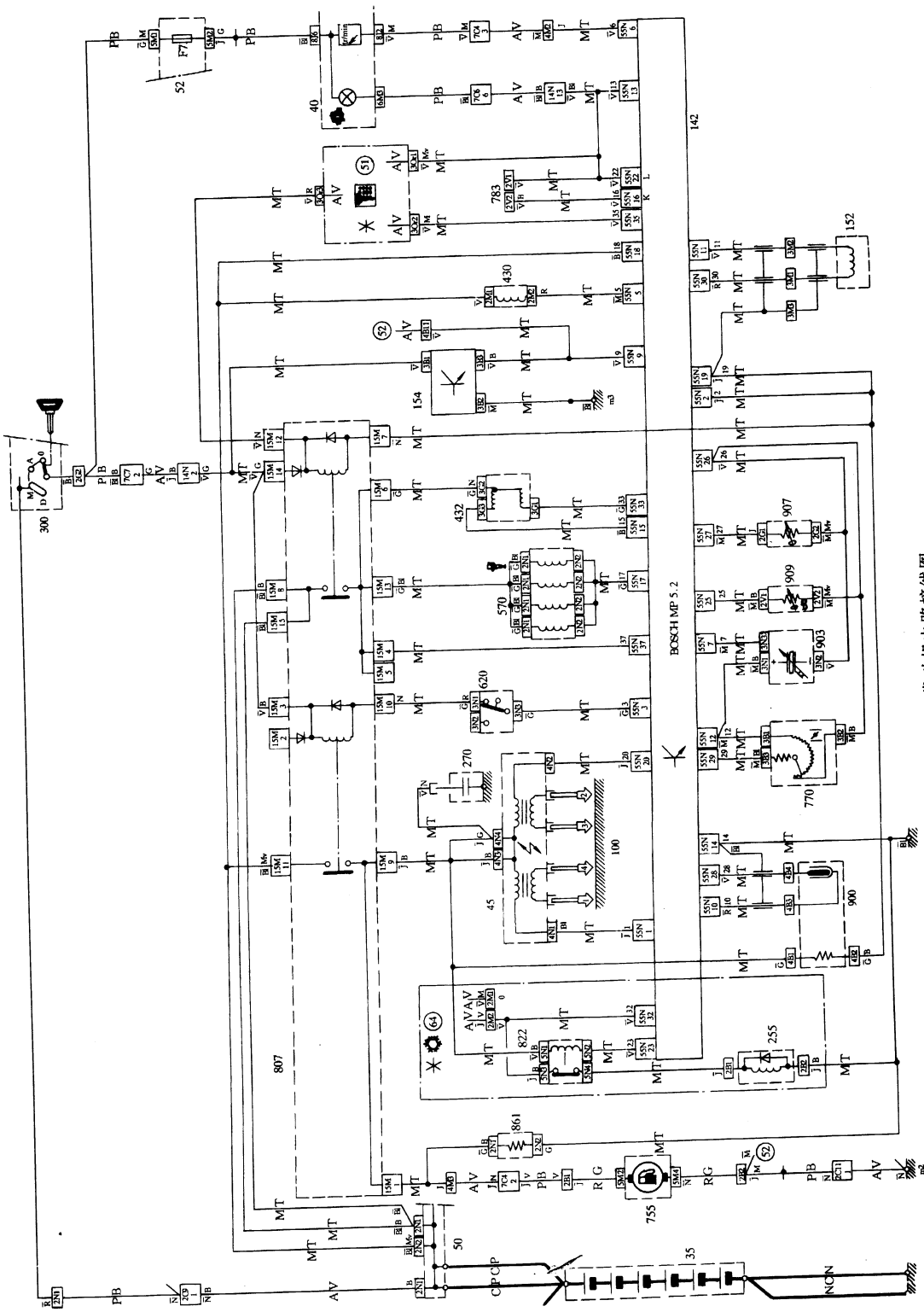


图 10-73 TU5 发动机电路接线图

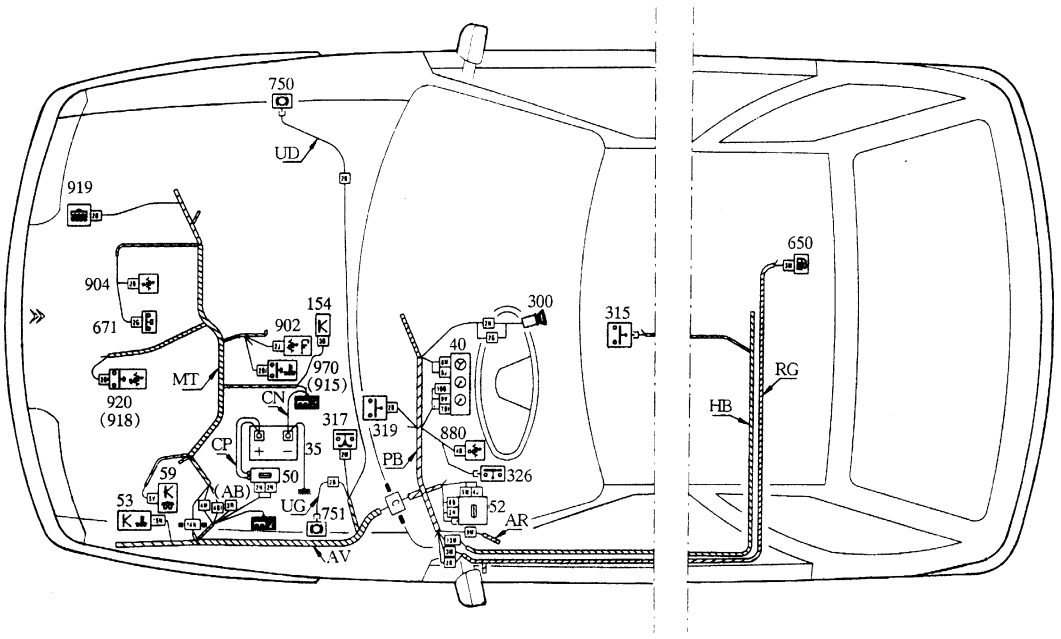


图 10-74　仪表板电路中的元件位置图

35. 蓄电池　40. 仪表盘　50. 电源盒　52. 内接熔断器盒　53. 水温控制盒　59. 预热盒　300. 点火开关　315. 手制动开关　317. 液面开关　319. 制动灯开关　326. 阻风门开关　650. 燃油表传感器　671. 发动机压力油开关　750. 右前制动摩擦片　751. 左前制动摩擦片　880. 仪表照明变阻器　915. 水温传感器

（四）照明及信号电路

图 10-78 为照明及信号电路中的元件位置图。图 10-79 为照明及信号电路接线图。

（五）内部照明及装备电路

图 10-80 为内部照明及装备电路中的元件位置图。图 10-81 为内部照明及装备电路接线图。

（六）雨刮、除霜系统电路

图 10-82 为雨刮、除霜系统电路中的元件位置图。图 10-83 为雨刮器电路接线图。图 10-84 为除霜电路接线图。

（七）制冷及冷却系统电路

图 10-85 为制冷及冷却系统电路中的元件位置图。图 10-86 为制冷及冷却系统电路接线图。

（八）收放机电路

图 10-87 为收放机电路中的元件位置图。图 10-88 为收放机电路接线图。

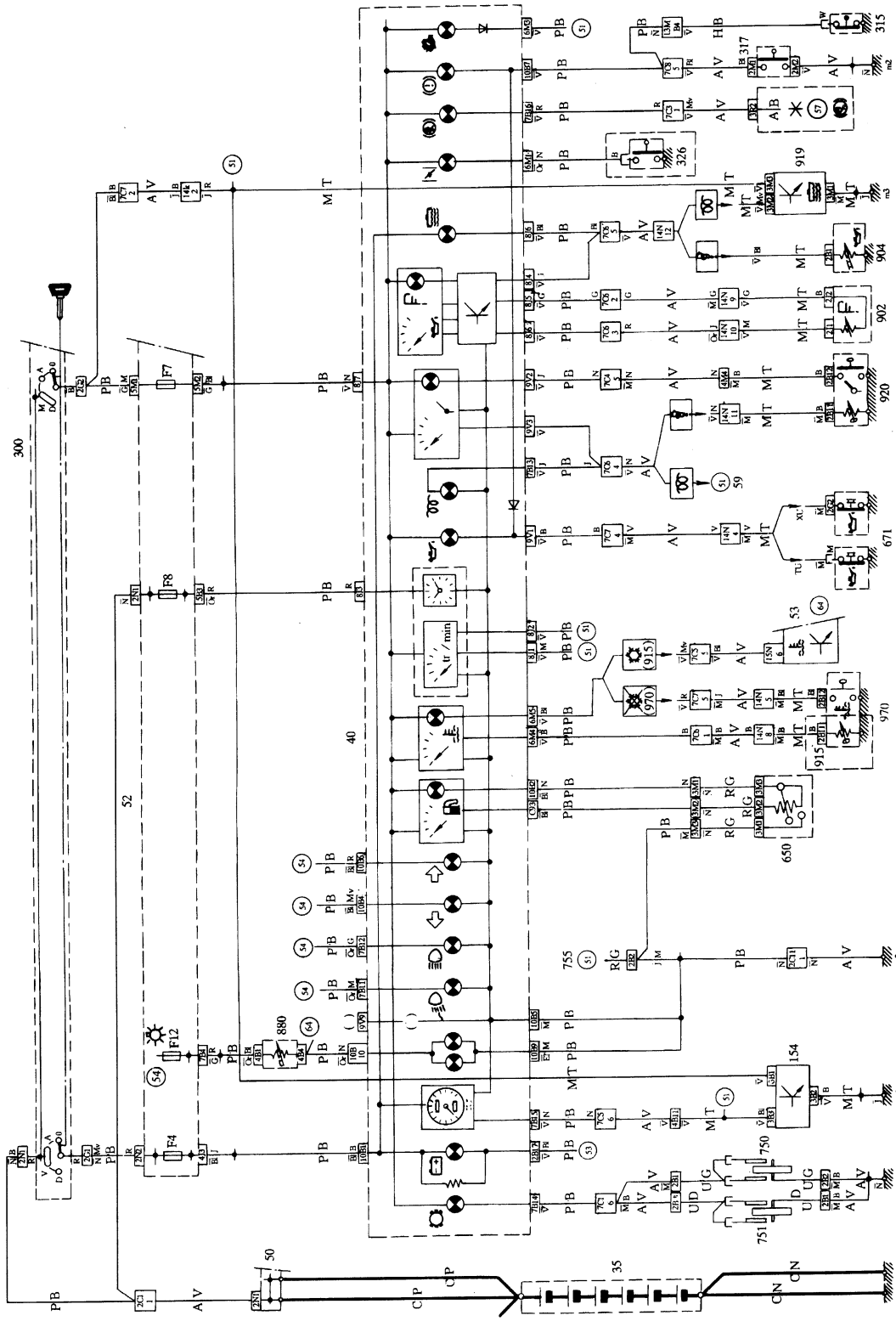


图 10-75　仪表板电路接线图

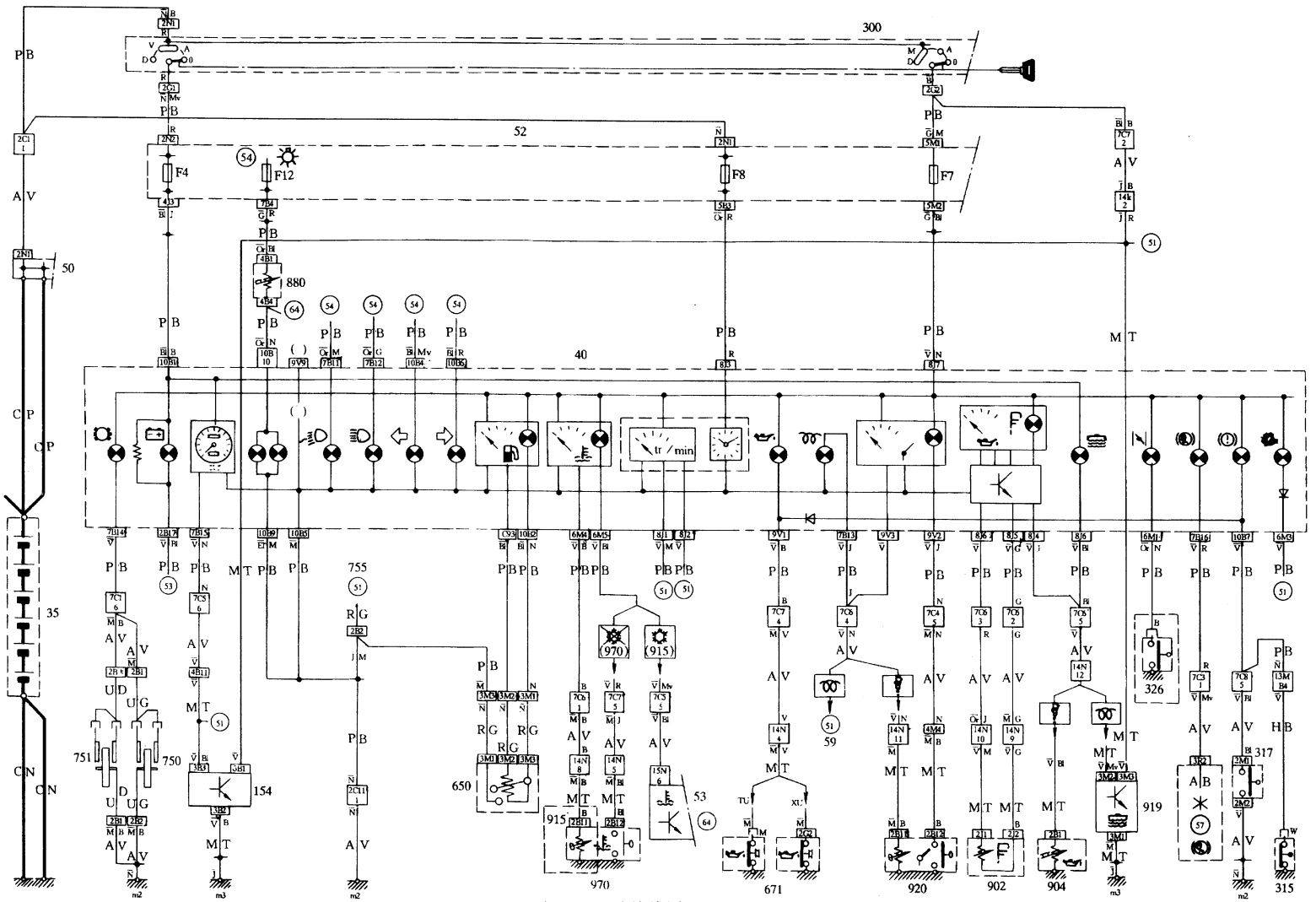


图 10-75　仪表板电路接线图

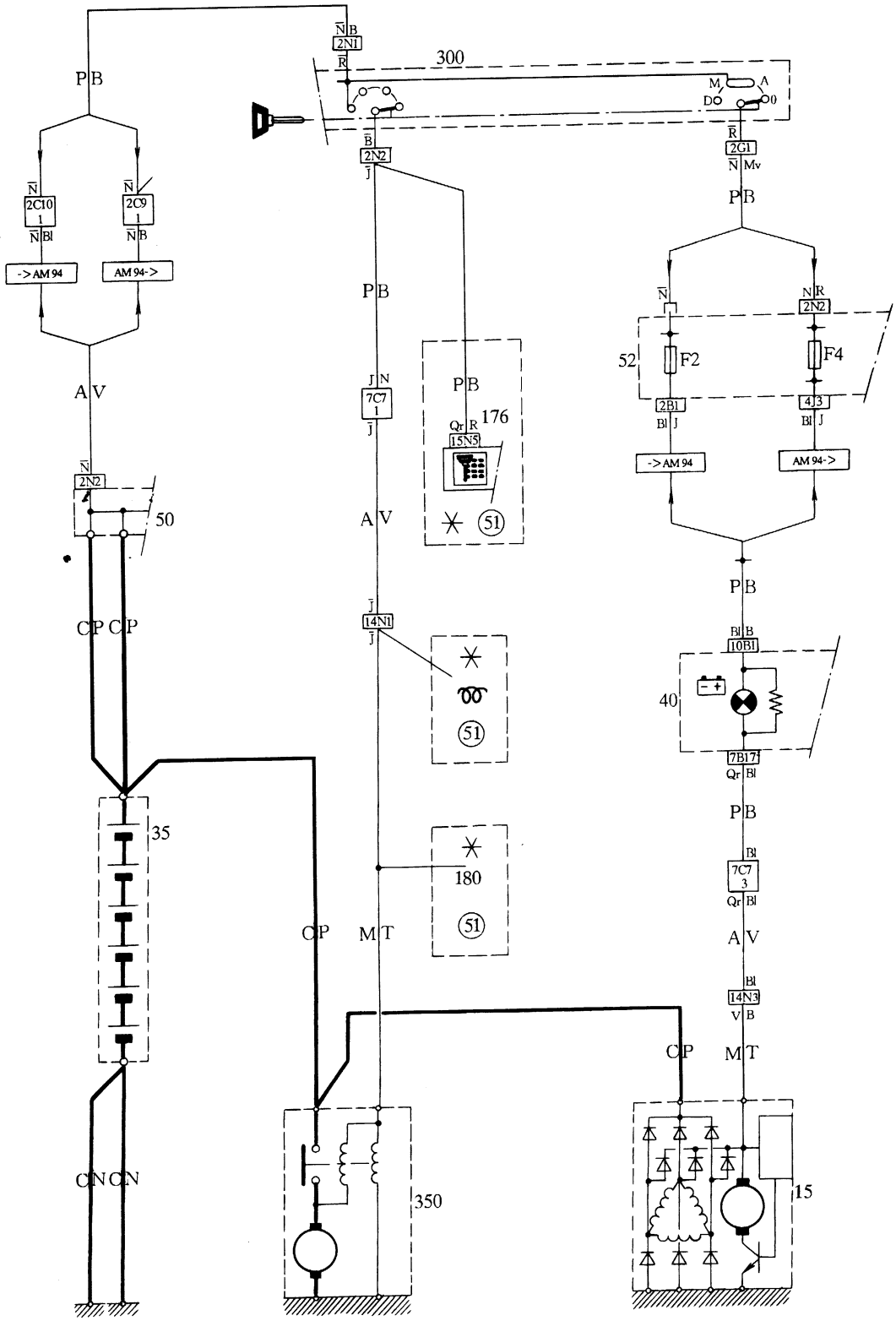


图 10-77　充电和启动电路接线图

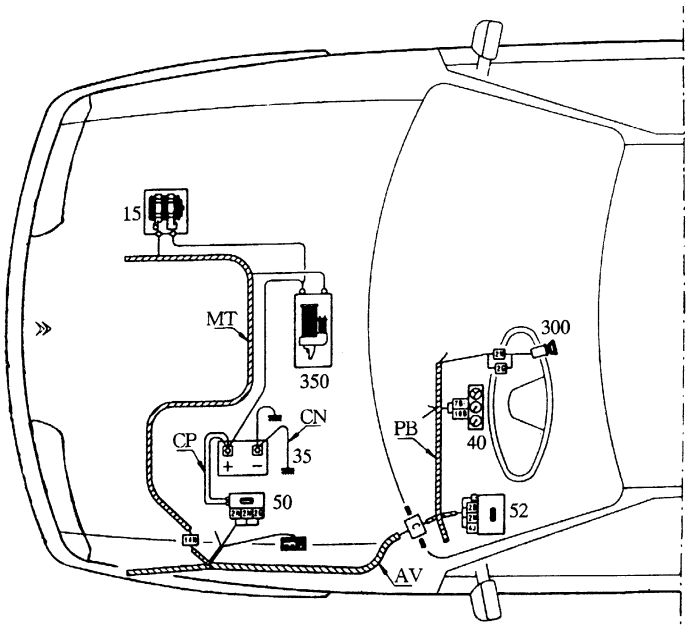


图 10-76　充电和启动电路中的元件位置图

15. 交流发电机　35. 蓄电池　40. 仪表盘　50. 电源盒

52. 内接熔断器盒　300. 点火开关　350. 启动机

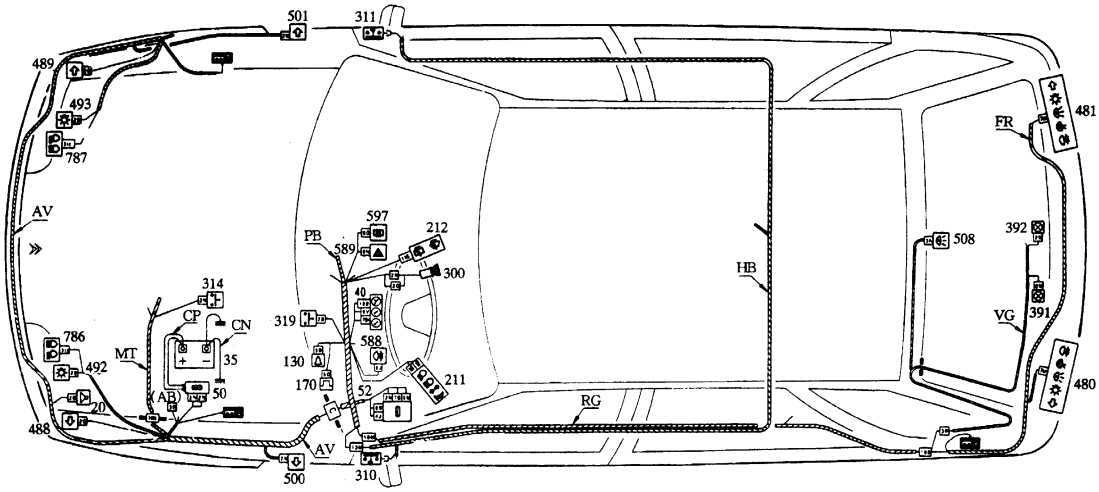


图 10-78　照明及信号电路中的元件位置图

20. 喇叭　35. 蓄电池　40. 仪表盘　50. 电源盒　52. 内接熔断器盒　130. 灯光未关警报器　170. 转向闪光器　211. 左开关(照明、转向灯、喇叭)　212. 右开关(前后雨刮、洗涤)　300. 点火开关　310. 左前门槽灯开关　311. 右前槽灯开关　314. 倒车灯开关　319. 制动灯开关　391. 牌照左侧灯　392. 牌照右侧灯　480. 左尾灯　481. 右尾灯　484. 左后雾灯　485. 右后雾灯　488. 左前转向灯　489. 右前转向灯　490. 左后转向灯　491. 右后转向灯　492. 左前位置灯　493. 右前位置灯　496. 左后位置灯　497. 右后位置灯　498. 左倒车灯　499. 右倒车灯　504. 左制动灯　505. 右制动灯　588. 后雾灯开关　589. 危险信号灯开关　597. 后风窗玻离除霜开关　786. 前照灯：左面远光和近光　787. 前照灯：右面远光和近光灯

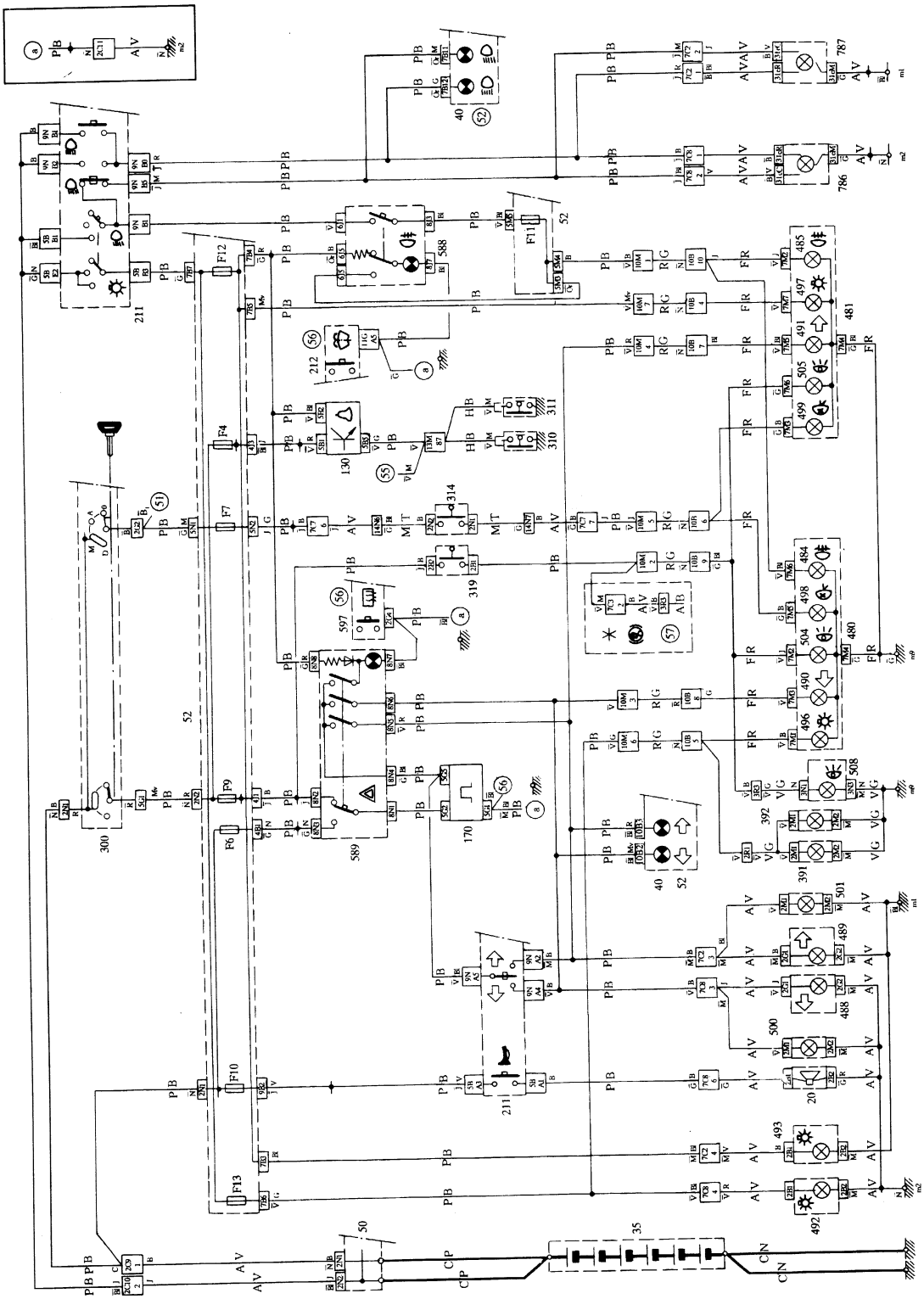


图 10-79 照明及信号电路接线图

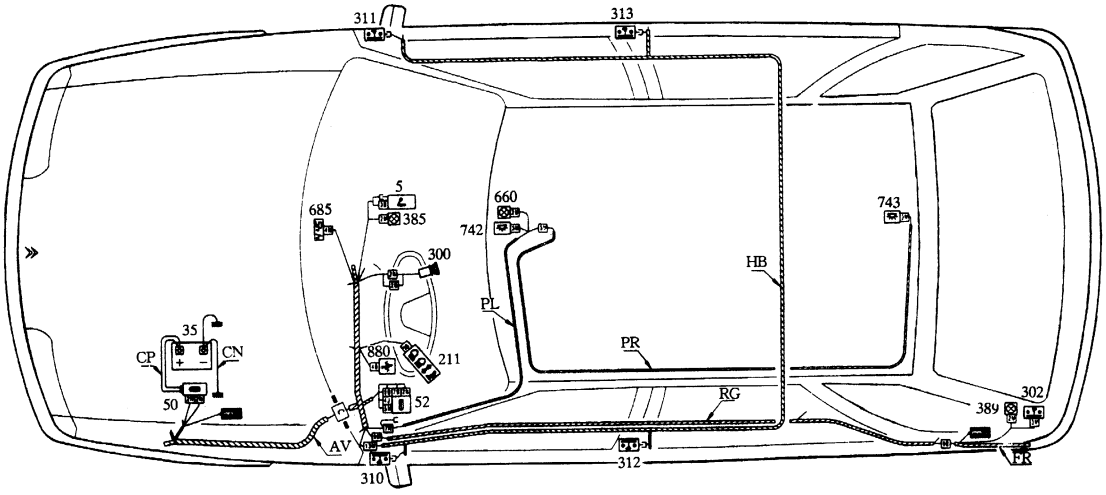


图 10-80　内部照明及装备电路中的元件位置图

5. 前点烟器　35. 蓄电池　50. 电源盒　52. 内接熔断器盒　62. 搭铁盒　211. 左开关(照明装置、转向灯、喇叭)
300. 点火开关　302. 行李箱照明开关　310. 左前门槽灯开关　311. 右前门槽灯开关　385. 前烟灰缸照明灯
389. 行李箱照明灯　685. 石英钟及照明　742. 前顶灯　880. 仪表照明变阻器

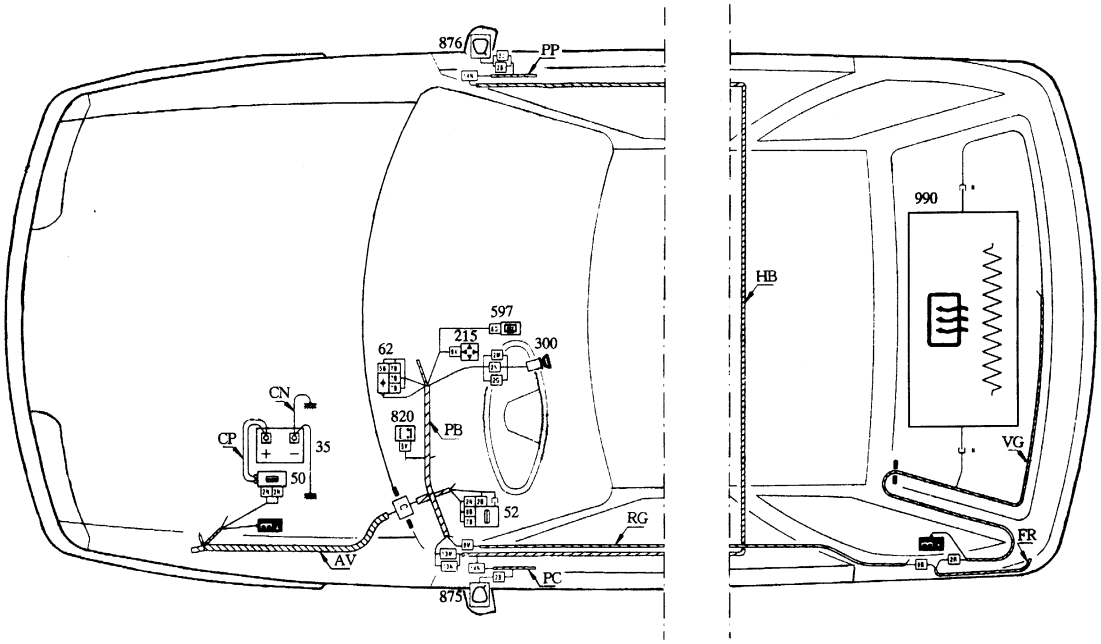


图 10-82　雨刮、除霜系统电路中的元件位置图

35. 蓄电池　50. 电源盒　52. 内接熔断器盒　62. 搭铁盒　212. 右开关(前后风窗玻璃刮水器和洗涤器)
300. 点火开关　597. 除霜开关　694. 前刮水器电动机　695. 后刮水器电动机　757. 前风窗玻璃洗涤泵　758. 后风窗玻璃洗涤泵　962. 前刮水器延时器　963. 后刮水器延时器　965. 后风窗加热延时继电器　990. 后风窗加热电阻

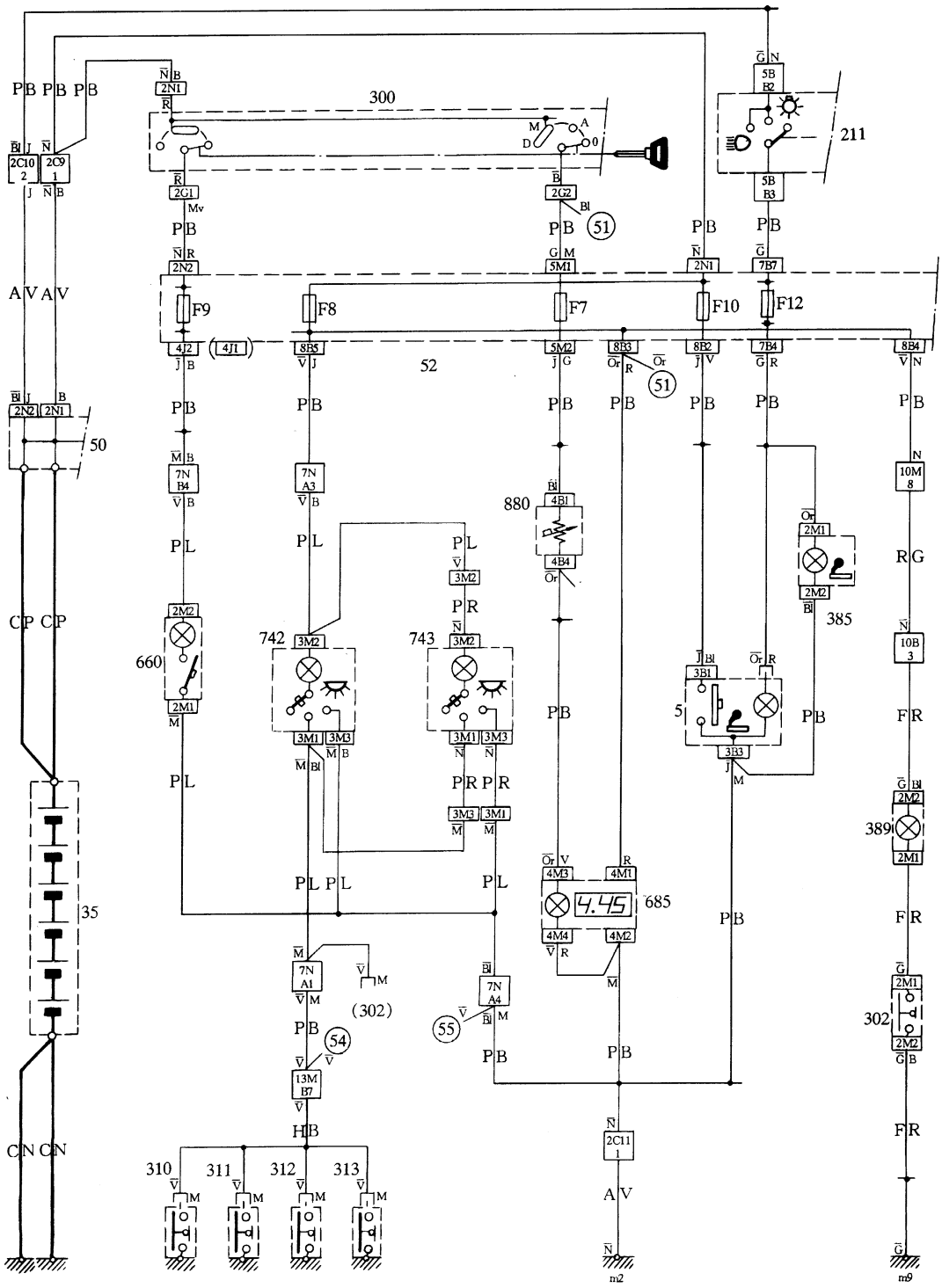


图 10-81　内部照明及装备电路接线图

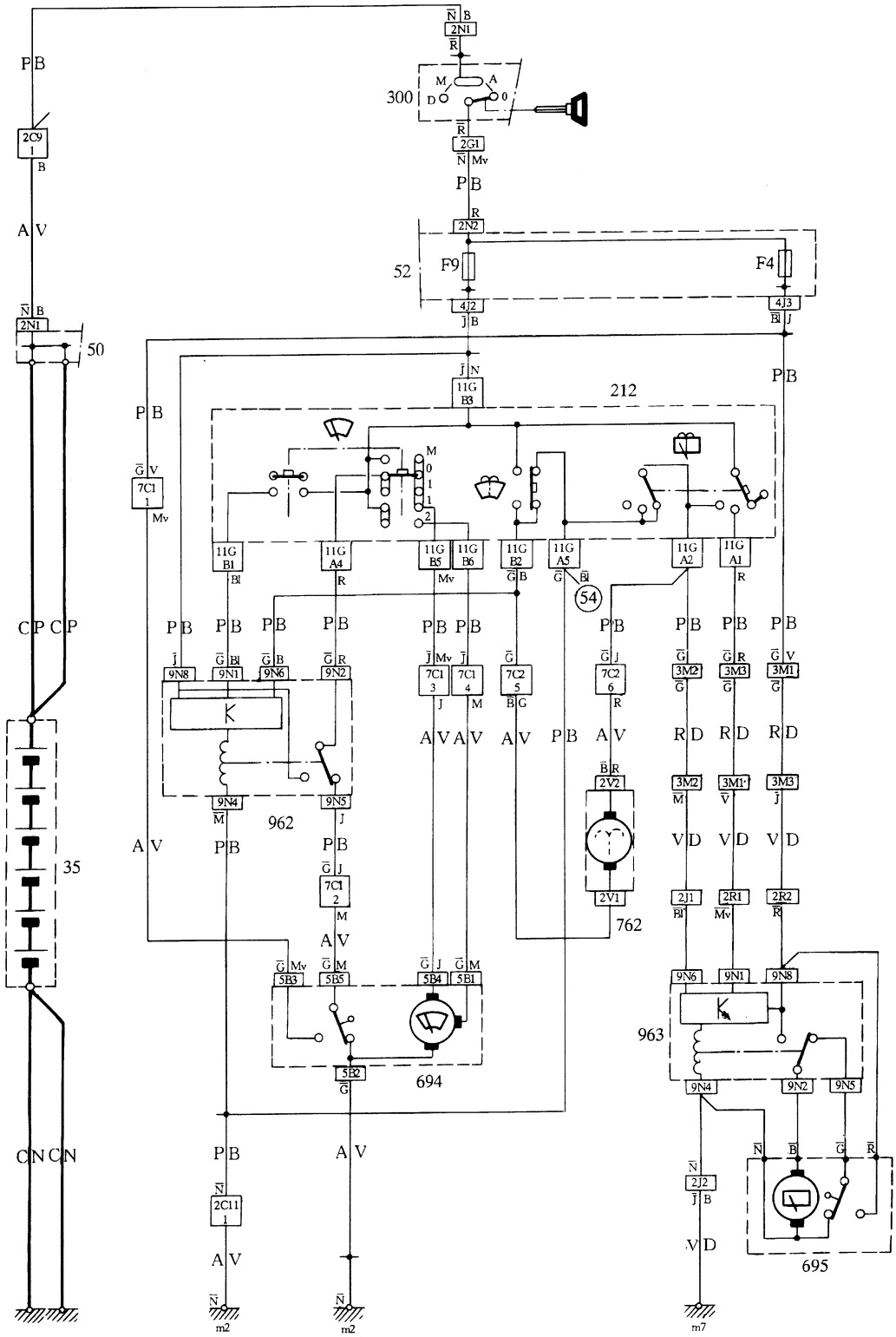


图 10-83　雨刮电路接线图

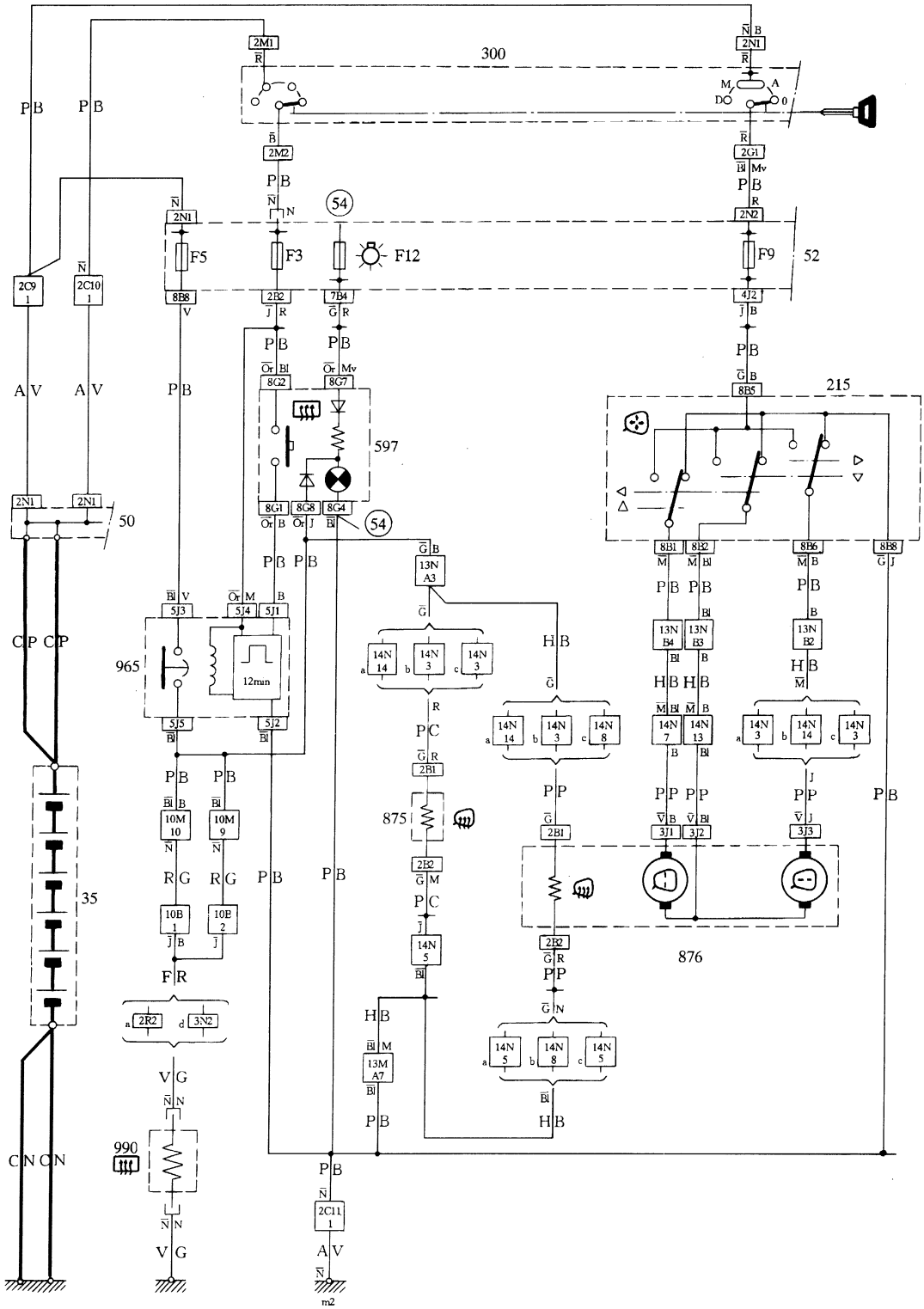


图 10-84　除霜电路接线图

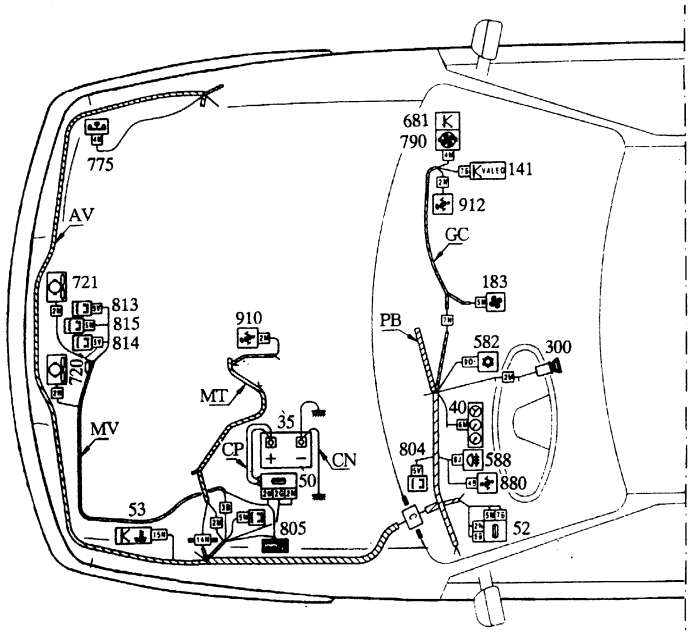


图 10-85　制冷及冷却系统电路中的元件位置图

35. 蓄电池　40. 仪表盘　50. 电源盒(和熔断器)　52. 内接熔断器盒　53. 水温控制器　62. 搭铁盒　141. 空调调节控制器　183. 鼓风机开关　255. 空调压缩机离合装置　300. 点火开关　394. 空调开关照明灯　582. 冷气开关　720. 电动风扇(单只或左边)　721. 电动风扇(右边)　775. 压力开关　790. 鼓风机　804. 空调继电器　805. 停止制冷(温度)继电器　813. 慢速电动风扇继电器　814. 快速电动风扇继电器　815. 电动风扇转换继电器　910. 水温传感器　912. 蒸发器温度传感器　971. 散热器水温警报传感器　880. 仪表照明变阻器

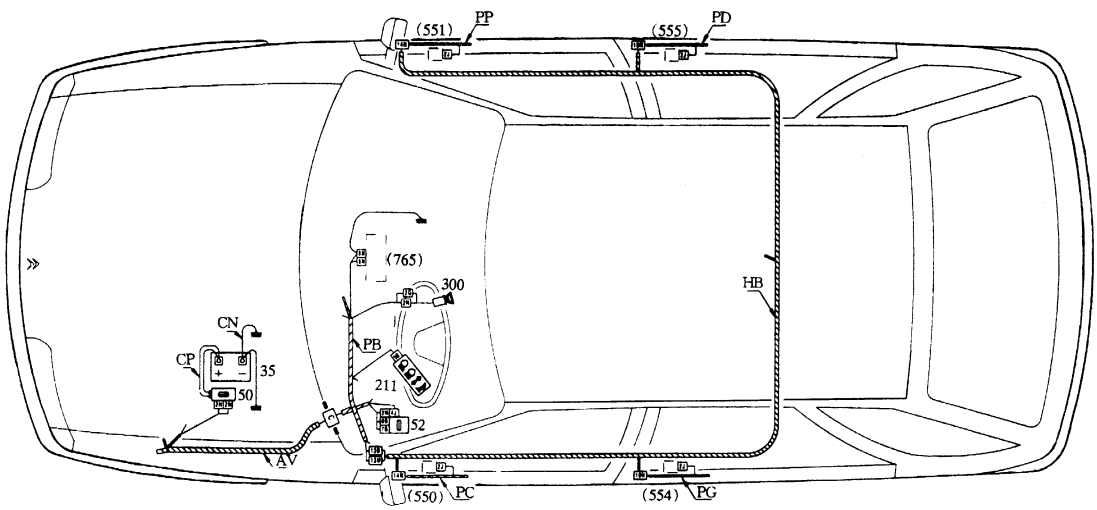


图 10-87　收放机电路中的元件位置图

35. 蓄电池　50. 电源盒　52. 内接熔断器盒　62. 搭铁盒　211. 左开关(照明、转向灯、喇叭)　300. 点火开关　550. 左前扬声器　551. 右前扬声器　765. 收放机

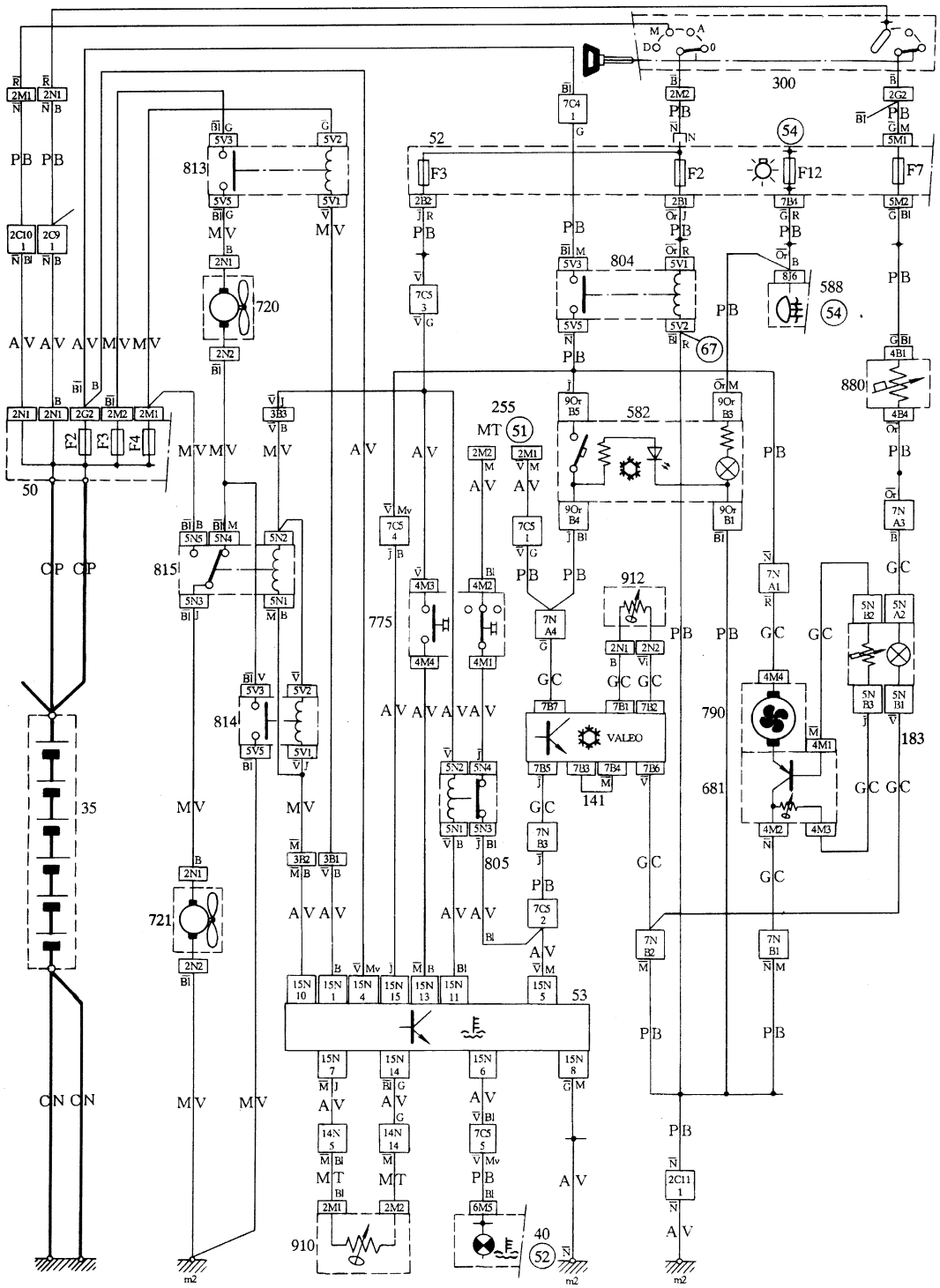


图 10-86　制冷及冷却系统电路接线图

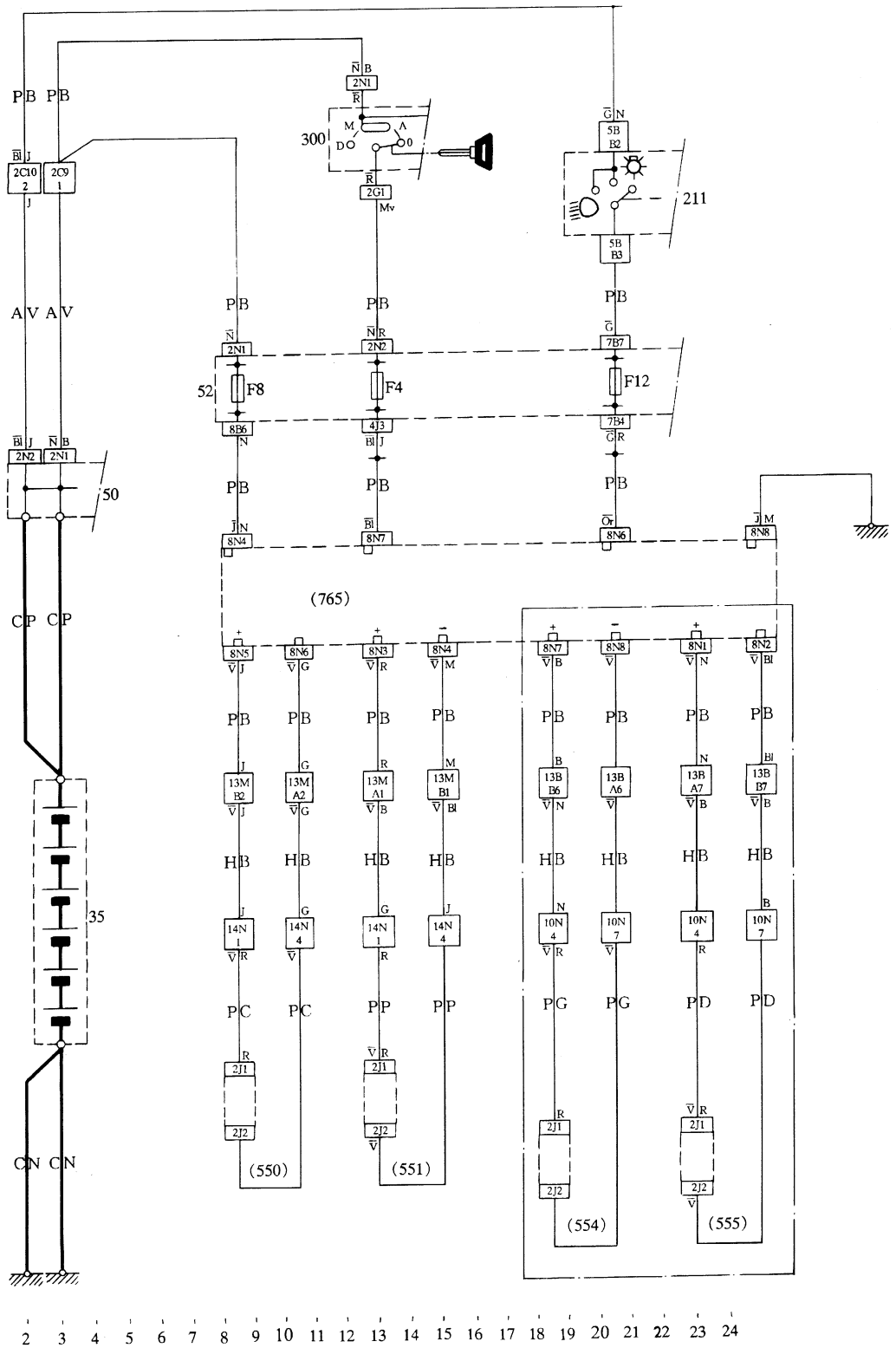


图 10-88　收放机电路接线图

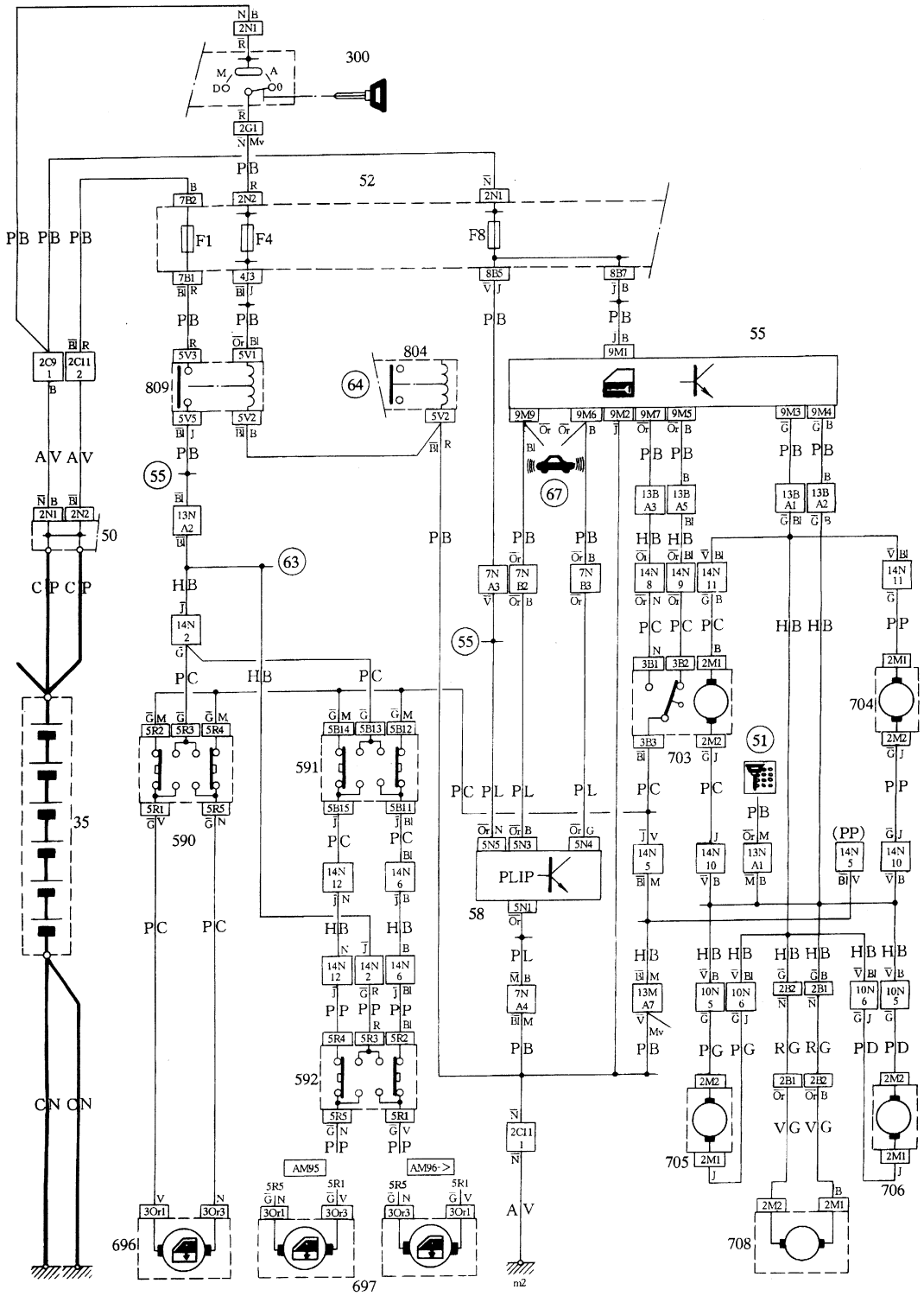


图 10-90　中央门锁及电动门窗电路位置图

（九）中央门锁及电动门窗电路

图 10-89 为中央门锁及电动门窗电路中的元件位置图。图 10-90 为中央门锁及电动门窗电路接线图。

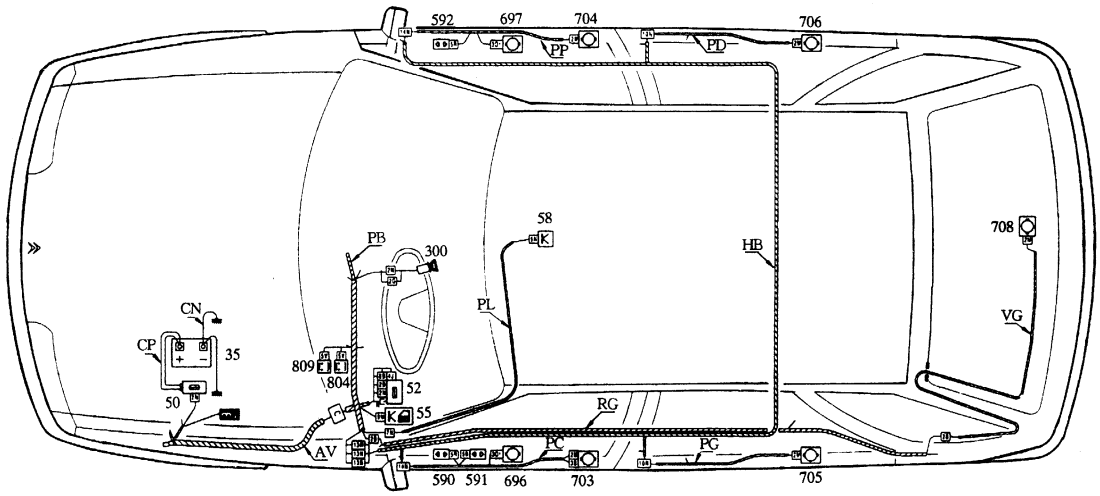


图 10-89　中央门锁及电动门窗电路中的元件位置图

35. 蓄电池　40. 仪表盘　50. 电源盒　52. 内接熔断器盒　55. 中央门锁控制盒　58. 遥控接收器　62. 搭铁盒　300. 点火开关　590. 司机门玻璃升降器开关　591. 乘客门玻璃升降器开关(在乘客门上)　696. 左前玻璃升降器　697. 右前玻璃升降器　703. 司机门锁止器　704. 乘客门锁止器　705. 左后门锁止器　706. 右后门锁止器　708. 行李箱门锁止器　804. 空调继电器　809. 前玻璃升降器继电器

第三节　仪表板的构造、拆装及故障排除

一、仪表板的构造

（一）仪表板的布置

仪表板的布置如图 10-91 所示。仪表板总成是司机对车辆操纵控制的中心，其布置设计是合理体现人体工程的一个重要组成部分，与安全行驶有重要关系。

仪表板本体曲面复杂，外表面热塑成型，表面纹理要求非常高，耐候性强，触摸手感舒适，突出显示内装饰的豪华档次。

装于仪表板本体上的部件非常多，其内部安装件布置很紧凑，但装配工艺性良好。空气循环、热水循环、电线束布置、操作件接近方便性都处理的非常得体。各类控制信号均集中于组合仪表上，里程表采用的是电子车速传感信号，可靠性高、寿命长。组合仪表上照明亮度可调，以适应眼睛感官的需要。各出风口可自如调节风量风向。装备的发动机转速表能增进司机的驾驶乐趣，高档收放机能给乘客增加旅途的轻松感。

仪表板上装有组合仪表4，其上装有仪表和指示灯。

组合仪表4上用仪表指示的主要有四个，从左至右分别是水温表6、车速里程表3、发动机转速表5和燃油表2（图(b)为1997年前型，图(a)为1997年后型，水温表和燃油表位置互换）。水温表6通过发动机上的水温传感器显示发动机当前的水温状况，当水温超过118℃时水温表左上角的黄色警报灯亮。车速里程表3通过差速器壳体上的齿轮和软轴传来的信息指示，当时汽车的行驶速度，中间的数码表示汽车已行驶的里程。发动机转速表5通过计算初级线圈的电脉冲信号，指示发动机当时的转速信息。燃油表2通过油箱中的油量信息传感器指示燃油的多少，当燃油表左下角的黄灯亮时，油箱中还剩8L左右燃油，应该就近寻找加油站，以免车辆抛锚。

组合仪表上的一些指示灯，提示某种行车状态，如手制动杆未放下，阻风门未回位，转向灯、位置灯、前大灯的工作状态等。

位置指示灯(停车指示灯)16由组合开关手柄14向前转动点亮。近光指示灯17及远光指

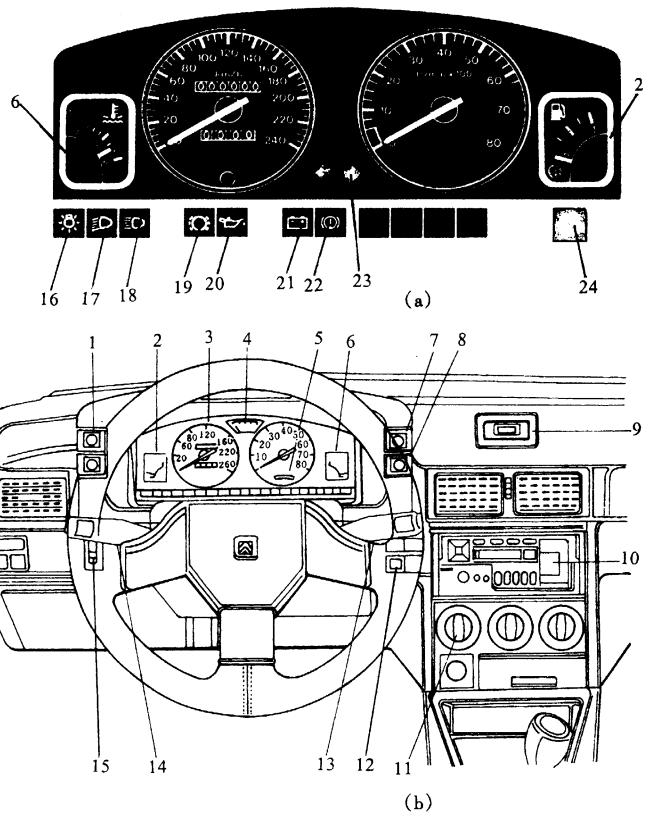


图10-91　仪表板的布置

1. 后雾灯开关　2. 燃油表　3. 里程表+速度表　4. 组合仪表　5. 转速表　6. 水温表和水温警报器　7. 危险警报灯开关　8. 后窗除霜开关　9. 数字显示钟　10. 收放机　11. 空调控制装置　12. 冷气开关　13. 雨刮器和玻璃清洗器开关手柄　14. 组合开关手柄　15. 仪表板照明灯亮度调整钮　16. 位置指示灯　17. 近光指示灯　18. 远光指示灯　19. 前制动摩擦片磨损指示灯　20. 发动机机油压力警报灯　21. 蓄电池充电指示灯　22. 制动液液面和驻车制动器指示灯　23. 转向指示灯　24. 发动机故障报警灯

示灯 18 则由组合开关手柄 14 向上拉起时交替变换。前制动摩擦片磨损指示灯 19 用于显示摩擦片的磨损情况，当踩下制动踏板时如指示灯亮，则应检查前制动摩擦片，必要时应更换。发动机机油压力警报灯 20，如果在行驶期间警报灯亮，应关闭发动机，检查机油油面高度，如果油面高度正常，指示灯仍发亮，则表示发动机润滑系有故障。蓄电池充电指示灯 21 在打开点火开关时应点亮，当发动机运转时，指示灯应熄灭；在发动机怠速运转时，指示灯可能会发亮，但只要稍为加速，指示灯应立即熄灭；如果指示灯一直发亮不灭，则表示充电系统有故障。制动液液面和驻车制动器指示灯 22 点亮，表示驻车制动器处在抱紧状态或未彻底松开，或者指示制动液液面高度不足；当车辆起步时，此灯亮，必须立即松开驻车制动器。若指示灯仍亮，则应添加制动液。左、右转向指示灯 23，由组合开关手柄 14 前后扳动时交替点亮。

发动机故障报警灯(自动检测系统)24 在行驶过程中，若该指示灯闪烁或点亮，则表示发动机燃油喷射系统或点火系统有故障。

在仪表板上还装有一些开关：

后雾灯开关 1：按下此开关，指示灯点亮。后雾灯只有在前雾灯(选装)、近光灯或远光灯点亮时才工作。

危险警报灯开关 7：按下此开关可同时点亮左右转向灯。但这种做法只有在危险情况下使用。该转向灯在点火开关关断时仍可工作。

后窗除霜器开关 8：按下此开关，指示灯点亮，后窗电热除霜器工作。为避免过多消耗蓄电池的电力，该除霜器不可长时间使用。

冷气开关 12：按下此开关，指示灯点亮，制冷设备开始工作(只有在发动机运转后方能工作)，此时应关闭所有车窗玻璃。

仪表板照明灯亮度调整钮 15：此为一可变电阻，可改变仪表板上照明灯的亮度。

(二) 车速里程表

车速里程表的构造，如图 10-92 所示。

车速里程表是用来指示车辆行驶速度并记录行驶里程的综合仪表。1997 年后该车采用的是电子车速里程表。由于它是从装于变速箱后部的传感器中取得脉冲信号，通过导线输送给指示器，避免了原机械式车速里程表用软轴传输转矩所带来的诸多弊病。并具有精度高、指针平稳和寿命长等特点。

车速表由下列零件组成：永久磁铁、矩形塑料框内线圈、针轴、游丝。

里程表由下列零件组成：电子模块、步进电动机、机械计算器。

(三) 发电机转速表的构造

该车采用电子式发动机转速表，它从点火线圈中获得一次电流中断时产生的脉冲信号，在点火线圈中转换成电压脉冲，经数字集成电路计算后，在转速表上显示出发动机转速。

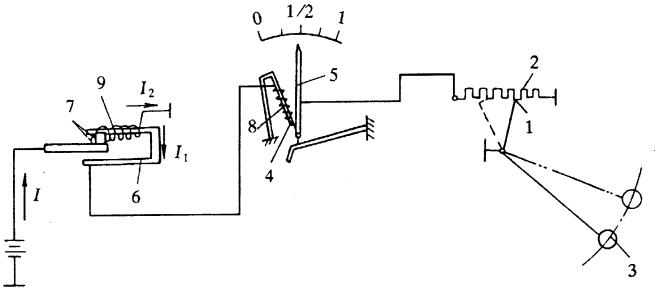


图 10-92　车速里程表的构造

（四）燃油表的构造

如图 10-93 所示，该车采用电热式燃油表。燃油表由带稳压器的油面指示表和油面高度传感器组成。电流自蓄电池经稳压器的双金属片 6、燃油表电阻丝 8、油面高度传感器的可变电阻 2 和滑动接触片 1，最后回到蓄电池。当燃油箱中的油面高度和浮子 3 处于最低位置时，滑动接触片 1 触头位于可变电阻 2 的右端，此时电阻最大而电流最小，指示表的电阻丝 8 散发的热量也最少，使得双金属片 4 产生较小的变形，指针 5 则处于“0”位。当油面高度增加时，滑动触片触头 1 逐步向左移动，回路电阻减小，电流增大，双金属片 4 热变形增大，指针 5 随之右移，当油箱加满时(51L)指针移到最右端的刻度“1”上。当油箱中还剩下 8L 燃油时，最低燃油液面警报灯点亮。

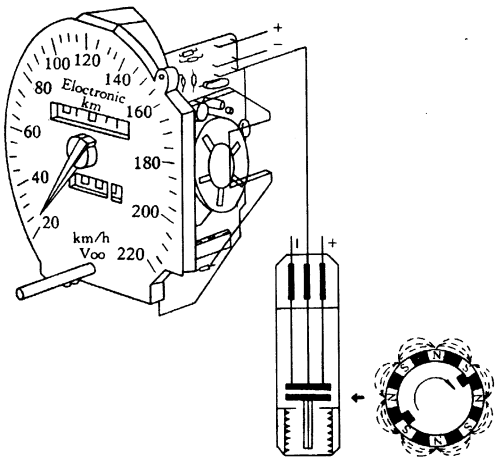


图 10-93　燃油表的构造

1. 滑动触片　2. 可变电阻　3. 浮子
4. 双金属片　5. 燃油表指针
6. 稳压器双金属片　7. 触点
8. 燃油表电阻丝　9. 稳压器电阻丝

（五）冷却液温度表及其温度警报灯

冷却液温度表俗称水温表，其构造如图 10-94 所示，它的功能是指示发动机水套内冷却液的工作温度。

该轿车采用的是电热式水温表，它由热敏电阻式水温传感器、水温指示表、液位指示灯以及冷却液不足指示器控制器等组成，与燃油表共用一稳压器。

传感器的铜接头拧入发动机缸体的水套中，使铜管浸在冷却液中，当温度升高时，热量经传感器铜管传至热敏电阻，受热后的热敏电阻阻值下降，电路回路的总阻值也因此而下降。这时通过水温表电阻丝 5 的电流平均值相应增加，双金属片 7 因热变形带动指针 3 转动。双金属片的变形程度与水温呈单值线性函数关系，因此指针的位置可以准确地指示冷却液的温度。

在发动机正常工作时，应指在 90 ~ 100℃之间；当发动机过热时指针指到红色警报区，同时警报灯点亮；此时应立即停车，首先检查冷却液是否短缺，并立即补充，如果还过热，则表示发动机冷却系出现故障。

（六）水温表传感器及警报开关的结构原理

如图 10-95 所示，它是由热敏电阻 2 和水温警报开关 4 组成。水温表传感器中的热敏电阻 2 是由一种负温度系数的半导体材料制成的。所谓负温度系数是指热敏感电阻输出电阻值随温度的升高而下降。当温度升高时，这种半导体材料中的原子热运动能产生大量的自由电荷，因此它的电导率将随着温度的升高而急剧增加，其电阻阻值随着温度的升高而急剧下降。

水温警报开关 4 是由一种熔点低、膨胀系数很大的合金钢制成的。当它受热温度超过 120 ± 4℃时将由固体变为液体，且体积增大，于是推动顶杆使触点 5 闭合。

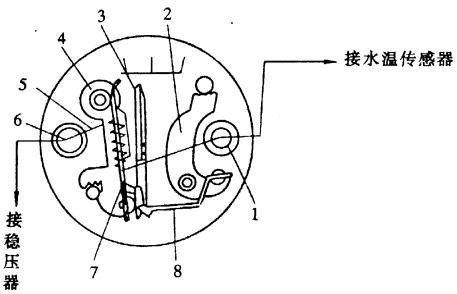


图 10-94　冷却液温度表及警报灯的构造
1. 导电柱　2. 右调节板　3. 指针　4. 左调节板
5. 电阻丝　6. 导电柱　7. 双金属片　8. 弹簧片

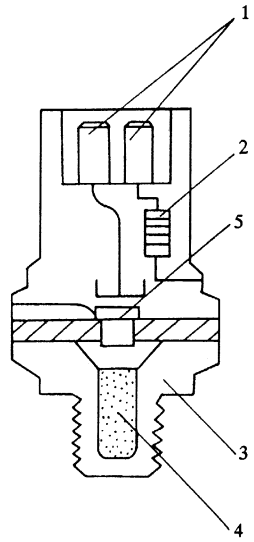


图 10-95　水温表传感器及警报开关的结构原理
1. 接线插头　2. 热敏电阻　3. 壳体
4. 水温警报开关　5. 触点

当水温升高时水温表传感器的电阻减小，当触点 5 闭合时，电阻为 0。因水温表传感器与水温表中的电阻丝串联，导致电阻丝的电压升高，使水温表中的双金属片弯曲，使指针指向高温。

（七）机油压力传感器与警报灯

机油压力传感器与警报开关的构造，如图 10-96 所示，它装在发动机的机油滤清器上方的主油道上，为一常闭型开关；当机油压力低于 50kPa 时，开关闭合使组合仪表上的机油压力警报灯点亮；当机油压力高于 110kPa 时，开关断开，使警报灯熄灭；发动机正常工作时机油压力警报灯应熄灭，若不熄灭应立即停车，首先补充发动机机油，若仍不熄灭则表示发动机润滑系出现故障。

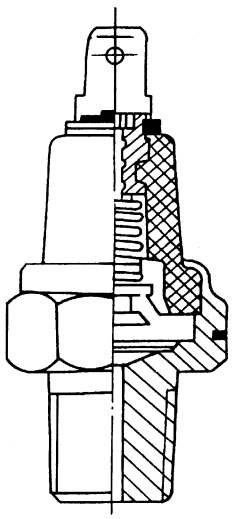


图 10-96　机油压力传感器与警报开关的构造

（八）收录机的构造及操作方法

如图 10-97 所示，本车收放机，有 2 个喇叭。装有远/近台转换键 8，其作用是由于电台信号传播的衰减，因此除了满足收听本地电台外，还应满足远程电台的收听。装有收台存储键 4，可以设定的频率开始，存储 5 个信号最强的电台。

操作方法如下。

1. 磁带放音

① 将旋钮 1 向右旋转，接通电源，并适当增大音量。

② 将磁带开口面向右，推开带仓门 10，放入带仓、机器即进入放音状态。

③ 调节音量旋钮 1，音调旋钮 2 及平衡旋钮 3，使左右声道平衡、音量适中，音质清晰优美。

④ 磁带走到末端会自动翻面，也可以同时按压快退快进键 12 和 14 实现随时翻面。

⑤ 为了迅速选择您要收听的歌曲，可按压快进键 14 或快退键 12，实现快速进退，然后轻按一下另一快退键或快进键即进入放音状态。

⑥ 红色箭头 5 所示方向即磁带运行方向，向右为顺时针，向左为逆时针。

⑦ 要想停止放音或需更换磁带时，按压出带键 7，磁带会自行弹出。

2. 收听广播

① 电源开关、音量控制、音调及平衡调节的使用方法同放音。

② 按压调幅/调频选择键 9，在显示屏 16 上将显示出欲收的波段，您可根据需要随意选择 U1、U2、U3（即 FM）及 M（即 AM）中的一个波段。

③ 开机后 dx 键 8 自动处于远程位置（接收灵敏度高），若接收太强的电台播音，可按 dx 键到本地位置（显示屏上出现 L_0 符号）以抑制强台信号。再按 dx 一次又恢复到远程位置（L_0 消失）。

3. 手动调谐

瞬间按压 ∧ 或 ∨ 键一次可使频率升高或降低一个步长（FM 的为 0.05MHz、AM 的为 9kHz）。持续按压 ∧ 或 ∨ 键 2s 以上可使频率连续上升或降低。

瞬间按压≫或≪键频率将自动上升或降低，机器向高端或低端搜索电台，直到接收到电台信号即停止搜索，再次按压≫或≪键又将重复以上搜索过程，∧、∨、≫、≪键的配合使用可以完成对电台的手动精细调谐。

4. 自动扫描调谐

瞬间按压旋钮 1，可实现 AUTO.SCAN 自动扫描功能，机器将自动从该频率点开始由低端向高端扫描电台，当捕捉到一个电台后，机器便暂停扫描，将该电台频率闪烁 5s，同时播放该台信号。而后继续向更高频率扫描，直到最高端后自动返回，再由最低端向高端扫描。

当您要听某一电台节目，只要在该台频率闪烁时按一下旋钮 1，扫描立即停止在该电台位置。若再按一下旋钮 1 则又恢复自动扫描。当收听到立体声信号时，显示屏 16 上会显示立体声符号 ∞。

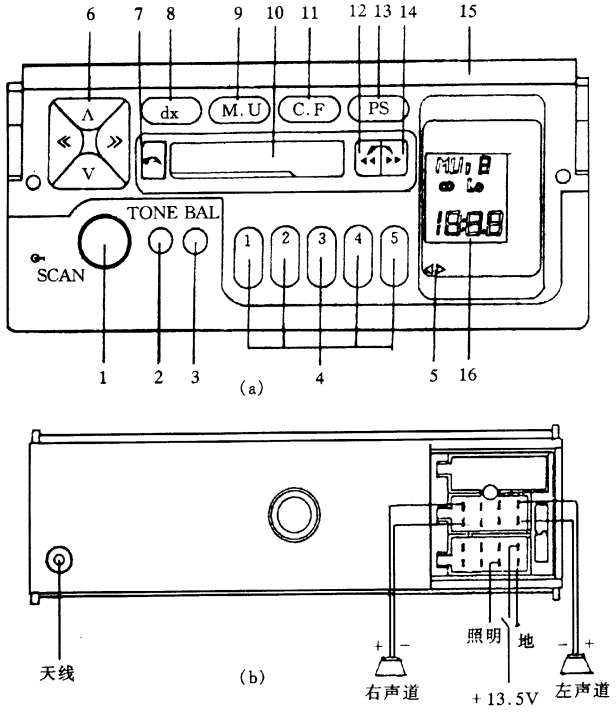


图 10-97 收放机的构造及操作方法

1. 电源、音量、扫描控制 2. 音调调节 3. 平衡调节 4. 收台存储键 5. 带向指示 6. 手动选台键 7. 出带键 8. 远/近台转换键 9. 调幅(M)/调频(U)选择键 10. 带仓门 11. 时钟/频率选择键 12. 快退键 13. 预存扫描/自动存储键 14. 快进键 15. 活动盖板 16. 液晶显示屏

5. 电台频率存储

您可以利用收台存储键 4 的1～5 个存储器按键分别在 U1、U2、U3 及 M 状态预先存入收到的 4×5 个电台频率。

6. 手动存储

当您用手动调谐方式找到某个电台时，按压 1～5 个存储器按键中的任一个按键 3s 以上，听到电台播音由强到弱再到强的变化后，该电台频率已被存入您所按压的存储器中。

7. 自动存储

在某一波段持续按压 PS 键 3s 以上，机器进入预设的自动选存程序，显示屏上的频率即开始由低端向高端自动搜索电台。从起始频率开始，机器自动存储 5 个信号较强的电台，存储完毕机器会循环显示所存储的每个电台频率，并将所在台址的存储器号闪烁 5s，同时伴有该电台播音。若再按一次 PS 键，机器将停止循环显示。对 U1、U2、U3 及 M 波段均能完成自动存储。

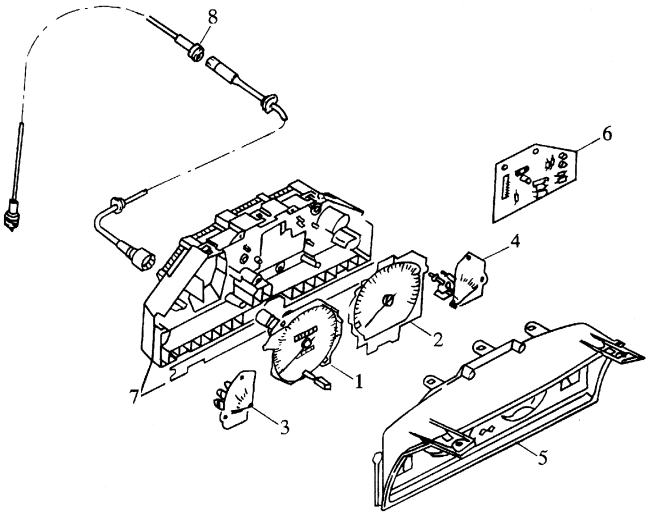


图 10-98　组合仪表板的拆装

1. 车速里程表　2. 发动机转速表　3. 燃油表　4. 水温表

5. 仪表前盖　6. 电路板　7. 仪表壳　8. 里程表软轴(1997 年前型)

8. 存储电台扫描

在某一波段，瞬间按压 PS 键一次，显示屏上将依次显示已存入的 5 个电台频率，对每一个电台频率，其对应的台址存储器号会闪烁 5s，同时伴有该电台的播音。若想收听其中某一电台节目时可按一下与该台址存储器号对应的数字键(1～5 键)，扫描即停止在该电台位置。对于 U1、U2、U3 及 M 波段均能完成上述存储电台扫描。

9. 时钟

瞬时按压 C.F 键一次可以显示时钟，若再按压一次又恢复频率显示。在显示时钟时，持续按住 C.F 键不放开，然后再按压∨键可调校“时”，按压∧键可调校“分”，时间调校完毕放开 F 键。

二、仪表板的拆装

(一) 组合仪表板的拆装

如图 10-98 所示，先拆下组合仪表的电线插接件，里程表软轴 8。旋下螺钉，取下仪表前盖 5。再从组合仪表的仪表壳 7 上分别拆下燃油表 3、车速里程表 1、发动机转速表 2、水温表 4 及电路板 6。安

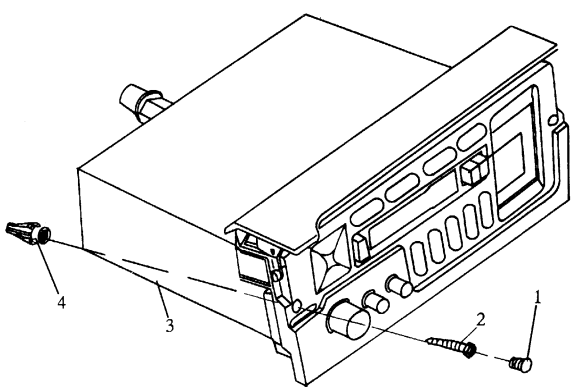


图 10-99　收放机的拆装

1. 橡胶堵盖　2. 螺钉　3. 收放机　4. 螺钉座

装时的顺序与拆卸相反。

（二）收放机的拆装

如图 10-99 所示，先拆下像胶堵盖 1；旋下螺钉 2，取下收放机 3。安装时的顺序与拆卸时相反。

（三）仪表板总成的拆装

如图 10-100 所示，拆开蓄电池负极接线柱；拆卸前门柱内饰板，左下护板 25，转向盘面盖 4。此四件均为卡扣连接。拆下方向盘 5。拆卸上、下罩壳 6 和 7；拆卸暖风机管道；拆卸仪表罩 20 和组合仪表板；脱开发动机箱内化油器上阻风门拉线接头，拆下阻风门支架；拆下转向器。拆下烟灰缸 14、收放机支架 12、杂物箱 13、换挡杆密封护套；脱开线束插接器，拆下时钟 16、空调开关；拆下装饰面板总成 11；拆下暖风及通风控制开关面板，控制盒。仪表板的安装步骤与拆卸相反，注意更换损坏件。

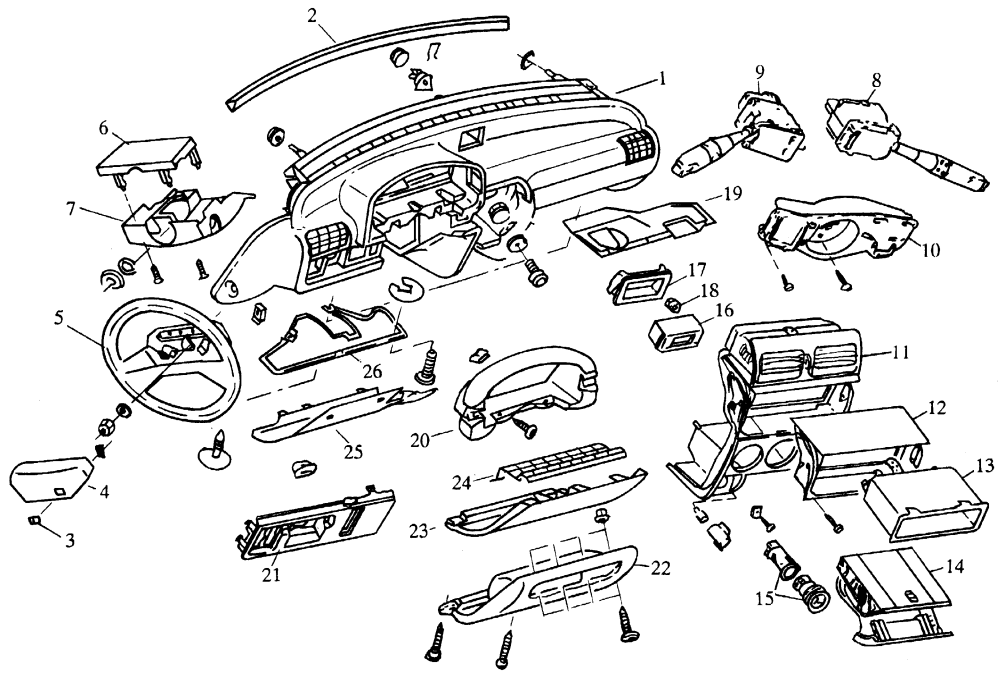


图 10-100　仪表板总成的拆装方法

1. 仪表板　2. 密封条　3. 装饰板　4. 转向盘面盖　5. 转向盘　6. 上罩壳　7. 下罩壳　8. 刮水洗涤开关　9. 灯光开关　10. 开关托架　11. 装饰面板总成　12. 收放机支架　13. 杂物箱　14. 烟灰盒　15. 点烟器　16. 时钟　17. 钟支架　18. 照明灯　19. 右下隔音板　20. 仪表罩　21. 支架　22. 右杂物袋　23. 暖风护罩　24. 护罩支架　25. 左下护板　26. 左下隔音板

三、仪表板的故障排除

（一）车速里程表的故障与排除

车速里程表的故障与排除见表 10-7。

表 10-7　　车速里程表的故障与排除

故障现象	产生原因	排除方法
车速表和里程指针均不动	(1) 主轴减速机构中的蜗杆或蜗轮损坏使软轴不转 (2) 软轴或软管断裂 (3) 主轴处缺油或氧化而卡住不动 (4) 表失灵	(1) 更换新零件 (2) 更换软轴或软管 (3) 清除污物或加润滑油 (4) 更换仪表
车速表走动指针跳动、不准而里程表正常	(1) 指针轴磨损或已断 (2) 轴向间隙过大 (3) 速度盘与磁铁相碰 (4) 游丝失效或调整不当	(1) 更换新轴 (2) 调整位置 (3) 调整 (4) 换游丝或重新调整
车速表和里程表指示值失准	(1) 永久磁铁的磁性衰减或消失 (2) 游丝折断或弹性衰减 (3) 里程表的蜗轮蜗杆磨损	(1) 充磁 (2) 更换 (3) 更换
车速表走而里程不走	自车速表驱动轴至计数轴之间的任何一对减速蜗轮磨损而打滑	配换新蜗轮蜗杆
里程表走而车速表不走	(1) 金属速度盘或指针卡住 (2) 磁铁失效	(1) 调整 (2) 进行充磁

当发现里程表不工作或读数不正确时，故障的原因一般是：①变速器里程表主动与从动齿轮的轮齿磨损严重，使里程表的主动与从动齿轮的啮合间隙过大。修理的方法，一般以更换新件为主②车速里程表内第二对蜗轮蜗杆的啮合间隙过大，传动松动。修理时，可旋松固定螺杆，检查调整间隙，调整合格后重新固定。

当发现总里程计工作，但单程里程计不工作时，一般原因为：单程里程计齿轮中间齿轮及中间齿轮与总里程计齿轮之间松脱或损坏，致使单程里程计不工作。

当发现车速表指针指示波动，指针不回零，或速度指示不正确时，应首先检查软轴是否磨损，其次再检查车速里程表表头的磁轴、游丝和其它零件是否磨损或由脏物造成阻卡、不灵活等现象。

将软轴接到车速里程表上运转时，应将软轴笔直插入车速里程表的驱动轴孔内，并保证不使软轴与其它线束任意交错，造成软轴卡死或弯曲。

(二) 发动机转速表的故障与排除

当发现发动机转速表有故障(工作不正常或停止工作)时，可按下列步骤检查：

① 检查转速表背面的三孔插座接触是否良好。

② 检查仪表板上的印刷线路板是否完好，有无断路。

③ 用万用表分别检查三孔插座与印刷线路板的连接状况，三个插孔分别为电源负极、点火开关电源控制线、点火线圈一端。

④ 如上述检查均属正常，则检查转速表本身，如连接导线是否松动、脱落，接头是否损坏。

（三）燃油表及燃油表传感器的故障与排除

燃油表的故障与排除见表 10-8。

表 10-8　　燃油表的故障与排除

故障现象	故障判断	故障原因	排除方法
接通电源，指针不动，无论存油多少示值总为“0”	（1）察看电流表和油压表：示值均为“0” （2）油压表指示正常拆下指示表下接柱的导线将其搭铁试火： （3）有火花 （4）无火花	（1）指示表电源线断脱 （2）燃油表内部断路或接触不良 （3）指示仪表接线柱的导线接反 （4）右线圈烧断或指示表至传感器间导线搭铁	（1）接好 （2）更换或修理 （3）重新接好 （4）更换指示表或导线
无论存油量多少示值总为“1”或偏高	用起子将传感器接线柱与油箱短接： （1）若指针仍指在“1” （2）若指针转动至“0”	（1）指示表下接线柱至传感器之间的连线断脱 （2）传感器可变电阻损坏，滑片与可变电阻接触不良，滑动触点臂折断	（1）重新接好 （2）更换或调整
指示表指针大幅度摆动 指示表示值失准		（1）线头松动，搭铁不良， （2）传感器滑片与电阻接触不良或中间电阻磨断 （3）仪表未配套使用性能不良 （4）传感器浮子使用过久，防油能力差失去规定浮力，激烈震动，使柱杆弯曲	（1）紧固螺母使搭铁良好 （2）拆下传感器清洁、调整接触面或更换传感器 （3）正确配套 （4）更换

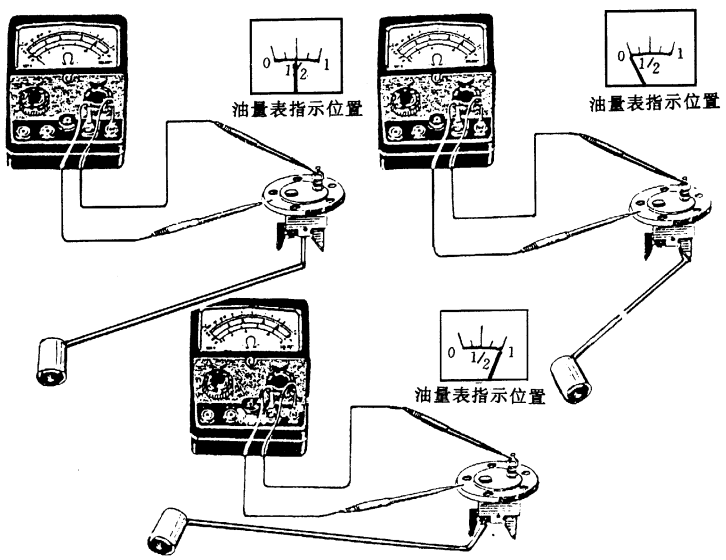


图 10-101　燃油表传感器的检查

当发现燃油表不工作时，可能因下列原因引起，必须进行修理或更换零部件。

① 燃油表与传感器之间的连接导线断路或接触不良，燃油表无法获得稳定的信号。

② 传感器内部损坏，可能是传感器内部滑动接触片触头与可变电阻接触不良，或因可变电阻器损坏，此时需清洗、修理或更换。再对燃油表传感器进行检查，如图 10-101 所示，将燃油表传感器的两引出线与万用表相连(电阻挡)，用不断改变燃油表传感器的浮子的位置，检查在各位置时的电阻值，应符合燃油表在 0、$\frac{1}{2}$、1 位置时所规定的外接电阻值。否则表示燃油表传感器损坏。

(四) 冷却液温度表及传感器的故障与排除

冷却液温度表的故障与排除见表 10-9。

表 10-9　　冷却液温度表的故障与排除

故障现象	故障判断	故障原因	排除方法
接通电源后，指示表指针不动或指示数值偏高	(1) 察看电流表(断电器触点闭合)：示值为“0”	(1) 蓄电池至点火开关出火接线柱一段公用电路断路	(1) 接通
	(2) 将指示表接线柱搭铁试火，若无火花	(2) 点火开关至指示表连线断脱	(2) 更换导线
	若有火花，再将传感器接柱搭铁：		
	(3) 指针仍不动	(3) 指示表电热线圈损坏或指示表至传感器之间连线断脱	(3) 更换指示表或导线
	(4) 指针迅速转动	(4) 传感器损坏或搭铁不良	(4) 修理或更换传感器
接通电源后，指针指示数值偏低	将传感器接线柱上的连接拆除，进行断路试验：		
	(1) 若指针仍指到最低值	(1) 指示表至传感器之间连线有搭铁	(1) 修理或更换导线
	(2) 若指针转至高温	(2) 传感器内部有搭铁	(2) 更换传感器
指针指示数值不正确失准		(1) 指示表与传感器未正确配套	(1) 必须配套
		(2) 指示表或传感器性能不良(如电热线圈烧坏造成短路或传感器的热敏电阻衰老变质)	(2) 检查或更换

首先要检查冷却液温度传感器的表面，若有水垢，造成热敏电阻的传感阻值与实际情况不符，导致冷却液温度表指示不准确，应清除水垢，并排除导线接触不良的可能。

冷却液温度表故障，可用外接电阻法来判别，即用给定的电阻值代替温度传感器，检查冷却液温度表的指示温度是否与标定温度一致，如有误差，说明故障在冷却液温度表本身。如指示正常，则故障在传感器，应予修理或更换。也可以直接对冷却液温度表传感器进行检查，如图 10-102 所示，将冷却液温度传感器接上标准冷却液温度表 6，在加热电炉 8 上的热水 4 中给冷却液温度传感器加热，用水银温度表 3 与冷却液温度表 6 的温度值作比较，若两表一致，表示被测的冷却液温度传感器 2 良好。若两者不一致，则被测的冷却液温度传感器

不好。也可以测出传感器的电阻值，60℃时应为 557Ω；70℃时应为 386.5Ω；80℃时应为 273Ω；90℃时应为 196Ω；100℃时应为 144Ω；110℃时应为 106.5Ω；120℃时应为 80.5Ω。

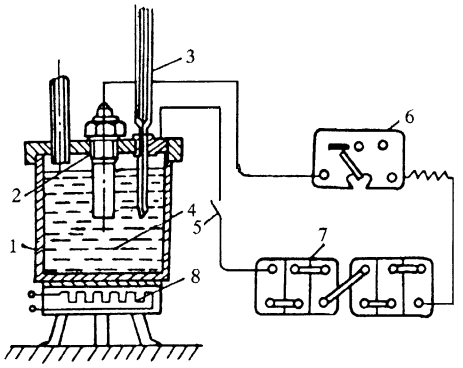


图 10-102　冷却液温度表传感器的检查

1. 加热槽　2. 被试冷却液温度表传感器　3. 水银温度表
4. 热水　5. 开关　6. 标准冷却液温度表　7. 蓄电池　8. 加热电炉

（五）机油压力传感器及警报灯的故障与排除

机油压力传感器及警报灯的故障与排除见表 10-10。

表 10-10　　机油压力传感器及油压警报灯的故障与排除

故障现象	故障原因	排除方法
怠速时油压警报灯亮	(1) 机油过少	(1) 补充机油
	(2) 机油粘度太稀	(2) 更换机油
	(3) 机油滤清器堵塞	(3) 修复
	(4) 曲轴及连杆轴承磨损过大	(4) 更换
	(5) 机油泵损坏	(5) 更换
	(6) 机油泵限压阀卡在开启位置	(6) 更换
	(7) 机油传感器损坏	(7) 更换
	(8) 线路故障	(8) 修复
点火开关接通，发动机还未启动时，油压警报灯不亮	(1) 点火开关有故障	(1) 更换
	(2) 油压警报灯损坏	(2) 更换
	(3) 线路断路	(3) 修复

当接通点火开关而发动机还不转时，油压警报灯应点亮，否则可能是接线或警报灯有故障。

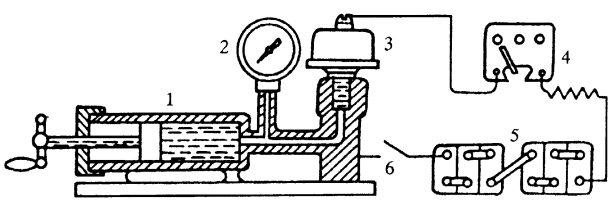


图 10-103　机油压力传感器的检测

1. 油压机　2. 标准油压表　3. 被测机油压力传感器　4. 油压警告灯　5. 蓄电池　6. 开关

若发动机启动后，机油充足而且经试验发动机油压力正常，但此时机油压力警报灯仍闪亮，可能是机油压力传感器仍闭合；应对该机油压力传感器进行检测。如图 10-103 所示，将被测的机油压力传感器 3 装在油压机 1 上，加压后，当标准油压表 2 压力达 50kPa 时，油压警告灯 4 应熄灭。否则应更换机油压力传感器 3。

（六）发光二极管的故障与排除

应对不亮的发光二极管进行检查，如图 10-104 所示。发光二极管 5 包括：转向警报灯、发电机警报灯、油压警报灯和冷却液温度警报灯。检查时用数字万用表 4 同时按下箭头所指的电阻测量和电压测量按钮，万用表线端“+”按发光二极管(+)3，万用表黑端“-”接发光二极管(-)2，当电压在 9.5～10.5V，二极管 5 必须发光。注意：要分清发光二极管的负极标记，即二极管的外壳上有一直棱边 1 的一侧为负极一侧，二极管的外壳内最大的极为负极 2。

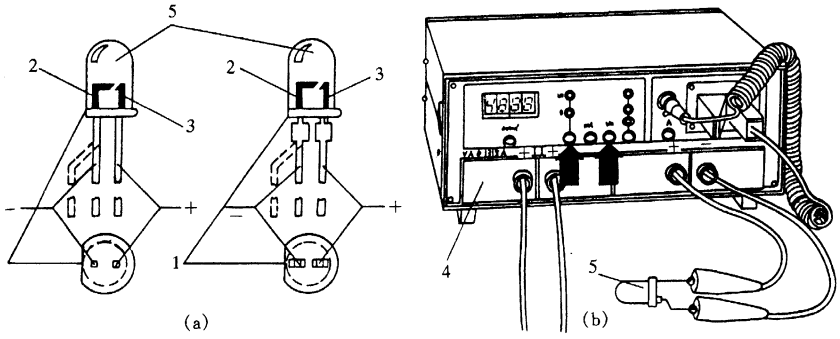


图 10-104　发光二极管的检查

1. 发光二极管外壳上有一直棱边的一侧

2. 发光二极管负极　3. 发光二极管正极　4. 数字万用表　5. 发光二极管

第四节　转向管柱上的开关及相关电器的构造、拆装及故障排除

一、转向管柱上的开关及相关电器的构造

（一）点火开关的构造

点火开关的构造如图 10-105 所示。点火开关装在转向管柱上，当点火钥匙拔出时，方向盘自动锁住。点火开关有四个工作位置：

位置 S 为方向盘锁止位置。

位置 A：为电气附件工作位置。点火钥匙置于该位置时，可使用电气附件，此时蓄电池充电信号灯亮。

位置 M：为点火位置。此时下列指示灯亮，蓄电池充电，驻车和制动液面，机油压力，水温警报。

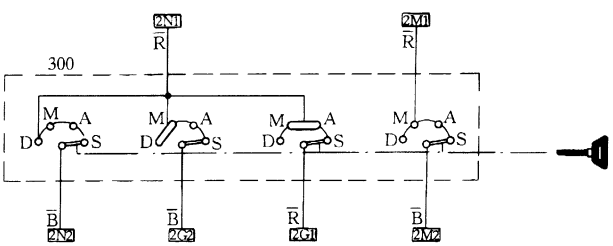
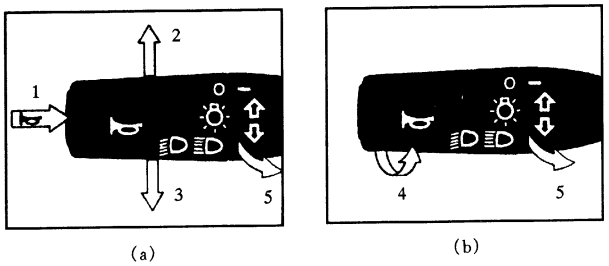


图 10-105　点火开关的构造

位置 D：为启动机工作位置。启动后(稍微加速)，蓄电池充电，驻车和制动液面，机油压力、水温警报灯应熄灭。启动后立即松开钥匙。

(二) 组合开关左手柄的开关功能

如图 10-106 所示，组合开关左手柄共有四种开关功能：



(a)　　(b)

图 10-106　组合开关左手柄的开关功能

喇叭按钮：当按箭头 1 所示按动组合开关手柄顶端按钮时，为接通喇叭电路。

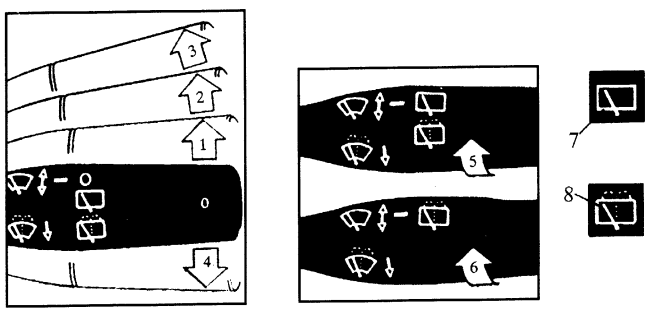
转向灯开关：当按箭头 2 所示向前推组合开关左手柄时，为右转向灯点亮；当按箭头 3 所示向后拉组合开关左手柄时，为左转向灯点亮。转向时，组合开关左手柄越过限位点，转向后会自动回位，使转向灯自动熄灭；超车或改变车道时，组合开关左手柄不越过限位点，手柄再无外力作用后，便自动回位，使转向灯熄灭。

照明灯开关：当沿箭头 4 反方向向后将左手柄转到底时(0 挡位)，此时全部照明灯均熄灭；当沿箭头 4 向前转动左手柄时(第一挡位)，此时位置灯(停车灯)和仪表板照明灯均点亮；当沿箭头 4 再向前转动左手柄时(第二挡位)，此时前照灯点亮。

前照灯警示闪光开关及远近光转换：当照明灯开关处于 0 挡位或第一挡位时，沿箭头 5 向上拉左手柄时，前照灯闪烁(超车时使用，在点火开关切断时仍能工作)。当照明灯开关处于第二挡位时，沿箭头 5 向上拉左手柄时，前照灯交替转换近光和远光。

(三) 组合开关右手柄的开关功能

如图 10-107 所示，组合开关右手柄共有四种开关功能：



(a)　　(b)

图 10-107　组合开关右手柄的开关功能

1～4. 前风窗玻璃刮水器开关工作位置　5. 后风窗玻璃刮水器工作位置

6. 后风窗玻璃洗涤器工作位置　7. 后风窗玻璃刮水器标记　8. 后风窗玻璃洗涤器标记

前风窗玻璃刮水开关：当沿箭头 1、2、3 所示的方向向前推右手柄时，前风窗玻璃刮水器分别进行间歇刮刷、正常刮刷和快速刮刷功能。当沿箭头 4 所示的方向向后拉右手柄时，刮水器进行单步刮刷，即将组合开关右手柄向后按一次(自动回“0”)，雨刮器刮扫一个来回

后就停止刮刷。

前风窗玻璃洗涤器开关：当向上拉组合开关右手柄时，洗涤器工作，向前风窗喷水，对前风窗进行清洗，同时雨刮器自动刮刷几个来回后，便停止刮刷。

后风窗玻璃刮水器及洗涤器开关：沿箭头 5 向前转动右手柄时(第一挡位)，后窗玻璃刮水器间歇动作；沿箭头 6 所示向前转动右手柄时(第二挡位)，后窗玻璃刮水器及洗涤器同时工作。松开右手柄时，洗涤器先停止喷液，刮水器再刮刷约 4 次后停止工作。

(四) 刮水器的构造

如图 10-108 所示，电动风窗刮水器是用电动机驱动的。由一个永磁直流电动机 11 和一个蜗轮蜗杆减速器 9、10 构成。为了确保刮水器摆杆与刮片能在工作结束后回到前风窗玻璃下边沿并与之平行，在减速器蜗轮 9 输出轴的背面装有自动停位导电片，并在减速器盖板上带有与导电片相接触的三个导电触点，再通过刮水器开关的 O 位置触点，共同完成刮水器的自动停位功能。电动机 11 驱动蜗杆蜗轮传动副旋转，通过蜗轮 9 上的偏心销钉带动拉杆 8 往复运动，然后经拉杆 3 和 7 使刮片架 1 和 5 摆动。刮水刷安装在刮片架上，因此也同样摆动，进行刮水动作。

(五) 刮水器自动复位原理

电动刮水器采用双速(高速、低速)永磁式直流电动机，通过蜗轮蜗杆机构进行减速，以增大驱动扭矩，并依靠曲柄及四连杆机构，将动力扭矩传送到刮水器输出轴，由刮水器输出轴带动刮水器臂上的橡胶条，在前风挡玻璃上作往复运动，在风窗洗涤装置喷嘴喷射出洗涤液的条件下，将影响司机驾驶视线的污垢、尘埃一并刮洗干净。

电动刮水器采用永磁电动机，利用三个电刷来改变正负电刷之间串联的线圈匝数实现变速。其中一个电刷作为低速、高速公共输出端，一个电刷用于低速时，另一个电刷用于高速时。

为了不影响驾驶员的视线，刮水器中常装有自动复位装置，如图 10-109 所示，以便在任何位置切断刮水器电动机电路时，刮水器臂下的橡胶条能自动停止在风挡玻璃的下方。

永磁式电动机刮水器的自动复位装置的结构如图(a)所示。在直流电动机减速器的蜗轮 8(由尼龙制成)上，嵌有铜环。此铜环分两个部分，其中面积较大的一片 9 与电动机外壳相连接(搭铁)。触点臂 3、5 用磷铜片或其它弹性材料制成，其一端分别铆有触点 4、6。由于触点臂 3、5 具有弹性，因此当蜗轮 8 转动时，触点 4、6 与蜗轮 8 的端面(包括铜环 7、9)保持接触。当电源开关接通，把刮水器开关拉到“Ⅰ”挡(低速)时，电流从蓄电池正极→电源总开关 1→熔断丝 2→电刷 B_3→电枢绕组→电刷 B_1→接线柱②→接触片→接线柱③→搭铁→蓄电池负极，形成回路，电动机以低速运转。当刮水器开关拉到“Ⅱ”挡(高速)时，电流从蓄电池正极→电源总开关 1→熔断丝 2→电刷 B_3→电枢绕组→电刷 B_2→接线柱④→接触片→接线柱③→搭铁→蓄电池负极，形成回路，电动机以高速运转。当刮水

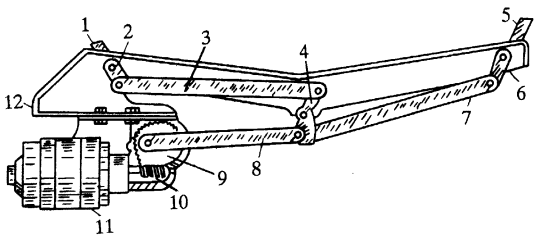


图 10-108 刮水器的构造

1、5. 刮片架 2、4、6. 摆杆 3、7、8. 拉杆 9. 蜗轮 10. 蜗杆 11. 电动机 12. 车身

器开关推到“0”挡(停止)时，如果刮水器的刮水片没有停到规定的位置，由于触点 6 与铜环 9 接通，如图(b)所示，则电流继续流入电枢。此时电流从蓄电池正极→电源总开关 1→熔断丝 2→电刷 B_3→电枢绕组→电刷 B_1→接线柱②→接触片→接线柱 1→触点臂 5→触点 6→铜环 9→搭铁→蓄电池负极，形成回路，电动机以低速运转直至蜗轮旋转到如图中(a)所示的“特定位置”。触点 4 和触点 6 通过铜环 7“接通”，由于电枢转动时的惯性，电机不能立即停下来，因而电动机以发电机运行而发电。因为电枢绕组所产生的反电动势的方向与外加电压的方向相反，所以电流从电刷 B_3→触点臂 3→触点 4→铜环 7→触点 6→触点臂 5→接线柱①→接触片→接线柱②→电刷 B_1，形成回路，产生制动扭矩，电机迅速停止转动，使刮水片复位到风窗玻璃的下部。

(六) 洗涤器的构造

如图 10-110 所示，它由微型永磁直流电机 5、离心式水泵 3 及喷嘴三部分组成。电机与水泵组成一个小总成，安装在储水罐的适当位置就组成洗涤器总成。洗涤器的功能要求是：应保证在刮水器刮片工作的范围内供给足够的水量，以洗刷前风窗玻璃。

(七) 喇叭的构造

如图 10-111 所示，回音板 1 与膜片 2、衔铁 3 固定在一起，当电源接通后，衔铁 3 被吸下与铁心 6 碰撞时，使膜片 2 发生振动，从而产生低频的基音，同时回音板 1 受激动而共振，发出更强的高频谐音。

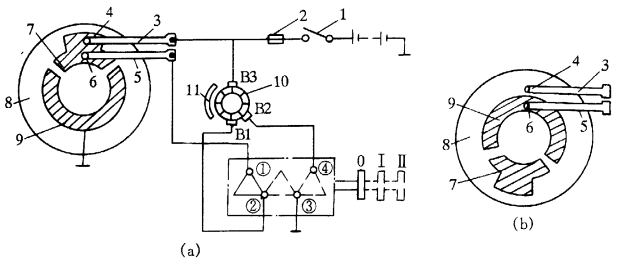


图 10-109　刮水器自动复位装置

1. 电源总开关　2. 熔断丝　3、5. 触点臂　4、6. 触点　7、9. 铜环　8. 蜗轮　10. 电枢　11. 永久磁铁

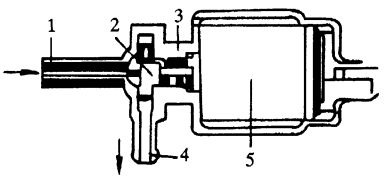


图 10-110　洗涤器的构造

1. 进水口　2. 叶轮　3. 离心式水泵　4. 出水口　5. 永磁直流电机

二、转向管柱上的开关及相关电器的拆装

(一) 点火开关与组合开关的拆装

点火开关与组合开关的拆装参见转向系转向柱管的拆装内容。

(二) 前风窗玻璃刮水器及洗涤器的拆装

如图 10-112 所示，掀起前刮臂总成 1 的下盖，旋下螺母 9，从前风窗玻璃上取下前刮臂总成 1。旋下螺栓 10 和 12，拆下刮水器连杆机构总成 2。旋下螺栓 11，从刮水器连杆机构总

成上拆下前刮水器电机 8。再依次拆下洗涤泵 4、储液壶 5、加液管 6、喷嘴 7。安装时用与拆卸相反的顺序进行，安装后，还要用弹簧秤 13 检查一下雨刷臂的压力，应在 3.24 ± 0 .29N (330 ± 30gf)之内，最后再将喷嘴 7 上的喷孔调整到合适的喷射方向上(风窗玻璃的中上位置)。

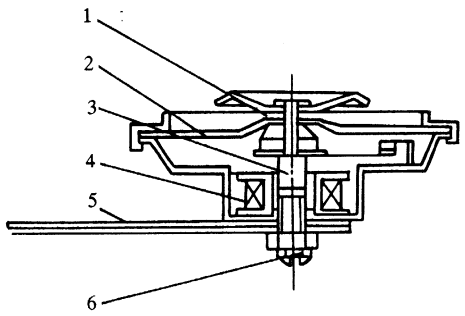


图 10-111　喇叭的构造

1. 回音板　2. 膜片　3. 衔铁
4. 线圈　5. 避振片　6. 铁心

(三) 后风窗玻璃刮水器和洗涤器的拆装

如图 10-113 所示，掀起后刮臂 8 的后盖，旋下螺母 13，拆下后刮臂及后刮刷 7。旋下螺栓 9 和螺母 10，以及螺钉 11 和螺母 12，拆下电机传动机构 1；再从其上拆下后刮水器电动机 2。其中洗涤泵 4、储液壶 5、加液管 6 和前雨刮是共用的，通过改变洗涤泵电流的方向，来保证前后雨刮的喷水。

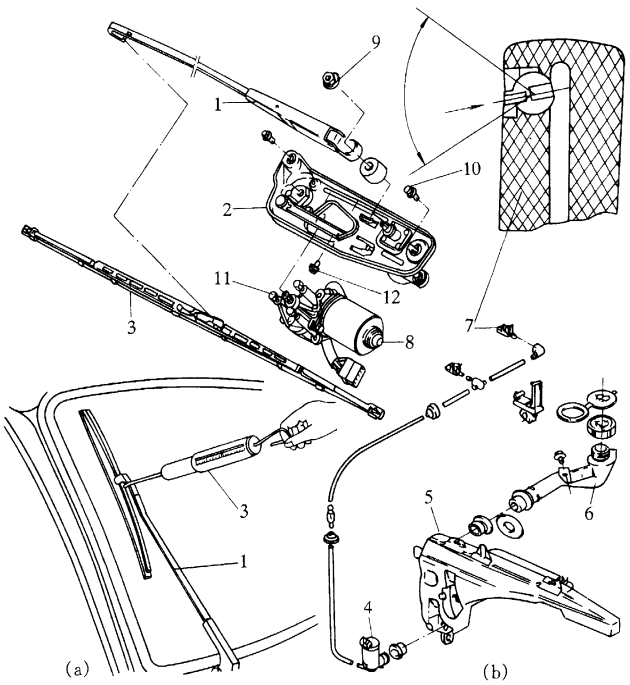


图 10-112　前风窗玻璃刮水器及洗涤器的拆装

1. 前刮臂总成　2. 刮水器连杆机构　3. 刮刷　4. 洗涤泵　5. 储液壶　6. 加液管
7. 喷嘴　8. 前刮水器电机　9. 螺母　10、11、12. 螺栓　13. 弹簧秤

(四) 前照灯灯泡的拆卸

如图 10-114 所示，打开发动机罩盖，拆下前照灯后盖，拔掉灯泡的插接件，取下灯泡的保持弹簧，再取下前照灯灯泡 3。前照灯由一个 5W 的位置灯泡 2 和一个 55W 的双丝灯泡 3 组成。取下位置灯灯泡 2 时需转动其灯座 1/4 圈后取出。安装时，要注意灯泡的定位，用与拆卸相反的顺序进行。注意要保证灯座上的密封垫要正确就位。

（五）前转向灯及侧转向灯的拆装

如图 10-115 所示，前转向灯内有一个 21W 的灯泡 2，总成由一根弹簧固定在灯架面板和前翼子板上。拆装转向灯灯泡 2 时，打开发动机罩，脱开弹簧钩，向外取出转向灯 1，拔掉灯泡 2 的插接件，将灯座旋转 1/4 圈，取下灯泡。5W 的侧转向灯 3 卡装在前翼子板上，拆装时，向车前方推灯盒，以便取下灯泡卡子，即可向外拉出侧转向灯 3。

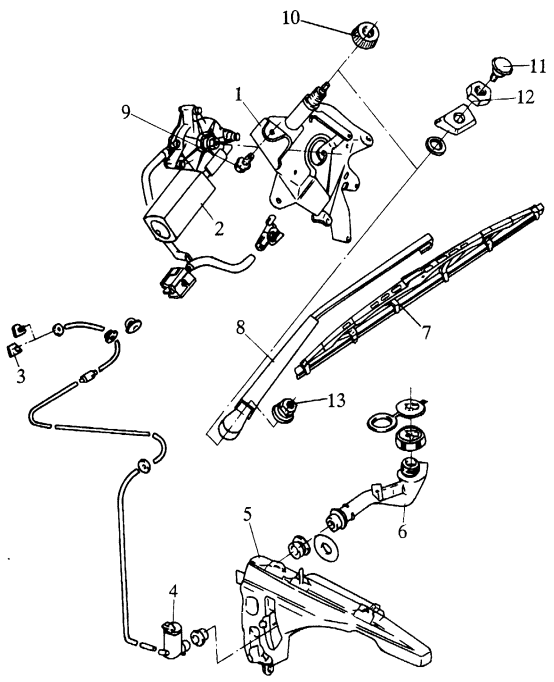


图 10-113　后风窗刮水器和洗涤器的拆装

1. 电动机传动机构　2. 后刮水器电动机　3. 喷嘴　4. 洗涤泵　5. 储液壶　6. 加液管　7. 后刮刷　8. 后刮臂　9. 螺栓　10. 螺母　11. 螺钉　12、13. 螺母

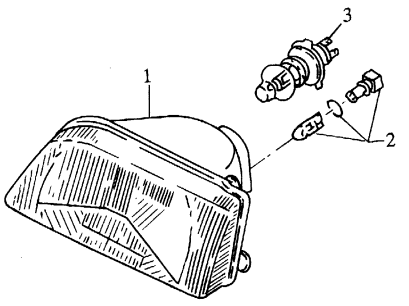


图 10-114　前照灯的拆装

1. 前照灯　2. 5W 灯泡　3. 55W 灯泡

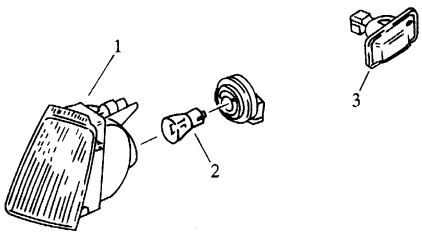


图 10-115　前转向灯及侧转向灯的拆装

1. 前转向灯　2. 灯泡　3. 侧转向灯

（六）后部照明装置（后尾灯）的拆装

如图 10-116 所示，后部照明装置内包括 21W 的倒车灯 1、后转向灯 1、后雾灯 1 各一个。制动灯由一个 5W 的位置灯灯泡 2 和一个 21W 的双丝灯灯泡 3 组成。尾灯罩用密封垫 5 与车身密封。各灯泡所在的位置，如图中所示。A 为转向灯位置，B 为后雾灯位置，C 为倒车灯位置，D 为位置灯位置，E 为制动灯和位置灯位置。拆装时，打开行李箱门，旋下后尾灯总成 4 上的两个螺钉，按住灯罩的上部向外、向下拉，取下尾灯 4 的灯罩后，取出灯泡。按照与拆卸相反的顺序安装灯泡，但必须使各灯泡的位置正确。

（七）牌照灯的拆装

如图 10-117 所示，牌照灯 1 装有 2 个 5W 的灯泡 2，分别卡装在后背门上，灯座上有橡胶密封圈与后背门密封。拆卸时，松开灯罩，即可拆下灯泡 2。

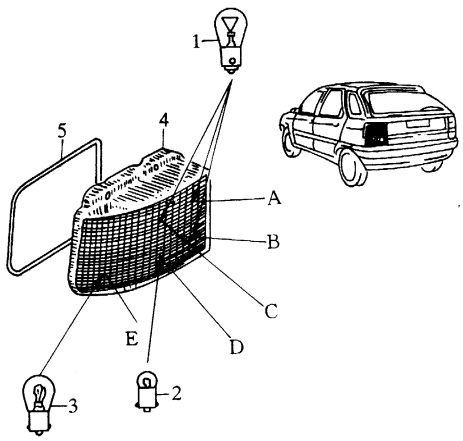


图 10-116　后尾灯的拆装

1. 倒车灯、后转向灯、后雾灯灯泡(21W)
2. 后位置灯灯泡(5W)　3. 制动和后位置灯灯泡(21/5W)　4. 尾灯总成　5. 尾灯密封垫

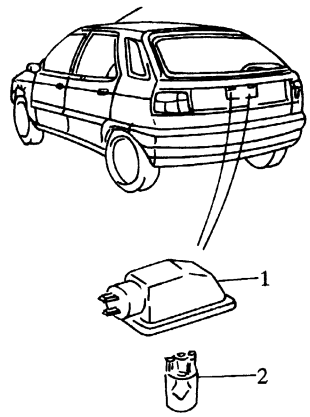


图 10-117　牌照灯的拆装

1. 牌照灯
2. 灯泡(5W)

(八) 顶灯(带开关)的拆卸

如图 10-118 所示，顶灯(带开关)是一个 5W 的灯泡，它的开关有三个位置：在最前位置时，灯关闭，在最后位置时顶灯常亮，在中间位置时当打开车门时，顶灯亮，其目的是为了在夜间开车门时方便司乘人员照明。拆卸时，松开卡住的灯罩，即可卸下灯泡 2。

(九) 行李箱照明灯的拆装

如图 10-119 所示，行李箱照明灯是一个 5W 的灯泡 1，它卡装在行李箱左侧的车身上，开关是一个压开式开关，当打开后背门时，开关闭合，照明灯亮；当盖上后背门时，开关顶开，照明灯灭。松开卡子后，即可拉出灯座，取出灯泡 1。

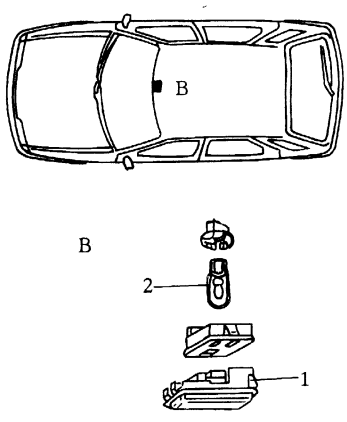


图 10-118　顶灯(带开关)的拆装

1. 顶灯　2. 灯泡(5W)

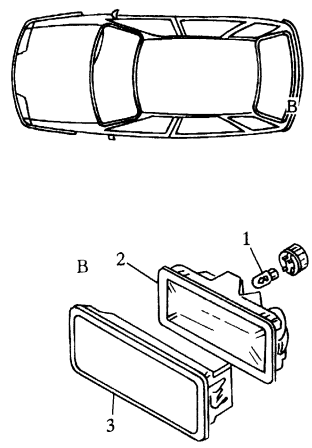


图 10-119　行李箱照明灯的拆装

1. 灯泡(5W)　2. 行李箱照明灯　3. 密封垫

（十）前大灯的安装与调整

如图 10-120 所示，正确调整和使用前大灯是十分重要的。虽然前大灯本身的配光性能是良好的，但装车后还需要灯光调整，按配光性能规定经细致调整后才能保证夜间行车安全，满足 ECE 法规要求。

根据 ECE 法规要求，前大灯的灯光调整应以调整近光的配光性能为准，具体调整如下：

① 首先使汽车轮胎气压正常，并将被调整灯光的汽车和校验屏幕垂直停放在平坦的路面上，使灯的配光镜表面距校验屏幕 10m，如图 10-120 (a)所示。

② 调整灯光高度调节装置 1 和 2 (前座坐一人或配重物 70kg)。

③ 调整两个灯光调整装置 3，使灯光明暗截止线与校验屏幕上的分离线重合，明暗截止线的拐点与中心标记重合，如图 10-120 (b)所示。

④ 在灯光调整时，应单个进行，在调整一个前大灯的灯光时，要把另一个前大灯遮盖住，或者拔掉保险丝。

⑤ 远光光束的强光点必须落在中心标记上，近光的明暗区边界 10 中的光束的强光区 9 要落在中心垂线的右边。

⑥ 灯光明暗区边界分离线离地高度为 h 比灯中心高度线 H 应低 100mm。

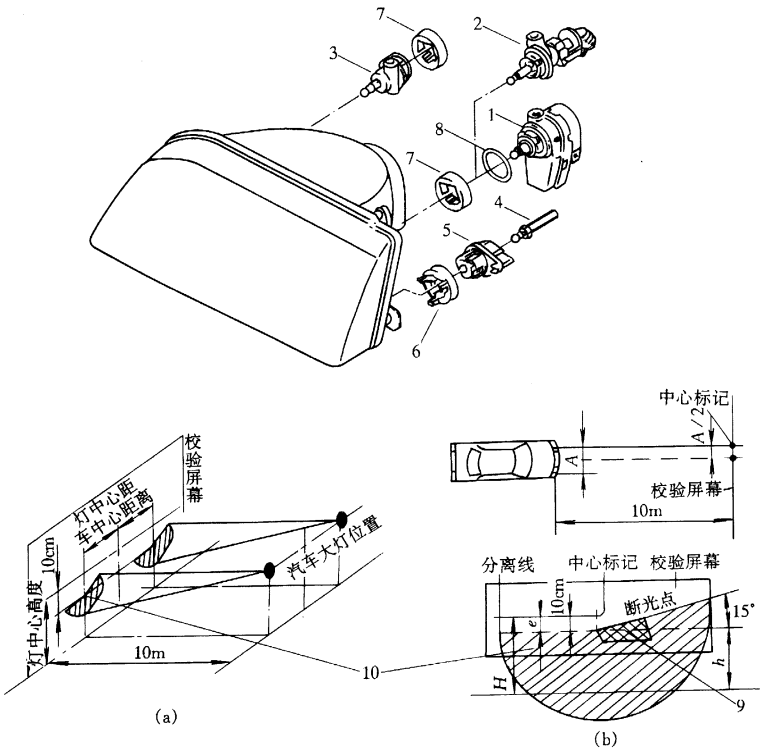


图 10-120　前大灯的灯光调整

1、2. 上下调节装置　3. 左右调节装置　4. 调节螺杆　5. 调节螺母　6. 固定圈

7. 固定圈(上、下调节)　8. 密封圈　9. 近光光束的强光区　10. 明暗区边界

A. 两前大灯之间距离，e = 100mm　H. 前大灯中心高度　h. 灯光明暗截止线高度

三、转向管柱上的开关及相关电器的故障与排除

（一）喇叭的故障与排除

喇叭的故障与排除见表 10-11。

表 10-11　　喇叭的故障与排除

故障现象	产生原因	排除方法
按下喇叭按钮，喇叭不响	喇叭电源线路断路	找出断路处，重新接好
	过载或电路搭铁、短路，使保险盒(或保险丝)断开	找出短路处，排除后并接通保险
	喇叭线圈烧坏或有脱焊之外	修理
	喇叭触点烧蚀或触点不闭合	打磨触点，重新调整
	喇叭导线端头与转向器间的接线管脱开	插紧
	导线在转向器轴管内扭断	更换导线
	喇叭线到按钮上的焊头脱落或接触不良	重新焊好
	喇叭继电器线圈断路、触点间隙过大，使触点不能闭合	修理、调整
	按钮接触不良或搭铁不良	修理
喇叭声音沙哑	蓄电池亏电	充电
	喇叭触点烧蚀接触不良	清洁打磨触点
	膜片破裂	更换
	回位弹簧钢片折断	更换
	衔铁和铁心间的间隙不均，因歪斜发生碰撞	重新调整
	喇叭固定螺钉松动	紧固
	喇叭筒破裂	更换
按下按钮，喇叭不响，只发“嗒”一声，但耗电量过大	调整不当，使喇叭触点不能打开	重新调整
	喇叭触点间短路	拆开触点固定螺钉，更换绝缘使其正常
	电容器或灭弧电阻短路	更换

（二）灯光系统的故障与排除

灯光系统的故障与排除见表 10-12。

表 10-12　　灯光系统的故障与排除

故障现象	产生原因	排除方法
接通灯开关时，保险立即跳开，或保险丝立即熔断	线路中有短路、搭铁处	找出短路、搭铁处加以绝缘
灯泡经常烧坏	调节器(节压器)调整不当或失调使电压过高	重新调节

续表

故障现象	产生原因	排除方法
所有的灯均不亮	车灯开关前电源线路断路或搭铁 保险器断开或保险丝熔断	找出故障处，排除
	灯开关双金属片触点接触不良、不闭合或灯开关损坏	修理
大灯灯光暗淡	电压过低(蓄电池存电不足或发电机有故障)	对蓄电池充电、检修发电机
	配光镜或反射镜上积有灰尘	拆开大灯进行清洁
	接头松动或锈蚀使电阻增大	扭紧、清除锈蚀
变光时有一大灯不亮	灯丝烧断	更换灯泡
	接线板到灯泡的导线断路	检查并接通
	灯泡与灯座接触不良	清除污垢，使接触良好
接通大灯远光或近光时，右大灯亮而左大灯明显发暗	左大灯搭铁不良	使搭铁良好
	左大灯配光镜或反射镜上积有灰尘	拆开大灯进行清洁
	左大灯灯泡玻璃表面发黑	更换灯泡
	接头松动或锈蚀使电阻增大	扭紧、清除锈蚀
两只小灯均不亮	车灯开关到小灯接线板的导线断路	重新接好
	灯丝烧断	更换灯泡
一只小灯不亮	小灯接线板到小灯的导线断路	重新接好
	灯丝烧断	更换灯泡
	搭铁不良	使搭铁良好
后灯不亮	线路中有断路处	重新接好
	灯丝烧断	更换灯泡
	搭铁不良	使搭铁良好
制动灯不亮	线路中有断路	重新接好
	制动灯开关失灵	修理或更换
	灯丝烧断	更换灯泡
	搭铁不良	使搭铁良好
转向灯不闪烁	电源——闪光继电器——转向开关的电源线路中断路	重新接好
	闪光继电器损坏	修理或更换
	转向开关损坏	修理或更换
左转向时闪光正常而右转向时闪光变快	右转向灯瓦数小	按规定安装灯泡
	右转向灯中有一只灯泡烧坏或线路中有接触不良处	更换灯泡、使搭铁良好
右转向时，转向灯闪烁正常，但左转向时前面两个小灯均微弱发光	左小灯搭铁不良(采用双丝灯泡时)	使搭铁良好
接通转向开关，闪光继电器立即烧坏	转向开关至某一转向灯之间的线路中有短路搭铁处	找出搭铁处重新绝缘

（三）刮水器的故障与排除

刮水器的故障与排除见表 10-13。

表 10-13　　刮水器的故障与排除

故障现象	产生原因	排除方法
电动机不转动	保险丝烧断	更换
	导线松动或接触不良	检修
	刮水器开关损坏或接触不良	检修或更换
	电刷磨损或夹住 电枢线圈烧坏或减速器齿轮损坏 线圈接头松脱 转子卡死	按直流电动机检修或更换
刮水器动作迟缓	电压过低或开关接触不良	检修
	刮片和玻璃的接触面脏污	清洁
	电动机轴承和减速器齿轮润滑不良	加注润滑油
	电刷接触不良或弹簧过软	更换电刷或弹簧
开关断开后，电动机仍转动	开关或接线短路	检修或更换
	自动停位器触点烧坏	用砂纸修整或更换
开关断开时，电动机立即停止，刮片停止位置不当	自动停位器搭铁不良	检修
	停位器触点污染或接触不良	清洁触点
	自动停位器停止位置不当	调整
刮水器摇臂有不正常响声	连杆机构扭曲 接头磨损	修理或更换
刮水效果不良	刮片磨损或变硬	更换刮片
	玻璃上有油垢	用浓肥皂水洗净玻璃

（四）刮水器与风窗洗涤器故障排除程序

1. 刮水器的故障排除程序

（1）刮水器控制开关电源接通后，保险丝随即熔断故障排除程序

故障现象：刮水器控制开关接通后，雨刷不动，保险丝随即熔断。

故障检测与排除程序见图 10-121。

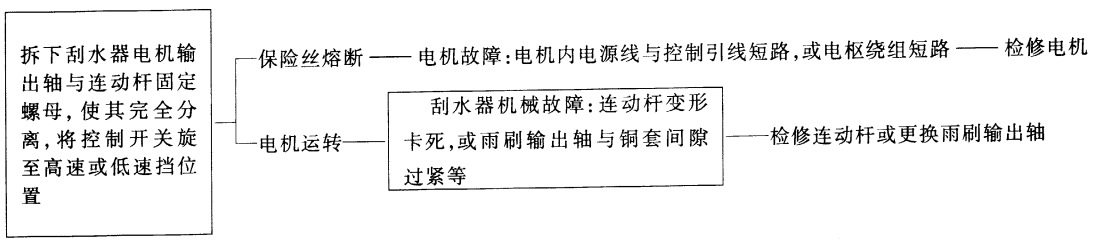


图 10-121　刮水器控制开关接通后，保险丝随即熔断排除程序

（2）刮水器电机运转时，噪声过大故障排除程序

故障现象：刮水器工作时，无论高速或低速，电机杂音皆严重。

故障检测与排除程序见图 10-122。

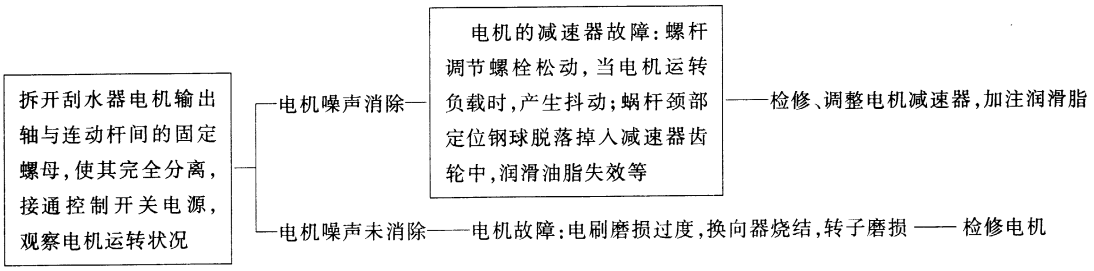


图 10-122　刮水器电动机运转时，噪声过大排除程序

2. 风窗洗涤器的故障排除程序

(1) 风窗洗涤器电机运转，但不喷水的故障排除程序

故障现象：按下风窗洗涤器按钮开关后，洗涤器电动机有运转声，但无水喷出。

故障检测与排除程序见图 10-123。

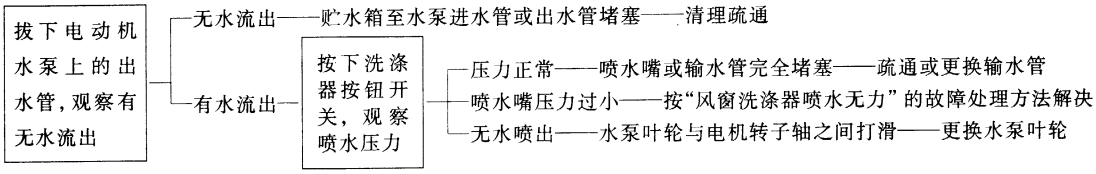


图 10-123　风扇洗涤器电机运转，但不喷水排除程序

(2) 风窗洗涤器喷水无力的故障排除程序

故障现象：洗涤器工作时，喷水压力过低。

故障检测与排除程序见图 10-124

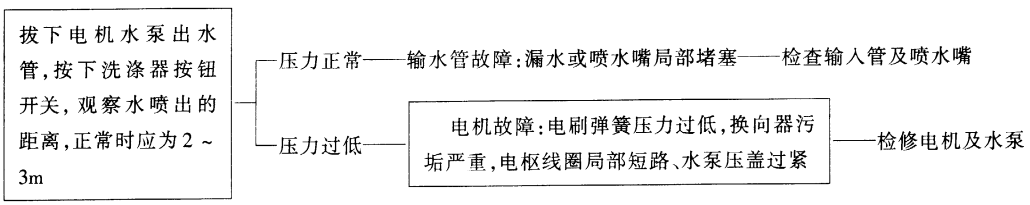


图 10-124　洗涤器喷水无力排除程序(对照图 10-125)

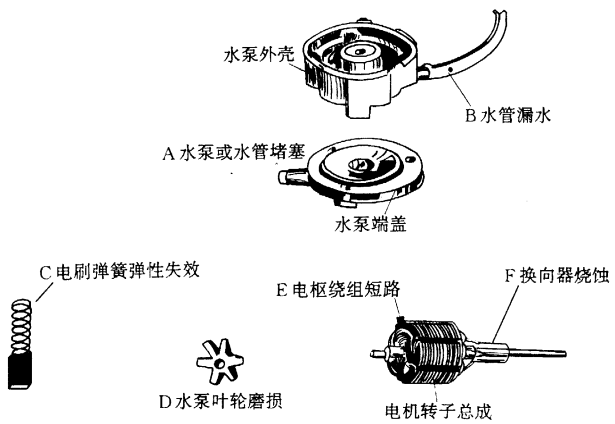


图 10-125　风窗洗涤器喷水无力的原因插图

第十一章　空调系统的维修

空调系统包括：供暖、制冷、通风及操纵系统。

第一节　空调系统的构造

一、供暖系统的构造

富康轿车供暖系统采用水暖式供热，供暖系统的热源就是发动机的冷却液。供暖系统由热交换器及进、回水管等组成，如图 11-1 所示。

供暖系统的工作原理：当发动机工作时，冷却液温度逐渐升高，通过水泵的作用，使冷却液在发动机 8 的水套与暖风热交换器 7 之间流动。从发动机流出的冷却液经过进水管 5 进入热交换器 7，空气在鼓风机作用下通过热交换器，经过热交换后，将热空气送入车内进行取暖或风窗除霜。通过热交换器的冷却液经回水管 6 被发动机水泵抽回，从而完成一次循环。

空调暖风机组 9 内装有蒸发器、暖风热交换器 7 和鼓风机。热交换器具有内部循环功能。在暖风机组 9 的导风管内有四个活门，即外部回路再循环活门(新鲜空气与循环空气活门)、温度调节活门(温度风门)，还有车厢中控制空气流向分配的两个活门(下出风口与除霜风口风门及中央出风口风门)。

二、通风及操纵系统的构造

通风及操纵系统的构造，如图 11-2 所示。风扇速度调节开关 1 的功能是控制鼓风机 14 的转速和新鲜空气与循环空气风门的位置，当风扇速度调节开关 1 左转指向车内空气循环位置 16 时，此时新鲜空气与循环空气真空阀 12 使新鲜空气与循环空气风门关闭新鲜空气进口 15，而进行车内空气循环。此循环的目的是：①在天气很热时为了增加冷风效果，避免吸入热空气；②避免吸入难闻或多灰尘的空气。

当风扇速度调节开关 1 右转指向车外进气位置 17 时，此时新鲜空气与循环空气真空阀 12 使新鲜空气与循环空气风门关闭循环空气进口 13，而打开新鲜空气进口 15，进行车外进气，使车内空气得到更新。

当风扇速度调节开关 1 从上部中间位置向左右两个方向继续旋转到下部中间位置(风量最大位置)18 的过程，都是鼓风机 14 转速从小到大的变化过程。

输出空气温度调节开关2，从温度最高位置19逆时针转至温度最低位置20的过程，为

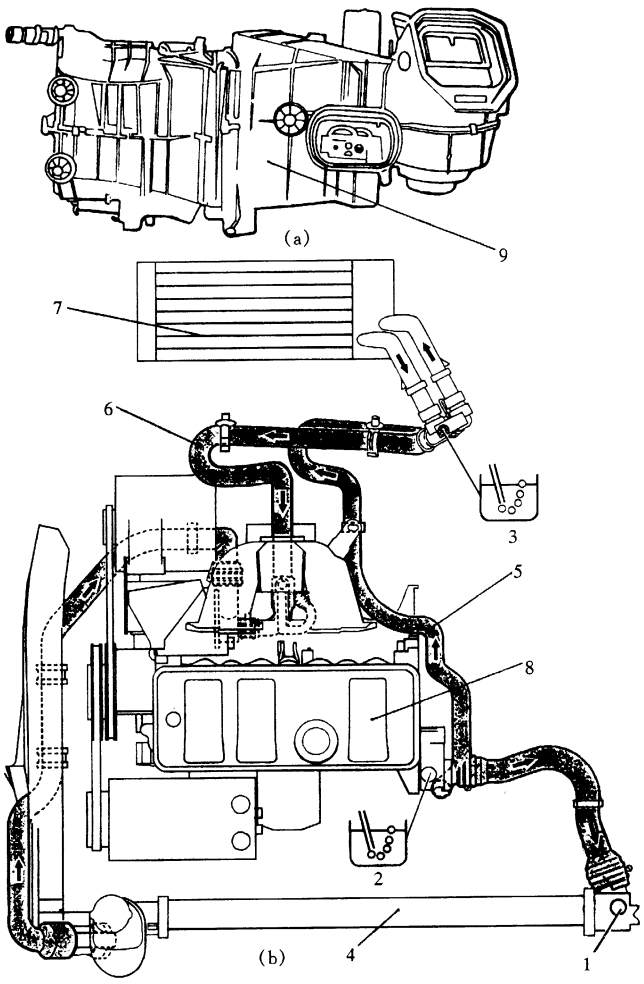


图 11-1　供暖系统的构造

1. 散热器出气口　2. 发动机水道出气口
3. 热交换器出气口　4. 散热器　5. 进水管
6. 回水管　7. 暖风热交换器
8. 发动机　9. 空调暖风机组

空调装置温度调节从高到低的变化过程(取暖与制冷约各占一半)。无论取暖或制冷均需在发动机工作的情况下进行：当取暖时，温度风门 4 关闭通向蒸发器 11 的通道，同时接通暖风水阀，使发动机的热水进入热交换器 5，鼓风机 14 再将热交换器 5 的热风吹入车内；当制冷时，按下仪表板上的冷气开关(图 10-91 件 12)后，才可进行，此时温度风门 4 打开通向蒸发器 11 的通道，鼓风机 14 再将蒸发器 11 的冷气吹入车内(只有在气温高于 5℃时,外界温度开关才自动接通制冷系统)。

车厢中空气流向分配器 3 有四个位置，在向头部供气位置 22 时，中央出风口真空阀 9 打开中央出风口 10，让空气吹向车厢的中部。

在向脚部供气位置 23 时，中央出风口真空阀 9 关闭中央出风口 10；下出风口与除霜出风口真空阀 7 关闭除霜出风口 6，打开下出风口 8，让空气吹向车厢的下部。

在同时向脚部和风窗玻璃供气位置 24 时，中央出风口真空阀 9 仍关闭中央出风口 10，下出风口与除霜出风口真空阀 7 同时打开除霜出风口 6 和下出风口 8，让空气同时吹向车厢下部和前风窗玻璃。

在风窗玻璃供气位置 21 时，中央出风口真空阀 9 仍关闭中央出风口 10，下出风口与除霜出风口真空阀 7 关闭下出风口 8，打开除霜出风口 6，让空气吹向前风窗玻璃，进行除雾和除霜。

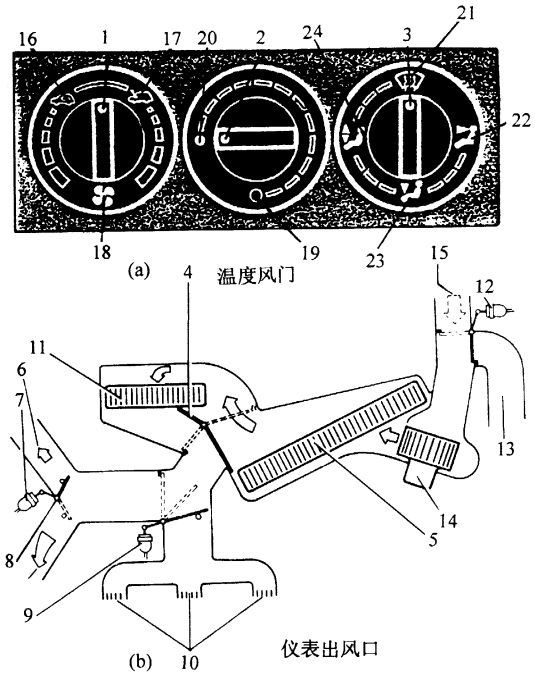


图 11-2　通风及操纵系统的构造

1. 风扇速度调节开关　2. 输出空气温度调节开关　3. 车厢中空气流向分配器　4. 温度风门　5. 热交换器　6. 除霜出风口　7. 下出风口与除霜出风口真空阀　8. 下出风口　9. 中央出风口真空阀　10. 中央出风口　11. 蒸发器　12. 新鲜空气与循环空气真空阀　13. 循环空气进口　14. 鼓风机　15. 新鲜空气进口　16. 车内空气循环位置　17. 车外进气位置　18. 风量最大位置　19. 温度最高位置　20. 温度最低位置　21. 向风窗玻璃供气位置　22. 向头部供气位置　23. 向脚部供气位置　24. 同时向脚部和风窗玻璃供气位置

三、制冷系统的构造

制冷系统主要由制冷循环和电气控制两大部分组成。

(一) 制冷循环系统的构造

1. 制冷循环系统的工作原理，如图 11-3 所示。

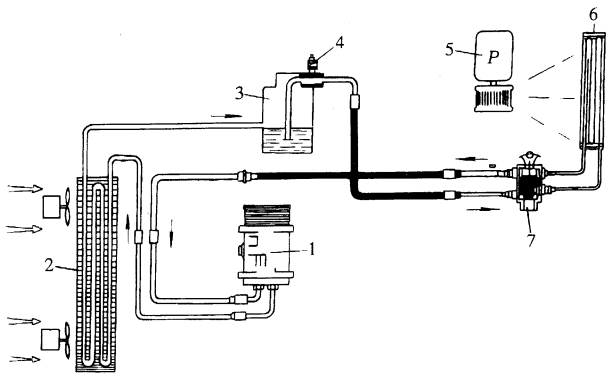


图 11-3　制冷循环系统的工作原理

1. 压缩机　2. 冷凝器　3. 干燥罐　4. 压力安全阀　5. 鼓风机　6. 蒸发器　7. 膨胀阀

压缩机 1 将蒸发器 6 内的制冷剂抽进机体内进行压缩，形成高压高温气体，送到冷凝器 2 内冷却，再经过干燥罐 3 干燥，再经膨胀阀 7 节流，使一定量的制冷剂在蒸发器 6 内蒸发，

成为低压低温气体，在蒸发过程中吸收周围空气中的热量，在鼓风机 5 抽进空气进行热交换后，将冷空气送进车厢内。

在空调系统关闭的情况下，系统内的制冷剂不再循环，所以压缩机 1 前后管道内的制冷剂压力相等，温度也相等。

2. 压缩机的构造与工作原理

(1) 压缩机的工作原理，如图 11-4 所示。

压缩机的工作原理：打开空调开关，压缩机电磁离合器 10 吸合，发动机通过压缩机皮带带动压缩机皮带轮 11 工作，从而驱动压缩机主轴 12 旋转，使斜盘 2 旋转，推动摇板 3 摆动，摇板圆周分布有 7 个球节，通过球头连杆 13 与活塞 4 相连，摇板 3 的摆动推动某些汽缸的活塞 4 向上运动压缩制冷剂，推开排气阀 7 将高压气态制冷剂压入冷凝器，而另一些活塞 4 向下运动吸开进气阀 14 吸入制冷剂，每个汽缸上均布有簧片式进、排气单向阀 14 和 7。

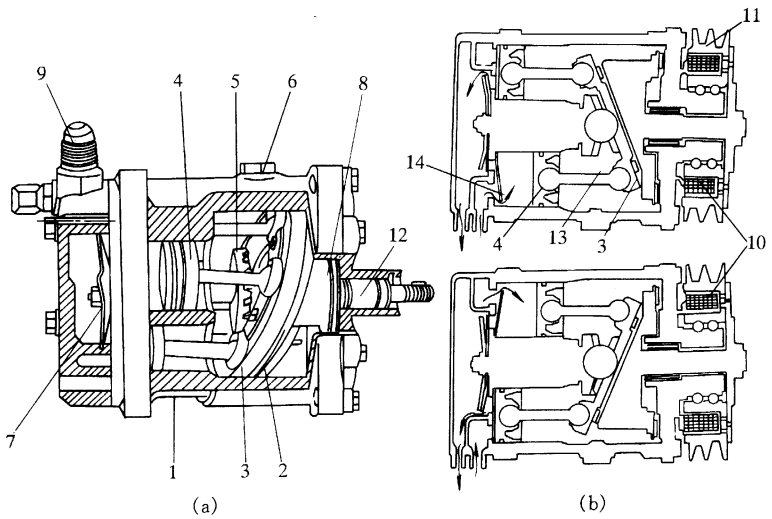


图 11-4　压缩机的工作原理

1. 壳体　2. 驱动斜盘　3. 摇板　4. 活塞　5. 齿盘　6. 加油塞　7. 排气阀　8. 轴承

9. 高(S)低(D)压管接口　10. 电磁离合器　11. 压缩机皮带轮　12. 压缩机主轴　13. 球头连杆　14. 进气阀

(2) 压缩机的构造。

富康轿车制冷系统用的压缩机已由原来的 SD708 型改为 SD7H15 型。这是为保护大气臭氧层而改用新型制冷剂后换的新型压缩机。SD708 型压缩机的构造，如图 11-5 所示，单面 5 缸，排量为 138mL。冷冻机油号为 Suniso 5GS，油量为 135mL。在主轴 33 上装有带电磁离合器线圈环部件 2 的皮带轮 36，皮带轮由发动机传动，当线圈环部件 2 通电后吸动吸盘 4，皮带轮 36 才能经吸盘 4 带动主轴 33 转动，主轴 33 带动斜盘 34 转动。在斜盘 34 上装有连杆 37 和活塞 35 并在汽缸体 15 内作往复运动，在阀板 24 上装有吸气阀和排气阀，活塞 35 下行时，吸气阀打开，从蒸发器中将低温低压的制冷液气体吸入，活塞上行时，排气阀打开，将压缩后的高温高压的制冷剂蒸气压入冷凝器中。

SD7H15 型压缩机的构造，如图 11-6 所示。

在新的制冷系统中仍采用摇摆斜盘式压缩机，但由于新的制冷剂 R134a 具有高渗透性，

原来的 NBR/FKM 橡胶密封件改用氢化丁腈橡胶，以提高其密封性能。润滑油也改用吸水性更强的 PAG 油或 SW100 油。

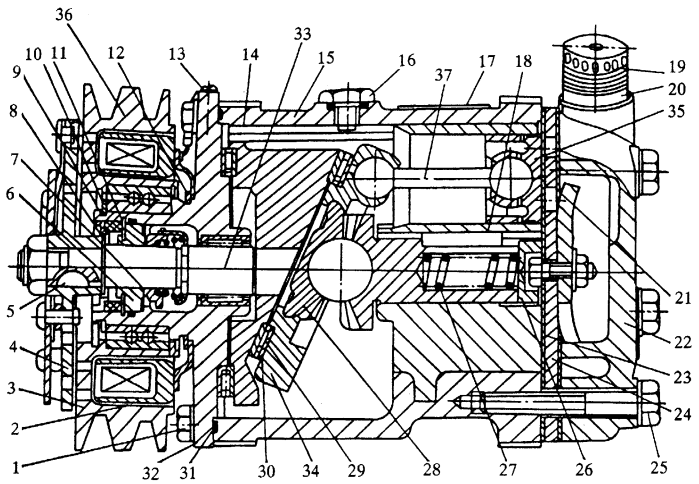


图 11-5　SD708 型压缩机的构造

1. 前盖紧固螺栓　2. 线圈环部件　3. 带轮　4. 吸盘　5. 半圆键　6. 轴封静环　7. 密封器　8. 调整垫片　9. 毡圈　10. 挡圈(卡簧)　11. 孔用弹性挡圈　12. 轴用弹性挡圈　13. 导线固定器　14. 连接管　15. 汽缸体　16. 油塞　17. 铭牌　18. 平键　19. 吸气口护帽　20. 排气口护帽　21. 缸盖垫　22. 汽缸盖　23. 汽缸垫　24. 阀板　25. 后盖螺栓　26. 调节螺钉　27. 弹簧　28. 行星盘　29. 后 L 形推力片　30. 后推力轴承　31. 方截面密封圈　32. 前缸盖　33. 主轴　34. 斜盘　35. 活塞　36. 皮带轮　37. 连杆

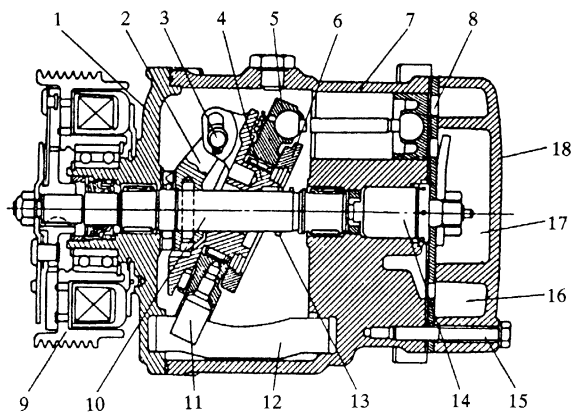


图 11-6　SD7H15 型压缩机的构造

1. 前缸盖　2. 三角转子　3. 销钉　4. 凸轮盘　5. 斜盘　6. 平衡环　7. 缸体　8. 阀板　9. 电磁离合器　10. 主轴　11. 滑块　12. 导轨　13. 回位弹簧　14. 控制阀　15. 缸盖螺栓　16. 低压腔　17. 高压腔　18. 后缸盖

由于采用 R134a 制冷剂，系统的压缩比提高，压缩机的一些零件为了提高强度而作了一些改进。

在 R134a 的压缩机上装有安全泄压阀，其作用是当空调系统内产生异常高压时，使制冷剂的泄漏控制在最小范围内。其泄漏压力在 3.51～4.40MPa 之间，当压力下降至 3.02MPa 时关闭泄漏阀。

(3) 压缩机维修阀的构造，如图 11-7 所示，压缩机的进、排气口各装有一只维修阀，用于沟通和切断压缩机与系统的回路，用以单独维修压缩机用。维修阀有三个位置，图(a)为将阀杆 3 完全旋入，为压缩机与系统隔离位置。图(b)为将阀杆 3 完全旋出，为压缩机正常工作位置。图(c)将阀杆 3 调到中间位置，在压力表接口上装压力表，用以排放、抽出、充加制冷剂时，检查制冷系统压力用。

3. 冷凝器的构造

冷凝器装在发动机散热器的前面，其构造与散热器相似，但体积小，而且能承受较大的压力。由压缩机输送来的高压高温制冷气体，通过冷凝器时，由于外界空气的冷却使气态转变成保持高压的液态。与散热器共用一组电动风扇(两个)进行强制冷却。

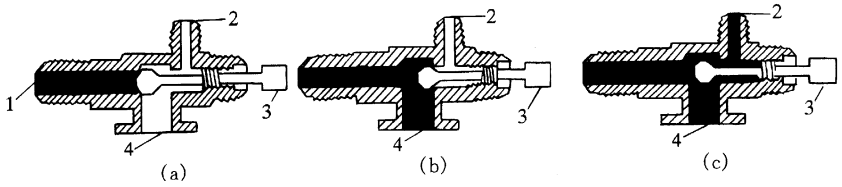


图 11-7　压缩机维修阀的构造

(a)压缩机与系统隔离位置　(b)压缩机正常工作位置　(c)测量制冷系统压力位置

1. 与制冷系统的接口　2. 压力表接口　3. 阀杆　4. 与压缩机接口

冷凝器的构造，如图 11-8 所示。由于使用 R134a 制冷剂后，系统压力升高了。为了提高冷凝效果，采用了传热效果更好的全铝管带式平流冷凝器。管带式冷凝器由异型多孔扁形管与波形散热带焊接而成。由于单位体积放热量大，故称此冷凝器为紧凑型冷凝器。该冷凝器还带有制冷消声器 2。

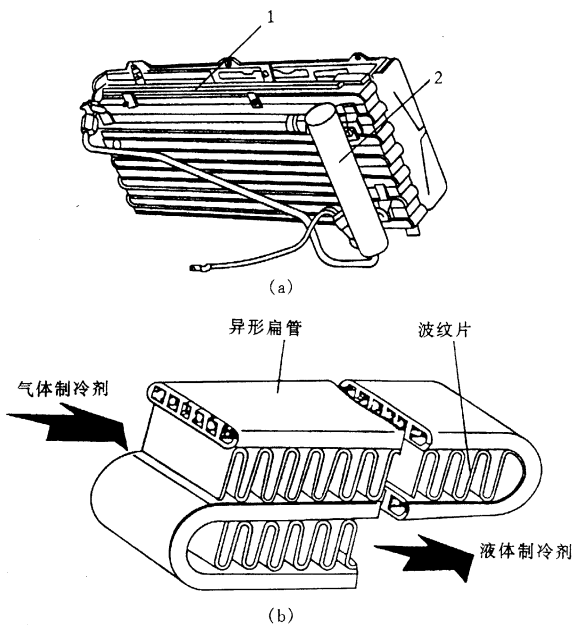


图 11-8　管带式冷凝器的结构

1. 冷凝器　2. 制冷消声器　3. 异形扁管　4. 波纹片

4. 干燥罐(贮液器)与压力开关的构造，如图 11-9 所示。干燥罐的功能是吸收潮气，过滤杂质，贮存一些额外的制冷剂，供系统补偿少量的正常渗漏。它可使液气分离，并能以一定的流量向膨胀阀输送液态制冷剂，干燥罐中装有滤芯 1、2 可滤去液态制冷剂中的杂质，以确保膨胀阀不会堵塞。在贮液器中贮有颗粒状干燥剂，可起到吸收系统中水分的作用。防止管路内产生腐蚀性极高的酸及防止膨胀阀因结冰而堵塞。使用 R134a 后，由于制冷剂的分子由大变小了，所以干燥剂的细孔也由大变小，可防止吸收 R134a 的分子。为了提高吸水能力，干燥剂的封入量也增加了。为了防止空调系统发生异常高压使制冷剂溢出，废除了原有的可溶栓。为提高耐腐蚀性，罐体由原来的铁制改为铝制，并将罐底改成小截面，以减少制冷剂

的充填量。

由于 R134a 与水的亲合力强，脱水困难，故干燥剂由原来的 XH-5-A 改为 XH-7，干燥剂用量也有所增加。

三向压力开关 4 安装在干燥罐上，根据制冷系统压力的变化，实现对制冷系统中压缩机、电动风扇的电路控制。

低压保护，$p < 2.5 \times 10^5$Pa 脱开压缩机。

高压保护，$p > 24 \times 10^5$Pa 脱开压缩机。

正常工作压力，2.5×10^5Pa $< p < 24 \times 10^5$Pa。

控制高压，$p \geqslant 17 \times 10^5$Pa 控制电动风扇高速旋转。

注：拆下压力开关后制冷系统仍能保持密封。

观察视窗 A6 可检查制冷剂的湿度：若为蓝色表示正常状态；若为红色表示湿度呈饱和状态。如呈红色，则应缓慢地排尽系统中的制冷剂，更换干燥罐，然后再加注制冷剂。

观察视窗 B7 可检查制冷剂的循环状况：启动发动机，打开空调系统，使发动机怠速运转(1500～2000r/min)5min，观察视窗 B。偶尔发现一个气泡，表示制冷剂是干净的(含湿量正常)；没有气泡，表示制冷剂是充满的或完全没有制冷剂；气泡不停，表示制冷剂不足。

5. 蒸发器的构造，如图 11-10 所示。

流入蒸发器的制冷剂在此进行冷热交换，吸收周围空气中的热量，并自身气化流向压缩机。蒸发器安装在空调暖风机组内(图 11-1 件 9)，采用风冷全铝板带式结构，它的功能是：经膨胀阀流入的制冷剂液体，吸收车内热空气的热量而蒸发成气体，从而达到降温目的。蒸发器上有插感温开关的毛细管。由于采用 R134a 后，引起系统压力和温度上升，导致制冷效率降低，因此需要增大蒸发器换热面积，蒸发器的扁管加宽，翅片间距减小。以改善换热条件。

6. 膨胀阀的构造，如图 11-11 所示。

膨胀阀的主要功能为：把高温、高压的液态制冷剂经节流降压，转化为低压、低温的雾状物，送入蒸发器，并控制向蒸发器的供液量，防止过多的液体引起阻滞现象。膨胀阀为 H 型，由于感温元件在阀体内，直接感受蒸发器出口的温度，因而调节灵敏度和制冷效率较高，球阀控制从贮液器至蒸发器入口制冷剂的流量，当蒸发器出口制冷剂温度上升时，感温元件受热膨胀，克服弹簧力使球阀开度增大，使喷入蒸发器的制冷剂增加，反之阀门开度小，当过热度减小到某一数值时，阀门关闭，关闭时过热度与弹簧的预紧力有关，弹簧预紧力可以调整，在弹簧最松时，关闭时的过热度为最小，当弹簧调到最紧时，为最大的关闭过热度，一般最小关闭的过热度为 2℃，最大关闭过热度为 8℃。所以这阀的开启度通过感温机构的作用，可随蒸发器出口处制冷剂的温度变化而自动变化，从而能够自动调节进入蒸发器的制冷流量。过热度愈低愈好以便于使制冷剂吸收外界热量，但不得低于 0℃以防结霜，阻塞膨胀阀。

为确保进入蒸发器的制冷剂流量正确，此流量是根据环境温度而变化，并控制制冷剂蒸发后适度的过热。(过热度即在蒸发器出口，比临界饱和蒸气温度高出的温度)。

当蒸发器出口温度增加，敏感流体膨胀，推动膜片向下，进而推动顶杆，球体克服弹簧压力，使阀门开度增大，使制冷剂流量增加。随着较多的制冷剂流过蒸发器，在离开蒸发器时，其温度也较凉，敏感流体收缩，膜片上的压力减小，使阀门开度减小。空调系统在实际运行时，为确保液体不流出蒸发器(因为液体是不可能压缩的，如果液态制冷剂进入压缩机，

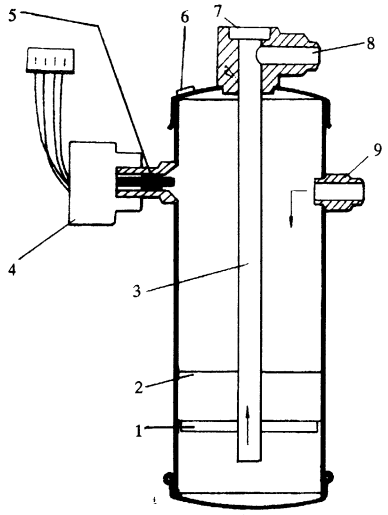


图 11-9　干燥罐(贮液器)与压力开关的构造

1. 第一过滤芯　2. 第二过滤芯　3. 回流管道　4. 压力开关　5. 调压阀　6. 视窗 A　7. 视窗 B　8. 膨胀阀　9. 冷凝后的冷介质进口

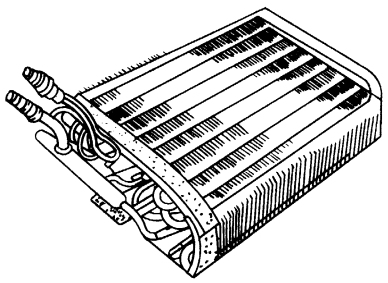


图 11-10　蒸发器的构造

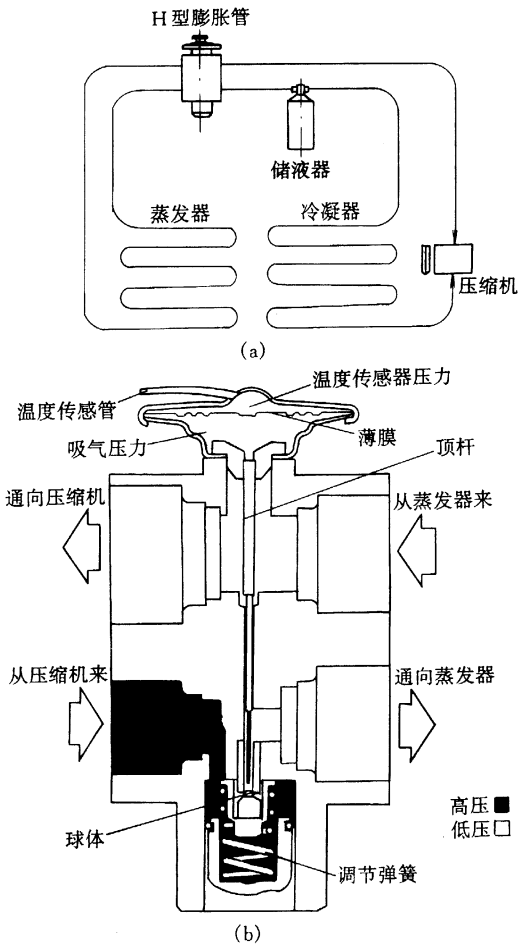


图 11-11　膨胀阀的构造

则压缩机在泵气时会损坏），弹簧设计的弹力要比关闭阀门所需的力稍大一些，结果是流经阀门的制冷剂流量要比理想的流量稍少一些，这样，制冷剂不仅能蒸发，而且将吸收一些额外热量，使之具备一定的过热，以避免有残余未蒸发的制冷剂。

弹簧的另一功能，在系统关闭时，膜片本身处于一种使阀门稍微开启的状态，允许一定量的制冷剂短暂地流过，而弹簧却施加压力于阀门上，使阀门关闭，确保制冷剂停止流动。

7. 制冷系统由于制冷剂的改变需要注意的事项及使用制冷剂 R12 的注意事项：

(1) 氟里昂 12(简称 R12)的蒸发潜热大，碰到皮肤、眼睛会夺取大量热量而蒸发，从而冻伤人体。因此操作时要严加注意，避免直接接触制冷剂，最好戴眼镜。一旦大量液态 R12 接触皮肤、眼睛，要马上用大量冷水冲洗，用清洁的凡士林涂在皮肤上，并到医院治疗，千万不可用手乱搓。

(2) 由于 R12 无色无味，不易被人察觉，但排到大气中会使大气中的氧气浓度下降，使

人室息，所以修理制冷系统要在通风非常良好的地方进行。

(3) R12 气体碰到明火会产生有毒光气，使用时要注意不可接触到火源。

(4) 为了避免爆炸的危险，不允许在空调管路或部件附近焊接或用热蒸汽清洗。在一些情况下充灌制冷制时，需要用热水对制冷剂容器加热，但此时热水的温度不得超过 52℃。

(5) 向汽车制冷系统内充灌制冷剂时，在低压端不能加注液态制冷剂。而从高压端加注制冷剂时，不能开动压缩机。

使用制冷剂 R134a 的注意事项：

(1) 无毒性，不破坏臭氧层。

(2) 无色、无臭、无刺激性。

(3) 对金属材料无腐蚀性。

(4) 因具有不燃性，无爆炸危险。

(5) 由于 R134a 与冷冻油的溶解性差，而且易溶于水，所以干燥剂必须改变，冷冻油只能采用 PAG 油。

(6) 由于 R134a 制冷剂和 PAG 油会溶解 NBR 及 KMB 橡胶软管及 O 形密封圈，产生膨胀开裂现象。因此，新空调制冷系统所有橡胶件必须更换为耐 R134a 和 PAG 油的 HNBR (氢化丁腈橡胶)材料，并在原有软管内层增加尼龙层。

(7) R134a 的检漏工具与 R12 不同。

(8) R12 系统抽注制冷剂的接头为螺旋式，而 R134a 接头则为“棘轮式”，且高压和低压管接头的直径有差异。

由于采用了替代 R12 的对大气臭氧层无害的新型制冷剂 R134a，为此制冷系的一些部件必须做相应的更改。

制冷系统的部件，由于制冷剂的改变而变更的情况，如图 11-12 和图 11-13 所示。

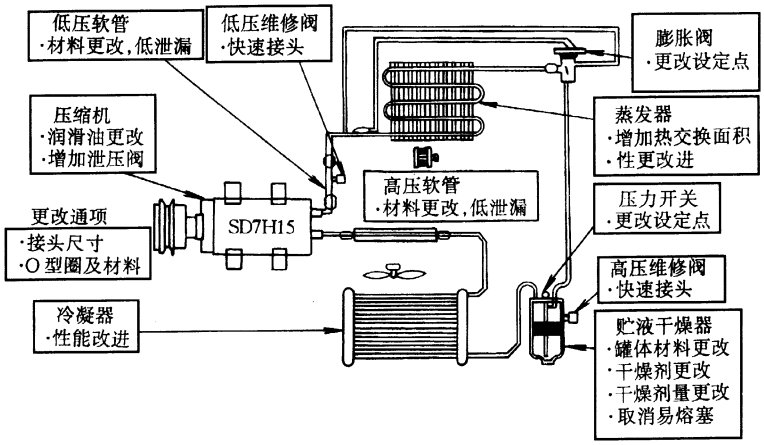


图 11-12　制冷系统部件变更情况(一)

(二) 制冷系统电气控制系统的构造

1. 电磁离合器的工作原理。如图11-14所示，吸铁6与压缩机轴5连在一起，当线圈1

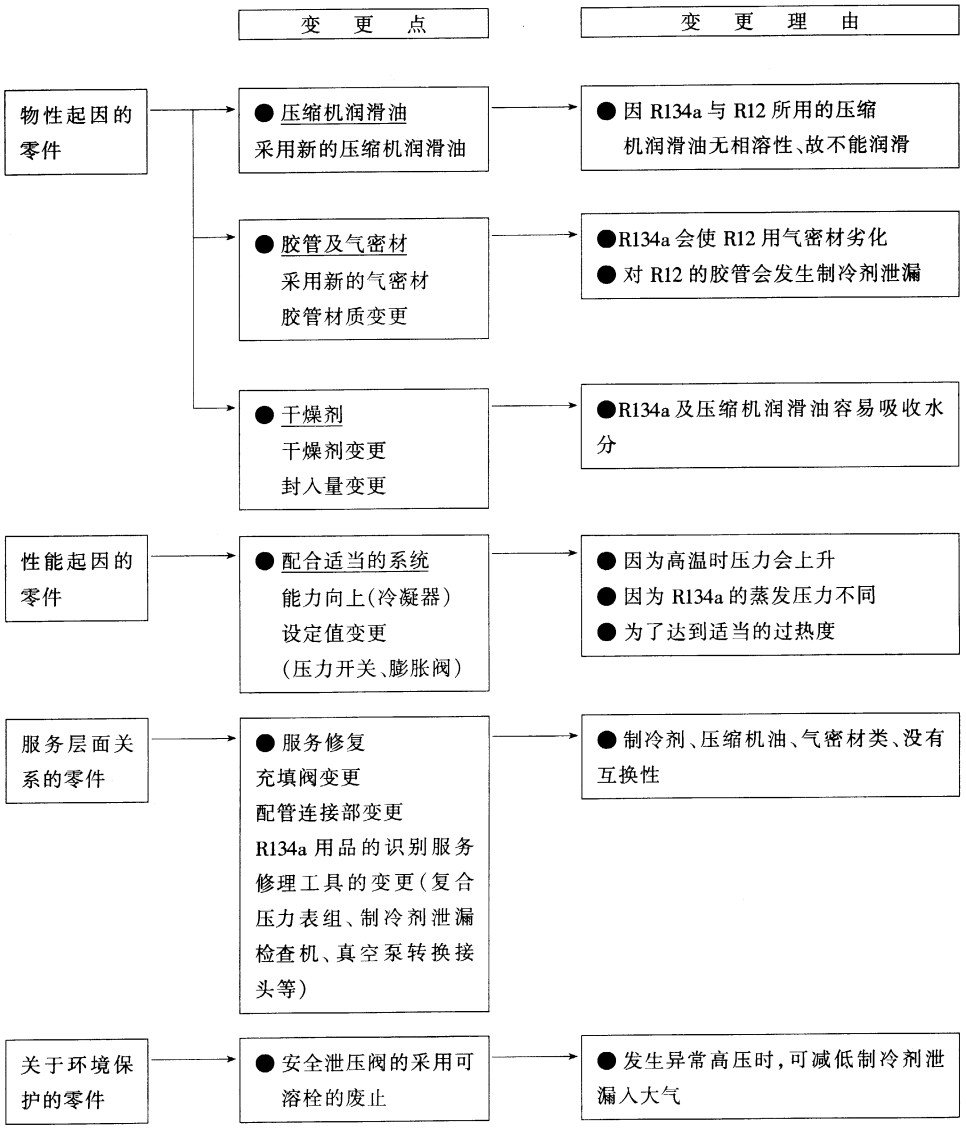


图 11-13 制冷系统部件变更情况(二)

通电后，产生磁场吸引吸铁 6，吸铁 6 移动后又与皮带轮 2 相连，这样皮带轮 2 即带动压缩机轴 5 运转。若电磁离合器的线圈 1 与皮带轮 2 的间隙、吸铁 6 与皮带轮 2 之间的间隙过大，压缩机的工作扭矩过大，或电压不对，都会引起电磁离合器的工作不正常或使线圈烧毁。

2. 发动机冷却系统电动风扇的控制。电动风扇的旋转是由发动机水温和空调系统压力共同控制的水温控制器(图 10-74 件 53)控制的。发动机上的水温传感器(图 10-85 件 910)，将水温信号传给水温控制器。当水温达到 96℃时，电动风扇(图 10-85 件 720、721)低速运转。当水温达到 101℃时，电动风扇高速运转。当水温达到 112℃时，则断开压缩机电磁离合器电路，中断制冷过程，使发动机在恶劣的情况下得到保护。当水温达到 118℃时，由散热器上的水温报警传感器(图 10-85 件 971)将水温信号传给水温控制器，使水温报警灯亮，必须

立即停车。发动机停机后，只要水温超过 112℃，电动风扇就低速运转，进行 6min 的延时冷却(保护发动机)。

若发动机上水温传感器(910)损坏，水温控制盒将认为发动机处于高温状态，使电动风扇高速运转，以保护发动机。

为了保护空调压缩机，只要打开空调系统，电动风扇就低速运转(不论水温高低)。当制冷系统压力超过 17×10^5Pa 时，三向压力开关(图 10-85 件 775)就会通过水温控制器(53)使电动风扇(720、721)高速旋转。

3. 蒸发器温度传感器(912)的构造。蒸发器温度开关置于蒸发器出口管路上，传感器插入蒸发器 330mm，为了避免蒸发器结霜，阻塞气流通道，当温度达到 1℃时，通过空调调节控制器(图 10-85 件 141)切断空调压缩机离合装置(图 10-85 件 255)的电路。当温度达到 3℃时，通过空调调节控制器(图 10-85 件 141)接通空调压缩机离合装置的电路。

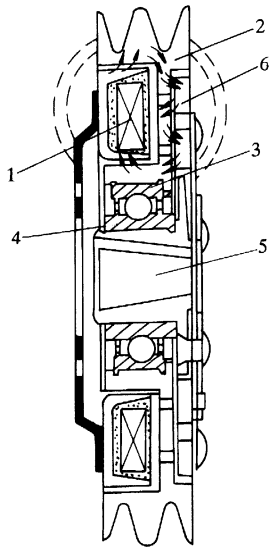


图 11-14　电磁离合器的工作原理

1. 线圈　2. 皮带轮

3. 轴承外圈　4. 轴承内圈

5. 压缩机轴　6. 吸铁

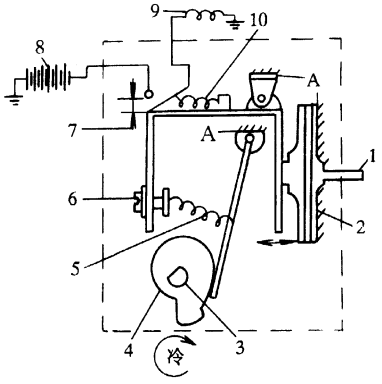


图 11-15　停止制冷(温度)继电器(805)的构造

1. 毛细管　2. 毛细管风箱　3. 轴　4. 凸轮

5. 延伸弹簧　6. 温度调节螺钉　7. 触点

8. 蓄电池　9. 离合器线圈　10. 偏心弹簧

4. 停止制冷(温度)继电器(805)的构造，如图 11-15 所示。该继电器安装在空调暖风机组的外壳上，为了节省能源，只有在外界温度大于 5℃时，才能启动空调压缩机。温度高时，压力也高，毛细管 1 将感温包压力传给毛细管风箱 2，推动温度开关框架摆动，带动触点 7 闭合，接通电磁离合器线圈 9，使压缩机工作。

当仪表板上输出空气温度调节开关(图 11-2 件 2)转动时，带动凸轮 4 转动，可控制触点 7 闭合的温度，也就自动调整电磁离合器线圈 9 的接通温度。

制冷及冷却系统电路，请参见图 10-86。

第二节　制冷系统的拆装与调整

一、制冷系统拆卸前的准备工作

（一）制冷系统需要维修的判断

在试图修理或更换零部件之前应当了解是何种原因降低了制冷效果。确定问题是出在制冷系统及其零部件呢，还是出在送风系统中。

一般说来制冷系统在正常的公路车速下制冷效果最高。但是在拥挤的城市交通条件下，制冷效果有所降低，特别在气温较高的时候。当发现制冷效果逐步降低时，记住检查一下冷凝器和散热器(水箱)翅片的情况，其中任何一个部件因灰尘、外界脏物或昆虫堵塞而引起气流受阻，都会影响制冷和发动机冷却系统。装有保护屏的车辆，能妨碍气流流向散热器和冷凝器。

在气温高的期间，使用制冷系统时，将会发现发动机冷却温度有所升高。这是正常现象。

（二）制冷系统维护注意事项

(1) 在排放系统制冷剂前，不要打开或松开系统连接头。在松开接头时，如果明显存在残余压力，在打开接头之前，让它漏泄掉。

(2) 系统拆开调换部件或者通过泄漏排空，在充灌制冷剂之前，必须抽真空。

(3) 如果不盖好冷冻油容器的盖，冷冻机油将从大气中吸收水分。故只有到准备使用时，才应打开冷冻油容器盖。

(4) 在装配制冷剂管路时避免折死弯，管路的位置应远离排气或任何有尖锐边缘的部件。

（三）制冷系统制冷剂的排放

除压缩机拆卸时，可以使用维修阀与制冷系统隔绝，单独进行操作，其他部件拆卸之前必须将制冷剂放掉。排放时不应让制冷剂迅速排放，以免系统里的冷冻机油会被制冷剂一起带出，排放时要轻轻打开两个维修阀到中间位置(如图 11-7 (c))，让制冷剂慢慢放出。

如图 11-16 所示，在两维修阀上接上高压与低压复合表，慢慢打开高压阀门 4 和低压阀门 3，让制冷剂从管 7 中放入大气。

二、制冷系统管路的拆卸

制冷系统管路的拆卸，如图 11-17 所示。旋下软管连接螺母时要使用两个扳手，以免损坏软管。

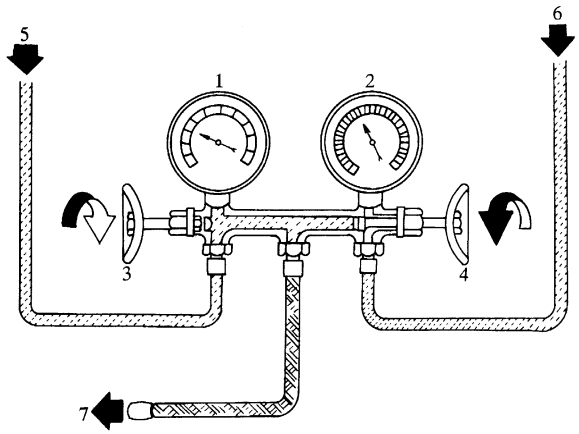


图 11-16　制冷剂的排放

1. 低压表　2. 高压表　3. 低压阀门　4. 高压阀门　5. 接低压维修阀　6. 接高压维修阀　7. 排入大气中

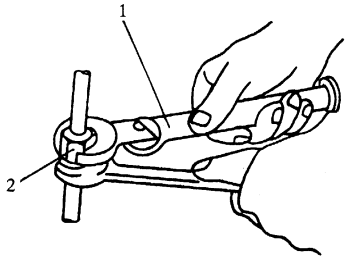


图 11-17　制冷软管连接螺母的拆卸

1. 扳手

2. 制冷软管连接螺母

三、干燥罐的拆卸

干燥罐的拆卸，参见图 11-9。拆卸前应在出入口塞上保护塞，以免干燥剂吸入水分。

四、压缩机的分解

压缩机的分解图，如图 11-18 所示。

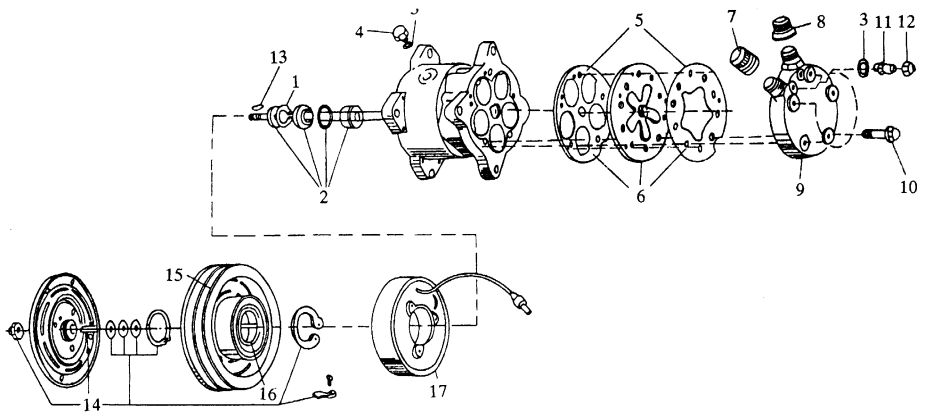


图 11-18　压缩机分解图

1. 孔用弹性挡圈　2. 带毡环密封组件　3. 用于加油塞和维修气口的 O 型圈　4. 加油塞　5. 缸盖和阀板垫片　6. 带垫片的阀板组件　7. 吸气口护帽　8. 排气口护帽　9. 缸盖　10. 缸盖螺钉　11. 维修气口　12. 维修气口帽盖　13. 轴键　14. 离合器　15. 皮带轮　16. 轴承　17. 磁力线圈

1. 电磁离合器前板固定螺母的拆卸，如图 11-19 所示，用专用工具 1 上的两个柱销插入电磁离合器前板 2 上的任意两个螺孔内，固定住离合器前板 2，用扳手 3 旋下前板固定螺母 4。

2. 电磁离合器前板的拆卸，如图 11-20 所示。使用拔卸工具 1，拔卸工具 1 的中心螺栓 4 对准压缩机轴，将拔卸工具 1 与前板 2 用螺栓 3 固定在一起，旋动中心螺栓 4，将前板 2 拆下。

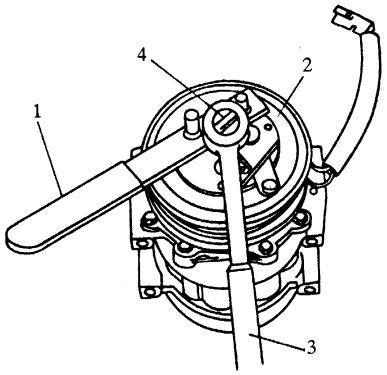


图 11-19　电磁离合器前板固定螺母的拆卸

1. 专用工具　2. 电磁离合器前板　3. 扳手　4. 螺母

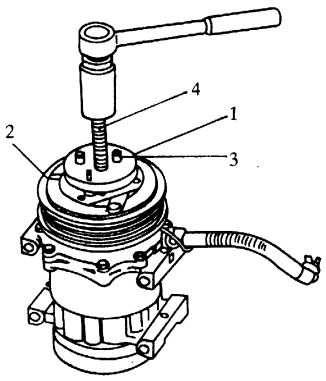


图 11-20　电磁离合器前板的拆卸

1. 拔卸工具　2. 前板　3. 螺栓　4. 拔卸工具的中心螺栓

3. 半圆键的拆卸，如图 11-21 所示。用螺丝刀 1 冲下半圆键 2。

4. 轴用挡圈的拆卸，如图 11-22 所示。用尖钳子 1 拆下轴用挡圈 2。

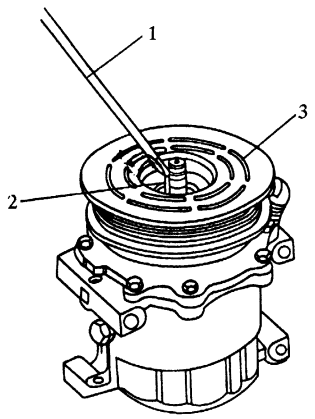


图 11-21　半圆键的拆卸

1. 螺丝刀　2. 半圆键　3. 皮带轮

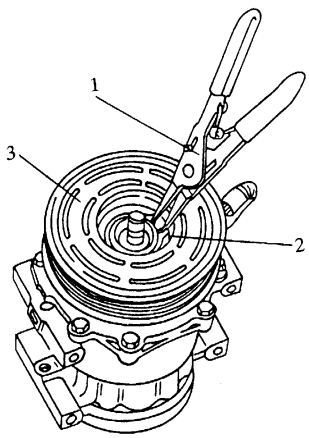


图 11-22　轴用挡圈的拆卸

1. 尖钳子　2. 轴用挡圈　3. 皮带轮

5. 皮带轮的拆卸，如图 11-23 所示。将皮带轮拆卸工具的夹爪 1 放入皮带轮 2 内孔的槽中，再用护轴器 3 套在压缩机轴上。在夹爪 1 上装上拔卸器 4，用螺栓 5 将两者固定在一起，让拔卸器 4 的中心螺栓顶住护轴器 3，用扳手 6 旋动中心螺栓，从压缩机前缸盖上拆下皮带轮 2。

6. 电磁线圈的拆卸，如图 11-24 所示。松开电磁线圈 1 的引线 5 的夹子 2，用尖钳子 3 拆下轴用挡圈 4，取下电磁线圈 1。

7. 压缩机轴封的拆卸

(1) 毡环的拆卸，如图 11-25 所示。用尖钳子 1 的头部插进毡环 2 金属保持器的 2 个孔中，提出毡环 2。

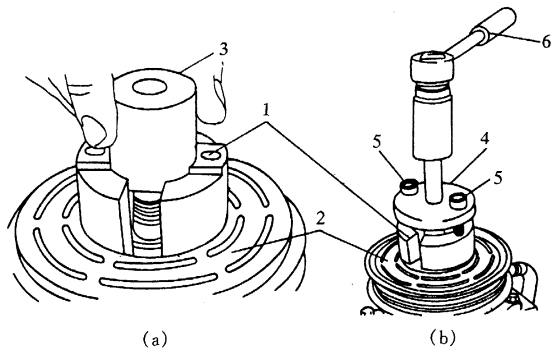


图 11-23　皮带轮的拆卸

1. 夹爪　2. 皮带轮　3. 护轴器　4. 拔卸器　5. 螺栓　6. 扳手

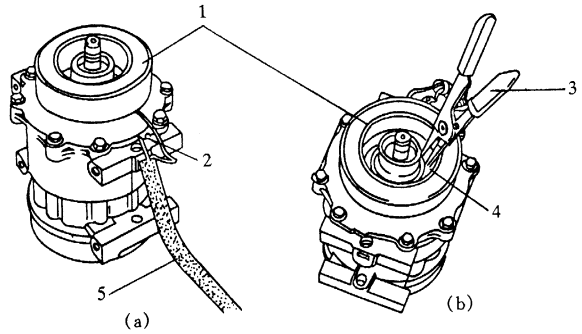


图 11-24　电磁线圈的拆卸

1. 电磁线圈　2. 引线夹子　3. 尖钳子　4. 轴用挡圈　5. 引线

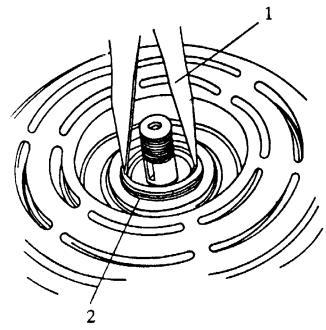


图 11-25　毡环的拆卸

1. 尖钳子　2. 毡环

(2) 离合器垫片的拆卸，如图 11-26 所示。使用钩子 1 和螺丝刀 2，取下离合器垫片 3。

(3) 轴封座孔用挡圈的拆卸，如图 11-27 所示。用尖钳子 1 从压缩机前缸盖 2 上取出轴封座的孔用挡圈 3。

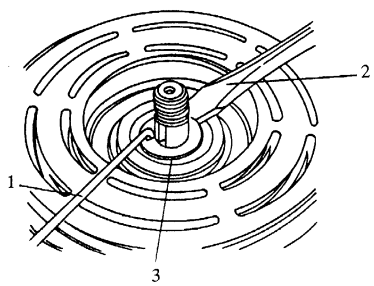


图 11-26　离合器垫片的拆卸

1. 钩子　2. 螺丝刀　3. 离合器垫片

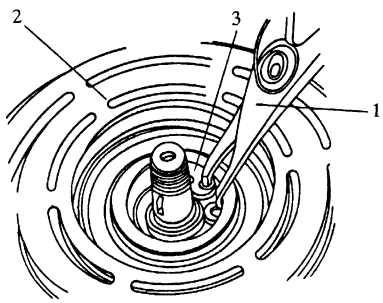


图 11-27　轴封座孔用挡圈的拆卸

1. 尖钳子　2. 前缸盖　3. 轴封座孔用挡圈

(4) 轴封座的拆卸，如图 11-28 所示。使用专用工具 1，从压缩机前缸盖 2 上，取下轴封座 3。

(5) 密封总成的拆卸，如图 11-29 所示。将专用工具 1 插入密封总成 2，压下密封弹簧，

并拧转工具 1，直到与密封架上的槽口啮上，用工具 1 从前缸盖 3 上提出密封总成 2。

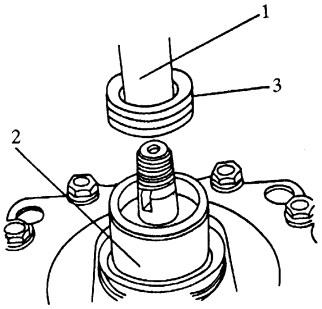


图 11-28　轴封座的拆卸

1. 专用工具　2. 前缸盖　3. 轴封座

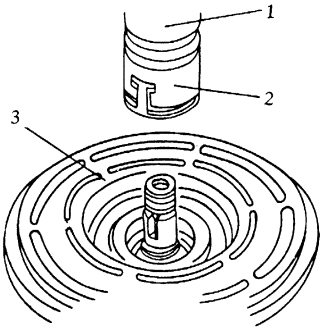


图 11-29　密封总成的拆卸

1. 专用工具　2. 密封总成　3. 前缸盖

8. 汽缸盖及阀板的拆卸

(1) 汽缸盖的拆卸，如图 11-30 所示，旋下汽缸盖螺栓，取下汽缸盖 1，用小锤或刮刀使汽缸盖 1 与阀板 2 分开。

(2) 阀板的拆卸，如图 11-31 所示，从汽缸体 1 上取下阀板 2。

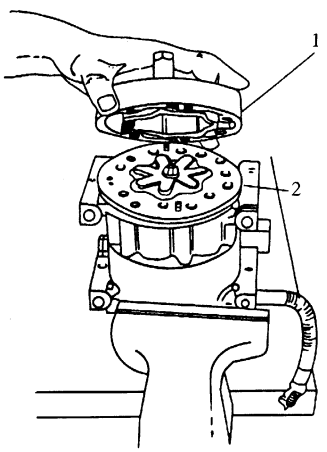


图 11-30　汽缸盖的拆卸

1. 汽缸盖　2. 阀板

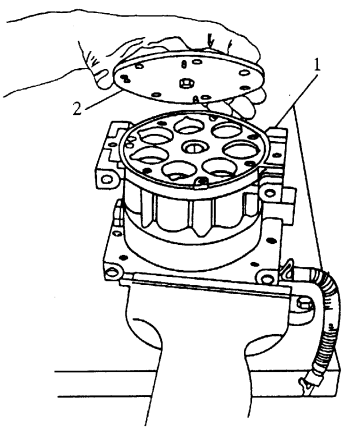


图 11-31　阀板的拆卸

1. 汽缸体　2. 阀板

五、压缩机的组装

压缩机的组装，按与拆卸相反的顺序进行。但需注意以下各项。

1. 压缩机密封总成及轴封座的安装

(1) 密封总成的安装，如图 11-32 所示，用冷冻机油清洗干净压缩机前缸盖 1，再用压缩空气吹干，将保护轴套 2 插在压缩机轴 3 上，在密封总成 4 上涂上压缩机油，用专用工具 5 的齿啮住，装到前缸盖 1 上，反向拧动专用工具 5，使其与密封总成 4 脱开后取出。

(2) 轴封座的安装，如图 11-33 所示，在轴封座 1 上涂上干净的压缩机油，在装入 O 型圈 6 后，用工具 2 压入压缩机前缸盖 3 上与密封总成接触后，装上孔用挡圈 4。

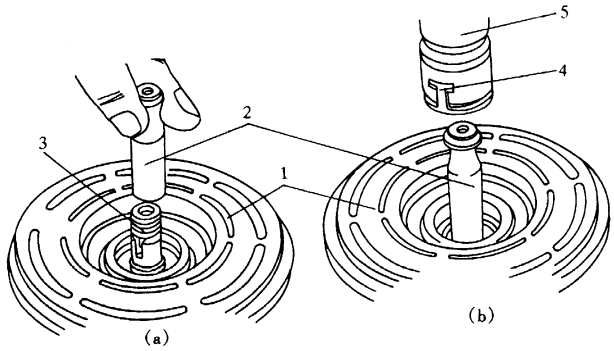


图 11-32　密封总成的安装

1. 前缸盖　2. 保护轴套　3. 压缩机轴　4. 密封总成　5. 专用工具

(3) 离合器调整垫片与毡圈的安装，如图 11-34 所示，在前缸盖 1 上装上离合器调整垫片后，装上新毡圈 2，用木锤 3 垂直敲入。

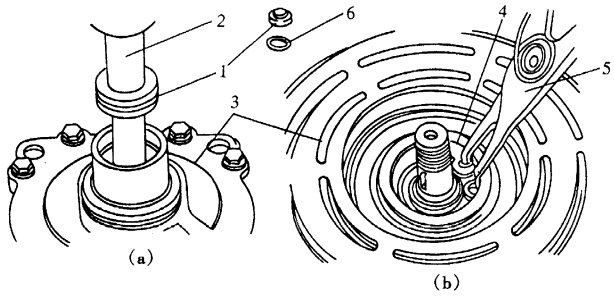


图 11-33　轴封座的安装

1. 轴封座　2. 工具　3. 前缸盖

4. 孔用挡圈　5. 尖钳子　6. O 型圈

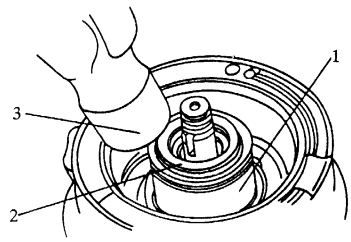


图 11-34　离合器调整垫片与毡圈的安装

1. 前缸盖　2. 毡圈　3. 木锤

2. 电磁离合器的安装

(1) 电磁线圈的安装，参见图 11-24 所示，装上电磁线圈 1，用轴用挡圈 4 固定住，线圈引线 5 用夹子 2 固定住。

(2) 皮带轮的安装，如图 11-35 所示，将压缩机壳体 1 固定在台钳上，只能夹安装孔耳，不可夹压缩机壳体，以免夹坏压缩机。将皮带轮 2 对准压缩机前缸盖 3，先将工具 4 的圆环 5 放入皮带轮 2 的轴承腔，使圆环 5 的外缘与轴承的内圈接触上，打入工具 4，防止歪斜直到将皮带轮 2 压到位后，再装上轴用挡圈 6。

(3) 前板的安装，如图 11-36 所示，在装上离合器垫片、半圆键后，对准压缩机轴键，装上护轴套 1，将前板 2 敲到轴上，直到接触到离合器垫片为止。旋上螺母 3 (力矩 37 N·m)，用塞尺 4 检查前板 2 与皮带轮 5 的间隙，应在 0.45～0.75mm，若达不到，应用离合器垫片调整。

3. 汽缸盖的安装

如图 11-37 所示，使用新的密封垫，在密封垫上涂上压缩机油，装上阀板时要与汽缸体上定位销孔、油孔对正，最后装上汽缸盖 1，按图示顺序旋紧螺栓(力矩 33N·m)，旋上吸、排气软管接头 2 (力矩 27N·m)。

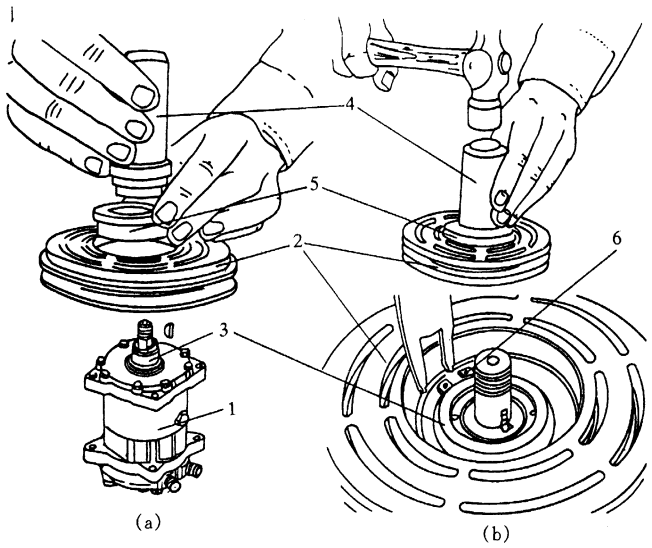


图 11-35　皮带轮的安装

1. 压缩机壳体　2. 皮带轮　3. 前缸盖　4. 工具　5. 工具的圆环　6. 轴用挡圈

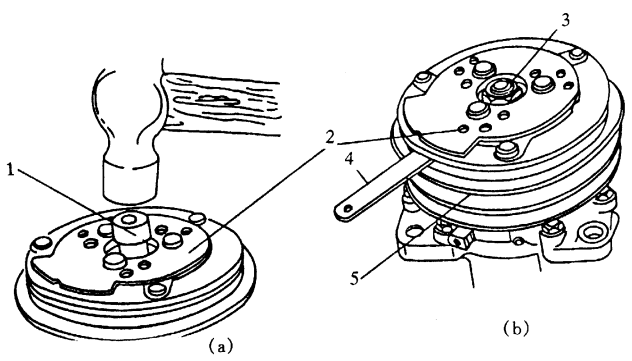


图 11-36　前板的安装

1. 护轴套　2. 前板　3. 螺母　4. 塞尺　5. 皮带轮

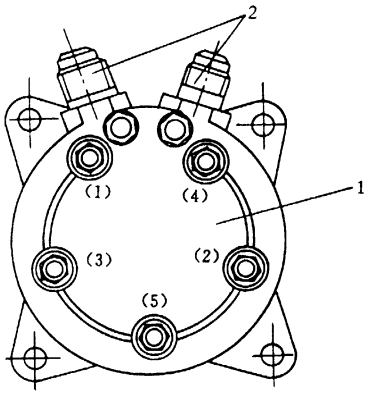


图 11-37　汽缸盖的安装

1. 汽缸盖　2. 吸、排气软管接头

六、制冷系统的管路连接

1. 如图 11-38 所示，在有凸起的管子 2 上应装上 O 型圈 1 并使 O 型圈 1 靠近凸起部，当管接头 3 旋入螺母 4 中时，要注意 O 型圈 1 应处在管接头 3 与凸起之间，管接头 3 不应使管子外部造成损伤 5。旋紧螺母 4 时必须使用两个扳手，如图 11-17 所示。

2. 如图 11-39 所示，管子连接有三种情况：(a)为硬管与硬管连接；(b)为软管与软管连接；(c)为软管与硬管连接。管接头 1 和螺母 2 的旋紧力矩应符合表 11-1 的要求。

表 11-1　　制冷系管子连接扭矩　　(N·m)

管子外径(OD)	硬管与硬管连接		硬管与软管或软管与软管连接	
	钢管或铜管	铝　管	钢管或铜管	铝　管
6	10 ~ 20		10 ~ 20	
8	15 ~ 25	10 ~ 20	15 ~ 25	10 ~ 20
10	15 ~ 25	10 ~ 20	15 ~ 25	10 ~ 20
12	20 ~ 29	15 ~ 25	25 ~ 34	20 ~ 30
16	25 ~ 34	20 ~ 29	25 ~ 34	20 ~ 30
19	25 ~ 34	20 ~ 29		

七、制冷系统的抽真空

在安装或检修、更换制冷系统部件时，会有一定数量的空气进入系统中。这些空气是含有微量水分的，如不及时抽真空将水分从系统中除去，这些水分将会与制冷剂结合形成强腐蚀性物质，损害制冷系统。此外这些水还可能在膨胀阀的通道上结冰，这不仅会妨碍制冷剂的流动、降低制冷效果，严重时，还会导致冷凝器压力急剧升高，造成系统管道的爆裂事故。因此在安装、检修后或在系统未注入制冷剂之前，都应对系统进行抽真空。抽真空并不能把水抽出系统，而是产生真空后，降低了水的沸点，水在较低温度下沸腾，以蒸汽的形式被抽出系统。制冷系统抽真空的步骤如下(见图 11-40 所示)。

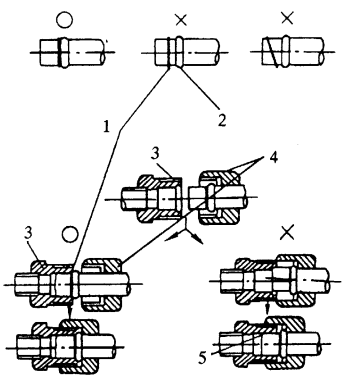


图 11-38　管子的连接

1. O 型圈　2. 有凸起的管子

3. 管接头　4. 螺母　5. 损伤处

1. 分别将高压表接管 2 接入贮液罐上的高压维修阀，将低压表接管 1 接入自蒸发器至压缩机低压管路上的维修阀上，中间注入软管 8 安装腔接于真空泵 7 接口上。

在真空泵的抽气接口处装有一个转换接头，如图 7-40(a)所示。因为制冷循环系统在抽真空完成后，将真空泵停

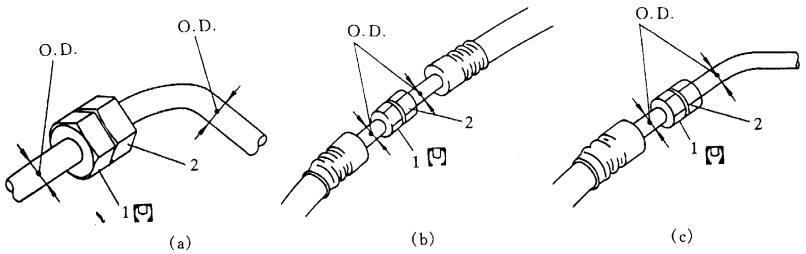


图 11-39　管子连接的旋紧力矩

(a)硬管与硬管连接　(b)软管与软管连接　(c)软管与硬管连接

1. 管接头　2. 螺母　O.D. 管子外径

止的话，复合压力表的中间注入胶管 8 内也已维持真空，此时可能使真空泵 7 内的润滑油被

吸入胶管，并混入空调制冷剂中去。为了防止这一逆流，在接口处装置了附在电磁阀上的转换接头。真空泵工作通电时，电磁阀 9 的阀门关闭，断绝大气通路，使抽真空能进行。电磁阀 9 断电时，大气导入。真空泵 7、复合压力表中间注入胶管 8 内的真空被大气解除，从而防止真空泵 7 内的润滑油被吸入胶管。

2. 启动真空泵 7 打开高、低压压力表的手动阀 5 和 6。

3. 系统抽真空，使真空度达 10^5Pa（低压表 3 指示）。抽真空时间 5 ~ 10min，若达不到该真空值，应关闭高、低压两侧手动阀 5 和 6，停止抽真空，检查泄漏处。

4. 关闭高、低压压力表的手动阀 5 和 6。

5. 静止 5min，观察压力表 3 指示。若真空度下降，则表明有渗漏处，应排除之，可用检漏仪查找泄漏处。若系统正常，可继续下面步骤。

6. 继续抽真空 20 ~ 25min。

7. 关闭高低压压力表的两个手动阀 5 和 6，停止抽真空。从真空泵 7 的接口拆下中间注入软管，抽真空结束，准备充注制冷剂。

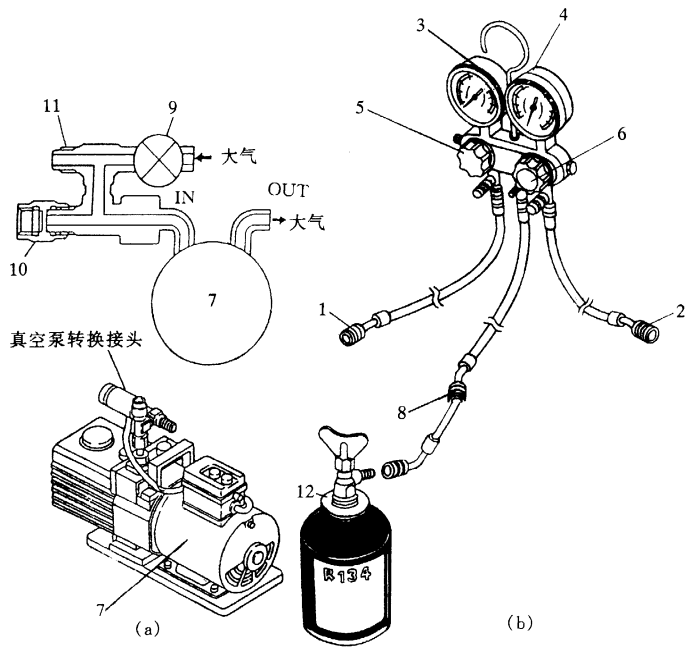


图 11-40　制冷系的抽真空

1. 接低压维修阀的接管　2. 接高压维修阀的接管　3. 低压表　4. 高压表
5. 低压手动阀　6. 高压手动阀　7. 真空泵　8. 中间注入软管　9. 电磁阀
10. 盲栓、11. 接复合压力表中央胶管　12. 制冷剂

八、制冷剂的灌注

1. 制冷剂罐注入阀使用方法，如图 11-41 所示，其步骤如下：

(1) 将制冷剂罐注入阀手柄 1 逆时针旋转，直至阀针 5 完全缩回为止。

(2) 逆时针方向旋转板状螺母(圆盘)3，使其升到最高位置。

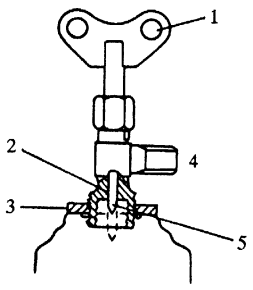


图 11-41　制冷剂罐注入阀的使用方法
1. 手柄　2. 制冷剂罐注入阀　3. 板状螺母　4. 注入阀接头　5. 阀针

（3）让制冷剂罐注入阀 2 的板状螺母 3 与制冷剂罐螺栓结合，使注入阀 2 固定在制冷剂罐上。

（4）顺时针方向用手充分拧紧制冷剂罐注入阀 2 的板状螺母 3。

（5）顺时针旋转注入阀手柄 1，使注入阀的针 5 在罐上打开小孔。

（6）将高、低压压力表的中间注入软管接入注入阀接头 4，如果一时不充注制冷剂，则制冷剂罐注入阀手柄不要逆时针退出，以免制冷剂泄漏。一定要到准备工作结束，才开始将顶针 5 退出。

2. 制冷剂的灌注，如图 11-42 所示，其步骤如下：

（1）确认无渗漏之后，将制冷剂罐注入阀 2 连接在制冷剂罐 1 上。

（2）将高、低压压力表的中间注入软管安装在注入阀 2 的接口上。然后顺时针拧紧注入阀 2 的手柄，使注入阀上的顶针在制冷剂罐 1 上顶开一小孔。

（3）逆时针旋松注入阀 2 的手柄，使顶针退出，使制冷剂进入中间注入软管，这时不能开低压手动阀 3 和高压手动阀 4。

（4）拧松高低压组合表中间管的螺母，当看到白色制冷剂气体外溢并听到嘶嘶声，排出中间管的空气后，再旋紧中间管螺母。

（5）如图 11-42 (a)旋开高压手动阀 4，此时可将制冷剂罐 1 倒立，使制冷剂以液态注入制冷系统，此时切忌打开空调系统，以防止反倒灌，这次应灌入制冷剂 200g 以上。加注后用手转动压缩机若干次。

（6）如图 11-42 (b)关上高压手动阀 4，打开低压手动阀 3，让制冷剂以气态形式进入制冷系统。从低压手动阀 3 注入的制冷剂必须是气态，若为液态，会对压缩机造成液击现象，损坏压缩机。控制低压表在 2.8×10^5Pa 以下。

（7）当注入制冷剂时，可以将制冷剂罐 1 放在热水中(最高温度为 52℃)，以减少充灌时间。在注放制冷剂缓慢以后，启动发动机，使压缩机在最大制冷状态下运转，以便加速加注制冷剂，此时绝对不能旋开高压手动阀，否则会引起爆炸，损坏压缩机。

（8）当充注的制冷剂达 950g (SD708 型)、925g (SD7H15 型)时，关闭高压手动阀 4 和低压手动阀 3，关闭制冷剂罐 1 上的注入阀 2。加注制冷剂过多会使压力过高。

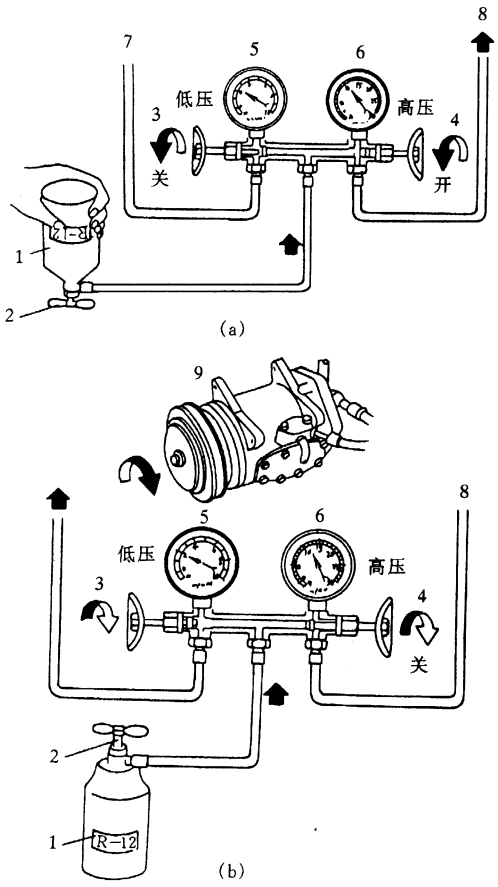


图 11-42　制冷剂的灌注
1. 制冷剂罐　2. 注入阀　3. 低压手动阀　4. 高压手动阀　5. 低压表　6. 高压表　7. 接低压维修阀软管　8. 接高压维修阀软管　9. 压缩机

(9) 当加注制冷剂充满以后，启动发动机，使压缩机运转 5～10min，以使其稳定，关闭维修阀，先拆下与低压维修阀的连接软管 7，待高压侧压力下降后，再拆下与高压维修阀的连接软管 8。

3. R134a 加注机的使用

(1) 回收

① 将设备的红软管连到制冷系统高压管接头。

② 将设备的蓝软管连到制冷系统低压管接头。

③ 检查设备高低压表。

④ 确认排油阀处于关闭状态。

⑤ 打开设备控制盘上的低压阀和高压阀。

⑥ 打开罐上的红色气阀和蓝色液阀。

⑦ 检查油分离器内是否有油，如有，排尽到集油器中，并关闭排油阀。

⑧ 合上电源开关，显示“CL-L”。

⑨ 按下键盘上的“RECOVER”，回收完成时，显示“CPL”。

⑩ 为保证制冷剂完全回收，要等 5min，观察压力是否回升超过 0。若出现，按 HOLD/CONT 重复进行。

⑪ 显示“OIL(OUNCES)”或“OIL(GRAMS)”提示，打开排油阀，将油排入集油器。

(2) 抽真空 VACUUM 并循环处理

① 按“VACUUM”——设定时间——“ENTER”——“VACUUM”，启动真空泵。

② 在真空泵启动 5s 后，处理循环 RECYCLE 就自动开始。

③ 完成后，显示“CPL”。

④ 补充制冷系统的油。

(3) 重新充灌

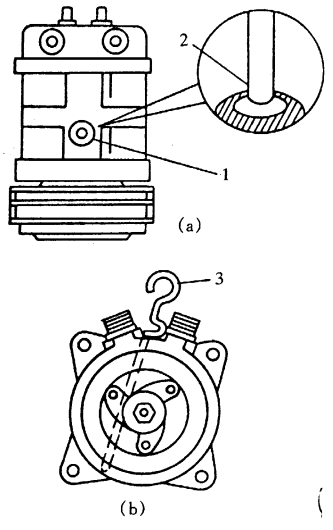


图 11-43 压缩机油的加注与检查

1. 加油塞 2. 活塞连杆

3. 油位指示器(油尺)

① 按“CHG”——设定制冷剂量——“ENTER”——“CHG”。

② 充灌完成后，显示“CPL”，关闭高压阀、低压阀。

③ 启动制冷系统，将剩余的制冷剂抽进系统中，并运行到表压读数稳定。

九、压缩机油的加注与检查

如图 11-43 所示，其步骤如下：

1. 卸下加油塞 1，注入 suniso5GS 润滑油 135 ± 15mL(SD708 型)、PAG 油(SD7H15 型)。

2. 通过加油塞孔，观看并旋转离合器前板，使活塞连杆正好在加油孔中央位置。

3. 通过加油孔，把油位指示器 3 插到活塞连杆 2 的右边，直至油尺 3 端部碰到压缩外壳为止。

4. 取出油尺 3，数一数润滑油所复盖的刻度(沟纹)数，当加油合适时，压缩机内油面应在油尺的 4～6 刻度之间。

十、制冷管路泄漏的检查

1. 用卤素检漏灯检查制冷管路的泄漏，适用于 R12 制冷剂，如图 11-44 所示，卤素检漏灯为一丙烷燃烧喷灯，转动阀调整柄 14，使丙烷从丙烷槽 16 的喷孔 10 喷出，与泄漏的制冷剂从吸入管 3 吸入后相遇，在点火机 9 的孔内点燃喷灯的火焰，根据泄漏的多少改变颜色。用阀调整柄 14 将火焰调整得尽量小一些，火焰愈小对制冷剂漏气愈灵敏。把吸入管 3 放在检漏部位，当使用酒精时，火焰颜色为浅绿色时为少量泄漏，为深绿色时为大量泄漏；当使用丙烷时，火焰颜色为浅蓝色时为少量泄漏，紫色时为大量泄漏。

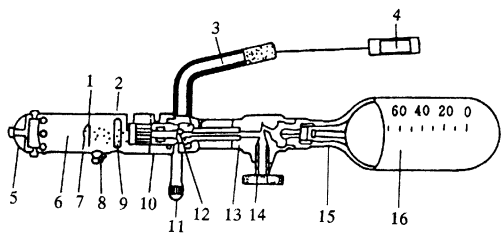


图 11-44　用卤素检漏灯检查制冷管路泄漏

1. 焰的上限　2. 焰的下限　3. 吸入管　4. 粗滤器　5. 盖　6. 焰筒　7. 焰环　8. 焰环螺钉　9. 点火机　10. 喷孔　11. 座　12. 喷嘴　13. 阀体　14. 阀调整柄　15. 史拉特阀　16. 丙烷槽

2. 用电子测漏仪检查制冷管路的泄漏，如图 11-45 所示，将电子测漏仪 1 的电源插头 2 插在电源上，将测头 3 放在距测试点 3mm 处缓慢移动(30mm/s)，若发生感应现象，说明该处有泄漏。若制冷管路的管接头有泄漏应更换 O 型圈。

十一、制冷系统的性能试验

1. 检验条件

(1) 冷凝器和散热器应干净，必要时应喷洗清洁。

(2) 正确调整温度风门行程。

(3) 冷凝器和散热器导气管布置整齐。

(4) 蒸发器的壳内不能吸入空气(不漏气)。

(5) 试验(检查)和测量工作期间，汽车不能放在太阳照射的户外。

(6) 低压开关应能控制电磁离合器的电压，否则应把车辆开到空调定点维修服务站检查维修。

2. 各开关调整位置

(1) 新鲜空气鼓风机为最高转速。

(2) 输出温度调节开度在最大制冷位置上(参见图 11-2 位置 20)；车厢中空气流向分配器向头部供气(参见图 11-2 位置 22)。

(3) 打开中央出风口。

(4) 在左出风口内插入温度计。

(5) 关好车窗和车门。

3. 如图 11-46 所示，启动发动机，让发动机以 2000r/min 的转速运转，当左出风口的温度计降至 10℃时，根据环境温度(外界的)作为纵坐标的值，压缩机第一次停转的时间或降至 10℃的时间作为横坐标，纵坐标与横坐标的交点应在图中的两曲线之间，表明空调的制

冷系统工作正常。

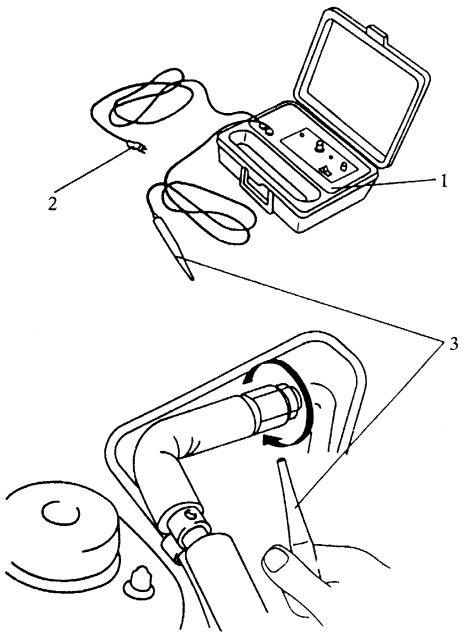


图 11-45　用电子测漏仪检查制冷管路的泄漏
1. 电子检(测)漏仪　2. 电源插头　3. 测头

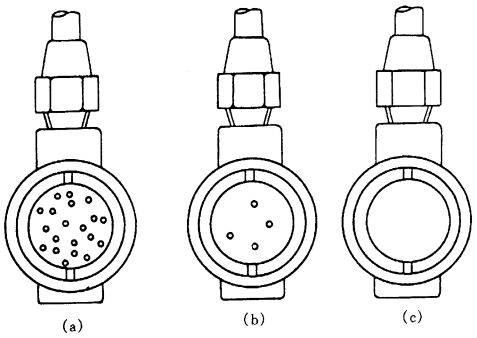


图 11-47　贮液器查视玻璃观察图
(a) 几乎没有制冷剂
(b) 制冷剂不足　(c) 制冷剂合适或过多

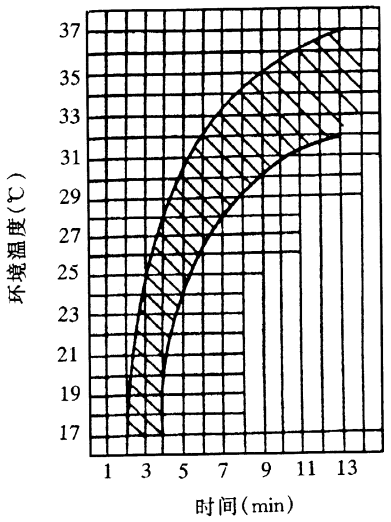


图 11-46　环境温度与压缩机
第一次停转时间的关系

4. 通过检查贮液器查视玻璃，观察制冷剂的工作状态，在最大制冷状态，让压缩机工作 5min 后，观察贮液器查视玻璃，按图 1-47 和表 11-2 的几种制冷剂状态，对制冷剂不足、缺少和过多的情况进行处理，通过查视玻璃看见的气泡是受周围空气温度影响的，在低于 20℃的较低温度下，显示的气泡非常明显时，这时很有可能需加注较大量的制冷剂，如果按照查视玻璃加注制冷剂，当气温超过 20℃时，需要再检查(因在较高的温度下气泡容易显出)。当干燥滤网被阻塞时，即使在制冷剂数量正常的情况下，气泡也会出现，这是因为干燥滤网的出口管路变得非常冷的缘故。

十二、压力检查程序

让发动机在 1500r/min 下运转，鼓风机在最高转速下运转，输出温度调节开关在最低温度处。在压缩机维修阀上装高、低压压力表，将维修阀放到测量制冷系统压力位置(参见图 11-7 (c))，读出高压表与低压表的压力值，最低压力为 2.5×10^5Pa，最高压力为 24×10^5Pa，根据此压力值限制检查制冷系统存在的问题。压力检查程序如表 11-3 所示。

表 11-2　　通过检查贮液器查视玻璃观察制冷剂的工作状态

冷却数量 / 检查项目	几乎没有制冷剂	不　足	合　适	制冷剂多
高压和低压管路的温度	在高压和低压之间温度几乎没有差别	高压边温暖 低压边较冷	高压边热 低压边冷	高压边异常的热
观察玻璃内的状态	气泡连续不断的流动，气泡将消失或类似轻雾流动，那么，制冷剂几乎没有了	气泡在 1 ~ 2s 钟时间间隔内屡次出现	在发动机转速增高或降低时，几乎半透明的气泡可能出现； 在这两种状况之间，不存在明显差异	看不见气泡
冷却系统的压力	高压边异常低	高压和低压的压力稍微低	高压和低压的压力正常	高压和低压的压力异常的高
修理	立刻停止压缩机工作并实施全面检查	检查气体的泄漏按需进行修理，并加足制冷剂		从低压侧的辅助阀排放制冷剂

表 11-3　　压力检查程序

现　象	原　因	处理方法
高压过高　低压过高	制冷剂过多	放出制冷剂直到出现气泡然后重新加注制冷液直到气泡消失
	发动机冷却效果差(对冷凝器的冷却)	检查电动风扇运转情况
	冷凝器散热片堵塞	清洗散热片
高压过高　低压过低	管路产生阻塞现象(膨胀阀结冰)	放卸、抽真空、重新加注(必要时更换零件)
高压正常　低压过高 离合器离合动作太频繁	蒸发器传感器或温控盒损坏	更换损坏件

第三节　制冷系统的检查

一、压缩机的检查

1. 阀板的检查，如图 11-48 所示，在阀板上装有吸气阀与排气阀，检查阀片与阀板的平整与密封性，清理干净阀板 1 的密封材料。更换新的密封垫 2 及 3。

2. 电磁线圈的检查，如图 11-49 所示，在电磁线圈 1 上接上蓄电池 2 和电流表 3，当合上开关 4 时，电流应在 3.6 ~ 4.2A，否则表示电磁线圈短路或断路，应更换。

3. 密封总成与轴封座的检查，如图 11-50 所示，检查密封总成 1 的接触面 2 的磨损与损坏，检查轴封座 3 与密封总成的接触面 5 的磨损与损坏，检查轴封座 3 与 O 型圈的接触面 4

的磨损与损坏。

4. 前板的检查，如图 11-51 所示，检查前板 1 与皮带轮的接触面 2 的烧蚀、损坏与磨损，若引起打滑严重时应更换。

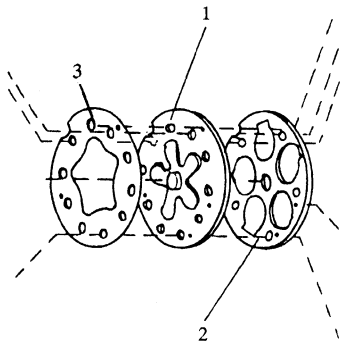


图 11-48　阀板的检查

1. 阀板　2、3. 密封垫

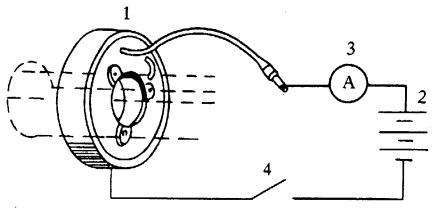


图 11-49　电磁线圈的检查

1. 电磁线圈　2. 蓄电池　3. 电流表　4. 开关

5. 皮带轮的检查，如图 11-52 所示，检查皮带轮 1 与前板的接触面 2 的烧蚀、损坏与磨损，若引起打滑时应更换。

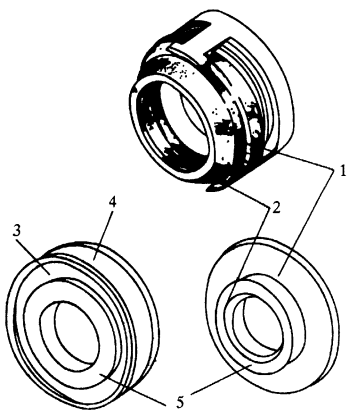


图 11-50　密封总成与轴封座的检查

1. 密封总成　2. 接触面　3. 轴封座

4. 与 O 型圈接触面　5. 与密封总成接触面

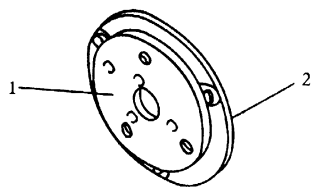


图 11-51　前板的检查

1. 前板　2. 与皮带轮的接触面

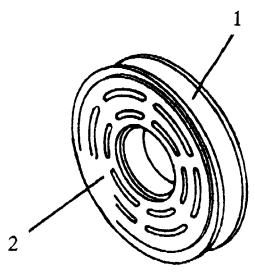


图 11-52　皮带轮的检查

1. 皮带轮　2. 与前板接触面

二、制冷系部件的检查

1. 冷凝器的检查，如图 11-8 所示，冷凝器外表面应保持清洁，不要使用高压水冲洗，以免使散热片翘曲。检查冷凝器有无泄漏，若补焊时，要使用氩弧焊，焊补前要放尽冷凝器中的制冷剂。

2. 干燥罐的检查，如图 11-9 所示，若发现蒸发器有结冰时，应更换贮液器中的干燥剂，检查滤网的损坏。

3. 高压开关与低压开关的检查，如图 11-53 所示，在高低压复合表 4 上接上手动压力泵 1、低压开关 3（接在低压端），高压开关 2（接在高压端）。当压力达到 250kPa 以上时，低压开关 3 上的电路应开始闭合（电阻为 0）；当压力超过 $(22.3 \pm 1.7) \times 10^5$Pa 时，高压开关 2 上的电路应开始断开（电阻为 ∞）；当压力降至 $(22.3 \pm 1.7) \times 10^5$Pa 时，高压开关 2 上的电路应闭合（电阻为 0）；当压力降至 250kPa 以下时低压开关 3 的电路应断开（电阻为 ∞）。

4. 检查所有制冷系统的软管由于损坏而导致泄漏时，均应更换。

5. 蒸发器的检查，如图 11-10 所示，蒸发器的表面应清理干净，清理时不要损坏温度开关的感温毛细管，出水阀要保持畅通。绝不要用水清洗内部。

6. 膨胀阀的检查，如图 11-54 所示，将膨胀阀 1 装在高压与低压复合表 2、3 上，并注入制冷剂 4，将膨胀阀 1 的毛细管放入水箱 5 中，打开高压端手柄（H1），使高压表指针在 490kPa 上，使制冷剂通过膨胀阀 1 变为气体从蒸气排出口 6 排出，观察水温的变化（横坐标）与高压表上的读数（纵坐标），两数值的交点应落在图 11-54（b）的两曲线之间，否则应更换膨胀阀。

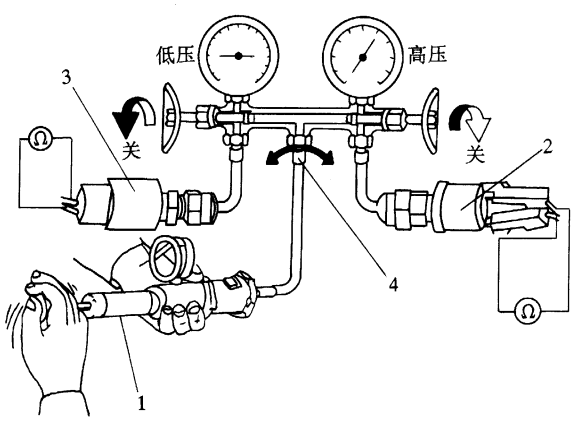
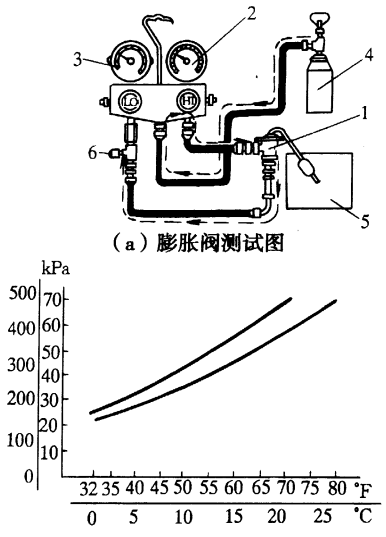


图 11-53　高压开关与低压开关的检查

1. 手动压力泵　2. 高压开关

3. 低压开关　4. 高低压复合表



（a）膨胀阀测试图

（b）水温与高压表压力的关系图

图 11-54　膨胀阀的检查

1. 膨胀阀　2、3. 高压与低压复合表

4. 制冷剂　5. 水箱　6. 蒸汽排出口

7. 蒸发器温度传感器的检查，如图 11-55 所示。将蒸发器温度传感器的毛细管放在有冰块的水箱 2 中，用电阻计 3 测量。当水温低于 1℃时，蒸发器温度传感器 1 的电路应断开，电阻为无穷大；当水温高于 3℃时，蒸发器温度传感器 1 的电路应接通。

8. 水温传感器的检查

如图 11-56 所示，将水温传感器（910）放入加热的水中，根据不同水温条件下，测出其电阻，应符合表 11-4 的要求。

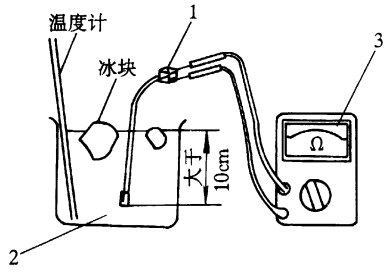


图 11-55　蒸发器温度传感器的检查

1. 蒸发器温度传感器　2. 水箱　3. 电阻计

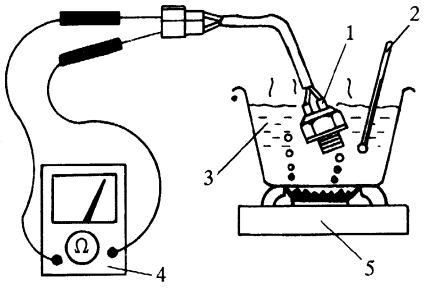


图 11-56　水温传感器的检查

1. 水温传感器　2. 温度计　3. 水箱　4. 电阻计　5. 加热器

表 11-4　　**水温传感器(910)电阻值**

温度(℃)	60	70	80	90	100	110	120
电阻(Ω)	2500	2600	2780	2900	3050	3200	3350

第四节　空调系统的故障与排除

一、供暖与通风系统的故障与排除

供暖与通风系统的故障与排除见表 11-5。

二、制冷系统的故障与排除

制冷系统的故障与排除见表 11-6。

表 11-5　　**供暖与通风系统的故障与排除**

现　象	故　障　原　因	排　除　方　法
鼓风机不转	(1) 保险丝烧断 (2) 接地不良 (3) 鼓风机开关有故障 (4) 鼓风机串联电阻有故障	(1) 更换 (2) 修复 (3) 更换 (4) 更换
鼓风机转但无风	(1) 进风口堵塞 (2) 鼓风机扇叶与轴脱开 (3) 出风口打不开	(1) 清理 (2) 固定 (3) 修复
热交换器不热	(1) 发动机冷却液温度低 (2) 热交换器内部堵塞 (3) 热交换器内有空气 (4) 温度门开的位置不对	(1) 检查节温器 (2) 冲洗 (3) 排出空气 (4) 调整
除霜不好	(1) 除霜与下出风口风门开启不对 (2) 除霜与下出风口拉索或真空阀有故障 (3) 除霜风道漏风	(1) 调整 (2) 更换 (3) 修复

表 11-6　　制冷系统的故障与排除

现　象	故障原因	修理方法
压缩机噪声	(1) 阀板损坏	(1) 更换阀板
	(2) 制冷剂充灌过量	(2) 排放、抽空并正确充灌
	(3) 油位不当	(3) 拆下压缩机，检查油位，按需要调整
	(4) 活塞敲缸	(4) 更换压缩机
	(5) 活塞环损坏	(5) 更换压缩机
	(6) 驱动皮带轮螺栓松动	(6) 按技术规范的正确扭矩拧紧
震动过大	(1) 皮带张力不合适	(1) 调整皮带松紧度
	(2) 离合器松	(2) 紧固离合器
	(3) 制冷剂充灌过量	(3) 排放、抽空并正确充灌
	(4) 皮带轮安装不正	(4) 正确安装皮带轮
车内有凝结水滴	(1) 凝水管堵或安装位置不当	(1) 清理凝水管并检查安装位置
	(2) 隔板脱落或安装不当	(2) 更换膨胀阀和软管上的隔板
蒸发器结霜	(1) 温控开关或感温头故障	(1) 更换温控开关或感温头
	(2) 毛细管或感温头安装不当	(2) 正确安装毛细管或感温头
	(3) 调整不当	(3) 调整
低压侧压力低—高压侧压力低	(1) 系统制冷剂不足	(1) 抽空、检漏和充灌系统
	(2) 膨胀阀堵塞	(2) 更换膨胀阀
低压侧压力高—高压侧压力低	(1) 压缩机内部泄漏—磨损	(1) 拆下压缩机缸盖，检查压缩机，必要时更换阀板总成。如果压缩机活塞、活塞环或缸体磨损或损伤，更换压缩机
	(2) 缸盖密封垫泄漏	(2) 更换缸盖密封垫
	(3) 压缩机皮带打滑	(3) 调整皮带张力
低压侧压力高—高压侧压力高	(1) 冷凝器翅片堵了	(1) 清扫冷凝器翅片
	(2) 系统中有空气	(2) 抽空、检漏并充灌系统
	(3) 膨胀阀损坏	(3) 更换膨胀阀
	(4) 风扇皮带松或磨损	(4) 根据需要调整或更换皮带
	(5) 制冷剂充灌过量	(5) 释放一些制冷剂
低压侧压力低—高压侧压力高	(1) 膨胀阀损坏	(1) 更换膨胀阀
	(2) 制冷剂软管堵了	(2) 检查软管有无死弯——必要时更换
	(3) 储液/干燥器堵塞	(3) 更换贮液/干燥器
	(4) 冷凝器堵了	(4) 更换冷凝器
高低侧压力正常(冷量不足)	(1) 系统中有空气	(1) 抽空、检漏并充灌系统
	(2) 系统中油过量	(2) 排放并抽油，恢复正常油位，抽空、检漏并充灌系统
出风口喷水	排水阀堵塞	疏通

三、制冷系统故障的检查步骤

制冷系统故障的检查步骤见表 11-7。

表 11-7　　制冷系统故障的检查步骤

现象			故障诊断检查步骤	修理
缺少冷却剂	压缩机工作平稳	非常高的进气压力	拆下换气阀，检查测试阀门	更换或维修：损坏的阀头或壳体、密封垫，阀门不平整及其上污垢
		非常低的进排气压力	(1) 检查冷却剂量 (2) 压缩机漏气检查 (3) 漏气检查并对系统进行故障诊断	
	压缩机运转粗暴、间隙运转或不转动	间歇转动或不转动	(1) 检查传动带的张力 (2) 检查离合器间隙 (3) 检查离合器电压、电流 (4) 进行轴转动平稳测试	调整间隙 检查修理、更换：破损的接线，离合器线圈失效，压缩机内部故障
异常噪声		离合器接合	(1) 检查压缩机连接零件 (2) 检查发动机零件 (3) 检查离合器 (4) 检查制冷剂量是否合适 (5) 检查离合器轴承 (6) 检查润滑油量 (7) 进行轴转动平稳性试验 (8) 拆下阀门并进行检查	(1) 重新旋紧固定螺栓(母) (2) 更换损坏的传动皮带 (3) 调整间隙、检查线圈 (4) 添加适量的制冷剂 (5) 更换轴承 (6) 注满并检查冷冻机油 (7) 压缩机内部故障的排除 (8) 更换或修理：排气阀门损坏或凸凹不平、限位器损坏、进气阀门不平、垫圈损坏
振抖		离合器脱离接合	间隙检查	调整间隙 离合器前盘故障

四、制冷系统故障诊断程序

制冷系统故障诊断程序见图 11-57。

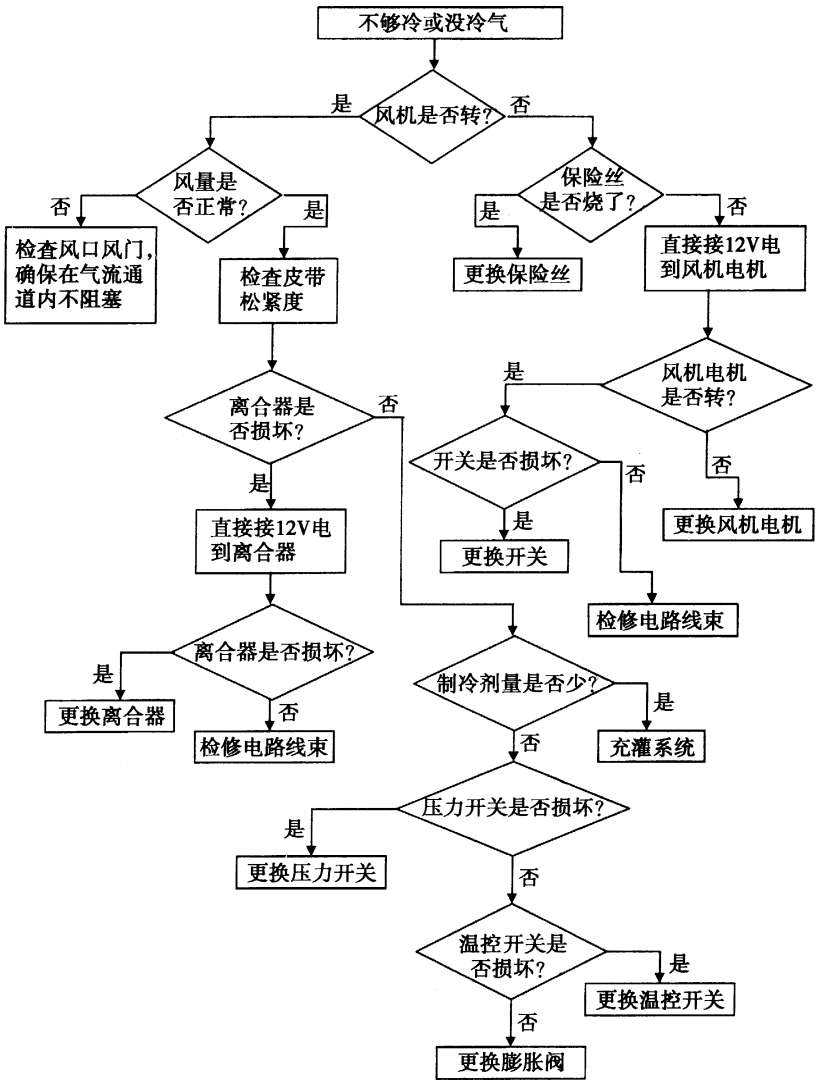


图 11-57　制冷系统故障诊断程序

第十二章　车身的维修

第一节　车身的保养

一、车身外部的保养

1. 切勿干擦车身。切勿用汽油、煤油、三氯乙烯、强碱水和酒精等擦洗油漆表面和有机玻璃表面。

2. 为了保持良好的油漆表面，经常清洗车身是非常必要的，但不应该在强烈阳光下进行，也不应该在温度太低的情况下进行。在任何情况下都应等车身表面冷却后才清洗。

3. 用压力水流冲掉车身表面粘着的脏物，然后用一块软而清洁的海绵从上而下地擦洗。如果使用汽车洗涤剂，应用大量清水冲刷。在使用高压清洗机的情况下，不要直接把喷头射向变速箱、转向机构及各种部件的橡胶保护件上，也不要直接喷射在外部装饰件，顶篷接缝，散热器和发动机舱内。

4. 用麂皮或优质白纱布抹干车身表面，较硬的布只会把沙粒弄进漆层造成更多的擦痕。洗完后应在车辆行驶状态下制动几次，以排除摩擦副中的水分。

5. 风窗玻璃和门玻璃擦洗，不能使用硅酮基产品，为了获得高质量的擦洗效果，请使用神龙技术服务站供应的洗涤液。

6. 油漆抛光应在冬季末进行，抛光前车身要绝对干净和干燥，使用液体或乳状抛光剂抛光，不允许在塑料件上作任何的抛光。

7. 车身上的沥青渍和保险杠上的沥青渍或汽油渍不要刮，不要用汽油或织物去污剂，而应使用专用产品。

8. 油漆的划痕或轻度损伤的修补可使用专用的油漆修补喷罐，修补后的油漆可在空气中干燥。神龙汽车技术服务站(中心)可提供各种颜色的油漆喷罐(油漆颜色编号标明在发动机罩下面的左前轮挡泥板上)。

9. 尽管工厂采用了防腐蚀材料，进行了防腐蚀处理，但在使用盐解冻的道路上频繁行驶一段时间后应对发动机舱和车身下部进行清洗和再度采取防护措施。

10. 车身的打蜡，轿车油漆层光洁，可以用许多方法保护，利用上光蜡是效果较好的方法。

蜡之所以能够很好地保护漆层表面，是因为它能隔断水和空气，防止车身表面遭受侵蚀。

在使用上光蜡之前，要确保车身表面清洁，不要在阳光直射下打蜡，多数上光蜡在阳光

下会发生变化。在阳光下打蜡车身表面上有时会出现斑点。

如果上光蜡没有附带打蜡用具，可以用一块软餐巾或软而不起毛的棉绒布上蜡打光。

判断上蜡是否完好，可以利用水珠测试法，如果水在车身表面形成水珠，就证明有蜡层。反之，则需要清洁和上蜡。

二、车身内部的保养

1. 在清除污渍以前，必须先清除灰尘。在任何情况下，都应按供应商的去污说明迅速除去污渍，在有困难或难以处理的情况下，可与附近的神龙汽车技术服务站(中心)联系。

2. 各种溶剂对内饰的合成材料或多或少都有腐蚀作用，因此使用时要小心谨慎，并尽量少用。

3. 推荐使用干净柔软，不太湿润的布反复擦净。

4. 通常应尽可能使用加肥皂液和表面活性剂的水溶液来除去织物上或合成革上的污渍，去污渍时建议先在不太引人注目的部位或试样上进行试验。

5. 圆珠笔或口红的污渍可使用酒精擦除，油脂渍使用低标号汽油，沥青渍使用专用产品，巧克力和糖渍使用商品氨水溶液。

6. 长时期受到太阳光直接曝晒会损害车身内饰，建议在座椅靠背的上部和车后搁板上加以罩盖，以防护紫外线的损害。

第二节　车身外部可拆件的维修

一、车身外部可拆件的范围

车身外部装配件主要包含前保险杠总成1、前灯罩框总成2、发动机罩盖总成3、前围上板4、左右前翼子板5、左右前车门总成6、左右后车门总成7、尾门总成8、后保险杠总成9、各类灯具、挡风玻璃、各类饰件等。如图12-1所示。

二、车身外部可拆卸零件的装配间隙

对于车身外部可拆件的密封，一般都是采用传统手法，如采用橡胶的密封圈、堵盖、胶条、防尘套、异形截面密封条等。但对具体结构件设计制造上考虑更细腻，对接触性密封的双向尺寸关系的稳定性考虑更为严谨。可拆卸零件各部的装配间隙位置示意图如图12-2所示，图中各序号与符号的含义(即车身外部可拆卸零件的装配精度要求)，如表12-1所示。

三、前保险杠的构造与更换

(一) 前保险杠的构造

前保险杠由吸能装置、裙外壳和连接装置三部分构成，如图12-3所示。

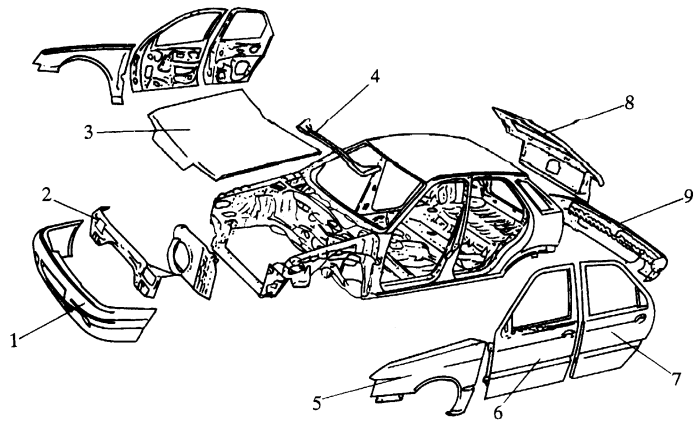


图 12-1　车身外部可拆件范围

1. 前保险杠总成　2. 前灯罩框(面罩)总成　3. 发动机罩盖总成　4. 前围上板
5. 左右前翼子板　6. 左右前车门总成　7. 左右后车门总成　8. 尾门总成　9. 后保险杠总成

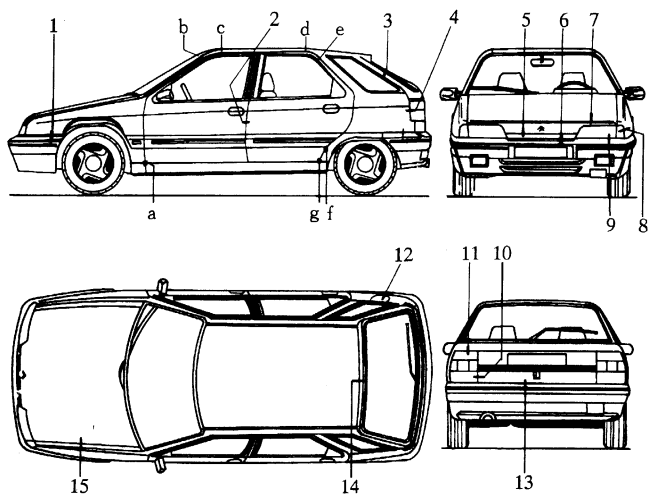


图 12-2　车身外部可拆卸零件的装配间隙位置示意图

表 12-1　　**可拆卸零件的装配精度要求**　　(mm)

序　号	部　件	间　隙	高 低 差	平 行 度
1	前翼子板—前保险杠	6 ± 1.5	3^{+4}_{0}	2Maxi
2	前门—后门	4^{+2}_{0}	1.5Maxi	1Maxi
3	背门—后侧窗玻璃	$5^{+1.5}_{-1}$	0^{0}_{-3}	2Maxi
4	尾灯—后侧围	5 ± 1.5	2 ± 1.5	1.75Maxi
5	发动机罩—水箱面罩	8 ± 3	0^{0}_{-3}	3Maxi
6	水箱面罩—前保险杠	15		1Maxi
7	发动机罩—前照灯	6^{+2}_{0}	2^{+1}_{0}	2Maxi
8	前翼子板—转向灯	5 ± 1.3	$2^{+1.5}_{-1}$	
9	前照灯—前保险杠	9 ± 2		2Maxi
10	背门—尾灯	5^{+2}_{0}	0^{0}_{-2}	1.5Maxi

续表

序　号	部　　件	间　　隙	高　低　差	平　行　度
11	背门—尾灯	5^{+3}_{-1}	2 ± 1.5	2Maxi
12	汽油箱盖—后侧围	4 ± 0.5		1Maxi
13	背门—后保险杠	6^{+3}_{-1}		3Maxi
14	背门—顶盖	6^{+2}_{0}	0^{0}_{-2}	1Maxi
15	前翼子板—发动机罩	4^{+2}_{0}	$0^{+1}_{-0.5}$	1Maxi
	前门、后门—侧围、前翼子板			
	从“a”到“b”	4^{+2}_{0}	1.5Maxi	1Maxi
	从“b”到“c”过渡到	5^{+2}_{0}	1Maxi	1Maxi
	从“c”到“d”	5^{+2}_{0}	1Maxi	1Maxi
	从“d”到“e”过渡到	4^{+2}_{0}	1.5Maxi	1Maxi
	从“e”到“f”	4^{+2}_{0}	1.5Maxi	1Maxi
	从“f”到“g”过渡到	5^{+2}_{0}		1Maxi
	从“g”到“a”	5^{+2}_{0}		1Maxi

吸能装置被包裹在裙外壳里面，由聚丙乙烯材料制造，有很强的柔韧性，在结构上处理为多格形状(或称蜂窝状)，能有效地吸收冲击能量。裙外壳主要起装饰作用，形成本轿车整体造型风格。在裙外壳前面主要考虑了进风口的导流角、牌照的安装。为避免牵引中对保险杠的干涉，在左下方避开主视线的位置留出一个牵引口。

此外，为适应各国法规要求和用户选择的要求，保险杠前方对前雾灯安装和装饰性嵌条的安装均预留了位置，既方便用户，又不会破坏基本造型风格。

(二) 前保险杠的更换

前保险杠受到激烈碰撞而损坏时需要更换，更换方法：先拆卸前大灯和小灯，然后拆卸保险杠上边及下边的固定螺栓以及下边两端的固定螺栓，再向前方抽保险杠，直至将其取下。装配时，按与拆卸相反的顺序进行。注意，前保险杠与前翼子板应保持 6 ± 1.5mm 的间隙。

四、后保险杠的构造与更换

(一) 后保险杠的构造

后保险杠结构形式同前保险杠。由裙外壳、吸能装置和连接装置三部分构成，如图 12-4 所示。

在后保险杠右下方有一小盖，里面被遮挡着后牵引环。小盖打开时有两条连接带吊着盖子，不致于放丢失。不使用牵引环时将小盖盖严，以保持后保险杠整体美观。

(二) 后保险杠的更换

后保险杠的更换，先拆卸背门门框左　右下装饰板，然后拆卸后地板电线束卡子，使后地板尾部能够掀开；再拆卸后保险杠上边固定螺栓 3 及下边固定螺栓，最后取下后保险杠。

后保险杠的安装顺序与拆卸时相反。后保险杠与背门应保持 6^{+3}_{-1}mm 的间隙。

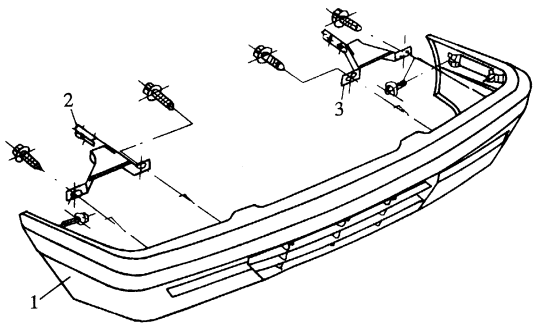


图 12-3　前保险杠的构造

1. 前保险杠总成　2. 右支架　3. 左支架

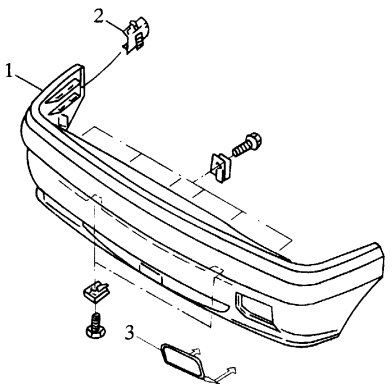


图 12-4　后保险杠的构造

1. 后保险杠　2. 支架　3. 牵引钩门盖

五、面罩的构造与更换

面罩的构造如图 12-5 所示。

面罩实际在发动机舱前部，需打开发动机罩才可看见。面罩 1 是一个形体复杂的大型冲压件，由螺钉与车体总成联接，可以拆下，这种结构考虑主要是方便撞车后的维修。

面罩 1 与散热器保护罩 3 和发动机前横梁 2 共同担负散热器支承与防护、前大灯的安装、发动机罩锁 4 的安装固定。散热器保护罩的结构有导风和防止发动机舱内热空气回流作用，有助于提高散热器的散热效率。

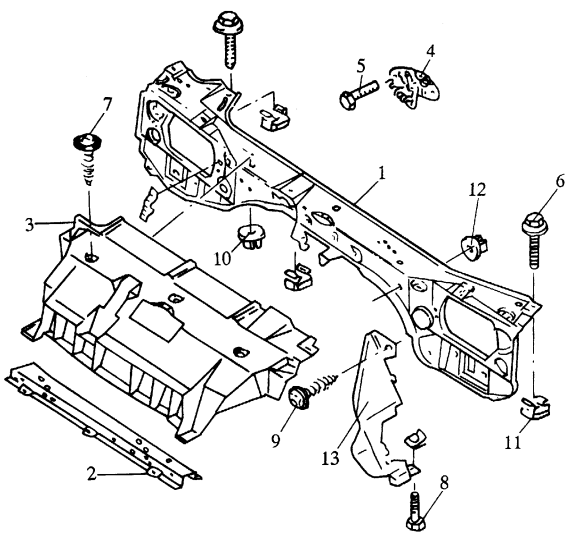


图 12-5　面罩的构造与更换

1. 面罩　2. 发动机前横梁　3. 散热器保护罩

4. 发动机罩锁　5. 发动机罩锁固定螺钉

6、7、8、9. 螺钉　10、11、12. 螺母卡子　13. 支架

拆卸面罩时，需掀起发动机罩盖，拆下前保险杠及发动机散热器旋下螺钉 5、6、7、8、9，再拆下散热器保护罩 3、支架 13、发动机罩锁固定螺钉 5，最后拆下面罩。安装时，顺序与拆卸时相反，同时要保证发动机罩前沿正常的位置，与前照灯的间隙为 6^{+2}_{-0}mm。调整发动机罩锁的位置时，应先不装散热器保护罩 3，拧松发动机罩锁固定螺钉 5，上下推动发动机罩锁 4，可将此间隙作一定的调整，直至能使发动机罩锁住为止，再旋紧螺钉 5。

六、发动机罩的构造与更换

发动机罩总成主要包含发动机罩(外板)1、发动机罩内衬板(隔音板)2、铰链机构 3、锁止机构、开启机构、开启支撑

装置和缓冲减震装置等，如图 12-6 所示。

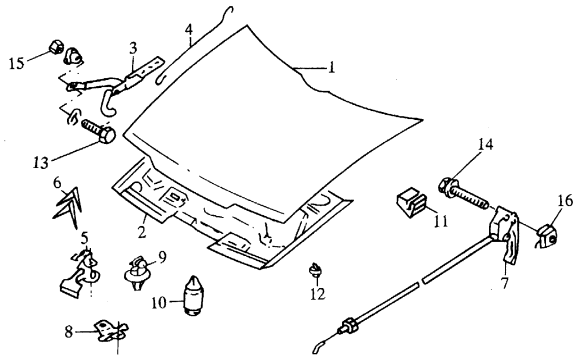


图 12-6　发动机罩的构造与更换

1. 发动机罩　2. 隔音板　3. 铰链总成　4. 撑杆
5. 发动机罩安全钩　6. 雪铁龙标记　7. 手动操纵机构
8. 发动机罩按钮　9. 卡扣　10. 缓冲块　11. 定向块
12. 缓冲块　13、14. 螺栓　15、16. 螺母

发动机罩外观满足造型要求，外表面没有碰焊点。内衬板与面板间多点挤涂减震胶，既减震、降噪，又使发动机罩具有适度刚度，使车辆正面撞击时，发动机罩折弯变形，不致于后移伤人。该装置主要体现对发动机舱的防护，满足整车造型，方便维修保养。发动机罩具有双保险的锁止机构，第一道锁止的开启由拉动方向盘下方红色手柄 7 来实现，第二道锁止的开启，需在车前面按住图示发动机罩安全钩 5 才能将发动机罩 1 掀起。采用双重锁止是出于安全角度，特别是高速行驶，巨大的迎面风一旦将发动机罩 1 掀起，其后果是不堪设想的。

锁止过程中，缓冲块 10 可保护锁舌不会过分撞击损坏，发动机罩 1 关闭后，缓冲块 10 的反弹力又会抵御锁与锁舌间的间隙而产生的噪声，对锁止机构也是一种保护。

维修保养作业时，发动机罩开启后可用撑杆 4 支撑，有两个支撑位，分别可使发动机罩开启角为 60°和 90° 。

拆卸发动机罩时，需先旋下螺栓 14，拆下手操纵拉索及螺栓 13，从铰链总成 3 上拆下发动机罩，再从发动机罩上拆下其他零件。安装时，要用与拆卸的相反顺序进行。注意保证发动机罩 1 与水箱面罩的间隙为 8 ± 3mm，发动机罩 1 与前照灯罩的间隙为 6mm。调整安全钩 5 时，要先松开安全钩的紧固螺钉，前后推动安全钩，使安全钩易于脱开并且保险可靠。注意调整好后一定要紧固。

七、背门的构造与更换

背门的构造，如图 12-7 所示。

背门总成是车身上尺寸及质量参数最大的装配总成，对整车整体造型、背门 1 整体刚度、制造工艺均起着举足轻重的重要作用。

背门 1 的后窗玻璃上、下曲线部

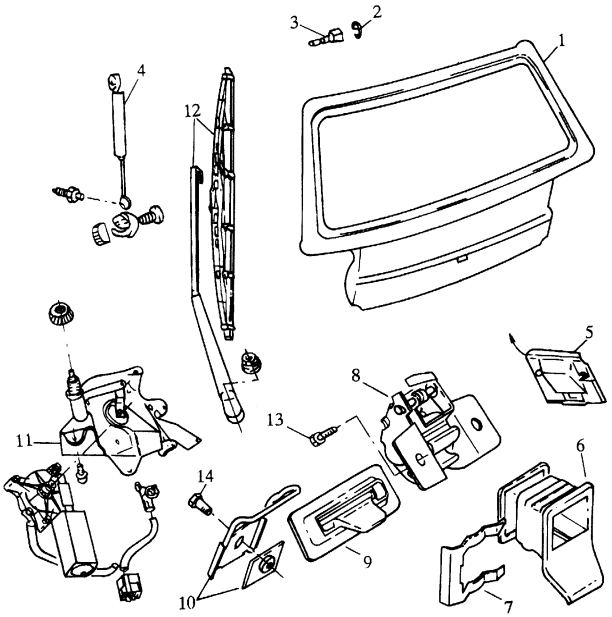


图 12-7　背门总成的构造

1. 背门　2. 弹性挡圈　3. 铰链轴　4. 气动撑杆
5. 锁体装饰块　6. 按钮　7. 弹簧卡片
8. 背门锁　9. 密封座　10. 挡块
11. 刮水器　12. 雨刮　13、14. 螺钉

位的处理在各类两厢车的风格上是独到的。特别是上眉的结构设计，集合理运用空气动力学与造型工艺的完美于一身，不论从侧面还是后面去品味它，都给人以生动和充满活力的感觉。后挡风玻璃周边采用窄线装饰条，给人秀美之感。而玻璃周边又印涂黑色花纹，加上镶嵌于夹层玻璃中的电热丝形成的横线以及装用后雨括机构，又给人以豪华之感。如果再配上供选择安装的导流罩和后尾翼，背门在造型上对整车风格的渲染就非同一般了。

背门本体材料是采用热固型塑料，是用粉状原料在模型中高温高压而成，形状尺寸稳定，不变形。该材料着色性能良好，不会与金属件上的颜色产生色差。另外一点，尽管背门为塑料基体，但是它也有良好的修复工艺性。最主要的优点还是因为该材料具有材质轻、机械性能良好的特色，这种材料选用在保证背门整体刚度上起到了关键作用。

背门的设计处理不仅仅是重外表，从外到内无处不体现创造精品的设计思想，背门上恰到好处地处理了背门密封，电路、水路的路径，内门框装饰，气动撑杆的布置，门锁机构等部件相互关系，就连为了方便取拿货物，还细致地考虑到背门掀起时、联动掀起后搁板这个小小的机构上。

背门的更换。

背门的拆卸：先拆卸背门门框和行李舱两侧的装饰盖板及后舱出风口，然后拆下刮水器和尾灯，脱开线束插接器及背门框密封条内的电线束。利用专用工具将后背门撑住，然后冲出背门撑杆的连接销，拆下气动撑杆总成。再拆卸铰链轴弹性卡圈，抽出铰链轴，最后拆下背门。背门的安装步骤与上述相反。注意拆装时不要损坏电线束，同时保证背门与顶盖的间隙为 6^{+2}_{0}mm，与尾灯的间隙为 5^{+3}_{-1}mm，与后保险杠的间隙为 6^{+3}_{-1}mm。调整背门锁(图 12-7 件 8)时，松开背门固定螺钉(图 12-7 件 13)，可调整背门锁(图 12-7 件 8)与门锁挡块(图 12-7 件 10)的配合。调整完毕必须将紧固螺钉(图 12-7 件 13)拧紧。从背门上拆下的刮水器等可用零件，可安装到换上的新背门上继续使用。

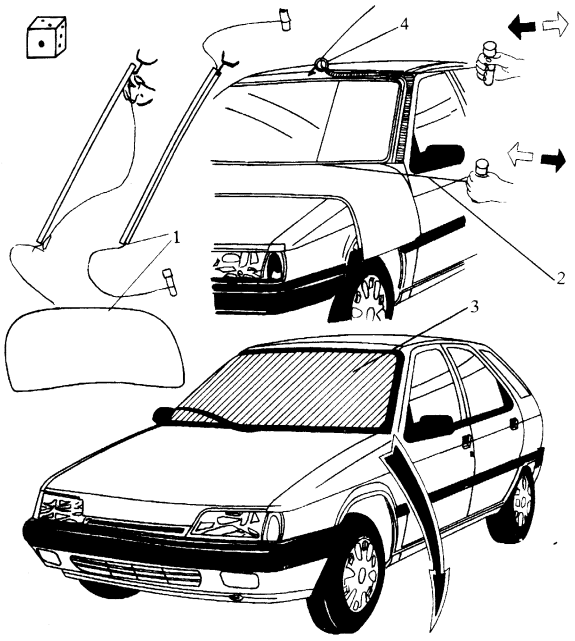


图 12-8　挡风玻璃的更换

1. 密封条　2. 切割器钢丝　3. 挡风玻璃　4. 密封胶体

八、挡风玻璃的更换

挡风玻璃的更换，如图 12-8 所示。拆卸照后镜、刮水器及左右和下边的装饰条等有关附件。从内侧拆卸风窗密封条 1。由于前后挡风玻璃、侧后玻璃是采用自然固化高强度厌氧胶进行密封粘接的，所以需要将钢丝切割器的钢丝 2 穿入挡风玻璃 3 与密封胶体 4 的夹缝中切割密封胶体 4，进而使玻璃与窗框脱离，方可取下挡风玻璃 3。然后清理窗框上残留的密封胶，用清洗剂清洗窗框和挡风玻璃的胶合面，再安装新的挡风玻璃。安装时，需涂上密封胶，再覆上新挡风玻璃。装覆后应停放一段时间，使密封胶自然固化。密封胶自然固化时间：普通密封胶固化时间为 6h(5℃)或4h(20℃)；添加固化剂的密封

胶固化时间为2h(5℃)或0.5h(20℃)。最后装覆窗框密封条及有关附件。

九、后窗玻璃的更换

后窗玻璃的更换，拆卸刮水器和玻璃密封嵌条，并拆卸左右装饰条。旋下螺栓，取下刮水器盖板。拆下后围板的拉线和电线，去除密封胶后，取下玻璃和密封条，并清理窗框残留的粘胶。安装新的后窗玻璃时，需涂上密封胶(密封胶自然固化时间与装前挡风玻璃相同)，再在安装的玻璃边框上装上新的密封条，接着安上新的玻璃和密封嵌条。最后装上后围拉线、电线及装饰条。

十、前、后车门的构造与更换

(一) 前、后车门的构造

1. 前车门的构造，如图 12-9 所示。

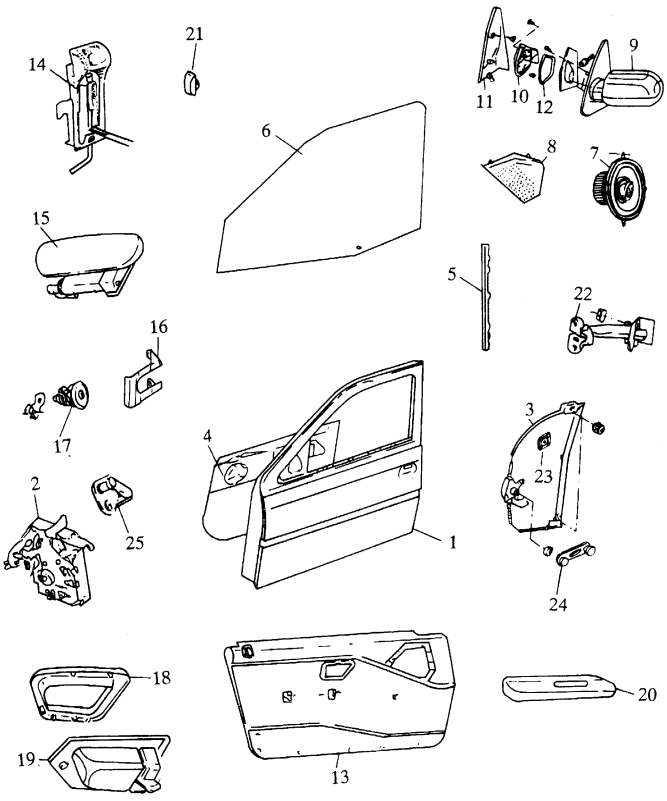


图 12-9　前车门的构造

1. 前门外板　2. 前门锁　3. 玻璃升降器　4. 防水帘　5. 槽架　6. 玻璃　7. 扬声器
8. 扬声器罩　9. 后视镜　10. 后视镜座　11. 护罩　12. 密封垫　13. 内饰板　14. 内锁按钮
15. 外手柄　16. 叉形固定板　17. 锁芯　18. 内手柄护罩　19. 内手柄　20. 内扶手
21. 导向块　22. 限位器　23. 卡扣　24. 升降器手柄　25. 门锁挡块

前车门总成是车身上最为复杂的总成，其设计制造上的成功受到制约条件最多。车门总成是车身上的一个运动件，在其内部又有许多运动关系。车门是乘员频繁进出的通道口，在功能上要满足方便、安全、防水、隔噪、减震、采光、通风等要求，同时车门上的操作件使用频率很高，在可靠性、耐久性方面有很高的要求。

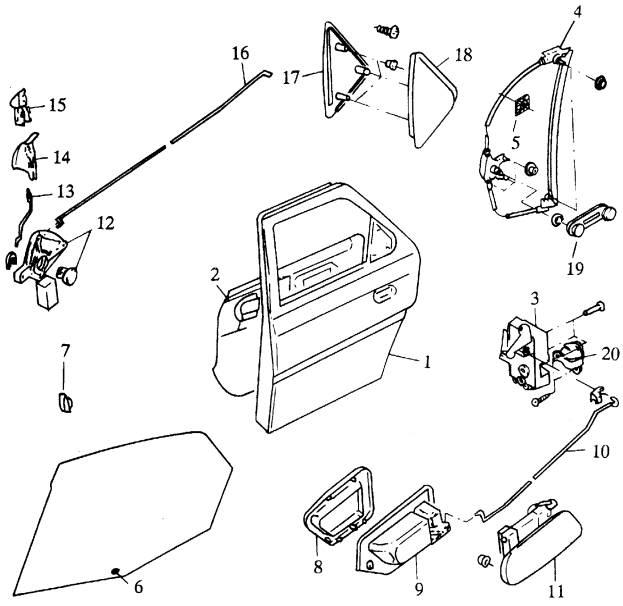


图 12-10　后车门的构造

1. 门外板　2. 内板、防水帘　3. 门锁　4. 升降器　5. 卡扣　6. 玻璃　7. 导向块　8. 内手柄护罩　9. 内手柄　10. 联动杆　11. 外手柄　12. 换向板　13. 联动杆　14. 内锁按钮护罩　15. 内锁按钮　16. 联动杆　17. 内装饰板　18. 外装饰板　19. 升降器手柄　20. 门锁挡块

前车门主要结构特色如下：

车门内、外板均为整体冲压件，车门外廓尺寸得到良好保证，有利于车门安装调整和维修的互换性，而且车门的总体刚度得到可靠保证。

车门内、外板采用压边合成一体，压边上涂有减震密封胶，维修更换外板工艺很简单。

车门铰链采用焊接工艺固定，不会产生尺寸变化，绝对保证车门总成不下沉，同时有利于门锁机构的可靠性和安全性，并可提高门锁寿命。

门腔内装有防撞杆，对抑制正面撞击造成车体变形和侧向撞击时乘员的保护起着重要作用。

采用钢索操纵或电动的玻璃升降器 3，质量轻、结构简单、可靠性好、易于内部布置。

装于车门上的车外后视镜 9 能够实现车内视角调整。

门锁机构均为内藏式，有利于安全性。

2. 后车门的构造，如图 12-10 所示。后车门与前车门不同之处有两处：一是后车门玻璃降到最低处时，仍有 1/4 不能落入车门内；二是车门锁装有防误开机构，以保证未成年人的安全。当车门玻璃还有 1/4 不能落下时，不能用力摇动升降器手柄 19，否则会损坏手柄。当按下内锁按钮 15 时，从车内就无法打开车门，只有从车外将车门打开。若要解除该误开功能，必须将内锁按钮拨至上方。

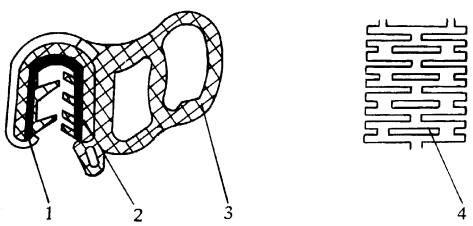


图 12-11　门洞密封条的构造

1. 装配护套(卡紧部分)　2. 骨架　3. 发泡部分　4. 骨架展开图

3. 车门密封条的构造

(1) 门洞密封条的构造　如图 12-11 所示。

门洞密封条是由发泡橡胶 3 和带有金属骨架 2 组成，与表面为塑料的卡紧部分 1 同时挤出成形。其弯曲半径应小于 70mm。卡紧部分 1 表面带有花纹，花纹形状和颜色与内饰的颜色和图案相协调，起到了美化内饰的作用；它不吸灰，以免上下车弄脏衣服，但对加工工艺增加了一定的难度。

密封条为金属骨架、橡胶、塑料三者复合体。

发泡部分3采用的是三元乙丙橡胶(EPDM)，密度为0.6±0.9g/cm³；装配护套即卡紧部分1表面采用的是聚氯乙烯，硬度为65±5HS；金属骨架2材料采用的是低碳冷扎薄钢板，表面要求光亮。

卡紧部分1由塑料和金属骨架2复合而成，使密封条具有一定的刚性和强度，并具有一定的卡紧力。考虑到车身有许多拐角，密封条应与门洞很好的贴合，且具有随意弯曲的特性，所以沿横向切了许多横孔，纵向有一较窄部分相连，起到了像链节一样的作用。

密封条应满足安装要求，在安装状态，空气流通，而且在95℃情况下尺寸变化小于1%，装配护套1相对于门洞翻边的拉出力大于或等于130N/100mm。同时还必须保证，在安装后，在负荷作用下，密封条装配护套不倾斜。

(2) 门玻璃密封条的构造，如图12-12所示。由于门框是由三种不等断面的铝型材组成，所以镶嵌在门框内的门玻璃密封条也是有三种不同的形状(11、12、13)，门玻璃密封条2的内表面有植绒面与门玻璃3接触，提高了密封的可靠性，门洞密封条5的压缩量为4mm，门玻璃密封条2的压缩量为1~2mm。

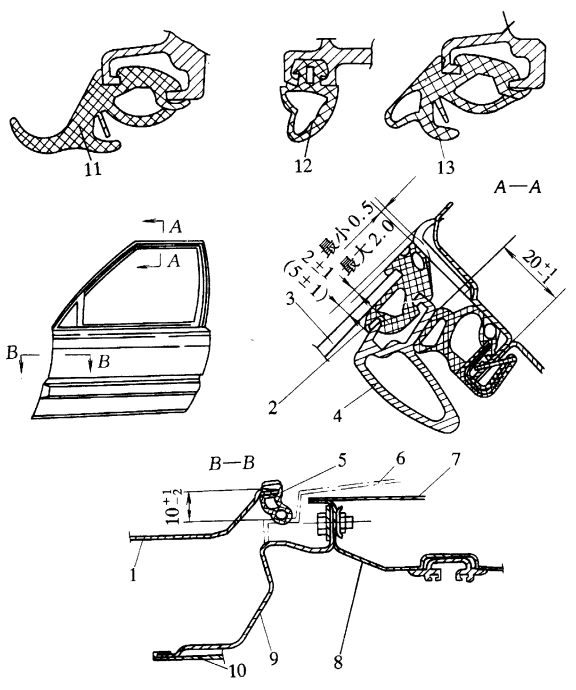


图12-12 门玻璃密封条的构造

1. 门柱 2. 门玻璃密封条 3. 门玻璃 4. 门框 5. 门洞密封条 6. 门护板 7. 内板连接板 8. 内板骨架 9. 端板 10. 外板 11. 用于前门前框和后门后框玻璃的密封条断面 12. 用于导轨的密封条断面 13. 用于前门后框和后门前、上框的密封条断面

(3) 车门下部密封条的构造，如图12-13所示，它在外板下周边又加了一道密封条1，是由于车门下部离地较近，雨水容易溅到门缝外，为此整个车门下部密封条1紧贴在外板表面上，将门缝完全挡住，在外板下部焊有销钉5，导向卡片4卡在销钉5上，卡片4带有弹性，卡紧后不易拆下，车门下部密封条1的内部有不锈钢的骨架2固定在卡片4上，端部还装有堵盖3，以增加美观。

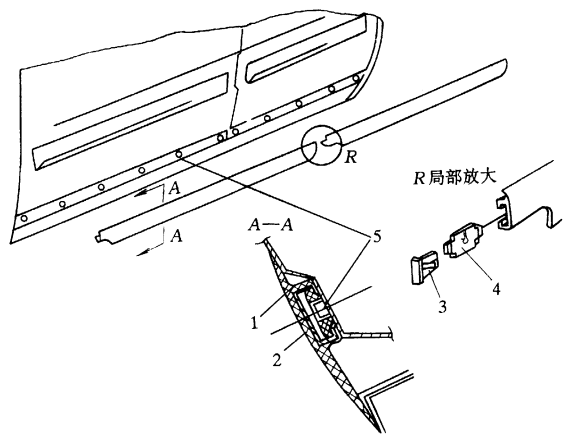


图12-13 车门下部密封条的构造

1. 车门下部密封条 2. 骨架 3. 堵盖 4. 导向卡片 5. 销钉

4. 车门铰链的构造，如图12-14所示。车门铰链为合页式，铰链支座2焊在门框上，其上带有内螺纹孔，单耳页板5焊在车门上，双耳页板1与单耳页板5用铰链轴3连在一起，双耳页板1再用螺栓7与铰链支座2紧固在一起。铰链轴3上

端局部滚花，它与双耳页板 1 靠过盈配合联接。在单耳页板 5 轴孔处装有衬套 4，材料是金属线网外带有聚四氟乙烯，它既耐磨又有自润滑作用，使铰链运转自如。

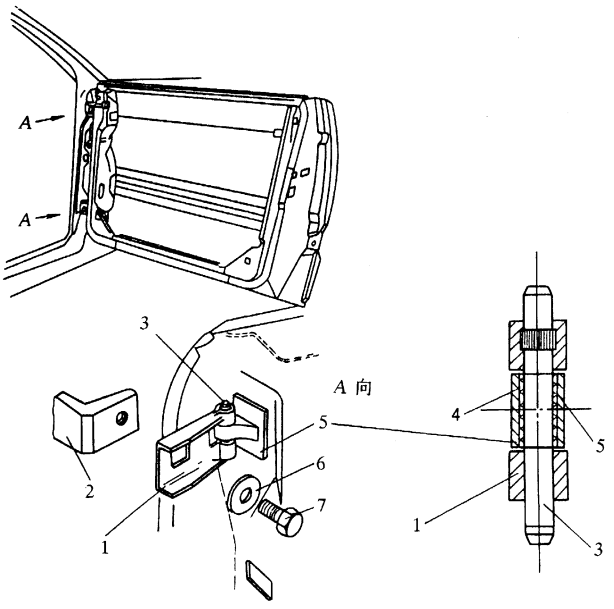


图 12-14　车门铰链的构造

1. 双耳页板　2. 铰链支座　3. 铰链轴　4. 铰链衬套　5. 单耳页板　6. 垫圈　7. 六角头螺栓

5. 门锁的构造与工作原理

控制车门开启、关闭、锁止等装置的各种部件称为门锁机构。门锁机构包括锁体、锁销、锁芯及其操纵部件：按钮、外手柄(外开机构)、内手柄(内开机构)、柔拉线及操纵杆等部件。

(1) 门锁的构造，如图 12-15 所示。后门锁与前门锁的结构基本相同，故其中有 21 个零件是互换的，但又因为前、后门锁位置布置不同，其中外手柄开启臂 1 形状有所不同，此外，后门锁装有小孩安全保险机构 23 比前门锁增加了 3 个零件，共由 25 个零件组成。门锁安装在车门后部端板上，门锁与端板之间衬有胶垫，门锁暴露在端板外部，并用两个内六角螺栓紧固在后部端板上。

卡板式门锁有五种功能：内　外开启，内、外锁止及后门设有小孩保险装置。卡板式门锁配有圆柱形锁销 26 来锁紧。锁销的尾端有螺纹，并套有垫圈 28 和弹簧垫圈 27 按装在门柱上。

① 全开状态

外开门——通过钥匙转动锁芯，使门锁的安全臂 6 在上止点位置(即门锁止按钮在上止点位置,使门锁的开启臂 2 与止动爪 15 在结合位置)。通过外开机构1(车门外手柄及操纵杆)，经杠杆传递开启臂 2 推动止动爪 15，由于弹簧 12 的作用，使卡板 14 与止动爪 15 的啮合脱开，卡板 14 脱离锁销 26 车门就被打开。

内开门——拉起锁止按钮，使门锁的安全臂 6 在上止点位置,(这时门锁的开启臂 2 与止动爪 15 处于结合位置)。通过内开机构(车门内手柄及弯曲拉线使门锁的内手柄开启臂 4 克服弹簧力,推动止推爪 15 使卡板 14 与止动爪 15 的啮合脱开,卡板 14 脱离锁销 26,车门就被

打开。

② 车锁状态

轻微关门，旋转卡板 14 撞击门柱上的锁销 26 而产生旋转，使旋转卡板 14 第一挡位置卡入止动爪 15。此时，门没有被关死，但锁销 26 被包入旋转卡板 14 空穴内，从而使车门处于半关状态。这主要是保证汽车在高速行驶中防止车门完全被震开的安全挡位。

③ 全锁状态

关门时稍微用力，使旋转卡板 14 撞击门柱上的锁销 26 而产生旋转，超越卡板 14 的第一挡位置，而使卡板 14 的第二挡位置被卡入止动爪 15，从而使锁销 26 全部被包入旋转卡板 14 的空穴内，使车门处于全锁止状态，这种情况被认为是安全的。

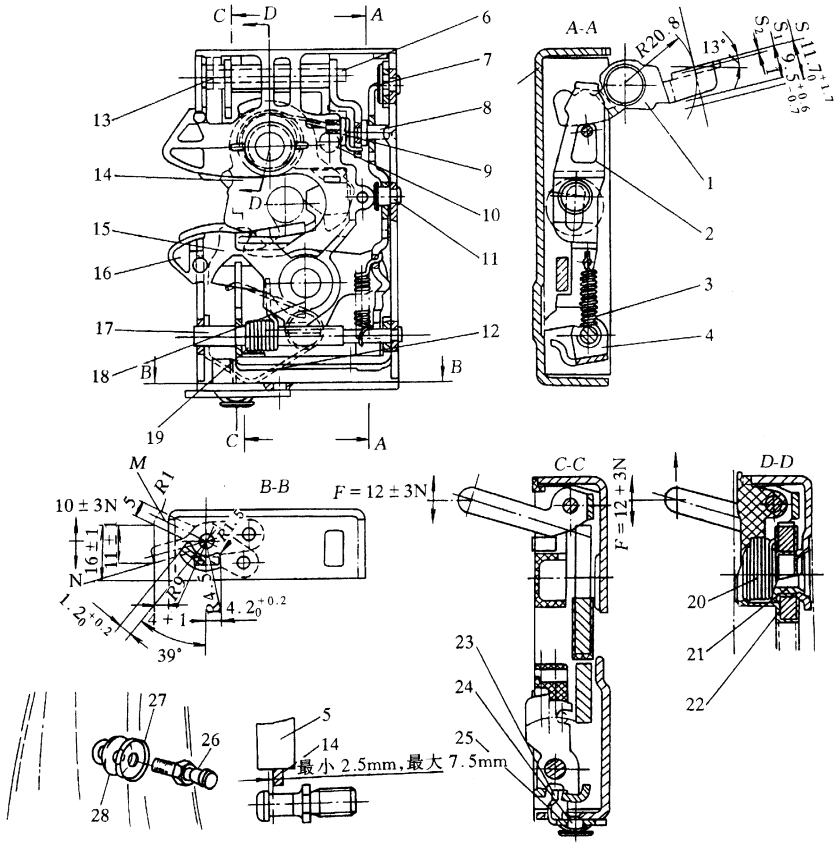


图 12-15 门锁的构造

1. 外手柄开启臂 2. 开启臂 3. 拉力弹簧 4. 内手柄开启臂 5. 壳体 6. 安全臂 7. 阶梯铆钉 8. 阶梯铆钉 9. 安全臂回位弹簧 10. 限位铆钉 11. 阶梯铆钉 12. 止动爪回位弹簧 13. 定位销轴 14. 旋转卡板 15. 止动爪 16. 爪止座 17. 支撑轴 18. 衬套 19. 螺旋弹簧 20. 衬套 21、22. 轴套 23. 杆(小孩安全杆) 24. 阶梯铆钉 25. 弹簧垫圈 26. 锁销 27. 弹簧垫圈 28. 垫圈

(2) 锁止机构的构造，如图 12-16 所示。为了确保门锁止后的安全，需在门锁内设置锁止机构。门锁的锁止机构由门锁的安全臂来控制。当安全臂处在下死点位置时，门锁的开启臂与止动爪脱开(不在结合位置)，这时，开启车门内外手柄都不能把车门打开。

操纵门锁安全臂有三条途径，为了适应这三条途径都能操纵安全臂(图 12-15 件 6)及安

装位置的要求，需在安全臂(图 12-15 件 6)上套入一个塑料件门锁操纵机构转动臂 15。

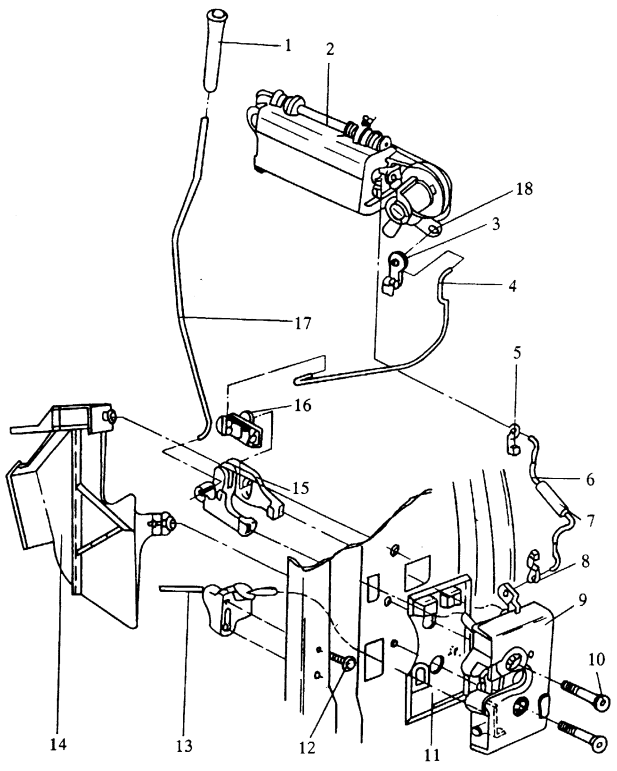


图 12-16　锁止机构的构造

1. 按钮　2. 外手柄总成　3. 卡扣　4. 锁芯与锁体连动杆
5. 卡扣　6. 外手柄连动杆　7. 调整套　8. 卡扣
9. 锁体总成　10. 内六角螺钉　11. 门锁密封垫
12. 十字槽螺钉　13. 弯曲拉线总成　14. 锁体保护罩
15. 门锁操纵机构转动臂　16. 滑动卡扣
17. 按钮杆　18. 连动片

外锁止机构装在外手柄固定板及外手柄壳体上的有锁壳锁芯、弹簧、转动叉、连动片 18，此外还有锁体连动杆 4，它的上端靠卡扣 3 连接于连动片 18 上，下端靠滑动卡扣 16 与门锁安全臂上的门锁操纵机构转动臂 15 相连。

门内锁止机构的连接件有锁止按钮 1、按钮杆 17、导向衬垫、中间衬垫。按钮杆 17 的上端与锁止按钮 1 用螺纹连接，按钮杆 17 的下端插入门锁操纵机构转动臂 15 上，当按下锁止按钮 1 时，开启车门内外手柄都不能把车门打开。当拉起锁止按钮 1 时，解除锁止，开启车门内外手柄都能把车门打开。当把后门锁下面的杆(图 12-15 件 23)向下拨动时，只能从外开启车门，以保护儿童。

(3) 中央控制门锁

中央门锁系统由永磁双向电动机、导线、中央控制器和操纵机构组成，工作时中央控制器控制双向电动机中的电流方向使四个车门和行李厢门同时打开或关闭。电路图见图 10-90 所示。

6. 车门玻璃升降机构的构造

(1) 手摇玻璃升降器的构造，如图 12-17 所示，它的结构为轨道钢丝绳式玻璃升降器，由钢丝绳 1、导轨 2、滑轮 3、上支架 4、门锁联动杆夹子 5、门锁联动杆固定架 6、滑动支架 7、护套 8、制动器 9、弹簧 10、挠性轴夹子 11、橡胶塞 12、上限位架、下支架 13、组合螺钉 14 及摇手柄等组装而成，制动器 9 作用是当摇手柄不能转动时，玻璃所停的位置不能下滑，也不能由于汽车的颠簸而使玻璃上跳。此外，玻璃在外力作用下，制动器 9 能产生制动力矩，防止玻璃强行降落。这种玻璃升降器的特点是手摇轻便，结构简单，质量轻，便于布置。

(2) 手摇式玻璃升降器的制动器的构造，如图 12-18 所示，制动器采用涨圈式结构，利用弹簧圈增大而产生摩擦力矩来阻止玻璃升降。这种结构由制动鼓 1、制动弹簧 2、导向套 3、摇手柄轴 4、制动器固定板 5、卷绳滚筒 6、卷绳滚筒外壳 7 和卷绳滚动轴 8 等组装而成。

制动鼓采用 1.5mm 薄钢板冲压成形，圆周冲有 6 个铆爪，插入制动器固定板 5 的 6 个方孔中，铆爪弯边与固定板贴合。制动器固定板 5 采用 2mm 镀锌钢板，除了冲有 6 个方孔外，还冲有 4 个铆爪及 4 个定位孔，铆爪与卷绳滚筒外壳 7 周边铆合。此外，在固定板 5 上还有

3个凸焊方螺母，以便把升降器固定在门内板上。

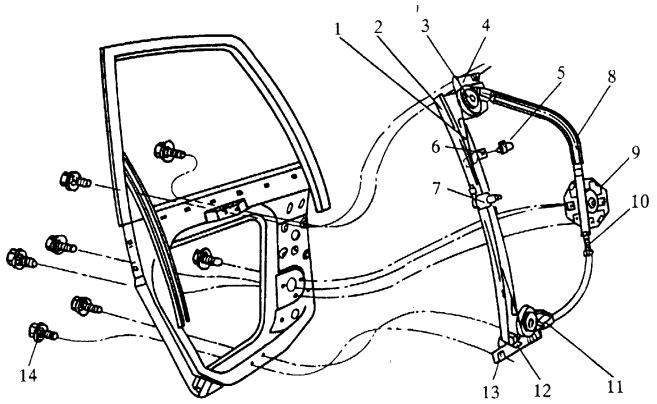


图 12-17　手摇玻璃升降器的构造

1. 钢丝绳　2. 导轨　3. 滑轮　4. 上支架　5. 门锁联动杆夹子　6. 门锁联动杆固定架　7. 滑动支架　8. 护套　9. 制动器　10. 弹簧　11. 挠性轴夹子　12. 橡胶塞　13. 下支架　14. 组合螺钉

摇手柄轴 4 用金属切削加工成形。卷绳滚动外壳 7 和卷绳滚筒 6 为塑料制品。卷绳滚筒轴 8 为压铸锌合金件，并与卷绳滚筒 6 结合为一体。制动弹簧 2 为螺旋扭力弹簧，自由状态时外径稍大于制动鼓 1 内径，弹簧装入到制动鼓 1 产生一定的预紧力矩。摇手柄轴 4 与摇手柄相连。卷绳滚动轴 8 通过卷绳滚筒 6，钢丝绳，滑动支架与玻璃总成相连。

制动器的作用原理：摇动手柄时，摇手柄轴 4 顺(或逆)时针方向旋转，分别推动制动弹簧 2 弯钩内侧的右(或左)即M(或 M′)移动，形成使制动弹簧 2 直径缩小的趋势，从而减小了弹簧 2 与制动鼓 1 内壁间的相互压紧力，于是摩擦阻力减小，弹簧 2 就可顺(或逆)旋转，即使玻璃上升(或下降)。

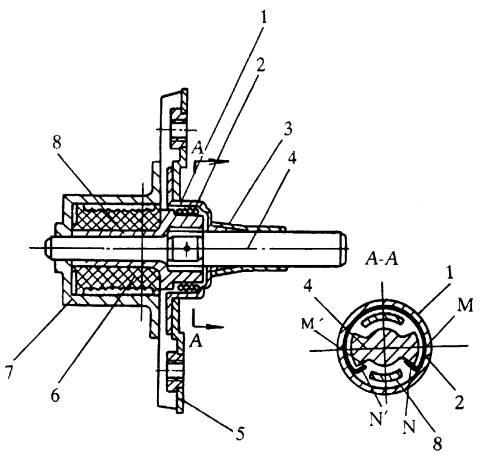


图 12-18　手摇式玻璃升降器制动器的构造

1. 制动鼓　2. 制动弹簧　3. 导向套　4. 摇手柄轴　5. 制动器固定板　6. 卷绳滚筒　7. 卷绳滚筒外壳　8. 卷绳滚筒轴

当外力作用在玻璃上，企图使玻璃上升(或下降)时，卷绳滚动轴 8 沿逆(或顺)时针旋转，推动弹簧钩外侧，(即 N 或 N′)形成使弹簧 2 直径涨大的趋势，于是弹簧 2 与制动鼓 1 内壁的相互压紧力增大，从而形成了一定的摩擦力矩，阻止卷绳滚筒 6 转动。该磨擦力矩也被叫作制动力矩，起制动作用。

(3) 电动车窗的构造，如图 12-19 所示。

电动车窗系统由车窗、车窗升降器、电动机、开关等装置组成。

富康车电动车窗使用的电动机是双向永磁电动机，通过开关控制电流方向使玻璃升降。同时富康车电动车窗只控制前车门窗玻璃，驾驶员侧车门上有两个控制开关，分别控制左右两侧玻璃，而右车门上只有一个开关控制右侧玻璃。

为防止电流过载，电动机内装有热敏断路开关用来控制过热而烧毁电动机。当车窗完全

关闭或由于结冰而车窗玻璃不能自由运动时，即使控制开关没有断开热敏开关也会自动断路。电路图见图 10-90 所示。

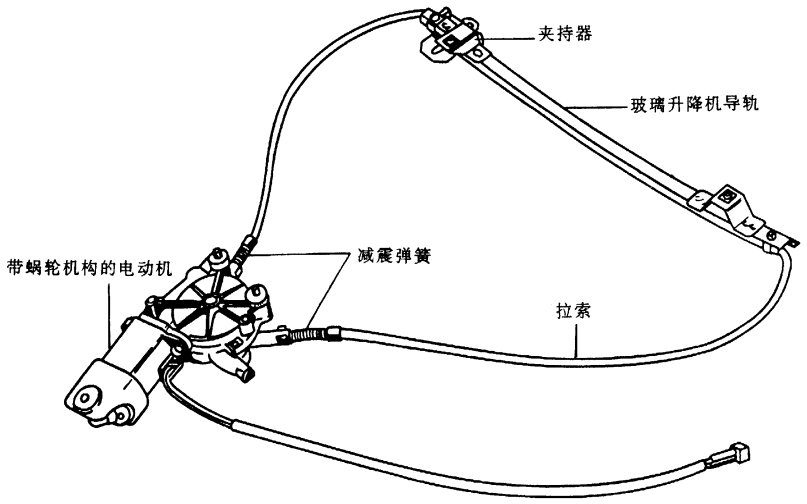


图 12-19　电动车窗的构造

(二) 前、后车门的更换

1. 前车门的更换

(1) 前车门内饰板的更换，如图 12-20 所示。

车门内饰板与其它内装饰件一起形成协调一致的造型风格。车门内饰板系复合材料制成，拆装时须注意不要损坏扣钉 11，应用改锥沿扣钉 11 根部逐个拨开。

富康轿车 AL 型装有电动车窗玻璃升降装置，升降开关布置在扶手手把 3 上。

拆卸内饰板时，需先拆下扬声器罩 5，旋下螺钉 9，取下车门扶手 2 或 3。再拆下卡扣8(用小螺丝刀插入上方小孔,使倒刺卡扣 8 脱开)。

拆卸内手柄(图 12-9 件 19)时，需先拆下内手柄护罩(图 12-9 件 18)，轻轻向上拔起内锁拉钮17(用螺丝刀 18 插入小孔,使倒刺卡扣脱开)；拆下内锁按钮 16，再拆下升降器手柄(图 12-9 件 24)。最后撬起各个扣钉 11，拆下内饰板 1。安装时的顺序与此相反。

(2) 后视镜的拆卸，翻开卡子，拆下后视镜护罩，旋下螺钉，从车门上拆下后视镜座，再旋下螺钉，拆下后视镜。

(3) 防水帘及车门限位器的拆卸。先拆下罩板，拔出防水帘扣钉，取下防水帘。旋下螺母，拆下车门限位器。

(4) 门玻璃及升降器的拆卸；先拆下电动升降器的线束，将门玻璃升到顶部。旋下螺钉，拆下玻璃槽架，再将门玻璃升在玻璃导轨半行程处，将固定玻璃与升降器的卡扣转动 90°后，取下卡扣。脱开玻璃与升降器二者之间的固定关系。再将玻璃降到底，拆下玻璃上的导向块(图 12-9 件 21)。向前摆动玻璃，将其取出。旋下 5 个螺母，拆下玻璃升降器。最后拆下门玻璃密封条。

(5) 门锁的拆卸，如图 11-21 所示。

取下车门侧面的两个橡胶堵塞，用神龙公司提供的专用工具1(9504—T.E)拧在锁芯叉形固定板 2 上，向里推进，感觉到叉形固定板 2 与锁芯 3 分离时，向门中央抽出锁芯叉形固定

板 2，即可抽出锁芯 3。然后旋下螺钉 4，从车门上拆下门锁 5。再从门柱上旋下螺钉，拆下门锁挡块(参见图 12-9 件 25)。

2. 前车门的安装

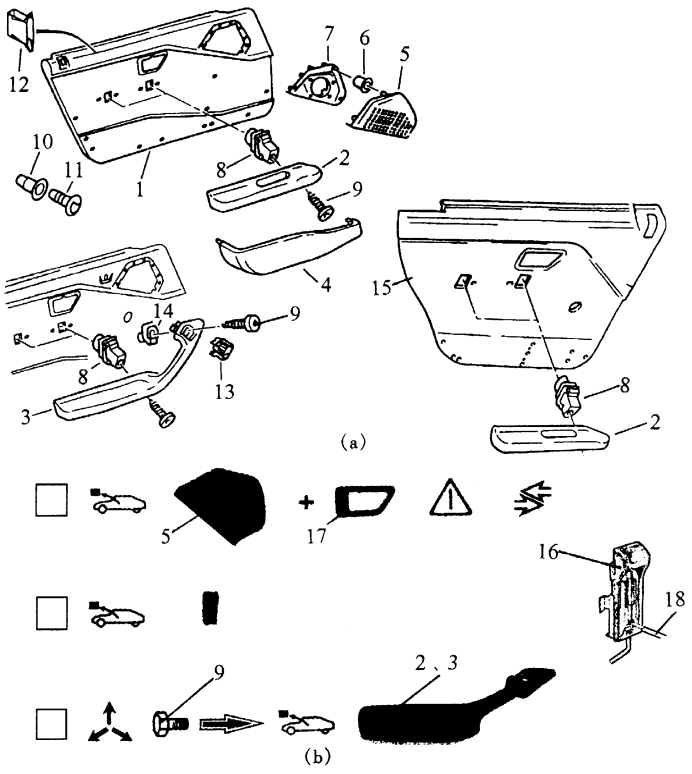


图 12-20　前车门内饰板的更换

1. 前门内饰板　2. 车门扶手　3. 车门扶手(AL)　4. 杂物箱　5. 扬声器罩　6. 卡扣座　7. 扬声器支架
8. 卡扣　9. 螺钉　10. 卡扣座　1Γ. 扣钉　12. 卡夹　13. 开关支架　14. 卡子　15. 后门内饰板
16. 内锁按钮　17. 内锁拉钮　18. 螺丝刀

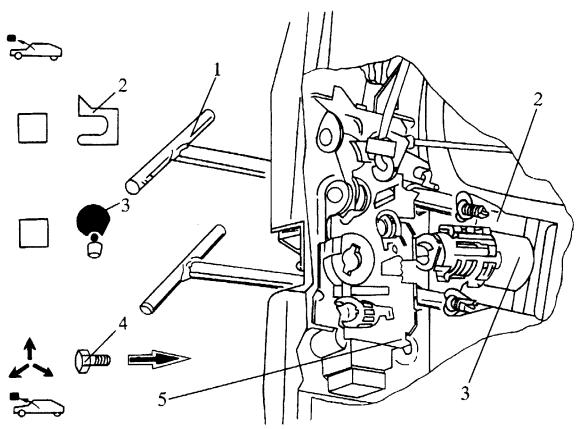


图 12-21　门锁的拆卸

1. 专用工具(9504—T.E)　2. 叉形固定板　3. 锁芯　4. 螺钉　5. 门锁

安装前车门的步骤与拆卸步骤相反。将门锁挡块固定在门柱上，需松开螺钉可做一定的调整，以调整车门外板与车身的平整及锁芯与门锁挡块的配合。

3. 后车门的更换(拆装步骤均相似于前车门)

第三节　车身内部可拆件的维修

车身内部装配件主要包含仪表板总成、操纵台、座舱内饰件、左右前座椅及安全带机构、后座椅总成、遮阳板、内视镜、后搁板、灭火器和随车工具等。

一、仪表板总成的构造与更换

仪表板总成的构造与更换参见图 10-100。

二、操纵台的构造与更换

操纵台的构造与更换，如图 12-22 所示。

操纵台 2 是内部造型的一个组成部分，使内部造型更美观，亦衬托内饰整体具有豪华感。

操纵台前部为变速杆操纵部分，后部为驻车制动操纵部分，均由非金属材料注塑而成。在前后均利用空间注塑出杂物盒，同时也增强操纵台刚度。

操纵台后部还适应后排座吸烟者需要，布置了一个后烟灰盒 3。拉开烟灰盒后，按压里面的金属簧片，可将烟灰盒取下，以便清洁。

拆卸操纵台前，需先拆下护罩 1 和变速器操纵杆手柄，旋下操纵台的紧固螺钉 5 及螺母 6，即可卸下操纵台。注意：变速杆及手制动操纵台的后紧固螺母位于烟灰盒下，需拆下烟灰盒方可看见。

安装的顺序与拆卸相反。

三、顶部内饰件的构造与更换

顶部内饰件主要由顶盖内饰板 1、遮阳板 3 和 4、顶灯控制板 6、内后视镜 5、扶手 2 等部件组成。如图 12-23 所示。

顶盖内饰板 1 采用毛毡纤维板热压成形。内饰板与顶盖间涂有强力粘胶，以保证内型的耐久性。两侧扶手 2 用螺钉 10 固定，固定螺钉 10 隐藏在扶手外饰板 11 下面。遮阳板 3、4 收起时镶嵌在顶盖内饰板成型的凹陷位置，保证顶盖内饰的形体流畅。遮阳板后面有票据夹和化妆镜，左右遮阳板间的顶灯、开关与灯罩是一体的，只要前后按动灯罩即可实施控制。

拆卸时，撬起扶手外饰板 11，旋下螺钉 10，拆下扶手 2，旋下螺钉 12，拆下左、右遮阳板 3 和 4。旋下螺母 14 和螺钉 13，拆下顶灯控制板 6。从固定座 8 上拆下内后视镜 5。

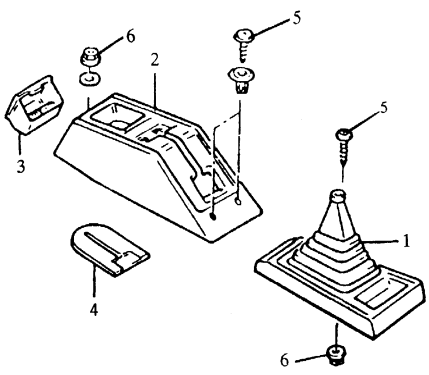


图 12-22　操纵台的构造与更换

1. 密封护罩　2. 变速杆及手制动控制台(操纵台)　3. 烟灰盒　4. 隔音板　5. 螺钉　6. 螺母

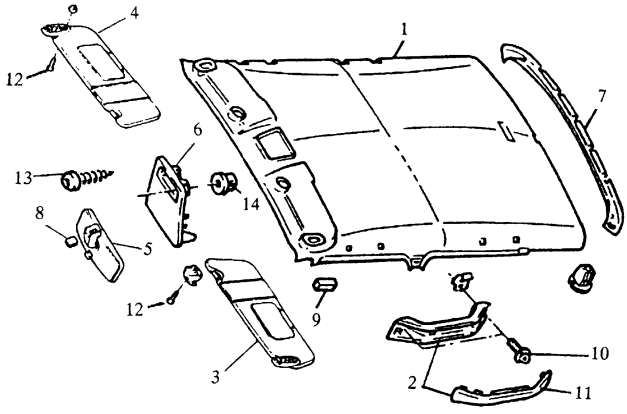


图 12-23　顶部内饰件的构造

1. 顶盖内饰板　2. 扶手总成　3. 左遮阳板　4. 右遮阳板　5. 内后视镜　6. 顶灯控制板　7. 顶盖后装饰条　8. 固定座　9. 吸音块　10. 螺钉　11. 扶手外饰板　12、13. 螺钉　14. 螺母

四、安全带的构造与更换

1. 安全带的构造

(1) 前座椅安全带的构造，如图 12-24 所示。前座椅安全带，也称腰肩连续带。三点式座椅安全带主要由织带 2、卷收器 1、带扣 5 和 6、高度调节器 3、导向板 4、支架 8、限位钮 7 及安装附件等组成。其中，织带 2、卷收器 1 及带扣 5 和 6 是安全带的重要组成部分。织带 2 是构成安全带的本体，通常有尼龙，聚酰胺、聚酯的合成纤维的原丝织成。利用原丝的根数和热处理方法的不同，可以得到所需要的强度和伸长率。在发生事故时，安全带不仅应将乘员控制在座椅上，而且能够靠其自身的适当延伸和缓冲作用来减轻人体受到的伤害。所以织带必须有足够的断裂强度和一定的伸长量。织带还应具有耐磨、耐光、耐污、耐寒、耐热、耐水、染色牢固、阻燃等性能。

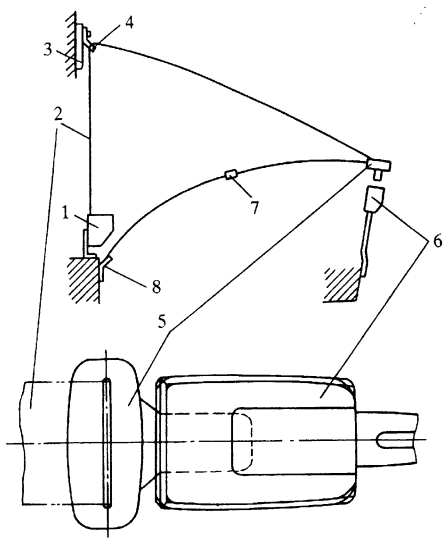


图 12-24　前座椅安全带的构造

1. 卷收器　2. 织带　3. 高度调节器　4. 导向板　5. 锁舌　6. 锁扣　7. 限位钮　8. 底支架

带扣是指将乘员束缚在座椅安全带总成内的快速系脱联接件，由锁扣 6 和锁舌 5 组成，它的特点及性能如下：

① 带扣外型优美、流畅，表面完整平滑，无锐利的棱角和过大的间隙。在车行驶及使用时无摆动响声和其它干扰声。

② 带扣的所有金属件均涂漆或电镀，且不易退色和剥落，具有很高的防护耐蚀性能。非金属件具

有耐光、耐热、耐寒和耐冲击性。

③ 它的尺寸和形状能够保证在事故发生时，对使用者不产生不适当的压力和损害。

④ 操作简单方便，易于灵活系脱，锁舌能在织带上轻易移动，锁舌端部的结合与松开都毫不费力。

⑤ 带扣的位置处于座椅内侧，单手可以轻易系脱。在按钮表面涂以桔红色且注明了易懂的“PRESS”或“按”字样。桔红色明亮度高，与周围的黑色有强烈的对比效果，人眼对其感受性高，紧急时易于快速识别，第三者可以轻易脱开。

在肩部转向点处，装有高度调节器 3，高度调节器 3 可调五个位置，共 84mm，基本上可以满足不同身高的需求。同时在结构上可以保证不致因向下的拉力而使其改变位置，调节灵活可靠，可以使乘员的肩部处于最舒适的状态。

安装附件是指座椅安全带总成固定在车辆上任一或所有固定件的总称。座椅安全带的安装附件主要是螺栓、螺母、垫圈、支架等。有些螺母焊在车身底板或侧围上。这些附件都具有很高的强度和耐蚀性能。

(2) 卷收器的构造，如图 12-25 所示。卷收器是指座椅安全带总成中部分或全部贮存织带的装置。卷收器可分为无锁紧型(NLR)、手调锁紧型(MLR)、自动锁紧型(ALR)和紧急锁紧型(ELR)四大类。富康车座椅安全带的卷收器是较先进的双感式紧急锁紧型卷收器。既对织带拉出加速度敏感，也对车辆加(减)速度敏感，同时还对车体倾斜状态敏感，织带可以因多种条件变化而锁止。其锁止工作原理如下：

① 当车体加(减)速度达到一定值时，钢球 14 由于惯性力的作用从底座 16 及外棘爪 13 中球窝内脱出，将外棘爪 13 顶起，卡在外棘轮 5 上，使在织带拉出时，外棘轮 5 不会随织带卷轴 1 一起转动，从而也使补偿弹簧 7 拖住惯性轮 6 不动。惯性轮 6 上的拨爪拨动随动棘爪座 9 上的棘爪 10 偏转而卡在锁止摆臂 11 的内棘轮上。由织带拉出的拉力通过棘爪 10 带动锁止摆臂 11 发生偏转，锁止摆臂 11 上的拨销在锁止爪 17 的槽中，带动锁止爪 17 如图中箭头方向 B 偏转，卡在织带卷轴 1 棘轮上，限制了织带卷轴 1 在织带拉出时沿箭头方向 A 的旋转，从而使安全带锁止。以上动作能够在瞬间可靠而准确地完成，所以可保证乘员在车速变化时(指加或减速度超过一定值)安全带紧急锁止。

② 当车体姿态发生变化、倾斜过大，其倾斜角度超过一定值时，钢球 14 同样将外棘爪 13 顶起，卡在外棘轮 5 上，原理同①，也使安全带紧急锁止。

③ 当织带拉出加速度超过一定值时，惯性轮 6 由惯性的作用，将克服弹簧力使随动棘爪座 9 上的棘爪 10 偏转，卡在锁止摆臂 11 的内棘轮上。由织带拉出的力通过棘爪 10 带动锁止摆臂 11 发生偏转，从而带动锁止爪 17 如图中箭头方向 B 偏转，卡在织带卷轴 1 的棘轮上。限制了织带卷轴 1 沿 A 方向的旋转。同样也使安全带紧急锁止。

卷收器的收卷工作原理：当织带拉出时，框架 2 的另一端有一个内端固定在织带卷轴 1 上，外端固定在框架 2 上的涡线弹簧(图中未示出)被压缩而储存能量。当拉力解除时，由于弹力的作用，使织带自动收回到织带卷轴 1 上。

2. 前座椅安全带的更换，如图 12-26 所示。旋下螺栓 5，拆下安全带锁和支架 4；旋下螺栓 12，拆下安全带 3 与门槛处的固定端；旋下螺栓 10，拆下安全带 3 与安全带高度调整装置 13 的固定端；旋下螺栓 11，拆下安全带盒 9。用与拆卸相反的顺序安装新的安全带。

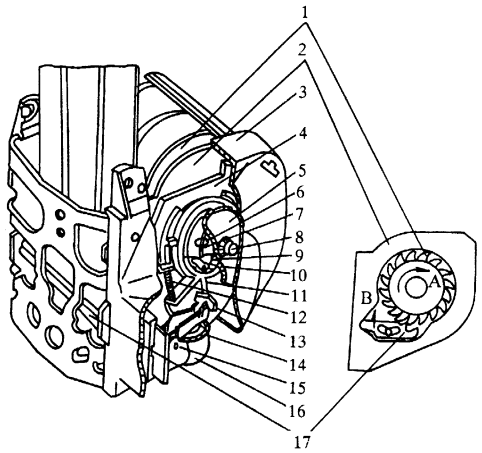


图 12-25　卷收器的构造

1. 织带卷轴　2. 框架　3. 锁止器罩　4. 锁止器座　5. 外棘轮　6. 惯性轮　7. 补偿弹簧　8. 压帽　9. 随动棘爪座　10. 棘爪　11. 锁止摆臂　12. 锁止爪复位弹簧　13. 外棘爪　14. 钢球　15. 铰链轴　16. 底座　17. 锁止爪

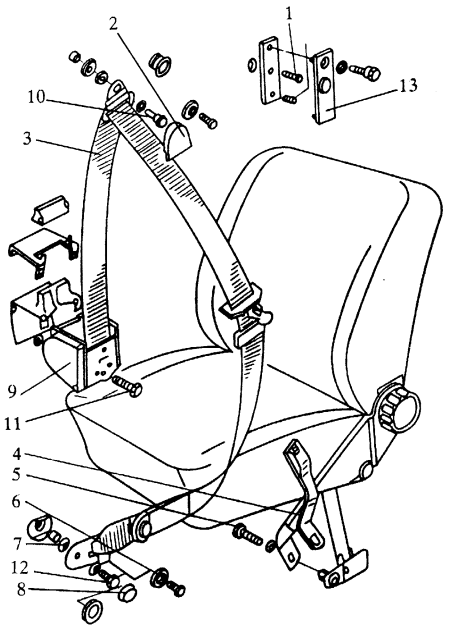


图 12-26　前座椅安全带的更换

1. 固定螺钉　2. 安全带转向护板　3. 左(右)前座安全带　4. 安全带锁扣支架　5. 固定螺栓　6. 螺塞　7. 安全带紧固垫片　8. 螺钉头帽　9. 左(右)前座安全带盒　10. 螺栓　11. 螺栓　12. 螺栓　13. 安全带高度调整装置

五、座椅的维修

(一) 前座椅的构造与更换

1. 前座椅的构造

如图 12-27 所示。

前座椅充分体现人体工程的适应要求。座椅具有前后调整装置，前后调整量为 220mm，充分适应各种身材人员驾驶。座椅后靠背 1 倾斜角可调，以获得最舒适的驾驶姿式，座椅头枕 2 亦可上下调整，有效防护乘员头、颈。座椅面料花纹采用洋溢法国风情的色泽和图案，面料透气性、吸湿性都充分考虑了人体舒适感觉。座垫密度和骨架弹簧的合理匹配使之有效衰减二次震动，提高了乘座舒适性。

2. 前座椅的更换

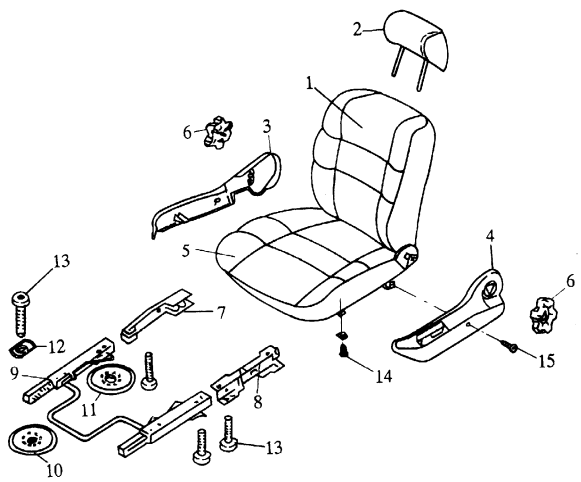


图 12-27　前座椅的构造

1. 靠背　2. 头枕　3. 内护板　4. 外护板　5. 座垫　6. 手柄　7. 右内侧支撑架　8. 左外侧支撑架　9. 滑轨总成　10. 前滑轨垫块　11. 后滑轨垫块　12. 挡板　13. 螺栓　14、15. 螺钉

(1) 头枕的更换，如图 12-28 所示。先拔出卡箍 2，从靠背上的头枕升降滑筒 3 中向上拉出头枕 1。

(2) 前座椅的拆卸，参见图 12-27 所示。

拆下座椅与地板的连接螺栓 13，便可拆下座椅总成，旋下螺钉 15 及手柄 6，再拆下内外护板 3 和 4，便可分开座垫 5 和靠背 1。之后旋下螺钉 14，分开座垫 5 与左、右侧支撑架 7 和 8。

(3) 靠背面罩的拆卸，如图 12-29 所示。扳直卡箍 1，从卡箍上拉出靠背面罩的张紧钢丝 2。用工具 3 将靠背面罩拉紧钢丝 2 与拉簧 4 脱钩。夹断卡箍 1，取下靠背面罩张紧钢丝 2，即可取下靠背面罩。

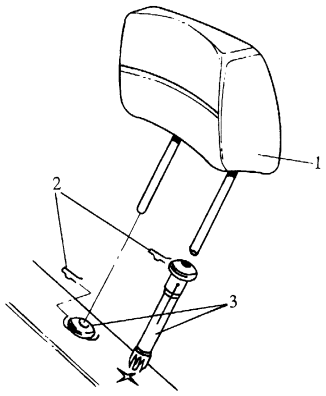


图 12-28　头枕的更换

1. 头枕　2. 卡箍　3. 头枕升降滑筒

(4) 座垫面罩的拆卸，如图 12-30 所示。将张紧钢丝 1 从座架 8 上松开。拆下螺钉 2，将左右夹箍 3 扳直；拆下夹箍 4，将夹条 6 从座椅底座上拆下。向上掀起座垫面罩 5，将座面上的钢丝 7 与座架 8 脱钩，取下座垫面罩 5。

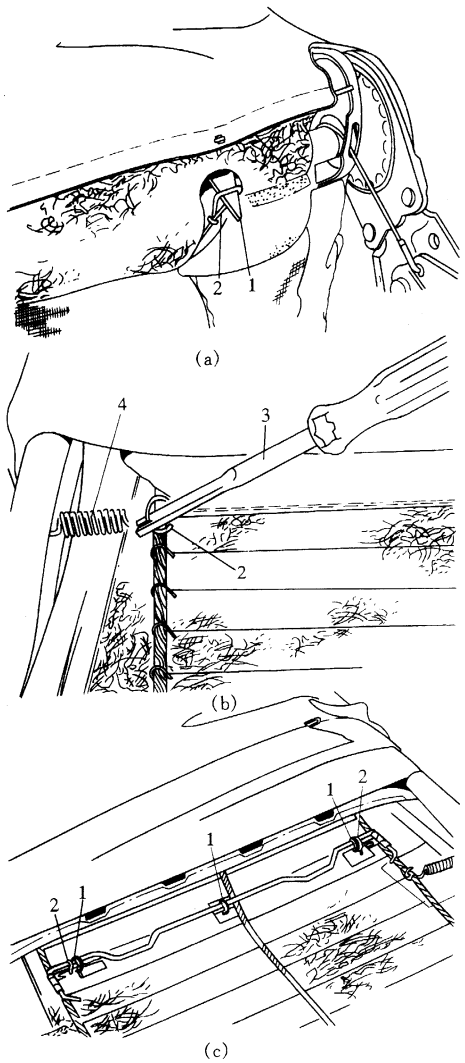


图 12-29　靠背面罩的拆卸

1. 卡箍　2. 靠背面罩张紧钢丝　3. 工具　4. 拉簧

(5) 靠背蒙皮安装注意事项，如图 12-31 所示。安装靠背面罩时，应先将滑动纱罩 1 放在靠背海绵 2 上端，以便于面罩的安装。安装靠背面罩时，要将蒙皮钢丝 6 末端和张紧钢丝 5 穿过靠背蒙皮，将蒙皮钢丝 6 挂在张紧钢丝 5 上。用卡箍 7 将蒙皮钢丝 6、钢丝 3 和 4 固定到一起。(为易于安装，应将靠背面罩加热到 30℃)。待完全装好靠背蒙皮后，挂上拉簧(图 12-36 件 4)。

(二) 后座椅的构造

如图 12-32 所示，后座椅在座椅垫 3、靠背垫 2 面料选取上与前座椅特色保持一致性，其功能独特之处就是考虑了后座椅的可折叠性，这一点是在整车构思时就已确定的。正常位置时，其定位机构可靠，与内饰造型在尺寸上是吻合协调的。需要扩展行李厢空间时，座椅方便地脱开固定机构，可以翻转折叠靠向前排座，并保持后地板平整。

由于后座椅的靠背垫 2 与座椅垫 3 都为整体成型海绵结构，拆卸比较容易。

六、前围隔音板的构造与更换

前围隔音板的构造，如图 12-33 所示。

前围隔音板 1 跟随前围几何形体，形状复杂，

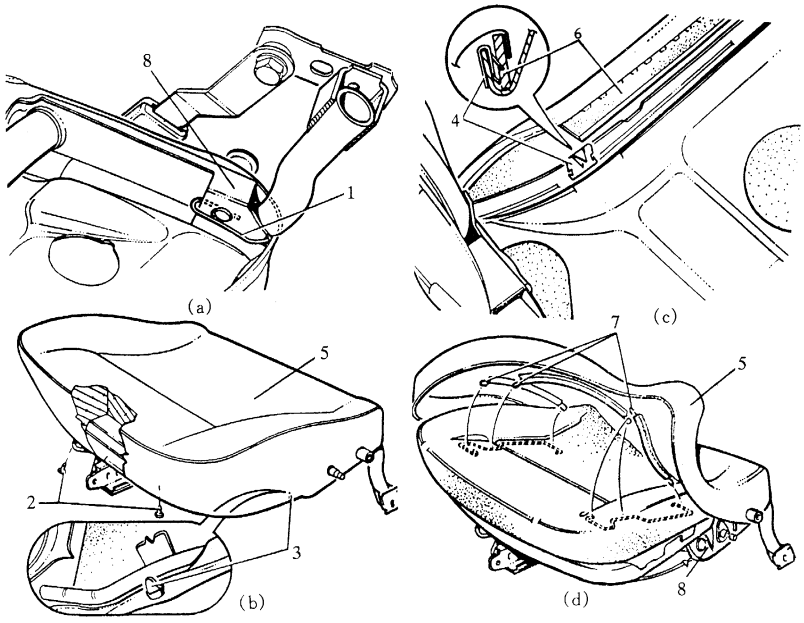
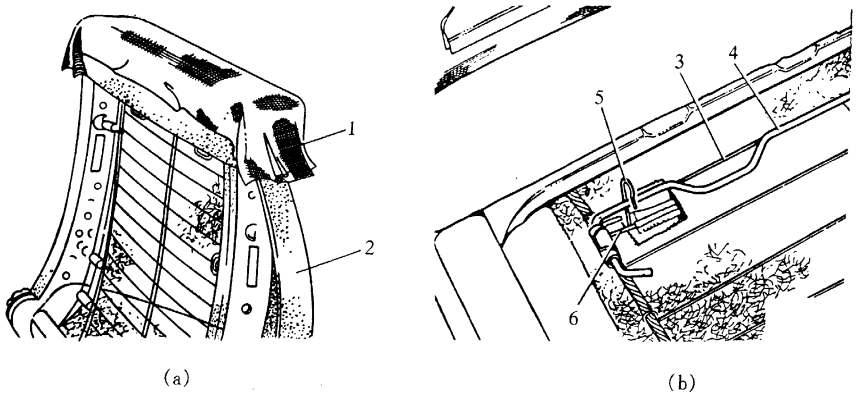


图 12-30　座垫面罩的拆卸

1. 张紧钢丝　2. 螺钉　3. 夹箍　4. 夹箍　5. 座垫面罩　6. 夹条　7. 钢丝　8. 座架



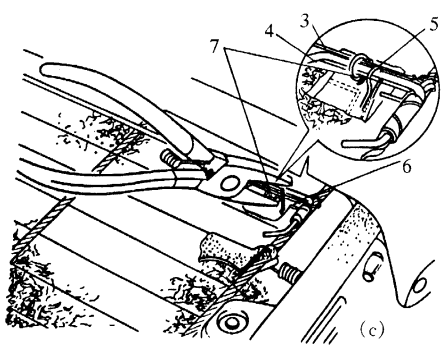


图 12-31　靠背蒙皮的安装

1. 滑动纱罩　2. 靠背海绵　3、4. 钢丝　5. 张紧钢丝　6. 蒙皮钢丝　7. 卡箍

采用20mm泡沫塑料模具成型。中间有5处卡扣5将其固定，上面由仪表板本体压住，左右由两侧隔板2、3压住，下部由前地毯压住。与前围吻合，以隔挡发动机舱的噪音和热量。拆卸前，需拆下仪表板、左右隔板3、4，掀起前地毯，撬出卡扣5后，拆下前围隔音板1。

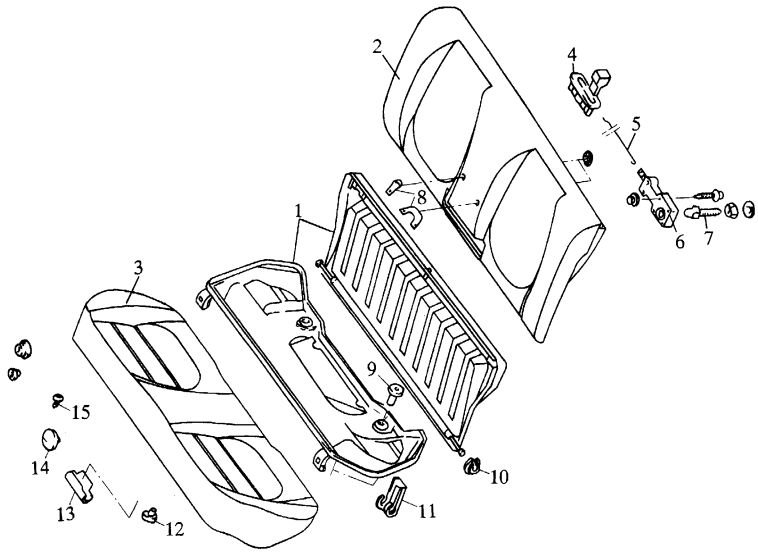


图 12-32　后座椅的构造

1. 座垫骨架　2. 靠背垫　3. 座椅垫　4. 手柄　5. 固定杆　6. 椅背固定锁　7. 锁销　8. 安全带挂钩　9. 盖形螺母　10. 轴衬套　11. 支架　12. 橡胶缓冲块　13. 座垫托架　14. 保持夹　15. 堵盖

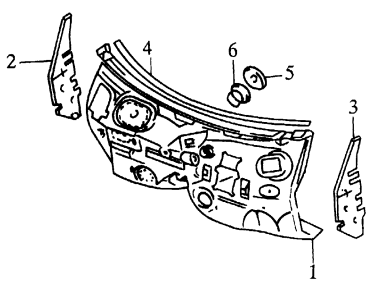


图 12-33　前围隔音板的构造

1. 前围隔音板　2. 右隔板　3. 左隔板　4. 密封条　5. 卡扣　6. 扣钉

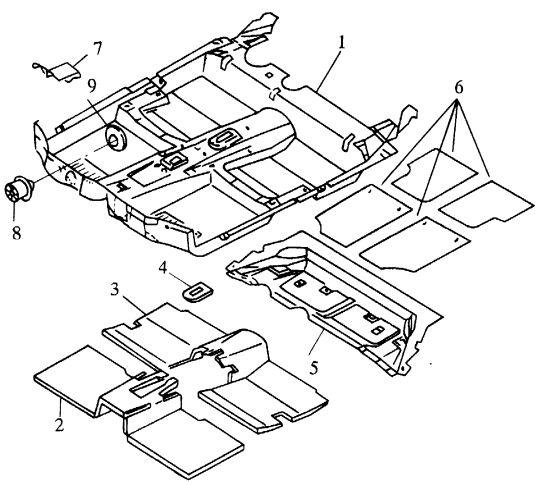


图 12-34　前地毯装置的构造

1. 前地毯　2. 前隔音垫　3. 中间隔音垫　4. 隔音板　5. 后隔音垫　6. 脚踏垫　7. 卡扣　8. 固定座　9. 扣钉

七、前地毯装置的构造与更换

前地毯装置的构造，如图12-34所示。

前地毯1用合成纤维纺织品热压成型，是一个大型复杂内饰件。前地毯1下面衬有20mm厚的纤维毡垫起着隔热隔噪作用。为了车内清洁打扫，在乘员脚下铺设了踏垫6，方便取下在车外清洗。

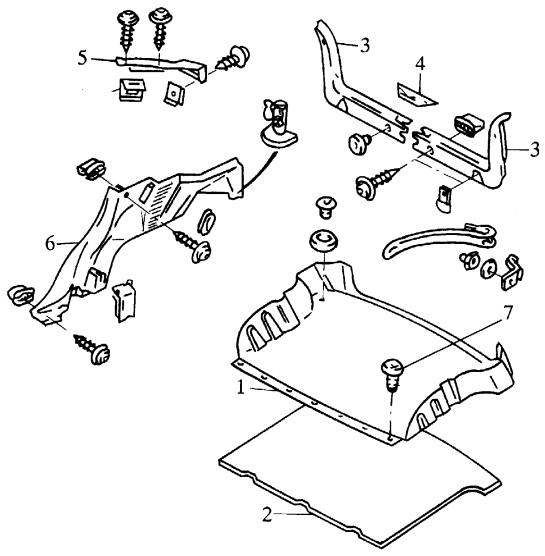


图 12-35　行李箱装饰件的构造

1. 行李箱地毯　2. 行李箱隔音垫　3. 门框左、右装饰板
4. 锁罩下装饰板　5. 左装饰件　6. 右装饰件　7. 螺钉

前地毯装置拆卸时，需先拆下扣钉9和卡扣7。

八、行李箱装饰件的构造与更换

行李箱装饰件的构造，如图12-35所示。

行李箱隔音垫2衬在行李箱地毯1下面，不仅仅起隔音、隔热作用，对行李亦有减震的缓冲作用。地毯前端由螺钉7固定，延伸在后座椅下面，左右边缘被左右装饰件5、6压住，后端被门框左、右装饰板3压住，后端有一“⊔”剪口，掀开此剪口可露出备胎架固定螺栓头，用摇把可拆卸备胎。

拆卸行李箱地毯时，需先拆下门框左右装饰板3及左、右装饰件5、6，再旋下螺钉7，拆下行李箱地毯1。

九、后搁板的构造与更换

后搁板的构造如图12-36所示。

后搁板的设计是富康轿车较为成功的一笔，也体现了创新与实用的完美结合，后搁板1的配置，更体现座舱内部布置的豪华感。搁板上面可以方便地放置一些轻质物品。搁板设计上是一个方便拆装的部件，以适应不同体积物品的装载要求。其材料为ABS塑料复合化纤织物，搁板1可绕其前端的销轴转动，方便装货。后背箱门关上时，后搁板1挂钩4又起压板作用，控制路面颠簸造成后搁板1撞击噪声，将后搁板1两边的绳头挂在后背门上的挂钩4时，当后背门掀起，亦会带动后搁板1掀起，使你放置货物时省了举手之劳。

拆卸后搁板时，先从挂钩4上取下挂绳2，将后搁板1后部抬起45°，向后拉出。安装方法与拆卸方法相同。

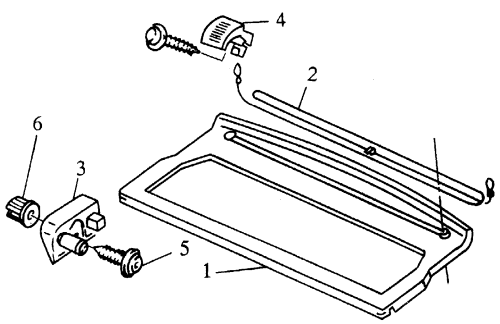


图 12-36　后搁板的构造

1. 后搁板　2. 挂绳　3. 右销轴
4. 挂钩　5. 螺钉　6. 螺母

十、门柱装饰件的构造与更换

门柱装饰件的构造，如图12-37所示。门柱装饰件烘托了整车内饰整体性和豪华感。

拆卸门柱装饰件的方法是，先拆下卡扣6和5，接着拆下窗柱装饰件1。然后拆下卡扣7，

旋下螺钉 12，拆下中柱上装饰件 2。最后旋下螺钉 13，拆下中柱下装饰件 3。

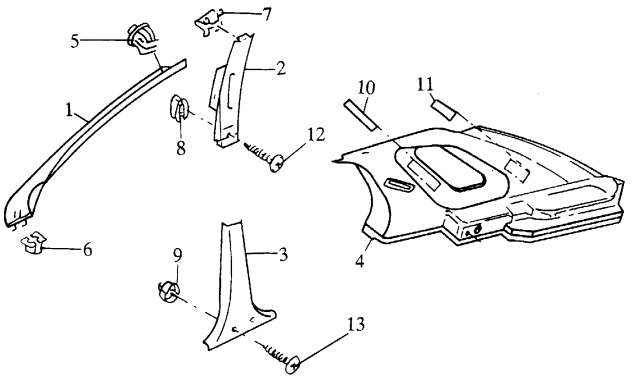


图 12-37　门柱装饰件的构造

1. 窗柱装饰件　2. 中柱上装饰件　3. 中柱下装饰件　4. 侧后窗装饰件　5、6、7. 卡扣
8. 塑料螺母　9. 固定夹　10、11. 隔音板　12、13. 螺钉

第四节　车身焊接件的维修

一、车身焊接件的特点

(一) 大量采用镀锌钢板

为了增加车身的使用寿命，富康轿车车身大量采用镀锌钢板，如图 12-38 所示。其镀锌钢板使用量占 75%，其中双面镀锌钢板占 65%。需要注意的是，由于有了镀锌层，电阻值也增大，焊接中应增大碰焊电流，焊接电流增大比率与镀锌钢板品种有关，在镀锌钢板品种的选取上，分如下四种方式：

A：钢板 EZ10/0 单面电镀锌，锌层厚 10μm，焊接电流增加 15%；

B：钢板 EZ10/10 双面电镀锌，锌层厚 10μm，焊接电流增加 25%；

C：钢板 G10/10 双面热浸镀锌，锌层厚度 10μm，焊接电流增加 35%；

D：钢板 G10/01 单面热浸镀锌，另一面刷涂，焊接电流增加 45%。

在车辆修复中只允许作冷加工，不允许用气焊(避免损坏镀锌层)，加热整形往往会造成钢板局部变脆弱，直至断裂，尤其是对钢板较厚的结构件。

(二) 高弹性钢板的使用

富康轿车设计上要求对车身受力强度大，经常处于交变负荷的恶劣受力件，还采用了高弹性极限钢板。由于这些部位的冲压件其材质含碳量高，在维修时绝对不允许采用气体焊，否则会因焊接性能差，焊接时容易产生裂纹或是损坏。

富康轿车采用高弹性钢板的情况，如图 12-39 所示。

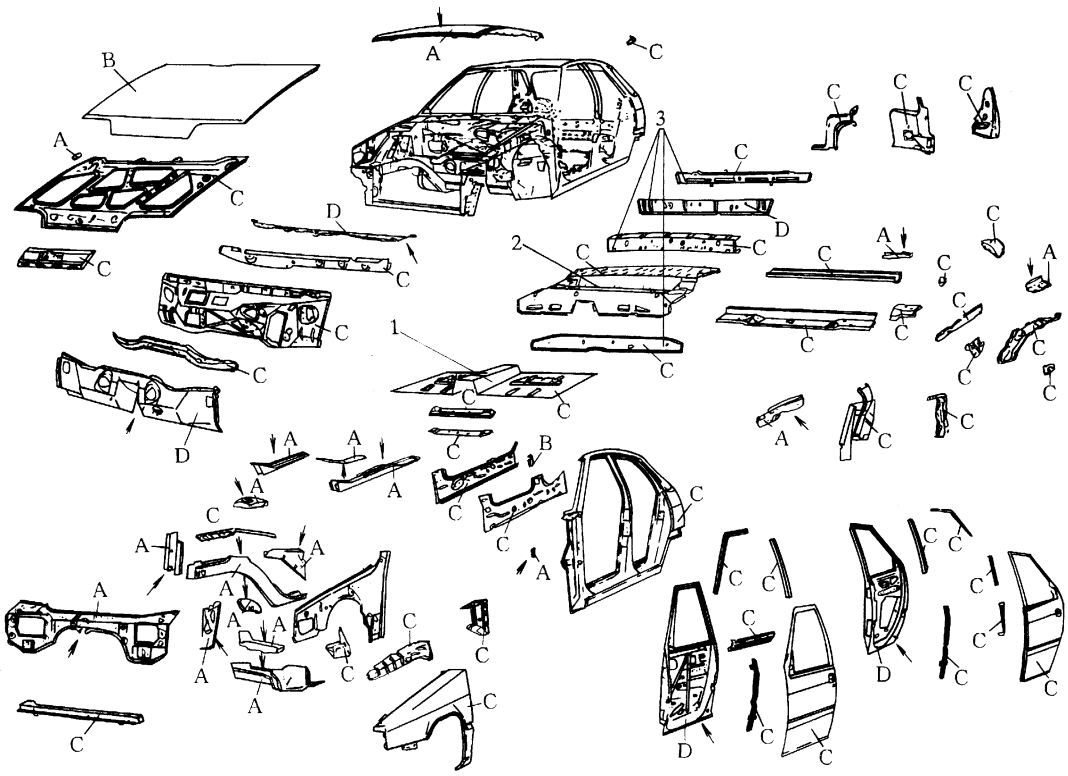


图 12-38　车身上采用镀锌钢板件的分布

1. 前地板本体　2. 后地板本体　3. 横梁

A、B、C、D. 使用镀锌钢板处

注："→"指向为镀锌层的一面

（三）车身上聚苯乙烯加注的喷口的分布

富康轿车车身上聚苯乙烯加注的喷口的分布。

对于车身的隔热、隔震、隔噪是一个相互交织的系统，除了在有效地提高车身刚度和严格的密封工艺措施外，富康轿车车身设计制造时还采取了如下措施：

在车身空腔夹壁中喷涂聚苯乙烯泡沫，该材料具有很高的膨胀性，膨胀率为200%，阻燃性好，不会助燃，遇明火会碳化、收缩。维修时可用明火去除，但车身修复后应重新加注。聚苯乙烯在空腔中可以起到防尘、保温、隔热的良好作用，对吸震、隔噪也有良好功效。

富康轿车在前支柱下部、侧后玻璃支柱、后支柱、后轮罩上部等分四处设有聚苯乙烯的喷口，喷口处有堵盖。

（四）车身上热塑型材料的分布

车身上热塑型材料(PVC)的分布，为了车身的隔热、隔震、隔噪，在车门外板内侧、后轮罩内侧、前围内侧、地板等处均粘有PVC板。这种材料可经热熔后重复使用，对环境造成污染少。这类材料占采用的塑料制品总质量的75%。

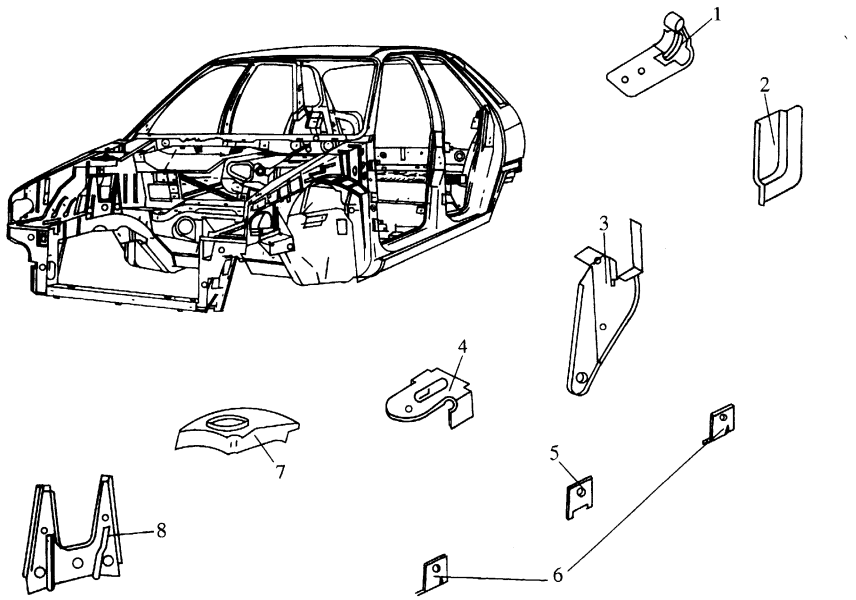


图 12-39　车身上高弹性极限钢板的分布

1. 背门铰链　2. 气动撑杆的固定加强板　3. 备胎支架　4. 手制动固定加强板

5. 千斤顶支架　6. 支架　7. 悬架左右支架　8. 发动机支架

二、车身焊接件的修复

(一) 车身修复使用的工具

1. 车身修理常见的手用工具，如图 12-40 所示。可根据被修整部位、钢板曲折状态及其他条件适当选择工具。

2. 车身修理常见手用工具的使用方法

(1) 锤子和抵座的使用方法

使用锤子是为了使金属板复位。根据修整部件的特点应选择不同的锤子。使用的方法应遵循“与其重敲几下，不如轻敲多次”的原则，敲打时应同时拉动锤子，使锤头的金属表面上滑动。

当凹痕高于抵座表面时，锤子应敲击凹坑的中心。当凹坑低于金属板表面朝向抵座时，应把抵座靠着凹坑的凸部，然后用锤子敲击凹坑的边缘。握捶时，拇指应沿锤柄放在上面，不要握紧锤柄，这样才能更好地控制敲击。

锤子有多种。锤头形状各不相同，如方形、圆形和锯齿形等。锤体的形状也不同，如尖的、粗的等。其用处不同，短锤用于空间受到限制的地方；长锤用于敲击部位较深的地方；锯齿形锤面则用于使金属紧缩；锥形锤身用于面板的压模部位。

同样，抵座也有多种形状和大小，每一种均可使特定的修复工作变得容易。抵座的质量、形状和轮廓各不相同，以适应不同的修整部件和不同形状。有的抵座还开有槽，用于压槽和压模处。

(2) 车身锉刀的使用方法

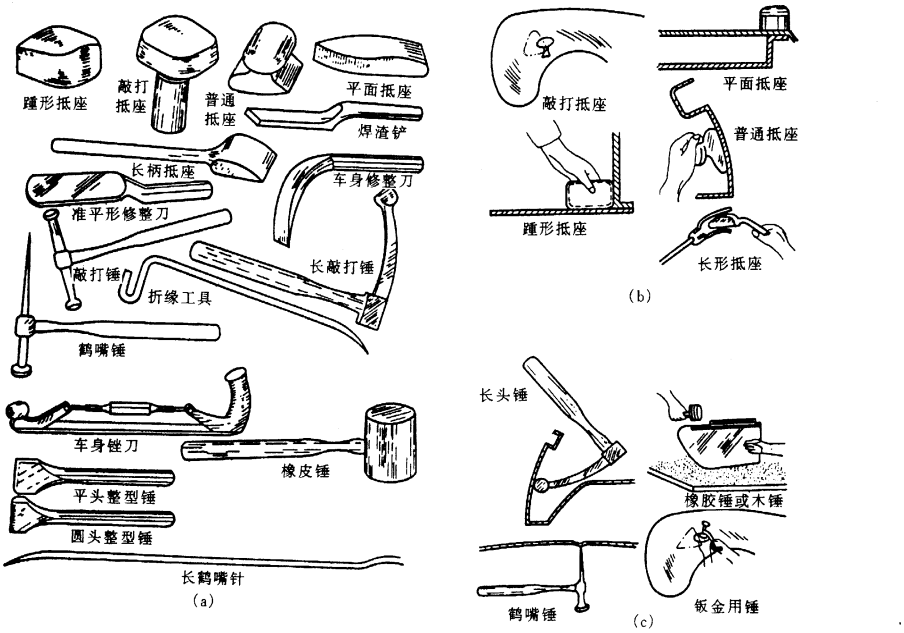


图 12-40　车身修理常见手用工具

（a）车身修整专用成套工具　（b）抵座　（c）钣金作业锤

如图 12-41 所示，车身锉刀是用来修整锤、抵座、修平刀等工具作业留下的凸凹不平部位而使用的工具。它只与凸起金属材料接触。适用于加工后表面较粗糙而需进行光洁处理的作业。

当车身面板的凹痕逐渐消失而可用手摸出高低时，则要进一步进行修整；若用手已摸不出高低时，需用车身锉刀帮助鉴别，此时使用车身锉刀只能轻轻地锉，其目的不是锉掉金属，而是找出其不平处再用抵座和锤子来修整。

3. 车身修理的常见机械工具

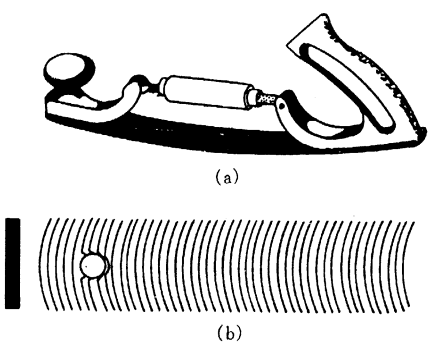


图 12-41　车身锉刀的使用

（a）挠性车身锉刀夹持器

（b）铣齿挠性车身挫刀(装于夹持器上使用)

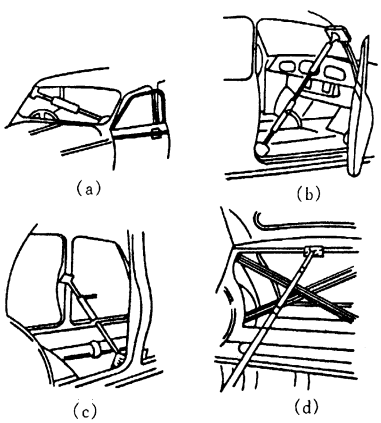


图 12-42　液压千斤顶使用实例

（a）用于前面窗框　（b）用于门开口部

（c）用于中心柱　（d）用于中部面板

车身损伤的修整一般可先用机具进行粗整。再用手用工具进行精整直至变形复原、损伤消除为止。几种机具说明如下。

(1) 便移式液压车身千斤顶，如图 12-42 所示。此千斤顶可用于拉、压、弯曲、扩、紧固、举升、冲击等多种修整作业。

(2) 移动式车身修整机，如图 12-43 所示。该机采用结实的梁式底座，一端以框轴支撑，上面装有可移动的立柱，在座梁与柱之间还装有液压头。当压头受到液压作用时，立柱倾斜，使由链连接的车身板被拉伸，从而进行修整作业。底梁上装有小脚轮，可以移动。

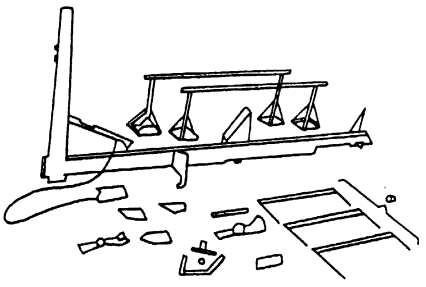


图 12-43　移动式车身修整机

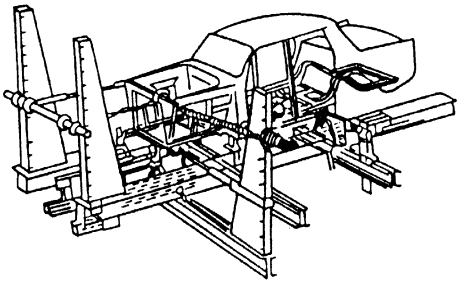


图 12-44　固定式车身修整机

(3) 固定式车身修整机，如图 12-44 所示。该机可把整个车体牢固地固定在承载台上并能以强大的动力进行修整。同时，又可对车体边平衡边修整。

(4) 台式车身修整机，见图 12-45 所示。该机可直接安装在导轨上，它与固定在台面上的车体与拉伸装置配合，对车身进行修整。

(二) 车身修理的粘结与密封材料

1. 车身修理粘结剂

车身修理过程中，有许多部件需要进行粘结，根据粘结的部件与材料的不同，所用的粘结剂也各不相同。

(1) 耐热粘结剂：用于粘结人造板和折合式顶篷。加入 10%硬化剂，可耐 120℃高温。

(2) 万能粘结剂：用于粘结绝缘材料、橡胶件、地毯、车内装饰纤维填料、纺织品等。但不适用于聚乙烯薄板的粘结。

(3) 合成粘结剂：用于粘结橡胶，电源部件等。

(4) 外廓橡胶粘结剂：用于粘结车门，发动机罩盖，后挡板，行李箱罩盖上的橡胶密封垫及其它粘结到金属上的橡胶密封垫。

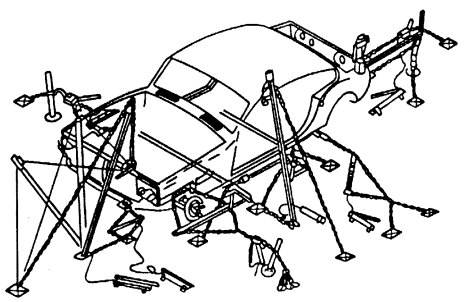


图 12-45　台式车身修整机

(5) 玻璃—金属粘结剂：用于粘结后视支架和通风口附件。

(6) 活化剂：用作玻璃粘结。

(7) 密封粘结剂：用于粘结嵌入式前风窗玻璃，侧窗玻璃及后风窗玻璃。

(8) 玻璃底层涂料：用作前风窗粘结底层涂料，必须涂在玻璃表面上。

(9) 清洁溶剂：用于清洁所有与底层涂料和粘结剂禁止接触的表面。

(10) 硅酮橡胶粘结剂：用于粘结和密封车身上的加强筋、加强板、钢架等。

(11) 分散型粘结剂：用于粘结安装在车身内表面的成形衬板和成形厚板。

(12) 粘结带：用于粘结车门内侧防护板、前护板及阻流板等。

(13) 聚乙烯粘结密封剂：用于密封车顶和流水槽，粘结大扭矩连接件接头，粘结和密封金属、塑料和玻璃，粘结传动大扭矩零件间宽接缝的连接。

2. 车身修理密封材料与防松液

车身修理过程中，所采用的密封材料有以下几种：

(1) 密封带：用于密封车身上所有的螺栓和组合尾灯。

(2) 硅酮粘结密封剂：用于密封车顶和流水槽，粘结大扭矩连接件接头，粘结和密封塑料和玻璃、流水导向面和流水导向板、金属孔眼和橡胶垫圈等，粘结车门、发动机盖、尾门、行李箱盖、车顶扶手等，同时也密封其间隙。但不可过量使用。

(3) 车窗密封剂：用于防止车窗漏水，也用于密封嵌入式车窗。

(4) 不硬化密封剂；用于密封紧固螺纹、拉索、管子和线状孔。

(5) 丙烯酸密封剂：用于密封车头部件的折合车顶。

车身修理中所用的防松液是用于锁紧紧固螺纹，如门窗摇手柄、滑杆等。它的特点是易

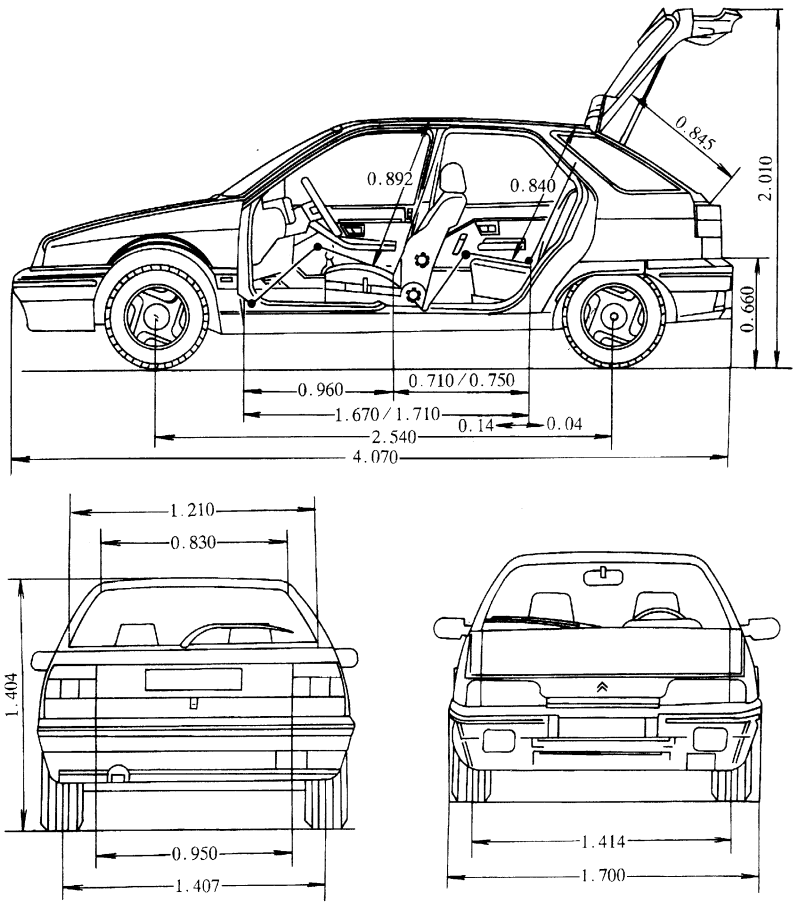


图 12-46 整车车身的控制尺寸(单位:m)

于拆卸。

（三）整车车身的校正

1. 整车车身的控制尺寸，如图 12-46 所示。整车采用承载式车身，无车架，因此车身控制尺寸十分重要。

2. 整车校正时的车身底部的定位点位置及尺寸，如图 12-47 所示。

进行整车校正时，先在车身底部每边规定的 9 个点上进行定位、测试，然后根据变形程度进行校正作业。

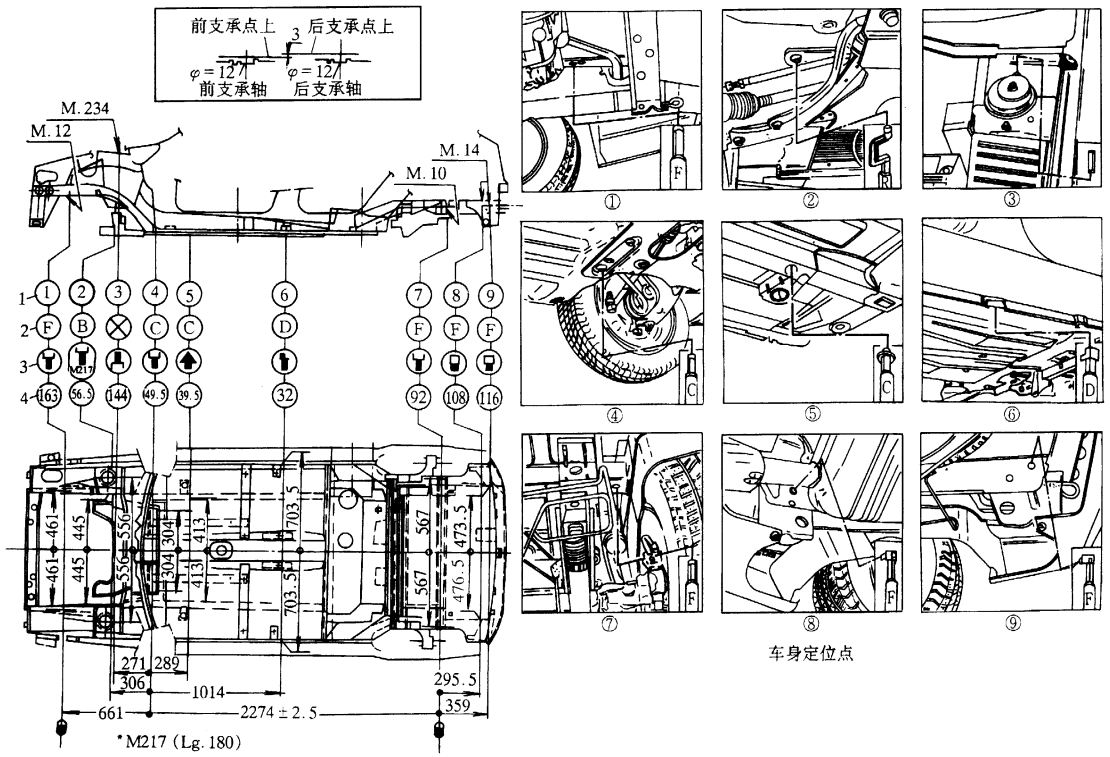


图 12-47　整车校正时车身底部定位点位置及尺寸

1. ①～⑨为车身每边的定位点　2. Ⓕ～Ⓔ为使用定位的支撑工具类型

3. 定位的形式　4. 水平高度尺寸(mm)

3. 车壳校正时车壳底部的定位点及尺寸，如图 12-48 所示。对车壳进行校正时，先在车壳底部每边规定的 12 个点上进行定位、固定，然后进行校正作业。

（四）车身修整的程序

1. 钣金整形基础技术

车身的修整主要是钣金整形，因此熟练地掌握其整形技术是车身修理的必备条件。

（1）凸面的修整。如图 12-49 所示的凸起面，先使锤与抵座中心对正，然后轻握手锤并以手腕的力量进行敲击。

抵座表面形状应适应钢板表面曲线，且抵座表面硬度宜高于钢板。经修整后钢板将延伸，所以修整后还应进行复形作业。

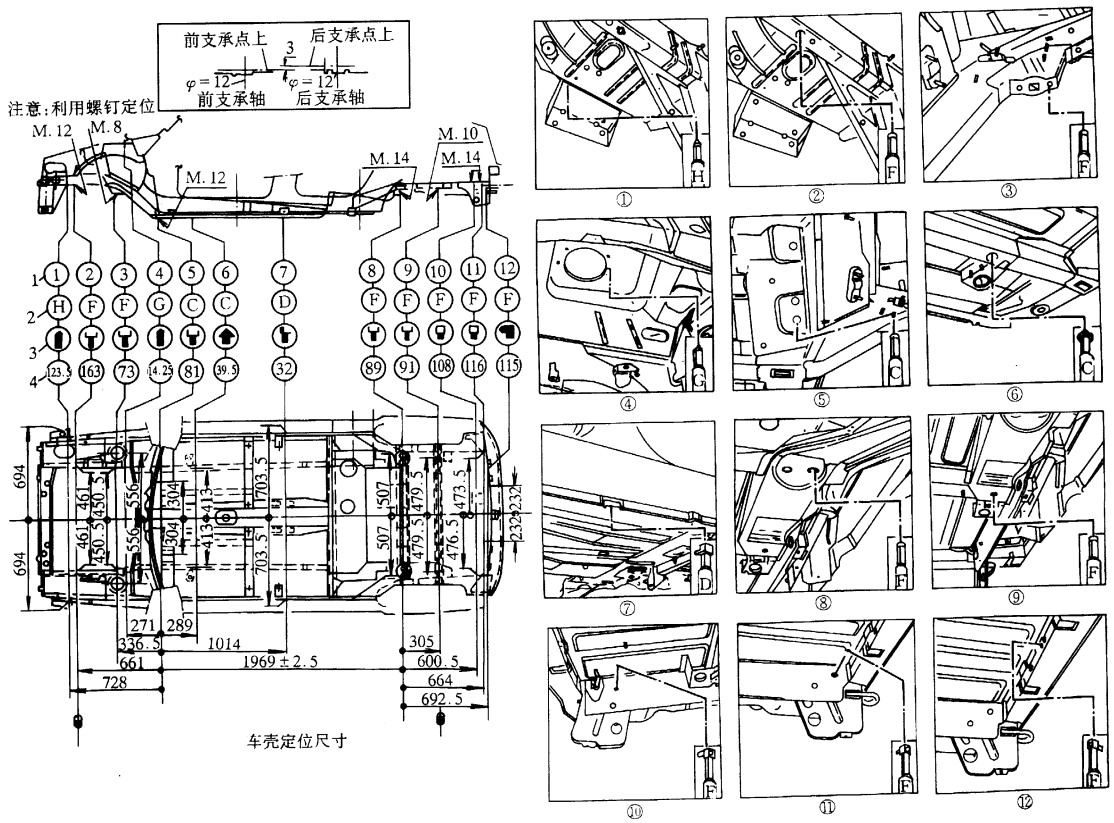


图 12-48　车壳校正时，车壳底部的定位点位置及尺寸

1. ①～⑫为车壳底部的定位点　2. Ⓗ～Ⓕ为使用的定位支撑工具类型

3. 定位形式　4. 为水平高度尺寸(mm)

(2) 凹面的修整。对图 12-50 所示的凹面进行修整时，锤击点是在凹隐部分的周围，即凸凹不平表面的较高部位。这样可使钢板在抵座与锤击点中间处受到作用力而延展。上述两种方法的重要原则是：锤击点选在高的部位，抵座处于低的部位。

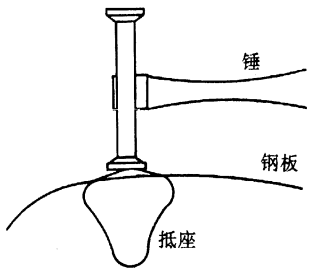


图 12-49　凸面的修整

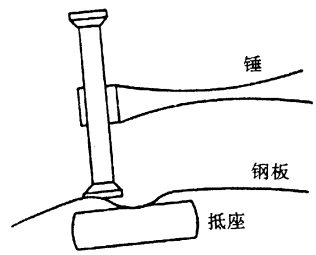


图 12-50　凹面的修整

(3) 大凹面的修整。对图 12-51 所示的大凹面进行修整时，首先把凹面的中间部位用喷灯加热，然后在中间部位下侧用抵座顶起，从而形成大的平面。最后把两端变高的部位按图 12-49 或图 12-50 中所述方法修整，直至复原。

(4) 曲率较大的凸面修整。如修整像挡泥板表面等曲率较大的部位时，可按图 12-52 所

示的顺序进行。

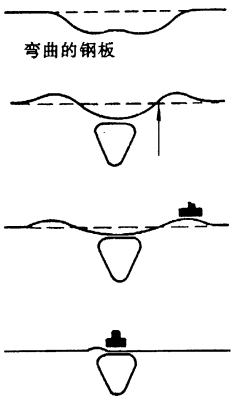


图 12-51　大凹面的修整

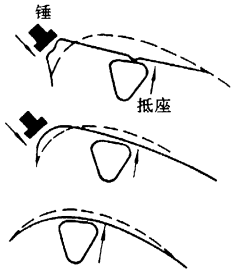


图 12-52　曲率放大的凸面的修整

对较小的凹凸面的修整，宜以手探触凹下部位，再从反侧用锤轻轻敲打修整。当被修整表面难于放进抵座、修平锉刀时，或虽可放进但需拆下许多部件时，可使用拉伸式修整工具。

2. 锈损面板的修补与打磨技术

(1) 锈损面板的修补

对于锈穿或严重凹陷的车身面板，可采用一定的过渡方法进行修补。其中一个常用的方法是敷贴专用的纤维片，如玻璃纤维布。用这种方法修补可免除热焊方法需拆下内部装饰和表面装饰的缺点。如车门等处的修补就广泛使用这种方法。

基本方法是彻底打磨干净表面的锈斑、油漆及其它杂物，然后用浸泡了的树脂的玻璃纤维布一层一层地贴在修补处。在最后一层上涂一层环氧金属涂层，形成最后轮廓。干透后，打磨环氧涂层表面，最后喷漆。

(2) 车身的锉平与打磨

经过上述修整后，损伤部位已经复原，但留有工具的痕迹，同时还有手捶和抵座无法消除的凹陷。故需进一步锉平与打磨，使其表面光滑，有利于上填料，打底漆和最后喷漆。

(3) 车身的锉平

车身锉刀是挠性的，与专用夹持器配合使用。锉面板表面时，先沿一个方向锉，然后大致沿垂直的方向锉，锉刀回程时应抬离已锉过的表面，这样可使表面锉得光滑。

(4) 车身的打磨

打磨盘是柔性的，能适应车身表面较大的起伏形状。所以，当修整工作行将完成时，可用动力打磨机来找出表面的高点或低点。动力打磨机的主要功能是对修整的表面进行最后的磨光。此外，打磨机也用来消除被损坏区域四周的漆或其它打磨材料，这称为磨缘。

常见的打磨机有盘式打磨机、振荡式或盒式打磨机及锥式打磨机等。用盘式打磨机打磨时，机器与表面约成 20°角，并在盘上加足够的压力，使盘面约有 25mm 的弯曲与被打磨表面接触。使用时不能作弧线摆动，在移动时应始终与表面的磨痕垂直，这样打磨可减少上底漆前的准备工作。用振荡式打磨机打磨时，应使磨痕大致平行，手工打磨也应如此。锥式打磨机用于对凹陷较深而用其它打磨机无法到达的表面，如打磨大灯周围、挡板连接处及后盖面板等。

3. 车身的涂装

修整后的车身轻锉平和打磨后，需进行涂装，以便喷漆。涂装质量好坏将直接影响喷漆的质量，这里重要的是了解涂料种类和特性，并严格按其工序要求进行作业。

(1) 涂料的基础知识

① 涂料成分与作用。涂料由树脂、颜料、溶剂三种成分构成。见图 12-53 所示，涂料的性质与用途因其成分而异。树脂可使涂膜具有良好的光泽、硬度而且形状丰满，还可使颜色分布均匀。颜料可使涂膜带上白、黑、红等色彩。溶剂可使树脂溶解为液状，使其具有流动性、溶融性，并且容易涂装。

② 涂料干燥方法。涂料干燥方法有自然干燥法和烘干法。自然干燥法是将涂装布置于大气中进行自然干燥，温度高和湿度低的环境均适用，但需要适当的通风。烘干法是加热涂装面使其短时间干燥，包括热辐射法和热风干燥法。

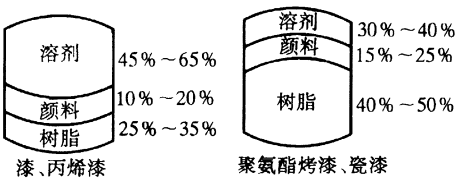


图 12-53　涂料的成分比例

③ 涂料的作用和种类。底涂、中涂的涂料具有防止板材锈蚀及与表层涂料产生较强的亲和力外，还可修整板材表层的微小疵伤、孔眼以及在修整胚板时用砂纸磨光所留下的条痕。这种涂料的种类如下：

底漆。底漆就是在经修整过的板材上直接涂装的涂料，可以防锈，对板材有较好的附着性能，并与底漆之上涂装的涂料有较好的亲和力。

底面两用涂料。底面两用涂料除具有上述底漆的性能外，还有修整板材的微小疵伤和孔眼的作用。由于它能形成比底漆稍厚的漆膜，故在表涂之前应将其表面研磨平整。

保护层。保护层为多孔性涂装材料层，可以防止表层涂料颜色发生吸附现象。

④ 油灰类。油灰是用来修补底面两用涂料不能填充的疵伤、凹陷等处。根据修补部位深度的不同又可分为如下种类：

腻子。腻子是填充浅凹陷处的修补材料。在需修补部位，可用圆头刮刀进行填充涂覆，待干燥后，再用砂纸磨光表面，最后进行面层涂饰。

树脂油灰。用来填充 1～5mm 凹陷部位。在使用前，应加入占主剂质量 1%～3%的硬化剂，并充分拌合，然后经过 10～30min 才能硬化。

⑤ 表层涂料。表层涂料分自然干燥型涂料和烘干型涂料。自然干燥型涂料种类如下。

硬质光漆：涂膜附着性好，需要精研处理。

丙烯漆：呈金属光泽，色泽鲜艳，对汽油的耐蚀性不良。

耐候性尿烷树脂涂料：耐候性、耐化学腐蚀性及光泽良好。

瓷漆：干燥性差，涂膜附着性及光泽良好。

烘干型涂料种类如下：

氨基醇酸树脂涂料：属非金属性，用于整体性色彩。涂膜附着性及光泽好。

丙烯树脂涂料：金属色彩好。硬度高，耐候性、耐溶性及光泽良好。

尿烷树脂涂料漆：涂膜强度高、光泽保持性好、干燥快、作业性能良好、涂膜附着性及光泽不良，需要精研处理。

(2) 涂装作业的一般工序

① 清洗、检查：涂装车的洗涤、涂膜的检查。

② 作业准备：部件拆装。

③ 钣金整形：板破损处的修整。

④ 坯面清理：使用除垢器清理坯面。

⑤ 旧涂膜的除下：用砂纸打磨。

⑥ 金属表面的处理：进行磷化处理。

在金属整形中，表面保护层遭破坏后，要先采用镀锌工艺后再进行油漆工艺操作。

磷酸处理亦称油漆前的预处理。在对车身钢板进行脱脂清洗之后，应给车身涂上一层磷酸锌，涂了这层磷酸锌(很薄的一层,仅 3μm)既能起到第一次保护的作用，也有利于下一道涂料的粘附。

富康轿车车身的磷化处理共 11 道工序，主要步骤为：

喷洗→浸泡→清洗→表面调整→磷化→钝化→脱离子水清洗→清水清洗。

⑦ 在金属表面凹处填补腻子。

⑧ 研磨：在加水或不加水的条件下研磨，去掉多余的腻子。

⑨ 干燥。

⑩ 喷底漆：再次填补腻子和研磨(阴极电泳处理)

阴极电泳处理亦称为上底漆，电泳涂层厚度较大(30 ~ 50μm)，该涂料为水溶性涂料，实施过程中应采用电解方式对所有暴露在外的钢板表面和车身底部进行处理。也即：将车身的一头接正极，并浸泡在电解槽内进行电解沉积处理，电泳底漆的主要步骤为：

入槽浸泡(至少 2min)→μF 溶液冲洗四道，其中浸泡清洗一次，目的是使夹缝、封闭梁内部清洗干净(μF 溶液亦称超滤液)→用去离子水冲洗两道→烘干(180 ± 5℃)。

烘干过程中也可使车身焊装时采用的点焊密封胶固化。

⑪ 密封—涂耐石击涂料

这道工序的操作必须仔细、耐心和认真，其主要目的是防止水、灰尘、气味进入车厢内，车厢底部的涂料能保证车厢底部不锈蚀和不致被碎石块撞坏，这种涂料弹性好，可以吸收和缓冲碎石的撞击能量，涂料以喷涂方式覆盖于轮罩内部、底板外表面，车身侧面下裙部。

在所有外部可见的钢板搭接处用喷涂或挤涂的方式涂密封胶，必要时用刷子对缝隙进行严实，此外对发动机罩盖和骨架间采用这种胶，按工艺要求进行逐点填充式挤涂，以对发动机罩外板吸震。

⑫ 中涂。中涂油漆覆盖于车身所有外表面。涂层较厚，一般厚 40μm，在迎风面还要厚一些，中涂油漆物理性能与底漆、面漆不同，它的弹性较强，底漆与面漆则比较脆硬，中涂层油漆的功能主要是：吸收灰、砂等对面漆的冲击力；加强底漆与面漆之间的附着力；使面漆丰满、起着填补的效果。

中涂后需进行烘干，烘烤温度为 140 ± 5℃。中涂后的烘烤也同时使耐石击涂料和密封胶得以固化。

⑬ 面漆。面漆物理化学性能稳定，除了使汽车外观更美观漂亮以外，同时也能承受自然环境对汽车的侵蚀，如潮湿、氧化、雨水、含盐物质、含酸物质、阳光辐射、砂石撞击等等。

普通漆喷涂两次，先喷着色漆，再罩亮漆。在第一次面漆需再次填补腻子和研磨。

金属漆喷涂三次，先喷着色漆，再喷闪光漆，最后罩亮漆。

闪光漆含微小片状铝，其平叠于漆面，对阳光反射性更好。

面漆喷涂完后需经烘烤，烘烤温度 140±5℃。

⑭ 存放防护涂层。对于长期(三个月以上)露天存放或作海洋运输，在车身外表面喷涂一层水溶性防护蜡。该防护剂加有紫外线吸收剂，在销售前用皂类洗涤剂和清水冲后，即使油漆重现光彩。

三、车身焊接件的更换

(一) 车身更换焊接件的方法

当车身损坏严重时，必须割下损坏部件，焊上新的冲压件。

1. 大致定出面积的形状，务必使该面积以外的部分轮廓形状和对位正确，仔细测量将要更换部分的尺寸。测量时从面板或沟槽的边缘量起，这些点是替换件的测量基点。

2. 在替换件上画出切割线，沿线把替换部分割出。

3. 修整替换部件的边缘，用它作样板，盖在损坏部分上面，画出轮廓线，按线割下受损部分。

4. 割下受损部分并修整割口边缘，换上替换部件，用夹子夹牢，在焊缝处焊上几个点，焊接时从上焊缝的中点开始分别向左、右焊到尽头，然后两边从上焊到下。

5. 用带有沟槽的抵座和手锤，使焊缝位置低于周围面板。用动力打磨机打磨焊缝周围，或锉焊缝表面，以形成正确轮廓。然后向沟槽填以焊料，再光整表面以备喷漆。

(二) 车身焊接的种类及注意事项

1. 车身焊接的种类，如图 12-54 所示，有点焊，表示符号为 RP；保护电弧焊，表示符号为 SG；钎焊，焊料为黄铜。

2. 焊接的注意事项

(1) 修理说明中规定的切割面或切割线是在详细检测事故车辆后得出的结论。车身上某些区域的切割及后续连接对车身结构刚度以及汽车安全性及维修方便性均有影响，因此必须严格按修理说明进行切割。部件拆卸后，汽车质量分布将发生变化，因此，必须将汽车固定在举升器上。

(2) 进行电弧焊和点焊之前，应完全切断蓄电池电源，电焊现场应通风良好。进行车身和油漆修复工作时，必须严格遵守事故防护规则。焊接前，外板内侧必须喷上面漆。

(3) 点焊镀锌钢板时，焊接电流应提高 30%，增大电极压力。进行 RP 点焊时，必须涂冷锌涂料。如果镀锌钢板用保护电弧焊进行焊接，则必须提高焊接功率。

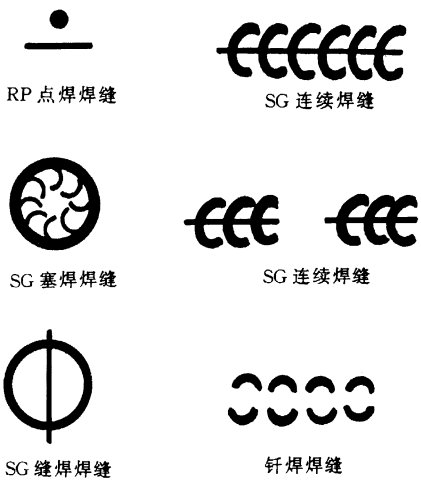


图 12-54 各种焊接的表示图形

(4) 车身及地板部件主要是用钢板冷冲压成形的，因此，事故损伤区域应用同样的方法

恢复其形状。如果损伤区域不能按原样恢复，则应在矫正其相邻表面后，将损伤部分切割掉。

(5) 车身焊缝的密封。首先在金属结构件焊接时在搭接边涂上导电密封胶，碰焊后密封胶充填于金属件之间，经一定温度烘烤，乳状密封胶就成为橡胶状的胶体，既起密封作用，又可吸收金属之间因震动、变形产生的噪音。

除在碰焊时采用了导电密封胶外，在总成焊接完后还应在车体所有搭接处均挤涂一条密封胶，使得水、水蒸气不能渗透于金属夹缝中，也确保了后面油漆工艺的实施质量。

此外车身底部还喷涂较厚一层耐石击涂料，该涂料也同样具有良好的密封性。

(6) 密封前，所有焊缝的内外侧均须喷上底漆。喷面漆前，必须涂上耐石击涂料及汽车底板密封剂，喷面漆后，修理区域的所有空腔必须用空腔保护材料进行处理。

3. 铲除原有焊接的方法

(1) 点焊(RP)铲除的方法

车身结构板件在制造厂里用点焊连接在一起，因此拆卸板件主要牵涉到将点焊分离。可以钻去点焊焊缝、用等离子焊枪切除点焊焊缝、錾去点焊焊缝或用高速磨削砂轮磨去点焊焊缝。拆卸点焊板件的最好方法，由点焊的数目、配合的排列以及焊接的操作方法来决定。

一些点焊区域有若干层金属薄板，拆卸的工具由焊接的位置和板件的布置来决定。

① 确定点焊的位置

为了找到点焊的位置，通常要去除底漆、保护层或其他覆盖物。可用氧乙炔或丙烷焰焊炬烧焦底漆，并用钢丝刷将它刷掉。丙烷的火焰温度比氧乙炔火陷要低些，金属所受的热应力也小些。一种可装在钻头上的精钢丝砂轮或刷子也能用于磨掉涂料。

在清除油漆以后，点焊的位置仍不能看见的区域，可如图 12-55 所示，在两块板件之间用錾子錾开。这样可使点焊轮廓线显现。

② 分离点焊

确定点焊的位置如图 12-56 所示以后，使用图中所示的点焊切割器，钻掉焊接点。

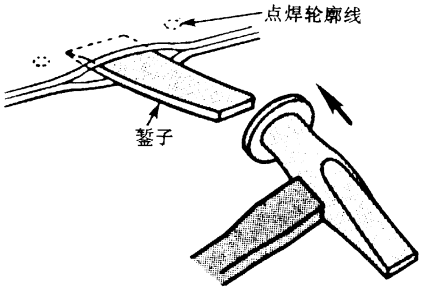


图 12-55 用錾子确定点焊的位置

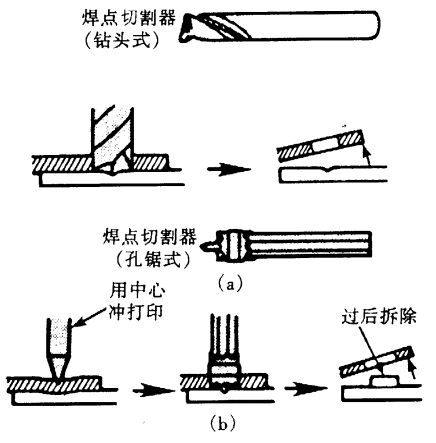


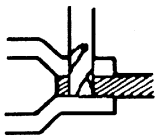
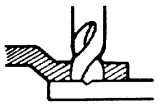
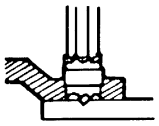
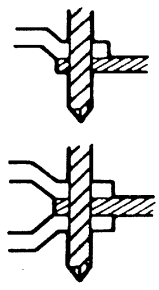
图 12-56 点焊切割器
(a) 钻头式 (b) 孔锯式

两种型式的切割器，一种是钻头式的；另一种是孔锯式的。表 12-2 列出每一种型式切割器适用的焊接点的情况。无论用哪一种型式都要小心，不要切割掉焊缝下面的板件，并且

一定要准确地切掉焊接点，以避免产生过大的孔。

在板件中钻掉许多点焊焊接点可能是很慢的，自身具有夹紧装置的钻头进行工作就容易些，手的压力迫使特殊的圆形钻头进入焊接点就较困难。

表 12-2　　分离点焊点使用切割器的型式

应　用　方　法	特　征
 更换的板件在其它板件之间而不能从背面焊接的地方；更换的板件是在上部而且焊点很小的地方	能够完成分离而不破坏下部板件；由于下部板件不留焊接点，因此容易精加工
 当更换的板件是在上部时；当板件厚时(焊接点大时)；焊接点的形状被破坏的地方	
 更换的板件在上部时	能够完成分离而不破坏下部板件；由于仅仅切割焊接点的周围，因而分离板件以后，在下部板件上，清除遗留的焊接点是必要的
 当更换的板件是在下部时；当更换的板件是在两板之间而且能从背面焊接时(要按板件厚度和焊点直径来选择钻头)	成本较低；近来，一种减轻劳动的点焊清除工具已有发展，这种工具使用方便，并且有安装在内部的附属夹紧装置

③ 使用一种等离子焊炬切割器排除点焊焊接点要快得多。等离子焊炬的工作有点像乙炔焊炬。使用等离子焊炬，可以同时在各种厚度的金属中吹洞来清除焊接点。显然，使用等离子焊炬不能保证下层板材的完整。

④ 用高速砂轮也可分离点焊的板件，如图 12-57 所示。仅仅在用钻头够不到焊接点，或更换的板件是在上部，或者那里的柱形焊接点(来自早先的修理)太大，以致不能钻掉时，才采用这种方法。其方法是：先钻除、吹除或磨掉焊接点以后(当磨至点焊圆周轮廓可见时，停止磨削)，再在两块板件之间打入錾子以分离它们。小心些，不要切伤或弄弯未受损伤的板件。

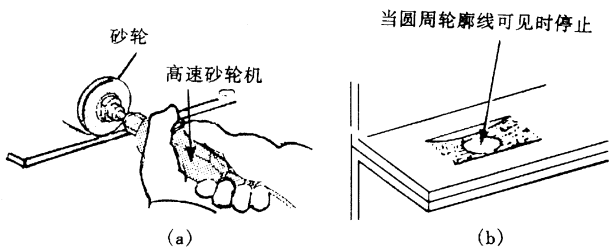
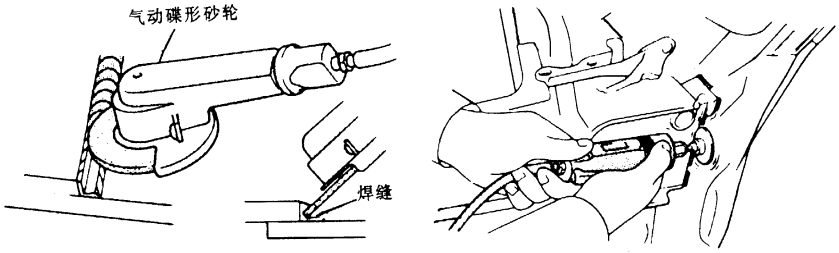


图 12-57　用砂轮来清除点焊焊接点

(2) 连续焊缝(SG)的分离方法，如图 12-58 所示。

在一些汽车中，板件是用连续的惰性气体保护焊焊缝连接的。由于焊缝长，因此要用碟形砂轮或高速砂轮

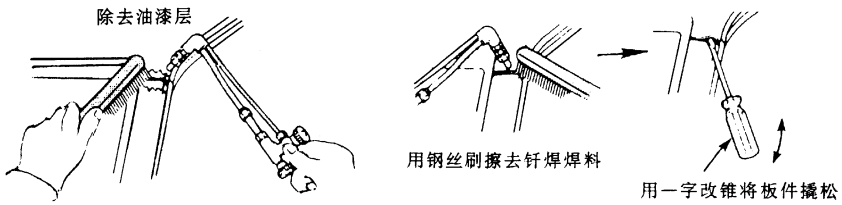
机来分离板件。如图中(a)和图中(b)所示的那样，割透焊缝而不割进或割透板件。握紧砂轮以45°角进入搭接焊缝。磨透焊缝以后，用锤子和錾子来分离板件。



(a) 用碟形砂轮清除连续焊缝　　(b) 用高速砂轮机清除连续焊缝

图 12-58　连续焊缝(SG)的分离方法

(3) 钎焊区域的分离方法，如图 12-59 所示。



(a) 从钎焊区域清除油漆　　(b) 分离钎焊连接

图 12-59　钎焊区域的分离方法

钎焊用于外盖板边缘处车顶与车身立柱的连接处，通常是用氧乙炔焊炬或丙烷焊炬熔化钎焊的金属来分离钎焊区域。在用电弧钎焊的区域，电弧钎焊金属熔化的温度比用普通钎焊的高些，而熔化钎焊金属会导致下面板件的损坏。因此，通常是采用磨削分离电弧钎焊的区域。普通钎焊与电弧钎焊的区别，可以通过钎焊金属的颜色来识别。普通钎焊区域是黄铜色的，而电弧钎焊的区域是淡紫铜色的。

首先，用氧乙炔焊炬使油漆软化，用钢丝刷或刮刀将油漆除掉(图 12-59(a))。然后加热钎焊焊料，直到它开始熔化呈糊状，再快速地将它刷掉。小心，不要使周围的金属薄板过热。用錾子在两块板件之间錾入，将板件分离(图 12-59(b))。保持板件的分离，直到钎焊金属冷却并硬化。在所有其他焊接部分分离以后，分离钎焊区域是比较容易的。如果除去油漆以后，确定连接是电弧钎焊，可采用高速砂轮机，用砂轮切除钎焊。如果更换上面的板件，不要切透在它下面的板件。磨透钎焊接头以后，用錾子和锤子分离搭接的板材。

(三) 车前钣金件的更换

车前钣金件主要包含左右前纵梁总成、前轮罩总成、前翼子板内衬板、纵梁前横梁等构件。

车前钣金件构成了发动机舱，在这里支承着动力总成、转向系、前悬架机构等关键总成的安装联结。各总成之间运动关系复杂，要求该部分焊装尺寸准确，同时这里直接接受来自发动机、地面的传力，在材料抗疲劳性、焊接质量方面都有严格的要求。

为了保证相关结构总成的安装，在前部还设计了用装配关系联结的前托架。前托架有很

强的刚度，联结于左右前纵梁之间。前托架实际上也是一个补充横梁，在其上既支撑着转向装置，又支撑着悬架装置，保证了操纵装置和行走系统几何尺寸的稳定性。

镶嵌于前支柱上的翼子板加强梁，其截面由前至后是渐变增大的，在其前部设有褶痕缓冲段，以便在意外撞击时能吸收和弱化冲击能量。

发动机支架纵梁也进行了加强处理，发动机支架、悬架支架等疲劳受力件均采用的是高弹性极限钢板。

1. 前翼子板内板的更换，如图 12-60 所示。

根据损坏情况和获得的零件，可以整块更换，也可部分更换。更换工序：

(1) 用砂轮或平头钻去除外覆板的电焊，取下外覆板。

(2) 根据内板损坏的程度，定出截去的长度，应用手锯或砂轮切割。避免使用氧气切割，以免车壳受热变形。

(3) 截去部分应预留 12mm 搭接长度。

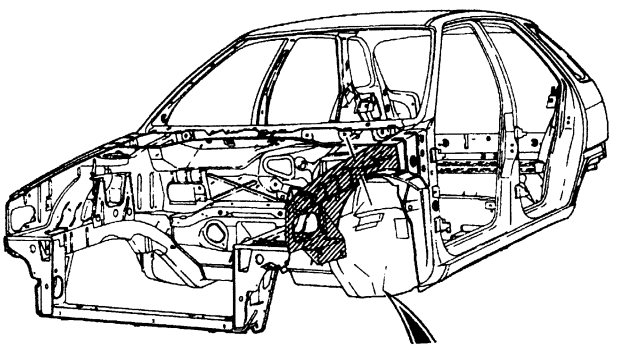


图 12-60　前翼子板内板的更换

(4) 将新内板多余的部分截去。

(5) 对搭接施焊部位进行除锈、清洗处理。

(6) 将新内板与车壳对准，定位。

(7) 施焊最好是使用碰焊或二氧化碳保护焊。

(8) 焊上外覆板。

(9) 焊接部位进行涂刷防腐处理。

2. 部分前纵梁的更换，如图 12-61 所示。

根据前纵梁的损坏程度，确定其整体更换还是部分更换。更换工序：

(1) 用砂轮或平头钻去除前纵梁与翼子板连接的焊点。

(2) 确定前纵梁更换的长度后，截去纵梁的损坏部分。

(3) 对换上的纵梁按纵梁截去的长度，预留 20mm 焊接长度。

(4) 对焊接部分进行清理除锈。

(5) 在纵梁对接部位，为了提高其强度，可用相同厚度的钢板制作一个加强板，覆盖在连接处。

(6) 用点焊方法，焊牢纵梁与翼子板。

(7) 对焊接部位进行涂刷防腐处理。

3. 前纵梁和轮罩的更换，如图 12-62 所示。

根据损坏程度，既可整个更换，也可局部更换。整个更换时，可从纵梁与前围板和底板处进行分割。局部更换时，可按损坏部位的长度进行切割后，再行焊接。更换工序：

(1) 用砂轮片或平头钻去除外覆板 1、轮罩 2 与纵梁的连接焊点，取下外覆板 1 和轮罩 2。

(2) 去除纵梁与底板的连接焊点，使其脱离。

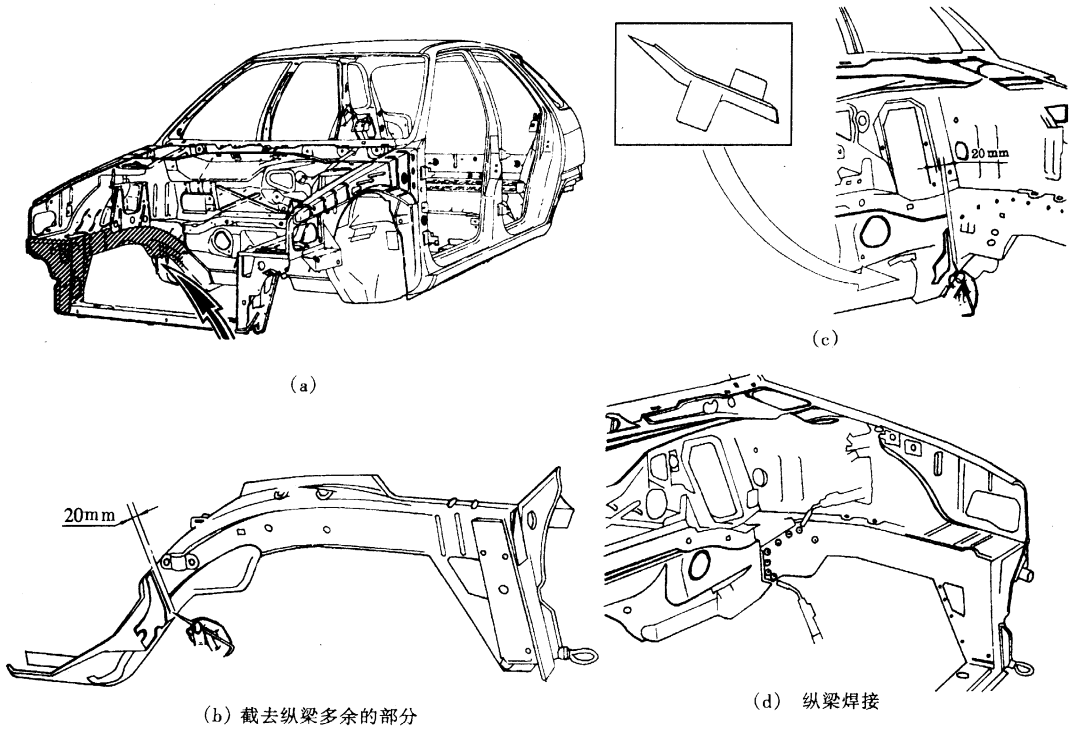


图 12-61　部分前纵梁的更换

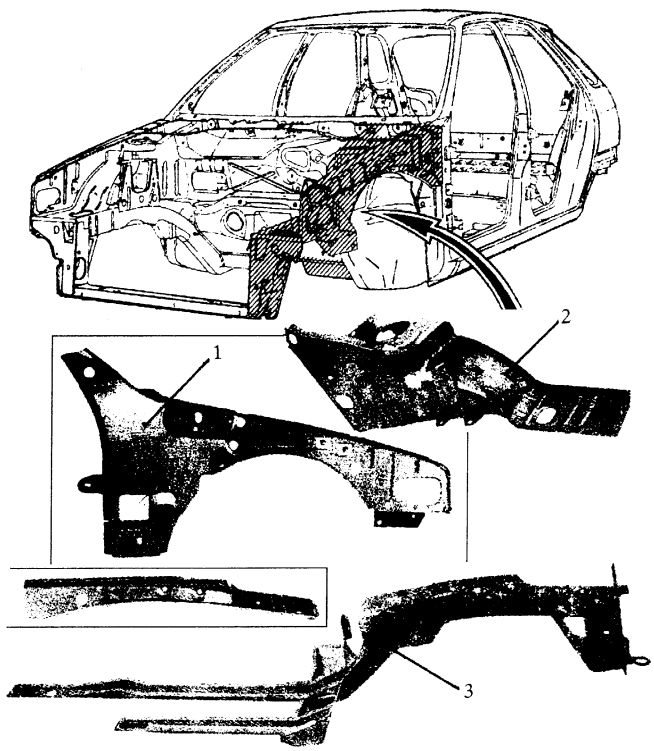


图 12-62　前纵梁和轮罩的更换

1. 外覆板　2. 轮罩　3. 前纵梁

(3) 根据纵梁损坏的程度，整体切除或部分切除前纵梁 3。

(4) 清理原连接部位的接口、焊缝，必要时进行涂刷防腐处理。

(5) 在车身校正平台上对车身和新换上的前纵梁 3 进行定位。

(6) 用点焊或二氧化碳保护焊进行施焊。

(四) 前围焊接总成及侧围焊接总成的更换

前围焊接总成包括前围上挡板、下挡板、前围中横梁等焊接合件。

前围焊接总成与地板总成、侧围总成相联，从车前看，前围板是组合在“曰”字形的封闭骨架之中，三道横梁分别是风窗下横梁、前围中横梁、地板前横梁，两道竖直骨架分别是左、右门框前支柱。前围板处“曰”字形骨架的刚度可谓无可挑剔，对抗横向撞击和翻滚变形时，此处乃承力的中流砥柱。

侧围焊接总成包括前支柱、中支柱、后支柱等。侧围外板是一个整体一次成形的大型冲压件，有效地保证了焊装尺寸的稳定性，保证了门洞安装工艺的良好互换性。

侧围总成在分装焊接时即自成体系构成一个力的框架，它与前后风窗上横梁及地板总成、前围总成相联结后就构成了座落于地板之上由封闭柱搭接的座舱骨架了。

1. 侧围板的更换，如图 12-63 所示。

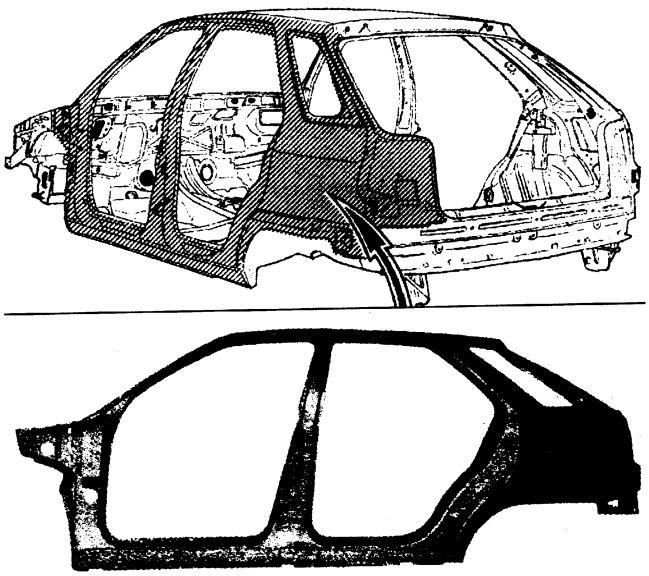


图 12-63　侧围板的更换

更换侧围板涉及的零部件较多，工艺要求也高，因此必须仔细地进行操作。更换工序：

(1) 去除与侧围板相连接部位的焊点。

(2) 取下侧围板。

(3) 清理焊接部位的焊疤，校正焊接部位。

(4) 对焊接部位进行防腐处理。

(5) 在前围、后窗、后轮罩等部位涂刷密封胶和密封条，并将换上的侧围板进行定位。接合处涂以密封胶和密封条。

(6) 施焊。

(7) 焊上门铰链。

(8) 喷涂、防腐处理。

2. 车门铰链的焊接，如图 12-64 所示。

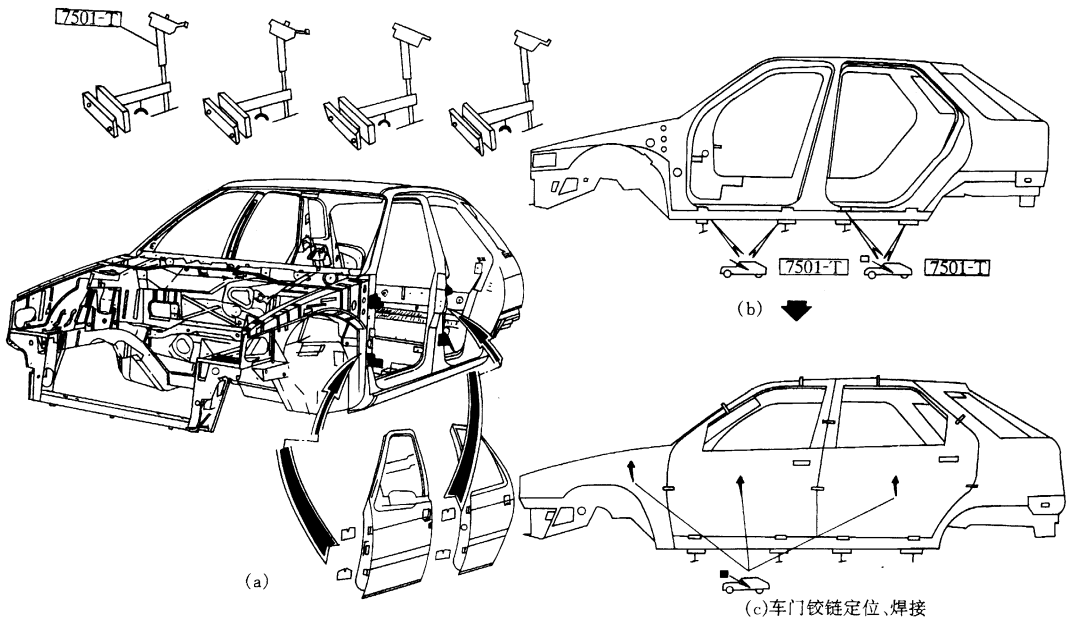


图 12-64　车门铰链的焊接

车门铰链与车身连接是用电焊焊接的。为了防止焊接产生的高温使车身变形，应采用二氧化碳气体保护焊焊接。焊前应使用工具 7501-T 夹具使车门正确定位，保证车门四周有均匀的间隙。前门与后门间隙应为 4^{+2}_{0}mm，车门与侧围间隙参见图 12-2 和表 12-1。先对铰链点焊定位，然后施焊。

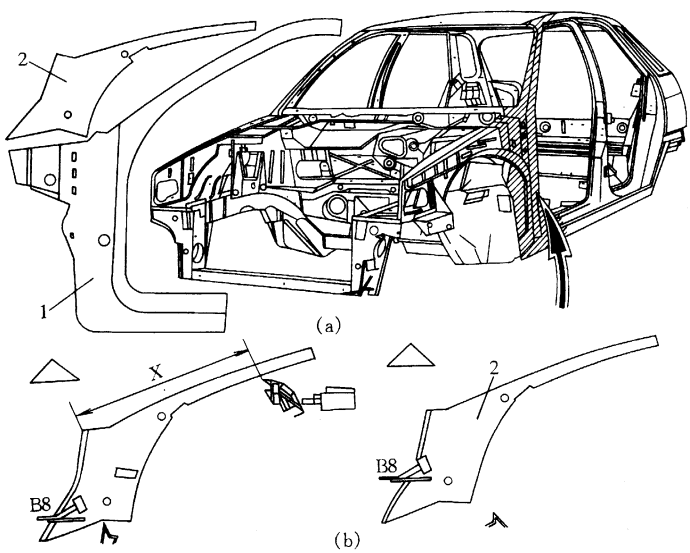


图 12-65　前支柱的更换

1. 前支柱　2. 内支板

3. 前支柱的更换

前支柱包括内支板，损坏时，可根据损坏程度给予整个更换或局部更换。如图 12-65 所示。

更换工序：

(1) 拆卸前车门及翼子板。

(2) 确定更换长度。

(3) 用砂轮片或平头钻去除前支柱 1 的连接焊点。

(4) 截取相应长度的前支柱 1 和内支板 2。

(5) 清理连接口和焊点。

(6) 将换上的内支板 2 及前支柱 1 进行定位。用点焊或二氧化碳保护焊进行焊接，进行防腐处理。

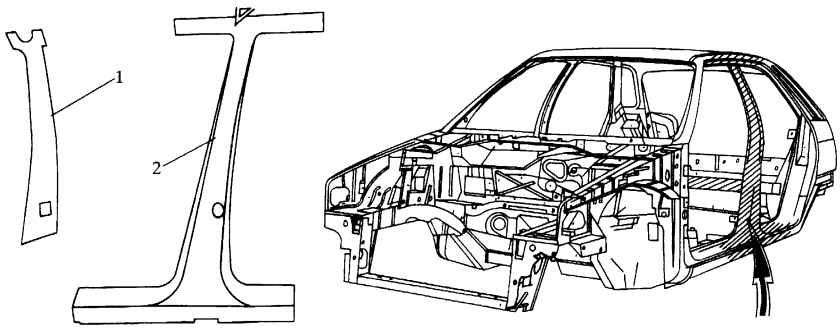


图 12-66　中支柱外板的更换

1. 中支柱外板　2. 中支柱内支板

4. 中支柱外板的更换如图 12-66 所示。更换工序可参照前支柱的更换工序。

5. 后侧围的更换，如图 12-67 所示。

后侧围以总成形式进行更换。更换工序：

(1) 拆卸车门。

(2) 按更换总成件的尺寸，在车身上划出截去的尺寸。

(3) 去除后侧围 1 的焊接点，取下损坏的后侧围。

(4) 清理焊接点。

(5) 将换上的后侧围 1 进行定位。定位前应粘接内侧的密封防震条 2。

(6) 用点焊或二氧化碳保护焊进行焊接。

(7) 修整焊缝，进行防腐处理。

6. 门槛板的更换，如图 12-68 所示。

门槛板包括加强内板 2 和门槛外板 1。更换工序：

(1) 拆卸车门。

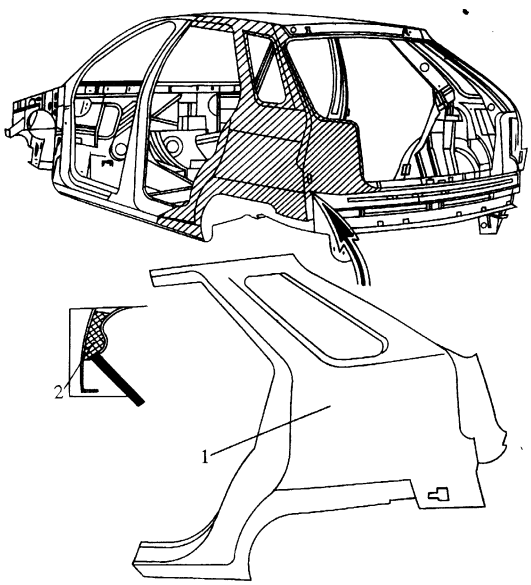


图 12-67　后侧围的更换

1. 后侧围　2. 密封防震条

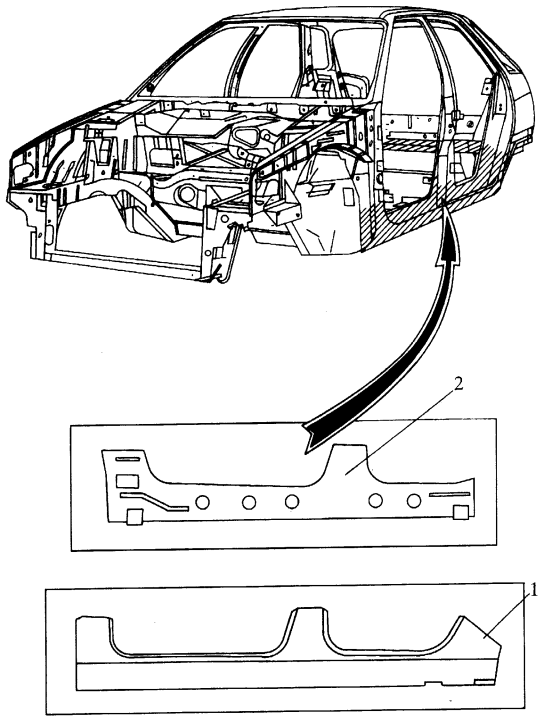


图 12-68　门槛板的更换

1. 门槛外板　2. 加强内板

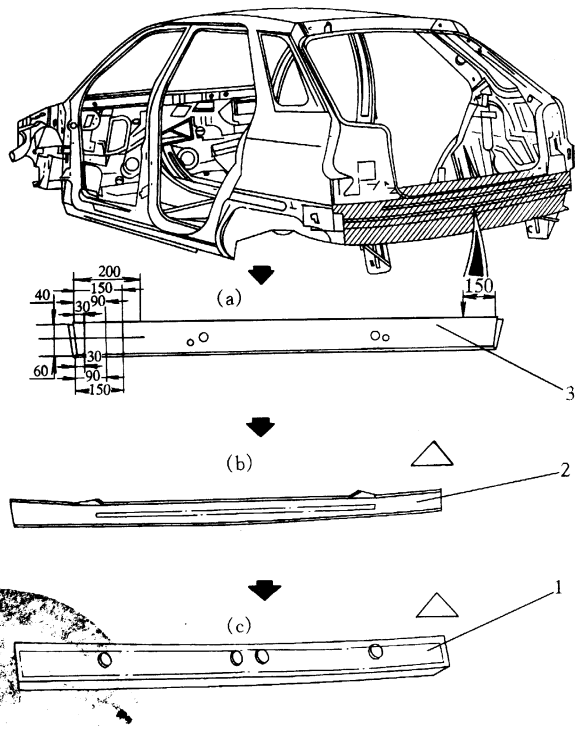


图 12-69　后围板的更换

1. 后围下横梁　2. 后围里板　3. 后围板

(2) 按更换新件的尺寸划线，割去内外门槛板。

(3) 清理焊接部位，并进行防腐处理。

(4) 焊上加强内板 2。

(5) 覆上门槛外板 1，进行定位。

(6) 用点焊或二氧化碳保护焊进行焊接。

(7) 修整焊缝，并进行防腐处理。

7. 后围板的更换，如图 12-69 所示。

后围板总成包括后围下横梁 1、后围里板 2 和后围板 3 三部分。

根据损坏程度，依次拆去损坏的后围板 3、里板 2 和下横梁 1。对连接部位清理后，依次装上下横梁 1、里板 2 和后围板 3。为了增加安装强度，在安装下横梁时，在横梁两端钻几个 ϕ8mm 的焊孔，以加强横梁与车身的焊接强度。

8. 地板总成的更换，参见图 12-38 所示。

地板总成亦是车体焊接总成的基础件，是与各大总成连接和传力、受力的重要构件，特别是它的刚度是决定整车行驶性能的重要因素。

地板总成由前地板本体 1 与后地板本体 2 合成。前地板 1 中部沿纵向贯通着一个隆起的通道，称为排气管通道，加上复合在这个通道上一块厚钢板件，使该通道相当于形成最大的纵梁，有力地支持前地板的纵向刚度。此外在地板总成下面分布了四道纵梁，与中央的排气管通道一起使地板总成形成很强的纵向刚度。地板总成下面还分布有五道横梁 3，分别置于前地板加速踏板处、前座椅处、前后地板结合处、后车轴处、后围下部。这些横梁 3 与地板本体形成封闭截面，与纵梁交织，强有力地保证了地板总成的整体刚度。对意外撞击的关联影响又能控制在很小范围。

更换时，一般只要更换前地板本体 1 和后地板本体 2。它们均是被点焊在车身上的，只要拆开点焊处，即可更换前、后地板。

汽车电系维修丛书



齐志鹏 主 编
李建文 邓自强 董宏国 副主编

捷达轿车电气与电控系统维修

电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL http://www.phei.com.cn

汽车电系维修丛书

捷达轿车电气与电控系统维修

齐志鹏　主编

李建文　邓自强　董宏国　副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

《汽车电系维修丛书》编委会

编委会主任	杨生辉			
编委会副主任	李建文	董宏国	李良洪	
编　　委	齐志鹏	王克才	吴基安	舒　华
	董素荣	许洪军	朱先民	刘金华

《捷达轿车电气与电控系统维修》编写人员

主　　编	齐志鹏			
副 主 编	李建文	邓自强	董宏国	
编写人员	杨生辉	董素荣	任文军	李良洪
	吴基安	王克才	杨　华	许洪军
	朱先民	徐安桃	周义和	刘朝英
	麦永强	周　知	孟繁伯	刘腾飞
主　　审	张春润			

前　言

捷达轿车是人们所熟悉和喜爱的车型之一。电气与电子控制系统是汽车上应用高新技术最多、发展最快和相对最复杂的部分。电子控制系统在捷达轿车上的广泛应用，使其动力性、经济性、安全性、可靠性和舒适性及环保诸方面达到了较高的水平。

本书针对捷达轿车电气和电子控制系统的结构特点和基本工作原理，比较详尽地介绍了电源、起动、电子点火、仪表、照明与信号、空调、发动机电控、制动防抱死和自动变速器等系统的使用维修检测方法、故障分析排除和注意事项。对各电气与电子控制系统的说明力求简单明了，突出实用性和针对性，并注意了图文并茂和通俗易懂。

本书适合于汽车使用、维修人员和汽车爱好者阅读参考，也可作为汽车专业培训补充教材。本书在编写过程中参阅了大量的技术资料，同时得到了一些专家的指导和帮助，在此表示衷心的感谢。

本书由齐志鹏主编，李建文、邓自强、董宏国副主编，参加编写的还有杨生辉、董素荣、任文军、李良洪、吴基安、王克才、杨华、许洪军、朱先民、徐安桃、周义和、刘朝英、麦永强、周知、孟繁伯、刘腾飞等。全书由张春润教授主审。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和错误，敬请读者批评指正。

编　者

2001 年 11 月

目　录

第一章　捷达轿车简介 …… 1
一、电气系统的基本配置及操作 …… 1
二、汽车电气系统检修常识 …… 6
三、汽车的使用与维护 …… 10
第二章　电源系统 …… 13
一、蓄电池的结构原理 …… 13
二、蓄电池的维护 …… 17
三、发电机的构造与检修 …… 21
第三章　起动系统 …… 25
一、起动机的结构与工作原理 …… 25
二、起动系统的检修 …… 29
三、起动系统的故障诊断与排除 …… 33
第四章　点火系统 …… 35
一、点火系统的组成 …… 35
二、结构与工作原理 …… 35
三、故障诊断与检修 …… 42
第五章　仪表系统 …… 46
一、仪表板与组合仪表的拆卸 …… 48
二、组合仪表及其电路的检修 …… 51
三、组合仪表的故障诊断与排除 …… 56
第六章　照明与信号系统 …… 59
一、照明系统 …… 59
二、信号系统 …… 62
三、常见故障诊断与排除 …… 65
第七章　空调系统 …… 67
一、空调系统的组成 …… 67
二、结构与工作原理 …… 67
三、使用与检修 …… 74
四、故障诊断与排除 …… 78
第八章　发动机电控系统 …… 81
一、发动机电控系统的组成 …… 81
二、燃油喷射系统的控制 …… 96
三、故障检测仪的使用 …… 99
四、故障诊断与排除 …… 109
五、散热器风扇控制 …… 138

六、化油器辅助控制 …… 141
七、进气预热控制 …… 146
第九章 制动防抱死系统 …… 148
一、ABS 的基本理论 …… 148
二、ABS 的组成 …… 149
三、ABS 主要部件结构与工作原理 …… 150
四、ABS 液压控制系统工作过程 …… 152
五、ABS 的故障诊断 …… 153
六、ABS 的检修 …… 154
第十章 自动变速器 …… 159
一、自动变速器的结构特点 …… 159
二、自动变速器的动力传递 …… 167
三、电子控制部件及功用 …… 170
四、自动变速器的控制电路 …… 177
五、自动变速器的故障诊断 …… 178
第十一章 全车线路 …… 188
一、电器线路的组成 …… 188
二、电路图 …… 193

第一章　捷达轿车简介

一、电气系统的基本配置及操作

汽车电气系统的操纵及指示部分主要集中在驾驶室的前部，由各种电气开关、仪表及指示灯组成。捷达轿车驾驶室前部配置如图 1-1 所示。

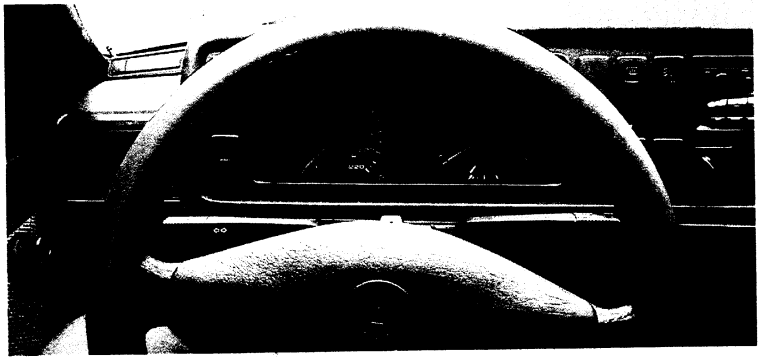


图 1-1　驾驶室前部仪表配置

（一）电气开关

1. 点火开关

捷达轿车的点火开关具有转向盘锁止功能，它安装在转向柱的右侧，如图 1-2 所示。点火开关具有三个挡位：位置 1 是停车挡，在此位置发动机熄火，转动转向盘，可听到锁止销的啮入声，转向盘即被锁止，只有在此位置，钥匙才能从开关上拔下；位置 2 是点火挡，此时点火电路被接通，转向盘锁止被解除，操作时若不能或难以转到该位置，可轻轻转动一下转向盘；位置 3 是起动挡，在该位置起动机工作，前大灯及空调系统等耗电量较大的设备被断电，以保证发动机顺利起动。捷达轿车的点火锁中还设有防重复起动的锁定装置，目的是防止发动机在运转中误操作起动机，所以，在重新起动发动机前，必须把钥匙转回到位置 1。另外，在装有西门子防盗器（车辆止动器）的车辆上，点火锁上还装有防盗系统天线。

捷达轿车的钥匙每辆车配置两种，如图 1-3 所示。钥匙分为主钥匙和副钥匙。主钥匙能够打开车上所有的锁；副钥匙只能打开车门、油箱和点火锁，不能打开行李仓、杂物箱锁。在钥匙坠上标有主副钥匙的号码，是用来向厂家订购备用钥匙的，需妥善保管。另外，装有西门子防盗器的车辆，钥匙内部还装有很小的送码器。

2. 灯光开关

灯光开关如图 1-4 所示。它有两个挡位，一挡接通停车灯；二挡接通前照灯，通过变光开关可实现远近光的变换。前照灯开关受点火开关控制，只在点火开关处于点火挡时才工作。

3. 雾灯开关

雾灯开关如图 1-4 所示。它有两个挡位，一挡是前雾灯开关；二挡是前后雾灯开关，在此位置，前后雾灯同时点亮，开关上的指示灯也亮。此开关也受点火开关控制，只在点火挡时才工作。

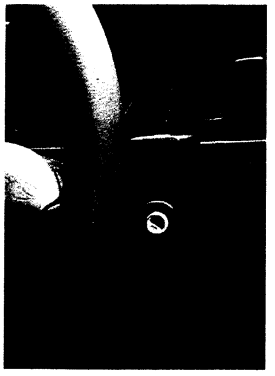


图 1-2　点火开关

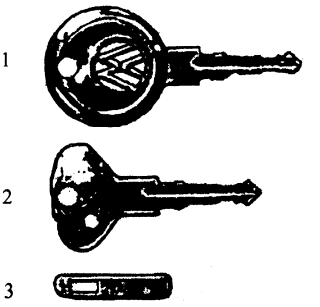


图 1-3　点火开关钥匙

1-主钥匙；2-副钥匙；3-钥匙坠

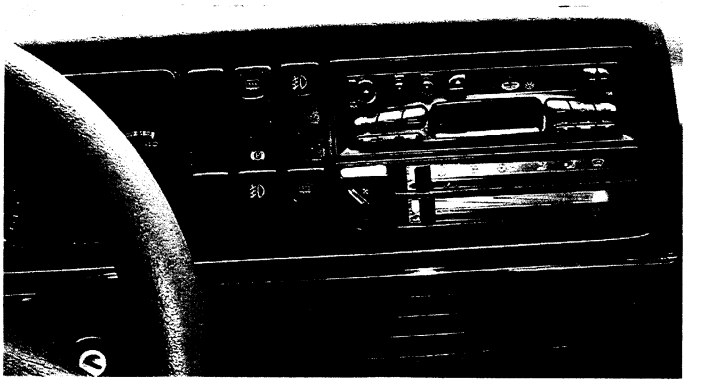


图 1-4　灯光、雾灯、后窗加热器开关

4. 后窗加热器开关

后窗加热器开关如图 1-4 所示。此开关只有在点火开关处于点火挡时才能工作，开关打开，后窗加热器被接通，同时点亮开关上的指示灯。

5. 遇险警报灯开关

遇险警报灯开关如图 1-5 所示。它可以在任何情况下打开，打开时，四个转向灯同时闪烁以示报警，开关上的警报灯也一起闪烁。

6. 转向及变光开关

转向及变光开关如图 1-5 所示。转向灯只在点火开关接通后才能工作，将开关向上拨时，右转向灯闪亮；向下拨时，左转向灯闪亮，转向灯工作时，仪表板上的转向指示灯也闪亮。当汽车驶出弯道进入直线行驶时，转向开关随同转向盘自动回到中间位置，转向灯熄灭。

在灯光开关处于二挡的情况下，将变光开关朝转向盘方向拉过压力点，操纵一次，远近光变换一次。

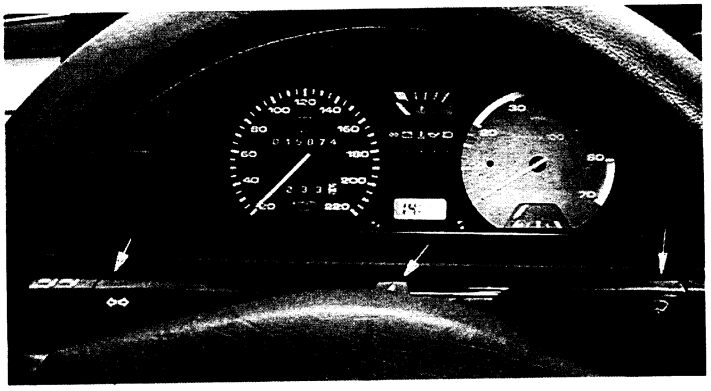


图 1-5　遇险警报灯开关

7. 刮水器及洗涤泵开关

刮水器及洗涤泵开关如图 1-5 所示。刮水器有三个挡位，在位置 1 时，刮水器低速工作；位置 2 时高速工作；位置 3 时刮水器每隔 6s 间歇刮水一次。将开关朝转向盘方向拉动则洗涤泵与刮水器配合工作。

（二）仪表

仪表主要有车速里程表、水温表、时钟、燃油表、发动机转速表等，参见图 1-1。

1. 车速里程表

车速里程表由三部分组成，即车速表、里程表和单程里程计。车速表用来指示汽车行驶的瞬时速度；里程表是一个累计计数器，可记录汽车行驶过的总里程；单程里程计是用来记录某次行车所驶过的里程，对所记录数据不需要时，可用按钮清零。

2. 水温表

水温表指示的是发动机冷却水的温度。点火开关打至点火挡，水温表便开始工作。表盘上有两个指示区域，一个是低温区，一个是正常温度区，在低温区应避免发动机高速或大负荷工作。

3. 时钟

时钟用来指示时间。通过按动表中间的按钮来对表。

4. 燃油表

燃油表指示的是油箱中燃油量。点火开关在点火挡，燃油表便开始工作。表盘上有一个备用油量区，指针指到该位置时，油箱内大约还有 10L 左右的燃油。

（三）指示灯

指示灯可分为信号指示灯和警报指示灯，见图 1-1。警报指示灯一般采用红色，信号指示灯则采用绿、黄、蓝等不同颜色。指示灯在仪表上是用符号来表示的，其符号含义参见图 1-6。在行车过程中，当表中标有“STOP”项的灯亮时，必须立即停车并让发动机熄火，检查故障所在。

1. 转向指示灯

转向信号灯工作时，该指示灯闪亮。如果某侧有一个转向信号灯不亮时，指示灯的频率将明显加快。

符　号	报警内容	符　号	报警内容
	转向信号灯		车内照明
	发电机		遇险报警灯
	机油压力		后窗加热
	远光灯		雾灯
	冷却液温度/液面高度		后雾灯
	制动系		

图 1-6　指示灯及其符号

2. 远光指示灯

打开前照灯远光或使用前大灯闪光发出超车信号时，远光指示灯亮。

3. 发电机警报灯

发动机警报灯也就是所说的电源警报灯。在发动机未起动打开点火开关时，该灯亮，发动机起动后熄灭，属于正常，如果在行车中此灯亮起来，说明发电机不发电，应停车检查。

4. 机油压力警报灯

机油压力警报灯和发电机警报灯一样，打开点火开关，警报灯亮，发动机起动后应熄灭。如果发动机起动后该灯不灭或在行车中亮起，应停机检查发动机润滑系。

5. 制动报警及手制动指示灯

该警报灯在手制动器拉起或制动液液面过低时点亮。在解除手制动后，此灯仍亮必须停车检查制动液量。

6. 冷却液温度及冷却液液面警报灯

发动机未起动，打开点火开关，该警报灯闪亮进行功能自检，发动机起动后熄灭，属于正常。如果该指示灯在发动机起动后不熄灭或者在行驶时闪亮，说明冷却液不足或温度太高，应停机检查发动机冷却系。

（四）空调系统的操纵

捷达轿车空调系统包括冷风和暖风两部分。冷风只有在发动机运转、外界环境温度高于2℃时才能工作。使用冷风可以降低车室内温度和湿度，湿度过大时，可以除去风窗上的雾气。冷风工作时应关闭好车门窗。暖风是来自发动机冷却水的热量，采暖只能在发动机处于热态时才能进行，无论是冷风还是暖风都是通过出风口不断地送入车内的。从所有出风口出来的冷暖空气的流动方向均可通过拨动操纵杆来调节，出风口栅格旁边的旋钮向上，风口打开；出风口栅格旁边的旋钮向下，风口关闭。但只有风口 3 和风口 4 可以单独开关。

空调系统的操纵机构如图 1-4 所示。它主要有功能拨动杆、温度调节拨动杆和鼓风机开关组成。

1. 空调系统功能拨动杆的操纵

①将功能拨动杆拨到左起第 1 个位置时，空调系统关闭；

②将功能拨动杆拨到左起第 2 个位置时，制冷系统以最大的制冷强度工作，冷风从侧出风口和中央出风口吹出；

③将功能拨动杆拨到左起第 3 个位置时，空调系统处于正常制冷状态，冷风从侧出风口和中央出风口吹出；

④将功能拨动杆拨到左起第 4 个位置时为舒适位置，冷风系统处于正常制冷状态，冷风从侧出风口和中央出风口吹出，少量冷风吹到前风窗和侧风窗；

⑤将功能拨动杆拨到左起第 5 个位置时为通风位置，新鲜空气从侧出风口和中央出风口吹出；

⑥将功能拨动杆拨到左起第 6 个位置时为采暖位置，热风吹向地板，少量热风从前风窗出风口、侧窗出风口、侧出风口和中央出风口吹出；

⑦将功能拨动杆拨到左起第 7 个位置时，热风吹向前风窗和侧窗，少量热风吹向地板出风口、侧出风口和中央出风口吹出。

2. 温度调节拨动杆的操纵

左右拨动温度调节拨动杆可实现出风温度的无级调节。拨动杆在最左端，出风温度最低；拨动杆在最右端，出风温度最高。

3. 鼓风机开关的操纵

鼓风机开关如图 1-4 所示有四个挡位，转到不同的位置，鼓风机便以不同的转速运转。

4. 空调系统操作机构的配合使用

①快速暖车。将功能拨动杆置于第 6 个位置，温度调节拨动杆置于最右端，鼓风机开关置于第 3 个位置，关闭中央出风口，并拨动侧出风口栅格上的拨动杆，使侧出风口流出的热风直接对着侧窗。

②正常采暖。将功能拨动杆置于第 4 个位置，根据自己的要求调节温度拨动杆的位置，鼓风机开关置于 1 挡或 2 挡，按需要调整中央出风口和侧出风口空气的流向。若外界环境温度较低时，则应关闭中央出风口，并使侧出风口的热风直接对着侧窗。

③新鲜空气的摄取。将功能拨动杆置于第 5 个位置，调节温度拨动杆的位置以获得理想的车内温度，鼓风机开关转到所需的挡位，根据需要调整侧出风口和中央出风口的位置。

④风窗和侧窗的除霜。将功能拨动杆置于第 7 个位置，温度拨动杆置于最右端，鼓风机开关转到 3 挡，关闭中央出风口，侧出风口直接对着侧窗。若欲加速前风窗的除霜速度，应关闭侧出风口。

⑤风窗和侧窗的除雾。将功能拨动杆置于第 7 个位置，外界环境温度若在 2℃以上，制冷系统可自动有效地除雾。在环境温度较低时，温度拨动杆置于右侧；在高温高湿地区，温度拨动杆应置于左侧。鼓风机开关置于 3 挡或 4 挡位置，关闭中央出风口，侧出风口直接对着侧窗。

⑥正常制冷。将功能拨动杆置于第 3 或第 4 个位置，温度拨动杆按需调节，视需要将鼓风机开关置于 1～4 挡中任一挡位，调整侧出风口和中央出风口的方向。若功能拨动杆置于 3 位置，则应至少打开一个出风口，否则冷风系统可能会结冰。

⑦快速制冷。关闭全部车门车窗，将功能拨动杆置于第 2 个位置，温度拨动杆置于最左端或按需调节，鼓风机开关置于 4 挡，按需调节中央出风口和侧出风口的气流方向。在此状态下，应至少有一个出风口始终开着。否则，冷风系统有可能结冰。

二、汽车电气系统检修常识

（一）汽车电气系统的工作环境

汽车电气系统的工作环境条件可概括为：大范围的温度和湿度变化，波动的电压及较强的脉冲干扰，电器间的相互干扰，剧烈的振动以及尘土的侵蚀等。

1. 温度与湿度

温度的变化包括两方面：一是外界环境温度，二是使用温度，它与电器设备工作时间的长短、布置位置以及电器元件自身的发热散热条件有密切关系。对于电子元件来讲，较高的使用温度是造成过热损坏的主要原因。在湿度较大的环境下，将会增加水分子对电子元件的浸润作用，使其绝缘性能下降，影响电器设备的工作性能。

2. 电压的波动

汽车电气系统的电压波动可分为两种：一种是正常范围内的波动即在蓄电池的端电压到电压调节器起作用的电压之间；另一种为过电压。过电压将对汽车上的电子设备带来极大危害。过电压按其性质来分，可分为非瞬变性和瞬变性过电压。

非瞬变性过电压主要是由于发电机调节器失灵，或其他原因引起发电机激磁电流未经调节器，使发电机电压升高到不正常值。这种故障如不及时排除，则整个充电系统的电压会一直处于不正常的高压，过电压有时可高达 100V。它会使蓄电池的电解液沸腾，电器设备烧毁。

瞬变性过电压对汽车电子元件危害最大，其产生主要有以下几种情况：

①当停车关闭点火开关时，由于发电机的磁场绕组与蓄电池之间通路瞬间切断，从而在磁场绕组中感应出按指数规律变化的负电压，其反向峰值可达 50～100V。该脉冲由于没有蓄电池吸收，极易引起电子元件的损坏。

②汽车运行中，发电机与蓄电池之间的导线意外松脱，或者在没有蓄电池的情况下，突然断开其他负载。发电机端电压瞬间可升高很多，极限情况可达 100V 以上，且可维持 0.1s 左右的时间。对一些过电压敏感的电子元件，这样的过电压足以造成损坏或误动作。

③电感性负载，如喇叭、各种电机、电磁离合器等，在切换时，将在电路中产生高频振荡，振荡的峰值电压可达 200V，但其持续时间较短（0.3ms 左右），一般不能引起电子元件损坏，但对于具有高频响应的控制系统，如电控燃油喷射系统，往往会引起误动作。

3. 电器间的相互干扰

由于各个电器设备工作方式不同，它们之间会以不同的方式彼此侵扰。通常将汽车上所有电器能在车上正常工作而不干扰其他电器正常工作的能力称为汽车电器的相容性。在实际中，电器间的相互干扰是不可避免的，因此，对汽车电气系统来说，重要的是相容性。任何因素激发出的振荡都会通过导线等以电磁波的方式发射出去，势必对其他电子系统产生电磁干扰。因此，汽车上应用的计算机等，都应具有良好的屏蔽措施，一旦屏蔽被破坏，也会导致其工作异常。

4. 其他

汽车行驶中不可避免地产生振动和冲击，它将造成电子设备的机械性损坏。如脱线、脱焊、端子抖动、搭铁不良等故障。尘土及有害气体的侵蚀会导致接触不良、绝缘性能下降等故障。

（二）汽车电气系统的故障特点

汽车电气系统的故障总体上可分为两大类：一类是电器设备故障；另一类是线路故障。

1. 电器设备故障

电器设备故障是指电器设备自身丧失其原有功能，包括电器设备的机械损坏、烧毁、电子元件的击穿、老化、性能减退等。电器设备故障一般是可修复的，但对于一些不可拆的电子设备出现故障后只能更换。

2. 线路故障

线路故障包括断路、短路、接线松脱、潮湿及腐蚀等导致的接触不良或绝缘不良等。这一类故障与电器元件无关。

（三）汽车电气系统的检修方法

1. 基本检测技术

万用表是在检修电路时，最常使用的测量工具。下面介绍使用指针式万用表对汽车电路中常用电子元件的测量方法。

（1）三个基本电量的测量

电压、电流、电阻是直流电路的三个基本参数。测电压时，两表笔与被测电路并联；测电流时必须与被测电路串联；测电阻不要带电测量。为了保证测量安全和测量结果的准确性要正确选择量程。

（2）电容器的简单检查

一些数字式万用表可以直接测量一定容量范围内的电容量，而指针式万用表则不能。但使用指针式万用表，也可以方便地判定电解电容的极性以及大致的漏电情况。

对于有极性的电解电容，可根据其正向漏电电阻大于反向漏电电阻值的原理来判断极性。将万用表置于电阻 R×1k 或 R×10k 挡，首先将两表笔与电容器的两脚任意连接，此时指针会突然向右偏转，表明电容开始充电，随着充电的进行，指针向左回摆，待指针回摆稳定后，记下其漏电阻值。然后，将电容两脚短接放电后，交换表笔，作相同的测量。两次测量中阻值较大的一次，黑表笔所接的脚为电容正极。如果两次测量阻值接近，则说明该电容质量不好；如果测量中发现指针不回摆，说明电容内部已短路，应予废弃；如测量开始时，指针不动，即使置于高电阻挡也不动，则表明电容内部短路；如果测量中，指针虽然回摆，但回摆不多，且显示的漏电阻值较小，则表明该电容漏电严重，质量不佳，应不予使用。一般来说电容量越大，漏电也会越多一些，但不要超过允许范围。

（3）二极管的简易判别

可以用万用表的 R×100 挡或 R×1k 挡来判别二极管的好坏及极性。一般不要用 R×1 或 R×10 挡，因为可能造成被测管的过流损坏；也不要用 R×10k 挡，因为可能造成被测管子的过压损坏。

测量时，将两表笔与二极管的两脚交换连接，分别读出所示电阻值，两次测量值应相差较大，测量值小的一次黑表笔所接的为正极。在两次测量中如果表针都指在左端不动，电阻值为∞，则说明管子内部已经断路；如果都指在右端，电阻值为 0，则说明管子内部已经短路，应予以废弃。

（4）三极管的简易判别

可利用万用表的R×100或R×1k挡来判别三极管的电极及一般性能。

①先判定基极。因为三极管的b-e之间、b-c之间都是PN结，根据其正向电阻都很小、反向电阻都很大的特点，可先任意假设一个基极，将它与红表笔接触，而用黑表笔分别接另外两极。如果所测得的两个阻值都很大，则所假设的基极为NPN型管子的基极。再将红黑表笔对调一下，若读数均为低阻值，则说明上述判断正确；如果测得的两个阻值都很小，表笔对调后，测得的阻值都为高阻值时，则说明所假设的基极为PNP型管子的基极。

②判定发射极和集电极。利用三极管正向电流放大系数比反向电流放大系数大的原理确定集电极。将万用表的两个表笔用手握着接到三极管的另外两脚，用嘴含住基极，利用人体电阻实现偏置，读出表的指示值，再将表笔对调，重复上述测试，比较两次的读数，对于NPN型管子，阻值小的一次，黑表笔所接的为集电极；对于PNP型管子，阻值小的一次，红表笔所接的为集电极。

三极管的一般性能，可以从万用表上直接测得如电流放大系数β值等，这里从略。

2. 汽车电路检修方法

(1) 直观诊断法

汽车电路发生故障时，有时会出现冒烟、火花、异响、焦臭、发热等异常现象。这些现象可通过人的眼、耳、鼻、身感觉到，从而可以直接判断出故障所在部位。例如汽车行驶中，突然发现转向灯与转向指示灯均不亮故障，用手一摸，发现闪光器发热烫手，说明闪光器已被烧坏。

(2) 断路法

汽车电路设备发生搭铁（短路）故障时，可用断路法判断，即将怀疑有搭铁故障的电路段断路后，根据电器设备中搭铁故障是否还存在，判断电路搭铁的部位和原因。如汽车行驶时，听到电喇叭长鸣，则可以将继电器“按钮”接柱上的导线拆开，此时如果喇叭停鸣，则说明喇叭按钮至继电器这段电路中有搭铁现象。

(3) 短路法

汽车电路中出现断路故障，还可以用短路法判断，即用起子或导线将被怀疑有断路故障的电路短接，观察仪表指针变化或电器设备工作状况，从而判断出该电路中是否存在断路故障。

例如怀疑汽车电路中的各种开关有故障，可用导线将开关短接来判断开关好坏。

(4) 试灯法

试灯法就是用一只汽车用灯泡作为试灯，检查电路中有无断路故障。例如，用试灯的一端和交流发电机的“电枢”接柱连接，另一端搭铁。如果灯不亮，说明蓄电池至交流发电机“电枢”接柱间有断路现象；若灯亮，说明该段电路良好。

(5) 仪表法

观察汽车仪表板上的电流表、水温表、燃油表、机油压力表等的指示情况，判断电路中有无故障。例如，发动机冷态，接通点火开关时，水温表指示满刻度位置不动，说明水温表传感器有故障或该线路有搭铁。

(6) 高压试火法

对高压电路进行搭铁试火，观察电火花状况，判断点火系的工作情况。具体方法是：取下点火线圈或火花塞的高压导线，将其对准火花塞或缸盖等，距离约5mm，然后接通起动开关，转动发动机，看其跳火情况。如果火花强烈，呈天蓝色，且跳火声较大，则表明点火系工作基本正常；反之，则说明点火系工作不正常。

(7) 仪器法

随着汽车电气设备的日趋复杂，在维修中，特别是维修装置电子设备较多的车辆，使用一些专用的仪器是十分必要的。例如，维修捷达王轿车电控燃油喷射系统时，经常使用故障检测仪 V.A.G1551 或 V.A.G1552 来读取故障码和发动机怠速的基本设定。

（四）检修汽车电气系统应注意的一些事项

1. 熔断器的使用

熔断器俗称熔断器，在电路中起保护作用。当电路中流过超过规定的过大电流时，熔断器的熔丝自身发热而熔断，切断电路，防止烧坏电路连接导线和用电设备，并把故障限制在最小范围内。通常情况下，将很多熔断器组合在一起安装在熔断器盒内，并在熔断器盒盖上注明各熔断器的名称、额定容量和位置。

一般情况下，环境温度在 18～32℃时，流过熔断器的电流为额定电流的 1.1 倍时，不熔断；达到 1.35 倍时，熔丝在 60s 内熔断；达到 1.5 倍时，20A 以内的熔丝，15s 以内熔断，30A 熔丝，在 30s 以内熔断。

熔断器在使用中应注意以下几点：

①熔断器熔断后，必须真正找到故障原因，彻底排除故障；

②更换熔断器时，一定要与原规格相同；

③熔断器支架与熔断器接触不良会产生电压降和发热现象，安装时要保证良好接触。

2. 连接器的拆装

连接器就是通常说的连接插头和插座，用于线束与线束或导线与导线以及线束与继电器盘之间的相互连接。为了防止连接器在汽车行驶中脱开，所有的连接器均采用闭锁装置。要拆开连接器时，首先要解除闭锁，然后把连接器拉开，不允许在未解除闭锁的情况下用力拉导线，这样会损坏闭锁或连接导线。捷达轿车继电器盘及其后部多孔插座的拆装过程如下。

（1）继电器盘的拆装

带熔断器盒的继电器盘安装在仪表板左后部，其装配关系如图 1-7 所示。拆卸时，首先从吊架 4 的孔内拉出固定夹 1 的止动销 2，向前翻转固定夹便从吊架 4 上拆下继电器盘左右侧的固定夹 1，此时可从吊架上摘下继电器盘上的钉头销子 3，再向外压左侧的吊架 4，直至从吊架上抽出销子 5，即可取下继电器盘。安装过程与拆卸相反，要保证销子 5 和固定夹止动销 2 插入吊架的圆孔内。

（2）继电器盘后部多孔插座的拆装

拆卸继电器盘后部多孔插座时，把继电器盘后部的止动滑块从外壳上按图 1-8 箭头所示

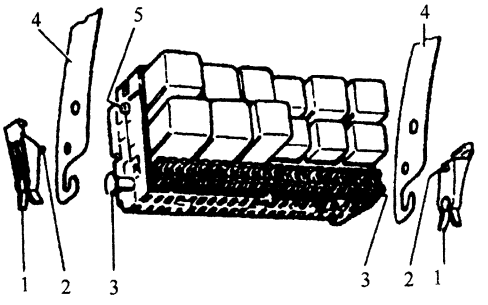


图 1-7　继电器盘的拆装

1-固定夹；2-止动销；3-钉头销子；4-吊架；5-销子

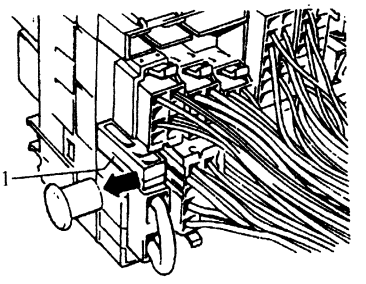


图 1-8　多孔插座的拆卸（1）

拉出（约 5mm），然后再压下如图 1-9 所示的多孔插座锁止凸耳，便能从继电器盘上拉下多孔插座。

安装多孔插座时，按图 1-10 所示，将定位销 2 对准定位槽 4，压入多孔插座，并使锁止凸耳 3 安装到位，待所有多孔插座都压入后，按图 1-10 中箭头所示压回止动滑块 1，安装完毕。

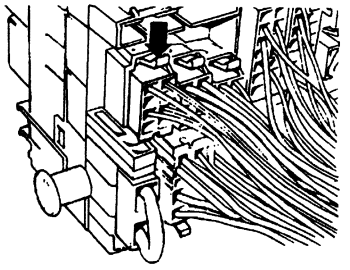


图 1-9　多孔插座的拆卸（2）

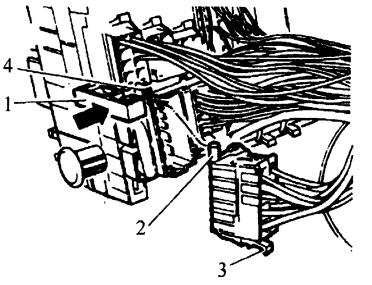


图 1-10　多孔插座的安装

1-止动滑块；2-定位销；
3-锁止凸耳；4-定位槽

3. 电器的检查

在检修传统汽车电器故障时，有人往往采用“试火”的办法逐一判断故障部位。在装有电子装置的汽车上，不允许使用这种方法。否则会给某些电路和电子元件造成意想不到的损害。

不允许使用欧姆表及万用表的 R×100 以下低阻欧姆挡检测小功率晶体管，以免电流过载损坏晶体管。

更换三极管时，应首先接入基极；拆卸时，最后拆下基极。拆卸和安装电器元件时，应切断电源。

三、汽车的使用与维护

（一）新车使用前的检查

为了确保行车安全，新车在使用前应进行以下各项检查：

①检查汽车各部件的连接及紧固情况，特别注意传动、转向、制动、悬架、车轮等部位。

②检查液面状况，主要有冷却液、发动机机油、制动液、风窗洗涤液等。

③检查点火系高压导线是否插牢，点火顺序是否正确。

④蓄电池连接是否可靠，电压是否正常。

⑤轮胎气压是否符合规定要求。

⑥检查车轮装饰罩的装配情况。

⑦检查车辆外观清洁度，主要有油漆、装饰件、玻璃窗等。

⑧检查车辆内部清洁度，主要有座椅、内饰、地毯、行李舱、玻璃窗等。

⑨检查前挡风玻璃清洗喷嘴的喷射方向。

⑩检查所有开关、电器、仪表及其他控制元件的功能是否齐全。

⑪检查制动系是否工作可靠。

⑫检查有无泄漏，主要有冷却液、机油、汽油、制动液等。

⑬检查制动器和离合器踏板的自由行程，制动器踏板的自由行程为 2～3mm，离合器踏板

的自由行程为15～20mm。

⑭检查随车工具及附件是否齐全。

⑮清点随车文件，检查车辆标牌（车型标牌、发动机号、底盘号）是否与随车文件的号码相符。

⑯进行道路试验，检查汽车各种操纵机构是否方便、灵活、可靠。

（二）新车的走合

汽车使用之初，需要一个1 500km的走合期。汽车走合的好坏直接影响以后的使用寿命和工作可靠性，应特别引起重视。在走合期内行驶应遵循以下规定：

①走合期间最好选择在平坦良好的道路上行驶。

②汽车应以中速行驶，车速不准超过最高车速的3/4；避免发动机高速运转和节气门全开；发动机转速不许超过4 500r/min。

③新的制动器在200km内不具备良好的制动性，使用时要特别注意，避免紧急制动，保证制动器的良好磨合。

④行驶中不要使发动机负荷过大，一旦出现发动机工作不平稳应及时换入低挡，不许拖挂拖车。

⑤经常检查发动机机油液面高度是否正常。

⑥走合期结束后要进行一次走合维护，通常在一汽大众公司服务站进行。

（三）捷达轿车的维护

1. 走合维护项目

①更换发动机机油。

②更换机油滤清器。

③检查冷却液、制动液、风窗洗涤液液面高度。

④检查发动机及传动系的密封性。

⑤全面检查和调整与行车安全有关的系统，包括转向系、制动系、传动轴、悬架及轮胎压力等。

⑥检查并添加变速传动系润滑油，清洗通气孔。

⑦检查紧固发动机悬置件及底盘各连接部件的连接螺栓，特别是转向机构和左右半轴的连接螺栓。

⑧加注各部润滑脂。

⑨检查并调整发电机皮带张紧度。

⑩清洁蓄电池，检查电解液液面高度。

2. 每行驶7 500km的维护项目

①更换发动机机油。

②更换机油滤清器。

③检查盘式制动器摩擦片的厚度，标准值为14mm，使用极限值为7mm。

④填写维护时间标签，贴在仪表板下或门柱上，为下次维护提供依据。

3. 每12个月的维护项目

①更换发动机机油及机油滤清器。

②清洗空气滤清器壳体，更换滤心。

③检查冷却液液面。
④检查发动机密封性。
⑤检查并调整点火正时、怠速转速、尾气排放 CO、HC 含量。
⑥检查排气系统损坏情况。
⑦检查转向横拉杆接头间隙、固定情况及防尘罩。
⑧检查转向万向节及防尘罩渗漏和损坏情况。
⑨检查变速器、传动轴、等速万向节护套的密封性和损坏情况。
⑩检查前后制动摩擦片厚度。
⑪检查制动装置的密封性及损坏情况；检查制动液液面。
⑫每 24 个月更换一次制动液。
⑬检查油底壳防护底板的损坏情况。
⑭检查轮胎气压。
⑮检查并调整前大灯。
⑯检查所有电器件的工作状况。
⑰检查风窗清洗液液面。
⑱对车门轴进行润滑。
⑲进行道路试验，检查制动、转向、换挡装置的功能。
⑳填写标签，记录本次维护时间和下次维护时间，贴在门柱上。

4. 每 30 000km 的维护项目

①检查所有电器件的工作状况。
②检查刮水器及洗涤泵工作情况、风窗清洗液液面。
③更换火花塞。
④更换汽油滤清器。
⑤更换发动机机油及机油滤清器。
⑥检查冷却系工作情况及冷却液液面。
⑦检查发动机密封性。
⑧检查排气系统损坏情况。
⑨检查 V 形皮带状况及张紧度。
⑩检查并调整点火正时、怠速转速、尾气排放。
⑪检查转向横拉杆接头间隙、固定情况及防尘罩。
⑫检查转向万向节及防尘罩渗漏和损坏情况。
⑬检查变速器、传动轴、等速万向节护套的密封性和损坏情况。
⑭检查前后制动摩擦片厚度。
⑮检查制动装置的密封性及损坏情况；检查制动液液面。
⑯检查轮胎气压。
⑰检查并调整前大灯。
⑱对车门限位器进行润滑。
⑲进行道路试验，检查制动、转向、换挡装置的功能。
⑳填写标签，记录本次维护时间和下次维护时间。

第二章　电源系统

一、蓄电池的结构原理

蓄电池是一个可逆直流电源，它与汽车上的发电机并联，对其工作情况作以下几点说明：

①起动发动机时，由蓄电池向起动机、点火系、仪表等用电设备供电，起动机工作电流可达200～600A。

②发动机低速运转，发电机电压低于蓄电池电压时，由蓄电池向点火系等用电设备供电。

③当发动机高速运转时，发电机的电压高于蓄电池的电压，由发电机向用电设备供电，并对蓄电池进行充电，以化学能的形式贮存在蓄电池中。

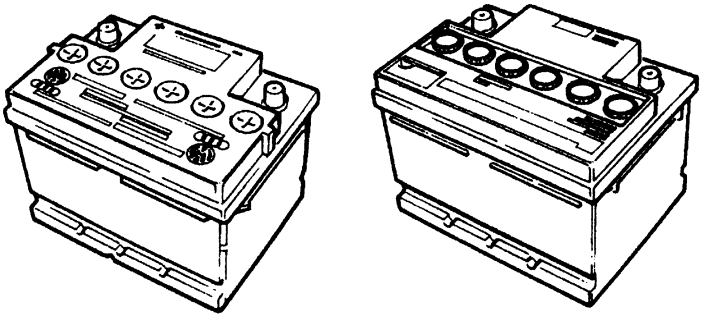
④当用电设备的耗电量超过发电机的供电能力时，由蓄电池协同发电机对外供电。

蓄电池的种类很多，由于铅蓄电池的内阻小，电压稳定，可以短时间内供给起动机强大的电流，加之结构简单，价格较低，所以在汽车上广泛采用。另外，铅蓄电池不仅是一个电源，而且相当于一个容量较大的电容器，能吸收电路中产生的过电压，保护晶体管和集成电路不被击穿，延长使用寿命。

（一）蓄电池的结构及工作原理

1. 蓄电池的构造

捷达轿车使用的蓄电池有两种，一种是带塞槽的蓄电池，另一种是带有中心排气的蓄电池，其外观如图 2-1 所示。它们都是免维护蓄电池。



(a)带塞槽的蓄电池　　(b)带中心排气孔的蓄电池

图 2-1　蓄电池的外形

该蓄电池有如下优点：使用中耗水量少，自放电少，寿命长，接线柱腐蚀较少，起动性能好。

蓄电池的结构如图 2-2、图 2-3 所示。它由 6 个单格电池串联而成，每个单格的标称电压为2V，蓄电池的端电压为 12V。单格电池由极板、隔板、电解液组成，分别装于壳体的 6 个单格中。

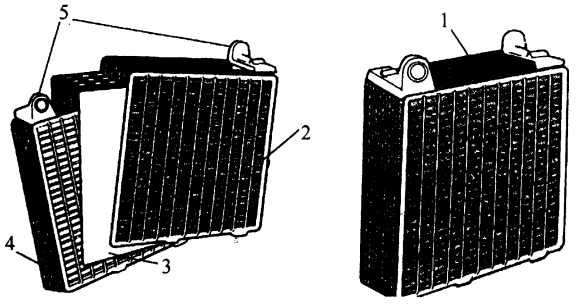


图 2-2　单格蓄电池的结构

1-组装完的单格电池；2-负极板；3-隔板；4-正极板；5-极板联条

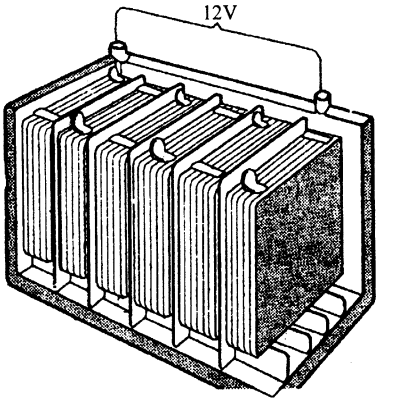


图 2-3　蓄电池由 6 个单格电池串联组成

（1）极板

蓄电池的极板分为正极板和负极板。正极板上的活性物质是深棕色的二氧化铅(PbO_2)，负极板上的活性物质是灰色海绵状铅(Pb)，它们分别填充在低锑合金或铅钙合金的栅架上。极板上的活性物质具有多孔性，电解液能够渗透到极板的内部，增大电解液与活性物质的接触面积，使活性物质在充放电化学反应时得到充分利用，提高其容量。为了增大蓄电池的容量，将多片正极板和多片负极板分别用横板连接成正极板组和负极板组。由于正极板的活性物质比较疏松，机械强度低，在充放电过程中易膨胀变形而挠曲，造成活性物质脱落，为此负极板比正极板多一片，使极板两侧放电均匀，避免正极板的早期损坏。

（2）隔板

隔板的材料应具有多孔性，以便电解液自由渗透。为了增大电解液的储存量，壳体底部不需凸筋，故隔板采用袋式微孔聚氯乙烯将极板包住，可保护正极板上的活性物质不致脱落，防止极板短路。

（3）电解液

电解液是用纯净的硫酸(H_2SO_4)和蒸馏水按一定比例配制成的硫酸水溶液。

工业用硫酸和自来水中均含有大量的有害物质，不可用来配制电解液。电解液的密度对蓄电池的工作有很大影响，密度大些可降低冰点减少结冰的危险，可适量提高蓄电池的容量。但密度过大，由于电解液粘度增加，流动性变差，反而会使蓄电池容量下降，缩短极板使用寿命。电解液密度应随地区和气候条件而定，表 2-1 中列出了不同气温条件完全充足电状态下的电解液密度。

（4）壳体

表 2-1　不同气温下选用的电解液密度

使用地区的最低温度（℃）	冬季（g/cm^3）	夏季（g/cm^3）
低于－40	1.31	1.27
－30～－40	1.29	1.25
－20～－30	1.28	1.25
0～－20	1.27	1.24

壳体是用来盛放电解液和极板组的。壳体应耐酸、耐热、耐震。采用塑料制成6个互不相通的单格。每个单格内装有极板组和电解液组成一个单格电池。

2. 蓄电池的工作原理

蓄电池在充电时将电能转变成化学能贮存起来，用电时将贮存的化学能转变成电能供给用电设备。所以蓄电池的工作过程就是化学能与电能的相互转换过程。

（1）放电过程

充足电的蓄电池，正极上的活性物质是二氧化铅(PbO_2)，负极板上的活性物质是海绵状的纯铅(Pb)，电解液是纯净的硫酸水溶液，由于正负极板是两种不同的导体，与电解液起化学反应后，使正极板带正电，负极板带负电，在两极板间产生了约2V的电位差。

当蓄电池接上负载放电时（图2-4），在电位差的作用下，电流由正极通过负载流向负极，与此同时，两极板上的活性物质与电解液发生化学反应，两极板由原来的二氧化铅和海绵状铅逐渐变成硫酸铅，电解液中的硫酸成分逐渐减少，电解液的密度下降。放电过程中化学反应方程式如下：

$$PbO_2+2H_2SO_4+Pb \longrightarrow 2PbSO_4+2H_2O$$

正极板上的二氧化铅和负极板上的海绵状纯铅与硫酸作用均生成硫酸铅，同时二氧化铅中的氧离子与硫酸中的氢离子相互作用生成水，正负极板间的电位差逐渐减少。放电过程可进行到全部活性物质都转变成硫酸铅为止。实际上，由于放电过程中生成的硫酸铅的体积较原活性物质的体积大，先生成的硫酸铅堵塞了极板的孔隙，在大部分活性物质还没有来得及参加反应时，化学反应就停止了。

（2）充电过程

铅蓄电池在放电后，正负两极板上的产物均为硫酸铅。欲使正负两极板上的硫酸铅再恢复成原来的二氧化铅和海绵状铅，必须用直流电源进行充电（图2-5）。充电时电流按放电过程相反的方向流过蓄电池，由于电流的作用，在蓄电池内发生与放电过程相反的化学反应，正极板处的硫酸铅与水作用生成二氧化铅(PbO_2)和硫酸(H_2SO_4)，二氧化铅沉积在正极板上，负极板上的硫酸铅在充电电流的作用下，铅离子获得电子还原成铅，以固体的状态析出沉附在负极板上；此时，电解液中的氢离子移向负极板，与从负极板上脱离下来的硫酸根离子结合成硫酸(H_2SO_4)，电解液中的硫酸成分逐渐增多而变浓。充电过程的化学反应方程式如下：

$$2PbSO_4+2H_2O \longrightarrow PbO_2+2H_2SO_4+Pb$$

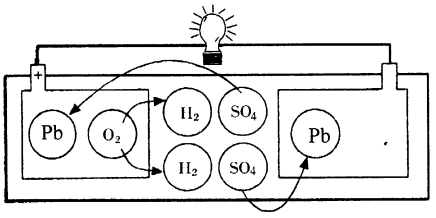


图2-4　蓄电池的放电过程

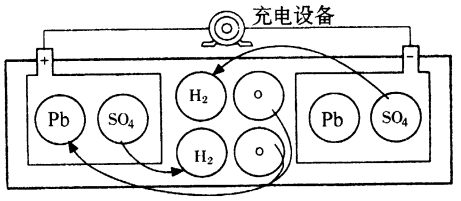


图2-5　蓄电池的充电过程

在充电过程中，上述过程不断进行，直至极板上的活性物质和电解液完全恢复到放电前的状态，即正负极板上的硫酸铅绝大部分变为二氧化铅与海绵状铅，充电结束，这时，若再继续充电，就要引起水的分解，正负极板上均冒出剧烈的气泡，正极冒出氧气，负极冒出氢气。充电电流越大，则产生的气泡越多，因此在充电末期充电电流不宜过大，以便延长蓄电池的使用寿命。

综上所述，蓄电池充放电过程中的化学反应是可逆的，其化学反应方程式为：

$$PbO_2+2H_2SO_4+Pb \rightleftharpoons 2PbSO_4+2H_2O$$

蓄电池的充放电化学反应过程有如下特点：

①在蓄电池放电过程中，电解液中的硫酸逐渐减少而水分增多，电解液的密度下降；在充电过程中电解液的水分减少而硫酸逐渐增加，则电解液密度上升。

②蓄电池放电时极板活性物质要消耗电解液中的硫酸，充电时消耗电解液中的水，都发生在正、负极板附近，因此要求极板附近电解液的流动性要好，要求隔板的多孔性要好。

③蓄电池放电终了时，极板上仅有20%～30%的活性物质转变为硫酸铅，要提高蓄电池的容量，减少蓄电池的质量和体积，就应设法提高极板的多孔性，减小极板的厚度，即提高活性物质的利用率。

（二）使用条件对蓄电池容量的影响

1. 蓄电池的容量

蓄电池的容量就是指在放电允许的范围内蓄电池输出的电量，容量等于放电电流与放电时间的乘积。

蓄电池的容量与放电电流的大小及电解液的温度等有关，因此蓄电池的标称容量是在一定的放电电流、一定的终止电压和一定的电解液温度下取得的。

（1）额定容量

额定容量即把充足电的蓄电池，电解液密度和液面高度调整到规定值，电解液平均温度在30℃的条件下，以20h放电率的电流（相当于额定容量的1/20）连续放电至单格电压为1.75V为止，所输出的电量。捷达轿车使用的蓄电池的容量为63Ah。

（2）起动容量

起动容量表示蓄电池接起动机时的供电能力，有常温和低温两种起动容量。

①常温起动容量，即电解液温度为30℃时，以5min放电率的电流连续放电至规定的终止电压9V所输出的电量，其放电持续时间应在3min以上。

②低温起动容量，即电解液温度为－18℃时，以3倍额定容量的电流连续放电至规定的终止电压6V所输出的电量，标准蓄电池其放电持续时间应在2.5 min以上。

2. 影响蓄电池容量的因素

（1）放电电流

当放电电流增大，化学反应速度加剧，极板的孔隙将过早被迅速生成的硫酸铅所堵塞或缩小，使电解液向孔隙内渗入困难，极板内部大量的活性物质不能参加化学反应，因而蓄电池的放电容量迅速下降。

（2）电解液温度

温度降低时，电解液的粘度增加，流动性变坏，电解液向极板孔隙内层渗入困难，极板孔隙内的活性物质不能充分利用，使蓄电池的放电容量下降。一般情况下，温度每降低1℃缓慢放电时，容量约减小1%，大电流放电时约减小2%。

（3）电解液密度

提高电解液的密度，可以提高铅蓄电池的电动势，减小内阻和增加容量，还可以降低电解液的冰点。若电解液密度过大，使其粘度增加，电解液向极板孔隙中渗入的速度降低，内阻反而增大，导致端电压和容量减小。电解液密度过高，蓄电池的自放电速度加快，板栅和隔板的腐蚀作用加剧，缩短了蓄电池的使用寿命。一般情况下，采用偏低的电解液密度有利于提高放电电

流和容量，尤其是起动容量，还有利于延长铅蓄电池的使用寿命。铅蓄电池电解液的密度，应根据用户所在地区的气候条件不同而异，冬季使用的电解液，在不致结冰的条件下，尽可能使用稍低的电解液密度。

（4）电解液的纯度

电解液的纯度对蓄电池的容量有很大影响，因此电解液应用化学纯硫酸和蒸馏水配制。电解液中一些有害杂质会腐蚀板栅，沉浮于极板上的杂质形成局部电池产生自放电。如电解液中含有1%的铁，蓄电池在一天内就会自行放完电。所以使用纯度不好的电解液明显减小蓄电池的容量，缩短电池的使用寿命。

二、蓄电池的维护

（一）蓄电池充电

1. 需要充电的条件

蓄电池在使用过程中如果出现下列现象，需及时进行补充充电。

①电解液相对密度下降到1.150以下。

②冬季放电超过25%，夏季超过50%。

③灯光比平时暗淡，起动机运转无力。

④单格电池电压下降到1.7V以下。

⑤充电时间间隔达到1～2月。

蓄电池充电时需注意以下几点：

①选择在通风良好的房间进行。

②充电前应检查电池液面，不足时应加至规定液位。不要给液面过低的电池充电。

③蓄电池的上部有易爆气体，不要在蓄电池附近吸烟、使用明火或制造火花。

④蓄电池的电解液（硫酸）吸水性极强，极易造成烧伤，使用时一定要小心。一旦在皮肤、衣物上溅有电解液，应立即用清水冲洗，并及时治疗。

⑤就车充电为防止对车上其他用电设备造成损害，充电前应将蓄电池负极电缆拆下。

⑥对于结冰的蓄电池，一定要在解冻后才能充电，否则会造成电池损坏。

⑦充电过程中，若发现电解液沸腾或产生气泡，以至电解液从气孔中溢出时，应立即减小充电量，或暂时关闭充电机。

⑧充电时，蓄电池与充电机的连接是正极接正极，负极接负极。

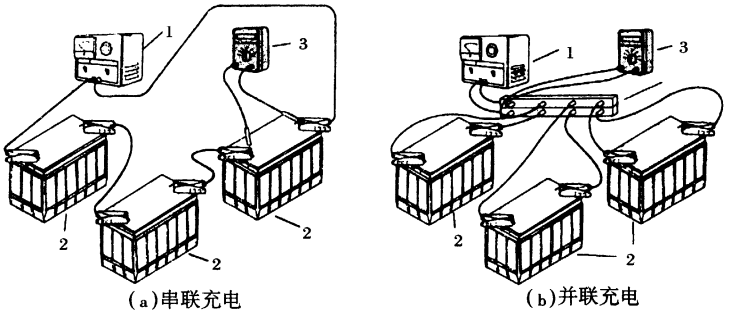
蓄电池的充电时间和电池容量、充电时的温度、充电机容量、蓄电池原有充电状态有关，在实际操作中应考虑到以上各种因素。

2. 充电方法

（1）连接充电线路

蓄电池充电线路一般有并联和串联两种基本形式（图2-6），串联电路充电电流相等，便于电流的控制调整，但是当蓄电池数量较多时，充电机的输出电压需要很高；并联电路充电电压相等，安全性较高，但需要充电机输出电流较大，并且各个蓄电池的充电电流有可能不一致。充电时根据具体情况灵活选择。

（2）改进型恒流充电



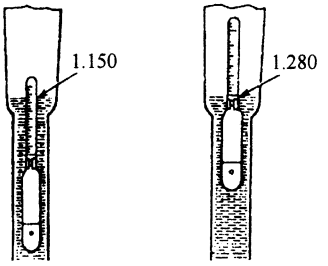
(a)串联充电　　(b)并联充电

图 2-6　蓄电池充电机接线图

1-充电机；2-蓄电池；3-电流表

①充电电流选择为蓄电池的额定容量的 1/10；

②间隔 1h 左右，调节充电电流、测量蓄电池电压、测量电解液密度和温度；若电解液温度达到 40℃，暂时停止充电，待电解液温度降低至 35℃后再恢复充电；图 2-7 和图 2-8 是电解液密度检测的示意图；



(a)刻度尺浸入电解液中越深，电解液密度越小　(b)刻度尺浮得越高，电解液密度越大

图 2-7　用密度计检测电解液密度

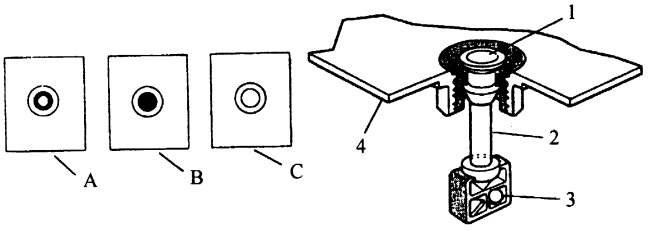


图 2-8　免维护密封蓄电池上的内置密度计的机构和工作原理

A-绿色圆点明显；B-绿色圆点模糊；C-透亮或黄色

1-观察镜；2-光学的荷电状况指示器；3-绿色小球；4-蓄电池顶部

③当单格电压达到 2.4V 时，将充电电流减半；

④当单格电压达到 2.7V、并且 1h 内不再上升，停止充电；

⑤检查并调整电解液密度、调整液面高度（高出极板 10～15mm）。

(3) 快速充电

快速充电需要专门的充电设备，一般采用脉冲充电电流方式，并且间有放电脉冲。充电设备还具有自动保护、电流自动调整、充足检测和停充等功能。快速充电的充电时间短，一般 1h 左右便可完成。

快速充电电流一般较大，充电线路连接要可靠，否则会出现连接点“打火”，严重的还会使线路烧熔或严重氧化。

快速充电的操作方法可参照具体充电设备的使用说明书。

(二) 蓄电池的日常维护

1. 蓄电池的日常清洁

在拆下蓄电池的接头或把整个蓄电池卸下来进行清洁和其他维护之前，首先要用苏打水

或氨水对积集在接线端子、接头和其他金属部件上的锈蚀物进行中和处理。

注意不要把污锈弄到汽车的油漆面、金属部件、橡胶部件及自己的手上和脸上，要确保不能让苏打水或氨水流入蓄电池内。用硬毛刷来清除金属块污物较为理想。污点和积累的油污可用清洁剂来去除。

清洁后，用干净水清洗蓄电池及电缆接头。再用清洁抹布把蓄电池擦干或用低压空气将其吹干。

为了清洁电缆接头和蓄电池接线端子的内表面，需要拆下电缆，要先拆接地电缆。拆卸弹簧式电缆接头时要用夹钳、虎钳、钩锁、蓄电池夹等工具将其尾部压合，这样就能使接头张开，从接线柱上取下。

需要注意，在拆卸现代汽车上的蓄电池连线时，控制发动机的计算机和汽车的附属电器上会丢失一些存储信息。除了丢失时钟信息和收音机上的选台设置信息外，还可能造成汽车运行“粗暴”。一旦发生此种情况，只要在关闭发动机之前让它运转一会即可。

对于用螺栓、螺母固紧的接头，要用合适的扳手拧紧螺母。使用普通的钳子和开口扳手可能会出问题，如受力脱滑，砸裂单格电池盖或损坏蓄电池外壳等。

在松开螺母时，一定要用钳子把电缆固定住，这样可以消除对接线柱的侧压力，以免造成接线柱折断或松动。如果螺母松开后，接头仍不能容易地从接线柱上卸下来，可用拔出器来拆卸（图 2-9）。用旋具或棒来撬会使接线柱和与它连接的极板受力变形，这样可能引起所在单格的盖破裂或者使接线柱与极板间产生松动。

接头拆下来后，用接头扩张工具使其张开，把它放到苏打水或氨水中浸泡以中和剩余的腐蚀物，然后用内外两用钢丝刷清洁接头的内部和接线柱（图 2-10）。

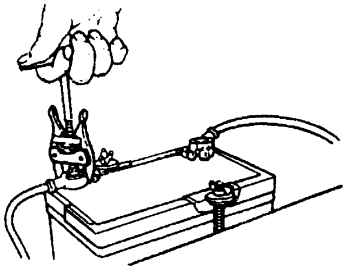


图 2-9　用蓄电池接头拔出器拆卸电缆接头

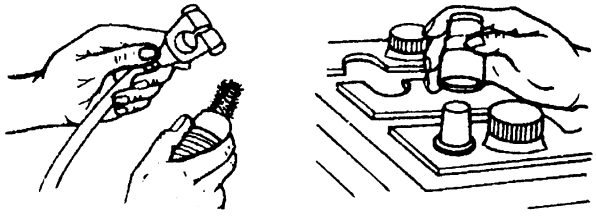


图 2-10　用组合式内外两用钢丝刷清洁电缆接头内表面和接线柱外表面

在重新安装电缆接头以前，可把经防锈复合物处理的毡垫圈装到接线柱上。

在重新安装接头时，先把正极接头正确定位到其接线柱上。各螺母或螺栓不要拧得过紧，以防损坏接线柱或接头。最后，在接头处涂上一层凡士林或蓄电池防锈膏或其他防锈涂料。

2. 蓄电池的检测

①电解液液面高度和密度检测　在天气炎热的夏天，每周都要对电解液液面高度和密度进行检测；冬天也要两周检测一次。

②开路电压的检测　检测开路电压可以对蓄电池内存储的电量进行判断。检测时，所测的电压必须在不加负载条件下稳定 10min 以上，若是刚充电结束的蓄电池还要放电 15min，放掉表面电荷。为方便读数，选用仪表最好是数字式的。表 2-2 数据表明了开路电压的微小变化，反映了蓄电池存储电量的状态。

表 2-2　蓄电池开路电压与存储电量

开路电压（V）	存储电量	开路电压（V）	存储电量
12.6 或更高	100%	12.0～12.2	25%～50%
12.4～12.6	75%～100%	11.7～12.0	0～25%
12.2～12.4	50%～75%	11.7 或更低	0

③蓄电池漏电的检测　蓄电池每天的容量损失超过 2%，则表明漏电较严重，需要检查线路及蓄电池内部是否有故障。

④蓄电池的容量检测　容量检测通常要用专用检测仪，可参照检测仪的使用说明书。

（三）蓄电池的故障及排除

蓄电池的外部故障，有壳体或盖子裂纹、封口胶干裂、极桩松动或腐蚀等；内部故障有极板硫化、活性物质脱落、极板短路、自行放电、极板拱曲等。下面简单分析几种常见故障现象和原因及排除方法。

1. 极板硫化

蓄电池长期处于放电状态或充电不足状态下放置时，在极板上会逐渐生成一层白色的粗晶粒的硫酸铅，正常充电时，它不能转化为 PbO_2 和 Pb，称为硫酸铅硬化，简称硫化。这种粗晶粒的硫酸铅，堵塞极板孔隙，使电解液渗入困难，容量降低，内阻显著增大，起动性能和充电性能下降。

蓄电池硫化主要表现在：极板上有白色的霜状物；蓄电池容量明显下降；用高率放电叉检查时，单格电压明显降低；充电时单格电压迅速升高到 2.7V 左右，但电解液密度上升不明显，且过早出现沸腾现象。

硫化的原因主要是：

①充电不足的蓄电池长期放置，当温度升高时，极板上一部分硫酸铅溶于电解液中，在温度下降时，溶解度随之减小，部分硫酸铅再结晶成粗大颗粒的硫酸铅附在极板上，使之硫化。

②电池内液面过低，极板上部与空气接触而氧化（主要是负极板）。在汽车行驶过程中，由于电解液上下波动与极板氧化部分接触，也会产生粗晶粒的硫酸铅，使极板上部硫化。

③电解液密度过大或不纯，气温变化大都能使极板硫化。

补救办法：当硫化不严重时，可采用去硫充电法进行充电，即倒出电解液，灌入蒸馏水充分洗涤，反复清洗数次，最后灌入蒸馏水使液面高出极板 15mm，用 2～2.5A 电流充电，并随时检查电解液相对密度，如上升到 1.15 以上时，可加蒸馏水冲淡，继续充至密度不再上升，再进行放电，如此反复几次，最后一次充电时，应将密度调至规定值。当硫化严重时，应予以报废。

2. 自行放电

充足电的蓄电池，放置不用，会逐渐失去电量，这种现象称为自行放电。对于充足电的蓄电池，如果每日容量下降不大于 2%，就是正常的自放电，超过 2%就是故障了。

自行放电的主要原因有：

①电解液不纯，杂质与极板之间以及沉附于极板上的不同杂质之间形成电位差，通过电解液产生局部放电；

②蓄电池溢出的电解液堆积在盖板上，使正负极柱形成通路；

③极板活性物质脱落，下部沉淀物过多，使极板短路；

④蓄电池长期放置不用，硫酸下沉，下部密度比上部大，极板上下部发生电位差引起自行

放电等。

发生自放电故障后，应倒出电解液，取出极板组，再用蒸馏水冲洗极板和隔板，然后重新组装，加入新的电解液重新充电。

3. 极板短路

隔板损坏、极板拱曲或活性物质大量脱落会造成极板短路。

极板短路的外部特征是充电电压低、密度上升很慢，充电中气泡很少，而且用高率放电叉测试时，单格电池电压很低或者为零。对于短路的蓄电池必须拆开，查明原因排除之。

三、发电机的构造与检修

发电机是汽车上的主要供电设备，它与蓄电池并联。其作用是：在汽车正常行驶时，向各用电设备供电，并及时对蓄电池进行补充充电。

（一）发电机的构造

捷达轿车采用的是内装电压调节器式硅整流交流发电机，其结构如图 2-11 所示。主要由三相同步交流发电机、与碳刷支架连成一体的集成电路电压调节器和硅二极管整流器等组成。分解的发电机和调节器如图 2-12 所示。

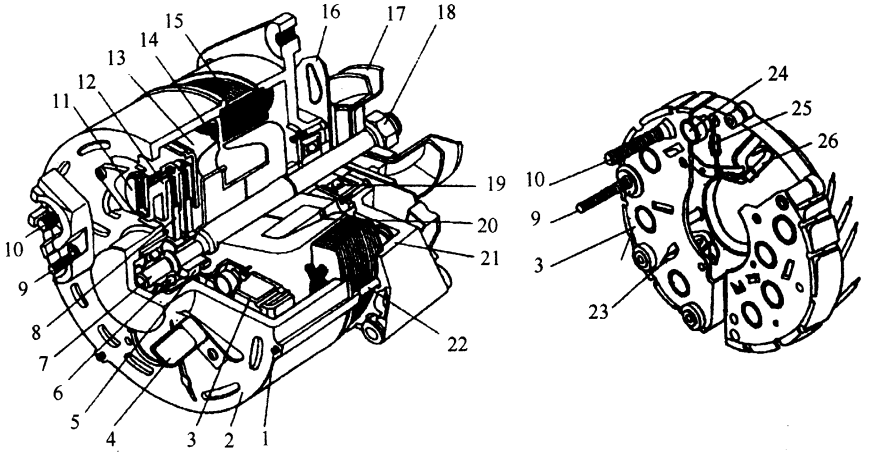


图 2-11　发电机的结构

1-连接螺栓；2-后端盖；3-元件板；4-防干扰电容器；5-滑环；6-全封闭轴承；7-转子轴；8-电刷；9-磁场接线柱；10-输出接线柱；11-电压调节器；12-电刷架；13-磁极；14-定子绕组；15-定子铁心；16-风扇叶；17-带轮；18-紧固螺母；19-全封闭轴承；20-磁场绕组；21-前端盖；22-定子槽楔子；23-电容器接插片；24-输出整流二极管；25-磁场整流二极管；26-电刷架压紧片

1. 三相同步交流发电机

三相同步交流发电机主要由定子、转子、前后端盖、风扇及带轮等组成。

定子是产生三相交流电的主要部件之一，它由定子铁心和三相绕组组成。定子铁心由相互绝缘的圆状带槽的硅钢片叠制而成，定子铁心槽内装有对称的三相绕组，它的末端连在一起（呈星形连接）而形成中性点，各相绕组的始端部分分别与散热板和硅二极管相连接。

转子的主要作用是产生电磁场。它由转轴、爪极、磁轭及磁场绕组等组成。

前后端盖是用来支撑转子的。

风扇是发电机的强制散热部件，散热方式为外排式。

2. 硅二极管整流器

为使交流发电机所产生的三相交流电变为直流电，必须采用整流器对其进行整流。捷达轿车采用 11 个硅二极管进行整流，其电路如图 2-13 所示。在三相绕组中产生的三相交流电分为两路：一路作为激磁电流经过三个激磁二极管到达 D+端和电压调节器 5，然后通过电刷、滑环到达磁场绕组，然后又通过另一个滑环、电刷回到电压调节器；另一路由三相全波整流桥中的正向整流输出二极管流入车内用电设备，然后经负向输出二极管返回。端子 B+经充电指示灯、点火开关与蓄电池正极相连。在发动机起动过程中，点火开关端子闭合，发电机磁场绕组中便有了初始激磁电流，此时充电指示灯点亮。在发动机转速达到一定数值后，充电指示灯熄灭。

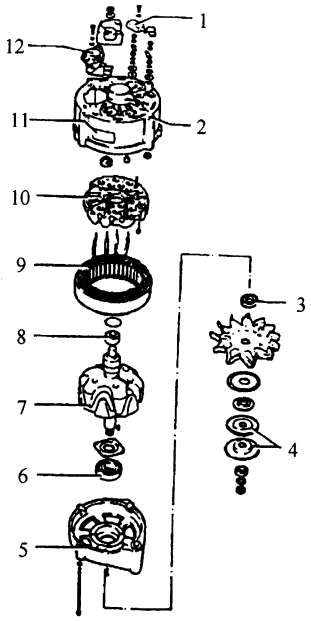


图 2-12　发电机与调节器分解图

1-抗干扰电容；2-输出端子；3-垫圈；4-带轮；5-发电机轴承盖；6-发电机驱动端轴承；7-转子；8-电刷端弹簧；9-定子；10-二极管板；11-发电机外壳；12-电压调节器

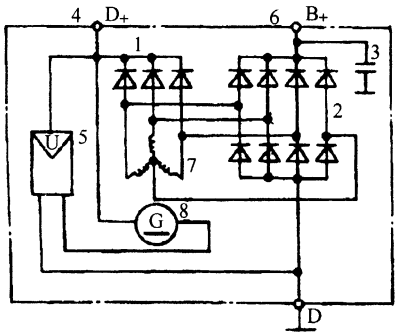


图 2-13　内装调节器式发电机电路

1-激磁二极管；2-输出整流二极管；3-防干扰电容器；4-D+端子；5-电压调节器；6-B+端子；7-定子绕组；8-电压调节器电压感受器件

为提高发动机的输出功率，捷达轿车发电机将作星形连接的三相定子绕组中的中性点引出，并加装 2 只中性点整流二极管，便构成了 11 管交流发电机。

3. 电压调节器

三相同步交流发电机的输出电压与发电机的转速成正比。汽车发电机都由发动机驱动。汽车正常行驶时，发动机的转速变化很大，发电机输出电压的变化必然也很大。然而汽车用电设备均要求发电机的输出电压稳定不变或变化范围应很小。为满足用电设备的用电要求，发电机的输出电压必须能自动调节，捷达轿车的电压调节器采用的是内装混合式晶体管电压调节器，它是一个带有保护电阻的陶瓷基片和一个封装在密封壳内的集成电路。功率晶体三极管和续流二极管直接焊到金属基板上，以保证良好的散热。

（二）交流发电机的检修

1. 在检修发电机和电压调节器时应注意以下事项

①在连接蓄电池与发电机时，绝不可将极性接错，否则将损坏整流二极管和电压调节器；

②不允许使交流发电机输出端与外壳搭铁试火，否则会烧坏二极管；

③在发电机工作时不可切断与蓄电池的通路，否则会损坏车上的其他电器设备；

④拆装二极管时，电烙铁的最大功率不能超过 300W，且在拆装过程中要采取散热措施。

2. 发电机和电压调节器的检修

检修发电机和电压调节器时，可使用大众公司专用检测仪 V. A. G1315A（数字式万用表）或普通万用表。下面介绍一下使用 V. A. G1315A 的具体检修过程。

（1）解体轴承盖

解体前在轴承盖与发电机外壳上作好装配标记，然后再解体。

（2）转子检查

按图 2-14 所示，用检测仪检查转子绕组对地短路情况。检查时，按下电阻测量按钮，数字显示必须急闪急灭（电阻值在 kΩ 范围），表示电阻无穷大。如显示的阻值较小，说明转子绕组与地有短路。按图 2-15 所示，用检测仪检查转子绕组间的短路或断路情况。

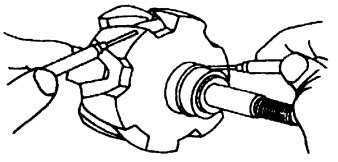


图 2-14　转子绕组与搭铁之间的检测

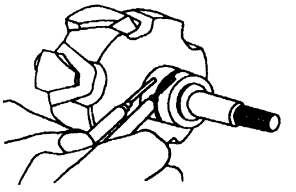


图 2-15　转子绕组内部断路或短路的检测

电阻值正常应在 2.8～3.0Ω。如果电阻值在 kΩ 范围，表明转子断路；低于正常值表明转子短路。

（3）定子的检查

用检测仪检查定子对地短路和绕组内部断路，其方法如图 2-16 和图 2-17 所示。按下电阻测量按钮，依次将测试头接在铁心与绕组各引出端子之间进行测量，其阻值都应在 kΩ 范围，表示电阻为无穷大，否则说明定子对地短路。检查定子内部是否断路时，逐个检查各绕组抽头之间的阻值，正常显示电阻值为 0，若测量值在 kΩ 范围，表明定子绕组断路。

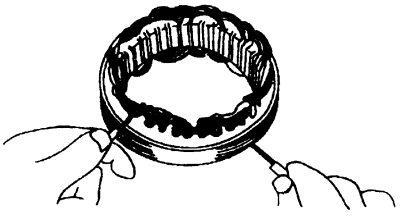


图 2-16　定子绕组搭铁的检测

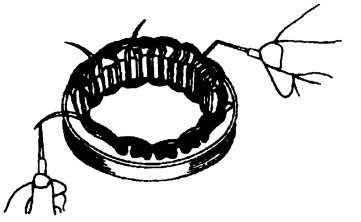


图 2-17　定子绕组的检测

（4）检查电压调节器

电压调节器可在不拆卸发电机的情况下单独拆下，可检查与发电机连接是否良好，搭铁是否可靠。如发电机出现不发电、发电电压过高和发电电压不稳定，可检查调节器是否正常，电压调节器出现故障应及时更换。同时若电刷磨损超过极限长度 5mm 时应更换电刷。

（5）检查二极管（整流板）板

二极管若损坏，应全套更换。对二极管板检测时先用电烙铁熔下定子绕组，使用 V. A. G1315A 检测，参见图 2-18，具体过程如下：

①同时按下电阻和电压测量按钮；

②检查正二极管：黑端子接发电机正极散热片 1，相当于 B+端子（正二极管的负极），红端子分别接图中每一个 2 点（正二极管的正极），全部读数即二极管正向电阻值应在 50～80Ω 范围内，否则应更换二极管板；

③检查负二极管：红端子接发电机负极散热片 3，相当于 D 端子（负二极管的正极），黑端子分别接每一个 2 点（负二极管的负极），全部读数应在 50～80Ω 范围内，否则应更换二极管板；

④检查激磁二极管：黑端子接在激磁端子 4（即 D+端子），红端子逐个接 2 点，全部读数值也应在 50～80Ω 范围内，否则说明激磁二极管损坏。

3. 使用 V. A. G1315A 就车检测发电机和电压调节器

在检测前，应先检查发电机的固定情况、V 形带的张紧度以及线路的连接状况。在确保完好的情况下，使发动机处于热态，按图 2-19、图 2-20 所示进行接线和检测，即可诊断出发电机和电压调节器是否有故障。

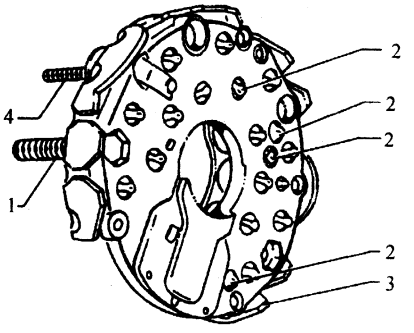


图 2-18　检测整流板

1-发电机输出端子 B+；2-三相绕组及中性点抽头与二极管板的连接点；3-发电机的搭铁；4-发电机端子 D+

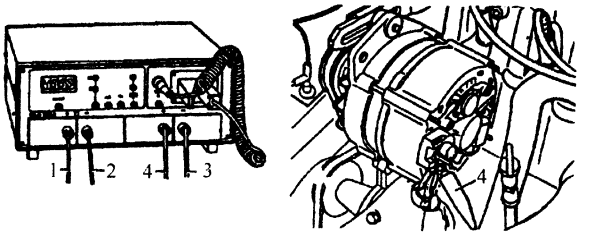


图 2-19　就车检测发电机和调节器

1-红色接线柱接蓄电池正极；2-黑色接线柱接蓄电池负极；3-黑色接线柱接车身搭铁；4-红色接线柱接发电机 D+

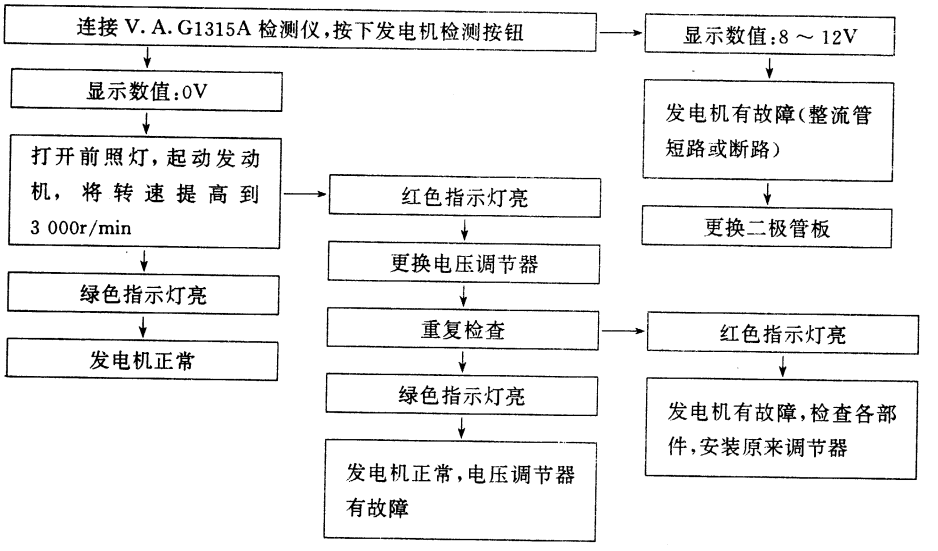


图 2-20　就车检测发电机调节器的流程图

第三章　起 动 系 统

捷达轿车起动系统主要由蓄电池、起动机和起动控制装置等组成。起动机由直流电动机、传动机构、电磁开关组成。

一、起动机的结构与工作原理

捷达轿车配装有普通永磁式起动机和永磁减速式起动机两种类型。普通永磁式起动机的结构如图 3-1 所示。永磁减速式起动机的结构如图 3-2 所示。

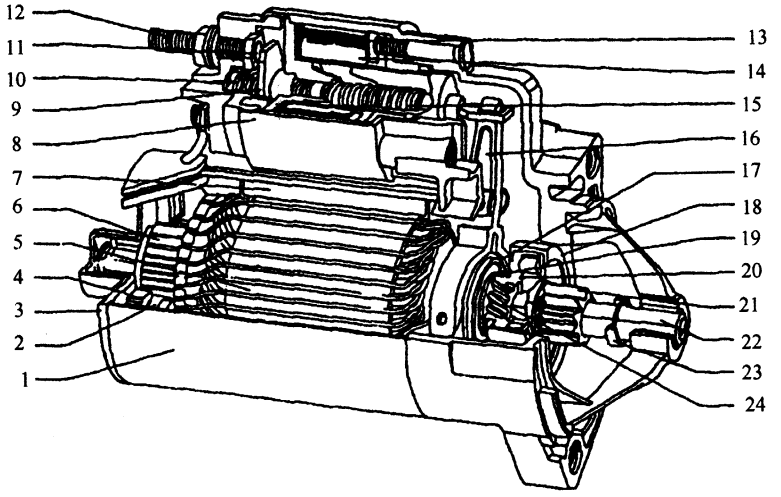


图 3-1　普通永磁式起动机的结构

1-电动机壳体；2-电刷；3-换向器端盖；4-电刷架；5-电枢；6-换向器；7-磁极；8-电磁开关壳体；9-开关触盘；10、15-复位弹簧；11-触点；12-“30”端子；13-吸引线圈；14-保持线圈；16-拨叉；17-滑环；18-离合器；19-锥形弹簧；20-单向离合器；21-驱动齿轮；22-电枢轴；23-止推垫圈；24-螺旋花键

（一）直流电动机的结构

直流电动机的功用是产生电磁转矩。它以蓄电池为动力电源，电源动力在点火起动开关和电磁开关的控制下，通过传动机构将转矩传递给发动机。直流电动机主要由壳体、磁极、电枢、换向器和电刷组件等部分组成。

1. 磁极

磁极的功用是产生磁场，它由 6 块永久磁铁用弹性保持片固定于电动机外壳内，磁极以 N、S 极相间排列。

2. 电枢

电枢的功用是产生电磁转矩，主要由电枢绕组、铁心和换向器组成。

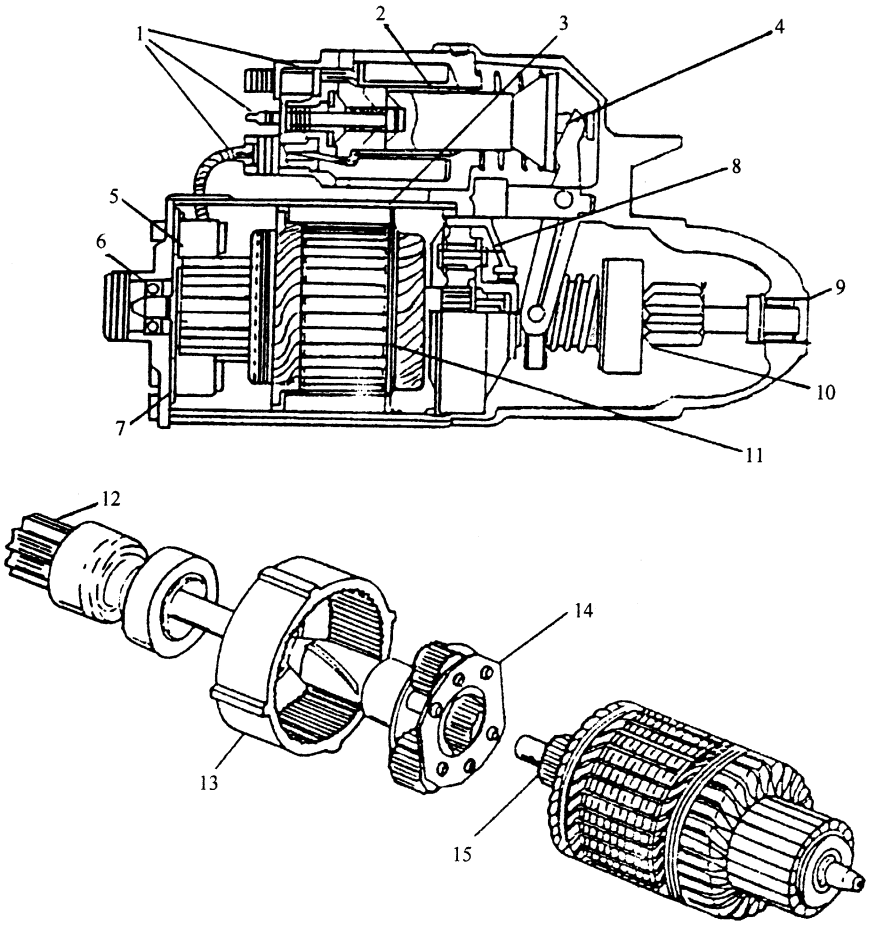


图 3-2　永磁减速式起动机的结构

1-接线端子；2-引铁；3-永磁磁极；4-拨叉；5、7-电刷；6、9-轴承；8-行星齿轮减速装置；10-单向离合器；11-电枢；12-驱动齿轮；13-固定内齿圈；14-行星轮；15-太阳轮

3. 电刷组件

电刷组件的功用是将电流引入电动机，主要由电刷、电刷架和电刷弹簧组成。电刷安装在电刷架内，借弹簧压力紧压在换向器上。电刷和电刷架各有四个，其中两个电刷架绝缘，另两个电刷架搭铁。

（二）传动装置的结构

传动机构的功用是：当起动发动机时，使起动机驱动齿轮与飞轮齿环啮合，将起动机转矩传给发动机曲轴；当发动机起动后，使驱动齿轮空转并与飞轮齿环自动脱开。

滚柱式单向离合器的结构如图 3-3 所示。传动导管 3 与外座圈 5 制成一体，外座圈内圆制成“＋”字形空腔。驱动齿轮 7 另一端的内座圈伸入外座圈的空腔内，将“＋”字形空腔分割成楔形腔室。滚柱有 4 只，安放在楔形腔室内。弹簧一端套上弹簧帽，并安放在外座圈的径向小孔中，弹簧帽压在滚柱上，弹簧另一端压在铁皮外壳上，铁皮外壳将内外座圈包装在一起。当起动机未工作时，弹簧张力将滚柱压向楔形室较窄一端。

传动导管套装在减速装置输出轴上，导管内圆制有内螺旋键槽，与输出轴上的外螺旋键槽

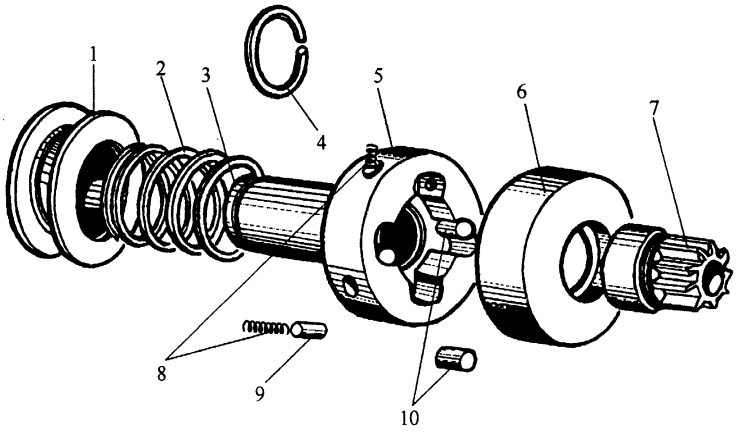


图 3-3　滚柱式单向离合器的结构

1-拨环；2-弹簧；3-传动导管；4-卡簧；5-外座圈；6-铁皮外壳；7-驱动齿轮与内座圈；8-弹簧；9-弹簧帽；10-滚柱

配合而传递动力。制成一体的驱动齿轮和内座圈套装在电枢轴的光轴部分，既可轴向移动，也可绕光轴转动。

（三）行星齿轮减速装置的结构

行星齿轮减速装置中有三个行星轮、一个太阳轮（电枢轴齿轮）和一个固定内齿圈，它们之间的啮合关系如图 3-4 所示。

行星齿轮支架是一个具有一定厚度的圆盘，其上安装有三个行星齿轮，行星齿轮在轴上可以灵活转动。圆盘和驱动齿轮轴制成一体。驱动齿轮轴一端制有螺旋键槽，与离合器传动导管内的螺旋键槽配合。太阳轮压装在电枢轴上，并保持与三个行星齿轮同时啮合。内齿圈是用塑料铸塑的，三个行星齿轮在其上滚动。内齿圈通过其外缘的凸起嵌放在后端盖上，使其固定不动。

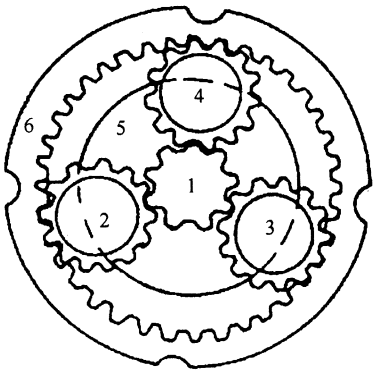


图 3-4　行星齿轮减速装置的啮合关系

1-太阳轮；2、3、4-行星轮；5-行星齿轮保持架；6-内齿圈

（四）电磁开关的结构

电磁开关主要由电磁铁机构和电动机开关两部分组成。其结构如图 3-5 所示。电磁铁机构主要由固定铁心、活动铁心、吸引线圈和保持线圈等组成。固定铁心与活动铁心安装在一个铜套内。固定铁心固定不动，活动铁心可在铜套内作轴向移动。活动铁心前端固定有推杆，推杆前端安装有开关触盘。电动机开关由开关触盘和触点组成。触盘固定在活动铁心推杆的前端；两个触点分别与起动机端子“C”和端子“30”制成一体。

（五）起动系统工作过程

起动系统的工作原理如图 3-6 所示。其中 H 为电磁开关的保持线圈，E 为吸引线圈。

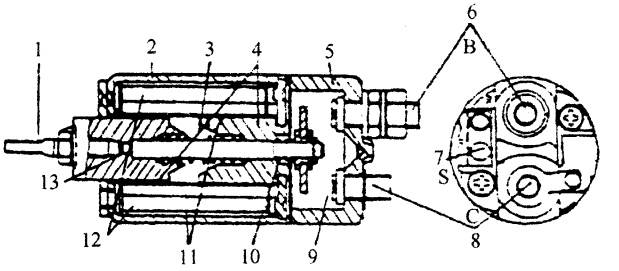


图 3-5　电磁开关的结构

1-柱螺栓；2-电磁开关壳体；3-复位弹簧；4-固定铁心；5-开关端盖；6-接线端子“30”；7-接线端子“50”；8-接线端子“C”；9-触点；10-弹簧；11-吸引线圈；12-保持线圈；13-活动铁心

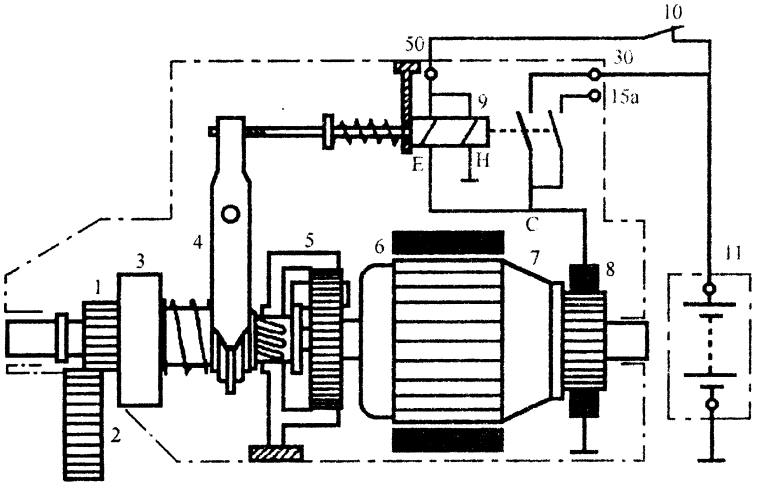


图 3-6　起动机的工作原理

1-驱动齿轮；2-飞轮；3-滚柱式单向离合器；4-拨叉；5-行星齿轮减速装置；6-永久磁铁；7-电枢；8-电刷；9-电磁开关；10-点火开关；11-蓄电池；50、30、15a、C-接线端子

1. 起动发动机时，起动系统工作情况

（1）接通起动开关，电磁开关线圈电路接通

当点火开关转到起动位置时，起动机电磁开关吸引线圈 E 和保持线圈 H 的电路被接通。

（2）电磁开关与传动机构工作，起动机主电路接通，起动发动机

吸引线圈和保持线圈通电后，其磁通使固定铁心磁化。由于此时两线圈产生的磁通方向相同，因此磁场叠加，固定铁心吸引活动铁心的磁力增强。在磁力共同作用下，活动铁心向右移动，并带动拨叉上端向右移动，于是拨叉下端便拨动单向离合器向左移动，使驱动齿轮与发动机飞轮齿环进入啮合。

在拨叉下端拨动单向离合器向后移动的同时，活动铁心前端推动推杆和触盘向前移动。当驱动齿轮与飞轮齿环接近完全啮合时，触盘将电动机开关接通，使电动机主电路接通，其电路为：蓄电池正极→起动机“30”端子→电动机开关→正电刷→电枢绕组→负电刷→搭铁→蓄电池负极。

电动机主电路接通时，电动机产生电磁转矩经电枢轴齿轮（太阳轮）→行星齿轮及支架→

驱动齿轮轴→滚柱式单向离合器→驱动齿轮→发动机飞轮齿环。当驱动转矩超过发动机阻力矩时，便驱动飞轮旋转，使发动机起动。

2. 发动机起动后，起动系统工作情况

当发动机起动后，放松点火开关，点火开关将自动转回一个角度，起动开关断开。在复位弹簧的弹力作用下，活动铁心立即右移复位，并带动推杆和触盘向左移动，使起动机主电路切断而停转。与此同时，拨叉绕支点转动，拨叉下端带动离合器向右移动，使驱动齿轮与飞轮分离，起动工作结束。

二、起动系统的检修

（一）电枢的检修

1. 电枢绕组搭铁的检修

电枢绕组搭铁故障可用万用表或220V交流试灯进行检查。方法是将万用表（或交流试灯）的两只表笔分别接电枢铁心与换向片，如图3-7所示，试灯应不发亮（万用表应不导通）。如试灯发亮（或万用表导通），说明电枢绕组搭铁，应予重新绕制或更换电枢。实践证明，起动机电枢绕组搭铁的故障率较高，其原因是绕组与绕组之间、或绕组与电枢铁心之间的绝缘损坏。

2. 电枢绕组断路的检修

因为电枢绕组导线的截面积较大，所以不易断路。如有断路发生，一般都是端头与换向器片之间的焊点脱焊或虚焊所致。因此，有无断路故障可通过外观检查判断。发现断路时，可用200W/220V电烙铁焊接修复。

3. 电枢绕组短路的检修

检查电枢绕组短路故障需在电枢检验仪上进行。检查时，将电枢放在检验仪的U形铁心上，并在电枢铁心上部放一钢片（锯条），如图3-8所示，然后接通检验仪电源，同时缓慢转动电枢一周，钢片应不跳动。如钢片跳动，说明电枢绕组有短路故障。换向器出现短路时，可用钢丝刷清除换向片间的铜粉即可排除。电枢绕组短路时，则需更换电枢总成。

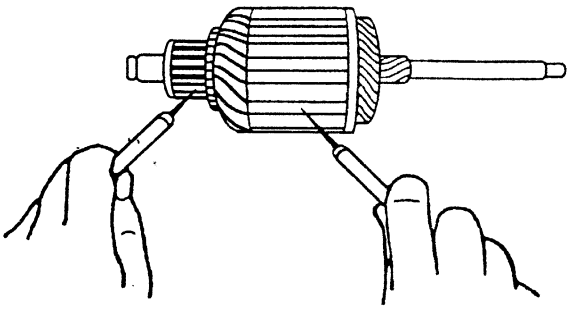


图3-7　电枢绕组搭铁的检查

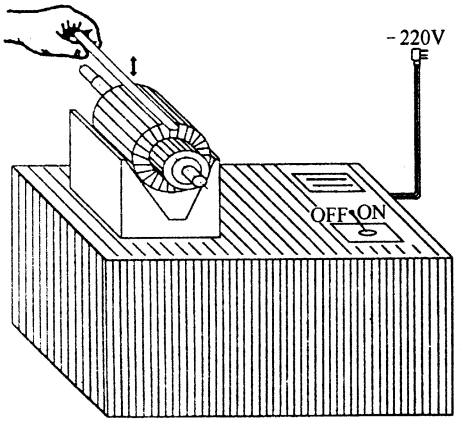


图3-8　电枢绕组短路的检查

4. 电枢轴径与铜套的配合

起动机的配合间隙应为 0.04～0.09mm，最大不能超过 0.15mm，间隙过大应更换铜套并按标准铰削配合孔。

5. 换向器凹槽深度的检查

换向器凹槽深度应为 0.5～0.8mm，最小应不小于 0.2mm，否则可用锯条将云母片的高度割低或更换电枢。

（二）电刷组件的检修

1. 电刷架的检修

用万用表测量正负电刷架（两相邻电刷架）之间的电阻，万用表应不导通（即阻值应为无穷大）。如万用表导通（即阻值为零），说明该正电刷架搭铁，应更换绝缘垫片进行修理。

2. 电刷的检修

电刷高度可用钢板尺或游标卡尺测量。电刷的高度应不小于极限高度（极限值为 5mm），否则应予更换新电刷。

3. 电刷弹簧的检修

用弹簧秤沿弹簧切线方向检测弹簧的压力一般为 12N。如压力不足，可逆着弹簧的螺旋方向扳动弹簧来增加弹力，如仍无效，则应更换新品。

（三）电磁开关的检修

1. 吸引线圈的检修

用万用表测量电磁开关“50”端子和“C”端子之间的电阻。如阻值为无穷大，说明吸引线圈断路；如阻值过小，说明吸引线圈匝间短路。

2. 保持线圈的检修

用万用表测量电磁开关“50”端子和电磁开关外壳之间的电阻。如阻值为无穷大，说明保持线圈断路；如阻值过小，说明保持线圈匝间短路。

（四）单向离合器的检修

一手握住离合器壳体，一手转动驱动齿轮，当一个方向转动驱动齿轮时，齿轮应被锁止；另一个方向转动齿轮时，应能灵活自如，否则应予更换新品。

（五）起动机的试验

修复后的起动机应当进行性能试验，每项试验应在 3～5s 内完成，以防烧坏线圈。

1. 电磁开关试验

（1）吸引动作试验

将起动机固定到虎钳上，拆下起动机“C”端子上的电缆引线端子；用导线将起动机“C”端子和电磁开关壳体与蓄电池负极连接，如图 3-9 所示；当用导线将起动机“50”端子与蓄电池正极连接时，驱动齿轮应向外移出。如驱动齿轮不动，说明电磁开关故障，应予修理或更换。

（2）保持动作试验

在吸引动作试验的基础上，当驱动齿轮在伸出位置时，拆下电磁开关“C”端子上的导线夹，此时驱动齿轮应保持在伸出位置不动。如驱动齿轮复位，说明保持线圈断路，应予检修或更

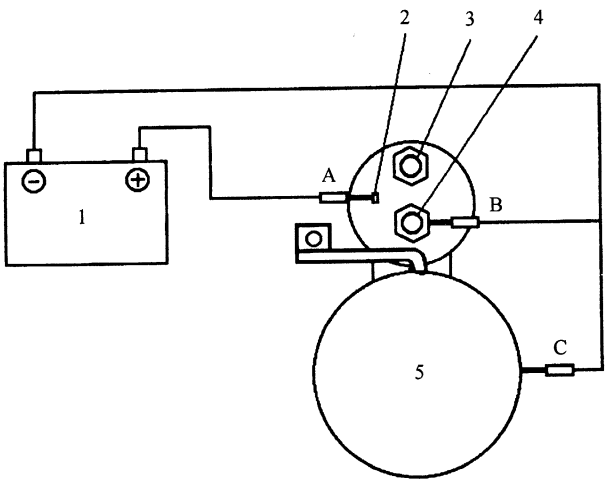


图 3-9　吸引动作试验线路

1-蓄电池；2-接线端子“50”；3-接线端子“30”；4-接线端子“C”；5-起动机

换电磁开关。

（3）复位动作试验

在保持动作测试的基础上，再拆下起动机壳体上的导线夹，此时驱动齿轮应迅速复位。如驱动齿轮不能复位，说明复位弹簧失效，应更换弹簧或电磁开关总成。

2. 性能试验

如图 3-10 所示为起动机的特性图（起动机的转矩、转速、功率与电流之间的关系）。

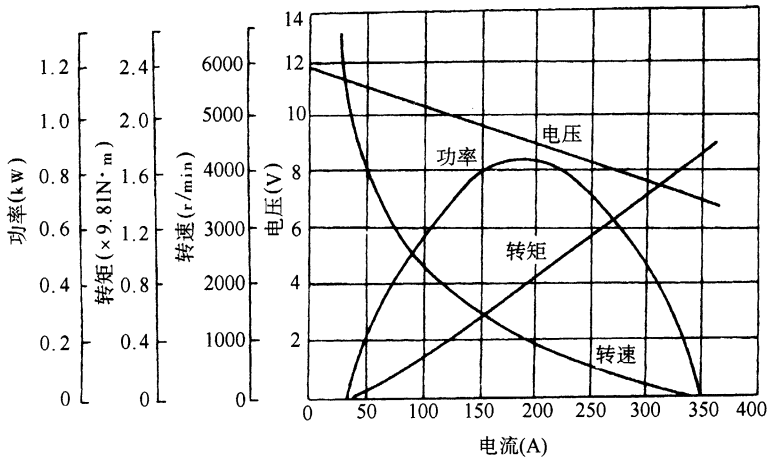


图 3-10　起动机的特性图

（1）空载试验

①将磁场绕组引线端子连接到电磁开关“C”端子上；

②用导线将蓄电池负极与电磁开关壳体连接，将量程为 0～100A 以上的直流电流表连接在蓄电池正极与电磁开关的“30”端子之间，如图 3-11 所示；

③当将“50”端子与“30”端子连接时，驱动齿轮应向外伸出，起动机应平稳运转。测量电流、电压、转矩和转速等各项指标是否与图 3-11 所示的曲线相符。

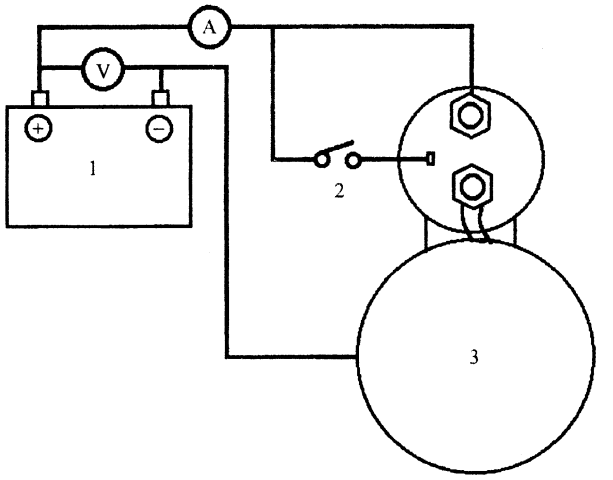


图 3-11　起动机空载试验线路

1-蓄电池；2-起动开关；3-起动机

如测量的结果是消耗电流大、转速低，则可能是起动机电枢轴弯曲，铜套与电枢轴不同心；或电枢线圈、磁场线圈有短路或搭铁等故障。如电流和转速均低于标准值，而蓄电池电压正常，这表明电动机电路接触不良。另外电枢轴运转应平稳，不应有机械的碰擦声。

（2）制动试验

如图 3-12 所示，在起动机试验台上，给驱动齿轮加负载，其他试验方法与空载试验相同，测量电源电压、起动机消耗的电流、产生的转矩等各项指标是否与图 3-10 所示的曲线相符。

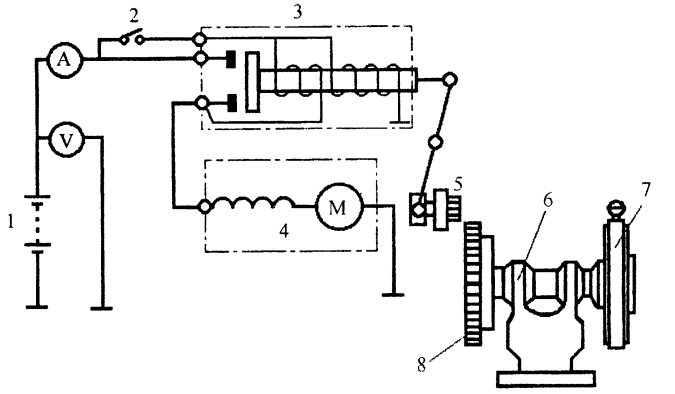


图 3-12　起动机制动试验

1-蓄电池；2-起动开关；3-电磁开关；4-起动机；5-驱动齿轮；6-试验台；7-制动器；8-齿圈

如果制动试验时，扭矩小于标准值而消耗电流大于标准值，则表明起动机装配过紧或电枢绕组有短路或搭铁故障。如转矩和电流均小于标准值，则说明电动机电路接触不良，如电刷与换向器接触不良或电刷弹簧压力不足等。如驱动齿轮锁止而电枢轴有缓慢转动，则说明单向离合器打滑。

三、起动系统的故障诊断与排除

起动系统常见故障有接通起动开关起动机不转、起动机空转、起动机运转无力和驱动齿轮与飞轮齿圈不能啮合而发出撞击声。

1. 接通起动开关起动机不转

(1) 故障原因

①蓄电池严重亏电；蓄电池正、负极柱上的电缆接头松动或接触不良；

②电动机开关触点严重烧蚀或两触点高度调整不当而导致触点表面不在同一平面内，使触盘不能将两个触点接通；

③换向器严重烧蚀而导致电刷与换向器接触不良；

④电刷弹簧压力过小或电刷在电刷架中卡死；

⑤电刷引线断路或绝缘电刷（即正电刷）搭铁；

⑥磁场绕组或电枢绕组有断路、短路或搭铁故障；

⑦电枢轴的铜衬套磨损过多，使电枢轴偏心而导致电枢铁心“扫膛”（即电枢铁心与磁极发生摩擦或碰撞）。

(2) 故障诊断与排除方法

①接通汽车前照灯或喇叭，若灯发亮或喇叭响，说明蓄电池存电较足，故障不在蓄电池；若灯不亮或喇叭不响，说明蓄电池或电源线路有故障，应检查蓄电池搭铁电缆和火线电缆的连接有无松动以及蓄电池存电是否充足。

②若灯亮或喇叭响，说明故障发生在起动机、开关或控制电路。可用螺丝刀将起动机端子“30”与“C”接通，使起动机空转。若起动机不转，则电动机有故障；若起动机空转正常，说明电磁开关或控制电路有故障。

③诊断电动机故障时，可根据螺丝刀搭接端子“30”与“C”时产生火花的强弱来辨别。若搭接时无火花，说明电枢绕组或电刷引线等有断路故障；若搭接时有强烈火花而起动机不转，说明起动机内部有短路或搭铁故障，须拆下起动机进一步检修。

④诊断是电磁开关还是控制电路故障时，可用导线将蓄电池正极与电磁开关“50”端子接通（时间不超过 3～5s），如接通时起动机不转，说明电磁开关故障，应拆下检修或更换电磁开关；如接通时起动机转动，说明端子“50”至蓄电池正极之间线路或点火开关故障。

⑤排除电磁开关端子“50”至蓄电池正极之间线路或点火开关故障时，可用 12V/2W 试灯逐段进行诊断排除。将试灯一个引线电极搭铁，另一个引线电极接点火开关“30”端子，如试灯不亮，说明蓄电池正极至点火开关间的线路断路；如试灯发亮，说明该段线路良好，继续下述检查。

⑥将试灯引线电极接点火开关“50”端子，点火钥匙转到起动位置，如试灯不亮，说明点火开关故障，应予更换；如试灯发亮，说明点火开关良好，故障发生在点火开关“50”端子至起动机“50”端子之间线路，逐段检查即可排除。

2. 起动机运转无力

接通起动开关，若起动机能运转，则说明控制电路工作正常，起动机运转无力，说明带负载能力降低，实际输出功率减小。其原因有以下几个方面：

①蓄电池存电不足或有短路故障使其供电能力降低；

②电动机主电路接触电阻增大使起动机工作电流减小。接触电阻增大的原因包括：蓄电池搭铁电缆搭铁不实；电池正、负极柱上的电缆端头固定不牢；电动机开关触点与触盘烧蚀；电刷与换向器接触不良；换向器烧蚀等等；

③电枢绕组局部短路使起动机输出功率降低；

④发动机装配过紧或环境温度很低而导致起动阻力矩过大时，也可能出现起动机运转无力的现象。

3. 起动机空转

接通起动开关起动机空转的原因是：单向离合器打滑，不能传递驱动转矩，更换离合器故障即可排除。

4. 驱动齿轮与飞轮齿圈不能啮合而发出撞击声

起动发动机时，起动机驱动齿轮与发动机飞轮齿圈发生打齿现象的原因有：

①驱动齿轮轮齿或飞轮齿圈轮齿磨损过甚或损坏；

②驱动齿轮端面与端盖凸缘间的距离过小。当驱动齿轮与飞轮齿圈尚未啮合或刚刚啮合时，电动机主电路就已接通，由于驱动齿轮在高速旋转过程中与静止的飞轮齿圈撞击，因此会发出强烈地打齿声。

5. 起动机发出“打机枪”似的“哒、哒……”声

导致起动机产生“打机枪”现象的原因有：

①电磁开关保持线圈断路或搭铁不良；

②蓄电池严重亏电或内部短路；

排除故障时，可先用万用表检测蓄电池电压，接通起动机时，其电压不得低于 9.6V。如电压过低，说明严重亏电或内部短路，应予更换。如蓄电池技术状况良好，接通起动开关时仍有“打机枪”似的“哒、哒……”声，则说明电磁开关保持线圈断路或搭铁不良，检修或更换电磁开关即可排除。

第四章　点 火 系 统

一、点火系统的组成

捷达轿车采用的霍尔式电子点火系统的组成如图 4-1 所示，主要由内装霍尔信号发生器分电器、点火控制器、点火线圈、火花塞和蓄电池等组成。

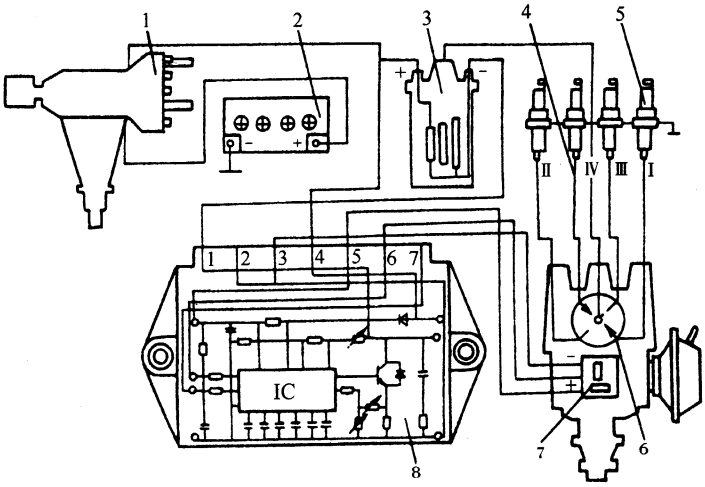


图 4-1　捷达轿车霍尔电子点火系统

1-点火开关；2-蓄电池；3-点火线圈；4-高压阻尼线；5-火花塞；6-霍尔分电器；7-点火控制器

二、结构与工作原理

（一）霍尔式分电器

霍尔式分电器由信号发生器、离心提前、真空提前装置和配电器等组成，如图 4-2 所示。

1. 霍尔信号发生器

①霍尔效应。在一个半导体基片的两端，通以控制电流 I，在薄片的垂直方向加一磁场 B，如图 4-3 所示。这样，半导体基片的载流子在洛伦磁力作用下向一侧偏移，在垂直于电流与磁通的半导体基片的横向截面上，产生一个与电流 I 和磁感应强度 B 乘积成正比的电压 U_H。此现象称为霍尔效应，此电压 U_H 称为霍尔电压。

由上式可知，当通过的电流 I 为一定值时，霍尔电压 U_H 与磁感应强度 B 成正比，即霍尔电压随磁感应强度的大小而变化。

②霍尔信号发生器的基本结构。霍尔信号发生器是根据霍尔效应原理制成的，它装在分电

器内。其基本结构如图 4-4 所示。它由触发叶轮和信号触发开关等组成。

触发叶轮像传统分电器凸轮一样，套在分电器轴上部。它可以随分电器轴一起转动，又能相对分电器轴作少量转动，以保证离心调节装置正常工作，触发叶轮的叶片数与气缸数相等，其上部套装分火头，与触发叶轮一起转动。

触发开关由带导磁板的永久磁铁和霍尔集成块组成。触发叶轮的叶片在霍尔集成块和永久磁铁之间转动。

霍尔集成块包括霍尔元件和集成电路。霍尔信号发生器工作时，霍尔元件产生的霍尔电压信号，经过放大、整形、变换后，最后以方波输出。霍尔集成块的框图如图 4-5 所示。霍尔信号发生器是一个有源器件，它需要提供电源才能工作，霍尔信号发生器有三根引出线且与点火电子组件相连接，其中一根是电源输入线，一根是霍尔信号输出线，一根接地线。

③霍尔信号发生器工作原理。触发叶轮转动时，当叶片进入永久磁铁与霍尔集成块之间的空气隙时，霍尔集成块中的磁场即被触发叶轮的叶片所旁路，见图 4-6 (a)。这时霍尔元件不产生霍尔电压，信号发生器输出高电位。

当触发叶轮的叶片离开空气隙时，永久磁铁的磁通便通过霍尔集成块经导磁板构成回路，如图 4-5 (b)，这时霍尔元件产生霍尔电压，信号发生器输出低电位。霍尔信号发生器的输出波形如图 4-7 所示。信号发生器输出方波时，高低电位的时间比由触发叶轮叶片的分配角决定，其比值约为 7 ∶ 3。

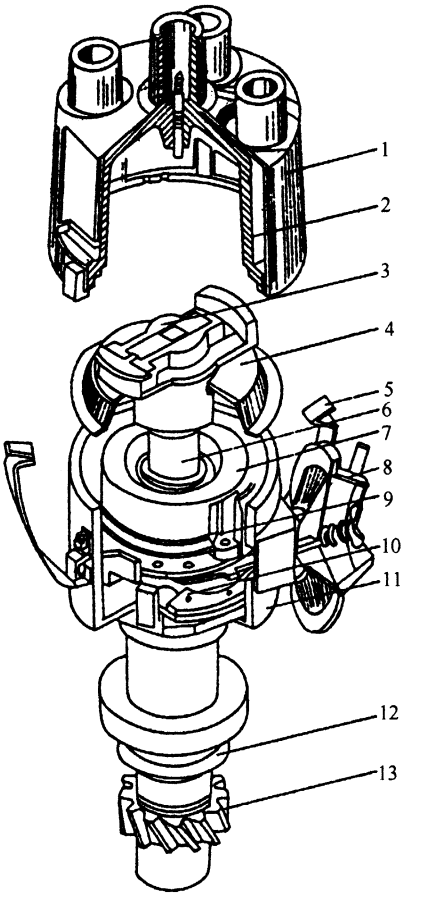


图 4-2　霍尔式分电器的结构

1-屏蔽罩；2-分电器盖；3-分火头；4-防尘罩；5-弹簧夹；6-分电器轴；7-触发叶轮；8-真空提前装置；9-霍尔元件；10-离心提前装置；11-分电器壳体；12-橡胶密封圈；13-驱动齿轮

2. 点火提前调节装置

(1) 离心提前调节装置

霍尔式分电器的离心提前装置如图 4-8 所示，主要由托板 8、离心块 7、弹簧 5、凸轮 4 和凸轮轴 2 等组成。

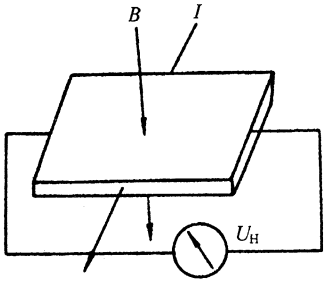
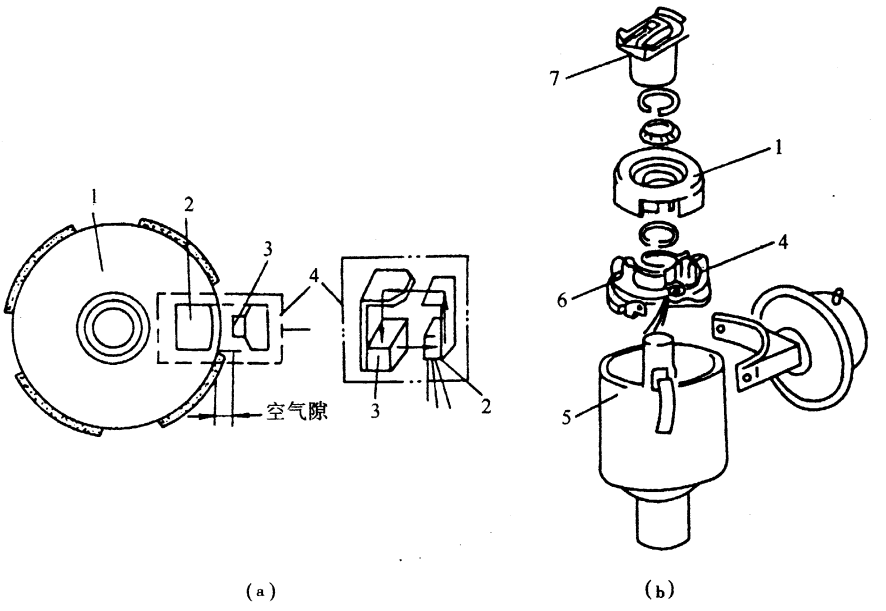


图 4-3　霍尔效应原理

分电器轴 9 与托板 8 压接成一体，离心块 7 的一端套装在托板 8 上的柱销 6 上，另一端可随离心力大小而绕柱销 6 转动；弹簧 5 共有两根，一粗一细。弹簧一端挂在托板 8 的挂钩上，另一端挂在凸轮 4 上的弹簧销 3 上。凸轮 4 与凸轮轴 2 压装成一体，凸轮轴 2 与分电器轴 9 的小头为动配合。

当分电器轴 9 旋转时，托板 8 上的柱销 6 和离心块 7 便带动凸轮 4 和凸轮轴 2 一起转动。离心块 7 运动时产生离心力，当离心力超过弹簧 5 的拉力时，离心块 7 便绕柱销 6 向外



(a) (b)

图 4-4 霍尔信号发生器

1-触发叶轮;2-带导磁板的永久磁铁;3-霍尔集成块;4-触发开关;5-分电器壳体;6-触发开关托盘;7-分火头

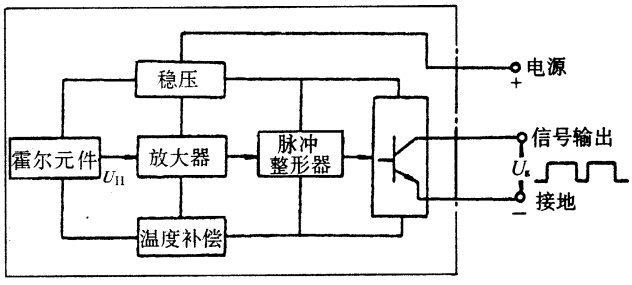
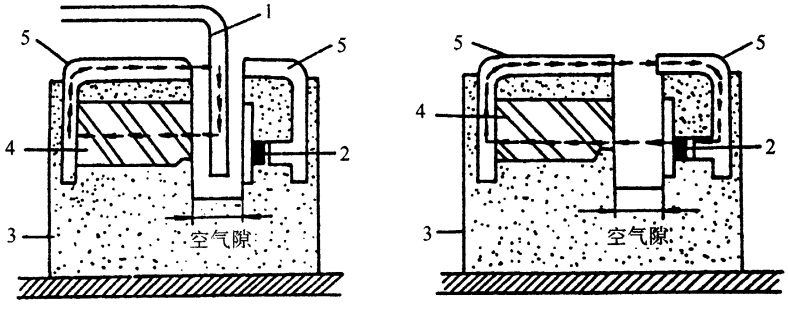


图 4-5 霍尔集成块电路框图



(a)触发叶片进入空气圈中 (b)触发叶片离开空气隙

图 4-6 霍尔信号发生器工作原理

1-触发叶轮的叶片;2-霍尔集成块;3-霍尔传感器;4-永久磁铁;5-导磁板

甩出,其圆弧面就拨动凸轮 4 使凸轮沿原顺时针旋转方向相对于分电器轴 9 转动一定角度,从而使凸轮轴 2 触发叶轮 1 的叶片提前进入或离开霍尔式传感器的气隙,传感器输出的信号电

压U_s在时间上提前产生，驱动点火控制器实现点火提前。发动机转速升高时，离心块的离心力增大，点火提前角随之增大；发动机转速降低时，离心力减小，点火提前角随之减小。

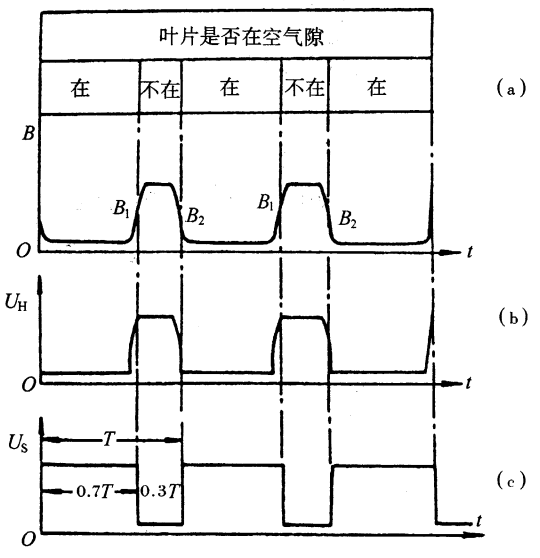


图 4-7　霍尔信号发生器输出波形

(a) 磁感应强度 B；(b) 霍尔电压 U_H；

(c) 霍尔信号发生器输出电压 U_s

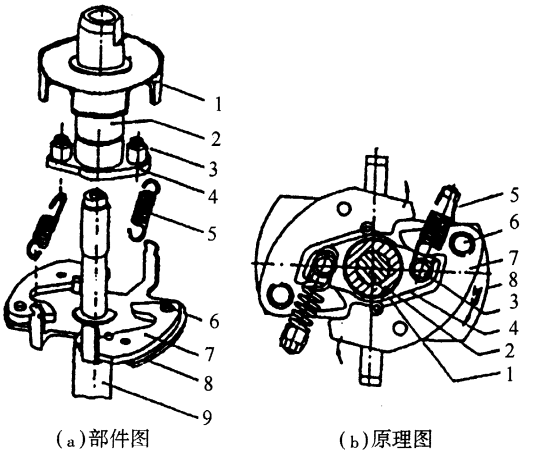


图 4-8　离心提前装置

1-触发叶轮；2-凸轮轴；3-弹簧销；4-凸轮；5-弹簧；6-柱销；7-离心块；8-托板；9-分电器轴

当分电器轴旋转时，刚度较小的弹簧先起作用，待转速达到某一值时，刚度较大的弹簧才参与作用。当转速继续升高到某一值时，离心块 7 受托板 8 上挡片的限位作用而不再外甩，离心提前达到其最大值。

(2) 真空提前调节装置

真空提前调节装置如图 4-9 所示。真空提前装置是通过拉杆 8 拉动霍尔元件组件及其底板来调节点火提前角。

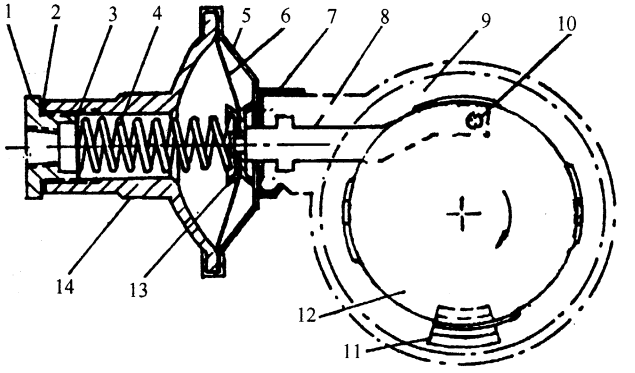


图 4-9　真空提前装置

1-接头螺母；2-密封垫圈；3-调整垫圈；4-弹簧；5-大气室壳；6-膜片；7-连接件；8-拉杆；9-霍尔元件组件底板；10-拉杆销；11-霍尔元件；12-触发叶轮；13-弹簧座；14-真空室壳

接头螺母 1 通过金属铜管与化油器节气门侧面的空气小孔相连，拉杆 8 的右端用销钉 10 套装在霍尔元件的底板上，霍尔元件固定在底板上，底板可绕其上的轴套转动。当发动机不工作时，提前装置的真空室和大气室均受大气压力作用，膜片在弹簧张力的作用下向右拱曲。当发动机负荷小时，节气门（油门）开度小，节气门空气小孔处气体的流速快、压力低，真空室的真空度大，真空吸力克服弹簧的张力使膜片左移，并带动拉杆拉动霍尔元件组件的底板及霍尔元件沿逆时针方向（即逆着触发叶轮的旋转方向）转动一定角度，使触发叶轮的叶片提前进入或离开霍尔元件的气隙，传感器的输出电压在时间上提前产生，触发电子控制器实现提前点火，即发动机负荷减小时，点火提前角增大。

当发动机负荷增大时，节气门开度增大，节气门空气小孔处气体的流速减慢、压力增高，真空室的真空度减小，在弹簧张力的作用下，膜片慢慢右移复位，并通过拉杆推动底板及霍尔元件沿顺时针方向（即顺着触发叶轮的旋转方向）转动一定角度，使触发叶轮的叶片推迟进入或离开霍尔元件的气隙，传感器的输出电压在时间上推迟产生，触发电子控制器实现推迟点火，即发动机负荷增大时，点火提前角减小。

3. 配电器

配电器由分电器盖和分火头组成，均用具有耐高冲击强度的绝缘材料热模压制而成。在分火头轴心的导电片与跳火尖端电极之间，装配有一只阻值为 $1k\Omega\pm0.4k\Omega$ 的电阻，该电阻如果发生断路，高压电就无法分配到配电器旁电极及火花塞上，发动机就会熄火。检修时可用万用表检测该电阻进行判断。

在分电器盖与壳体之间，装有一个塑料防护罩，用以防尘和防止霍尔集成电路被高压击穿损坏。

（二）点火控制器

1. 点火控制器内部电路及连接

捷达轿车点火控制器的外形如图 4-10 所示，其内部电路为混合集成电路，由专用点火集成电路（IC）和辅助电路组成，如图 4-11 所示。控制器壳体用铝材铸模而成，以利于散热，内部电路用导热树脂封装在铸铝壳体内，壳体上封装有一个 7 线插座，用以与点火线路的线束插头连接。

其中：1 端子：控制端子。与点火线圈“－”（或“1”）接柱连接；2 端子：搭铁端子；3 端子：信号端子。与霍尔信号发生器“－”接柱连接；4 端子：电源端子。与点火线圈“＋”（或“15”）接柱连接；5 端子：信号端子。与霍尔信号发生器“＋”接柱连接；6 端子：信号端子。与霍尔信号发生器输出信号接柱连接；7 端子：空端子。

2. 点火控制器的功能

捷达轿车点火控制器除具有一般点火控制器的开关作用（相当于传统点火系统中的触点，用来接通和切断点火线圈初级电路）外，还具有许多附加功能，如闭合角控制、限流控制、停车断电保护和过压保护等功能。

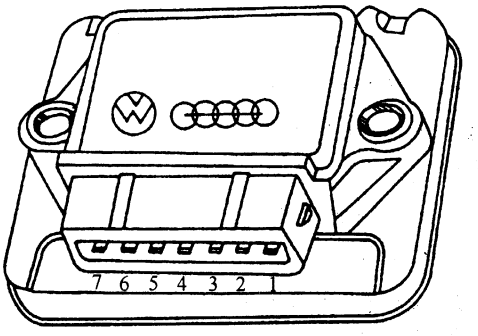


图 4-10　点火控制器外形

（1）基本功能

点火控制器的基本功能是根据霍尔信号发生

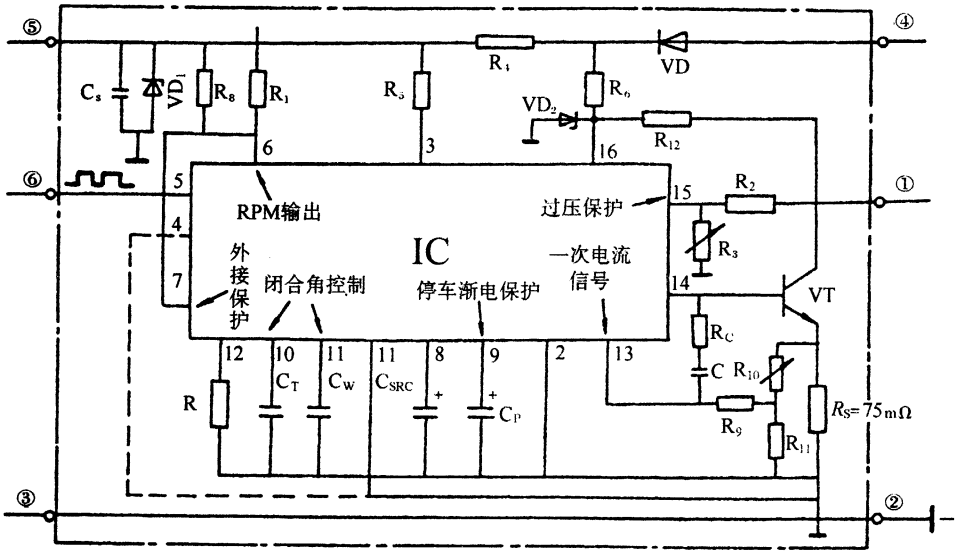


图 4-11　点火控制器内部电路

器的方波信号，接通或切断点火线圈的初级电路，实现点火。

图 4-12 为霍尔点火系统的电路原理图。当点火开关接通，发动机转动，霍尔信号发生器触发叶轮的叶片进入气隙时，信号发生器输出高电平，通过线束连接器加到点火控制器信号输入端子“6”，控制器内部集成电路根据发动机转速、电源电压及点火线圈的特性参数，适时地使点火控制器的末级大功率三极管 VT 导通，接通点火线圈初级绕组电流，初级电流的电路为：蓄电池正极→点火开关→点火线圈“＋（15）”端子→初级绕组→点火线圈“－（1）”端子→点火控制器端子“1”→大功率三极管 VT→搭铁回到蓄电池负极。

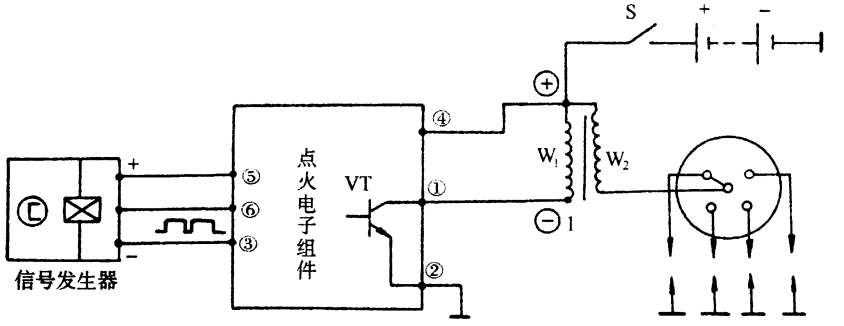


图 4-12　捷达轿车霍尔点火系统原理

当信号发生器触发叶轮的叶片离开气隙时，信号发生器输出的信号电压由高电平转变为低电平，点火控制器接收到低电平信号后，立即输出低电平使大功率三极管 VT 截止，切断点火线圈初级电流，次级绕组中便感应产生高压电，供各缸火花塞跳火点燃可燃混合气。

（2）点火线圈的限流控制（恒流控制）

为了使发动机在任何工况下都能实现稳定的高能点火，捷达轿车点火系统采用了专用高能点火线圈，为此在点火控制器内设置有点火线圈限流控制保护电路，其目的是将初级电流限制在某一数值（7.5A 左右）并保持不变，如图 4-13 所示。

(3) 闭合角控制（导通角控制）

闭合角的概念来源于传统点火系统，是指断电器触点闭合期间分电器凸轮转过的角度，即初级电流接通期间分电器轴转过的角度。在电子点火系统中，闭合角是指点火控制器末级大功率三极管导通期间分电器轴转过的角度，所以也称导通角。

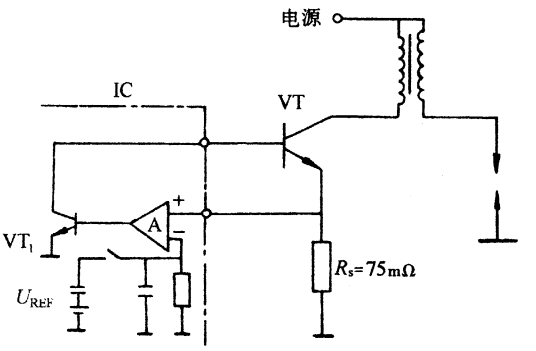


图 4-13　点火线圈限流控制电路原理图

如果闭合角保持不变，在电路参数一定的情况下，则会造成低转速时初级电路接通时间较长，而高转速时初级电路接通时间较短。如果为了满足高转速时的点火能量，则势必会造成低转速时限流时间过长，使点火线圈及点火控制器中的大功率三极管发热而损坏。因此，在使用高能点火线圈的点火系统中，尽管有了限流控制，也必须对闭合角加以控制。

捷达轿车点火系统闭合角控制的方法是限流时间反馈法。它以限流时间为基准，反馈到闭合角控制电路，通过其内部控制电路，驱动大功率三极管在低速时延迟导通，在高速时提前导通，从而达到在转速变化时，使导通时间基本上不随发动机转速变化而变化。

利用限流时间反馈法控制闭合角，在电源电压变化时，还有较好的适应性。如果电源电压升高时，闭合角会自动减小；反之，闭合角会自动增大。当电源电压升高到一定程度，点火控制器会自动切断初级电路，起到保护点火线圈和点火控制器的作用。

(4) 停车断电保护

汽车停驶时，如果点火开关未关断，霍尔信号发生器可能（随机地）输出高电平且保持不变，其结果将使点火线圈初级电路长期处于接通状态，使点火线圈及点火控制器等加速损坏。为此，点火控制器内设置了停车断电保护电路，它能在汽车停驶时，自动缓慢地切断点火线圈初级电路。

（三）点火线圈

捷达轿车点火系统采用开磁路高能点火线圈。由于其点火控制器具有导通角控制和限流控制功能，所以点火线圈无需配置附加电阻。高能点火线圈的结构与普通开磁路点火线圈基本相同。

次级绕组漆包铜线的直径为 0.06～0.10 mm，匝数为 20 000～26 000 匝，电阻为 2 400～3 500Ω(20℃)。初级绕组漆包铜线的直径为 0.5～1.0 mm，匝数为 300～380 匝，电阻为0.52～0.76Ω (20℃)，电感为 5.8 mH，发动机在各种转速下初级电流峰值为 7.5±0.2A。

点火线圈的胶木盖上模压有两个接线端子，分别标有“＋ (15)”和“－ (1)”标记。其中，“＋ (15)”端子与点火开关和点火控制器电源端子连接，“－ (1)”端子与控制器连接。

（四）火花塞

火花塞的作用是将点火线圈产生的高压电引入发动机燃烧室，并在电极之间形成电火花点燃可燃混合气。

捷达轿车使用的火花塞的型号为 4C5TC，各数字或字母代表的含义依次为：火花塞螺纹为 M14×1.25，螺纹旋入长度为 19mm，热值代号为 5，突出型绝缘体，中心电极为铜包镍。

火花塞电极间隙在无触点点火系统中应调整到 0.9～1.1mm。

三、故障诊断与检修

在使用过程中，当发动机出现故障（如不能起动），若怀疑是点火系统出现故障，应采用正确的判断方法，找出其故障部位并予以排除。

首先应判断是否是点火系统的故障，具体方法是：首先从分电器盖的中心插座上拔下中央高压线，使其端部距气缸 5～7mm。然后，接通点火开关，转动发动机，观察高压线端的跳火情况：

①若产生强烈的火花则正常，如仍怀疑点火系统有故障，则可能是点火系统高压部分的故障，可检查火花塞、高压线、分火头、点火正时、点火顺序。如不是此部分故障，则应检查供油情况。

②若高压线端处无火花或火花弱，则肯定是点火系统有故障，应对点火系统的主要部件进行检查。

（一）点火线圈的检查

测量点火线圈初级、次级绕组的电阻值。测量前，先断开点火开关，拆除点火线圈上的导线。初级绕组的电阻值，即点火线圈“+”（或“15”）与“－”（或“1”）接柱之间的电阻值应为 0.52～0.76Ω；次级绕组的电阻值，即点火线圈“－”（或“1”）与高压插孔之间的电阻值应为 2.4～3.5kΩ。如果阻值符合规定，说明点火线圈良好。否则说明点火线圈有故障，应予以更换。

（二）火花塞的检修

火花塞的螺纹直径为 14mm、螺纹长度为 19mm，火花塞电极标准间隙为 0.7～0.9mm。间隙不符，应用专用量规进行测量和调整。

火花塞壳体不许有裂纹，绝缘体不许开裂，螺纹不应有损坏，如不符合要求，应予更换。

安装火花塞时，要检查火花塞槽内是否有异物，火花塞要按规定力矩拧紧（拧紧力矩为 20N·m），不得拧得过紧，以免损坏密封垫片。

（三）点火系统电阻的检查

①火花塞插头电阻的检查，如图 4-14 所示，电阻额定值为：无屏蔽为 0.6～1.4kΩ；有屏蔽为 1～1.4kΩ。

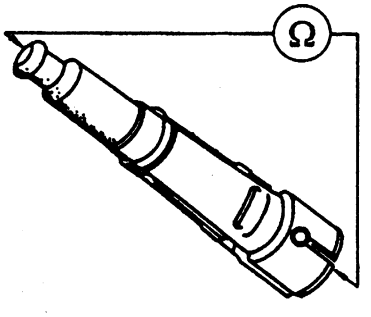


图 4-14　火花塞插头电阻的检查

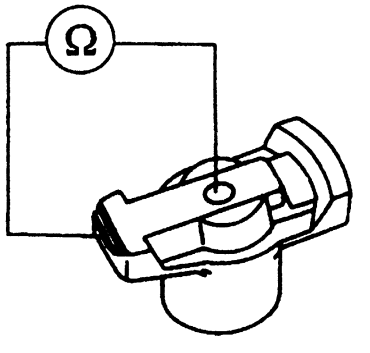


图 4-15　分火头电阻的检查

②分火头的电阻为 1～1.4Ω，其检查如图 4-15 所示。

③防干扰插头电阻为 0.6～1.4kΩ，其检查如图 4-16 所示。

④高压阻尼线电阻的检查如图 4-17 所示。点火线圈与分电器之间的电阻值为 1.2～2.8 kΩ；各缸分压线的标准电阻值应为 4.6～7.4 kΩ。

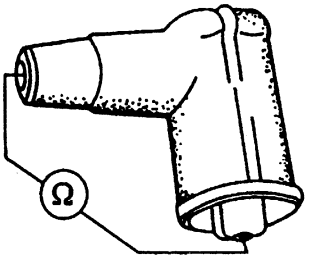


图 4-16　防干扰插头电阻的检查

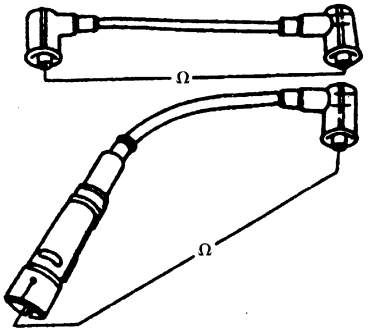


图 4-17　高压阻尼线电阻的检查

（四）霍尔信号发生器的检修

霍尔信号发生器的技术状况可在汽车上通过测量其输入电压和输出电压进行判断。检测之前，先断开点火开关，再拆下分电器盖，拔出中央高压线并将其端头搭铁，如图 4-18 所示，然后进行测量。

1. 检测信号发生器输入电压

①将直流电压表的正极与信号发生器插座上“＋”端子的引线（红黑色导线）连接，将电压表的负极与插座上“－”端子的引线（棕白色导线）连接；

②接通点火开关，无论触发叶轮叶片是否进入信号发生器气隙，电压表显示输入信号发生器的电压都应接近于电源电压（当电源电压为 14.4 V 时，输入电压应为 13～13.5 V）；

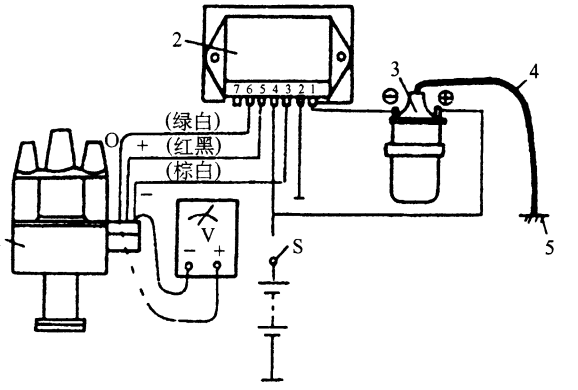


图 4-18　检测霍尔信号发生器的输入、输出电压

1-分电器；2-点火控制器；3-点火线圈；4-中央高压线；5-发动机缸体

2. 检测信号发生器输出电压

①首先断开点火开关，然后将直流电压表的正极改接到信号发生器插座上输出端子“O”连接的引线上（绿白色导线），如图 4-18 中虚线所示；

②接通点火开关，转动触发叶轮，当叶片进入信号发生器的气隙时，电压表显示的信号电压应为 9.8V；当叶片离开气隙时，电压表显示的信号电压应为 0.1～0.5V。

如测得的信号发生器输入电压和输出电压与上述值相符，说明信号发生器良好，否则说明信号发生器有故障，应予更换。

（五）点火控制器的检修

霍尔点火系统的点火控制器可在汽车上进行检查，方法如下：

①先断开点火开关，然后拔下分电器壳体上的信号发生器线束插头；

②将直流电压表正极接点火线圈“15”端子，负极接点火线圈“1”端子；

③接通点火开关，电压表读数应约为 6V 且在 1～2 s 内降低到 0V。如电压保持 6V 不降低或不能降到零，说明点火控制器失效，应予更换新品。

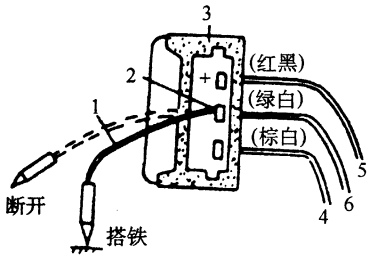


图 4-19　旁路信号发生器的方法

1-跨接线；2-信号线插头；3-信号发生器插接件；4-信号搭铁线；5-信号电源线；6-信号输出线

实际工作中，当确认霍尔信号发生器或点火控制器有故障时，为进一步判别出故障部位，常用旁路信号发生器的方法进行检查。其方法是：断开点火开关，拔下分电器盖上的中央高压线，使其端部离缸体 5～7mm。拔出分电器信号发生器线束插接件，与点火控制器相连的插头，如图 4-19 所示，用一跨接线，一端接在信号线插头上，接通点火开关，将跨接线的另一端搭铁。此时，观察跨接线搭铁瞬间中央高压线端部是否跳火。如跳火，说明点火系统中电源部分、点火线圈、点火控制器工作良好，其故障可能发生在霍尔信号发生器。如不跳火，则可能是点火控制器及有关连接导线有问题。

（六）检查点火提前调节装置

1. 检查点火正时

①起动发动机，预热运转直至达到正常工作温度。

②预热后，检查怠速是否在规定范围内。如果怠速不在规定范围内，则应转动化油器上调整螺钉进行调整。

③将正时灯的红色线和黑色线分别接在蓄电池正极和负极上，信号线连接在第一缸高压分线上，如图 4-20 所示。

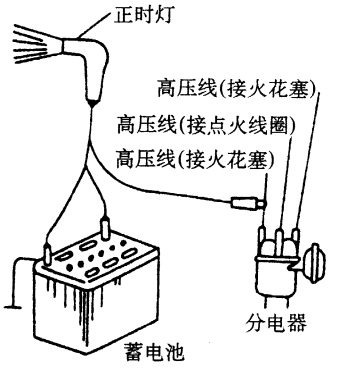


图 4-20　点火正时灯

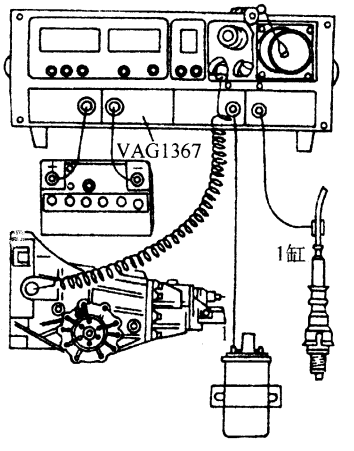


图 4-21　点火正时测试仪

④使发动机在规定的转速运转（650～750r/min），将正时灯对准飞轮。如果正时灯闪亮时正好与飞轮上的记号对准，表明点火正时。

⑤点火正时不正确时，应转动分电器壳进行调整。

2. 检测离心提前调节装置

①检测前将分电器真空软管断开，并在专用点火测试仪 V.A.G1367（图 4-21）上设定发动机转速为 1 600r/min。

②将点火正时灯对准正时标记，慢慢地增加发动机转速。当达到预选转速时，正时灯开始闪亮。

③按下正时灯控制键，同时转动飞轮直到两标记对中。松开按键，发动机怠速运转，测试仪显示屏上显示出 1 600r/min 时的点火提前角。在 1 600r/min 时，点火提前 4°～8°。若将转速设定在 4 500r/min 时，则点火应提前 27°～31°。

3. 检测真空提前调节装置

①连接真空检测仪 V.A.G1390，如图 4-22 所示。

②将检测仪开至 A—B 挡，起动发动机，怠速运转。操作真空泵，使真空压力为 31kPa，用点火正时观测灯对准正时标记，测出此时点火角。规定：真空压力为 31kPa 时，点火提前角为 14°～16°。

③用真空泵打压至 50kPa。将检测仪打到 B 挡，以使真空密闭在真空膜盒一侧，观察检测仪上压力的下降，1min 内不得低于 44.5kPa，否则说明真空膜盒或软管有渗漏。

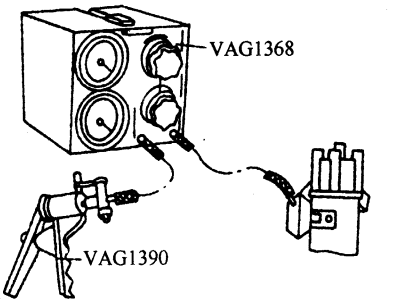


图 4-22　真空检测仪

第五章　仪 表 系 统

捷达轿车车速里程表是一种带有分计程器的电子式车速里程表，具有车速指示和双计程两种功能，如图 5-1 所示。其车速指示功能是由电子式车速表完成，即当汽车以不同车速行驶时，由车速里程表传感器产生的触点闭合频率信号，经传感器的 B 端送到单稳态触发器，以控制恒流源的输出，从而改变车速里程表指示机构中通电线圈的电流值，于是在恒定磁场中所受到的作用力发生变化，使车速表指针作相应偏转，显示出相应的行驶车速。双计程功能是由机械式计数器来完成的。

车速里程表传感器由一个舌簧开关管和一个具有 4 对磁极的塑料环等组成。

捷达轿车仪表板如图 5-2 所示。

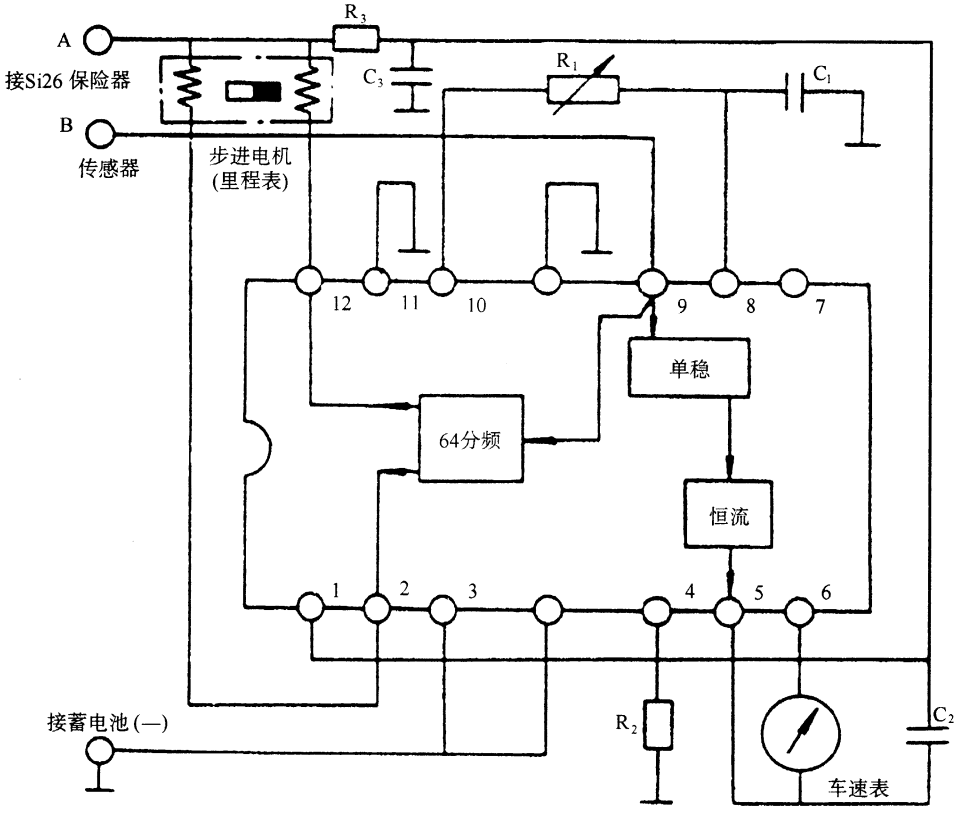


图 5-1　捷达轿车电子式车速里程表电路

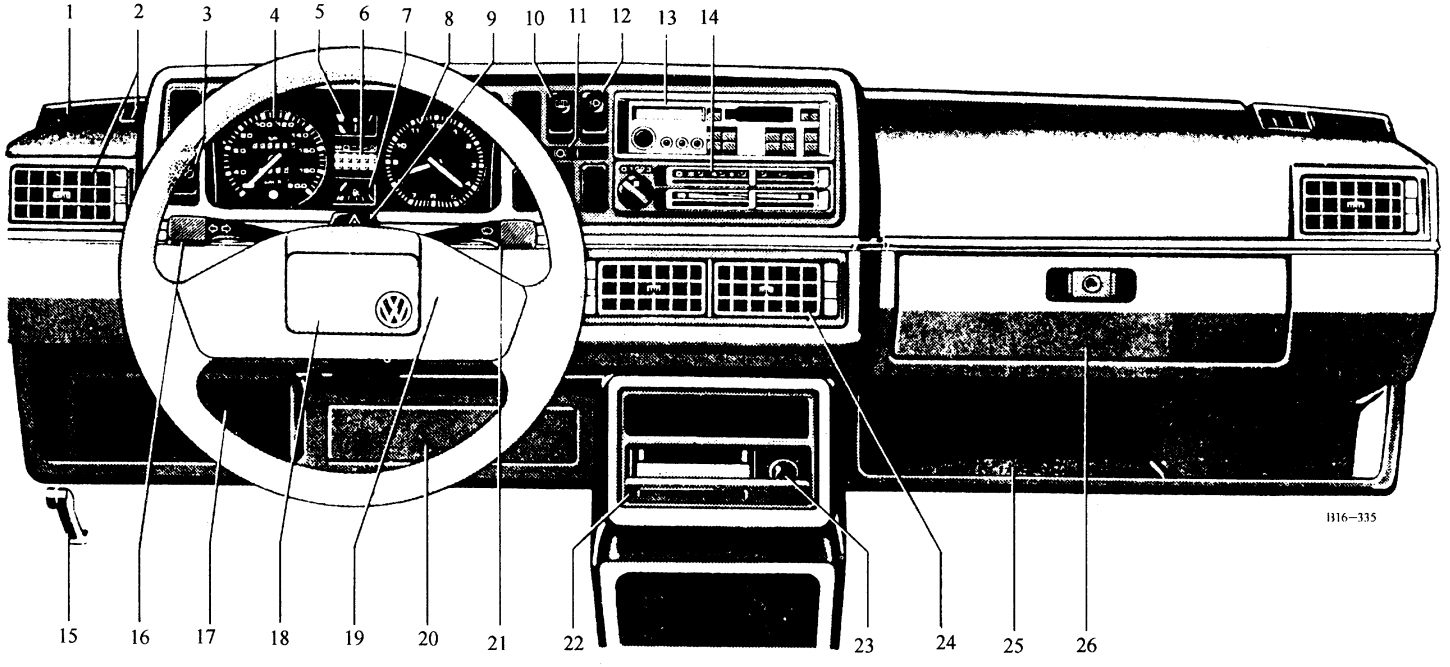


图 5-2　捷达轿车仪表板

1-扬声器护栅；2-出风口；3-灯开关及仪表照明灯调节钮；4-车速里程表；5-水温表；6-报警灯；7-燃油表；8-时钟；9-危险报警灯开关；10-后窗加热器开关；11-制动报警灯；12-雾灯及其开关；13-收放机；14-空调开关；15-发动机罩开启手柄；16-转向灯及变光手柄；17-杂物箱；18-喇叭按钮；19-点火开关/转向盘锁；20-随车文件盒；21-刮水器/洗涤器操纵杆；22-烟灰盒；23-点烟器/插座；24-中央出风口；25-储藏室（格）；26-杂物箱

一、仪表板与组合仪表的拆卸

1. 仪表板的拆卸

①驾驶员与副驾驶员侧杂物箱的拆卸。如图 5-3 所示，首先拆除蓄电池接地线和拆下转向盘，按箭头所示，拧下十字槽螺钉 1，取下司机杂物箱 2。再按箭头所示拧下十字槽螺钉 3，取下副司机杂物箱 4。

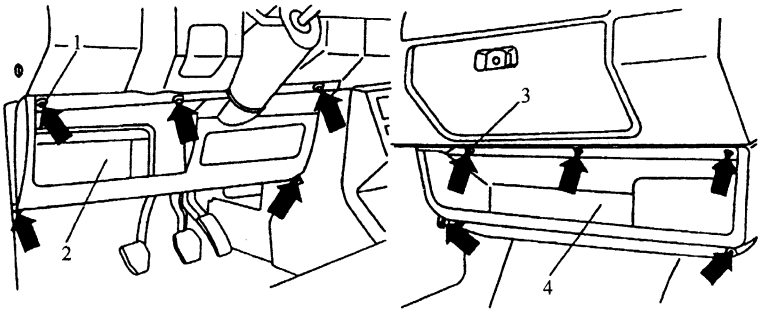


图 5-3　杂物箱的拆卸

1、3-十字槽螺钉；2-驾驶员杂物箱；4-副驾驶员杂物箱

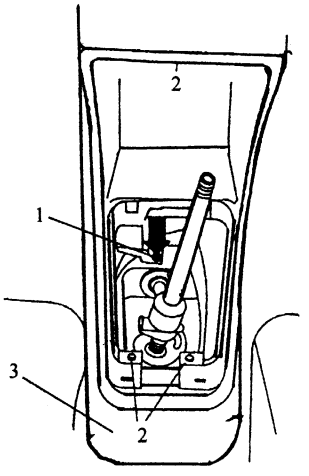


图 5-4　中央托架的拆卸

1-十字槽螺钉；2-导孔；3-中央托架

②中央托架的拆卸。如图 5-4 所示，拆下变速杆把手及变速杆护套后按箭头所示拧下十字槽螺钉 1，从导孔 2 中拉出中央托架 3，拔掉电气接头。

③后风窗加热器开关和前、后雾灯开关的拆卸。如图 5-5 所示，将开关 1 置于“接通”位置上，并将螺丝刀插入开关 1 的缺口 2 处（箭头所示）。向上撬动开关 1 导向装置，向前拉出开关 1 的盖，然后压箭头所指处插头固定夹 3，并拉出开关 1。用同样的方法拆下后风窗加热器开关 4 和前、后雾灯开关 5。

④仪表板面罩的拆卸。如图 5-6 所示，首先拔下暖风和通风控制钮 1，取下装饰罩 2，再将电气接头分开，拧下十字槽螺钉 3，然后从仪表板 5 上取下仪表板面罩 4。

⑤速度表软轴及组合仪表的拆卸。如图 5-7 所示，先从变速器上旋下速度表驱动软轴 1 的锁紧螺母 2，再从速度表上按箭头方向同时压下软轴上的啮合凸耳 3，并拔出速度表驱动软轴 1，然后旋下螺钉 4，从变速器上取出速度表传动轴 5 及传动轮 8。最后按箭头方向拧下十字槽螺钉 9，取出组合仪表 10。

⑥仪表板及空气出口壳体的拆卸。如图 5-8 所示，先拆下枢转式格栅 1，拧下十字槽螺钉 2，然后拆下空气出口壳体 3，取下防护盖 4。拧下十字槽螺钉 5，从卡箍 6 上拆下扬声器护栅 7。拧下侧面和中间的十字槽螺钉 8，拧下六角螺母 9（螺母位于储气室里），拆下仪表板 10。同时压多功能指示灯外壳 12 上面及下面的卡槽凸耳 11，并向前拉出多功能指示灯。拆下插接件外壳 15 和带白炽灯和插片的组合板 13，再从组合板 13 上拆下驻车制动指示灯或双管路制动及

驻车制动指示灯 14。

2. 组合仪表的分解

①印刷线路板及盖板的拆卸。如图 5-9 所示，压下印刷线路板及盖板 2 上的塑料压片，此线路板在卡槽凸耳上有螺钉；同时向箭头方向 1 拉出盖板和印刷线路板 2。向箭头方向压卡槽凸耳 3 并且从多孔插接件壳体 4 压出印刷线路板（盖板）2。拆下稳压器以及所有在印刷线路板上的螺钉 5 和螺母 6。

②冷却液温度表、车速表、燃油表和指针式时钟的拆卸。如图 5-10 所示，将箭头所指底板 4 后面的螺钉 1 拧下，并从底板 4 向前拿出指针式时钟 3，取下底板 4，从组合仪表 12 上拿出冷却液温度表 5 和燃油表 6、车速表 7、稳压器 2。

3. 继电器与熔断器盒的拆卸

如图 5-11 所示，本车电路均有熔断器加以保护，继电器与熔断器盒设在驾驶员左侧的杂物箱后面。从吊架 4 上压出继电器与熔断器盒 6 左侧和右侧的固定夹 1，直到从吊架 4 的槽内抽出固定

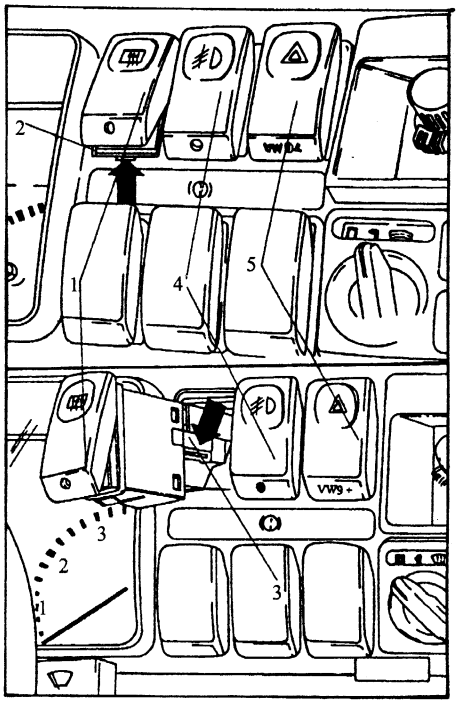


图 5-5　后风窗加热器开关和前、后雾灯开关的拆卸

1-开关；2-开关缺口；3-插头固定夹；4-后风窗加热器开关；5-前、后雾灯开关

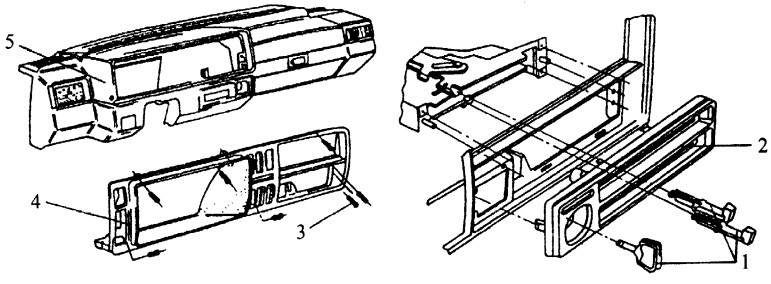


图 5-6　仪表板面罩的拆卸

1-暖风和通风控制钮；2-装饰罩；3-十字槽螺钉；4-仪表板面罩；5-仪表板

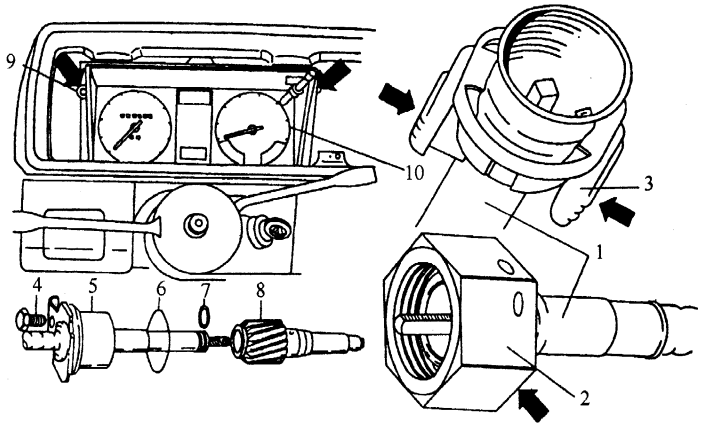


图 5-7　速度表软轴及组合仪表的拆卸

1-速度表驱动软轴；2-锁紧螺母；3-软轴上的啮合凸耳；4-螺钉；5-速度表传动轴；6-O 形圈；7-防护环；8-传动轮；9-十字槽螺钉；10-组合仪表

夹上的止动销 2。向前翻转固定夹 1，摘下继电器与熔断器盒 6 上的销子 3。向外压左边的吊架 4，直到从吊架 4 中抽出销子 5，然后取下继电器盘和熔断器盒 6。重装时，一定让止动销与销子 5 进入吊架 4 的孔中。

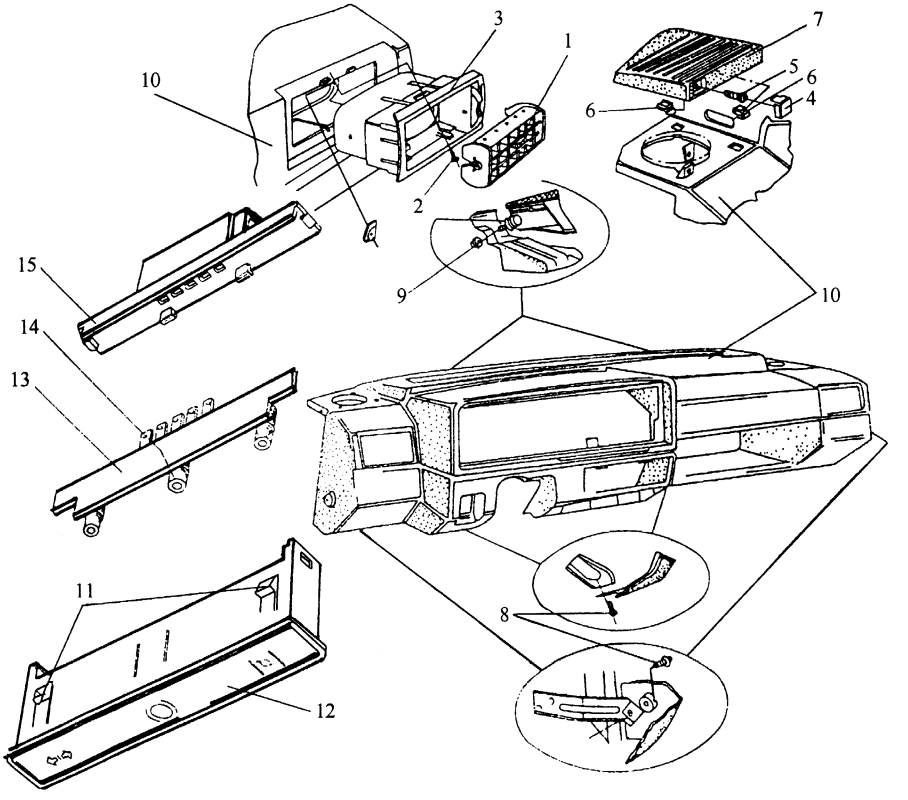


图 5-8　仪表板及空气出口壳体的拆卸

1-枢转式格栅；2-十字槽螺钉；3-空气出口壳体；4-防护盖；5-十字槽螺钉；6-卡箍；7-扬声器护栅；8-十字槽螺钉；9-六角螺母；10-仪表板；11-卡槽凸耳；12-多功能指示灯外壳；13-带白炽灯和插片的组合板；14-驻车制动和双管路制动指示灯；15-插接件外壳

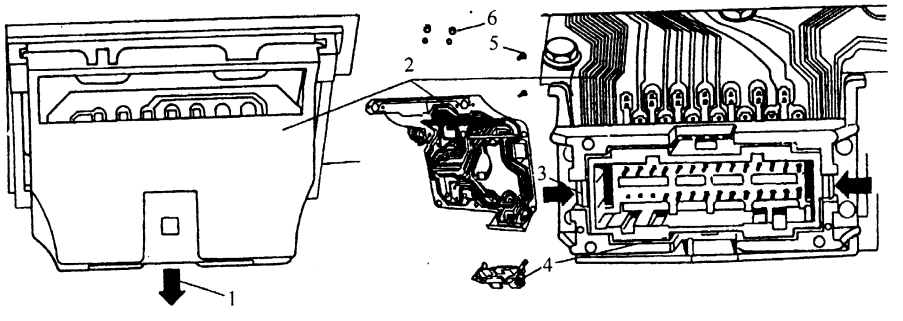


图 5-9　印刷线路板及盖板的拆卸

1-拉出方向；2-印刷线路板及盖板；3-卡槽凸耳；4-28 孔插接件壳体；5-螺钉；6-螺母

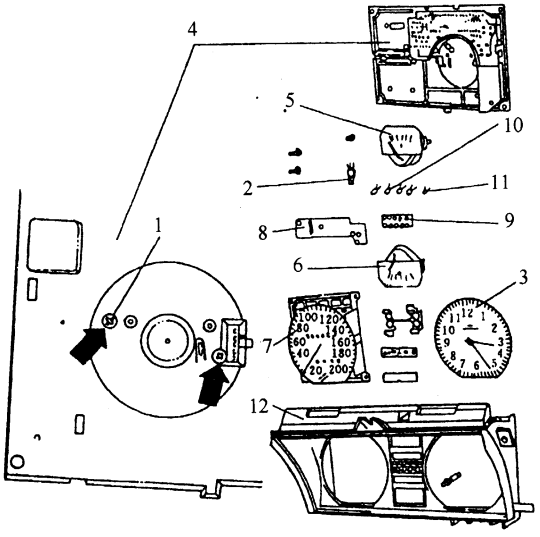


图 5-10　冷却水温表、车速表、燃油表和时钟的拆卸

1-螺钉；2-稳压器；3-指针式时钟；4-底板；5-冷却液温度表；6-燃油表；7-车速表；8-稳压器散热片；9-发光二极管支架；10-发光二极管；11-远光指示灯；12-组合仪表

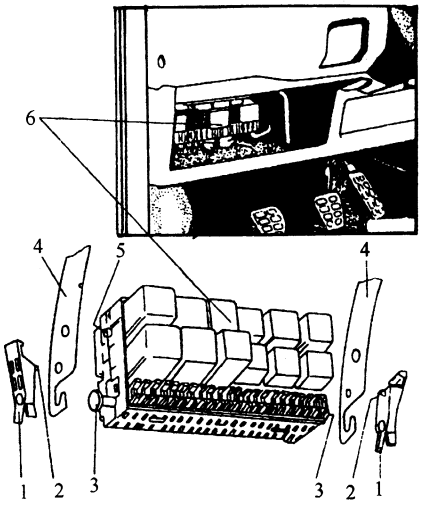


图 5-11　继电器与熔断器盒的拆卸

1-固定夹；2-止动销；3-销子；4-吊架；5-销子；6-继电器与熔断器盒

二、组合仪表及其电路的检修

1. 仪表及有关电气元件的检查

①稳压器（J6）的检查。如图 5-12 所示，接通点火开关，用万用表电压（直流）挡，先检查 28 孔插接件 3 的第（13）孔（接正极端）和第（3）孔（接负极端），电压值应高于 10.5V，若低于 9.5V，表示蓄电池电压不足。再用电压表正极端接稳压器（J6）的正极 1、负极端接稳压

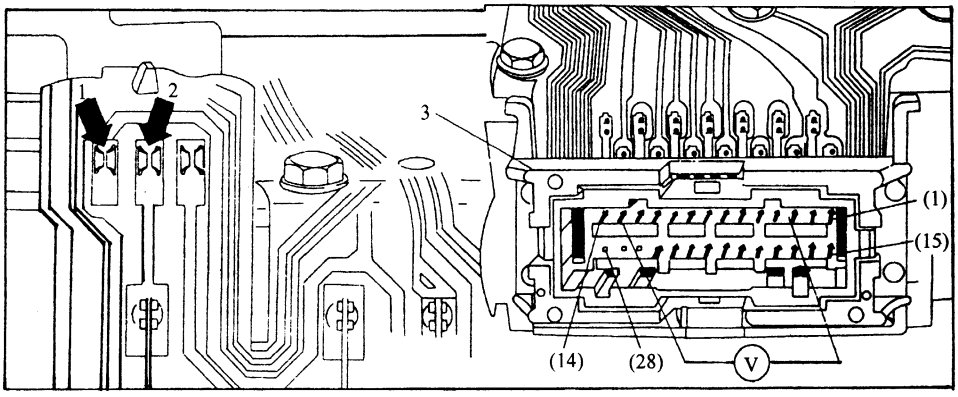


图 5-12　（仪表电源）稳压器（J6）的检查

1-稳压器的正极；2-稳压器的负极；3-28 孔插接件

器（J6）的负极 2，电压应在 9.5V 与 10.5V 之间，否则为稳压器（J6）有故障。

②发光二极管的检查。如图 5-13 所示，发光二极管 5 包括转向警报灯（K_5）、发电机警报灯（K_2）、油压警报灯（K_3）和冷却液温度警报灯（K_{28}）。用数字万用表（V.A.G1315A）4 同时按下箭头所指的电阻测量和电压测量按钮，万用表线端“＋”接发光二极管（＋）3，万用表黑端“－”接发光二极管（－）2，当电压在 9.5～10.5V 时二极管 5 必须发光。注意：要分清发光二极管的负极标记，即二极管的外壳上有一直棱边 1 的一侧为负极一侧，二极管的外壳内最大的极 2 为负极。

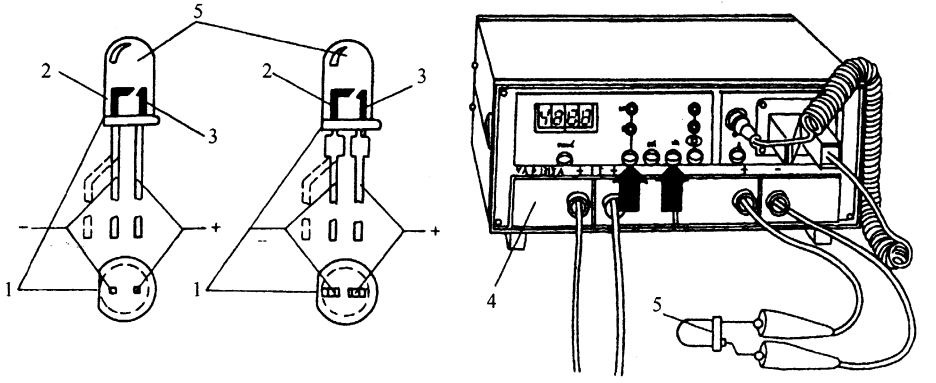


图 5-13　发光二极管的检查

1-发光二极管外壳上有一直棱边的一侧；2-发光二极管负极；3-发光二极管正极；4-数字万用表；5-发光二极管

③水温表传感器的检查。如图 5-14 所示，将水温传感器接上标准冷却液温度表 6，在加热电炉上的热水槽 1 中给水温传感器加热，用水银温度表与冷却液温度表 6 的温度值作比较，若两表一致，表示被测试的水温传感器 2 良好。若两者不一致，则被测试的水温传感器有问题。

④油压开关的检测。如图 5-15 所示，将被测的油压开关 3 装在油压机 1 上，加压后用标准油压表 2 与油压开关 3 的油压指示灯 4 做比较，低压油压开关应在 30kPa 时打开，高压油压开关应在 180kPa 时闭合。

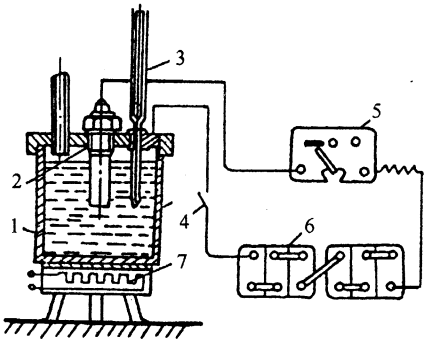


图 5-14　水温表传感器的检查

1-加热槽；2-被测试水温表传感器；3-水银温度表；4-开关；5-标准冷却液温度表；6-蓄电池；7-加热电炉

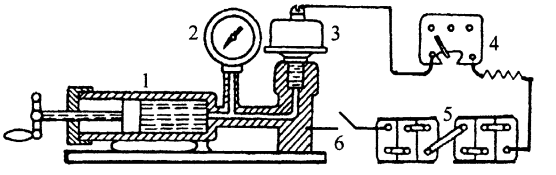


图 5-15　油压开关的检查

1-油压机；2-标准油压表；3-被测试油压开关；4-油压指示灯；5-蓄电池；6-开关

⑤车速里程表的检查。当发现里程表不工作或读数不正确时，故障的原因一般是：a. 变速器输出轴驱动测量小齿轮的轮齿磨损严重，或者软轴与驱动测量小齿轮的啮合间隙过大。修理的方法，一般以更换零件为主。b. 车速里程表内第二对蜗轮蜗杆的啮合间隙过大，传动松动。修理时，可旋松固定螺杆，检查调整间隙，调整合格后重新固定。

当发现总里程计数器工作，但单程里程计数器不工作时，一般原因为：单程里程计数齿轮中间齿轮及中间齿轮与总里程计数齿轮之间松脱或损坏，致使单程里程计不工作。

当发现车速表指针指示波动，指针不回零，或速度指示不正确时，应首先检查软轴是否磨损，其次再检查车速里程表表头的磁轴、游丝和其他零件是否磨损或由脏物造成阻卡、不灵活等现象。

将软轴接到车速里程表上运转时，应将软轴笔直插入车速里程表的驱动轴孔内，并保证不使软轴与其他线束任意交错，造成软轴卡死或弯曲。

⑥燃油表传感器的检查如图 5-16 所示，将燃油表传感器的两引出线与万用表相连（电阻挡），用不断改变燃油表传感器的浮子的位置，检查在各位置时的电阻值。当浮子高度为零时，输出电阻为 283±5Ω；当浮子高度为全程 1/2 时，输出电阻为 78±2Ω；当浮子高度在最高位时，输出电阻为 40±1Ω（捷达车）。否则表示燃油表传感器损坏。

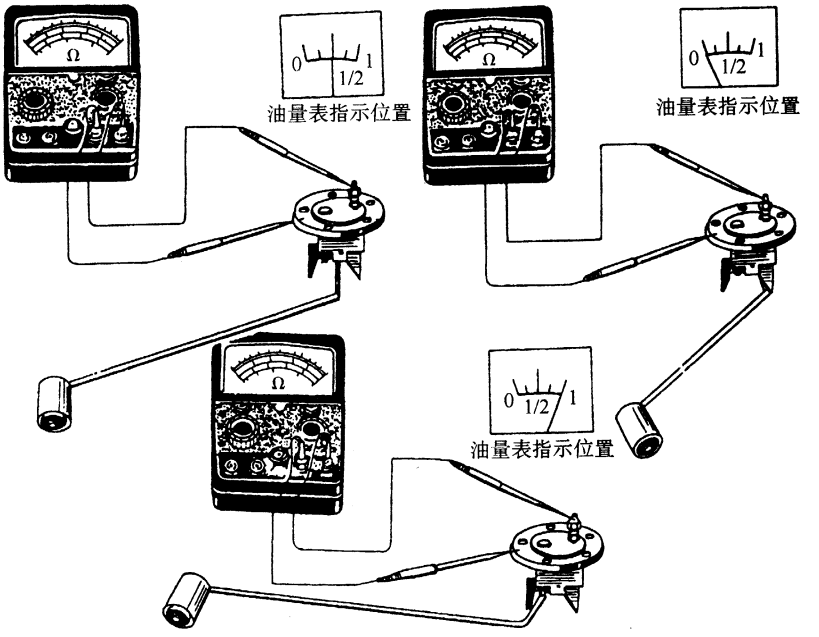


图 5-16　燃油表传感器的检查

2. 仪表电路的检查

①双管路制动及驻车制动指示灯线路的检查。如图 5-17 所示，若出现故障时，可以从后向前进行检查。当接通点火开关（D）1 时，使驻车制动指示灯（F9）34 接通，用万用表直流电压挡检查下列各点电压：中央配电盒 21 的插座（X/4），此处无电压，表示仪表板熔断器 S16 断路。检查双管路制动及驻车制动指示灯（K7）29 与黑色线 28 的接点，此处无电压，表示黑色线 28 断路。检查指示灯（K7）29 与灰色线 30 接点，此处无电压，表示指示灯（K7）29 损坏。检查插座（X/3）的电压，此处无电压，表示灰色线 30 断路。检查插座（L/6）处电压，此

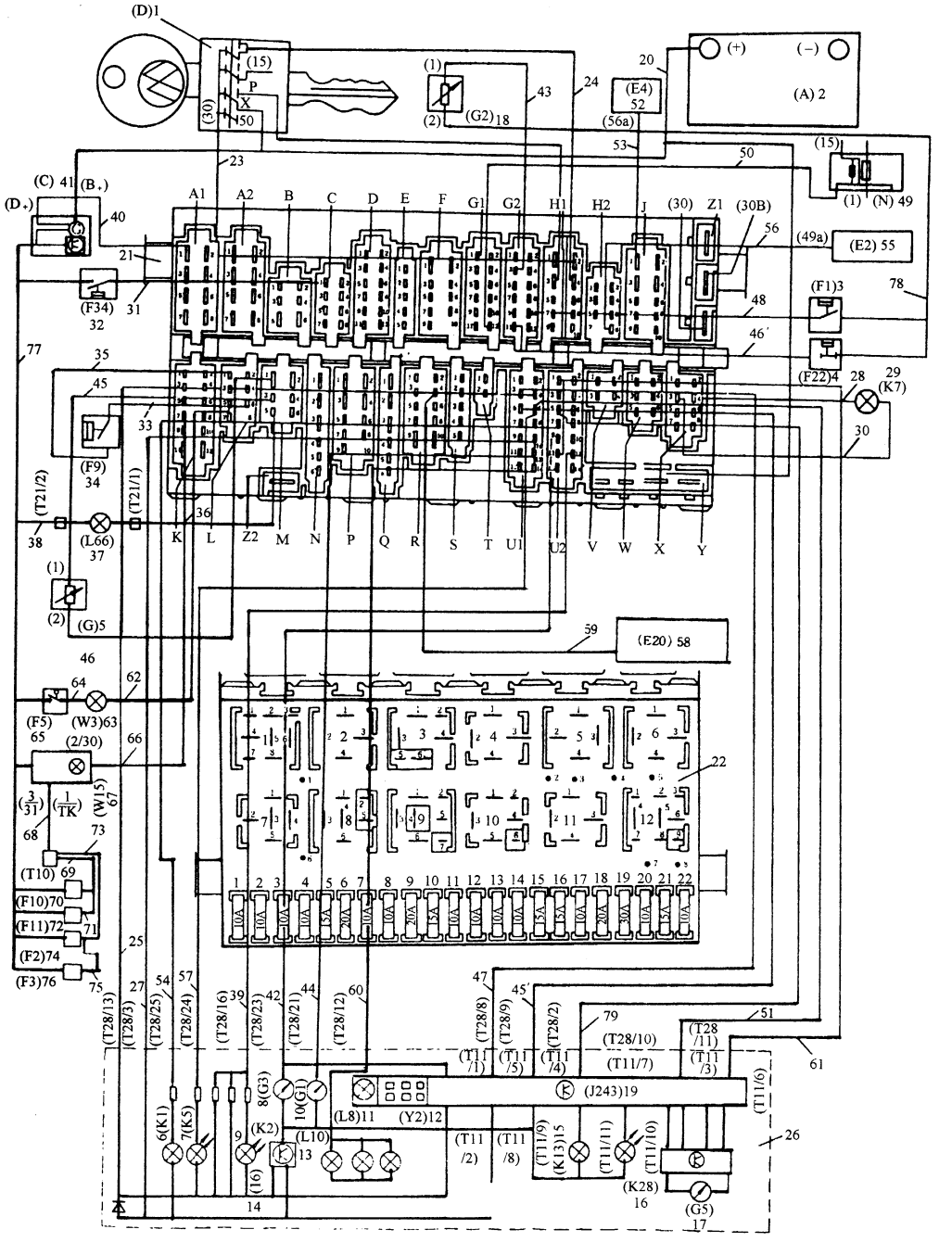


图 5-17　捷达（Jetta）轿车制动报警灯及仪表电路

1-点火开关(D)；2-蓄电池(A)；3-高压油压开关(F1)；4-低压油压开关(F22)；5-燃油表传感器(G)；6-远光警报灯(K1)；7-转向警报灯(K5)；8-冷却液温度表(G3)；9-发电机警报灯(K2)；10-燃油表(G1)；11-时钟照明灯(L8)；12-数字式时钟(Y2)；13-仪表板照明灯(L10)；14-稳压器(J6)；15-油压警报灯(K6)；16-冷却液温度警报灯(K28)；17-转速表(G5)；18-冷却液温度表传感器(G2)；19-油压和冷却液报警及转速表控制单元(J243)；20-红色线；21-中央配电盒；22-继电器及熔断器盒；23-红色线；24-黑色线；25-黑色线；26-仪表板；27-棕色线；28-黑色线；29-双管制动及手制动指示灯(K7)；30-灰色线；31-蓝棕线；32-制动液面报警开关(F34)；33-棕黄线；34-手制动指示灯(F9)；35-棕色线；36-黑色线；37-磁带盒照明灯(L66)；38-棕色线；39-蓝色线；40-蓝色线；41-发电机；42-黄红线；43-黄红线；44-蓝色线；45-紫黑线；45′-红白线；46-棕色线；46′-蓝黑线；47-黄色线；48-黄色线；49-点火线圈；50-红黑线；51-灰色线；53-变光与转向灯开关(F4)；53-白色线；54-蓝白线；55-转向灯开关(E2)；56-黑白绿线；57-绿色线；58-车灯控制开关(E20)；59-灰蓝线；60-灰色线；61-红色线；62-红色线；63-行李舱灯(15)；64-棕白线；65-行李舱照明灯开关(F3)；66-红色线；67-带延迟关闭的内饰灯(W15)；68-棕白线；69-黑棕线；70-左后门联锁开关(F10)；71-黑棕线；72-右后门联锁开关(F11)；73-棕白线；74-左前门联锁开关(F2)；75-棕白线；76-右前门联锁开关(F3)；77-接地线；78-接地线；79-红白线

处无电压，表示中央配电盒21从插座（X/3）至（L/6）处断路。检查棕黄线33与驻车制动指示灯开关（F9）34连接处电压，此处无电压，表示棕黄线33断路；若此处有电压而指示灯（K7）29仍不亮，表示驻车制动指示灯开关（F9）34损坏或棕色线35与插座（L/1）的接地不良。

当接通点火开关（D）1和制动液面警报开关（F34）32，用万用表直流电压挡，检查下列各点电压：中央配电盒21的插座（C/1）处，若此处无电压，表示双管路制动及驻车制动指示灯（K7）29处有故障。检查蓝棕线31与制动液面警报开关（F34）32连接处，若此处无电压，表示蓝棕线31断路；若此处有电压而指示灯（K7）29仍不亮，表示制动液面警报开关（F34）32损坏或接地不良。

②冷却液温度表线路的检查。如图5-17所示，接通点火开关（D）1，当发动机运转后使冷却液温度升高后，检查以下各点的电压：中央配电盒插座（U1/4）处，若此处无电压，表示仪表板熔断器（S16）有故障。检查仪表板26的28孔插接件插孔（T28/13）处，若此处无电压，表示黑色线25断路。检查仪表板26的印刷电路板上稳压器（J6）14的正极（图5-12的1处），若此处无电压，表示稳压器（J6）14损坏。检查插孔（T28/23）处，若此处无电压，表示冷却液温度表（G3）8损坏。检查插座（U2/9）处，若此处无电压，表示黄红线42有断路。检查插座（G2/3），若此处无电压，表示中央配电盒21有故障。检查黄红线43与冷却液温度表传感器（G2）18连接处，若此处无电压，表示黄红线43断路；若此处有电压，冷却液温度表（G3）8仍不动，表示冷却液温度表传感器（G2）18损坏或接地不良。

③燃油表电路的检查。如图5-17所示，接通点火开关(D)1，当燃油箱加入燃油后，先确定稳压器（J5）14的正极电压是否正常（图5-12的1处），再检查仪表板26的28孔插接件的插孔（T28/21）处电压，若此处无电压，表示燃油表（G1）10损坏。检查中央配电盒插座（U1/12），若此处无电压，表示蓝色线44断路。检查插座（M/3），若此处无电压，表示中央配电盒21内部有故障。检查紫黑线45与燃油表传感器（G）5连接处，若此处无电压，表示紫黑线45断路；若此处有电压，燃油表（G1）10仍不动，表示燃油表传感器（G）5损坏或与插座（M/1）连接的棕色线46接地不良。

④油压警报灯线路的检查。如图5-17所示，点火开关（D）1接通，发动机怠速运转时，先确定稳压器（J6）14的正极电压是否正常（图5-12的1处），再检查仪表板26的28孔插接件的插孔（T28/9），若此处无电压，表示油压警报灯（K3）15损坏。检查中央配电盒21的插座（U1/5），若此处无电压，表示红白线45′断路。检查插座（G2/11），若此处无电压，表示中央配电盒21内部断路。检查蓝黑线46′与低压油压开关（F22）4的连接点，若此处无电压，表示蓝黑线46′断路；若此处有电压，而油压警报灯（K3）15仍不灭，表示低压油压开关（F22）4损坏或接地不良，也可能是油压太低（一般为机油太少）。

当发动机转速达2 000r/min时，先确定稳压器（J6）14的正极电压是否正常（图5-12的1处），再检查仪表板26的28孔插接件的插孔（T28/8），此处若无电压，表示油压警报灯（K3）15损坏。检查插座（U1/3），若此处无电压，表示黄色线47断路。检查插座（G2/10），若此处无电压，表示中央配电盒内部断路。检查黄色线48与高压油压开关（F1）3的连接点，此处无电压，表示黄色线48断路；若此处有电压，而油压警报灯（K3）15仍亮，表示高压开关（F1）3损坏或接地不良，也可能是油压低于160kPa，其原因一般为机油泵损坏，曲轴主轴承瓦磨损太大或缸体油道阻塞。

三、组合仪表的故障诊断与排除

1. 水温表的故障诊断与排除（表 5-1）

表 5-1　水温表的故障诊断与排除

故障现象	故障判断	故障原因	排除方法
接通电源后，指示表指针不动或指示数值偏高	察看电流表(断电器触点闭合)：示值为“0” 用电流表放电 3A 时，将指示表正极接线柱搭铁试火 若无火花 若有火花再将传感器接线柱搭铁： 指针仍不动 指针迅速转动	蓄电池至点火开关正极接线柱一段公用电路断路 点火开关至指示表连线断脱 指示表电热线圈损坏或指示表至传感器之间连线断脱 传感器损坏或搭铁不良	接通 更换导线 更换指示表或导线 修理或更换传感器
接通电源后，指针指示数值偏低	将传感器接线柱上的连接拆除，进行断路试验： 若指针仍指到最低值 若指针转至高温	指示表于传感器之间连线有搭铁传感器内部有搭铁	修理或更换导线 更换传感器
指针指示数值不正确、失准		指示表与传感器未正确配套指示表或传感器性能不良(如电热线圈烧坏造成短路或传感器的热敏电阻衰老变质)	必须配套 检查或更换

2. 机油压力及油压警报电路的故障诊断与排除（表 5-2）

表 5-2　机油压力及油压警报电路的故障及其排除

故障现象	故障原因	排除方法
怠速时油压警报灯亮	(1)机油过少 (2)机油太稀 (3)机油滤清器堵塞 (4)曲轴及连杆轴承磨损过大 (5)机油泵损坏 (6)机油泵限压阀卡在开启位置 (7)低压机油开关损坏 (8)线路故障	(1)补充机油 (2)更换机油 (3)修复 (4)更换 (5)更换 (6)更换 (7)更换 (8)修复
2 000r/min 时警报灯亮	(1)机油泵磨损 (2)机油滤清器堵塞 (3)气缸体的油道堵塞 (4)曲轴与连杆轴承间隙过大 (5)线路故障 (6)高压油压开关损坏	(1)更换 (2)修复 (3)修复 (4)更换 (5)修复 (6)更换

3. 燃油表的故障诊断与排除（表 5-3）

表 5-3　燃油表的故障诊断与排除

故障现象	故障判断	故障原因	排除方法
接通电源，指针不动，无论存油多少示值总为“0”	察看电流表和油压表：示值均为“0”油压表指示正常 拆下指示表接线柱的导线将其搭铁试火： 有火花 无火花	指示表电源线断脱 燃油表内部断路或接触不良 指示仪表接线柱的导线接反 右线圈烧断或指示表至传感器间导线搭铁	接好 更换或修理 重新接好 更换指示表或导线
无论存油量多少示值总为“1”或偏高	用起子将传感器接线柱与油箱短接： 若指针仍指在“1” 若指针转动至“0”	指示表接线柱至传感器之间的连线断脱 传感器可变电阻损坏，滑片与可变电阻接触不良，滑动触点臂折断	重新接好 更换或调整
指示表指针大幅度摆动 指示表示值失准		线头松动，搭铁不良，传感器滑片与电阻接触不良或中间电阻磨断 仪表未配套，使用性能不良 传感器浮子使用过久，防油能力差失去规定浮力，激烈振动，使柱杆弯曲	紧固螺母搭铁良好 拆下传感器清洁、调整接触面或更换传感器 正确配套 更换

4. 车速里程表的故障诊断与排除（表 5-4）

表 5-4　车速里程表的故障诊断与排除

故障现象	产生原因	排除方法
车速表和里程指针均不动	主轴减速机构中的蜗杆或蜗轮损坏使软轴不转 软轴或软管断裂 主轴处缺油或氧化而卡住不动 表失灵	更换新零件 更换软轴或软管 清除污物或加润滑油 更换仪表
车速表走动，指针跳动、不准而里程表正常	指针轴磨损或已断 轴向间隙过大 速度盘与磁铁相碰 游丝失效或调整不当	更换新轴 调整位置 换游丝或重新调整

续表

故障现象	产生原因	排除方法
车速表和里程表指示值失准	永久磁铁的磁性衰减或消失 游丝折断或弹性衰减 里程表的蜗轮蜗杆磨损	充磁 更换 更换
车速表走而里程表不走	自车速表驱动轴至计数轴之间的任何一对减速蜗轮磨损而打滑	配换新蜗轮蜗杆
里程表走而车速表不走	金属速度盘或指针卡住 磁铁失效	调整 进行充磁

第六章　照明与信号系统

为了保证汽车在黑暗环境下的行车安全，捷达轿车配置了齐全的照明与信号系统。汽车照明系统可分为车外照明及车内照明。车外照明包括前照灯、前雾灯、后雾灯和牌照灯等；车内照明包括室内顶灯、阅读灯、门控灯、仪表灯和行李箱灯等。

信号系统分为灯光信号和音响信号。灯光信号包括前转向信号灯、后转向信号灯、制动灯、倒车灯等；音响信号有电喇叭等。

一、照 明 系 统

（一）前照灯

1. 前照灯的结构

捷达轿车装配了半封闭式前照灯，采用了发光效率高的卤素灯泡，其配光性能采用了ECE法规标准，具有远光可见照度距离远，近光具有良好的防眩目配光性能。其作用是为夜间行车照亮汽车前方的道路，同时，又避免夜间两车迎面相遇时，使对方驾驶员产生眩目。

前照灯的结构如图6-1所示，它主要由反光镜、配光镜、灯泡及灯光调整装置组成。每个前照灯有两个12V/55W的卤素灯泡和一个5W的位置灯泡，两个卤素灯泡分别装在各自的反光镜内，用于远光和近光。

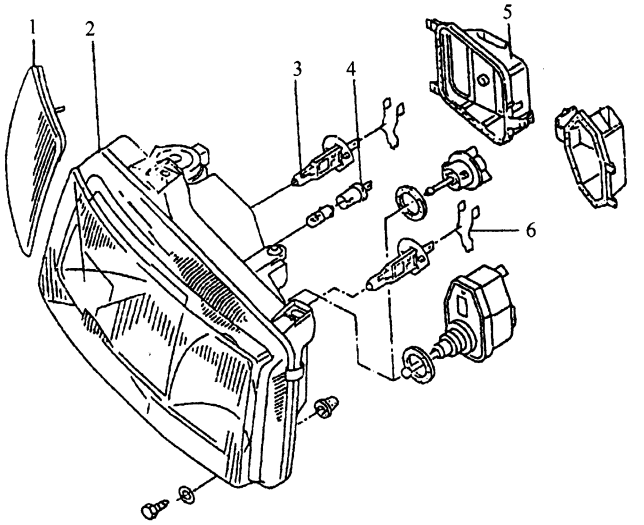


图6-1　前照灯的结构

1-装饰罩；2-外壳；3-卤素灯泡；4-行车灯座；5-防护罩盖；6-夹紧弹簧

2. 前照灯光束的调整

前照灯明亮均匀的照明与良好的防眩是夜间行车的重要保障，因此正确调整和使用前照

灯是非常重要的。根据 ECE 法规和我国标准规定，双光束前大灯的灯光调整应以调整近光的配光性能为基准，调整方法如下：

①首先应使汽车轮胎气压正常，并将汽车停放在平坦的地面上，使前照灯配光屏表面距校验屏幕 10m，如图 6-2 所示。屏幕可以用布，也可以是平整的墙壁。

②前座坐一人或配重 70kg。

③调整前照灯左右和上下方向的调整螺钉，使灯光明暗截止线应与校验屏上的分离线重合，明暗截止线的拐点与中心标记重合，如图 6-3 所示。

④在灯光调整时，应单个灯进行，在调整一个前大灯的灯光时，要把另一边的前大灯遮盖住，或者拔掉其熔断器。

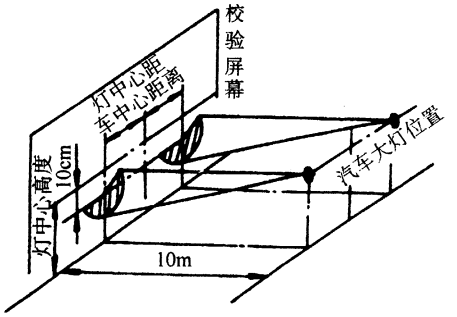


图 6-2　前大灯灯光调整

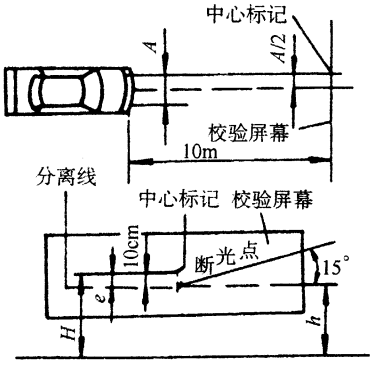


图 6-3　灯光校验屏及其车辆位置的关系

A-两前大灯之间的距离；*H*-前大灯中心线高度；*h*-灯光明暗截止线高度

3. 前照灯控制电路及工作过程

（1）控制电路

前照灯的控制电路如图 6-4 所示，主要由蓄电池、点火开关、灯光开关、变光开关/超车灯开关及熔断器组成。

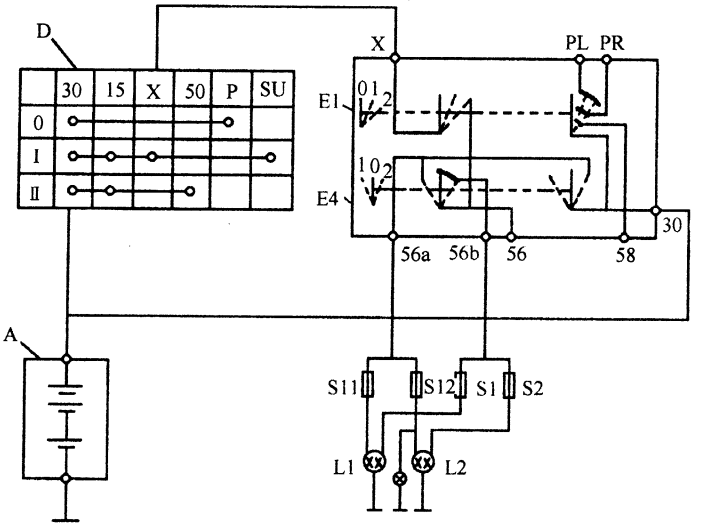


图 6-4　前照灯控制电路

A-蓄电池；D-点火开关；E1-灯光开关；E4-变光/超车开关；S1、S2、S11、S12-熔断器；L1-左前照灯；L2-右前照灯

（2）工作过程

①接通点火开关，车灯开关E1置于2挡（前）位置，变光开关E4处于0（近光）位置。此时前照灯电路中的工作电流由蓄电池正极（+）→点火开关X端子→车灯组合开关X端子→灯光开关2挡接柱→车灯组合开关56端子→变光开关0挡位→车灯组合开关56b端子→熔断器S1与S2→前照灯近光灯丝→搭铁→蓄电池负极（−），于是两前照灯近光灯点亮。

②在上述前照灯近光工作的情况下，将变光开关远光E4朝转向盘方向拉过压力点，处于1挡位，此时前照灯电路中的工作电流由蓄电池正极（+）→点火开关X端子→车灯组合开关X端子→灯光开关2挡接柱→车灯组合开关56端子→变光开关1挡位→车灯组合开关56a端子→熔断器S11与S12→前照灯远光灯丝及远光指示灯→搭铁→蓄电池负极（−），于是前照灯远光及仪表板中的远光指示灯均被点亮。

③超车时，只需将变光开关E4朝转向盘方向拉至压力点，此时超车灯电路工作电流由蓄电池正极（+）→车灯组合开关30端子→变光开关超车挡位→车灯组合开关56a端子→熔断器S11与S12→前照灯远光灯丝及远光指示灯→搭铁→蓄电池负极（−），于是前照灯远光及仪表板中的远光指示灯同时点亮。当松开开关手柄时，前照灯远光及远光指示灯同时熄灭；再将该开关拉动，前照灯远光及远光指示灯又被点亮，如此反复地操纵变光/超车灯开关，即可得到前照灯远光闪亮的超车信号。

（二）雾灯

1. 前雾灯

前雾灯安装在汽车的前部，是供汽车在有雾、雪和大雨的天气或在尘埃弥漫的条件下行驶，为改善路面照明，确保行车安全而设置的照明灯具。

前雾灯采用白色卤素灯泡做光源，灯内反光镜镀黄色，所以发出的光仍为黄色。

2. 后雾灯

后雾灯安装在车后部左侧，用以在有雾、雪和大雨的天气或在尘埃弥漫的条件下行驶时，提醒后车驾驶员注意保持一定车距，以免发生追尾撞车事故。

后雾灯与前雾灯同时工作。

（三）组合后尾灯

组合后尾灯是集倒车灯、转向灯、后雾灯、后位灯、制动灯及回复式反射器等为一体的组合灯具。后尾灯安装在汽车后端的两侧，其结构如图6-5所示。

（四）牌照灯

牌照灯安装在汽车尾部的后背门上，用于在夜间行车时照亮汽车的牌号。

（五）顶灯

顶灯安装在汽车乘员室的前部顶篷上，夜间为驾驶员和乘客提供室内照明。

（六）仪表照明灯

仪表照明灯安装在组合仪表内，用来照亮仪表。

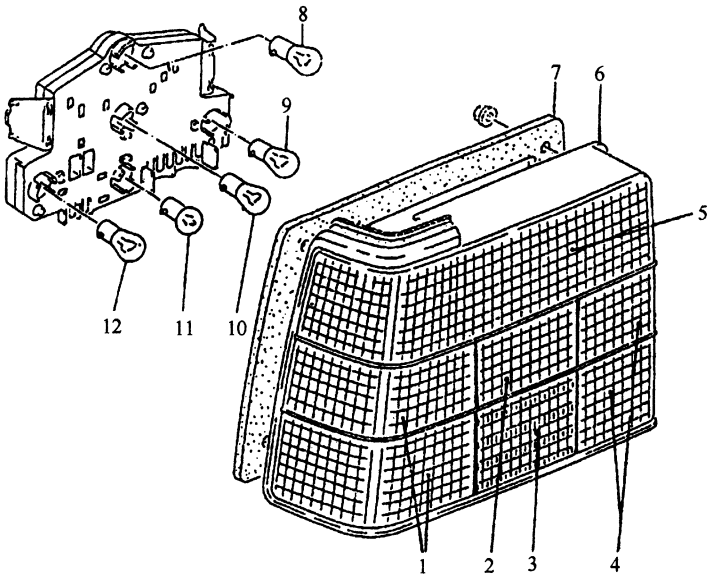


图 6-5　组合后尾灯的结构

1-制动灯；2-倒车灯；3-尾灯；4-后雾灯；5-转向灯；6-壳体；7-密封垫；8-转向灯灯泡（12V/21W）；9-雾灯灯泡（12V/21W）；10-倒车灯灯泡；11-尾灯灯泡（12V/5W）；12-制动灯灯泡（12V/21W）

（七）门控灯

门控灯安装在车内，受车门开关控制。当车门打开时，门控灯点亮，为驾驶员和乘客提供夜间照明。

（八）行李箱灯

行李箱照明灯安装在行李箱内侧的车身上，开关为压开式，当打开行李箱门时，开关闭合照明灯点亮；当盖上行李箱门时，开关断开，照明灯熄灭。

二、信号系统

为了保障行车安全，避免交通事故的发生，捷达轿车安装了灯光与音响两种信号装置。灯光信号装置包括：转向信号灯、制动信号灯、倒车信号灯及危急报警信号灯等。音响信号包括电喇叭等。

（一）转向信号灯

转向信号灯是指示汽车转弯方向的。当汽车要转弯时，由驾驶员将转向开关拨到相应的位置，对应的转向信号灯点亮并按一定频率闪烁，以告知其他车辆和行人；同时，还装有危急报警装置，在遇到特殊情况时，接通危急报警开关，使前后左右转向信号灯同时闪烁，提醒其他车辆和行人让行。

1. 工作电路

转向信号灯和危急报警信号灯的工作电路如图 6-6 所示。

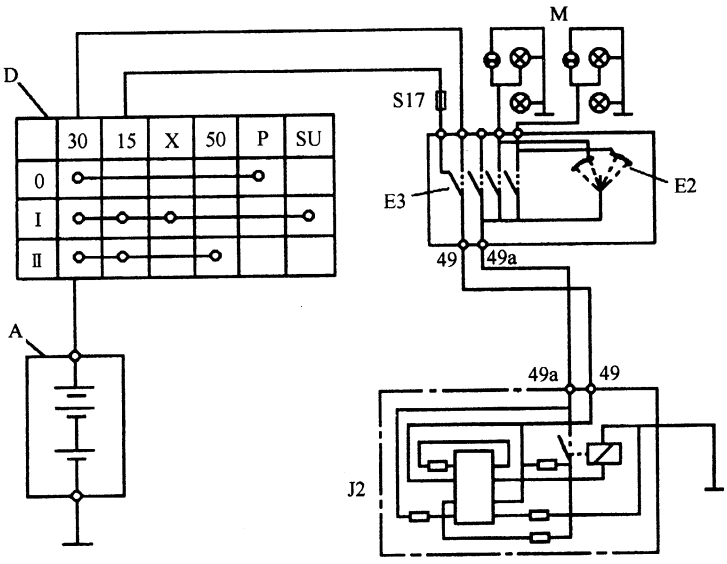


图 6-6　转向信号灯和危急报警信号灯工作电路

A-蓄电池；D-点火开关；S17-熔断器；M-转向灯泡；E3-危险报警灯开关；E2-转向灯开关；J2-闪光器

2. 工作原理

①当点火开关转至点火挡时，如果车辆向左转弯行使，将转向开关 E2 手柄向下搬动，这时转向及报警信号电路中的工作电流由蓄电池正极（+）→点火开关 15 端子→熔断器 S17→危险报警灯开关 E3 的常闭触点→闪光器 49 端子→闪光器→闪光器 49a 端子→转向灯开关 E2 的左侧触点→左侧转向灯及转向指示灯→搭铁→蓄电池负极（−），于是左侧转向灯及转向指示灯闪亮。当转向结束，转向盘回位时会自动将转向开关拨回，转向灯及仪表板上的转向指示灯同时熄灭。

当右转向时，工作电流在转向开关处发生改变，变为向右转向灯和右转向指示灯供电。

②当汽车发生故障或有紧急情况时，打开报警灯信号开关，这时前后左右 4 个转向灯一起闪亮，以示警告。

将危险报警灯开关 E3 按下，这时危险报警灯电路的工作电流由蓄电池正极（+）→点火开关 30 端子→危险报警灯开关 E3→闪光器 49 端子→闪光器→闪光器 49a 端子→危险报警灯开关 E3→转向灯及转向指示灯→搭铁→蓄电池负极（−），于是前后、左右 4 个转向灯及转向指示灯同时闪亮。

无论点火开关处于什么位置，危险报警灯都工作。

（二）制动信号灯

制动信号灯装在汽车后组合灯内，是指示汽车停车或减速的指示灯具。在踏下制动踏板时，便发出较强的红光，用以提醒后面的车辆或行人保持安全的距离。

制动信号灯工作电路如图 6-7 所示，主

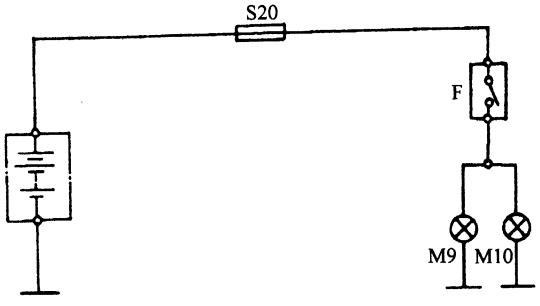


图 6-7　制动信号灯工作电路

A-蓄电池；S20-熔断器；F-制动灯开关；M9-左制动灯；M10-右制动灯

要由熔断器、制动灯开关和制动灯组成。

当驾驶员踩下制动踏板时，制动灯开关 F 闭合，接通制动灯电路，制动灯点亮；当抬起制动踏板时，制动灯开关 F 断开，切断制动灯电路，制动灯熄灭。

（四）倒车信号灯

倒车信号灯是在汽车倒退时提醒后面的车辆和行人引起注意，在夜间还可以照亮后面的障碍物，以保证倒车安全。

（五）电喇叭

电喇叭是发出声响以警告其他车辆和行人的信号装置，安装在冷凝器的前方，如图 6-8 所示。喇叭主要由磁化线圈、动铁心、振动膜片、共鸣盘等组成，磁化线圈通过触点构成回路。当驾驶员按下喇叭按钮时，磁化线圈通电，吸动动铁心，触点打开，磁化线圈断电，动铁心回位，触点又闭合，磁化线圈又通电，又吸动动铁心，如此循环，动铁心移动带动振动膜和共鸣盘一起振动，使喇叭发出声响。

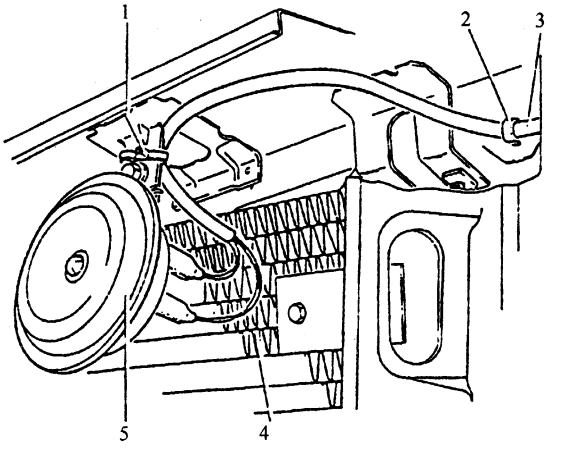


图 6-8　喇叭安装位置

1-线束扎带；2-线束夹；3-线束；4-冷凝器；5-喇叭

喇叭的工作电路如图 6-9 所示，它主要由喇叭继电器、喇叭、喇叭开关及喇叭线束等组成。按下喇叭开关，接通喇叭继电器线圈电路，其电路为：蓄电池（+）→点火开关 15 端子→喇叭继电器线圈→喇叭按钮→搭铁→蓄电池（−）。喇叭继电器线圈有电流通过，常开触点闭合，接通喇叭电路，其电路为：蓄电池（+）→点火开关 15 端子→熔断器 S13→喇叭→喇叭继电器触点→搭铁→蓄电池（−）。

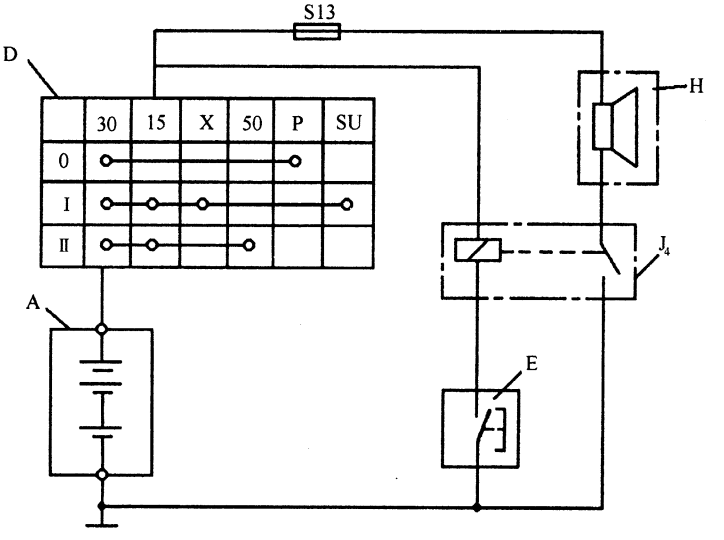


图 6-9　喇叭的工作电路

A-蓄电池；D-点火开关；S13-熔断器；H-喇叭；J4-喇叭继电器；E-喇叭开关

三、常见故障诊断与排除

（一）前照灯故障诊断与排除

1. 两侧前照灯均不亮

现象：接通前照灯开关后，两侧前照灯的远光灯和近光灯均不亮。

原因：①熔丝熔断；②前照灯灯泡均已烧坏；③灯光开关故障；④线束故障或搭铁不良。

排除方法：①检查熔丝，如果熔丝无问题，则进行下一步检查；②检查灯光开关电源端电压。如果无电压，检查灯光开关到蓄电池之间的线路；若电压正常，则进行下一步检查；③接通前照灯开关，检查灯光开关输出端电压。如果无电压，说明灯光开关有故障，应拆检或更换灯光开关；若电压正常，则需检修灯光开关到前照灯之间的线路。如果线路无问题，则应检查前照灯灯泡和前照灯的搭铁情况。

2. 单侧前照灯不亮

现象：前照灯的一侧远光灯和近光灯不亮。

原因：①熔丝熔断；②单侧前照灯灯泡烧坏；③单侧前照灯线束故障或搭铁不良。

排除方法：①检查熔丝，如果熔丝无问题，则进行下一步检查；②检查前照灯的连接线路，如果线路正常，则应拆检前照灯。

3. 前照灯远光灯或近光灯不亮

现象：前照灯的远光灯或近光灯不亮。

原因：①变光开关工作不良；②前照灯远光灯丝或近光灯丝烧断；③变光开关至前照灯的远光灯线路或近光灯线路接触不良或搭铁。

排除方法：①用万用表检查变光开关的远光挡和近光挡的导通情况。若是变光开关接触不良，更换变光开关；若变光开关良好，则进行下一步检查；②检查变光开关至前照灯的连接线路，如果线路正常，则应拆检前照灯。

4. 两侧前照灯亮度不一致

现象：打开前照灯，灯光亮度不一致。

原因：①一侧前照灯灯泡不良或前照灯搭铁不良；②一侧前照灯线路有接触不良之处。

排除方法：检查前照灯的连接线路，如果线路正常，则应拆检前照灯。

（二）转向灯的故障诊断与排除

1. 转向灯全不亮

现象：点火开关打开，接通转向灯开关，转向灯全不亮。

原因：①熔断器熔断；②闪光器损坏；③转向灯电路有故障；④转向灯开关有故障。

排除方法：①用电压表检查闪光器电源接线端子对地电压。若无电压，应检查电源线路和熔断器等；若电压正常，进行下一步检查。②接通一边转向灯，将闪光器“电源”和“转向灯”端子短接，看转向灯是否点亮。若转向灯亮起，应拆检或更换闪光器；若转向灯仍然不亮，应检修闪光器至转向灯的线路和转向灯。

2. 一侧转向灯不亮

现象：打开一侧转向灯时，转向灯不亮。

原因：①转向灯损坏；②转向灯开关有故障；③一侧的转向灯连接线路有故障。

排除方法：首先检查转向灯是否损坏。若转向灯正常，再检查连接线路，如果连接线路没有故障，则需拆检转向灯开关。

3. 转向灯闪光频率不正常

现象：接通转向灯开关，左右转向灯的闪光频率不一致或闪光频率都不正常。

原因：①线路接触不良；②灯泡功率选用不当或某一侧有灯泡烧坏；③闪光器有故障。

排除方法：①检查连接线路是否有接触不良之处，灯泡功率是否与规定相符，左右灯泡功率是否相同。若灯泡功率都符合规定，则应检查是否有一只灯泡烧坏。②若转向灯闪光频率都高于或低于规定值，一般为闪光器有故障，应更换新品。

（三）制动灯的故障诊断与排除

现象：在踏下制动踏板后，制动灯不亮。

原因：①灯泡烧坏；②制动灯开关失灵；③线路中有断路或短路。

排除方法：①用导线搭接制动开关的两个接线柱，如果制动灯亮，为制动开关损坏，应更换，若制动灯不亮，则应进行下一步；②用电压表检查蓄电池到制动灯之间线路电压，如果电压正常，则为灯泡烧坏。

（四）倒车灯故障诊断与排除

现象：倒车时，倒车灯不亮。

原因：①倒车灯灯泡烧坏；②多功能开关损坏；③倒车继电器损坏；④线路有故障。

排除方法：首先检查熔断器是否熔断，若未熔断，可拔下倒车灯继电器用导线短接直接供电，如短路后倒车灯亮，说明故障在倒车灯继电器或多功能开关。若短接后倒车灯仍不亮，检查灯泡是否烧坏，搭铁是否良好。

（五）电喇叭的故障诊断与排除

1. 电喇叭不响

现象：打开点火开关，按动喇叭按钮，电喇叭不响。

原因：①喇叭损坏；②熔断器熔断；③喇叭继电器损坏；④喇叭按钮接触不良；⑤线路出现故障。

排除方法：①用万用表测量喇叭按钮电源接线端对地电压，若无电压，应检修电喇叭电源线路和熔断器等；若电压正常，进行下一步检查；②用导线短接电喇叭继电器的触点，若喇叭响，进一步检查喇叭继电器和喇叭按钮；再用导线短接喇叭继电器的触点，若喇叭响则故障在喇叭按钮，拆检喇叭按钮，否则拆检喇叭继电器。

2. 电喇叭音质差

现象：电喇叭的声音不清晰、沙哑。

原因：①蓄电池亏电；②继电器接触不良；③喇叭连接线路接触不良；④喇叭有故障。

排除方法：首先检查蓄电池是否亏电，然后检查喇叭的连接线路有无接触不良之处。如果均正常，调整、检修或更换电喇叭。

第七章　空调系统

一、空调系统的组成

汽车空调系统按其功能可分为制冷、暖风、通风、控制和空气净化五个基本组成部分。

1. 制冷系统

对车内空气或由外部进入车内的新鲜空气进行冷却，来实现降低车内温度的目的。蒸发器的温度低于空气的露点温度，因此，制冷系统还具有除湿和净化空气的作用。

2. 暖风系统

轿车的暖风系统一般利用冷却液的热量，将发动机的冷却液引入车室内的暖风加热器中，通过鼓风机将被加热的空气吹入车内，以提高车内空气的温度；同时暖风系统还可以对前风窗玻璃进行除霜、除雾。

3. 通风系统

通风一般分为自然通风和强制通风。自然通风是利用汽车行驶时，根据车外所产生的风压不同，在适当的地方，开设进风口和出风口来实现通风换气；强制通风是采用鼓风机强制外气进入的方式，这种方式在汽车行驶时，常与自然通风一起工作。在通风系统中主要有空气处理室、送风道及风门等部件。

4. 空气净化系统

空气净化系统一般由空气过滤器、出风口等组成，用以对引入的空气进行过滤，不断排出车内的污浊气体，保持车内空气清洁。

5. 控制系统

控制系统主要由电气元件、真空管路和操纵机构组成。一方面用以对制冷和暖风系统的温度、压力进行控制；另一方面对车室内空气的温度、风量、流向进行操纵，完善了空调系统的各项功能。

二、结构与工作原理

（一）制冷系统

汽车空调制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器等组成，如图 7-1 所示。各部件之间采用铜管（或铝管）和高压橡胶管连接成一个密闭系统。制冷系统工作时，制冷剂以不同的状态在这个密闭系统内循环流动，每一循环有四个基本过程：

①压缩过程。压缩机将蒸发器低压侧温度约为 0℃、气压约 0.15 MPa 的低温低压气态制冷剂增压成高温约 70 ～ 80℃、高压约 1.5 MPa 的气态制冷剂。高压高温的过热制冷剂气体被送往冷凝器冷却降温。

②冷凝过程。过热气态制冷剂进入冷凝器，散热冷凝为液态制冷剂，使制冷剂的状态发生

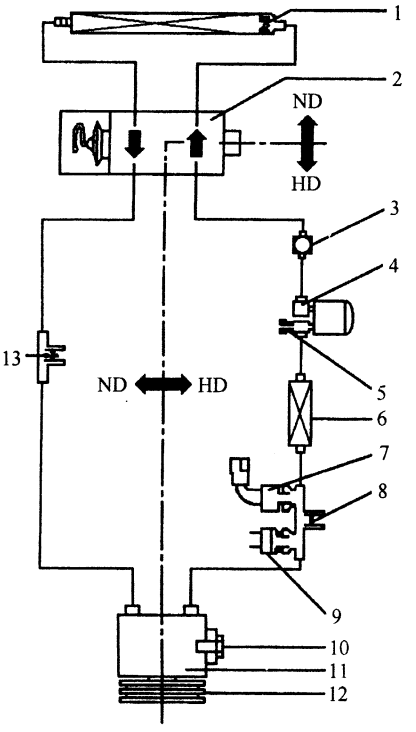


图 7-1　制冷系统工作示意图

1-蒸发器；2-膨胀阀；3-制冷管路上的观察孔；4-储液干燥过滤器；5-易熔塞；6-冷凝器；7-高压开关；8-单向阀；9-低压开关；10-放油塞；11-空调压缩机；12-压缩机电磁离合器

变化。冷凝过程的后期，制冷剂呈中温，气压约为 1.0 ～ 1.2 MPa 的过冷液体。

③膨胀过程。冷凝后的液态制冷剂经过膨胀阀后体积变大，其压力和温度急剧下降，变成低温约－5℃、低压约为 0.15 MPa 的湿蒸气，以便进入蒸发器中迅速吸热蒸发。在膨胀过程中同时进行节流控制，以便供给蒸发器所需的制冷剂，从而达到控制温度的目的。

④蒸发过程。液态制冷剂通过膨胀阀变为低温低压的湿蒸气，流经蒸发器不断吸热汽化转变成低温约为 0℃、低压约为 0.15 MPa 的气态制冷剂，吸收车内空气的热量。从蒸发器流出的气态制冷剂又被吸入压缩机，增压后泵入冷凝器冷凝，进行制冷循环。

制冷循环就是利用有限的制冷剂在封闭的制冷系统中，反复地将制冷剂压缩、冷凝、膨胀、蒸发，不断在蒸发器中吸热汽化，对车内空气进行制冷降温。

1. 压缩机

捷达轿车空调压缩机采用的是 SD508 型五缸摇盘式压缩机，它安装在发动机的左下方，由发动机曲轴皮带轮通过 V 形带驱动，如图 7-2 所示。当把空调操纵机构上的功能拨杆拨到制冷位置时，空调压缩机电磁离合器吸合，压缩机皮带轮带动主轴及斜盘旋转，进而推动摇板摆动。摇板圆周分布的 5 个球关节通过连杆与活塞相连，摇板的摇摆推动活塞运动，从而产生泵气作用，将低温低压的气态制冷剂压缩成高温高压的气态制冷剂。

制冷系统中采用电磁离合器控制压缩机。电磁离合器电磁线圈的一端搭铁，另一端经空调继电器与电源相连。当空调开关置于制冷位置时，空调继电器工作，电磁线圈通电，产生电磁吸力，将离合器摩擦片压紧在皮带盘侧缘上，使皮带轮与轮毂连接成一体，带轮的驱动力经摩擦片与轮毂带动压缩机旋转。当冷气关闭时，空调继电器的触点断开，切断了电磁线圈的电流，轮毂上的摩擦片在弹簧片弹力的作用下，与皮带轮分离，压缩机停止运转。

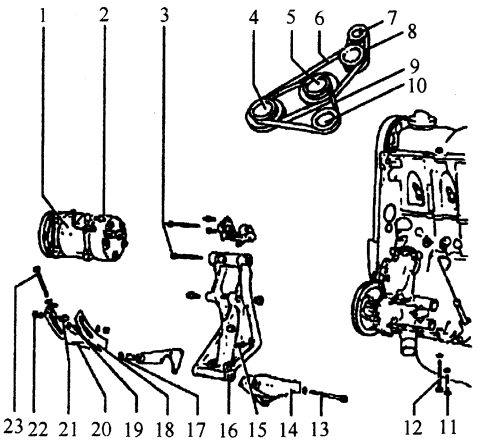


图 7-2　空调压缩机的安装位置

1-压缩机；2、3-圆柱头螺钉；4-曲轴；5-水泵；6-皮带；7-发电机；8-皮带；9-皮带；10-叶片泵；11、12、13、15、20、23-六角螺栓；14-后支架；16-压缩机支架；17-自锁螺母；18-调整支架；19-圆柱头内六角螺栓；21-凸缘螺栓；22-六角螺母

2. 冷凝器

冷凝器由心管和散热片组成。冷凝器安装在发动机散热器的前方，在风扇转动或车辆行驶时，空气吹过冷凝器，冷却心管中的制冷剂被冷却后变成液态。冷凝器的散热面积通常比蒸发器

大一倍，冷凝器的散热面积越大，散热效果越好。

3. 蒸发器

蒸发器的结构与冷凝器相似，它由铝制心管和散热片组成，其作用与冷凝器功能相反，起吸热作用。

4. 储液干燥器

捷达轿车的储液干燥器结构如图 7-3 所示。储液干燥器实质是一个储存制冷剂的压力容器，它能以一定的流量向膨胀阀输送液态制冷剂。储液干燥器中的滤网是用来过滤制冷剂中的各种杂质。

储液干燥器中填充的是吸水性强的氧化硅胶干燥剂，用于吸收制冷剂中的水分。另外，储液干燥器上还安装有易熔塞。若冷凝器散热不良或其他原因导致制冷系统温度和压力急剧上升，当储液干燥器内的温度和压力达到一定值时，易熔塞就会熔化，排泄掉高温高压的制冷剂，对制冷系统起到保护作用。

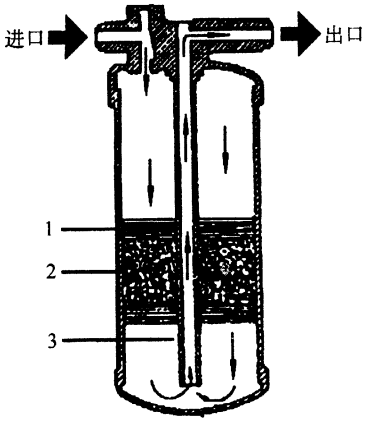


图 7-3　储液干燥器

1-滤网；2-干燥器；3-吸出管

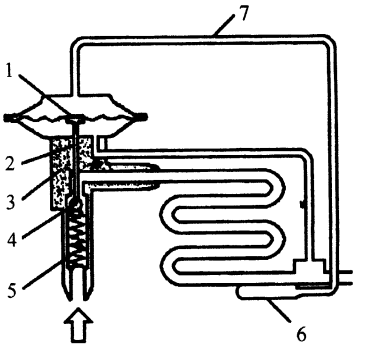


图 7-4　膨胀阀

1-膜片；2-顶杆；3-壳体；4-球阀；5-弹簧；6-感温筒；7-毛细管

5. 膨胀阀

膨胀阀可以根据制冷负荷的要求自动调节制冷剂流量。捷达轿车采用的是外平衡式膨胀阀，其结构如图 7-4 所示。这种形式的膨胀阀将蒸发器出口处的压力传往膜片，这个地方靠近感温筒，阀门的开启程度更容易通过空吸作用和压缩机转速的变化进行精确调节。

6. 制冷剂

制冷剂在制冷循环中通过膨胀、蒸发吸收热量，从而达到制冷的目的，为了达到良好的制冷效果，制冷剂应满足以下要求：

①易于汽化或蒸发；

②蒸发潜热大，以减小制冷装置的体积；

③性能稳定，不易燃，不爆炸，反复使用也不变质；

④不腐蚀制冷系统零部件；

⑤蒸发压力高于大气压，以防空气进入制冷系统。

普通型捷达轿车使用的制冷剂是卤化碳氢化合物中的氟里昂系列 R12。R12 是氟里昂系列制冷剂中最常用的一种，它具有蒸发潜热大、不易燃、不易爆、无毒、腐蚀性小、对水溶解度小

等优点，但氟里昂系列制冷剂对大气的臭氧层有破坏作用。捷达王轿车使用的制冷剂是新型制冷剂 R134a，它对大气中的臭氧层没有破坏作用。

捷达王轿车使用的 R134a 制冷循环与 R12 制冷循环在组成上没有什么区别，仍然由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器、连接管路等组成。但这些部件的结构和材料已有很大区别，主要区别如下：

①R134a 系统的压缩机润滑油采用人工合成油，而 R12 系统采用的是矿物质油。

②R134a 系统的 O 形密封圈比 R12 系统的更厚，而且采用了新的橡胶密封材料，因为原来的材料能被 R134a 溶解。

③管路接头作了改变，采用联管螺母接头和块状接头。

④提高了冷凝器散热能力。

⑤R134a 系统的储液干燥器采用沸石作为干燥剂，并且取消了可熔塞。

⑥对系统上的压力开关进行了调整。

⑦制冷回路软管结构不同：R134a 系统软管中间层具有尼龙衬垫，而 R12 系统则无衬垫。

⑧冲洗使用 R134a 的制冷管路只能使用冲洗剂 R11。

⑨使用制冷剂 R143a 的制冷回路的零部件都标有其名称或贴有绿色标签。同时在发动机仓锁盒处贴有一个指明所用制冷剂的说明。

（二）暖风系统

捷达轿车的空调系统采用再热混合式。其暖风系统不仅可以单独加热来自车内的循环空气或者车外的新鲜空气，也可以将这两部分空气先进行冷却再全部或部分加热，以获得所要求的空气温度。这样，一方面可以对空气进行除湿，同时也有对空气进行过滤的作用，使之得到湿度适宜的洁净空气。

暖风加热器由鼓风机、暖风散热器、温度风门和壳体等组成。暖风的出口位于加热器的下方，它通过风道与各出风口连接，其结构如图 7-5 所示。

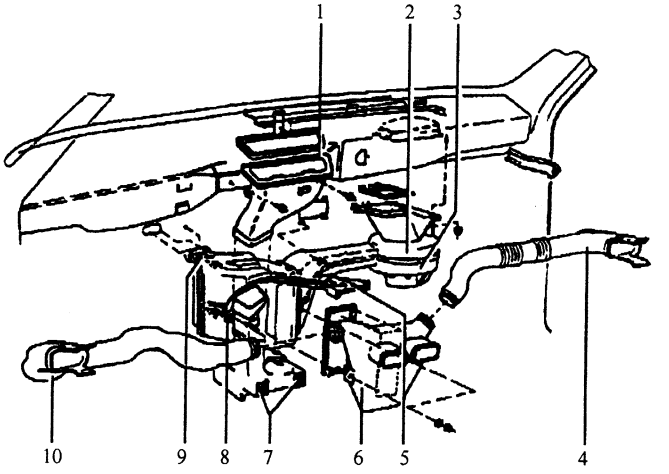


图 7-5　暖风系统的结构

1-除霜出风风道；2-风道；3-鼓风机；4-右风道；5-暖风及新鲜空气调节器；6-左、中、右出风口空气分配；7-下出风口；8-暖风分配箱；9-暖风散热器连接支管；10-左风道

暖风散热器是由铜管、铝片制成的管片式结构，两端各有一端盖构成两个集水室，进出水管布置在散热器的同一侧，四周用海绵橡胶制成的密封条固定在加热器的壳体中，如图 7-6 所示。

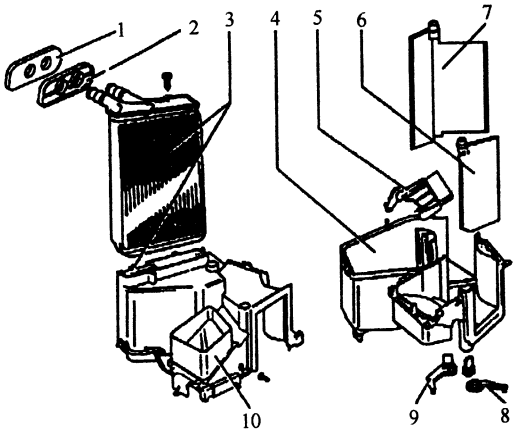


图 7-6　暖风散热器的结构及装配关系

1-密封条；2-暖风散热器护板；3-暖风散热器；4-下壳体；5-下出风口/除霜控制风门；6-用于中、侧风门的中央风门；7-温度风门；8-中央风门手柄；9-温度风门手柄；10-上壳体

(三)控制操纵系统

捷达轿车空调系统控制操纵机构采用的是手动拨杆式结构，它由仪表板上的拨杆通过拉丝控制温度门开度，通过真空伺服机构及真空阀来控制空气分配门的开度。整个空调系统的配置情况如图 7-7 所示。空调系统控制操纵机构由电气控制和真空控制两大部分组成。

1. 电气元件控制装置

电气元件分别控制压缩机电磁离合器、鼓风机、冷凝器风扇电机。

(1) 压缩机电磁离合器控制

空调压缩机电磁离合器由蒸发器温度开关、制冷管路上的低压开关、空调开关通过空调继电器来控制。当不满足其中一个开关所限定的条件时，空调继电器将切断压缩机电磁离合器的供电，压缩机停止工作；一旦条件满足了，空调继电器自动接通电磁离合器，系统继续正常工作。

(2) 鼓风机控制

鼓风机由空调开关控制，保证在起动空调系统时，鼓风机与系统同步工作。鼓风机可通过挡位开关实现四个挡位的变换，以满足不同送风量的要求。在不使用冷风时可单独使用暖风。

(3) 冷凝器风扇电机的控制

冷凝器和散热器共同使用一个风扇和电机，它由发动机冷却液双温开关及空调制冷管路上的高压开关通过风扇继电器控制。当其中一个开关满足工作条件时，风扇便以一定的转速运转，分别满足发动机或空调系统在各种使用条件下的冷却需要。

(4) 发动机怠速控制

当汽车处于怠速状态，打开空调时，由于发动机的转速低，约在 500 ～ 600 r/min 左右，输出功率小，不足以带动空调压缩机运转，发电机的发电量

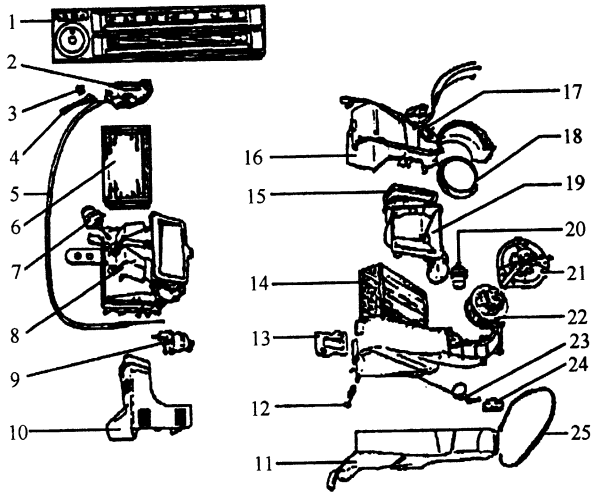


图 7-7　空调系统的整体配置情况

1-空调控制板；2-空调系统调节控制器；3-鼓风机开关；4-插入壳体的真空管；5-温度风门拉丝；6-暖风散热器；7-除霜/下出风口真空单元；8-空调分配箱；9-中央风门真空单元；10-下出风口；11-盖板；12-暖风水阀；13-密封垫；14-蒸发器；15-密封垫；16-蒸发器壳体；17-鼓风机稳流电阻；18-吸气环；19-抽气道；20-新鲜空气/循环空气真空单元；21-鼓风机壳体；22-鼓风机；23-蒸发器温度开关；24-帽；25-紧固带

也小，不能满足鼓风机和压缩机电磁离合器的工作需要，会消耗蓄电池的电能，造成发动机起动困难。为此，在化油器上装有怠速提升阀，如图 7-8 所示，它能在空调压缩机工作的同时，将发动机的怠速转速提高至 900±50r/min，起到功率补偿的作用。在捷达王电控燃油喷射发动机上没有此阀，当发动机控制单元接收到空调开关信号后，由电子控制单元控制，增加怠速时喷油量，起到相同的效果。

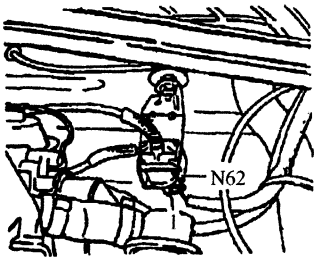


图 7-8　怠速提升阀 N62 的安装位置

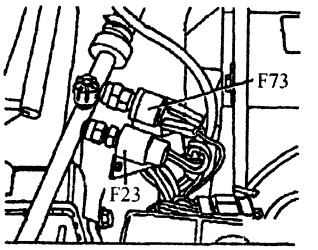


图 7-9　高低压开关 F23、低压开关 F73 的安装位置

2. 电气控制元件及功能

（1）蒸发器温度开关 E33

蒸发器温度开关安装在蒸发器壳体上，当温度低于 1℃时，切断压缩机电磁离合器，即在这种情况下，不能起动空调压缩机，它控制压缩机在给定的蒸发温度范围内工作，起到防止蒸发器结霜的作用。

（2）低压开关 F73

低压开关安装在空调系统的高压管路上，如图 7-9 所示。当制冷系统中的制冷剂发生泄露或者制冷剂不足时，会造成压缩机抽真空，导致压缩机无油烧毁。在这种情况下，高压管路中的压力也较低，当压力低于 0.2 MPa 时，低压开关切断电磁离合器，起到保护压缩机的作用。

（3）高压开关 F23

高压开关安装在低压开关附近的高压管路上，如图 7-9 所示。高压开关用来调节风扇电机的转速，使冷凝压力限定在一定范围内。当冷凝压力超过 1.6 MPa 时，高压开关接合，散热器风扇以高速运转，加强冷却强度。

（4）暖风水阀

空调制冷系统工作时，由于制冷剂在蒸发器内蒸发，环境中的热量被制冷剂吸收，蒸发器表面温度降低，环境空气中的水分将在蒸发器表面凝聚，到一定程度后便沿蒸发器表面流淌到底部，储存起来，便有可能被鼓风机由各出风口吹入车室内。为防止这一现象的发生，在蒸发器底部安装了暖风水阀，用以把凝聚的水分排出空调器。暖风水阀的结构如图 7-10 所示。拆卸该阀时要用内六角扳手旋转 45°，然后拔出。安装时应注意凸台应向后倾斜。

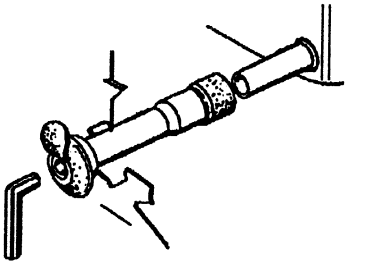


图 7-10　暖风水阀的结构及拆装

3. 真空控制装置

捷达轿车空调控制操纵机构中除温度风门由拉丝直接操纵外，其余的风门都是通过真空阀操纵的。因此，真空阀及真空管路在空调系统中十分重要。捷达轿车空调系统的真空管路布置情况如图 7-11 所示。

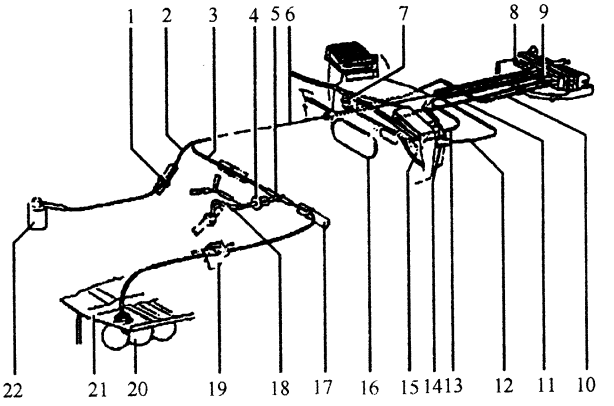


图 7-11　真空管路布置图

1-设置在制冷管路旁；2-管路（黄色）；3-管路（黑色）；4-单向阀；5-三通管；6-管路（黑色或黄色）；7-新鲜空气/循环空气的真空阀；8-空调系统调节器；9-多头插座；10-管路（黑色/绿色）；11-管路（黑色/黄色）；12-管路（黑色/红色）；13-管路（黑色/绿色）；14-除霜/下出风口真空阀；15-中央风门真空阀；16-横隔板；17-靠近电线束布置；18-通向吸气管；19-轮罩；20-真空储存器；21-蓄电池上护板；22-单向阀

空调系统控制用真空来自于发动机进气歧管。发动机工作时，进气歧管处相当于真空源，但此处的真空度是不断变化的，为保证空调控制系统的工作可靠，在真空管路中设有真空储存器，使真空波动小。另外，真空管路中还设有单向阀。单向阀是一个单方向流量的控制阀，如果进气歧管内的绝对压力低于真空储存器的绝对压力，单向阀开启，真空储存器中的真空度增加，反之阀门关闭。

捷达轿车空调器中各风门的布置及控制如图 7-12 所示。内外循环（新鲜空气/循环空气）风门、中央风门及除霜/下出风风门均由真空阀控制。其中除霜/下出风真空阀和“新鲜空气/循环空气”真空阀属单膜片真空阀，只有开闭两个位置；而中央风门真空阀属双膜片真空阀，具有无真空、部分真空和真空三个位置。

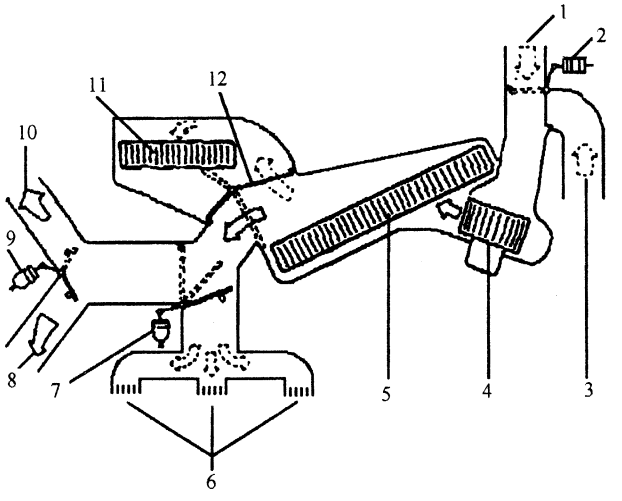


图 7-12　风门的布置及控制简图

1-新鲜空气进气口；2-新鲜空气/循环空气真空阀；3-循环空气进气口；4-鼓风机；5-蒸发器；6-中央出风口；7-中央风门真空阀；8-下出风口；9-除霜/下出风真空阀；10-除霜出风口；11-暖风散热器；12-温度风门

由图 7-12 可知，冷暖风的选择是由温度拨杆通过拉丝拉动温度风门处于不同位置来实现的。空气分配则是通过控制各真空阀处于不同工作状态来实现的。

三、使用与检修

（一）空调系统的使用

捷达轿车空调系统控制系统的操纵机构如图 7-13 所示。

A 为功能滑键。挡位 1 为系统关闭；挡位 2 为最大制冷：（温度滑键 B 拨至最左端或所需位置）空气经侧面和中央出风口流出。挡位 3 为常规制冷：（温度滑键 B 拨至所需位置）空气经侧面和中央出风口流出。挡位 4 为适度调节：（温度滑键 B 拨至所需位置）空气经侧面和中央出风口流入脚部空间。挡位 5 为通风：（功能滑键 A 处于该位置时，新鲜空气是否加热取决于温度滑键 B 的位置，但不能产生冷风）空气经侧面及中央出风口流出。挡位 6 为暖风：（温度滑键 B 拨至所需位置）大部分空气流向脚部空间，少量流至风窗、侧窗及侧面和中央出风口。挡位 7 为除霜/雾：（温度滑键 B 拨至所需位置）大部分空气流向风窗及侧窗，少量流至脚部空间及侧面和中央出风口。

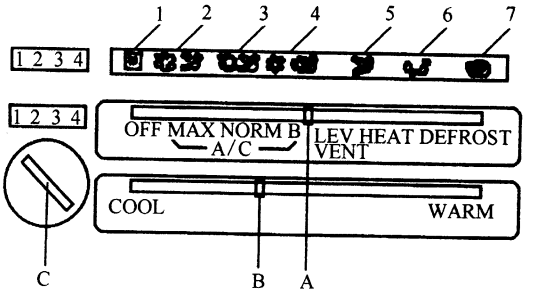


图 7-13　控制系统的操纵机构

1～7-功能键位置；A-功能滑键；B-温度滑键；C-鼓风机开关

B 为温度滑键。功能滑键 A 置于上述任一功能位置，该滑键均能无级调节空气温度。右移滑键为温度上升，左移滑键为温度下降。

C 为鼓风机开关。该鼓风机设有四挡变速开关。

A、B、C 三个操纵件的联合操作功能如下：

①风窗及侧窗除霜。功能滑键 A 拨至位置 7，温度滑键 B 拨至最右端，鼓风机开关调至挡位 4。关闭中央出风口 3。（以下出风口的编号见图 7-13）侧面出风口对准侧窗，如欲风窗快速除霜，则应关闭侧面出风口。

②风窗和侧窗除雾。功能滑键 A 拨至位置 7。环境温度高于 1℃时，制冷系统即自动启动，有效去除窗上的雾气。温度较低时，应将温度滑键 B 拨至加热区（右拨），高温高湿地区（如热带地区），则应将温度滑键拨至制冷区（左拨）。鼓风机开关 C 调至 4 挡，功能滑键拨至 7 挡位，关闭中央出风口 3。侧窗出风口对准侧窗。

③快速暖车。将功能滑键 A 拨至位置 6，将温度滑键 B 拨至最右端。鼓风机开关调到挡位 4，关闭中央出风口 3。侧面出风口对准侧窗。

④采暖至舒适温度。根据需要，将功能滑键 A 拨至位置 4 或位置 7。将温度滑键 B 拨至所需位置，设定温度。将鼓风机开关调至 1 挡或 2 挡。按需要调整侧面及中央出风口（4 和 3）。环境温度较低时应关闭中央出风口 3，并将侧面出风门 4 对准侧窗。

⑤摄取新鲜空气。将功能滑键 A 拨至位置 5。将温度滑键 B 拨至所需位置，设定温度。将鼓风机开关调至所需挡位。按需要调整侧面及中央出风口（4 和 3）。

⑥最大制冷。关闭所有车窗。将功能滑键 A 拨至位置 2，将温度滑键 B 拨至最左端或所用

位置。将鼓风机开关调至4挡。按需要调整侧面及中央出风口。但必须有一个出风口始终处于打开状态，否则蒸发器可能结冰。该状态下，制冷系统自车内吸入空气，并将其冷却（循环制冷）。

⑦常规制冷。将功能滑键A拨至位置3或位置4。将温度滑键B拨至所需位置，设定温度。按需要选择鼓风机开关挡位。按需要调整侧面及中央出风口，但必须有一个出风口始终处于打开状态，否则蒸发器将结冰。该状态下，制冷系统自车外吸入空气。并将其冷却。

（二）空调系统的检修

1. 检修空调系统时应注意的事项

①检修空调时，要避免制冷剂与皮肤接触，要戴好橡胶手套和防护眼镜。

②检修空调时要在通风良好的场所进行。因为制冷剂在室温下是无色无味气态，密度比空气大，会沉积在维修场所，如地沟、地下室等处，易造成人员窒息。

③不要让制冷剂接触明火，否则制冷剂遇明火后，会产生有毒气体。

④不要在空调系统保持压力状态下进行加热作业，如维修加热、焊接等，以避免系统内压力增大，造成系统损坏。

⑤在更换制冷循环系统零部件时，要首先排空管路中的制冷剂。排空时使用专用工具V.A.G1691，如图7-14所示。先关闭点火开关，按仪器使用说明书接通充抽机，然后进行操作。抽吸过程中应注意压力表的数值，以决定是否接通下一次抽吸过程。在抽吸结束后，若观察孔中还能见到制冷剂机油，则需再抽吸一次。

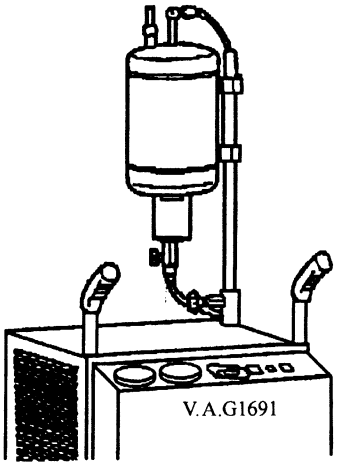


图7-14　排空制冷剂的设备

⑥在制冷剂排净后，才能打开螺纹，更换损坏的零件。打开的零部件和软管要防潮和防污，用密封帽封好。安装时，O形密封环只能用一次。

⑦如果要清洗制冷系统的零部件，必须用干燥的氮气或氟里昂吹洗，不能用压缩空气。

⑧普通型捷达轿车使用的制冷剂是R12，捷达王轿车使用的制冷剂是R134a，这两种制冷剂绝对不能混用，因为两种制冷回路的零部件材料是各自适用相应制冷剂的。同样，分别用于两制冷回路的润滑冷冻机油也不能混用。维修时，已接触某一制冷剂的工具不可再接触另一种制冷剂。

2. 空调系统的一般维护

（1）日常维护

为了减少空调系统的故障，提高使用寿命，驾驶员对空调系统的日常维护是十分重要的。

①经常利用视液镜检查制冷剂量，在制冷系统工作时，如果视液镜内出现大量气泡，说明制冷剂量不足或系统内渗入空气；

②经常检查空调压缩机带的松紧度；

③在不使用空调系统的季节不要把空调压缩机带拆下，但可稍微松弛一点；最好每隔一段时间能让空调工作5～10 min；

④要经常保持冷凝器、蒸发器表面清洁；

⑤经常观察管路接头、冷凝器表面等有无油渍，用来判断系统的渗漏情况；

⑥使用空调时，压缩机、鼓风机等出现不正常响声，应停止使用，查明故障原因。

(2) 定期维护

汽车空调系统的定期维护一般结合车辆二级维护作业同步进行。二级维护项目如表 7-1 所示。

表 7-1 空调系统二级维护作业

类别	序号	作业项目	要求
制冷循环系统	1	检查高低压管路	软管无起泡、老化或破损现象；硬管无裂纹或渗漏现象；管路没有与其他机件发生摩擦干涉现象；管路固定良好
	2	检查膨胀阀	膨胀阀应无堵塞，能根据温度的变化而自动调节制冷剂的流量
	3	检查储液干燥器	制冷系统正常工作时，储液干燥器表面应无露或挂霜现象，必要时更换储液干燥器
	4	检查、清洁蒸发器和冷凝器	蒸发器、冷凝器无渗漏；散热片无折弯、无尘土杂物堵塞现象
	5	检查制冷剂量	制冷系统工作时，观察视液镜应无气泡流动，但提高或降低转速时可能出现气泡，关闭冷气后立刻产生气泡，随后消失
压缩机	1	检查压缩机皮带松紧度	用大拇指以 98N 的力按下皮带中心点，新带的挠度为 9 ～ 11 mm；旧皮带的挠度值为 11 ～ 16 mm
	2	检查油封	油封处不应有渗油现象
	3	检查润滑情况	观察压缩机运转状况，检查压缩机润滑油量
电器系统	1	检查鼓风机工作状况	鼓风机各挡位工作正常，无异响，叶片无裂损
	2	检查散热器风扇工作状况	空调系统工作时，风扇运转，且将高压开关两接线短接后风扇能自动升挡提速
	3	检查低压开关	制冷高压管路中压力低于 0.2MPa 时，此开关断开，自动切断空调压缩机电磁离合器的工作电流；当压力大于 0.2MPa 时，应能自动接通
	4	检查蒸发器开关	当温度低于 1℃时，此开关断开，切断压缩机电磁离合器，高于 1℃时，开关闭合
	5	检查压缩机电磁离合器	离合良好，无打滑现象

3. 制冷剂量的检查

起动发动机，将发动机转速稳定在 1 500～2 000 r/min，把空调功能键置于最大制冷状态，风机（包括冷凝器和蒸发器风机）置于最高转速，开动空调系统 5min 后通过视液镜进行观察。观察的现象、结论和处理方法如表 7-2 所示。

表 7-2 通过视液镜观察制冷剂量

现象	结论	处理方法
视液镜下一片清晰，送风口有冷气吹出。在发动机转速提高或降低时，可能有少量气泡出现，关闭空调后随即起泡，然后渐渐消失（约 45s 内消失）	制冷剂量合适	
视液镜下有少量气泡出现，或者每隔 1～2s 就可看到气泡	制冷剂量不足	检漏，并补充制冷剂至适量
视液镜下一片清晰。并有冷气输出。关闭空调后 15s 内不起泡	制冷剂量过多	
视液镜下看到很多泡沫或者气泡消失，视液镜内呈油雾状或出现机油条纹	制冷剂严重不足或根本无制冷剂	检漏，修理泄漏部位，重新充灌制冷剂至适量
视液镜下出现云堆状景象	干燥剂已分散，并随制冷剂流动	更换干燥剂

4. 制冷剂的充注

歧管压力表是维修空调系统普遍采用的工具。歧管压力表如图 7-15 所示，它由高低压力指示表、高低压阀门手动阀、接红色软管通高压侧的管接头、接绿色软管用于抽真空和加注制冷剂的管接头、接蓝色软管通低压侧的管接头组成。歧管压力表高低压阀门的开闭有四种组合状态，各状态的功能如表 7-3 所示。

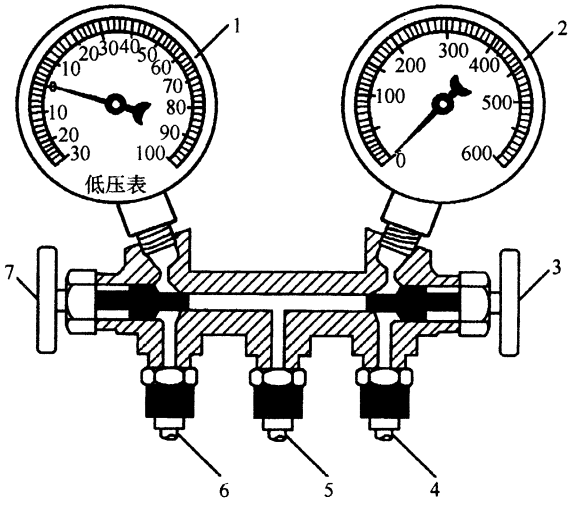


图 7-15　歧管压力表

1-低压表；2-高压表；3-高压阀门手动阀；4-高压表管接头；5-中间管接头；6-低压表管接头；7-低压阀门手动阀

表 7-3　高低压阀门在各位置的功能

高低压阀门位置	功　　用
高低压阀门同时关闭	制冷系统故障诊断
低压阀门开，高压阀门关	制冷系统加注制冷剂
低压阀门关，高压阀门开	制冷系统检漏及快速加液
高低压阀门同时开	制冷系统抽真空

注：高低压阀门开是指高低压表与制冷系统及中间管接头相通，高低压阀门关是指高低压表与中间管接头不通，但分别与制冷系统相通。

下面介绍一下使用歧管压力表进行制冷剂充注的方法。

（1）抽真空

在进行制冷剂充注时，首先要对制冷系统抽真空

①将歧管压力表上的软管分别接到高压、低压管接头上，打开压力表高低压手动阀，将中间管接到真空泵吸气口上。

②启动真空泵，然后打开歧管压力表的高低压手动阀，直至低压表指示到－0.1 MPa（710 mmHg）时，关闭高低压手动阀，并停转真空泵。使空调系统静止状态维持 5 ～ 10 min，查看低压表的读数是否上升，如稳定不变，说明系统密封良好，已完成抽真空作业。一般情况下 10min 内低压表的上升率要小于 0.003 MPa（25 mmHg），否则说明有泄露处，应修复后再抽

真空。在空调系统抽真空时，当海拔每上升 300 m，真空表的读数应降低 0.003 MPa（25 mmHg）。

（2）加注制冷剂

①在空调系统抽完真空后，同时关闭歧管压力表的高低压阀门；

②从真空泵接头上取下歧管压力表中间管，连接到制冷剂罐上。打开制冷剂罐注入阀，拧松歧管压力表中央胶管接头上的螺母，直至听到“咝咝”声，排除管路内的空气后再拧紧螺母，操作过程如图 7-16 所示；

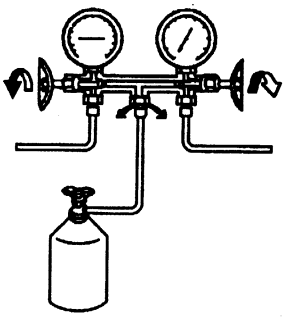


图 7-16　制冷剂的加注

③正立制冷剂罐，打开歧管压力表低压阀门，中速运转发动机并打开空调开关，从制冷系统的低压侧注入气态制冷剂，直到视液镜中的气泡消失或歧管压力表的高低压力表分别指示 1.45 ～ 1.50 MPa 和 0.15 ～ 0.2 MPa 为止。气温降低时，为加快注入制冷剂的速度，可将制冷剂罐放在 40℃以下的温水中加热，保持制冷剂罐内的蒸气压力稍高于制冷系统中蒸气压力，缩短加注制冷剂的时间；

④在加注过程中，一罐加注完后，关闭注入阀，立即在制冷剂罐上拆下注入阀，再装上一个新的制冷剂罐，重复上述加注制冷剂操作程序，直至加到规定量。制冷系统中加注规定量的制冷剂后，立即关闭歧管压力表的低压侧手动阀，关闭制冷剂罐上的注入阀，停转发动机，用抹布将高低压两侧软管从检修阀上拆下，以免眼睛和皮肤溅上制冷剂。

四、故障诊断与排除

（一）使用歧管压力表对制冷系统故障进行诊断

利用歧管压力表测量制冷系统高低压两侧的压力，根据测量值来判断故障性质和部位，具体方法如下：

将歧管压力表的高低压管接头分别接至制冷回路的高低压阀上，在空调压缩机静止和运转两种状态下，从压力表的读数分析故障。

①压缩机处于静止状态，停机在 10h 以上，压力表的高低压读数应为同一数值，该读数为平衡压力，平衡压力的大小只与加注的制冷剂量及环境温度有关，正常情况下平衡压力的大小与环境温度的关系如图 7-17 所示。

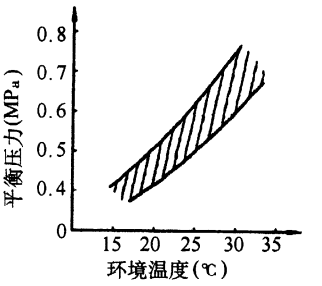


图 7-17　平衡压力与环境温度的关系

平衡压力过低，一般由制冷剂不足引起，需加注部分制冷剂。平衡压力过高，通常由于制冷剂过多造成，需放出一部分制冷剂。高低压表指示数值不相等，说明系统内部堵塞，故障可能在膨胀阀、储液干燥器及管路等处。

②发动机处于工作状态，将转速控制在 1 500 ～ 2 000 r/min，让压缩机工作，但不要超过 30s（保护低压表），观察高低压表的读数。制冷循环工作正常时，低压表的读数约为 0.12 ～ 0.20 MPa，高压表的读数约为 1.20 ～ 1.50 MPa。高低压压力表读数不正常，其故障原因及排除方法如表 7-4 所示。

表 7-4　高低压表读数不正常故障

高压表读数	低压表读数	故障原因	排除方法
低	低	制冷剂不足	加注部分制冷剂
		制冷系统有泄漏	检漏修复后，加注适量制冷剂
		制冷系统内有水分	放净制冷剂，充分抽真空，排除湿气，重新加注制冷剂
		制冷剂流动不畅	检查膨胀阀、储液干燥器、管路等
高	高	制冷剂过多	放出部分制冷剂
		冷凝器散热不良	检查冷凝器风扇工作情况，检查清洗冷凝器
		膨胀阀工作不良	检查膨胀阀，必要时更换
		系统中混入空气	放净制冷剂，抽真空后重新加注制冷剂
低	高	压缩机高低压之间串气	更换故障件（密封垫泄漏，压缩机内部磨损）

（二）汽车空调系统常见故障的诊断与排除

汽车空调系统常见故障的各种故障现象、产生原因及排除方法如表 7-5 所示。

表 7-5　空调系统故障排除表

故障现象	产生原因	排除方法
系统不能产生冷空气，失去制冷作用	1. 驱动皮带太松或皮带断裂 2. 压缩机不工作，皮带在皮带轮上打滑，或者离合器接合后皮带轮不转 3. 压缩机阀门不工作，在发动机不同转速下，高、低压表读数仅有轻微变动 4. 膨胀阀不能关闭，低压表读数太高，蒸发器流液 5. 熔断器熔断，接线脱开或断线，开关或鼓风机的电动机不工作 6. 制冷剂管道破裂或泄漏，高、低压表读数为零 7. 储液干燥器或膨胀阀中的细网堵死，软管或管道堵死，通常在限制点起霜	1. 拉紧皮带或更换皮带 2. 拆下压缩机，修理或更换 3. 修理或更换压缩机阀门 4. 更换膨胀阀 5. 更换熔断器、导线，修理开关或吹风机的电动机 6. 换管道，进行系统检漏，修理或更换储液干燥器 7. 修理或更换储液干燥器
冷空气量不足	1. 压缩机离合器打滑 2. 出风通道空气不足 3. 鼓风机的电动机运转不顺畅 4. 外面空气管道开着 5. 冷凝器周围的空气流通不够，高压表读数过高 6. 蒸发器被灰尘等异物堵住 7. 蒸发器控制阀损坏或调节不当，低压表读数太高 8. 制冷剂不足，观察玻璃处有气泡，高压表读数太低 9. 膨胀阀工作不正常，高低压表读数过高或过低 10. 储液干燥器细网堵住，高低压表读数比正常高或低 11. 系统有水汽，高压侧压力过高 12. 系统有空气，高压表值过高，观察玻璃处有气泡或呈云雾状 13. 辅助阀定位不对	1. 拆下离合器总成，修理或更换 2. 清洗或更换空气滤清器；清除通道中的阻碍物，排顺绕住的空气管 3. 更换电动机 4. 关闭通道 5. 清洁发动机散热器和冷凝器，安装强力风扇、风扇挡板，或重新摆好散热器和冷凝器的位置 6. 清洗蒸发器管道和散热片 7. 按需要更换或调节阀门 8. 向系统充液，直至气泡消失、压力表读数稳定为止 9. 清洗细网或更换膨胀阀 10. 清除系统，更换储液干燥器 11. 清除系统，更换储液干燥器 12. 清除，抽气和加液 13. 转动阀至逆时针方向的最大位置

续表

故障现象	产生原因	排除方法
系统间断制冷	1. 压缩机离合器打滑 2. 电路开关损坏、鼓风机的电动机开关损坏 3. 压缩机离合器线圈松脱或接触不良 4. 系统中有水汽，引起部件间断结冰 5. 热控制失灵，低压表读数偏低或过高 6. 蒸发器控制阀粘住	1. 拆下压缩机，修理或更换 2. 更换损坏部件 3. 拆下修理或更换 4. 更换膨胀阀或储液干燥器 5. 更换热控制 6. 清洗系统并抽气，更换储液干燥器使全控制阀复位，向系统加液
系统太冷	1. 热控制不当 2. 空气分配不好	1. 更换热控制 2. 调节控制表板的拉杆
空调系统噪音大	1. V形皮带松动或过度磨损 2. 压缩机零件磨损或安装托架松动 3. 压缩机油面太低 4. 离合器打滑或发出噪声 5. 鼓风机的电动机松动或磨损 6. 系统中制冷剂过量，工作发出噪音，高、低压表读数过高，观察玻璃有气泡 7. 系统中制冷剂不足，使膨胀阀发出噪声，观察玻璃有气泡及雾状，低压表读数过低 8. 系统中有水汽，引起膨胀阀发出噪音 9. 高压辅助阀关闭，引起压缩机颤动，高压表读数过高	1. 拉紧皮带，或更换皮带 2. 拆卸压缩机，修理或更换，拧紧托架 3. 加油 4. 拆下离合器修理或更换 5. 拧紧电动机的安装连接件；拆下电动机修理或更换 6. 排放过剩之制冷剂，直到压力表读数降到标准值，且气泡消失 7. 找出系统漏气地点，清除系统及修理，抽空系统并更换储液干燥器，向系统加液 8. 清除系统，抽气，更换储液干燥器，加液 9. 立即把阀门打开
不供暖或暖气不足	1. 暖风散热器内部堵塞 2. 暖风散热器表面气流受阻 3. 暖风散热器管子内部有空气 4. 温度门位置不正确 5. 温度门真空驱动器损坏 6. 鼓风机损坏 7. 鼓风机继电器、调温电阻损坏 8. 热水开关损坏 9. 发动机的节温器损坏	1. 冲洗或根据需要更换暖风散热器 2. 用空气吹通暖风散热器表面 3. 排出管内空气 4. 调整拉线 5. 修理或更换 6. 修理或更换 7. 修理或更换 8. 修理或更换 9. 修理或更换
鼓风机不转	1. 熔断器熔断或开关接触不良 2. 鼓风机电机损坏 3. 鼓风机调速电阻损坏	1. 检查熔断器和开关，用细砂纸轻擦开关触点 2. 修理或更换 3. 更换
漏水	1. 软管老化、接头不牢 2. 热水开关关不死	1. 更换水管、接牢接头 2. 修复热水开关
过热	1. 调温风门调节不当 2. 发动机节温器损坏 3. 风扇调速电阻损坏	1. 重调 2. 修理或更换 3. 更换
除霜热风不足	1. 除霜风门调整不当 2. 出风口堵塞 3. 供暖不足	1. 重调 2. 清理 3. 见供暖不足部分
操纵吃力或不灵	1. 操纵机构卡死，风门粘紧 2. 所有真空驱动器失灵	1. 调整或修理 2. 更换
暖风散热器有异味	1. 暖风散热器进水接头漏水 2. 暖风散热器管漏水	1. 拧紧 2. 更换

第八章　发动机电控系统

捷达王轿车发动机电控燃油喷射系统如图 8-1 所示，发动机采用四缸 20 气门配气机构，闭环电子控制燃油喷射，其最大特点是实施了集中控制，即燃油喷射和点火由同一控制单元控制，喷射系统为多点顺序喷射，点火系统采用高能无分电器点火系统，该发动机具有良好的动力性和燃油经济性。

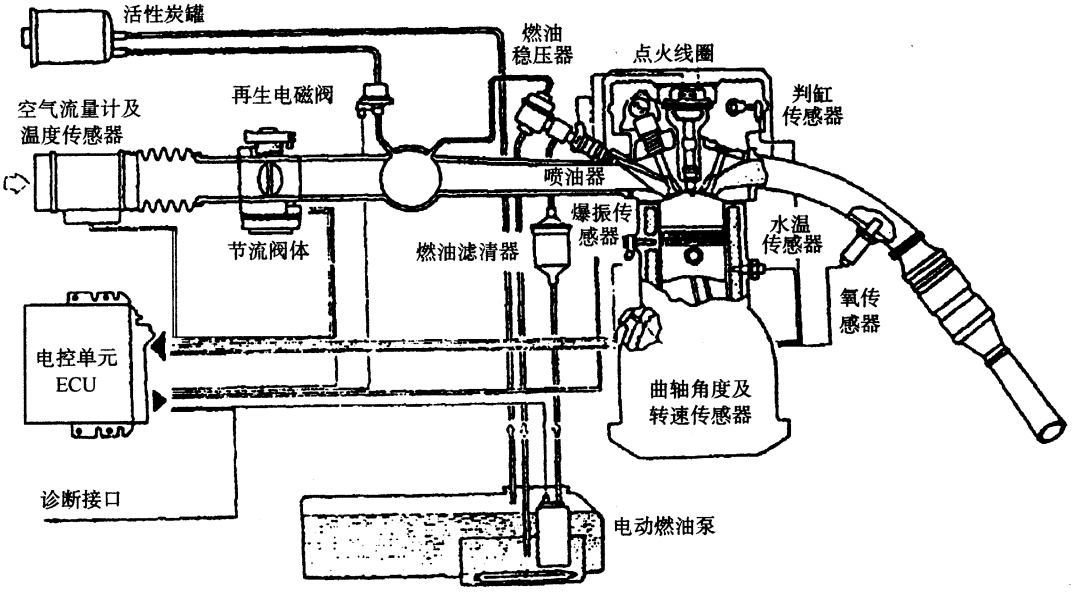


图 8-1　电控燃油喷射系统的组成

一、发动机电控系统的组成

电控燃油喷射系统根据其作用不同可分为四个系统，即空气供给系统、燃油供给系统、点火系统和控制系统，主要部件及其安装位置如图 8-2 所示。

（一）空气供给系统

空气供给系统的作用是测量、控制汽油燃烧所需的空气量，主要由空气滤清器、空气流量计、节气门控制单元、稳压箱及进气管下体等组成，其布置形式如图 8-3 所示。

1. 空气滤清器

空气滤清器的作用是滤去空气中的砂粒和尘土，减少气缸、活塞环等部件的磨损，捷达轿车使用的空气滤清器为纸质滤心式，其结构如图 8-4 所示。

2. 空气流量计

空气流量计为热膜式，它安装在空气滤清器和进气软管之间，其结构如图 8-5 所示。主要

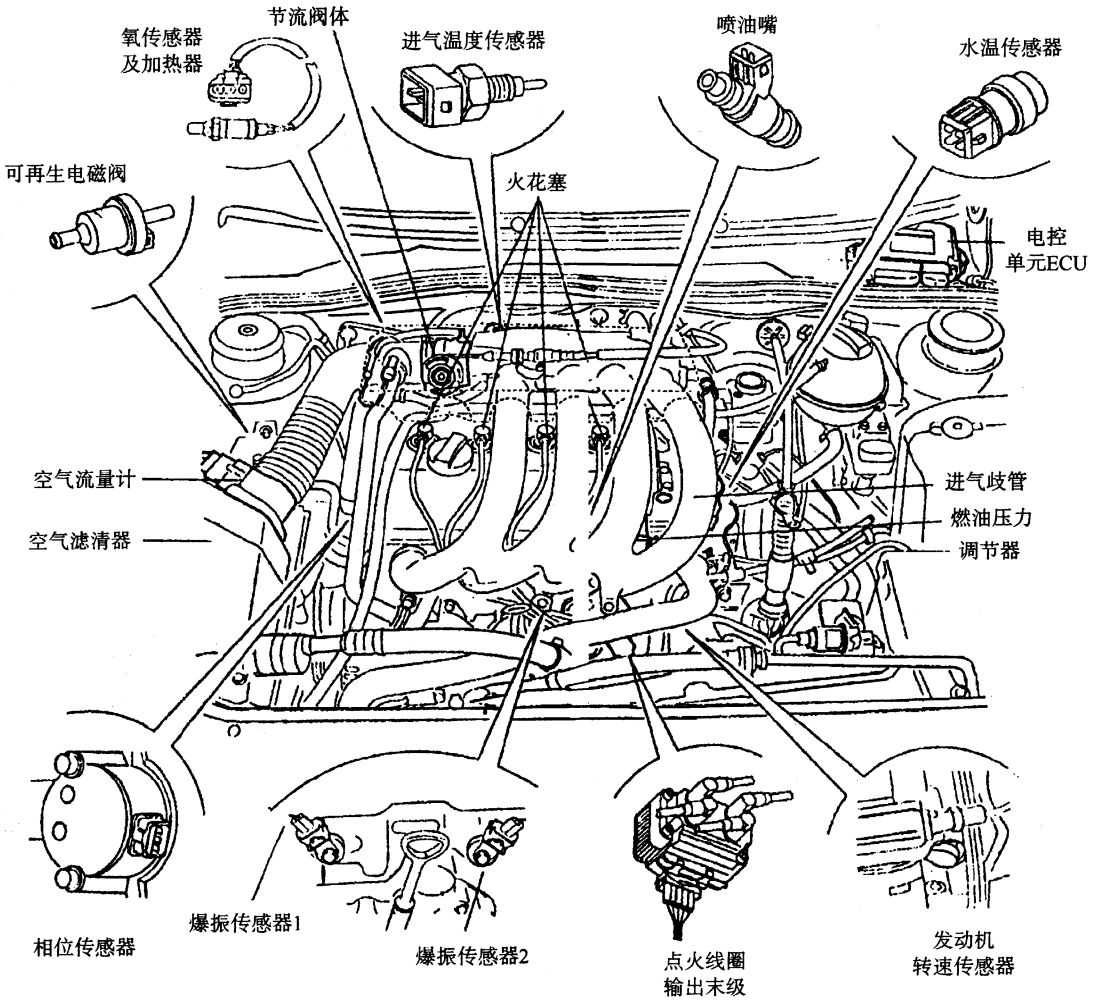


图 8-2　各主要部件的安装位置

由防护网、感知空气流量的热膜、进行进气温度修正的温度补偿电阻、控制热膜电流并产生输出信号的控制线路板以及空气流量计壳体组成。

空气流量计是用来测量进入发动机的空气量，该信号是控制单元计算点火时间和喷油量的主要参数，其工作原理如图 8-6 所示。在空气通道中放置的热膜 R_H 和温度补偿电阻 R_K（惠斯顿电桥的两个臂），在控制线路板上粘结着一只精密电阻 R_A，也是惠斯顿电桥的一个臂，该电阻上的电压就是热膜空气流量计的输出电压信号，惠斯顿电桥还有一个臂 R_B，装在控制线路板上。工作时热膜发热，其热量不断的被空气带走，热膜被冷却，热膜周围通过的空气流量越大，被带走的热量也越多。

热膜式空气流量计就是利用热膜与空气之间的这种热传递现象进行空气质量流量测量的。其工作原理是将热膜温度与吸入空气温度差值始终保持在 100℃，热膜温度由混合集成电路 A 控制。当空气质量流量增大时，由于空气带走的热量增多，为保持热膜温度，混合集成电路使热膜 R_H 通过的电流增大，如图 8-7 所示；反之，则减小。这样就使通过热膜的 R_H 的电流是空气质量流量的单一函数。热膜加热电流的大小由惠斯顿电桥电路中精密电阻 R_A 上的电

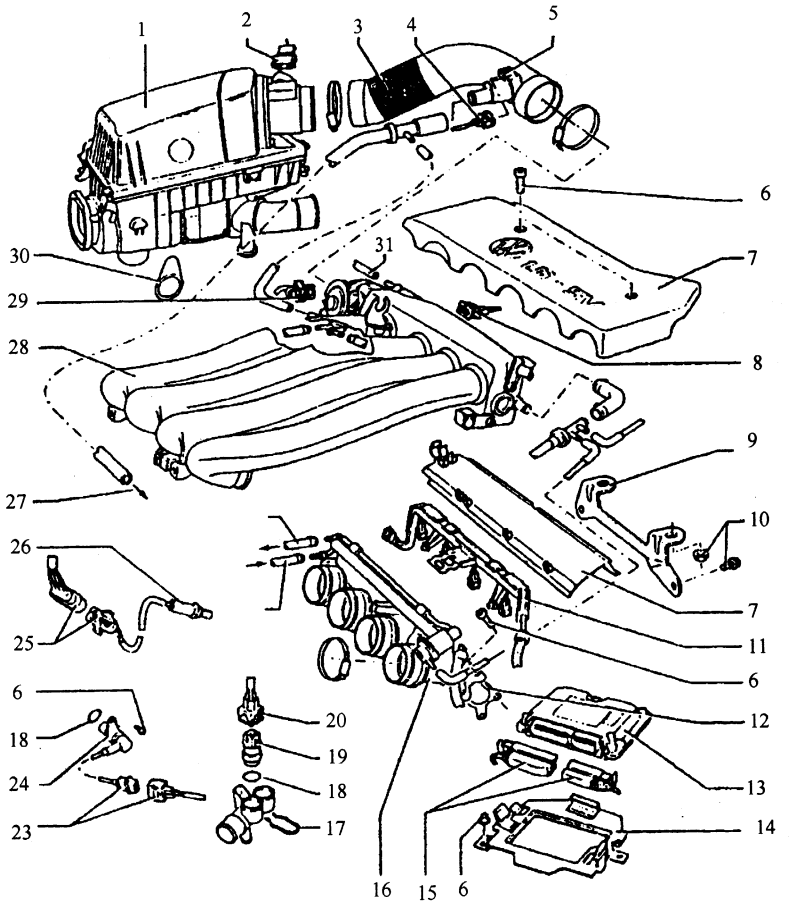


图 8-3　空气供给系统的布置形式

1-空气滤清器；2-空气流量计连接插头；3-进气软管；4-两孔连接插头；5-曲轴箱通风连接管加热电阻；6、10-螺栓；7-盖板；8-进气温度传感器连接插头；9-支架；11-导管；12-密封垫；13-控制单元；14-固定板；15-连接插头；16-进气管下体；17-固定夹；18-O 形环；19-冷却液温度传感器；20-连接插头；21-进油管；22-回油管；23-插头连接；24-发动机转速传感器；25-氧传感器及其加热连接插头；26-氧传感器；27-通向曲轴箱；28-进气管上体；29-节气门控制单元连接插头；30-固定环；31-通风管

压信号输出。在惠斯顿电桥的另一臂上有温度补偿电阻 R_K 和电桥电阻 R_B，为了减小电损耗，其阻值较高，通过这个臂上的电流较小。

热膜空气流量计的优点是没有运动件，无流动阻力，传感器无污染沉积，使用可靠性好。在使用过程中，如果空气流量传感器信号中断，控制单元将根据发动机转速，节气门电位计信号以及进气温度信号计算出一个替代值。

3. 节气门控制单元

节气门控制单元也称节流阀体，它采用整体式结构，其结构如图 8-8 所示，主要有怠速开关（F60）、怠速节气门电位计（G88）、节气门电位计（G69）以及怠速电机（V60）组成。这种整体式结构取消了节气门的旁通通道，怠速调节直接在节气门上进行。最大优点是减少了部件数目，减少了漏气的可能性，避免了一些故障的发生。

怠速开关、怠速节气门电位计、节气门电位计向控制单元提供节气门当前位置信息。在怠

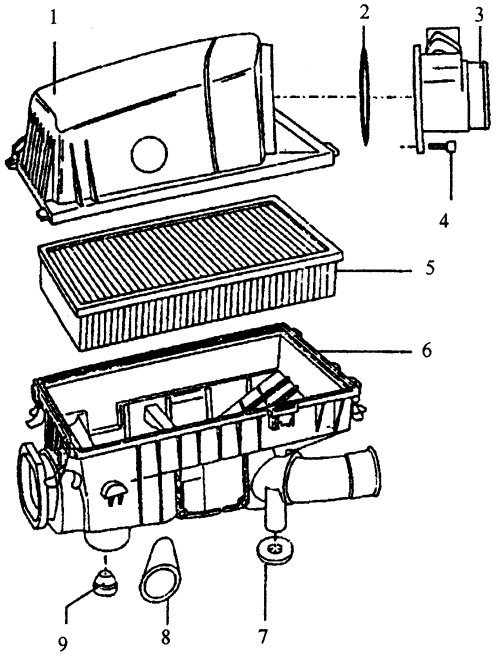


图 8-4　空气滤清器的结构

1-空气滤清器上体；2-O 形环；3-空气流量计；4-连接螺栓；5-滤心；6-空气滤清器上体；7-橡胶垫片；8-固定环；9-减振挡块

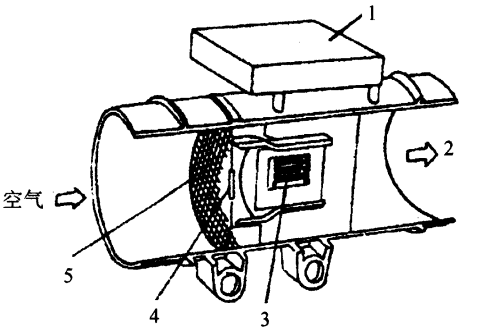


图 8-5　热膜式空气流量计的结构

1-控制线路板；2-通往发动机；3-热膜；4-温度补偿电阻；5-防护网

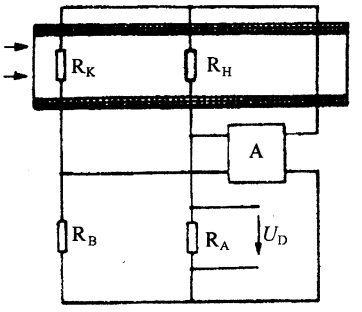


图 8-6　热膜式空气流量计工作原理

A-混合集成电路；R_H-热膜电阻；R_K-温度补偿电阻；R_A-精密电阻；R_B-电桥电阻

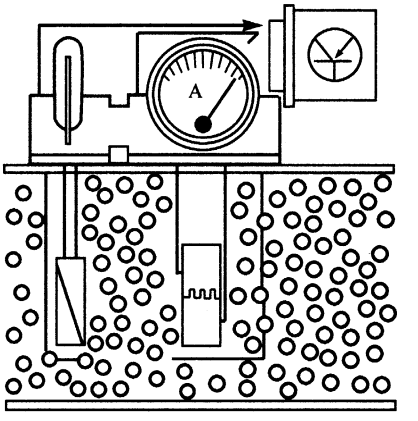


图 8-7　空气流量增加时通过热膜的电流增大

速范围内，控制单元根据各种信息，通过控制怠速电机（V60）来调节怠速时节气门的开度。具体功能有：怠速时，怠速电机根据发动机负荷和温度来控制节气门开大或关小，使发动机总工作在最佳怠速状态；当快速松开加速踏板时，怠速电机可使节气门缓慢回位，直至到达所要求的怠速转速为止，起到了节气门缓冲器的作用；若电子控制怠速失效，节气门将保持在一个确定位置，控制单元对此不起作用。

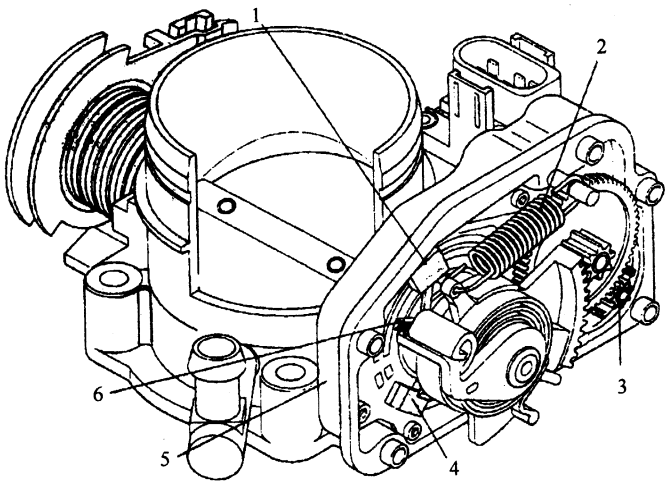


图 8-8　节气门控制单元

1-怠速节气门电位计（G88）；2-应急弹簧；3-怠速电机（V60）；4-节气门电位计（G69）；5-整体式怠速调节；6-怠速开关（F60）

（1）节气门电位计 G69

节气门电位计如图 8-9 所示，它直接与节气门轴连接。它为控制单元提供节气门整个调节范围内的开度信号，在装备自动变速器的车辆上，该信号也将传至自动变速器控制单元。如果控制单元没有得到节气门电位计信号，控制单元将根据发动机转速和空气流量信号计算出一个替代值。

（2）怠速节气门电位计 G88

怠速节气门电位计如图 8-10 所示，它与怠速电机连在一起，它向控制单元提供怠速时节气门的开度以及怠速电机的位置，当电位计到达调节范围极限时，节气门继续开启，电位计不再动作。如果控制单元没有收到该信号，回位弹簧将节气门置于基本运转开度。

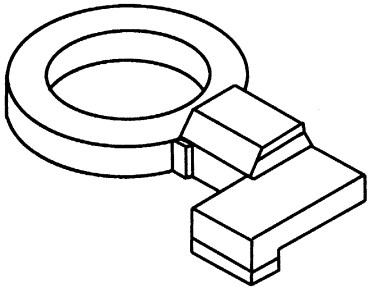


图 8-9　节气门电位计

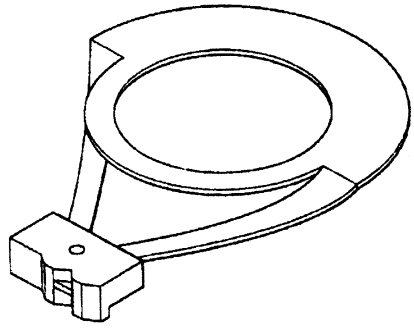


图 8-10　怠速节气门电位计

（3）怠速开关 F60

怠速开关如图 8-11 所示，该开关在整个怠速范围内闭合。控制单元根据此信号识别出怠速工况，如果此信号中断，则控制单元将对节气门电位计及怠速节气门电位计提供的数据进行

比较，根据这两个电位计的位置来判定节气门是否处于怠速状态。

（4）怠速电机 V60

怠速电机如图 8-12 所示，它是一个受控制单元控制的电机，在怠速调节范围内通过齿轮传动来操纵节气门动作。如果电机执行功能失灵或电机发生故障，则复位弹簧将节气门拉到规定的怠速运转开度。

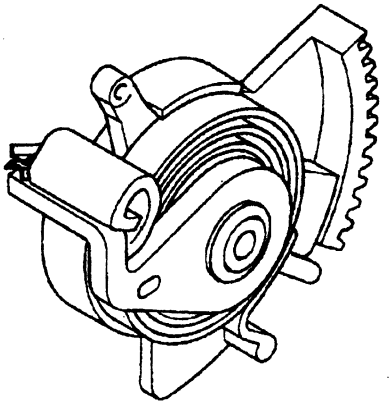


图 8-11　怠速开关

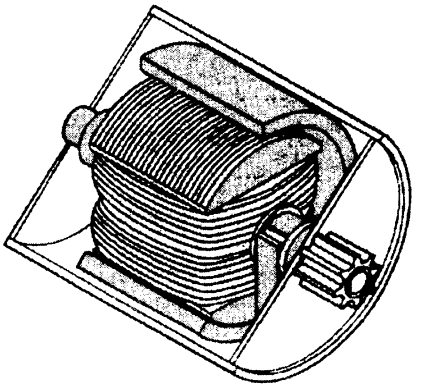


图 8-12　怠速电机

4. 稳压箱及进气管

为了消除进气脉动和保证各缸混合气分配均匀性，进气管的形状、容积都进行了专门设计，充分利用了吸入空气的惯性增压作用，增大充气量，提高发动机功率，捷达王轿车的进气管上体结构如图 8-13 所示，进气管下体如图 8-14 所示。

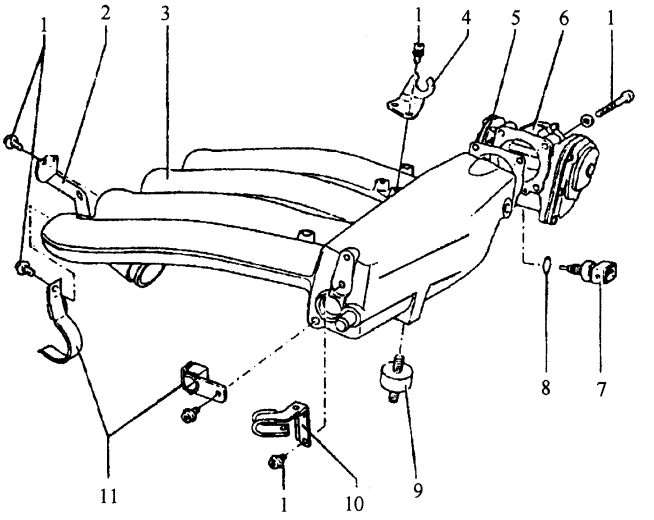


图 8-13　进气管上体分解图

1-螺栓；2-高压线导管；3-进气气管；4-支架；5-密封垫；6-节气门控制单元；7-进气温度传感器；8-密封环；9-支柱；10、11-支架

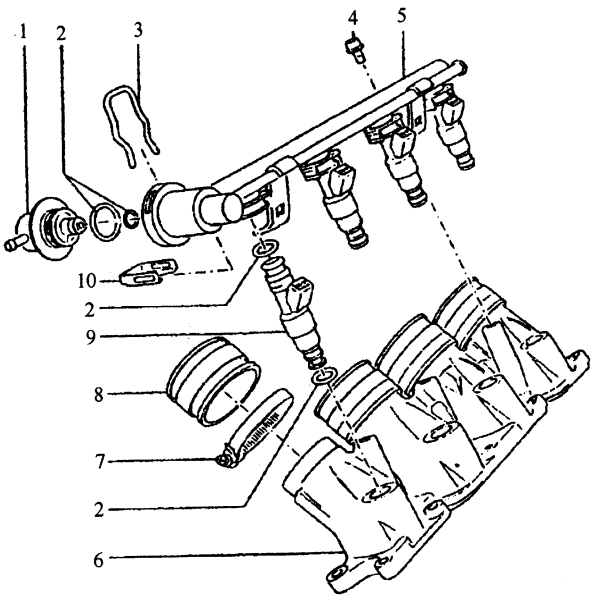


图 8-14　进气管下体分解图

1-燃油压力调节器；2-O 形环；3-固定夹；4-螺栓；5-燃油分配管；6-进气管下体 ；7-卡箍；8-中间法兰；9-喷嘴；10-固定夹

（二）燃油供给系统

燃油供给系统的作用是将燃油从油箱中吸出，加压滤清后经喷嘴供给发动机。如图 8-15 所示，由汽油箱、汽油滤清器、电动汽油泵、压力调节器、喷嘴等组成。

电动汽油泵从油箱中将汽油泵出。经汽油滤清器过滤及压力调节器调压后使油压始终高于进气管压力约 0.3MPa，并经汽油分配管送给各缸喷嘴，喷嘴根据发动机控制单元的指令将

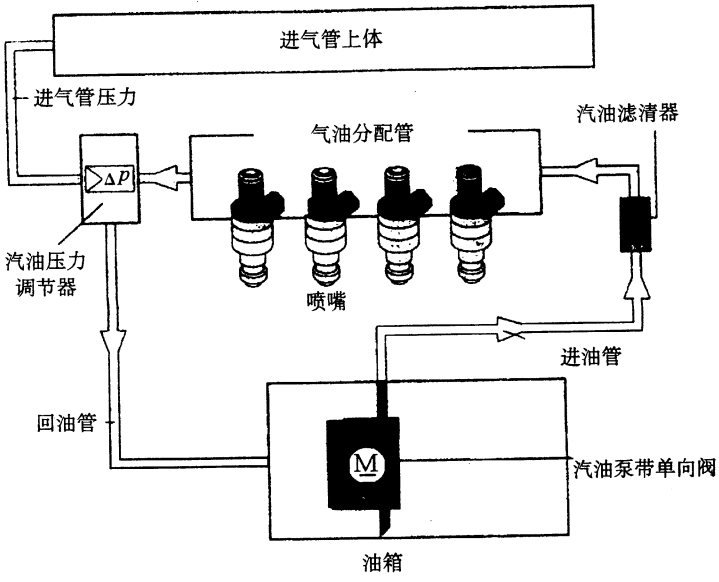


图 8-15　燃油供给系统的组成

汽油适时定量地喷入进气管中。

1. 电动汽油泵

电动汽油泵装在油箱内，通过位于油箱顶部的连接法兰提供必要的电路和油路连接，安装好后，法兰靠在橡胶密封圈上，并通过锁紧螺母固定在油箱上，装配关系参见图 8-16。

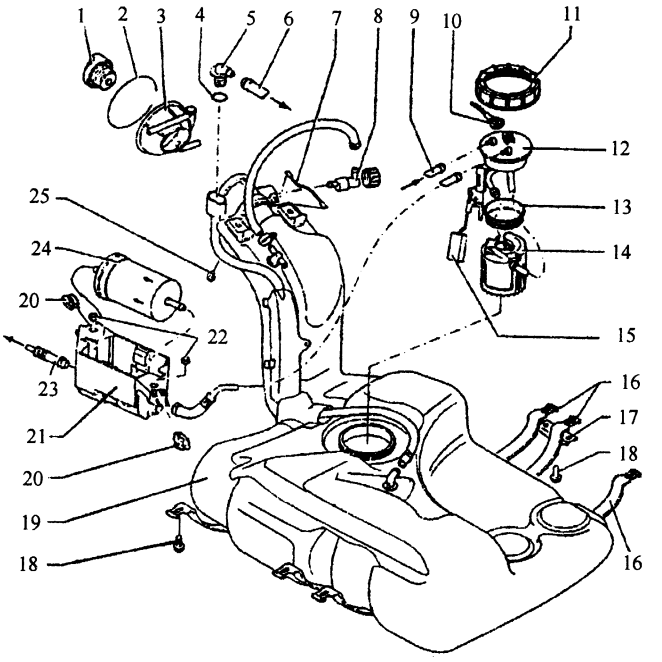


图 8-16　电动汽油泵的安装

1-加油口；2-弹性挡圈；3-橡胶接头；4-O 形环；5-重力阀；6-通气管；7-接地线；8-通风阀；9-回油管；10-插座；11-锁紧螺母；12-连接法兰；13-密封圈；14-电动燃油泵；15-燃油表传感器；16-紧固吊带；17-支架；18-螺栓；19-油箱；20-弹性夹；21-支架；22-隔离衬套；23-供油管；24-燃油滤清器；25-螺钉

电动汽油泵的结构如图 8-17 所示，主要由永磁电动机 3 和滚子泵 2 组成。滚子泵的泵油原理如图 8-18 所示。装有滚子 2 的转子 1 偏心地安置在泵体 3 内。转子转动时滚子在离心力作用下压靠泵体的内表面，起到密封作用，在相邻两滚子之间形成了一个空腔，在汽油泵运转过程中，一部分空腔的容积不断增大，形成低压吸油腔，而另一部分空腔的容积则不断减小，成为高压泵油腔。

在电动汽油泵的出口处还设有一个单向阀 4，用来防止停车时，油压突然下降，出现倒流现象，以保持油路中的一定静压，便于下一次起动发动机。

2. 燃油分配管及压力调节器

燃油分配管是一个带有喷嘴安装接头和压力调节器安装接头的歧管。其结构如图 8-19 所示。该管是向喷油器供油的，所以燃油分配管中必须有适量恒压的燃油。

压力调节器安装在燃油分配管上，其调节器内有一个膜片和校正弹簧，如图 8-20，图 8-21 所示。油压作用在膜片的来油一侧，弹簧弹力及进气管真空度作用在膜片的另一侧。当来油压力高于某一限定值时，膜片被压向左方，回油口打开，多余的燃油流回油箱；反之，回油口关闭。

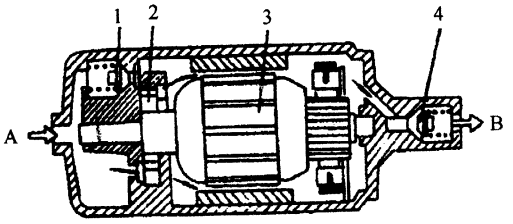


图 8-17　电动燃油泵结构示意图

1-限压阀；2-滚子泵；3-电动机；4-出油单向阀；A-进油口；B-出油口

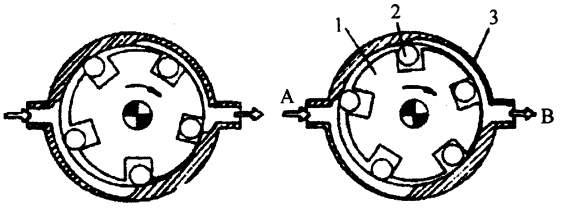


图 8-18　滚子泵工作原理

1-转子；2-滚子；3-泵体；A-进油口；B-出油口

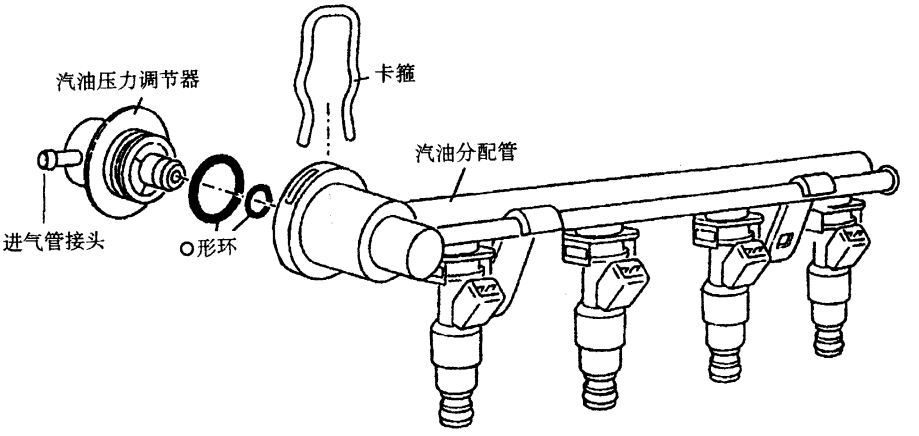


图 8-19　燃油分配管及压力调节器

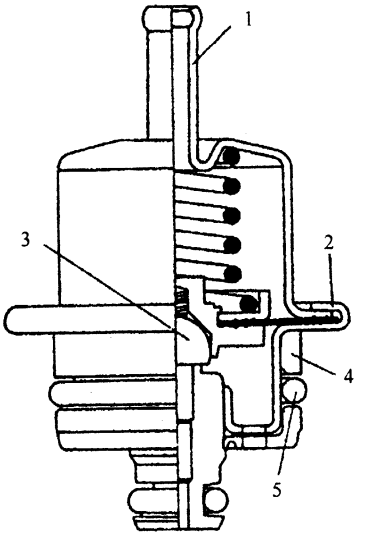


图 8-20　压力调节器结构

1-接头；2-膜片；3-阀体；4-壳体；5-密封圈

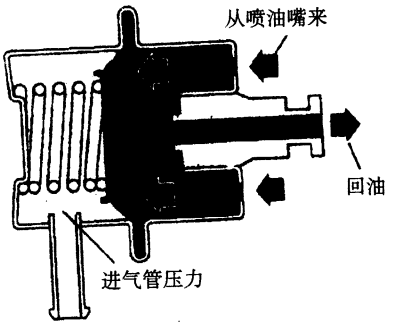


图 8-21　压力调节器工作原理

压力调节器就是保持燃油分配管中的油压与进气管压力之差始终恒定（约 0.3MPa）。进气管的压力波动时对喷油量不会产生影响。

发动机停转时，压力调节器关闭，从而在压力调节器和油泵单向阀之间产生一个恒定的保持压力。

3. 喷嘴

喷嘴装在进气门上方的进气管下体上，每一个气缸都装有一个喷嘴，是由电磁元件控制的。电控单元发出指令信号，可将喷嘴头部的针阀打开，把精确配剂的一定量燃油喷入进气门前，并与吸入进气歧管内的空气混合，混合后的可燃混合气进入气缸内点火燃烧。

喷嘴的结构如图 8-22 所示，在喷嘴体内有一个电磁线圈 2，喷嘴头部的针阀 4 与电磁衔铁 3 组合成一体。当电控单元传来电流信号，使电磁线圈通电，从而产生电磁作用力，将衔铁与针阀吸起，燃油通过精确设计的针阀头部的环状间隙，在喷嘴头部前端雾化，喷至进气门上方。针阀升程约为 0.1mm，喷嘴开启时间一次可在 2～10ms 范围内，打开的时间长，喷油量就多；时间短，喷油量就少。

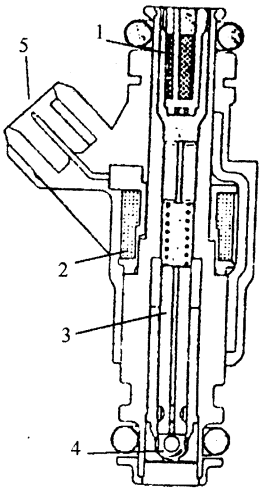


图 8-22　喷嘴的结构

1-滤网；2-电磁线圈；3-电磁衔铁；4-针阀；5-电插头

（三）点火系统

捷达王轿车采用无分电器点火系统，它主要由点火能量终端输出极、点火线圈、高压导线、火花塞以及各种传感器组成，如图 8-23 所示。点火由发动机控制单元实施集中控制。点火时两缸同时串联点火，点火顺序为 1-3-4-2。一个气缸在排气行程末期，另一个气缸在压缩行程末期，在排气行程的气缸内压力较低，火花塞击穿电压较低，点火能量消耗较少，对处于压缩行程的另一个气缸的点火影响不大。这种无分电器点火系统的优点是：无旋转件，无机械磨损，高压导线数少，对无线电干扰小。

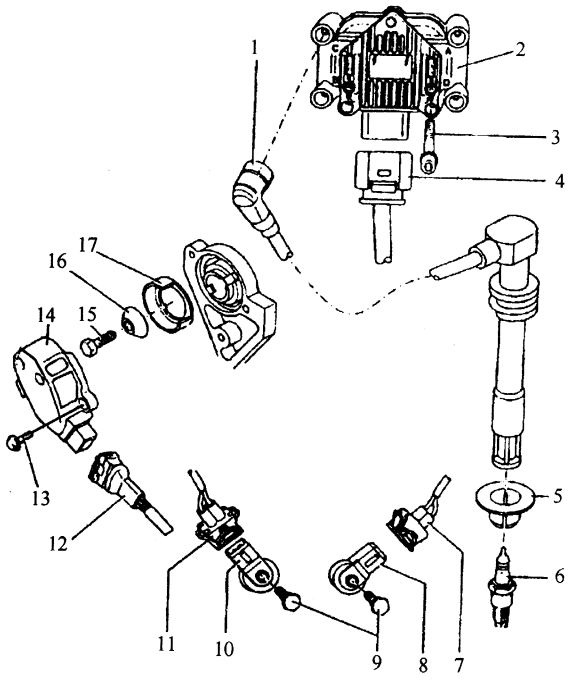


图 8-23　无分电器点火系统

1-点火高压线；2-带终端能量输出极的点火线圈；3-固定螺栓；4-连接插头；5-盖；6-火花塞；7-连接插头；8-爆震传感器；9、13、15-螺栓；10-爆震传感器；11、12-连接插头；14-霍尔传感器；16-垫片；17-霍尔传感器隔板

该点火系中主要部件是点火线圈及终端能量输出极（末级功率），点火线圈及终端能量输出极装在一个壳体里，固定在气缸体上，如图 8-24 所示。在点火线圈的壳体上有各缸排序标识 A、B、C、D，分别对应的缸号为 1、2、3、4。1、4 缸共用一个点火线圈，2、3 缸共用一个点火线圈，双火花点火线圈如图 8-25 所示。终端能量输出极根据控制单元指令控制点火线圈初级绕组的通

电和断电，从而在点火线圈次级产生点火高压。

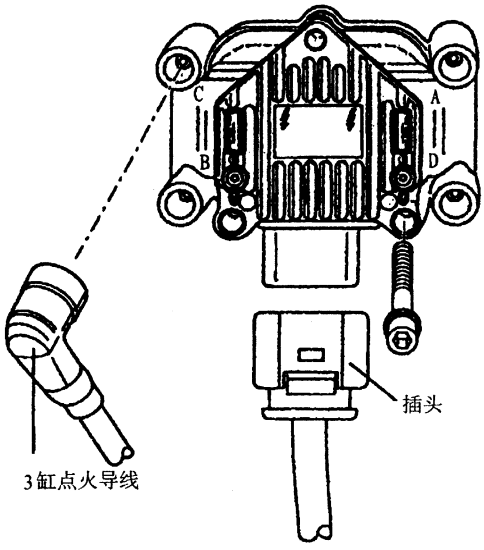


图 8-24　点火线圈及终端能量输出级

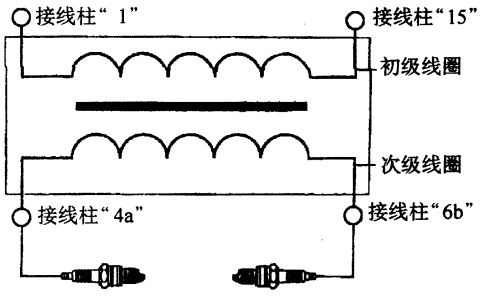


图 8-25　双火花点火线圈

（四）控制系统

控制系统的主要作用是收集发动机的工况信号并确定最佳喷油量、最佳点火时刻。它由传感器、电控单元和执行元件组成，如图 8-26 所示。它们在发动机上的安装位置如图 8-2 所示。

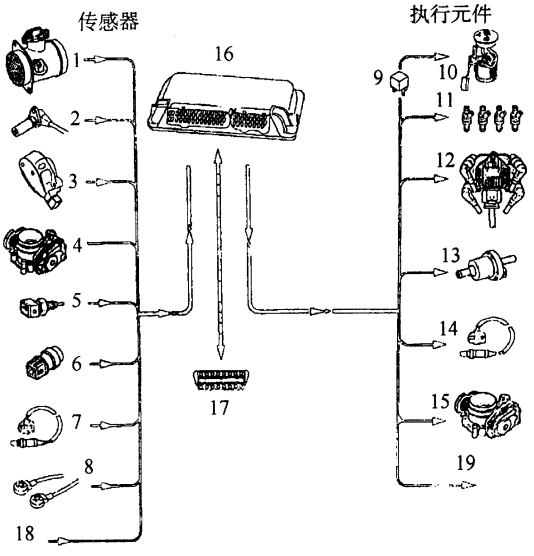


图 8-26　控制系统的组成

1-空气流量计（G70）；2-发动机转速传感器（G28）；3-霍尔传感器（G40）；4-节气门控制单元（J338）、节气门电位计（G69）、怠速节气门电位计（G88）、怠速开关（F60）；5-进气温度传感器（G72）；6-冷却水温度传感器（G62）；7-氧传感器（G39）；8-爆震传感器 1、2（G61、G66）；9-汽油泵继电器（J17）；10-汽油泵（G6）；11-喷嘴（N30～N33）；12-点火线圈（N，N128）及点火终端能量输出极（N122）；13-活性炭罐电磁阀（N80）；14-氧传感器加热器（Z19）；15-节气门控制单元（J338），怠速电机（V60）；16-控制单元（J220）；17-自诊断接口 18-附加信号（车速、空调压缩机、空调信号）；19-附加信号（空调压缩机、发动机转速信号）

1. 发动机转速传感器 G28

发动机转速传感器是一个磁感应传感器。它采集曲轴转角位置和发动机转速信号，其工作原理如图 8-27 所示。在曲轴上有一个靶轮，靶轮上有 60 个齿，传感器对它进行扫描。当靶轮经过传感器时，产生一个变电压信号，其频率随发动机转速变化而变化，控制单元根据交变电压的频率识别发动机的转速。在靶轮上有一处缺两个齿，感应传感器扫描到该处，1 缸活塞处于上止点前 72°，它是作为控制单元识别曲轴转角位置的基准标记。发动机转速传感器所感应出的信号如图 8-28 所示。

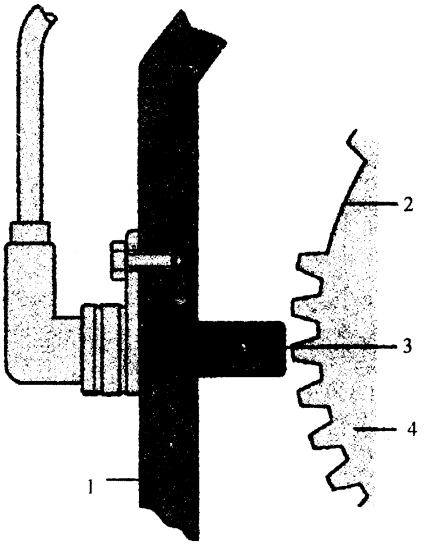


图 8-27　发动机转速传感器

1-缸体；2-齿缺（基准标记）；3-感应传感器；4-靶轮

2. 霍尔传感器 G40

霍尔传感器安装在缸盖右侧，进气凸轮轴后端。它是一个电子开关，利用霍尔原理工作，结构如图 8-29 所示。霍尔传感器隔板上有一个霍尔窗口，凸轮轴每转一周（曲轴转 720°），产生一个信号，该信号出现在 1 缸压缩行程上止点前 72°。控制单元根据此信号可识别 1 缸压缩行程上止点位置，用于顺序喷油和爆震选择控制。如果霍尔传感器信号中断，它没有替代功能，发动机控制单元不能区分 1 缸和 4 缸。

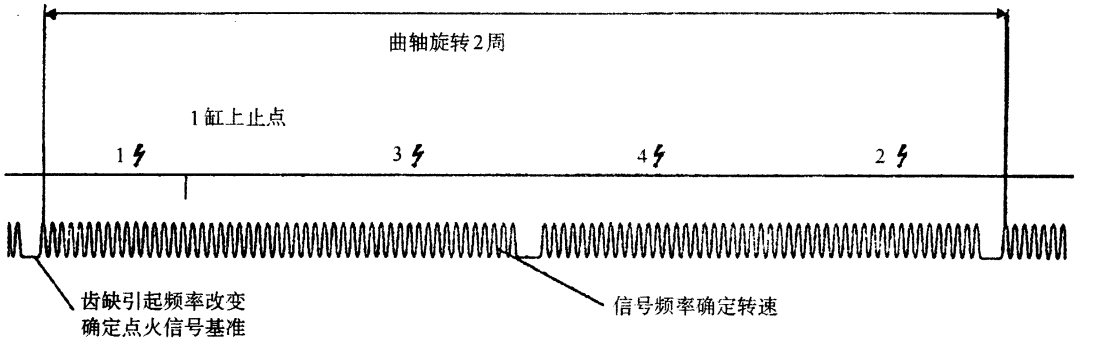


图 8-28　发动机转速传感器信号

3. 进气温度传感器 G72

进气温度传感器是一个负温度系数（NTC）电阻，即温度升高阻值下降。它安装在进气管上体，如图 8-30 所示。进气温度传感器将进气温度转变成电信号，送给控制单元，用于各种控制功能的修正。如果该信号中断，控制单元将启用一个替代值，但不能准确感知进气温度，会导致热启动困难，排放升高等故障。

4. 冷却水温度传感器 G62

冷却水温度传感器也是一个 NTC 电阻，它与水温表传感器 G2 装在一个壳体里，直接与发动机冷却水接触，如图 8-31 所示。该信号是一个较重要的修正信号。如果该信号中断，控制单元将启用一个替代值，但不能准确感知冷却水温度，将会导致发动机冷热起动困难，油耗增加，怠速自适应差，排放升高等故障。

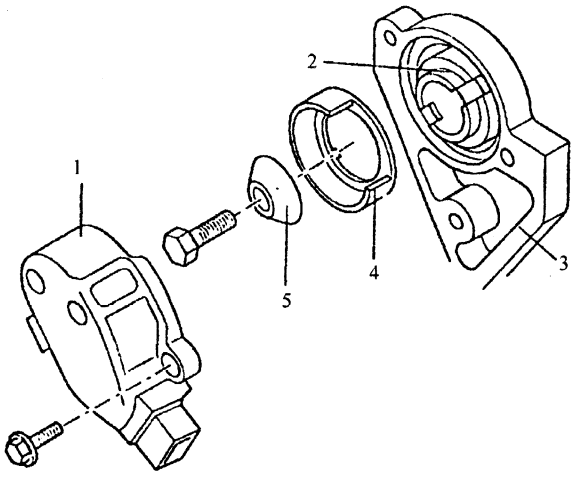


图 8-29　发动机转速传感器信号

1-霍尔传感器 G40;2-进气凸轮轴;3-缸盖;4-霍尔传感器隔板;5-定位螺栓

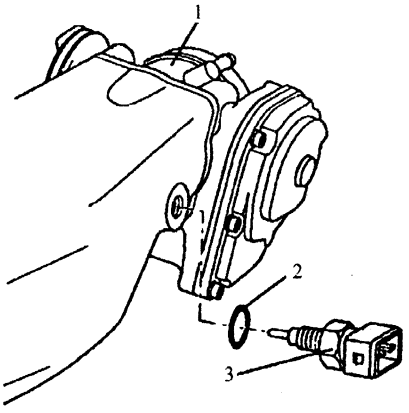


图 8-30　进气温度传感器

1-节流阀体 J338;2-O 形环;3-进气温度传感器 G72



图 8-31　冷却水温度传感器 G62

1-冷却水温度传感器 G62 和水温表传感器 G2;2-缸盖;3-O 形环;4-卡箍

5. 氧传感器 G39

氧传感器安装在排气管谐振腔内，如图 8-32 所示。氧传感器用于检测发动机的燃烧状况，向控制单元提供修正喷油量的电信号，从而实现燃油喷射的闭环控制。氧传感器由氧化锆陶瓷及表面覆盖的多孔性铂膜制成，其内侧与大气相通，外侧与排出废气接触。废气中残余含氧量与大气中含氧量的浓差，能在氧化锆陶瓷表面产生电位差，此电位差能体现出废气中氧含量，反映出混合气的浓稀，控制单元根据此信号对喷油量进行调节。

氧传感器的最佳工作温度是 600℃，工作温度区间为 300～850℃，为此在其内部设有加热器，使其能很快达到最佳工作温度。

6. 爆震传感器 G61，G66

爆震传感器的结构如图 8-33 所示。该车采用两个爆震传感器，分别安装在缸体进气侧 1 缸和 2 缸、3 缸和 4 缸之间。当发动机发生爆震时，气缸中产生的爆震信号传递到爆震传感器

的压电陶瓷，在其上产生一个电压信号，控制单元根据这个电压信号识别出爆震缸，并推迟该缸的点火。

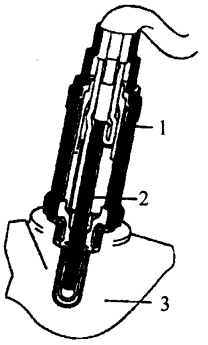


图 8-32　氧传感器 G39

1-氧传感器 G39；2-氧传感器加热器 Z19；3-谐振器

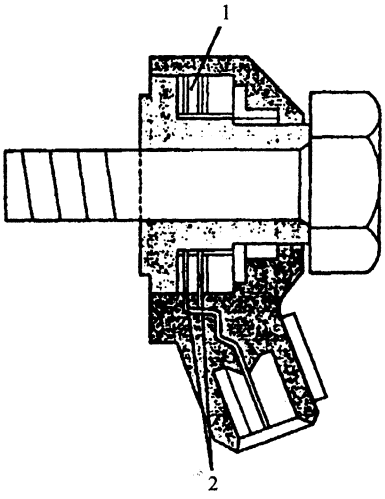


图 8-33　爆震传感器

1-压电陶瓷；2-信号线

7. 附加信号

发动机控制单元要管理多个信息，它通过信号线与控制器或系统部件相联，如图 8-34 所示。通过这些附加信号与汽车上其他系统部件之间相互交换信息。

（1）发动机转速

控制单元从发动机转速传感器 G28 获得发动机转速信号，并传递给转速表。

（2）空调压缩机信号

控制单元通过空调继电器 J32 与空调压缩机相联系。空调压缩机信号是双向传递的，一方面它可以向控制单元提供压缩机接通信息，由发动机控制单元控制节气门控制单元提高怠速转速；另一方面在发动机处于急加速到全负荷、应急运行、冷却水温度过高等工况时，控制单元将切断空调压缩机工作。

（3）车速信号

控制单元从车速表上获得行驶速度信号，利用该信号由节气门控制单元进行怠速稳定控制。

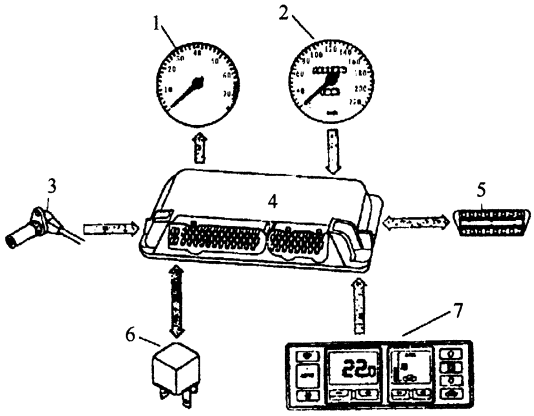


图 8-34　控制单元与其他系统的信息交换

1-发动机转速表；2-行驶速度表；3-发动机转速传感器；4-多点喷射控制单元；5-自诊断接口；6-空调装置继电器 J32；7-空调控制装置

8. 发动机控制单元 J220

发动机控制单元（微机）是一种具有 36 个插脚的电子综合控制装置，其外观结构参见图 8-35，各插脚的功能见表 8-1。

控制单元负责对发动机控制系统进行管理，它不仅控制燃油喷射系统，同时还具有点火控制、怠速控制、油箱通风控制、自诊断和备用控制等多种功能。具体功能如下：

①给传感器提供基准电压，将所需输出的信息转变成控制单元所能接受的信号；

②接受传感器或其他装置输入的各种信息；

③进行存储、计算、分析处理信息；存储该车的特征参数；计算出输出值；存储运算中的数据；存储故障信息；

④运算分析，根据信息参数求出执行命令数值，并将输出信息与标准值比较；

⑤输出执行命令，把弱信号变为强的执行命令；

⑥自我修正功能（自适应功能）。

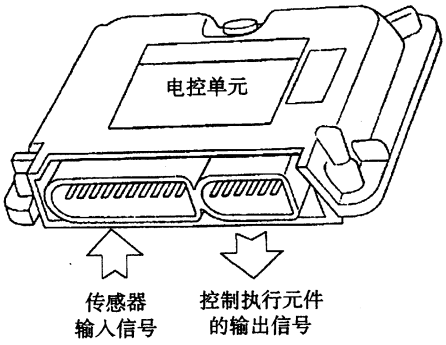


图 8-35　发动机控制单元的外观

微机利用数字控制，能在较短时间内处理很多信号，且具有上述功能，能够进行高精度的发动机控制。

表 8-1　控制单元 J220 各引脚的作用

引脚号	作　　用	性　　质
1	控制单元上的正电源	输入
2	搭铁端	
3	电动汽油泵继电器电源	
4	电动汽油泵继电器控制端子	
6	发动机转速信号	输入
8	空调压缩机信号线	双向输入/输出
10	空调装置信号	输入
11	空气流量计电源	输入
12	空气流量计负信号	
13	空气流量正信号线	输入
15	活性炭罐电磁阀负极	输出
19	诊断信号	输出
20	行驶速度信号	输入
25	传感器参考地	
26	传感器信号线	输入
27	传感器加热器负电源	
53	冷却水温度信号	输入
54	进气温度信号	输入
56	点火时间或转速信号	输入
58	3 缸喷嘴负极	输出
59	怠速电机负电源	输出

续表

引脚号	作　　用	性　质
60	爆震传感器 3、4 缸信号线	输入
62	节气门电位计正电源、怠速节气门电位计正电源	输出
63	转速传感器负信号线	输入
65	4 缸喷嘴负极	输出
66	怠速电机正电源	输出
67	节气门电位计负电源（5V）、怠速节气门电位计负电源、怠速开关负电源、霍尔传感器负信号线、进气温度传感器负信号线、冷却水温度传感器负信号线、爆震传感器信号地、发动机转速传感器屏蔽	
68	爆震传感器 1、2 缸信号线	输入
69	怠速开关信号线	输入
71	点火电路 1（2、3 缸）控制端	输出
73	1 缸喷嘴负极	输出
74	怠速节气门电位计信号线	输入
75	节气门电位计信号线	输入
76	霍尔传感器信号线	输入
78	点火电路 2（1、4 缸）控制端	输出
80	2 缸喷嘴负极	输出

二、燃油喷射系统的控制

（一）点火控制

采用微机控制点火，取消了真空、离心点火提前调节装置，点火提前角由微机控制，从而使发动机在各种工况都可最佳地调整点火时刻，使发动机在功率、经济性和排放等方面达到最优。

微机控制点火系统如图 8-36 所示。工作时控制单元 J220 综合各传感器输入信息，从存储器中选出最适当的点火提前角，再根据转速传感器 G28 和霍尔传感器 G40 信号判断出曲轴转速、位置以及几缸处于压缩行程，然后控制终端能量输出极 N122 的大功率晶体管的导通和截止，即控制点火线圈 N 和 N128 初级电流的通断，在次级感应出高压。

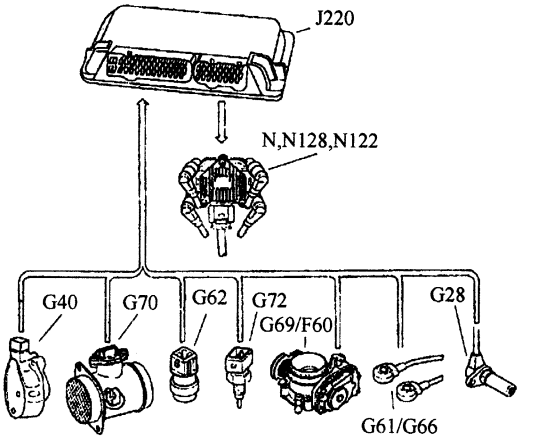


图 8-36　点火控制系统

J220-发动机控制单元；N，N128，N122-点火线圈及初级线圈和终端能量输出极；G40-霍尔传感器；G70-空气流量计；G62-冷却水温度传感器；G72-进气温度传感器；G69/F60-节气门电位计/怠速开关；G61/G66-爆震传感器；G28-发动机转速传感器

1. 点火基准的确定

控制单元要准确控制点火时刻，就必须知道各缸所处的工作状态，这一点是至关重要的。捷达王轿车点火系统的点火基准是由转速传感器 G28 和霍尔传感器 G40

两个信号共同确定，其信号波形如图 8-28 所示。当控制单元同时接到来自曲轴的点火时间和凸轮轴的霍尔信号时，便准确地知道了此时 1 缸在压缩行程上止点前的 72°曲轴转角位置，为点火和顺序喷油提供了基准。如果霍尔信号中断，控制单元只能感知 1 缸上止点前的位置，但不清楚此时的 1 缸是处于压缩行程还是排气行程。起动发动机时，工作缸可能是 1 缸也可能是 4 缸，控制单元无法进行爆震控制，各缸的顺序喷油也可能被破坏，将导致发动机性能明显下降。

2. 点火提前角的确定

点火提前角是由控制单元储存的基本点火提前角和一些修正因素确定。控制单元中存储两个点火特性图用来确定基本点火提前角，决定其大小的因素是发动机转速 G28 和空气流量计（发动机负荷）G70 信号，如图 8-37 所示。点火提前角的修正因素有冷却水温度、进气温度、节气门位置、怠速开关、爆震信号等。

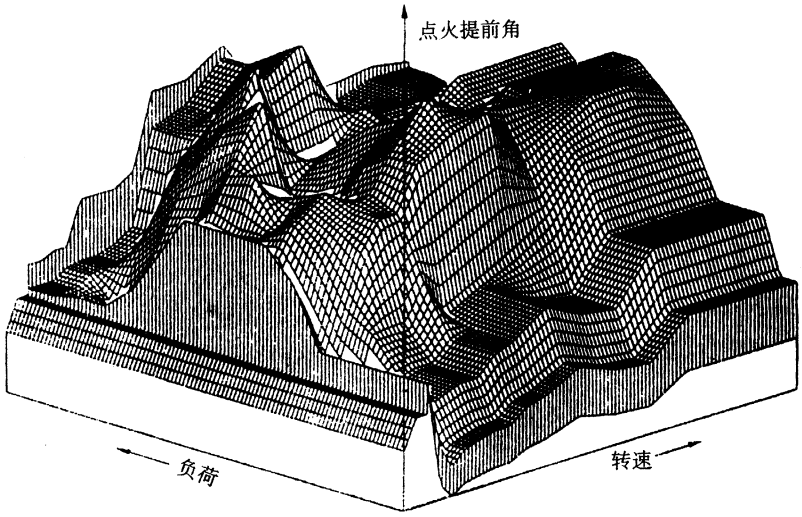


图 8-37　点火特性图

点火提前角确定后，控制单元由点火基准开始，通过转速传感器信号的计数（计算曲轴转角），便能很精确的确定出点火时刻。

例如，发动机在某一工况下，控制单元选出最佳点火提前角为上止点前 40°。发动机在 1 缸压缩行程上止点前 72°开始输入转速传感器的点火时间和霍尔传感器信号，因此当控制单元同时读到这两个信号时，即表示 1 缸活塞处于压缩行程上止点前 72°的位置，由此便可推知其余各缸的工作状态。这时控制单元根据转速传感器开始计数。因为转速传感器的靶轮上有 60 个齿，曲轴每转一周，传感器将产生 60 个交变信号，每一个周期的交变信号相当于 6°曲轴转角（360°÷60＝6°），为了精确地对转角进行测量，利用 6°转角的时间，由控制单元再均分为 6 等份，即产生曲轴转角的 1°信号。控制单元计数的就是 1°信号。当计数 31 个 1°信号后，在第 32 个 1°信号输入的同时截止终端能量输出极相应的大功率晶体管，在点火线圈的次级便感应出高压电，保证了此时的点火提前角为 40°（72°～32°）。

3. 爆震控制

点火系采用爆震控制，可提高发动机功率，降低燃油消耗。当控制单元根据爆震传感器信号识别出某缸发生爆震，便将该缸的点火时刻向后推迟。如果爆震调节每缸点火都减少平均大

于 8°曲轴转角时，这时将使用点火特性图 8-38（b）。如果爆震信号中断，则各缸点火提前角均向后推迟约 15°，发动机性能明显下降。

（二）燃油喷射控制

1. 电动汽油泵的控制

电动汽油泵是由汽油泵继电器控制工作的。电动汽油泵继电器安装在驾驶员侧仪表板左下继电盘上的第 12 号位置，如图 8-38 所示。在发动机起动时，发动机转速传感器送出转速信号，控制单元控制汽油泵继电器动作，给汽油泵、空气流量计、喷嘴、氧传感器加热器供电。如果发动机转速信号中断，汽油泵继电器不动作，发动机不能起动。

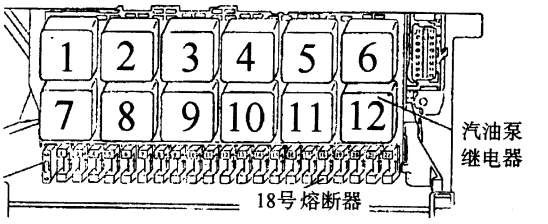


图 8-38　汽油泵继电器安装位置

2. 喷油量控制

喷油量控制也就是喷嘴喷射持续时间控制，控制单元根据空气流量计提供的发动机进气量信号和发动机转速信号确定基本喷油量，然后再根据节气门位置电位计、怠速节气门电位计、怠速开关、冷却水温传感器、进气温度传感器、氧传感器等提供的信号进行修正，确定出实际喷油量。再根据点火基准推算出各缸的喷油时刻，然后按照 1-3-4-2 的点火顺序向各缸进气门前喷射定量的汽油，喷射量的控制是通过控制喷嘴的开启时间来实现的。至于电源电压波动对喷油量产生的影响，可由控制单元通过喷嘴开启时间（通电时间）来补偿。

（三）汽油箱通风系统的控制

汽油箱通风系统如图 8-39 所示，主要由活性炭罐、活性炭罐电磁阀及通风管组成。该系统的作用是防止油箱内蒸发的汽油蒸气排入到大气中对环境造成污染，同时将这部分汽油蒸气引入到燃烧室内燃烧利用。

汽油箱通风系统的工作是由控制单元 J220 通过控制活性炭罐电磁阀的开闭频率来调节额外进入发动机的汽油蒸气量。电磁阀开启，活性炭罐中的汽油蒸气被吸入到进气管中，然后进入燃烧室内燃烧。电磁阀在断电情况下是关闭的，发动机冷态时，油箱通风系统不工作，即活性炭罐电磁阀处于关闭状态。发动机处于热态时，控制单元便控制活性炭罐电磁阀按一定的频率开闭。活性炭罐电磁阀安装在空气滤清器附近，如图 8-40 所示。

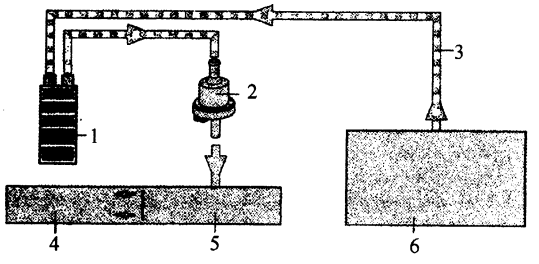


图 8-39　油箱通风系统

1-活性炭罐；2-活性炭罐电磁阀（N80）；3-通风管；4-进气管；5-节流阀体；6-油箱

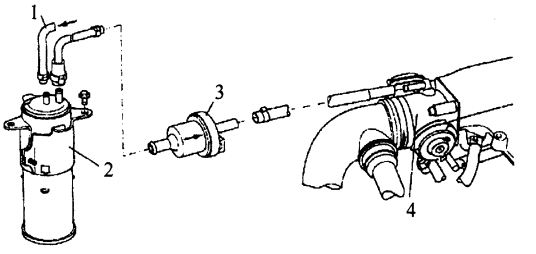


图 8-40　油箱通风系统的安装

1-接油箱；2-活性炭罐；3-活性炭罐电磁阀（N80）；4-节气阀体

（四）自诊断系统

现代汽车发动机电子控制系统中，一般都设有自诊断系统，该系统可以监视、诊断发动机控制系统的工作情况及工作中出现的故障。发动机工作时，自诊断系统对传感器和执行元件进行检测，一旦发现某传感器或执行元件信号超出规定范围或信号中断时，就判定为该部分电路故障，以故障码的形式储存起来，以备维修时调用。例如，冷却水温度传感器是一个具有负温度特性的热敏电阻，负温度系数电阻上的每个电阻值都对应着一个温度值。控制单元将温度范围确定在－35～120℃之间，若超过或低于这个范围，控制单元便可判断出该信号出现错误或信号不清楚，并将故障以代码形式存入故障记忆系统中。

另外，系统中还有替代程序，以备应急时使用。如控制单元发现温度信号中断，为保证系统正常工作，便使用一个替代值（如80℃），使发动机仍能运转，但在冷起动和暖机运行过程中会明显感觉到发动机工作不稳。

在维修时，使用V.A.G1551或V.A.G1552从自诊断接口很容易地读出或消除自诊断系统中所记忆的故障码，给维修带来极大的方便。

三、故障检测仪的使用

故障检测仪V.A.G1551和汽车系统测试仪V.A.G1552是维修捷达王轿车不可缺少的仪器。通过故障检测仪V.A.G1551和汽车系统测试仪V.A.G1552可实现与车上控制单元之间的信息传递。这种信息传递是双向的，即测量仪（阅读器或测试仪）不仅可以接收数据，它还可以把指令或数据传送给控制单元。这是用其他仪器设备无法替代的。

故障检测仪V.A.G1551如图8-41所示，汽车系统检测仪V.A.G1552如图8-42所示。V.A.G1551和V.A.G1552的使用操作是完全相同的，区别在于V.A.G1552没有打印输出功能。本节主要介绍一下V.A.G1551的使用方法。

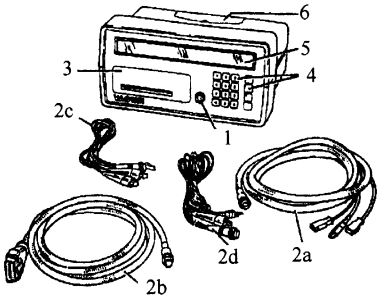


图8-41　故障检测仪V.A.G1551

1-诊断连接插口；2a-V.A.G1551/1诊断连线（用于2项扁插头的车辆）；2b-V.A.G1551/3诊断连线（用于16项扁插头的车辆）；2c-V.A.G1551/1诊断连线（用于1项扁插头的车辆）；2d-V.A.G1551/2连线（用于燃油泵继电器的插头）；3-打印机；4-键盘；5-显示器；6-程序卡安装槽



图8-42　汽车系统检测仪V.A.G1552

（一）仪器说明

故障检测仪的外部主要由正面的显示器、键盘、打印机和诊断连线插孔以及位于后上半部的程序卡安装槽和背面的连接交叉点组成。

(1) 显示屏

显示屏可以为使用者输出各种信息且提供各种功能。显示屏可显示两行共 40 个字符，每个字符高度为 12mm。由于具有良好的对比度，从几米远处即可清楚地阅读。

(2) 键盘

使用者所发出的指令是通过键盘输入到仪器的。按键 0～9 用于数字输入；C 键清除输入，退回到上一操作步骤或终止程序运行；Q 键是确认输入指令，相当于计算机的回车键；→键是程序继续运行或翻页命令；HELP 键可调出功能说明；PRINT 键可接通或关闭打印机，打印机接通时，指示灯亮。

(3) 打印机

打印机是一个可容纳 40 个字符的热敏打印机。打印指令由按键“PRINT”来完成。可收集、整理、打印出故障说明、测量数据以及使用说明。

(4) 程序卡

仪器的全部功能由一个易于更换的带电脑软件的程序卡控制。这样，以少量的费用就能使仪器与新的发展需要相匹配。程序卡在安装槽内，由一个盖板盖住。另外，程序卡可以提供不同的语言形式（目前常用的是德文与英文）。

(5) 连接交叉点

通过连接交叉点，可以用交叉分配器将万用表 V.A.G1715、点火检测仪 V.A.G1767、排放检测仪 V.A.G1788 所测量的数据由 V.A.G1551 的打印机输出。

(6) 电源

仪器的电源是通过诊断连接线由车辆上与之配套的继电器盘提供。

(二) 程序卡的更换

程序卡是一个纸式卡片。在更换时应注意以下两点：

①程序卡只能在阅读器无电（诊断插线没接通）的情况下才能抽出或插入；

②不要触摸程序卡的端子，避免产生静电。

更换程序卡的具体操作步骤如下：

①从阅读器上部壳体护板上拆下程序卡的盖板，方法是拆下梅花螺钉并向后推盖板；

②把夹板中的程序卡向上抽出；

③把新的程序卡插到安装基座的挡板处，但要注意不干胶纸上的插入方向；

④把夹板后置并关上程序卡盖板；

⑤连上诊断插线，选择工作模式 3，仪器进行自检，自检结束后，旧的程序卡就不再需要了，更换完毕。

(三) 仪器的接通

V.A.G1551 配有一个供给电压极性变换保护装置，当供给电压正确接通时，输入和输出板的安全保护装置才会发挥作用，因此在接通仪器时一定要注意连接顺序。

1. 诊断连线 V.A.G1551/1 的使用

使用诊断连线 V.A.G1551/1 的车辆，继电器盘上的插座如图 8-43 所示。诊断连线 V.A.G1551/1 的各插头，如图 8-44 所示，插头各插脚之间连接关系见表 8-2。

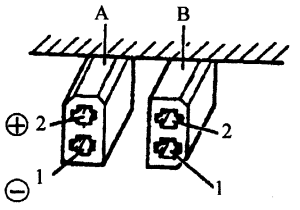


图 8-43　使用 V. A. G1551/1 诊断连线车辆的诊断插座

A-黑色电源插座(插脚 1 为蓄电池负极,插脚 2 为蓄电池正极);B-白色诊断插座(插脚 1 为 L 连线,插脚 2 为 K 连线)

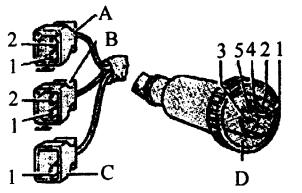


图 8-44　诊断连线 V. A. G1551/1 的插头

A-黑色两孔电源插头;B-白色两孔诊断插头;C-蓝色单孔插头;D-接故障检测仪

表 8-2　诊断连接线 V. A. G1551/1 各插脚的连接关系

接车的一侧		接仪器的一侧
扁平插头	插脚	插头—D—插脚
黑色—A—	1	3 蓄电池负极
	2	2 蓄电池正极
白色—B—	1	4L—连线
	2	1K—连线
蓝色—C—		5 照明线

连接时,首先将诊断连线与阅读器接好,然后分别将诊断连线的黑色 A 插头插入车辆继电器盘上的黑色 A 插座;白色 B 插头插入白色 B 插座。

接通后,显示屏显示的正确菜单(为了方便阅读,将显示内容译成中文列在其下方)如图 8-45 所示。如果显示屏没有显示或出现错误显示,应检查连接线白色 B 插头是否接通,仪器的供给电压是否中断或极性是否接反。在检查车上扁平黑色 A 插座的电压时,同时要检查电极性,供电电压至少达到 10V 以上。如果蓄电池亏电严重,应对蓄电池充电后方可进行检测。

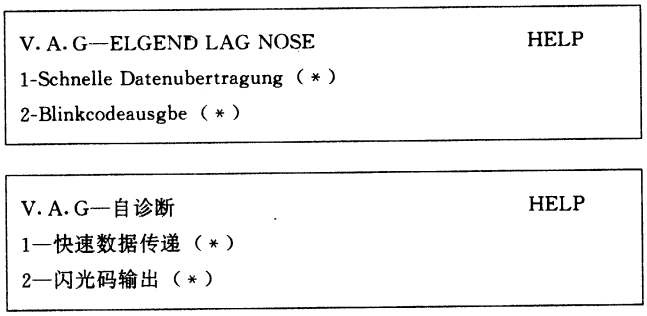


图 8-45　仪器接通后显示的正确菜单

2. 诊断连线 V. A. G1551/3 的使用

使用诊断连线 V. A. G1551/3 的车辆(包括捷达王轿车),车上诊断插座如图 8-46 所示。诊断连线 V. A. G1551/3 的插头如图 8-47 所示,插头各插脚的连接关系见表 8-3。仪器接通后的正确显示与前面所述相同。

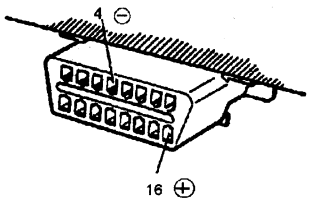


图 8-46　使用 V. A. G1551/3 诊断连线车辆的诊断插座

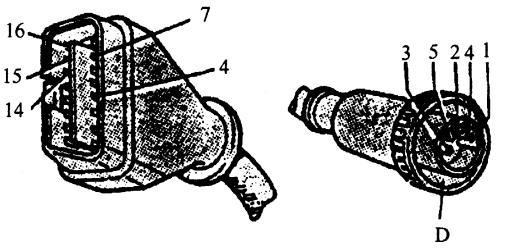


图 8-47　诊断连线 V. A. G1551/3 的插头

表 8-3　诊断连接线 V. A. G1551/3 各插脚的连接关系

接车的一侧插头/插脚	接仪器的一侧插头—D—/插脚
4	3 蓄电池负极（—）
7	1K—接线
14	5 照明灯线
15	4L—接线
16	2 蓄电池正极

3. 诊断连接线 V. A. G1551/1 和 V. A. G1550/2 的使用

诊断连接线 V. A. G1550/1 和 V. A. G1550/2 如图 8-48 所示。

（1）V. A. G1550/1 的使用

首先把诊断连线的黑色接线夹 3 与蓄电池负极接通，红色接线夹与蓄电池正极接通，显示屏出现显示后才可把诊断插头 4 插入车上发动机舱内的单孔诊断插座内。

（2）V. A. G1550/2 的使用

使用 V. A. G1550/2 时，首先将专用插头 3 和 4 插入燃油泵继电器的插孔上，再将诊断连线的红色接线夹 2 与蓄电池正极接通。

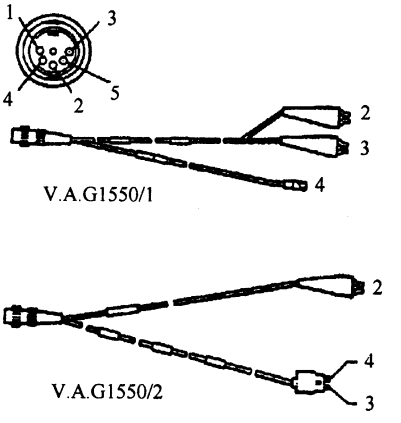


图 8-48　诊断连线 V. A. G1550/1 和 V. A. G1550/2 的插头

1-诊断插头 K 接线；2-蓄电池正极线；3-蓄电池负极线；4-诊断插头 L 接线；5-照明灯线

（四）仪器的操作

在接通故障检测仪后，可用按键来选择所希望的工作模式。除前面介绍的两种交替显示的 1—快速数据传递和 2—闪光码输出外，还可选择 3—仪器自我检测和 4—服务站代码。选择时只需输入代码即可。如键入 1 后，用 Q 键确认后，便进入了快速数据传递模式。

1. 快速数据传递模式

在进入快速数据模式以后，仪器显示的菜单如图 8-49 所示。阅读器等待着二位数字编码的输入。这一编码代表着不同系统控制单元的地址码，地址码具体内容见表 8-4。此时若按下 HELP 键，打印机会将地址码一览表打印出来。

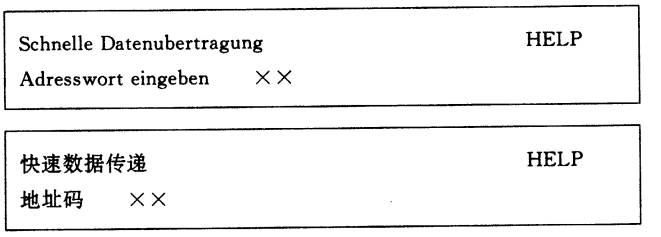


图 8-49 进入快速数据传递模式显示的菜单

表 8-4 地址码一览表

地址码	系统控制单元	地址码	系统控制单元
01	发电机电器系统	17	仪表板电器系统
02	变速器电器系统	24	驱动防滑控制系统
03	制动电器系统	25	汽车防盗电器系统
08	暖风/空调电器系统	34	四轮转向电器系统
14	汽车悬挂电器系统	00	整车电器系统自动故障查询（询问车上所有电器系统的故障记忆系统，并打印出结果）
15	安全气囊电器系统		

在特殊情况下可输入地址 00，进行整车各系统的自动故障查询。在查询过程中，阅读器会逐个地输出地址码，在每一个相关控制单元答复后，显示屏会短时间显示该控制单元，接着阅读该控制单元的故障记忆系统，打印机将结果打印出来。一个系统结束后，接着进入下一个系统。以发动机和变速器控制单元为例，某次查询输出结果（已译成中文）如图 8-50 所示。

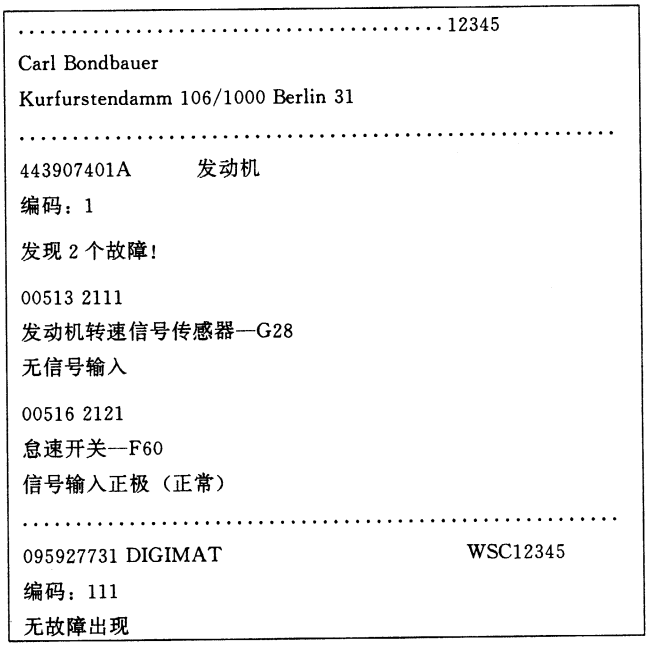


图 8-50 自动查询输出结果举例

输入地址码后，按下 Q 键予以确认，显示屏便会显示出该系统的地址码及其名称，可通过 C 键来确认输入指令。在确认输入无误后，按下 Q 键，便建立起了仪器地址码所代表的系统与控制单元之间的数据联系。

下面以发动机电器系统为例介绍快速数据传递功能的具体使用。有一点需指出，各项功能所显示或打印出的文字，会因车上所使用的控制单元以及仪器上所使用的程序卡型号不同会有所不同。输入地址码 01，用 Q 键确认后，显示屏显示菜单，如图 8-51 所示。控制单元确认后显示菜单如图 8-52 所示。在该模式下按下“→”键继续进行，显示菜单如图 8-53 所示，此时便可选择快速数据传递下的每一个功能。

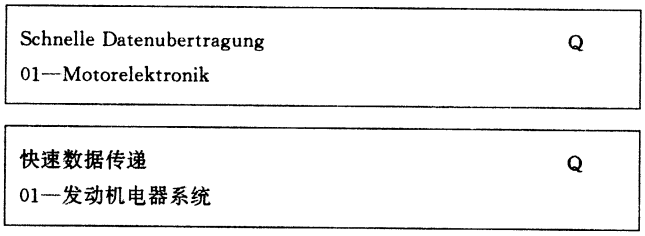


图 8-51　输入地址码 01 确认后显示的菜单

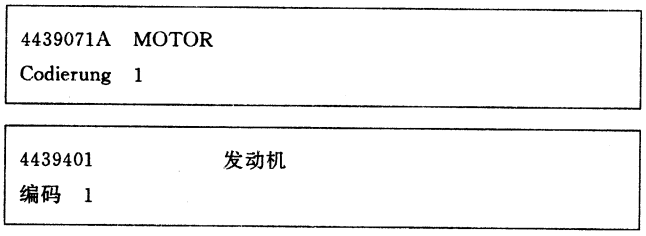


图 8-52　控制单元确认 01 地址码后显示的菜单

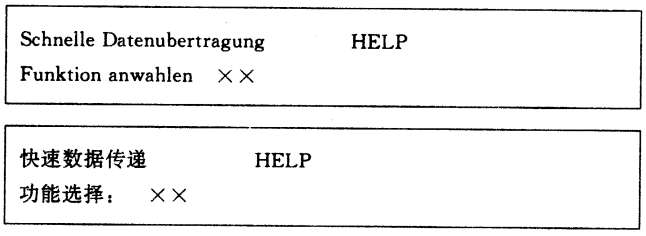


图 8-53　按下“→”键继续运行后所显示的菜单

为了调出该系统中的单个功能，阅读器是以一个 2 位数字的代码作为固定指令输送给控制单元。各代码所代表的内容如表 8-5 所示。

表 8-5　代码一览表

代　码	指令内容	代　码	指令内容
01	查询控制单元型号	06	诊断输出
02	查询故障记忆系统	07	编制控制单元代码
03	诊断终端执行元件	08	阅读测量数据块
04	基本调整	09	阅读单独测量数据块
05	清除故障记忆系统	10	匹配（自适应）

如果所选择的功能控制单元内不存在，或目前运行状态下此功能无法执行，阅读器将显示如图 8-54 所示信息。

(1) 查询控制单元类型 01 功能

选择 01 代码，按 0 键，通过数据传递，控制单元确认后，将显示如图 8-55 所示信息。

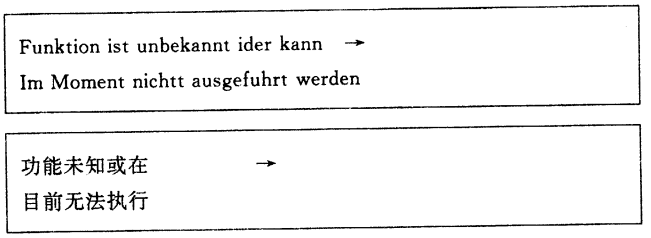


图 8-54 单个功能无法运行时所显示的菜单

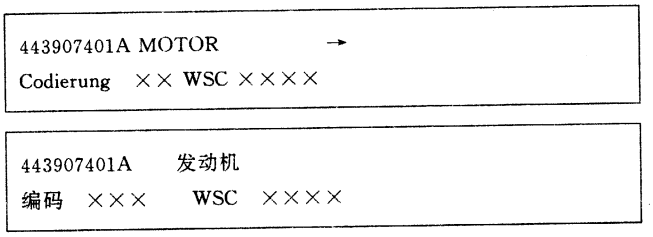


图 8-55 使用 01 功能所显示的菜单

显示内容的上一行是控制单元所具有的部件编码，系统名称和数据状况；下一行是控制单元目前的编码。控制单元存储编码（见功能 07）除了显示自身编码外，还显示服务站代码(WSC)，此代码表明由那一家服务站最后对控制单元编制了代码。

(2) 查询故障记忆系统 02 功能

查询故障记忆系统 02 功能，在实际维修中应用最多。选择 02 代码，通过数据传递，控制单元确认后，阅读器首先询问控制单元的故障记忆系统并显示所出现的故障数量，如图 8-56 所示。接着按动“→”键继续运行，每一个故障的文字说明都单独地出现在显示屏上（可用“→”键翻页），如图 8-57 所示。如在下一行显示的故障类型上带有“/SP”的字样，表明此故障为偶发故障。如果接通打印机，故障文字说明将被打印出来。为了使打印输出的故障同维修手册上的一览表正确对应，每一个故障均带有一个 5 位数的故障代码。

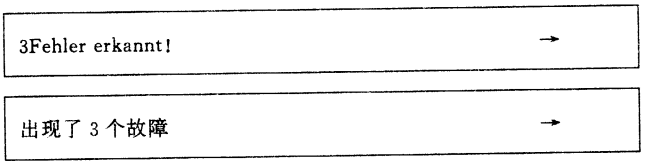


图 8-56 显示故障数量

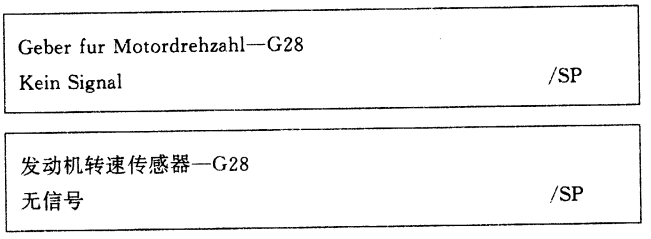


图 8-57 显示每个故障文字说明

(3) 诊断终端执行元件 03 功能

对执行元件诊断，可检查每一个执行元件及其电路状况。选择 03 功能，用 Q 键确认后，便开始对执行元件进行诊断。执行元件的诊断顺序由控制单元决定，并通过显示屏显示出来。

如图 8-58 所示，是在对 1 缸喷嘴进行诊断，此时执行元件应作出相应的反应，反应现象视执行元件而定。如执行元件无反应，则说明此元件或电路部分有故障。通过按“→”键便可发出对下一个执行元件进行诊断的指令。

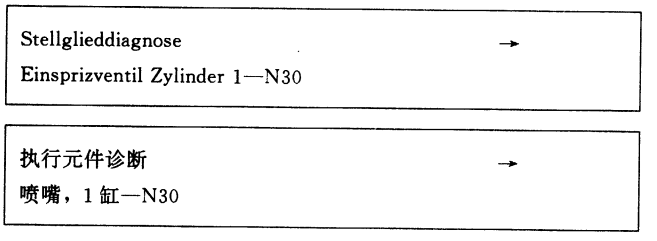


图 8-58 执行元件的诊断

(4) 基本调整 04 功能

对于某些系统，如点火提前角，在维修或保养时必须进行调整。基本调整功能只能在规定的车辆运行工况下才能进行。有些控制单元要输出一些内存的数据值用来进行基本调整。在选择 04 功能后，故障检测仪将显示如图 8-59 所示菜单，要求输入一个小组编号，小组编号参见功能 08。测量值以物理量形式输出，所选择的小组编号在显示屏的上一行一起显示，如图 8-60 所示。在下一行显示的内容分别为发动机的机油温度、发动机转速、进气温度、蓄电池电压。要转换到另一组测量值可通过按动 C 键，并输入所希望的小组编号来进行。在基本调整过程中，控制单元控制的运行工况将达到所选小组的固定值。

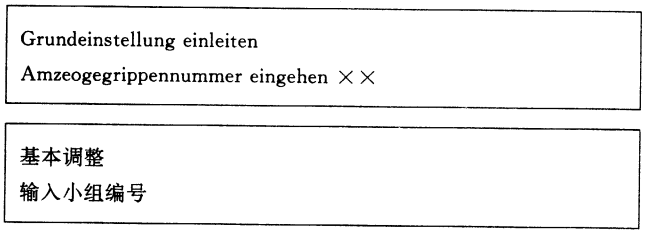


图 8-59 键入 04 功能所显示的菜单

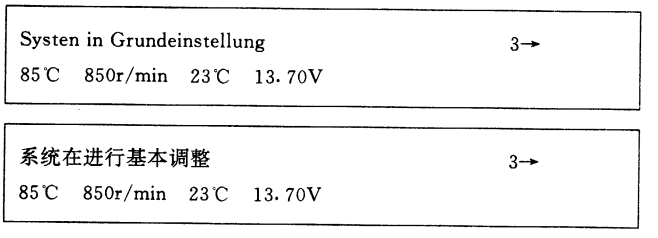


图 8-60 键入小组编号 3 后的显示

(5) 清除故障记忆功能 05

在进行修理之后，必须使用 05 功能清除控制单元的故障记忆。在输入清除命令之前，首先必须用故障检测仪查询故障记忆系统。使用 05 功能后，尽管文字显示故障记忆系统已被清除，但还需要再次查询一次故障记忆系统，看是否还有故障存在，必要时排除故障。

(6) 诊断输出 06 功能

选择 06 功能便终止与目前控制单元的数据传递，可输入新的地址码工作区。

(7) 编制控制单元代码 07 功能

控制单元内存储的内容可通过 07 功能加以更改。控制单元的工作方式可被更换，以适应不同的发动机、变速器、车身或行走系统，或者适应不同国家的有关法规要求。

07 功能确认后，显示屏显示要求输入数值介于 000 和 127 之间的编码，必须是 3 位。输入编码后，控制单元便显示现在的控制单元代码和与之对应的服务站代码 (WSC)。

(8) 阅读测量数据块 08 功能

不同的控制单元可传输多种测量数据。这些数据值提供各系统的工作状况，即所连传感器的信息。由于这些数据不能同时传递，因此需要按各个显示小组划分，每个小组均可通过小组编号进行选择，输入显示小组编号后，用 Q 键确认，测量数据便在显示屏的下一行显示出来。非物理量的测量数据的输出必须输入显示小组编码 00。将显示的测量数据与标准值进行比较，便可以判断出故障所在。各小组的显示具体信息请参见四、故障诊断与排除的相关内容。

(9) 阅读单独测量数据块 09 功能

选择 09 功能，用 Q 键确认后，菜单提示输入通道号，通道号代表各控制系统中的特定传感器或其他部件。通道号用 2 位数字输入，并按下 Q 键确认输入指令，便显示出该通道的测量数据块的测量值。将测量值与标准值比较，即可判断出该传感器或其他部件及其连线是否有故障。

(10) 匹配 (自适应) 10 功能

操作者可通过此功能改变控制单元内用于某些车辆的匹配基本值。选择此项功能后，菜单提示输入通道号，通道号用 2 位数字输入，并用 Q 键确认输入指令。控制单元将显示当前所使用的匹配值，同时还显示出附属通道号。如输入通道号 10 后所显示的内容如图 8-61 所示。接着按动“→”键便显示如图 8-62 所示菜单，此时便可输入一个新的匹配值。输入时利用按键 1 或↓(每按一次匹配值在原值基础上减 1) 和按键 3 或↑(每按一次匹配值在原值基础上增加 1) 将匹配值以单位步进的方式加以更改，且可以检查控制单元的反应。在某些情况下，除匹配值外，还可在下一行观察到这一通道内排有的测量数据，显示方式取决于控制单元的方式。如果已得到正确的匹配值，必须用 Q 键确认此值，确认后菜单将显示如图 8-63 所示内容，询问是否存储新的匹配值，若存储按下 Q 键确认存储指令，新的匹配值便被传递给控制单元加以存储。

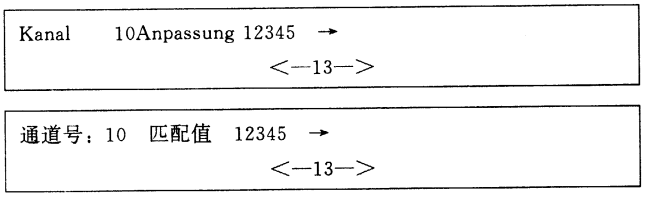


图 8-61 输入通道号所显示的内容

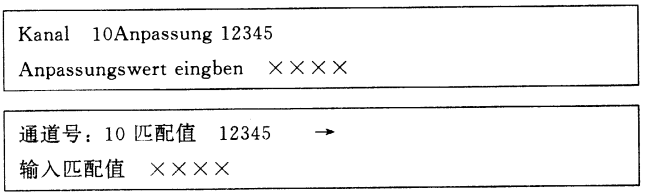


图 8-62 按下“→”键运行后所显示的菜单

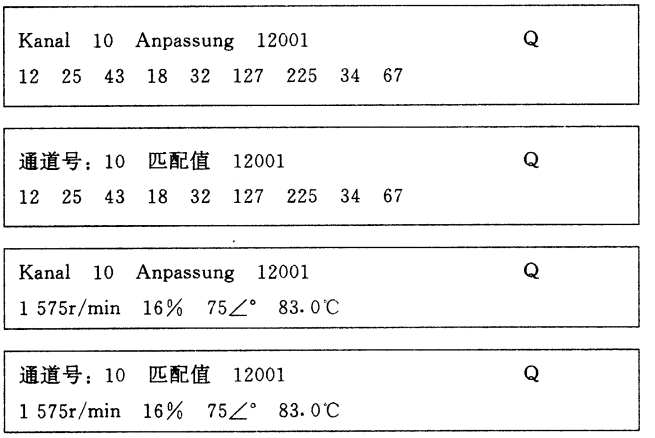


图 8-63 确认匹配值后显示的菜单

2. 闪光码输出

车上有些系统只可使用闪光码输出。仪器接通后，按下 2 键即可调出。通过按动“→”键，使闪光码输出进入工作状态，显示菜单如图 8-64 所示。接着阅读器等待从控制单元输出闪光码（故障记忆输出），闪光码以 4 位数字显示。控制单元内的信息完全传递后，与闪光码有关的文字说明在显示屏第二行显示出来，如图 8-65 所示。按动“→”键进行翻页，继续显示下一个故障。当故障记忆全部输出后，控制单元传出闪光码 0000，显示输出结束。闪光码输出前，按下“PRINT”键，闪光码输出便被打印出来。

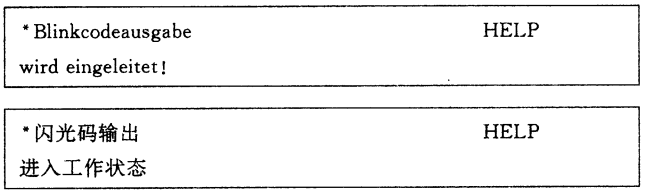


图 8-64 闪光码输出工作状态

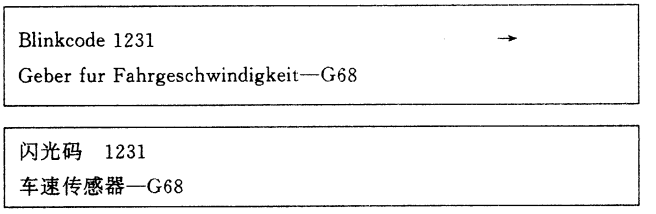


图 8-65 闪光码输出显示举例

3. 自我检测

故障检测仪可以在很宽范围内进行自检。接通仪器后，按下 3 键，仪器便开始自检。自检的内容有：

①显示并打印现有的程序卡类型；

②打印出服务站代码；

③操作显示的各部分由打印机输出；

④检查现有程序，显示并打印现有故障；

⑤键盘检查，操作各个按键并通过显示器检查，如有故障，显示器显示出来，当一个键上同样错误出现三次时，便可打印出故障；

⑥检查所有输入极和输出极（K 线和 L 线），接线如未接通，显示器上便显示出故障；

⑦检查所有输入极，显示器上应有电位显示（H/L），否则需检查诊断连线的输入极。

自检完成后，按下“→”键便结束自检。

4. 服务站代码

在选择 4 键，进入服务站代码模式下可显示、清除及输入（1—显示，2—清除，3—输入）服务站名称和地址。只有先将服务站代码输入后，才能进行“编制控制单元代码”和“改变匹配值”两种功能，上述两种功能执行过其中一种后，服务站的代码就再不能被清掉。

（1）服务站代码显示

在进入服务站代码模式后，选择 1（按下 1 键），存储的服务站代码便在显示屏上显示出来。接着按下“→”键，服务站名称、地址被显示出来。

（2）服务站代码清除

在服务站代码模式下，按下 2 键，显示屏提示是否清除服务站代码。要清除服务站代码，按下 Q 键即可。如不清除，按下“→”键即可。

（3）重新输入服务站代码

在服务站代码模式下，按下 3 键便可输入服务站代码和名称、地址，服务站代码用 5 位数形式输入，服务站的地址或名称可用两行各 40 个字符来进行输入。

四、故障诊断与排除

使用故障检测仪 V. A. G1551 或汽车系统测试仪 V. A. G1552 能很方便地诊断出控制系统的故障，捷达王轿车的自诊断接口位于中央继电器盘支架的右侧，如图 8-66 所示。仪器通过诊断连线 V. A. G1551/3 与车上诊断接口接通。

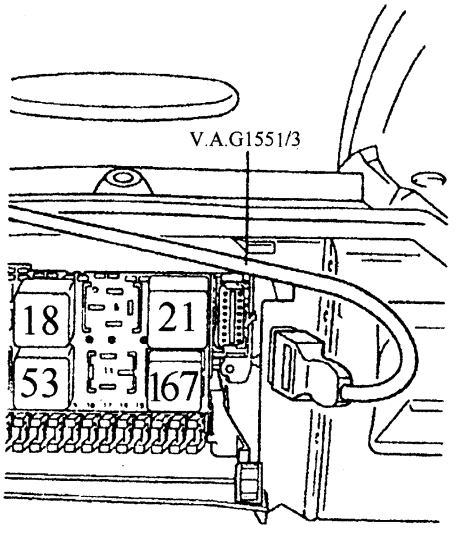


图 8-66　自诊断接口位置

仪器接通后，在快速数据传递模式下，输入地址码 01 选择发动机电子控制，用 Q 键确认后便自动显示控制单元信息（相当于前面介绍的 01 功能），具体信息如图 8-67 所示。

```
06A906018G  1, 61  R4/5V  MOTR  299  VXX  →
Codierung    04000                  wsc  0000
```

图 8-67　进入地址码 01 后显示的信息

图 8-67 中显示符号含义如下：

06A906018G：　Motronic 控制单元型号

1,61：　发动机排量为 1.6L

R4/5V：　发动机结构型式（4 缸直列式 5 气门）

MOTR：　系统标识（发动机）

299：　程序号

VXX：　数据版本号

Codierung0400：　控制单元编码 0400

WSC：　服务站代码

按下“→”键，故障检测仪就进入快速数据传递下的功能选择模式。为了便于记忆，将各功能选择的测试条件列于表 8-6 中。

表 8-6　各功能选择的测试条件

功　能	前　提　条　件	
	发动机停转，点火开关打开	发动机怠速运转
02 查询故障存储器	是	是
03 执行元件诊断	是	否
04 基本调整	是[1)]	是[2)]
05 清除故障存储器	是	是
06 结束输出	是	是
08 读取测量数据块	是	是
09 读取单个测量数据[3)]	×	×
10 自适应[3)]	×	—

注：

1）必须在下述工作完成后进行：更换控制单元、节气门控制单元、或拆下蓄电池接线。

2）仅在冷却液温度高于 80℃时能进行，在此之前这项功能锁止。

3）目前仅用于厂内检测。

（一）查询故障记忆

查询故障记忆，选择 02 功能即可完成。但必须注意的是，对于偶发故障在显示屏上显示时带有“/SP”标记。发生偶然性故障的原因可能是接触不良或线路瞬间中断。如果一个偶发故障在 35 次的发动机起动当中不再出现，则它会从故障记忆系统中消除。每一次故障排除后要用 05 功能清除以前的故障记忆。

1. 故障种类

自诊断系统中所记忆（储存）的故障，可以有不同的原因，一般情况下自诊断能够识别故障种类，如无信号、对地短路、对正极短路等，但对于某些故障则不能区别出故障种类。下面举例说明这个问题。

例 1：进气温度传感器（G72）的监控。

在完好的系统中，自诊断通过微处理器 MPU 从 G72 中测得 0.1～5.0V 之间的电压信号，此时表示该传感器工作正常，无故障记录。

①如果在导线、插头或部件本身有对地短路点，如图 8-68 所示，自诊断检测值始终为 0V，此时故障记录为：对地短路；

②断路，如果电路中有断路处，如图 8-69 所示，自诊断检测值始终为 5V；

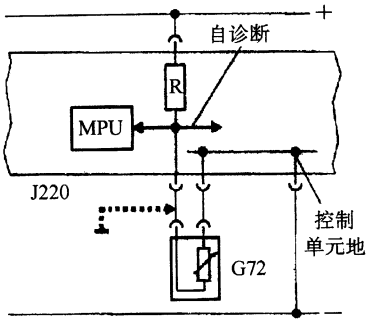


图 8-68　对地短路故障

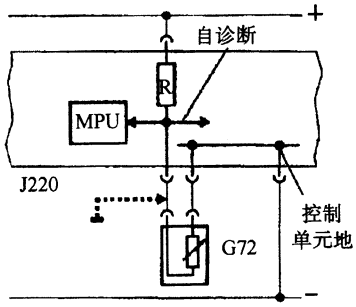


图 8-69　断路故障

③对正极短路，如果在导线、插头或部件本身有对正极短路点，如图 8-70 所示，自诊断检测值也始终为 5V。

由此可见，对“断路”和“对正极短路”两种故障，自诊断检测值相同，所以，对于检测点在被监控元件正端的，自诊断不能区分“断路”和“对正极短路”两种故障，有其中一种出现便被记录为：断路/对正极短路。

例 2：活性炭罐电磁阀 N80 的监控

在完好的系统中，自诊断按照 N80 的动作，通过微处理器 MPU 测试交变的正和负信号（参见图 8-71），此时故障无记录。

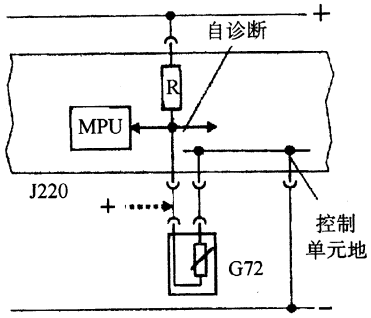


图 8-70　对正极短路

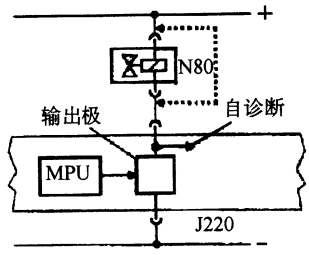


图 8-71　对正极短路故障

①对正极短路，如果在导线、插头或部件本身有对正极短路点，如图 8-71 所示，自诊断检测值始终为正，故障记录便为：对正极短路；

②断路，如果电路中有断路点，如图 8-72 所示，自诊断检测值始终为 0V；

③对地短路，如果在导线、插头或部件本身有短路点，如图 8-73 所示，自诊断检测值也始终为 0V。

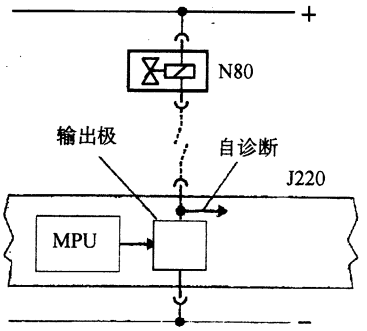


图 8-72　断路故障

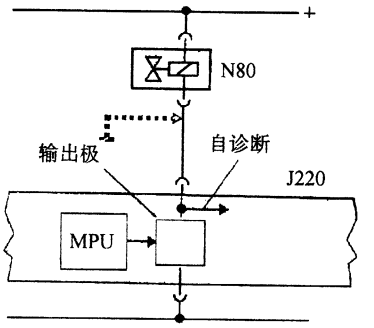


图 8-73　对地短路故障

所以，对于检测点在被监控元件负端的，自诊断不能区分“断路”和“对地短路”故障，这两种故障有一种出现，便被记录为“断路/对地短路”。

3. 故障表

故障表是按照打印机输出的 5 位故障码排列的，已译成中文。具体内容见表 8-7。

表 8-7　故障代码表

故障代码	V. A. G1551 或 V. A. G1552 显示信息	故障原因	故障现象	排除方法
	无故障	如果车辆上有故障，故障没有被诊断识别		
00282	怠速电机 V60 输出打不开/对地短路	怠速电机导线对地短路	冷起动性能不好 冷车怠速不稳 怠速不稳 负荷交变	检查怠速电机 V60；检查节气门控制单元 J338
	怠速电机 V60 输出打不开/正极短路	怠速电机对蓄电池正极短路 导线短路 怠速调节超过极限值		
	怠速电机 V60 短路	导线与怠速电机之间短路 怠速电机内部短路		
00513	发动机转速传感器 G28 无可靠信号	G28 松动 传感器齿轮松动	发动机停转	检查 G28 的牢固性；检查传感器靶轮牢固性
	发动机转速传感器 G28 无信号	信号导线断路或对地短路，或正极短路 接地线断路或对正极短路 G28 松动或损坏 G28 的护板导线断路	发动机起动不着 发动机停转	检查 G28
00515	霍尔传感器 Q40 对地短路	Q40 与发动机控制单元之间的连接导线对地短路 Q40 损坏	发动机在负荷时动力输出不足 废气排放值不正常 油耗高	检查 Q40
	霍尔传感器 Q40 断路/对正极短路	Q40 与发动机控制单元之间的信号连接线有短路或对正极短路 Q40 损坏 窗口位置错位		

续表

故障代码	V. A. G1551 或 V. A. G1552 显示信息	故障原因	故障现象	排除方法
00516	怠速开关 F60 对地短路	导线对地短路 F60 损坏	怠速不良 起动时行驶性能不良	进行基本调整：检查 F60；检查节气门控制单元
	怠速开关 F60 断路/对正极短路	接地线有断路点 导线对正极短路 F60 损坏		
00518	节气门电位计 G69 对地短路	导线对地短路 G69 损坏	供油不良 负荷交变 废气排放值升高 对全负荷不能识别 功率及转矩损失	进行基本调整；检查 G69；检查节气门控制单元
	节气门电位计 G69 断路/对正极短路	接地线有断路点 导线对正极短路 G69 损坏		
	节气门电位计 G69 不可靠信号	接触不良 G69 损坏		
00522	冷却液温度传感器 G62 对地短路 冷却液温度传感器 G62 断路/对正极短路	导线对地短路 G62 损坏 接地线中有断路点 导线对正极短路 G62 损坏	冷起动性能不好 热起动性能不好 无怠速转速自适应 油耗升高	检查 G62
	冷却液温度传感器 G62 不可靠信号	G62 损坏		
00524	爆震传感器 1—G61 断路/对地短路	导线断路或对地短路 G61 损坏	功率降低 油耗升高	检查 G61
00525	氧传感器 G39 无信号	导线断路或对地短路 G39 损坏	氧传感器无调节 有汽油味 油耗升高 行驶性能不好 废气排放值升高	检查氧传感器及调节
	氧传感器 G39 对地短路	导线对地短路 G39 损坏		
	氧传感器 G39 对正极短路	导线对正极短路 G39 损坏		
	氧传感器 G39 不可靠信号	G39 损坏		
00527	进气温度传感器 G72 对地短路	导线对地短路 G72 损坏	热起动性能不好 废气排放值升高	检查 G72
	进气温度传感器 G72 断路/对正极短路	导线接地线中有断路点 导线对正极短路 G72 损坏		
00530	怠速节气门电位计 G88 断路/对正极短路	接地线中有断路点 导线对正极短路 G88 损坏	冷起动性能不好 怠速转速不在允许范围内 冷车怠速不良 怠速不稳	检查 G88；检查节气门控制单元
	怠速节气门电位计 G88 对地短路	导线对地短路 G88 损坏		
00532	电源电压信号太高	蓄电池电压超过 16V		检查发电机
	电源电压信号太低	蓄电池低于 10V		检查蓄电池充电状况

续表

故障代码	V. A. G1551 或 V. A. G1552 显示信息	故障原因	故障现象	排除方法
00533	怠速调节超过自适应界限	节气门控制单元的节气门支管变脏 V_{60}卡死 进气系统密封不良	怠速转速不在允许范围内	清洗节气门控制单元节气门支管；检查节气门控制单元；检查进气系统的密封性（漏气）
00540	爆震传感器 2—G66 断路/对地短路	导线断路或对地短路 G66 损坏	功率降低 油耗升高	检查 G66
00543	转速超过最大值	转速超过 7 000r/min	可能发动机有故障	检查发动机故障并清除故障存储器
00553	空气流量计 G70 断路/对地短路	导线断路或对地短路 G70 损坏	功率降低 油耗升高 废气排放值升高	检查 G70；检查进气系统密封性
	空气流量计 G70 对正极短路	导线对正极短路 G70 损坏 空气流量计 G70 与发动机之间漏气		
	空气流量计 G70 不可靠信号	G70 变脏 G70 损坏		
00561	混合气自适应超过自适应界限	燃油系统压力太低 空气流量计信号错误 排气装置到催化反应器密封不良 空气流量计后有漏气处 喷油阀烧焦	车辆有时抖动 油耗升高 怠速有时不好	给汽车加油，并检查燃油系统压力；检查空气流量计；消除密封不良现象；检查进气系统密封性（漏气）；检查喷油量
	混合气自适应低于自适应界限	燃油系统压力太高 空气流量计信号错误 机油中有燃油 喷油阀密封不良	车辆有时抖动 油耗升高 怠速有时不好 有黑烟，火花塞积碳	给车加油，检查燃油系统密封性；检查空气流量计；在进行一次长时间远距离行驶后或更换一次机油后消失；读取测量数据块，显示组 008；检查喷油量
00577	爆震调节，1 缸超过调节界限	燃油质量不好 发动机有不正常噪声 爆震传感器屏蔽板导线断路 插头接触不良 爆震传感器拧紧力矩不正确	油耗高 功率降低 发动机运转不稳 不能达到最高车速	要加注标号最低为 91ROZ 的汽油；检查爆震传感器；读取测量数据块，显示组 014 及 015；拧紧爆震传感器（20N·m）
00578	爆震调节，2 缸超过调节界限	见故障代码 00577	见故障代码 00577	见故障代码 00577
00579	爆震调节，3 缸超过调节界限	见故障代码 00577	见故障代码 00577	见故障代码 00577
00580	爆震调节，4 缸超过调节界限	见故障代码 00577	见故障代码 00577	见故障代码 00577
00625	速度信号无信号	速度传感器无信号输出	行驶性能不好	检查速度传感器
00635	氧传感器加热器断路/对地短路	导线断路/对地短路 G39 损坏	有汽油味	检查氧传感器加热器
	传感器加热器对正极短路	对正极短路 G39 损坏		

续表

故障代码	V. A. G1551 或 V. A. G1552 显示信息	故障原因	故障现象	排除方法
00668	车上正极电压 30 号线信号太小	蓄电池接线已拆除 控制单元上的正极电源线脱开或导线断路	喷油、节气门控制单元和高度的自适应值被清除 起动问题 行驶性能不好	检查发动机控制单元正电压
01165	节气门控制单元 J338 基本调整错误	发动机控制单元没有与节气门控制单元调整匹配 基本调整没有进行到底，如：由于在此过程中操作起动机或者节气门卡死	怠速转速不在允许范围内	进行基本调整
01177	发动机控制单元损坏	控制单元内部损坏	行驶性能不好 发动机停机	更换 J220
01247	活性炭罐 N80 电磁阀断路/对地短路	导线断路或对地短路 N80 损坏	部分负荷时有时发抖 有汽油味	检查 N80
	活性炭罐 N80 电磁阀对正极短路	导线对正极短路 N80 损坏		
01249	1 缸喷嘴 N30 对地短路	通向控制单元的导线对地短路 喷油阀坏，有短路	排放值升高 起动性能不好 行驶性能不好 供油不好 怠速不稳	检查喷嘴 N30
	1 缸喷嘴 N30 断路/对正极短路	导线断路或通向控制单元的导线中有对正极短路		
01250	2 缸喷嘴 N31 对地短路	见故障代码 01249	见故障代码 01249	检查喷嘴 N31
	2 缸喷嘴 N31 断路/对正极短路	见故障代码 01249		
01251	3 缸喷嘴 N32，见故障代码 01249	见故障代码 01249	见故障代码 01249	检查喷嘴 N32
01252	4 缸喷嘴 N33，见故障代码 01249	见故障代码 01249	见故障代码 01249	检查喷嘴 N33
01259	燃油泵继电器 J17 断路/对地短路	在 J17 和控制单元之间导线有断路或对地短路 J17 正极电压无 J17 损坏	有断路点：发动机不转 有对地短路：发动机继续运转；点火开关打开时，电流大，因为继电器始终吸合，燃油泵始终工作	检查 J17
	燃油泵继电器 J17 对正极短路	J17 和控制单元之间的导线有对正极短路		

（二）执行元件诊断

利用执行元件诊断功能可以按下列顺序进行执行元件的故障诊断：

①1 缸喷嘴（N30）；②2 缸喷嘴（N31）；③3 缸喷嘴（N32）；④4 缸喷嘴（N33）；⑤活性炭罐 N80；电磁阀 1。

1. 诊断所需仪器及辅助工具

①故障检测仪 V. A. G1551 或汽车系统检测仪 V. A. G1552 及导线 V. A. G1551/3；

②检测仪 V. A. G1598/22；

③手动万用表 V. A. G1526 或万用表 V. A. G1715；

④成套辅助接线 V. A. G1594。

2. 检测说明

①检测必须在 15 号熔断器正常的情况下进行；

②只能在发动机停转且点火开关打开的情况下进行；

③当发动机起动或有转速脉冲信号时，执行元件诊断即被中止；

④通过声音或接触来检查执行元件，要保持环境安静；

⑤在重新进行执行元件诊断之前，不必短时间起动发动机，只需关闭点火开关约 20s 即可；

⑥在整个执行元件诊断期间，电动汽油泵一直在工作；

⑦执行元件诊断在 10min 后终止。

3. 诊断方法

接通故障检测仪 V. A. G1551 (V. A. G1552)，打开点火开关，用地址码“01”选择发动机控制单元，接着选择执行元件诊断 03 功能，用 Q 键确认后便进入了执行元件的诊断。

(1) 喷嘴的诊断

当显示屏上显示对某缸喷嘴进行诊断时，此时需旋转节气门控制单元上的节气门操纵机构，当怠速开关打开时，该缸喷嘴将发出开闭 5 次的“咔嚓”声。如果没有“咔嚓”开闭声，说明喷嘴没有被控制，应检查该缸喷嘴。

喷嘴的诊断是从 1 缸开始，每次按下“→”键便切换到下一个喷嘴的诊断。

(2) 活性炭罐 N80 电磁阀的诊断

在四个喷嘴诊断结束后，接着按下“→”键便进入了活性炭罐 N80 电磁阀的诊断。诊断时，必须能听到电磁阀的“咔嚓”开闭声，如果没有反应，则说明电磁阀没有被控制，应按下列方法进行电磁阀和接线情况检查。

①按图 8-74 所示，从电磁阀 2 上拔下插头 1，并将二极管电笔 V. A. G1527 和 V. A. G1594 的辅助导线接到拔下的插头上，发光二极管应闪亮，如果发光二极管闪亮，可按下阅读器的“→”键，并输入 06 结束输出，关闭点火开关，更换电磁阀。如果发光二极管不亮，按②继续进行检查；

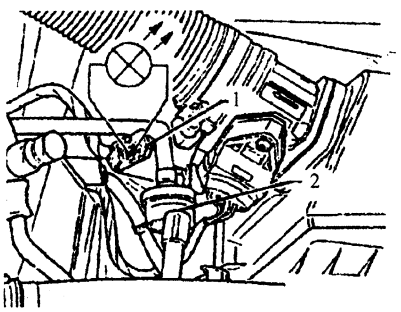


图 8-74 判断电磁阀故障

1-插头；2-电磁阀

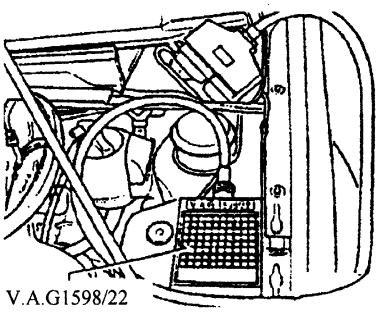


图 8-75 检查线路

②把控制单元接线插头拔下，将检测仪 V.A.G1598/22 接到控制单元线束上，如图 8-75 所示。按照电路图检查检测仪插孔 15 和电磁阀的两孔插头端子 1、控制单元与电磁阀之间的导线是否有断点，导线电阻值最大为 1.5Ω；同时还要检查导线对蓄电池正极和负极是否短路，检查两孔插头的端子 2 与继电器之间的导线是否有断路，导线电阻值最大为 1.5Ω。如果确定线路没有故障，则应更换控制单元 J220。

（三）基本调整

利用基本调整可在点火开关打开时将多点喷射控制单元与节气门控制单元匹配一致。选择 04 功能，进入基本调整，选择显示组 98，用 Q 键确认，怠速电机进入应急运行，从最小至最大位置运行，控制单元将各自的节气门角度储存到永久性存储器中，该过程持续最多 10s，紧接着节气门短时间内处于起动位置，然后关闭。如果基本调整被控制单元中断，可能由以下原因引起：

①节气门由于脏污（如积碳）或节气门拉线调整错误等原因不能达到怠速机械锁止点位置；

②蓄电池电压太低；

③节气门控制单元或导线连接损坏。

基本调整中断后，“节气门单元 J338 基本调整有故障”就存储到故障存储器中，在下一次打开点火开关时，基本调整再自动进行一次。

（四）测量数据块

1. 检测条件

①冷却液温度达到 80℃；

②关闭各用电设备（散热器风扇在检测过程中不允许运转）；

③关闭空调；

④故障存储器中无故障记忆。

2. 检测方法

接通仪器后，使发动机怠速运转，用地址码 01，选择发动机电控单元，利用 08 功能读取测量数据块。

3. 显示一览表

（1）显示组 00

在显示组 00 中所有的显示值以十进制给出（无物理单位），在其他显示组中显示值以物理量给出，显示组中的显示值可用于故障诊断。

显示组 00 显示举例如图 8-76 所示；显示组 00 各显示区的内容如图 8-77 所示。

Nesswertblock lesen 0 →									
170	26	80	176	4	118	112	78	242	118
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

图 8-76　显示组 00 显示举例

显示组 00（10 进制显示值）

显示区										规定值	相当于
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
									氧传感器调节自适应值（减）	118...138	−8...+8%
									氧传感器调节自适应值（加）	2242...255bzw 0...13（或）	−0.64... +0.64ms
							氧传感器调节值			78...178	−10...+10%
						怠速空气流量自适应值				112...144	−4...+4kg/h
					怠速空气流量调节值（怠速调节器）					118...138	−2.5... +2.5kg/h
				节气门角度						4...12	2...5°
			蓄电池电压							176...212	12...14.5V
		发动机转速								80...88	800...800r/min
	发动机负荷									26...50	1.3...2.5ms
冷却液温度										170...210	80...110℃

图 8-77　显示组 00 基本功能

（2）显示组 001

显示组 001 基本功能如图 8-78 所示。其中发动机负荷给出的是怠速时的喷油时间，单位是毫秒（ms）。

读取测量数据块 1 →				▼显示屏显示
800...880 r/min	1.3...2.5 ms	2...5∠° V.OT（上止点前）	6...12°	
			点火提前角	
		节气门角度 加速踏板踩到底时显示为 80...90∠° 只要识别出节气门故障，不显示一个固定值 35∠°		
	发动机负荷			
怠速转速每 40 步显示变化一次				

图 8-78　显示组 001 基本功能

显示组 001 各显示区故障参见表 8-8。

表 8-8　显示组 001 故障一览表

显示区	V.A.G1551 上的显示	故障原因	排除故障方法
1	小于 800r/min	发动机有额外负荷 节气门控制单元卡死或损坏	消除负荷（空调、动力转向等）；检查节气门控制单元
	大于 800r/min	怠速开关 F60 没有关上或损坏 有较严重漏气 节气门控制单元卡死或损坏 空调装置没有关闭	查询故障存储；消除漏气；检查节气门控制单元；关闭空调装置

续表

显示区	V.A.G1551 上的显示	故障原因	排除故障方法
2	小于 1.3ms	较小的值仅在超速切断工况时出现	
	大于 2.5ms	空气流量计损坏 节气门控制单元损坏 用电设备用电 转向盘位于终止点（动力转向工作）	查询故障存储；检查节气门控制单元；关闭用电设备；将转向盘转到中间位置
3	小于 2∠°	不可能	
	大于 5∠°	没有进行节气门控制单元的基本调整 节气门控制单元的节气门电位计损坏或调整不正确 调整节气门拉线 节气门悬挂	对节气门控制单元进行基本调整；查询故障存储器；检查节气门控制单元；调节节气门拉线
4	小于上止点前 6°	用电器用电 转向盘在终止位置 漏气	关闭用电器；将转向盘调到中间位置；检查进气系统的密封性

（3）显示组 002

显示组 002 基本功能如图 8-79 所示。显示区 2 所显示的喷油时间与吸入的空气量和怠速时发动机负荷相适应。这是一个计算的理论值，它只指曲轴转一周时的情况。怠速时发动机负荷是指要克服的发动机自身摩擦及邻近结构之间的摩擦。吸入的空气量在显示区 4 中表示出来。显示区 3 给出的喷油时间是指一个完整工作循环，即曲轴转 2 周的喷油时间。但显示区 3 中的喷油时间值并不是显示区 2 中值的 2 倍，而是一个经过校正的实际喷油时间。校正影响因素有氧传感器调节、来自活性炭罐的燃油供给、空气密度、空气温度以及电源电压等。

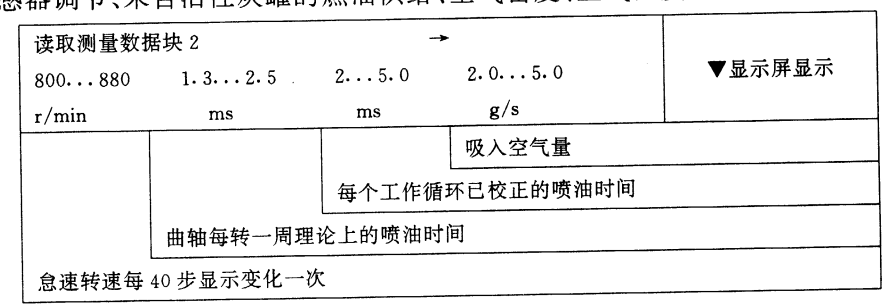


图 8-79　显示组 002 基本功能

显示组 002 各功能显示区故障见表 8-9。

表 8-9　显示组 002 故障一览表

显示区	V.A.G1551 上的显示	故障原因	排除故障方法
1	见显示组 001，显示区 1	见显示组 001，显示区 1	见显示组 001，显示区 1
2	见显示组 001，显示区 2	见显示组 001，显示区 2	见显示组 001，显示区 2
3	小于 2.0	来自活性炭滤清器的油量太多 安装的喷油有错误，流量太大	检查活性炭罐电磁阀；检查喷油量
	大于 5.0	由于使用用电设备、空调或动力转向而使发动机负荷升高	消除负荷

续表

显示区	V. A. G1551 上的显示	故障原因	排除故障方法
4	小于 2.0	在进气管与空气流量计之间有较严重的漏气	检查进气系统密封性
	大于 5.0	发动机有额外负荷	消除负荷（空调、动力转向等）

（4）显示组 003

显示组 003 的基本功能如图 8-80 所示。显示区 4 不能给出规定值，因为显示值受环境影响很大。

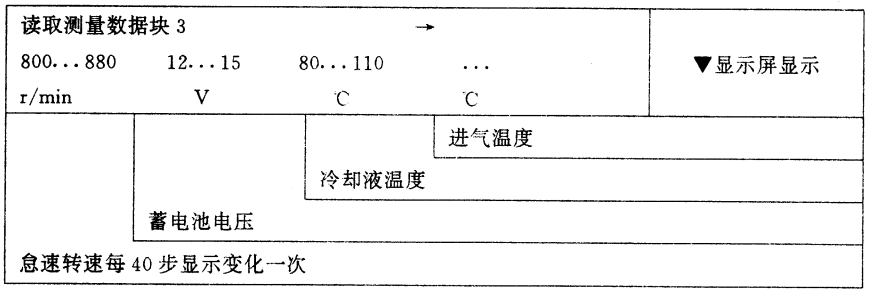


图 8-80 显示组 003 基本功能

显示组 003 各显示区故障参见表 8-10。

表 8-10 显示组 003 故障一览表

显示区	V. A. G1551 上的显示	故 障 原 因	排除故障方法
1	见显示组 001，显示区 1	见显示组 001，显示区 1	见显示组 001，显示区 1
2	小于 12V	发电机损坏，蓄电池严重亏电 起动后短时间内蓄电池由于大充电电流和额外负荷而被加载 发动机控制单元的正极或接地有接触电阻 关闭点火时耗电	检查电压，给蓄电池充电；将转速提高几分钟，关闭多余的用电设备；检查发动机控制单元正电连线；消除耗电
	大于 15V	发电机电压调节器损坏 由于辅助起动或快速充电而使电压过大	检查电压，必要时更换调节器；查询故障存储器
3	小于 80℃	发动机太冷 冷却液温度传感器或通向发动机控制单元的导线有故障	必要时进行试车；检查冷却液温度传感器
	大于 110℃	散热器脏污 散热器风扇不转 冷却液节温器损坏 冷却液温度传感器或通往发动机控制单元的导线有故障	清洗散热器；检查风扇功能；检查冷却液节温器；检查冷却液温度传感器
4	恒定值 19.5℃	进气温度传感器有故障	检查故障存储器；检查进气温度传感器

（5）显示组 004

显示组 004 的基本功能如图 8-81 所示。显示区 2 所显示的值表明了怠速稳定偏离设计给

定的平均值的“自适应”程度。在新发动机上该值由于摩擦力较大的原因而处于负值区域。-1.7g/s的数值与显示组005中的值太低有关，显示区3表明漏气。此处显示的值不是在空气流量计上测量到的，而是从节气门电位计的信号计算出来的。

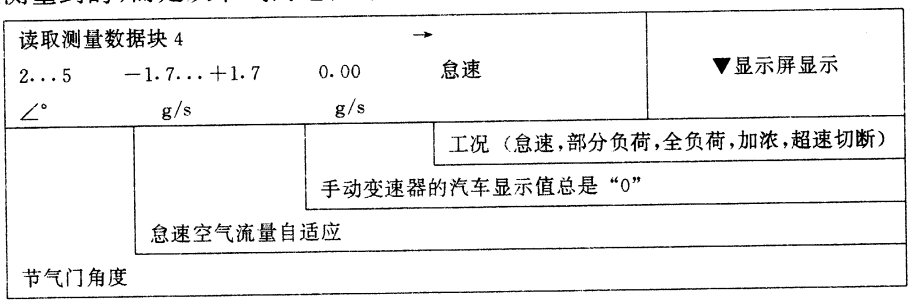


图8-81 显示组004基本功能

显示组004各显示区故障一览表参见表8-11。

表8-11 显示组004故障一览表

显示区	V.A.G1551上的显示	故障原因	排除故障方法
1	见显示组001，显示区3	见显示组001，显示区3	见显示组001，显示区3
2	低于-1.7g/s	通向节气门有漏气	检查进气密封性
	高于+1.7g/s	有额外负荷 进气区域有堵塞或异物	关闭空调等用电设备

(6) 显示组005

显示组005的基本功能（怠速稳定）如图8-82所示。显示区3中，转速不变时通过改变怠速时的负荷，来提供所必须的怠速空气量。怠速空气量的变化用“%”表示。只要怠速稳定的自适应过程平衡了这个变化，平均值就又调节出来。偏离平均值的程度取决于负荷变化量（比如用电设备的开和关）。自适应过程是以很小的步距随着怠速开关的每次关闭进行的。偏差较大时需要多步，为此必须每隔20s，轻击加速踏板（给油），这样每次就能再进行一步自适应过程。自适应偏离值在显示组004，显示区2中的自适应值到了极点，则怠速调节的值在允许公差之外。

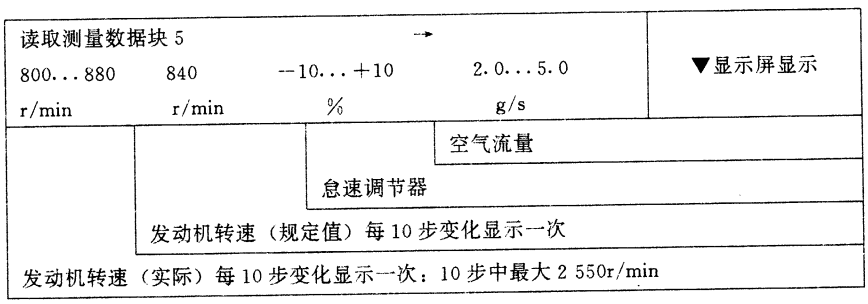


图8-82 显示组005基本功能

(7) 显示组006

显示组006基本功能如图8-83所示。显示区3的显示值必须在0值附近变动，如果显示恒定值0，则氧传感器调节切换为控制，因为在氧传感器调节上有故障。

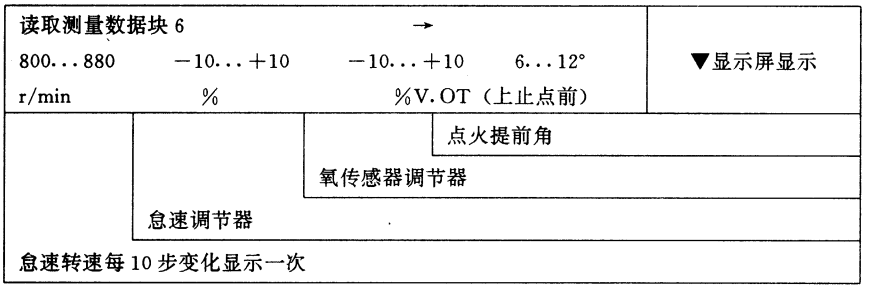


图 8-83 显示组 006 基本功能

显示组 006 功能显示区故障见表 8-12。

表 8-12 显示组 006 故障一览表

显示区	V.A.G1551 上的显示	故 障 原 因	排除故障方法
1	见显示组 001，显示区 1	见显示组 001，显示区 1	见显示组 001，显示区 1
2	见显示组 005，显示区 3	见显示组 005，显示区 3	见显示组 005，显示区 3
3	超出允许范围	负值，混合气太浓，影响氧传感器调节变稀 正值，（“+”号不显示）混合气太稀，影响氧传感器加浓 漏气 喷油阀坏 氧传感器自适应值到极限值	等待 30s，至显示值稳定；消除漏气；检查喷油阀；检查氧传感器自适应值，显示 008
4	见显示组 001，显示区 4	见显示组 001，显示区 4	见显示组 001，显示区 4

(8) 显示组 007（氧传感器调节及燃油箱通风——AKF 系统）

显示组 007 基本功能如图 8-84 所示。显示区 2 中的电压信号“混合气太浓（剩余氧少）”为 0.7～1.0V（相当于参考流量）；电压信号“混合气太稀（剩余氧多）”为－0.1～＋0.3V（相当于参考流量）。在从“太浓”向“太稀”过渡或相反过程中（$\lambda=1.1$）电压产生一个由 0.7V～1.0V 向－0.1～＋0.3V 的跃变或相反的跃变，由于电压变化急剧，λ 调节不能保持相当于 $\lambda=1.0$ 的理想混合气浓度。调节始终在“略稀”和“略浓”之间摇摆。

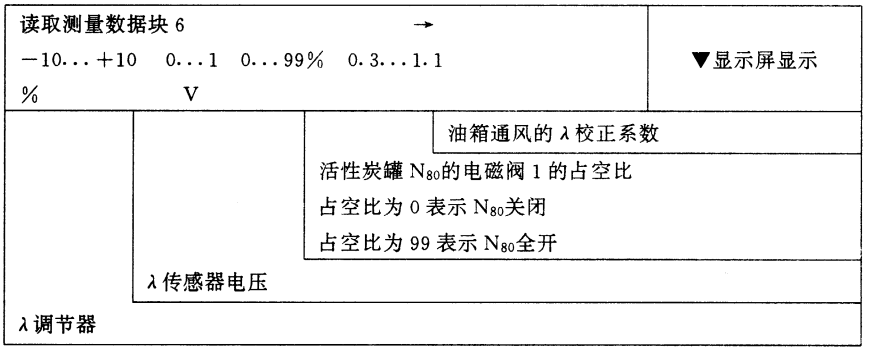


图 8-84 显示组 007 基本功能

在显示区 4 中，显示值为 0.3 时，发动机得到来自 AKR（燃油箱通风）系统的很浓的混合气。因此 λ 调节必须将喷油量减少 30%；显示值为 1.0 时，来自 AKF 系统的为理想混合气（不

需要加浓或变稀），或者 AKF 阀关闭（显示组 008，显示区 4）。显示值 1.01～1.2V 时，来自 AKF 系统的混合气太稀，λ 调节必须加浓。

（9）显示组 008（λ 自适应）

显示组 008 的基本功能如图 8-85 所示，在显示区 2 和 3 中，较低的值表示混合气太浓，λ 调节变稀；较高的值表示混合气太稀，λ 调节加浓。当控制单元断电时所有自适应值复位。

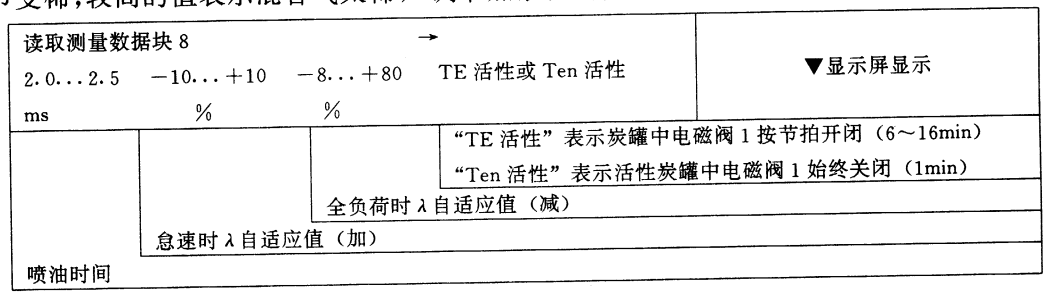


图 8-85 显示组 008 基本功能

显示组 008 各显示区故障参见表 8-13。

表 8-13 显示组 008 故障一览表

显示区	V.A.G1551 上的显示	故障原因	排除故障方法
1	见显示组 002，显示区 3	见显示组 002，显示区 3	见显示组 002，显示区 3
2	λ 自适应值低	在 λ 部分负荷自适应值正常时 λ 怠速适应值低：可能机油稀释 喷嘴损坏 燃油压力太高 活性炭罐电磁阀 1 始终开启 空气流量计损坏 λ 传感器加热器损坏或 λ 传感器脏污	经过长距离不间断行驶后或经过一次更换机油后消失；检查喷嘴；检查燃油压力；检查活性炭罐电磁阀；检查空气流量计；检查 λ 传感器加热器
3	λ 自适应值高	λ 部分负荷自适应值不高时 λ 怠速自适应值高：可能进气管有漏气处 喷嘴堵塞 空气流量计损坏 燃油压力低 空气流量计与节气门之间有漏气 歧管密封垫有漏气 λ 传感器加热器损坏或 λ 传感器脏污	检查进气密封性；检查喷嘴；检查空气流量计：检查燃油压力；检查 λ 传感器加热器

（10）显示组 009（λ 自适应值）

显示组 009 基本功能如图 8-86 所示。

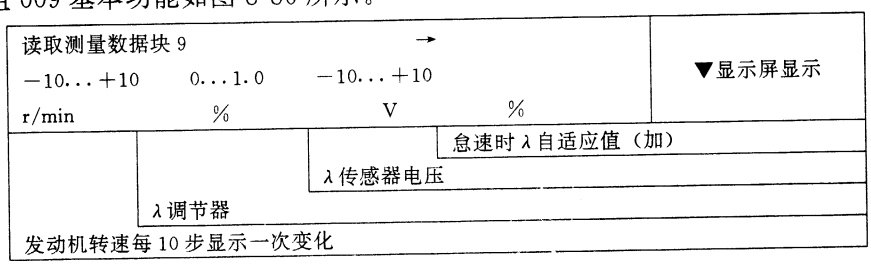


图 8-86 显示组 009 基本功能

(11) 显示组 010（油箱通风）

显示组 010 基本功能如图 8-87 所示。显示区 4 是油箱通风（AKF）系统的体积比例，它是相对于吸入的总体积而言的。

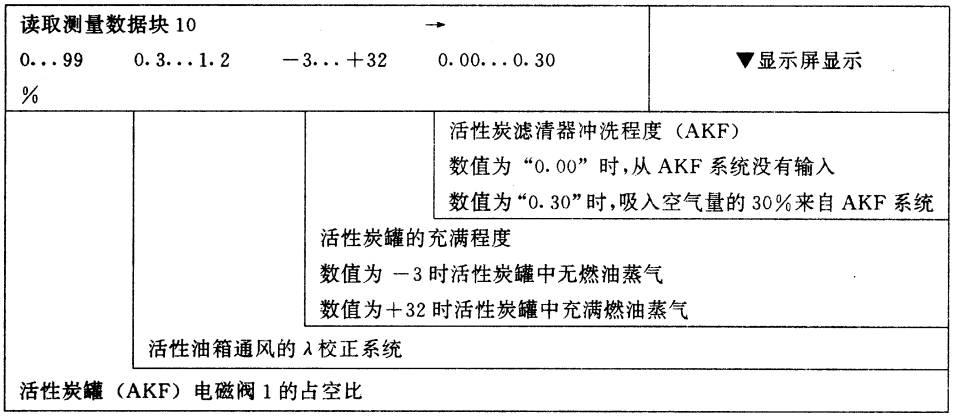


图 8-87 显示组 010 基本功能

(12) 显示组 011（燃油消耗）

显示组 011 的基本功能如图 8-88 所示。显示区 2 是发动机负荷。海拔高度每升高 1 000m，发动机最大负荷降低约 10%。外界温度很高时发动机最大负荷同样会降低，最大幅度可降低 10%。全负荷行驶时必须达到下列值：4 000r/min 时约 7.5ms；6 000r/min 时约 6.5ms。

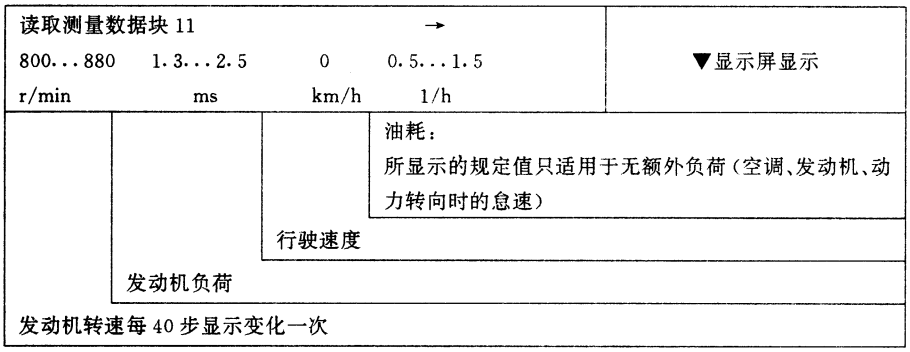


图 8-88 显示组 011 基本功能

(13) 显示组 013（爆震调节）

显示组 013 的基本功能如图 8-89 所示。

爆震调节在发动机负荷大于 40%后起作用。发动机负荷超过 40%时显示当时的点火提前角减小值，低于 40%时恒定显示最后使用的值。在有可能听到爆震声但无点火提前角减小识别时，为能识别爆震传感器故障（诊断），将转速提高到超过 3 500r/min。如果一个缸的点火提前角减少值明显与其他缸的值有偏差，则有可能由其他结构总成松动、连接插头锈蚀、发动机故障（如损坏的活塞处有机油燃烧）等引起。

(14) 显示组 014（爆震调节）

显示组 014 的基本功能如图 8-90 所示，利用这个显示组可以在一定的转速和负荷下检查 1 缸和 2 缸的点火提前角减小情况。

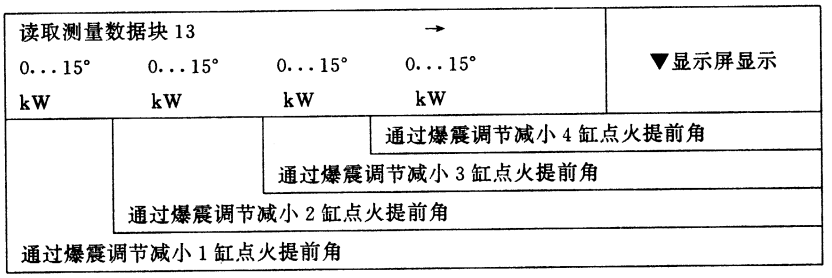


图 8-89　显示组 013 基本功能

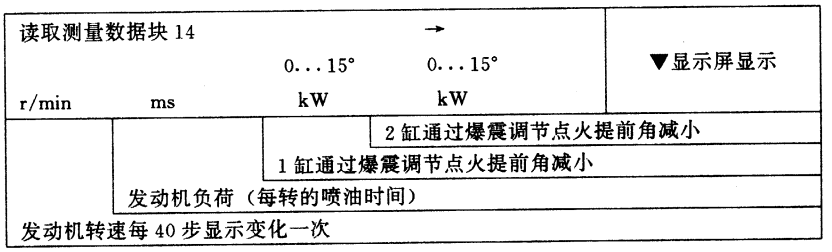


图 8-90　显示组 014 基本功能

(15) 显示组 015（爆震调节）

显示组 015 的基本功能如图 8-91 所示。利用这个显示组可以在一定的转速和负荷下检查 3 缸和 4 缸的点火提前角减小清况。点火提前角减小的原因见显示组 013。

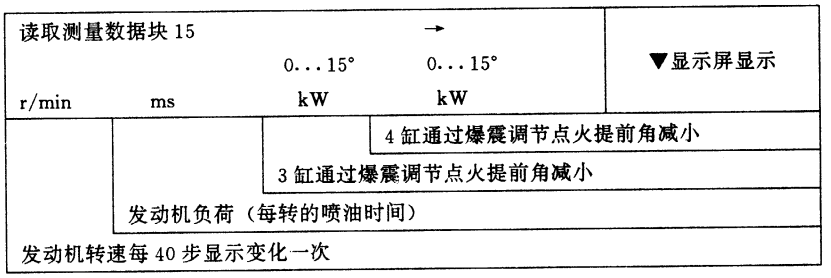


图 8-91　显示组 015 基本功能

(16) 显示组 016（爆震调节）

显示组 016 的基本功能如图 8-92 所示。在显示组 016 中，如果爆震传感器信号的最小值和最大值之间的差超过 50%，则原因可能是连接插头处锈蚀。如果对爆震传感器进行电路方面的检查，其电线的接头都无异常，则检查发动机附加装置是否松动及本身是否有故障。在高转速和大负荷时所显示的爆震传感器信号电压值可达 5.1V。

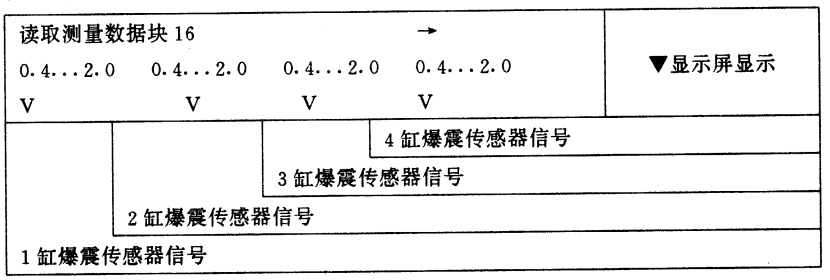


图 8-92　显示组 016 基本功能

(17) 显示组 018（海拔高度自适应）

显示组 018 的基本功能如图 8-93 所示。发动机控制单元将来自空气流量计的负荷信号与一个由节气门角度和转速计算出来的负荷值相比较，由二者的差异给出高度校正系数。在超出海平面 400m 和普通气候条件下，不要求有高度校正系数。在海平面处校正系数为 0%；2 000m 高度处校正系数约为－20%。高度自适应会影响起动时喷油量的确定和进气管脉动平衡。

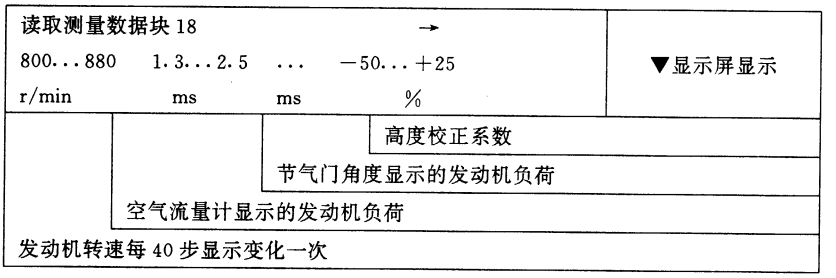


图 8-93 显示组 018 基本功能

(18) 显示组 020（工况）

显示组 020 的基本功能如图 8-94 所示。在显示区 2 中如果燃油质量不好（低于 91ROZ），则点火提前角切换到低辛烷值特征曲线区域，显示屏显示：00000100EIN（开），关闭点火后又重新切断了低辛烷值的切换，显示屏显示：00000000AUS（关）。

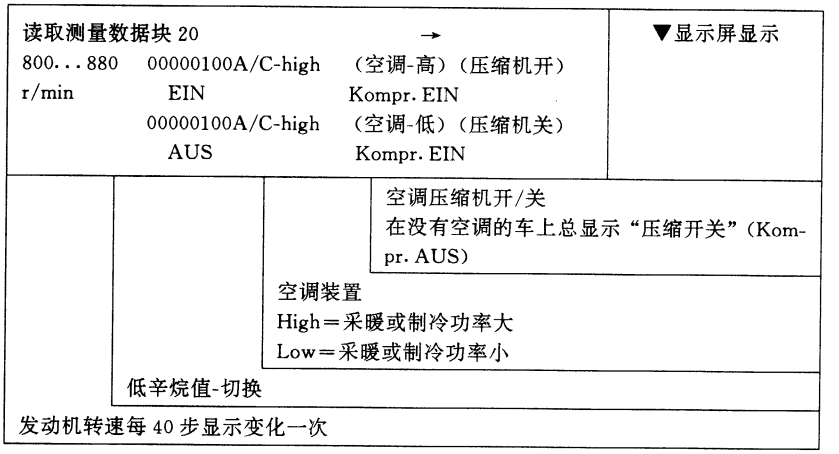


图 8-94 显示组 020 基本功能

(19) 显示组 021（工况 λ 调节）

显示组 021 的基本功能如图 8-95 所示。发动机控制单元视发动机温度、发动机起动温度和进气温度情况决定是否启用 λ 调节。关闭 λ 调节后发动机由特性曲线控制运转。

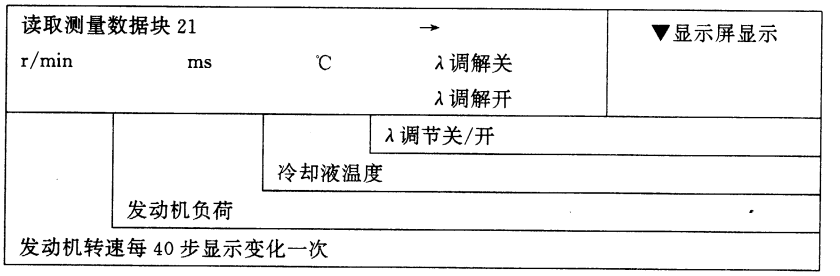


图 8-95 显示组 021 基本功能

(20) 显示组 023（节气门控制单元自适应）

显示组 023 的基本功能如图 8-96 所示。在显示区 1 中 8 位显示值的含义如图 8-97 所示。如果没有达到规定值，需进行节气门控制单元 J338 的自适应（基本调整）。在显示区 2、3、4 中显示最后一次基本调整的自适应估计值。在所有显示区中，如果在进行基本调整后还没有达到规定值，则更换节气门控制单元，在更换节气门控制单元之前要检查导线是否有断路或短路点以及插头连接处是否有脏污或锈蚀。

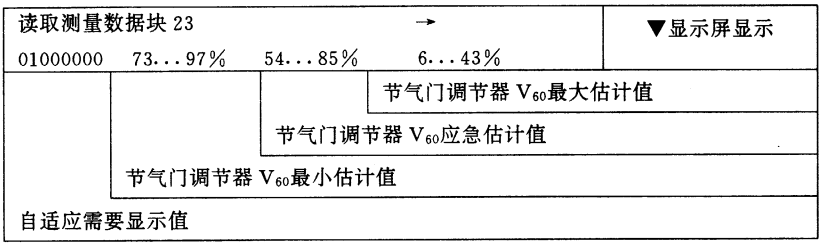


图 8-96　显示组 023 基本功能

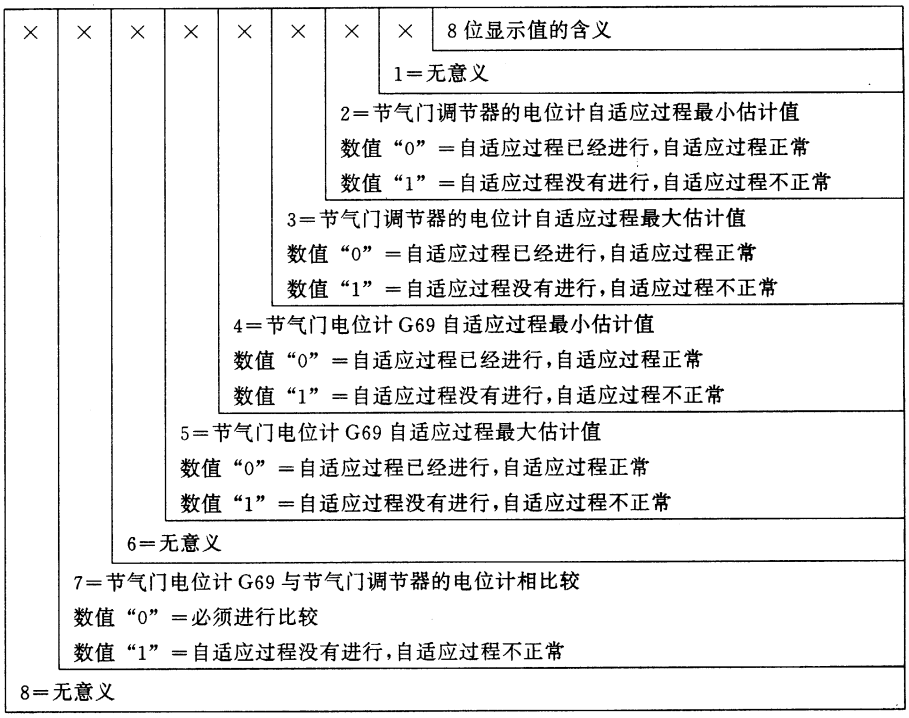


图 8-97　显示区显示值的含义

(21) 显示组 098（节气门控制单元自适应）

在 04“基本调整”功能下选择显示组 098，则进行节气门控制单元 J338 对发动机控制单元的自适应。显示组 098 的基本功能如图 8-98 所示。

(22) 显示组 009（λ 调节）

显示组 009 的基本功能如图 8-99 所示。在进行故障诊断时，可选择显示组 009，用“基本调整 04”关闭 λ 调节，或用“读取测量数据块 08”打开；结束功能 04“基本调整”时 λ 调节自动恢复功能；通过按动 V.A.G1551 的键 4 和 8 可以在功能 04“基本调整”和功能 08“读取测

量数据块”之间反复操作。

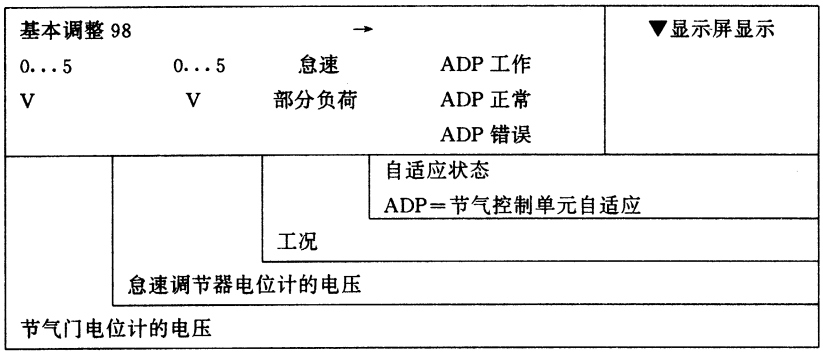


图 8-98　显示组 098 基本功能

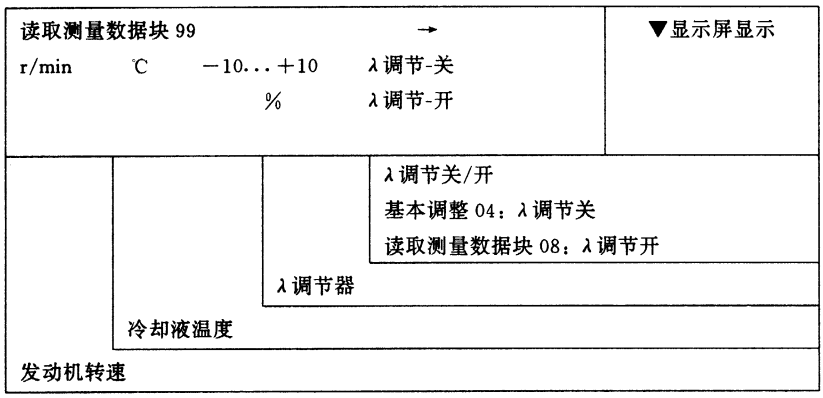


图 8-99　显示组 099 基本功能

（五）功能检查

1. 怠速检查

捷达王轿车的怠速转速、点火提前角和 CO 含量均不可机械调整。怠速由节气门调节器（怠速电机）与无分电器点火系统共同将怠速转速调节到规定值；CO 含量由 λ 调节达到规定值。λ 调节的故障由自诊断识别并存储到存储器中。

（1）怠速检查必备的检测仪和辅助工具

故障检测仪 V. A. G1551 或汽车系统检测仪 V. A. G1552 及诊断导线 V. A. G1551/3。

（2）检测条件

①关闭各用电设备（在检测时散热器电扇不允许运转）；

②关闭空调装置；

③检查节气门拉线的调节是否正常。

（3）检查方法

接好 V. A. G1551 或 V. A. G1552 后，让发动机怠速运转。利用 08 功能读取数据块，调出显示组 003，观察各显示区，仅当显示区 3 中显示至少为 80℃时才能继续进行检测。按下 C 键，选择 005 显示组，用 Q 键确认。检查显示区 1 中的怠速转速规定值为 800～880r/min。如果没有达到规定值应进行基本调整或进行一次试车，然后重新查询故障记忆，排除故障，重新做一次怠速检测。如果做了这些还不能达到规定值，则需检查进气系统的密封性和节气门控制单元。

2. 发动机工况检查

检查的目的是判断多点喷射控制单元J220是否识别发动机的各工况。其中有怠速、部分负荷、全负荷、超速切断等工况。

(1) 工况检查必备的检测仪和辅助工具

V.A.G1551或V.A.G1552及诊断导线V.A.G1551/3。

(2) 检测条件

发动机冷却水温度至少为80℃。

(3) 检测方法

接通仪器V.A.G1551或V.A.G1552,让发动机怠速运转,利用08功能读取数据块,输入004显示组,在显示区4中显示出发动机各工况。

①只要发动机处于怠速运转,就应有怠速显示;

②将转速提高到3 000r/min以上,然后突然关闭节气门,只要转速高于1 400r/min,就必有超速切断显示;

③给发动机均匀供油,应有部分负荷显示;

④用节气门全开时位置加油(至节气门止点位置),在节气门全开位置供油期间,应显示全负荷。

在上述检测过程中,如果没有达到规定值,则应查询故障记忆、检查节气门控制单元、检查节气门操纵机构是否发卡。

(六) 各部件检查

在对电控燃油喷射系统检查时应注意以下几点:

①松开燃油供给系统管路接头前要彻底清洗接头及周围区域;

②燃油系统有压力,打开之前将抹布放到连接处,然后小心地松开连接以卸压;

③拆下的零部件要保持清洁;

④燃油系统打开后尽可能不使用压缩空气,尽可能不移动车辆;

⑤在发动机运行或起动时不要接触或拔下点火高压线;

⑥喷油和点火系统以及检测仪器的导线仅在关闭点火时才可拔下或插上;

⑦当发动机需要以起动转速运转,但不着车时,如检查气缸压力时,要断开发动机转速传感器插头连接,做完这项工作后要查询故障记忆系统;

⑧在有些检查中可能会出现被控制单元识别为故障并存储起来的情况。因此在所有检查和维修结束之后要查询故障记忆,必要时予以清除。

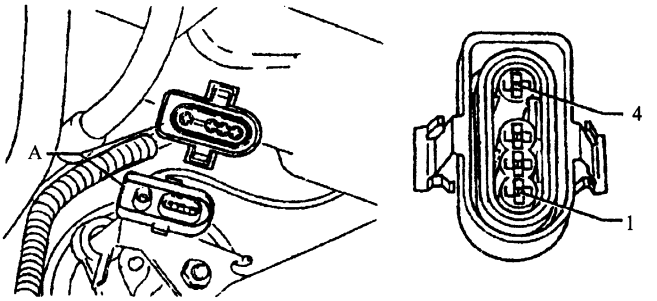
1. 检查λ传感器G39及λ调节

利用V.A.G1551或V.A.G1552对λ传感器进行检查,在发动机怠速运转条件下,选择08功能读取数据块,调出003显示组,仅在第3显示区的冷却液温度超过80℃时,再让发动机怠速运转2min,接着按下C键,调出007显示组。注意第2显示区λ传感器电压,该电压必须每分钟在0～1.0V范围内变动至少10次。如果显示值为1.10V,说明λ传感器正极短路;显示值在0.45～0.50V之间说明λ传感器断路;显示值为0V说明对地短路。如果电压变化缓慢,可能是由λ传感器加热器损坏、λ传感器本体上的缝隙或孔隙堵塞、λ传感器热负荷过载等原因造成。如果显示值不正常须检查λ传感器的基本电压及其导线连接情况。

(1) 检查λ传感器基本电压

λ传感器电路参见图8-100。在检查基本电压时,首先拔下λ传感器G39的4孔插头A,借

助 V.A.G1594 的辅助导线将万用表连接到第 3 和 4 端子之间。测量电压如图 8-100 所示。打开点火开关，测量值规定为 0.45V，如果没有达到规定值，须检查 λ 传感器的导线。如果测量值达到规定值，则说明 λ 传感器有故障应予以更换。



(a) λ 传感器及接线　　(b) 4孔插头

图 8-100　检查 λ 传感器基本电压

A-4 孔插接器；1-第 1 触点；4-第 4 触点检查

(2) 检查 λ 传感器导线

如图 8-75 所示，将检测仪 V.A.G1598/22 连接到控制单元线束上，拔下 λ 传感器的 4 孔插头，按照电路图检查检测仪插孔与 4 孔插头之间的导线有无断点，测量 4 孔插头的第 3 端子与检测仪第 25 插孔，第 4 端子与检测仪第 26 插孔之间的电阻值，导线电阻值最大为 1.5Ω。如果阻值较大或为∞说明连接导线有故障。按照电路图检查 4 孔插头的端子 3 和 4 分别对端子 1 和 2 是否有短路，规定值为∞。另外还要检查所有端子对蓄电池正极或对地是否有短路。如果确定导线中没有故障则须更换 λ 传感器。

2. 检查 λ 传感器加热器 Z19

在燃油泵继电器和 18 号熔断器正常的条件下，检查 λ 传感器加热器。首先拔下 λ 传感器 G39 的 4 孔插头，参见图 8-102，测量 λ 传感器上的第 1 和第 2 端子之间的阻值。在室温下阻值约为 1～5Ω，温度上升很小时，阻值就会有很大的提高。如果确定有断路，则须更换 λ 传感器。如果确定没有断路，借助导线将万用表接到 4 孔插头的端子 1 和 2 之间，起动发动机，测量电压，规定最低为 11V。如果没有电压，将检测仪 V.A.G1598/22 接到控制单元线束上，参见图 8-103，检查 4 孔插头的第 2 端子与检测仪第 27 插孔之间的阻值，导线最大阻值为 1.5Ω。如果达到了规定值，接着按电路图检查从端子 1 到燃油泵继电器 J17 之间的导线连接情况。

3. 检查空气流量计 G70

(1) 检查空气流量计电压

在燃油泵继电器正常条件下，拔下空气流量计的 5 孔插头，如图 8-101 所示。将万用表连接到插头的端子 2 和发动机接地点之间测量电压。起动发动机，测量值至少为 11.5V。如果电压正常，须进一步检查信号线。

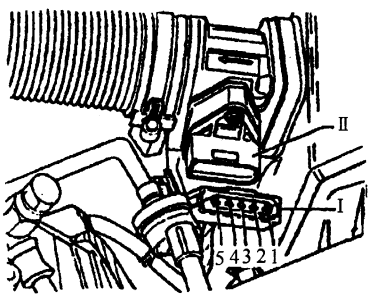


图 8-101　检查空气流量计

Ⅰ-空气流量计 5 孔插头；Ⅱ-空气流量计；1～5-1～5 接线插头

(2) 检查空气流量计信号线

将检测仪 V.A.G1598/22 接到控制单元线束上，参见图 8-104。从空气流量计上拔下 5 孔插头，按照电路图检查检测仪与 5 孔插头之间的断点。端子 3 与插孔 12、端子 4 与插孔 2、端子 5 与插孔 13 之间的导线最大阻值为 1.5Ω。另外还要依次检查导线相互之间是否有短路。测量端子 2 与插孔 11、端子 2 与插孔 12、端子 2 与插孔 13、端子 4 与插孔 12、端子 4 与插孔 13、端子 5 与插孔 12 之间的阻值，规定为∞。

4. 检查节气门控制单元

(1) 检查怠速开关

将检测仪 V.A.G1598/22 接到控制单元线束上，将万用表连接到检测仪 67 和 69 插孔之

间测量电阻。在节气门关闭时，阻值规定为1.5Ω；慢慢打开节气门，阻值为∞。如果没有达到规定值，从节气门上拔下8孔插头，按照电路图检查检测仪与8孔插头之间有无断路。8孔插头如图8-102所示，端子3与插孔69、端子7与插孔67之间的最大阻值为1.5Ω，否则说明导线有故障，另外还要检查导线间是否相互短路。

（2）检查节气门电位计

利用V.A.G1551读取测量数据，选择004显示组，观察显示区1中的节气门开启角度。慢慢地将节气门打到全开位置，此期间数值必须在全部范围内均匀提高，如果数值不均匀提高，说明节气门电位计有故障。如果显示值恒定为0∠°或大于90∠°，则应作如下检查：

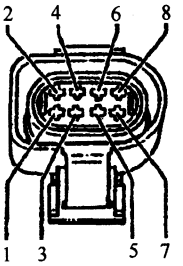


图8-102 节气门控制单元8孔插头
1～8-1～8号连接点

1）显示值为0∠°时需进行的检查

从节气门控制单元上拔下8孔插头，用辅助导线（V.A.G1594）接插头的第5和7端子（参见图8-102），观察显示屏显示值。如果显示大于90∠°，则说明节气门控制单元有故障；如果显示仍为0∠°，则需检查节气门控制单元的电压供给及通向控制单元的导线。如果电压和导线都正常，则需要更换多点喷射控制单元J220。

2）显示值大于90∠°时需进行的检查

从节气门控制单元上拔下8孔插头，观察显示值。如果显示值为0∠°，则说明控制单元有故障；如果显示值大于90∠°，须检查节气门控制单元的电压供给及通向控制单元的导线。

3）检查电压供给及通向控制单元的导线

从节气门控制单元上拔下8孔插头，将万用表接到第4和第7端子之间测电压，参见图8-102。打开点火开关，规定电压值至少为4.5V。将万用表接到插头的第3和第7端子上测电压，至少为9V。

将检测仪V.A.G1598/22接到控制单元线束上，按照电路图检查检测仪与插头之间导线是否有断路。测量端子1与插孔66、端子2与插孔59、端子3与插孔69、端子4与插孔62、端子5与插孔75、端子7与插孔67、端子8与插孔74、端子1与插孔66之间的电阻，导线电阻最大值为1.5Ω，另外还要依次检查各导线之间是否有短路。

（3）检查怠速电机和怠速节气门电位计

将检测仪V.A.G1598/22连接到控制单元线束上，在节气门关闭时将万用表接到检测仪插孔59与66之间测量电阻，规定值为3～200Ω。接着按3）中所述检查节气门控制单元的电压和通往控制单元的导线。

5. 检查冷却液温度传感器G62

利用V.A.G1551读取测量数据块，显示003显示组信息，观察显示区3的冷却液温度值。如果显示值大约分别为－46℃、141℃或显示值与传感器实际温度值有很大偏差，则需进行如下检查：

（1）显示约为－46℃时需进行的检查

冷却液温度传感器及接线如图8-103所示。从冷却液温度传感器上拔下4孔插头，用辅助导线（V.A.G1594）连接插头的端子1和3，观察显示屏显示，如果约为141℃，则说明冷却液温度传感器有故障。如显示值仍为－46℃，将检测仪接到控制单元线束上，按电路图检查检测仪插孔54与端子3之间的导线是否有断路，导线电阻最大值为1.5Ω。另外，还要检查导线有无对蓄电池正极短路。再检查检测仪插孔67与端子1之间的导线与有无断路，如果确定导线

无故障，则说明控制单元 J220 有故障。

（2）显示约为 141℃需进行的检查

从冷却液温度传感器上拔下 4 孔插头，观察此时显示值。如果显示为－46℃，则说明冷却液温度传感器有故障。若显示值仍为 141℃，拔下发动机控制单元接线插头，检查通向控制单元插头的导线，在传感器 4 孔插头端子 3 上检查是否对导线端子 1 短路以及是否对地短路。如果确定在导线中没故障，说明故障在发动机控制单元 J220。

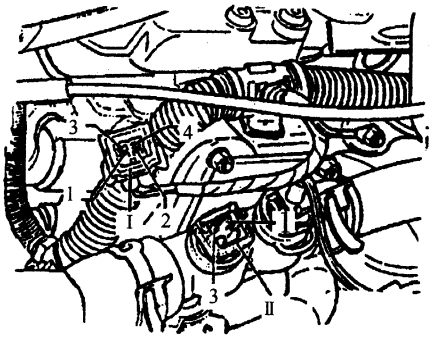


图 8-103　冷却液温度传感器及其连线

Ⅰ-传感器连线插头；Ⅱ-冷却液温度传感器；1～4-1～4 接线插头触点

（3）显示值与实际温度有偏差需进行的检查

从冷却液温度传感器上拔下连接插头，检查传感器上端子 1（接地）和 3（信号）之间的电阻。温度为 30℃时，阻值在 1 500～2 000Ω 范围；温度为 80℃时，阻值在 275～375Ω 范围。如果没有达到规定值，则说明传感器有故障。若达到规定值，需进一步检查传感器到发动机控制单元之间的接线。将检测仪 V.A.G1598/22 连接到控制单元线束上，按照电路图检查检测仪插孔 53 与传感器接线插头端子 3 之间的电阻，电阻值不应超过 1.5Ω。检测仪插孔与插头端子 1 之间的阻值也不应超过 1.5Ω。

6. 检查进气温度传感器

利用 V.A.G1551 读取数据块，调出 003 显示组，观察第 4 显示区的进气温度值。如果显示值为－48℃、141℃或显示的温度与传感器的环境温度有很大偏差，需分别进行如下检查：

（1）显示值约为－48℃需进行的检查

如图 8-104 所示，从进气温度传感器上（箭头所指）拔下 2 孔插头，用辅助导线连接插头的端子 1 和端子 2，观察显示屏进气温度显示。如果显示值为 141℃，说明进气温度传感器损坏；如果仍显示－48℃，将检测仪 V.A.G1598/22 接到控制单元线束上，按照电路图检查检测仪插孔 54 与 2 孔插头端子间以及插孔 54 与端子 2 之间的导线有无断路。另外还要检查端子 1 对蓄电池正极是否短路。

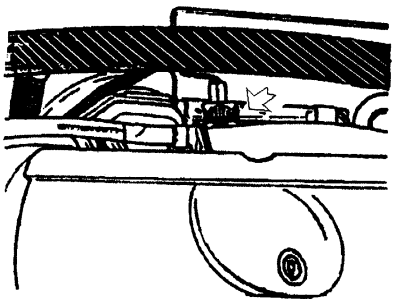


图 8-104　进气温度传感器及其连线

（2）显示值为 141℃

从进气温度传感器上拔下 2 孔插头，观察进气温度显示值，如果显示值为－48℃说明传感器已损坏。若显示值仍为 141℃，从多点喷射控制单元上拔下插头，在 2 孔插头的端子 1 上检查通往控制单元的导线对端子 2 所接导线以及对地是否短路。如果确定导线中无故障，说明控制单元有故障。

（3）显示值与实际温度有偏差需进行的检查

从进气温度传感器上拔下 2 孔插头，拆下进气温度传感器，再将插头插上，观察显示屏第 4 显示区的进气温度值，用常见的冷香波喷到传感器上，温度值必须下降。如果温度值没有下降，说明进气温度传感器有故障。

7. 检查发动机转速传感器

发动机转速传感器安装位置如图 8-105 所示。检查时从转速传感器上拔下白色的 3 孔插

头，用辅助导线将万用表接到传感器上的端子 1 与 3、2 与 3 之间测量电阻（端子位置参见图 8-106），电阻值规定为 450～1 000Ω；再用万用表测量端子 1 与 3、2 与 3 之间的电阻，规定为∞。如果没有达到规定值，说明发动机转速传感器损坏。如果达到规定值，需进一步检查线路。将检测仪 V. A. G1598/22 接到控制单元线束上，按照电路图检查检测仪与插头之间的导线是否有断路，端子 1 与插孔 56、端子 2 与插孔 63、端子 3 与插孔 67 之间的阻值最大不超过 1.5Ω；各导线相互之间的阻值为∞。

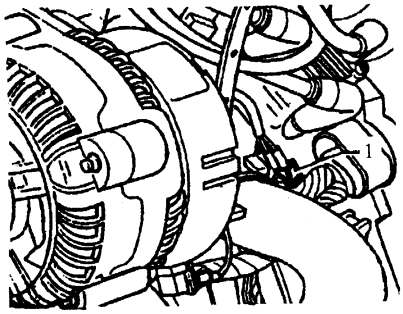


图 8-105　发动机转速传感器安装位置

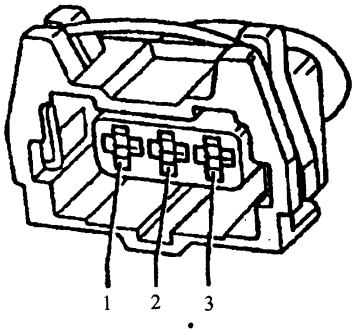


图 8-106　转速传感器的 3 孔连接插头
1～3-1～3 号端子

8. 检查控制单元的电压供给

在蓄电池电压大于 11V，发电机工作正常的条件下进行检查。利用 V. A. G1551 读取测量数据块，调出 003 显示组，显示区 2 中显示值至少为 11.5V。如果没有达到规定值，关闭点火开关，将检测仪接到控制单元线束上进行线路检查，用万用表测量检测仪插孔 2 与 3 之间的电压，规定至少为 11V。打开点火开关，再测量检测仪插孔 1 与 2 插孔之间的电压，规定值至少为 11V。如果没有达到规定值，按照电路图检查控制单元的 1、3 插孔导线与继电器盘的连接情况、插孔 2 的接地情况。

9. 检查燃油泵继电器及其控制

燃油泵继电器位于驾驶员脚部左侧的继电器盘的 12 号位置，如图 8-107 所示。

（1）检查燃油泵继电器 J17

拔下继电器盘上的 18 号熔断器，用二极管测试笔从 V. A. G1527 及辅助导线 V. A. G1594 跨接 18 号熔断器的一个端子与接地点，短时间起动发动机，燃油泵继电器必须吸合，二极管应闪亮。如果燃油泵继电器吸合但二极管不亮，将二极管接到 18 号熔断器的另一个端子上，重复检测一遍，如果二极管仍然不亮，则按照电路图检查继电器 12 号位置的端子 4 与 18 号熔断器端子之间是否有断路。如果在检测过程中继电器不吸合，则需检查燃油泵继电器的电压供给及控制部分。

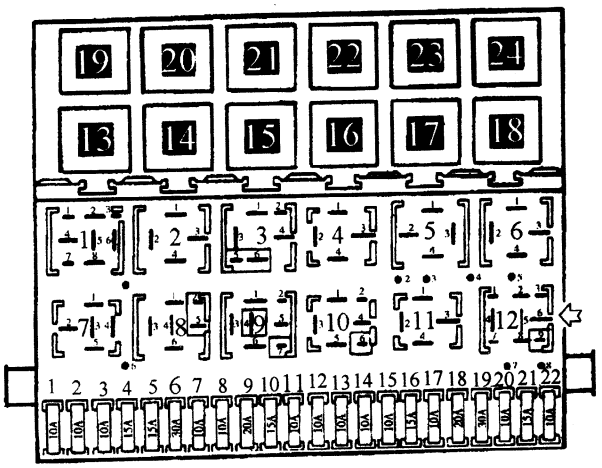


图 8-107　燃油泵继电器的安装位置

(2) 检查燃油泵继电器的电压供给及控制

从继电器盘的 12 号位置拔下燃油泵继电器 J17，打开点火开关，用万用表依次测量继电器盘上的端子 2（正极）与接地点、端子 6（正极）与端子 8（接地点）之间的电压，规定值为蓄电池电压，若没有达到规定值，按电路图排除导线及继电器盘中的断路点。将二极管测试笔 V.A.G1527 用辅助导线跨接在端子 3 与端子 2（正极）之间，起动发动机，二极管应亮。如果二极管不亮，进一步检查端子 3 与控制单元之间的接线。把检测仪 V.A.G1598/22 接到控制单元线束上，用万用表测量继电器插孔端子 3 与检测仪插孔 4 之间的电阻，阻值不得超过 1.5Ω。如果阻值符合规定，但二极管仍不亮，说明故障在控制单元 J220。如果燃油泵继电器的控制及导线连接都正常，则更换燃油泵继电器。

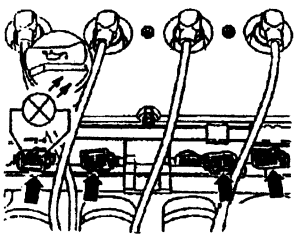
10. 检查喷嘴

(1) 检查线路

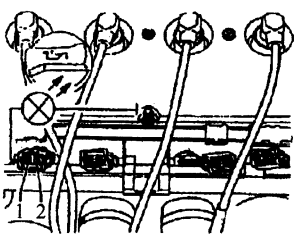
在发动机转速传感器及燃油泵继电器正常的条件下，对喷嘴进行检查。首先拔下火花塞插头，拆下喷嘴盖板，从喷嘴上拔下插头，用辅助导线将二极管测试笔连接到 1 缸接线插头的两端子上，如图 8-108 (a) 所示。起动发动机，发光二极管必须闪亮，用同样的方法检查 2、3 缸控制。如果在每缸二极管都不亮，将二极管连接到 1 缸端子 1 和接地之间，如图 8-108 (b) 所示，起动发动机，发光二极管必须闪亮，如果二极管仍不闪亮，按照电路图检查喷嘴插头端子 1 与燃油泵继电器 (J17) 之间的导线有无短路；如果二极管在一个或多个缸上不亮，将检测仪连接到控制单元线束上，检查检测仪与喷嘴插头之间的接线。测量 1 缸插头端子 2 与插孔 73、2 缸插头端子 2 与插孔 80、3 缸插头端子 2 与插孔 58、4 缸插头端子 2 与插孔 65 之间电阻，阻值不应超过 1.5Ω。另外还要检查各导线相互有无短路、喷嘴插头端子 1 之间有无断路。

(2) 检查喷嘴电阻

如图 8-109 所示，在喷嘴的两端子之间测量电阻值，规定值为 13～18Ω，发动机热态时阻值在 17～24Ω 范围。



(a) 检查方法之一



(b) 检查方法之二

图 8-108　喷嘴线路检查

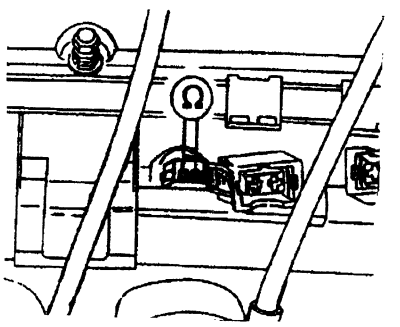


图 8-109　喷嘴阻值检查

(3) 检查喷嘴密封性及喷油量

拆下进气管上体，拔下火花塞插头，拆下喷嘴盖板，拔下霍尔传感器插头。从进气管上拆下完整的燃油分配管及全部喷嘴（油管与喷嘴连接完好），拔下所有喷嘴接线插头，连接故障检测仪V.A.G1551，打开点火开关，选择03执行元件诊断功能，检查喷嘴密封性。在燃油泵运转时，每个喷嘴不允许有多于2滴/min的滴漏，如果个别喷嘴上有较大的滴漏，说明喷嘴密封性不好。

检查喷油量，将待检查的喷嘴放到量杯中，用检测线和鳄鱼夹将该喷嘴的一个端子在发动机本体上接地，将喷嘴的另一个端子用转接线V.A.G1348/2接遥控器V.A.G1348/3A后再接蓄电池正极，如图8-110所示。利用执行元件诊断功能，使燃油泵运转，操纵遥控器30s，测量喷油量，规定值为10～100mL。用同样方法检查其他各喷嘴喷油量，如果某喷嘴喷油量超出规定范围，说明该缸喷嘴已损坏；如果所有喷嘴的喷油量都超出规定范围，需检查燃油压力调节器及保持压力。另外，在检查喷油量的同时也要观察各喷嘴的喷射情况，所有各喷嘴的喷射情况要一致。

11. 检查燃油压力调节器和保持压力

在燃油泵供给量正常的条件下，检查燃油压力调节器及保持压力，如图8-111所示。从燃油分配管2上拔下进油管1，利用接头V.A.G1318/16、V.A.G1318/11、V.A.G1318/10将压力测试仪V.A.G1318串接在进油管1和燃油分配管2之间，按图中箭头所指，打开压力测试仪的阀门，杠杆指向流动方向，起动发动机使之怠速运转，读取V.A.G1318测量值，规定值为0.25MPa。

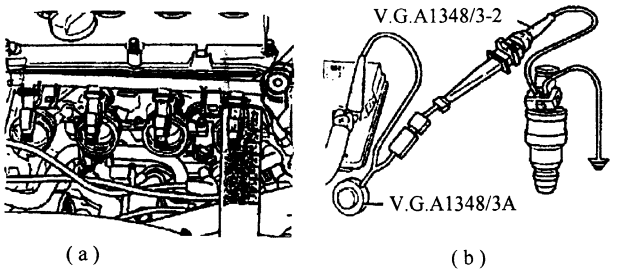


图8-110 喷油量的检查

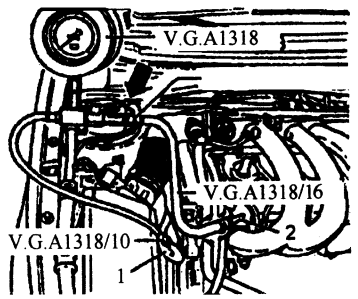


图8-111 检查燃油压力
1-进油管；2-燃油分配管

按图8-112所示将燃油压力调节器1上的真空软管2拔下，燃油压力必须提高到0.30MPa。关闭点火开关，观察压力表的压力下降，检查密封性及保持压力。10min后必须还有至少0.2MPa的压力。如果保持压力低于0.2MPa，起动发动机，怠速运转，建立起燃油压力后，关闭点火开关，同时关上测量仪V.A.G1318的阀门，如图8-111所示，杠杆位置如箭头所指，观察压力表上的压力下降。如果压力仍下降，需检查燃油泵上的止回阀；如果压力不再下降，打开压力表阀门，起动发动机，怠速运转，建立起燃油压力后，关闭点火开关，同时将燃油压力调节器的回油管严密地夹紧。若压力不再下降，说明燃油压力调节器损坏；若压力仍下降，需检查燃

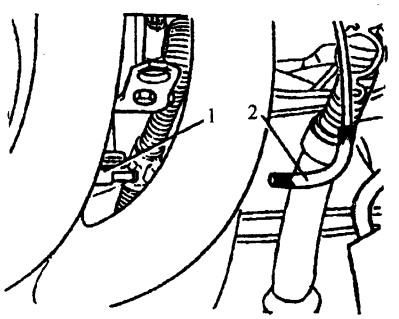


图8-112 拔下燃油压力调节器的真空管
1-燃油压力调节器；2-真空软管

油分配管与喷嘴的连接O形环的密封性及压力检测仪的密封性。

12. 检查进气系统密封性

由于进气系统的真空度，泄漏检验液（G001800A1）与漏气一同被吸入气缸内，泄漏检验液降低了混合气的可燃性，导致发动机转速的降低和λ值的改变。利用V.A.G1551读取测量数据块，调出009显示组，注意显示区1的发动机转速和显示组3的λ电压及其变化幅度。用泄漏检验液全面地喷洒进气系统部件，如果发动机转速下降或λ传感器电压改变，说明有泄漏，需检查进气系统喷洒过泄漏检验液部位的密封性。

13. 检查附加信号

（1）检查速度信号

检查速度信号时必须开动汽车，所以需要另外一个人的协助。接通故障检测仪V.A.G1551使发动机怠速运转，选择08功能读取测量数据块，调出显示组011。进行试车，同时让另外一个人观察显示屏显示，显示值应大约为速度表显示数。如果显示值不变，关闭点火开关，将检测仪V.A.G1598/22接到控制单元线束上，用万用表测量检测仪插孔3与20之间电压，稍稍升起左前轮，打开点火开关，旋转前轮，观察电压读数，规定值为：在0～4V之间变动。如果指示值不动，需检查通往速度测量仪或速度传感器的导线情况。

（2）检查空调装置压缩机切断

发动机控制单元传给空调压缩机的信号可使压缩机在140ms内接通，通过同样的导线可以使发动机控制单元切断压缩机。接通故障检测仪V.A.G1551读取测量数据块，调出020显示组。关闭空调，显示区4应显示为：Konpr，AUS（压缩机关）；接通空调，压缩机运转，显示区3应显示为：A/C—High（空调—高），显示区4应显示：Kompr，EIN（压缩机开）；突然将加速踏板踩到底然后再抬起，加速踏板快速踩到底时显示区4中显示内容在几秒钟内有“EIN（开）”跳变为“AUS（关）”。如果显示内容不变，利用V.A.G1598/22按电路图检查线路情况。

（3）接通空调检查转速自适应

接通空调后，发动机控制单元的10号端子处就有一个正电压信号，该信号的作用是使控制单元能够在空调装置不同的功率需要情况下，保持恒定的怠速转速。在冷却液温度大于80℃，空调装置供热功能正常、室内温度大于15℃、关闭各用电设备的条件下进行检查。利用V.A.G1551读取测量数据块，调出020显示组，注意各显示区。接通空调，压缩机运转，显示区4的显示为：“Kompr，EIN”（压缩机开）。不考虑瞬间的转速降低（1s内），显示区1中怠速运转必须保持恒定。如果转速不保持恒定，需检查来自空调装置的信号是否到达发动机控制单元。显示区3的显示为：“A/C—High”（空调—高）。如果显示内容不正确，利用检测仪V.A.G1598/22按电路图检查线路情况。如果导线连接无故障，则需检查空调装置的功能。

14. 检查霍尔传感器G40

霍尔传感器的安装位置如图8-113所示。从霍尔传感器上拔下3孔插头，用万用表测量连接插头的端子1与端子3之间的电压。打开点火开关，规定值至少为4.5V。如果没有电压，将检测仪V.A.G1598/22接到控制单元所接线束上，按电路图检查线路情况。霍尔传感器的接线插头如图8-106所示。测量端子1与插孔62、端子2与插孔76、端子3与插孔67之间的导线电阻，阻值不应超过1.5Ω；同时还要检查各导线之间有无短路。如果确定导线中无故障

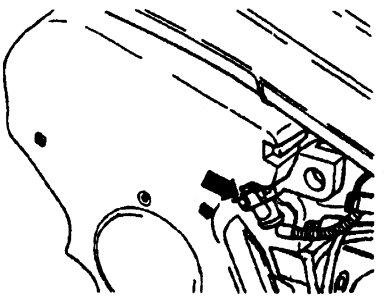


图8-113　霍尔传感器的安装位置

且端子 2 与 3 之间有电压，则说明霍尔传感器有故障。如果确定导线中无故障，端子 1 与 3 之间仍无电压，说明故障在控制单元。如果把故障存储试探性清除后还显示霍尔传感器的故障，可能是传感器转子隔板扭偏。检查转子隔板在凸轮轴上的装配是否正确，如正确需要进一步检查曲轴与凸轮轴之间的正时关系。

15. 检查爆震传感器

将检测仪 V. A. G1598/22 连接到控制单元线束上，如图 8-114 所示。从爆震传感器（G61）2 上拔下黑色插头 1；从爆震传感器（G66）4 上拔下棕色插头 3。按照电路图检查检测仪与爆震传感器之间的导线是否有断路。测量爆震传感器 G61 的插头端子 1 与插孔 68、端子 2 与插孔 67、爆震传感器 G66 的插头端子 1 与插孔 60、端子 2 与插孔 67 之间的电阻值，最大不应超过 1.5Ω；同时检查各导线之间有无短路。在确定导线没有故障的情况下，松开爆震传感器，然后用 20N·m 的力矩拧紧，进行试车。在冷却液温度达到 80℃后，分别在怠速、部分负荷、全负荷、超速切断工况下运行一段时间，重新查询一遍故障存储，如果故障仍然存在，则需要更换相应的传感器。

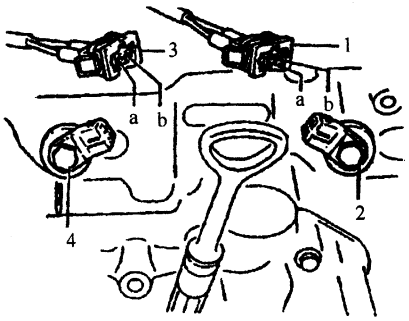


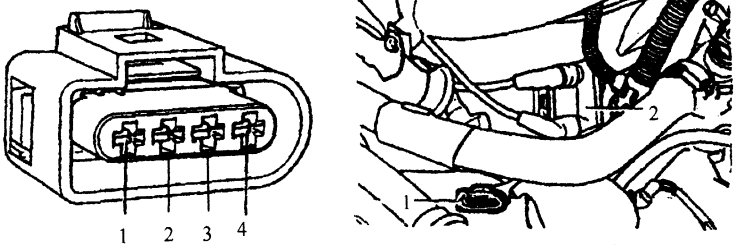
图 8-114　检查霍尔传感器

1-爆震传感器 G61 黑色插头；2-爆震传感器 G61；3-爆震传感器 G66 插头；4-爆震传感器 G66；a、b-接线插头端子

16. 检查点火线圈及末级功率

（1）检查电压供给

如图 8-115 所示，从点火线圈 2 上拔下插头 1，用万用表测量已拔下的插头 1 和 4 端子之间电压，打开点火开关，规定值至少为 11V。如果没有电压，按照电路图检查端子 4 与地之间有无断路点，端子 2 与继电器盘之间有无断路点。



（a）点火线圈及末级功率块的安装位置　　（b）4孔接线插头

图 8-115　点火线圈及末级功率检查

1-4 孔插座；2-点火线圈及末级功率块；1～4-1～4 号端子

（2）检查控制功能

拔下 18 号熔断器，用辅助导线将两支二极管测试笔 V. A. G1527 分别接到已拔下的插头端子 1 和 4、3 和 4 之间，让起动机工作，检查发动机控制单元的点火信号。两发光二极管必须闪亮。如果发光二极管闪亮且端子 2 与 4 之间有电压，则说明点火线圈有故障。如果发光二极管不闪亮，按照电路图检查检测仪与 4 孔插头之间的导线有无断路（端子 1 与插孔 71、端子 2

与插孔 78 之间电阻不大于 1.5Ω)；检查导线之间有无短路（端子 3 与插孔 71 之间阻值为∞)。在确定导线中无故障，且端子 2 与 4 之间有电压，说明控制单元有故障。

(3) 检查次级电阻

如图 8-24 所示，用万用表在点火线圈上检查次级电阻。在 20℃时 1 缸和 4 缸、2 缸与 3 缸之间阻值应为 4.0～6.0Ω，如果没有达到规定值，则应更换点火线圈。

17. 检查曲轴与凸轮轴的正时关系

按发动机旋转方向转动齿形皮带轮的中央螺栓，使凸轮轴正时齿轮标记与外壳上的标记对正，此时曲轴的 1 缸上止点标记也应对正，如图 8-116 箭头所示。如果没有对正，则应重新安装齿形带，使其对正。

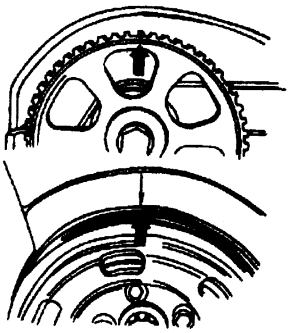


图 8-116 曲轴与凸轮轴的正时关系

五、散热器风扇控制

(一) 散热器风扇控制过程

捷达轿车散热器风扇为电动风扇，其工作受发动机冷却水温度、车室温度以及空调系统的工作状态来控制，控制电路如图 8-117 所示。

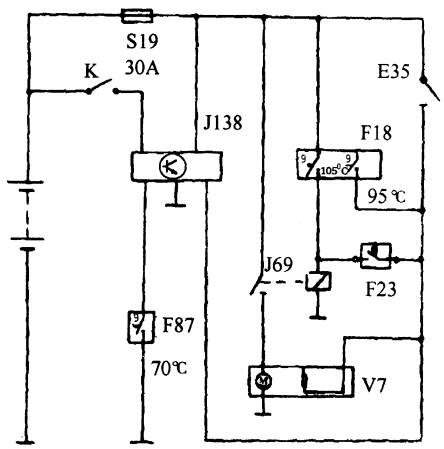


图 8-117 散热器风扇控制电路

S18-熔断器；E35-空调开关；F18-双温开关；F23-空调高压开关；J68-风扇二挡继电器；V7-散热器风扇；F87-风扇起动温度开关；J138-散热器风扇起动控制单元；K-点火开关

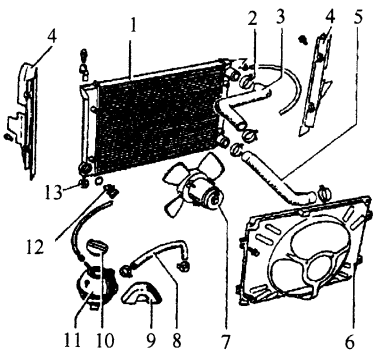


图 8-118 双温开关的安装位置

1-散热器；2-卡箍；3-上水管；4-空气导板；5-下水管；6-护风圈；7-散热器风扇；8-连接管；9-护罩；10-膨胀水管盖；11-膨胀水管；12-双温开关；13-橡胶护圈

1. 冷却水温的控制

如图 8-118 所示，双温开关 12 (F18) 安装在散热器的下部。当散热器中冷却液温度达到 92～97℃时，双温开关接通 I 挡 (95℃开关闭合)，风扇开始以低速 1 600r/min 运转，当冷却液

温度超过97℃时，双温开关接通Ⅱ挡（105℃开关闭合），风扇二挡继电器J69工作，风扇以高速2 400r/min运转。若冷却液温度降至91～97℃时，风扇恢复低速运转；而降至84～91℃时，风扇停止工作。

2. 车室温度的控制

车室温度由安装在化油器上的风扇起动温度开关F87感知，如图8-119所示。在点火开关断开的情况下，如果车室温度达到70℃时，即将闭合，风扇起动控制单元F87[illegible]扇以低速挡运转。

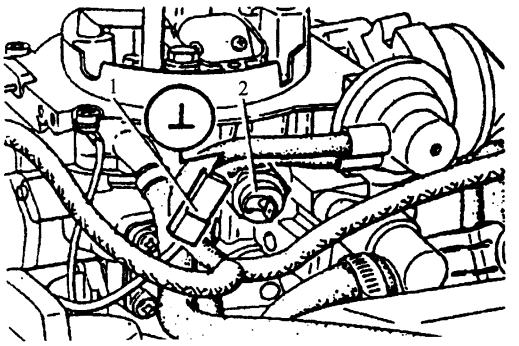


图8-119　风扇起动温度开关的安装位置

1-开关接线插头；2-风扇起动温度开关

空调系统工作状态的控制

图8-117所示电路可知，散热器风扇[illegible]到空调系统工作状态的控制。当空调[illegible]E35处于制冷或除霜位置时，散热器风[illegible]便以低速挡运转，并且当制冷管路中压力上升至1.6MPa时，高压开关F23闭合，风扇便转入高速挡运转。

（二）散热器风扇常见故障的诊断与排除

1. 发动机过热，风扇不转

（1）故障现象

发动机温度过高，出现“开锅”，但散热器风扇不工作。

（2）故障原因

①双温开关损坏；

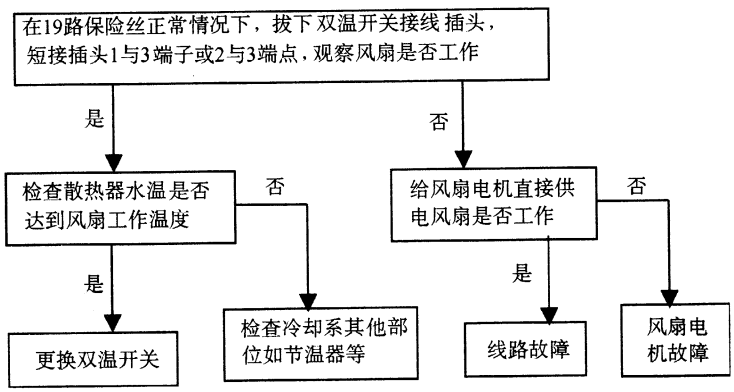
②风扇电机故障；

③线路故障；

④冷却系其他故障。

（3）故障诊断

散热器风扇不工作可按下列框图进行诊断。



2. 风扇没有高速挡或低速挡

（1）故障现象

风扇只能以一个挡工作。

（2）故障原因

①双温开关故障；

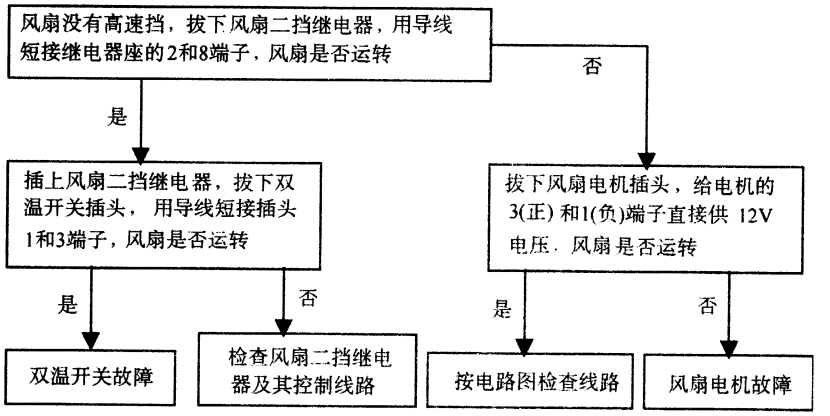
②风扇二挡继电器故障；

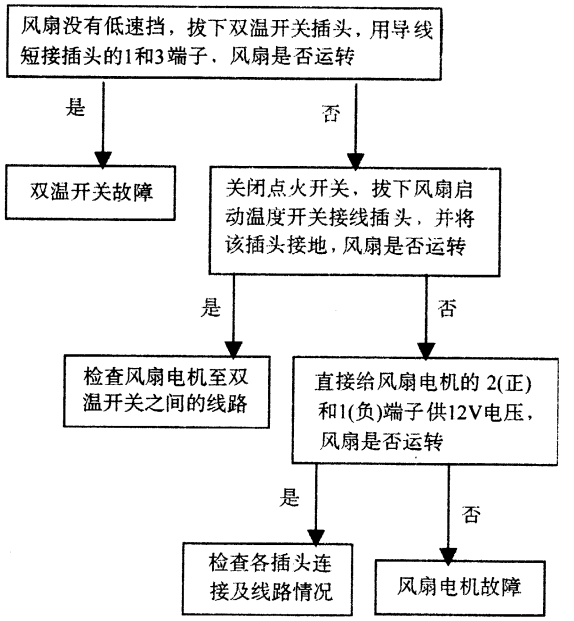
③风扇电机故障；

④线路故障。

（3）故障诊断

风扇没有高速挡或低速挡故障可按下述框图方法进行诊断。





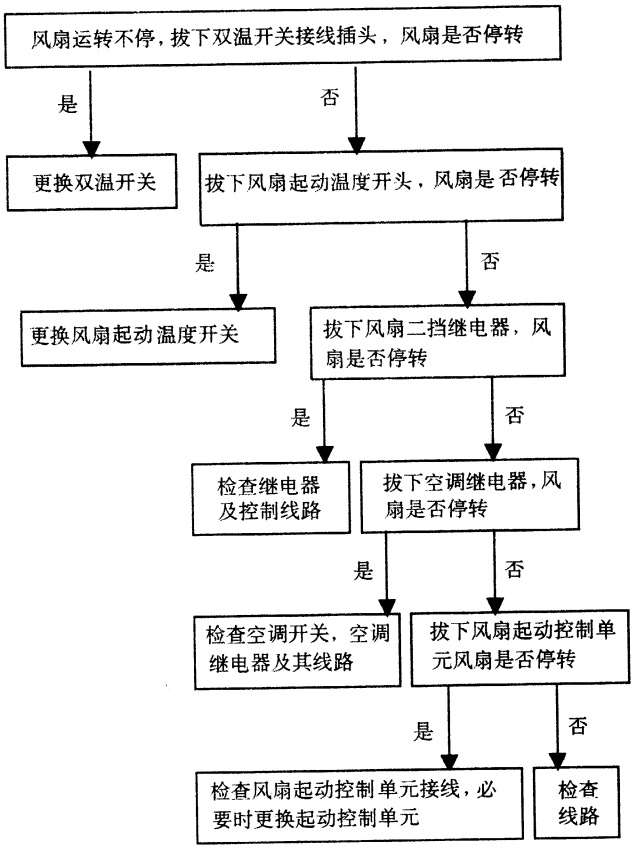
3. 风扇运转不停

（1）故障现象

风扇运转不停。在发动机冷却液温度和车室温度较低且关闭了空调的情况下风扇仍继续运转。

（2）故障原因

①双温开关故障；
②风扇起动温度开关损坏；
③风扇启动控制单元故障；
④风扇二挡继电器触点常闭合；
⑤空调开关或空调继电器故障；
⑥线路故障。
（3）诊断方法
风扇运转不停可按如下框图方法诊断。



六、化油器辅助控制

普通型捷达轿车装用的化油器有两种，即 2E2 型化油器和凯虹Ⅱ型化油器。这两种化油器的明显区别是：2E2 型化油器配有全自动阻风门装置，采用三/四点真空单元控制系统；凯虹Ⅱ型化油器配备的是手动阻风门。

（一）2E2 型化油器

2E2 型化油器的外观结构如图 8-120（a）和图 8-120（b）所示，它采用了许多真空伺服机构，各真空管路的连接关系如图 8-121 所示。这些真空伺服机构多数由真空电磁阀或温控开关控制。化油器辅助控制部分的电路如图 8-122 所示。

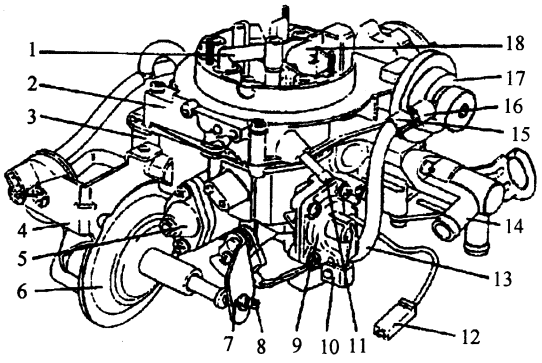


图 8-120（a） 2E2 型化油器的外观结构

1-浮子室真空管；2-化油器上体；3-化油器下体；4-支架；5-部分负荷加浓装置；6-三/四点真空单元；7-怠速杆；8-冷怠速调节螺钉；9-加速泵盖；10-加速泵杆；11-进油管；12-PCT 加热元件插头；13-接下单元与化油器下体连接管；14-膨胀单元及冷却液接口；15-接至化油器下体插头；16-接缓冲器插头；17-接下单元；18-阻风门

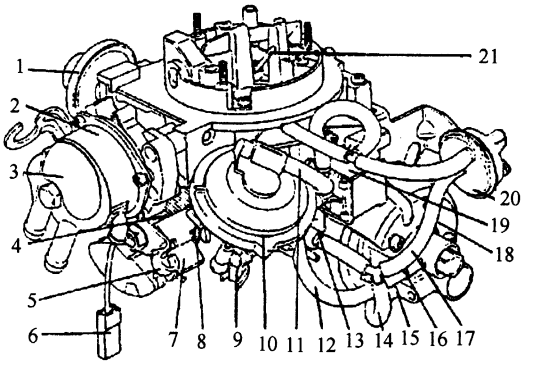


图 8-120（b） 2E2 型化油器的外观结构

1-接下单元；2-自动阻风门；3-冷却液盖；4-扭转弹簧；5-节气门杆；6-自动阻风门加热电阻插头；7-副腔操纵杆；8-节气门限位螺钉；9-叉型杆；10-副腔打开真空单元；11-真空管；12-三/四点真空单元与怠速切断阀的连接管；13-三/四点真空单元与化油器下体连接管；14-三通管；15-冷起动热时间阀与化油器下体的连接管；16-通向怠速切断阀的连接管；17-冷起动热时间阀与三通管的连接管；18-三/四点真空单元；19-怠速切断阀；20-冷起动热时间阀；21-副腔全负荷加浓喷油管

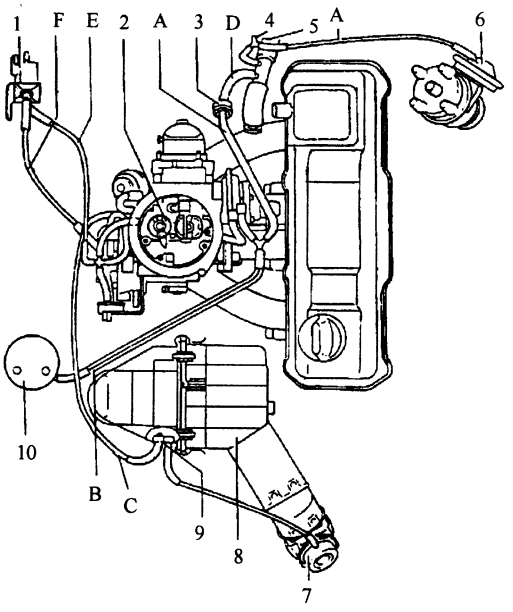


图 8-121 各真空管路的连接关系

1-怠速提升控制阀；2-2E2 型化油器；3-止回阀；4-通向空调器；5-通向真空制动助力器；6-真空点火提前调节装置；7-调节箱；8-空气滤清器；9-温度调节器；10-真空罐；A-软管颜色为黑色；B-浅绿色；C-自然色；D-灰色；E-白色；F-玫瑰色

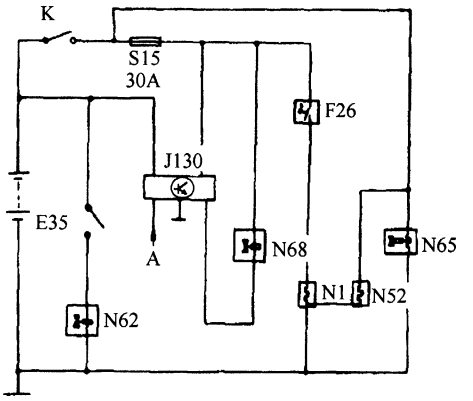


图 8-122 化油器辅助控制电路

K-点火开关；S15-熔断器；F26-自动阻风门温度开关；N1-自动阻风门加热电阻；N65-冷起动热时间阀；N52-加热电阻（PTC 元件）；N68-怠速/超速控制阀；J130-超速切断控制单元；A-来自点火线圈的转速信号；E35-空调开关；N62-怠速提升阀

1. 工作过程

(1) 发动机的冷起动

发动机冷起动时,阻风门由双金属卷簧关闭。冷起动热时间阀 N65 打开,三点真空单元进气,节气门处于冷起动工况位置,如图 8-123 所示。此时,自动阻风门温度开关 F26 闭合,阻风门加热电阻 N1 以及 PTC 加热电阻 N52 和冷起动热时间阀 N65 通电被加热。

(2) 快怠速工作

发动机起动后,由于怠速/超速切断阀关闭,冷起动热时间阀 N69 受热后关闭,三点真空单元不再通气,其膜片在进气管真空度的作用下,向右拱曲到极限位置,如图 8-124 所示。预热时,怠速转速受膨胀单元、预热杠杆和节气门操纵杆的控制。膨胀单元随冷却液温度升高来转动预热杠杆,使节气门操纵杆上的销钉一直沿快怠速凸轮转动,直至落入预热杠杆的自由切口中。预热结束后,冷怠速调整螺钉与膜片杆接触,冷起动热时间阀关闭。

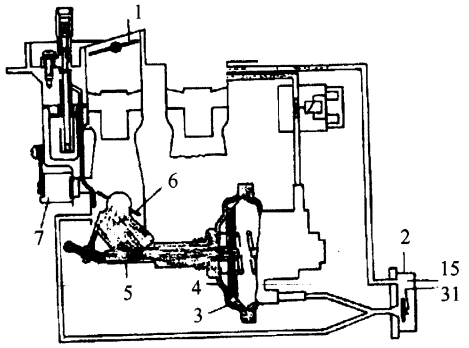


图 8-123 发动机的冷起动

1-阻风门;2-冷起动热时间阀;3-膜片;4-三点真空单元;5-膜片杆;6-节气门;7-PTC 加热电阻;15-接点火正;31-接地

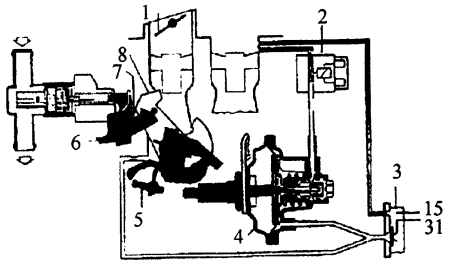


图 8-124 快怠速状态

1-阻风门;2-怠速/超速切断阀;3-热敏时控阀;4-三点真空单元;5-冷怠速调整螺钉;6-预热杠杆;7-自由切口;8-节气门操纵杆;15-接点火正;31-接地

由于发动机转速低于 1 200r/min,怠速/超速切断阀 N68 由控制单元 J130 控制接地,打开通路,膜片带动膜片杆左移,直至锥阀落座,进入正常怠速状态,如图 8-125 所示。在此过程中,阻风门双金属卷簧在阻风门加热电阻 N1 的加热下不断伸长,阻风门逐渐打开,直至全开。当发动机冷却液温度达到 42℃时,自动阻风门温度开关断开,加热电阻的供电被切断。阻风门由冷却水加热保持在全开位置。

(3) 超速切断

当发动机转速高于 1 200r/min 时,超速切断控制单元 J130 切断超速切断阀 N68 的接地点,该阀关闭,三点真空单元不再进气。

驾驶员松开加速踏板时,进气管内压力突然下降,三点真空单元的膜片被吸到右边极限位置,节气门关闭,发动机转速下降,如图 8-126 所示。当发动机转速低于 1 200r/min 时,怠速/超速切断阀打开,使节气门开度增加,进入正常怠速工况。

(4) 怠速提升工作

带有四点真空单元的 2E2 化油器,除具有怠速调节阀外,还有怠速提升装置。当空调系统工作时,此时发动机怠速转速要下降,甚至熄火,此时怠速提升阀 N62 工作,空气通过怠速提升阀进入膜片右腔,使膜片及膜片杆向左移动,使节气门开度大一些,提高了有负荷下的怠速转速,如图 8-127 所示。

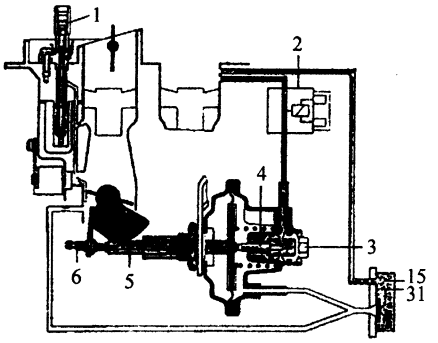


图 8-125　正常怠速状态

1-CO 调整螺钉；2-怠速/超速切断阀；3-怠速调节阀；4-锥阀；5-膜片杆；6-冷怠速调整螺钉；15-接点火正；31-接地

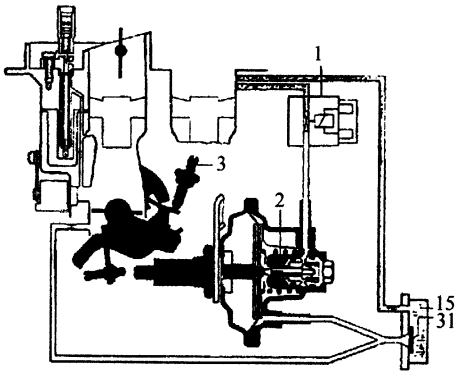


图 8-126　怠速切断工况

1-怠速/超速切断阀；2-锥阀；3-怠速切断螺钉；15-接点火正；31-接地

(5) PTC 加热电阻

PTC 加热元件的作用是避免主腔怠速系统在临界温度下结冰。PTC 电阻的特性是温度升高，电阻值增加，流过的电流受到限制不会超过允许值。

2. 控制元件的检修

(1) 检查阻风门温度开关 F26

阻风门温度开关安装在缸盖出水口的下侧。用万用表测量该开关的电阻，当温度低于 33℃时，电阻为 0Ω；当温度高于 42℃时，电阻值为∞。

(2) 怠速/超速切断阀和怠速提升阀的检查

从阀上拔下真空软管，按图 8-128 所示。将真空泵接到中间插头上；将检测仪旋钮旋至 A/B 位置，检测仪接头与阀的侧面接头连接。用真空泵产生真空，检测仪上不应有真空显示，否则说明阀已损坏。

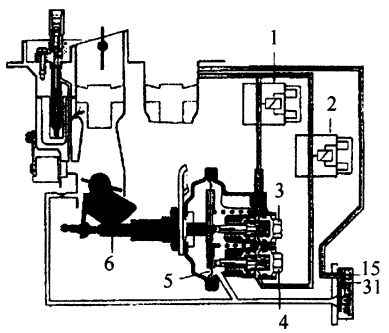


图 8-127　怠速提升装置工作

1-怠速/超速切断阀；2-怠速提升阀；3-怠速调整阀；4-怠速提升调节阀；5-膜片 ；6-膜片杆；15-接点火正；31-接地

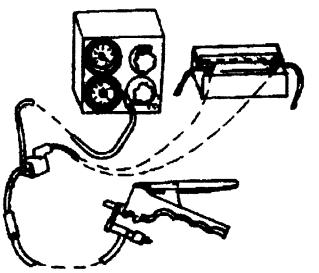
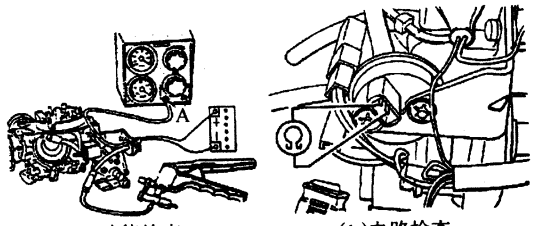


图 8-128　控制阀的检查

用两根辅助导线将阀上的电子触点分别与蓄电池的正负极相接（注意连接极性），用真空泵继续产生真空，必须明显感到阀已与之接通，同时检测仪显示与泵程相应的真空度，否则说明阀有故障。

(3) 冷起动热时间阀

拆下冷起动热时间阀，将其冷却至−2℃，按图 8-129 (a) 所示把检测仪旋至 A/B 位置，将真空泵接至中间插头，检测仪接至侧面插头。用真空泵产生真空，检测仪上必须显示与泵程相应的真空度。用两条辅助导线给阀供电，同时产生真空。大约 5～10s 后，应明显感到阀已关闭，检测仪上不允许有真空显示，否则说明阀已损坏。



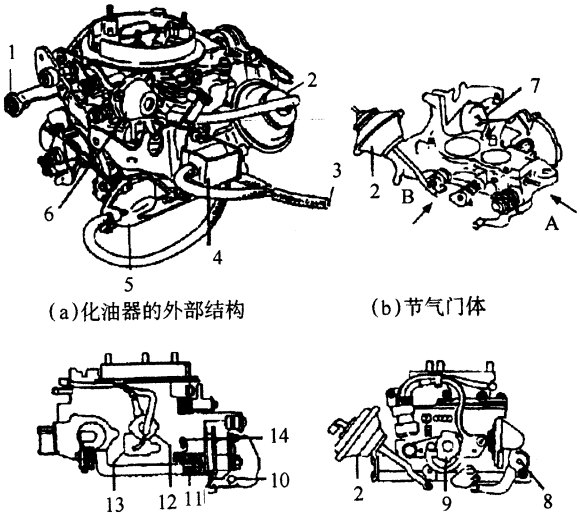
(a)功能检查　(b)电路检查

图 8-129　冷起动热时间阀的检查

当冷起动热时间阀的温度为 20～30℃时，按图 8-129 (b) 所示测量其电阻值，规定值为 6±1.5Ω。

(二) 凯虹Ⅱ型化油器

凯虹Ⅱ型化油器的外部结构如图 8-130 所示。辅助控制装置主要有怠速切断阀、PTC 加热电阻、怠速增压和超速增压等。



(a)化油器的外部结构　(b)节气门体

(c)图b的A向视图　(d)图b的B向视图

图 8-130　凯虹Ⅱ型化油器外部结构

1-阻风门拉杆；2-Ⅱ阶段真空单元；3-至进气加热阀；4-双向阀；5-怠速提升真空单元；6-降压拉开单元；7-怠速加压真空单元；8-加速泵；9-怠速切断阀；10-怠速加压/超速加压调节螺钉；11-CO 调节螺钉；12-副腔过渡系统切断阀；13-加热电阻；14-怠速调节螺钉

1. 怠速切断控制

怠速切断控制的作用是防止发动机的续转(关闭点火)和在减速时降低 CO 和 HC 的排放量。

怠速切断阀安装在怠速系统的通道上，如图 8-131 所示。当点火开关打开时，电磁阀通电，柱塞被吸住，怠速通路被打开；点火开关关闭或者在减速时，电磁阀断电，通路被切断，怠速与过渡系统的燃油供给中断。

如果怠速切断电磁阀及线路出现故障，显示的症状是发动机没有怠速或发动机出现续转现象。

2. 怠速增压和超速增压系统

怠速增压就是在发动机冷起动后，由于发动机处于冷态，为了维持发动机正常工作，需将节气门开度增大。操纵节气门开度的是节气门限位器，该限位器是膜片式真空阀，负压由节气门下方提供，其连接管路上设置了一个双向阀，此双向阀有热敏开关控制。当发动机冷却水温度低于 65℃时，热敏开关断开，双向阀为节气门限位器提供真空，节气门微开，开度大小取决于真空度的大小，直至发动机冷却水温度高于 65℃时，热敏开关闭合，节气门开度减小，如图 8-132 所示。

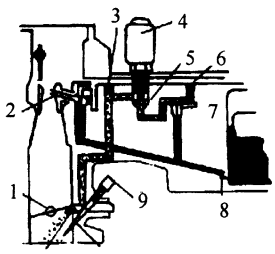


图 8-131　怠速切断控制

1-节气门；2-主喷口；3-空气量孔Ⅱ；4-怠速切断阀；5-节油器；6-空气量孔Ⅰ；7-降压量孔；8-主量孔；9-怠速调整螺钉；10-怠速喷口；11-过渡喷口

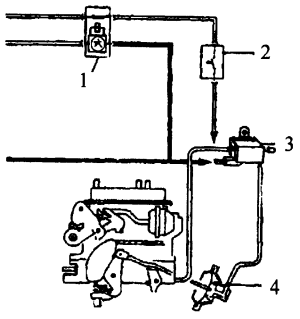


图 8-132　怠速增压和超速增压系统

1-超速增压继电器；2-热敏开关；3-双向阀；4-节气门限位器

超速增压是在超速阶段，为了防止排污的增加而控制混合气供给，使节气门稍微开启。此时，发动机温度已达到正常温度，发动机转速低于 1 800 r/min。在这个范围内超速增压继电器断开，从而使双向阀继续为节气门限位器提供真空，使节气门打开一定开度。

七、进气预热控制

为了改善发动机的低温起动性能，防止过多的未蒸发汽油和油滴进入气缸，冲刷缸壁，而引起活塞和缸壁的磨损，设置了进气预热装置。它主要由电加热器及恒温式空气滤清器组成。

（一）电加热器预热进气

电加热器的结构如图 8-133 所示。它安装在化油器下面的进气歧管上，其工作电路如图 8-134 所示。

当点火开关闭合后，如果冷却水温度低于 55℃，进气预热温度开关 F35 闭合，进气预热继电器 J81 动作，电加热器 N51 有电流通过，产生热量。当冷却水温度升高到 65℃时，进气预热温度开关断开，电加热器工作电流被切断，预热停止。

进气预热温度开关安装在缸盖出水口的上部，如图 8-135 所示，用万用表测量该开关的电阻，温度低于 55℃时为 0，温度高于 65℃时为∞。

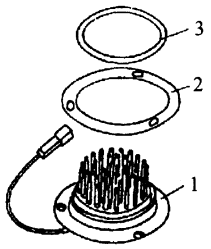


图 8-133　进气电加热器

1-加热器；2-垫圈；3-密封圈

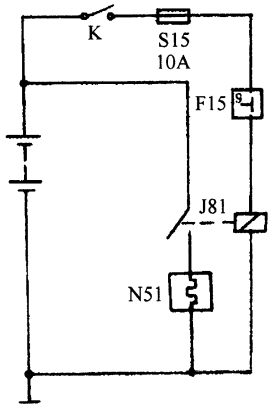


图 8-134　电加热预热进气电路

K-点火开关；F35-进气预热温度开关；J81-进气预热继电器；N51-进气加热器

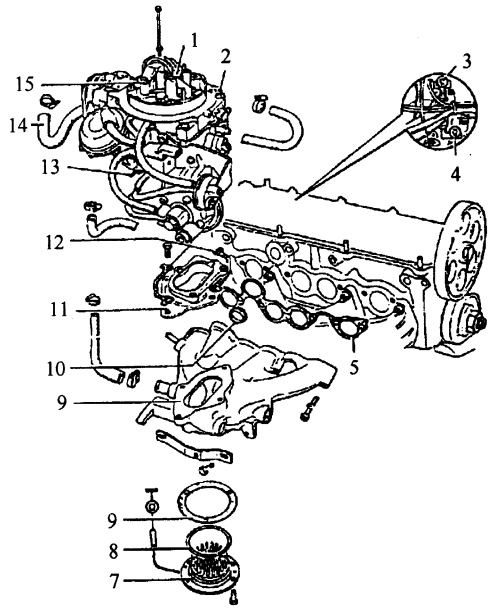


图 8-135　化油器的装配关系

1-真空罐接头；2-供油管接头；3-进气歧管预热器热敏开关；4-阻风门热敏开关；5-密封垫；6-进气歧管预热器；7-O 形环；8-密封垫；9-进气歧管；10-O 形密封环；11-法兰；12-锁止板；13-空气滤清器温度调节器管接头；14-通向冷却液管；15-2E2 化油器

（二）恒温式空气滤清器

为了保证低温起动后，进入气缸的混合气能够充分预热，捷达轿车采用了恒温式空气滤清器。它主要是通过交换进气管的热空气和冷空气来达到恒温，为此，专门增加了真空泵、进气转换阀、温度控制阀与冷、热空气管构件。图 8-135 为其结构示意图。

当发动机冷起动后，空气滤清器中温度低于 60℃时，进气歧管的负压作用到真空泵。在真空泵的作用下，真空泵膜片拉杆使进气转换阀打开热空气通路，从排气歧管中吸入的热空气便可进入到空气滤清器中。当进气温度超过 70℃时，空气滤清器温度控制阀中的双金属片因温度升高切断了进气歧管与真空泵的通道，进气转换阀便关闭了热空气通道，于是冷空气从进气软管进入空气滤清器。

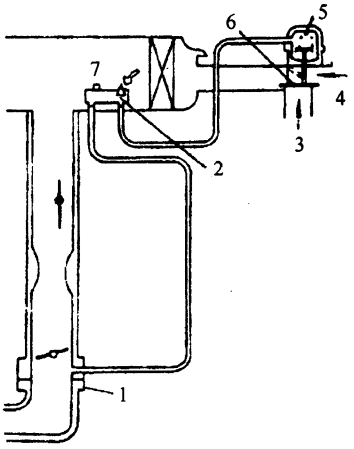


图 8-136　恒温式空气滤清器结构示意图

1-进气歧管负压；2-温度控制阀；3-来自进气管的热空气；4-来自进气管的冷空气；5-真空泵；6-进气转换阀；7-吸入空气

第九章　制动防抱死系统

汽车行驶时的紧急制动（车轮抱死），可能出现车辆侧滑、甩尾和失去方向控制。为了确保汽车行驶安全和性能稳定，在捷达王及都市先锋轿车上装用了制动防抱死系统（ABS）。ABS的作用是在汽车制动过程中，对车轮的运动状态进行迅速、准确而又有效控制，使车轮的纵向、横向都保持较高的附着系数，从而保证对汽车的转向能够控制；使汽车在最短距离内停车；减少轮胎磨损。

一、ABS的基本理论

（一）汽车制动时的车轮运动状态

汽车在制动过程中，车轮会出现三种不同的运动状态：

当车速等于轮速时，车轮为纯滚动；当轮速小于车速且不等于零时，车轮为边滚边滑；当轮速小于车速且等于零时，车轮为抱死拖滑。

汽车制动中，车轮从纯滚动到抱死拖滑，必须受到一个与行驶方向相反的外力，此外力由地面和空气阻力（忽略不计）提供。地面提供的外力称为地面制动力 F_x。F_x 受制动器制动力 F_u 和附着力 F_φ 的影响。

F_x、F_u、F_φ 三者之间关系如图 9-1 所示。

当 $F_x<F_\varphi$ 时，$F_x=F_u$，且随 F_u 的增大而增大。

当 $F_x=F_\varphi=F_z\cdot\varphi$ 时，F_u 再增大，$F_{xmax}=F_z\cdot\varphi$（说明车轮已抱死，即使 F_u 再增大，F_x 也不再增大）。

通过上述分析可知：地面制动力 F_x 既取决于制动器制动力 F_u 又受地面附着力 F_φ 的限制。若需增大 F_x，则需增大 F_φ。F_φ 主要取决于路面附着系数 φ，路面附着系数 φ 将随着车轮滑移率 s 的改变而改变。

（二）车轮滑移率“s”对附着系数“φ”的影响

车轮滑移率定义如下：

$$s=[(v-v_\omega)/v]\times100\%$$

式中　v——汽车车速；

　　v_ω——汽车轮速。

“s”对“φ”的影响如图 9-2 所示。

由图 9-2 可见：当 $s=15\%\sim25\%$ 时，纵向附着系数最大，横向附着系数也比较大。将车轮的滑移率控制在 20%左右，便可获得最大的纵向附着系数和较大的横向附着系数，才能获取最理想的制动效果。

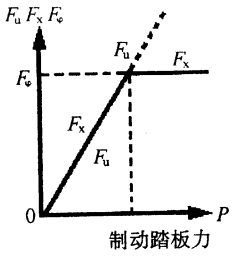


图 9-1 F_x、F_u、F_φ 三者之间关系

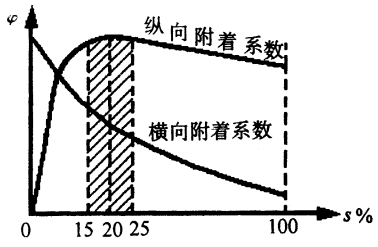


图 9-2 “s”对“φ”的影响

（三）理想的制动控制过程

①制动开始，让制动器制动力迅速增大，使 s 上升至 20%所需时间最短，以便获取最短制动距离和方向稳定性；

②制动过程中，当 s 上升稍大于 20%时，对制动轮迅速而适当地降低制动器制动力，使制动力矩小于车轮转矩，使 s 下降至 20%值。

当 s 下降稍小于 20%时，对制动轮迅速而适当地增大制动器制动力，使制动力矩大于车轮转矩，使 s 上升至 20%值。可见这一理想的制动控制过程只能通过 ABS 来实现。

（四）ABS 控制方案及控制通道

控制通道是指能够独立地进行制动压力调节的制动管路。如果车轮的制动压力可以进行单独调节，称该车轮为独立控制（即轮控制）。如果两个车轮的制动压力是一同进行调节，称为该两车轮为一同控制（即轴控制）。在两车轮一同控制（轴控制）时，如果以保证附着力较大的车轮不发生制动抱死为原则进行制动压力调节，称为按高选原则控制；如果以保证附着力较小的车轮不发生制动抱死为原则进行制动压力调节，称为按低选原则控制。

捷达王及都市先锋轿车上使用的 ABS 采用了四个轮速传感器和四个控制通道的 X 型双管路液压制动系统。

二、ABS 的组成

捷达王及都市先锋轿车上使用的 ABS 组成及在车上的安装位置如图 9-3 所示。

ABS 是在常规制动基础上，又增设了轮速传感器、ABS 控制模块、ABS 警告灯。

捷达王及都市先锋轿车上装用的 ABS 是美国 ITT 汽车公司开发的 MK20—I 型 ABS，具有以下特点：

①采用模块式结构设计，将储液器、电动回液泵、电磁阀与电子控制单元集成于一体，使其结构更加紧凑，如图 9-4 所示；

②电磁阀线圈集成于电子控制单元内部，节省连接导线。采用大功率集成电路直接驱动电磁阀及电动回液泵，省去了电磁阀继电器和电动回液泵继电器；

③电子控制单元内部设有故障存储器，随车带有故障诊断接口，借助诊断仪调取故障码可以很方便地进行故障诊断；

④MK20—I 型的控制原则是对两前轮进行独立控制，对两后轮按低选原则一同控制。其目的是在制动过程中确保后轮不会先于前轮抱死，从而获得良好的制动稳定性。

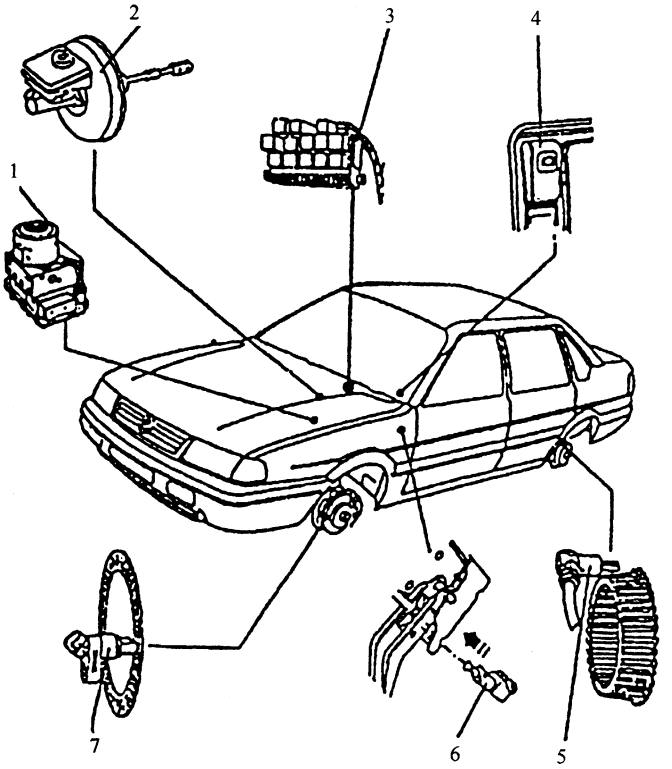


图 9-3　ABS 的组成及在车上的安装位置

1-ABS 控制模块；2-制动助力器；3-故障诊断接口；4-ABS 警告灯；5-后轮轮速传感器；6-制动灯开关；7-前轮轮速传感器

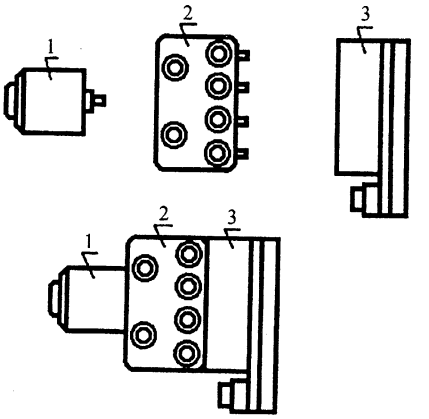


图 9-4　MK20—I 型模块式结构

1-回液泵电机；2-液压控制单元；3-电子控制单元

三、ABS 主要部件结构与工作原理

（一）轮速传感器

轮速传感器的作用是检测车轮转速，产生与轮速成正比的正弦交流电压信号送至 ECU。轮速传感器在前轮的安装位置如图 9-5 所示，在后轮的安装位置如图 9-6 所示。

轮速传感器由传感器头（静止）和齿圈（转动）组成。传感器头由永久磁铁、感应线圈、极轴等组成，安装在齿圈的上方，永久磁铁的磁通通过齿圈构成回路。齿圈由铁磁性材料制成，安装在轮毂上与车轮一同旋转。齿圈旋转时，齿顶和齿隙交替地在传感器头下掠过，使感应线圈中磁通强度发生交替变化，从而产生与轮速成正比的正弦交流电压信号送至 ECU。

（二）控制模块

控制模块由液压控制单元和电子控制单元组成。

1. 液压控制单元

液压控制单元由储液器、电动回液泵、电磁阀等组成。

（1）电磁阀

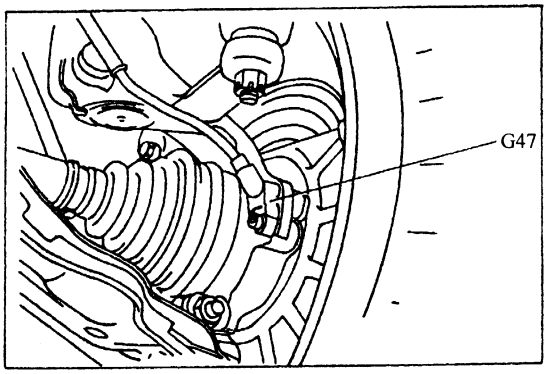


图 9-5　轮速传感器在前轮的安装位置

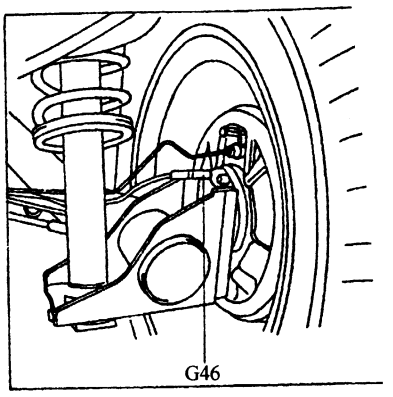
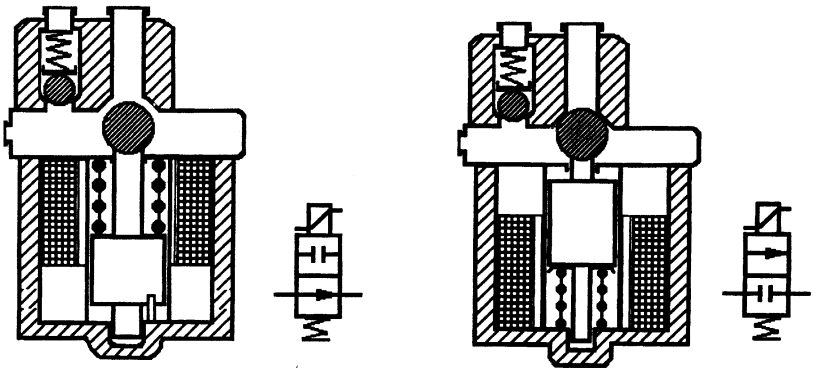


图 9-6　轮速传感器在后轮的安装位

捷达王及都市先锋轿车上每一个车轮制动器制动力均由两个二位二通电磁阀进行控节。其中一个为二位二通常开进液电磁阀，另一个为二位二通常闭出液电磁阀。两个电磁由阀门、衔铁、电磁线圈、回位弹簧等组成，其结构如图 9-7 所示。



(a)二位二通常开进液电磁阀　　(b)二位二通常闭出液电磁阀

图 9-7　二位二通电磁阀的结构及表示符号

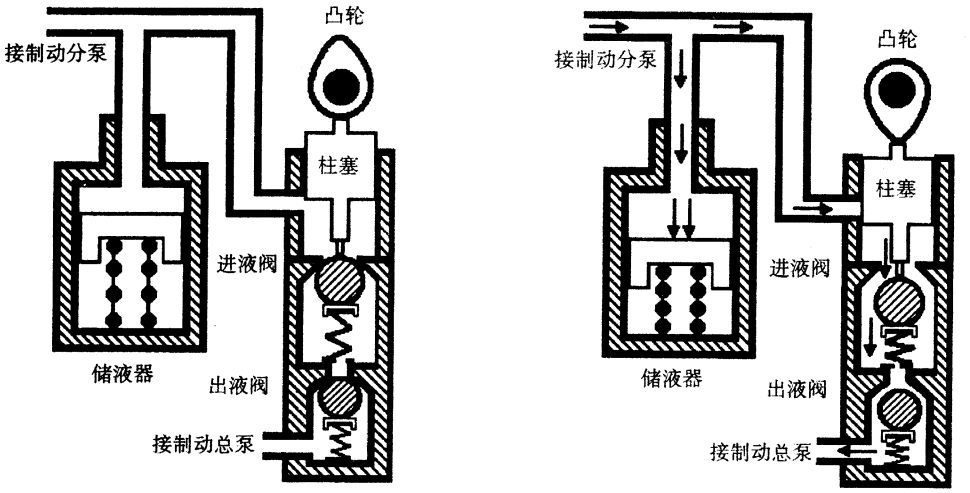
电磁阀的工作过程是：车轮制动未抱死时，线圈不通电，二位二通常开进液电磁阀阀门打开，使制动总泵和制动分泵直接相通，踏下制动踏板即可增压。二位二通常闭出液电磁阀阀门关闭，避免制动液泄漏。车轮制动趋于抱死时，ECU 对电磁阀线圈通电且控制通电时机，使两个电磁阀阀门不断开、闭切换，使其制动系统进入增压、保压、减压工作状态。

(2) 储液器与电动回液泵

储液器是接纳 ABS 减压过程中从制动分泵回流的制动液。其结构如图 9-8 所示。

储液罐内有一活塞和弹簧。减压时，回流的制动液压缩活塞克服弹簧张力下移，使容积增大，暂时存储制动液。

电动回液泵由直流电动机和柱塞泵组成。其工作过程是在减压回流制动液的同时，ECU 输出指令，电动回液泵工作，驱动凸轮迫使柱塞在泵筒内移动。当柱塞上行时，储液器与制动分泵内具有一定压力的制动液经柱塞泵进液口压开进液阀流入泵筒内；当柱塞下行时，压开泵筒底部的出液阀，将制动液压入制动总泵。



(a)柱塞上行时　　(b)柱塞下行时

图 9-8　储液器与电动回液泵

2. 电子控制单元（ECU）

ECU 功用是接收轮速传感器及其他开关信号进行放大、计算、比较，按照特定的控制逻辑，分析、判断后输出指令，控制液压控制单元执行制动压力调节任务。

硬件由安装在印刷电路板上的一系列电子元器件构成，封装于金属壳体内。软件固存在只读存储器（ROM）中的一系列控制程序和参数（试验参数）。

同时，电子控制单元还对系统的工作状态进行监测，当发现系统内出现故障（如系统电压过低，轮速传感器信号不正常，计算电路、电磁阀控制电路有故障等）时，使 ABS 系统停止工作，同时接通 ABS 警告灯电路，使 ABS 警告灯点亮。与此同时，将 ABS 出现的故障以代码的形式储存，以便进行维修时自诊断。

四、ABS 液压控制系统工作过程

捷达王及都市先锋轿车上采用的 MK20—I 型 ABS 液压控制系统为对角线双回路控制系统，如图 9-9 所示。

其工作过程是：汽车制动中，随着车轮轮速的上升需要增大制动压力时，进液电磁阀线圈断电打开，出液电磁阀线圈断电关闭，制动压力将随制动踏板力的增大而增大。当车轮趋于抱死时，ECU 输出指令，控制进液电磁阀线圈通电关闭，出液电磁阀线圈仍断电关闭，使制动分泵内的制动压力保持不变。当制动车轮抱死时，ECU 输出指令，控制进液电磁阀线圈仍通电关闭，出液电磁阀线圈通电打开，使制动分泵内的制动液经出液电磁阀流到储液器，使制动分泵内的制动压力减小。

在 ABS 控制过程中，对制动压力的增压、保压、减压调节速度将以每秒 2～6 次的变化频率进行，从而获得良好的制动稳定性。

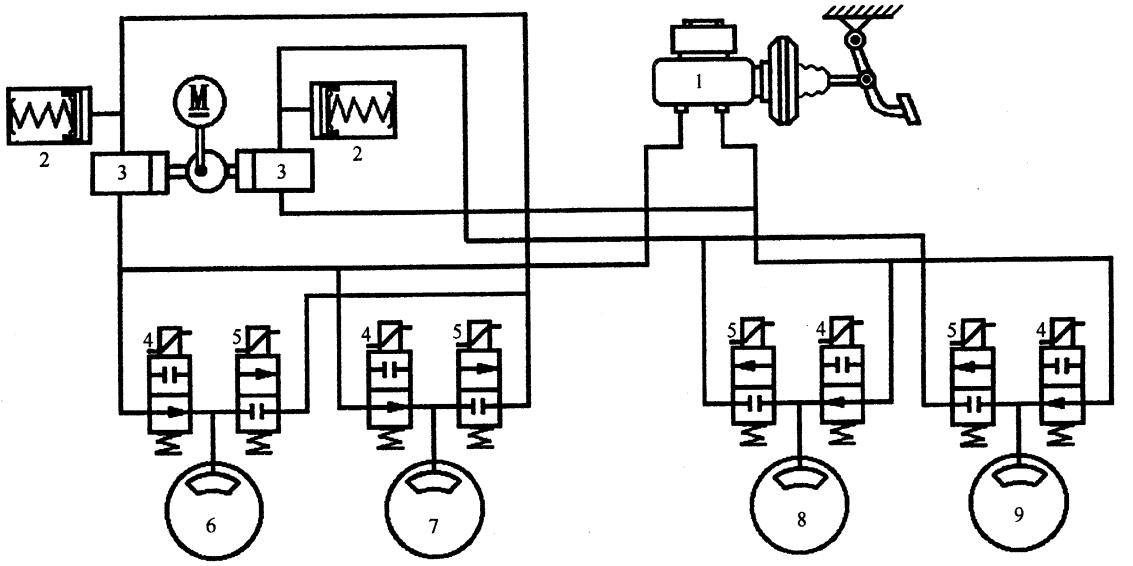


图 9-9　液压对角线双回路控制系统

1-制动总泵；2-储液器；3-电动回液泵；4-常开进液电磁阀；5-常闭出液电磁阀；9-左前轮；7-右后轮；8-左后轮；9-右前轮

五、ABS 的故障诊断

当 ABS 出现故障、警告灯点亮，应及时地诊断、排除故障。按如下步骤进行诊断。

（一）首先进行常规检查

①检查制动液液面是否符合要求；

②检查所有继电器、熔断器、连接器连接是否可靠；

③重点检查下列部件连接器连接情况：电动回液泵、液压控制单元、轮速传感器、制动液液位检测开关等；

④检查轮速传感器头与齿圈间隙是否符合要求，轮速传感器头与齿圈是否有赃物或损坏；

⑤检查驻车制动器是否完全松开，蓄电池电压是否符合规定。

（二）进行故障自诊断

将专用诊断仪 V. A. G1551 或 V. A. G1552 与自诊断接口相接后，在快速数据传递模式下选择地址码“03”便进入了制动系统自诊断，在此地址下可进行各种功能选择，见表 9-1。利用“02”功能即可读出故障代码，各故障代码的含义、故障原因及排除方法见表 9-2。

表 9-1　功能代码及其含义

代　码	含　　义	代　码	含　　义
01	查询电子控制单元版本	05	清除故障记忆
02	查询故障记忆	06	结束、退出
03	执行机构诊断	07	电子控制单元编码
04	加液排气	08	阅读测量数据块

表 9-2　故障代码含义、故障原因及排除方法

故障码	故障码含义	故障原因	排除方法
00668	30 号线终端电压信号超差	电压供电线路、连接器、熔断器故障	检查控制单元供电线路、、连接器、熔断器
00283	左前轮轮速传感器 G47	轮速传感器与控制单元之间控制单元齿圈污染或损坏 轮速传感器安装不正确或损坏	检查轮速传感器与控制单元之间连接导线或连接器 检查轮速传感器头和齿圈的安装间隙 利用 V. A. G1551 的“08”功能读取测量数据块
00285	右前轮轮速传感器 G45		
00287	右后轮轮速传感器 G44		
00290	左后轮轮速传感器 G46		
01276	电动回液泵信号超差	电动回液泵与控制单元之间连接导线短路或断路 电动回液泵故障	检查线路 利用 V. A. G1551 的“03”功能进行执行机构诊断
66535	控制单元	通向控制单元连接导线断路或接触不良 控制单元损坏	检查线路连接和接触情况 更换控制单元
01044	控制单元编码错误	控制单元 25 端子的 15 与 21 之间断路 控制单元编码错误	检查端子线束 重新进行编码
01130	ABS 工作信号超差	有外界干扰源干扰	检查线路连接和接触情况 清除故障码 以车速 20km/h 紧急制动试车 再次查询故障存储

六、ABS 的检修

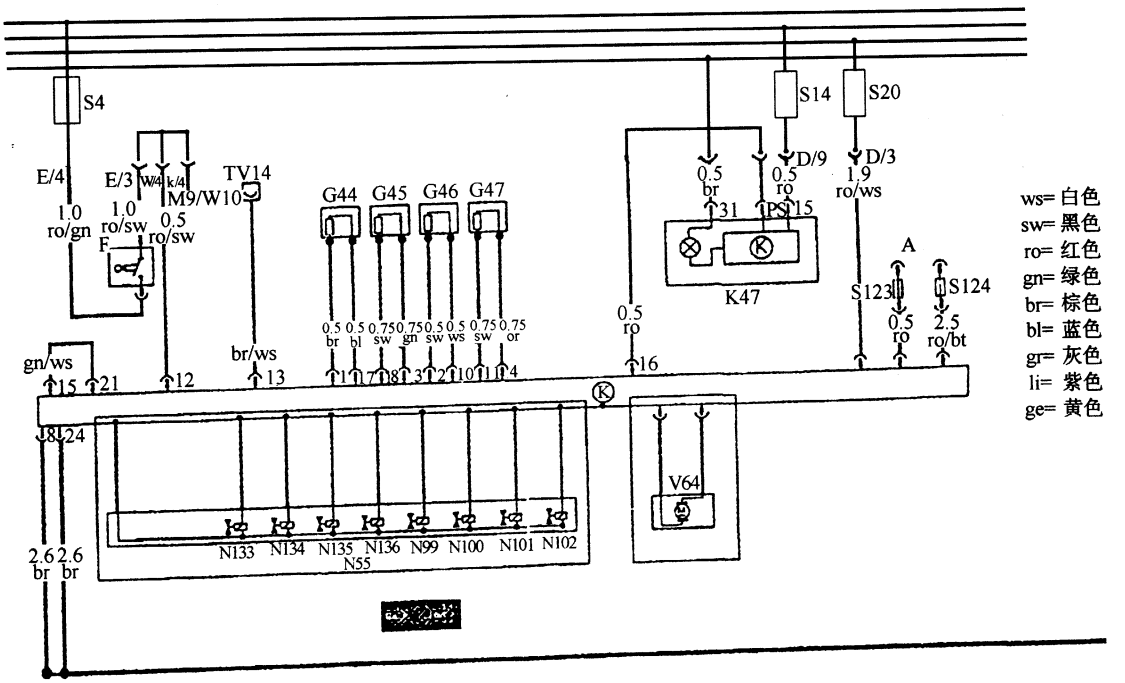
（一）ABS 电气系统的检修

ABS 控制系统电路如图 9-10 所示。

ABS 电子控制单元 25 端子插头各端子排列如图 9-11 所示。各端子与其各部件的连接如表 9-3 所示。

表 9-3　25 端子插头与其各部件的连接

端子符号	连接部件	端子符号	连接部件
1	右后轮轮速传感器—G44	14	空端
2	左后轮轮速传感器—G46	15	电子控制单元 J104 的 21 端子
3	右前轮轮速传感器—G45	16	ABS 警告灯—K47
4	左前轮轮速传感器—G47	17	右后轮轮速传感器—G44
5	空端	18	右前轮轮速传感器—G45
6	空端	19	空端
7	空端	20	空端
8	蓄电池（—）	21	电子控制单元 J104 的 15 端子
9	蓄电池（+）	22	空端
10	左后轮轮速传感器—G46	23	中央配电器端子 D/3
11	左前轮轮速传感器—G47	24	蓄电池（—）
12	制动灯开关 F	25	蓄电池（+）
13	故障诊断接口 K 端		



㊸ 接地点，继电器旁车身处

图 9-10　ABS 控制系统电路

A-蓄电池；F-制动灯开关；G44-后右轮轮速传感器；G45-前右轮轮速传感器；G46-后左轮轮速传感器；G47-前左轮轮速传感器；J104-ABS 电子控制单元；K47-ABS 警告灯；M9-左制动灯；M9-右制动灯 N55-ABS/EBD 液压控制单元；N99-前右轮常开进液电磁阀；N100-前右轮常闭出液电磁阀；N101-前左轮常开进液电磁阀；N102-前左轮常闭出液电磁阀；N133-后右轮常开进液电磁阀；N134-后右轮常闭出液电磁阀；N135-后左轮常开进液电磁阀；N136-后左轮常闭出液电磁阀；S4-熔断器（15A）；S14-熔断器（10A）；S20-熔断器（10A）；S123-电动回液泵熔断器（30A）；S124-电磁阀熔断器（30A）；TV14-故障诊断接口；V64-电动回液泵

ABS 电气系统的检测可用专用检测仪 V.A.G1551 或 V.A.G1552 进行。检测时首先拔下电子控制单元插头，选用 V.A.G1598/21 连接器与之相连接，再使用 V.A.G1595 测试导线和 V.A.G1526 数字万用表，按表 9-4 所示进行测试。

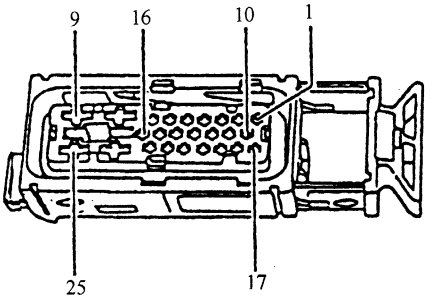


图 9-11　25 端子插头各端子排列

1、9、10、16、17、25-端子

（二）液压控制单元的拆装

利用诊断仪查找故障，若确认故障在液压控制单元，应对液压控制单元进行检测或更换。

1. 液压控制单元总成的拆卸

①从液压控制单元总成上拆下连接线；

②踩下制动踏板并将踏板固定，使制动总泵中心阀关闭，以防制动液从出液口流出；

③拆下液压控制单元上的与制动总泵连接的连接管并做好标记，用塞子将出液口堵住；

④拆下液压控制单元上的与制动分泵连接的连接管并做好标记，用塞子将出液口堵住；

⑤拆下液压控制单元支架固定螺栓，取下液压控制单元。

表 9-4 ABS 电气系统检测方法及技术要求

步骤	V.A.G 1598/21 插孔	检测项目	检测条件	技术要求	故障部位
1	3 与 8	右前轮轮速传感器 G45 的电阻	关闭点火开关	1.0～1.3kΩ	连接器、导线及线圈
2	4 与 11	左前轮轮速传感器 G47 的电阻	关闭点火开关	1.0～1.3kΩ	连接器、导线及线圈
3	1 与 17	右后轮轮速传感器 G44 的电阻	关闭点火开关	1.0～1.3kΩ	连接器、导线及线圈
4	2 与 10	左后轮轮速传感器 G46 的电阻	关闭点火开关	1.0～1.3kΩ	连接器、导线及线圈
5	1 与 17	右后轮轮速传感器 G44 的电压信号	关闭点火开关；使右后轮以 1r/s 的速度转动	190～1 140mV 的交流电压	传感器头与齿圈位置；是否互换
6	2 与 10	左后轮轮速传感器 G46 的电压信号	关闭点火开关；使左后轮以 1r/s 的速度转动	190～1 140mV 的交流电压	传感器头与齿圈位置；是否互换
7	3 与 18	右前轮轮速传感器 G45 的电压信号	关闭点火开关；使右前轮以 1r/s 的速度转动	7～310mV 的交流电压	传感器头与齿圈位置；是否互换
8	4 与 11	左前轮轮速传感器 G47 的电压信号	关闭点火开关；使左前轮以 1r/s 的速度转动	7～310mV 的交流电压	传感器头与齿圈位置；是否互换
9	8 与 25	控制单元对回液泵的供电电压	关闭点火开关	10.0～14.5V	8 端子搭铁点；端子 25、S123、蓄电池＋连线
10	9 与 24	控制单元对电磁阀的供电电压	关闭点火开关	10.0～14.5V	24 端子搭铁点；端子 9、S124、蓄电池＋连线
11	8 与 23	控制单元的供电电压	打开点火开关	10.0～14.5V	8 端子搭铁点；端子 23 到中央配电器 D/23 连线
12	8 与 12	制动灯开关的功能	关闭点火开关；不踩制动踏板；踩制动踏板	0～0.5V； 10.0～14.5V	8 端子搭铁点；端子 12 到中央配电器 E/4 连线；S2 和制动开关
13		ABS 警告灯的功能	关闭点火开关；打开点火开关	ABS 警告灯亮	K47 插座端子 31 搭铁点；K47 插座端子 15 到中央配电器 D/9 连线；K47 插座端子到控制单元端子 16 的连线

2. 更换液压控制单元

①压下连接器锁止扣，卸下回液泵线束。卸下四个连接螺栓见图 9-12；

②将液压控制单元与电子控制单元分离，见图 9-13；

③将新的液压控制单元安装到电子控制单元上，并用四个连接螺栓加以固定，最后接好回液泵线束。

3. 更换电子控制单元

更换电子控制单元的方法、步骤与更换液压控制单元相同。在一般情况下，不允许将液压控制单元和电子控制单元分离，最好是整体更换液压电子控制单元总成。

4. 液压控制单元总成的安装

①将液压控制单元总成安装到支架上并加以固定，按标记接好连接管；

②加注新的制动液并按规定方法排气；

③打开点火开关，ABS 警告灯应亮 1.7s 后熄灭；

④清除故障码；

⑤试车确认 ABS 功能。将汽车行驶到规定速度，踏下制动踏板感到有反弹，说明 ABS 工作正常。

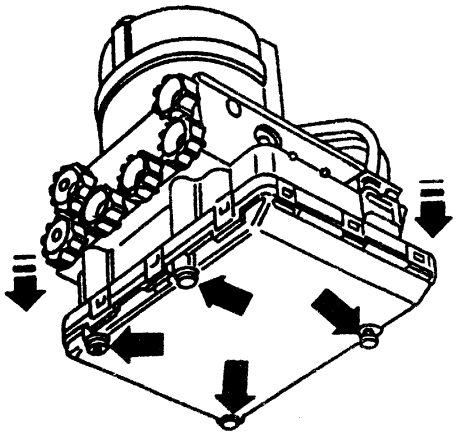


图 9-12　卸下四个连接螺栓

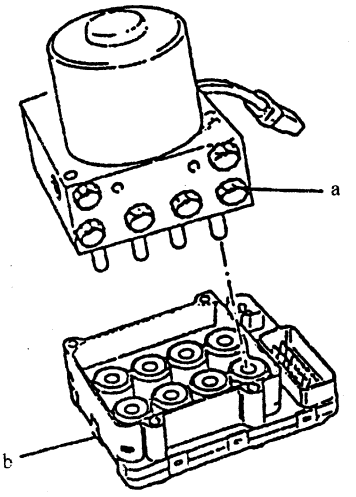


图 9-13　将液压控制单元与电子控制单元分离
a-液压控制单元及回液泵；b-电子控制单元

（二）轮速传感器的检查与拆装

1. 前轮轮速传感器的检查与拆装

（1）前轮齿圈的检查

前轮轮速传感器头与齿圈之间的间隙应为：1.10～1.97mm。前轮轴承损坏或轴向间隙过大，均会使其间隙发生改变，从而影响正确信号的输出，造成 ABS 工作失常。应做如下检查：

①使前轮离地，转动前轮同时观察齿圈轴向摆差，应小于等于 0.3mm，见图 9-14；

②轴承轴向间隙过大、齿圈变形或齿数残缺，应更换轴承和齿圈；

③及时清洁齿圈空隙内的脏物。

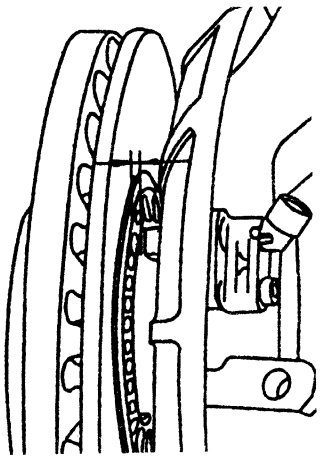


图 9-14　检查前轮齿圈与传感器头之间间隙

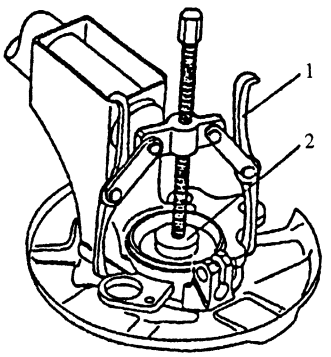


图 9-15　拆前轮轮毂及齿圈
1-拉器；2-专用压块

（2）前轮轮速传感器的拆装

①拆前轮轮毂及齿圈。用拉器挂钩先钩住前轮轴承壳的两边（只有一个确定位置），在拉器顶尖处放一压块，转动顶尖，将前轮轮毂及齿圈一同顶出。而后拆下齿圈的＋字槽固定螺栓，见图 9-15。安装按相反顺序进行。

②拆前轮轮速传感器。拔下轮速传感器连接器插头，拧下内六角螺栓，拆下轮速传感器。前轮轮速传感器的拆装位置如图 9-16 所示。安装按相反顺序进行。同时应注意两前轮轮速传感器左右不能互换使用。

2. 后轮轮速传感器的检查与拆装

（1）后轮齿圈的检查

后轮轮速传感器头与齿圈之间的间隙应为 0.42～0.80mm。后轮轴承损坏或轴向间隙过大，均会影响其间隙发生改变，从而影响正确信号的输出，造成 ABS 工作失常。应做如下检查：

①使后轮离地，转动后轮同时观察齿圈径向跳动，应小于等于 0.05mm，见图 9-17；

②轴承径向间隙过大、齿圈变形或齿数残缺，应更换轴承和齿圈。

③及时清洁齿圈空隙内的脏物。

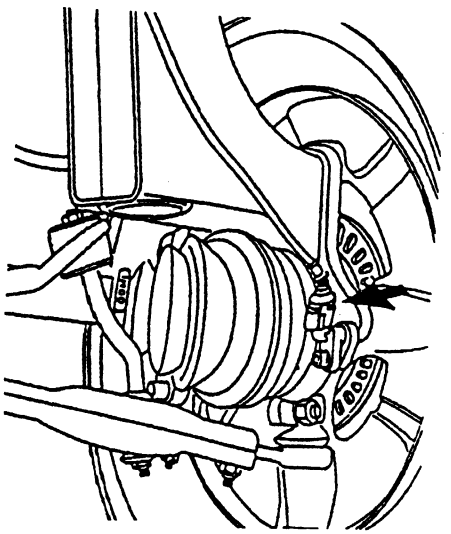


图 9-16　前轮轮速传感器的拆装位置

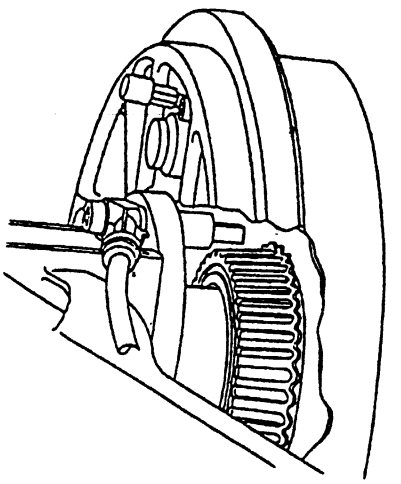


图 9-17　检查后轮齿圈与传感器头之间间隙

（2）后轮轮速传感器的拆装

拔下轮速传感器连接器插头，拧下内六角紧固螺栓，拆下轮速传感器。安装按相反顺序进行。因为 ABS 控制调节后轮制动压力按低选原则一同控制，所以后轮轮速传感器零件号完全相同。安装后轮轮速传感器时，左、右可互换使用。

第十章　自动变速器

捷达都市先锋轿车装备了具有国际领先水准的电子控制换挡的01M4挡自动变速器。01M自动变速器采用模糊逻辑控制理论，在换挡时以车速及发动机负荷信号为主要参数，同时又考虑行驶阻力、驾驶员的驾驶习惯及交通环境等因素，合理地对换挡进行自动控制，从而使该车具有良好的动力性、经济性和驾驶操作性。

01M自动变速器有4个前进挡和1个倒车挡，通过排挡杆在挡位选择区可供选择的位置有：P、R、N、D、3、2、1。各位置的名称及使用方法如下：

①P挡：停车挡　只有在车辆完全停稳时，才可挂入该挡，挂入该挡后，驱动车轮被机械装置锁止而使车轮无法转动。若想将排挡杆移出该位置，须踏下制动踏板并按下排挡杆手柄上的锁止按钮。

②R挡：倒车挡　只有当车辆静止且发动机怠速运转时，才可挂入倒车挡，按下排挡杆手柄按钮，即可将排挡杆移入或移出倒车挡。在车辆前行时，不要误将排挡杆挂入R挡。

③N挡：空挡　在点火开关打开状态下，车辆静止或车速低于5km/h时，挂入该挡后，排挡杆会被锁止电磁铁锁止。若想移出该挡，需踏下制动踏板，同时按下手柄按钮方可移出，在车速高于5km/h时，只需按下手柄按钮即可将排挡杆移入或移出N挡。

④D挡：驱动挡　一般情况下可选用此挡，在D挡位置，变速器控制单元根据车速及发动机负荷等参数，控制变速器在1－4挡中自动切换。

⑤3挡：坡路挡　在有坡度的路面上行驶时可挂入该挡，此时变速器会在1－3挡中自动换挡，但不会换入4挡，这样，在下坡时提高了发动机的制动效果。

⑥2挡：长坡挡　遇到较长距离的坡路时选用此挡，控制单元根据行驶速度及节气门的开度变化，控制车辆在1、2挡中自动换挡，这样一方面避免了挂入不必要的高速挡，另一方面在下坡时可更好的利用发动机的制动效果。

⑦1挡：陡坡挡　在上下非常陡峭的坡路时选用此挡，挂入1挡后，汽车总处于1挡行驶状态，而不会换入其他3个前进挡位，这样一方面可以保证在爬坡时有足够的动力，另一方面在下坡时可最大限度地利用发动机的制动效果。

一、自动变速器的结构特点

（一）自动变速器的组成

01M自动变速器由液力变矩器、行星齿轮变速系统、中间传动及差速器、液压控制系统和电子控制系统组成。01M自动变速器的结构简图如图10-1所示。

（二）闭锁式液力变矩器的结构与工作原理

闭锁式变矩器主要由泵轮、涡轮、导轮及带扭转减振器的锁止离合器组成，如图10-2所示。

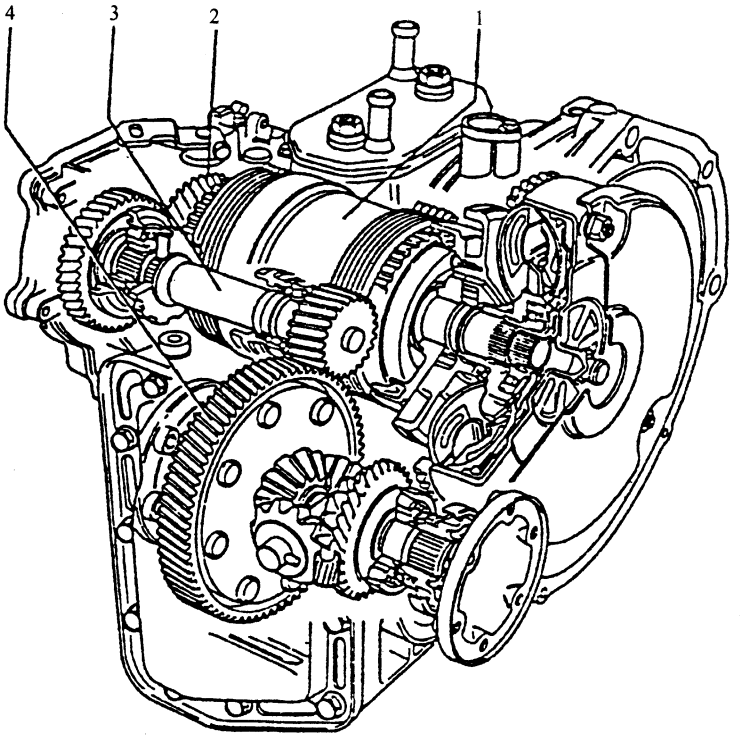


图 10-1　01M 自动变速器的结构简图

1-行星齿轮系统;2-中间传动主动齿轮;3-中间传动齿轮轴;4-差速器

闭锁式液力变矩器可以提高效率,改善经济性。它可以实现液力变矩器传动和机械直接传动两种工况,把两者的优点结合于一体。

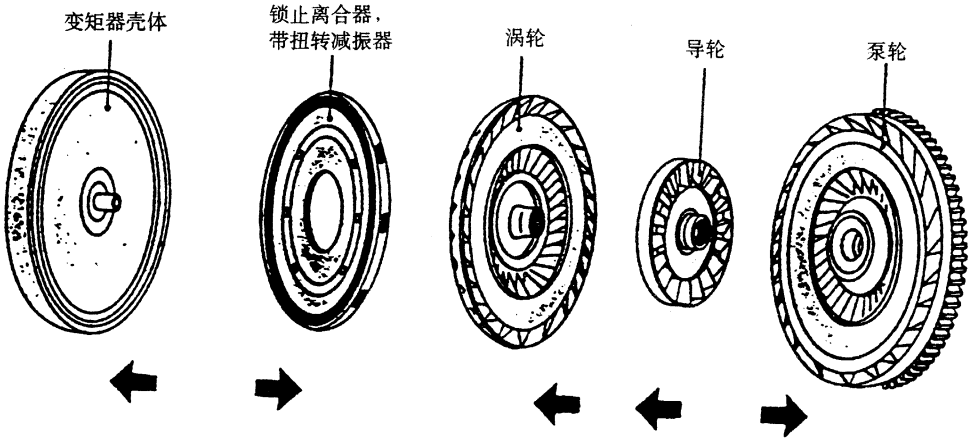


图 10-2　闭锁式液力变矩器的组成

变矩器闭锁离合器工作原理如图 10-3 所示。闭锁式液力变矩器内有一个由液压操纵的闭锁离合器,或称锁止离合器。闭锁离合器的主动盘就是变矩器壳体,从动盘是可在轴向移动的压盘,为了减小离合器结合和分离瞬间的冲击,从动盘内圈上带有弹性减振盘,然后与涡轮输出轴相连。主动盘和从动盘相接触的工作面上有摩擦片。压盘左右两侧的油液由滑阀箱内的锁止控制电磁阀控制。

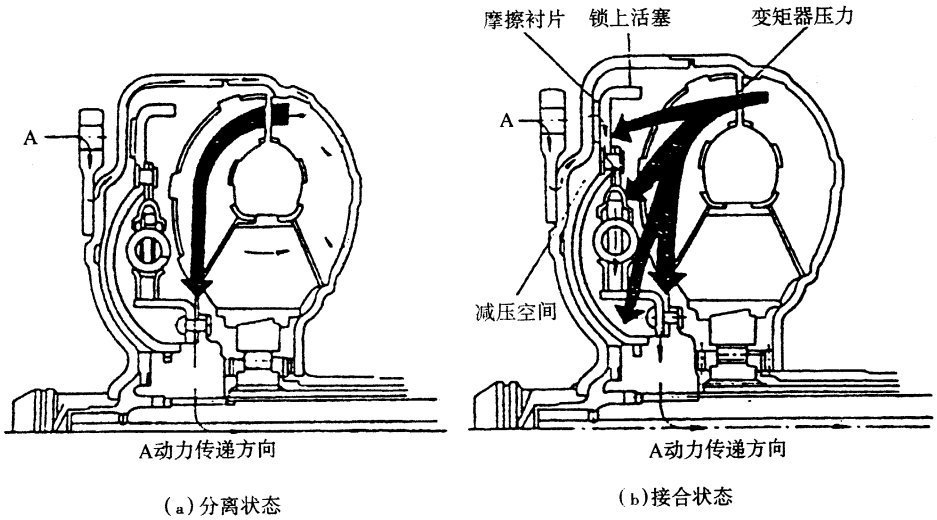


图 10-3　变矩器闭锁离合器工作原理

当压盘左右两侧保持相同的压力，闭锁离合器处于分离状态如图 10-3 (a) 所示。动力须经液力变矩器传递，可充分发挥液力传动减振吸振、自动适应行驶阻力剧烈变化的优点，适合于汽车起步、换挡或在坏路面上行驶工况使用。当锁止电磁阀控制压盘左侧的油压降低，而压盘右侧的油液压力仍较高时；在此压差的作用下，压盘通过摩擦片压紧在主动盘上，闭锁离合器接合，如图 10-3 (b) 所示。动力经闭锁离合器实现机械传动，变矩器输入（泵轮）轴与输出（涡轮）轴成为刚性联接，传动效率较高，提高了汽车的行驶速度和燃油经济性。闭锁离合器的油路控制如图 10-4 所示。

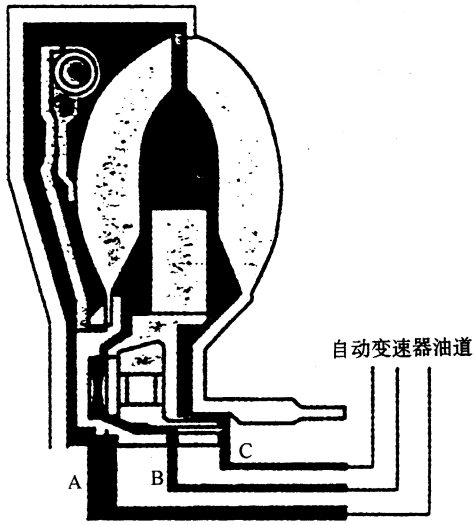


图 10-4　闭锁离合器的油路控制

①闭锁离合器分离状态：油道 A 和 B 打开，油道 C 关闭，自动变速器油由油道 A 流向油道 B。闭锁离合器分离，油道 B 的油流向行星齿轮系统起到润滑作用；

②闭锁离合器接合状态：油道 A、B、C 都打开，但油道 A 打开卸压，自动变速器油由油道 C 流向油道 A 和 B。闭锁离合器接合，油道 B 的油流向行星齿轮系统起润滑作用。

当闭锁离合器接合时，导轮单向离合器即脱开，导轮自由旋转。泵轮和涡轮虽然是同速转动，但与导轮有一定的转速差，因此，在变矩器内仍有少量液流作循环流动，从而有一定的液力损失，即使成为直接机械传动，传动效率也略低于 100%。

锁止电磁阀根据车速、节气门参数按比例转换的电压信号，由自动变速器控制单元进行控制。

（三）齿轮变速系统的结构

行星齿轮变速系统主要由行星齿轮系、片式离合器、片式制动器和单向离合器组成，如图10-5所示。片式离合器、片式制动器和单向离合器是行星齿轮变速系统的三种换挡执行元件。离合器和制动器是以液压方式控制行星齿轮机构元件的旋转，而单向离合器则是以机械方式对行星齿轮机构的元件进行锁止。片式离合器和片式制动器由阀体（滑阀箱）进行液压控制。离合器K1用于驱动小太阳轮，离合器K2用于驱动大太阳轮，离合器K3用于驱动行星齿轮架，制动器B1用于制动行星齿轮架，制动器B2用于制动大太阳轮。

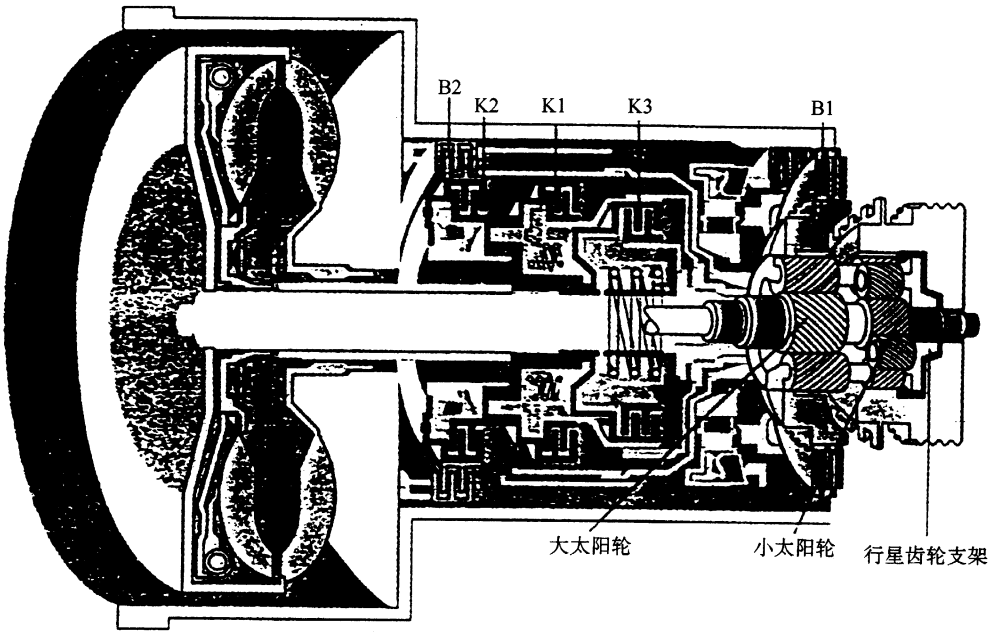


图10-5　行星齿轮变速系统的结构

1. 行星齿轮系

行星齿轮系由大、小太阳轮各1个，长、短行星齿轮各3个，行星齿轮架和齿圈组成，如图10-6所示。所不同的是长行星齿轮采用分段式结构，使3挡到4挡的转换更加平顺。短行星轮与长行星齿轮及小太阳轮啮合；长行星齿轮同时与大太阳轮、短行星齿轮及齿圈啮合，动力通过齿圈输出。

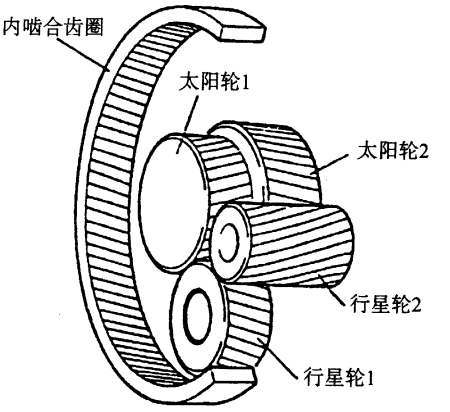


图10-6　行星齿轮系结构

2. 片式离合器

离合器的作用是连接轴和行星齿轮机构的旋转元件。自动变速器中所用的离合器为湿式多片离合器。它通常由离合器鼓、离合器活塞、回位弹簧、钢片、摩擦片、花键毂等组成，其结构如图10-7所示。

离合器鼓是一个液压油缸，鼓内有内花键齿圈，内缘轴颈上有进油孔与控制油路相通。离合器活塞为环状，内外缘上有密封圈，安装在离合器鼓内。

钢片和摩擦片交错排列，二者统称为离合器片，均使用钢料制成，但摩擦片的两面烧结有

铜基粉末冶金的摩擦材料。为保证离合器接合柔和及散热，离合器片浸在油液中工作，因而称为湿式离合器。钢片带有外花键齿，与离合器鼓的内花键齿圈连接，并可轴向移动。摩擦片则以内花键齿与花键毂的外花键槽配合，也可作轴向移动。

花键毂和离合器鼓分别以一定的方式与变速器输入轴和行星齿轮系的某个基本元件相连，与输入轴相连的通常为主动件，而另一侧为从动件。当压力油经油道进入活塞左面的液压缸时，液压作用力便克服弹簧力使活塞右移，将所有离合器片压紧，即离合器接合，与离合器主从动部分相连的输入轴及行星齿轮系元件也被连接在一起，以相同的速度旋转。当控制阀将作用在离合器液压缸的油压撤除后，离合器活塞在回位弹簧的作用下回复原位，并将缸内的变速器油从进油孔排出，使离合器分离，离合器主从动部分可以不同转速旋转。离合器处于分离状态时，离合器片之间有一定的轴向间隙，以保证钢片和摩擦片之间无轴向压力，这一间隙称为离合器的自由间隙。

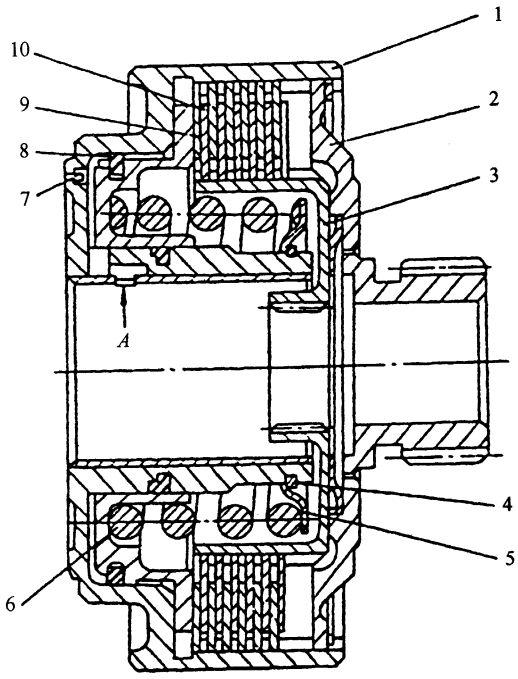


图 10-7　片式离合器的结构

1-离合器鼓；2-所连接行星齿轮系的太阳轮；3-花键毂；4-卡环；5-弹簧支承盖；6-弹簧；7-安全阀；8-环形活塞；9-摩擦片；10-钢片

3. 制动器

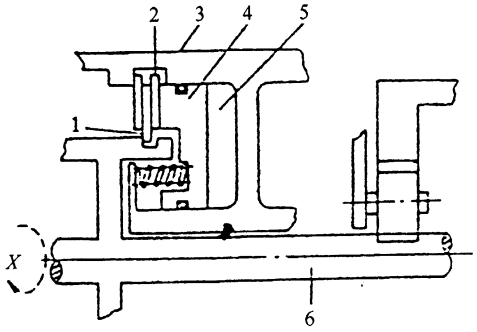


图 10-8　片式制动器的结构简图

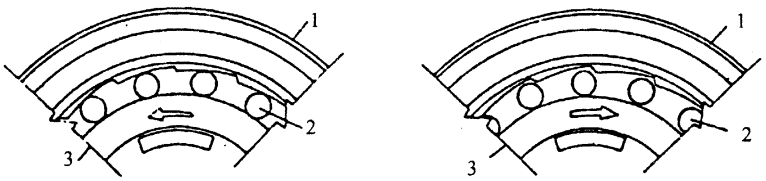
1-摩擦片；2-钢片；3-变速器壳体；4-活塞；5-油缸；6-制动器毂

制动器的作用是固定行星齿轮机构中的基本元件，阻止其旋转。片式制动器由制动器活塞、回位弹簧、钢片、摩擦片及制动器毂等组成，如图 10-8 所示。它的结构和工作原理与湿式多片离合器基本相同，只是其钢片通过外花键齿安装在变速器壳体的内花键齿圈上，摩擦片则通过内花键齿和制动器毂上的外花键槽连接。制动器毂与行星齿轮机构的元件相连。当液压缸中没有压力油时，制动器毂可以自由旋转。当压力油进入制动器的液压缸后，通过活塞将钢片和摩擦片压紧在一起，制动器毂以及与其相连的行星齿轮机构的某一元件被固定而不能旋转。

4. 单向离合器

单向离合器的作用是依靠其单向锁止原理起固定作用，其固定只是单方向的。当与之相连的元件的受力方向与锁止方向相同时，该元件被固定；而当受力方向与锁止方向相反时，该元件的锁止将被解除。单向离合器的工作不需要另外的控制机构，而完全是由与之相连的元件的受力方向来控制的。随着换挡时其他执行元件的动作，在与其连接的行星齿轮系基本元件受力

方向发生变化的瞬间时，单向离合器即产生接合或脱离，可保证换挡平顺免冲击，也简化了液压操纵系统。行星齿轮架单向离合器 F 的工作原理如图 10-9 所示。



（a）锁止状态　　（b）自由状态

图 10-9　单向离合器 F 的工作原理

1-外座圈；2-滚柱；3-内座圈

（四）液压控制系统的构成

液压控制系统主要由液压泵、油道、滤清器、滑阀箱等组成，如图 10-10 所示。

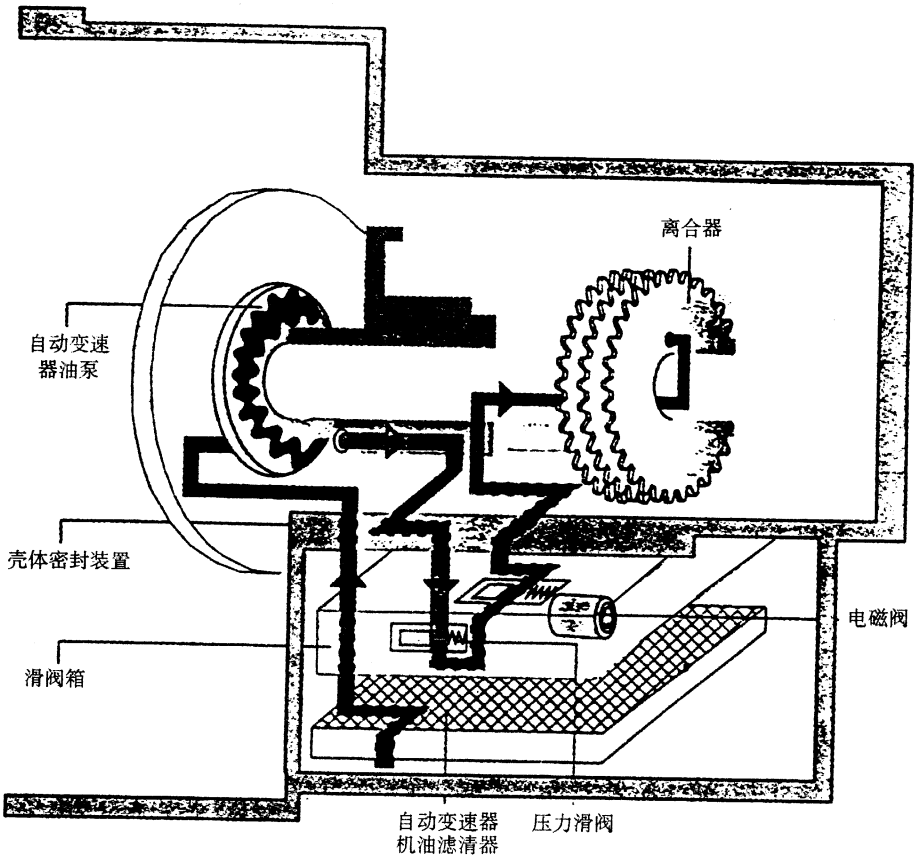


图 10-10　液压控制系统的组成

液压泵是自动变速器液压控制系统的重要部件，该车采用内啮合式齿轮泵，其结构如图 10-11 所示。液压泵由变矩器的泵轮通过一轴套驱动。它主要由起主动作用的小齿轮、起从动作用的内齿轮、月牙形隔板、泵壳、泵盖等组成。月牙隔板的作用是将小齿轮和内齿轮之间的工

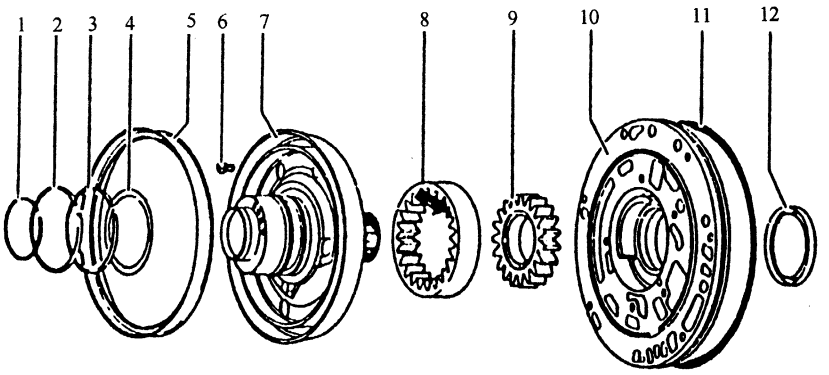


图 10-11　自动变速器油泵的结构

1、2、3-活塞环；4-止推垫圈；5-活塞；6-螺栓，10N·m；7-导轮支座；8-内齿轮；9-小齿轮；10-自动变速器油泵壳体；11-圆形密封圈；12-变矩器密封圈

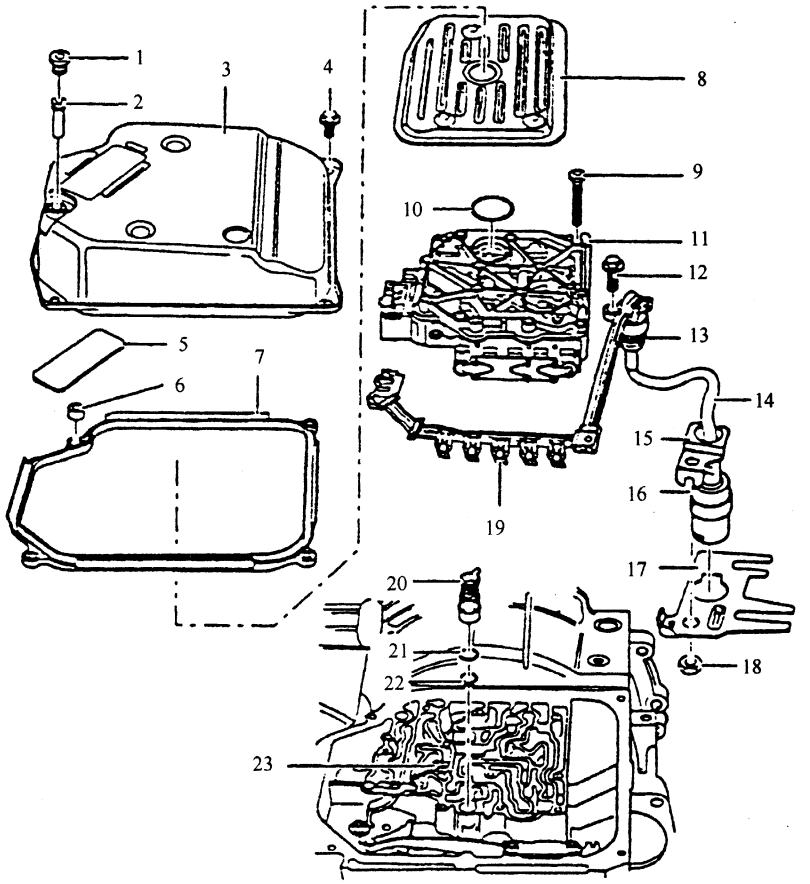


图 10-12　滑阀箱的结构

1-螺塞；2-溢流管；3-油底壳；4、12-螺栓，12N·m；5-磁铁；6-隔套；7-密封垫；8-自动变速器油滤网；9-螺栓，5N·m；10-密封圈；11-滑阀箱；13、21、22-圆形密封圈；14-传输线；15-固定夹；16-电线输入插头；17-固定夹；18-螺母，10N·m；19-电磁阀插头；20-密封塞；23-手动滑阀操纵杆

作腔分成吸油腔和压油腔，并在泵盖上有相应的进油口和排油口。当小齿轮被发动机带动作顺时针旋转时，与其相啮合的内齿轮也一起旋转。在左端的吸油腔，随着齿轮退出啮合，容积增大，形成局部真空，将液压油吸入，并由于齿轮的旋转，把齿间的油液带到右端压油腔；压油腔则由于齿轮进入啮合，工作容积减少，压力增加而将油液排出。决定液压泵使用性能的主要是齿轮的工作间隙，特别是齿轮端面间隙影响最大。在这些间隙处，总有一定的油液泄漏。但如果因装配或磨损的原因使得工作间隙过大，油液泄漏量就会增加，严重时会造成输出油液压力过低，影响系统正常工作。

滑阀箱是液压控制系统的主体，自动变速器之所以能够自动变速，主要是靠滑阀箱中各阀门操纵 ATF 的液压压力，打开或关闭相应的油道，从而使不同的换挡执行元件工作来实现的。01M 自动变速器的滑阀箱结构如图 10-12 所示。

（五）电子控制系统的构成

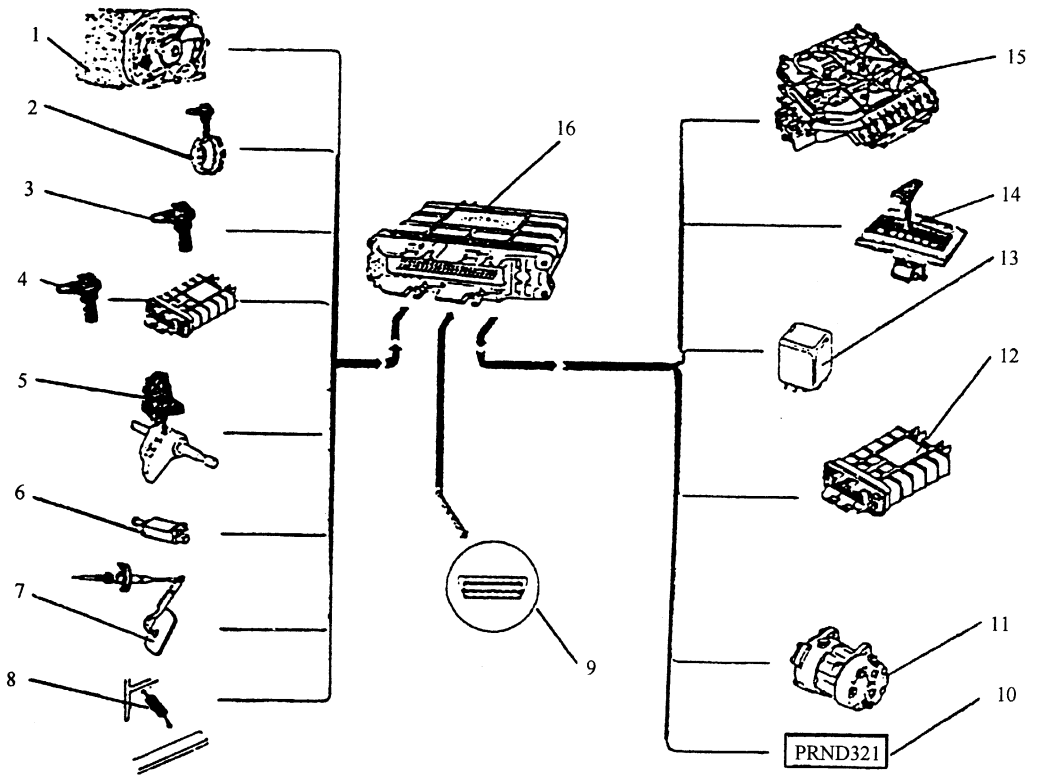


图 10-13　电子控制系统组成

1-节气门电位计 G69；2-变速器转速传感器 G38；3-车速传感器 G68；4-发动机转速传感器 G28；5-多功能开关 F125；6-制动灯开关；7-强制低挡开关 F8；8-变速器机油温度传感器 G93；9-自诊断接口；10-排挡杆位置指示板；11-空调装置；12-发动机控制单元 J220；13-启动锁和倒车灯继电器 J226；14-变速杆锁止电磁阀 N110；15-带电磁阀的滑阀箱；16-变速器控制单元 J217

自动变速器是根据加速踏板位置和车速借助于换挡特性曲线来换挡，每换一挡都有相应的换挡特性曲线。以前的自动变速器有 SPORT（动力模式）和 ECO（经济模式）两条换挡曲线可供驾驶员选择，通过变速杆上的 Eco－Sport 开关来实现两换挡程序的转换。都市先锋轿车的 01M 自动变速器在控制单元内有两个换挡程序：一个是与行车阻力有关的换挡程序，另

一个是与驾驶和行车状况有关的换挡程序。与行车阻力有关的换挡程序可识别出诸如上坡、下坡、带挂车及顶风等情况。控制单元按车速、节气门位置、发动机转速和加速的情况，计算出行车阻力，然后确定换挡时刻。与驾驶和行车状况有关的换挡时刻的确定是按模糊逻辑原理工作的。

驾驶员踏下加速踏板，就产生一个运动系数，模糊逻辑识别出该系数，借助于运动系数在SPORT（动力模式）和ECO（经济模式）之间形成一个平滑的换挡时刻确定线。因此在“ECO”和“SPORT”换挡特性曲线之间存在许多随意的换挡时刻，因而对不同的行驶情况反映更灵敏。

自动变速器的电子控制装置由传感器、控制开关、自动变速器控制单元（微机）等部件组成，如图10-13所示。控制单元是控制系统的核心，它根据安装在发动机、自动变速器上各种传感器所测得的节气门开度、汽车车速、变速器油温等运行参数，以及各种控制开关传来的当前状态信号，进行运算比较和分析，然后调用其内设定的控制程序，向各个执行元件发出指令，以使各液压控制阀动作，从而实现对自动变速器的控制。

二、自动变速器的动力传递

01M自动变速器的工作原理如图10-14所示。各挡位动力传递时换挡执行元件的工作状态如表10-1所列。

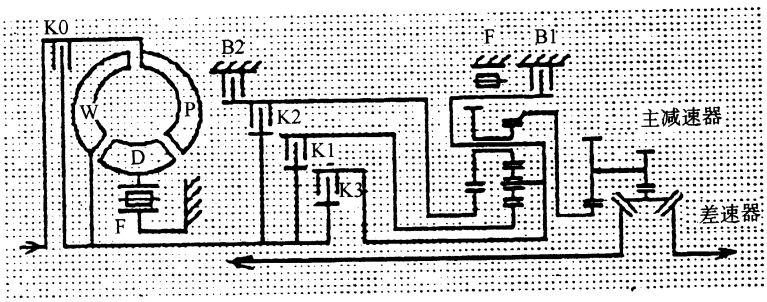


图10-14　工作原理简图

表10-1　各挡位与执行元件的关系

挡　位	B1	B2	K1	K2	K3	F	K0
R	○			○			
1H			○			○	
1M			○			○	○
2H		○	○				
2M		○	○				○
3H			○	○			
3M			○	○			○
4H		○			○		
4M		○			○		○

注：○—离合器、制动器或单向离合器接合；H—液力传动；M—机械传动。

变速器各挡动力传递路线如下：

①1 挡：液力式 1 挡时，离合器 K1 接合，单向离合器 F 工作。其动力流程为：泵轮涡轮→涡轮轴→离合器 K1→小太阳轮→短行星齿轮→长行星齿轮驱动齿圈，如图 10-15 所示。

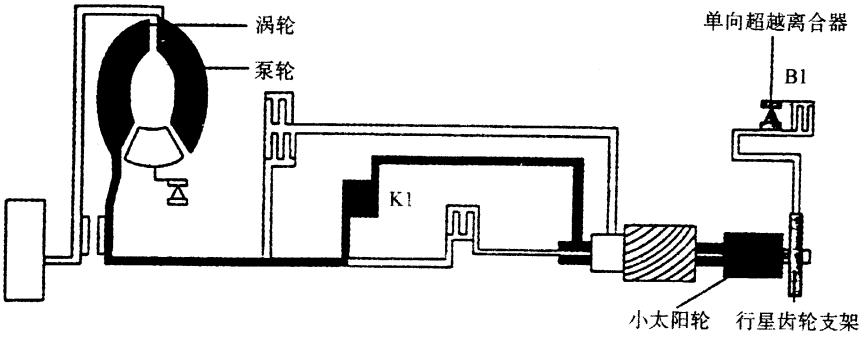


图 10-15　液力 1 挡动力流程

②2 挡：液力式 2 挡时，离合器 K1 接合，制动器 B2 制动大太阳轮。其动力流程为：泵轮→涡轮→涡轮轴→离合器 K1→小太阳轮→短行星齿轮→长行星齿轮围绕大太阳轮转动并驱动齿圈，如图 10-16 所示。

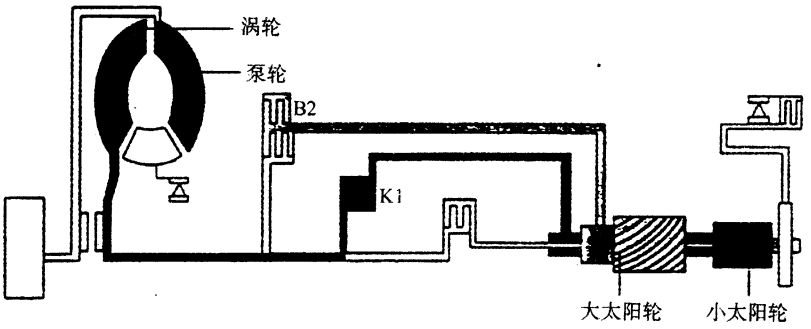


图 10-16　液力 2 挡动力流程

③3 挡：液力式 3 挡时，离合器 K1 与 K3 接合，驱动小太阳轮和行星齿轮架。因而使行星齿轮副锁止并一同转动。其动力流程为：泵轮→涡轮→涡轮轴→离合器 K1 和 K3→整个行星齿轮副转动，如图 10-17 所示。

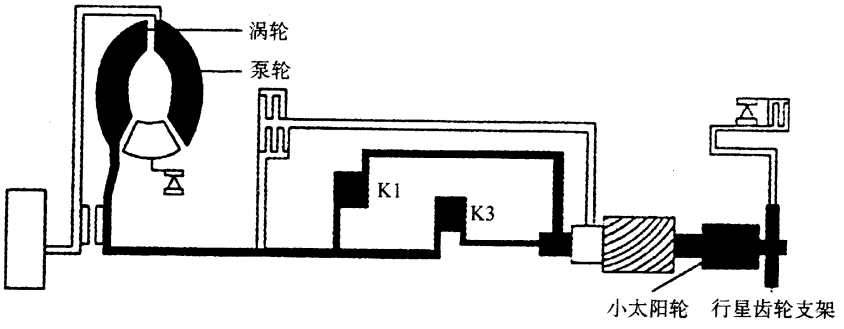


图 10-17　液力 3 挡动力流程

机械式 3 挡时，变矩器锁止离合器 K0 接合，离合器 K1、K3 接合，行星齿轮副锁止，形成一个整体进行工作。动力流程为：泵轮→锁止离合器 K0→离合器 K1 和 K3→整个行星齿轮副

转动，如图 10-18 所示。

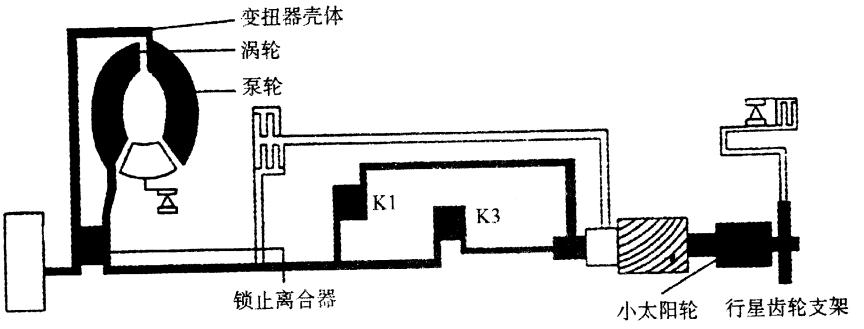


图 10-18　机械 3 挡动力流程

④4 挡：液力式 4 挡时，离合器 K3 接合，制动器 B2 工作，使行星齿轮架工作，并制动大太阳轮。其动力流程为：泵轮→涡轮→涡轮轴→离合器 K3→行星齿轮架→长行星齿轮围绕大太阳轮转动→驱动齿圈，如图 10-19 所示。

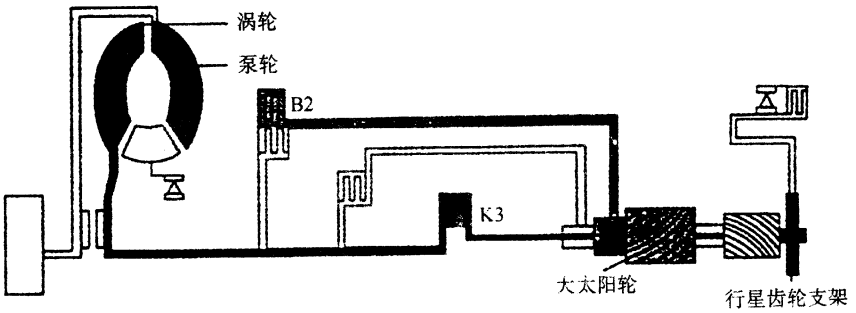


图 10-19　液力 4 挡动力流程

机械式 4 挡时，变矩器锁止离合器 K0 接合，离合器 K3 接合，制动器 B2 工作，使行星齿轮架工作，并制动大太阳轮。其动力流程为：泵轮→锁止离合器 K0→离合器 K3→行星齿轮架→长行星齿轮围绕大太阳轮转动→驱动齿圈，如图 10-20 所示。

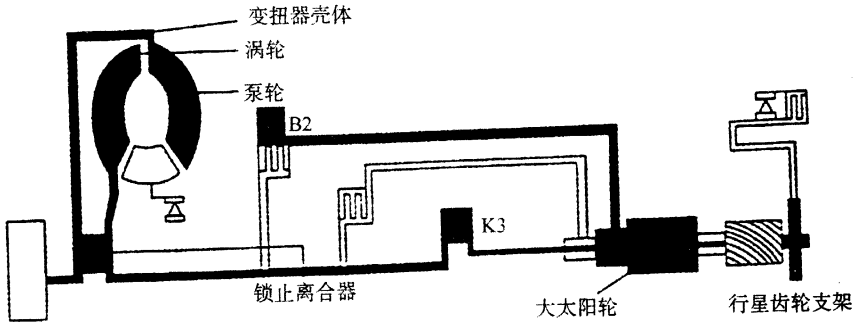


图 10-20　机械 4 挡动力流程

⑤倒挡：排挡杆在“R”位置时，离合器 K2 接合，驱动大太阳轮；制动器 B1 工作，使行星齿轮架制动。动力流程为：泵轮→涡轮→涡轮轴→离合器 K2→大太阳轮→长行星齿轮反向驱动齿圈，如图 10-21 所示。

⑥主传动：主传动主要由减速器和差速器组成，如图 10-22 所示。动力通过行星齿轮系的

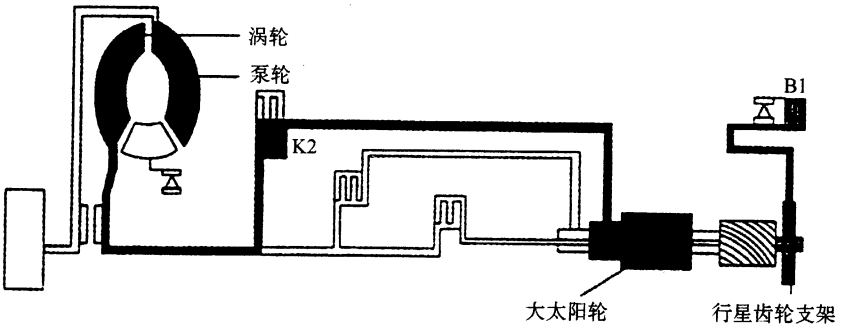


图 10-21　倒挡动力流程

输出斜齿轮传递到主传动齿轮轴（中间传动），进而传递到差速器（主传动），再通过差速器分配给左右车轮。

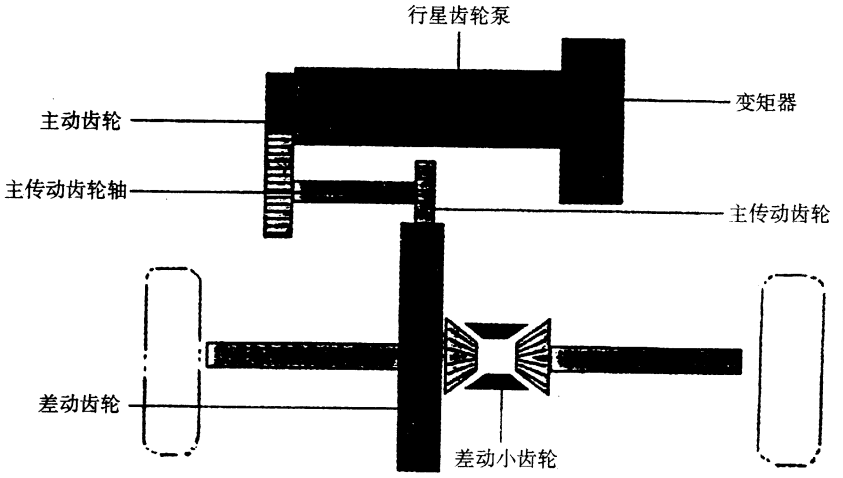


图 10-22　主传动的组成

三、电子控制部件及功用

（一）节气门电位计 G69

节气门电位计与节气门联在一起，不断地将节气门位置和加速踏板踏下速度的信号传给发动机控制单元，然后由发动机控制单元传给变速器控制单元。该信号的作用是：

①计算按载荷变化的换挡时刻；

②根据挡位按载荷变化对自动变速器油压进行调整；

③按加速踏板的踏下速度，控制单元确定换挡时刻。

信号中断的影响有：

①控制单元用发动机平均负载来确定换挡时刻；

②自动变速器油压按挡位调整到节气门全开时的油压；

③控制单元不再执行换挡程序。

（二）变速器转速传感器 G38

变速器转速传感器是感应式传感器，位于变速器壳体内，用于指示行星齿轮系中大太阳轮的转速，如图 10-23 所示。利用大太阳轮转速，控制单元可准确识别换挡时刻，控制多片离合器。换挡过程中，通过减小点火提前角来减小发动机转矩，以使换挡平稳。该信号中断后，控制单元进入应急状态。电路如图 10-24 所示。

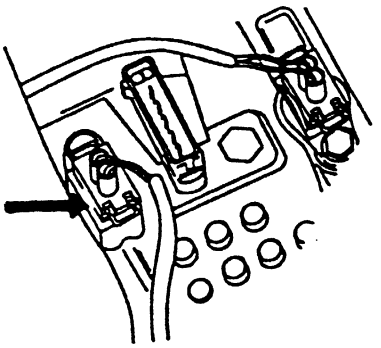


图 10-23　变速器转速传感器 G38（插头为白色）

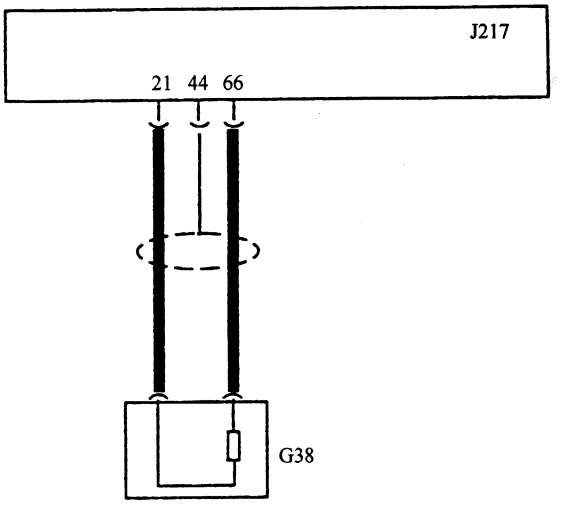


图 10-24　变速器转速传感器 G38 电路图
21-接线端（信号线）；44-接线端（屏蔽）；66-接线端（输出电压）

（三）车速传感器 G68

车速传感器安装在变速器壳体内，如图 10-25 所示。通过主动齿轮上的脉冲叶轮，由感应式传感器接收车速信息，如图 10-26 所示。信号作用有。

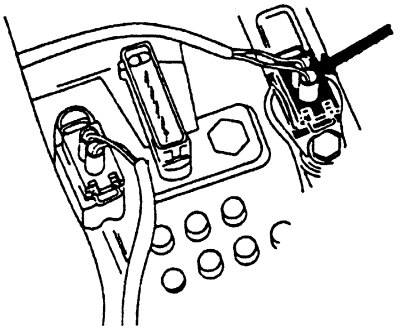


图 10-25　车速传感器 G68（插头为黑色）

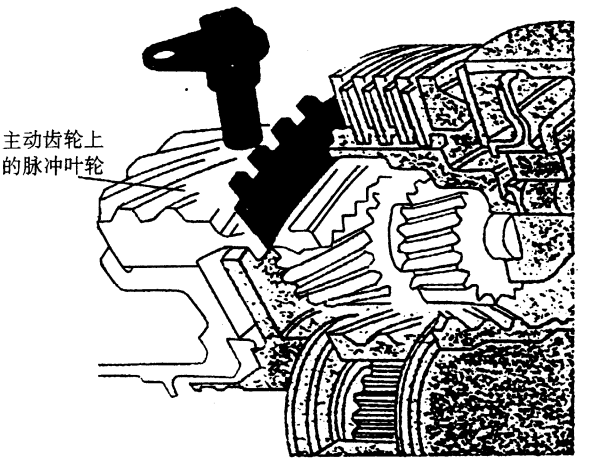


图 10-26　主动齿轮上的脉冲叶轮

①决定应换入某一挡位；

②速度调节装置（本车未使用）；

③进行变矩器锁止控制。

信号中断的影响：

①控制单元用发动机转速作为代用信号；

②锁止离合器失去锁止功能。

电路如图 10-27 所示。

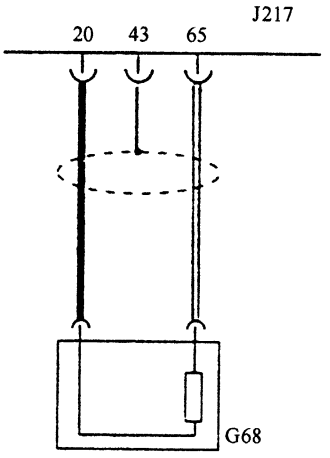


图 10-27　G68 电路图

20-接线端（信号线）；43-接线端（屏蔽）；

65-接线端（输出电压）



图 10-28　发动机转速传感器 G28

（四）发动机转速传感器 G28

自动变速器控制单元使用发动机管理系统的发动机转速信号，如图 10-28 所示。信号作用是：

①控制单元将发动机转速信号与车速进行对比。按转速差控制单元识别出锁止离合器的打滑状况。如果滑动过大，即转速差过大，控制单元就增大锁止离合器压力，滑动相应减小。

②发动机转速传感器信号可作为车速传感器信号的替代值。

信号中断的影响：控制单元进入应急状态。

电路如图 10-29 所示。

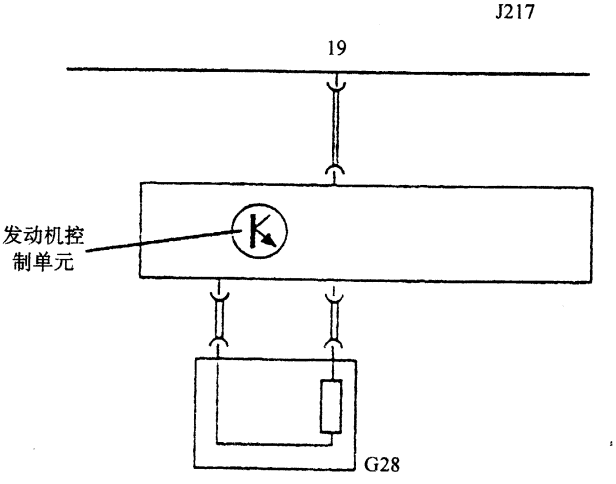


图 10-29　G28 电路图

（五）多功能开关 F125

位于变速器壳体内，由排挡杆拉

索控制，如图 10-30 所示。信号作用是。

①将换挡位置的信息传给变速器控制单元；

②负责倒车灯的开启；

③制止起动机在行驶状态啮合，并锁住排挡杆。

信号中断的影响：控制单元进入应急状态。电路如图 10-31 所示。

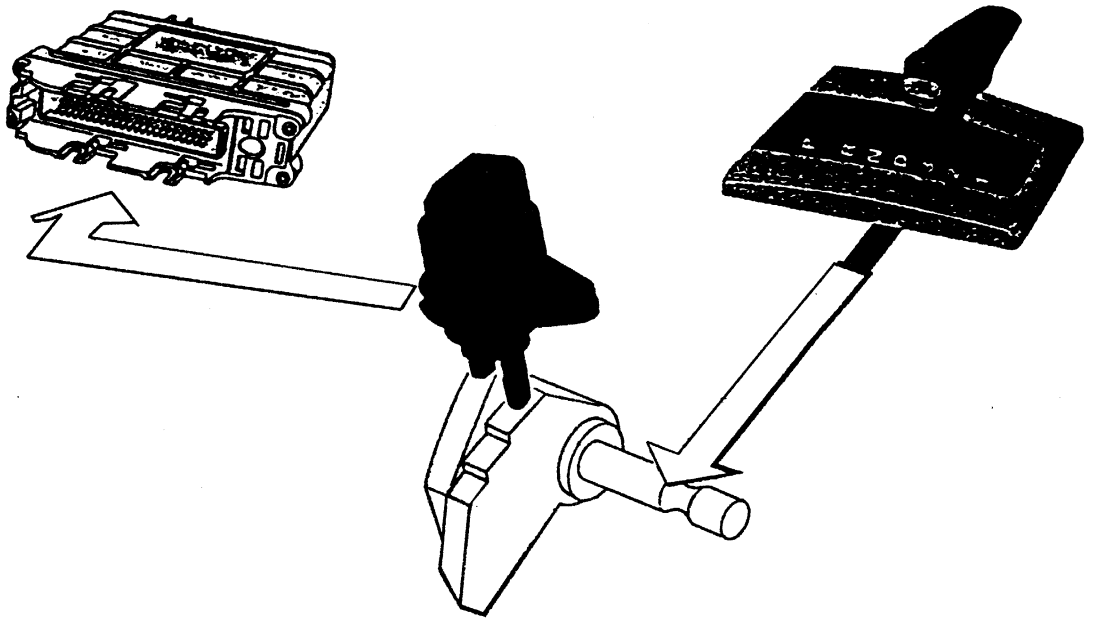


图 10-30　多功能开关 F125

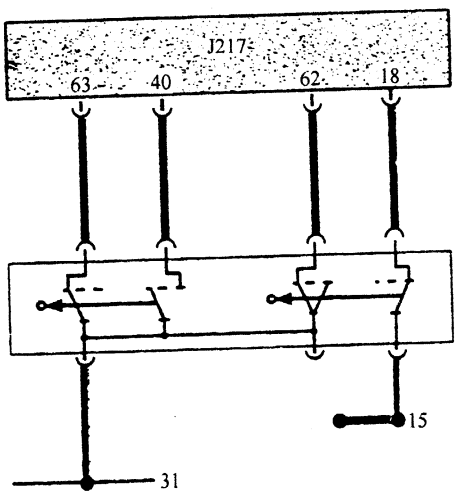


图 10-31　多功能开关电路图

15-接线柱 15；31-接线柱 31 搭铁；18-P、R、N 挡信号；40-多功能开关 N、D、3 挡信号；62-3、2、1 挡信号；63-P、1 挡信号

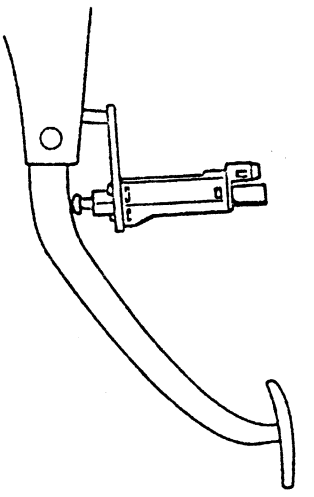


图 10-32　制动灯开关 F

（六）制动灯开关 F

制动灯开关安装在脚踏板支架上，如图 10-32 所示。

控制单元通过该开关判断汽车是否制动。信号作用：制动灯开关信号用于锁止排挡杆。静止的车辆只有踏下制动踏板，排挡杆才能脱离P或N挡位置。信号中断的影响：如果接触点断开，排挡杆锁止功能解除。电路如图10-33所示。

（七）强制低挡开关F8

该开关与节气门拉索装成一体，加速踏板踏到底并超过节气门全开点时，此开关工作，如图10-34所示。

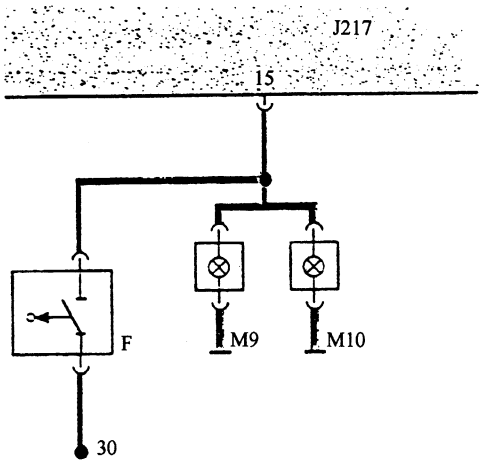


图10-33　制动灯开关电路图

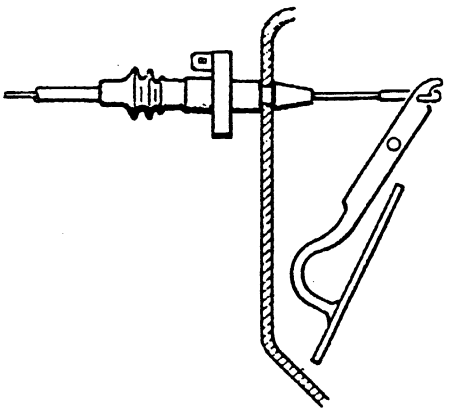


图10-34　强制低挡开关F8

信号作用是：其一，压下此开关，变速器马上强制换入相邻低挡（如从4挡到3挡）；升挡需在发动机转速较高时才进行。其二，如果压下此开关后，为加大输出功率，空调装置切断8s。

信号中断的影响：当加速踏板踏到行程的95%时，控制单元设定该开关起动。

（八）变速器油液温度（ATF）传感器G93

变速器油液温度传感器位于浸在自动变速器油内的滑阀箱上的传输线上。该传感器用于感知变速器油液温度，如图10-35所示。

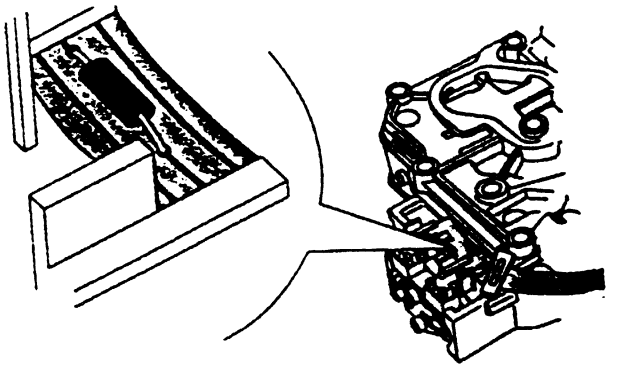


图10-35　ATF油温度传感器G93

变速器油液温度传感器G93是一个负温度系数电阻。随油液温度升高，其电阻降低。油液温度达到最高值150℃时，锁止离合器接合。液力变矩器卸荷，自动变速器油开始冷却。如果油液温度还不下降，控制单元使变速器降一挡。该信号中断后，无替代功能。电路如图10-36所示。

（九）启动锁和倒车灯继电器J226

启动锁和倒车灯继电器J226是一组合继电器，装在中央继电器盘上，接收多功能开关F125的信号。该继电器作用是：防止车在挂挡后起动机起动；挂上倒挡可接通倒车灯。电路如图10-37所示。

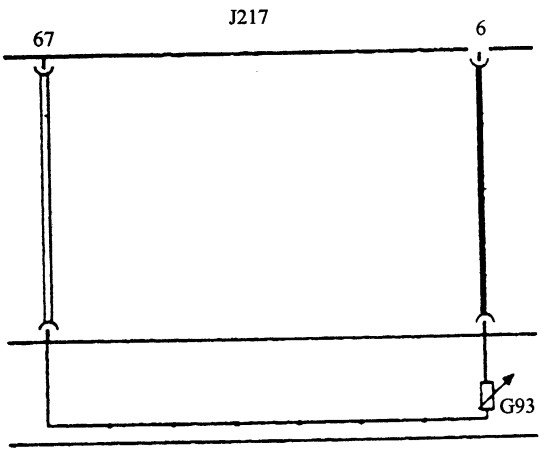


图10-36　ATF油温度传感器G93电路图
6-自动变速器油温信号；67-电源电压

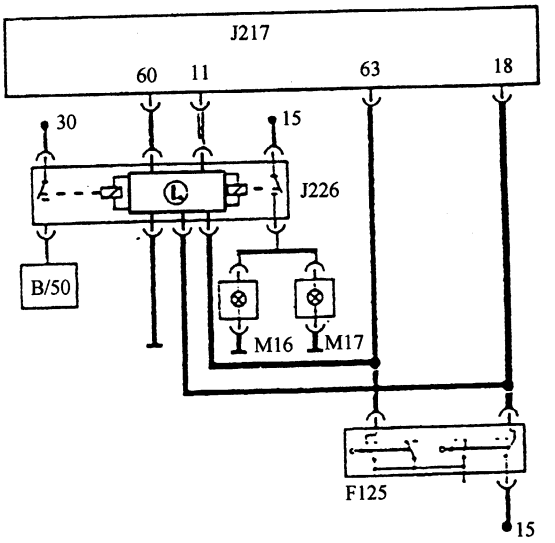


图10-37　继电器J226电路图
10-接线柱15；11-P、N信号；18-P、R、N信号；63-P、1信号；F125-多功能开关；M16/17-倒车灯；B/50-起动机

（十）排挡杆锁止电磁阀N110

排挡杆锁止电磁阀位于排挡杆上。该电磁阀与点火系统接通，起到挡位锁止作用。踏下制动踏板，锁解除，排挡杆可推入其他挡位。

（十一）带电磁阀的滑阀箱

电磁阀N88－N94位于变速器的滑阀箱内，由控制单元控制。有两种不同的电磁阀，如图10-38所示。

1. 电磁阀N88、N89、N90、N92和N94的作用

①控制单元通过电磁阀N88、N89和N90打开或关闭某一油道，使变速器换入确定的挡位；

②电磁阀N92和N94使换挡平顺。

2. 电磁阀 N91 和 N93 的作用

这两个阀是调节阀，用来调节离合器和制动器压力大小，油压由控制单元来控制，油压升高将使离合器活塞内压力增大，传递的额定转矩增大。具体作用是：

①电磁阀 N91 调节锁止离合器压力；

②电磁阀 N93 控制多片式离合器和制动器的压力。

信号中断的影响：控制单元进入应急状态。电路如图 10-39 所示。

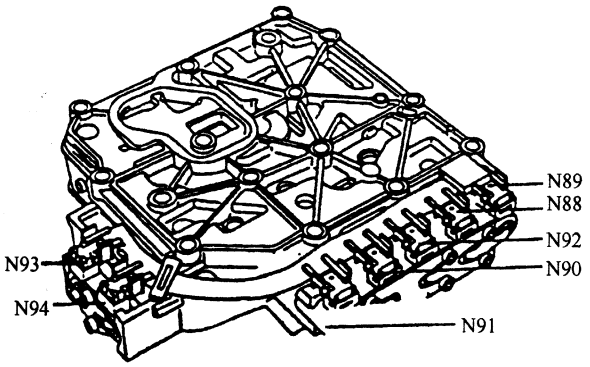


图 10-38　滑阀箱及电磁阀

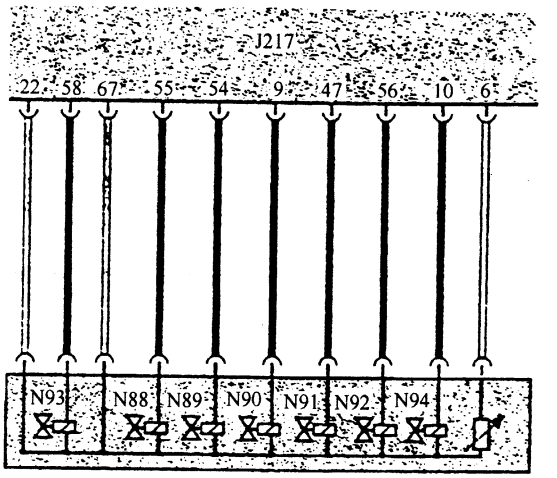


图 10-39　电磁阀电路

6-ATF 油温信号；9-电磁阀 N90；10-电磁阀 N94；22-N93 电源电压；47-电磁阀 N91；54-电磁阀 N89；55-换挡阀 N88；56-电磁阀 N92；58-电磁阀 N93；67-电磁阀电源电压

（十二）变速器控制单元 J217

该控制单元具有 68 孔插头，各插头的作用如表 10-2 所列。它是 01M 自动变速器的“大脑”，根据车辆行驶状况信号，按照设定的换挡程序控制所有电气及液压系统工作。

①与驾驶员和行驶状况有关的行驶程序，由模糊逻辑控制，满足不同驾驶员的驾驶要求；

②与行驶阻力有关的行驶程序，可识别如：上坡、顶风及下坡等行驶阻力；

③应急状态：如果控制单元出了故障，可通过操纵排挡杆在滑阀箱内换挡，使一挡液压、三挡液压、倒挡仍有效。排挡杆在位置“D”，汽车通过液压以三挡起动。

（十三）自诊断系统

自诊断系统监控传感器电信号和执行元件动作，对控制单元进行自检。如出现故障，则替代功能立即生效。从控制单元的永久性存储器中可读出故障说明，所以，即使蓄电池断开及控制单元插头已拔下，故障存储仍保留。

在读出故障时，控制单元区分出永久故障和偶发故障。在几个行驶周期内只发生一次的故障即认为是偶发故障。如果一个故障在汽车行驶 1 000km 后不再出现，它自动从存储器中清除。如果控制单元运行周期内故障仍存在，那么认为它是永久故障。

表 10-2　控制单元 J217 的 68 孔插头作用

1	接地（接线柱 31）	35	未使用
2	未使用	36	自诊断 L 线
3	未使用	37	未使用
4	未使用	38	未使用
5	节气门电位计 G69 信号	39	未使用
6	变速器机油温度传感器 G93	40	多功能开关 F125
7	未使用	41	从发动机控制单元来的负荷信号
8	未使用	42	柴油发动机转速传感器（屏蔽）
9	电磁阀 3-N90	43	车速传感器 G68（屏蔽）
10	电磁阀 7-N94	44	变速器转速传感器 G38（屏蔽）
11	停车/空挡信号	45	电源电压（接线柱 30）
12	使用空调时挂低速挡	46	未使用
13	点火时刻控制	47	电磁阀 4-N91
14	未使用	48	未使用
15	制动灯开关 F 信号电压	49	未使用
16	强制低速挡开关 F8	50	节气门电位计 G69（5V）
17	未使用	51	未使用
18	多功能开关 F125	52	未使用
19	TD（转速）信号	53	未使用
20	车速传感器 G68	54	电磁阀 2-N89
21	变速器转速传感器 G38	55	电磁阀 1-N88
22	电磁阀 6-N93 电压	56	电磁阀 5-N92
23	电源电压（接线柱 15）	57	变速杆位置指示
24	自诊断 K 线	58	电磁阀 6-N93
25	未使用	59	未使用
26	未使用	60	车速调节装置（输入 15 号接线柱）
27	未使用	61	车速调节装置（输出）
28	节气门电位计 G69 地线	62	多功能开关 F125
29	变速杆锁止电磁铁 N110	63	多功能开关 F125
30	未使用	64	发动机转速传感器 G28（柴油发动机）
31	未使用	65	车速传感器 G68
32	未使用	66	变速器转速传感器 G38
33	未使用	67	电磁阀电压
34	未使用	68	接线柱 30（输出）

四、自动变速器的控制电路

自动变速器电控系统电路如图 10-40 所示。

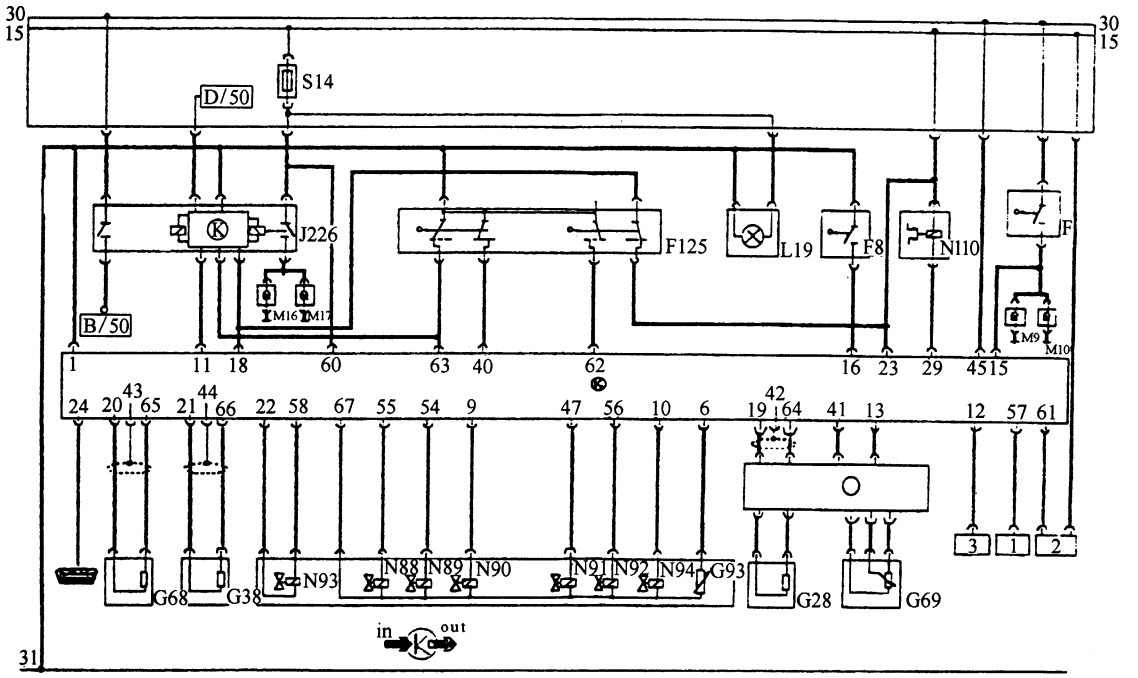


图 10-40　电控系统电路

B/50-起动机（接线柱 50）；D/50-点火开关（接线柱 50）；F-制动灯开关；F8-强制低速挡开关；F125-多功能开关；G28-发动机转速传感器；G38-变速器转速传感器；G68-车速传感器；G69-节气门电位计；G93-变速器油液温度传感器；J226-起动锁和倒车灯继电器；J-发动机控制单元；J217-自动变速器控制单元；L19-挡位指示板照明灯；M16/M17-倒车灯；M9/M10-制动灯和尾灯；N88-电磁阀 1；N89-电磁阀 2；N90-电磁阀 3；N91-电磁阀 4；N92-电磁阀 5；N93-电磁阀 6；N94-电磁阀 7；N110-排挡杆锁止电磁阀；S14-熔断器；附加信号：[1]排挡杆位置指示板、[2]速度调节装置、[3]空调装置

五、自动变速器的故障诊断

在诊断 01M 电控自动变速器故障时，应充分利用其自诊断测试系统对电控系统进行快速诊断测试。一般用专用测试仪 V. A. G1551 或 V. A. G1552 首先读取控制单元中所存储的故障码信息，根据故障码所指进行必要的检修；若无故障码存储，则可通过阅读数据流来查找故障。还可以用检测盒 V. A. G1598/18 通过测试控制单元 J217 的各脚信号判断故障之所在。在进行一些电控部件的更换或修理后，一般应使用专用测试仪 V. A. G1551 或 V. A. G1552 进行基本调整，否则，电控系统不能正常工作。

（一）读取故障码

连接专用测试仪 V. A. G1551 或 V. A. G1552，输入地址码 02 进入变速器电控系统测试项，选择 02 功能便能很方便地查询自动变速器控制单元的故障记忆，表 10-3 为故障码一览表。

表 10-3 故障码一览表

故障码	显示内容	可能故障原因	故障排除方法
00258	电磁阀 1-N88 • 断路 • 对地短路	导线断路或对地短路 电磁阀 1-N88 有故障	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 04 • 进行电气检查
00260	电磁阀 2-N89 • 断路 • 对地短路	导线断路或对地短路 电磁阀 2-N89 有故障	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 04 • 进行电气检查
00262	电磁阀 3-N90 • 断路 • 对地短路	导线断路或对地短路 电磁阀 3-N90 有故障	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 04 • 进行电气检查
00264	电磁阀 4-N91 • 断路 • 对地短路	导线断路或对地短路 电磁阀 4-N91 有故障	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 07 • 进行电气检查
00266	电磁阀 5-N92 • 断路 • 对地短路	导线断路或对地短路 电磁阀 5-N92 有故障	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 04 • 进行电气检查
00268	电磁阀 6-N93 • 断路 • 对地短路	导线断路或对地短路 电磁阀 6-N93 有故障	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 02 • 进行电气检查
00270	电磁阀 7-N94 • 断路 • 对地短路	导线断路或对地短路 电磁阀 7-N94 有故障	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 04 • 进行电气检查
00281	车速传感器 G68 无信号	导线断路 车速传感器 G68 有故障	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 02 • 进行电气检查 • 更换车速传感器 G68
		主动齿轮上脉冲叶轮松动	更换主动齿轮
00293	多功能开关 F125 开关状态不确定	导线断路 多功能开关 F125 有故障	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 01 • 进行电气检查 • 更换多功能开关 F125
00297	变速器转速传感器 G38 无信号	导线断路 变速器转速传感器 G38 有故障	• 按电路图检查导线和插头连接 • 进行电气检查 • 更换变速器转速传感器 G38
00300	变速器机油温度传感器 G93 无法识别故障类型	导线断路 变速器机油温度传感器 G93 有故障	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 05 • 进行电气检查
00518	节气门电位计 G69 信号超出允许值	导线断路或短路 节气门电位计 G69 损坏	• 如果还显示了故障 00638，则应先排除该故障 • 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 01 和 03 • 进行电气检查 • 更换节气门电位计 G69 • 对系统进行基本调整
		发动机控制单元或节气门电位计 G69 损坏	对系统进行基本调整

续表

故障码	显 示 内 容	可能故障原因	故障排除方法
00529	无转速信号	导线断路	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 03 • 检查发动机控制单元
00532	电源电压	蓄电池损坏 整流器电压过低	• 检查蓄电池 • 读取测量数据块显示组 02 • 检查控制单元 J217 电压 • 进行电气检查
00545	发动机/变速器电气连接断路 对地短路	• 导线断路或对地短路 • 发动机/变速器控制单元未接上	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 05 • 检查发动机控制单元 • 对系统进行基本调整
00596	整流器导线间短路	传输线/滑阀箱和线束间的 10 孔插头连接滑阀箱的传输线损坏	• 按电路图检查导线和插头连接 • 进行电气检查 • 更换传输线
00638	发动机/变速器电气连接无信号	• 导线断路或对地短路 • 发动机/变速器控制单元未接上 • 节气门信号未传至变速器控制单元	• 按电路图检查导线和插头连接 • 读取测量数据块显示组 05 • 检查发动机控制单元，如需要，更换 • 对系统进行基本调整
00641	自动变速器机油温度 信号过大	• 变速器太热，最高 148℃。自动变速器油温过高时，变速器自动换入相邻低挡 • 汽车拖载过大 • 自动变速器油位不正常 • 变速器机油温度传感器损坏	• 检查油位 • 读取测量数据块显示组 05 • 读取自动变速器机油温度 • 更换传输线
00652	挡位监控 不可靠信号	• 电气/液压故障 • 离合器或滑阀箱损坏	读取测量数据块显示组 04 并在行驶中确定哪一挡有故障
00660	强制低速挡开关/节气门电位计 不可靠信号	导线断路	按电路图检查导线和插头连接
		节气门电位计 G69 损坏	按“故障排除”00518-节气门电位计 G69 中所述进行修理
		强制低速挡开关 F8 损坏	• 读取测量数据块显示组 01 • 进行电气检查 • 调整或更换节气门拉索
65535	控制单元损坏	控制单元 J217 损坏	在确定可能的故障原因并排除机械故障、液压故障、严重的电气/电子部件及导线连接故障后： • 更换控制单元 • 对系统进行基本调整
	无故障	修理后如显示“无故障”，自诊断结束 如自诊断后，自动变速器换挡仍有故障，必须按故障诊断程序继续查找故障	

注：(1) 显示内容中有的是有关部件的附加显示；
(2) 显示的有些故障，要先检查插头连接是否锈蚀、进水，如需要，更换。显示电磁阀有故障时，要特别注意变速器上传输线/滑阀箱和线束间的 10 孔插头连接

（二）阅读数据流

连接专用测试仪 V.A.G1551 或 V.A.G1552，输入地址码 02 进入变速器电控系统测试项，选择 08 功能便能阅读数据流。各显示组显示内容如表 10-4 所列，表 10-5～表 10-10 列出了各显示组的显示范围及显示异常时的处理措施。

表 10-4　可选择显示组显示的内容

显示组	显示区	显　示　举　例	说　明
01	1	P	变速杆位置
	2	0.8V	节气门电位计电压
	3	0%	加速踏板位置值
	4	00000111	开关位置
02	1	0.983A	电磁阀 6-N93—实际电流
	2	0.985A	电磁阀 6-N93—额定电流
	3	12.76V	蓄电池电压
	4	2.50V	车速传感器 G68 电压
03	1	0km/h	车速
	2	900r/min	发动机转速
	3	0	挂入挡位
	4	0%	加速踏板位置值
04	1	100000	电磁阀
	2	0	挂入挡位
	3	P	变速杆位置
	4	0km/h	车速
05	1	45℃	自动变速器机油温度
	2	0011011	换挡输出
	3	0	将要挂入挡位
	4	900r/min	发动机转速
06	1	不需要考虑	
	2		
	3		
	4		
07	1	1H	挂入挡位
	2	200r/min	锁止离合器打滑
	3	900r/min	发动机转速
	4	0%	加速踏板位置值
08	1	不需要考虑	
	2		
	3		
	4		

表 10-5　01 显示组

显示区	检查内容	检查条件		V. A. G1551 正确显示内容	显示异常时应采取的措施	说明
1	变速杆位置—多功能开关 F125	变速杆位于	P	P	检查多功能开关 F125	发动机冷却液温度最低 80℃
			R	R		
			N	D		
			D	N		
			3	3		
			2	2		
			1	1		
2	节气门电位计 G69 电压	在位置	最低怠速	0.156V	• 从怠速到节气门全开的加速过程中，电压值应稳定升高 • 对发动机控制单元进行自诊断 • 检查节气门电位计 • 调整节气门电位计，如需要，更换 • 对系统进行基本调整	
			最高怠速	0.8V		
			节气门全开，最小	3.5V		
			节气门全开，最大	4.680V		
3	节气门位置值	在位置	怠速	0～1%	从怠速到节气门全开过程中，%值稳步升高，则对系统进行基本调整	
			节气门全开	99%～100%		
4	开关位置 制动灯开关 F 第 1 位数字	踏下制动踏板		1	检查制动开关 F	
		未踩下制动踏板		0		
	驱动和滑动调节 第 3 位数字	低速挡		不需考虑		
	强制低速挡开关 第 4 位数字	变速杆位于	起作用	1	检查低速挡开关	
			未起作用	0		
	多功能开关 F125 第 5 位数字	变速杆位于	R、N、D、3、2	1	检查多功能开关 F125	
			P、1	0		
	多功能开关 F125 第 6 位数字	变速杆位于	P、R、2、1	1	检查多功能开关 F125	
			N、D、3	0		
	多功能开关 F125 第 7 位数字	变速杆位于	P、R、N、D	1	检查多功能开关 F125	
			3、2、1	0		
	多功能开关 F125 第 8 位数字	变速杆位于	P、R、N	1	检查多功能开关 F125	
			D、3、2、1	0		

表 10-6　02 显示组

显示区	显示内容	检查条件		V. A. G1551 正确显示内容	显示异常时应采取的措施	说明
1	电磁阀 6-N93 的实际电流	在位置	节气门全开	0A	检查电磁阀 N93	
			怠速最大	1.1A		
2	电磁阀 6-N93 额定电流	在位置	节气门全开	0A		
			怠速最大	1.1A		
3	蓄电池电压	在位置	最小	10.8V	• 检查蓄电池，如需要，更换 • 检查控制单元 J217 电压 • 更换变速器控制单元 • 对系统进行基本调整	
			最大	16.0V		
4	车速传感器 G68	在位置	最小	2.20V	检查车速传感器 G68	
			最大	2.52V		

表 10-7　03 显示组

显示区	显示内容	检查条件		V. A. G1551 正确显示内容	显示异常时应采取的措施	说明
1	车速	在行驶中		…km/h	车速显示值和 V. A. G1551 的显示值可稍有不同	
2	发动机转速	发动机正在运转		…r/min	如需要，调整发动机	
3	挂入挡位	在行驶中	空挡	0	检查电磁阀	
			倒挡	R		
			1 挡液压	1H		
			2 挡液压	2H		
			2 挡机械	2M		
			3 挡液压	3H		
			3 挡机械	3M		
			4 挡液压	4H		
			4 挡机械	4M		
4	加速踏板位置值	在行驶中	怠速	0～1%	从怠速到节气门全开过程中，%值稳步升高，则对系统进行基本调整	
			节气门全开	99%～100%		

表 10-8　04 显示组

显示区	显　示　内　容	检查条件		V. A. G1551 正确显示内容	显示异常时应采取的措施	说明
1	V. A. G1551 显示的电磁阀工作状态： N88 在第 1 位数字显示 N89 在第 2 位数字显示 N90 在第 3 位数字显示 在第 4 位数字显示（不考虑） N92 在第 5 位数字显示 N94 在第 6 位数字显示	P		101000	·按行驶状况接通电磁阀 ·按故障诊断程序继续查找故障	未接合的电磁阀用「0」表示，接合的电磁阀用「1」表示
		R		001000		
		N		101000		
		D	1H（1M）	001000		
			2H（2M）	011000		
			3H（3M）	000001		
			4H（4M）	110000		
		3	1H（1M）	001000		
			2H（2M）	011000		
			3H（3M）	000001		
		2	1H（1M）	001000		
			2H（2M）	011000		
		1	1H（1M）	001000		
2	挂入挡位	在行驶中	空挡	0	检查电磁阀	
			倒挡	R		
			1 挡液压	1H		
			2 挡液压	2H		
			2 挡机械	2M		
			3 挡液压	3H		
			3 挡机械	3M		
			4 挡液压	4H		
			4 挡机械	4M		
3	变速杆位置	在行驶中	P	P	检查多功能开关 F125	
			R	R		
			N	N		
			D	D		
			3	3		
			2	2		
			1	1		
4	车速	在行驶中跑出的速度		km/h	车速表显示值和 V. A. G 1551 显示值可稍有不同	

表 10-9　05 显示组

显示区	显示内容	检查条件		V.A.G1551 正确显示内容	显示异常时应采取的措施	说明
1	油温 自动变速器油温在约 35℃～45℃时应检查油面高度	发动机在运转，油温在 30℃以上，才精确显示		…℃	检查变速器机油温度传感器 G93	
2	换挡输出 在第 1 位数字显示	行驶中发动机点火时刻控制	接通	1	·按电路图检查导线 ·更换发动机控制单元 ·更换变速器控制单元 J217 ·对系统进行基本调整	
			断开	0		
	换挡输出 在第 2 位数字显示		接通	1		
			断开	0		
	换挡输出 在第 3 位数字显示	变速杆锁止电磁铁 N110	接通	1	·按电路图检查导线 ·检查变速杆锁止电磁铁 N110	
			断开	0		
	换挡输出 在第 4 位数字显示		接通	1		
			断开	0		
	换挡输出 在第 5 位数字显示	速度调节装置	接通	1	·按电路图检查导线 ·检查速度调节装置	
			断开	0		
	换挡输出 在第 6 位数字显示	空调	断开	1	·按电路图检查导线 ·检查空调装置	
			接合	0		
	换挡输出 在第 7 位数字显示	停车/空挡信号，变速杆位于	P、N	1	按电路图检查导线	
			1,2,3,D	0		
3	挂入挡位	在行驶中	空挡	0	·检查电磁阀 ·如果不能换挡，离合器和制动器可能损坏 ·更换变速器控制单元 J217	
			倒挡	R		
			1 挡液压	1H		
			2 挡液压	2H		
			2 挡机械	2M		
			3 挡液压	3H		
			3 挡机械	3M		
			4 挡液压	4H		
			4 挡机械	4M		
4	发动机转速	在行驶中，发动机在运转		r/min	如需要，调整发动机	

表 10-10　07 显示组

显示区	显示内容	检查条件		V.A.G1551 正确显示内容	显示异常时应采取的措施	说明
1	挂入挡位	在行驶中	空挡	0	·检查电磁阀 ·如果不能换挡，离合器和制动器可能损坏 ·更换变速器控制单元 J217	
			倒挡	R		
			1 挡液压	1H		
			2 挡液压	2H		
			2 挡机械	2M		
			3 挡液压	3H		
			3 挡机械	3M		
			4 挡液压	4H		
			4 挡机械	4M		

续表

显示区	显示内容	检查条件		V.A.G1551 正确显示内容	显示异常时应采取的措施	说明
2	变矩器的锁止离合器打滑接通电磁阀 4-N91	在行驶中发动机运转	液压挡位	0～制动转速	• 按电路图检查导线 • 检查电磁阀 • 检查变速器 • 更换变矩器	变扭器的锁止离合器必须断开
		变矩器的锁止离合器锁止	发动机转速：机械挡位时：2 000～3 000r/min	0～130r/min		换挡过程须结束。变矩器的锁止离合器必须锁止，加速踏板位置值保持恒定
3	发动机转速	发动机在运转		r/min	如需要，调整发动机	
4	加速踏板位置值	怠速		0～1%	从怠速至节气门全开加速过程中，%值稳步升高，则对系统进行基本调整	
		节气门全开		99%～100%		

（三）测试控制单元各脚信号

自动变速器控制单元各脚即电气系统的检查如图 10-41 所示。

①关闭点火开关，按箭头方向拔下控制单元多孔插头连接；

②将检测盒 V.A.G1598/18 装到线束多孔插头上，使用 V.A.G1598/18 可按电路图检测导线，如表 10-11 所列；

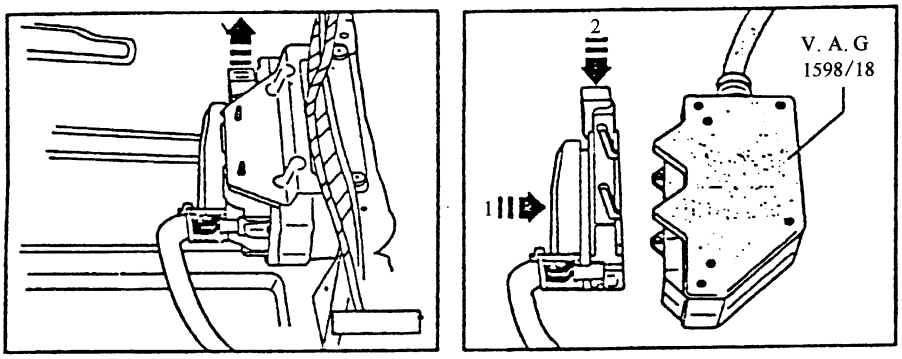
表 10-11　自动变速器电控系统线路检测表

检测步骤	V.A.G1598/18 插孔	检测项目	检测条件	正常值	偏离正常值时应检查
1	23 与 1	从控制单元 J217 来的电压	打开点火开关	约为蓄电池电压	• 按电路图检查导线 检查触点 1 和地间导线 检查触点 23 和中央电器盒接线柱 15 间导线
2	29 与 15	变速杆锁止电磁铁 N110	打开点火开关 不踏下制动踏板	约为蓄电池电压	• 按电路图检查导线 更换变速杆锁止电磁铁
			踏下制动踏板	0.2V	
3	15 与 1	制动灯开关 F	打开点火开关 不踏下制动踏板	0V	• 按电路图检查导线 • 更换制动灯开关 F
			踏下制动踏板	约为蓄电池电压	
4	5 与 28	节气门电位计 G69	关闭点火开关 加速踏板位置 怠速最小 怠速最大	0.7kΩ 1.8kΩ	• 按电路图检查导线 • 从怠速到节气门全开的加速过程中，电阻值稳步变化 • 调整节气门电位计，如需要，更换 • 对系统进行基本调整
	5 与 50		节气门全开最小 节气门全开最大	2.1kΩ 3.9kΩ	
			怠速最小 怠速最大	2.1kΩ 3.9kΩ	
			节气门全开最小 节气门全开最大	0.7kΩ 1.8kΩ	

续表

检测步骤	V.A.G1598/18插孔	检测项目	检测条件	正常值	偏离正常值时应检查
5	63与1	多功能开关F125	变速杆位置R,N,D,3,2	电阻∞	·按电路图检查导线 ·检查多功能开关插头连接触点是否锈蚀,如需要,更换 ·更换多功能开关F125
			变速杆位置P,1	0.8～1Ω	
	40与1		变速杆位置P,R,2,1	电阻∞	
			变速杆位置N,D,3	0.8～1Ω	
	62与1		变速杆位置P,R,N,D	电阻∞	
			变速杆位置3,2,1	0.8～1Ω	
	18与1		变速杆位置P,R,N	约为蓄电池电压	
			变速杆位置D,3,2,1	0V	
6	55与67	电磁阀1-N88	关闭点火开关	55～65Ω	·按电路图检查导线 ·更换传输线或滑阀箱
	55与1			电阻∞	
7	54与67	电磁阀2-N89	关闭点火开关	55～65Ω	·按电路图检查导线 ·更换传输线或滑阀箱
	54与1			电阻∞	
8	9与67	电磁阀3-N90	关闭点火开关	55～65Ω	·按电路图检查导线 ·更换传输线或滑阀箱
	9与1			电阻∞	
9	47与67	电磁阀4-N91	关闭点火开关	55～65Ω	·按电路图检查导线 ·更换传输线或滑阀箱
	47与1			电阻∞	
10	56与67	电磁阀5-N92	关闭点火开关	55～65Ω	·按电路图检查导线 ·更换传输线或滑阀箱
	56与1			电阻∞	
11	58与22	电磁阀6-N93	关闭点火开关	4.5～6.5Ω	·按电路图检查导线 ·更换传输线或滑阀箱
	58与1			电阻∞	
	22与1				
12	10与67	电磁阀7-N94	关闭点火开关	55～65Ω	·按电路图检查导线 ·更换传输线或滑阀箱
	10与1			电阻∞	
13	23与29	电磁阀7-N94	关闭点火开关	14～25Ω	·按电路图检查导线 ·更换变速杆锁止电磁铁N110
14	1与16	强制低速挡开关F8	关闭点火开关 未踏下加速踏板	电阻∞	·按电路图检查导线 ·调整或更换节气门拉索
			踏下加速踏板,直至触动低速挡开关	小于1.5Ω	
15	6与67	变速器机油温度传感器G93	关闭点火开关 自动变速器机油温度约 20℃ 约60℃ 约120℃	0.247MΩ 48.8kΩ 7.4kΩ	·按电路图检查导线 ·更换传输线
16	20与65	车速传感器G68	关闭点火开关 最小	0.8kΩ	·按电路图检查导线 ·更换车速传感器
			关闭点火开关 最大	0.9kΩ	
17	21与66	变速器转速传感器G38	关闭点火开关 最小	0.8kΩ	·按电路图检查导线 ·更换车速传感器
			关闭点火开关 最大	0.9kΩ	

③控制单元各脚所连导线检测完成后，将多孔插头连接到控制单元 J217 上并定位，安装时，导向装置必须装到控制单元的定位销上。



(a)　　(b)

图 10-41　控制单元插接器的拆装

（四）修理后的基本调整

进行下述修理后，须进行基本调整：

①更换发动机；

②更换发动机控制单元；

③改装节气门；

④调整节气门（怠速调整）；

⑤更换节气门电位计 G69；

⑥调整节气门电位计 G69，如在调整怠速开关时；

⑦更换自动变速器控制单元 J217。

连接故障阅读器 V. A. G1551，加速踏板须保持在怠速位置，输入地址码“02 变速器电子装置”，继续操作，直至显示屏显示“功能选择××”，选择 04 功能“基本调整”，按下 Q 键确认后，输入 00 显示组，按下 Q 键确认，显示屏显示：“系统处于基本调整状态”，将加速踏板踏到底并强制低挡开关，在这个位置保持 3s，基本调整结束。

第十一章　全车线路

一、电器线路的组成

汽车电器设备线路是将电源、起动系、点火系、照明、仪表、辅助装置以及其他电控系统等，按照它们各自的工作特性以及相互的内在联系，通过开关、导线、保险器连接起来，所构成的一个整体。

（一）汽车线路的特点

1. 汽车线路为单线制

单线制是汽车线路最显著的特征，它是指汽车上所有电器设备的正极均采用导线连接；而所有的负极则分别与车架或车身金属部分相连，及搭铁。任何一个电路中的电流都是从电源正极出发经导线流入电器设备后，由电器设备自身或负极导线搭铁，通过车架或车身流回电源负极而形成回路。

2. 各用电设备均采用并联

汽车上的两个电源（蓄电池与发电机）之间以及所有用电设备之间，都是正极接正极，负极接负极，并联连接。

3. 汽车线路为负极搭铁

一般来说，汽车线路都是负极搭铁，负极搭铁对车架或车身的化学腐蚀较轻，对无线电干扰较小。

4. 汽车线路有颜色和编号特征

为了便于区别各线路点的连接，汽车所有低压导线，必须选用不同的单色或双色线，并在每根导线上编号。编号是由生产厂家统一编制。

5. 将导线做成线束

为了不使全车线路零乱，便于安装和保护绝缘，将导线做成线束。一辆车可以有多个线束。

（二）电路图中的符号的含义

在读图前应事先了解电路中各符号、线段、图形的含义。电路图中表示各种电器元件的符号如图 11-1 所示。除此以外，电路图中还出现一些符号和数字，下面以转向和报警闪光灯部分电路为例子加以说明，如图 11-2 所示。

图 11-2 中各部分的含义如表 11-1。

（三）电路图构成

汽车线路图如图 11-2 所示，电路图可大体分为以下几部分。

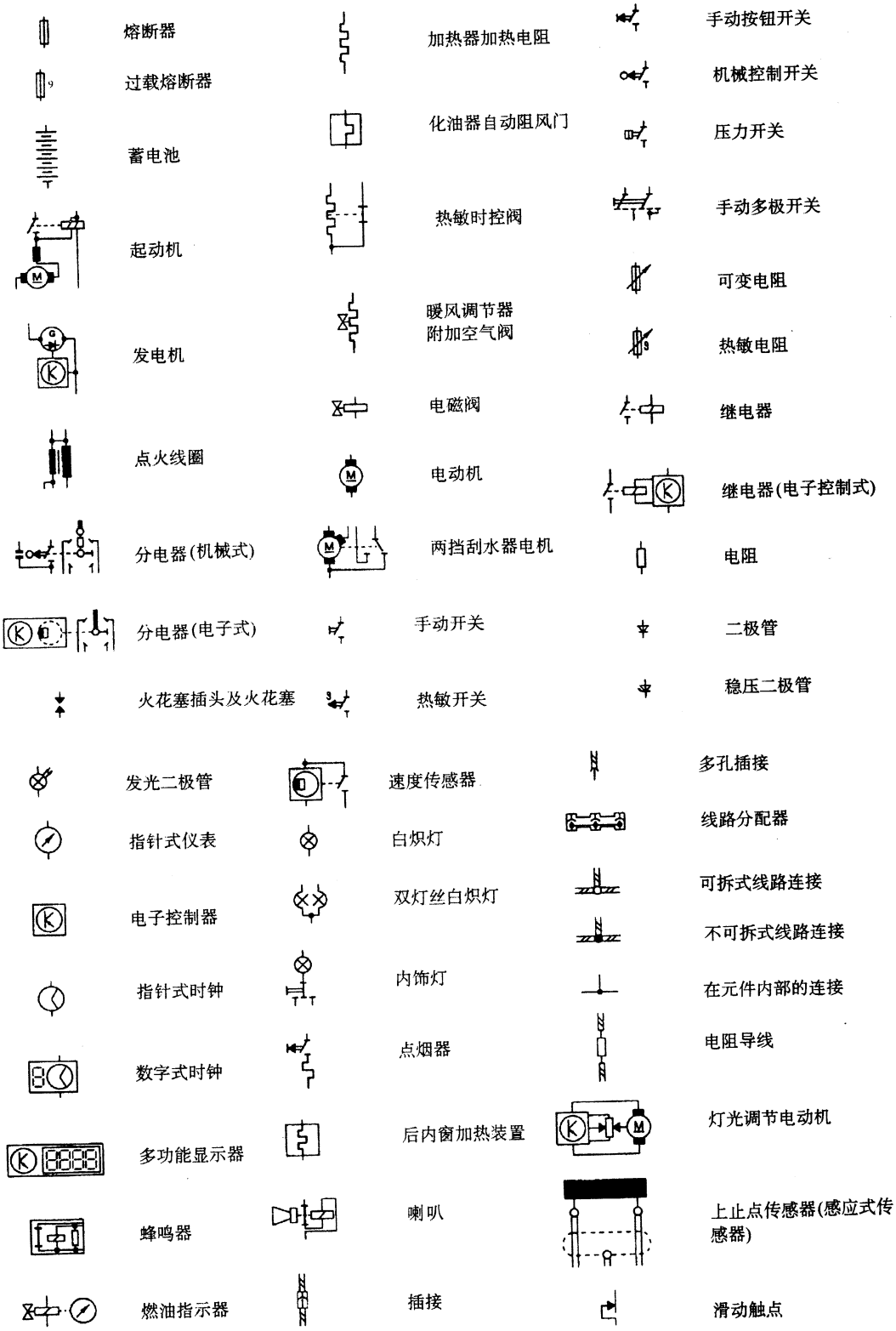


图 11-1　电路图中使用的符号

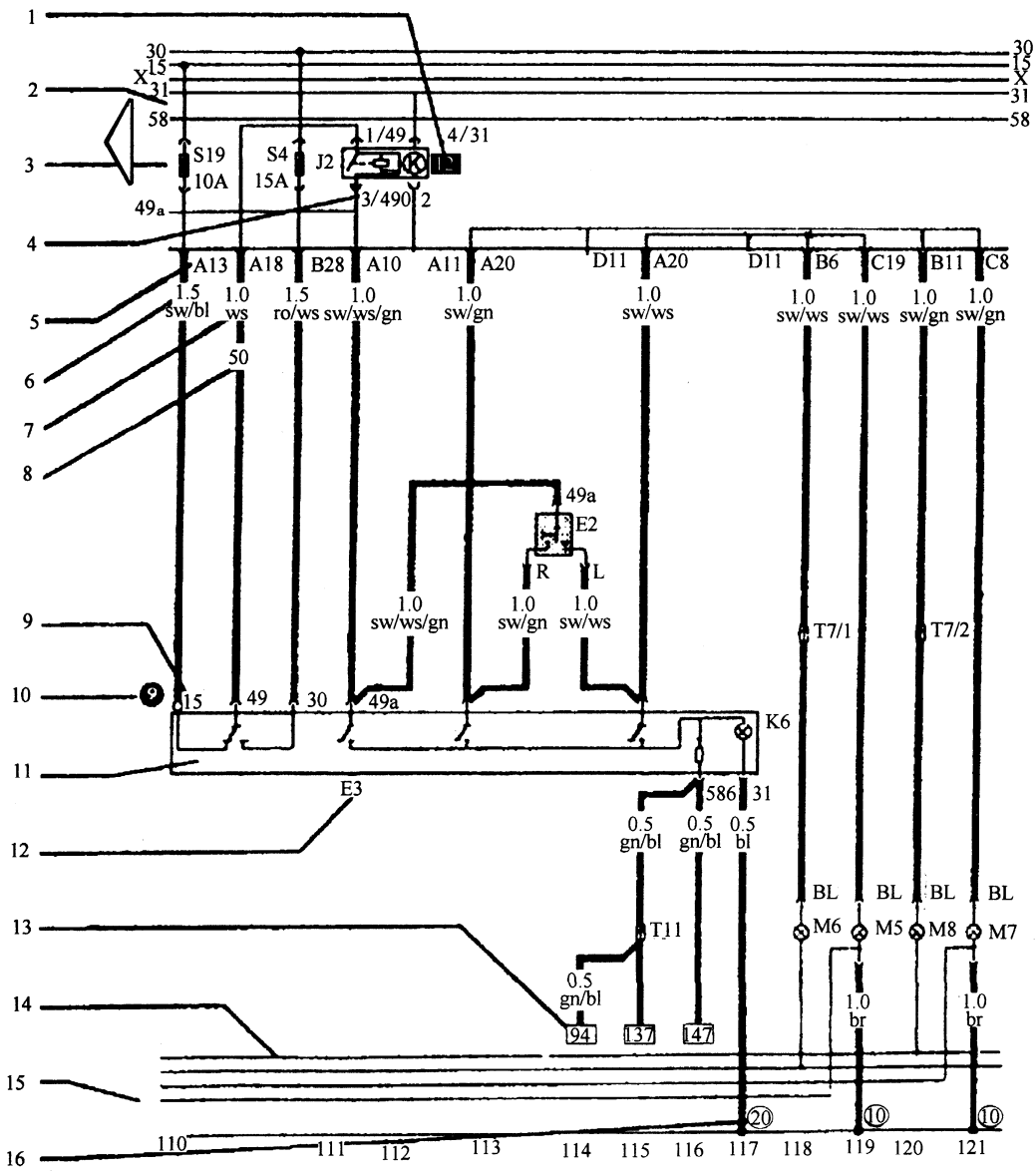


图 11-2　电路中符号的含义

E2-转向开关；E-报警闪光开关；J2-闪光灯继电器；K6-报警灯开关；M5-左前转向灯；M6-左后转向灯；M7-右前转向灯；M8-右后转向灯；T7-七孔插座连接，在继电器盒内；⑩-接地点在中央继电器盒内；⑳-接地连线（接线柱 31）在仪表板线束内

1. 外线部分

外线部分在图上以粗实线表示，集中在电路图的中间部分。每条线上都有导线的颜色、导线的截面积的标注。线端都有接线柱号或插口标示其连接关系。颜色标记用字母表示，对应关系为：ws—白色、sw—黑色、ro—红色、br—蓝色、gr—灰色、li—紫色、ge—黄色。

表 11-1　图 11-2 中各部分的含义

序号	含　　义	序号	含　　义
1	继电器位置号：表明继电器在继电器盘上的位置	9	接线柱符号：可在零件图上找到标记
2	继电器盘上的继电器或控制器符号：在说明中可以找到它的名称	10	故障诊断程序用的检测点：在插图或线路中可找到同样的黑色圆内的数字，用于故障诊断程序
3	熔断器符号：例如，熔断器座上的 19 号熔断器（10A）	11	线路标记：报警灯开关
4	继电器盘上的插接件符号：例如 3/49，3 是继电器盘上 12 号继电器的 3 号插孔，49a 是继电器/控制器上的 49a 插头	12	零件符号：说明中，可以找到零件名称
5	继电器盘上的连接件符号：指出一个带线束的多孔或单孔插头的位置，例如，A13-多孔插头 A 的 13 号触点	13	导线连接端：方框内的数字表明电路图中的连接导线
6	导线截面积；单位为 mm^2	14	内部连线（细实线）：此连接仅是内部电路连接，没有导线，可以依次追踪电路构件和线束内部的电流走向
7	导线颜色；此缩写是线色代码，线路图旁注有说明	15	内部连接接线符号：字母表示下一线路的连接线
8	白色线上印刷的标记号：用于区分一根线束中的不同白颜色	16	接地点标记符号：可以在说明中查到接地点在车身上的位置

如果导线是双色的，则以两种颜色的字母共同标记。例如 ro/sw，sw/ge 等。导线的截面积是以数字标示在导线颜色上方。例如 4.0mm^2，6.0mm^2 等。

2. 内部连接部分

内部连接部分在图上以细线画出。这部分连接是存在的，但线路是不存在的。标示线路只是为了说明这种连接关系。同时，使电路图更加容易被理解。

3. 电器元件部分

电路图本身就是表达元件之间的连接关系的。因此，电器元件在电路图中是主体。电器元件在图中用框图辅以相应的标号表示。每一个元件都有一个代号，如 E2 表示转向开关；E3 表示报警闪光灯开关等。电器元件的接线点都用标号标出，标号在元件上可以找到。例如，转向开关 E2 上，有三个接点，一个标号 49a，一个标号 R，一个标号 L。

4. 继电器、熔断器及其连接件部分

这一部分表示在图的上部，反映的内容有：继电器位置号，继电器名称，继电器盘上插接件符号，继电器盘上连接件符号，熔断器座标号及熔断器容量，熔断器容量并用不同的颜色加以区别。车上的大部分继电器和熔断器都安装在继电器盘的正面，如图 9-107 所示；几乎全部主线束均从继电器盘背面插接后通往各用电器，汽车各线束插头与继电器盘插座的连接关系如图 11-3 所示。熔断器及继电器在继电器盘上的布置见表 11-2。

5. 电路接续号

在图的最下方，这一标号只是制图和识图的标记号，数字的大小没有实际的物理意义。有两个作用，一是可顺序表达整个车的全部电路内容，便于每一部分的相对独立及相互联系；另一个作用是便于反映在一部分电路图中难以表达的接续部分。

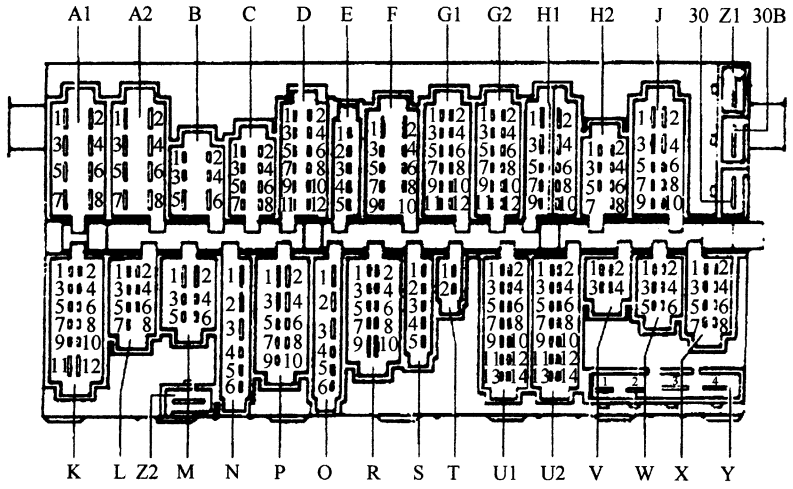


图 11-3　继电器盘背面布置

A1-8 孔插头（黄色）前大灯线束；A2-8 孔插头（黄色）前大灯线束；B-6 孔插头（绿色）用于前大灯清洗系统；C-8 孔插头（黄色）用于任选线束；D-12 孔插头（绿色）用于附加设备；E-5 孔插头（绿色）仪表线束；F-9 孔插头（白色）发动机舱右侧线束；Gl-12 孔插头（白色）发动机舱右侧线束；G2-12 孔插头（白色）发动机舱右侧线束；H1-10 孔插头（红色）转向柱开关线束；H2-8 孔插头（红色）转向柱开关线束；J-10 孔插头（红色）转向柱开关线束；K-12 孔插头（黑色）尾部线束；L-7 孔插头（黑色）尾部线束；M-6 扎插头（黑色）尾部线束；N-6 孔插头（绿色）空调线束；P-9 孔插头（蓝色）后风窗及前雾灯开关线束；Q-6 孔插头（蓝色）仪表线束；R-10 孔插头（蓝色）灯光开关线束；S-5 孔插头（白色）发动机舱右侧线束；T-2 孔插头（绿色）；U1-14 孔插头（蓝色）仪表板线束；U2-14 孔插头（蓝色）仪表板线束；V-4 孔插头（绿色）多功能指示器线束；W-6 孔插头（绿色）ABS 线束；X-8 孔插头（绿色）警报指示灯（拖挂设备、ABS 系统）线束；Y-单孔插头接线柱 30；Z1-单孔插头；Z2-单孔插头接线柱 31；30-单孔插头接线柱 30；30H-单孔插头

表 11-2　熔断器的布置

序　　号	用　　电　　器	容量（A）	熔断器的颜色
1	左近光灯	10	红色
2	右近光灯	10	红色
3	仪表板照明灯、牌照灯	10	红色
4	杂物箱灯	15	蓝色
5	风窗刮水器、洗涤装置	15	蓝色
6	鼓风机	30	绿色
7	右尾灯、右停车灯	10	红色
8	左尾灯、右停车灯	10	红色
9	后窗除霜加热器	20	黄色
10	雾灯、后雾灯	15	蓝色
11	左远光灯	10	红色
12	右远光灯	10	红色
13	喇叭	10	红色
14	倒车灯	15	蓝色
15	发电机电子装置	10	红色
16	组合仪表	15	蓝色
17	转向灯	10	红色
18	电动燃油泵、加热 λ 传感器	20	黄色
19	散热器风扇、空调继电器	30	绿色
20	制动灯	10	红色
21	车内照明、时钟	15	蓝色
22	收音机、点烟器	10	红色

（四）电路图的特点

1. 接点标记具有固定的含义

在电路图中经常遇到接点标记的数字及字母，它们都具有固定的含义。如数字 30 代表的是来自蓄电池正极的供电线；数字 31 代表接地线；数字 15 代表来自点火开关的点火供电线；数字 50 代表点火开关在启动挡时的启动供电线；调代表受控的大容量用电设备供电线（来自卸荷继电器的供电线）等。无论这些标记出现在电路的什么地方，相同的标记都代表相同的接点。

2. 所有电路都是纵向排列，不互相交叉

该电路图采用了断线代号法来处理线路复杂交错的问题。例如在图 11-2 中，某一条线路的上半段在电路续号为 116 的位置上，下半段电路在电路接续号为 147 的位置上，在上半段电路的终止处画一个标有 147 的小方格，在下半段电路的开始处也有一小方格，内标有 116，通过 116 和 147 就可以将上、下半段电路连在一起了。

3. 整个电路以继电器盘为中心

大众汽车电路图在表示线路走向的同时，还表达了线路的结构情况。继电器盘的正面插有各种继电器和熔断器。在图 11-2 上的继电器 J2 上标有 1/49、3/49a 等数字，其中分子数 1、3 是指继电器盘插孔代号，分母 49、49a 是指继电器的插脚代号；1/49 就表示出了继电器插脚与插孔的配合关系。

二、电　路　图

1. 发电机、蓄电池、起动机和点火开关电路

发电机、蓄电池、起动机和点火开关的电路如图 11-4 所示。图中字母组合表示导线的颜色（ws-白色，sw-黑色，ro-红色，br-棕色，gn-绿色，bl-蓝色，gr-灰色，li-紫色，ge-黄色）。

电路图说明：

①“55”接组合仪表内蓄电池充电指示灯，其接地点在发电机内，通过电磁线圈后由发电机壳体接地。

②“86”（点火开关 SU 触点）接关闭点火开关后收音机正电源，现在本车没有使用该电路。

③“149”（点火开关 P 触点）接转向开关中驻车灯电路，即关闭点火开关时驻车灯通过此电路供电。

④“170”接车灯开关。

⑤30 号线的含义是：蓄电池正极通过线束插头 Y/3 将正电源引入中央继电器内 30 号线再由中央继电器从相应插脚引出供全车使用。所以在德国大众系列车型电路图中该线指无论打开或关闭点火开关始终是有正电源供给的正电源导线。

⑥15 号线含义是：中央继电器内 30 号线通过线束插头 H1/2 给点火开关供电，当点火开关打到 1 挡或 2 挡时给 15 号线接正电源，再通过线束插头 H1/4 供给中央继电器盒内 15 号线，以后再由中央继电器从相应插脚引出供全车使用。所以在德国大众系列车型电路图中该线是指，只有当点火开关打开到 1 挡或 2 挡时，才有电的正电源线。

⑦X 线的含义是：中央继电器盒内 30 号线通过线束插头 H1/2 给点火开关供电，当点火开关打到 1 挡时给 X 线接电源，再通过线束插头 H1/3 供给中央继电器内 X 继电器，再由中央继电器盒从相应插脚引出供全车使用，所以在德国大众系列车型电路图中该线是指，只有当点火开关打开到 1 挡时才有电的正电源线，该线主要作用是当点火开关处于 2 挡（起动汽车时），

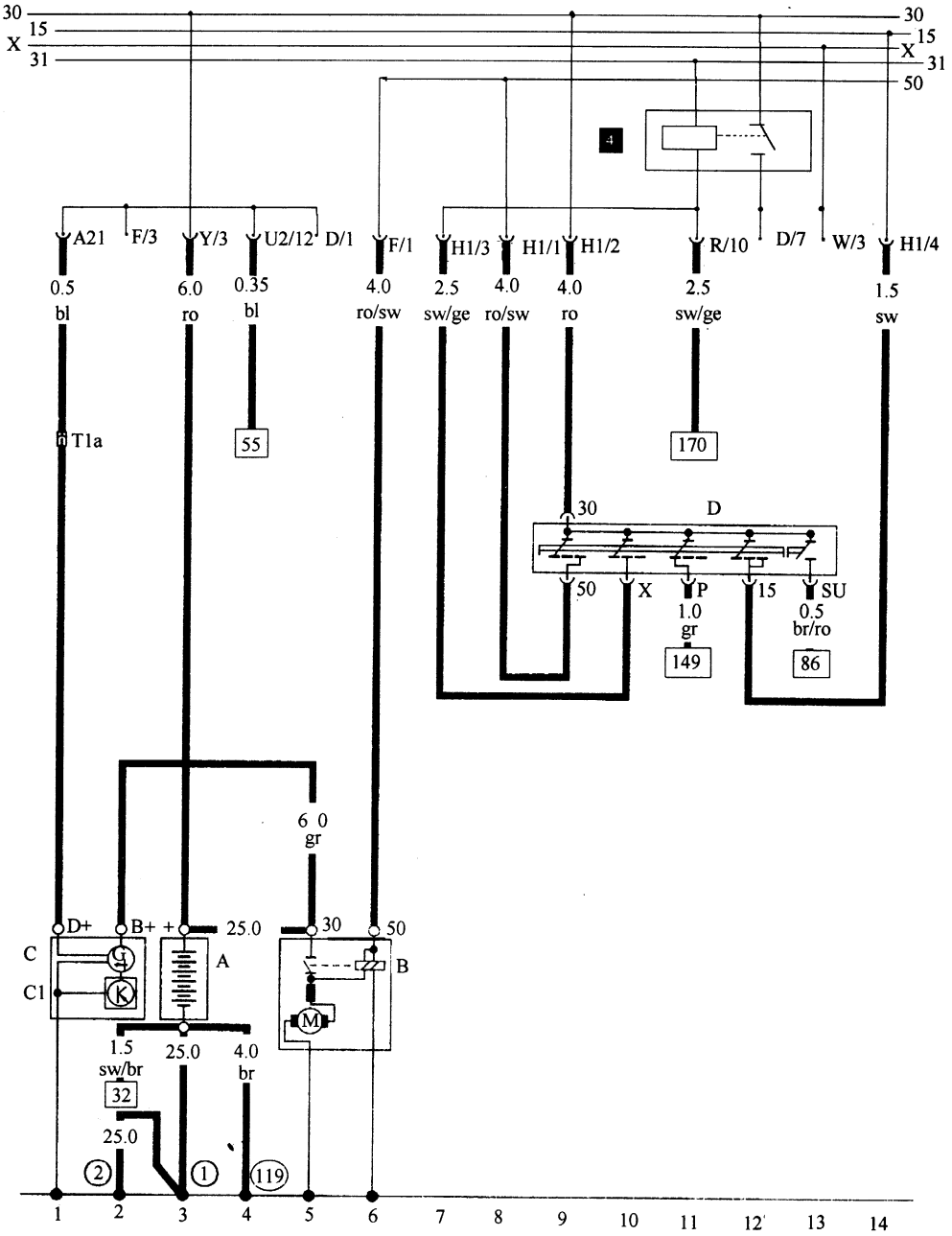


图 11-4　发电机、蓄电池、起动机和点火开关电路图

A-蓄电池；B-起动机；C-发电机；C1-电压调节器；D-点火开关；J59-X-继电器；T1a-单孔接头（蓄电池附近）；①-接地线（蓄电池-车身）；②-接地线（变速器-车身）；⑲-接地连接点（前大灯线束内）

使某些大功率电路切断电源供给，实现卸荷。

⑧50 号线含义是：中央继电器盒内 30 号线通过线束插头 H1/2 给点火开关供电，当点火开关打到 2 挡时给 50 号线接电源，再通过线束插头 H1/1 供给中央继电器盒内 50 号线以及起动机 B 端子，供起动机内电磁离合器线圈用。所以在德国大众系列车型电路图中，该线指只有当点火开关打开到 2 挡时，才有电的起动正电源线。

⑨捷达车电源供给关系是：蓄电池正极与发电机输出端于B相连，进而再与起动机常供电端子30相连，在发电机不发电或发电不足时，由蓄电池供电；发电机正常发电后，实现给全车供电并为蓄电池充电。

2. 自动阻风门装置进气歧管预热电路

采用2E2化油器的捷达轿车中，使用了自动化程度较高的电控和气动综合控制方式，电路见图11-5。

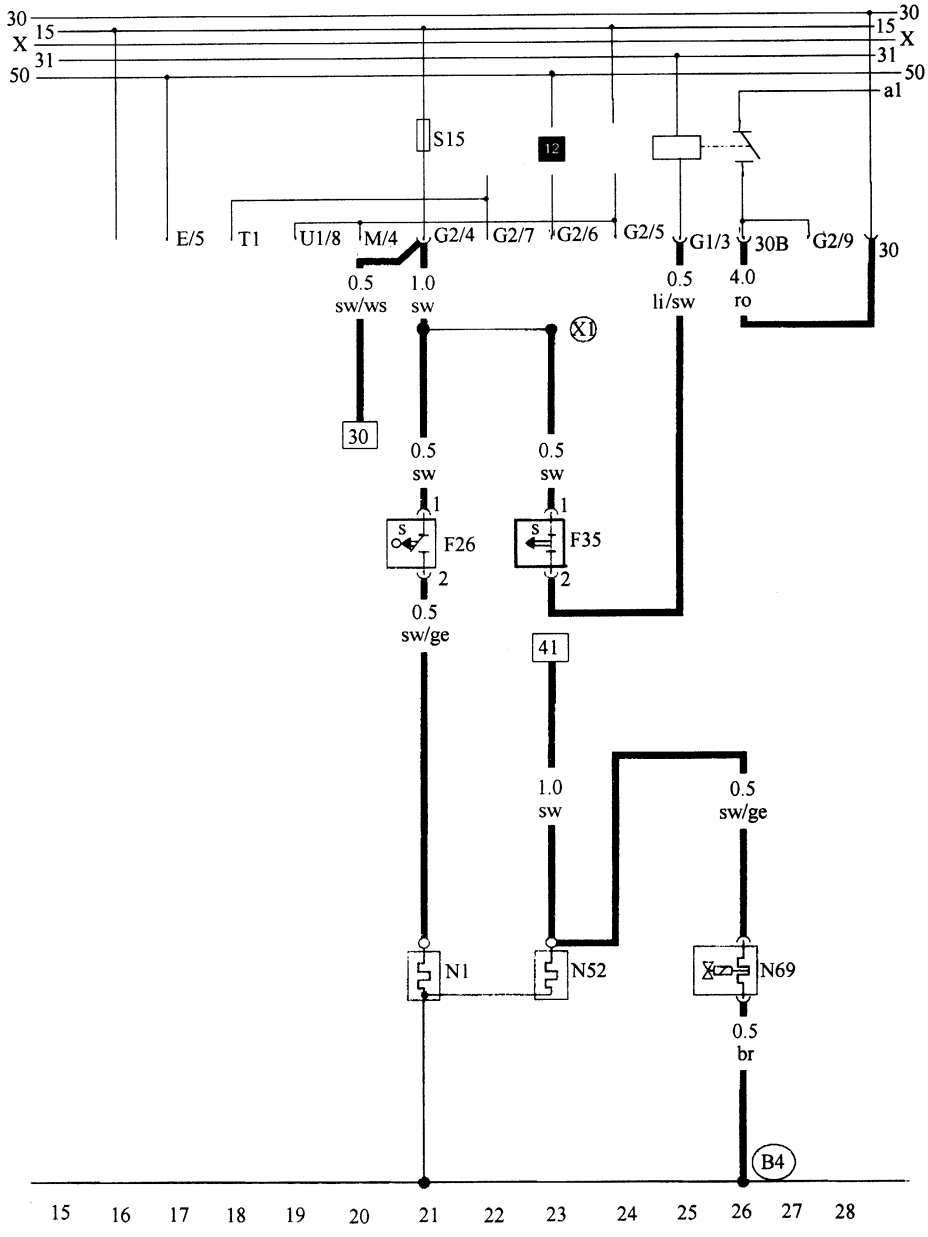


图11-5　自动阻风门装置和进气歧管预热电路

F26-自动阻风门温度开关；F35-进气管预热温度开关；J81-进气管预热继电器；N1-自动阻风装置；N52-旁通加热器（部分负荷处喉管加热-化油器上）；N69-冷起动热敏时控阀；Ⓑ4-接地连接点（发动机接地，右前线束内）；Ⓧ1-正极连接点（15，化油器线束内）

电路图说明：

①“41”接15号线实现电源供给。

②自动阻风装置温度开关：位于发动机缸盖上出水口处，开关颜色为灰色，该开关在冷却液温度达到33～42℃时断开，停止对自动阻风装置内双金属弹簧片加热，使阻风门由电加热转入冷却液加热控制状态，控制自动阻风门的开度。

③进气管预热温度开关：位于发动机缸盖上出水口处，开关颜色为红色，该开关在冷却液温度达到55～65℃时断开，停止进气预热。

④“30”给怠速控制器提供15号线电源。

⑤若装备凯虹型化油器的捷达车采用手动阻风则取消了自动阻风装置电路，但其进气预热同图11-5。

⑥若电控燃油喷射及点火系统的捷达车型如都市先锋，捷达前卫等由于取消了阻风门和进气预热，故取消该电路。

⑦“X1”出现了交叉的横线，该条细实线指实车中不存在，但电路采用内部连接的等电位点。

3. 进气歧管预热、点火系统、怠速提升电路

进气歧管预热、点火系统、怠速提升电路如图11-6所示。

电路图说明：

①“20”用于打开点火开关时给怠速切断阀供电，以实现正常怠速转速850±50r/min，关闭点火开关时切断电源供给以实现关机。

②“2”接蓄电池负极。

③“23”接用于化油器油道加热的旁通加热器和冷车高怠速的热敏时控阀，以实现冷起动阶段的3 000±200r/min高速预热发动机，装凯虹化油器车型无此件。

④中国生产的化油器型捷达车取消了超速切断功能，但在其他国家如德国、南非等地生产的捷达有J130超速切断继电器及相应元件，本图中未给出。

⑤捷达轿车已采用高能无触点点火装置，绝对不允许私自改装或加装市场上出售的高能点火装置，一旦加装，将使原车的点火放大器、火花塞、点火线圈等元件早期损坏。

4. 仪表板连接、油压开关、冷却液温度传感器电路

仪表板连接、油压开关、冷却液温度传感器电路如图11-7。

电路图说明：

①F22为机油低压开关，当机油压力低于3×10^4Pa时该开关电阻应为0，高于3×10^4Pa时，开关电阻应为无穷大，即本开关为常闭合开关，只有当油压高时，才能将其压开。

②F1为机油高压开关，当机油压力低于1.8×10^5Pa时开关电阻应为无穷大，高于1.8×10^5Pa时，开关电阻应为0，即本开关为常开开关，只有当油压高时，才将其压合。

③“4”是通过发电机电压调节器，给充电指示灯实现搭铁。

④“127”是接变光及闪光开关中远光电压供给部分，实现远光灯亮同时组合仪表上远光指示灯亮。

⑤“144”接遇险警报开关，实现转向灯闪烁时，组合仪表内相应指示灯提示驾驶员。

⑥由于本车组合仪表结构复杂，电路中很难看出电流走向，故请注意下列各线：T28/13为组合仪表提供电源；T28/3为组合仪表接地；测试该两端子电压为12V。

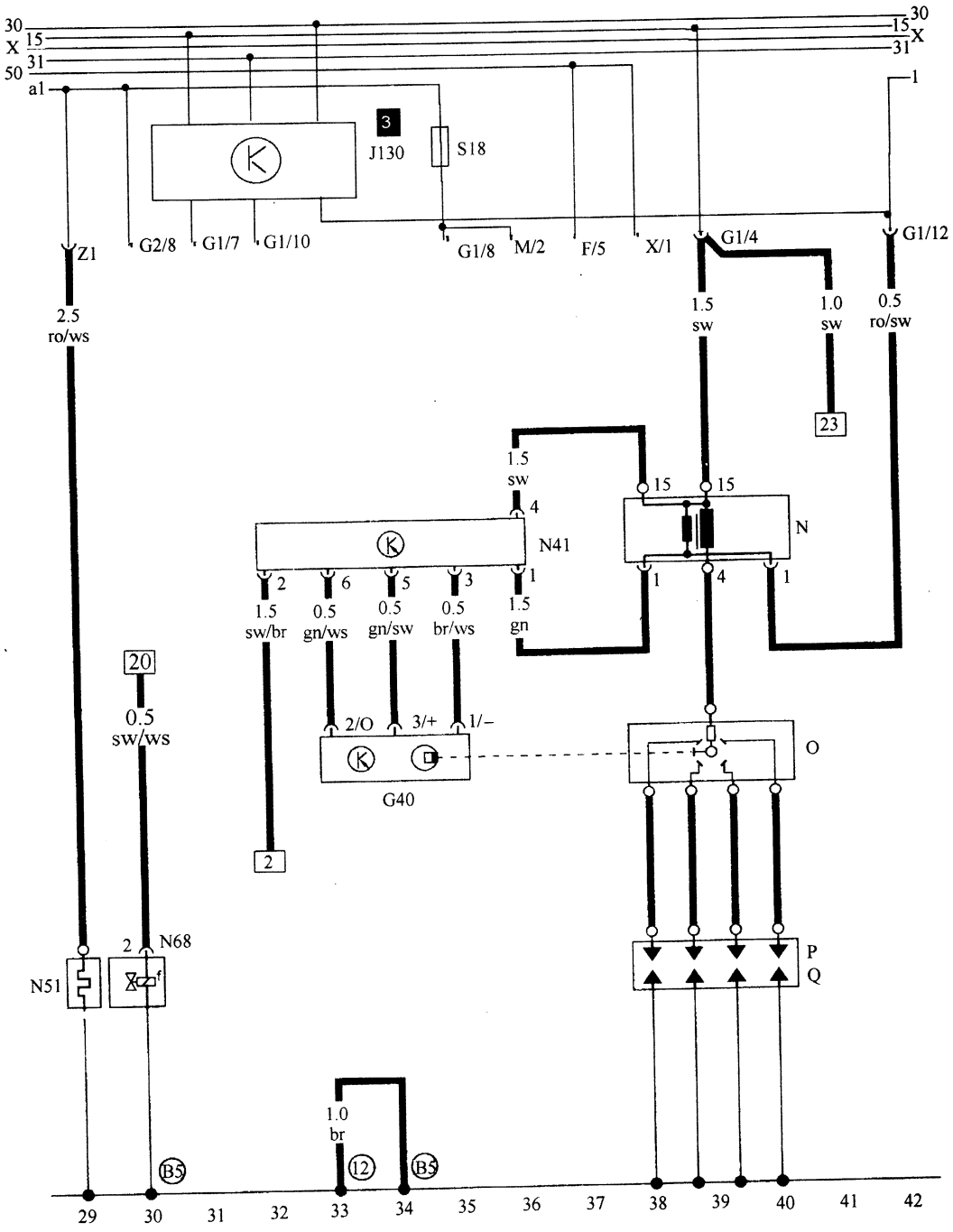


图 11-6　进气歧管预热、点火系统、怠速提升电路图

G40-霍尔传感器；J130-超速切断控制器单元，仅用于 1.8 升发动机；N-点火线圈；N41-晶体管点火系统控制单元，压力通风舱左侧；N51-进气管预热加热电阻；N68-怠速切断阀；O-分电器；P-火花塞插头；Q-火花塞；⑫-接地点（发动机舱左侧）；Ⓑ5-接地连接点（发动机舱线束内）

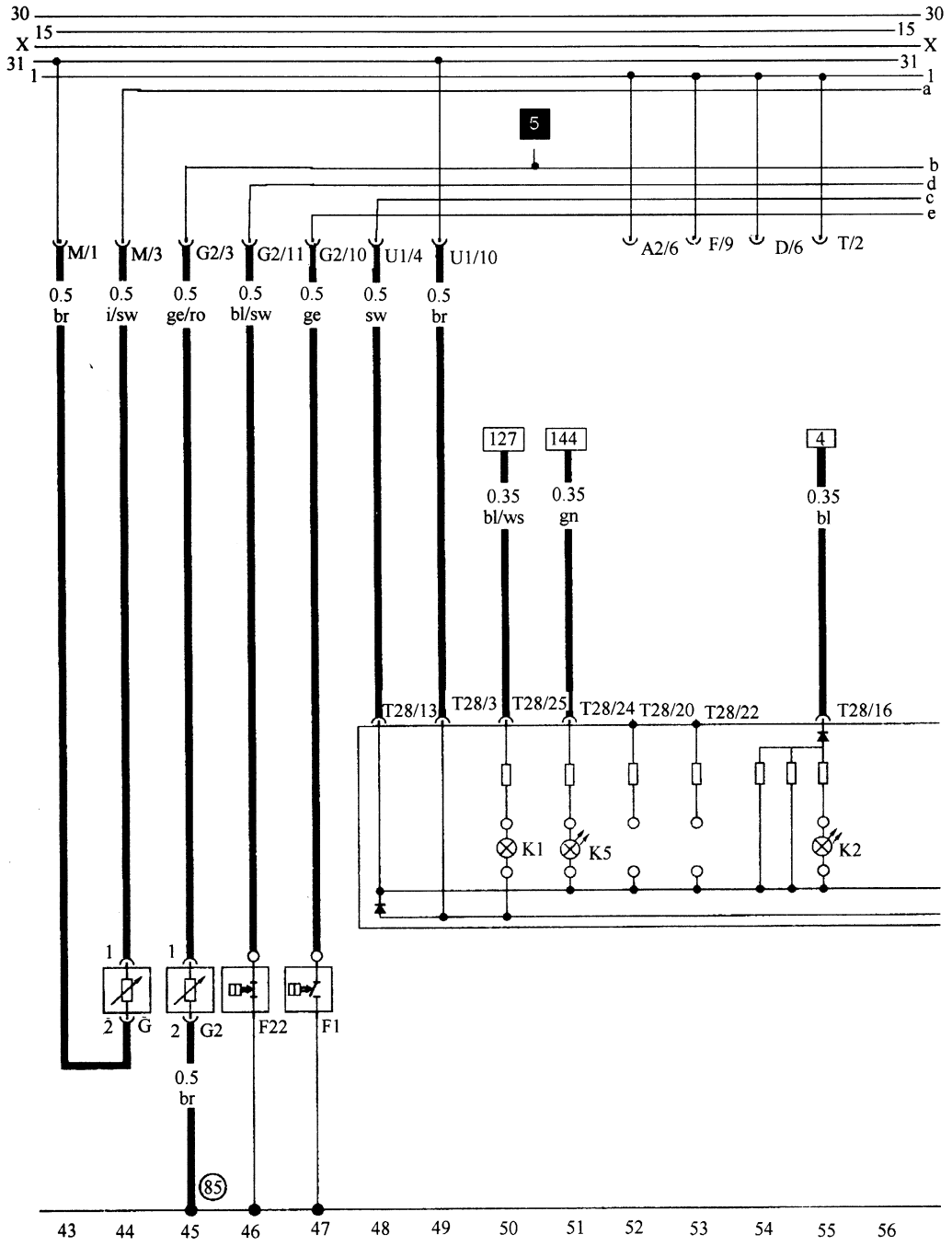


图 11-7　仪表板连接、油压开关、冷却液温度传感器电路电路图

Fl-油压开关；F22-油压开关；G-燃油表传感器；G2-冷却液温度表传感器；K1-远光警告灯；K2-发电机警告灯；K5-转向警告灯；T28-28 孔插头（在仪表板上）；⑧-搭铁连接点（在发动机舱线束内）

5. 燃油表、冷却液温度表、声光油压报警、数字钟、转速表电路

燃油表、冷却液温度表、声光油压报警、数字钟、转速表电路如图 11-8 所示。

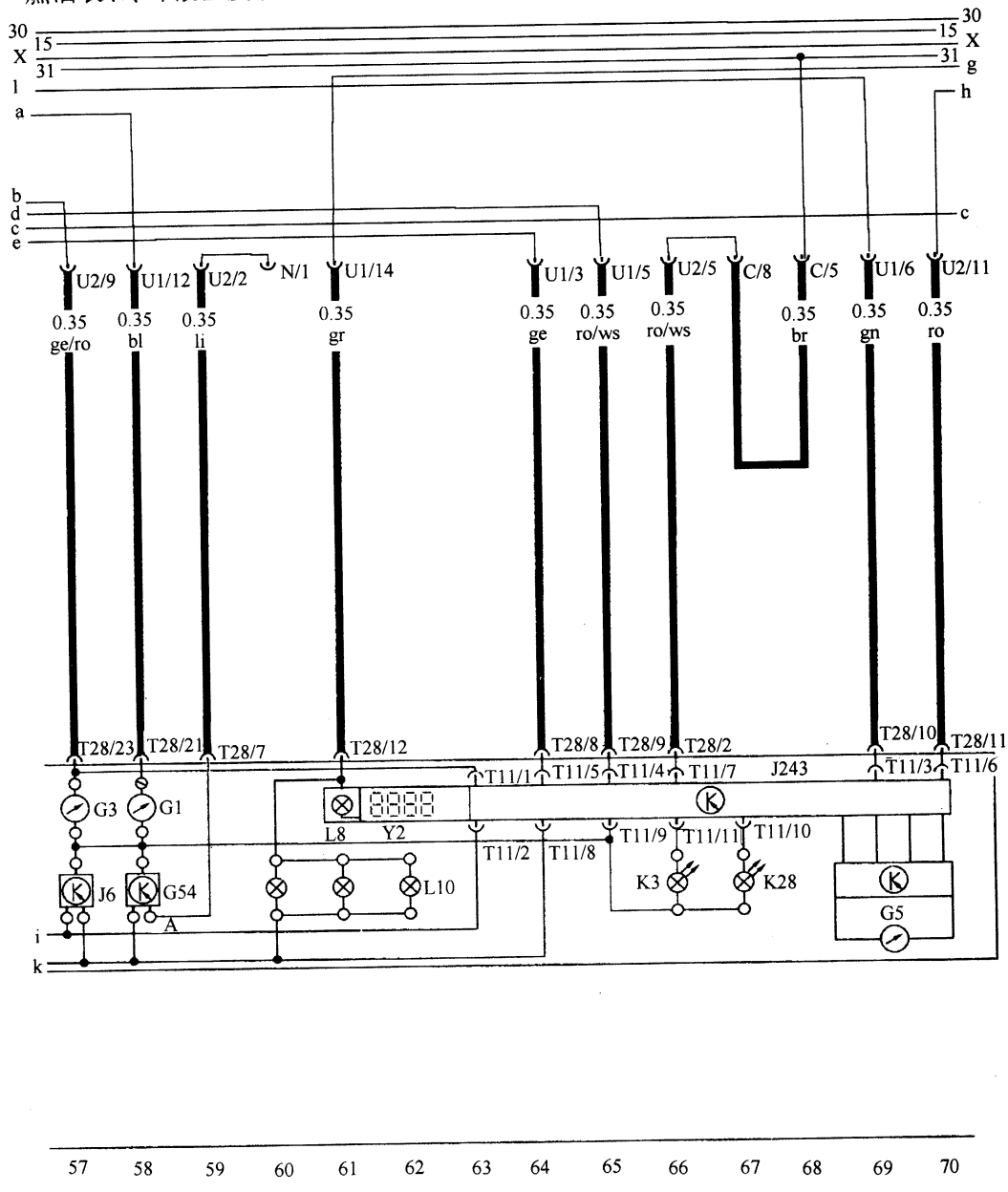


图 11-8　燃油表、冷却液温度表、声光油压报警、数字钟、转速表电路图

G1-燃油表；G3-冷却液温度表；G5-转速表；G54-速度传感器（仪表板内）；J6-仪表稳压器；J243-油压和冷却液报警及转速表控制单元；K3-油压报警灯；K28-冷却液温度报警灯；L8-时钟照明灯；L10-仪表板照明灯；T11-11 孔查接件（控制器 J243 上）；T28-28 孔插接件（仪表板旁）；Y2-数字式时钟

电路图说明：

①J6 为稳压器，其作用是为燃油表、冷却液温度表提供一个 9.5～10.5V 的稳定电压。以滤除电压波动对燃油表，冷却液温度表示值的影响，车速里程表也受该件控制，如出现三块仪表同时失效则很可能为该件故障。

②G5 为发动机转速表，在捷达化油器型轿车（如图 11-8）其信号取自 i 线和 h 线，而 h 线在线路码 93 位置经 S21 熔断器 30 取正电；i 线接点火开关上 1 号端子，即点火开关负极，而电喷车型上该信号取自发动机转速传感器 G28 再经发动机控制单元后传至中央继电器盒内后再输送到组合仪表内的发动机转速表。

③组合仪表为总成件，其电源通过中央继电器盒内 15 线经 16 号熔断器到中央继电器盒内 c 线，再到组合仪表内 i 线供给；而其表内各件又通过表内的 k 线后统一搭铁。

④冷却液温度表通过其传感元件内电阻变化来度量相对的冷却液温度。其电阻为 NTC 电阻即负温度系统电阻，其阻值随温度上升而下降。

⑤该组合仪表 28 孔插头只有前面提到 T28/13 和 T28/3 能直观地测出其电压约 12V，其余各点均不能做测试，作为判断依据。

6. 驻车制动、制动液面报警灯电路

驻车制动、制动液面报警灯电路图如图 11-9 所示。

电路图说明：

①该电路尤其值得注意的是：双管路制动及驻车制动指示灯有两条搭铁电路，一条为通过驻车制动指示灯开关搭铁，另一条为通过制动液面报警开关搭铁。这样如果双管路制动及驻车制动指示灯亮就有两种可能情况发生，维修时要注意。

②制动液面报警开关为选装件，即一部分捷达车装有该件。

7. 点烟器、收放机插头电路

点烟器、收放机插头电路图如图 11-10 所示。

电路图说明：

①U1 为点烟器，其电源取自蓄电池正极，为防意外引起火灾串入一个 10A 的熔断器。

②中央继电器盒内 h 线，指蓄电池正极通过中央继电器盒上第 22 号位置的 15A 熔断器的电源线。

③收音机电源取自蓄电池正极通过中央继电器盒上第 22 号位置的 10A 熔断器的电源线。

④收音机插头与收音机电路码不连续，收音机属不同的修理组，为了内容连续性，故放到这里。

⑤捷达豪华型轿车上已装备了 CD 音响，其电路可参阅随车音响说明书。

8. 收音机、前扬声器、拉杆天线电路

收音机、前扬声器、拉杆天线电路图如图 11-11 所示。

电路图说明：

①收音机电源取自蓄电池正极通过中央电器盒上第 22 号位置的 10A 熔断器的电源线。

②收音机本身还有一熔断器，安装在收音机后面，一旦有故障请细心检查。

③捷达轿车可选装多种收音机，其线束插头是通用的，即使特种插头的收音机也可通过专用的转接线相连接，并能正常使用。

④D/SU 点火开关的收音机挡，现生产的捷达车点火开关无此挡，由蓄电池正极线取代。

⑤收音机部分作为单独修理组，故电路码重新排序。

⑥“A1”位置的细实线指内部连接的等电位点。

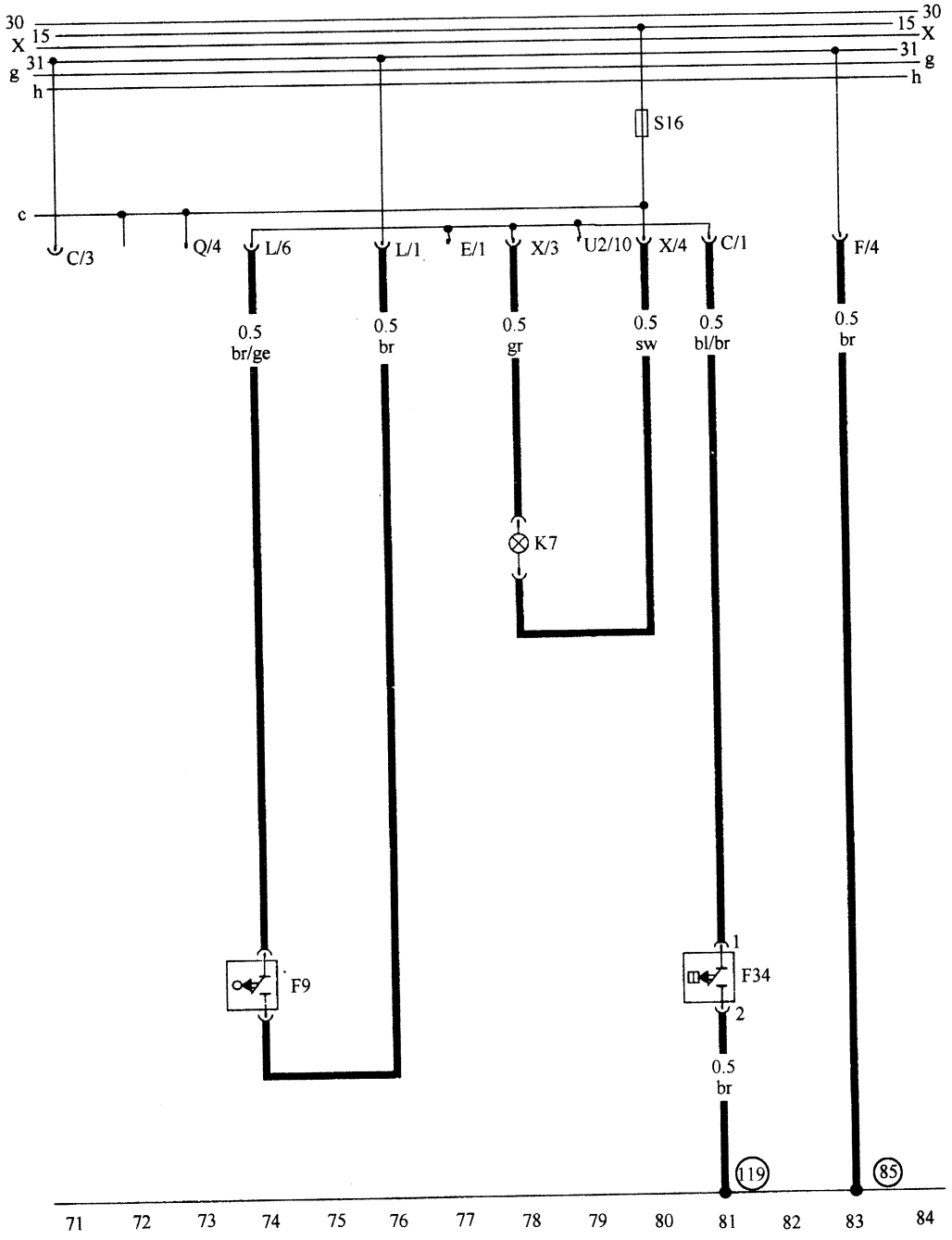


图 11-9　驻车制动、制动液面报警灯电路图

F9-驻车制动指示灯开关；F34-制动液面警报开关；K7-双管路制动及手制动指示灯；⑧-接地点（发动机舱线束内）；⑲-接地连接（前大灯线束内）

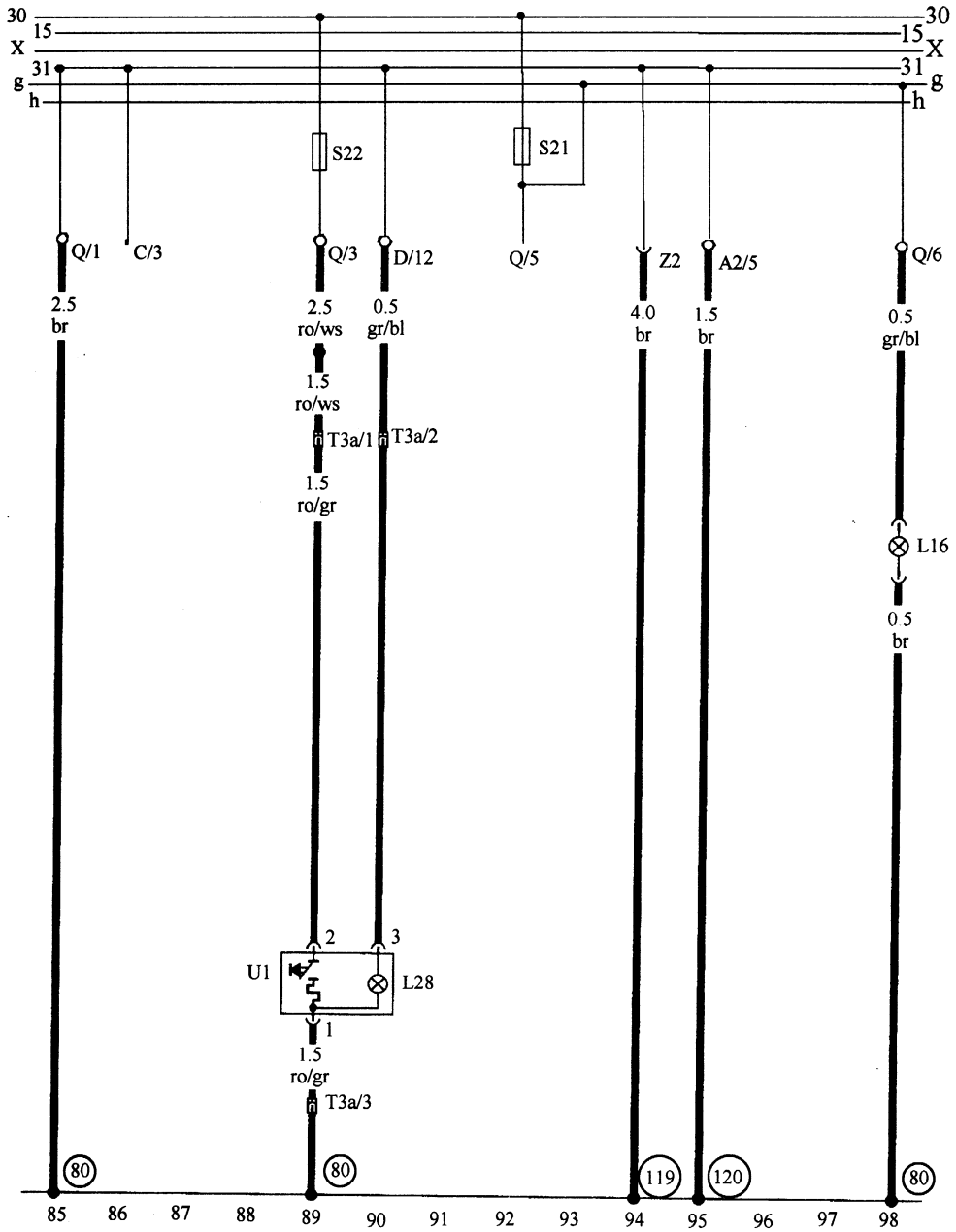


图 11-10　点烟器、收放机插头电路图

L16-孔调控制板照明灯；L28-点烟器照明灯；T3a-3 孔插接件（仪表板后）；U1-点烟器；⑧⓪-接地连接（以表线束内）；⑲、⑳-接地连点（前大灯线束内）

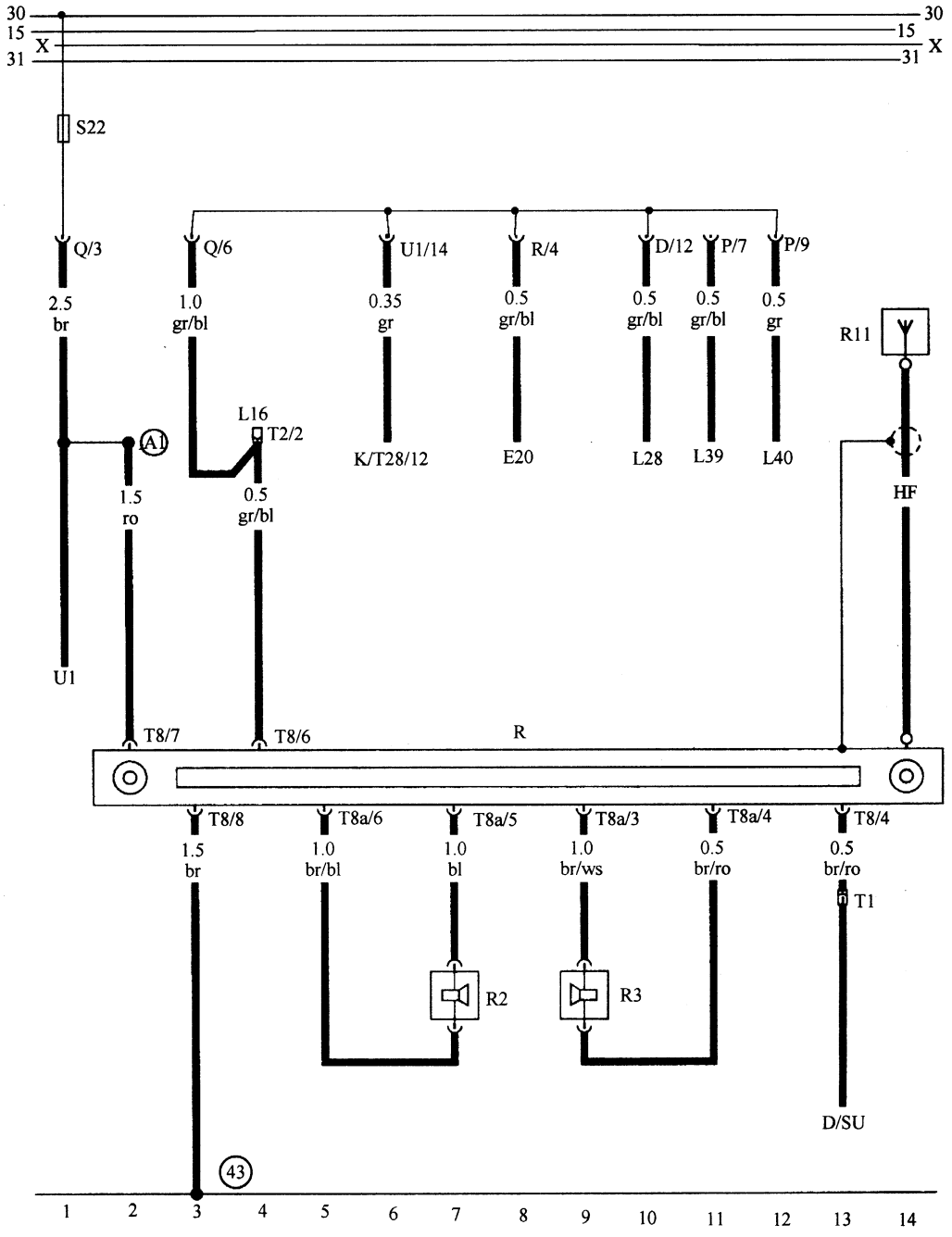


图 11-11　收音机、前扬声器、拉杆天线电路图

D-点火开关；E20-开关及仪表照明调节器；K-仪表部件；L16-空调调节器照明灯；L28-点烟器照明灯；L39-后风窗加热开关照明灯；L40-前、后雾灯开关照明灯；R-带双声调谐的收放机；R2-左前扬声器；R3-右前扬声器；R11-天线；T1-单孔插接件（继电器盒后）；T2-2 孔插接件（仪表板中后部）；T8-8 孔插接件（收音机上）；T8a-8 孔插接件（收音机上）；T28-28 孔插接件（仪表板上）；Ul-点烟器；㊸-接地点（继电器盒旁车身处）；Ⓐ1-电源正极连接点（a，仪表板线束内）

9. 室内灯、行李舱、照明灯、牌照灯电路

室内灯、行李舱、照明灯、牌照灯电路如图 11-12 所示。

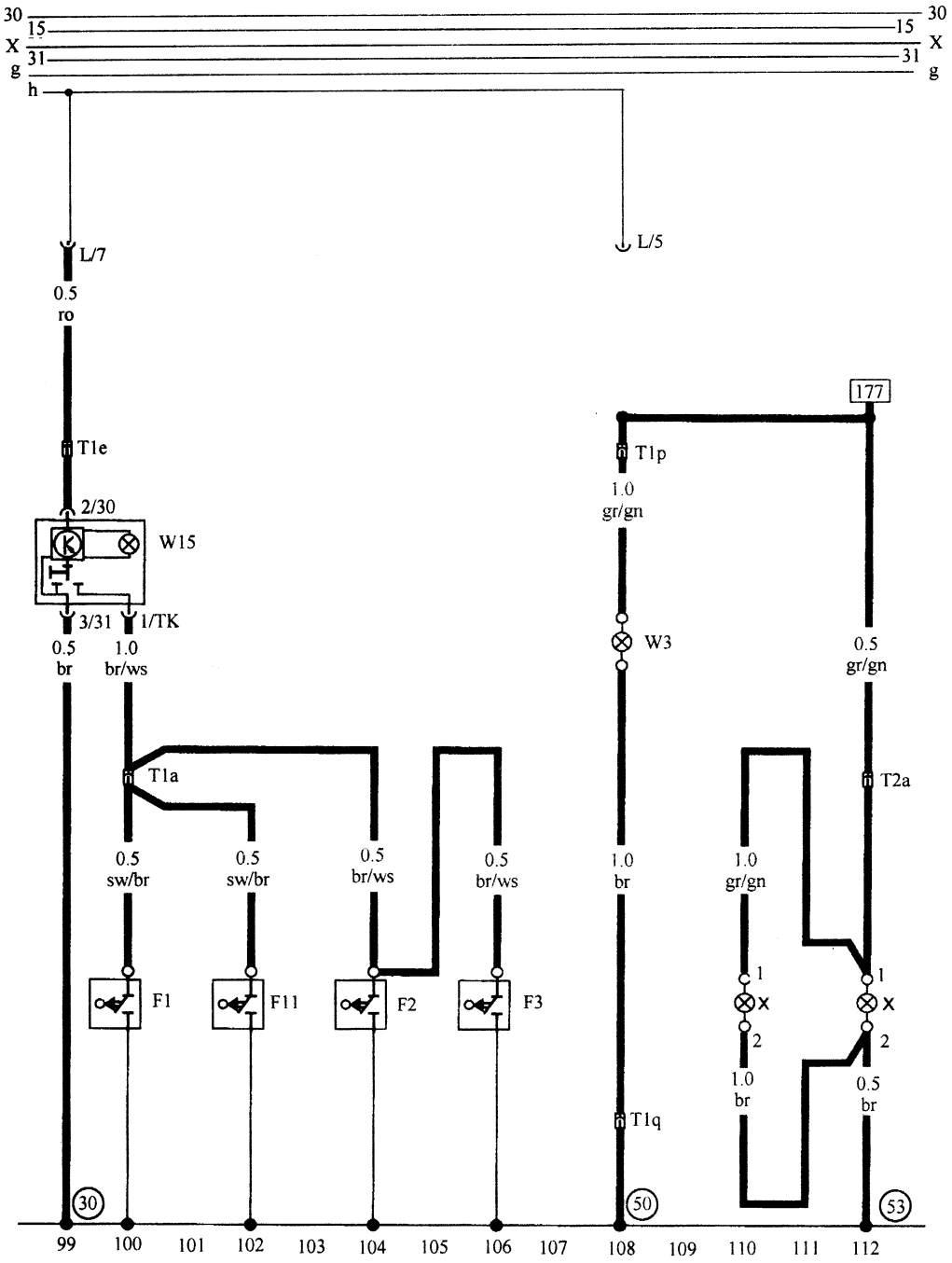


图 11-12　室内灯、行李舱、照明灯、牌照灯电路图

F2-左前门联锁开关；F3-右前门联锁开关；F5-行李舱照明灯开关；F10-左后门联锁开关；F11-右后门联锁开关；T1e-单孔插接件（继电器盒上部）；T10-单孔插接件（继电器盒上部）；T2e-2 孔插接件（行李舱左后部）；T1p-2 孔插接件（行李舱左侧）；T1q-2 孔插接件（行李舱左侧）；W3-行李舱灯；W15-室内灯；X-牌照灯；㉚-接地点（继电器盒旁）；㊿、㊸-接地点（行李舱左侧）

电路图说明：

①W15 室内灯有三个挡位及常开挡，受四个门开关控制的开门即亮挡、常闭挡，其电路如图 11-12 所示。

②W3 行李舱灯在国产化过程中，一汽大众作了技术更改，使现生产的车型行李舱灯受车灯开关控制，这一点与德国生产的捷达车不同，德国生产的捷达车该灯不受车灯开关控制，只受另一单独开关控制。

③“177”牌照灯和行李舱灯的供电电线。

10. 前大灯、停车灯、变光及转向灯开关电路

前大灯、停车灯、变光及转向灯开关电路图如图 11-13 所示。

电路图说明：

①“50”为接组合仪表上远光指示灯，当开前大灯远光时，通过该电路给组合仪表内指示灯供电。

②L1/L2 为左/右前大灯双丝灯，该大灯内不同焦距上设计了两组灯丝，这两组灯丝公用一条搭铁线，但其电源分别受各自的熔断器及灯光开关控制。

③E4 左半部分为闪光开关部分，在捷达车上即上提转向开关，此时从 30 号线引正电经熔断器后到达大灯远光灯丝。注意，该线路不受大灯开关控制。

④E4 右半部分为转向开关上远、近光转换的变光部分，当大灯开关开到二挡时，30 号线来电通过大灯开关后 P 线引到该开关，再由该开关分配到前大灯远近光的响应挡位。

⑤在捷达车的汽车零件图号码中，前面的件左面为单数、右面为双数，车后面的件左边为双数、右面为单数，如熔断器 S1、S2、S11、S12、S7、S8、零件 m1、m2、L1、L2 等。掌握这条规律有助于记忆。

11. 转向灯及遇险报警灯开关、驻车灯开关电路

转向灯及遇险报警灯开关、驻车灯开关电路图如图 11-14 所示。

电路图说明：

①E3 为遇险警灯开关，当按下此开关，所有转向灯同时在闪烁，提示其他车辆，本车处于非正常状态。

②E2 为转向灯开关，当其打到相应挡位时，其对应方向上的转向灯亮。其电源来至 15 号线经组合仪表熔断器 S16 到组合仪表后经该开关到相应转向灯。所以关闭点火开关时该开关控制的转向灯不闪烁。

③E19 为驻车灯开关，该开关电源来自点火开关的 P 挡，即只有点火开关关闭时与蓄电池接通，所以该开关所控电路只有关闭点火开关时起作用，用于夜间停车提示。注意，如果白天停车前忘记回位转向开关，人离开车，则其驻车灯就会一直亮着。

④“51”为接 15 号线实现开点火开关时供电。

⑤“11”为接点火开关中 P 挡，实现关点火开关时供电。

⑥转向灯的闪亮是通过遇险警报灯继电器内的延时开关实现的。

12. 转向灯、尾灯电路

转向灯、尾灯电路如图 11-15 所示。

电路图说明：

①“155”接左侧停车转向灯，线路实现两转向灯共同搭铁。

②“168”接右侧停车转向灯搭铁线路，实现两转向灯共搭铁。

③M4 与 M6、M12 与 M8 都用细线相连，指通过公用的灯架搭铁，这种电路检修时一定要注意其搭铁情况，经常会由于搭铁不好造成两灯同时亮，但亮度均不足。

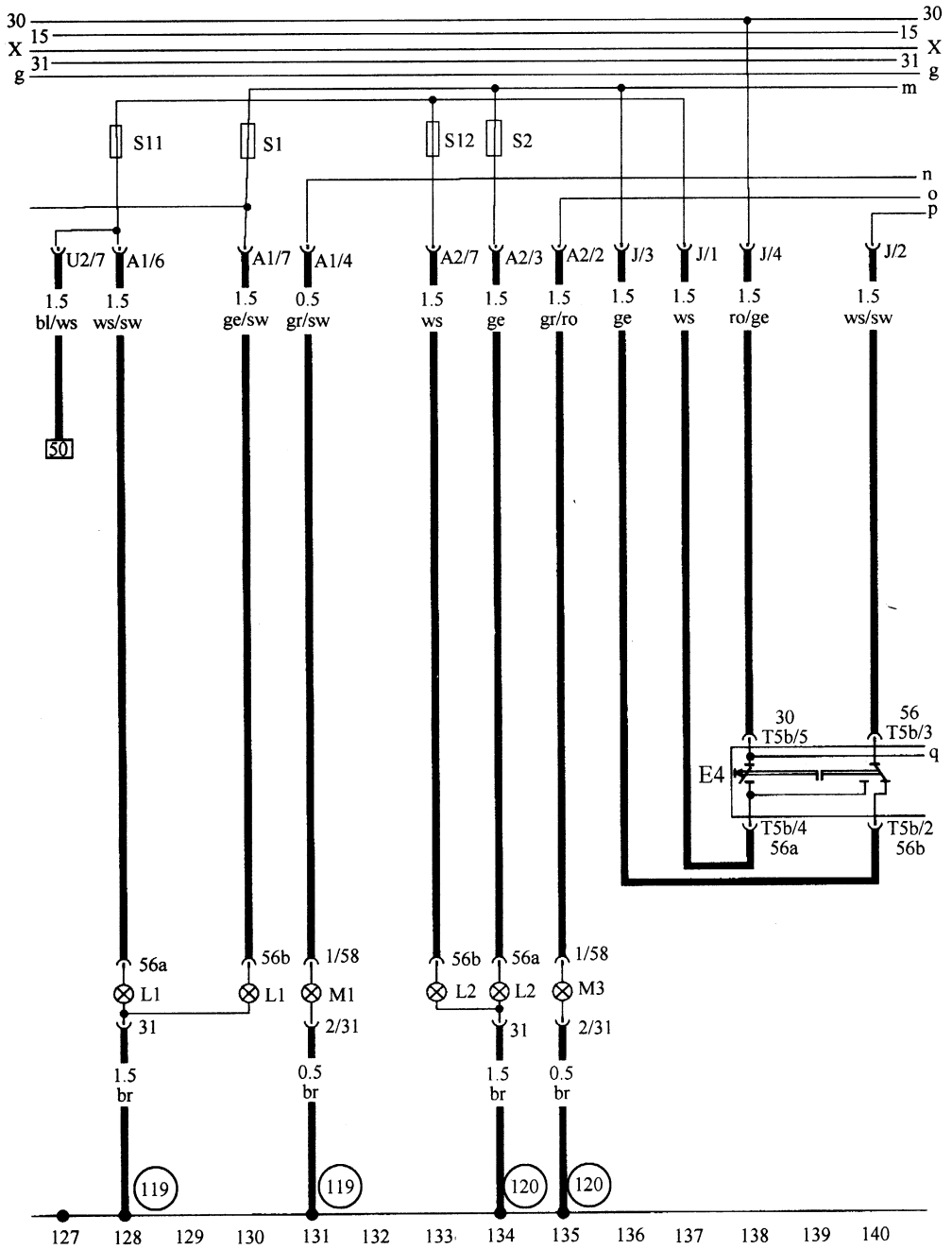


图 11-13　前大灯、停车灯、变光及转向灯开关电路图

E4-变光及转向灯开关；L1-左前大灯双丝灯；L2-右前大灯双丝灯；M1-左停车灯；M3-右停车灯；T5b-5 孔插接件（转向柱开关后面）；⑲-接地连接点（前大灯线束内）；⑳-接地连接点（前大灯线束内）

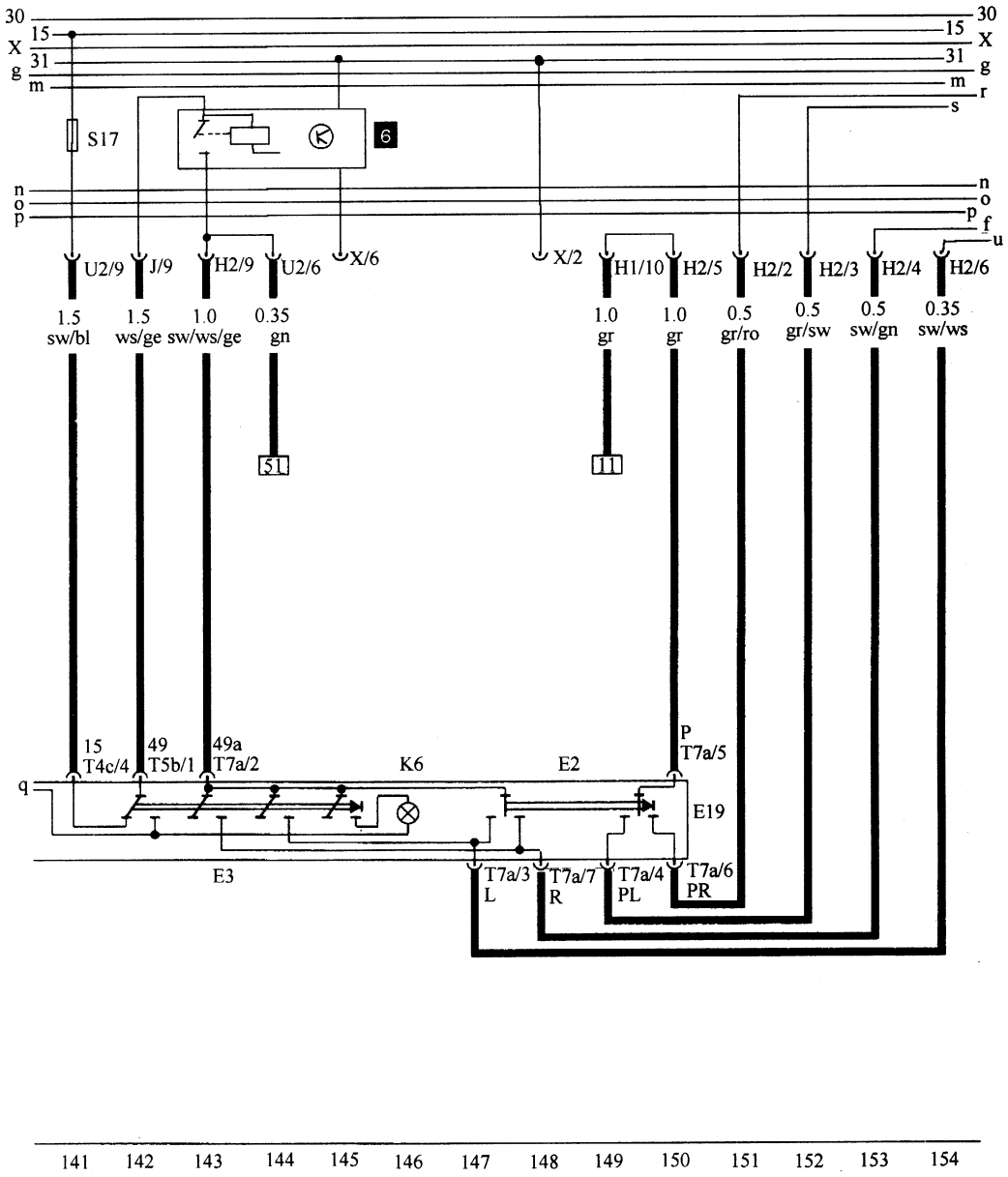


图 11-14　转向灯及遇险报警灯开关、驻车灯开关电路图

2-转向灯开关；E3-遇险报警灯开关；E19-驻车灯开关；J2-遇险报警灯继电器；K6-遇险报警灯；T4c-4 孔插接件（转向柱开关后）；T5b-5 孔插接件（转向柱开关后）；T7a-7 孔接插件（转向柱开关后）

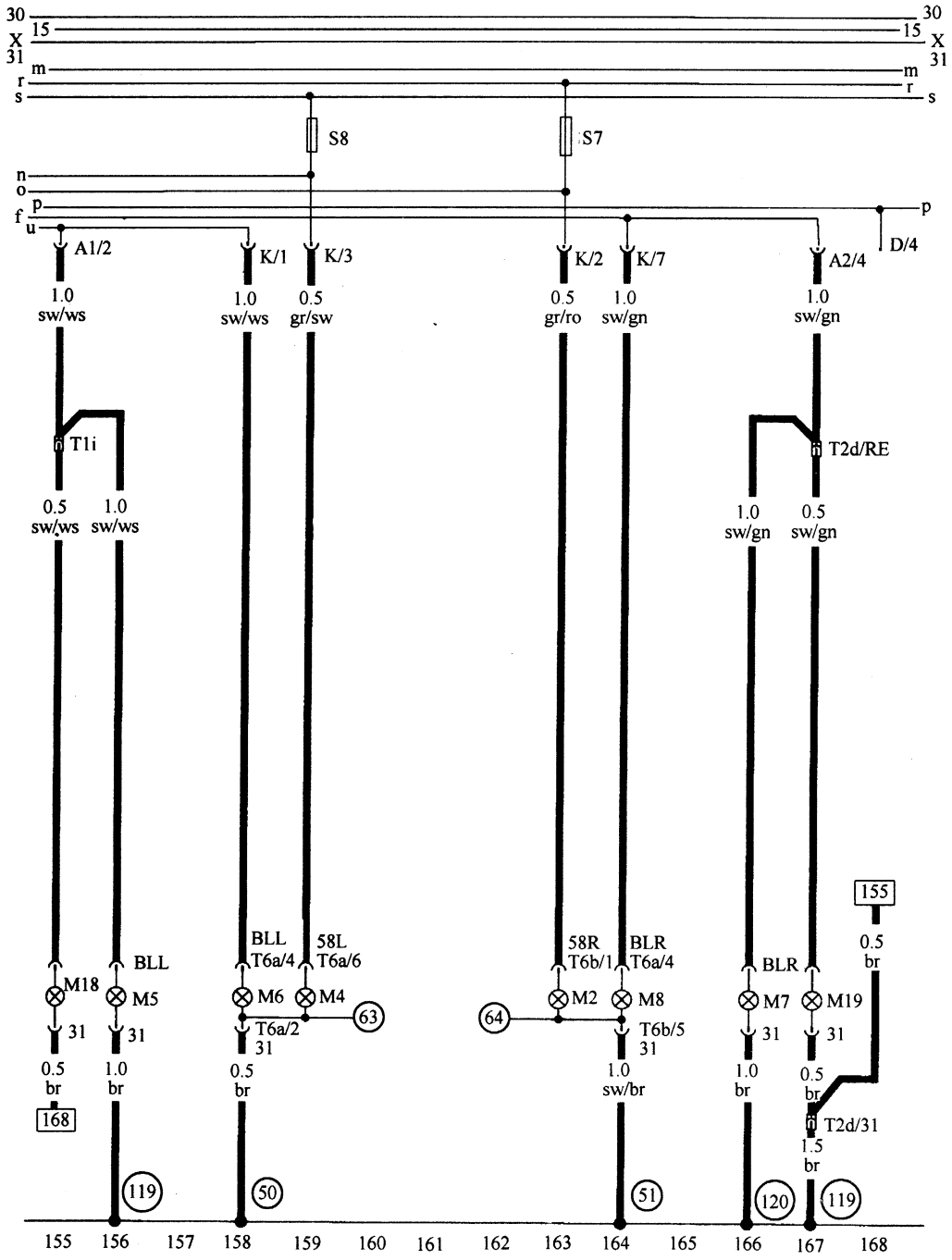


图 11-15　转向灯、尾灯电路图

M2-右尾灯；M4-左尾灯；M5-左前转向灯；M6-左后转向灯；M7-右前转向灯；M8-右后转向灯；M18-左侧停车转向灯；M19-右侧停车转向灯；T1i-单孔插接件（左减震器支柱后）；T2d-2 孔插接件（左减震器支柱后）；T6a-6 孔接插件（左尾灯）；T6b-6 孔插接件（右尾灯）；⑤⓪、⑤①-接地点（行李舱锁下端）；⑥③、⑥④-接地点（左右尾灯灯架处）；①①⑨、①②⓪-接地连接点（前大灯线束内）

13. 车灯开关、制动灯电路

车灯开关、制动灯电路图如图 11-16 所示。

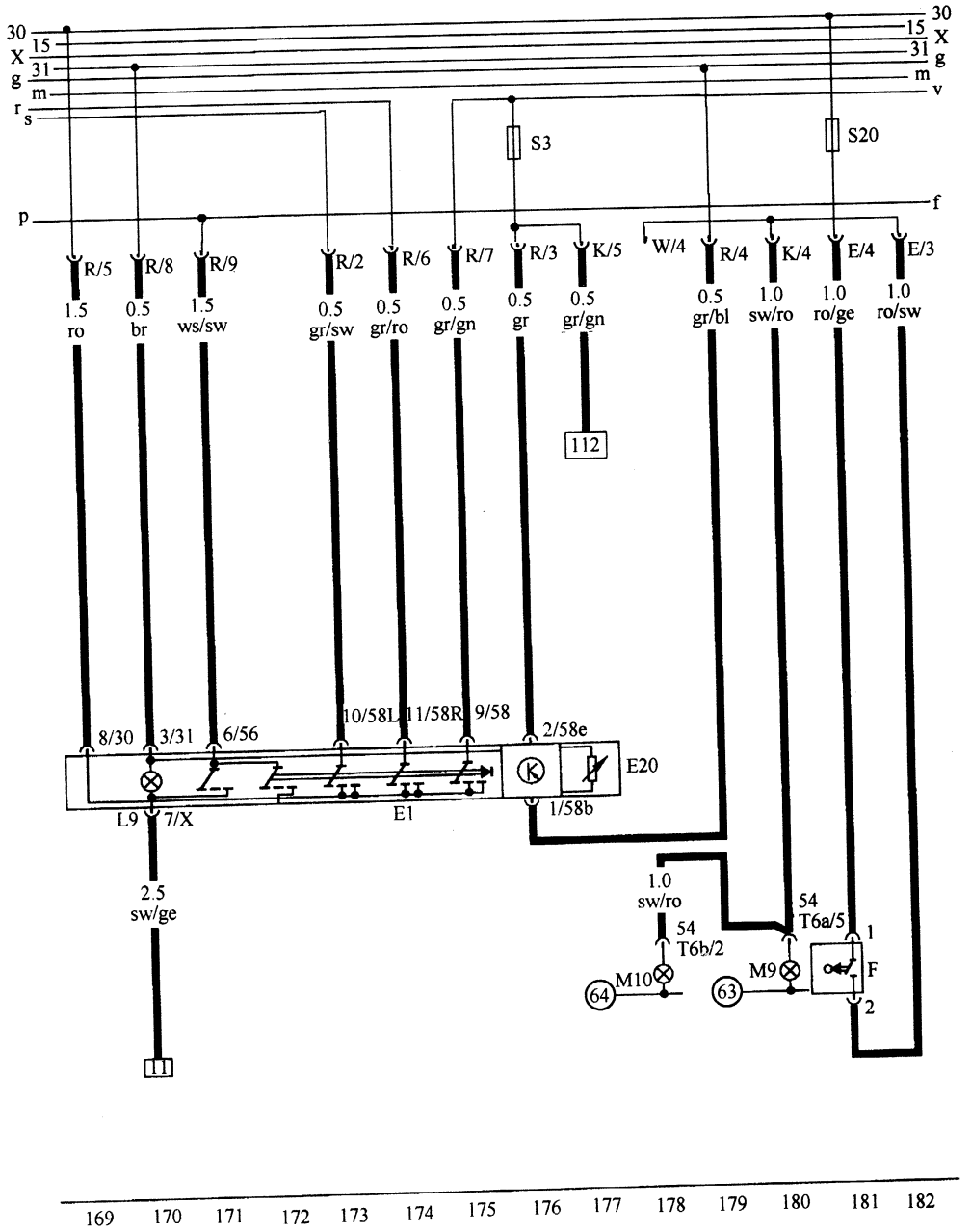


图 11-16　车灯开关、制动灯电路图

E1-车灯开关；E20-车灯控制开关和仪表；F-制动灯开关；L9-车灯开关照明灯；M9-左制动灯；M10-右制动灯；T6a-6 孔插接件（左尾灯上）；T6b-6 孔插接件（右尾灯上）；⑥③、⑥④-接地点（左、右尾灯灯架处）

电路图说明：

① “11” 接卸荷电路的线圈部分，正电即其电源供给为点火开关卸荷挡，但不受卸荷继电器控制。另一点值得注意的是，在电路号码 11 的接线端有两个接线点 149 和 170。一定要使两

个电路号对应上，不要误联到 149 上。

②“112”接牌照灯和行李舱灯。

③L9 为车灯开关照明灯，其从卸荷电路来电分两部分：一部分提供照明；另一部分在灯光开关开到二挡时，引到触点 6/56 再进入中央继电器盒为雾灯继电器提供一个电源。

④E1 为车灯开关，共有三个挡位：关闭挡、一挡、二挡。当打开到一挡时车灯开关将电源从触点 8/30 引入，再从 10/58L 和 11/58R 引至中央继电器盒，再供到停车灯电路；同时从 9/58 引至中央继电器盒再连到雾灯继电器，为雾灯继电器提供另一个电源（1 挡）；当车灯开关开到二挡时，车灯开关将电源从触点 8/30 引入，再供到触点 6/56 进入中央继电器盒，为雾灯继电器提供一个电源（2 挡），同时再从 10/58L 和 11/58R 引至中央继电器盒，再连到停车灯电路。

⑤E20 为仪表照明灯亮度调节开关，它相当于串连到电路中的一个可变电阻。

⑥g 线为车灯开关将电源从触点 8/30 引入，再引至中央继电器盒，再连到 10 安培的 S3 后经触点 2/58e 回到灯光开关，再引出至中央继电器盒内 g 线，为各个仪表照明提供电源。

⑦制动灯：电源来自蓄电池正极，经熔断器 S20 到达制动踏板下面的制动灯开关，再回到中央继电器盒内，再引至制动灯回路。

14. 倒车灯、后窗加热、双音喇叭电路

倒车灯、后窗加热、双音喇叭电路图如图 11-17 所示。

电路图说明：

①“219”经喇叭开关后搭铁。

②“28”接风扇控制单元，为控制单元提供电源信号。

③F4 为倒车灯开关：该线路由点火开关引正电经中央继电器盒内 J 线到制动灯开关再回到中央继电器盒，最后引向制动灯并搭铁。

④E15 为后窗加热开关，它控制着后窗加热器（Z1）。由于该电路电流较大，故其电源为经卸荷继电器控制的 X 电。

⑤J4 为喇叭继电器：该继电器是为装双喇叭的车预留的，现生产的车大部分没有选装双喇叭，所以该继电器用一个电桥代替，即短接喇叭继电器上触点 2/87 和 4/85。

15. 前后雾灯电路

前后雾灯电路图如图 11-18 所示。

电路图说明：

①雾灯因各车型配置不同，捷达轿车根据国标配置两个前雾灯，一个后雾灯，以防止后车司机眩目。

②雾灯功率较大，故其电源引自中央继电器盒上的 X 线。

③图 11-18 中“210”与“204”互相连接，以实现当雾灯开关打开时，引中央继电器盒上的 X 线给雾灯。

④前雾灯受车灯开关一挡和二挡控制，而后雾灯只有二挡控制，这样在某些情况下我们把车灯开关开到一挡并打开雾灯开关，只用前雾灯，可有效地避免对后车造成眩目。

16. 前风窗刮水器电路

前风窗刮水器电路图如图 11-19 所示。

电路图说明：

①“193”为接喇叭电路，为喇叭实现搭铁，H 为喇叭开关，其电路经过雨刮的开关。

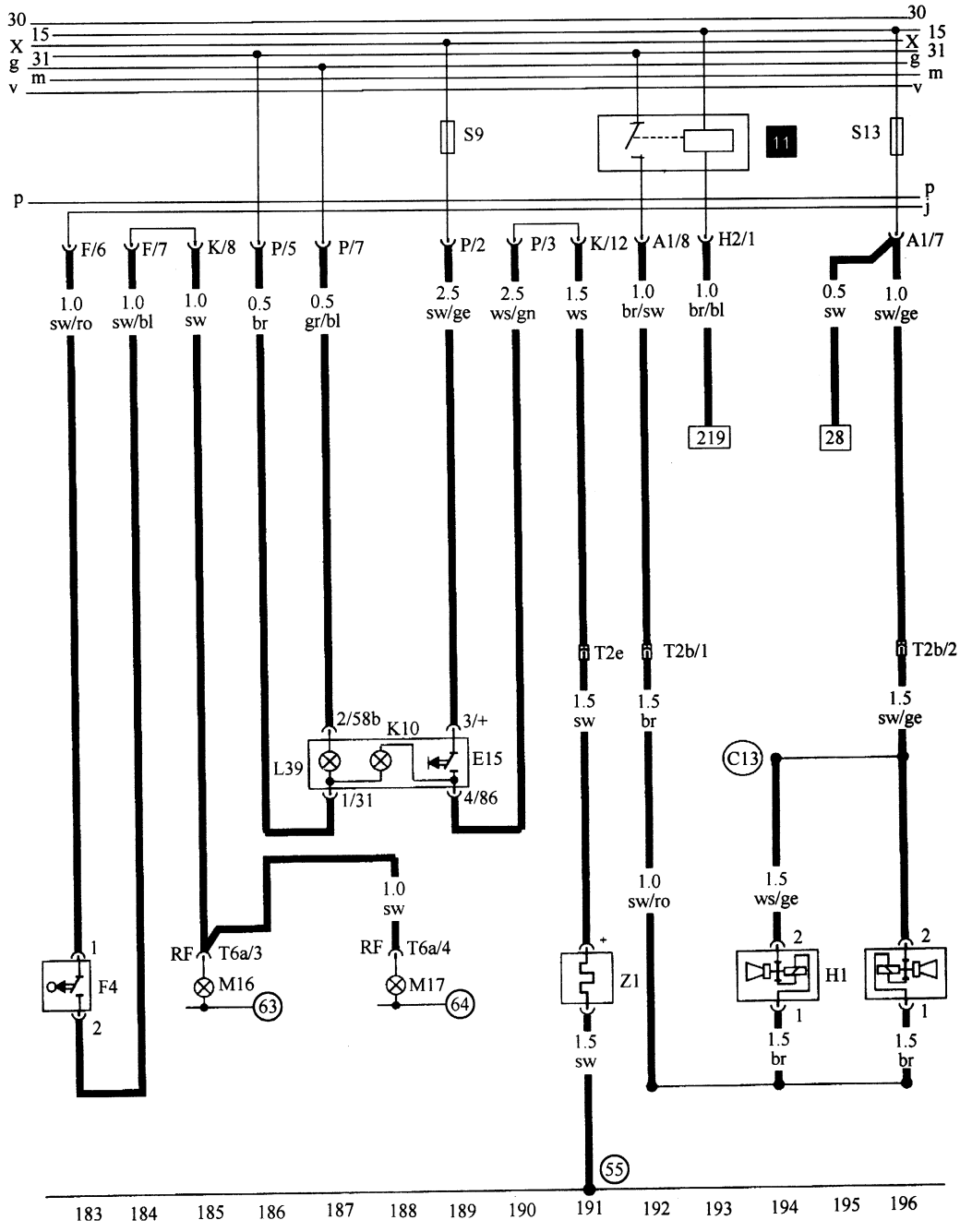


图 11-17　倒车灯、后窗加热、双音喇叭电路图

E15-后风窗加热开关；F4-倒车灯开关；H1-双音喇叭；J4-双音喇叭继电器；K10-后风窗加热指示灯；L39-后风窗加热开关照明灯；M16-左倒车灯；M17-右倒车灯；T2b-2 孔插接件（继电器盒后面）；T2e-6 孔插接件（行李舱左后侧）；T6a-6 孔插接件（左尾灯上）；T6b-6 孔插接件（右尾灯上）；Z1-后风窗加热；⑤⑤-接地点（行李舱右侧）；⑥③、⑥④-接地点（左、右尾灯灯架上）；(C13)-电源线连接点（双音喇叭线束内）

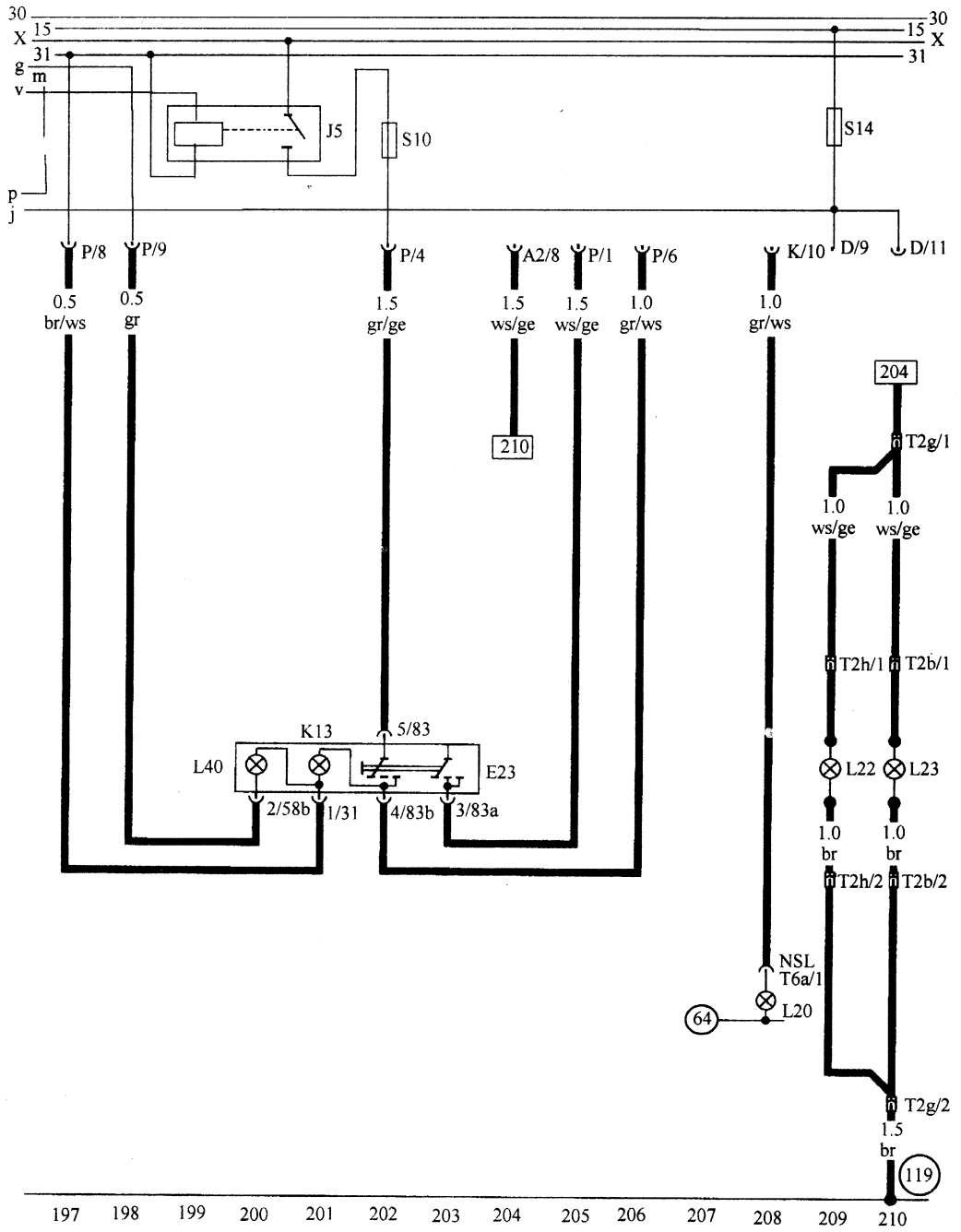


图 11-18　前后雾灯电路图

E23-前后雾灯开关；K13-后雾灯指示灯；L20-后雾灯；L40-前、后雾灯开关照明灯；T2g-2 孔插接件（左后悬挂上）；T6a-6 孔插接件（左尾灯上）；⑭-接地点（右尾灯灯架）；J5-雾灯继电器；L22-左前雾灯；T2b-2 孔插接件（右前大灯附近）；T2h-2 孔插接件（左前大灯附近）；⑲-接地点（前大灯线束内）

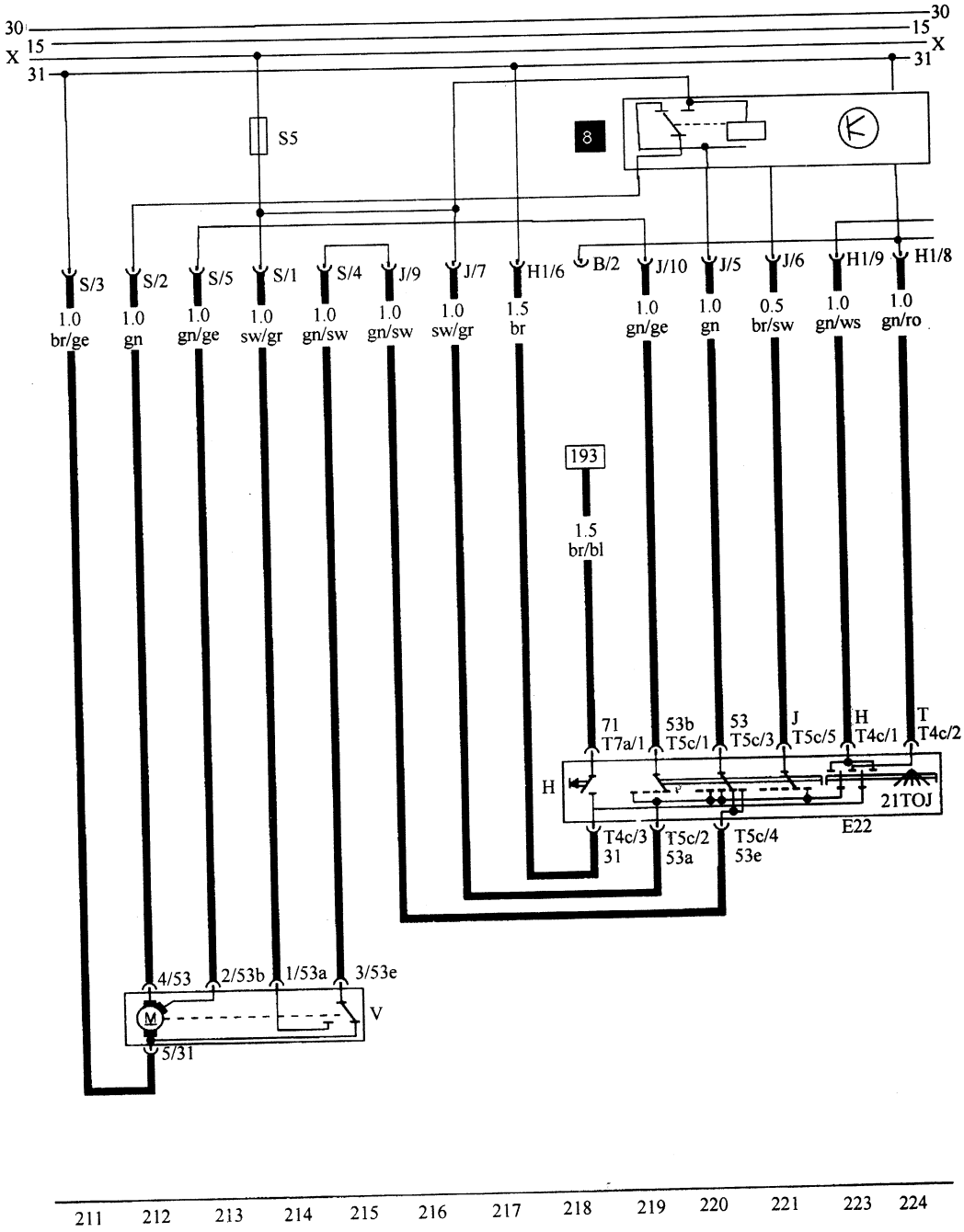


图 11-19　前风窗刮水器电路图

E22-间歇工作的前风窗刮水器开关；H1-喇叭开关；J31-清洗/刮水间歇自动控制继电器；T4c-4 孔插接件（转向柱开关后）；T5c-5 孔插接件（转向柱开关后）；T7a-7 孔插接件（转向柱开关后）；V-前风窗刮水器电机

②E22 为间歇工作的前风窗刮水器开关，其内有 5 个挡分别为："2"为雨刮高速挡，"1"为雨刮低速挡，"T"为喷水挡，"0"为雨刮停止挡，"J"为雨刮间歇挡。由于其结构较复杂，我们从插座上分线标注：T5c/1-给雨刮二挡供电；T5c/2-为雨刮开关提供卸荷正电，作电源驱动雨刮电机；T5c/3-通过雨刮继电器给雨刮 1 挡供电；T5c/4-为雨刮自动回位转换开关电路；T5c/5-为雨刮间歇挡供电电路；T4c/1-与前风窗洗涤泵相连（供电情况看 E22 挡位）；T4c/2-与前风窗洗涤泵相连（供电情况看 E22 挡位）；

③J31 清洗/刮水间歇继电器，该件在捷达车上为选装件，在普通捷达车上用电桥短接继电器触点 4/53s 和触点 4/53m，这样该车只是无间歇挡，其他挡位正常。

④V-前风窗刮水器电机。其内部有两部分电路：雨刮电机和自动回位装置，其电路与 E22 相连。

17. 前风窗洗涤器电路

前风窗洗涤器电路图如图 11-20 所示。

电路图说明：

①S4 熔断器用于溜背式捷达轿车，现生产的捷达轿车为阶背式故取消了后风窗雨刮及清洗系统。所以，该熔断器在现生产的车型上为备用熔断器，应急时可替换其他熔断器。

②J30 为后风窗雨刮继电器，在现生产的车型上被取消。

③X 与 Y 线为风窗洗涤泵电机的电源线，X 线其电源来自雨刮开关，经 T4c/1（图 11-19）为前风窗洗涤泵电机供电，此时 Y 线通过 T4c/2 实现搭铁；相反则电源正负极调换。电路中正是利用这一点，设计成当调为正电时为后风窗雨刮继电器通电，实现其系统工作。而现生产车型中用 Y 线供正电，仅为前风窗雨刮电机供电。

④V59 为前风窗清洗液泵。

⑤该电路中后半部分，电路码从 231 到 236 为后风窗雨刮部分，现生产车型已取消，故隐去。

18. 空调开关、鼓风机电路

空调开关、鼓风机电路图如图 11-21 所示。

电路图说明：

①E35（空调开关）：如图 11-21 所示，共有 7 个挡位，除了第 1 个挡位（关闭挡）外，均能给下面的鼓风机通电；在这 7 个挡位中又只有第 1、2、3 和 6 能给空调继电器通电。

②E9（鼓风机开关）：如图 11-21 所示，共有 4 个挡位均能给下面的鼓风机通电。在这 4 个挡位中 1、2、3 能通过各不相同的串联电阻（N23）给鼓风机通电实现各不相同的鼓风机转速，进而实现不同挡位；第 4 挡电路直接控制空调继电器，当空调继电器吸合时从蓄电池正极直接引电到鼓风机，由于它不经任何电阻，故能实现高速挡。

③E23 位于中央继电器盒上，它控制着蓄电池通往鼓风机 4 挡、冷却液风扇、空调压缩机电磁离合器（包括怠速提升阀）。控制途径如下：空调开关打开且鼓风机开关处于 4 挡位置时，继电器中控制鼓风机的开关吸合；当空调开关开到 1、2、3 和 6 挡时，中央继电器盒内 a、b 连通将蓄电池正极电引到散热器风扇，同时为怠速提升阀及空调压缩机电磁离合器电路供电。

④E33（蒸发器温度开关）：当蒸发器温度低于 1℃时，为防止蒸发器内结冰，该开关打开，让空调压缩机电磁离合器断电，停止空调制冷。

⑤F73（低压开关）：当空调低压管内压力低于 2×10^5Pa 时，为防止损坏空调压缩机，该开关断开电路，让空调压缩机电磁离合器断电以免损坏。

⑥S24 为过热熔断器。前面曾经提到过有些不在熔断器盒上的熔断器，这就是其中一个，由于气候等方面的原因，该熔断器较易烧断，该熔断器断后该车鼓风机只有 4 挡，无 1、2、3 挡。

⑦N62 为怠速提升阀。当打升空调开关时，空调继电器为其通电，它进一步控制化油器实现发动机怠速转速提升。

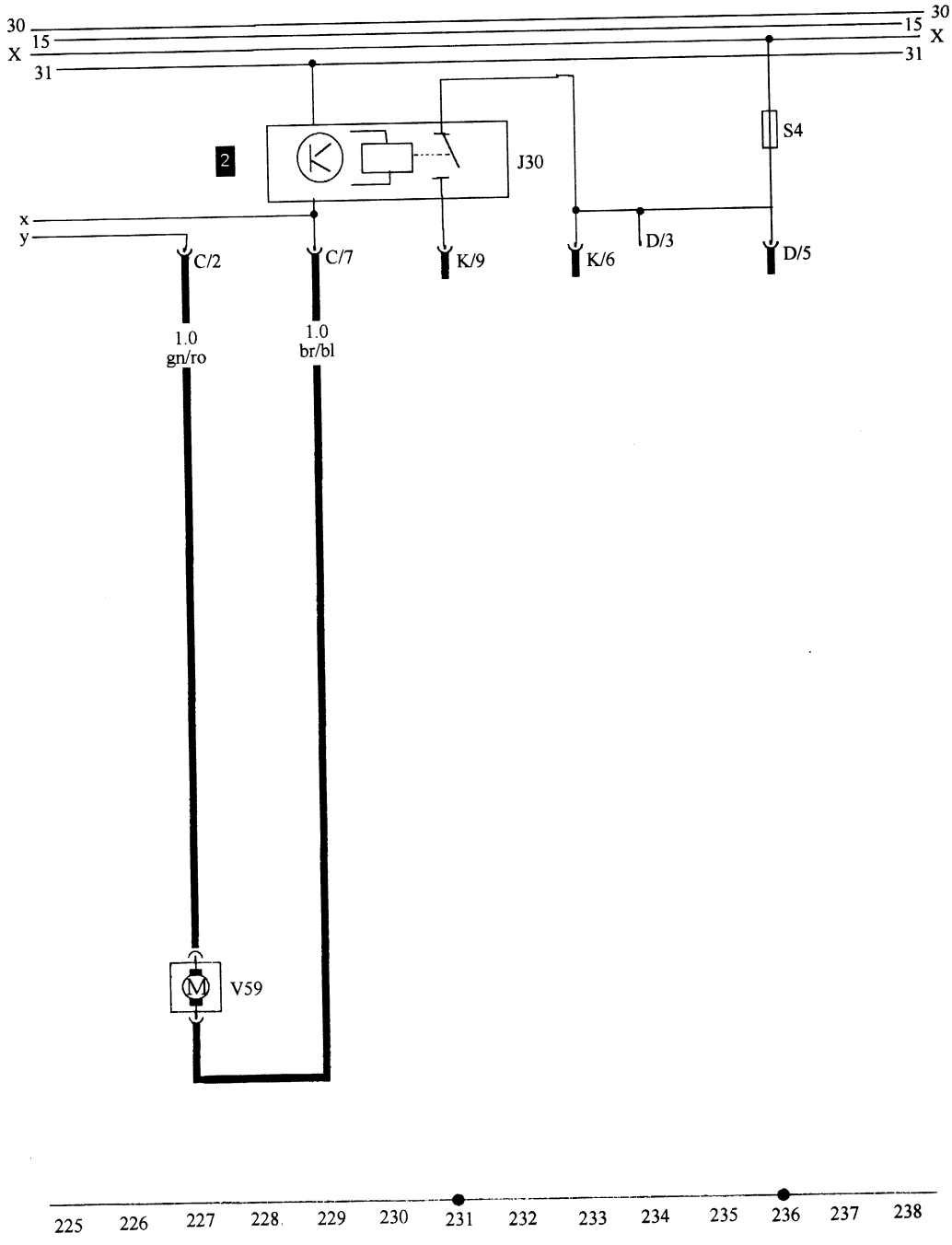


图 11-20　前风窗洗涤器电路图

V59-前后风窗洗涤泵；J30-后风窗刮水器电机；S4-杂物箱照明灯及后风窗雨刮熔断器

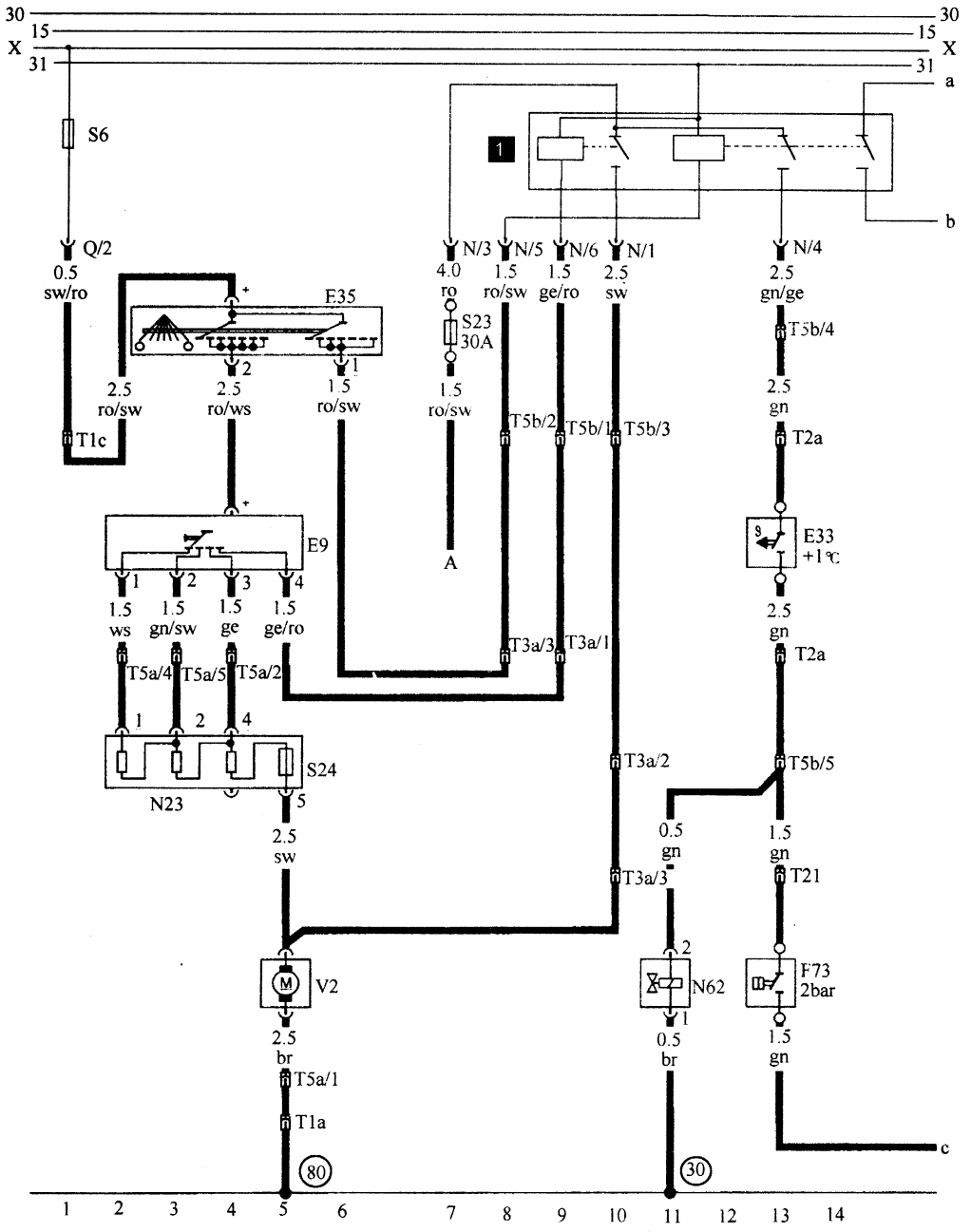


图 11-21　空调开关、鼓风机电路图

A-蓄电池；E9-鼓风机开关；E33-蒸发器温度开关（温度低于+1℃时断开）；E35-空调开关；F73-制冷液管路低压开关（压力低于 2×10^5kPa）；J32-空调继电器；N23-鼓风机串联电阻；N62-怠速提升双通阀；S23-主熔断器；S24-过热熔断器；T1a-单孔插接（仪表板后）；T1c-单孔插接件（仪表板后）；T2a-2 孔插接件（仪表板后）；T21-2 孔插接件（发动机舱前）；T3a-3 孔插接件（仪表板后）；T5a-5 孔插接件（仪表板后）；T5b-5 孔插接件（仪表板后）；㉚-接地点（继电器盒附近）；㊽-接地点（仪表线束内）；V2-鼓风机

19. 电磁离合器、压力开关、散热器风扇电路

电磁离合器、压力开关、散热器风扇电路图如图 11-22 所示。

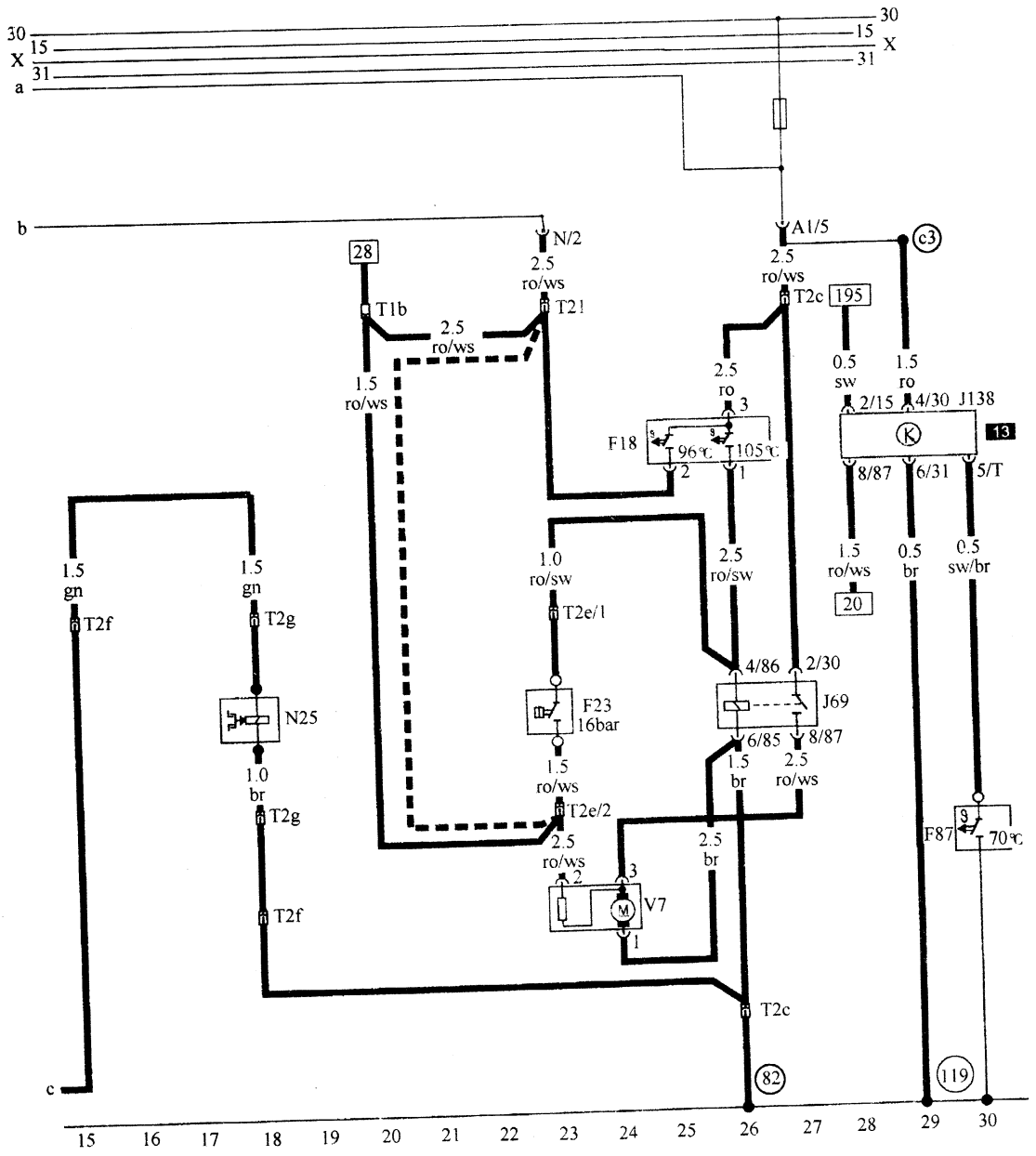


图 11-22　电磁离合器、压力开关、散热器风扇电路图

F18-散热器风扇热敏开关；F23-空调管路上的高压开关；J69-启动继电器；J138-散热器风扇控制单元；N25-空调电磁离合器；T1b-单孔插接件；T2c-2 孔插接件（发动机舱前）；T2e-2 孔插接件（发动机舱前）；T2f-2 孔插接件（发动机舱前）；T2g-2 孔插接件（发动机舱前）；T2l-2 孔插接件（发动机舱前）；V7-散热器风扇；F87-风扇启动温度开关；㉒-接地端（左前线束内）

电路图说明：

①图中点划线指某些车型没安装 F87 及 J138 所用电路，但绝大部分捷达车均有以上两

件。

②E23 位于中央继电器盒上，它控制着蓄电池通往鼓风机 4 挡、怠速提升阀及电磁离合器的电流。

③F23（高压开关）：当空调高压管内压力高于 1.6×10^{6}Pa，为防止由于过高的压力，损坏空调系统内各元件，该开关闭合，接通散热器风扇二挡继电器控制电路，冷却液风扇以高速挡旋转，将空调系统内制冷剂降温，以达到使其压力下降的目地。

④F18（散热器风扇热敏开关）：位于汽车散热器下部，其内部有两个热敏开关，分别在 96℃和 105℃时闭合接通相应电路，实现散热器风扇的 1 挡和 2 挡。

⑤J69（二挡启动继电器）：位于汽车散热器上方，散热器风扇以二挡旋转时其电流较大，为保护其控制线路设计了该继电器，实现了以小电流控制大电流的目地。

⑥F87 风扇启动温度开关：位于化油器上，在汽车停放时（点火开关关闭时），汽车前舱化油器位置温度超过 70℃时，为防止汽油气化，造成气阻使热起动困难，由该线路接通散热器控制单元（J338）接通相应电路驱动风扇运转，以降低汽车前舱部位温度。

⑦“195”接中央继电器盒内 15 线。

⑧“28”、“20”互相连接。

⑨V7（散热器风扇）：该电路较复杂，现将其控制方式归纳如下：

风扇 1 挡：F87 闭合且点火开关关闭时，风扇控制单元接通风扇 1 挡；E35 打开到 1、2、3 及 6 挡时空调继电器吸合，若 E33 和 F73 闭合的情况下，风扇以 1 挡旋转；F18 中 96℃温度开关闭合时，风扇以 1 挡旋转。

风扇 2 挡：F18 中 105℃温度开关闭合时，风扇以 2 挡旋转；F23 闭合时，若空调开关打到 1、2、3 及 6 挡或 96℃开关闭合或符合风扇控制单元接通条件，散热器风扇以 2 挡运转。

汽车电系维修丛书



董素荣 主 编
吴基安 杨生辉 李建文 副主编

金杯客车电气与电控系统维修

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL:http://www.phei.com.cn

汽车电系维修丛书

金杯客车电气与电控系统维修

董素荣　主编

吴基安　杨生辉　李建文　副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

《汽车电系维修丛书》编委会

编委会主任 杨生辉

编委会副主任 李建文　董宏国　李良洪

编　　委 齐志鹏　王克才　吴基安　舒　华
董素荣　许洪军　朱先民　刘金华

《金杯客车电气与电控系统维修》编写人员

主　　编 董素荣

副 主 编 吴基安　杨生辉　李建文

编写人员 齐志鹏　董宏国　王克才　李良洪
舒　华　刘怀昭　杨泽辉　杨　丹
刘金华　朱先民　许洪军　张　煜
杨　华　路金宝　刘根屯　赵凤田

主　　审 张春润

前　言

金杯系列轻型客车是沈阳金杯客车制造有限公司利用海外融资方式引进国外先进技术和丰田海狮车型，结合中国国情，采用不同型号的发动机，自行开发制造、生产的SY6480A系列和SY6480B系列轻型客车。其整车质量、外观造型以及动力性、经济性、安全可靠性以及乘座舒适性等在国内同行中始终保持领先地位，受到广大用户的欢迎。2000年实现产销量突破6万辆大关，以高达70%的市场占有率稳居全国轻型客车市场销售量的榜首。

目前，金杯SY6480A系列轻型客车所用491Q－E型发动机，是在491Q型发动机上匹配了单点电控燃油喷射系统和三元催化转化器。SY6480B系列轻型客车采用了日本丰田汽车公司2RZ－E电控燃油喷射式发动机。由于电控技术的应用，广大维修技术人员和用户对此还比较陌生，常常遇到无法解决的问题。为了帮助读者全面地了解和掌握金杯系列轻型客车电气与电子控制系统的知识，我们根据最新的技术资料，编写了这本《金杯客车电气与电控系统维修》。

全书以简明扼要的文字、丰富实用的插图，详细讲述了金杯轻型客车电气与电控系统（包括电源系统、起动系统、点火系统、电子控制系统、空调系统、仪表系统、照明与信号系统、辅助电器和全车线路等）的结构特点、工作原理、零部件检测、常见故障的诊断与排除方法。

本书由董素荣主编，吴基安、杨生辉、李建文副主编。参编人员有齐志鹏、董宏国、王克才、李良洪、舒华、刘怀昭、杨泽辉、杨丹、刘金华、朱先民、许洪军、张煜、杨华、路金宝、刘根屯、赵凤田等。

本书在编写过程中，参考了相关车型的维修手册和使用说明书等资料，在此对有关作者和单位表示衷心的感谢，同时也得到了天津市金杯海狮客车专卖与华北汽车天津销售中心的同志和许多同行的支持和帮助，特致以诚挚的谢意！

虽然我们为编写此书付出了努力，但由于水平有限，书中难免存在缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

编　者

2001年11月

目　录

第一章　金杯轻型客车简介 …… 1
一、发展概况 …… 1
二、整车结构简介 …… 1
三、整车技术参数 …… 7
第二章　电源系统 …… 10
一、蓄电池的结构原理 …… 10
二、蓄电池的维护 …… 13
三、发电机及电压调节器 …… 17
第三章　起动系统 …… 28
一、起动系统的组成 …… 28
二、起动机的结构与工作原理 …… 28
三、起动系统的使用与检修 …… 32
四、起动系统的故障诊断与排除 …… 40
第四章　点火系统 …… 43
一、点火系统的类型及组成 …… 43
二、点火系统主要部件的结构 …… 47
三、点火系统的故障诊断与检修 …… 53
第五章　发动机电子控制系统 …… 59
一、发动机电控系统的组成 …… 59
二、主要部件的结构和工作原理 …… 63
三、发动机控制系统的控制过程 …… 84
四、发动机电控系统的使用与检修 …… 92
五、发动机电控系统的故障诊断与排除 …… 117
第六章　空调系统 …… 124
一、空调系统的组成 …… 124
二、空调系统的结构与工作原理 …… 124
三、空调系统的使用与检修 …… 128
四、空调系统的故障诊断与排除 …… 145
第七章　仪表系统 …… 147
一、仪表的组成及安装位置 …… 147
二、仪表系统故障诊断与排除 …… 150
第八章　照明与信号系统 …… 162
一、照明与信号系统的组成 …… 162
二、照明与灯光信号装置的检修与调整 …… 165
第九章　辅助电器系统 …… 172

一、刮水器与洗涤器系统 …… 172
二、除雾器系统 …… 178
三、中央控制门锁系统 …… 182
四、音响系统 …… 185
第十章　全车线路 …… 190
一、电路控制开关 …… 190
二、电路保护装置 …… 194
三、导线及接插件 …… 198
四、全车线路 …… 199

第一章　金杯轻型客车简介

一、发展概况

金杯轻型客车是沈阳金杯客车制造有限公司利用海外融资方式引进国外先进技术和丰田海狮车型，结合中国国情生产的，其整车质量、外观造型以及动力性、经济性、安全可靠性以及乘坐舒适性等在国内同行中始终保持领先地位。沈阳金杯客车制造有限公司是中国轻型客车的主要生产基地，由华晨（中国）汽车控股有限公司控股并管理。公司1995年通过ISO9000系列质量体系认证，是国内较早获得国家级质量认证的大型骨干汽车企业之一。1997年至1999年连续3年产销年递增1万台，市场占有率年递增5%，2000年实现产销量突破6万台大关。这种大幅度跳跃式发展，被国外同行称为“中国汽车工业的奇迹”。

二、整车结构简介

沈阳金杯客车制造有限公司根据用户需要和环保要求，采用不同型号的发动机和不同档次的配件，自行开发制造、生产出了金杯轻型客车SY6480A系列和SY6480B系列车型，同时可以提供救护车、警车、囚车、运钞车等近百种专用车。其中，A系列中除SY6480A2经济型和SY6480A2F普及型配置491Q型化油器发动机外，其余车型均配备四川绵阳新晨动力机械有限公司、沈阳新光华晨汽车发动机有限公司生产的491Q—E型电喷发动机；B系列配备丰田原装2RZ—E型电喷发动机，同时可加装高顶，产品质量均属上乘。金杯轻型客车，通过短短几年的努力，以高达70%的市场占有率稳居全国轻型客车市场销售量的榜首。

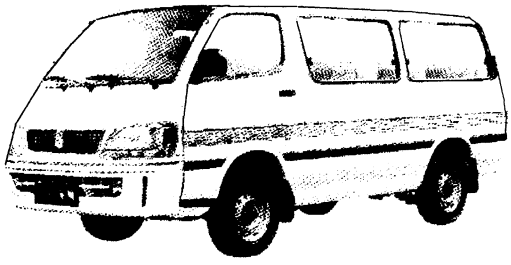
（一）金杯SY6480A系列轻型客车

金杯SY6480A系列轻型客车是引进日本丰田汽车公司海狮轻型客车车身制造技术，采用不同的发动机和不同的配件生产的轻型客车系列。该系列轻型客车主要装配491Q—E型电喷发动机和491Q型化油器发动机。其中491Q型化油器发动机已趋于淘汰。

SY6480A系列轻型客车包括SY6480AB—EH（2001新锐型）、SY6480A1B—E/SY6480A1B—EH（2001先锋型/新先锋型）、SY6480A2F—E/SY6480A2F（2001大众型/普及型）和SY6480A2/SY6480A2—E（经济型）四种型号，如图1-1所示。

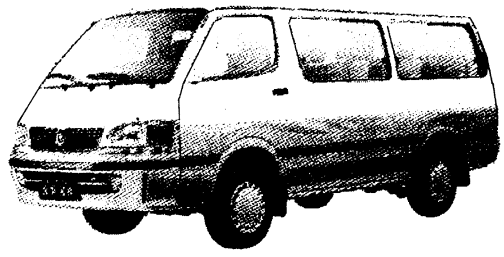
其中，金杯SY6480AB—EH（2001新锐型）装用2.237L的491Q—E型直立四缸电喷汽油发动机，功率为70/4600 [kW/（r/min）]，转矩为178/2800～3000 [N·m/（r/min）]，具有良好的动力性和经济性，排放满足GB14761—1999《汽车排放污染物限值及测试方法》标准，同时满足北京市DB11/105—1998《轻型汽车排气污染物排放标准》；配备有动力转向、前门电动摇窗、中央控制门锁、电控后视镜及可调角度的座椅与头枕，车内的前后分离式空调使室内空气更为清新。

金杯SY6480A1B—E/SY6480A1B—EH（2001先锋型/新先锋型）同样配装2.237L的491Q—E型直立四缸电喷汽油发动机，配备可调角度的座椅与头枕、改进型前后分离式空调、

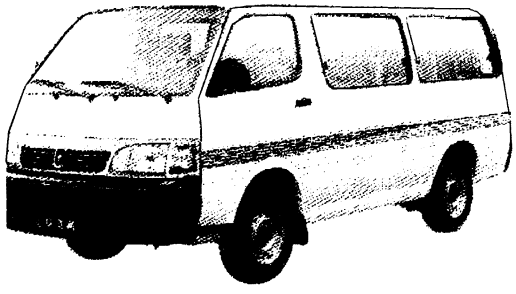


SY6480A1B—E 先锋型

SY6480A1B—EH 新先锋型

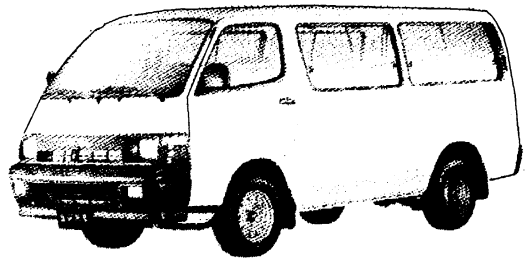


SY6480AB—EH 新锐型



SY6480A2F—E 大众型

SY6480A2F 普及型



SY6480A2/SY6480A2—E

经济型

图 1-1 金杯 SY6480A 系列轻型客车车型

新型仪表盘和异型前照灯。而新先锋型在先锋型的基础上又配置了动力转向、前门电动摇窗、中央控制门锁。

金杯 SY6480A2F—E（2001 大众型）配装 2.237L 的 491Q—E 型直立四缸电喷汽油发动机，SY6480A2F 普及型配装 491Q 型化油器发动机。配置改进型前后分离式空调、带头枕高靠背座椅和新型仪表盘。

金杯 SY6480A2—E（经济型）配装 2.237L 的 491Q—E 型直立四缸电喷汽油发动机，SY6480A2 型配装 491Q 型化油器发动机。配置低靠背无头枕座椅、方型前照灯和改进型空调（选装）。

金杯 SY6480A 系列轻型客车各车型配置如表 1-1 所示。

表 1-1 金杯 SY6480A 系列各车型配置

项目名称 \ 型号		SY6480AB—EH 2001 新锐型	SY6480A1B—EH 新先锋型	SY6480A1B—E 先锋型
顶盖	顶盖形式	标准顶	←	←
发动机	型号	491Q—E	←	←
	供油方式	电子燃油喷射（EFI）	←	←
	功率 [kW/（r/min）]	70/4600	←	←
	转矩 [N·m/（r/min）]	178/2800～3000	←	←
	排量（L）	2.237	←	←

续表

项目名称 \ 型号			SY6480AB—EH 2001 新锐型	SY6480A1B—EH 新先锋型	SY6480A1B—E 先锋型
变速器	唐齿		5RYA1—4.9	←	←
	上汽齿		JK72A	←	←
	里程表速比		21/6	←	←
后桥	型号		HI6480/6470JB	←	←
	主减速比		4.556	←	←
外观	前照灯		丰田 97 款异型灯	←	←
	散热器格栅		镀铬＋彩色喷漆	←	
	后尾灯		普通后组合灯	←	←
	后雾灯		○	←	←
	面漆		双色金属漆	丰田白	丰田白
	彩条		波浪型	条形	条形
	防撞条		镀铬防撞条	普通	普通
	车轮		铁圈＋全幅轮罩	铁圈＋轴头盖	铁圈＋轴头盖
功能件	动力转向		○	○	×
	前门电动摇窗		○	○	×
	中央控制门锁		○	○	×
	电动后视镜		○	×	×
内饰	棚条软包		○	×	×
	座椅	靠背、头枕	高靠背、带头枕	←	←
		第一排乘客座	固定	←	←
		后排可翻转	○	←	←
		面料	普通织绒	普通面料	普通面料
	地毯		选装	×	×
	转向盘		四幅软质	两幅硬质	两幅硬质
	遮阳板		1 个	←	←
	仪表板		新型仪表板	←	←
其他	FM、AM 收音磁带机		○	←	←
	扬声器		2 个	←	←
	空调		○	改进型空调	←
	暖风		○（前和后）	←	←
价位（万元）			13.90	11.78	11.28

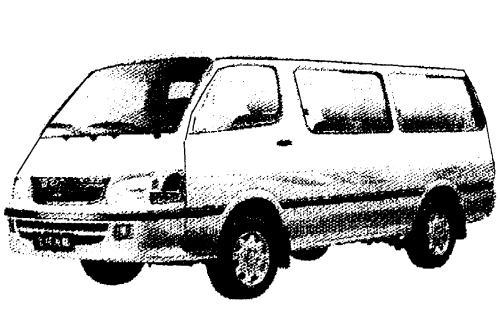
续表

项目名称 \ 型号			SY6480A2F—E 2001 大众型	SY6480A2F 2001 普及型	SY6480A2—E 2001 经济型	SY6480A2 经济型
顶盖	顶盖形式		标准顶	←	←	←
发动机	型号		491Q—E	491Q	491Q—E	491Q
	供油方式		电子燃油喷射（EFI）	化油器	电子燃油喷射（EFI）	化油器
	功率[kW/(r/min)]		70/4600	68/4600	70/4600	68/4600
	转矩[N·m/(r/min)]		178/2800～3000	175/2800～3000	178/2800～3000	175/2800～3000
	排量（L）		2.237	←	←	←
变速器	唐齿		5RYA1—4.9	←	哈齿 HC5—16S2	←
	上汽齿		JK72A	←		
	里程表速比		21/6	←	←	←
后桥	型号		HI6480/6470JB	←	←	←
	主减速比		4.556	←	←	←
外观	前照灯		丰田 96 款异型灯	←	方灯	←
	散热器格栅		褐灰色	←	黑色	←
	后尾灯		普通后组合灯	←	←	←
	后雾灯		○	←	←	←
	面漆		丰田白	←	←	←
	彩条		条形	←	×	×
	防撞条		×	×	×	×
	车轮		铁圈＋轴头盖	←	←	←
功能件	动力转向		×	×	×	×
	前门电动摇窗		×	×	×	×
	中央控制门锁		×	×	×	×
	电动后视镜		×	×	×	×
内饰	棚条软包		×	×	×	×
	座椅	靠背、头枕	高靠背、带头枕	←	低靠背、无头枕	←
		第一排乘客座	固定	←	←	←
		后排可翻转	○	←	←	←
		面料	普通面料	←	←	←
	地毯		×	×	×	×
	转向盘		两幅硬质	←	←	←
	遮阳板		1 个	←	←	←
	仪表板		新型仪表板	←	←	←
其他	FM、AM 收音磁带机		○	←	←	←
	扬声器		2 个	←	←	←
	空调		改进型空调	←	←	←
	暖风		○（前和后）	←	○（前上部）	←
价位（万元）			9.98	9.48	8.84	8.34

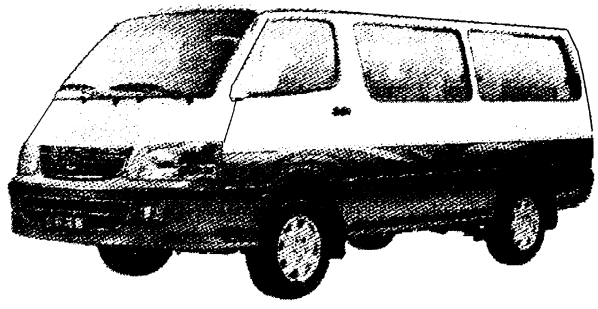
说明：○：为标准装备；×：为不装备；←：为与左侧相同。

（二）金杯 SY6480B 系列轻型客车

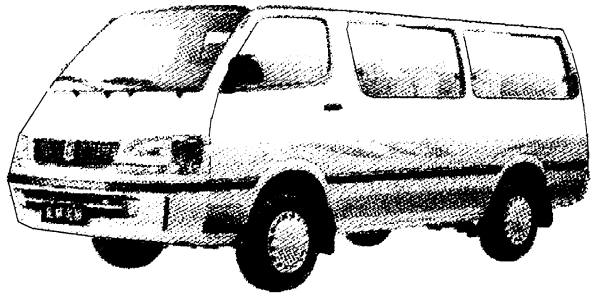
金杯 B 系列轻型客车引进日本丰田 99 款海狮（HIACE）车型，配备丰田公司原装 2RZ—E 型电喷发动机。系列车型有 SY6480B2C（H）（2000 豪华型）、SY6480B2C（2000 标准型）和 SY6480B2（2000 经典型），如图 1-2 所示。



SY6480B2C(H)豪华型



SY6480B2C标准型



SY6480B2经典型

图 1-2　金杯 SY6480B 系列轻型客车车型

其中，SY6480B2C（H）（2000 豪华型）配备有多项豪华设施：可倾式转向盘、动力转向、电动摇窗、遥控中央控制门锁、电动后视镜、间歇式刮水器、后照地镜、高位刹车灯及软化内饰、前后分离式空调、优质 CD 唱机、可调节带头枕座椅和地毯等，给旅途带来特有的舒适。

SY6480B2C（2000 标准型）与豪华型配置基本相同，只是有些部件采用国产化配件。

SY6480B2（2000 经典型）配备丰田 97 款异型前照灯，无后刮水器、后洗涤器、后除霜器、后照地镜等功能件，电动后视镜和电动天窗为选装件。各车型具体配置如表 1-2 所示。

表 1-2　金杯 SY6480B 系列各车型配置

项目名称 \ 型号		SY6480B2C（H） 2000 豪华型	SY6480B2C 2000 标准型	SY6480B2 2000 经典型
顶盖	顶盖形式	标准顶	←	←
发动机	型号	2RZ—E	←	←
	供油方式	电子燃油喷射（EFI）	←	←
	功率［kW/（r/min）］	88/4800	←	←
	转矩［N·m/（r/min）］	198/2600	←	←
	排量（L）	2.438	←	←

续表

项目名称 \ 型号		SY6480B2C（H）2000豪华型	SY6480B2C 2000标准型	SY6480B2 2000经典型
变速器	唐齿	5RYA3—4	←	5RYZ3—4.7
	上汽齿	JK72B	←	JK72B1
	里程表速比	19/6	←	←
后桥	型号	HI6480—2	←	←
	主减速比	4.1	←	←
外观	前照灯	丰田99款异型灯	←	丰田97款异型灯
	散热器格栅	镀铬	←	←
	后尾灯	整体式后组合灯	←	普通后组合灯
	后雾灯	○	←	←
	面漆	上白、下浅翡翠绿金属漆	上白、下深驼灰色金属漆	上白、下浅翡翠绿金属漆
	彩条	波浪形	←	←
	防撞条	镀铬	←	←
	玻璃	彩色（浅绿）	←	←
	车轮	铝合金	←	铁圈＋全幅轮罩
	轮胎	195/70 R15（宽胎）	←	
功能件	动力转向	○	○	○
	可倾式转向盘	○	○	○
	前门电动摇窗	○	○	○
	中央控制门锁	○遥控	○	○
	高位刹车灯	○	○	○
	间歇式刮水器	○	○	○
	发动机转速表	○	○	○
	点烟器照明	○	○	○
	烟灰盒照明	○	○	○
	线控加油门	○	○	○
	后刮水器	○	○	×
	后洗涤器	○	○	×
	后除霜器	○	○	×
	后照地镜	○	○	×
	电动后视镜	○	○（国产）	选装
内饰软	化内饰	○	选装	×
	棚条软包	吊棚	○	○
	座椅 靠背、头枕	高靠背、带头枕	←	←
	座椅 第一排乘客座	前后滑动、360°旋转（两点安全带）	←	固定
	座椅 后排可翻转	○	○	○
	座椅 面料	高级织绒（选装真皮）	高级织绒	←
	地毯	○	○	○
	转向盘	四幅软化真皮	四幅软质	←
	遮阳板	2个	←	←
	仪表板	新型仪表板	←	←

续表

项目名称 \ 型号		SY6480B2C（H）2000豪华型	SY6480B2C 2000标准型	SY6480B2 2000经典型
其他	FM、AM收音磁带机	×	×	○
	CD、FM、AM收音磁带一体机	○	○	选装
	扬声器	4个	普通内饰：2个 软化内饰：4个	2个
	空调	○	○	○
	暖风	○（前和后）	←	←
	电动天窗	×	普通内饰可选装	←
价位（万元）		23.98	21.98	18.90

说明：○：为标准装备；×：为不装备；←：为与左侧相同。

三、整车技术参数

金杯A系列轻型客车整车技术参数见表1-3所示，金杯B系列轻型客车整车技术参数见表1-4。

表1-3 金杯SY6480A系列轻型客车整车技术参数

项目名称 \ 型号		SY6480AB—EH	SY6480A1B—E SY6480A1B—EH	SY6480A2F—E SY6480A2—E	SY6480A2 SY6480A2F
形式		4×2后轮驱动	←	←	←
座位数（个）		6至15	←	←	←
外形尺寸（mm）	长	4900	←	4830	←
	宽	1690	←	←	←
	高	1935	←	←	←
轮距（mm）	前	1453	←	←	←
	后	1430	←	←	←
轴距（mm）		2590	←	←	←
前悬架（mm）		1150	←	1130	←
后悬架（mm）		1160	←	1110	1110/1160
最小离地间隙（mm）		165	←	←	←
最小转弯直径（m）		11.5	←	←	←
接近角（C）		15	←	16	←
离去角（C）		12	←	←	←
整备质量（kg）		1700	←	←	←
最大总质量（kg）		2800	←	←	←

续表

项目名称 \ 型号	SY6480AB—EH	SY6480A1B—E SY6480A1B—EH	SY6480A2F—E SY6480A2—E	SY6480A2 SY6480A2F
最高车速（km/h）	120	←	←	←
最低稳定车速（直接挡）（km/h）	18	←	←	←
制动距离（满载初速50km/h）（m）	≤18	←	←	←
最大爬坡度（%）	30	←	←	←
油耗（L/100km）	≤9.8	←	←	←
发动机型号	491Q—E	←	←	491Q
排量（L）	2.237	←	←	←
压缩比	9.5	←	←	←
最大功率[kW/(r/min)]	70/4600	←	←	68/4600
最大转矩[N·m/(r/min)]	178/2800～3000	←	←	175/2800～3000
蓄电池型号	N50Z			
发电机型号	JFZ18系列			
起动机型号	QDY1253			

说明：“←”表示与左列相同。

表1-4　金杯SY6480 B系列轻型客车整车技术参数

项目名称 \ 型号		SY6480B2C（H）	SY6480B2C	SY6480B2
形　式		4×2后轮驱动	←	←
座位数（个）		6至15	←	←
外形尺寸（mm）	长	4970	←	4990
	宽	1690	←	←
	高	1935	←	←
轮距（mm）	前	1460	1450	←
	后	1440	1430	←
轴距（mm）		2590	←	←
前悬架（mm）		1220	1130	←
后悬架（mm）		1160	1110	←
最小离地间隙（mm）		165	←	←
最小转弯直径（m）		11.5	←	←
接近角（°）		14	16	←
离去角（ ）		12	←	←
整备质量（kg）		1700	1650～1800	1650～1750

续表

项目名称 \ 型号	SY6480B2C（H）	SY6480B2C	SY6480B2
最大总质量（kg）	2600	2800	2600
最高车速（km/h）	140	←	≥130
最低稳定车速（直接挡）（km/h）	18	←	←
制动距离（满载初速50km/h）（m）	≤18	←	←
最大爬坡度（%）	30	←	←
油耗（L/100/km）	≤9	←	≤9.8
发动机型号	2RZ—E	←	←
排量（L）	2.438	←	←
压缩比	8.8	←	←
最大功率［kW/（r/min）］	88/4800	←	←
最大转矩［N·m/（r/min）］	198/2600	←	←
蓄电池型号	N50Z		
发电机型号	JFZ18系列		
起动机型号	日本三菱起动机或QDY1253		

说明：“←”表示与左列相同。

第二章　电源系统

一、蓄电池的结构原理

蓄电池是一个可逆直流电源，它与汽车上的发电机并联，其工作情况有以下几点说明。

①起动发动机时，由蓄电池向起动机、点火系、仪表等用电设备供电，起动机工作电流可达200～600A。

②发动机低速运转，发电机电压低于蓄电池电压时，由蓄电池向点火系等用电设备供电。

③当发动机高速运转时，发电机的电压高于蓄电池的电压，由发电机向用电设备供电，并对蓄电池进行充电，以化学能的形式贮存在蓄电池中。

④当用电设备的耗电量超过发电机的供电能力时，由蓄电池协同发电机对外供电。

蓄电池的种类很多，由于铅蓄电池的内阻小，电压稳定，可以短时间内供给起动机强大的电流，加之结构简单，价格较低，所以在汽车上广泛采用。另外，铅蓄电池不仅是一个电源，而且相当于一个较大的电容器，能吸收电路中产生的过电压，保护晶体管和集成电路不被击穿，延长使用寿命。

（一）蓄电池的结构及工作原理

1. 蓄电池的构造

金杯轻型客车使用的蓄电池，型号为N50Z（相当于6—Q—60），蓄电池的外形如图2-1。

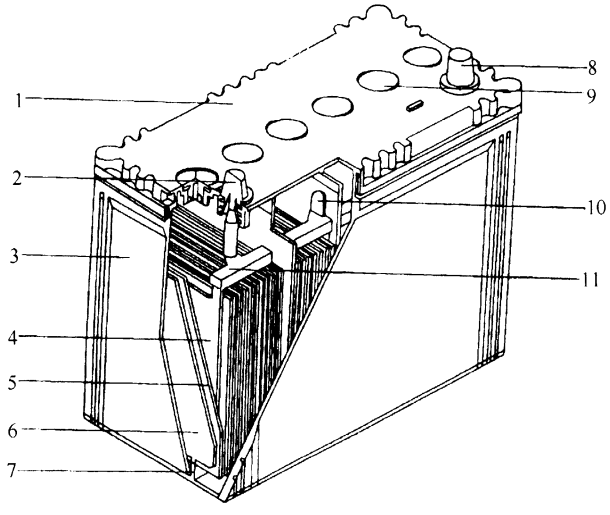


图2-1　蓄电池的外形

1-蓄电池盖；2-正极极柱；3-蓄电池槽；4-正极板；5-隔板；6-负极板；7-极板支撑及沉淀物空间；8-负极极柱；9-加液塞；10-内部连条端头；11-内部汇流排

蓄电池的结构如图 2-2 所示。它由 6 个单格电池串联而成，每个单格的标称电压为 2V，蓄电池的端电压为 12V。单格电池由极板、隔板、电解液组成，分别装于壳体的 6 个单格中。

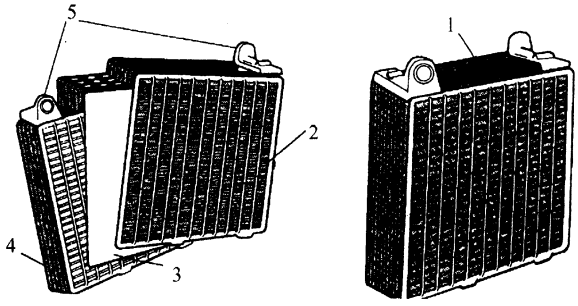


图 2-2　单格蓄电池的结构

1-组装完的单格电池；2-负极板；3-隔板；4-正极板；5-极板联条

（1）极板

蓄电池的极板分为正极板和负极板。正极板上的活性物质是深棕色的二氧化铅 PbO_2，负极板上的活性物质是灰色海绵状铅 Pb，它们分别填充在低锑合金或铅钙合金的栅架上。极板上的活性物质具有多孔性，电解液能够渗透到极板的内部，增大电解液与活性物质的接触面积，使活性物质在充放电化学反应时得到充分利用，提高其容量。为了增大蓄电池的容量，将多片正极板和多片负极板分别用横板连接成正极板组和负极板组。由于正极板的活性物质比较酥松，机械强度低，在充放电过程中易膨胀变形而挠曲，造成活性物质脱落，为此负极板比正极板多一片，使极板两侧放电均匀，避免正极板的早期损坏。

（2）隔板

隔板的材料应具有多孔性，以便电解液自由渗透。为了增大电解液的储存量，壳体底部不需凸筋，故隔板采用袋式微孔聚氯乙烯将极板包住，可保护正极板上的活性物质不致脱落，防止极板短路。

（3）电解液

电解液是用纯净的硫酸（H_2SO_4）和蒸馏水按一定比例配制成的硫酸水溶液。

工业用硫酸和自来水中均含有大量的有害物质，不可用来配制电解液。电解液的密度对蓄电池的工作有很大影响，密度大些可降低冰点减少结冰的危险，可适量提高蓄电池的容量。但密度过大，由于电解液粘度增加，流动性变差，反而会使蓄电池容量下降，缩短极板使用寿命。电解液密度应随地区和气候条件而定，表 2-1 中列出了不同气温条件完全充足电状态下的电解液密度。

表 2-1　不同气温下选用的电解液密度

使用地区的最低温度（℃）	冬季（g/cm^3）	夏季（g/cm^3）
低于－40	1.31	1.27
－30～－40	1.29	1.25
－20～－30	1.28	1.25
0～－20	1.27	1.24

（4）壳体

壳体是用来盛放电解液和极板组的。壳体应耐酸、耐热、耐震。采用塑料制成6个互不相通的单格。每个单格内装有极板组和电解液组成一个单格电池。

2. 蓄电池的工作原理

蓄电池在充电时将电能转变成化学能贮存起来，用电时将贮存的化学能转变成电能供给用电设备。所以蓄电池的工作过程就是化学能与电能的相互转换过程。

（1）放电过程

充足电的蓄电池，正极板上的活性物质是二氧化铅 PbO_2，负极板上的活性物质是海绵状的纯铅 Pb，电解液是化学纯净的硫酸水溶液。由于正、负极板是两种不同的导体，与电解液起化学反应后，使正极板带正电，负极板带负电，在两极板间产生了约2V的电位差。

当蓄电池接上负载放电时，在电位差的作用下，电流由正极通过负载流向负极，与此同时，两极板上的活性物质与电解液发生化学反应，两极板由原来的二氧化铅和海绵状铅逐渐变成硫酸铅，电解液中的硫酸成分逐渐减少，电解液的密度下降。放电过程中化学反应方程式如下：

$$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$$

（2）充电过程

铅蓄电池在放电后，正负两极板上的产物均为硫酸铅。欲使正负两极板上的硫酸铅再恢复成原来的二氧化铅和海绵状铅，必须用直流电源进行充电。充电时电流按放电过程相反的方向流过蓄电池，由于电流的作用，在蓄电池内发生与放电过程相反的化学反应，正极板处的硫酸铅与水作用生成二氧化铅 PbO_2 和硫酸 H_2SO_4，二氧化铅沉积在正极板上。负极板上的硫酸铅在充电电流的作用下，铅离子获得电子还原成铅，以固体的状态析出沉附在负极板上。此时，电解液中的氢离子移向负极板，与从负极板上脱离下来的硫酸根离子结合成硫酸 H_2SO_4，电解液中的硫酸成分逐渐增多而变浓。充电过程的化学反应方程式如下：

$$2PbSO_4 + 2H_2O \longrightarrow PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb$$

综上所述，蓄电池充放电过程中的化学反应是可逆的，其化学反应方程式为：

$$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$$

蓄电池的充放电化学反应过程有如下特点：

①在蓄电池放电过程中，电解液中的硫酸逐渐减少而水分增多，电解液的密度下降；在充电过程中电解液的水分减少而硫酸逐渐增加，则电解液密度上升。

②蓄电池放电时极板活性物质要消耗电解液中的硫酸，充电时消耗电解液中的水，都发生在正极板附近，因此要求正极板附近电解液的流动性要好，在装配蓄电池时应将隔板的多孔性好的一面对着正极板。

③蓄电池放电终了时，极板上仅有20%～30%的活性物质转变为硫酸铅，要提高蓄电池的容量，减少蓄电池的质量和体积，就应设法提高极板的多孔性，减小极板的厚度，即提高活性物质的利用率。

（二）使用条件对蓄电池容量的影响

1. 蓄电池的容量

蓄电池的容量就是指在放电允许的范围内蓄电池输出的电量，容量等于放电电流与放电时间的乘积。

蓄电池的容量与放电电流的大小及电解液的温度等有关，因此蓄电池的标称容量是在一

定的放电电流、一定的终止电压和一定的电解液温度下取得的，标称容量有两种：

（1）额定容量

额定容量即把充足电的蓄电池，电解液密度和液面高度调整到规定值，电解液平均温度在30℃的条件下，以20h放电率的电流（相当于额定容量的1/20）连续放电至单格电压为1.75V为止，所输出的电量。金杯轻型客车使用的蓄电池的容量为60Ah。

（2）起动容量

起动容量表示蓄电池接起动机时的供电能力，有常温和低温两种起动容量。

①常温起动容量，即电解液温度为30℃时，以5min放电率的电流连续放电至规定的终止电压9V所输出的电量，其放电持续时间应在3min以上。

②低温起动容量，即电解液温度为－18℃时，以3倍额定容量的电流连续放电至规定的终止电压6V所输出的电量，标准蓄电池其放电持续时间应在2.5min以上。

2. 影响蓄电池容量的因素

（1）放电电流

放电电流增大，化学反应速度加剧，极板的孔隙将过早被迅速生成的硫酸铅所堵塞或缩小，使电解液向孔隙内渗入困难，极板内部大量的活性物质不能参加化学反应，因而蓄电池的放电容量迅速下降。

（2）电解液温度

温度降低时，电解液的粘度增加，流动性变坏，电解液向极板孔隙内层渗入困难，极板孔隙内的活性物质不能充分利用，使蓄电池的放电容量下降。一般情况下，温度每降低1℃缓慢放电时，容量约减小1%，大电流放电时约减小2%。

（3）电解液密度

提高电解液的密度，可以提高铅蓄电池的电动势，减小内阻和增加容量，还可以降低电解液的冰点。若电解液密度过大，使其粘度增加，电解液向极板孔隙中渗入的速度降低，内阻反而增大，导致端电压和容量减小。电解液密度过高，蓄电池的自放电速度加快，板栅和隔板的腐蚀作用加剧，缩短了蓄电池的使用寿命。一般情况下，采用偏低的电解液密度有利于提高放电电流和容量，尤其是起动容量，还有利于延长铅蓄电池的使用寿命。铅蓄电池电解液的密度，应根据用户所在地区的气候条件不同而异，冬季使用的电解液，在不致结冰的条件下，尽可能使用稍低的电解液密度。

（4）电解液的纯度

电解液的纯度对蓄电池的容量有很大影响，因此电解液应用化学纯硫酸和蒸馏水配制。电解液中一些有害杂质会腐蚀板栅，沉浮于极板上的杂质形成局部电池产生自放电。如电解液中含有1%的铁，蓄电池在一日内就会放完电。所以使用纯度不好的电解液明显减小蓄电池的容量缩短电池的使用寿命。

二、蓄电池的维护

（一）蓄电池充电

1. 需要充电的条件

蓄电池在使用过程中如果出现下列现象，需及时进行补充充电。

①电解液密度下降到1.150以下；②冬季放电超过25%，夏季超过50%；③灯光比平时暗淡，起动机运转无力；④单格电池电压下降到1.7V以下；⑤充电时间间隔达到1～2月。

蓄电池充电时需注意以下几点：

①选择在通风良好的房间进行；

②充电前应检查电池液面，不足时应加至规定液位。不要给液面过低的电池充电；

③蓄电池的上部有易爆气体，不要在蓄电池附近吸烟、使用明火或制造火花；

④蓄电池的电解液（硫酸）吸水性极强，极易造成烧伤，使用时一定要小心。一旦在皮肤、衣物上溅有电解液，应立即用清水冲洗，并及时治疗；

⑤就车充电为防止对车上其他用电设备造成损害，充电前应将蓄电池负极电缆拆下；

⑥对于结冰的蓄电池，一定要在解冻后才能充电，否则会造成电池损坏；

⑦充电过程中，若已在电解液中产生气泡、沸腾，以至从气孔中溢出时，应立即减小充电量，或暂时关闭充电机；

⑧充电时，蓄电池与充电机的连接是正极接正极，负极接负极。

蓄电池的充电时间和电池容量、充电时的温度、充电机容量、蓄电池原有充电状态有关，在实际操作中应考虑到以上各种因素。

2. 充电方法

（1）连接充电线路

蓄电池充电线路一般有并联和串联两种基本形式（图2-3）。串联电路充电电流相等，便于电流的控制调整，但是当蓄电池数量较多时，充电机的输出电压需要很高；并联电路充电电压相等，安全性较高，但需要充电机输出电流较大，并且各个蓄电池的充电电流有可能不一致。充电时根据具体情况灵活采用。

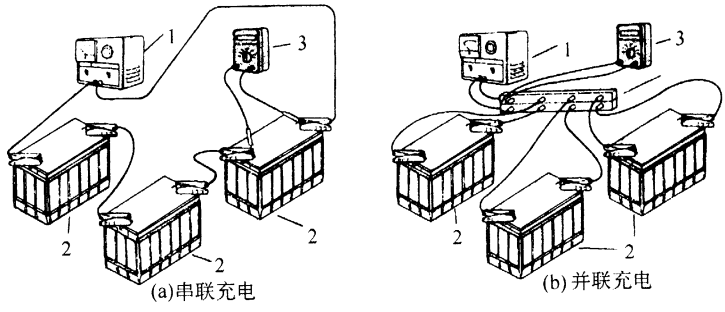


图2-3 蓄电池充电机接线图

1-充电机；2-蓄电池；3-电流表

（2）改进型恒流充电

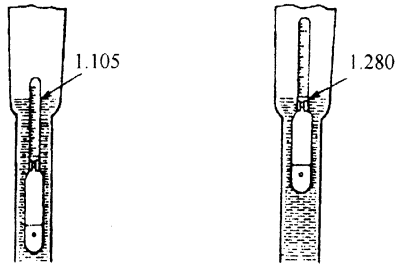
①充电电流选择为蓄电池的额定容量的1/10；

②间隔1小时左右，调节充电电流，测量蓄电池电压，测量电解液密度和温度。若电解液温度达到40℃，暂时停止充电，待电解液温度降低至35℃后再恢复充电；图2-4和图2-5是电解液密度检测的示意图；

③当单格电压达到2.4V时，将充电电流减半；

④当单格电压达到2.7V，并且1h内不再上升，停止充电；

⑤检查并调整电解液密度、调整液面高度（高出极板10～15mm）。



(a)刻度尺浸入电解液中越深，电解液密度越小　(b)刻度尺浮得高，电解液密度越大

图 2-4　用密度计检测电解液密度

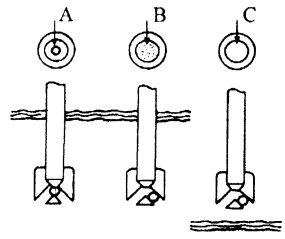


图 2-5　免维护密封蓄电池上的内置密度计的机构和工作原理

A-绿点，充电程度为 65%或更高；B-深绿色，充电程度低于 65%；C-浅黄色，电解液液面过低

（3）快速充电

快速充电需要专门的充电设备，一般采用脉冲充电电流方式，并且间有放电脉冲。充电设备还具有自动保护、电流自动调整、充足检测和停充等功能。快速充电的充电时间短，一般 1h 左右便可完成。

快速充电电流一般较大，充电线路连接要可靠，否则会出现连接点“打火”，严重的还会使线路烧熔或严重氧化。

快速充电的操作方法可参照具体充电设备的使用说明书。

（二）蓄电池的日常维护

1. 蓄电池的日常清洁

在拆下蓄电池的接头或把整个蓄电池卸下来进行清洁和其他维护之前，首先要用苏打水或氨水对聚集在接线端子、接头和其他金属部件上的锈蚀物进行中和处理。

注意不要把污锈弄到汽车的油漆面、金属部件、橡胶部件及自己的手上和脸上，要确保不能让苏打水或氨水流入蓄电池内。用硬毛刷来清除金属块污物较为理想。污点和积累的油污可用清洁剂来去除。

清洁后，用干净水清洗蓄电池及电缆接头。再用清洁抹布把蓄电池擦干或用低压空气将其吹干。

为了清洁电缆接头和蓄电池接线端子的内表面，需要拆下电缆，要先拆接地电缆。拆卸弹簧式电缆接头时要用夹钳、虎钳、钩锁、蓄电池夹等工具将其尾部压合，这样就能使接头张开，从接线柱上取下。

需要注意，在拆卸现代汽车上的蓄电池连线时，控制发动机的计算机和汽车的附属电器上会丢失一些存储信息。除了丢失时钟信息和收音机上的选台设置信息外，还可能造成汽车运行“粗暴”。一旦发生此种情况，只要在关闭发动机之前让它运转一会儿即可。

对于用螺栓、螺母固紧的接头，要用套筒扳手或电线钳拧紧螺母。使用普通的钳子和开口扳手可能会出问题，如受力脱滑，砸裂单格电池盖或损坏蓄电池外壳等。

在松开螺母时，一定要用钳子把电缆固定住，这样可以消除对接线柱的侧压力，以免造成接线柱折断或松动。如果螺母松开后，接头仍不能容易地从接线柱上卸下来，可用拔出器来拆卸（图 2-6）。用旋具或棒来撬会使接线柱和与它连接的极板受力变形，这样可能引起所在单格

的盖破裂或者使接线柱与极板间产生松动。

接头拆下来后，用接头扩张工具使其张开，把它放到苏打水或氨水中浸泡以中和剩余的腐蚀物，然后用内外两用钢丝刷清洁接头的内部和接线柱（图 2-7）。

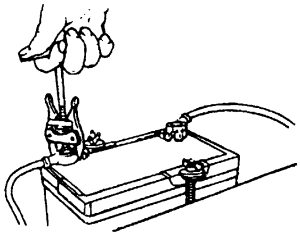


图 2-6　用蓄电池接头拔出器拆卸电缆接头

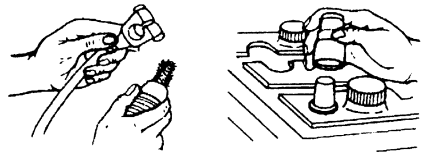


图 2-7　用组合式内外两用钢丝刷清洁电缆接头内表面和接线柱外表面

在重新安装电缆接头以前，可把经防锈复合物处理的毡垫圈装到接线柱上。

在重新安装接头时，先把正极接头正确定位到其接线柱上。各螺母或螺栓不要拧得过紧，以防损坏接线柱或接头。最后，在接头处涂上一层凡士林或蓄电池防锈膏或其他防锈涂料。

2. 蓄电池的检测

①电解液液面高度和密度检测。在天气炎热的夏天，每周都要对电解液液面高度和密度进行检测。冬天也要两周检测一次。

②开路电压的检测。检测开路电压可以对蓄电池内存储的电量进行判断。检测时，所测的电压必须在不加负载条件下稳定 10min 以上，若是刚充电结束的蓄电池还要放电 15min，放掉表面电荷。为方便读数，选用仪表最好是数字式的。表 2-2 数据表明了开路电压的微小变化，反映了蓄电池存储电量的状态。

表 2-2　蓄电池开路电压与存储电量

开路电压（V）	存储电量	开路电压（V）	存储电量
12.6 或更高	100%	12.0～12.2	25%～50%
12.4～12.6	75%～100%	11.7～12.0	0～25%
12.2～12.4	50%～75%	11.7 或更低	0

③蓄电池漏电的检测。蓄电池容量损失超过每天 2%。则漏电较严重，需要检查线路及蓄电池内部是否有故障。

④蓄电池的容量检测。容量检测通常要用专用检测仪，可参照检测仪的使用说明书。

（三）蓄电池的故障及排除

表 2-3 是蓄电池常见故障查询表，使用中可进行查询。

表 2-3　蓄电池常见故障查询

故障现象	故障原因	排除方法
活性物质脱落	过度充电腐蚀脱落 电解液密度过大腐蚀脱落 受强振动、极板安装松旷振动脱落	调整充电电流至规定值 调节电解液密度至规定值 紧固壳体加减振垫
极板硫化	长期放电工作或充电不足 长期在电量不足下放置 极板暴露在电解液上面	检查充电系统 存放时充电保证储存电量 加注蒸馏水
无电	蓄电池放电完毕 线路断路 电解液消耗过多	充电 检查 加注蒸馏水
电力不足	蓄电池储存电量不足 充电线路松脱 电解液液面过低 极板活性物质脱落	充电 重新接好 加注蒸馏水 更换极板
漏电	电器线路有短路 极板短路或隔板损坏 电解液中杂质多	排除 更换 更换电解液
电解液消耗过快	长期出现过度充电 充电时间过长或长途行驶 极板短路或隔板损坏 壳体出现裂纹	调节充电电流、加注电解液 调整 更换极板或隔板 修补壳体

三、发电机及电压调节器

发电机是汽车上的主要供电设备，它与蓄电池并联。其作用是：在汽车正常行驶时，向各用电设备供电，并及时对蓄电池进行补充充电。

（一）发电机的构造

金杯轻型客车使用的整体式硅整流交流发电机，其结构如图 2-8 和图 2-9 所示。主要由三相同步交流发电机、硅二极管整流器和电压调节器等组成。

金杯轻型客车的发电机型号是 JFZ18 系列 45A 型、50A 型和 55AT60 型整体式 8 管发电机。

1. 三相同步交流发电机

三相同步交流发电机主要由定子（图 2-10）、转子（图 2-11）、前后端盖、风扇及带轮等组成。

定子是产生三相交流电的主要部件之一，它由定子铁心和三相绕组组成。定子铁心由相互绝缘的圆状带槽的硅钢片叠制而成，定子铁心槽内装有对称的三相绕组，它的末端连在一起（呈星形连接）而形成中性点，各相绕组的始端部分分别与散热板和硅二极管相连接。

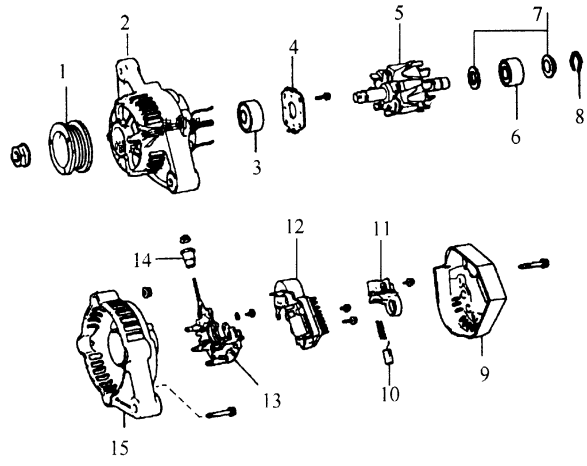


图 2-8　45AT60 型发电机的结构

1-带轮；2-驱动端盖（前端盖）；3-轴承；4-座圈；5-转子；6-轴承；7-轴承盖；8-垫圈；9-后端罩；10-电刷；11-电刷架；12-电压调节器；13-整流器；14-接线柱绝缘体；15-整流器后框架

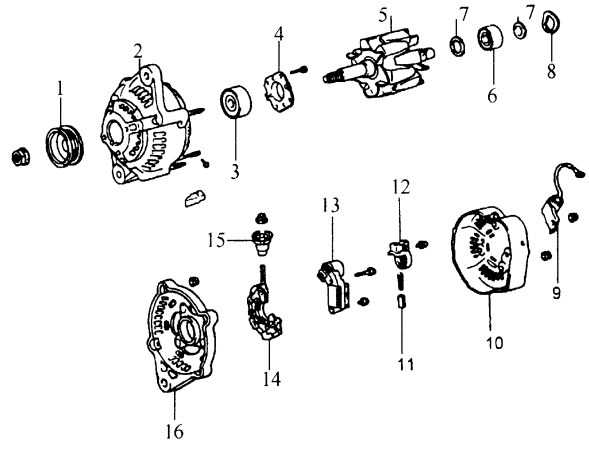


图 2-9　55Λ 和 60A 型发电机的结构

1-带轮；2-驱动端盖（前端盖）；3-轴承；4-座圈；5-转子；6-轴承；7-轴承盖；8-垫圈；9-电容器；10-后端罩；11-电刷；12-电刷架；13-电压调节器；14-整流器；15-接线柱绝缘体；16-整流器后框架

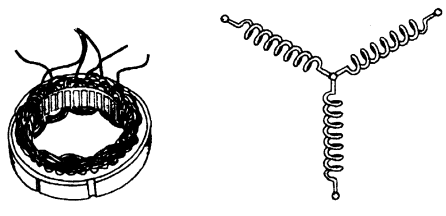


图 2-10　Y 形连接的定子

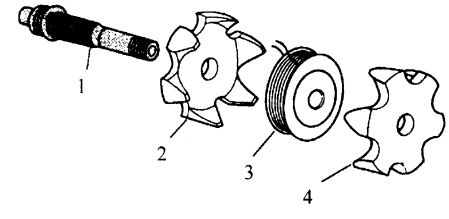


图 2-11　转子的零件

1-转子轴；2、4-爪极；3-磁场线圈

转子的主要作用是产生电磁场。它由转轴、爪极、磁轭及磁场绕组等组成。

前后端盖是用来支撑转子的。

风扇是发电机的强制散热部件，散热方式为外排式。

2. 硅二极管整流器

为使交流发电机所产生的三相交流电变为直流电，必须采用整流器对其进行整流。金杯轻型客车采用8个硅二极管进行整流，其电路如图2-12所示。在三相绕组中产生的三相交流电分为两路：一路作为激磁电流经过电压调节器，然后通过电刷、滑环到达磁场绕组，然后又通过另一个滑环、电刷回到搭铁；另一路由三相全波整流桥中的正向整流输出二极管流入车内用电设备，然后经负向输出二极管返回。端子B+经充电指示灯、点火开关与蓄电池正极相连。在发动机起动过程中，点火开关端子闭合，发电机磁场绕组中便有了初始激磁电流，此时充电指示灯点亮。在发动机转速达到一定数值后，充电指示灯熄灭。

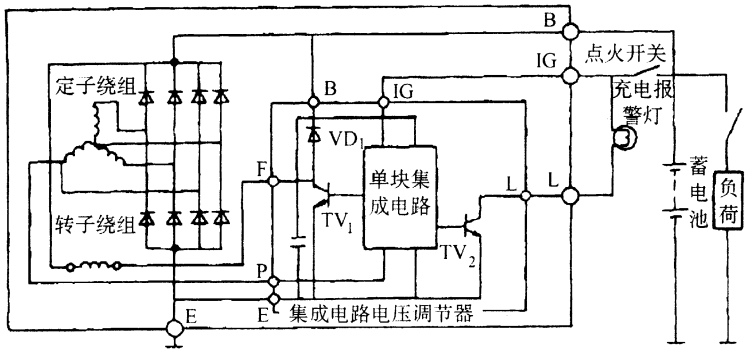


图2-12　发电机及调节器电路

为提高发动机的输出功率，金杯轻型客车发电机将作星形连接的三相定子绕组中的中性点引出，并加装2只中性点整流二极管，便构成了8管交流发电机。

（二）电压调节器

三相同步交流发电机的输出电压与发电机的转速成正比。汽车发电机都由发动机驱动，汽车正常行驶时，发动机的转速变化很大，发电机输出电压的变化必然也很大。然而汽车用电设备均要求发电机的输出电压稳定不变或变化范围应很小。为满足用电设备的用电要求，发电机的输出电压必须能自动调节，金杯轻型客车的电压调节器采用的是内装式集成电路电压调节器，集成电路用硅胶密封在调节器的外壳中。还使用了较大的铝散热器，并在后盖上设计了专用的进风口，发电机运行时由外部空气直接进行冷却。

（三）发电机及调节器的检修

1. 在检修发电机和电压调节器时应注意以下事项

①在连接蓄电池与发电机时，绝不可将极性接错，否则将损坏整流二极管和电压调节器；

②不允许使交流发电机输出端与外壳搭铁试火，否则会烧坏二极管；

③在发电机工作时不可切断与蓄电池的通路，否则会损坏车上的其他电器设备；

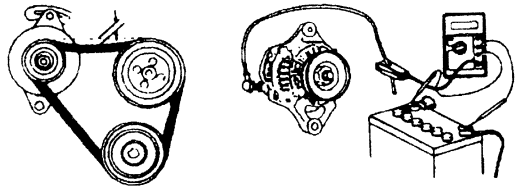
④拆装二极管时，电烙铁的最大功率不能超过300W，且在拆装过程中要采取散热措施。

2. 发电机的车上检查

发电机拆装后或汽车每行驶10 000km，应进行一下检查。

（1）检查传动皮带外观

检查传动皮带有无裂纹或磨损，带与带轮接合是否正常，如果皮带陷入皮带盘的V型槽之内，说明皮带已经严重磨损。若有磨损或裂纹，应及时更换新的传动皮带。



(a)检查皮带的挠度　　(b)检查发电机的性能

图2-13　发电机的检查

（2）检查传动皮带的挠度

金杯轻型客车发电机传动皮带挠度的检查方法如图2-13（a）所示。检查时，用拇指在两个带轮间的传动皮带中央部位施加98N压力，三角带的挠度应为5～7mm。如挠度不符合规定，可拧松交流发电机支架上的发电机固定螺栓，调整发电机固定位置进行调整。

（3）检查导线连接情况

①检查各导线端头的连接部位是否正确，连接器插头与插座是否插牢；

②发电机“B”端子必须加弹簧垫圈；

③防干扰电容器的单端子插头与插座必须插牢，不得有松动现象。

（4）检查发电机有无噪声

当交流发电机出现故障（特别是机械故障），如轴承破损、轴弯曲等，在发电机运转时，都会发出异常噪声。检查时，逐渐加大发动机节气门开度，使发电机转速逐渐升高，同时监听发电机有无异常响声，如有异常响声，则应拆下发电机分解检修。

（5）检查发电机能否发电

发电机能否发电，直接影响蓄电池的起动性能和使用寿命。检查发电机能否发电的方法如下。

①将万用表的功能转换开关拨到直流电压挡，表的“＋”极接发电机“B”端子，表的“－”极接发电机“E”端子或外壳，记下此时测得的电压（即等于蓄电池电压）。

②起动发动机将其转速升高到怠速以上转速或中速，此时万用表指示的电压若高于蓄电池电压，说明发电机能发电；若万用表指示的电压低于发动机未起动时的蓄电池电压，说明发电机不发电，应对充电系统及其线路进行全面检查。如线路连接良好，说明整体式发电机故障，应予拆修。

（6）检查发电机性能

金杯轻型客车发电机性能的检查方法如图2-13（b）所示，将钳型直流电流表（量程为100～200A）夹到发电机“B”端子的输出导线上，直流电压表的正负极分别与蓄电池的正负极连接。

检查发电机发电性能时，起动发动机并将其转速升高到2 000r/min左右（发电机转速约为5 000r/min）运转，当输出电流小于10A时，电压表指示的调节电压应为14.2～14.8V。调节电压最低不得低于13.9V，最高不得超过15.1V，否则应当更换调节器。

检查发电机负载性能时，起动发动机并将其转速升高到2 000r/min左右（发电机转速约为5 000r/min）运转，接通前照灯和空调鼓风电机等用电设备，当输出电流大于30A时，电压表指示的调节电压应为14.2～14.8V。调节电压最低不得低于13.9V，最高不得超过15.1V，否则应当更换调节器。

3. 发电机的分解与检修

（1）发电机的分解

分解与组装整体式发电机时，按图2-8和图2-9所示零部件号码的顺序进行，组装顺序与

分解顺序相反。由于金杯轻型客车用JFZ—18系列整体式8管交流发电机的结构与一般整体式交流发电机有所不同，维修时不需彻底分解即可进行检测。在维修过程中，可依据检测结果，必要时再进行彻底分解。其分解流程如下。

①拆卸后端盖：拆下“B”端子上的固定螺母，取下“B”端子上的绝缘套管；拆下3个固定螺母和后端盖，如图2-14所示。

②拆卸电刷架及电压调节器：拆下螺钉、电刷架和后端盖；拆下固定螺钉和电压调节器，如图2-15所示。

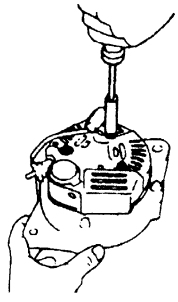


图2-14　拆卸后端盖

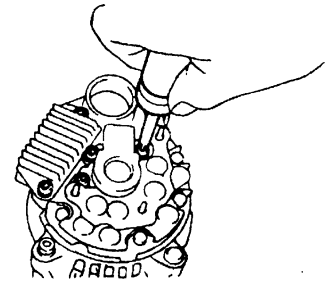


图2-15　拆卸电刷架和电压调节器

③拆卸整流器（整流板）：对于45A和50A型发电机，拆下4个固定螺钉；使用钳子矫直定子导线；拆下整流板。对于55A和60A发电机，拆下4个螺钉和整流板；拆下4个橡胶绝缘体，如图2-16、图2-17所示。

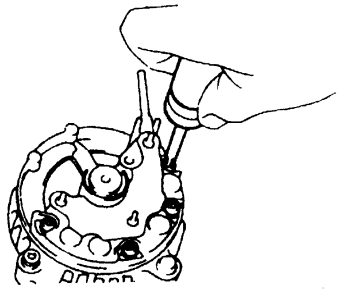


图2-16　拆卸45A和50A电刷组件和电压调节器

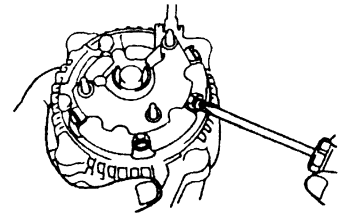


图2-17　拆卸55A和60A电刷组件与电压调节器

④拆卸前端盖：拆下4个螺母；使用拉器拆下前端盖及转子，如图2-18和图2-19所示。

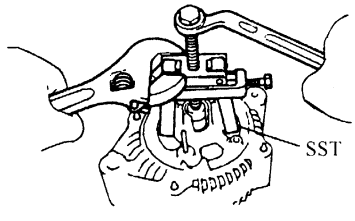


图2-18　拆下前端盖固定螺母

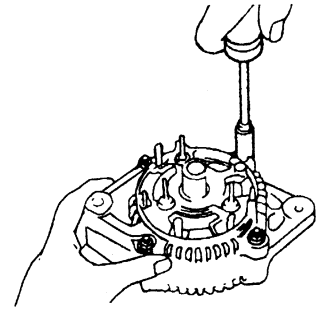


图2-19　用拉器拆下转子

(2) 发电机整流器的检修

整流器的检修主要是整流二极管的检查。检测时可用万用表（指针式万用表用R×1kΩ挡；数字式万用表用OHM×20kΩ挡）并参考图2-20进行。

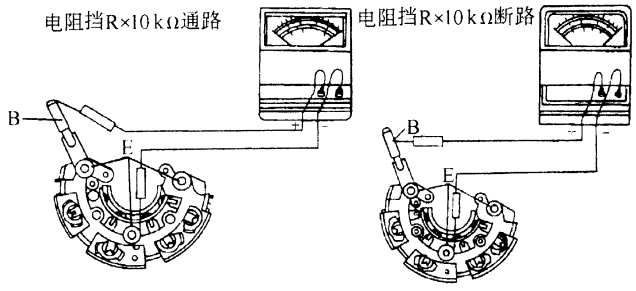


图2-20 检测整流器

用指针式万用表检测正极管和正极型中性点二极管时，将万用表正极表笔接端子“B”，负极表笔分别接整流器二极管引出电极点（用数字式万用表检测时，将万用表负极笔接端子“B”，正极表笔分别接整流器二极管引出电极），万用表均应显示导通。将表笔换位检测，万用表显示不通。

如万用表显示不导通，说明该二极管断路，应予更换整流器总成；如导通，调换两表笔检测部位进行检测，此时万用表应显示不导通，如导通，说明该二极管短路，亦应更换整流器总成。

检测负极管和负极型中性点二极管时，先将指针式万用表负极表笔接负整流板的搭铁点“E”，正极表笔分别接整流器二极管引出电极点（用数字式万用表检测时，万用表正极表笔接搭铁点“E”，负极表笔分别接整流器二极管引出电极点），万用表均应显示导通。如万用表显示不导通，说明该二极管断路，应予更换整流器总成；如导通，调换两表笔检测部位进行检测，此时万用表应显示不导通。如导通，说明该二极管短路，亦应更换整流器总成。

(3) 发电机定子的检修

定子的检修主要是定子绕组的检修。实践证明，定子绕组的故障主要有断路和搭铁两种。

①定子绕组断路的检查。定子绕组有无断路故障，可用万用表R×1Ω挡（数字式万用表用OHM×200Ω挡）进行检测。检测方法如图2-21所示，将万用表的两只表笔分别检测定子绕组四个引出端子中每两个引出端子之间的电阻，如万用表均导通（阻值2.8～3.2Ω），说明定子绕组良好；如万用表有一次出现不导通（阻值为“∞”），说明定子绕组断路。

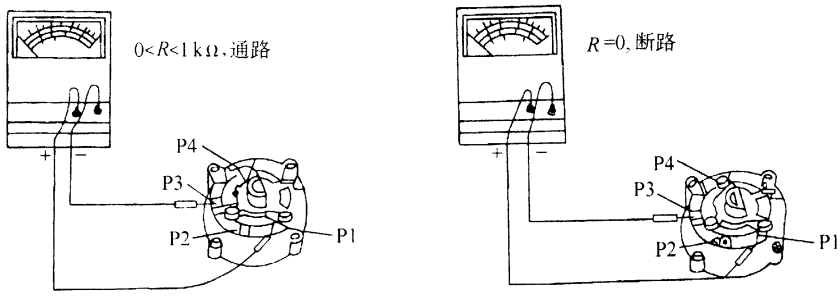


图2-21 检测定子线圈

如能找到断路部位，可用 50W/220V 电烙铁焊接修复；若找不到断路部位，则需更换定子或发电机总成。

②定子绕组搭铁的检查。定子绕组有无搭铁故障，可用万用表 R×1Ω 挡（数字式万用表用 OHM×200Ω 挡）检测。检测方法是将万用表的一只表笔接定子铁心，另一只表笔接定子绕组四个引出端于 P1、P2、P3、P4 中任意一个引出端子，万用表应不导通（即阻值应为“∞”）；如万用表导通，说明定子绕组搭铁，应当更换定子或发电机总成。

（4）发电机转子的检修

转子的检修主要是磁场绕组的检修。实践证明，磁场绕组的故障主要有断路和搭铁两种。

①磁场绕组断路的检查。磁场绕组在使用过程中，其端头的焊点易受震动或冲击而发生断路故障。因此，可用万用表（指针式拨到 R×1Ω 挡；数字式拨到 OHM×200Ω 挡）进行检测。

检测方法如图 2-22 所示，将万用表的两只表笔分别与两只集流环连接，测得阻值应为 2.8～3.2Ω（20℃），若阻值为“∞”，说明磁场绕组断路；若阻值小于 2.6Ω，说明磁场绕组有匝间短路故障。当断路故障发生在引线端头与集流环的焊接处时，可用电烙铁（200W/220V）重新焊接修复。若断路、短路故障无法排除，则需更换转子或发电机总成。部分金杯轻型客车原装发电机转子的磁场绕组端头是从转子轴心引到集流环上，从转子表面看不到磁场绕组引线。当测量两只集流环之间的磁场绕组电阻值为无穷大时，只能更换转子或发电机总成。

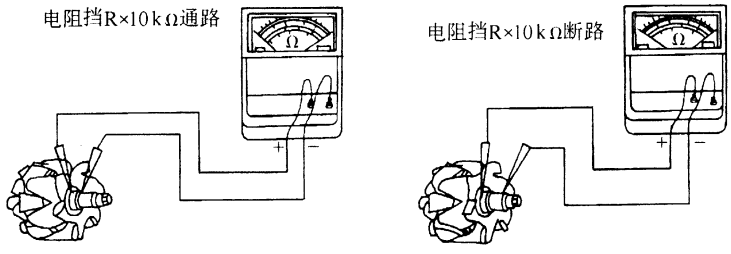


图 2-22　检测磁场绕组电阻

②磁场绕组绝缘的检查。磁场绕组与转子铁心间的绝缘情况，一般都用万用表进行检测。检测方法是将万用表的一只表笔接转子铁心，另一只表笔接两只集流环中任意一只集流环，万用表应不导通（阻值应为“∞”），说明绕组与铁心绝缘良好；如万用表导通，说明磁场绕组或集流环搭铁，一般都需更换转子或发电机总成。

（5）电刷组件的检修

电刷及电刷架应无破损或裂纹，电刷在电刷架中应能活动自如，不得出现卡滞现象。

①电刷高度的检查。电刷高度是指电刷露出电刷架的长度。电刷高度可用钢板尺或游标卡尺进行检测。检测方法如图 2-23 所示，新电刷的标准高度应为 10.5mm，电刷磨损的极限值为 4.5mm。当电刷外露长度低于 4.5mm 时，必须更换新电刷，以免影响发电机输出功率。

②电刷的更换方法。更换电刷的方法如图 2-24 所示，先将电刷弹簧和新电刷装入电刷架，然后用鲤鱼钳或尖嘴钳夹住电刷引线，使电刷露出高度符合规定数值（10.5mm），再用电烙铁将电刷引线与电刷架焊牢即可。

③电刷弹簧压力的检测。检测电刷弹簧压力的方法如图 2-25 所示，交流发电机均有两只电刷弹簧，检测时应一只一只的测量。当电刷从电刷架中露出长度为 2mm 时，天平秤上指示

的读数即为电刷弹簧压力，其值为2～3N，弹簧力过小时，应更换新电刷，否则会造成电刷与集流环接触不良而烧蚀集流环或使发电机输出功率降低。

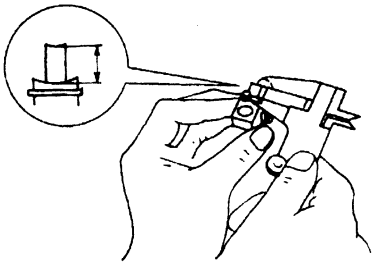


图2-23　电刷长度的检查

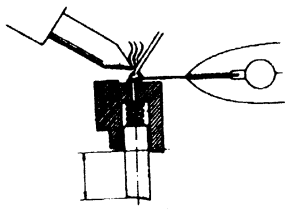


图2-24　电刷的更换方法

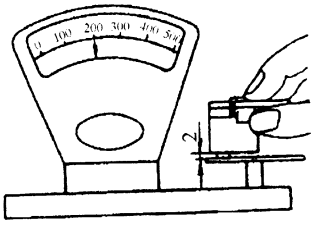


图2-25　检测电刷弹簧的压力

（6）电压调节器的检修

金杯轻型客车发电机调节器为专用调节器，在使用维护中，一般只能检测调节器的续流二极管是否正常，调节器的技术状态必须在专用试验台上才能进行检测。

①续流二极管的检测。检测续流二极管技术状态的方法是：先将万用表的一只表笔接调节器“B”端子，另一只表笔接“F”端子进行检测，然后调换两只表笔的检测位置再测一次。在两次检测中，如万用表一次导通一次不导通，说明续流二极管良好。如万用表两次均导通或均不导通，说明二极管短路或断路，必须更换调节器。

②调节器技术状态的检测。在调节器专用试验台上检测其技术状态时，先将调节器的6个接线端子B、IG、L、F、P、E分别与试验台上的相应端子连接，然后按照试验台操作规程进行试验。

当试验台上的发电机输出电压低于13.5V时，连接在“L”端子上的充电指示灯应当发亮。

当发电机输出电压高于13.5V时，充电指示灯应当熄灭，否则说明调节器内部控制电路故障，应予更换调节器总成。

当发电机转速为5 000r/min，负载电流为10A时，调节器控制的调节电压标准值应为14.2～14.8V。调节电压最低不得低于13.9V，最高不得超过15.1V，否则应当更换调节器。

③调节器管压降的检测。调节器管压降大小说明其质量高低，如管压降过大（大于1.5V，磁场电流就会减小，功率管的耗散功率就会增大，不仅会使发电机输出功率降低，而且还会使调节器的使用寿命大大缩短。检测金杯轻型客车调节器管压降的方法是在试验调节器的技术状态时，在磁场端子“F”与搭铁端子“E”之间连接一只直流电压表，当磁场电流达到4A时，该电压表的读数应小于1.5V。

（四）充电系统故障的诊断与排除

充电系统常见故障有：充电指示灯不亮、充电系统不充电、充电指示灯时亮时灭（充电电流不稳）和蓄电池充电不足（电解液密度低，起动机运转无力）等。

1. 充电指示灯不亮故障的诊断与排除

当接通点火开关时，仪表盘上的充电指示灯就应发亮。如指示灯不亮，说明指示灯线路或调节器有故障。

（1）充电指示灯及其控制

金杯轻型客车充电指示灯，是表示充电系统是否正常的指示灯，对显示发电机、电压调节

器以及蓄电池的工作状态和性能起到重要作用。当刚接通点火开关时，充电指示灯应亮，表示蓄电池电压基本正常；当发电机发电、蓄电池充电后（发动机转速升高），充电指示灯应灭，表示充电系统工作正常。充电指示灯受电压调节器控制。

（2）充电指示灯不亮的原因

①充电指示灯灯丝断路；②仪表熔断器烧断，使指示灯线路不通；③发动机熔断器烧断，使调节器电源切断，充电指示灯控制电路不能投入工作，功率管 VT2 不能导通；④蓄电池附近的熔断器断路；⑤调节器线束插头松动；⑥指示灯或调节器电源线路导线断路或接头松动；⑦蓄电池极柱上的电缆接头松动；⑧点火开关故障；⑨调节器内部电路故障。

（3）充电指示灯不亮故障的排除

排除充电指示灯不亮故障时，首先应起动发动机并怠速（发电机转速 2 000r/min 左右）运转，然后用万用表检查发电机充电系统能否充电。将充电指示灯不亮分为充电系统能充电（发电机输出电压能够超过蓄电池电压）与不能充电两种情况分别进行排除。

充电系统能充电时，充电指示灯不亮故障的排除方法：

①首先检查仪表板下面中央配电器（又称为熔断器组）上的仪表熔断器是否断路。如该熔断器断路，必须更换相同容量的熔断器；如熔断器良好，再继续检查。

②检查仪表盘上的充电指示灯是否断路。如灯丝断路，则更换充电指示灯；如灯丝良好，说明调节器内部充电指示灯控制电路故障，需要更换调节器总成。

当接通点火开关充电指示灯不亮，起动发动机后发电机又不能发电时，故障排除方法：

①首先断开点火开关，检查仪表板下面中央配电器上的仪表熔断器是否断路。如该熔断器断路，必须更换相同容量的熔断器；如仪表熔断器良好，再继续检查。

②检查中央配电器上的发动机熔断器是否断路，如熔断器断路，必须更换相同容量的熔断器；如熔断器良好，则继续检查。

③用万用表检测交流发电机输出端子“B”有无电压。如“B”端子电压为零，说明蓄电池极柱与电缆端子接触不良或熔断器熔断，应予检修或更换；如“B”端子电压等于蓄电池电压（12V 左右），说明熔断器良好，继续进行检查。

④用万用表检测仪表熔断器上的电压值，如电压为零，说明点火开关故障，应予检修或更换；如仪表熔断器上的电压等于蓄电池电压，则继续检查。

⑤拔下调节器上的线束插头，用万用表检测插头上“L”端子有无电压。如电压为零，说明充电指示灯损坏，应予更换；如“L”端子上的电压等于蓄电池电压，则继续检查。

⑥用万用表检测插头上“IG”端子有无电压。如电压为零，说明“IG”端子至发动机熔断器之间线路断路，应予检修；如“IG”端子上的电压等于蓄电池电压，说明调节器内部控制充电指示灯的电路故障，需要更换调节器总成。

2. 不充电故障的诊断与排除

（1）充电系统能否充电的诊断

判断充电系统能否充电最有效的方法是用万用表检测判断，方法是：先将点火开关断开，用万用表检测发电机“B”端子与发电机壳体间的电压应当等于蓄电池端电压（即应为 12V 左右，如电压为零或过低，说明“B”端子至蓄电池正极间线路断路、端子接触不良或蓄电池故障），然后起动发动机并将其转速逐渐升高到怠速或比怠速稍高（2 000r/min 左右），如万用表指示的电压高于点火开关断开时测得的电压（12V 左右），说明充电系统能充电；如电压低于或等于点火开关断开时测得的电压，则说明充电系统不充电。

(2) 充电系统不充电故障的现象

当充电系统正常时，发动机转速升到怠速转速（850r/min）或稍高，发电机输出电压即可达到调节电压（14.5±0.3V）并对蓄电池充电。若发电机高速运转时，充电指示灯仍发亮，则说明充电系统不充电，发电机或调节器有故障。在此情况下，由于负载电流全由蓄电池供给，因此蓄电池经常需要补充充电，充电后使用几天就会出现发动机难以起动、夜间行驶灯光暗淡等现象。

(3) 充电系统不充电故障的原因

①发电机磁场绕组断路或搭铁而导致磁场电流不通；②定子绕组断路；③电刷在电刷架中卡住而不能与集流环接触；④交流发电机的驱动带过松；⑤整流器故障；⑥调节器故障。

(4) 充电系统不充电故障的诊断与排除

当充电指示灯常亮时，说明仪表熔断器、发动机熔断器和80A熔断器良好，故障诊断与排除方法：

①断开点火开关，检查交流发电机驱动带的挠度是否符合规定(98N，5～7mm)。挠度过大应予调整，如挠度正常，则继续检查。

②拆下发电机“B”端子上的导线端子，接通点火开关，用万用表检测导线端子有无电压。如无电压，说明发电机“B”端子至点火开关“B”端子之间导线断路，应予检修；如有电压，说明导线端子至蓄电池正极柱正极线路良好，再继续检查。

③接上发电机“B”端子上的导线，起动发动机并以怠速或怠速稍高转速运转，用万用表检测发电机“B”端子电压。如“B”端子电压低于12V，说明发电机不发电，其原因是发电机内部电路或调节器内部电路故障，需要拆下整体式发电机进行分解检修；如“B”端子电压能够达到调节电压（14.5±0.3V)，说明发电机和调节器的电压控制电路良好，故障出在调节器内部充电指示灯控制电路，需要更换调节器总成。

3. 充电指示灯时亮时灭的排除

(1) 故障原因

①发电机驱动带挠度过大而出现打滑现象；②发电机个别整流二极管断路、一相定子绕组连接不良或断路而导致发电机输出功率不足；③发电机电刷磨损过多；④调节器调节电压过低。

(2) 故障排除

①检查驱动带的挠度是否符合规定（标准值：98N，5～7mm)。

②拆下调节器和电刷组件总成，并按前述调节器与电刷组件检修方法进行检修。如调节电压过低（低于14.2V）或电刷高度过低（低于4.5mm)，则应更换新品。

③如调节器和电刷组件良好，说明发电机二极管或定子绕组断路，需拆下发电机总成进行试验与检修。

4. 蓄电池充电不足

(1) 故障现象

蓄电池充电不足的现象是起动机运转无力、夜间行车前照灯灯光暗淡、蓄电池电解液密度偏低等等。

(2) 故障原因

①V形驱动带过松或损坏；②发电机输出端子“B”至蓄电池正极柱之间线路断路或导线端子接触不良；③发电机电刷磨损过多（即电刷高度低于4.5mm）导致电刷与集流环接触不

良；④发电机电刷弹簧卡滞或弹力不足而导致电刷与集流环接触不良；⑤调节器的调节电压过低（低于14.2V）或其内部电路故障；⑥发电机整流器故障或定子绕组有断路故障而导致发电机输出功率不足；⑦蓄电池使用时间过长、极板硫化、损坏或活性物质脱落；⑧全车线路中有导线搭铁而漏电。

（3）故障诊断与排除

出现蓄电池充电不足现象时，可按下面的方法进行排除。

①检查蓄电池的技术状态是否良好。如使用时间过长或负载电压低于9.0V，则需更换蓄电池。

②检查驱动带的挠度是否符合规定（98N，5～7mm）。

③检查交流发电机“B”端子至蓄电池之间的线路是否断路或导线端子是否接触不良。

④拆下发电机总成，检查电刷组件。如电刷高度过低（低于4.5mm），则应更换新电刷；如电刷弹簧卡滞或弹力不足，应予更换弹簧。

⑤试验检测调节器的调节电压。如调节电压过低（低于14.2V）或调节器损坏，应予更换新品。

⑥断开所有电器开关，拆下蓄电池正极电缆端子，并在该端子与蓄电池正极柱之间串接一只电流表，检测全车线路有无漏电现象。如有漏电，可将中央配电器上的熔断器逐一拔下，检查漏电发生在哪一条线路，然后进行排除。

⑦如上述检查均属良好，说明发电机二极管或定子绕组断路，分解检修发电机总成即可排除故障。

第三章　起动系统

汽车发动机由静止状态转为运转状态的过程称为起动。发动机进入正常工作循环之前，必须借助外力来起动。现代汽车发动机的起动任务普遍采用电磁控制式起动系统来完成。

一、起动系统的组成

金杯轻型客车起动系统主要由蓄电池、起动机、起动继电器和起动开关等组成。其控制电路如图 3-1 所示。

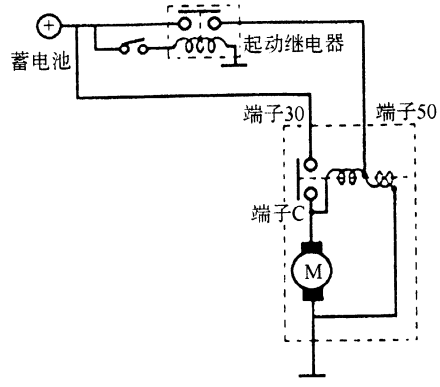


图 3-1　金杯轻型客车起动机控制电路

二、起动机的结构与工作原理

起动机是将电能转换成机械能，带动发动机曲轴旋转使发动机开始工作的装置。金杯轻型客车采用减速起动机，它由直流电动机、传动机构、减速装置和电磁开关组成。目前采用两种型号，一种是 2RZ—E 发动机装用的减速起动机，额定电压为 12V，额定功率为 1.4kW，其结构如图 3-2 所示；另一种是 491Q—E 发动机装用的减速起动机，额定电压为 12V，额定功率为 1.0kW，其结构如图 3-3 所示。

（一）直流电动机的结构与工作情况

直流电动机的功用是产生电磁转矩。它以蓄电池为动力电源，电源动力在点火起动开关和电磁开关的控制下，通过传动机构将转矩传递给发动机。直流电动机的结构主要由壳体、磁极、电枢、换向器和电刷组件等部分组成。

1. 壳体

壳体的功用是安装磁极和固定机件。磁极固定在壳体内壁上。

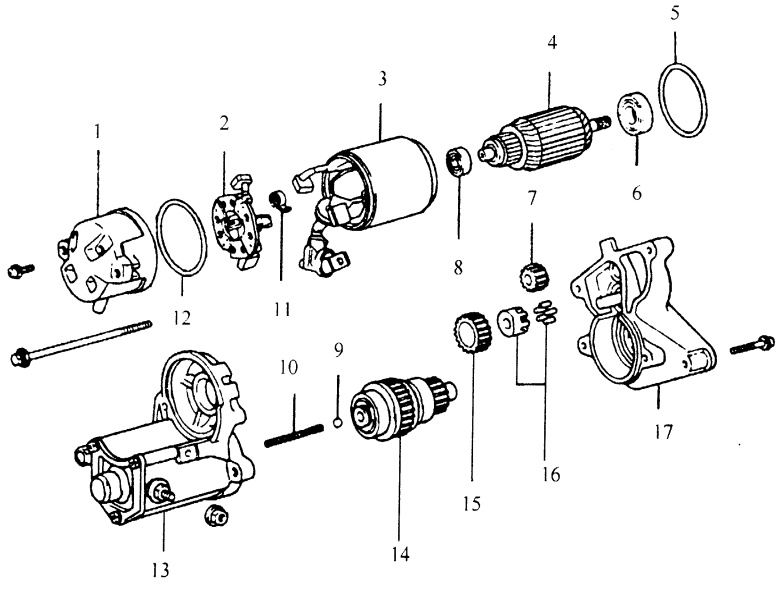


图 3-2　2RZ--E 车型起动机的结构

1-电机端盖；2-电刷架；3-电机壳体；4-电枢；5、12-O 形圈；6、8、16-轴承；7-小齿轮；9-钢球；10-回位弹簧；11-电刷弹簧；13-电磁开关；14-单向离合器；15-中间齿轮；17-齿轮壳体

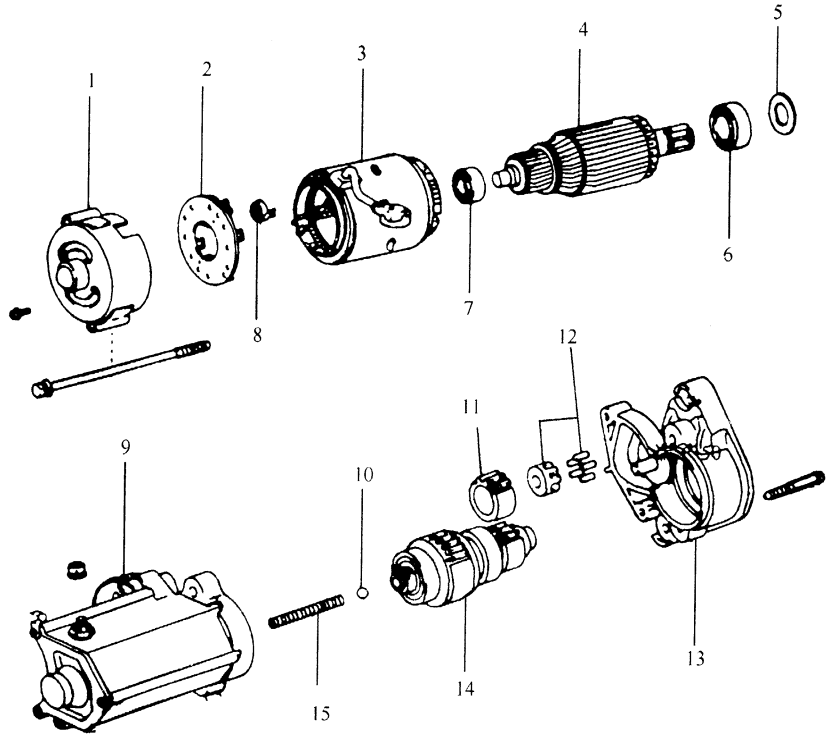


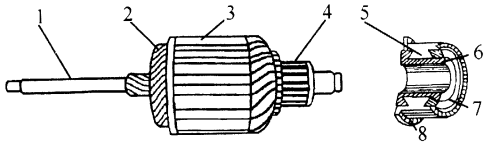
图 3-3　491Q-E 车型起动机的结构

1-电机端盖；2-电刷架；3-电机壳体；4-电枢；5-毡圈；6、7-轴承；8-电刷弹簧；9-电磁开关；10-钢球；11-中间齿轮；12-轴承；13-齿轮壳体；14-单向离合器总成；15-回位弹簧

2. 磁极

磁极的功用是产生磁场，它由铁心和磁场绕组组成。铁心用低碳钢制成马蹄形，并用螺钉固定在电动机壳体的内壁上，磁场绕组套装在铁心上。磁场绕组用铜线绕制，并与电枢绕组串联，磁场绕组通电后产生的磁极以N、S极相间排列。

3. 电枢



(a)电枢总成　(b)换向器

图 3-4　起动机电枢的结构

1-电枢轴；2-电枢绕组；3-铁心；4-换向器；5-换向片；6-轴套；7-压环；8-焊线凸缘

电枢的功用是产生电磁转矩，其结构如图3-4所示，它主要由电枢绕组、铁心和换向器组成。电枢铁心由相互绝缘的硅钢片叠压而成，其圆周上制有安放电枢绕组的槽，内以花键固装在电枢轴上。为了获得较大的电磁转矩，流经电枢绕组的电流很大。因此，电枢绕组采用较大横截面的铜线绕制。

4. 换向器

换向器的功用是将通入电刷的直流电流转换为电枢绕组中导体所需的交变电流，以使不同磁极下导体中电流的方向保持不变。换向器由截面呈燕尾形的铜片围合而成，燕尾形铜片称为换向片，换向片与换向片之间以及换向片与轴套、压环之间均用云母绝缘。

5. 电刷组件

电刷组件的功用是将电流引入电动机，主要由电刷、电刷架和电刷弹簧组成。电刷用铜粉与石墨粉压制而成，起动机电刷的含铜量为80%左右，石墨含量为20%左右。加入较多铜粉的目的是减小电阻，提高导电性能和耐磨性能。电刷安装在电刷架内，借弹簧压力紧压在换向器上。

（二）减速装置

采用平行轴外啮合减速齿轮装置。该装置中设有三个齿轮，即小齿轮、中间齿轮（惰性轮）及减速齿轮。小齿轮压装在电枢轴的一端，中间齿轮利用滚柱轴承支撑在中间轴上，减速齿轮与单向滚柱式离合器外壳制成一体以传动导管为轴心转动。三者之间的啮合关系见图3-5所示。

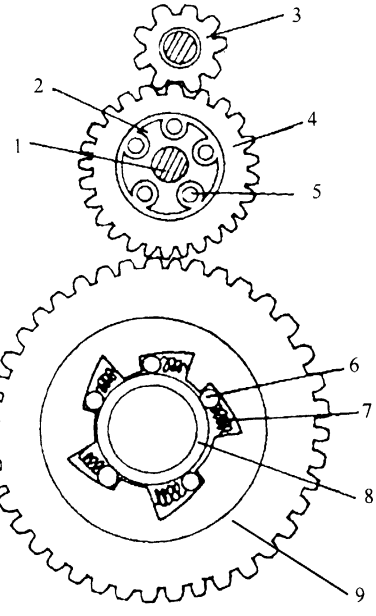


图 3-5　减速装置

1-中间轴；2-尼龙骨架；3-小齿轮；4-中间齿轮；5-滚柱轴承；6-滚柱；7-弹簧；8-传动导管；9-减速齿轮

（三）传动装置的结构与工作过程

传动装置是滚柱式单向离合器。其功用是：当起动发动机时，使起动机驱动齿轮啮入飞轮齿环，将起动机转矩传给发动机曲轴；当发动机起动后，使驱动齿轮打滑并与飞轮齿环自动脱开。

单向离合器的结构如图3-5所示。减速齿轮的内毂制成楔形空腔，传动导管装入后，将空腔分割成5个楔形腔室，腔室内放置滚柱和弹簧。当起动机未工作时，弹簧张力将滚柱压向楔形室较窄一端。传递动力时，由滚柱将传动导管和减速齿轮卡紧成一体。传动

导管内表面制成螺旋键槽，导管内装有驱动齿轮轴，驱动齿轮轴一端外表面制有螺旋键，与传动导管内表面的螺旋键槽配合（参见图 3-6）。

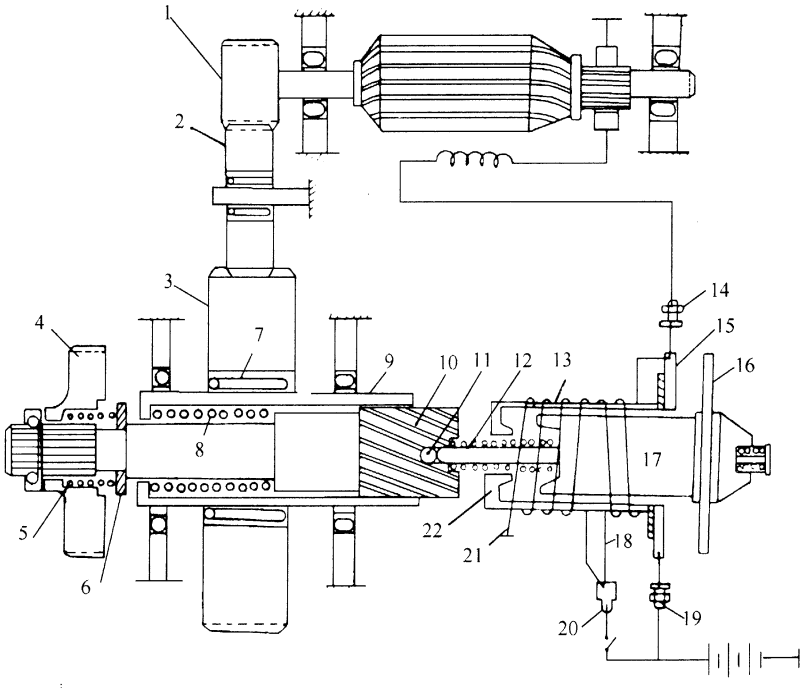


图 3-6　电磁开关结构示意图

1-小齿轮（驱动轴齿轮）；2-中间齿轮；3-减速齿轮；4-驱动齿轮；5-缓冲弹簧；6-挡圈；7-单向离合器滚珠；8-复位弹簧；9-传动导管；10-驱动齿轮轴；11-钢球；12-推杆；13-铜套；14-接线端子“C”；15-触点；16-触盘；17-活动铁心；18-吸引线圈；19-接线端子“30”；20-接线端子“50”；21-保持线圈；22-固定铁心

（四）电磁开关的结构

如图 3-6 所示，电磁开关主要由电磁铁机构和电动机开关两部分组成。电磁铁机构主要由固定铁心、活动铁心、吸引线圈和保持线圈等组成。固定铁心与活动铁心安装在一个铜套内。固定铁心固定不动，活动铁心可在铜套内作轴向移动。活动铁心右端安装有电机开关触盘，电动机开关由开关触盘和触点组成。活动铁心左端固装有推杆，推杆经钢球推动的是驱动齿轮轴，起动机不工作时，触盘与触点分开，驱动齿轮与飞轮分离。

（五）起动系统工作过程

1. 起动发动机时，起动系统工作情况

（1）接通起动开关，起动继电器工作，电磁开关线圈电路接通

当点火开关转到起动“START”位置时，起动继电器线圈电路接通，使常开触点吸闭，起动机电磁开关吸引线圈和保持线圈的电路被接通。吸引线圈电流电路为：蓄电池正极⟶起动继电器触点⟶起动机“50”端子⟶吸引线圈⟶起动机正电刷⟶电枢绕组⟶负电刷⟶搭铁⟶蓄电池负极。保持线圈电流电路为：蓄电池正极⟶起动继电器触点⟶起动机“50”端子⟶保持线圈⟶搭铁⟶蓄电池负极。

(2) 电磁开关与传动机构工作，起动机主电路接通，起动发动机

电磁开关的吸引线圈和保持线圈通电后，电磁力吸动引铁左移，推杆推动驱动齿轮轴，迫使驱动齿轮与飞轮啮合，这种动作过程称为直动齿轮式。于此同时，触盘与两个触点接触，电枢电路接通并开始旋转。电机主电路为：蓄电池正极→起动机端子“30”→开关触盘→起动机端子“C”→磁场绕组→电枢绕组→搭铁→蓄电池负极。电枢轴产生的转矩经电枢轴小齿轮→中间齿轮→离合器减速齿轮→滚柱式单向离合器→传动导管螺旋键齿→驱动齿轮轴→驱动齿轮→飞轮。从而拖动曲轴旋转，使发动机起动。

2. 发动机起动后，起动系统工作情况

(1) 断开起动开关，起动继电器触点断开。当发动机起动后，放松点火钥匙，点火开关将自动转回一个角度，切断起动继电器线圈电路。继电器线圈断电后，磁力消失，在支架弹力作用下，触点迅速断开。

(2) 保持线圈电流改道，电动机开关断开，齿轮分离。当起动继电器触点刚刚断开时，保持线圈中的电流电路改道，其电路为：蓄电池正极→起动机“30”端子→触盘→起动机“C”端子→吸引线圈→起动机“50”端子→保持线圈→搭铁→蓄电池负极。

可见，此时吸引线圈重又通电，但其电流和磁通方向与起动时相反。由于保持线圈的电流和磁通方向未变，因此两个线圈产生的磁力相互抵消。在复位弹簧的作用下，引铁立即右移复位，使起动机主电路切断；并使驱动齿轮与飞轮齿环分离，起动工作结束。

三、起动系统的使用与检修

(一) 起动系统的正确使用

由于起动机工作电流大、转速高，因此在使用时，应当注意以下几点：

(1) 每次接通起动机时间不得超过5秒钟，连续两次接通起动机应间隔15秒钟以上时间，当连续三次接通起动机仍不能起动时，应查明原因并排除故障后再使用起动机。

(2) 接通起动机时，如检测蓄电池电压低于9.6V，说明蓄电池存电不足或有硫化、短路等故障，应及时补充充电或更换电池。

(3) 汽车每行驶6 000～7 500km，检查起动机工作是否正常，有无异常噪声。

(4) 汽车每行驶12 000～15 000km，检查起动机外观、导线连接与紧固情况；用发动机检测仪或专用仪器检测起动电流和起动电压。

(二) 起动机的分解

金杯轻型客车起动机的分解顺序为：

(1) 从电磁开关上拆下接线端子“C”上的引线（见图3-7a）；

(2) 拆下2个固定螺栓，从电磁开关上取下电动机总成（见图3-7b）；

(3) 拆下齿轮壳体，取下中间齿轮、轴承和离合器部件（见图3-7c）；

(4) 使用磁力杆从离合器轴孔拆下弹簧和钢球（见图3-7d）；

(5) 拆下电动机2个螺钉（见图3-7e），取下电机端盖；

(6) 从电刷架上拆下4个电刷后，拆下电刷架（见图3-7f）。

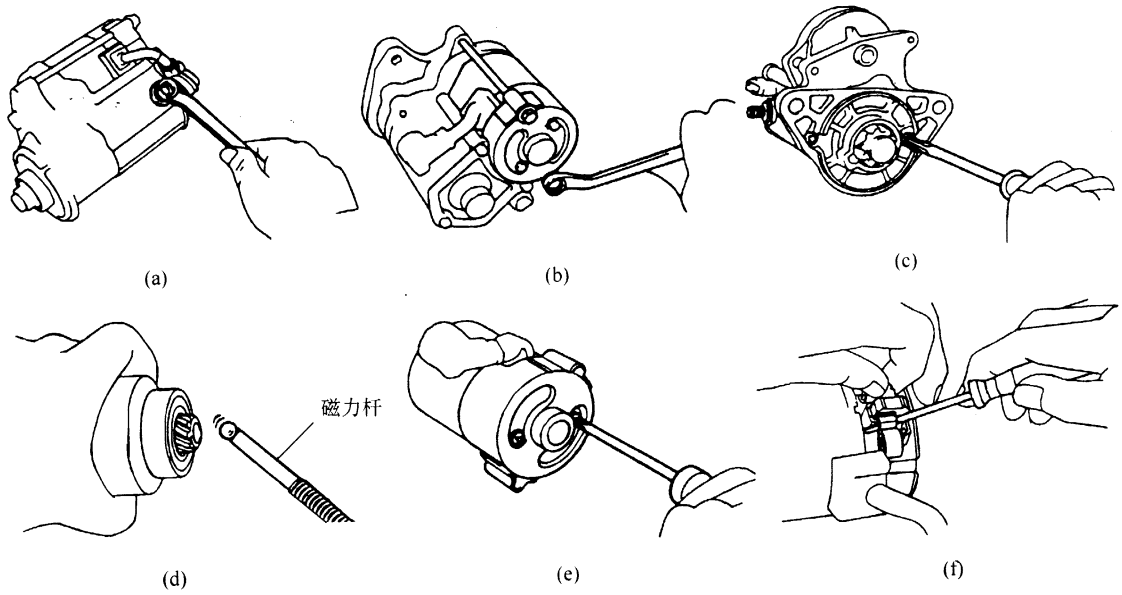


图 3-7　起动机的分解

（三）起动机的检修

1. 磁场绕组的检修

（1）磁场绕组断路的检修。将 220V 交流试灯（或万用表）的两只表笔分别接磁场绕组的引出线端头和正电刷，如图 3-8 所示，试灯应发亮（或万用表阻值接近于零）。如试灯不发亮，说明磁场绕组断路。

（2）磁场绕组搭铁的检修。将 220V 交流试灯（或万用表）的两只表笔分别接磁场绕组引出线端头和起动机壳体，如图 3-9 所示，试灯应不发亮（万用表阻值应为无穷大）。如试灯发亮（或万用表导通），说明磁场绕组绝缘损坏而搭铁，需要检修或更换磁场绕组。

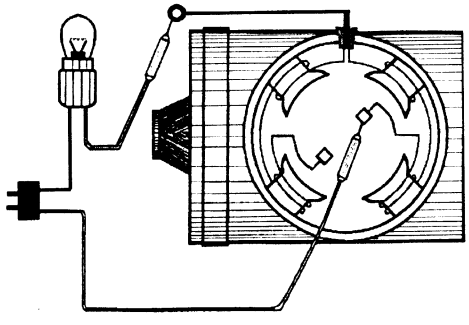


图 3-8　磁场绕组断路的检查

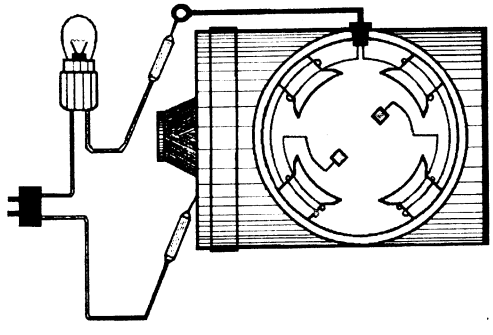


图 3-9　磁场绕组搭铁的检查

（3）磁场绕组短路的检修。检查起动机磁场绕组有无短路故障时，可按图 3-10 所示方法进行。当开关接通时（通电时间不超过 10s），用螺丝刀检查每个磁极的电磁吸力是否相同。如某一磁极吸力过小，说明该磁极上的磁场线圈匝间短路。磁场绕组一般不易发生短路，当有短路故障时，则需重新绕制或更换新品。

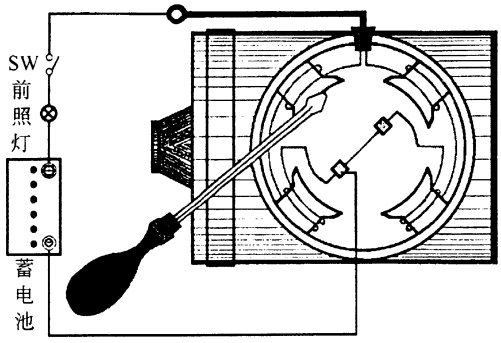


图 3-10　磁场绕组短路的检查

2. 电枢的检修

(1) 电枢绕组搭铁的检修。电枢绕组搭铁故障可用万用表或 220V 交流试灯进行检查。方法是将万用表（或交流试灯）的两只表笔分别接电枢铁心与换向片，如图 3-11 所示，万用表应不导通（试灯应不发亮）。如万用表导通（或试灯发亮），说明电枢绕组搭铁，应予重新绕制或更换电枢。实践证明，起动机电枢绕组搭铁的故障率较高，其原因是绕组与绕组之间、或绕组与电枢铁心之间的绝缘损坏。

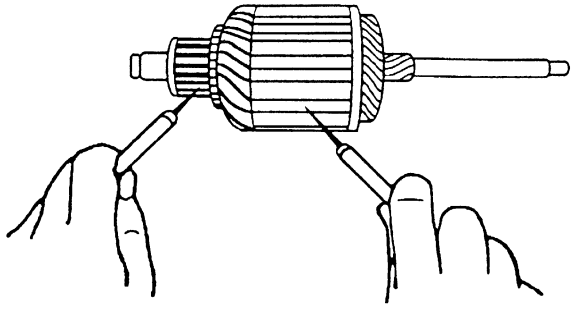


图 3-11　电枢绕组搭铁的检查

(2) 电枢绕组断路的检修。因为电枢绕组导线的截面积较大，所以不易断路。如有断路发生，一般都是端头与换向器片之间的焊点脱焊或虚焊所致。因此，有无断路故障可通过外观检查判断。发现断路时，可用 200W/220V 电烙铁焊接修复。

(3) 电枢绕组短路的检修。电枢绕组流过电流较大，当绝缘层烧坏时，就会导致绕组匝间短路。此外，当电刷磨损落下的铜粉将换向片间的凹槽连通时，也会导致绕组短路。检查电枢绕组短路故障需在电枢检验仪上进行。检查时，将电枢放在检验仪的 U 形铁心上，并在电枢铁心上部放一块钢片（锯条），如图 3-12 所示，然后接通检验仪电源，同时缓慢转动电枢一周，钢片应不跳动。如钢片跳动，说明电枢绕组有短路故障。换向器出现短路时，可用钢丝刷清除换向片间的铜粉即可排除。电枢绕组短路时，则需更换电枢总成。

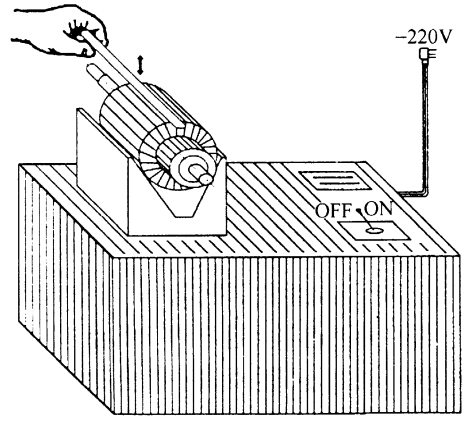


图 3-12　电枢绕组短路的检查

(4)换向器径向跳动的检查。用千分表检查换向器径向跳动的方法如图 3-13 所示，其摆差应不大于 0.05mm，否则应在车床上进行修正或更换电枢。

(5)换向器直径的检查。用游标卡尺检查换向器直径的方法如图 3-14 所示，其标准直径为 30mm，最小直径为 29mm，如果直径小于最小值，则应更换电枢。

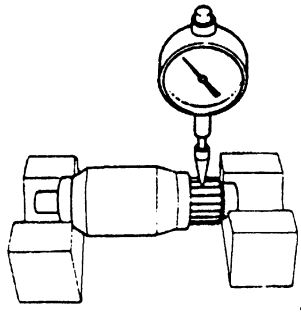


图 3-13　检查换向器径向跳动

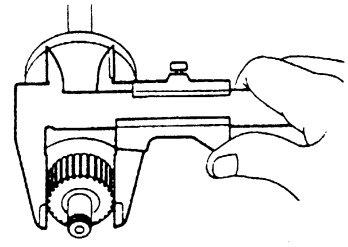


图 3-14　检查换向器的直径

(6) 换向器凹槽深度的检查。如图 3-15 所示。如果换向器凹槽深度应不小于 0.2mm，否则可用锯条将云母片的高度割低或更换电枢。



图 3-15　换向器凹槽深度

3. 电刷组件的检修

(1) 电刷架的检修。如图 3-16 所示，用万用表测量正负电刷架（两相邻电刷架）之间的电阻，万用表应不导通（即阻值应为无穷大）。如万用表导通（即阻值为零），说明该正电刷架（绝缘电刷架）搭铁，应更换绝缘垫片进行修理。

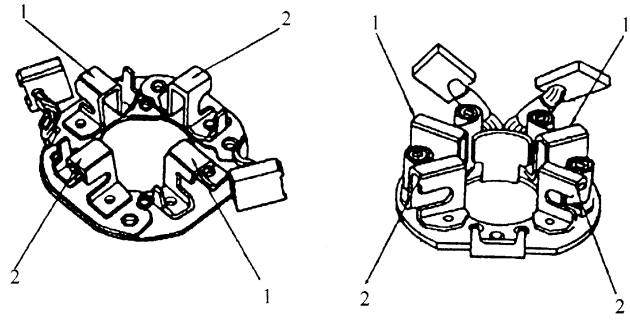


图 3-16　检查电刷架的绝缘

1-负电刷架；2-正电刷架

(2) 电刷的检修。如图 3-17 所示，电刷高度可用钢板尺或游标卡尺测量。2RZ 型起动机电刷的标准高度为 15.5mm，使用的极限高度应不小于 8.5mm；491Q—E 型起动机电刷的标准

高度为13mm，使用的极限高度应不小于8.5mm。否则应予更换新电刷。更换电刷时，应对电刷进行磨合，使电刷与换向器的接触面积应在75%以上。

(3) 电刷弹簧的检修。如图3-18所示，用弹簧秤沿弹簧切线方向检测弹簧的压力，在电刷弹簧脱开电刷瞬间读出弹簧秤的读数。其标准值为18～24N，最小值为12N。如压力不足，可逆着弹簧的螺旋方向扳动弹簧来增加弹力，如仍无效，则应更换新品。

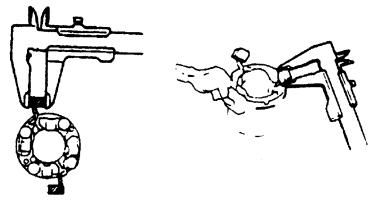


图3-17 电刷高度的测量

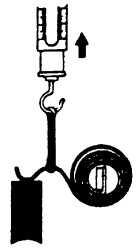


图3-18 电刷弹簧压力的测量

4. 电磁开关的检修

(1) 吸引线圈的检修。如图3-19所示，用万用表测量电磁开关“50”端子和“C”端子之间的电阻。如阻值为无穷大，说明吸引线圈断路；如阻值过小，说明吸引线圈匝间短路。

(2) 保持线圈的检修。如图3-20所示，用万用表测量电磁开关“50”端子和电磁开关外壳之间的电阻。如阻值为无穷大，说明保持线圈断路；如阻值过小，说明保持线圈匝间短路。

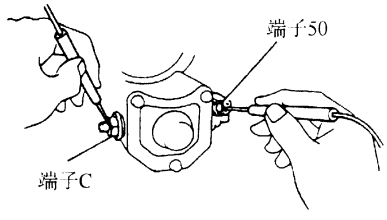


图3-19 检测吸引线圈电阻

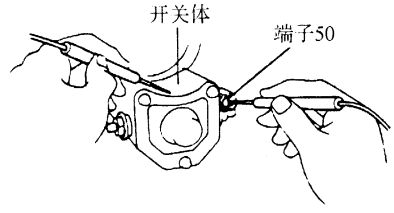


图3-20 检测保持线圈电阻

(3) 电机开关的检修。如图3-21所示，检查电磁开关内的电机开关触点和接触面是否烧蚀，如烧蚀则用砂纸打磨。

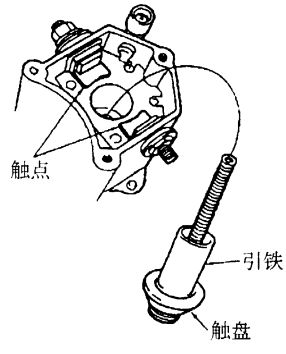


图3-21 电机开关的检修

5. 减速装置的检查

检查小齿轮、中间齿轮和离合器齿轮是否磨损和损坏。如果损坏，还应检查飞轮齿圈是否磨损或损坏。必要时，更换齿轮或离合器部件。

6. 单向离合器的检修

离合器功能的检查。一手握住离合器壳体，一手转动驱动齿轮，如图3-22所示。当顺时针方向转动驱动齿轮时，应能灵活自如；当逆时针方向转动齿轮时，齿轮应被锁止，否则应予更换新品。

7. 轴承的检查和更换

(1) 检查轴承。如图3-23所示，用手转动每个轴承，并同时对它施加一个向内的力，这时，如果感觉到有阻力或轴承被卡住，则应更换轴承。

(2) 更换轴承。如图3-24 (a) 所示，使用拉力器SST拆下轴承，用压床压入新轴承，如图3-24 (b) 所示。

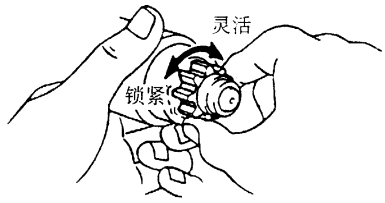


图 3-22　检查离合器单向传力功能

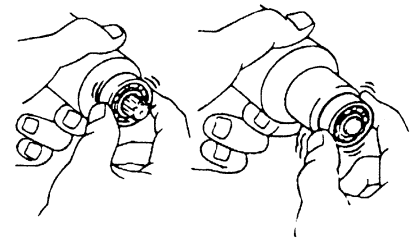
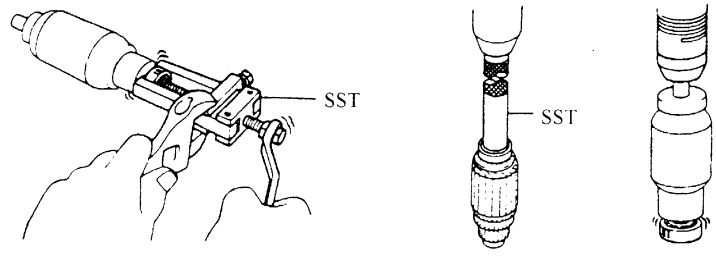


图 3-23　检查轴承



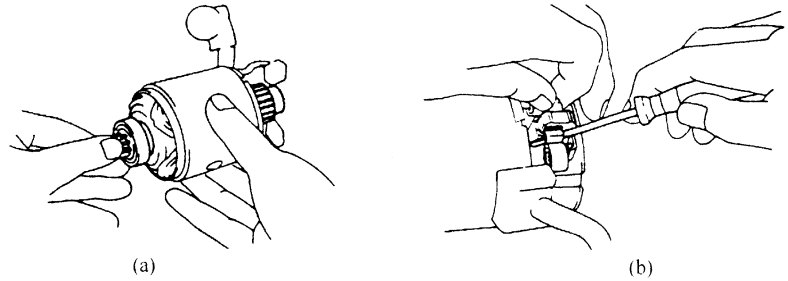
(a)拆下轴承　　(b)安装轴承

图 3-24　更换轴承

（四）起动机零部件的组装

（1）如图 3-25（a）所示，将电枢装入电机壳体内，并在电枢轴承和小齿轮上涂敷高温润滑脂；

（2）如图 3-25（b）所示，将电刷装入电刷架内，并用 2 个螺钉将电机端盖固定；



(a)　　(b)

图 3-25　电动机的组装

（3）如图 3-26 所示，在钢球上涂敷高温润滑脂，将钢球装入离合器轴孔中；

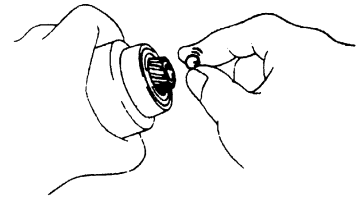


图 3-26　钢球的安装

（4）如图 3-27 所示，在离合器齿轮、中间齿轮和小齿轮上涂敷高温润滑脂，并将它们装入齿轮壳体中；

（5）如图 3-28 所示，在回位弹簧上涂敷高温润滑脂，将回位弹簧装入电磁开关孔内，再将齿轮壳体安装在电磁开关上；

（6）将电机安装在电磁开关上，然后将电机壳体上的凸出部分与电磁开关切口对准，并装上 2 个固定螺栓。

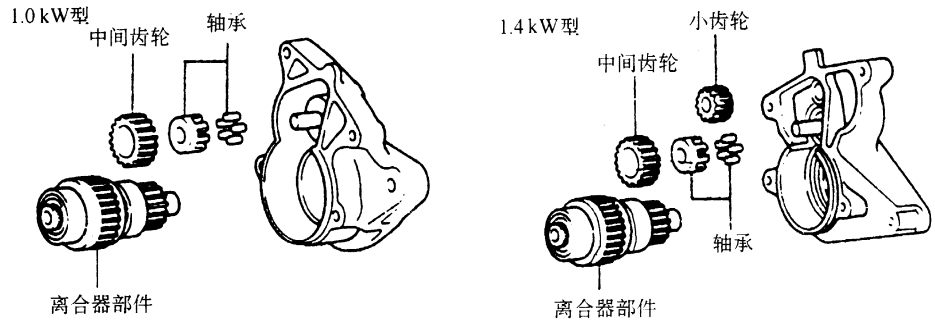


图 3-27　减速装置的安装

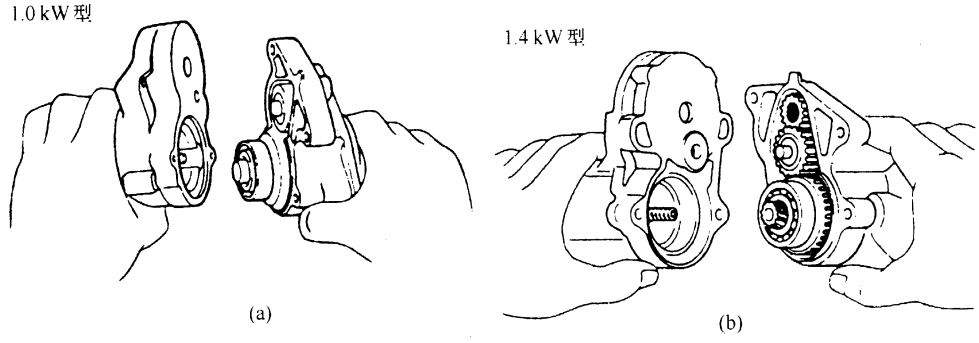


图 3-28　齿轮壳体的安装

（五）起动机的试验

修复后的起动机应当进行性能试验，每项试验应在 3～5s 内完成，以防烧坏线圈。

1. 电磁开关试验

（1）吸引动作试验

首先将起动机固定到虎钳上，拆下起动机“C”端子上的磁场绕组电缆引线端子，用导线将起动机“C”端子和电磁开关壳体与蓄电池负极连接，如图 3-29 所示。当用导线将起动机“50”端子与蓄电池正极连接时，驱动齿轮应向外移出。如驱动齿轮不动，说明电磁开关故障，应予修理或更换。

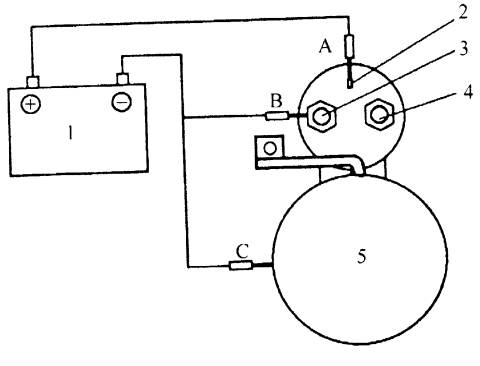


图 3-29　吸引动作试验线路

1-蓄电池；2-接线端子“50”；3-接线端子“C”；4-接线端子“30”；5-起动机

（2）保持动作试验

在吸引动作试验的基础上，当驱动齿轮在伸出位置时，拆下电磁开关“C”端子上的导线夹，此时驱动齿轮应保持在伸出位置不动。如驱动齿轮复位，说明保持线圈断路，应予检修或更换电磁开关。

（3）复位动作试验

在保持动作测试的基础上，再拆下起动机壳体上的导线夹，此时驱动齿轮应迅速复位。如驱动齿轮不能复位，说明复位弹簧失效，应更换弹簧或电磁开关总成。

2. 性能试验

（1）空载试验

将磁场绕组引线端子连接到电磁开关“C”端子上；用导线将蓄电池负极与电磁开关壳体连接，将量程为0～100A以上的直流电流表连接在蓄电池正极与电磁开关的“30”端子之间，如图3-30所示。当接通起动开关时，驱动齿轮应向外伸出，起动机应平稳运转。测量电流、电压、转矩和转速等各项指标应符合空载性能试验的标准值（在电压为11.5V时，电流为90A或小于98A）。

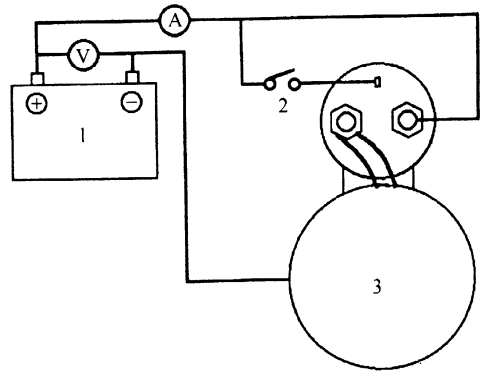


图3-30　起动机空载试验线路

1-蓄电池；2-起动开关；3-起动机

如测量的结果是消耗电流大、转速低，则可能是起动机电枢轴弯曲，铜套与电枢轴不同心；或电枢线圈、磁场线圈有短路或搭铁等故障。如电流和转速均低于标准值，而蓄电池电压正常，这表明电动机电路接触不良。另外电枢轴运转应平稳，不应有机械的碰擦声。

（2）制动试验

如图3-31所示，在起动机试验台上，给驱动齿轮加负载，其他试验方法与空载试验相同，测量电源电压、起动机消耗的电流、产生的转矩等各项指标是否符合制动试验的标准值。

如果制动试验时，转矩小于标准值而消耗电流大于标准值，则表明起动机装配过紧或电枢绕组有短路或搭铁故障。如转矩和电流均小于标准值，则说明电动机电路接触不良，如电刷与换向器接触不良或电刷弹簧压力不足等。如驱动齿轮锁止而电枢轴有缓慢转动，则说明单向离合器打滑。

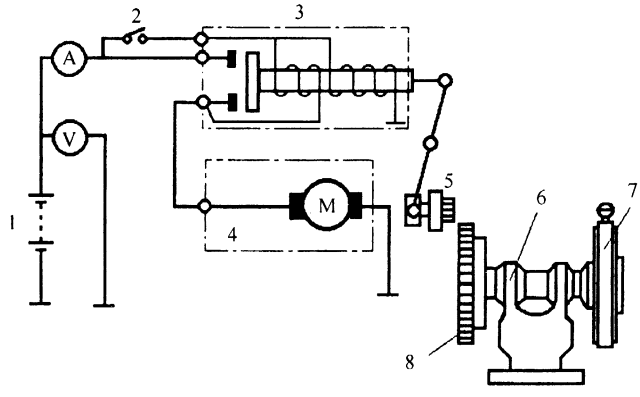


图3-31　起动机制动试验

1-蓄电池；2-起动开关；3-电磁开关；4-起动机；5-驱动齿轮；6-试验台；7-制动器；8-齿圈

四、起动系统的故障诊断与排除

起动系统常见故障有接通起动开关起动机不转、起动机空转、起动机运转无力和驱动齿轮与飞轮齿圈不能啮合而发出撞击声。

（一）接通起动开关起动机不转

1. 故障原因

（1）蓄电池严重亏电；蓄电池正、负极柱上的电缆接头松动或接触不良；

（2）电动机开关触点严重烧蚀或两触点高度调整不当而导致触点表面不在同一平面内，使触盘不能将两个触点接通；

（3）换向器严重烧蚀而导致电刷与换向器接触不良；

（4）电刷弹簧压力过小或电刷在电刷架中卡死；

（5）电刷引线断路或绝缘电刷（即正电刷）搭铁；

（6）磁场绕组或电枢绕组有断路、短路或搭铁故障；

（7）电枢轴的铜衬套磨损过多，使电枢轴偏心而导致电枢铁心“扫膛”（即电枢铁心与磁极发生摩擦或碰撞）。

2. 故障诊断与排除方法

（1）接通汽车前照灯或喇叭，若灯发亮或喇叭响，说明蓄电池存电较足，故障不在蓄电池；若灯不亮或喇叭不响，说明蓄电池或电源线路有故障，应检查蓄电池搭铁电缆和火线电缆的连接有无松动以及蓄电池存电是否充足。

（2）若灯亮或喇叭响，说明故障发生在起动机、开关或控制电路。可用螺丝刀将起动机端子“30”与“C”接通，使起动机空转。若起动机不转，则电动机有故障；若起动机空转正常，说明电磁开关或控制电路有故障。

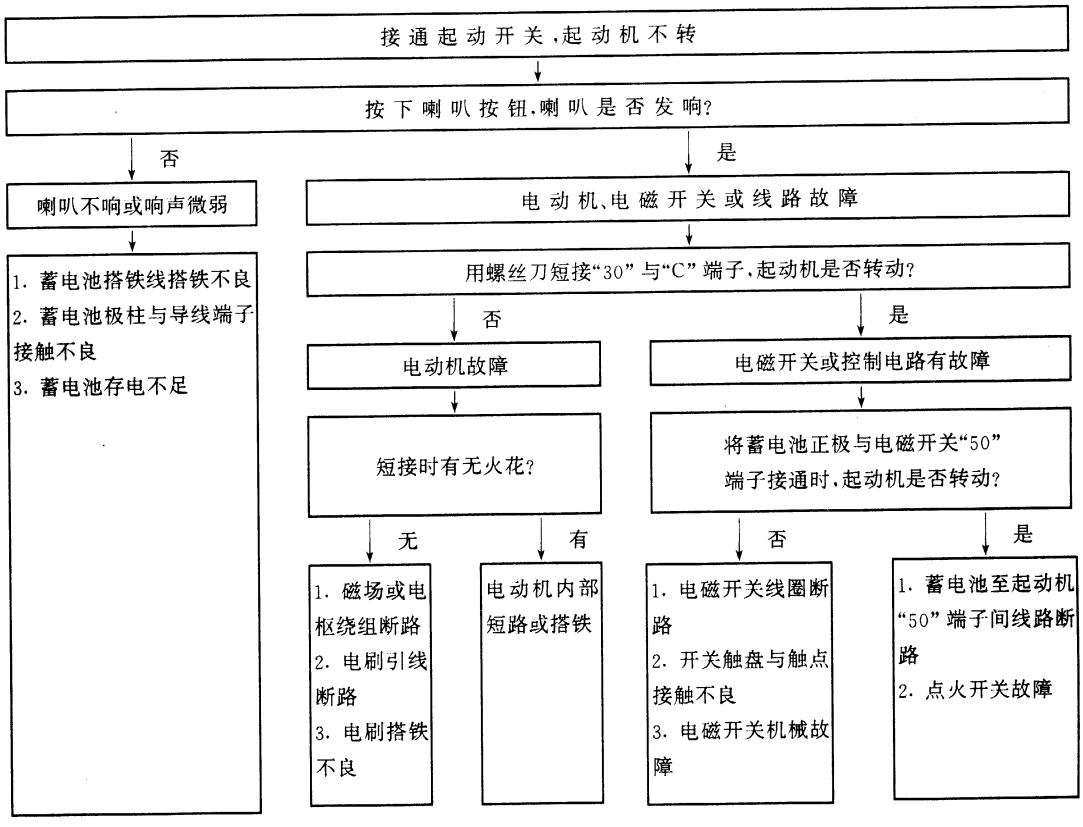
（3）诊断电动机故障时，可依据螺丝刀搭接端子“30”与“C”时产生火花的强弱来辨别。若搭接时无火花，说明磁场绕组、电枢绕组或电刷引线等有断路故障；若搭接时有强烈火花而起动机不转，说明起动机内部有短路或搭铁故障，须拆下起动机进一步检修。

（4）诊断是电磁开关还是控制电路故障时，可用导线将蓄电池正极与电磁开关“50”端子接通（时间不超过3～5s），如接通时起动机不转，说明电磁开关故障，应拆下检修或更换电磁开关；如接通时起动机转动，说明端子“50”至蓄电池正极之间线路或点火开关故障。

（5）排除电磁开关端子“50”至蓄电池正极之间线路或点火开关故障时，可用12V/2W试灯逐段进行诊断排除。将试灯一个引线电极搭铁，另一个引线电极接点火开关“30”端子，如试灯不亮，说明蓄电池正极至点火开关间的线路断路；如试灯发亮，说明该段线路良好，继续下述检查。

（6）将试灯引线电极接点火开关“50”端子，点火钥匙转到起动位置，如试灯不亮，说明点火开关故障，应予更换；如试灯发亮，说明点火开关良好，故障发生在点火开关“50”端子至起动机“50”端子之间线路故障，逐段检查即可排除。故障诊断与排除程序见故障诊断表3-1所示。

表 3-1　接通起动开关起动机不转的故障的诊断与排除



（二）起动机运转无力

接通起动开关，若起动机能运转，则说明控制电路工作正常，起动机运转无力，说明带负载能力降低，实际输出功率减小。其原因有以下几个方面：

（1）蓄电池存电不足或有短路故障使其供电能力降低。

（2）电动机主电路接触电阻增大使起动机工作电流减小。接触电阻增大的原因包括：蓄电池搭铁电缆搭铁不实；电池正、负极柱上的电缆端头固定不牢；电动机开关触点与触盘烧蚀；电刷与换向器接触不良；换向器烧蚀等。

（3）磁场绕组或电枢绕组局部短路使起动机输出功率降低。

（4）发动机装配过紧或环境温度很低而导致起动阻力矩过大时，也可能出现起动机运转无力的现象。

（三）起动机空转

接通起动开关起动机空转的原因是：单向离合器打滑，不能传递驱动转矩，更换离合器故障即可排除。

（四）驱动齿轮与飞轮齿圈不能啮合而发出撞击声

起动发动机时，起动机驱动齿轮与发动机飞轮齿圈发生打齿现象的原因有：

(1) 驱动齿轮轮齿或飞轮齿圈轮齿磨损过甚或损坏；

(2) 驱动齿轮端面与端盖凸缘间的距离过小。当驱动齿轮与飞轮齿圈尚未啮合或刚刚啮合时，电动机主电路就已接通，由于驱动齿轮在高速旋转过程中与静止的飞轮齿圈撞击，因此会发出强烈地打齿声。

(五) 起动机发出“打机枪”似的“哒、哒……”声

导致起动机产生“打机枪”现象的原因有：

(1) 电磁开关保持线圈断路或搭铁不良；

(2) 蓄电池严重亏电或内部短路。

排除故障时，可先用万用表检测蓄电池电压，接通起动机时，其电压不得低于 9.6V。如电压过低，说明严重亏电或内部短路，应予更换。如蓄电池技术状况良好，接通起动开关时仍有“打机枪”似的“哒、哒……”声，则说明电磁开关保持线圈断路或搭铁不良，检修或更换电磁开关即可排除。

第四章　点火系统

一、点火系统的类型及组成

（一）点火系统的功用与类型

汽油发动机气缸中的混合气是用高压电火花点着而燃烧，高压电火花是由点火系统产生。点火系统的功用是：把汽车电源系统10～15V低压电转换成20～30kV高压电，并按发动机工作顺序适时地引入气缸形成电火花点着混合气，从而使发动机正常工作。

点火系统按总体结构可分为触点式、电子式和微机控制式点火系统三大类。由于自从发明汽车以来，汽车上一直采用触点式点火系统，因此，触点式点火系统又称为传统点火系统或蓄电池点火系统。

电子点火系统又称为晶体管点火系统，主要由点火信号发生器、点火控制器、分电器、点火线圈和火花塞等组成。点火控制器又称为电子点火器或点火器，是由半导体元件组成的电子开关电路，其主要功用是根据点火信号发生器产生的点火脉冲信号，接通或断开点火线圈初级电路。电子点火系统按点火信号发生器的结构形式可分为磁感应式、霍尔式和光电式电子点火系统三种类型。

微机控制点火系统主要由各种传感器、电子控制器ECU、点火器、点火线圈和火花塞等组成。按总体结构可分为配电式（有分电器）点火系统和直接点火（无分电器点火）系统两类。配电式点火系统设有分电器，直接点火系统没有分电器，因此又称为无分电器点火DLI（Distributor-Less　Ignition）系统。

金杯客车制造有限公司引进日本丰田海狮车型，自行开发制造、生产出了金杯轻型客车SY6480A系列和SY6480B系列。A系列装配了491Q化油器/491Q—E电控发动机，B系列装配了丰田原装2RZ—E电控发动机。

491Q化油器发动机采用触点式传统点火系统和磁感应式电子点火系统；491Q—E型发动机为微机直接点火系统；而2RZ—E型发动机采用的为配电式微机控制点火系统。

（二）点火系统的组成与工作原理

1. 触点式点火系统

发动机触点式点火系统的组成如图4-1所示。主要由蓄电池、点火开关、点火线圈电阻器、点火线圈、分电器、火花塞等组成。

当发动机工作时，发动机曲轴驱动凸轮轴转动，凸轮轴驱动分电器轴转动，分电器轴带动断电器的凸轮一同旋转，使断电器触点循环地闭合与断开。

当点火开关接通（AM2与IG2接通）时，若断电器触点闭合，则低压电流电路接通。其电路为：蓄电池正极→熔断器→点火开关（AM2—IG2）→点火线圈电阻器→点火线圈“+”端子→点火线圈初级绕组→点火线圈“－”端子→断电器触点→搭铁→蓄电池负

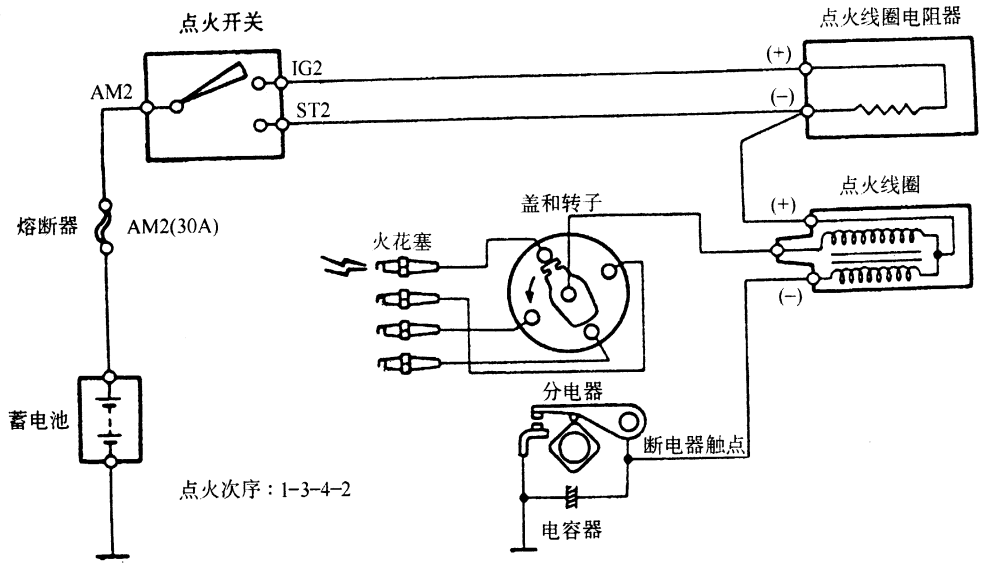


图 4-1　触点式点火系统的组成

极。初级绕组流过的电流称为初级电流或低压电流。低压电流流过初级绕组时，便在绕组周围建立一个磁场。

当断电器触点被凸轮顶开时，低压电流电路切断，磁场迅速消失，磁通迅速减少，在点火线圈的次级绕组便产生 15～25kV 的高压电。此高压电经配电器（分电器盖和分火头），按照发动机的点火顺序，分配给各缸火花塞。高压电在火花塞电极间产生电火花点燃可燃混合气。一般将点火线圈到火花塞之间的电路称为高压电路。

由此可见，断电器触点每断开一次，点火线圈就产生一个高压电。当分电器轴旋转一周，配电器就按发动机的点火顺序，轮流向各缸火花塞输送一个高压电。发动机工作时，断电器凸轮和分电器轴在发动机凸轮轴的驱动下连续旋转，断电器触点循环开闭，点火线圈不断产生高压电，配电器按点火顺序循环向各缸火花塞输送高压电，产生电火花点燃混合气，保证发动机正常工作。如要发动机停止工作，只需断开点火开关即可。

在起动发动机的过程中，点火开关的 AM2 端子与 ST2 端子接通，此时点火系统的电压电流回路是：蓄电池正极→熔断器→点火开关（AM2—ST2）→点火线圈“＋”端子→点火线圈初级绕组→点火线圈“－”端子→断电器触点→搭铁→蓄电池负极。如图 4-1 所示，点火线圈电阻器被短路，使低压电流增大，以便于发动机顺利起动。所以，点火线圈电阻器的作用是改善点火性能和起动性能。

在点火过程中，与触点并联的电容器具有重要作用。因为在触点断开磁场消失时，初级绕组中将产生 250～350V 自感电动势。如无电容器，该自感电动势就会使触点之间产生火花而使触点烧坏；同时该自感电动势的方向与初级电流方向相同，使低压电路中的初级电流不能迅速中断，磁场消失相应减慢，次级感应电动势大大降低。为了避免上述不良后果，在触点之间并联一个电容器。当触点断开时，初级绕组中产生的自感电动势迅速向电容器充电，触点之间不再形成强烈火花，延长了触点的使用寿命；同时在触点断开后，初级绕组与电容器形成一个振荡回路，充电后的电容器通过初级绕组进行振荡放电。当电容器第一次放电时，放电电流与初级电流方向相反，加速了磁场消失，使次级感应电动势显著提高。可见，该电容器既能减小触点火花，延长触点使用寿命，又能提高次级电压。

2. 磁感应式点火系统

磁感应式电子点火系统的组成如图 4-2 所示。主要由蓄电池、点火开关、点火线圈、磁感应式分电器、点火器（点火控制器）、火花塞等组成。

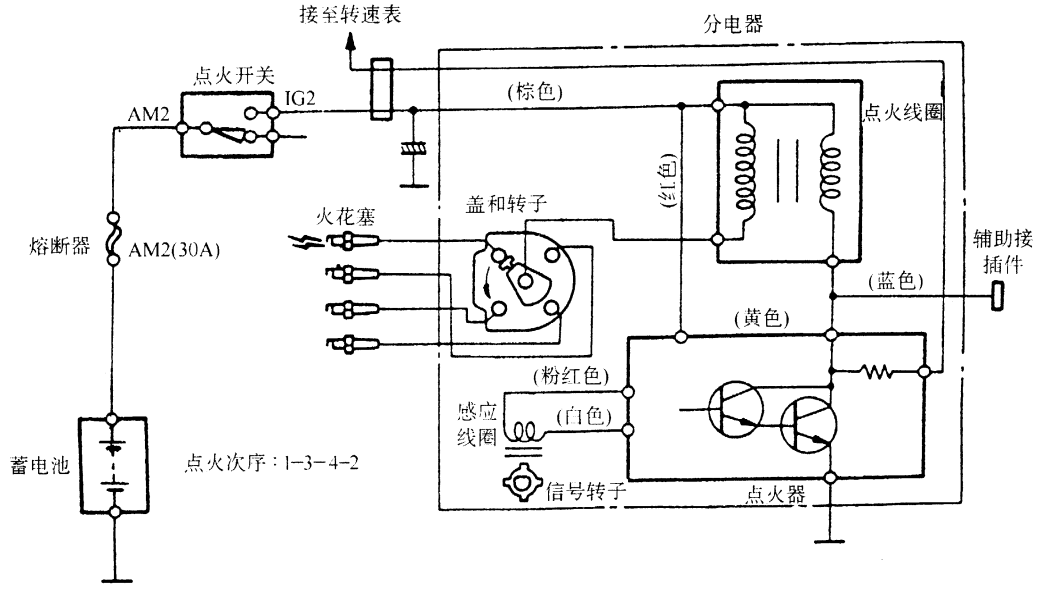


图 4-2　磁感应式点火系统的组成

磁感应式分电器由磁感应信号发生器、配电器、点火提前机构（离心提前机构与真空提前机构）等组成。磁感应式信号发生器安装在分电器内部，其功用是根据发动机气缸的点火时刻产生相应的点火脉冲信号，控制点火控制器接通与切断点火线圈初级电路。

点火控制器或点火器，是由电子元件组成的电子开关电路，其主要作用是根据传感器发出的点火脉冲信号，接通和切断点火线圈初级电路。

打开点火开关，起动发动机，由分电器轴驱动的磁感应式点火信号发生器，在转动过程中产生与发动机缸数对应的磁感应信号，点火控制器将此磁感应信号整形、放大后驱动、控制大功率三极管的导通或截止，从而控制点火线圈的初级电路的接通或切断，使点火线圈次级绕组产生高压电，由配电器将高压电按点火顺序分配到各缸火花塞，实现点火。

3. 微机控制点火系统

2RZ—E 型发动机采用的配电式微机控制点火系统的组成如图 4-3 所示。主要由蓄电池、点火开关、点火线圈、磁感应式分电器、点火控制器、电子控制单元（ECU）、火花塞等组成。

电子点火系统虽然取消了断电器触点，并大大提高了点火系统的性能，但其点火提前角仍采用真空和离心机械式点火提前机构进行控制，其主要缺点是：

（1）点火提前角的控制不精确，考虑点火提前角的因素不全面；

（2）为了避免发动机大负荷时的爆震，必然采用妥协方式降低点火提前角；

（3）仍脱离不开机械控制范围。

微机控制点火系统则能解决以上缺点。它除能随发动机转速控制点火线圈的初级绕组的通电时间外，还可以控制发动机各工况时的点火提前角，使发动机在功率、经济性、加速性和排放等方面达到最优。

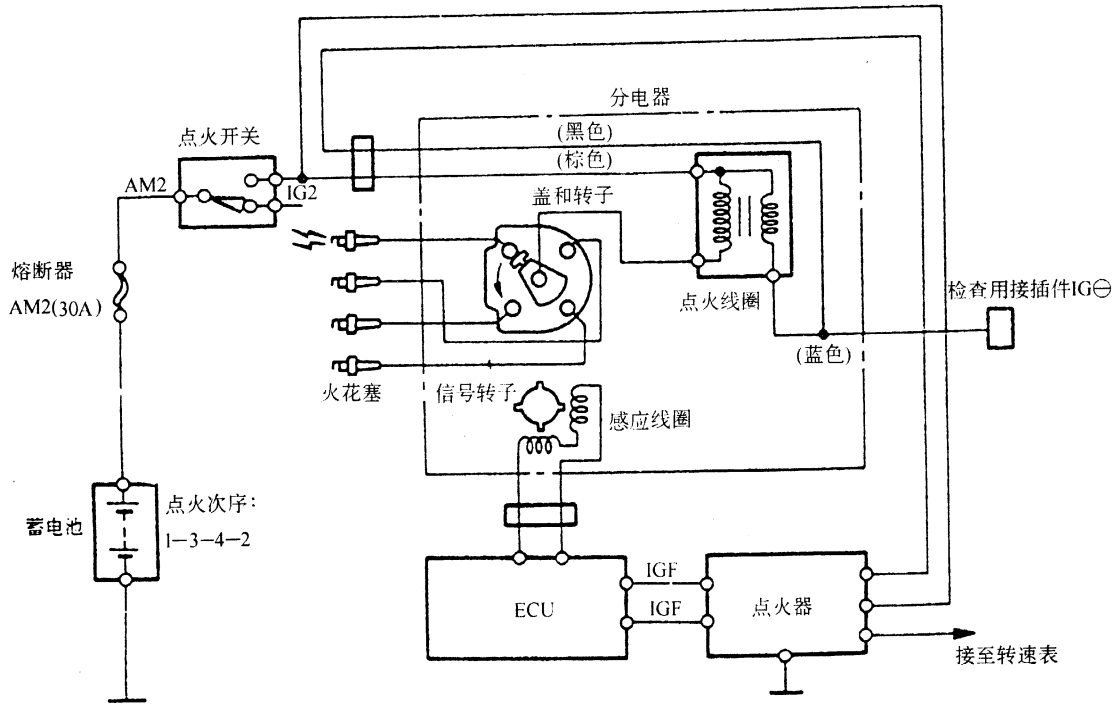


图 4-3　配电式微机控制点火系统的组成

微机控制点火系统通常采用实验的方法，通过最佳状态下的实验数据来建立点火提前角模型。首先做转速与最佳点火提前角的特性，实验时保持节气门全开（排除真空度的影响），在每一转速下，都将点火提前角逐渐增加，直至得到最大功率为止，此时对应的点火提前角为该转速下的最佳提前角。用同样方法测出在各个转速下的最佳提前角，即可绘出 $\theta=f\ (n)$ 曲线来。其次再做真空度与点火提前角的特性，先固定某一转速，调节真空度的数值，在每一真空度下都将点火提前角逐渐增加，同上所述，直到测得最大功率为止，将测得的数据绘制出一组 $\theta=fn_1\ (p)$ 曲线，变换另一转速同样可以测得一组数据。重复多次可得到一族这样的曲线。将在各个转速下、各个负荷下的最佳点火提前角输入到电子控制单元（ECU）内，以供电控单元优化控制用。图 4-4 所示即为存储在电控单元内的一个三维点火特性曲线图。

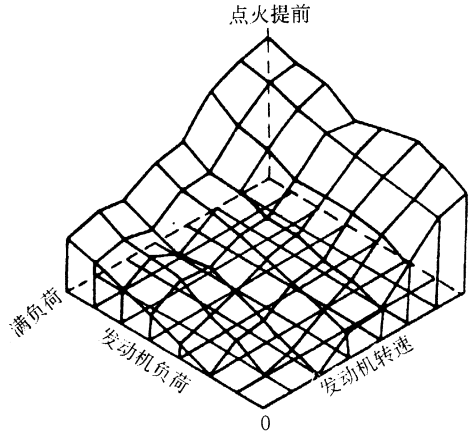


图 4-4　三维点火特性曲线图

发动机工作时，电控单元通过发动机曲轴位置传感器、空气流量传感器检测发动机的转速和负荷，并对存储在电控单元的点火提前角数据进行查询，找出对应此时发动机工况的最佳点火提前角。同时，电控单元还要根据进气温度传感器、发动机水温传感器、蓄电池电压等参数对点火线圈的通电时间和点火提前角进行必要的修正。此后，电控单元不断地判断点火时刻是否到来，当检测到的曲轴转角与修正后的最佳点火提前角对应时，立即向控制点火线圈的大功率三极管发出截止的指令，配电器将点火线圈产生的高压电，按发动机点火顺序分配到

各缸火花塞进行点火。

二、点火系统主要部件的结构

（一）分电器

图 4-5 所示为触点式分电器的结构，主要由机械触点式断电器、配电器、离心提前调节装置和真空提前调节装置等组成。表 4-1 为其技术参数。

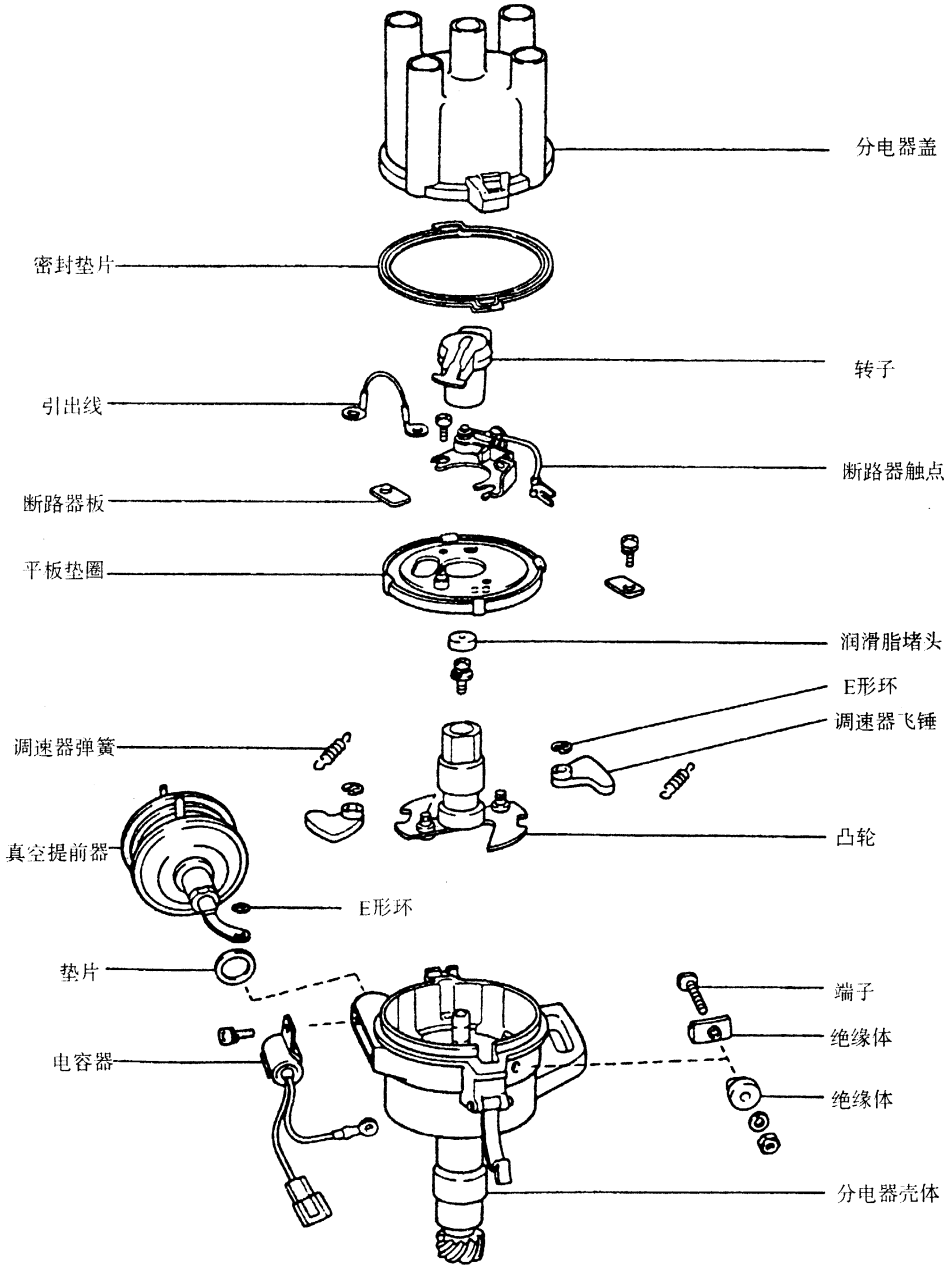


图 4-5　触点式分电器结构

表 4-1　触点式电器技术参数

项目	标准值
旋转方向（从盖子端看）	顺时针
发火间隔	90°±1°
最大点火提前角	
离心提前角	0～10.8°/（700～3 000r/min）
真空提前角	0～9.5°/（16～41.3kPa）
触点间隙	0.4±0.05mm
触点压力	3.96～5.35N

注：7mm 的跳火间隙连续发火点的最高转速为 3 500r/min。

图 4-6 所示为磁感应式分电器的结构。它主要由磁感应式点火信号发生器、配电器、离心提前调节装置和真空提前调节装置等组成。另外，该点火系统的点火线圈、点火控制器都固定

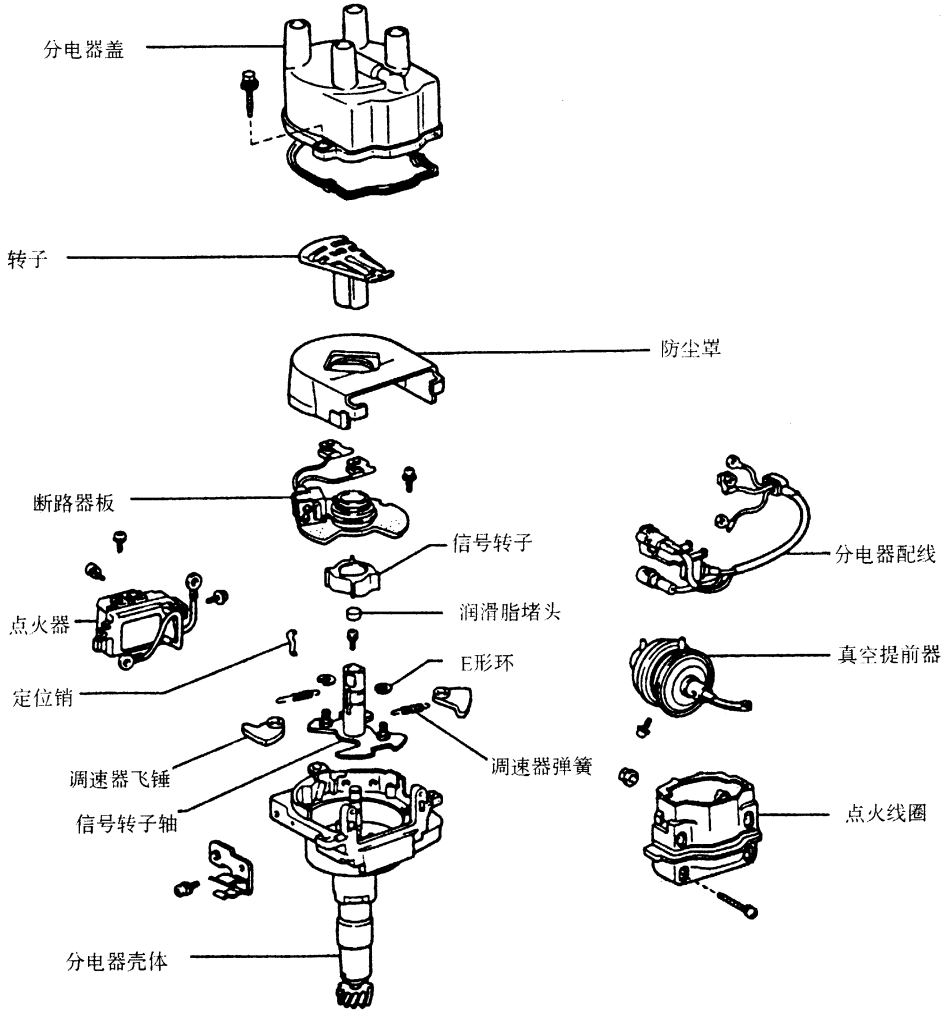


图 4-6　磁感应式分电器结构

在分电器的壳体上。

1. 机械触点式断电器

机械触点式断电器由凸轮和触点组件组成，其功用是接通与切断低压电路。

断电器的结构如图 4-7 所示，其主要部分为一对钨质的触点（白金），其中固定触点打铁，活动触点固定在活动触点臂的一端，活动触点臂经弹簧片和导线与壳体外的接线柱相连。凸轮的凸角数和发动机气缸数相同，凸轮由分电器轴驱动运转，从而使触点周期性的开启和闭合。

2. 磁感应式点火信号发生器

磁感应式点火信号发生器用来产生点火控制信号，安装在分电器内，其基本结构如图 4-8 所示。它由安装在分电器轴上的信号转子、永久磁铁、铁心和绕在铁心上的传感线圈等组成。信号转子由分电器轴驱动，转子上的凸角数与发动机气缸数相等。

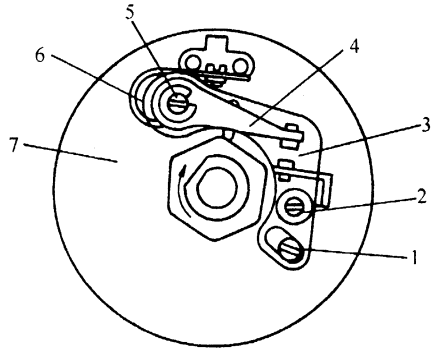


图 4-7　断电器结构示意图

1-调整螺钉；2-固定螺钉；3-托板；4-活动触点臂；5-销钉；6-片簧；7-断电器盘

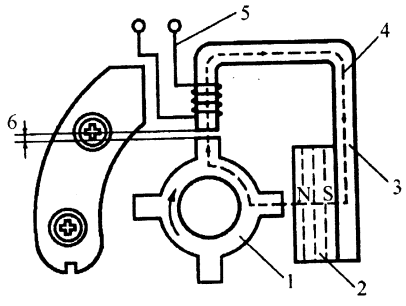


图 4-8　磁感应信号发生器的工作原理

1-信号转子；2-永久磁铁；3-铁心；4-磁通；5-传感线圈；6-空气隙

磁感应点火信号发生器是利用电磁感应原理工作的。当通过传感线圈的磁通发生变化时，在传感线圈内便产生交变电动势，它相当于一个极小的发电机。其永久磁铁的磁路是：永久磁铁 N 极→空气隙→信号转子→空气隙→铁心（通过传感线圈）→永久磁铁 S 极。当发动机未转动时，信号转子不动，通过传感线圈的磁通未发生变化，传感线圈不产生电动势，因而无信号输出。当发动机转动时，信号转子便由分电器轴带动旋转，这时信号转子的凸齿与铁心间的空气隙将发生变化，使通过传感线圈的磁通发生变化，因此在传感线圈中便产生感应电动势。信号转子在转动过程中，通过传感线圈的磁通量的变化情况及传感线圈感应电动势的变化情况如图 4-9 所示。

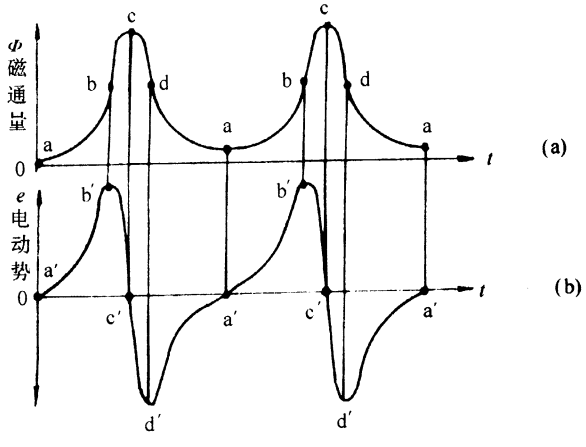


图 4-9　传感线圈中的磁通及感应电动势的情况

当发动机转速变化时，传感线圈中的磁通变化率也跟着变化。转速越高，磁通变化率越大，感应电动势也越高。不同转速时，传感线圈内的磁通及感应电动势的变化情况如图 4-10 所示。

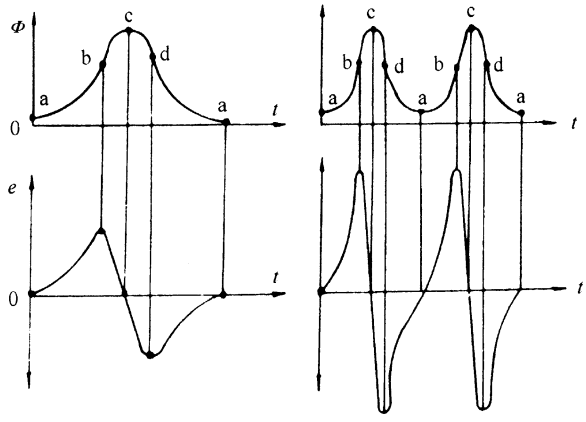


图 4-10　不同转速时传感线圈内磁通及感应电动势变化情况

由于信号转子的凸齿和铁心之间的空气间隙，直接影响到磁路的磁阻和传感线圈输出信号电压的高低，因而使用中空气间隙的大小不能随意变动。如间隙变化，应进行正确调整。

3. 点火提前调节装置

(1) 离心提前调节装置

离心点火提前调节装置是随发动机转速的变化而自动调节点火提前角的装置。其结构如图 4-11 所示，主要由信号转子轴、拨板、离心块、离心块销柱、托板柱销、弹簧等组成。

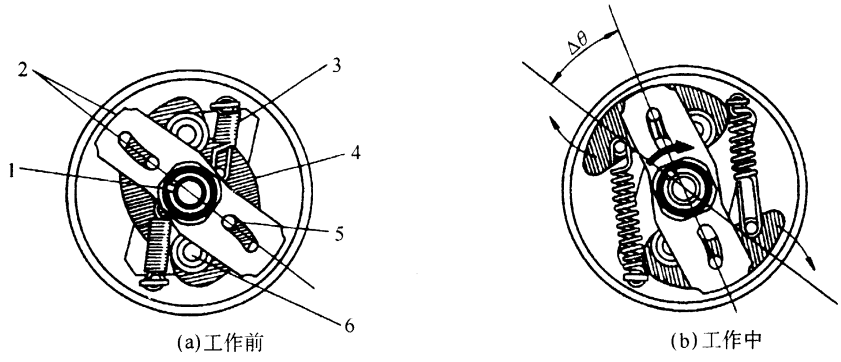


图 4-11　离心提前装置

1-信号转子轴；2-拨板；3-弹簧；4-离心块；5-离心块销柱；6-托板柱销；$\Delta\theta$-点火提前角

分电器轴和托板压装成一体，转子轴与拨板制成一体，转子轴与分电器轴上部的小头采用动配合装配。

当分电器轴旋转时，通过离心块和弹簧带动转子轴一起转动。信号转子用定位销固装在转子轴上，并随转子轴一同转动。离心块转动时会产生离心力，当发动机转速升高，离心力超过弹簧拉力时，离心块上的柱销便拨动拨板使转子轴沿原旋转方向相对于分电器轴转动一个角度，从而使信号转子凸齿提前接近磁头，传感线圈的输出电压信号在时间上提前产生，并输入点火控制器，控制点火线圈初级电路提前切断，从而实现提前点火。

由于离心提前装置中配装了两根弹簧，且一根刚度小、一根刚度大。在静态时，刚度小的弹簧预先被拉紧，刚度大的弹簧留有空余行程。当分电器轴旋转时，刚度小的弹簧先起作用，直到

转速升高到一定值时，刚度大的弹簧才参与作用。当分电器转速继续升高到某一值时，离心块的运动将受到托板上的挡片的限制，离心提前装置调节的点火提前角达到其最大值，不再随转速的升高而增大。

（2）真空提前调节装置

真空提前调节装置是随发动机负荷的变化而自动调节点火提前角的装置。金杯客车分电器的真空提前调节装置为两极真空提前机构，以改善尾气排放性能。真空提前调节机构的结构如图 4-12 所示。

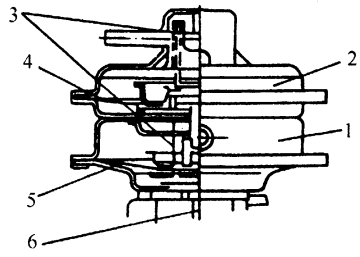


图 4-12　真空提前调节装置

1-副室；2-主室；3-弹簧；4-主膜片；5-副膜片；6-拉杆

两极式真空提前机构的工作情况如图 4-13 所示。其中副室始终起作用；主室在节气门打开以后，当负压作用到主室真空提前孔后才起作用，发动机负荷小时，使点火提前角增大，发动机负荷增大时，使点火提前角减小。

当发动机怠速运转时，节气门关闭或微开，因为主室真空提前孔位于节气门上方，处于大气压力作用之下，所以主室真空提前孔处没有负压作用。由于副室真空提前孔位于

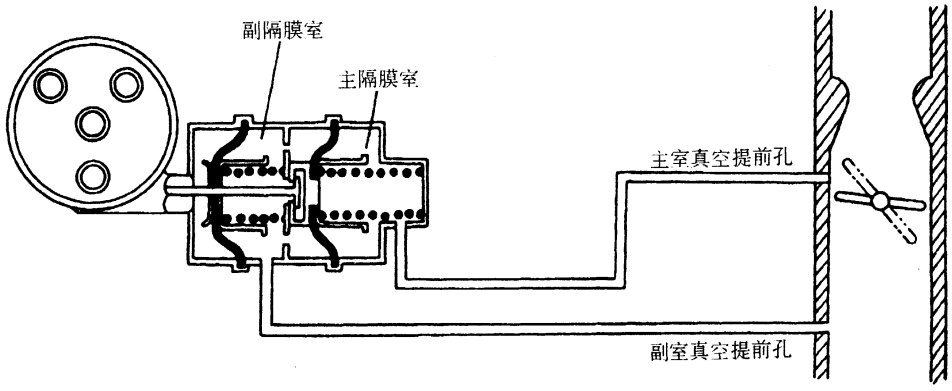


图 4-13　两极式真空提前调节装置工作示意图

节气门下方，因此进气歧管内的负压将作用于副室。副室的负压一方面将主室膜片吸向副室一侧，另一方面，负压吸引副室膜片克服副室膜片弹簧张力右移，同时带动膜片轴右移，轴的右端右移到与主室膜片体接触为止，轴的左端拉动信号发生器信号转子总成逆着分电器轴旋转方向转动一个角度，点火正时提前。

节气门打开以后，当发动机负荷小（即节气门或油门开度小）时，节气门周围空气流通面积小，气体流速高，主室真空提前孔处压力低（即真空度大），真空吸力吸引主室膜片克服主室膜片弹簧的张力右移，主室膜片和副室膜片共同起作用，主室膜片体带动膜片轴右端与副室膜片一同右移，轴的左端拉动信号转子总成逆着分电器轴旋转方向转动一个角度，使点火时刻提前。主、副室膜片右移直到膜片体上的挡块顶住真空提前机构壳体为止，此时真空提前机构调节的点火提前角达到最大值。

当发动机负荷增大（即节气门或油门开度增大）时，节气门周围空气流通面积增大，气体流速降低，主室真空提前孔处的压力升高（即真空度减小），真空吸力减小，主、副室膜片在膜片弹簧张力作用下向左移动，膜片轴推着活动底板顺着分电器轴旋转方向转动一个角度，使点火

提前角减小。发动机负荷越大，活动底板顺着分电器轴转过的角度也越大，点火提前角就越小。

由此可见，两极式真空提前机构的工作情况是：发动机怠速时，只有副室膜片起作用，使点火正时提前，保证发动机怠速运转稳定；当发动机负荷变化时，主、副室膜片共同作用，发动机负荷小时，点火提前角大；当发动机负荷增大时，使点火提前角减小。由于副室膜片在发动机怠速时起作用，使点火正时提前，因此在检查调整点火正时时，必须拔下副室连接的真空软管，以免影响正时角度的准确性。

4. 配电器

配电器由分火头和分电器盖组成，它的作用是按发动机的工作顺序将高压电分配给各个气缸的火花塞。

分电器盖内有四个旁电极，与盖上的孔相通，连接高压线。盖的中央有中心电极，其内孔安装有带弹簧的炭精柱，在弹簧的作用下，炭精柱压在分火头导线片上。工作时，当点火线圈次级电路切断时，装在转子轴顶端的分火头上的导电片正好对准盖内某一旁电极，将点火线圈的高压电由中心电极经炭精柱、导线片引入旁电极，旁电极通过高压线与火花塞连接，使火花塞跳火，点燃气缸内的可燃混合气。

（二）点火控制器

点火控制器又称点火器，其作用是根据点火信号发生器输入的电压脉冲信号及时地接通和切断点火线圈初级电路，使点火线圈的次级电路产生高压电。

点火控制器是由放大电路、整形电路及三极管开关电路组成。放大电路将来自信号发生器的电磁感应信号放大后，由整形电路整理成方波信号，由此方波信号驱动、控制三极管开关电路，从而控制点火线圈初级电路的通断，实现点火。

金杯客车的点火控制器、点火线圈都固定在分电器壳体上，使点火控制器、点火线圈与点火信号发生器之间的连线更为方便，结构更为紧凑。

（三）点火线圈

点火线圈的作用是将电源系统的低压直流电变换成 1.5～2.5kV 的高压电。

在金杯 A 系列发动机中采用开磁路和闭磁路两种点火线圈；B 系列 2RZ—E 型发动机采用的是闭磁路点火线圈。各点火线圈的技术参数见表 4-2。

表 4-2　点火线圈技术参数

发动机型号	491Q（开磁路）	491Q（闭磁路）	2RZ—E（闭磁路）
初级线圈电阻	1.3～1.6Ω	1.2～1.6Ω	0.4～0.5Ω
次级线圈电阻	10.7～14.5kΩ	10.2～13.8kΩ	10.0～14.0kΩ
电阻器电阻	1.3～1.5Ω	—	—

（四）火花塞

火花塞的作用是将点火线圈产生的高压电引入发动机燃烧室，并在电极之间形成电火花点着可燃混合气。火花塞主要由壳体、绝缘体和电极组成，如图 4-14 所示。

在钢质壳体内部装有耐高温的氧化铝陶瓷绝缘体，绝缘体中心孔中装有中心电极和金属杆，金属杆上端连接接线螺母端子，用于插接高压分线。金属杆与中心电极之间装有电阻填料进行密封，壳体与绝缘体之间的铜质密封垫圈起密封和导热作用。壳体上部制有便于拆装火花塞的六角平面，形似六角螺母；壳体下部制有螺纹，安装时螺纹与发动机气缸盖上的火花塞座孔连接。侧电极采用焊接工艺焊接在壳体下端，中心电极和旁电极采用镍锰合金制成，具有较好的耐高温、耐腐蚀性能。

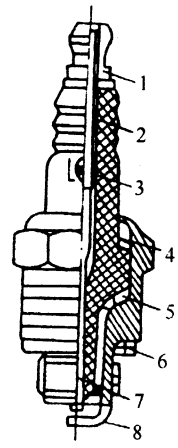


图 4-14　火花塞的结构
1-接线螺母；2-绝缘体；3-金属杆；4-钢质壳体；5-电阻填料；6-中心电极；7-铜质密封圈；8-铜质垫圈；9-侧电极

三、点火系统的故障诊断与检修

在使用过程中，当发动机出现故障（如不能起动），若怀疑是点火系统出现故障，应采用正确的判断方法，找出其故障部位并予以排除。

首先应判断是否是点火系统的故障，具体方法是：

（1）从分电器盖的中心插座上拔下中央高压线，使其端部距气缸 5～7mm；

（2）接通点火开关，转动发动机，观察高压线端的跳火情况：

①若产生强烈的火花则正常，如仍怀疑点火系统有故障，则可能是点火系统高压部分的故障，可检查火花塞、高压线、分火头、点火正时、点火顺序；如不是此部分故障，则用检查供油情况；

②若高压线端处无火花或火花弱，则肯定是点火系统有故障，应对点火系统的主要部件进行检查。

（一）点火线圈的检查

1. 测量点火线圈的电阻

对于开磁路点火线圈，检查步骤如下：

（1）关闭点火开关，脱开高压导线；

（2）如图 4-15 所示，测量初级线圈的电阻值；

（3）如图 4-16 所示，测量次级线圈的电阻值；

（4）如图 4-17 所示，测量电阻器的电阻值。

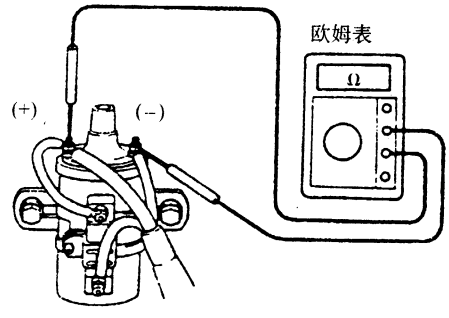


图 4-15　测量初级线圈电阻

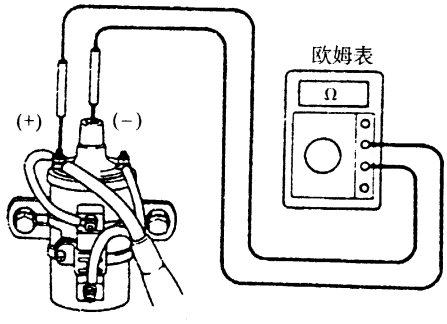


图 4-16　测量次级线圈电阻

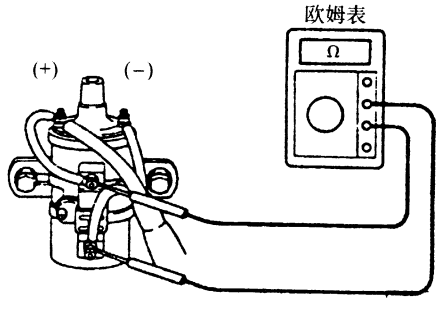


图 4-17　测量电阻器电阻

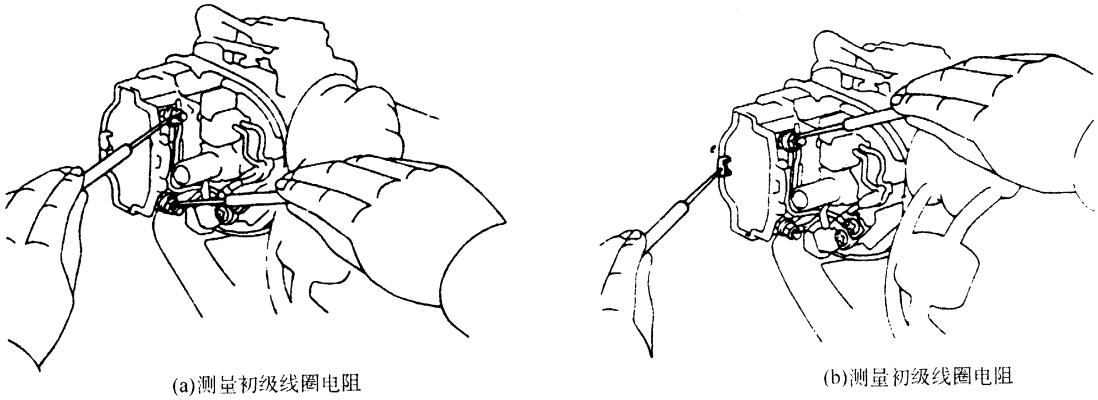
测试阻值应在表 4-2 规定的范围内，否则应更换点火线圈。

对于闭磁路点火线圈，检查步骤如下：

(1) 关闭点火开关，拆下分电器盖、信号转子及防尘罩；

(2) 如图 4-18 所示，测量点火线圈的初级线圈及次级线圈的电阻。

测试阻值应在表 4-2 规定的范围内，否则应更换点火线圈。



(a)测量初级线圈电阻　　(b)测量初级线圈电阻

图 4-18　测量点火线圈的电阻

2. 检查电源线路

(1) 将点火开关置于 ON 位置，使用电压表使其正极（+）测试棒接到电阻器（黑和红线）的接柱上，负极（−）测试棒接到壳体的接地端子上测量电压。如图 4-19 (a) 所示，其电压应约为 12V。

(2) 将点火开关置于 START（起动）位置，使电压表正极（+）测试棒接到点火线圈的正极（+）接柱上，负极（−）测试棒接到壳体的接地端子上测量电压。如图 4-19 (b) 所示，其电压应约为 12V。

如果发现问题，则应检查点火开关和电气配线。

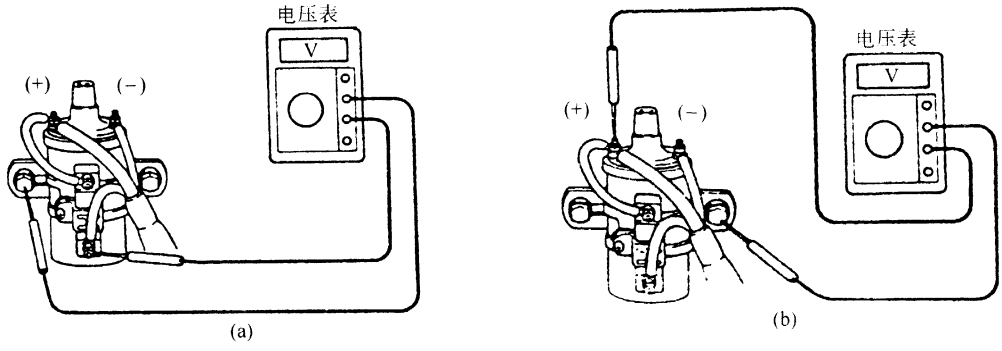


图 4-19　检查电源线路

(二) 火花塞的检查

火花塞的绝缘体不得有破裂，否则应予更换；火花塞的旁电极严重烧蚀时，应予更换新品。火花塞的绝缘体与壳体之间、绝缘体与旁电极之间，不得有严重积炭，否则应予清除。一般情况下，汽车每运行 10 000km 后，应更换火花塞。积炭严重的火花塞应用汽油或酒精浸泡清洗，并

用毛刷刷净表面。导致火花塞积炭的原因主要有：

（1）火花塞的型号选择不当，即火花塞热值偏高，其裙部温度偏低；

（2）混合气过浓或混合气中润滑油过多；

（3）发动机起动频繁或经常长时间起动；

（4）发动机长时间低速运转；

（5）曲轴箱润滑油过多；

（6）活塞环磨损过多；

（7）点火时间过迟。

火花塞电极间隙过大通常是由电极烧蚀所致。电极间隙应用火花塞专用量规进行测量和调整。金杯客车使用的火花塞有两种类型：通用尖端型和白金端型。

通用尖端型火花塞，正确的电极间隙为0.8mm，推荐使用的火花塞有：ND W16EXR—U、NG KBPR5EY、ND W16EX—U、NGK BP5EY。国产火花塞替换型号为T4195J。

白金端型火花塞，标准的电极间隙为1.1mm，推荐使用的火花塞有：ND P16R、NGK BPR5EP11。

安装火花塞时，拧紧力矩为18N·m。

2RZ—E型电喷发动机：0.9～1.1mm。

（三）点火信号发生器的检查

点火信号发生器常见故障是传感线圈不良或空气间隙不当，造成无信号输出或信号过弱，使发动机不能起动或怠速不稳等故障。检查方法如下：

1. 检查信号发生器输出信号

（1）从分电器上拆去点火控制器；

（2）接通点火开关，用起动机带动发动机运转；

（3）用电压表测量信号发生器传感线圈的输出电压。

正常时，电压表的读数在1～2V之间（交流信号）。如果电压表没有读数，可能是传感线圈断路或搭铁短路，或信号发生器永久磁铁失去磁性。

2. 检查传感线圈电阻

（1）从分电器上拆去点火控制器；

（2）用万用表检测传感线圈的电阻值。正常的传感线圈的电阻值应为140～180Ω，任一引脚与外壳之间的电阻应为无穷大。如果电阻值不在规定的范围内，则应更换信号发生器（感应线圈）。

3. 检查信号转子与传感线圈铁心间的空气隙

用非磁性材料制成的厚薄规测量信号转子凸齿与传感线圈铁心间的间隙（见图4-20），间隙应在0.2～0.4mm范围内。

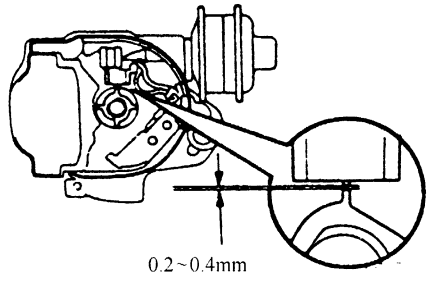


图4-20　检查空气间隙

（四）点火控制器的检查

点火控制器的常见故障是因内部电子元件不良而使其不能正常工作，使大功率三极管不能导通或不能截止。

检查方法如下：

从分电器上拆下点火控制器，在点火控制器的两根信号输入线间，接一只 1.5V 的干电池，如图 4-21 所示。干电池用来模拟信号发生器的输出电压信号。在蓄电池电源与点火控制器输出接柱间接一个 12V 试灯（点火控制器的接线参见图 4-2）。然后接通开关K，当干电池正向连接时，如图 4-21 (a) 所示，点火控制器内大功率三极管应处于导通状态，试灯亮；当干电池反向连接时，如图 4-21 (b) 所示，点火控制器内大功率三极管应处于截止状态，试灯灭，说明点火控制器基本正常，否则说明点火控制器有故障。

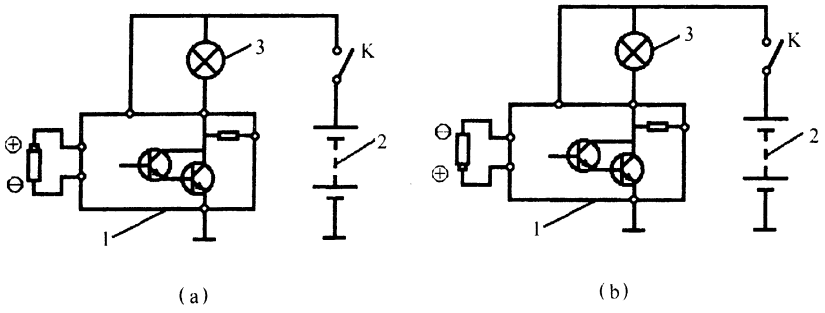


图 4-21　检查点火控制器

1-点火控制器；2-蓄电池；3-试灯

（五）配电器的检查

配电器的常见故障有：分电器盖破损漏电；分电器盖中央插孔内炭精柱压紧弹簧失效、炭精柱卡住而与分火头导电片接触不良；分火头漏电等。检查方法如下：

(1) 分电器盖不应有裂纹、损伤现象，否则应更换分电器盖；

(2) 分电器盖各插孔之间应绝缘，其阻值应在 500MΩ 以上；

(3) 炭精柱及压紧弹簧无损伤，与分火头导电片接触良好；

(4) 分火头无裂纹、导电片无烧损、分火头套在信号转子轴上不松旷。

分火头的细小裂纹肉眼难以发现，通常用高压跳火的方法来检查其是否漏电，方法是：将分火头靠在发动机螺栓上或反过来朝下平放在发动机的机体的一个平面上，拔出分电器盖上的中央高压线，使高压线端离分火头导电片 3～5mm，如图 4-22 所示。打开点火开关，转动发动机使点火系统产生高压。如果可以看到高压线端跳火，则说明分火头已漏电，需要更换。

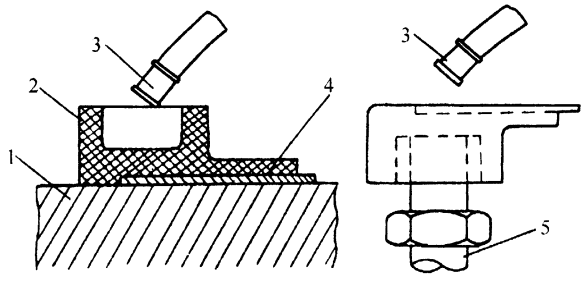


图 4-22　用跳火法检查分火头

1-缸体（搭铁）；2-分火头；3-高压导线；4-分火头导电片；5-螺栓（搭铁）

（六）点火正时的检查与调整

点火正时是指离心提前装置和真空提前装置未起作用时的点火提前角，不正确的原因一般是调整不当或分电器松动。其检查方法如下：

（1）预热发动机达到正常的工作温度。

（2）将转速表和正时灯接到发动机上。机械触点式，将转速表测试头连接到点火线圈负极（－）接线柱上；电磁感应式，拆下分电器盖，将转速表的测试头连接到分电器的辅助插接件上。

注意：绝对不要使点火线圈的接线柱接触到地线，否则会导致损坏点火控制器。

（3）检查触点闭合角度

对于机械触点式，应在发动机怠速运转的条件下，检查触点的闭合角度。其标准值为：52°±6°。如果闭合角度太大，应增大触点间隙；如果闭合角度太小，应减小触点间隙。触点间隙的标准值为 0.45mm。

（4）检查并调整点火正时

①从真空提前的膜片上脱开真空软管，在软管的端部塞上塞子；

②从散热器风扇罩拆下辅助孔盖；

③使发动机在 950r/min 下运行，用点火正时灯照射点火正时标记。此时，国产发动机的点火提前角应为上止点前 0°。进口发动机的点火提前角为上止点前 5°。

如有必要，可拧松分电器的螺栓，并转动分电器使之与正时标记对正。在拧紧分电器后再重新检查点火正时。

分电器螺栓的拧紧力矩为 19N·m。

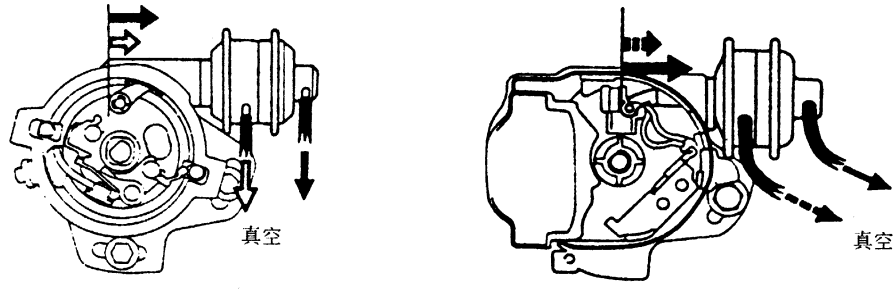
（5）将真空软管重新连接到分电器上，再次检查点火正时。此时，国产发动机的点火提前角应为上止点前 10°。进口发动机的点火提前角为上止点前 15°。

如正时正确，则拆下转速表和正时灯，装上散热风扇罩辅助孔盖。

（七）检查点火提前装置

1. 真空提前装置的检查

检查真空提前装置的方法如图 4-23 所示，脱开真空软管，施加真空。检查真空提前装置是否动作。



(a)触点式　　(b)电磁感应式

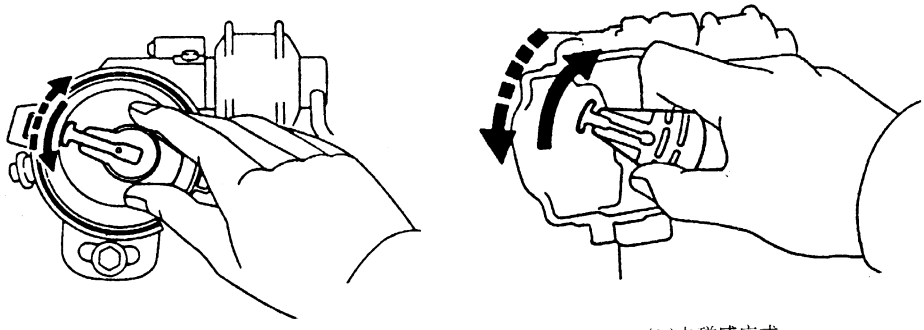
图 4-23　检查真空提前装置

如果真空提前装置不动作，则按需要进行修理或更换。

2. 离心提前装置的检查

离心提前装置的检查方法如图 4-24 所示，打开分电器盖，顺时针转动信号转子，然后放

开，并检查信号转子是否快速地按逆时针方向返回。如信号转子不能迅速复位，说明离心提前装置的弹簧失效或发卡，应按需要修理或更换新品。



(a)触点式　　(b)电磁感应式

图 4-24　检查离空提前装置

（八）检查高压导线

(1) 握住有橡胶套部分的高压导线，将其拔出。如图 4-25 所示。

注意：不要拉或弯曲电线部分，否则会损坏边部导线。

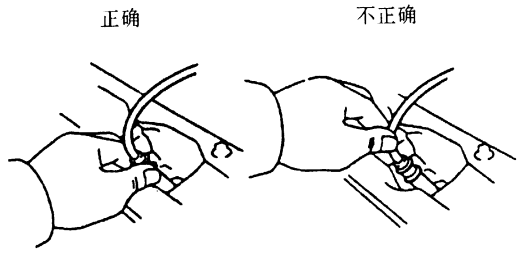


图 4-25　拔出高压导线

(2) 检查高压导线的端子，查看是否腐蚀、断裂或变形。若有按需要更换导线。

(3) 检查高压导线的电阻。

使用欧姆表测量没有脱开分电器盖时的电阻（如图 4-26 所示），其最大电阻：每条导线为 25kΩ。

如果电阻大于最大值，则应检查端子。如有必要，则应更换高压导线和（或）分电器盖。

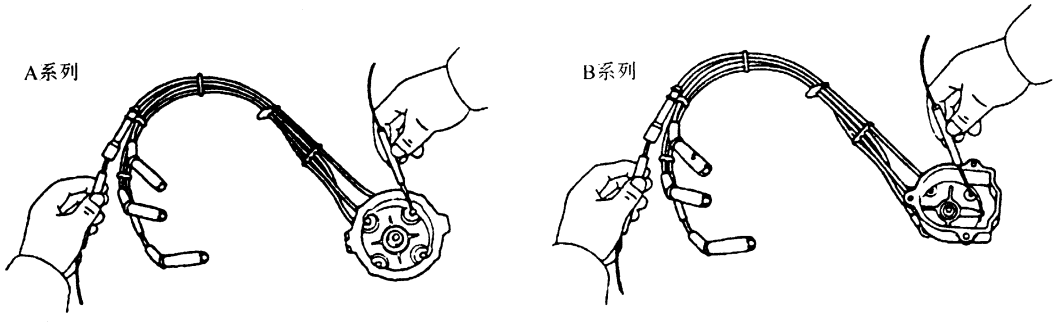


图 4-26　检查高压导线

第五章　发动机电子控制系统

沈阳金杯客车制造有限公司，根据用户需要和满足环保要求，生产的系列轻型客车配装不同型号的发动机。其中，金杯SY6480A系列轻型客车配备国产491Q—E型发动机；SY6480B系列轻型客车引进日本丰田原装2RZ—E型发动机。

一、发动机电控系统的组成

发动机电控系统是采用一个内置微机的电子控制单元ECU，将与发动机各种工况相匹配的喷油持续时间、点火时刻等数据，以及用来计算的程序存储在微机存储器中。ECU依据存储的程序对发动机传感器输入的各种信息进行运算、处理、判断，然后输出指令，控制有关执行器动作，从而实现对发动机的动态控制，使发动机处于最佳工作状态。

发动机电控系统主要包括燃油喷射控制、点火控制、怠速控制（ISC）、电动燃油泵控制、排气再循环控制、燃油蒸发再循环控制和自诊断系统等。不同型号的发动机实现的控制功能也不一样。

（一）2RZ—E发动机电控系统的组成

2RZ—E发动机电控系统原理如图5-1所示。

2RZ—E发动机电控系统包括燃油喷射控制、点火控制、电动燃油泵控制、空燃比反馈控制、排气再循环控制及故障自诊断系统。

1. 燃油喷射控制系统（EFI）

电控单元ECU根据进气量、发动机转速、节气门位置、冷却水温度、进气温度和其他信号决定喷油持续时间，并将控制信号送给喷油器。该发动机采用四缸多点间歇式燃油喷射控制系统，即在发动机每一个进气门前方的进气歧管上均匀安装一只喷油器，如图5-2所示。燃油适时喷在节气门附近的进气歧管内，空气与燃油在进气门附近形成燃油混合气，在进气门打开时被吸入气缸。

燃油喷射控制系统除电控单元ECU外，还包括进气系统和燃油供给系统。

（1）进气系统

进气系统的功用是为发动机可燃混合气的形成提供必要的空气。主要由空气滤清器、节气门体、动力腔和进气歧管等组成，见图5-1所示。

通过空气滤清器过滤的空气，经节气门体流入动力腔，分配给各缸进气歧管，然后与喷油器喷射的燃油形成可燃混合气，当进气门打开时，被吸入气缸内。

一般行驶时，空气的流量由节气门体中的节气门来控制（节气门由加速踏板操作）。踩下加速踏板时，节气门打开，进入的空气量增多。怠速时，节气门关闭，空气由旁通空气道通过。旁通空气道的进气量由石蜡调节式空气阀来调节。进入空气量的多少由进气歧管压力传感器来测量。

（2）燃油供给系统

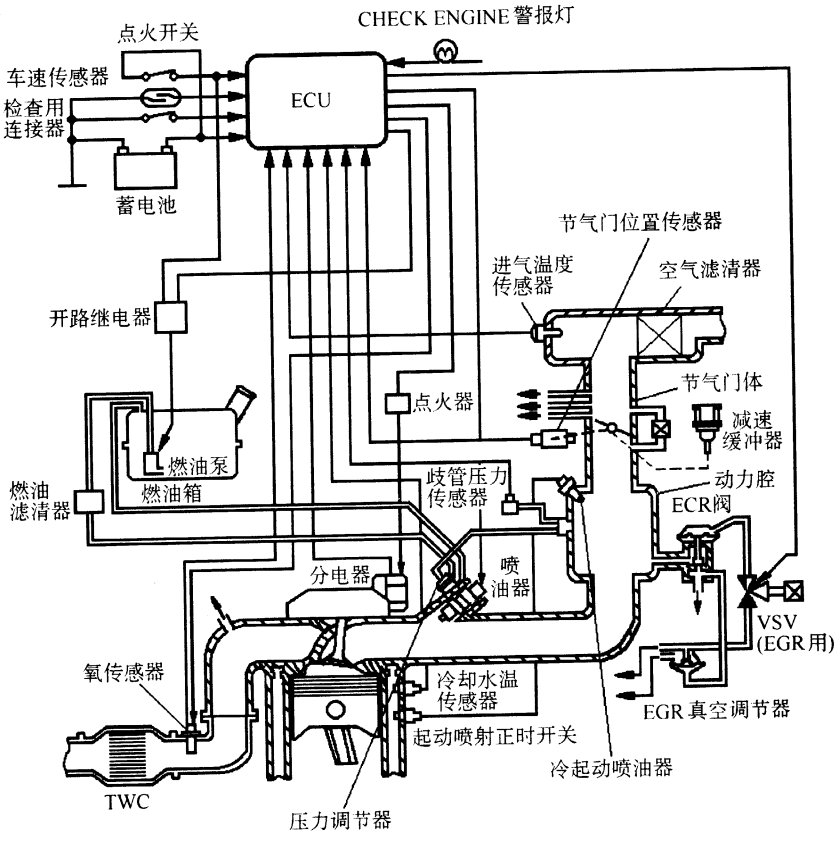


图 5-1　2RZ—E 发动机电控系统原理图

燃油供给系统的功用是供给发动机燃烧所需要的燃油。主要由燃油箱、燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器和喷油器等组成（见图 5-1 所示）。

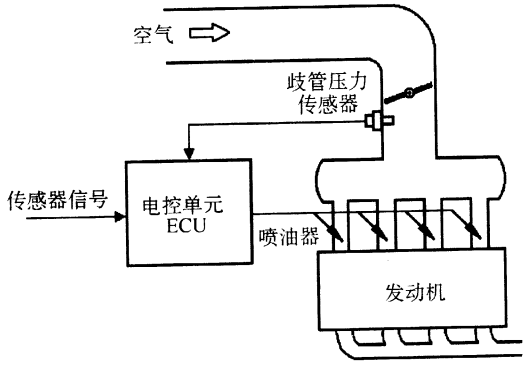


图 5-2　多点喷射示意图

燃油由燃油泵从油箱中泵出，先经燃油滤清器除去杂质及水分后，再经燃油压力调节器调节油压，使油管中的油压保持在 265～304kPa 范围内，最后由喷油器适时喷入进气门附近，与进入的空气形成混合气。当进气门打开时，被吸入各气缸。

2. 点火控制系统

电控单元 ECU 根据发动机转速、进气歧管压力、冷却水温、节气门位置等信号，决定最佳点火提前角，并将控制信号送到点火器。再由点火器切断点火线圈的初级电路，在次级绕组上产生高压电，通过分电器的配电器分配给各缸火花塞进行点火。

3. 电动燃油泵控制系统

电控单元 ECU 根据发动机的工作情况，控制电动燃油泵只有在发动机起动和运转时才工作，此时即使点火开关接通，但发动机没有转动，燃油泵也不工作。电动燃油泵控制实质上是

对油泵电路开路继电器的控制。继电器的触点闭合，油泵通电工作；继电器触点断开，油泵停止工作。

4. 空燃比反馈控制系统

为了适应排放法规的要求，金杯轻型客车都装有三元催化转换器。三元催化作用只有混合气在理论空燃比附近时，才能使 HC、CO 的氧化作用和 NO_X 的还原作用同时进行，才具有向 CO_2、H_2O、O_2、N_2 无害化充分转化的能力。因此，为了有效地利用三元催化转换器，充分净化排气，就必须采用空燃比反馈控制，使空燃比尽可能地维持在理论空燃比附近较窄的范围内。

5. 排气再循环控制系统

排气再循环控制系统是根据发动机的不同工况，将适量的排气引入进气系统中。其主要目的是通过降低混合气的燃烧温度以降低 NO_X 的生成；同时又避免由于引入排气量过多，造成发动机性能恶化、功率下降、油耗上升等不良影响。

6. 故障自诊断系统

故障自诊断系统的功能是由微机实时监测发动机控制系统出现的故障。当发生故障时，仪表板上专设的“检查发动机警报灯”会点亮，以通知驾驶员出现故障；同时微机将故障信息以代码的形式存入存储器内，以便维修时，技术人员将存入存储器的故障代码调出，快速判断故障，及时进行维修。简言之，故障自诊断系统的功能就是向驾驶员或维修人员提供故障情报。

（二）491Q—E 发动机电控系统的组成

491Q—E 型发动机电子控制系统的结构原理如图 5-3 所示。

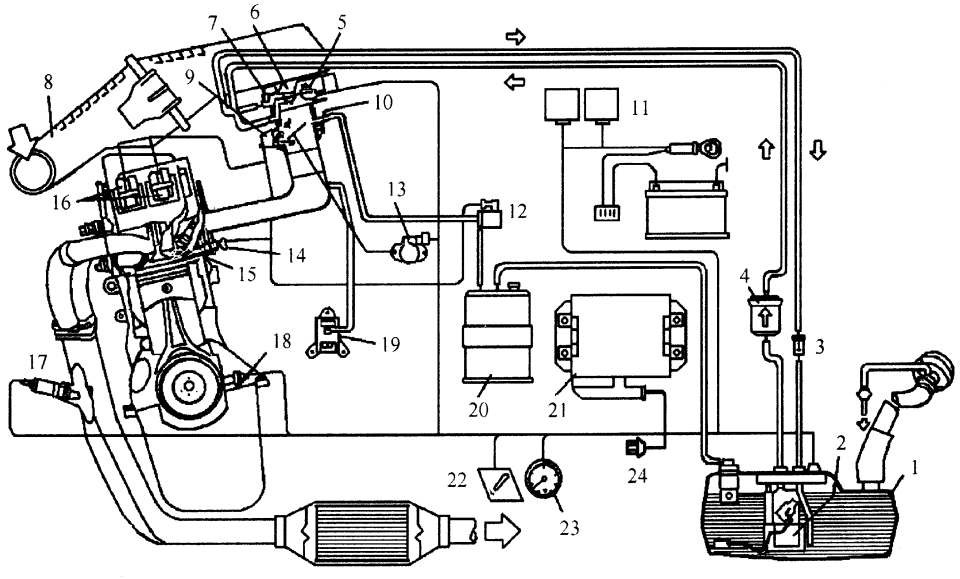


图 5-3　491Q—E 型发动机单点电喷系统结构图

1-燃油箱；2-燃油泵；3-单向阀；4-燃油滤清器；5-进气温度传感器；6-喷油器；7-燃油压力调节器；8-空气滤清器；9-怠速步进电机；10-燃油蒸发再循环连接管；11-电控系统继电器；12-燃油蒸发再循环电磁阀；13-节气门位置传感器；14-冷却水温度传感器；15-火花塞；16-点火线圈；17-氧传感器；18-上止点/转速传感器；19-歧管压力传感器；20-活性炭罐；21-电子控制单元（ECU）；22-故障警告指示灯（选装）；23-转速表（选装）；24-故障检测仪接口

491Q—E 发动机电控系统同样包括燃油喷射控制、点火控制、电动燃油泵控制、空燃比反馈控制、怠速控制、燃油蒸发排放控制系统及故障自诊断系统。其中，电动燃油泵控制和空燃比反馈控制与 ZRZ—E 发动机的控制方式相同，其他控制系统都略有差异。

1. 燃油喷射控制系统（EFI）

491Q—E 发动机采用意大利玛瑞利（MARELI）公司生产的 I. A. W. 16C4 型电子控制单点间断式燃油喷射（SPI）系统，简称单点电喷系统，即仅在节气门体上安装一只喷油器，如图 5-4 所示。燃油喷入节气门前方的进气管中与进气气流混合形成燃油混合气，节气门打开时，通过进气歧管分配到各个气缸。这种单点喷射系统用节气门体取代传统的化油器，其结构简单，生产成本低，仅略高于化油器式发动机。

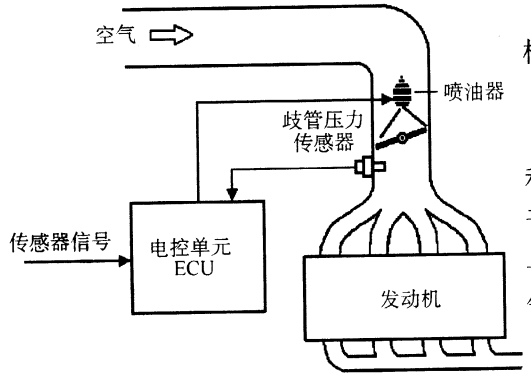


图 5-4　单点喷射示意图

燃油喷射控制系统除电控单元 ECU 外，也同样包括进气系统和燃油供给系统。

（1）进气系统

进气系统主要由空气滤清器 7、节气门体 10 和进气歧管等组成，为发动机提供充足和准确的干净空气。空气经空气滤清器滤除灰尘等杂质后，与喷油器喷入节气门前方的燃油形成燃油混合气，进入进气歧管，当进气门打开时，被吸入气缸。

一般行驶时，空气的流量由节气门体中的节气门来控制（节气门由加速踏板操作）。踩下加速踏板时，节气门打开，进入的空气量增多。怠速时，节气门关闭，空气由旁通空气道通过。旁通空气道的开度由 ECU 控制怠速步进电机的运行步数来调节。

（2）燃油供给系统

燃油供给系统主要由燃油箱、燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器、喷油器及单向阀等组成（见图 5-2 所示），其功用是供给发动机燃烧所必需的燃油。燃油由燃油泵从油箱中泵出，先经燃油滤清器除去杂质及水分后，再经燃油压力调节器调节油压，使油管中的油压达到 100kPa，最后由喷油器适时喷入节气门附近，与进入的空气形成混合气。当进气门打开时，被吸入各气缸。

2. 点火控制系统

491Q—E 发动机点火控制系统采用无分电器直接点火方式，即取消了分电器，由点火线圈产生的高压电直接送到火花塞。它采用两个点火线圈，一个点火线圈有两个高压输出端，分别与一个火花塞连接，负责对两个气缸进行点火。电控单元 ECU 根据曲轴位置传感器送来的信号，判断 1、4 缸和 2、3 缸上止点位置，然后发出控制信号给点火线圈。点火提前角仍然由微机根据发动机转速、进气歧管压力、冷却水温、节气门位置等信号来决定。该发动机点火提前角为 12°±5°。

3. 怠速控制系统

怠速控制是控制发动机在保证低排放、低油耗的情况下有一个稳定的怠速转速。其实质是控制怠速时的进气量。当发动机怠速负荷增大时，增大进气量，使怠速转速提高，防止发动机运转不稳或熄火；当发动机怠速负荷减小时，减小进气量，使怠速转速降低。该发动机通过控制怠速步进电机运转步数来调节旁通空气道的开度，从而实现怠速时进气量的控制。该发动机稳定

怠速为 730±50r/min。

4. 燃油蒸发排放控制系统

为了防止油箱内燃油蒸发气中质量较轻的 HC 进入空气，造成空气污染，将油箱内燃油蒸发气经过活性炭罐进入进气歧管再进入燃烧室燃烧。但经回收进入进气歧管的燃油蒸发量必须加以控制，以防破坏正常的混合气成分。这一控制由电控单元 ECU 通过控制电磁阀的开、闭来实现。在发动机停机或怠速运转时，电控单元 ECU 使电磁阀关闭，这时从油箱蒸发的燃油蒸发气被炭罐吸收。当发动机以中高速运转时，电控单元 ECU 使电磁阀开启，储存在炭罐内的汽油蒸发气被吸入发动机。此时发动机的进气量较大，少量燃油蒸发气不会影响混合气的浓度。

5. 故障自诊断系统

该发动机电控系统也设置故障自诊断系统，当发动机电控系统出现故障时，发动机按固定的模式运行（故障警告灯点亮），同时微机将故障信息存储在存储器内，依据专用检测仪可读取故障信息。

（三）发动机电控系统的组成

发动机电子控制系统主要由传感器、电控单元 ECU 和执行器三大部分组成。

（1）传感器是一种信号转换装置，安装在发动机的各个部位，其功用是检测发动机运行状态的各种物理、化学和电参数，并将他们转换成计算机能够识别的信号输入电控单元 ECU。主要的传感器有歧管压力传感器、曲轴位置/发动机转速传感器、进气温度传感器、冷却水温传感器、节气门位置传感器、氧传感器及开关信号等。

（2）电控单元 ECU 是以微处理器为核心的微机控制装置。其功用是对各种传感器输送来的信息进行运算、处理和分析判断，然后发出各种控制指令，使执行器按规定动作。同时，电控单元还具有故障监测功能，能将系统中发生的故障存储记忆下来，为维修提供依据。另外它还能在系统发生某些故障时自动起用发动机的后备系统，防止车辆停驶。

（3）执行器是控制系统的执行机构，其功用是接受控制单元的控制指令，完成具体的控制动作，对发动机运行实施调整。主要的执行器有电动燃油泵、电磁喷油器、点火装置、怠速空气调整器、排气再循环控制阀和燃油蒸发控制阀等。

图 5-5 所示为 2RZ—E 发动机控制系统各部件在车上的安装位置。

图 5-6 为 491Q—E 发动机电控系统的组成。

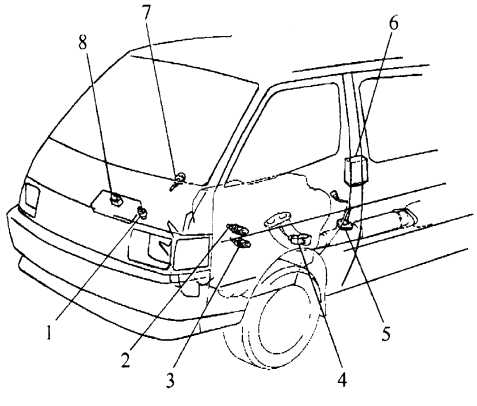


图 5-5　2RZ—E 发动机电控元件安装位置
1-EFI 主继电器；2-冷却水温传感器；3-起动喷油器正时开关；4-进气歧管压力传感器；5-氧传感器；6-ECU；7-进气温度传感器；8-开路继电器

二、主要部件的结构和工作原理

金杯 A、B 系列轻型客车配装 2RZ—E 和 491Q—E 两种型号的发动机，所采用的部件较多，其结构有同也有异，不同之处特别标明。

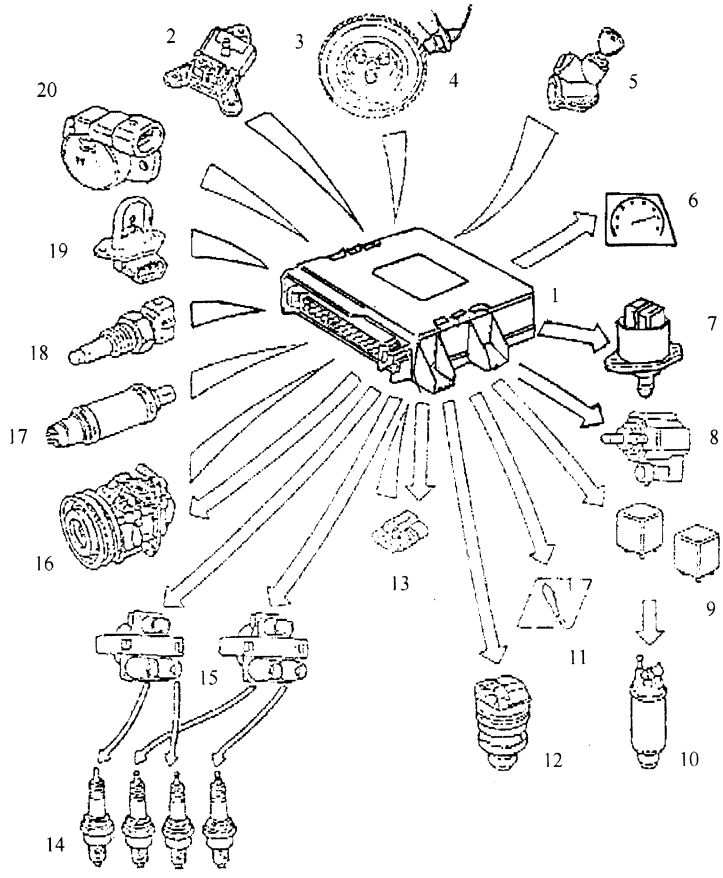


图 5-6　491Q—E 型发动机电控系统

1-电控单元 ECU；2-歧管压力传感器；3-发动机带齿的皮带轮；4-上止点/转速传感器；5-点火开关；6-转速表（选装）；7-怠速步进电机；8-燃油蒸气再循环电磁阀；9-双继电器；10-燃油泵；11-故障警告指示灯（选装）；12-喷油器；13-检测仪插头；14-火花塞；15-点火线圈；16-空调压缩机；17-氧传感器；18-水温传感器；19-进气温度传感器；20-节气门位置传感器

（一）传感器的结构和工作原理

用于发动机电控系统的传感器有：进气歧管压力传感器、曲轴位置/发动机转速传感器、进气温度传感器、冷却水温传感器、节气门位置传感器、氧传感器及开关信号等。

1. 进气歧管压力传感器

进气歧管压力传感器是发动机电控系统中非常重要的传感器，是一种间接测量发动机进气量的装置，其功用是通过检测电子控制燃油喷射系统（EFI—D）进气歧管内空气压力来反映发动机的负荷状况，并将发动机负荷状况转变为电信号输入发动机电控单元 ECU，作为决定喷油器基本喷油量的依据。2RZ—E 和 491Q—E 发动机进气歧管压力传感器都采用半导体压敏电阻式，即采用半导体元件，将压力的变化转变为电信号。它具有灵敏度高、动态响应好、易于微型化和集成化等特点。

进气歧管压力传感器通过软管与节气门体下端的动力腔（491Q—E 为进气歧管）相通，安装在发动机舱左壁（491Q—E 为后壁）上。歧管压力传感器的外形及结构如图 5-7 所示。主要由硅膜片、真空室、集成电路和线束插座等组成。

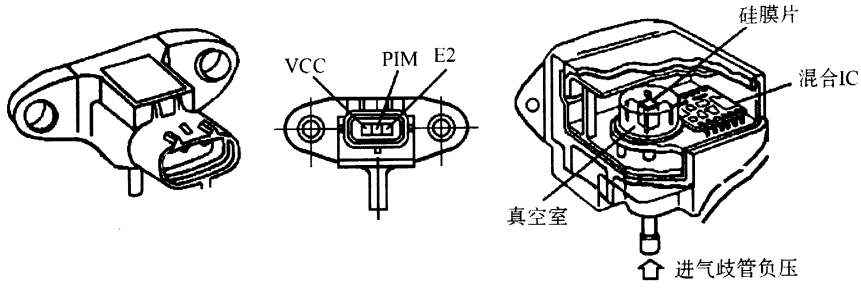


图 5-7　歧管压力传感器的外形及结构

硅膜片是压力转换元件，膜片一面通真空室，另一面导入进气歧管压力。当歧管内的进气压力变化时，硅膜片将随之产生变形。硅膜片的边长约为 3.0mm，厚度约为 160μm，其中部经光刻腐蚀形成直径约为 2.0mm，厚度约为 50μm 的薄膜，在薄膜表面的四周，采用微加工和台面扩散技术形成四个测量电阻，这四个测量电阻以惠斯顿电桥方式在薄片内部连接起来，如图 5-8 所示。

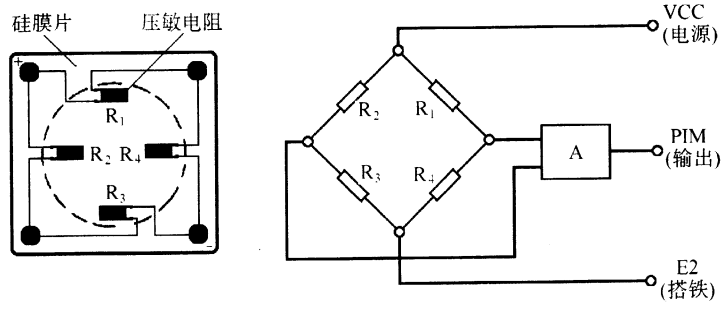


图 5-8　压敏电阻式进气歧管压力传感器工作原理

由于薄膜一侧是真空室，因此薄膜的另一侧即进气歧管内绝对压力越高，硅膜片的变形越大，其应变与压力成正比，附着在薄膜上的应变电阻也随应变成正比变化，这样利用惠斯顿电桥将膜片的变形转变成电信号。因为输出的电信号很弱，所以需要经混合集成电路进行放大后输出。

当发动机工作时，进气歧管内的部分空气经传感器进气口作用在硅膜片上，硅膜片就会产生应变，应变电阻的阻值就会发生变化，电桥输出电压将随之变化。因为进气压力随进气流量的变化而变化，当节气门开度增大（即进气流量增大）时，空气流通截面增大，气流速度降低，进气压力升高，膜片的变形量增大，应变电阻的变化率增大，电桥输出的电压升高，经集成电路进行比例放大后，传感器输入电控单元（ECU）的信号电压升高。反之，当节气门开度由大变小（即进气流量减小）时，进气流通截面减小，气流速度升高，进气压力降低，膜

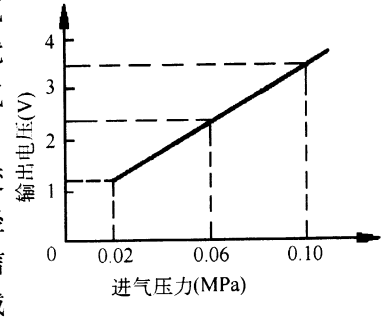


图 5-9　歧管压力传感器输出特性

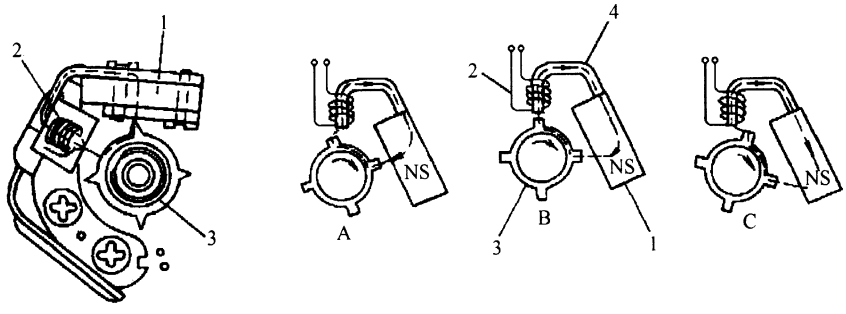
片的变形量减小，应变电阻的变化率减小，电桥输出电压降低，经过比例放大后，传感器输入ECU的信号电压降低，如图5-9所示。电控单元ECU根据歧管压力变化情况，间接地检测出吸入的空气量，从而决定喷油时间。

2. 曲轴位置/转速传感器

曲轴位置/转速传感器是发动机电子控制系统中最主要的传感器，是控制点火时刻和喷油时刻不可缺少的信号源。其功用是检测活塞上止点、曲轴转角信号和发动机转速信号，并输入电控单元ECU，ECU根据接受的信号判断活塞上止点的位置，从而进行喷油时刻控制和点火时刻的控制。

(1) 2RZ—E发动机曲轴位置/转速传感器的结构与原理

2RZ—E发动机采用电磁式曲轴位置/转速传感器，安装在分电器内。由固定在分电器轴上的4个凸齿的信号转子和设置在转子外侧的耦合线圈（感应线圈）及托架组成，如图5-10(a)所示。永久磁铁与磁轭（导磁板）连接，通过信号转子而构成导磁回路。当信号转子随分电器轴（曲轴）转动时，传感器磁路中的气隙发生周期性变化，磁路的磁阻和穿过传感线圈的磁通量随之发生周期变化。根据电磁感应原理，传感线圈中就会感应产生交变电动势。



(a)结构图　　(b)工作原理

图5-10　2RZ—E发动机曲轴位置传感器

1-永久磁铁；2-感应线圈；3-信号转子；4-托架（磁轭）

如图5-10(b)所示，当信号转子的凸齿接近感应线圈内的铁心时，凸齿与铁心间的气隙减小，磁路磁阻减小，磁通量Φ增多，磁通变化率（$d\Phi/dt>0$）增大，感应电动势E为正。

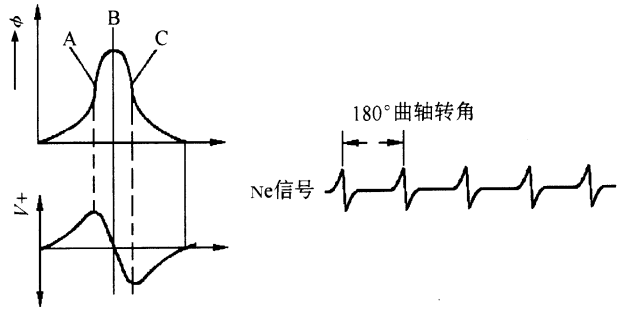
当信号转子的凸齿接近铁心边缘时，磁通量Φ急剧增大，磁通变化率$d\Phi/dt$最大，感应电动势E达到最大值。

当信号转子凸齿的中心线与铁心的中心线对齐时，虽然此时凸齿与铁心间的气隙最小，磁路磁阻最小，磁通量Φ最多，但由于磁通量不可能继续增加，磁通变化率$d\Phi/dt$为零，感应电动势E为零。

当信号转子的凸齿离开铁心时，凸齿与铁心间的气隙增大，磁路磁阻增大，磁通量Φ减少，感应电动势E为负值。

由此可见，信号转子每转过一个凸齿，传感器线圈中就产生一个周期的交变电动势（即电动势出现一次最大值和一次最小值），传感器也就相应地输出一个交变电压信号，如图5-11所示。分电器每转一圈，传感器输出4个交变信号（即Ne信号）给电控单元ECU，ECU根据该信号计算出发动机转速。而且从结构上保证了凸轮和感应线圈内铁心对正（凸轮与感应线圈铁心间空气隙最小）时，活塞处于接近上止点位置，以此为参照点来确定曲轴位置，进而控制喷

油器开启时刻和点火时刻。



(a)感应线圈中产生的电压　　(b)Ne信号

图 5-11　感应线圈中产生的电压及输出的 Ne 信号

(2) 491Q—E 发动机上止点/转速传感器的结构与工作原理

491Q—E 型发动机电控系统上止点/转速传感器安装在发动机链轮室内，其结构如图 5-12 所示。

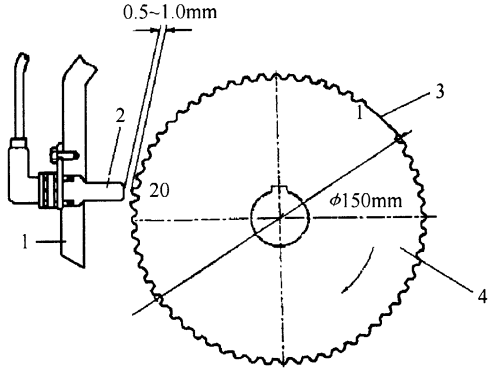


图 5-12　491Q—E 发动机曲轴位置/转速传感器
1-链轮室盖；2-磁感应式传感器；3-齿缺；4-信号转子

信号转子是一个带有细齿的薄圆盘（也称齿盘），随曲轴一起旋转。在齿盘式信号转子的外圆周上间隔均匀地制有 58 个凸齿、57 个小齿缺和一个大齿缺，大齿缺输出基准信号，对应 1、4 缸活塞上止点前一定角度。大齿缺所占的弧度相当于两个凸齿和三个小齿缺所占的弧度。一个凸齿和一个小齿缺所占的曲轴转角为 6°（360/60＝6）。

磁感应式传感器用螺钉固定在发动机缸体上，由永久磁铁、传感线圈和线束插头组成。永久磁铁上带有一个铁心，铁心正对信号转子，铁心与磁轭（导磁板）连接而构成导磁回路。当信号转子随曲轴转动时，传感器磁路中的气隙发生周期性变化，磁路的磁阻和穿过传感线圈的磁通量随之发生周期变化。根据电磁感应原理，传感线圈中就会感应产生交变电动势。

信号转子每转过一个凸齿，传感器线圈中就产生一个周期的交变电动势（即电动势出现一次最大值和一次最小值），传感器也就相应地输出一个交变电压信号。因为信号转子上有一个大齿缺，所以当大齿缺转过铁心时，信号电压所占的时间较长，即输出信号为一宽脉冲信号，如图 5-13 所示。该信号对应于 1 缸和 4 缸上止点前一定角度。当发动机 1 缸和 4 缸处于上止点位置时，磁感应式传感器的铁心与信号转子的第 20 个凸齿正对（从齿缺向逆时针方向数）；当发动机 2 缸和 3 缸处于上止点位置时，磁感应式传感器的铁心恰好与信号转子的第 50 个凸齿正对。所以，电控单元 ECU 接收到宽脉冲信号后，便可知道再接收 20 个脉冲信号时即为 1 缸、4 缸上止点，从而确定喷油时刻和点火时刻。

每当信号转子随发动机曲轴转一圈，传感器就会向电控单元 ECU 输入 58 个脉冲信号。因此，ECU 每接收到转速传感器 58 个信号，就可确定发动机曲轴转了一圈。ECU 根据每分钟接收转速传感器脉冲信号的数量，便能迅速计算出发动机的转速。

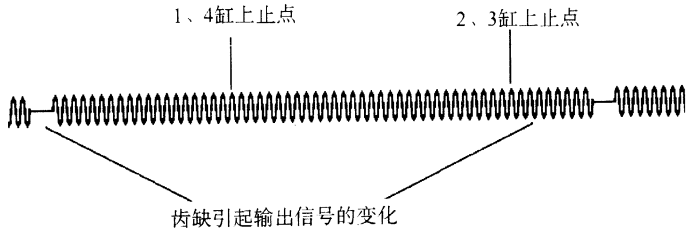


图 5-13　曲轴位置/转速传感器输出信号

注意：由于信号转子与感应线圈铁心间的气隙直接影响磁路的磁阻，从而影响输出信号的高低，因此，在使用中，信号转子与感应线圈铁心间的气隙不能随意变动。气隙如有变化，必须按规定进行调整。491Q—E 为 0.5～1.0mm；2RZ—E 为 0.2～0.5mm。

3. 冷却水温传感器

冷却水温传感器又称水温传感器，安装在发动机体冷却水套上，它的功用是检测发动机冷却水温度，并将冷却水温度信号变换为电信号传送给电子控制单元 ECU。电子控制单元 ECU 根据发动机的冷却水温度信号修正喷油时间和点火时刻，从而获得浓度较为合适的混合气和最佳点火提前角。

冷却水温度传感器的外形及结构如图 5-14 所示，主要由热敏电阻、接线端子和外壳等构成。热敏电阻（采用负温度系数型）是水温传感器的检测元件，具有温度升高阻值减小，温度降低阻值增大的特性，如图 5-15 所示。

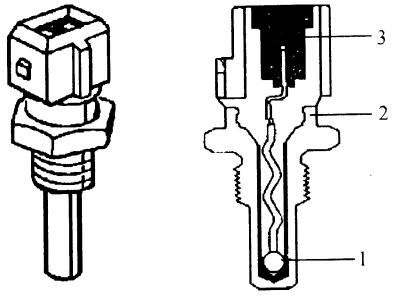


图 5-14　水温度传感器的外形及结构
1-热敏电阻；2-外壳；3-接线端子

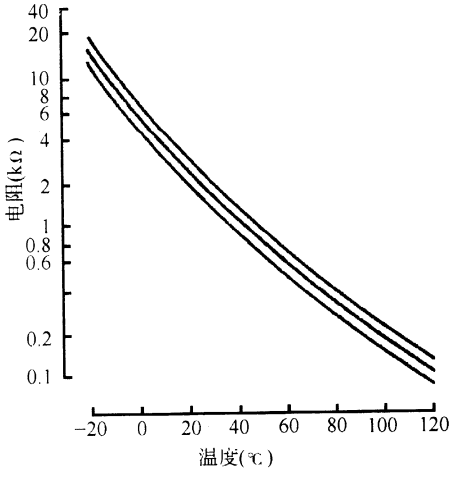


图 5-15　水温传感器的输出特性

水温传感器与 ECU 的连接电路如图 5-16 所示，传感器的两个电极用导线与电子控制单元 ECU 插座连接。电子控制单元内部设置一个串联分压电路，分压电路中稳定的电压由电子控制单元提供（为 5V），传感器输入电子控制单元的温度信号电压等于热敏电阻的分压值。

当被测水温升高时，热敏电阻值减小，热敏电阻上的分压值降低，传感器输出的电压也就降低；反之，当被测水温降低时，热敏电阻值增大，热敏电阻上的分压值升高，传感器输出的电压也就升高。电子控制单元 ECU 根据接收到的信号电压值，便可查表求得对应的温度值，从而进行实时控制。

4. 进气温度传感器

进气温度传感器也是确定喷油量不可缺少的重要传感器。其功用是检测发动机吸入的空气温度，并将空气温度信号变换为电信号传送给电子控制单元ECU，电子控制单元根据进气温度的高低，修正喷油量和点火提前角。

进气温度传感器结构如图5-17所示，其工作原理与水温传感器相同，也是一个负温度系数的热敏电阻。2RZ—E发动机进气温度传感器安装在空气滤清器的壳体内，491Q—E发动机进气温度传感器安装在节气门体上。

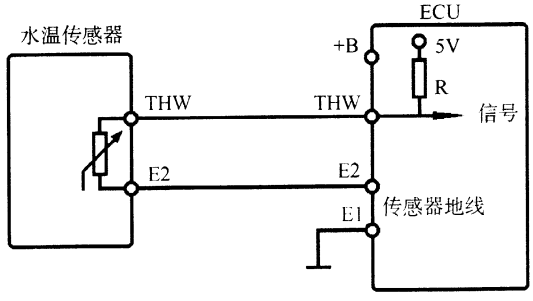


图5-16　水温传感器与ECU的连接电路

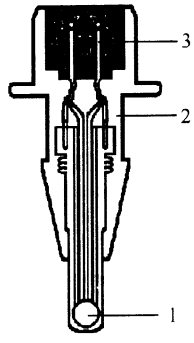


图5-17　进气温度传感器结构

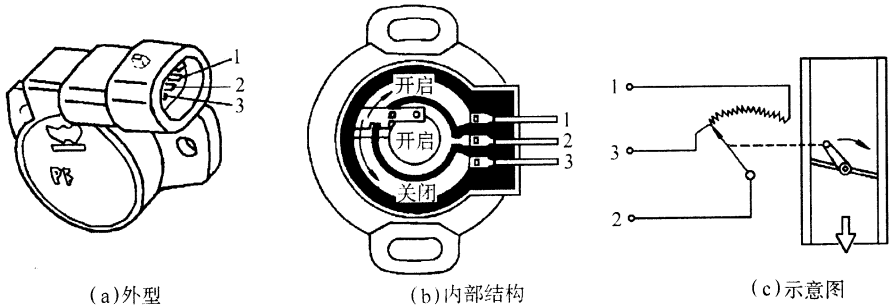
1-热敏电阻；2-外壳；3-接线端子

5. 节气门位置传感器

节气门位置传感器安装在节气门体上节气门轴的一端，其功用是将节气门（俗称油门）开度的大小转变为电信号输入电子控制单元ECU，ECU根据节气门位置信号判断发动机的工况，如怠速工况、部分负荷工况和大负荷工况等等，并根据发动机不同工况对混合气浓度的需求来控制喷油量。

（1）491Q—E发动机节气门位置传感器的结构与工作原理

491Q—E发动机节气门位置传感器采用线性式节气门位置传感器。其外型及内部结构如图5-18所示，主要由电位计（与节气门轴连接）、节气门轴和壳体组成。电位计的滑线电阻为镀膜电阻，制作在传感器底板上，滑线电阻的滑臂随节气门轴一同转动，并与输出端子“2”连接。



(a)外型　　(b)内部结构　　(c)示意图

图5-18　外型及内部结构

1-电源电压（5V）；2-信号输出端子；3-搭铁端子

由图5-18可见，当节气门开度变化时，滑臂便随节气门轴转动，带动触点在镀膜电阻上滑动，传感器的输出电压随之发生变化，如图5-19所示。节气门位置传感器将节气门开度转变为电信号输送给电控单元ECU，电控单元ECU通过节气门位置传感器可以获得表示节气门由

全闭到全开的所有开启角度的连续变化的模拟信号，从而更精确地判定发动机的运行工况。

节气门位置调节器无须进行调整，节气门关闭时的角度范围为 2°～14°。

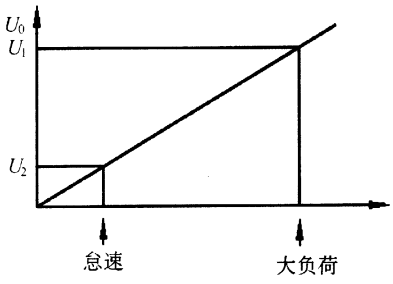


图 5-19　线性式节气门传感器电压输出特性

（2）2RZ—E 发动机节气门位置传感器的结构与工作原理

2RZ—E 发动机节气门位置传感器采用触点开关式节气门位置传感器。这种形式的传感器结构和节气门开度与输出电压信号的关系如图 5-20 所示，主要由安装在节气门体上并与节气门轴联动的导向凸轮、可检测怠速位置的怠速触点（IDL）、检测全开位置的功率触点（PSW）以及沿导向凸轮沟槽移动的可动触点和接线插头等构成。导向凸轮由固定在节气门轴上的控制杆驱动。

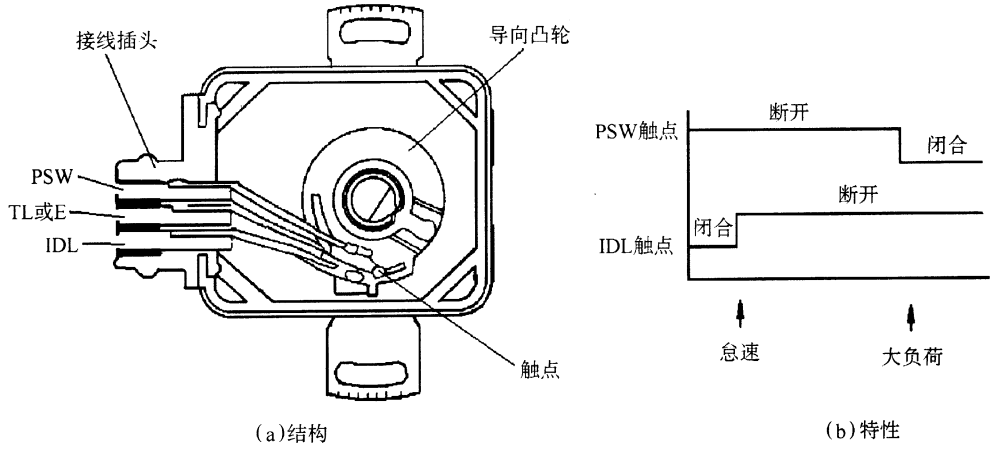


图 5-20　触点开关式节气门位置传感器结构与电压输出信号

当节气门闭合时，怠速触点 IDL 闭合，功率触点 PSW 断开，传感器怠速触点 IDL 输出端子输出的信号为低电平，功率触点 PSW 输出端子输出的信号为高电平。ECU 接收到节气门位置传感器输入的这两个信号，如果此时车速传感器输入的信号表示车速为零，那么 ECU 便可判定发动机为怠速状态，从而控制喷油器增加喷油量，保证发动机怠速转速稳定而不致熄火；如果此时车速传感器输入的信号表示车速不为零，那么 ECU 便可判定发动机处于减速状态，从而控制喷油器不喷油或少喷油，以降低排放和提高经济性。怠速触点 IDL 在非怠速状态时均为打开状态。

当节气门开度增大时，导向凸轮随节气门轴转动，将怠速触点顶开，功率触点也处于断开状态，传感器怠速触点 IDL 输出的信号和功率触点 PSW 输出的信号均为高电平，ECU 接收到两个高电平信号，便可判定发动机处于部分负荷运行状态，此时电脑根据空气流量传感器信号和曲轴转速信号确定喷油量。

当节气门接近全开（80%以上负荷）时，导向凸轮随节气门转动而使功率触点闭合，其输出端子输出低电平，此时怠速触点保持断开状态，输出高电平，ECU 接收到两个信号，便可判定发动机处于大负荷运行状态，从而控制喷油器增加喷油量，保证发动机输出足够的动力。

6. 氧传感器

氧传感器的功用是通过检测排气中氧离子的含量来获得混合气的空燃比信号，并将该信

号转变为电信号输入电子控制单元ECU。电子控制单元ECU根据氧传感器信号，对喷油持续时间进行修正，实现空燃比反馈控制（闭环控制）。利用氧传感器对混合气的空燃比进行闭环控制后，能将空燃比A/F控制在理论空燃比14.7附近，使三元催化达到最佳效果，从而降低有害气体的排放量。

491Q—E、2RZ—E型发动机电控系统都采用加热型氧化锆式氧传感器。氧传感器安装在排气歧管上。

加热型氧化锆式氧传感器的结构如图5-21所示，主要由二氧化锆制成的陶瓷管、护套、金属壳、加热电阻和引线端子等组成。

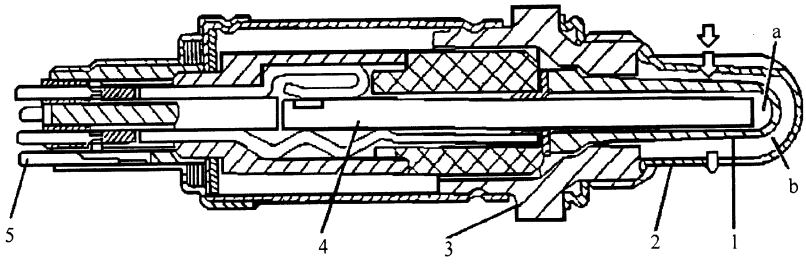


图5-21　氧传感器结构图

a-与外部空气接触的电极（+）；b-与尾气接触的电极（-）

1-氧化锆陶瓷管；2-套管；3-金属壳；4-加热电阻；5-引线端子

二氧化锆（ZrO_2）是一种固体电解质，将其制作成试管形状的陶瓷管，以便排气中的氧离子能够均匀扩散与渗透。氧化锆陶瓷管简称锆管，锆管内外表面都喷涂有一层铂膜作为电极，并与传感器信号输出引线相连接。锆管内表面通大气，外表面通尾气。为了防止发动机排出的废气对铂膜产生腐蚀，在锆管外表面的铂膜上还喷涂有一层氧化锆陶瓷粉末（白色）作为保护膜。

二氧化锆固体电解质属于多孔性材料，氧离子在其内部能够扩散和渗透。当氧离子在锆管中扩散时，锆管内外表面之间的电位差将随内外氧离子浓度差的变化而变化，因此，锆管相当于一个微电池，如图5-22所示，形成电压信号。

可见，氧传感器的输出电压与锆管内外侧的氧浓度差成正比。当可燃混合气浓（即空燃比小于14.7，过量空气系数λ小于1时，排气中氧离子含量较少，同时伴有较多的未完全燃烧的产物CO、HC、H_2等，这些成分在锆管外表面的铂催化作用下，与氧发生反应，消耗排气中残余的氧，使锆管外表面氧离子浓度几乎变成零，因此锆管内外表面的氧离子浓度差突然增大，锆管两个铂膜电极之间产生的电位差升高，约为0.9V。

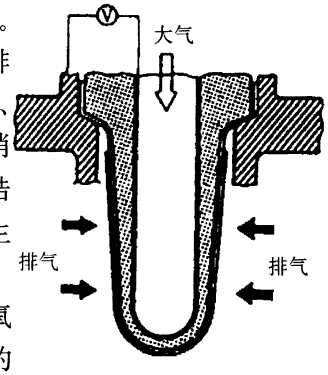


图5-22　氧传感器工作原理

当可燃混合气稀时，排气中氧离子含量较多，锆管内外表面氧离子浓度差较小，锆管两个铂膜电极之间只产生较低的电位差，约为0.1V。因此，氧化锆式氧传感器的输出电压将在理论空燃比A/F约为14.7（λ约为1）时产生突变，如图5-23所示。电子控制单元ECU根据氧传感器的反馈信号，对喷油量进行修正，将混合气的空燃比控制在理论空燃比附近。

加热元件的作用是加热氧传感器，使其达到工作温度。

7. 车速传感器

车速传感器装在里程表内，结构如图5-24所示。车速传感器由一块套装在里程表软轴上

的磁铁 2 和舌簧开关 3 组成，磁铁由转速表的软轴驱动。软轴转一圈，磁铁的极性变换 4 次，每一个磁极转过簧片开关 3 时，开关通断一次，向 ECU 输出一个脉冲信号，所以软轴转一圈，输出四个脉冲信号，ECU 根据这一脉冲信号的频率就可计算出汽车行驶速度。

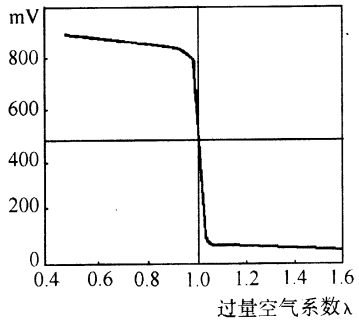


图 5-23　氧传感器输出特性

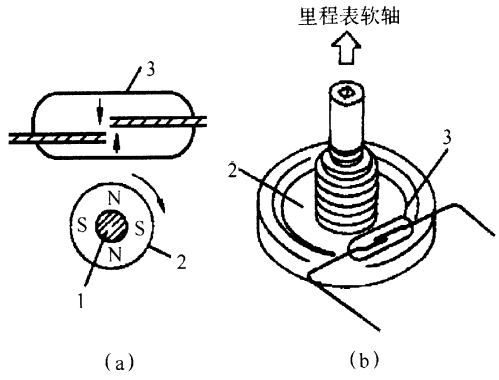


图 5-24　车速传感器

1-里程表软轴；2-磁铁；3-簧片开关

8. 开关信号

（1）蓄电池电压信号

蓄电池电压信号是表示电源电压高低的信号。蓄电池正极经熔断器与电脑直接连接，不受任何开关控制。配装 2RZ—E 发动机电控系统的金杯轻型客车上，蓄电池正极与 ECU 的“BATT”端子连接。蓄电池电压信号输入电脑的主要目的是：当蓄电池电压变化时，电脑将对喷油时间和点火线圈初级线圈的通电时间进行修正。当电压升高时，减少喷油持续时间；当电压降低时，增加喷油持续时间。

（2）点火开关信号

点火开关信号表示点火开关接通的信号。配装 491Q—E 型单点燃油喷射发动机的金杯轻型客车上，点火开关与电脑的“26”端子连接。当点火开关转到“ON”位置时，点火开关接通信号送入电脑，此时电脑将按预先设定的控制程序进行操作。

（3）起动信号（STA）

起动信号用来判断发动机是否处在起动状态。起动时，进气管内混合气流速慢，温度低，因此燃油的雾化较差。为了改善起动性能，在起动发动机时必须使混合气加浓。ECU 检测到起动信号（STA）后，确认发动机处于起动状态时，将会自动增加喷油量。起动信号和起动机的电源连在一起，由空挡起动开关控制。

（4）空调信号（A/C）

空调信号（A/C）用来检测空调压缩机是否工作。空调信号与空调压缩机电磁离合器的电源接在一起，空调压缩机工作时，向电脑输送高电平信号，电脑根据 A/C 信号控制发动机怠速时的点火提前角、怠速转速和断油控制等。

（二）执行器的结构和工作原理

发动机电控系统的各种控制功能的实现，都是借助于各自的执行器来完成的。金杯电控发动机的主要执行器有：电动燃油泵、电磁喷油器、怠速空气调整器、点火装置及排气再循环控制电磁阀、燃油蒸发控制电磁阀等。

1. 电动燃油泵

电动燃油泵的功用是供给燃油系统足够的具有规定压力的燃油。该车型采用内装叶片式电动燃油泵，即燃油泵安装在燃油箱内，具有噪音小、不易产生气阻和燃油泄漏等优点。

电动燃油泵的结构如图 5-25 所示，主要由永磁直流电动机、油泵、限压阀、单向阀和泵壳组成。电动机由永久磁铁、电枢、换向器和电刷组成。油泵由平板叶片泵转子和泵体组成。泵转子固定在电动机上，随电动机一起转动。

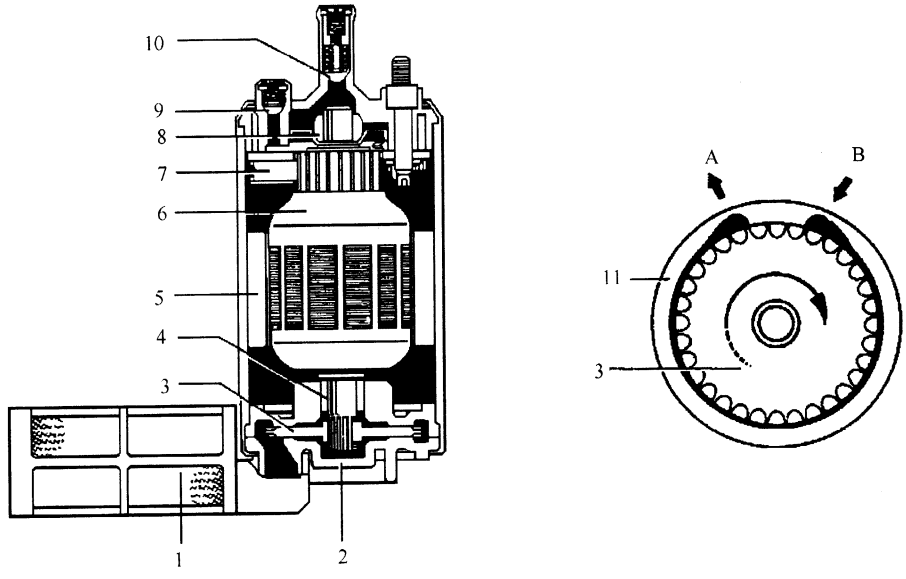


图 5-25　电动燃油泵的结构与原理

1-滤网；2-橡胶缓冲垫；3-平板叶片转子；4、8-轴承；5-永磁磁极；6-电枢；7-电极；9-限压阀；10-单向阀；11-泵体

A-出油口；B-进油口

当直流电动机电路接通时，电枢在电磁力的作用下开始转动，带动油泵转子一同旋转。由于转子转速较高，因此在叶片小槽与泵体进油口之间就会产生真空。当叶片小槽转到进油口 B 处时，在真空吸力的作用下，燃油从油箱中被吸入泵体内；当叶片小槽转到油泵出油口 A 处时，在离心力和燃油压力的共同作用下，燃油便从出油口压出并流向电动机。叶片泵出燃油越多，电机壳体内的燃油压力就越高。当油压超过油泵单向阀弹簧的压力时，单向阀阀门打开，燃油便从单向阀经输油管输送到喷油器。

当油泵停止工作时，在油泵出口单向阀处弹簧的作用下，单向阀将阻止燃油回流，使供油系统中保存的燃油具有一定的压力，以便于发动机再次起动。

当油泵中的燃油压力超过规定值时，油压克服泵体上限压阀弹簧的压力将限压阀顶开，部分汽油返回到进油口一侧，使油压不致过高而损坏油泵。

燃油泵在使用中，必须注意以下两点：

①旧油泵不能干试。当油泵拆下后，由于泵壳内剩余有汽油，因此在通电试验时，一旦电刷与换向器接触不良，就会产生火花引燃泵壳内汽油而引起爆炸，其后果不堪设想。

②新油泵也不能干试。由于油泵电机密封在泵壳内，干试时通电产生的热量无法散发，电枢过热就会烧坏电动机，因此必须将油泵浸泡在汽油中进行试验。

2. 电磁喷油器

电磁喷油器是发动机电控系统执行机构中的一个关键部件，其功用是根据发动机电控单

元ECU送来的喷油脉冲信号，将计算精确的燃油喷入进气总管中。

（1）2RZ—E发动机用电磁喷油器

2RZ—E型发动机多点燃油喷射系统采用轴针式高阻抗电磁喷油器，在室温（20℃）条件下，阻值为13.8±0.4Ω。安装在燃油分配管上，其结构如图5-26所示。主要由接线端子、喷油器外壳、喷油嘴、针阀、套在针阀上的衔铁以及根据喷油脉冲信号产生电磁吸力的电磁线圈等组成。

电磁线圈无电流时，喷油器内的针阀被螺旋弹簧压在喷油器出口处的密封锥形阀座上。电磁线圈通电时，产生电磁吸力吸动引铁上移，衔铁带动针阀升起，阀门被打开，燃油便从喷口喷出，喷出的油雾形状为中空的锥形，锥角范围小于35°。当电磁线圈的电流切断时，电磁吸力消失，阀体在复位弹簧的作用下复位，针阀将阀门关闭，喷油停止。

（2）491Q—E发动机电磁喷油器

491Q—E型发动机单点燃油喷射系统采用轴针式低阻抗电磁喷油器，在室温（20℃）条件下，阻值为1.8±0.27Ω。喷油器安装在节气门体上，其结构如图5-27所示。

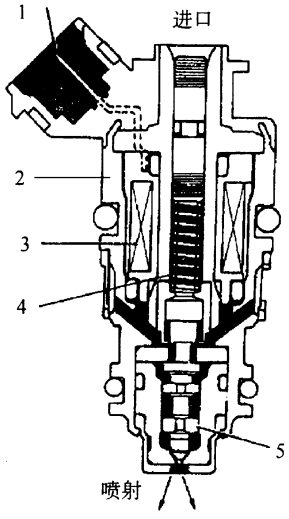


图5-26　2RZ—E用喷油器结构
1-接线端子；2-外壳；3-电磁线圈；4-弹簧；5-针阀

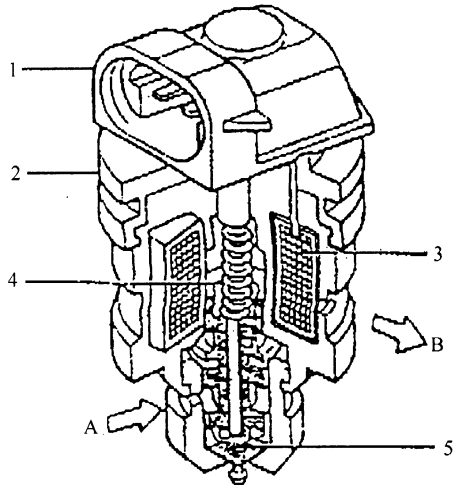


图5-27　491Q—E发动机用电磁喷油器
1-接线端子；2-外壳；3-电磁线圈；4-弹簧；5-针阀
A-进油口；B-出油口

当喷油脉冲电流通过电磁线圈时，产生的电磁吸力克服弹簧压力将针阀吸离阀座，使燃油喷出。当喷油脉冲电流消失时，在弹簧压力作用下，针阀落座而停止喷油。喷油器的静态流量为750mL/min，动态流量为103mL/min，间歇的最短时间为0.8ms。

这种喷油器采用多个倾斜式的喷孔，在有燃油通过喷孔时，喷出的油雾形状为中空的锥形，锥角范围为30°～90°。另外，它被设计成燃油流通式，亦即当发动机工作时燃油连续不断地流过喷油器，使它得到冷却，并保证使偶尔形成的燃油气泡返回油箱，从而有效地解决了高温起动时防止气泡形成的问题，提高了燃油系统的热传输性能。

喷射量的大小除与针阀行程、喷口面积以及喷射环境压力与燃油压力的压差等因素有关外，主要与针阀的开启时间（即电磁线圈的通电时间）有关。

3. 冷起动喷油器及冷起动正时开关

（1）冷起动喷油器的结构与工作原理

2RZ—E 型发动机中使用了一只冷起动喷油器。冷起动喷油器的功用是在汽车冷起动时附加地喷入一定量的燃油，以改善发动机的低温起动性能。它装在节气门下游的进气总管上，各缸共用。冷起动喷油器仅在冷却水温低、且发动机起动时才工作。其最大喷射持续时间由起动喷油器正时开关限制，以防止连续不断地喷油，打湿火花塞。

冷起动喷油器的结构如图 5-28 所示。主要由接线端子、电磁线圈、衔铁、漩涡喷嘴等组成。在喷射管道内部，衔铁在弹簧力的作用下把橡胶阀推向阀座使阀孔关闭。当电磁线圈通电时产生磁场，将衔铁吸起，阀门打开，燃油通过漩涡喷嘴，以微粒和锥角形式喷出，进入节气门后的进气管道内，以加浓混合气。

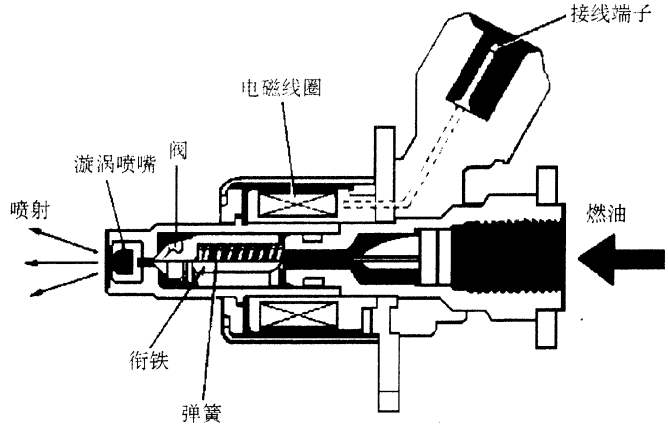


图 5-28　冷起动喷油器的结构

（2）起动喷射正时开关

起动喷射正时开关的功能是控制起动喷油器的喷油时间。它是一个中空的螺钉，旋装在发动机机体的冷却水套上。其结构如图 5-29 所示，主要由接线端子、双金属片、加热线圈及触点组成。当发动机冷却水温度较低时，起动喷射正时开关的触点闭合，接通冷起动喷油电路，使冷起动喷油器喷油。当发动机起动后，点火开关转至“ON”的位置时，冷起动喷油器停止喷油。

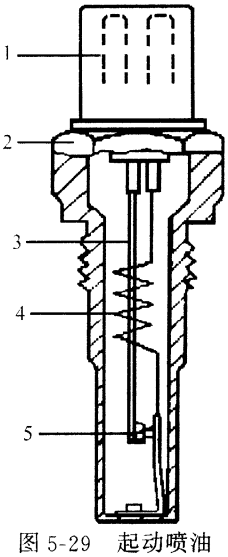


图 5-29　起动喷油正时开关

1-接线端子；2-壳体；3-双金属片；4-加热线圈；5-触点

在起动过程中，若起动机运转时间较长，有可能使火花塞淹湿。但此时由于电流流过加热线圈，使双金属片受热弯曲，触点断开，冷起动喷油器不再喷油。同时，加热线圈继续加热双金属片，以免触点再次闭合。因此，冷起动喷油器的开启持续时间主要是取决于起动喷油开关的受热情况。而发动机处于热机起动时，起动正时开关的触点一直处于断开状态，冷起动喷油器不工作。一般情况下，当温度达到 40 C时，冷起动喷油器便停止喷油。

4. 怠速空气调整器

怠速空气调整器的功用：一是稳定发动机的怠速转速，从而降低汽车怠速行驶时的燃油消耗量；二是发动机在怠速运行时，若负荷增大，如接通空调、动力转向等，则提高怠速转速（快怠速），以防止发动机熄火。它是通过控制节气门旁通道的开度来实现怠速调整的。491Q—E 型发动机 EFI 系统采用步进电机式，2RZ—E 型发动机 EFI 系统采用石蜡式。

（1）步进电机式怠速空气调整器

怠速步进电机是一种具有很高精度，能够把怠速波动范围控制在±50r/min 范围内的位置调节装置。它是根据步进电机的正、反转来调节旁通空气道的开度。怠速步进电机安装在节气门体上，其结构如图 5-30 所示，主要由永久磁铁构成的转子、激磁线圈构成的定子和把旋转运动变成直线运动的进给丝杆（包括螺杆和螺母）及阀心等组成。

当步进电机的转子转动时，螺母将带动螺杆作轴向移动，转子转动一圈，螺杆移动一个螺距。因为阀心与螺杆固定连接，所以螺杆将带动阀心调节空气旁通道阀门的开度，如图 5-31 所示。

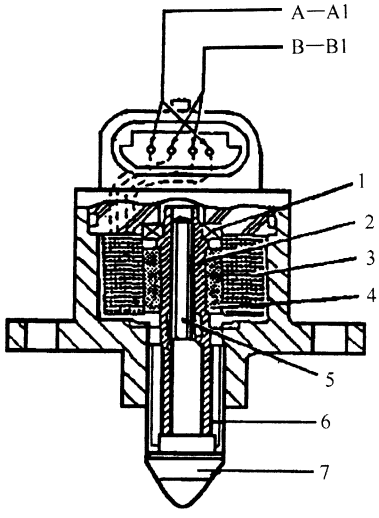


图 5-30　怠速步进电机结构

1-轴承；2-螺母；3-线圈；4-转子；5-螺杆；6-反转槽；7-阀心

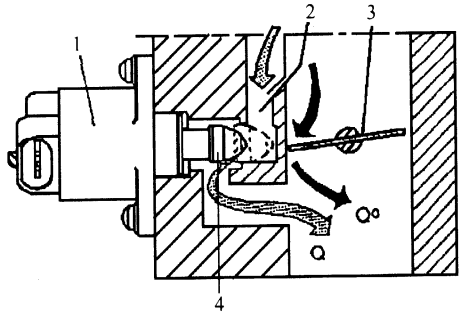


图 5-31　旁通道开度调节原理

1-步进电机；2-空气旁通道；3-节气门；4-阀心

步进电机的工作原理如图 5-32 所示。转子是一个具有 N 极和 S 极的永久磁铁，定子有两相独立的绕组。

当从 B1 到 B 向绕组输入一个电脉冲信号时，绕组产生一个磁场，根据磁力同性相斥、异性相吸的原理，使 S 极在右、N 极在左位置，如图 5-32（a）所示。

当从 B1 到 B 输入的电脉冲信号消失后，再从 A 到 A1 向绕组输入另一个脉冲信号时，绕组产生一个磁场，N 极在上、S 极在下，如图 5-32（b）①所示。在同性相斥、异性相吸原理作用下，转子就会沿逆时针方向转动 90°，如图 5-32（b）②所示。

当从 A 到 A1 输入的电脉冲信号消失后，再从 B 到 B1 向绕组输入另一个脉冲信号时，绕组产生磁场，N 极在左、S 极在右，如图 5-32（b）②所示。在同性相斥、异性相吸原理作用下，转子就会沿逆时针方向转动 90°，如图 5-32（b）③所示。

当从 B 到 B1 输入的电脉冲信号消失后，再从 A1 到 A 向绕组输入另一个脉冲信号时，绕组产生磁场，N 极在下、S 极在上，如图 5-32（b）③所示。在同性相斥、异性相吸原理作用下，转子就会沿逆时针方向转动 90°，如图 5-32（b）④所示。

如果依次按 B1—B、A—A1、B—B1、A1—A 的顺序向绕组输入 4 个脉冲信号，如图 5-33（a）所示，电机就会沿逆时针方向转动一圈，如图 5-32（b）所示。同理，依次按 B1—B、A1—A、B—B1、A—A1 的顺序向绕组输入 4 个脉冲信号，如图 5-33（b）所示，电机就会沿顺时针方向转动一圈。

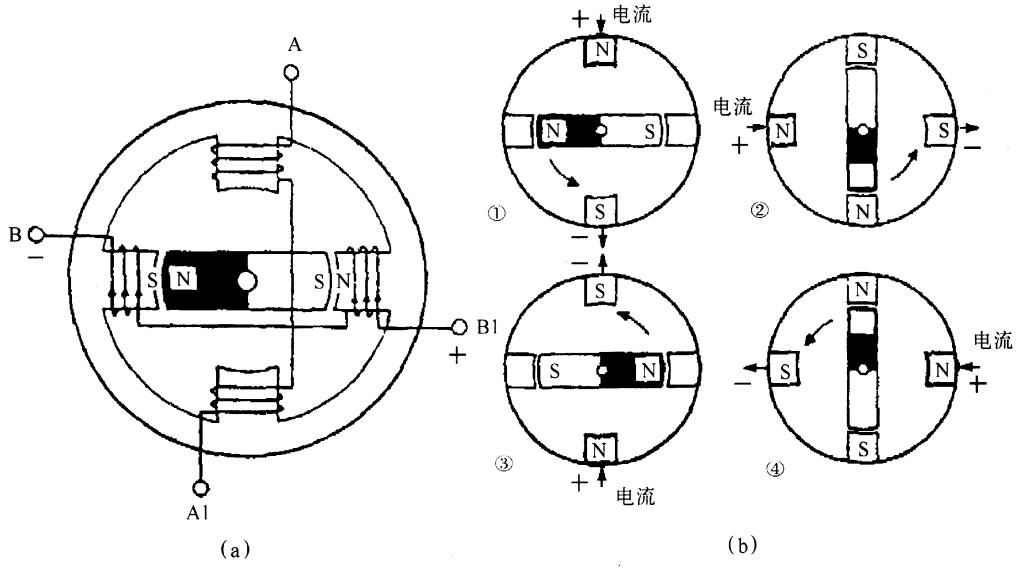


图 5-32　步进电机的工作原理

每输入一个脉冲信号使电机转过的角度称为步进电机的步进角（亦称一步）。增加转子磁极和定子绕组的数量，可以减小步进角。该步进电机的工作范围约为 200 步（相当于开启 8mm）。

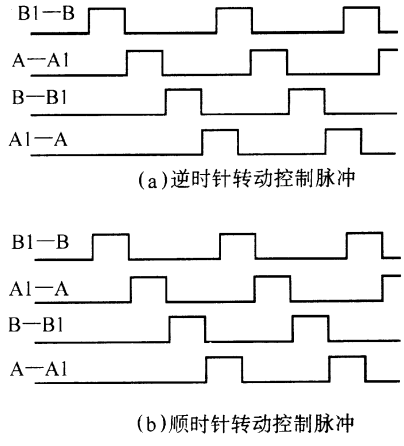


图 5-33　步进电机控制脉冲

（2）石蜡式怠速空气调整器

2RZ—E 型发动机采用石蜡式怠速空气调整器，它是根据发动机的冷却水温度控制旁通道的截面积。控制力来自恒温石蜡的热胀冷缩，而热胀冷缩随周围温度而变化。石蜡式怠速空气调整器采用与节气门体加热共用的冷却水管路一体化结构，如图 5-34(a) 所示。

当发动机处于低温状态时，冷却水温度较低，恒温石蜡体积收缩，阀门在外弹簧的作用下打开，如图 5- 34(b)所示，空气流经阀门从旁通气道进入进气管。随着温度的升高，恒温石蜡体积膨胀，推动空气阀克服内弹簧的弹力向左移动，将阀门慢慢关闭，发动机怠速运转转速下降。当暖车后，空气阀将完全关闭其空气通道，发动机恢复至正常怠速，如图 5-34(c) 所示。

5. 点火装置

在发动机电控系统中，点火装置由微机控制，称为微机控制点火系统。2RZ—E 发动机点火系统属于有分电器的点火系统，即点火线圈产生的高压电通过分电器的配电器分配给各缸火花塞进行点火，它采用闭磁路式点火线圈，且装在分电器上，这种点火线圈的结构与第四章所述的闭磁路点火线圈相同；491Q—E 发动机点火系统属于无分电器微机直接点火系统(DLI)，采用小型闭磁路点火线圈，每个点火线圈分别供给两个气缸的火花塞同时串联点火，如图 5-35 和图 5-36 所示，又称双缸点火。

该 DLI 闭磁路点火线圈与有分电器点火的闭磁路点火线圈在结构上主要有两点区别：一

是点火线圈的初级绕组和次级绕组不直接连接，各自独立。初级绕组的一端与电源“+”连接，受点火开关的控制。另一端与点火器内大功率三极管的集电极连接，大功率三极管的导通与截止由发动机电控单元 ECU 控制。当大功率三极管导通时，初级绕组通电，在其周围的环形铁心上产生磁场；当大功率三极管截止时，初级绕组电流迅速切断，其周围环形铁心上的磁场迅速消失，则次级绕组感应高压电使火花塞跳火。二是次级绕组中串联一只高压二极管，其作用是为了避免大功率三极管导通时，点火线圈诱生的电压造成火花塞误跳火的现象发生。

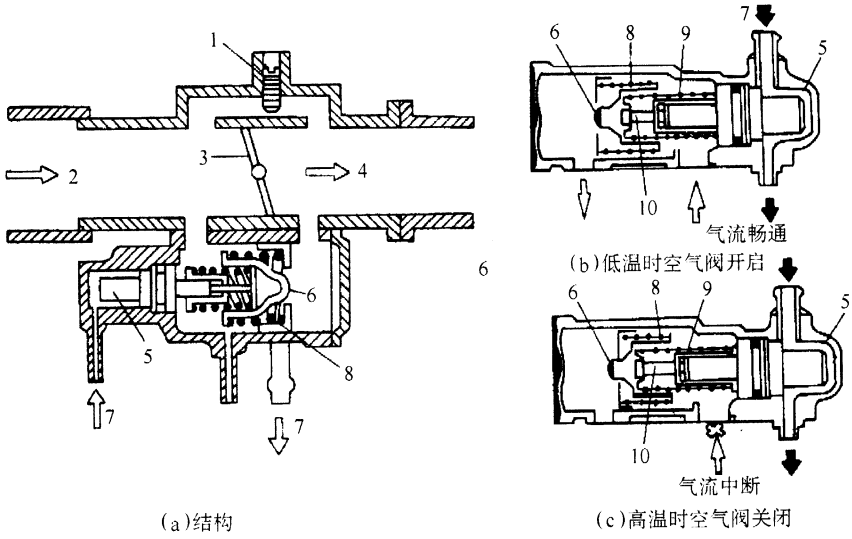


图 5-34　石蜡式怠速空气调整器的结构与工作原理

1-怠速调整螺钉节；2-来自空气滤清器；3-节气门；4-至进气总管；5-恒温石蜡；6-阀门；7-冷却水流；8-外弹簧；9-内弹簧；10-空气阀柱塞

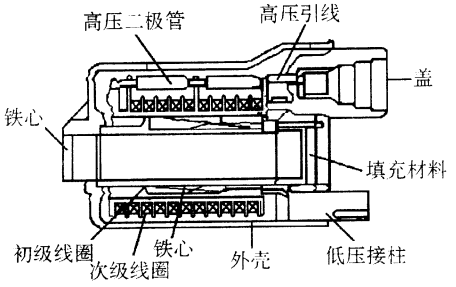


图 5-35　DLI 闭磁路点火线圈

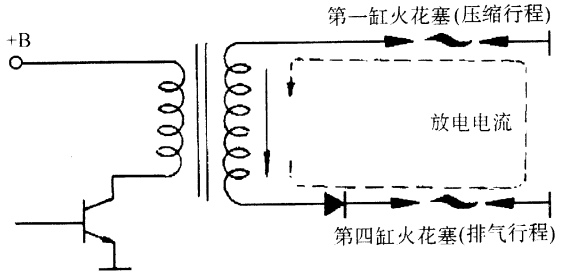


图 5-36　双缸点火电路

(三) 电子控制单元 ECU

电子控制单元 ECU 是发动机电子控制系统的核心部件。其作用是根据 ECU 内存储的程序对发动机传感器输入的各种信息进行运算、处理、判断，然后输出指令，控制有关执行器动作，达到快速、准确、自动控制发动机工作的目的，使发动机一直处于最佳工作状态。

电子控制单元 ECU 的组成框图如图 5-37 所示，主要由输入回路、A/D 转换器、输出回路和微型计算机四部分组成。ECU 用金属盒封装，固定在发动机舱不易受到碰撞的部位。491Q—E 型发动机电控系统安装在发动机舱右壁上，2RZ—E 型发动机电控系统安装在中央

立柱上。

1. 输入回路

输入回路主要包括整形电路、波形变换电路、限幅电路等等，其功用是对各种传感器和控制开关传输的电信号进行预处理，包括滤波、限幅、波形变换等等。

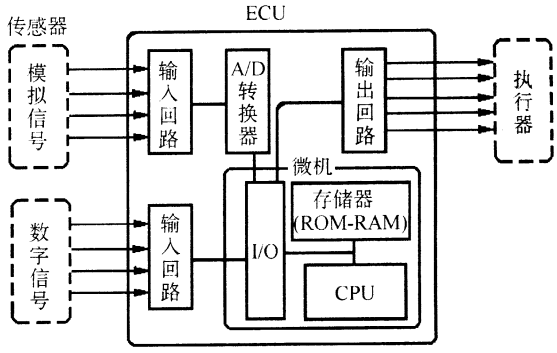


图 5-37　ECU 的组成框图

汽车上的电器部件和控制开关较多。在电气系统工作过程中，当电器开关接通或断开、电器负载电流变化、电压变化或磁场变化时，都可能产生干扰使传感器输出信号出现杂波，为了防止杂波信号对系统工作产生不良影响，需要进行滤波处理除去杂波。磁感应式传感器输出的信号为正弦波信号，微机不能直接处理，需要经过波形变换转换成数字信号。点火开关、空挡起动开关等输出的信号为电源电压（12～14V）信号，而微机处理信号一般都为5V 信号，因此需要经过限幅电路将其转换成 5V 信号。

2. A/D 转换器

A/D 转换器的功用是将模拟信号转换为数字信号。在汽车电控系统中，传感器采集的信号可分为模拟信号和数字信号两大类。由于计算机不能识别模拟信号，因此经过输入回路处理后，还要经 A/D 转换器将连续变化的模拟量转换成数字量之后，才能输入计算机。

3. 微型计算机

单片机是将中央处理器 CPU、存储器、输入/输出（I/O）接口电路等主要计算机部件集成在一块集成电路心片上的微型计算机。虽然单片机只是一块心片，但其已经具有微型计算机的组成与功能，故称之为单片微型计算机。

（1）中央处理器（CPU）

中央处理器（CPU）由运算器和控制器组成，是计算机的核心部分，是计算机的大脑。运算器是计算机的运算部件，用于实现数学运算和逻辑运算。汽车发动机电控系统电子控制单元 ECU 内部的数据运算与逻辑判断都在这里进行。控制器是计算机的控制部件，其功用是按照监控程序和应用程序使计算机各部分自动协调工作。

（2）存储器

存储器是用来存储程序指令和数据的部件。包括只读存储器 ROM 和随机存取存储器 RAM。

1）只读存储器 ROM

ROM 是一种只读出存储器，用来存储固定数据，即用来存储制造厂家编制的控制程序、运行程序和原始试验数据（如喷射系统最佳混合气的喷油三维脉谱，最佳点火提前角三维脉谱以及其他特性数据等等），这些信息资料一般都是在制造时由厂家一次性存入，运行中无法改变其中的内容，即计算机工作时，新的数据不能存入；只有需要时读出存入的原始数据资料。即使点火开关断开切断电源时，ROM 中存储的这些信息也不会丢失。

2）随机存储器 RAM

RAM 与 ROM 相比有两点不同：一是 RAM 中的信息既可随时读出，也可随时写入；二是随机存储器 RAM 中的信息会因突然断电而丢失。因此在汽车上，RAM 通常用来存储单片机

工作时暂时需要存储的数据（如输入/输出数据、单片机运算得出的结果、故障代码、空燃比修正数据等等），这些数据根据需要可随时调用或被新的数据改写。

由此可见，RAM 起到一个寄存器的作用。为了保证故障代码、空燃比修正数据等能够较长时间保存，汽车电控系统都将 RAM 的电源与专用的后备电源电路或蓄电池直接连接，不受点火开关控制。但是，当后备电源电路中断、蓄电池连线断开时，存入 RAM 中的数据仍会丢失。因此在检修或更换蓄电池之前，必须事先调取故障代码或采取必要的不断电措施。

（3）输入/输出（I/O）接口

I/O 接口是CPU 与传感器或执行器之间传递信息的控制电路。由于传感器和执行器种类繁多，它们的信号速度、频率、电平、功率和工作时序等都不可能与 CPU 完全匹配，因此必须根据 CPU 的指令，通过 I/O 接口进行协调和控制。

（4）总线（BUS）

总线是微机内部传递信息的连线。在单片机内部，CPU、ROM、RAM 与 I/O 接口之间的信息交换都是通过总线来实现。按传递信息不同，总线可分为数据总线、地址总线和控制总线三种。

数据总线主要用于传送数据与指令。

地址总线用来传递地址码。在微机内，各器件之间的通讯主要是靠地址码进行联系。例如，当需要存入或读出存储器中某个单元的数据时，必须先将该单元的地址数码送到地址总线上，然后才能送出读取或写入指令，才能完成操作。

控制总线：CPU 可以通过它随时掌握各个器件的状态，并根据需要随时向有关器件发出控制指令。

4. 输出回路

输出回路是单片机与执行器之间的中继站，其功用是根据微机发出的指令，控制执行器动作。由于单片机输出的控制信号是数字量（如喷油脉冲、点火信号等）、电压一般为 5V 不能直接驱动执行器，因此需要输出回路进行放大。

电子控制单元 ECU 的工作过程是按照预先编制的程序有条不紊地进行。在程序运行过程中，所需要的发动机工况信息由各种传感器提供。CPU 将来自传感器的各种信息依次取样，与最佳试验数据进行逻辑运算，通过比较作出判定并发出指令信号，经 I/O 接口电路、输出回路控制执行器动作。

（四）其他装置的结构与原理

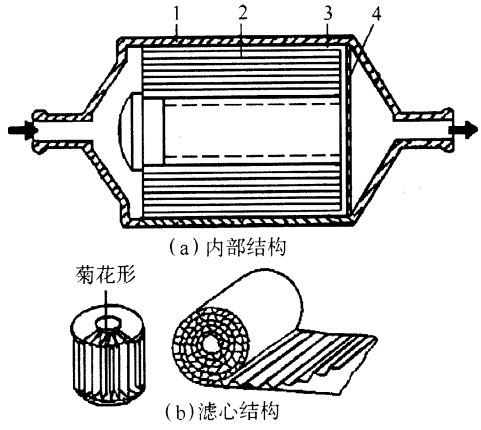
发动机电子控制系统除以上介绍的传感器、电子控制单元 ECU 和执行器外，还有燃油滤清器、燃油压力调节器以及节气门体、减速缓冲器和继电器等重要装置，下面将阐述这些装置的结构及原理。

1. 燃油滤清器

燃油滤清器的功用是过滤汽油中的氧化铁、油泥等固体杂质，防止燃油系统堵塞，减小机械磨损，延长喷油器的使用寿命，确保发动机稳定运行。由于燃油系统发生故障会严重影响车辆的行使性能，所以为使燃油系统保持正常工作状态，燃油滤清器起着重要作用。燃油滤清器安装在车底下靠近油箱的地方，一端与节气门体的进油管相通，另一端与燃油泵的出油管相通。

燃油滤清器主要由进油口、出油口、纸质滤心、滤网和壳体组成，如图 5-38 所示。发动机工作时，汽油从滤清器进油口进入滤心，过滤后的汽油从出油口流入输油管。

燃油滤清器堵塞后，将使油压降低，输油量减小，发动机起动困难，动力性降低等等。所以应按要求，达到规定里程（一般为7 500km）后，必须更换滤清器。



(a) 内部结构

(b) 滤心结构

图 5-38　燃油滤清器结构

1-外壳；2-纸质滤心；3-支撑板；4-滤网

2. 燃油压力调节器

燃油压力调节器的功用是调节供油系统的燃油压力，使整个油路的压力保持在一定范围内（2RZ—E发动机为230～280kPa，491Q—E发动机为100kPa）；同时缓冲燃油泵供油时产生的压力脉动和喷油器断续喷油引起的压力波动。燃油压力调节器有绝对压力调节器和相对压力调节器两种。491Q—E型发动机电控系统采用绝对压力调节器，2RZ—E型发动机电控系统采用相对压力调节器。

（1）绝对压力调节器

491Q—E型发动机电控系统采用绝对压力调节器，安装在节气门体上，其结构如图5-39所示，主要由弹簧、针阀和膜片等组成。进油口与喷油器连接，出油口与燃油箱连接。利用弹簧和膜片的作用，使输送给喷油器的燃油压力保持在100kPa。

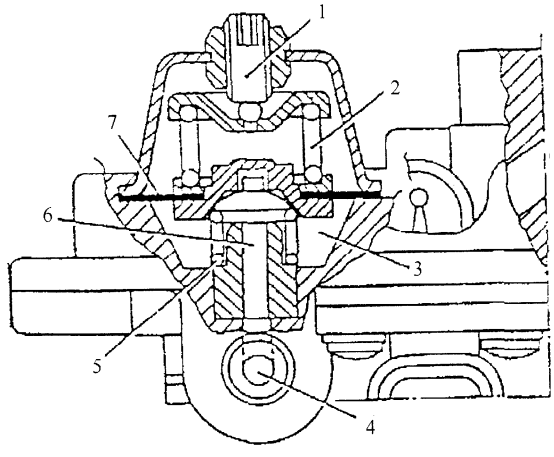


图 5-39　绝对压力调节器结构

1-调整螺钉；2-弹簧；3-进油口；4-出油口；5-弹簧；6-针阀；7-膜片

工作时，燃油从燃油调节器进油口进入调节器油腔，燃油压力作用到与针阀相连的膜片上，当燃油压力升高使油压作用到膜片上的压力超过调节弹簧的弹力时，油压推动膜片向上拱曲，带动针阀上移，使调节器阀门打开，部分燃油从回油口经油管流回燃油箱，使燃油压力降低。当燃油压力降低到调节油压时，膜片带动针阀回位，阀门关闭，使系统燃油保持一定压力值不变。

注意：燃油压力是发动机电控系统保持正常工作的一个关键值，调节器的工作压力在出厂时，已通过调整螺钉设定好，因此绝对不允许对燃油压力调节器进行调整。

（2）相对压力调节器

2RZ—E型发动机EFI系统燃油压力调节器采用相对压力调节器，其结构如图5-40所

示。它由中间的膜片将调节器分为上下两部分，上部分内装一个带预紧力的螺旋弹簧作用在膜片上，由软管与进气管相通，称为真空室；下部分直接通入供油总管，称为燃油室。当供油总管的燃油进入燃油室的油压超过预定的数值时，燃油压力就将膜片上顶，克服弹簧压力，使膜片控制的阀门打开，燃油室内过剩的燃油通过回流管流回燃油箱中，因而使燃油总管及压力调节器燃油室的油压保持在预定的油压值上。

油压调节器真空室与进气歧管相通，由于进气歧管的压力始终低于大气压，因此当进气歧管的压力随节气门开度的变化而变化时，进气压力将对调节器膜片产生吸力，从而改变燃油系统的燃油压力。使燃油分配管中的油压与进气歧管中的气压之间的压力差保持不变，其目的是保证喷油器喷油量的多少只与喷嘴开启时间有关，而与系统油压和进气歧管的负压等参数无关。

当进气管真空度增大时，减弱了作用在膜片上的弹簧力，真空室内压力降低，燃油压力将克服弹簧的弹力使膜片上移，与膜片相连的回油阀也随之打开，燃油便卸压回流至燃油箱。而当进气管真空度减小时，增加了作用在膜片上的弹簧力，真空室内压力升高，回油阀在弹簧的弹力作用下关闭。这样使回油量随进气管的真空度的大小而变化，从而实现调节燃油压力的作用。

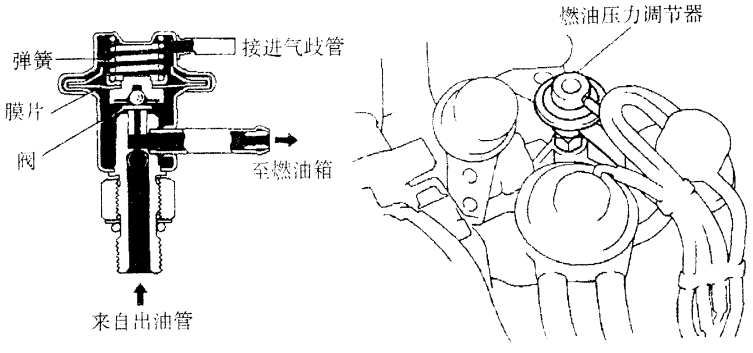


图 5-40　相对压力调节器结构

3. 节气门体

由于发动机电控系统有多点燃油喷射和单点燃油喷射两种形式，所以采用的节气门体也有很大差别。

(1) 单点式节气门体

491Q—E 型发动机电控系统是在 491Q 型化油器发动机的基础上开发而成的，它去掉了 491Q 汽油机的化油器而采用节气门体。所以，节气门体是它的主要装置。同时又加装了一些传感器和执行器，使其动力性和经济性有了显著提高，排放污染明显降低。

节气门体主要由三大部分组成：节气门上体、节气门体垫和节气门下体。节气门体总成通过两个螺栓与进气歧管上部的法兰部分相连，节气门体上端与空气滤清器相连。节气门体的结构如图 5-41 所示。

从图中可以看出，装在节气门上体 12 的组件有：进油管 8、回油管 3、燃油压力调节器 1、喷油器 13 和空气温度传感器 2。

节气门上体和节气门下体 9 之间装有节气门体垫 11。

装在节气门下体 9 的组件有：节气门位置传感器 5、怠速步进电机 4、加热水管 10 (暂不使用)、怠速空气旁通道、燃油蒸发再循环导入连接管 7、曲轴箱通风连接管 6。此外，节气门通过

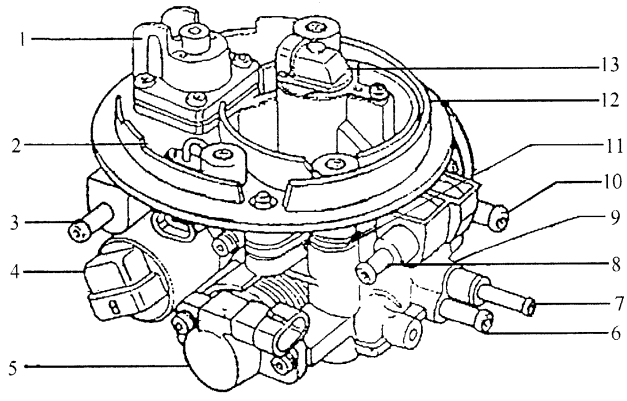


图 5-41　单点式节气门体装配图

1-燃油压力调节器；2-空气温度传感器；3-回油管；4-怠速步进电机；5-节气门位置传感器；6-曲轴箱通风连接管；7-燃油蒸发再循环导入连接管；8-进油管；9-节气门下体；10-加热水管（暂不使用）；11-节气门体垫；12-节气门上体；13-喷油器

一个杠杆与加速踏板连接。

由此可见，单点式节气门体结构复杂，集中了整个电控系统的绝大部分零部件，所以是单点燃油喷射系统的关键装置。为了避免损坏零部件，使用时需要注意以下事项：

1）节气门体总成及其各个组件绝对不允许浸入任何类型的清洗液中。

2）节气门及节气门轴任何时候都不能从其被安装的位置上移出来。

3）只能用压缩空气和毛刷进行清洁。

警告：绝对禁止触动节气门位置螺钉。如果更换喷油器或燃油压力调节器，必须更换整个上体总成。

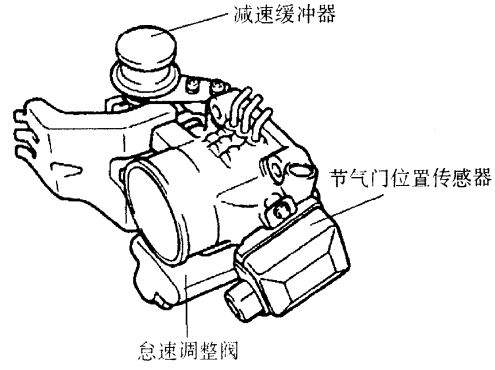


图 5-42　多点式节气门体外形

（2）多点式节气门体

2RZ—E 型发动机电控系统采用多点式节气门体，安装在空气滤清器和发动机之间的进气管上，与驾驶员的加速踏板联动，是使进气通道变化、从而控制发动机运转的装置。图 5-42 所示为节气门体的外形。节气门体包括控制进气量的节气门通道和怠速运行的空气旁通道、节气门位置传感器和节气门减速缓冲器。

4. 减速缓冲器

为了避免发动机从大负荷条件下转变到怠速（即加速踏板突然松开）时，因混合气过浓而产生严重污染，2RZ—E 发动机专门设置有节气门减速缓冲器。

减速缓冲器的工作原理是当节气门开大时，缓冲器推杆在膜片弹簧的作用下向外伸出，当汽车急减速时，节气门在回位弹簧的作用下急速关闭，当节气门操纵臂接触到缓冲器推杆时，由于缓冲器膜片受压缩气体和弹簧的作用，因而延迟了节气门的关闭时间。在约 250r/min 的转速下空转发动机数秒，放开节气门，发动机恢复到怠速所需的时间大约为 0.5 秒。

5. 主继电器

主继电器的作用是使发动机电控系统各个部件（包括 ECU），不受电源干扰和电源脉动的

影响。

主继电器的结构如图 5-43 所示。当点火开关接通时，电流流过主继电器内的线圈，衔铁被吸引，触点闭合，通过主继电器向 ECU 的“+B”和“B1”端供电。

6. 开路继电器

开路继电器是控制电动燃油泵的继电器，该继电器的作用是使电动燃油泵只有在发动机运转时才工作，即使点火开关接通，但发动机不运转，燃油泵不工作。避免发动机不运转时喷出高压燃油。

开路继电器的结构与电路如图 5-44 所示，当发动机起动时，点火开关的起动装置端子(STA)接通，开路继电器内的线圈 W2 通电，其触点闭合，电源向电动燃油泵供电，电动燃油泵运转。在发动机起动后，ECU 接收到发动机转速信号使三极管 VTr 导通，开路继电器内的线圈 W1 通电，此时，即使起动装置端子（STA）断开，开路继电器的触点仍然处于闭合状态，电源向电动燃油泵供电。当发动机停转时，ECU 控制电路使三极管 VTr 截止，开路继电器内的线圈 W1 断电，触点打开，切断燃油泵的供电电路，燃油泵停止泵油。

由于三极管 VTr 由导通转为截止，线圈 W1 断电时，将会在线圈 W1 上产生自感电动势，此自感电动势将会损坏三极管 VTr，降低电子控制系统的使用寿命，必须加以限制。R、C 串联电路的作用就是吸收线圈 W1 上产生的自感电动势，因此也称为自感电动势吸收电路。

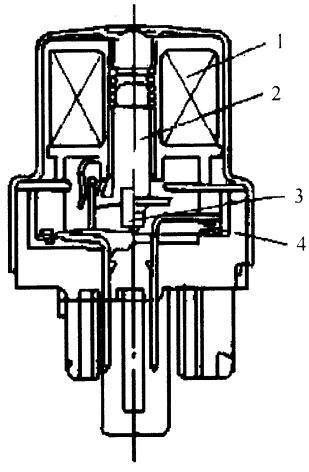


图 5-43　主继电器的结构

1-线圈；2-衔铁；3-调整块；4-触点

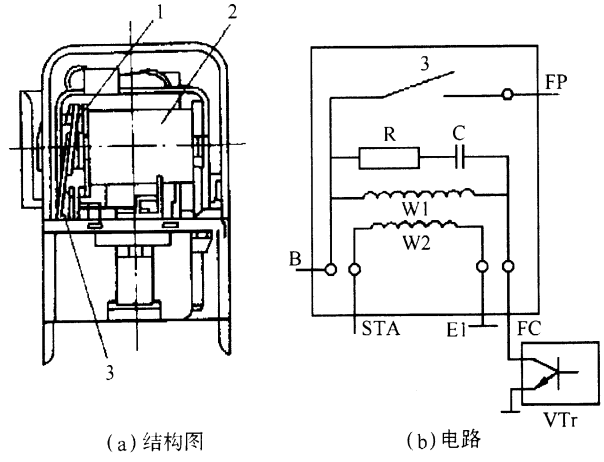


图 5-44　开路继电器的结构与电路

1-活动触点臂；2-线圈；3-静触点

三、发动机控制系统的控制过程

（一）燃油喷射控制

燃油喷射控制实质上是电子控制单元 ECU 根据各传感器的输入信号，经运算处理后输出控制信号，控制喷油器的开启时刻和喷油持续时间，即喷油正时和喷油量的控制，它们是发动机电控系统最基本的控制之一。

1. 喷油正时的控制

喷油正时是指喷油器何时开始喷油。

491Q—E 型发动机采用单点燃油喷射方式，即在节气门体上安装一只或两只喷油器，进行集中喷射，使喷射出的汽油与空气流形成可燃混合气，由进气管分配到各个气缸中。2RZ—E 型发动机采用多点喷射方式，即在每个气缸的进气门附近装一只喷油器，进行分组喷射。

491Q—E 发动机单点燃油喷射就是按点火顺序（1—3—4—2），在各缸进气行程开始之前喷油器开始喷射，一次喷油量满足一次燃烧所需要的燃油量。

单点燃油喷射的优点是控制电路和控制程序简单，且通用性好、成本低，金杯 A 系列单点电喷轻型客车仅比化油器车高出几千元。

2RZ—E 型发动机采用多点同时喷射方式，就是各缸喷油器同时喷射。发动机工作时，由电脑 ECU 根据曲轴位置传感器的基准信号发出喷油脉冲，接通各缸喷油器控制电路，使喷油器喷油。曲轴每转一圈（360°），各缸喷油器同时喷油一次。

2. 喷油量的控制

喷油器的喷油量，取决于喷油器针阀行程、喷口面积、喷射环境压力与燃油压力等因素，这些因素一旦确定，则喷油量就由针阀的开启时间，即电磁线圈的开启时间来决定。喷油量的控制实质就是微机根据发动机运行工况及影响因素，控制喷油器喷射时间。喷油时间可由下式表示

$$T = T_B \alpha K_{FC}(1 + K_{SA} + K_{CT} + K_{AC} + K_{AF}) + K_{UB} \tag{5-1}$$

式中 T_B——基本喷油时间；

α——空燃比反馈修正系数；

K_{FC}——断油修正系数（断油时 $K_{FC}=0$；不断油时 $K_{FC}=1$）；

K_{SA}——起动时与起动后喷油增量修正系数；

K_{CT}——冷却水温度修正系数；

K_{AC}——加速喷油增量修正系数；

K_{AF}——空燃比修正系数；

K_{UB}——电源电压修正系数。

发动机工况不同，对混合气浓度的要求也不相同。特别是冷起动、怠速、急加速、急减速等特殊工况，对混合气浓度具有特殊要求。由上式可知，喷油器的总喷油量即喷油持续时间由基本喷油时间和喷油修正时间两部分组成。基本喷油时间由电脑根据歧管压力传感器、进气温度传感器信号和曲轴位置传感器信号计算确定；喷油修正时间由电脑根据水温传感器、节气门位置等传感器、点火起动开关及蓄电池电压等信号计算确定。

（1）基本喷油时间 T_B

基本喷油量是在标准大气压状态（温度为 20 C，压力为 101kPa）下，根据发动机每个工作循环的进气量、发动机转速 n 和设定的空燃比（A/F）确定。其基本喷油时间可用下式计算

$$T_B = K \cdot K_{PT} \cdot \frac{U_S}{n} \tag{5-2}$$

式中 T_B——基本喷油时间（ms）；

K——常数，其值与进气量传感器结构、喷油器结构和空燃比（A/F）等有关；

K_{PT}——进气压力与进气温度修正系数；

U_S——歧管压力传感器信号电压（V）；

n——发动机转速（r/min）。

当进气量增大时，进气压力升高，传感器信号电压U_S也升高，所以基本喷油时间T_B与进气量成正比；当转速n升高时，发动机在一个工作循环内，其进气量将减少，所以基本喷油时间T_B与发动机转速成反比。进气量越大，传感器信号电压就越高，基本喷油时间就越长。

由此可见，歧管压力传感器和曲轴位置传感器是燃油喷射系统中最重要的两个传感器，其精度高低将直接影响喷油时间的计算精度，从而影响发动机的动力性和经济性。

当空气温度和大气压力变化时，空气密度就会发生变化，进气量就会随之发生变化。为此，需要电脑根据空气温度和大气压力等信号，对喷油时间进行修正，使发动机在各种运行条件下，都能获得最佳的喷油时间。

当温度升高时，空气密度将减小。在体积相同的情况下，热空气的质量要小于冷空气的质量。因此，对于采用进气压力传感器的喷射系统，在传感器信号相同的情况下，进入发动机的空气质量将随空气温度升高而减小。当进气温度高于20℃时，电脑将确定修正系数小于1，减少喷射时间；反之，当进气温度低于20℃时，电脑将确定修正系数大于1，延长喷射时间。

当汽车在高原地区行驶时，海拔高度增加，大气压力降低，空气密度减小，在发动机进气量体积相同的情况下，空气质量就会减小。为此，电脑将根据大气压力传感器输入的信号，对喷射时间进行修正。当大气压力低于101kPa时，电脑将减小修正系数，自动减少喷射时间，避免混合气过浓和油耗过高。反之，当大气压力高于101kPa时，电脑将适当增加喷射时间。大气压力传感器通常安装在电脑壳体内部，其结构原理与歧管压力传感器相同。

（2）空燃比反馈修正系数α

为了达到排气净化的目的和满足排放法规的要求，金杯系列轻型客车电控发动机配装了三元催化转换器和氧传感器。只有利用氧传感器对空燃比进行反馈控制，将空燃比精确控制在理论空燃比（$\lambda=1$）附近，才能通过三元催化转化器将三种有害成分（HC、CO、NO_X）转化为无害成分（CO_2、H_2O、O_2、N_2等）。

因为氧传感器在理论空燃比（$\lambda=1$）前后输出一种阶梯状的跳变信号，利用这种能反映理论空燃比的输出特性去反馈给微机进行闭环负反馈控制，其控制过程如图5-45所示。假如空燃比偏向浓的一方，氧传感器的输出电压基本上是跳跃性地升高到1V，电脑接到这一信号后，首先使α剧降一个P_K值，然后以I_R慢慢降低，同时使喷油量减少，空燃比很快变得稀于理论空燃比，氧传感器的电压又剧降为0；电脑接到这一信号后，又使α猛升一个P_1值，然后再以I_1慢慢上升，结果又使喷油量增加，空燃比很快变得浓于理论空燃比，氧传感器的电压又随之剧升到1，这种循环式负反馈控制，最终导致空燃比稳定在理论空燃比附近。

氧传感器由于本身结构的原因，它的温度响应时间较慢，所以汽车在冷起动后，在氧传感器温度较低的情况下，反馈控制修正系数α固定在反馈控制范围的中间值（定值）；并且为了保证发动机具有良好的工作性能，混合气的空燃比并非在发动机所有工况下都进行反馈控制，即在下列情况下停止反馈控制，此时反馈控制修正系数$\alpha=1$。

①发动机起动工况。此时需要加浓混合气，以便起动发动机；

②发动机起动后暖机工况。此时发动机温度低于正常温度（80℃），需要迅速升温；

③发动机大负荷（节气门全开）工况。此时需要加浓混合气，使发动机输出最大功率；

④加速工况。此时需要发动机输出最大转矩，以便提高汽车速度；

⑤减速工况。此时需要停止喷油，使发动机转速迅速降低；

⑥氧传感器温度低于正常工作温度（氧化锆式氧传感器的温度低于600℃）。此时氧传感

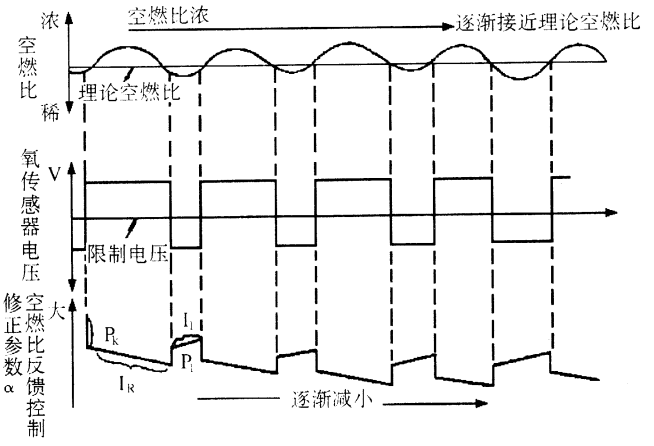


图 5-45　空燃比反馈控制过程

器不能正常输出电压信号。

⑦氧传感器有异常时。如氧传感器的电压信号持续 10s 以上时间保持不变时。此时说明氧传感器失效。

(3) 断油修正系数 K_{FC}

为了防止发动机转速过高而引起发动机损坏，需要对发动机的最高转速进行限制。在发动机运行过程中，电脑随时都将曲轴位置传感器测得的发动机实际转速与存储器中存储的极限转速(2RZ—E 发动机为 1 700r/min)进行比较，当发动机实际转速高于极限转速时，电脑发出停止喷油指令，控制喷油器停止喷油，限制发动机转速进一步升高。喷油器停止喷油后，发动机转速下降。当发动机转速下降至低于极限转速 (2RZ—E 发动机为 1 200r/min) 时，电脑将控制喷油器恢复喷油，如此循环，以防止转速继续上升。

另外，当发动机在高转速运行过程中突然减速时，为了减少急减速时有害气体的排放量，减少燃油消耗，促使发动机转速迅速下降，此时，发动机输出控制指令停止喷油器喷油。

当发动机处于断油工作状态时，断油修正系数 $K_{FC}=0$，其他时刻 $K_{FC}=1$。

(4) 起动时与起动后喷油增量修正系数 K_{SA}

1) 起动时喷油时间的控制

冷车起动时，由于发动机温度低、转速低，喷入进气管的燃油不易汽化，可燃混合气浓度相对减小。为了使发动机顺利起动，保证具有足够浓度的可燃混合气，必须延长喷射时间，增大喷射量。

2RZ—E 发动机电控系统采用冷起动喷油器来获得喷油增量，冷起动喷油器是否工作由起动喷射正时开关控制。如图 5-46 所示。该装置的冷起动喷油器可在起动的很短时间内，向进气总管喷入所需的附加燃油。

在发动机非起动状态，冷起动喷油器回路不工作时，冷起动喷油器阀门关闭，冷起动喷油器阀门起密封作用。当冷起动开始时，起动喷射正时开关触点闭合，冷起动喷油器电磁线圈通电，阀门被打开，燃油从喷油器喷出，使这部分附加的加浓燃油与进气总管的空气均匀混合，经进气歧管进入气缸，满足冷起动的要求。

冷起动喷油器的喷射时间受起动喷射正时开关控制。当冷起动回路接通时，电热丝加热双金属片，使双金属片弯曲断开触点，切断冷起动喷油器的电路，冷起动喷油器停止喷油。由此可

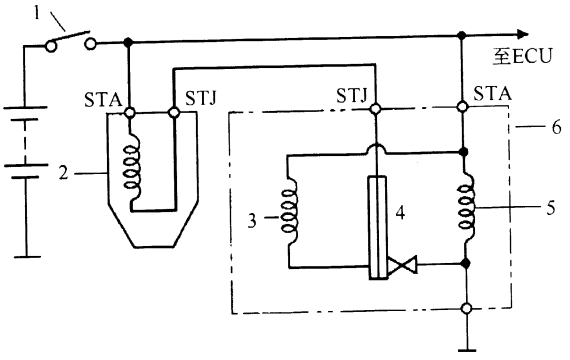


图 5-46　冷起动喷油器控制电路

1-起动开关；2-冷起动喷油器；3、5-热金属丝；4-双金属片；6-起动喷射正时开关

见，冷起动喷油器喷射时间，就是起动喷射正时开关触点闭合时间，而起动喷射正时开关触点闭合时间又取决于发动机冷却水温度和电加热丝对开关的加热程度。所以，在起动中，冷却水温度不同，起动喷射正时开关控制冷起动喷油器喷射的时间也不同。当冷却水温度升高时，双金属片受热弯曲的时间短，触点断开的快，冷起动喷油器喷射时间短，喷射的燃油量减少。

若起动过程时间较长，或多次起动后又重复起动，这时由于电加热丝的加热作用，起动喷射正时开关触点将会持续断开，冷起动喷油器就不会再喷入附加燃油，以防起动时混合气过浓“淹死”发动机。

2）起动后燃油增量的控制

发动机冷车起动后，由于低温混合气雾化不良，燃油会在进气管上沉积而导致混合气变稀，发动机运转不稳甚至熄火。为此在起动后的短时间内，必须增加喷油量，使混合气加浓，保证发动机稳定运转而不致熄火。燃油增量比例的大小取决于起动时发动机的温度，并随起动后时间的增长而逐渐减小。

综上所述，发动机起动时和起动后喷油增量的修正系数 K_{SA} 随着发动机开启时间的增加逐渐降低，最后趋于零。

（5）冷却水温度修正系数 K_{CT}

当发动机冷却水温度较低时，燃油雾化较差，部分燃油凝结在进气管和气缸壁上，会使混合气变稀、燃烧不稳定。因此，需要增加喷油量，以防止发动机在冷态时燃烧不稳定。其燃油增量的多少取决于冷却水温度传感器测定的发动机的温度，并随发动机温度升高而逐渐减小，即冷却水温度修正系数 K_{CT} 随发动机温度升高而逐渐降低，最后趋于零。

（6）加速喷油增量修正系数 K_{AC}

当汽车加速时，为了保证发动机能够输出足够的转矩，改善加速性能，必须增大喷油量。汽车加速时，节气门突然开大，节气门位置传感器信号的变化率增大。与此同时，空气流量突然增大，歧管压力突然增大，歧管压力传感器输出信号突然升高，电脑接收到这些信号后，立即发出增大喷油量的控制指令，使混合气加浓。加速喷油增量修正系数 K_{AC} 随节气门开度的增大而增大。

（7）空燃比修正系数 K_{AF}

基本喷油脉冲 T_P 是按理论空燃比计算出来的，这一计算结果不是在发动机任何工况下都是最佳值。为了提高发动机动力性、经济性和降低废气排放，在工况不同时，其空燃比也不相同。

当发动机在部分负荷工况下工作时，其喷油量是按经济空燃比供给混合气成分，即电控系统按理论空燃比（A/F＝14.7）或大于理论空燃比控制喷油量，控制发动机燃烧稀薄混合气，用以提高经济性和降低有害气体的排放量；当发动机在高速、大负荷或全负荷工况下运行时，为了获得良好的动力性，要求发动机输出最大功率，因此需要供给浓混合气，满足发动机输出最

大功率的要求。

为此在只读存储器ROM中存放了在不同转速和负荷时的最佳空燃比修正系数。控制系统根据发动机转速和负荷的大小，用查表的方法找出最佳空燃比修正系数 K_{AF}。

(8) 电源电压修正系数 K_{UB}

喷油器的电磁线因为感性负载，其电流按指数规律变化，因此当喷油脉冲到来时，喷油器阀门开启与关闭都将滞后一定时间。蓄电池电压的高低对喷油器开启滞后时间影响较大，电压越低，开启滞后时间越长，在控制脉冲占空比相同的情况下，实际喷油量就会减小，为此必须进行修正。

修正喷油量时，电脑以14V电压为基准，当蓄电池输入电脑的电压低于14V时，电脑将增大喷油脉冲的占空比，即增大修正系数；当蓄电池电压升高时，电脑将减小占空比，即减小修正系数，使喷油时间缩短。

(二) 点火控制

491Q—E型发动机电控系统采用直接点火控制方式，即将点火线圈的次级绕组产生的高压电直接加在四缸发动机的1、4缸和2、3缸火花塞电极上跳火，取消了分电器。该发动机点火提前角为12°±5°。

2RZ—E型发动机电控系统采用微机控制的分电器点火方式，微机控制点火线圈产生高压电，通过分电器分配各缸火花塞进行点火。

点火控制就是发动机电控系统对点火提前角的控制。点火提前角的正确与否直接影响到发动机的动力性、经济性和排放性能。

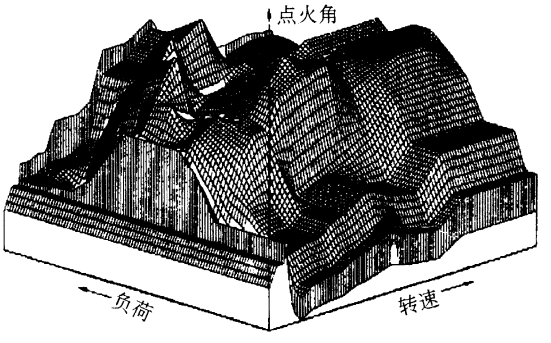


图5-47 点火提前角脉谱图

微机点火控制是根据具体发动机的试验结果，将发动机在各个运行工况下最佳点火提前角数据，预先存储在ECU中的只读存储器ROM内，以此构成点火提前角脉谱图，如图5-47所示。在发动机运行时，由电脑根据运行的转速和负荷的实际信息，在点火提前角脉谱图中取出适应于该工况下的点火提前角数据。同时，电脑还根据发动机冷却水温度、进气温度、节气门位置和起动信号等，对所选取的点火提前角进行修正，使发动机总能得到一个最佳的点火时刻。

(三) 怠速控制 (491Q—E)

491Q—E型发动机电控系统采用步进电机进行怠速控制。怠速控制的实质是控制怠速时的进气量。当发动机怠速负荷增大时，增大进气量，使怠速转速提高，防止发动机运转不稳或熄火；当发动机怠速负荷减小时，减少进气量，使怠速转速降低。

1. 初始位置的确定

为了改善发动机的再次起动性能，在点火开关断开时，电脑将利用内部控制电路控制步进电机退回到初始位置，即怠速控制阀全部打开(约200步，相当于开启8mm)，以便下次起动时具有较大的进气量。

2. 起动控制

起动发动机时，由于怠速控制阀预先设定在全开位置，因此进气量大，发动机容易起动。一旦发动机被起动，当发动机转速达到规定值（由冷却水温度确定）时，电脑会控制步进电机步进的步数，将阀门关小到由冷却水温度确定的阀心位置，使怠速稳定。

3. 暖机控制

在发动机起动后的暖机过程中，电脑根据冷却水温度传感器信号确定步进电机的位置。随着转速和发动机温度的升高，控制阀阀门将逐渐关小，步进电机的步数逐渐减少。当冷却水温度达到 70℃时，暖机控制结束，步进电机及其阀心位置保持不变。此时发动机稳定怠速为 730±50r/min。

（四）电动燃油泵控制

2RZ—E 型发动机电控系统电动燃油泵控制电路如图 5-48 所示。电动燃油泵由主继电器、开路继电器和 ECU 共同控制。

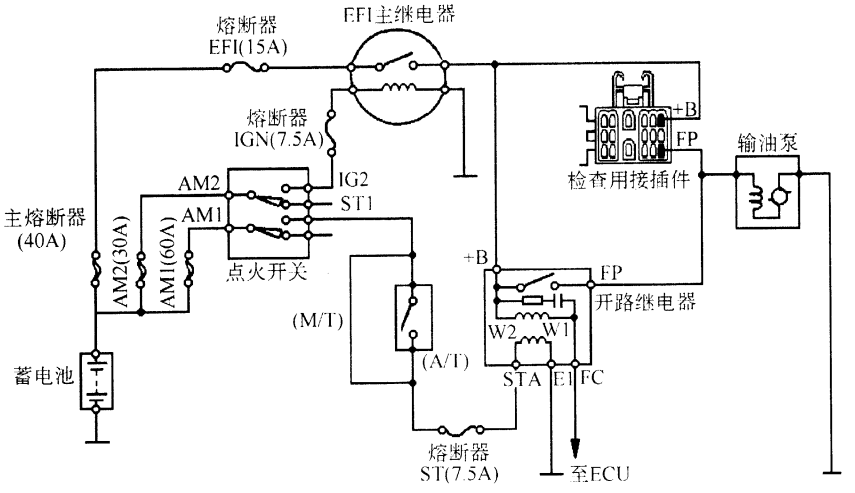


图 5-48　2RZ—E 型发动机电动燃油泵控制电路

当发动机起动时，点火开关的点火（IG2）挡和起动挡（ST1）均接通，主继电器线圈通电，产生电磁吸力，使主继电器触点闭合；开路继电器线圈 W2 通电，使开路继电器触点闭合，接通燃油泵电路，其电路为：电源正极→主继电器触点→开路继电器“+B”接柱→开路继电器触点→开路继电器“FP”接柱→燃油泵→搭铁回到电源负极，此时燃油泵运转。

在发动机起动后，发动机转速信号输入 ECU，电脑接收到转速信号后，接通开路继电器线圈 W1 电路，使线圈 W1 通电，触点保持闭合，电动燃油泵继续工作。当电脑未接收到发动机转速信号时，ECU 切断开路继电器线圈 W1 电路，使开路继电器触点打开，燃油泵电路被切断，燃油泵停止供油。

（五）排气再循环（EGR）控制

1. 排气再循环系统

排气再循环的功用就是把排气中的部分气体引入进气系统中，目的是降低混合气的燃烧温度以降低排气中的 NO_X。排气再循环量对发动机性能影响很大，量过少，不能有效地降低

NO_X 的排放，而量过大，发动机性能恶化、功率下降，油耗上升。所以，必须加以控制。

2RZ—E 型发动机电控系统排气再循环如图 5-49 所示。它由排气再循环电磁阀（VSV）、排气再循环控制阀（EGR 阀）、排气再循环真空调节器（EGR 真空调节器）、电控单元 ECU 以及反映发动机工况的传感器组成。

排气再循环控制阀（EGR 阀）分两部分：上半部分为真空室，下半部分通大气。上半部分真空室的真空度由 EGR 真空调节器调节。

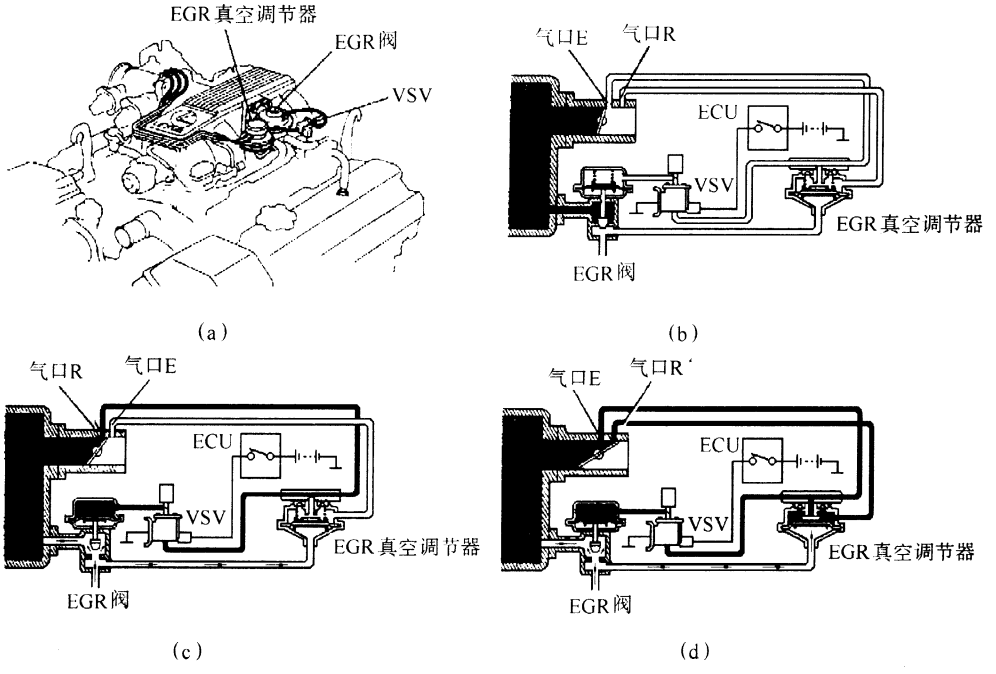


图 5-49　2RZ—E 型发动机排气再循环系统

2. 排气再循环控制过程

在发动机工作时，电脑根据各传感器，如曲轴位置传感器、水温传感器、节气门位置传感器、点火开关等送来的信号，确定发动机目前在哪一种工况下工作，以输出指令，控制排气再循环电磁阀（VSV）打开或关闭，从而控制排气再循环控制阀（EGR 阀）打开或关闭，使排气再循环进行或停止。其具体的工作过程见表 5-1 所示。

表 5-1　排气再循环的控制过程

工　　况	排气再循环电磁阀	排气再循环控制阀	排气再循环系统
发动机起动时 发动机怠速时 发动机温度过低时 发动机低速时 发动机高速时	关闭	关闭	不起作用
除以上工况外	打开	打开	起作用

如图 5-49（b）所示，当节气门位于 E 孔以下时，电磁控制阀 VSV 关闭，EGR 阀也关闭，排气不循环；如图 5-49（c）所示，当节气门位于 E 孔和 R 孔之间时，VSV 阀打开，EGR 阀真空室的真空度上升，真空调节器关闭，EGR 阀打开，排气通过 EGR 阀门通道进入进气管，此时

EGR 阀真空室的真空度下降，真空调节器打开，EGR 阀关闭，切断排气循环的通路，使 EGR 阀真空室的真空度再次上升。如此循环，控制排气循环量；当节气门位于孔 R 孔之上时，见图 5-49（d）所示，EGR 真空调节器将关闭大气通道，打开 EGR 阀以增加 EGR 气体的循环量。

（六）燃油蒸发再循环控制

燃油蒸发再循环系统用于阻止油箱和燃油系统中的燃油进入空气中。491Q—E 型发动机燃油蒸发再循环系统如图 5-50 所示，燃油蒸气再循环系统主要由炭罐、控制电磁阀、多功能阀和电控单元 ECU 等组成。

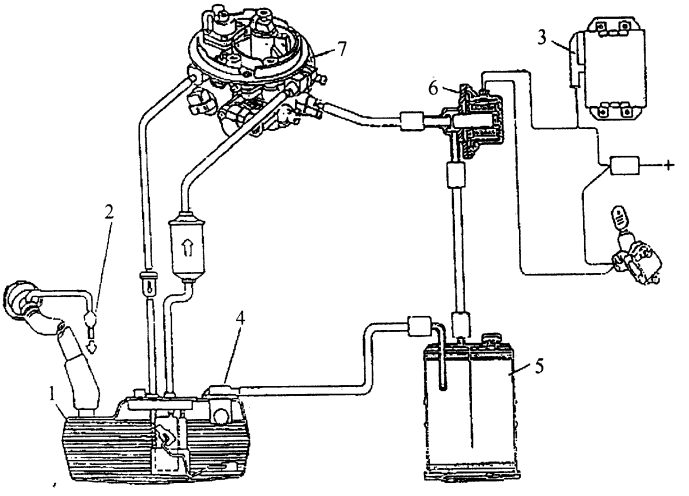


图 5-50　燃油蒸发再循环系统

1-燃油箱；2-两路安全阀；3-电控单元 ECU；4-多功能阀；5-炭罐；6-控制电磁阀；7-节气门体

当燃油箱内的燃油蒸气从多功能阀出口经管道进入炭罐（多功能阀的作用是防止汽车翻倾时油箱内的燃油从蒸气管道漏出。炭罐内充满了活性炭颗粒，可以吸附燃油蒸气中的汽油分子）时，蒸气中的汽油分子被吸附在活性炭表面。炭罐出口经电磁控制阀与节气门体相通。当发动机运转时，如果电磁控制阀开启，则在进气歧管真空吸力的作用下，将活性炭表面的汽油分子蒸发并吸入发动机进气管，使燃料得到充分利用；同时，恢复活性炭的吸附能力，不会因使用过久而失效。

经回收进入进气歧管的燃油蒸发量必须加以控制，以防破坏正常的混合气成分。这一控制由电控单元 ECU 通过操纵电磁阀的开闭来实现。在发动机停机或怠速运转时，电控单元 ECU 使电磁阀关闭，这时从油箱蒸发的燃油蒸气被炭罐吸收。当发动机以中高速运转时，电控单元 ECU 使电磁阀开启，储存在炭罐内的汽油蒸气被吸入发动机。此时发动机的进气量较大，少量燃油蒸气不会影响混合气的浓度。

四、发动机电控系统的使用与检修

（一）使用维修注意事项

1. 一般注意事项

所有汽车电控系统对高压和高温都很敏感，因此在使用维修中必须注意以下各点：

(1) 不论发动机是否在运转，只要点火开关接通时，决不可断开任何12V电气工作装置。因为在断开这类装置时，由于任何一线圈的自感作用，都会产生很高的瞬时高电压，有可能超过7 000V，使ECU及传感器严重受损。不能断开的部分电气装置有：蓄电池的任一电缆线、混合气控制电磁阀、怠速控制装置（步进电动机）、喷油器、点火装置的导线、ECU的任何导线、鼓风电动机导线连接器、空调离合器导线等。

(2) 跨接起动其他车辆或用其他车辆跨接起动本车时，须先断开点火开关，才能装拆跨接缆线。

(3) 音响的扬声器不能装置靠近微机的地方，因为扬声器产生的电磁干扰会损坏ECU中的电子部件。

(4) 在车身上使用电弧焊时，应先断开ECU电源。在靠近ECU或传感器的地方进行车身修理作业时，应特别小心。

(5) 在装上或取下PROM时，操作人员应先使自己搭铁（接触车身），否则，身体上的静电会损坏ECU电路。当人员进出车厢时，人体的静电可能产生达10 000V的高压。因此，对ECU操纵的数字式仪表进行维修作业或靠近这种仪表时，一定要带上搭铁金属带，将其一头缠在手腕上，另一头夹到车身上。

(6) 除在测试程序中特别指明外，不能用指针式欧姆表测试电控系统传感器，而应使用高阻抗的数字测试表（10MΩ以上）。

(7) 当清洁发动机部件时，特别要防止电气系统进水或线束松脱。如雨刮器泄漏，应尽快修理，以免装在前舱下壁板上的ECU因受潮而损坏。

(8) 拆卸蓄电池时应注意：ECU内所存储的所有故障诊断代码及自适应参数将都会被清除。因此，如有必要，应在拆下蓄电池负极接线前，读取故障代码。

(9) 在维修燃油系统之前，要断开蓄电池负极（－）端电缆。

(10) 在维修燃油系统时，不要吸烟或在明火附近进行。

(11) 汽油应远离橡胶或皮革零件。

(12) 连接仪表时，应用蓄电池作为计时灯及转速表等的电源。

2. 进气系统维修注意事项

由于发动机电控系统主要是根据进气系统的进气量来控制喷油量，因此进气系统不密封会对电控燃油喷射系统造成不良影响。故应特别注意：

(1) 由于拆卸发动机机油加注口盖、机油滤清器盖、拔下发动机机油油位表、曲轴箱通风（PCV）软管等的脱落，会引起发动机油气溢漏，造成发动机失调。

(2) 当进气歧管压力传感器与气缸盖之间的进气系统零件脱开、松动或裂开时，均会吸入多余空气，混合气会变稀而引起发动机运转不稳。

3. 电子控制系统维修注意事项

(1) 在拆卸电控汽油喷射（EFI）系统线路连接件、接头之前，应首先切断电源，将点火开关转到OFF位置或拆下蓄电池搭铁线，以切断电源。

(2) 安装蓄电池应特别仔细，不要接错蓄电池的正、负极接线。

(3) 不要打开ECU外罩，除非明确为ECU本身出现故障。否则，若ECU是好的，打开一下盖子，有可能会损坏它。

(4) 雨天检修及清洗发动机时，注意电子线路不可溅到水，应使水远离ECU控制系统线路接头。

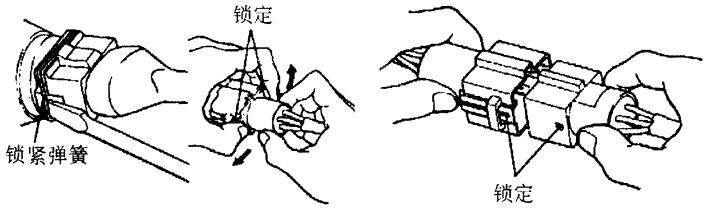
(5) 元件应随总成一起换。

(6) 在拆卸或安装的时候，切勿使零件碰撞，手拉电控系统零件要仔细，特别是ECU更需加倍小心地拆装。

(7) 除在测试程序中特殊指明外，不能用指针式欧姆表测试ECU传感器，而应使用高阻抗测试表。不要用测试灯去测试任何和ECU相连的电气装置，为防止ECU或传感器受损，除非另有说明，都应使用高阻抗的数字式测试仪表。

(8)电控汽油喷射系统的故障较少，常见故障往往是接线不良引起的，所以要保持各接头、接线柱的清洁和接触可靠。ECU是高质量机件，本身故障较少，需要检查时，要用专用仪器，一般不允许在修理作业时拆修。

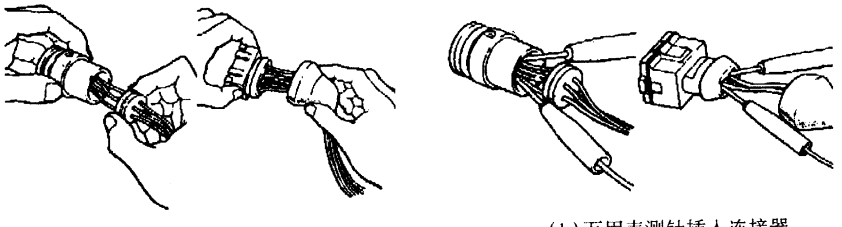
(9) 在拔出和插装导线连接器时必须要小心。拔出连接器时，先松开锁扣，再拉出连接器，如图5-51(a)所示。插装连接器时，先使连接器全部插入，再把卡锁锁住，如图5-52(b)所示。



(a)拔出导线连接器　　(b)插装导线连接器

图5-51　拔出与插装导线连接器

(10) 用万用表（电压挡、电阻挡）检查导线连接器时，如果它是防水型连接器，应仔细取下防水橡胶套，如图5-52(a)所示。在检查电阻、电流强度或电压时，应将万用表测针从导线侧插入连接器，如图5-52(b)所示。测针插入时不可对端子过分用力。检查后，把防水橡胶套牢固地安装在连接器上。



(a)取下防水橡胶套　　(b)万用表测针插入连接器

图5-52　用万用表检测连接器

(11) 要使用专用工具对喷油器、冷起动喷油器或它们的线路接头进行检测。

(12) 当手拉氧传感器时不允许氧传感器跌落或用东西敲击，不允许氧传感器接触水。

4. 燃油系统维修注意事项

(1) 进行燃油系统检修作业之前，应拆下蓄电池搭铁线，以防损坏机件。

(2)拆卸油管时应注意，为防止在拆卸油管时，有大量汽油流出，可以拔下电动汽油泵导线插头，再起动发动机，直至发动机自然停机，再松开油管接头。或者在被拆卸的接头下方安置容器，缓慢地松开油管接头后再拆开油管接头，用橡胶塞塞住接头。

(3) 当将连接螺母或接头螺栓与高压油管接头连接时，应遵循下列程序：

①连接接头螺栓型时应注意：务必使用新垫片，先用手拧上接头螺栓，然后用符合规定的力矩拧紧螺栓，如图 5-53 所示。

②连接螺母型时应注意：应用少量机油涂于油管表面，并用手拧紧连接螺母，然后用规定力矩拧紧螺母。

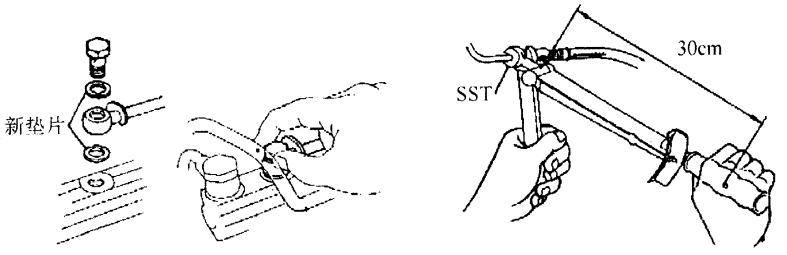


图 5-53　连接螺母或接头螺栓

(4) 拆装喷油器时应注意，切勿重复使用O形圈。安装前可用锭子油或汽油润滑O形圈，决不能使用发动机机油、齿轮油、制动油。在喷油器上安置O形圈时要仔细，不要损坏它，要边左右转动，边插进安装，要对正，不能歪斜。

(5) 对燃油系统，在完成任何维修后，都要检查有无燃油渗漏，其步骤是：

①在发动机停机的情况下，将点火开关转到“ON”位置。

②用专用工具接上检查连接器的“FP”和“+B”端子（2RZ—E），如图 5-54 所示。

③当夹住回油软管时，高压油管内的燃油压力会升高，在这一状态下，检查和观察燃油系统是否有漏油。

注意只能夹住软管，不可弯曲软管，否则会使软管裂开，并应避免夹紧软管的时间过长而造成弯曲处破裂。

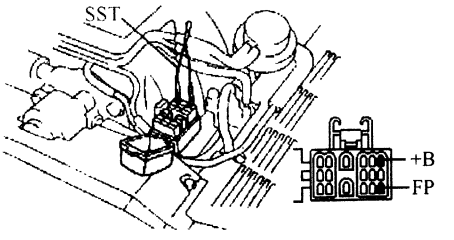


图 5-54　连接检查用连接器

5. 491Q—E 发动机电控系统使用注意事项

(1) 禁止调整节气门位置螺钉，否则将使节气门关闭时的角度值改变，使发动机无法正常工作。

(2)禁止调整燃油压力调节器上的头部调整螺钉，否则燃油压力调节器的开启压力值会改变，喷油系统无法正常工作。

(3) 在发动机工作期间，禁止拔掉火花塞和高压线。任何情况下的发动机丢缸工作都会使未燃混合气进入三元催化转化器引起三元催化转化器烧蚀。如需要请卸掉三元催化转化器。

(4) 转速传感器和减振皮带轮齿顶间隙必须在 0.5～1.0mm 之间。

(5) 发动机必须使用 93 号以上优质无铅车用汽油（每升含铅量低于 5mg），否则会使三元催化转化器铅中毒甚至失效。

(6) 当电喷系统的传感器或执行器出现故障时，发动机按固定的模式运行（故障警告指示灯亮），用户可以把车开到修理站进行修理。故障排除后，断开 ECU 总熔断器，10min 后再接通，进而消除 ECU 存储的故障模式，转入正常运行。

（二）主要回路及零部件的检修

金杯轻型客车配装 2RZ—E 和 491Q—E 两种型号的发动机。其中，2RZ—E 为引进日本丰田原装发动机，采用丰田电子控制多点同时燃油喷射系统；491Q—E 为国产发动机，采用意大利玛瑞利（MARELI）公司生产的 I. A. W. 16C4 型电子控制单点间断式燃油喷射系统。这两种发动机电控系统所用零部件较多，但检修方法大同小异，在此主要以 2RZ—E 发动机电控系统为例，阐述电控系统的主要回路及零部件的检修方法。491Q—E 发动机不同之处加以注明。

图 5-55 所示为 491Q—E 发动机电子控制系统的电路图。

图 5-56 为 491Q—E 发动机电子控制单元 ECU 连接器，表 5-2 为 ECU 连接端子名称。

图 5-57 为 2RZ—E 发动机的连接器，表 5-3 为 2RZ—E 发动机 ECU 连接端子名称。2RZ—E 型发动机电子控制系统电路原理见图 5-1 所示。

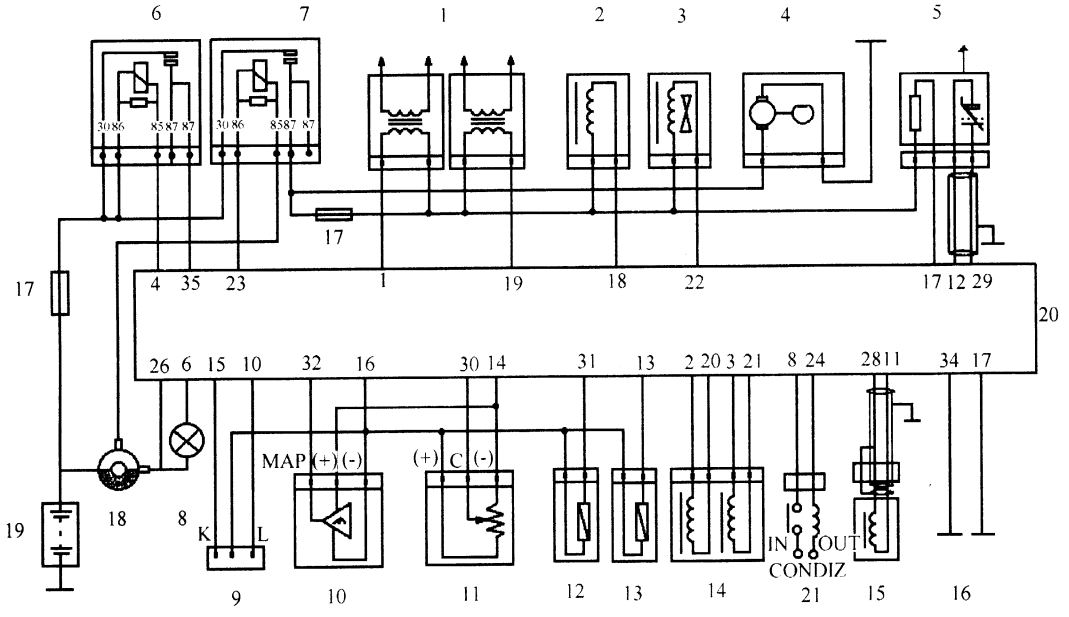


图 5-55　491Q—E 发动机电子控制系统的电路图

1-点火线圈；2-喷油器；3-炭罐控制阀；4-燃油泵；5-氧传感器；6-继电器（20A）；7-主继电器（30A）；8-故障警告指示灯（没安装）；9-故障检测仪插头；10-绝对压力传感器；11-节气门位置传感器；12-进气温度传感器；13-水温传感器；14-怠速步进电机；15-上止点/转速传感器；16-搭铁；17-熔断器；18-点火开关；19-蓄电池；20-电子控制单元 ECU；21-空调继电器

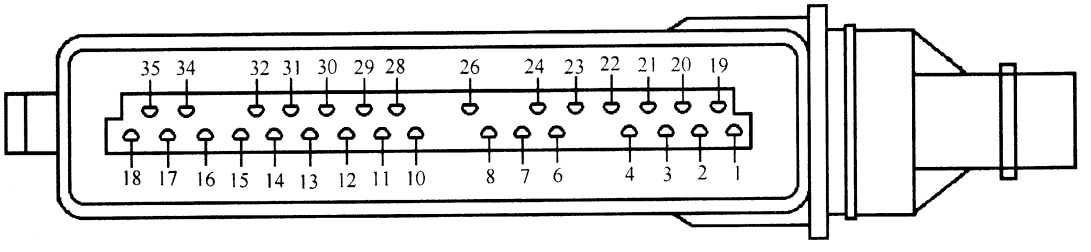


图 5-56　491Q—E 电子控制单元 ECU 插座

表 5-2　491Q—E 发动机 ECU 连接端子的用途

序　号	用　　途	序　号	用　　途
1	1、4 缸初级点火线圈	19	2、3 缸点火线圈初级信号
2	B 相位的怠速步进电机信号	20	A 相位的怠速步进电机信号
3	D 相位的怠速步进电机信号	21	C 相位的怠速步进电机信号
4	继电器信号	22	燃油蒸气再循环电磁阀信号
5	空	23	燃油泵继电器/转速表（选装）信号
6	故障警告指示灯（选用）	24	空调继电器控制
7	空	25	空
8	空调信号输入口	26	点火开关输入信号
9	空	27	空
10	检查进口（L 线）	28	曲轴位置/转速传感器正极输入信号接口
11	转速传感器负极信号输入接口	29	氧传感器正极输入信号接口
12	氧传感器负极信号输入接口	30	节气门位置传感器输入信号接口
13	水温传感器信号输入接口	31	进气温度传感器输入信号接口
14	绝对压力传感器/节气门位置传感器＋5V 电压接口	32	进气歧管压力传感器输入信号接口
15	检测出口（K 线）	33	空
16	水温/进气温度/绝对压力/节气门位置传感器地线	34	搭铁
17	发动机主地线	35	＋12V ECU 电源输入接口
18	喷油器信号接口		

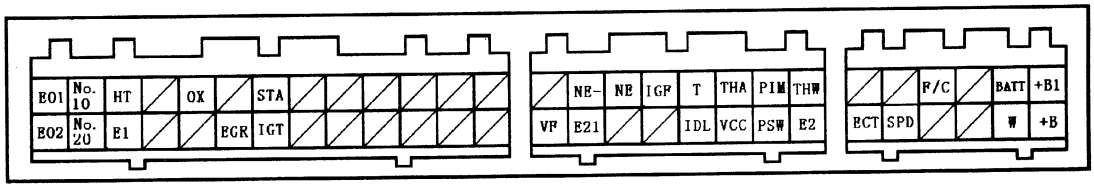


图 5-57　2RZ—E 发动机的连接器

表 5-3　2RZ—E 发动机 ECU 连接端子名称

代　号	端子名称	代　号	端子名称
E01	发动机接地	T	检查用连接器
E02	发动机接地	IDL	节气门位置传感器
NO. 10	喷射器	THA	进气温度传感器
NO. 20	喷射器	VCC	进气歧管压力传感器
HT	氧传感器加热器	PIM	进气歧管压力传感器
E1	发动机接地	PSW	节气门位置传感器
OX	氧传感器	THW	冷却水温度传感器
EGR	EGR 用 VSV	E2	传感器接地
STA	点火开关	ECT	ECT　ECU
IGT	点火器	SPD	速度传感器
VF	检查用连接器	F/C	开路继电器
NEθ	分电器	BATT	蓄电池正极
E21	传感器接地	W	发动机检查报警灯
NE	分电器	＋B1	EFI 主继电器
IGF	点火器	＋B	EFI 主继电器

在进行检修之前，最好先简单地检查一下主熔断器、熔断器和接插件的连接状态，首先排除这些地方的故障。主熔断器和熔断器在车上的安装位置如图 5-58 所示。

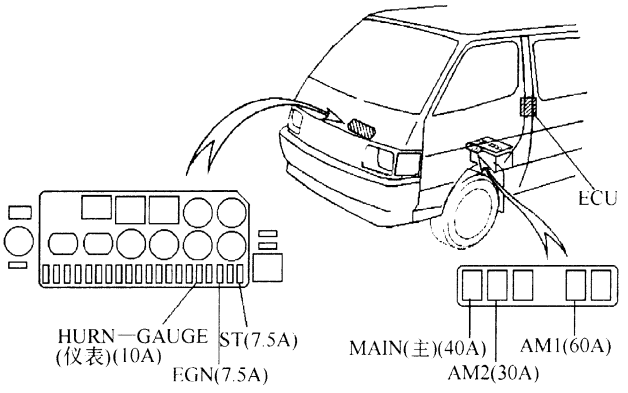


图 5-58　2RZ—E 发动机主熔断器和熔断器安装位置

1. ECU 电源回路的检查

拔下 ECU 插头，松开卡夹，以便用万用表的测针检测 ECU 各端子之间的电压，如图 5-59 所示。

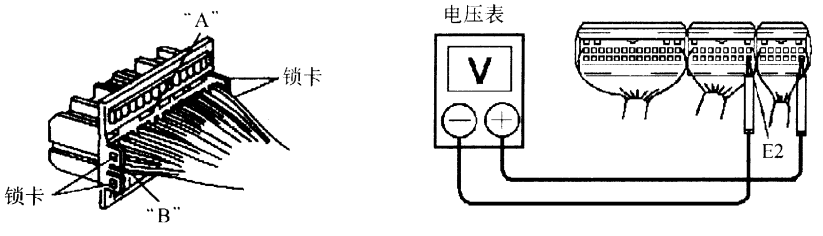


图 5-59　松开卡夹和用万用表测量电压

图 5-60 为 ECU 电源电路，当点火开关位于"ON"位置时，ECU 上的 BATT、+B、+B1 端子处应有电压，其电压值见表 5-4 所示。

如果检测 BATT、+B、+B1 端子无电压，则表示有故障存在，应按故障诊断表 5-5、表 5-6 进行查找故障。

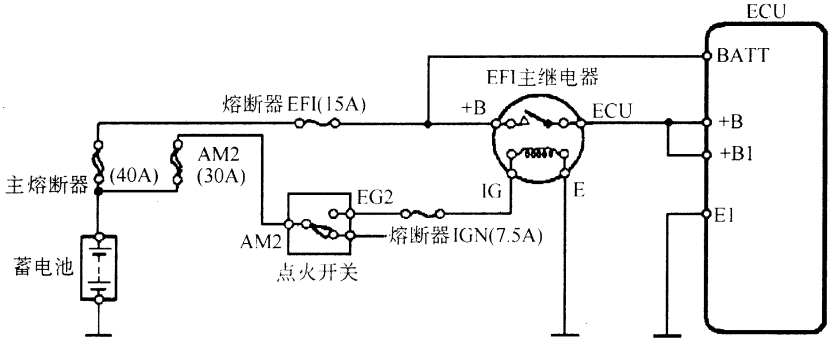


图 5-60　ECU 的电源电路

表 5-4　ECU 电源电压

端　　子	正　　常	故　　障	条　　件
BATT—E1	10～14V	无电压	—
+B—E1			点火开关“ON”
+B1—E1			

表 5-5　BATT—E1 端子间无电压故障诊断

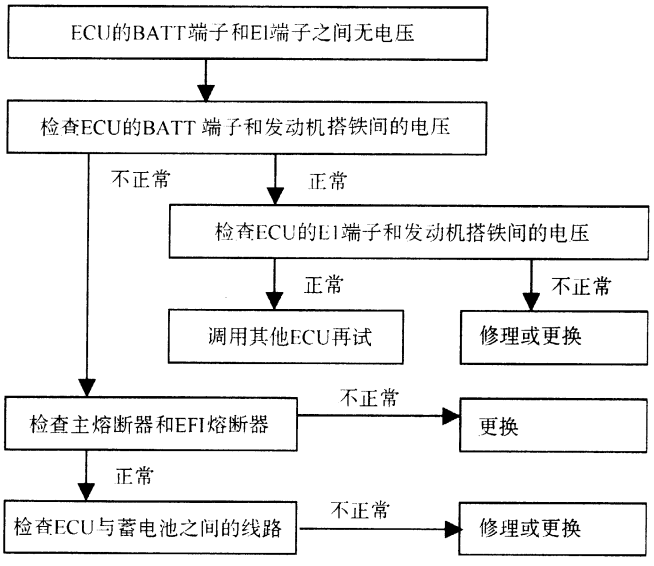
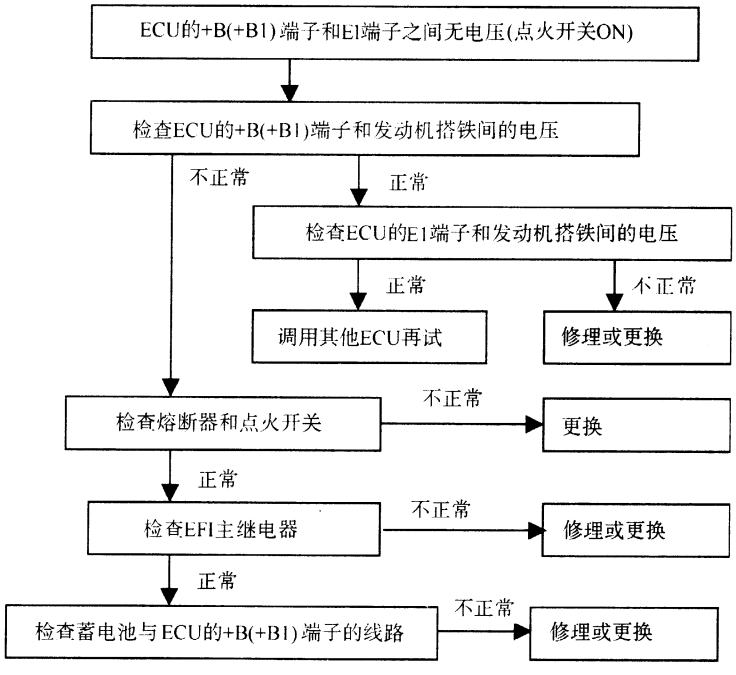


表 5-6　+B（+B1）—E1 端子间无电压故障诊断



2. 节气门位置传感器

(1) 检查节气门位置传感器的电压

节气门位置传感器控制电路如图 5-61 所示，当点火开关位于“ON”时，发动机 ECU 连接器上 IDL 和 PSW 端子处应有电压，其电压值应符合表 5-7 所示。如无电压则按故障诊断表 5-8 和表 5-9 进行查找。

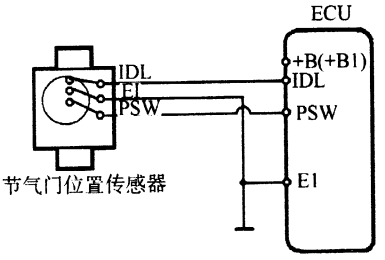


图 5-61　节气门位置传感器电路图

表 5-7　节气门位置传感器各端子电压

端　子	正　常	故　障	条　件	
IDL—E1	8～14V	无电压	点火开关“ON”	节气门开启
PSW—E1	4.5～5.5V			节气门全闭

表 5-8　IDL—E1 端子间无电压故障诊断

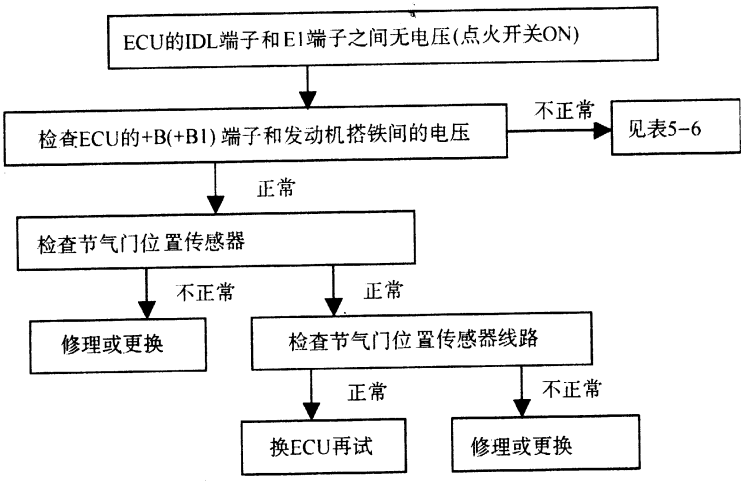
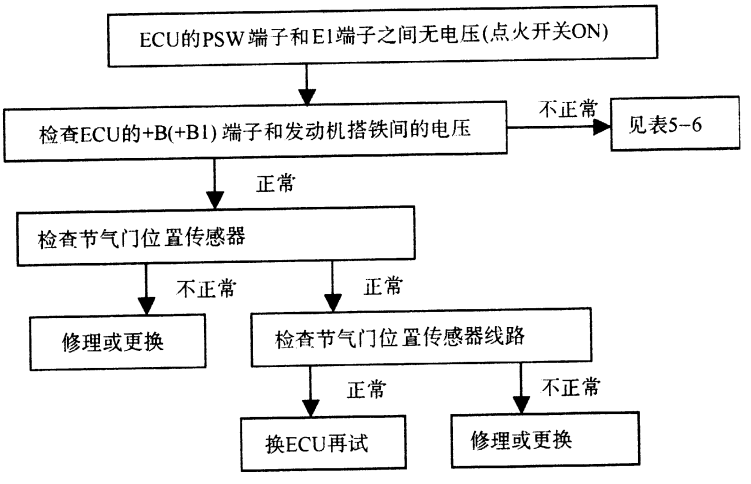


表 5-9　PSW—E1 端子间无电压故障诊断



(2) 检查节气门位置传感器的电阻

拔下节气门位置传感器导线连接器，按图 5-62 所示制作一角规，将节气门的开启角度从垂直位置（包括节气门全闭角度 10°在内）开始为基准到规定角度，按图 5-63 所示用万用表测量各端子之间是否导通，其导通情况见表 5-10 所示。

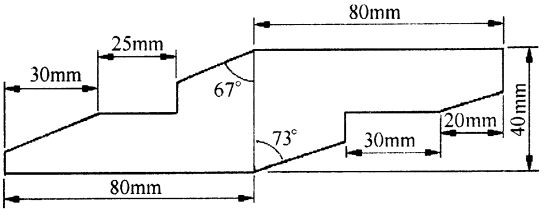


图 5-62　测量节气门开启角度的角规

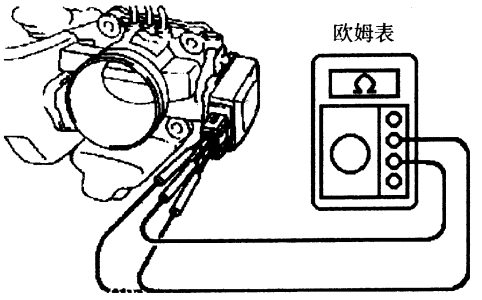


图 5-63　用万用表测量各端子之间电阻

表 5-10　万用表测量各端子之间导通情况

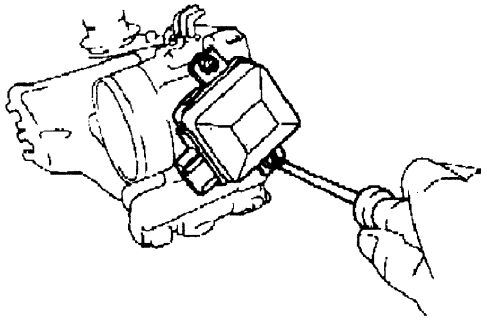
节气门开启角度	导　通　情　况		
	IDL—E1	PSW—E1	IDL—PSW
从垂直位置起 67°	不导通	不导通	不导通
从垂直位置起 73°	不导通	导通	不导通
从垂直位置起小于 11.5°	导通	不导通	不导通

如果有必要，应调整节气门位置传感器。

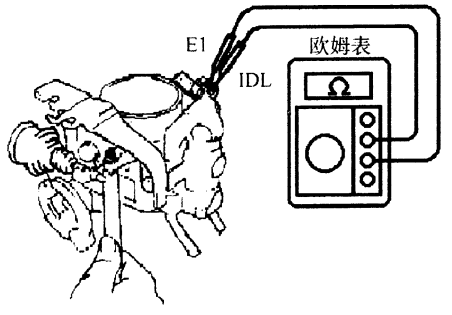
①拧松传感器的 2 个固定螺钉，将测隙规（0.35mm）插到节气门止动螺钉和拉杆之间，并将欧姆表（或万用表欧姆挡）接到端子 IDL 和 E1 上，如图 5-64 所示。

②顺时针慢慢转动节气门位置传感器，直到欧姆表的指针摆动为止，然后拧紧固定螺钉。

③使用测隙规，再次测量 IDL 和 E1 端子之间的导通情况，如表 5-11 所示。



(a) 拧松传感器的 2 个固定螺钉



(b) 测量 IDL 和 E1 端子之间的导通情况

图 5-64　调整、检测节气门位置传感器

表 5-11　测量各端子之间的导通情况

拉杆和止动螺钉之间的间隙	IDL—E1 导通情况
0.30mm	导通
0.40mm	不导通

说明：491Q—E 发动机节气门位置传感器各端子之间的电阻应符合表 5-12 规定，如电阻值不符合规定，说明传感器失效，应予更换。

表 5-12　节气门位置传感器各端子之间的电阻

	2-3 之间电阻（kΩ）	1-3 之间电阻（kΩ）
节气门全闭时	2.3±0.34	1.26±0.20
节气门全开时	1.42±0.21	2.37±0.40

3. 进气歧管压力传感器

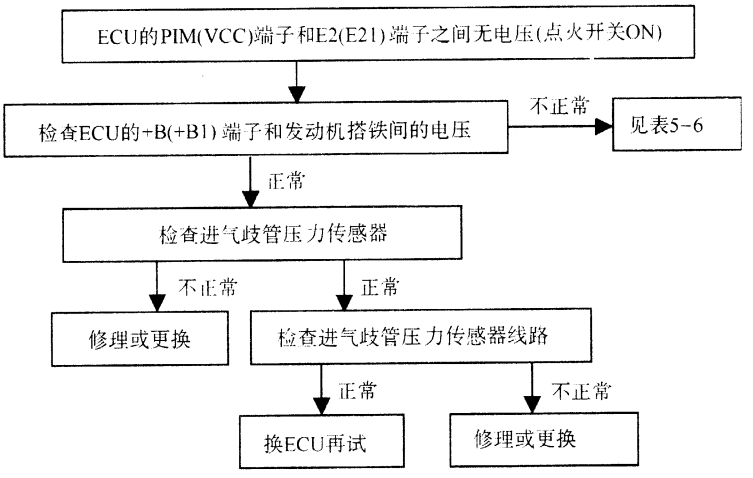
（1）检查进气歧管压力传感器回路电压

进气歧管压力传感器控制电路如图 5-65 所示。将点火开关置于“ON”时，发动机 ECU 连接器上 VCC 和 PIM 两端子与 E2 端子间应有电压，其电压值应符合表 5-13 所示。如无电压则按故障诊断表 5-14 进行查找。

表 5-13　进气歧管压力传感器各端子电压

端　　子	正　　常	故　　障	条　　件
PIM—E2（E21）	3.3～3.9V	无电压	点火开关“ON”
VCC—E2（E21）	4.5～5.5V		

表 5-14　PIM（VCC）—E2（E21）端子间无电压故障诊断



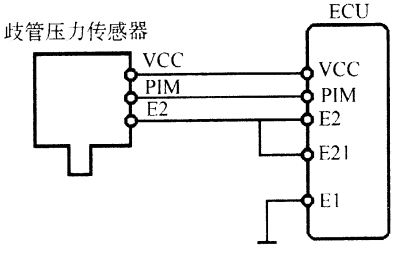


图 5-65　进气歧管压力传感器电路图

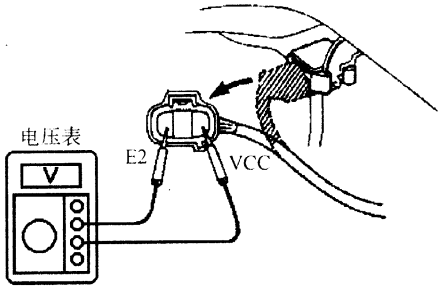


图 5-66　检测歧管压力传感器的电源电压

（2）检查进气歧管压力传感器的电源电压

脱开进气歧管压力传感器的连接器，将点火开关置于ON位置，使用电压表测量歧管压力传感器连接器的VCC和E2端子之间的电压，如图5-66所示，应为4～6V，如无电压，则检查ECU的电源电路。

（3）检查进气歧管压力传感器的输出电压

重新接好歧管压力传感器的连接器，将点火开关置于“ON”位置，拆下此传感器的真空软管，用真空泵向进气歧管压力传感器施以13.3～66.7kPa（100～500mmHg）的负压（真空度），再测ECU的PIM和E2端子之间的电压，如图5-67所示。其电压值应符合表5-15所示，如不符，则应更换进气歧管压力传感器。

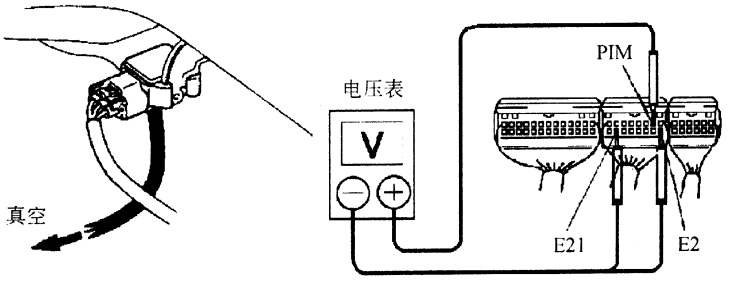


图5-67　检查进气歧管压力传感器的输出电压

表5-15　进气歧管压力传感器的真空度与输出电压（PIM—E2）之间的关系

真空度（负压）	mmHg	100	200	300	400	500
	kPa	13.3	26.7	40.0	53.3	66.7
电压降	(V)	0.3～0.5	0.7～0.9	1.1～1.3	1.5～1.7	1.9～2.1

4. 冷却水温度传感器

（1）冷却水温度传感器电压的检测

冷却水温度传感器电路如图5-68所示，当点火开关置于“ON”时，ECU的THW与E2端子之间应有电压，其电压值应为0.1～1.0V之间（冷却水温度80℃时），如无电压则按故障诊断表5-16进行查找故障。

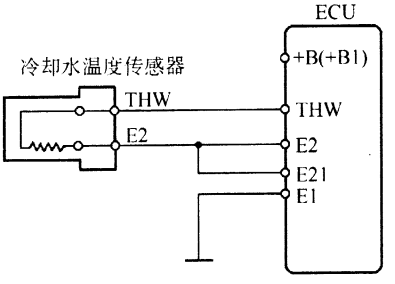
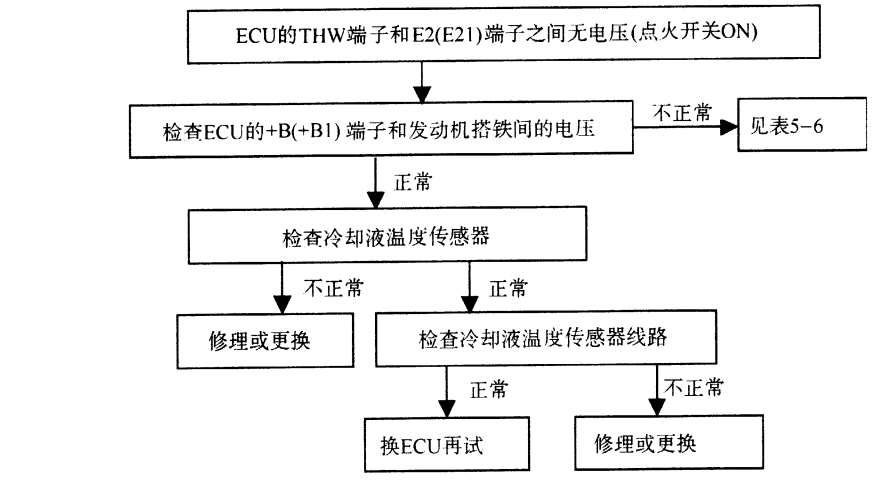


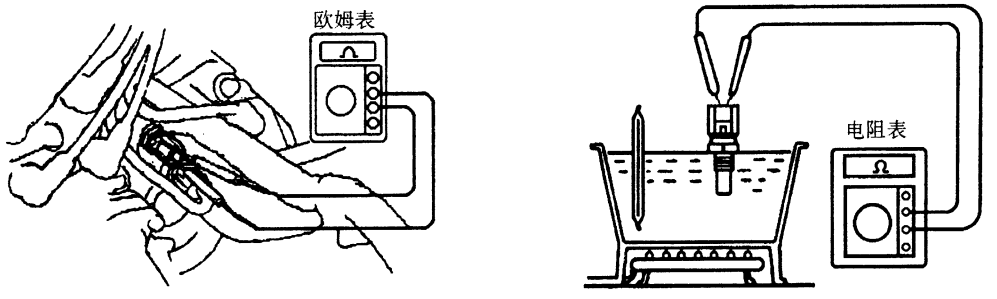
图5-68　冷却水温度传感器电路

（2）冷却水温度传感器电阻的检查

脱开冷却水温度传感器导线连接器，使用欧姆表测量两个端子之间的电阻，如图5-69（a）所示；或从发动机上拆下此传感器，将其放入盛水的器皿中，在不同水温条件下，用欧姆表测量传感器的电阻，如图5-69（b）所示，其电阻值应在图5-70的上下两条曲线之间，如其阻值在上下两条曲线以外，则需更换冷却水温度传感器。

表 5-16　ECU 的 THW—E2（E21）端子间无电压故障诊断





（a）车上检查　　（b）车下检查

图 5-69　测量冷却水温度传感器的电阻

5. 进气温度传感器

（1）进气温度传感器电压的检测

进气温度传感器电路如图 5-71 所示，当点火开关位于“ON”位置时，ECU 的 THA 与 E2 端子之间应有电压，其电压值应为 2.0～2.8V 之间（20℃时），如无电压则按故障诊断表 5-17 进行查找故障。

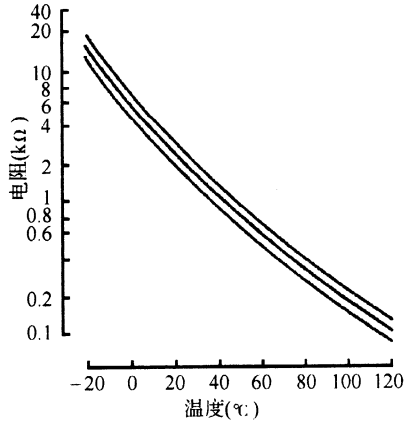


图 5-70　冷却水温度传感器的电阻曲线

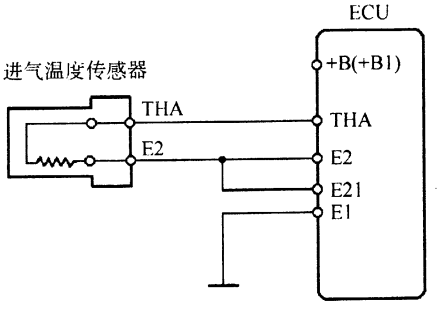
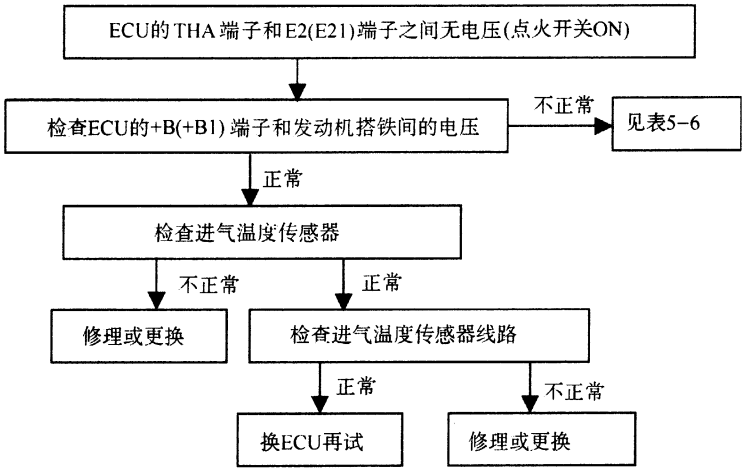


图 5-71　进气温度传感器电路

（2）进气温度传感器电阻的检查

进气温度传感器电阻的检查方法和要求与冷却水温度传感器的检查方法和要求相同。

表 5-17　ECU 的 THA—E2（E21）端子间无电压故障诊断



6. 氧传感器的检查

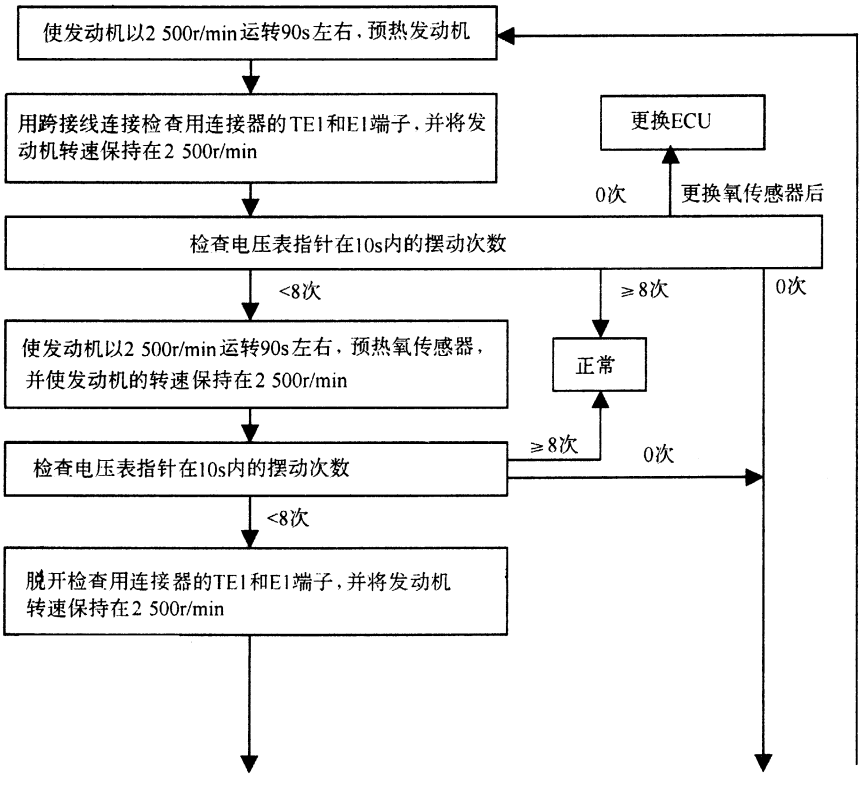
（1）检查氧传感器加热器的电阻

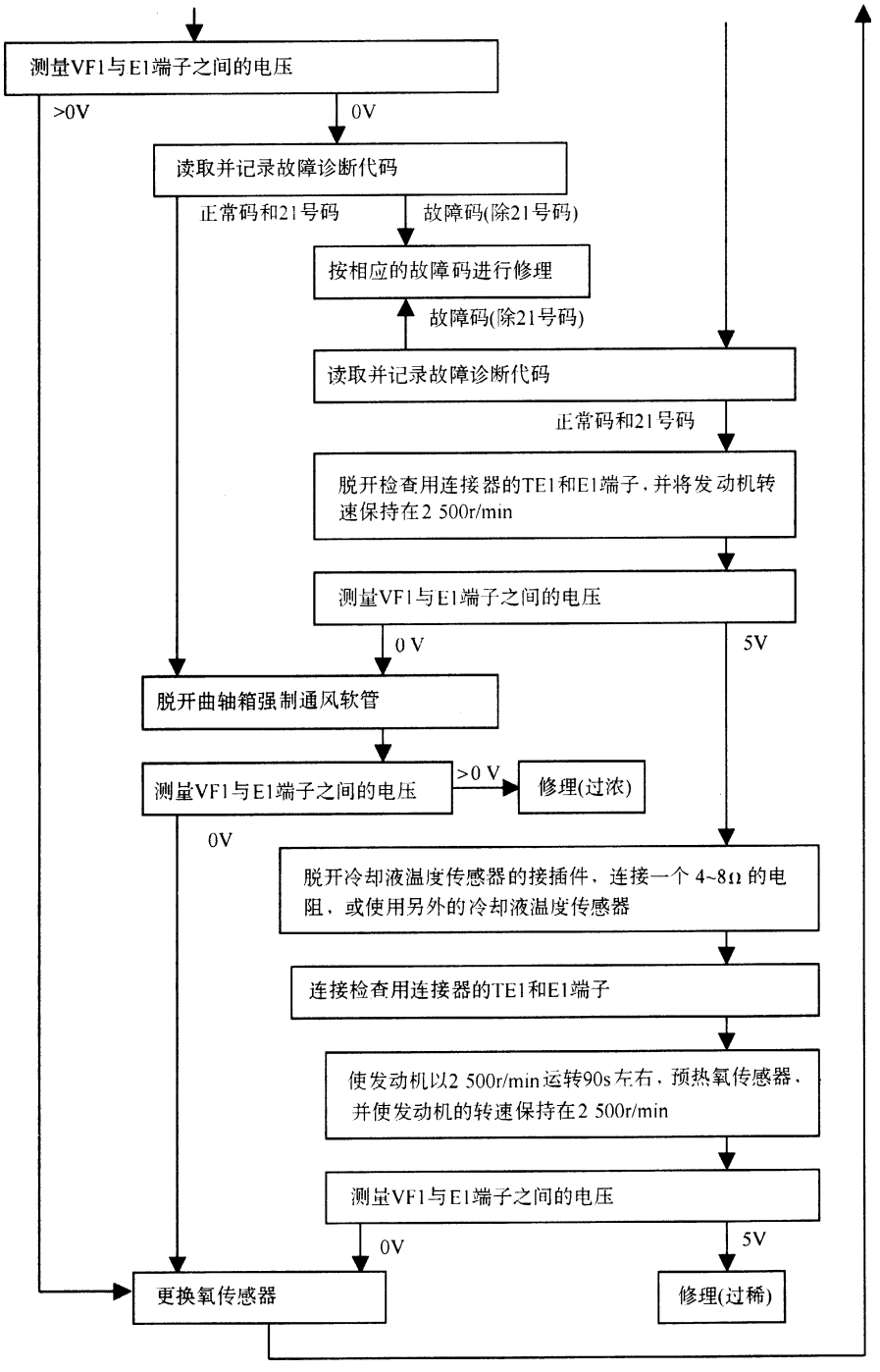
拔下氧传感器的导线连接器，用欧姆表检测氧传感器＋B 和 HT 端子之间的电阻，如图 5-72 所示。其阻值应为 5.1～6.3Ω（20℃时）。如不符合，则应更换氧传感器。

（2）反馈电压（VF1）的检查

预热发动机，将电压表连接到检查用连接器的 VF1 和 E1 端子之间，如图 5-73 所示，按表 5-18 进行检查。

表 5-18　氧传感器反馈电压检查





7. 燃油泵的检查与拆装

(1) 燃油泵的车上检查

1) 检查燃油泵的工作情况

①将点火开关置于“ON”位置，但不要起动发动机。

②用跨接线连接检查用连接器（在蓄电池附近）的 FP 和＋B 端子，如图 5-74。

③检查来自燃油滤清器的进油软管处是否有用手指可感觉到的油压（注意：可听到燃油的回流声音）。

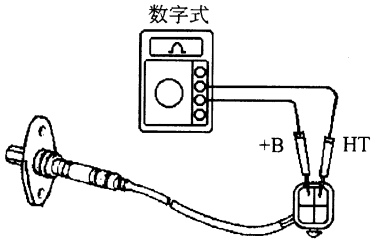


图 5-72　检查氧传感器加热器的电阻

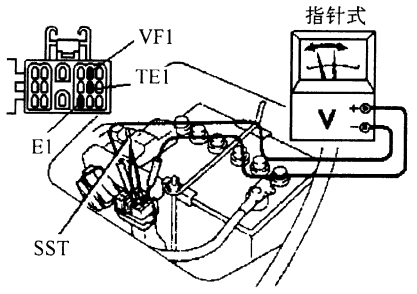


图 5-73　检查氧传感器反馈电压

④从检查用连接器上取下跨接线。

⑤关闭点火开关（位于 OFF）。

如果没有油压，检查以下元件：熔断器、EFI 主继电器、开路继电器、输油泵和配线的连接。

2）检查燃油压力

①检查蓄电池电压应为 12V 以上，然后脱开蓄电池的搭铁线。

②在冷起动喷油器输油管的下面放一个适当的容器或抹布，慢慢拧松冷起动喷油器输油管的接头螺栓，并从出油管拆下接头螺栓和两个密封垫圈。

③用两个新的密封垫圈及接头螺栓，按图 5-75 所示，将压力表接到出油管上。

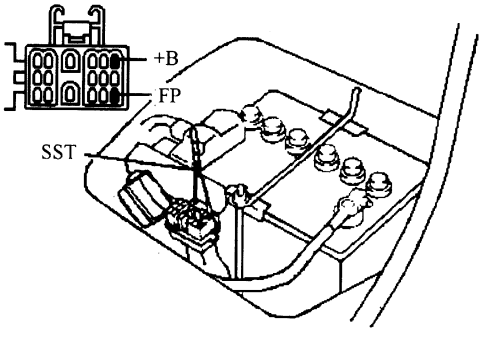


图 5-74　用跨接线连接检查用连接器

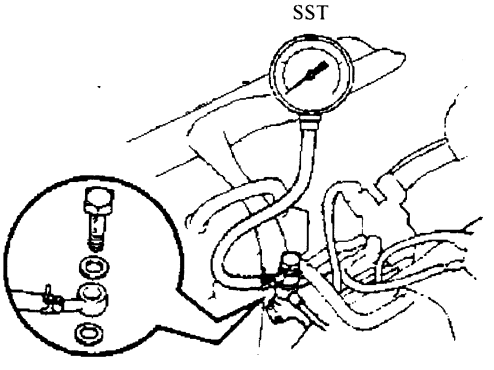


图 5-75　连接压力表

④重新接好蓄电池的搭铁线，用跨接线连接检查连接器的 FP 和＋B 端子。

⑤将点火开关置于“ON”位置。

⑥测量燃油压力，其标准油压为：265～304kPa（2.7～3.1kgf/cm^2）。如果压力过高，则应更换压力调节器；如果压力过低，则应检查以下部件：燃油软管及其连接情况、燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器。

⑦从检查用连接器上拆下跨接线，起动发动机。

⑧如图 5-76 所示，先从燃油压力调节器上脱开真空软管，并用塞子将其塞住，测量怠速时的燃油压力应为 265～304kPa（2.7～3.1kgf/cm^2）；然后，将真空软管重新接到燃油压力调节器上，测量怠速时的燃油压力应为 226～265kPa（2.3～2.6kgf/cm^2）。

如果压力不符合要求，则应检查真空软管和燃油压力调节器。

⑨停止发动机，检查在发动机停止的 5min 内燃油压力是否能保持在 147kPa（1.5kgf/

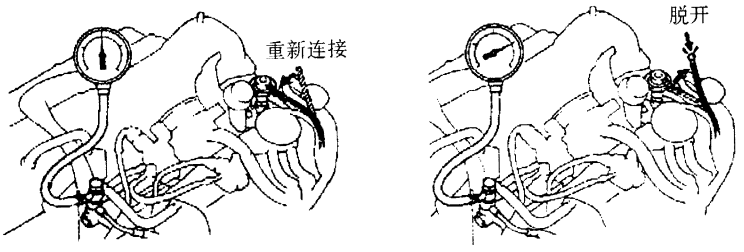


图 5-76　脱开与连接真空软管

cm^2）以上。如果不在规定要求的范围内，则应检查燃油泵、燃油压力调节器、喷油器。

⑩在检查燃油压力后，关闭点火开关，拆下蓄电池的搭铁线，再拆下油压表（注意：防止汽油溅出），用 2 个新密封圈和接头螺栓将冷起动喷油器的输油管连接到出油管上。最后接好冷起动喷油器的接插件，起动发动机，检查是否有燃油渗漏。

（2）燃油泵的拆装

燃油泵总成如图 5-77 所示。警告：在检修燃油泵时不要抽烟或接近明火。

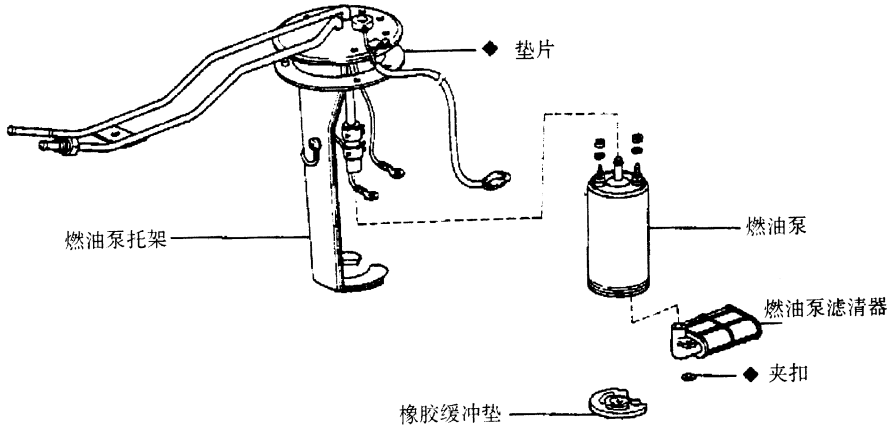


图 5-77　燃油泵总成

燃油泵拆卸步骤：

①从燃油箱中排尽汽油，拆下燃油箱。

②从燃油箱拆下燃油泵托架。拧下 6 个螺钉和螺栓，即可拉出燃油泵托架，如图 5-78（a）所示。

③从燃油泵托架上拆下燃油泵。从燃油泵上拆下配线和燃油软管，即可从托架下侧拉出燃油泵，如图 5-78（b）所示。

④拆下燃油泵滤清器。拆下橡胶缓冲垫和夹扣，即可拆下燃油滤清器，如图 5-78（c）所示。

燃油泵的安装步骤与拆卸相反。

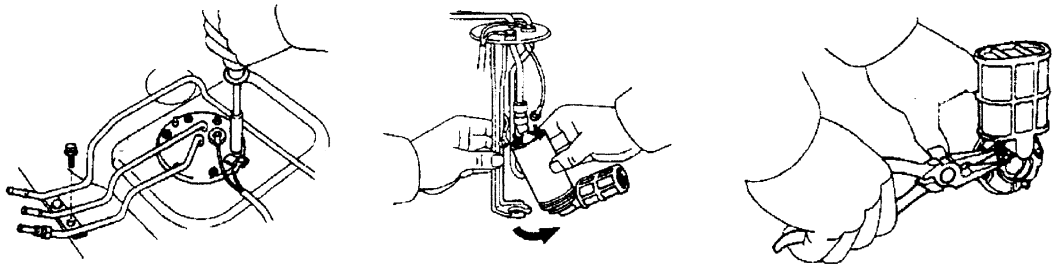
8. 喷油器

喷油器的电路如图 5-79 所示。

（1）喷油器的检查

1）喷油器电路电压的检查

当点火开关置于“ON”位置时，发动机 ECU 的 No. 10 和 No. 20 端子与 E01 或 E02 端子



（a）拆下燃油泵托架　　（b）拆下燃油泵　　（c）拆下燃油泵滤清器

图 5-78　燃油泵拆卸

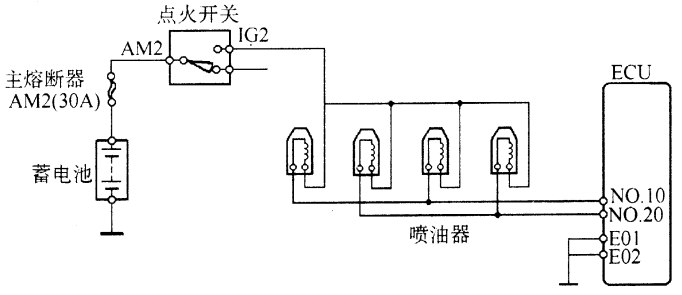
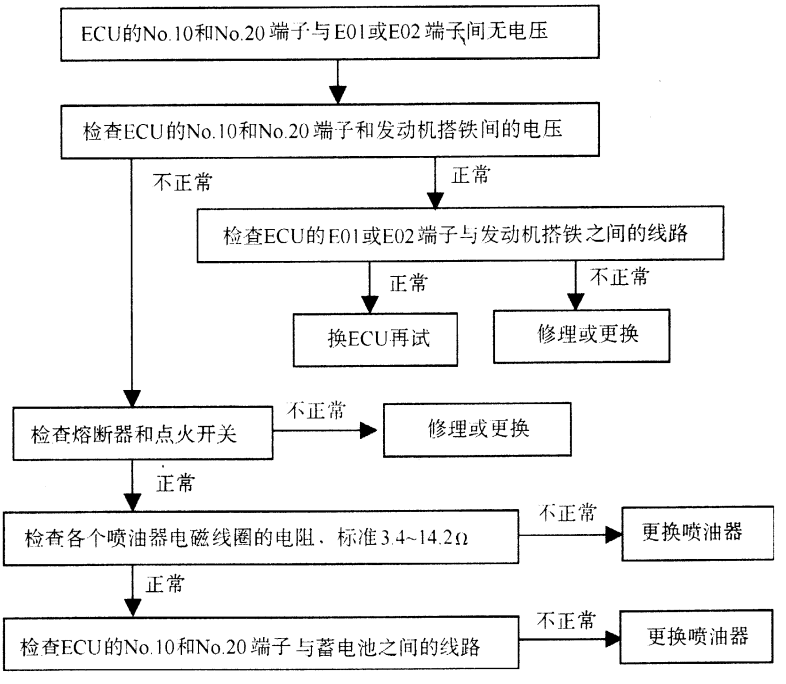


图 5-79　喷油器电路

间应有电压，其标准电压值为 10～14V。如无电压则按故障诊断表 5-19 查找故障。

表 5-19　发动机 ECU 的 No. 10 和 No. 20 端子与 E01 或 E02 端子间无电压故障诊断



2）喷油器电阻的检查

拔开喷油器的导线连接器，用欧姆表测量喷油器上两个接线端子间的电阻，20℃时其标准电阻值应为 13.4～14.2Ω。如果阻值不符，则应更换喷油器。

（2）喷油器的喷射试验

警告：在试验中要保持火花塞的清洁。

1）从燃油滤清器的出口管脱开燃油软管。

2）将SST（接头）连接到燃油滤清器的出口，如图5-80（a）所示。

3）将SST（接头）和软管安装到出油管上，燃油回油软管连接到压力调节器上，再将SST（软管）连接到3个接头上，如图5-80（b）所示。

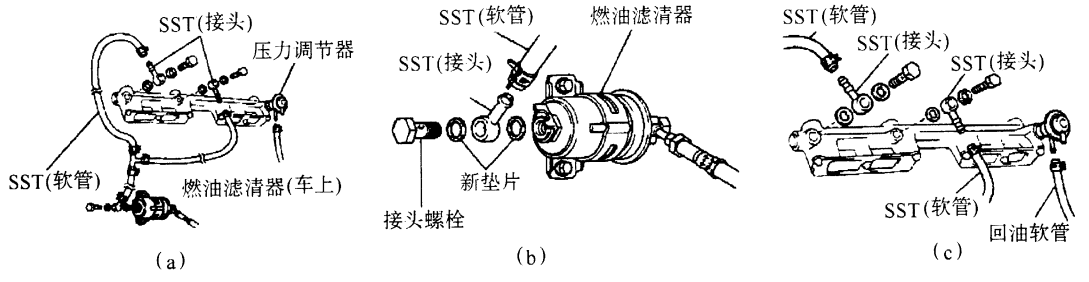


图5-80　组装喷油器试验装置

4）用跨接线连接检查用连接器的＋B与FP端子。

5）按图5-81所示，将配线连接到喷油器和蓄电池上15s，并在此时间内用量杯测量其喷油量，每个喷油器测2～3次。标准喷油量为40～50cm³/15s，各喷油器允差为6cm³。如果喷油量不合标准，则应清洗或更换喷油器。

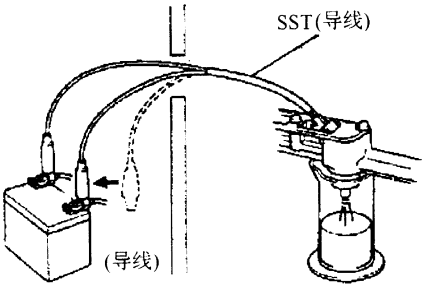


图5-81　喷油器喷油量的测量

（3）检查渗漏

在进行喷油量的检测后，脱开蓄电池与喷油器的连接，检查喷油器喷嘴处有无渗漏，要求每分钟漏油不允许大于一滴。

9. 冷起动喷油器

（1）冷起动喷油器的检查

脱开冷起动喷油器的导线连接器，用欧姆表测量冷起动喷油器两端子之间的电阻，如图5-82所示，其标准电阻值应为2～4Ω（20℃）。如电阻值不符，则应更换冷起动喷油器。

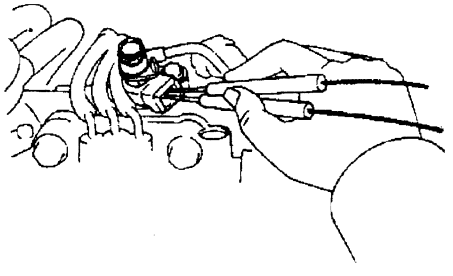


图5-82　检查冷起动喷油器的电阻

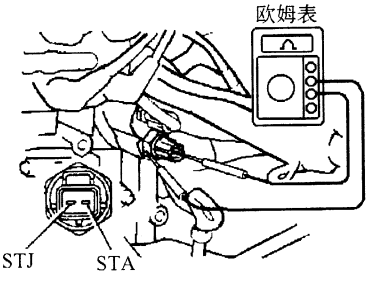


图5-83　检查冷起动喷油器正时开关的电阻

冷起动喷油器的测试方法与喷油器相同。

（2）冷起动喷油器正时开关的检查

脱开冷起动喷油器正时开关的导线连接器，用欧姆表测量正时开关上各端子间的电阻，如图 5-83 所示，其电阻值应符合表 5-20 的电阻值。如不符，则须更换正时开关。

表 5-20　冷起动喷油器正时开关上各端子间的电阻

端　　子	标准电阻（Ω）	冷却水温度（C）
STA—STJ	30～50	低于 10
	70～90	高于 25
STA—接地	30～90	—

10. EFI 主继电器的检查

EFI 主继电器的电路如图 5-84 所示。

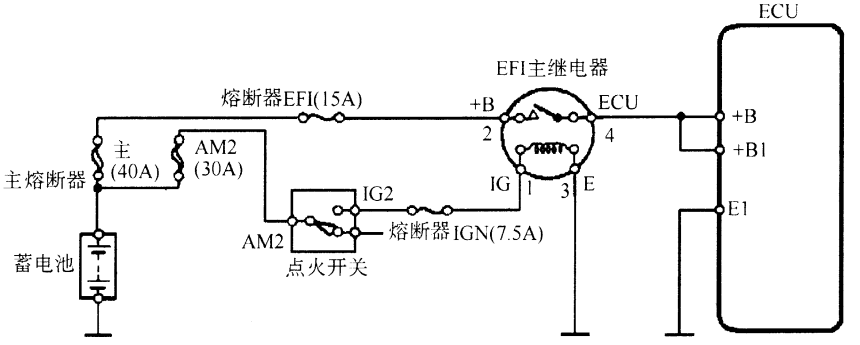


图 5-84　EFI 主继电器的电路

(1)拔下 EFI 主继电器，用欧姆表测量其端子 1 与 3 应导通，端子 2 与 4 应不导通，如图 5-85（a）所示。

（2）在端子 1 与 3 之间施以 12V 电压时，用欧姆表测量端子 2 与 4 应导通，如图 5-85（b）所示。

如动作不符合规定要求，则应更换 EFI 主继电器。

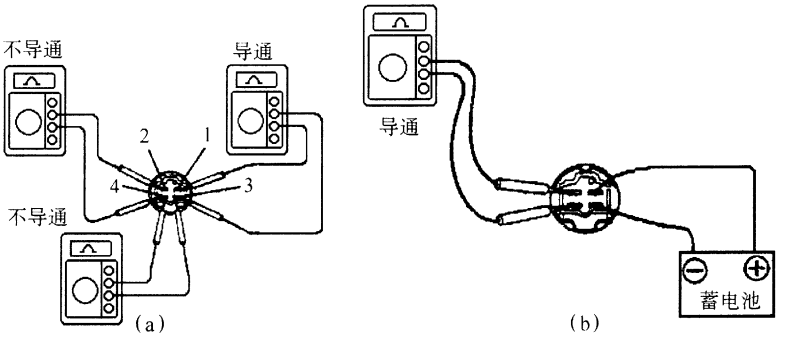


图 5-85　EFI 主继电器的检查

11. 开路继电器

图 5-86 为开路继电器的电路图。

(1) 拔下开路继电器，用欧姆表测量其端子 STA 与 E1 之间应导通，端子 B 与 FC 之间应导通，端子 B 与 FP 之间应不导通，如图 5-87 所示。

(2) 在端子 STA 与 E1 之间施以蓄电池 12V 电压时，用欧姆表测量端子 B 与 FP 之间应

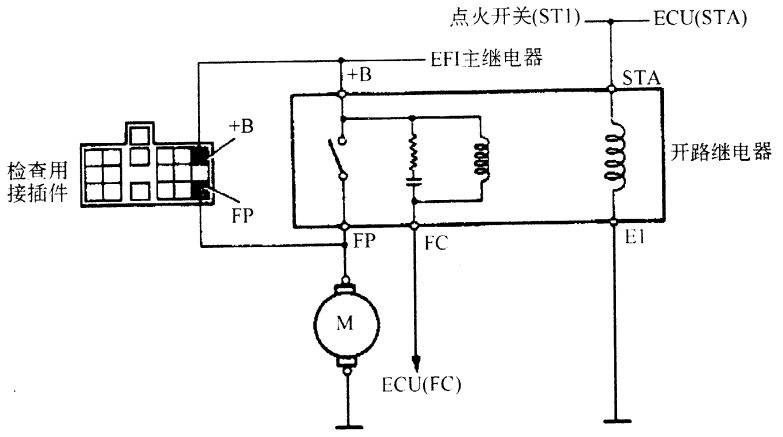


图 5-86　开路继电器的电路

导通;在端子+B 与 FC 之间施以蓄电池 12V 电压时,用欧姆表测量端子 B 与 FP 之间应导通。

如动作不符合规定要求,则应更换开路继电器。

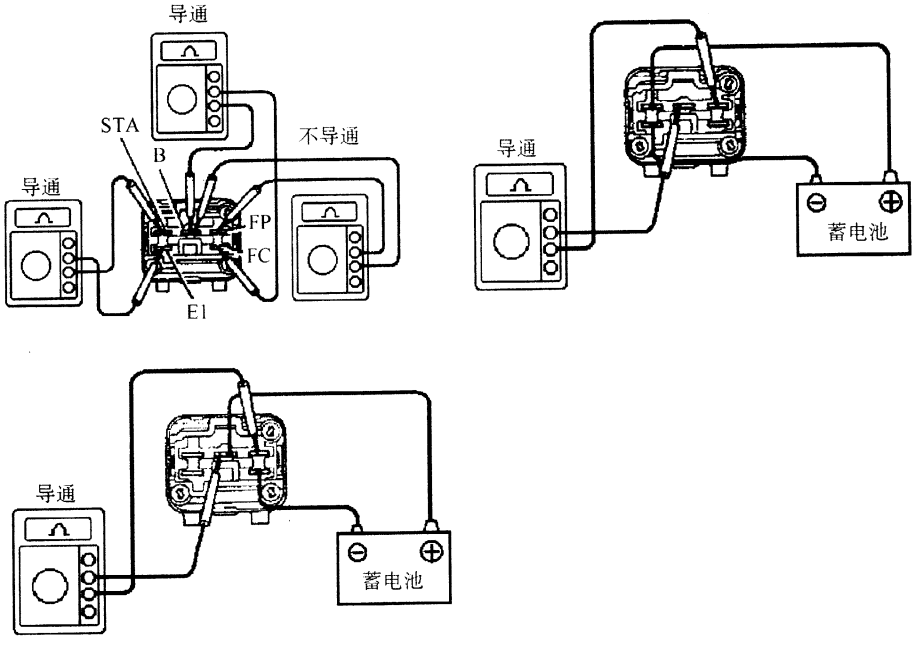


图 5-87　检查开路继电器

12. 起动信号的检查

图 5-88 为起动电路图。当点火开关位于起动位置“STA”时,发动机 ECU 的 STA 与 E1 端子间应有电压,其标准电压值为 6～12V。如无电压,则按故障诊断表 5-21 查找故障。

13. 点火信号的检查

如图 5-89 为点火器的电路图。怠速时,发动机 ECU 的 IGT 与 E1 端子之间应有电压,其标准电压值为 6～12V。如无电压,则按故障诊断表 5-22 查找故障。

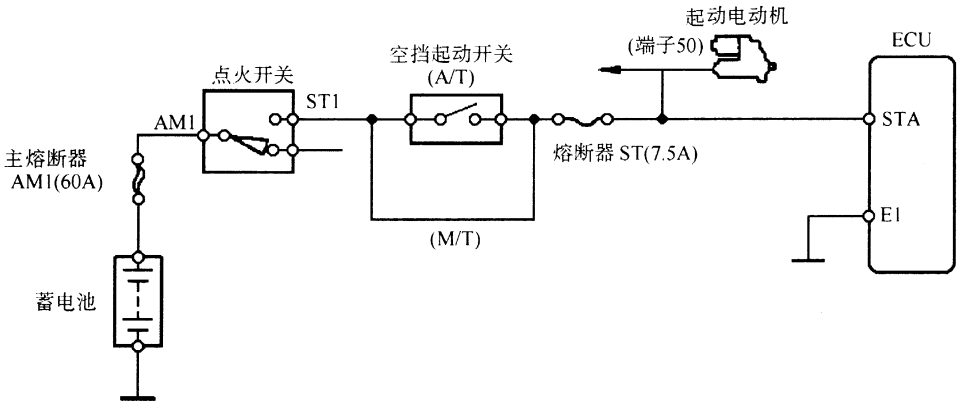
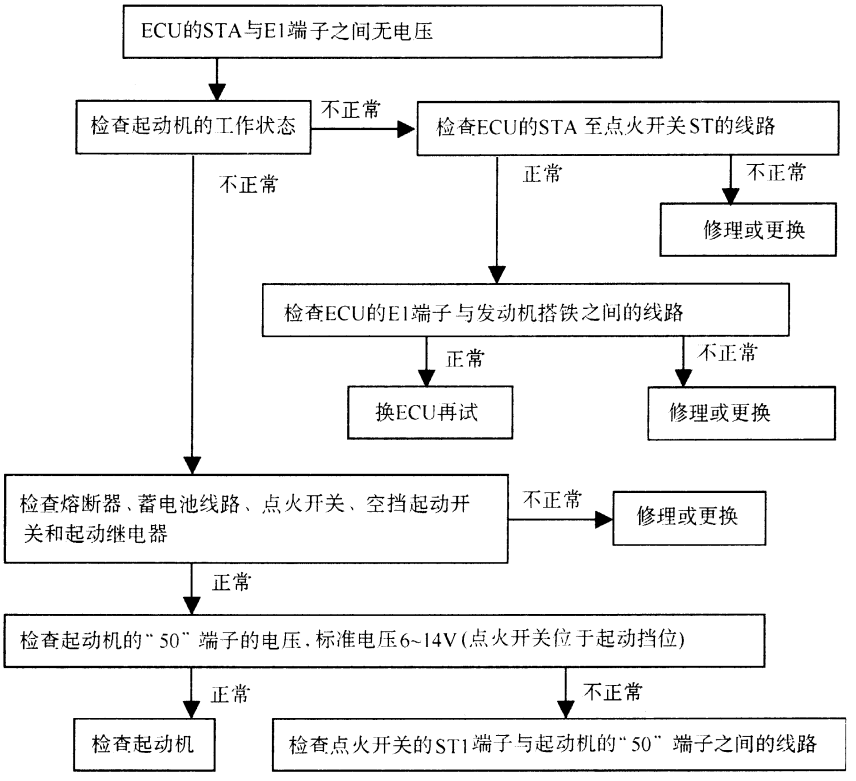


图 5-88　起动电路

表 5-21　发动机 ECU 的 STA 与 E1 端子之间无电压故障诊断



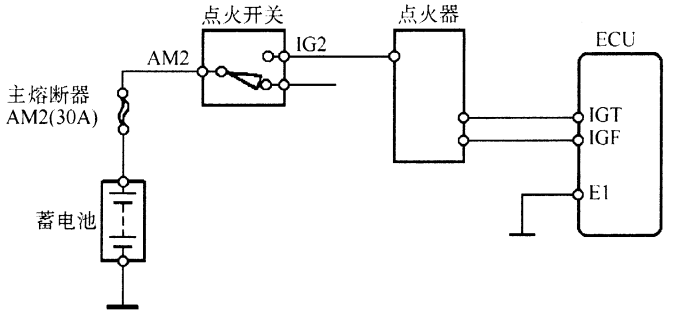


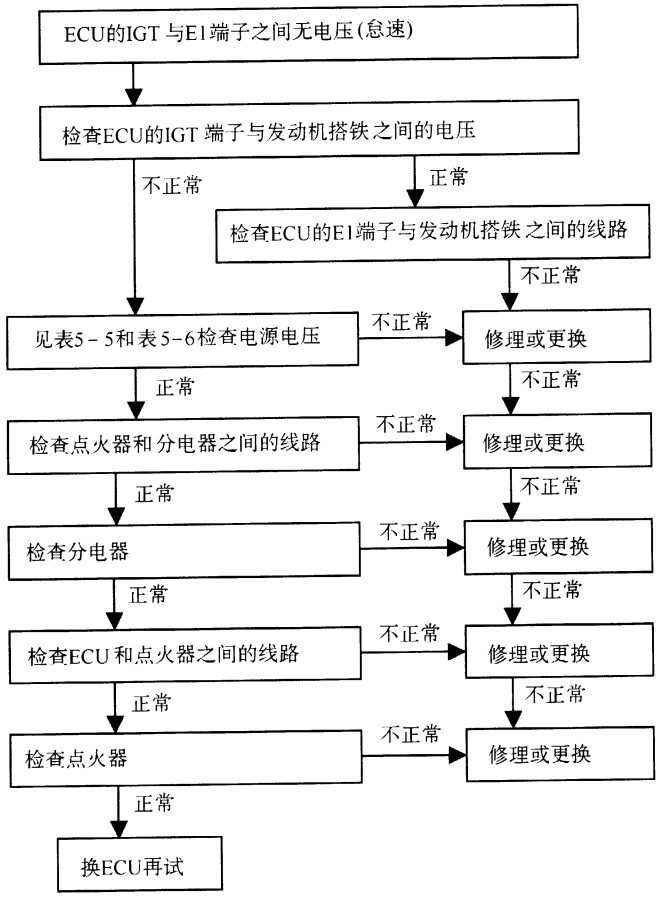
图 5-89　点火电路

14. 发动机故障指示灯的故障诊断

（1）发动机故障指示灯的检查

1）将点火开关转到“ON”位置，但不起动发动机，“CHECK”发动机故障指示灯将点亮。如果“CHECK”发动机故障指示灯不亮，就按组合仪表的故障排除。

表 5-22　发动机 ECU 的 IGT 与 E1 端子之间无电压故障诊断



2）起动发动机时，“CHECK”发动机故障指示灯应熄灭。如果灯继续亮着，说明诊断系统已检测到电子控制燃油喷射系统中有故障或诊断系统有故障。

（2）诊断线路的检查

如图 5-90 为故障诊断线路图。在无故障（CHECKENGINE 警告灯熄灭）和发动机运转

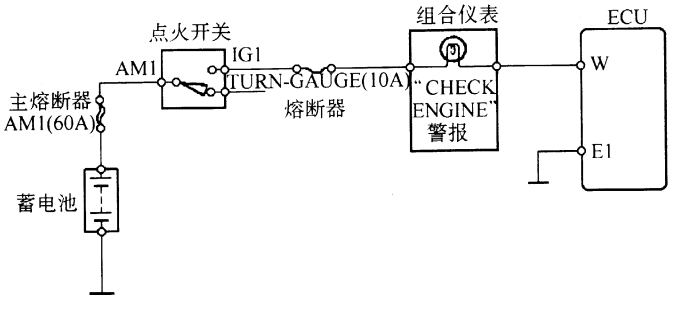
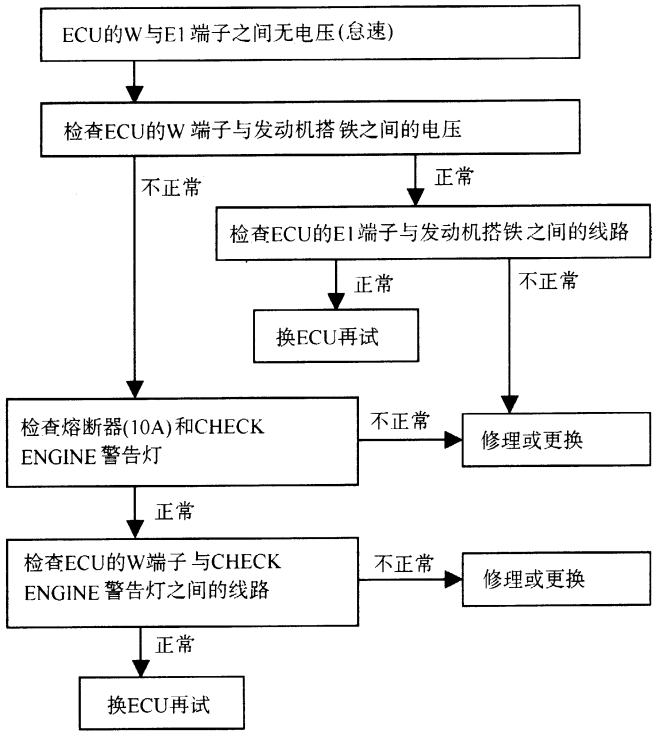


图 5-90　故障诊断线路图

的情况下，ECU 的 W 与 E1 端子之间应有 10～14V 的电压，否则，按故障诊断表 5-23 查找故障。

表 5-23　故障诊断系统无电压故障诊断



15. 发动机 ECU 的检查

发动机 ECU 一般不可直接检查，但可通过检查 ECU 连接器端子上的电压和电阻的方法进行诊断。

（1）检测 ECU 各端子的电压

拆下右护板，将点火开关置于 ON 位置，测量各端子的电压，其标准值电压值见表 5-24 所示。

表 5-24　发动机 ECU 上各端子标准电压

端　　子	标准电压（V）	测试条件	
BATT—E1	10～14	—	
+B—E1	10～14	点火开关 ON	
+B1—E1	10～14		
IDL—E1	8～14	点火开关 ON	节气门开
PSW—E1	4.5～5.5		节气门全闭
IGT—E1	0.7～1.0	起动或怠速	
STA—E1	6～14	起动	
NO.10—E1 NO.20—E1	9～14	点火开关 ON	
W—E1	9～14	无故障（检查发动机警告灯熄灭）或发动机运转	

续表

端　　子	标准电压（V）	测试条件	
PIM—E2（E21）	3.3～3.9	点火开关 ON	
VCC—E2（E21）	4.5～5.5		
THA—E2（E21）	2.0～2.8	点火开关 ON	进气温度 20 C
THW—E2（E21）	0.4～0.8		冷却水温度 80 C

（2）检测 ECU 的电阻

拆下中央立柱的装饰物，从 ECU 上拔下连接器，检查各端子之间的电阻应符合表 5-25 所示。注意：不要触碰 ECU 的端子，万用表表笔应从配线侧插入连接器。

表 5-25　ECU 端子间的电阻

端　　子	标准电阻（kΩ）	测　试　条　件
IDL—E1	无穷大	节气门开
	0	节气门全闭
PSW—E1	0	节气门全开
	无穷大	节气门全闭
THA—E2（E21）	2～3	进气温度 20 C
THW—E2（E21）	0.2～0.4	冷却水温度 80 C
Ne-Ne（-）	0.28～0.36	—

16. 电子控制系统维修规格

2RZ—E 发动机电子控制系统维修规格如表 5-26 所示。

表 5-26　2RZ—E 发动机电子控制系统维修规格

燃油压力调节器	燃油压力（无真空时）		265～304kPa（2.7～3.1kgf/cm²）	
冷起动喷油器	电阻 燃油滴漏		2～4Ω 每分钟滴下的燃油应小于 1 滴	
喷油器	电阻 喷油量 各喷油器喷油量之差 燃油滴漏		13.4～14.2Ω 40～50cm³/15s 6cm³ 或更少 每分钟滴下的燃油应小于 1 滴	
节气门段	节气门全闭角度		10°	
节气门位置传感器	节气门的开启角度（从垂直位置起）	止动螺钉和拉杆之间的间隙	IDL—E1	PSW—E1
	—	0.30mm	导通	不导通
	—	0.40mm	不导通	不导通
	小于 11.5°	—	导通	不导通
	67°	—	不导通	不导通
	73°	—	不导通	导通
冷起动喷油器正时开关	电阻	STA—STJ	30～50Ω	20 C 以上
		STA—接地	70～90Ω	25 C 以上
			30～90Ω	

续表

<table>
<tr><td>冷却水温度传感器和进气温度传感器</td><td colspan="3">电阻 -20 C
0 C
40 C
60 C
80 C</td><td>10～20kΩ
4～7kΩ
0.9～1.3kΩ
0.4～0.7kΩ
0.2～0.4kΩ</td></tr>
<tr><td rowspan="22">ECU</td><td colspan="4">备注：1. 在ECU被连接的状态下进行所有电压和电阻的测量。
2. 在点火开关位于ON时，核对蓄电池的电压应为11V以上。
3. 不要使测试表笔触碰到ECU的OX和VF端子。</td></tr>
<tr><td>端子</td><td>标准电压（V）</td><td colspan="2">测试条件</td></tr>
<tr><td>BATT—E1</td><td>10～14</td><td colspan="2">—</td></tr>
<tr><td>+B—E1</td><td>10～14</td><td colspan="2" rowspan="2">点火开关ON</td></tr>
<tr><td>+B1—E1</td><td>10～14</td></tr>
<tr><td>IDL—E1</td><td>8～14</td><td rowspan="2">点火开关ON</td><td>节气门开</td></tr>
<tr><td>PSW—E1</td><td>4.5～5.5</td><td>节气门全闭</td></tr>
<tr><td>IGT—E1</td><td>0.7～1.0</td><td colspan="2">起动或怠速</td></tr>
<tr><td>STA—E1</td><td>6～14</td><td colspan="2">起动</td></tr>
<tr><td>NO.10—E1
NO.20—E1</td><td>9～14</td><td colspan="2">点火开关ON</td></tr>
<tr><td>W—E1</td><td>9～14</td><td colspan="2">无故障（检查发动机警告灯熄灭）或发动机运转</td></tr>
<tr><td>PIM—E2（E21）</td><td>3.3～3.9</td><td colspan="2" rowspan="2">点火开关ON</td></tr>
<tr><td>VCC—E2（E21）</td><td>4.5～5.5</td></tr>
<tr><td>THA—E2（E21）</td><td>2.0～2.8</td><td rowspan="2">点火开关ON</td><td>进气温度20 C</td></tr>
<tr><td>THW—E2（E21）</td><td>0.4～0.8</td><td>冷却水温度80 C</td></tr>
<tr><td>端子</td><td>标准电阻（kΩ）</td><td colspan="2">测试条件</td></tr>
<tr><td rowspan="2">IDL—E1</td><td>无穷大</td><td colspan="2">节气门开</td></tr>
<tr><td>0</td><td colspan="2">节气门全闭</td></tr>
<tr><td rowspan="2">PSW—E1</td><td>0</td><td colspan="2">节气门全开</td></tr>
<tr><td>无穷大</td><td colspan="2">节气门全闭</td></tr>
<tr><td>THA—E2（E21）</td><td>2～3</td><td colspan="2">进气温度20 C</td></tr>
<tr><td>THW—E2（E21）</td><td>0.2～0.4</td><td colspan="2">冷却水温度80 C</td></tr>
<tr><td>Ne—Ne（-）</td><td>0.28～0.36</td><td colspan="2">—</td></tr>
<tr><td>断油转速</td><td colspan="2">断油转速
回油转速</td><td colspan="2">1 700r/min
1 200r/min</td></tr>
</table>

五、发动机电控系统的故障诊断与排除

（一）2RZ—E型发动机电控系统自诊断测试

2RZ—E型发动机电控系统的ECU内含有一个故障自动诊断系统，依助这个系统可以检

测发动机信号网络的故障，并且使仪表板上的“CHECKENGINE（检查发动机）”警报灯闪亮。通知驾驶员发生了故障（对有些故障码，警告灯并不点亮）。当故障排除后，检查发动机警报灯会自动熄灭，但诊断代码仍保留在ECU存储器中。ECU存储这些故障代码，直至关掉点火开关，拆除EFI熔断器时，才最后被清除。

1. 故障码的读取

当点火开关接通（ON），但发动机不运转时，发动机检查警告灯点亮，发动机起动后，故障警告灯应在5s内熄灭。如果警告灯仍然点亮，则说明发动机自诊断系统已检测到故障，或诊断系统本身有故障。

故障码读取时的起始条件：（1）蓄电池电压为11V以上；（2）节气门完全关闭（节气门位置传感器的IDL触点闭合）；（3）所有附件处于断开状态；（4）发动机处于正常工作温度。

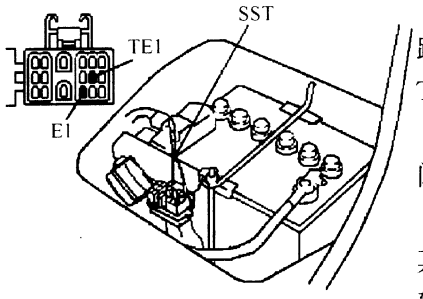
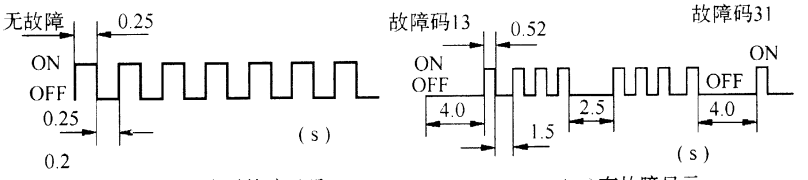


图5-91　故障码的读取

将点火开关转至ON位置，不要起动发动机。用专用跨接线（SST09843-18020，下同）连接检查用连接器的TE1和E1端子，如图5-91所示。

当系统无故障时，警告灯每隔0.25s交替ON、OFF闪亮一次，如图5-92（a）所示；

当检测到系统有故障时，警告灯每隔0.5s闪亮一次，其中第1次闪亮的次数为两位数故障代码中的十位数字，暂停1.5s后，第2次闪亮的次数为故障代码的个位数字。如果有两个或更多的故障码，则在每个故障码之间有2.5s的暂停时间。所有故障码均输出后，暂停4.5s，又重新重复显示，如图5-92（b）所示。只要检查用连接器上的TE1和E1端子还连接着，就会继续重复显示故障码。若有多个故障码时，则显示从较小值的故障码开始一直显示到较大值的故障码。



（a）无故障显示　　（b）有故障显示

图5-92　故障警告灯闪烁频率

2. 故障码的清除

故障排除后，组合仪表板上的警告灯就会熄灭，但故障码仍保留在ECU中，如果不予清除，它将在以后发生故障时与新的故障码一起显示出来，所以必须予以清除。清除故障码有两种方法：

（1）关掉点火开关（OFF），打开熔电器组的盒盖，如图5-93所示，拆下EFI盒中的15A的熔断器30s或更长时间。熔断器拆下时间的长短取决于周围环境温度（温度低，熔断器拆下的时间应长些）。

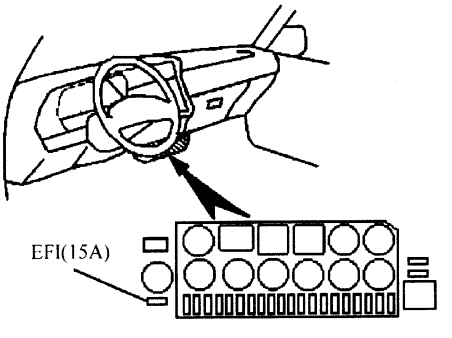


图5-93　清除故障码

（2）从蓄电池上卸下负极（－）端电缆也可清除故

障码，但是这样会将存储器中存储的其他内容（时钟等）也清除掉。

（3）在清除故障码后，应进行一次道路行车试验，以确认当前检查发动机警告灯指示的是正常码。

3. 故障码的含义

包括“正常”在内，ECU 含有下述 14 种故障诊断。

除 51 号码之外，所有被检测到的故障诊断码，从它被检测到的时间开始都由 ECU 保存在存储器内直到被清除为止。

2RZ—E 型发动机电控系统故障码的含义见表 5-27。

表 5-27　故障码的含义

故障码	诊断项目	故障原因	故障部位
—	正常	无任何其他码时	—
12	转速信号	起动 2s 内，无“NE”信号到达 ECU	分电器及其电路 点火器及其电路 起动电路 ECU
13	转速信号	发动机转速在 1 500r/min 以上时，无“NE”信号到达 ECU	分电器及其电路 点火器及其电路 ECU
14	点火信号	连续 4～5 次点火无点火“IGF”信号到达 ECU	点火器和点火线圈电路 点火器和点火线圈 ECU
21	氧传感器信号	在空燃比反馈修正期间，从氧传感器输出的电压，在一个连续的时间内没有超出稀和浓混合气侧的设定值	氧传感器电路 氧传感器 ECU
	氧传感器加热器信号	氧传感器加热器（HT1）开路或短路	氧传感器加热器电路 氧传感器加热器 ECU
22	冷却水温度传感器信号	冷却水温度传感器（THW）电路开路或短路	冷却水温度传感器电路 冷却水温度传感器 ECU
24	进气温度传感器信号	进气温度传感器（THA）电路开路或短路	进气温度传感器电路 进气温度传感器 ECU
25	空气燃油比过稀故障信号	在反馈过程中的相当时间间隔中，氧传感器信号连续位于上（浓）或下（稀）极限位置。空燃比反馈补偿值或自适应控制值，在相当的时间间隔内连续位于更新后的上（浓）或下（稀）极限位置。 氧传感器开路	喷油器及其电路 燃油管路压力 氧传感器及其电路 进气歧管压力传感器 进气系统 ECU
26	空气、燃油比过浓故障信号		喷油器及其电路 燃油管路压力 进气歧管压力传感器 冷起动喷油器 ECU

续表

故障码	诊断项目	故障原因	故障部位
31	进气歧管压力传感器信号	进气歧管压力传感器（PIM）电路开路或短路	歧管压力传感器电路 歧管压力传感器 ECU
41	节气门位置传感器信号	节气门位置传感器（PSW）电路开路或短路	节气门位置传感器电路 节气门位置传感器 ECU
42	汽车速度传感器信号	除发动机空转外，当发动机转速在2 100～5 000r/min，冷却水温度80℃以上，8s内无车速（SPD）信号	汽车速度传感器电路 汽车速度传感器 ECU
43	起动机信号	在汽车不移动的情况下，发动机转速达到800r/min时还无“STA”信号	点火开关电路 点火开关 ECU
51	开关状态信号	在检查用连接器的E1和TE1端子被连接的状态下，无“IDL”信号到达ECU	节气门位置传感器电路 节气门位置传感器 ECU

（二）491Q—E型发动机电控系统自诊断测试

491Q—E发动机电控系统设有故障自诊断功能，可以对下列内容进行故障诊断并记忆：

（1）上止点/转速传感器电路出现故障。

（2）绝对压力传感器断路或短路。

（3）水温传感器断路或短路。

（4）进气温度传感器断路或短路。

（5）节气门位置传感器断路或短路。

（6）执行器控制故障。

（7）怠速步进电机不工作。

（8）蓄电池供电时喷油器短路。

（9）点火线圈断路或短路。

（10）发动机起动阶段电控单元ECU与飞轮之间缺乏协调。

（11）氧传感器短路或断路。

（12）一个氧传感器上出现多重故障。

电控单元ECU内存中记忆的故障可以借助故障检测仪显示出来。

（三）2RZ—E型发动机电控系统常见故障诊断

实践证明，汽车电控系统故障绝大多数都发生在传感器、执行器、连接器和线束等部件上，电脑（ECU）出现故障的可能性很小。因此，检查排除电控系统故障主要是检修零部件、连接器和线束。只有确认所有零部件正常之后，才能判定电脑有故障。检查排除电控系统故障时，可根据发动机常见故障现象，参照下列顺序进行。

1. 发动机起动困难或不能起动（发动机不转动或转动缓慢）

（1）检查电源：

①蓄电池的连接、电解液密度、发电机驱动皮带、充电系统；②熔断器。

（2）检查起动系统：

①点火开关；②起动机；③线路及连接。

2. 发动机难于起动或不能起动（转动正常）

（1）检查故障诊断代码，如有故障码则按故障码排除故障。

（2）检查进气管路是否有真空渗漏：

①机油滤清器盖；②机油液面；③各软管的连接；④PCV 软管；⑤EGR 阀是否持续开启。

（3）检查高压跳火：

①高压线路；②分电器；③点火线圈、点火器。

（4）检查点火正时：

①连接检查用连接器的 TE1 和 E1 端子；②检查、调整点火正时。

（5）检查辅助空气阀、冷却液软管、燃油压力调节器。

（6）检查燃油压力：

①燃油泵；②燃油滤清器；③燃油压力调节器。

（7）用万用表检查 EFI 控制电路：

①线路连接；②向 ECU 供电的熔断器、熔断器和 EFI 主继电器；③进气歧管压力传感器；④冷却水温度传感器；⑤进气温度传感器；⑥喷油器线路及 ECU。

3. 发动机经常熄火

（1）检查故障诊断代码，如有故障码则按故障码排除故障。

（2）检查进气管路是否有真空渗漏：

①机油滤清器盖；②机油液面；③各软管的连接；④PCV 软管；⑤EGR 阀是否持续开启。

（3）检查燃油供给系统：

①燃油箱中的燃油量；②燃油管路内的燃油压力；如燃油管路是否有变形，熔断器、开路继电器是否损坏，燃油泵、燃油滤清器及燃油压力调节器工作是否正常。

（4）检查空气滤清器的滤心。

（5）检查怠速。

（6）检查点火正时。

（7）检查火花塞。

（8）检查冷起动喷油器及冷起动喷油器正时开关。

4. 发动机有时熄火

（1）检查故障诊断系统。

（2）检查连接线路及继电器。

5. 发动机怠速不良或失速

（1）检查诊断码。

（2）检查进气管路是否有真空泄漏。

（3）检查空气滤清器滤心。

（4）检查怠速。

（5）检查点火正时。

（6）检查火花塞。

（7）检查冷起动喷油器及冷起动喷油器正时开关。

(8) 检查燃油压力。
(9) 检查喷油器喷射情况。
(10) 用万用表检查 EFI 控制电路。

6. 发动机怠速过高（不降低）

(1) 检查加速器连接杆。
(2) 检查辅助空气阀。
(3) 检查空调机怠速升高回路。
(4) 检查故障诊断代码。
(5) 检查节气门位置传感器。
(6) 检查燃油压力。
(7) 检查冷起动喷油器及冷起动喷油器正时开关。
(8) 检查喷油器喷射情况。
(9) 用万用表检查 EFI 控制电路。

7. 发动机后燃—稀混合气

(1) 检查故障诊断码。
(2) 检查进气管路是否有真空泄漏。
(3) 检查点火正时。
(4) 检查怠速。
(5) 检查冷起动喷油器及冷起动喷油器正时开关。
(6) 检查燃油压力。
(7) 检查喷油器喷射情况。
(8) 用万用表检查 EFI 控制电路。

8. 消声器爆燃（后燃）—浓混合气—失火

(1) 检查故障诊断码。
(2) 检查进气管路是否有真空泄漏。
(3) 检查点火正时。
(4) 检查怠速。
(5) 检查冷起动喷油器及冷起动喷油器正时开关。
(6) 检查燃油压力。
(7) 检查喷油器喷射情况。
(8) 检查火花塞。
(9) 用万用表检查 EFI 控制电路。

9. 发动机颤抖现象和（或）加速性差

(1) 检查离合器或制动器。
(2) 检查进气管路是否有真空泄漏。
(3) 检查故障诊断代码。
(4) 检查跳火是否正常。
(5) 检查点火正时。
(6) 检查燃油压力。
(7) 检查喷油器喷射情况。

（8）检查火花塞。

（9）用万用表检查 EFI 控制电路。

（四）491Q—E 型发动机电控系统常见故障和排除措施

491Q—E 型发动机电控系统常见故障和排除措施如表 5-28 所示。

表 5-28　491Q—E 型发动机电控系统常见故障及排除措施一览

故障现象	原因分析	排除措施
发动机不能起动	燃油泵故障 喷油器故障	使用检测仪检查它们的工作情况是否正常
	转速传感器故障	用塞尺检查它与减振皮带轮轮齿齿顶间隙，检查转速传感器线路
	双继电器故障	检查插头，熔断器
	35 线 ECU 插座故障	检查它和 ECU 的接触是否良好
发动机起动困难，怠速高或怠速低	步进电机故障	用检测仪检查它的工作情况是否正常，检查接插件是否接触良好
发动机热机时怠速不稳	节气门位置传感器故障，冷却水温度传感器故障	检查节气门开度，检查节气门位置传感器和冷却水温度传感器的工作参数是否在要求的范围内
发动机冷机时怠速不稳	冷却水温度传感器故障，进气温度传感器故障	检测仪显示的温度值应该和实际的温度值相符
发动机间歇性的怠速波动	节气门体故障	1. 检查节气门拉线 2. 如果拉线连接正确，断开它。打开节气门，检查节气门是否有卡滞现象 3. 如果上述 1、2 两项都合格，用检测仪检查节气门开度（节气门关闭时的角度值在 2～14°之间），如果角度值不对，更换节气门位置传感器 4. 如果节气门角度值正确，检查节气门位置传感器线路接插件接触是否良好
发动机热机状态时连续的怠速波动	1. 节气门体故障 2. 密封垫故障 3. 连接管故障	1. 检查上述 4 项 2. 检查节气门体和进气歧管上部法兰之间的密封垫是否完好密封 3. 检查和节气门体上的连接管相连的管路是否正确
汽车性能下降	供油系统故障	1. 检查喷油压力值是否在 0.8～1.2kPa 范围内 2. 更换节气门上体 3. 检查燃油滤清器和油管

第六章　空调系统

一、空调系统的组成

汽车空调系统按其功能可分为制冷系统、暖风系统、通风系统、控制操纵系统和空气净化系统五个基本组成部分。

1. 制冷系统

对车内空气或由外部进入车内的新鲜空气进行冷却，来实现降低车内温度的目的。作为冷源的蒸发器，其温度低于空气的露点温度，因此，制冷系统还具有除湿和净化空气的作用。

2. 暖风系统

轿车的暖风系统一般利用冷却液的热量，将发动机的冷却液引入车室内的暖风散热器中，通过鼓风机将被加热的空气吹入车内，以提高车内空气的温度；同时暖风系统还可以对前风窗玻璃进行除霜、除雾。

3. 通风系统

通风一般分为自然通风和强制通风。自然通风是利用汽车行驶时，根据车外所产生的风压不同，在适当的地方，开设进风口和出风口来实现通风换气；强制通风是采用鼓风机强制外气进入的方式，这种方式在汽车行驶时，常与自然通风一起工作。在通风系统中主要有空气处理室、送风道及风门等部件。

4. 空气净化系统

空气净化系统一般由空气过滤器、出风口等组成，用以对引入的空气进行过滤，不断排出车内的污浊气体，保持车内空气清洁。

5. 控制系统

控制系统主要由电气元件、真空管路和操纵机构组成。一方面用以对制冷和暖风系统的温度、压力进行控制；另一方面对车室内空气的温度、风量、流向进行操纵，完善了空调系统的各项功能。

二、空调系统的结构与工作原理

（一）制冷系统的工作原理

汽车空调制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器等组成，各部件之间采用铜管（或铝管）和高压橡胶管连接成一个密闭系统。制冷系统工作时，制冷剂以不同的状态在这个密闭系统内循环流动，每一循环有四个基本过程，如图 6-1 所示。

①压缩过程　压缩机将蒸发器低压侧温度约为 0℃、气压约 0.15MPa 的低温低压气态制冷剂增压成高温约 70～80℃、高压约 1.5MPa 的气态制冷剂。高压高温的过热制冷剂气体被送往冷凝器冷却降温。

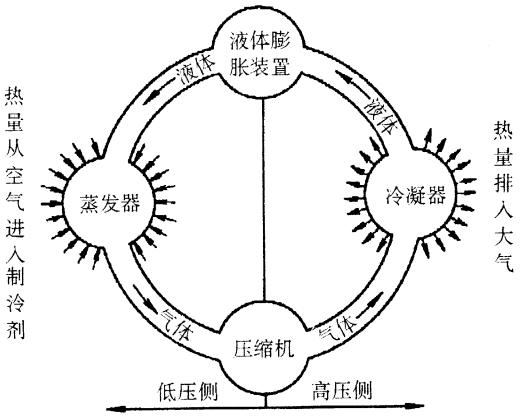


图 6-1　制冷系统的工作原理

②冷凝过程　过热气态制冷剂进入冷凝器，散热冷凝为液态制冷剂，使制冷剂的状态发生变化。冷凝过程的后期，制冷剂呈中温、气压约为 1.0～1.2MPa 的过冷液体。

③膨胀过程冷凝后的液态制冷剂经过膨胀阀后体积变大，其压力和温度急剧下降，变成低温约－5℃、低压约为 0.15MPa 的湿蒸气，以便进入蒸发器中迅速吸热蒸发。在膨胀过程中同时进行节流控制，以便供给蒸发器所需的制冷剂，从而达到控制温度的目的。

④蒸发过程液态制冷剂通过膨胀阀变为低温低压的湿蒸气，流经蒸发器不断吸热汽化转变成低温约为 0℃、低压约为 0.15MPa 的气态制冷剂，吸收车内空气的热量。从蒸发器流出的气态制冷剂又被吸入压缩机，增压后泵入冷凝器冷凝，进行制冷循环。

制冷循环就是利用有限的制冷剂在封闭的制冷系统中，反复地将制冷剂压缩、冷凝、膨胀、蒸发，不断在蒸发器中吸热汽化，对车内空气进行制冷降温。

（二）空调系统的零部件安装位置

金杯客车空调系统零部件安装位置如图 6-2 所示。风挡位置如图 6-3 所示。

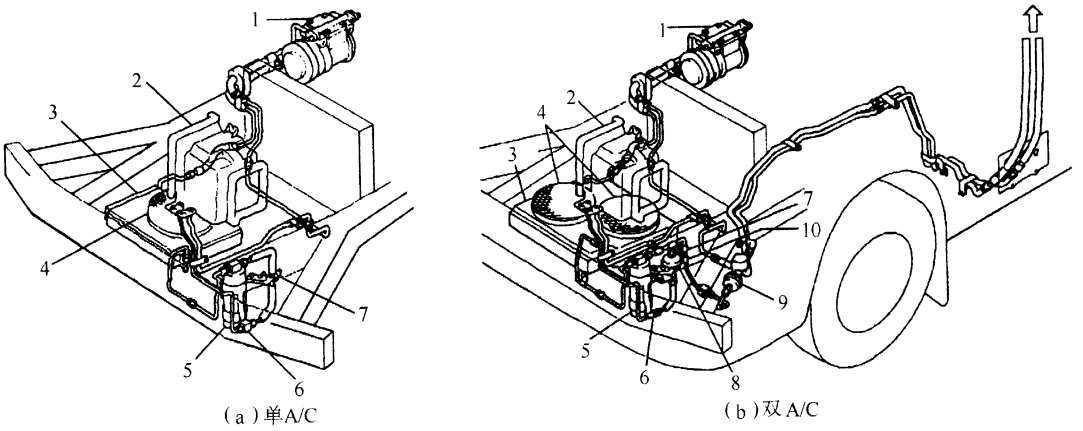
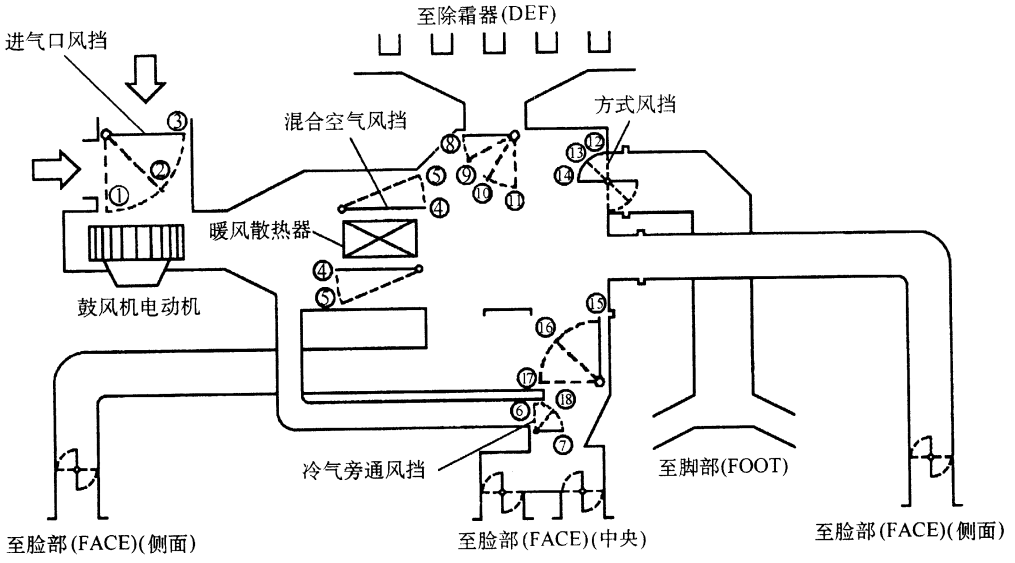


图 6-2　空调系统零部件安装位置

1-压缩机；2-蒸发器总成；3-冷凝器；4-冷凝器风扇；5-储液干燥器；6-视液镜；7-双重压力开关；8-前电磁阀；9-后电磁阀；10-高压开关



A/C 控制杆	A/C 控制杆位置	风挡位置	气流出口			
			脸部(FACE)		脚部	除霜器
			中央	侧面	(FOOT)	(DEF)
进气控制杆	新鲜空气	③				
	■	②				
		①				
温度控制杆	暖风	⑤				
	冷气	④				
方式控制杆	除霜器(DEF)	⑪ ⑫ ⑰ ⑦	○	◯		◯
	脚部/除霜器(FOOT/DFF)	⑩ ⑬ ⑰ ⑦	○	◯	◯	◯
	脚部(FOOT)	⑨ ⑭ ⑰ ⑦	○	◯	◯	○
	双向杆(BI－LEVEL)	⑧ ⑬ ⑯ ⑫	◯	◯	◯	
	脸部(FACE)	⑧ ⑫ ⑮ ⑥	◯	◯		

注：○的大小表示空气流量的大小。

图 6-3　风挡位置

（三）空调电路

空调系统的电气配线图如图 6-4 所示。

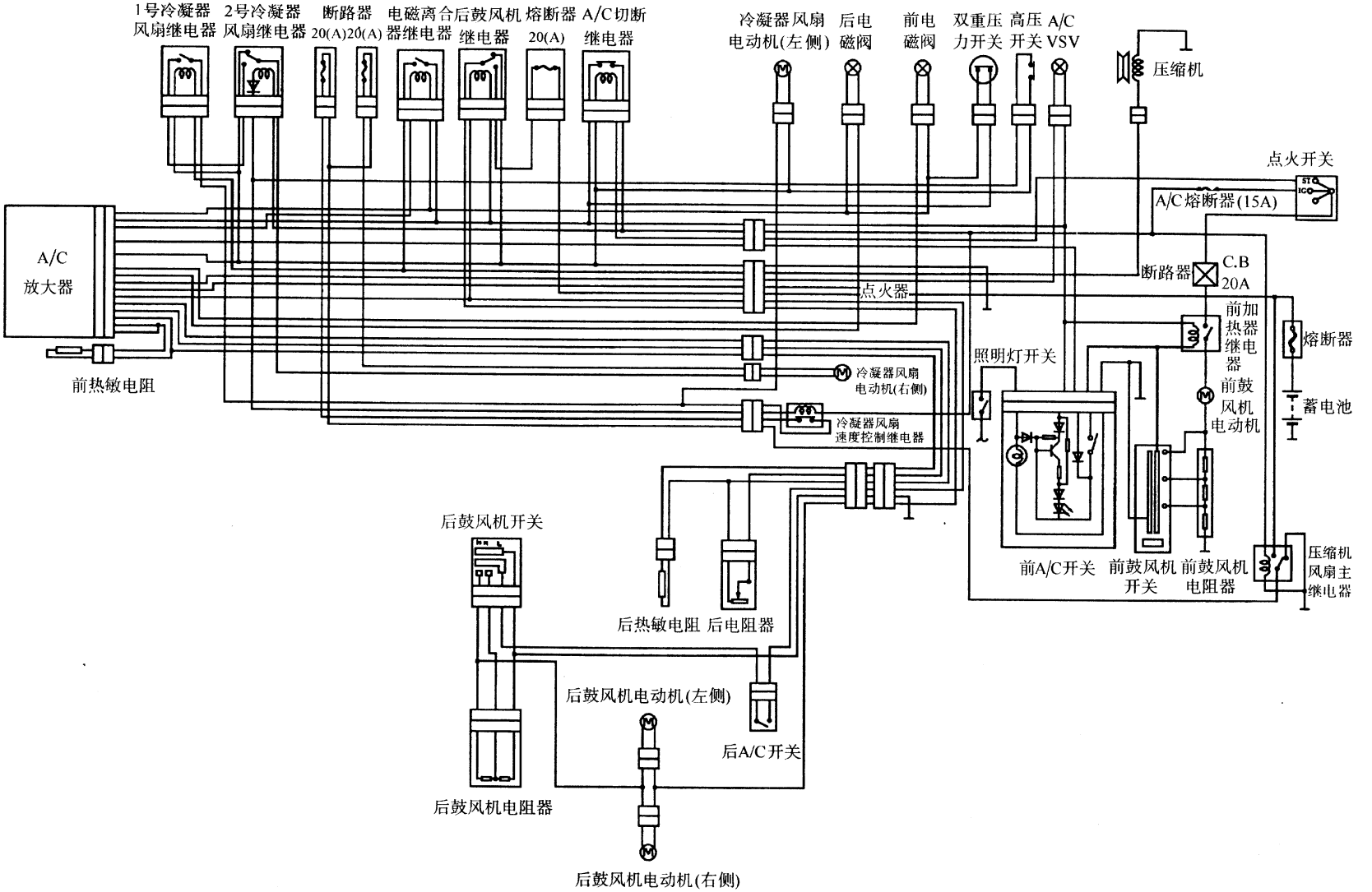


图 6-4　空调系统的电气配线图

三、空调系统的使用与检修

（一）空调系统的使用

1. 空调系统的使用方法

前控制面板位于仪表板中部，主要有空调开关、温度控制开关、空气流向控制开关和车内空气控制开关，如图 6-5 所示。

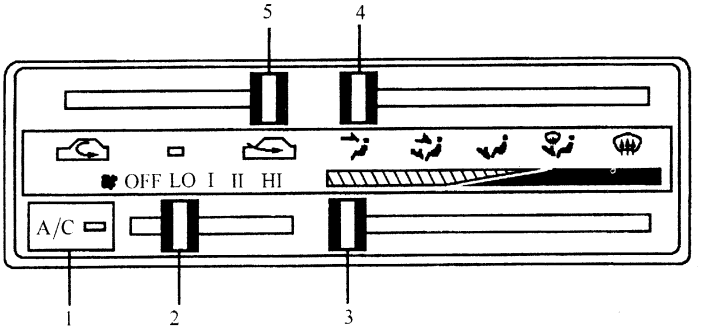


图 6-5　空调操纵机构面板

1-空调开关；2-鼓风机控制开关；3-温度控制开关；4-出风门操纵杆；5-车内外空气转换开关

①空调（A/C）开关位于面板左下角，作为制冷系统的开关，采用按键式结构并内含空调工作指示灯，推进去开关接通（开关接通时指示灯点亮），再推一下，开关切断。

②鼓风机控制开关位于面板左下角，可以控制鼓风机的开启与关闭，还可选定低速、I 速、II 速、HI 速四挡风速。

③温度控制开关位于面板右下角，可以控制和调节车内温度。

④空气流向控制开关位于面板右上角，具有“通风”、“双级加热”、“加热”、“除霜和加热”、“除霜”等五个位置。

位于“通风”位置时，全部空气流向仪表板通风孔位置而通风。

位于“双级加热”位置时，可使来自地板通风孔的空气温度低于来自仪表板通风孔的空气温度，其温度差可以调整。此时车内空气控制开关应置于“车外空气”位置。

位于“加热”位置时，大部分空气从地板通风孔处流出。

位于“除霜和加热”位置时，可以一边加热空气，一边清除车窗玻璃上凝结的霜或雾气。

位于“除霜”位置时，可以在通风情况下清除车窗玻璃上的霜或雾气。

⑤车内外空气控制开关位于面板左上角，通过调节该开关可以在车外空气的导入或车内空气的再循环之间进行变换；另外在中间位置提供了一个挡位，在这个挡位下既有室内循环空气又有室外空气导入。在需要尽快降低或提高车内空气温度时使用内循环（左侧）位置，通风时使用外循环（右侧）位置。

2. 空调系统使用注意事项

在使用空调制冷系统时要注意，发动机上装有怠速提高装置，它可以稍微地提高发动机的怠速，以改善发动机怠速时空调的制冷效能。该装置作用时，发动机的怠速转速比平时要高，所以汽车起步或停车时要特别小心。还要注意水温的变化，防止开锅。空调器工作时，若在车内

吸烟，就可能会感到眼睛刺痛。这一症状是由于眼睛在车内干燥的空气中变干，对外界刺激非常敏感。在这种情况下，应将室内外空气转换操纵杆调整到外部新鲜空气进入位置，以便排出烟雾。

如果在烈日下较长时间地停放车辆，车内温度会升得很高，这时应打开所有车窗，让热空气排到车外，然后再打开空调。当车内温度降低时，关闭车窗，按需要调节车内的温度。

在雨天，车窗上容易蒙上一层雾气，使清晰度下降。此时，应将空调置于“冷却”方式或“防霜”方式，雾气很容易被除去。

（二）制冷系统的定期检查维护

1. 检查周期

为保证制冷系统在良好状态下使用，必须经常进行适当的检查维护。用户可按表 6-1 推荐项目进行定期检查维护。

表 6-1　空调系统定期检查

序号	检查项目	检查内容	检查周期	
			3 个月	9 个月
1	制冷剂	充注量是否合适	●	●
2	冷凝器	散热片是否堵塞	●*	●
3	张紧轮	张紧轮是否异响		●
4	传动带	张紧力及磨损情况	●*	●
5	鼓风机	是否有异响		●
6	控制机构	是否异常	●	●
7	压缩机	压缩机工作是否正常，有无异响		●
8	各安装部分、管道	接头部分有无松动、损坏、漏气；安装状态是否正常	●	●

注：＊项目对使用频次高或在恶劣环境使用的车辆应每 1 个月进行检查维护。

2. 怠速的检查

检查怠速前，应先预热发动机。

各型发动机的怠速应符合表 6-2 的要求。

表 6-2　各型发动机的怠速

发动机	怠速转速（r/min）	电磁离合器	A/C 怠速升高转速（r/min）
491Q	750±50	开（ON）	950±50
2RZ—E	800±50	开（ON）	950±50

3. 检查制冷剂量

起动发动机，将发动机转速稳定在 1 500r/min～2 000r/min，把空调功能键置于最大制冷状态，风机（包括冷凝器和蒸发器风机）置于最高转速，开动空调系统 5min 后通过视液镜进行观察。观察的现象、结论和处理方法如表 6-3 所示。

表 6-3　通过视液镜观察制冷剂量

现　象	结　论	处理方法
视液镜下一片清晰，送风口有冷气吹出。在发动机转速提高或降低时，可能有少量气泡出现，关闭空调后随即起泡，然后渐渐消失（约 45s 内消失）	制冷剂量合适	
视液镜下有少量气泡出现，或者每隔 1～2s 就可看到气泡	制冷剂量不足	检漏，并补充制冷剂至适量
视液镜下一片清晰，并有冷气输出。关闭空调后 15s 内不起泡	制冷剂量过多	释放一些制冷剂
视液镜下看到很多泡沫或者气泡消失，视液镜内呈油雾状或出现机油条纹	制冷剂严重不足或根本无制冷剂	检漏，修理泄漏部位，重新充灌制冷剂至适量
视液镜下出现云堆状景象	干燥剂已分散，并随制冷剂流动	更换干燥剂

4. 使用歧管压力表对制冷系统故障进行诊断

利用歧管压力表测量制冷系统高低压两侧的压力，可根据测量值来判断故障性质和部位。

发动机处于工作状态，将转速控制在 1 500～2 000r/min，让压缩机工作，但不要超过 30s（保护低压表），观察高低压表的读数。

①制冷循环工作正常时，低压表的读数约为 0.12～0.20MPa，高压表的读数约为 1.20～1.50MPa。

②高低压压力表读数不正常，其故障原因及排除方法如表 6-4 所示。

表 6-4　高低压表读数不正常故障

低压表读数	高压表读数	故障原因	排除方法
较低	较低	制冷剂不足	加注部分制冷剂
		制冷系统有泄漏	检漏修复后，加注适量制冷剂
		制冷系统内有水分	放净制冷剂，充分抽真空，排除湿气，重新加注制冷剂
		制冷剂流动不畅	检查节流阀、气液分离器、管路等
太高	太高	制冷剂过多	放出部分制冷剂
		冷凝器散热不良	检查冷凝器风扇工作情况，检查清洗冷凝器
		节流阀工作不良	检查节流阀，必要时更换
		系统中混入空气	放净制冷剂，抽真空后重新加注制冷剂
有时真空，有时正常	正常	制冷系统内有水分	放净制冷剂，充分抽真空，排除湿气，重新加注制冷剂
真空	很低	制冷系统不循环	按制冷系统内有水分处理 更换节流阀，更换气液分离器 检查制冷剂是否被污染
太高	太低	压缩机内部故障	更换故障件或压缩机
太低	太高	高压管路或零件堵塞或被压扁	清洗或更换零件 检查冷冻机油是否被污染

5. 制冷剂的充注

歧管压力表是维修空调系统普遍采用的工具。歧管压力表如图 6-6 所示，它由高低压力指示表、高低压阀门手动阀、接红色软管通高压侧的管接头、接绿色软管用于抽真空和加注制冷剂的管接头、接蓝色软管通低压侧的管接头组成。歧管压力表高低压阀门的开闭有四种组合状态，各状态的功能如表 6-5 所示。

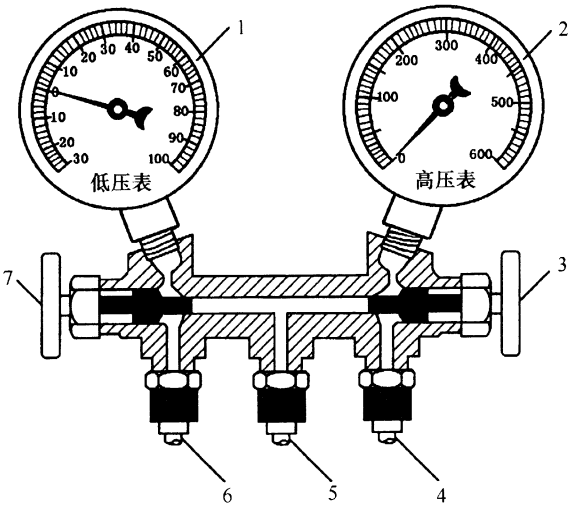


图 6-6　歧管压力表

1-低压表；2-高压表；3-高压阀门手动阀；4-高压表管接头；5-中间管接头；6-低压表管接头；7-低压阀门手动阀

表 6-5　高低压阀门在各位置的功能

高低压阀门位置	功　用
高低压阀门同时关闭	制冷系统故障诊断
低压阀门开，高压阀门关	制冷系统加注制冷剂
低压阀门关，高压阀门开	制冷系统检漏及快速加液
高低压阀门同时开	制冷系统抽真空
注：高低压阀门开是指高低压表与制冷系统及中间管接头相通；高低压阀门关是指高低压表与中间管接头不通，但分别与制冷系统相通。	

下面介绍一下使用歧管压力表进行制冷剂充注的方法。

(1) 抽真空

在进行制冷剂充注时，首先要对制冷系统抽真空：

①将歧管压力表上的软管分别接到高压、低压管接头上，打开压力表高低压手动阀，将中间管接到真空泵吸气口上。

②启动真空泵，然后打开歧管压力表的高低压手动阀，直至低压表指示到－0.1MPa (710mmHg) 时，关闭高低压手动阀，并停转真空泵。使空调系统静止状态维持 5～10min，查看低压表的读数是否上升，如稳定不变，说明系统密封良好，已完成抽真空作业。一般情况下 10min 内低压表的上升率要小于 0.003MPa (25mmHg)，否则说明有泄露处，应修复后再抽真

空。在空调系统抽真空时，当海拔每上升 300m，真空表的读数应降低 0.003MPa（25mmHg）。

（2）加注制冷剂

①在空调系统抽完真空后，同时关闭歧管压力表的高低压阀门。

②从真空泵接头上取下歧管压力表中间管，连接到制冷剂罐上。打开制冷剂罐注入阀，拧松歧管压力表中央胶管接头上的螺母，直至听到“丝丝”声，排除管路内的空气后再拧紧螺母，操作过程如图 6-7 所示。

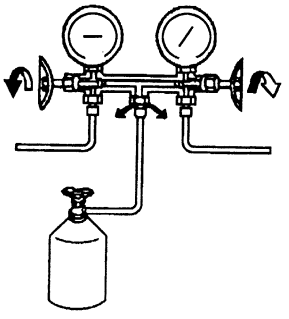


图 6-7　制冷剂的加注

③正立制冷剂罐，打开歧管压力表低压阀门，中速运转发动机并打开空调开关，从制冷系统的低压侧注入气态制冷剂，直到视液镜中的气泡消失或歧管压力表的高低压力表分别指示 1.45～1.50MPa 和 0.15～0.2MPa 为止。气温降低时，为加快注入制冷剂的速度，可将制冷剂罐放在 40℃以下的温水中加热，保持制冷剂罐内的蒸气压力稍高于制冷系统中蒸气压力，缩短加注制冷剂的时间。

④在加注过程中，一罐加注完后，关闭注入阀，立即在制冷剂罐上拆下注入阀，再装上一个新的制冷剂罐，重复上述加注制冷剂操作程序，直至加到规定量。制冷系统中加注规定量的制冷剂后，立即关闭歧管压力表的低压侧手动阀，关闭制冷剂罐上的注入阀，停转发动机，用抹布将高低压两侧软管从检修阀上拆下，以免眼睛和皮肤溅上制冷剂。

（三）空调系统的检修

在检修轿车空调设备时要注意以下一些事项：

①一定要拆开蓄电池负极接线。

②必要时要放掉制冷剂。在放掉制冷剂时，要慢慢地拆下压缩机上的罩；要防止液态制冷剂触及到皮肤，特别是眼睛。

③紧固件要按规定力矩拧紧。

④在连接软管和硬管之前，要在密封座处滴几滴冷冻润滑油。

⑤要用两个扳手进行管路连接部位的拆卸或安装，避免扭曲空调管路。

⑥制冷剂应放在 40℃以下的地方。使用时，遵守制造厂的说明规定。

1. 压缩机

（1）车上检查

1）电磁离合器的检查

①检查压力盘和转子上是否有润滑油痕迹。②检查离合器轴承是否有噪声和渗漏润滑脂现象。③将正极（＋）导线从蓄电池连接到电磁离合器接插件的端子上，并将负极（－）导线连接到车身接地处。④检查电磁离合器是否被激磁。如果电磁离合器没有被激磁，则应更换电磁离合器。

2）压缩机的检查

①安装歧管测试表。②在 2 000r/min 左右的转速下运转发动机。③高压表读数值不低于正常值，低压表读数应不高于正常值。④检查是否有金属撞击声。⑤检查轴的油封部分是否有渗漏现象。

（2）压缩机的拆下

①在 A/C 开动（ON）的状态下，怠速运转发动机 10min。②停止发动机。③从蓄电池脱开负极电缆。④从制冷系统排出制冷剂。⑤升高驾驶员侧的座位，并拆下乘客侧的座位和辅助孔盖。⑥从电磁离合器脱开接插件。⑦从压缩机的辅助阀脱开 2 根软管，应立即用盖塞封住开口的接头，以防湿气和脏物进入系统。⑧松开压缩机的传动皮带。⑨拆下压缩机的固定螺栓和压缩机。

（3）电磁离合器的分解

图 6-8 所示为电磁离合器的分解图。

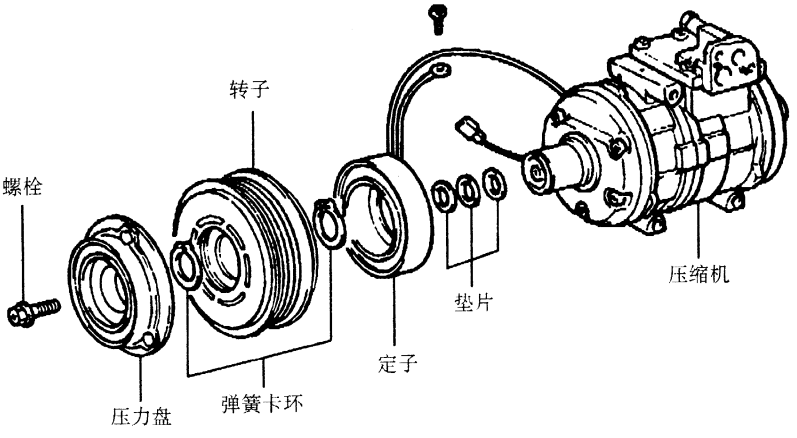


图 6-8　电磁离合器的分解图

①拆下压力盘。②拆下转子。③从压缩机壳体脱开定子的导线。④拆下定子。

（4）带后密封件的更换

①拆下辅助阀。②将压缩机润滑油排出到量杯内。③拆下前壳体，拆下毛毡。④拆下轴密封件。⑤安装轴密封件。⑥安装前壳体，拧上 5 个贯穿螺栓。⑦安装毛毡。⑧将润滑油注入压缩机。⑨安装辅助阀。⑩检查轴的拧紧力矩。

（5）电磁离合器的装配

①安装定子。②安装转子。③安装压力盘。④检查电磁离合器的间隙。

使用厚薄规检查压力盘和转子之间的间隙。标准间隙应为 0.5±0.15mm。如果间隙不在规定的范围内，则可改变垫片的数量以达到标准间隙。

（6）压缩机的性能试验

1）气体渗漏试验

①将检测辅助阀安装到辅助阀上。②通过充填阀向压缩机充入制冷剂直至压力达到 294kPa。③使用气体渗漏检测器检查压缩机是否有渗漏现象。如果发现渗漏现象，则应检查或更换压缩机。

2）从压缩机内排出空气并充入制冷剂

（7）压缩机的安装

①用 4 个固定螺栓安装压缩机，拧紧力矩为 25N·m。②安装传动皮带，然后调整皮带的张紧度。③将 2 根软管连接到压缩机的辅助阀，拧紧力矩为 25N·m。④将离合器导线连接到配线上。⑤重新装上辅助孔盖和乘客侧的座位，并放下驾驶员侧的座位。⑥将蓄电池的负极电缆连接到蓄电池上。⑦对制冷系统抽真空。⑧向系统充入制冷剂并检查是否渗漏制冷剂，规定

充入数量：单 A/C 为 850g，双 A/C 为 1 400g。

2. 冷凝器

（1）车上检查

①检查冷凝器散热片是否阻塞或损坏。

如果散热片被阻塞，则可使用水进行清洗并用压缩空气吹干。

注意：应小心不要损坏散热片。

如果散热片已弯曲，则可使用起子或钳子加以校直。

②检查冷凝器接头是否渗漏。

（2）冷凝器的拆下

①从制冷系统中排出制冷剂。②从蓄电池脱开负极导线。③从冷凝器接头脱开液体管子和排出软管，并立即用盖塞封住开口接头，以防湿气进入系统。④从冷凝器拆下吸入管卡夹。⑤从冷凝器风扇电动机脱开接插件。⑥拆下冷凝器。

单 A/C：拧下冷凝器的 2 个固定螺栓和 2 个螺母；

双 A/C：拧下冷凝器的 4 个固定螺栓和 2 个螺母。

（3）冷凝器的安装

①安装冷凝器，拧上冷凝器的固定螺栓和螺母。②将接插件连接到冷凝器风扇电机上。③安装吸入管卡夹。④将液体管子和排出软管连接到冷凝器上拧紧螺母。⑤将蓄电池负极电缆连接到蓄电池上。⑥如果更换了冷凝器，则应向压缩机内添加压缩机润滑油，添加量 40～50cm^3。压缩机润滑油：DENSOOIL6（电装 6 号润滑油）、SUNISONo. 5GS 或相当的品种。⑦对制冷系统抽真空。⑧向制冷系统充入制冷剂，并检查是否渗漏制冷剂。规定充入数量：单 A/C 为 850g，双 A/C 为 1 400g。

3. 储液干燥器

（1）车上检查

检查观察窗、易熔塞和接头是否有渗漏现象，使用气体渗漏检测器进行检查，按需要进行修理。

（2）储液干燥器的拆下

①从制冷系统排出制冷剂。②从蓄电池脱开负极电缆。③拆下冷凝器。④从双重压力开关和前电磁阀脱开 2 个接插件。⑤脱开 2 根液体管子（单 A/C）；脱开 3 根液体管子（双 A/C）。然后应立即用盖塞封住开口接头，以防湿气进入系统。⑥从车架上拆下储液干燥器部件。⑦从储液干燥器托架上脱开 2 根液体管子并拆下储液干燥器。

（3）储液干燥器的安装

①将储液干燥器装到储液干燥器托架上，在连接管子之前不要拆除接头上的盖塞。

②将 2 根液体管子连接到储液干燥器上，拧紧力矩为 14N·m。

③安装储液干燥器部件并连接 3 根液体管子拧紧螺母，拧紧力矩为 14N·m。

④将 2 根电气配线连接到双重压力升关和电磁离合器上。

⑤安装冷凝器。

⑥将蓄电池负极电缆连接到蓄电池上。

⑦如果更换了储液干燥器，则应向压缩机添加 20cm^3 的压缩机润滑油。压缩机润滑油应为 DENSOOIL6（电装 6 号润滑油）、SUNISONo. 5GS 或相当的品种。

⑧对制冷系统抽真空。

⑨向系统充入制冷剂并检查是否渗漏制冷剂。

规定充入数量：单 A/C 为 850g，双 A/C 为 1 400g。

4. 前冷气装置

（1）前冷气装置的拆下

①从蓄电池脱开负极电缆。

②从制冷系统中排出制冷剂。

③从冷气装置的出口接头脱开吸入管。

④从冷气装置的进口接头脱开液体管子。

备注：应立即用盖塞封住开口接头，以防湿气进入系统。

⑤拆下杂物箱、扬声器护栅、加强板和冷气装置罩。

⑥脱开各接插件。

⑦拆下冷气装置：从浅盘形地板的后侧拧下 2 个螺钉；拆下螺栓和 5 个自攻螺钉。

（2）冷气装置的分解

图 6-9 所示为前冷气装置的分解图。

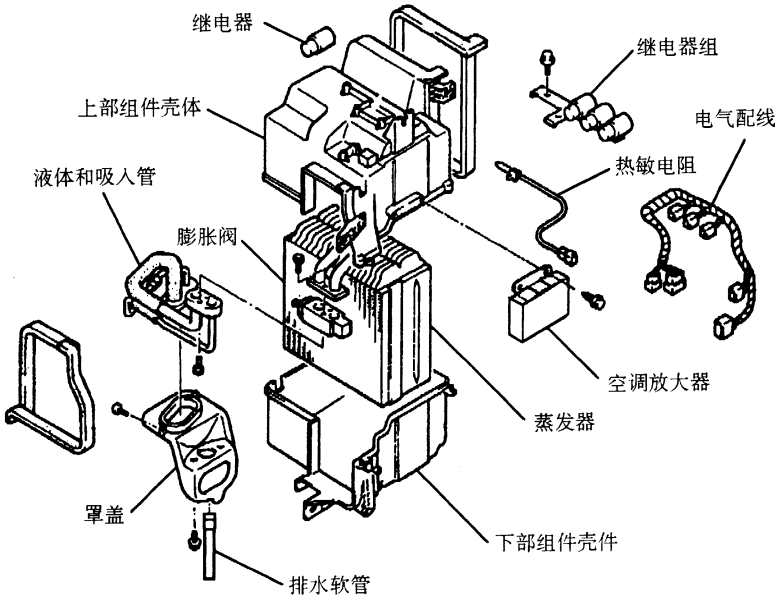


图 6-9　前冷气装置的分解图

①拆下放大器。②拆下带继电器组的托架。③拆下电气配线。④拆下 3 个夹扣和自攻螺丝。⑤拆下上部和下部组件壳体。⑥从蒸发器上拆下膨胀阀。

（3）冷气装置的装配

①将膨胀阀、吸入管和液体管装到蒸发器上，拧紧螺栓。拧紧力矩：5.4N·m，应小心位于管接头处的 O 形圈。②将蒸发器装到下部壳体上。③将热敏电阻装到蒸发器上。④装上上部壳体。⑤装上 3 个夹扣和自攻螺钉。⑥装上放大器。⑦装上带继电器组的托架。⑧装上电气配线。

（4）冷气装置的检查

①安装冷气装置，用 5 个自攻螺钉和 1 个螺栓装上冷气装置，并从浅盘形地板的后侧装上

2 个螺栓。

②连接接插件。

③安装加强板、扬声器护栅和杂物箱。

④将液体管子连接到冷气装置的进口接头上，拧紧螺栓，拧紧力矩：5.4N·m。

⑤将吸入管连接到冷气装置的出口接头上，拧紧螺栓，拧紧力距：5.4N·m。

⑥如果更换了蒸发器，则应向压缩机添加 40～50cm³ 的润滑油。

压缩机润滑油应为 DENSOOIL6（电装 6 号润滑油）、SUNISONo.5GS 或相当的品种。

⑦将负极电缆连接到蓄电池上。

⑧对制冷系统抽真空。

⑨向系统充入制冷剂并检查是否渗漏制冷剂。

规定充入数量：单 A/C 为 850g，双 A/C 为 1 400g。

5. 后冷气装置（双 A/C）

（1）冷气装置的拆下

①从蓄电池脱开负极电缆。

②从制冷系统中排出制冷剂。

③拆下 4 个格栅、后控制板和后 A/C 开关，拧下 5 个螺钉，拆下冷气装置罩。

④从冷气装置的进口接头脱开液体管子。

⑤从冷气装置的出口接头脱开吸入管，并立即用盖塞封住开口接头，以防湿气进入系统。

⑥从冷气装置脱开接插件和排水软管。

⑦拆下冷气装置。

（2）冷气装置的分解

图 6-10 所示为后冷气装置的分解图。

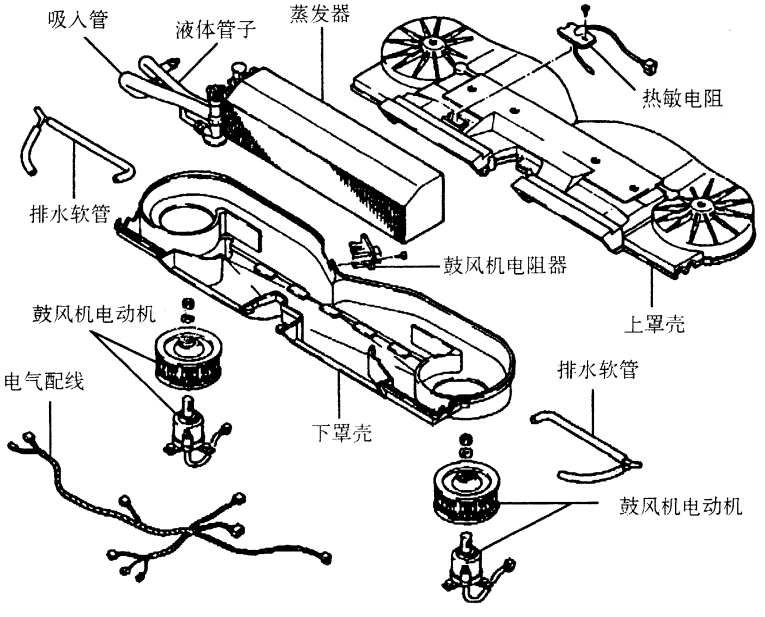


图 6-10　后冷气装置的分解图

①拆下电气配线。②拆下热敏电阻。③拆下鼓风机电阻器。④拆下 2 个鼓风机电动机。⑤

拆下 9 个夹扣和 9 个自攻螺钉。⑥拆下上下罩壳。⑦拆下热传感管。⑧脱开压力传感管。⑨从膨胀阀脱开液体管子，拆下膨胀阀。

（3）冷气装置的装配

①将膨胀阀连接到蒸发器的进口接头上。拧紧螺母。拧紧力矩为 20～25N·m。应小心管子接头上的 O 形圈。②将液体管子连接到膨胀阀的进口接头上。拧紧力矩为 12～15N·m。③将绝热件装到出口管上，并夹住热传感管。④将压力传感管连接到蒸发器上。⑤将上、下罩壳装到蒸发器上。⑥装上 9 个夹扣和 9 个自攻螺钉。⑦装上 2 个鼓风机电动机。⑧装上鼓风机电阻器。⑨装上热敏电阻。⑩装上电气配线。

（4）冷气装置的安装

①安装冷气装置。

②将接插件连接到电气配线上。

③将液体管子连接到冷气装置的进口接头上。拧紧力矩为 12～15N·m。

④将吸入管连接到冷气装置的出口接头上。拧紧力矩为 29～34N·m。

⑤拧上 5 个螺钉，装上 4 个格栅、后控制板和后 A/C 开关。安装冷气装置罩。

⑥如果更换了蒸发器，则应向压缩机添加润滑油添加量 40～50cm^3。

压缩机润滑油：DENSOOIL6（电装 6 号润滑油）、SUNISONo. 5GS 或相当的品种

⑦将负极电缆连接到蓄电池上。

⑧对制冷系统抽真空。

⑨向系统充入制冷剂并检查是否渗漏制冷剂。

规定充入数量：单 A/C 为 850g，双 A/C 为 1 400g。

6. 蒸发器与热敏电阻

（1）蒸发器的检查

前 A/C 和后 A/C 蒸发器的检查方法相同：

①检查蒸发器的散热片是否阻塞，如果散热片被阻塞，则可用压缩空气吹洗干净。

注意：绝对不要用水清洗蒸发器。

②检查接头是否有裂纹或划痕，按需要进行修理。

（2）热敏电阻的检查

前 A/C 和后 A/C 热敏电阻的检查方法相同，如图 6-11 所示。

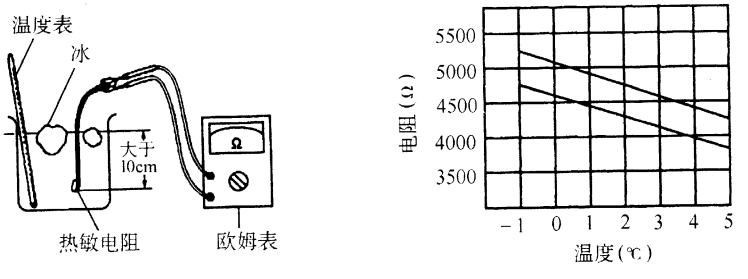


图 6-11　热敏电阻的检查

①在 25 C 下测量端子之间的电阻。电阻为 1 500Ω（25 C 时）。

②将热敏电阻放入冷水中。然后边改变水的温度，边测量接插件处的电阻，与此同时用温度表测量水的温度。

③比较图中的 2 条曲线。如果电阻值不在 2 条曲线的中间，则应更换热敏电阻。

7. 电动机

(1) 鼓风机电动机

前鼓风机电动机、后加热器鼓风机电动机、后 A/C 鼓风机电动机的检查方法相同：

①将正极（+）导线从蓄电池连接到端子 1，并将负极（−）导线连接到端子 2，然后检查电动机的运转是否平稳。

②如果运转不平稳，则应更换电动机。

(2) 冷凝器风扇电动机

冷凝器风扇电动机的检查方法如图 6-12 所示。

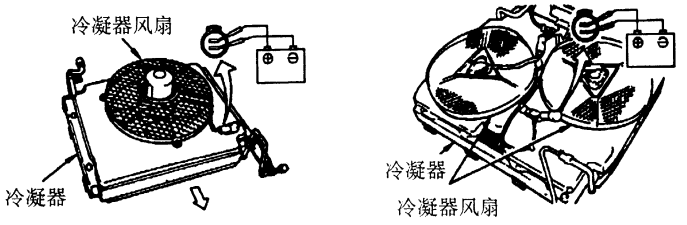


图 6-12　冷凝器风扇电动机的检查

①使用电气配线向接插件加上蓄电池的电压。

②确认在规定的电流下电动机转动是否平稳。标准电流为 6.5±0.7A，如果电流不符合规定要求，则应更换电动机。

8. 电阻器与继电器

(1) 电阻器的检查

电阻器的检查主要是前鼓风机电阻器、后加热器的鼓风机电阻器、后 A/C 鼓风机电阻器的检查。

前鼓风机电阻器的检查情况应符合图 6-13 的要求，如果导通情况不符合规定要求，则应更换鼓风机电阻器。

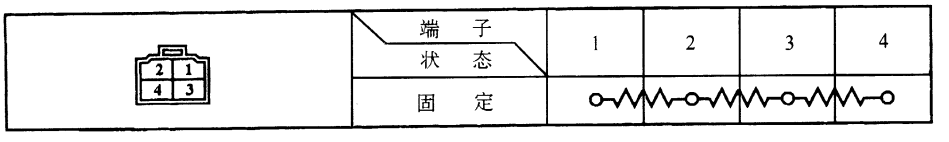


图 6-13　前鼓风机电阻器的检查

后加热器的鼓风机电阻器的检查情况应符合图 6-14 的要求，如果导通情况不符合规定要求，则应更换鼓风机电阻器。

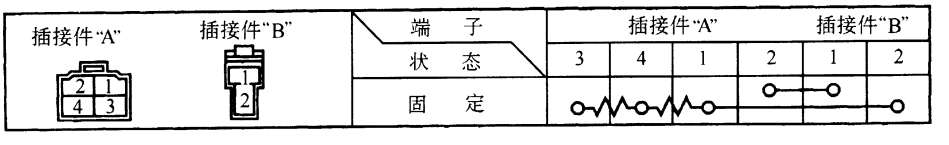


图 6-14　后加热器鼓风机电阻器的检查

后 A/C 鼓风机电阻器的检查情况应符合图 6-15 的要求，如果导通情况不符合规定要求，

则应更换鼓风机电阻器。

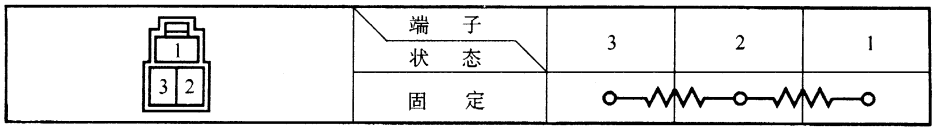


图 6-15 后 A/C 鼓风机电阻器的检查

(2) 继电器的检查

1) 前加热器继电器的检查

前加热器继电器的检查情况应符合图 6-16 的要求,如果导通情况不符合规定要求,则应更换继电器。

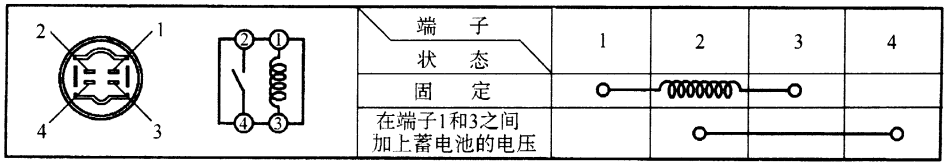


图 6-16 前加热器继电器的检查

2) 后鼓风机继电器 (双 A/C) 的检查

后鼓风机继电器 (双 A/C) 的检查情况应符合图 6-17 的要求,如果导通情况不符合规定要求,则应更换继电器。

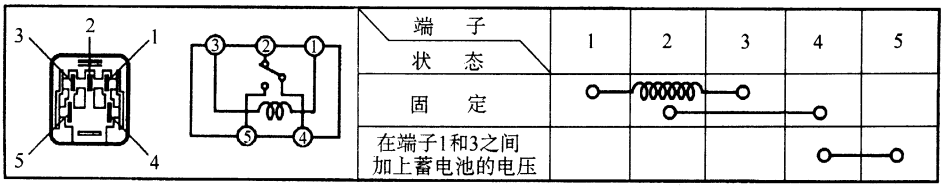


图 6-17 后鼓风机继电器 (双 A/C) 的检查

3) A/C 切断继电器的检查

A/C 切断继电器的检查情况应符合图 6-18 的要求,如果导通情况不符合规定要求,则应更换继电器。

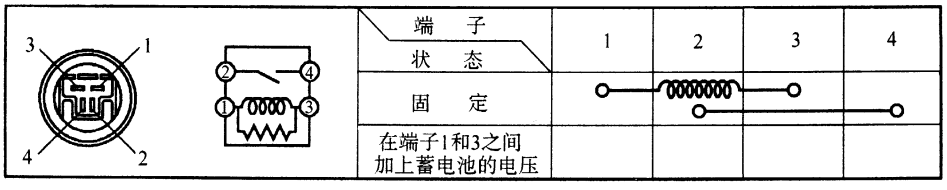


图 6-18 A/C 切断继电器的检查

4) 其他继电器的检查

①后加热器继电器 (带后加热器) 的检查方法与前加热器继电器的检查方法相同。

②电磁离合器继电器的检查方法与加热器继电器的检查方法相同。

③冷凝器风扇主继电器 (双 A/C) 的检查方法与后鼓风机继电器的检查方法相同。

④冷凝器风扇继电器（单 A/C）的检查方法与加热器继电器的检查方法相同。

⑤1 号冷凝器风扇继电器（双 A/C）的检查方法与加热器继电器的检查方法相同。

⑥2 号冷凝器风扇继电器（双 A/C）的检查方法与冷凝器风扇主继电器的检查方法相同。

⑦冷凝器风扇速度控制继电器(双 A/C)的检查方法与 A/C 切断继电器的检查方法相同。

(3) 熔断器的检查

检查熔断器的导通情况，根据需要更换熔断器。

(4) 断路器的检查

检查断路器的导通情况，根据需要更换断路器。

9. 开关与控制杆

(1) 双重压力开关在车上检查

①从双重压力开关脱开接插件。

②装上歧管测试表。

③检查双重压力开关检查端子之间是否导通。歧管测试表高压侧的指示值应在 206～2 648kPa 的范围内。

④拆下歧管测试表。

⑤将接插件连接到双重压力开关上。

(2) 高压开关（双 A/C）在车上检查

①从高压开关脱开接插件。

②装上歧管测试表。

③在 2 000r/min 的转速下运转发动机。

④检查高压开关。

a. 在 A/C 开关置于“OFF”位置时，检查端子之间是否导通以及高压侧压力是否为 1 373kPa或更低。

b. 在 A/C 开关和各鼓风机开关都置于“ON”位置时，检查端子之间是否不导通以及高压侧压力为 1 765kPa 或更高。

(3) 后加热器主开关的检查

①检查开关导通情况的检查

后加热器主开关的检查情况应符合图 6-19 的要求，如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

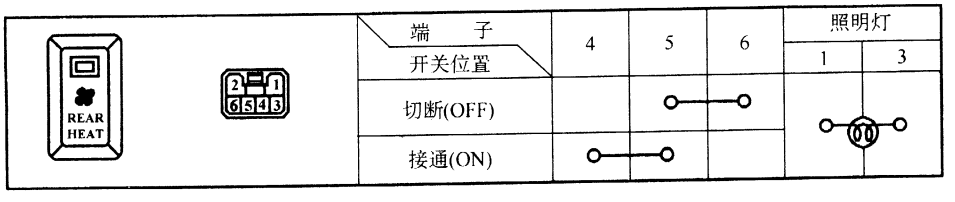


图 6-19 后加热器主开关的检查

②检查指示灯

将正极（+）导线从蓄电池连接到端子 1，并将负极（－）导线连接到端子 3，如图 6-20 所示。检查指示灯是否点亮。如果指示灯不亮，则应更换开关。

(4) A/C 开关的检查

①前 A/C 开关的检查情况应符合图 6-21 的要求，如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

②后 A/C 开关的检查情况应符合图 6-22 的要求，如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

(5) 鼓风机开关的检查

①前鼓风机开关的检查情况应符合图 6-23 的要求，如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

②后加热器鼓风机开关的检查情况应符合图 6-24 的要求，如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

③后 A/C 鼓风机开关的检查情况应符合图 6-25 的要求，如果导通情况不符合规定要求，则应更换开

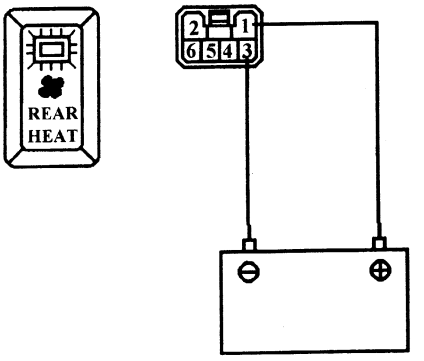


图 6-20 后加热器主开关指示灯的检查

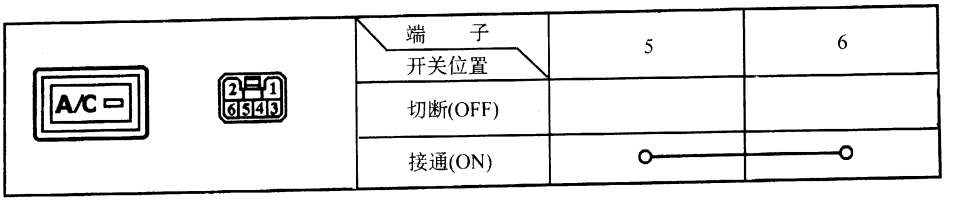


图 6-21 前 A/C 开关的检查

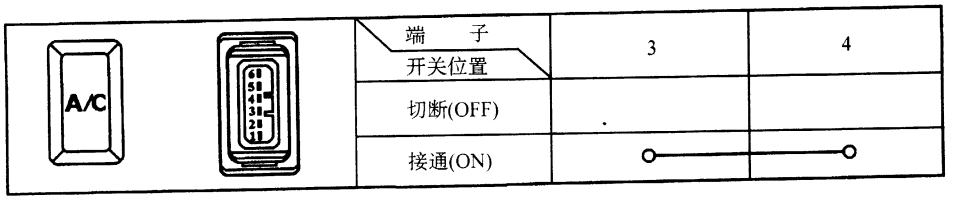


图 6-22 后 A/C 开关的检查

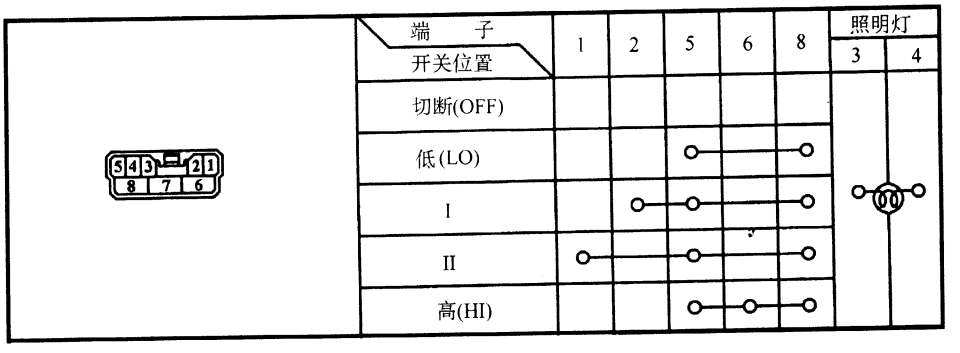


图 6-23 前鼓风机开关的检查

关。

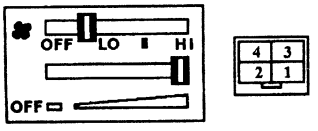
(6) 后 A/C 温度控制开关电阻的检查

将开关杆置于冷气 (COOL) 的位置，然后测量端子之间的电阻。其标准电阻为 1.7kΩ，如果电阻值不符合规定要求，则应更换开关。



端子 / 开关位置	1	2	3
低(LO)			
中(ME)	○	——	○
高(HI)	○	——	

图 6-24　后加热器鼓风机开关的检查



端子 / 开关位置	1	2	3	4
切断(OFF)				
低(LO)			○ ——	○
■		○ ——	○ ——	○
高(HI)	○ ——	——	○ ——	○

图 6-25　后 A/C 鼓风机开关的检查

(7) A/C 控制杆

1) 控制钢索的调整

①调整进气口风挡的控制钢索

将进气口风挡和进气控制杆设定到“新鲜 (FRESH)”位置,然后装上控制钢索并锁紧卡夹。

②调整空气混合风挡控制杆

将空气混合风挡和温度控制杆设定到“冷气 (COOL)”位置,然后装上控制钢索并锁紧卡夹。

③调整方式风挡控制钢索。

将方式风挡和方式控制杆设定到“通风 (VENT)”位置,然后装上控制钢索并锁紧卡夹。

④调整水阀控制钢索

将水阀和温度控制杆设定到“冷气 (COOL)”位置,然后装上控制钢索并锁紧卡夹。

2) A/C 控制杆的检查

检查控制杆的动作情况:左、右移动控制杆,检查在整个控制杆行程范围内是否稳定以及是否有卡住现象。如果动作不符合要求,则应更换 A/C 控制部件。

10. 电磁阀与真空开关阀 (VSV)

(1) 电磁阀的检查

电磁阀的检查情况应符合图 6-26 的要求,如果导通情况不符合规定要求,则应更换开关。

(2) 真空开关阀 (VSV) 的检查

①拆下 VSV。

②采用向管子内吹入空气的方法,检查 VSV 真空回路的畅通情况。

将 VSV 端子连接到蓄电池的端子上,向管子“A”吹入空气,这时空气应从管子“B”流出,但不从管子“C”流出,如图 6-27 所示。

状态 / 装置		1	2	3	4
A/C开关	前	接通(ON)	接通(ON)	切断(OFF)	切断(OFF)
	后	切断(OFF)	切断(OFF)	接通(ON)	切断(OFF)
电磁阀		打开(ON) 切断(OFF) 3℃ 4℃ 冷气装置的空气温度			
	前	打开(ON)	打开(ON)	切断(OFF)	切断(OFF)
	后	打开(ON)	切断(OFF)	打开(ON)	切断(OFF)
压缩机电磁离合器		合上(ON)	合上(ON)	合上(ON)	脱开(OFF)

图 6-26　电磁阀的检查

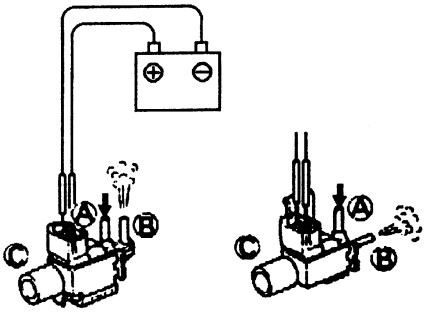


图 6-27　真空开关阀（VSV）的检查（1）

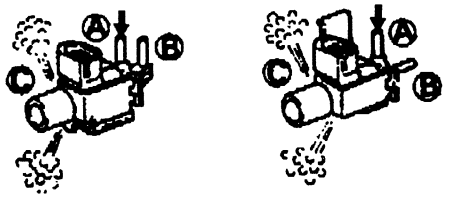


图 6-28　真空开关阀（VSV）的检查（2）

然后，脱开蓄电池，向管子“A”吹入空气，这时空气应从管子“C”流出，但不从“B”流出，如图 6-28 所示，如果存在问题，则应更换 VSV。

③检查有无短路，使用欧姆表检查各端子和 VSV 体之间的导通情况，它们之间都应不导通。如果存在短路情况，则应修理或更换 VSV。

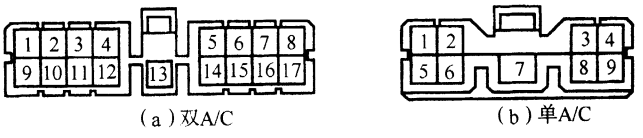


图 6-29　空调放大器接线端子

④检查有无开路，使用欧姆表测量 2 个端子之间的电阻，其阻值应为 37～44Ω（在 20℃时）。如果电阻值不符合规定要求，则应更换 VSV。

11. 空调放大器

空调放大器接线端子如图 6-29 所示。

（1）双 A/C

空调放大器的检查情况应符合表 6-6 的要求，如果导通情况不符合规定要求，则应更换检查空调放大器。

表 6-6　空调放大器的检查（双 A/C）

检查项目	测试表连接方法	状　态	规 定 要 求
导通情况	15—接地	固定	导通
电阻	10—13	固定	约 1.5kΩ（在 25℃时）
	9—10	固定	约 0～1.7kΩ
	1—13	固定	约 1.5kΩ（在 25℃时）
	1—2	固定	约 0～1.3kΩ

续表

检查项目	测试表连接方法	状　态	规定要求
电压	4—接地	点火（IG）开关接通	蓄电池电压
		点火（IG）开关切断	无电压
	3—接地	点火（IG）开关接通	蓄电池电压
		点火（IG）开关切断	无电压
	8—接地（RZ 系列发动机）	点火（IG）开关接通	蓄电池电压
		点火（IG）开关切断	无电压
	16—接地（RZ 系列发动机）	起动发动机	约 10～14V
		停止发动机	无电压
	7—接地	点火（IG）开关接通	蓄电池电压
		点火（IG）开关切断	无电压
	5—接地	前 A/C 开关接通	蓄电池电压
		前 A/C 开关切断	无电压
	6—接地	前 A/C 开关接通	蓄电池电压
		前 A/C 开关切断	无电压
	12—接地	前 A/C 开关接通	蓄电池电压
		前 A/C 开关切断	无电压
	11—接地	前 A/C 开关接通	蓄电池电压
		前 A/C 开关切断	无电压

（2）单 A/C

空调放大器的检查情况应符合表 6-7 的要求，如果导通情况不符合规定要求，则应更换空调放大器。

表 6-7　空调放大器的检查（单 A/C）

检查项目	测试表连接方法	状　态	规定要求
导通情况	7—9	固定	导通
	3—接地	A/C 开关接通	导通
		A/C 开关切断	不导通
电阻	3—9	固定	约 1.5kΩ（在 25℃时）
电压	4—接地	点火（IG）开关接通	蓄电池电压
		点火（IG）开关切断	无电压
	3—接地	点火（IG）开关接通	蓄电池电压
		点火（IG）开关切断	无电压
	6—接地	点火（IG）开关接通	蓄电池电压
		点火（IG）开关切断	无电压
	1—接地（RZ 系列发动机）	起动发动机	约 10～14V
		停止发动机	无电压
	8—接地（RZ 系列发动机）	点火（IG）开关接通	蓄电池电压
		点火（IG）开关切断	无电压

四、空调系统的故障诊断与排除

汽车空调系统常见的各种故障现象、产生原因及排除方法如表 6-8 所示。

表 6-8　空调系统故障排除

故障现象	产生原因	排除方法
系统不能产生冷空气，失去制冷作用	1. 驱动皮带太松或皮带断裂 2. 压缩机不工作，皮带在皮带轮上打滑，或者离合器接合后皮带轮不转 3. 压缩机阀门不工作，在发动机不同转速下，高、低压表读数仅有轻微变动 4. 膨胀阀不能关闭，低压表读数太高，蒸发器流液 5. 熔断器熔断，接线脱开或断线，开关或鼓风机的电动机不工作 6. 制冷剂管道破裂或泄漏，高、低压表读数为零 7. 储液干燥器或膨胀阀中的细网堵死，软管或管道堵死，通常在限制点起霜	1. 拉紧皮带或更换皮带 2. 拆下压缩机，修理或更换 3. 修理或更换压缩机阀门 4. 更换膨胀阀 5. 更换熔断器、导线，修理开关或吹风机的电动机 6. 换管道，进行系统检漏，修理或更换储液干燥器 7. 修理或更换储液干燥器
冷空气量不足	1. 压缩机离合器打滑 2. 出风通道空气不足 3. 鼓风机的电动机运转不顺畅 4. 外面空气管道开着 5. 冷凝器周围的空气流通不够，高压表读数过高 6. 蒸发器被灰尘等异物堵住 7. 蒸发器控制阀损坏或调节不当，低压表读数太高 8. 制冷剂不足，观察玻璃处有气泡，高压表读数太低 9. 膨胀阀工作不正常，高低压表读数过高或过低 10. 储液干燥器细网堵住，高低压表读数比正常高或低 11. 系统有水汽，高压侧压力过高 12. 系统有空气，高压表值过高，观察玻璃处有气泡或呈云雾状 13. 辅助阀定位不对	1. 拆下离合器总成，修理或更换 2. 清洗或更换空气滤清器；清除通道中的阻碍物，排顺绕住的空气管 3. 更换电动机 4. 关闭通道 5. 清洁发动机散热器和冷凝器，安装强力风扇、风扇挡板，或重新摆好散热器和冷凝器的位置 6. 清洗蒸发器管道和散热片 7. 按需要更换或调节阀门 8. 向系统充液，直至气泡消失、压力读数稳定为止 9. 清洗细网或更换膨胀阀 10. 清除系统，更换储液干燥器 11. 清除系统，更换储液干燥器 12. 清除、抽气和加液 13. 转动阀至逆时针方向的最大位置
系统间断制冷	1. 压缩机离合器打滑 2. 电路开关损坏、鼓风机的电动机开关损坏 3. 压缩机离合器线圈松脱或接触不良 4. 系统中有水汽，引起部件间断结冰 5. 热控制失灵，低压表读数偏低或过高 6. 蒸发器控制阀粘住	1. 拆下压缩机，修理或更换 2. 更换损坏部件 3. 拆下修理或更换 4. 更换膨胀阀或储液干燥器 5. 更换热控制 6. 清洗系统并抽气，更换储液干燥器使全控制阀复位，向系统加液
系统太冷	1. 热控制不当 2. 空气分配不好	1. 更换热控制 2. 调节控制表板的拉杆

续表

故障现象	产生原因	排除方法
空调系统噪音大	1. V型皮带松动或过度磨损 2. 压缩机零件磨损或安装托架松动 3. 压缩机油面太低 4. 离合器打滑或发出噪音 5. 鼓风机的电动机松动或磨损 6. 系统中制冷剂过量，工作发出噪音，高、低压表读数过高，观察玻璃有气泡 7. 系统中制冷剂不足，使膨胀阀发出噪音观察玻璃有气泡及雾状，低压表读数过低 8. 系统中有水汽，引起膨胀阀发出噪音 9. 高压辅助阀关闭，引起压缩机颤动，高压表读数过高	1. 拉紧皮带，或更换皮带 2. 拆卸压缩机，修理或更换、拧紧托架 3. 加油 4. 拆下离合器修理或更换 5. 拧紧电动机的安装连接件；拆下电动机修理或更换 6. 排放过剩之制冷剂，直到压力表读数降到标准值，且气泡消失 7. 找出系统漏气地点，清除系统及修理，抽空系统并更换储液干燥器，向系统加液 8. 清除系统，抽气，更换储液干燥器，加液 9. 立即把阀门打开
不供暖或暖气不足	1. 暖风散热器心内部堵塞 2. 暖风散热器心表面气流受阻 3. 暖风散热器心管子内部有空气 4. 温度门位置不正确 5. 温度门真空驱动器损坏 6. 鼓风机损坏 7. 鼓风机继电器、调温电阻损坏 8. 热水开关损坏 9. 发动机的节温器损坏	1. 冲洗或根据需要更换心子 2. 用空气吹通散热器心表面 3. 排出管内空气 4. 调整拉线 5. 修理或更换 6. 修理或更换 7. 修理或更换 8. 修理或更换 9. 修理或更换
鼓风机不转	1. 熔断器熔断或开关接触不良 2. 鼓风机电机损坏 3. 鼓风机调速电阻损坏	1. 检查熔断器和开关，用细砂纸轻擦开关触点 2. 修理或更换 3. 更换
漏水	1. 软管老化、接头不牢 2. 热水开关关不死	1. 更换水管、接牢接头 2. 修复热水开关
过热	1. 调温风门调节不当 2. 发动机节温器损坏 3. 风扇调速电阻损坏	1. 重调 2. 修理或更换 3. 更换
除霜热风不足	1. 除霜风门调整不当 2. 出风口堵塞 3. 供暖不足	1. 重调 2. 清理 3. 见供暖不足部分
操纵吃力或不灵	1. 操纵机构卡死，风门粘紧 2. 所有真空驱动器失灵	1. 调整或修理 2. 更换
暖风散热器有异味	1. 暖风散热器进水接头漏水 2. 暖风散热器管漏水	1. 拧紧 2. 更换

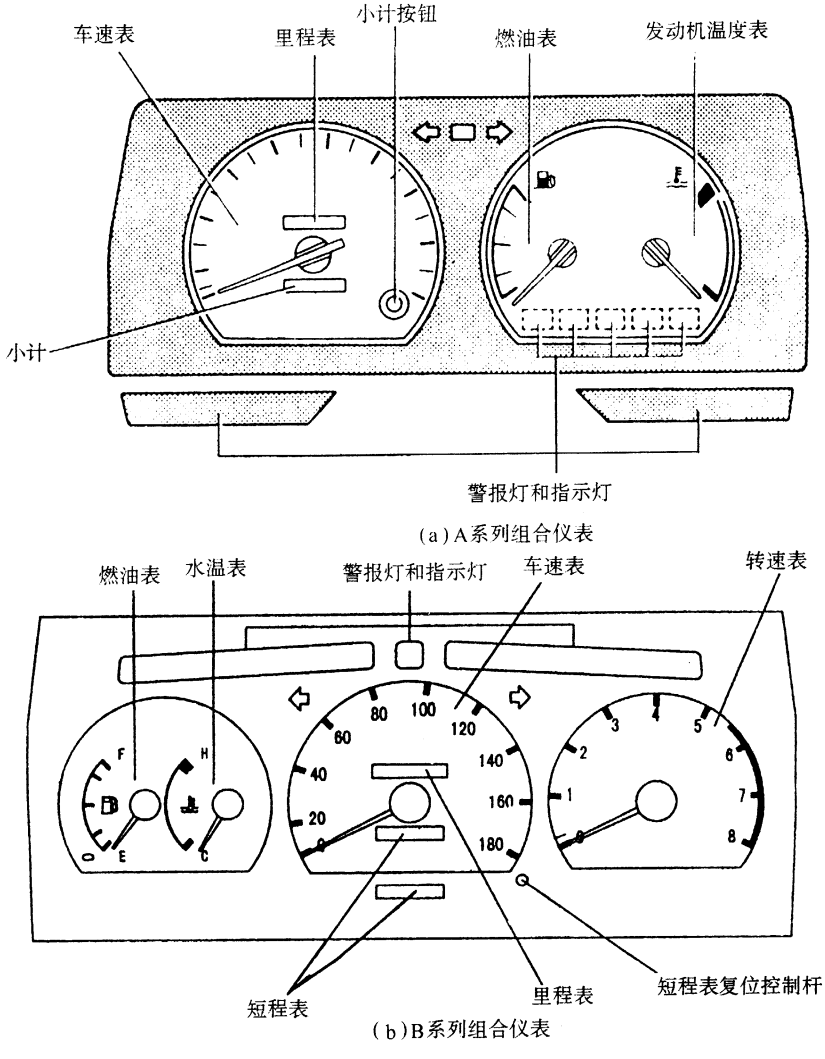
第七章　仪表系统

一、仪表的组成及安装位置

（一）仪表的组成

为了正确使用汽车，保证行车安全和提高可靠性，并能随时了解汽车和发动机的各种参数是否正常，以便及时采取措施，防止发生人身和机械事故，金杯轻型客车配装了组合仪表和汽车警报装置。

组合仪表包括车速里程表、燃油表、水温表和转速表等，安装在驾驶面板上，如图 7-1 所示。



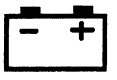
(a)A系列组合仪表

(b)B系列组合仪表

图 7-1　组合仪表

警报装置包括制动系统警报灯、充放电警报灯、燃油液位警报灯、冷却液液位警报灯、机油液位警报灯、机油压力警报灯和门开警报灯等。其功能及图形标示如表 7-1 所示。

表 7-1　图形及功能

种　类	图形标示	功　能
制动系统警报灯		当制动液液面过低，或使用手制动（驻车），或驻车制动装置未回位、真空助力器有故障时，该警报灯点亮
放电警报灯		当发动机工作，充电系统不充电时，该警报灯点亮。警告驾驶员蓄电池放电
机油压力过低警报灯		当发动机运转，润滑系的机油压力过低时，该警报灯点亮
燃油液面过低警报灯		当燃油箱内的燃油将用完、液面过低时，该警报灯点亮
冷却液位警报灯		当发动机冷却液液位过低时，该警报灯点亮
机油液面过低警报灯		当发动机机油液面过低时，该警报灯点亮
门开警报灯		当有车门未关严时，该警报灯点亮

（二）各零部件的安装位置及工作原理

金杯轻型客车的各种仪表与警报装置都是由安装在仪表板上的指示表与警告灯和安装在各检测部位的检测传感器和警报开关组成。各零部件在车上的安装位置如图 7-2 所示。

1. 车速里程表

车速里程表是用来指示汽车行驶速度和累计汽车行驶里程数的仪表。它由车速传感器和指示表两部分组成。

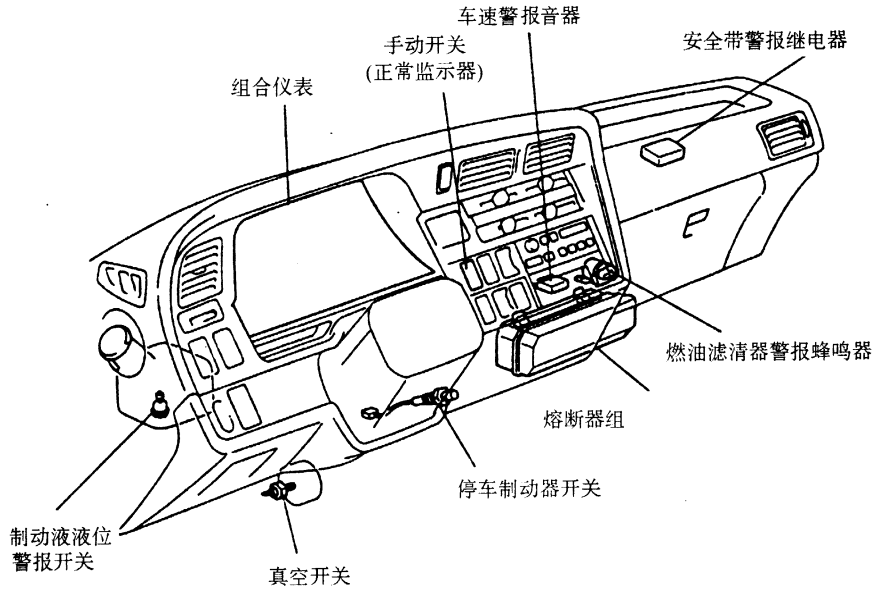
车速传感器装在里程表内，结构见图 5-24 所示。车速传感器由一块套装在里程表软轴上的成型磁体和舌簧开关组成，磁体由转速表的软轴驱动。软轴转一圈，磁体的极性变换四次，每一个磁极转过簧片开关时，开关通断一次，向 ECU 输出一个脉冲信号，所以软轴转一圈，输出四个脉冲信号，ECU 根据这一脉冲信号的频率就可计算出汽车行驶速度。

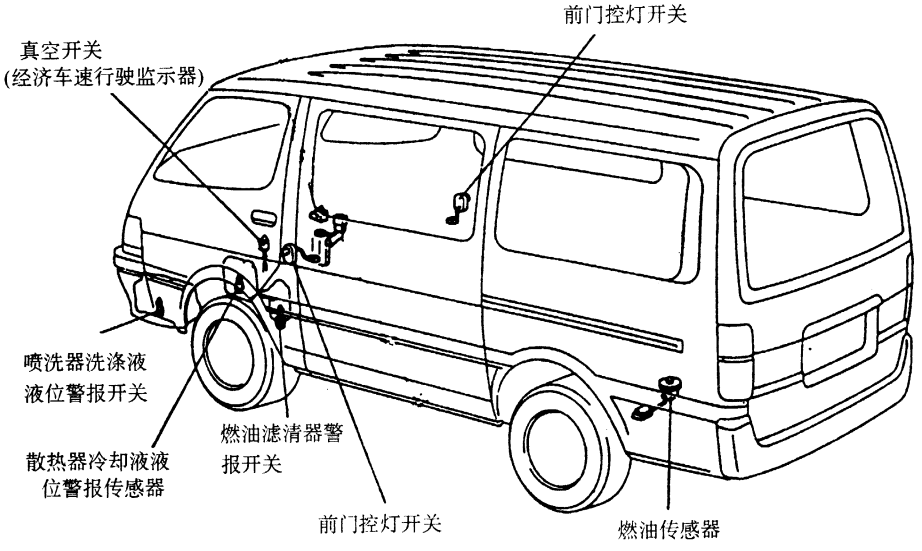
2. 燃油表

燃油表的作用是用来指示燃油箱内燃油的储存量。它由安装在仪表板上的燃油指示表和装在燃油箱内的传感器两部分组成。它利用可变电阻式传感器，将油量的信号转变为电阻的信号，由于电路电阻的变化使流过电磁线圈的电流发生变化，从而改变合成磁场的方向，电磁式燃油指示表在合成磁场的作用下，使指针根据信号的大小而指示出相应的读数。

3. 水温表

水温表是用来指示发动机冷却系统中冷却水的工作温度。它由安装在仪表板上的水温指示表和装在发动机气缸盖上的水温传感器两部分组成。它利用热敏电阻式温度传感器将冷却水的温度信号转变为电阻的信号，水温指示表指针能根据此信号的大小指示出相应的读数。





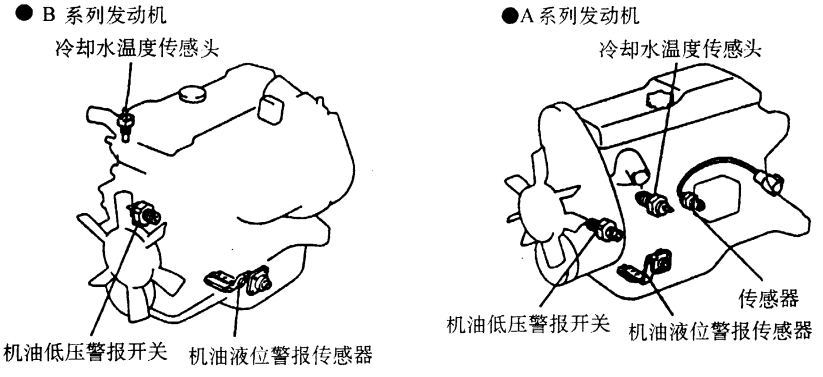


图 7-2　各零部件在车上的安装位置

4. 转速表

转速表是为了监视发动机的工作状况、更好地利用经济车速掌握换挡时机、调整发动机等设置的，金杯 B 系列轻型客车装有发动机转速表（A 系列为选装件）。这种转速表由安装在分电器上的转速传感器获取信号，经过电子电路整形、滤波和放大后送入指示表。

（三）仪表电路原理图

组合仪表电路及接插件（W/O 转速表的），如图 7-3 所示。

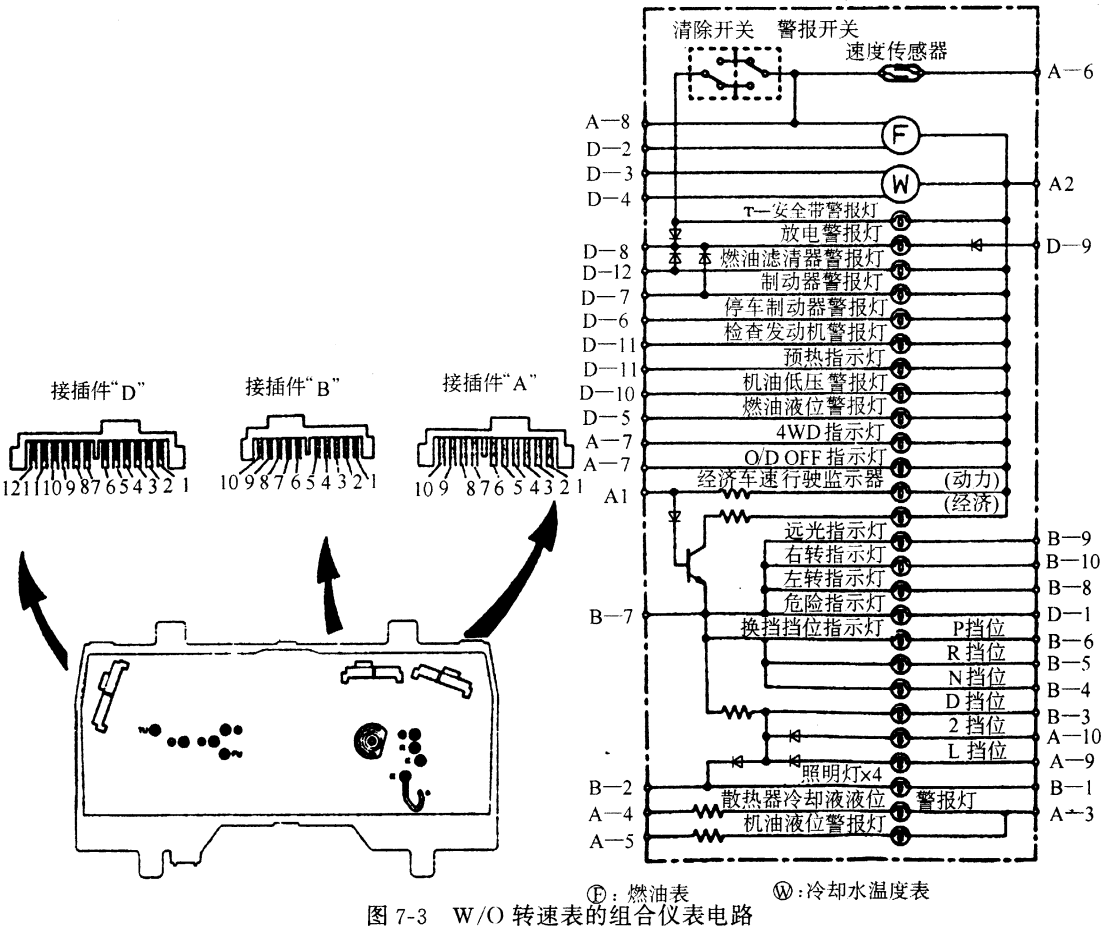


图 7-3　W/O 转速表的组合仪表电路

A—1-空；A—2-点火熔断器；A—3-机油液位和散热器冷却液液位继电器；A—4-手动开关（正常监示器/散热器冷却液）；A—5-手动开关（正常监示器/机油）；A—6-空；A—7-空；A—8-搭铁；A—9-（A/T）；空挡起动开关“L”；A—10-（A/T）空挡起动开关“2”；B—1-尾灯或尾灯熔断器；B—2-搭铁；B—3-空；B—4-空；B—5-空；B—6-空；B—7-搭铁；B—8-转向信号开关（左）；B—9-远光灯；B—10-转向信号开关（右）；D—1-空；D—2-燃油传感器；D—3-搭铁；D—4-冷却水温度传感器；D—5-燃油警报器；D—6-驻车制动器开关；D—7-制动液液位警报开关；D—8-充电熔断器；D—9-点火熔断器；D—10-机油低压警报开关；D—11-空；D—12-空

二、仪表系统故障诊断与排除

（一）车速表系统

1. 检查车速表（车上检查）

①使用车速表测试器检查车速表的允许指示误差应符合表 7-2 的规定，并检查里程表的

工作情况。

表 7-2　车速表允许误差

标准指示值	允许误差
20	21～25
40	41.5～46
60	62.5～67
80	83～88
100	104～109
120	125～130.5
140	145.5～151.5
160	166～173

注意：轮胎磨损、轮胎充气过足或不够都会增大指示误差。

②检查车速表的指针摆动是否有不正常的噪声，如有应检查车速表及传动装置。因为指针摆动是由于车速表软轴松动而引起的。

2. 检查车速传感器

如图 7-4 所示，检查车速表轴每一转中，端子 R 和⊖之间是否导通 4 次。如果导通情况不符合规定要求，则应更换车速表。

3. 检查车速警报开关

①如图 7-5 (a) 所示，向下压翼片，从组合仪表壳体拆下组合仪表玻璃罩。

注意：应小心不要弄脏或损坏车速表盘。

②将车速表指针拨到 124km/h 的标记处，并固定之。

③如图 7-5 (b) 所示，一直转动车速表轴，检查端子 D 和之间的导通是否反复地变动。

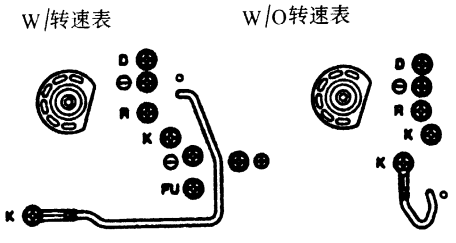


图 7-4　检查车速传感器

如果导通情况不符合规定要求，则应更换车速表。

4. 检查车速警报器

如图 7-6 所示，将蓄电池电压间断地加到警报器的端子之间，检查其响声。如果鸣响不符合规定要求，则应更换警报器。

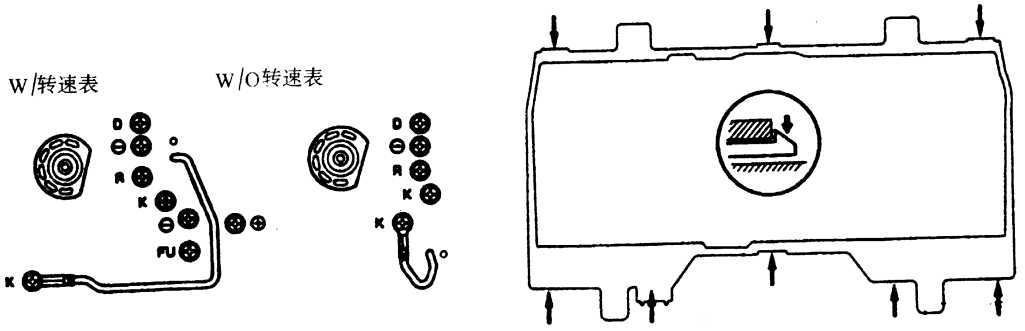
备注：如果警报器被倾斜，则声音将会失真。

（二）燃油表系统

1. 检查燃油表

(1) 检查燃油表动作情况

①如图 7-7 (a) 所示，从燃油传感器上脱开接插件，然后将点火开关置于“ON”位置，检查燃油表的指针是否指在空 (EMPTY) 的位置。



(a)拆下组合仪表玻璃罩　　(b)检查警报开关的导通情况

图 7-5　检查车速警报开关

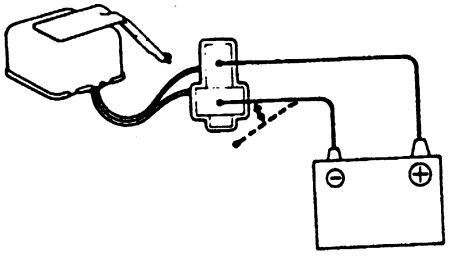


图 7-6　检查车速警报器

②如图 7-7(b)所示，将配线侧接插件的端子 2 和 3 通过一个 3.4W 的试验灯泡连接起来，再将点火开关置于“ON”位置，检查灯泡是否点亮，并且燃油表的指针是否向满（FULL）的方向移动。

如果燃油表动作情况不符合规定要求，则应检查其电阻。

备注：由于燃油表内注有硅油，因此将使指针短时间保持稳定。

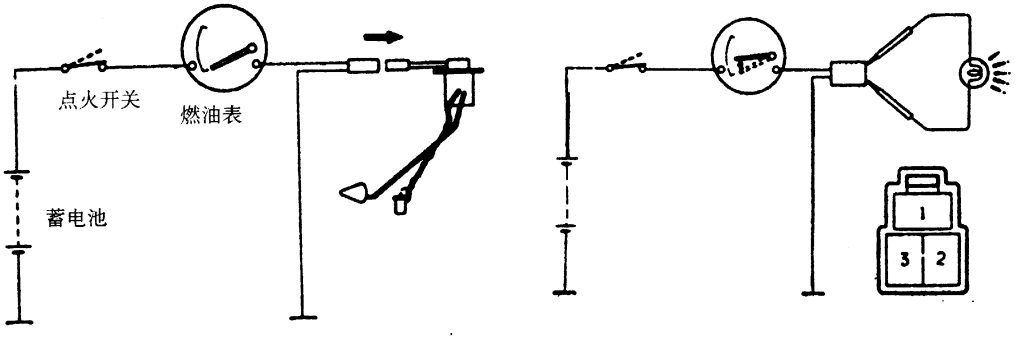


图 7-7　检查燃油表动作情况

(2) 检查燃油表电阻

按图 7-8 所示，测量燃油表各端子之间的电阻应符合表 7-3 的规定，如果不符合，则应更换燃油表。

表 7-3　燃油表各端子之间的电阻

端子之间	电阻（Ω）
FU—⊕	约 116
FU—⊖	约 156
⊕—⊖	约 272

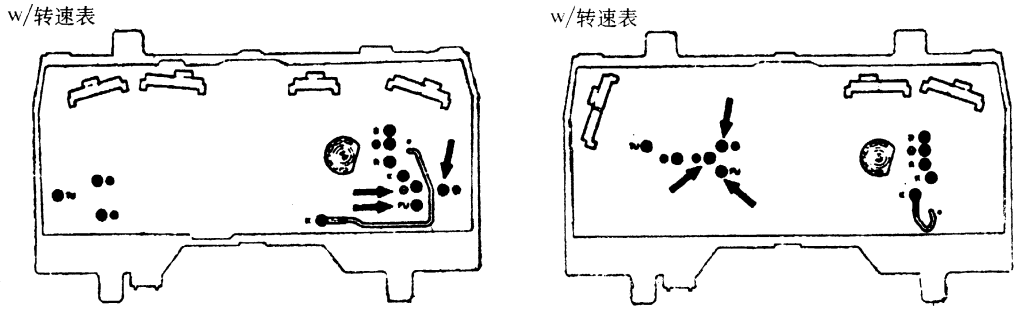


图 7-8　检查燃油表电阻

2. 检查燃油传感器

（1）检查动作情况

如图 7-9 所示，①接上 3 节 1.5V 的干电池，再将正极（+）导线从干电池通过 1 个 3.4W 的试验灯泡连接到端子 2，并将负极（—）导线连接到端子 1。②将正极（+）导线从电压表连接到端子 2，并将负极（—）导线连接到端子 1。③检查当浮子从燃油满的位置向空的位置移动时，电压是否随之升高。

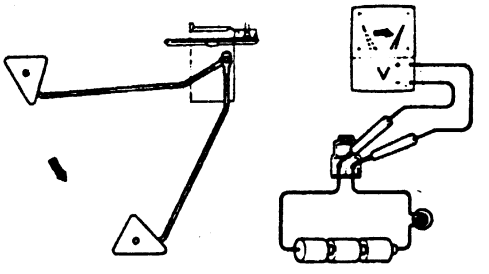


图 7-9　检查动作情况

如果燃油表动作情况不符合规定要求，则应检查其电阻。

（2）检查燃油传感器电阻

按图 7-10 所示，测量燃油传感器端子 2 和 3 之间的电阻应符合表 7-4 的规定，如果不符合，则应更换燃油传感器。

表 7-4　燃油传感器端子 2 和 3 之间的电阻

浮子位置（mm）	电阻（Ω）
F 约 23	约 3
E 约 157	约 110

（三）燃油液位警报系统

1. 检查警报灯

如图 7-11 所示，从燃油液位传感器上脱开接插件，再连接配线侧接插件的端子 1 和 3，然后将点火开关置于“ON”位置，检查警报灯是否点亮。

如果警报灯不亮，则应测试灯泡。

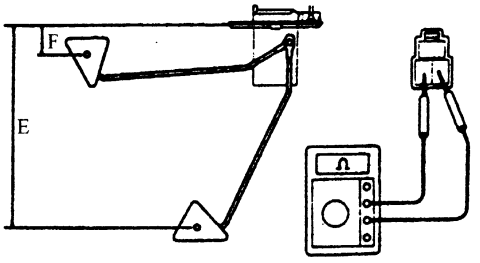


图 7-10　检查燃油传感器电阻

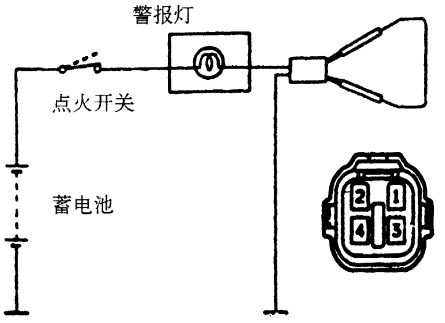


图 7-11　检查警报灯

2. 检查警报开关

①如图 7-12（a）所示，通过一个 3.4W 的试验灯泡在端子 1 和 3 之间加上蓄电池的电压，检查灯泡是否点亮。

备注：应保持一段时间以使灯泡点亮。

②如图 7-12（b）所示，将开关浸入燃油中，检查灯泡是否熄灭。

如果动作不符合规定要求，则应更换传感器。

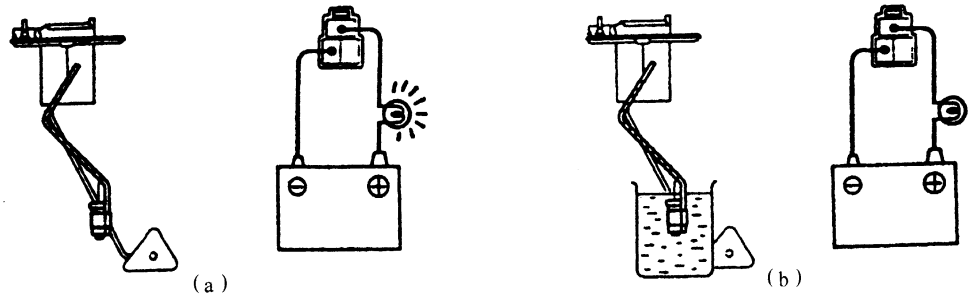


图 7-12　检查警报开关

（四）冷却水温度表系统

1. 检查冷却水温度表

（1）检查动作情况

①如图 7-13（a）所示，从冷却水温度传感器上脱开接插件，将点火开关置于“ON”位置，检查温度表指针是否指在冷（COOL）的位置。

②如图 7-13（b）所示，将配线侧的端子通过 1 个 3.4W 的灯泡后搭铁，将点火开关置于“ON”位置，检查灯泡是否点亮，以及温度表的指针是否移向热（HEAT）的位置。

如果动作不符合规定要求，则应测量温度表的电阻。

（2）检测温度表电阻

如图 7-14 所示，检测温度表端子之间的电阻应符合表 7-5 的规定，如果不符合，则应更换温度表。

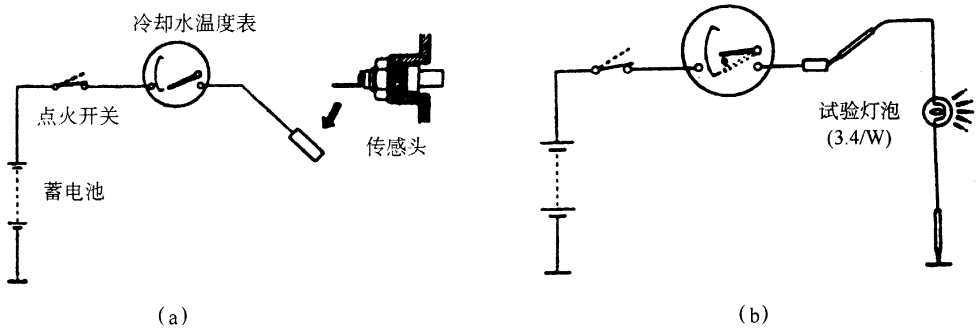


图 7-13　检查冷却水温度表动作情况

表 7-5　温度表各端子之间的电阻

端子之间	电阻（Ω）
TU—⊕	约 55
TU—⊖	约 117
⊕—⊖	约 113

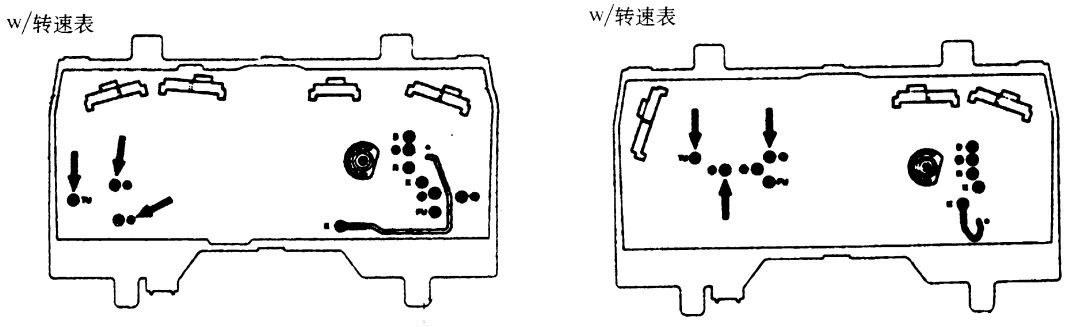


图 7-14　检查温度表电阻

2. 检查温度传感器

如图 7-15 所示，将温度传感器放入容器中，检测不同温度下的电阻应符合表 7-6 的规定，如果不符合，则应更换温度传感器。

表 7-6　温度传感器的电阻

冷却水温度（℃）	电阻（Ω）
60	约 147
115	约 24

（五）机油压力警报系统

1. 检查警报灯

如图 7-16 所示，从警报开关上脱开接插件，并将配线侧接插件的端子搭铁，将点火开关置于“ON”位置，检查警报灯是否点亮。

如果警报灯不亮，则应测试灯泡。

2. 检查警报开关

如图 7-17 所示，从开关脱开接插件，在发动机停止的状态下，检查端子和搭铁之间是否导通；在发动机运转的状态下，检查端子和搭铁之间是否不导通。

备注：机油压力应高于 29kPa（0.3kgf/cm²）。

如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

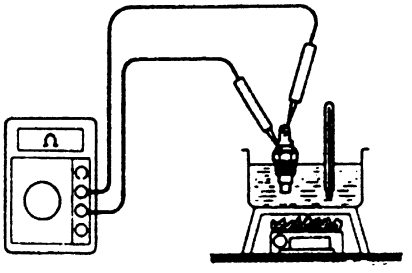


图 7-15　检查温度传感器

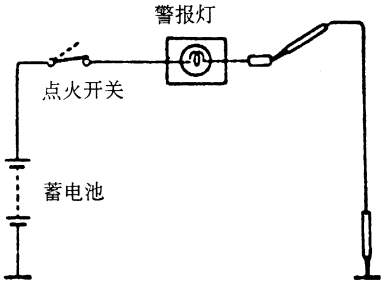


图 7-16　检查警报灯

（六）驻车制动器警报系统

1. 检查警报灯

如图 7-18 所示，从驻车制动开关上脱开接插件，并将配线侧接插件的端子搭铁。将点火开关置于“ON”位置，检查警报灯是否点亮。

如果警报灯不点亮，则应测试灯泡。

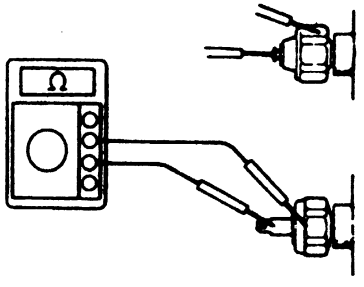


图 7-17　检查警报开关

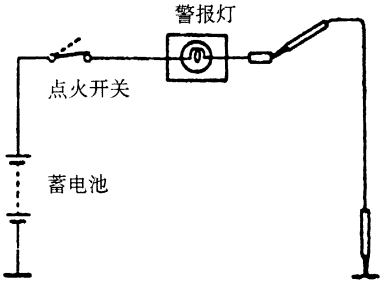


图 7-18　检查警报灯

2. 检查各开关

（1）拉杆式驻车制动器开关

如图 7-19 所示，①在开关柄被放开（驻车制动器拉杆被向上拉起）的状态下，检查端子和开关固定螺母之间是否导通。②在开关柄被按下（放开驻车制动器拉杆）的状态下，检查端子和开关固定螺母之间是否不导通。

如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

（2）杆式驻车制动器开关

如图 7-20 所示，①在开关柄被放开（驻车制动器拉杆被向上拉起）的状态下，测量端子和开关体之间是否导通。②在开关柄被按下（放开驻车制动器拉杆）的状态下，检查端子和开关体之间是否不导通。

如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

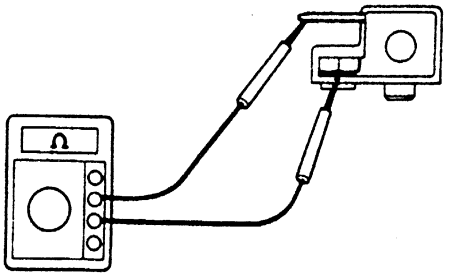


图 7-19　检查拉杆式驻车制动器开关

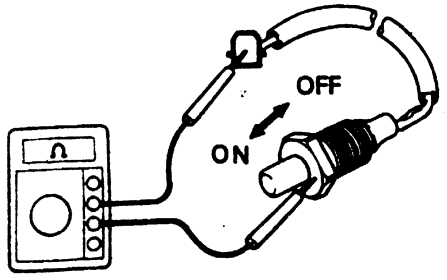


图 7-20　检查杆式驻车制动器开关

（七）制动警报系统

1. 检查警报灯（W/O 停车制动警报系统）

如图 7-21 所示，从液位警报开关、驻车制动开关上脱开接插件（W/停车制动警报系统：从液位警报开关上脱开接插件），并连接液位警报开关的配线侧接插件的端子。将点火开关置于“ON”位置，检查警报灯是否点亮。

如果警报灯不点亮，则应测试灯泡。

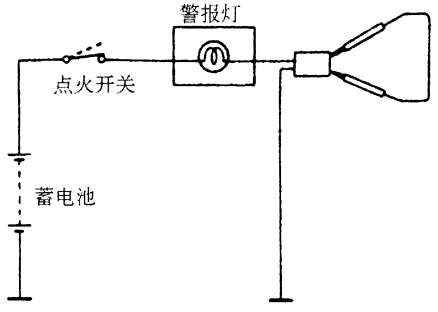


图 7-21　检查警报灯

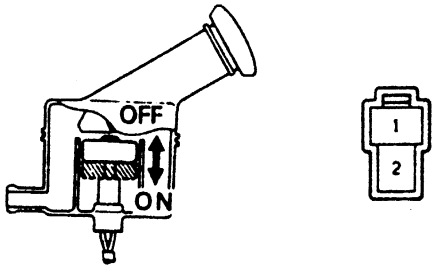


图 7-22　检查制动液液位警报开关

2. 检查各开关

（1）驻车制动开关

驻车制动开关的检查与驻车制动警报系统相同。

（2）制动液液位警报开关

如图 7-22 所示，①在开关“OFF”（浮子升起）的状态下，检查端子之间是否不导通。②在开关“ON”（浮子下降）的状态下，检查端子之间是否导通。

如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

（八）门开警报系统

1. 检查警报灯

如图 7-23 所示，从驻车制动开关上脱开接插件，并将配线侧接插件的端子搭铁。将点火开关置于“ON”位置，检查警报灯是否点亮。

如果警报灯不点亮，则应测试灯泡。

2. 检查门控灯开关

如图 7-24 所示，①在开关打开（ON）的状态下（放开开关柄：车门被打开），检查端子和开关体之间是否导通。②在开关关闭（OFF）的状态下（按下开关柄：车门关闭），检查端子和开关体之间是否不导通。

如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

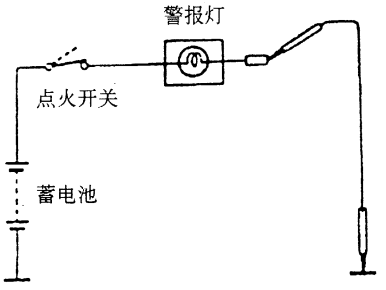


图 7-23　检查警报灯

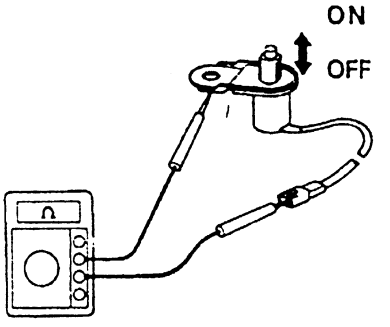


图 7-24　检查门控灯开关

（九）正常（OK）监示器系统

散热器冷却液警报系统和机油液位警报系统电路如图 7-25 所示。

1. 检查警报灯

如图 7-26 所示，①从手动开关上脱开接插件，并将配线侧接插件的端子 2 搭铁，将点火开关接通，检查散热器冷却液液位警报灯是否点亮。②将配线侧接插件的端子 6 搭铁，将点火开关接通，检查机油液位警报灯是否点亮。

如果警报灯不点亮，则应测试灯泡。

2. 检查手动开关

手动开关的导通情况应符合图 7-27 的规定，如不符合规定要求，则应检查或更换开关。

3. 检查传感器

（1）散热器冷却液液位传感器

如图 7-28 所示，①在开关“OFF”（浮子升起）的状态下，检查端子 2 和 3 之间是否不导通；②在开关“ON”（浮子下降）的状态下，检查端子 2 和 3 之间是否导通。

如果导通情况不符合规定要求，则应更换传感器。

（2）机油液位传感器

如图 7-29 所示，①在开关“OFF”（浮子升起）的状态下，检查端子之间是否不导通；②在开关“ON”（浮子下降）的状态下，检查端子之间是否导通。

如果导通情况不符合规定要求，则应更换传感器。

4. 检查继电器

机油液位继电器的导通情况应符合图 7-30 的规定，如果导通情况不符合规定要求，则应更换继电器。

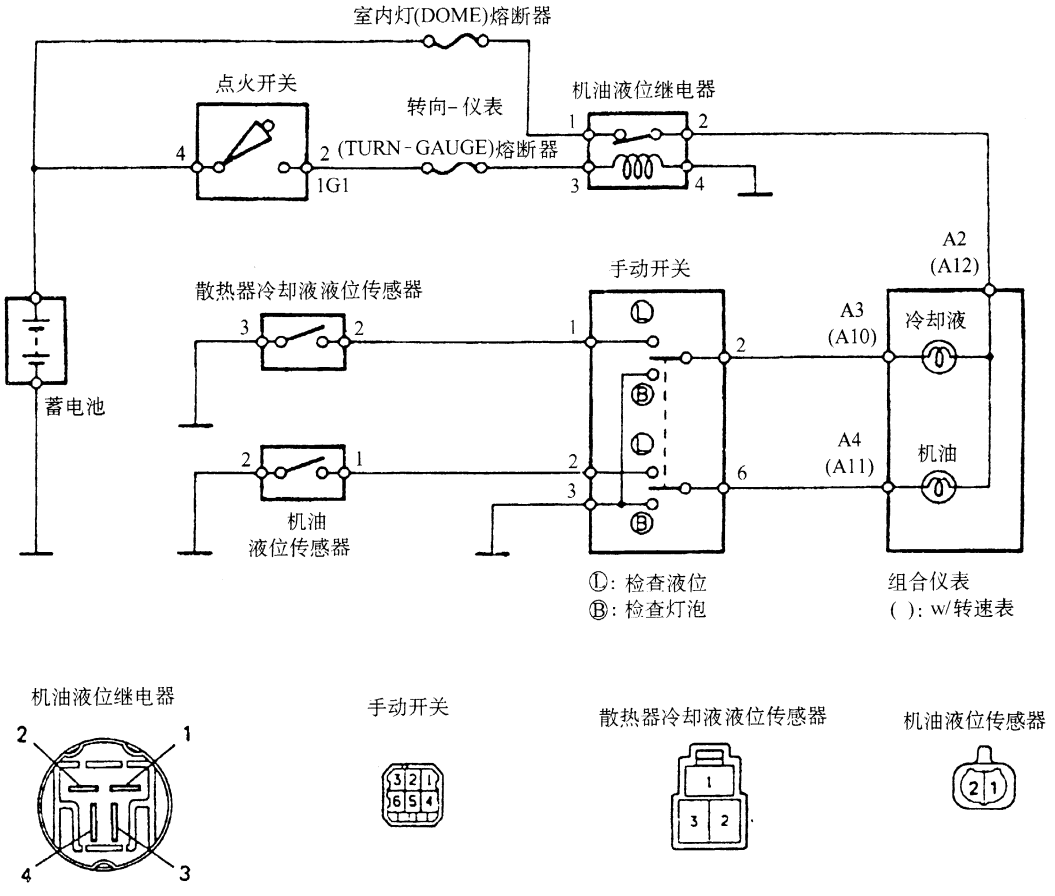


图 7-25　正常（OK）监示器系统电路

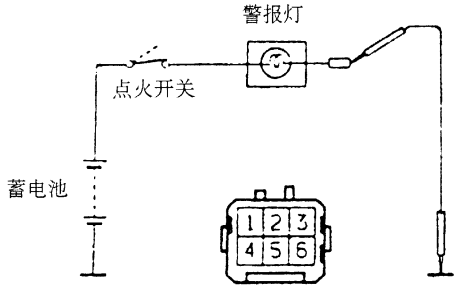
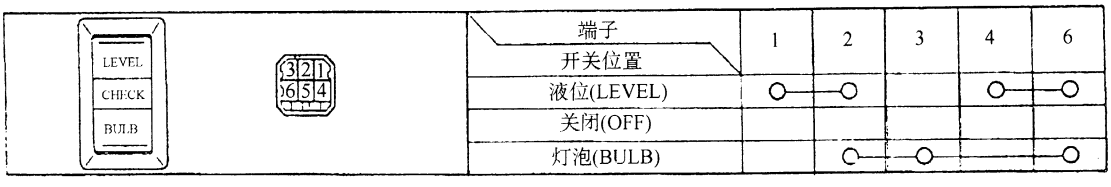


图 7-26　检查警报灯



端子 开关位置	1	2	3	4	6
液位(LEVEL)	○	○		○	○
关闭(OFF)					
灯泡(BULB)		○	○		○

图 7-27　检查手动开关

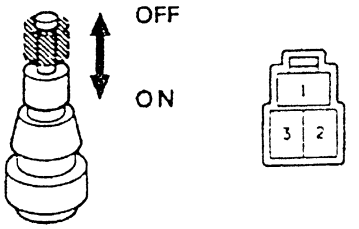


图 7-28　检查制动液液位传感器

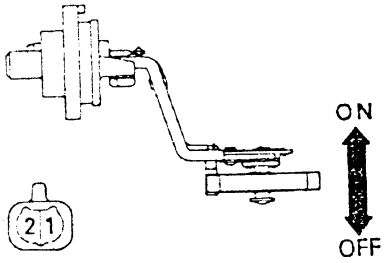


图 7-29　检查机油液位传感器

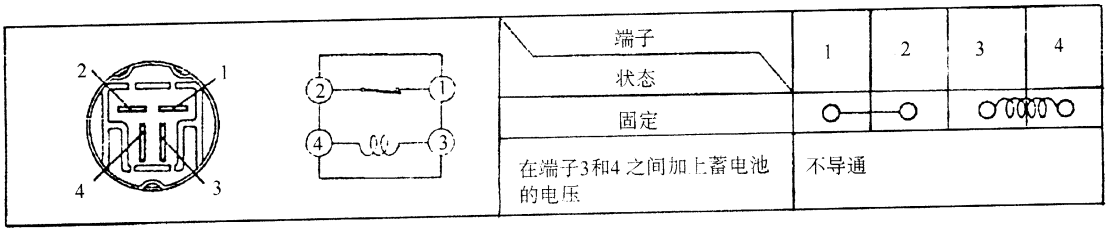


图 7-30　检查继电器

（十）仪表系统常见故障诊断与排除

仪表系统常见故障的诊断与排除方法如表 7-7 所示。

表 7-7　常见故障的诊断与排除方法一览表

故障现象	原　因	排除方法
组合仪表不工作	TURN-GAUGE 熔断器烧断 配线或搭铁故障	更换熔断器并检查是否有短路 按需要进行修理
车速表不工作	车速表传动软管故障 车速表故障	检查传动软管 检查车速表
燃油表不工作	燃油表故障 传感器故障 配线或搭铁故障	检查仪表 检查传感器 按需要进行修理
燃油液位警报灯不亮	灯泡烧坏 警报开关故障 配线或搭铁故障	更换灯泡 检查开关 按需要进行修理
冷却水温度表不工作	水温表故障 传感器故障 配线或搭铁故障	检查仪表 检查传感器 按需要进行修理
机油低压警报灯不亮	灯泡烧坏 警报开关故障 配线或搭铁故障	更换灯泡 检查开关 按需要进行修理

续表

故障现象	原　因	排除方法
驻车警报灯不亮	灯泡烧坏 驻车制动器开关故障 配线或搭铁故障	更换灯泡 检查开关 按需要进行修理
正常监示器系统不工作	灯泡烧坏 液位传感器故障 手动开关故障 配线或搭铁故障	更换灯泡 检查传感器 检查开关 按需要进行修理
仪表照明灯控制系统不工作	灯泡烧坏 变阻器故障 配线或搭铁故障	更换灯泡 检查变阻器 按需要进行修理

第八章　照明与信号系统

一、照明与信号系统的组成

（一）照明与信号装置的用途

为了保证汽车在夜间行车的安全，提高其行驶速度，金杯轻型客车配置齐全的照明设备和信号装置。按其安装位置和用途不同，可分为：外部照明装置、内部照明装置和灯光信号装置。主要包括：

（1）前照灯：俗称大灯，装在汽车头部的两侧，为半封闭式，采用卤钨灯泡，具有防眩目装置。其作用是为夜间行车照亮汽车前方的道路，同时，又避免夜间两车迎面相遇时，使对方驾驶员产生眩目。

（2）示宽灯：俗称前小灯，装在汽车前部两侧的边缘，在汽车夜间行驶时，标志汽车的宽度。

（3）雾灯：在有雾、下雪、暴雨或尘埃弥漫等情况下，用来改善道路的照明情况，安装位置比前照灯稍低，射出的光线倾斜度大，光色为黄色或橙色（黄色光波较长，透雾性能好）。

（4）转向信号灯：汽车转弯时，发出明暗交替的闪光信号，以表明汽车向左或向右转向行驶，包括前、后和侧转向信号灯。

（5）尾灯：装在汽车的尾部，夜间行驶时，用来警示后面的车辆，以便保持一定的距离。

（6）制动灯：每当踏下制动踏板时，便发出较强的红光，以示制动。

（7）倒车灯：用来照亮车后路面，并警告车后的车辆和行人，表示该车正在倒车。

（8）牌照灯：用来照亮汽车牌照。

（9）停车灯：夜间停车时，用来标志汽车的存在。

按照各灯的安装位置，将汽车前部的前照灯、前转向灯、雾灯、示宽灯等组合在一起称为前组合灯；而将汽车后部的尾灯、后转向灯、制动灯、倒车灯、牌照灯等组合起来称为后组合灯。

（10）仪表灯：装在仪表板上，用来照亮仪表。

（11）顶灯：装在车厢内顶部，作为内部照明之用。

（12）其他辅助用灯：为了便于夜间检修，设有工作灯。

（二）安装位置

1. 前组合灯

金杯客车装有丰田 99 款、丰田 97 款和丰田 96 款前组合灯以及旧款方灯，丰田 99 款、丰田 97 款和丰田 96 款前组合灯的外形、安装位置及灯泡功率分别如图 8-1、图 8-2、图 8-3 所示。

2. 后组合灯

金杯客车装有 99/2000 款整体后组合灯和普通型后组合灯，其外形、安装位置及灯泡功率分别如图 8-4、图 8-5 所示。

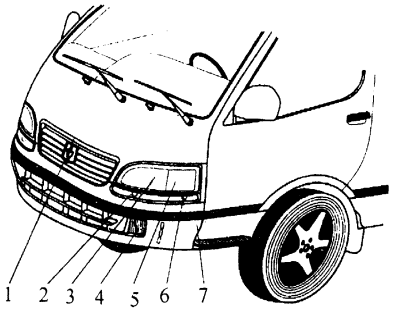


图 8-1　丰田 99 款前组合灯

1-散热器罩；2-转向灯（12V21W）；3-前照灯（12V60/55W）；4-雾灯（12V55W）；5-示宽灯（12V5W）；6-转向灯（12V5W）；7-前保险杠

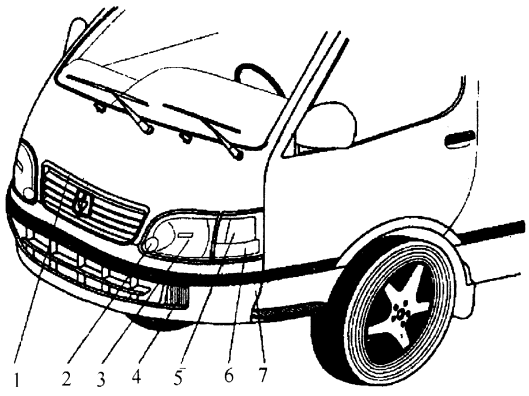


图 8-2　丰田 97 款前组合灯

1-散热器罩；2-转向灯（12V21W）；3-前照灯（12V60/55W）；4-雾灯（12V55W）；5-示宽灯（12V5W）；6-转向灯（12V5W）；7-前保险杠

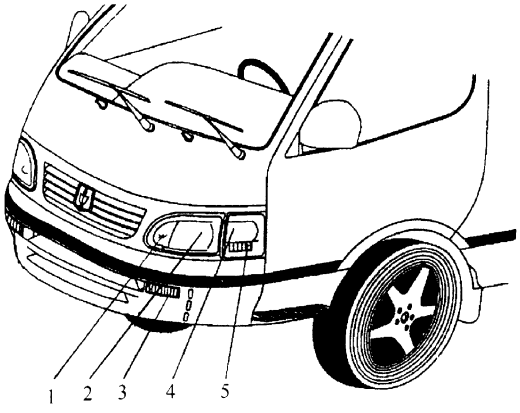


图 8-3　丰田 96 款前组合灯

1-转向灯（12V21W）；2-前照灯（12V60/55W）；3-雾灯（12V55W）；4-示宽灯（12V5W）；5-转向灯（12V5W）

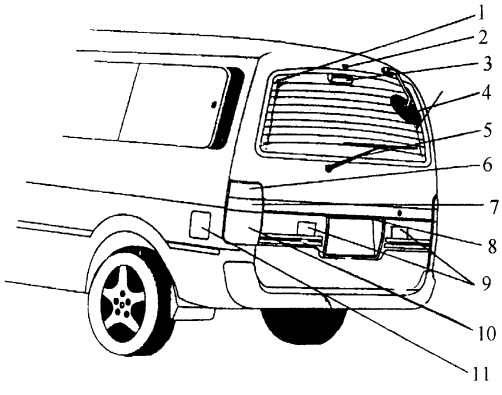


图 8-4　99/2000 款整体后组合灯

1-后除霜器；2-后洗涤器；3-高位刹车灯；4-后照地镜；5-后刮水器；6-后转向灯（12V21W）；7-倒车灯（12V21W）；8-牌照灯（12V5W）；9-后雾灯（12V6W）；10-制动、位置灯（12V21/5W）；11-线控加油门

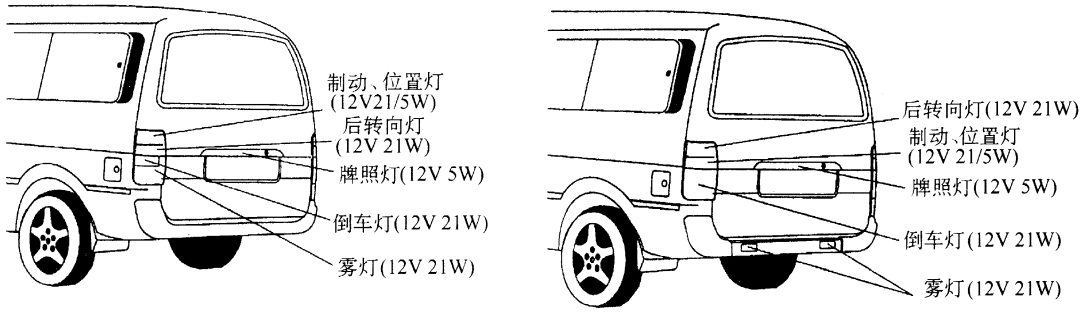


图 8-5　普通型后组合灯

（三）控制装置及控制电路

1. 控制装置

照明与信号系统控制装置的安装位置参见图 10-1 所示。

灯光组合开关的使用：

如图 8-6（a）所示，逆时针旋转扭动手柄，第一响点亮牌照灯、前小灯、仪表板照明灯、烟灰盒照明灯；第二响点亮前照灯和其他各灯。

如图 8-6（b）所示，向前推控制杆，接通前照灯远光，此时仪表板上的远光指示灯（蓝色）也同时点亮；向后拉开关控制杆，接通近光；关掉大灯开关，继续向后拉开关控制杆，大灯会闪烁，示意超车。

如图 8-6（c）所示，将开关控制杆向上或向下扳动，转向信号灯亮。完成转向后，转向信号灯会自动关闭，但变换车道后，则须将其关闭。

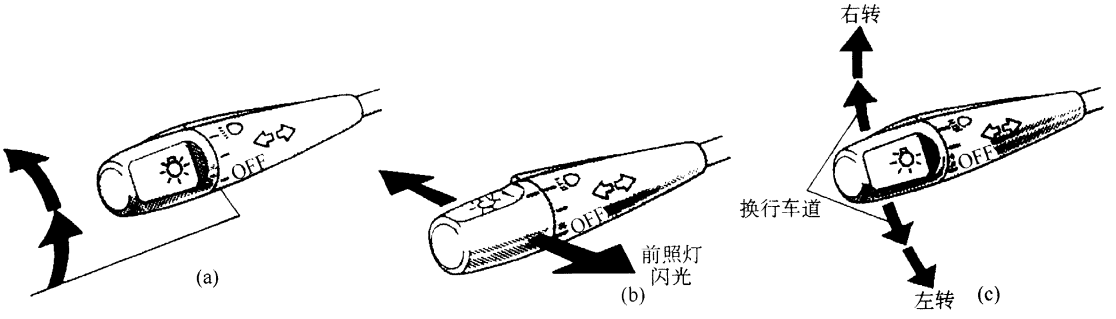


图 8-6　灯光组合开关

2. 控制电路

图 8-7 所示为标准车型的前照灯和车尾灯系统控制电路。

图 8-8 转向信号和危急警报系统控制电路。

图 8-9 所示为室内照明系统控制电路。

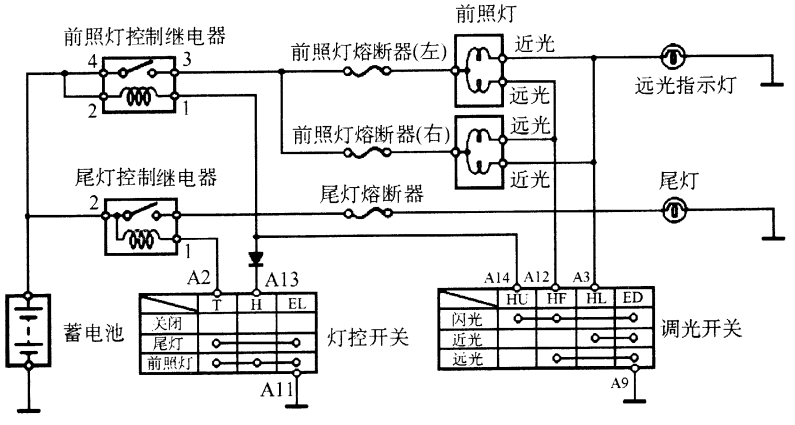


图 8-7　前照灯和车尾灯系统

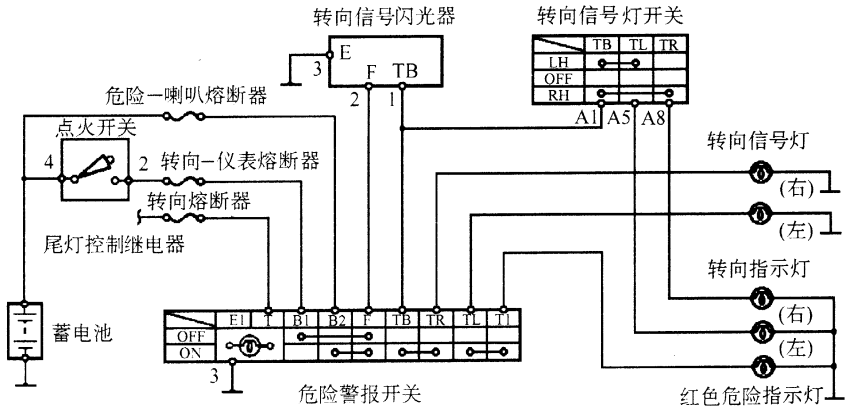


图 8-8　转向信号和危急警报系统

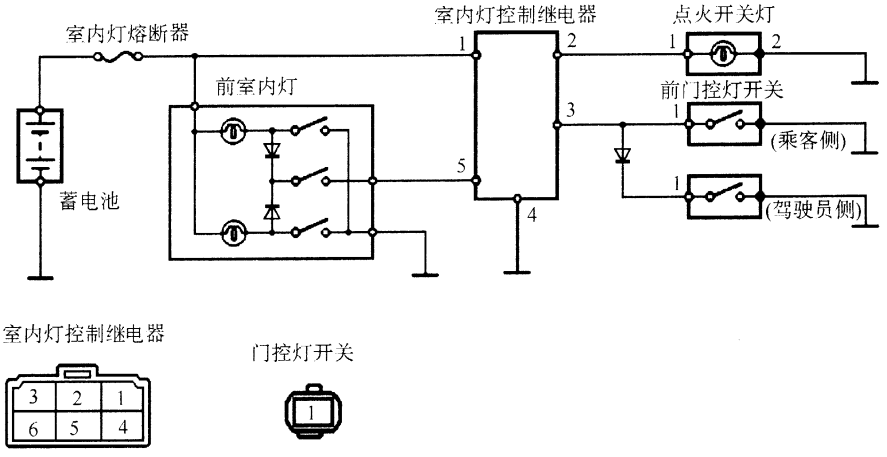


图 8-9　室内照明系统

二、照明与灯光信号装置的检修与调整

（一）零部件的检查

1. 前照灯和后尾灯系统

（1）检查组合开关

组合开关及其接插件如图 8-10 所示。

灯控开关导通情况见表 8-1 所示。

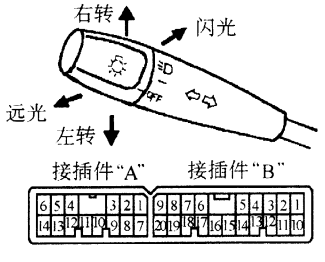


图 8-10　组合开关及其接插件

表 8-1　灯控开关导通情况

端子（颜色） 开关位置	A2 （W）	A11 （W）	A13 （R）
关闭（OFF）			
后尾灯（TAIL）	○	○	
前照灯（HEAD）	○	○	○

前照灯调光器和转向信号开关导通情况分别如表 8-2 和表 8-3 所示。

表 8-2　前照灯调光器开关导通情况

端子（颜色） 开关位置	A3 (R—G)	A9 (W—B)	A12 (R—Y)	A14 (R—W)
闪光（Flash）		○	○	○
近光（Low beam）	○	○		
远光（High beam）		○	○	

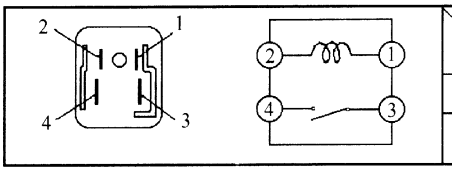
表 8-3　转向信号开关导通情况

端子（颜色） 开关位置	A1 (G—W)	A5 (G—B)	A8 (G—Y)
左转（Leftturn）	○	○	
空挡（Neutral）			
右转（Rightturn）	○		○

经检查如果导通情况不符合规定，则应更换开关。

（2）检查继电器

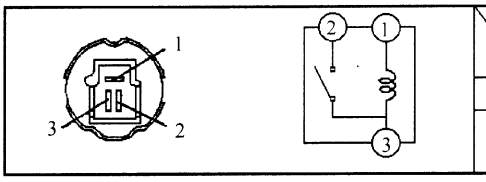
前照灯控制继电器接线端子及导通情况如图 8-11 所示。



端子 状态	1	2	3	4
固定	○			
向端子1和2加上蓄电池的电池			○	

图 8-11　前照灯控制继电器接线端子及导通情况

后尾灯控制继电器接线端子及导通情况如图 8-12 所示。



端子 状态	1	2	3
固定	○		
向端子1和2加上蓄电池的电池		○	

图 8-12　后尾灯控制继电器接线端子及导通情况

经检查如果导通情况不符合规定，则应更换继电器。

2. 转向信号和危险警报系统

（1）检查各开关

转向信号开关的导通情况见表 8-1 所示。

危险警报开关有带开关照明灯和不带开关照明灯的两种，其开关、接线端子及导通情况分别如图 8-13 和图 8-14 所示。

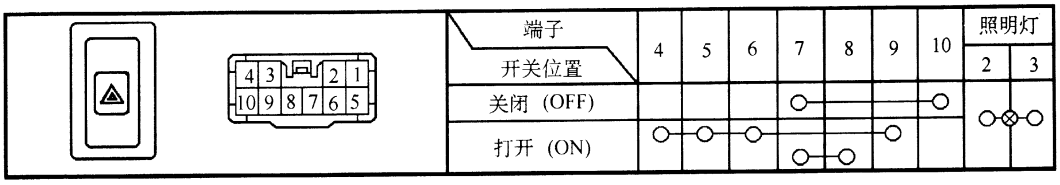


图 8-13　带开关照明灯

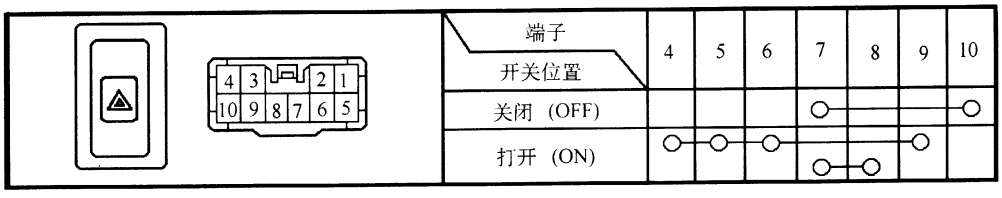


图 8-14　不带开关照明灯

如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

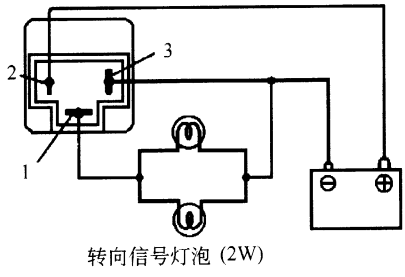


图 8-15　转向信号闪光器的检查

(2) 检查转向信号闪光器

如图 8-15 所示，将蓄电池正极（+）与转向闪光器端子 2 连接，将蓄电池负极（−）与闪光器端子 3 连接；将 2 只转向信号灯泡分别并联到端子 1 和 3，检查灯泡的闪光情况。

备注：转向信号灯每分钟应闪光 60～120 次。

如果将前或后转向信号灯中的一只开路，则每分钟的闪光次数将多于 140 次。

如果闪光器动作不符合规定要求，则应更换闪光器。

(二) 灯泡的更换

1. 半封闭式大灯灯泡的更换

a. 打开前车门，拧松大灯罩的固定螺钉。如图 8-16 所示，用手掌推动大灯罩，将其拆下。然后拆下示宽灯和前转向信号灯电线插头。松开卡夹，将一字形螺丝刀放到卡子片上，向下撬动拔出。

注意：更换灯泡之前，关闭灯开关。

b. 如图 8-17 所示，将固定框的螺钉松开，将光束组件和固定框一起取出，断开电线插头，卸下橡胶盖。如果电线插头过紧，可摇晃几下。

注意：决不能拧松大灯对光调节螺钉。

c. 新灯泡和环的更换。如图 8-18 所示，压一下环，再以逆时针方向转动便可以取下来。然后以顺时针方向转动便可安装上。装灯泡时，要使灯泡的突缘与安装孔的切口对准。

注意：更换时仅能使用相同功率的灯泡，功率为 60W/55W。

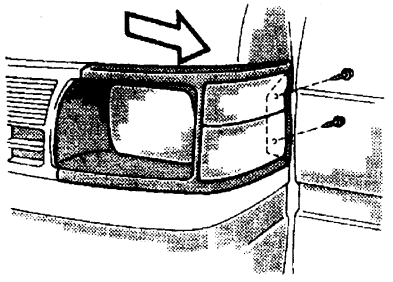


图 8-16　拆下大灯罩

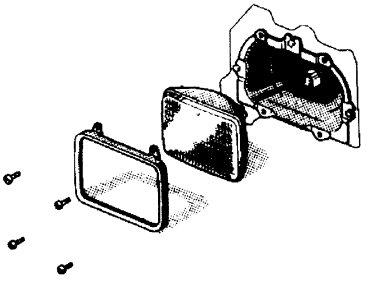


图 8-17　取出光束组件和固定框

d. 安装橡胶盖。如图 8-19 所示，使具有“TOP”标记的方向装在凸座上。安装各件时，可按取下时的相反步骤进行。橡胶盖应与电线接头和大灯灯体牢牢结合。

注意：在更换以后，应检查前照灯照度是否正确。

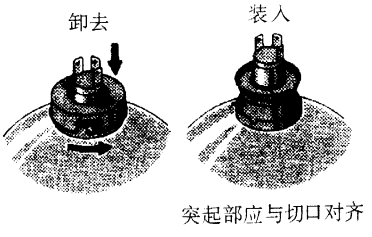


图 8-18　新灯泡和环的更换

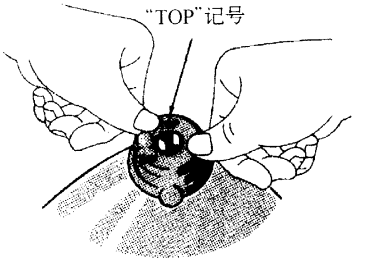


图 8-19　安装橡胶盖

2. 各灯泡的更换

方形旧款前照灯灯泡的更换方法如图 8-20 所示；

丰田 96 款前照灯灯泡的更换方法如图 8-21 所示；

丰田 97 款前照灯灯泡的更换方法如图 8-22 所示；

丰田 99 款前照灯灯泡的更换方法如图 8-23 所示；

后转向信号灯、制动灯、示宽灯和倒车灯灯泡的更换如图 8-24 所示；

牌照灯灯泡的更换如图 8-25 所示；

前顶灯灯泡的更换如图 8-26 所示；

车门灯灯泡的更换如图 8-27 所示；

方顶灯灯泡的更换如图 8-28 所示。

凡单头灯泡，只要将灯泡按下并朝逆时针方向旋转即可将灯泡取下，双插头式灯泡或有连座的灯泡，则直接一拉就可拉出。

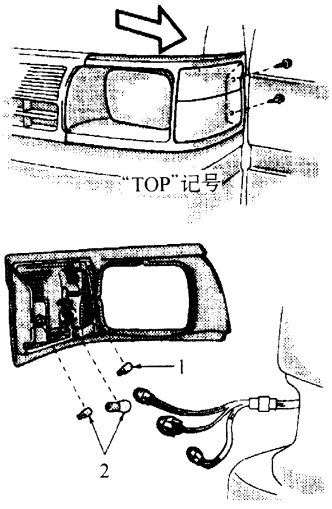


图 8-20　方形旧款前照灯灯泡的更换

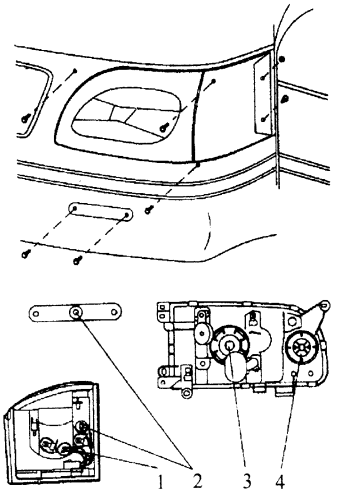


图 8-21　丰田 96 款前照灯灯泡的更换

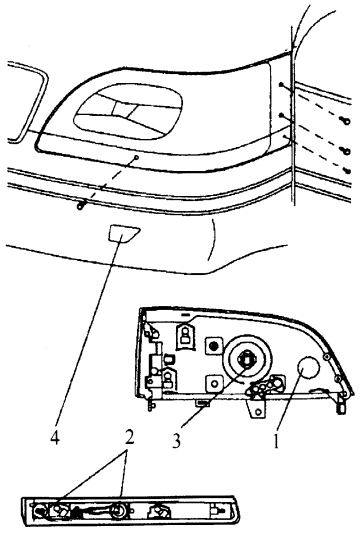


图 8-22　丰田 97 款前照灯灯泡的更换

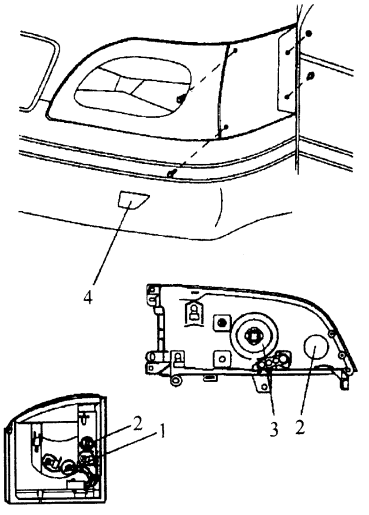


图 8-23　丰田 99 款前照灯灯泡的更换

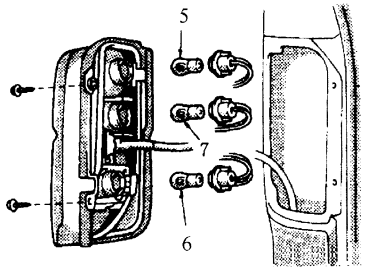


图 8-24　后转向信号灯、制动灯、示宽灯和倒车灯灯泡的更换

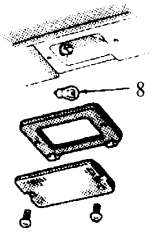


图 8-25　牌照灯灯泡的更换

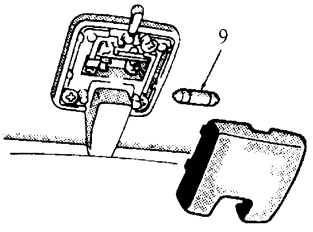


图 8-26　前顶灯灯泡的更换

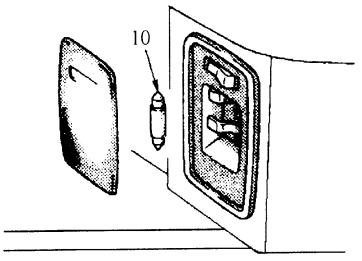


图 8-27　车门灯灯泡的更换

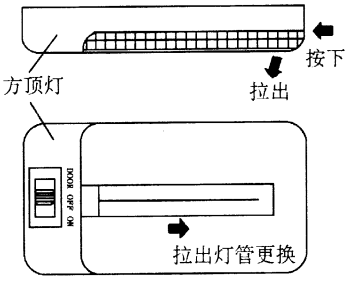


图 8-28　方顶灯灯泡的更换

每更换任何一个灯泡时，一定先将开关关掉，换用的新灯泡功率也应与原来所用相同。各灯泡的功率规格见表 8-4 所示。

表 8-4　各灯泡的功率规格

图中编号	名称	功率（W）	图中编号	名称	功率（W）
1	示宽灯	5	6	制动灯/示宽灯	21/5
2	前转向信号灯 前侧 旁侧	 21 5	7	倒车灯	21
3	前照灯	60/55	8	牌照灯	5
4	雾灯	55	9	前顶灯	10
5	后转向灯	21	10	车门灯	5

（三）前照灯光束的调整

前照灯光束的调整可通过光束调整旋钮（或螺钉）进行。方形前照灯和丰田 99 款前照灯光束的调整旋钮安装位置如图 8-29 和图 8-30 所示。另外，丰田 99 款前照灯灯光高度还可通过调整旋钮进行电动调节，调节旋钮安装在驾驶面板的最左侧（豪华车型）。

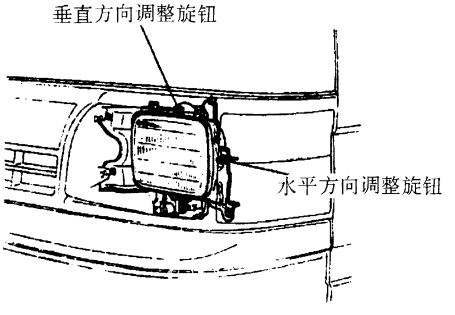


图 8-29　方形前照灯光束的调整

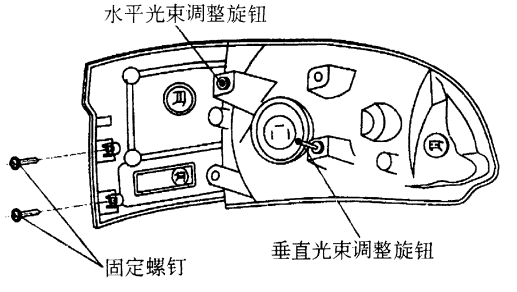


图 8-30　丰田 99 款前照灯光束的调整

（四）常见故障的诊断与排除

照明与灯光信号系统常见故障及维修方法如表 8-5 所示。

表 8-5　照明与灯光信号系统常见故障及维修方法

故障现象	可能原因	维修方法
仅一只灯不亮	灯泡烧坏 插座、配线搭铁故障	更换灯泡 按需要进行修理
前照灯不亮	前照灯熔断器烧断 前照灯控制继电器故障 灯控制开关故障 调光器开关故障 配线或搭铁故障	更换熔断器 检查继电器 检查开关 检查开关 按需要进行修理
远光前照灯或前照灯闪光器不工作	灯控制开关故障 调光器开关故障 配线或搭铁故障	检查开关 检查开关 按需要进行修理
车尾灯、停车灯和牌照灯不亮	车尾灯熔断器烧断 车尾灯控制继电器故障 灯控制开关故障 配线或搭铁故障	更换熔断器并检查是否有短路 检查继电器 检查开关 按需要进行修理
停车灯不亮	停车灯熔断器烧断 停车灯开关故障 配线或搭铁故障	更换熔断器并检查是否有短路 调整或更换开关 按需要进行修理
停车灯一直亮着	停车灯开关故障	调整或更换开关
组合仪表灯不亮 （车尾灯点亮）	灯控制可变电阻故障 配线或搭铁故障	检查可变电阻 按需要进行修理
转向信号一侧不闪光	转向信号开关故障 配线或搭铁故障	检查开关 按需要进行修理
转向信号不正常	转向仪表熔断器烧断 转向信号闪光器故障 转向信号开关故障 危险开关故障 配线或搭铁故障	更换熔断器并检查是否有短路 检查闪光器 检查开关 检查开关 按需要进行修理
危险警报灯不正常	喇叭熔断器烧断 转向信号闪光器故障 转向信号开关故障 危险开关故障 配线或搭铁故障	更换熔断器并检查是否有短路 检查闪光器 检查开关 检查开关 按需要进行修理

第九章　辅助电器系统

一、刮水器与洗涤器系统

（一）系统组成

金杯轻型客车配装两种形式的刮水器和洗涤器系统，SY6480A 系列采用雾气型刮水系统，SY6480B 系列采用间歇式刮水器和洗涤器系统。刮水器和洗涤器系统的功用是刮刷附着于风窗玻璃上的雨雪、泥土、尘埃和其他污物。B 系列间歇式刮水器和洗涤器系统其总成在车上的布置如图 9-1 所示，主要由刮水器和洗涤器开关、刮水器继电器、刮水器和洗涤器电动机以及刮水器等组成。

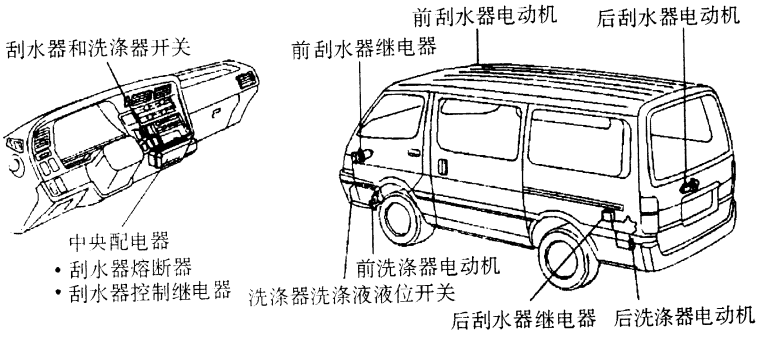


图 9-1　刮水器和洗涤器总成在车上的布置

该系统包括前、后刮水器和洗涤器两部分，分别由前、后刮水器和洗涤器开关控制。

刮水器和洗涤器开关安装在方向盘转向柱上，与灯控开关构成组合开关，见图 10-4 所示。刮水器和洗涤器开关如图 9-2 所示。

雾气型刮水开关能够实现“低速”、“高速”和“雾气”刮水及“洗涤”等功能。在点火开关接通的情况下，刮水器开关置于“MIST”位置时，刮水器将进行雾气刮水；置于“LO”位置时，进行低速刮水；置于“HI”位置时，进行高速刮水。如果将控制杆端的洗涤器开关按钮按下，可同时启动洗涤器电动机喷出洗涤液，从而达到良好的刮刷效果。

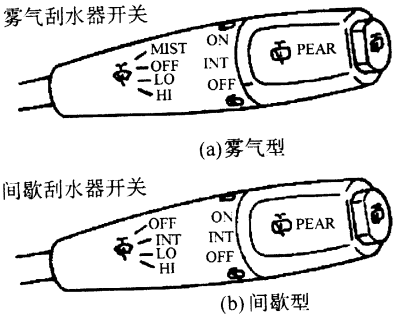


图 9-2　刮水器和洗涤器开关

间歇型刮水器和洗涤器开关能够实现前刮水器的“低速”、“高速”、“间歇”刮水和“洗涤”以及后刮水器的“刮水”和“洗涤”等功能。在点火开关接通的情况下，刮水器开关置于“INT”位置时，刮水器将进行间歇刮水；置

于“LO”位置时，进行低速刮水；置于“HI”位置时，进行高速刮水。如果将控制杆端的洗涤器开关按钮按下，可同时启动洗涤器电动机喷出洗涤液，从而达到良好的刮刷效果。

刮水器为电动式，由刮水电动机和一套蜗轮蜗杆传动机构组成，其工作原理是将电动机的动力通过蜗轮蜗杆传递给刮片架，使刮片架作往复运动，刮片架上的橡皮刷刷去风窗玻璃上的污物。

前刮水器电动机为永磁式三刷电动机，是利用三个电刷来改变正负电刷之间串联的线圈数实现变速的。正对的两个电刷为低速，斜置的两个电刷为高速。后刮水电动机为永磁式两刷电动机，只能实现低速刮水。

刮水器继电器的功用是控制刮水器电动机电路按预定时间接通和断开，使刮水器间歇地刮去风窗玻璃表面不连续的水滴。

（二）控制电路及工作过程

刮水器和洗涤器系统控制电路如图 9-3 所示，主要由刮水器开关、刮水器电动机、间歇继电器和洗涤器开关、洗涤器电动机等组成。

从控制电路可以看出，只有当点火开关置于“ON”位置时，刮水器和洗涤器系统才能工作。下面以前刮水器和洗涤器系统为例，分析其工作过程。

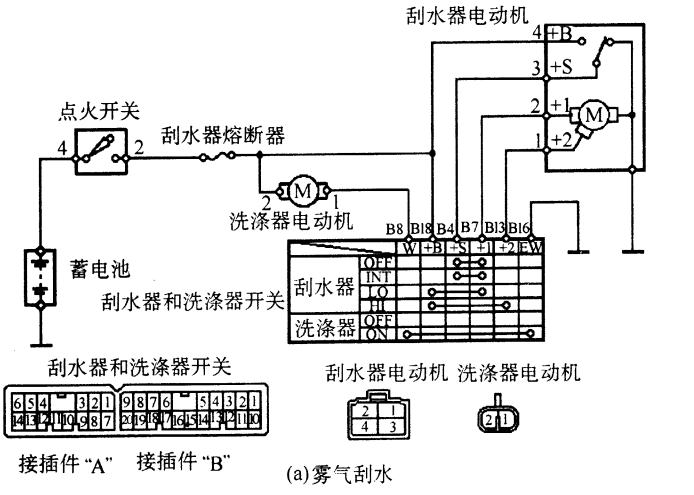
当刮水器开关置于低速“LO”挡时，刮水器的电流通路为：蓄电池正极→点火开关→熔断器→刮水器开关接柱 B18→低速“LO”挡→接柱 B7→刮水器电动机接柱 2→刮水器电动机→搭铁→蓄电池负极，接通刮水器电动机低速运转电路，于是刮水器电动机以低速运转产生转矩并输出，从而执行低速刮水的功能。

当刮水器开关置于高速“HI”挡时，刮水器的电流通路为：蓄电池正极→点火开关→熔断器→刮水器开关接柱 B18→高速“HI”挡→接柱 B13→刮水器电动机接柱 1→刮水器电动机→搭铁→蓄电池负极，接通刮水器电动机高速运转电路，于是刮水器电动机以高速运转产生转矩并带动刮水器实现高速刮水的功能。

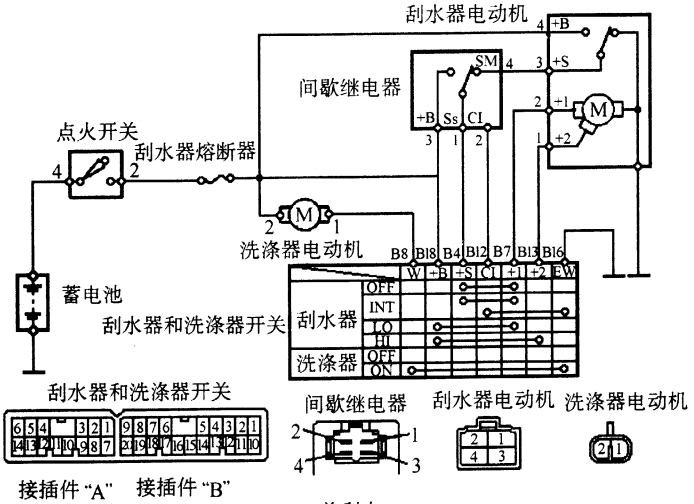
当刮水器开关置于“OFF”位置时，此时如果刮水片没有停到适当的位置，此时自动复位开关与电源“+B”触点接通，电流从蓄电池正极→点火开关→熔断器→刮水器电动机接柱 4→自动复位开关→刮水器电动机接柱 3→间歇继电器接柱 4→间歇继电器常闭触点→间歇继电器接柱 1→刮水器开关接柱 B4→“OFF”挡→接柱 B7→刮水器电动机接柱 2→刮水器电动机→搭铁→蓄电池负极，构成回路，电动机继续以低速运转。直到当刮水片摆到应停位置时，自动复位开关脱开“+B”触点而搭铁，使电动机电枢绕组被短路，刮水片停在适当的位置。

当刮水器开关置于“INT”位置时，此时间歇继电器开始工作，延迟 3～5s 后将继电器线圈电路接通，使其常闭触点打开，常开触点闭合，接通刮水器电动机低速运转电路。电流从蓄电池正极→点火开关→熔断器→间歇继电器接柱 3→继电器常开触点→间歇继电器接柱 1→刮水器开关接柱 B4→刮水器电动机接柱 2→刮水器电动机→搭铁→蓄电池负极，构成回路，电动机以低速运转。电动机运转时，带动复位触点离开搭铁位置与“+B”触点接通，间歇继电器控制继电器线圈电路断开，使其常开触点打开，常闭触点闭合，此时电动机工作状况如刮水器开关置于“OFF”位置。当自动复位开关脱开“+B”触点而搭铁，电动机停止运转时，间歇继电器再次控制延迟 3～5s 后将继电器线圈电路接通，电动机运转。如此往复，实现间歇刮水的功能。

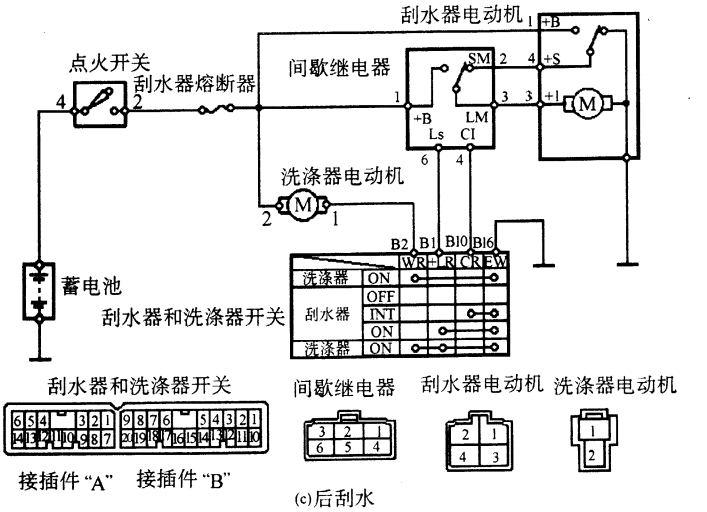
当洗涤器开关接通时，接通洗涤器电动机电路，电流从蓄电池正极→点火开关→熔断器→



(a)雾气刮水



(b)前刮水



(c)后刮水

图 9-3　刮水器和洗涤器系统控制电路

洗涤器电动机→刮水器开关接柱 B8→洗涤器“ON”挡→接柱 B16→搭铁→蓄电池负极，洗涤器电动机带动喷洗泵喷出洗涤液。

后窗刮水器和洗涤器系统的工作原理与上述类似。

（三）零部件的检查

1. 开关的检查

前刮水器和洗涤器开关导通情况应符合表 9-1 规定，后刮水器和洗涤器开关导通情况应符合表 9-2 规定。

表 9-1　前刮水器和洗涤器开关导通情况

开关位置 \ 端子（颜色）		B4 (L—R)	B7 (L—B)	B8 (L)	B12 (Y—B)	B13 (L—O)	B16 (B)	B18 (L—W)
刮水器	关闭（OFF）	○	○					
	间歇（INT）	○	○		○		○	
	低速（LO）		○					○
	高速（HI）					○		○
洗涤器	关闭（OFF）							
	接通（ON）			○			○	

表 9-2　后刮水器和洗涤器开关导通情况

开关位置 \ 端子（颜色）		B1 (G)	B2 (V)	B10 (O)	B16 (B)
洗涤器	接通（ON）		○		○
刮水器	关闭（OFF）				
	间歇（INT）			○	○
	接通（ON）	○			○
洗涤器	接通（ON）	○	○		○

如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

2. 间歇继电器的检查

（1）前间歇继电器

①如图 9-4 所示，检查前间歇继电器的端子 1 和 4 之间是否导通，检查端子 2 和 3 之间是否不导通。

②按图 9-5 所示，将前间歇继电器的端子 3 与蓄电池正极连接，端子 2 与蓄电池负极连接；再将端子 4 与蓄电池正极连接，持续 1s 左右拆除。检查端子 1 和端子 3 之间的导通情况，端子 1 和端子 3 开始不导通，但过 3～5s 后应导通。

如果导通情况不符合规定要求，则应更换前间歇继电器。

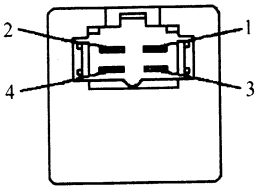


图 9-4　检查前间歇继电器端子导通情况

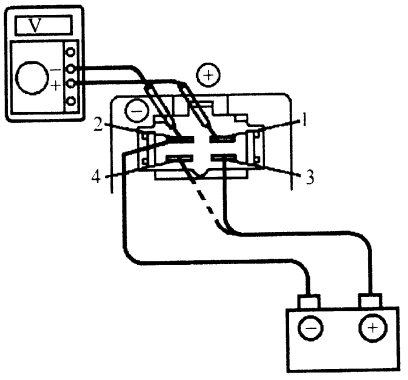


图 9-5　检查间歇继电器延时情况

（2）后间歇继电器

①检查后间歇继电器的端子 2 和 3 之间是否导通，检查端子 1 和 3 之间是否不导通。

②将后间歇继电器的端子 1 与蓄电池正极连接，端子 4 与蓄电池负极连接；再将端子 2 与蓄电池正极连接，持续 1s 左右拆除。检查端子 1 和端子 3 之间的导通情况，端子 1 和端子 3 开始不导通，但过 9～15s 后应导通。

③将继电器的端子 1 与蓄电池正极连接，端子 4 和端子 6 与蓄电池负极连接，检查端子 1 和端子 3 之间的导通情况，端子 1 和端子 3 约过 0.5s 后应导通。

④从端子 6 脱开蓄电池负极导线，检查端子 2 和端子 3 之间约过 2s 后是否变为不导通。

如果导通情况不符合规定要求，则应更换后间歇继电器。

3. 电动机的检查

（1）前电动机在低速下运转

按图 9-6 所示，将蓄电池正极与电动机端子 2 连接，负极连接到电动机壳体上。检查电动机是否在低速下运转。如果运转情况不符合规定要求，应更换电动机。

（2）前电动机在高速下运转

按图 9-7 所示，将蓄电池正极与电动机端子 1 连接，负极连接到电动机壳体上。检查电动机是否在高速下运转。如果运转情况不符合规定要求，应更换电动机。

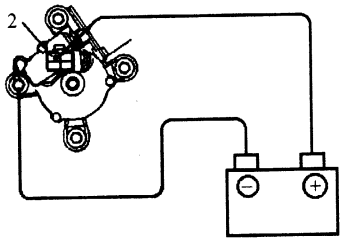


图 9-6　检查前电动机在低速下运转情况

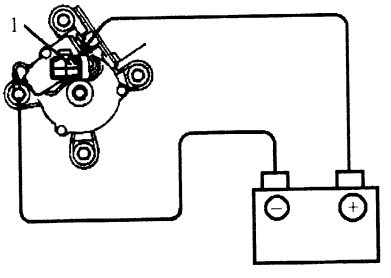


图 9-7　检查前电动机在高速下运转情况

（3）前电动机运转、在停止位置上停止运转

①在低速下运转电动机，采用从端子 2 脱开蓄电池正极导线的方法，使电动机停止在除停止位置以外的任何位置，如图 9-8（a）所示。

②按图 9-8（b）所示，连接端子 2 和 3。将蓄电池正极与电动机端子 4 连接，负极连接到电动机壳体上。检查电动机再次运转后是否停止在停止位置。

如果运转情况不符合规定要求，应更换电动机。

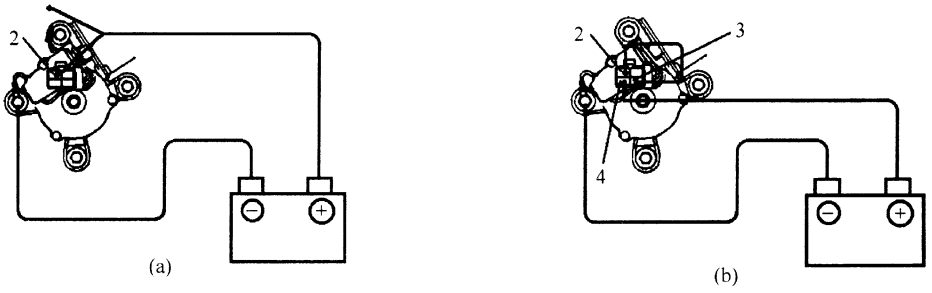


图 9-8　检查前电动机停止情况

（4）后电动机运转状态

按图 9-9 所示，将蓄电池正极与后电动机端子 3 连接，负极连接到电动机端子 2 上，检查电动机是否运转。如果运转情况不符合规定要求，应更换电动机。

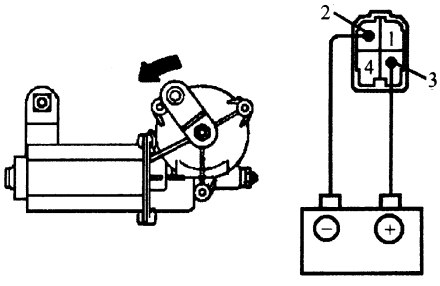


图 9-9　检查后电动机运转状态

（5）后电动机运转、在停止位置上停止运转

①运转电动机，采用从端子 3 脱开蓄电池正极导线的方法，使电动机停止在除停止位置以外的任何位置，如图 9-10（a）所示。

②然后连接端子 3 和 4。将蓄电池正极与电动机端子 1 连接，负极连接到电动机端子 2 上，如图 9-10(b)所示，检查电动机再次运转后是否停止在停止位置。

如果运转情况不符合规定要求，应更换电动机。

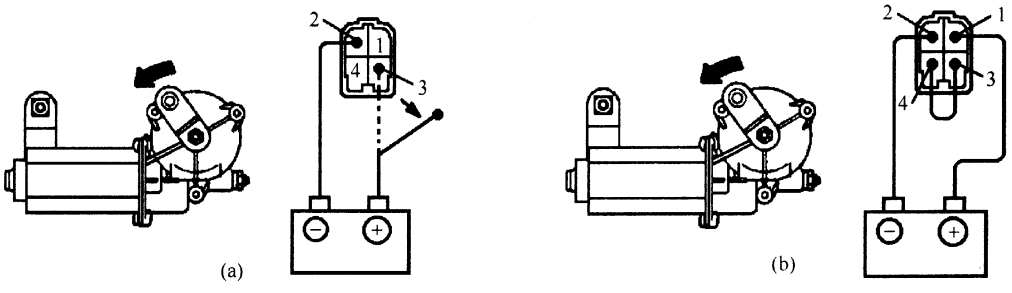


图 9-10　检查后电动机停止情况

4. 洗涤器系统

（1）检查洗涤器开关

洗涤器开关导通情况应符合表 9-1 与表 9-2 中的规定，如果不符合要求，则应更换开关。

（2）检查洗涤器电动机

按图 9-11 所示，将蓄电池正极与洗涤器端子 2 连接，负极与端子 1 连接，检查电动机的运转情况。

注意：这些试验必须快速完成（20s 之内），以免电动机线圈烧坏。如果运转情况不正常，

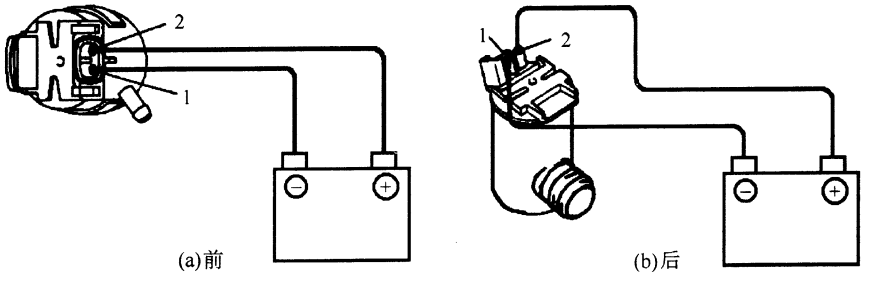


图 9-11　检查洗涤器电动机

则应更换电动机。

5. 更换刮水器刮片

一旦刮水器刮片不能再将挡风玻璃充分刮干净，则刮水器刮片可能已磨损或破裂，必须更换。

（1）按图 9-12（a）所示，将橡皮刮片向内拉，直到橡皮刮片脱离末端卡槽，刮片滑道就露出来。

（2）将橡皮刮片拉出滑道。

（3）按图 9-12（b）所示，装上新橡胶刮片时，要把小突起的那端插入刮片滑道内，然后使橡胶刮片沿着滑道移动即可。

（4）橡胶刮片拉入卡槽将刮水器的端头盖住为止。

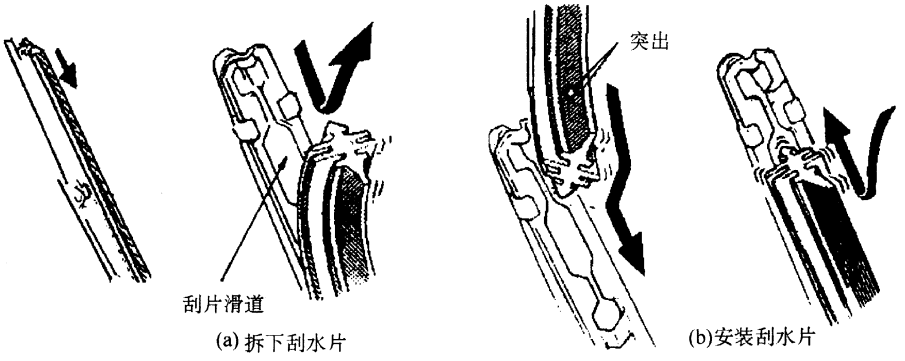


图 9-12　更换刮水器刮片

二、除雾器系统

（一）系统组成

在较冷的冬季，有雨、雪或雾的天气，空气中的水分会在冷的风窗玻璃上凝结成细小的水滴，从而影响驾驶员的视线。为了防止水分的凝结需要对风窗玻璃加热，即在金杯豪华车型上设置风窗除雾装置。

对前面和侧面风窗玻璃的除雾，通过空调系统风道向其吹热风以加热玻璃防止水分凝结；对后风窗玻璃的除雾是利用电热丝加热实现的。后风窗玻璃的除雾系统在车上的位置如图 9-13 所示，在后风窗玻璃内表面均匀间隔地镀有数条很窄的导电膜，形成电热丝。在需要除雾

时，按下除雾器开关接通电路，即可对风窗进行加热除雾；同时，指示灯发亮，显示除雾器在工作中。再按一下开关，关掉除雾器，指示灯熄灭。

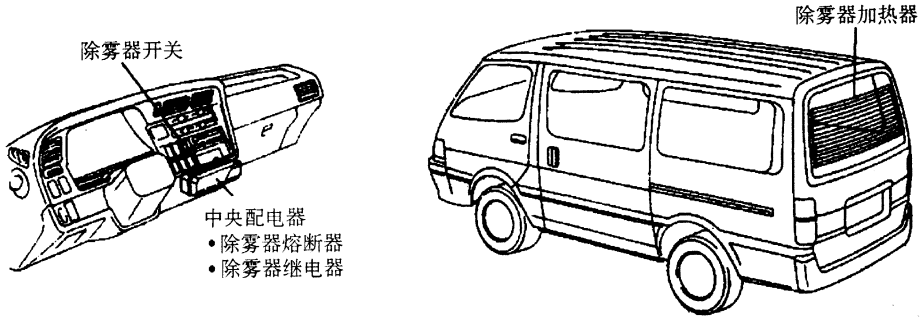


图 9-13　除雾器零件安装位置

（二）控制电路及工作原理

该系统控制电路如图 9-14 所示，主要由除雾器开关、除雾器继电器和后窗除雾器加热丝组成。

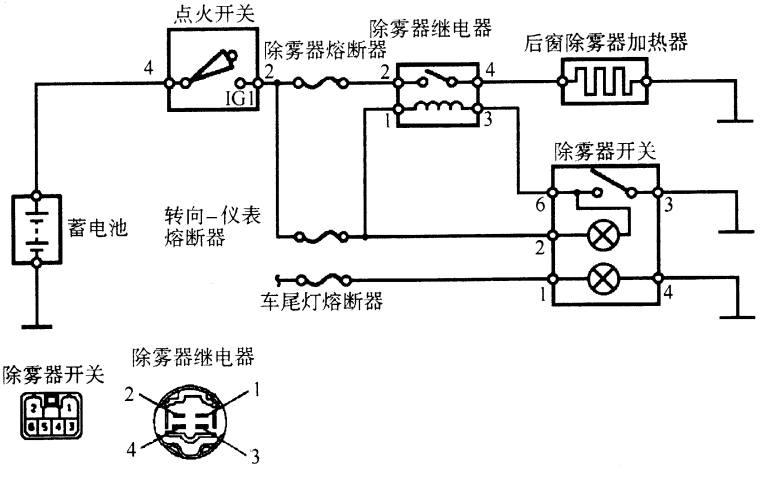


图 9-14　除雾器系统电路

在点火开关接通的情况下，打开（ON）除雾器开关，除雾器继电器线圈通电，其电路为：蓄电池正极→点火开关→转向—仪表熔断器→除雾器继电器线圈→除雾器开关→搭铁→蓄电池负极，使除雾器继电器触点闭合，接通后窗除雾器加热丝电路，其电路为：蓄电池正极→点火开关→除雾器熔断器→除雾器继电器触点→后窗除雾器加热丝→搭铁→蓄电池负极，加热丝通电加热风窗玻璃开始除雾，同时指示灯点亮。

（三）零件的检查

1. 除雾器开关的检查

（1）不带定时器的除雾器开关

不带定时器的除雾器开关的导通情况应符合图 9-15 中的规定，否则应检查灯泡或继电器。

（2）带定时器的除雾器开关

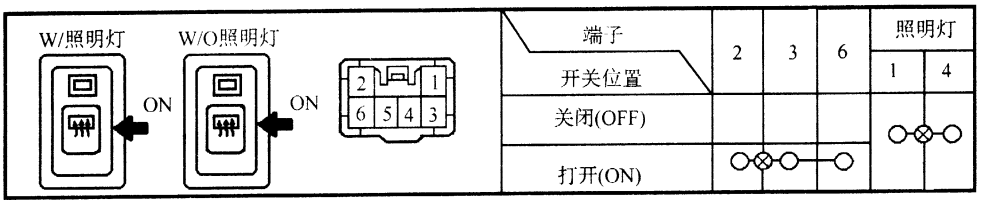


图 9-15　除雾器开关导通情况

1）导通情况

检查端子 1 和 4 之间是否导通，如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

2）定时器的动作

如图 9-16 所示，将蓄电池正极（+）与开关端子 2 连接，蓄电池负极（−）与开关端子 3 连接；将一个 3.4W 的试验灯泡连接到端子 2 和 6 之间；按下除雾器开关至“ON”位置，检查指示灯和试验灯泡应点亮 12 至 18min，然后指示灯和实验灯泡都熄灭。

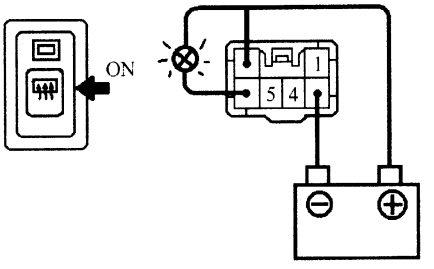


图 9-16　除雾器的动作情况检查

如果动作不符合规定要求，则应更换开关。

3）定时器回路

从开关脱开接插件，按表 9-3 所示检查配线侧的接插件。

表 9-3　检测定时器回路

检查项目	测试器连接方法	状　态		规定要求
导通情况	3—接地	固　定		导通
电压	2—接地	点火开关位置	锁紧（LOCK）或（ACC）	无电压
			打开（ON）	蓄电池电压
	6—接地	点火开关位置	锁紧（LOCK）或（ACC）	无电压
			打开（ON）	蓄电池电压
动作		连接端子 2 和 6		除雾器系统工作正常

2. 除雾器加热丝的检查

注意事项：

①在清洁玻璃窗时，应使用软的干抹布并沿加热丝的方向进行擦拭。应小心不要损坏加热丝。

②不要使用含有磨料的洗涤剂或玻璃清洗器进行清洁。

③在测量电压时，应在负极测量棒的顶部卷裹一片锡箔，然后按图 9-17 所示用手指对着加热丝按锡箔。

（1）加热丝断裂的检查

①将点火开关置于“ON”的位置。

②按下除雾器开关。

③按图 9-18 所示检查各加热丝中央的电压。如果电压为 5V，加热丝正常；如果电压约为 10V，则加热丝的中央和正极（+）端子之间的加热部分已断裂；如果无电压，则加热丝的中央与搭铁之间的加热丝部分已断裂。

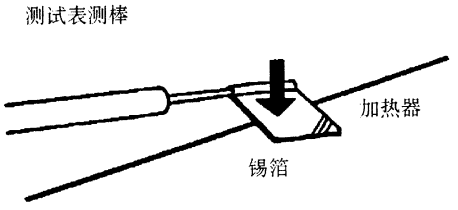


图 9-17　测量电热丝电压

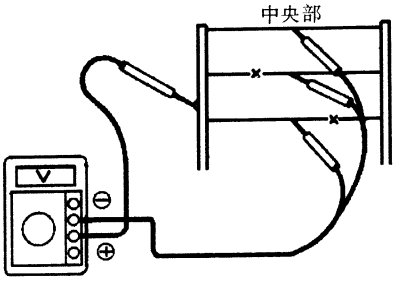


图 9-18　加热丝断裂的检查

（2）加热丝断裂点的检查

①将电压表的正极（+）导线顶着除雾器的正极（+）端子。

②将带有锡箔片的电压表负极（−）导线从正极端子向负极端子侧滑动，如图 9-19 所示。

③在电压表从零突然上升到若干伏特的部位即为加热丝的断裂点。

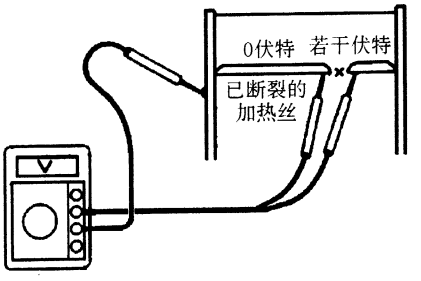


图 9-19　加热丝断裂点的检查

如果加热丝没有断裂，则在加热丝的正极端时，电压表指示为 0V；但若将测试棒移到零一端时，则电压指示增大到 12V。

3. 修理除雾器的加热丝

①清洁加热丝的断裂处，去除润滑脂、蜡和硅油。

②沿着要修理的加热丝的两侧贴上胶带，如图 9-20（a）所示。

③充分搅拌修理用粘接剂（Dupont 粘接剂，产品号 4817 或相当的品种）。

④使用尖头刷，对加热丝涂敷少量的粘接剂，如图 9-20（b）所示。

⑤过几分钟后拆除胶带。

⑥然后至少搁放 24h。

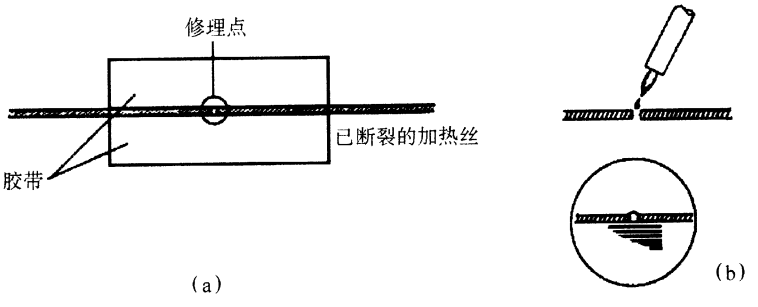


图 9-20　修理除雾器的加热丝

三、中央控制门锁系统

（一）零件安装位置

中央控制门锁系统主要由车门锁控制开关、车门锁控制继电器和车门锁电动机等组成，在车上的安装位置如图 9-21 所示。

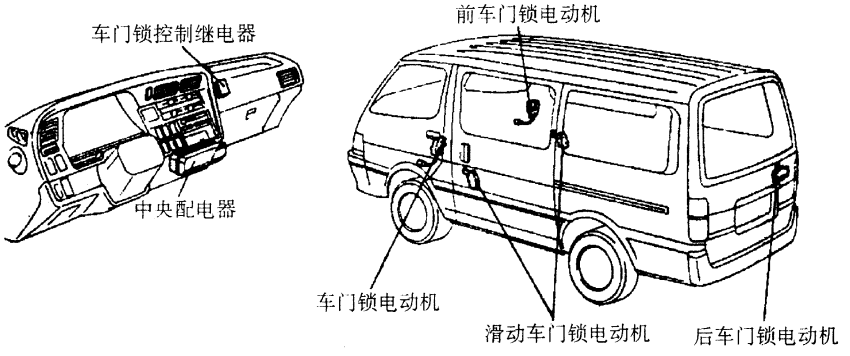


图 9-21　零部件安装位置

（二）控制电路

中央控制门锁系统控制电路及接插件如图 9-22 所示。

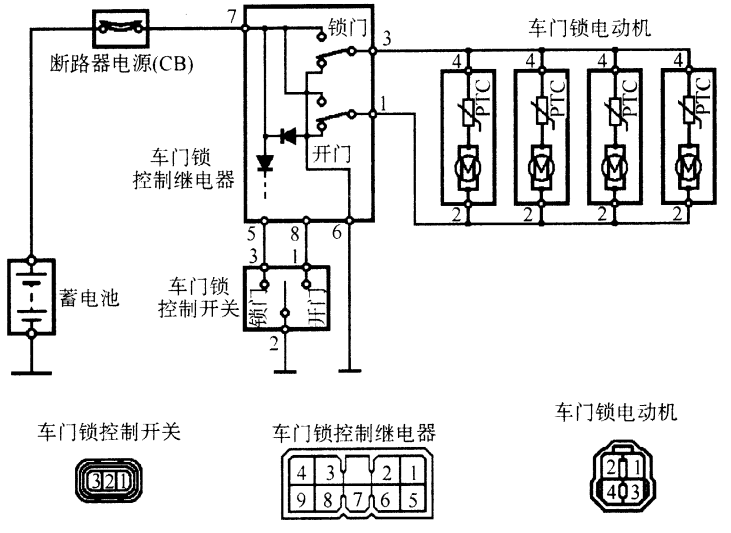


图 9-22　控制电路及接插件图

（三）工作原理

1. “锁门”动作

如图 9-23 所示，当将车门锁控制开关（驾驶员侧）设定到“锁门（LOCK）”位置时，车门锁控制继电器的端子 5 通过车门锁控制开关的端子 3 和 2 后搭铁。

这时，车门锁控制继电器动作使电流从蓄电池正极（+）经过断电器流向车门锁控制继电器的端子 7→车门锁控制继电器的端子 3→车门锁电动机→车门锁控制继电器的端子 1→车门锁控制继电器的端子 6→搭铁→蓄电池负极（−），从而使所有的车门锁电动机向锁门（LOCK）方向移动，车门锁定。

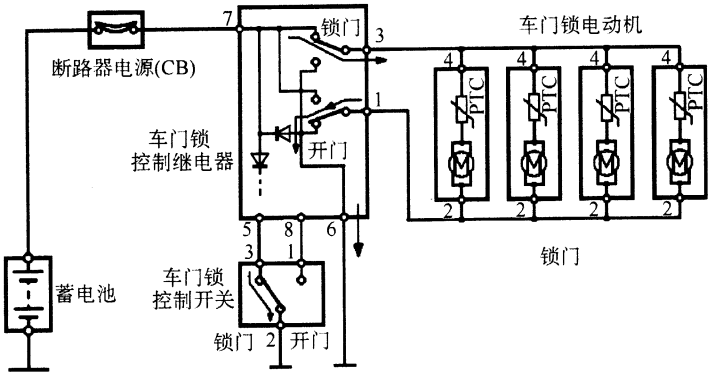


图 9-23　“锁门”电路

2. “开门”动作

如图 9-24 所示，当将车门锁控制开关（驾驶员侧）设定到“开门（UNLOCK）”位置时，车门锁控制继电器的端子 8 通过车门锁开关的端子 1 和 2 搭铁。

这时，车门锁控制继电器动作使电流从蓄电池正极（+）经过断电器流向车门锁控制继电器的端子 7→车门锁控制继电器的端子 1→车门锁电动机→车门锁控制继电器的端子 3→车门锁控制继电器的端子 6→搭铁→蓄电池负极（−），从而使所有的车门锁电动机向开门（UNLOCK）方向移动，车门打开。

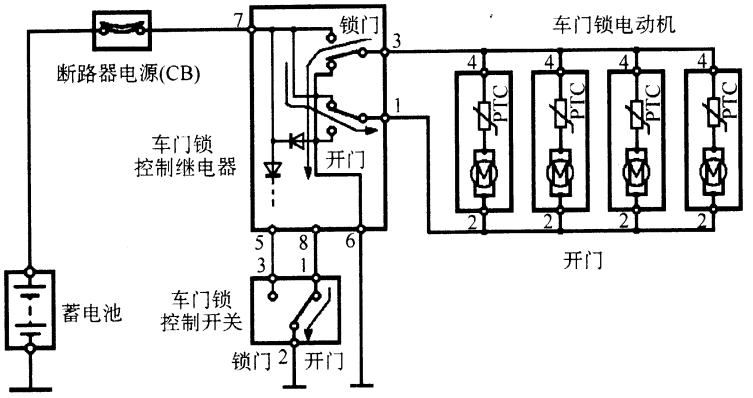


图 9-24　“开门”电路

（四）零部件检查

1. 检查车门锁开关

车门锁开关导通情况如图 9-25 所示，如果导通情况不符合规定要求，则应更换开关。

2. 检查车门锁电动机

（1）电动机运转情况检查

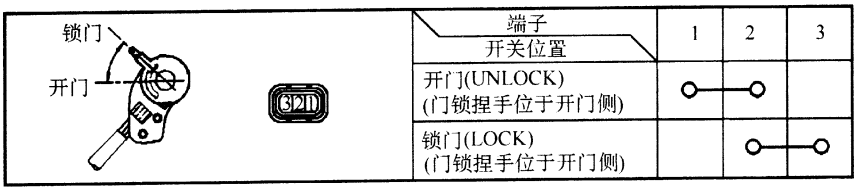


图 9-25　车门锁开关导通情况

车门锁电动机连接杆移动位置如图 9-26 所示。

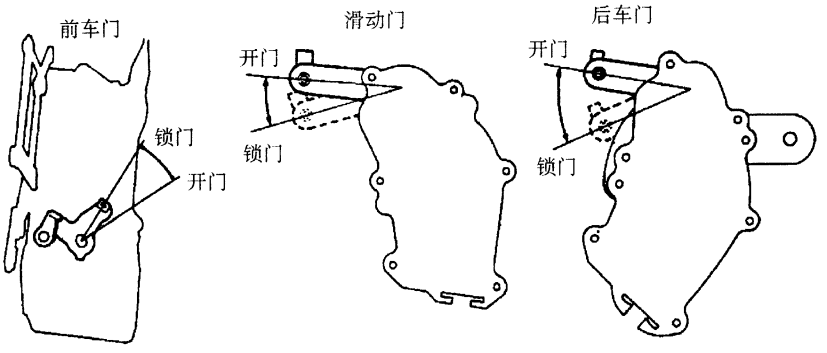


图 9-26　门锁连接杆移动位置

①如图 9-27 所示，将蓄电池正极（+）与门锁电动机端子 2 连接，并将蓄电池负极（−）与电动机端子 4 连接，检查车门锁连接杆是否移动到开门（UNLOCK）位置。

②将蓄电池极性反接，检查车门锁连接杆是否移动到锁门（LOCK）位置。

如果动作不符合规定要求，则应更换车门锁部件。

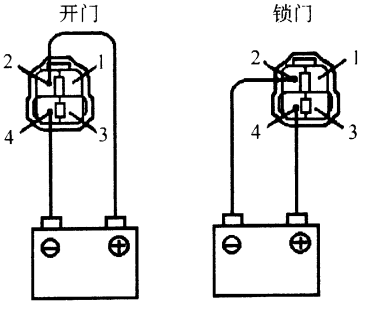


图 9-27　电动机运转情况检查

（2）PTC 热敏电阻工作情况的检查

1）使用安培表进行检查

①如图 9-28（a）所示，将蓄电池正极（+）与电动机端子 2 连接；将安培表正（+）测试表笔与电动机端子 4 连接，负（−）测试表笔与蓄电池负极（−）连接，检查电流是否在 20 至 70s 内从约 3.2A 变化到小于 0.5A。

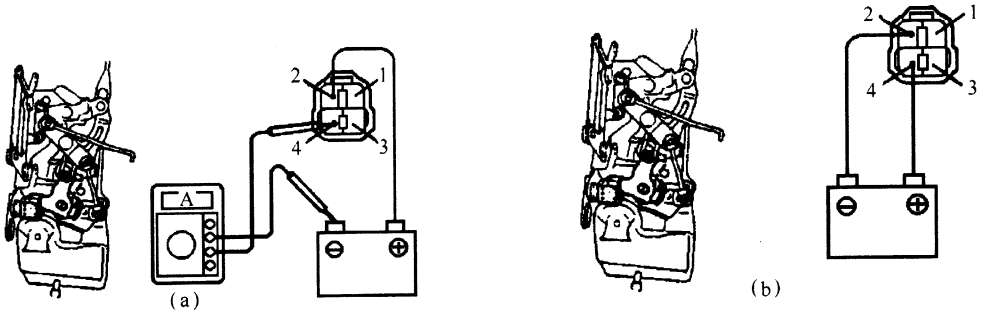


图 9-28　用安培表检查热敏电阻

②从各端子脱开导线，约过 60s 后，如图 9-28（b）所示，将蓄电池正极（+）与门锁电动

机端子 4 连接，并将蓄电池负极（－）与电动机端子 2 连接，检查车门锁连接杆是否移动到锁门（LOCK）位置。

如果动作不符合规定要求，则应更换车门锁部件。

2）使用带电流测试棒的安培表进行检查

①如图 9-29（a）所示，将蓄电池正极（＋）与电动机端子 2 连接；并将蓄电池负极（－）与电动机端子 4 连接。用电流测试棒碰触正极（＋）导线或负极（－）导线，检查电流是否在 20 至 70s 内从约 3.2A 变化到小于 0.5A。

②从各端子脱开导线，约过 60s 后，如图 9-29（b）所示，将蓄电池极性反接，并检查车门锁连接杆是否移动到锁门（LOCK）位置。

如果动作不符合规定要求，则应更换车门锁部件。

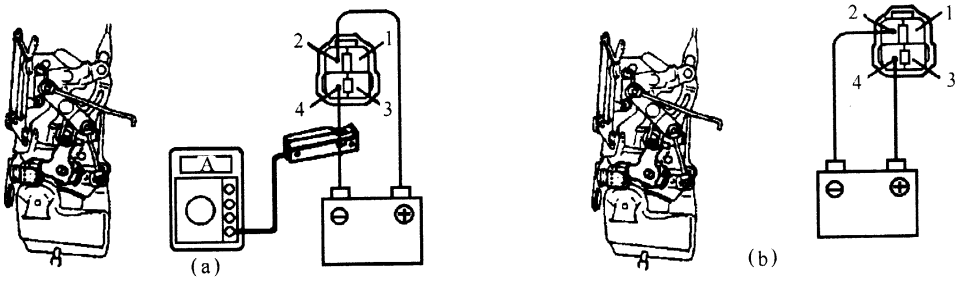


图 9-29　用带电流测试棒的安培表检查

备注：用上述同样的方法对其他车门锁电动机的热敏电阻的工作情况进行检查。

3. 检查车门锁控制继电器

车门锁控制继电器配线侧接插件端子，如图 9-30 所示。

从继电器脱开接插件，按表 9-4 所示检查配线侧的接插件。

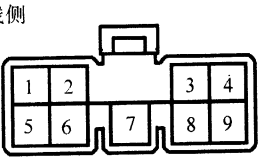


图 9-30　配线侧端子

表 9-4　车门锁控制继电器的检查

检查项目	测试表连接方法	状　态		规定要求
导通	5—搭铁	车门锁开关	关闭（OFF）（车门锁捏手位于开门侧）	不导通
			接通（ON）（车门锁捏手位于锁门侧）	导通
	6—搭铁	固定		导通
	8—搭铁	车门锁开关	关闭（OFF）（车门锁捏手位于开门侧）	导通
			接通（ON）（车门锁捏手位于锁门侧）	不导通
电压	7—搭铁	固定		蓄电池电压

如果回路状态不符合规定要求，则应检查车门锁电动机。

四、音响系统

（一）零件安装位置及线路图

零件安装位置与线路图分别如图 9-31 和图 9-32 所示。

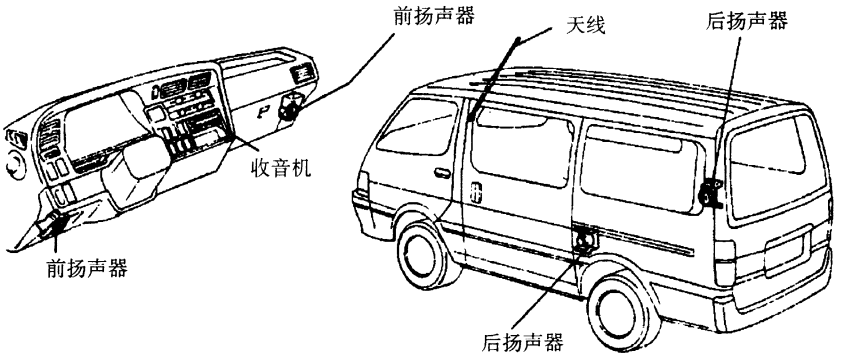


图 9-31　零件安装位置

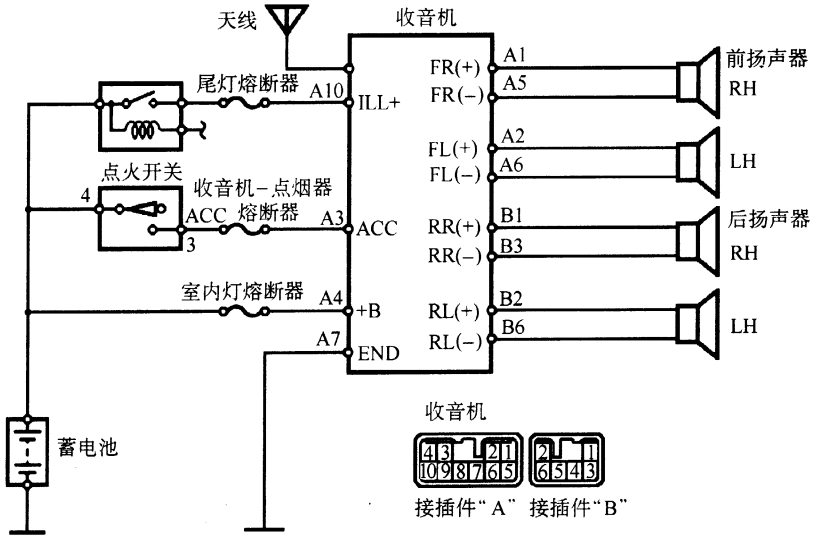


图 9-32　线路图

（二）系统概述

1. 收音机

收音机面板如图 9-33 所示。

收音机的使用方法：调整好天线，按下“PWR. VOL”旋钮即可打开收音机，用“TUNE”旋钮选台。

设定各频率电台的方法：将“设定各频率键”拉出最长；转“TURN”调到想听的电台；再将按钮按到底，即设定。

其他各按钮的调整方法与此同时。如需调整音量，转动“PWR. VOL”按钮；如需调整音调，转动“TONE”旋钮；如需关掉收音机，再按一次“PWR. VOL”按钮。

2. 盒式磁带放音机

盒式磁带放音机的面板如图 9-34 所示。

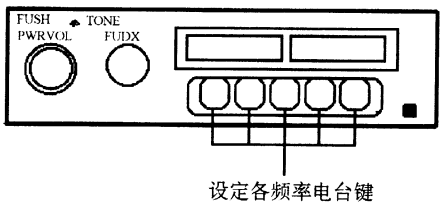


图 9-33　收音机面板

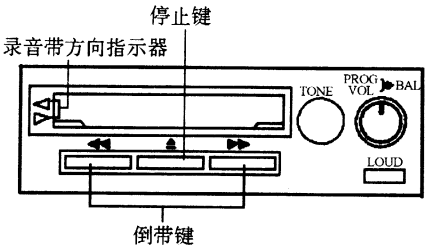


图 9-34　盒式磁带放音机的面板

盒式磁带放音机的使用方法：

当磁带插到盒底处时，放音机将自动打开放音，还有自动翻转磁头功能，同时关闭收音机。倒带时，注意指示方向，然后按倒带键磁带即倒带，再轻轻按停止键，停止倒带，重新开始放音。

如想听另一面，则按“PROG”按钮；如果想取出磁带，则一直按压停止键。

要调整音量，转动“VOL”旋钮；要平衡左右声道，可转动“BAL”旋钮；要调整音调，转动“TONE”旋钮。

在收听低音时，要获取较好的音量清晰度，须推入“LOUD”按钮。这样做可以加强高低音调，辅助耳朵去适应一种自然的倾向，听到较少的单低音和单高音，再按一下则关闭。

本机只能使用优质盒式磁带，不能使用放音时间长达 90min 以上的磁带。使用中磁带不能松弛，若松弛用铅笔或其他同类的东西将磁带盘心转动，如图 9-35 所示，使磁带紧紧地卷起来。注意不要触摸露出的磁带面。

不使用时，须将磁带从放音机中取出，把它放进盒内摆好，以防灰尘、磁铁或直射的阳光。把盒式磁带放在仪表板上任由阳光照射是造成磁带损坏的主要原因。

要保持磁头、走带轮和压带轮洁净；不要在放音机的任何部位加油，也不要把金属物质或磁铁插入盒内，如图 9-36 所示，否则会弄坏放音机。

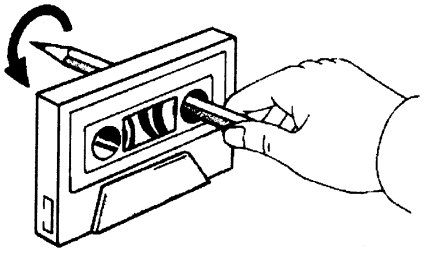


图 9-35　卷动磁带

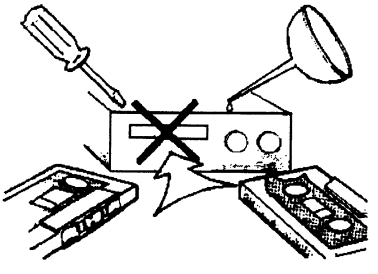


图 9-36　非正确使用现象

3. CD 收放机

CD 收放机面板如图 9-37 所示。

CD 收放机的使用方法见表 9-5 所示。

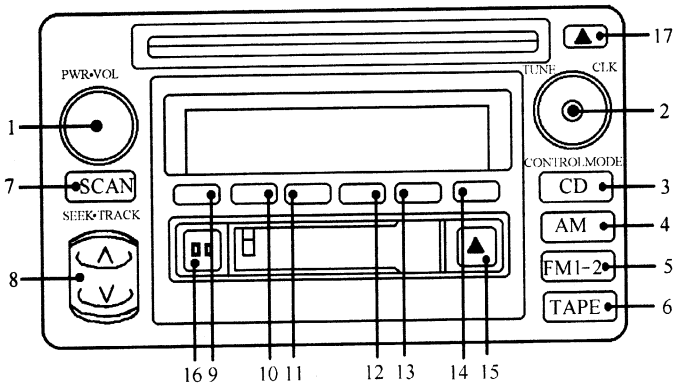


图 9-37　CD 收放机面板

表 9-5　CD 收放机的使用方法

状态 / 功能	关机时	FM 收音时	AM 收音时	磁带放音时	CD 放音时	时钟
1	按一次开机；左右旋之，调节音量；再按一次，则关机	按一次关机；再按一次，则开机；左右旋之，调节音量	按一次关机；再按一次，则开机；左右旋之，调节音量	按一次关机；再按一次，则开机；左右旋之，调节音量	按一次关机；再按一次，则开机；左右旋之，调节音量	按一次关机；再按一次，则开机；左右旋之，调节音量
2		直接旋转可手动调谐，按一次进行音量音质模式选择，FAD-BAS-TRE-BAL-FAD 左右旋转，音质调节	直接旋转可手动调谐，按一次进行音量音质模式选择，FAD-BAS-TRE-BAL-FAD 左右旋转，音质调节	直接旋转可手动调谐，按一次进行音量音质模式选择，FAD-BAS-TRE-BAL-FAD 左右旋转，音质调节	直接旋转可手动调谐，按一次进行音量音质模式选择，FAD-BAS-TRE-BAL-FAD 左右旋转，音质调节	按 1.7s 以上，可调时钟，左旋一下递进一小时；右旋一下递进一分钟，再按一下解除
3	若内存 CD 片，按一次则直接进入 CD 放音状态	若内存 CD 片，按一次则直接进入 CD 放音状态	若内存 CD 片，按一次则直接进入 CD 放音状态	若内存 CD 片，按一次则直接进入 CD 放音状态	若内存 CD 片，按一次则直接进入 CD 放音状态	若内存 CD 片，按一次则直接进入 CD 放音状态
4	按一次直接进入 AM 收音状态	切换至 AM 收音状态		切换至 AM 收音状态	切换至 AM 收音状态	切换至 AM 收音状态
5	按一次直接进入 FM 收音状态，或与 14 和 9 同时按 2s 以上，全屏显示	FM1 与 FM2 切换	切换至 FM 收音状态	切换至 FM 收音状态	切换至 FM 收音状态	切换至 FM 收音状态
6	若内存磁带，按一次则直接进入 CD 放音状态	切换至磁带放音状态	切换至磁带放音状态		切换至磁带放音状态	切换至磁带放音状态

续表

状态 / 功能	关机时	FM 收音时	AM 收音时	磁带放音时	CD 放音时	时钟
7		按 0.8s 一下，进入查找搜索方式；按下并保持 0.8s，进入预置搜索方式	按 0.8s 一下，进入查找搜索方式；按下并保持 0.8s，进入预置搜索方式		按 0.8s 一下，进入查找搜索方式；按下并保持 0.8s，进入预置搜索方式	
8	全屏显示时按上侧，收音机-磁带-CD-全屏显示	按一次搜索，有台则停止并存储；搜索中按，则停止在下一个频段	按一次搜索，有台则停止并存储；搜索中按，则停止在下一个频段	磁带曲目搜索，每按一次“∧”则快进一个曲目，按“∨”则相反	曲目搜索，每按一次“∧”则向前一个曲目，按“∨”则相反	
9	与 14 和 5 同时按 2s 以上，全屏显示	按一次调出 CH1 中的存台；按下并保持，进行新台位存储	按一次调出 CH1 中的存台；按下并保持，进行新台位存储	按一次则快速倒带；再按一次则解除之	按一次，曲目快退；再按一次则解除之	
10		按一次调出 CH2 中的存台；按下并保持，进行新台位存储	按一次调出 CH2 中的存台；按下并保持，进行新台位存储	按一次则快速进带；再按一次则解除之	按一次，曲目快进；再按一次则解除之	
11		按一次调出 CH3 中的存台；按下并保持，进行新台位存储	按一次调出 CH3 中的存台；按下并保持，进行新台位存储	重复选听当前曲目	重复选听当前曲目	
12		按一次调出 CH4 中的存台；按下并保持，进行新台位存储	按一次调出 CH4 中的存台；按下并保持，进行新台位存储		随机选曲放音	时钟调整时按下，30min 以下舍去，30min 以上递进 1h
13		按一次调出 CH5 中的存台；按下并保持，进行新台位存储	按一次调出 CH5 中的存台；按下并保持，进行新台位存储	磁带 A/B 面切换		
14	与 5 和 9 同时按 2s 以上，全屏显示	按一次调出 CH6 中的存台；按下并保持，进行新台位存储	按一次调出 CH6 中的存台；按下并保持，进行新台位存储			
15	若内存磁带，按一次，则退出磁带	若内存磁带，按一次，则退出磁带	若内存磁带，按一次，则退出磁带	若内存磁带，按一次，则退出磁带	若内存磁带，按一次，则退出磁带	若内存磁带，按一次，则退出磁带
16				接通或断开杜比降噪系统 B		
17	若内存 CD 片，按一次，则退出 CD 片	若内存 CD 片，按一次，则退出 CD 片	若内存 CD 片，按一次，则退出 CD 片	若内存 CD 片，按一次，则退出 CD 片	若内存 CD 片，按一次，则退出 CD 片	若内存 CD 片，按一次，则退出 CD 片

第十章　全车线路

汽车电气线路是将电源（包括蓄电池、发电机和调节器）与用电设备（包括起动系、点火系、照明、仪表以及电子控制装置和辅助装置等）按着它们各自的工作特性以及相互的内在联系，通过开关、导线、连接器、总保险器等连接起来，所构成的一个整体。

熟悉汽车的全车电气线路，了解汽车电器间的内在联系，为正确使用汽车电气设备并能迅速地分析与排除电气故障提供方便。

一、电路控制开关

电路控制开关控制各用电设备电路的接通与切断，在车上的位置如图 10-1 所示。

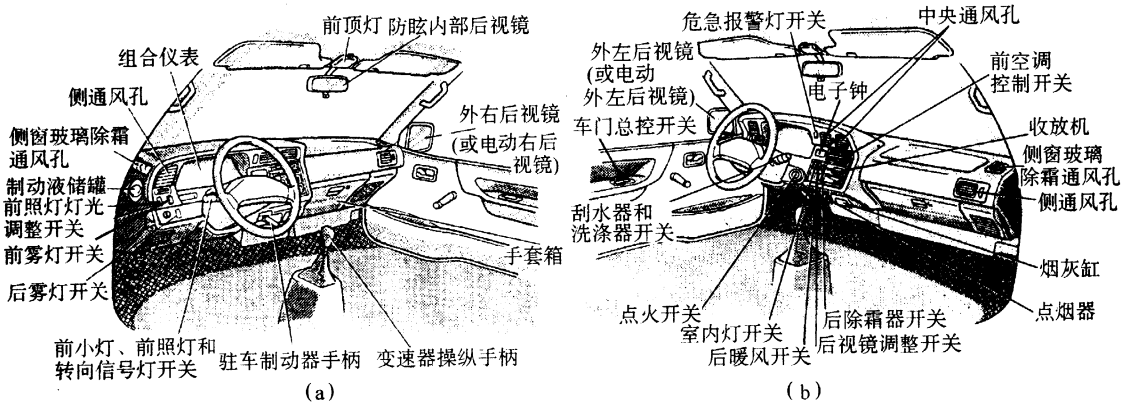


图 10-1　控制开关在车上的位置

（一）点火开关

点火开关和转向盘锁两用开关如图 10-2 所示，安装位置见图 10-1(b)，其配线与接插件如图 10-3 所示。

点火开关共有四个挡位，各挡位的导通情况及所控制的电路见表 10-1 所示。

表 10-1　点火开关的导通情况及控制电路

挡　位		连接关系							所控制的电路
符号	意义	2	3	4	6	7	9	10	
LOCK	转向盘锁止								全部电路关断，方向盘锁止
ACC	附件		○	○					点烟器、收放机、电动后视镜等
ON	运行（点火）	○	○	○			○	○	发动机及全部附属电器设备电路
START	起动	○		○	○		○	○	起动机、点火、仪表、发电机激磁电路等，并切断空调电路

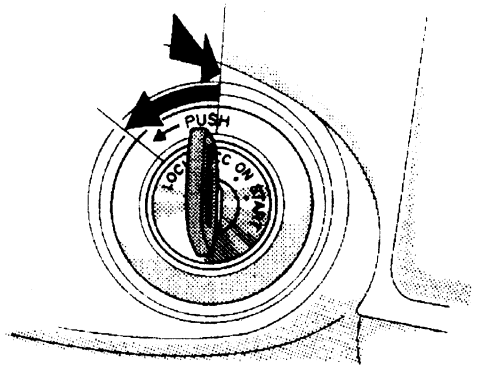


图 10-2　点火开关

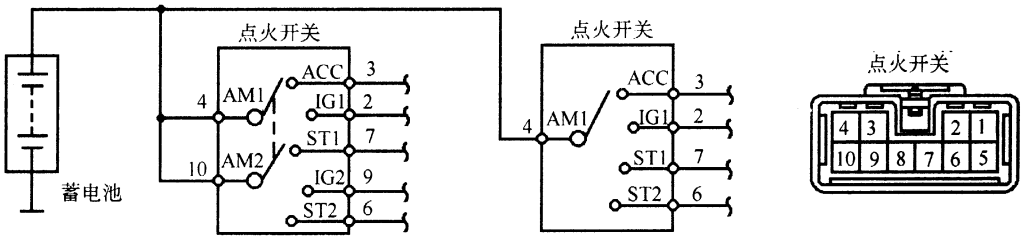


图 10-3　配线与接插件图

（二）组合开关

该组合开关位于转向柱上，转向盘下方。主要包括前照灯调光器和转向信号开关、灯控开关、刮水器开关以及开关体和接插件等，其结构如图 10-4 所示。

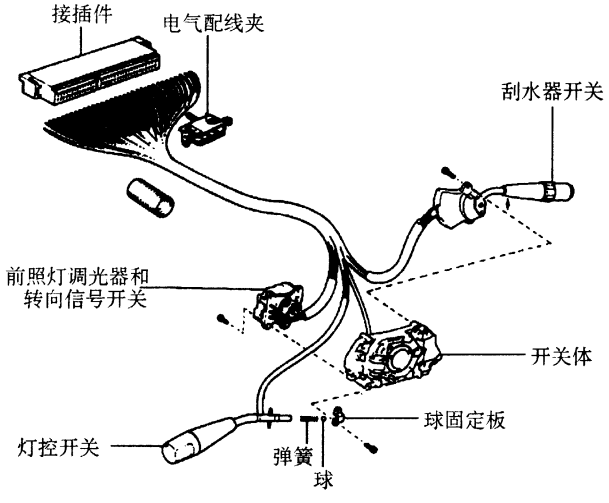


图 10-4　组合开关

1. 组合开关的分解

（1）从电气配线上拆下配线卡夹

如图 10-5 所示，撬松 2 个锁紧凸耳，从电气配线上拆下配线卡夹。

(2) 从接插件上拆下端子（图 10-6）

①放松 4 个翼片，打开端子盖。

②将小螺丝刀从开口端插入锁紧的接线片和端子之间。

③用螺丝刀向下撬接线片，并从后侧拉出端子。

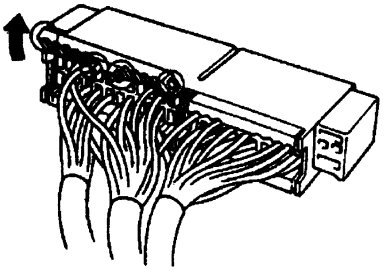


图 10-5　拆下配线卡夹

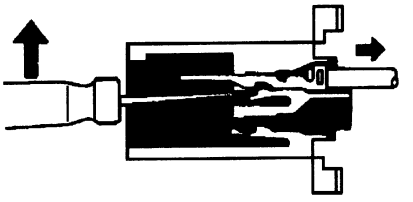


图 10-6　拆下端子

(3) 拆下灯控开关（图 10-7）

①从开关体拆下 2 个螺钉和球固定板。

②从带弹簧的开关体拆下球并滑出开关。

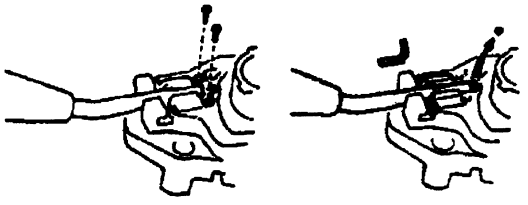


图 10-7　拆下灯控开关

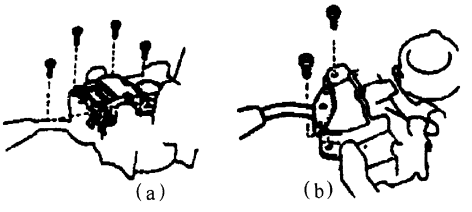


图 10-8　拆下刮水器和洗涤器开关

(4) 拆下前照灯调光器和转向信号开关

如图 10-8 (a) 所示，从开关体拆下 4 个螺钉和开关。

(5) 拆下刮水器和洗涤器开关

如图 10-8 (b) 所示，从开关体拆下 2 个螺钉和开关。

2. 组合开关的装配

按分解的相反次序安装组合开关的零件（图 10-9）。

备注：①在将灯控开关装到开关体之后，应检查开关动作是否灵活。

②推入端子直到它可靠地被接插件的接线片锁紧为止。

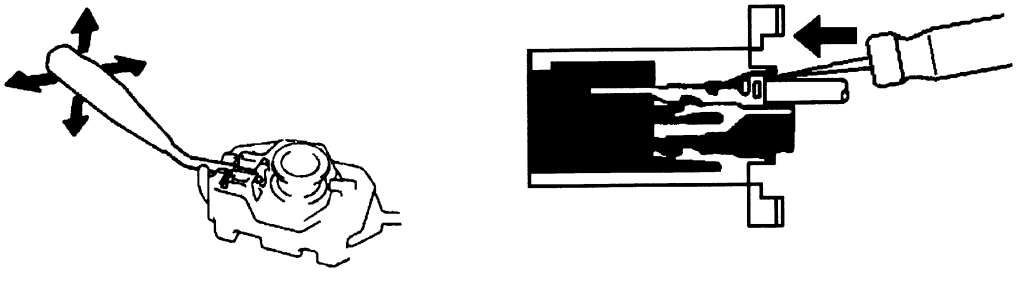


图 10-9　组合开关的装配

（三）空调控制开关

1. 前空调控制开关（图 10-10）

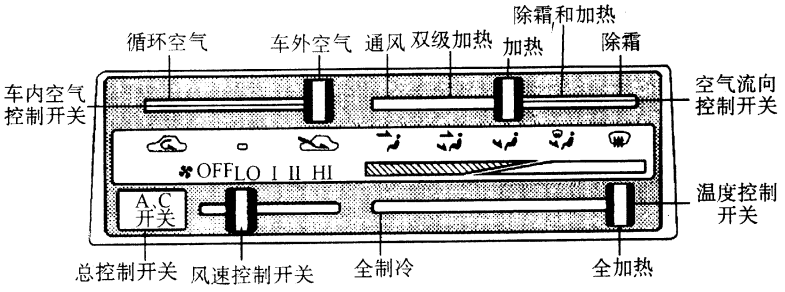


图 10-10　前空调控制开关

总控制开关：控制空调机的开和关。

风速控制开关：控制鼓风机的开和关，并选定开启的四个速度（LO、Ⅰ、Ⅱ、HI）。

温度控制开关：用来调整车内温度，从全制冷到全加热。

空气流向控制开关：控制空气的流向（即流向地板、仪表板通风口或挡风玻璃）。

车内空气控制开关：控制输入车外（“车外空气”挡）新鲜空气或循环车内空气（“循环空气”挡）。

除霜或除雾：将温度控制开关置于中央或“全加热”位置，风速开关置于“高速”位置，车内空气控制开关置于“车外空气”位置，空气流向控制开关置于“除霜”或“除霜和加热”位置，使大部分空气流往挡风玻璃（有侧车窗通风口的，空气也会流往侧车窗通风口）。一旦将挡风玻璃上的霜或雾清除干净后，应立即降低其转速和空气温度。

2. 后暖风开关

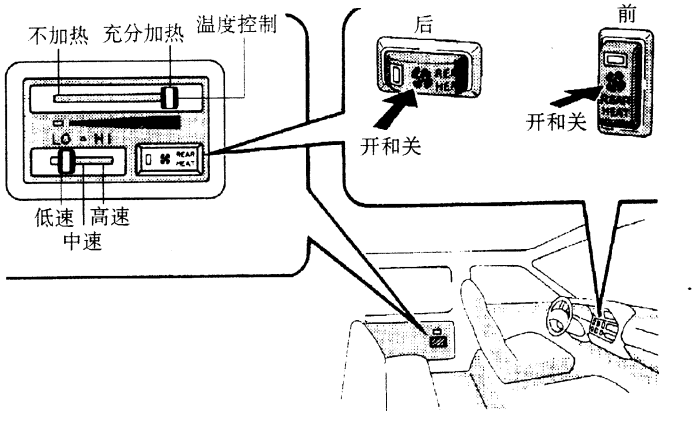


图 10-11　后暖风开关

后暖风开关如图 10-11 的示。按下后暖风的“前、后”开关，可开后暖风机，再按下任一按钮，关闭后暖风机。

操作方法：

将温度开关置于除不加热以外的任何位置上，按前和后控制开关，打开后暖风机，再调整风扇转速（低速 LO、中速和高速）。

3. 后蒸发器控制开关

将后蒸发器开关按钮置于“ON”的位置，风速控制开关置在除“OFF”（关）以外的任何位置上，温度控制开关置在除“OFF”（关）以外的任何位置上即可。

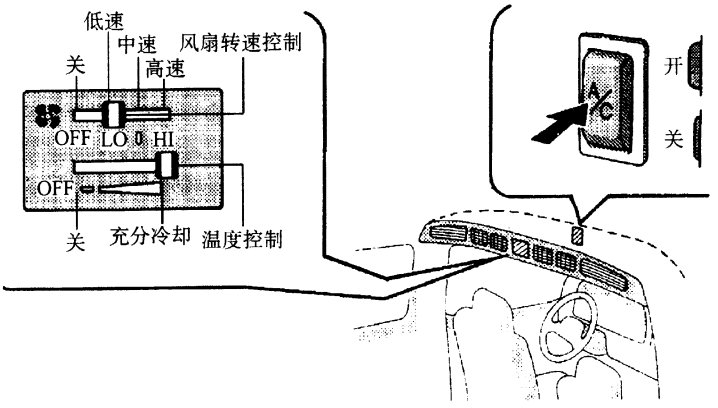


图 10-12　后蒸发器控制开关

二、电路保护装置

（一）电路保护装置的组成

电路保护装置也称保险器，串联在电源与用电设备之间，当用电设备或线路发生短路或过载时，切断电源电路，以免电源、用电设备和线路损坏。金杯汽车上使用的保护装置有熔断器和断路器，也称保险。

1. 熔断器

熔断器为插片式，用于对电路进行保护。熔断器的熔断时间与过载电流的大小有关，在过载 25％的情况下，约在 3min 内熔断，而在过载一倍的情况下，则不到 1s 就会熔断。熔断器只能使用一次，每次熔断后必须更换，因此汽车上总要储备不同规格的熔断器。

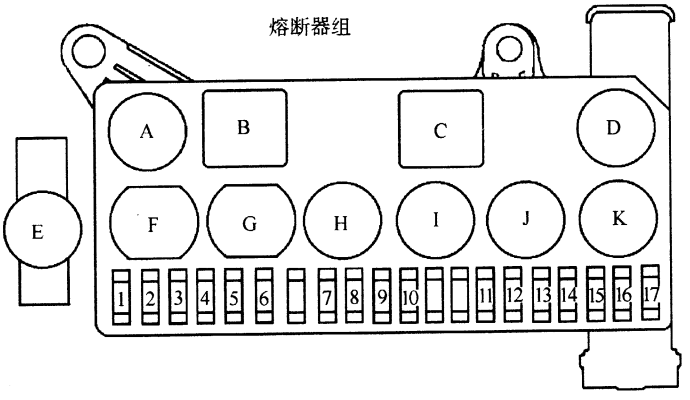


图 10-13　中央配电器

2. 断路器

断路器为复位式，平时双金属片向下弯曲，使活动触点与固定触点接触，电路接通。当电路发生故障，电流过大时，双金属片因受热膨胀而向上弯曲，触点张开，切断电路，告知驾驶员电路有故障。故障排除后，要使电路重新闭合，必须使双金属片复位。

为便于检查和更换熔断器，金杯车将各电路的熔断器、断路器和各种控制继电器集中安装在一起，构成整车电气线路的控制及电能配给中心，即中央配电器，或称熔断器组。位于仪表板下方，如图 10-13 所示，各熔断器参数及保护电路和断路器、继电器的名称分别见表 10-2 和表 10-3 所示。

表 10-2　熔断器参数及保护电路

序号	额定电流（A）	保护电路
1	20A	点火器
2	7.5A	室内灯与发动机液位开关
3	15A	雾灯
4	15A	后暖风机
5	15A	制动灯
6	15A	仪表板照明、A/C 开关照明灯、牌照灯、示宽灯
7	15A	右前照灯与远光指示灯
8	15A	左前照灯与远光指示灯
9	15A	危险警报灯和喇叭
10	15A	收放机、点烟器
11	15A	空调控制系统
12	20A	雨刮器、洗涤器
13	10A	转向信号灯、倒车灯、组合仪表
14	7.5A	交流发电机调节器与化油器相配的各种电磁阀
15	7.5A	充电指示灯、排放控制装置、阻风门加热线圈
16	7.5A	充电指示灯、排放控制装置
17	7.5A	空调切断继电器、启动继电器

表 10-3　断路器、继电器的安装位置及名称

安装位置	断路器、继电器名称	安装位置	断路器、继电器名称
A	小灯继电器	G	后蒸发器断路器
B	前雨刮继电器/连线总成	H	危险警报灯、喇叭继电器
C	前照灯继电器	I	发动机液位继电器
D	雾灯继电器	J	前暖风继电器
E	空调主继电器	K	后暖风继电器
F	前暖风断路器		

另外，金杯客车在蓄电池附近还安装了熔断器组，如图 10-14 所示，各熔断器参数及保护电路如表 10-4 所示。

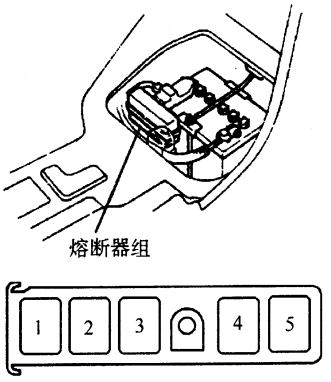


图 10-14　熔断器组

表 10-4　熔断器参数及保护电路

序号	额定电流（A）	保护电路
1	40A	照明与信号
2	30A	中央门锁和电动车窗
3		空
4	80A	电源电路
5	50A	点火电路

（二）检查与更换保护装置

1. 打开中央配电器盒盖

若有某电气设备不工作，可能是烧断了熔断器，在查明哪一条熔断器有问题时，首先关闭点火开关，再打开熔断器盒盖，如图 10-15 所示。

2. 断路器的检查与更换

（1）断路器复位

如果空调系统有故障，须检查断路器（F、G），如图 10-16 所示。首先应关掉点火开关，小心地将一个小东西，如牙签、针、安全针插入断路器内部，听到咔嚓声，空调即可开始工作，不用取出断路器。否则应取出检查或更换。

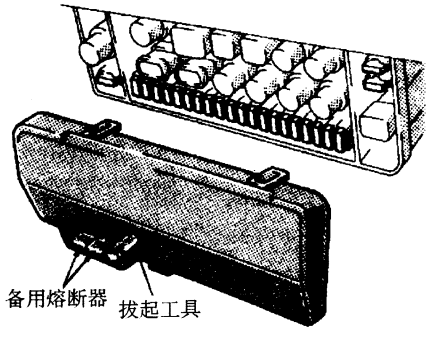


图 10-15　打开中央配电器盒盖

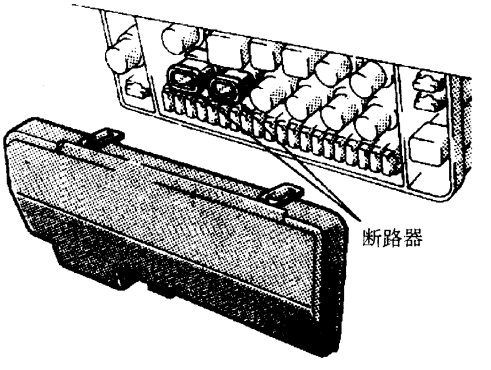


图 10-16　断路器复位

（2）检查与更换

取下断路器，使用欧姆表检查断路器的两个端子之间是否导通，如图 10-17 所示。如果不导通，则应更换断路器。

备注：如果更换断路器，必须换用相同额定电流的断路器。

3. 总保险器熔断器的检查（图 10-18）

如果蓄电池上的线路负荷过重，则总保险器熔断器就先熔断，以防止整个电路受损。

4. 熔断器的检查与更换

①仔细检查熔断器，哪条熔断更换哪条，见图 10-19（a）所示。

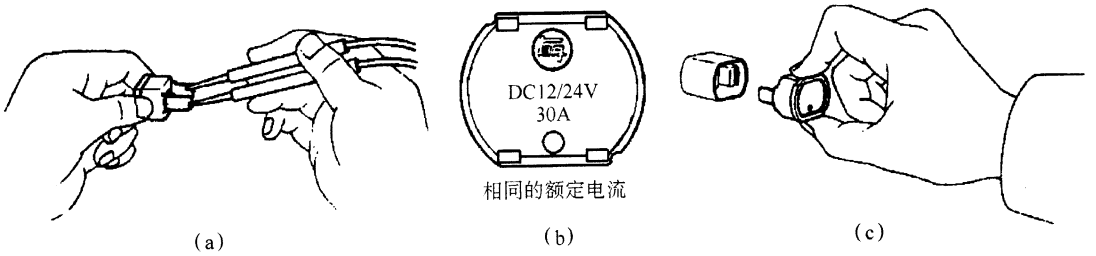


图 10-17　断路器检查与更换

②在更换熔断器时，必须按照中央配电器盒盖上注明的额定电流进行更换，见图 10-19（b）所示。绝对不能改用额定电流比原来高的，也不能在熔断器上安装其他物体。

③若新换的熔断器又立即熔断，见图 10-19（c）所示，说明在电路中可能有故障，应检修后换新熔断器。

如果不能找到具有相同电流负荷的熔断器，则采用比原来熔断器额定电流低的，这样也对设备没有害处，但尽可能使用与原来额定电流一样的熔断器。

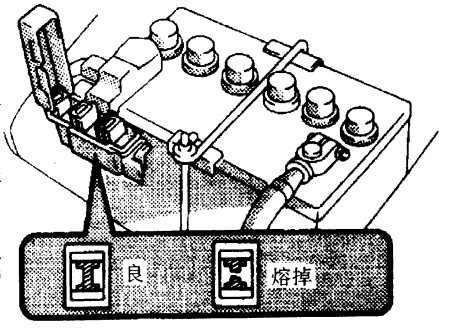


图 10-18　总保险器熔断器的检查

注意：

①在更换熔断器之前，应先关闭所有的电器和点火开关。

②在拆下和安装熔断器时，一定要使用熔断器拆装工具。并且应笔直拆出，笔直插入，不得弯曲，见图 10-19（d）所示。弯曲会使连接端子接触不良。

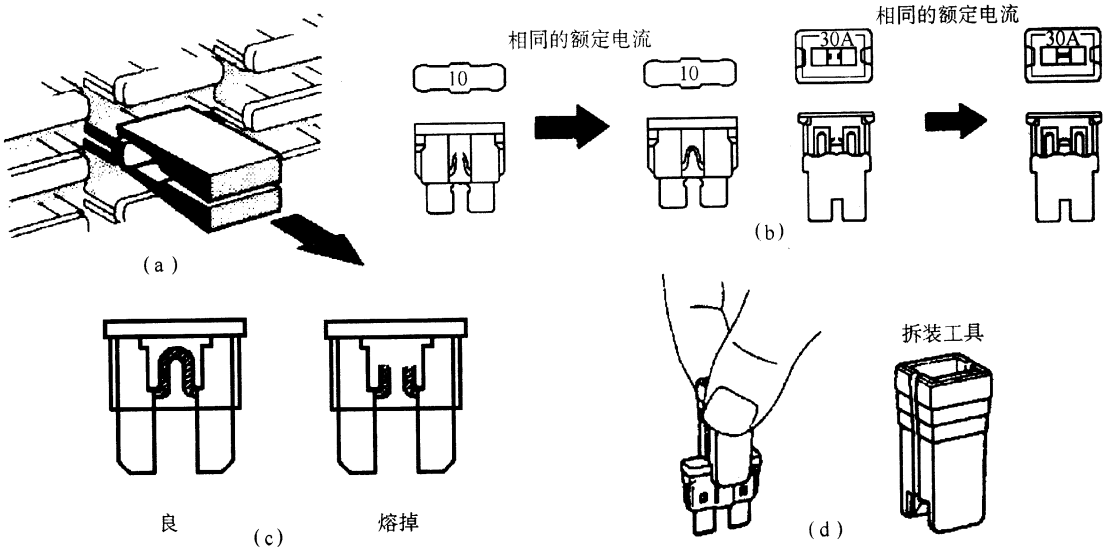


图 10-19　熔断器的检查与更换

三、导线及接插件

（一）配线颜色代号

金杯轻型客车配线颜色代号用英语字母表示：

B—黑色　L—蓝色　R—红色　BR—棕色　LG—浅绿色　V—紫色　G—绿色　O—橙色　W—白色　GR—灰色　P—粉色　Y—黄色

第一个字母表示基本线色，第二个字母表示条纹颜色，如图 10-20 所示。

（二）接插件

1. 阴、阳接插件的插脚号码

阴接插件的插脚号码是从左上至右下进行编号，阳接插件的插脚号码是从右上至左下进行编号，如图 10-21 所示。

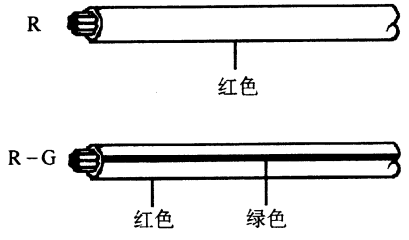


图 10-20　配线颜色

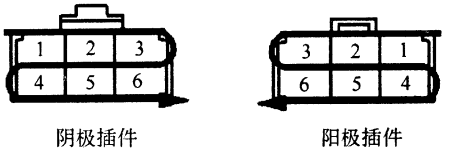


图 10-21　接插件的插脚号码

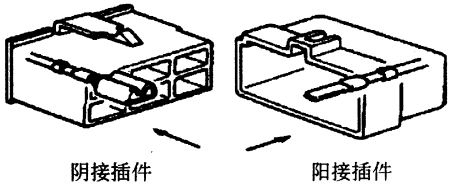


图 10-22　阴和阳接插件

备注：当不同或相同端子的接插件用于相同的零件时，各接插件的名字（英文字母表示）和插脚号码已被规定好。

2. 阴和阳接插件的区别

阴和阳接插件是由它们的内部插脚的形状来区分的，如图 10-22 所示。

拆装接插件时应注意：

①拆开接插件之前，应先向上拉开锁紧装置，如图 10-23 所示，然后拉接插件本身，而不要拉配线。

②连接接插件时，先检查接插件的种类是否相同，然后连接并在顶部进行锁紧。

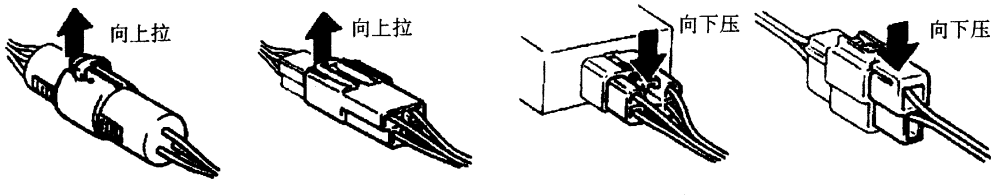


图 10-23　接插件的拆装

四、全车线路

（一）线路图

汽车电气设备线路图是将各电气部件的图形符号通过导线连接在一起的关系图，可分为三种形式，即布线图、电路原理图和线束图。

布线图是汽车上采用较早、应用较广的一种，它较准确地反映了汽车电气各部件的安装位置，从中可看出导线的走向、接点、分叉等情况，但识读困难，分析故障不便。

电路原理图用简明的图形符号按电路原理将各个系统合理地连接起来。其电路简单明了、通俗易懂，清楚地反映了电气系统各部件的连接关系、电路原理，因此对迅速分析排除电气设备的故障十分有利。

线束图是将有关电器的导线汇合在一起组成线束，以便于在汽车上安装。

（二）电路分析

电路分析方法是先研究各部分的线路，然后按照由部分到整体的顺序，逐次地进行研究。在研究某一部分或某一设备的线路时，应熟悉该部分的工作原理，根据它的工作性质，运用有关的连接原理，分析和掌握它的线路。具体方法可以沿着工作电流的流动方向，由电源查向用电设备，也可以逆着工作电流的方向，由用电设备查向电源。尤其查寻一些不太熟悉的电路，后者比前者更方便些。

按照“化整为零、闭合电路”的原则，即可读懂电气线路图，为查找和排除故障提供依据。

（三）电路的检查

1. 电压的检查

（1）确定检查点的电压情况，例如图 10-24 所示。

Ⓐ—将点火开关 SW 置于“ON”位置。

Ⓑ—将点火开关 SW 和 SW1 置于“ON”位置。

Ⓒ—将点火开关 SW、SW1 和继电器置于“ON”位置（SW2 置于“OFF”位置）。

（2）使用电压表，将负极（－）测试表笔接地或与蓄电池的负极端子连接；而将正极（＋）测试表笔连接到接插件或零件的端子上。这种检查可用试验灯泡代替电压表进行。

2. 导通情况和电阻的检查

（1）脱开蓄电池端子或配线，使检查点之间没有电压。

（2）将欧姆表的两根测试表笔分别连接到各检查点，如图 10-25 所示。

如果电路含有二极管，则应将两根测试表笔反接并再次进行检查。如果将负极（－）测试表笔连接到二极管的正极（＋）侧，将正极（＋）测试表笔连接到二极管的负极（－）侧，此时二极管导通；而当将测试表笔反接时，则应不导通，如图 10-26(a)所示。

备注：根据测试表笔型号的不同，导通情况也不一样，因此在进行检查之前，应先参阅测试表的使用说明书。

按照检查二极管的相同方法检查发光二极管（LED），如图 10-26(b)所示。

使用 3V 电源或大于电路电阻的测试表，如果没有适当的测试表，则可加上蓄电池电压检

查发光二极管是否点亮。

(3) 使用高阻抗（最小 10kΩ）的电压/欧姆表进行电气回路的故障诊断，如图 10-27 所示。

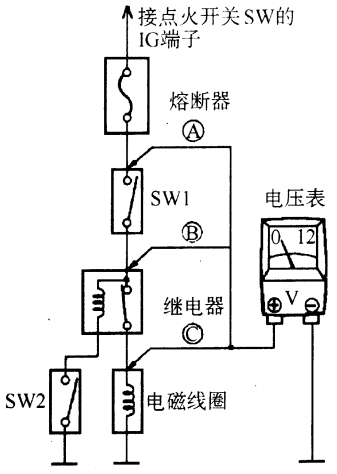


图 10-24　电压的检查

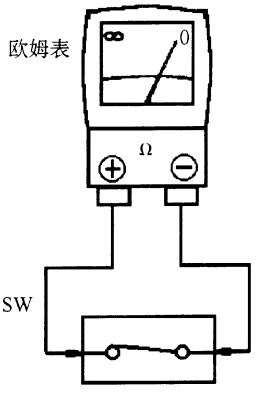


图 10-25　检查导通情况

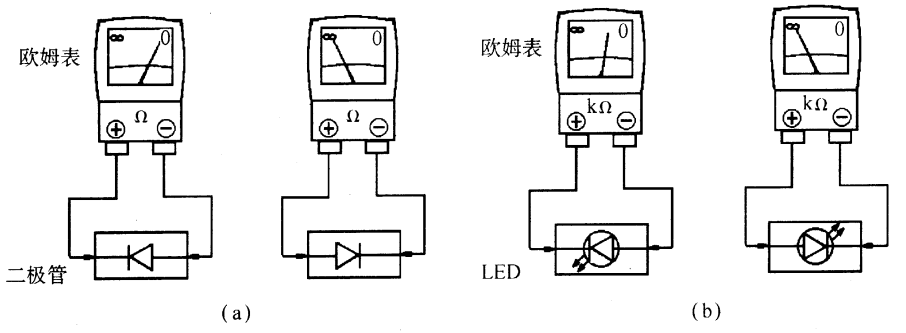


图 10-26　检查二极管及发光二极管

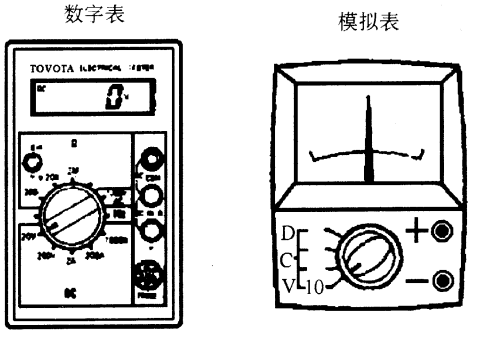


图 10-27　高阻抗测试表

3. 是否有短路的检查

(1) 拆下已熔断的熔断器，并从该熔断器除去所有的负载。

(2) 将试验灯泡连接到该熔断器的位置。

(3) 确定试验灯泡连接的位置。

例如图 10-28 所示，Ⓐ—将点火开关 SW 置于“ON”位置。

Ⓑ—将点火开关SW和SW1置于“ON”位置。

Ⓒ—将点火开关SW、SW1和继电器置于“ON”位置（连接继电器），并将SW2置于“OFF”位置（或脱开SW2）

（4）在观察试验灯泡的同时，脱开和重新连接接插件。若试验灯泡一直发亮则接插件之间存在短路；若试验灯泡熄灭则接插件短路。

（5）沿着车身轻轻地摇动有问题的配线以找到短路的正确位置。

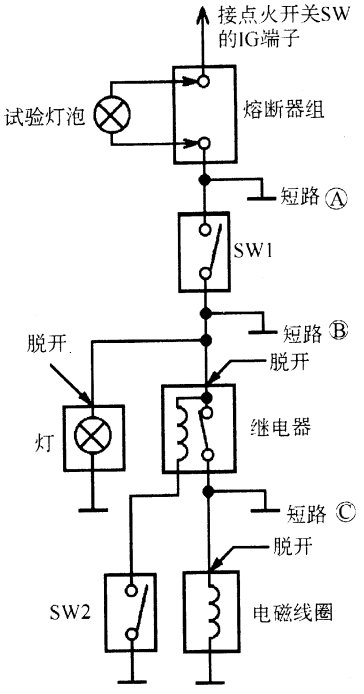


图10-28　是否有短路的检查

（四）整车电路原理图

汽车电气设备总电路由电源电路、起动电路、发动机控制电路（或点火电路）、仪表电路、照明与信号电路、空调电路及辅助电路等组成。

图10-29、图10-30、图10-31为金杯轻型客车SY6480A2、SY6480A2F—E、SY6480AB—EH电路原理图。

汽车电系维修丛书





李良洪 主 编
董宏国 董素荣 李建文 副主编

桑塔纳轿车电气与电控系统维修

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL:http://www.phei.com.cn

汽车电系维修丛书

桑塔纳轿车电气与电控系统维修

李良洪　主编

董宏国　董素荣　李建文　副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

《汽车电系统维修丛书》编委会

编委会主任 杨生辉

编委会副主任 李建文　董宏国　李良洪

编　　委 齐志鹏　王克才　吴基安　舒　华
董素荣　许洪军　朱先民　刘金华

《桑塔纳轿车电气与电控系统维修》编写人员

主　　编：李良洪

副 主 编：董宏国　董素荣　李建文

编写人员：齐志鹏　杨生辉　王克才　吴基安　舒　华
秦忠宝　李玉坤　路金宝　郑海庆　王保民
杨　丹　许洪军　杨　华　张　煜　朱先民
刘金华

主　　审：张春润

前　言

随着我国汽车工业和交通运输业的迅速发展，汽车在国民经济的各个领域和人民生活中正发挥着越来越重要的作用。汽车维修业也随着新型车辆的投产和汽车保有量的不断增加而逐渐繁荣壮大起来。

为了满足汽车修理行业的迫切需要，培养具有专业知识和实际技能的新一代汽车维修工（包括汽车电工），以使他们尽快熟悉和掌握上海桑塔纳（SANTANA）轿车电气与电子控制系统电路，能自己动手对某个系统或总成进行检测、维修和故障诊断与排除，特编写此书。

本书由李良洪主编，董宏国、董素荣、李建文副主编。参加编写人员有：齐志鹏、杨生辉、王克才、吴基安、舒华、秦忠宝、李玉坤、路金宝、郑海庆、王保民、杨丹、许洪军、杨华、张煜、朱先民、刘金华等。全书由张春润教授主审。

本书参考大量国内外有关资料在此对有关作者表示衷心感谢。

因作者经验不足，能力有限，书中定有错误和不当之处，恳请读者批评指正。

作　者

2001 年 11 月

目　录

第一章　车型简介 …… 1
一、发展概况 …… 1
二、桑塔纳系列轿车主要性能参数 …… 5
三、桑塔纳系列轿车电气设备维护制度 …… 6
第二章　电源系统 …… 13
一、电源系统的组成 …… 13
二、蓄电池的结构与维护 …… 13
三、交流发电机的结构与检修 …… 20
四、电源系统的故障诊断与排除 …… 23
第三章　起动系统 …… 26
一、起动系统的组成 …… 26
二、起动机的结构与工作原理 …… 26
三、起动系统的使用与检修 …… 30
四、起动系统的故障诊断与排除 …… 35
第四章　点火系统 …… 38
一、点火系统的组成 …… 38
二、点火系统的结构与工作原理 …… 39
三、点火系统的工作过程 …… 46
四、点火系统的故障诊断与检修 …… 47
五、分电器的安装与点火正时的设定 …… 49
第五章　AFE 型发动机电控系统 …… 51
一、AFE 型发动机电控系统的组成 …… 51
二、AFE 型发动机电控系统的结构与工作原理 …… 53
三、AFE 型发动机电控系统的控制过程 …… 75
四、AFE 型发动机电控系统的使用 …… 81
五、AFE 型发动机电控系统的故障自诊断 …… 81
六、AFE 型发动机电控系统主要部件的电气检测 …… 95
七、AFE 型发动机燃油供给系统的检测 …… 101
八、AFE 型发动机点火系统的检测 …… 105
九、AFE 型发动机常见故障原因分析 …… 107
第六章　AJR 型发动机电控系统 …… 110
一、AJR 型发动机电控系统的组成 …… 111
二、Motronic 3.8.2 与 Motronic 1.5.4 的主要区别 …… 111
三、AJR 型发动机电控系统的故障自诊断 …… 114
四、AJR 型发动机电控系统的检测 …… 115

五、空气供给系统的结构与检修 …… 119
六、燃油供给系统的结构与检修 …… 121
七、传感器的结构与检修 …… 128
八、点火系统的结构与检修 …… 133
第七章　制动防抱死系统 …… 135
一、ABS 的基本理论 …… 135
二、ABS 的组成 …… 137
三、ABS 主要部件的结构与工作原理 …… 138
四、ABS 液压控制系统工作过程 …… 141
五、ABS 的故障诊断与排除 …… 142
六、ABS 的检修 …… 143
第八章　空调系统 …… 151
一、空调系统的组成 …… 151
二、空调系统的结构与工作原理 …… 151
三、空调系统的使用与检修 …… 164
四、空调系统的故障诊断与排除 …… 172
第九章　仪表系统 …… 174
一、仪表板的结构与检修 …… 174
二、燃油表的结构与检修 …… 178
三、冷却液温度表的结构与检修 …… 180
四、车速里程表的结构与检修 …… 181
五、发动机转速表的结构与检修 …… 183
六、发动机机油压力指示系统的结构与检修 …… 184
七、其他指示灯的结构与检修 …… 185
第十章　照明与信号系统 …… 187
一、照明与信号系统的组成 …… 187
二、照明与信号系统的故障诊断与排除 …… 192
第十一章　辅助电器系统 …… 194
一、风窗刮水与清洗系统 …… 194
二、电动后视镜 …… 199
三、电动车门玻璃升降器 …… 200
四、中央集控门锁 …… 203
五、安全防盗系统 …… 204
六、散热风扇 …… 213
七、进气预热系统 …… 215
第十二章　全车线路 …… 217
一、全车线路的组成 …… 217
二、电路图的阅读 …… 220
三、全车线路图 …… 222
四、全车线路的检修 …… 241

第一章　车型简介

一、发展概况

1983年下半年，原上海汽车厂开始与德国大众汽车有限公司一起组装桑塔纳轿车，为了适应中国国情，从1984年6月上旬（即自1801辆汽车）开始，对汽车内外装饰作了局部改进，这为上海桑塔纳轿车诞生打下了良好的基础。

1984年10月10日，中国汽车工业总公司、上海汽车工业总公司、中国银行上海信托咨询公司与德国大众汽车有限公司在北京签订合资经营合同。1985年3月21日在上海正式成立上海大众汽车有限公司，同年9月1日开始正式生产上海桑塔纳5人座中级（B级）轿车，该轿车是德国大众公司80年代初（1982年问世）设计的产品，自1983年在上海投产以来，一直是中国市场上最受欢迎和技术最先进的轿车之一。

1993年秋，上海大众汽车有限公司推出了豪华型桑塔纳轿车，使该型轿车的面貌为之一新。

1995年4月30日，上海大众汽车有限公司正式开始批量生产采用电子控制燃油喷射式发动机的上海桑塔纳2000 GLi型轿车，把桑塔纳轿车技术乃至国产轿车技术提高到了一个新的水平。

1997年，上海大众公司又推出了桑塔纳2000 GSi型“时代超人”轿车，该型轿车装备了具有90年代国际先进水平的AJR 1.8L ZVQSEA 827 NF型多点燃油喷射式发动机、MK20型防抱死制动系统、三元催化转化器、液压操纵离合器、电动座椅、电子防盗器、无氟空调器、CD收放机等等。

自从上海大众公司成立引进生产桑塔纳轿车以来，其产品从当时单一的上海桑塔纳轿车发展到迄今，主要有两种车型（或两个基本系列）和六个产品品种。两种车型是桑塔纳轿车和桑塔纳2000轿车，其中桑塔纳轿车有三个品种，分别是：①桑塔纳轿车LX；②桑塔纳旅行车LX；②桑塔纳豪华型轿车（又称选装件车）GL。这三种车发动机、底盘总成全一样。而桑塔纳2000轿车也有三个品种，分别是：①桑塔纳2000GLs轿车；②桑塔纳2000GLi轿车；③桑塔纳2000GSi轿车，这三种车发动机各不相同，外型相同；其中GLi与GLs车的区别是发动机不同，其余均同，而GSi（时代超人）除与GLi、GLs车发动机不同外，离合器操纵部分、制动控制部分，保险杠、车门控制部分都不相同。

1. 上海桑塔纳轿车（LX）

桑塔纳轿车是四门、五座、阶背式中级轿车，装备1.8L化油器式发动机。采用前轮驱动，在当时该车具有结构新颖，装备齐全，外观造型线条挺拔、简洁明快，具有良好的工艺，其加速性、燃油经济性、可靠性、操稳性尤为突出，体现了80年代初世界轿车的设计水平。桑塔纳轿车的外形尺寸如图1-1所示，透视图如图1-2所示。

上海桑塔纳轿车发动机有排量1.6L和1.8L两种，1985年8月以前生产的桑塔纳轿车用的是YP1.6L（1.588L）水冷、直列、四缸、四冲程发动机，1985年8月以后生产的轿车用的是

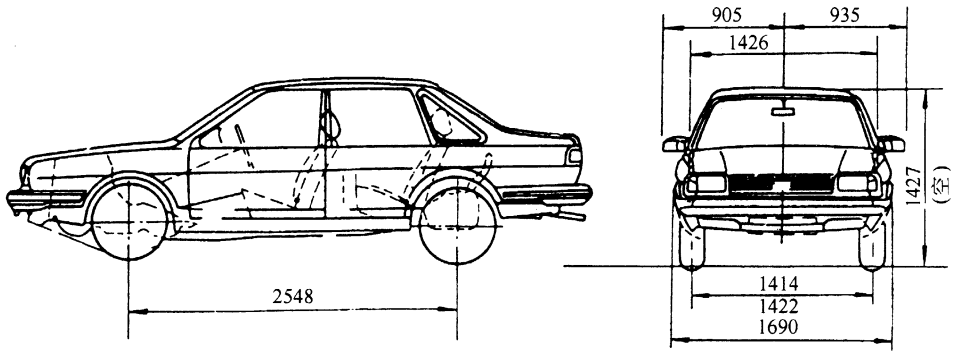


图 1-1　桑塔纳轿车外形尺寸

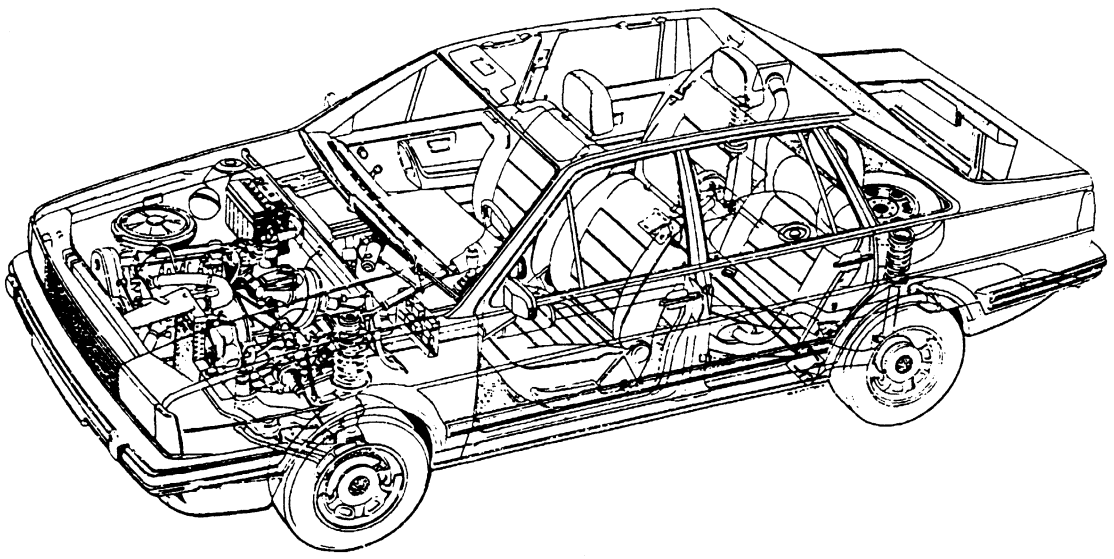


图 1-2　桑塔纳轿车透视图

JV1.8L（1.781L）水冷、直列、四缸、四冲程顶置凸轮轴、化油器式发动机。

1.8L 四缸汽油机与 1.6L 四缸汽油机相比，1.8L 汽油机的活塞连杆重量下降 27.7%，转速 500r/min 时二级惯性力下降 17.7%，整机平衡性好，运转平稳，配气机构采用顶置凸轮轴，省去摇臂、摇臂支座、摇臂轴等零件，由凸轮轴直接推动液压挺杆（自底盘号 GWl93833 起使用，在此之前采用的是机械式桶形挺杆），控制气门的开与关。结构简单，零件惯性量小，系统刚度大，有利于发动机转速的提高。采用液压挺杆后，气门间隙可自动调节，不需人工调整，给使用和修理带来很大方便。

从 1995 年 12 月起，上海桑塔纳轿车开始装用了先进的无需保养的霍尔效应式无触点电子点火系统，用霍尔效应式信号发生器，代替了传统的白金触点，提高了点火系统的工作的可靠性。同时无触点电子点火系统实现高能点火，改善了发动机的动力性，提高尾气排放标准，使混合气燃烧更加完全，降低了汽车的排放污染。

上海桑塔纳轿车变速器变速比有较宽的覆盖面，与发动机有良好的匹配关系，具有极佳的动力性，最大变速比为 3.455，能较好地满足起步、加速和爬坡时的动力要求。最高速挡的传动

比采用小于1（0.999）的增速比，其目的是使轿车具有良好的经济性和高速行驶性能，最高时速可达161km。上海桑塔纳轿车采用发动机前纵置前桥驱动带转向方式。主减速器、差速器与变速器在同一壳体内结构紧凑，前两轮分别由两个球笼式等速万向联轴器驱动。上海桑塔纳前轮为麦弗逊式柱摆臂式独立悬挂，并有横向稳定杆以减少车身侧倾，有极好的行驶平顺性。后轮采用纵向摆臂式螺旋簧非独立悬挂。轮胎为子午线无内胎式。

上海桑塔纳车身造型美观流畅，空气阻力系数小，视野宽、自重轻、车辆宽敞，造型美观，车内配有空调、立体声收录机。采用先进的四速手控变速器，地板式变速杆，操纵方便，加速迅捷。各种操纵手柄，接近性好而可靠。车上装有三速电动刮水器，电动双喷嘴风窗洗涤器。桑塔纳轿车车窗玻璃由3种12块安全玻璃组成，前风挡玻璃采用4.9mm夹层玻璃，后风窗玻璃用电阻丝加热除霜，其余玻璃采用钢化玻璃。

上海桑塔纳轿车采用交叉（X）式双管路液压制动系统，制动时即使某一管路失效，剩余总制动力仍能保持正常值的50%，保证了行车安全。另外，前轮主销偏移距取为负值，有利于提高制动状态下的稳定性。

桑塔纳车身为全钢整体安全车厢式，车身内装饰采用工程塑料和木质纤维复合成型件，全车塑料占整车的7%。

2. 上海桑塔纳旅行轿车（LX）

桑塔纳旅行轿车又称帕萨特旅行轿车，是五门五座后开门两厢式，是桑塔纳轿车的变形车，它于1991年进行技术装备，1993年批量生产投放市场，它和桑塔纳轿车的区别在于帕萨特的车身是箱式的，发动机和底盘与桑塔纳轿车通用，车身部件大部分通用，后排座椅可前翻转，使行李厢容积由442L增大到1831L，可满足用户多种需要，旅行轿车的外形如图1-3所示。

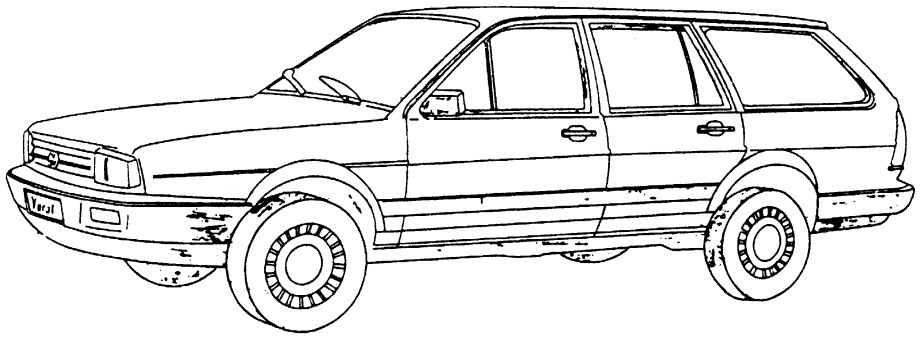


图1-3　桑塔纳旅行轿车外形图

3. 上海桑塔纳豪华型（选装件）轿车（GL）

上海桑塔纳选装件车俗称豪华车，是根据国内轿车市场的变化，满足用户对一些电动控制装置、外观装饰的进一步要求而开发的一个品种。其特点是在桑塔纳轿车的基础上增加了电动车窗升降机、集控门锁、铝合金车轮、高档收放机和电动天线以及车身面漆改用金属闪光漆等12项改进项目。

该车主要由上海大众产品工程部和配套厂联合开发，从1991年起步，到1993年投放市场以来，深受用户欢迎，成为当时畅销产品，也改变了上海大众轿车单一品种生产的局面，豪华型轿车的透视图如图1-4所示。

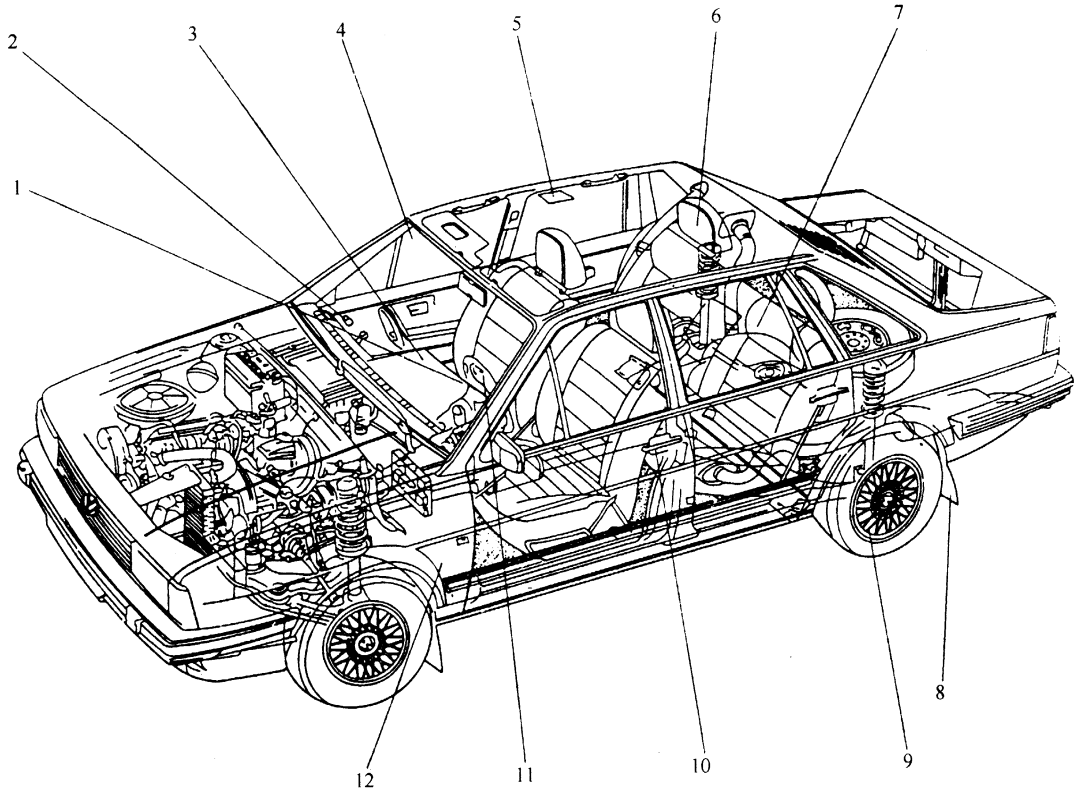


图 1-4　豪华型桑塔纳轿车透视图

1-副仪表盘；2-车门玻璃电动升降器；3-四声道收放机；4-绿色隔热玻璃；5-后座阅读灯；6-后座头枕；7-豪华座椅套；8-挡泥板；9-轻金属压铸车轮；10-车门集中控制闭锁装置；11-四辐条转向盘；12-前侧装饰板

4. 上海桑塔纳 2000 型轿车

上海桑塔纳 2000 轿车是在上海桑塔纳轿车和巴西大众斯普鲁斯轿车的基础上开发的 4 门 5 座中级轿车，其外形如图 1-5 所示。

桑塔纳 2000 型轿车自 1994 年生产以来，有三个品种，它们是桑塔纳 2000GLs、桑塔纳 2000GLi 和桑塔纳 2000GSi。前两种车型只是所使用的发动机不同，其余部分均相同。

(1) 桑塔纳 2000GLs

上海桑塔纳 2000GLs 装用的是化油器式发动机，五挡手动机械变速器。其发动机和上海桑塔纳轿车相同，其余和上海桑塔纳 2000GLi 相同。

(2) 桑塔纳 2000GLi

上海桑塔纳 2000GLi 装用的是德国博世(BOSCH)公司 1979 年推出的燃油喷射系统与点火系统结合在一起的 Motronic 数字电控燃油喷射系统的 1.8L AFE 型汽油发动机，该发动机是 1994 年 4 月至 1995 年 10 月由上海大众公司与德国博世(BOSCH)公司为适合我国国情而专门开发研制的。它于同年 11 月通过德国大众公司苛刻的验收，1996 年 1 月桑塔纳 2000 轿车开始采用该发动机，使桑塔纳 2000 轿车锦上添花，深受用户青睐，成为当前的热销产品，从而占据市场。

(3) 桑塔纳 2000GSi 轿车

上海桑塔纳 2000 轿车自研制成功投放市场以来，因其优良的性能而深受用户的青睐，但

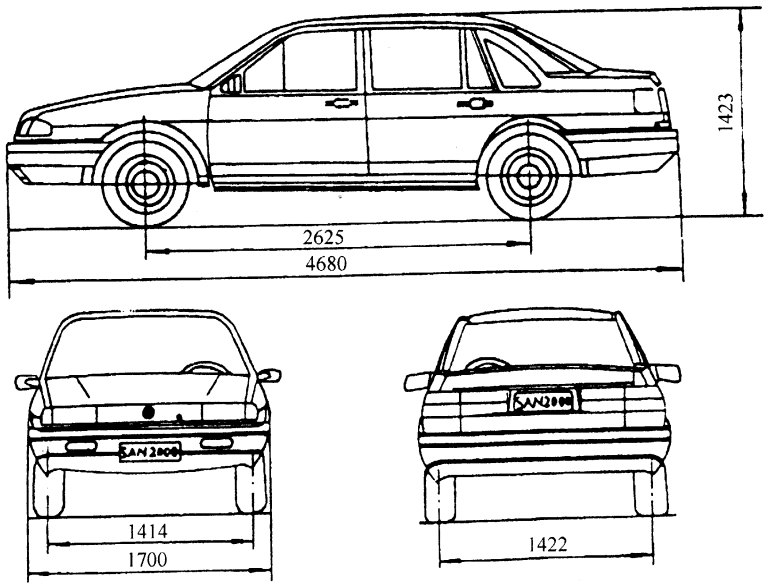


图 1-5　桑塔纳 2000 型轿车外形尺寸

由于自重质量的增加，仍显得其动力不佳，与国际同类轿车相比还有较大差距，为了缩小与先进国家同类轿车的差距和保持市场的竞争能力，上海大众 1998 年又推出了 98 款全新桑塔纳 2000GSi 轿车，该车装备了由上海大众和德国大众共同开发的 AJR 型发动机，加装了助力转向，电子智能防盗的顺序多点汽油喷射装置，ABS 防抱死装置，配备这些先进装备的 98 款桑塔纳 2000GSi 轿车，被誉为中国汽车工业界的“时代超人”。

二、桑塔纳系列轿车主要性能参数

桑塔纳系列轿车主要性能参数如表 1-1 所示。

表 1-1　桑塔纳系列轿车主要性能参数

参 数 名 称	LX 型	2000 GLs 型	2000 GLi 型	2000 GSi 型
总 长(mm)	4545	4680	4680	4680
总 宽(mm)	1695	1700	1700	1700
总高(空车,mm)	1400	1423	1423	1423
轴 距(mm)	2550	2656	2656	2656
前 轮 距(mm)	1414	1414	1414	1414
后 轮 距(mm)	1422	1422	1422	1422
最小离地间隙(mm)	138	138	138	138
最小转弯半径(mm)	5145	5500	5500	5500
接 近 角(°)	17	—	—	—
离 去 角(°)	18	—	—	—
整备质量(不含驾驶员,kg) 前桥 后桥	1030 620 410	1120	—	—

续表

参数名称		LX型	2000 GLs型	2000 GLi型	2000 GSi型
整车总质量(kg)		1460	1540	1540	1560
前桥		<800	<810	<820	<820
后桥		<770	<810	<810	<810
发动机型号		JV型	化油器式	AFE	AJR
制造日期		自1983年	自1985年8月	自1995年4月	自1998年3月
发动机排量(L)		1.781	1.781	1.781	1.781
缸径×行程(mm)		81×86.4	81×86.4	81×86.4	81×86.4
压缩比		8.5	8.5	9.0	9.3
最大功率[kW/(r/min)]		66/5000	66/5000	72/5200	74/5200
最大转矩[N·m/(r/min)]		142/3500	145/3300	150/3100	155/3800
最高车速(厂家提供,km/h)		161	—	172	175
120km/h等速油耗(L/100 km)		10.2	9.4	≤8.8	≤8.8
怠速排放(g/Test)	CO	<1.5%	<67	<67	<1.0%
	$HC+NO_x$	$HC<1000\times10^{-6}$	<20.5	<20.5	$HC<1000\times10^{-6}$
蓄电池		12V 54Ah 265A			
发电机		长沙电器厂JFZ1913Z或上海电机二厂JFZ1813Z			
起动机		长沙电器厂QD1229或上海电机二厂QD1225 950W			
冷却风扇电动机		QF1281,直流双速电动机			

三、桑塔纳系列轿车电气设备维护制度

桑塔纳轿车电气系统由电源系统和用电系统组成。电源系统由蓄电池、交流发电机、充电指示灯等组成,通常又称为充电系统。用电系统包括电磁控制式起动系统、霍尔式电子点火系统、仪表系统、照明系统、信号系统、辅助电器系统和空调系统等等。在桑塔纳2000 GLi和桑塔纳2000 GSi(时代超人)型轿车上,还包括发动机电子控制系统。在桑塔纳2000 GSi型轿车上,还包括自动变速控制系统、防抱死制动控制系统ABS。

(一)汽车维护制度

根据1990年10月1日施行的中华人民共和国交通部第13号令《汽车运输业车辆技术管理规定》,车辆维护分为日常维护、一级维护和二级维护。汽车维护的原则是:预防为主,定期检测,强制维护。汽车维护的主要作业范围如下:

1. 日常维护

日常维护由驾驶员负责执行。其作业的中心内容是清洁、补给和安全检视。

2. 一级维护

一级维护由专业维修人员执行。其作业的中心内容除日常维护作业外,以清洁、润滑、紧固为主,并检查有关制动、操作等安全部件。

3. 二级维护

二级维护由专业维修人员执行。其作业的中心内容除一级维护作业外，以检查、调整为主，并拆检轮胎、进行轮胎换位。

（二）桑塔纳系列轿车电气与电控装置的维护制度

中国道路运输协会汽车维修分会信息编辑部徐通法、黄复兴同志根据交通部1995年2月25日发布、1995年7月1日实施的行业标准JT/T 201—95《汽车维护工艺规范》和桑塔纳轿车原厂使用说明书要求，于1997年主编了桑塔纳LX系列和桑塔纳2000系列轿车《汽车维护规范》。该规范规定桑塔纳LX系列和桑塔纳2000系列轿车电气与电控装置的维护制度如下：

1. 桑塔纳系列轿车电气与电控装置的日常维护

桑塔纳LX系列和桑塔纳2000系列轿车的日常维护由驾驶员在出车前、行车中、收车后执行。电气与电控装置的维护作业内容是对照明和信号等装置的状态进行检视，并调整至正常状态。

2. 桑塔纳系列轿车电气与电控装置的一级维护

桑塔纳LX系列和桑塔纳2000系列轿车一级维护的间隔里程为6 000～7 500 km，或时间间隔30～45天；一级维护的工艺流程如图1-6所示，其中电气与电控装置的作业项目与技术要求如表1-2所示。

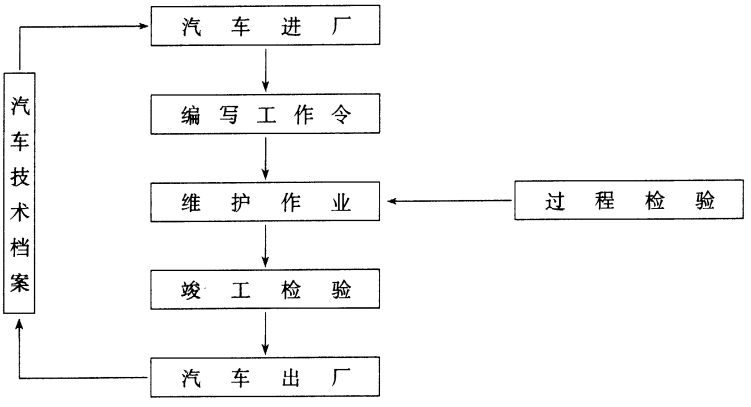


图1-6 桑塔纳系列轿车一级维护工艺流程

表1-2 桑塔纳系列轿车电气与电控系统一级维护的作业项目与技术要求

序号	维护部位	作业项目	技术要求
1	传动带	①检查传动带的外观 ②调整传动带的挠度	①传动带表面无裂纹、油污和过量磨损 ②用拇指以100N力压下传动带，各部挠度应为：交流发电机处5mm；水泵处10mm；转向助力泵处5mm
2	蓄电池	检查电解液液面、清洁极柱	①液面高度保持在上、下液面线之间 ②蓄电池正、负极柱无腐蚀 ③蓄电池安装牢固、可靠
3	起动机、发电机、刮水器	检查	工作正常，无异常噪声
4	仪表、照明与信号装置	检查	各部零件齐全、完好，工作正常
5	电控系统	①检视故障指示灯 ②用故障诊断仪检测 ③清除故障代码	无故障代码显示

桑塔纳LX系列和桑塔纳2000系列轿车电气与电控系统一级维护竣工检验的技术要求如下：

(1) 蓄电池极柱清洁、安装牢靠；

(2) 蓄电池电解液液面高度符合技术要求；

(3) 全车无漏油、漏气、漏水、漏电现象；

(4) 照明装置、信号装置和仪表装置齐全有效。

桑塔纳LX系列和桑塔纳2000系列轿车一级维护的质量保证期规定：质量保证里程为300km，或从出厂之日起时间间隔2天。

3. 桑塔纳系列轿车电气与电控装置的二级维护

桑塔纳LX系列和桑塔纳2000系列轿车二级维护的间隔里程为12 000～15 000 km，或时间间隔60～90天；二级维护的工艺流程如图1-7所示，其中电气与电控装置在二级维护前的检测诊断项目和技术要求如表1-3所示，确定附加项目的依据如表1-4所示，基本作业项目与技术要求如表1-5所示，基本作业项目的主要检验内容与技术要求如表1-6所示，竣工检验项目与技术要求如表1-7所示。在二级维护前进行技术评定的依据如下：

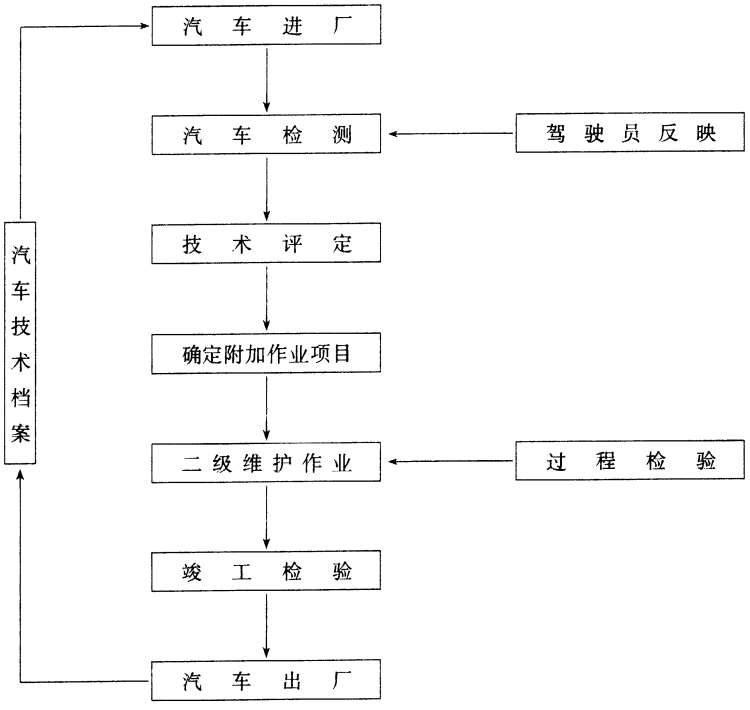


图1-7 桑塔纳系列轿车二级维护工艺流程

(1) 向驾驶员询问汽车使用状况，包括发动机动力性，转向、制动性能，各部异响，轮胎磨损情况，燃油、润滑油消耗情况，车辆损坏情况；

(2) 查阅车辆技术档案，包括车辆运行记录、维修记录、检测记录、总成修理记录和维护周期内规律性的小修情况；

(3) 根据对汽车进行检测和检查的结果，结合上述情况对车辆进行综合技术评定。

桑塔纳LX系列和桑塔纳2000系列轿车二级维护的质量保证期规定：质量保证里程为1500 km，或从出厂之日起时间间隔10天。

表 1-3　桑塔纳系列轿车电气与电控系统二级维护前的检测诊断项目和技术要求

序号	检测项目	检测方法及检测仪器	技　术　要　求	备　　注
1	点火提前角	发动机综合检测仪或电气检测仪、V.A.G1367检测仪（桑塔纳专用）	在1个大气压力、使用90号汽油、配气相位正确的情况下，怠速时的点火提前角化油器式发动机为6°±1°；电喷发动机AFE为12°±1°、AJR为12°±4.5°	点火提前角可随海拔高度、环境温度、汽油辛烷值和汽车技术状况适当调整
2	点火高压	发动机综合检测仪或电气检测仪	1. 霍尔式点火系统：30 kV；各缸电压差值<2 kV 2. 点火电压波形正常	点火高压反映火花塞电极间隙大小、点火线圈性能和高压线端子接触情况
3	导通角（闭合角）	发动机综合检测仪或电气检测仪	霍尔式点火系统：19°±3° 3 500 r/min 极限值 62°±3°	
4	供油压力	压力表	供油压力：280～300 kPa	电喷发动机
5	起动电流 起动电压	发动机综合检测仪或电气检测仪、V.A.G1948检测仪（桑塔纳专用）	蓄电池负载电流110A，连续放电5s时，蓄电池端电压不低于9.6V	
6	电控系统	故障阅读仪	无故障代码显示	

表 1-4　桑塔纳系列轿车电气与电控系统二级维护附加项目确定的依据

序号	项目	检　测　结　果	相　关　故　障	附加作业项目
1	点火系统	①导通角、点火提前角失准 ②点火高压过低、波形失常 ③电喷发动机故障指示灯显示故障信号	①霍尔传感器气隙失准 ②点火系统零部件性能降低 ③电控系统工作不良，指示灯闪2次：水温信号不良；闪4次：爆震信号不良；闪5次：发动机电脑或插头接触不良	①检修分电器 ②检修霍尔传感器 ③视情更换故障部件
2	动力性	①发动机功率低于原厂额定功率的80% ②电喷发动机供油压力低于280 kPa	①点火系统故障 ②油路堵塞或供油系统零部件故障	检修、调整或更换有关零部件
3	冷却系	发动机过热	点火正时调整不当	校正点火正时
4	燃烧效果	废气排放： CO含量>1.5% HC含量>1 000×10^{-6}	①供油系统压力过高（大于300 kPa） ②喷油器工作不良	检修或更换喷油器、燃油泵
5	电气设备	起动困难、蓄电池负载电流大于110A，起动时蓄电池端电压低于9.6V	①蓄电池存电不足 ②起动机故障 ③起动线路接触不良 ④发动机曲轴转动阻力矩过大	①蓄电池充电或更换 ②检修起动机 ③检修起动线路 ④视情检修发动机相关部件

表 1-5　桑塔纳系列轿车电气与电控系统二级维护基本作业项目与技术要求

序号	维护部件	作　业　项　目	技　术　要　求
1	燃油泵	检查工作情况	①发动机工作时，应能听到燃油泵转动声和回油管回油的声音 ②燃油泵工作 15s，停止 10 min 后，油路油压不低于 255 kPa
2	电控系统	①检查传感器 ②检查并视情清洗或更换喷油器 ③视情不解体清洗油道 ④检查燃油系统工作情况 ⑤调整怠速	①传感器清洁、连接可靠（氧传感器每 80 000km 更换） ②喷油器清洁、喷雾良好、无滴油现象 ③油道清洁、油路畅通 ④系统不漏油、油压为 280～300 kPa ⑤热机时点火正时准确，PVC 阀管取下并堵住时调整怠速，怠速标准值 800±50 r/min
3	传动带	①检视传动带外观 ②调整传动带挠度	①传动带表面无裂纹、油污和过量磨损 ②用拇指以 100N 力压下传动带，各部挠度应为：交流发电机处 5mm；水泵处 10 mm；转向助力泵处 5 mm
4	冷却风扇	检查风扇及电机工作情况	①风扇运转平稳、无异响 ②风扇控制开关工作灵敏、准确，各挡工作温度：低挡为 93～98℃；高挡为 105℃（当空调开关开启时，冷却风扇立即开始工作，不受温控开关控制）
5	电子点火系统	①检查点火器工作情况 ②检查霍尔传感器转子及其配合情况 ③检查霍尔传感器工作情况，必要时调整气隙 ④检查、调整点火正时	①点火器开关工作状态正常 ②转子叶轮无变形、与轴配合不松旷 ③霍尔传感器信号正常，导通角规定值 19°±3°（怠速时），极限值 62°±3°（3 500 r/min 时）；气隙 0.2～0.4 mm ④点火正时：怠速时点火提前角化油器式发动机为上止点前 6°±1°；电喷发动机 AFE 为 12°±1°、AJR 为 12°±4.5°
6	火花塞	①检查、清洁或更换火花塞 ②调整电极间隙	①电极表面清洁，电极间隙：JV 型发动机为 0.6～0.7 mm；AFE 型发动机为 0.7～0.9 mm；AJR 型发动机为 0.9～1.1 mm ②火花塞更换周期：非长效型 15 000 km；长效型 30 000 km
7	蓄电池	①清洁表面与极柱 ②检查通气孔是否畅通 ③检查电解液液面高度，必要时添加蒸馏水 ④检测必要时调整电解液密度 ⑤检测蓄电池负载电压	①蓄电池表面与极柱清洁、支架完好、安装牢固；极柱无腐蚀、极柱与电缆端子连接可靠 ②通气孔应畅通 ③液面高度保持在上、下液面线之间；液面降低时，一般情况下只需添加蒸馏水 ④电解液密度当环境温度为 27℃时、充足电时为 1.28g/cm^3 ⑤蓄电池负载电流 110A，连续放电 5s 时，其端电压不得低于 9.6V，否则更换蓄电池
8	整体式交流发电机	①检查发电机运转情况 ②紧固固定螺栓 ③检测电刷高度与磨损情况 ④检测调节器的调节电压 ⑤每 45 000 km 解体维护	①发电机连接可靠、运转平稳、无异常噪声 ②电刷标准高度为 13 mm，磨损极限为 5 mm，电刷架无变形、弹簧活动自如；调节电压为 14±0.25V ③发电机空载转速≤1 500 r/min；输出电压 13.5V，转速 6 000 r/min 时，输出电流≥90A

续表

序号	维护部件	作 业 项 目	技 术 要 求
9	起动机	①检查外观、紧固连接情况 ②检查起动时齿轮啮合情况 ③检查起动机工作情况	①起动机壳体无破损、裂纹，固定牢固 ②电磁开关工作可靠、齿轮啮合无异响 ③起动机运转有力、离合器不打滑
10	刮水器	①检查刮水器连接情况 ②检查刮水系统工作情况	①刮水器杠杆机构连接可靠，刮水片无裂纹、破损、摆角正确到位、刮水功能正常(摆刮3次即可将风窗上的脏物刮洗干净) ②刮水电机运转无异响、刮水片在各个挡位都摆刮自如
11	照明与信号系统	①检查照明装置装备情况 ②检查、调整前照灯光束 ③检查、调整喇叭音量与音调	①照明设备装备齐全、完好、工作正常 ②前照灯光束应当符合GB 7454《机动车前照灯使用和光束调整技术规定》要求 ③距离车前2m，离地高1.2m监听时，喇叭声级为90～115 dB(A)
12	仪表系统	检查各种仪表与信号装置的工作情况	①各种指示灯指示正确、照明灯夜间显示清晰 ②各种仪表与信号装置装备齐全、功能正常
13	空调系统	检查空调系统工作与密封情况	①制冷系统密封良好，制冷效果良好 ②暖气装置工作正常
14	电控系统	①检视故障指示灯 ②用故障诊断仪检测系统功能、清除故障代码	无故障代码显示
15	全车线路	检查	线路齐全、连接牢固、无漏电现象

表1-6 桑塔纳系列轿车电气与电控系统二级维护基本作业项目的主要检验内容与技术要求

序号	检验项目	检验方法	技 术 要 求
1	电控系统供油压力	检查	拔下燃油分配管上的供油软管并连接压力表，检测系统供油压力应为280～300 kPa
2	传动带挠度	检视	①用拇指以100N力压下传动带，各部挠度应为：交流发电机处5mm；水泵处10 mm；转向助力泵处5 mm ②用拇指和食指捏住正时带转动，应能刚好扭转90°
3	点火正时	检查	怠速时点火提前角（上止点前角度）： 化油器式发动机为6°±1°； 电喷发动机AFE为12°±1°； 电喷发动机AJR为12°±4.5°
4	蓄电池	检测	①电解液密度当环境温度为27℃时、充足电时为1.28g/cm³ ②蓄电池负载电流110A，连续放电5s时，其端电压不得低于9.6V，否则更换蓄电池
5	整体式交流发电机	检测	①电刷标准高度为13 mm，磨损极限为5 mm，电刷架无变形、弹簧活动自如；调节电压为14±0.25V ②发电机空载转速≤1 500 r/min；输出电压13.5V，转速6 000 r/min时，输出电流≥90A

表 1-7　桑塔纳系列轿车电气与电控系统二级维护竣工检验项目与技术要求

序号	维护部件	作业项目	技　术　要　求
1	电控系统	检视	无故障代码显示
2	电路	检视	电器装置可靠、电路连接可靠、无漏电现象
3	密封	检视	全车无油、水、气泄漏，密封良好
4	照明、仪表、信号、后视镜、辅助设备	检查	设备装备齐全、完好、有效；工作情况符合有关规定
5	废气排放	检查	海拔 1 000 m 以下，怠速工况废气排放值：CO 含量≤1.5%，HC 含量≤$1\,000\times10^{-6}$，氧含量（暂定值）8%～15%
6	车外噪声等级	检测	符合 GB 1495 的规定

第二章　电 源 系 统

一、电源系统的组成

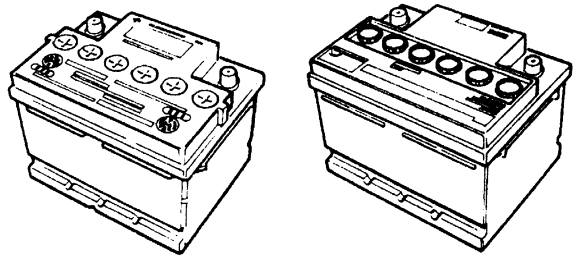
桑塔纳轿车电源系统主要由蓄电池、交流发电机、充电指示灯等组成。

二、蓄电池的结构与维护

（一）蓄电池的结构及工作原理

1. 蓄电池的结构

桑塔纳轿车使用的蓄电池有两种，一种是干荷电蓄电池，另一种是免维护蓄电池，采用免维护蓄电池较多。桑塔纳轿车使用的蓄电池的外形如图 2-1，图 2-1（a）所示为带中心排气孔（设在电池盖的边缘上）的蓄电池，这种蓄电池在使用中可以不加盖板固定；图 2-1(b)所示为带通气螺塞（没有中心排气孔）的蓄电池，这种蓄电池在使用中必须加盖板固定，防止雨水灌入蓄电池或电解液溢出腐蚀周围零部件。



(a)带中心排气孔　　(b)不带中心排气孔

图 2-1　蓄电池的外形

该蓄电池有如下优点：使用中耗水量少；自放电少，寿命长；接线柱腐蚀较少；起动性能好。

蓄电池的结构如图 2-2、图 2-3 所示。它由 6 个单格电池串联而成，每个单格的标称电压为 2V，蓄电池的端电压为12V。单格电池由极板、隔板、电解液组成，分别装于壳体的 6 个单格中。

桑塔纳系列轿车蓄电池采用德国标准（DIN）的 554-15 型干荷电蓄电池和 554-15MF 型免维护蓄电池，技术规格见表 2-1 所示。

表 2-1　桑塔纳蓄电池技术规格表

型　号	单格电池极板总数	额定电压（V）	额定容量（Ah）	冷起动电流（A）	外形尺寸(mm)				最大质量(kg)	
					长	宽	槽高	总高	干态	湿态
554-15	13	12	54	256	293	175	175	175	12.5	17.5
554-15MF	13	12	54	256	293	175	175	175	12.5	17.5

注：表中冷起动电流指－18℃时的起动电流

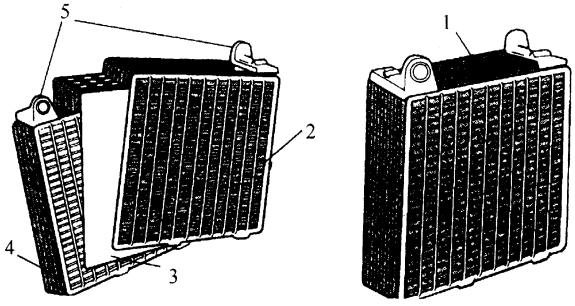


图 2-2　单格蓄电池的结构

1-组装完的单格电池；2-负极板；3-隔板；4-正极板；5-极板联条

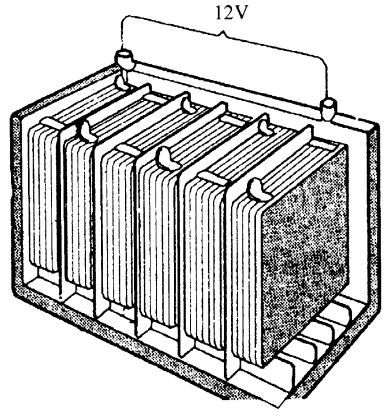


图 2-3　蓄电池由 6 个单格电池串联组成

（1）极板

蓄电池的极板分为正极板和负极板。正极板上的活性物质是深棕色的二氧化铅（PbO_2），负极板上的活性物质是灰色海绵状铅（Pb），它们分别填充在低锑合金或铅钙合金的栅架上。极板上的活性物质具有多孔性，电解液能够渗透到极板的内部，增大电解液与活性物质的接触面积，使活性物质在充放电化学反应时得到充分利用，提高其容量。为了增大蓄电池的容量，将多片正极板和多片负极板分别用横板连接成正极板组和负极板组。由于正极板的活性物质比较酥松，机械强度低，在充放电过程中易膨胀变形而挠曲，造成活性物质脱落，为此负极板比正极板多一片，使极板两侧放电均匀，避免正极板的早期损坏。

（2）隔板

隔板的材料应具有多孔性，以便电解液自由渗透。为了增大电解液的储存量，壳体底部不需凸筋，故隔板采用袋式微孔聚氯乙烯将极板包住，可保护正极板上的活性物质不致脱落，防止极板短路。

（3）电解液

电解液是用纯净的硫酸（H_2SO_4）和蒸馏水按一定比例配制成的硫酸水溶液。

工业用硫酸和自来水中均含有大量的有害物质，不可用来配制电解液。电解液的密度对蓄电池的工作有很大影响，密度大些可降低冰点减少结冰的危险，可适量提高蓄电池的容量。但密度过大，由于电解液粘度增加，流动性变差，反而会使蓄电池容量下降，缩短极板使用寿命。电解液密度应随地区和气候条件而定，表 2-2 中列出了不同气温条件完全充足电状态下的电解液密度。

表 2-2　不同气温下选用的电解液密度

使用地区的最低温度（℃）	冬季（g/cm^3）	夏季（g/cm^3）
＜－40	1.31	1.27
－30 ～ －40	1.29	1.25
－20 ～ －30	1.28	1.25
0 ～ －20	1.27	1.24

（4）壳体

壳体是用来盛放电解液和极板组的。壳体应耐酸、耐热、耐震。采用塑料制成6个互不相通的单格。每个单格内装有极板组和电解液组成一个单格电池。

2. 蓄电池的工作原理

蓄电池在充电时将电能转变成化学能贮存起来，用电时将贮存的化学能转变成电能供给用电设备。所以蓄电池的工作过程就是化学能与电能的相互转换过程。

（1）放电过程

充足电的蓄电池，正极上的活性物质是二氧化铅（PbO_2），负极板上的活性物质是海绵状的纯铅（Pb），电解液是化学纯净的硫酸水溶液，由于正负极板是两种不同的导体，与电解液起化学反应后，使正极板带正电，负极板带负电，在两极板间产生了约2V的电位差。

当蓄电池接上负载放电时（图2-4），在电位差的作用下，电流由正极通过负载流向负极，与此同时，两极板上的活性物质与电解液发生化学反应，两极板由原来的二氧化铅和海绵状铅逐渐变成硫酸铅，电解液中的硫酸成分逐渐减少，电解液的密度下降。放电过程中化学反应方程式如下：

$$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb \longrightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$$

即正极板上的二氧化铅及负极板上的海绵状纯铅与硫酸作用均生成硫酸铅，同时二氧化铅中的氧离子与硫酸中的氢离于相互作用生成水，正负极板间的电位差逐渐减少。放电过程可进行到全部活性物质都转变成硫酸铅为止。实际上，由于放电过程中生成的硫酸铅的体积较原活性物质的体积大，先生成的硫酸铅堵塞了极板的孔隙，在大部分活性物质还没有来得及参加反应时，化学反应就停止了。

（2）充电过程

铅蓄电池在放电后，正负两极板上的产物均为硫酸铅。欲使正负两极板上的硫酸铅再恢复成原来的二氧化铅和海绵状铅，必须用直流电源进行充电（图2-5）。充电时电流按放电过程相反的方向流过蓄电池，由于电流的作用，在蓄电池内发生与放电过程相反的化学反应，正极板处的硫酸铅与水作用生成二氧化铅（PbO_2）和硫酸（H_2SO_4），二氧化铅沉积在正极板上，负极板上的硫酸铅在充电电流的作用下，铅离子获得电子还原成铅，以固体的状态析出沉附在负极板上；此时，电解液中的氢离子移向负极板，与从负极板上脱离下来的硫酸根离子结合成硫酸（H_2SO_4），电解液中的硫酸成分逐渐增多而变浓。充电过程的化学反应方程式如下：

$$2PbSO_4 + 2H_2O \longrightarrow PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb$$

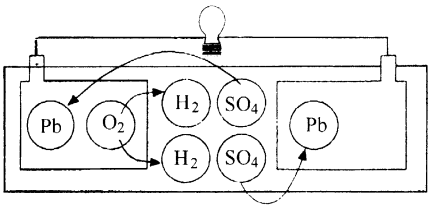


图2-4　蓄电池的放电过程

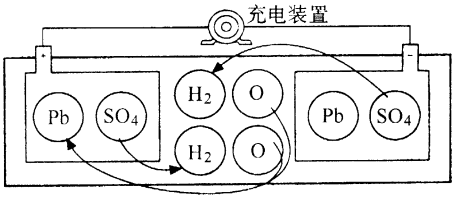


图2-5　蓄电池的充电过程

在充电过程中，上述过程不断进行，直至极板上的活性物质和电解液完全恢复到放电前的状态，即正负极板上的硫酸铅绝大部分变为二氧化铅与海绵状铅，充电结束，这时，若再继续充电，就要引起水的分解，正负极板上均冒出剧烈的气泡，正极冒出氧气，负极冒出氢气。充电电

流越大，则产生的气泡越多，因此在充电末期充电电流不宜过大，以便延长蓄电池的使用寿命。

综上所述，蓄电池充放电过程中的化学反应是可逆的，其化学反应方程式为：

$$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$$

蓄电池的充放电化学反应过程有如下特点：

①在蓄电池放电过程中，电解液中的硫酸逐渐减少而水分增多，电解液的密度下降；在充电过程中电解液的水分减少而硫酸逐渐增加，则电解液密度上升。

②蓄电池放电时极板活性物质要消耗电解液中的硫酸，充电时消耗电解液中的水，都发生在正极板附近，因此要求正极板附近电解液的流动性要好，在装配蓄电池时应将隔板的多孔性好的一面对着正极板。

③蓄电池放电终了时，极板上仅有20%～30%的活性物质转变为硫酸铅，要提高蓄电池的容量，减少蓄电池的质量和体积，就应设法提高极板的多孔性，减小极板的厚度，即提高活性物质的利用率。

（二）蓄电池的维护

1. 蓄电池充电

（1）需要充电的条件

蓄电池在使用过程中如果出现下列现象，需及时进行补充充电。

①电解液密度下降到1.150以下；

②冬季放电超过25%，夏季超过50%；

③灯光比平时暗淡，起动机运转无力；

④单格电池电压下降到1.7V以下；

⑤充电时间间隔达到1～2月。

蓄电池充电时需注意以下几点：

①选择在通风良好的房间进行；

②充电前应检查电池液面，不足时应加至规定液位。不要给液面过低的电池充电；

③蓄电池的上部有易爆气体，不要在蓄电池附近吸烟、使用明火或制造火花；

④蓄电池的电解液（硫酸）吸水性极强，极易造成烧伤，使用时一定要小心；一旦在皮肤、衣物上溅有电解液，应立即用清水冲洗并及时治疗；

⑤就车充电时为防止对车上其他用电设备造成损害，充电前应将蓄电池负极电缆拆下；

⑥对于结冰的蓄电池，一定要在解冻后才能充电，否则会造成电池损坏；

⑦充电过程中，若已在电解液中产生气泡、沸腾，以至从气孔中溢出时，应立即减小充电量，或暂时关闭充电机；

⑧充电时，蓄电池与充电机的连接是正极接正极，负极接负极。

蓄电池的充电时间和电池容量、充电时的温度、充电机容量、蓄电池原有充电状态有关，在实际操作中应考虑到以上各种因素。

（2）充电方法

1）连接充电线路

蓄电池充电线路一般有并联和串联两种基本形式（图2-6），串联电路充电电流相等，便于电流的控制调整，但是当蓄电池数量较多时，充电机的输出电压需要很高；并联电路充电电压相等，安全性较高，但需要充电机输出电流较大，并且各个蓄电池的充电电流有可能不一

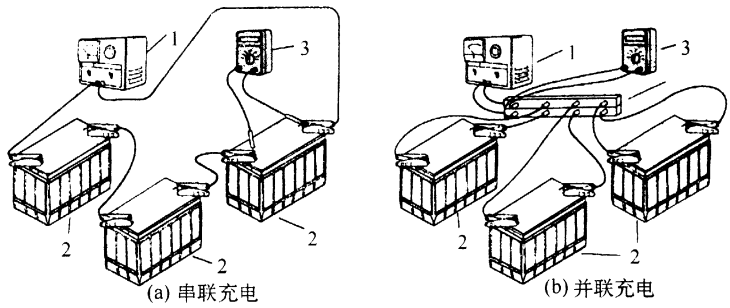


图 2-6　蓄电池与充电机接线图

1-充电机；2-蓄电池；3-电流表

致。充电时刻根据具体情况灵活采用。

2）改进型恒流充电

①充电电流选择为蓄电池的额定容量的 1/10；

②间隔 1h 左右，调节充电电流、测量蓄电池电压、测量电解液密度和温度。若电解液温度达到 40 C，暂时停止充电，待电解液温度降低至 35 C 后再恢复充电；图 2-7 和图 2-8 是电解液密度检测的示意图。

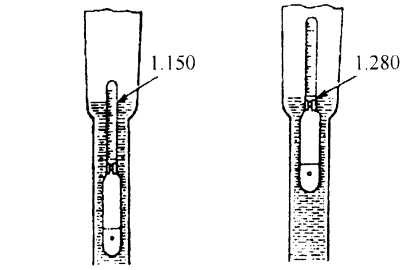


图 2-7　用密度计检测电解液密度

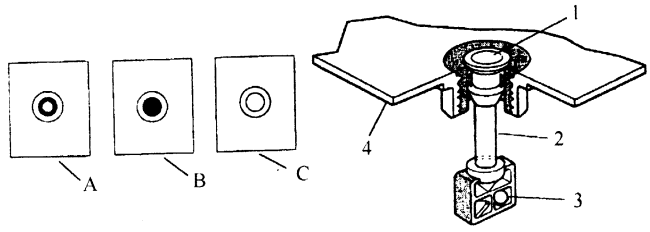


图 2-8　免维护密封蓄电池上的内置密度计的结构和工作原理

1-观察镜；2-光学的荷电状况指示器；3-绿色小球；4-蓄电池顶部；A-绿色圆点明显；B-绿色圆点模糊；C-透亮或黄色

③当单格电压达到 2.4V 时，将充电电流减半；

④当单格电压达到 2.7V 并且 1h 内不再上升，停止充电；

⑤检查并调整电解液密度、调整液面高度（高出极板 10～15mm）。

3）快速充电

快速充电需要专门的充电设备，一般采用脉冲充电电流方式，并且间有放电脉冲。充电设备还具有自动保护、电流自动调整、充足检测和停充等功能。快速充电的充电时间短，一般 1h 左右便可完成。

快速充电电流一般较大，充电线路连接要可靠，否则会出现连接点“打火”，严重的还会使线路烧熔或严重氧化。

快速充电的操作方法可参照具体充电设备的使用说明书。

2. 蓄电池的日常维护

（1）蓄电池的日常清洁

在拆下蓄电池的接头或把整个蓄电池卸下来进行清洁和其他维护之前，首先要用苏打水或氨水对积集在接线端子、接头和其他金属部件上的锈蚀物进行中和处理。

注意不要把污锈弄到汽车的油漆面、金属部件、橡胶部件及自己的手上和脸上，要确保不能让苏打水或氨水流入蓄电池内。用硬毛刷来清除金属块污物较为理想。污点和积累的油污可用清洁剂来去除。

清洁后，用干净水清洗蓄电池及电缆接头。再用清洁抹布把蓄电池擦干或用低压空气将其吹干。

为了清洁电缆接头和蓄电池接线端子的内表面，需要拆下电缆，要先拆接地电缆。拆卸弹簧式电缆接头时要用夹钳、虎钳、钩锁、蓄电池夹等工具将其尾部压合，这样就能使接头张开，从接线柱上取下。

需要注意，在拆卸现代汽车上的蓄电池连线时，控制发动机的计算机和汽车的附属电器上会丢失一些存储信息。除了丢失时钟信息和收音机上的选台设置信息外，还可能造成汽车运行“粗暴”。一旦发生此种情况，只要在关闭发动机之前让它运转一会儿即可。

对于用螺栓、螺母固紧的接头，要用套筒扳手或电线钳拧紧螺母。使用普通的钳子和开口扳手可能会出问题，如受力脱滑，砸裂单格电池盖或损坏蓄电池外壳等。

在松开螺母时，一定要用钳子把电缆固定住，这样可以消除对接线柱的侧压力，以免造成接线柱折断或松动。如果螺母松开后，接头仍不能容易地从接线柱上卸下来，可用拔出器来拆卸（图 2-9）。用旋具或棒来撬会使接线柱和与它连接的极板受力变形，这样可能引起所在单格的盖破裂或者使接线柱与极板间产生松动。

接头拆下来后，用接头扩张工具使其张开，把它放到苏打水或氨水中浸泡以中和剩余的腐蚀物，然后用内外两用钢丝刷清洁接头的内部和接线柱（图 2-10）。

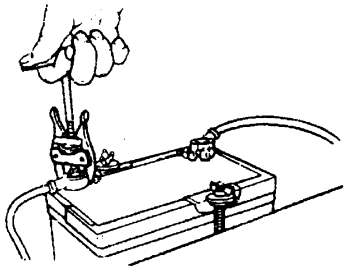


图 2-9　用蓄电池接头拔出器拆卸电缆接头

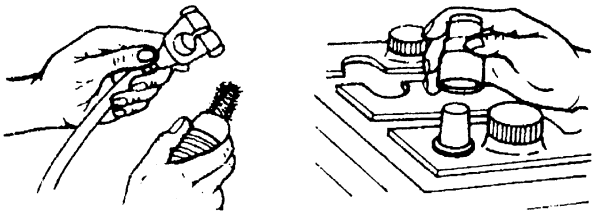


图 2-10　用组合式内外两用钢丝刷清洁电缆接头内表面和接线柱外表面

在重新安装电缆接头以前，可把经防锈复合物处理的毡垫圈装到接线柱上。

在重新安装接头时，先把正极接头正确定位到其接线柱上。各螺母或螺栓不要拧得过紧，以防损坏接线柱或接头。最后，在接头处涂上一层凡士林或蓄电池防锈膏或其他防锈涂料。

（2）蓄电池的检测

①电解液液面高度和密度检测：在天气炎热的夏天，每周都要对电解液液面高度和密度进行检测；冬天也要两周检测一次。

②开路电压的检测：检测开路电压可以对蓄电池内存储的电量进行判断。检测时，所测的电压必须在不加负载条件下稳定 10min 以上，若是刚充电结束的蓄电池还要放电 15min，放掉

表面电荷。为方便读数，选用仪表最好是数字式的。表2-2 数据表明了开路电压的微小变化，反映了蓄电池存储电量的状态。

表 2-3　蓄电池开路电压与存储电量

开路电压	12.6V 或更高	12.4～12.6V	12.2～12.4V	12.0～12.2V	11.7～12.0V	11.7V 或更低
存储电量	100%	75%～100%	50%～75%	25%～50%	0～25%	0

③蓄电池漏电的检测：蓄电池容量损失超过 2%/天，则漏电较严重，需要检查线路及蓄电池内部是否有故障。

④蓄电池的容量检测：容量检测通常要用专用检测仪，可参照检测仪的使用说明书。

3. 蓄电池的故障及排除

蓄电池的外部故障有壳体或盖子裂纹、封口胶干裂、极桩松动或腐蚀等；内部故障有极板硫化、活性物质脱落、极板短路、自行放电、极板拱曲等。下面简单分析几种常见故障现象和原因及排除方法。

（1）极板硫化

蓄电池长期处于放电状态或充电不足状态下放置时，在极板上会逐渐生成一层白色的粗晶粒的硫酸铅。正常充电时，它不能转化为 PbO_2 和 Pb，称为硫酸铅硬化，简称硫化。这种粗晶粒的硫酸铅，堵塞极板孔隙，使电解液渗入困难，容量降低，内阻显著增大，起动性能和充电性能下降。

蓄电池硫化主要表现在：极板上有白色的霜状物；蓄电池容量明显下降；用高率放电叉检查时，单格电压明显降低；充电时单格电压迅速升高到 2.7V 左右，但电解液密度上升不明显，且过早出现沸腾现象。

硫化的原因主要是：

①充电不足的蓄电池长期放置。当温度升高时，极板上一部分硫酸铅溶于电解液中，在温度下降时，溶解度随之减小，部分硫酸铅再结晶成粗大颗粒的硫酸铅附在极板上，使之硫化。

②电池内液面过低。极板上部与空气接触而氧化（主要是负极板）。在汽车行驶过程中，由于电解液上下波动与极板氧化部分接触，也会产生粗晶粒的硫酸铅，使极板上部硫化。

③电解液密度过大或不纯、气温变化大都能使极板硫化。

补救办法：当硫化不严重时，可采用去硫充电法进行充电，即倒出电解液，灌入蒸馏水充分洗涤，反复清洗数次，最后灌入蒸馏水使液面高出极板 15mm，用 2～2.5A 电流充电，并随时检查电解液密度，如上升到 1.15g/cm^3 以上时，可加蒸馏水冲淡，继续充至密度不再上升，再进行放电，如此反复几次，最后一次充电时，应将密度调至规定值。当硫化严重时，应予以报废。

（2）自行放电

充足电的蓄电池放置不用，会逐渐失去电量，这种现象称为自行放电。对于充足电的蓄电池，如果每日容量下降不大于 2%，就是正常的自放电，超过 2%就是有故障了。

自行放电的主要原因有：

①电解液不纯。杂质与极板之间以及沉附于极板上的不同杂质之间形成电位差，通过电解液产生局部放电；

②蓄电池溢出的电解液堆积在盖板上，使正负极柱形成通路；

③极板活性物质脱落，下部沉淀物过多，使极板短路；

④蓄电池长期放置不用，硫酸下沉，下部密度比上部大，极板上下部发生电位差引起自行

放电等。

发生自放电故障后，应倒出电解液，取出极板组，再用蒸馏水冲洗极板和隔板，然后重新组装，加入新的电解液重新充电。

（3）极板短路

隔板损坏、极板拱曲或活性物质大量脱落会造成极板短路。

极板短路的外部特征是充电电压低、密度上升很慢，充电中气泡很少，而且用高率放电叉测试时，单格单池电压很低或者为零。对于短路的蓄电池必须拆开，查明原因排除之。

三、交流发电机的结构与检修

发电机是汽车上的主要供电设备，它与蓄电池并联。其作用是在汽车正常行驶时，向各用电设备供电，并及时对蓄电池进行补充充电。

（一）交流发电机的结构

桑塔纳轿车采用的是内装电压调节器式硅整流交流发电机，其结构如图 2-11 所示。主要由三相同步交流发电机、与电刷支架连成一体的集成电路电压调节器和硅二极管整流器等组成。

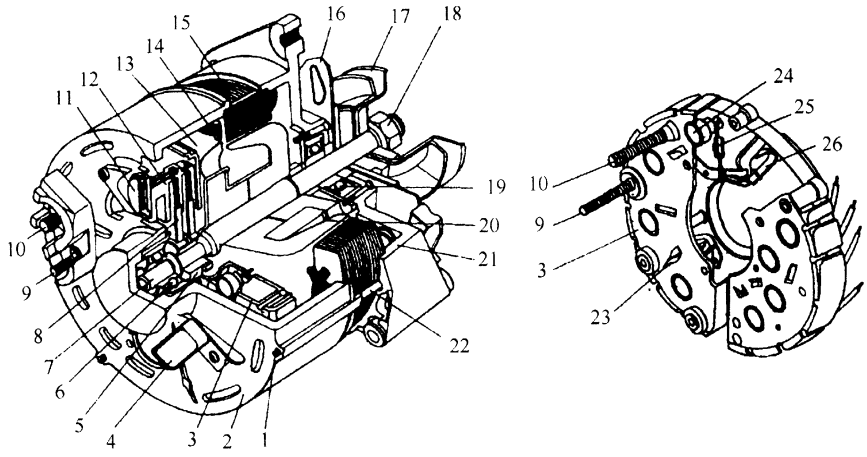


图 2-11　发电机的结构

1-连接螺栓；2-后端盖；3-元件板；4-防干扰电容器；5-滑环；6-全封闭轴承；7-转子轴；8-电刷；9-磁场接线柱；10-输出接线柱；11-电压调节器；12-电刷架；13-磁极；14-定子绕组；15-定子铁心；16-风扇；17-带轮；18-紧固螺母；19-全封闭轴承；20-磁场绕组；21-前端盖；22-定子槽楔子；23-电容器接插片；24-输出整流二极管；25-磁场整流二极管；26-电刷架压紧片

表 2-4 中说明了桑塔纳轿车发电机参数，其中 JFZ1913Z 型发电机为长沙生产、JFZ1813Z 为上海生产。

1. 三相同步交流发电机

三相同步交流发电机主要由定子、转子、前后端盖、风扇及带轮等组成。

定子是产生三相交流电的主要部件之一，它由定子铁心和三相绕组组成。定子铁心由相互绝缘的圆状带槽的硅钢片叠制而成，定子铁心槽内装有对称的三相绕组，它的末端连在一起（呈星形连接）而形成中性点，各相绕组的始端部分分别与散热板和硅二极管相连接。

转子的主要作用是产生电磁场。它由转轴、爪极、磁轭及磁场绕组等组成。

表 2-4　桑塔纳轿车发电机技术指标参数

发电机型号	JFZ1913Z 和 JFZ1813Z	工作环境温度(℃)	−40～+90
额定电压(V)	14	调节器形式	混合集成电路
额定电流(A)	90	调节电压(V)	12.5～14.5
额定功率(W)	1200	安装方式	单挂脚
零电流转速(r/min)	≯1050	质量(kg 无带轮)	5.66
开始充电转速(r/min)	≯1900	比功率(W/kg)	22.3
常用工作转速(r/min)	6000	新电刷高度(mm)	10
最高工作转速(r/min)	15000	电刷极限高度(mm)	5
磁场绕组阻值(20℃,Ω)	2.8	搭铁形式	外搭铁

前后端盖是用来支撑转子的。

风扇是发电机的强制散热部件，散热方式为外排式。

2. 硅二极管整流器

为使交流发电机所产生的三相交流电变为直流电，必须采用整流器对其进行整流。桑塔纳轿车采用 11 个硅二极管进行整流。在三相绕组中产生的三相交流电分为两路：一路作为激磁电流经过三个激磁二极管到达 D+端和电压调节器 5，然后通过电刷、滑环到达磁场绕组，然后又通过另一个滑环、电刷回到电压调节器；另一路由三相全波整流桥中的正向整流输出二极管流入车内用电设备，然后经负向输出二极管返回。端子 B+经充电指示灯、点火开关与蓄电池正极相连。在发动机起动过程中，点火开关端子闭合，发电机磁场绕组中便有了初始激磁电流，此时充电指示灯点亮。在发动机转速达到一定数值后，充电指示灯熄灭。

为提高发动机的输出功率，桑塔纳轿车发电机将作星形连接的三相定子绕组中的中性点引出，并加装 2 只中性点整流二极管，便构成了 11 管交流发电机。

3. 电压调节器

三相同步交流发电机的输出电压与发电机的转速成正比。汽车发电机都由发动机驱动。汽车正常行驶时，发动机的转速变化很大，发电机输出电压的变化必然也很大。然而汽车用电设备均要求发电机的输出电压稳定不变或变化范围应很小。为满足用电设备的用电要求，发电机的输出电压必须能自动调节。桑塔纳轿车的电压调节器采用的是内装混合式晶体管电压调节器，它是一个带有保护电阻的陶瓷基片和一个封装在密封壳内的集成电路。功率晶体三极管和续流二极管直接焊到金属基板上，以保证良好的散热。

（二）交流发电机的检修

1. 在检修交流发电机时应注意以下事项

①在连接蓄电池与发电机时，绝不可将极性接错，否则将损坏整流二极管和电压调节器；

②不允许使交流发电机输出端与外壳搭铁试火，否则会烧坏二极管；

③在发电机工作时不可切断与蓄电池的通路，否则会损坏车上的其他电器设备；

④拆装二极管时，电烙铁的最大功率不能超过 300W，且在拆装过程中要采取散热措施。

2. 交流发电机的检修

检修交流发电机时，可使用大众公司专用检测仪 V.A.G1315A（数字式万用表）或普通万

用表。

(1) 解体轴承盖

先在轴承盖与发电机外壳上作好装配标记，然后再解体。

(2) 转子检查

按图 2-12 所示，用检测仪检查转子绕组对地短路情况。检查时，按下电阻测量按钮，数字显示必须急闪急灭（电阻值在 kΩ 范围），表示电阻无穷大。如显示的阻值较小，说明转子绕组与地有短路。按图 2-13 所示，用检测仪检查转子绕组间的短路或断路情况。

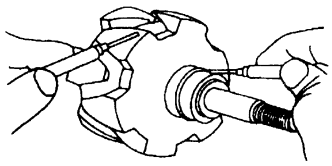


图 2-12　转子绕组与搭铁之间的检测

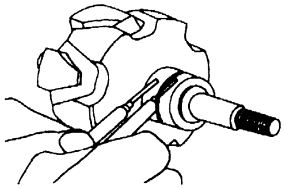


图 2-13　转子绕组内部断路或短路的检测

电阻值正常应在 2.8～3.0Ω。如果电阻值在 kΩ 范围，表明转子断路；低于正常值表明转子短路。

(3) 定子的检查

用检测仪检查定子对地短路和绕组内部断路，其方法如图 2-14 所示。按下电阻测量按钮，依次将测试头接在 1 和 2、1 和 3、1 和 4 处进行测量，其阻值都应在 kΩ 范围，表示电阻为无穷大，否则说明定子对地短路。检查定子内部是否断路时，逐个检查绕组抽头 2 和 5、3 和 5、4 和 5 之间的阻值，正常显示电阻值为 0，若测量值在 kΩ 范围，表明定子绕组断路。

(4) 检查电压调节器

电压调节器可在不拆卸发电机的情况下单独拆下，可检查与发电机连接是否良好，搭铁是否可靠。如发电机出现不发电、发电电压过高和发电电压不稳定，可检查调节器是否正常，电压调节器出现故障应及时更换。同时，若电刷磨损超过极限长度 5mm 时应更换碳刷。

(5) 检查二极管（整流板）板

二极管若损坏，应全套更换。对二极管板检测时先用电烙铁熔拆下定子绕组，使用万用表等检测仪器仪表检测，参见图 2-15，具体过程如下：

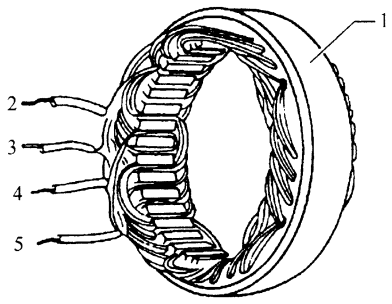


图 2-14　定子的检测

1-定子铁心；2、3、4-定子绕组的抽头；5-中性点接头

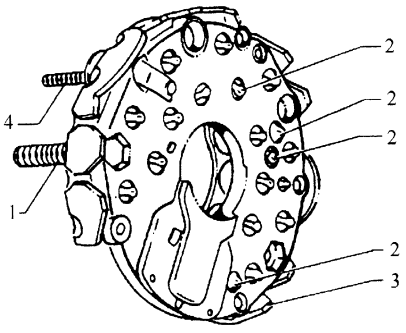


图 2-15　检测二极管板

1-发电机输出端子 B+；2-三相绕组及中性点抽头与二极管板的连接点；3-发电机的搭铁；4-发电机端子 D+

①利用检测二极管的正反向电阻的差别，判断二极管的好坏。正向导通电阻较小，反向截止电阻较大，一般在几 kΩ 以上；

②检查正二极管：黑端子接发电机正极散热片 1，相当于 B+端子（正二极管的负极），红端子分别接图中每一个 2 点（正二极管的正极），全部读数即二极管正向电阻值，应在 50～80Ω 范围内，否则应更换二极管板；

③检查负二极管：红端子接发电机负极散热片 3，相当于 D 端子（负二极管的正极），黑端子分别接每一个 2 点（负二极管的负极），全部读数应在 50～80Ω 范围内，否则应更换二极管板；

④检查激磁二极管：黑端子接在激磁端子 4（即 D+端子），红端子逐个接 2 点，全部读数值也应在 50～80Ω 范围内，否则说明激磁二极管损坏。

四、电源系统的故障诊断与排除

1. 充电系统是否充电的诊断与排除

判断是否充电可用万用表检测，具体方法见图 2-16 流程图。

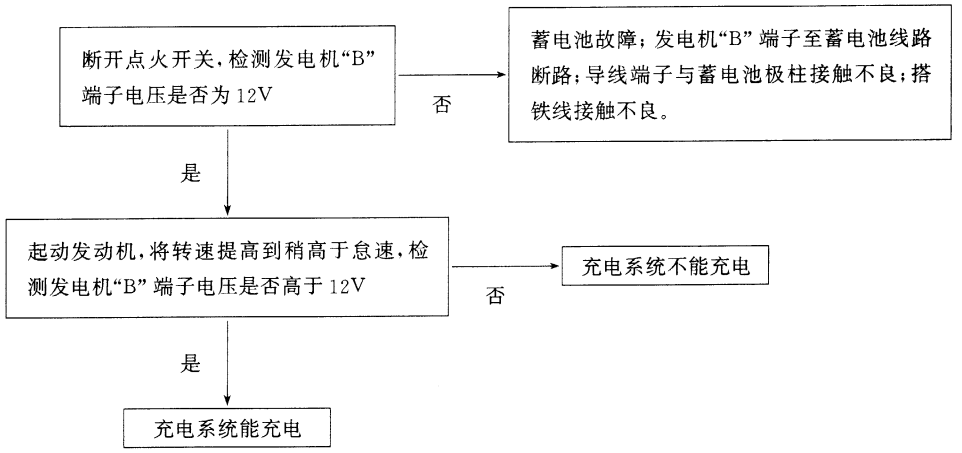


图 2-16　检测是否充电流程图

2. 充电指示灯不亮的诊断与排除

充电指示灯不亮的原因：

①充电指示灯或与之串联的电阻断路；

②指示灯线路断路或线路中的二极管断路；

③点火开关接触不良故障；

④发电机磁场绕组断路；

⑤电压调节器故障。

充电指示灯不亮的检测见图 2-17 所示的流程图。

3. 不充电故障的诊断与排除

（1）故障现象

发动机转速高于怠速，充电指示灯仍然亮（亮表示不充电），蓄电池储存的电量下降很快。

（2）故障原因

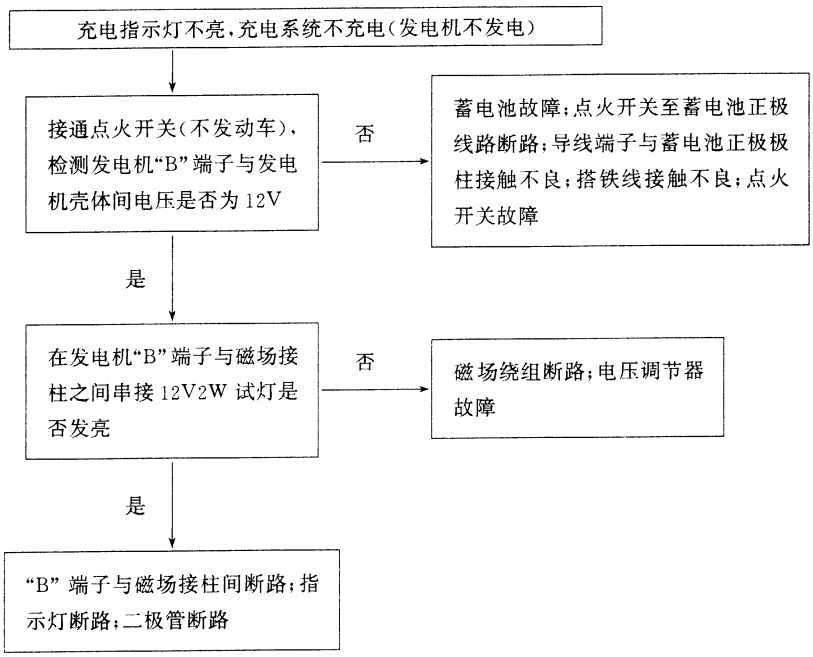


图 2-17　充电指示灯不亮诊断流程图

①发电机磁场线路断路故障；
②点火开关与磁场线路中相关导线断路；
③充电指示灯中电阻、充电指示灯、二极管等断路；
④发电机磁场绕组断路或短路；
⑤发电机电刷与集电环接触不良；
⑥发电机皮带过松；
⑦调节器损坏故障。

（3）诊断排除

诊断排除见图 2-18 所示的流程图。

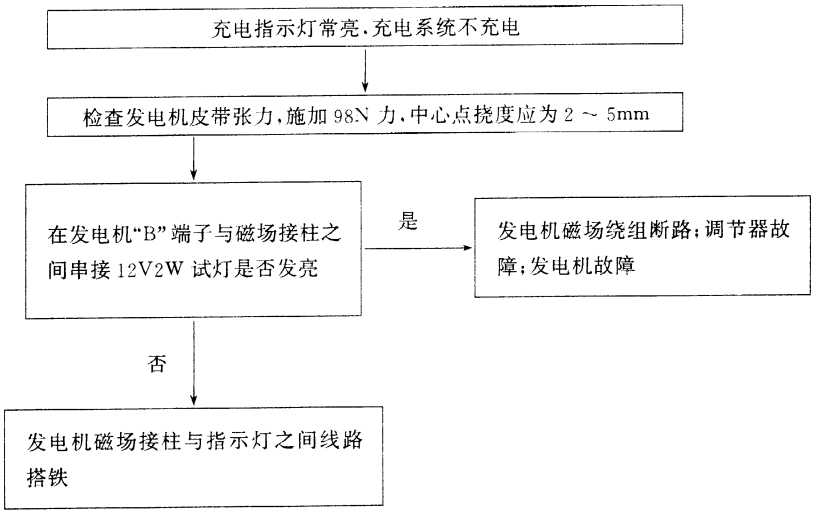


图 2-18　不充电故障排除流程图

4. 充电指示灯时亮时灭的诊断与排除

(1) 故障原因

①发电机皮带过松；

②发电机中整流二极管有断路、定子绕组有断路引起输出功率减小；

③发电机电刷磨损严重；

④调节器控制发电机的输出电压过低。

(2) 故障排除

故障排除的流程图见图 2-19。

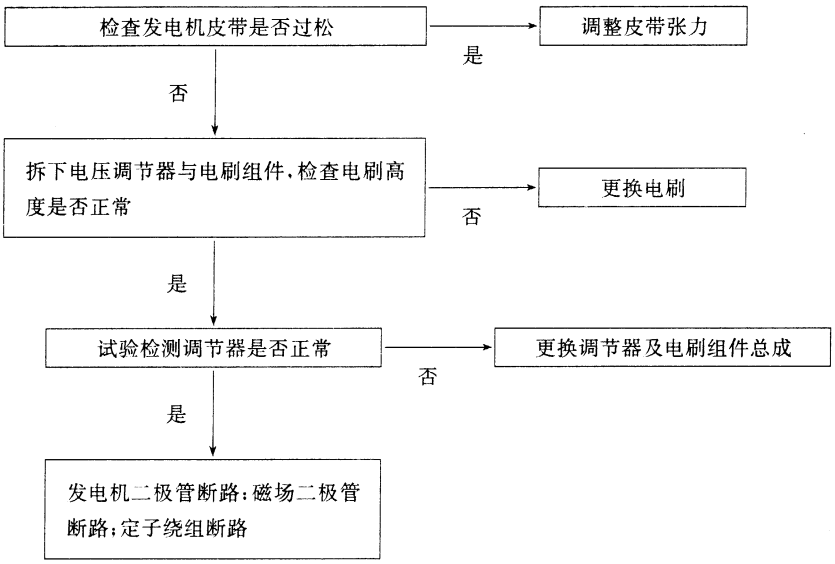


图 2-19　充电指示灯时亮时灭排除流程图

第三章　起 动 系 统

一、起动系统的组成

汽车发动机由静止状态转为运转状态的过程称为起动。发动机进入正常工作循环之前，必须借助外力来起动。现代汽车发动机的起动任务普遍采用电磁控制式起动系统来完成。

桑塔纳轿车起动系统主要由蓄电池、起动机和点火起动开关等组成。

二、起动机的结构与工作原理

起动机是将电能转换成机械能，带动发动机曲轴旋转使发动机开始工作的装置。桑塔纳轿车起动机由直流电动机、传动机构、电磁开关组成。早期配装德国博世（BOSCH）公司生产的起动机，国产化以后采用上海汽车电机厂生产的QD1225型和长沙汽车电器厂生产的QD1229型起动机。起动机的零部件的组成和结构如图3-1所示。起动机的性能参数见表3-1。

表3-1　桑塔纳系列轿车起动机的性能参数

起动机型号	QD1225、QD1229	最大输出转矩（N·m）	≥13
额定电压（V）	12	驱动齿轮齿数（个）	9
额定功率（kW）	0.95	压力角（°）	12
制动电流（A）	≤480	驱动齿轮模数	2.1167
空载电流（A）	≤110	质量（kg）	4.7

（一）直流电动机的结构

直流电动机的功用是产生电磁转矩。它以蓄电池为动力电源，电源动力在点火起动开关和电磁开关的控制下，通过传动机构将转矩传递给发动机。它主要由壳体、磁极、电枢、换向器和电刷组件等部分组成。

磁极的功用是产生磁场，它由铁心和磁场绕组组成。铁心用低碳钢制成马蹄形，并用螺钉固定在电动机壳体的内壁上，磁场绕组套装在铁心上。磁场绕组用铜线绕制，并与电枢绕组串联，磁场绕组通电后产生的磁极以N、S极相间排列。

电枢的功用是产生电磁转矩，主要由电枢绕组、铁心和换向器组成。

换向器的功用是将通入电刷的直流电流转换为电枢绕组中导体所需的交变电流，以使不同磁极下导体中电流的方向保持不变。换向器由截面呈燕尾形的铜片围合而成燕尾形铜片称为换向片，换向片与换向片之间以及换向片与轴套、压环之间均用云母绝缘。

电刷组件的功用是将电流引入电动机，主要由电刷、电刷架和电刷弹簧组成。

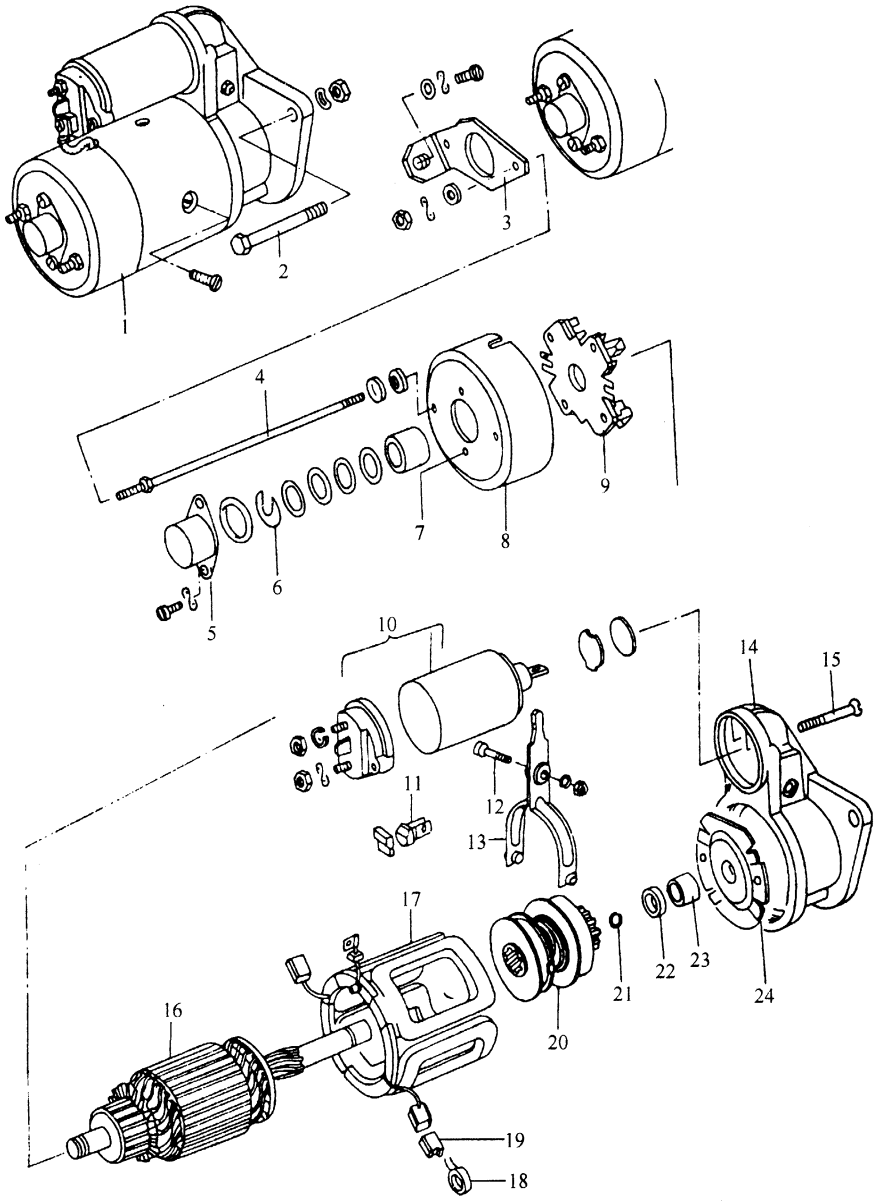


图 3-1　起动机的结构

1-起动机总成；2-起动机安装螺母；3-起动机安装支架；4-连接螺栓；5-轴端防尘盖；6-卡片；7-电刷端盖轴承；8-电刷端盖；9-电刷架；10-电磁开关；11-拨叉垫块；12-拨叉销轴；13-拨叉；14-驱动端盖；15-电磁开关固定螺栓；16-电枢；17-磁场线圈；18-电刷弹簧；19-电刷；20-单向离合器；21-卡环；22-止推垫圈；23-驱动端盖轴承；24-挡板

（二）传动装置的结构

传动装置主要由单向离合器和拨叉组成。滚柱式单向离合器的结构如图 3-2 所示。传动导管 3 与外座圈 5 制成一体，外座圈内圆制成“＋”字形空腔。驱动齿轮 7 另一端的内座圈伸入外座圈的空腔内，将“＋”字形空腔分割成楔形腔室。滚柱有 4 只，安放在楔形腔室内。弹簧一端套上弹簧帽，并安放在外座圈的径向小孔中，弹簧帽压在滚柱上，弹簧另一端压在铁皮外

壳上，铁皮外壳将内外座圈包装在一起。当起动机未工作时，弹簧张力将滚柱压向楔形室较窄一端。

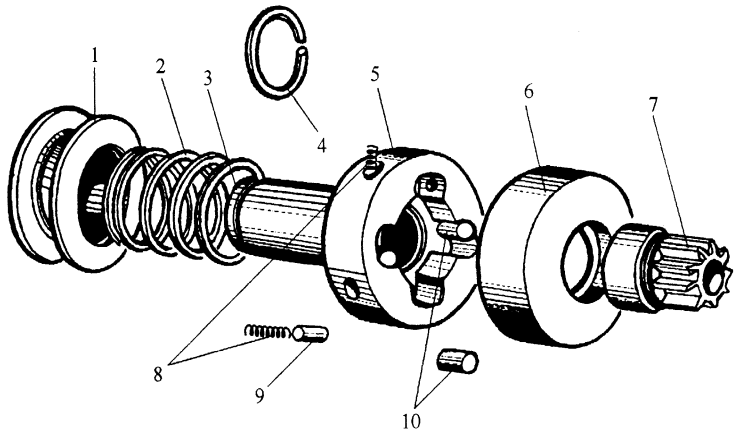


图 3-2　滚柱式单向离合器的结构

1-滑环；2-弹簧；3-传动导管；4-卡簧；5-外座圈；6-铁皮外壳；7-驱动齿轮与内座圈；8-滚柱弹簧；9-压帽；10-滚柱

传动导管套装在电枢轴上，导管内圆制有内螺旋键槽，与电枢轴上的外螺旋键槽配合而传递动力。制成一体的驱动齿轮和内座圈套装在电枢轴的光轴部分，既可轴向移动，也可绕光轴转动。

滚柱式单向离合器的功用是：当起动发动机时，使起动机驱动齿轮啮入飞轮齿环，将起动机转矩传给发动机曲轴；当发动机起动后，使驱动齿轮打滑并与飞轮齿环自动脱开。

（三）电磁开关的结构

电磁开关主要由电磁铁机构和电动机开关两部分组成（见图 3-3）。电磁开关接线端子位置如图 3-4 所示。电磁铁机构主要由固定铁心、活动铁心、吸引线圈和保持线圈等组成。固定铁

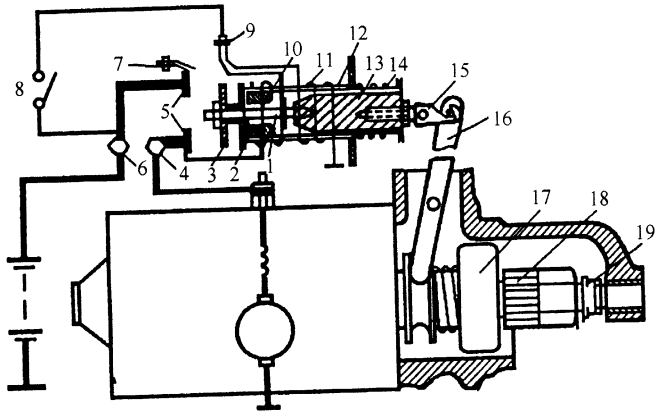
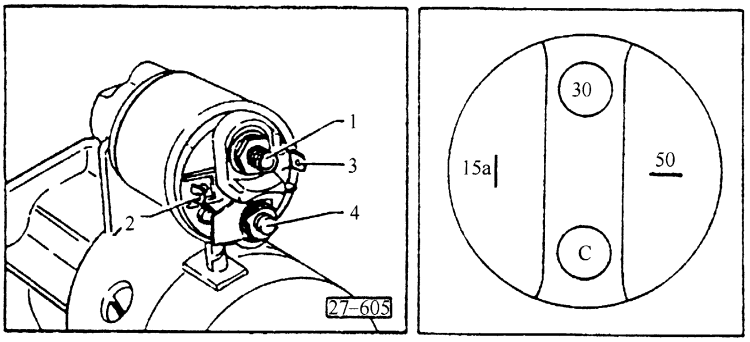


图 3-3　起动机电磁开关的结构原理

1-推杆；2-固定铁心；3-开关触盘；4-起动机“C”端子；5-开关触点；6-起动机“30”端子；7-起动机“15a”端子；8-点火起动开关；9-起动机“50”端子；10-吸引线圈；11-保持线圈；12-铜套；13-活动铁心；14-复位弹簧；15-挂钩；16-拨叉；17-滚柱式单向离合器；18-驱动齿轮；19-止推垫圈

心与活动铁心安装在一个铜套内。固定铁心固定不动，活动铁心可在铜套内作轴向移动。活动铁心前端固定有推杆，推杆前端安装有开关触盘。电动机开关由开关触盘和触点组成。触盘固定在活动铁心推杆的前端；两个触点分别与起动机端子“C”和端子“30”制成一体。



(a)　　(b)

图 3-4　电磁开关接线端子位置

1-起动机“30”端子；2-起动机“15a”端子；3-起动机“50”端子；4-起动机“C”端子

（四）起动系统工作过程

起动系统的线路如图 3-5 所示。

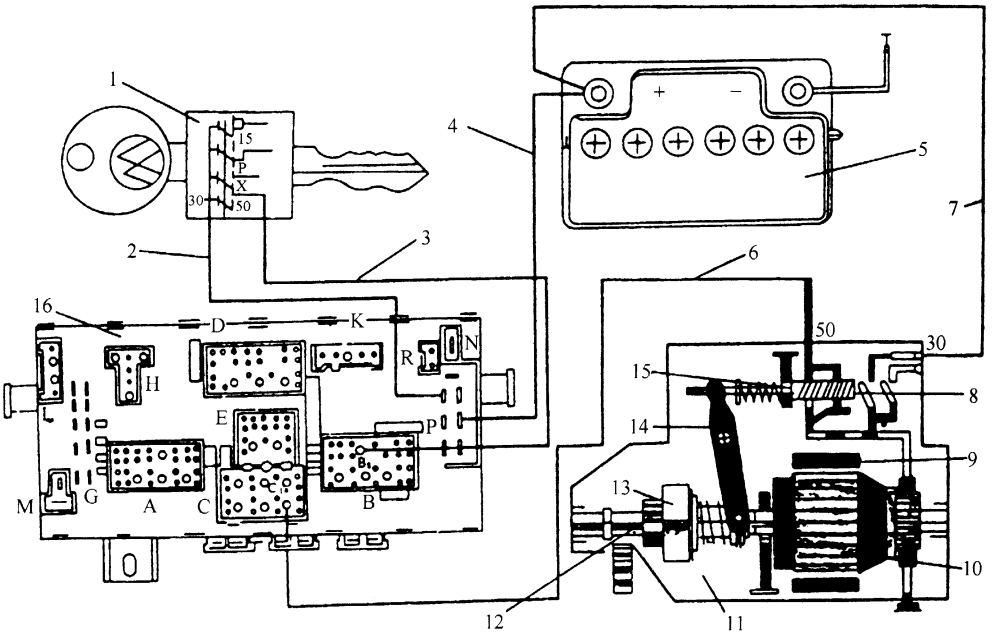


图 3-5　起动机的工作原理

1-点火开关；2-红色导线；3-红黑色导线；4-红色导线；5-蓄电池；6-红黑色导线；7-黑色电缆；8-电磁开关；9-磁极；10-电枢；11-起动机总成；12-驱动齿轮；13-单向离合器；14-拨叉；15-复位弹簧；16-中央线路板

1. 起动发动机时，起动系统工作情况

(1) 接通起动开关，电磁开关线圈电路接通

当点火开关转到起动位置时，起动机电磁开关使吸引线圈 11 和保持线圈 12 的电路接通。

吸引线圈电路为：蓄电池的正极→导线4→中央线路板插座P→中央线路板内部电路→导线2→点火开关→导线3→中央线路板内部电路→导线6→起动机接线端子“50”→吸引线圈→起动机接线端子“C”（图中未标出）→电动机磁场绕组→正电刷→电枢→负电刷→搭铁→蓄电池负极。保持线圈电路为：蓄电池的正极→导线4→中央线路板插座P→中央线路板内部电路→导线2→点火开关→导线3→中央线路板内部电路→导线6→起动机接线端子“50”→保持线圈→搭铁→蓄电池负极。

（2）电磁开关与传动机构工作，起动机主电路接通，起动发动机

吸引线圈和保持线圈通电后，其磁通使固定铁心磁化。由于此时两线圈产生的磁通方向相同，因此磁场叠加，固定铁心吸引活动铁心的磁力增强。在磁力共同作用下，活动铁心向前移动，并带动拨叉上端向前移动，于是拨叉下端便拨动单向离合器向后移动，使驱动齿轮与发动机飞轮齿环进入啮合。

在拨叉下端拨动单向离合器向后移动的同时，活动铁心前端推动推杆和触盘向前移动。当驱动齿轮与飞轮齿环接近完全啮合时，触盘将电机开关接通，电动机主电路为：蓄电池正极→黑色电缆7→起动机“30”端子→电动机开关触盘→起动机“C”端子→磁场绕组→正电刷→电枢绕组→负电刷→搭铁→蓄电池负极。

电动机主电路接通时，磁场绕组和电枢绕组通过电流很大，电动机产生电磁转矩，经离合器传给发动机飞轮齿环。当驱动转矩超过发动机阻力矩时，驱动飞轮旋转，使发动机被起动。

2. 发动机起动后，起动系统工作情况

当发动机起动后，放松点火开关，点火开关将自动转回一个角度，起动开关断开。保持线圈电路改道，电动机开关断开，齿轮分离。

当起动继电器触点刚刚断开时，保持线圈电路改道，其电路为：蓄电池正极→起动机“30”端子→触盘→起动机“C”端子→吸引线圈→起动机“50”端子→保持线圈→搭铁→蓄电池负极。

可见，此时吸引线圈重又通电，但其电流和磁通方向与起动时相反。由于保持线圈的电流和磁通方向未变，因此两个线圈产生的磁力相互抵消。在复位弹簧的弹力作用下，活动铁心立即后移复位，并带动推杆和触盘向后移动，使起动机主电路切断而停转。与此同时，拨叉绕支点转动，拨叉下端带动离合器向前移动，使驱动齿轮与飞轮齿环分离，起动工作结束。

三、起动系统的使用与检修

（一）起动机的分解

桑塔纳轿车起动机的分解顺序为：

（1）如图3-6(a)所示，拆下起动机接线端子“C”上的磁场线圈引线端子固紧螺母，取下磁场线圈的引线端子。

（2）拆下电磁开关的2个固定螺栓，并向上抬起电磁开关，使电磁开关的拉钩与拨叉分解开，然后取下电磁开关，如图3-6(b)。

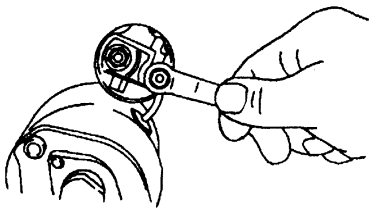
（3）拆下前端盖上的轴承盖，并取下锁止片和垫片，如图3-6(c)所示。

（4）拆下起动机的2个穿心螺栓，取下前端盖，如图3-6(d)所示。

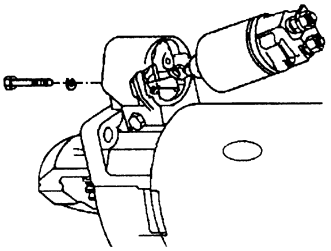
（5）从电刷架上取出电刷，然后从电枢轴上取下电刷架，如图3-6(e)所示。

(6) 取下外壳，从后端盖内取出拨叉、电枢和离合器，如图 3-6(f)所示。

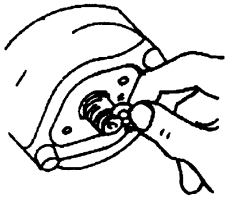
(7) 从电枢轴上取下离合器。其方法是先撬开止推垫圈，再撬出卡簧，然后从电枢轴上取下止推垫圈、离合器，如图 3-6 (g)。如果卡簧取下后，离合器推不出来，可用油石轻微打磨电枢轴，如图 3-6(h)所示。



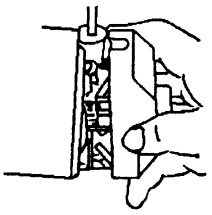
(a) 电磁开关接线端子"C"的拆卸



(b) 拆下电磁开关



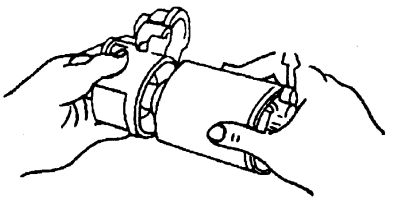
(c) 拆下锁止片



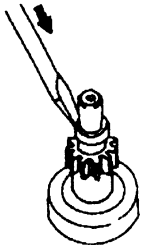
(d) 拆下前端盖

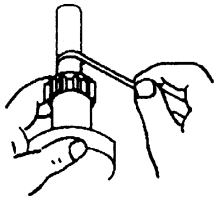


(e) 拆下电刷及电刷架

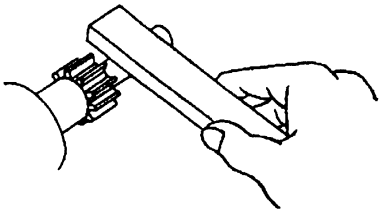


(f) 取下起动机外壳





(g) 拆下单向离合器



(h) 用油石打磨电枢轴

图 3-6 起动机的分解顺序

(二) 起动机的检修

1. 磁场绕组的检修

(1) 磁场绕组断路的检修。将 220V 交流试灯（或万用表）的两只表笔分别接磁场绕组的引出线端头和正电刷，如图 3-7 所示，试灯发亮（或万用表阻值接近于零），如试灯不发亮，说明磁场绕组断路。

(2) 磁场绕组搭铁的检修。将 220V 交流试灯（或万用表）的两只表笔分别接磁场绕组引出线端头和起动机壳体，如图 3-8 所示，试灯应不发亮（万用表阻值应为无穷大）。如试灯发亮（或万用表导通），说明磁场绕组绝缘损坏而搭铁，需要检修或更换磁场绕组。

(3) 磁场绕组短路的检修。检查起动机磁场绕组有无短路故障时，可按图 3-9 所示方法进行。当开关接通时（通电时间不超过 10s），用螺丝刀检查每个磁极的电磁吸力是否相同。如某一磁极吸力过小，说明该磁极上的磁场线圈匝间短路。磁场绕组一般不易发生短路，当有短路

故障时，则需重新绕制或更换新品。

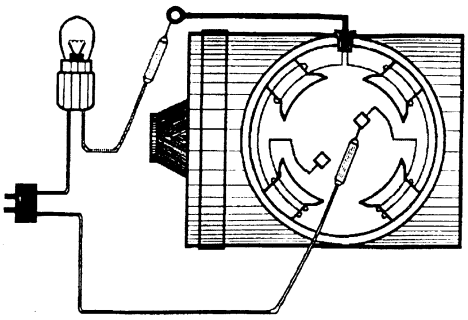


图 3-7　磁场绕组断路的检查

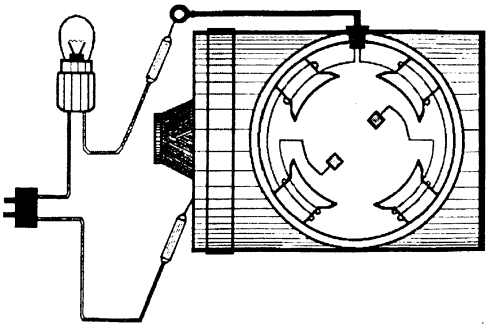


图 3-8　磁场绕组搭铁的检查

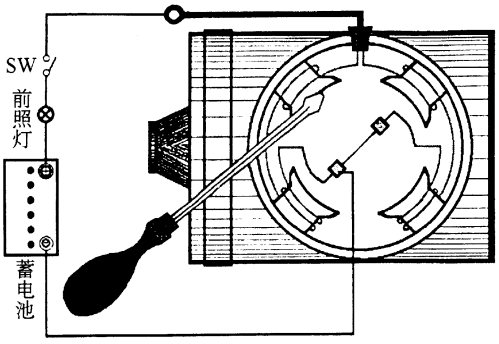


图 3-9　磁场绕组短路的检查

2. 电枢的检修

（1）电枢绕组搭铁的检修。电枢绕组搭铁故障可用万用表或 220V 交流试灯进行检查。方法是将万用表（或交流试灯）的两只表笔分别接电枢铁心与换向片，如图 3-10 所示，万用表应不导通（试灯应不发亮）。如万用表导通（或试灯发亮），说明电枢绕组搭铁，应予重新绕制或更换电枢。实践证明，起动机电枢绕组搭铁的故障率较高，其原因是绕组与绕组之间或绕组与电枢铁心之间的绝缘损坏。

（2）电枢绕组断路的检修。因为电枢绕组导线的截面积较大，所以不易断路。如有断路发生，一般都是端头与换向器片之间的焊点脱焊或虚焊所致；因此，有无断路故障可通过外观检查判断。发现断路时，可用 200W/220V 电烙铁焊接修复。

（3）电枢绕组短路的检修。检查电枢绕组短路故障需在电枢检验仪上进行。检查时，将电枢放在检验仪的 U 形铁心上，并在电枢铁心上部放一块钢片（锯条），如图 3-11 所示，然后接通检验仪电源，同时缓慢转动电枢一周，钢片应不跳动。如钢片跳动，说明电枢绕组有短路故障。换向器出现短路时，可用钢丝刷清除换向片间的铜粉即可排除。电枢绕组短路时，则需更换电枢总成。

（4）电枢轴径与铜套的配合。起动机的配合间隙应为 0.04～0.09mm。间隙过大应更换铜套，并按标准铰削端盖和支撑板的配合孔。

3. 电刷组件的检修

（1）电刷架的检修。用万用表测量正负电刷架（两相邻电刷架）之间的电阻，万用表应不导通（即阻值应为无穷大）。如万用表导通（即阻值为零），说明该正电刷架搭铁，应更换绝缘垫片进行修理。

（2）电刷的检修。电刷高度可用钢板尺或游标卡尺测量。电刷的高度应不小于新电刷高度的一半，否则应予更换新电刷。电刷与换向器的接触面积应在 75％以上。

（3）电刷弹簧的检修。用弹簧秤沿弹簧切线方向检测弹簧的压力一般为 11.7～14.7N。如压力不足，可逆着弹簧的螺旋方向扳动弹簧来增加弹力，如仍无效，则应更换新品。

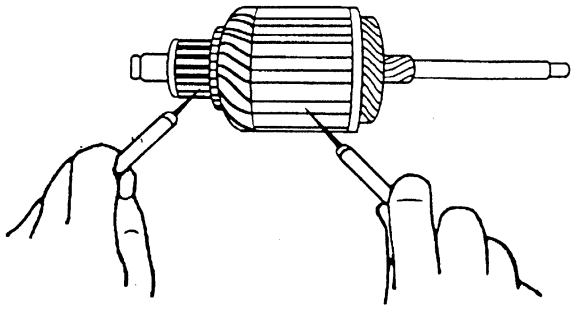


图 3-10　电枢绕组搭铁的检查

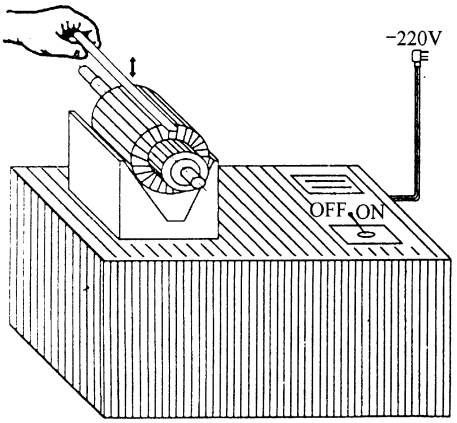


图 3-11　电枢绕组短路的检查

4. 电磁开关的检修

（1）弹簧复位功能的检查。用手先将挂钩及活动铁心压入电磁开关，然后放松，活动铁心也能迅速返回复位。如铁心不能复位或出现卡滞现象，则应更换复位弹簧或电磁开关总成。

（2）吸引线圈的检修。用万用表功测量电磁开关“50”端子和“C”端子之间的电阻。如阻值为无穷大，说明吸引线圈断路；如阻值过小，说明吸引线圈匝间短路。

（3）保持线圈的检修。用万用表功测量电磁开关“50”端子和电磁开关外壳之间的电阻。如阻值为无穷大，说明保持线圈断路；如阻值过小，说明保持线圈匝间短路。

5. 单向离合器的检修

离合器功能的检查。一手握住离合器壳体，一手转动驱动齿轮。当顺时针方向转动驱动齿轮时，齿轮应被锁止；当逆时针方向转动齿轮时，应能灵活自如，否则应予更换新品。

（三）起动机零部件的组装

组装顺序按拆卸时的相反顺序进行。组装零部件之前，首先在各轴承、旋转部位和滑动部位上涂敷高温润滑脂。

（四）起动机的试验

修复后的起动机应当进行性能试验，每项试验应在 3～5s 内完成，以防烧坏线圈。

1. 电磁开关试验

（1）吸引动作试验

将起动机固定到虎钳上，拆下起动机“C”端子上的磁场绕组电缆引线端子；用导线将起动机“C”端子和电磁开关壳体与蓄电池负极连接，如图 3-12 所示；当用导线将起动机“50”端子与蓄电池正极连接时，驱动齿轮应向外移出。如驱动齿轮不动，说明电磁开关故障，应予修理或更换。

（2）保持动作试验

在吸引动作试验的基础上，当驱动齿轮在伸出位置时，拆下电磁开关“C”端子上的导线夹，此时驱动齿轮应保持在伸出位置不动。如驱动齿轮复位，说明保持线圈断路，应予检修或更换电磁开关。

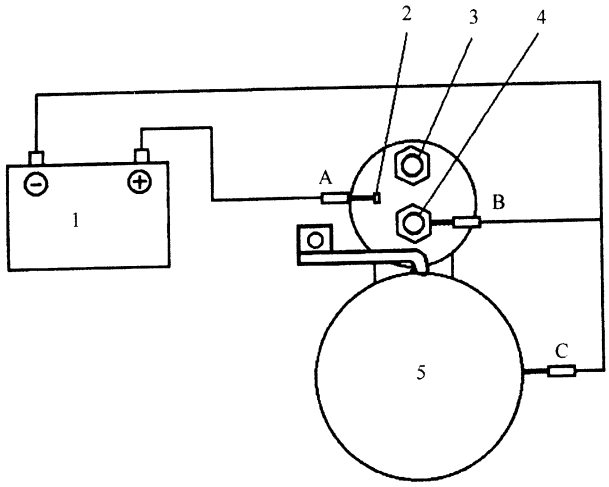


图 3-12　吸引动作试验线路

1-蓄电池；2-接线端子“50”；3-接线端子“30”；4-接线端子“C”；5-起动机

(3) 复位动作试验

在保持动作测试的基础上，再拆下起动机壳体上的导线夹，此时驱动齿轮应迅速复位。如驱动齿轮不能复位，说明复位弹簧失效，应更换弹簧或电磁开关总成。

2. 性能试验

测试起动机的各项性能时，先将蓄电池充足电，然后按下述方法和程序进行。

(1) 空载试验

将磁场绕组引线端子连接到电磁开关“C”端子上；用导线将蓄电池负极与电磁开关壳体连接，将量程为 0～100A 以上的直流电流表连接在蓄电池正极与电磁开关的“30”端子之间，如图 3-13 所示；当接通起动开关时，驱动齿轮应向外伸出，起动机应平稳运转。测量电流、电压、转矩和转速等各项指标应符合空载性能试验的标准值（见表 3-1）。

如测量的结果是消耗电流大、转速低，则可能是起动机电枢轴弯曲，铜套与电枢轴不同心；或电枢线圈有短路或搭铁等故障。如电流和转速均低于标准值，而蓄电池电压正常，这表明电

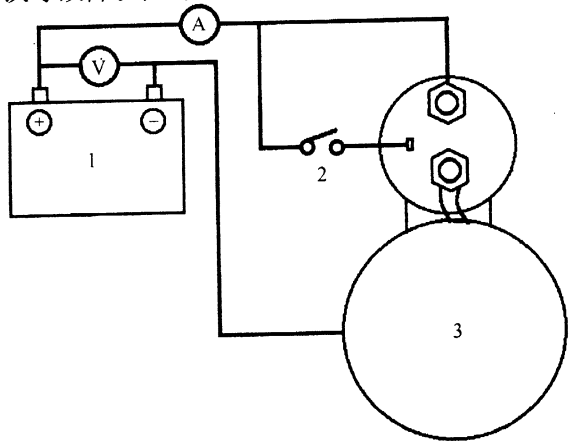


图 3-13　起动机空载试验线路

1-蓄电池；2-起动开关；3-起动机

动机电路接触不良。另外电枢轴运转应平稳，不应有机械的碰擦声。

（2）制动试验

如图 3-14 所示，在起动机试验台上，给驱动齿轮加负载，其他试验方法与空载试验相同，测量电源电压、起动机消耗的电流、产生的转矩等各项指标应符合制动性能试验的标准值（见表 3-1）。

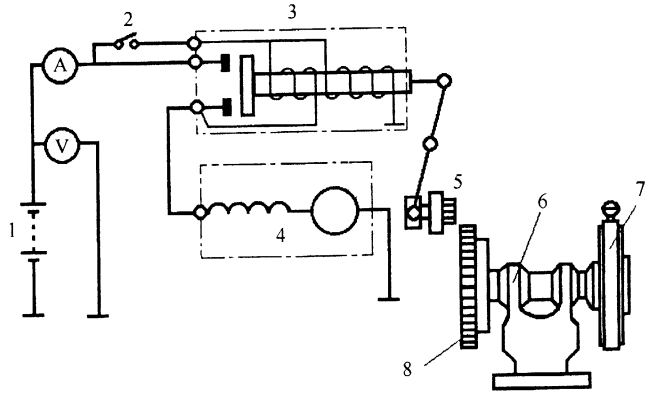


图 3-14　起动机制动试验

1-蓄电池；2-起动开关；3-电磁开关；4-起动机；5-驱动齿轮；6-试验台；7-制动器；8-齿圈

如果制动试验时，转矩小于标准值而消耗电流大于标准值，则表明起动机装配过紧或电枢绕组有短路或搭铁故障。如转矩和电流均小于标准值，则说明电动机电路接触不良，如电刷与换向器接触不良或电刷弹簧压力不足等。如驱动齿轮锁止而电枢轴有缓慢转动，则说明单向离合器打滑。

四、起动系统的故障诊断与排除

起动系统常见故障有接通起动开关起动机不转、起动机空转、起动机运转无力和驱动齿轮与飞轮齿圈不能啮合而发出撞击声。

（一）接通起动开关起动机不转

1. 故障原因

（1）蓄电池严重亏电；蓄电池正、负极柱上的电缆接头松动或接触不良；

（2）电动机开关触点严重烧蚀或两触点高度调整不当而导致触点表面不在同一平面内，使触盘不能将两个触点接通；

（3）换向器严重烧蚀而导致电刷与换向器接触不良；

（4）电刷弹簧压力过小或电刷在电刷架中卡死；

（5）电刷引线断路或绝缘电刷（即正电刷）搭铁；

（6）磁场绕组或电枢绕组有断路、短路或搭铁故障；

（7）电枢轴的铜衬套磨损过多，使电枢轴偏心而导致电枢铁心“扫膛”（即电枢铁心与磁极发生摩擦或碰撞）。

2. 故障诊断与排除方法

（1）接通汽车前照灯或喇叭，若灯发亮或喇叭响，说明蓄电池存电较足，故障不在蓄电池；若灯不亮或喇叭不响，说明蓄电池或电源线路有故障，应检查蓄电池搭铁电缆和火线电缆的连接有无松动以及蓄电池存电是否充足。

（2）若灯亮或喇叭响，说明故障发生在起动机、开关或控制电路。可用螺丝刀将起动机端子“30”与“C”接通，使起动机空转。若起动机不转，则电动机有故障；若起动机空转正常，说明电磁开关或控制电路有故障。

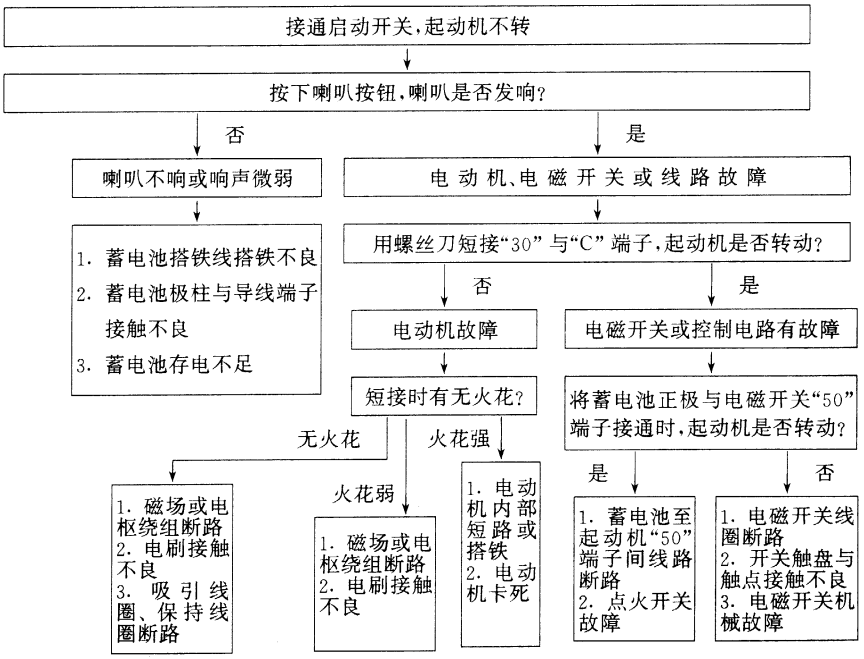
（3）诊断电动机故障时，可依据螺丝刀搭接端子“30”与“C”时产生火花的强弱来辨别。若搭接时无火花，说明磁场绕组、电枢绕组或电刷引线等有断路故障；若搭接时有强烈火花而起动机不转，说明起动机内部有短路或搭铁故障，须拆下起动机进一步检修。

（4）诊断是电磁开关还是控制电路故障时，可用导线将蓄电池正极与电磁开关“50”端子接通（时间不超过3～5s），如接通时起动机不转，说明电磁开关故障，应拆下检修或更换电磁开关；如接通时起动机转动，说明端子“50”至蓄电池正极之间线路或点火开关故障。

（5）排除电磁开关端子“50”至蓄电池正极之间线路或点火开关故障时，可用12V/2W试灯逐段进行诊断排除。将试灯一个引线电极搭铁，另一个引线电极接点火开关“30”端子，如试灯不亮，说明蓄电池正极至点火开关间的线路断路；如试灯发亮，说明该段线路良好，继续下述检查。

（6）将试灯引线电极接点火开关“50”端子，点火钥匙转到起动位置，如试灯不亮，说明点火开关故障，应予更换；如试灯发亮，说明点火开关良好，故障发生在点火开关“50”端子至起动机“50”端子之间线路故障，逐段检查即可排除。故障诊断与排除程序见故障诊断表3-2所示。

表3-2　接通起动开关起动机不转故障的诊断与排除



（二）起动机运转无力

接通起动开关，若起动机能运转，则说明控制电路工作正常，起动机运转无力，说明带负载能力降低，实际输出功率减小。其原因有以下几个方面：

（1）蓄电池存电不足或有短路故障使其供电能力降低。

（2）电动机主电路接触电阻增大使起动机工作电流减小。接触电阻增大的原因包括：蓄电池搭铁电缆搭铁不实；电池正、负极柱上的电缆端头固定不牢；电动机开关触点与触盘烧蚀；电刷与换向器接触不良；换向器烧蚀等等。

（3）磁场绕组或电枢绕组局部短路使起动机输出功率降低。

（4）发动机装配过紧或环境温度很低而导致起动阻力矩过大时，也可能出现起动机运转无力的现象。

（三）起动机空转

接通起动开关起动机空转的原因是：单向离合器打滑，不能传递驱动转矩，更换离合器故障即可排除。

（四）驱动齿轮与飞轮齿圈不能啮合而发出撞击声

起动发动机时，起动机驱动齿轮与发动机飞轮齿圈发生打齿现象的原因有：

（1）驱动齿轮轮齿或飞轮齿圈轮齿磨损过甚或损坏。

（2）驱动齿轮端面与端盖凸缘间的距离过小。当驱动齿轮与飞轮齿圈尚未啮合或刚刚啮合时，电动机主电路就已接通，由于驱动齿轮在高速旋转过程中与静止的飞轮齿圈撞击，因此会发出强烈的打齿声。

（五）起动机发出“打机枪”似的“哒、哒……”声

导致起动机产生“打机枪”现象的原因有：

（1）电磁开关保持线圈断路或搭铁不良。

（2）蓄电池严重亏电或内部短路。

排除故障时，可先用万用表检测蓄电池电压，接通起动机时，其电压不得低于9.6V。如电压过低，说明严重亏电或内部短路，应予更换。如蓄电池技术状况良好，接通起动开关时仍有“打机枪”似的“哒、哒……”声，则说明电磁开关保持线圈断路或搭铁不良，检修或更换电磁开关即可排除。

第四章　点 火 系 统

1985 年以前国产的桑塔纳轿车采用的是传统触点式点火系统，1985 年 12 月以后，桑塔纳轿车全部采用霍尔式电子点火系统。因为采用传统触点式点火系统汽车的行驶里程都已达到或超过国家规定的汽车报废里程，故其有关内容不再介绍。

自 1995 年 11 月上海大众开发研制的电子控制燃油喷射发动机问世并通过德国大众验收以后，1996 年初生产的桑塔纳 2000GLi 型轿车就采用了微机控制点火系统。该系统与其他点火系统相比，其最大特点是取消了离心式及真空式点火提前装置，在不同的转速和负荷下能提供最佳的点火时间，从而增加了发动机的动力性、经济性，降低了有害成分的排放。从 1998 年 3 月开始生产的桑塔纳 2000GSi 轿车，采用了无分电器直接点火系统，无分电器点火系统点火线圈次级绕组的两个引出端分别与两个火花塞直接相连，所以避免了在分火头与分电器盖之间造成点火能量的浪费，使点火性能更加可靠和稳定。

本章主要介绍桑塔纳轿车霍尔式电子点火系统的组成、结构原理及检测方法。

一、点火系统的组成

上海桑塔纳轿车配装的霍尔式电子点火系统的组成如图 4-1 所示，主要由内装霍尔信号发生器分电器、点火控制器、点火线圈、火花塞和蓄电池等组成。点火系统的技术参数如表 4-1 所示。

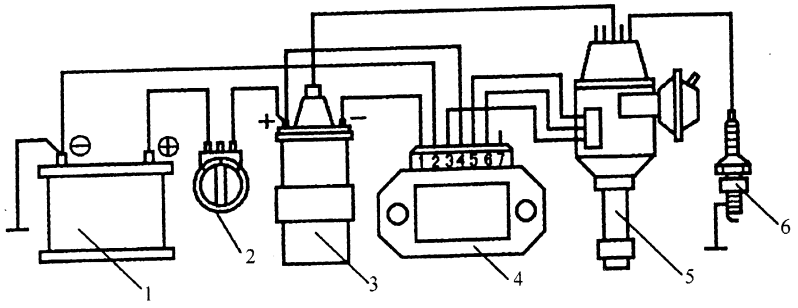


图 4-1　桑塔纳轿车霍尔电子点火系统

1-蓄电池；2-点火开关；3-点火线圈；4-点火控制器；5-霍尔式分电器；6-火花塞

表 4-1　桑塔纳轿车霍尔式点火系统技术参数

项　目	规　格　参　数		
点火顺序	1-3-4-2		
点火线圈	初级绕组电阻	AFE：1.2～1.4Ω；AJR：0.52～0.76Ω	
	次级绕组电阻	AFE：6～8 kΩ；AJR：2.4～3.5 kΩ	
高压线（含插头）	中央高压线电阻	AFE：1.2～2.8 kΩ；AJR：1.9～2.2 kΩ	
	分缸高压线电阻	AFE：4.6～7.4 kΩ；AJR：5.8～6.2 kΩ	
导通率（闭合角）	规定值（800r/min 时）	22%±3%（19°±3°）	
	极限值（3 500r/min 时）	69%±3%（62°±3°）	
离心提前特　性	发动机转速（r/min）	2300	4800
	点火提前角（°）	14～18	22～26

续表

项　目	规　格　参　数			
真空提前特　性	真空度(kPa)		6～12	20
	点火提前角(°)		—	5～7
点火正时	发动机型号	发动机转速(r/min)	初始点火提前角	要求
	JV 型	800±50	6°±1°	拔下真空管
	AFE 型电喷	800±50	12°±1°	可调
	AJR 型电喷	800±30	12°±4.5°	不可调
火花塞	BOSCH	Beru	Champion	间隙(mm)
	8DC	14-6DC	N7YC	JV/AFE:0.7～0.9
	9DC	14-7DTU	N7BYC	AJR:0.9～1.1
	拧紧力矩:20～30N·m			

二、点火系统的结构与工作原理

(一) 霍尔式分电器

霍尔式分电器由霍尔信号发生器、离心提前装置、真空提前装置和配电器等组成，如图 4-2 所示。霍尔式分电器的离心提前装置、真空提前装置及配电器的结构原理与传统点火系统没有什么区别，这里不再赘述。

1. 霍尔效应

霍尔效应(Hall effect)是美国物理学家爱德华·霍尔(E. H. Hall)于1879年发现的。其基本内容是：在一个半导体基片的两端，通以控制电流 I，在薄片的垂直方向加一磁场 B，如图 4-3 所示。这样，半导体基片的载流子在洛伦兹力作用下向一侧偏移，在垂直于电流与磁通的半导体基片的横向截面上，产生一个与电流 I 和磁感应强度 B 乘积成正比的电压 U_H。此现象称为霍尔效应，此电压 U_H 称为霍尔电压，可用下式表示：

$$U_H = \frac{R_H}{d} IB$$

式中　U_H——霍尔电压；

R_H——霍尔系数；

I——电流强度；

B——磁感应强度；

d——半导体基片厚度。

由上式可知，当通过的电流 I 为一定值时，霍尔电压 U_H 与磁感应强度 B 成正比，即霍尔电压随磁感应强度的大小而变化。

2. 霍尔信号发生器的基本结构

霍尔信号发生器是根据霍尔效应原理制成的，它装在分电器内。其基本结构如图 4-4 所示。它由触发叶

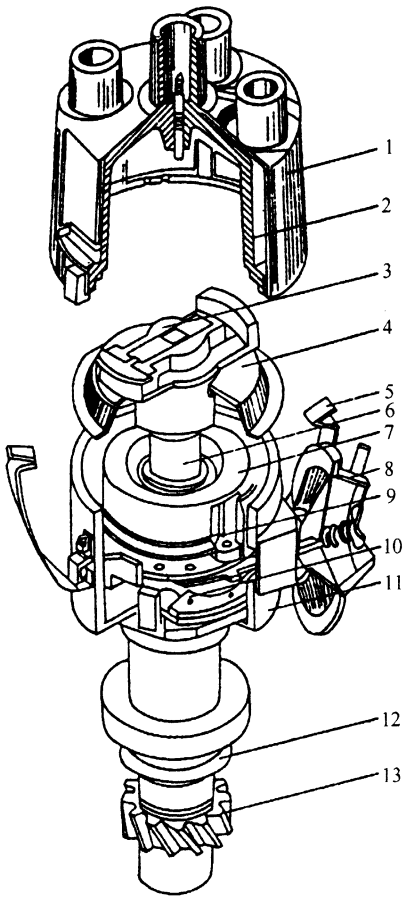


图 4-2　霍尔式分电器的结构

1-屏蔽罩；2-分电器盖；3-分火头；4-防尘罩；5-弹簧夹；6-分电器轴；7-触发叶轮；8-真空提前装置；9-霍尔元件；10-离心提前装置；11-分电器壳体；12-橡胶密封圈；13-驱动齿轮

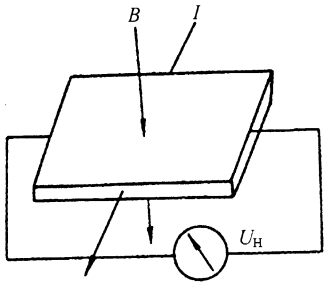


图 4-3　霍尔效应原理

轮和信号触发开关等组成。

触发叶轮像传统分电器凸轮一样，套在分电器轴上部。它可以随分电器轴一起转动，又能相对分电器轴作少量转动，以保证离心调节装置正常工作，触发叶轮的叶片数与气缸数相等，其上部套装分火头，与触发叶轮一起转动。

触发开关由带导磁板的永久磁铁和霍尔集成块组成。触发叶轮的叶片在霍尔集成块和永久磁铁之间转动。

霍尔集成块包括霍尔元件和集成电路。霍尔信号发生器工作时，霍尔元件产生的霍尔电压信号，经过放大、整形、变换后，最后以方波输出。霍尔集成块的框图如图 4-5 所示。霍尔信号发生器是一个有源器件，它需要提供电源才能工作，霍尔集成块的电源由点火控制器提供。霍尔集成电路输出极的集电极为开路输出形式，其集电极的负载电阻在点火控制器内设置。霍尔信号发生器有三根引出线且与点火电子组件相连接，其中一根是电源输入线，一根是霍尔信号输出线，一根接地线。

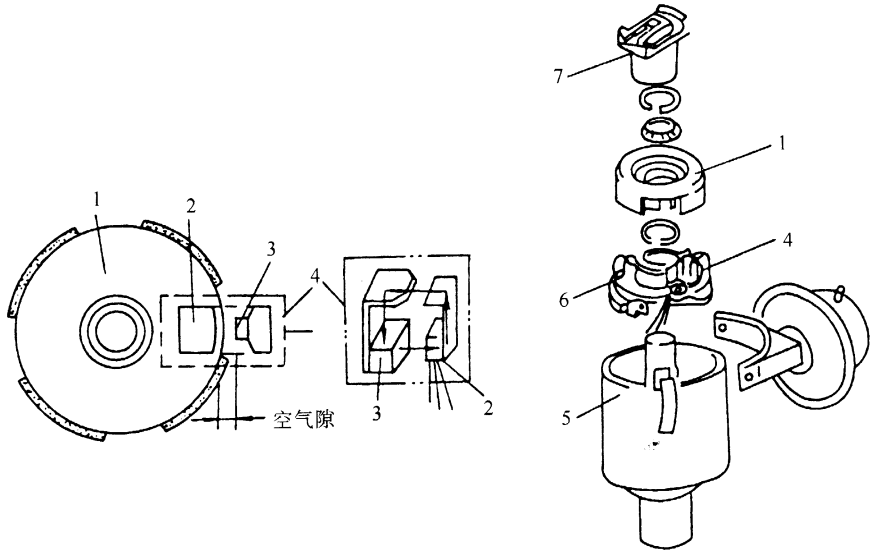


图 4-4　霍尔信号发生器

1-触发叶轮；2-带导磁板的永久磁铁；3-霍尔集成块；4-触发开关；5-分电器壳体；6-触发开关托盘；7-分火头

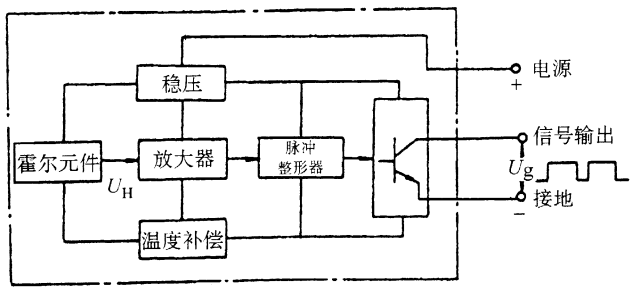
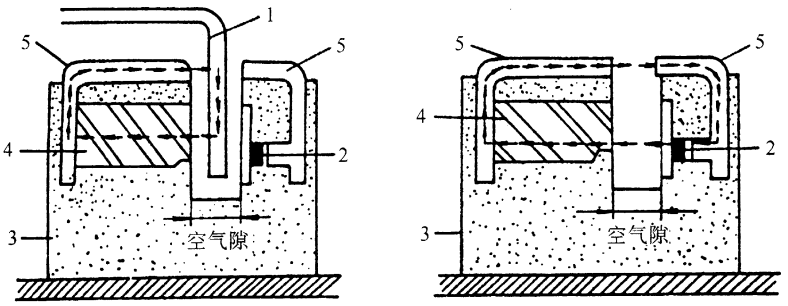


图 4-5　霍尔集成块电路框图

3. 霍尔信号发生器工作原理

触发叶轮转动时，当叶片进入永久磁铁与霍尔集成块之间的空气隙时，霍尔集成块中的磁场即被触发叶轮的叶片所旁路（或隔磁），见图 4-6（a）。这时霍尔元件不产生霍尔电压，集成电路输出级的三极管处于截止状态，信号发生器输出高电位。



(a) 触发叶片进入空气隙　　(b) 触发叶片离开空气隙

图 4-6　霍尔信号发生器工作原理

1-触发叶轮的叶片；2-霍尔集成块；3-霍尔信号发生器；4-永久磁铁；5-导磁板

当触发叶轮的叶片离开空气隙时，永久磁铁的磁通便通过霍尔集成块经导磁板构成回路，如图 4-5（b），这时霍尔元件产生霍尔电压，集成电路输出极的三极管处于导通状态，信号发生器输出低电位。霍尔信号发生器的输出波形如图 4-7 所示。信号发生器输出方波时，高低电位的时间比由触发叶轮叶片的分配角决定，其比值约为 7 ∶ 3。

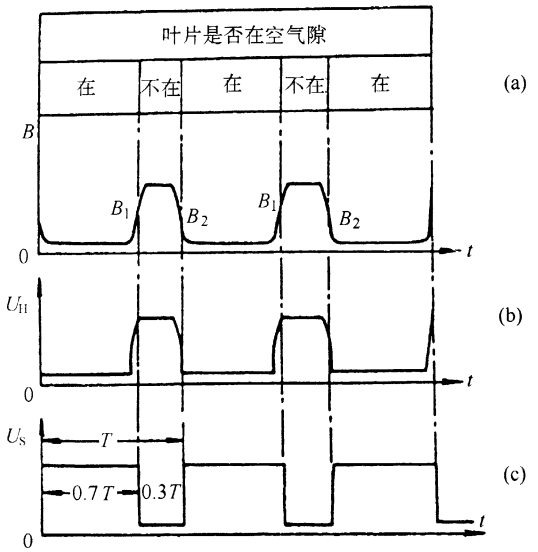


图 4-7　霍尔信号发生器输出波形

（a）磁感应强度 B；（b）霍尔电压 U_H；

（c）霍尔传感器输出电压 U_S

（二）点火控制器

1. 点火控制器的结构

桑塔纳轿车点火控制器的外形如图 4-8 所示。点火控制器又称为点火电子组件，控制器壳体用铝材铸模而成，以利于散热，内部电路用导热树脂封装在铸铝壳体内，壳体上封装有一个 7 线插座（其中端子 7 为空端子或备用端子），用以与点火线路的线束插头连接。

其中：端子 1：控制端子。与点火线圈“－”（或“1”）接柱连接。

端子 2：搭铁端子。

端子 3：信号端子。与霍尔信号发生器“－”接柱连接。

端子 4：电源端子。与点火线圈“＋”（或“15”）接柱连接。

端子 5：信号端子。与霍尔信号发生器“＋”接柱连接。

端子 6：信号端子。与霍尔信号发生器输出信号接柱连接。

端子 7：空端子。

控制器内部电路为混合集成电路，由专用点火集成电路（IC）和辅助电路组成。霍尔式点火系统常用的专用集成电路有 L482、BD497、L497、89S01 等 16 管脚（端子）准双列直插式（L497D 型为平板式）集成电路，各专用集成电路与辅助电子电路的连接虽然各有不同，但其功能基本相同。BD497 系列专用集成电路管脚排列如图 4-9 所示，专用集成电路的工作参数如表 4-2 所示。点火控制器内部电路如图 4-10 所示。

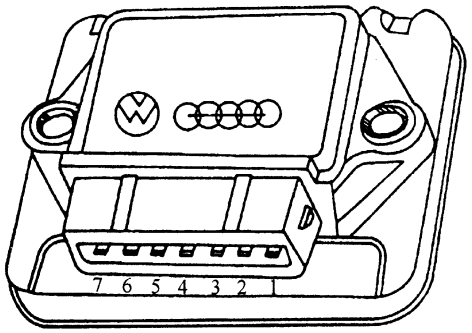


图 4-8　点火控制器外形

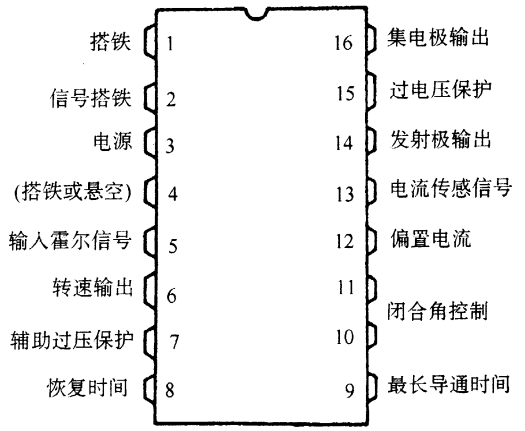


图 4-9　BD497 型 IC 管脚排列

表 4-2　霍尔点火系统专用 IC 技术参数

序号	项　目	参　数		
		L482	BD497	L497
1	工作电压（V）	3.5～28	3.5～28	3.5～20
2	最高反向电压（V）	−14	−16	−16
3	达林顿管保护电压（V）	25	26	24
4	90℃时的耗散功率（W）	0.75	—	0.6～1.2
5	工作温度（℃）	−40～150	−55～150	−55～150
6	存储温度（℃）	−65～150	−55～150	−55～150

2. 点火控制器各管脚的功能

L497、BD497 型专用集成电路各管脚（端子）的功能如下：

1 端子：搭铁端子。与电源负极连接。

2 端子：信号搭铁端子。与霍尔式传感器“−”端子连接。

3 端子：专用 IC 的电源端子。因为 IC 芯片内部接有 7.5V 稳压管，所以 3 端子的电压为 7.5V。其作用是向 IC 提供电源并保护霍尔式传感器。

4 端子：搭铁或悬空端子。此端子最好搭铁，以避免干扰。

5 端子：霍尔式传感器信号输入端子。与传感器“O”端子连接。

6 端子：转速信号输出端子。当点火线圈流过电流时，6 端子输出信号为低电平，向发动机转速表输入转速信号。

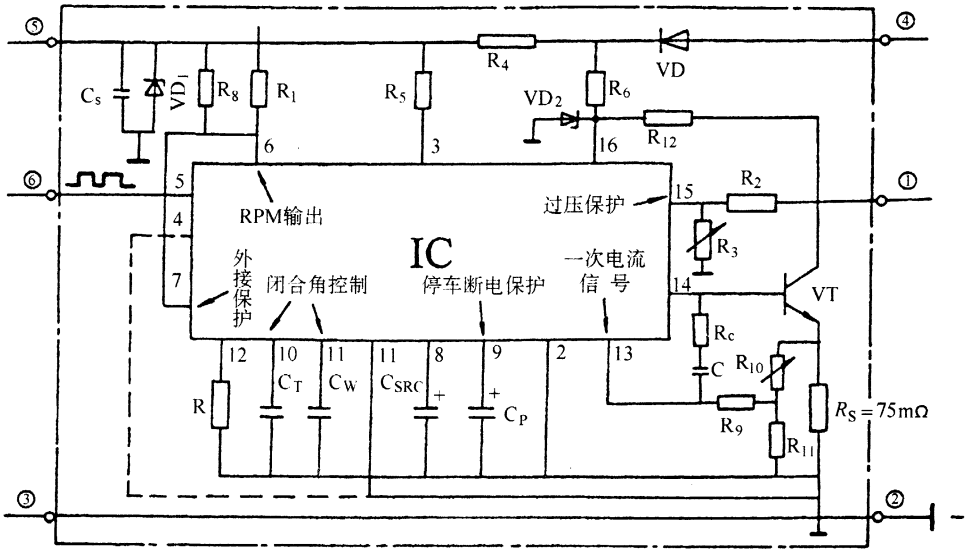


图 4-10　点火控制器内部电路图

7 端子：辅助过压保护端子。在 7 端子内部接有一个 21V 稳压管，当 7 端子上的电压达到 21V 时便可起到过压保护作用。7 端子外接电阻 R_8（820Ω）为稳压管的限流电阻。

8 端子：电流上升率控制端子。控制点火线圈电流由零上升到额定值的上升斜率，8 端子外接电容器 C_{SRC} 的电容为 1μF。在输入的霍尔信号电压由高电平向低电平转换之前，如线圈电流小于额定值的 94%，便增大电流的上升斜率。

9 端子：导通时间控制端子。当输入的霍尔信号电压致使达林顿三极管导通时间超过设定值时，控制点火线圈初级电流逐渐减小至零，9 端子外接电容器 C_P 的电容为 1μF。

10 端子：导通角控制定时端子。由电容器 C_T 充电和放电来控制达林顿三极管的导通时间，该电容器相当于一个定时器，10 端子外接电容器 C_T 的电容为 0.1μF。

11 端子：导通角控制信号端子。11 端子外接电容器 C_W（0.1μF），该电容上的电压 U_W 与定时电容 C_T 上的电压 U_T 比较后决定导通时间长短。

12 端子：偏置电阻端子。12 端子外接电阻 R（62kΩ），该电阻阻值的大小直接影响导通角控制电容器的充电电流值、点火线圈电流上升率和停车断电保护控制电流值的大小。

13 端子：初级电流传感信号端子。检测点火线圈初级电流的大小。

14 端子：专用 IC 驱动输出端子。外接达林顿三极管基极，为达林顿三极管驱动输入控制端子。

15 端子：过压保护控制端子。该端子向 IC 输入达林顿三极管过压保护采样信号，端子外接电阻 R_2（5kΩ）、R_3（350Ω），调节 R_2 或 R_3 的阻值即可调节达林顿三极管的保护电压。

16 端子：集电极输出端子。该端子为专用 IC 内部驱动级的集电极电流控制端子。外接 24V 稳压管，起过压保护作用，外接电阻 R_6（56Ω）起限流作用。

3. 点火控制器的功能

点火控制器除具有一般点火控制器的开关作用（相当于传统点火系统中的触点，用来接通和切断点火线圈初级电路）外，还具有许多附加功能，如闭合角控制、限流控制、停车断电保护和过压保护等功能。其控制参数如表 4-3 所示。

表 4-3　点火控制器控制参数

检　测　条　件	电源电压 $U=14V$；初级绕组电阻 $R=0.65\Omega$				
分电器转速（r/min）	300	750	1000	1200	1600
峰值电流（A）	7.56	7.56	7.56	7.56	7.56
平均电流（A）	1.4	1.9	2.45	2.65	3.4
导通角（°）	20	32	43	49	63
限流时间（ms）	4.5	0.95	0.66	0.68	0.2
相对导通率（%）	22	36	48	54	70

（1）基本功能

点火控制器的基本功能是根据霍尔信号发生器的方波信号，接通或切断点火线圈的初级电路，实现点火。

当点火开关接通，发动机转动，霍尔信号发生器触发叶轮的叶片进入气隙时，信号发生器输出高电平，通过线束连接器加到点火控制器信号输入端子“6”，控制器内部集成电路根据发动机转速、电源电压及点火线圈的特性参数，适时地使点火控制器的末级大功率三极管 VT 导通，接通点火线圈初级绕组电流，初级电流的电路为：蓄电池正极→点火开关→点火线圈“+（15）”端子→初级绕组→点火线圈“－（1）”端子→点火控制器端子“1”→大功率三极管 VT →搭铁回到蓄电池负极。

当信号发生器触发叶轮的叶片离开气隙时，信号发生器输出的信号电压由高电平转变为低电平，点火控制器接收到低电平信号后，立即输出低电平使大功率三极管 VT 截止，切断点火线圈初级电流，次级绕组中便感应产生高压电，供各缸火花塞跳火点燃可燃混合气。

（2）点火线圈的限流控制（恒流控制）

为了使发动机在任何工况下都能实现稳定的高能点火，桑塔纳轿车点火系统采用了专用高能点火线圈，其初级电路的电阻值 R_1 只有 0.65Ω 左右。如电源电压 U_B 为 14V，点火控制器末级大功率三极管的压降 U_{CE} 为 1.5V（忽略采样电阻的压降），则其初级电路的稳定电流为：

$$I_{1max}=\frac{U_B-U_{CE}}{R_1}=\frac{14-1.5}{0.65}=19.23(A)$$

初级绕组通过这样大的稳定电流，如不加以适当的控制，特别是在低转速时长时间通过大电流，不但浪费电能，更重要的是可能使点火线圈以及点火控制器因为过热而烧坏，为此在点火控制器内设置有点火线圈限流控制保护电路，其目的是将初级电流限制在某一数值并保持不变。

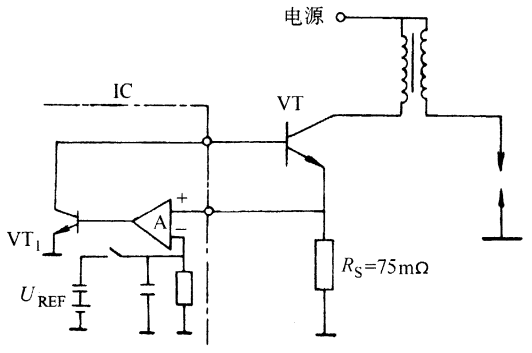


图 4-11　点火线圈限流控制电路原理图

点火线圈限流控制的电路原理如图 4-11 所示。图中 R_S 为采样电阻，接在大功率三极管的发射极，与点火线圈的初级绕组串联。当大功率三极管 VT 导通时，采样电阻 R_S 两端的电压降为：

$$U_{RS}=I_1 R_S$$

式中　I_1——初级绕组的电流；

R_S——采样电阻值（75mΩ）。

所以，采样电阻两端的电压值与通过点火线圈初级绕组的电流成正比，采样电阻两端的

电压可直接反映出初级电流的大小。

工作中，在大功率三极管饱和导通时，初级电流就会逐渐增大，当初级电流达到设定的限流值（7.5A）时，采样电阻 R_S 上的电压降就达到限流控制电路设置的基准参考电压值 U_{REF}，放大器 A 输出端电位升高，VT_1 趋于导通，VT_1 集电极电位下降，致使大功率三极管 VT 向截止偏移，流过 VT 的初级电流下降；当初级电流略低于限流值时，则 R_S 上的压降值低于基准参考电压 U_{REF}，放大器 A 输出端电位下降，VT_1 趋于截止，VT_1 集电极电位升高，使大功率三极管 VT 趋于导通，初级电流再度增大。如此循环反馈，使初级电流稳定在 7.5A 左右。

（3）闭合角控制（导通角控制）

闭合角的概念来源于传统点火系统，是指断电器触点闭合期间分电器凸轮转过的角度，即初级电流接通期间分电器轴转过的角度。在电子点火系统中，闭合角是指点火控制器末级大功率三极管导通期间分电器轴转过的角度，所以也称导通角。

在传统点火系统中，当触点间隙及凸轮外形尺寸一定时，其闭合角是固定不变的，它不随转速的变化而变化。在霍尔电子点火系统中，如果没有闭合角控制电路，则闭合角也是由分电器信号发生器触发叶轮的分配角决定的，也是固定不变的。

初级电路接通时，初级电流增长时的表达式为：

$$i_1 = \frac{U_B}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L_1}t})$$

式中 i_1——初级电流；

U_B——电源电压；

R——初级电路电阻；

L_1——初级电路电感；

t——初级电路接通时间。

从上式可以看出，如果闭合角保持不变，在电路参数一定的情况下，则会造成低转速时初级电路接通时间较长，而高转速时初级电路接通时间较短。如果为了满足高转速时的点火能量，则势必会造成低转速时限流时间过长，使点火线圈及点火控制器中的大功率三极管发热而损坏。因此，在使用高能点火线圈的点火系统中，尽管有了限流控制，也必须对闭合角加以控制。

桑塔纳轿车点火系统闭合角控制的方法是限流时间反馈法。它以限流时间为基准，反馈到闭合角控制电路，通过其内部控制电路，驱动大功率三极管在低速时延迟导通，在高速时提前导通，从而达到在转速变化时，使导通时间基本上不随发动机转速变化而变化。

利用限流时间反馈法控制闭合角，在电源电压变化时，还有较好的适应性。如果电源电压升高时，闭合角会自动减小；反之，闭合角会自动增大。当电源电压升高到一定程度，点火控制器会自动切断初级电路，起到保护点火线圈和点火控制器的作用。

（4）停车断电保护

汽车停驶时，如果点火开关未关断，霍尔信号发生器可能（随机地）输出高电平且保持不变，其结果将使点火线圈初级电路长期处于接通状态，使点火线圈及点火控制器等加速损坏。为此，点火控制器内设置了停车断电保护电路，它能在汽车停驶时，自动的缓慢地切断点火线圈初级电路。

（三）点火线圈

桑塔纳轿车点火系统采用 JDQ171 型开磁路高能点火线圈。由于其点火控制器具有导通

角控制和限流控制功能，所以点火线圈无需配置附加电阻。高能点火线圈的结构与普通开磁路点火线圈基本相同。

次级绕组漆包铜线的直径为 0.06～0.10 mm，匝数为 20 000～26 000 匝，电阻为 2 400～3 500Ω(20℃)。初级绕组漆包铜线的直径为 0.5～1.0 mm，匝数为 300～380 匝，电阻为0.52～0.76Ω (20℃)，电感为 5.8 mH，发动机在各种转速下初级电流峰值为 7.5±0.2A。

点火线圈的胶木盖上模压有两个接线端子，分别标有“+ (15)”和“— (1)”标记。其中，“+ (15)”端子与点火开关和点火控制器电源端子连接，“— (1)”端子与控制器连接。

三、点火系统的工作过程

桑塔纳轿车霍尔式点火系统工作电路如图 4-12 所示，该系统的功能很多，下面就其基本的点火功能作一介绍。

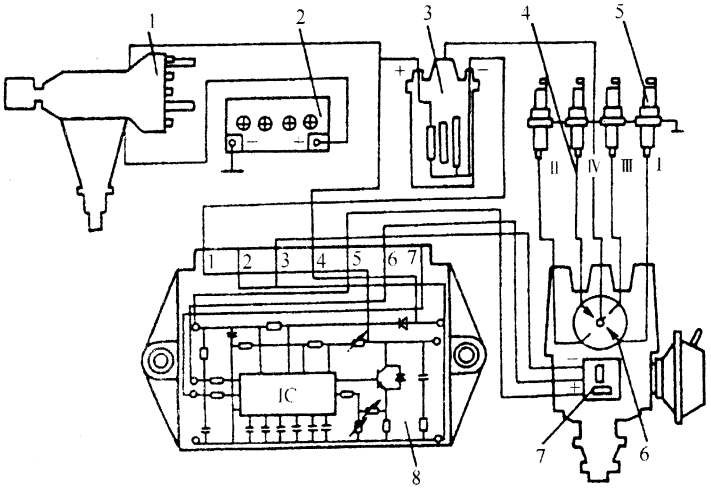


图 4-12　桑塔纳轿车点火系统线路

1-点火开关；2-蓄电池；3-点火线圈；4-高压分线；5-火花塞；6-分电器；7-霍耳信号发生器；8-点火控制器

当点火开关接通，发动机转动，霍尔式传感器触发叶轮的叶片进入传感器的气隙时，传感器输出高电平(U_O=9.8V)，通过线束连接器加到点火控制器信号输入端子“6”，控制器内部集成电路根据发动机转速、电源电压和点火线圈的特性参数工作，并从控制信号输出端“14”(参见图 4-10) 输出高电平使达林顿三极管导通，接通点火线圈初级绕组电流，初级电流的电路为：蓄电池正极→点火开关→点火线圈“+ (15)”端子→初级绕组→点火线圈“— (1)”端子→点火控制器端子“1”→达林顿三极管→限流控制采样电阻→控制器端子“2”→搭铁回到蓄电池负极。

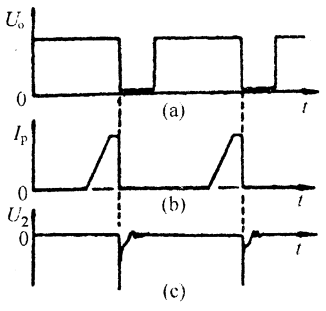


图 4-13　点火系统工作波形图

(a) 传感器输出波形；(b) 初级电流波形；(c) 次级电压波形

当传感器触发叶轮的叶片离开气隙时，传感器输出的信号电压由高电平 (9.8V) 转变为低电平 (0.1V)，并输入点火控制器，控制器接收到低电平信号后，立即输出低电平使达林顿三极管截止，切断点火线圈初级电流，次级绕组中便感应产生

高压电，供各缸火花塞跳火点燃可燃混合气。

霍尔式电子点火系统在火花塞跳火时，信号电压是从高电平转变为低电平（对应于方波信号的下降沿）进行触发，通常将这种触发点火方式称为下降沿触发点火方式。点火系统工作波形如图 4-13 所示。

四、点火系统的故障诊断与检修

在使用过程中，当发动机出现故障（如不能起动），若怀疑是点火系统出现故障，应采用正确的判断方法，找出其故障部位并予以排除。

首先应判断是否是点火系统的故障，具体方法是：

（1）从分电器盖的中心插座上拔下中央高压线，使其端部距气缸 5～7mm。

（2）接通点火开关，转动发动机，观察高压线端的跳火情况：

①若产生强烈火花则正常，如仍怀疑点火系统有故障，则可能是点火系统高压部分的故障，可检查火花塞、高压线、分火头、点火正时、点火顺序。否则，应检查供油情况。

②若高压线端处无火花或火花弱，则肯定是点火系统有故障，应对点火系统的主要部件进行检查。

（一）点火线圈的检查

测量点火线圈初级、次级绕组的电阻值。测量前，先断开点火开关，拆除点火线圈上的导线。初级绕组的电阻值，即点火线圈“+”（或“15”）与“－”（或“1”）接柱之间的电阻值应为 0.52～0.76Ω；次级绕组的电阻值，即点火线圈“－”（或“1”）与高压插孔之间的电阻值应为 2.4～3.5kΩ。如果阻值符合规定，说明点火线圈良好；否则应予以更换。

（二）火花塞的检修

火花塞的螺纹直径为 14mm、螺纹长度为 19mm，火花塞电极标准间隙为 0.7～0.9mm。间隙不符，应用专用量规进行测量和调整。

火花塞壳体不许有裂纹，绝缘体不许开裂，螺纹不应有损坏，如不符合要求，应予更换。

安装火花塞时，要检查火花塞槽内是否有异物，火花塞要按规定力矩拧紧（拧紧力矩为 20N·m），不得拧得过紧，以免损坏密封垫片。

（三）点火系统电阻的检查

（1）火花塞插头电阻的检查，如图 4-14 所示，电阻额定值为：无屏蔽为 1±0.4kΩ；有屏蔽为 1+0.4kΩ 或 5±0.1kΩ。

（2）分火头的电阻为 1+0.4kΩ，其检查如图 4-15 所示。

（3）防干扰插头电阻为 1±0.4kΩ，其检查如图 4-16 所示。

（4）高压阻尼线电阻的检查如图 4-17 所示。点火线圈与分电器之间的电阻值为 1.2～2.8 kΩ；各缸分压线的标准电阻值应为 4.6～7.4 kΩ。

（四）霍尔信号发生器的检修

霍尔信号发生器的技术状况可在汽车上通过测量其输入电压和输出电压进行判断。检测

之前，先断开点火开关，再拆下分电器盖，拔出中央高压线并将其端头搭铁，如图 4-18 所示，然后进行测量。

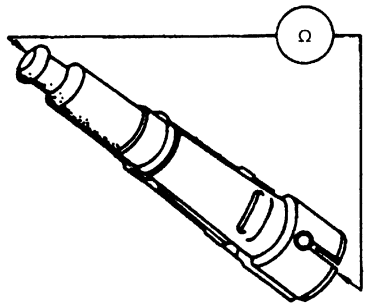


图 4-14　火花塞插头电阻的检查

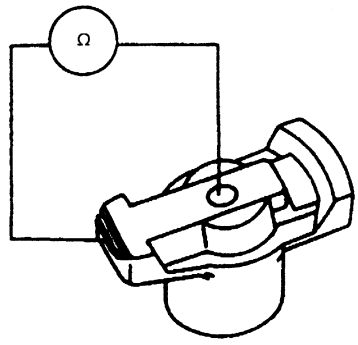


图 4-15　分火头电阻的检查

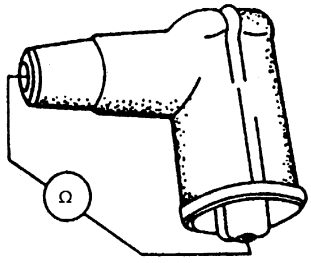


图 4-16　防干扰插头电阻的检查

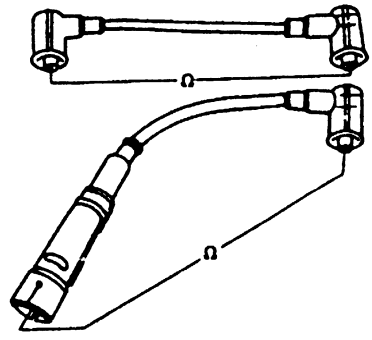


图 4-17　高压阻尼线电阻的检查

1. 检测信号发生器输入电压

（1）将直流电压表的正极与传感器插座上“＋”端子的引线（红黑色导线）连接，将电压表的负极与插座上“－”端子的引线（棕白色导线）连接；

（2）接通点火开关，无论触发叶轮的叶片是否进入传感器的气隙，电压表显示的输入传感器的电压都应接近于电源电压（当电源电压为 14.4V 时，输入电压应为 13～13.5 V）。

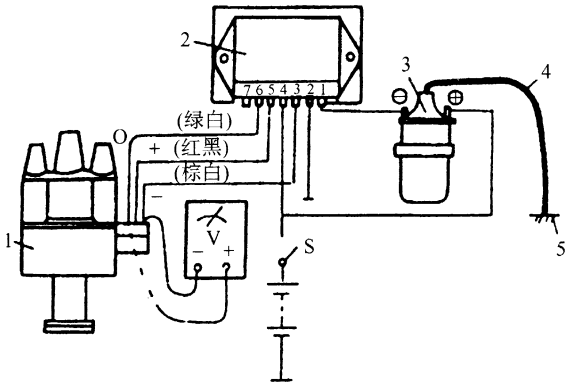


图 4-18　检测霍尔信号发生器的输入、输出电压

1-分电器；2-点火控制器；3-点火线圈；4-中央高压线；5-发动机缸体

2. 检测信号发生器输出电压

（1）首先断开点火开关，然后将直流电压表的正极改接到传感器插座上输出端子“O”连接的引线上（绿白色导线），如图 4-18 中虚线所示；

（2）接通点火开关，转动触发叶轮，当叶片进入传感器的气隙时，电压表显示的信号电压应为 9.8V；当叶片离开气隙时，电压表显示的信号电压应为 0.1～0.5V。

如测得的传感器输入电压和输出电压与上述值相符，说明传感器良好，否则说明传感器有故障，应予更换。

（五）点火控制器的检修

霍尔点火系统的点火控制器可在汽车上进行检查，方法如下：

（1）先断开点火开关，然后拔下分电器壳体上的传感器线束插头；

（2）将直流电压表正极接点火线圈“15”端子，负极接点火线圈“1”端子；

（3）接通点火开关，电压表读数应约为 6V 且在 1～2 s 内降低到 0。如电压保持 6V 不降低或不能降到零，说明点火控制器失效，应予更换新品。

五、分电器的安装与点火正时的设定

（一）分电器的安装

当分电器重新安装时，必须重新设定点火正时，其程序如下：

（1）将发动机飞轮上的正时标记（刻线）与飞轮壳上的正时标记（三角凸起）对齐（由变速器壳体上的观察孔查看），如图 4-19 所示，使发动机第一缸活塞位于上止点；

（2）使凸轮轴齿形轮上的配气正时标记与气门室罩盖底面平齐，如图 4-20 所示；

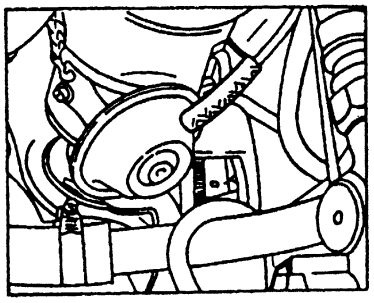


图 4-19　飞轮正时标记

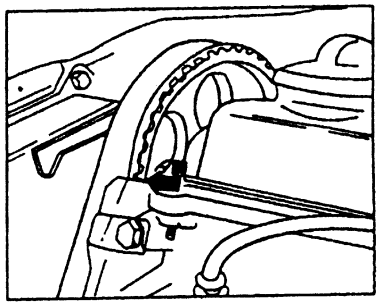


图 4-20　齿形轮正时标记平齐位置

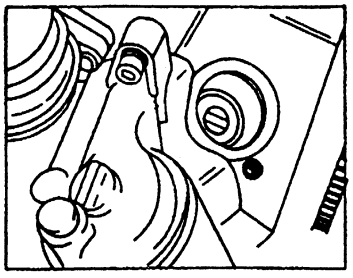


图 4-21　油泵驱动轴安装位置

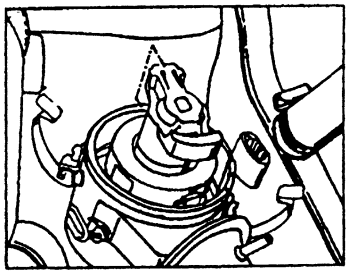


图 4-22　分电器安装位置

（3）使润滑油泵驱动轴顶端与分电器轴相连接的扁势长方形凸起的长边与发动机曲轴平行，如图 4-21 所示；

（4）先将分火头指向分电器壳体上第一缸旁电极位置，然后将分电器插入安装孔，如图 4-

22 所示，并使其下端凹槽与润滑油泵驱动轴顶端的扁势长方形凸起啮合，最后拧紧分电器压板固定螺钉将分电器固定。

注意：只有上述四个条件全都满足的情况下，才能保证正确的点火正时。

（二）初始点火提前角的设定

1. 初始点火提前角的设定

设定初始点火提前角是在未固定分电器压板之前进行。因为桑塔纳轿车 JV 型发动机的初始点火提前角为 6°（曲轴转角），且分电器轴沿顺时针方向旋转，所以在设定初始点火提前角时，应将分电器壳体沿逆时针方向转动 3°，然后拧紧分电器压板固定螺钉将分电器固定即可。

2. 点火正时的检查与调整

分电器重新安装时，为保证点火正时的准确，应对点火正时进行检查和校正。检查校正前应满足：

发动机油温要达到 60 C 以上；

阻风门开足；

单个真空吸管的分电器拔掉真空管，双真空管的分电器，真空管仍旧插好。

（1）路试调整点火提前角

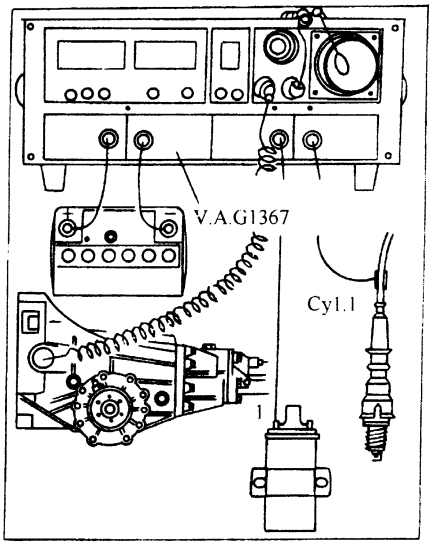


图 4-23 “上海大众”专用仪器连接

在平路上，汽车用四挡以 50km/h 的时速行驶，然后猛踩加速踏板，如果此时发生轻微的爆震声（嗒嗒声），而车速到 70km/h 时就消失，说明点火正时恰当。

如在加速过程中不发生爆震，说明点火时间晚；如在加速过程中发生爆震且不消失，说明点火时间过早，应调整点火正时。

调整时，旋松分电器压板的固定螺钉，将分电器壳体顺时针转动（顺分电器轴旋转）则点火推迟；逆时针转动则点火提前。

（2）用仪器进行点火正时调整

进行点火正时调整时，还可借助一些仪器，如使用点火测试仪或频闪灯进行检查，如果使用上海大众的专用设备，应按图 4-23 进行仪器连接。

注意：当分电器未固定紧或线未接好前，不可用起动机带动发动机转动，以免损坏霍尔分电器。

第五章　AFE 型发动机电控系统

桑塔纳 2000GLi 型轿车 AFE 型发动机采用的 Motronic 1.5.4 电子控制燃油喷射系统。是由上海大众汽车有限公司与德国博世公司（BOSCH）合作开发的。其形式为 D 型集中控制式，称为 Motronic（莫特朗尼克）系统，全称是闭路电子控制多点燃油顺序喷射系统。其突出特点是将点火系统与燃油喷射系统组合在一起。桑塔纳 2000GLi 型轿车发动机电控燃油喷射系统的核心部件是电子控制单元，它将燃油喷射与点火二者的控制互相联系起来。电子控制系统只需要一台微型计算机、一个电源及一只外壳。另外，传感器可为燃油喷射和点火共用，结构得到简化，降低了制造成本。因此，该系统有助于进一步提高发动机经济性，降低环境污染，改善汽车的驾驶舒适性。

与化油器式发动机相比，桑塔纳 2000GLi 发动机电控系统主要有以下特点：

（1）由于燃油加浓的计量精确，在暖机阶段点火提前角匹配恰当，降低了燃油消耗量。

（2）在全负荷工作时，可根据转速精确地计量燃油的加浓量，从而节省了燃油。

（3）在发动机倒拖时，通过倒拖断缸控制系统，切断燃油供应，减少了燃油消耗。

（4）点火提前角可适应发动机的所有工况，这样既满足了废气排放法规极限值的要求，也达到了节油效果。

（5）由于点火提前角有利于起动，燃油计量十分精确，使起动及冷起动性能可靠。

（6）低转速时发动机转矩特性好，提高了发动机的工作灵活性，具有低转速动力性能好的优点。

（7）全负荷内的点火提前角不仅要考虑爆燃的范围，而且是按最高转矩设计的。在部分负荷范围，点火提前角的协调原则是，在符合废气排放法规要求的情况下燃油消耗量最低。

（8）由于燃油量和点火提前角是根据发动机各个工况进行合理匹配的，降低了废气中的有害物质含量。

（9）采用了 λ 调节装置（氧传感器），进一步改善了废气排放。

（10）易维护，发动机工作期间，不需要重新进行校正。发动机工作一定时间后，仅需要换火花塞及燃油滤心等易损件。

（11）其点火系统利用存储在电控单元中的综合特性图，代替了以前装在点火分电器中的机械式离心及真空调整装置。另外，可根据发动机温度、进气温度和节气门位置来控制点火提前角。

一、AFE 型发动机电控系统的组成

AFE 电控发动机采用 Motronic 1.5.4 多点顺序燃油喷射系统。该系统由空气供给系统、燃油供给系统和电子控制系统三大部分组成，其基本组成和布置如图 5-1 所示，图 5-2 为桑塔纳 2000GLi 型轿车电控燃油喷射系统的原理示意图。

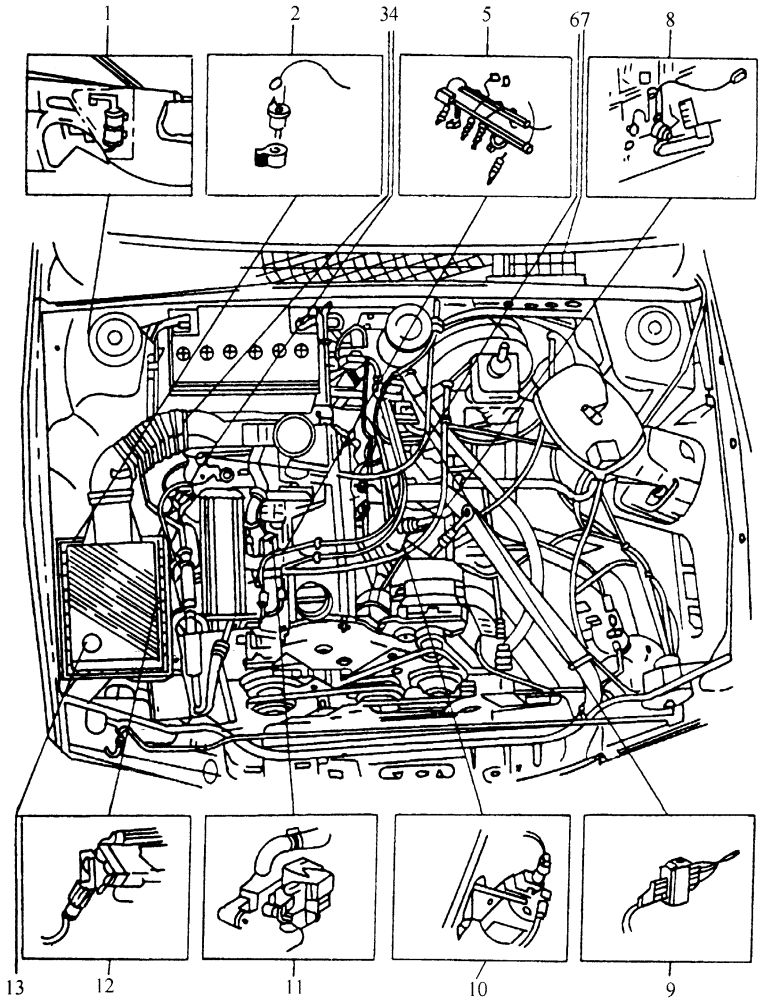


图 5-1　AFE 电控发动机系统部件位置图

1-活性炭罐(位于右前翼子板内侧);2-活性炭罐电磁阀(位于空气滤清器旁);3-进气软管;4-节气门位置传感器;5-燃油分配管;6-喷油器;7-电子控制单元 (ECU) (位于驾驶员侧副仪表板下);8-爆震传感器;9-氧传感器 4 端子线束连接器;10-分电器;11-怠速转速控制阀;12-进气压力与温度传感器;13-空气滤清器

发动机工作时,各传感器 (包括进气压力传感器、进气温度传感器、节气门位置传感器、霍尔传感器、冷却液温度传感器、爆震传感器、氧传感器) 负责监测发动机各种工况状态的信息,并把信息以电量信号适时送入电子控制单元 (ECU);电子控制单元对来自传感器的信息进行计算、分析、处理,并作出决定,然后适时地送出电信号的控制指令,控制各执行器 (如喷油器、点火线圈、怠速稳定阀等),控制发动机的喷油时间、点火提前角等,使发动机在各种工况下都能处于最佳工作状态。

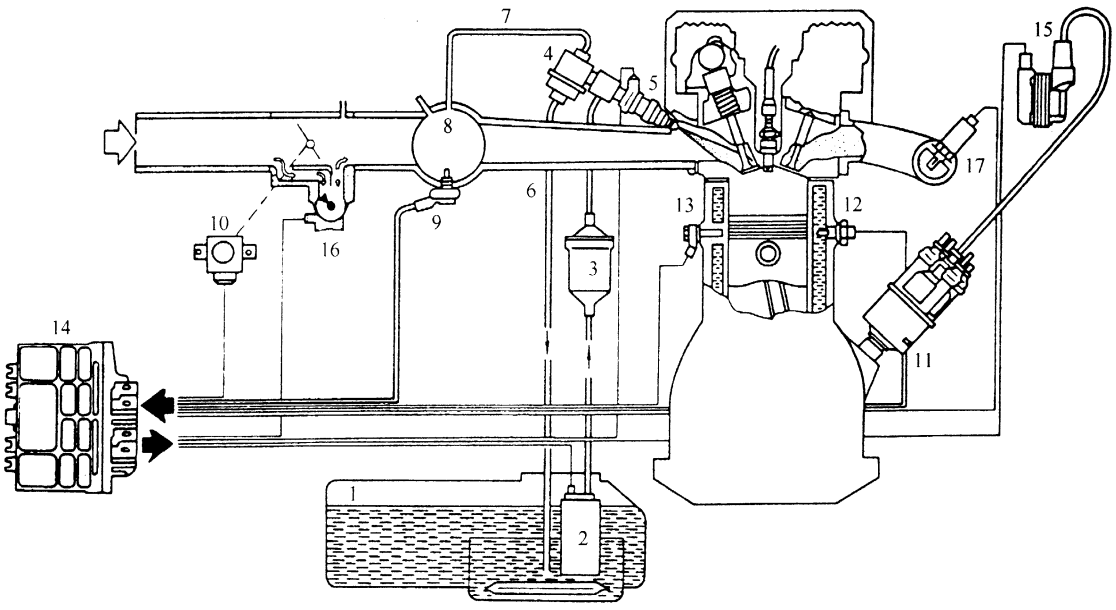


图 5-2　AFE 型发动机 M1.5.4 电控系统示意图

1-燃油箱；2-燃油泵；3-燃油滤清器；4-油压调节器；5-喷油器；6-回油管；7-真空管；8-动力腔；9-进气压力、进气温度传感器；10-节气门位置传感器；11-霍尔式传感器；12-冷却液温度传感器；13-爆震传感器；14-发动机控制单元(ECU)；15-点火线圈；16-怠速转速控制阀；17-氧传感器

二、AFE 型发动机电控系统的结构与工作原理

(一) 空气供给系统

空气供给系统的作用是提供和控制燃油燃烧时所需的空气量。其结构如图 5-3 所示。

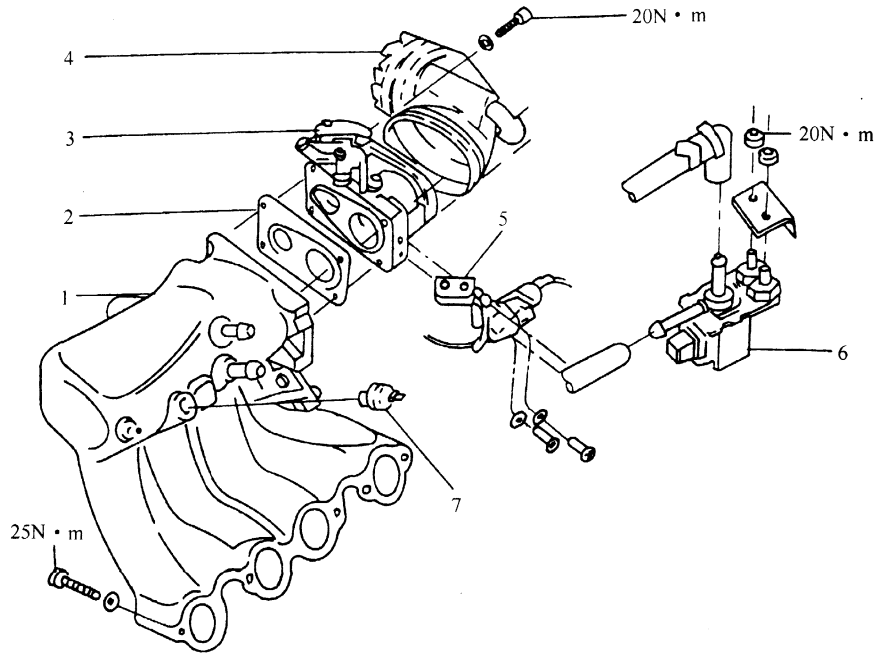


图 5-3　空气供给系统

1-进气歧管；2-衬垫；3-节气门体；4-进气连接管；5-节气门位置传感器；6-怠速控制阀；7-热起动节流器

空气供给系统主要由空气滤清器、节气门体、节气门位置传感器、怠速控制阀、进气压力传感器、进气温度传感器、稳压箱、进气歧管等组成。

发动机工作时，进入发动机的空气量，首先经空气滤清器过滤，然后经节气门体、稳压箱、流入进气歧管，与喷油器喷出的汽油混合，形成可燃混合气进入气缸。空气供给系统的流程如图 5-4 所示。

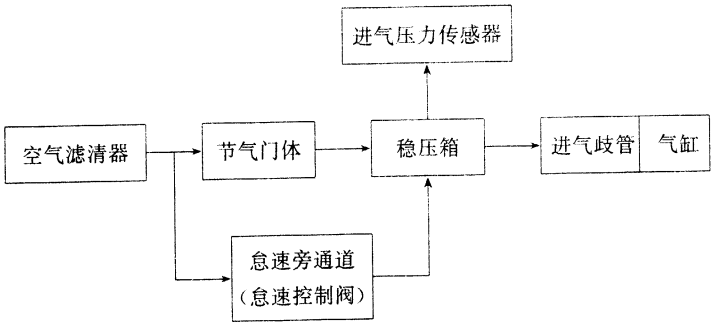


图 5-4　空气供给系统流程图

通常行驶时，进入发动机的空气流量由通道中的节气门来控制(由驾驶员操纵加速踏板改变节气门开度)。踩下加速踏板，节气门打开，节气门开度不同，空气流量也不同。发动机怠速时，节气门关闭，发动机燃烧所需的空气量经节气门旁通道流入。在怠速旁通道中设置怠速控制阀。由电子控制单元(ECU) 控制怠速控制阀，通过改变旁通道的进气截面，来改变旁通道的进气量，进而实现调整发动机怠速转速的目的。

1. 空气滤清器

空气滤清器的作用是清除进入发动机空气中所含的尘土、砂粒和其他杂质，以减少气缸、活塞和活塞环等零件的磨损。

空气滤清器的结构如图 5-5 所示。空气滤清器分为上部和下部，滤心装在上部和下部之间。打开上部的空气滤清器盖，可取出滤心进行清理。由于电控发动机工作时是根据空气流量确定喷油量，如果空气滤清器太脏、阻塞，就会形成进气量供给不足，发动机动力下降。

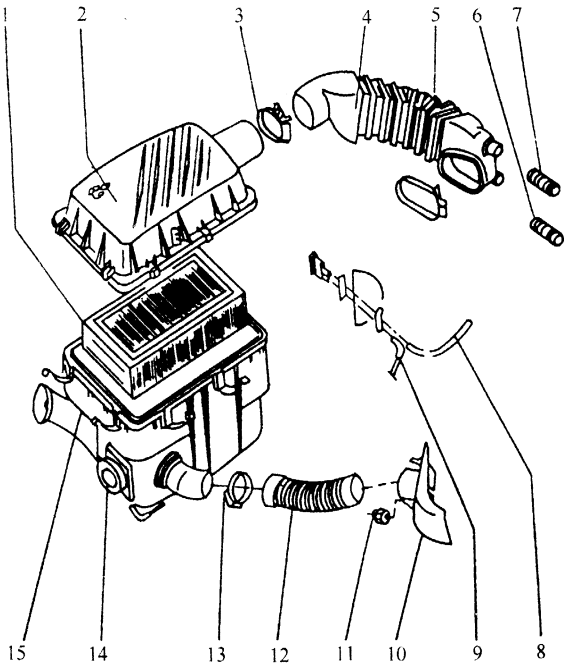


图 5-5　空气滤清器

1-空气滤清器滤心；2-空气滤清器上部；3-夹箍；4-进气软管；5-夹箍(固定与节气门体连接的进气软管)；6-通向怠速控制阀的进气软管；7-曲轴箱排气管；8-真空管(通向节气门体)；9-真空管(通向真空控制阀)；10-热空气导流板；11-固定螺母；12-热空气软管(连接热空气导流板和空气滤清器)；13-夹箍；14-真空控制阀；15-空气滤清器下部

2. 节气门体

节气门体(有的叫节流阀体)位于空气滤清器与稳压箱之间的进气道上。节气门体内装有节气门(也叫节流阀)，与加速踏板联动。驾驶员踩动加速踏板，可

改变节气门开度，从而改变进气道截面的变化，实现对发动机负荷和转速的控制。AFE 型发动机的节气门直径明显大于化油器发动机的节气门直径，增大了节气门处空气流通面积，加上进气门直径增大等原因，减少进气系统阻力，为提高发动机功率和转矩创造了条件。为了检测节气门的开度大小，节气门轴的下端装有节气门位置传感器。节气门体、怠速控制阀、燃油分配管等如图 5-6 所示。

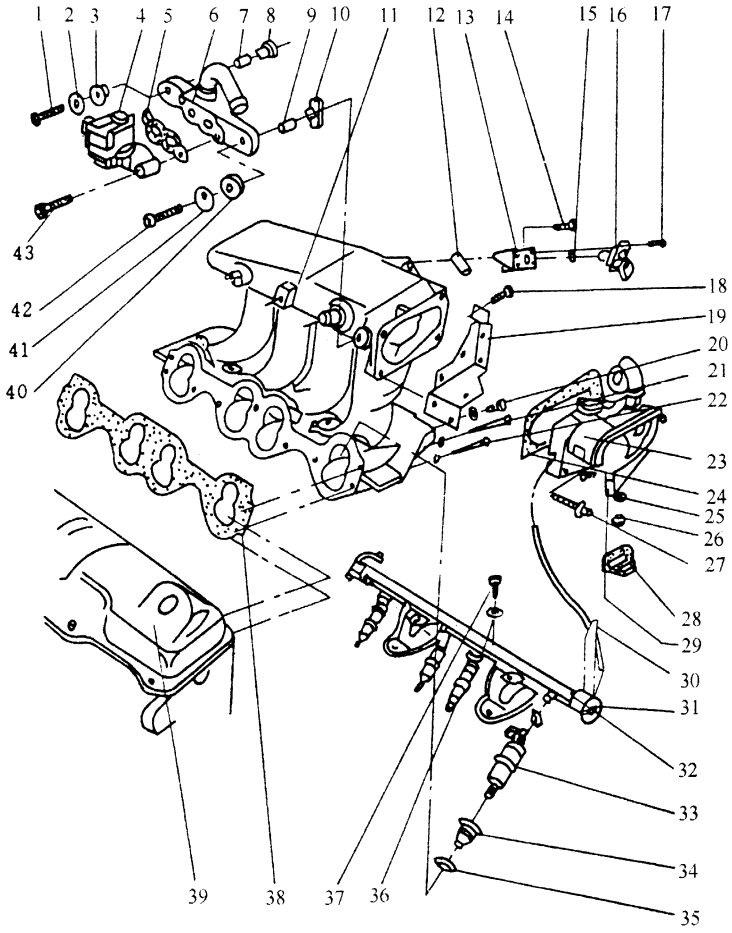


图 5-6　节气门体、怠速控制阀及燃油分配管

1、14、18、20、21、37、42-螺栓（拧紧力矩 10N·m）；2、12、25、36、41-垫圈；3、8、10、26、34、40-橡胶垫；4-怠速控制器（N71）；5-密封垫；6-连接体（用于安装怠速控制阀）；7、9-套管；11-进气歧管；13-连接体（用于安装进气压力/温度传感器）；15、35-密封圈（如损坏要及时更换）；16-进气压力和进气温度传感器（G71/G42）；17-螺栓（拧紧力矩 3N·m）；19-隔热板；22-螺栓（拧紧力矩 21.6N·m）；23-节气门体（节气门体上的限位螺钉在工厂内已经调好，不得改变）；24-密封垫（如损坏要及时更换）；27-螺栓（拧紧力矩 20N·m）；28-节气门位置传感器（G69）；29-螺栓（拧紧力矩 2N·m）；30-卡簧（固定燃油压力调节器）；31-燃油压力调节器；32-燃油分配管（拆卸和安装）；33-喷油器；38-进气歧管密封垫；39-气缸盖罩壳；43-螺栓（拧紧力矩 6N·m）

节气门体上还有怠速旁通道。怠速旁通道跨接于节气门前后两端。发动机怠速运转时，由于加速踏板完全松开，处于关闭状态，此时发动机燃烧所需的空气则绕过节气门经旁通道进入发动机。为了控制发动机怠速转速，改变通过怠速旁通道的进气量，在怠速旁通道中设置一个怠速控制阀，自动改变旁通道通气窗口的截面。怠速控制阀由电子控制单元（ECU）控制。

当减速时，驾驶员突然松开加速踏板，节气门迅速关闭，进入气缸的空气量急剧减少，发动机输出功率大幅度下降，导致不应有的冲击，甚至熄火，为了防止这种不良现象，在节气门外部设有节气门缓冲装置，如图 5-7 所示。

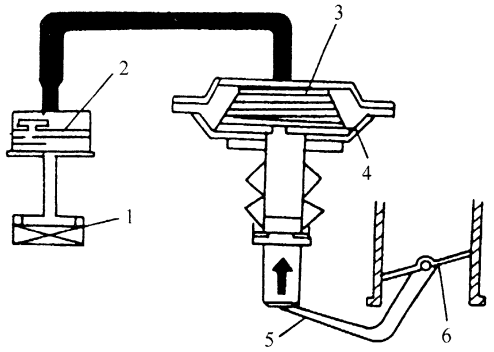


图 5-7　节气门缓冲装置

1-空气滤网；2-阻尼孔；3-阻尼弹簧；4-膜片；5-杠杆；6-节气门

3. 稳压箱和进气歧管

发动机工作时，由空气滤清器过滤后的空气，经节气门体流入稳压箱，再分配到各进气歧管后进入气缸。稳压箱和进气歧管制成一体。稳压箱也叫进气总管，其形状和尺寸都作了专门设计，容积相对较大，主要目的是为了消除进气脉动和改善各缸分配均匀性。在稳压箱上装有组合在一起的进气（歧管）压力传感器和进气温度传感器，用以分别测量进气管（绝对）压力和进气温度，向电子控制单元（ECU）输入发动机负荷和进气温度信息。

（二）燃油供给系统

燃油供给系统的作用是根据电控单元（ECU）的指令，以恒定的压差将一定数量的燃油喷入进气管中。燃油供给系统由燃油箱、电动燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器、喷油器等组成，如图 5-8 所示，其部分零件图如图 5-9、图 5-10、图 5-11 所示。

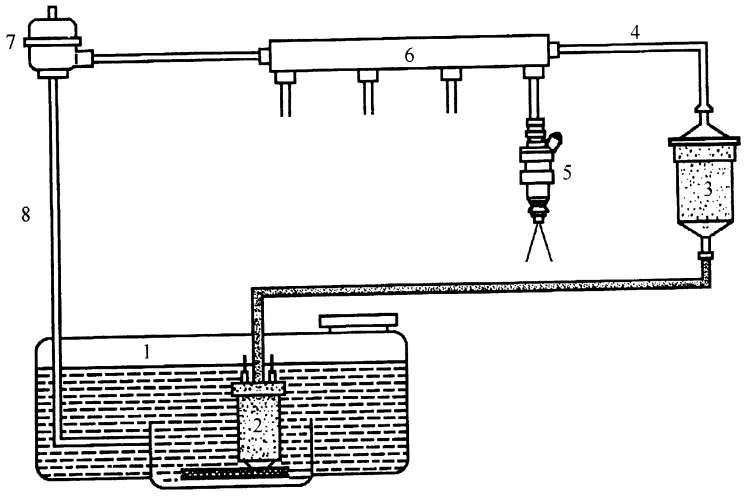


图 5-8　燃油供给系统原理图

1-油箱；2-电动燃油泵；3-燃油滤清器；4-进油管；5-喷油器；6-燃油分配管；7-压力调节器；8-回油管

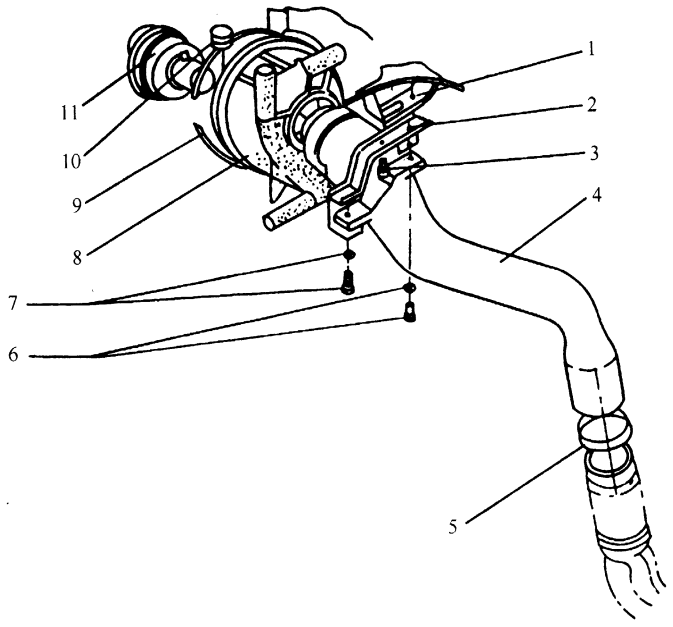


图 5-9　燃油供给系统部分零件图（1）

1-固定支架；2-中间支架；3、6、7-螺栓（拧紧力矩 4N·m）；4-加油管（带止回阀）；5-夹箍；8-集油罩；9-卡簧；10-密封塞；11-油箱锁盖

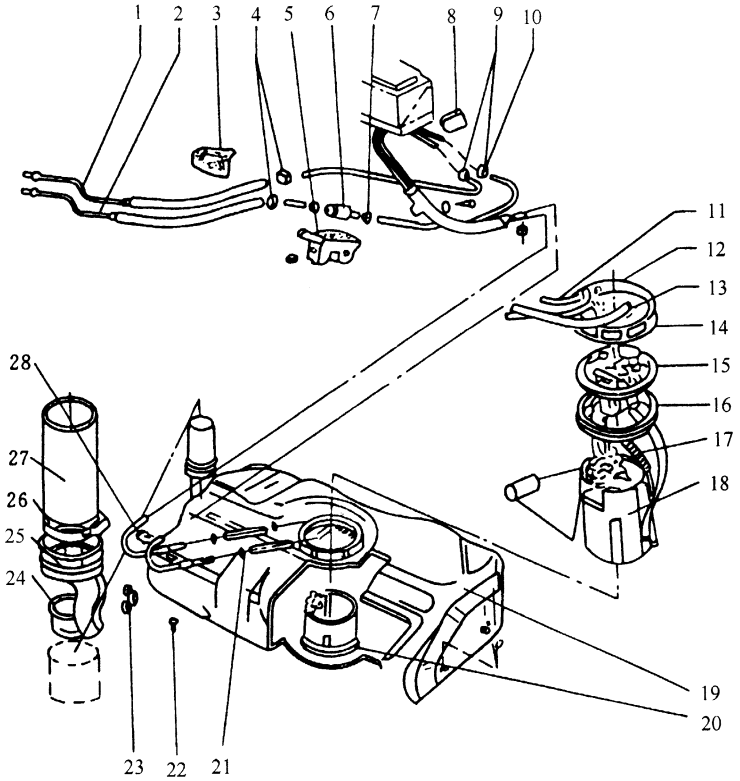


图 5-10　燃油供给系统部分零件图（2）

1-回油软管；2-进油软管 3-油管夹头；4、7、9、21、26-夹箍；5-燃油滤清器罩壳；6-燃油滤清器；8-油管夹头；10-固定螺钉；11-回油管；12-通气管（通向活性炭罐电磁阀）；13-进油管；14-锁紧螺母（用工具 3217 拆卸和安装）；15-凸缘（注意在油箱上的安装位置）；16-密封圈；17-燃油液位传感器；18-燃油泵；19-油箱（拆卸时，用发动机和变速器专用工具 V. A. G1383 支撑）；20-安装燃油泵固定环；22-固定螺钉；23-卡环；24-支承座；25-防尘罩；27-橡胶连接管；28-油管夹头

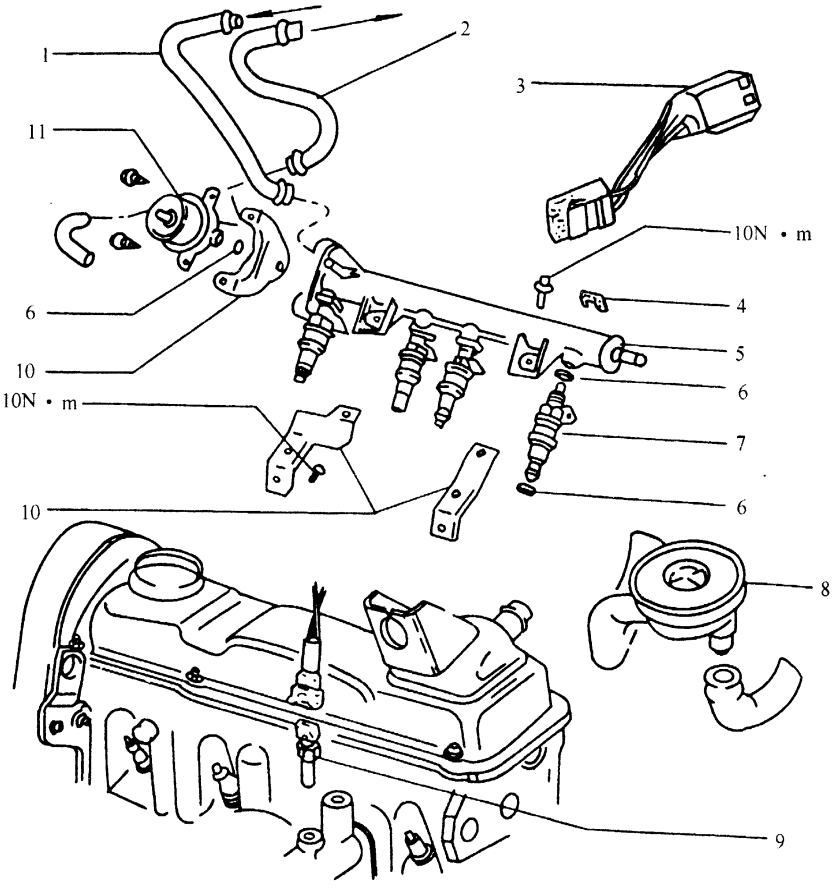


图 5-11　燃油供给系统部分零件图（3）

1-供油软管；2-回油软管；3-喷油器电阻器；4-夹箍；5-燃油分配管；6-密封圈；7-喷油器；8-曲轴箱强制通风阀（PCV阀）；9-冷却液温度传感器；10-安装支架；11-燃油压力调节器

发动机工作时，油箱的燃油由电动燃油泵吸出并加压，经过滤清器，通过进油管进入燃油分配管，燃油经过燃油压力调节器调压，使燃油压力与进气歧管内的压力之间的压力差保持恒定。具有一定油压的燃油从燃油分配管流入各喷油器，根据电子控制单元（ECU）发出的指令，燃油适时定量的喷入进气歧管（节气门处），随进入进气歧管空气混合后进入气缸燃烧作功。在此期间多余的燃油经回油管返回油箱。燃油供给系统的流程如图 5-12 所示。

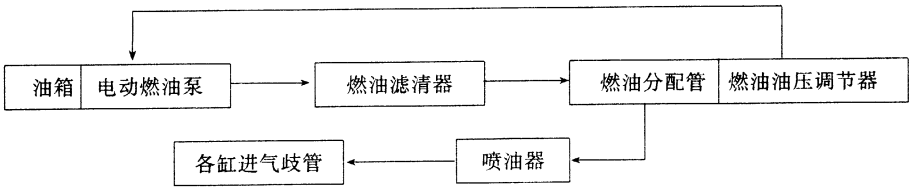


图 5-12　燃油供给系统流程图

1. 油箱

油箱的作用是贮存燃油。油箱的结构与桑塔纳普通轿车油箱基本相同，由耐酸硬塑料制成，不同之处是油箱内安装有电动燃油泵。油箱内还装有液位传感器，与燃油泵一起嵌放在凸

缘上，用锁紧螺母固装在油箱上。

2. 电动燃油泵

电动燃油泵也叫燃油泵。它的作用是供给各喷油器所需的燃油。电动燃油泵安装在油箱内，是一种内浸式燃油泵，有的称为湿式泵或在箱泵。

电动燃油泵使具有较为恒定油压的燃油，经燃油滤清器供给燃油分配管。电动燃油泵的供油量，远大于发动机喷油器所需的最大燃油量，多余的燃油返回油箱。

3. 燃油滤清器

电控发动机比化油器发动机对燃油供给质量要求较高，因为喷油器是一个高度精密的部件，不允许燃油中存有杂质，所以装有一个专用的全封闭式燃油滤清器，其作用是滤去燃油中的的杂质，延长喷油器的使用寿命。

燃油滤清器装在车身下部靠后桥附近。滤清器的外壳由铝合金制成，内部装有纤维质滤网和纸质滤心。纸质滤心的平均孔径为10μm，具有很好的滤清效果，其结构如图 5-13 所示。

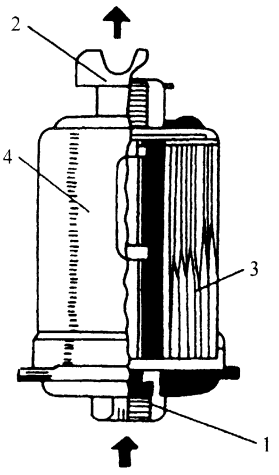


图 5-13　燃油滤清器

1-进口；2-出口；3-滤心；4-壳体

4. 燃油分配管

燃油分配管固装在发动机进气歧管的上方，其作用是将燃油均匀、等压的分配到所有各缸的喷油器。

燃油分配管的容积比发动机每一循环喷入气缸的燃油量大得多，能储存蓄压、防止燃油波动，使接在分配管上的各喷油器都处于相同燃油压力之下。此外，燃油分配管可起到固定喷油器、固定油压调节器的作用，使喷油器便于拆装。

由于燃油分配管位于发动机舱进气歧管的上方，环境温度较高，容易使管中的燃油蒸发，但由于燃油泵的供油量远远大于发动机的最大耗油量，多余的燃油会通过油压调节器、回油管返回油箱，因而进油管和分配管的燃油不断流动，带走了燃油分配管及进油管的热量，可起到冷却作用；同时返回油箱的燃油也带走了燃油分配管、进油管的燃油蒸气，可防止气阻，提高发动机的热起动性能。

5. 燃油压力调节器

燃油压力调节器位于燃油分配管上。燃油压力调节器的主要任务是用来调整燃油分配管中的燃油压力（也即喷油器的供油压力）与进气歧管压力之间的压力差保持恒定不变。从而使喷油器针阀两端的压力差恒定，使喷油器喷入的燃油量仅决定于喷油器阀门开启时间。

对于 AFE 型发动机来说，发动机工作时所需的燃油喷射量，是通过电子控制单元（ECU）控制喷油器的喷油脉冲宽度，即喷油器开启时间来确定的。

燃油压力调节器采用膜片式结构，由弹簧、膜片、燃油压力调节阀、金属外壳等组成，如图 5-14 所示。膜片将壳体内部分隔成两个腔室，一个是弹簧室，一个是燃油室。弹簧室内装有一个带预紧力作用在膜片上的螺旋弹簧，弹簧室用一真空软管连接至进气歧管；燃油室直接与燃油分配管相通，燃油分配管的燃油经进油口流入燃油室。

当进油压力较大时，燃油推动膜片向左移动，使燃油压力调节阀打开，压力偏高的燃油被释放，油压下降。燃油压力调节器通过真空管还与发动机进气歧管相通，当进气歧管中真空度较大时，真空吸力吸动膜片向左移动，参与油压的调节。

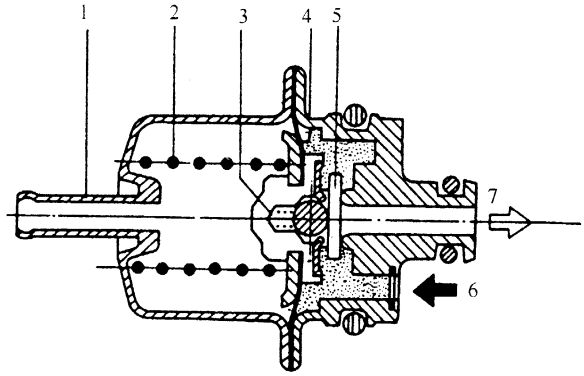


图 5-14　燃油压力调节器结构示意图

1-真空管接头；2-弹簧；3-阀体；4-膜片；5-燃油压力调节阀；6-燃油进口；7-回油口

6. 喷油器

AFE 型发动机的每个气缸都配置一个电子控制的喷油器，喷油器装在进气门前的进气道中，其作用是将精确定量的燃油喷到发动机各个进气管末端的进气门前面。燃油以雾状进入进气门附近与空气混合，在进气行程中被吸入气缸燃烧作功。

喷油器由喷油器体、滤网、电磁线圈、针阀、阀体、螺旋弹簧、调整垫等组成，如图 5-15 所示。

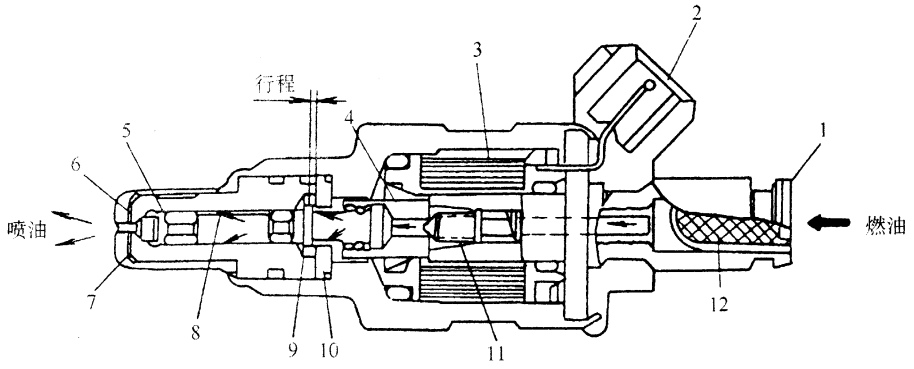


图 5-15　喷油器结构示意图

1-燃油管接头；2-接线插头；3-电磁线圈；4-磁心；5-阀体；6-喷口；7-壳体；8-针阀；9-凸缘部；10-调整垫；11-弹簧；12-滤网

7. 活性炭罐

桑塔纳 2000GLi 新秀型轿车，油箱产生的燃油蒸气不排入大气，因为它采用一种燃油回收装置。燃油蒸发回收装置的作用是阻止油箱内蒸发的燃油蒸气泄漏到大气中去，以免污染环境；同时将油箱的燃油蒸气进行收集后适时地送入进气管，与空气混合后进入发动机燃烧，使燃油得到充分利用，提高了燃油的经济性。

燃油蒸发回收装置的结构如图 5-16 所示。主要由活性炭罐、电磁阀、管路等组成。这一装置在油箱与进气管之间。

活性炭罐是燃油蒸发回收装置中的一个重要部件，活性炭罐安装在右前轮罩内。活性炭罐的外壳由硬塑料制成，里面充满活性炭粒。活性炭粒是一种极好的汽油蒸气吸附剂，它有很大

的表面积，可以很好地吸附汽油蒸气中的汽油分子。在燃油炭罐内有止回阀，以防止燃油蒸气倒流。炭罐底部有一装有空气滤网的通气孔，新鲜空气可经滤网进入。在炭罐上有两个通气管口，其中一个进气管口经通气管直接与油箱相通；另一个出气管口经管路通向发动机进气管，中间有一活性炭罐电磁阀控制管路的通断，形成一个燃油蒸气回收净化系统。

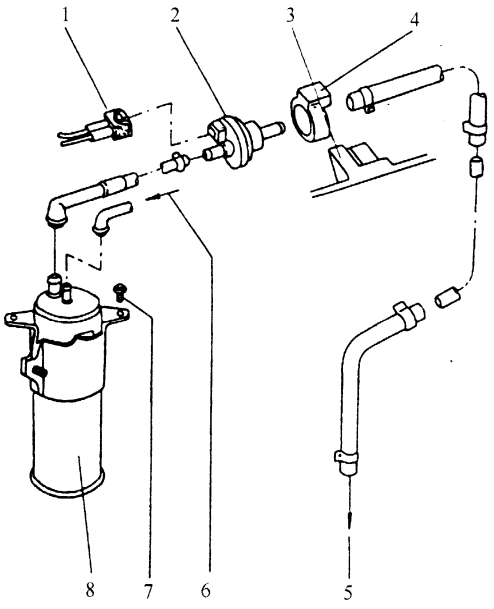


图 5-16　燃油蒸发回收装置的结构

1-电源插头；2-活性炭罐电磁阀；3-支架；4-橡胶支架；5-通向发动机进气系统的管路；6-通气管（来自油箱的通气管）；7-螺栓（拧紧力矩 10N·m）；8-活性炭罐（安装在右前车轮罩内）

当汽车停止运行时，特别是高温情况下，燃油蒸气被炭粒表面吸附并储存起来。发动机工作时，由电子控制单元（ECU）控制活性炭罐电磁阀，适时地打开电磁阀，在进气管真空吸力的作用下，新鲜空气从活性炭罐底部进入带走燃油蒸气，经管路进入进气管，随空气一起进入发动机燃烧。活性炭罐内活性炭表面吸附的汽油分子重新蒸发，一方面使汽油得到充分利用，另一方面使活性炭罐内的活性炭得到再生，恢复吸附汽油分子的能量，不会因使用太久而失效。

经回收进入进气管的燃油蒸气量必须加以控制，以防止破坏发动机工作时正常的混合成分，使闭环控制无法实现，影响发动机正常工作，造成汽车的排放和驱动性能恶化。这一工作是由 ECU 控制活性炭罐电磁阀来实现，通过控制电磁阀的占空比，控制电磁阀的开、闭或开启程度，达到控制进入进气歧管的燃油蒸气量。

（三）电子控制系统

电子控制系统的核心是电子控制单元（ECU），它根据发动机上各种传感器的信息，经计算、分析、处理后作出决定，输出控制信号至各执行器，准确地控制发动机的喷油量、点火提前角、怠速等，使发动机在最佳状态下工作。

电子控制系统主要由传感器、电子控制单元（ECU）及执行器三大部分组成，如图 5-17 所示。

1. 传感器

传感器的功用是向电子控制单元（ECU）提供发动机运行时各种工况的信息参数。

AFE 型发动机的传感器有 7 个，即进气压力传感器、节气门位置传感器、进气温度传感器、冷却液温度传感器、霍尔信号传感器、爆震传感器、氧传感器。此外，还有点火开关信号、空调开关信号、空调压缩机信号、蓄电池电压信号。

（1）进气压力传感器

进气压力传感器的全称是进气歧管绝对压力传感器。进气管压力传感器安装在节气门与进气门之间的稳压箱上。它的作用是测量进气管内的绝对压力，以电信号送入电子控制单元（ECU），提供发动机负荷信息。发动机负荷信号是控制燃油喷射和点火的两个最重要、最基本的信号之一。

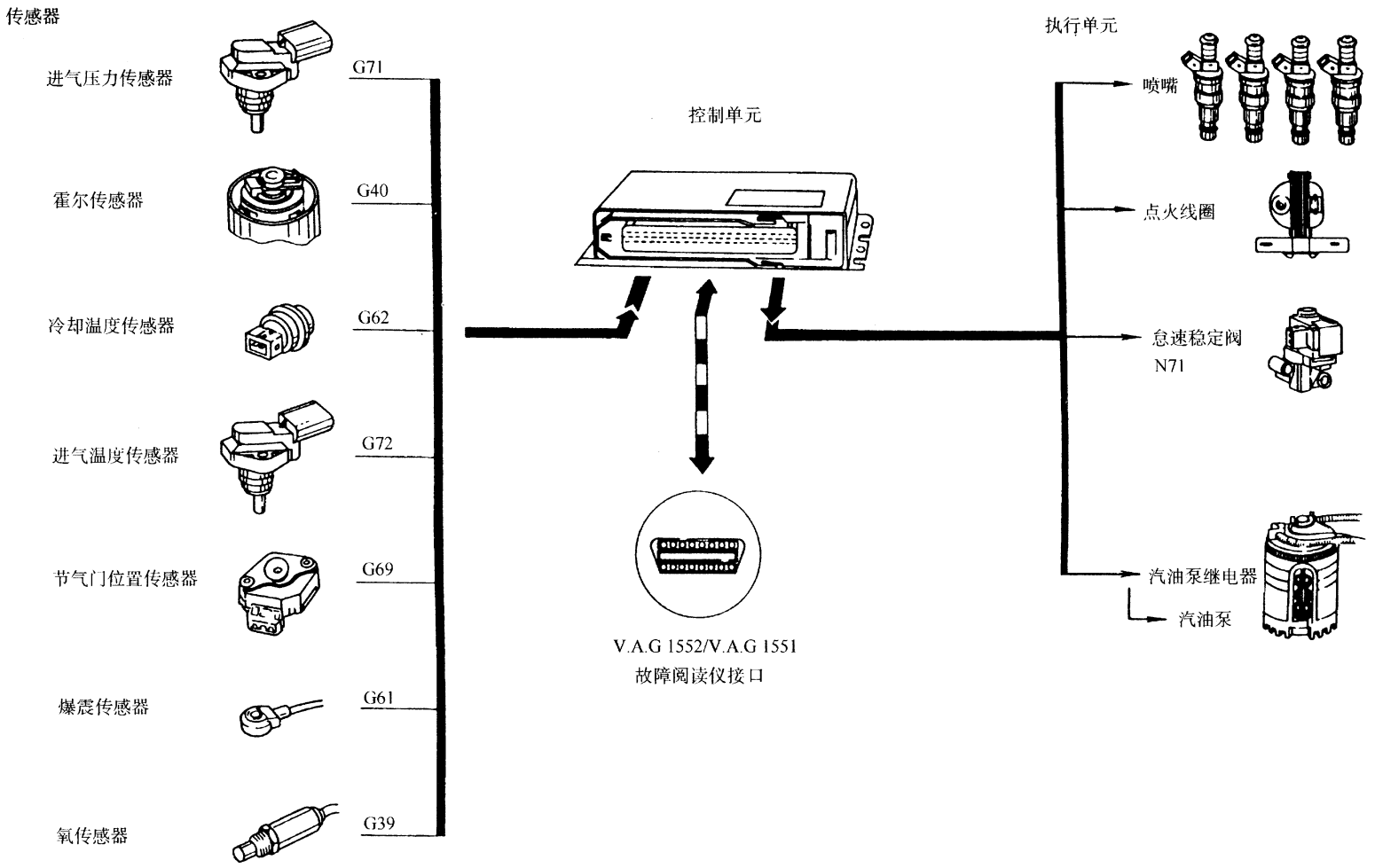


图 5-17　电子控制系统的组成

进气压力传感器由硅膜片、集成电路、滤清器、真空室和壳体等组成，其结构如图 5-18 所示。硅膜片是压力转换元件，它是利用半导体的压电效应制成的。硅膜片的一面是真空室，另一面是导入的进气压力。集成电路是信号放大装置，它的端头与电控单元（ECU）连接。

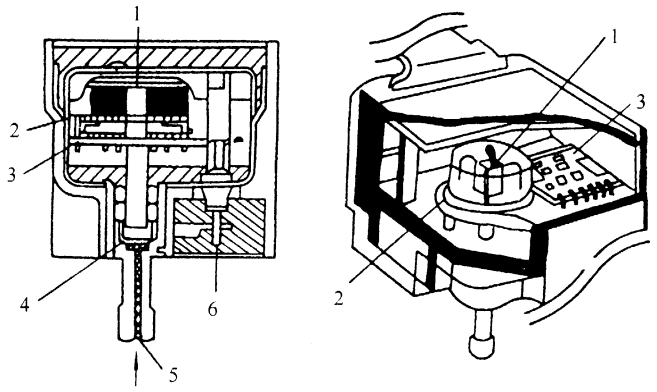


图 5-18　进气压力传感器

1-硅膜片；2-真空室；3-集成电路；4-滤清器；5-进气端；6-接线端

发动机工作时，进气管来的空气经传感器的滤清器滤清后作用在硅膜片上，硅膜片产生变形，由于进气流量对应着相应的进气压力，故进气流量越大，进气管压力就越高，硅膜片变形也就越大。硅膜片的变形，使扩散在硅膜片上的电阻的阻值改变，导致电桥输出的电压变化。由于输出信号较小，所以需集成电路将电压信号放大处理后，送到电控单元 ECU 的 PIM 端，此信号成为电控单元 ECU 控制空气量的主要依据。

发动机运转时，随着节气门开大，进气量增加，进气管内的压力增大（负压或真空度减小），因此进气管压力的大小，反映发动机进气量或发动机负荷的大小。在发动机实际运行时，发动机每循环的进气量，是根据进气管压力和发动机转速确定的，再根据进气温度修正后实现的。由于这种方法不是直接测定发动机的进气量，而是采用间接测量进气压力的方法确定的，这种测量方法常称为密度—转速法。

AFE 型发动机的进气压力传感器和进气温度传感器组合在一起，如图 5-19 所示。

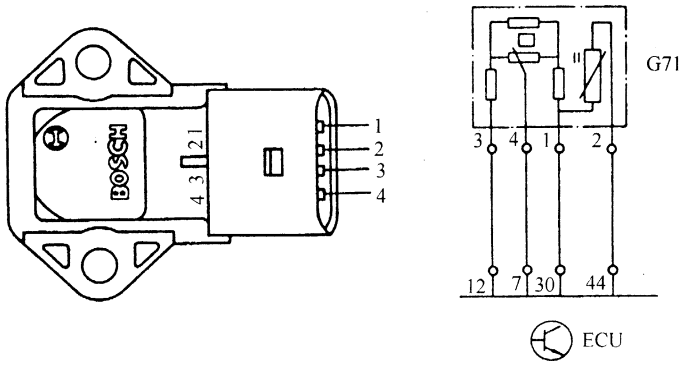


图 5-19　进气压力传感器、进气温度传感器与 ECU 的电路连接关系

1-接地；2-进气温度电信号；3-＋5V；4-进气压力电信号

该传感器出现故障时，电子控制单元能够检测到，并能使发动机进入故障应急状态下运行。通过故障阅读仪可查出故障信息。

(2) 霍尔传感器

霍尔传感器安装在分电器内，霍尔传感器的作用是向电子控制单元（ECU）传送发动机转速、曲轴位置和第一缸信号。

霍尔传感器的结构与原理参见本书第四章有关内容。

霍尔传感器和进气压力传感器一样是非常重要的两个传感器。它们输出的信号是发动机负荷和转速两个最重要、最基本的信号。它们是 ECU 计算喷油时间、点火提前角、闭合角等的重要依据。

霍尔传感器与 ECU 的电路关系如图 5-20 所示。

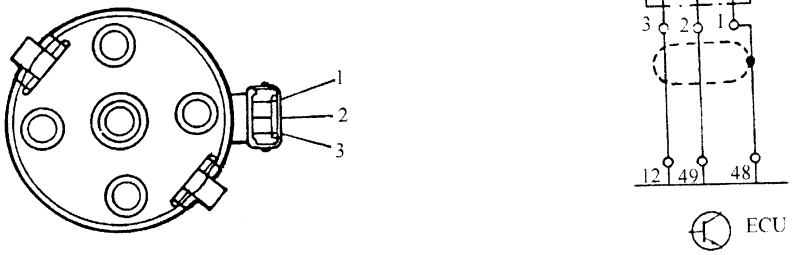


图 5-20 霍尔传感器与 ECU 的电路连接关系

1-接地；2-霍尔传感器电信号；3-+5V

该传感器出现故障时，电子控制单元不能检测，发动机立刻熄火，无法运转。

(3) 冷却液温度传感器

冷却液温度传感器也叫水温传感器。安装在发动机冷却液出水管上，通过探测冷却液温度来获得发动机温度，并将发动机温度信息变为电信号送入发动机电子控制单元（ECU）。ECU 根据发动机温度来修正喷油时间、点火提前角和怠速转速等。

冷却液温度传感器的感温元件是一负温度系数（NTC）热敏电阻。该电阻具有与一般金属导体电阻相反的特性，温度高时电阻值减小，温度降低时电阻值增大。各种温度下的电阻值如表 5-1 所示。

表 5-1 冷却液温度传感器电阻值与温度的关系

温度（℃）	阻值（Ω）	温度（℃）	阻值（Ω）
−20	14 000～20 000	50	720～1 000
0	5 000～6 000	60	530～650
10	3 300～4 200	70	380～480
20	2 200～2 700	80	280～350
30	1 400～1 900	90	210～280
40	1 000～1 400	100	170～200

AFE 型发动机中，冷却液温度传感器与 ECU 的电路连接关系如图 5-21 所示。

该传感器发生故障时，ECU 能检测到，并能使发动机故障应急状态下运行。通过故障阅读仪可以查出故障信息。

(4) 进气温度传感器

进气温度传感器的全称是进气歧管空气温度传感器。进气温度传感器装在进气道（稳压箱）上，它的作用是将进气道内的空气温度状况转变为电信号，送入电子控制单元（ECU）。电子控制单元根据进气温度修正喷油时间，以获得空燃比合适的混合气。

进气温度传感器和冷却液温度传感器的工作原理、特性相同，其基本结构也类似，但 AFE 型发动机的进气温度传感器与进气压力传感器是组合在一起，如图 5-19 所示。ECU 可根据进气温度传感器输入的信号，对喷油量修正，以获得最佳空燃比。

该传感器出现故障时，ECU 能够检测到，并能使发动机进入故障应急状态下运行，通过故障阅读仪，可以查出故障信息。

(5) 节气门位置传感器

节气门位置传感器安装在节气门下方，与节气门轴保持联动。节气门位置传感器的作用是将节气门开度大小的状态变为电信号送入电子控制单元（ECU）。电子控制单元根据节气门开度大小，获得发动机工况信息（怠速、部分负荷、全负荷和起动、倒拖）和节气门开启的快慢获得加速、减速信息。ECU 以此作为判断发动机不同运行工况的依据，用来修正喷油时间和点火提前角等。

燃油喷射系统采用的节气门位置传感器属于开关触点式，其结构如图 5-22 所示。它主要由活动触点、怠速触点、功率触点、节气门轴、控制杆、导向凸轮和槽等组成。活动触点可在导向凸轮槽内移动，导向凸轮由固定在节气门轴上的控制杆驱动。

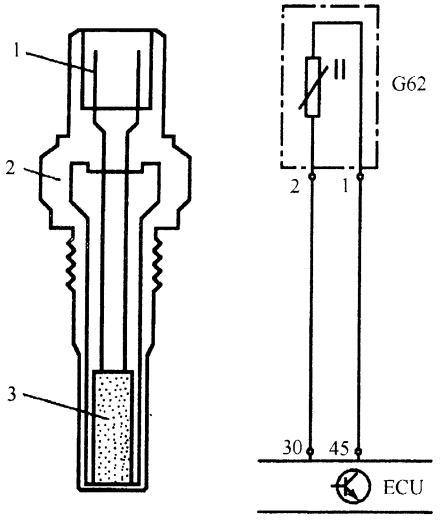


图 5-21 冷却液温度传感器与 ECU 的电路连接关系

1-冷却液温度信号；2-接地；3-热敏电阻

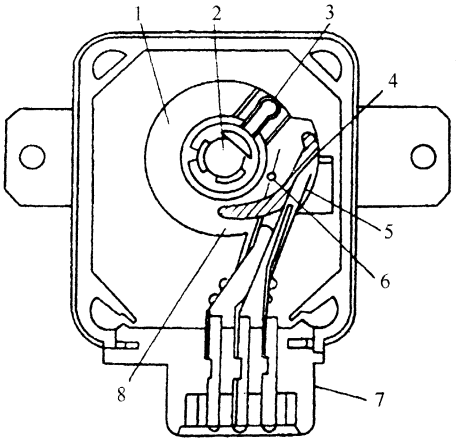


图 5-22 节气门位置传感器的结构

1-导向凸轮；2-节气门轴；3-控制杆；4-活动触点；5-怠速触点；6-功率触点；7-连接装置；8-导向凸轮槽

节气门位置传感器的工作原理如图 5-23 所示。怠速时，即节气门关闭状态时，活动触点与怠速触点相接触，可以检测节气门全关闭状态；全负荷时，活动触点与功率触点相接触，这时可

以检测节气门大开度的状态；部分负荷时，活动触点与哪个触点都不接触。通过活动触点所处的不同位置，电控单元（ECU）可检测节气门开度的不同状态，从而计算出对应的喷油量。

节气门位置传感器内电阻的一端与ECU提供的5V电源相连，电阻的另一端通过ECU接地。节气门轴转动时，电位计的滑臂在电阻上滑转。节气门开度不同，电位计的电阻值不同，从而又将节气门开度转变成电信号输入ECU。节气门位置传感器输出的信号电压值与节气门的开启角成正比。节气门全闭时，输出电压最低，约为0.1～0.9V；节气门全开时输出电压最高，约为3.0～4.8V。ECU还能根据节气门开启的快慢，即传感器输出电压升高或降低的变化速率，判断是加速或减速等，从而满足发动机各种运行工况下，实现精确控制喷油和点火等效果。

另外，在进气压力传感器发生故障时，作为故障应急措施，节气门位置传感器还可用来向ECU提供发动机负荷信息。

AFE型发动机中，节气门位置传感器与ECU的电路连接如图5-24所示。

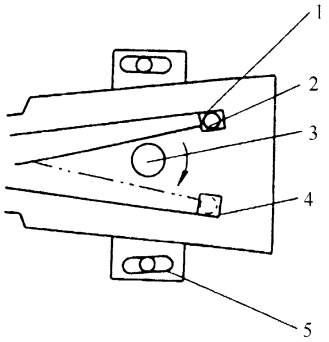


图5-23　节气门位置传感器的工作原理图
1-怠速触点；2-活动触点；3-节气门轴；4-功率触点；5-调节螺钉

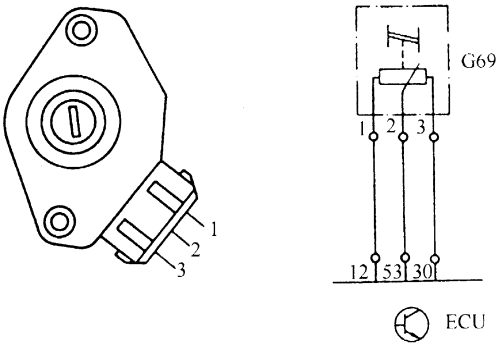


图5-24　节气门位置传感器与ECU的电路连接关系
1-5V电源；2-节气门位置传感器信号；3-接地

该传感器发生故障时，ECU能够检测到，并使发动机进入故障应急状态下运行。通过故障阅读仪可以查到故障信息。

（6）氧传感器

氧传感器的作用是探测排气中氧的含量多少。它是电控发动机闭环控制中十分重要的反馈信息。为了使发动机获得最佳的排气净化性能，特别是采用三元催化转化器后，必须把混合气的空燃比保持在理论空燃比附近的很窄范围内，空燃比一旦偏离理论空燃比，三元催化转化器净化率的能力将急剧下降。氧传感器实际上是用来探测空燃比是比理论空燃比浓还是比理论空燃比稀，以获得上次喷油时间是过长或是过短，并将该信息变成电信号送入发动机电子控制单元（ECU），用来对本次喷油时间进行修正，以达到混合气的空燃比保持在理论值。

氧传感器的结构如图5-25所示，传感器陶瓷体固定在支架上，它有护套及电气接头。传感陶瓷的表面有一微孔铂层，它一方面通过催化作用对传感器起决定作用，另一方面用于接触。传感器陶瓷体在排气端的铂层上牢固地贴有多孔陶层，此防护层防止废气中的残留物腐蚀铂层。

在AFE电控发动机上，氧传感器与电子控制单元（ECU）的电路连接如图5-26所示。

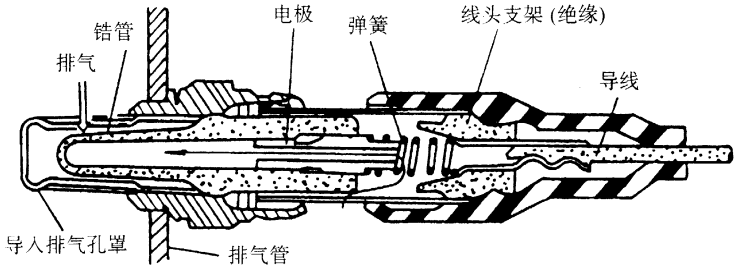


图 5-25　氧传感器的结构

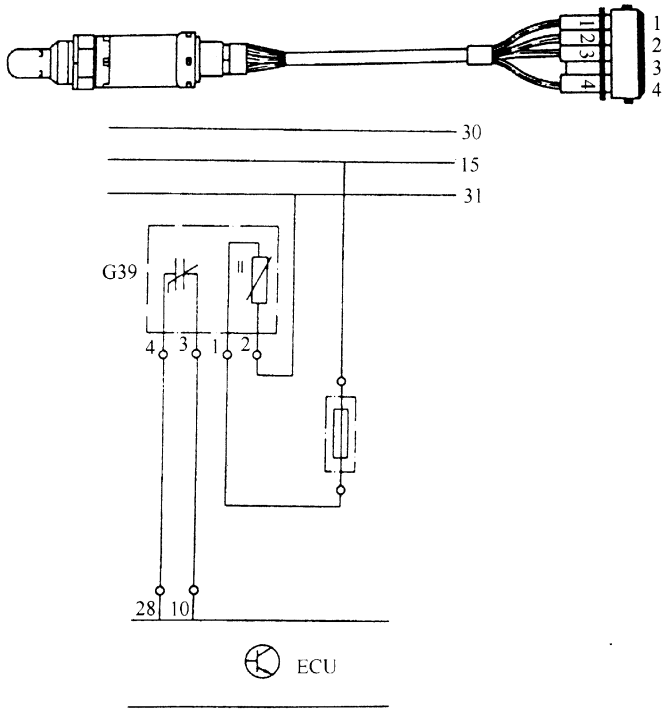


图 5-26　氧传感器与 ECU 的电路连接关系

1-加热元件正极；2-加热元件负极；3-氧传感器信号负极；4-氧传感器信号正极

该传感器出现故障时，ECU 不能检测到，但发动机仍能运转，此时发动机工作状态不是最好。通过故障阅读仪可以读取氧传感器的有关数据，获得其发生故障的信息。

(7) 爆震传感器

爆震传感器是电控发动机点火提前角闭环控制过程中必不可少的重要部件。爆震传感器的作用是检测发动机有无爆震现象发生。它把发动机爆震时产生的振动变为电信号，输入到电子控制单元(ECU)。ECU 根据爆震传感器传入的信号，对点火提前角进行调整，有效地抑制爆震现象发生，爆震传感器的安装位置如图 5-27 所示。

在 AFE 电控发动机上，爆震传感器与电子控制单元的电路连接如图 5-28 所示。

该传感器发生故障时，ECU 在一定条件下能够检测到，并使发动机转入故障应急状态下运行，通过故障阅读仪可以查出故障信息。

2. 执行器

执行器也叫执行单元，它的作用是根据发电机电子控制单元（ECU）的指令，完成各种控制功能，实现最佳控制。AFE 型发动机的电子控制系统中的执行器有电动燃油泵、喷油器、点火线圈、怠速控制阀以及活性炭罐电磁阀。

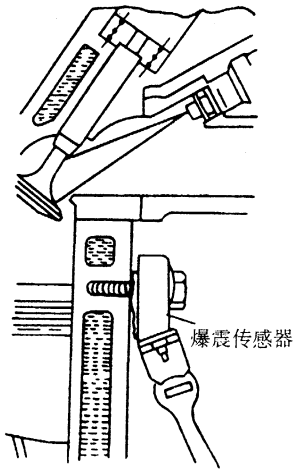


图 5-27　爆震传感器的安装位置

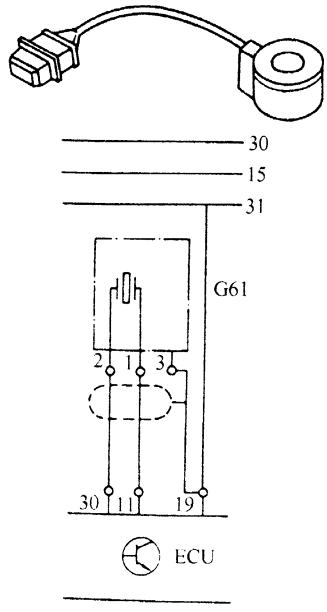
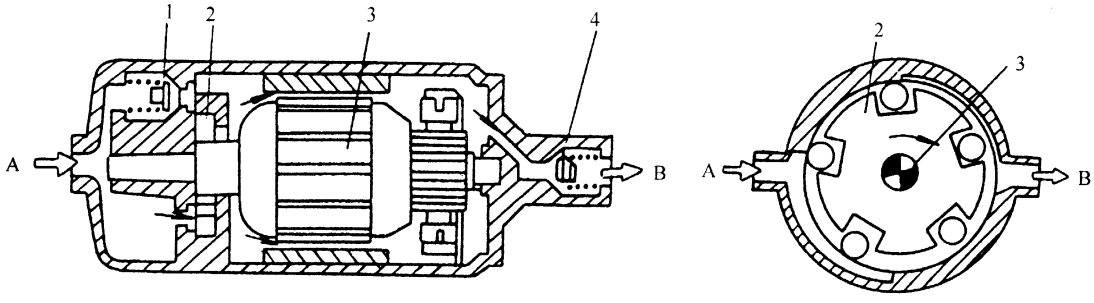


图 5-28　爆震传感器与 ECU 的电路连接关系

1-爆震传感器信号输入线；2-爆震传感器信号负极线；3-爆震传感器屏蔽线

（1）电动燃油泵

电动燃油泵既是燃油供给系统的组成部分，也是电子控制系统的执行器。电动燃油泵安装在油箱内，是一种内浸式燃油泵。电动燃油泵主要由燃油泵、直流电动机、泵盖三部分组成，如图 5-29 所示。



(a) 结构图　　(b) 工作原理图

图 5-29　电动燃油泵

1-限压阀；2-滚柱泵；3-电动机；4-单向阀；A-进油口；B-出油口

电动机由蓄电池通过燃油泵继电器供电。燃油泵继电器的闭合与断开由电子控制单元（ECU）控制。电动燃油泵与 ECU 的电路连接如图 5-30 所示。

当点火开关每次接通时，ECU 接通燃油泵继电器电路，电动燃油泵工作 1s，以提高供油压

力，以利起动。在发动机起动过程中，当发动机转速大于 30r/min 时，电动燃油泵就继续保持运转；在发动机运转过程中，电动燃油泵始终工作；当发动机熄火停转或发动机转速低于 30r/min 时，为了安全出发，即使点火开关接通，ECU 也会切断燃油泵继电器电路，电动燃油泵也不会工作，在汽车发生故障时，由于发动机熄火可防止燃油从可能损坏的燃油管流出。

当电动燃油泵发生故障时，ECU 不能够检测到，用故障阅读仪也查不到故障的信息。

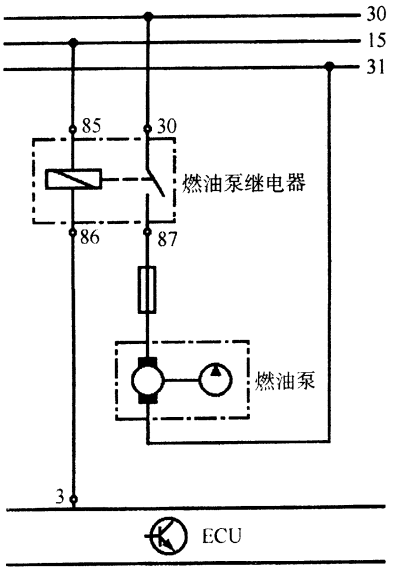


图 5-30　电动燃油泵与 ECU 的电路连接关系

（2）喷油器

喷油器也称喷油嘴或喷嘴。它是一种加工精度非常高的精密器件。其功用是接受电子控制单元（ECU）送来的喷油脉冲信号，将计算精确的燃油喷入进气歧管。

该喷油器为电磁喷油器。每个气缸一个。它由喷油器壳体、滤网、电磁线圈、衔铁、回位弹簧、针阀、阀体等组成。

喷油器与 ECU 的电路连接如图 5-31 所示。

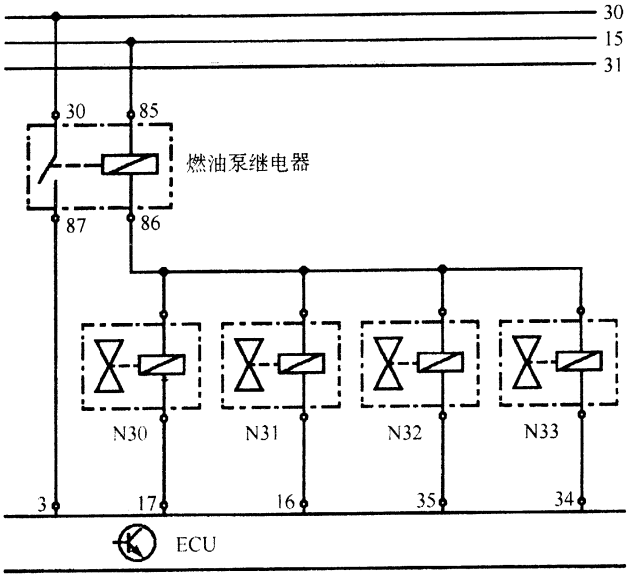


图 5-31　喷油器与 ECU 的电路连接关系

当喷油器发生阻塞、滴漏等故障时，ECU 不能检测到，通过故障阅读仪也查不到这些故障的信息。

（3）点火线圈

点火线圈实际上是将低压电变成高压电的变压器，同时也是储存点火所需能量的储存器。

AFE 型发动机采用闭磁路点火线圈，安装在发动机舱后面、蓄电池支架旁边。点火线圈的结构与原理参见本书第四章有关内容。

AFE 型发动机的点火线圈工作电路如图 5-32 所示。当点火开关接通时，蓄电池电压经点火开关加到点火线圈初级绕组的“15”端子上，初级绕组的另一端“1”与 ECU 连接，初级绕组中初级电流的接通和切断由 ECU 进行控制。次级绕组（即高压端）输出端子“4”，用高压总火线与分电器盖中央插座相连，以便产生的高压电经分电器分配到各缸火花塞。

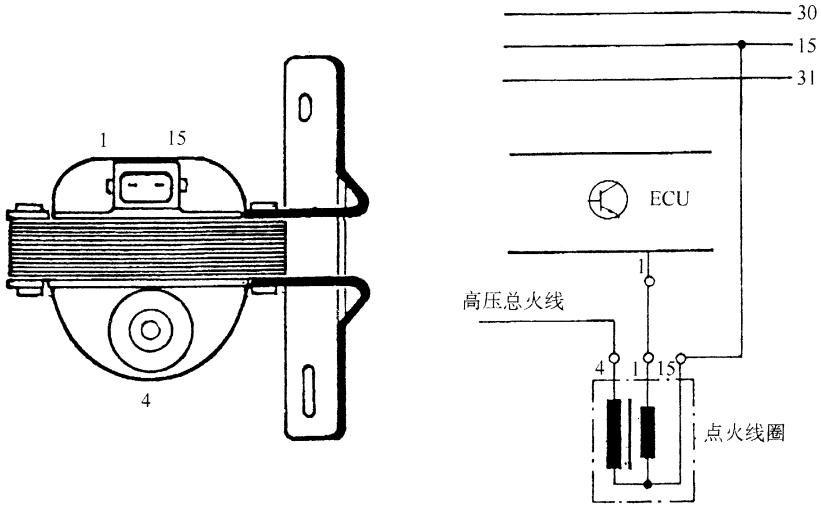


图 5-32　点火线圈的工作电路

ECU 通过控制点火线圈初级电流切断的时间早晚，来控制点火提前角的大小。

ECU 通过控制点火线圈初级绕组通电时间的长短，来控制闭合角的大小。

当点火线圈发生故障时，ECU 不能检测到，用故障阅读仪也不能查出此故障的信息。

（4）怠速控制阀

怠速控制阀直接安装在节气门体上，它的作用是发动机怠速运转时，在电子控制单元的控制下，改变进气旁通道的开启截面积，调整旁通道的进气量，使发动机保持最佳怠速转速。

AFE 型发动机采用旋转滑阀式怠速控制阀，其结构如图 5-33 所示，主要由永久磁铁、电枢（由电磁线圈和铁心组成）、旋转阀、螺旋回位弹簧和电刷及引线等组成。永久磁铁固装在外壳上，其间形成磁场。电枢位于永久磁铁的磁场中；旋转阀固装在电枢轴上，与电枢轴一起转动。

电磁线圈未通电时，旋转阀在弹簧的作用下将旁通阀口关闭到只留一个固定的小窗口，该窗口足以让怠速控制阀出现故障时，保证发动机处于跛行回家状态时所需的最小进气量。

当电磁线圈通电时，可使电枢轴顺时针或逆时针偏转，旋转阀也同时偏转，旋转阀偏转的角位

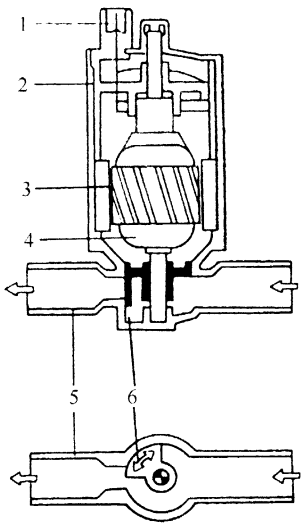


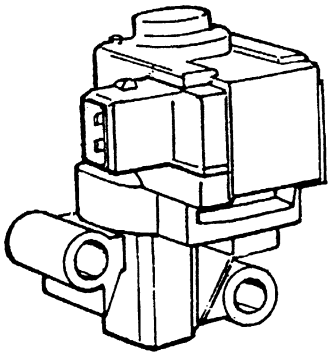
图 5-33　怠速控制阀

1-接线插头；2-外壳；3-永久磁铁；4-电枢；5-空气通道；6-旋转阀

移决定旁通进气道阀口开启的截面积，因而也决定旁通进气量和怠速转速。

怠速控制阀的电磁线圈与ECU连接。在发动机怠速运行时，ECU向电磁线圈提供脉冲电流，改变脉冲电流的占空比，可以改变永久磁铁和旋转阀的转动角度位置。占空比越大，旁通道阀口开启截面越大；反之占空比越小，旁通道阀口开启越小，从而改变了怠速旁通道的进气量，也就相应地改变了发动机怠速转速。

怠速控制电磁阀与ECU的电路连接关系如图5-34所示。



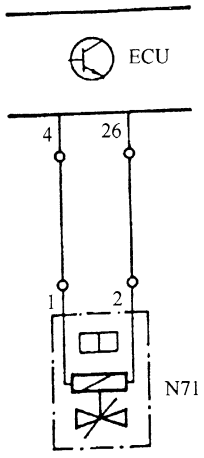


图5-34　怠速控制电磁阀与ECU的电路连接关系

怠速控制阀出现故障时，怠速控制阀处于一个固定位置，使发动机怠速转速上升到1100r/min左右。故障阅读仪不能读取此故障的有关信息，但可通过故障阅读仪帮助诊断怠速控制阀是否有故障。

3. 电子控制单元（ECU）

电子控制单元(Electronic Control Unit)，一般常简化为ECU。ECU是一种综合电子控制装置。AFE型发动机的电子控制单元常称为Motronic控制器。它装在驾驶员一侧的仪表板下方转向柱旁。

ECU的作用是接收来自各传感器的信息，经过快速、准确地处理、运算、分析和判断后，适时地输出控制指令，控制各执行器动作，实施最佳控制，如适应发动机工况的喷油时间、点火提前角、怠速转速等控制信号，从而使发动机工作保持在最佳状态。ECU在发动机电子控制系统中起着神经中枢作用。

ECU除了对发动机每个运行状态实施最佳控制外，还有自诊断功能，可对部分传感器送入的信号进行鉴别。若发现某个传感器传来的信号异常、超出规定范围，则ECU认为该传感器或相关线路出现故障，并将故障信息以代码的形式储存起来，以便维修人员修理时，将故障信息调出，协助修理人员快速准确地判断故障的类别和范围；同时ECU用一个设定数据或其他传感器输入的信号来代替，使发动机转入故障应急状态下继续运行，以确保用户将车开到维修站，不致于因电子零件的故障而使汽车半路抛锚。

ECU由金属外壳和里面密布着电子元件的电路板组成。

(1) 电子控制单元（ECU）内部基本组成与功用

现代汽车发动机的电子控制单元，从硬件来说主要由输入电路、微型计算机和输出电路等

组成，如图 5-35 所示。其中微型计算机是 ECU 中的核心部件，常简称微机。由于微机是 ECU 中的主要部件，所以人们一般简单地或习惯性地将 ECU 称为微机，或者俗称电脑。

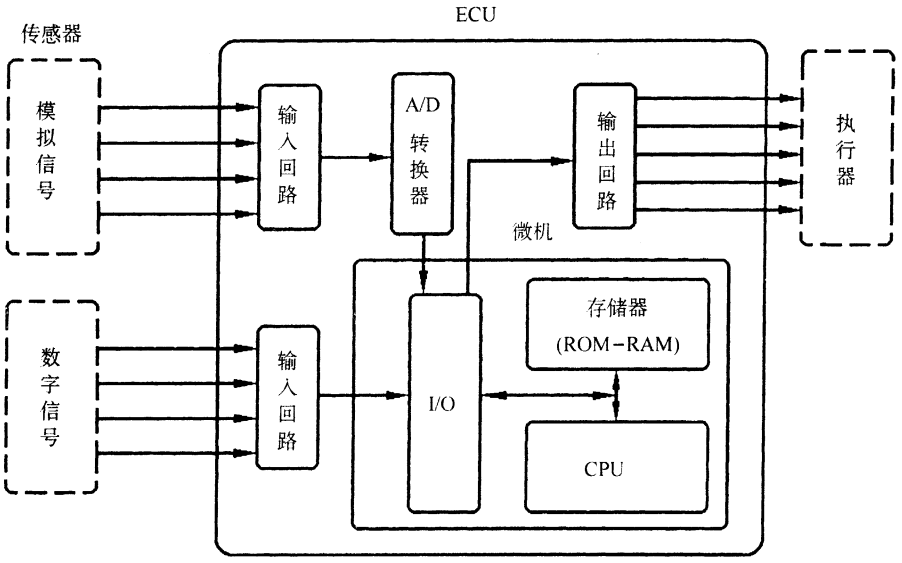


图 5-35　发动机的电子控制单元的基本组成

（2）电子控制单元的插座

在电子控制单元的外壳上设有专门的插座，插座内有 55 个插孔，如图 5-36 所示。通过相应的插头，将电子控制单元与蓄电池、各传感器和各执行器以及故障诊断仪等相连接。

电子控制单元各插孔的作用如表 5-2 所示。

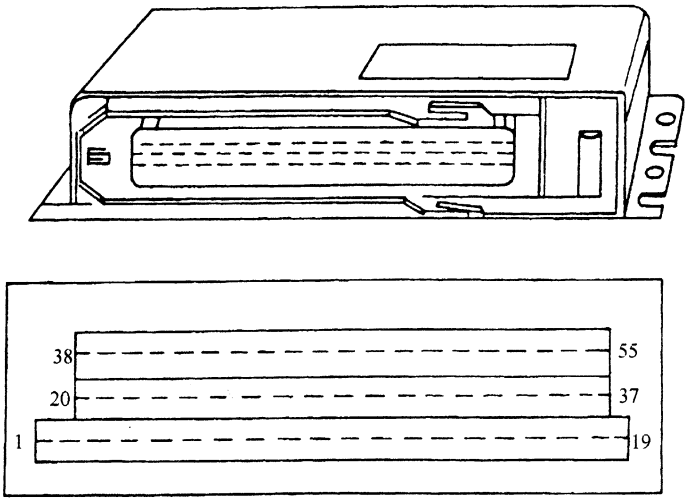


图 5-36　电子控制单元插座与插头

表 5-2　电子控制单元各插孔的作用

插孔号	作　用	插孔号	作　用
1	点火线圈初级线圈控制线	27	接“15”电源线
2	接“31”地线	28	氧传感器信号正极线
3	燃油泵继电器控制线	30	进气压力、节气门位置、冷却液温度、爆震传感器负极
4	怠速控制阀动力线	34	四缸喷油器负极（控制端）
7	进气压力传感器信号线	35	三缸喷油器负极（控制端）
10	氧传感器信号负极线	37	接“15”电源线
11	爆震传感器信号正极线	39	调整怠速、点火提前角接地线
12	霍尔、压力、节气门位置传感器电源	40	接空调压缩机
14	接“31”地线	41	接空调开关
16	二缸喷油器负极（控制端）	44	进气温度传感器电源及信号线
17	一缸喷油器负极（控制端）	45	水温传感器电源及信号线
18	接“30”电源线及熔断器	48	霍尔传感器负极线
19	接“31”地线、爆震传感器屏蔽线	49	霍尔传感器信号线
24	接“31”地线	53	节气门位置传感器信号线
26	怠速控制阀动力线	55	故障阅读仪信号输出线

注：其余的空号为未使用。

电子控制系统的电路图如图 5-37 所示。图中各元件名称如表 5-3 所示。

表 5-3　ECU 外围电路元件名称

标　号	名　称	标　号	名　称
1	ECU（Motronic 控制器）	10	点火线圈
2	燃油泵继电器	11	喷油器
3	中央电器熔断器	12	步进电机
4	霍尔传感器	13	调整点火提前角、怠速维修接地线
5	进气压力传感器与进气温度传感器	14	接故障阅读仪的信号线
6	节气门位置传感器	15	燃油泵
7	爆震传感器	16	燃油泵熔断器
8	氧传感器	17	氧传感器熔断器
9	冷却液温度传感器		

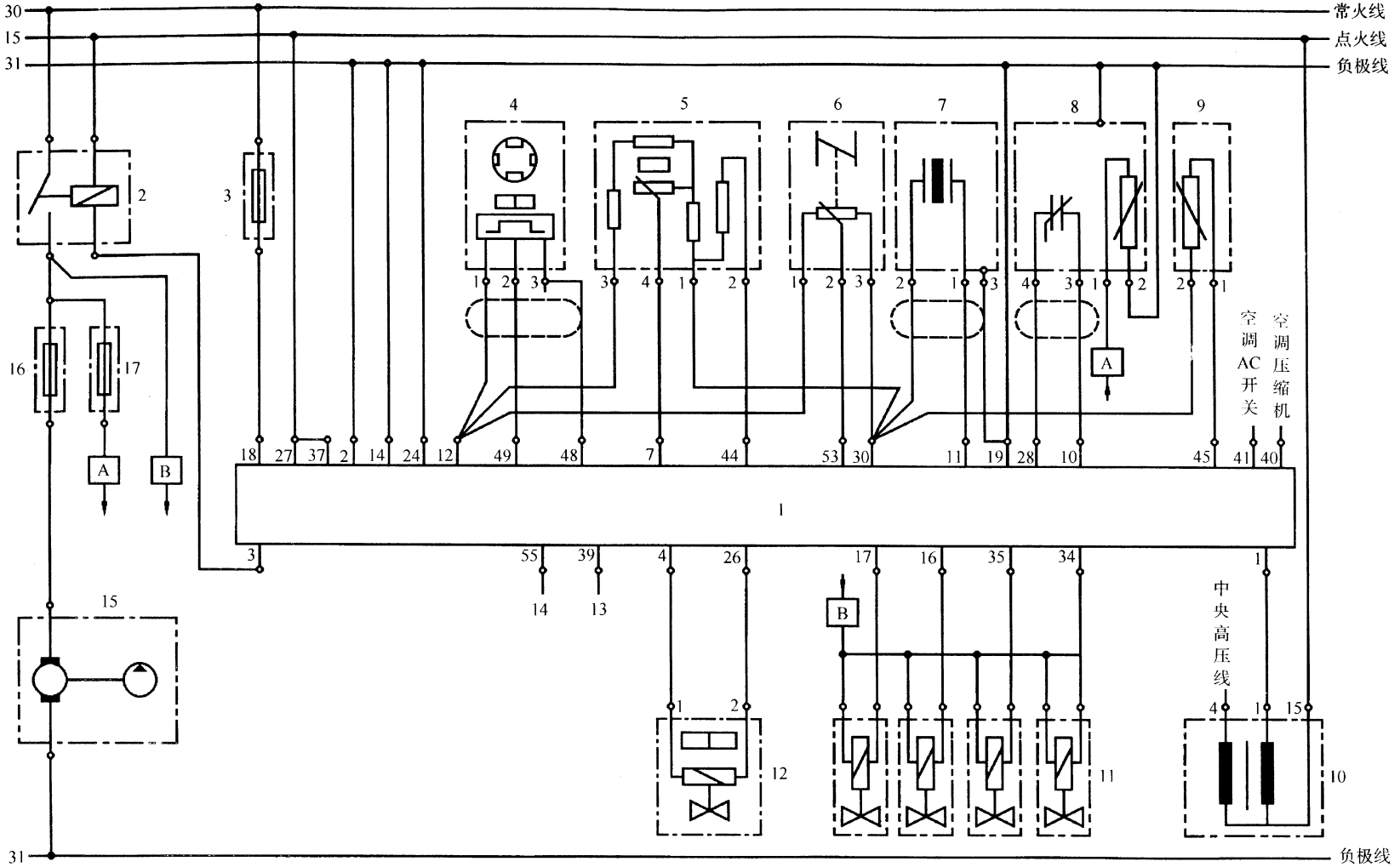


图 5-37　电子控制系统电路图

三、AFE 型发动机电控系统的控制过程

AFE 型发动机是一种发动机综合控制系统，也叫电控发动机管理系统，它实现了发动机集中控制，即用一个电子控制单元（ECU）对燃油喷射、点火正时、怠速转速、电动燃油泵、燃油蒸发等进行全面控制。该电控发动机根据发动机的动力性、燃油经济性、排放净化性、行驶特性和舒适性等综合性能要求，按照发动机各种运行工况匹配需要，对上述整个控制内容进行全面优化控制，使发动机始终处于最佳运行状态。此处仅对主要控制项目燃油喷射控制、点火控制作一些介绍。

（一）燃油喷射控制

AFE 型发动机是采用多点顺序喷射系统。它在每个气缸的进气门附近各安装一只喷油器；每当曲轴转两转，各缸喷油器按照进气门开启顺序轮流喷射一次，像点火顺序一样，按照特定的顺序依次驱动喷油器喷射燃油。这种顺序喷射方式比同时喷射、分组喷射两种方式具有一定优越性，它可以选择在最佳的时间喷油，对混合气的生成十分有利，而且可以确保各缸混合气生成条件完全一致，从而对提高发动机运行稳定性、燃油经济性、降低有害物的排放等都有一定好处。

1. 喷油正时的控制

喷油正时是指喷油器什么时刻开始喷油的问题。

AFE 电控发动机是按照各缸进气门开启的顺序依次喷油的，各缸喷油正时与该缸的配气正时相位关系完全一致，从而确保各缸混合气生成条件完全一致。对于顺序喷射来说，一般都是在各缸进气门开启之前结束喷油。喷油正时由 ECU 进行控制。喷油正时是在对发动机运行稳定性、油耗和排放各方面优化后确定的，由 ECU 根据采集到曲轴位置信息和判缸信号，确定某缸喷油。此时微机输出控制指令，接通喷油器电磁线圈电路，使该缸喷油器开始喷油。其控制电路如图 5-38 所示。AFE 电控发动机的喷油顺序和点火顺序一样是 1-3-4-2。图 5-39 为其喷油正时图。

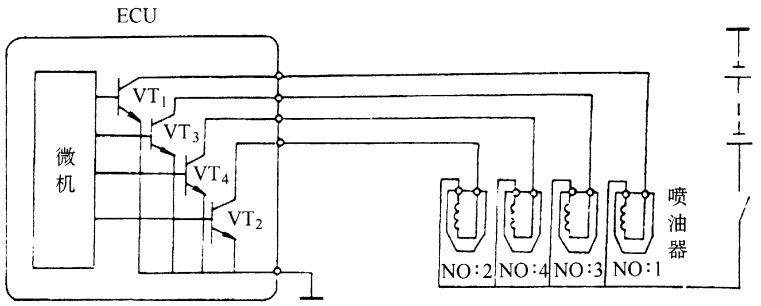


图 5-38　顺序喷射控制电路

2. 喷油量的控制

喷油量的控制亦即喷油器喷射持续时间的控制。

发动机工况不同，对混合气浓度（空燃比）要求不同。在一些特殊工况下，对混合气浓度还有特殊要求。发动机工作时，ECU 根据有关传感器的输入信息，确定发动机运转工况，然后按不同的模式控制喷油量。喷油器每次喷油量，即喷油时间由微机控制脉冲宽度来实现。喷油

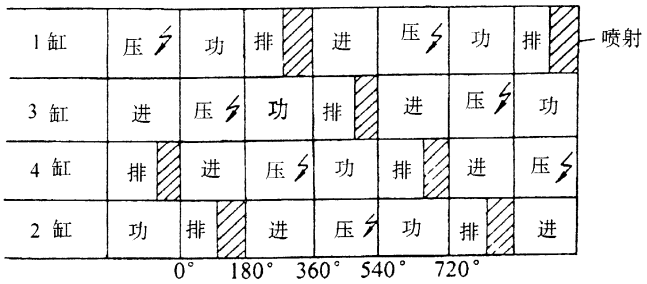


图 5-39　喷油正时图

量的控制是电控发动机控制的核心内容之一。下面分别对起动喷油控制、运转喷油控制、断油控制、反馈控制几种控制模式作些介绍。

(1) 起动喷油控制

在发动机起动时，由于发动机转速低，转速波动很大，吸入空气量又少，由进气管压力传感器很难精确的测量出进气量，因此也不能按进气管压力和转速为依据准确计算出基本喷油时间，为此在发动机起动时按起动模式控制喷油。它由 ECU 根据发动机转速和当时冷却液温度信息，用存储在存储器(ROM)中温度——喷油时间图，找出相应的基本喷油时间，然后根据进气温度和蓄电池电压进行修正，确定起动时的喷油时间。在起动过程中，还要根据经过的时间和发动机转速的上升不断修正，逐渐减小喷油量。

(2) 运转喷油控制

发动机起动后，当转速超过预定值（一般为 300r/min），即发动机运转过程中，由 ECU 根据基本喷油时间和喷油修正系数计算出喷油时间。

基本喷油时间：

基本喷油时间的确定是由 ECU 根据发动机负荷信息（进气管压力）和转速信息，计算出每循环的进气量，接着按照式 (1-1) 计算出每循环喷油量。然后再将每循环喷油量转换成每循环基本喷油时间。由式 (1-1) 可知，在计算基本喷油时间时，需要事先确定过量空气系数 λ。微机在计算时，可根据需要可随时将事先储存在微机的 ROM 中的有关数据调出。λ 特性图是按照动力性、经济性、排放性和稳定性的要求，经过大量试验并优化确定的。

$$\lambda = \frac{m_a}{14.7 m_f} \tag{1-1}$$

式中　λ——过量空气系数；

m_a——气缸每循环吸入的空气质量；

m_f——气缸每循环吸入的燃油质量。

喷油修正系数：

喷油修正系数是各种修正系数的总和。发动机运转过程中，ECU 根据有关传感器输入的信息，当确定环境条件和工况变化时，为使发动机在不同环境和特殊工况下，都能获得最佳浓度的混合气和良好的使用性能，必须对基本喷油时间进行修正。如：起动加浓、起动后加浓、暖机加浓、进气温度修正、大负荷修正、过渡工况（加速或减速）的修正等，以及蓄电池电压的修正，以便最后得出最佳喷油时间。

最后得出的喷油持续时间在 ECU 中转换成喷油脉冲宽度后，作为指令输送给控制喷油器的驱动级。

(3) 断油控制

断油控制是指在一些特殊工况下，为满足发动机运转的特殊要求，ECU 暂时中断燃油喷射的措施。断油控制一般常提到超速断油控制、倒拖断油控制和溢油消除。

超速断油控制：

由于某种原因发动机转速会急剧升高，甚至超过允许的转速，严重时会损坏发动机，此时必须采用限速措施。超速断油控制是当发动机转速超过规定的最高转速限制值时，ECU 控制使喷油器停止喷油。一旦转速降到限制值以下，又恢复正常喷油。

倒拖断油控制：

倒拖断油控制有的叫滑行断油控制。所谓倒拖是指加速踏板完全放松，发动机由汽车行驶动能驱动的工况。一般在汽车下坡时常出现。倒拖断油控制是指倒拖时，如果发动机转速超过规定的门限值时，ECU 控制使喷油器停止喷油。因为此时喷油器继续喷油不但浪费，而且增加 HC 排放。一旦发动机转速降到规定门限值时，ECU 又恢复喷油。

溢油消除：

在发动机起动时，燃油喷射系统通常向发动机提供很浓的混合气，如果多次起动（起动机多次带动发动机旋转）发动机仍未发动时，气缸内的浓混合气可能会浸湿火花塞，使之不能跳火，这种情况称为溢油或淹缸。为了消除溢油，此时驾驶员可将加速踏板踩到底，再转动点火开关，起动发动机。ECU 在这种情况下，即起动（点火）开关开启、节气门接近全开，发动机转动转速低于一定值）三个信息满足的条件下，才会进入溢油消除状态，自动中断喷油器喷油，以排除气缸中多余的燃油，使火花塞干燥，便于发动机发动。电控发动机在起动时，正常情况下不踩下加速踏板，否则，有可能进入溢油消除状态，反而使发动机无法起动。

(4) 反馈控制

喷油反馈控制有的叫空燃比反馈控制，也叫闭环控制。

喷油反馈控制是 ECU 根据氧传感器的反馈信号，对喷油量进行修正，以使空燃比保持在理论空燃比（14.7∶1 或 $\lambda=1$）附近很窄的范围内。

以前提到的喷油控制，都是 ECU 根据有关传感器的信息，按照设定的程序、数据、计算、处理后，发出指令，控制喷油器动作，使喷油器定量喷油，使发动机喷油量得到最佳控制，这一控制过程一般称为开环控制。这一开环控制 ECU 无法知道发动机执行指令的结果，其控制结果不具备反馈作用，不知道控制的实际结果是否偏离设定的理想状态，不知道控制空燃比的结果如何。特别是为了排气净化需要采用三元催化转化器之后，必须将混合气的空燃比控制在理论空燃比附近，只有这样才能使发动机工作产生的废气中的 CO、HC 的氧化作用和 NO_x 的还原作用同时进行，才能充分使它们转化为 CO_2、H_2O、O_2、N_2 等无害物。为了解决这个问题，专设一个氧传感器进行监测，由氧传感器监测混合气的空燃比。由前面已知，氧传感器正好具有这一功能，它能监测混合气的空燃比是大于还是小于理论空燃比（14.7∶1）。当氧传感器将监测到的信息反馈给 ECU 后，ECU 经过比较，及时修正喷油量。如较理论空燃比浓，则缩短喷油时间，反之过稀，则增加喷油时间。如此循环，空燃比被不断的实施反馈修正，使空燃比的平均值保持理论空燃比附近很窄的范围内。这种控制过程如图 5-40 所示，ECU 根据氧传感器的反馈信号对混合气空燃比进行控制的方法称为闭环控制。

采用氧传感器进行反馈控制期间，供给的混合气是在理论空燃比附近，但在有些条件下是不适宜的。如在发动机起动及暖机时，由于发动机温度低，需要较浓的混合气，如按反馈控制供给的混合气在理论空燃比附近，发动机就不能起动或熄火；又如发动机大负荷下运行或加速

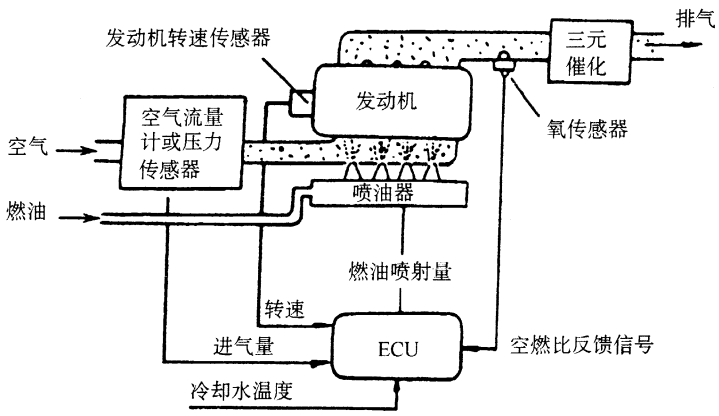


图 5-40　氧传感器反馈控制示意图

时，也需要较浓的混合气，如按反馈控制供给混合气也在理论空燃比附近，则发动机运转不良。所以有些情况和工况下并不进行反馈控制，而进行开环控制。AFE 电控发动机在满足下列条件时才能进行正常反馈控制：

发动机温度＞60℃；

氧传感器温度＞300℃；

发动机在怠速或部分负荷工况下。

由上可知，发动机运转时有开环和闭环两种运行模式。开环时 ECU 不采用氧传感器的信号，只有闭环时 ECU 才根据氧传感器的信号调整空燃比。

（二）点火控制

AFE 电控发动机的点火系统和燃油喷射系统复合在一起，由一个电子控制单元（ECU）进行控制。AFE 电控发动机点火系统结构比较简单，它主要由点火线圈、高压分电器、火花塞、带抗干扰元件的连接插座、爆震传感器、高压导线等组成，如图 5-41 所示。

分电器仍保留高压分配功能，其结构与化油器发动机的分电器基本相同。由于该点火系由 ECU 进行控制，原分电器中机械式离心点火提前调节装置和真空点火提前调节装置已摒弃。分电器由压板固定在缸体上。分电器与机油泵同轴安装，由中间轴斜齿轮驱动。

ECU 根据闭合角的大小，控制初级电路通电时间长短，根据最佳点火提前

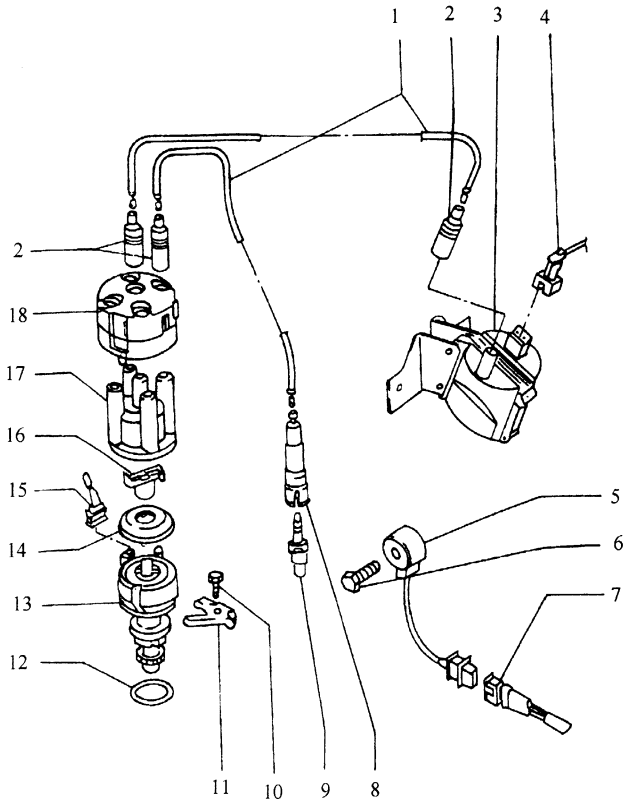


图 5-41　点火系统的结构

1-高压导线；2-带抗干扰元件的连接插座；3-点火线圈；4-点火线圈插头；5-爆震传感器；6-爆震传感器紧固螺栓；7-爆震传感器插头；8-火花塞插头；9-火花塞；10-分电器压板紧固螺钉；11-分电器压板；12-O 形圈；13-带霍尔传感器的分电器；14-防尘盖；15-霍尔传感器插头；16-分火头；17-分电器盖；18-屏蔽罩

角的大小控制初级电路断电时间。

1. 点火提前角的控制

点火提前角控制也是ECU控制的核心内容之一。因为点火提前角的大小，会对发动机的功率、油耗、排放、爆震、行驶特性产生较大的影响。

最佳点火提前角主要决定于发动机的转速和负荷，另外还与发动机的温度、进气温度、混合气浓度、节气门位置以及工况等有关。

最佳点火提前角的计算兼顾发动机的功率、排放、油耗、爆震和行驶特性，但在优化中有所侧重。如怠速运行时，点火提前角首先应使废气排放低，然后是怠速稳定和油耗；在部分负荷运行时，点火提前角就突出油耗降低和行驶特性，而在全负荷时，点火提前角的重点是提高发动机的最大功率和避免产生爆震。

最佳点火提前角的计算还要和喷油时间的计算结合起来考虑，以便达到预期性能。

最佳点火提前角包括原始点火提前角、基本点火提前角和点火提前角修正值三部分，通常按下式计算：

最佳点火提前角＝原始点火提前角＋基本点火提前角＋点火提前角修正值

原始点火提前角：

AFE电控发动机，点火正时记号位于压缩行程上止点前12°，ECU计算点火正时时，就把这一点作为参考点，这个角度被称为原始点火提前角。起动时，点火提前角固定在原始点火提前角。

基本点火提前角：

发动机工作时，ECU根据计算出的发动机负荷和转速信息，可从已存入存储器的点火提前角特性图中，调出相应的点火提前角数据。图5-42为点火提前角特性图。该点火提前角是基本点火提前角，它是经过大量台架试验并从功率、油耗和排放等优化得到的。

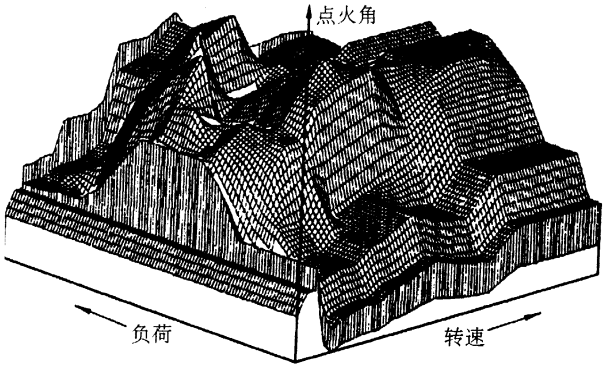


图5-42　点火提前角特性图

点火提前角修正值：

在环境条件和工况变化时，如发动机温度、进气温度、节气门位置等变化时，都会对最佳点火提前角的优化产生重要影响，此时必须对基本点火提前角进行适当修正，以便得到最佳点火提前角，实现对点火提前角的精确控制。

2. 闭合角控制

点火闭合角的概念来自传统的触点式点火系统，它是指断电器触点闭合期间（也即初级电路接通期间）分电器凸轮转过的角度。在电控点火系统中，通常是指ECU内大功率管导通期

间，分电器轴（或曲轴）转过的角度。一般都称为导通角，由于习惯叫法，多仍称闭合角。

对闭合角控制也是电控点火系统的一项主要控制功能。闭合角的大小决定着初级电路接通时间长短和初级电路断开时断电电流的大小，它直接影响到点火线圈储存磁场能和次级电压。

为了保证点火线圈具有足够的点火能量和次级电压，初级电路接通时间不能过短，否则断开电流达不到规定值，则点火能量和次级电压也达不到额定值，不能满足点火需要，甚至出现断火现象。但初级电路接通时间过长也并无好处，因为现在采用的点火线圈初级绕组电阻很小，如果接通时间过长，会使断开电流很大，不但浪费电能，还会使点火线圈过度升温，甚至烧毁。理想的状况是当ECU内的大功率管截止时，初级电路的断开电流都在瞬间达到某一规定的最大值。

闭合角控制与发动机转速和蓄电池电压密切相关。当发动机转速变化时，为了能够具有相同的断开电流，就必须保持在各种转速下都具有相同的导通时间，其结果必然是随着转速升高，其导通时间所占的曲轴转角——闭合角越来越大，为此必须对闭合角进行调整。应在转速高时适当增大闭合角，在转速低时适当减小闭合角。另外，当蓄电池电压变化时，初级电流上升率也跟着变化，电压高的上升快，电压低的上升慢。为了在蓄电池电压变化时，能使断开电流保持基本不变，必须随着蓄电池电压的降低适当增加导通时间，因此在蓄电池电压变化时也必须对闭合角进行调整。蓄电池电压低时，适当增加闭合角；蓄电池电压高时，适当减小闭合角。

由上可知，为了保证在各种转速和蓄电池电压变化时，都具有相同的理想断开电流，必须对闭合角进行优化控制。其方法是将试验优化后的闭合角特性图（见图5-43），存入ECU的存储器中，以便发动机工作时微机随时调用。

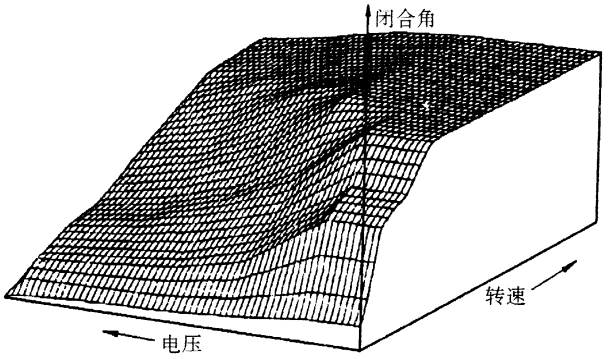


图5-43　闭合角调整特性图

3. 爆震控制

爆震控制是发动机发生爆震时调整点火提前角的一种闭环控制系统。

ECU根据爆震传感器输入的信息，随时监测发动机有无爆震的发生以及爆震的强弱。当ECU判定发动机发生爆震时，立即控制推迟点火提前角。爆震强推迟点火提前角大，弱推迟点火提前角小。当爆震现象消失时，又逐渐增大点火提前角。当发动机再次发生爆震时，点火提前角再次推迟。如此反复不断地进行反馈控制，以便使点火提前角保持在接近爆震界限最佳值范围内。其闭环控制过程如图5-44所示。

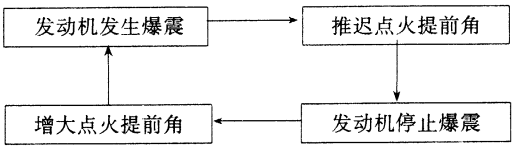


图5-44　爆震反馈控制过程

四、AFE 型发动机电控系统的使用

由于电控发动机和传统的化油器发动机在结构和工作原理有很大的区别，因而在使用和操作方法上也略有不同。不正确的操作方法不但影响发动机使用性能，甚至会造成发动机不能正常工作。通常在使用中应注意以下几点：

(1) 严格按照规定向油箱加注汽油。一般规定应使用研究法辛烷值 90 号以上的汽油，但最好使用 93 号无铅汽油。此外，由于电控发动机采用了精密的零部件，对燃油中的杂质较敏感。因此要求驾驶员尽可能到管理较严、经常清洗储油器的加油站加注汽油，以延长汽油喷射发动机的使用寿命。

(2) 在发动机起动前，不能照搬化油器发动机的操作方法，不要用反复快速踩动加速踏板来企图增加喷油量，这种做法显然是无效的。

(3) 在起动发动机前和起动发动机（包括冷起动）时，不应踩下加速踏板。因为电控发动机的每一工况，都已由电子控制系统按照最佳空燃比供应混合气，在冷车起动时具有专用的起动喷油程序和起动加浓等功能，正常情况下，能保证发动机在冷车或热机状态下顺利起动，具有良好的起动性能。相反，在起动时若踩下使加速踏板，控制系统可能自动进入溢油消除状态，会中断燃油喷射，反而使发动机起动困难。

(4) 在热发动机不能起动时，如果怀疑可能是溢油故障（应该说产生的原因还是比较复杂的），这时可将加速踏板完全踩下，然后转动起动机，利用断油控制将气缸中燃油排出后，再试着起动发动机。

(5) 不应在缺油状态下强行运转发动机。当仪表盘上燃油表指针指向警告区时，应尽快加油，因为电动燃油泵是依靠流过燃油泵的燃油冷却的，缺油运转会使电动燃油泵因过热而烧坏。

(6) 因为电控发动机是由微机进行控制的，要注意其防磁、防静电、防电子干扰以及尽量不要在车上安装功率较大的车载电台。装用普通移动电话时，应使天线和馈线远离 ECU。音响的扬声器也不能装在靠近 ECU 的地方。在车辆冲洗时，注意保护电子控制系统。

(7) 在发动机运转状态下，为了避免人员受伤和损坏电子控制系统，不要接触或拔下点火装置的导线，也不要拔下传感器线束插头。此时每拔下一次传感器线束插头，自诊断系统会记录下故障代码，这种人为造成的故障代码，还会给维修工作带来混乱和麻烦。

五、AFE 型发动机电控系统的故障自诊断

AFE 电控发动机 ECU 具有自诊断功能，发动机运行时，ECU 能对各传感器、有关执行器以及本身的工作状态进行监测鉴别。若发现某个传感器送来的信号超出了规定范围，ECU 则认为此传感器有故障。当 ECU 诊断出故障后，一方面会立即启动故障应急程序，使发动机继续运转，另一方面会将故障信息以代码的形式存入存储器(ROM)中，以便车辆检修时，通过故障检测仪，将存储器中的故障代码调出（或叫读出），使修理人员能够快速、准确的判断出故障类别和范围。桑塔纳 2000 发动机电控系统没有故障指示灯。

ECU 有一个专用故障诊断插座（接口），用来连接故障检测仪。上海大众汽车所用的故障检测仪通常为 V. A. G1551 或 V. A. G1552 故障阅读仪。故障阅读仪与 ECU 连接后，它们之间

可以进行信息传递。这一信息流是双向的，故障阅读仪不仅能接收 ECU 输出的数据信息，也能向 ECU 发送命令和数据信息。通过故障阅读仪可进行下列几项工作：

①读取 ECU 存储器的故障信息。

②通过读取发动机电控系统的某些测量数据，来了解传感器和执行器的工作状态是否正常，也可了解发动机的工作状态。

③通过自诊断功能，可令某些执行器动作，以便了解某个执行器工作是否正常。

④清除 ECU 存储器中的故障信息。

通过故障阅读仪读出的故障信息，一般只是对故障定性，只能说明故障的范围和结果，通常并不直接指出故障的具体部位。一般还要借助其他办法对电气零部件继续进行检测。另外，故障诊断的范围局限性也比较大，一般只能对传感器、执行器的工作好坏以及 ECU 输出信号是否在规定范围内进行检测，它不能检测如燃油压力、点火高压电路等，以及更多的有关机械部件的故障，这些部件的故障还需通过其他手段进行检测。

在 ECU 存储器中存储的故障有两种形式：一类是偶然性故障，即由于某些零件和线束的振动引起的临时性电路接触不良，后来该故障不再发生，此类故障也会被储存，这类故障将作为偶然故障，在显示屏上有“SP”显示。在发动机起动 40 次之后，如果故障没有重复出现，则该故障代码会被自动清除，它不会影响发动机性能。另一类故障是永久性故障，在未采取清除故障代码措施时，其故障代码会一直留在存储器中。

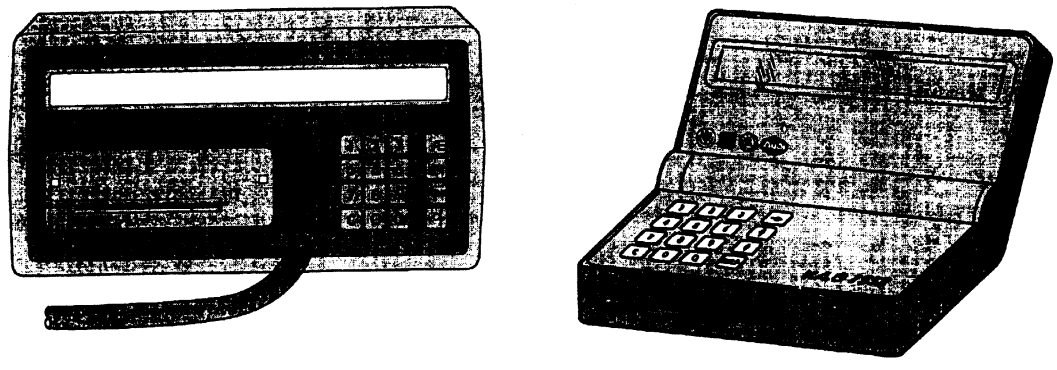
当故障代码读出后，应进一步弄清故障的具体部位并排除之。当故障排除后，应及时清除故障代码，否则下次故障诊断时，这些故障代码又一并出现，会给维修工作带来误导和混乱。

如果一个故障涉及到氧传感器的功能，则必须至少试车 4min 后，才能读取故障代码。

如果 ECU 的供电电源被切断，如 ECU 线束插头拔下，或蓄电池接柱上的接线被拆下，则 ECU 存储器内原来存储的信息即被清除。

（一）故障阅读仪

AFE 电控发动机采用的故障阅读仪有 V. A. G1551 和 V. A. G1552 两种。V. A. G1551 故障阅读仪采用的比较早，且具有打印功能，如图 5-45 所示。下面以 V. A. G1551 为例说明故障阅读仪使用方法。



(a)　　(b)

图 5-45　故障阅读仪

V. A. G1551 故障阅读仪的外部主要由正面的显示屏、键盘、打印机和诊断仪连线插孔、后上半部的程序卡安装槽和背面的连接交叉点等组成。

1. 显示屏

显示屏可为使用者显示输出的各种信息和提供的各种功能。它能显示两行共 40 个字符。每个字符高度为 12mm，具有良好的对比度，从几米远处可清楚的阅读。

2. 键盘

使用者可以通过操作键盘向仪器输入指令。按键“0～9”用来数字输入；键“C”用来清除输入内容、返回上一操作步骤或终止正在运行的程序；键“→”是继续进行程序运行或翻页命令；键“Q”用来确定输入指令，相当于通用计算机的回车键；键“HELP”为帮助键，可调出操作功能说明；键“PRINT”为打印键，可接通或关闭打印机，打印机接通时，指示灯同时点亮。

3. 打印机

打印机是一个每行可容纳 40 个字符的热敏打印机。打印指令由按键“PRINT”来完成。可收集、整理、打印出故障说明、测量数据以及使用说明。

4. 程序卡

仪器的全部功能主要由一个易更换的带电脑软件的程序卡控制。当生产出新的车型时，只要更换新的程序卡就可以与新的车型发展需要相匹配，此时仪器的面板、打印机、连线等就不必常更换，大大减少了费用支出。程序卡槽位于仪器的后面上半部，由一个盖板盖住。程序卡可以提供不同的语言形式，目前常用的是英文和德文。更换程序卡时，一定在故障阅读仪未通电情况下进行；也不要触摸程序卡的触点，避免产生静电。

5. 连接交叉点

在仪器的背面还有一个连接交叉点，通过交叉点可利用交叉分配器将万用表 V. A. G1715、点火测试仪 V. A. G1767、排放检测仪 V. A. G1788 所测量的数据由 V. A. G1551 的打印机打印出来。

6. 电源

该仪器通过专用诊断连线与车上故障诊断插座相连后，电源由诊断插座提供。

7. 诊断仪专用连线 V. A. G1551/3

故障阅读仪与车上的故障诊断插座进行连接时，需要专用连线 V. A. G1551/3，如图 5-46 所示。该专用线与故障阅读仪相连的一端为 5 端子插头，与车上故障诊断插座相连的一端为 16 端子插头。图 5-46 还标出了专用连线两端插头各端子的位置。另外，为了便于检测 V. A. G1551/3 专用连线的通断情况，表 5-4 还列出了连线两端各端子相对应情况。

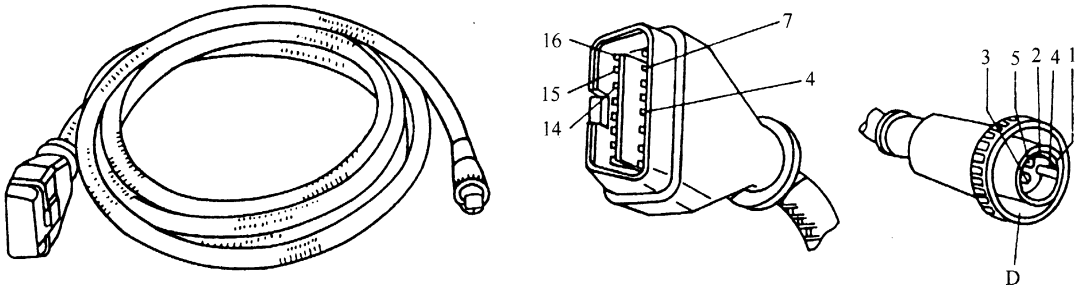


图 5-46　V. A. G1551/3 专用连线

表 5-4　V.A.G1551/3 专用导线两端各端子对应情况

通往车上故障诊断插座端	通往故障阅读仪插座端
4	3　蓄电池　（－）
7	1　K 线
14	5　灯线
15	4　L 线
16	2　蓄电池　（＋）

车上故障诊断插座位于变速杆前边的盖板下面，是一个 16 端子插座，如图 5-47 所示。其中端子 16 和端子 4 分别与蓄电池正、负极相连，端子 16 为蓄电池正极线，端子 4 为蓄电池负极线；端子 7 与 ECU 插座中 55 端子相连接，作为 ECU 和故障阅读仪间传递数据的信号线。

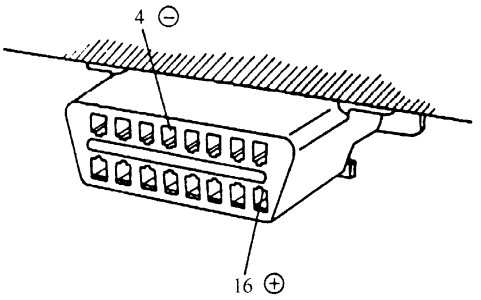


图 5-47　车上故障诊断插座各端子位置

（二）故障阅读仪的连接与功能选择

1. 连接 V.A.G1551 故障阅读仪

连接故障阅读仪之前，应先检查一下蓄电池电压是否正常（不低于 10V），熔断器是否正常，发动机接地线（在气缸盖罩壳上）是否正常，然后按以下步骤操作。

（1）关掉点火开关，打开车辆上故障诊断插座的盖板，如图 5-48 所示。将 V.A.G1551/3 专用连线的一端（5 端子）连接在 V.A.G1551 故障阅读仪上，另一端（16 端子）连接到车上的故障诊断插座上。

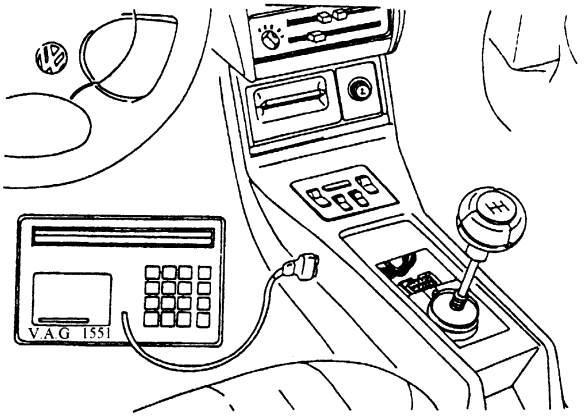


图 5-48　连接故障阅读仪

（2）打开点火开关或起动发动机。若发动机因故障无法起动，要使点火开关处于打开状态，以便控制所有的信号。按故障阅读仪显示屏上的说明进行操作。

（3）正常情况下，首先输入“快速数据传输”工作模式的代码 1。

（4）输入“发动机电控系统”的地址指令 01，并按“Q”键确认，在显示屏上显示 ECU 版本编号和代号。

例如：

330907311A MOTRONIC M1.5.4P1303

其中：330907311A 为电控单元（ECU）的编号（实际的电控单元编号参见配件目录）；

MOTRONIC 为燃油喷射系统；

M1.5.4P 为电控单元的硬件代号（制造编号）；

1303 为电控单元的软件代号（程序编号）。

说明：只有在点火开关打开或发动机运转时，才能显示电控单元的编号和代号。

（5）按下“→”键，显示屏上显示：

Schncelle Datenübertragung　　HELP Funktion anwählen　××	快速的数据传递　　帮助 功能选择　××

显示屏显示进入自诊断功能选择操作。

2. 根据需要进行诊断功能选择

在操作故障阅读仪 V.A.G1551 过程中，可供选择的功能如表 5-5 所示。其中每一种功能前面都有两位数字代码，以便操作时使用。如果选择其中某个功能，输入前面两位数字代码，然后按“Q”键确认输入即可。

表 5-5　故障阅读仪可供选择的功能

功　能	点火开关接通	发动机怠速运转
02 读取故障存储器	是	是
03 执行器自诊断	是	否
04 进入基本设定	是	是
05 清除故障存储器	是	是
06 结束输出	是	是
08 读取测量数据组①	是	是
注：①该功能显示的测量值与所使用的测量数据组在有关的维修步骤中说明。		

（三）读取故障存储器的内容

（1）发动机未发动时，按下述操作：

1）接通点火开关；

2）进行至少 220s 的试车，而且试车中应满足下列条件：

①在试车时至少要在冷却液温度高于 70℃的情况下运转 174s；

②至少要进行高速行驶 6s；

③至少要在试车 210s 后，怠速运转 10s；

④发动机至少要有一次使其转速超过 2 200r/min。

（2）接上故障阅读仪 V.A.G1551。选择发动机电控系统（地址指令 01），在怠速下进行。

（3）按下“Print”键，接通打印机（键上的指示灯发光），这时显示器上将显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

（4）输入“读取故障存储器”02 功能，并按下“Q”键确认，这时显示器上将显示：

X Fehler drkannt!	X 个故障被识别

在显示器上显示出“没有故障被识别!”或显示出有若干个故障被识别（故障码见表 5-6 所示）。

如果显示器上出现了其他内容，则见故障诊断仪使用说明。

如果存储的是一个或几个故障，则所存储的故障将按顺序显示并打印出来。

然后在显示器上显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

（5）如果没有故障存储，按下“→”键。

（6）输入 06 功能“结束输出”，并按下“Q”键确认。

（7）关闭点火开关，根据故障一览表（表 5-6 所示），寻找和排除（打印输出的）故障。如果发生了故障而自诊断系统没有识别出来，则按照“发动机的故障查找”中的故障一览表继续进行故障查找。

表 5-6 AFE 型发动机 M1.5.4 电子控制喷射系统故障一览表

故障码	V.A.G1551 打印机打印	可能的故障原因	故障排除
未发现故障	如果存在故障，则故障未能被自诊断系统识别	继续按照故障码表查找故障	
00518	节气门位置传感器（G69）对正极短路	电线或 G67 对正极短路	检查 G69 的电路，检测步骤按表 5-8 的步骤 8、9、10
	对地断路或短路	1. 电缆断路 2. G69 损坏	
00519	进气压力传感器（G71）对正极断路或短路	1. G71 损坏 2. 电路断路	检查 G71 的电路，检测按表 5-8 的步骤 4、5、6
00522	冷却液温度传感器（G62）对正极断路或短路	1. G62 损坏 2. 电路断路	检查 G62 的电路，检测按表 5-8 的步骤 14 和 15
00623	进气温度传感器（G42）对地断路	1. G42 损坏 2. 导线对地短路	检查导线或 G42 对地短路情况
	对正极断路或短路	1. G42 损坏 2. 电路断路	检查 G42 的电路，检测按表 5-9 的步骤 26 和 27
00524	爆震传感器（G61）无信号	1. 在传感器电路内有断路或短路问题 2. G61 损坏	1. 按表 5-8 的步骤 11、12 和 13 检查 G61 电路 2. 更换 G61
00525	氧传感器（G39）无信号	1. G39 损坏 2. 电路断路	1. 检测 G39 2. 按表 5-8 的步骤 17、18 和 19 检测 G39 电路
	对正极短路	1. G39 损坏 2. 导线对正极短路	检查导线或 G39 对正极短路情况

续表

故障码	V. A. G1551 打印机打印	可能的故障原因	故障排除
00532	供电电压信号过大	蓄电池电压大于 16.0V	检测发电机
	供电电压信号过小	蓄电池电压小于 10.0V	检测蓄电池
01249	一缸喷油器（N30）对正极短路	导线或 N30 对正极短路	1. 检查 N30 或 N30 的导线，按表 5-9 的步骤 34 2. 必要时更换 N30
	对地断路或短路	导线对地断路或短路	
		N30 损坏	
01250	二缸喷油器（N31）	同一缸	按表 5-9 步骤 35 检查 N31 的导线
01251	三缸喷油器（N32）	同一缸	按表 5-9 步骤 36 检查 N32 的电路
01252	四缸喷油器（N33）	同一缸	按表 5-9 步骤 37 检查 N33 的电路
65535	控制器损坏	MOTRONIC 控制器部件损坏	更换 MOTRONIC 控制器

说明：

故障一览表是按照表的左栏中的 5 位数故障代号排列的。按显示更换有故障的零件前，先要按电路图检查这些零件的电缆和插头连接，并且检查接地线。如果故障是作为“偶然故障”（SP）给出的，则特别要遵守此项规定。电缆的检查还应参见“电气检测”一览表（见表 5-8、表 5-9）。

（四）清除故障存储器的方法

在完成了检修工作之后，必须对存储器存储的故障内容进行清除。清除方法有两种：

1. 用故障阅读仪清除

（1）重复读取故障存储器的操作。显示屏上显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

（2）输入 02 功能“读取故障存储器”，并按下“Q”键确认，这时显示器上将显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

（3）按下“→”键，直到显示出所有的仍被存储的故障，输入 05 功能“清除故障存储器”，并且按下“Q”键确认，这时显示器上将显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 故障存储被清除 ××

（4）按下“→”键，显示器上将显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

（5）输入 06 功能“结束输出”，并按下“Q”键确认。

（6）重新进行试车并再次读取故障存储器，不得再有故障显示（故障排除后）。

2. 用传统法清除

断开通往（ECU）的电源线或熔丝，或者拆下蓄电池极柱上的搭铁线，都可清除存储器原来存储的故障代码。但是这种方法将会使时钟、音响等装置内存一起被清除。因此，清除存储器时，应尽可能用诊断仪的功能 06 进行清除。不可随意拆掉（ECU）电源线。

（五）对执行器进行诊断

本功能诊断部分执行器，包括 1. 怠速调节阀（N71）；2. 活性炭罐电磁阀（N80），并按顺序进行操纵。

1. 怠速调节阀（N71）的诊断

（1）接上故障阅读仪 V. A. G1551，打开点火开关（发动机未运转），选择发动机电控系统（地址指令 01），这时显示器上将显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

（2）按照显示器上显示的内容操作故障阅读仪。

（3）输入 03 功能“执行机构诊断”，显示器上显示：

Schncelle Datenübertragung HELP 03-Stellglieddiagnose	快速的数据传递 帮助 03-执行机构诊断

（4）如果显示器上出现了其他内容，参见故障阅读仪使用说明书。

（5）操纵怠速调节器（N71），按下“Q”键确认输入，显示器上显示：

Stellglieddiagnose → Ventil fur leelaufstabilisierung－N71	执行机构诊断 → 怠速稳定阀-N71

（6）怠速调节器必须动作，发出“嗒嗒”声响并持续到按下“→”键，切换到下一个执行机构。

（7）如果怠速调节器不动作，应关闭点火开关，从调节器电磁阀上拔下 2 针插头，将 V. A. G1551 的测量电缆阀接在阀和电缆束上，打开点火开关，重新进行怠速调节器的执行机构诊断程序，将发光二极管检测灯 V. A. G1527 用辅助电缆 V. A. G1594 连接在测量电缆的插头 1 和 3 上。

发光二极管必须闪动，如果发光二极管闪动或发光，则应更换怠速调节器；如果发光二极管不闪动或不发光，进行电气检测，检测步骤 16（见表 5-8），必要时更换电控单元。

2. 活性炭罐电磁阀的诊断

（1）执行怠速调节阀的诊断（1）～（6）步，这时显示器上显示：

Stellglieddiagnose→ Magnetventil fur Akùvkohien-N80	执行机构诊断→ 活性炭罐电磁阀－N80

（2）活性炭罐电磁阀必须动作，可用手感觉到电磁阀动作时的振动，并持续到按下“→”键。

如果电磁阀不动作，从阀上拔下 2 针插头，将发光二极管检测灯 V. A. G1527 连接在拔下的插头上，此时，发光二极管必须闪动。若发光二极管闪动或发光，应更换电磁阀；若发光二极管不闪动或不发光，则应进行电气检测，必要时更换电控单元。

(3) 按下“→”键,显示器上显示:

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

(4) 输入 06 功能“结束输出”,再按下“Q”键确认。

(5) 关闭点火开关。

(六) 怠速检测

怠速检测是在故障阅读仪 V. A. G1551 的基本设定 04 功能中进行,利用基本设定,可使 ECU 在怠速转速下,与节气门位置传感器相匹配;使 CO 含量通过氧传感器的反馈调整至预定值。必要时调整怠速的点火正时。

标准怠速转速应为 800±50r/min,其 CO 含量小于 1.5%。

1. 检测条件

(1) 发动机冷却液温度至少为 80℃。

(2) 对电控单元的供电电压须大于 12.2V。

(3) 空调开关必须关闭。

(4) 关闭其他用电设备。

(5) 排气系统无泄漏现象。

(6) 节气门拉索位置调节正确。

(7) 保持前轮向正前方。

2. 检测步骤

(1) 将点火测试仪 V. A. G1367 用接线夹 V. A. G1367/9 或点火测试仪 V. A. G1767 接好;将 CO 检测仪 V. A. G1363A 接好。

(2) 拔下燃油压力调节阀上方曲轴箱排气软管,并将通向进气管的软管口封闭。

(3) 读取和清除故障存储器代码,如有故障存在,须先排除故障。

(4) 起动发动机进入怠速运转。

(5) 按照故障阅读仪显示器上的显示进行操作。

(6) 按下“→”键。

(7) 输入“导入基本设定”功能代码 04,并按下“Q”键确认。这时显示器上将显示:

Grundeinstellung einleiten HELP Anzeigruppennummet eingeben ××	导人基本设定 帮助 输入显示器分组编号 ××

(8) 输入测量数据组的分组代码。V. A. G1551 故障阅读仪设有 8 个 (0～7);测量数据组(有的叫测量数据块),分别用 00～07 代表各组的代码。其中“00”组号的测量数据组,可显示 10 个显示区的信息;01～07 组号,每组可显示 4 个显示区的信息。不同的测量数据组内,各显示区数字含义不同。

输入显示分组 01 的代码 01,并按下“Q”键确认,显示器显示:

System in Grundeinstellung 1 → 1 2 3 4	系统进入基本设定 1 → 1 2 3 4

1～4 为显示区。第 1 显示区为发动机转速（r/min）；第 2 显示区为冷却液温度（℃）；第 4 显示区为状态标志，由 0 或 1 的 8 位代码组成，它显示出检测条件是否满足，只有当第 4 显示区显示出 00000000 时才能继续进行检测。

第 4 显示区如果显示出数字 1 或者若干个 1，则表示检测条件没有满足：

10000000＝故障存储器中有故障信息存在。

00100000＝空调器未关闭。

00010000＝非怠速状态。

00000100＝节气门未关闭。

00000010＝发动机转速处在无效区。

00000001＝冷却液温度低于 80℃。

（9）使发动机怠速运转 1min。

（10）读取显示区 1 所显示的发动机怠速转速值，其值应为 800±50r/min。

在该怠速转速下检测点火时刻和 CO 含量。其检测值：

点火提前角：12±1°［控制器针脚 39 即发动机舱线束 39 号线（J 插头，接近点火线圈处）接地］；

CO 含量：＜1.5%；

必要时转动点火分电盘来调整点火提前角。

（11）可利用 V. A. G1551 调整点火提前角。当功能 04 分组 01 显示区 4 满足 00000000 时，电控单元使发动机怠速转速升至 1 500r/min 左右（此时电控单元输出固定的点火提前角 12°），这时可转动点火分电盘调整点火提前角。

（12）如果怠速转速超过额定值，检查或更换怠速控制阀、电控单元 ECU。

（13）调整后让发动机怠速运转至少 1min。

（14）按下“→”键结束发动机的基本设定，此时因发动机水温不高，散热器电机不得运转。

（15）输入“结束输出”功能代码 06，并按下“Q”键确认。

（七）发动机运转状态的检测

发动机运转状态的检测是在故障阅读仪 V. A. G1551 的读取测量数据组 08 功能中进行。目的用于检测电喷系统电控单元（ECU）是否能识别发动机的工作状态（如怠速、部分负载、全负载、滑行等）。

检测步骤如下：

（1）接上故障阅读仪 V. A. G1551 并且选择到发动机电控系统（地址指令 01），在怠速运转时；显示器上显示：

Schncelle Datenübertragung　　HELP Funktion anwählen　　××	快速的数据传递　　帮助 功能选择　××

（2）输入 08 功能“读取测量数据组”，并按下“Q”键确认，显示器上显示：

Meβwerteblock lesen　　HELP Anzeigeruppen nummer eingeben　××	读取测量数据组　　帮助 输入显示器分组编号　××

（3）输入显示测量数据组的代码 04，并按下“Q”键确认，显示器上显示：

Meβwerteblock lesen 1 →	读取测量数据组 1 →
1 2 3 4	1 2 3 4

（1～4）＝显示区：显示区1为发动机转速（r/min）；显示区2为曲轴每转一周的供油时间（ms）；显示区3为车速（km/h）；显示区4为发动机状态标志。

如果显示区上出现了其他内容，参考故障阅读仪使用说明书。

1）滑行断油

当冷却液温度高于60℃，将发动机转速提高到大于3 000r/min，注意显示区4的左起第1位数字。突然关闭节气门，负荷指标（显示区2）<1.0ms时，额定值为1。显示区4为10000000。

Meβwerteblock lesen 4 →	读取测量数据组 4 →
…/min …ms …km/h 10000000	…/min …ms …km/h 10000000

2）怠速

Meβwerteblock lesen 4 →	读取测量数据组 4 →
…/min …ms …km/h 01000000	…/min …ms …km/h 01000000

注意观察显示区4的左起第2位数字，额定值应为1。

3）部分负荷

Meβwerteblock lesen 4 →	读取测量数据组 4 →
…/min …ms …km/h 00100000	…/min …ms …km/h 00100000

注意观察显示区4的左起第3位数字。均匀加速，额定值为1。

4）全负荷

Meβwerteblock lesen 4 →	读取测量数据组 4 →
…/min …ms …km/h 00010000	…/min …ms …km/h 00010000

注意观察显示区4的左起第4位数字。节气门全开（加速踏板短时踩到底），额定值应为1。

5）加速

Meβwerteblock lesen 4 →	读取测量数据组 4 →
…/min …ms …km/h 00001000	…/min …ms …km/h 00001000

注意显示区4左起第5位。节气门突然增大，额定值应为1。

6）减速

Meβwerteblock lesen 4 →	读取测量数据组 4 →
…/min …ms …km/h 00000100	…/min …ms …km/h 00000100

注意显示区4左起第6位。节气门突然减小，额定值应为1。

7）第1缸确认

Meβwerteblock lesen 4 →	读取测量数据组 4 →
…/min …ms …km/h 00000001	…/min …ms …km/h 00000001

注意显示区 4 左起第 8 位。霍尔传感器工作正常，额定值应为 1。

如果额定值不符合要求，读取并清除故障存储器，必要时检测节气门位置传感器。

(4) 按下“→”键，输入“结束输出”功能的代码 06，并按下“Q”键确认。

(八) 传感器的检测

传感器的检测也是在故障阅读仪 V. A. G1551 的读取测量数据组 08 功能中进行。它包括氧传感器、节气门位置传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器的检测。

1. 氧传感器的检测

(1) 检测条件

①发动机冷却液温度至少为 80℃。

②怠速检测正常。

③排气系统无泄漏。

④氧传感器的加热元件供电电压正常。

(2) 检测步骤

①接上故障阅读仪 V. A. G1551，选择发动机电控系统（地址指令 01），显示器上显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

②输入 04 功能“导入基本设定”，并按下“Q”键确认，显示器上显示：

Grundeinstellung einleiten HELP Anzeigruppennummet eingeben ××	导人基本设定 帮助 输入显示器分组编号 ××

③输入显示分组 01 的代码 01，并按下“Q”键确认，显示器显示：

System in Grundeinstellung 1 → 1 2 3 4	系统进入基本设定 1 → 1 2 3 4

1～4 为显示区，如果显示器上出现其他内容，参见故障阅读仪使用说明书。

只有当第 4 显示区显示 00000000 时，才能继续检测。如果显示区 4 显示出数字 1 或者若干个 1，则表示检测条件没有满足。

④按下“→”键，重新输入 08 功能“读取测量数据组”，并按下“Q”键确认，显示器上显示：

Meβwerteblock lesen HELP Anzeigeruppen nummer eingeben ××	读取测量数据组 帮助 输入显示器分组编号 ××

⑤输入显示分组 01 的代码 01，并按下“Q”键确认，显示器上显示：

Meβwerteblock lesen 1 → 1 2 3 4	读取测量数据组 1 → 1 2 3 4

1～4 为显示区，该分组中第 4 显示区显示数字为若干个 1，但并不表示检测条件没有满足，其含义尚未定义。

⑥将发动机转速提高到大约 2 500r/min，运行 1min，然后让发动机进入怠速运转。

⑦读取显示区3上的氧传感器（λ传感器）信号电压。其波动量必须大于0.3V。按下“Q”键，输入06功能“结束输出”，并按下“Q”键确认。

⑧如果在显示区3上显示0.00V，从氧传感器上拔下4针插头。

如果在显示区3上显示拔下插头后，有0.4V左右的电压，则应更换氧传感器。

如果在显示区3上显示拔下插头后的电压仍为0.00V，应进行电气检测步骤17、18、19（见表5-8），必要时更换电控单元ECU。

⑨如果氧传感器电压（在转速升高后检测）的波动量小于0.3V，进行电气检测步骤40、41（见表5-9）。必要时更换氧传感器。

2. 节气门位置传感器的检测

（1）接上故障阅读仪V.A.G1551，并且选择到发动机电控单元（地址指令01）。

（2）发动机处于怠速运转状态，显示器上显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

（3）输入08功能“读取测量数据组”，并按下“Q”键确认，显示器显示：

Meβwerteblock lesen HELP Anzeigeruppen nummer eingeben ××	读取测量数据组 帮助 输入显示器分组编号 ××

（4）输入显示器分组03的代码03，并按下“Q”键确认，显示器上显示：

Meβwerteblock lesen 2 → 1 2 3 4	读取测量数据组 2 → 1 2 3 4

1～4为显示区，如果显示器上显示了其他内容，参见故障阅读仪使用说明书。

（5）缓慢地将节气门开到最大，注意显示区3中显示的节气门开度，其数值必须在整个开启范围内均匀升高。否则进行电气检测步骤28、29（见表5-9），必要时更换节气门位置传感器。

（6）按下“→”键，输入06功能“结束输出”，并按下“Q”键确认。

3. 冷却液温度传感器的检测

（1）发动机处于冷态，接上故障阅读仪V.A.G1551并且选择电控单元（地址指令01），发动机处于怠速运转状态，显示器上显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

（2）输入08功能“读取测量数据组”，并按下“Q”键确认，显示器显示：

Meβwerteblock lesen HELP Anzeigeruppen nummer eingeben ××	读取测量数据组 帮助 输入显示器分组编号 ××

（3）输入显示器分组01的代码01，并按下“Q”键确认，显示器上显示：

Meβwerteblock lesen 1 → 1 2 3 4	读取测量数据组 1 → 1 2 3 4

1～4为显示区，如果显示器上显示了其他内容，见故障阅读仪使用说明书。

(4) 观察显示区 2 上的冷却液温度值，温度值必须无间隔地均匀上升。

①故障阅读仪的显示如果跳动 2～5℃，则是由于电控单元造成的。

②有故障以 95.2℃显示，并稳定不变。

③如果在特定的温度范围内出现发动机运转不良，而且稳定的升高有中断，则表示温度信号有断续，应当更换传感器。

④如果温度值无变化，应进行电气检测，检测步骤 30、31（见表 5-9 所示）。必要时，更换冷却液温度传感器。

(5) 按下“→”键，输入 06 功能“结束输出”，并按下“Q”键确认。

还可以拔下冷却液温度传感器，用万用表测量传感器两端子电阻值，其阻值应符合表 5-1 的规定。

4. 进气温度传感器的检测

(1) 接上故障阅读仪 V.A.G1551 并且选择到发动机电控单元（地址指令 01），发动机怠速运转，显示器上显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

(2) 输入 08 功能“读取测量数据组”，并按下“Q”键确认，显示器显示：

Meβwerteblock lesen HELP Anzeigeruppen nummer eingeben ××	读取测量数据组 帮助 输入显示器分组编号 ××

(3) 输入显示器分组 02 的代码 02，并按下“Q”键确认，显示器显示：

Meβwerteblock lesen 2 → 1 2 3 4	读取测量数据组 2 → 1 2 3 4

1～4＝显示区；如果显示器上显示了其他内容，则见故障诊断仪使用说明书。

(4) 在显示区 4 读取进气温度值。

(5) 用普通的冷却剂喷雾喷到进气温度传感器（G42）上，观察所显示的温度值。温度值必须下降。如果温度值无变化，进行电气检测，检测步骤 26、27（见表 5-9 所示）。必要时，更换进气温度传感器（G42），并进行怠速检测。

(6) 按下“→”键，输入 06 功能“结束输出”，并按下“Q”键确认。

（九）ECU 电源电压的检测

(1) 接上故障阅读仪 V.A.G1551 并且选择到发动机电控单元（地址指令 01），发动机怠速运转，显示器显示：

Schncelle Datenübertragung HELP Funktion anwählen ××	快速的数据传递 帮助 功能选择 ××

(2) 输入 08 功能“读取测量数据组”，并按下“Q”键确认，显示器显示：

Meβwerteblock lesen HELP Anzeigeruppen nummer eingeben ××	读取测量数据组 帮助 输入显示器分组编号 ××

(3) 输入显示器分组 02 的代码 02，并按下“Q”键确认，显示器显示：

Meβwerteblock lesen 1 →	读取测量数据组 1 →
1 2 3 4	1 2 3 4

1～4＝显示区；如果显示器上显示了其他内容，则见故障诊断仪使用说明书。

(4) 在显示区 3 读取显示值。额定值约为恒定的蓄电池电压，如果显示值波动，进行电气检测。

(5) 按下“→”键，输入 06 功能“结束输出”，并按“Q”键确认。

六、AFE 型发动机电控系统主要部件的电气检测

电控发动机是一个比较复杂的微机控制系统，在对该系统进行故障诊断和检修时，必须严格遵守检修步骤和操作工艺，避免盲动，否则不但不能及时排除故障，还会“旧病未除、又添新病”。通常维修时应注意以下几项：

(1) 在点火开关接通时，不能拆下蓄电池电缆，不能拔下传感器线束插头，更不要拔下插头，插上其他 12V 电源电压下工作的电子、电气元件的线束插头。某些线圈自感应作用可能产生瞬间的高压电或大电流，会使微机和电子元件受损。

(2) 在拆下蓄电池电缆之前，应读取故障代码，否则故障代码会很快自动消除。

(3) 蓄电池正、负极上的电缆应连接牢靠。蓄电池的正、负极不能接错，必须负极接地。

(4) 当用起动机拖动发动机转动，而又不想起动发动机时，如检测气缸压力等，应从分电器上拔下霍尔传感器线束插头。

(5) 不要用试灯法测试任何与 ECU 相连的电子装置，除在测试中有特殊说明外，不能用指针式欧姆表测试，而应采用高阻抗数字式测试仪表（10MΩ 以上）。

(6) 不可用快速充电机进行辅助起动，以防止充电机脉冲高电压损坏微机和电子元件。使用充电机进行就车充电时，务必先拔下蓄电池搭铁线。

(7) 在车上进行电弧焊作业时，应拆下蓄电池搭铁线，并断开 ECU 线束插头。在靠近 ECU 或传感器的地方进行修理作业时，应特别小心。

(8) ECU 本身故障很少，一般不允许拆卸。很多故障往往是 ECU、传感器及执行器线束插头接触不良引起的。应注意线束插头与插座的清洁，保持可靠的接触。

(9) 在人员进出车辆时，人体静电放电可能产生很高的电压，因此，在拆装 ECU 和对 ECU 控制的数字仪表进行维修作业时，应泄掉人体上的静电，处于无静电工作状态。一般多是采用带上接铁金属带，将其一头缠在手腕上，另一头夹在车身上，让身上的电荷顺手腕泄出，从而防止静电对微机产生影响和损坏。

电控发动机工作中，电控系统的各传感器、执行器及其线束（配线）出现故障是造成故障的主要原因。检修中，要掌握各部件及线束发生故障对发动机及车辆运行的影响，迅速查出各部件及线束是否出现故障，显得十分重要。

(一) 主要部件对发动机工作的影响

电控系统中，各主要部件（含部件的线束）发生故障时，对发动机工作影响情况如表 5-7 所示。

表 5-7　主要部件（含线束）发生故障对发动机工作的影响

序号	组件名称	故障现象	序号	组件名称	故障现象
1	ECU（Motronic 控制器）	①发动机不能起动 ②发动机性能失常	10	氧传感器	①发动机性能不佳 ②怠速不稳 ③发动机油耗增大 ④排气污染增大 ⑤空燃比不正确
2	点火线圈	①发动机不能起动 ②无高压火花 ③二次电压过低	11	冷却液温度传感器	①发动机起动困难 ②发动机性能不佳 ③怠速不稳 ④容易熄火
3	燃油泵继电器	①发动机不能起动 ②燃油泵不工作 ③喷油器不喷油	12	喷油器	①发动机不能起动 ②起动困难 ③油耗增大 ④怠速不稳 ⑤发动机性能不佳
4	中央电器熔断器	发动机不能起动	13	怠速控制阀	①发动机起动困难 ②怠速不稳 ③容易熄火 ④发动机失速
5	霍尔传感器	①发动机无法起动 ②发动机工作不稳 ③怠速不稳 ④间歇性熄火	14	曲轴箱通风阀（PCV）	①发动机不能起动或起动困难 ②怠速不稳或无怠速 ③加速困难 ④油耗增大
6	进气压力传感器	①发动机起动困难 ②发动机性能失常 ③怠速不稳 ④油耗增大	15	炭罐电磁阀	①发动机性能不佳 ②怠速不稳
7	进气温度传感器	①发动机性能不佳 ②怠速不稳 ③容易熄火 ④油耗增大 ⑤混合气过浓	16	EGR 阀（未装）	①发动机温度过高 ②发动机无力 ③减速熄火 ④油耗增大 ⑤发动机起动困难
8	节气门位置传感器	①发动机起动困难 ②怠速不稳 ②发动机性能不佳 ④容易熄火	17	A/C 开关	①发动机不能起动 ②怠速不稳 ③怠速时易熄火
9	爆震传感器	①发动机工作不稳 ②加速时产生爆震 ③点火正时不准	18	燃油泵	①发动机不能起动或起动困难 ②怠速不良或熄火 ③发动机回火 ④发动机性能不佳

（二）用检测箱 V. A. G1598 检测主要部件及其线束

1. 检测箱 V. A. G1598

检测箱也叫检测盒，它是检测电子控制系统时采用的一种十分方便、实用的中间工具。在电子控制系统中，有较多的电插接件，特别是 ECU 的插接件，其线束插头或插座中的端子（或叫针脚、触点）较多，各端子间排列密集。当用万用表对各端子进行测试时，万用表的表笔接触各端子比较困难，有时还可能损坏插头或插座中的端子。针对检测时的这些不便设计了专用检测箱 V. A. G1598。V. A. G1598 的主要目的是将 ECU 插座或线束插头的各端子引出到专用检测箱的面板上。当检测箱的连接电缆 1598-9 与 ECU 插座或其线束插头连接后，由于检测箱上各插孔位置的编号与插座或其线束插头中各端子编号一一对应，所以人们便可十分方便的在检测箱上用万用表进行测试，直接测试 ECU（或传感器、执行器）有关端子电压情况、线束导线的通断情况，采用这种检测箱还可大大缩短故障查找时间。

2. 检测说明

（1）检测时还要使用手持式万用表 V. A. G61526 或者万用表 V. A. G1715 以及发光二极管检测灯 V. A. G1527。

（2）在检测过程中所给出的额定值，在 0～＋40℃的环境温度范围内有效。

（3）如果测量值偏离了额定值，则应当按照电路图查找故障。

（4）如果测量值距额定值的偏差很小，一般是由于接触不良引起的，则应当清洁检测仪和测量电缆的插座和插头，然后重复进行检测。在更换有关的元件前应当检测其电缆和插接件，并且特别是在额定值低于 10Ω 时，要对元件重复进行电阻测量。

（5）使用取自辅助测量套件 V. A. G1594 中的辅助电缆，将检测仪表连接在检测箱上。

（6）接线插头的端子编号和检测箱的插座端子编号是相同的。

（7）除了一览表（表 5-8、表 5-9）中列出的检测步骤外，还应当检测车上自诊断插座中蓄电池正极（端子 16）与负极（端子 4）之间的电压，应不小于 11V。必要时它们对地（－）或者电池正极（＋）的电路情况也要检测。

3. 检测条件

（1）蓄电池电压正常。

（2）电控单元熔断器和燃油泵熔断器正常。

（3）发动机的接地线正常（位于气缸盖上）。

（4）燃油泵和燃油泵继电器正常。

4. 检测主要部件的线束通断情况

（1）关闭点火开关，从 ECU 上拔下线束插头（安装在驾驶员仪表板下）。

（2）将检测箱 V. A. G1598 和连接电缆 V. A. G1598-9，接在已拔下线束的插头上，如图5-49所示。

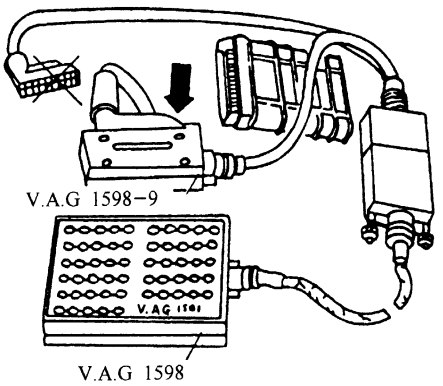


图 5-49　检测箱与 ECU 线束插头的连接（未接 ECU）

（3）按照表 5-8 所示电气检测步骤与项目，检测各传感器、执行器线束通断情况。

（4）注意：为了避免损坏电子元件，在连接测量电缆前，要注意所调整的量程必须符合检测条件，而

且要进行表中列出的附加操作。

表 5-8　电气检测步骤与项目一览表（未接 ECU）

检测步骤	检测项目	检测条件—附加操作	检测箱插口	额定值（Ω）
1	至霍尔传感器(G40)的正极电缆连接	—拔下霍尔传感器插头	12+霍尔传感器插头触点 3	<0.5
2	至霍尔传感器(G40)的负极电缆连接	—拔下霍尔传感器插头	48+霍尔传感器插头触点 1	<0.5
3	霍尔传感器(G40)至控制器电缆连接	—拔下霍尔传感器插头	49+霍尔传感器插头触点 2	<0.5
4	至进气压力传感器（C71）的正极电缆连接	—拔下压力传感器的插头*	12+进气温度压力传感器插头触点 3	<0.5
5	进气压力传感器(G71)的控制器的电缆连接	—拔下压力传感器的插头*	7+进气温度压力传感器插头触点 4	<0.5
6	至进气压力传感器（G71）的负极电缆连接	—拔下压力传感器的插头*	30+进气温度压力传感器插头触点 1	<0.5
7	进气温度传感器(G42)至控制器的电缆连接	—拔下进气温度传感器的插头*	44+进气温度压力传感器插头触点 2	<0.5
8	至节气门位置传感器（G69）的正极电缆连接	—拔下节气门位置传感器插头	12+节气门位置传感器插头触点 3	<0.5
9	至节气门位置传感器（G69）的负极电缆连接	—拔下节气门位置传感器插头	30+节气门位置传感器插头触点 3	<0.5
10	节气门位置传感器（G69）至控制器的电缆连接	—拔下节气门位置传感器插头	53+节气门位置传感器插头触点 2	<0.5
11	至爆震传感器(G61)的负极电缆的连接	—拔下爆震传感器插头	30+爆震传感器插头触点 2	<0.5
12	至爆震传感器(G61)屏蔽电缆连接	—拔下爆震传感器插头	19+爆震传感器插头触点 1	<0.5
13	爆震传感器(G61)至控制器电缆连接	—拔下爆震传感器插头	11+爆震传感器插头触点 2	<0.5
14	至冷却液温度传感器（G62）负极电缆连接	—拔下冷却液温度传感器上插头	30+冷却液温度传感器插头触点 2	<0.5
15	冷却液温度传感器（G62）信号电缆连接	—拔下冷却液温度传感器上插头	45+冷却液温度传感器插头触点 1	<0.5
16	怠速调节器(N71)电缆连接	—拔下怠速调节器上插头	4+怠速调节器插头触点 1	<0.5
			26+怠速调节器插头触点 2	<0.5

续表

检测步骤	检测项目	检测条件—附加操作	检测箱插口	额定值（Ω）
17	氧传感器（G39）内电阻	—拔出氧传感器插头连接	接至氧传感器控头方向的二根白色导线插头触点 1 和 2	0.5～20 该值与温度有关
18	氧传感器(G39)负极信号电缆连接	—拔出氧传感器插头连接	28＋氧传感器插头触点 4	＜0.5
19	氧传感器(G39)正极信号电缆连接	—拔出氧传感器插头连接	10＋氧传感器插头触点 3	＜0.5
20	进气温度传感器的电阻	·点火关闭 —拔出压力传感器插头	30＋44	20℃时 2.2～2.7kΩ 30℃时 1.4～1.9kΩ 40℃时 1.1～1.4kΩ 该值和温度有关
21	爆震传感器电阻	·点火关闭 —拔去爆震传感器插头连接	11＋30	＞1.0kΩ

＊进气压力传感器与进气温度传感器共用一个线束插头。

5. 检查主要部件各端子的电压情况

（1）关闭点火开关，将检测箱和连接电缆连接在 ECU 上，如图 5-50 所示。

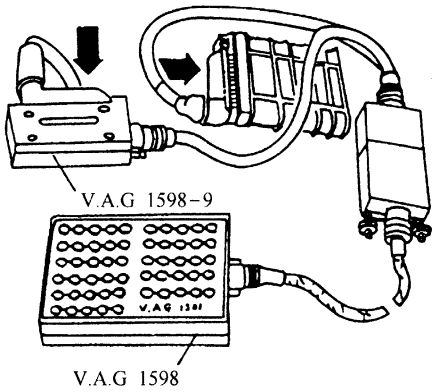


图 5-50　检测箱与 ECU 及其线束插头的连接

（2）按照表 5-9 所示电气检测步骤与项目检测电控系统主要部件各端子的电压。

表 5-9　电气检测步骤与项目一览表（接 ECU）

检测步骤	检测项目	检测条件—附加操作	检测箱插口	额定值
22	霍尔传感器（G40）供电电压	·打开点火开关	12＋48	约为 5V
23	进气压力传感器(G71)供电电压	·打开点火开关	12＋30	约为 5V
24	来自进气压力传感器(G71)的信号电压	·打开点火开关	7＋30	3.8～4.2V
		—起动发动机在怠速状态		0.8～1.3V
		—加大节气门开度		电压发生变化

续表

检测步骤	检测项目	检测条件—附加操作	检测箱插口	额定值
25	来自霍尔传感器(G40)的信号电压	—拔下点火线圈插头并取下分电器盖 ·打开点火开关 —人工转动曲轴V传动带盘	12+49	此时须显示一个约2V的电压变化
26	进气温度传感器(G42)供电电压	—拔下进气温度传感器插头 ·打开点火开关	30+44	约为5V
27	来自进气温度传感器(G42)的信号电压	—插上进气温度传感器插头 ·打开点火开关	30+44	0.5～3V 该值和温度有关
28	节气门位置传感器(G69)供电电压	—打开点火开关	12+30	约为5V
29	来自节气门位置传感器(G69)的信号电压	·打开点火开关 —节气门关闭	53+30	0.1～0.9V
		—节气门全开		3.0～4.8V
30	冷却液温度传感器(G62)供电电压	·打开点火开关 —拔去冷却液温度传感器插头	30+45	约为5V
31	来自冷却液温度传感器(G62)的信号电压	·打开点火开关 —插上冷却液温度传感器插头	30+45	0.5～2.5V 该值与温度有关
32	点火线圈（N152）供电电压	·打开点火开关	2+15 (即点火开关)	约为12V
33	点火线圈（N152）信号电压	·打开点火开关	1+2	约为12V
34	气缸1喷油器(N30)的电缆连接	·点火关闭 —拔下控制器插头 —拔下燃油泵熔断器及氧传感器的插头 —桥接插头 14+3	2+17	约为12V
35	气缸2喷油器(N31)的电缆连接	·点火关闭 —拔下控制器插头 —拔下燃油泵熔断器及氧传感器的插头 —桥接插头 14+3	2+16	约为12V
36	气缸3喷油器(N32)的电缆连接	·点火关闭 —拔下控制器插头 —拔下燃油泵熔断器及氧传感器的插头 —桥接插头 14+3	2+35	约为12V

续表

检测步骤	检测项目	检测条件—附加操作	检测箱插口	额定值
37	气缸4喷油器(N33)的电缆连接	·点火关闭 —拔下控制器插头 —拔下燃油泵熔断器及氧传感器的插头 —桥接插头 14+3	2+34	约为12V
38	空调（A/C）开关输入端	起动发动机并空载运行 —关闭空调	18+41	约为12V
		—接通空调		约为0
39	空调压缩机输入端	起动发动机并空载运行 —关闭空调	18+40	约为12V
		—接通空调		约为0
40	氧传感器（G39）的供电电压	发动机起动并空载运行	电压测量仪接至氧传感器插头连接的二根白色电缆上	12～14V
41	氧传感器（G39）的信号电压	发动机起动并空载运行 —接上氧传感器插头连接	电压测量仪接至氧传感器黑色和灰色电缆上	0.2～0.8V 显示缓慢并在此区域内摆动
42	发生干扰时氧传感器(G39)的信号电压	·发动机起动并空载运行 —将燃油压力调节器上真空软管拔下并予以密封	电压测量仪接至氧传感器黑色和灰色电缆上	显示短时稳定，然后开始重新摆动
43	控制器端子10的基准电压	·接通点火开关 —拔出氧传感器插头连接	10+19	约0.15V

七、AFE型发动机燃油供给系统的检测

（一）燃油系统检修注意事项

对燃油供给系统和喷油系统进行操作时，应当认真遵守以下规定：

（1）在拆卸前应对连接部位及其周围彻底清洗。

（2）卸下的零件要放在一个干净的垫板上并盖好；不得使用易掉纤维的纺织物！

（3）打开的部件如果不立即进行维修，应当仔细盖好或封闭。

（4）只允许安装洁净的零件。配件应在安装时再从包装中取出，不得使用储藏中无包装的零件（例如放在工具箱等处）。

（5）为了避免松开连接部位时喷溅燃油，要在各个连接部位周围放上抹布。

（6）在打开的系统内，尽可能不要使用压缩空气，汽车尽可能不要移动。

(7) 在装满或部分装满燃油的油箱上拆卸与安装油量表或燃油泵时，在开始操作前，油箱开口的附近要安装能够吸收挥发的油气的装置，并且装上排气吸收装置的软管。要避免皮肤与燃油接触！要戴上防油手套！

(二) 电动燃油泵的检测

桑塔纳2000型轿车电控系统的电动汽油泵发生故障时，发动机（ECU）检测不到故障信息，利用V.A.G1552或V.A.G1551故障阅读仪也读取不到故障信息，可用下述方法检测。

检测燃油泵时，蓄电池电压应正常，燃油泵熔断器应正常，然后按以下步骤进行：

(1) 打开点火开关，在汽车尾部应能听到燃油泵起动工作约1s的声音。

(2) 如果燃油泵未起动，则应关闭点火开关，检查燃油泵熔断器是否正常。

如果熔断器不正常，应更换燃油泵熔断器。如果熔断器正常，从继电器板上拔下燃油泵继电器（2号继电器）。

将遥控器V.A.G1348/3A和连接电缆V.A.G1348/3-2连接好（一端接到蓄电池正极柱上，另一端接在继电器插座插孔上），然后按下遥控器按钮。

如果燃油泵运转，检查燃油泵继电器控制电路。

如果燃油泵不运转，拔下行李箱内的燃油泵插头，用发光二极管测试灯V.A.G1527和辅助线V.A.G1594连接插头的1、3号端子上，然后按下遥控器按钮。

如果发光二极管亮，检查燃油泵到插头的连接，必要时更换燃油泵。

如果发光二极管不亮，检查燃油泵继电器到油泵的导线，必要时更换导线。

(三) 燃油泵输油量和回油压力的检测

检测燃油泵输油量和回油压力时，电源电压应正常，按以下步骤进行检测：

(1) 拔下燃油泵继电器，连接好遥控器V.A.G1348/3A和连接电缆V.A.G1348/3-2。

(2) 从燃油分配管上卸下进、回油管。

(3) 把燃油压力表V.A.G1318连接在燃油分配管进油管一端。

(4) 把压力表输出端口用辅助油管伸至一量杯内。

(5) 打开压力表截止阀，排除管道中的空气。

(6) 关上截止阀，并倒空量杯，重新接好。

(7) 将万用表接到蓄电池正、负极柱上，测量蓄电池电压。因为燃油泵供电量与蓄电池电压密切相关。

(8) 将遥控器上接通30s。

(9) 将输出至量杯中的燃油量与额定值比较。如图5-51所示，纵坐标为燃油输出量，其单位为mL/30s，横坐标为发动机静止，而燃油泵运转时，燃油泵的电压（比蓄电池电压小2V）。

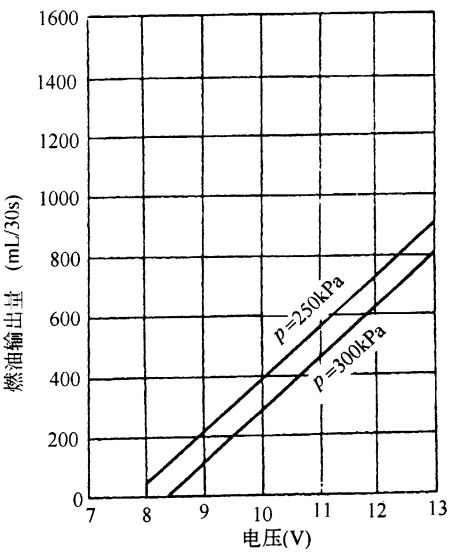


图5-51 燃油泵输油量与电压的关系

如果实际燃油量低于极限，检查系统压力是

否正常。压力过高，更换压力调节器；压力过低，检查油管是否弯折或堵塞。若油管正常，检查燃油滤清器是否堵塞。

(10) 拆下燃油压力表 V. A. G1318，接好进油管，将压力表串接于回油管端。

(11) 将回油管接通油箱。拆下遥控器 V. A. G1318/3A，装上燃油泵继电器。

(12) 起动发动机，怠速运行，燃油压力表值小于 190kPa。

(四) 燃油压力调节器和保持压力的检测

1. 检测条件

(1) 燃油泵工作正常。

(2) 燃油泵继电器工作正常。

(3) 燃油泵滤清器正常。

(4) 蓄电池电压正常。

2. 检测步骤

(1) 拔下燃油泵继电器，连接好遥控器 V. A. G1348/3A 和 V. A. G1348/3-2。

(2) 把燃油压力测量表 V. A. G1318 和 V. A. G1318/1 串接在燃油分配管和进油管之间。压力测量表的截止阀必须关闭（手柄垂直于流动方向，见箭头）。

(3) 打开压力表截止阀。

(4) 按下遥控器 V. A. G1348/3A 按钮。

(5) 观察压力表上燃油压力，额定值应在 0. 28～0. 30MPa。

(6) 卸下遥控器 V. A. G1348/3A，装上燃油泵继电器。

(7) 起动发动机并怠速运转。

(8) 观察燃油压力表，额定值应为 0. 25MPa。

(9) 瞬间加大节气门开度，观察压力表，压力表应增大到约 0. 29MPa。

(10) 从燃油压力调节器上拔下真空管，燃油压力必须提高到约 0. 30MPa。

(11) 关闭点火开关，通过压力表上的压力降检查密封性和保持压力，在 10min 后必须还至少有 0. 2MPa 的压力。

如果表压力低于 0. 2MPa，检查管路是否有泄漏现象；检查燃油泵单向阀是否工作正常；检查燃油分配管和喷油器的接口 O 形圈的密封性是否良好；检查压力表的密封性是否良好，必要时更换故障部件。

(12) 如果以上检查均属正常，起动发动机并怠速运转，待压力建立后，关闭点火开关，用钳子夹住回油管，观察表上的压力降。如果 10min 后，表压力不低于 0. 2MPa，则应更换压力调节器。

(五) 喷油器的检测

1. 检测条件

(1) 蓄电池供电电压正常；

(2) 霍尔传感器正常；

(3) 燃油压力正常。

2. 检测喷油器供电电压

(1) 从燃油分配管的喷油器上，拔下两端子插头。

(2) 将发光二极管检测灯 V.A.G1527 连接到喷油器线束两端子插头上。

(3) 接通起动机。

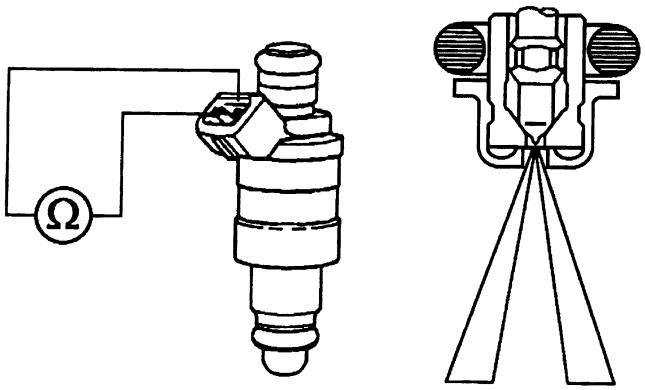
(4) 发光二极管必须闪动。

(5)如果发光二极管不闪动或不发光,将插头重新插到喷油器上,进行电气检测,检测步骤34～37 (见表 5-9 所示),必要时更换电控单元。

3. 检查喷油器电阻

(1) 从所有的喷油器上拔下 2 端子插头。

(2) 用手持万用表 V.A.G1526,分别在每个喷油器插头上检测喷油器的电阻,如图 5-52 所示。额定值为 15.9±0.35Ω,如果不符合规定值,更换损坏的喷油器。



(a) 检测电阻值　　(b) 雾化形状

图 5-52　喷油器的检查

4. 检查喷油器喷射状态和密封性

(1) 拔下点火线圈两端子低压插头。

(2) 将燃油分配管和喷油器一同卸下。

(3) 用辅助软管延长进、回油管。

(4) 将喷油器安装在喷油器测量仪 V.A.G1602 上。

(5) 将喷油器所有插头插上。

(6) 从冷却液温度传感器 (G60) 上,拔下 2 针插头。将数字电压表 V.A.G1630A 调到 15kΩ,用辅助连线将电压表连接在拔出的插头上。

(7) 起动起动机,喷油器必须均匀地脉冲喷油;雾化形状必须一致 (如图 5-52b)。

(8) 关闭点火开关并检查喷油器的密封性,泄漏量不得超过 2 滴/min。

5. 喷油器的拆卸和安装顺序及注意事项

喷油器的拆卸:

(1) 拔下燃油分配管上喷油器的插头及怠速调节器的插头。

(2) 卸下进气软管和节气门接管连接。

(3) 拔下燃油分配管上的回油管。

(4) 由于进油管内有燃油压力,为了防止燃油喷溅,要用抹布盖上进油管,并将其拔下。

(5) 拔下燃油压力调节器的真空管。

(6) 拧下怠速调节器连接体与进气歧管连接的内六角螺钉,将怠速调节器和连接体一同卸下。

(7) 拧下燃油分配管上喷油器支架的固定螺钉。

(8) 拧下燃油分配管的内六角固定螺钉。

(9) 将燃油分配管连同喷油器一起从缸体上拔下。

(10) 拆下喷油器与燃油分配管的连接卡簧。

(11) 从燃油分配管上将喷油器拔出。

喷油器的安装：

(1) 损坏的密封圈或密封垫，以及喷油器的O形圈应当更换。为了便于装配，应在喷油器的O形圈上涂上润滑油。

(2) 将喷油器装入燃油分配管并装上卡簧。

(3) 将喷油器插座支架安装在燃油分配管上。

(4) 将喷油器小心按入缸体上的喷射口内，并将燃油分配管安装在进气管上，以10N·m的力矩将固定螺钉拧紧。

(5) 将燃油压力调节器上的真空管插好。

(6) 装上进气软管和回油管，并将固定螺母拧紧。

(7) 装上怠速调节器和连接体，并以10N·m的力矩将固定螺钉拧紧。

(8) 接上喷油器的插头和怠速调节器的插头。

八、AFE型发动机点火系统的检测

(一) 霍尔传感器的检测

当霍尔传感器出现故障时，发动机将立即熄火而无法运转。发动机控制单元(ECU)不能检测到霍尔传感器的故障信息，用V.A.G1552或V.A.G1551故障阅读仪也读取不到该传感器故障的有关信息。前面提到可用检测箱对霍尔传感器进行检测，详见表5-8和表5-9中的步骤1、2、3、22和25。如果检测霍尔信号电压时未显示2V电压变化，可从分电器上拔下霍尔传感器线束插头，将万用表接到线束插头的端子1、3(最外边两个)上，如图5-53所示，再从此处检测霍尔传感器电源电压。当打开点火开关时，应显示5V的额定电压。

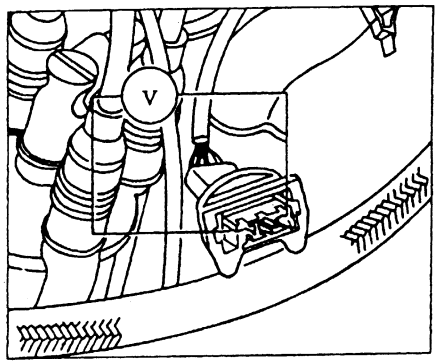


图5-53 霍尔传感器电源电压的检查

如果有5V电压，更换霍尔传感器。

如果没有5V电压，可能要更换ECU。

(二) 点火线圈的检测

当点火线圈发生故障时，发动机ECU检测不到故障信息，用V.A.G1551或V.A.G1552故障阅读仪也调取不到此故障的有关信息。

点火线圈有无故障，可用万用表检测端子之间的电阻值进行判断。检测初级绕组电阻时，万用表两只表笔分别连接端子“15”与端子“1”(见图5-32)；检测次级绕组时，万用表一只表笔连接高压插孔“4”，另一只表笔可连接端子“15”和端子“1”中任意一个端子进行测量，其

电阻值应符合表 5-10 的规定。若电阻为 0 或无穷大均为有故障。

表 5-10　点火系统的检测数据

发动机代号	AFE	发动机代号	AFE
点火时刻	12°±1°（850r/min）	分火头电阻（kΩ）	0.9～1.2（冷态）
点火顺序	1-3-4-2	初级绕组电阻（Ω）	1.2～1.4（冷态）
火花塞型号	BOSCH W8DC、BOSCH W9DC	次级绕组电阻（kΩ）	6～8　（冷态）
火花塞电极间隙（mm）	0.7～0.8	分缸高压线电阻（kΩ）	4.6～7.6（冷态）
火花塞拧紧力矩（N·m）	25	中央高压线电阻（Ω）	1.2～2.8（冷态）

（三）分电器的安装（点火正时的检查与调整）

（1）将飞轮 A 和同步带轮 B 调整到 1 缸的上止点位置，如图 5-54 所示。

（2）用扳手转动发动机，将曲轴 V 形带轮调整到一缸上止点的位置，如图 5-55 所示。

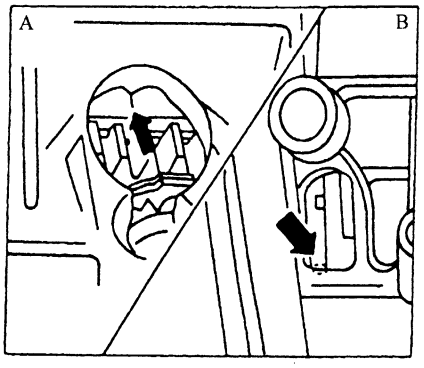


图 5-54　飞轮 A 和同步带轮 B 的记号

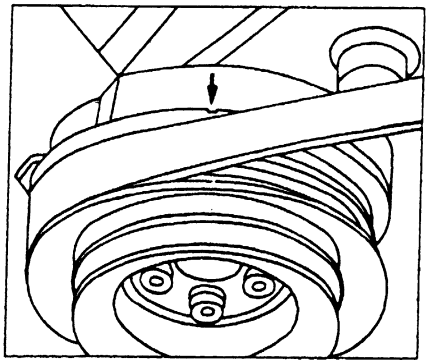


图 5-55　曲轴 V 形带轮上的记号

（3）将凸轮轴同步带轮上的正时标记与气门罩上的箭头对齐，如图 5-56 所示。

（4）装上分电器后，分火头的标记应与分电器壳体上标记对齐，如图 5-57 所示。

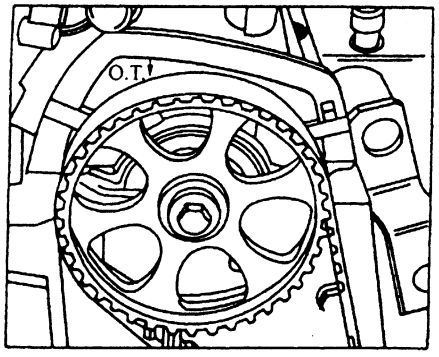


图 5-56　凸轮轴同步轮上的正时标记

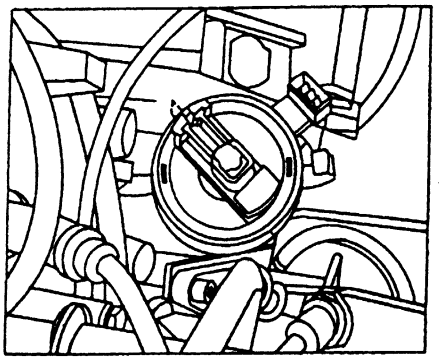


图 5-57　分火头与分电器壳体上的标记对齐

（5）安装分电器盖。分电器盖在安装前要清洗，检测有无泄漏电流造成裂纹和痕迹，必要时更换。

（6）检查和调整点火时刻，并进行怠速检测。

（四）其他部件的检测

点火系其他部件的检测，可参照表 5-10 的有关数据进行。

九、AFE 型发动机常见故障原因分析

电控发动机的故障诊断相对来说是比较复杂的，产生故障的原因和部件可能较多。为了便于在发动机发生故障时，能够根据故障现象有目的的去查找有关部件，特列出一些常见故障的原因表，供进行故障诊断时参考（表中所列的电气元件，不仅包括部件本身，还包括其相应的电路）。

（一）发动机不能起动

发动机不能起动的原因见表 5-11。

表 5-11　发动机不能起动的可能故障原因

现　象	可能的故障部位及原因		现　象	可能的故障部位及原因	
发动机转不动	蓄电池 点火开关电路 起动机继电器 起动机 ECU（Motronic）控制器		无初始燃烧	喷射系	燃油压力调节器 油管泄漏或变形 喷油器 ECU
				气缸压力不正常	
无初始燃烧	点火系	蓄电池 起动开关 低压电路 信号发生器 高压分线 分火头 分电器及点火线圈 点火正时不当 ECU	燃烧不完全	气缸压力不正常	
				点火系	高压分线绝缘损坏 插孔漏电 霍尔传感器 爆震传感器 ECU
	喷射系	各连接软管泄漏 压力传感器 怠速空气控制阀 燃油泵 主继电器		喷射系	漏真空 空气滤清器堵塞 怠速控制阀 燃油泵 燃油压力传感器 水温传感器 喷油嘴 气缸盖密封不严

（二）发动机起动困难的原因

发动机起动困难的原因见表 5-12。

表 5-12　发动机起动困难的可能故障部位及原因

现　象	可能的故障部位及原因		现　象	可能的故障部位及原因	
常温起动困难	气缸压缩不良	气门正时 正时 V 带 气门关闭不严 气缸垫密封不严 活塞环与缸壁密封不严 火花塞处漏气	冷起动困难	喷射系	喷油嘴 水温传感器 进气温度传感器 燃油泵 起动信号电路 怠速控制阀 ECU
	喷射系	燃油泵 燃油压力调节器 喷油嘴 油管 怠速控制阀 水温传感器 进气温度传感器 压力传感器 ECU		点火系	点火信号电路 点火线圈 火花塞 分电器
	点火系	霍尔传感器 点火线圈 分电器 火花塞 点火信号电路	热起动困难	喷射系	漏真空 怠速控制阀 水温传感器 进气温度传感器 燃油泵 燃油压力调节器 喷油嘴 ECU
冷起动困难	喷射系	燃油质量 油管 燃油压力调节器		点火系	点火信号电路 点火线圈 分电器 火花塞

（三）怠速运转不良的原因

怠速运转不良的原因见表 5-13。

表 5-13　怠速运转不良的可能故障部位及原因

现　象	可能的故障部位及原因		现　象	可能的故障部位及原因
开始怠速太高	节气门拉线 节气门位置传感器 节气门减速缓冲器 水温传感器 空调开关 ECU		机械部分	气门关闭不严 气缸壁磨损严重 喷油嘴关闭不严 曲轴箱通风阀
怠速不稳	喷射系	燃油压力调节器 喷油嘴 燃油质量 水温传感器 压力传感器 节气门位置传感器 进气温度传感器 氧传感器 活性炭罐 怠速控制阀 ECU	怠速转速太高	节气门拉线 节气门减速缓冲器 水温传感器 进气温度传感器 怠速控制阀 节气门位置传感器 空调开关电路 活性炭罐 喷油器 ECU
	点火系	分火头烧蚀或磨损不均 分电器凸轮轴磨损不均 插孔漏电 高压分线绝缘损坏 火花塞 信号发生器	怠速转速太低	水温传感器 进气管漏真空 怠速控制阀 压力传感器 燃油泵 油压调节器 喷油嘴 空调开关电路 ECU 及 EGR 控制电路

（四）驾驶性能不良的原因

驾驶性能不良的原因见表 5-14。

表 5-14　驾驶性能不良的可能故障部位及原因

现　象	可能的故障部位及原因		现　象	可能的故障部位及原因	
爆震	爆震传感器 燃油质量 喷油嘴 火花塞 燃烧室积炭 霍尔信号发生器 ECU		加速时发抖	机械部分	离合器打滑 变速器轴松旷 制动器拖滞 节气门拉杆 气门正时 活塞与缸壁磨损严重
回火	机械故障	气门正时不当 气门关闭不严 喷油嘴气封漏气 正时 V 带		喷射系	燃油质量 燃油泵 喷油器 油路 燃油压力调节器 空气滤清器堵 水温传感器 进气温度传感器 节气门位置传感器 怠速控制阀 爆震传感器 曲轴箱通风阀
	喷射系	水温传感器 进气温度传感器 节气门位置传感器 压力传感器 怠速控制阀 节气门缓冲器 连接软管泄漏 漏真空 燃油泵及滤清器 燃油压力调节器 油管泄漏 喷油嘴 ECU		点火系	点火线圈 高压线插孔漏电 霍尔传感器
消声器放炮	点火系	高压分线 分电器 火花塞	发动机中途熄火	机械部分	进气和真空管路的密封性 气缸盖到消声器的排气管密封性
	喷射系	油压调节器 喷油嘴 水温传感器 进气温度传感器 节气门位置传感器 进气压力传感器 爆震传感器 怠速控制阀 ECU		喷射系	燃油泵 燃油泵继电器 燃油压力调节器 喷油器 节气门位置传感器 氧传感器 ECU
				点火系	火花塞 霍尔传感器 点火线圈 分缸高压线 分电器盖、分火头

第六章　AJR 型发动机电控系统

桑塔纳 2000GSi 型轿车 AJR 型发动机采用了德国博世(BOSCH)公司最先进的 Motronic 3.8.2 电子控制顺序多点燃油喷射系统，如图 6-1 所示。它是在 AFE 型发动机 Motronic 1.5.4 电子控制燃油喷射系统和点火系统的基础上发展起来的。该系统采用热膜式空气流量传感器检测发动机进气流量，直接反映发动机负荷，比 AFE 型发动机采用的 Motronic 1.5.4 喷射系统所采用的绝对压力传感器检测进气歧管压力并推算流量的方法更精确。AJR 型发动机的曲轴上装有 1 个 60 齿的信号触发轮，用于产生曲轴转角信号，它比 AFE 型发动机的分电器中由 4 齿触发轮产生的转角信号更为准确。Motronic 3.8.2 系统能依据进气流量信号和曲轴转角信号准确地控制发动机混合气空燃比和点火时间，从而极大地降低了汽车排气污染。

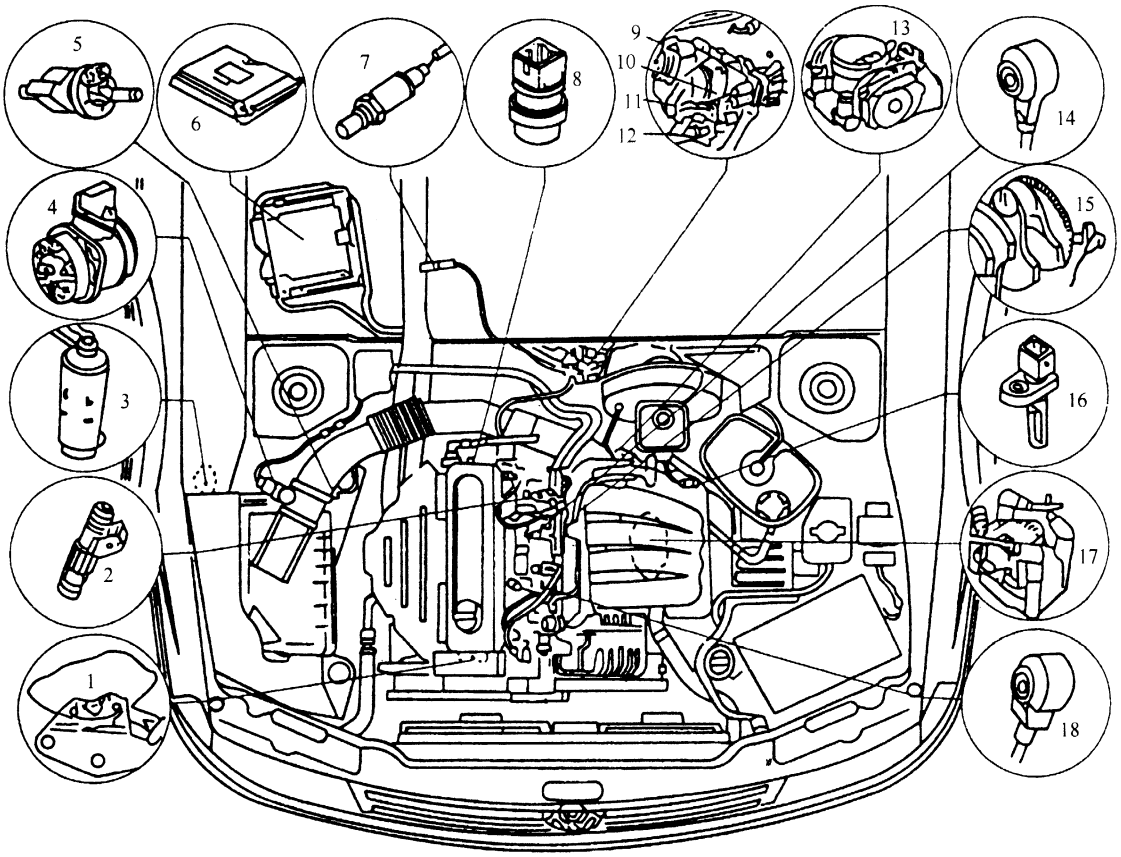


图 6-1　燃油喷射系统和点火系统位置布置图

1-霍尔传感器 (G40)；2-喷油器 (N30-N33)；3-活性炭罐；4-热膜式空气流量传感器 (G70)；5-活性炭罐电磁阀 (N80)；6-发动机电控单元 (J220)；7-氧传感器 (G39)；8-冷却液温度传感器 (C62)；9-转速传感器插接器 (灰色)；10-1 号爆震传感器插接器 (白色)；11-氧传感器插接器 (黑色)；12-2 号爆震传感器插接器 (黑色)；13-节气门控制组件 (J338)；14-2 号爆震传感器 (G66)；15-转速传感器 (G28)；16-进气温度传感器 (G72)；17-点火线圈 (N152)；18-1 号爆震传感器 (G61)

AJR 型发动机具有自诊断系统，但是必须用专用仪器方可读出发动机控制单元中储存的故障码。

AJR 型发动机还具有备用功能。例如当冷却液温度传感器线路有断路故障时，电子控制单元就认为冷却液温度始终是 19.5℃。备用功能用于在控制系统、传感器、执行元件发生某些故障时，发动机仍可运转（当然运转得不好），以便汽车开到修理厂。

一、AJR 型发动机电控系统的组成

AJR 型发动机采用 Motronic 3.8.2 多点顺序燃油喷射系统。该系统由空气供给系统、燃油供给系统和电子控制系统三大部分组成，其基本组成和布置如图 6-1 所示，图 6-2 为桑塔纳 2000GLi 型轿车电控燃油喷射系统的原理示意图，电控燃油喷射系统和点火系统电路图，如图 6-3 所示。

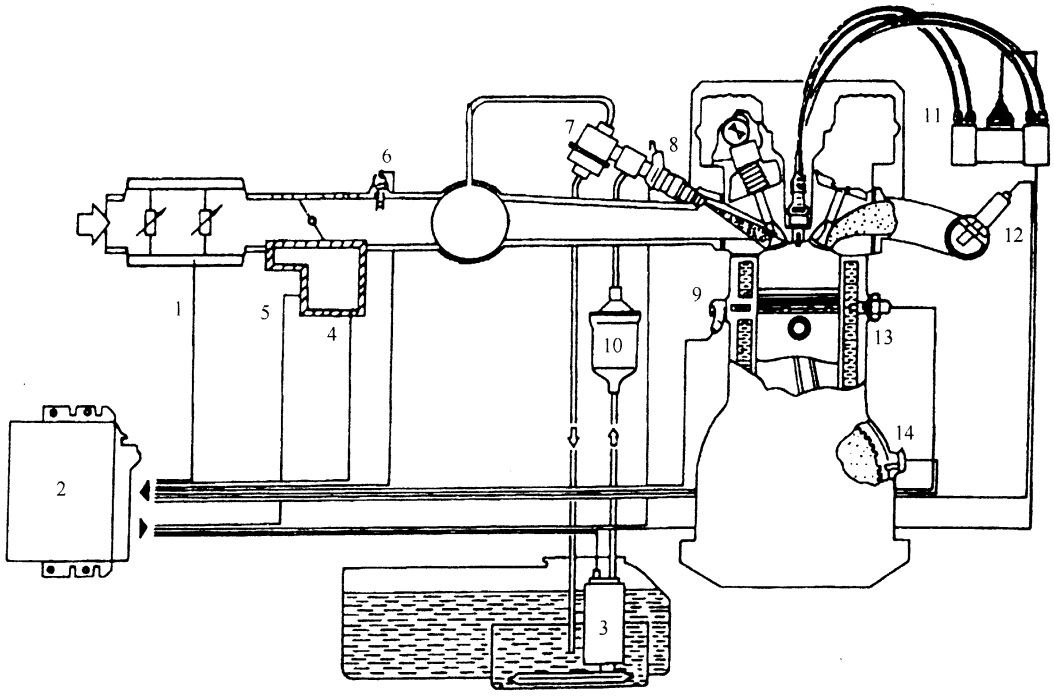


图 6-2　AJR 型发动机 M3.8.2 电控系统示意图

1-热膜式空气流量传感器；2-电子控制单元（ECU）；3-电动燃油泵；4-节气门控制器；5-怠速电机（与节气门控制单元一体）；6-进气温度传感器；7-燃油压力调节器；8-喷油器；9-爆震传感器；10-燃油滤清器；11-点火线圈；12-氧传感器；13-冷却液温度传感器；14-转速传感器

二、Motronic3.8.2 与 Motronic1.5.4 的主要区别

AJR 发动机采用的 Motronic3.8.2 电子顺序多点汽油喷射系与 AFE 发动机采用的 Motronic1.5.4 电子控制多点顺序汽油喷射系统的主要区别是：

①采用热膜式空气流量传感器检测发动机的进气质量，比 Motronic1.5.4 系统采用进气歧管绝对压力传感器检测进气歧管压力并推算出流量的方法精确；

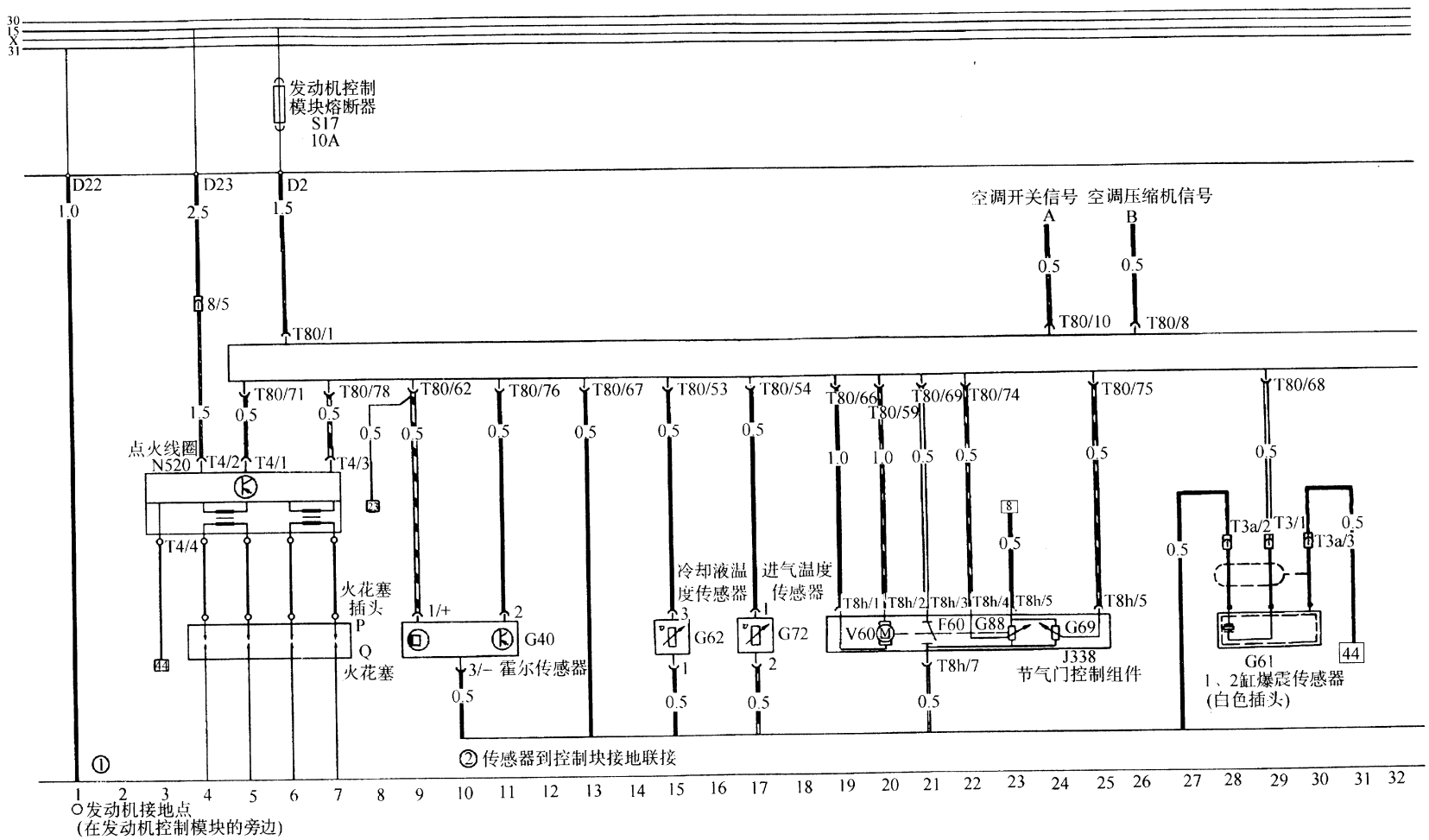


图 6-3　AJR 型发动机电控燃油喷射系统和点火系统电路图（1）

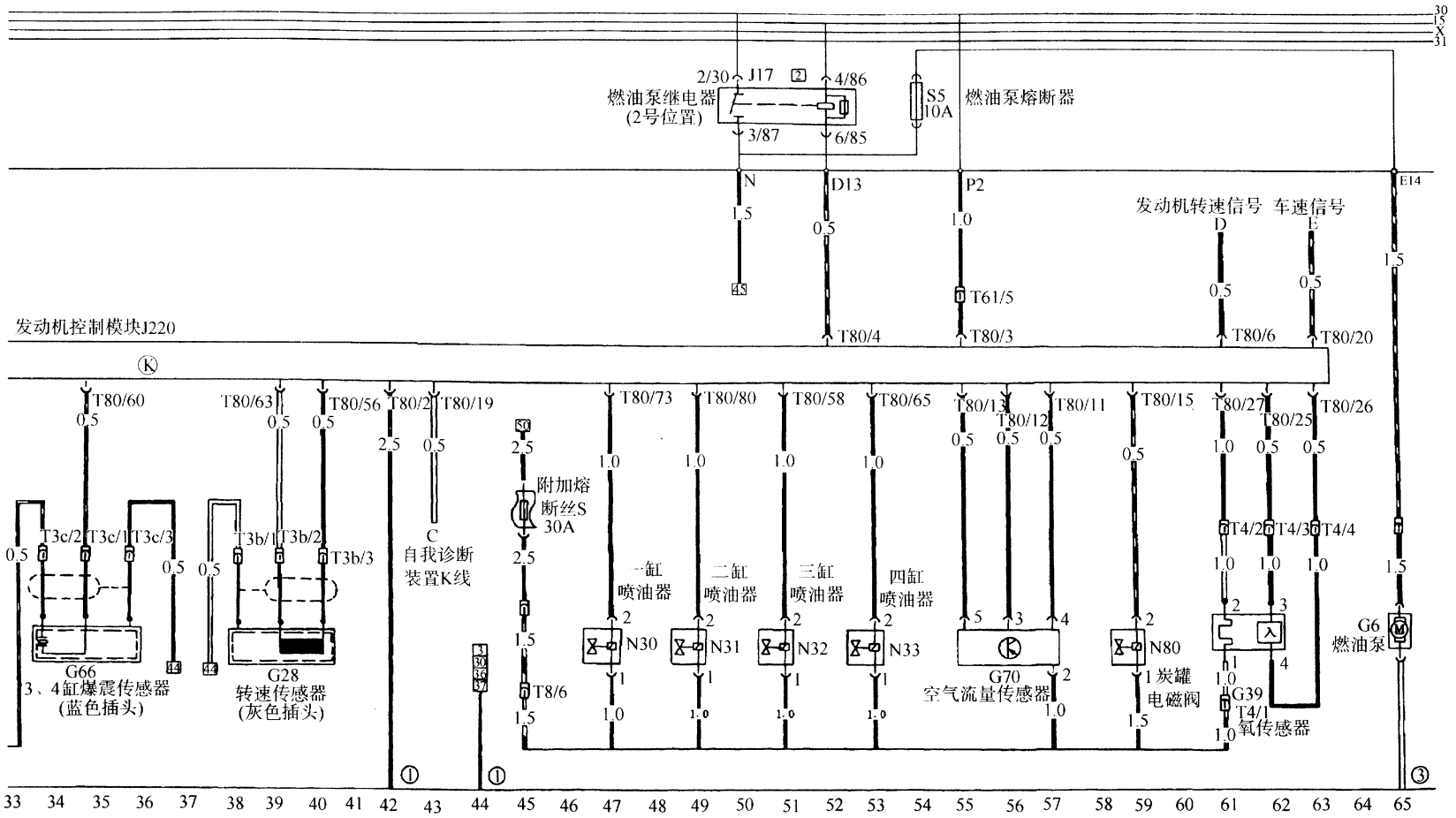


图 6-3　AJR 型发动机电控燃油喷射系统和点火系统电路图（2）

②采用60齿信号触发轮的曲轴位置传感器产生曲轴转角信号，比AFE型发动机分电器中4齿触发轮产生的转角信号更为准确。

③采用2只爆震传感器，比AFE发动机增加了一只，使发动机控制单元能更有效地识别各个气缸的爆燃，迅速调整点火时间，保护发动机免受劣质汽油引起的强烈爆燃的损害。

④采用无分电器直接电子点火系统，减少了电磁辐射的干扰，消除了因机械驱动而产生的磨损，使点火系统的工作更加可靠。

⑤采用智能、可靠的电子防盗系统，该装置安装在发动机罩内，前风挡玻璃下。由于车门钥匙是特制的，钥匙内设置有密码心片，点火时由点火开关中的电子感应部件对车匙内的密码心片进行感应、解读及校对，彻底避免了因钥匙私配等所引起的人为隐患，使汽车的使用更加安全可靠（详见本书第十一章有关内容）。

⑥安装燃油蒸发控制回收系统，燃油蒸气控制回收系统采用活性炭罐吸附油箱中挥发的汽油蒸气，在发动机起动后，再把炭罐中吸附的汽油吹出燃烧，减少废气排放，更为节能，使燃油蒸发污物的排放降低95%以上。

⑦采用更为先进的Motronic3.8.2电子控制多点顺序喷射系统，使控制精度更高，电脑的功能更全。

⑧采用线性节气门位置传感器取代开关式节气门位置传感器。

⑨采用新的排气系统。将消声器的管径由ϕ50mm更改为ϕ45mm，并对原消声器的内部结构进行了调整，从而降低了车内噪声，提高乘坐的舒适性，同时又使发动机保持良好的动力性能。

三、AJR型发动机电控系统的故障自诊断

桑塔纳2000GSi轿车AJR型发动机Motronic3.8.2电控系统的电子控制单元，具有自诊断功能，其故障代码的提取及故障类型的显示，可通过故障阅读仪V.A.G1551或V.A.G1552（与V.A.G1551使用方法相同，只是不能打印检查结果）来完成的。测试时，打开诊断插口盖板，将故障阅读仪用V.A.G1551/3电缆连接到车上位于变速器换挡杆前的诊断插座上。

需要说明的是V.A.G1552故障阅读仪不但可以进行自诊断测试、读取故障代码、显示故障内容，同时还可清除故障存储、对系统进行基本设定、读取测量数据、对控制单元进行编码和对发动机怠速进行调整等许多功能。

（一）读取故障码

故障码的读取方法参见本书第五章有关内容。

（二）故障代码

AJR发动机Motronic3.8.2控制系统故障码和Motronic1.5.4控制系统故障码基本一样，如表6-1所示。

表 6-1　AJR 发动机 Motronic3.8.2 控制系统故障码表

故障代码	故障代码含义	可能的故障原因	故障排除
00513	发动机转速传感器-G28 无信号	· 在传感器线路上有开路或短路 · G28 损坏	· 检修线路 · 检测 G28
00515	霍尔传感器-G40 对正极开路/短路	· 传感器线路对正极开路或短路 · G40 损坏	· 检修线路 · 检测 G40
00518	节气门电位计-G69 对正极开路/短路	· 传感器线路对正极开路或短路 · G69 损坏	· 检修线路 · 检测 G69
00522	冷却液温度传感器-G62 对地短路 对正极开路/短路	· 传感器线路开路 · G62 损坏 · 传感器线路对地短路	· 检修线路 · 检测 G62 · 检修线路
00524	爆震传感器 1-G61 对地开路/短路	· 传感器线路对地开路或短路 · G61 损坏	· 检修线路 · 检修 G61
00527	进气温度传感器-G72 对地短路 对正极开路/短路	· 传感器线路开路 · G72 损坏 · 传感器线路对地短路	· 检修线路 · 检测 G72 · 检修线路
00530	节气门位置传感器-G88 对正极开路/短路	· 传感器线路对正极开路或短路 · G88 损坏	· 检修线路 · 检测 G88
00540	爆震传感器 2-G66 对地开路/短路	· 传感器线路对地开路或短路 · G66 损坏	· 检修线路 · 检测 G66
00553	空气流量传感器-G70 对地开路/短路	· 传感器线路对地开路或短路 · G70 损坏	· 检修线路 · 检测 G70
00668	30 号端子电压信号太小	· 蓄电池电压小于 10.0V	· 对蓄电池充电
01165	节气门控制组件-J338 基本设定错误	· 节气门控制组件与发动机控制单元没有匹配	· 重新完成匹配程序
01247	ACF 电磁阀 1-N80 对地开路/短路	· ACF 电磁阀的线路对地开路或短路 · N80 损坏	· 检修线路 · 检测 N80
01249	第 1 缸喷油器-N30 对正极开路/短路	· 第 1 缸喷油器线路对正极开路或短路 · 第 1 缸喷油器 N30 损坏	· 检修线路 · 检测 N30
01250	第 2 缸喷油器-N31 对正极开路/短路	· 第 2 缸喷油器线路对正极开路或短路 · 第 2 缸喷油器 N31 损坏	· 检修线路 · 检测 N31
01251	第 3 缸喷油器-N32 对正极开路/短路	· 第 3 缸喷油器线路对正极开路或短路 · 第 3 缸喷油器 N32 损坏	· 检修线路 · 检测 N32
01252	第 4 缸喷油器-N33 对正极开路/短路	· 第 4 缸喷油器线路对正极开路或短路 · 第 4 缸喷油器 N33 损坏	· 检修线路 · 检测 N33

（三）清除故障码

故障码的清除方法参见本书第五章有关内容。

四、AJR 型发动机电控系统的检测

AJR 型发动机采用德国 Motronic3.8.2 电子控制系统，其基本结构与 AFE 型发动机电子控制系统相同，只是在功能上有更大的扩展。该电控系统主要由传感器、电子控制单元（ECU）及执行器三大部分组成，如图 6-4 所示。

电子控制系统的核心是电子控制单元（ECU），它根据发动机上各种传感器的信息，经计

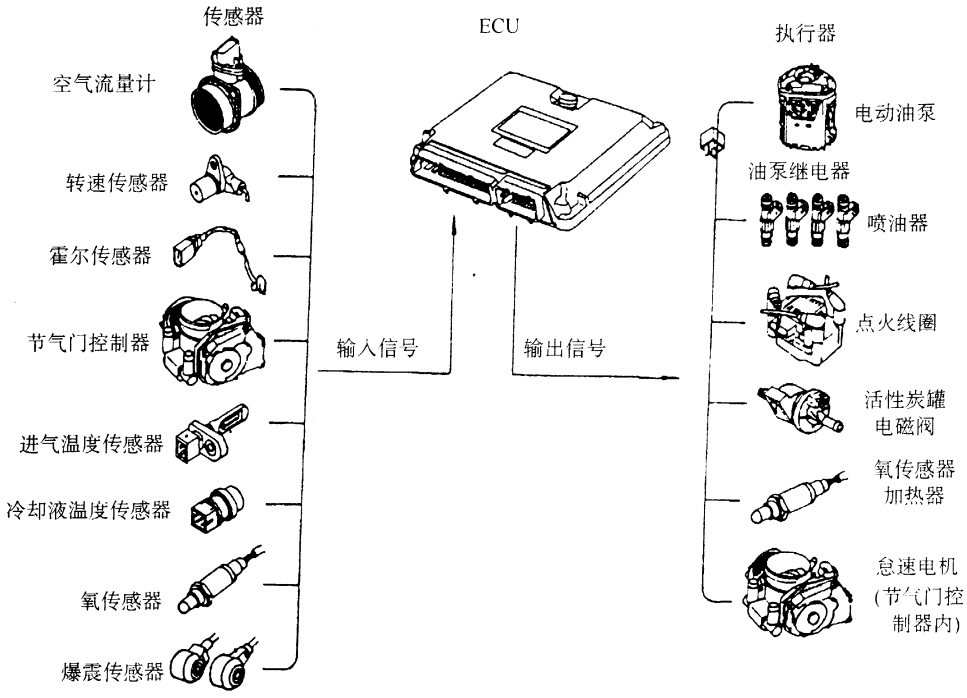
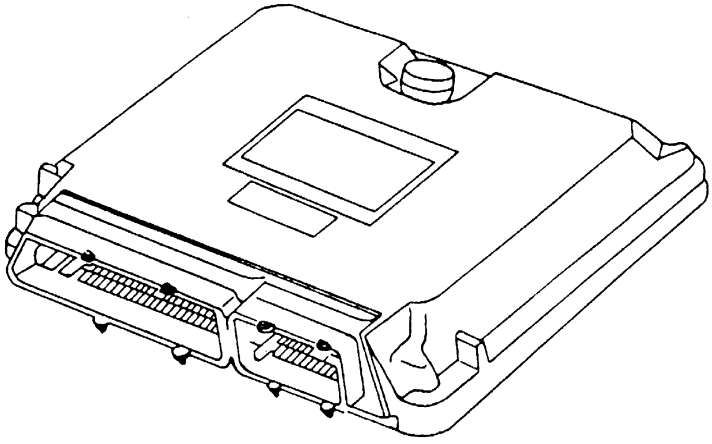
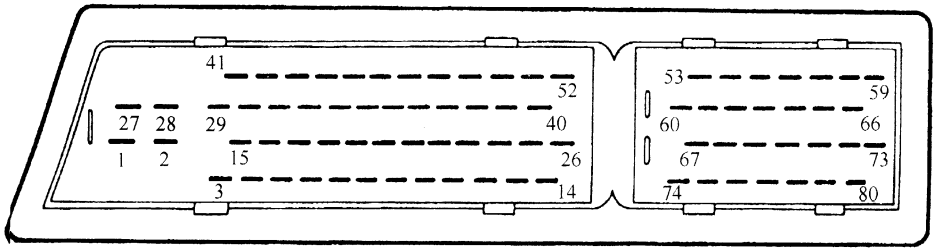


图 6-4　电子控制系统的组成



(a)外观



(b)接口端子编号

图 6-5　AJR 型发动机电子控制单元插座

算、分析、处理后作出决定，输出控制信号至各执行器，准确地控制发动机的喷油量、点火提前角、怠速等，使发动机在最佳状态下工作。

AJR 型发动机电子控制单元（ECU）共有 80 个端子（引脚）。其外观和端子号排列位置如图 6-5 所示。接线由一个 52 个端子插头和一个 28 个端子的插头与其相连接。各传感器、信号开关、执行器连接线路相对应的端子号，详见图 6-3 中电子控制单元 ECU J220 上所标注的数字。

蓄电池电压在蓄电池连接上后向 ECU 端子 3 常供正电。

点火开关处于 ON 时，蓄电池电压向 ECU 端子 1 及点火能量输出级 N152 供正电。并通过 ECU 端子 4 导通燃油泵继电器，进而由燃油泵继电器导通蓄电池电压向喷油器、氧传感器加热器、空气流量传感器加热电阻及活性炭罐电磁阀供正电。同时由 ECU 向各相关的传感器提供 1～5V 的参考电压。

（一）连接线路的检测

关闭点火开关（在“OFF”位置），从 Motronic 电子控制单元上拔下接线插头，再拔下要检测的传感器插头，检测其连接电线的电阻。检测时，为了避免损坏电子元件，要注意仪表的量程必须符合检测条件，其检测项目如表 6-2 所示。

表 6-2　AJR 发动机 Motronic3.8.2 控制系统连接电线检测

步骤	检测项目		检测部位		额定值（Ω）
			电控单元插座号	元件插座号	
1	至空气质量传感器（G70）连接导线		11	4	<0.5
			12	3	<0.5
			13	5	<0.5
2	节气门控制部件（J338）	至节气门定位器（V60）	66	1	<1
			59	2	<1
		至怠速开关（F60）	69	3	<0.5
		至节气门位置传感器（G69）	62	4	<0.5
			75	5	<0.5
		至怠速开关（F60）	67	7	<0.5
		至节气门定位电位计（G88）	74	8	<0.5
		怠速开关闭合	67 与 69		<1
		怠速开关打开	67 与 69		∞
3	至冷却液温度传感器（G62）		67	1	<1
			53	3	<0.5
4	至进气温度传感器（G72）		54	1	<0.5
			67	2	<1
5	至发动机转速传感器（G28）		发动机接地点	1	<0.5
			63	2	<0.5
			56	3	<0.5
			6	D26	<0.5

续表

步骤	检　测　项　目	检测部位		额定值（Ω）
		电控单元插座号	元件插座号	
6	至氧传感器（G39）	熔断器 530	11	通
		27	2	<20
		25	3	<1.5
		26	4	<1.5
7	至点火线圈（N152）	接地点	4	通
			2 与 D23	通
		78	3	<0.5
		71	1	<0.5
8	至霍尔传感器（G40）	62	1	<0.5
		76	2	<0.5
		67	3	<1
9	至活性炭罐电磁阀（N80）	15	2	<0.5
		熔断器 530	1	通
10	至空调压缩机	8	压缩机电磁开关插头触点	<0.5
		10	A/C 开关	<0.5
11	至车速传感器	20	3	<0.5
12	至爆震传感器（G61）	68	1	<0.5
		67	2	<1
		2	3	<0.5
13	至爆震传感器（G66）	60	1	<0.5
		67	2	<1
		2	3	<0.5
14	至一缸喷油器（N30）	73	2	<1.0
15	至二缸喷油器（N31）	80	2	<1.0
16	至三缸喷油器（N32）	58	2	<1.0
17	至四缸喷油器（N33）	65	2	<1.0

（二）各元件的检测（接上 Motronic 控制器后测量）

在进行各元件电压检测时，应首先检查蓄电池电压是否正常，燃油泵继电器、熔断器是否正常，检测项目如表 6-3 所示。

表 6-3　AJR 发动机 Motronic3.8.2 控制系统电控系统元件检查

检测步骤	检测项目	检测条件-附加操作	检测部位	额定值
1	1～4 缸喷油器电阻	关闭点火开关，拔下 1～4 缸喷油器插座	插头两触点	13～18Ω
2	1～4 缸喷油器供电电压	喷油器插座触点 1 和喷油器熔断器间线路正常	插座触点 1 和发动机接地点	蓄电池电压

续表

检测步骤	检测项目	检测条件-附加操作	检测部位	额定值
3	燃油泵继电器	关闭点火开关，从中央线路板中拔下燃油泵继电器	测 2 号位继电器板上触点 4 和接地点	接近 12V
4	λ 传感器加热	关闭点火开关，拔下 λ 传感器 4 端子插座	插头触点 1 和	1～5Ω
5	λ 传感器工作	发动机正常工作，改变工况	触点 3 和 4	0.1～0.3V 与 0.7～1.1V 间变化
6	λ 传感器信号电路	加热正常，打开点火开关	触点 3 和 4	400～500mV
7	活性炭罐电磁阀（ACF 阀）	关闭点火开关，拔下插座	两触点	22～30Ω
8	节气门电位计（G69）	关闭点火开关，拔下插座，再打开点火开关	5 和 7	约 5V
9	节气门定位电位计（G88）	关闭点火开关，拔下插座，再打开点火开关	4 和 7	约 5V
10	空气质量传感器（G70）供电电压	燃油泵继电器和熔断器正常	触点 4 与接地点	约 5V
11	发动机转速传感器	关闭点火开关，拔下发动机转速传感器插头	触点 2 和 3	480～1 000Ω
12	发动机控制单元供电电压	蓄电池电压高于 11V，熔断器 517 正常， 关闭点火开关 打开点火开关	 触点 3 与 2 触点 1 与 2	 接近蓄电池电压 接近蓄电池电压
13	爆震传感器输出电压	发动机运转	触点 1 与 2	0.3～1.4V
14	霍尔传感器（G40）输出电压 霍尔传感器（G40）输入电压	拔下插座，打开点火开关 拔下插座，打开点火开关	触点 1 与 3 触点 2 与 3	接近 5V 接近蓄电池电压

五、空气供给系统的结构与检修

（一）节气门控制组件

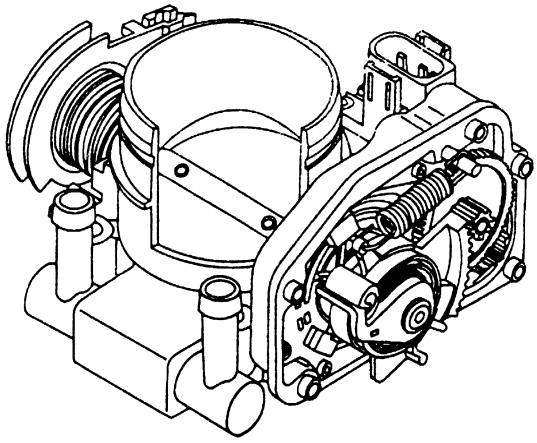
1. 结构

节气门控制组件如图 6-6 所示。节气门控制组件能够使发动机在不同负荷条件下，怠速都能稳定运转。通过节气门开度直接控制怠速空气进气，从而减少怠速空气消耗，相应也降低了怠速运转的耗油量。

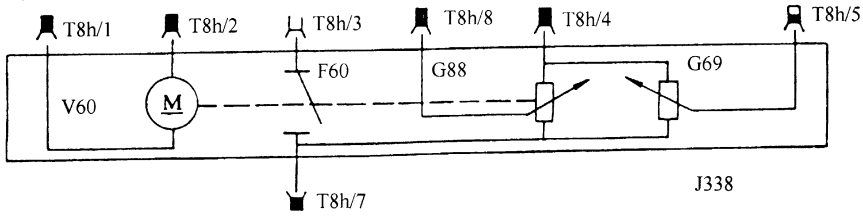
节气门电位计（G69）直接与节气门轴相连接，当驾驶员踩下加速踏板时，节气门轴转动，节气门电位计同时转动，电阻变化。

节气门定位电位计（G88）与节气门定位器相连接，当节气门定位器转动时，节气门定位电位计同时转动，电阻变化。节气门电位计和节气门定位电位计这两个部件起着节气门位置传感器的作用。

桑塔纳 2000GSi 轿车发动机采用的是线性输出型节气门位置传感器，它有两个与节气门联动的可动电刷触点。一个触点在节气门全闭时与怠速触点（IDL）接触。IDL 信号主要用于断油控制和点火提前角修正。



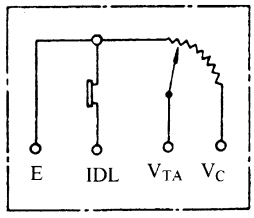
(a)外形



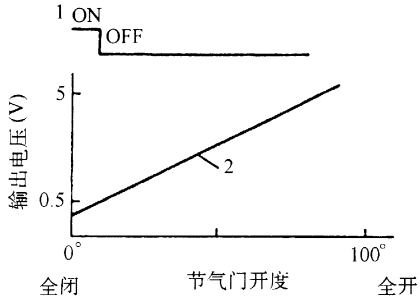
(b)示意图

图 6-6　节气门控制组件

另一个触点可在电阻体上滑动，利用变化的电阻值，测得与节气门开度对应的线性输出电压，根据输出的电压值告知电子控制单元节气门位置，以使电子控制单元对喷油量进行控制，从而获得相应的功率。图 6-7 为节气门位置传感器的回路及输出特性。



(a)回路



(b)输出特性

图 6-7　节气门位置传感器回路及输出特性

V_C-电源；V_{TA}-节气门开度输出信号；IDL-怠速触点；E-地线；1-怠速触点信号；2-节气门开度输出电压

节气门定位器（V60）能够根据发动机的负荷和温度来控制节气门的开闭，保证发动机维持在最佳怠速转速。如果驾驶员突然放松加速踏板，节气门由节气门定位器控制逐渐关闭，直到达到所需转速。

怠速开关（F60）用以向发动机电控单元提供怠速位置信号。在怠速控制范围内，怠速开关触点是闭合的，驾驶员踩动加速踏板，怠速开关触点打开。当怠速开关闭合时，由节气门定位

器（V60）来决定怠速时节气门的开度。

节气门控制组件由发动机电控单元控制，怠速开关、节气门电位计和节气门定位电位计输出给发动机电控单元目前节气门位置的信息，发动机电控单元命令节气门定位器动作，使发动机调节在规定的怠速转速范围内。

2. 检修

测量节气门控制组件供电电压，也就是测量节气门定位电位计和节气门电位计的电源电压，测量方法如图 6-8 所示。打开点火开关，用万用表（20V 量程挡）测量节气门控制组件插头端子 4 和 7 之间的电压，电压值应约 5V。

（二）节气门机构

节气门拉索是非常容易弯折的，因此在安装时必须非常的仔细。节气门拉索轻度的弯曲就会导致在行驶中断裂、因此节气门拉索一旦弯折就不能再使用。安装时要使节气门拉索在各个支承座和紧固点之间保持平直。

通过改变支架上的卡板的位量来调整节气门拉索，使节气门达到全开的位置，如图 6-9 所示。

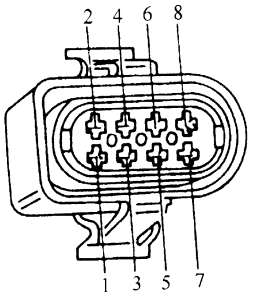


图 6-8　节气门控制组件插头

1～8-插接器端子

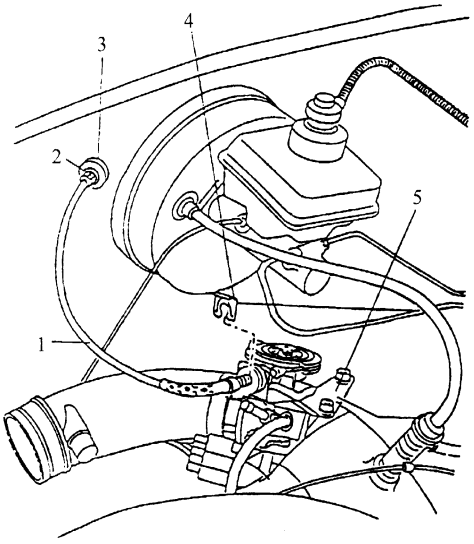


图 6-9　节气门机构布置图

1-节气门拉索（注意安装方向）；2-节气拉索护套张紧螺母；3-挡片；4-调整锁片；5-节气门拉索支架

六、燃油供给系统的结构与检修

燃油供给系统的作用是根据电控单元（ECU）的指令，以恒定的压差将一定数量的燃油喷入进气管中。燃油供给系统由燃油箱、电动燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器、喷油器等组成，如图 6-10 所示。

（一）燃油供给系统压力的测试

燃油供给系统的压力测量方法如图 6-11 所示，将压力表安装在燃油分配管的进油管上。

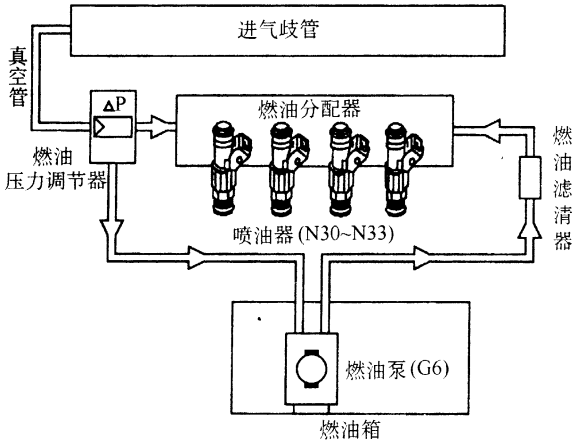


图 6-10　燃油系统供给工作原理图

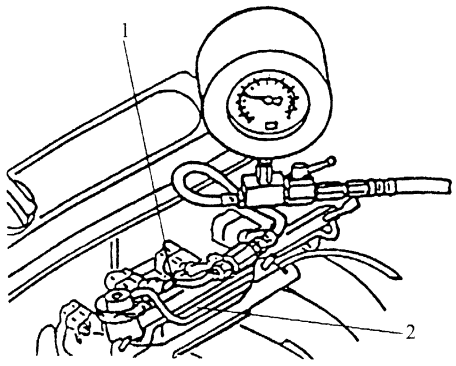


图 6-11　燃油供给系统油压的测量

1-进油管;2-回油管

系统压力应符合表 6-4 的规定。

表 6-4　燃油供给系统技术数据

怠速转速（不能调整）	（800±30）r/min	
断油（最高）转速	6 400r/min	
怠速时燃油供给系统压力	不取下油压调节器真空管	（250±20）kPa
	取下油压调节器真空管	（300±20）kPa
熄火 10min 后燃油供给系统压力	不小于 150kPa	
喷油器电阻值（30s 喷油量 78～85mL）	室温时电阻	13～18Ω
	发动机工作温度时电阻会增加 4～6Ω	

注：喷油器在正常油压下，每分钟漏油不应多于 2 滴。

燃油供给系统压力不正常的原因如表 6-5 所示。

表 6-5　燃油供给系统压力不正常的原因

油压不足的原因	油压过高的原因
管接头或管子渗漏 燃油滤清器太脏 燃油泵不良或蓄电池电压不足 燃油压力调节器损坏	燃油压力调节器损坏

（二）燃油箱

燃油箱的结构如图 6-12 所示。

燃油箱的拆卸步骤：

（1）在点火开关断开的情况下，拔下蓄电池的搭铁线。

（2）使用专用设备抽取燃油箱内的燃油。

（3）旋下位于行李箱内地毯下的燃油箱密封凸缘。

（4）拔下导线插头 4，如图 6-13 所示。

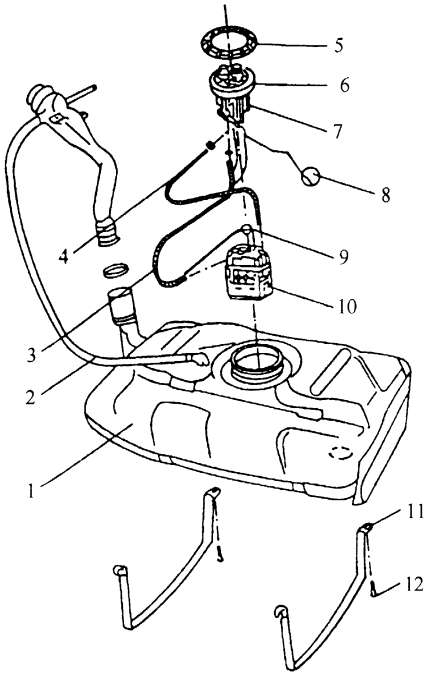


图 6-12　燃油箱及附件

1-燃油箱；2-加注燃油透气管；3-回油管（来自燃油分配路）；4-进油管（接到燃油分配器）；5-塑料紧固螺母；6-透气管（连接到活性炭罐）；7-密封凸缘；8-浮子（用于燃油表传感器）；9-导线；10-燃油泵总成；11-燃油箱夹带；12-夹带螺栓

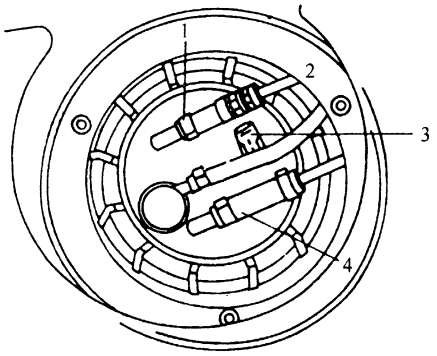


图 6-13　拔下电线接头

1-回油管；2-通气管；3-导线插头；4-进油管

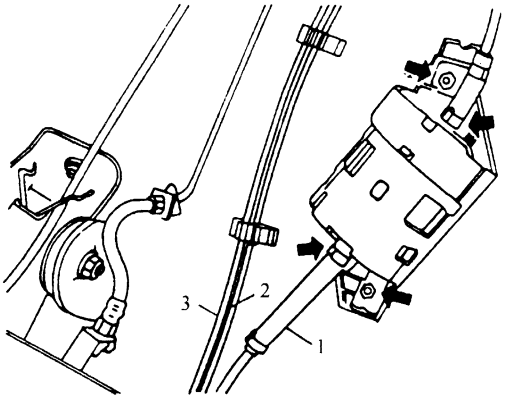


图 6-14　拔下进油管、回油管和通气管

1-进油管；2-回油管；3-通气管

（5）打开加油口盖板，撬出环绕在加油口颈部的橡胶件的夹环。

（6）将橡胶件推入。

（7）旋下位于车辆底部的加油颈口固定螺栓。

（8）拔下位于车辆底部的进油管 1、回油管 2 和通气管 3，如图 6-14 所示。

（9）将发动机与变速器的托架放置在燃油箱下。

（10）松开燃油箱夹带，如图 6-15 所示。

（11）放下燃油箱。

（三）电动燃油泵

电动燃油泵（G6）是固定在燃油箱底部，泵出来的燃油经过燃油滤清器，输入到燃油分配管中，四个喷油器（N30～N33）和燃油压力调节器安装在燃油分配管上。剩余的燃油通过燃油压力调节器，从回油管返回到燃油箱。

1. 电动燃油泵的拆卸

电动燃油泵的拆卸和安装如图 6-16 所示。

（1）在点火开关切断的情况下，拔下蓄电池搭铁线。

（2）拆下位于行李箱内地毯下的燃油箱密封凸缘的盖板。

（3）从密封凸缘上拔下进油管 4、回油管 1 和通气管 2，再拔下 3 个端子的导线插头 3，见

图 6-13 所示。

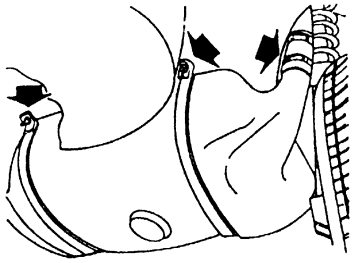


图 6-15　松开燃油箱夹带

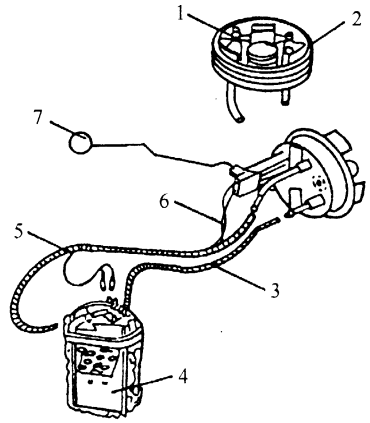


图 6-16　燃油泵的拆卸和安装
1-透气管(通向活性炭罐);2-密封凸缘;
3-回油管;4-燃油泵;5-进油管;6-导线;
7-浮子

(4) 用专用工具旋下大螺母,如图 6-17 所示。

(5) 从燃油箱开口处拉出密封凸缘和橡胶密封件。

(6) 放下密封凸缘内的燃油表导线插头。

(7) 将专用工具插入到燃油箱内燃油泵壳体的 3 个拆装缺口内,旋松燃油泵,如图 6-18 所示。

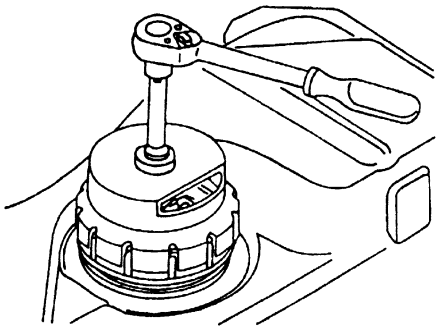


图 6-17　用专用工具旋下大螺母

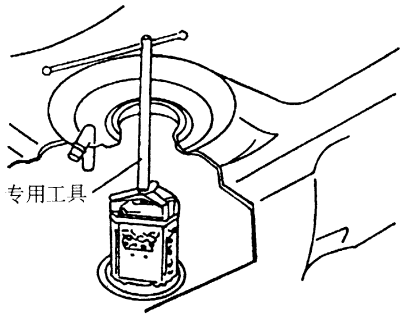


图 6-18　拆卸燃油泵

(8) 从燃油箱中拉出燃油泵。

2. 电动燃油泵的测试

(1) 测试条件

蓄电池电压正常,燃油泵熔断器正常,燃油滤清器正常。

(2) 测试燃油泵工作状况

①接通点火开关,应该能够听到燃油泵起动的声音。

②如果燃油泵没有起动,应关闭点火开关,从中央线路板上拔下燃油泵继电器,使用接头导线 V. A. G1348/3-2 将遥控器 V. A. G1348/3A 接到燃油泵继电器的触点和蓄电池正极端子上,起动起动机(激活遥控器)。如果燃油泵工作,应检查燃油泵继电器是否有故障,必要时更换燃油泵继电器。

③如果燃油泵继电器良好，燃油泵仍然不工作，打开行李箱饰板，从密封凸缘拔下 3 个端子的导线插头。起动起动机，用万用表测量插头上端子 1 和端子 3 之间的电压，如图 6-19 所示，电压的额定值约为蓄电池的电压（12V 左右）。

④如果电压额定值没有达到，则根据电路图查找并消除电路中的断路故障；如果达到了额定值，旋下密封凸缘紧固大螺母。检查密封凸缘和燃油泵之间的导线是否断路故障，如图 6-20 所示。如果没有发现断路情况，说明燃油泵有故障，应进行更换。

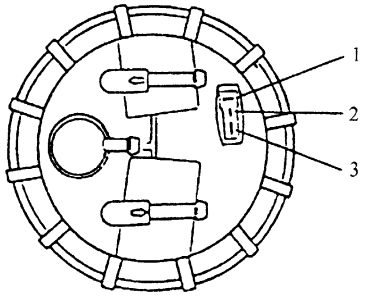


图 6-19　燃油泵导线插接器
1～3-插接器端子

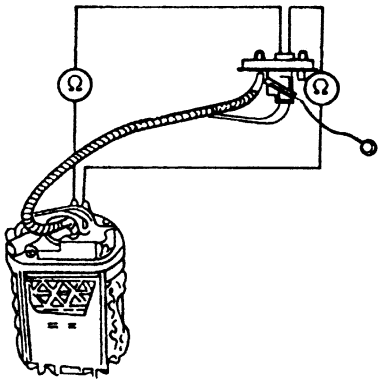


图 6-20　检查密封凸缘与燃油泵之间的导线

（3）测试燃油泵供油量

①关闭点火开关。

②使用接头导线 V. A. G1348/3-2 将温控器 V. A. G1348/3A 接到燃油泵继电器的触点和蓄电池正极端子上。

③从燃油分配管上拔下输油管。注意：燃油系统是有压力的，在打开系统之前先在开口处放置抹布，然后小心地松开接头以释放压力。

④将压力表 V. A. G1318 及接头 V. A. C1318/10 连接到进油管上。

⑤将软管 V. A. G1318/1 接到压力表的接口 V. A. G1318/11 上，并伸到量杯内。

⑥打开压力表的截止阀，使其接通。

⑦操作遥控器 V. A. G1348/3A，缓慢关上截止阀，直到压力表上显示 0. 3MPa 的压力，然后保持这一位置。

⑧排空量杯。

⑨将遥控器接通 30s。

⑩将排出的油量与额定值（大于 0. 58L/30s）相比较。

如果没有达到最低的输油量，故障原因可能为进油管弯曲或阻塞、燃油滤清器阻塞、燃油泵故障等。

3. 电动燃油泵的安装

①将燃油泵同密封凸缘下引出的输油管和回油管以及燃油泵接头插入到燃油泵上，并保证软管接头连接紧固。

②将燃油泵插入到燃油箱内。

③用专用工具将燃油泵拧紧在燃油箱底部的固定位置上。

④在燃油箱开口上安装好密封圈，安装密封圈时用燃油将密封圈润湿。

⑤将密封凸缘连同浮子和燃油传感器插入到燃油箱开口并压到底。

⑥注意：密封曲缘上的箭头必须对准燃油箱上的箭头，如图 6-21 所示。

⑦用专用工具拧紧大螺母，见图 6-17 所示。

⑧接上密封凸缘上部的进油管和回油管以及 3 个端子的接头。

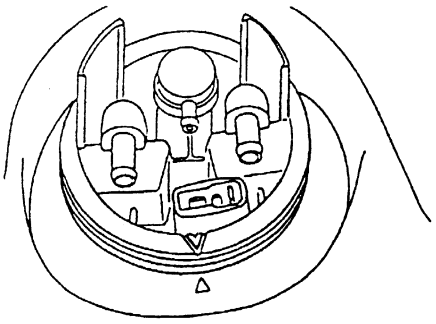


图 6-21　密封凸缘与燃油箱对正标记

（四）燃油压力调节器

燃油压力调节器安装在燃油分配管上，如图 6-22 所示。在发动机各种工况下，燃油压力调节器使燃油压力和进气歧管压力的差值保持一个恒定值（约 0.3MPa），于是，喷油器的喷油量只取决于喷油器开启时间。

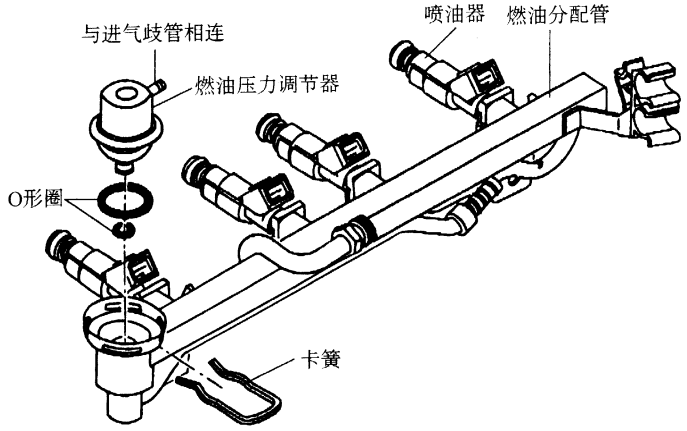


图 6-22　燃油压力调节器安装位置

（五）喷油器

ECU 控制 4 个喷油器顺序开启（与点火顺序相对应：1—3—4—2）。喷油器的供电来自燃油泵继电器，当 ECU 接通喷油器负电后，喷油器开启喷油。喷油量只取决于 ECU 控制的喷油器开启时间的长短。

当喷油器发生阻塞、发卡、滴漏时，ECU 不能检测到，必须人工检查和排除。如果有一个喷油器不工作，发动机可能会产生起动困难、怠速不稳或加速不良、动力差等现象。当喷油器控制电路开路或短路时，ECU 能检测到，使用专用阅读仪的“最终控制诊断”，可对喷油器进行测试。

喷油器的检查：

（1）发动机运转时，用手指接触喷油器，应可察觉到喷油的脉动。

（2）检查喷油器电阻值，应符合表 6-4 中规定的标准。

（3）喷油器拆下后，通 12V 电压时，可听到接通和断开的声音。此项试验，通电时间应不大于 4s，再次试验应间隔 30s，以防喷油器发热损坏。

（4）打开点火开关，用万用表测量喷油器供电电压，即插头端子 1 与搭铁点之间的电压应等于蓄电池电压，如图 6-23 所示。如果电压值符合要求，则应检查插头端子 1 到附加熔断器 S 之间的线路（见电路图 6-3）有无断路或接触不良。

（六）活性炭罐电磁阀（N80）

活性炭罐的位置在右前轮罩下，如图 6-24 所示，拆卸和安装时要先拆下右前轮罩的挡板。

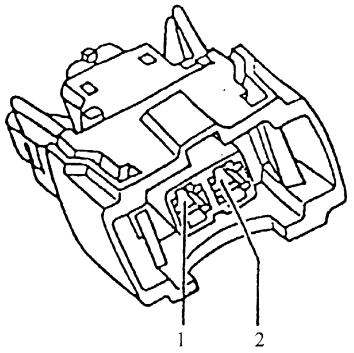


图 6-23　喷油器插头
1、2-插头端子

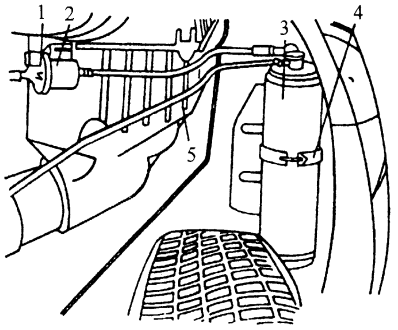


图 6-24　活性炭罐安装位置
1-通向进气歧管；2-活性炭罐电磁阀；3-活性炭罐；4-活性炭罐安装夹箍；5-来自燃油箱通气软管

活性炭罐电磁阀（N80）是在发动机达到一定工作温度和转速时才打开，让进气系统从活性炭罐中抽出汽油蒸气。电磁阀由发动机 ECU 操纵，发动机不工作及怠速时是关闭的，此时 ECU 切断了电磁阀的搭铁电路。

活性炭罐电磁阀线束插接器安装在空气滤清器上，如图 6-25 所示。

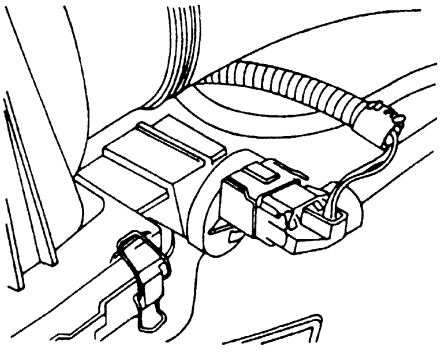
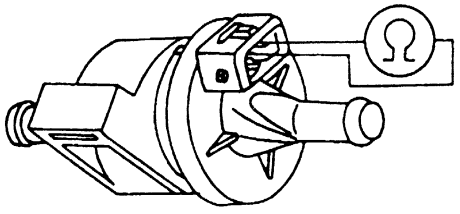


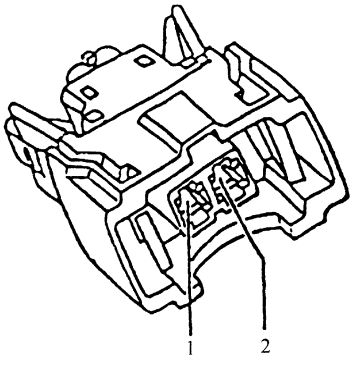
图 6-25　安装在空气滤清器上的活性炭罐电磁阀线束插接器

活性炭罐电磁阀电阻的测量如图 6-26（a）所示，其电阻值应为 22～30Ω。

当用发光二极管使插头端子 1 搭铁时，发光二极管应闪亮，如图 6-26（b）所示。若发光二极管不



(a)插座



(b)插头

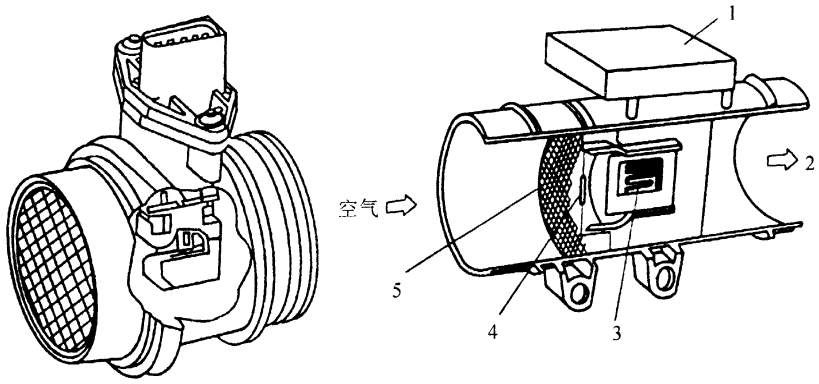
图 6-26　活性炭罐电磁阀插接器
1、2-插头端子

亮，先检查插头端子 1 和熔断器 S 间有无断路，如线路正常，则检查燃油泵继电器，若发光二极管常亮，检查插头端子 2 与发动机 ECU 之间线路有无对地短路现象。

七、传感器的结构与检修

（一）热膜式空气流量传感器（G70）

热膜式空气流量传感器主要由控制电路、热膜、上流温度传感器、金属护网等组成，如图 6-27 所示。



(a)结构图　　(b)剖视图

图 6-27　热膜式空气流量传感器

1-控制电路；2-通往发动机；3-热膜；4-上流温度传感器；5-金属网

空气流量传感器的检测电路是由热膜电阻、温度补偿电阻、精密电阻和电桥电阻组成，它们构成惠斯顿电桥电路，如图 6-28 所示，其中控制电路用于控制电桥中的电流，它将热膜温度与吸入空气温度差保持在 100℃。当进气管中空气质量流量增大时，由于空气带走的热量增多，为了保持热膜温度，控制电路使热膜通过的电流增大；反之，则减小。这样就使得通过热膜的电流与空气质量流量成正比，即热膜电流随空气流量增大而增大，随空气流量减小而减小。惠斯顿电桥电路中精密电阻上的电压即为热膜式空气流量传感器的输出电压信号。

与热线式空气流量传感器相比，热膜式空气流量传感器没有采用价格昂贵的铂丝，而是将热线电阻（固定在薄的树脂膜片）、精密电阻、补偿电阻等镀在一块陶瓷片上，使制造成本大为降低，且使发热体不直接承受空气流动所产生的作用力，提高了寿命。

用发光二极管连接空气流量传感器插头端子 2（如图 6-29 所示）和发动机搭铁点，起动发动机，发光二极管应亮。如果灯不亮，应检查附加熔断器 S（见电路图 6-3）与插头端子 2 之间线路有无断路或短路，如果正常，则检查燃油泵继电器。

空气流量传感器供电电压检查必须在燃油泵继电器和熔断器正常的情况下，用万用表（20V 量程挡）测量插头端子 4 与发动机搭铁点之间的电压，电压值约为 5V。如果电压不正常，应检查发动机 ECU 至空气流量计的线路有无断路或短路。

空气流量传感器是不可拆元件，如确认无效应更换。

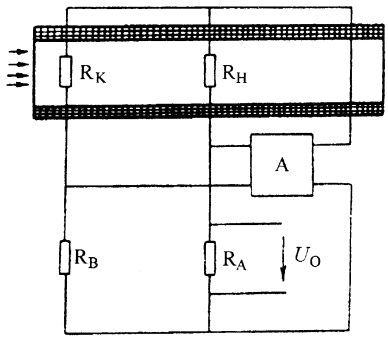


图 6-28　热膜式空气流量传感器的工作原理

A-混合集成电路；R_H-热线电阻；R_K-温度补偿电阻；R_A-精密电阻；R_B-电桥电阻

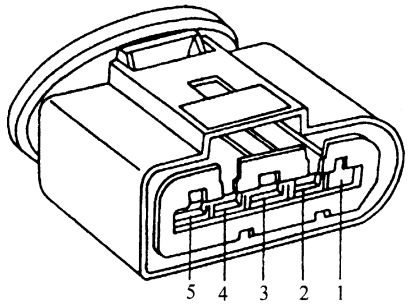


图 6-29　热膜式空气流量传感器插头

1～5-插接器端子

（二）发动机转速传感器（G28）

发动机转速传感器是 Motronic3. 8. 2 集中控制系统中最主要的传感器。它检测发动机曲轴转角和活塞上止点，并将检测信号及时送至发动机电子控制单元，用以控制点火时刻和喷油正时，同时亦是测量发动机转速的信号源。AJR 型发动机的转速传感器是一个电磁感应式传感器。

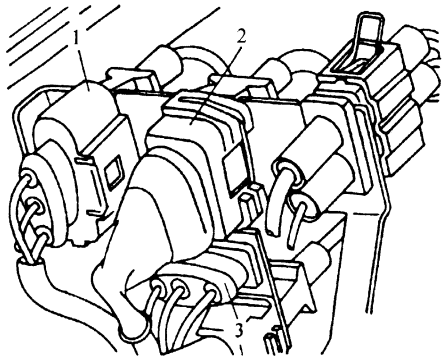


图 6-30　发动机转速传感器、1 号爆震传感器、氧传感器安装位置

1-转速传感器插接器（灰色）；2-1 号爆震传感器插接器（白色）；3-氧传感器插接器（黑色）

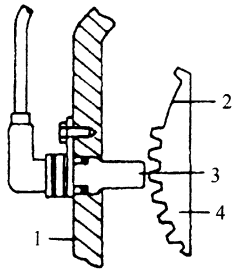


图 6-31　发动机转速传感器

1-缸体；2-齿缺（基准标记）；3-电磁感应传感器；4-信号盘

发动机转速传感器安装在气缸体左侧、发动机后端靠近飞轮处，如图 6-30 所示。而在曲轴上装了一个信号盘（脉冲轮），其工作原理如图 6-31 所示。信号盘沿圆周每隔 6°加工一个齿，其中去掉两个齿作为判缸信号，一个齿为 1、4 缸上止点信号，另一个齿为 2、3 缸上止点信号，因此，圆盘上实际上只有 58 个齿。当信号盘经过传感器的磁头时，圆盘上的齿切割磁力线，使感应线圈内磁场变化，从而在感应线圈内产生交变的电动势，再将其滤波整形后，即变成脉冲信号。传感器产生的交变电压信号频率随发动机转速变化而变化。ECU 根据交变电压的频率识别发动机的转速。在信号盘上的缺齿位置是 ECU 识别曲轴转角位置的基准标记，并作为点火正时信号的参考记号。如果没有发动机转速传感器（G28）的信号，发动机不能起动，发动机运

转时也会立即熄火。

在点火开关关闭时，拔下转速传感器的导线插头（灰色），用万用表测量插座端子 2 与 3 之间的电阻，如图 6-32 所示，电阻值应为 480～1 000Ω。如果电阻值不符合要求，则应更换转速传感器。

（三）霍尔传感器

霍尔传感器安装在气缸盖前端凸轮轴正时齿轮之后，安装部位如图 6-33 所示。

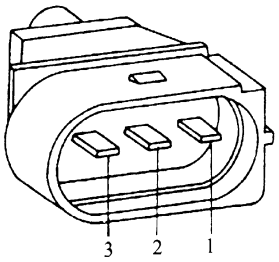


图 6-32　发动机转速传感器插座

1～3-插接器端子

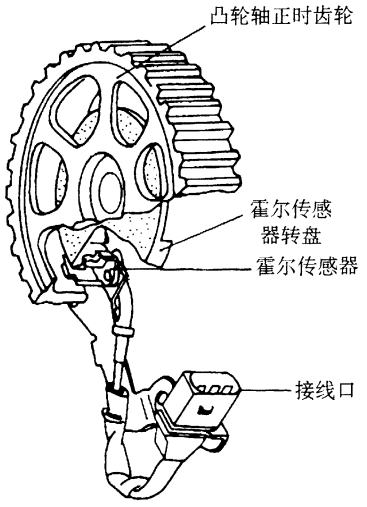


图 6-33　霍尔传感器安装部位

霍尔传感器是利用霍尔效应的原理制成的电子开关。霍尔传感器的转子有一个 180°的缺口，因此，曲轴每转两圈便产生一个信号，这个信号也就确定了第 1 缸上止点的位置，并将此信号传给发动机电控单元。如果霍尔传感器有故障，爆燃控制会中止，同时发动机电控单元会略微延迟点火提前角，以免发生爆燃。没有霍尔传感器给发动机电控单元提供信号，发动机仍能运转或起动。只是点火和喷射的精度稍微变差。

用发光二极管从霍尔传感器插头背面连接端子 1 和 2（如图 6-34 所示），使起动机工作数秒，发光二极管应闪亮（发动机每 2 转灯闪一次）。

如果发光二极管不闪亮，拔下霍尔传感器插头，接通点火开关，用万用表测量插头端子 1 和 3 间电压应接近 5V、端子 2 和 3 间电压接近蓄电池电压。如果电压不正常，应检查霍尔传感器和发动机 ECU 之间线路有无断路或短路故障。

（四）氧传感器

氧传感器安装在排气总管上，为耐铅传感器。这是一种加热型氧传感器，能在发动机起动不久后投入工作。

氧传感器的结构如图 6-35 所示。氧传感器的基本元件是氧化锆（ZrO_2）专用陶瓷体，锆管表面装有透气的铂电极及接头，其内表面与大气相通，外表面与废气相通。锆管的陶瓷体是多孔的，允许氧渗入，温度较高时（高于 300℃）氧气发生电离，如果在陶瓷体内（大气）外（废气）侧的氧气浓度不同，就会在两个铂电极表面产生电压降。发动机 ECU 根据氧传感器输入的电信号分析汽油的燃烧状况，以便及时修正喷油量，使混合气空燃比处于理想状态。

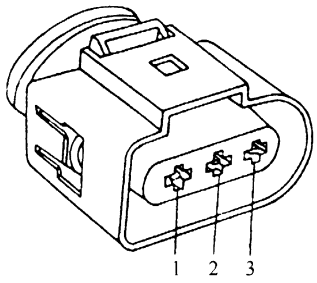


图 6-34　霍尔传感器插头

1～3-插接器端子

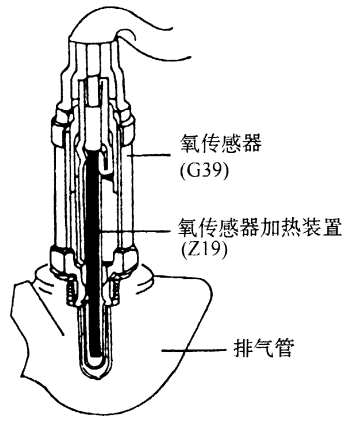
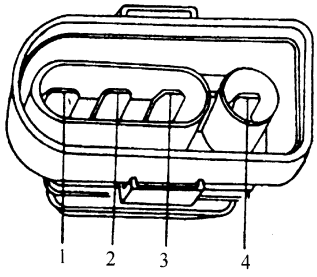


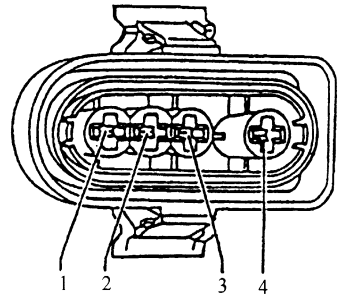
图 6-35　氧传感器

(1) 测量氧传感器加热装置

在室温状态下，用万用表测量氧传感器插座端子 1 和 4 之间的电阻，电阻值应为 1～5Ω（电阻随温度升高而升高），如图 6-36（a）所示。



(a)插座



(b)插头

图 6-36　氧传感器插接器

1～4-插接器端子

用发光二极管连接插座端子 1 和发动机搭铁点，起动发动机时发光二极管应亮。如果发光二极管不亮，检查熔断器或端子的线路是否有故障，如无故障，则应检查燃油泵继电器。

(2) 测量组传感器信号（输出）电压

氧传感器发送给发动机 ECU 是一种波动的电压信号，可用万用表测量氧传感器插座端子 3 和 4 之间的电压得到。当混合气较浓时电压在 0.7～1.0V 间波动，当混合气较稀时电压在 0.1～0.3V 间波动。

电压不波动或波动过慢表明有故障，其原因主要有：

①传感器导线插头松动、进水等；

②长期使用含铅汽油使氧传感器失效；

③氧传感器头部小孔被积炭堵塞；

④氧传感器加热装置失效；

⑤发动机 ECU 停止了氧传感器的工作。

(3) 测量氧传感器供电电压

接通点火开关时，用万用表测量氧传感器插头端子 3 和 4 之间的电压，电压值约为 12V（接近蓄电池电压），如图 6-36(b)所示。如无电压，则检查熔断器及线路。

（五）爆震传感器（G61、G66）

AJR 型发动机每两个缸用一个爆震传感器。爆震传感器Ⅰ（G61、白色插头）用于 1、2 缸，安装在气缸体进气管侧 1、2 缸之间；爆震传感器Ⅱ（G66、蓝色插头）用于 3、4 缸，安装在气缸体进气管侧 3、4 缸之间。

爆震传感器的结构如图 6-37 所示。在爆震传感器内部有一个压电陶瓷片，必须用规定的力矩拧紧爆震传感器，使压在压电陶瓷片上有一定的预紧力。当发动机出现爆燃时，产生的压力波通过气缸体传给爆震传感器，使作用在压电陶瓷片上的压力发生变化。电压信号传输给发动机 ECU，发动机 ECU 按预定的控制顺序将点火提前角稍微推迟。随着爆燃的消失，发动机 ECU 又逐渐增大点火提前角。这样不断地往复循环，就可将点火提前角始终控制在接近爆燃的最佳范围内。

发动机的爆燃极限与燃料的辛烷值、发动机的工况和工作条件等因素有关。各缸工作的爆燃强度是有变化的，发动机 ECU 能单独地对每一缸进行最佳点火提前角的控制。

用万用表测量爆震传感器的插座和插头，如图 6-38 所示。插头 3 个端子之间，任何两端子都不应该有短路现象；在发动机运转的情况下，插座端子 1 和 2 之间的电压为 0.3～1.4V。

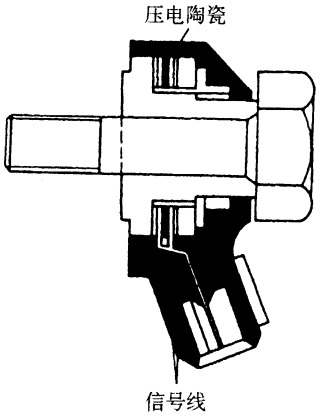


图 6-37　爆震传感器

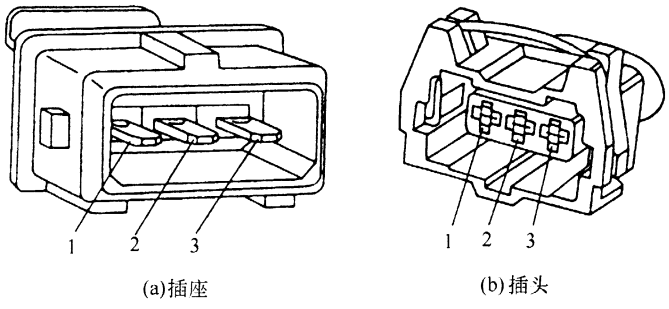


图 6-38　爆震传感器插接器

1-信号端子；2-搭铁端子；3-屏蔽端子

（六）进气温度传感器（G72）

进气温度传感器（G72）安装在进气歧管总管处，如图 6-39 所示。

进气温度传感器是一个 NTC 负温度系数的热敏电阻。进气温度上升时电阻下降。发动机 ECU 通过电阻信号识别进气温度，从而修正喷油量和点火提前角。

如果进气温度传感器产生故障，将可能导致热车起动困难、污染排放增加等故障。

（七）冷却液温度传感器（G62）

冷却液温度传感器（G62）安装在气缸盖后端出水管上，如图 6-40 所示。

冷却液温度传感器也是一个 NTC 负温度系数的热敏电阻。当冷却液温度上升时，电阻值下降。发动机 ECU 可以从电阻信号中识别冷却液温度，用以修正喷油量和点火提前角，也是

使活性炭罐电磁阀动作的一个要素。

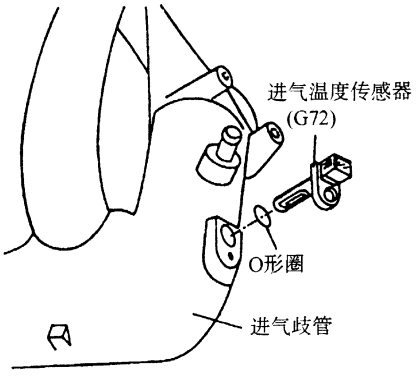


图 6-39　进气温度传感器

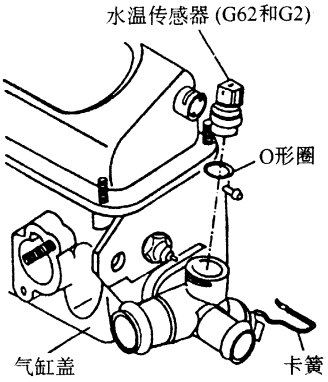


图 6-40　冷却液温度传感器

如果冷却液温度传感器没有信号，会导致冷车或热车起动困难、燃油消耗量增加、污染物排放量增加等故障。

八、点火系统的结构与检修

1. 结构

AJR 型发动机采用无分电器直接点火系统（DLI），采用的是同时点火方式，也称双火花点火系统。两个点火线圈（N 和 N128，N 为 2、3 缸点火线圈，N128 为 1、4 缸点火线圈）和功率输出级（N122）组成点火线圈总成（N152），固定在进气歧管内侧，其结构如图 6-41 所示。两个气缸合用一个点火线圈，一个点火线圈有两个高压输出端，分别与一个火花塞相连，负责对两个气缸点火，其中一个在压缩末期，另一缸在排气末期，点火线圈总成的高压线插孔旁印有 A、B、C、D 标记，分别相应于 1、2、3、4 缸高压分线。

双火花点火系统工作原理如图 6-42 所示，微机通过曲轴位置传感器接收到信号，向点火器发出点火控制信号及气缸缸序判别信号，点火器根据此信号状态，决定哪条驱动电路接通，并将点火正时信号送往与此驱动电路相连接的点火线圈，完成对某缸的点火。

发动机自诊断系统不能识别点火线圈的故障。如果一个火花塞由于断路使整个点火线路断路，相应的另一个火花塞也不能跳火；如果一个火花塞由于短路而不能跳火，但整个点火线路没有断路，那么相应的另一个火花塞仍可以跳火。

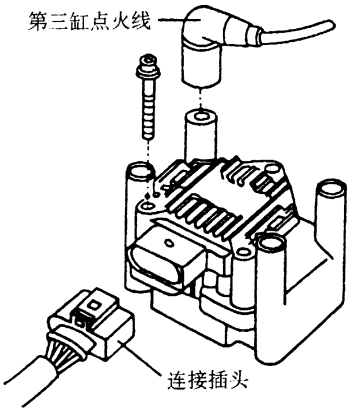


图 6-41　AJR 型发动机点火线圈总成

桑塔纳 2000GSi 型轿车采用的双火花点火系统与桑塔纳轿车其他点火系相比具有以下特点：

①具有桑塔纳 2000GLi 轿车 AFE 型发动机点火系的一切优点；

②取消了分电器，实现了真正意义的全电子点火控制；

③取消了分电器，结构更紧凑，消除因机械驱动而产生的磨损，因此工作更可靠，控制精度

更高；

④取消了分电器，不存在分火头与旁电极间产生的火花，减少了电磁辐射的干扰。

2. 检修

（1）检查点火线圈搭铁电路

拔下点火线圈上的插头，用发光二极管（由1个发光二极管和串联的300Ω电阻组成）连接蓄电池正极和插头端子4，如图6-43所示，发光二极管应亮。如果发光二极管不亮，应检查插头端子4与搭铁点之间的线路是否断路，如有，应予以排除。

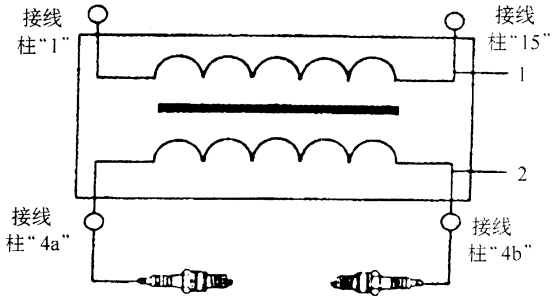


图6-42　双火花点火系统工作原理

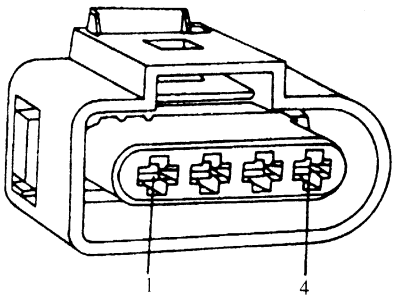


图6-43　点火线圈插头

1、4-插头端子

（2）检查点火线圈供电电压

拔下点火线圈上的插头，连接插头端子与发动机搭铁点，发光二极管应亮。如果发光二极管不亮。则应检查中央线路板上D插头23号端子（见电路图6-3）与插头端子2之间的线路有无断路，如有，应予以排除。

（3）检查点火线圈工作情况

拔下4个喷油器的导线插头和点火线圈上的4个端子的插头。打开点火开关，用发光二极管连接插头1和发动机搭铁点，运转发动机数秒，发光二极管应闪亮。如果发光二极管不亮，则应检查点火线圈插头与发动机ECU之间线路有无断路或短路。如果线路无故障，应更换一个发动机ECU再进行检查。

需要说明的是桑塔纳2000轿车AJR型发动机的怠速和点火提前角不能调整，它是由发动机电子控制单元预先设置的。

第七章　制动防抱死系统

汽车在光滑路面上行驶紧急制动（车轮抱死）时，将会造成侧滑、甩尾和失去方向控制。为了提高汽车行驶速度和制动时的安全、稳定性能，在桑塔纳2000GSi轿车上装用了制动防抱死系统（ABS）。ABS的作用是在汽车制动过程中，对车轮的运动状态进行迅速、准确而又有效控制，使车轮的纵向、横向都保持较高的附着系数，从而保证能够对汽车的转向进行控制；使汽车在最短距离内停车；减少轮胎磨损。

一、ABS的基本理论

（一）汽车制动时的车轮运动状态

汽车在制动过程中，车轮会出现三种不同的运动状态：

当车速等于轮速时，车轮为纯滚动；当轮速小于车速且不等于零时，车轮为边滚边滑；当轮速小于车速且等于零时，车轮为抱死拖滑。

汽车制动中，车轮从纯滚动到抱死拖滑，必须受到一个与行驶方向相反的外力，此外力由地面和空气阻力（忽略不计）提供。地面提供的外力称为地面制动力F_x。F_x受制动器制动力F_u（由制动器内制动蹄摩擦片与制动毂间摩擦力产生，在设计时考虑）和附着力F_φ（轮胎与路面间的摩擦力）的影响，其中$F_\varphi=F_z\cdot\varphi$（$F_z$为法向反作用力，$\varphi$为路面附着系数）。

F_x、F_u、F_φ三者之间关系如图7-1所示。

当$F_x<F_\varphi$时，$F_x=F_u$，且随F_u的增大而增大。

当$F_x=F_\varphi=F_z\cdot\varphi$时，$F_u$再增大，$F_{xmax}=F_z\cdot\varphi$（说明车轮已抱死，即使$F_u$再增大，$F_x$也不再增大）。

通过上述分析可知：地面制动力F_x既取决于制动器制动力F_u又受地面附着力F_φ的限制。若需增大F_x，则需增大F_φ。F_φ主要取决于路面附着系数φ，路面附着系数φ将随着车轮滑移率s的改变而改变。

（二）车轮滑移率s对附着系数φ的影响

车轮滑移率定义如下：

$$s=\frac{v-v_\omega}{v}\times 100\%$$

式中　v——汽车车速；

　　v_ω——汽车轮速。

s对φ的影响如图7-2所示。

由图7-2可见，当$s=15\%\sim25\%$时，纵向附着系数最大，横向附着系数也比较大。将车轮的滑移率控制在20%左右，便可获得最大的纵向附着系数和较大的横向附着系数，才能获取最理想的制动效果。

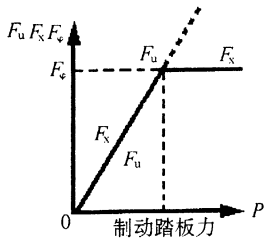


图 7-1 F_x、F_u、F_φ 三者之间的关系

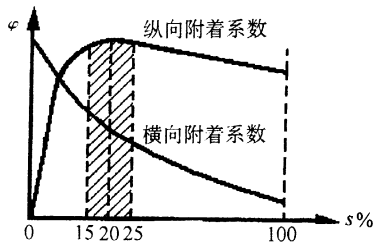


图 7-2 s 对 φ 的影响

（三）理想的制动控制过程

(1)制动开始，让制动压力迅速增大，使车轮滑移率 s 上升至 20%所需时间最短，以便获取最短制动距离和方向稳定性。

(2) 制动过程中，当车轮滑移率 s 上升至稍大于 20%时，对制动轮迅速而适当地降低制动压力，使制动力矩小于车轮转矩，使车轮滑移率 s 下降至 20%值。

当车轮滑移率 s 下降至稍小于 20%时，对制动轮迅速而适当地增大制动压力，使制动力矩大于车轮转矩，使车轮滑移率 s 上升至 20%值。

可见，这一理想的制动控制过程只能通过 ABS 来实现。

（四）ABS 控制原理

ABS 控制效果主要取决于控制方式、控制方法及控制通道。

1. 控制方式

ABS 系统属于闭环控制自动调节系统，比较量的选择极为重要，也就是根据什么参数来控制车轮滑移率在 20%左右，通常多采用将车轮的加、减速度作主要控制门限，将车轮的参考滑移率作辅助控制门限。车轮的加、减速度可由电子控制单元 ECU 根据轮速传感器输入的信号经过计算求得。车轮的参考滑移率可由电子控制单元 ECU 根据轮速传感器输入的信号通过设置参考车速确定。

2. 控制过程

控制过程如图 7-3 所示。

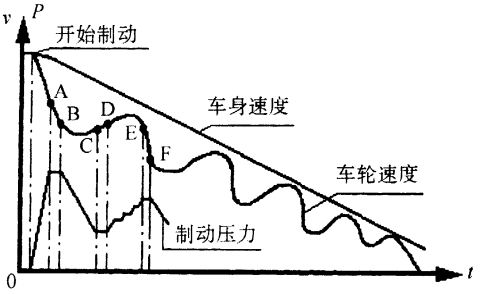


图 7-3 制动压力调节过程

踩下制动踏板时，制动压力迅速增大，汽车开始减速。当车轮轮速减速到 A 点时，车轮角减速度达到设定的门限值。为了确认车轮滑移率已达到 20%，还需保持制动压力一段时间，使其轮速继续减小至 B 点，而后 ECU 输出指令，使制动压力迅速减小，车轮轮速将惯性地减速一段时间后才开始上升。当车轮轮速上升到 C 点时，车轮角加速度达到设定的门限值，为了确认车轮滑移率并未远离 20%，仍需保持制动压力一段时间，使其轮速继续增大至 D 点，而后 ECU 输出指令，使制动压力迅速增大，车轮轮速将惯性地增大一段时间后才开始下降。如此重复，ECU 不断输出指令，控制制动压力进行增压、

保压、减压的不断转换，直至车速降至低于某一车速时，ABS 才对制动压力不进行控制，以后的制动过程将按常规制动进行。

（五）ABS 控制方案及控制通道

控制通道是指能够独立地进行制动压力调节的制动管路。如果车轮的制动压力可以进行单独调节，称该车轮为独立控制（即轮控制）。如果两个车轮的制动压力是一同进行调节，称为该两车轮为一同控制（即轴控制）。在两车轮一同控制（轴控制）时，如果以保证附着力较大的车轮不发生制动抱死为原则进行制动压力调节，称为按高选原则控制；如果以保证附着力较小的车轮不发生制动抱死为原则进行制动压力调节，称为按低选原则控制。桑塔纳 2000GSi（时代超人）轿车上使用的 ABS 采用了四个轮速传感器和四个控制通道的 X 型双管路液压制动系统。

二、ABS 的组成

桑塔纳 2000GSi 轿车上使用的 ABS 组成及在车上的布置如图 7-4 所示。

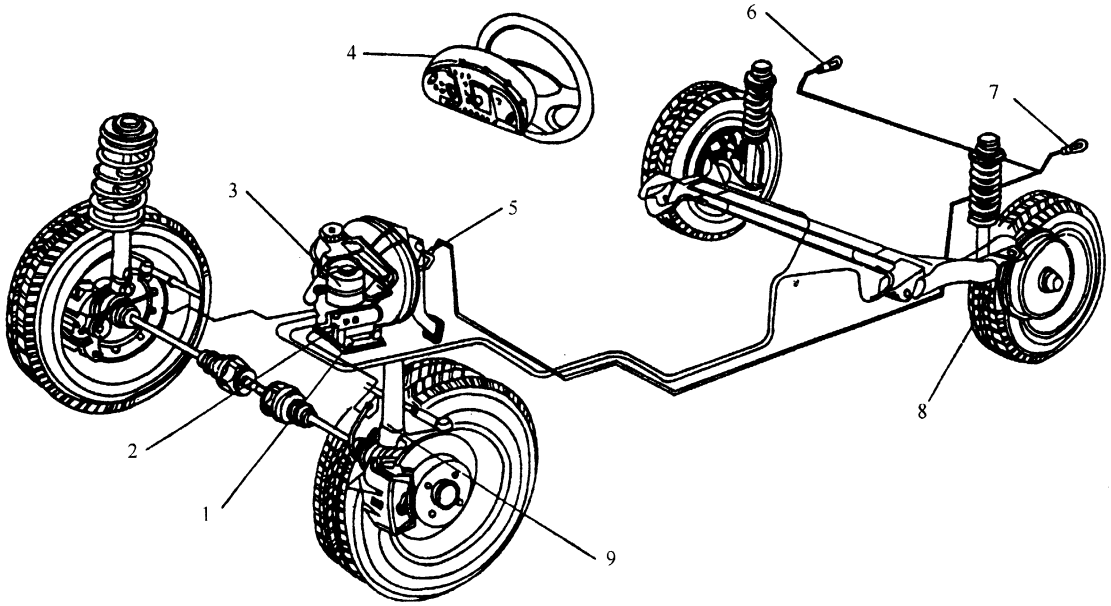


图 7-4　ABS 组成及在车上的布置

1-电子控制单元；2-液压控制单元；3-电动回液泵；4-ABS 警告灯；5-制动开关；6-右制动灯；7-左制动灯；8-左后轮轮速传感器；9 左-前轮轮速传感器

ABS 是在常规制动基础上，又增设如下装置：

轮速传感器；ABS 控制模块；ABS 警告灯。

桑塔纳 2000GSi 轿车上装用的 ABS 是美国 ITT 汽车公司开发的 MK20-I 型 ABS，具有以下特点：

（1）采用模块式结构设计，将储液器、电动回液泵、电磁阀与电子控制单元集成于一体，使其结构更加紧凑，如图 7-5 所示。

（2）电磁阀线圈集成于电子控制单元内部，节省连接导线。采用大功率集成电路直接驱动

电磁阀及回液泵电机，省去了电磁阀继电器。

（3）电子控制单元内部设有故障存储器，随车带有故障诊断接口，借助诊断仪调取故障码可以很方便地进行故障诊断。

（4）MK20-I 型的控制原则是对两前轮进行独立控制，对两后轮按低选原则一同控制。其目的是在制动过程中确保后轮不会先于前轮抱死，从而获得良好的制动稳定性。

（5）几点说明：

①ABS 是在原制动系统基础上增加一套控制装置，因此 ABS 是在常规制动系统工作的基础上进行工作。制动中车轮未抱死时，与常规制动相同。制动中车轮趋于抱死时，ABS 的 ECU 才控制液压控制单元对制动压力进行调节。

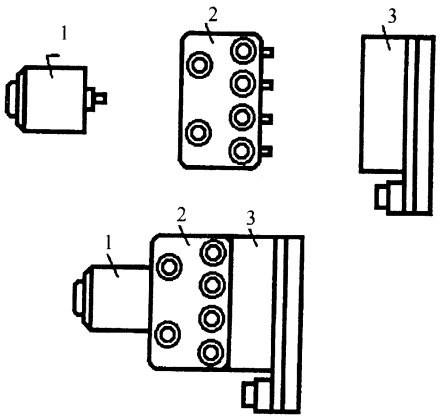


图 7-5　MK20-I 型模块式结构

1-电动回液泵电机；2-液压控制单元；3-电子控制单元

②ABS 工作时的汽车时速必须大于 5km/h，若小于该时速，ABS 不工作，制动时车轮仍可能被抱死。

③常规制动系统出故障时，ABS 随之失去控制作用。ABS 出故障时，将自动关闭该系统，同时点亮 ABS 警告灯，但常规制动系统仍可正常工作。

三、ABS 主要部件的结构与工作原理

（一）轮速传感器

轮速传感器的作用是检测车轮转速，产生与轮速成正比的正弦交流电压信号送至 ECU。桑塔纳 2000GSi 轿车上装用四个轮速传感器，每个轮速传感器均由传感器头和齿圈组成。前轮轮速传感器齿圈（43 个凸齿）安装在传动轴上，传感器头安装在转向节上，如图 7-6 所示。后轮轮速传感器齿圈（43 个凸齿）安装在后轮毂上，传感器头则安装在固定支架上，如图 7-7 所示。

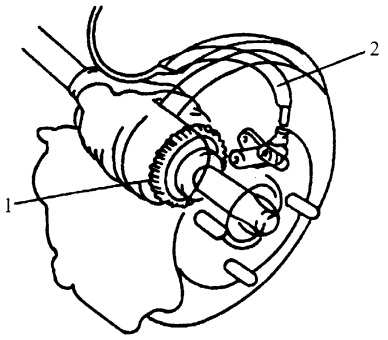


图 7-6　轮速传感器（G45/G47）在前轮的安装位置

1-齿圈；2-传感器头

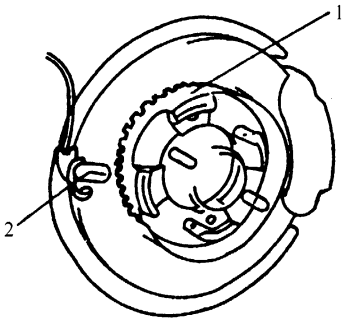
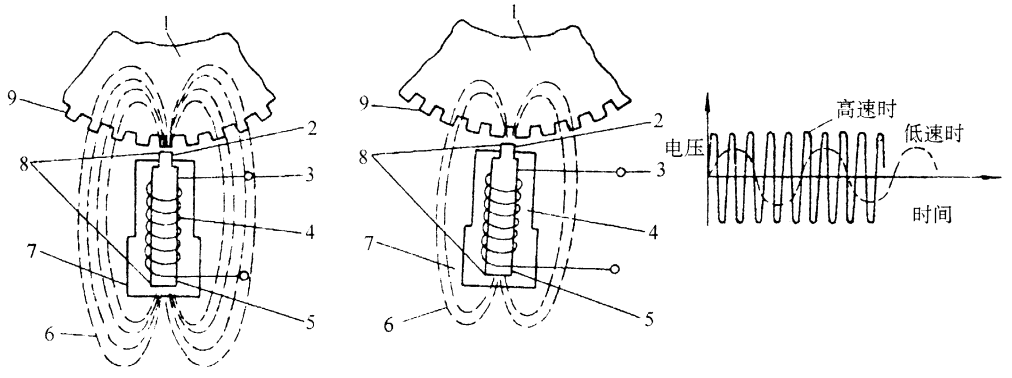


图 7-7　轮速传感器（G44/G46）在后轮的安装位置

1-齿圈；2-传感器头

传感器头由永久磁铁、感应线圈、极轴等组成，如图 7-8 所示。齿圈由铁磁性材料制成，当齿圈旋转时，齿顶和齿隙交替地在传感器头下掠过，使感应线圈中磁通强度发生交替变化，从而产生与轮速成正比的正弦交流电压信号送至 ECU。交流电压信号变化的频率便能精确地反映出车轮轮速的变化。



(a)齿圈齿顶与传感器头极轴相对时　(b)齿圈齿隙与传感器头极轴相对时　(c)轮速传感器输出的交流电压信号

图 7-8　轮速传感器的结构和工作原理

1-齿圈；2-极轴；3-感应线圈输出端子；4-感应线圈；5-铁心；6-磁力线；7-轮速传感器；8-磁极；9-齿圈凸齿

（二）控制模块

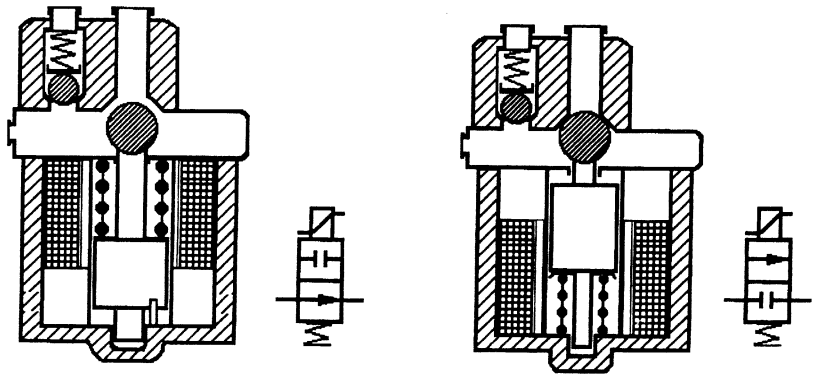
控制模块由液压控制单元和电子控制单元组成。

1. 液压控制单元

液压控制单元由储液器、电动回液泵、电磁阀等组成。

（1）电磁阀

桑塔纳 2000GSi 轿车上每一个车轮制动器制动力均由两个二位二通电磁阀进行控制调节。其中一个为二位二通常开进液电磁阀，另一个为二位二通常闭出液电磁阀。两个电磁阀均由阀门、衔铁、电磁线圈、回位弹簧等组成，其结构如图 7-9 所示。



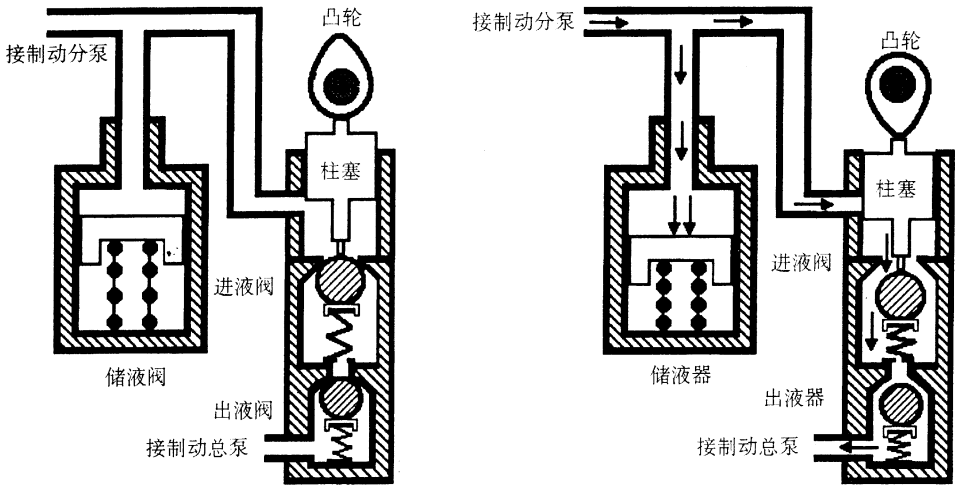
(a)二位二通常开进液电磁阀　(b)二位二通常闭出液电磁阀

图 7-9　二位二通电磁阀的结构及表示符号

电磁阀的工作过程是：车轮制动未抱死时，线圈不通电，二位二通常开进液电磁阀阀门打开，使制动总泵和制动分泵直接相通，踏下制动踏板即可增压。二位二通常闭出液电磁阀阀门关闭，避免制动液泄漏。车轮制动趋于抱死时，ECU 对电磁阀线圈通电且控制通电时机，使两个电磁阀阀门不断开、闭切换，使制动系统进入增压、保压、减压循环工作状态。

(2) 储液器与电动回液泵

储液器的作用是接纳 ABS 减压过程中，从制动分泵回流的制动液。其结构如图 7-10 所示。



(a) 柱塞上行时　　(b) 柱塞下行时

图 7-10　储液器与电动回液泵

储液罐内有一活塞和弹簧。减压时，回流的制动液压缩活塞克服弹簧张力下移，使容积增大，暂时存储制动液。

电动回液泵由直流电动机和柱塞泵组成。其工作过程是在减压回流制动液的同时，ECU 输出指令，电动回液泵工作，驱动凸轮迫使柱塞在泵筒内移动。当柱塞上行时，储液器与制动分泵内具有一定压力的制动液经柱塞泵进液口压开进液阀流入泵筒内；当柱塞下行时，压开泵筒底部的出液阀，将制动液压入制动总泵。

2. 电子控制单元 (ECU)

ECU 功用是接收轮速传感器及其他开关信号进行放大、计算、比较，计算出车轮轮速、车轮减速度以及制动滑移率，再按照特定的控制逻辑，分析、判断后输出指令，控制液压控制单元执行制动压力调节任务，防止车轮制动抱死。

电子控制单元还不断地对自身工作进行监控。由于电子控制单元中具有两个完全相同的微处理器，它们按照同样的程序对输入信号进行计算处理，并将最终结果进行比较，一旦发现最终结果不一致，即判定自身存在故障，它会自动关闭 ABS，同时将仪表板上的 ABS 警告灯点亮，向驾驶员发出警示信号，此时应对 ABS 及时检查修理。电子控制单元还具有电源监控、故障记忆等功能，当电源电压过低或 ABS 发生故障时，在自动关闭 ABS 的同时，将故障以代码的形式储存起来，以备检修时调用。

（三）故障警告灯

在仪表板及仪表板附加部件上装有两个故障警告灯，一个是 ABS 警告灯（K47），另一个是制动装置警告灯（K118）。当打开点火开关后 ABS 警告灯亮约 2s 熄灭，说明自检结束的同时已启动 ABS 等待工作。若 ABS 警告灯常亮，说明 ABS 出现故障。在拉紧驻车制动器时，制动装置警告灯应常亮。若松开驻车制动器后制动装置警告灯仍常亮，说明制动系统缺乏制动液。

四、ABS 液压控制系统工作过程

桑塔纳 2000GSi 轿车上采用的 MK20—I 型 ABS 液压控制系统为对角线双回路控制系统，如图 7-11 所示。

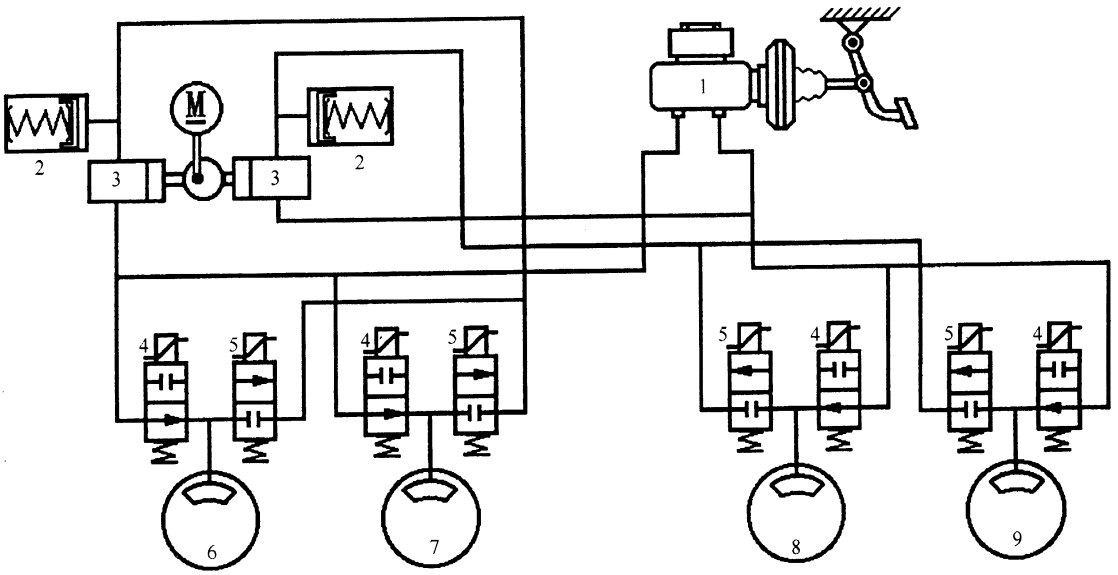


图 7-11　液压对角线双回路控制系统

1-制动总泵；2-储液器；3-电动回液泵；4-常开进液电磁阀；5-常闭出液电磁阀；6-左前轮；7-右后轮；8-左后轮；9-右前轮

其工作过程是：

汽车制动中，随着车轮轮速的上升需要增大制动压力时，进液电磁阀线圈断电打开，出液电磁阀线圈断电关闭，制动压力将随制动踏板力的增大而增大。当车轮趋于抱死时，ECU 输出指令，控制进液电磁阀线圈通电关闭，出液电磁阀线圈仍断电关闭，使制动分泵内的制动压力保持不变。当制动车轮抱死时，ECU 输出指令，控制进液电磁阀线圈仍通电关闭，出液电磁阀线圈通电打开，使制动分泵内的制动液经出液电磁阀流到储液器，使制动分泵内的制动压力减小。

在 ABS 控制过程中，对制动压力的增压、保压、减压调节速度将以每秒 2～6 次的变化频率进行，从而获得良好的制动稳定性。

五、ABS 的故障诊断与排除

当 ABS 出现故障，警告灯点亮时，应及时地诊断、排除故障。其诊断过程应按如下步骤进行。

（一）首先进行常规检查

（1）检查制动液液面是否符合要求。

（2）检查所有继电器、熔断器、连接器连接是否可靠。

（3）重点检查下列部件连接器连接情况：

电动回液泵、液压控制单元、轮速传感器、制动液液位检测开关等。

（4）检查轮速传感器头与齿圈间隙是否符合要求，轮速传感器头与齿圈有否脏物或损坏。

（5）检查驻车制动器是否完全松开，蓄电池电压是否符合规定。

（二）进行故障自诊断

将专用诊断仪 V. A. G1551 或 V. A. G1552 与自诊断接口相接后，在快速数据传递模式下选择地址码“03”便进入了制动系统自诊断，在此地址下可进行各种功能选择，见表 7-1。利用“02”功能即可读出故障代码，各故障代码的含义、故障原因及排除方法见表 7-2。

表 7-1　功能代码及其含义

代码	含　义	代码	含　义
01	查询电子控制单元版本	05	清除故障记忆
02	查询故障记忆	06	结束、退出
03	执行机构诊断	07	电子控制单元编码
04	加液排气	08	阅读测量数据

表 7-2　故障代码含义、故障原因及排除方法

故障码	故障码含义	故　障　原　因	排　除　方　法
00668	30 号线终端电压信号超差	电压供电线路、连接器、熔断器故障	检查控制单元供电线路、连接器、熔断器
00283	左前轮轮速传感器 G47	轮速传感器与控制单元之间导线或连接器损坏齿圈污染或损坏 轮速传感器安装不正确或损坏	检查轮速传感器与控制单元之间连接导线或连接器 检查轮速传感器头和齿圈的安装间隙 利用 V. A. G1551 的“08”功能读取测量数据
00285	右前轮轮速传感器 G45		
00287	右后轮轮速传感器 G44		
00290	左后轮轮速传感器 G46		
01276	电动回液泵信号超差	电动回液泵与控制单元之间连接导线短路或断路 电动回液泵故障	检查线路 利用 V. A. G1551 的“03”功能进行执行机构诊断
66535	控制单元	通向控制单元连接导线断路或接触不良 控制单元损坏	检查线路连接和接触情况 更换控制单元

续表

故障码	故障码含义	故 障 原 因	排 除 方 法
01044	控制单元编码错误	控制单元 25 针端子的 15 与 21 之间断路 控制单元编码错误	检查端子线束 重新进行编码
01130	ABS 工作信号超差	有外界干扰源干扰	检查线路连接和接触情况 清除故障码 车速大于 20km/h 的紧急制动试车 再次查询故障存储

六、ABS 的检修

ABS 元件在汽车上的安装位置如图 7-12 所示。

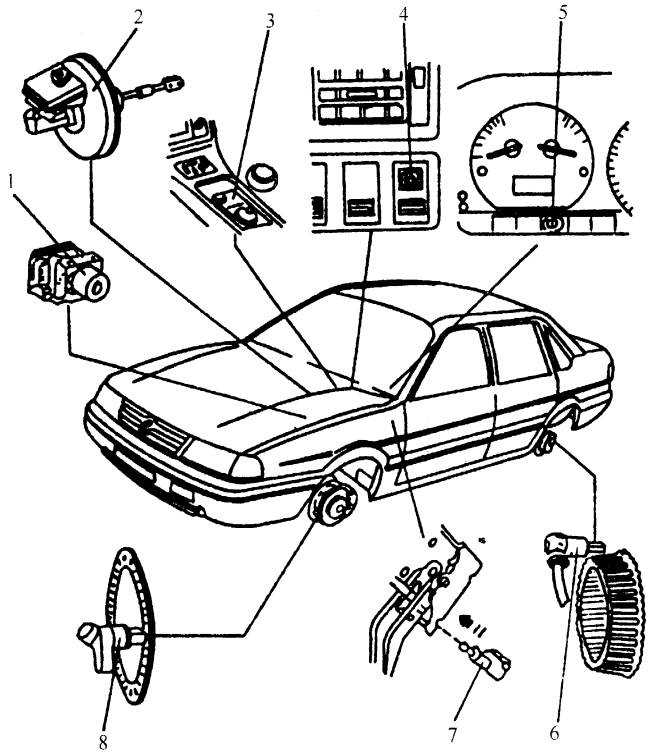


图 7-12 ABS 元件在汽车上的安装位置

1-ABS 控制模块；2-制动总泵及真空助力器；3-自诊断接口；4-ABS 警告灯；5-制动装置警告灯；6-后轮轮速传感器头及齿圈；7-制动灯开关；8-前轮轮速传感器头及齿圈

（一）ABS 检修注意事项

（1）ABS 发生故障则由 ABS 警告灯和制动装置警告灯指示。有些故障只能在车速超过 20km/h 后才能被检测到。

（2）若 ABS 警告灯和制动装置警告灯正常熄灭后，制动效果并不理想时，有可能是制动系统排气不干净或常规制动系统中存在故障。

(3) 对 ABS 修理前为了找出故障所在，应先用专用故障诊断仪调取故障码。

(4) 拔 ABS 连接器插头之前，必须关闭点火开关。

(5) 对 ABS 部件进行拆装时，必须按操作规程进行，特别应注意清洁。

(6) 需要更换配件时，必须使用原装配件。

(7) 修复后的 ABS 进行试车时，至少进行一次紧急制动。若 ABS 工作正常，会在制动踏板上感到反弹，并可感觉到车速迅速降低而且平稳。

(二) ABS 电气系统的检修

ABS 控制系统电路如图 7-13 所示。

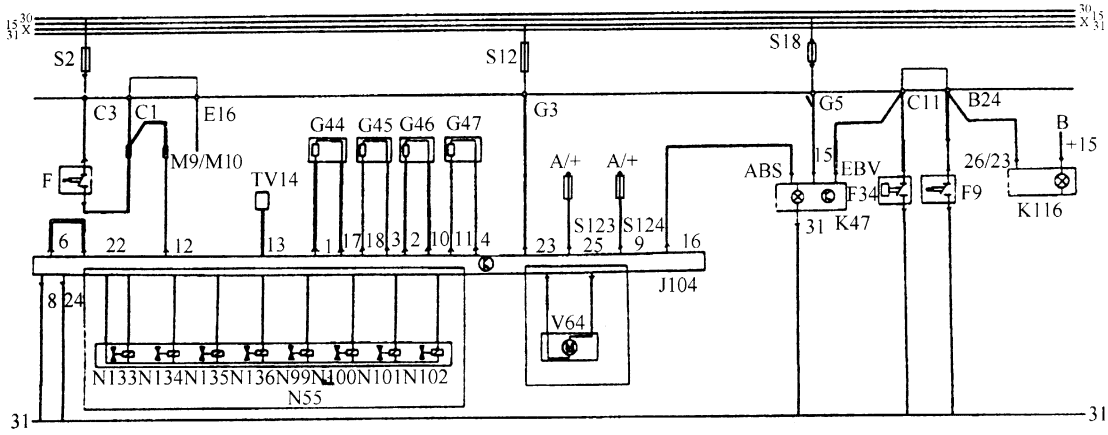


图 7-13 ABS 控制系统电路

A-蓄电池；B-在仪表板内+15；F-制动灯开关；F9-驻车制动指示灯开关；F34-制动液位报警信号开关；G44-后右轮轮速传感器；G45-前右轮轮速传感器；G46-后左轮轮速传感器；G47-前左轮轮速传感器；J104-ABS 及 EBV 电子控制单元；K47-ABS 警告灯；M9-左制动灯；M10-右制动灯；K116-驻车制动、制动液位警告灯开关；N55-ABS/EBV 液压控制单元；N99-前右轮常开进液电磁阀；N100-前右轮常闭出液电磁阀；N101-前左轮常开进液电磁阀；N102-前左轮常闭出液电磁阀；N133-后右轮常开进液电磁阀；N134-后右轮常闭出液电磁阀；N135-后左轮常开进液电磁阀；N136-后左轮常闭出液电磁阀；S2-熔断器 (10A)；S12-熔断器 (15A)；S18-熔断器 (10A)；S123-电动回液泵熔断器 (30A)；S124-电磁阀熔断器 (30A)；TV14-故障诊断接口；V64-电动回液泵

ABS 电子控制单元 25 端子插头各端子排列如图 7-14 所示。各端子与其各部件的连接如表 7-3 所示。

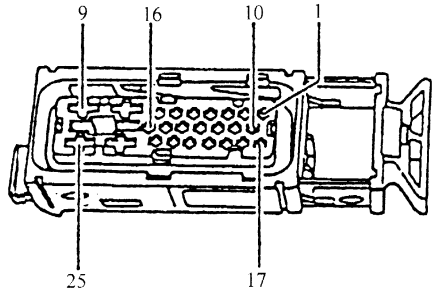


图 7-14 25 端子插头各端子排列

表 7-3　25 端子插头与其各部件的连接

端子符号	连　接　部　件	端子符号	连　接　部　件
1	右后轮轮速传感器—G44	14	空端
2	左后轮轮速传感器—G46	15	电子控制单元 J104 的 21 端子
3	右前轮轮速传感器—G45	16	ABS 警告灯—K47
4	左前轮轮速传感器—G47	17	右后轮轮速传感器—G44
5	空端	18	右前轮轮速传感器—G45
6	空端	19	空端
7	空端	20	空端
8	蓄电池（－）	21	电子控制单元 J104 的 15 端子
9	蓄电池（＋）	22	空端
10	左后轮轮速传感器—G46	23	中央配电器端子 D/3
11	左前轮轮速传感器—G47	24	蓄电池（－）
12	制动灯开关 F	25	蓄电池（＋）
13	故障诊断接口 K 端		

ABS 电气系统的检测可用专用检测仪 V. A. G1551 或 V. A. G1552 进行。检测时首先拔下电子控制单元插头，选用 V. A. G1598/21 连接器与之相连接，再使用 V. A. G1595 测试导线和 V. A. G1526 数字万用表，按表 7-4 所示进行测试。

表 7-4　ABS 电气系统检测方法及技术要求

检测步骤	V. A. G 1598/21 插孔	检　测　项　目	检　测　条　件	技术要求	故　障　部　位
1	3 与 8	右前轮轮速传感器 G45 的电阻	关闭点火开关	1.0～1.3kΩ	连接器、导线及线圈
2	4 与 11	左前轮轮速传感器 G47 的电阻	关闭点火开关	1.0～1.3kΩ	连接器、导线及线圈
3	1 与 17	右后轮轮速传感器 G44 的电阻	关闭点火开关	1.0～1.3kΩ	连接器、导线及线圈
4	2 与 10	左后轮轮速传感器 G46 的电阻	关闭点火开关	1.0～1.3kΩ	连接器、导线及线圈
5	1 与 17	右后轮轮速传感器 G44 的电压信号	关闭点火开关；使右后轮以 1r/s 的速度转动	190～1140mV 的交流电压	传感器头与齿圈位置；是否互换
6	2 与 10	左后轮轮速传感器 G46 的电压信号	关闭点火开关；使左后轮以 1r/s 的速度转动	190～1140mV 的交流电压	传感器头与齿圈位置；是否互换
7	3 与 18	右前轮轮速传感器 G45 的电压信号	关闭点火开关；使右前轮以 1r/s 的速度转动	7～310mV 的交流电压	传感器头与齿圈位置；是否互换
8	4 与 11	左前轮轮速传感器 G47 的电压信号	关闭点火开关；使左前轮以 1r/s 的速度转动	7～310mV 的交流电压	传感器头与齿圈位置；是否互换
9	8 与 25	控制单元对回液泵的供电电压	关闭点火开关	10.0～14.5V	8 端子搭铁点；端子 25、S123、蓄电池＋连线
10	9 与 24	控制单元对电磁阀的供电电压	关闭点火开关	10.0～14.5V	24 端子搭铁点；端子 9、S124、蓄电池＋连线
11	8 与 23	控制单元的供电电压	打开点火开关	10.0～14.5V	8 端子搭铁点；端子 23 到中央配电器 D/23 连线

续表

检测步骤	V.A.G 1598/21 插孔	检 测 项 目	检 测 条 件	技术要求	故 障 部 位
12	8 与 12	制动灯开关的功能	关闭点火开关；不踩制动踏板；踩制动踏板	0～0.5V； 10.0～14.5V	8 端子搭铁点；端子 12 到中央配电器 E/4 连线；S2 和制动开关
13		ABS 警告灯的功能	关闭点火开关；打开点火开关	ABS 警告灯亮	K47 插座端子 31 搭铁点；K47 插座端子 15 到中央配电器 D/9 连线；K47 插座端子到控制单元端子 16 的连线

（三）液压控制单元的拆装

利用诊断仪查找故障，确认故障发生在液压控制单元时，应对液压控制单元进行拆装或更换。ABS 控制模块及其附件分解如图 7-15 所示。

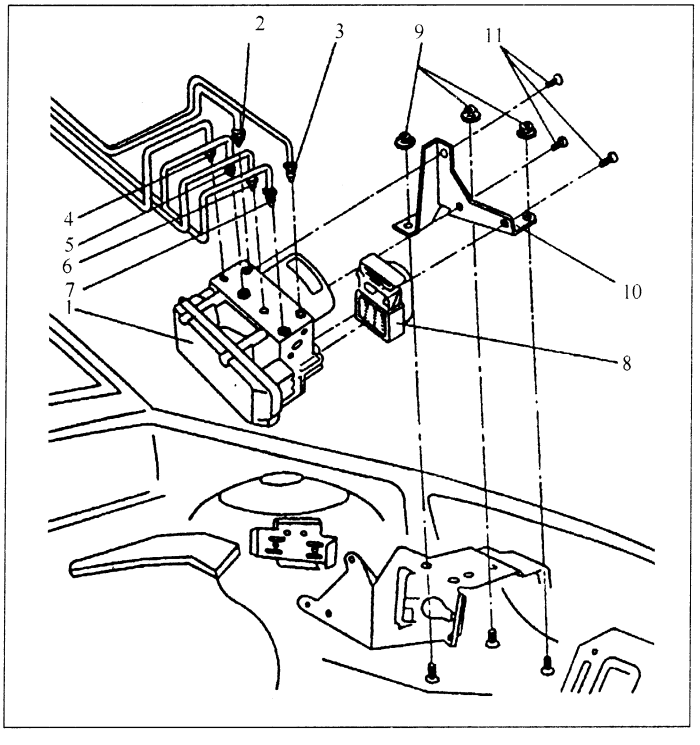


图 7-15　ABS 控制模块及其附件分解

1-ABS 控制模块；2-制动总泵后活塞与液压控制单元制动管接头；3-制动总泵前活塞与液压控制单元制动管接头；4-液压控制单元与右前轮制动分泵制动管接头；5-液压控制单元与左后轮制动分泵制动管接头；6-液压控制单元与右后轮制动分泵制动管接头；7-液压控制单元与左前轮制动分泵制动管接头；8-ABS 电子控制单元线束插头（25 端子）；9-ABS 控制器支架紧固螺母；10-ABS 控制器支架；11-ABS 控制器安装螺栓

1. 液压控制单元总成的拆卸

(1) 从液压控制单元总成上拆下连接线。

(2) 踩下制动踏板（行程大于 60mm）并将踏板固定，使制动总泵中心阀关闭，以防制动液从出液口流出。

(3) 拆下液压控制单元上的与制动总泵和制动分泵之间连接管并做好标记，用塞子将出液口堵住，如图 7-16 所示。

(4) 拆下液压控制单元支架固定螺栓，取下液压控制单元。

2. 更换液压控制单元

(1) 压下连接器锁止扣，卸下回液泵线束。卸下四个连接螺栓见图 7-17。

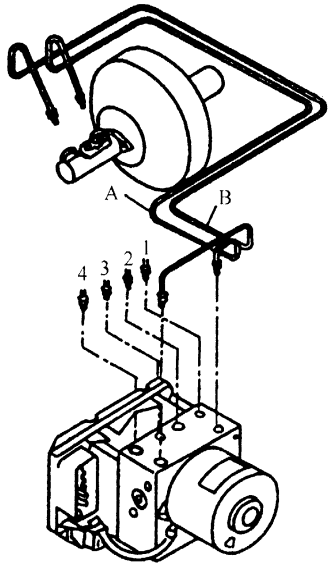


图 7-16 液压控制单元与制动总泵和制动分泵之间的连接

A、B-液压控制单元与制动总泵连接管；

1、2、3、4-液压控制单元与制动分泵连接管

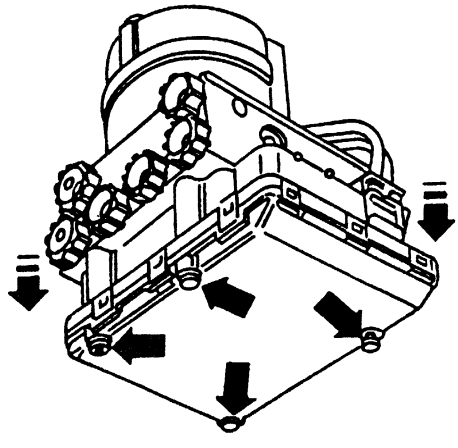


图 7-17 卸下电动回液泵线束及四个连接螺栓

(2) 将液压控制单元与电子控制单元分离，见图 7-18。

(3) 将新的液压控制单元安装到电子控制单元上，并用四个连接螺栓加以固定。最后接好电动回液泵线束。

3. 更换电子控制单元

更换电子控制单元的方法、步骤与更换液压控制单元相同。

在一般情况下，不允许将液压控制单元和电子控制单元分离，最好是整体更换液压电子控制单元总成。

4. 液压控制单元总成的安装

(1) 将液压控制单元总成安装到支架上并加以固定，按标记接好连接管。

(2) 加注新的制动液并按规定方法排气。

(3) 打开点火开关，ABS 警告灯应亮 1.7s 后熄灭。

(4) 清除故障码。

(5) 试车确认 ABS 功能。将汽车行驶到规定速度，踏下制动踏板感到有反弹，说明 ABS 工作正常。

(四) 轮速传感器的检查与拆装

1. 前轮轮速传感器的检查与拆装

(1) 前轮齿圈的检查

前轮轮速传感器头与齿圈之间的间隙应为 1.10～1.97mm。前轮轴承损坏或轴向间隙过大，均会影响其间隙发生改变，从而影响正确信号的输出，造成 ABS 工作失常。应做如下检查：

①使前轮离地，转动前轮同时观察齿圈轴向摆差，应不大于 0.3mm，见图 7-19。

②轴承轴向间隙过大、齿圈变形或齿数残缺，应更换轴承和齿圈。

③及时清洁齿圈空隙内的赃物。

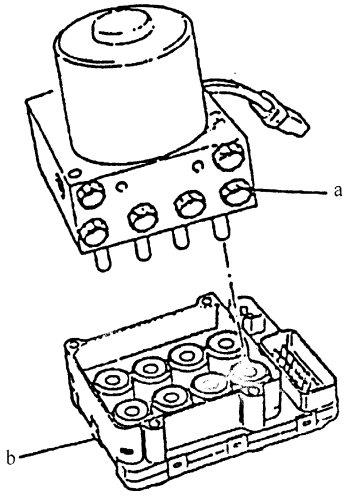


图 7-18 将液压控制单元与电子控制单元分离

a-液压控制单元及电动回液泵；b-电子控制单元

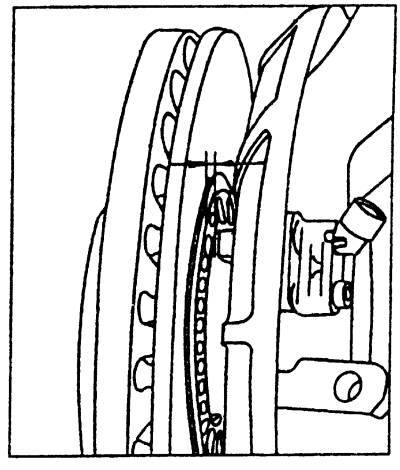


图 7-19 检查前轮齿圈与传感器头之间间隙

(2) 前轮轮速传感器输出电压的检查

①使前轮离地，松开驻车制动器。

②以 30r/min 的转速转动前轮，用万用表测量轮速传感器输出电压，其值应为 70～310mV。若输出电压不符合规定时，应检查传感器是否损坏（传感器线圈电阻为 1.0～1.3kΩ）。

(3) 前轮轮速传感器的拆装

前轮轮速传感器和前轮轴承的安装位置如图 7-20 所示。

1) 拆前轮轮毂及齿圈

用拉器挂钩先钩住前轮轴承壳的两边(只有一个确定位置)，在拉器顶尖处放一压块，转动顶尖，将前轮轮毂及齿圈一同顶出。而后拆下齿圈的十字槽固定螺栓，见图 7-21。安装按相反顺序进行。

2) 拆前轮轮速传感器

拔下轮速传感器连接器插头，如图 7-22 所示。拧下内六角螺栓，拆下轮速传感器。安装按相反顺序进行。同时应注意两前轮轮速传感器左右不能互换使用。

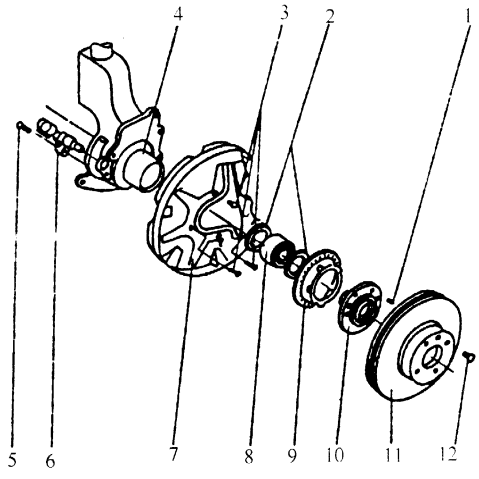


图 7-20　前轮轮速传感器和前轮轴承的安装位置

1-固定齿圈螺钉；2-前轮轴承弹性挡圈；3-防尘板紧固螺栓；4-前轮轴承壳；5 轮速传感器紧固螺栓；6-轮速传感器；7-防尘板；8-前轮轴承；9-齿圈；10-轮毂；11-制动盘；12-十字槽螺栓

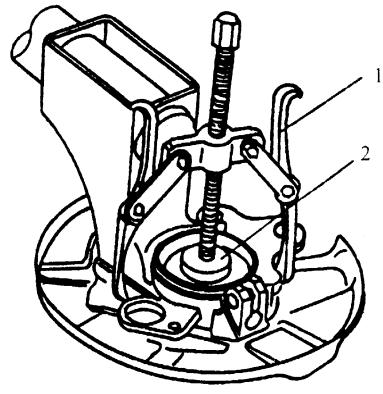


图 7-21　拆前轮轮毂及齿圈

1-拉具；2-专用压块

2. 后轮轮速传感器的检查与拆装

后轮轮速传感器和后轮轴承的安装位置如图 7-23 所示。

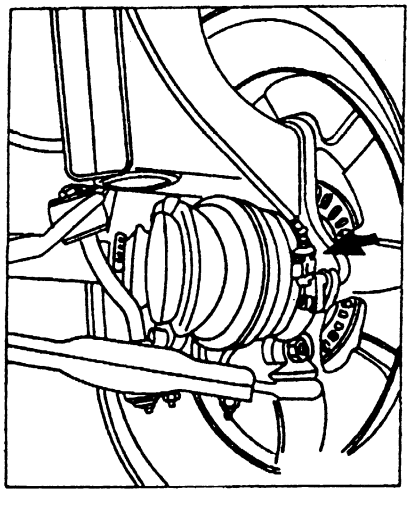


图 7-22　前轮轮速传感器的拆装位置

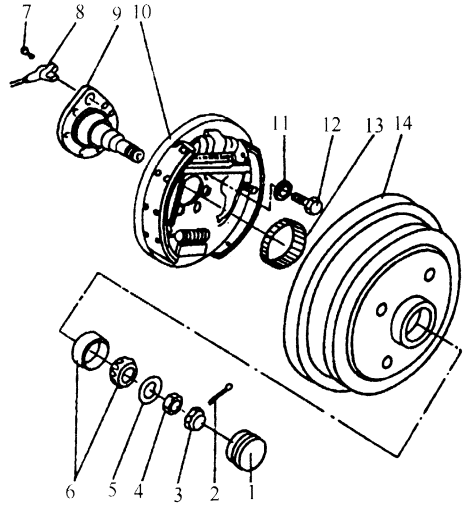


图 7-23　后轮轮速传感器和后轮轴承的安装位置

1-轮毂盖；2-开口销；3-螺母防松罩；4-螺母；5-止推垫圈；6-锥轴承；7-内六角紧固螺栓；8-轮速传感器；9-车轮支撑短轴；10-后轮制动器总成；11-弹簧垫圈；12-固定螺栓；13-轮速传感器齿圈；14-制动毂

(1) 后轮齿圈的检查

后轮轮速传感器头与齿圈之间的间隙应为 0.42～0.80mm。后轮轴承损坏或轴向间隙过大，均会影响其间隙发生改变，从而影响正确信号的输出，造成 ABS 工作失常。应做如下检查：

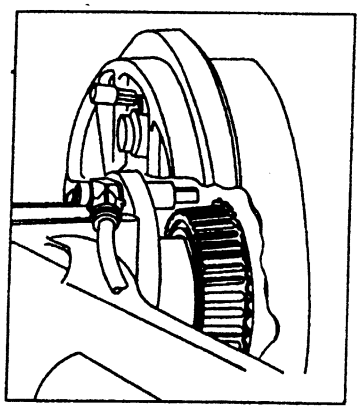


图 7-24　检查后轮齿圈与传感器头之间间隙

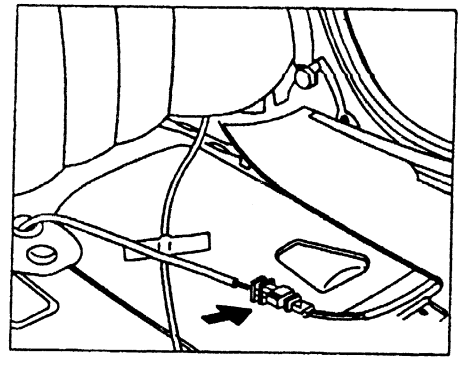


图 7-25　拔下后轮轮速传感器的连接器插头

①使后轮离地，转动后轮同时观察齿圈径向跳动，应不大于 0.05mm，见图 7-24。

②轴承径向间隙过大、齿圈变形或齿数残缺，应更换轴承和齿圈。

③及时清洁齿圈空隙内的赃物。检查后轮齿圈与传感器头之间间隙。

(2) 后轮轮速传感器输出电压的检查

①使后轮离地，松开驻车制动器。

②以 30r/min 的转速转动后轮，用万用表测量轮速传感器输出电压，其值应大于 260mV。若输出电压不符合规定时，应检查传感器是否损坏（传感器线圈电阻为 1.0～1.3kΩ）。

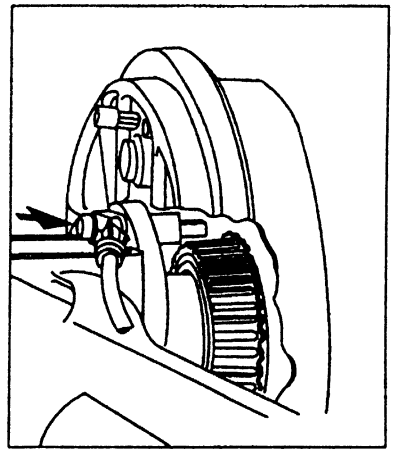


图 7-26　拆下轮速传感器

(3) 后轮轮速传感器的拆装

①先翻起汽车后座垫，拔下后轮轮速传感器的连接器插头，如图 7-25 所示。

②拔下轮速传感器连接器插头，拧下内六角紧固螺栓，拆下轮速传感器，如图 7-26 所示。

安装按相反顺序进行。因为 ABS 控制调节后轮制动压力是按低选原则一同控制，所以后轮轮速传感器零件号完全相同。安装后轮轮速传感器时，左、右可互换使用。

第八章　空调系统

一、空调系统的组成

汽车空调系统按其功能可分为制冷系统、暖风系统、通风系统、控制操纵系统和空气净化系统五个基本组成部分。

1. 制冷系统

对车内空气或由外部进入车内的新鲜空气进行冷却，来实现降低车内温度的目的。作为冷源的蒸发器，其温度低于空气的露点温度，因此，制冷系统还具有除湿和净化空气的作用。

2. 暖风系统

轿车的暖风系统一般利用冷却液的热量，将发动机的冷却液引入车室内的暖风散热器中，通过鼓风机将被加热的空气吹入车内，以提高车内空气的温度；同时暖风系统还可以对前风窗玻璃进行除霜、除雾。

3. 通风系统

通风一般分为自然通风和强制通风。自然通风是利用汽车行驶时，根据车外所产生的风压不同，在适当的地方，开设进风口和出风口来实现通风换气；强制通风是采用鼓风机强制外气进入的方式，这种方式在汽车行驶时，常与自然通风一起工作。在通风系统中主要有空气处理室、送风道及风门等部件。

4. 空气净化系统

空气净化系统一般由空气过滤器、出风口等组成，用以对引入的空气进行过滤，不断排出车内的污浊气体，保持车内空气清洁。

5. 控制系统

控制系统主要由电气元件、真空管路和操纵机构组成。一方面用以对制冷和暖风系统的温度、压力进行控制，另一方面对车室内空气的温度、风量、流向进行操纵，完善了空调系统的各项功能。

二、空调系统的结构与工作原理

（一）制冷系统

汽车空调制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器等组成，各部件之间采用铜管（或铝管）和高压橡胶管连接成一个密闭系统。制冷系统工作时，制冷剂以不同的状态在这个密闭系统内循环流动，每一循环有四个基本过程，如图 8-1 所示。

①压缩过程：压缩机将蒸发器低压侧温度约为 0℃、气压约 0.15MPa 的低温低压气态制冷剂增压成高温约 70～80℃、高压约 1.5MPa 的气态制冷剂。高压高温的过热制冷剂气体被送往冷凝器冷却降温。

②冷凝过程：过热气态制冷剂进入冷凝器，散热冷凝为液态制冷剂，使制冷剂的状态发生

变化。冷凝过程的后期，制冷剂呈中温，气压约为1.0～1.2MPa的过冷液体。

③膨胀过程：冷凝后的液态制冷剂经过膨胀阀后体积变大，其压力和温度急剧下降，变成低温约－5℃、低压约为0.15MPa的湿蒸气，以便进入蒸发器中迅速吸热蒸发。在膨胀过程中同时进行节流控制，以便供给蒸发器所需的制冷剂，从而达到控制温度的目的。

④蒸发过程：液态制冷剂通过膨胀阀变为低温低压的湿蒸气，流经蒸发器不断吸热气化转变成低温约为0℃、低压约为0.15MPa的气态制冷剂，吸收车内空气的热量。从蒸发器流出的气态制冷剂又被吸入压缩机，增压后泵入冷凝器冷凝，进行制冷循环。

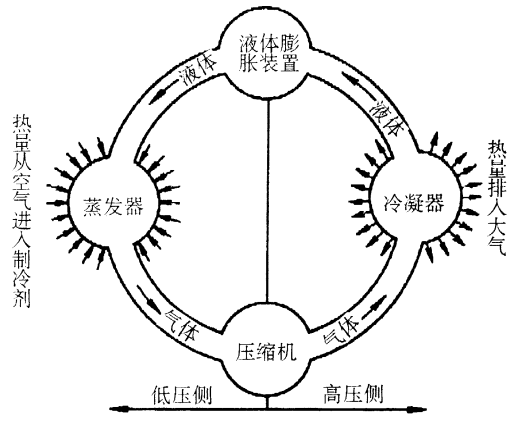


图8-1　制冷系统的工作原理

制冷循环就是利用有限的制冷剂在封闭的制冷系统中，反复地将制冷剂压缩、冷凝、膨胀、蒸发，不断在蒸发器中吸热气化，对车内空气进行制冷降温。

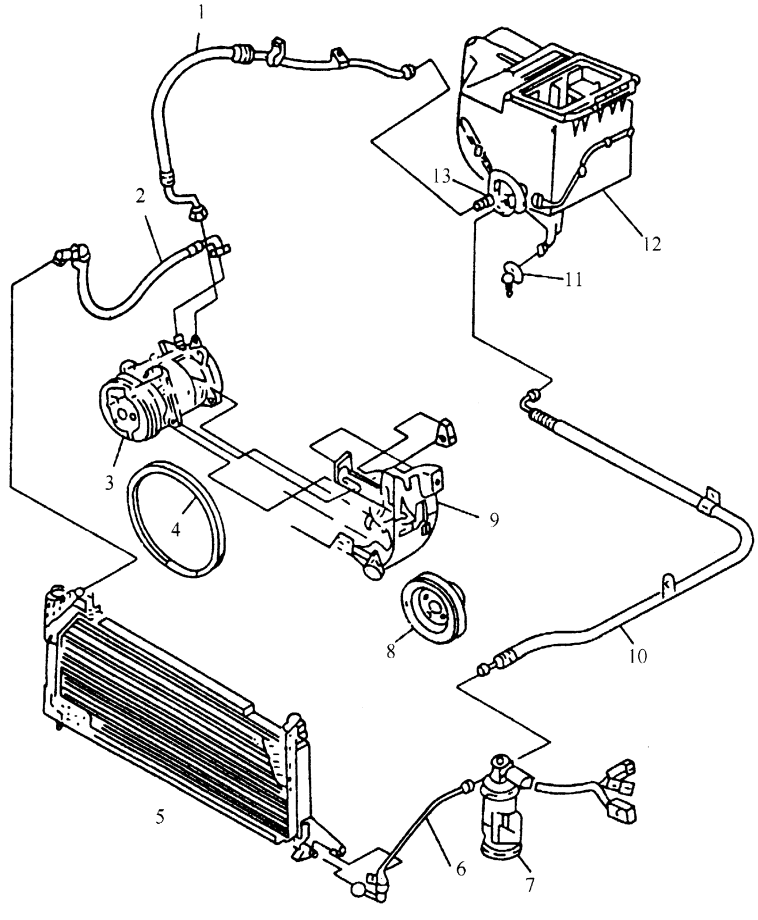


图8-2　桑塔纳轿车空调系统

1、2、6、10-软管总成；3-SD508压缩机；4-V形带；5-冷凝器；7-储液干燥器；8-带盘；9-压缩机支架；11-蒸发器溢水管橡皮圈；12-蒸发箱；13-膨胀阀

上海桑塔纳轿车采用制冷剂为R12的空调系统，在车上布置如图8-2所示；上海桑塔纳2000采用制冷剂为HFC134a的空调系统，在车上布置图8-3所示。

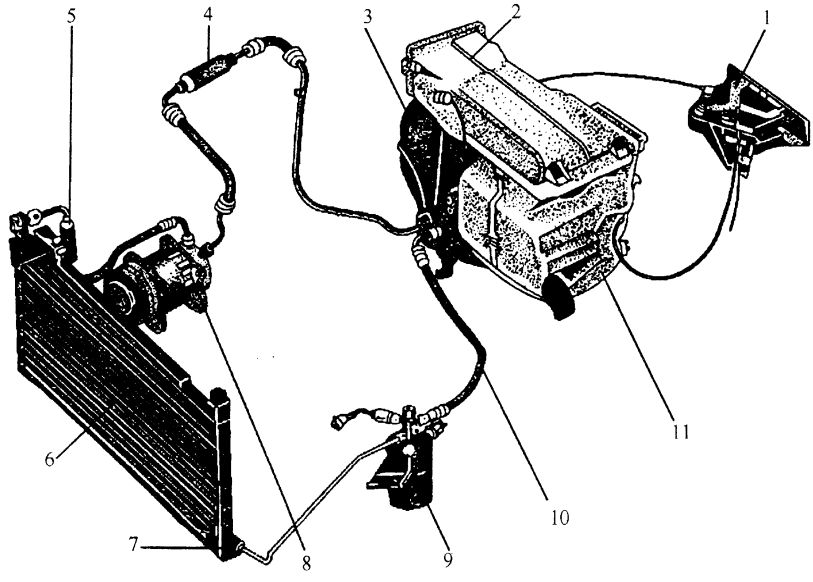


图8-3　桑塔纳2000轿车R134a空调系统

1-控制装置；2-进风罩；3-蒸发箱；4-“S”管；5-“D”管；6-冷凝管；7-“C”管；8-空调压缩机；9-储液干燥器；10-“L”管；11-加热器

1. 压缩机

桑塔纳轿车采用三电公司的SD—508型压缩机，属摇摆斜盘式压缩泵，内部设有5个气缸，均匀分布在缸体内部的圆周上。当主轴转动时，摇板作轴向往复摇摆，从而带动活塞作轴向往复运动。实质是摇摆式斜盘取代了传统的曲柄连杆机构。

压缩机采用电磁离合器，当接通电源时，电磁离合器线圈中的电流在离合器片与固定框之间产生一磁场，离合器的吸铁被吸向转子。当二者啮合时，电磁离合器带轮得到的动力便传给压缩机轴，发动机带动压缩机工作。当切断电流时，磁场消失，离合器分离，带轮空转。

SD-508型压缩机外形如图8-4所示，压缩机剖面图如图8-5所示，压缩机主要部件展开图如图8-6所示。

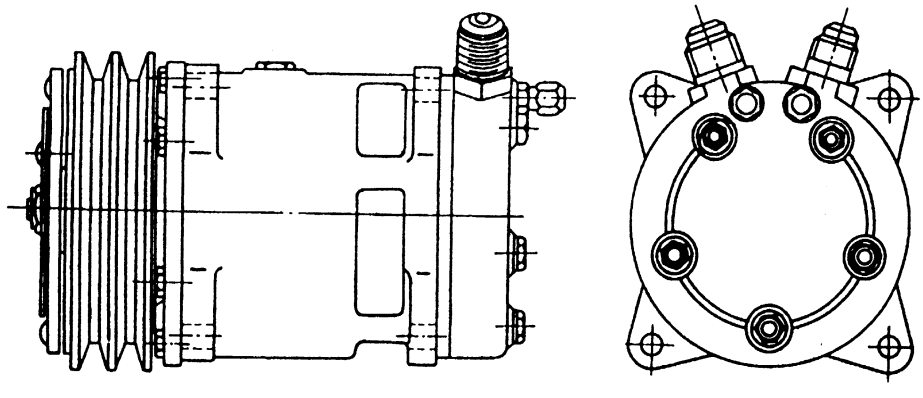


图8-4　SD-508型摇板式压缩机的外形

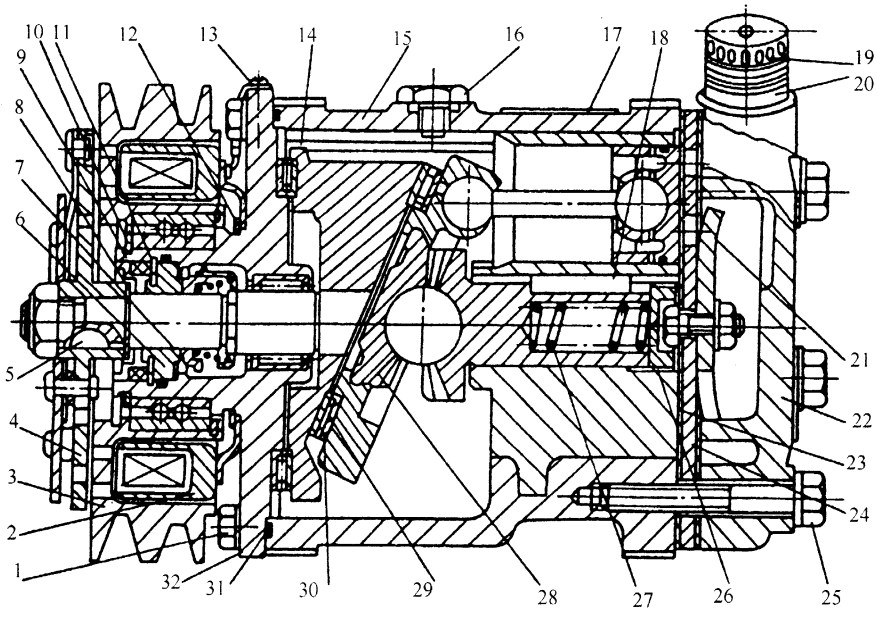


图 8-5　SD-508 型摇板式压缩机的结构

1-前盖紧固螺栓；2-电磁离合器线圈总成；3-驱动带轮；4-吸盘；5-半月键；6-轴封静环；7-密封件；8-弹性垫圈；9-油毡密封器；10-卡簧挡圈；11-孔用弹性挡圈；12-轴用弹性挡圈；13-导线夹固定螺钉；14-连接管；15-气缸体（压缩机壳体）；16-油塞；17-铭牌；18-平键；19-吸气口护帽；20-排气口护帽；21-垫片；22-气缸盖；23-气缸垫；24-阀板；25-后盖紧固螺栓；26-调节螺母；27-弹簧；28-行星盘（斜盘）；29-L 形推力片；30-推力轴承；31-密封圈（方形截面）；32-前缸盖

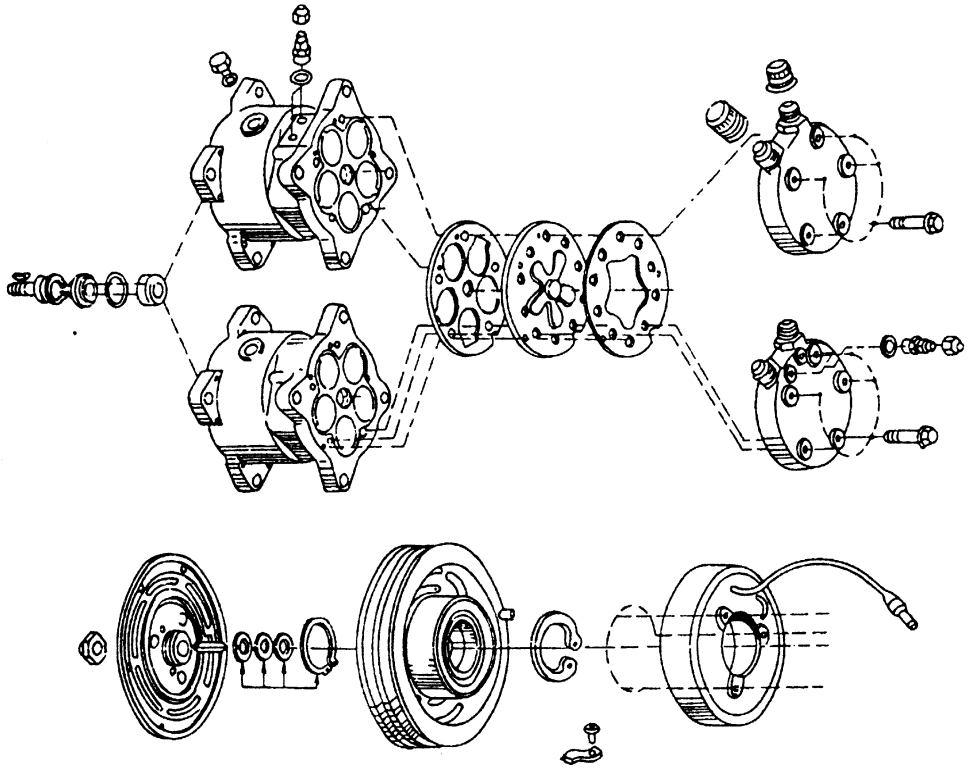


图 8-6　SD-508 型摇板式压缩机主要部件展开图

当电磁离合器线圈接通电流时，产生的电磁吸力便克服吸盘弹片的弹力，将离合器的吸盘与压缩机带轮吸合在一起，使压缩机轴随驱动带轮一同旋转，压缩机轴上的斜盘便驱动活塞作轴向往复运动，从而驱动制冷剂流动，将蒸发箱（吸热箱）至吸气口间的低温（0℃）低压（150kPa）气态制冷剂压缩成高温（60～66℃）高压（1 100～1 400kPa）气态制冷剂送往冷凝器（散热器）。

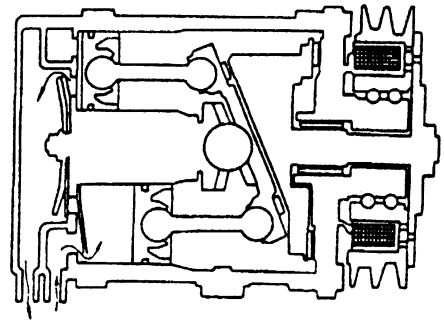


图 8-7　摇摆式压缩机工作原理

桑塔纳 2000 型轿车采用的是 SE5H14 型压缩机，采用的制冷剂是 HFC134a 制冷剂，它具有高渗透性，为提高密封性能，密封件材料为氢化丁腈橡胶。压缩机油为吸水性更强的 PAG 油或 SW100 油。

SE5H14 压缩机为摇摆斜盘式压缩机，当主轴旋转时，摇板作轴向往复摇摆，从而带动压缩机的活

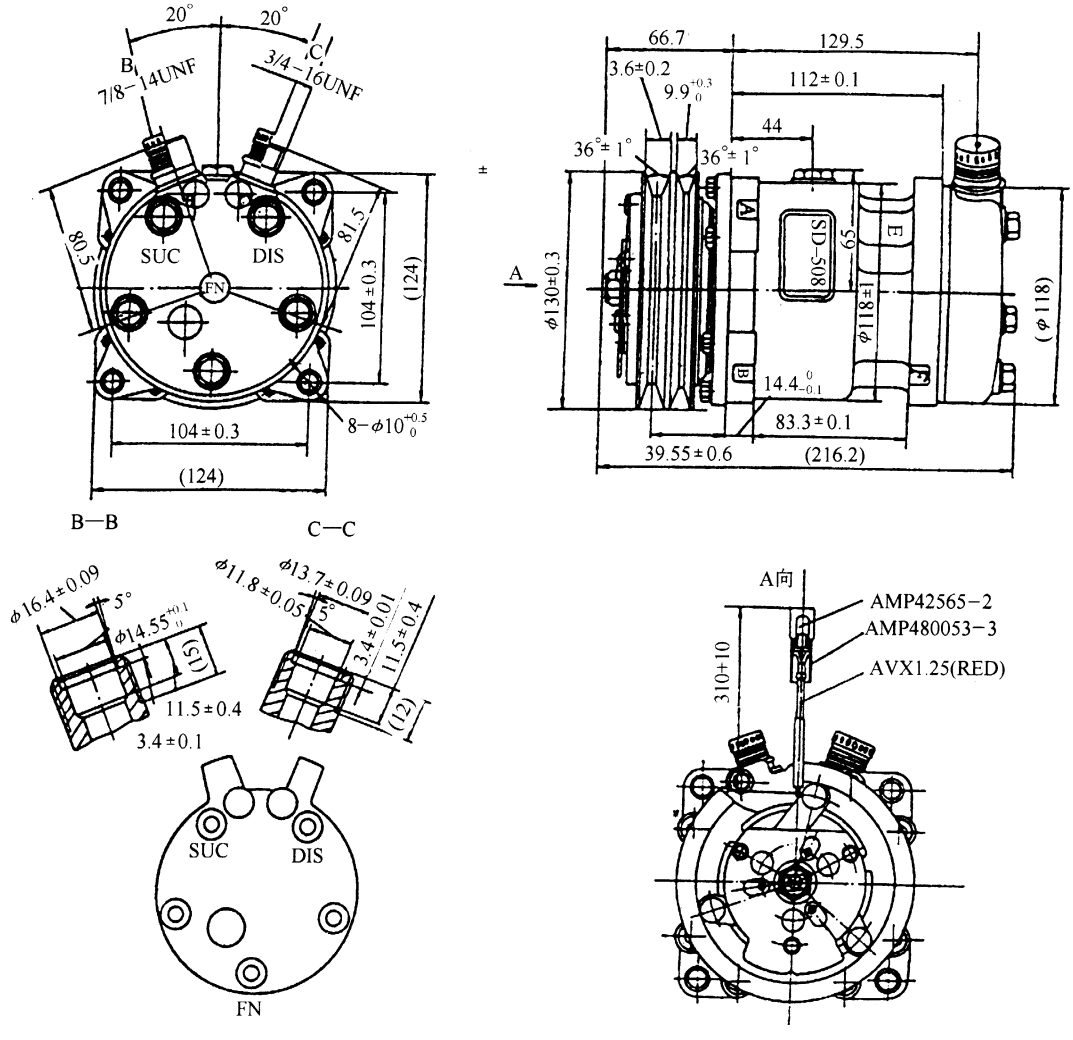


图 8-8　SE5H14 型压缩机外形尺寸

后盖为 FN 型，具体结构是接口向上，O 形环接口，尺寸 3/4in×7/8in. 无充气口

塞作轴向往复运动。这种压缩机的吸、排气压力及工作转矩的波动较小，平均功耗低，工作变化平稳，且不会结霜。其工作原理如图 8-7 所示，详细结构及外形尺寸如图 8-8 所示。

2. 冷凝器

冷凝器的作用是把来自压缩机的高压、高温气体制冷剂中的热量散发到车外环境中去，同时经过热量散发的制冷剂从冷凝器的出口流出时转变为高压、高温的液体制冷剂而进入储液干燥器。为提高冷凝效果，桑塔纳 2000 轿车采用单位体积放热量大的紧凑型冷疑器。其结构是将多孔扁形管与波形散热带焊接而成，如图 8-9 所示。

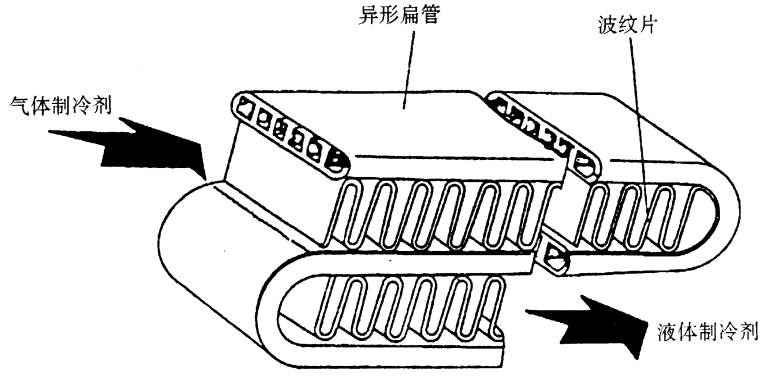


图 8-9　管带式冷凝器结构图

3. 储液干燥器

储液干燥器安装在发动机左前方纵梁上。为提高罐体的抗腐蚀能力，使用铝材料。储液干燥器由过滤器、干燥剂、视液镜、组合开关及引出管等组成，如图 8-10 所示。其功用为储存制冷剂，过滤并吸收制冷剂中的异物和水分，同时，当制冷循环系统中的压力出现异常时，组合开关会自动切断压缩机的电磁离合器电路，起到高低压保护作用。

由于 HFC134a 制冷剂与水的亲合力强，故干燥剂采用脱水性强的 XH-7 干燥剂，其用量也相应增加。

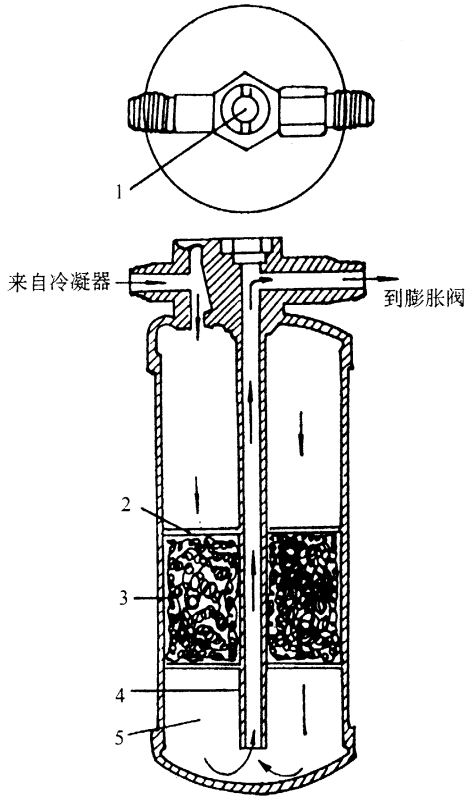


图 8-10　储液干燥器结构示意图

1-视液镜；2-过滤器；3-干燥剂；4-引出管；5-储液罐

4. 膨胀阀

桑塔纳 2000 型轿车采用 H 型膨胀阀（又称整体式膨胀阀），它主要由阀体、感温元件、调节杆、弹簧、球阀等组成。感温元件由于直接安装在阀体内，因而调节灵敏度和制冷效率较高。膨胀阀的结构如图 8-11 所示，其功能为将高温高压的液态制冷剂经节流降压，转化为低温、低压的雾状物送入蒸发器，并可控制向蒸发器的供液量，防止过多的液体引起阻滞现象。

5. 蒸发器

蒸发器安装在副驾驶员一侧杂物箱下方，采

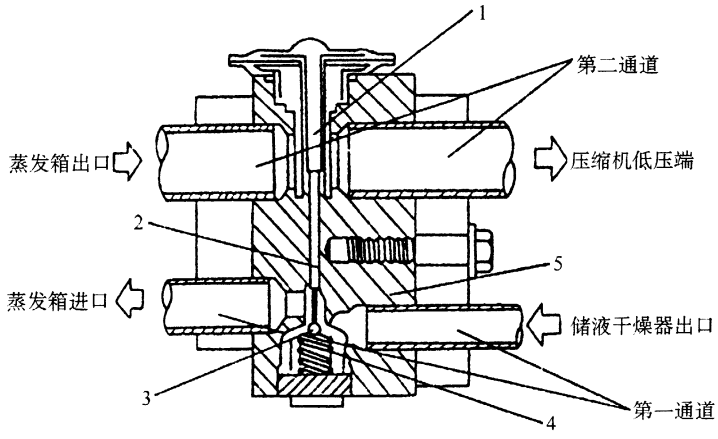


图 8-11　H 型膨胀阀结构示意图

1-感温元件；2-调节杆；3-球阀；4-弹簧；5-阀体

用风冷全铝板带式结构，它的功能是经膨胀阀节流降压后的低压低温制冷剂，在流经蒸发器时，通过蒸发器管壁吸收蒸发厢中空气中的热量，从而使周围空气变冷，即所谓的冷气，再用鼓风机将冷气从各个出风口送入车厢，达到降温的目的。蒸发器上插有感温开关的毛细管。桑塔纳 2000 型轿车由于采用 HFC134a 制冷剂，使低压压力和低温温度有所上升，因此为改善蒸发器的换热性能，蒸发器的扁管较宽，翅片间距较小，从而增大了热交换面积，制冷效果较好。

6. 制冷剂

上海桑塔纳轿车空调系统采用的制冷剂为 R12，由于制冷剂 R12 中含有氯原子，当 R12 排放至大气并升入大气同温层后，在太阳光的强烈照射下会分离出氯离子，氯离子与臭氧层发生化学反应，从而导致大气臭氧层的破坏。在离地球大约 10～50km 的同温层中存在的较低浓度的臭氧层，像一张天然的滤网，能吸收太阳 90%的紫外线辐射，保护了地球上万物的生存。根据联合国环境规划署和世界气象组织联合专家组对太空卫星所采集的数据分析，北半球臭氧层的破坏已达 5.6%，从 1992 年公布的资料表明，北半球上空的臭氧层可能首次遭到严重破坏，欧洲和北美上空的臭氧层可能出现空洞。80 年代至 90 年代澳大利亚上空的臭氧含量减少了 5%，而紫外线 B 段却增加了 11%。我国也不乐观，据 90 年代初我国臭氧监测站的测试结果表明，北京地区上空臭氧平均含量也减少了 5%。所以，保护臭氧层，保护我们赖以生存的地球生态环境已变得刻不容缓。

自 1987 年保护臭氧层的蒙特利尔议定书签定以来，世界各国，特别是工业发达国家对 CFC（R12 为其中的主要品种）替代做了大量工作。虽然议定书规定发达国家在 2000 年全面禁止 CFC 物质的生产和使用，发展中国家可推迟十年，但世界上工业发达国家纷纷加快各自 CFC 替代的步伐。以汽车空调为例，欧洲在 1991 年开始生产 HFC134a 空调汽车，美国自 1992 年起生产 HFC134a 空调汽车，在 1995 年全部生产 HFC134a 空调汽车。日本自 1991 起生产 HFC134a 汽车，在 1994 年全部生产 HFC134a 空调汽车。

我国在汽车空调 HFC134a 替代 CFC12 方面也做了大量工作，上海汽车空调厂和上海易初通用机器有限公司，经过多年努力，终于为上海大众 1994 年底推出的桑塔纳新车型——桑塔纳 2000 轿车开发出了 HFC134a 空调系统。

桑塔纳 2000 轿车空调系统不仅采用了对大气臭氧层无害的 HFC134a 制冷剂，而且其制冷性能明显优于原 R12 空调系统，提高了舒适性，该系统可靠，性能良好。

7. 桑塔纳轿车和桑塔纳2000轿车空调系统的比较

(1) R12空调系统主要结构及技术性能

桑塔纳轿车R12空调系统的主要结构参数及技术性能

整体性能	制冷量	4 300kCal/h
	制热量	3 500kCal/h
	风量（干）	420m³/h
压缩机	型号	SD-508
	形式	摇摆斜盘式（简称摇板式）
	缸数	5
	缸径	35mm
	行程	28.6mm
	排量	138cm³
	最高连续工作转速	600r/min
	制冷剂	R12
	润滑油牌号	SUNISO
	润滑油量	175g
	单机重量	5.1kg
	带离合器总重	7.4kg
	吸气管螺纹	7/8—14UNF
	排气管螺纹	3/4—16UNF
	离合器静摩擦力矩	730N·m
	离合器电压	12V,24V
散热器风扇	主、被动两只	
	最大功率	200W
	起动方式	满电压直接起动
	抗无线电干扰	200～150MHz
	高速挡风扇功率	150W
	低速挡风扇功率	95W
	车上主动风扇高速挡电流	6～7A
	车上低速挡风扇电流	3～4A
	主动风扇带动被动风扇后高速挡电流	8～10A
	主动风扇带动被动风扇后低速挡电流	4～6A
储液干燥器		
	容量	500mL
	重量	0.75kg
	平衡吸水要求	≥3g
	高压开关接通压力	＞1 447.9kPa
	低压开关接通压力	＞300kPa
	高压开关切断压力	＜1 206.59kPa
	低压开关切断压力	＜200kPa

	温度保护在 4.23MPa 压力下，温度达到 103～110.5℃，易熔合金熔化	
	膨胀阀	外部平衡式
	过热度	5℃

(2) HFC134a 空调系统主要结构及技术性能

桑塔纳 2000 轿车 R134a 空调系统的主要结构参数与技术性能

整体性能	制冷量	3 977W
	制热量	7 000～8 000W
	风量（干）	420m³/h
压缩机	型号	SE5H14
	形式	摇摆斜盘式
	缸数	5
	缸径	35mm
	行程	28.6mm
	每转排量	138cm³
	最大允许转速	7 000r/min
	制冷剂	HFC134a
	润滑油	CastrolSW—100
	润滑油量	135cm³
	质量	5kg
	功率消耗	2.7kW

制冷量测试条件：压缩机转速为 1 860r/min，排气压力为 1.697MPa（G），吸气压力为 0.180MPa（G），过热度为 8.3℃，过冷度为 0℃

离合器部分		
	额定电压	12V，DC
	脱离转矩	≥29.5N·m
	最小啮合电压	≤7.5V，DC
	额定电流	2.5～3.0A
	最大允许转速	7 000r/min
	最大允许连续转速	6 000r/min
	传动带（型号×根数）	A×1，M×1
	皮带轮外径	130mm
	质量	2.4kg
散热器风扇	主、被动 2 只（GSi 除外）	
	最大功率	200W
	起动方式	满电压直接起动
	抗无线电干扰	20～150MHz
	高速挡风扇功率	150W
	低速挡风扇功率	95W
	车上主动风扇高速挡电流	6～7A
	车上低速挡风扇电流	3～4A

主动风扇带动被动风扇后高速挡电流　　8～10A

主动风扇带动被动风扇后低速挡电流　　4～6A

（3）R12 与 HFC134a 空调系统的区别

1）空调系统的改进

通过对 R12 空调系统的大量试验研究和理论分析，最终开发出的 HFC134a 空调系统与 R12 空调相比，有如下几个特点：

桑塔纳 2000 型 HFC134a 空调系统的实车降温幅度与降温速度明显优于原 R12 空调系统；

在标准工况下，台架性能试验中测得的制冷量 HFC134a 空调系统略高；

HFC134a 空调系统的高压比 R12 系统高约 2kgf/cm^2 左右，低压相当，在空调系统的承受范围内。

2）压缩机总成

压缩机为 SE5H14。采用 SE5H14 压缩机使 HFC134a 空调系统的功耗与原 R12 空调系统的功耗相当。SE5H14 与 SD508 相比，冷冻油从原来的矿物油改为 PAG 合成油；轴封材料从原来的 NBR 改为 HNBR；考虑到 HFC134a 空调系统的提高，压缩机的有关零件也作了改进以提高其强度，气缸体、缸盖、主轴等也改变了尺寸。

桑塔纳 2000 轿车空调压缩机（SE5H14）与桑塔纳轿车空调压缩机（SD-508）通用化情况如表 8-1 所示。

表 8-1　SE5H14 与 SD-508 通用化表

序号	图　号	名　称	每台数量	国产化情况	与桑塔纳轿车 SD508 空调压缩机通用情况
1	38105-0001	铭牌	1	国产	不通用
2	SD-500009	气缸体	1	国产	通用
3	SD-510010	气缸垫	1	国产	通用 SD-510
4	SD-500011	缸盖垫	1	国产	通用 SD-510
5	SD-500012	气缸盖螺钉	5	国产	通用
6	38105-0022	孔用弹性挡圈	1	国产	不通用
7	38105-0303	前缸盖	1	国产	不通用
8	38105-0400	主轴斜盘组件	1	国产	不通用
9	38105-0501	油塞	1	国产	不通用
10	SD-500602	行星盘	1	国产	通用
11	SD-500603	球形连杆-B	5	国产	通用
12	SD-500604	活塞	5	国产	通用
13	SD-500605	活塞环	5	国产	通用
14	SD-500701	吸气阀片	1	国产	通用
15	SD-500702	阀板	1	国产	通用
16	SD-500704	排气阀片	1	国产	通用
17	38105-0801	带轮	1	国产	不通用
18	38105-0920	线圈外壳组件	1	国产	不通用

续表

序号	图　　号	名　　称	每台数量	国产化情况	与桑塔纳轿车 SD508 空调压缩机通用情况
19	38105-1101	毡圈	1	国产	不通用
20	38105-1102	毡圈支架	1	国产	不通用
21	38105-1201	铆钉	3	国产	不通用
22	38105-1202	前板	1	国产	不通用
23	38105-1203	垫圈	3	国产	不通用
24	38105-1204	轮毂	1	国产	不通用
25	38105-1205	铆钉	3	国产	不通用
26	38105-1207	吸盘	1	国产	不通用
27	38105-1208	弹簧钢片	3	国产	不通用
28	38105-1300	导线固定器部件	1	国产	不通用
29	SD-500006	前推力轴承-E	1	进口	通用
30	SD-500007	前推力片	1	进口	通用
31	38105-0005	方截面 O 形橡胶圈	1	进口	不通用
32	SD-500017	固定齿轮-B	1	进口	通用
33	SD-500019	后 L 型推力片	1	进口	通用
34	SD-500020	后推力轴承-E	1	进口	通用
35	SD-500021	后推力片	1	进口	通用
36	38105-0302	O 形圈	2	进口	不通用
37	38105-0304	主轴轴承	1	进口	不通用
38	38105-0502	O 形橡胶密封圈	1	进口	不通用
39	SD-500601	行星盘组件	1	进口	通用
40	SD-500802	V 带轮轴承	1	进口	通用
41	38105-1000	轴封部件	1	进口	不通用
42	38105-0401	主轴	1	国产	不通用
43	38105-0000	压缩机总成	1	国产	不通用

3）蒸发箱总成

进一步提高蒸发箱总成的换热性能是桑塔纳 2000 空调系统提高制冷性能的关键。为此，加大了蒸发器的换热面积，采用了高效率换热翅片，使蒸发器的换热能力进一步提高。为了使蒸发器与系统匹配更趋合理，采用 H 型 HFC134a 热力膨胀阀替代原 R12 外平衡 F 型热力膨胀阀，膨胀阀的工作参数进行了重新设定，蒸发箱中的温度控制器根据系统的工作要求也进行了参数重新设定。桑塔纳 2000 与桑塔纳轿车空调蒸发箱通用化情况如表 8-2 所示。

表 8-2　蒸发箱总成通用化表

序号	图　　号	名　　称	每台数量	国产化情况	与桑塔纳轿车 SD508 空调压缩机通用情况
1	KBH4-0（330820023B）	蒸发器总成	1	国产	不通用
2	KBH41-20（330820679）	热力膨胀阀	1	进口	不通用
3	KBH41-0	带膨胀阀的蒸发器	1	国产	不通用
4	KBH4-30（330959281A）	温度控制器	1	国产	不通用

续表

序号	图　　号	名　　称	每台数量	国产化情况	与桑塔纳轿车 SD508 空调压缩机通用情况
5	KBH411-0	蒸发器组件	1	国产	不通用
6	KBH411-01	宽翅片	13	国产	不通用
7	KBH411-02	窄翅片	2	国产	不通用
8	KBH411-03	蛇形扁管	1	国产	不通用
9	KBH411-04	边板	2	国产	不通用
10	KBH411-05	管	1	国产	不通用
11	KBH411-06	直管	1	国产	不通用
12	KBH411-10	蒸发器心进口管	1	国产	不通用
13	KBH411-11W	管	1	国产	不通用
14	KBH412-0	蒸发器进口管	1	国产	不通用
15	KBH412-10	弯管组件	1	国产	不通用
16	KBH412-11W	管	1	国产	不通用
17	KBH412-12	接头	2	国产	不通用
18	KBH413-0	蒸发器出口管	1	国产	不通用
19	KBH413-01	管	1	国产	不通用
20	KBH413-10	弯管组件	1	国产	不通用
21	KBH413-11W	管	1	国产	不通用
22	KBH414-0	出口转接管组件	1	国产	不通用
23	KBH414-01	出口保护套管	1	国产	不通用
24	KBH414-10	弯管组件	1	国产	不通用
25	KBH414-11W	管	1	国产	不通用
26	KBH414-12	压紧螺母	1	国产	不通用
27	KBH4-01	导管橡胶隔离圈	1	国产	不通用
28	KBH4-02	弹性固定夹	1	国产	不通用
29	KBH4-10	上壳体组件	1	国产	不通用
30	KBH4-11	上壳体	1	国产	不通用
31	KBH4-12	衬垫	1	国产	不通用
32	KBH4-13	小方衬块	1	国产	不通用
33	KBH4-20	下壳体组件	1	国产	不通用
34	KBH4-21	下壳体	1	国产	不通用
35	KBH4-22	衬垫	1	国产	不通用
36	KBH0-11	O 形密封圈	2	进口	不通用
37	KBH0-21	O 形密封圈	3	进口	不通用
38	KBH2-15	进口管嘴	1	国产	不通用
39	KBH41-01	上夹紧垫块	1	国产	不通用
40	KBH41-02	下夹紧垫块	1	国产	不通用
41	KBH41-03	O 形密封圈	1	进口	不通用
42	KBH41-10	进口转接管组件	1	国产	不通用
43	KBH41-11	直管	1	国产	不通用
44	KBH41-12	进口保护套管	1	国产	不通用
45	KBH41-13	压紧螺母	1	国产	不通用

4）冷凝器总成

改进设计的冷凝器总成采用了全铝管带式结构。

5）储液干燥器

干燥器形状为颗粒分子筛 QKC0.5-1H（桑塔纳轿车储液干燥器 QKC0.5 为烧结块状分子筛），干燥器型号为 XH-7 型（桑塔纳轿车为 4A 型），干燥剂的量也有所增加，这主要考虑到 HFC134a 空调系统中使用的 PAG 油吸水性强，储液器上原来的低、中压开关改为低、中、高压开关，低中高压开关值分别为 0.196±0.1、1.77±0.10、3.14±0.20MPa（桑塔纳轿车中低压开关值分别为 1.448±0.06895、0.2±0.03MPa）。新增高压保护开关使 HFCB134a 空调系统工作更为可靠。

6）空调软管

采用从内层到外层为尼龙＋橡胶＋加强层＋橡胶的多层复合软管替代原橡胶＋加强层＋橡胶的结构。尼龙内层主要是防止 HFC134a 制冷剂的渗漏，因为 HFC134a 对橡胶的渗漏性比 R12 强。

7）加注阀

采用了国际上通用的加速加注阀替代原来的加注阀，以免在维修 HFC134a 空调系统时误加 R12 制冷剂。如果误加，对空调系统的可靠性，特别是对压缩机的可靠性产生非常不利的影响。高压快速加注阀安装在储液器上，低压快速加注阀安装在吸气管上。

（二）暖风系统

桑塔纳轿车和桑塔纳 2000 轿车的空调系统采用再热混合式。其暖风系统不仅可以单独加热来自车内的循环空气或者车外的新鲜空气，也可以将这两部分空气先进行冷却再全部或部分加热，以获得所要求的空气温度。对空气除湿、过滤，使之得到温度、湿度适宜的洁净空气。

暖风加热器由鼓风机、暖风散热器、温度风门和壳体等组成。暖风出风口位于加热器下方，与风道相接的环形风道开有四处出口，上部出口与仪表板上盖开成的风道相接，用以除霜。左右两出口与吹脚风道相接。下部出口与后暖风风道相接，用以加热车室后半部。加热器由鼓风机、暖风散热器、风门和外壳组成。

此外，车室内空气也可通过加热器前方的长圆形出口，经空调器主排风道和后座排风道，从仪表板上的左、中、右出风口以及后座出风口出风。

暖风水阀在空调装置中由真空系统控制接通或切断暖风散热器的热水供应。在通常状况下，水阀是常开的，即水管接通。只有当空调装置内循环工作时，水阀关闭，切断暖水管路。

（三）通风系统

桑塔纳轿车和桑塔纳 2000 轿车具有自然通风和强制通风两种方式：一是新鲜空气从设置在前风挡玻璃下方正压区的外循环风门进入，从后窗台板出风口进入后行李箱中，并利用汽车行驶产生的负压使汽流从汽车尾部单向阀排气口排出，完成自然通风；二是利用鼓风机，通过外循环风门将新鲜空气吸入，进行强制通风，排风则与自然通风相同。

三、空调系统的使用与检修

（一）空调系统的正确使用

1. 空调系统的使用方法

桑塔纳2000型轿车空调、通风及暖风装置的操作杆布置如图8-12所示。拨杆4和5控制气流的分布，将拨杆4向左移，表示出风口5开；将拨杆5向右移，表示出风口1、2、5均关闭，而出风口3、4出来的空气量增加。拨杆6是温度选择开关，向右移温度将升高，向左移温度则下降。开关2为空调制冷控制开关，当开关接通时，上面的信号灯即发亮，表示制冷系统开始工作。开关3为自然风鼓风机控制开关，它有4挡速度，当旋钮处于“0”位时，若接通开关2，鼓风机仍会缓慢转动。

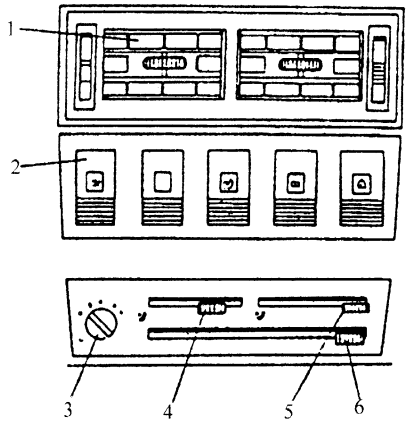


图8-12　空调、暖风装置操作杆

1-中央出风双口；2-空调开关；3-自然风鼓风机开关；4、5-气流分布拨杆；6-温度选择拨杆

空调装置的出风口布置如图8-13所示。未经加热的新鲜空气和冷气均可从各风口送出，1、2、3、4、5出风口还可以供暖气。出风口3、4可以单独调节，滚花盘向上，表示出风口开；滚花盘向下，表示出风口关；调节出风口小片可以改变气流方向。

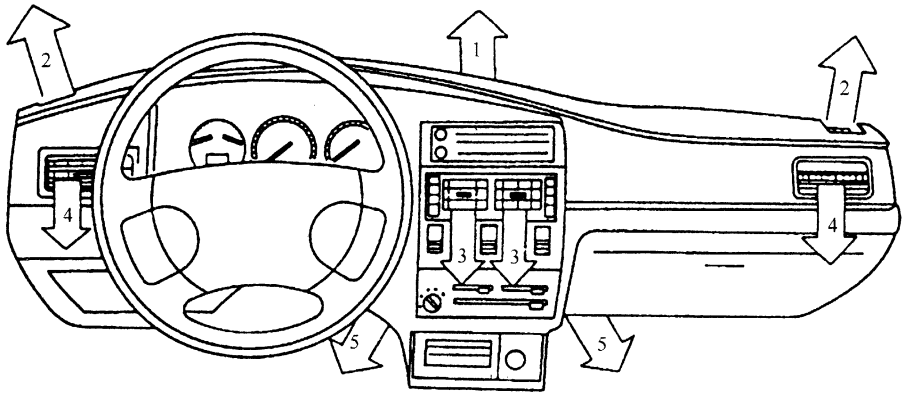


图8-13　空调装置出风口布置

（1）风窗及侧窗除霜

将拨杆4、5、6向右推到底，关闭出风口3、4，自然风鼓风机开关调节到第2挡。

（2）风窗及侧窗除雾

如因空气潮湿导致风窗及侧窗结雾时，可将拨杆4、5、6向右推到底，关闭出风口3、4；自然风鼓风机开关调节到第2挡或第3挡。

（3）车内快速取暖

将拨杆4推到左端，将拨杆5、6推到右端，打开出风口3，关闭出风口4，把自然风鼓风机开关调节到第2挡。

（4）车内舒适地取暖

当车内温度比较适宜时，可将拨杆4推到左端，拨杆5向左推至2/3处，将拨杆6定在所需位置，自然风鼓风机开关调至第1挡，补充的新鲜空气可从出风口4进入。

（5）通风

当车内采暖时，新鲜空气仅从出风口4输出，暖风切断后，各出风口均为新鲜空气。当拨杆4、5处于中间位置时，出风口3、4的风量为最大。

（6）一般制冷

按下空调开关2，其信号灯发亮。拨动温度选择拨杆6，调节制冷温度。通过选择开关3的挡位和拨杆4、5的位置，得到所需的送风量，通风口3、4必须有一只常开，以免冷却系统结冰。

（7）最大限度制冷

按下空调开关2，其信号灯发亮。将温度选择拨杆6向左推到底，鼓风机开关3调到第4挡，并将拨杆4、5向中央靠拢。按自己需要调节出风口3、4，以控制气流方向，但至少使一个通风口打开，以免冷却系统结冰。

2. 使用空调系统的注意事项

（1）为保证取暖和通风正常工作，挡风玻璃前的进风口应避免被障碍物遮盖。

（2）空调的设计使用温度应在环境温度5℃以上，所以使用时的环境温度应高于5℃。在使用前应检查系统中制冷剂的量是否合适，是否存在泄漏部位，冷凝器冷却风扇能否正常工作，如发现问题，要在修复后方可使用。

（3）使用空调必须保持系统的清洁，特别是需经常清除冷凝器和蒸发器散热片中的灰尘，以保持良好的热交换效果。

（4）当车辆在太阳下停放时间过长，车厢内温度很高时，应首先打开车门、车窗，开启空调驱散热气，然后关闭门、窗，以提高空调制冷效果。

（5）空调系统应在发动机冷却水温度正常时使用，如发动机因大负荷工作引起水温过高，需暂停使用空调，直至水温正常再重新开启。

（6）应避免在停车时，或在怠速、高温下长时间使用空调，以免因系统温度和压力过高而损坏。

（7）桑塔纳2000型轿车使用HFC134a制冷剂，不允许与R12（氟里昂）混用，否则会引起制冷性能下降和系统损坏。

（8）在不使用空调的季节，每周也需使空调工作5～10min，以便润滑空调系统，防止压缩机等部件内部生锈，保持良好的技术状态。

（二）空调系统的检修

1. 检修空调制冷系统时应注意的事项

①检修空调时，要避免制冷剂与皮肤接触，要戴好橡胶手套和防护眼镜。

②检修空调时要在通风良好的场所进行。因为制冷剂在室温下是无色无味气态，密度比空气大，会沉积在维修场所，如地沟、地下室等处，易造成人员窒息。

③不要让制冷剂接触明火，否则制冷剂遇明火后，会产生有毒气体。

④不要在空调系统保持压力状态下进行加热作业，如维修加热、焊接等，以避免系统内压力增大，造成系统损坏。

⑤在更换制冷循环系统零部件时，要首先排空管路中的制冷剂。

⑥在制冷剂排净后，才能打开螺纹接口，更换损坏的零件。打开的零部件和软管要防潮和防污，用密封帽封好。安装时，O 形密封环只能用一次。

⑦如果要清洗制冷系统的零部件，必须用干燥的氮气或氟里昂吹洗，不能用压缩空气。

2. 空调系统的一般维护

（1）日常维护

为了减少空调系统的故障，提高使用寿命，驾驶员对空调系统的日常维护是十分重要的。

①经常利用视液镜检查制冷剂量，在制冷系统工作时，如果视液镜内出现大量气泡，说明制冷剂量不足或系统内渗入空气。

②经常检查空调压缩机带的松紧度。

③在不使用空调系统的季节不要把空调压缩机带拆下，但可稍微松弛一点；最好每隔一段时间能让空调工作 5～10min。

④要经常保持冷凝器、蒸发器表面清洁。

⑤经常观察管路接头、冷凝器表面等有无油渍，用来判断系统的渗漏情况。

⑥使用空调时，压缩机、鼓风机等出现不正常响声，应停止使用，查明故障原因。

（2）定期维护

汽车空调系统的定期维护一般结合车辆二级维护作业同步进行。二级维护项目如表 8-3 所示。

表 8-3　空调系统二级维护作业

类别	序号	作业项目	要　　求
制冷循环系统	1	检查高低压管路	软管无起泡、老化或破损现象；硬管无裂纹或渗漏现象；管路没有与其他机件发生摩擦干涉现象；管路固定良好
	2	检查节流阀	节流阀应无堵塞，能根据温度的变化而自动调节制冷剂的流量
	3	检查气液分离器	制冷系统正常工作时，气液分离器表面应无露或挂霜现象，必要时更换气液分离器
	4	检查、清洁蒸发器和冷凝器	蒸发器、冷凝器无渗漏；散热片无折弯、无尘土杂物堵塞现象
	5	检查制冷剂量	制冷系统工作时，观察视液镜应无气泡流动，但提高或降低转速时可能出现气泡，关闭冷气后立刻产生气泡，随后消失
压缩机	1	检查压缩机带松紧度	用大拇指以 98N 的力按下带中心点，新带的挠度为 9～11mm；用过旧带的挠度值为 11～16mm
	2	检查油封	油封处不应有渗油现象
	3	检查润滑情况	观察压缩机运转状况，检查压缩机润滑油量
电器系统	1	检查鼓风机工作状况	鼓风机各挡位工作正常，无异响，叶片无裂损
	2	检查散热器风扇工作状况	空调系统工作时，风扇运转，且将高压开关两接线短接后风扇能自动升挡提速
	3	检查低压开关	制冷高压管路中压力低于 0.2MPa 时，此开关断开，自动切断空调压缩机电磁离合器的工作电流；当压力大于 0.2MPa 时，应能自动接通
	4	检查蒸发器开关	当温度低于 1℃时，此开关断开，切断压缩机电磁离合器，高于 1℃时，开关闭合
	5	检查压缩机电磁离合器	离合良好，无打滑现象

3. 检查制冷剂量

起动发动机，将发动机转速稳定在1 500～2 000r/min，把空调功能键置于最大制冷状态，风机（包括冷凝器和蒸发器风机）置于最高转速，开动空调系统5min后通过视液镜进行观察。观察的现象、结论和处理方法如表8-4所示。

表8-4 通过视液镜观察制冷剂量

现象	结论	处理方法
视液镜下一片清晰，送风口有冷气吹出。在发动机转速提高或降低时，可能有少量气泡出现，关闭空调后随即起泡，然后渐渐消失（约45s内消失）	制冷剂量合适	
视液镜下有少量气泡出现，或者每隔1～2s就可看到气泡	制冷剂量不足	检漏，并补充制冷剂至适量
视液镜下一片清晰。并有冷气输出。关闭空调后15s内不起泡	制冷剂量过多	释放一些制冷剂
视液镜下看到很多泡沫或者气泡消失，视液镜内呈油雾状或出现机油条纹	制冷剂严重不足或根本无制冷剂	检漏，修理泄漏部位，重新充灌制冷剂至适量
视液镜下出现云堆状景象	干燥剂已分散，并随制冷剂流动	更换干燥剂

4. 使用歧管压力表对制冷系统故障进行诊断

利用歧管压力表测量制冷系统高低压两侧的压力，可根据测量值来判断故障性质和部位。

发动机处于工作状态，将转速控制在1 500～2 000r/min，让压缩机工作，但不要超过30s（保护低压表），观察高低压表的读数。

①制冷循环工作正常时，低压表的读数约为0.12～0.20MPa，高压表的读数约为1.20～1.50MPa。

②高低压压力表读数不正常，其故障原因及排除方法如表8-5所示。

表8-5 高低压表读数不正常故障

低压表读数	高压表读数	故障原因	排除方法
较低	较低	制冷剂不足	加注部分制冷剂
		制冷系统有泄漏	检漏修复后，加注适量制冷剂
		制冷系统内有水分	放净制冷剂，充分抽真空，排除湿气，重新加注制冷剂
		制冷剂流动不畅	检查节流阀、气液分离器、管路等
太高	太高	制冷剂过多	放出部分制冷剂
		冷凝器散热不良	检查冷凝器风扇工作情况，检查清洗冷凝器
		节流阀工作不良	检查节流阀，必要时更换
		系统中混入空气	放净制冷剂，抽真空后重新加注制冷剂
有时真空，有时正常	正常	制冷系统内有水分	放净制冷剂，充分抽真空，排除湿气，重新加注制冷剂
真空	很低	制冷系统不循环	按制冷系统内有水分处理 更换节流阀，更换气液分离器 检查制冷剂是否被污染
太高	太低	压缩机内部故障	更换故障件或压缩机
太低	太高	高压管路或零件堵塞或被压扁	清洗或更换零件 检查冷冻机油是否被污染

5. 制冷剂的充注

歧管压力表是维修空调系统普遍采用的工具。歧管压力表如图 8-14 所示，它由高低压力指示表、高低压阀门手动阀、接红色软管通高压侧的管接头、接绿色软管用于抽真空和加注制冷剂的管接头、接蓝色软管通低压侧的管接头组成。歧管压力表高低压阀门的开闭有四种组合状态，各状态的功能如表 8-6 所示。

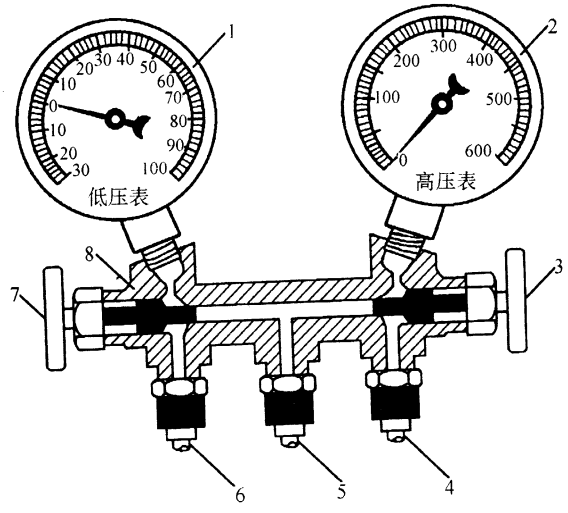


图 8-14　歧管压力表

1-低压表；2-高压表；3-高压阀门手动阀；4-高压表管接头；5-中间管接头；6-低压表管接头；7-低压阀门手动阀；8-表座

表 8-6　高低压阀门在各位置的功能

高低压阀门位置	功　　用
高低压阀门同时关闭	制冷系统故障诊断
低压阀门开、高压阀门关	制冷系统加注制冷剂
低压阀门关，高压阀门开	制冷系统检漏及快速加液
高低压阀门同时开	制冷系统抽真空
注：高低压阀门开是指高低压表与制冷系统及中间管接头相通；高低压阀门关是指高低压表与中间管接头不通，但分别与制冷系统相通。	

下面介绍一下使用歧管压力表进行制冷剂充注的方法。

（1）抽真空

在进行制冷剂充注时，首先要对制冷系统抽真空。

①将歧管压力表上的软管分别接到高压、低压管接头上，打开压力表高低压手动阀，将中间管接到真空泵吸气口上。

②起动真空泵，然后打开歧管压力表的高低压手动阀，直至低压表指示到－0.1MPa（710mmHg）时，关闭高低压手动阀，并停转真空泵。使空调系统静止状态维持 5～10min，查看低压表的读数是否上升，如稳定不变，说明系统密封良好，已完成抽真空作业。一般情况下 10min 内低压表的上升率要小于 0.003MPa（25mmHg），否则说明有泄露处，应修复后再抽真空。在空调系统抽真空时，当海拔每上升 300m，真空表的读数应降低 0.003MPa（25mmHg）。

（2）加注制冷剂

①在空调系统抽完真空后，同时关闭歧管压力表的高低压阀门。

②从真空泵接头上取下歧管压力表中间管，连接到制冷剂罐上。打开制冷剂罐注入阀，拧

松歧管压力表中央胶管接头上的螺母，直至听到“丝丝”声，排除管路内的空气后再拧紧螺母，操作过程如图 8-15 所示。

③正立制冷剂罐，打开歧管压力表低压阀门，中速运转发动机并打开空调开关，从制冷系统的低压侧注入气态制冷剂，直到视液镜中的气泡消失或歧管压力表的高低压力表分别指示 1.45～1.50MPa 和 0.15～0.2MPa 为止。气温降低时，为加快注入制冷剂的速度，可将制冷剂罐放在 40℃以下的温水中加热，保持制冷剂罐内的蒸气压力稍高于制冷系统中蒸气压力，缩短加注制冷剂的时间。

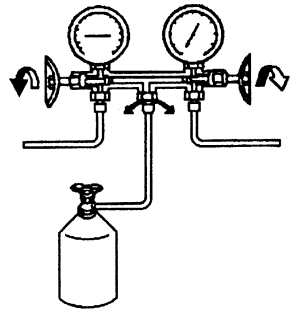


图 8-15　制冷剂的加注

④在加注过程中，一罐加注完后，关闭注入阀，立即在制冷剂罐上拆下注入阀，再装上一个新的制冷剂罐，重复上述加注制冷剂操作程序，直至加到规定量。制冷系统中加注规定量的制冷剂后，立即关闭歧管压力表的低压侧手动阀，关闭制冷剂罐上的注入阀，停转发动机，用抹布将高低压两侧软管从检修阀上拆下，以免眼睛和皮肤溅上制冷剂。

（三）主要总成的检修

1. 检修前的注意事项

（1）首先应检查发动机的冷却系统、燃油供给系统和电气系统，若有问题，必须首先将其修好，再检修空调系统。

（2）如果在车上修理并拆卸制冷系统零部件时，操作时必须戴手套及防护眼镜，以免制冷剂外泄造成对人体暴露部位的冻伤。

（3）因制冷剂在常温常压下是无色、无味、无毒的气体，且密度比空气大，在通风条件差的场所易造成窒息的危险，因此，应将制冷剂排放到远离工作场所且通风性能较好的场所，最好收集到密封的容器中。

（4）在制冷剂未排放完前，切勿锡焊、气焊制冷系统零部件，避免制冷剂遇明火分解成对人体健康极其危险的剧毒气体。

（5）在正式连接管子之前，系统各部件的密封塞不得拆除，以免水气或异物进入而影响系统的正常工作。

2. 压缩机的检修

（1）压缩机的拆卸

①拔下蓄电池插头。

②排放制冷剂。

③拆卸高、低压管，封闭管口，防止异物侵入。

④拆卸电磁离合器导线。

⑤拆卸压缩机固定螺栓。

⑥拆下压缩机。

（2）压缩机的解体

压缩机与电磁离合器的主要组成部件，如图 8-16 和图 8-17 所示。

（3）压缩机的安装

①安装压缩机时，必须使离合器带轮、发动机带轮的带槽对应面处在同一平面内。

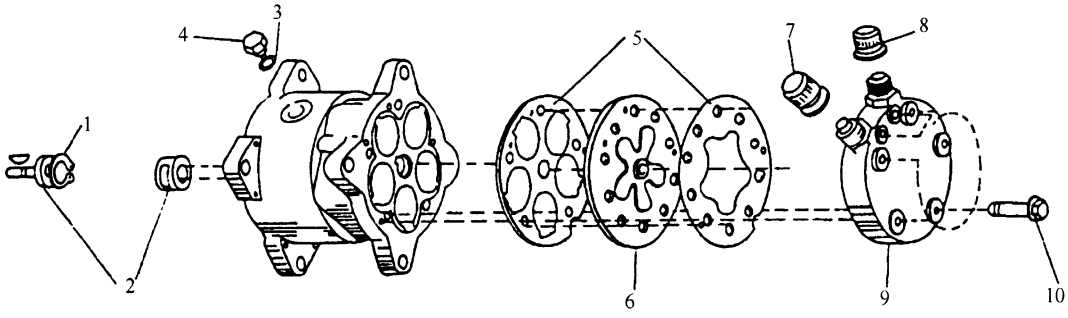


图 8-16　压缩机主要部件

1-孔用弹性挡圈；2-毡圈及密封组件；3-加油塞 O 形密封圈；4-加油塞；5-阀板组件和气缸垫；6-阀板；7-吸气口护帽；8-排气口护帽；9-缸盖；10-缸盖螺栓

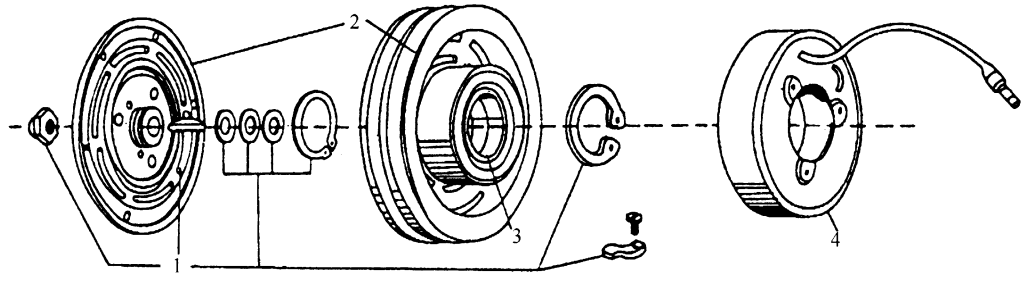


图 8-17　电磁离合器主要部件

1-附件（螺母、键、垫片、挡圈、线圈导线压板）；2-吸盘组件和带轮；3-轴承；4-线圈

②以规定力矩拧紧固定螺栓。

③冷凝器与风扇之间应保持一定间隙，一般不少于 20mm，压缩机及其托架和软管之间的间隙为 15mm。

④应更换高、低压管密封垫圈，检查发动机供油系统及冷却系统，防止渗漏。

3. 冷凝器的检修

（1）冷凝器的拆卸

①排放制冷系统的制冷剂。

②拆下冷却系散热器。

③拆下冷凝器进口管和出口管。

④拧下固定螺栓，拆下冷凝器。

（2）冷凝器的安装

①安装前应充分清洁冷凝器表面，确保有足够的空气流经冷凝器盘管表面，使其充分散热。

②安装时注意冷凝器下部的正确位置，上端与发动机罩的间隙不得小于 5mm。

4. 蒸发器的检修

（1）蒸发器的拆卸

①排放制冷系统的制冷剂。

②拆下新鲜空气风箱盖。

③拆下蒸发器。

④拆下低压管固定件及压缩机管路，并封住管子端部。

⑤拆下高压管固定件及储液干燥器，并封住管子端部。

⑥拆下仪表板右侧下部挡板及网罩。

⑦拆下蒸发器口的感应管。

⑧拆下蒸发盘，取出蒸发器。

（2）蒸发器的安装

①蒸发器外壳下方有排水孔，应保证排水孔通畅，不能阻塞或遮挡。

②连接电线与发动机机体之间的距离至少为50mm，与燃油管的间隙最少为100mm。

③安装蒸发盘时，应将边缘安置在横向盘网的凸缘上。

④蒸发器上插有感温开关的毛细管，安装时切勿将感温管扭曲，为防止将其拔出，应将其夹紧。

5. 储液干燥器的检修

（1）储液干燥器的拆卸

①拔下蓄电池插头。

②排放制冷系统的制冷剂。

③拆下管路接头，封住管子端部。

④拆下储液干燥器。

（2）储液干燥器的安装

储液干燥器的安装如图8-18所示。

①储液干燥器应垂直安装，冷凝器的出口接储液干燥器入口。

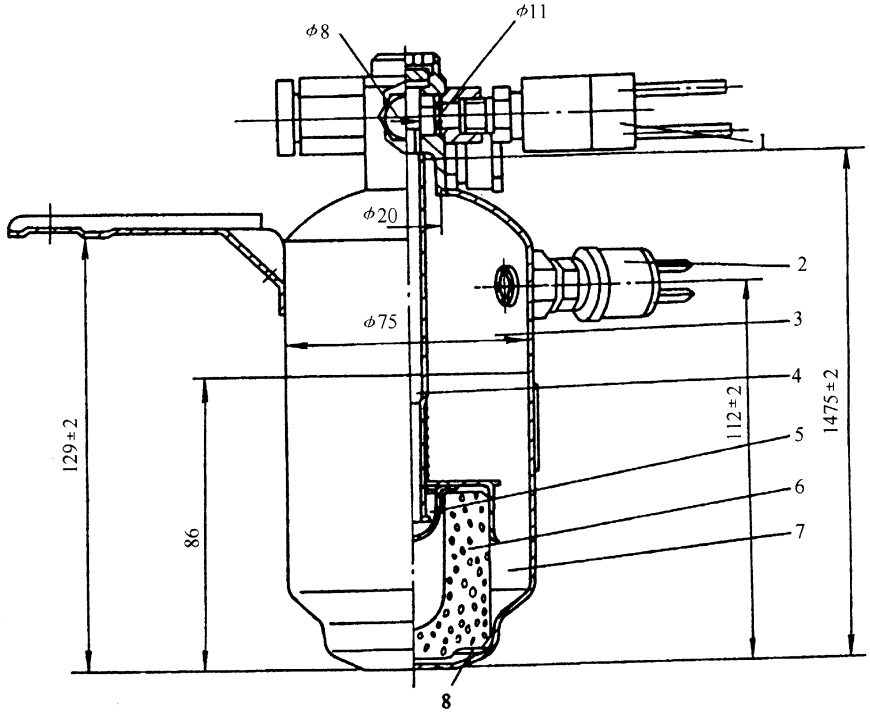


图8-18　储液干燥器

1-高压开关；2-低压开关；3-上体组件；4-输液管组件；5-滤网；6-储液干燥器；7-下体；8-毡垫

②在抽真空之前方可将导管接至储液干燥器入口。

6. 空调系统各主要部位的拧紧力矩（N·m）

高压开关	27	过渡接头和螺母	8mm 管子	12～15
低压开关	18		3/4in 管子	20～25
压紧螺母	45		7/8in 管子	30～35
离合器锁紧螺母	33～41	其他螺栓和螺母	M6×1.0	8～12
压缩机缸盖螺栓	29～33		M8×1.25	20～30
压缩机放油塞	8～12		M10×1.25	40～55
压缩机排气软管接头	19.6～24.5		M10×1.5	37～52
压缩机吸气软管接头	29.4～34.3		M12×1.25	75～105
离合器导线夹紧螺钉	3～10		M12×1.5	70～90

四、空调系统的故障诊断与排除

汽车空调系统的大多数故障都必须由专业技工修理，驾驶人员只需作一般性问题处理。如果发现空调系统不制冷，或制冷量不足，首先，应安装好各种量表，根据各量表的情况再结合外部的检查，判定引起故障的原因，然后，参阅表 8-7 所示的各种故障现象、产生原因及排除方法，予以排除或修理。

表 8-7　空调系统故障排除表

故障现象	产　生　原　因	排　除　方　法
系统不能产生冷空气，失去制冷作用	1. 驱动皮带太松或皮带断裂 2. 压缩机不工作，皮带在皮带轮上打滑，或者离合器接合后皮带轮不转 3. 压缩机阀门不工作，在发动机不同转速下，高、低压表读数仅有轻微变动 4. 膨胀阀不能关闭，低压表读数太高，蒸发器流液 5. 熔断器熔断，接线脱开或断线，开关或鼓风机的电动机不工作 6. 制冷剂管道破裂或泄漏，高、低压表读数为零 7. 储液干燥器或膨胀阀中的细网堵死，软管或管道堵死，通常在限制点起霜	1. 拉紧皮带或更换皮带 2. 拆下压缩机，修理或更换 3. 修理或更换压缩机阀门 4. 更换膨胀阀 5. 更换熔断器、导线，修理开关或吹风机的电动机 6. 换管道，进行系统检漏，修理或更换储液干燥器 7. 修理或更换储液干燥器
冷空气量不足	1. 压缩机离合器打滑 2. 出风通道空气不足 3. 鼓风机的电动机运转不顺畅 4. 外面空气管道开着 5. 冷凝器周围的空气流通不够，高压表读数过高 6. 蒸发器被灰尘等异物堵住 7. 蒸发器控制阀损坏或调节不当，低压表读数太高 8. 制冷剂不足，观察玻璃处有气泡，高压表读数太低 9. 膨胀阀工作不正常，高低压表读数过高或过低 10. 储液干燥器细网堵住，高低压表读数比正常高或低 11. 系统有水汽，高压侧压力过高 12. 系统有空气，高压表值过高，观察玻璃处有气泡或呈云雾状 13. 辅助阀定位不对	1. 拆下离合器总成，修理或更换 2. 清洗或更换空气滤清器；清除通道中的阻碍物，排顺绕住的空气管 3. 更换电动机 4. 关闭通道 5. 清洁发动机散热器和冷凝器，安装强力风扇、风扇挡板，或重新摆好散热器和冷凝器的位置 6. 清洗蒸发器管道和散热片 7. 按需要更换或调节阀门 8. 向系统充液，直至气泡消失、压力读数稳定为止 9. 清洗细网或更换膨胀阀 10. 清除系统，更换储液干燥器 11. 清除系统，更换储液干燥器 12. 清除，抽气和加液 13. 转动阀至逆时针方向的最大位置

续表

故障现象	产生原因	排除方法
系统间断制冷	1. 压缩机离合器打滑 2. 电路开关损坏、鼓风机的电动机开关损坏 3. 压缩机离合器线圈松脱或接触不良 4. 系统中有水汽，引起部件间断结冰 5. 热控制失灵，低压表读数偏低或过高 6. 蒸发器控制阀粘住	1. 拆下压缩机，修理或更换 2. 更换损坏部件 3. 拆下修理或更换 4. 更换膨胀阀或储液干燥器 5. 更换热控制 6. 清洗系统并抽气，更换储液干燥器使全控制阀复位，向系统加液
系统太冷	1. 热控制不当 2. 空气分配不好	1. 更换热控制 2. 调节控制表板的拉杆
空调系统噪声大	1. V形皮带松动或过度磨损 2. 压缩机零件磨损或安装托架松动 3. 压缩机油面太低 4. 离合器打滑或发出噪声 5. 鼓风机的电动机松动或磨损 6. 系统中制冷剂过量，工作发出噪声，高、低压表读数过高，观察玻璃有气泡 7. 系统中制冷剂不足，使膨胀阀发出噪声，观察玻璃有气泡及雾状，低压表读数过低 8. 系统中有水汽，引起膨胀阀发出噪声 9. 高压辅助阀关闭，引起压缩机颤动，高压表读数过高	1. 拉紧皮带，或更换皮带 2. 拆卸压缩机，修理或更换，拧紧托架 3. 加油 4. 拆下离合器修理或更换 5. 拧紧电动机的安装连接件；拆下电动机修理或更换 6. 排放过剩之制冷剂，直到压力表读数降到标准值，且气泡消失 7. 找出系统漏气地点，清除系统及修理，抽空系统并更换储液干燥器，向系统加液 8. 清除系统，抽气，更换储液干燥器，加液 9. 立即把阀门打开
不供暖或暖气不足	1. 暖风散热器心内部堵塞 2. 暖风散热器心表面气流受阻 3. 暖风散热器心管子内部有空气 4. 温度门位置不正确 5. 温度门真空驱动器损坏 6. 鼓风机损坏 7. 鼓风机继电器、调温电阻损坏 8. 热水开关损坏 9. 发动机的节温器损坏	1. 冲洗或根据需要更换心子 2. 用空气吹通散热器心表面 3. 排出管内空气 4. 调整拉线 5. 修理或更换 6. 修理或更换 7. 修理或更换 8. 修理或更换 9. 修理或更换
鼓风机不转	1. 熔断器熔断或开关接触不良 2. 鼓风机电机损坏 3. 鼓风机调速电阻损坏	1. 检查熔断器和开关，用细砂纸轻擦开关触点 2. 修理或更换 3. 更换
漏水	1. 软管老化、接头不牢 2. 热水开关关不死	1. 更换水管、接牢接头 2. 修复热水开关
过热	1. 调温风门调节不当 2. 发动机节温器损坏 3. 风扇调速电阻损坏	1. 重调 2. 修理或更换 3. 更换
除霜热风不足	1. 除霜风门调整不当 2. 出风口堵塞 3. 供暖不足	1. 重调 2. 清理 3. 见供暖不足部分
操纵吃力或不灵	1. 操纵机构卡死，风门粘紧 2. 所有真空驱动器失灵	1. 调整或修理 2. 更换
暖风散热器有异味	1. 暖风散热器进水接头漏水 2. 暖风散热器管漏水	1. 拧紧 2. 更换

第九章　仪表系统

一、仪表板的结构与检修

（一）仪表板的结构

桑塔纳轿车的仪表板上具有冷却液温度表、燃油表、车速里程表、发动机转速表、数字钟以及指示灯和报警灯。各种仪表、指示灯和报警灯的安装位置如图 9-1 所示。

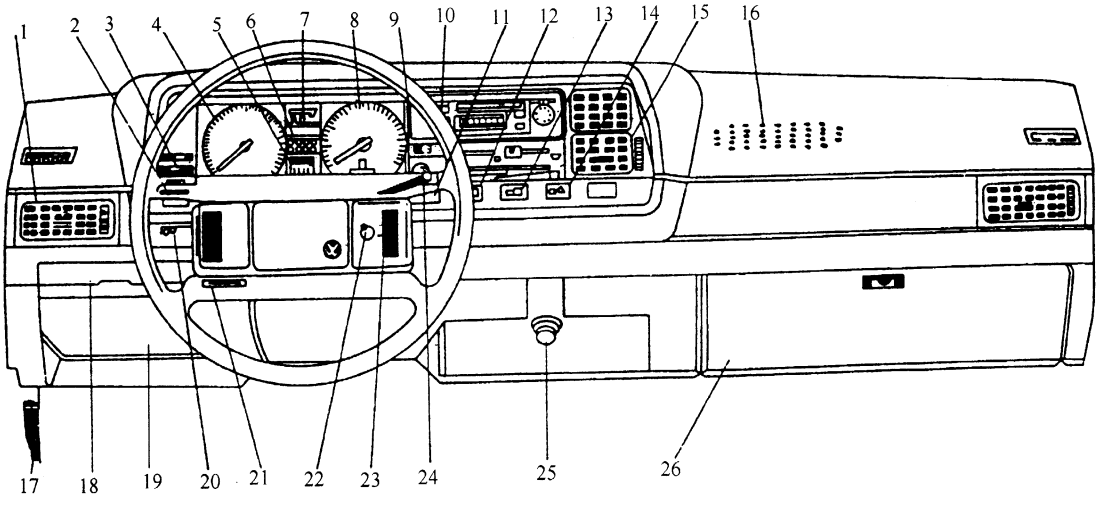


图 9-1　桑塔纳轿车仪表板布置

1-出风口；2-灯光总开关及仪表板照明调节器；3-阻风门和制动指示灯；4-车速里程表；5-数字式电钟；6-警告灯；7-冷却液温度表；8-带有燃油表的转速表；9-暖风及通风或空调装置的鼓风机控制杆；10-收放机；11-空格；12-雾灯开关；13-后窗除霜器开关；14-紧急灯开关；15-出风口；16-喇叭放音口；17-发动机盖锁钩脱开手柄；18-小杂物箱；19-熔断器保护壳；20-转向信号及变光灯拨杆开关；21-阻风门拉手；22-转向器锁/点火开关；23-喇叭按钮；24-风窗刮水器及洗涤器拨杆开关；25-点烟器；26-杂物箱

桑塔纳轿车的全部仪表、指示灯和报警灯都装在一个硬塑料盒（仪表盘座框）内。塑料盒表面有一块向内凹的透明有机玻璃。塑料盒背面有一张能覆盖全部背面的聚乙烯塑料薄膜，薄膜层之间嵌有一张印刷电路板。

上海桑塔纳 2000 轿车仪表板在车上的布置如图 9-2 所示，其上具有冷却液温度表、燃油表、车速里程表、发动机转速表、数字钟、动态油压报警、防冻液液位报警、高温报警、燃油不足报警和阻风门、停车制动、充电、后风窗加热除霜、远光指示和内照明等 21 种仪表和功能，如图 9-3 所示，组合仪表的电路如图 9-4 所示。采用电子仪表或电子控制的装置有 11 项。夜间显示采用导光装置、透过式标度盘和导光指针，照明清晰美观富有立体感（桑塔纳轿车采用反射式全表面照明、无立体感）。该组合仪表与桑塔纳轿车通用 31 种 57 件。

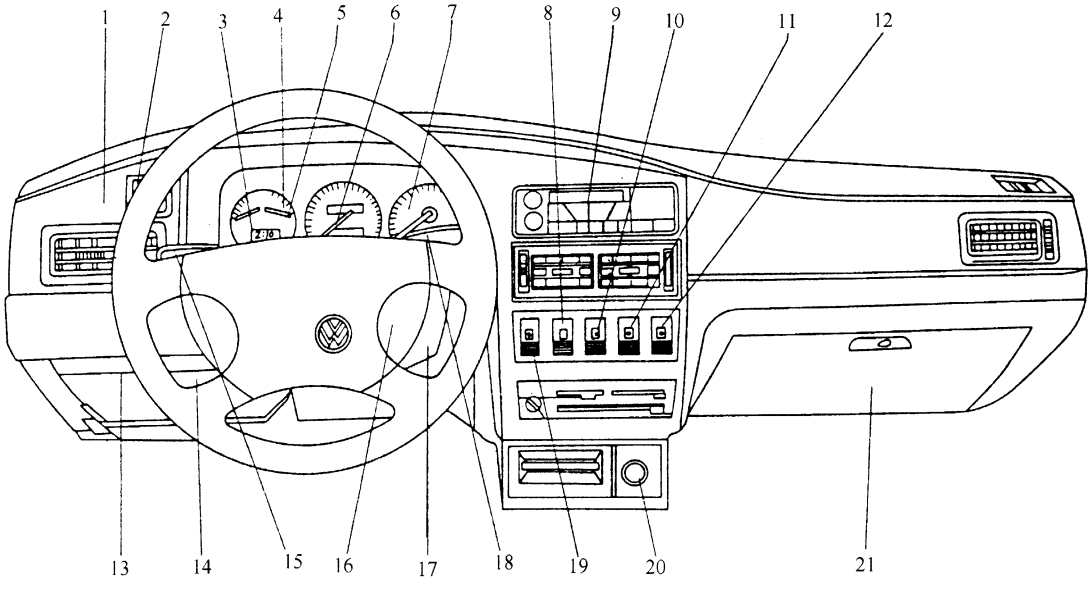


图 9-2　桑塔纳 2000 轿车仪表板布置

1-出风口；2-灯光开关及仪表板照明调节器；3-数字式电子钟；4；冷却液温度表和燃油表；5-信号灯/报警灯；6-车速里程表；7-转速表；8-备用开关座；9-收放机；10-雾灯开关；11-后窗加热开关；12-危险报警闪光灯开关；13-熔断器盒板壳；14-阻风门拉手；15-转向信号及变光拉杆开关；16-喇叭按钮；17-转向器锁/点火开关；18-风窗刮水器及洗窗装置拨杆开关；19-空调装置开关；20-点烟器；21-杂物箱

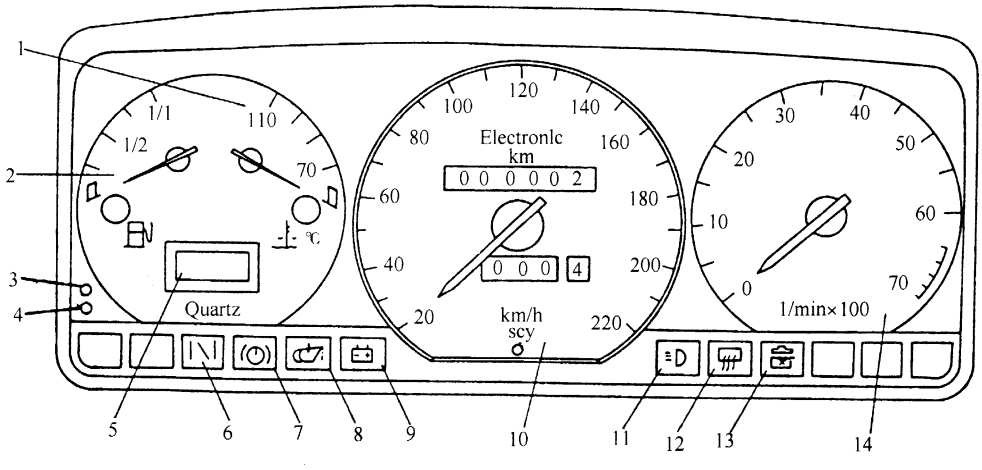


图 9-3　桑塔纳 2000 轿车组合仪表板的组成

1-冷却液温度表；2-燃油表；3-电子钟分钟调整旋钮；4-电子钟时钟调整旋钮；5-电子液晶钟；6-阻风门拉起指示灯（仅 GLs）；7-手制动拉起和制动液面警告灯；8-机油压力警告灯；9-充电指示灯；10-电子车速里程表；11-远光指示灯；12-后窗除霜加热指示灯；13-冷却液液面警告灯；14-电子发动机转速表

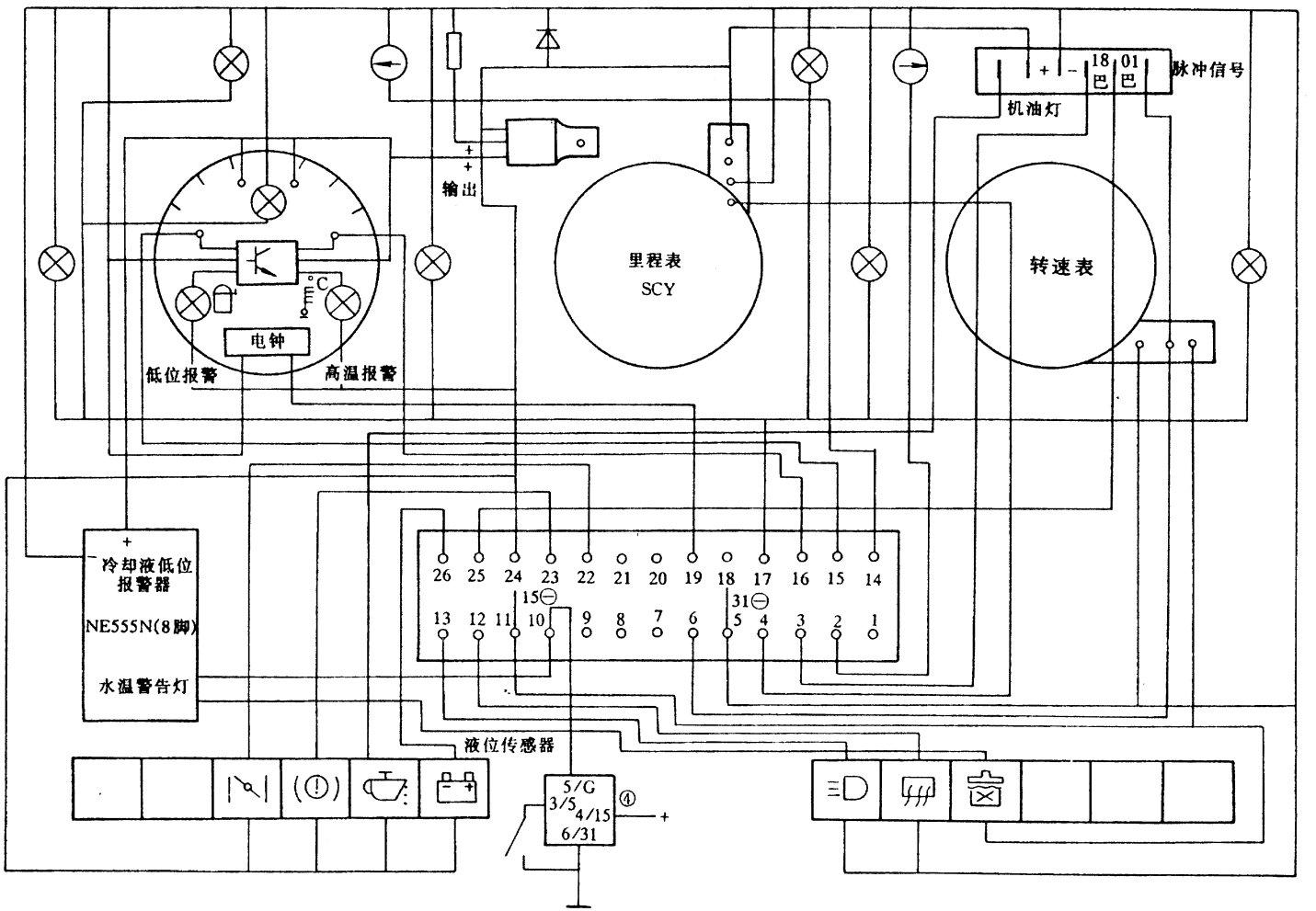


图 9-4　桑塔纳 2000 轿车组合仪表电路图

（二）仪表板的检修

1. 组合仪表的拆卸

桑塔纳轿车组合仪表的拆装关系如图 9-5 所示。

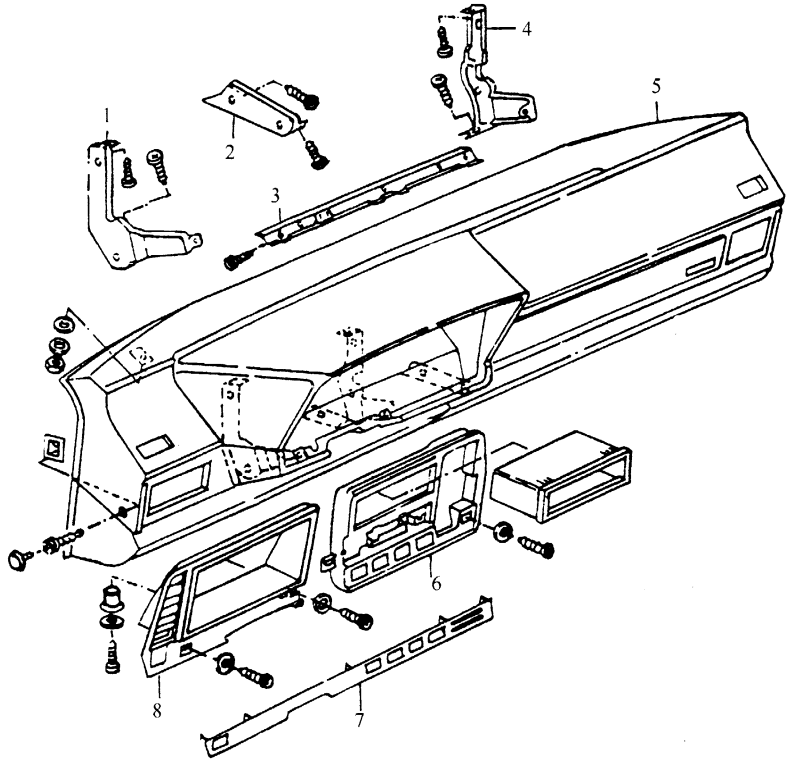


图 9-5　仪表拆装关系图

1、2、4-仪表板支架；3-加强板；5-仪表板总成；6-右仪表板饰板；7-仪表板饰板；8-左仪表板饰板

先拆下蓄电池的负极电缆，撬出仪表板饰板，然后按图 9-6 中箭头所示旋下组合外饰板上螺钉，并取下外饰板。旋下组合仪表板上的螺钉，从后侧抓住仪表板，如图 9-7 箭头所示，卸下车速表软轴的插头，使仪表板前倾并把它取下。

2. 组合仪表发光二极管的检查

四个报警灯都是使用发光二极管，发光二极管损坏率较高。若需检查发光二极管，可将该

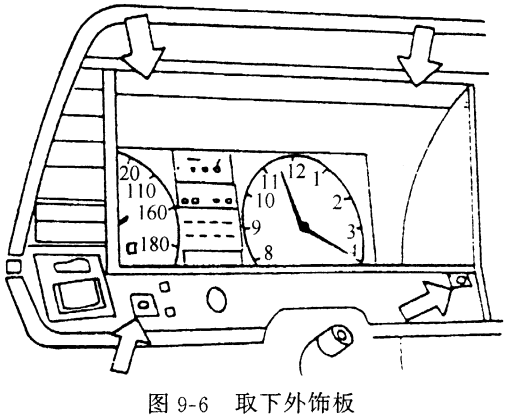


图 9-6　取下外饰板

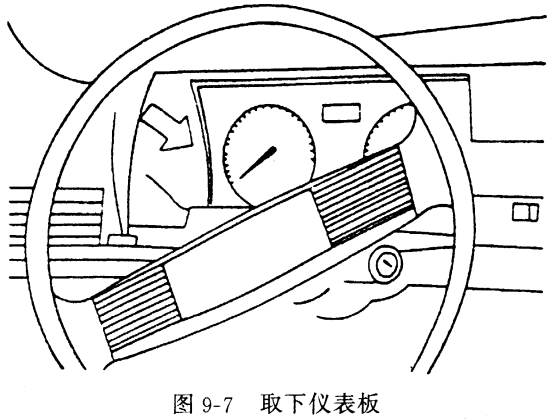


图 9-7　取下仪表板

二极管拆下，采用测试仪器VW1315测试。先同时按下电阻和电压测试按钮，如图9-8所示，再将红色接线柱①接到发光二极管正极，将黑色接线柱②接到发光二极管，发光二极管应亮。

3. 组合仪表稳压器的检查

桑塔纳轿车组合仪表上有一稳压器，同时连接于燃油表和冷却液温度表指示系统。如果燃油表和冷却液温度表指示不准确，很可能是稳压器的故障。检查时，将电压表接在输出正极和接地端之间，如图9-9所示，指示仪器的电压必须在10V左右，若大于10.5V或小于9.5V，说明该稳压器有故障。

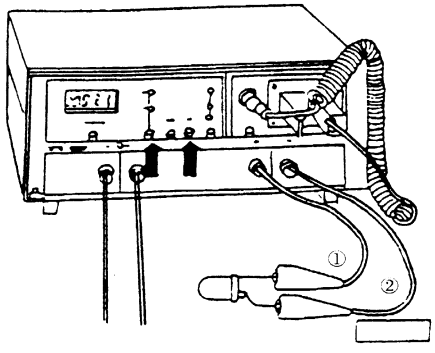


图9-8　检查发光二极管

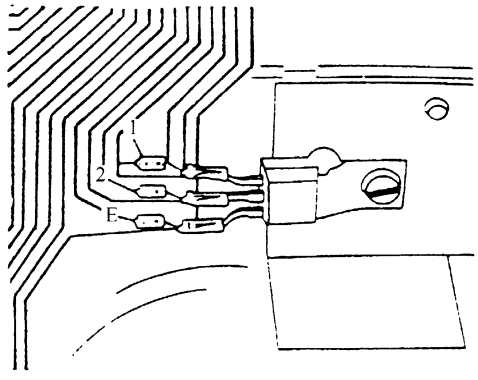


图9-9　检查稳压器

二、燃油表的结构与检修

（一）燃油表的结构

燃油表的作用是用来指示油箱内燃油平面高低的。燃油表由带稳压器的油面指示表和油面高度传感器组成。桑塔纳轿车的燃油表为电热式，燃油表传感器为滑动电阻式。燃油表与冷却液温度表及其指示灯共用一个稳压电源，仪表工作电压为9.5～10.5V。油平面高低变化使浮子上下运动，从而带动变阻器的滑片滑动，使变阻器的电阻得以改变。当燃油表显示满载时，变阻器阻值为50Ω，当燃油表显示空载时，变阻器阻值为560Ω。燃油表的工作原理图如图9-10所示，其电路图如图9-11所示。

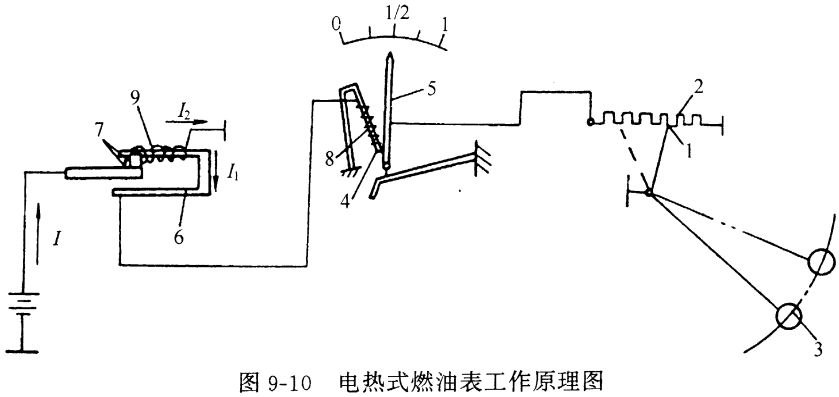


图9-10　电热式燃油表工作原理图

1-滑动接触片；2-可变电阻；3-浮子；4-双金属片；5-燃油表指针；6-稳压器双金属片；7-触点；8-燃油表电热丝；9-稳压器电热丝

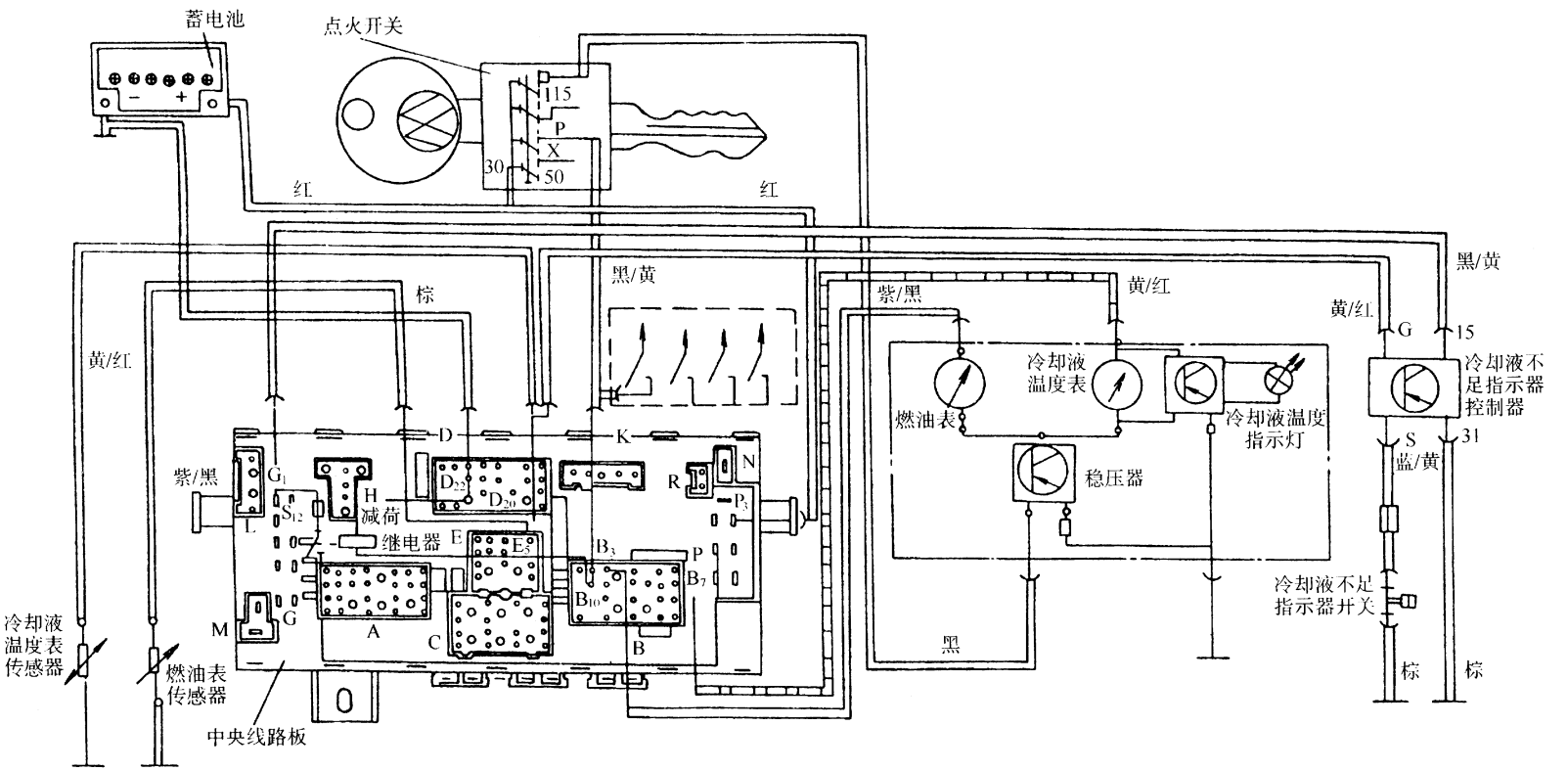


图 9-11　燃油表、冷却液温度表等的接线图

电流自蓄电池经稳压器的双金属片6、燃油表电热丝8、油面高度传感器的可变电阻2和滑动接触片1，最后回到蓄电池。

当燃油箱中的油面高度和浮子3处于最低位置时，滑动接触片触头1位于可变电阻2的右端，此时电阻最大而电流最小，指示表的电热丝8散发的热量也最少，使得双金属片4产生较小的变形，指针5处于“0”位。当油面高度增加时，触头1逐步向左移动，回路电阻减小，电流增大，双金属片4热变形增大，指针5随之右移，当油箱加满时，指针移到最右端刻度。

燃油表传感器上，有一根棕色导线接地，油量信号经紫/黑色导线进入中央线路板E5接点，通过中央线路板内部结构与B3接点相导通，紫/黑色导线经过仪表板白色14孔插件进入仪表板印刷线路板与燃油表连接，燃油表电源由稳压器输出端供给。

（二）燃油表的检修

（1）燃油表不工作，通常原因是连接导线断路或接触不良，燃油箱内液面传感器损坏或仪表盘上的稳压器损坏（此时冷却液温度表也不正常）。使用万用表检查可以检查出故障所在，应及时检修，有必要时更换零部件。

（2）燃油表指示不正确，指针跳动或停留在某一刻度上。通常的原因是液面传感器的变阻器磨损氧化、锈蚀造成的接触不良所致，可先采用清洁测量，有必要时更换。

（3）用外接电阻测试燃油表，如果表头指针不偏转或偏转值与标准值不在公差范围内，应在排除了线路故障的前提下，检查稳压器或燃油表。

（4）用电压表测量燃油表电源处电压，在点火开关置于ON时，应在9.5～10.5V之间。

如果电压不在额定范围内，应检查稳压器；如电压符合标准，则检查燃油表，必要时更换燃油表。

三、冷却液温度表的结构与检修

（一）冷却液温度表的结构

桑塔纳轿车冷却液温度表属电热式温度表，与燃油表共用一个稳压器。冷却液温度表的工作电压在9.5～10.5V范围之内。

水温表传感器的电阻为负温度系数的热敏电阻，当发动机水温达到115℃左右时，水温表传感器阻值为62Ω，此时水温表指示满刻度，同时冷却液温度，液位指示灯应闪光报警。当发动机冷机时，电阻值在500Ω左右，水温表指针指向左面低位刻度。

冷却液温度传感器外壳直接接地，上有一黄/红色导线进入中央线路D29结点，中央线路板内部结构与B7结点相导通。而经与B7结点相连接的黄/红色导线通过仪表板处白色14孔接插件送入仪表板印刷线路板与水温表连接。还经与B7结点相连接的黄/红色导线与冷却液不足指示控制器G脚相连接。冷却液不足指示器控制器15脚接受电门开关控制的电源，它可从位于中央线路板8号位的减荷继电器（又称中间继电器）上获得。经中央线路板G结点由黑/黄色导线与控制器的“15”相连接。而控制器“S”接柱经蓝/黄色导线串接冷却液不足指示器开关后接地，控制器“31”接线柱由棕色导线接地，如图9-11所示。

（二）冷却液温度表的检修

（1）稳压器输出电压不正常，造成冷却液温度表工作不稳定或不工作。检查方式与燃油表同。

（2）连接导线断路或接触不良，可用万用表检查。

（3）冷却液温度表表头有故障，可用外接电阻代替传感器，检查表头指针偏转与标定值是否一致。如果不一致，或没有指示，在连接导线良好、稳压器输出值正常情况下，应更换表头。如果外接电阻给定后，指针指示正常，则故障在冷却液温度传感器。

（4）冷却液温度传感器与冷却液的接触面水垢严重时，会造成热敏电阻的传感阻值与实际情况有误差。

（5）冷却液不足指示器开关损坏，拔下指示器开关线插头，检查是否有冷却液。两只黑色插脚有否裂纹，必要时更换。

（6）当发现冷却液不足指示器开关已损坏时，应同时检查连接线路和冷却液不足指示器控制器，如因冷却液腐蚀，可清洁，过甚时更换新件。

四、车速里程表的结构与检修

（一）车速里程表的结构

桑塔纳轿车使用的车速里程表由车速表和里程表两部分组成，既能指示汽车行驶的速度，也能记录所经过的里程（包括总里程和单程里程），并具有复零功能。如图 9-12 所示。车速表采用磁力车速表结构，里程表由三对蜗轮蜗杆、中间齿轮、单程里程计数轮、总里程计数轮和复零机构等组成。

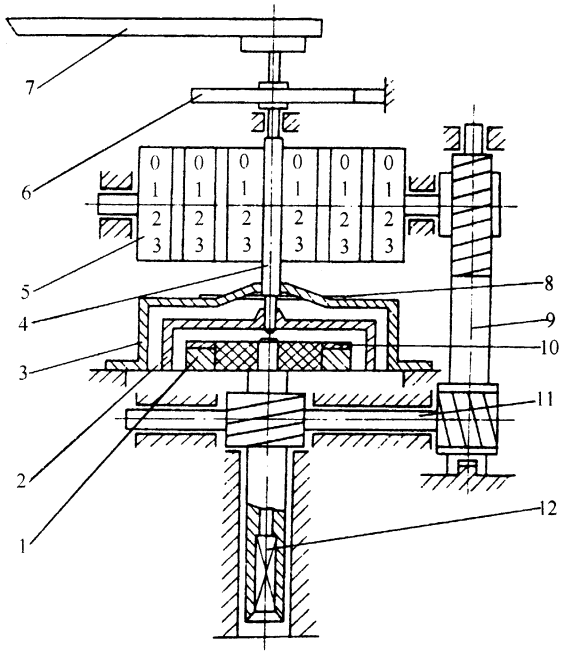


图 9-12　车速里程表

1-磁钢；2-感应罩；3-铁护罩；4-针轴；5-计数轮；6-游丝；7-指针；8-卡簧；9-竖直蜗轮轴；10-补偿环；11-水平蜗轮轴；12-转轴

汽车行驶时，通过与变速器输出轴齿轮相啮合的软轴驱动车速里程表内的三对蜗轮蜗杆，并由第三蜗轮带动总里程计右边第一记数轮（总里程计共有 6 个数字轮），并逐级向左传到其余的记数轮，累计出行驶的里程。总里程计上的齿轮通过中间齿轮，驱动单程里程计 1/10 位数字轮（单程里程计共有 4 个数字轮，包含 1/10 位数字轮），并向左逐级传到其余 3 个数字轮。

两种里程计的任何一位数字轮转动一圈，就使其左边的相邻计数轮转动 1/10 圈。车速里程表上有一单程里程计复位杆，当需要消除单程里程时，只需按一

下复位杆，单程里程计 4 个数字轮均复位为零。

上海桑塔纳轿车车速里程表能显示汽车行驶的速度，并记录所经过的里程（包括总里程和单程里程），还具有复零功能。测量车速的部分采用磁力车速表结构，记录里程的部分由三对蜗轮蜗杆、中间齿轮、单程里程计数轮，总里程计数轮及复零机构等组成。

汽车行驶时，由与变速器输出轴齿轮相啮合的软轴驱动车速里程表内的三对蜗轮蜗杆，由第三蜗轮带动总里程计右边第一计数轮（总里程计共有 6 个数字轮），且逐级向左传到其他计数轮，累计出行驶的里程。总里程计上的齿轮通过中间齿轮，驱动单程里程计 1/10 位数字轮（单程里程计共有 4 个数字轮，包含 1/10 位数字轮），并向左逐级传到其余 3 个数字轮。两种里程计的任何一位数字轮转动一圈，就使其左边的相邻计数轮转动 1/10 圈。车速里程表上有一单程里程计复位杆，当需要消除单程里程时，只需要按一下复位杆，单程里程 4 个数字轮均复位为零。

桑塔纳 2000 型轿车采用电子车速里程表，如图 9-13 所示。它由永久磁铁、矩形塑料框内线圈针轴、游丝、电子模块、步进电机、机械计数器等组成。由于它是从装于变速箱后部的传感器中取得脉冲信号，通过导线输送给指示表，避免了原机械式车速里程表用软轴传输转矩所带来的诸多缺点，并具有精度高、指针平稳和寿命长等特点。

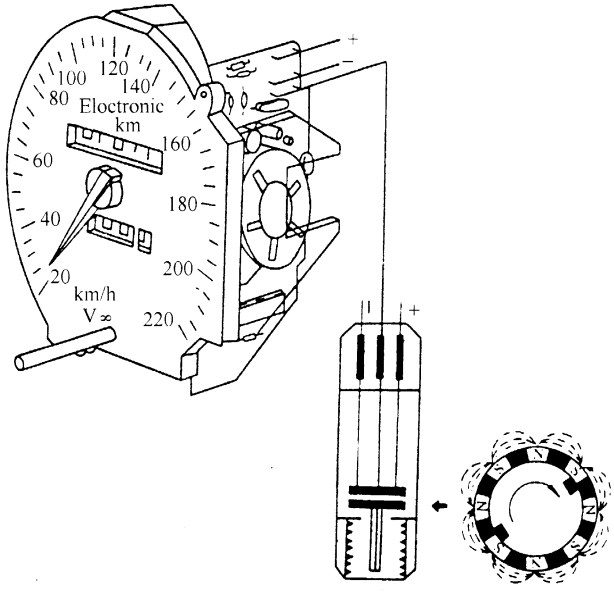


图 9-13　电子车速里程表

（二）车速里程表的检修

（1）里程表不工作或读数不准

故障的原因一般是：

①变速器输出轴驱动测量小齿轮的轮齿磨损严重，或者软轴与驱动测量小齿轮的啮合间隙过大。修理时，一般以更换新件为主。

②车速里程表内第二对蜗轮蜗杆的啮合间隙过大，传动松动。修理时，可旋松固定螺杆，检查调整间隙，调整合格后重新固定。

③桑塔纳 2000GLi、GSi 型还可通过专用阅读仪来检查。有必要时更换车速传感器。

（2）总里程计工作，但单程里程计不工作

一般原因为：单程里程计数轮与中间齿轮及中间齿轮与总里程计齿轮之间松脱或损坏，致使单程里程计不工作。

（3）车速表指针指示波动、指针不回零，或速度指示不正确

首先检查软轴是否磨损，再检查车速里程表表头的磁轴、游丝和其他零件是否磨损或由脏物造成阻卡、不灵活等现象。

将软轴接到车速里程表上去时，应将软轴笔直插入车速里程表的驱动轴孔内，并保证不使软轴与其他线束任意交错，造成软轴卡死或弯曲。

五、发动机转速表的结构与检修

（一）发动机转速表的结构

桑塔纳轿车采用电子式发动机转速表，取点火线圈中初级电流中断时产生的脉冲信号在点火线圈中转换成电压脉冲，经转速表中的数字集成电路计算后显示出发动机的转速，如图9-14所示。

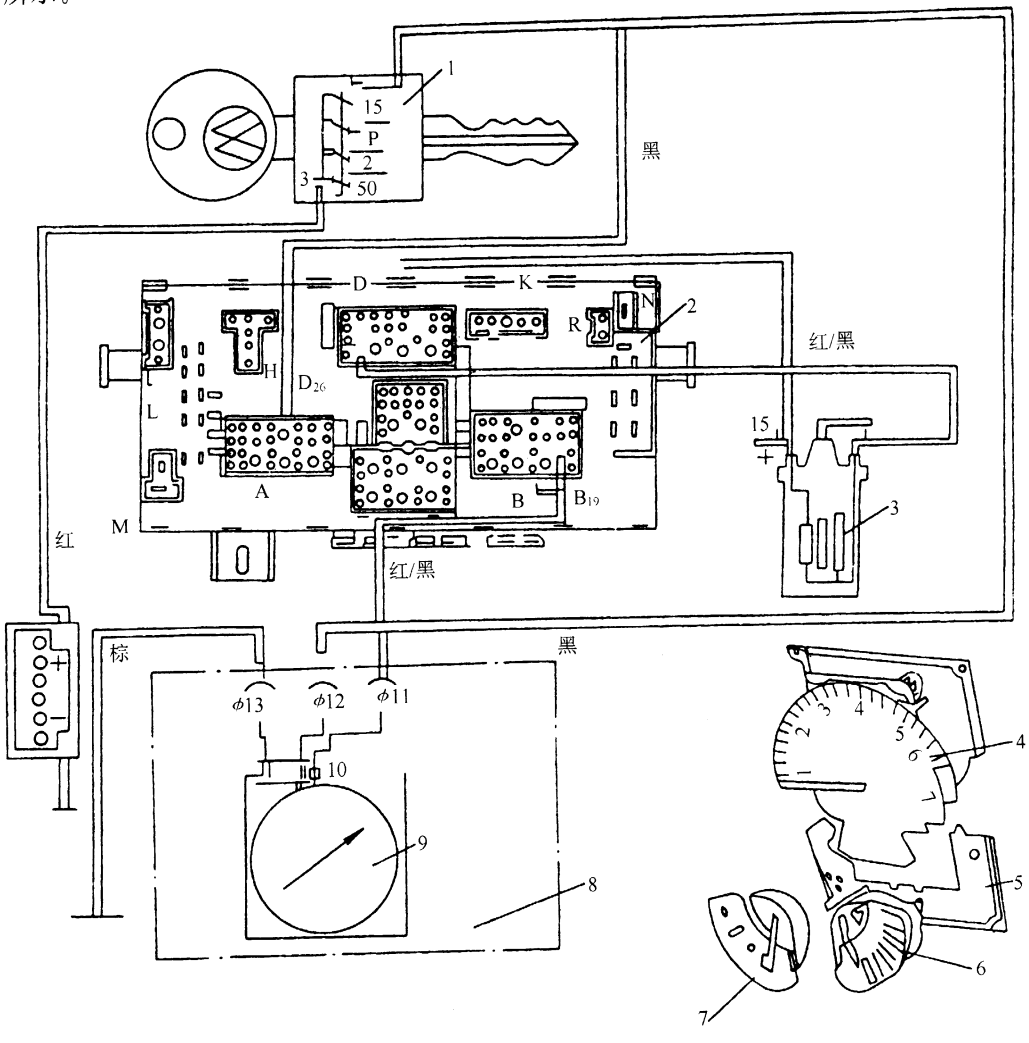


图9-14　发动机转速表接线图

1-点火开关；2-中央线路板；3-点火线圈；4-转速表盘；5-转速表支架；6-燃油表；7-冷却液温度表；8-仪表盘；9-转速表；10-黑色三端子插座；11-14端子白色插座；12-14端子黑色插座；13-14端子白色插座

（二）发动机转速表的检修

当发动机转速表工作不正常或停止工作时应作如下检查：

（1）转速表背面有一个三孔黑色连接器，检查其是否接触良好。

（2）检查仪表板上的印刷电路板是否完好。

（3）转速表背面的三孔黑色连接器与印刷电路板相连接，三个插孔分别为：a 为电源负极，b 为点火开关“15”控制线，c 为点火线圈“－”端。用万用表分别检查它们的状态：如果 a 插孔与电源负极接触不良，则应检查仪表板上 14 孔白色插座中棕色导线是否接地（仪表板上所有接地极汇合后，均由棕色导线引出，用电线胶布包扎，接在仪表板输出线路的接地极上）；如果 b 插孔当接通点火开关后无蓄电池电压，则应检查仪表板上 14 孔黑色插座中黑色导线是否有蓄电池电压，因为仪表板上所有电源正极均由点火开关“15”端经黑色导线引入仪表板；如果 c 插孔与点火线圈“－”端接触不良，则应检查仪表板上 14 孔白色插座中红/黑色导线是否与点火线圈负端接触良好；如果仍然接触不良或不通，则应检查中央线路板及其与 B、D 线束接触是否良好，导线与点火线圈“－”端是否接触良好。（桑塔纳 2000GSi 车型则检查转速传感器到中央线路板，再到印刷线路）。

（4）如果上述检查结果全部正常，则故障可能在转速表本身，其主要故障为表内连接导线松脱，应认真检查、修理或更换。

六、发动机机油压力指示系统的结构与检修

（一）发动机机油压力指示系统的结构

桑塔纳轿车的机油压力指示系统，由低压油压开关、高压油压开关、油压检查控制器、机油压力指示灯等组成。当发动机工作时，用来检测发动机主油道中机油压力的大小。

低压开关安装在发动机缸盖上，其外壳直接接地。低压油压开关为常闭型开关，当油压低于 0.03MPa 时常闭（发动机未发动）。当油压高于 0.03MPa 时，开关打开。

低油压开关上的黄色导线进入中央线路板后导入组合仪表盘，接通到油压控制器，送入低油压信号。

高压开关安装在机油滤清器支架上，其外壳直接接地。高压油压开关为常开型开关，当油压低于 0.18MPa 时，开关常开，当油压高于 0.18MPa 时开关闭合。

高压开关上的蓝/黑色导线进入中央线路板后导入组合仪表盘，接通到油压控制器，送入高油压信号。

油压检查控制器安装在车速里程表的框架上。红色机油压力指示灯位于仪表板上。

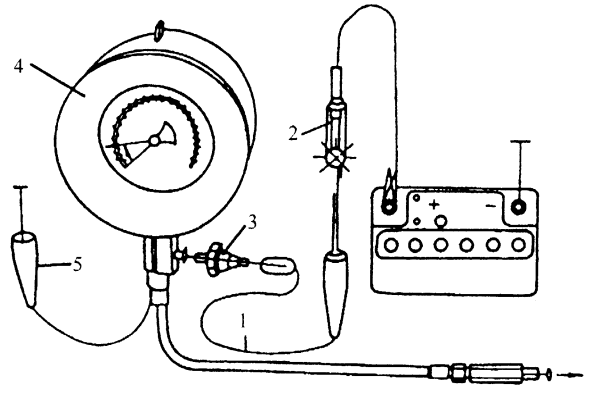


图 9-15　油压开关及机油压力检查

1-测试线正极；2-测试灯；3-油压开关；4-机油压力测试仪；5-搭铁线

（二）机油压力指示系统的检修

（1）为了检查低压开关和高压开关的功能，可按图 9-15 所示接上油压表和检测灯。拆下缸盖上的低压开关，旋入油压表上的测试头，按图中所示将低压开关装在测试器上并接好线路。此时测试灯应点亮。而改用高压开关则应不

亮。

起动发动机，观察油压表，油压在 0.015 ～ 0.45MPa 时测试灯熄灭，否则低压开关已损坏，应更换新件。

(2) 当发动机转速高于 2 000 r/min 时，机油油压报警灯仍闪亮，检查高压低压开关，如高压开关仍打开，则此开关已损坏；如低压开关仍闭合，则低压开关也损坏。如高压、低压油压开关均正常，应拆下仪表盘，从机油压力控制器插座“5”处直接引出一根导线搭铁，如机油压力报警灯仍闪亮，则说明油压控制器已损坏，应予更换。

七、其他指示灯的结构与检修

(一) 其他指示灯的结构

1. 阻风门拉起指示灯

采用化油器式发动机的供给系统。当冬季冷车起动时，应拉起位于仪表台左下侧的手动阻风门拉手以利加浓起动，拉起时，仪表盘上的阻风门指示灯点亮，以示阻风门拉起。当冷却液温度上升时，应及时逐步将阻风门拉手推回。只有当阻风门完全推回后，指示灯才会完全熄灭。在使用中应注意，暖车后应及时关闭阻风门，以免引起不必要的耗油和对动力的影响。

2. 驻车制动拉起和制动液面警告灯

该指示灯在点火开关置于 ON，驻车制动拉起时点亮，起步时应完全释放驻车制动，此灯应熄灭后行驶，以免使后制动器处于常摩擦状态，既影响动力又损伤零件。如该灯在驻车制动释放情况下，仍常亮，则应检查制动液液面是否过低。如发生警告灯点亮报警，或线路有不正常，应及时检查排除后再使用。

3. 机油压力警告灯

当点火开关接通后，该指示灯即点亮，发动机起动后，该灯应熄灭。如车辆在行驶时该灯仍然发亮或闪烁，应检查发动机润滑系统是否有故障，及时停车检查排除后再使用。

4. 充电指示灯

当点火开关接通时，充电指示灯点亮，发动机起动后，该灯应熄灭，表示充电系统工作。

如车辆在起动后，此灯常亮，则表示充电系统有故障，应及时送修检查，以免蓄电池电源耗尽而造成车辆不能起动和抛锚。

5. 远光指示灯

蓝色远光指示灯，在小灯、大灯开关开启时点亮，表示远光灯已点亮，拨动转向盘左侧的变光拨杆，可以关闭和开启远光灯。

日常使用中把变光拨杆向转向盘侧抬起，此指示灯点亮，以示远光灯瞬间点亮，用于提示前方车辆避让或需超越。

蓝色远光指示灯在点火开关关闭时常亮，则应检查相关远光灯继电器、组合灯光开关等线路和装置，及时排除故障。

6. 后窗除霜加热指示灯

后窗除霜加热指示灯在后窗加热开关开启时点亮，表示后窗加热器通电工作，从车内后视镜中观察到后窗除霜已达到效果时，应及时关闭后窗加热器，以免耗电和使后窗加热器过热，同时该灯应熄灭。

此灯在关闭后窗加热器时常亮，或开启后窗加热器时不亮，均应送修检查相关线路和装置，及时排除故障。

7. 冷却液液面警告灯

冷却液液面警告灯在冷却液溢水箱中的冷却液液面低于最低标线时点亮，指示驾驶员冷却液液面不足，应及时添加冷却液。

（二）其他指示灯的检修

当这些指示灯出现故障时，检查相应的线路和指示灯。

第十章　照明与信号系统

一、照明与信号系统的组成

为了保证汽车在无光或微光条件下的行车安全，提高其行驶能力，桑塔纳轿车配置齐全的照明与信号系统。汽车照明系统可分为车外照明及车内照明。车外照明包括前照灯、前雾灯和牌照灯等；车内照明包括室内灯、行李箱灯、仪表照明灯、用电器及开关位置照明灯、点烟器照明灯、空调板照明灯等。

信号系统可分为车外信号装置和车内信号装置；按其种类又可分为灯光信号和音响信号。车外信号装置是为了保障行车安全而设置的，其要求是必须对其他车辆的驾驶员和行人、交通警察给出明确的信号，且在夜间能提供不眩目又具有一定亮度的照明。车内信号装置要求能为驾驶员提供清晰的指示信号。

车外信号装置包括前转向信号灯、后转向信号灯、前示宽灯、后示宽灯、制动灯、倒车灯、危急报警灯等；音响信号包括电喇叭等。

车内信号装置包括室内各种信号指示灯。

桑塔纳轿车照明与信号装置规格见表 10-1 所示。

表 10-1　照明与信号装置规格

名　　称	规　　格	型号特征
前照灯	12V 60/50W	2
前雾灯	12V 55W	2
后雾灯	12V 21W	1
倒车灯	12V 21W	1
停车灯	12V 21W	1
制动灯	12V 21W	1
牌照灯	12V 4W	2
内照灯	12V 10W	1
行李箱灯	灯管	1
转向信号灯	12V 2W	4
仪表照明灯	12V 1.2W	
各开关、空调板、点烟器照明灯	12V 1.2W	

（一）照明装置

1. 前照灯

（1）前照灯的结构

桑塔纳轿车装配的前照灯属于两灯制、半封闭式前照灯，采用了发光效率高的H4卤素灯泡，其配光性能符合ECE法规标准的要求。该前照灯的主要特点是具有远光可见照度距离远，近光又具有良好的防眩目配光性能。不但保障了汽车在夜间高速行驶时的安全性，而且可保证使交会车的对方驾驶员不产生眩目，又能在自己车前获得较高的照度。

前照灯、前雾灯和前示宽灯组合成前组合灯，其结构及安装如图10-1所示。

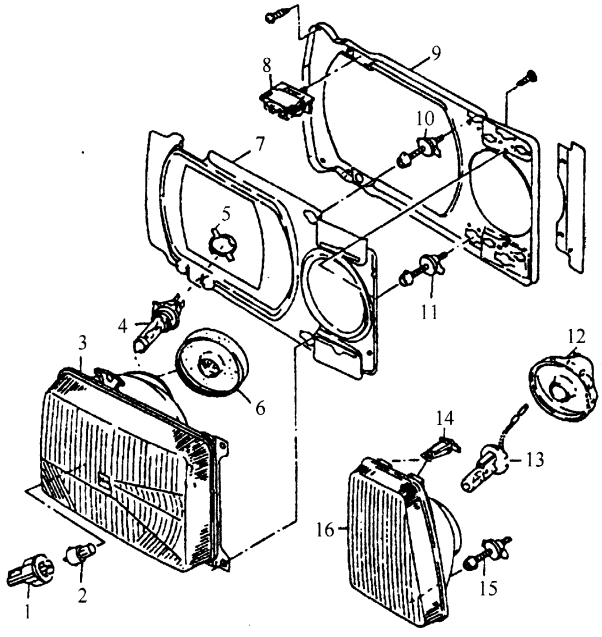


图10-1　前组合灯的结构与安装

1-示宽灯座；2-示宽灯灯泡；3-前照灯；4-前照灯灯泡；5-卡环；6、12-防尘罩；7-灯架；8-水平光束调整螺柱；9-安装板；10、11-竖直方向调整螺钉；13-雾灯灯泡；14-卡子；15-雾灯光束调整螺钉；16-雾灯

前照灯的点亮与熄灭受车灯开关和变光与超车灯开关控制。当向上抬起组合开关手柄，变光开关位于“远光”挡位时，接通前照灯远光电路，此时，前照灯远光灯及远光指示灯点亮。当放松时，组合开关手柄在复位弹簧的作用下自动切断远光电路，使远光灯与远光指示灯同时熄灭。反复抬起与放松组合开关手柄，左、右远光灯与远光指示灯同时闪烁，向前方汽车发出超车信号。

当变光开关位于“近光”挡位时，接通前照灯近光电路，此时，前照灯近光灯点亮。

(2) 前照灯光束的调整

前照灯明亮均匀的照明与良好的防眩是夜间行车的重要保障，因此正确调整和使用前照灯是非常重要的。当汽车每行驶6 000km或更换前照灯灯泡时，前照灯灯光应进行调整。根据ECE法规和我国标准规定，双光束前照灯的灯光调整应以调整近光的配光性能为基准，调整方法如下：

①首先应使汽车轮胎气压正常，并将汽车停放在光线黑暗的平地上面对墙壁或校验屏幕，使汽车的纵向中心线与墙壁或校验屏幕平面垂直，距离保持10m，如图10-2所示。

②前座坐一人或配重70kg。

③调整前照灯灯光调整旋钮，使灯光明暗截止线应与校验屏上的分离线重合，明暗截止线的拐点与中心标记重合，如图10-3所示。

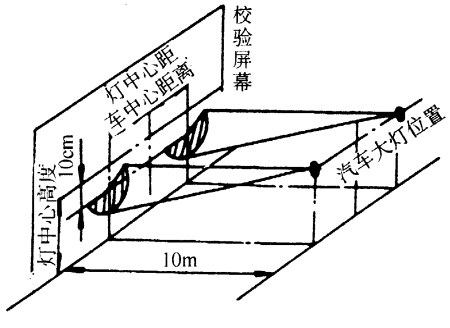


图10-2　前照灯灯光调整

④在灯光调整时，应单个灯进行，在调整一个前照灯的灯光时，要把另一边的前照灯遮盖住，或者拔掉其熔断器。

前照灯灯光的调整位置如图10-4所示。调整时应用十字形螺丝刀进行，顺时针方向转动调整螺钉A时，可使灯光光束降低；逆时针方向转动调整螺钉A时，可使灯光光束升高。转动

调整螺钉B时，可以调整前照灯光束的水平方向的位置。

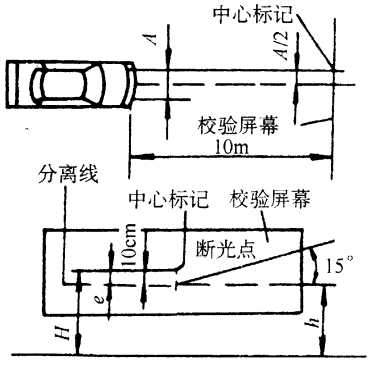


图10-3　灯光校验屏及其车辆位置的关系

A-两前照灯之间的距离；*H*-前照灯中心线高度；*h*-灯光明暗截止线高度；*e*-前照灯配光中心外表面距校验屏幕距离的1/100

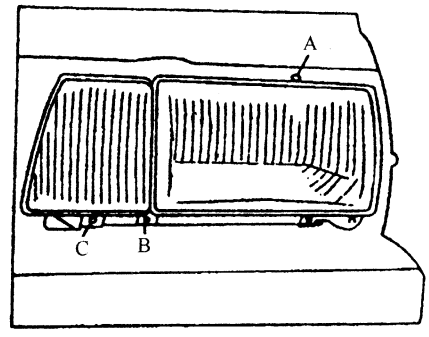


图10-4　前照灯和雾灯光束的调整部位

A-前照灯垂直光束调整螺钉；B-前照灯水平光束调整螺钉；C-雾灯光束调整螺钉

2. 雾灯

桑塔纳轿车设有前雾灯和后雾灯，前雾灯左、右各一只；后雾灯只有一只，安装在汽车的左后方。汽车在有雾、雪和大雨的天气或在尘埃弥漫的条件下行驶时，前雾灯用来改善路面照明，确保行车安全；后雾灯用来提醒后车驾驶员注意保持一定车距，以免发生追尾撞车事故。

雾灯光束的调整方法与前照灯调整相同，调整螺钉的位置如图10-4所示，当顺时针方向转动调整螺钉C时，雾灯光束降低；逆时针方向转动调整螺钉C时，雾灯光束可升高。雾灯光束只能进行高低位置的调整，不能进行水平方向的调整。

3. 后组合灯

后组合灯横置于车辆尾部左右两边，如图10-5所示。后组合灯由尾灯（后示宽灯）、后转向灯、制动灯、倒车灯和后雾灯等组成。

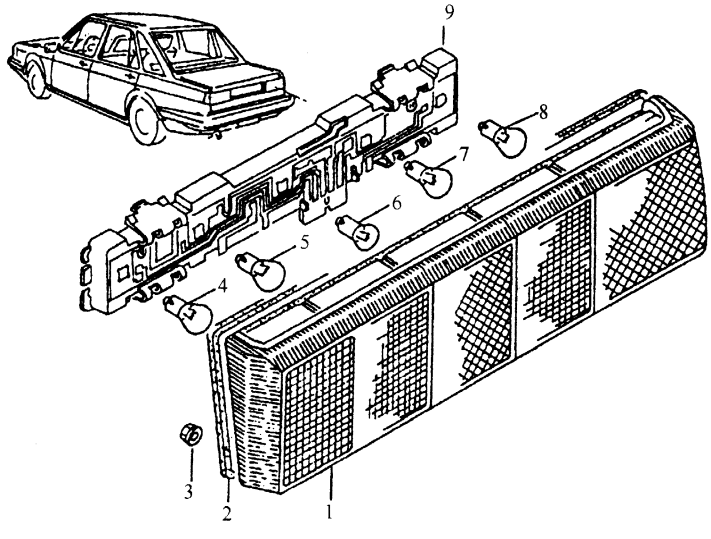


图10-5　后组合灯的结构

1-灯罩；2-胶圈；3-螺母；4-倒车灯；5-后雾灯；6-尾灯（后示宽灯）；7-制动灯；8-转向灯；9-灯座

4. 行李箱照明灯与顶灯

行李箱灯是为了方便在行李箱内存放或提取物品而设置的照明灯具。安装在行李箱内，开关为压开式，当打开行李箱盖时，开关闭合，照明灯点亮；当盖上行李箱门时，开关断开，照明灯熄灭。

顶灯安装在车内顶部略靠前方位置。顶灯总成带有一个一掷三位开关，开关处在1位时顶灯发亮，2位时顶灯熄灭，3位时顶灯受门控开关控制。门控开关分别安装在左前、右前、左后和右后门上，当任意一扇门打开时，相应的门控开关就会闭合，顶灯就会点亮，只有当四个车门全关闭后，顶灯才熄灭。

5. 仪表照明灯

仪表照明灯是为驾驶员在夜间行驶时查看仪表指示状态而设置的照明装置。它安装在组合仪表内，其亮与灭由车灯开关来控制。仪表照明灯的亮度可通过调节仪表照明灯调光器进行调节。

（二）信号系统

1. 转向信号灯与报警灯

转向信号灯是用来指示汽车转弯方向的灯具。当汽车要转弯时，由驾驶员将转向开关拨到相应的位置，由电子闪光器控制转向信号灯的接通与断开，使其按一定频率闪烁，以告知其他车辆和行人；同时，还装有危急报警装置，在遇到特殊情况时，接通危急报警开关，使前后左右转向信号灯同时闪烁，提醒其他车辆和行人让行。

桑塔纳轿车的四只转向信号灯分别安装在车的四个角上。前转向信号灯置于前保险杠的左右两边，如图10-6所示；后转向信号灯与尾灯、制动灯和倒车灯等组合在一起。

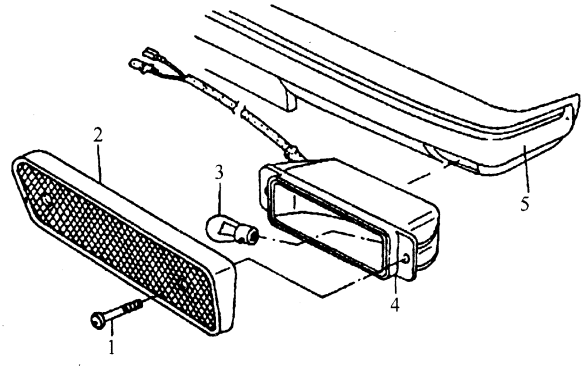


图10-6　前转向灯结构

1-安装螺钉；2-灯罩；3-灯泡；4-灯壳；5-保险杠

桑塔纳轿车转向信号与危急报警信号系统由转向信号灯、闪光继电器、转向灯组合开关和报警灯开关等组成，如图10-7所示。

闪光继电器在电子电路的作用下，其继电器触点循环开闭（频率为90～100次/min），使转向信号灯电路循环接通与切断。电路接通时，信号灯点亮；电路切断时，信号灯熄灭，从而发出闪光信号指示转向方向。与此同时，闪光继电器还接通仪表盘上的转向指示灯电路，使其与转向信号灯同步闪烁。

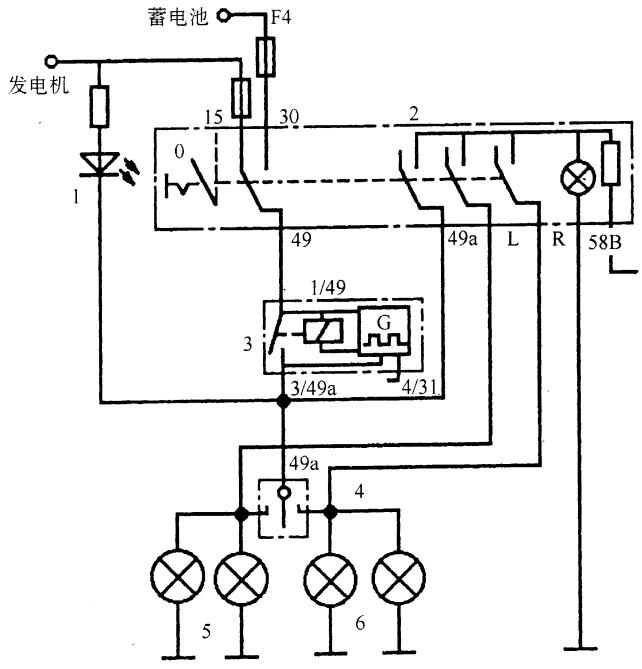


图 10-7　转向信号与危急报警信号系统电路

1-转向指示二极管；2-危急报警开关；3-闪光器；4-转向开关；5-左转向灯；6-右转向灯

2. 制动信号灯

制动信号灯与转向信号灯、尾灯和倒车灯等组合在一起，是指示汽车停车或减速的指示灯具。在踏下制动踏板时，制动灯开关触点闭合，接通制动灯电路，制动灯便发出较强的红光，用以提醒后面的车辆或行人保持安全的距离；当松开制动踏板解除制动时，制动灯开关触点断开，切断制动灯电路，制动灯熄灭。

3. 停车灯

停车灯由位置灯兼顾，是用来给汽车在夜间停车时使用的一种信号灯。位置灯由车灯开关控制，而停车灯开关与转向开关做成一体。

4. 电喇叭

电喇叭是发出声响以警告其他车辆和行人的信号装置。桑塔纳轿车原装螺旋型电喇叭，共用高音和低音两只，主要由磁化线圈、动铁心、振动膜片、共鸣盘等组成，磁化线圈通过触点构成回路。当驾驶员按下喇叭按钮时，磁化线圈通电，吸动动铁心，触点打开，磁化线圈断电，动铁心回位，触点又闭合，磁化线圈又通电，又吸动动铁心，如此循环，动铁心移动带动振动膜和共鸣盘一起振动，使喇叭发出声响。

5. 灯光信号系统的操控开关

灯光信号系统的操控开关置于仪表板旁，便于驾驶员操作，如图 10-8 所示。灯光总开关有两个工作位置，Ⅰ挡为小灯挡，接通示宽灯、仪表照明灯、牌照灯等；Ⅱ挡为大灯挡，接通前照灯和尾灯。但前照灯的工作状态受变光开关的控制。在灯光总开关上同时设有仪表照明灯调光器，用于调节仪表照明灯的亮度。

雾灯在灯光总开关接通时才能工作，雾灯开关有两个工作位置。Ⅰ挡接通前雾灯；Ⅱ挡接通前雾灯和后雾灯。

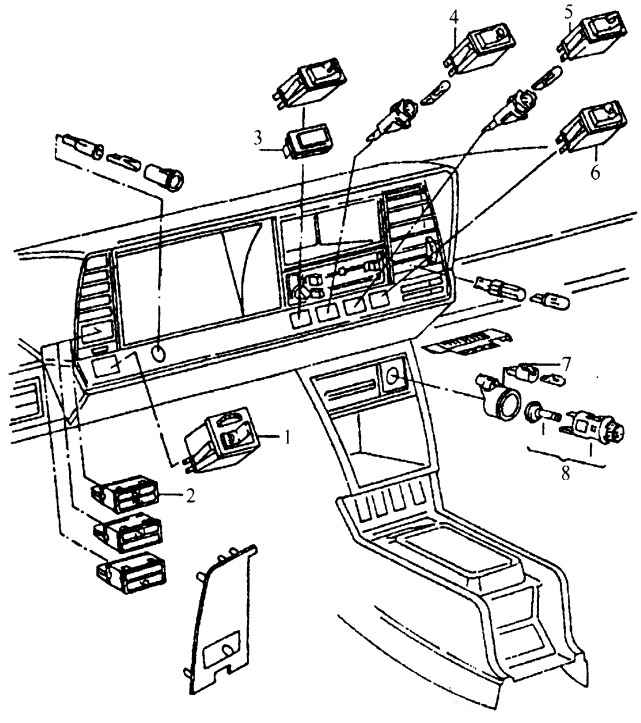


图 10-8　灯光信号系统操控开关的布置

1-灯光总开关；2-报警灯安装板；3-盖子（或后刮水开关）；4-雾灯开关；
5-后窗除霜开关；6-危急报警开关；7-照明灯；8-点烟器

危急报警开关接通时，前后左右转向灯及转向指示灯同时闪烁。在该开关未按压时，左右两侧转向灯分别受转向开关的控制。

照明灯变光开关及转向开关置于转向柱管上，组合为手柄开关。

二、照明与信号系统的故障诊断与排除

照明与信号系统常见故障的诊断与排除如表 10-1 所示。

表 10-1　照明与信号系统常见故障的诊断与排除

故障现象		故障诊断	排除方法
前照灯	两侧前照灯均不亮	熔断器熔断 前照灯灯泡均已烧坏 灯光开关故障 线束故障或搭铁不良	检修熔断器 更换灯泡 修理或更换 检修
	单侧前照灯不亮	熔断器熔断 单侧前照灯灯泡烧坏 单侧前照灯线束故障或搭铁不良	检修熔断器 更换灯泡 修理
	远光或近光灯不亮	变光开关工作不良 前照灯远光灯丝或近光灯丝烧断 线束断路或接触不良	检修 更换灯泡 检修

续表

故障现象		故障诊断	排除方法
转向灯	转向灯全不亮	熔断器熔断 闪光器损坏 转向灯电路有故障 转向灯开关有故障	更换 检修或更换 检修 检修转向灯开关
	一侧转向灯不亮	转向灯损坏 转向灯开关有故障 一侧的转向灯连接线路有故障	更换 检修或更换 检修
	转向灯闪光频率不正常	线路接触不良 灯泡功率选用不当或某一侧灯泡烧坏 闪光器故障	检修 更换灯泡 检修或更换新品
制动灯	制动灯不亮	灯泡烧坏 制动灯开关失灵 线路中有断路或短路	更换灯泡 检修或更换开关 检修
倒车灯	倒车时，倒车灯不亮	倒车灯灯泡烧坏 多功能开关损坏 倒车继电器损坏 线路有故障	更换灯泡 检修或更换开关 检修或更换继电器 检修
喇叭	电喇叭不响	熔断器熔断 喇叭继电器损坏 喇叭按钮接触不良 喇叭损坏 线路出现故障	更换熔断器 检修或更换喇叭继电器 检修或更换喇叭按钮 检修或更换喇叭 检修
	电喇叭音质差	蓄电池亏电 继电器接触不良 喇叭的连接线路接触不良 喇叭有故障	蓄电池充电 检修或更换喇叭继电器 检修 检修或更换喇叭

第十一章　辅助电器系统

一、风窗刮水与清洗系统

（一）风窗刮水器和清洗器的结构

风窗刮水器和清洗器是汽车的重要安全装置，它可以刮去并清洗玻璃上的雨水、雪、灰尘、泥土、昆虫等污物，以保证驾驶员有良好的视野。风窗刮水器由微型直流电动机驱动，通过联动机构使挡风玻璃外表面上的刮水片来回摆动，从而清除挡风玻璃上的雨雪或污物。

电动刮水器的结构如图 11-1 所示。永磁式电动机 11 固装在支架 12 上，连杆 3、7、8 和摆杆 2、4、6 组成杠杆联动机构，摆杆 2、6 上连接有刮片架，刮片架 1、5 的上端连接橡胶刮片。电动机的旋转运动由轴端的蜗杆 10 传给蜗轮 9 并转换为往复运动，蜗轮上的偏心销与连杆 8 铰接。蜗轮转动时，通过连杆 8、7、3 带动摆杆 4、6、2 摆动，挡风玻璃上的刮水片便在刮片架 1 和 5 的带动下摆动刮水。

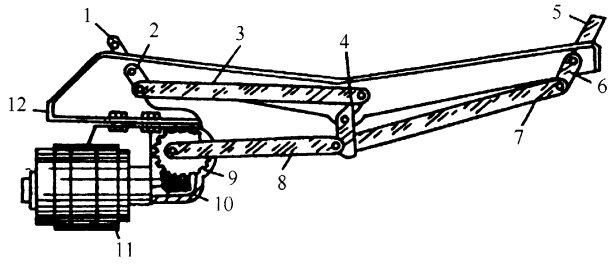


图 11-1　电动刮水器的结构

1、5-刮片架；2、4、6-摆杆；3、7、8-连杆；9-蜗轮；10-蜗杆；11-永磁式电动机；12-支架

清洗器如图 11-2 所示，主要由清洗器电动机、清洗器水泵、水管和喷嘴等组成。清洗器电动机为永磁式微型电动机，清洗器水泵的叶片转子固定在水泵轴上，水泵轴用联轴节与清洗器电动机轴连接。出水软管用胶管分别与发动机盖上的四个喷嘴连接。

当清洗器电动机电枢接通电流时，电枢绕组便在永久磁铁产生的磁场中受力旋转。电枢轴转动时，通过联轴节驱动水泵轴和泵转子一起旋转，泵转子便将储液罐内的洗涤剂泵入出水软管，并经挡风玻璃前端的喷嘴喷向挡风玻璃。与此同时，刮水器同步工作，刮水片同时摆动，从而将挡风玻璃上的脏污刮洗干净。

（二）风窗刮水器和清洗器的工作原理

风窗刮水与清洗系统由风窗刮水器、刮水器与清洗器开关、刮水继电器、刮水器电动机、清洗器电动机、清洗器水泵和喷嘴等组成，其电路如图 11-3 所示。在中央线路板内部，端子 D_9 与 A_5 接通，端子 D_{20} 与端子 D_9 接通，端子 D_{17} 与 A_6 接通，端子 C_9 与 A_{19} 接通，端子 D_{22} 为搭铁端子，减荷继电器安装在中央线路板 8 号位置，刮水继电器安装在中央线路板 10 号位置。

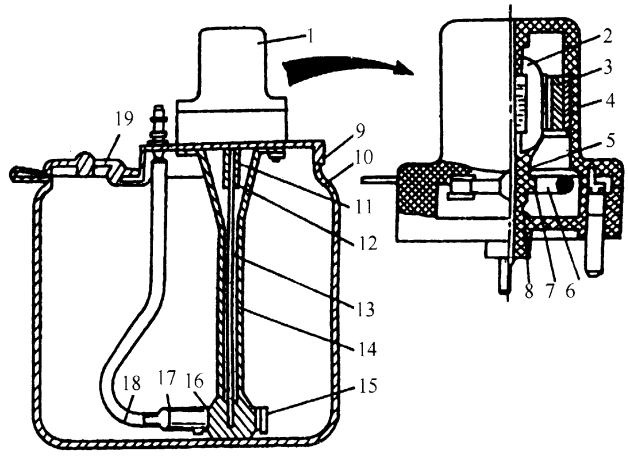


图 11-2　清洗器的结构

1-电动机；2-电枢；3-永久磁铁；4-电机壳体；5-集电环；6-电刷架；7-电刷；8-凸缘；9-水泵固定盘；10-储液罐；11-电动机轴；12-联轴节；13-水泵轴；14-水泵壳；15-水泵转子；16-滤清器；17-接头；18-出水软管；19-储液罐盖

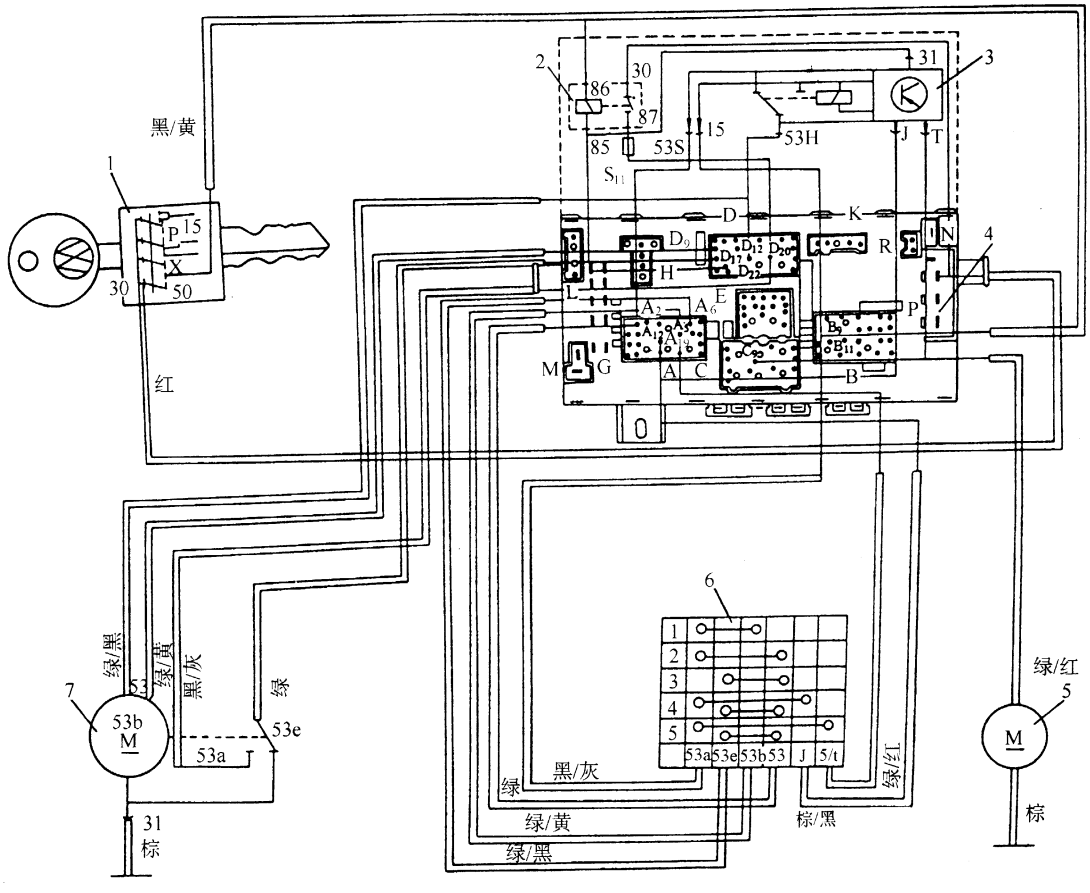


图 11-3　风窗刮水器和清洗装置电路图

1-点火开关；2-减荷继电器；3-刮水器继电器；4-中央线路板；5-清洗器电动机；6-刮水器与清洗器开关；7-刮水器电动机

1. 高速刮水

刮水器高速工作时，电动机电路直接受刮水器与清洗器开关 6 控制，不受刮水继电器控制，刮水器与清洗器开关拨到 1 挡，其电路为电源正极→中央线路板单端子插座→红色导线→点火开关“30”端子→点火开关“X”端子→黑/黄色导线→熔断器 S_{11}→中央线路板端子 B_9→黑/灰色导线→刮水器与清洗器开关“53a”端子→刮水器与清洗器开关 1 挡→刮水器与清洗器开关“53b”端子→绿/黄色导线→中央线路板 A_5 端子→端子 D_9→绿/黄色导线→刮水器电动机“53b”端子→电动机 M→电动机“31”端子→棕色导线搭铁回到电源负极。此时电动机电刷偏置，电枢轴以 62 ～80 r/min 的转速运转，风窗上的刮水片快速摆刮。

2. 低速刮水

当刮水器与清洗器开关拨到 2 挡时，刮水器低速工作，其电路为电源正极→中央线路板单端子插座→红色导线→点火开关“30”端子→点火开关“X”端子→黑/黄色导线→熔断器 S_{11}→中央线路板端子 B_9→黑/灰色导线→刮水器与清洗器开关“53a”端子→刮水器与清洗器开关 2 挡→刮水器与清洗器开关“53”端子→绿色导线→中央线路板 A_2 端子→刮水继电器“53S”端子→刮水继电器触点→刮水继电器“53H”端子→中央线路板 D_{12}端子→绿/黑色导线→刮水器电动机 M→电动机“31”端子→棕色导线搭铁回到电源负极。电动机电刷相隔 180°，电枢轴以 42 ～ 52 r/min 的转速运转，风窗上的刮水片慢速摆刮。

3. 点动刮水

刮水器与清洗器手柄开关 3 挡为空挡，刮水器处于停止工作状态。当驾驶员按下手柄开关时，刮水系统工作情况与手柄开关接通 2 挡时相同，当放松手柄时，开关将自动回到空挡，实现点动刮水。

4. 间歇刮水

当刮水器与清洗器开关拨到 4 挡（最下挡）时，刮水器处于间歇工作状态。在继电器的控制下，刮水器每 6s 工作一次。刮水继电器电路为电源正极→中央线路板单端子插座→红色导线→点火开关“30”端子→点火开关“X”端子→黑/黄色导线→熔断器 S_{11}→中央线路板端子 B_9→黑/灰色导线→刮水器与清洗器开关“53a”端子→刮水器与清洗器开关 4 挡→刮水器与清洗器开关“J”端子→棕/黑色导线→中央线路板 A_{12}端子→刮水继电器“J”端子→继电器内部电路→继电器“31”端子搭铁→电源负极。

刮水继电器电源接通后，内部电路工作，其触点每 6s 将“53H”端子接通电源一次，使刮水器电动机电源接通工作。此时电动机电路为电源正极→中央线路板单端子插座→红色导线→点火开关“30”端子→点火开关“X”端子→黑/黄色导线→熔断器 S_{11}→中央线路板端子 B_9→继电器“15”端子→继电器触点→继电器“53H”端子→绿/黑色导线→刮水器电动机 M→电动机“31”端子→棕色导线搭铁回到电源负极。

5. 清洗玻璃

当驾驶员将刮水器与清洗器手柄开关向转向盘方向拨动时，清洗器电动机电路接通，位于发动机盖上的四个喷嘴同时向挡风玻璃上喷洒洗涤液，与此同时，刮水继电器电路接通并控制刮水器的刮水片摆刮 3 ～ 4 次后停止摆刮。清洗器电动机电路为电源正极→中央线路板单端子插座→红色导线→点火开关“30”端子→点火开关“X”端子→黑/黄色导线→熔断器 S_{11}→中央线路板端子 B_9→黑/灰色导线→刮水器与清洗器开关“53a”端子→刮水器与清洗器开关 5 挡→刮水器与清洗器开关“5/t”端子→绿/红色导线→中央线路板 A_{19}端子→中央线路板 C_9→绿/红色导线→清洗器电动机 5→棕色导线搭铁回到电源负极。如刮水器

与清洗器手柄开关停留在该位置，水泵将继续喷洒洗涤液，刮水器也将继续工作；如放松开关，水泵将停止喷水，继电器和刮水器也将停止工作。

6. 停机复位

在刮水器电动机上设有一个由凸轮驱动的一掷二位停机自动复位开关，用以保证刮水器停机（刮水器与清洗器开关拨回到3挡）时，刮水片处在挡风玻璃下沿位置，只有在刮水片到挡风玻璃下沿时，刮水器电动机电路才能切断，否则停机自动复位开关的触点“53e”和“53a”接通，电动机将继续转动，直到刮水片摆到玻璃下沿时为止。

当点火开关接通时，减荷继电器2线圈电流接通，其电路为电源正极→中央线路板单端子插座→红色导线→点火开关“30”端子→点火开关“X”端子→黑/黄色导线→减荷继电器的“86端子→减荷继电器线圈→减荷继电器“85”端子→中央线路板D_{22}端子搭铁→回到电源负极。

减荷继电器线圈通电产生电磁吸力，将其触点吸闭，刮水器电动机停机复位时的电路接通，其电路为电源正极→中央线路板单端子插座→减荷继电器“30”端子→减荷继电器触点→减荷继电器“87”端子→中央线路板D_{20}端子→黑/灰导线→刮水器电动机触点“53a”、“53e”→绿色导线→中央线路板D_{17}端子→中央线路板A_6端子→绿/黑色导线→刮水器与清洗器开关“53e”、“53”端子→绿色导线→中央线路板A_2端子→刮水继电器“53S”端子→继电器触点、“53H”端子→中央线路板D_{12}端子→绿/黑色导线→刮水器电动机M→“31”端子→搭铁回到电源负极。刮水器电动机转动到复位开关的触点“53e”与搭铁触点“31”接通时，电动机电路切断停止转动，此时刮水片正好摆到挡风玻璃下沿位置。

（三）风窗刮水器和清洗器的检修

风窗刮水器分解图，如图11-4所示。

风窗清洗器分解图，如图11-5所示。

1. 拆卸和安装刮水橡胶条

①用鲤鱼钳把刮水橡胶条被封位的一侧的两块钢片钳在一起，从上面的夹子里取出，并把橡胶条连同钢片从刮水片其余的几个夹子里拉出。

②把新的刮水橡胶条塞进刮水片下面的夹子里，并把它扎紧。

③把两块钢片插入刮水橡胶条的第一条的槽口，对准橡胶条并进入槽内的橡胶条凸缘内。

④用锂鱼钳把两块钢片与橡胶条重新钳紧，并插入上端夹子，使夹子两边的凸缘均进入刮水橡胶条的限位槽内。

2. 调整曲柄定位位置

①使刮水器电动机转到极限位置。

②装上曲柄，并调整到能看见管内螺纹为止。

3. 刮水器支座的更换

刮水器支座一经拆卸，就应进行更换。

在拆卸刮水器支座时，用割刀切断铆钉，如图11-6所示。安装刮水器支座时，支座应支撑牢固，如图11-7所示。

（四）风窗刮水器和清洗器的常见故障与排除

风窗刮水器和清洗器常见故障与排除，如表11-1所示。

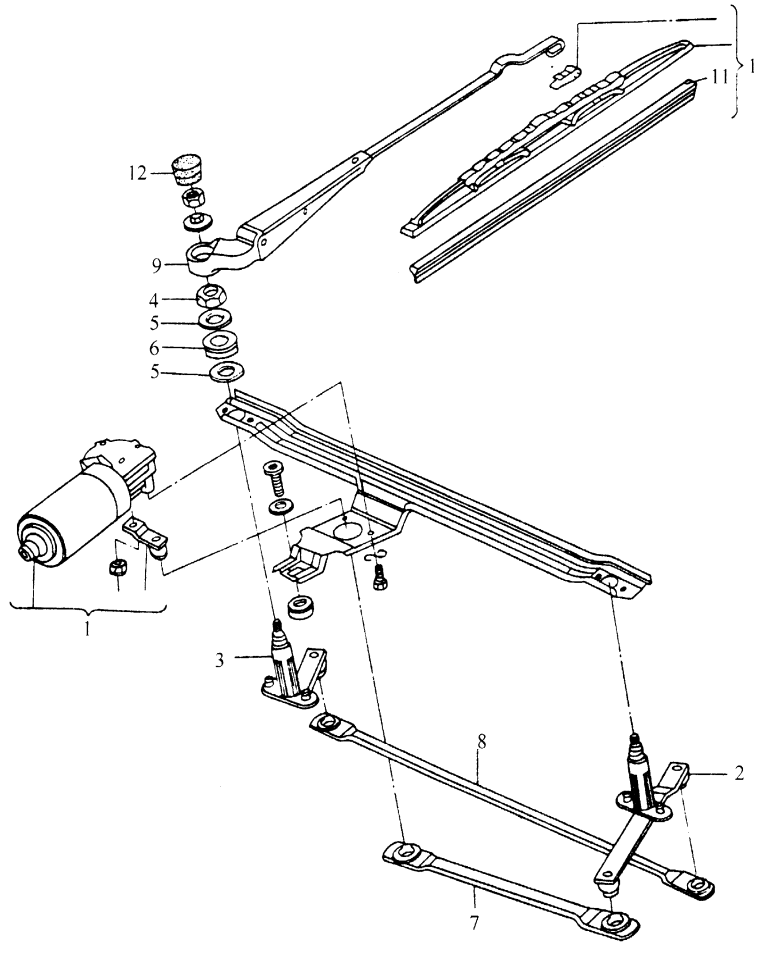


图 11-4　风窗刮水器分解图

1-电动机；2、3-摇臂轴；4-螺母；5-垫圈；6-皮圈；7-短连杆；8-长连杆；9-刮水臂总成；10-刮水臂叶片；11-刮水臂叶片橡皮；12-盖

表 11-1　风窗刮水器和清洗器常见故障与排除

故障现象	原因	处理方法
玻璃上留存水迹擦痕	刮水橡胶条过脏	用硬质尼龙刷和洗涤剂溶液或酒精刷洗
	橡胶条因边缘磨损而断裂或磨坏	调换新的橡胶条
	橡胶条老化，表面扯破	调换新的橡胶条
刮水后仍留有积水	挡风玻璃粘有油漆、抛光剂、机油等	用干净的抹布蘸上硅酮去油剂擦拭风窗玻璃
刮水片一侧正常，另一侧嘎嘎作响	有一面刮水橡胶条变形，不能正常工作	装上新的刮水橡胶条
	定位杆扭曲，刮水片斜着卡在挡风玻璃上	小心地把刮水杆扭转到垂直位置
刮水工作时，部分表面刮不到	刮水橡胶条从卡槽中脱出	把刮水橡胶条塞进卡槽
	刮水片在挡风玻璃上接触不均匀，弹簧条或钢片弯曲	调换刮水片。这种故障主要是刮水片不当所引起
	刮水杆在风窗玻璃上的贴合压力太大	对刮水杆的接头和弹簧条稍微加一点油或调换刮水杆

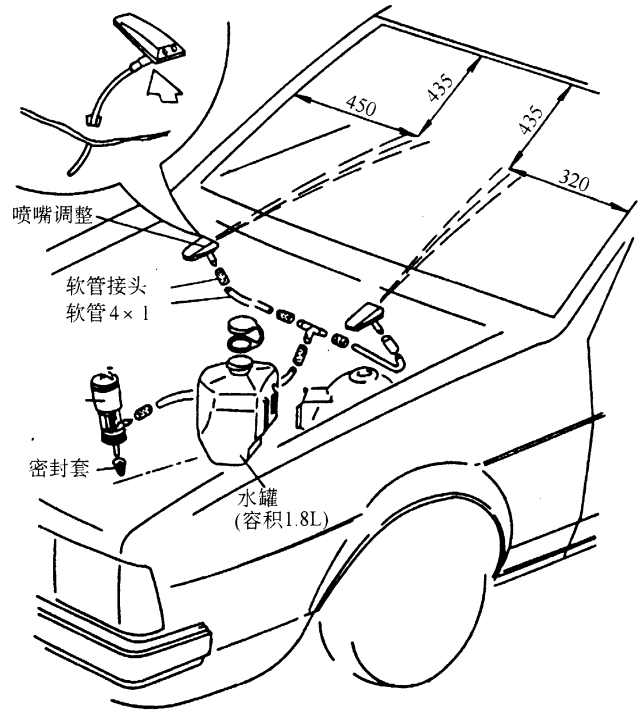


图 11-5　风窗清洗器分解图

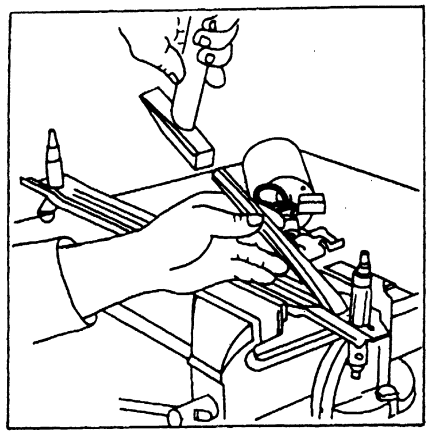


图 11-6　刮水器支座的拆卸

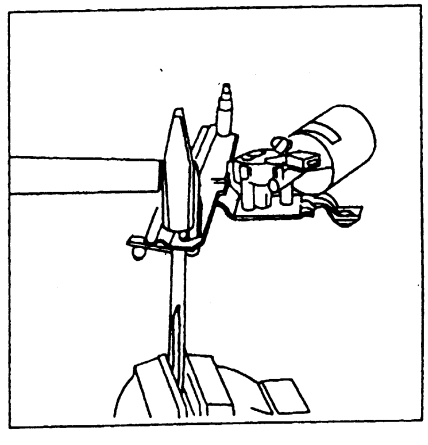


图 11-7　刮水器支座的安装

二、电动后视镜

（一）电动后视镜的结构与工作原理

桑塔纳 2000 系列轿车装备了电动后视镜，主要由镜面玻璃、双电动机、连接件、传递机构及其壳体等组成，控制开关由旋转开关、摇动开关和线束等组成，如结构图 11-8 所示，控制电路如图 11-9 所示。

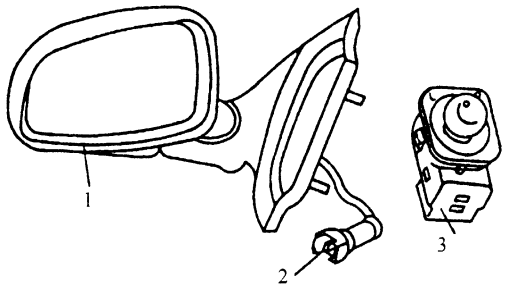


图 11-8　电动后视镜

1-左后视镜总成；2-电线接头；3-控制开关

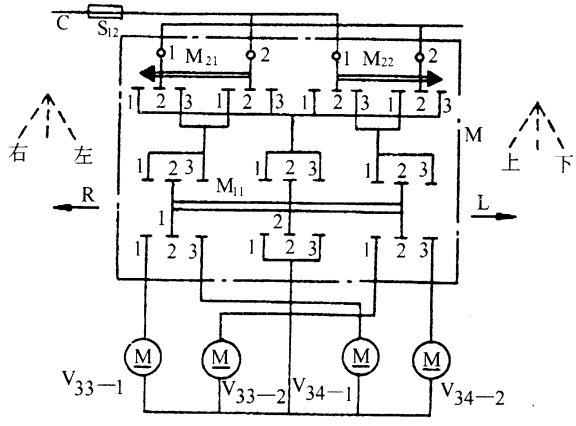


图 11-9　电动后视镜控制电路

左、右外侧电动后视镜由设置在左前门内把手上端的调整开关控制。当点火开关处于“ON”位置，将控制开关球形钮旋转，可选择需调整的后视镜。在控制开关面板上印有 L、R，L 表示左侧后视镜，R 表示右侧后视镜，中间则是停止操作。选择好需要调整的后视镜后，只要上、下、左、右摇动开关的球型钮，就可以调整后视镜反射面的空间角度。调整工作完毕，可将开关转回中间位置以防误碰。

两侧电动后视镜各有两个永磁电动机，通过控制两个电动机的开关可获得二顺二反四种电流，即可进行四种运动，使镜面产生四种不同方位的位置调整。

（二）电动后视镜的常见故障与排除

1. 受外力所伤

电动后视镜是车身两侧最外突的部件，通常会最易被外力所损坏，不管是使用中，还是停放时。尤其他是固定装置，不能像有些车辆的后视镜可以内折等。因此在繁华拥挤的道路上行驶，在停放时，都要估计好距离。一旦外壳破损、镜面开裂应及时更换新件。

2. 后视镜不能被操纵

操纵控制开关时，镜面不能达到所需的位置，此时可以进行如下检查：

①首先检查熔断器和断电器（过载保护），然后用万用表测试开关总成。

②如果开关完好，应用 12V 电源的跨接线检查电动机的工作情况，接线换向时，电动机也应反向转动。

③如果电动机工作正常，而后视镜仍不运动，应检查连接后视镜控制开关和车门或仪表板金属件的搭铁情况。必要时换新件。

三、电动车门玻璃升降器

（一）电动车门玻璃升降器的结构与工作原理

桑塔纳 2000 系列轿车采用了电动车门玻璃升降器。主要由电动机、减速装置等组成，如图 11-10 所示，其控制电路如图 11-11 所示。

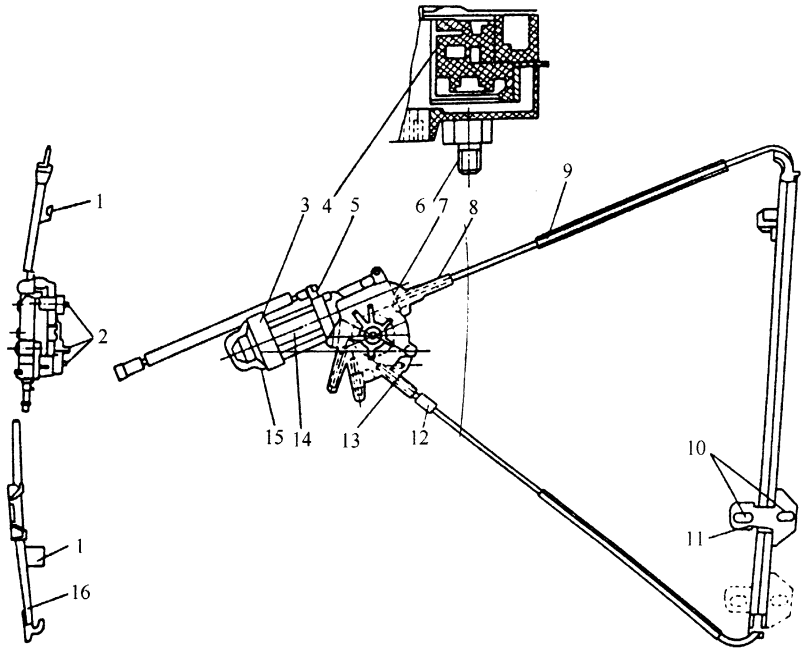


图 11-10　电动车门玻璃升降器结构图

1-支架安装位置；2-电动机安装位置；3-固定架；4-联轴缓冲器；5-电动机；6-卷丝筒；7-盖板；8-调整弹簧；9-绳索结构；10-玻璃安装位置；11-滑动支架；12-弹簧套筒；13-安装缓冲器；14-铭牌；15-均压孔；16-支架结构

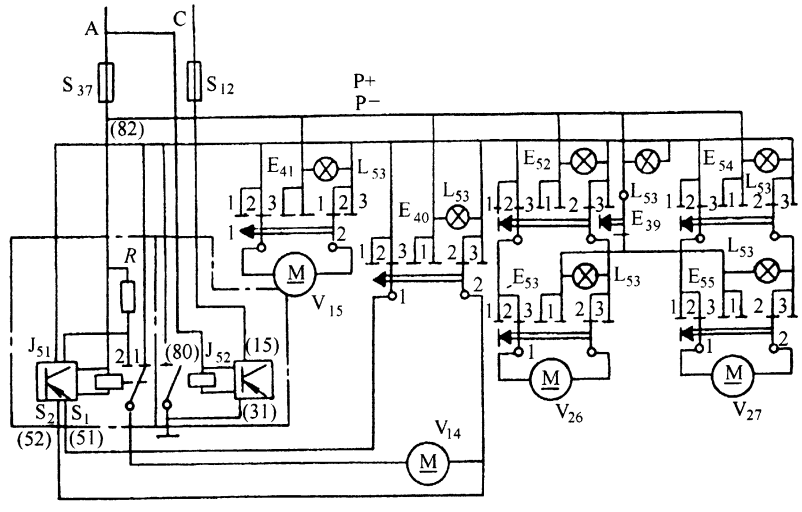


图 11-11　电动车门玻璃升降器控制电路图

当电动玻璃升降器中的直流永磁电动机的电路接通时，转轴输出转矩，经蜗轮蜗杆减速后，再由缓冲联轴器传递到卷丝筒，带动卷丝筒旋转，使钢丝绳拉动安装在玻璃托架上的滑动支架在导轨中上下运动，达到使车门玻璃升降的目的。

电动车门玻璃升降器的组合开关，位于仪表板下方、前排左右座椅之间的中央通道面板上。如图 11-12 所示。将点火开关置于“ON”位置，通过它可方便地控制 4 扇车门窗的升降，后排座位的乘客还可使用左右后门上的按键开关进行操作。

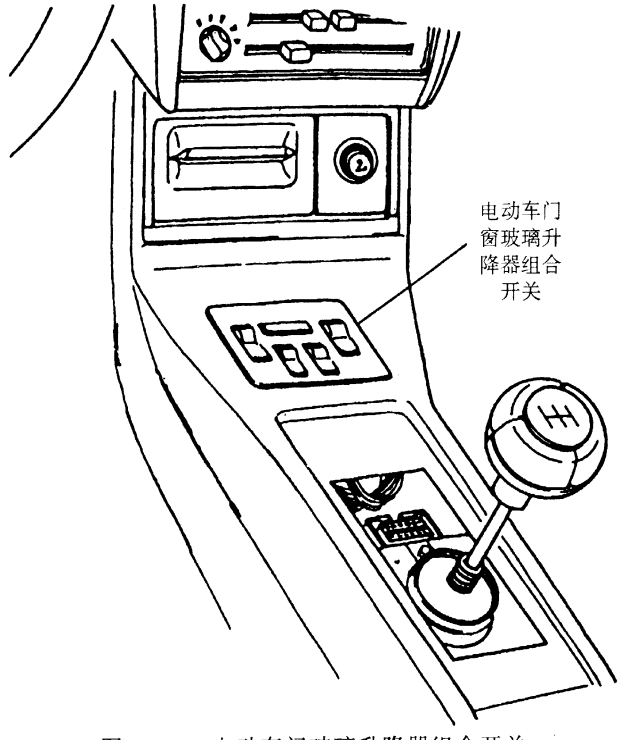


图 11-12　电动车门玻璃升降器组合开关

组合开关的 4 个白色按键开关分别控制各自相应的车门窗玻璃升降，中间黄色开关为锁定开关，按下此开关，后门的玻璃升降开关就失去作用。驾驶员门的操作与其他门有所不同，只需点按一下下降键，车门玻璃即可下降到底；如需中途停下，点一下上升键即可。

当点火开关关闭时，延时继电器会工作 50s，在此期间车门玻璃开关仍可起作用，然后自动切断地线。

（二）电动车门玻璃升降器的常见故障与排除

1. 玻璃升降器不工作

（1）故障原因

①开关损坏。

②熔断器熔断。

③线路断路。

④电动机损坏。

（2）排除方法

更换损坏的零部件。

2. 玻璃升降器工作时有异常声响

（1）故障原因

①安装时没有调整好。

②卷丝筒内钢丝跳槽。

③滑动支架内的传动钢丝夹转动。

④电动机盖板或固定架与玻璃碰擦。

（2）排除方法

①重新调整升降器的安装螺钉。

②重新调整卷丝筒内的钢丝绳位置。

③检查安装支架弧度是否正确。

3. 电动机正常，升降器不工作

（1）故障原因

①钢丝绳断。

②滑动支架断或支架内的传动钢丝夹转动。

（2）排除方法

①更换钢丝绳。

②重新铆接钢丝夹。

4. 玻璃升降器工作时发卡，阻力大

（1）故障原因

①导轨凹部有异物。

②导轨损坏或变形。

③电动机损坏。

④钢丝绳腐蚀、磨损。

（2）排除方法

排除异物，修理或更换损坏的零部件。

四、中央集控门锁

桑塔纳2000系列轿车装备了中央集控门锁装置，其中桑塔纳2000GSi型轿车还与防盗系统一起采用一体化遥控装置。

（一）中央集控门锁的结构与工作原理

中央集控门锁由门锁控制器、门锁开关、闭锁器（执行器）和电机等电气部分和门锁、钥匙、拉杆、拉钮等机械部分组成。

门锁的锁闭与开启有两种方式可供选择。一是独立地按下或提起右前、右后和左后车门上的门锁提钮可分别锁闭或开启这三个车门的门锁。另一种方式是通过设在左前门上的门锁提钮或门锁钥匙对四个车门门锁的锁闭和开启进行集中控制。为此右前、右后和左后门各自采用手动和电机驱动同步联动的门锁锁闭与开启装置。左前门的门锁只有通过钥匙（车外钥匙）和提钮（车内锁门）手动进行锁闭和开启操作。但门锁操纵机构通过一个联动的连杆同步带动一个集控开关，通过该开关可以同时控制其他车门的锁闭与开启机构，对各自的车门门锁进行集中的操纵。

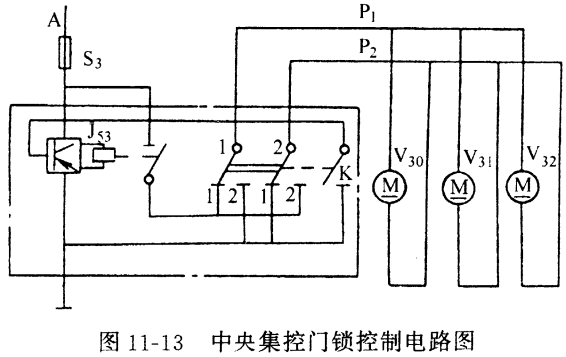


图 11-13　中央集控门锁控制电路图

中央集控门锁电路图，如图11-13所

示。

将左前门门锁提钮压下，集控开关第 2 位触点被接通。由于提钮压下过程中，集控开关附带的控制触点 K 被短暂闭合，继电器 J_{53} 使其触点闭合。这时 A 路电源经熔断器，并通过 J_{53} 的闭合触点及集控开关第二掷第 2 位加至集控门锁内部电源线 P_2，与此同时电源的负极经集控开关第一掷第 2 位加至集控门锁内部电源线 P_1。电机 V_{30}、V_{31} 和 V_{32} 反转，带动各门锁锁闭。1 ～ 2s 后，J_{53} 控制其已闭合的触点断开，从而切断了为电机供电的 A 路电源，电机停转，并一直保持此状态。

若将左前门门锁操纵提钮拔起，集控开关第 2 位触点被断开，第 1 位触点闭合。在这一过程中，集控开关附带的控制触点 K 又被短暂闭合，从而使 J_{53} 的触点再次闭合 1 ～ 2s。这时 A 路电源经 J_{53} 的闭合触点和集控开关第一掷第 1 位加至内部电源线 P_1，而电源的负极经集控开关第二掷第 1 位加至内部电源线 P_2。内部电源的供电电压极性改变，电机 V_{30}、V_{31} 和 V_{32} 正转，带动各自的门锁开启。1 ～ 2s 后，J_{53} 控制其已闭合的触点断开，电机停转。

由于图中 A 路电源为车内常火线，与蓄电池直接相连，所以中央集控门锁装置对门锁的控制功能与点火开关的钥匙位置无关。

（二）中央集控门锁的常见故障与排除

1. 用车匙打开左侧驾驶员门锁时，其余车门部分能自动打开，部分不能打开

可能的原因是线路断路，门锁控制器损坏，闭锁执行器损坏。可按照先查电路通断的方式进行排查，有必要时把损坏的元器件换新。

2. 用车匙打开左侧驾驶员门锁时，其余车门全部不能自动打开

可能的原因在排除蓄电池无电的情况下，检查熔断器和门锁控制器中的继电器线路，有必要时更换新件。

3. 拉钮发卡

当拉杆变形、门锁锈蚀严重时，用手动拉钮操作时会不顺当，应及时拆检门锁、拉杆，有必要时修理和更换新件。

五、安全防盗系统

（一）汽车防盗器

桑塔纳 2000GSi 型轿车配置了和德国大众帕萨特 B4 轿车一样的汽车防盗器。所谓汽车防盗器是一种点火开关打开后开始工作的电子防盗保护装置。采用使发动机不能发动，或能发动数秒钟后即中断的方式防盗（又称电子钮）。可以有效避免汽车被无权使用者开走。

1. 汽车防盗器的结构

桑塔纳 2000GSi 型轿车的防盗器主要由带脉冲转发器的汽车钥匙、识读线圈 D2（在点火开关上）、防盗器控制单元 J362（在转向柱左边的支柱上）、有可变代码的发动机控制单元 J220 以及防盗器警告灯 K117 等组成，其结构如图 11-14 所示，其电路如图 11-15 所示。其中，防盗器电控单元（ECU）安装在转向柱左边的支柱上，可改变代码功能的发动机电控单元（ECU）安装在驾驶员腿的上方。在这里，钥匙上的脉冲转发器和识读线圈是整个电子控制防盗系统的信号发生器，防盗器 ECU 是控制单元，而发动机 ECU 是执行器。

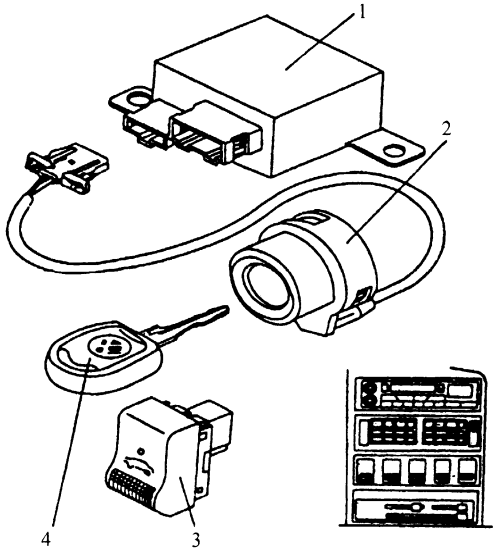


图 11-14　桑塔纳 2000GSi 型轿车防盗器的组成

1-防盗器控制单元；2-识读线圈；3-防盗器警告灯；4-带脉冲转发器的汽车钥匙

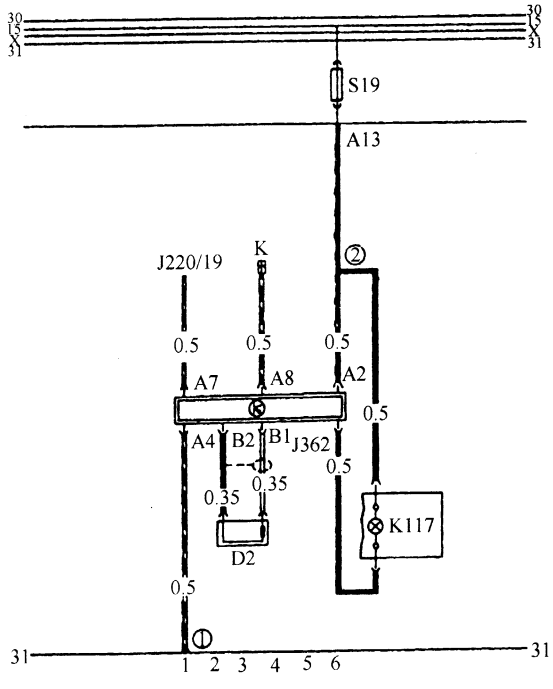


图 11-15　桑塔纳 2000GSi 型轿车防盗器电路图

（1）脉冲转发器

脉冲转发器安装在钥匙中，它是一种不需要电源来驱动的感应和发射元件。

当钥匙插入锁孔并打开点火开关时，防盗器 ECU 把能量输送给识读线圈。由识读线圈把能量用感应的方式传送给脉冲转发器。这时，脉冲转发器接收感应能量后立即发射出“程控代码”，通过识读线圈把程控代码输送给防盗器 ECU，供其核对，以识别合法性。每一辆车的钥匙，即脉冲转发器都有不同的“程控代码”。

（2）识读线圈

识读线圈环绕在机械点火开关的外面，在点火开关置于 ON 时，把能量传送给钥匙中的脉冲转发器，并把脉冲转发器中存贮的程控代码输送给防盗器 ECU。

（3）防盗器 ECU

防盗器 ECU 安装在中央线路板上方。在点火开关置于 ON 时，激活脉冲转发器，通过识读线圈把它的程控代码接收回防盗器 ECU。防盗器 ECU 把输入的程控代码与先前存贮在防盗器内的钥匙代码进行核对是否正确。同时防盗器 ECU 又对发动机 ECU 存贮在防盗器 ECU 中的代码核时是否正确。如果核对后代码一致，发动机起动后不熄火；如代码不一致，发动机在发动后 2s 之内，中断点火和喷射而熄火。

由于防盗器 ECU 是经过与发动机 ECU 匹配后，才介入到发动机电子控制系统中的，因此只有使用被装于汽车上的防盗器 ECU 匹配过并认可的钥匙，才能正常起动发动机。

（4）防盗警告灯

当使用合法的钥匙打开点火开关时，安装在仪表板中部面板上的防盗警告灯会点亮后熄灭（3s 内）。如果使用非法的钥匙，或者在防盗系统中存在故障，打开点火开关后，防盗警告灯会连续不停地闪烁。

(5) 识别码

防盗器 ECU 有一个 14 位字符的识别码和一个 4 位数的密码。

通过大众专用阅读仪 V. A. G1552 (或 V. A. G 1551),输入地址指令 25 后,可从仪器显示屏上读取 14 位字符。

(6) 密码

新车的密码被隐含在车钥匙牌上,刮去牌上的黑胶纸后可显示 4 位数密码。1999 年投放市场的桑塔纳 2000GSi 型轿车的防盗密码已粘贴在副驾驶员前面杂物箱内。车主应在购车后立即妥善保管好这个“密码”。

密码是用来解密和重新配置钥匙的。如果钥匙牌丢失或遗忘了密码,必须先使用仪器获得 14 位字符的识别码,再通过大众公司服务热线查询密码。

匹配汽车钥匙,不管是重配还是增配钥匙都必须这样处理。

如果车主丢失了一把合法的钥匙,为了安全防盗,必须把其余钥匙都用仪器重新进行一次匹配过程。这样可以使丢失的钥匙变为非法钥匙 (尽管形状、材料不变),不能启动发动机而起到防盗作用。

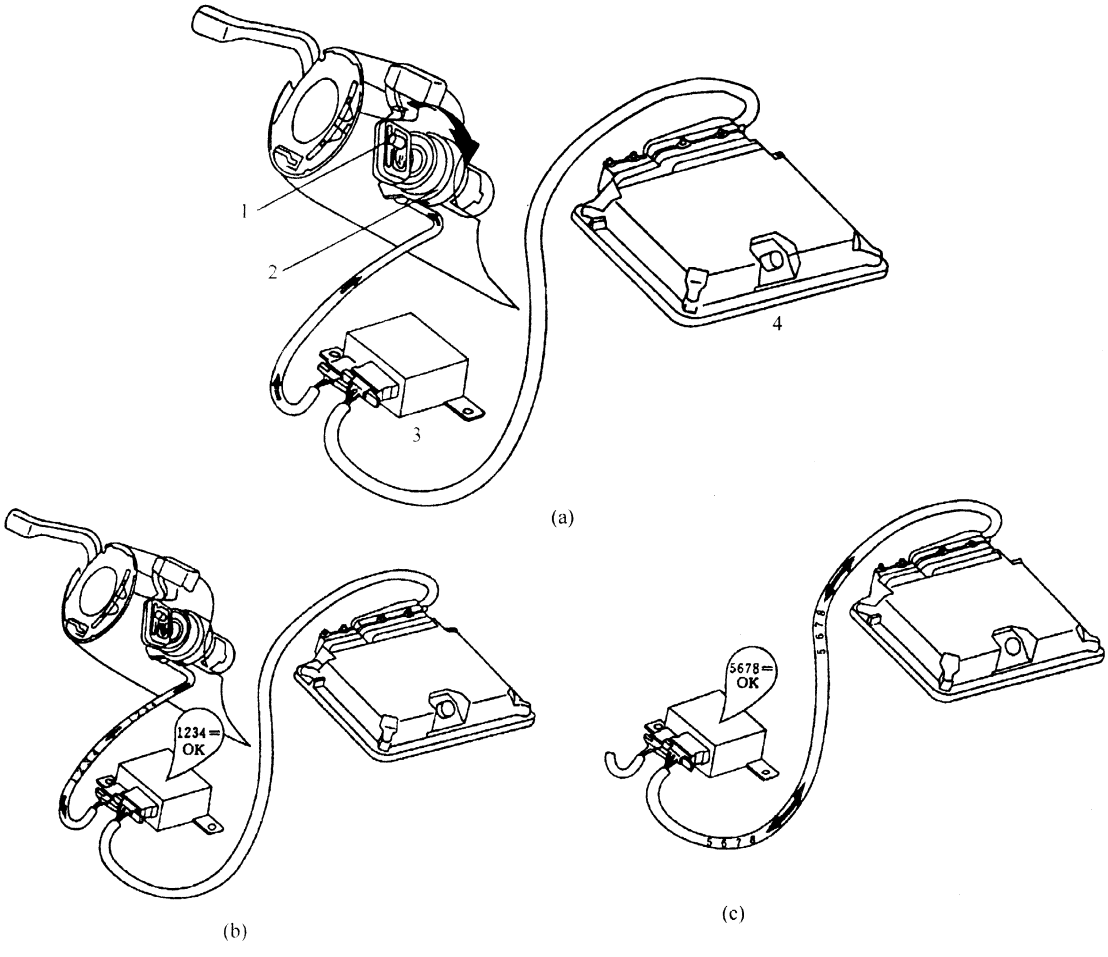


图 11-16 桑塔纳 2000GSi 型轿车防盗器的工作原理

1-脉冲转发器; 2-识读线圈; 3-防盗器控制单元; 4-发动机控制单元

2. 汽车防盗器的工作原理

当点火开关打开时，防盗器开始工作。防盗器控制单元通过识读线圈把能量感应地传送给钥匙中的脉冲转发器，如图 11-16（a）所示。

此时，脉冲转发器被激活，通过识读线圈把它的程控代码送给防盗器控制单元。在防盗器控制单元里，输入的程控代码与先前存储在防盗器控制单元的钥匙代码进行比较，如图 11-16（b）所示。

然后，防盗器控制单元再核对发动机控制单元的代码是否正确。该代码是由发动机控制单元存储在防盗器控制单元中。每次起动发动机时，控制单元中的随机代码发生器都会发生一个可变的代码。如果核对后，代码不一致，发动机将在起动后 2s 内熄火，如图 11-16（c）所示。

3. 汽车防盗器的故障自诊断

桑塔纳 2000GSi 型轿车的汽车防盗器属电子控制系统。因此设有故障自我诊断功能和匹配钥匙功能。必须使用专用的上海大众故障阅读仪 V. A. G1551 或 1552 和相应的操作程序，来诊断故障和进行防盗器匹配。

防盗器的地址指令是 25。

可以使用下列功能：

02　查询故障

05　清除故障存储

06　结束输出

08　读测量数据块

10　匹配

——00 频道，防盗器控制单元与发动机控制单元匹配

——21 频道，匹配钥匙

11　输入密码（登录）



图 11-17　故障诊断仪 V. A. G1552 的连接

（1）连接 V. A. G1552 故障阅读仪，选择防盗器电子系统

①在蓄电池电压大于 11V，点火开关打开的情况下，打开车内变速器杆前自诊断插口盖，将 V. A. G1552 故障阅读仪的插头与车内自诊断插口连接，其连接如图 11-17 所示。

此时显示器显示：

Test of vehicle system　　HELP Enter address word ××	车辆系统测试　　帮助 输入地址指令 ××

②输入防盗器地址指令 25，显示器上将显示：

Test of vehicle system　　HELP 25-Immobiliser	车辆系统测试　　帮助 25-防盗器

③按“Q”键确认，大约 5s 后，显示器将显示：

330 953 253 IMMO VWZ6ZOT0123456 V01→ Coding 00000 WSC 01205

显示器内容说明如下：330 953 253 为防盗器控制单元零件号；IMMO 为电子防盗系统缩写；VWZ6ZOT0123456 为防盗器控制单元 14 位数编号；V01 为防盗器控制单元软件版本；Coding 00000 为编码号；WSC 01205 为维修站代码（修理电子防盗器使用 V. A. G1552 时，必须先输入维修站代码）。

④按“→”键，显示器上将显示：

Test of vehicle system HELP Select function ××	车辆系统测试 帮助 选择功能 ××

（2）查询故障

①当需要查询防盗器故障时，输入 02“查询故障”功能，按“Q”键确认，此时显示器将显示：

X fault recognised →	X 个故障发现

②按“→”键，可以逐个显示故障代码和故障内容，直到全部故障显示完毕为止。如果没有故障，显示器将显示：

No fault recognised →	没有故障发现

③按“→”键，退回功能主菜单，显示器将显示：

Test of vehicle system HELP Select function ××	车辆系统测试 帮助 选择功能 ××

在查询故障时，应注意所有存在的故障或偶然故障都储存在故障记忆中；识别一个存在的故障至少 2s 的时间；如果一个故障目前已不存在，作为偶然故障出现时，在显示器右下角将出现/SP；50 次驱动循环（每个循环点火开关至少 2s）后，偶然故障将被自动清除。防盗器故障表，如表 11-2 所示。

表 11-2 防盗器故障表

V. A. G 1552 屏幕显示	故障的原因	产生的后果	故障的排除
65535 Control unit defective 控制单元损坏	• 控制单元-J362 损坏	• 发动机不能起动，警告灯亮	• 更换控制单元
00750 fault lamp 警告灯故障			
• 对地短路/断路	• 线路损坏 • 线路断路	• 警告灯亮 • 警告灯不亮	• 修理线路损坏 • 修理线路断路
• 对正极短路	• 警告灯-K117 损坏 • 线路损坏	• 警告灯不亮 • 警告灯不亮	• 更换警告灯 • 修理线路损坏

续表

V. A. G 1552 屏幕显示	故障的原因	产生的后果	故障的排除
65535 01128 Reader coil for immobiliser 防盗器识读线圈	• 识读线圈-D2 损坏 • 线路断路 • 短路	• 发动机不能起动，警告灯闪	• 更换识读线圈 • 修理线路断路 • 修理线路损坏
01176 Key 钥匙 • Signal too weak 信号太弱 • Not authorised 非法钥匙	• 转发器损坏 • 钥匙不匹配 • 识读线圈-D2 损坏	• 发动机不能起动，警告灯闪	• 配制新钥匙 • 完成汽车所有钥匙匹配程序 • 更换识读线圈
01177 • Engine Control unit not adaped 发动机控制单元没有匹配	• 更换发动机控制单元 • 发动机控制单元与防盗器控制单元连接线断路或短路	• 发动机不能起动，警告灯闪 • 发动机不能起动，警告灯不闪	• 完成发动机控制单元与防盗器控制单元匹配程序 • 检修发动机控制单元与防盗器控制单元连接线
01179 Key programming incorrect 配钥匙程序错误	• 钥匙匹配不正确	• 警告灯快速闪动（每秒 2 次）	• 查询故障 • 清除故障存储 • 完成汽车所有钥匙匹配程序

（3）清除故障存储

清除故障存储这一功能用于在查询故障后，清除防盗器控制单元的故障存储。输入 05“清除故障存储”功能，按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Test of vehicle system → Fault memory is erased	车辆系统测试 → 故障存储已被清除

（4）结束输出

输入 06“结束输出”功能，按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Test of vehicle system HELP Enter address word ××	车辆系统测试 帮助 输入地址指令 ××

完成这一功能后，V. A. G1552 将退出防盗器自诊断程序。

（5）读测量数据块

①输入 08“读测量数据块”功能，按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Read measuring value block HELP Enter displsy group number ××	读测量数据块 帮助 输入显示组号 ××

②输入显示组号 22，按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Read measuring value block 22 →			
1	2	3	4

4 钥匙实数

3 钥匙状态
- 1＝是　钥匙转发器正确
- 0＝否　汽车钥匙匹配不对，或转发器无效

2 发动机控制单元回答
- 1＝正确
- 0＝不正确　发动机控制单元或连接线路有故障

1 允许起动
- 1＝允许起动
- 0＝不允许起动　汽车钥匙匹配不对，或者发动机控制单元与防盗器控制单元没有匹配

（6）匹配

更换发动机控制单元后，必须重新与防盗器控制单元进行匹配，完成此项工作必须使用一把合法的汽车钥匙。

①连接 V. A. G1552，打开点火开关，输入防盗器地址指令 25，并按“Q”键确认。

②按“→”键，显示器将显示：

Test of vehicle system　HELP Select function ××	车辆系统测试　帮助 选择功能 ××

③输入 10“匹配”功能，此时显示器将显示：

Test of vehicle system　Q 10-Adaptation	车辆系统测试　确认 10-匹配

④按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Adaptation　Q Feed in channel number ××	匹配　确认 输入频道号 ××

⑤输入 00“频道”号，按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Adaptation　Q Erase learned Values?	匹配　确认 清除已知数值?

⑥按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Adaptation　→ Leared values have been erased	匹配　→ 已知数值已被清除

⑦按“→”键，完成匹配程序，退回功能主菜单，此时显示器将显示：

Test of vehicle system　HELP Select function ××	车辆系统测试　帮助 选择功能 ××

此时点火开关是打开的，发动机控制单元的随机代码就被防盗器控制单元读入储存起来。

（7）更换防盗器控制单元 J362 的匹配程序

①当更换新的防盗器控制单元时，发动机控制单元的随机代码自动被防盗器控制单元读入储存起来，应重新做一次所有钥匙匹配程序。

②当更换从其他车上拆下来的防盗器控制单元时，应重新做一次发动机控制单元与防盗器控制单元匹配程序，然后重新做一次所有钥匙匹配程序。

（8）匹配汽车钥匙

匹配汽车钥匙这一功能是清除以前所有合法钥匙的代码。必须将所有的汽车钥匙，包括新配的钥匙与防盗器控制单元匹配，同时完成匹配程序。新配钥匙或增加钥匙数量，最多合法钥匙不能超过8把。如果遗失了一把合法的钥匙，为了安全起见，必须将其他所有合法钥匙重新完成一次匹配钥匙程序，这样能使丢失在外的钥匙变为非法，不能起动发动机。匹配钥匙的程序必须先输入密码，从用户保存的一块涂黑的密码牌上刮去涂黑层即可见4位数密码。

①连接V.A.G1552，打开点火开关，输入防盗器地址指令25，按“Q”键确认。

②按“→”键，此时显示器将显示：

Test of vehicle system HELP Select function ××	车辆系统测试 帮助 选择功能 ××

③输入11“输入密码”功能，显示器将显示：

Test of vehicle system Q 11-Login procedure	车辆系统测试 确认 11-输入密码

④按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Login procedure Q Enter code number ×××××	输入密码 确认 输入密码号 ×××××

⑤输入密码号，在四位数密码前加一个“0”，例如：01234。此时显示器将显示：

Login procedure Q Enter code number 01234	输入密码 确认 输入密码号 01234

⑥按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Test of vehicle system HELP Select function ××	车辆系统测试 帮助 选择功能 ××

如果显示器显示：

Function is unknown or HELP can not be carried out at moment	功能不清楚或 帮助 此刻不能执行

表明密码号输错，必须重新输入密码。如果连续两次输入错误，第三次再想输入密码前，必须输入06“结束输出”，退出防盗器自诊断程序，打开点火开关等30 min以后再重新进行输入密码。

⑦输入10“匹配”功能，按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Adaptation Q Feed in channel number ××	匹配 确认 输入频道号 ××

⑧输入21“频道”号，按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Channel 21 Adaptation 2 → <-1 3->	频道21 匹配 2 → <-1 3->

输入汽车钥匙数。汽车钥匙数量根据需要可以输入0～8，输入可以按数字键直接输入钥匙数，或者用数字键“1”和“3”，按“1”键为减少1把钥匙数，按“3”键为增加1把钥匙数，

直到显示器右上角的数字符合需要的钥匙数为止。如果输入“0”，表示全部钥匙都变为非法，不能起动发动机。

⑨按“→”键，显示器将显示：

Channel 21 Adaptation 2 →	频道 21 匹配 2 →
Enter adaptation value ×××××	输入匹配钥匙数×××××

⑩按“0”键 4 次，再输入匹配钥匙数，例如匹配 3 把钥匙，输入 00003，此时显示器将显示：

Channel 21 Adaptation 2 Q	频道 21 匹配 2 确认
Enter adaptation value 00003	输入匹配钥匙数 00003

⑪按“Q”键确认，显示器将显示：

Channel 21 Adaptation 3 Q	频道 21 匹配 3 确认
<-1 3->	<-1 3->

⑫按“Q”键确认，显示器将显示：

Channel 21 Adaptation 3 Q	频道 21 匹配 3 确认
Store changed value?	是否要储存改正的钥匙数?

⑬按“Q”键确认，此时显示器将显示：

Channel 21 Adaptation 3 →	频道 21 匹配 3 →
Changed value is stored	改正的钥匙数已储存

⑭按“→”键。

⑮输入 06“结束输出”，在汽车点火开关上的这把钥匙匹配完毕。

⑯关闭点火开关，拔出汽车钥匙，然后插入下一把钥匙，打开点火开关。

⑰重复上述操作，直到把所有的钥匙都匹配完毕为止。

在进行匹配汽车钥匙程序中，应注意以下几点：

①匹配全部钥匙的操作不能超过 30s，如果只是插入钥匙，而没有打开点火开关，那么这把钥匙匹配无效。

②如果系统在读钥匙的过程中发现错误，如将已匹配过的钥匙再次进行匹配等，警告灯将以每秒 2 次的频率闪亮，读钥匙过程自动中断。

③每次匹配钥匙的过程顺利完成，警告灯则点亮 2s，然后熄灭 0.5s，再亮 0.5s，最后熄灭。

④在匹配钥匙完毕后，应选择 02“查询故障”，如果没有故障显示，说明匹配钥匙已成功地完成。

⑤如果要匹配的钥匙中转发器是坏的，或者钥匙中没有转发器，显示器将显示：

Function is unknown or HELP	功能不清楚或 帮助
can not be carried out at moment	此刻不能执行

(9) 获得密码的方法

如果 4 位数密码不知道，或者密码牌丢失，可按以下步骤获得密码。

①连接 V.A.G1552，打开点火开关，输入防盗器地址指令 25，按“Q”键确认，约 5s 后，显示器将显示：

330 953 253 IMMO VWZ6ZOT0456789 V01→
Coding 00000 WSC 01205

VWZ6ZOT0456789 为该车防盗器控制单元的 14 位数编号。

②维修站将读出的 14 位数防盗器控制单元编号，电传到上海大众售后服务中心，然后由上海大众服务中心将查得的密码电传到维修站。

（二）防盗报警系统

1. 防盗报警系统的结构

防盗报警系统由传感器、防盗器控制单元 ECU 和执行器组成。图 11-18 所示为防盗报警系统结构原理框图。

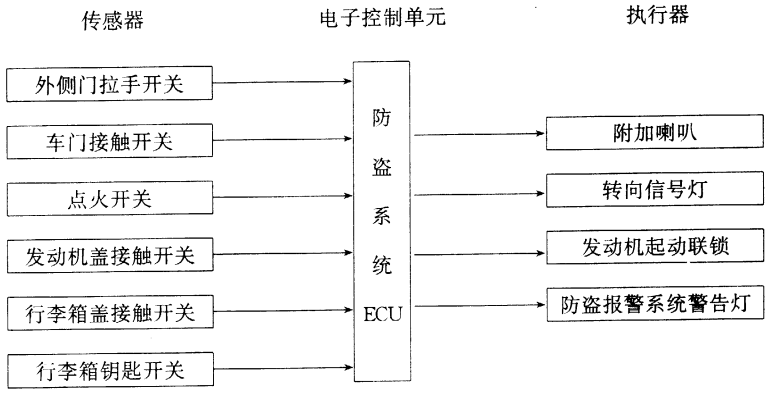


图 11-18　防盗报警系统

2. 防盗报警系统的工作原理

当防盗报警系统功能开启的同时，所有的车门、发动机盖和行李仓盖均应关闭。一旦开启这个功能，非法的汽车钥匙开门或撬动发动机仓盖、行李仓盖，报警系统就会以声光方式报警。此时转向灯会闪动，附加的喇叭（蜂鸣器）会响起报警。

使用合法的汽车钥匙，在位于驾驶员侧或前排乘客侧的门把手内的钥匙操纵开关可以激活防盗报警功能。当汽车开启后，报警系统关闭。

目前，桑塔纳 2000 型轿车均可以安装与汽车防盗器一体化的汽车防盗报警系统，并采用遥控开启车门。

六、散热风扇

（一）散热风扇的结构与工作原理

桑塔纳系列轿车散热风扇采用直流的轴流风扇，有一主动风扇通过一根较细的传动带带动另一从动风扇同步工作。风扇的慢挡转速是依靠串联电阻来实现的，其变速电阻安装在散热风扇的电动机内。主动风扇与从动风扇固定在集风罩内，工作电压 12V，其最大功率为 200W，起动方式为满电压直接起动。高速风扇挡功率为 150W，低速风扇挡功率为 95W。

如果在车上用串接电流表的方式直接测量风扇的电流，主动风扇高速挡电流为 6 ～ 7A 左右，低速挡为 3 ～ 4A 左右。主动风扇带动从动风扇后，高速挡电流为 8 ～ 10A 左右，低速挡电流为 4 ～ 5A 左右。散热风扇的电路如图 11-19 所示。

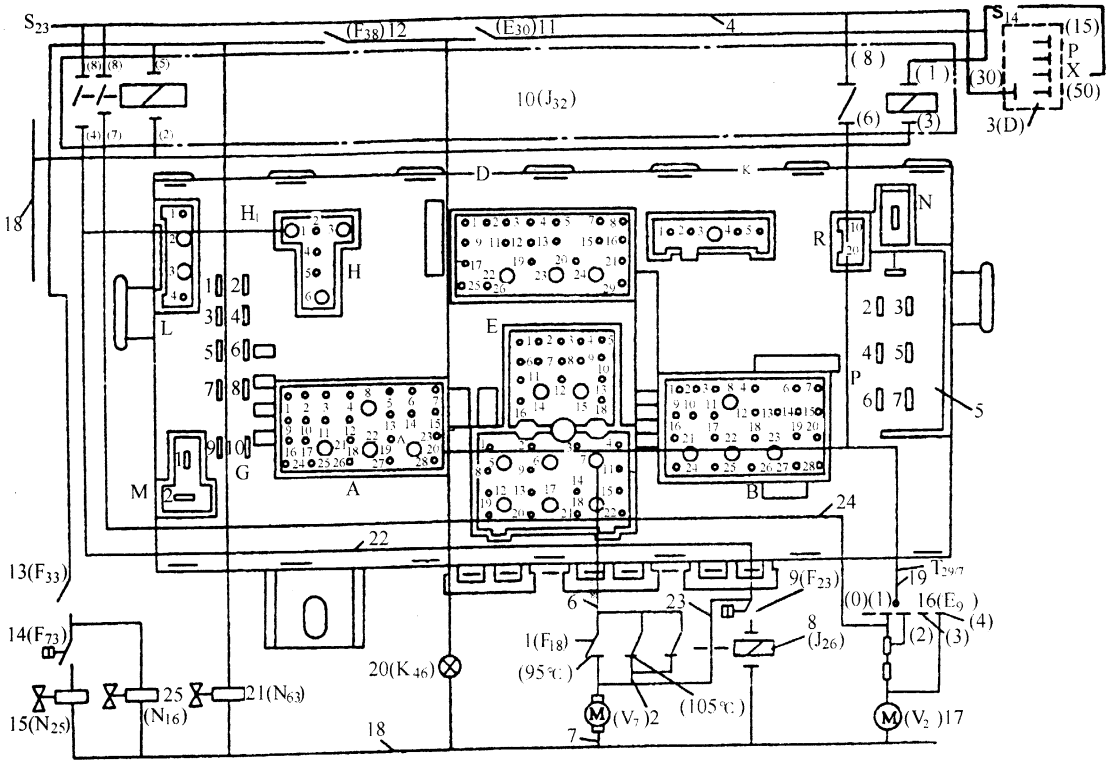


图 11-19　散热风扇电路图

1-散热风扇电机温控开关（F_{18}）；2-散热风扇电机（V_7）；3-点火开关（D）；4-火线（30）；5-中央线路板；6-红色线；7-棕色线；8-散热风扇继电器（J_{26}）；9-高压开关（F_{23}）；10-空调继电器（J_{32}）；11-空调制冷开关（E_{30}）；12-温控开关（F_{38}）；13-蒸发器温度开关（F_{33}）；14-制冷液管低压开关（F_{73}）；15-空调电磁离合器（N_{25}）；16-鼓风机开关（E_9）；17-鼓风机（V_2）；18-搭铁线；19-红黑线；20-空调指示灯；21-新鲜空气阀（N_{63}）；22、23、24-导线；25-怠速截止电磁阀（N_{16}）

当发动机冷却液温度达到 95 C 时，其电路为常火线电源→熔断器（30A）S_1 →中央线路板 C_7 端子→过渡插件→冷却风扇电机温控开关（F_{18}）的 95 C 挡→散热风扇串接的变速电阻→散热风扇→搭铁，两散热风扇以慢速挡转动。

当发动机冷却液温度达到 105 C 时，其电路为常火线电源→熔断器（30A）S_1 →中央线路板 C_7 端子→过渡插件→冷却风扇电机温控开关（F_{18}）的 105 C 挡→散热风扇→搭铁，两散热风扇以快速挡转动。

当空调工作时，其电路为常火线电源→熔断器（30A）S_1 →空调继电器（安装在中央线路板 5 号位上）上触点→空调继电器下触点→中央线路板 H_1 端子→散热风扇串接的变速电阻→散热风扇→搭铁，两散热风扇以慢速挡转动。

当空调系统内的压力高于 1.5 MPa 时，其电路为常火线电源→熔断器（30A）S_1 →空调继电器上触点→空调继电器下触点→中央线路板 H_1 端子→空调系统高压开关→空调减荷继电器（固定于发动机室右前方的车身支架上）励磁绕组→搭铁，空调减荷继电器工作。同时常火线电源→熔断器（30A）S_1 →中央线路板 C_7 端子→空调减荷继电器上触点→空调减荷继电器下触点→散热风扇→搭铁，两散热风扇以快速挡转动。

（二）散热风扇的常见故障与排除

1. 冷却液温度达到规定值，散热风扇不工作

检查时可先拔下散热器温控开关处插接件，短接插接件1—3端子，风扇应高速转动。短接2—3端子，风扇应低速转动。如果状态正常，故障可能在温控开关。如果状态不正常，则应检查端子3是否有电源电压。如果无电源电压，则应检查熔断器（30A）S_1。如果有电源电压，则应拔下风扇电动机处插接件，直接用蓄电池检查风扇电动机。如果仍不转动，故障在电动机本身。

2. 冷却液温度达到规定值时，风扇转动，而在打开空调后，风扇不转动

此故障一般在空调继电器上，空调继电器是由二组励磁线圈、三组触点组成的普通型继电器，根据需要更换空调继电器。

3. 空调系统压力大于1.5 MPa后，散热风扇高速挡不转动

如果散热风扇在其他状态下工作正常，只有当空调系统压力大于1.5 MPa后，散热风扇高速挡不转动时，可先拔下空调系统储液干燥器上的高压开关上的插接件，其中一导线应具有电源电压，另一导线搭铁应测量出空调减荷继电器励磁绕组的电阻值。假如测量不出电阻值，则表明减荷继电器已损坏，或它们之间的连接线路有故障。同时，当空调系统内压力大于1.5 MPa时，用欧姆表测量高压开关，它应呈导通状态，否则说明高压开关损坏，应立刻更换，如果上述情况检查结构均属正常，则应进一步检查空调减荷继电器。

七、进气预热系统

（一）进气预热系统的结构

桑塔纳化油器式轿车配装有进气预热系统，进气预热系统由进气预热器、进气预热热敏开关、进气预热继电器等组成，其电路如图11-20所示。

进气预热器安装在发动机进气歧管上，主要由电热丝（康铜丝）制成，其加热电阻阻值很小，仅为0.25 ～ 0.50Ω。接通点火开关时，电流可达20 ～ 50A，加热电阻产生大量热量，加热进气歧管中的空气，以利于发动机起动和混合气燃烧。

进气预热热敏开关，当进气温度低于60℃时，热敏开关接通；当进气温度高于70℃时，热敏开关断开。

进气预热继电器盖上标有“1”字样，安装在中央线路板2号位置。

进气预热继电器线圈电路为蓄电池正极→红色导线→中央线路板单端子插座→红色导线→点火开关“30”端子→点火开关“15”端子→黑色导线→中央线路板A_8端子→熔断器S_{17}→中央线路板D_2端子→黑色导线→进气预热热敏开关→紫/黑色导线→中央线路板D_{13}端子→进气预热继电器“86”端子→继电器励磁线圈→继电器“85”端子→中央线路板D_{22}端子→搭铁回到电源负极。

预热继电器线圈电流接通时，产生电磁吸力将其触点吸闭，使其进气预热器电路接通，其电路为蓄电池正极→中央线路板单端子插座→进气预热继电器“30”端子→继电器触点继电器“87”端子→红色导线→进气预热加热电阻→搭铁回到电源负极。

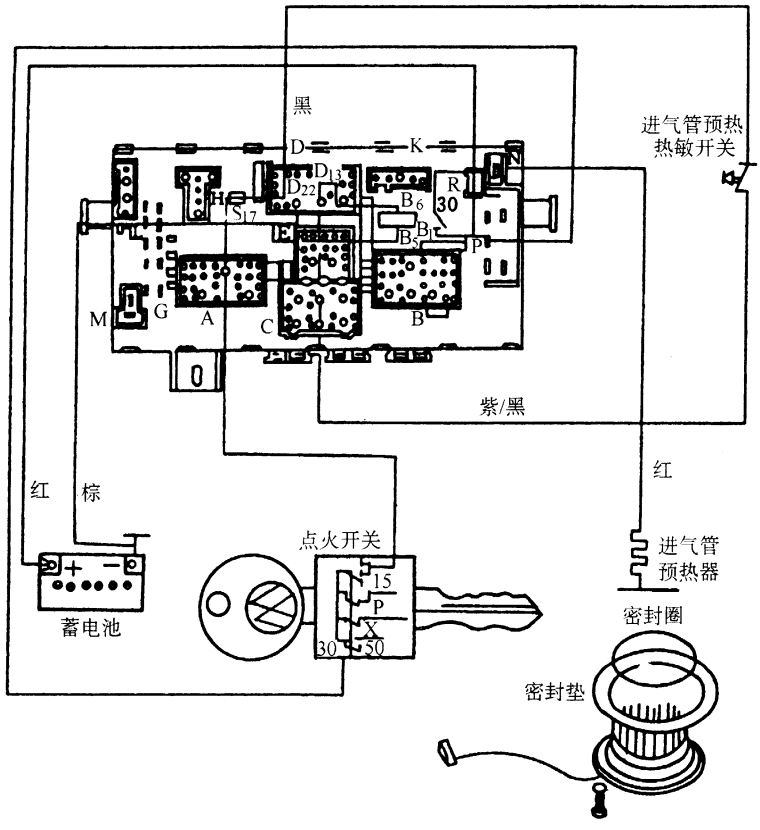


图 11-20　进气预热系统电路图

（二）进气预热系统的常见故障与排除

当进气管预热系统发生故障时，首先接通点火开关，检查进气管预热热敏开关处黑色导线是否有电压，如果没有，应检查熔断器 S_{17} 是否熔断，黑色导线与中央线路板 D_2 端子处是否接触良好；如果进气管预热热敏开关处黑色导线上有电压，则应检查进气预热热敏开关，可用欧姆表测量，如图 11-21 所示。当温度低于 60℃时，热敏开关应闭合，呈导通状态，当温度高于 70℃时，热敏开关应断开，呈截止状态。如果测量值不符合规定，应更换新品。

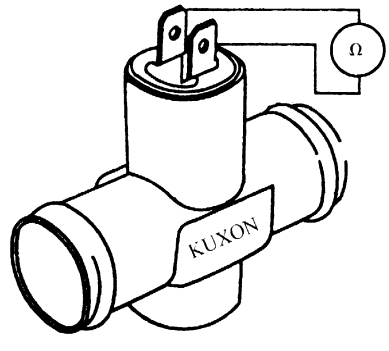


图 11-21　进气预热热敏开关的检查

如果进气预热热敏开关正常，系统仍不工作，则应测量进气预热器上红色导线上是否有工作电压。如果没有电压则应检查 2 号位上的预热继电器及其连接导线，发现不正常应更换；如果预热器红色导线有工作电压，其电压高于 11.5V，则应检查进气预热器加热电阻，其阻值应在 0.25 ～ 0.50Ω 左右，如不符合规定，应更换新品。如果加热电阻处密封衬垫、密封圈损坏应更换。

第十二章　全车线路

一、全车线路的组成

桑塔纳轿车的全车线路主要由以下几部分组成：

（1）电源线路，也称充电电路。由蓄电池、发电机、调节器及工作情况指示装置组成。

（2）起动线路，由起动机、起动继电器、起动开关及起动保护装置组成。

（3）点火系统，由分电器、电子点火控制器、点火线圈、火花塞及点火开关组成。

（4）空调控制电路，由空调压缩机电磁离合器、空调控制器、控制开关等组成。

（5）仪表线路，由指示仪表、传感器、各种报警器及控制器组成。

（6）照明与信号系统，由前照灯、雾灯、示廓灯、转向灯、制动灯、倒车灯等及其控制继电器和开关组成。

（7）其他辅助电器线路，由各种辅助电器及其控制继电器和开关组成。

（8）电子控制系统线路，由电子控制燃油喷射、电子控制制动防抱死系统、安全气囊等控制电路组成。

全车线路就是将这些电气设备按照它们各自的工作特性及相互之间的内在联系，用导线连接起来，构成的一个整体。桑塔纳2000GLs型轿车的电气设备布置如图12-1所示。

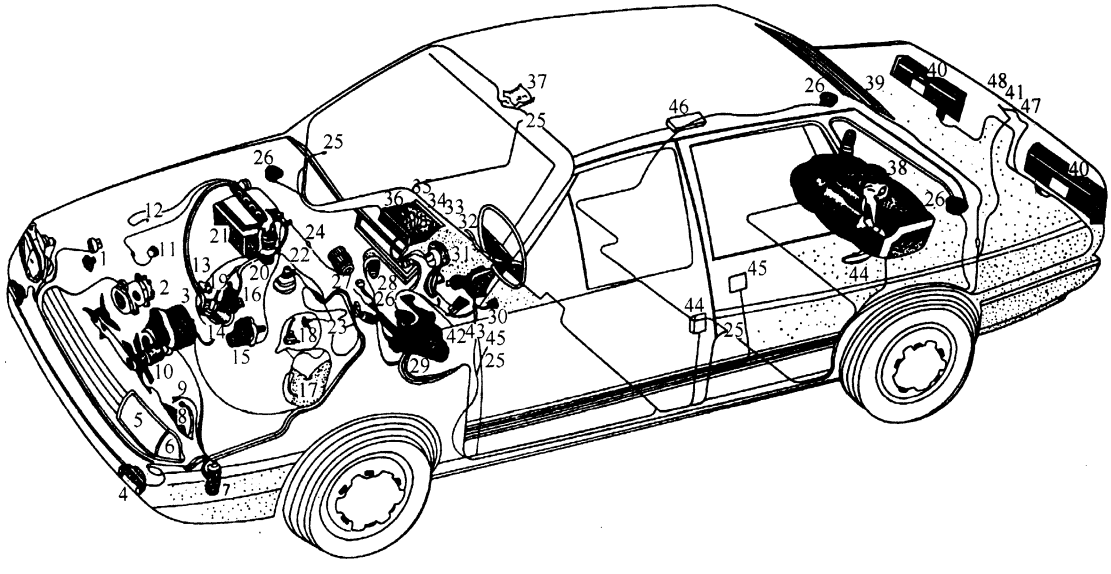


图12-1　桑塔纳2000GLs型轿车电气设备布置

1-双音喇叭；2-空调压缩机；3-交流发电机；4-雾灯；5-前照灯；6-转向指示灯；7-空调储液干燥器；8-中间继电器；9-电动风扇双速热敏开关；10-风扇电动机；11-进气电预热器；12-化油器怠速电磁切断阀；13-热敏开关；14-机油油压开关；15-起动机；16-火花塞；17-风窗清洗液电动泵；18-冷却液液面传感器；19-分电器；20-点火线圈；21-蓄电池；22-制动液液面传感器；23-倒车灯开关；24-空调、暖风用鼓风机；25-车门接触开关；26-扬声器；27-点火控制器；28-风窗刮水器电动机；29-中央配电盒；30-前照灯变光开关；31-组合开关；32-空调及风量旋钮；33-雾灯开关；34-后窗电加热器开关；35-危急报警灯开关；36-收放机；37-顶灯；38-油箱液面传感器；39-后窗电加热器；40-组合后灯；41-牌照灯；42-电动天线；43-电动后视镜；44-集控门锁；45-电动摇窗机；46-顶灯；47-后盖集控锁；48-行李箱灯

桑塔纳系列轿车采用中央线路板方式，即大部分继电器和熔断器都安装在中央配电盒正面，主线束从中央配电盒反面插接后通往各用电设备。中央配电盒上标有线束和导线插接位置的代号及接点的数字号。主要线束的插接件代号有 A、B、C、D、E、G、H、L、K、M、N、P、R，其中 P 插座插入常火线，R、K、M 均为空位插孔。查找时只要根据电路图中导线与中央配电盒区域中下框线交点处的代号，就能了解其导线在某个线束中的插头上。

桑塔纳轿车的中央线路板如图 12-2 和图 12-3 所示。

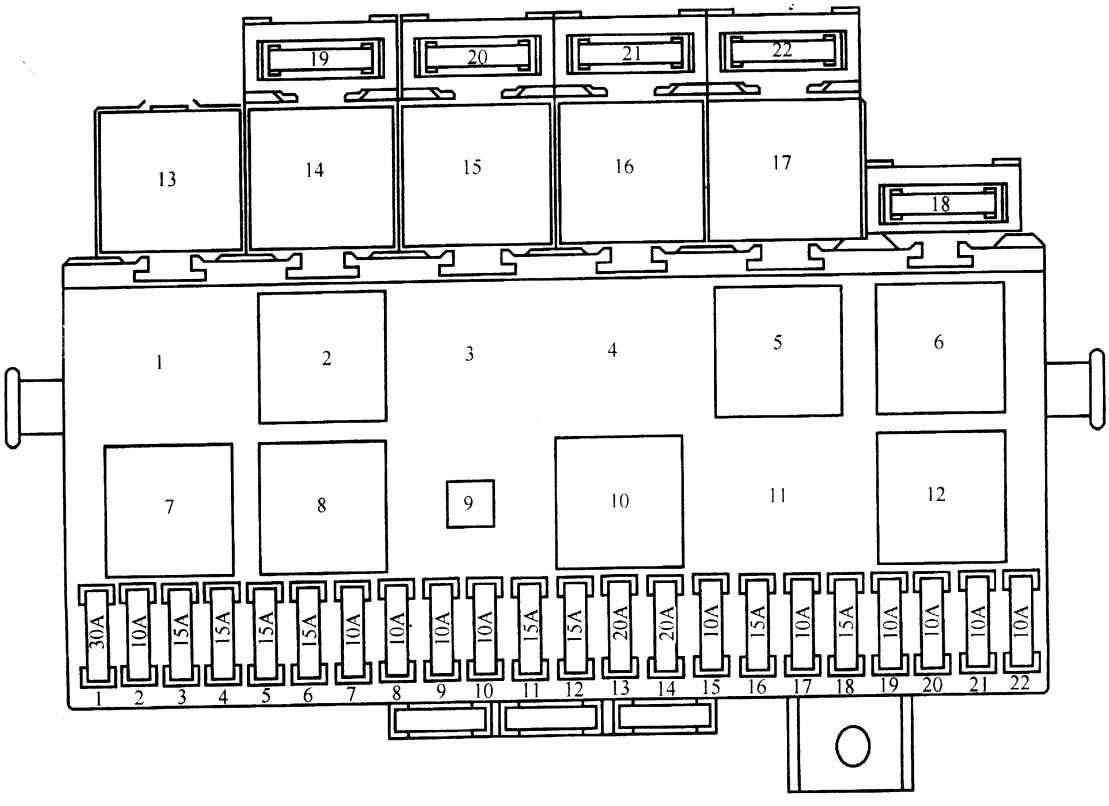


图 12-2　中央线路板正面布置图

1-空位；2-进气歧管预热继电器；3、4、11-空位；5-空调继电器；6-双音喇叭继电器；7-雾灯继电器；8-减荷继电器；9-拆卸熔断器专用工具；10-前风窗刮水和清洗器继电器；12-报警、转向继电器；13-冷却风扇继电器；14-摇窗机自动继电器；15-摇窗机延迟继电器；16-内部照明继电器；17-冷却液液面指示控制器；18-后雾灯熔断器；19-热保护器；20-空调熔断器（30A）；21-自动天线熔断器（10A）；22-电动后视镜熔断器（3A）

中央线路板上共有 27 个熔断器。安装在中央线路板下方，各熔断器都标明了该熔断器的安培数、熔断器的编号、被保护的电路和额定电流，如表 12-1 所示。

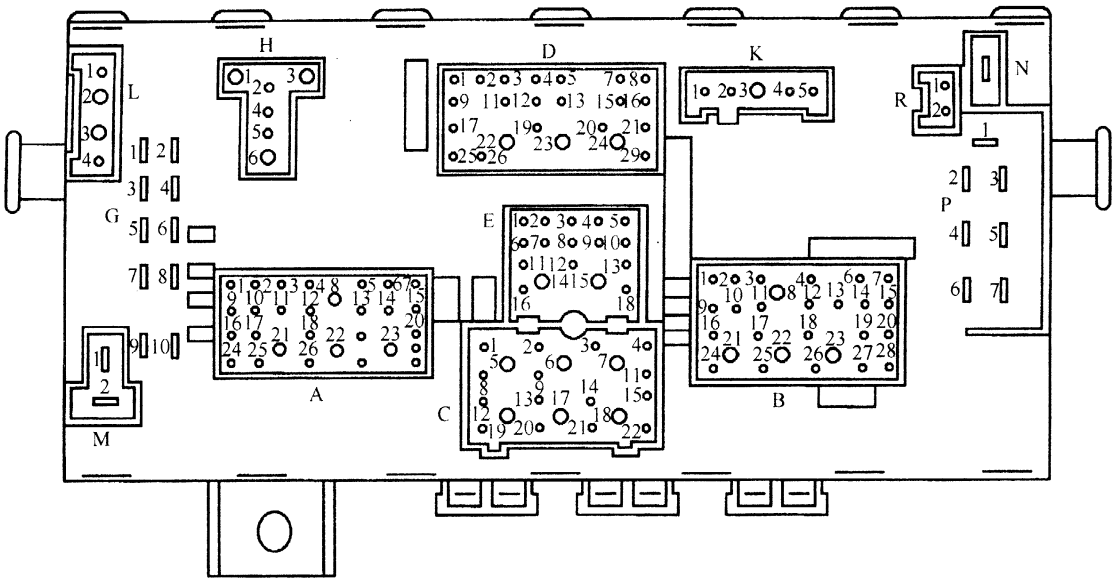


图 12-3　中央线路板反面布置图

A-用于连接仪表板线束，插件颜色为蓝色；B-用于连接仪表板线束，插件颜色为红色；C-用于连接发动机室左边线束，插件颜色为黄色；D-用于连接发动机室右边线束，插件颜色为白色；E-用于连接车辆后部线束，插件颜色为黑色；G-用于连接单个插头（主要用于冷却液不足指示控制器）；H-用于连接空调系统线束，插件颜色为棕色；K-空位；L-用于连接喇叭/双音喇叭线路，插件颜色为灰色；M-空位；N-用于连接单个插头（主要用于进气预热）；P-用于连接单个插头（主要用于蓄电池火线与中央线路板“30”的连接，与中央线路板“30”与点火开关“30”接线柱的连接）；R-空位

表 12-1　桑塔纳轿车中央线路板上熔断器的编号、被保护的电路和额定电流

编　号	被保护的电路	额定电流	备　注
S_1	冷却风扇电机	30A	
S_2	制动灯	10A	
S_3	点烟器、收放机、时钟、室内灯、行李箱灯	15A	
S_4	危险报警灯	15A	
S_5	燃油泵	15A	
S_6	前雾灯	15A	
S_7	左示宽灯、左尾灯	10A	
S_8	右示宽灯、右尾灯	10A	
S_9	右前照灯远光	10A	
S_{10}	左前照灯远光	10A	
S_{11}	刮水器和清洗器	15A	
S_{12}	电动摇窗机	15A	
S_{13}	后窗除霜器	20A	
S_{14}	鼓风机（空调）	20A	
S_{15}	倒车灯、车速传感器	10A	
S_{16}	双音喇叭	15A	

续表

编　号	被保护的电路	额定电流	备　注
S_{17}	怠速截止电磁阀、进气预热器	10A	
S_{18}	驻车制动、阻风门指示灯	15A	
S_{19}	转向灯	10A	
S_{20}	牌照灯、杂物箱照明灯	10A	
S_{21}	左前照灯近光	10A	
S_{22}	右前照灯近光	10A	
S_{23}	后雾灯	10A	
S_{24}	空调	30A	
S_{25}	自动天线	10A	
S_{26}	电动后视镜	3A	
S_{27}	ECU	10A	
注：熔断器 23 ～ 27 为桑塔纳 2000GSi 型轿车的编号，插在中央线路板的旁边。			

二、电路图的阅读

1. 电路特点

(1) 整车电气系统正极电源分为三路：标有“30”字样的电源线为常火线。直接与蓄电池相连接，中间不经过任何开关，不论汽车处于停车或发动机处于熄火状态均有电，其电压都等于电源电压 (12～14V)。“30”号电源线的电源专门供给发动机熄火时也需要用电的电器作用，如停车灯、报警灯、制动灯、顶灯、冷却风扇电动机等。标有“15”字样的电源线为小容量用电设备的电源正极。“15”号电源线的电源受点火开关控制，只有在点火开关接通后，用电设备才能通电使用。标有“X”的为车辆起步运行中才接通的大容量电器用火线，即只有在点火开关接通、卸荷继电器触点闭合时，标号“X”电源线才有电。

(2) 搭铁线也分三路：标有“①”的为搭铁线；标有“②”、“③”、“④”的为中央线路板搭铁线；标有“⑦”的为尾灯线束搭铁线，而标有“31”字样的中央线路板内为搭铁线。

桑塔纳 2000 型轿车的原版电气线路图为彩色图，车上电线用什么颜色，图上就印什么颜色，非常直观。红色线大多为控制火线，棕色线都为接地线，白、黄色线用于控制灯，蓝色线大多用于指示灯或传感器，全绿、红/黑或绿/黑用于脉冲式的用电器，不同用处的导线采用不同的底色和嵌色，给维修安装带来极大的方便。

2. 电路示例

现摘录一段电路图 (图 12-4)，以此为例，说明识别电路的方法。

J_2 为继电器，黄色圈内标号为 12，表示该继电器位于中央线路板上第 12 位，对照图 12-5 的说明可知，J_2 为电子控制的复合式继电器。

S 代表熔断器 (即熔断器)，下脚标号代表该熔断器在中央线路板上的位置，如 S_{19} 表示该

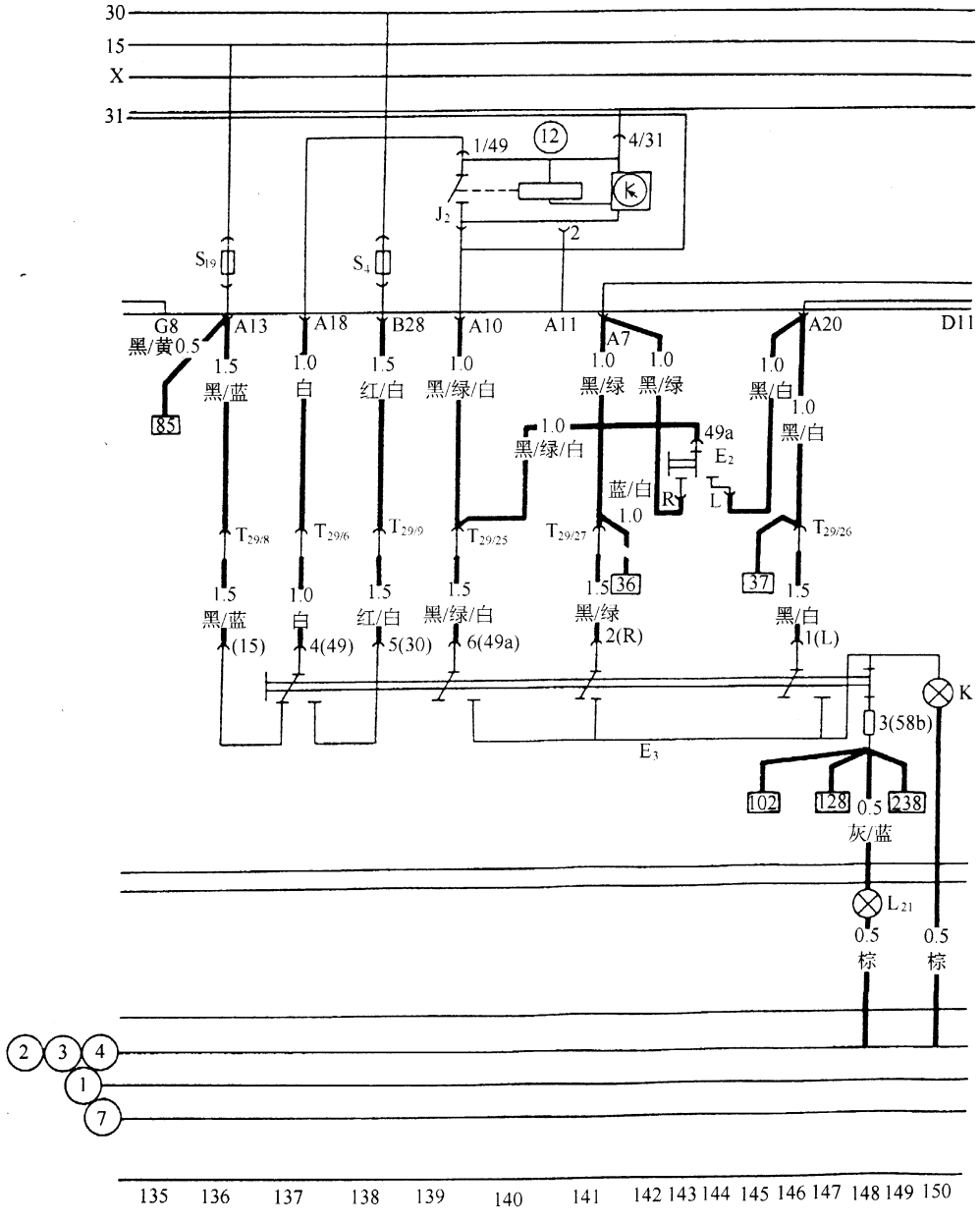


图 12-4　桑塔纳 2000 型轿车电路图摘录

熔断器处于中央线路板第 19 位，熔断器的容量可从它的颜色来判别：红色为 10A，蓝色为 15A，绿色为 30A，黄色则为 20A。

A13 为中央线路板接头说明，该蓝/黑色导线连接于中央线路板 A 线束第 13 位插头上，以此类推，B28 即在 B 线束第 28 位插头上。导线上标有的数字表示线的截面积，如 1.5、1.0、2.5 分别表示该线截面积为 1.5 mm^2、1.0 mm^2、2.5 mm^2。

$T_{29/8}$表示连接插头，即 29 孔插头的第 8 位上。

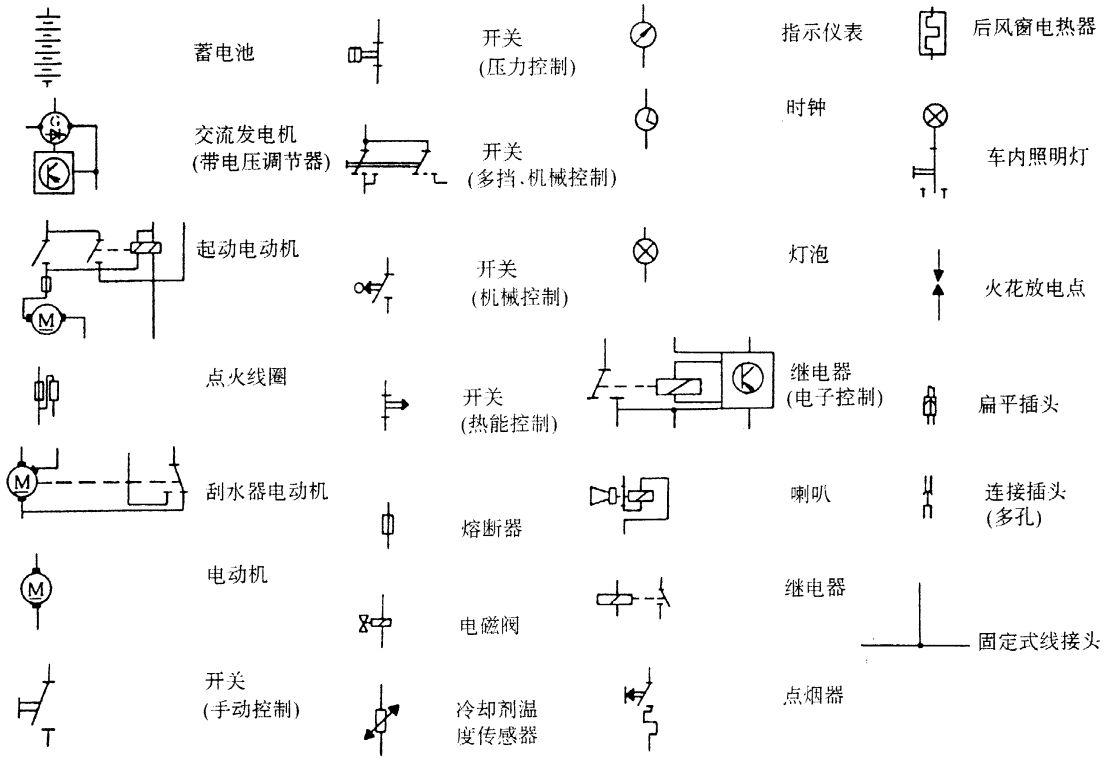


图 12-5　电路图中的符号说明

三、全车线路图

桑塔纳系列轿车电路图如图 12-6（a）～图 12-6（k）和表 12-2 所示。桑塔纳 2000GSi 型轿车电子控制燃油喷射系统和制动防抱死系统电气线路分别如图 6-3 和图 7-13 所示。

表 12-2　电气线路图中零部件名称及在电路中的位置

符　号	零部件名称	在电气线路图中的位置	符　号	零部件名称	在电气线路图中的位置
①	蓄电池搭铁线		D	点火开关	23
②③④	中央线路板搭铁线		E_1	灯光开关	92
⑤	发动机室左线束搭铁线		E_2	转向灯开关	143
⑥	阅读灯搭铁线		E_8	危险报警闪光开关	141
⑦	尾灯线束搭铁线		E_4	变光和转向灯开关	112
30	常火线		E_9	空调风速开关	234
15	小容量电器用火线		E_{15}	后风窗加热器开关	131
X	大容量电器用火线		E_{19}	停车灯开关	25
31	中央线路板内搭铁线		E_{20}	仪表板照明灯调节器	102
A	蓄电池	5	E_{22}	前风窗刮水器开关	172
B	起动机	7	E_{23}	雾灯开关	125
C	发电机	2	E_{30}	空调开关	237
C_1	发电机电压调节器	21	E_{33}	空调风量开关	242

续表

符　号	零部件名称	在电气线路图中的位置	符　号	零部件名称	在电气线路图中的位置
E_{39}	电动摇窗机安全开关	208	H	双音喇叭开关	246
E_{40}	电动摇窗机开关（左前）	200	H_1	高低音喇叭	251、252
E_{41}	电动摇窗机开关（右前）	195	J_2	转向灯继电器	139
E_{52}	电动摇窗机开关（左后）	205	J_4	双音喇叭继电器	246
E_{53}	电动摇窗机开关（左后）	205	J_5	雾灯继电器	124
E_{54}	电动摇窗机开关（右后）	212	J_6	稳压器	48
E_{55}	电动摇窗机开关（右后）	212	J_{26}	空调减负继电器	229
E_{56}	后阅读灯开关（右）	66	J_{31}	前风窗刮水器及清洗器继电器	169
E_{57}	后阅读灯开关（左）	69	J_{32}	空调继电器	234
F	制动灯开关	155	J_{51}	电动摇窗机自动继电器	188
F_1	油压开关（180kPa）	54	J_{52}	电动摇窗机延时继电器	190
F_2	前车门接触开关（左）	59	J_{53}	中央集控锁控制器（左前）	215
F_3	前车门接触开关（右）	58	J_{59}	减荷继电器	91
F_4	倒车灯开关	161	J_{81}	进气歧管预热继电器	18
F_5	行李箱照明灯开关	57	J_{114}	油压检查控制器	33
F_9	驻车制动指示灯开关	56	J_{120}	冷却液不足指示控制器	57
F_{10}	后车门接触开关（左）	68	J_{121}	内部照明继电器	59
F_{11}	后下门接触开关（右）	65	K_1	前照灯远光指示灯	42
F_{18}	冷凝器风扇温控开关	226	K_2	充电指示灯	31
F_{22}	油压开关（30kPa）	53	K_3	油压指示灯	31
F_{23}	空调高压开关	229	K_5	转向指示灯（右）	36
F_{34}	制动液不足指示开关	55	K_6	危险报警闪光灯指示灯	150
F_{35}	进气预热温控开关	19	K_7	驻车制动指示灯	38
F_{38}	空调室温开关	240	K_{10}	后风窗加热指示灯	41
F_{66}	冷却液不足指示开关	56	K_{17}	雾灯指示灯	127
F_{69}	发动机室照明灯开关	107	K_{28}	冷却液温度指示灯	47
F_{70}	杂物箱照明灯开关	104	K_{48}	空调开关照明灯	237
F_{73}	空调压缩机开关	242	K_{49}	阻风门指示灯	39
G	燃油表传感器	52	K_{50}	冷却液液位指示灯	43
G_1	燃油表	46	K_{51}	燃油不足指示灯	46
G_2	冷却液温度传感器	51	L_1	前照灯双丝灯泡（左）	116、118
G_3	冷却液温度表	48	L_2	前照灯双丝灯泡（右）	117、119
G_5	转速表	35	L_8	钟照明灯	92
G_6	车速表	34	L_9	灯光开关照明灯泡	103
G_7	车速传感器	159	L_{10}	仪表板照明灯	93 ～ 99
G_{40}	霍尔传感器	11	L_{20}	后雾灯灯泡	122

续表

符　号	零部件名称	在电气线路图中的位置	符　号	零部件名称	在电气线路图中的位置
L_{21}	暖风开关照明灯	148	S_1、S_2 S_3、S_4	见表 12-1	226、155、57、138
L_{22}	前雾灯灯泡（左）	120			
L_{23}	前雾灯灯泡（右）	121	S_6、S_7、S_8、S_9	见表 12-1	120、96、98、117
L_{28}	点烟器照明灯	89	S_{10}、S_{11}、S_{12}、S_{13}	见表 12-1	116、166、181、131
L_{39}	后风窗加热器开关照明灯	129			
L_{40}	雾灯开关照明灯	128	S_{14}、S_{15}、S_{16}、S_{17}	见表 12-1	242、161、251、21
L_{53}	电动摇窗机开关照明灯	196、200、206、209、212	S_{18}、S_{19}、S_{20}	见表 12-1	242、136、106
			S_{21}、S_{22}	见表 12-1	119、118
M	电动后视镜开关	181	S_{23}	空调熔断器（30A）	230
M_1	停车灯灯泡（左）	121	S_{27}	后雾灯熔断器	123
M_2	尾灯灯泡（右）	109	S_{37}	电动摇窗机热保护器	188
M_3	停车灯灯泡（右）	108	S_{38}	电动后视镜熔断器（3A）	181
M_4	尾灯灯泡（左）	110	S_{39}	电动天线熔断器	87
M_5	转向灯（前左）	152	U_1	点烟器	88
M_6	转向灯（后左）	151	V	前风窗刮水器电机	164
M_7	转向灯（前右）	154	V_2	鼓风机电机	232
M_8	转向灯（后右）	153	V_5	前风窗清洗泵	177
M_9	制动灯（左）	157	V_7	散热器风窗	226
M_{10}	制动灯（右）	156	V_{14}	电动摇窗机电动机（左前）	200
M_{16}	倒车灯（左）	163	V_{15}	电动摇窗机电动机（右前）	195
M_{17}	倒车灯（右）	161	V_{26}	电动摇窗机电动机（左后）	205
M_{20}	空调控制装置指示灯	239	V_{27}	电动摇窗机电动机（右后）	212
N	点火线圈	15	V_{30}	中央集控锁电动机（右前）	218
N_3	怠速截止电磁阀	21	V_{31}	中央集控锁电动机（右后）	220
N_{16}	空调升速电磁阀	243	V_{32}	中央集控锁电动机（左后）	222
N_{23}	鼓风机换挡电阻	232	V_{33}	电动后视镜电动机（右）	179
N_{25}	电磁离合器	242	V_{34}	电动后视镜电动机（左）	183
N_{47}	晶体管点火开关装置	11	V_{44}	电动天线	87
N_{51}	进气预热器	18	W	车内前部照明灯	63
N_{63}	进气门电磁阀	241	W_3	行李箱内照明灯	57′
O	分电器	15	W_4	遮阳灯	64
P	火花塞插头	13-17	W_5	后阅读灯（右）	66
Q	火花塞	13-17	W_6	后阅读灯（左）	69
R	收放机	83	X	牌照照明灯	105
R_2、R_3、R_4、R_5	扬声器	81、74、83、75	Y_2	电子钟	71
			Z_1	后风窗加热器	134

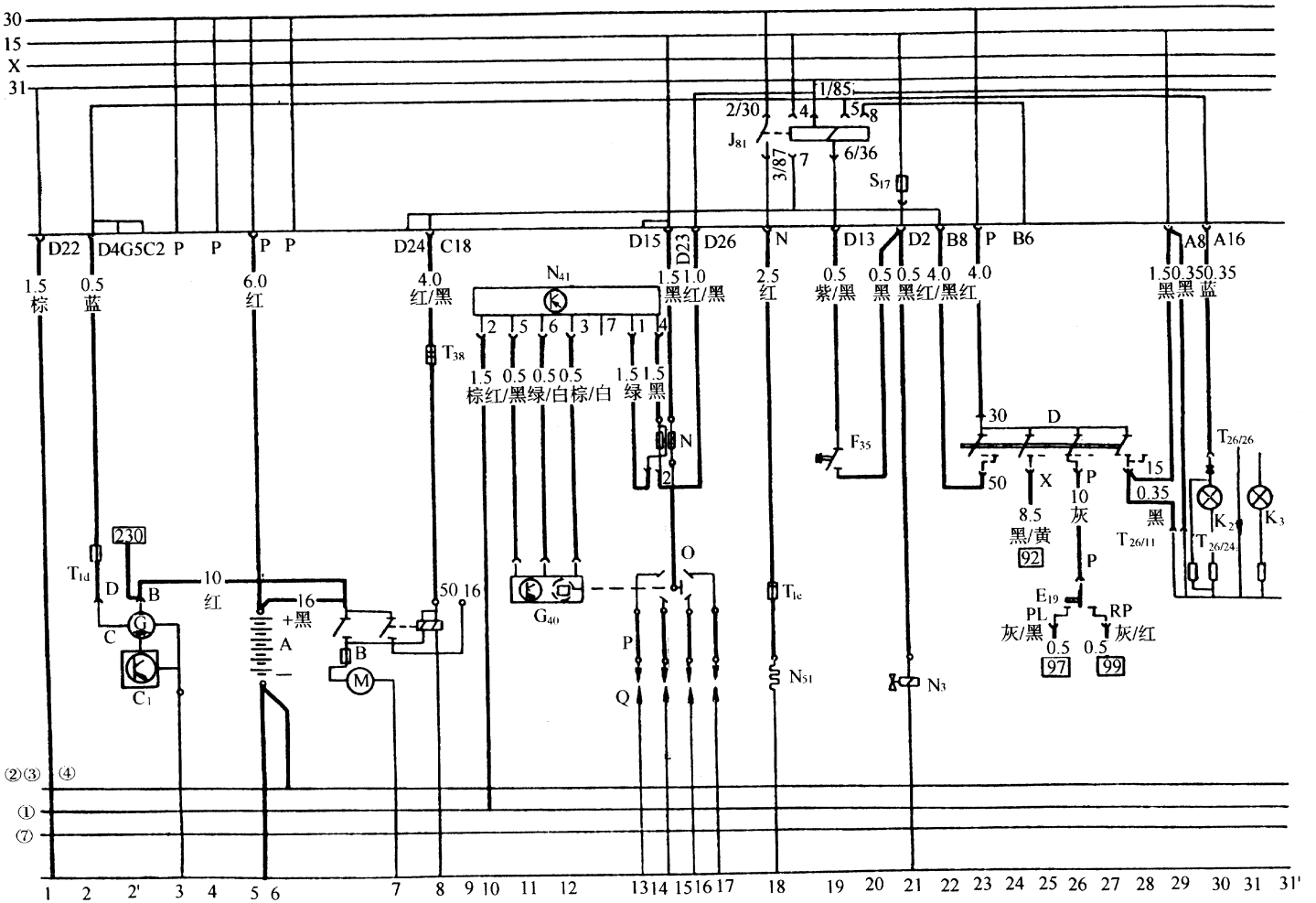


图 12-6（a）　桑塔纳系列轿车电路图

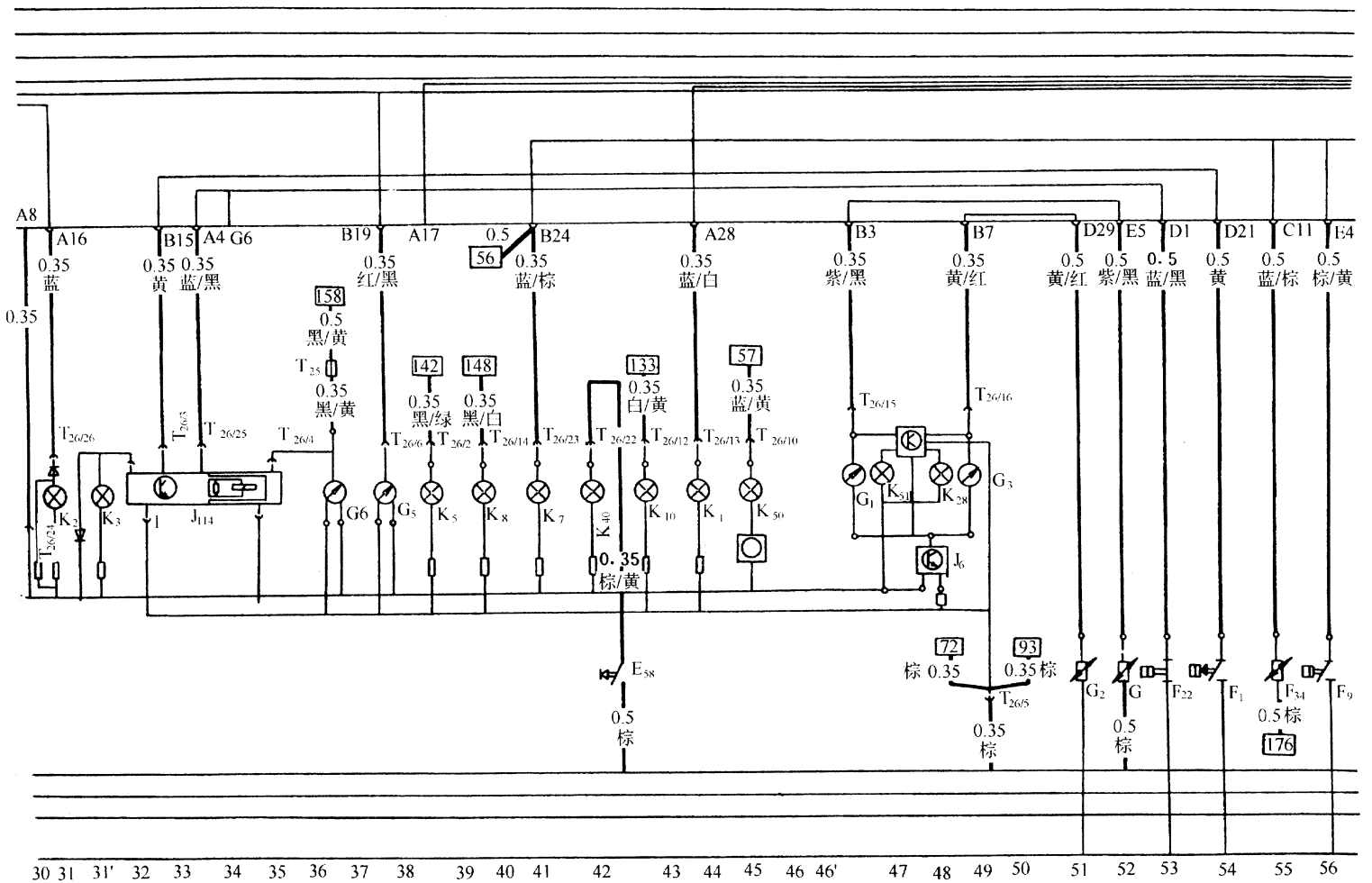


图 12-6 (b)　桑塔纳系列轿车电路图

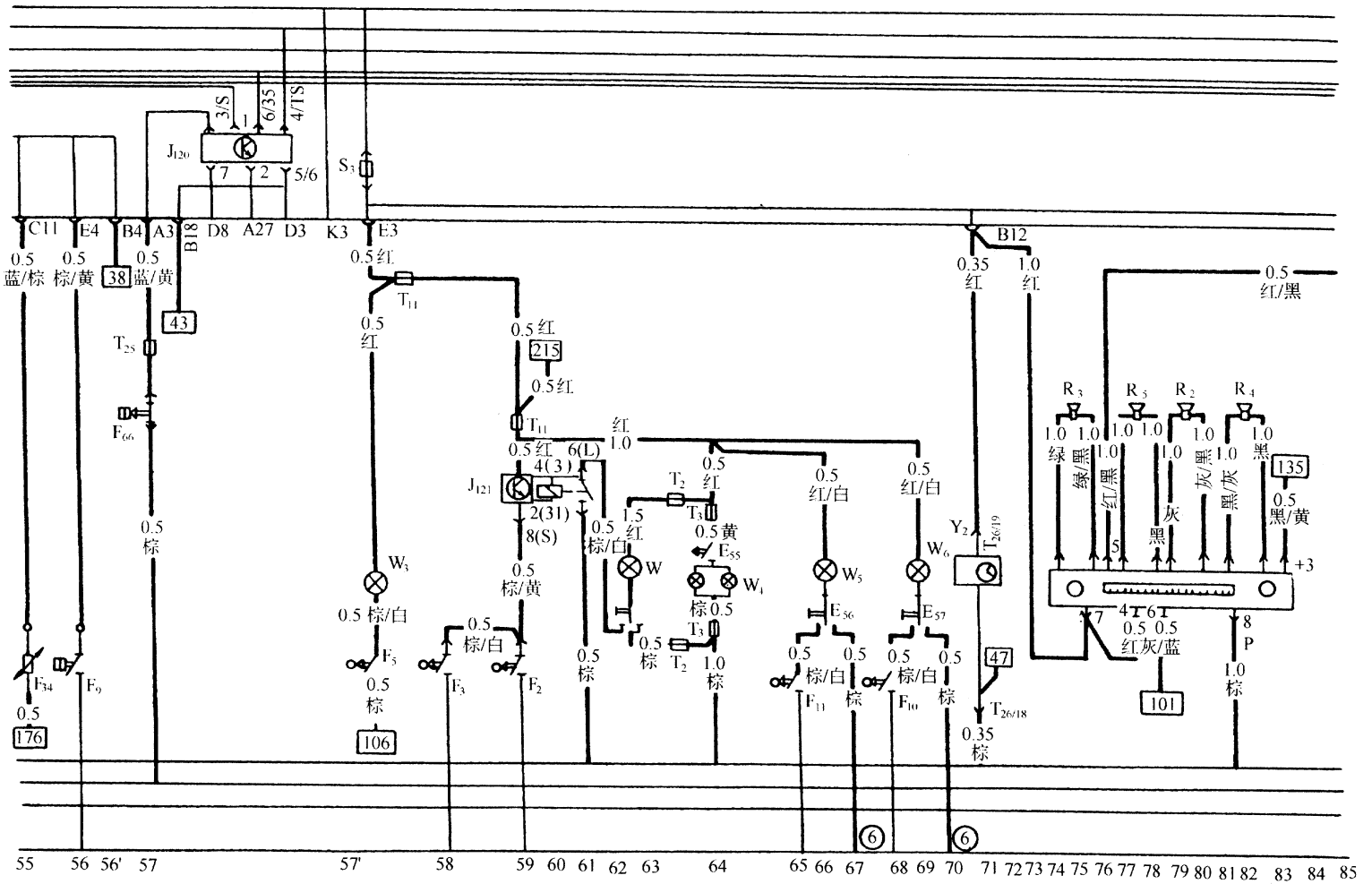


图 12-6（c）　桑塔纳系列轿车电路图

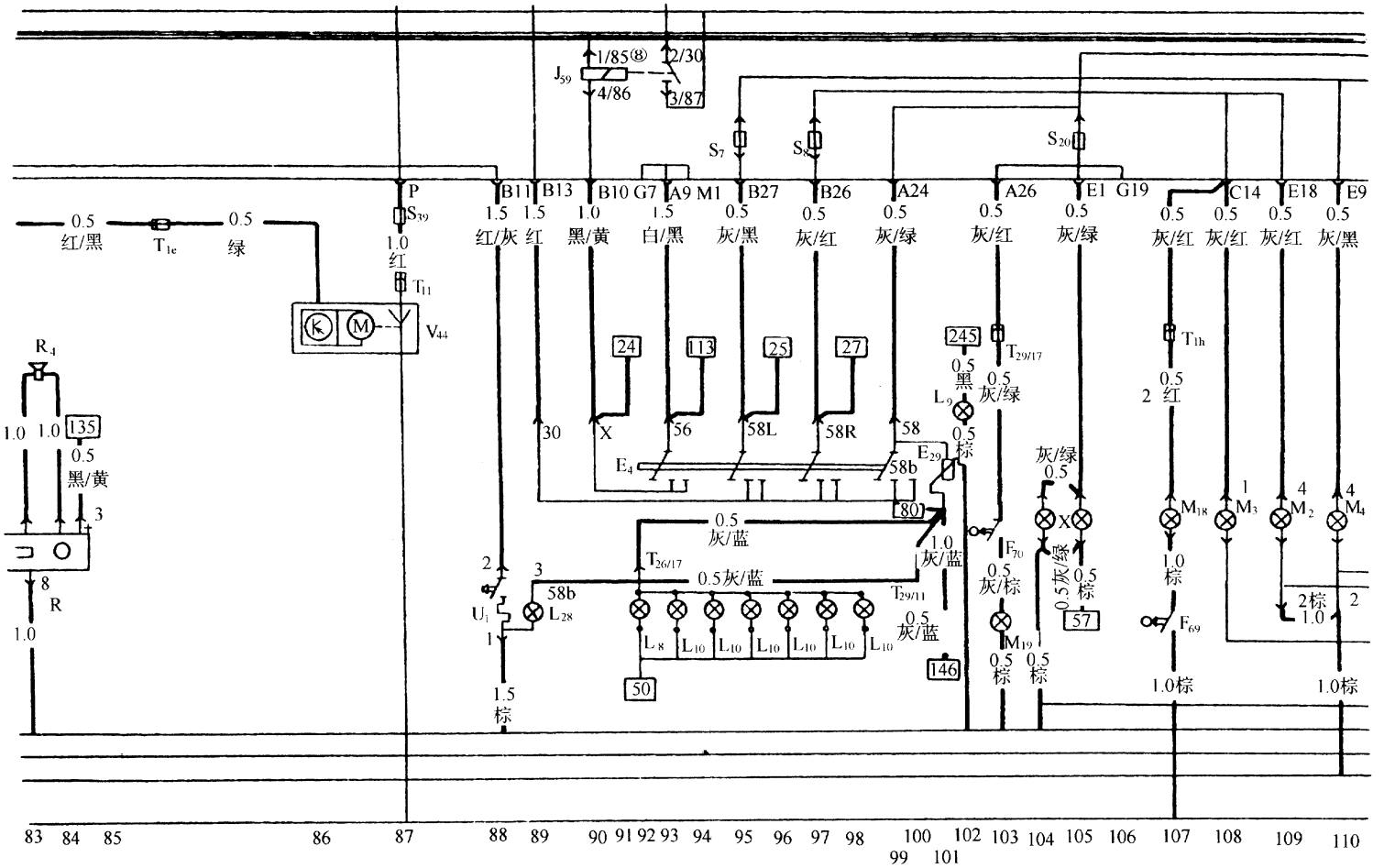


图 12-6 (d)　桑塔纳系列轿车电路图

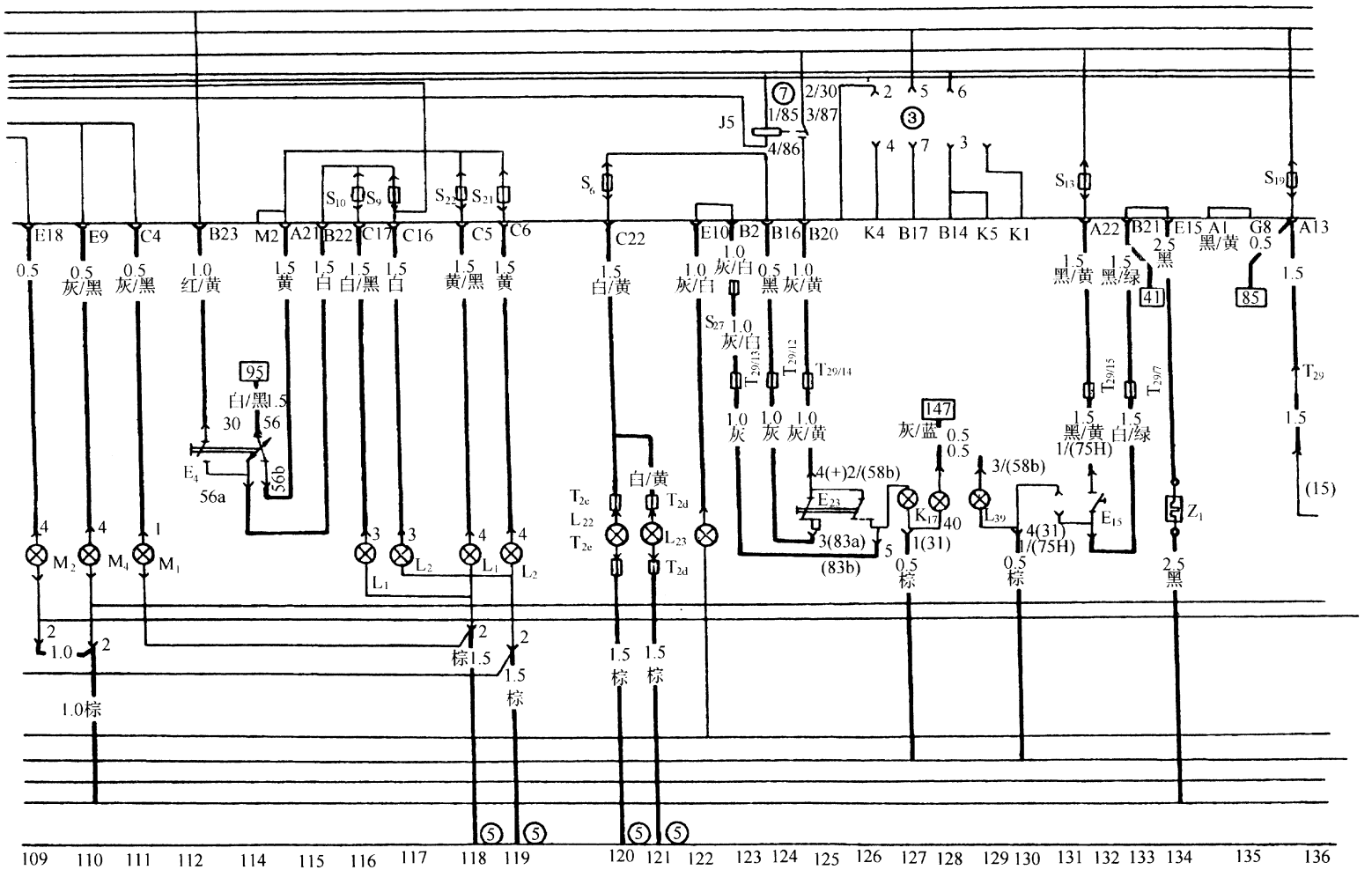


图 12-6（e）　桑塔纳系列轿车电路图

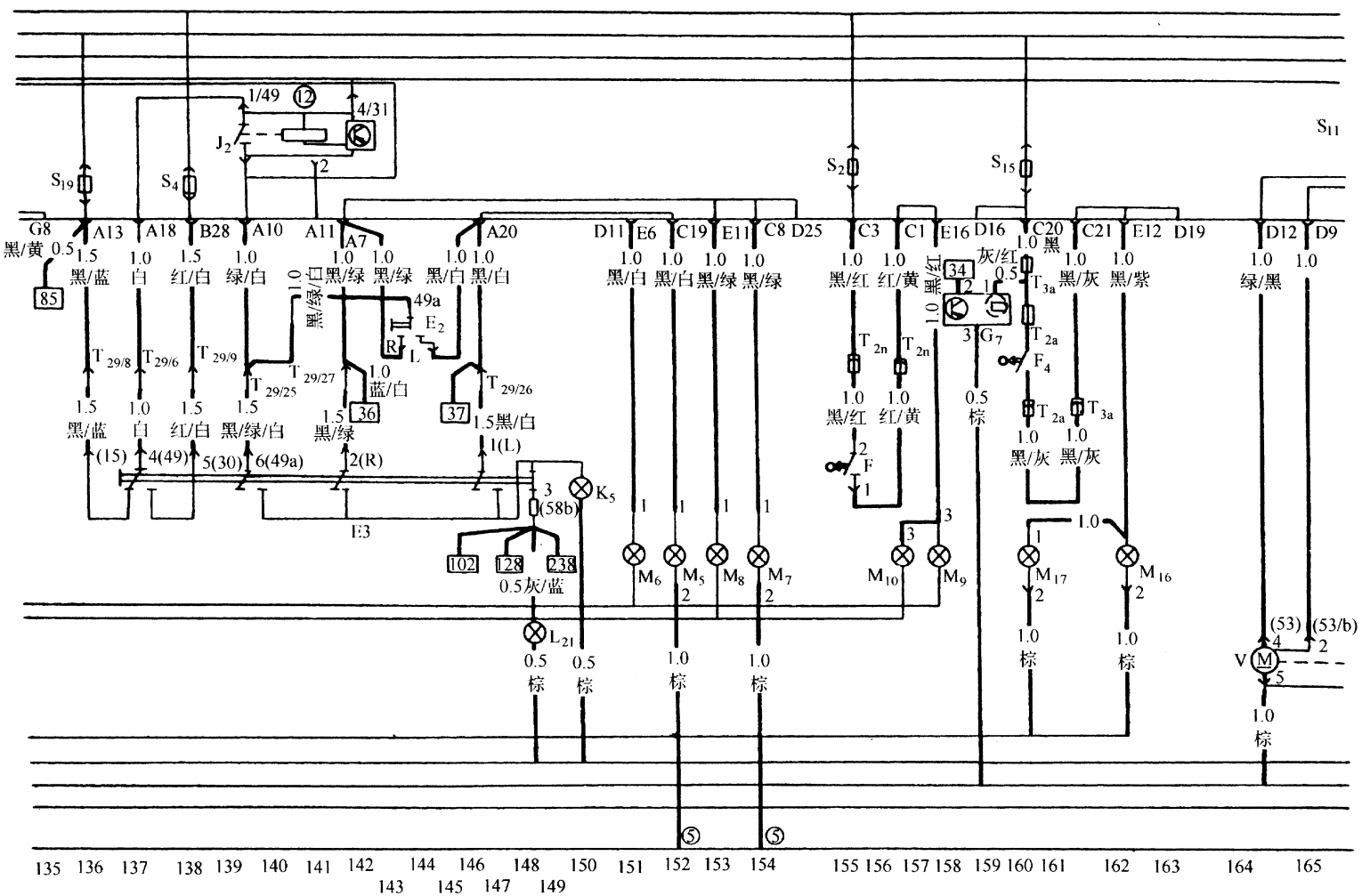


图 12-6 (f)　桑塔纳系列轿车电路图

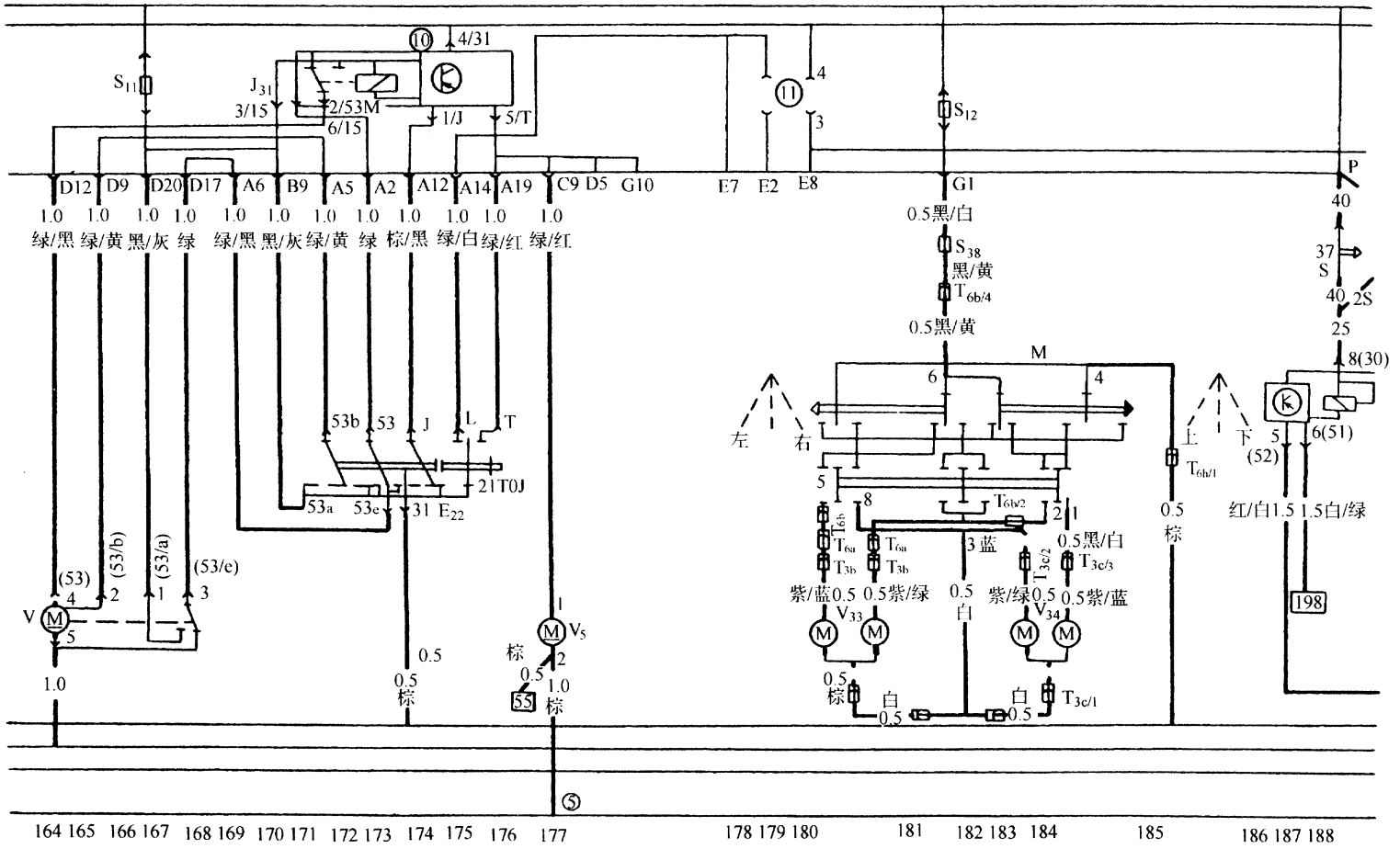


图 12-6（g）　桑塔纳系列轿车电路图

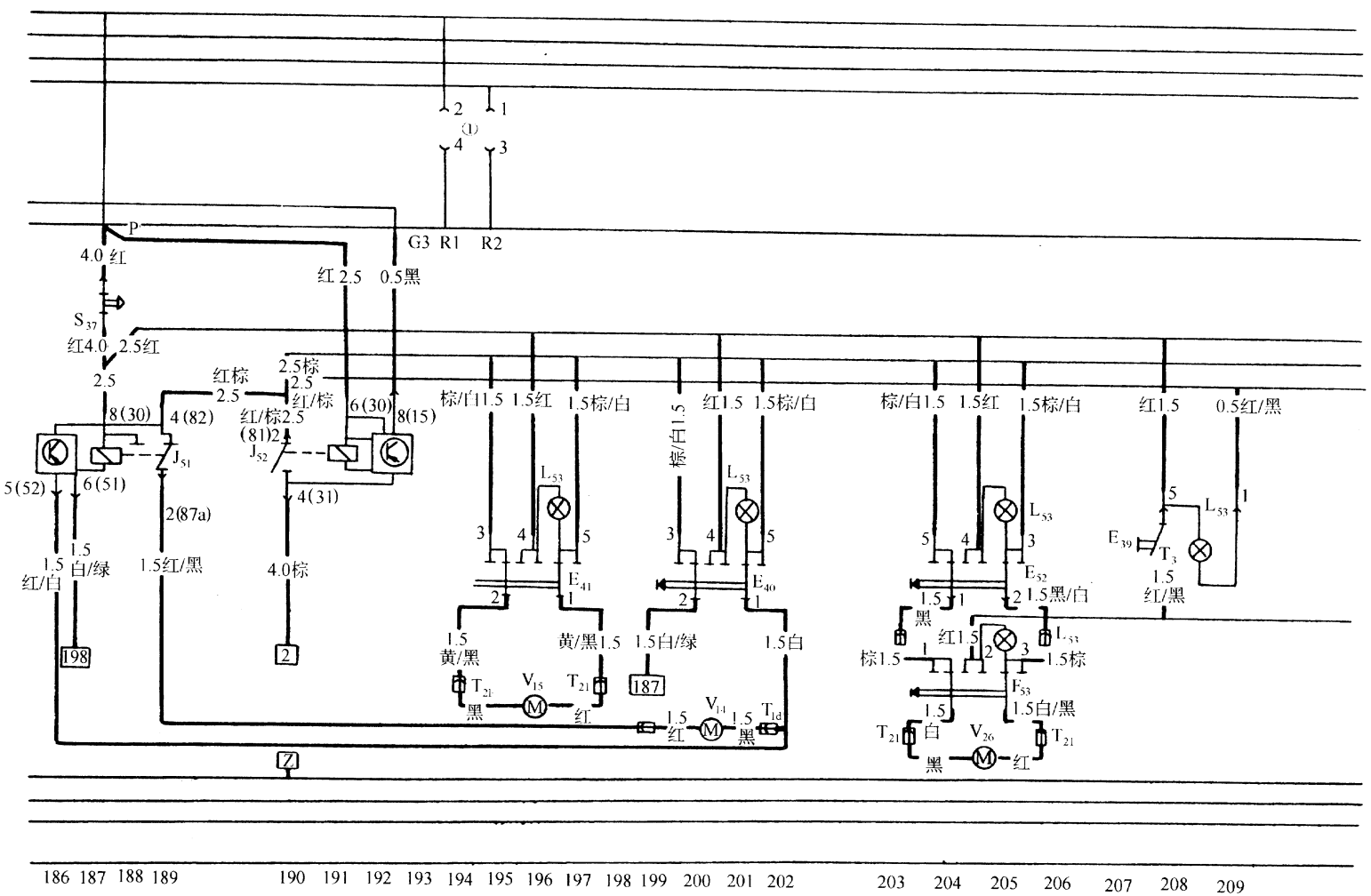


图 12-6 (h)　桑塔纳系列轿车电路图

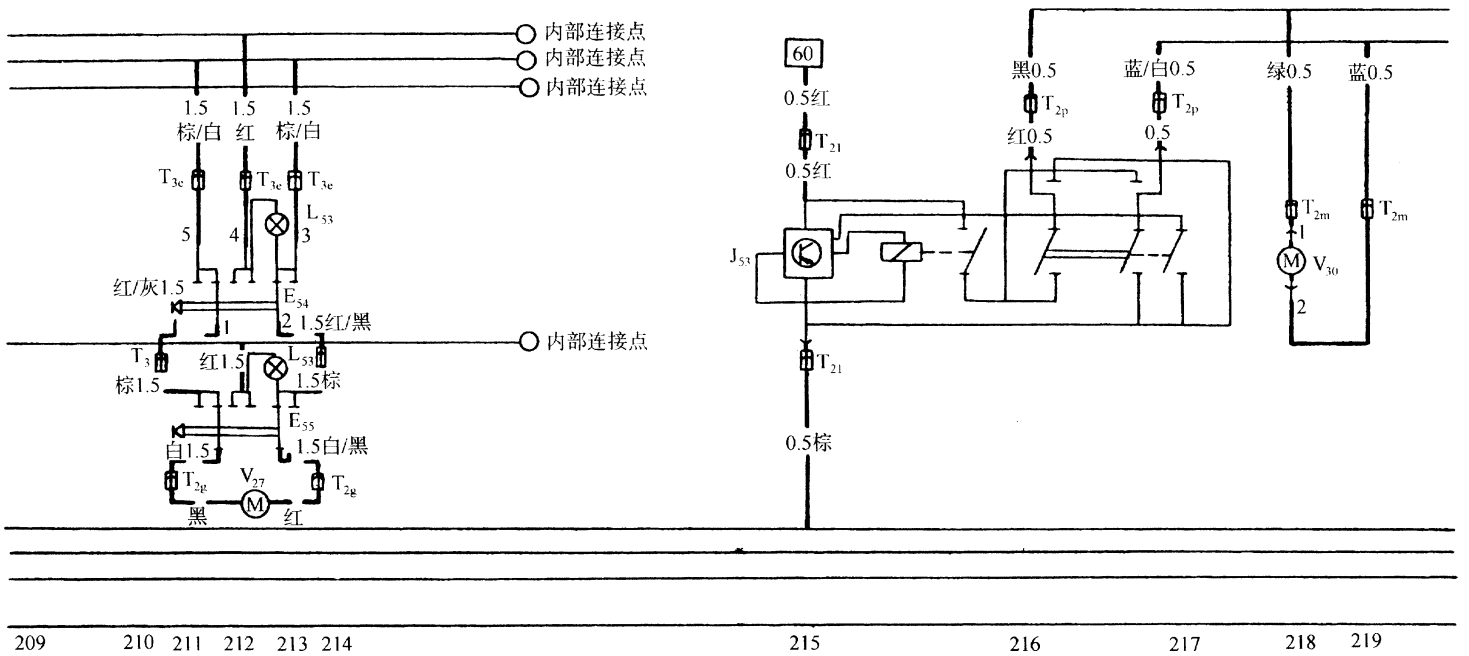


图 12-6 (i)　桑塔纳系列轿车电路图

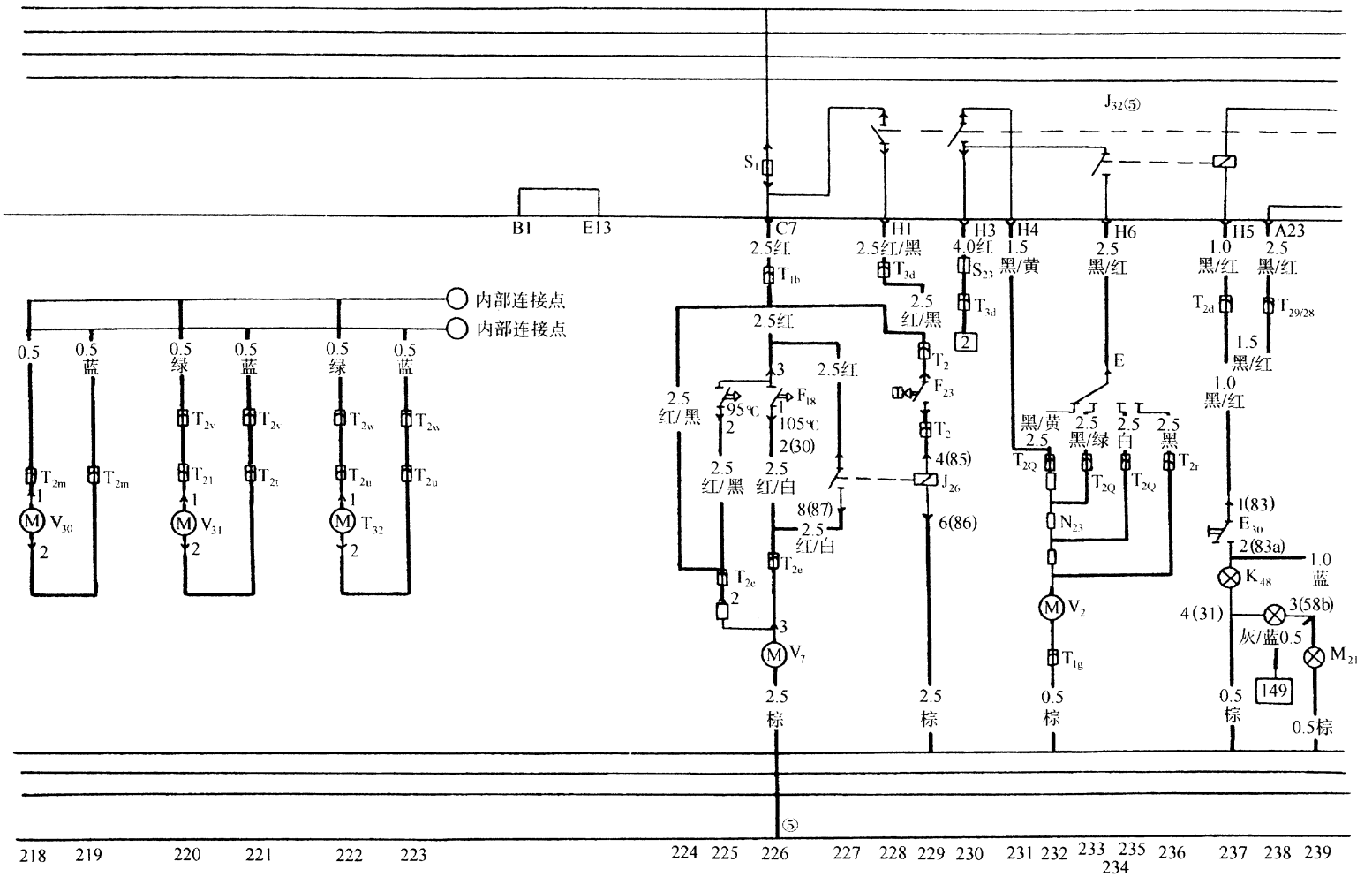


图 12-6 (j)　桑塔纳系列轿车电路图

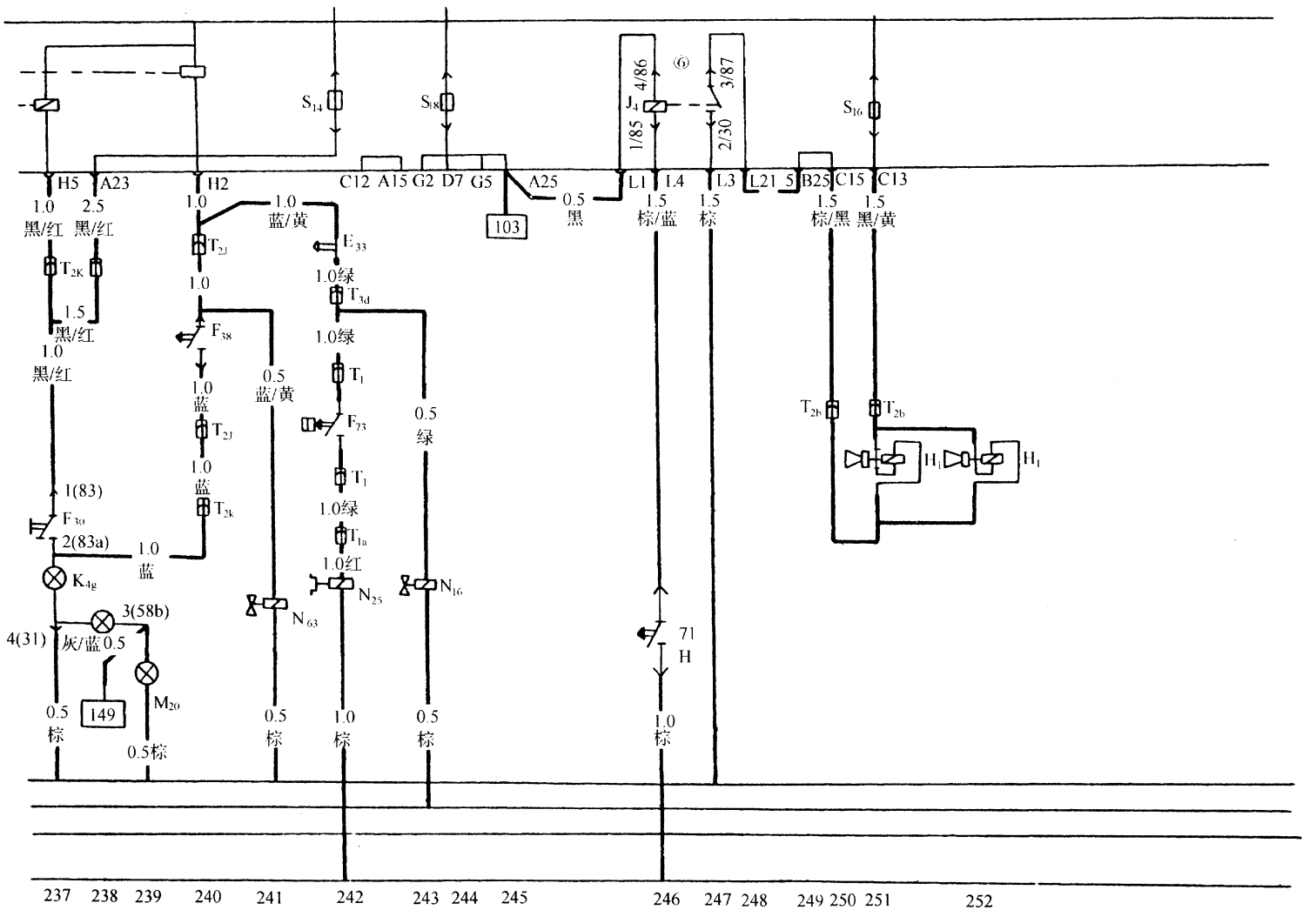


图 12-6（k） 桑塔纳系列轿车电路图

桑塔纳系列轿车的各种线束布置如图 12-7（a）～图 12-7（m）所示。

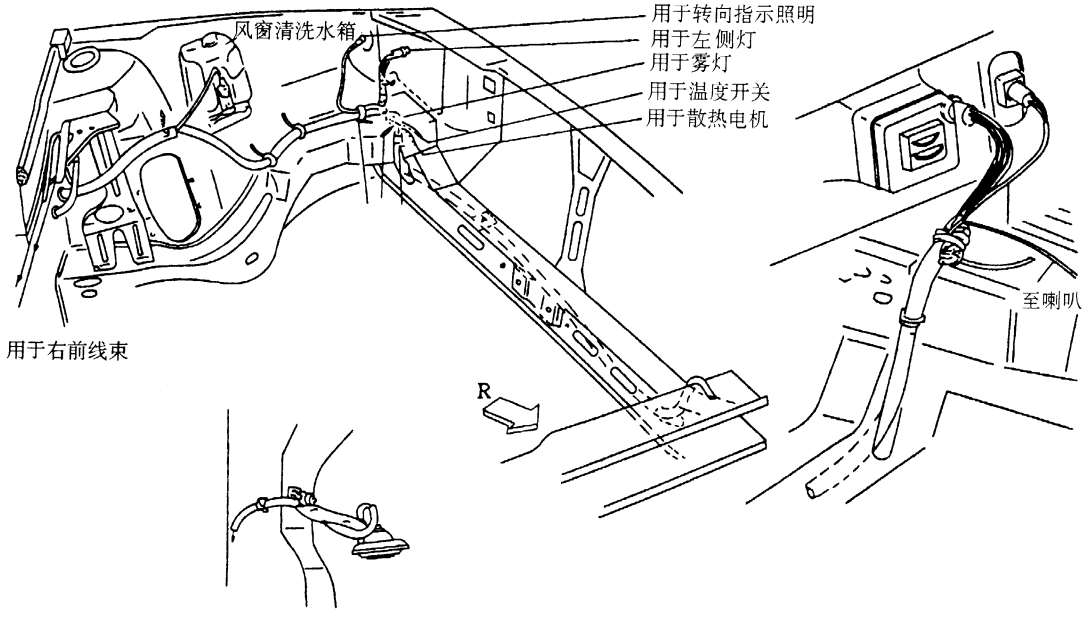


图 12-7（a）　发动机室左侧线束布置

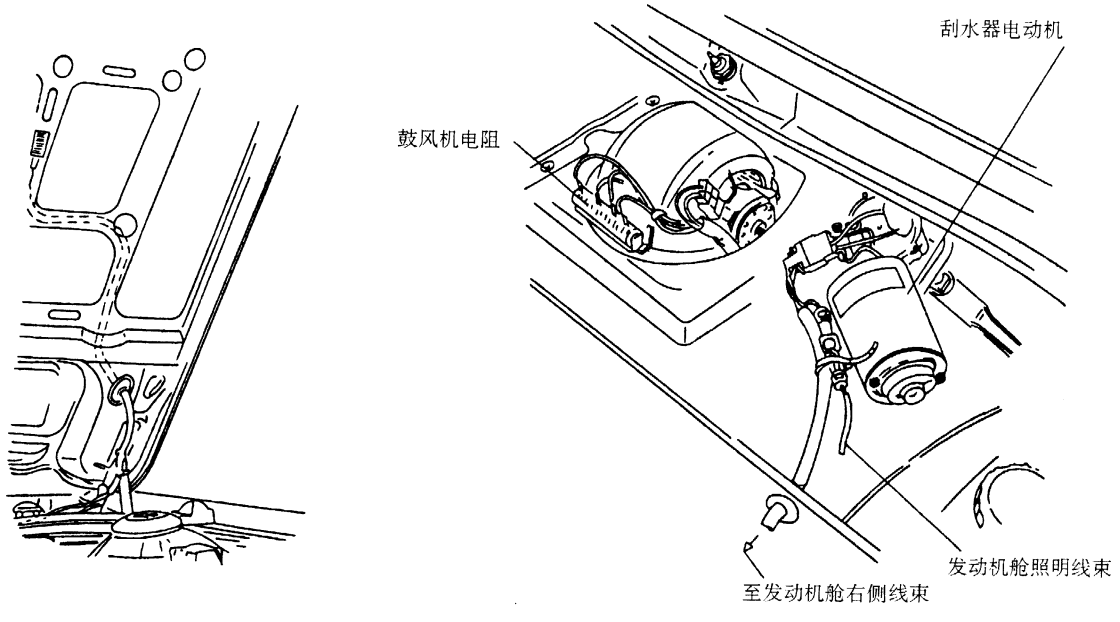


图 12-7（b）　发动机室照明线束布置

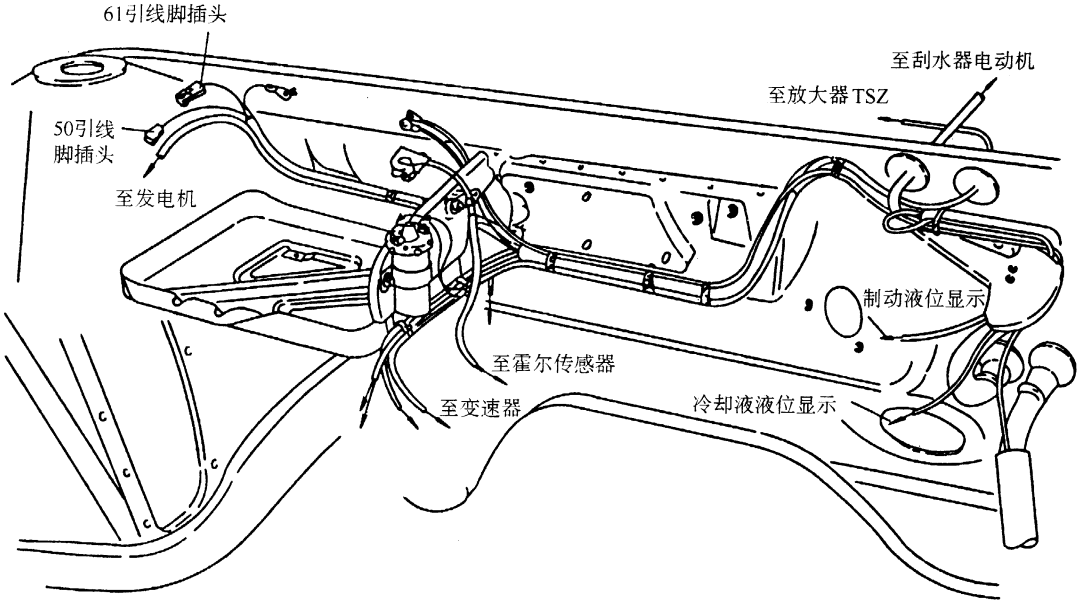


图 12-7（c）　发动机室线束布置

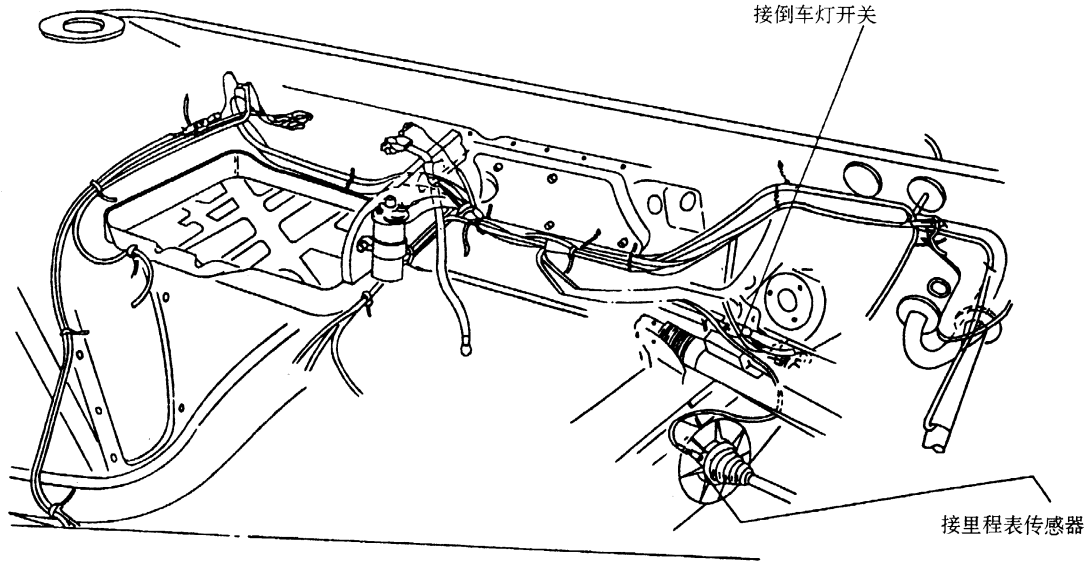


图 12-7（d）　车速里程表传感器布置

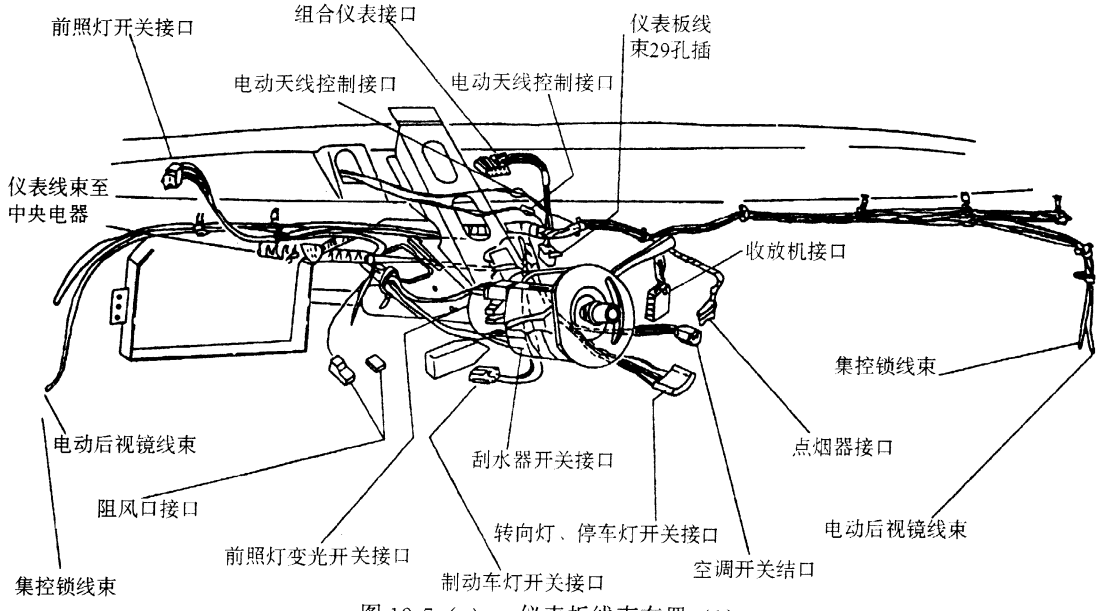


图 12-7（e）　仪表板线束布置（1）

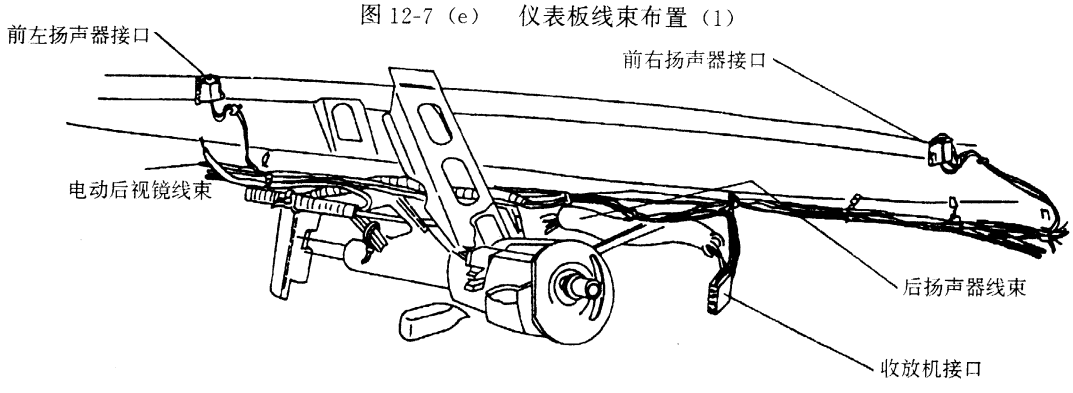


图 12-7（f）　仪表板线束布置（2）

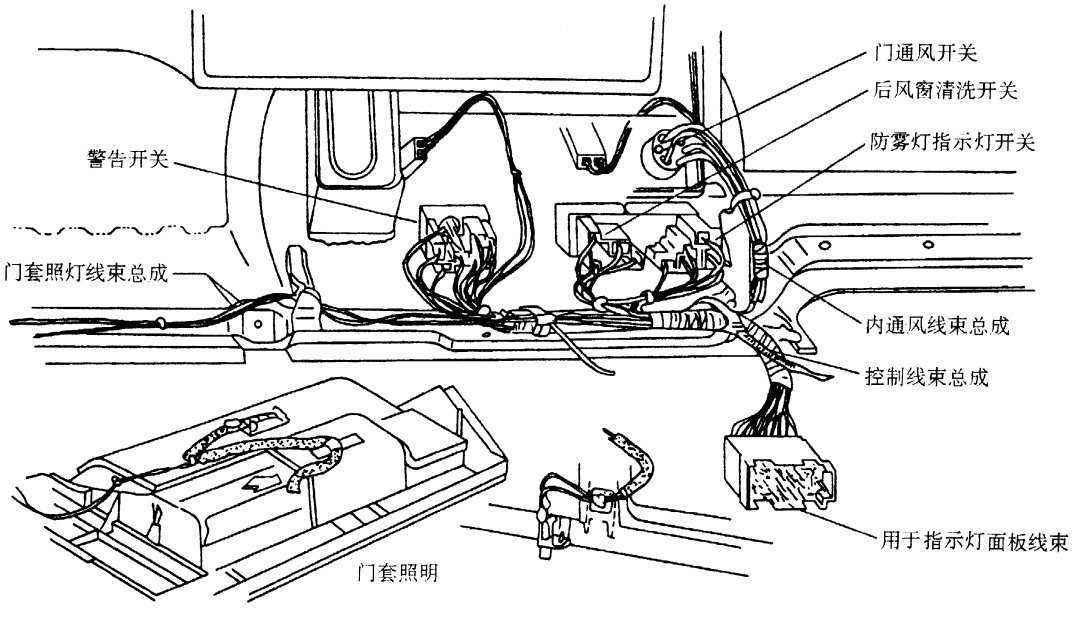


图 12-7（g）　仪表板线束布置（3）

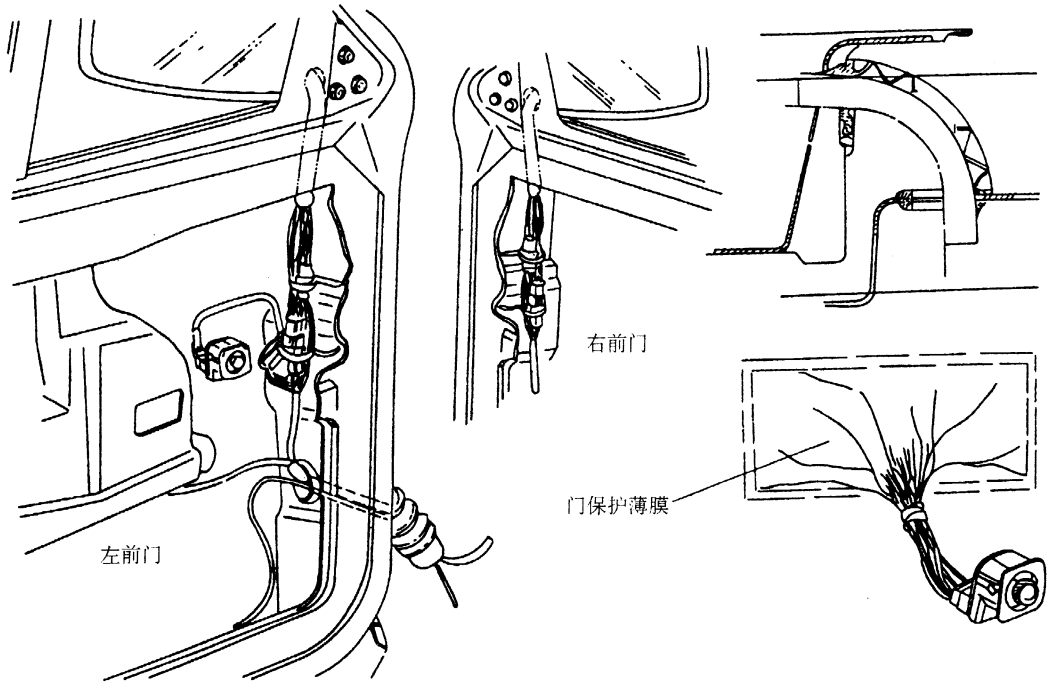


图 12-7 (h)　门内线束布置 (1)

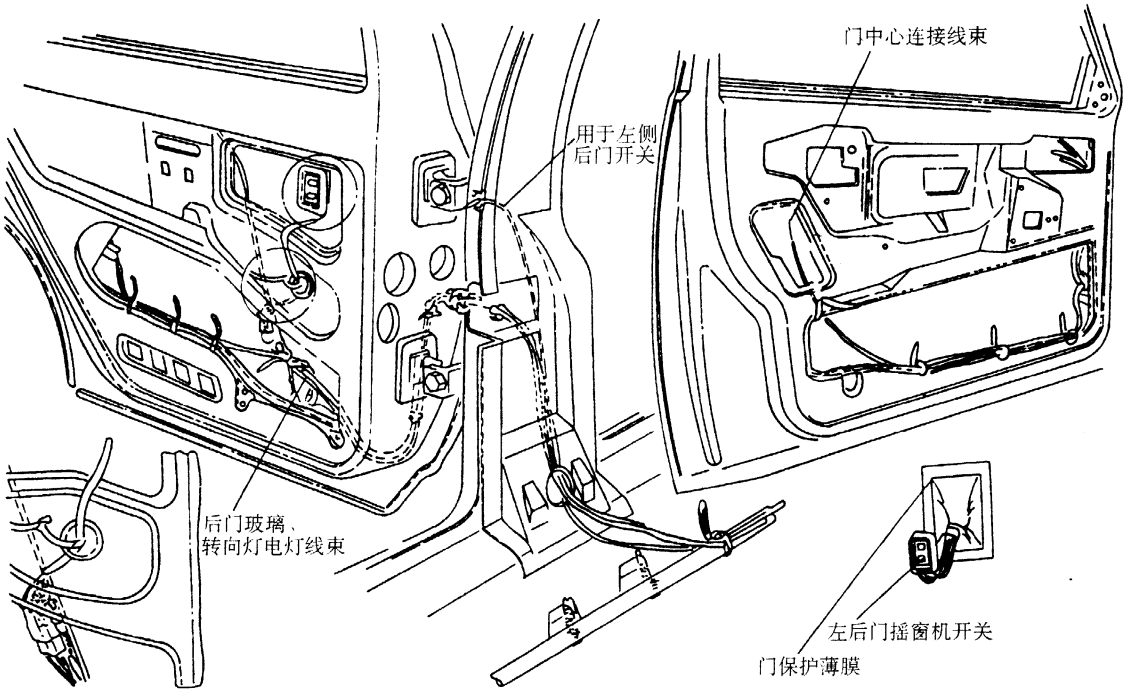


图 12-7 (i)　门内线束布置 (2)

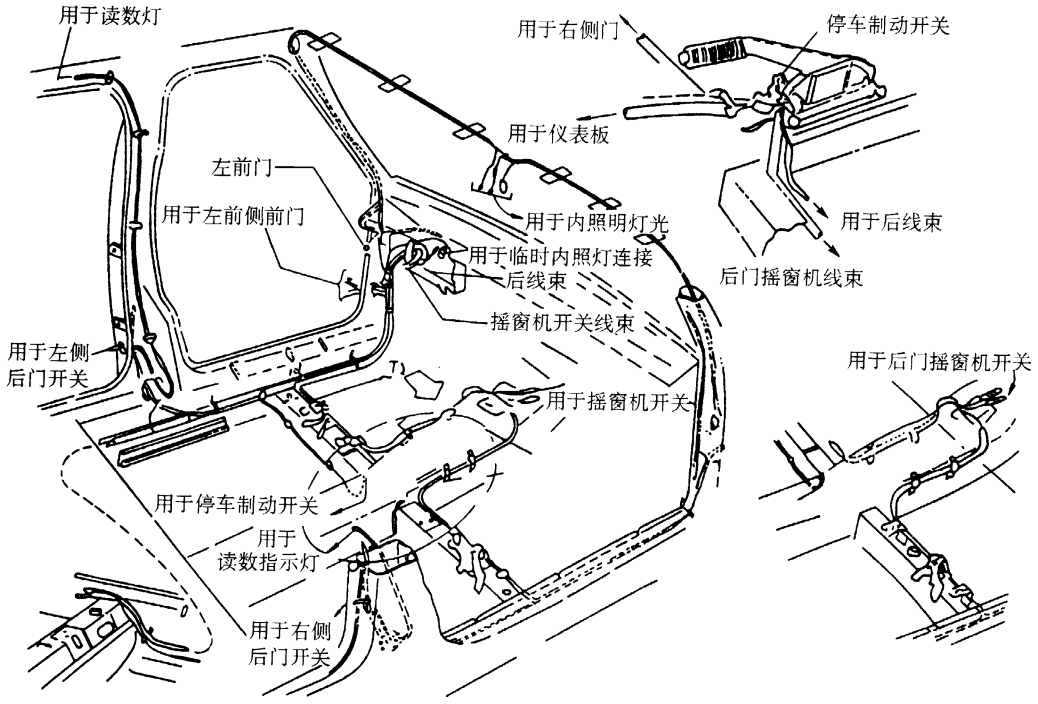


图 12-7（j）　车内线束布置

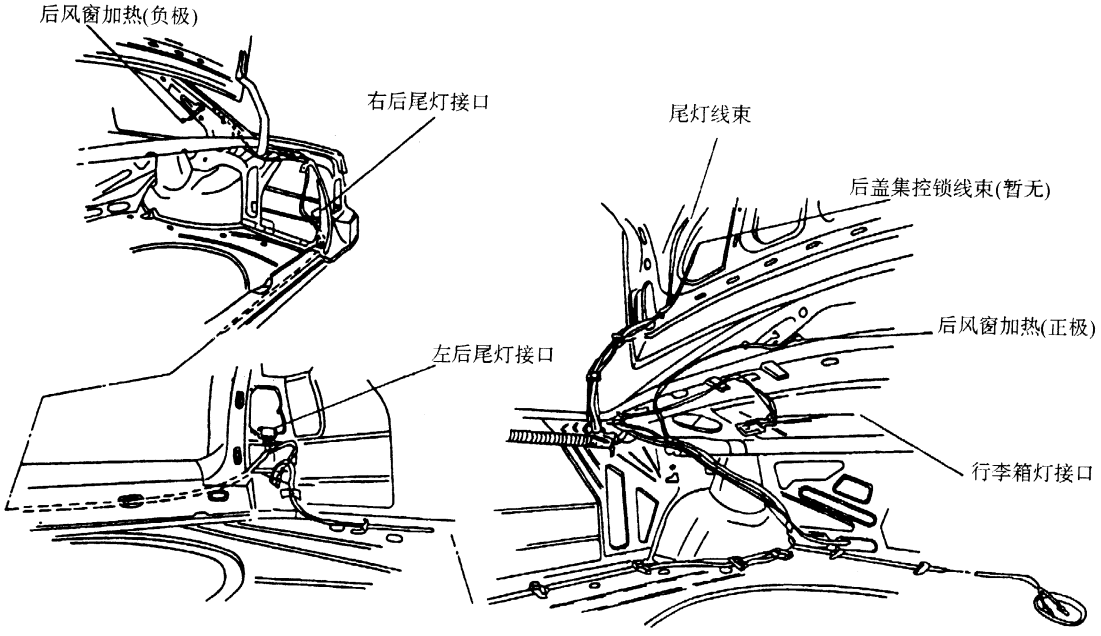


图 12-7（k）　车后部线束布置

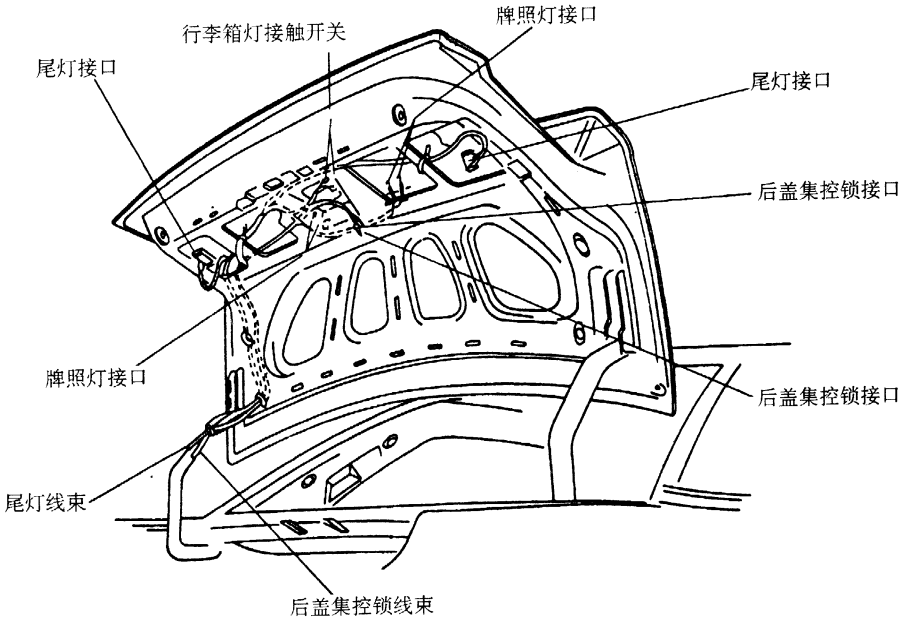


图 12-7 (l)　行李箱盖线束布置

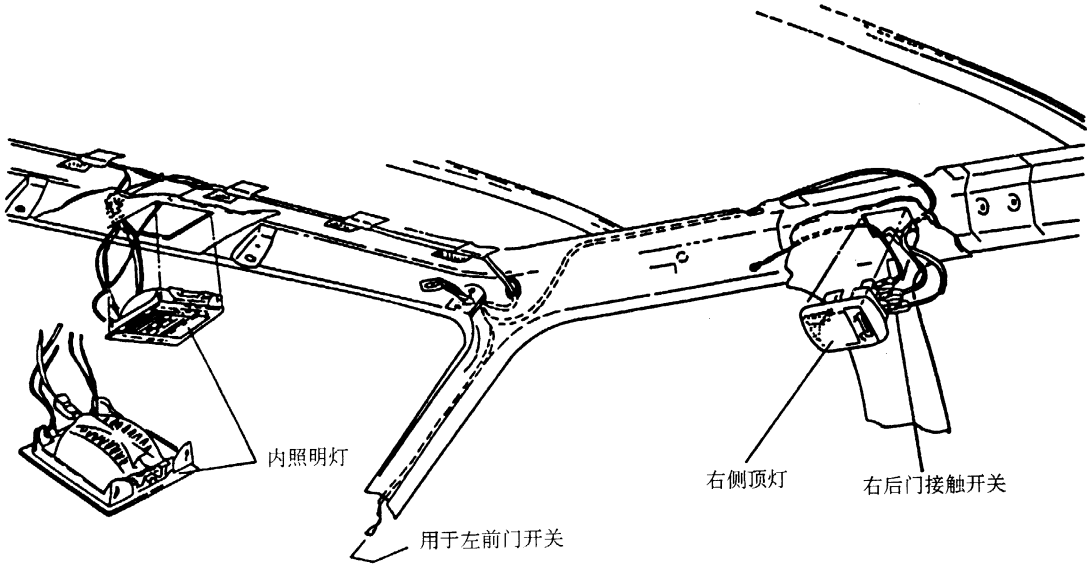


图 12-7 (m)　内部照明灯线束布置

四、全车线路的检修

汽车线路的常见故障主要有断路、短路和接触不良三种。

(1) 断路

现象：熔断器完好，但接通该电路开关，用电装置不工作。

原因：通常是线头脱落，连接处接触不上，开关失效，导线折断，该搭铁处不搭铁，插头松动

或有油污等造成的，因而电路中无电。

检查：外露断路部位，一般容易查找。但当故障不在外表时，则需用万用表、直流试灯或刮火的方法进行查找，注意当线路中有电子装置时，不允许使用刮火的方法。

利用刮火的方法查找断路点时，需将发生故障的电路开关接通，用导线或铁丝在电路连接点处逐点搭铁，以判定各点是否有电，断路点在有电与无电的两点之间。利用直流试灯时，将直流试灯与负载并联，即一端搭铁，逐点判定该点是否有电，灯亮表示该点有电，不亮则无电，断路点在有电与无电的两点之间。

(2) 短路（搭铁）

现象：接通开关，熔断器烧断或导线发热有烧焦味，甚至冒烟、烧毁。

原因：通常由于导线绝缘损坏，电器导电零件、线头裸露部分或脱落的线头与车体接触造成的。

检查：首先根据电路原理大致判断短路部位。当查找不出时，可将试灯串联在故障电路中。如果接通电路开关后，试灯不亮，说明短路点在电源与试灯之间；如果试灯亮，则说明短路点在试灯与负载之间。为了判定短路点的具体位置，应从负载开始，沿着线路走向逐点向试灯侧拆线检查，如拆下第一点试灯仍亮，拆下第二点试灯不亮，则短路点在这两点之间。

(3) 电路连接处接触不良

现象：用电装置不能正常工作，例如灯光发暗等。在电流较大的电路中，接触不良处有发热、打火和烧蚀现象。

原因：通常是由于线头连接不牢，焊接不好，接触点氧化、脏污，插头松动所造成的。

检查：用导线将待检查处并联，如果灯光亮度增大，则说明该接触处接触不良。切断电路开关，用万用表测量接触处的接触电阻，按其数值大小，也可判定故障所在。

在进行技术维护、发现故障和检修时应对全车线路进行检查，检查时应注意以下几点：

①固定状况：各电器和导线固定是否可靠，外体是否完好无损，零件是否完整无缺。

②清洁和接触状况：导线上有无油迹、污垢和灰尘，各接触处有无锈蚀、油垢和烧蚀现象，导线连接是否良好，各搭铁处是否搭铁可靠，各插头是否插紧。

③绝缘和屏蔽状况：导线绝缘层及其绝缘材料是否损坏或老化，导线裸露处是否用胶布包好，导线屏蔽层有无断裂和擦伤。

④接线状况：各接线处导线的线号是否符合要求，各导线有无错乱和线头脱落现象。

⑤熔断器状况：各熔断器是否完好，接触是否良好，是否符合该电路额定数值。

⑥操作状况：各开关按钮工作是否正常，有无发卡、失灵现象。

汽车电系维修丛书



王克才 **主 编**
李良洪 舒 华 杨生辉 **副主编**

夏利轿车电气与电控系统维修

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL:http://www.phei.com.cn

汽车电系维修丛书

夏利轿车电气与电控系统维修

王克才　主编

李良洪　舒　华　杨生辉　副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

《汽车电系维修丛书》编委会

编委会主任 杨生辉

编委会副主任 李建文　董宏国　李良洪

编　　委 齐志鹏　王克才　吴基安　舒　华
董素荣　许洪军　朱先民　刘金华

《夏利轿车电气与电控系统维修》编写人员

主　　编 王克才

副 主 编 李良洪　舒　华　杨生辉

编写人员 齐志鹏　董宏国　吴基安　董素荣
李建文　王建龙　孔照明　冯　珉
杨泽辉　张国栋　廖苓平　朱先民
刘金华　许洪军　张　煜　杨　华

主　　审 张春润

前　言

夏利系列轿车是天津汽车工业公司引进日本大发汽车工业公司生产技术，于1987年底开始投放市场的微型轿车。初期生产的主要车型是TJ7100、TJ7100A、TJ7100U三种基础车，采用的是天津内燃机厂生产的TJ376Q型三缸化油器式发动机。自1997年10月开始，天津汽车工业公司又引进日本大发汽车工业公司电控燃油喷射发动机生产技术，在TJ376Q型三缸化油器式发动机基础上进行改进成型为TJ376Q—E型三缸电控燃油喷射发动机，装用在TJ7101、TJ7101U型轿车上。1999年天津丰田汽车发动机有限公司引进日本丰田汽车公司1995年研制开发的8A—FE型四缸电控燃油喷射发动机，首装于TJ7131U、TJ7131UL轿车上。2000年又作为夏利2000（TJ7136系列）首选发动机而被应用在夏利2000型轿车上。2001年，天津丰田汽车发动机有限公司又研制开发出了531N型四缸电控燃油喷射新型发动机装用在夏利2000型轿车上。由于夏利轿车不断升级换代，不仅满足了排放法规的要求，而且动力性、经济性和驾驶性更为出色。为了帮助广大驾驶和维修人员更好地熟悉掌握夏利系列轿车电气与电控系统的正确使用与维修，我们编写了《夏利轿车电气与电控系统维修》。本书以实用技术为主，详细介绍了夏利系列轿车电气与电控系统的组成、基本结构和工作原理、常见故障诊断与排除方法。

在本书编写过程中，我们参阅了大量的参考资料和实车调研考证，力求内容真实、简明扼要，技术数据、规范尽量实用，语言通俗，图文并茂，从实用角度出发，突出重点，具有较强的实践指导作用。在此，我们对提供资料人员、汽车生产厂家、汽车销售公司以及对我们编写此书提供过帮助的人员一并表示致谢。

本书由王克才主编，李良洪、舒华、杨生辉副主编，参加编写的人员还有齐志鹏、董宏国、吴基安、董素荣、李建文、王建龙、孔照明、冯珉、杨泽辉、张国栋、廖苓平、朱先民、刘金华、许洪军、张煜、杨华等。由于编者水平有限，不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

作者

2001年11月

目　录

第一章　夏利系列轿车简介 …… 1
一、夏利系列轿车的发展概况 …… 1
二、夏利系列轿车整车结构简介 …… 1
三、夏利系列轿车整车性能参数 …… 2
四、夏利系列轿车常用螺栓螺母拧紧力矩 …… 9
五、夏利系列轿车电气系统维护制度 …… 10
第二章　电源系统 …… 13
一、蓄电池的结构原理 …… 13
二、蓄电池的维护 …… 15
三、发电机及电压调节器 …… 18
四、充电系统故障的诊断与排除 …… 24
第三章　起动系统 …… 31
一、起动系统的组成 …… 31
二、起动机的结构与工作原理 …… 31
三、起动系统的使用与检修 …… 35
四、起动系统的故障诊断与排除 …… 42
第四章　点火系统 …… 45
一、点火系统的类型、组成及工作原理 …… 45
二、传统点火系统零部件的结构 …… 47
三、传统点火系统的检修 …… 52
四、磁感应式电子点火系统 …… 57
五、磁感应式点火系统故障诊断与排除 …… 60
第五章　电控燃油喷射系统 …… 62
一、TJ376Q—E 型发动机电控燃油喷射系统 …… 62
二、8A—FE 型发动机电子控制燃油喷射系统 …… 80
三、8A—FE 型发动机电控燃油喷射系统主要部件的拆检与安装 …… 88
四、电控燃油喷射发动机常见故障及故障自诊断 …… 106
第六章　制动防抱死系统（ABS） …… 112
一、ABS 的基本理论 …… 112
二、ABS 的组成 …… 114
三、ABS 主要部件的结构与工作原理 …… 115
四、ABS 液压控制系统工作过程 …… 117
五、ABS 的故障诊断 …… 118
六、ABS 常见故障诊断与排除 …… 118
七、ABS 主要部件的检查与更换 …… 122

第七章　空调系统 …… 123
一、空调系统的组成 …… 123
二、空调系统的结构与工作原理 …… 123
三、空调系统的使用与检修 …… 135
四、空调系统的故障诊断与排除 …… 149
第八章　仪表系统 …… 151
一、仪表系统的结构 …… 151
二、仪表系统的拆装与检修 …… 154
第九章　照明与信号系统 …… 161
一、照明与信号系统组成 …… 161
二、照明与信号装置的拆装、检修与调整 …… 166
三、照明与信号装置常见故障诊断与排除 …… 171
第十章　辅助电器系统 …… 173
一、刮水器 …… 173
二、音响系统 …… 185
三、数字时钟 …… 188
四、点烟器 …… 189
五、辅助电器设备的使用与维护 …… 190
第十一章　全车线路 …… 192
一、保险装置 …… 192
二、控制开关 …… 196
三、线束连接器 …… 199
四、全车线路 …… 201

第一章　夏利系列轿车简介

一、夏利系列轿车的发展概况

夏利系列轿车包括：基础车（TJ7100、TJ7100A、TJ7100U、TJ7100UA）；蔚蓝天空（TJ7101、TJ7101U）；金夏利又称世纪福星（TJ7131U、TJ7131UL）；夏利2000又称世纪广场（TJ7136U）等型轿车。其中TJ7100、TJ7100A、TJ7101型为两厢式微型轿车；TJ7100U、TJ7101U、TJ7131U、TJ7131UL、TJ7136U型为三厢式微型轿车。同时又开发生产了TJ7100UN、TJ7131UN两用燃料型轿车。

夏利系列轿车是天津汽车工业公司引进日本大发汽车工业公司生产技术，于1987年底开始投放市场的微型轿车。初期生产的主要车型是TJ7100、TJ7100A、TJ7100U三种基础车，采用的是天津内燃机厂生产的TJ376Q型三缸化油器式发动机。自1997年10月开始，天津汽车工业公司又引进日本大发汽车工业公司电控燃油喷射发动机生产技术，在TJ376Q型三缸化油器式发动机基础上进行改进成型为TJ376Q—E型三缸电控燃油喷射发动机，装用在TJ7101、TJ7101U型轿车上。1999年天津丰田汽车发动机有限公司引进日本丰田汽车公司1995年研制开发的8A—FE型四缸电控燃油喷射发动机，首装于TJ7131U、TJ7131UL轿车上。2000年又作为夏利2000（TJ7136系列）首选发动机而被应用在夏利2000型轿车上。2001年，天津丰田汽车发动机有限公司又研制开发出了531N型四缸电控燃油喷射新型发动机装用在夏利2000型轿车上。

天津汽车工业公司自生产出第一辆夏利TJ7100基础轿车起，到2001年12月第一辆夏利2000轿车下线止，经过十几年的发展，使夏利系列轿车的产品已达到30多种，并已形成年产轿车15万辆的生产能力。随着2001年推出夏利2000轿车的同时，在日本丰田公司的帮助下，对原夏利轿车产品正在进行质量改善和设计上的改进，并加快研制开发速度，相信在不远的将来，将会有更多、更好的夏利系列轿车的最新产品展现在世人面前。

二、夏利系列轿车整车结构简介

夏利系列轿车为四门五座微型轿车，分为二厢式和三厢式，以满足不同用户的需要。发动机前置横向安装，前轮驱动，这样可使夏利轿车有较高的传动效率，能尽量地利用汽车所占有空间，取消了乘客舱内的传动轴通道，使车身底板平整，使乘客乘坐感到宽松舒适。变速器、主减速器、差速器合装在变速器壳体内，结构紧凑，传动安全。变速器为手动四挡或五挡齿轮全同步式变速器，以供不同车型选用。另外，在TJ7101U（AT）型轿车上还选装了3AP—235型自动变速器，其控制方式为液压控制行星齿轮传动，使操纵舒适性大大提高。离合器为单片、干式膜片弹簧离合器，采用机械式操纵机构。制动系统采用带真空助力器的双回路液压制动系统，后轮制动管路中装有比例阀，以控制后轮制动力，以确保高速制动时后轮不致抱死，以提高制动时的稳定性。前后轮制动器内均装有制动器间隙自动调整机构，当制动器间隙发生变化时可

自动调整。在夏利2000轿车上配装了制动防抱死系统（ABS），使得制动性能和安全性能都得以大大提高。驻车制动系统采用鼓式驻车制动器及机械拉线或操纵机构的结构形式。悬架系统中的前悬架采用带横向稳定杆的麦克佛逊式（滑柱摆臂式）独立悬架，用以减少车身侧倾。后悬架采用带纵拉杆双横摆臂的麦克佛逊式独立悬架，具有很好的舒适性和操纵稳定性。转向器为齿轮齿条式转向器，其齿轮齿条在工作过程中啮合状态优良，转向盘无明显的周向游隙。车轮轮胎为内胎型轮胎，车轮外胎有两种不同的形式，一种为普通斜交胎，另一种为子午线轮胎，不同的轮胎应配装不同型号的轮辋。车身为承载式车身，车身外形有二厢溜背式和三厢阶背式，三厢阶背式中又分为有尾翼式和无尾翼式。车身由车身底板和相关钣金件组成前、中、后三个独立的舱形结构。前舱为发动机动力总成舱，中舱为乘客舱，后舱为行李舱。

夏利2000型轿车的原型是日本丰田NBC系列车，曾在日本和欧洲荣获1999年度最佳车型奖。夏利2000型轿车采用了丰田的GOA车身（GOA车身意味着满足世界最高标准的车身），不仅考虑了来自正面的碰撞，同时也充分考虑了来自侧面和后面的碰撞。夏利2000型轿车外形美观新颖，显示系统采用了代表最新高科技的数字式仪表显示装置，并采用了独一无二的中央仪表显示屏，从而提高了识别度。夏利2000型轿车在简洁紧凑的外观中实现了顶级的室内空间。比现行夏利车长出150mm、高出125mm、宽出45mm，调高座椅高度90mm。实现了长时间的乘座舒适性，同时还确保了直线行驶稳定性和转向轻便性。首批5000台夏利2000型轿车将是豪华配置，它装有ABS、安全气囊、预紧式安全带、数字显示仪表、可调方向盘、电动门窗、中央控制门锁和带除霜器后挡风玻璃、高位制动灯等。

三、夏利系列轿车整车性能参数

夏利系列轿车外形及尺寸标注名称如图1-1、图1-2所示。

由于夏利系列轿车形式较多，整车性能参数亦不尽相同，现分述如下：

（一）TJ7100系列轿车整车性能参数

TJ7100系列轿车整车性能参数如表1-1所示。

表1-1　TJ7100系列轿车整车性能参数

型　　号	TJ7100	TJ7100A	TJ7100U
形　　式	全金属整体结构、承载式车身、前轮驱动 4×2	全金属整体结构、承载式车身、前轮驱动 4×2	全金属整体结构、承载式车身、前轮驱动 4×2
乘员数量（人）	5	5	5
整车整备质量（kg）	740	740	795
整车满载质量（kg）	1170	1170	1170
全长（mm）	3610	3610	3995
全宽（mm）	1600	1600	1600
全高（mm）	1385	1385	1385
轴距（mm）	2340	2340	2340
前轮距（mm）	1385	1385	1385
后轮距（mm）	1365	1365	1365
前悬（mm）	700	700	700

续表

型　　号	TJ7100	TJ7100A	TJ7100U
后悬（mm）	570	570	955
最小离地间隙（空载）（mm）	160	160	160
最小离地间隙（满载）（mm）	140	140	140
最小转弯半径（mm）	4500	4500	4500
最高车速（km/h）	145	145	135
最大爬坡度（°）	16	16	16
百公里油耗（L/100km）	4.5（车速 60km/h）	4.5（车速 60km/h）	4.6（车速 65km/h）
发动机型号	TJ376Q	TJ376Q	TJ376Q
发动机形式	四冲程、水冷、顶置凸轮轴式汽油机	四冲程、水冷、顶置凸轮轴式汽油机	四冲程、水冷、顶置凸轮轴式汽油机
气缸数与排列	三缸、直列、横置安放	三缸、直列、横置安放	三缸、直列、横置安放
缸径×行程（mm×mm）	76×73	76×73	76×73
发动机排量（L）	0.993	0.993	0.993
压缩比	9.5∶1	9.5∶1	9.5∶1
最大功率［kW/（r/min）］	38/5600	38/5600	38/5600
最大转矩［N·m/（r/min）］	75.5/3200	75.5/3200	75.5/3200
气缸工作顺序	1—2—3	1—2—3	1—2—3
变速器形式	四挡手动	四挡手动	四挡手动

单位：mm

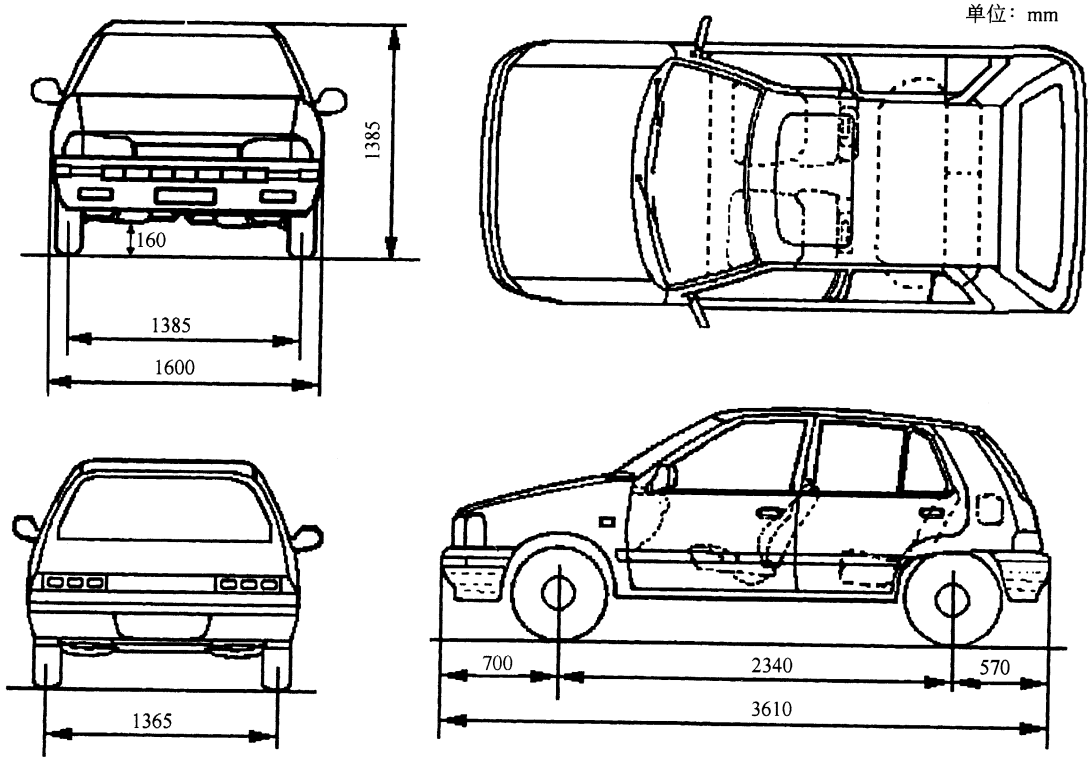


图 1-1　二厢夏利系列轿车

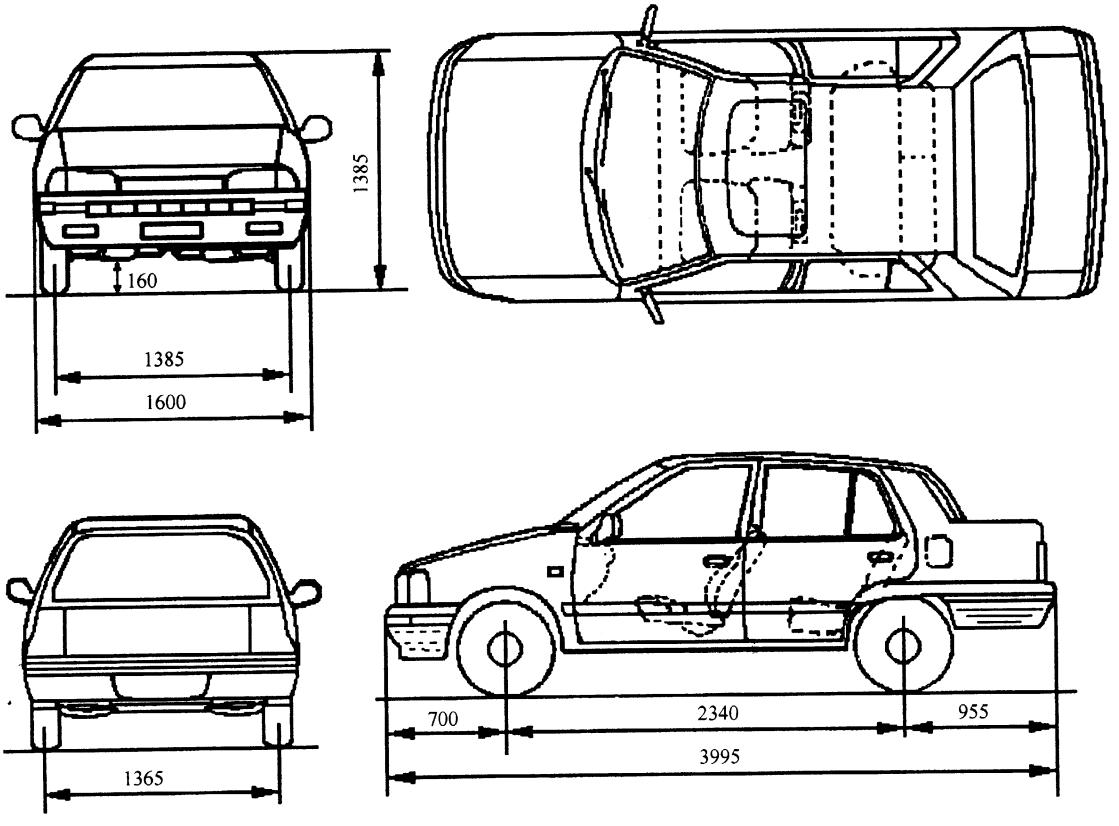


图 1-2　三厢夏利系列轿车

（二）TJ7101 系列轿车整车性能参数

TJ7101 系列轿车整车性能参数如表 1-2 所示。

表 1-2　TJ7101 系列轿车整车性能参数

形　　号	TJ7101	TJ7101L	TJ7101U
形　　式	全金属整体结构、承载式车身、前轮驱动 4×2	全金属整体结构、承载式车身、前轮驱动 4×2	全金属整体结构、承载式车身、前轮驱动 4×2
乘员数量（人）	5	5	5
整车整备质量（kg）	740	845	845
整车满载质量（kg）	1147	1170	1170
全长（mm）	3680	3760	3995
全宽（mm）	1615	1615	1615
全高（mm）	1385	1385	1385
轴距（mm）	2340	2420	2340
前轮距（mm）	1385	1385	1385
后轮距（mm）	1335	1365	1365
前悬（mm）	700	700	700

续表

型　　号	TJ7101	TJ7101L	TJ7101U
后悬（mm）	570	570	955
最小离地间隙（空载）（mm）	160	160	160
最小离地间隙（满载）（mm）	140	140	140
最小转弯半径（mm）	4500	4700	4700
最高车速（km/h）	147	138	138
最大爬坡度（°）	16	16	16
百公里油耗（L/100km）	4.3（车速 60km/h）	5（车速 60km/h）	5（车速 60km/h）
发动机型号	TJ376Q—E	TJ376Q—E	TJ376Q—E
发动机形式	四冲程、水冷、顶置凸轮轴、电控燃油喷射发动机	四冲程、水冷、顶置凸轮轴、电控燃油喷射发动机	四冲程、水冷、顶置凸轮轴、电控燃油喷射发动机
气缸数与排列	三缸、直列、横置安放	三缸、直列、横置安放	三缸、直列、横置安放
缸径×行程（mm×mm）	76×73	76×73	76×73
发动机排量（L）	0.993	0.993	0.993
压缩比	9.5∶1	9.5∶1	9.5∶1
最大功率［kW/（r/min）］	39/6000	39/6000	39/6000
最大转矩［N·m/（r/min）］	77/3600	77/3600	77/3600
气缸工作顺序	1—2—3	1—2—3	1—2—3
尾气排放	满足（GB14761—1999）标准要求	满足（GB14761—1999）标准要求	满足（GB14761—1999）标准要求
变速器形式	四挡手动	四挡手动	四挡手动

（三）TJ7101U 型轿车整车性能参数

TJ7101U（AT）型轿车是在 TJ7101U 型轿车基础上选装日本大发公司 3AP—235 型自动变速器后推出的又一种新型轿车，该车起步、加速平稳，驾驶操作简单、省力，乘坐舒适，特别适合家庭使用。TJ7101U（AT）型轿车整车性能参数如表 1-3 所示。

表 1-3　TJ7101U（AT）型轿车整车性能参数

项　　目	整车性能参数
形　　式	全金属整体结构、承载式车身、前轮驱动 4×2
乘员数量（人）	5
整车整备质量（kg）	845
整车满载质量（kg）	1170
全长（mm）	3995
全宽（mm）	1615
全高（mm）	1385

续表

项　　目	整车性能参数
轴距（mm）	2340
前轮距（mm）	1385
后轮距（mm）	1365
前悬（mm）	700
后悬（mm）	570
最小离地间隙（空载）（mm）	160
最小离地间隙（满载）（mm）	140
最小转弯半径（mm）	4700
最高车速（km/h）	137
最大爬坡度（°）	16
百公里耗油（L/100km）	（车速 60km/h）
发动机型号	TJ376Q—E
发动机形式	四冲程、水冷、顶置凸轮轴、电控燃油喷射发动机
气缸数与排列	三缸、直列、横置安放
缸径×行程（mm×mm）	76×73
发动机排量（L）	0.993
压缩比	9.5∶1
最大功率［kW/（r/min）］	39/6000
最大转矩［N·m/（r/min）］	77/3600
气缸工作顺序	1—2—3
尾气排放	达到欧洲 II 号标准
自动变速器型号	3AP—235 型
自动变速器控制方式	液压控制、行星齿轮传动
自动变速器操纵方式	P—R—N—D—2—L 注：P—驻车挡、R—倒车挡、N—空挡、D—行车挡、2—限 1 挡和 2 挡、L—限 1 挡

（四）TJ7131（金夏利）系列轿车整车性能参数

TJ7131 系列轿车包括：TJ7131U、TJ7131UL 、TJ7131UN 等不同形式。TJ7131UL 型是在 TJ7131U 型轿车基础上，把乘坐舱加长 80mm，使乘坐舱变得更加宽敞美观，乘坐舒适。TJ7131UN 型是在 TJ7131U 型轿车基础上，加装了一套液化石油气（简称 LPG）供给系统，使该车具备燃用汽油/液化气两用燃料的功能，并使排放指标双达标。TJ7131 系列轿车整车性能参数如表 1-4 所示。

表 1-4　TJ7131 系列轿车整车性能参数

型　　号	TJ7131U	TJ7131UL	TJ7131UN
形　　式	全金属整体结构、承载式车身、前轮驱动 4×2	全金属整体结构、承载式车身、前轮驱动 4×2	全金属整体结构、承载式车身、前轮驱动 4×2
乘员数量（人）	5	5	5
整车整备质量（kg）	845	905	
整车满载质量（kg）	1170	1230	1235
全长（mm）	3995	4075	3995
全宽（mm）	1615	1615	1615
全高（mm）	1385	1385	1385
轴距（mm）	2340	2420	2340
前轮距（mm）	1385	1385	1385
后轮距（mm）	1365	1365	1365
最小离地间隙（空载）（mm）	160	160	160
最小离地间隙（满载）（mm）	140	140	140
最小转弯半径（mm）	4.7	4.7	4.7
最高车速（km/h）	165	165	165（汽油）156（LPG）
最大爬坡度（%）	34	30	34
汽油箱容量（L）	37	37	37（汽油）32（LPG）
百公里油耗（L/100km）	5	5	5（汽油）7（LPG）
发动机型号	丰田 8A—FE	丰田 8A—FE	丰田 8A—FE
发动机形式	四缸、直列、水冷、16 气门、闭环燃油喷射	四缸、直列、水冷、16 气门、闭环燃油喷射	四缸、直列、水冷、16 气门、闭环燃油喷射
气门结构	齿带驱动、双顶置凸轮轴、16 气门	齿带驱动、双顶置凸轮轴、16 气门	齿带驱动、双顶置凸轮轴、16 气门
缸径×行程（mm×mm）	78.7×69	78.7×69	78.7×69
发动机排量（L）	1.342	1.342	1.342
压缩比	9.3	9.3	9.3
最大功率［kW/（r/min）］	63/6000	63/6000	63/6000（汽油） 59（LPG）
最大转矩［N·m/（r/min）］	110/5200	110/5200	110/5200（汽油） 104/5200（LPG）
气缸工作顺序	1—3—4—2	1—3—4—2	1—3—4—2
尾气排放	满足（GB14761—1999）标准要求	满足（GB14761—1999）标准要求	满足（GB14761—1999）标准要求
变速器形式	五挡手动	五挡手动	五挡手动

（五）TJ7136U（夏利 2000）型轿车整车性能参数

夏利 2000 型轿车被誉为“创造了 21 世纪轿车新概念”。它装有 ABS 防抱死系统、预先锁

紧式安全带和安全气囊、数字显示仪表、可调转向盘、电动门窗、中央控制门锁等先进配置，具有美观的外形、完备的配置和优良的性能。夏利 2000 型轿车在简洁紧凑的外观中实现了顶级的室内空间。比现行夏利车长出 150mm、高出 125mm、宽出 45mm，调高座椅高度 90mm。实现了长时间的乘座舒适性，同时还确保了直线行驶稳定性和转向轻便性。从动力性、经济性、环保等多方面，更能满足人们在经济使用条件下享受高品质轿车的需要。夏利 2000 型轿车整车性能参数如表 1-5 所示。

表 1-5　夏利 2000 型轿车整车性能参数

项　　目	整车性能参数
形　　式	全金属整体结构、承载式车身、前轮驱动 4×2
乘员数量（人）	5
整车整备质量（kg）	970
整车满载质量（kg）	1345
全长（mm）	4145
全宽（mm）	1660
全高（mm）	1510
轴距（mm）	2370
前轮距（mm）	1450
后轮距（mm）	1430
前悬（mm）	800
后悬（mm）	975
最小离地间隙（空载）（mm）	155
最小离地间隙（满载）（mm）	140
最小转弯半径（mm）	5000
最高车速（km/h）	170
最大爬坡度（°）	16
汽油箱容量（L）	45
百公里耗油（L/100km）	5（车速 60km/h）
发动机型号	丰田 8A—FE（或 531N）
发动机形式	四缸、直列、水冷、16 气门、闭环燃油喷射
气门结构	齿带驱动、双顶置凸轮轴、16 气门
缸径×行程（mm×mm）	78.7×69
发动机排量（L）	1.342
压缩比	9.3
最大功率［kW/（r/min）］	63/6000
最大转矩［N·m/（r/min）］	110/5200
气缸工作顺序	1—3—4—2
尾气排放	满足（GB14761—1999）标准要求
变速器形式	五挡手动

四、夏利系列轿车常用螺栓螺母拧紧力矩

（一）发动机部分主要螺栓、螺母拧紧力矩（表 1-6）

表 1-6　发动机部分主要螺栓、螺母拧紧力矩（N·m）

项　　目	拧紧力矩	项　　目	拧紧力矩
气缸盖罩固定螺栓	7.8～12	曲轴后油封架固定螺栓	9.8～17
气缸盖固定螺栓	53～65	平衡轴止推垫片固定螺栓	9.8～17
火花塞	20～30	平衡轴齿轮罩固定螺栓	9.8～17
曲轴主轴承盖固定螺栓	54～64	凸轮轴正时齿轮固定螺栓	29～44
连杆轴承盖固定螺栓	21～28	凸轮轴斜面式凸轮固定螺栓	9.8～17
曲轴带轮固定螺栓	88～98	正时齿带张紧轮固定螺栓	19～30
润滑油油泵固定螺栓	4～7	油底壳放油螺栓	25～34
润滑油油泵盖固定螺栓	4～7	进气歧管固定螺栓	9.8～17
油底壳固定螺栓	15～22	排气歧管固定螺栓	9.8～17
分电器固定螺栓	14～22	发电机支架螺栓	31
爆震传感器螺栓	44	燃油压力调节器螺栓	9.3
油架固定螺栓	39	水温传感器螺栓	34
机油压力传感器螺栓	15	机油滤清器螺栓	9.3

（二）底盘部分主要螺栓、螺母拧紧力矩（表 1-7）

表 1-7　底盘部分主要螺栓、螺母拧紧力矩（N·m）

项　　目	拧紧力矩	项　　目	拧紧力矩
离合器盖固定螺栓	14.7～21.6	制动踏板轴固定螺母	14.7～19.6
离合器拨叉固定螺栓	29.4～39.2	真空助力器推杆调整螺母	11.8～17.6
离合器调整螺栓、螺母	14.7～21.6	制动钳固定螺栓	31.4～41.2
变速器发动机连接螺栓	49～68.6	制动底板固定螺栓	39.2～53.9
操纵拉杆总成固定螺栓	9.8～15.7	后轮制动轮缸固定螺栓	44.1～53.9
延伸杆总成固定螺栓	9.8～15.7	制动油管接头	12.7～17.6
换挡杆总成固定螺栓	6.8～9.8	驻车制动操纵杆固定螺栓	9.8～15.7
输入轴轴承锁片螺栓	14.7～21.6	前、后减振器活塞杆端螺母	34.3～54
变速器离合器连接螺栓	14.7～21.6	前悬架支座与车身连接螺栓	19.6～29.4
变速器壳后盖固定螺栓	6.8～9.8	前稳定杆与横摆臂连接螺栓	73.5～108
输入轴后端锁紧螺母	98～137	前稳定杆夹与车身连接螺栓	39.2～58.8
输出轴后端锁紧螺母	98～137	前横摆臂与轴支架连接螺栓	68.6～98
通气塞	9.8～12.7	后悬架弹簧上座连接螺栓	9.8～15.7
放油螺栓	29.4～39	后悬架 2 号横摆臂连接螺栓	69.6～86.2

续表

项　　目	拧紧力矩	项　　目	拧紧力矩
主减速器从动齿轮螺栓	78.4～88.2	前减振器上部固定螺栓	19.6～29.4
转向盘锁紧螺母	34.3～53.9	转向节与减振器连接螺栓	88.2～127
转向横拉杆固定螺栓	39.2～53.9	转向节下摆臂球头固定螺栓	78.4～103
转向万向节叉固定螺栓	24.5～34.3	后轴头支架连接螺栓	88.2～118
转向管柱固定螺栓	14.7～21.6	后轴头支架与1号摆臂螺栓	73.5～103
转向管柱紧固螺母	24.5～34.3	后轴头支架与2号摆臂螺栓	73.5～103
转向拉杆齿条接头螺母	49～63.7	后轴头支架与纵拉力杆螺栓	73.5～103
转向横拉杆接头螺母	9.8～19.6	前、后轴轮毂紧固螺栓	180～230
转向器壳固定夹螺栓	39.2～53.9	轮胎固定螺母	88.2～118
转向器调整螺栓螺母	34.3～44.1	倒车灯开关	29.4～49

五、夏利系列轿车电气系统维护制度

夏利系列轿车电气系统由电源系统和用电系统两大部分组成。电源系统包括：蓄电池、整体式交流发电机。用电系统包括：电磁操纵式起动系统、点火（传统点火、微机控制点火）系统、仪表系统、照明系统、信号系统、空调系统和辅助电器系统。在夏利2000型轿车上还装有制动防抱死系统（ABS）和安全气囊系统（SRS）。

（一）汽车维护制度

根据1990年10月1日实行的中华人民共和国交通部第13号令《汽车运输业车辆技术管理规定》，车辆维护分为日常维护、一级维护和二级维护。汽车维护的原则是：预防为主，定期检测，强制维护。汽车维护的主要作业范围如下：

(1) 日常维护。日常维护由驾驶员负责执行。其作业的中心内容是清洁、补充和安全检查。

(2) 一级维护。一级维护由专业维修人员进行。其作业的中心内容除日常维护作业外，以清洁、润滑、紧定为主，并检查有关制动、操作等安全部件。

(3) 二级维护。二级维护由专业维修人员进行。其作业的中心内容除一级维护外，以检查、调整为主，并拆检轮胎、进行轮胎换位。

（二）定期检查制度

定期检查是指驾驶员在出车前、后和运行途中对车辆进行检查与维护作业，以清洁、补充油、水为主要内容。定期检查的目的是使车辆处于良好的技术状态，随时能够出车，提高车辆完好率，并使车辆器材与其他消耗降低到最低限度。

1. 出车前检查

在发动机起动之前，应当进行以下检查与维护工作：

(1) 清洁汽车外表。

(2) 检查发动机润滑油油面及其清洁度。

(3) 检查发动机冷却液液面是否符合要求。

(4) 检查制动液面是否符合要求。
(5) 检查蓄电池电解液液面是否符合要求。
(6) 检查挡风玻璃洗涤液液面是否符合要求。
(7) 检查交流发电机驱动带（V 形带）及其挠度是否符合要求。
(8) 检查风窗、后视镜、门锁、玻璃升降器是否完好。
(9) 检查转向盘、制动踏板、加速踏板、离合器踏板的自由行程或工作行程是否符合要求。
(10) 检查轮胎磨损情况及气压是否符合要求。
(11) 检查燃油储量是否足够完成运行任务。
在发动机起动之后，应当进行以下检查：
(1) 检查发动机运转是否正常，有无异响。
(2) 检查组合仪表盘上各仪表指示是否正常。
(3) 检查发动机、制动系统有无漏水、漏油和漏气现象。
(4) 检查电气系统工作是否正常。

2. 行车中检查

汽车在行驶途中，应当进行以下检查：
(1) 查看组合仪表盘上各仪表指示是否正常。
(2) 查听发动机运转和底盘部件工作有无异响和异常气味。
(3) 检查离合器工作是否良好。
(4) 检查行车制动、驻车制动是否灵敏有效。
(5) 检查转向盘的转动力矩是否合适。
(6) 检查前轮是否侧滑或摆动。
(7) 检查制动时车轮是否跑偏或侧滑。
汽车在行驶途中停车后，应当进行以下检查：
(1) 检查轮胎气压和磨损是否正常。
(2) 检查轮毂和制动鼓有无过热现象。
(3) 检查各操作机构的连接部位是否牢固可靠。
(4) 检查有无漏油、漏水和漏液现象。

3. 收车后检查

(1) 清洁车辆。
(2) 加添燃油、检查润滑油及冷却液，冬季注意保暖。
(3) 检查传动皮带完好情况和松紧度。
(4) 检查轮胎气压及嵌在表面有无异物。
(5) 排除行车中已发现的故障。
(6) 放出油水分离器内的污物和水。
(7) 检查、整理随车工具及附件并及时切断电源。

（三）夏利系列轿车电气系统定期维护制度

夏利系列轿车电气系统定期维护制度如表 1-8 所示。汽车每行驶 10 000 km 或 6 个月后，必须按表中规定进行定期维护。汽车行驶 100 000 km 以上时，按相同期限分别进行维护。在里程与时间间隔中以先到达者进行计算，遇到特殊使用条件和环境条件时，应根据实际情况提

前进行相应部件的维护作业。

表 1-8　夏利系列轿车电气系统定期维护制度

期限 / 项目	×1000km	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	月数	—	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
1. 怠速		○		○	○		○		○		○	
2. 蓄电池电解液液面			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3. 蓄电池电解液密度				○		○		○		○		○
4. 蓄电池极柱连接情况				○		○		○		○		○
5. 点火正时				○		○		○		○		○
6. 分电器盖				○		○		○		○		○
7. 断电器凸轮				○		○		○		○		○
8. 断电器触点总成			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
9. 点火提前装置				○		○		○		○		○
10. 火花塞			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
11. 点火线圈				○		○		○		○		○
12. 高压导线				○		○		○		○		○
13. 电器线束连接情况				○		○		○		○		○
14. 前照灯及照明灯				○		○		○		○		○
15. 转向信号灯		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16. 喇叭				○		○		○		○		○
17. 刮水器与清洁器				○		○		○		○		○
18. 除霜器				○		○		○		○		○
19. 组合仪表				○		○		○		○		○
20. 点火开关锁止装置				○		○		○		○		○
21. 起动机							○					
22. 氧传感器										●		
23. 发电机驱动带及其挠度		○	○	○	○	●	○	○	○	●	○	○
24. 电控系统：视情况清洗或更换喷油器、不解体清洗油道，检查燃油系统工作情况，检测废气排放情况，检查系统工作功能、清除故障代码，检测各种传感器工作情况												
注：符号“○”表示检查，必要时更换；符号“●”表示更换												

（四）定期更换制度

夏利轿车电器设备要定期更换的部件有火花塞和触点式点火系统的断电器触点总成，汽车每行驶10 000km 或按实际情况需要进行更换。

第二章　电源系统

一、蓄电池的结构原理

在汽车上蓄电池是辅助电源，发电机是主要电源。汽车正常行驶中，用电设备所需电能均由发电机供给。只有在发动机起动或发电机电压低于蓄电池电压时，用电设备所需电能才由蓄电池供给。

汽车上广泛采用铅蓄电池。它不仅是一个电源，而且还相当于一个较大的电容器，能吸收电路中产生的瞬时过电压，保护电子器件不被击穿损坏。

（一）蓄电池的结构及工作原理

1. 蓄电池的结构

夏利轿车使用的蓄电池是干荷电蓄电池，型号为 55B24L—MF（相当于 6—QA—45），外形尺寸为 236mm×126mm　×223mm。夏利轿车使用的蓄电池的外形如图 2-1。

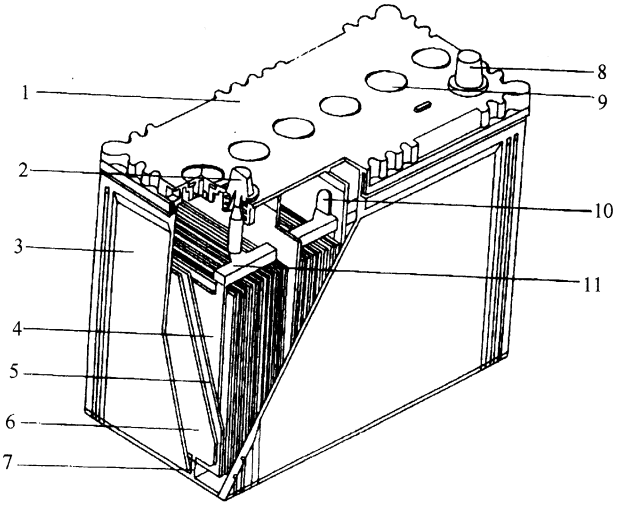


图 2-1　蓄电池的外形

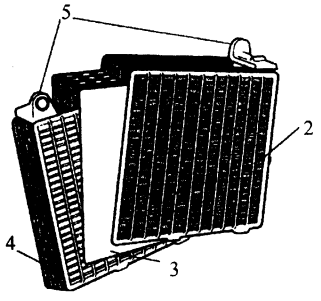
1-蓄电池盖；2-正极柱；3-蓄电池槽；4-正极板；5-隔板；6-负极板；7-极板支撑及沉淀池空间；8-负极柱；9-加液口及旋塞；10-内部连接端头；11-内部汇流排

蓄电池的结构如图 2-2、图 2-3 所示。它由 6 个单格串联而成，每个单格的标称电压为 2V，蓄电池的端电压为 12V。每个单格电池由极板、隔板、电解液组成。

（1）极板

蓄电池的极板分为正极板和负极板。正极板上的活性物质是深棕色的二氧化铅（PbO_2），负极板上的活性物质是灰色海绵状铅（Pb）。为了增大蓄电池的容量，将多片正极板和多片负极板分别用汇流排连接成极板组。由于正极板的活性物质比较酥松，机械强度低，在充放电过

程中易膨胀变形而挠曲，造成活性物质脱落，为此负极板比正极板多一片。



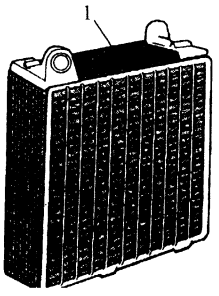


图 2-2　单格蓄电池的结构

1-组装完的单格电池；2-负极板；3-隔板；4-正极板；5-极板汇流排

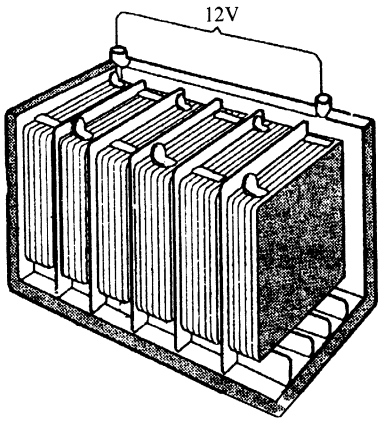


图 2-3　蓄电池由 6 个单格电池串联组成

（2）隔板

隔板采用微孔聚氯乙烯制成袋式将极板包住，可保护正极板上的活性物质不致脱落，防止极板短路。为了增大电解液的储存量，壳体底部不需凸筋。

（3）电解液

电解液是用纯净的硫酸（H_2SO_4）和蒸馏水按一定比例配制成的硫酸水溶液。

电解液密度应随地区和气候条件而定，表 2-1 中列出了不同气温条件完全充足电状态下的电解液密度。

表 2-1　不同气温下选用的电解液密度

使用地区的最低温度（C）	冬季（g/cm^3）	夏季（g/cm^3）
低于－40	1.31	1.27
－30～－40	1.29	1.25
－20～－30	1.28	1.25
0～－20	1.27	1.24

（4）壳体

壳体采用塑料制成 6 个互不相通的单格。每个单格内装有极板组和电解液组成一个单格电池。

2. 蓄电池的工作原理

蓄电池在充电时将电能转变成化学能贮存起来，用电时将贮存的化学能转变成电能供给用电设备。所以蓄电池的工作过程就是化学能与电能的相互转换过程。

充足电的蓄电池，正极板上的活性物质是二氧化铅（PbO_2），负极板上的活性物质是海绵状的纯铅（Pb），电解液是化学纯净的硫酸水溶液，由于正负极板是两种不同的导体，与电解液起化学反应后，使正极板带正电，负极板带负电，在两极板间产生了电位差。

当蓄电池放电时，在电位差的作用下电流由正极通过负载流向负极，与此同时，两极板上的活性物质与电解液发生化学反应，两极板由原来的二氧化铅和海绵状铅逐渐变成硫酸铅，电

解液中的硫酸成分逐渐减少，电解液的密度下降。

蓄电池放电后，正负两极板上的产物均为硫酸铅。欲使正负两极板上的硫酸铅再恢复成原来的二氧化铅和海绵状铅，必须用直流电源进行充电。充电时由于电流的作用，在蓄电池内发生与放电过程相反的化学反应，正极板处的硫酸铅与水作用生成二氧化铅（PbO_2）和硫酸（H_2SO_4），二氧化铅沉积在正极板上，负极板上的硫酸铅在充电电流的作用下，铅离子获得电子还原成铅，以固态析出沉附在负极板上；此时，电解液中的氢离子移向负极板，与从负极板上脱离下来的硫酸根离子结合成硫酸（H_2SO_4），电解液中的硫酸成分逐渐增多而变浓。

综上所述，蓄电池充放电过程中的化学反应是可逆的，其化学反应方程式为：

$$PbO_2+2H_2SO_4+Pb \rightleftharpoons 2PbSO_4+2H_2O$$

（二）蓄电池的容量

蓄电池的容量就是指在放电允许的范围内蓄电池输出的电量，容量等于放电电流与放电时间的乘积。

蓄电池的容量与放电电流的大小及电解液的温度等有关，因此蓄电池的标称容量是在一定的放电电流、一定的终止电压和一定的电解液温度下取得的，标称容量有两种。

1. 额定容量

额定容量即把充足电的蓄电池之电解液密度和液面高度调整到规定值，电解液平均温度在30℃的条件下，以20h放电率的电流（相当于额定容量的1/20）连续放电至单格电池电压为1.75V为止所输出的电量。夏利轿车使用的蓄电池的容量为45Ah。

2. 起动容量

起动容量表示蓄电池接起动机时的供电能力，有常温和低温两种起动容量。

①常温起动容量，即电解液温度为30℃时，以5min放电率的电流连续放电至规定的终止电压9V所输出的电量，其放电持续时间应在3min以上。

②低温起动容量，即电解液温度为－18℃时，以3倍额定容量的电流连续放电至规定的终止电压6V所输出的电量，标准蓄电池其放电持续时间应在2.5 min以上。

二、蓄电池的维护

（一）蓄电池充电

1. 需要充电的条件

蓄电池在使用过程中如果出现下列现象，需及时进行补充充电：

①电解液密度下降到1.150以下；

②冬季放电超过25%，夏季超过50%；

③灯光比平时暗淡，起动机运转无力；

④单格电池电压下降到1.7V以下；

⑤充电时间间隔达到1～2月。

蓄电池充电时需注意以下几点：

①选择在通风良好的房间进行；

②充电前应检查电解液液面，不足时应加至规定液位。不要给液面过低的电池充电；

③蓄电池的上部有易爆气体，不要在蓄电池附近吸烟、使用明火或制造火花；

④蓄电池的电解液（硫酸）吸水性极强，极易造成烧伤，使用时一定要小心。一旦在皮肤、衣物上溅有电解液，应立即用清水冲洗，并及时治疗；

⑤就车充电为防止对车上其他用电设备造成损害，充电前应将蓄电池负极电缆拆下；

⑥对于结冰的蓄电池，一定要在解冻后才能充电，否则会造成电池损坏；

⑦充电过程中，若已在电解液中产生气泡、沸腾，以至从气孔中溢出时，应立即减小充电电流，或暂时关闭充电机；

⑧充电时，蓄电池与充电机的连接是正极接正极，负极接负极。

2. 充电方法

（1）连接充电线路

蓄电池充电线路一般有并联和串联两种基本形式，如图 2-4 所示。串联电路充电电流相等，便于电流的控制调整，但是当蓄电池数量较多时，充电机的输出电压需要很高；并联电路充电电压相等，安全性较高，但需要充电机输出电流较大，并且各个蓄电池的充电电流有可能不一致。充电时应根据具体情况灵活采用。

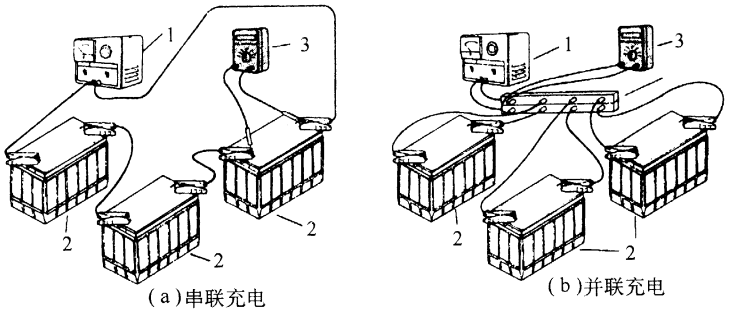


图 2-4　蓄电池充电机接线图

1-充电机；2-蓄电池；3-电流表

（2）充电注意事项

①充电电流选择为蓄电池的额定容量的 1/10；

②间隔 1h 左右，调节充电电流、测量蓄电池电压、测量电解液密度和温度，若电解液温度达到 40℃，暂时停止充电，待电解液温度降低至 35℃后再恢复充电；

③当单格电池电压达到 2.4V 时，将充电电流减半；

④当单格电池电压达到 2.7V、并且 1h 内不再上升，停止充电；

⑤检查并调整电解液密度、调整液面高度（高出极板 10～15mm）。

（二）蓄电池的日常维护

1. 蓄电池的日常清洁

在拆下蓄电池的接头或把整个蓄电池卸下来进行清洁和其他维护之前，首先要用苏打水或氨水对积集在接线端子、接头和其他金属部件上的锈蚀物进行中和处理。清洁后，用干净水清洗蓄电池及电缆接头。再用清洁抹布把蓄电池擦干或用低压空气将其吹干。

在重新安装接头时，先把正极接头正确定位到其接线柱上。各螺母或螺栓不要拧得过紧，以防损坏接线柱或接头。最后，在接头处涂上一层凡士林或蓄电池防锈膏或其他防锈涂料。

2. 蓄电池的检测

①电解液液面高度和密度检测。在天气炎热的夏天，每周都要对电解液液面高度和密度进

行检测；冬天也要两周检测一次。

②开路电压的检测。检测开路电压可以对蓄电池内存储的电量进行判断。检测时，所测的电压必须在不加负载条件下稳定 10min 以上，若是刚充电结束的蓄电池还要放电 15min，放掉表面电荷。为方便读数，选用仪表最好是数字式的。表 2-2 数据表明了开路电压的微小变化，反映了蓄电池存储电量的状态。

表 2-2　蓄电池开路电压与存储电量

开路电压（V）	存储电量（%）
12.6 或更高	100
12.4～12.6	75～100
12.2～12.4	50～75
12.0～12.2	25～50
11.7～12.0	0～25
11.7 或更低	0

（三）蓄电池的故障及排除

蓄电池的外部故障有壳体或盖出现裂纹、封口胶干裂、极桩松动或腐蚀等；内部故障有极板硫化、活性物质脱落、极板短路、自行放电、极板拱曲等。

表 2-3 是蓄电池常见故障查询表，使用中可进行查询。

表 2-3　蓄电池常见故障查询表

故障现象	故障原因	排除方法
活性物质脱落	过充电腐蚀脱落 电解液密度过大腐蚀脱落 受强振动、极板安装松旷振动脱落	调整充电电流至规定值 调节电解液密度至规定值 紧固壳体加减振垫
极板硫化	长期放电工作或充电不足 长期在电量不足下放置 极板暴露在电解液上面	检查充电系统 存放时充电保证储存电量 加注电解液
无　电	蓄电池放电完毕 线路断路 电解液消耗过多	充电 检查 加注蒸馏水
电力不足	蓄电池储存电量不足 充电线路松脱 电解液液面过低 极板活性物质脱落	充电 重新接好 加注电解液 更换极板
漏　电	电器线路有短路 极板短路或隔板损坏 电解液中杂质多	排除 更换 更换电解液
电解液消耗过快	长期出现过充电 充电时间过长或长途行驶 极板短路或隔板损坏 壳体出现裂纹	调节充电电流，加注电解液 调整 更换极板或隔板 修补壳体

三、发电机及电压调节器

发电机是汽车上的主要电源，它与蓄电池并联（图 2-5）。其作用是：在汽车正常行驶时，向各用电设备供电，并及时对蓄电池进行补充充电。

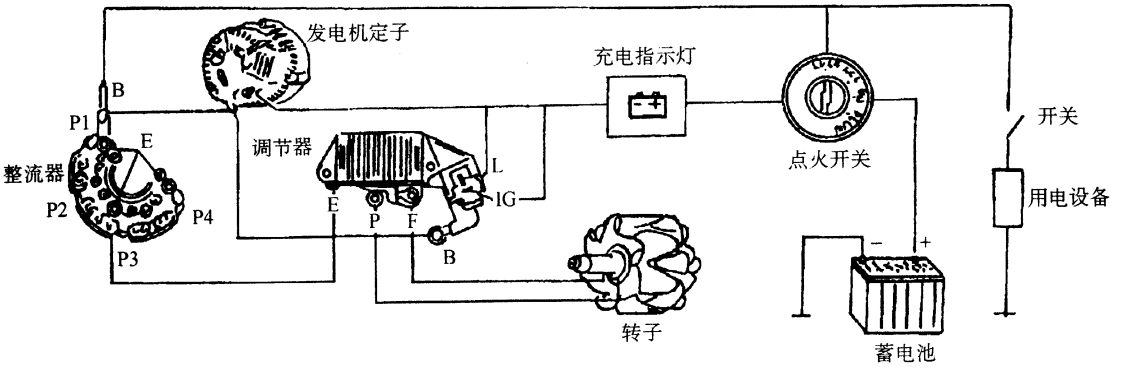


图 2-5　夏利轿车电源系统的实物接线图

（一）发电机的构造

夏利轿车使用的硅整流交流发电机，其结构如图 2-6 所示。主要由三相同步交流发电机、硅二极管整流器等组成。

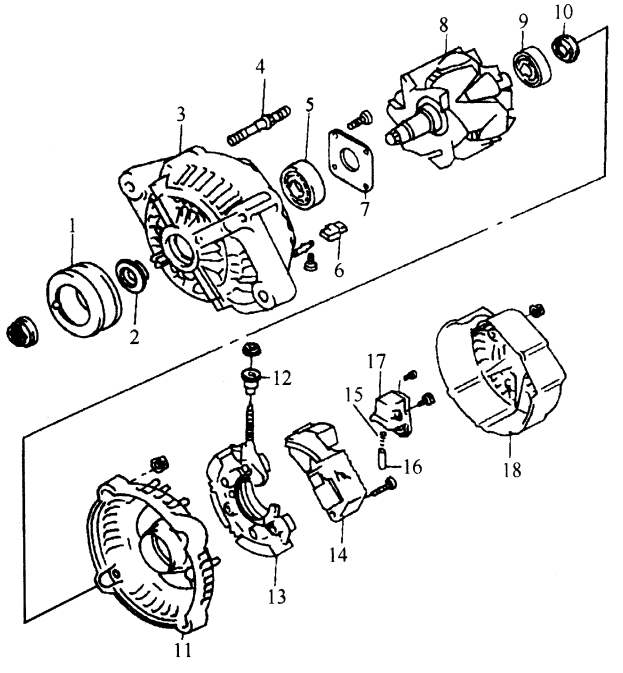


图 2-6　发电机的结构

1-带轮；2-隔离套；3-驱动端盖（前端盖）；4-螺栓；5-轴承；6-接线柱绝缘体；7-挡板 8-转子；9-轴承；10-轴承盖；11-后端盖；12-绝缘体；13-整流器；14-电压调节器；15-电刷弹簧；16-电刷；17-电刷架；18-后盖

夏利轿车的发电机型号是 JFZ1542Z 型、JFZ1721 型 14V/45A 整体式 8 管发电机。

1. 三相同步交流发电机

三相同步交流发电机主要由定子、转子、前后端盖、风扇及带轮等组成。

定子是产生三相交流电的主要部件之一，它由定子铁心和三相绕组组成。定子铁心由相互绝缘的圆状带槽的硅钢片叠制而成，定子铁心槽内装有对称的三相绕组，它的末端连在一起（呈星形连接）而形成中性点，各相绕组的始端分别与散热板和硅二极管相连接。

转子的主要作用是产生电磁场。它由转轴、爪极、磁轭及磁场绕组等组成。

前后端盖是用来支撑转子的。

风扇是发电机的强制散热部件，散热方式为外排式。

2. 硅二极管整流器

为使交流发电机产生的三相交流电变为直流电，必须采用整流器对其进行整流。夏利轿车采用 8 个硅二极管进行整流，其电路如图 2-7 所示。在三相绕组中产生的三相交流电分为两路：一路作为激磁电流经过电压调节器，然后通过电刷、滑环到达磁场绕组，然后又通过另一个

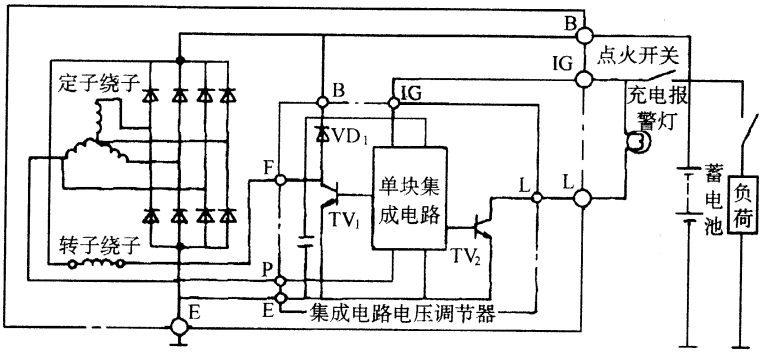


图 2-7　发电机及调节器电路

滑环、电刷到搭铁；另一路由三相全波整流桥中的正向整流输出二极管流入车内用电设备，然后经负向输出二极管返回。端子 B 正极（+）经充电指示灯、点火开关与蓄电池正极相连。在发动机起动过程中，点火开关端子闭合，发电机磁场绕组中便有了初始激磁电流，此时充电指示灯点亮。在发动机转速达到一定数值后，充电指示灯熄灭。图 2-8 是整流器的外形图。

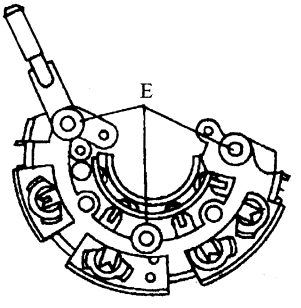


图 2-8　发电机整流器外形图

为提高发动机的输出功率，夏利轿车发电机将作星形连接的三相定子绕组中的中性点引出，并加装 2 只中性点整流二极管，便构成了 8 管交流发电机。表 2-4 是发电机性能参数表。

表 2-4　发电机性能参数表

输出特性 (13.5V 冷态)		输出电流≮47A（5000r/min）
		建立起端电压转速 1250r/min
噪声（A 级）	风扇噪声	1200r/min 时≯91dB
	磁力噪声	≯3000r/min 热态最大负荷时，≯74dB
额定电压，最大输出		12V，45A
建立起端电压的最高转速		1150r/min（13.5V 热态）
允许最高转速		15400r/min
储存温度		−40～110℃
工作温度		−30～90℃
搭铁极性		负极搭铁
旋转方向		右旋（从带轮端看）
V 形皮带张紧力		294±68.6N
电压调节器调节电压		14.2～14.8V（5000r/min，10V、25℃）
F 端子允许输入负荷		12V，3.4W×6 个灯泡
L 端子电位		发电停止时，≯1.5V

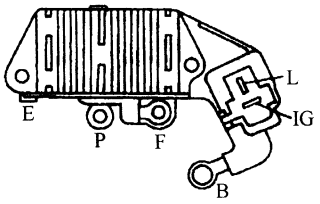


图 2-9　发电机调节器的外形图

（二）电压调节器

电压调节器的作用是根据发电机转速的变化调节发电机电压，使其稳定在某一额定值。夏利轿车的电压调节器是内装式集成电路电压调节器（图 2-9），集成电路用硅胶密封在调节器的外壳中。还使用了较大的铝散热器，并在后盖上设计了专用的进风口，发电机运行时由外部空气直接进行冷却。

（三）发电机及调节器的检修

1. 在检修发电机和电压调节器时应注意以下事项

①在连接蓄电池与发电机时，绝不可将极性接错，否则将损坏整流二极管和电压调节器；

②不允许使交流发电机输出端与外壳搭铁试火，否则会烧坏二极管；

③在发电机工作时不可切断与蓄电池的通路，否则会损坏车上的其他电器设备；

④拆装二极管时，电烙铁的最大功率不能超过 300W，且在拆装过程中要采取散热措施。

2. 发电机的车上检查

发电机拆装后或汽车每行驶 10 000km，应进行以下检查。

（1）检查传动皮带外观

检查传动皮带有无裂纹或磨损，带与带轮接合是否正常，如果皮带陷入皮带盘的 V 型槽之内，说明皮带已经严重磨损。若有磨损或裂纹，应及时更换。

（2）检查传动皮带的挠度

发电机传动皮带挠度的检查方法是用拇指在两个带轮间的传动皮带中央部位施加 80N 压力，三角带的挠度应为 5～7mm。如挠度不符合规定，可拧松交流发电机支架上的发电机固定螺栓，调整发电机固定位置进行调整。

（3）检查导线连接情况

①检查各导线端头的连接部位是否正确，连接器插头与插座是否插牢；

②发电机“B”端子必须加弹簧垫圈；

③防干扰电容器的单端子插头与插座必须插牢，不得有松动现象。

（4）检查发电机有无噪声

当交流发电机出现故障（特别是机械故障），如轴承破损、轴弯曲等，在发电机运转时，都会发出异常噪声。检查时，逐渐加大发动机节气门开度，使发电机转速逐渐升高，同时监听发电机有无异常响声，如有异常响声，则应拆下发电机分解检修。

（5）检查发电机能否发电

①将万用表的功能转换开关拨到直流电压挡，表的“＋”极接发电机“B”端子，表的“－”极接发电机“E”端子或外壳，记下此时测得的电压（即等于蓄电池电压）。

②起动发动机将其转速升高到怠速以上转速或中速，此时万用表指示的电压若高于蓄电池电压，说明发电机能发电；若万用表指示的电压低于发动机未起动时的蓄电池电压，说明发电机不发电，应对充电系统及其线路进行全面检查。如线路连接良好，说明整体式发电机故障，应予拆修。

（6）检查发电机性能

将直流电压表的正负极分别与蓄电池的正负极连接。起动发动机并将其转速升高到

2000r/min 左右（发电机转速约为 5000 r/min）运转，当输出电流小于 10A 时，电压表指示的调节电压应为 14～14.2V。调节电压最低不得低于 13.9V，最高不得超过 15.1V，否则应当更换调节器。

检查发电机负载性能时，起动发动机并将其转速升高到 2000r/min 左右（发电机转速约为 5000r/min）运转，接通前照灯和空调鼓风电机等用电设备，当输出电流大于 30A 时，电压表指示的调节电压应为 14.2～14.8V。调节电压最低不得低于 13.9V，最高不得超过 15.1V，否则应当更换调节器。

3. 发电机的分解与检修

（1）发电机的分解

分解与组装整体式发电机时，按图 2-6 所示零部件号码的顺序进行，组装顺序与分解顺序相反。由于夏利系列轿车用 JFZI542、JFZl721 型 14V－45A 整体式 8 管交流发电机的结构与一般整体式交流发电机有所不同，维修时不需彻底分解即可进行检测。在维修过程中，可据检测结果，必要时再进行彻底分解。其分解流程如下。

① 拆下“B”端子上的固定螺母，取下“B”端子上的绝缘套管，如图 2-10 所示；

②拧下防护盖上的三个带垫片的固定螺钉，如图 2-11 所示，取下防护盖；

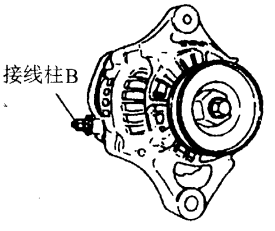


图 2-10　拆卸“B”端子上的螺母和绝缘套管

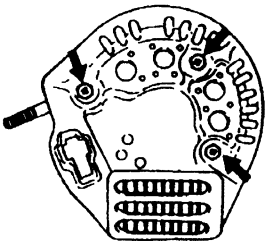


图 2-11　拆卸防护盖

③拆下固定电刷组件的两个固定螺钉和固定电压调节器的三个固定螺钉，如图 2-12 所示，取下电刷组件和电压调节器总成，如图 2-13 所示；

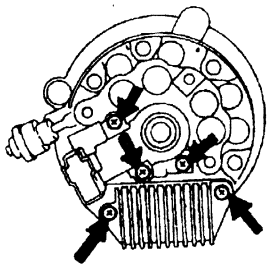


图 2-12　拆卸电刷组件和电压调节器

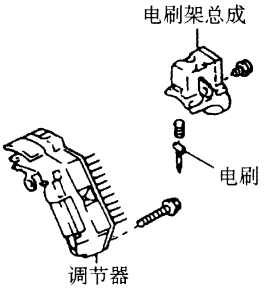


图 2-13　电刷组件与电压调节器

④拆下 8 管整流器总成整流二极管的四个引出电极与定于绕组四个引线端子相连接的连接点 P1、P2、P3、P4 处的四个固定螺钉，取下整流器总成，如图 2-14 所示。检修时，该型发电机分解到此即可进行定子、转子和整流器的各项检测。仅在必要时再分解前、后端盖和驱动带轮。

（2）发电机整流器的检修

整流器的检修主要是整流二极管的检查。检测时可用万用表（指针式万用表用 R×1kΩ 挡；数字式万用表用 OHM×20 kΩ 挡）并参考图 2-14 进行。

用指针式万用表检测正极管和正极型中性点二极管时，将万用表正极表笔接端子“B”，负极表笔分别接整流器二极管引出电极 P1、P2、P3、P4 点（用数字式万用表检测时，将万用表负极表笔接端子“B”，正极表笔分别接整流器二极管引出电极 P1、P2、P3、P4 点），万用表均应显示导通。

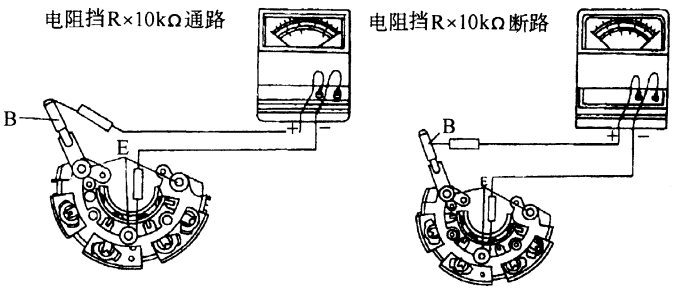


图 2-14　检测整流器

如万用表显示不导通，说明该二极管断路，应予更换整流器总成；然后再调换两表笔检测部位进行检测，此时万用表应显示不导通，如万用表显示导通，说明该二极管短路，亦应更换整流器总成。

检测负极管和负极型中性点二极管时，先将指针式万用表负极表笔接负整流板的搭铁点“E”，正极表笔分别接整流器二极管引出电极 P1、P2、P3、P4 点（用数字式万用表检测时，万用表正极表笔接搭铁点“E”，负极表笔分别接整流器二极管引出电极 P1、P2、P3、P4 点），万用表均应显示导通。如万用表显示不导通，说明该二极管断路，应予更换整流器总成；然后调换两表笔检测部位进行检测，此时万用表应显示不导通。如导通，说明该二极管短路，亦应更换整流器总成。

（3）发电机定子的检修

定子的检修主要是定子绕组的检修。实践证明：定子绕组的故障主要有断路和搭铁两种。

①定子绕组断路的检查。定子绕组有无断路故障，可用万用表 R×1Ω 挡（数字式万用表用 OHM×200Ω 挡）进行检测。检测方法如图 2-15 所示，将万用表的两只表笔分别检测定子绕组四个引出端子 P1、P2、P3、P4 中每两个引出端子之间的电阻，如万用表均导通（阻值 2.8～3.2Ω），说明定子绕组良好；如万用表有一次出现不导通（阻值为“∞”），说明定子绕组断路。

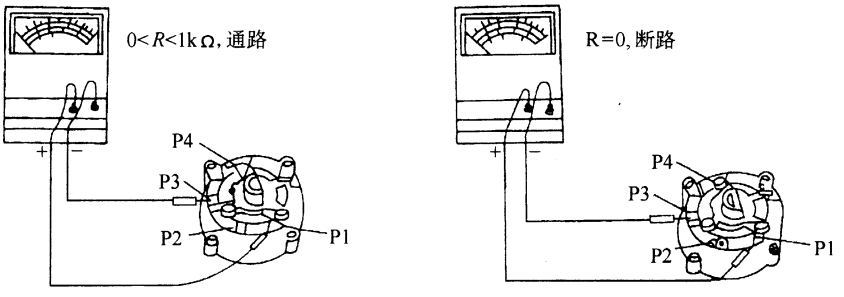


图 2-15　检测定子线圈

如能找到断路部位，可用 50W/220V 电烙铁焊接修复；若找不到断路部位，则需更换定子或发电机总成。

②定子绕组搭铁的检查。定子绕组有无搭铁故障，可用万用表 R×1Ω 挡（数字式万用表用 OHM×200Ω 挡）检测。检测方法是将万用表的一只表笔接定于铁心，另一只表笔接定子绕组四个引出端于 P1、P2、P3、P4 中任意一个引出端子，万用表应不导通（即阻值应为“∞”）；如万用表导通，说明定子绕组搭铁，应当更换定子或发电机总成。

（4）发电机转子的检修

转子的检修主要是磁场绕组的检修。实践证明：磁场绕组的故障主要有断路和搭铁两种。

①磁场绕组断路的检查。磁场绕组在使用过程中，其端头的焊点易受震动或冲击而发生断路故障。因此，可用万用表（指针式拨到R×1Ω挡；数字式拨到OHM×200Ω挡）进行检测。

检测方法如图2-16所示，将万用表的两只表笔分别与两只集流环连接，测得阻值应为2.8～3.2Ω（20℃），若阻值为“∞”，说明磁场绕组断路；若阻值小于2.6Ω，说明磁场绕组有匝间短路故障。当断路故障发生在引线端头与集流环的焊接处时，可用电烙铁（200W/220V）重新焊接修复。若断路、短路故障无法排除，则需更换转子或发电机总成。部分夏利轿车原装发电机转子的磁场绕组端头是从转子轴心引到集流环上，从转子表面看不到磁场绕组引线。当测量两只集流环之间的磁场绕组电阻值为无穷大时，只能更换转子或发电机总成。

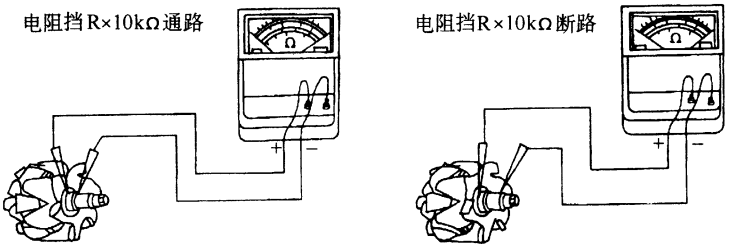


图2-16　检测磁场绕组电阻

②磁场绕组绝缘的检查。磁场绕组与转子铁心间的绝缘情况，一般都用万用表进行检测。检测方法是将万用表的一只表笔接转子铁心，另一只表笔接两只集流环中任意一只集流环，万用表应不导通（阻值应为“∞”），说明绕组与铁心绝缘良好；如万用表导通，说明磁场绕组或集流环搭铁，一般都需更换转子或发电机总成。

（5）电刷组件的检修

电刷及电刷架应无破损或裂纹，电刷在电刷架中应能活动自如，不得出现卡滞现象。

①电刷高度的检查。电刷高度是指电刷露出电刷架的长度。电刷高度可用钢板尺或游标卡尺进行检测。检测方法如图2-17所示，新电刷的标准高度应为10.5mm，电刷磨损的极限值为4.5mm。当电刷外露长度低于4.5mm时，必须更换新电刷，以免影响发电机输出功率。

②电刷的更换方法。更换电刷的方法如图2-18所示，先将电刷弹簧和新电刷装入电刷架，然后用鲤鱼钳或尖嘴钳夹住电刷引线，使电刷露出高度符合规定数值（10.5mm），再用电烙铁将电刷引线与电刷架焊牢即可。

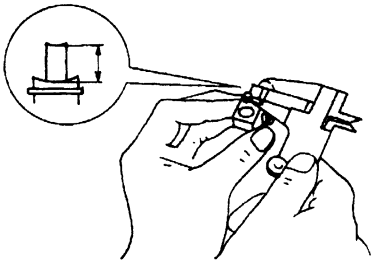


图2-17　电刷长度的检查

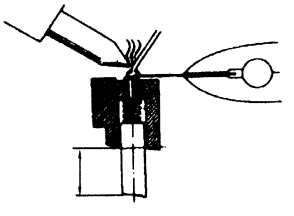


图2-18　电刷的更换方法

③电刷弹簧压力的检测。检测电刷弹簧压力的方法如图2-19所示，交流发电机均有两只电刷弹簧，检测时应一只一只的测量。当电刷从电刷架中露出长度为2mm时，天平秤上指示

的读数即为电刷弹簧压力，其值为 2～3N，弹簧力过小时，应更换新电刷，否则会造成电刷与集流环接触不良而烧蚀集流环或使发电机输出功率降低。

（6）电压调节器的检修

夏利轿车发电机调节器为专用调节器，在使用维护中，一般只能检测调节器的续流二极管是否正常，调节器的技术状态必须在专用试验台上才能进行检测。

①续流二极管的检测。检测续流二极管技术状态的方法如图 2-20 所示，先将万用表的一只表笔接调节器“B”端子，另一只表笔接“F”端子进行检测，然后调换两只表笔的检测位置再测一次。在两次检测中，如万用表一次导通一次不导通，说明续流二极管良好。如万用表两次均导通或均不导通，说明二极管短路或断路，必须更换调节器。

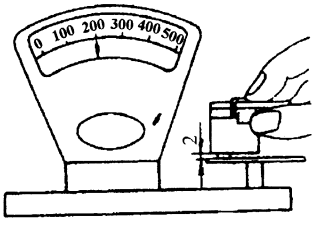


图 2-19　检测电刷弹簧的压力

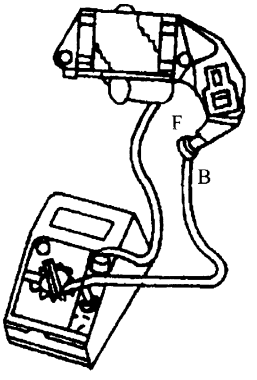


图 2-20　检测续流二极管

②调节器技术状态的检测。在调节器专用试验台上检测其技术状态时，先将调节器的 6 个接线端子 B、IG、L、F、P、E（参见图 2-21）分别与试验台上的相应端子连接，然后按照试验台操作规程进行试验。

当试验台上的发电机输出电压低于 13.5V 时，连接在“L”端子上的充电指示灯应当发亮。

当发电机输出电压高于 13.5V 时，充电指示灯应当熄灭，否则说明调节器内部控制电路故障，应予更换调节器总成。

当发电机转速为 5000r/min，负载电流为 10A 时，调节器控制的调节电压标准值应为 14.2～14.8V。调节电压最低不得低于 13.9V，最高不得超过 15.1V，否则应当更换调节器。

③调节器管压降的检测。调节器管压降大小说明其质量高低，如管压降过大（大于 1.5V，磁场电流就会减小，功率管的耗散功率就会增大，不仅会使发电机输出功率降低，而且还会使调节器的使用寿命大大缩短。检测夏利轿车调节器管压降的方法是在试验调节器的技术状态时，在磁场端子“F”与搭铁端子“E”之间连接一只直流电压表，当磁场电流达到 4A 时，该电压表的读数应小于 1.5V。

四、充电系统故障的诊断与排除

充电系统常见故障有：充电指示灯不亮、充电系统不充电、充电指示灯时亮时灭（充电电流不稳）和蓄电池充电不足（电解液密度低，起动机运转无力）等。

（一）充电指示灯不亮故障的诊断与排除

当接通点火开关时，仪表盘上的充电指示灯就应发亮。如指示灯不亮，说明指示灯线路或

调节器有故障。

1. 充电指示灯电路及其控制电路

夏利轿车充电指示灯受电压调节器控制，其充电系统电路如图 2-21 所示。

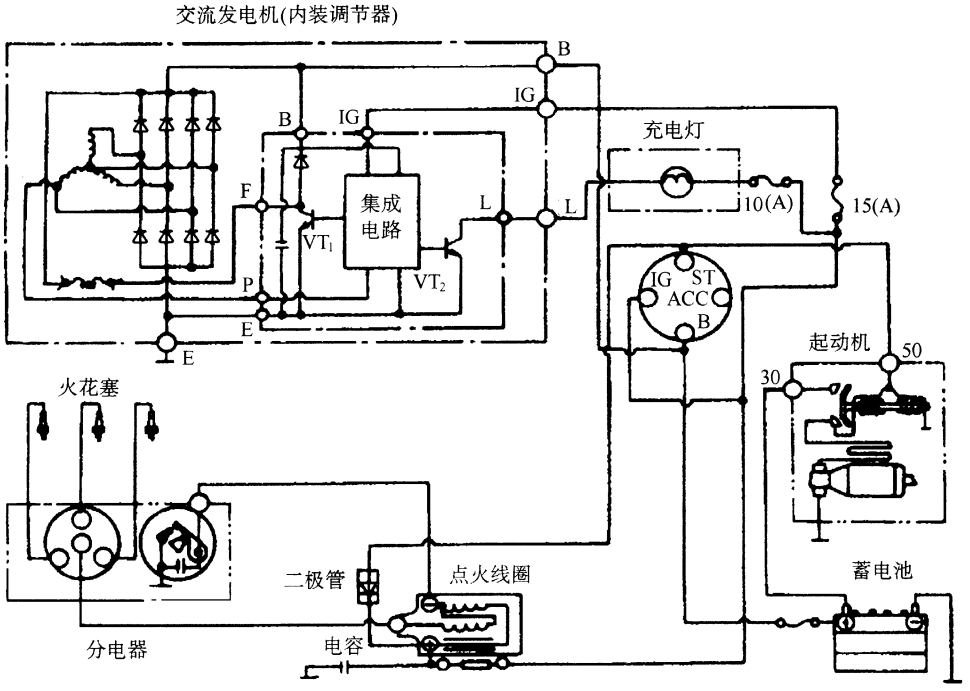


图 2-21　电器系统原理图

当点火开关接通时，发电机“IG”端子接通电源，调节器的电源就被接通，其内部电路便使控制充电指示灯的功率管 VT_2 导通，调节器电源电路为：蓄电池正极→熔断器（60A）→点火开关“B”端子→点火开关触点→点火开关“IG”端子→发动机熔断器（15A）→发电机线束连接器“IG”端子→调节器内部电路→搭铁端子“E”→蓄电池负极。

调节器电源接通后，内部电路使控制充电指示灯电路的功率管 VT_2 导通，充电指示灯电路接通而发亮，其电路为：蓄电池正极→熔断器（60A）→点火开关“B”端子→点火开关触点→点火开关“IG”端子→仪表熔断器（10A）→充电指示灯→发电机线束连接器“L”端子→调节器功率管 VT_2 →搭铁端子“E”→蓄电池负极。

2. 充电指示灯不亮的原因

①充电指示灯灯丝断路；

②仪表熔断器（10A）烧断，使指示灯线路不通；

③发动机熔断器（15A）烧断，使调节器电源切断，充电指示灯控制电路不能投入工作，功率管 VT_2 不能导通；

④蓄电池附近的 60A 熔断器断路；

⑤调节器线束插头松动；

⑥指示灯或调节器电源线路导线断路或接头松动；

⑦蓄电池极柱上的电缆接头松动；

⑧点火开关故障；

⑨调节器内部电路故障。

3. 充电指示灯不亮故障的排除

在排除充电指示灯不亮故障时，首先应起动发动机并怠速（发电机转速 2000r/min 左右）运转，然后用万用表检查发电机充电系统能否充电。将充电指示灯不亮分为充电系统能充电（发电机输出电压能够超过蓄电池电压）与不能充电两种情况分别进行排除。

当接通点火开关时充电指示灯不亮，起动发动机后发电机又能发电（发电机输出电压能够超过蓄电池电压），说明磁场电路能接通，调节器电源线路、调节器内部发电机输出电压控制电路、点火开关、60A 熔断器、发动机 15A 熔断器良好，故障出在充电指示灯、仪表 10A 熔断器或调节器内部充电指示灯控制电路。磁场电流电路为：蓄电池正极→60A 熔断器→点火开关电源端子“B”→发电机输出端子“B”→磁场绕组→调节器磁场端子“F”→调节器功率管 VT_2→调节器搭铁端子“E”→蓄电池负极。

充电系统能充电时，充电指示灯不亮故障的排除方法与流程如图 2-22 所示。

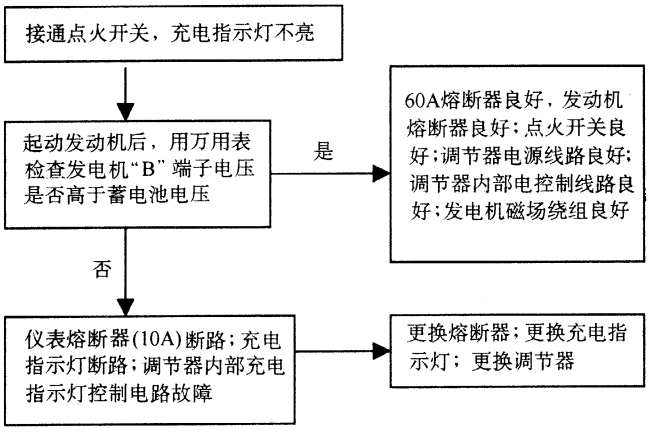


图 2-22　充电指示灯不亮排除流程图

①首先检查驾驶员侧转向柱管下面集线盒（又称为中央线路板）上的 8 号熔断器（仪表 10A 熔断器）是否断路。如该熔断器断路，必须更换相同容量（10A）的熔断器；如熔断器良好，再继续检查。

②检查仪表盘上的充电指示灯是否断路。如灯丝断路，则更换充电指示灯；如灯丝良好，说明调节器内部充电指示灯控制电路故障，需要更换调节器总成。

当接通点火开关充电指示灯不亮，起动发动机后发电机又不能发电时，故障排除方法或流程如图 2-23 所示。

①首先断开点火开关，检查转向柱管下面集线盒上的 8 号（仪表）熔断器是否断路。如该熔断器断路，必须更换相同容量（10A）的熔断器；如仪表熔断器良好，再继续检查。

②检查集线盒上的 7 号（发动机 15A 熔断器）是否断路，如 15A 熔断器断路，必须更换相同容量（15A）的熔断器；如 15A 熔断器良好，则继续检查。

③用万用表检测交流发电机输出端子“B”有无电压。如“B”端子电压为零，说明蓄电池极柱与电缆端子接触不良或 60A 熔断器断路，应予检修或更换；如“B”端子电压等于蓄电池电压（12V 左右），说明 60A 熔断器良好，继续进行检查。

④用万用表检测 8 号（仪表）熔断器上的电压值，如电压为零，说明点火开关故障，应予检

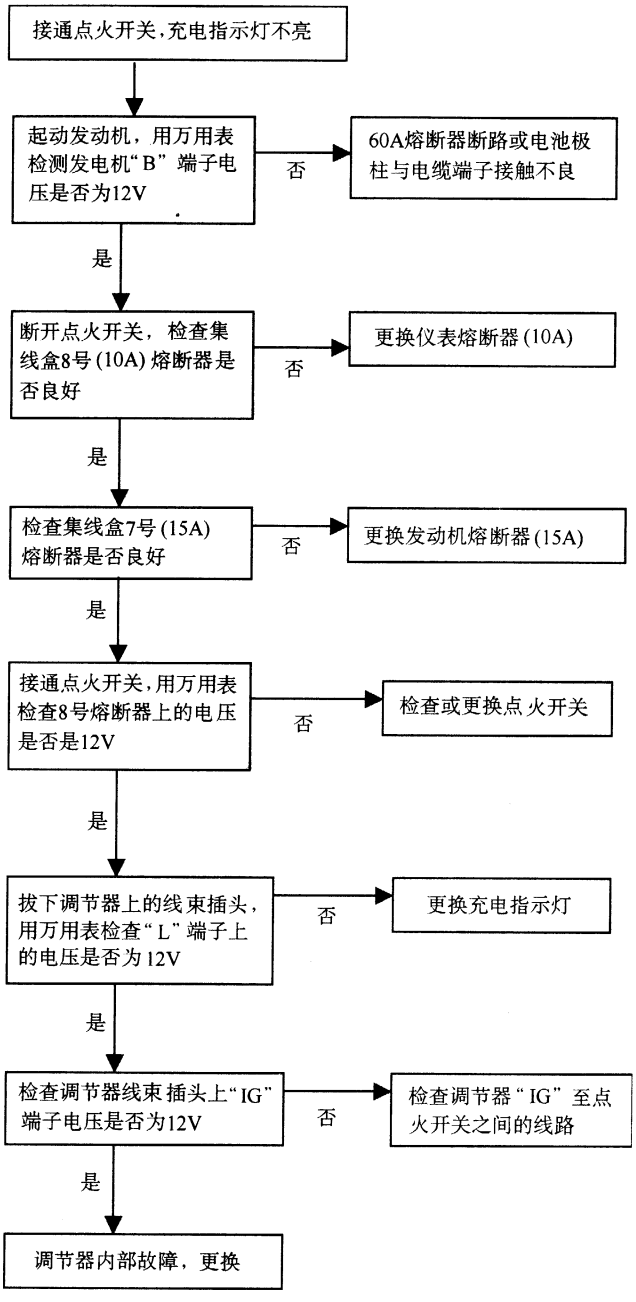


图 2-23　检测是否充电流程图

修或更换；如 8 号熔断器上的电压等于蓄电池电压，则继续检查。

⑤拔下调节器上的线束插头，用万用表检测插头上“L”端子有无电压。如电压为零，说明充电指示灯损坏，应予更换；如“L”端子上的电压等于蓄电池电压，则继续检查。

⑥用万用表检测插头上“IG”端子有无电压。如电压为零，说明“IG”端子至发动机熔断器之间线路断路，应予检修；如“IG”端子上的电压等于蓄电池电压，说明调节器内部控制充电指示灯的电路故障，需要更换调节器总成。

（二）不充电故障的诊断与排除

1. 充电系统能否充电的诊断

判断充电系统能否充电最有效的方法是用万用表检测判断，方法是：先将点火开关断开，用万用表检测发电机“B”端子与发电机壳体间的电压应当等于蓄电池端电压（即应为12V左右，如电压为零或过低，说明“B”端子至蓄电池正极之间线路断路、端子接触不良或蓄电池故障），然后起动发动机并将其转速逐渐升高到怠速或比怠速稍高（2000r/min左右），如万用表指示的电压高于点火开关断开时测得的电压（12 V左右），说明充电系统能充电；如电压低于或等于点火开关断开时测得的电压，则说明充电系统不充电，判断流程如图2-24所示。

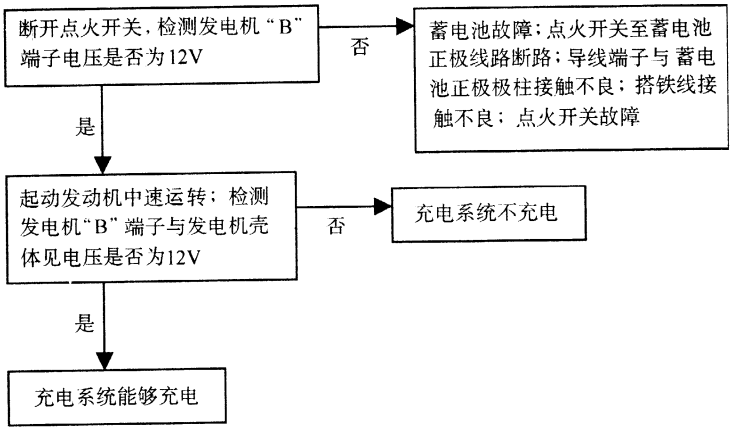


图2-24　充电系统能否充电的诊断流程图

2. 充电系统不充电故障的现象

当充电系统正常时，发动机转速升到怠速转速（850r/min）或稍高，发电机输出电压即可达到调节电压（14.5±0.3V）并对蓄电池充电。若发电机中高速运转时，充电指示灯仍发亮，则说明充电系统不充电，发电机或调节器有故障。在此情况下，由于负载电流全由蓄电池供给，因此蓄电池经常需要补充充电，充电后使用几天就会出现发动机难以起动、夜间行驶灯光暗淡等现象。

3. 充电系统不充电故障的原因

①发电机磁场绕组断路或搭铁而导致磁场电流不通；

②定子绕组断路；

③电刷在电刷架中卡住而不能与集流环接触；

④交流发电机的驱动带过松；

⑤整流器故障；

⑥调节器故障。

4. 充电系统不充电故障的诊断与排除

当充电指示灯常亮时，说明仪表熔断器、发动机熔断器和60A熔断器良好，故障诊断与排除流程如图2-25所示。

①断开点火开关，检查交流发电机驱动带的挠度是否符合规定（80N，5～7min）。挠度过大应予调整，如挠度正常，则继续检查。

②拆下发电机“B”端子上的导线端子，接通点火开关，用万用表检测导线端子有无电压。如无电压，说明发电机“B”端子至点火开关“B”端子之间导线断路，应予检修；如有电压，说明导线端子至蓄电池正极柱正极线路良好，再继续检查。

③接上发电机“B”端子上的导线，起动发动机并以怠速或怠速稍高转速运转，用万用表检测发电机“B”端子电压。如“B”端子电压低于12V，说明发电机不发电，其原因是发电机内部电路或调节器内部电路故障，需要拆下整体式发电机进行分解检修；如“B”端子电压能够达到调节电压（14.5±0.3 V），说明发电机和调节器的电压控制电路良好，故障出在调节器内部充电指示灯控制电路，需要更换调节器总成。

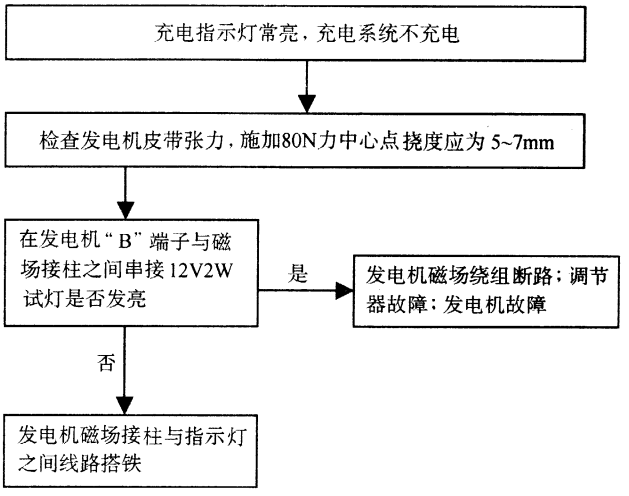


图 2-25　不充电故障排除流程图

（三）充电指示灯时亮时灭的排除

1. 故障原因

①发电机驱动带挠度过大而出现打滑现象；

②发电机个别整流二极管断路、一相定子绕组连接不良或断路而导致发电机输出功率不足；

③发电机电刷磨损过多；

④调节器调节电压过低。

2. 故障排除

①检查驱动带的挠度是否符合规定（标准值：80N，5～7mm）。

②拆下调节器和电刷组件总成，并按前述调节器与电刷组件检修方法进行检修。如调节电压过低（低于14.2V）或电刷高度过低（低于4.5mm），则应更换新品。

③如调节器和电刷组件良好，说明发电机二极管或定子绕组断路，需拆下发电机总成进行试验与检修，故障诊断与排除流程如图2-26所示。

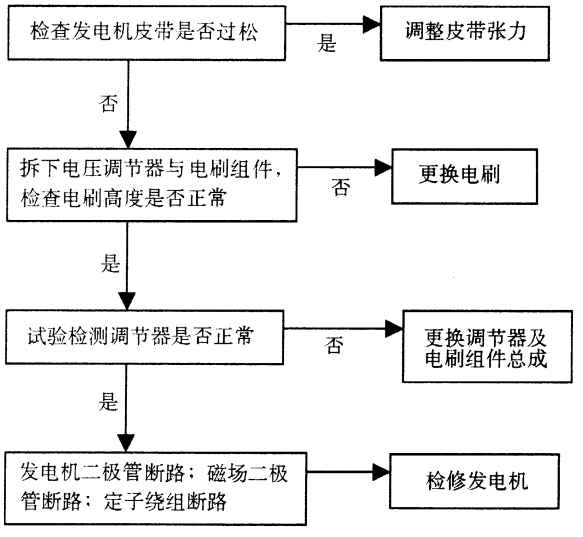


图 2-26　充电指示灯时亮时灭排除流程图

（四）蓄电池充电不足

1. 故障现象

蓄电池充电不足的现象是起动机运转无力、夜间行车前照灯灯光暗淡、蓄电池电解液密度

偏低等等。

2. 故障原因

①V 形驱动带过松或损坏；

②发电机输出端子“B”至蓄电池正极柱之间线路断路或导线端子接触不良；

③发电机电刷磨损过多（即电刷高度低于 4.5mm）导致电刷与集流环接触不良；

④发电机电刷弹簧卡滞或弹力不足而导致电刷与集流环接触不良；

⑤调节器的调节电压过低（低于 14.2V）或其内部电路故障；

⑥发电机整流器故障或定子绕组有断路故障而导致发电机输出功率不足；

⑦蓄电池使用时间过长、极板硫化、损坏或活性物质脱落；

⑧全车线路中有导线搭铁而漏电。

3. 故障诊断与排除

出现蓄电池充电不足现象时，可按图 2-27 所示流程进行排除。

①检查蓄电池的技术状态是否良好。如使用时间过长或负载电压低于 9.0V，则需更换蓄电池。

②检查驱动带的挠度是否符合规定（80N，5～7mm）。

③检查交流发电机“B”端子至蓄电池之间的线路是否断路或导线端子是否接触不良。

④拆下发电机总成，检查电刷组件。如电刷高度过低（低于 4.5mm），则应更换新电刷；如电刷弹簧卡滞或弹力不足，应予更换弹簧。

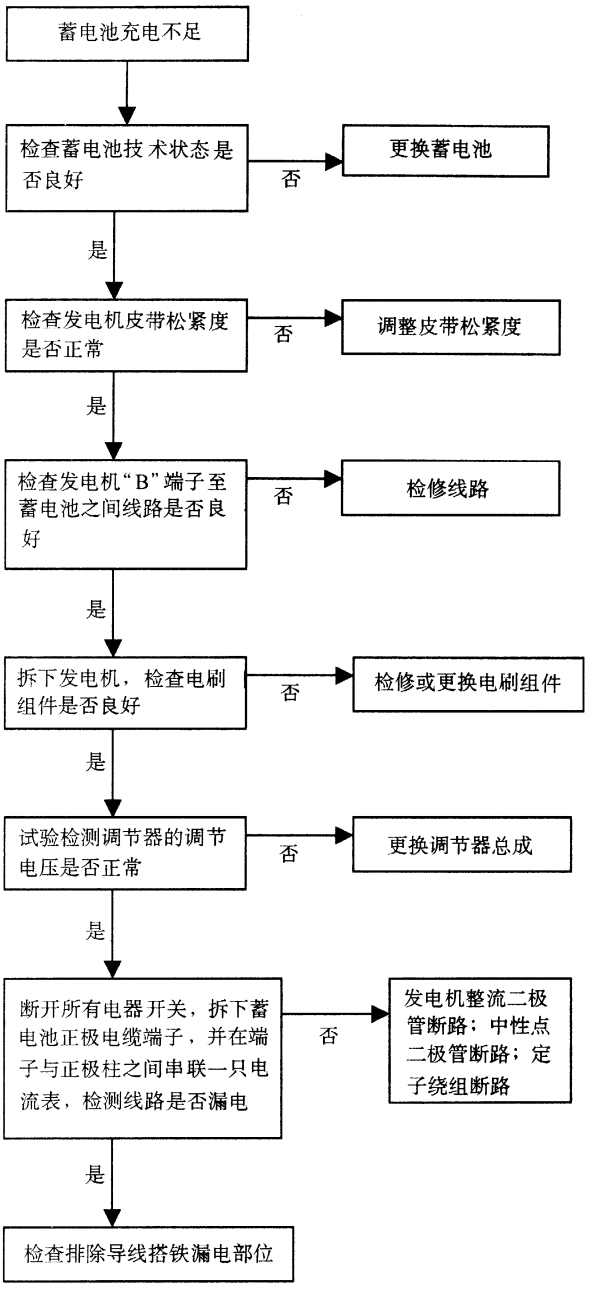


图 2-27　蓄电池充电不足故障检测流程图

⑤试验检测调节器的调节电压。如调节电压过低（低于 14.2V）或调节器损坏，应予更换新品。

⑥断开所有电器开关，拆下蓄电池正极电缆端子，并在该端子与蓄电池正极柱之间串接一只电流表，检测全车线路有无漏电现象。如有漏电，可将集线盒上的熔断器逐一拔下，检查漏电发生在哪一条线路，然后进行排除。

⑦如上述检查均属良好，说明发电机二极管或定子绕组断路，分解检修发电机总成即可排除故障。

第三章　起动系统

汽车发动机由静止状态转为运转状态的过程称为起动。发动机进入正常工作循环之前，必须借助外力来起动。现代汽车发动机的起动任务普遍采用电磁控制式起动系统来完成。

一、起动系统的组成

夏利轿车起动系统主要由蓄电池、起动机、起动开关等组成。

二、起动机的结构与工作原理

起动机是将电能转换成机械能，带动发动机曲轴旋转使发动机开始工作的装置。夏利轿车采用的是QD1226型12V/0.8W起动机。它主要由直流串激式电动机、传动机构、电磁开关组成。起动机的结构如图3-1所示。起动机的性能参数见表3-1。

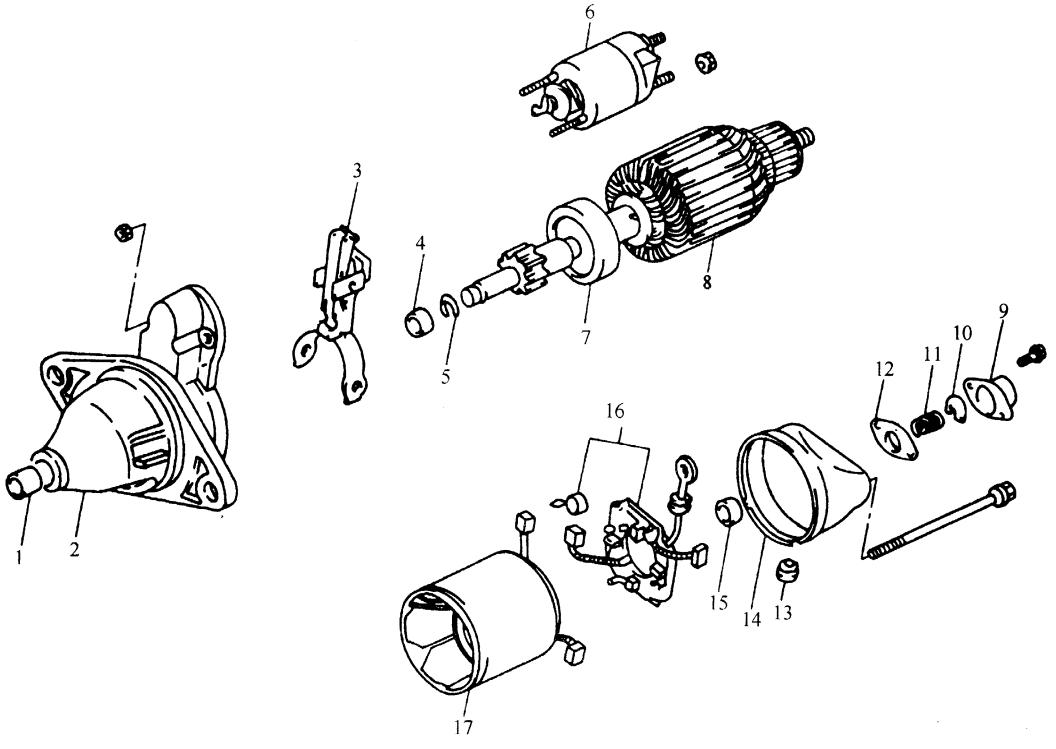


图3-1　起动机的结构

1-轴承（铜套）；2-后端盖；3-拨叉；4-止推垫圈；5-卡簧；6-电磁开关；7-单向离合器 8-电枢；9-轴承盖；10-锁止片；11-垫片；12-橡胶罩；13-防尘罩；14-前端盖；15-轴承（铜套）；16-电刷架；17-外壳

表 3-1 起动机的性能参数

起动机型号	QD1226		
起动机规格	额定电压（V）	12	
	最大输出功率（kW）	0.8	
	最大输出扭矩（N·m）	13	
	额定时间（s）	30	
	驱动齿轮齿数	8	
起动机性能试验	空载试验	电源电压（V）	不小于 11.5
		消耗电流（A）	不大于 50
		空载转速（r/min）	不小于 6000
	负载试验	电源电压（V）	不小于 9.5
		消耗电流（A）	270
		空载转速（r/min）	不小于 1200
		输出扭矩（N·m）	7
	制动试验	电源电压（V）	不小于 8
		消耗电流（A）	不大于 450
		制动转矩（N·m）	13

（一）直流电动机的结构

直流电动机的功用是产生电磁转矩。它以蓄电池为动力电源，电源动力在点火起动开关和电磁开关的控制下，通过传动机构将转矩传递给发动机。直流电动机主要由壳体、磁极、电枢、换向器和电刷组件等部分组成。

（1）壳体

壳体的功用是安装磁极和固定机件。磁极固定在壳体内壁上。

（2）磁极

磁极的功用是产生磁场，它由铁心和磁场绕组组成。铁心用低碳钢制成马蹄形，并用螺钉固定在电动机壳体的内壁上，磁场绕组套装在铁心上。磁场绕组用铜线绕制，并与电枢绕组串联，磁场绕组通电后产生的磁极以 N、S 极相间排列。

（3）电枢

电枢的功用是产生电磁转矩，主要由电枢绕组、铁心和换向器组成。电枢铁心由相互绝缘的硅钢片叠装而成，其圆周上制有安放电枢绕组的槽，内以花键固装在电枢轴上。为了获得较大的电磁转矩，流经电枢绕组的电流很大。因此，电枢绕组采用横截面积较大铜线绕制。

（4）换向器

换向器的功用是将通入电刷的直流电流转换为电枢绕组中导体所需的交变电流，以使不同磁极下导体中电流的方向保持不变。换向器由截面呈燕尾形的铜片围合而成，如图 3-2 所示。燕尾形铜片称为换向片，换向片与换向片之间以及换向片与轴套、压环之间均用云母绝缘。

（5）电刷组件

电刷组件的功用是将电流引入电动机，主要由电刷、电刷架和电刷弹簧组成。电刷用铜粉

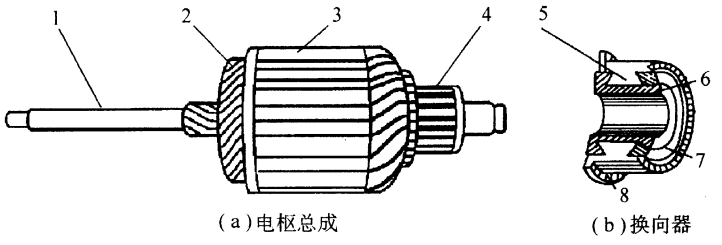


图 3-2　起动机电枢的结构

1-电枢轴;2-电枢绕组;3-铁心;4-换向器;5-换向片;6-轴套;7-压环;8-焊线凸缘

与石墨粉压制而成,起动机电刷的含铜量为 80%左右,石墨含量为 20%左右。加入较多铜粉的目的是减小电阻,提高导电性能和耐磨性能。电刷安装在电刷架内,借弹簧压力紧压在换向器上。

(二) 传动装置的结构与工作过程

传动装置的功用是:当起动发动机时,使起动机驱动齿轮啮入飞轮齿环,将起动机转矩传给发动机曲轴;当发动机起动后,使驱动齿轮打滑并与飞轮齿环自动脱开。传动装置主要由单向离合器和拨叉组成。

1. 滚柱式单向离合器的结构

滚柱式单向离合器的结构如图 3-3 所示。传动导管与外座圈制成一体,外座圈内圆制成“+”字形空腔。驱动齿轮 7 另一端的内座圈伸入外座圈的空腔内,将“+”字形空腔分割成楔形腔室。滚柱有 4 只,安放在楔形腔室内。弹簧一端套上弹簧帽,并安放在外座圈的径向小孔中,弹簧帽压在滚柱上,弹簧另一端压在铁皮外壳上,铁皮外壳将内外座圈包装在一起。当起动机未工作时,弹簧张力将滚柱压向楔形室较窄一端。

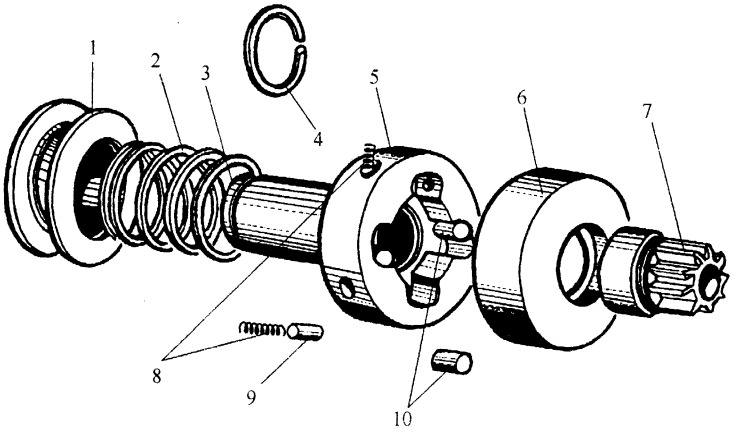


图 3-3　滚柱式单向离合器的结构

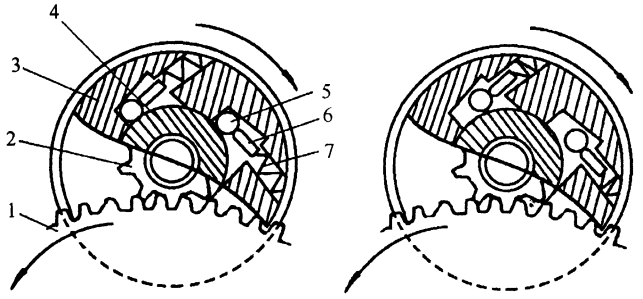
1-拨环;2-弹簧;3-传动导管;4-卡簧;5-外座圈;6-铁皮外壳;7-驱动齿轮;8-滚柱弹簧;9-弹簧帽;10-滚柱

传动导管套装在电枢轴上,导管内圆制有内螺旋键槽,与电枢轴上的外螺旋键槽配合而传递动力。制成一体的驱动齿轮和内座圈套装在电枢轴的光轴部分,既可轴向移动,也可绕光轴转动。

2. 滚柱式单向离合器的工作过程

(1) 起动发动机时，传递动力

起动发动机时，驾驶员操纵点火起动开关，在控制装置（电磁开关）的作用下，拨叉下端便拨动离合器向后移动，驱动齿轮 2 与发动机飞轮齿圈 1 进入啮合。当电动机驱动转矩小于发动机阻力转矩时，电枢轴仅带动传动导管与外座圈 3 转动，此时驱动齿轮 2、内座圈 4 和飞轮 1 并不转动，在内座圈与滚柱之间的摩擦力矩和弹簧力矩作用下，滚柱滚向楔形室较窄一侧并将外座圈 3 与内座圈 4 卡成一体，如图 3-4 (a) 所示，动力便经电枢轴、传动导管和外座圈、滚柱、内座圈和驱动齿轮传到发动机飞轮齿圈。当电动机驱动力矩达到或超过发动机阻力转矩时，驱动齿轮便带动飞轮旋转，直到发动机被起动为止。在起动发动机时单向离合器的驱动齿轮为主动部件，发动机的飞轮为被动部件。



(a)传递动力　　(b)切断动力

图 3-4　单向离合器工作原理图

1-发动机飞轮；2-驱动齿轮；3-外座圈；4-内座圈；5-滚柱；6-弹簧帽；7-弹簧

(2) 起动发动机后，切断动力

发动机起动后，曲轴在活塞的作用下高速旋转，发动机的飞轮转为主动部件，离合器的驱动齿轮转为被动部件。由于飞轮齿圈与驱动齿轮之间的传动比较大，因此发动机一旦被起动，其飞轮便带动驱动齿轮高速旋转。由于驱动齿轮的转速远远高于电枢轴的转速，因此内座圈与滚柱之间的摩擦力矩便使滚柱克服弹簧力矩滚向楔形室较宽一侧，如图 3-4 (b) 所示，滚柱将在内、外座圈之间跳跃滚动，发动机的动力不会传递给电枢轴，即动力联系切断，此时电枢轴仅由电枢绕组产生的电磁力矩驱动而空转，从而避免电枢超速旋转。

（三）电磁开关的结构与工作情况

电磁开关主要由电磁铁机构和电动机开关两部分组成。电磁铁机构主要由固定铁心、活动铁心、吸引线圈和保持线圈等组成。固定铁心与活动铁心安装在一个铜套内。固定铁心固定不动，活动铁心可在铜套内作轴向移动。活动铁心前端固定有推杆，推杆前端安装有开关触盘。电动机开关由开关触盘和触点组成，两个触点分别与起动机端子“C”和端子“30”制成一体（参见图 3-5）。

（四）起动系统工作过程

起动系统的工作原理如图 3-5 所示。

1. 起动发动机时，起动系统工作情况

(1) 接通起动开关，电磁开关线圈电路接通

当点火开关转到起动位置时，起动机电磁开关吸引线圈和保持线圈的电路被接通。吸引线圈电路为：蓄电池的正极→起动开关→起动机接线端子“50”→吸引线圈→起动机接线端子“C”→电动机磁场绕组→正电刷→电枢绕组→负电刷→搭铁→蓄电池负极。保持线圈电路为：蓄电池正极→起动机接线端子“50”→保持线圈→搭铁→蓄电池负极。

（2）电磁开关与传动机构工作，起动机主电路接通，起动发动机

吸引线圈和保持线圈通电后，其磁通使固定铁心磁化。由于此时两线圈产生的磁通方向相同，因此磁场叠加，固定铁心吸引活动铁心的磁力增强。在磁力共同作用下，活动铁心向左移动，并带动拨叉上端向左移动，于是移动叉下端便拨动单向离合器向右移动，使驱动齿轮与发动机飞轮齿环进入啮合。

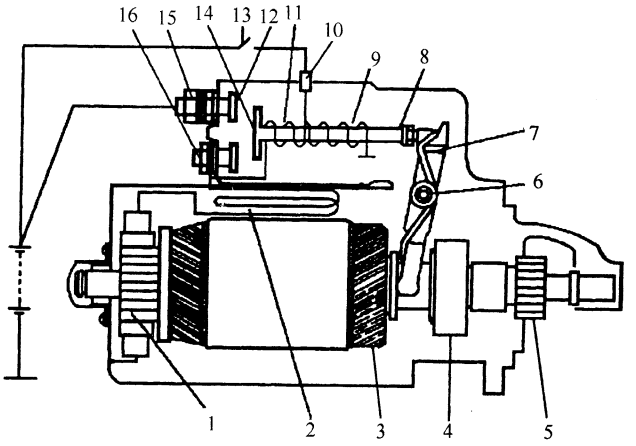


图 3-5　起动机的工作原理

1-电刷；2-电磁线圈；3-电枢；4-离合器；5-驱动齿轮；6-复位弹簧；7-拨叉 8-活动铁心；9-保持线圈；10-接线端子“50”；11-吸引线圈；12-触点；13-起动开关；14-触盘；15-接线端子“30”；16-接线端子“C”

在移动叉下端拨动单向离合器向后移动的同时，活动铁心前端推动推杆和触盘向前移动。当驱动齿轮与飞轮齿环接近完全啮合时，触盘将起动机“30”端子与“C”端子接通，使电动机主电路接通，其电路为：蓄电池正极→起动机“30”端子→电动机开关触盘→起动机“C”端子→磁场绕组→正电刷→电枢绕组→负电刷→搭铁→蓄电池负极。

电动机主电路接通时，电动机产生电磁转矩，经离合器传给发动机飞轮齿环。当驱动转矩超过发动机阻力矩时，便驱动飞轮旋转，使发动机被起动。

（3）当主电路接通时，吸引线圈被触盘短路，保持线圈继续工作

当触盘将电动机端子“30”与“C”直接连通时，吸引线圈被触盘短路，吸引线圈因无电流流过而磁力消失。此时保持线圈继续通电，因为此时活动铁心与固定铁心之间的间隙很小，所以活动铁心由保持线圈的磁力保持在吸合位置。

2. 发动机起动后，起动系统工作情况

当发动机起动后，放松点火开关，点火开关将自动转回一个角度，起动开关断开。保持线圈的电路为：蓄电池正极→起动机“30”端子→触盘→起动机“C”端子→吸引线圈→起动机“50”端子→保持线圈→搭铁→蓄电池负极。

可见，此时吸引线圈重又通电，但其电流和磁通方向与起动时相反。由于保持线圈的电流和磁通方向未变，因此两个线圈产生的磁力相互抵消。在复位弹簧的弹力作用下，活动铁心立即右移复位，并带动推杆和触盘向右移动，使起动机主电路切断而停转。与此同时，拨叉绕支点转动，拨叉下端带动离合器向左移动，使驱动齿轮与飞轮齿环分离，起动工作结束。

三、起动系统的使用与检修

（一）起动系统的正确使用

由于起动机工作电流大、转速高，因此在使用时，应当注意以下几点：

（1）每次接通起动机时间不得超过 5s，连续两次接通起动机应间隔 15 秒钟以上时间，当

连续三次接通起动机仍不能起动时，应查明原因并排除故障后再使用起动机。

(2) 接通起动机时，如检测蓄电池电压低于 9.6V，说明蓄电池存电不足或有硫化、短路等故障，应及时补充充电或更换电池。

(3) 汽车每行驶 6 000～7 500 km，检查起动机工作是否正常，有无异常噪声。

(4) 汽车每行驶 12 000～15 000 km，检查起动机外观、导线连接与紧固情况；用发动机检测仪或专用仪器检测起动电流和起动电压。

(二) 起动机的分解

夏利轿车起动机的分解顺序为：

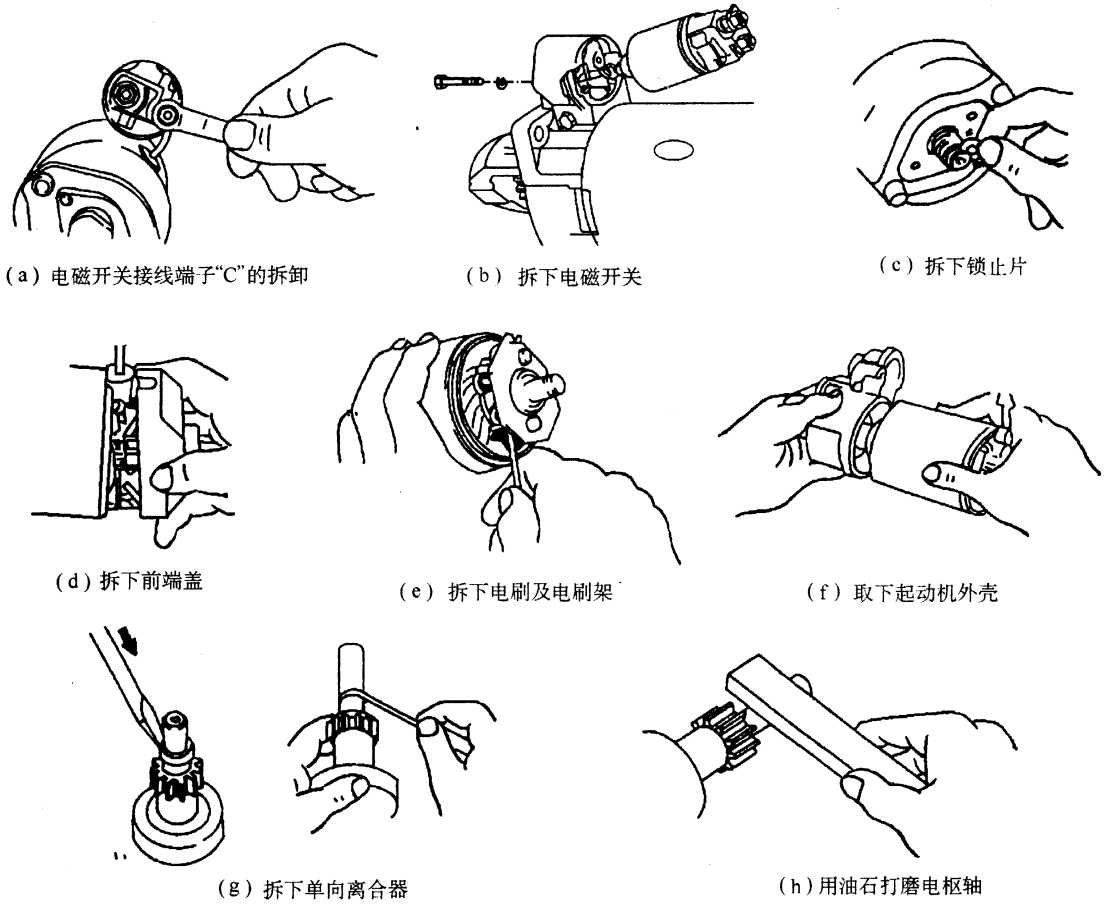
(1) 如图 3-6 (a) 所示，拆下起动机接线端子 "C" 上的磁场线圈引线端子固紧螺母，取下磁场线圈的引线端子。

(2) 拆下电磁开关的 2 个固定螺母，并向上抬起电磁开关，使电磁开关的拉钩与拨叉分解开，然后取下电磁开关，如图 3-6 (b)。

(3) 拆下前端盖上的轴承盖，并取下锁止片和垫片，如图 3-6 (c) 所示。

(4) 拆下起动机的 2 个穿心螺栓，取下前端盖，如图 3-6 (d) 所示。

(5) 从电刷架上取出电刷，然后从电枢轴上取下电刷架，如图 3-6 (e) 所示。



(a) 电磁开关接线端子"C"的拆卸　(b) 拆下电磁开关　(c) 拆下锁止片

(d) 拆下前端盖　(e) 拆下电刷及电刷架　(f) 取下起动机外壳

(g) 拆下单向离合器　(h) 用油石打磨电枢轴

图 3-6　起动机的分解顺序

(6) 取下外壳，从后端盖内取出拨叉、电枢和离合器，如图 3-6 (f) 所示。

(7) 从电枢轴上取下离合器。其方法是先撬开止推垫圈，再撬出卡簧，然后从电枢轴上取下止推垫圈、离合器，如图 3-6 (g)。如果卡簧取下后，离合器推不出来，可用油石轻微打磨电枢轴，如图 3-6 (h) 所示。

(三) 起动机的检修

1. 磁场绕组的检修

(1) 磁场绕组断路的检修。将万用表的两只表笔分别接磁场绕组的引出线端头和正电刷，如图 3-7 所示，万用表应当导通 (即阻值接近于零)，如万用表不导通，说明磁场绕组断路。

(2) 磁场绕组搭铁的检修。将万用表 (或 220V 交流试灯) 的两只表笔分别接磁场绕组引出线端头和起动机壳体，如图 3-8 所示，万用表应不导通 (即阻值应为无穷大、试灯应不发亮)。如万用表导通(即阻值为零或试灯发亮)，说明磁场绕组绝缘损坏而搭铁，需要检修或更换磁场绕组。

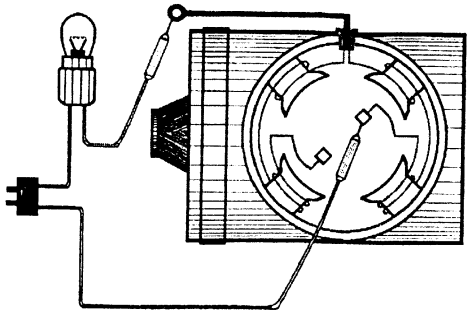


图 3-7 磁场绕组断路的检查

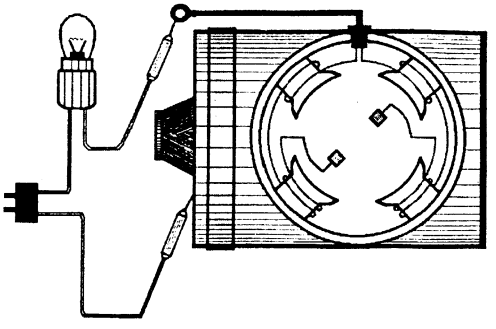


图 3-8 磁场绕组搭铁的检查

(3) 磁场绕组短路的检修。检查起动机磁场绕组有无短路故障时，可按图 3-9 所示方法进行。当开关接通时(通电时间不超过 10s)，用螺丝刀检查每个磁极的电磁吸力是否相同。如某一磁极吸力过小，说明该磁极上的磁场线圈匝间短路。磁场绕组一般不易发生短路，当有短路故障时，则需重新绕制或更换新品。

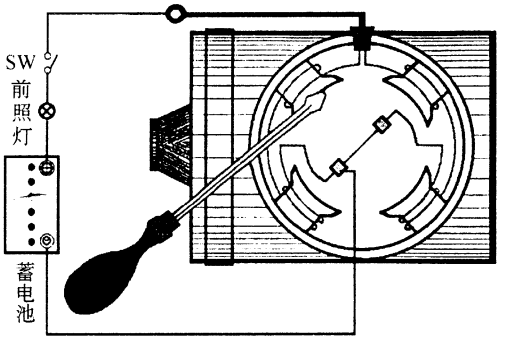


图 3-9 磁场绕组短路的检查

2. 电枢的检修

(1) 电枢绕组搭铁的检修。电枢绕组搭铁故障可用万用表或 220V 交流试灯进行检查。方法是将万用表 (或交流试灯) 的两只表笔分别接电枢铁心与换向片，如图 3-10 所示，万用表应不导通 (试灯应不发亮)。如万用表导通 (或试灯发亮)，说明电枢绕组搭铁，应予重新绕制或更换电枢。实践证明，起动机电枢绕组搭铁的故障率较高，其原因是绕组与绕组之间、或绕组与电枢铁心之间的绝缘损坏。

(2) 电枢绕组断路的检修。因为电枢绕组导线的截面积较大，所以不易断路。如有断路发生，一般都是端头与换向器片之间的焊点脱焊或虚焊所致。因此，有无断路故障可通过外观检查判断。发现断路时，可用 200W/220V 电烙铁焊接修复。

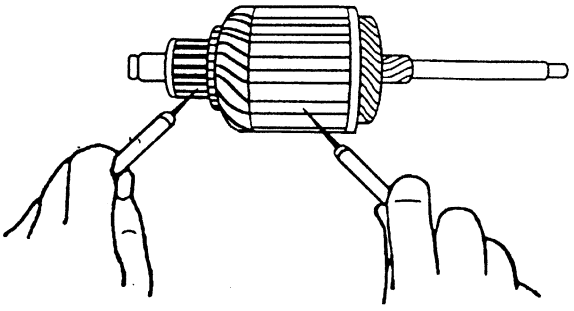


图 3-10　电枢绕组搭铁的检查

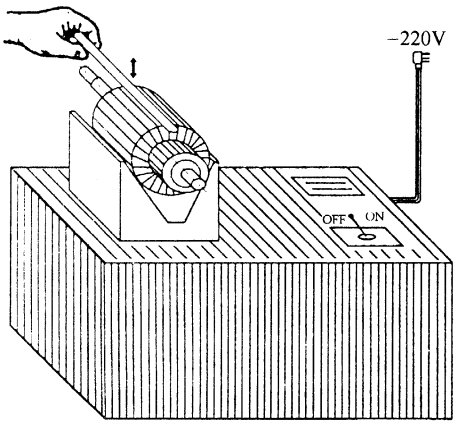


图 3-11　电枢绕组短路的检查

(3) 电枢绕组短路的检修。电枢绕组流过电流较大，当绝缘纸烧坏时，就会导致绕组匝间短路。此外，当电刷磨损落下的铜粉将换向片间的凹槽连通时，也会导致绕组短路。检查电枢绕组短路故障需在电枢检验仪上进行。检查时，将电枢放在检验仪的 U 形铁心上，并在电枢铁心上部放一块钢片（锯条），如图 3-11 所示，然后接通检验仪电源，同时缓慢转动电枢一周，钢片应不跳动。如钢片跳动，说明电枢绕组有短路故障。换向器出现短路时，可用钢丝刷清除换向片间的铜粉即可排除。电枢绕组短路时，则需更换电枢总成。

(4) 电枢轴弯曲度的检查。用千分表检查电枢轴弯曲度的方法如图 3-12 所示，其摆差应不大于 0.15mm，否则应予校直。

(5) 换向器凹槽深度的检查。如图 3-13 所示，换向器凹槽深度应不小于 0.2mm，否则可用锯条将云母片的高度割低或更换电枢。

(6) 电枢轴径与铜套的配合。起动机的配合间隙应为 0.04～0.09mm。间隙过大应更换铜套，并按标准铰削端盖和支撑板的配合孔。

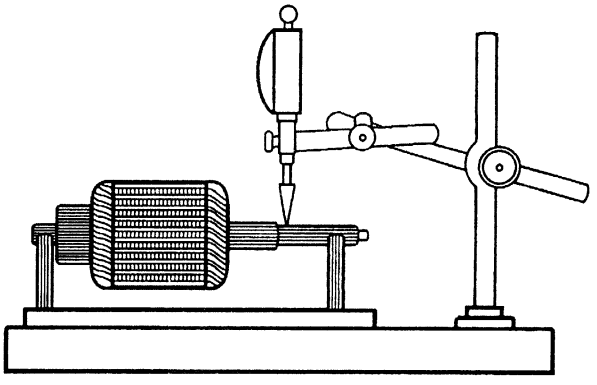


图 3-12　检查电枢轴的弯曲度

3. 电刷组件的检修

(1) 电刷架的检修。如图 3-14 所示，用万用表测量正负电刷架（两相邻电刷架）之间的电阻，万用表应不导通（即阻值应为无穷大）。如万用表导通（即阻值为零），说明该正电刷架搭铁，应更换绝缘垫片进行修理。



图 3-13　换向器凹槽深度

(2) 电刷的检修。电刷高度可用钢板尺或游标卡尺测量。夏利起动机新电刷高度为 14mm，极限高度为 8mm。低于极限高度时，应予更换新电刷。电刷与换向器的接触面积应在 75%以上。

(3) 电刷弹簧的检修。如图 3-15 用弹簧秤检

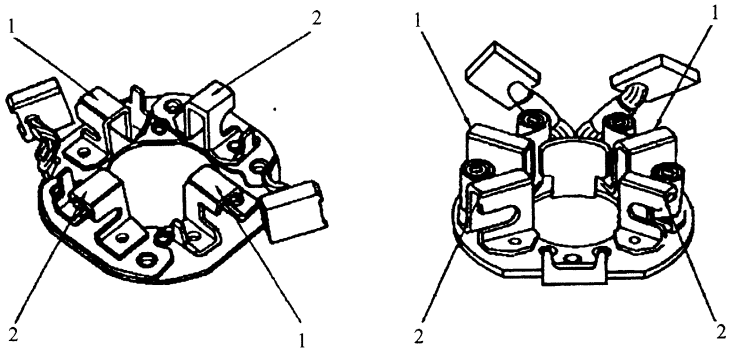


图 3-14　检查电刷架的绝缘

1-负电刷架；2-正电刷架

测弹簧的压力一般为 11.7～14.7N。如压力不足，可逆着弹簧的螺旋方向扳动弹簧来增加弹力，如仍无效，则应更换新品。

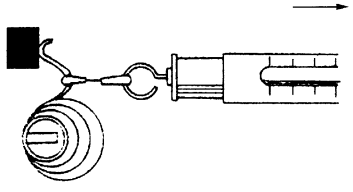


图 3-15　检测电刷弹簧压力

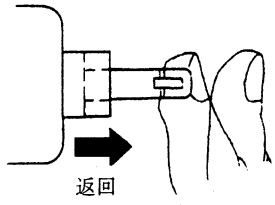


图 3-16　检查复位弹簧的功能

4. 电磁开关的检修

(1) 弹簧复位功能的检查。如图 3-16 用手先将挂钩及活动铁心压入电磁开关，然后放松，活动铁心也能迅速返回复位。如铁心不能复位或出现卡滞现象，则应更换复位弹簧或电磁开关总成。

(2) 吸引线圈的检修。用万用表功测量电磁开关“50”端子和“C”端子之间的电阻。如阻值为无穷大，说明吸引线圈断路；如阻值过小，说明吸引线圈匝间短路。。

(3) 保持线圈的检修。用万用表功测量电磁开关“50”端子和电磁开关外壳之间的电阻。如阻值为无穷大，说明保持线圈断路；如阻值过小，说明保持线圈匝间短路。

5. 单向离合器的检修

(1) 离合器功能的检查。一手握住离合器壳体，一手转动驱动齿轮，如图 3-17 所示。当一个方向转动驱动齿轮时，齿轮应被锁止；当另一方向转动齿轮时，应能灵活自如，否则应予更换新品。

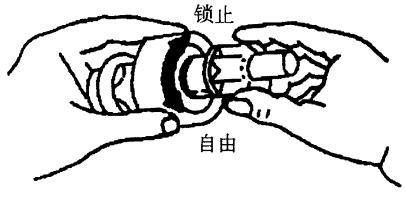


图 3-17　检查离合器单向传力功能

(2) 离合器制动力矩的检查。检测时，将离合器夹在虎钳上，如图 3-18 所示，用扭力扳手沿顺时针方向转动时，应能承受制动试验时的最大转矩（单向离合器一般为 25N·m）而不打滑。

(四) 起动机零部件的组装

组装顺序按拆卸时的相反顺序进行。组装零部件之前，首先在各轴承、旋转部位和滑动部位上涂敷高温润滑脂。

（五）起动机电枢轴的轴向间隙调整

电枢轴的轴向间隙应为 0.05～0.60mm，如果间隙不符合标准，可拆下轴承盖，并取下锁止片，通过调节垫片的厚度或数量进行调整，如图 3-19 所示。

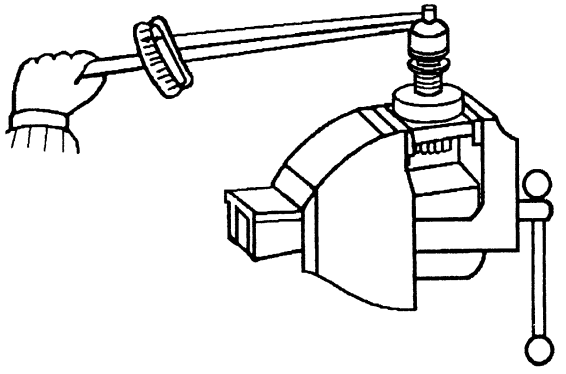


图 3-18　检查离合器制动力矩

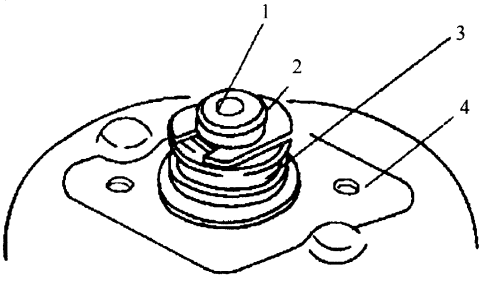


图 3-19　电枢轴的轴向间隙调整

1-电枢轴；2-前端盖；3-调整垫片；4-锁止片

（六）起动机的试验

修复后的起动机应当进行性能试验，每项试验应在 3～5s 内完成，以防烧坏线圈。

1. 电磁开关试验

（1）吸引动作试验

将起动机固定到虎钳上，拆下起动机“C”端子上的磁场绕组电缆引线端子；用导线将起动机“C”端子和电磁开关壳体与蓄电池负极连接，如图 3-20 所示；当用导线将起动机“50”端子与蓄电池正极连接时，驱动齿轮应向外移出。如驱动齿轮不动，说明电磁开关故障，应予修理或更换。

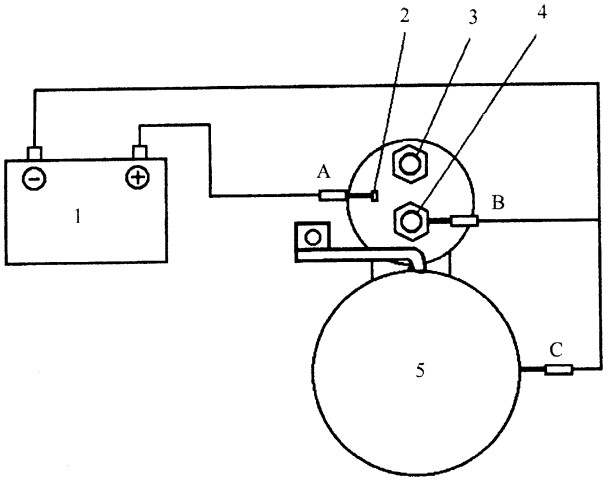


图 3-20　吸引动作试验线路

1-蓄电池；2-接线端子“50”；3-接线端子“30”；4-接线端子“C”；5-起动机

（2）保持动作试验

在吸引动作试验的基础上，当驱动齿轮在伸出位置时，拆下电磁开关“C”端子上的导线夹，此时驱动齿轮应保持在伸出位置不动。如驱动齿轮复位，说明保持线圈断路，应予检修或更换电磁开关。

（3）复位动作试验

在保持动作测试的基础上，再拆下起动机壳体上的导线夹，此时驱动齿轮应迅速复位。如驱动齿轮不能复位，说明复位弹簧失效，应更换弹簧或电磁开关总成。

2. 性能试验

测试起动机的各项性能时，先将蓄电池充足电，然后按下述方法和程序进行。

（1）空载试验

将磁场绕组引线端子连接到电磁开关“C”端子上；用导线将蓄电池负极与电磁开关壳体连接，将量程为0～100A以上的直流电流表连接在蓄电池正极与电磁开关的“30”端子之间，如图3-21所示；当接通起动开关时，驱动齿轮应向外伸出，起动机应平稳运转。测量电流、电压、转矩和转速等各项指标应符合空载性能试验的标准值（见表3-1）。

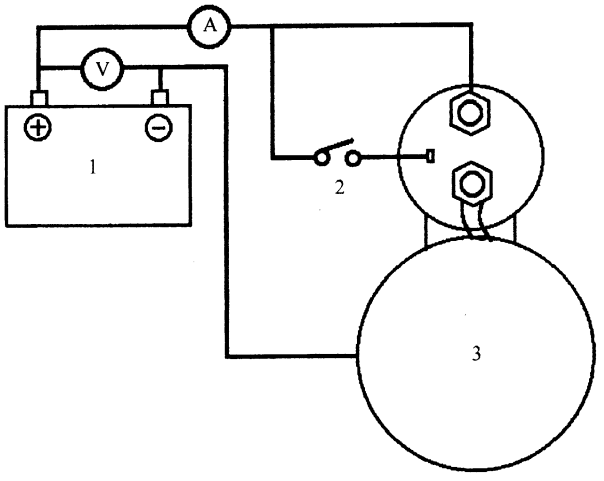


图3-21　起动机空载试验线路

1-蓄电池；2-起动开关；3-起动机

如测量的结果是消耗电流大、转速低，则可能是起动机电枢轴弯曲，铜套与电枢轴不同心；或电枢线圈有短路或搭铁等故障。如电流和转速均低于标准值，而蓄电池电压正常，这表明电动机电路接触不良。另外电枢轴运转应平稳，不应有机械的碰擦声。

（2）制动试验

如图3-22所示，在起动机试验台上，给驱动齿轮加负载，其他试验方法与空载试验相同，测量电源电压、起动机消耗的电流、产生的转矩等各项指标应符合制动性能试验的标准值（见表3-1）。

如果制动试验时，转矩小于标准值而消耗电流大于标准值，则表明起动机装配过紧或电枢绕组有短路或搭铁故障。如转矩和电流均小于标准值，则说明电动机电路接触不良，如电刷与换向器接触不良或电刷弹簧压力不足等。如驱动齿轮锁止而电枢轴有缓慢转动，则说明单向离合器打滑。

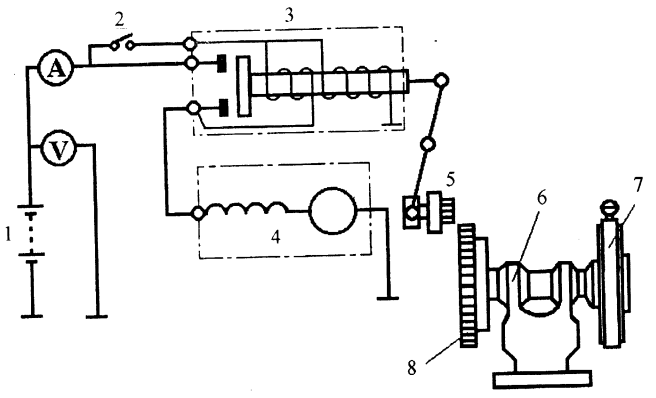


图 3-22　起动机制动试验

1-蓄电池；2-起动开关；3-电磁开关；4-起动机；5-驱动齿轮；6-试验台；7-制动器；8-齿圈

四、起动系统的故障诊断与排除

起动系统常见故障有接通起动开关起动机不转、起动机空转、起动机运转无力和驱动齿轮与飞轮齿圈不能啮合而发出撞击声。

（一）接通起动开关起动机不转

1. 故障原因

将点火钥匙转到起动挡时，起动机不转的原因有：

（1）蓄电池严重亏电；蓄电池正、负极柱上的电缆接头松动或接触不良；

（2）电动机开关触点严重烧蚀或两触点高度调整不当而导致触点表面不在同一平面内，使触盘不能将两个触点接通；

（3）换向器严重烧蚀而导致电刷与换向器接触不良；

（4）电刷弹簧压力过小或电刷在电刷架中卡死；

（5）电刷引线断路或绝缘电刷（即正电刷）搭铁；

（6）磁场绕组或电枢绕组有断路、短路或搭铁故障；

（7）电枢轴的铜衬套磨损过多，使电枢轴偏心而导致电枢铁心“扫膛”（即电枢铁心与磁极发生摩擦或碰撞）。

2. 故障诊断与排除方法

（1）接通汽车前照灯或喇叭，若灯发亮或喇叭响，说明蓄电池存电较足，故障不在蓄电池；若灯不亮或喇叭不响，说明蓄电池或电源线路有故障，应检查蓄电池搭铁电缆和火线电缆的连接有无松动以及蓄电池存电是否充足。

（2）若灯亮或喇叭响，说明故障发生在起动机、开关或控制电路。可用螺丝刀将起动机端子“30”与“C”接通，使起动机空转。若起动机不转，则电动机有故障；若起动机空转正常，说明电磁开关或控制电路有故障。

（3）诊断电动机故障时，可依据螺丝刀搭接端子“30”与“C”时产生火花的强弱来辨别。若搭接时无火花，说明磁场绕组、电枢绕组或电刷引线等有断路故障；若搭接时有强烈火花而

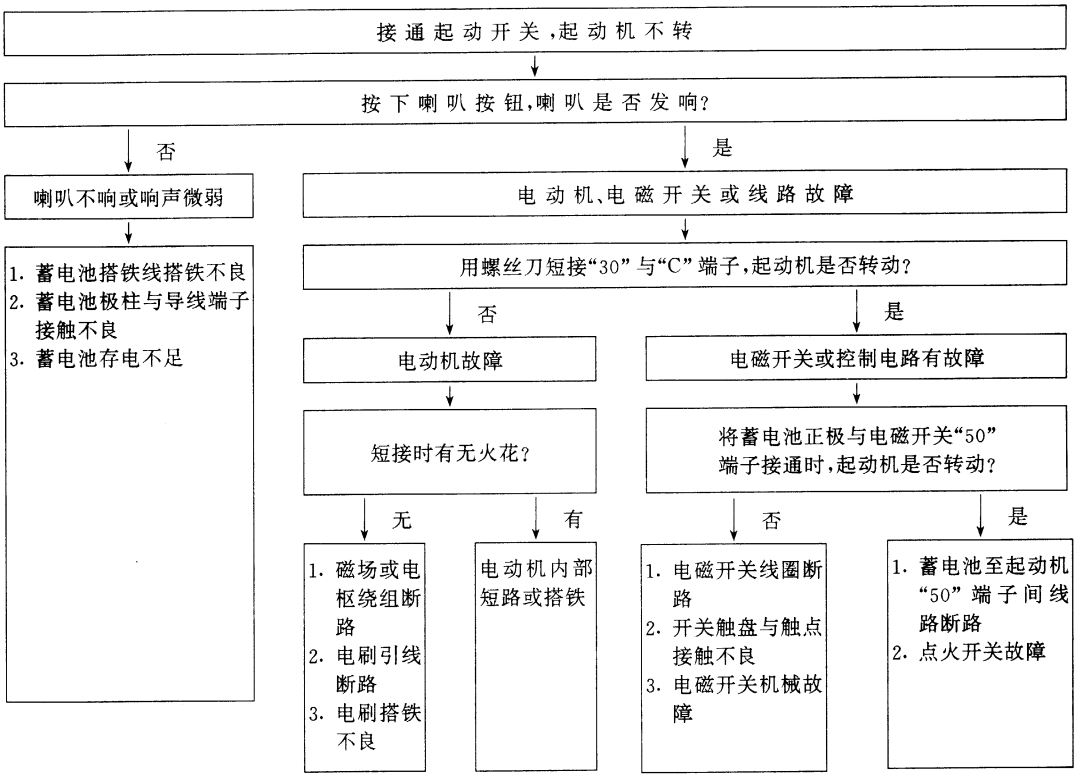
起动机不转，说明起动机内部有短路或搭铁故障，须拆下起动机进一步检修。

（4）诊断是电磁开关还是控制电路故障时，可用导线将蓄电池正极与电磁开关“50”端子接通（时间不超过3～5s），如接通时起动机不转，说明电磁开关故障，应拆下检修或更换电磁开关；如接通时起动机转动，说明端子“50”至蓄电池正极之间线路或点火开关故障。

（5）排除电磁开关端子“50”至蓄电池正极之间线路或点火开关故障时，可用12V/2W试灯逐段进行诊断排除。将试灯一个引线电极搭铁，另一个引线电极接点火开关“30”端子，如试灯不亮，说明蓄电池正极至点火开关间的线路断路；如试灯发亮，说明该段线路良好，继续下述检查。

（6）将试灯引线电极接点火开关“50”端子，点火钥匙转到起动位置，如试灯不亮，说明点火开关故障，应予更换；如试灯发亮，说明点火开关良好，故障发生在点火开关“50”端子至起动机“50”端子之间线路故障，逐段检查即可排除。故障诊断与排除程序见故障诊断表3-2所示。

表3-2　接通起动开关起动机不转故障诊断表



（二）起动机运转无力

接通起动开关，若起动机能运转，则说明控制电路工作正常，起动机运转无力，说明带负载能力降低，实际输出功率减小。其原因有以下几个方面：

（1）蓄电池存电不足或有短路故障使其供电能力降低。

（2）电动机主电路接触电阻增大使起动机工作电流减小。接触电阻增大的原因包括：蓄电池搭铁电缆搭铁不实；电池正、负极柱上的电缆端头固定不牢；电动机开关触点与触盘烧蚀；电刷与换向器接触不良；换向器烧蚀等。

(3) 磁场绕组或电枢绕组局部短路使起动机输出功率降低。

(4) 发动机装配过紧或环境温度很低而导致起动阻力矩过大时，也可能出现起动机运转无力的现象。

(三) 起动机空转

接通起动开关起动机空转的原因是：单向离合器打滑，不能传递驱动转矩，更换离合器故障即可排除。

(四) 驱动齿轮与飞轮齿圈不能啮合而发出撞击声

起动发动机时，起动机驱动齿轮与发动机飞轮齿圈发生打齿现象的原因有：

(1) 驱动齿轮轮齿或飞轮齿圈轮齿磨损过甚或损坏；

(2) 驱动齿轮端面与端盖凸缘间的距离过小。当驱动齿轮与飞轮齿圈尚未啮合或刚刚啮合时，电动机主电路就已接通，由于驱动齿轮在高速旋转过程中与静止的飞轮齿圈撞击，因此会发出强烈的打齿声。

(五) 起动机发出“打机枪”似的“哒、哒……”声

导致起动机产生“打机枪”现象的原因有：

(1) 电磁开关保持线圈断路或搭铁不良；

(2) 蓄电池严重亏电或内部短路。

排除故障时，可先用万用表检测蓄电池电压，接通起动机时，其电压不得低于 9.6V。如电压过低，说明严重亏电或内部短路，应予更换。如蓄电池技术状况良好，接通起动开关时仍有“打机枪”似的“哒、哒……”声，则说明电磁开关保持线圈断路或搭铁不良，检修或更换电磁开关即可排除。

第四章　点火系统

一、点火系统的类型、组成及工作原理

（一）点火系统的功用与类型

汽油发动机气缸中的混合气是用高压电火花点燃而燃烧，高压电火花是由点火系统产生。点火系统的功用是：把汽车电源系统10～15V低压电转换成20～30kV高压电，并按发动机工作顺序适时地引入气缸形成电火花点燃混合气，从而使发动机工作。

点火系统按总体结构可分为触点式、电子式和微机控制式点火系统三大类。触点式点火系统又称为传统点火系统，大部分天津夏利TJ7100、TJ7100U型配装的是触点式点火系统。

电子式点火系统主要由点火信号发生器、点火电子组件、分电器、点火线圈和火花塞等组成。点火电子组件又称为点火控制器，是由半导体元件组成的电子开关电路，其主要功用是根据点火信号发生器产生的点火脉冲信号，接通或断开点火线圈初级电路。电子点火系统按传感器的结构形式可分为磁感应式、霍尔式和光电式电子点火系统三种类型。夏利轿车部分选装了磁感应式电子点火系统。

微机控制点火系统主要由各种传感器、电子控制器ECU、点火器、点火线圈和火花塞等组成。按总体结构可分为配电式（有分电器）点火系统和直接点火（无分电器点火）系统两类。配电式点火系统设有配电器，采用燃油喷射式发动机的1997年款夏利轿车，所用的微机控制点火系统即为配电式点火系统。直接点火系统没有分电器，因此又称为无分电器点火DLI（Distributor-Less Ignition）系统，新捷达王轿车、美国别克（BUICK）世纪（Century）牌轿车等采用的微机控制点火系统即为直接点火系统。

（二）点火系统的组成

天津夏利TJ7100、TJ7100U型轿车均采用三缸发动机，其点火系统的组成如图4-1所示。

（1）电源：汽车点火电源由蓄电池和发电机组成。其作用是向点火系统供给低压电流。

（2）点火线圈：主要由初级线圈和次级线圈组成，初级线圈又称为初级绕组或低压线圈；次级线圈又称为次级绕组或高压线圈。点火线圈的作用是将低压电变为高压电，故又称为点火变压器。

（3）分电器：由断电器、配电器、电容器和点火提前角调节机构等组成。断电器的作用是接通与切断初级线圈流过的电流（即低压电流）；配电器的作用是将点火线圈产生的高压电按发动机气缸的工作顺序送至各缸火花塞；电容器的作用有两个，一是减小断电器触点火花，以便延长触点的使用寿命，二是提高次级线圈产生的高压电；点火提前角调节机构的作用是随发动机转速或负荷的变化而调节点火提前角。

（4）火花塞：其作用是将次级线圈产生的高压电引入气缸燃烧室，并产生电火花点着可燃混合气。

(5) 附加电阻：其作用是改善发动机的点火性能和起动性能。

(6) 点火开关：其作用是控制点火系统、仪表系统和起动系统等电路的通断。

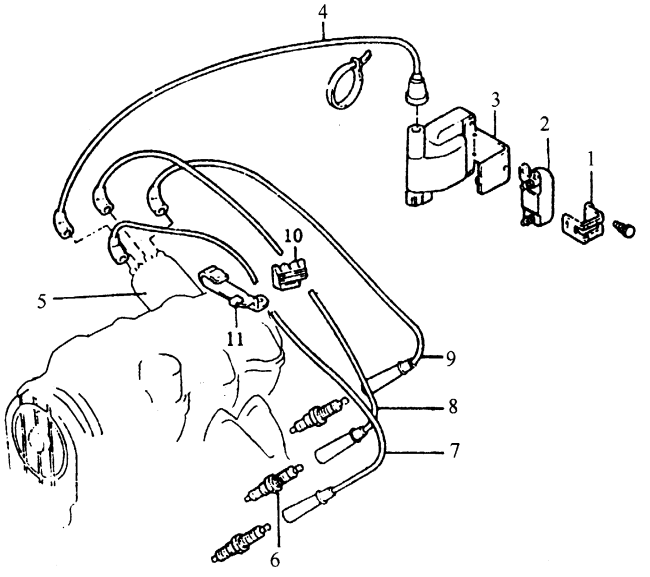


图 4-1　夏利轿车点火系统零部件组成

1-附加电阻盒固定支架；2-附加电阻盒；3-点火线圈；4-中央高压线；5-分电器；6-火花塞；7-第 1 缸高压线；8-第 2 缸高压线；9-第 3 缸高压线；10、11-高压线夹

(三) 点火系统的工作原理

夏利轿车点火系统原理电路如图 4-2 所示。

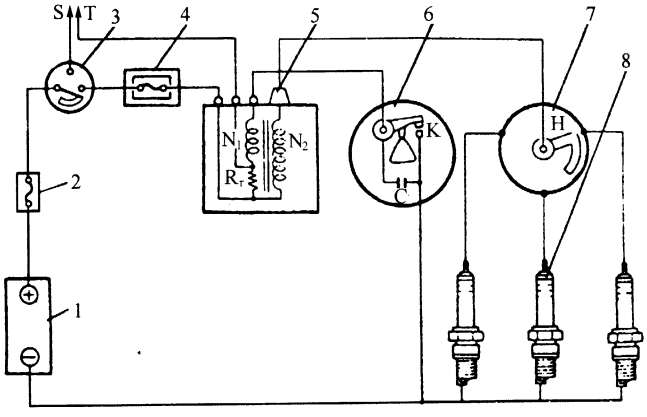


图 4-2　夏利轿车点火原理电路

1-蓄电池；2-熔断器；3-点火开关；4-熔断器；5-点火线圈；6-断电器；7-配电器；8-火花塞

当发动机工作时，曲轴便驱动凸轮轴转动，凸轮轴又驱动分电器轴转动。与此同时，断电器的凸轮便随分电器轴一同旋转，断电器触点便循环闭合与断开。

当点火开关接通时，若断电器触点闭合，则低压电流电路接通。其电路为：蓄电池正极→熔断器→点火开关 S →熔断器→点火线圈“＋开关”端子→附加电阻 R_r →点火线圈初

级绕组 N_1 →点火线圈“－”端子→断电器触点 K →搭铁→蓄电池负极。初级绕组流过的电流称为初级电流或低压电流。低压电流流过初级绕组时，便在绕组周围建立一个磁场。

当断电器触点被凸轮顶开时，低压电流电路切断，磁场迅速消失，磁通迅速减少，在初级绕组 N_1 和次级绕组 N_2 中都会感应产生电动势。由于次级绕组匝数多，因此能够产生 15～25kV 高压电。这个电压足以击穿火花塞电极间隙而产生电火花点燃可燃混合气。高压电流流过的路径为：点火线圈次级绕组 N_2 →熔断器→点火开关 S →熔断器→蓄电池→搭铁→火花塞旁电极→火花塞中性电极→配电器旁电极→分火头→次级绕组。在使用中，一般将点火线圈到火花塞之间的电路称为高压电路。

由此可见，断电器触点每断开一次，点火线圈就产生一个高压电。当分电器轴旋转一圈，配电器就按发动机的点火顺序，轮流向各缸火花塞输送一个高压电。发动机工作时，断电器凸轮和分电器轴在发动机凸轮轴的驱动下连续旋转，断电器触点循环开闭，点火线圈不断产生高压电，配电器按点火顺序循环向各缸火花塞输送高压电，产生电火花点燃混合气，保证发动机正常工作。如要发动机停止工作，只需断开点火开关即可。

二、传统点火系统零部件的结构

（一）分电器

分电器的型号为 FD342 型，结构如图 4-3 所示，主要由断电器、配电器、点火提前角调节机构和电容器等组成。该型分电器的显著特点是设有一个两极式真空提前调节装置，分电器零部件组成如图 4-4 所示。

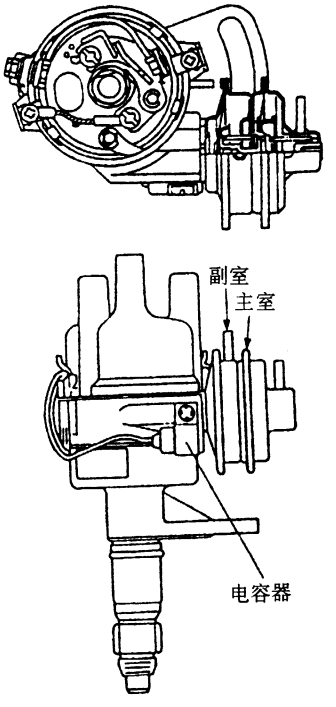


图 4-3　夏利轿车 FD342 型分电器的结构

分电器壳体由铝合金铸造而成，壳体下部与分电器轴之间装有青铜衬套，轴在衬套内旋转，并用润滑脂进行润滑。

1. 断电器

断电器由凸轮和触点组件组成，其功用是接通与切断低压电路。

触点组件安装在活动底板上，两个触点均为钨触点，其中一个触点固定在触点臂的一端，能随触点臂一起运动，该触点称为动触点。另一个触点固定在触点组件的支架上，称为静触点或搭铁触点，触点组件用搭铁线与分电器壳体连接而搭铁。动触点与静触点之间的间隙称为触点间隙，触点间隙可通过转动偏心螺钉进行调整。

触点臂用胶木块或尼龙块并在其一侧卷包铁皮导电片制成。在胶木块或尼龙块上设有一个小孔，该小孔套装在触点组件的销轴上。触点臂上的导电片用导线与分电器壳体上的接线端子连接，接线端子与壳体绝缘。触点臂中部的胶木块或尼龙块有一个凸台，通常称为绝缘顶块，借弹簧片的弹力将其压靠在断电器凸轮上。凸轮安装在分电器轴上，并随分电器轴一同转动。凸轮上加工有 3 个凸角，凸角数等于发动机气缸数。

发动机曲轴以 2∶1 的传动比驱动配气凸轮轴转动时，配气凸轮轴便以 1∶1 的传动比驱动分电器轴旋转，分电器轴又带动断电器凸轮一同转动，凸轮便将串接在低压电路中的触点循

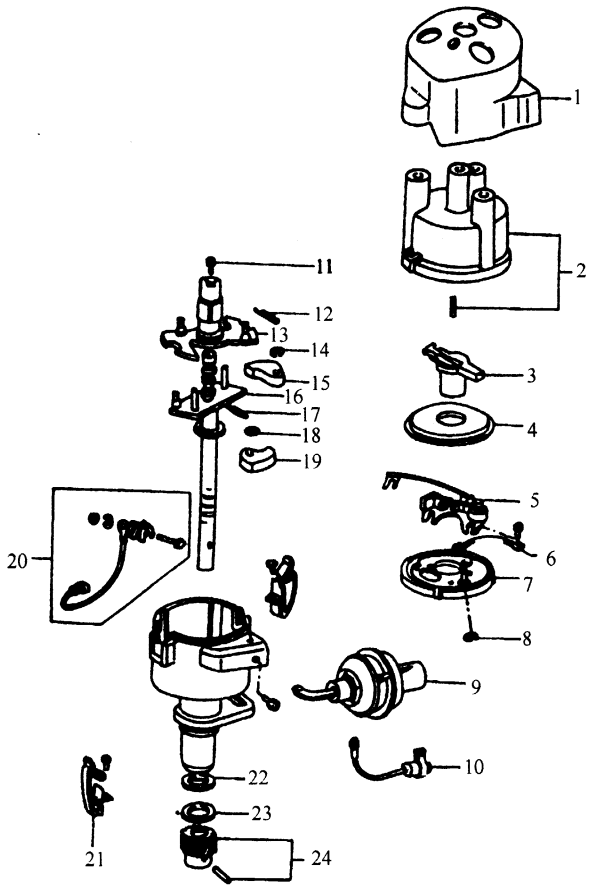


图 4-4　夏利轿车 FD342 型分电器零部件组成

1-防护罩；2-配电器；3-分火头；4-防尘盖；5-断电器触点组件；6-断电器搭铁线；7-断电器底板；8-弹性挡圈；9-真空提前调节装置；10-电容器；11-固定螺钉；12、17-离心提前机构弹簧；13-分电器轴；14、18-开口垫圈；15、19-离心块；16-托板；20-接线端子；21-卡簧；22-O 形圈；23-垫圈；24-斜齿轮和斜齿轮销钉

环接通与切断。

2. 配电器

配电器的功用是按发动机气缸的工作顺序，将点火线圈次级绕组产生的高压电分配到各个气缸。配电器由分火头和分电器盖组成。

分电器盖和分火头均由胶木粉热模压铸而成。沿盖内圆周上压铸有与发动机气缸数相等的旁电极，这些旁电极分别与盖上的旁插孔相通，旁插孔用于插接各缸高压分线。盖的中央压铸有中央高压线插孔和中心电极，中央插孔用于插接中央高压线，在中心电极下部孔中装有带弹簧的碳精柱，这样可使碳精柱弹性地压在分火头中央的导电片上。为了防止分电器盖内产生表面放电，在中心电极与旁电极之间压铸有几道环形凸缘。

分火头套装在断电器凸轮上端，随凸轮一同转动。当凸轮转动时，分火头上导电片的端部便在距旁电极 0.25～0.80mm 间隙的圆周上旋转。当断电器触点断开时，导电片端部正好对准某一旁电极，此时高压电便经中央插孔、中心电极、碳精柱、分火头导电片，并跳过导电片端部与旁电极之间的气隙，再经旁电极、旁插孔和高压分线加到火花塞电极上。

3. 电容器

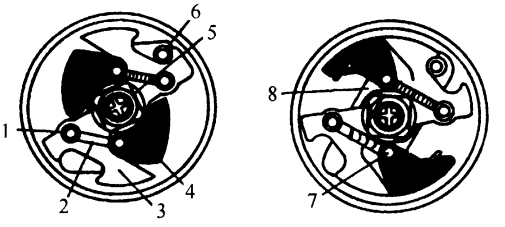
断电器触点两端并联的电容器有两个作用：一是在触点断开时，减小触点火花，延长触点的使用寿命；二是在触点断开时，使初级电流迅速切断，提高电流和磁通的变化率，从而提高次级电压。

电容器用螺钉固定在分电器壳体上，为蜡纸介质式电容器，其容量为 0.25μF。

4. 点火提前调节机构

(1) 离心调节机构

离心调节机构的结构如图 4-5 所示，其功用是当发动机转速变化时，自动调节点火提前角。



(a) 未起作用时　　(b) 凸轮提前顶开触点时

图 4-5　离心调节机构的结构与原理

1、6、7-柱销；2-弹簧；3-拨板；4-离心块；5-凸轮；8-托板

离心调节机构安装在分电器托板上，托板压装在分电器轴上，两个离心块的一端套装在托板的柱销上，离心块可绕柱销转动。离心提前机构的弹簧一端套在柱销上，另一端套在托板的挂钩上。分电器凸轮相当于拨板，与断电器凸轮压装成一体，并活络地套装在分电器轴上。当离心块绕柱销转动时，其靠近分电器凸轮一面便推动分电器凸轮转动，使断电器凸轮绕分电器轴转动一定角度。分电器轴顶端与凸轮总成之间装有限位螺钉。当限位螺钉拧紧后，凸轮总成与分电器轴之间应当保留 0.1～0.5mm 的轴向间隙，以便凸轮总成能相对于分电器轴转动。为了保证凸轮总成与分电器轴之间的接触表面润滑良好，在限位螺钉上面安放有一个浸有润滑油的毛毡。检修时，需要给毛毡加几滴润滑油。

当发动机转速升高时，在相同时间内，曲轴转过的角度增大，因此需要增大点火提前角。当发动机转速升高时，分电器转速随之升高，离心块的离心力随之增大而向外甩出。当发动机转速升高到某一转速（750～800 r/min）时，离心块对分电器凸轮的推力便克服弹簧拉力，使凸轮总成沿分电器轴旋转方向转过一个角度，凸轮提前将触点顶开，如图 4-5 (b) 所示，从而使点火提前角增大。发动机转速越高，离心块的离心力越大，离心块推动分电器凸轮转动的角度就越大，点火提前角也就越大。反之，当发动机转速降低时，离心块的离心力以及对凸轮的推力减小，弹簧便将分电器凸轮沿分电器轴旋转的相反方向拉回一个角度，使点火提前角减小。从而达到自动调节点火提前角之目的。

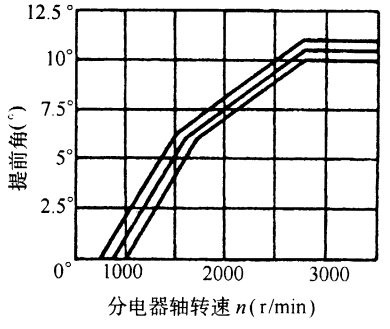


图 4-6　夏利轿车分电器的离心调节特性

两个离心块上的弹簧是用直径不同的钢丝绕制而成。较粗一根弹簧装好后成自由状态，松动量较大；较细一根弹簧装好后略为拉紧，松动量很小。当发动机低速工作时，只有细弹簧起作用，点火提前角随转速变化而变化较大，特性曲线较陡。当发动机转速升高到一定值后，两根弹簧同时起作用，点火提前角随转速变化而变化较小。分电器的离心提前调节特性如图 4-6 所示。

(2) 真空提前机构

真空提前调节装置是随发动机负荷的变化而自动调节点火提前角的装置。夏利轿车分电器的真空提前调节装置为两极真空提前机构，以改善尾气排放性能。真空提

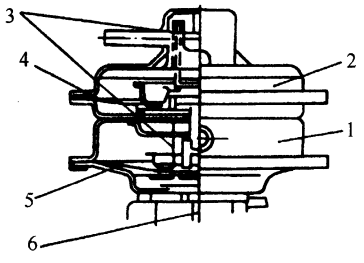


图 4-7　真空提前调节机构

1-副室；2-主室；3-弹簧；4-主膜片；5-副膜片；6-拉杆

前调节机构的结构如图 4-7 所示。

两极式真空提前机构的工作情况如图 4-8 所示。其中副室始终起作用；主室在节气门打开以后，当负压作用到主室真空提前孔后才起作用，发动机负荷小时，使点火提前角增大，发动机负荷增大时，使点火提前角减小。

当发动机怠速运转时，节气门关闭或微开，因为主室真空提前孔位于节气门上方，处于大气压力作用之下，所以主室真空提前孔处没有负压作用。由于副室真空提前孔位于节气门下方，因此进气歧管内的负压将作用于副室。副室的负压一方面将主室膜片吸向副室一侧，另一方面，负压吸引

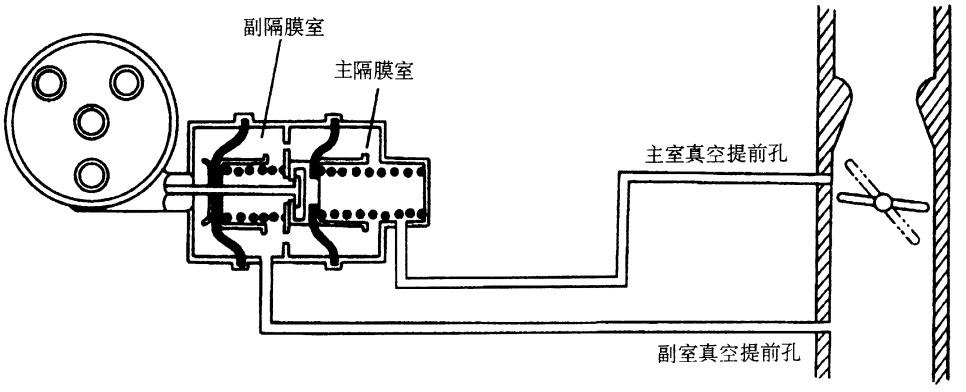


图 4-8　两极式真空提前调节机构工作示意图

副室膜片克服副室膜片弹簧张力右移，同时带动膜片轴右移，轴的右端右移到与主室膜片体接触为止，轴的左端拉动断电器活动底板和触点总成逆着分电器轴旋转方向转动一个角度，使触点提前被断电器凸轮顶开，点火正时提前，保证发动机怠速运转稳定。

节气门打开以后，当发动机负荷小（即节气门或节气门开度小）时，化油器节气门周围空气流通面积小，气体流速高，化油器提前孔处（即主室真空提前孔处）压力低（即真空度大），真空吸力吸引主室膜片克服主室膜片弹簧的张力右移，主室膜片和副室膜片共同起作用，主室膜片体带动膜片轴右端与副室膜片一同右移，轴的左端拉动断电器活动底板和触点总成逆着分电器轴旋转方向转动一个角度，使触点提前被断电器凸轮顶开，点火正时提前。主、副室膜片右移直到膜片体上的挡块顶住真空提前机构壳体为止，此时真空提前机构调节的点火提前角达到最大值。

当发动机负荷增大（即节气门或节气门开度增大）时，节气门周围空气流通面积增大，气体流速降低，化油器提前孔处（即主室真空提前孔处）的压力升高（即真空度减小），真空吸力减小，主、副室膜片在膜片弹簧张力作用下向左移动，膜片轴推着活动底板顺着分电器轴旋转方向转动一个角度，使点火提前角减小。发动机负荷越大，活动底板顺着分电器轴转过的角度也越大，点火提前角就越小。

由此可见，两极式真空提前机构的工作情况是：发动机怠速时，只有副室膜片起作用，使点火正时提前，保证发动机怠速运转稳定；当发动机负荷变化时，主、副室膜片共同作用，发动机负荷小时，点火提前角大；当发动机负荷增大时，使点火提前角减小。真空调节特性如图 4-9 所

示。由于副室膜片在发动机怠速时起作用，使点火正时提前，因此在检查调整点火正时时，必须拔下副室连接的真空软管，以免影响正时角度的准确性。

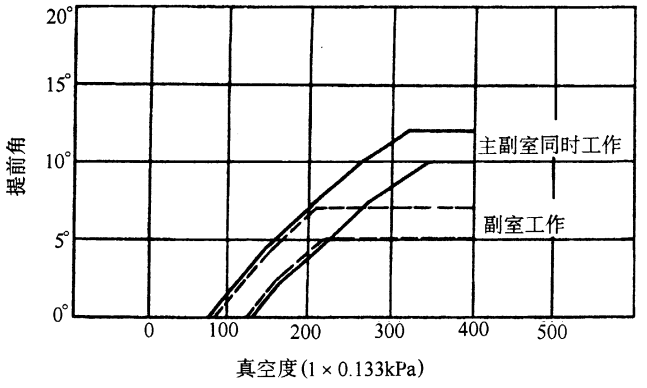


图 4-9　夏利轿车分电器的真空调节特性

（二）点火线圈

点火线圈是汽车点火系统的主要部件，其功用是把电源系统的低压电转变为高压电，故又称为变压器。点火线圈是高压电的电源。汽车用点火线圈按结构形式分为开磁路和闭磁路两种，夏利轿车采用的是闭磁路点火线圈。

1. 闭磁路点火线圈

夏利轿车用闭磁路点火线圈的结构如图 4-10 所示。该点火线圈采用插接式连接，有的电路中配装有二极管，有的没有配装，具体情况可用万用表进行检测。端子“A”与点火开关“ST”端子连接；端子“B”为点火线圈“－”端子，与分电器“低压”端子连接；端子“C”为点火线圈“＋”端子，与附加电阻盒上的“D_2”端子连接；附加电阻盒上的端子“D_1”连接电容器（部分点火线圈未配装此电容器）；端子“E”与点火开关“IG”端子连接；端子“F”为高压插孔，与分电器中央高压插孔连接。

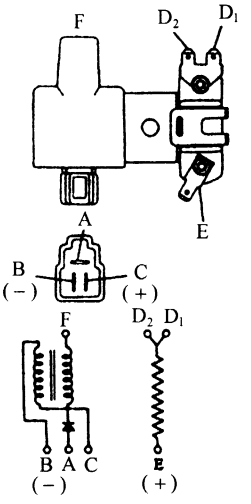


图 4-10　夏利轿车点火线圈的结构

闭磁路点火线圈主要由铁心、初级绕组和次级绕组构成。铁心由浸有绝缘漆的片状“山”字形硅钢片叠合成“日”字形，铁心内绕次级绕组，初级绕组绕在次级绕组的外面，以利散热。初级绕组的电阻为 1±0.1 Ω，次级绕组的电阻为 23±2.3 kΩ，附加电阻为 1.7±0.17Ω。为了减小磁滞现象，铁心设有一个微小的气隙，如图 4-11 所示。由图可见，铁心构成的磁路几乎是闭合回路，因此漏磁少，磁阻小，能量损失小，所需匝数少，体积小。

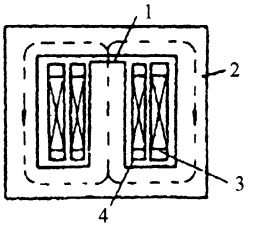


图 4-11　点火线圈的磁路

1-气隙；2-铁心；3-初级绕组；4-次级绕组

2. 附加电阻

点火线圈的附加电阻由镍铬合金丝制成，放置在电阻盒中，并采用插接式连接。附加电阻的显著特点是，温度升高时，阻值迅速增大；温度降低时，阻值迅速减小，因此又称为热变电阻。点火系统充分利用了这一特点来自动调节初级电流、改善点火系统的工作性能。

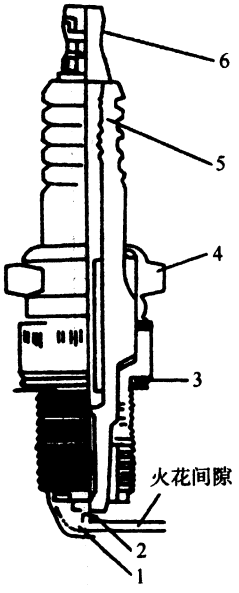


图 4-12　火花塞的结构
1-侧电极；2-中心电极；
3-垫圈；4-金属外壳；
5-绝缘体；6-接线端子

当发动机低速工作时，断电器触点闭合时间长，初级电流大，热变电阻温度高、阻值大，避免了初级电流过大，使点火线圈不致过热。当发动机高速工作时，触点闭合时间短，初级电流小，热变电阻温度低、阻值小，可使初级电流下降的幅度相对减小，从而保证发动机高速工作时，点火系统能够供给相对较高的次级电压而不致断火。此外，在起动发动机时，由于蓄电池端电压急剧下降会导致初级电流急剧减小，因此点火线圈不能供给足够的次级电压和点火能量。为此在电路设计上，采用了起动发动机时将热变电阻短路的方法来增大初级电流、提高次级电压和点火能量，从而使发动机的起动性能得到改善。

（三）火花塞

火花塞的功用是将点火线圈次级绕组产生的高压电引入发动机燃烧室，并在火花塞电极之间形成电火花点着可燃混合气。火花塞主要由壳体、绝缘体和电极三部分组成，如图 4-12 所示。

钢质壳体内装有耐高温的氧化铝陶瓷绝缘体，绝缘体中心孔中装有中心电极和金属杆，金属杆上端接有接线端子，用于连接高压分线。金属杆与中心电极之间加装电阻填料进行密封和减少无线电干扰，壳体与绝缘体之间的铜质密封垫圈起密封和导热作用。钢质壳体上制有便于拆装火花塞的六角平面，形似六角螺母；壳体下部制有螺纹，安装时，螺纹与发动机气缸盖上的火花塞座孔连接；侧电极（旁电极）采用特殊焊接工艺焊接在壳体下端。

三、传统点火系统的检修

（一）分电器的检修

1. 分电器的分解

（1）拆下分电器防护盖和分电器盖；

（2）取下分火头和断电器防尘盖；

（3）拆下分电器接线端子螺母、电容器引线、绝缘垫圈和接线端子；

（4）拆下固定断电器总成的两个固定螺钉，取下断电器总成；

（5）先用尖嘴钳拆下断电器活动底板上真空提前机构拉杆销上的卡环，如图 4-13 所示，然后拆下分电器壳体上的电容器固定螺钉，再取下电容器和真空提前机构；

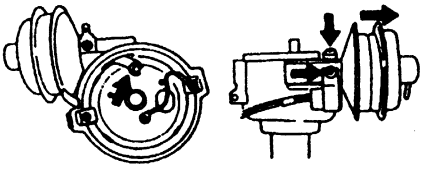


图 4-13　拆卸真空提前机构

（6）先拆下断电器活动底板搭铁线的固定螺钉和搭铁线，然后取下活动底板；

（7）拆下离心调节机构弹簧，取出断电器凸轮轴顶端的润滑油毡，拆下凸轮轴与分电器轴顶端的限位螺钉，取下凸轮总成；

(8) 铳下分电器轴下端连接驱动斜齿轮的横销，从分电器壳体内抽出分电器轴。

2. 分电器的检修

(1) 配电器的检修

1) 检查分电器盖内旁电极有无烧蚀、锈蚀和腐蚀现象；分电器盖内炭精柱应能活动自如，不得有卡滞现象；炭精柱上的弹簧弹力过弱或折断都应更换新品。

分电器盖应无裂痕，其绝缘强度在 30 000V 高压下应无击穿现象，否则就会导致发动机断火或错火。检验分电器盖的绝缘性能时，将高压电源的两个电极分别接到分电器盖上相邻两个旁插孔和中央插孔与旁插孔内进行试火，如有火花跳火，说明绝缘损坏，应予更换新品。

2) 检查分火头的导电片有无烧蚀、锈蚀和腐蚀现象。分火头应无裂痕，其绝缘强度在 30 000V 高压下应无击穿现象，否则就会导致发动机断火。检验分火头绝缘性能的方法如图 4-14 所示。检查时，将高压电源的一个电极接分火头的导电片，另一个电极接分火头的座孔。当高压电源接通时，若无火花跳火，说明分火头绝缘良好；若有火花跳火，说明分火头窜电，绝缘已被击穿，应予更换新品。

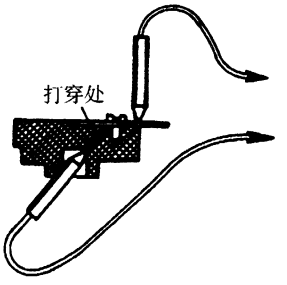


图 4-14 检验分火头的绝缘强度

如在汽车上检验，则先将分火头倒放在气缸盖上，用高压线对准分火头座孔，再拨动断电器触点，使其循环断开与闭合，此时如点火线圈产生的高压电从高压线上跳到分火头座孔内，说明分火头击穿损坏，应予更换新品。

(2) 断电器的检修

在触点式点火系统中，断电器的故障率最高。常见故障有触点烧蚀；触点间隙过大或过小；凸轮磨损或磨损不均；触点臂弹簧片弹力不足或搭铁；触点臂胶木顶块磨损等等。

1) 断电器活动底板的检修

用手转动活动底板，如有轻微阻力，说明活动底板与分电器壳体配合良好；如转动阻力过大或出现卡滞现象，说明底板与壳体配合不良，需要修理或更换活动底板。

2) 触点烧蚀的检修

在使用中，若触点烧蚀频繁，则大都是电容器失效所致。除此之外，低压电路的电阻过大(如线路连接不牢、电容器固定不牢等)、电源电压过高（电压调节器调节电压过高)、触点间隙过小、触点臂弹簧片弹力过弱、曲轴箱废气渗入分电器造成触点腐蚀等等，也会导致触点烧蚀。

发现触点烧蚀时，可用细砂条修磨。修磨时要注意触点表面是否平整。触点修磨后，单片触点的厚度应不小于 0.5mm，否则应当更换触点总成。触点修复或更换触点总成后，动触点与静触点的轴心线应重合，出现偏差可弯曲静触点支架进行调整，最大偏差不得超过 0.2mm。

3) 触点臂弹簧片的检修

若弹簧片弹力不足，当发动机高速运转时，触点臂就会在离心力的作用下向外甩出而不能及时闭合，导致初级电流减小、次级电压降低而发生高速断火现象。

弹簧片的弹力可用弹簧秤在触点闭合时进行测量。测量时，先将弹簧秤的秤钩钩在动触点处，再沿触点轴向拉动弹簧秤。当触点刚要分开时，弹簧秤读数即为弹簧片的弹力，其值应为 5～7N。如弹力略低于 5N，可弯曲弹簧片进行校正；如弹力过小，则需更换弹簧片或触点总成。

(3) 点火提前机构的检修

点火提前机构的主要故障是离心提前机构弹簧失效和真空提前机构膜片漏气。

1）离心提前机构的检修

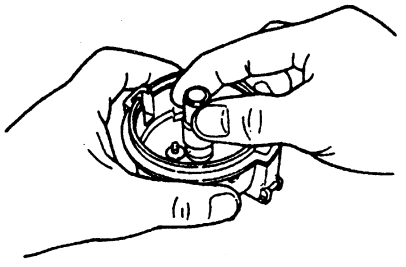


图 4-15　检查离心提前机构

使用中常用简易方法来检查离心弹簧的弹力。检查方法如图 4-15 所示，先将凸轮和离心提前机构装到分电器壳体内，一手捏住分电器轴及壳体，一手捏住断电器凸轮，并沿凸轮工作时的旋转方向将凸轮转动极限位置，然后放松凸轮。如凸轮自动转回原位，说明弹簧作用良好；如凸轮不能复位或出现卡滞现象，说明弹簧失效，应予更换新品。离心块销孔与销轴的配合间隙为 0.02～0.08mm，间隙过大会影响点火提前角的大小。因此当配合间隙过大时，应予修理或更换。销孔与销配合处在维护分电器时，应加注几滴润滑油。

2）真空提前机构的检修

真空提前机构的密封必须良好，否则当发动机负荷变化时就不能调节点火提前角，不仅影响汽车的加速性能，而且影响汽车的排放性能。当真空度为 33.3 kPa（250 mmHg）时，其漏气量在 1 min 内，真空度降低不得大于 3.33 kPa（25 mmHg）。

在没有压力检测仪器的情况下，可用嘴吸吮进行检查，如有漏气感觉，则应更换真空提前机构。

（二）点火线圈的检修

点火线圈的检修主要是通过检查初级绕组和次级绕组有无短路、断路和搭铁故障，并据具体情况进行修理。

1. 初级绕组的检修

将万用表的功能转换开关拨到电阻挡（R×1 Ω 挡），两只表笔分别接点火线圈“＋”、“－”端子进行测量，所测电阻即为初级绕组电阻。阻值应为 0.9～1.1 Ω（20℃）。如阻值为无穷大（∞），说明初级绕组断路；如阻值过小，说明初级绕组线圈之间绝缘损坏而造成匝间短路；无论断路或短路，都需更换点火线圈。

2. 次级绕组的检修

将万用表的功能转换开关拨到电阻挡（R×1 kΩ 挡），一只表笔接高压插孔，另一只表笔接两个低压端子“＋”、“－”中任意一个端子，测得阻值即为次级绕组的阻值。其值应 20.7～25.3 kΩ（20℃）。如阻值为无穷大（∞），说明次级绕组断路；如阻值过小，说明次级绕组匝间短路，无论短路或断路，都应更换点火线圈。

3. 绕组搭铁的检修

将万用表的功能转换开关拨到电阻挡（R×1 kΩ 挡），一只表笔接点火线圈支架，另一只表笔接两个低压端子“＋”、“－”中任意一个端子，测得阻值应为无穷大（∞）。否则，说明点火线圈初级或次级绕组搭铁，应予更换点火线圈。

4. 附加电阻的检修

将万用表的功能转换开关拨到电阻挡（R×1 Ω 挡），两只表笔分别接附加电阻盒两端的接线端子，如图 4-16 所示，测得阻值即为附加电阻阻值，其值应为 1.53～1.87 Ω（20℃）。如阻值为无穷大（∞），说明附加电阻断路；应当更换附加电阻盒。附加电阻一般不会短路或搭铁。

（三）火花塞的检修

1. 火花塞外观的检查

汽车每运行 10 000 km，应拆下火花塞进行检查。火花塞的绝缘体不得有破裂，否则应予更换；火花塞的旁电极严重烧蚀时，应予更换新品。火花塞的绝缘体与壳体之间、绝缘体与旁电极之间，不得有严重积炭，否则应予清除。积炭严重的火花塞应用汽油或酒精浸泡清洗，并用毛刷刷净表面。

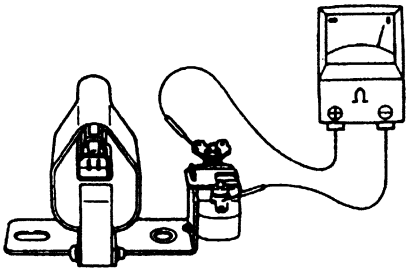


图 4-16　测量附加电阻

2. 火花塞电极间隙的调整

火花塞电极间隙过大通常是由电极烧蚀所致。汽车每行驶 10 000 km，应检查调整火花塞的电极间隙或更换火花塞。电极间隙应当使用火花塞专用量规进行测量和调整，标准间隙为 0.7～0.8 mm（NGK 公司的 BP5EY 型火花塞为 0.8～0.9 mm）。

（四）高压线的检修

夏利轿车高压线采用抗干扰高压阻尼线。拔下高压线时，应当捏住橡胶护套将高压线拔下，不能直接拉或折曲高压线，否则会损坏内部导线。

高压线线心是否断路，可用万用表进行检测，夏利轿车第一和第二缸高压线的阻值均为 8.1～12.1 kΩ(20℃)，第三缸高压线的阻值为 6.8～10.0 kΩ(20℃)，中央高压线的阻值为 6.1～9.2 kΩ（20℃）。如阻值为无穷大，说明高压线断路，应予更换新品。

（五）点火正时的检查与调整

拆装分电器后或汽车每行驶 20 000 km，应对点火正时进行检查和调整。方法与程序如下：

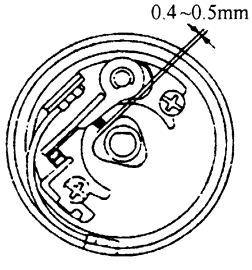


图 4-17　检查断电器触点间隙

（1）检查调整触点间隙。因为断电器触点间隙不仅影响高压火花强度，而且影响点火时机，所以在检查调整点火正时之前，必须首先检查调整触点间隙。断电器凸轮处绝缘顶块与凸轮平面之间的标准间隙为 0.4～0.5 mm，如图 4-17 所示。触点间隙参考值为 0.4～0.5 mm，触点闭合角标准值为 58°～66°。如间隙不符标准，可转动固定静触点支架的偏心螺钉进行调整。

（2）确定第一缸活塞压缩行程上止点位置。先将第一缸火花塞拆下，并用手指或棉纱堵住火花塞安装孔。然后摇转曲轴，当手指感到有较大压力冲击或棉纱团被冲出时，第一缸活塞即处于压缩行程。拆下离合器壳体上正时标记检视孔盖，便可看到飞轮上的标记“0”，当该标记与壳体上检视孔内开口标记对齐时，第一缸活塞即处于压缩行程上止点前 5°位置，此时分火头指向的旁电极插孔，即为第一缸高压线插孔。按发动机自机头向后 1-2-3 缸的点火顺序插好高压分线即可。

（3）检查点火正时。从分电器真空提前机构上拆下副室连接的真空软管，并将软管管口堵住；起动发动机并怠速运转，用正时灯查看点火正时情况，如图 4-18 所示。点火正时的规定值为上止点前 5°±1°（850±50 r/min）。

(4) 调整点火正时。如点火正时不符合规定值，可拧松分电器凸缘上的固定螺栓，转动分电器壳体进行调整。逆时针方向转动壳体时，点火正时提前；顺时针方向转动壳体时，点火正时推迟。调整完毕后，先盖好检视孔盖，然后拧紧分电器固定螺栓，如图 4-19 所示，拧紧力矩为 14.7～21.6 N·m，再将副室真空软管接回真空提前机构上，此时发动机转速应提高 50～100 r/min，发动机响声应正常。

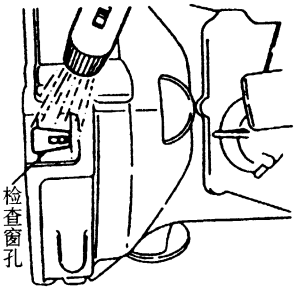


图 4-18　检查点火正时

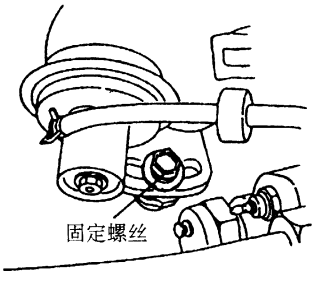


图 4-19　拧紧分电器固定螺栓

(5) 检验点火正时。先起动发动机并预热至 80～90℃，然后在发动机怠速时突然将节气门踩到底。如发动机转速迅速升高，说明点火正时恰当；如加速发闷、排气管放炮，说明点火过迟，应逆时针转动分电器壳体使点火时刻提前；如发动机发出金属敲击声，说明点火过早，应顺时针转动壳体使点火时刻推迟。

(6) 路试检验。先将发动机预热至 80～90℃，然后在平直道路上用三挡行驶，在 40～45 km/h 的速度时突然将加速踏板踩到底。如车速迅速提高、发动机有轻微爆震声且在车速升到 50 km/h 左右后消失，说明点火正时恰当；如爆震响声很大，说明点火过早，应停车拧松分电器紧固螺栓，沿顺时针方向转动分电器壳体使点火时机推迟进行调整；如急加速时感到发闷，听不到爆震声或排气管放炮，说明点火过迟，应沿逆时针方向转动分电器壳体使点火时机提前进行调整。经过反复调整试验，直到点火时机恰当为止。

(7) 检查离心提前机构性能。检查时，必须拆下真空提前机构上的真空软管，并将软管管口堵住，然后重复加速，与此同时，用正时灯观察离心提前机构是否起作用，如图 4-20 示。当发动机加速时，正时标记应朝箭头方向移动。

(8) 检查真空提前机构性能。检查时，将分电器转速保持在 1 500 r/min，使离心提前机构调节的点火提前角保持不变。然后利用手动真空泵或吸气的方法对真空提前机构施加负压，如图 4-21 所示，此时点火正时标记应向提前方向移动。检查完毕后，将真空软管接回原位。

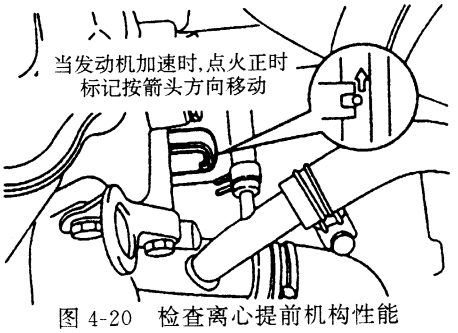


图 4-20　检查离心提前机构性能

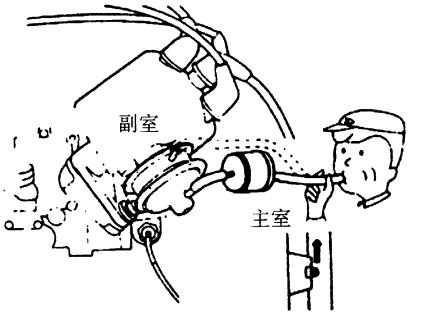


图 4-21　检查真空提前机构性能

四、磁感应式电子点火系统

为了适应汽车电子技术的发展，部分夏利轿车选装了磁感应式电子点火系统，通常简称为磁感应式点火系统。

（一）磁感应式点火系统的组成

磁感应式电子点火系统的结构如图 4-22 所示，由磁感应式分电器、点火电子组件、点火线圈和火花塞等组成。

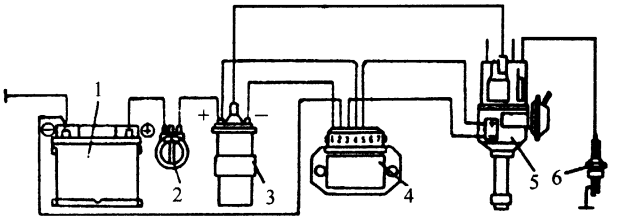


图 4-22　磁感应式电子点火系统的组成

1-蓄电池；2-点火开关；3-点火线圈；4-点火组件；5-分电器；6-火花塞

磁感应式分电器由磁感应式传感器、配电器、点火提前机构（离心提前机构与真空提前机构）等组成。磁感应式传感器安装在分电器内部，其功用是根据发动机气缸的点火时刻产生相应的点火脉冲信号，控制点火电子组件接通和切断点火线圈初级电路的具体时刻。

点火电子组件又称为点火控制器。是由电子元件组成的电子开关电路，其主要作用是根据传感器发出的点火脉冲信号，接通和切断点火线圈初级电路，起着触点式点火系统中断电器触点相通的作用。

在磁感应式点火系统中，配电器、点火线圈和火花塞的结构原理与触点式点火系统基本相同，因此不再赘述。

（二）磁感应式传感器的结构与工作原理

1. 磁感应式传感器的结构

磁感应式传感器的结构原理如图 4-23 所示，主要由信号转子、永久磁铁、传感线圈和磁轭（导磁板）等组成。信号转子套装在分电器轴上，转子上制有与发动机气缸数相等的凸齿（爪极）。信号转子既可随分电器轴转动，也可相对于分电器轴转动。永久磁铁、传感线圈和磁轭均固定在分电器活动底板上，通常又称为定子总成。磁轭一端固定永久磁铁，另一端为磁头，传感线圈绕在磁轭的磁头上。传感线圈又称为信号线圈，当信号转子旋转时，传感线圈中就会感应产生脉冲信号电压。

2. 磁感应式传感器的工作原理

传感器的磁路如图 4-23 (a) 所示，其磁通路径为：永久磁铁 N 极→定子与转子间的气隙→转子→转子凸齿与磁头间的气隙→磁头→导磁板→永久磁铁 S 极。

当分电器轴转动时，分电器的离心提前机构便带动转子旋转，传感器磁路中的气隙发生周期性变化，磁路中的磁阻和穿过信号线圈磁头的磁通量也发生周期性的变化。根据电磁感应原

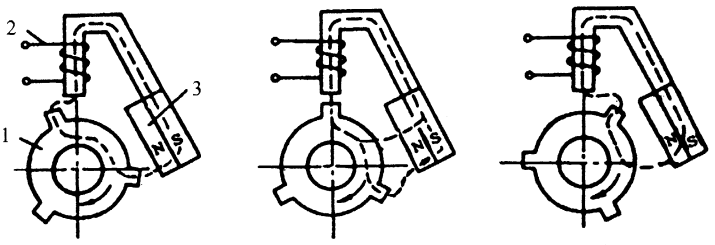


图 4-23　磁感应式传感器的结构原理

1-信号转子;2-传感线圈;3-永久磁铁

理,传感线圈中就会感应产生交变电动势。

交变电动势的产生原理如图 4-23 所示。当转子按顺时针方向旋转时,转子爪极与磁头间的气隙减小,磁路磁阻减小,磁通量 Φ 增多,磁通变化率增大 ($\frac{d\Phi}{dt}>0$),感应电动势 E 为正 ($E>0$),如图 4-24 (a) 曲线 abc 所示。当转子爪极接近磁头边缘时,磁通量 Φ 急剧增多,磁通变化率最大 [$\frac{d\Phi}{dt}=(\frac{d\Phi}{dt})_{max}$],感应电动势 E 最高 ($E=E_{max}$),如图 4-24 (a) 曲线 b 点所示。在图 4-24 (a) 中 b 点位置后,虽然磁通量 Φ 仍在增多,但是磁通变化率减小,因此感应电动势 E 降低,如图 4-24 (a) 中曲线 bc 所示。

当转子旋转到转子爪极的中心线与磁头的中心线对齐时,如图 4-23 (b) 所示,虽然转子爪极与磁头间的气隙最小,磁路的磁阻最小,磁通量 Φ 最多,但是,由于磁通量不可能继续增加,因此磁通变化率为零,感应电动势 E 为零,如图 4-24 (a) 曲线 c 点所示。

当转子沿顺时针方向继续旋转,爪极离开磁头时,如图 4-23(c)所示,爪极与磁头间的气隙增大,磁路磁阻增大,磁通量 Φ 减少 ($\frac{d\Phi}{dt}<0$),所以感应电动势 E 为负值,如图 4-24 (a) 中曲线 cda 所示。当爪极转到将要离开磁头边缘时,磁通量 Φ 急剧减少,磁通变化率达到负向最大值 [$\frac{d\Phi}{dt}=-(\frac{d\Phi}{dt})_{max}$],感应电动势 E 也达到负向最大值 ($E=-E_{max}$),如图 4-24 (a) 中曲线上 d 点所示。

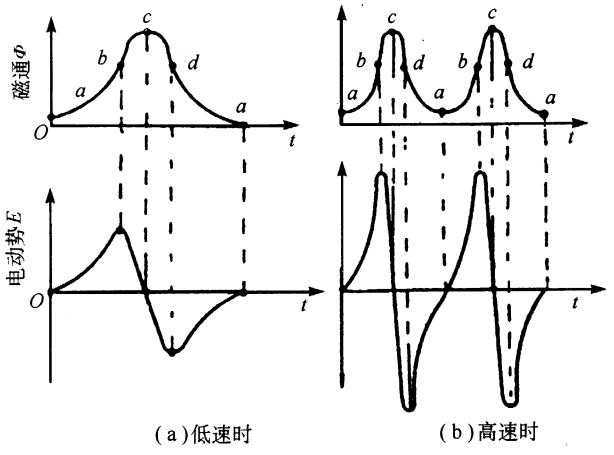


图 4-24　传感线圈中的磁通 Φ 和电动势 E

由此可见,转子每转过一个爪极,传感线圈中就会产生一个周期的交变电动势,即电动势出现一次最大值和一次最小值,传感线圈也就相应地输出一个交变电压信号。由于转子有三个机械等分的爪极,因此,转子每转一圈 (发动机曲轴转两转,分电器轴转一转,转子轴就带动转子转一圈),传感线圈就会产生三个交变电压信号输出至电子控制器。每当信号电压达到一个定值时,控制器便切断点火线圈的初级电流,次级绕组便会产生高压电使火花塞跳火。

磁感应式传感器的突出优点是不需要外加电源，永久磁铁起着将机械能变换为电能的作用，其磁能不会损失。当发动机转速变化时，转子爪极转动的速度将发生变化，铁心中的磁通变化率也将随之发生变化。转速越高，磁通变化率就越大，传感线圈中的感应电动势也就越高。转速不同时，磁通和感应电动势的变化情况如图 4-24（b）所示。

由于转子爪极与磁头间的气隙直接影响磁路的磁阻和传感线圈输出电压的高低，因此在使用中，转子爪极与磁头间的气隙不能随意变动。气隙如有变化，必须按规定进行调整，气隙应在 0.2～0.4 mm 范围内。

（三）点火控制器

点火控制器由专用集成电路 IC 与电子元件组成混合集成电路。目前，专用集成电路的种类很多，采用美国摩托罗拉（Motorola）公司专用 IC 制造的点火控制器的内部电路如图 4-25 所示，主要技术指标如表 4-1 所示。

表 4-1　Motorola 点火控制器技术指标

序　号	项　目	指　标	序　号	项　目	指　标
1	型号规格	6TS2107	6	钳位电压	320～410V
2	工作电压	9～16V	7	导通率范围	16%～75%
3	工作电流	5～6.5A	8	停车延时断电	0.5～3s
4	工作温度	−30～125℃	9	过压保护	有
5	工作频率	1～400Hz	10	失速保护	有

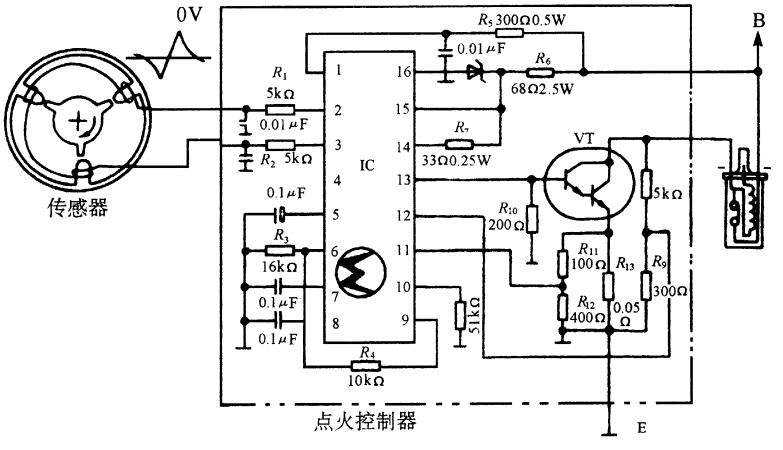


图 4-25　Motorola 点火控制器电路

1. 点火控制功能

磁感应式传感器产生的点火信号电压由端子②和端子③输入点火控制器，传感线圈的输出电压波形为交变信号，点火触发信号产生在信号电压上升阶段。当信号电压波形上升到正半周后，控制器电路控制达林顿三极管 VT 导通，点火线圈初级电路接通；当信号电压从负半周上升到 −125～75mV 时，控制器内部电路控制达林顿三极管 VT 由导通变为截止，点火线圈初级电路切断，次级绕组产生高压电跳火。

2. 恒流控制功能

电子点火控制器对点火线圈初级电流进行恒定电流控制（即恒流控制）的目的是：在发动机工作转速范围内，既能确保点火线圈具有足够大的初级电流和点火能量，使发动机不致发生断火现象，又能保证点火线圈和控制点火线圈初级电流的达林顿三极管不致因电流过大而烧坏。

当点火线圈初级电流接通，其值上升到高于或低于系统设定的恒定电流时，采样电阻 R_{13} 上的压降相应的会升高或降低并经专用集成电路的 11 端子反馈到恒流控制电路，恒流控制电路通过控制达林顿三极管 VT 的导通程度便将初级电流控制在恒定电流值不变，初级电流控制在 I_p=5.0～6.5A。

3. 导通率控制功能

导通率是在三极管导通与截止的一个周期（即一个信号周期）内，导通时间所占的比率，通常用 S 表示。控制导通率的目的是：

（1）防止发动机高速和高速加速时，点火系统出现断火；

（2）防止发动机低速时，点火线圈因通过电流过大和通电时间过长而过热损坏；

（3）防止电子点火控制器的达林顿三极管因通电时间过长而过热损坏。

在电子控制器内，专门设有导通率控制电路，根据发动机转速、电源电压和点火线圈的工作参数等控制达林顿三极管的导通率。Motorola 控制器控制导通率的参数如下：

（1）当分电器转速 n<150 r/min 时，导通率 S=40%～50%；

（2）当分电器转速 n>200 r/min、电源电压 U=10～16 V 时，导通率 S=54%～68%；

（3）当分电器转速 n>200 r/min、电源电压 U>16 V 时，导通率 S=48%～63% 。

4. 停车断电控制功能

当点火开关接通、发动机停止转动时，控制器的达林顿三极管和点火线圈有可能长时间通电而烧坏。为此在控制器内设有专门的控制电路，当发动机停转、断火开关仍接通时，控制器将在 0.5～3.0 s 之内缓慢切断电源，起到保护作用。

5. 过压保护功能

为了防止点火线圈初级绕组产生的自感电动势过高而导致达林顿三极管击穿损坏，在该三极管的集电极与搭铁之间设有钳位电路，将集电极电位钳制在 320～410 V 以内。

为了防止控制器因电源电压过高而损坏，控制器内设有过压保护电路。当电源电压超过 30V 时，控制器将控制达林顿三极管处于截止状态，点火系统自动停止工作。

五、磁感应式点火系统故障诊断与排除

（一）磁感式点火系统故障的诊断

当汽车在行驶途中突然熄火时，有可能是电器系统产生的瞬时过电压超过 30V 所致。因为当电子控制器的电源电压超过 30V 时，控制器的过压保护电路将自动控制点火系统停止工作。待电源电压恢复正常后，点火系统将重新投入工作。

如发动机不能起动，需要诊断点火系统有无故障时，可按下述程序进行：

（1）拆下分电器盖、分火头和防护罩；

（2）拔下分电器盖中央插孔的高压线，并将其端头距发动机缸体 5～7mm；

(3) 接通点火开关，并用螺丝刀短接碰擦任意一个磁头与转子爪极；当每次碰擦时，若高压线端头与缸体之间跳火，说明点火系统完好；若不跳火，则检查电子控制器和分电器上连接器插头是否插牢、检查点火线圈上的导线端子有无松脱。若线路正常，但仍不跳火，说明某个总成有故障，可继续进行下述诊断。

(二) 点火电源故障的诊断

(1) 断开点火开关，拆下点火线圈“－1”端子上的导线。

(2) 拔出分电器盖上中央插孔的高压线，并将其端头距发动机缸体 5～7 mm。

(3) 另取一根导线（通常称为跨接线），将其一端接点火线圈“－1”端子、另一端间断搭铁（注意：搭铁时间不得超过 1 s。因为电子点火系统的初级电流较大，搭铁时间过长就易烧坏点火线圈）。

(4) 接通点火开关，当跨接线离开搭铁部位时，如高压线端头与缸体之间无火花跳火，说明点火线圈或低压电路有故障，应分别进行检修；如能跳火，说明点火线圈和低压电路良好，故障出在传感器和电子控制器，可继续进行下述诊断。

(三) 传感器与控制器故障的诊断

(1) 拔下分电器上的传感器插头。

(2) 将万用表拨到交流电压 ACV×20 V 挡，两只表笔分别接到分电器上传感器插座的两个端子。

(3) 接通起动机使发动机转动或用螺丝刀短接碰擦任意一个转子爪极与磁头，此时如万用表指示有 2 V 以上电压，说明传感器良好，故障发生在控制器；如万用表指示电压为零，说明传感器有故障，应予检修或更换。

第五章　电控燃油喷射系统

为了提高夏利轿车的动力性、经济性和改善排放性能，天津汽车工业集团有限公司与日本大发公司于1996年底在原天津汽车公司生产的三缸TJ376Q型化油器式发动机基础上，联合设计开发出了三缸TJ376Q—E型电子控制燃油喷射式发动机，配装在TJ7100E型夏利轿车上。

为了满足国内汽车市场竞争日趋激烈和排放标准越来越高的要求，1998年10月，天津汽车公司又派出技术考察团前往美国考察汽车电控技术发展情况，开始选用日本丰田汽车公司1995年开发研制、具有90年代中期国际先进水平、由天津丰田汽车发动机有限公司生产的四缸16气门双顶置凸轮轴式8A—FE型1.342L电控燃油喷射式发动机并配有三元催化转换器，配装在TJ7131型夏利轿车上，使其各项性能指标都达到了相当高的质量和水平。

三缸TJ376Q—E型电子控制燃油喷射式发动机，为开环控制多点同时喷射系统。四缸8A—FE型电子控制燃油喷射式发动机，为闭环控制多点顺序喷射系统。两者都是一个将燃油喷射与点火作为一个整体来控制的电子控制系统。

一、TJ376Q—E型发动机电控燃油喷射系统

三缸TJ376Q—E型电控燃油喷射式发动机是在TJ376Q型化油器式发动机基础上改进而成。

TJ376Q—E型发动机电控燃油喷射系统是利用进气歧压力传感器信号和发动机转速信号来计算吸入气缸的空气量。进气量的检测方式为间接测量方式，采用这种测量方式具有成本低、传感器安装方便、进气阻力小等优点。但受外界条件影响较大，需要进行进气温度和海拔高度的修正，测量精度稍差。

TJ376Q—E型发动机其主要技术规格如表5-1所示：

表5-1　TJ376Q—E型发动机主要技术规格

序号	项　　目	技　术　规　格	序号	项　　目	技　术　规　格
1	发动机型号	TJ375Q—E	9	最低燃油消耗率 (g/kW·h)	≤286
2	序　　号	三缸、四冲程、立式、水冷、顶置凸轮轴、带平衡轴	10	怠速稳定转速 (r/min)	850±50
3	缸径×行程 (mm×mm)	76×73	11	气缸压缩压力 (350r/min) (MPa)	1.225
4	总排量 (L)	0.993	12	活塞平均速度 (m/s)	14.6
5	压缩比	9.5	13	平均有效压力 (MPa)	1.02
6	燃烧室形式	多球面形	14	点火顺序	1—2—3
7	标定功率(6000r/min)(kW)	40.5	15	点火提前角 (800r/min) (°)	BTDC5±2
8	最大转距(3600r/min)(N·m)	80.5	16	火花塞型号 (DENSO)	W16EXR—U

续表

序号	项　　目	技 术 规 格	序号	项　　目	技 术 规 格
17	火花塞电极间隙（mm）	1.0～1.1	29	分电器	内藏发动机转速与曲轴转角传感器
18	汽油牌号	≥90（RON）	30	交流发电机	12V50A
19	润滑油牌号（QE 级汽油机油）	5W/30 或 10W/30	31	怠速系统	电控怠速提高
20	进排气门间隙（mm）	热态：0.20±0.05 冷态：0.08±0.16	32	怠速排放	怠速 CO 调节器
21	润滑油容量（L）	3.2	33	冷却系统	电控冷却风扇电机
22	配气相位（°）	节气门开：下止点前 19 节气门关：下止点后 51 排气门开：下止点前 51 排气门关：上止点后 19	34	最低起动温度	−25
23	润滑油消耗率（g/kW·h）		35	空调系统	加速瞬间自动切断空调离合器电路
24	润滑油压力（kPa）	800r/min 时：≥98 2000r/min 时：≤245	36	发动机质量（kg）	88
25	排气温度（℃）	≤850	37	发动机外形尺寸（长×宽×高）(mm)	520×500×630
26	供油方式	电控多点燃油喷射	38	最高车速	≥140
27	喷油压力（喷油器前后压差）（kPa）	284	39	100km 等速油耗（60km/h）（L）	≤4.2
28	点火方式	电控点火	40	排放性能	符合 ECE15—04 法规

（一）发动机电控燃油喷射系统的组成

TJ376Q—E 型发动机电控燃油喷射系统在发动机舱内的布置如图 5-1 所示。

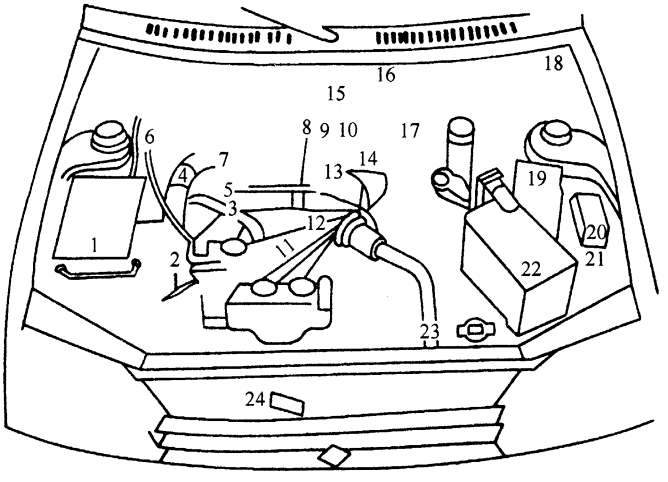


图 5-1　TJ376Q—E 型发动机电控燃油喷射系统在发动机舱内的布置

1-空气滤清器；2-进气软管；3-通风软管；4-节气门体；5-节气门位置传感器；6-节气门拉线；7-动力腔；8-怠速转速控制阀；9-进气压力传感器；10-怠速控制阀；11-燃油分配管；12-喷油器；13-燃油压力调节器；14-分电器；15-怠速控制阀；16-怠速 CO 调节器；17-汽油滤清器；18-诊断插座；19-防冻液储液罐；20-熔断器与继电器盒；21-洗涤器储液罐；22-蓄电池；23-散热器；24-空调冷凝器

TJ376Q—E 型发动机电控燃油喷射系统的组成如图 5-2 所示。根据各部分的功用不同，整个电控系统可分为空气供给系统、燃油供给系统、点火系统和控制系统四个子系统。

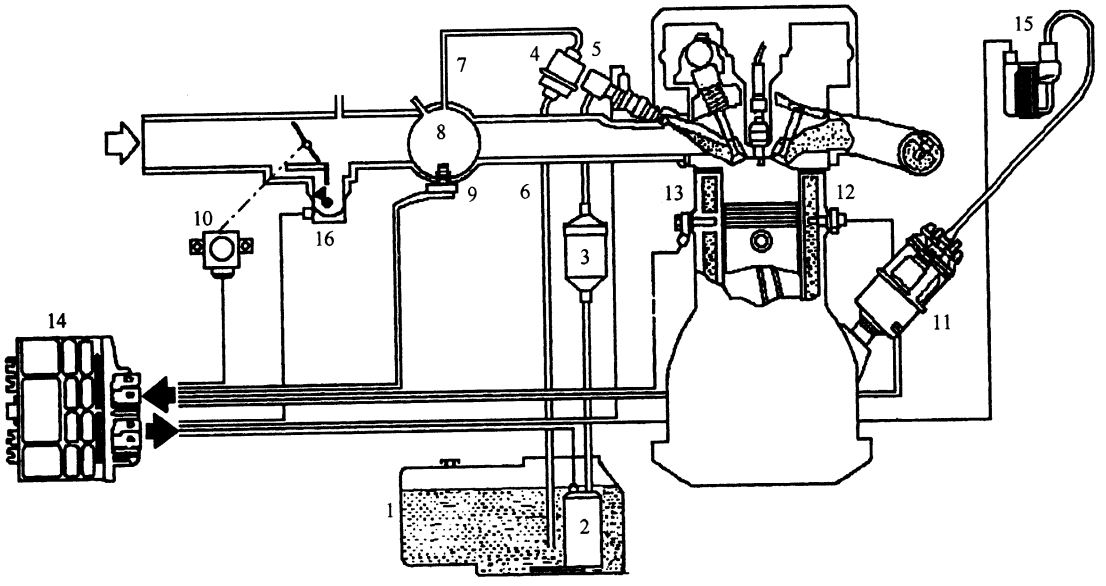


图 5-2　TJ376Q—E 型发动机电控燃油喷射系统的组成

1-燃油箱；2-电动燃油泵；3-燃油滤清器；4-燃油压力调节器；5-电磁喷油器；6-回油管；7-真空管；8-动力腔；9-进气压力传感器；10-节气门位置传感器；11-磁感应式发动机转速与曲轴转角传感器；12-冷却液温度传感器；13-爆震传感器；14-发动机电子控制单元（ECU）；15-点火线圈；16-怠速控制阀

1. 空气供给系统

空气供给系统的功用就是为发动机提供必要的空气，并测量进入气缸的空气量。空气供给系统的组成如图 5-3 所示。发动机工作时，空气经进气口→空气滤清器→进气管→节气门→动力腔→进气歧管→进入发动机气缸。当发动机怠速运转时，空气经进气口→空气滤清器→进气管→节气门一侧旁通空气道→怠速控制阀→动力腔→进气歧管→进入发动机气缸。可见，由于进气道较长，且设有动力腔，因而可利用进气惯性的增压作用来增大进气量，从而提高发动机的动力。

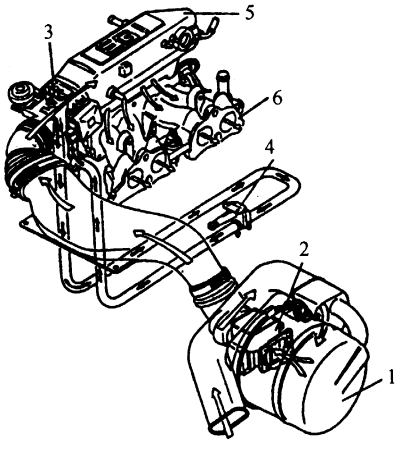


图 5-3　空气供给系统的组成

1-空气滤清器；2-空气流量传感器；3-节气门体；4-怠速控制阀；5-动力腔；6-进气歧管

空气供给系统示意图如图 5-4 所示。

空气经滤清器滤清后，由节气门体流入动力腔并分配给各缸进气歧管。怠速时空气由怠速控制阀控制，经旁通空气道流入动力腔再分配给各个气缸。

进入发动机气缸内的空气量是由电控单元（ECU）通过计算进气压力传感器（安装在动力腔上）测出的进气压力信号和发动机转速传感器测出的曲轴转速信号等求得。

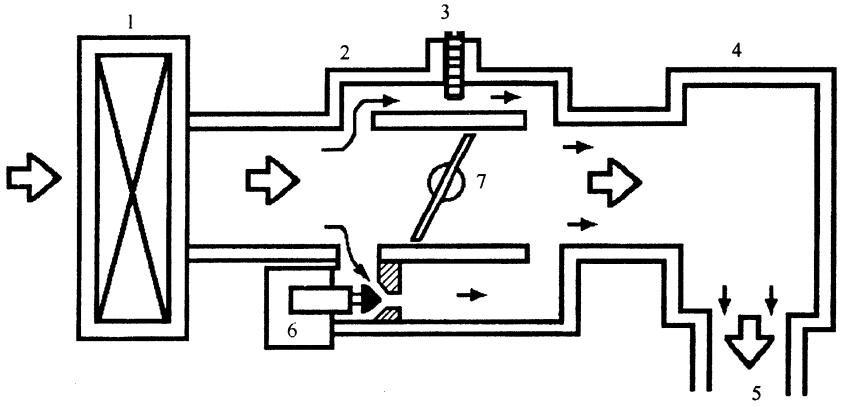


图 5-4　夏利轿车空气供给系统示意图

1-空气滤清器；2-节气门体；3-怠速调整螺钉；4-动力腔；5-进气歧管；6-怠速控制阀；7-节气门

2. 燃油供给系统

燃油供给系统的功用是向发动机各个气缸供给混合气燃烧所需的燃油量。燃油供给系统的组成如图 5-5 所示。发动机工作时，电动燃油泵将油箱内的燃油泵入供油系统，经燃油压力调节器调节（一般控制在约高于进气管负压 284kPa）后，由喷油器喷射在进气门附近，当发动机进气门打开时再吸入气缸。当燃油供给系统的油压超过允许压力时，燃油压力调节器将自动调节油压，并使多余燃油流回油箱。从而保证作用在喷油器上的油压之差基本不变。燃油分配管又称为供油总管或油架。

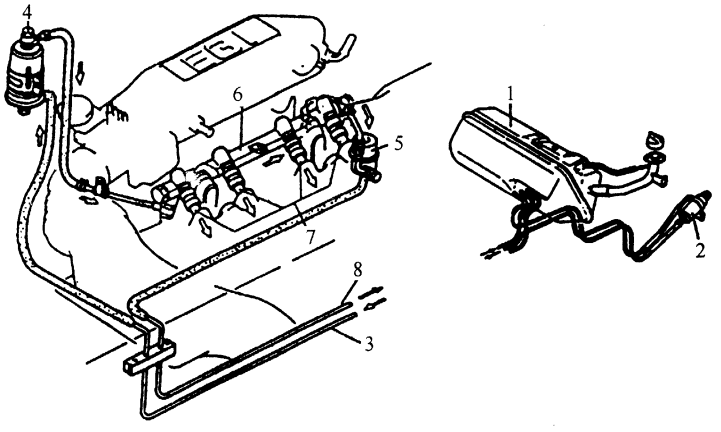


图 5-5　燃油供给系统的组成

1-油箱；2-电动燃油泵；3-输油管；4-滤清器；5-油压调节器；6-燃油分配管 7-电磁喷油器；8-回油管

3. 点火系统

点火系统的功用是适时点燃发动机气缸内的可燃混合气。点火系统主要由电控单元（ECU）、分电器、点火线圈、火花塞及高压线等组成。其中，分电器只有配电器和磁感应式传感器，取消了离心提前装置和真空提前装置，点火提前角由电控单元（ECU）根据进气压力传感器、节气门位置传感器、磁感应式发动机转速传感器和水温传感器等信号进行控制。

点火系统的控制方式是电子控制单元（ECU）根据曲轴位置传感器、节气门位置传感器、

水温传感器和进气压力传感器等检测的发动机转速、转角、负荷和温度等信号，计算出初级线圈通电时间和点火时刻，并根据计算结果控制点火控制器，再由点火控制器控制点火线圈初级绕组电流通路的接通与切断，从而使火花塞跳火适时点燃可燃混合气。

TJ376Q—E 型发动机点火系统为非直接点火系统。由于分火头与分电器盖的旁电极之间必须保留一定间隙，当高压电跳过该间隙时必然产生火花，因此不仅浪费电能，而且还会产生无线电干扰信号。

4. 控制系统

控制系统的功用是采集发动机的工况信号，用以确定最佳喷油量、最佳喷油时刻及最佳点火时刻等。控制系统由传感器、电控单元（ECU）和执行器三部分组成。

传感器是一种信号转换装置，安装在发动机的各个部位，其功用是检测发动机运行状态的各种参数，并将这些参数转换成计算机能够识别的电量信号输入电控单元（ECU）。TJ376Q—E 型发动机电控系统的传感器有进气压力传感器、曲轴位置传感器、冷却液温度传感器、节气门位置传感器、车速传感器等 5 种传感器。电控单元（ECU）是发动机控制的核心部件，安装在驾驶室杂物箱后面，其功用是根据各种传感器送来的信号控制喷油量、喷油时刻和点火时刻等。电子控制单元又称为电子控制器，俗称电脑。在控制系统中，还设有一个 17 端子故障诊断插座和故障报警灯，诊断插座安装在发动机舱熔断器盒旁边，故障报警灯设在组合仪表板上。

执行器主要有电磁喷油器、点火线圈、怠速控制阀、电动燃油泵和油泵继电器等。发动机工作时，节气门位置传感器检测节气门开度，进气压力传感器检测进入气缸的空气量，曲轴位置传感器检测发动机的曲轴转速与转角信号，这三个信号作为决定汽油喷射量的主要信息输入电控单元（ECU），再由 ECU 计算确定基本喷油量。与此同时，ECU 还要根据水温传感器等输入的信息确定辅助喷油量，用以对基本喷油量进行必要的修正，最终确定实际喷油量。当实际喷油量确定后，ECU 再根据曲轴位置传感器输入的曲轴转速、转角和活塞上止点信号，确定最佳喷油时刻和最佳点火时刻，并向各执行器发出指令信号，控制喷油器、点火线圈、怠速控制阀等动作。

（二）传感器的结构原理与检测

1. 进气压力传感器（MAP）的结构原理与检测

进气压力传感器的全称是进气歧管绝对压力传感器，安装在进气系统的动力腔上。其功用是通过检测动力腔内空气压力的变化来反映发动机的进气量，并将其压力的变化转换为电信号，传递给发动机控制单元 ECU。TJ376Q—E 型发动机采用电阻应变计式压力传感器。

（1）进气压力传感器的结构

进气压力传感器一般都与进气温度传感器制成一体，两种传感器配合工作，能较为准确地反映进入发动机气缸的空气质量。传感器的外形结构如图 5-6 所示。TJ376Q—E 型发动机电控系统没有采用进气温度传感器，为了保证控制精度和低温起动性能，控制参数是通过匹配实验来确定。

进气压力传感器的内部结构如图 5-7 所示，主要由硅膜片 1、真空室 2、集成电路 3、滤清器 4 和线束插座等组成。硅膜片是压力转换元件，将外壳分成两个互不相通的腔室。一腔室充注真空，另一腔室导入进气压力。当进气压力变化时，硅膜片将随之产生变形。因为发动机运转时，进气管内的空气压力总是低于大气压力，所以，当进气压力增大时，膜片将产生拱曲，变形量增大；当进气压力减小时，膜片变形量将减小。

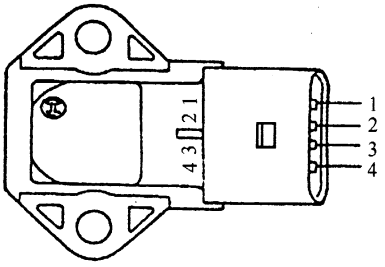
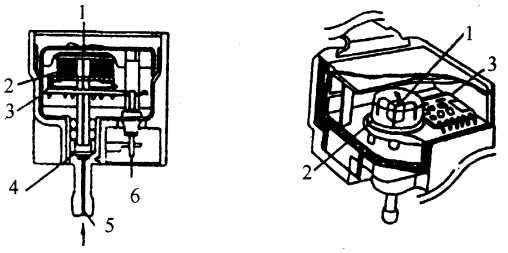


图 5-6　进气压力传感器外形

1-搭铁端子；2-进气温度信号输出端子（备用）3-电源（+5V）端子；4-进气压力信号输出端子



(a)剖面图　　(b)立体图

图 5-7　进气压力传感器的结构

1-硅膜片；2-真空室；3-集成电路；4-滤清器；5-进气口；6-接线端子

进气压力传感器的应变计是将应变电阻扩散做在硅膜片上而构成，如图 5-8 所示。应变电阻的阻值将随硅膜片的变形而发生变化。当进气压力增大使膜片拱曲变形量增大时，应变电阻的长度将伸长，其阻值增大；当进气压力减小使膜片变形量减小时，应变电阻的长度缩短，其阻值减小。

集成电路包括稳压电路和信号放大电路，如图 5-9 所示。稳压电路为传感器提供稳定的电源电压。电阻 R_1、R_2、R_3、R_4 为应变电阻，并连接成桥式电路，以便精确检测应变电阻上电压的变化量；电阻 R_5、R_6、R_7、R_8 和运算放大器 A 组成比例运算放大电路。桥式电路检测的信号经比例运算放大器放大后输出电压 u_0 给 ECU。

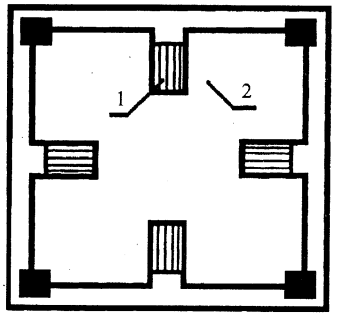


图 5-8　应变电阻与硅膜片

1-应变电阻；2-硅膜片

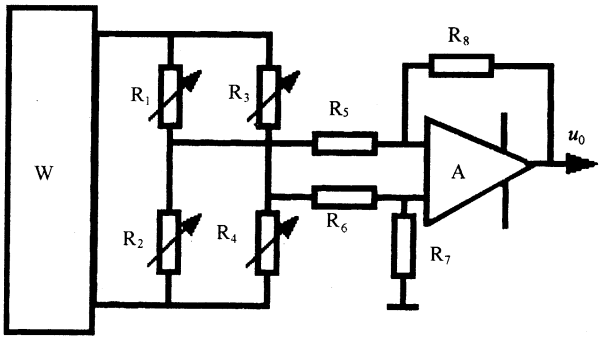


图 5-9　进气压力传感器原理电路

滤清器用于过滤进气中的尘埃或杂质，以免膜片受到腐蚀和赃污而导致传感器失效。进气口一般用软管与节气门至进气歧管之间的进气道连接，因为夏利 TJ7100E 型轿车的进气压力传感器直接安装在动力腔上，进气口直接伸入动力腔内，所以传感器上没有连接软管。

(2) 进气压力传感器的工作原理

当发动机工作时，动力腔内的部分空气经传感器进气口、并经滤清器滤清后作用在硅膜片上，硅膜片将会产生变形，应变电阻的阻值就会发生变化，电桥输出的电压就会随之变化。因为进气压力随进气流量的变化而变化，所以，当节气门开度增大（即进气流量增多）时，空气流通截面增大，气流速度降低，进气压力升高，膜片拱曲的变形量增大，膜片上应变电阻的阻值增

大，传感器输送到电控单元（ECU）的信号电压也升高。反之，当节气门开度由大变小（即进气流量减少）时，空气流通截面减小，气流速度升高，进气压力降低，膜片的变形量减小，应变电阻的阻值减小，传感器输送到电控单元（ECU）的信号电压也降低。此信号将作为计量进入气缸的空气量的主要依据。

由于应变电阻式进气压力传感器的功能部件是硅膜片和应变电阻，其工作参数取决于作用在膜片上的压力，因此传感器安装在气体压力波动较小的动力腔上，从而避免了进气压力产生较大波动对测量精度的影响。

（3）进气压力传感器的检测

打开点火开关，用万用表检测传感器电源端子导线（传感器端子 3 连接的导线）与搭铁端导线（传感器端子 1 连接的导线）之间的电源电压应为 5V 左右；传感器输出端导线（传感器端子 4 连接的导线）与搭铁端导线（传感器端子 1 连接的导线）之间的信号电压应为 3.8～4.2V；起动发动机并怠速运转，检测其信号电压应为 0.8～1.3V；增大节气门开度，信号电压应随节气门开度的增大而升高。若信号电压不符合上述规定，说明传感器失效，应予更换。

2. 曲轴位置传感器（CPS）的结构原理与检测

曲轴位置传感器安装在分电器外壳内，如图 5-10 所示。结构形式为磁感应式，其功用是向发动机电控单元 ECU 提供以下三个信号：

发动机曲轴转速信号；发动机曲轴转角信号；第一缸活塞上止点位置信号。

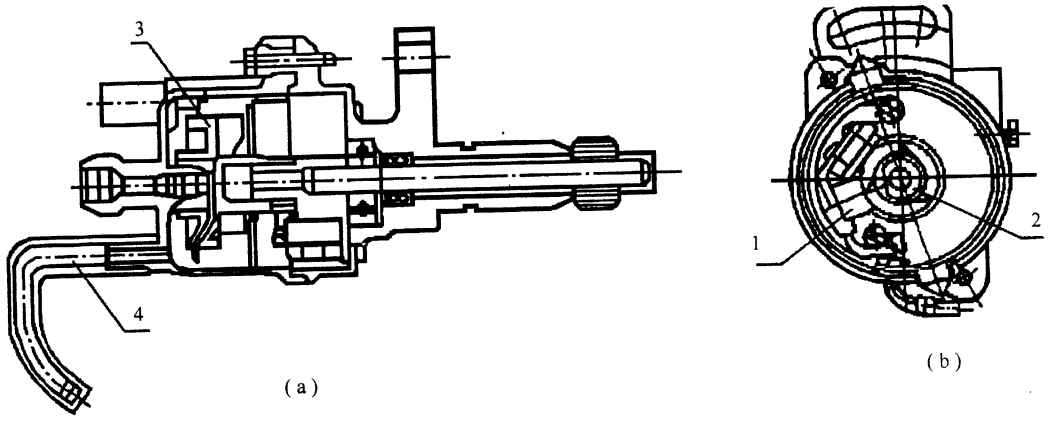


图 5-10　曲轴位置传感器的结构

1-传感器线圈；2-信号转子；3-分火头；4-通风管

（1）曲轴位置传感器的结构

曲轴位置传感器信号转子上设有三个凸齿（凸齿数等于发动机气缸数），套装在分电器轴上并随其旋转，传感器线圈安装在传感器底板上。两个凸齿中心之间间隔 120°分电器轴转角（相当于曲轴转角 240°）。

（2）曲轴位置传感器工作原理

当发动机转动时，配气凸轮轴便通过中间轴驱动分电器轴转动，分电器轴又带动信号转子转动。当信号转子上的凸齿与传感器线圈上的磁头之间的气隙最小时，活塞处于接近上止点，ECU 以此为参照点确定点火时刻。传感器每转一转，传感器线圈向 ECU 输入 3 个脉冲信号。因此，ECU 每接收到 3 个脉冲信号，就可知道发动机曲轴旋转了两转（转角为 720°）。如在一分

钟内 ECU 收到曲轴位置传感器 3 000 个信号，便可以计算出曲轴转速为 2 000r/min；如每分钟接收到 6000 个信号，ECU 便可计算出曲轴转速为 4 000r/min。依次类推，ECU 根据每分钟接收传感器脉冲信号的数量，便能迅速计算出发动机曲轴的转速。

发动机转速信号和负荷信号是电控系统最重要、最基本的控制信号，ECU 根据这两个信号就能计算出以下三个基本控制参数：

基本喷油时间；基本点火提前角；点火导通角（闭合角）。

1）曲轴转角的检测原理

因为传感器信号转子两个凸齿中心之间间隔 120°分电器轴转角，相当于曲轴旋转 240°，所以 ECU 内部分频电路将信号周期进行分频处理，便可得到曲轴转角信号。如将 240°均分成 240 等份，则每一等份所占曲轴转角即为 1°。在电控系统中，ECU 控制喷油时间、点火提前角和点火线圈初级绕组电路接通等参数都是通过控制时间来进行的，因此需要说明曲轴转角与时间的对应关系。例如，当发动机工作在 2 000r/min 时，曲轴位置传感器输入 ECU 为 3 000 个信号周期，每个信号周期所占时间为：60 000ms/3 000＝20ms，每 1°曲轴转角所占时间为 20ms ×1°/240°≈0.083ms。

如果点火提前角为上止点前 30°，相当于点火时间提前 0.083×30＝2.5（ms），那么 ECU 在收到压缩上止点前一个信号上沿后 17.5ms（20ms－2.5ms＝17.5ms）时刻，就会向点火控制器发出指令，切断初级绕组电路，使次级绕组产生高压电在火花塞电极之间跳火点燃可燃混合气，从而实现点火提前角为 30°点火。

2）第一缸上止点位置的确定

电控系统第一缸活塞上止点位置的确定方法与非电控系统相同，都是根据配气凸轮轴、中间传动轴和分电器的安装位置确定，因此在装配发动机和分电器时，必须按照说明书规定，将各个正时标记对齐进行装配。

（3）曲轴位置传感器的检测

用万用表检测信号线圈电阻。关闭点火开关，拔下传感器连接器插头，检测插座上各端子之间电阻值，应符合规定值。否则应予以修理或更换曲轴位置传感器。

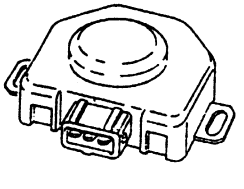
3. 节气门位置传感器（TPS）的结构原理与检测

节气门位置传感器安装在节气门轴一端。其功用是将节气门开度的变化转变为电信号送给 ECU，ECU 可根据此信号判别发动机的工况：如怠速工况、部分负荷工况、大负荷工况等。并根据发动机不同工况对混合气浓度的需求来控制喷油时间。TJ376Q—E 型发动机上采用触点开关式节气门位置传感器。

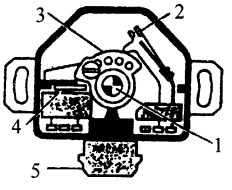
（1）节气门位置传感器的结构及原理

触点开关式节气门位置传感器的结构如图 5-11 所示。主要由节气门轴、凸台、怠速触点（IDL）和接线插座等组成。

传感器的输出特性如图 5-12 所示。当节气门关闭时，怠速触点 IDL 断开，输出端子输出的信号为低电平“0”。ECU 接收到低电平信号时，还需要根据车速信号判定发动机工况。如果此时车速传感器提供的信号表示车速为零，那么 ECU 便可判定发动机为怠速工况，从而控制喷油器增加喷油量，保证发动机怠速转速稳定而不致熄火；如果此时车速传感器提供的信号表示车速不为零，那么 ECU 便可判定发动机为减速工况，从而控制喷油器减少喷油量或不喷油，以便提高经济性。



(a)外形图



(b)结构图

图 5-11　触点开关式 TPS 的结构

1-节气门轴;2-怠速触点;3-凸台;4-功率触点 PWS（备用）;
5-接线插座

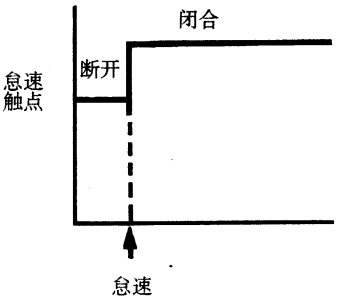


图 5-12　触点开关式 TPS 的输出特性

当节气门开度增大时,凸台随节气门轴转动,怠速触点 IDL 自动闭合,传感器输出信号为高电平“1”,ECU 接收到高电平信号时,便可判定发动机处于部分负荷工况运行,此时 ECU 主要根据进气压力信号计算确定喷油量,主要保证发动机的经济性和排放性能。发动机大负荷运行状态由 ECU 根据进气压力传感器和曲轴位置传感器提供的转速信号确定。

(2) 节气门位置传感器检修

节气门位置传感器可用万用表测量传感器信号输出端子的输出电压和触点接触电阻进行判断。触点接触电阻应小于 0.5Ω,如阻值过大,说明触点烧蚀而接触不良,应予修磨或更换传感器。

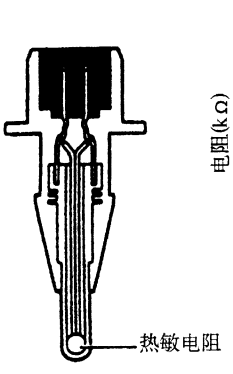
4. 冷却液温度传感器（CTS）的结构原理与检测

TJ376Q—E 型发动机电控系统的冷却液温度传感器与组合仪表的冷却温度传感器制做在一起,称为复合式热敏电阻型传感器,安装在进气歧管附近的水套上,其功用是检测发动机冷却液的温度,并将温度信号变换为电信号传送给 ECU。ECU 根据发动机的温度信号修正喷油时间,从而获得浓度较为合适的混合气。

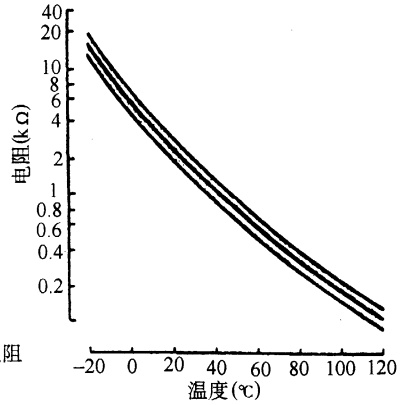
(1) 冷却液温度传感器的结构原理

冷却液温度传感器的结构及输出特性如图 5-13 所示。

冷却液温度传感器是一个负温系数热敏电阻。当冷却液温度升高时,传感器电阻的阻值将降低;反之,当冷却液温度降低时,传感器的阻值将升高,其阻值随温度变化的关系如表 5-2



(a)结构形状



(b)输出特征

图 5-13　冷却液温度传感器 CPS 结构与输出特性

所示。当传感器热敏电阻的阻值变化时，传感器向 ECU 输出的信号电压随之变化。

表 5-2　温度传感器阻值与温度的关系

温度（℃）	阻值（Ω）	温度（℃）	阻值（Ω）
−20	14 000～20 000	50	720～1 000
0	5 000～6 500	60	530～650
10	3 300～4 200	70	380～480
20	2 200～2 700	80	280～350
30	1 400～1 900	90	210～280
40	1 000～1 400	100	170～200

（2）冷却液温度传感器的检修

温度传感器可用万用表进行检测。检测时，关闭点火开关，拔下温度传感器插头，检测传感器插座两端子之间的电阻值。因为其电阻值大小与环境温度有关，具体阻值应当符合表 5-2 规定。如阻值过大、过小，说明传感器失效，应予更换。

5. 车速传感器（VSS）

车速传感器安装在里程表内，结构如图 5-14 所示。车速传感器由套装在里程表轴上的 圆形磁体和舌簧开关组成。磁体上有 4 个磁极，并随里程表软轴一同转动。软轴转一圈，舌簧开关通断 4 次，向 ECU 输入 4 个脉冲信号。ECU 由此计算出汽车行驶速度。

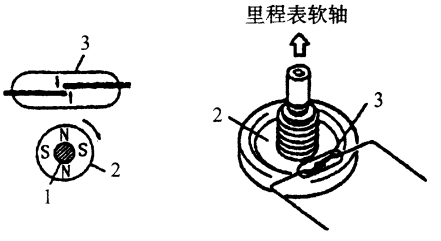


图 5-14　车速传感器（VSS）

1-里程表软轴；2-圆形磁体；3-舌簧开关

（三）执行器的结构原理与检修

1. 电动燃油泵的结构原理与检修

TJ376Q—E 型发动机电动燃油泵安装在燃油箱内，其功用是为喷油器提供油压高于进气压力约为 280～290kPa 的燃油。因为燃油是从油箱内泵出，经压缩或动量转换将油压提高后，经输油管送到喷油器，所以油泵的最高输出油压为 441～588kPa，其供油量比发动机最大耗油量要大得多，多余的燃油将从回油管返回油箱。

（1）电动燃油泵的结构

电动燃油泵的结构如图 5-15 所示。主要由永磁式直流电动机、油泵、限压阀、单向阀和泵壳组成。电动机由永久磁铁、电枢、换向器和电刷等组成。

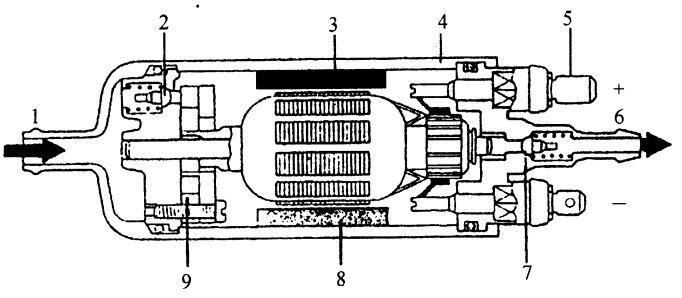


图 5-15　电动燃油泵的结构

1-进油口；2-限压阀；3-电枢；4-泵壳；5-接线插头；6-出油口；7-单向阀；8-永久磁铁；9-泵体

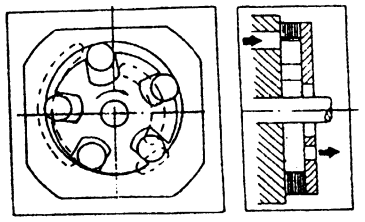


图 5-16　滚柱泵的结构与原理

TJ376Q—E 型发动机采用滚柱式油泵或叶片式油泵。滚柱泵的结构如图 5-16 所示。滚柱泵主要由泵转子、泵体和滚柱组成。电动机的电枢轴较长，泵转子偏心地压装在电枢轴上，随电动机一同转动。泵转子周围制做有凹槽，滚柱安放在凹槽与泵体之间。泵体用螺钉固定在一起，安放在泵壳内。

（2）电动燃油泵工作原理

滚柱式电动燃油泵的工作原理是利用容积变化来输送燃油。当打开点火开关时，直流电动机通电转动，泵转子便随电动机一同转动。当泵转子旋转时，转子凹槽内的滚柱在离心力的作用下，紧压在泵体内表面上滑转，在每两个相邻滚柱之间便形成一个密封的腔室。由于泵转子偏心安装在电枢轴上，因此在泵转子运转过程中，泵体进油口处腔室的容积不断增大，形成低压油腔，将燃油吸入泵体。而泵体出油口处腔室的容积不断减小，形成高压油腔，从而将油压出泵体。燃油流经电动机电枢表面，使电枢得到冷却。当电枢周围泵壳内的燃油增多油压高于油泵出油口处单向阀弹簧的弹力时，燃油便从出油口流出，再经输油管输送到喷油器。

当油泵停止工作时，在油泵出口单向阀处弹簧的作用下，单向阀将阻止燃油回流，使供油系统中燃油保持一定的残余压力，以便发动机再次起动。

当油泵中的燃油压力超过规定值时，油压克服泵体上限压阀弹簧的张力，限压阀被顶开，部分燃油返回到进油口一侧，使油压不致过高而损坏油泵。

点火开关一旦打开，电动燃油泵就会工作 1s。当发动机转速大于 30r/min 时，电动燃油泵就会连续运转。当发动机转速低于 30r/min 时，即使点火开关接通，电动燃油泵也不会转动。

滚柱式电动燃油泵泵油压力脉动大、运转噪声大、使用寿命短。目前，多采用平板叶片式电动燃油泵，其结构与滚柱式电动燃油泵相似，如图 5-17 所示。

平板叶片式电动燃油泵简称叶片泵。叶片泵与滚柱泵有所不同的是其转子是一块圆形平板，在平板的圆周上制有小槽，叶片上的小槽与泵体之间的空间便形成泵油空间。

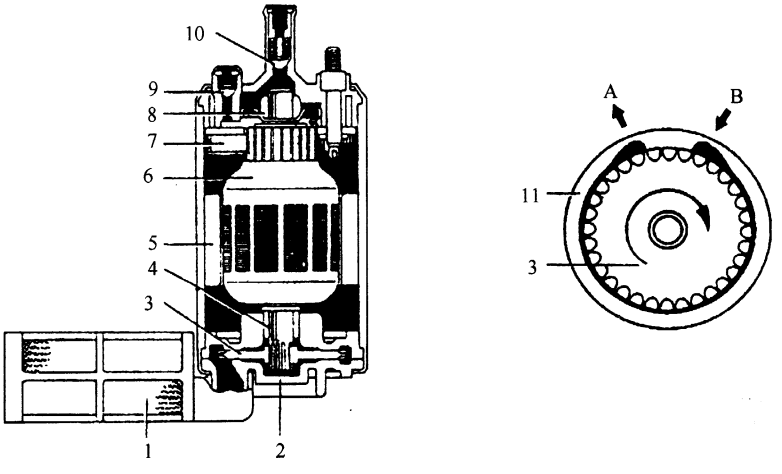


图 5-17　叶片泵的结构与原理

1-滤网；2-橡胶缓冲垫；3-转子；4、8-轴承；5-永磁磁极；6-电枢；7-电刷；9-限压阀；10-单向阀；11-泵体；A-出油口；B-进油口

当油泵电机运转时，电机轴带动泵转子一同旋转。由于转子转速较高，因此在叶片小槽与泵体进油口之间就会产生真空。当叶片小槽转到进油口 B 处时，在真空吸力的作用下，燃油就被吸入进油口；当叶片小槽转到油泵出油口 A 处时，在离心力和燃油压力的作用下，燃油便从出油口流出。叶片泵出燃油越多，电机壳体内的燃油压力也就提高。当油压超过油泵单向阀弹簧的张力时，单向阀阀门打开，燃油便从单向阀经输油管输送到供油总管和喷油器。

叶片泵的突出优点是：泵油压力高（可达 600kPa 以上）、出油压力脉动小、运转噪声小、转子无磨损、使用寿命长。

（3）电动燃油泵的检测

电动燃油泵发生故障时，ECU 检测不到故障信息。当蓄电池电压正常，打开点火开关，在汽车尾部应能听到油泵转动约 1s 的声音。如听不到燃油泵的转动声，则关闭点火开关，检查燃油泵熔断器（EFI2，15A）。如熔断器良好，则检查油泵继电器和主继电器。如继电器良好，则打开点火开关，检测油箱上燃油泵插头的电源电压。如电压正常，说明燃油泵有故障，可直接将蓄电池加到油箱插座上进行试验检测。

燃油泵在使用中，必须注意以下两点：

1）旧油泵不能干试。当油泵拆下后，由于泵壳内剩余有燃油，因此在通电试验时，一旦电刷与换向器接触不良，就会产生火花引燃泵壳内燃油而引起爆炸。

2）新油泵也不能干试。由于油泵电机密封在泵壳内，当干试时，通电产生的热量无法散出，电枢过热将会烧坏，因此必须将油泵浸泡于燃油中进行试验。

2. 燃油滤清器的结构与检修

燃油滤清器安放在燃油泵出口一侧的高压油路中，其功用是过滤燃油中的氧化铁、油泥等固体杂质，延长喷油器的使用寿命。

（1）燃油滤清器的结构原理

燃油滤清器的结构如图 5-18 所示。主要由进、出油口、纸质滤心、滤网和铝合金壳体组成。滤纸的平均孔径为 10μm，滤心制成菊花形结构，具有单位体积过滤面积大的优点，由于滤清器内部经常受到 280～290kPa 燃油压力的作用，因此要求滤纸的耐压强度应在 540kPa 以上。

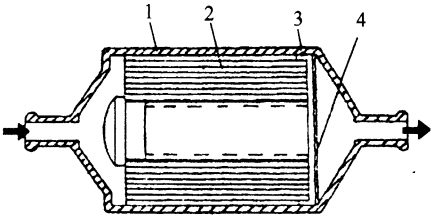


图 5-18　汽油滤清器的结构

1-铝合金外壳；2-纸质滤心；3-支撑板；4-滤网

发动机工作时，燃油从滤清器进油口进入滤心，过滤后的燃油从油口流入输油管。

（2）燃油滤清器的检修

汽油滤清器堵塞后，将使油压降低，输油量减小，发动机启动困难，动力性降低等等。所以应按要求（汽车每行驶 7 500km）更换滤清器。

3. 燃油分配管

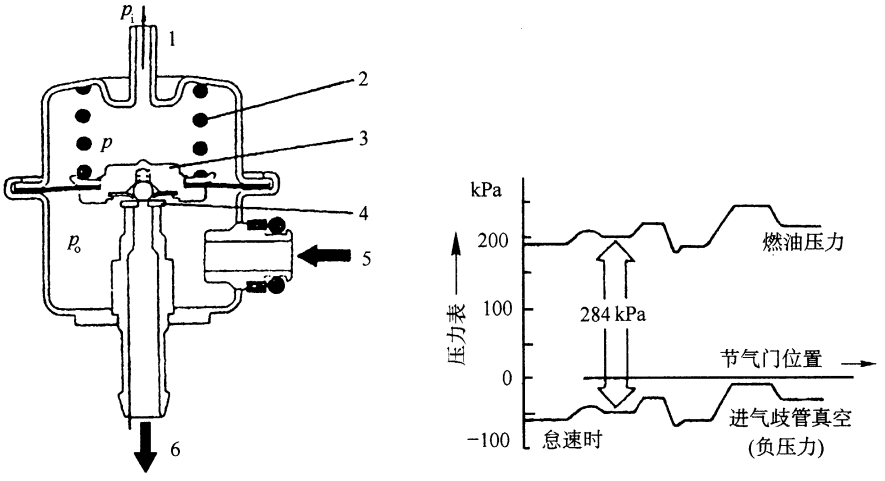
燃油分配管安装在发动机进气岐管上部，其功用是固定喷油器和油压调节器，并将燃油等压地分配给各个喷油器。

4. 油压调节器的结构原理与检修

油压调节器安装在燃油分配管的一端，其功用是调整供油系统的油压和缓冲油泵供油时产生的压力脉动和喷油器断续喷油引起的压力波动。

（1）油压调节器的结构

油压调节器的结构如图 5-19 所示。



(a)油压调节器的结构　　(b)输出特征

图 5-19　油压调节器的结构及其输出特性

1-进气真空管接头;2-弹簧;3-阀体;4-阀门;5-进油口;6-回油口

油压调节器主要由弹簧、阀体、阀门和铝合金壳体组成。阀体固定在金属膜片上,阀体与阀门之间安装有一个球阀,球阀与阀体之间设有一个弹簧,在弹簧张力作用下使球阀与阀门保持关闭。在铝合金壳体上,设有油管接头和真空管接头,进油口接头与燃油分配管连接,回油口接头经回油管与油箱相通,真空管接头与进气歧管连接。

(2) 油压调节器工作原理

供油系统的燃油从油压调节器进油口进入调节器油腔,燃油压力作用到与阀体相连的膜片上。当燃油压力升高超过弹簧张力时,油压推动膜片向上拱曲,阀门打开,部分燃油将从回油口流回油箱,从而保证供油系统油压维持在一定值。

在油压调节器上接有一根真空管,通过该真空管将发动机进气歧管的真空度引入油压调节器的真空室,从而保证喷油压力不受进气歧管真空度的影响。

(3) 油压调节器的检修

1) 检查供油系统的油压

将油压表连接到燃油分配管进油口处,起动发动机并怠速运转,此时油压表压力应为 230kPa;当突然增大节气门开度时,油压表压力应短时增大到 279kPa 左右;当拔下油压调节器上的真空管时,油压表压力必须升高到 284kPa 左右;如果油压不符合上述规定,则应更换油压调节器。

2) 检查供油系统的密封性能和保持压力能力

起动发动机并怠速运转,使油压表压力达到正常值后,关闭点火开关,等待 10min 后,油压表压力必须维持在正常值。

如果油压表压力低于正常值,则再次起动发动机并怠速运转使其达到正常值后,关闭点火开关,并用钳子夹住回油管,同时观察油压表压力,等待 10min 后,若压力低于正常值,说明输油管、喷油器有泄漏或汽油泵单向阀有故障,应逐项进行检修。

5. 电磁喷油器的结构原理与检修

电磁喷油器的功用是根据发动机 ECU 送来的喷油脉冲信号，将计量精确的燃油喷入进气歧管中进气门附近。TJ376Q—E 型发动机电控燃油喷射系统采用轴针式电磁喷油器，其线圈电阻为 8Ω。

（1）电磁喷油器的结构

电磁喷油器的结构如图 5-20 所示。

电磁喷油器安装在燃油分配管上，主要由燃油滤网、线束插座、电磁线圈、针阀阀体、针阀阀座、复位弹簧及 O 形密封圈等组成。O 形密封圈 1 防止燃油泄漏，O 形密封圈 7 防止漏气。轴针与针阀阀体制成一体，平时靠弹簧作用使轴针与阀座结合将针阀关闭。

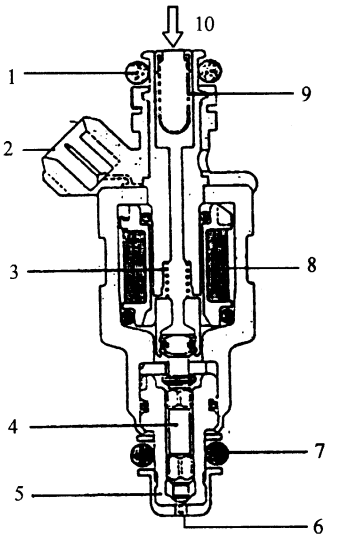


图 5-20　电磁喷油器的结构

1-O 形密封圈；2-线束插座；3-复位弹簧；4-针阀阀体；5-针阀阀座；6-轴针；7-O 形密封圈；8-电磁线圈；9-燃油滤网；10-进油口

（2）电磁喷油器工作原理

当电磁喷油器线圈通电时，产生的电磁吸力吸动针阀阀体克服弹簧张力将阀门打开，燃油以较高的压力从喷孔喷出。当电磁喷油器线圈断电后，电磁吸力消失，针阀阀体在弹簧张力作用下复位，将阀门关闭，喷油器停止喷油。

（3）电磁喷油器的检修

发动机出现工作不正常，当怀疑电磁喷油器出现故障时，可做如下检查：

用万用表检测电磁喷油器线圈的电阻值。拔下喷油器上的两端子线束插头，检测喷油器上的两端子之间的电阻值应为 8Ω。若电阻值为无穷大，说明线圈已断路，应予更换喷油器。

用万用表检测电磁喷油器电源电压。拔下喷油器上的两端子线束插头，打开点火开关，用万用表测量线束插头上两端子间的电压，高电压应为 12V。若电压均为零，说明电源电路有故障，首先应检查燃油泵继电器。

检测电磁喷油器脉冲。拔下喷油器上的两端子线束插头，在两端子之间串接一只发光二极管和一只 510Ω/0.25W 电阻。起动发动机时，发光二极管应当闪烁。若发光二极管不闪烁或不发光，说明电源电路、燃油泵继电器或 ECU 有故障。

6. 怠速控制阀的结构原理与检修

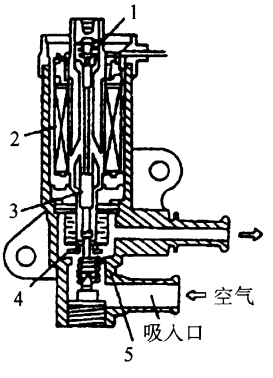


图 5-21　怠速控制阀的结构

1-复位弹簧；2-电磁线圈；3-阀心；4-阀门；5-阀座

怠速控制阀安装在发动机进气管道上，其功用是通过控制旁通空气道的进气量来调整发动机怠速转速。

（1）怠速控制阀的结构

TJ376Q—E 型发动机采用比例电磁阀式怠速控制阀，其结构如图 5-21 所示。

怠速控制阀主要由电磁线圈、复位弹簧、阀心、阀门、阀座、进气口、出气口等组成。进气口与节气门前端的进气道相通，出气口与节气门后端的进气道相通。

（2）怠速控制阀的工作原理

当电磁线圈通电时，产生的电磁吸力吸动阀心克服复位弹簧的张力向上运动，带动阀门离开阀座，使旁通空气道打开。当电磁线圈断电时，电磁吸力消失，阀门在复位弹簧的作用下复位，使旁

通空气道关闭。旁通空气道截面开度的大小，主要取决于电磁线圈通电时间。通电时间长，电磁线圈平均电流就大，旁通空气道打开截面就大，旁通进气量就多，怠速转速将升高。

(3) 怠速控制阀的检查

当怠速控制阀出现故障时，便处于一个固定的位置，使发动机怠速转速将上升到 1 000 r/min左右而保持不变。检查电磁阀时，可用万用表检测控制阀线圈的电阻来判断电磁阀有无故障。

(四) 电子控制单元及主要继电器

1. 电子控制单元 (ECU)

电子控单制元 (ECU) 安装在仪表板工具箱部位，由输入、输出通道和微型计算机及其外围电路构成。点火控制器与 ECU 制成一体。传感器将信号经输入通道传递给 ECU，ECU 进行运算、处理，再将最终结果转化成指令经输出通道传递给执行器执行。

电子控制单元 (ECU) 相连接电路如图 5-22 所示。电子控制单元 (ECU) 接线插座如图 5-23 所示。电子控制单元 (ECU) 接线插座连接端子符号及相应的含义如表 5-3 所示。

表 5-3 ECU 接线插座连接端子符号及其含义

编 号	端子符号	连 接 端	编 号	端子符号	连 接 端
1	AUX	怠速 CO 调节器输入端	32	E02	点火系搭铁
4	T	检查端子信号	33	E11	前围线束搭铁
5	SPD	车速传感器	34	SIO	故障诊断
7	STA	起动信号	40	DSW2	电气负荷 2 开关信号
8	DSW1	电气负荷 1，开关信号	41	DSW3	电气负荷 3 开关信号
12	VCC	传感器电源	43	FC2	汽油泵继电器
13	PIM	进气歧管绝对压力传感器	49	IDL	怠速开关信号
14	E21	进气歧管绝对压力传感器搭铁	51	AUX2	空调开关接通信号
15	THW	水温传感器	52	E1	运算系统搭铁
16	E2	传感器搭铁	53	+B2	ECU 电源 2
18	N+	转速及曲轴转角传感器 (+)	54	(PST)	动力转向
19	N−	转速及曲轴转角传感器 (−)	57	MGC	电磁离合器
20	+B1	ECU 电源 1	58	VF	空燃比监视器
21	BAT	后备电源	59	(VSV2)	怠速控制阀
25	ACUP	怠速控制阀	60	VSV1	怠速控制阀
26	W	故障报警灯	63	#10	喷油器
28	FAN	冷却风扇电动机	64	E01	电源系统搭铁
30	IG	点火线圈			

注：25、54、59 端子为预留端子

2. 继电器

(1) 主继电器

主继电器用来防止电源杂波和电源电压脉动时对电控燃油喷射系统零件产生的影响。它具有一对触点和电磁铁机构，常态下触点张开。当点火开关打开后，电磁铁机构产生吸力，触点闭合，蓄电池向电控单元供电。

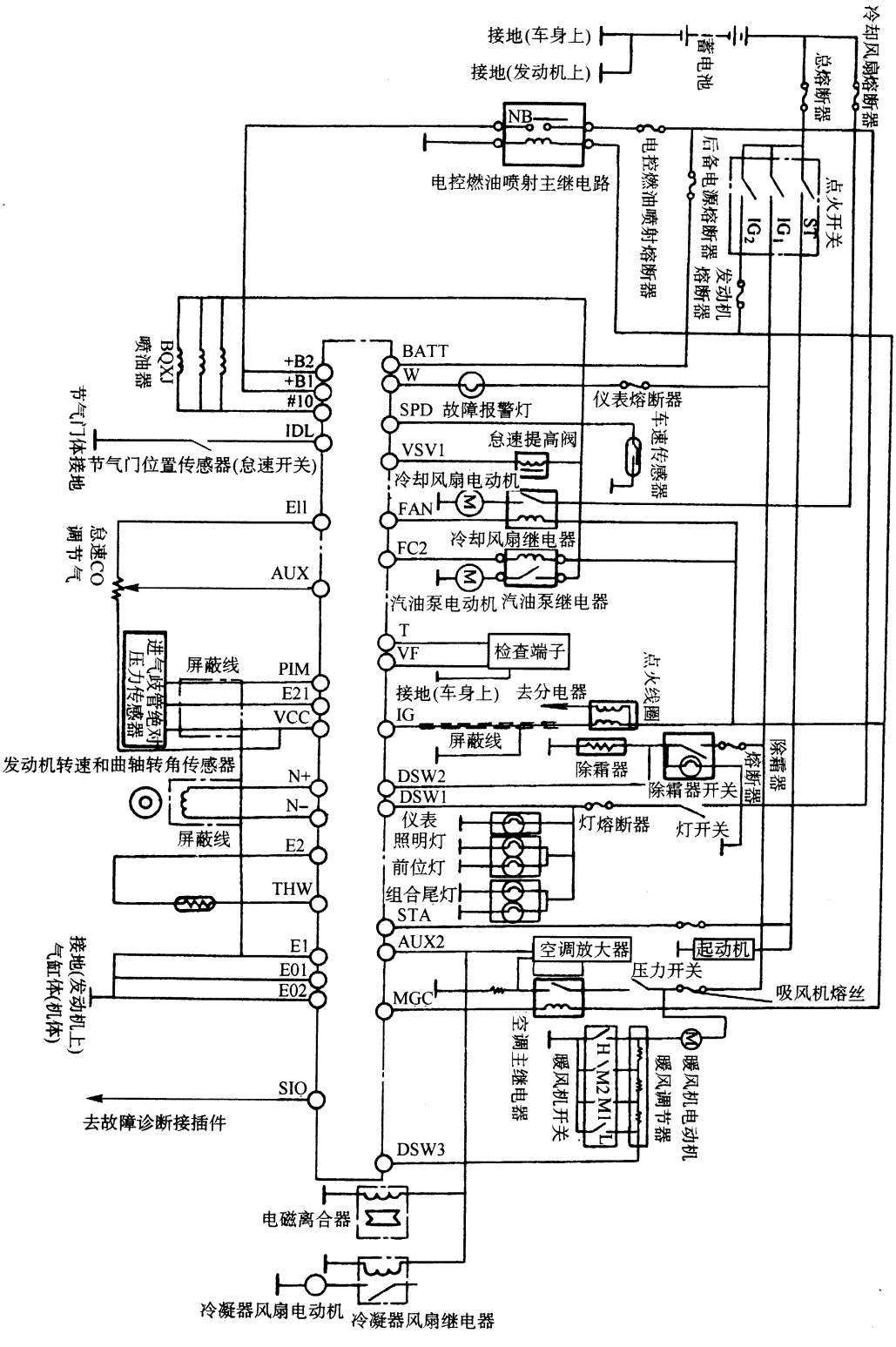


图 3.22 电子控制单元(ECU)及其连接电路

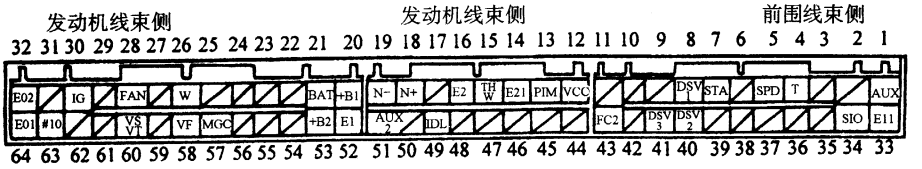


图 5-23　电子控制单元（ECU）接线插座

（2）燃油泵继电器

燃油泵继电器用来保证只有在发动机运转时才接通燃油泵电源，使燃油泵工作。控制电路如图 5-24 所示。

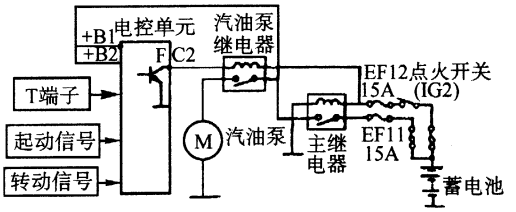


图 5-24　汽油泵继电器控制电路

当发动机起动或正常运转时，有转速信号输入到 ECU，ECU 将通过内部搭铁使燃油泵继电器线圈通电，使触点闭合，从而接通燃油泵电源，使燃油泵工作。一旦因某种原因导致发动机停机，ECU 将因接收不到转速信号而将继电器线圈电路切断，使触点张开，切断燃油泵电源，从而保证了只有发动机运转时才使燃油泵通电工作。

（3）空调继电器

空调继电器用来在汽车急加速瞬间切断空调电路数秒钟，以减轻发动机负荷，提高加速性能。空调继电器控制电路如图 5-25 所示。

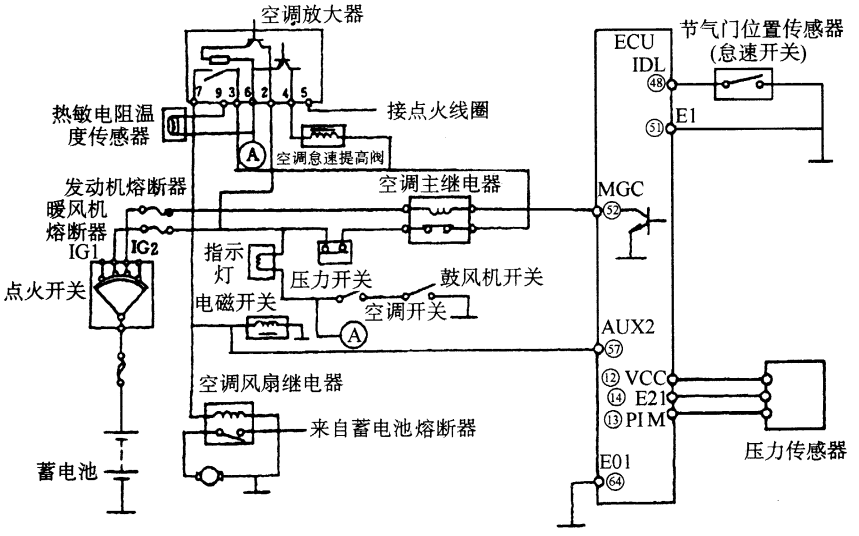


图 5-25　空调继电器控制电路

空调主继电器触点常闭。当 ECU 接到下列任何一种状态信号时，MGC 端子便经 ECU 内部直接搭铁，使空调主继电器线圈通电触点张开，从而切断空调系统电路。

1）怠速状态下起步加速时。怠速开关从断开（OFF）转为接通（ON），且对应转速下的进气歧管压力达到规定值；

2）超车加速时。进气歧管压力大于规定值，且进气歧管压力变化率大于规定值。空调电

路仅切断数秒钟，以增大发动机加速动力，数秒钟后又自动接通空调电路。

（4）冷却风扇继电器

冷却风扇继电器用来控制散热器冷却风扇电机电源电路的通断，进而控制冷却风扇电机的工作时机。冷却风扇继电器的控制电路如图 5-26 所示。

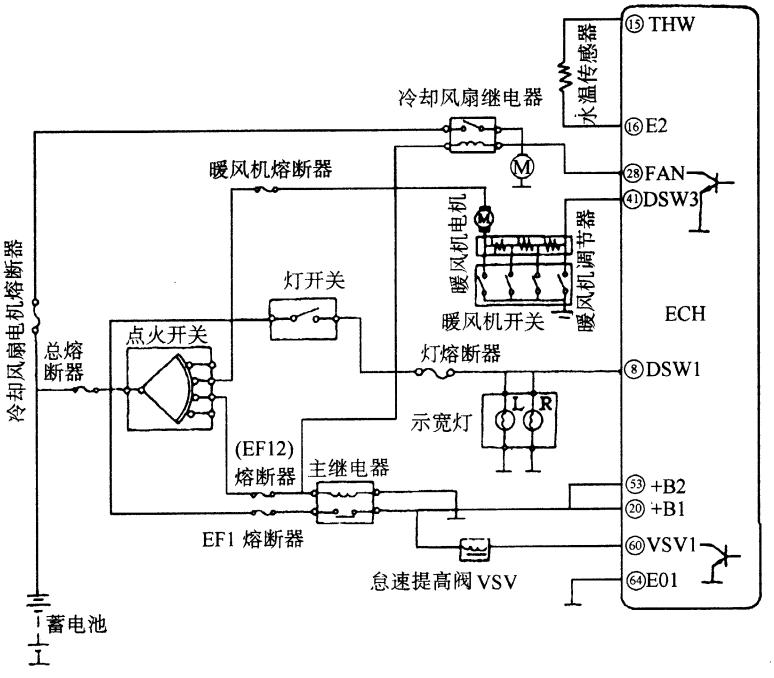


图 5-26　冷却风扇继电器控制电路

发动机工作中，当冷却液温度低于规定温度时，ECU 便使其端子 FAN 经内部电路断开，使冷却风扇继电器线圈断电触点张开，从而使散热器冷却风扇电机停止工作。

（五）有关部位的调整

1. 怠速转速的调整

（1）调整条件

1）节气门要保证全开。

2）发动机工作温度要达到正常温度，可以观察到散热器冷却风扇电机开始转动。

3）怠速提高阀应关闭。

4）空调器不工作。

（2）调整方法

取下节气门体怠速调整螺钉孔上的胶塞，用十字形螺丝刀转动怠速调整螺钉调整怠速转速，其值应为 800r/min 左右。

2. 怠速排放的调整

（1）调整条件

与调整怠速时的条件相同。

（2）调整方法

用一个专用工具套住如图 5-27 上的调节轴，左右转动即可调整怠速排放值。调整后的怠速排放值应符合规定（体积浓度）：CO＜5%；HC 为 700×10^{-6}。

3. 初始点火提前角的调整

（1）调整条件

1）将诊断座中的 T 端子搭铁短路如图 5-28 所示。

2）使节气门全闭。

3）发动机达到正常工作温度，转速稳定在（700～1000）r/min

（2）调整方法

松开分电器固定螺栓，手持分电器外壳左右转动，使初始点火提前角达到规定值（上止点前 5°±2°）。用正时灯检查时，飞轮上对中记号应对准指示片窗口如图 5-29 所示。

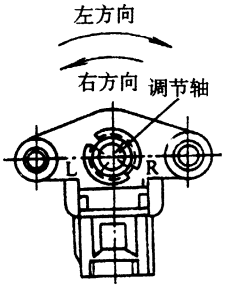


图 5-27　怠速排放的调整

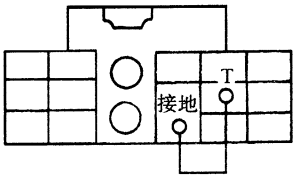


图 5-28　诊断座中的 T 端子搭铁短路

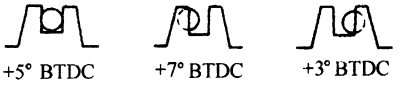


图 5-29　初始点火提前角的调整

二、8A—FE 型发动机电子控制燃油喷射系统

8A—FE 型四缸电控燃油喷射发动机，首装于 TJ7131U、TJ7131UL 轿车上。2000 年又作为夏利 2000（TJ7136 系列）首选发动机而被应用在夏利 2000 型轿车上。该发动机采用闭环电控燃油喷射系统和三元催化转换器，具有结紧凑、体积小、动力性强及低油耗、低噪声等特点。

8A—FE 型发动机主要技术规格如表 5-4 所示。

表 5-4　8A—FE 型发动机主要技术规格

序　号	项　　目	技　术　规　格
1	怠速排放 CO	10%～20%
2	气缸压力 各缸间压力差	1.370MPa（250r/min） 0.098MPa
3	气门脚间隙	0.15～0.25mm（冷态　进气门） 0.25～0.35mm（冷态　排气门）
4	点火正时	怠速，上止点前 10°（TE1 和 E1 端子相连）
5	怠速转速	700±50（r/min）
6	燃油压力	265～304kPa
7	润滑油压力	≥49kPa/怠速；≥294～539kPa/3 000r/min
8	气缸直径	78.700～78.710mm（标准）
9	活塞直径	78.615～78.625mm（标准）
10	点火顺序	1—3—4—2
11	火花塞间隙	0.8mm

8A—FE 型发动机电控燃油喷射系统的组成如图 5-30 所示。根据各部分的功用不同，整个电控系统仍分为空气供给系统、燃油供给系统、点火系统和控制系统四个子系统。

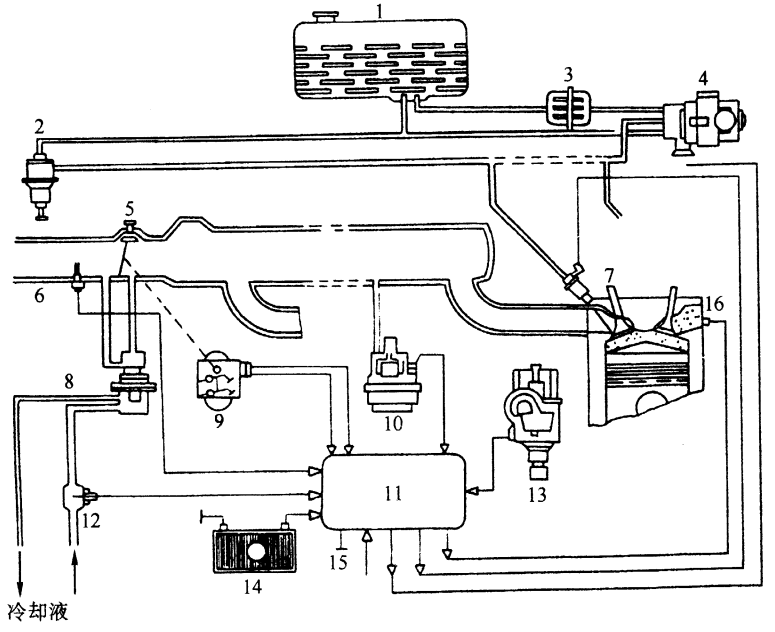


图 5-30　8A—FE 型发动机电控燃油喷射系统的组成

1-燃油箱；2-燃油压力调节器；3-燃油滤清器；4-电动燃油泵；5-怠速调整螺钉；6-进气温度传感器；7-喷油器；8-怠速控制阀；9-节气门位置传感器；10-进气压力传感器；11-电控单元（ECU）；12-冷却液温度传感器；13-分电器；14-蓄电池；15-起动开关；16-氧传感器

8A—FE 型发动机电控燃油喷射系统的各个子系统的功用、组成完全与 TJ376Q—E 型发动机电控燃油喷射系统相同，不再赘述。下面将重点介绍 8A—FE 型发动机电控燃油喷射系统与 TJ376Q—E 型发动机电控燃油喷射系统中使用的传感器、执行器的主要区别及其特点。

（一）传感器

8A—FE 型发动机电控燃油喷射系统所用的主要传感器有：进气压力传感器、曲轴位置传感器、节气门位置传感器、冷却液温度传感器、车速传感器、爆震传感器、氧传感器。

1. 进气压力传感器

进气压力传感器为膜盒式，其结构和工作原理如图 5-31 所示。

膜盒式进气压力传感器内有一个密封的弹性膜盒，膜盒中间保持真空，膜盒周围的气室与发动机进气歧管相通。膜盒下端固装一拉杆，通过拉杆驱动一触片在碳膜电阻上滑动。当进气歧管进气压力变化时，膜盒将随之收缩或扩张，通过拉杆驱动触片便将进气歧管进气压力的变化转变为电阻阻值的变化，从而产生信号电压的变化。将其信号电压送至电控单元（ECU），便可获知进气量。

2. 节气门位置传感器

节气门位置传感器是一个线性电位计。它由一对怠速触点和一个碳膜电位计组成，其结构和工作原理如图 5-32 所示。

电位计的滑动触片由节气门轴驱动，在不同的节气门开度下，滑动触片将处于碳膜电阻的不同位置，使其输出信号电压发生改变。将其随节气门开度线性变化的电压信号送至电控单元

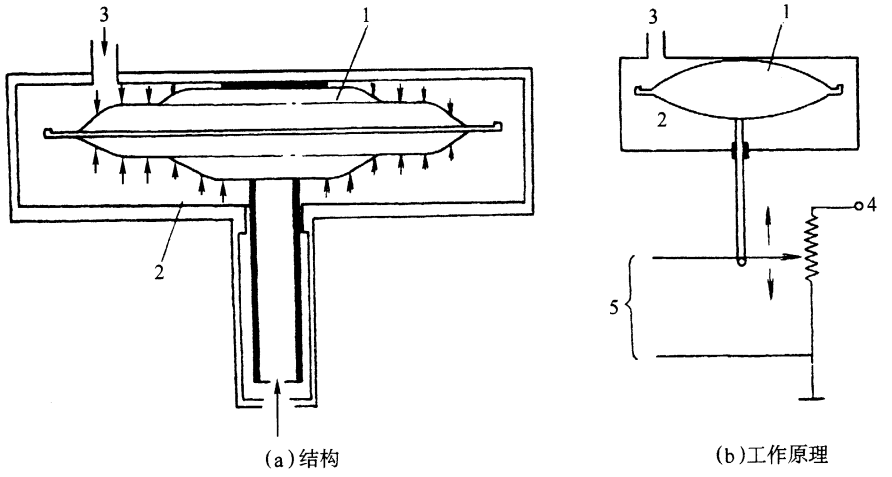


图 5-31　膜盒式进气压力传感器的结构和工作原理

1-膜盒;2-气室;3-接进气歧管;4-基准电压;5-信号电压

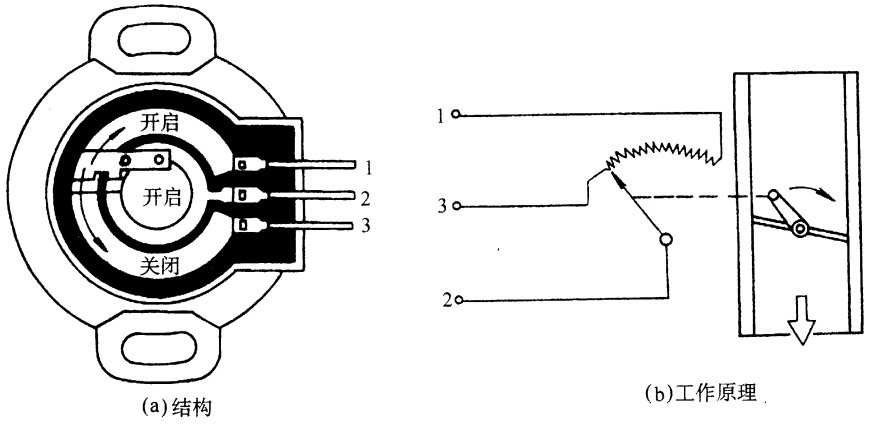


图 5-32　节气门位置传感器

1-基准电压;2-信号电压;3-搭铁

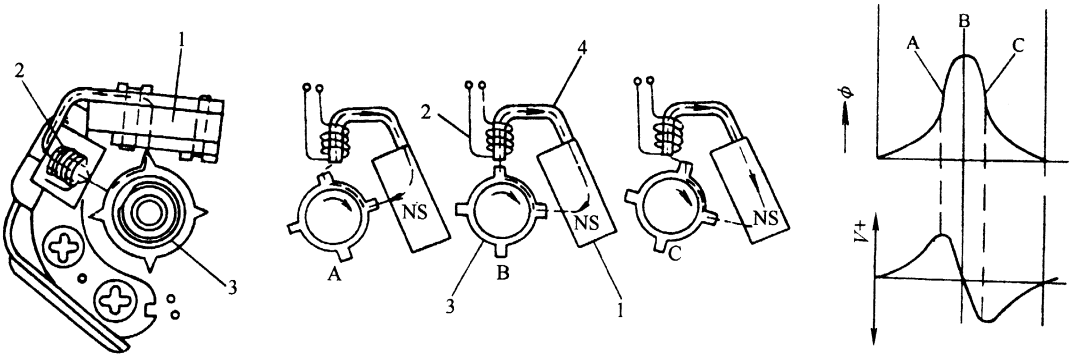
(ECU),便可精确地判定发动机的运行工况。

节气门位置传感器中设置一对怠速触点,主要是用来输出怠速信号。电控单元(ECU)收到怠速信号时,便可获知发动机运行于怠速工况,从而控制燃油供给系统适当减少喷油量。

3. 曲轴位置传感器

曲轴位置传感器安装在分电器外壳内,结构形式为磁感应式。磁感应式传感器信号转子上设有四个凸齿(凸齿数等于发动机气缸数),套装在分电器轴上并随其旋转,感应线圈安装在传感器底板上。其结构和工作原理如图 5-33 所示。

当信号转子旋转时,由于信号转子凸起部的磁隙不断发生变化,通过感应线圈的磁通也不断发生变化,于是在感应线圈中产生出四倍转速的交变信号电压。由于一缸活塞上止点位置的确定方法与非电控系统相同,都是根据配气凸轮轴、中间轴传动轴和分电器的安装位置确定,所以电控单元(ECU)根据接收到的交变信号电压个数,计算出发动机转速和曲轴转角,进而



(a)结构　　(b)信号产生过程　　(c)信号波形

图 5-33　曲轴位置传感器

1-永久磁铁;2-感应线圈;3-信号转子;4-导磁板

控制喷油器喷油时刻和点火时刻。

4. 爆震传感器 (DS)

目前,发动机电控系统已广泛采用点火时刻闭环控制方法,从而有效地抑制发动机爆震现象的发生。爆震传感器是点火时刻闭环控制系统必不可少的重要部件。

8A—FE 型发动机电控汽油喷射系统采用了压电式爆震传感器,其功用是将发动机爆震产生的振动信号变换为电信号传递给发动机控制单元 (ECU),控制单元 (ECU) 根据爆震传感器信号对点火提前角进行修正,从而使点火提前角保持在最佳点火提前角数值。

(1) 爆震传感器的结构

爆震传感器安装在发动机的侧面,结构如图5-34 (a)所示,主要由压电元件、惯性配重、壳体和接线插座等组成。压电元件由压电材料石英晶体 (二氧化硅 SiO_2) 制成,其承压能力可达 $(20\sim30)\times10^5$kPa。惯性配重用来传递发动机振动产生的惯性力,压电元件和配重用螺栓固定在壳体上,调整螺栓的拧紧力矩便可调整传感器的输出电压。因为传感器的输出特性在出厂时已经调好,所以在使用中不得随意调整。传感器的壳体与润滑油压力传感器的壳体相似,有所不同的是其拧入缸体部分为实心结构。传感器插座上有三根引线,其中两根为信号线,一根为屏蔽线。

(2) 爆震传感器的工作原理

当石英晶体受到外力作用时,在石英晶体的某两个表面上就会产生电荷 (输出电压)。当外力去掉时,石英晶体又恢复到不带电状态。石英晶体产生的电荷量与受压力大小和受压面积有关。

当发动机缸体产生振动时,传感器壳体及惯性配重随之产生振动,配重的振动作用在压电元件上,压电元件信号输出端就会输出一个与振动频率和振动强度有关的电压信号,如图5-34 (c)所示,传感器的灵敏度约为 20mV/g ($g=9.8\text{N}\cdot\text{m/s}^2$)。

当发动机爆震时,传感器产生的共振频率最高可达 50kHz,在传感器工作范围(15kHz)以内,其输出为单调的响应曲线。该信号直接输入电控单元(ECU),由 ECU 计算出信号频率。因为发动机爆震一般是在活塞运行到压缩上止点前、后产生,如图5-34(b)所示,爆震时的特征频率为 7kHz 左右,所以,当 ECU 求出的振动频率与爆震特征频率一致时便判定发动机产生爆

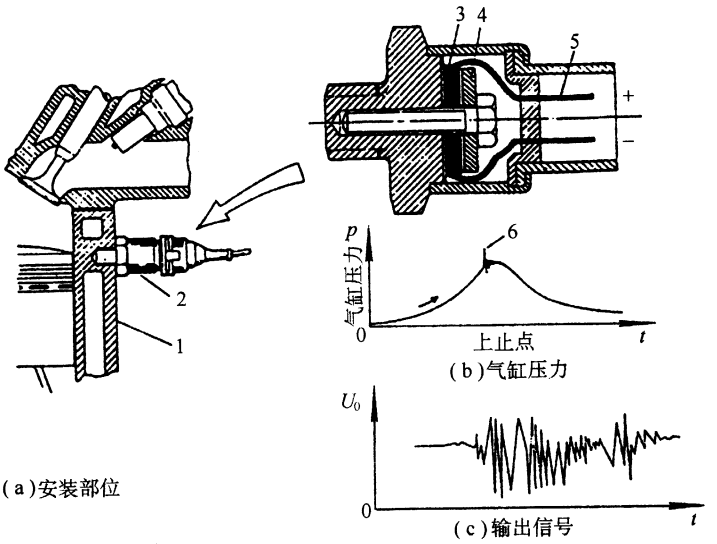


图 5-34　爆震传感器安装位置、结构与特性

1-缸体；2-爆震传感器；3-压电晶体；4-惯性配重；5-引线端子；6-爆震压力波

震，立即发出控制指令推迟点火时刻（提前角），直到爆震消除为止。

(3) 爆震传感器的检修

当爆震传感器发生故障时，发动机电控单元（ECU）在一定条件下能够检测到，并能使发动机进入故障应急状态下运行，利用故障诊断仪，通过诊断插座可以读取故障的有关信息。

检测爆震传感器时，可用万用表电阻 R×1kΩ 挡检测传感器电阻。检测时，断开点火开关，拔下传感器线束插头，检测传感器输出端子之间的阻值应当大于 1MΩ。如阻值过小，说明传感器失效，应予更换新品。

5. 氧传感器（EGO）

氧传感器是空燃比反馈控制必不可少的传感器。其功用是通过监测排气中氧离子含量的多少，获得混合气空燃比信号，并将该信号转变为电信号输入发动机电控单元(ECU)。ECU 根据氧传感器信号，对喷油时间进行修正，实现空燃比反馈控制。利用氧传感器对混合气的空燃比进行闭环控制后，能将过量空气系数 λ 控制在 0.98～1.02 之间的范围内（空燃比 A/F 约为 14.7），使发动机能够得到最佳浓度的混合气。

8A—FE 型发动机电控汽油喷射系统采用了氧化锆（ZrO_2）式氧传感器。

(1) 氧传感器的结构

氧传感器安装在排气歧管上，其结构如图 5-35 所示。氧传感器主要由钢质壳体 1、二氧化锆制成的陶瓷管 3、电极引线 8 等组成。

二氧化锆（ZrO_2）是一种固体电解质，将其制做成试管形状的陶瓷管，以便排气中的氧离子能够均匀扩散与渗透。氧化锆陶瓷管称为锆管，锆管内外表面都喷涂有一层铂膜作为电极，并与传感器信号输出引线相连接。锆管内表面通大气，外表面通排气。为了防止发动机排出的废气对铂膜产生腐蚀，在锆管外表面的铂膜上还喷涂有一层氧化锆陶瓷粉末（白色）作为保护膜。

氧化锆陶瓷管的强度很低，而且安装在排气管上承受排气压力冲击。为了防止锆管受排气压力冲击而造成陶瓷管破碎，因此将锆管封装在钢质护管内。护管上制有螺纹、螺边和若干个小孔。小孔便于排气流通，以便排气能与锆管接触。

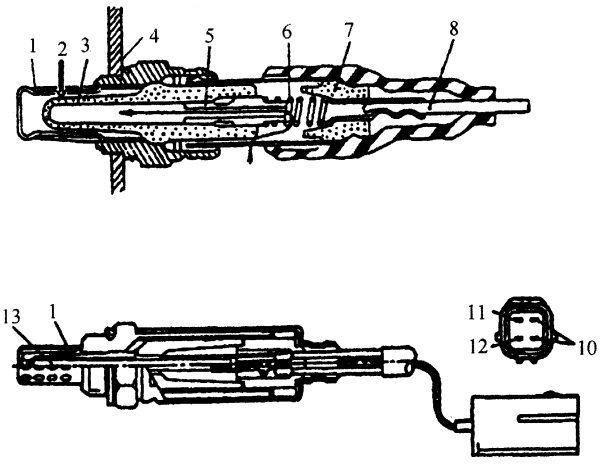


图 5-35　氧传感器结构

1-钢质护管；2-排气；3-锆管；4-排气管；5-电极；6-弹簧；7-绝缘体；8-引出电极；9-大气；10-加热元件引线端子；11、12-信号输出引线端子；13-加热元件

（2）氧传感器的工作原理

二氧化锆固体电解质属于多孔性材料，氧离子在其内部能够扩散和渗透。当氧离子在锆管中扩散时，锆管内外表面之间的电位差将随着氧离子浓度的变化而变化，因此，锆管相当于一个微电池，传感器的信号源相当于一个可变电源。

当供给发动机的可燃混合气浓（即空燃比小于 14.7）时，排气中氧离子含量较少，此外，排气中尚未完全燃烧的碳氢化合物（HC）和一氧化碳（CO）等成分在锆管外表面上催化剂铂的催化作用下，碳氢化合物（HC）和一氧化碳（CO）等将与氧离子发生反应，生成无害的水（H_2O）和二氧化碳（CO_2）物质，这将使锆管外表面的氧离子浓度进一步降低。由于锆管内表面与大气相通，因此锆管内外表面的氧离子浓度较大，锆管两个铂膜之间的电位差较高，约为 0.9V。

当供给发动机的可燃混合气稀（即空燃比大于 14.7）时，由于排气中氧离子含量较多，锆管表面上氧离子浓度较大，因此锆管内外表面之间的氧离子浓度差较小，锆管两个铂膜电极之间的电位差较低，约为 0.1V。

由此可见，氧化锆式氧传感器的输出电压将在空燃比 A/F 约为 14.7（过量空气系数 λ 约为 1）时产生突变。

当混合气偏稀时，由于燃烧不完全，排气中会剩余一定的氧气，催化剂铂使剩余氧离子与排气中的一氧化碳（CO）和碳氢化合物（CH）产生化学反应生成二氧化碳和水，将排气中的氧离子进一步消耗，还能提高氧传感器的灵敏度。

由于氧花锆式氧传感器必须满足以下三个条件才能正常调节混合气浓度：

1）发动机温度高于 60℃。

2）氧传感器温度高于 600℃。

3）发动机工作在怠速工况和部分负荷工况。

为此，将氧传感器安装在温度较高的排气管上。同时，为了使氧传感器迅速达到工作温度（600℃）而投入工作，结构上设置了加热元件对锆管进行加热。加热元件采用热敏电阻，其上绕有钨丝并引出两个电极，其工作电压为电源电压（12～14V）。

(3) 氧传感器的检测

当氧传感器出现故障时，发动机将以开环控制方式继续运转。因为 ECU 接收不到氧传感器信号来调节混合气浓度，所以发动机不能工作在最佳状态，油耗将增加，排气中有害气体的含量也将增加。利用故障诊断仪，通过诊断插座可以读取氧传感器的工作参数和获取氧传感器的故障信息。

检测氧传感器时，可用万用表就车检测氧传感器的加热电源和信号输出电压进行诊断。当氧化锆式氧传感器工作正常时，其输出电压将在 0.9V 和 0.1V 之间不断变化。如输出电压值保持某一值不变，说明传感器失效，应予更换。

氧传感器被铅离子腐蚀的现象称为铅中毒。发生铅中毒后，传感器就会失效，因此该发动机不能使用含铅汽油，否则氧传感器的使用寿命将大大缩短。

氧传感器被硅离子腐蚀的现象称为硅中毒。由于汽油和润滑油的硅化合物中含有硅离子，燃烧后产生的二氧化硅对二氧化锆具有腐蚀作用。因此，每当汽车行驶一定里程（一般为 6～8 万 km），应当更换氧传感器。

（二）执行器

1. 电动燃油泵

8A—FE 型发动机电控汽油喷射系统使用的电动燃油泵为内浸式内齿轮泵，安装在燃油箱内，其结构如图 5-36 所示。

电动燃油泵主要由直流电动机、主动齿轮、从动齿轮、泵体、单向阀、安全阀、进油口及出油口等组成。

泵油过程：直流电动机通电转动，带动制有外齿的主动齿轮转动，主动齿轮又啮合制有内齿的从动齿轮转动。由于主动齿轮与从动齿轮不同心，从而使主动齿轮的外齿、从动齿轮的内齿和泵体之间所包围的容积在进油口处周期性变大，产生吸力进油，在出油口处容积周期性变小，产生压力出油。从而使供油系统的油压维持在 300kPa。

2. 怠速控制阀

怠速控制阀安装在发动机进气管道上，其功用是通过控制旁通空气道的进气量来调整发动机怠速转速。

8A—FE 型发动机电控燃油喷射系统采用比例电磁阀式怠速控制阀，其结构如图 5-37 所示。

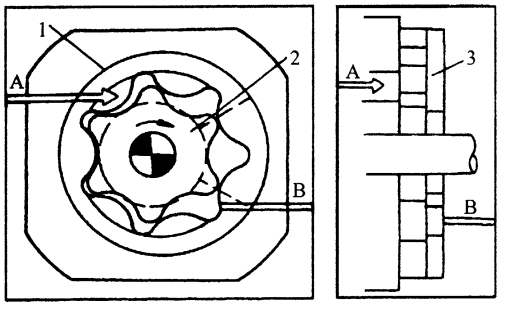


图 5-36　电动燃油泵结构

1-从动齿轮；2-主动齿轮；3-泵体；A-进油口；B-出油口

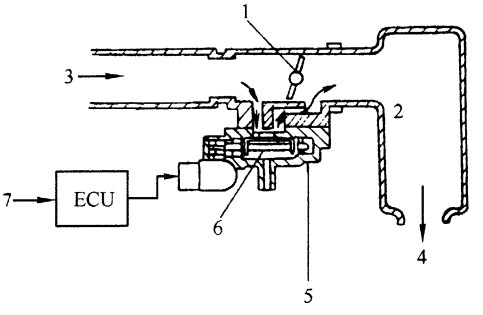


图 5-37　怠速控制阀的结构

1-节气门；2-动力腔；3-来自空气滤清器空气；4-通向进气歧管空气；5-怠速控制阀；6-阀门；7-传感器信号

怠速控制阀主要由电磁线圈、复位弹簧、阀心、阀门、阀座、进气口、出气口等组成。进气口与节气门前端的进气道相通，出气口与节气门后端的进气道相通。

当电磁线圈通电时，产生的电磁吸力吸动阀心克服复位弹簧的张力带动阀门离开阀座，使旁通空气道打开。当电磁线圈断电时，电磁吸力消失，阀门在复位弹簧的作用下复位，使旁通空气道关闭。旁通空气道截面开度的大小，主要取决于电磁线圈通电时间。通电时间长，电磁线圈平均电流就大，旁通空气道打开截面就大，旁通进气量就多，怠速转速将升高。

3. 附加空气阀

在 8A—FE 型发动机电控燃油喷射系统中，又增设了一个附加空气阀。其作用是在发动机冷车起动后的暖机过程中，增加旁通进气量，从而保证发动机怠速稳定运转。

附加空气阀为蜡式结构，由一个密封的蜡盒和阀心组成，其结构如图 5-38 所示。

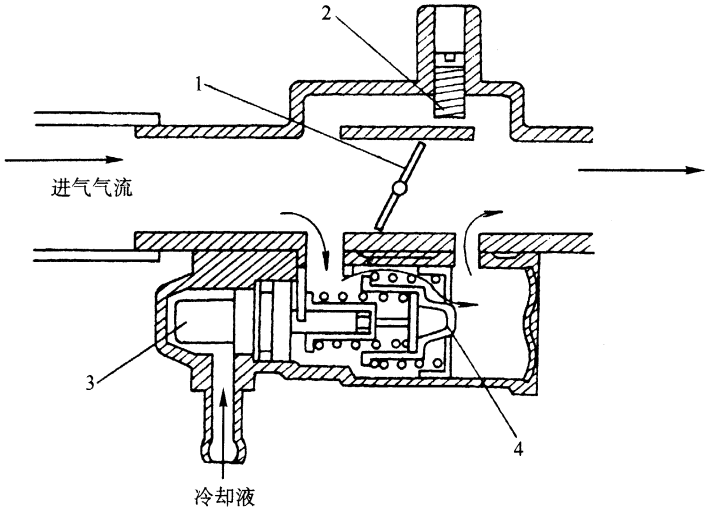


图 5-38　附加空气阀的结构

1-节气门；2-怠速调整螺钉；3-蜡盒；4-阀心

因为蜡式附加空气阀根据发动机冷却液温度进行工作，因而在蜡盒周围导入冷却液。当发动机冷却液温度较低时，蜡盒内的蜡质凝固收缩，阀心在弹簧作用下左移，使旁通空气道打开，旁通进气量增多，发动机怠速转速升高，加速暖机。随着冷却液温度的逐渐升高，蜡盒内的蜡质受热熔化膨胀，通过推杆推动阀心克服弹簧张力使旁通空气道逐渐关闭，发动机恢复至正常怠速。

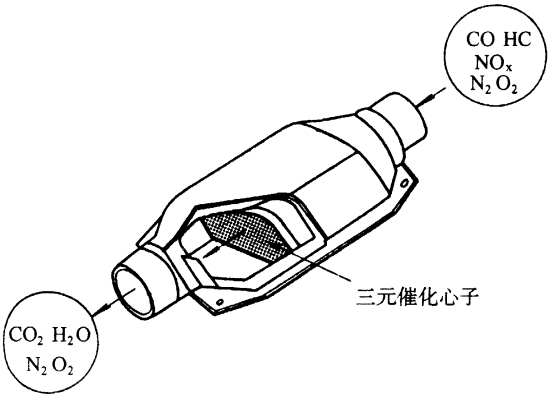


图 5-39　三元催化转换器

4. 三元催化转换器

为了减少汽车的排气污染，在 8A—FE 型发动机电控燃油喷射系统中装用了三元催化转换器。安装在排气管消声器前端，其结构如图 5-39 所示。

三元催化转换器由外壳、催化反应心子及绝缘材料等组成。催化反应心子是一个铝胆，外面附有铂或钯等金属颗粒，这些金属颗粒称之为催化剂。当排气中形成的 NO_X、HC、CO 有害气体经过三元催化转换器时，在催化剂作用下，将把这些有害气体转化成 CO_2、H_2O、N_2、O_2 等无害气体。

由于铅会使铂或钯贵重金属的催化剂作用失去效力，通常称其为催化剂“中毒”，因此不能使用含铅汽油。

5. 燃油蒸发回收装置

燃油蒸发回收装置的作用是：收集燃油箱燃油蒸气，按一定比例引入气缸参与燃烧，以减少排放污染。燃油蒸发回收装置由燃油蒸发回收罐（活性炭罐）、真空控制电磁阀、蒸发管及真空管等组成，如图 5-40 所示。

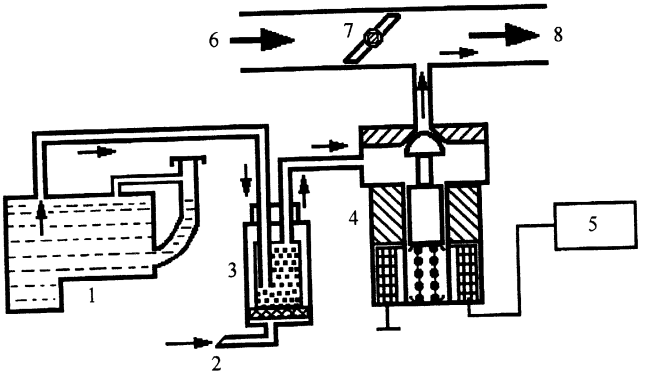


图 5-40　燃油蒸发回收装置

1-燃油箱；2-驱气口；3-活性炭罐；4-真空控制电磁阀；5-电子控制器 ECU；6-来自空气滤清器空气；7-节气门；8-去进气歧管空气

活性炭罐安装在发动机舱内的后部，罐内充满活性炭颗粒，用于吸附燃油蒸气中的汽油分子。真空控制电磁阀受控于 ECU，控制进气歧管和活性炭罐之间的真空通路。发动机工作时，ECU 可根据发动机工况确定出最佳驱气量，控制真空控制电磁阀开度的变化将吸附在活性炭颗粒中的汽油分子带入气缸中燃烧。

发动机怠速运转时，ECU 控制真空控制电磁阀开度小，使驱气量减少，防止混合气过稀导致怠速不稳。

发动机负荷增大时，ECU 控制真空控制电磁阀开度增大，使驱气量增多，以利于活性炭颗粒中的汽油分子及时净化。

三、8A—FE 型发动机电控燃油喷射系统主要部件的拆检与安装

（一）燃油压力调节器的拆检与安装

1. 燃油压力调节器的检查

燃油压力调节器在发动机上的安装位置如图 5-41 所示。

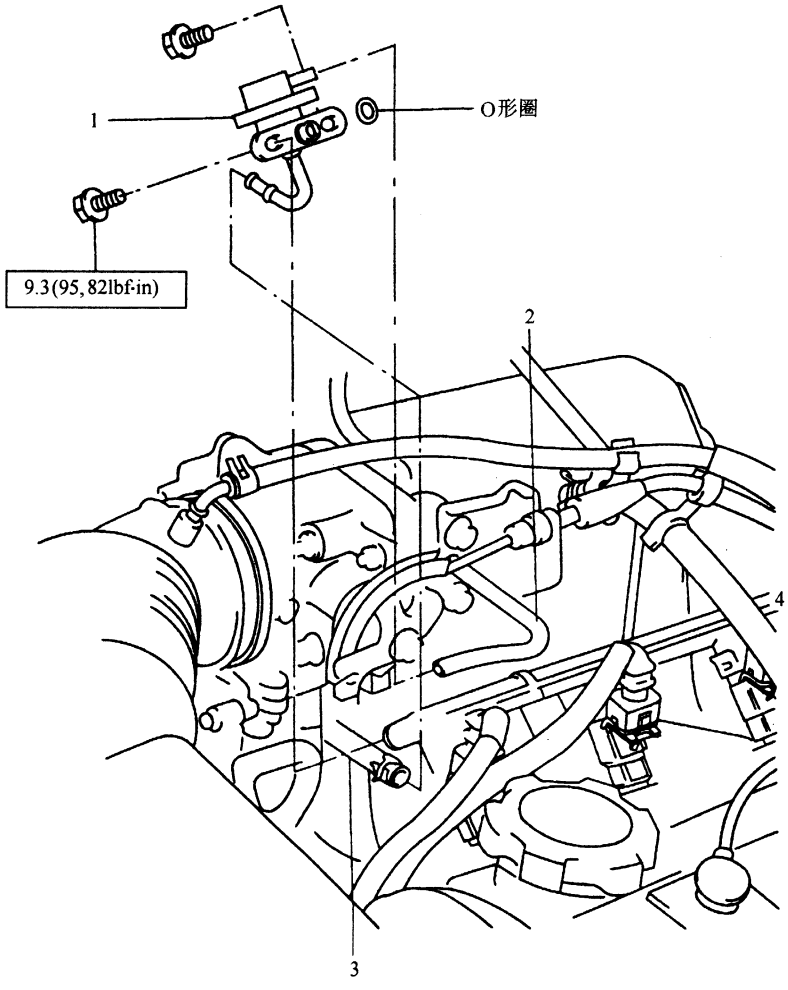


图 5-41　燃油压力调节器在发动机上的安装位置

1-燃油压力调节器；2-真空软管；3-燃油回油软管；4-燃油分配管

（1）从燃油分配管上卸下进油软管固定螺栓，并用三个垫片将燃油压力测试表专用接头和进油软管一同重新固定在燃油分配管上，再接好燃油压力测试表。如图 5-42 所示。

（2）用专用维修工具（或导线）将检查用连接器的＋B 和 FP 两端子连接，如图 5-43 所示。打开点火开关（注意不要起动发动机，此时电动燃油泵应转动泵油），观看燃油压力测试

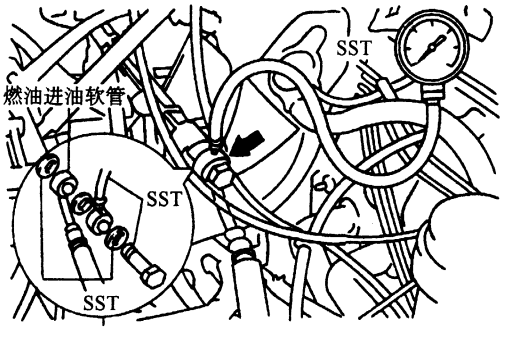


图 5-42　安装燃油压力测试表

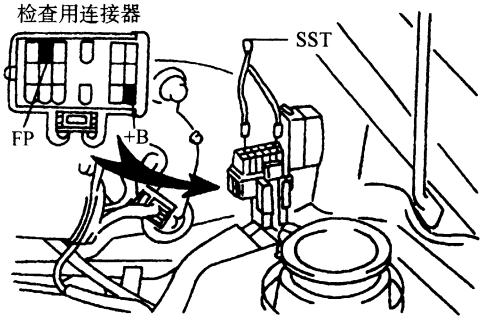


图 5-43　连接连接器＋B 和 FP 两端子

表，其值应为：265～304kPa。如果燃油压力过高，说明燃油压力调节器不起调压作用，应更换燃油压力调节器。如果燃油压力过低，应对下列部件进行检查：

1）进油软管和接头是否漏油；

2）电动燃油泵泵油是否正常；

3）燃油滤清器是否堵塞；

4）燃油压力调节器是否损坏。

（3）取下连接器＋B和FP两端子连接导线，起动发动机。从燃油压力调节器上拔下真空软管并用塞子堵住，以防杂质吸入气缸。此时观看燃油压力测试表，其值应为：265～304kPa。当重新将真空软管接到燃油压力调节器上后，使发动机怠速运转，其值应为：206～255kPa。如果燃油压力不在规定值之内，应检查真空软管是否漏气或燃油压力调节器是否损坏。

（4）关断点火开关，在发动机停转5min之内观看燃油压力测试表指示值，其值应保持在147kPa以上。否则应检查燃油供给系统管路或电磁喷油器是否漏油。

2. 燃油压力调节器的拆卸

（1）将真空软管从燃油压力调节器上拔下，同时拆下燃油压力调节器上的回油软管，如图5-44所示。

（2）卸下燃油压力调节器螺栓，从燃油分配管上拉出燃油压力调节器。

（3）从燃油压力调节器上取下O形圈。

3. 燃油压力调节器的安装

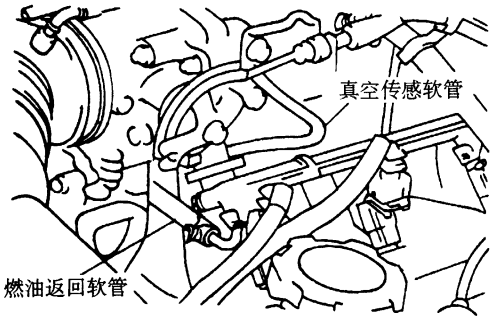


图5-44　拔下真空软管和回油软管

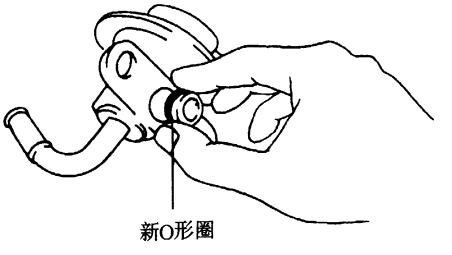


图5-45　安装O形圈

（1）将O形圈（或更换新的O形圈）涂抹少量汽油后，安装在燃油压力调节器上，如图5-45所示。

（2）将燃油压力调节器安装到燃油分配管上并确认到位后再用2个螺栓将燃油分配管紧固到发动机上，螺栓拧紧力矩为9.3N·m，如图5-46所示。

（3）将真空软管和回油软管接到燃油压力调节器上。

（4）起动发动机运转，观察是否有燃油泄漏。

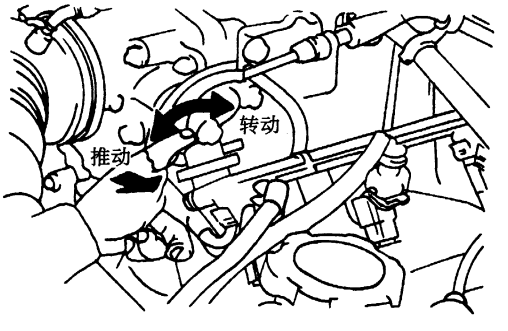


图5-46　安装燃油压力调节器

（二）电磁喷油器的拆检与安装

1. 电磁喷油器的拆卸

电磁喷油器的分解如图 5-47 所示。

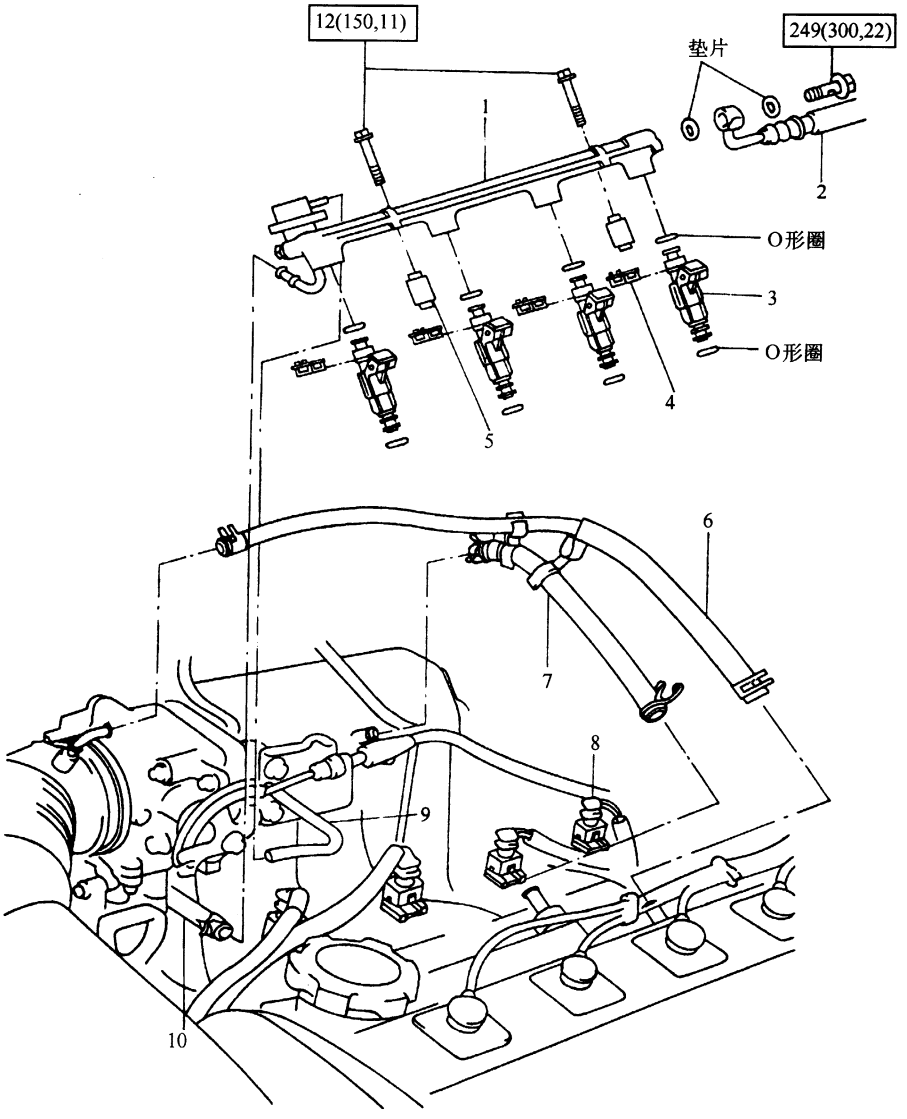


图 5-47　电磁喷油器的分解

1-燃油分配管；2-进油软管；3-电磁喷油器；4-锁片；5-隔离器；6、7-曲轴箱通风软管；8-电磁喷油器连接器；9-燃油压力调节器真空软管；10-回油软管

（1）拆下曲轴箱通风软管和燃油压力调节器真空软管，如图 5-48 所示。

（2）拆下燃油压力调节器上的进油软管和回油软管，如图 5-49 所示。

（3）按压电磁喷油器连接器的锁定弹簧拔下连接器插头，如图 5-50 所示。

（4）拆下燃油分配管两个固定螺栓，将燃油分配管连同电磁喷油器一同取下，如图 5-51 所示。

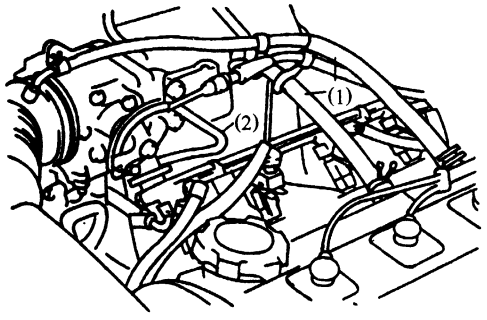


图 5-48　拆下曲轴箱通风软管和燃油压力调节器真空软管

1-曲轴箱通风软管；2-燃油压力调节器真空软管

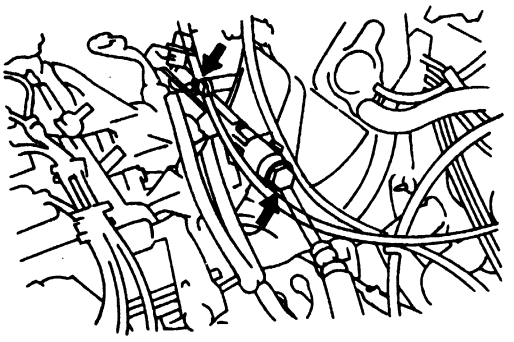


图 5-49　拆下进油软管和回油软管

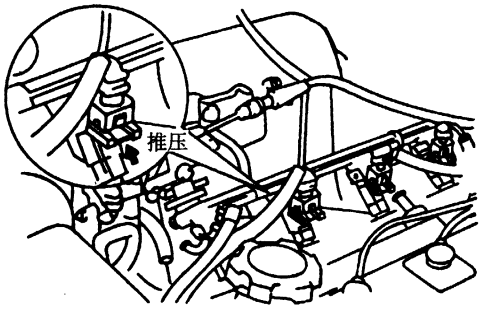


图 5-50　卸下电磁喷油器连接器

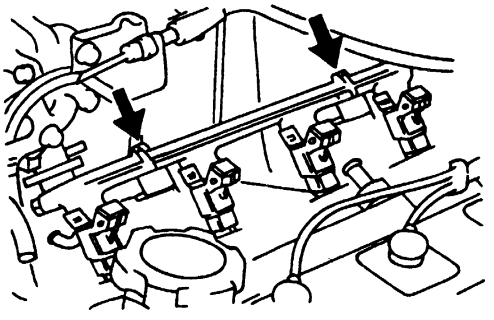


图 5-51　卸下燃油分配管固定螺栓

(5) 取下燃油分配管与电磁喷油器连接锁片，取下电磁喷油器及 O 形圈。

2. 电磁喷油器的检查

电磁喷油器的控制电路如图 5-52 所示。

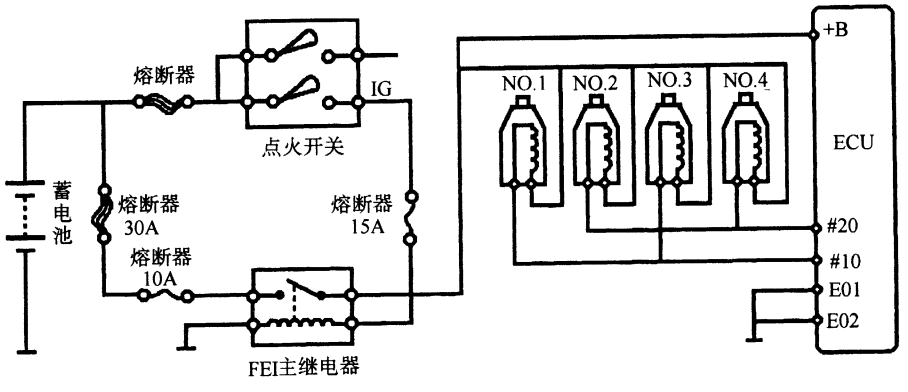


图 5-52　电磁喷油的控制电路

(1) 电磁喷油器在车上的检查

1) 检查电磁喷油器的工作情况

起动发动机工作运转，用听诊器或用手触摸电磁喷油器外壳，应该听到或感到电磁喷油器工作时有节奏的振动感。否则应检查连接器、喷油器或从 ECU 来的信号是否正常。

2）检查电磁喷油器线圈电阻

拔下电磁喷油器连接器插头，用万用表测量电磁喷油器线圈电阻，其值应为：14.0～15.0Ω（温度为20℃）。电阻值过大、过小都应更换喷油器，如图5-53所示。

（2）检查电磁喷油器喷油情况

1）从燃油滤清器燃油出口处卸下供油软管，将专用的接头和软管连接到燃油滤清器燃油出口处，如图5-54所示。

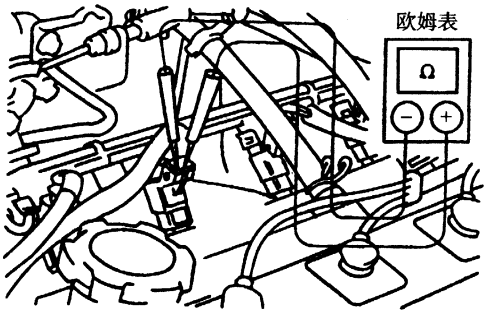


图5-53　检测电磁喷油器线圈电阻

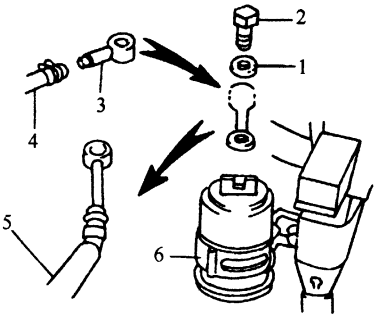


图5-54　在燃油滤清器上连接专用工具

1-垫片；2-固定螺栓；3-专用接头；4-专用软管；5-供油软管；6-燃油滤清器

2）从燃油分配管上卸下燃油压力调节器，将专用的接头和软管连接到燃油压力调节器的燃油进口，将回油软管接到燃油压力调节器的燃油出口，如图5-55所示。

3）将专用软管连接到已拆下的喷油器上，将喷油器放到标有刻度的量杯中。

4）用专用维修工具（或导线）将检查用连接器的+B和FP两端子连接，如图5-43所示。打开点火开关（注意不要起动发动机，此时电动燃油泵应转动泵油）。

5）利用专用线将电磁喷油器和蓄电池直接相连，一次通电时间为15s，如图5-56所示。查看15s内电磁喷油器喷油量（应为40～50cm³），各电磁喷油器喷油量最大相差不超过5cm³。每个电磁喷油器测试2～3次。若数值不符合规定，应更换电磁喷油器。

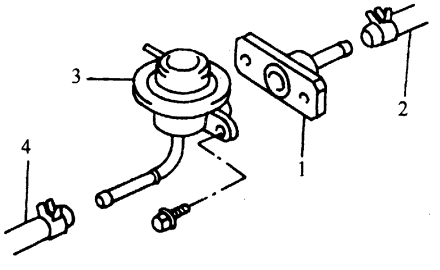


图5-55　在燃油压力调节器上连接专用工具

1-专用接头；2-专用软管；3-燃油压力调节器；4-回油软管

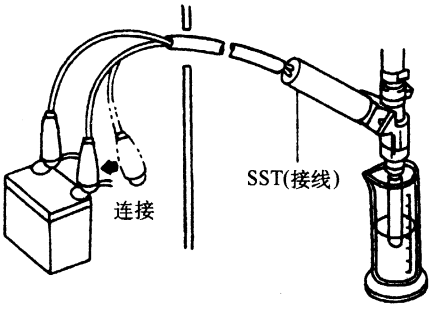


图5-56　检查电磁喷油器喷油情况

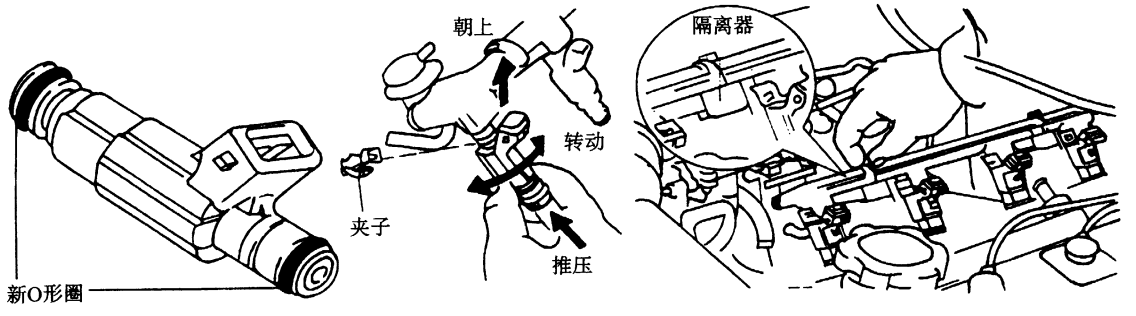
（3）检查电磁喷油器滴漏情况

在检查电磁喷油器喷油情况之后，进行电磁喷油器滴漏情况的检查。

从蓄电池上取下电源连接线，观察电磁喷油器滴漏情况，每分钟不多于一滴。否则应清洗或更换电磁喷油器。

3. 电磁喷油器的安装

电磁喷油器的安装如图 5-57 所示。



(a) 安装O形圈　　(b) 安装电磁喷油器　　(c) 安装隔离器

图 5-57　电磁喷油器的安装

(1) 将两个新的 O 形圈涂抹少许汽油，安装到电磁喷油器上。

(2) 将电磁喷油器逐个装入燃油分配管，并使其左右转动检查是否平稳。否则应更换 O 形圈。

(3) 安装好燃油分配管与电磁喷油器连接锁片。

(4) 在进气歧管上安放好两个隔离器，并用两个螺栓将燃油分配管及电磁喷油器一同固定在进气歧管上，两个螺栓的拧紧力矩为 15N·m。

(5) 连接好电磁喷油器连接器，将回油软管及真空软管连接到燃油压力调节器上。

(6) 用两个新垫片和连接螺栓将进油软管连接到燃油分配管上。

(7) 连接好曲轴箱通风软管。

(三) 节气门体的拆检与安装

1. 节气门体的拆卸

节气门体的分解如图 5-58 所示。

(1) 首先放净发动机冷却液，拆下节气门拉索。

(2) 拔下进气温度传感器连接器插头及曲轴箱通风软管。

(3) 拔下节气门位置传感器连接器插头及怠速控制阀连接器插头。

(4) 卸下节气门体固定螺栓，将节气门体和进气歧管分离。

(5) 卸下两根冷却液软管及节气门体。

2. 节气门体的检查

(1) 在车上检查

1) 首先用手转动节气门连杆能否灵活运转，如图 5-59 所示。

2) 拔下节气门位置传感器连接器插头，用万用表测量插座各端子间的电阻值，如图 5-60 所示。其值应符合表 5-4 之规定。

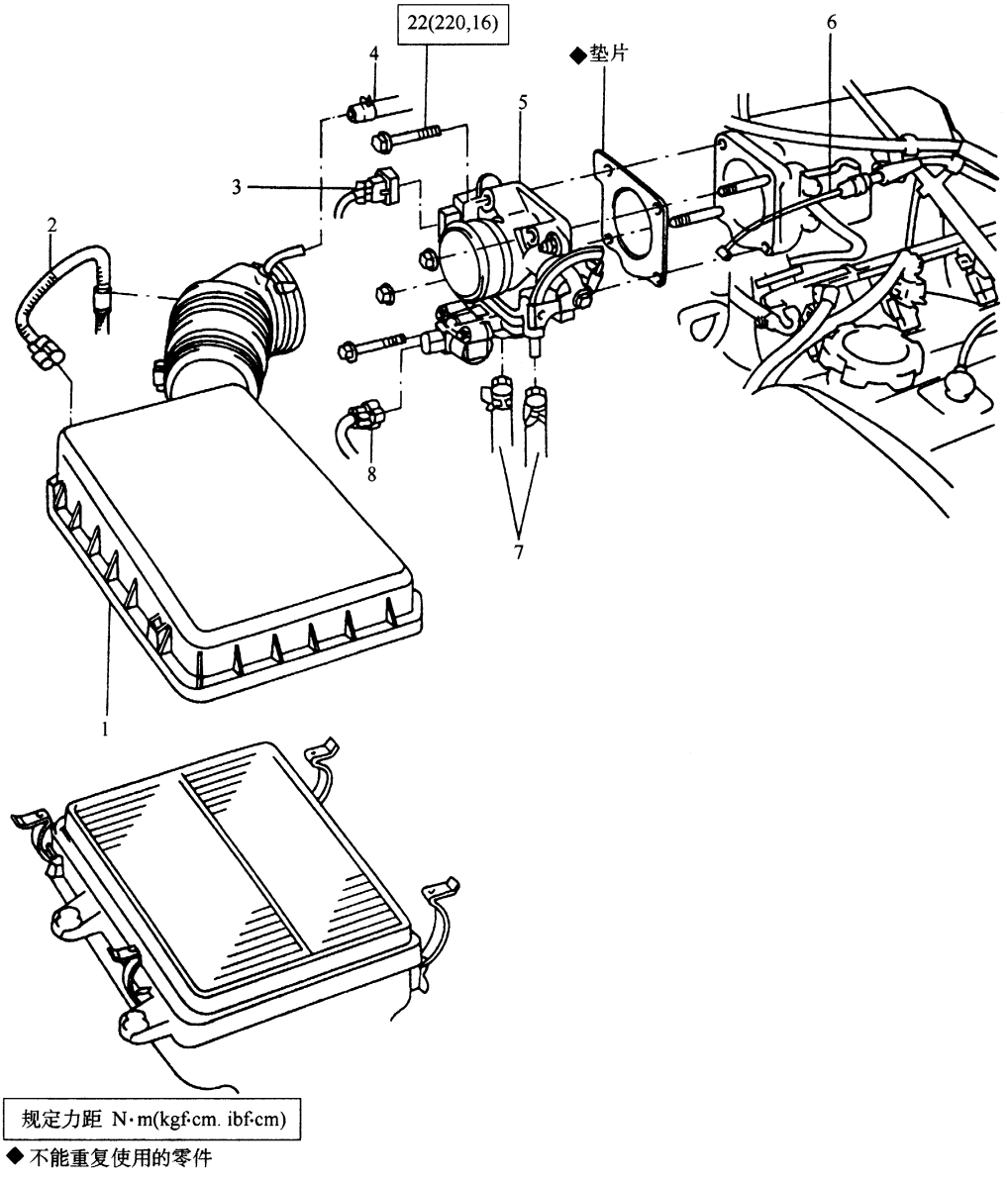


图 5-58　节气门体的分解

1-空气滤清器；2-进气温度传感器连接器；3-节气门位置传感器连接器；4-曲轴箱通风软管；5-节气门体；6-加速器传动缆；7-冷却液软管；8-怠速控制阀连接器

表 5-4　节气门位置传感器各端子间的电阻值

节气门位置状态	各端子之间	电阻值（kΩ）
节气门全闭 VTA—E2		0.2～6
节气门全开	VTA—E2 VC—E2	1～10 1.5～3

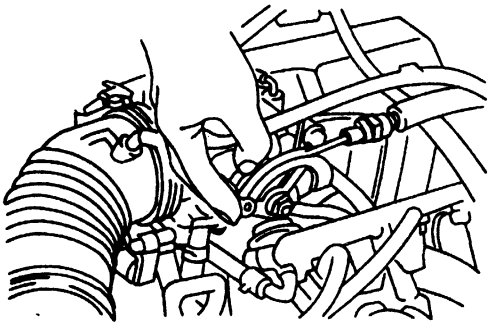


图 5-59　检查节气门连杆运转情况

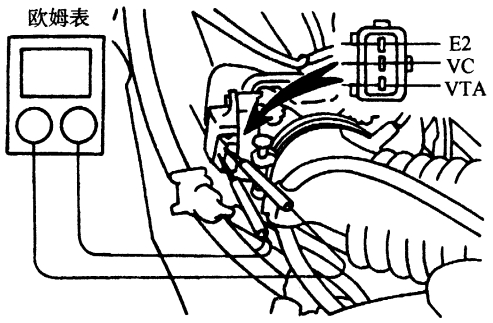


图 5-60　检查节气门位置传感器

3）装好节气门位置传感器连接器，打开点火开关，按图 5-61 所示连接电路用万用表测量节气门位置传感器各端子间的电压值，其值应附和表 5-5 之规定。

表 5-5　节气门位置传感器各端子间的电压值

节气门位置状态	各端子之间	电压值（V）
节气门全闭	VC—E2	4.5～5.5
	VTA—E2	0.2～0.9
节气门全开	VTA—E2	4.0～4.8

（2）拆下后检查

当节气门完全关闭时，节气门调整螺钉与节气门杆之间应没有间隙，如图 5-62 所示。

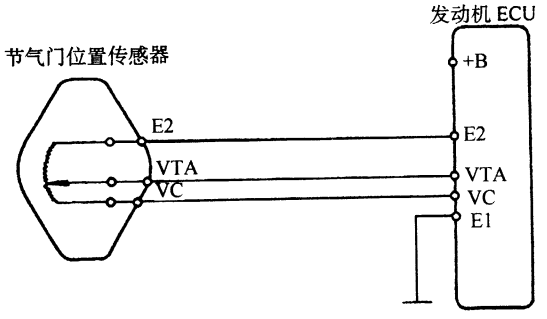


图 5-61　节气门位置传感器与 ECU 的连接

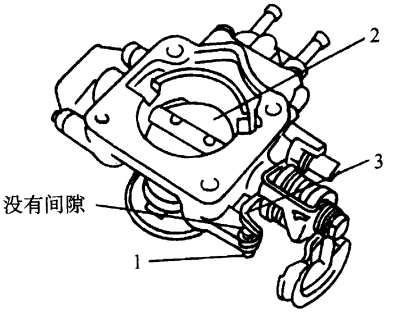


图 5-62　检查节气门

1-节气门调整螺钉；2-节气门完全关闭；3-节气门杆

3. 节气门体的安装

（1）在进气歧管上安装新的垫片（垫片凸出部位一面朝下），将两根冷却液软管连接到节气门体上。

（2）将节气门体用螺栓固定在进气歧管上。

（3）接好节气门位置传感器连接器及怠速控制阀连接器。

（4）将节气门操纵拉索连接到节气门体上。安装好空气滤清器软管及空气滤清器

（四）怠速控制阀的拆检与安装

怠速控制阀的拆卸

速控制阀的分解如图 5-63 所示。

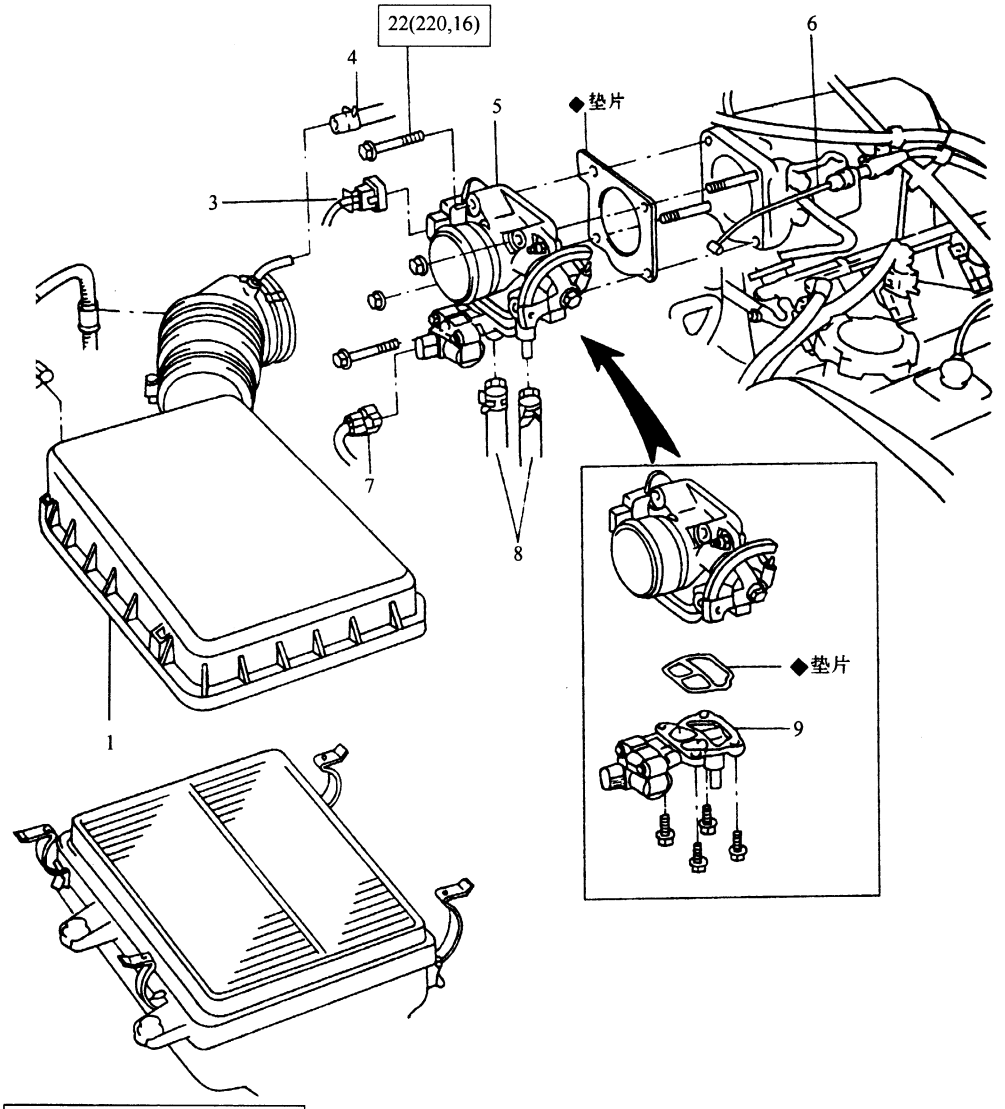


图 5-63　怠速控制阀的分解

1-空气滤清器；2-进气温度传感器连接器插头；3-节气门位置传感器连接器插头；4-曲轴箱通风软管；5-节气门体；6-加速器传动缆；7-怠速控制阀连接器插头 8-冷却液软管；9-怠速控制阀

（1）拆下节气门体总成。

（2）卸下怠速控制阀。

2. 怠速控制阀的检查

（1）在车上检查

1）检查怠速控制阀的条件：

①发动机达到正常工作温度。

②怠速转速设定正确。

③变速器处于空挡。

④空调开关关闭。

2）检查方法：

①用专用维修工具（或导线）将检查用连接器的 TE1 和 E1 两端子连接，如图 5-64 所示。

②使发动机转速保持在 900～1 300r/min，5s 后检查其能否返回怠速转速。如果发动机转速不能返回怠速转速，应检查怠速控制阀、连接线及 ECU。

③检测怠速控制阀工作电压。拔下怠速控制阀连接器插头，打开点火开关，用万用表测量插头电源电压，其值应为 9～14V。

（2）拆下后检查

怠速控制阀拆下后的检查如图 5-65 所示。

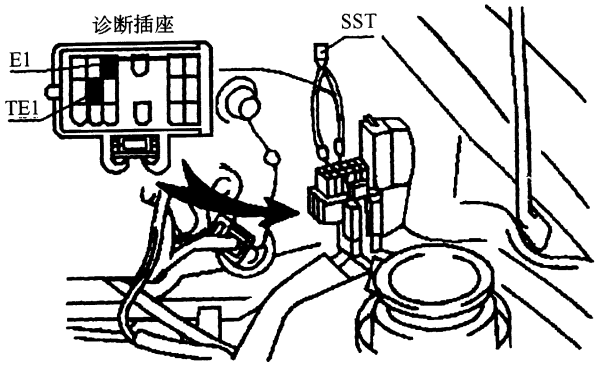


图 5-64　连接连接器 TE1 和 E1 两端子

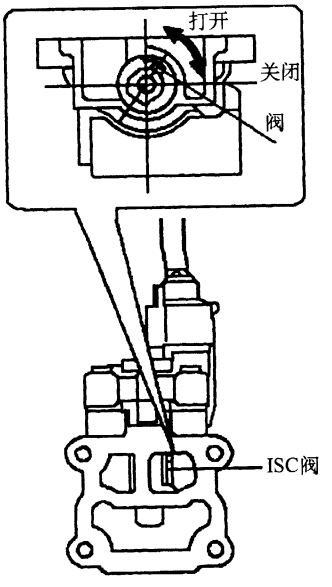


图 5-65　怠速控制阀工作状态的检查

检查怠速控制阀工作状态：

接好怠速控制阀连接器，打开点火开关，观察怠速控制阀应在 0.5s 内完全打开或完全关闭。否则应更换怠速控制阀。

3. 怠速控制阀的安装

怠速控制阀的安装按拆卸的相反顺序进行。

（五）真空控制电磁阀和活性炭罐的拆检与安装

1. 真空控制电磁阀和活性炭罐的拆卸

真空控制电磁阀和活性炭罐的分解如图 5-66 所示。

（1）拔下真空控制电磁阀连接器插头。

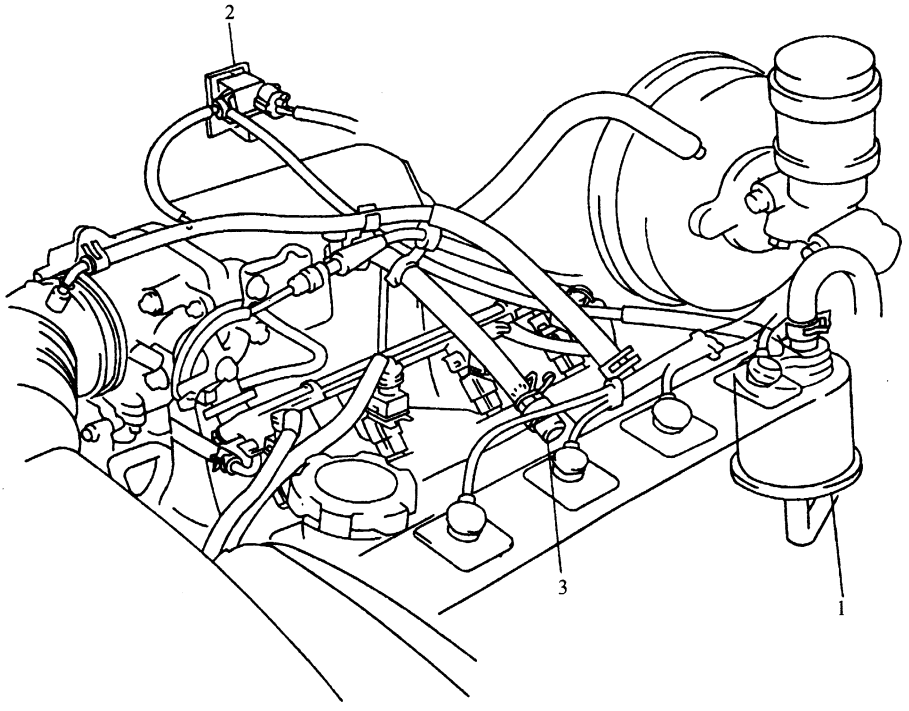


图 5-66　真空控制电磁阀和活性炭罐的分解

1-活性炭罐；2-真空控制电磁阀；3-燃油蒸发排放连接软管

(2) 卸下燃油蒸发排放连接软管。

(3) 卸下真空控制电磁阀。

(4) 卸下活性炭罐。

2. 真空控制电磁阀的检查

(1) 用万用表测量真空控制电磁阀连接器插座两端子之间电阻值，其值应为 27～33Ω (温度为 20℃)。否则应更换真空控制电磁阀。

(2)将 12V 电源电压连接到真空控制电磁阀上，观察从气口 E 到气口 F 的空气流动情况。若空气流动情况与工作情况不符，应更换真空控制电磁阀，如图 5-67 所示。

3. 活性炭罐的检查

(1) 检查活性炭罐是否堵塞，单向阀是否卡住，如图 5-68 所示。用低压压缩空气向活性炭罐油箱管线接口内吹，同时观察其他两个接口应有空气顺畅地流出。再将低压压缩空气向活性炭罐吹扫管线接口内吹，同时观察其他两个接口不应有空气流出，否则应更换活性炭罐。

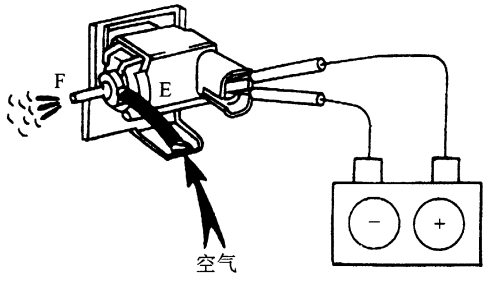


图 5-67　检查真空控制电磁阀

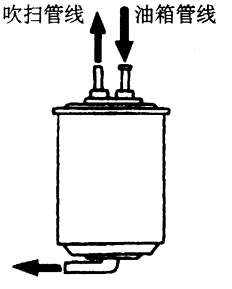


图 5-68　检查活性炭罐是否堵塞

(2) 清理活性炭罐内的过滤器，如图 5-69 所示。将活性炭罐吹扫管线接口堵住，用低压压缩空气向活性炭罐油箱管线接口内吹，以清理过滤器。

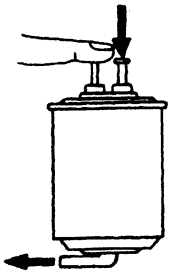
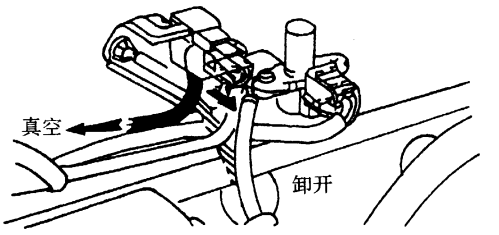


图 5-69　清理活性炭罐过滤器



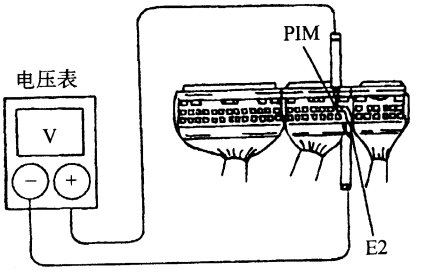


图 5-70　测量输出电压

(六) 进气压力传感器的检查

1. 测量进气压力传感器电源电压

拔下进气压力传感器连接器插头，打开点火开关，用万用表测量线束一侧插头上两端子之间的电压，其值应为 4.4～5.5V。

2. 测量进气压力传感器在不同真空度下相应的电压值

如图 5-70 所示。连接好进气压力传感器连接器，将进气压力传感器上的取气管拔下接上真空泵，使真空泵产生的真空度从 20～66.7kPa 递增。打开点火开关，在 ECU 端子 PIM 和 E2 之间用万用表测量一定真空度下所对应的电压值，应符合表 5-5 之规定。

表 5-5　真空度与电压的关系

真空度 (kPa)	20.0	26.7	40.0	53.5	66.7
电压 (V)	1.1～1.3	1.3～1.5	1.7～1.9	2.1～2.3	3.1～3.3

(七) 冷却液温度传感器的检查

放出发动机冷却液，取下冷却液温度传感器并将其放入盛有水的容器内，改变水的温度，用万用表测量传感器两端子间的电阻值，其电阻值应符合图 5-71 之规定。若阻值不符，应更换冷却液温度传感器。

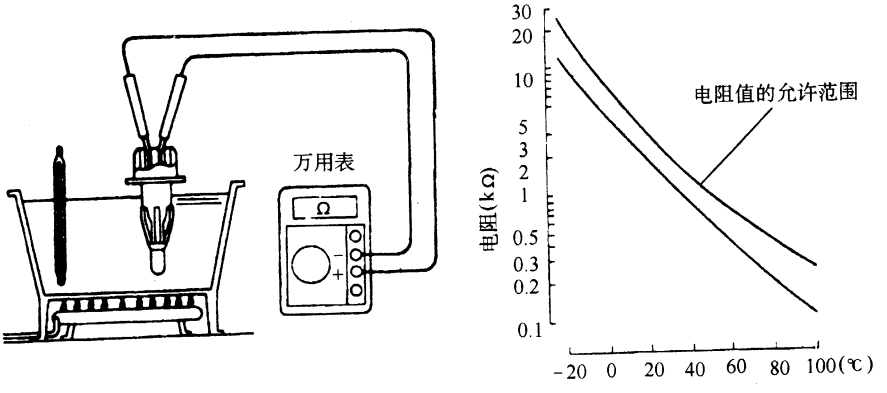


图 5-71　冷却液温度传感器电阻值随其水温度的变化关系

（八）进气温度传感器的检查

取下温度传感器，如图 5-72 所示。将其放入盛有水的容器内，改变水的温度。用万用表测量传感器两端子间的电阻值，其电阻值应符合图 5-71 之规定。若阻值不符，应更换进气温度传感器。

（九）爆震传感器的检查

用专用工具从气缸体侧面卸下爆震传感器，用万用表测量爆震传感器端子与壳体之间电阻值，其值应为无穷大。若电阻值过小，应更换爆震传感器，如图 5-73 所示。

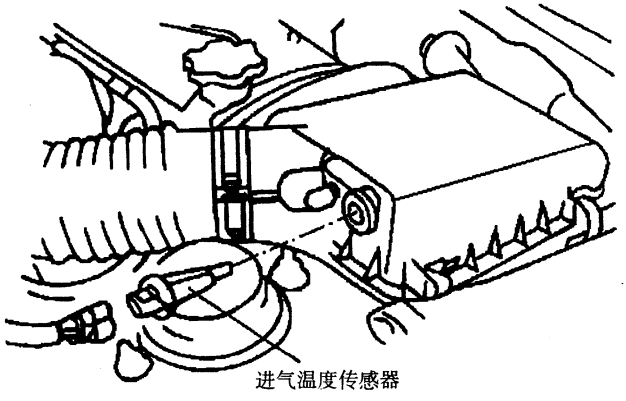


图 5-72　取下进气温度传感器

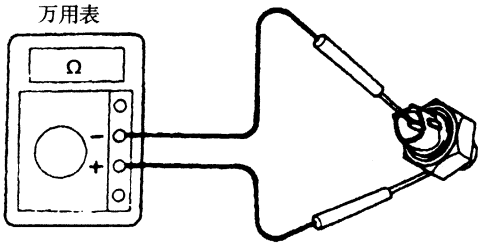


图 5-73　检查爆震传感器

（十）氧传感器的检查

氧传感器的控制电路如图 5-74 所示。

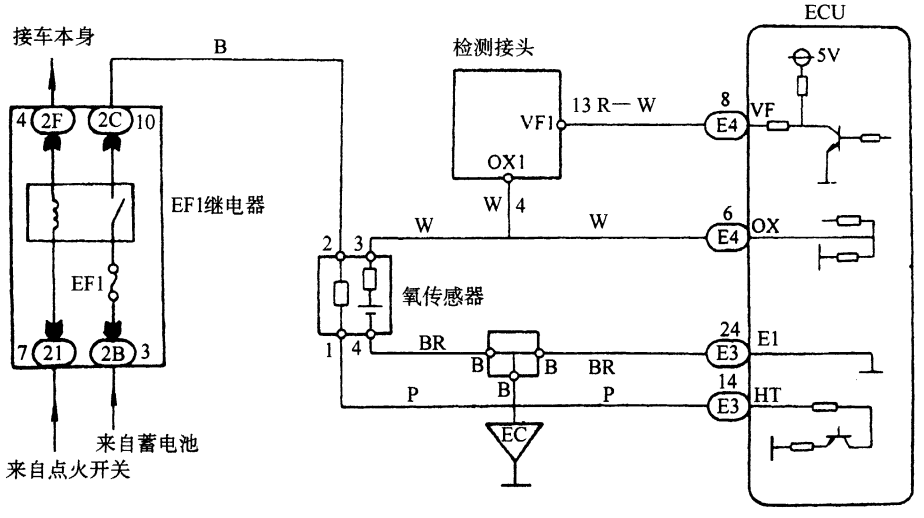
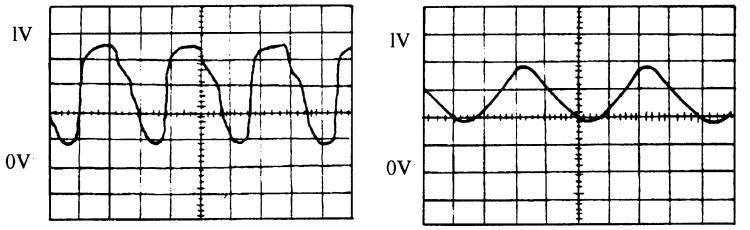


图 5-74　氧传感器的控制电路

（1）用万用表测量加热线圈的电阻值，其值应为 1～5Ω。

（2）接好氧传感器连接器，起动发动机使其转速达到 2500r/min，用示波器检测 ECU 中的第 6 脚（OX）和 E3 的 24 脚（E1）之间的电压波形，应符合图 5-75 所示。电压波形振幅应大于 0.3V。若检查结果不符，应更换氧传感器。



(a)氧传感器正常的电压波形　　(b)氧传感器损坏后的电压波形

图 5-75　氧传感器输出电压波形

（十一）点火组件的检查

因为夏利轿车用电控燃油喷射发动机点火系统为非直接点火系统，所以点火系统由点火控制器、点火线圈、配电器及火花塞等组成。

点火控制器设置在电子控制单元内，点火线圈与分电器组合在一起，其控制电路及其组成如图 5-76 所示。

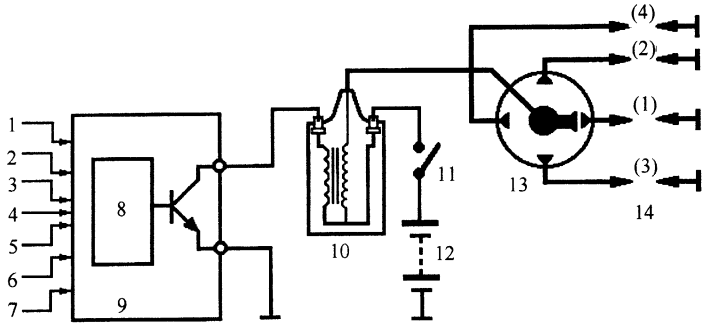


图 5-76　点火系统控制电路及其组成

1-曲轴位置传感器；2-进气压力传感器；3-冷却液温度传感器；4-节气门位置传感器；5-爆震传感器；6-车速传感器；7-点火开关信号；8-点火控制器；9-电子控制单元；10-点火线圈；11-点火开关；12-蓄电池；13-配电器（分火头、分电器盖）14-火花塞（1—3—4—2）

点火系统控制方式是电子控制单元（ECU）根据曲轴位置传感器、节气门位置传感器、水温传感器、爆震传感器和进气压力传感器等检测的发动机转速、转角、负荷、爆震和温度等信号，计算出初级线圈通电时间和点火时刻，并根据计算结果控制点火控制器，再由点火控制器控制点火线圈初级绕组电流通路的接通与切断，从而使火花塞跳火适时点燃可燃混合气。所以点火系统由点火控制器、点火线圈、配电器及火花塞等组成。

对点火组件进行检查时，首先拆下分电器盖、取下转子及点火线圈防尘罩：

（1）用万用表测量点火线圈初级绕组电阻值，其值应为 1.11～1.75Ω，如图 5-77 所示。

（2）用万用表测量点火线圈次级绕组电阻值，其值应为 9.0～15.7kΩ，如图 5-78 所示。

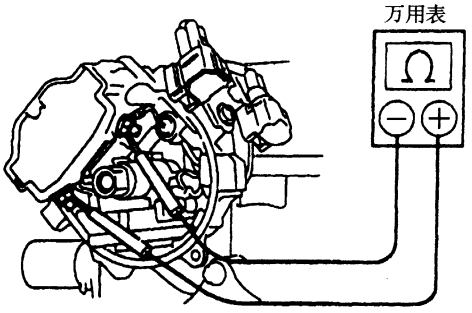


图 5-77　检查点火线圈初级绕组电阻

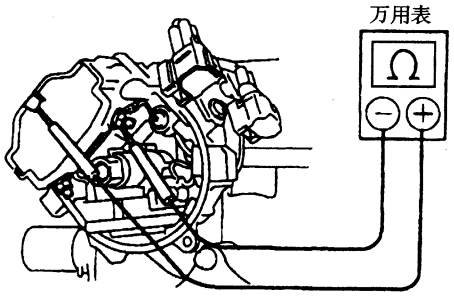


图 5-78　检查点火线圈次级绕组电阻

（十二）EFI 主继电器的检查

从配电器合内取下 EFI 主继电器（外壳标记为 MAIN），如图 5-79 所示。

1. 检查 EFI 主继电器通断情况

如图 5-80 所示，当用万用表测量端子 1 和端子 3 之间电阻时，其电阻值应具有一定的数值（线圈电阻）；测量端子 2 和端子 4 之间电阻时，其电阻值应为无穷大（触点张开）。否则应更换继电器。

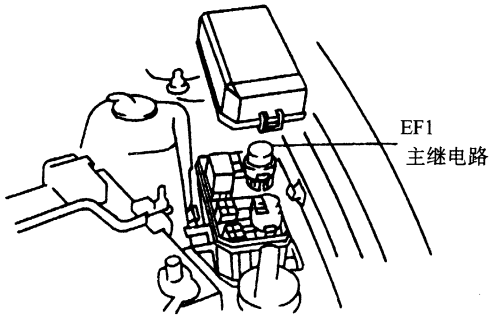


图 5-79　拆下 EFI 主继电器

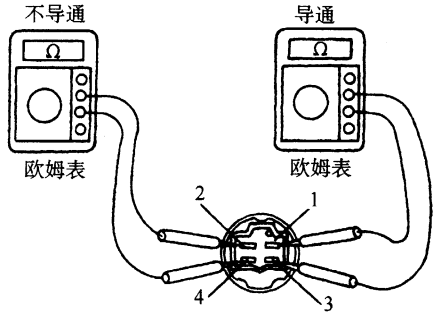


图 5-80　检查 EFI 主继电器通断情况

2. 检查 EFI 主继电器工作情况

如图 5-81 所示，将蓄电池 12V 电压加在端子 1 和端子 3 之间，用万用表测量端子 2 和端子 4 之间电阻时，其电阻值应为 0（触点闭合）。否则应更换继电器。

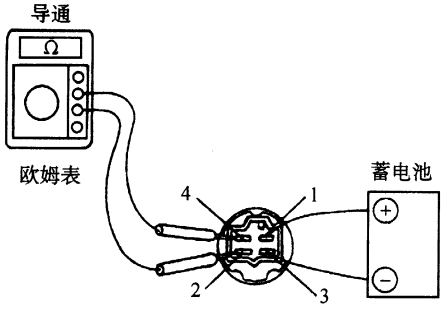


图 5-81　检查 EFI 主继电器工作情况

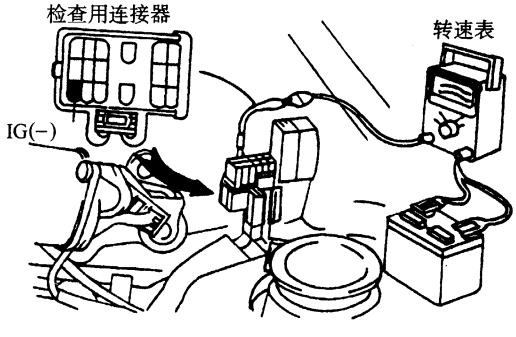


图 5-82　减速断油功能的检查

（十三）减速断油功能的检查

将发动机预热至正常工作温度，将转速表探头连接到检查用连接器 IG 的端子上，如图 5-82 所示。将发动机转速提高到 2500r/min 后，放松加速踏板的同时用听诊器监听喷油器的工作噪声（工作声音），其工作噪声应随发动机转速的迅速下降而暂时停止（停止供油）。当发动机转速达到 1400r/min 时，其工作噪声应该恢复（恢复供油）。

（十四）燃油泵继电器的检查

燃油泵控制电路如图 5-83 所示。

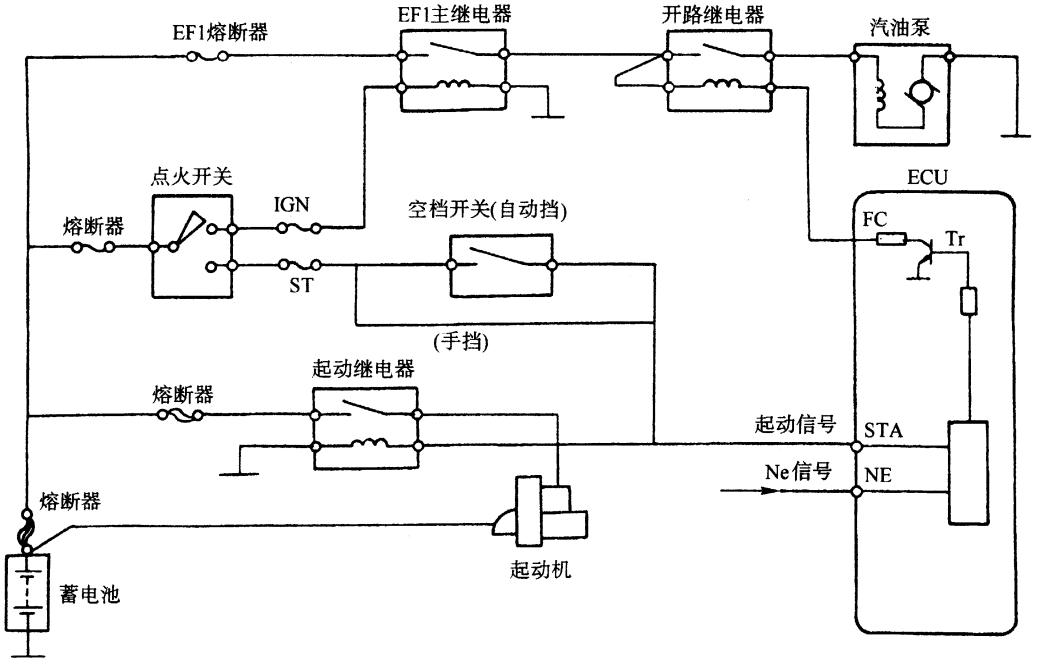


图 5-83　燃油泵控制电路

当燃油泵不工作时，应检查燃油泵继电器工作是否正常。取下燃油泵继电器，用万用表测量端子 1 和端子 2 之间电阻时，其电阻值应具有一定的数值（线圈电阻）；测量端子 3 和端子 5 之间电阻时，其电阻值应为无穷大（触点张开）。将蓄电池 12V 电压加在端子 1 和端子 2 之间，用万用表测量端子 3 和端子 5 之间电阻时，其电阻值应为 0（触点闭合）。否则应更换继电器。

（十五）电子控制单元 ECU 的检查

电子控制单元 ECU 的检查，可通过检测其端子间的电压和电阻进行。

ECU 的连接端子如图 5-84 所示，其端子符号及其功能如表 5-6 所示。

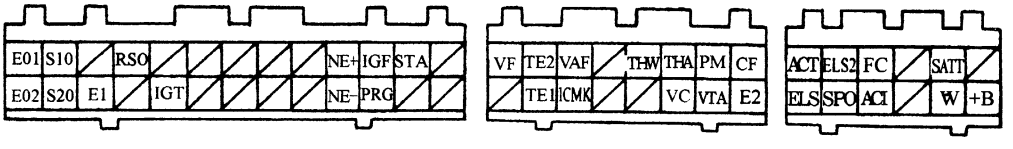


图 5-84　ECU 的连接端子

表 5-6 端子符号及其功能

符 号	端子功能	符 号	端子功能	符 号	端子功能
EO1	电源搭铁线	NE+	点火控制器	THA	进气温度传感器
EO2	电源搭铁线	NE−	点火控制器	VC	节气门位置传感器
#10	喷油器	IGF	点火控制器	PIM	进气压力传感器
#20	喷油器	PRG	真空控制电磁阀	VTA	节气门位置传感器
E1	发动机搭铁线	STA	起动挡开关	CF	冷却风扇继电器
RSO	怠速控制阀	VF	检查用连接器	E2	传感器搭铁线
IGT	点火控制器	TE2	检查用连接器	ACT	空调放大器
KNK	爆震传感器	TE1	检查用连接器	ELS	尾灯继电器
THW	水温传感器	VAF	可变电阻	ELS2	除霜开关
BATT	蓄电池	+B	EFI 主继电器	SPD	车速传感器
W	警告灯	AC1	空调放大器	FC	电路断路继电器

ECU 的检查可通过测量 ECU 连接器各端子间的电压和电阻进行。

1. 测量 ECU 连接器各端子间的电压

拔下 ECU 连接器插头，打开点火开关，用万用表测量 ECU 连接器插头各端子间的电压值，应符合表 5-7 之规定。

表 5-7 ECU 连接器插头各端子间的电压值

端 子	检 测 条 件		标准电压（V）
+B—E1	点火开关打开		9～14
BATT—E1			9～14
VTA—E2	点火开关打开	节气门完全关闭	0.2～0.9
		节气门完全打开	4.0～4.9
PIN—E2	点火开关打开		3.3～3.9
VC—E2			4.5～5.5
#10—EO1 #20—EO2			9～14
THA—E2	点火开关打开	进气温度 20℃	0.5～3.4
THW—E2		冷却液温度 80℃	0.2～1.0
STA—E1	起动发动机		≥6
IGT—E1	起动发动机或怠速运转		脉冲发生
RSO—EO1			
W—E1	没有问题（警告灯是否熄灭）而且发动机工作		9～14
AC1—E1	点火开关打开	使用空调制冷系统	≤1.5
ACT—E1		使用空调制冷系统	4.5～5.5
TE1—E1		检查连接器的 TE1—E1 不连接	9～14
		检查连接器的 TE1—E1 连接	≤3
TE2—E1		检查连接器的 TE1—E1 不连接	9～14
		检查连接器的 TE1—E1 连接	≤3
ELS1—E1		关闭前照灯开关	≤3
		打开前照灯开关	9～14
ELS2—E1		关闭除霜开关	≤3
		打开除霜开关	9～14

2. 测量 ECU 连接器各端子间的电阻值

拔下 ECU 连接器插头，关闭点火开关，用万用表测量 ECU 连接器插头各端子间的电阻值，应符合表 5-8 之规定。

表 5-8 ECU 连接器插头各端子间的电阻值

端　　子	检 测 条 件	标准电阻（Ω）
VTA—E2	节气门完全关闭	500～6500
	节气门完全打开	200～5700
VC—E2		500～1500
THA—E2	进气温度 20℃	2000～3000
THW—E2	冷却液温度 80℃	200～300
NE+—NE−	冷（−10℃到 50℃）	370～550
	热（50℃到 100℃）	475～650

四、电控燃油喷射发动机常见故障及故障自诊断

（一）电控燃油喷射发动机常见故障

电控燃油喷射发动机常见故障及可能发生的部位如表 5-9 所示。

表 5-9 电控燃油喷射发动机常见故障及可能发生的部位

故障现象 / 故障可能发生的部位		不好起动				怠速不良					熄火停机			行驶不良			
		不能初爆	不能完爆	冷车起动困难	热车起动困难	无快怠速	怠速转速低	怠速转速高	怠速不稳	怠速抖动	急加速时	松开加速踏板时	怠速期间	加速不良	行驶中抖动	动力不足	爆震
控制系统	进气压力传感器							●	●	●	●	●	●	●		●	●
	水温传感器		●	●	●	●		●	●		●		●	●		●	
	转速传感器	●															
	节气门位置传感器								●	●	●		●	●	●	●	●
	车速传感器														●		
燃油系统	汽油泵系统	●	●						●				●	●		●	
	燃油压力调节器	●	●	●	●	●			●				●	●	●	●	
	汽油滤清器及管路	●	●		●								●	●	●	●	
	喷油器	●	●	●	●	●			●					●	●	●	
	起动信号	●	●														
点火系统	点火线圈	●											●		●		
	火花塞	●	●	●	●				●				●	●		●	
	高压线	●							●								
	点火正时		●	●			●		●		●					●	●
	ECU 内点火控制器	●											●	●	●		
进气系统	节气门			●				●	●	●						●	
	节气门体							●	●							●	
	进气系统漏气		●	●		●		●	●	●						●	
	怠速控制阀			●		●		●	●	●							
电源系统	ECU 电源电路	●															
	点火开关	●															
	EFI 主继电器	●															
	汽油泵继电器	●															

（二）电控燃油喷射发动机故障自诊断

1. TJ376Q—E 型三缸电控燃油喷射发动机故障自诊断

TJ376Q—E 型三缸电控燃油喷射发动机的 ECU 中设有故障自诊断功能，在驾驶室组合仪表板上设有故障警告灯。起动发动机时故障警告灯点亮，如果电控燃油喷射系统工作正常，故障警告灯将在发动机起动后的 5s 左右熄灭。当转速传感器、进气压力传感器、节气门位置传感器、冷却液温度传感器等出现故障时，故障警告灯点亮。而当怠速 CO 调节器、开关系统和起动信号出现故障时，故障警告灯并不亮，但其故障则以代码的形式储存在 ECU 中，进行维修时可以将故障码调出。

（1）调取故障码的方法

将诊断插座中的 T 端子直接搭铁，如图 5-85 所示。打开点火开关，若 ECU 中储存有故障码，故障警告灯便开始闪烁。故障警告灯第一次出现的闪烁次数，则为故障码的十位数；经过一段时间后，第二次出现的闪烁次数，则为故障码的个位数。若多个故障码同时存在时，故障警告灯将故障码从小到大依次闪烁。警告灯闪烁故障码波形如图 5-86 所示。

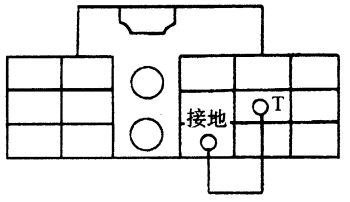


图 5-85　将诊断插座中的 T 端子直接搭铁

（2）清除故障码的方法

当故障码全部调出并根据故障码将故障全部排除后，应及时清除故障码。其方法是：将发动机舱配电器盒内的 EFI 熔断器拔下或拆下蓄电池搭铁线 15s，故障码即可清除。

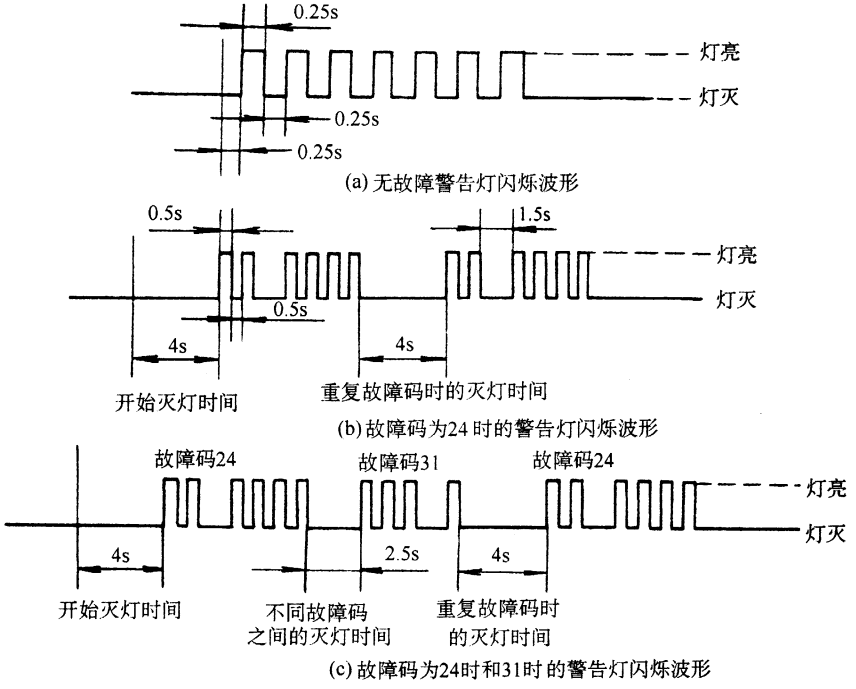


图 5-86　警告灯闪烁故障码波形

（3）故障码的含义

故障码的含义如表 5-10 所示。

表 5-10　故障码的含义

故障码	故障部位	故障警告灯状态
13	转速传感器	亮
16	点火监视信号	亮
24	怠速 CO 调节器	不亮
31	进气压力传感器	亮
41	节气门位置传感器	亮
42	冷却液温度传感器	亮
51	开关系统	不亮
52	车速传感器	亮
54	起动信号	不亮

2. 8A—FE 型四缸电控燃油喷射发动机故障自诊断

8A—FE 型四缸电控燃油喷射发动机的 ECU 中设有故障自诊断功能，在驾驶室组合仪表板上设有故障警告灯。起动发动机时故障警告灯点亮，如果电控燃油喷射系统工作正常，故障警告灯将在发动机起动后的 5s 左右熄灭。当有关传感器、执行器及开关系统和起动信号出现故障时，故障警告灯将点亮。故障则以代码的形式储存在 ECU 中，进行维修时可以将故障码调出。

（1）调取故障码的方法

由于 8A—FE 型四缸电控燃油喷射发动机的 ECU 中的故障自诊断功能有两种工作模式，即正常模式和检查模式。因此调取故障码时可分别进行。

1）用正常模式调取故障码

打开点火开关，将诊断插座中的 TE1 端子和 E1 端子用导线连接，如图 5-87 所示。若 ECU 中没有储存故障码，故障警告灯会每隔 0.26s 交替亮灭一次，如图 5-88（a）所示。若 ECU 中储存有故障码，故障警告灯将每隔 0.52S 闪烁一次。故障警告灯第一次出现的闪烁次数，则为故障码的十位数；暂停 1.5s 后，进行第二次闪烁。第二次出现的闪烁次数，则为故障码的个位数。若多个故障码同时存在时，则在每个故障码之间有 2.5s 暂停时间。当所有故障码显示完后，暂停 4.5s，又重复显示一遍，如图 5-88（b）所示。

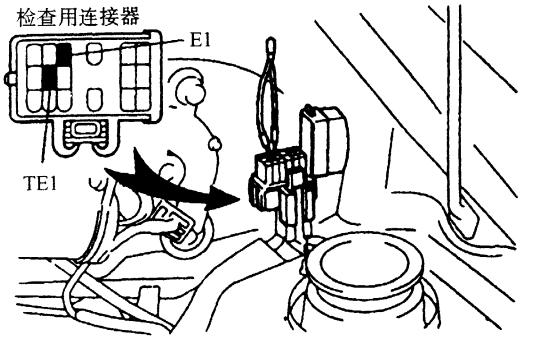


图 5-87　将诊断插座中的 TE1 端子和 E1 端子用导线连接

2）用检查模式调取故障码

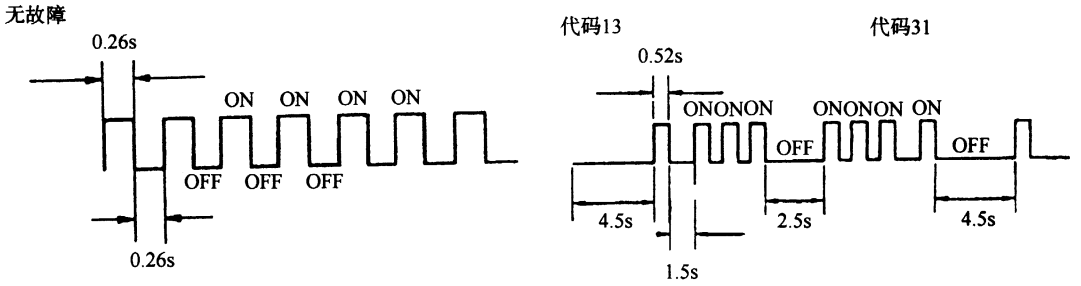
与正常模式相比，检查模式对故障码的检测具有更高的可靠性和灵敏度，这一模式还能检测到起动和空调系统的故障。此外，对同一诊断项目，在正常模式下能检测到的，在检查模式下也能检测到。

将诊断插座中的 TE2 端子和 E1 端子用导线连接，如图 5-89（a）所示。打开点火开关后，故障警告灯应闪烁。起动发动机并使其运转，再用导线将诊断插座中的 TE1 端子和 E1 端子连接，如图 5-89（b）所示。故障警告灯将闪烁故障码。

（2）清除故障码的方法

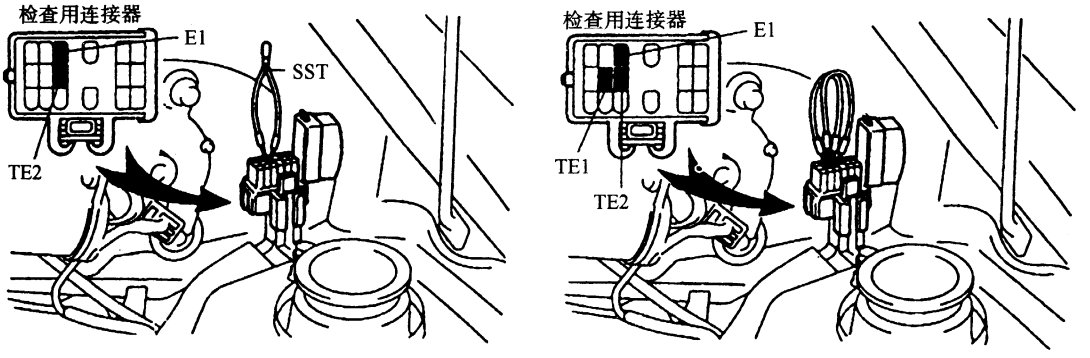
当故障码全部调出并根据故障码将故障全部排除后，应及时清除故障码。其方法是：将发

动机舱配电器盒内的 EFI 熔断器拔下或拆下蓄电池搭铁线 15s，故障码即可清除。



(a) 无故障警告灯闪烁波形　　(b) 故障码为13时和31时的警告灯闪烁波形

图 5-88　警告灯闪烁故障码波形



(a) 将诊断插座中的TE2端子和E1端子用导线连接　(b) 将诊断插座中的TE1端子和E1端子及TE2端子和E1端子同时连接

图 5-89　用导线连接诊断插座有关端子

（3）故障码的含义

故障码的含义如表 5-11 所示。

表 5-11　故障码的含义

故障码	故障码的含义	故障原因	检查部位
12	无发动机转速信号	起动 2s 无曲轴转角信号	1）点火装置 2）曲轴位置传感器 3）起动电路 4）ECU
13	无发动机转速信号	1500r/min 时，0.3s 无曲轴转角信号	1）点火装置 2）曲轴位置传感器 3）ECU
14	无点火信号	连续 4～5 次无点火确认信号	1）点火确认电路 2）点火正时电路 3）ECU
22	无冷却液温度信号	冷却液温度传感器电路连接不良超过 0.5s	1）冷却液温度传感器电路 2）冷却液温度传感器 3）ECU
24	无进气温度信号	进气温度传感器电路连接不良超过 0.5s	1）进气温度传感器电路 2）进气温度传感器 3）ECU

续表

故障码	故障码的含义	故障原因	检查部位
31	无进气压力信号	进气压力传感器电路连接不良超过 0.5s	1）进气压力传感器电路 2）进气压力传感器 3）ECU
33	无怠速信号	怠速控制阀系统工作不良	1）怠速控制阀电路 2）怠速控制阀
41	无节气门位置传感器信号	节气门位置传感器电路连接不良超过 0.5s	1）节气门位置传感器电路 2）节气门位置传感器 3）ECU
42	无车速传感器信号	2500～5000r/min、水温高于 80℃、进气歧管真空度 60kPa 时、8s 未收到车速信号	1）车速传感器电路 2）车速传感器 3）ECU
52	无爆震传感器信号	爆震传感器电路断路、短路	1）爆震传感器电路 2）爆震传感器 3）ECU

（4）电子控制单元 ECU 的各端子符号及其意义

ECU 的端子如图 5-90 所示。ECU 的各端子符号及其意义如表 5-12 所示。

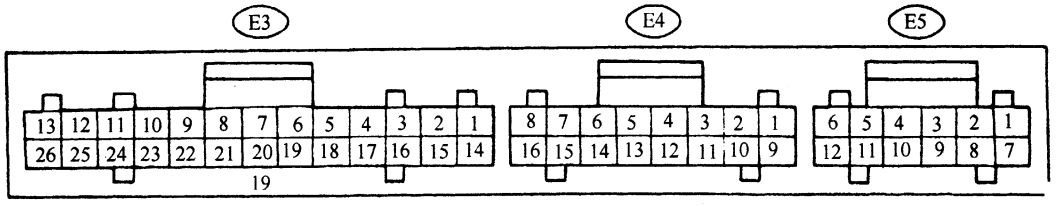


图 5-90　ECU 的端子

表 5-12　ECU 的各端子符号及其意义

端子编号	符　号	端子名称	标准电压（V）	检测条件
E5　2	BATT	蓄电池	9～14	BATT—E1
E5　4	FC	开路继电器		
E5　5	ELS2	除霜开关		
E5　6	ACT	A/C 放大器		
E5　7	+B	EFI 主继电器	9～14	+B—E1　打开点火开关
E5　8	W	警告灯	9～14	W—E1　起动
E5　10	AC1	A/C 放大器		
E5　11	SPD	车速传感器		
E5　12	ELS	尾灯继电器		
E4　1	CF	冷却风扇继电器		
E4　2	PIM	进气压力传感器	3.3～3.9	PIM—EE2　打开点火开关
E4　3	THA	进气温度传感器	0.5～3.4	THA—E2　进气温度 20℃
E4　4	THW	冷却液温度传感器	0.2～1.0	THW—EE2　冷却液温度 80℃
E4　6	VAF	可变电阻		
E4　7	TE2	检查连接器		

续表

端子编号	符　号	端 子 名 称	标准电压（V）	检　测　条　件
E4　8	VF	检查连接器		
E4　9	E2	传感器搭铁		
E4　10	VTA	节气门位置传感器	0.2～0.9 4.0～4.8	VTA—E2　节气门全闭 VTA—EE2　节气门全开
E4　11	VC	节气门位置传感器	4.5～5.5	VC—E E2　打开点火开关
E4　14	KNK	爆震传感器		
E4　15	TE1	检查连接器		
E3　2	STA	起动开关	≥6	STA—E1　起动
E3　3	IGF	点火控制器		
E3　4	NE＋	点火控制器		
E3　10	RSO	怠速控制阀	脉冲发生	RSO—EO1　起动或怠速
E3　12	＃10	喷油器	9～14	＃10—EO1　打开点火开关
E3　13	EO1	电源搭铁		
E3　16	PRG	真空控制电磁阀		
E3　17	NE－	点火控制器		
E3　22	IGT	点火控制器	脉冲发生	IGT—E1　起动或怠速
E3　24	E1	发动机搭铁		
E3　25	＃20	喷油器	9～14	＃10—EO!　打开点火开关
E3　26	EO2	电源搭铁		

第六章　制动防抱死系统（ABS）

汽车在光滑路面上行驶紧急制动（车轮抱死）时，将会造成侧滑、甩尾和失去方向控制。为了提高汽车行驶速度和制动时的安全、稳定性能，在夏利 2000 型轿车上装用了制动防抱死系统（ABS）。ABS 的作用是在汽车制动过程中，对车轮的运动状态进行迅速，准确而又有效控制，使车轮的纵向、横向都保持较高的附着系数，从而保证：对汽车的转向能够控制；使汽车在最短距离内停车；减少轮胎磨损。

一、ABS 的基本理论

（一）汽车制动时的车轮运动状态

汽车在制动过程中，车轮会出现三种不同的运动状态：

当车速等于轮速时，车轮为纯滚动；当轮速小于车速且不等于零时，车轮为边滚边滑；当轮速小于车速且等于零时，车轮为抱死拖滑。

汽车制动中，车轮从纯滚动到抱死拖滑，必须受到一个与行驶方向相反的外力，此外力由地面和空气阻力（忽略不计）提供。地面提供的外力称为地面制动力 F_x。F_x 受制动器制动力 F_u 和附着力 F_φ 的影响。

F_x、F_u、F_φ 三者之间关系如图 6-1 所示。

当 $F_x < F_\varphi$ 时，$F_x = F_u$，且随 F_u 的增大而增大。

当 $F_x = F_\varphi = F_z \cdot \varphi$ 时，F_u 再增大，$F_{xmax} = F_z \cdot \varphi$（说明车轮已抱死，即使 F_u 再增大，F_x 也不再增大）。

通过上述分析可知：地面制动力 F_x 既取决于制动器制动力 F_u 又受地面附着力 F_φ 的限制。若需增大 F_x，则需增大 F_φ。F_φ 主要取决于路面附着系数 φ，路面附着系数 φ 将随着车轮滑移率 s 的改变而改变。

（二）车轮滑移率“s”对附着系数“φ”的影响

车轮滑移率定义如下：

$s = [(v - v_\omega)/v] \times 100\%$（其中：$v$——汽车车速；$v_\omega$——汽车轮速。）

“s”对“φ”的影响如图 6-2 所示。

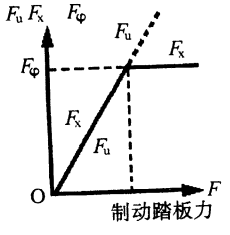


图 6-1　F_x、F_u、F_φ 三者之间关系

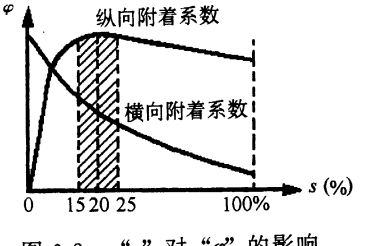


图 6-2　“s”对“φ”的影响

由图 6-2 可见：当 $s=15\%\sim25\%$ 时，纵向附着系数最大，横向附着系数也比较大。将车轮的滑移率控制在 20% 左右，便可获得最大的纵向附着系数和较大的横向附着系数，才能获取最理想的制动效果。

（三）理想的制动控制过程

（1）制动开始，让制动压力迅速增大，使 s 上升至 20% 所需时间最短，以便获取最短制动距离和方向稳定性。

（2）制动过程中，当 s 上升稍大于 20% 时，对制动轮迅速而适当地降低制动压力，使制动力矩小于车轮转矩，使 s 下降至 20%值。

当 s 下降稍小于 20% 时，对制动轮迅速而适当地增大制动压力，使制动力矩大于车轮转矩，使 s 上升至 20%值 。

可见：这一理想的制动控制过程只能通过 ABS 来实现。

（四）ABS 控制原理

ABS 控制效果主要取决于：控制方式、控制方法及控制通道。

1. 控制方式

ABS 系统属于闭环控制自动调节系统，比较量的选择极为重要，也就是根据什么参数来控制车轮滑移率在 20%左右，通常多采用将车轮的加、减速度作主要控制门限；将车轮的参考滑移率作辅助控制门限。车轮的加、减速度可由电子控制器 ECU 根据轮速传感器输入的信号经过计算求得。车轮的参考滑移率可由电子控制器 ECU 根据轮速传感器输入的信号通过设置参考车速确定。

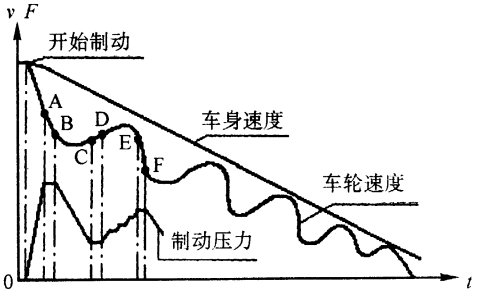


图 6-3　制动压力调节过程

2. 控制过程

控制过程如图 6-3 所示。

踩下制动踏板时，制动压力迅速增大，汽车开始减速。当车轮轮速减速到 A 点时，车轮角减速度达到设定的门限值。为了确认车轮滑移率已达到 20%，还需保持制动压力一段时间，使其轮速继续减小至 B 点，而后 ECU 输出指令，使制动压力迅速减小，车轮轮速将惯性地减速一段时间后才开始上升。当车轮轮速上升到 C 点时，车轮角加速度达到设定的门限值，为了确认车轮滑移率并未远离 20%，仍需保持制动压力一段时间，使其轮速继续增大至 D 点，而后 ECU 输出指令，使制动压力迅速增大，车轮轮速将惯性地增大一段时间后才开始下降。如此重复，ECU 不断输出指令，控制制动压力进行增压、保压、减压的不断转换，直至车速降至低于某一车速时，ABS 才对制动压力不进行控制，以后的制动过程将按常规制动进行。

（五）ABS 控制方案及控制通道

控制通道是指能够独立地进行制动压力调节的制动管路。如果车轮的制动压力可以进行单独调节，称该车轮为独立控制（即轮控制）。如果两个车轮的制动压力是一同进行调节，称为该两车轮为一同控制（即轴控制）。在两车轮一同控制（轴控制）时，如果以保证附着力较大的

车轮不发生制动抱死为原则进行制动压力调节，称为按高选原则控制；如果以保证附着力较小的车轮不发生制动抱死为原则进行制动压力调节，称为按低选原则控制。夏利 2000 型轿车上使用的 ABS 采用了四个轮速传感器和四个控制通道的双管路液压制动系统。

二、ABS 的组成

夏利 2000 型轿车上使用的 ABS 控制模块安装在发动机舱的左后上方，如图 6-4 所示。

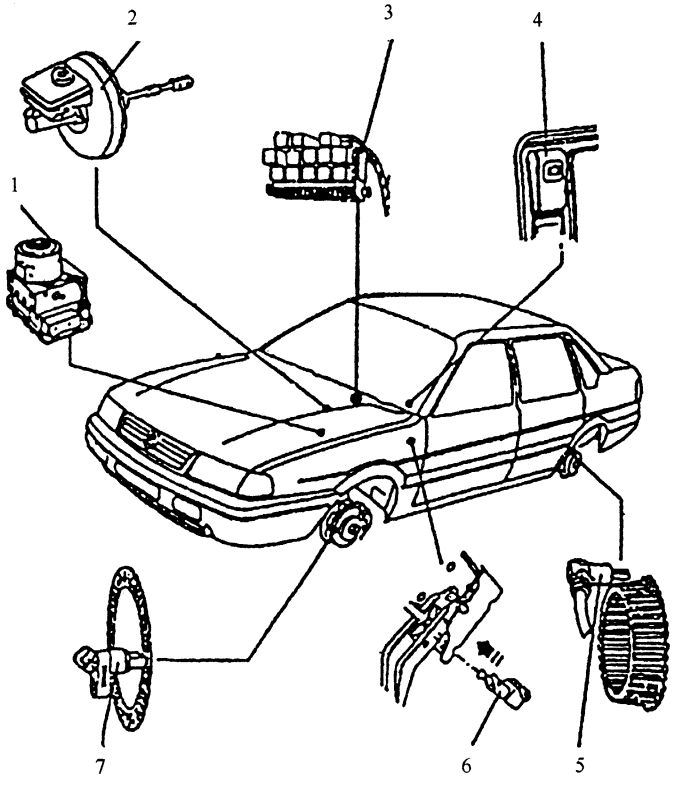


图 6-4　ABS 的组成及在车上的安装位置

1-ABS 控制模块；2-制动助力器；3-故障诊断接口；4-ABS 警告灯；5-后轮轮速传感器；6-制动灯开关；7-前轮轮速传感器

ABS 是在常规制动基础上，又增设如下装置：

轮速传感器；ABS 控制模块；ABS 警告灯。

夏利 2000 型轿车上使用的 ABS 具有以下特点：

(1) 采用模块式结构设计，将储液器、电动回液泵、电磁阀与电子控制单元集成于一体，使其结构更加紧凑，如图 6-5 所示。

(2) 电磁阀线圈集成于电子控制单元内部，节省连接导线。采用大功率集成电路直接驱动电磁阀及回液泵电机，省去了电磁阀继电器。

(3) 电子控制单元内部设有故障存储器，随车带有故障诊断接口，借助诊断仪调取故障码可以很方便地进行故障诊断。

(4) ABS 的控制原则是对两前轮进行独立控制，对两后轮按低选原则一同控制。其目的是在制动过程中确保后轮不会先于前轮抱死，从而获得良好的制动稳定性。

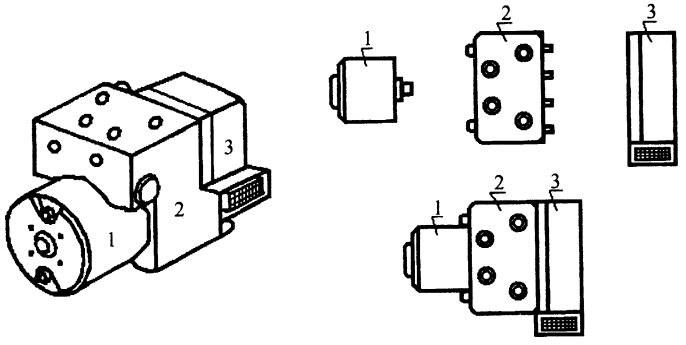


图 6-5　ABS 控制模块式结构

1-电动回液泵电机；2-液压控制单元；3-电子控制单元

(5) 几点说明：

①ABS 是在原制动系统基础上增加一套控制装置，因此 ABS 是在常规制动系统工作的基础上进行工作。制动中车轮未抱死时，与常规制动相同。制动中车轮趋于抱死时，ABS 的 ECU 才控制液压控制单元对制动压力进行调节。

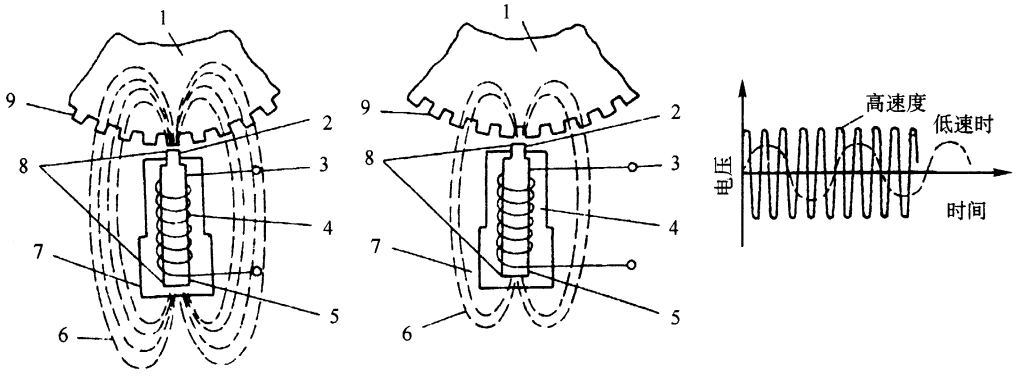
②ABS 工作时的汽车时速必须大于 5km/h ，若小于该时速，ABS 不工作，制动时车轮仍可能被抱死。

③常规制动系统出故障时，ABS 随之失去控制作用。ABS 出故障时，将自动关闭该系统，同时点亮 ABS 警告灯，但常规制动系统仍可正常工作。

三、ABS 主要部件的结构与工作原理

(一) 轮速传感器

轮速传感器的作用是检测车轮转速，产生与轮速成正比的正弦交流电压信号送至 ECU。夏利 2000 型轿车上装用四个轮速传感器，其结构和工作原理如图 6-6 所示。



(a)齿圈齿顶与传感器头极轴相对时　(b)齿圈齿隙与传感器头极轴相对时　(c)轮速传感器输出的交流电压信号

图 6-6　轮速传感器的结构和工作原理

1-齿圈；2-极轴；3-感应线圈输出端子；4-感应线圈；5-铁心；6-磁力线；7-轮速传感器；8-磁极；9-齿圈凸齿

轮速传感器由传感器头（静止）和齿圈（转动）组成。传感器头由永久磁铁、感应线圈、极轴等组成，安装在齿圈的上方，永久磁铁的磁通通过齿圈构成回路。齿圈由铁磁性材料制成，安装在轮毂上与车轮一同旋转。齿圈旋转时，齿顶和齿隙交替地在传感器头下掠过，使感应线圈中磁通强度发生交替变化，从而产生与轮速成正比的正弦交流电压信号送至 ECU。交流电压信号变化的频率便能精确地反映出车轮轮速的变化。

（二）控制模块

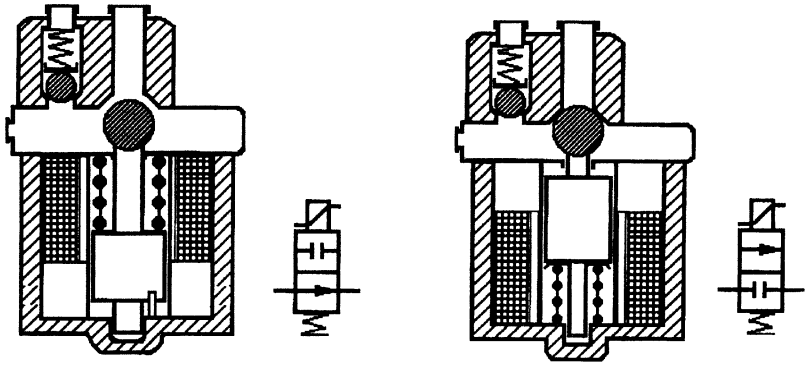
控制模块由液压控制单元和电子控制单元组成。

1. 液压控制单元

液压控制单元由储液器、电动回液泵、电磁阀等组成。

（1）电磁阀

夏利 2000 型轿车上每一个车轮制动器制动力均由两个二位二通电磁阀进行控制。其中一个为二位二通常开进液电磁阀，另一个为二位二通常闭出液电磁阀。两个电磁阀均由阀门、衔铁、电磁线圈、回位弹簧等组成，其结构及表示符号如图 6-7 所示。



(a)二位二通常开进液电磁阀　　(b)二位二通常闭出液电磁阀

图 6-7　二位二通电磁阀的结构及表示符号

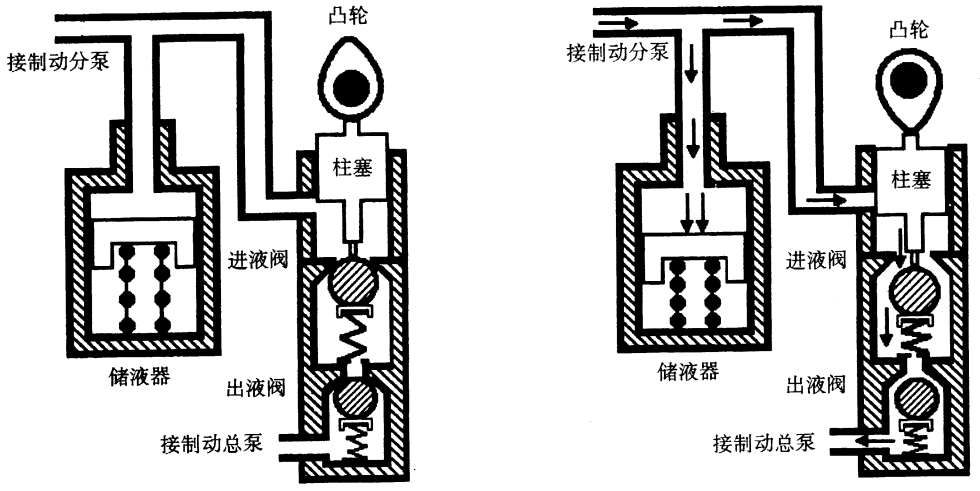
电磁阀的工作过程是：车轮制动未抱死时，线圈不通电，二位二通常开进液电磁阀阀门打开，使制动总泵和制动分泵直接相通，踏下制动踏板即可增压。二位二通常闭出液电磁阀阀门关闭，避免制动液泄漏。车轮制动趋于抱死时，ECU 对电磁阀线圈通电且控制通电时机，使两个电磁阀阀门不断开、闭切换，使制动系统进入增压、保压、减压的循环工作状态。

（2）储液器与电动回液泵

储液器的作用是接纳 ABS 减压过程中，从制动分泵回流的制动液。其结构如图 6-8 所示。

储液罐内有一活塞和弹簧。减压时，回流的制动液压缩活塞克服弹簧张力下移，使容积增大，暂时存储制动液。

电动回液泵由直流电动机和柱塞泵组成。其工作过程是在减压回流制动液的同时，ECU 输出指令，电动回液泵工作，驱动凸轮迫使柱塞在泵筒内移动。当柱塞上行时，储液器与制动分泵内具有一定压力的制动液经柱塞泵进液口压开进液阀流入泵筒内；当柱塞下行时，压开泵筒底部的出液阀，将制动液压入制动总泵。



(a) 柱塞上行时　　(b) 柱塞下行时

图 6-8　储液器与电动回液泵

2. 电子控制单元（ECU）

ECU 功用是接收轮速传感器及其他开关信号进行放大、计算、比较，按照特定的控制逻辑，分析、判断后输出指令，控制液压控制单元执行制动压力调节任务。

硬件：由安装在印刷电路板上的一系列电子元器件构成，封装于金属壳体内。

软件：固存在只读存储器（ROM）中的一系列控制程序和参数（试验参数）。

同时，电子控制单元还对系统的工作状态进行监测，当发现系统内出现故障（如系统电压过低，轮速传感器信号不正常，计算电路、电磁阀控制电路有故障等）时，使 ABS 系统停止工作，同时接通 ABS 警告灯电路，使 ABS 警告灯点亮。与此同时，将 ABS 出现的故障以代码的形式储存，以便进行维修时自诊断。

四、ABS 液压控制系统工作过程

夏利 2000 型轿车上采用的 ABS 液压控制系统为双回路控制系统，如图 6-9 所示。

其工作过程是：

汽车制动中，随着车轮轮速的上升需要增大制动压力时，进液电磁阀线圈断电打开，出液电磁阀线圈断电关闭，制动压力将随制动踏板力的增大而增大。当车轮趋于抱死时，ECU 输出指令，控制进液电磁阀线圈通电关闭，出液电磁阀线圈仍断电关闭，使制动分泵内的制动压力保持不变。当制动车轮抱死时，ECU 输出指令，控制进液电磁阀线圈仍通电关闭，出液电磁阀线圈通电打开，使制动分泵内的制动液经出液电磁阀流到储液器，使制动分泵内的制动压力减小。

在 ABS 控制过程中，对制动压力的增压、保压、减压调节速度将以每秒 2～6 次的变化频率进行，从而获得良好的制动稳定性。

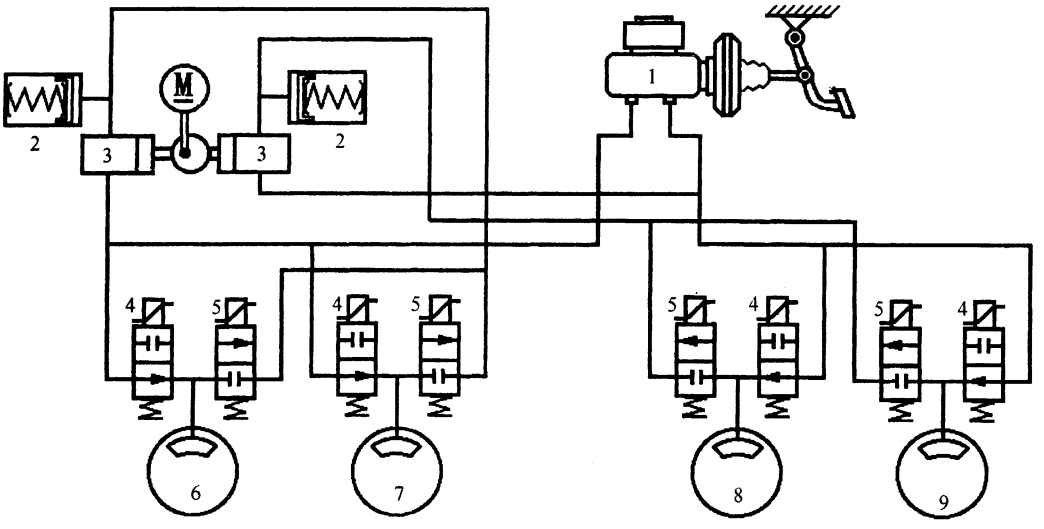


图 6-9　液压双回路控制系统

1-制动总泵；2-储液器；3-电动回液泵；4-常开进液电磁阀；5-常闭出液电磁阀；6-左前轮；7-右后轮；8-左后轮；9-右前轮

五、ABS 的故障诊断

当 ABS 出现故障警告灯点亮时，应及时地诊断、排除故障。其诊断过程应按如下步骤进行：

1. 首先进行常规检查

(1) 检查制动液液面是否符合要求。

(2) 检查所有继电器、熔断器、连接器连接是否可靠。

(3) 重点检查下列部件连接器连接情况：

电动回液泵、液压控制单元、轮速传感器、制动液液位检测开关等。

(4) 检查轮速传感器头与齿圈间隙是否符合要求，轮速传感器头与齿圈是否赃物或损坏。

(5) 检查驻车制动器是否完全松开，蓄电池电压是否符合规定。

2. 进行故障自诊断

ABS 的 ECU 设有故障自诊断功能。利用专用诊断仪可将系统故障码调出，通过仪器查询或查找专车维修资料便可确定故障发生的系统和具体部位。

六、ABS 常见故障诊断与排除

ABS 常见故障可分为三大类：车轮制动抱死；制动警告灯点亮；制动不良或系统控制操作反常。

(一) 车轮制动抱死故障的诊断与排除

1. 故障现象

装有 ABS 汽车紧急制动时，车轮制动仍抱死。

2. 故障原因

(1) ECU 电源电路故障。

(2) 蓄电池电压低于 12V。

(3) 制动警告灯开关或线路故障。

(4) 轮速传感器、电磁阀连线破损搭铁。

(5) 电磁阀故障。

3. 排除方法

紧急制动时，车轮制动仍抱死故障的诊断与排除如图 6-10 所示。

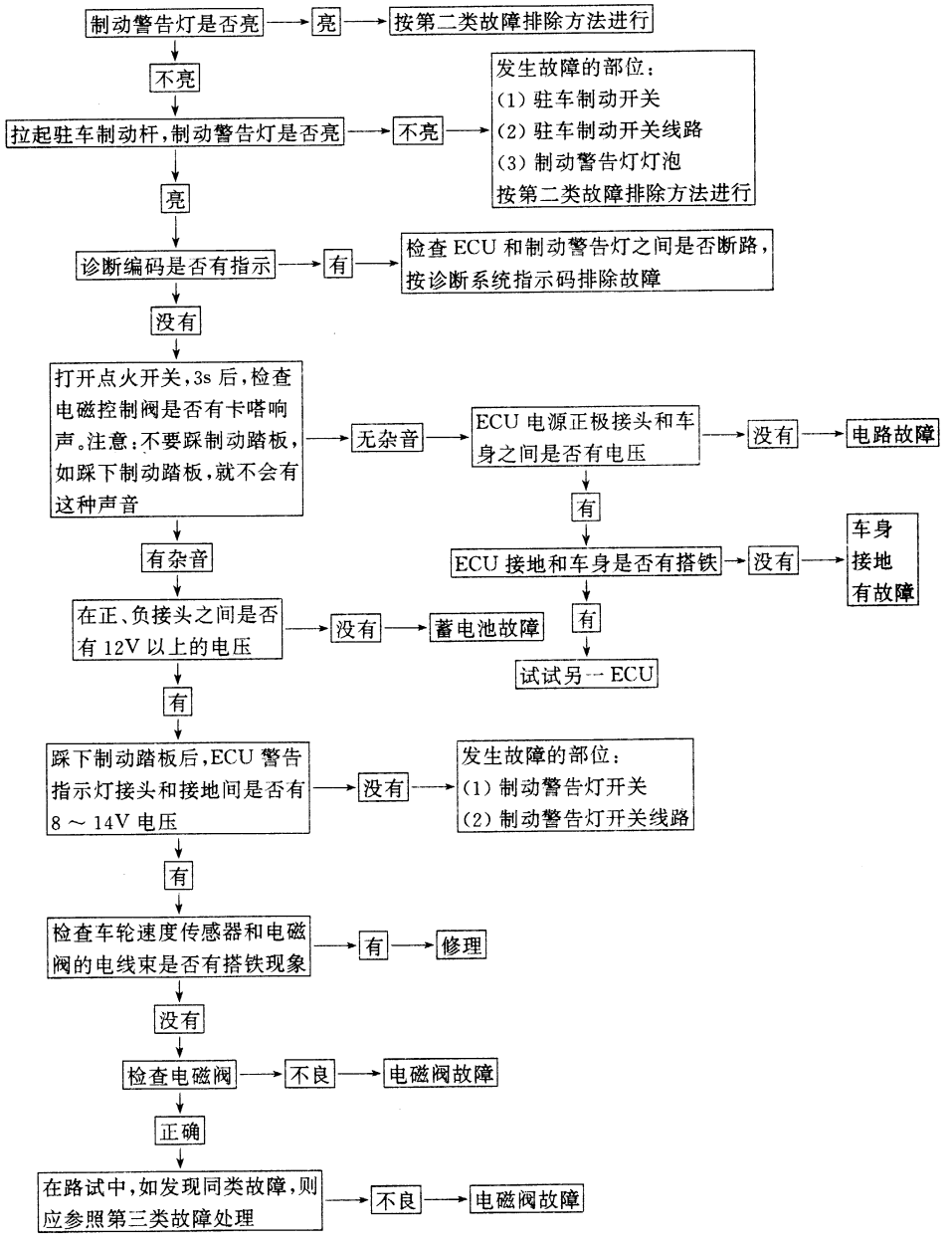


图 6-10　车轮制动仍抱死故障的诊断与排除

（二）制动警告灯点亮故障的诊断与排除

1. 故障现象

松开驻车制动器或行驶中制动警告灯点亮。

2. 故障原因

（1）ECU 电源电路故障。

（2）ECU 故障。

（3）电磁阀故障。

（4）轮速传感器失效。

（5）制动储液罐中制动液液面低于最低允许值。

（6）驻车制动器开关、制动液液位检测开关、制动警告灯线路故障。

3. 排除方法

松开驻车制动器或行驶中制动警告灯点亮时，可按图 6-11 所示的方法进行诊断与排除。

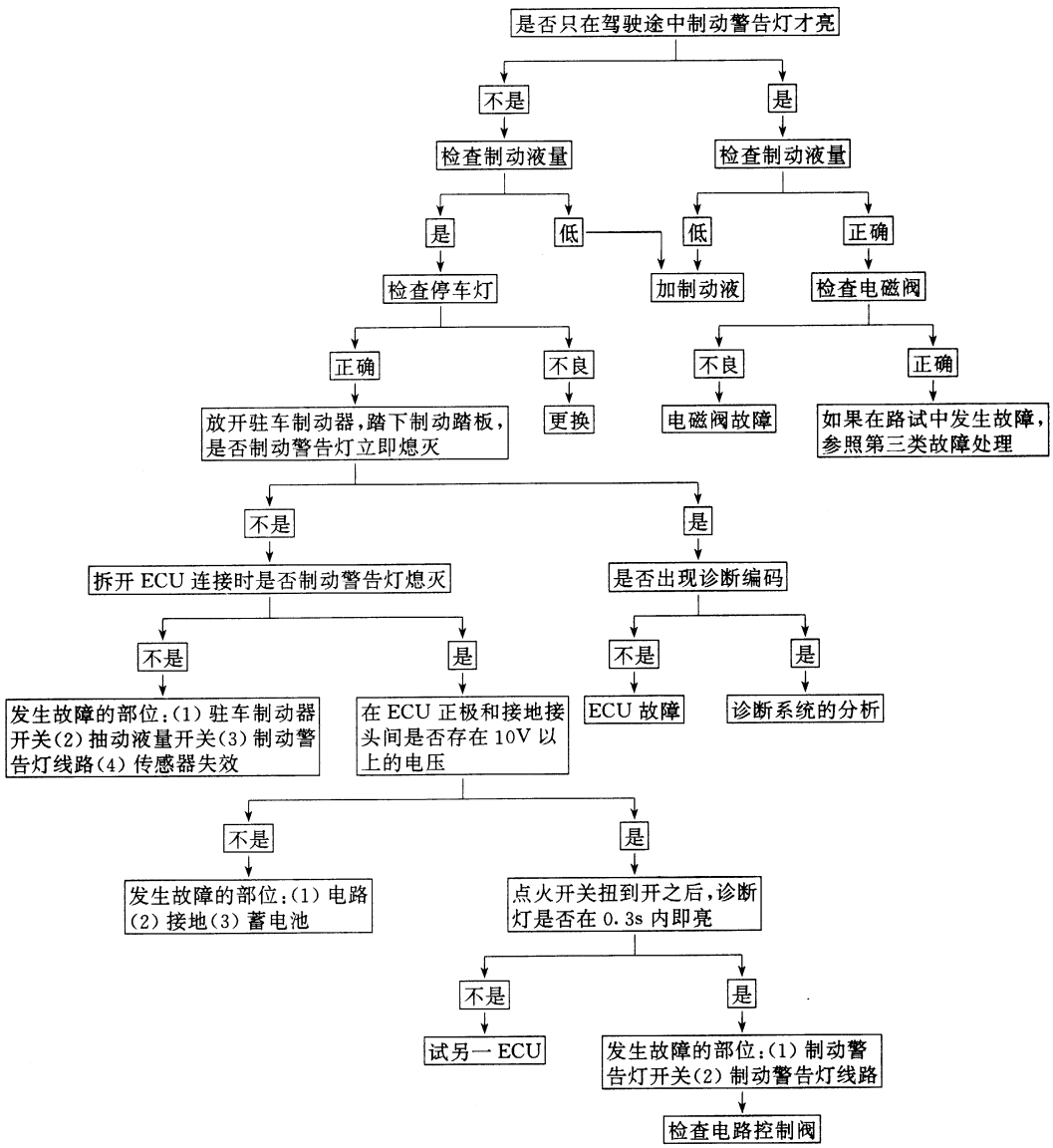


图 6-11　制动警告灯点亮故障的诊断与排除

（三）制动不良或 ABS 控制操作反常的故障诊断与排除

1. 故障现象

汽车制动系统出现制动性能不良或 ABS 控制操作出现异常情况而不能正常完成制动车轮防抱死的功能。

2. 故障原因

（1）车轮轮胎规格不符，轮胎气压不正常。

（2）蓄电池电压低于 12V。

（3）轮速传感器故障。

（4）制动管路或接头有泄漏。

（5）制动警告灯开关或连接线路有故障。

3. 排除方法

汽车制动中，ABS 应能根据需要将制动压力在很短的时间内调节许多次，只要驾驶员保持足够的压力在制动踏板上，这种准确的压力调节过程就会一直进行下去，起到既制动又防车轮抱死的作用，当正常操作而又达不到此种效果时，就是出现了 ABS 控制操作异常或制动效果不良的故障，该故障的诊断与排除方法如图 6-12 所示。

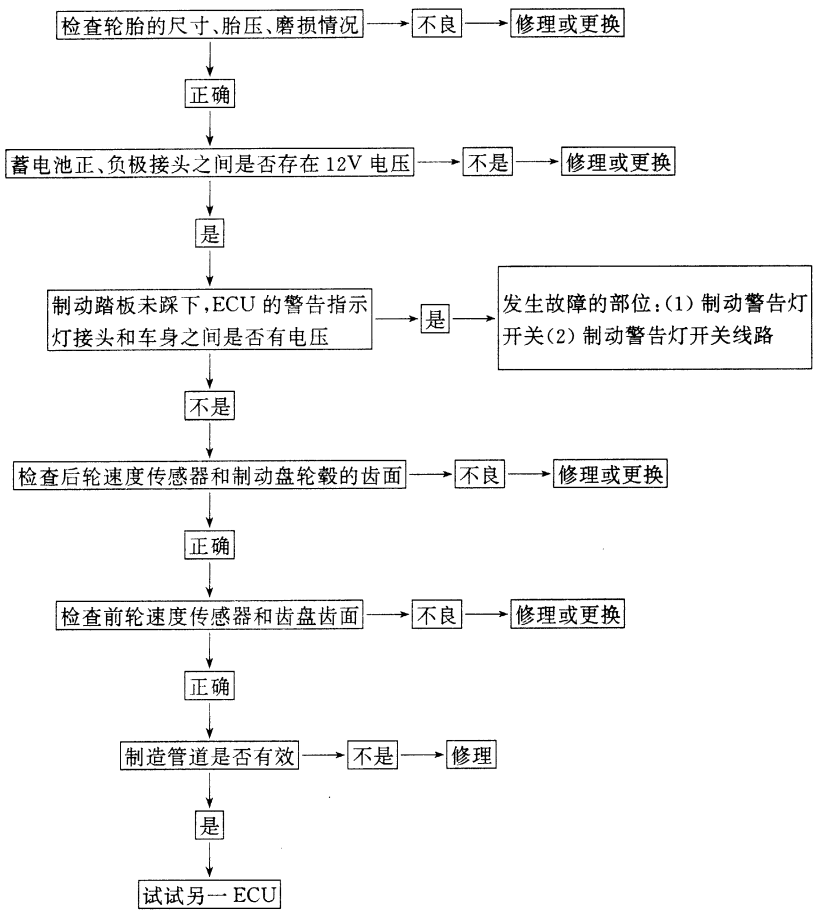


图 6-12　制动不良或 ABS 控制操作反常的故障诊断与排除

七、ABS 主要部件的检查与更换

利用诊断仪查找故障，确认故障发生在液压控制单元时，应对液压控制单元进行拆装或更换。

（一）液压控制单元的拆装

1. 液压控制单元的拆卸

（1）从液压控制单元上拆下连接器。

（2）拆下液压控制单元与制动总泵和制动分泵连接管并做好标记，用塞子将出液口堵住。

（3）拆下液压控制单元与装配托架之间的 4 个固定螺栓，取下液压控制单元。

2. 液压控制单元的安装

液压控制单元的安装必须按拆卸的相反顺序进行。重新安装后，必须按排气程序进行排气，清除故障码，试车确认 ABS 功能。将汽车行驶到规定速度，踏下制动踏板感到有反弹，说明 ABS 工作正常。

（二）电子控制单元的拆装

（1）从电子控制单元上拆下连接器。

（2）拆下电子控制单元与液压控制单元之间的 4 个连接螺栓。

（3）轻轻拉动电子控制单元与液压控制单元分离。

（4）安装必须按拆卸的相反顺序进行。重新安装后，必须执行 ABS 系统检查。

（三）轮速传感器的检查与拆装

1. 前轮轮速传感器的检查与拆装

前轮轮速传感器的检查拆卸方法步骤如下：

（1）顶起车辆，并支撑在合适的吊装设备上。

（2）转动前轮同时观察齿圈轴向摆差，应符合规定。传感器头和齿圈之间的间隙应在规定范围内。

（3）拆卸前轮轮胎和车轮总成并拔下轮速传感器连接器。

（4）拆卸轮毂和轴承总成。

（5）安装必须按拆卸的相反顺序进行。重新安装后，必须执行 ABS 系统检查。

2. 后轮轮速传感器的检查与拆装

后轮轮速传感器的检查拆卸方法步骤如下：

（1）顶起车辆，并支撑在合适的吊装设备上。

（2）转动后轮同时观察齿圈轴向摆差，应符合规定。传感器头和齿圈之间的间隙应在规定范围内。

（3）拆卸后轮轮胎和车轮总成并拔下支柱附近的轮速传感器连接器。

（4）拆卸轮毂和轴承总成。

（5）安装必须按拆卸的相反顺序进行。重新安装后，必须执行 ABS 系统检查。

第七章　空调系统

一、空调系统的组成

汽车空调系统按其功能可分为制冷系统、暖风系统、通风系统、控制操纵系统和空气净化系统五个基本组成部分。

1. 制冷系统

对车内空气或由外部进入车内的新鲜空气进行冷却，来实现降低车内温度的目的。作为冷源的蒸发器，其温度低于空气的露点温度，因此，制冷系统还具有除湿和净化空气的作用。

2. 暖风系统

轿车的暖风系统一般利用冷却液的热量，将发动机的冷却液引入车室内的暖风散热器中，通过鼓风机将被加热的空气吹入车内，以提高车内空气的温度；同时暖风系统还可以对前风窗玻璃进行除霜、除雾。

3. 通风系统

通风一般分为自然通风和强制通风。自然通风是利用汽车行驶时，根据车外所产生的风压不同，在适当的地方，开设进风口和出风口来实现通风换气；强制通风是采用鼓风机强制外气进入的方式，这种方式在汽车行驶时，常与自然通风一起工作。在通风系统中主要有空气处理室、送风道及风门等部件。

4. 空气净化系统

空气净化系统一般由空气过滤器、出风口等组成，用以对引入的空气进行过滤，不断排出车内的污浊气体，保持车内空气清洁。

5. 控制系统

控制系统主要由电气元件、真空管路和操纵机构组成。一方面用以对制冷和暖风系统的温度、压力进行控制；另一方面对车室内空气的温度、风量、流向进行操纵，完善了空调系统的各项功能。

二、空调系统的结构与工作原理

（一）制冷系统

1. 制冷系统的工作原理

汽车空调制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器等组成，如图 7-1 所示。各部件之间采用铜管（或铝管）和高压橡胶管连接成一个密闭系统。制冷系统工作时，制冷剂以不同的状态在这个密闭系统内循环流动，每一循环有四个基本过程，如图 7-2 所示。

①压缩过程压缩机将蒸发器低压侧温度约为 0℃、气压约 0.15MPa 的低温低压气态制冷剂增压成高温约 70～80℃、高压约 1.5MPa 的气态制冷剂。高压高温的过热制冷剂气体被送

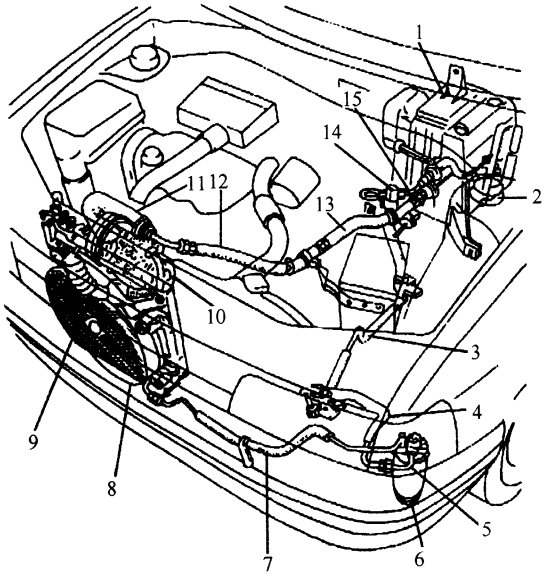


图 7-1　空调系统的组成

1-蒸发器总成；2-膨胀阀；3、4、5、7、9、15-高压管路；6-储液干燥器；8-冷凝器；10-压缩机；11、12、13-低压管路；14-视液镜

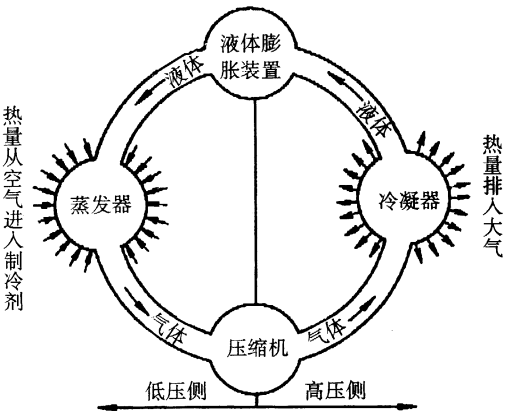


图 7-2　制冷系统的工作原理

往冷凝器冷却降温。

②冷凝过程过热气态制冷剂进入冷凝器，散热冷凝为液态制冷剂，使制冷剂的状态发生变化。冷凝过程的后期，制冷剂呈中温，气压约为 1.0～1.2MPa 的过冷液体。

③膨胀过程冷凝后的液态制冷剂经过膨胀阀后体积变大，其压力和温度急剧下降，变成低温约－5℃、低压约为 0.15MPa 的湿蒸汽，以便进入蒸发器中迅速吸热蒸发。在膨胀过程中同时进行节流控制，以便供给蒸发器所需的制冷剂，从而达到控制温度的目的。

④蒸发过程液态制冷剂通过膨胀阀变为低温低压的湿蒸气，流经蒸发器不断吸热汽化转变成低温约为 0℃、低压约为 0.15MPa 的气态制冷剂，吸收车内空气的热量。从蒸发器流出的气态制冷剂又被吸入压缩机，增压后泵入冷凝器冷凝，进行制冷循环。

制冷循环就是利用有限的制冷剂在封闭的制冷系统中，反复地将制冷剂压缩、冷凝、膨胀、蒸发，不断在蒸发器中吸热汽化，对车内空气进行制冷降温。

2. 制冷系统的基本参数

夏利轿车空调制冷系统的基本参数如表 7-1 所示。

表 7-1　夏利轿车空调系统的基本参数

名称与项目		（参数）单位	参数及形式
基本情况	最大制冷能力	kJ/h	11723
	制冷剂容量	kg	0.55
	温度调节方式		控制冷、热空气的混合
	传动带形式		A 型

续表

名称与项目		（参数）单位	参数及形式
暖风设备	放热率	kJ/h	12560
	空气流量	m^3/h	240
	消耗功率	W	120
	风扇直径	mm	10
	暖风散热器心尺寸(长×宽×高)	mm	159.5×140×32.2
压缩机	形式		SH-120
	容积	mL/r	121.7
	最大连续转速	r/min	7000
	润滑油容量	mL	120±20
电磁离合器消耗功率		W	30
冷凝器	尺寸（厚×宽×高）	cm	2.2×31.7×37.0
	散热量/扇风量	$kJ/h/m^3/h$	11723/759（4.5m/s 风速） 19259/1900（4.5m/s 风速）
	电动机电流	A	7
	电动机电压	V	12
	电动机转速	r/min	2710±250
蒸发器	尺寸（厚×宽×高）	cm	8.5×21.0×23.5
	膨胀阀		内调式
	鼓风量	m^3/h	330
	制冷量	kJ/h	11732（风量为 400m^3/h）
鼓风机	最大鼓风量	m^3/h	330
	风量调节		三挡
	消耗功率	W	120

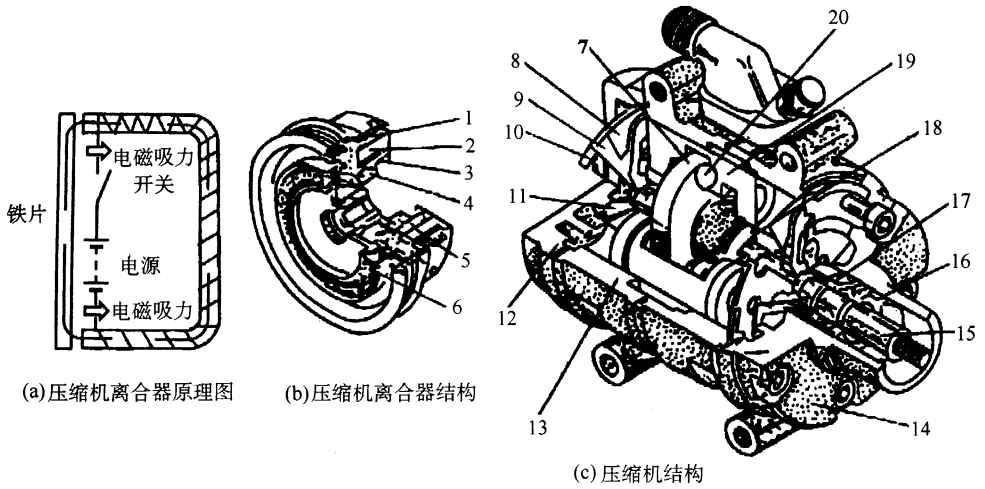
3. 制冷系统的结构特点

（1）空调压缩机采用两种产品，即日本电装公司的 TV10CB 型贯通滑片式压缩机或日本松下 SAO959 型三叶滑片式压缩机。空调压缩机上的管路连接方式采用压板密封圈式，连接方便，密封性好。空调压缩机的结构如图 7-3 所示。

（2）为了减轻重量，储液干燥器采用铝制结构，如图 7-4 所示。

（3）冷凝器心体采用全铝管带式结构，冷凝器风扇电动机采用两种结构，即印刷板式电动机或绕组盘式扁电动机。冷凝器的结构如图 7-5 所示。

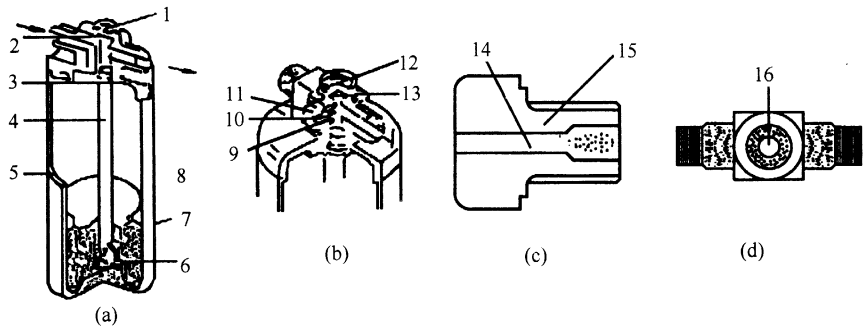
（4）蒸发器心体也采用全铝管带式结构，蒸发器的结构如图 7-6 所示。



(a)压缩机离合器原理图　(b)压缩机离合器结构　(c)压缩机结构

图 7-3　压缩机的结构

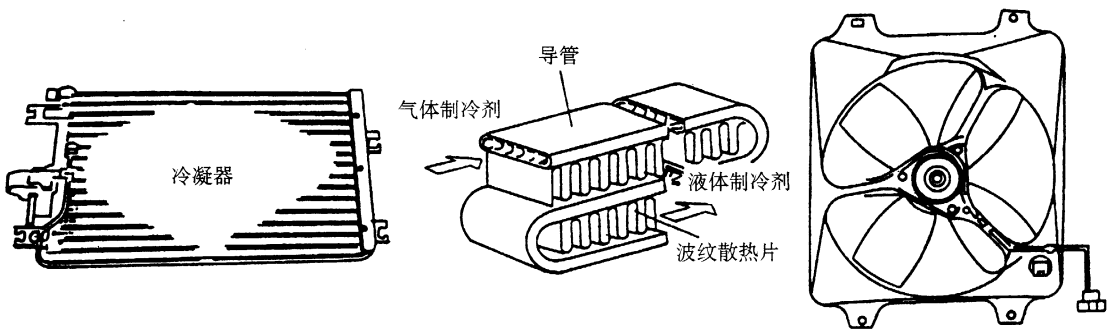
1-离合器带轮；2-定子线圈；3-卡环；4-滚珠轴承；5-离合器定子；6-中心轴套；7-斜板；8-吸气阀；9-气门板；10-钢衬阀；11-排气阀；12-后盖；13-气缸体；14-前盖；15-转轴；16-毛毡；17-轴密封垫；18-止推轴承；19-活塞；20-中球凸蹄



(a)　(b)　(c)　(d)

图 7-4　储液干燥器的结构

1、12、16-视液镜；2、3、9、13-O 形环；4-导管；5-储液器；6-过滤器；7-吸湿剂；8-干燥器；11、14-易熔塞；10-特殊焊料；15-螺栓



(a)　(b)　(c)

图 7-5　冷凝器的结构

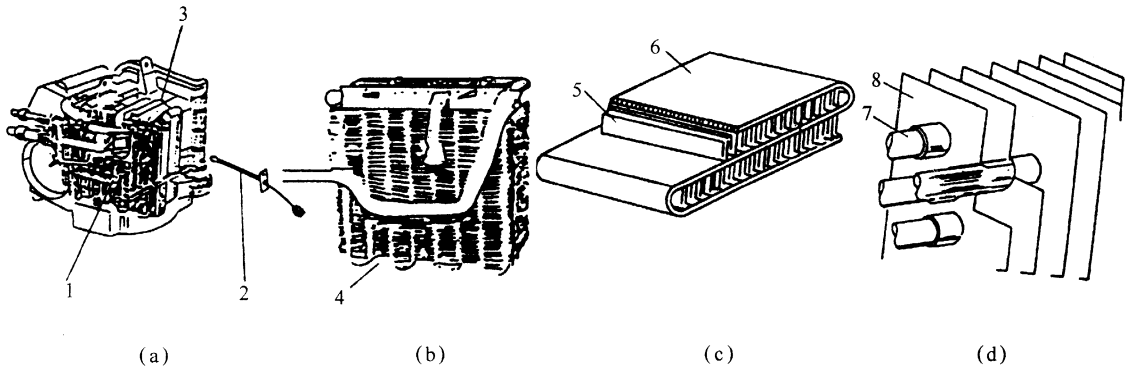


图 7-6　蒸发器的结构

1-膨胀阀；2-热敏电阻器；3-蒸发器；4-冷凝器散热片；5-波纹散热器；6、7-导管；8-散热片

（5）空调系统中装有怠速提高装置，在怠速时仍可使空调正常工作。

（6）为了避免当发动机转速过低或蒸发器表面结霜时制冷系统仍继续工作，空调系统中采用空调放大器来自动控制制冷系统的工作，以保护发动机的正常使用。

（7）制冷系统与暖风系统使用同一个空气通道系统，简化了结构，同时通过暖风系统、制冷系统的配合使用可得到制冷、取暖、除霜（雾）、通风及除湿等多项功能。

（二）暖风系统

暖风系统采用控制冷、热空气混合的调温方式，具有显著的温度调节特性。冷、热空气在每个出风口可得到完全混合，实现连续的温度调节。

夏利轿车暖风系统采用水暖式结构。该结构是用汽车发动机冷却液作为热源，将发动机冷却液引入安装于车厢内的暖风散热器内，通过鼓风机将车厢内空气或外部空气吹过暖风散热器并使之升温，如图 7-7 所示。

夏利轿车暖风系统由鼓风机总成、暖风操纵机构总成及暖风机总成三部分组成。其零部件如图 7-8 所示。

1. 鼓风机

鼓风机的结构如图 7-9 所示，鼓风机位于仪表板物品厢的下部。由拉线将鼓风机壳内的风门与暖风操纵机构相连，风门是内外空气转换风门，通过调节该节风门可以得到室外空气的导入、室内空气的再循环以及既有室内循环空气又有室外空气导入等三种工况。鼓风机电动机采用直流永磁式电动机，风扇是多叶片式结构。此外，鼓风机上还有一组调节风量用的电阻丝，称为调速电阻器。鼓风机不仅给暖风散热器提供风源，同时也为制冷系统中蒸发器提供风源。

2. 暖风操纵机构

暖风操纵机构位于仪表板中部。除空调开关外，所有调节均通过拨动操纵杆来实现，如图 7-10 所示。

各操纵杆的作用如下：

①出风口操纵杆。用于控制送风部位，它操纵各有关风门的开闭，可获得不同模式的气流调节，由左向右各位置是中部送风、中部和下部送风、下部送风、下部和风窗送风、单独向风窗送风的除霜。

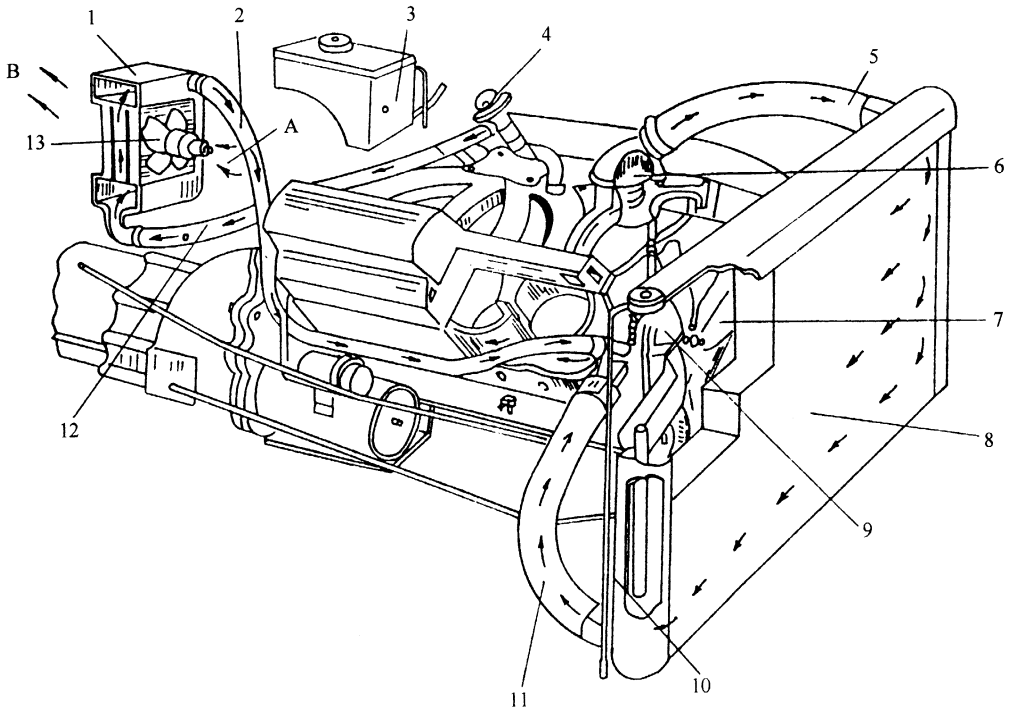


图 7-7　水暖式暖风系统

1-暖风散热器；2-暖风散热器出水管；3-膨胀水管；4-冷却液控制阀；5-散热器进水管；6-恒温器；7-风扇；8-散热器；9-水源；10-散热器溢流管；11-散热器出水管；12-暖风散热器进水管；13-鼓风机

A-冷空气；B-暖风

②室内外空气转换操纵杆。通过调节该操纵杆可以在室外空气的导入或室内空气的再循环之间进行变换；另外在中间位置提供了一个挡位，在这个挡位下既有室内循环空气又有室外空气导入。在需要尽快降低或提高车内空气温度时使用内循环（左侧）位置，通风时使用外循环（右侧）位置。

③空调开关（A/C 开关）。作为制冷系统的开关，采用按键式结构并内含空调工作指示灯，按下时为冷气工况，推进去开关接通（开关接通时指示灯点亮），再推一下，开关切断。当环境温度降到 0℃左右时，即使打开空调开关，除湿功能也不起作用。

④鼓风机开关。用于调节鼓风机的转速，可通过低、中、高三个挡位来调节风量。在 OFF 挡为关闭状态，由左向右，转速升高。

⑤温度调整操纵杆。通过调节空气混合风门的位置，从而调节控制冷、热空气的混合比，用该操纵杆实现连续的温度调节。

3. 暖风机

暖风机是由暖风散热器（热交换器）、形成风路的塑料壳、调整不同风路的连杆及风门组成。在暖风机壳内的两组组合式风门由拉线与暖风操纵机构相连。第一组是 2 个联动的调节空气混合比例的风门，在暖风散热器入口、出口各一个；第二组由 4 个控制出风位置的风门组成，其中上部中央为控制前出风风门，上部两侧各有 1 个控制除霜（雾）出风风门及下部控制脚部出风风门。

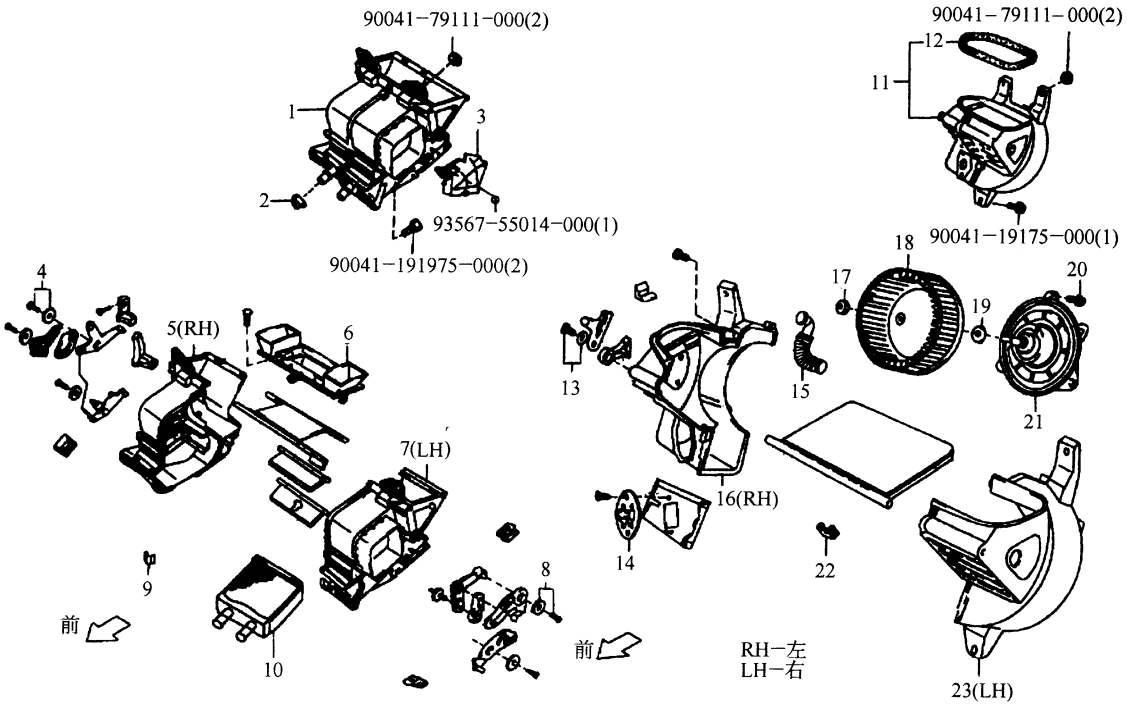


图 7-8　暖风设备零部件

1-暖风设备；2-护圈；3-暖风机盖板；4-螺钉；5-暖风机右壳体；6-壳体零件；7-暖风机左壳体；8-螺钉；9-固定簧片；10-暖风散热器；11-鼓风机；12-密封圈；13-螺钉；14-电阻器；15-管子；16-右鼓风机壳；17-螺母；18-鼓风扇；19-平垫圈；20-螺钉；21-鼓风机电动机；22-固定簧片；23-左鼓风机壳

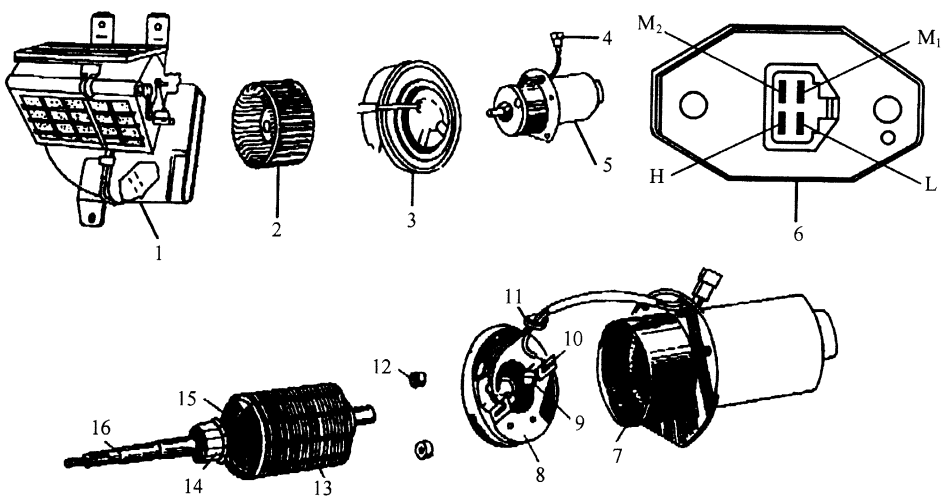


图 7-9　鼓风机结构

1-暖风机前端；2-鼓风叶轮；3-暖风机后壳；4-电动机插头；5-电动机总成；6-变阻器插头；7-永久磁铁；8-前端盖及轴承；9-电刷；10-电刷架；11-绝缘橡皮圈；12-固定螺母；13-电枢铁心；14-换向器；15-电枢绕组；16-转子轴

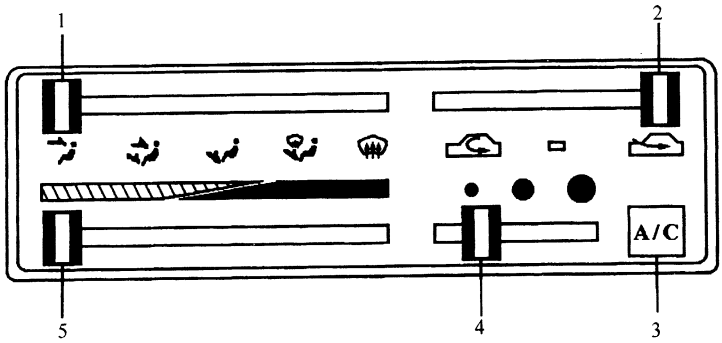


图 7-10　空调操纵机构面板

1-出风门操纵杆；2-室内外空气转换操纵杆；3-空调开关；4-鼓风机开关；5-温度调整操纵杆

图 7-11 所示为温度调节风门的工作原理，其中（b）、（c）、（d）、（e）、（f）依次为按暖风操纵机构面板上出风口操纵杆从左至右对应 5 个挡位的工作位置。

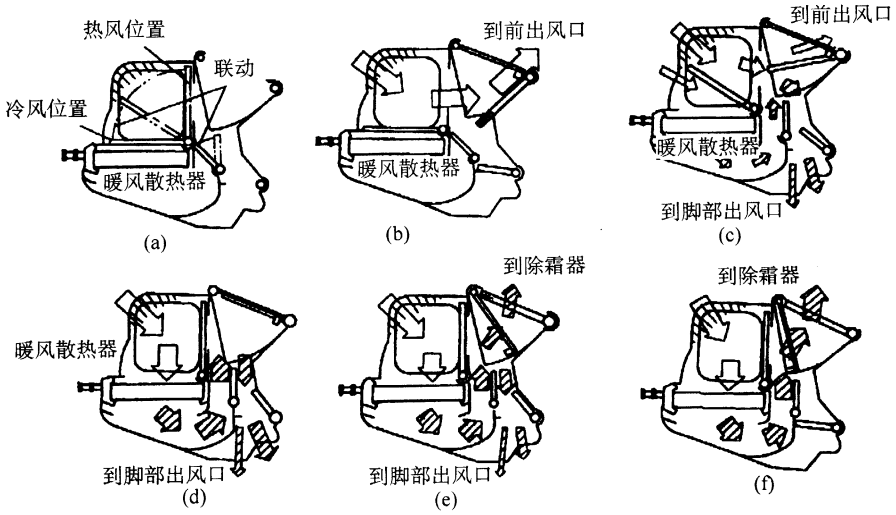


图 7-11　暖风机风门控制原理图

4. 除湿功能

制冷、暖风、除霜（雾）功能是轿车空调的三大基本功能，除此之外，夏利轿车空调还具有除湿功能。

若将制冷系统与暖风系统配合使用，则空调具备典型的除湿机功能。当制冷系统工作时，空气首先经过蒸发器表面降湿并析出水分，若把该空气的一部分通过暖风散热器升温后再与剩余部分混合即可得到温度适宜且较干爽的空气，这就是空调的除湿功能。

（三）通风系统

通风系统是由直流电动机驱动的风扇将空气吹到驾驶室内，以实现车内外空气的交换；夏利轿车通风系统及其出风口如图 7-12 所示。通风系统具有五种风道和五种风门（温度调节风门、通风门、除霜风门、暖风门和冷风门）。图中风道 D 表示除霜（雾）出口，风道 C 表示制冷或通风出口，风道 H 表示暖风加热出口。在暖风风热源管路中，没有设置水节门，空调系统的暖风散热器与发动机冷却液保持常通。空调系统的空气通道及温度调节示意图如图 7-13 所示。

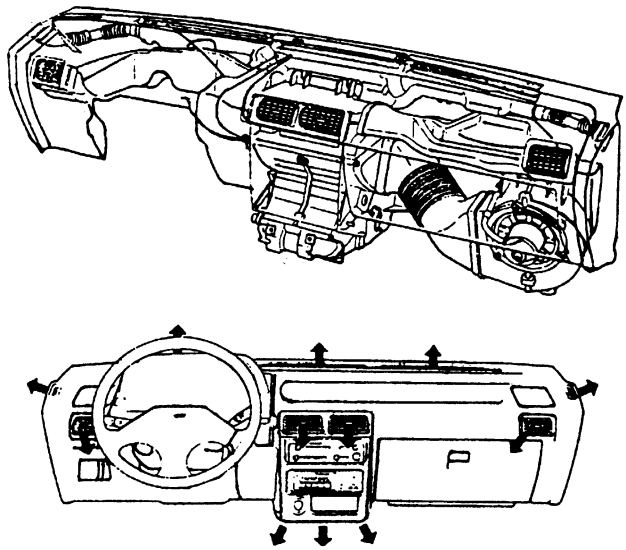


图 7-12　暖风风管布置图

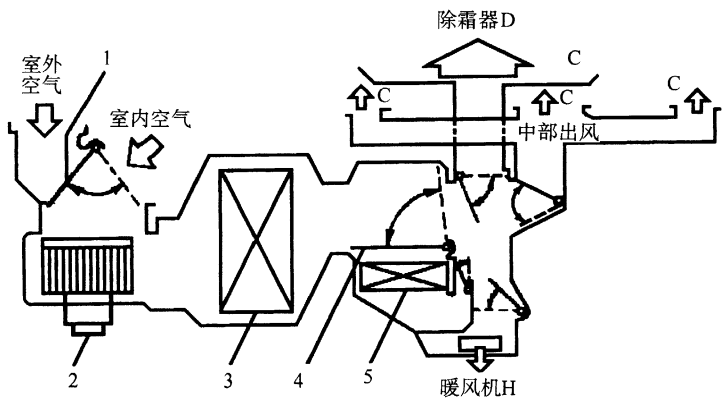


图 7-13　空气通道及温度调节示意图

1-内外空气转换风门；2-鼓风机电动机；3-蒸发器；4-空气混合风门；5-暖风散热器

（四）控制系统

1. 空调放大器

空调放大器安装在鼓风机的下方，外面用 9 端子插座与空调线束连接。空调放大器的电路如图 7-14 所示。9 端子插座的作用如下：

①接白蓝线和黄绿线的端子是蒸发器内膨胀阀的输入线和输出线，它控制着制冷剂的压力和温度。

②接蓝黑线和黑蓝线的端子是蒸发器热敏电阻器的输入线和输出线，它控制着蒸发器的蒸发温度。

③接黑红线的端子是空调压缩机电磁离合器线圈的电源线，它控制着电磁离合器的工作。

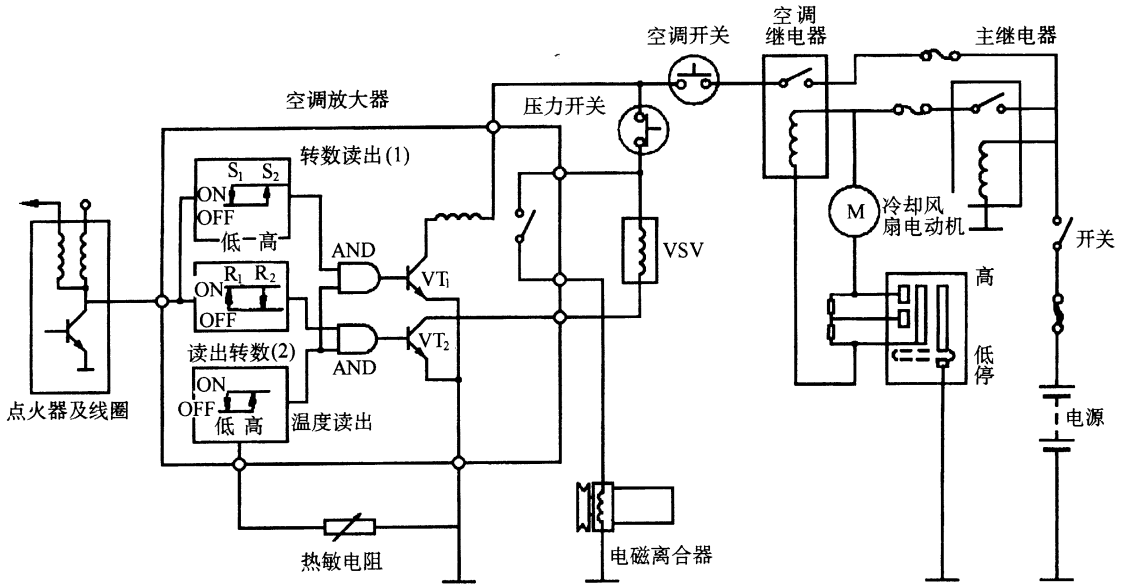


图 7-14　空调放大器的电路图

转数读出（1）	转数读出（2）
R_1-1 600r/min	S_1-650±50r/min
R_2-1 850±50r/mim	S_2-950r/min

④接绿红线的端子是空调怠速提高装置的电源线，它控制着怠速阀的工作。

⑤接黑线的端子是地线。

空调放大器是空调制冷控制系统的核心，放大器的输入信号是将感测到的发动机转速和蒸发器出风侧空气温度两项参数转换成电信号。发动机转速参数被转换成脉冲信号，蒸发器出风侧空气温度参数被转换成电阻信号。当脉冲信号的频率过低时或电阻值过高时，放大器内的继电器均会断开，使空调制冷系统停止工作；当脉冲信号的频率及电阻值适当时，放大器内部继电器接通后，会使怠速提高，真空电磁阀、压缩机电磁离合器及冷凝器风扇电动机的回路导通，使这些功能件正常工作。

当发动机的转速高于 1 200r/min，且蒸发器出风侧温度高于 4℃时，放大器接通各回路使空调制冷系统工作。当下述两个条件之一发生时，空调放大器均能自动停止空调制冷系统工作：

①当空调工作时，发动机转速低于 800r/min；

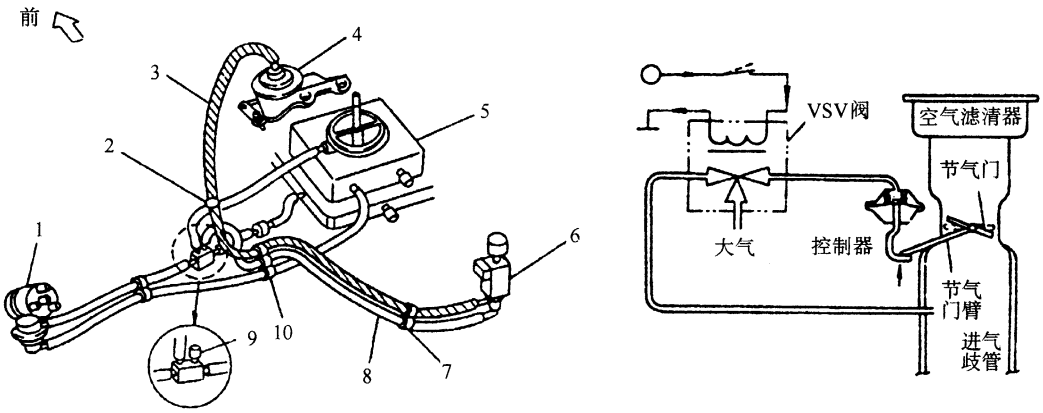
②当蒸发器出风侧温度低于 3℃。

2. 怠速提高装置

怠速提高装置由两部分组成，第一部分是真空电磁阀（VSV 阀），第二部分是执行机构。夏利轿车空调系统有两种不同的执行机构，即节气门开度控制器结构和空气旁通式结构，分别适用于化油器式发动机及电控燃油喷射（EFI）发动机车型。

（1）节气门开度控制器结构。这种结构适用于化油器式发动机，当空调开关接通电源后

VSV 阀线圈通电，进气歧管的负压经过 VSV 阀导入控制器膜罐的上腔内，在上下腔的压差作用下，橡胶膜片克服弹簧力产生位移，使控制器上的支臂发生动作，进而控制空调怠速转速值。控制器支臂预紧力可以通过调整螺栓进行调节。节气门开度控制器在车上的安装位置和控制原理如图 7-15 所示。

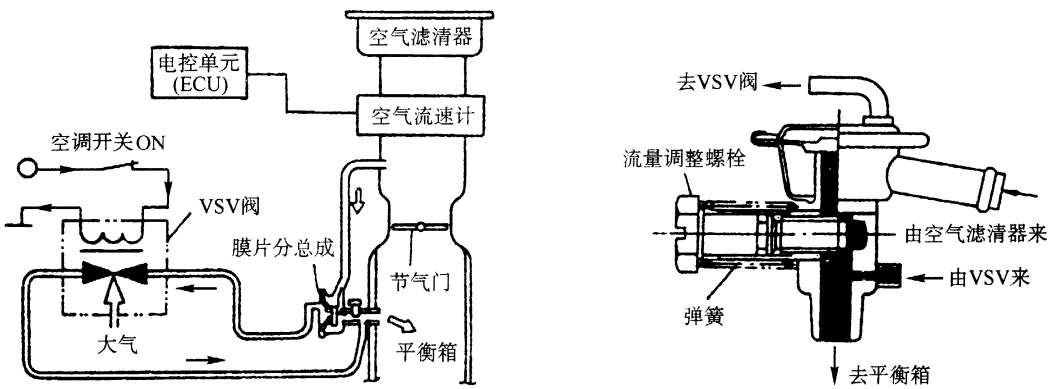


(a)控制原理　　(b)安装位置

图 7-15　节气门开度控制器

1-分电器；2、7-双管卡；3、8-真空管；4-节气门开度控制器；5-化油器；6-电磁阀；9-四通；10-三管卡

（2）空气旁通式结构。空气旁通式结构适用于电控燃油喷射（EFI）发动机，其控制原理如图 7-16（a）所示。当空调开关打开，VSV 阀线圈通电，进气歧管的负压通过 VSV 阀导入膜片分总成内，使膜片产生位移，从而使一股空气不需经过节气门而旁通到平衡箱内，此时发动机电控单元（ECU）会根据旁通空气流量的大小来增加燃油喷射量，使发动机怠速转速提高。膜片分总成结构如图 7-16（b）所示。



(a)控制原理　　(b)膜片分总成结构图

图 7-16　空气旁通式怠速提高装置

3. 压力开关

压力开关工作原理如图 7-17 所示。制冷系统内高压侧压力过高会引起系统损坏，系统内

如果因泄漏等原因造成制冷剂严重不足，压力过低会使压缩机润滑条件恶劣，将使压缩机烧坏。为保证系统的正常工作，空调制冷系统在蒸发器总成上热力膨胀阀的入口前安装了高低压组合式压力开关。

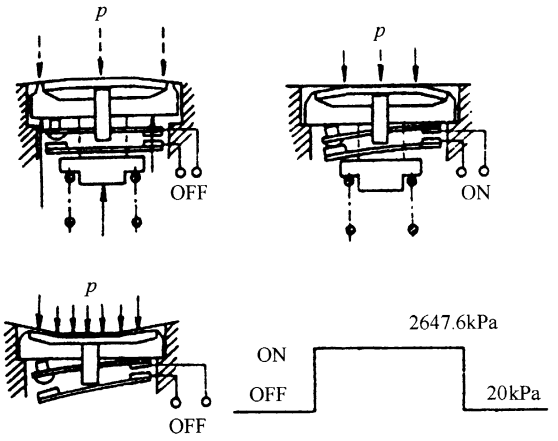


图 7-17　压力开关工作原理图

①制冷剂压力低时。当制冷剂压力小于弹簧压力时，金属板在弹性力的作用下向上弹起，使上、下两侧触点处于断开状态（OFF）。

②正常工作时。当制冷剂压力大于弹簧压力时，金属板在压力的作用下向下运动，使上侧触点向上运动，使上、下两侧触点处于接通工作状态（ON）。

③制冷剂压力异常高时。当制冷剂压力继续增大时，上侧触点已到极限位置，在压力的推动下，滑块移动使下侧金属板产生位移，从而使在上、下两侧触点处于断开状态（OFF）。

4. 空调控制电路

空调控制电路工作原理如图 7-18 所示，空调控制电路的接线图如图 7-19 所示。在空调控制电路系统中，点火开关、鼓风机开关及空调开关（A/C）是控制整个系统的器件，只要其中有一个开关不接通，系统就不会工作；熔断器、压力开关、二极管是保护元件；放大器、继电器负责控制系统的工作。由于空调系统工作时所需的动力源是发动机，为防止发动机怠速时，空调系统消耗发动机功率过多，造成发动机熄火，应在此状态下提高发动机的怠速转速，这项控制工作主要由怠速提高装置来完成。

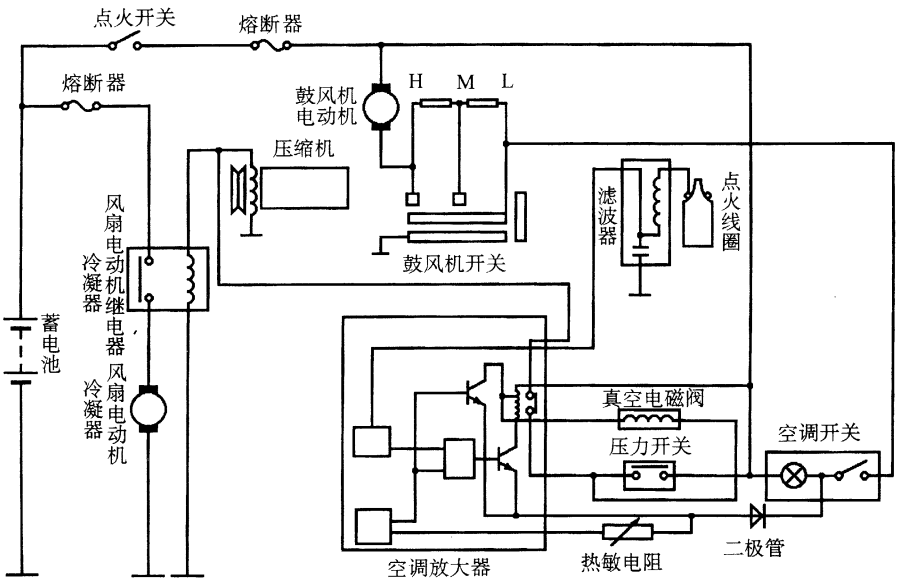


图 7-18　空调控制电路原理图

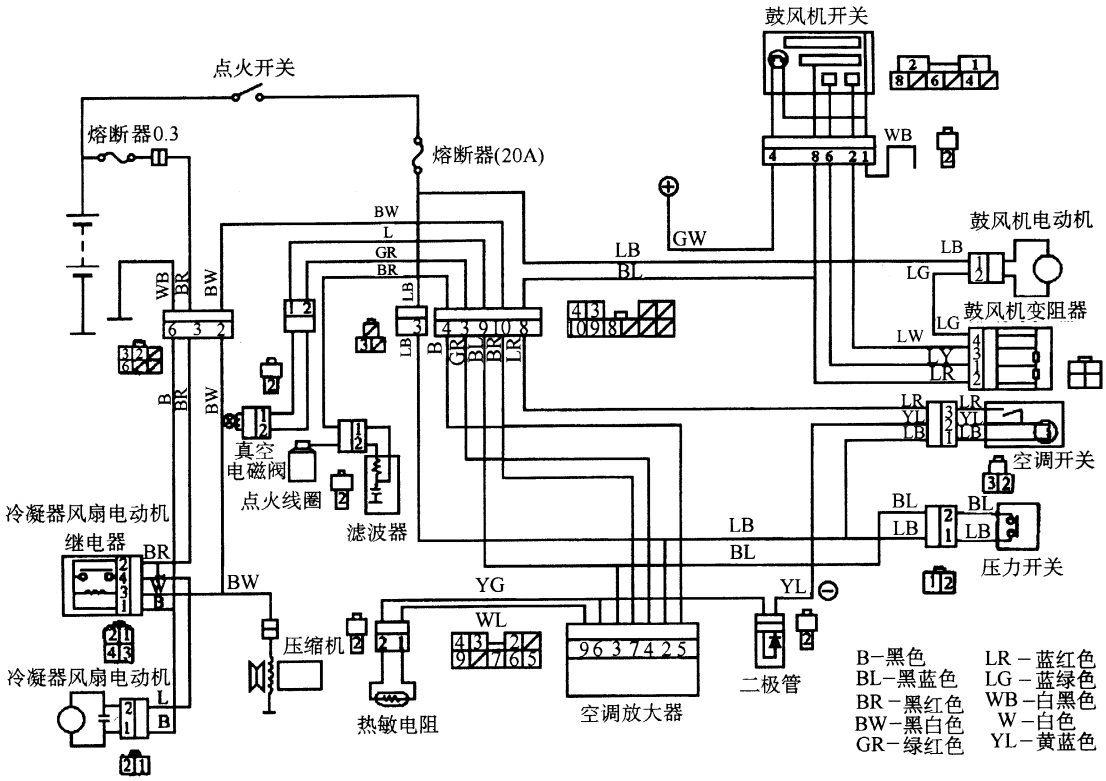


图 7-19　空调控制电路的接线图

三、空调系统的使用与检修

（一）空调系统的使用

1. 空调系统的使用方法

①当需要制冷时，每个操纵杆和开关的位置如图 7-20 所示。当外界空气污浊时，暂时将室内外空气转换操纵杆移到右边位置。如果在右边位置连续制冷，车内最终会通风不良，可能使前挡风玻璃上形成雾气。因此，只能暂时使用这种方式。

②需要除湿取暖时，每个操纵杆和开关的位置如图 7-21 所示。当环境温度降到 0℃左右时，即使把空调器开关接通，除湿功能也不起作用。这时若挡风玻璃和车门玻璃上有霜雾时，将出风口操纵杆移到右边位置。

③前挡风玻璃需除霜时，每个操纵杆和开关的位置如图 7-22 所示。当外界空气污浊时，暂时将室内外空气转换操纵杆移动到右边位置。

2. 空调系统使用注意事项

在使用空调制冷系统时要注意，发动机上装有怠速提高装置，它可以稍微地提高发动机的怠速，以改善发动机怠速时空调的制冷效能。该装置作用时，发动机的怠速转速比平时要高，所以汽车起步或停车时要特别小心。还要注意水温的变化，防止开锅。空调器工作时，若在车内吸烟，就可能会感到眼睛刺痛。这一症状是由于眼睛在车内干燥的空气中变干，对外界刺激非常敏感。在这种情况下，应将室内外空气转换操纵杆调整到外部新鲜空气进入位置，以便排出

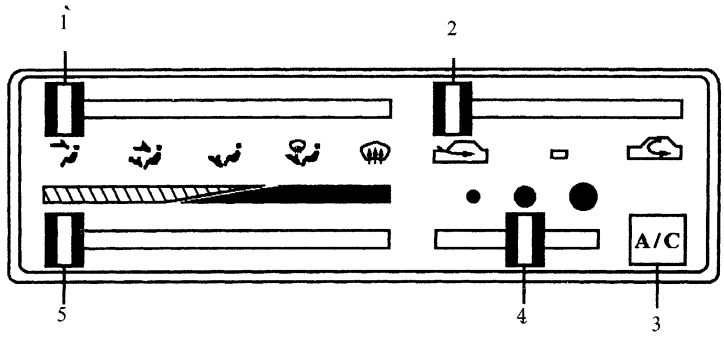


图 7-20　需要制冷时空调器操纵开关的工作状态

1-左边位置;2-左边位置;3-ON 位置;4-需要的位置;5-较冷的一边

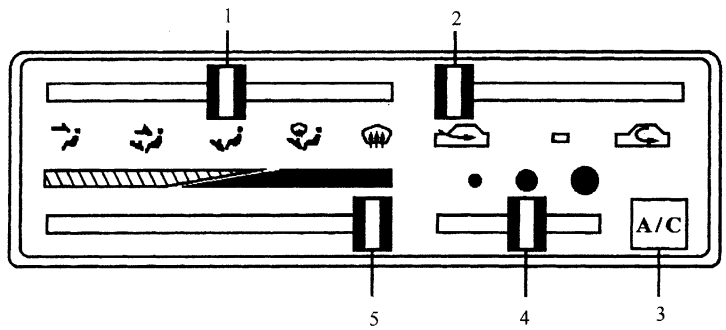


图 7-21　需要除湿取暖时开关的工作状态

1-需要的位置;2-左边位置;3-ON 位置;4-需要的位置;5-需要的位置

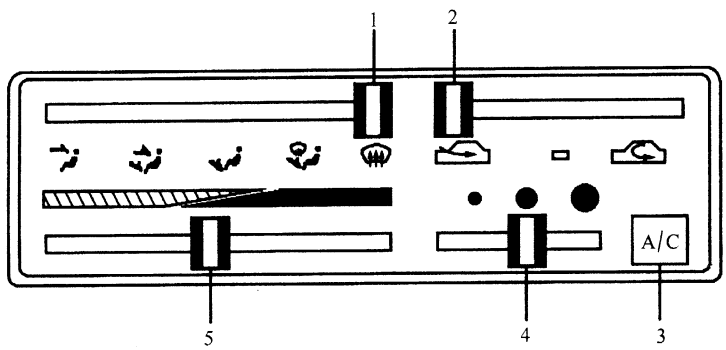


图 7-22　前挡风玻璃需除霜时操纵开关的工作状态

1-右边位置;2-左边位置;3-ON 位置;4-需要的位置;5-需要的位置

烟雾。

如果在烈日下较长时间地停放车辆,车内温度会升得很高,这时应打开所有车窗,让热空气排到车外,然后再打开空调。当车内温度降低时,关闭车窗,按需要调节车内的温度。

在雨天,车窗上容易蒙上一层雾气,使清晰度下降。此时,应将空调置于“冷却”方式或“防霜”方式,雾气很容易被除去。

（二）制冷系统的定期检查维护

1. 检查周期

为保证制冷系统在良好状态下使用，必须经常进行适当的检查维护。用户可按表 7-2 推荐项目进行定期检查维护。需要特别指出的是，由于制冷系统与暖风系统使用同一个空气通道系统，且暖风散热器没有控制阀，故在进行定期维护前，应首先检查确认暖风操纵杆的位置与暖风机、鼓风机上各风门动作的一致性。

表 7-2　空调系统定期检查表

序号	检查项目	检查内容	检查周期	
			3 个月	9 个月
1	制冷剂	充注量是否合适	●	●
2	冷凝器	散热片是否堵塞	●*	●
3	张紧轮	张紧轮是否异响		●
4	传动带	张紧力及磨损情况	●*	●
5	鼓风机	是否有异响		●
6	控制机构	是否异常	●	●
7	压缩机	压缩机工作是否正常，有无异响		●
8	各安装部分、管道	接头部分有无松动，损坏，漏气；安装状态是否正常	●	●

注：＊项目对使用频次高或在恶劣环境使用的车辆应每月进行检查维护。

2. 空调系统的调整

（1）带动空调工作的发动机怠速的调整

不带空调时，发动机怠速转速应为 800±50r/min。带空调时，发动机怠速转速应为 1100±50r/min。

为了使夏利轿车在空调系统工作时能够有一个经济而稳定的发动机怠速，应按以下步骤进行怠速调整：

①首先起动发动机，使发动机冷却液温度上升至正常工作温度。

②检查不带空调时的发动机点火正时和怠速转速，必要时予以调整。

③接通鼓风机电动机使其低速运转。

④接通空调开头，并测试发动机转速（规定值为 1 100±50r/min）。

⑤当发动机转速偏离规定值范围时，可旋转节气门开度控制器杠杆上的调节螺栓，如图 7-23 所示，以调整到正常转速范围。

（2）空调系统中电磁离合器的分离转速的调整

用空调放大器上的调整旋钮调整到电磁离合器，保证电磁离合器切断时发动机的转速为 800±50r/min。

空调放大器设定的分离转速规定值为 800±50r/min，如果测试发现分离转速与规定值不符合，就应进行调整。

①拆下真空电磁阀上通向四通接头的软管，并堵住软管两端的出口，使怠速稳定装置不起作用。

②起动发动机，加速，开动空调设备。

③逐渐放松加速踏板，并注意测试压缩机电磁离合器分离时的发动机转速，正常值应为800±50r/min。

④若实测分离转速高于规定值，应将空调放大器上的黑色调整旋钮顺时针旋转；若实测分离转速低于规定值，应将黑色调整旋钮逆时针转动，如图 7-24 所示。

⑤将分离转速调整好之后，应将拆下的软管装回。

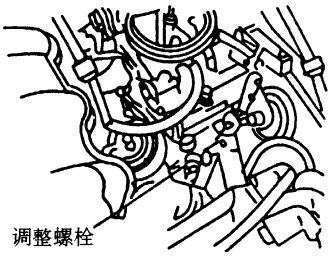


图 7-23　调整带动空调工作的发动机怠速

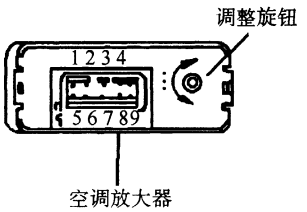


图 7-24　调整电磁离合器的分离转速

3. 简易性能测试

（1）测试条件

①将鼓风机开关放到最高挡。

②将温度调整操纵杆放到最冷侧。

③以出风方式为控制模式。

④发动机转速保持在 2000r/min。

⑤冷凝压力（高压侧压力）在 1520kPa。

⑥车门全部打开。

⑦在阴凉户外停车状态进行测试。

⑧空气吸入口处温度为 25～35℃。

⑨干湿球温度计置于吸入口处，干湿球温度计的感温部分插入中部出风口内。

在上述条件下起动空调，当出风口温度保持稳定时（约 5～6min），测定吸入口与出风口的干球温度和吸入口的相对湿度。

简易性能测试中应注意的事项有：

①应保证高压侧压力为 1520kPa，若压力过高，可用水撒在冷凝器上使之降低，若压力过低时可用物品堵在冷凝器的散热片上使之升高。

②空气吸入处温度不在 25～35℃范围内时无法作出正确判定，要使温度符合上述范围内时再进行测量。

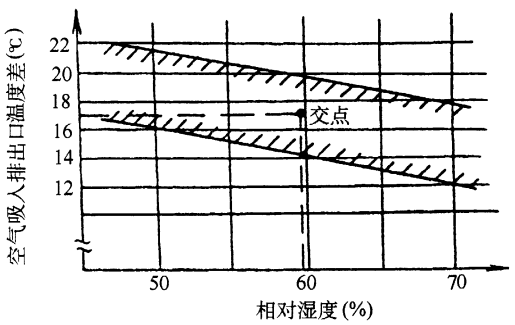


图 7-25　正常区域图

（2）性能判定

用试验测量的温度差（吸入口、出风口的干球温度差）及吸入口空气的相对湿度确定试验

结果。正常的结果应在下沉区域内，图 7-25 中斜线区域为正常区域。

相对湿度按图 7-26 查取，图中所示的是按干、湿球温度分别为 25℃、19.5℃工况点的查取范例。

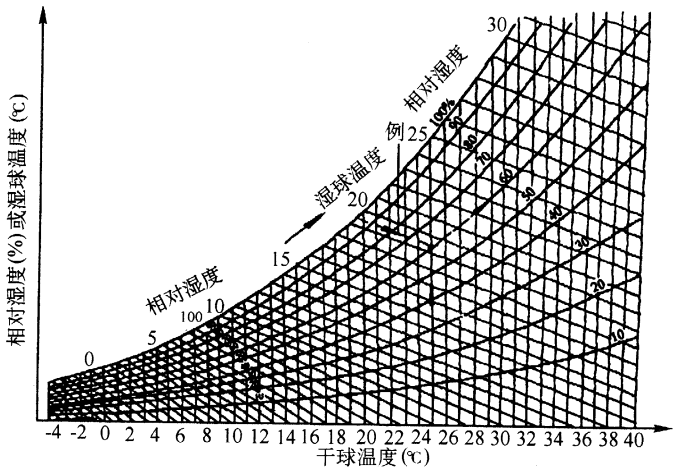


图 7-26　空气相对湿度图表

4. 检查制冷剂量

起动发动机，将发动机转速稳定在 1500～2000r/min，把空调功能键置于最大制冷状态，风机（包括冷凝器和蒸发器风机）置于最高转速，开动空调系统 5min 后通过视液镜进行观察。观察的现象、结论和处理方法如表 7-3 所示。

表 7-3　通过视液镜观察制冷剂量

现　　象	结　　论	处 理 方 法
视液镜下一片清晰，送风口有冷气吹出。在发动机转速提高或降低时，可能有少量气泡出现，关闭空调后随即起泡，然后渐渐消失（约 45s 内消失）	制冷剂量合适	
视液镜下有少量气泡出现，或者每隔 1～2s 就可看到气泡	制冷剂量不足	检漏，并补充制冷剂至适量
视液镜下一片清晰，并有冷气输出。关闭空调后 15s 内不起泡	制冷剂量过多	释放一些制冷剂
视液镜下看到很多泡沫或者气泡消失，视液镜内呈油雾状或出现机油条纹	制冷剂严重不足或根本无制冷剂	检漏，修理泄漏部位，重新充灌制冷剂至适量
视液镜下出现云堆状景象	干燥剂已分散，并随制冷剂流动	更换干燥剂

5. 使用歧管压力表对制冷系统故障进行诊断

利用歧管压力表测量制冷系统高低压两侧的压力，可根据测量值来判断故障性质和部位。

发动机处于工作状态，将转速控制在 1 500～2 000r/min，让压缩机工作，但不要超过 30s（保护低压表），观察高低压表的读数。

①制冷循环工作正常时，低压表的读数约为 0.12～0.20MPa，高压表的读数约为 1.20～1.50MPa。

②高低压压力表读数不正常，其故障原因及排除方法如表 7-4 所示。

表 7-4　高低压表读数不正常故障

低压表读数	高压表读数	故障原因	排除方法
较低	较低	制冷剂不足	加注部分制冷剂
		制冷系统有泄漏	检漏修复后，加注适量制冷剂
		制冷系统内有水分	放净制冷剂，充分抽真空，排除湿气，重新加注制冷剂
		制冷剂流动不畅	检查节流阀、气液分离器、管路等
太高	太高	制冷剂过多	放出部分制冷剂
		冷凝器散热不良	检查冷凝器风扇工作情况，检查清洗冷凝器
		节流阀工作不良	检查节流阀，必要时更换
		系统中混入空气	放净制冷剂，抽真空后重新加注制冷剂
有时真空，有时正常	正常	制冷系统内有水分	放净制冷剂，充分抽真空，排除湿气，重新加注制冷剂
真空	很低	制冷系统不循环	按制冷系统内有水分处理 更换节流阀，更换气液分离器 检查制冷剂是否被污染
太高	太低	压缩机内部故障	更换故障件或压缩机
太低	太高	高压管路或零件堵塞或被压扁	清洗或更换零件 检查冷冻机油是否被污染

6. 制冷剂的充注

歧管压力表是维修空调系统普遍采用的工具。歧管压力表如图 7-27 所示，它由高低压力指示表、高低压阀门手动阀、接红色软管通高压侧的管接头、接绿色软管用于抽真空和加注制冷剂的管接头、接蓝色软管通低压侧的管接头组成。歧管压力表高低压阀门的开闭有四种组合状态，各状态的功能如表 7-5 所示。

表 7-5　高低压阀门在各位置的功能

高低压阀门位置	功　　用
高低压阀门同时关闭	制冷系统故障诊断
低压阀门开，高压阀门关	制冷系统加注制冷剂
低压阀门关，高压阀门开	制冷系统检漏及快速加液
高低压阀门同时开	制冷系统抽真空

注：高低压阀门开是指高低压表与制冷系统及中间管接头相通，高低压阀门关是指高低压表与中间管接头不通，但分别与制冷系统相通。

下面介绍一下使用歧管压力表进行制冷剂充注的方法。

(1) 抽真空

在进行制冷剂充注时，首先要对制冷系统抽真空

①将歧管压力表上的软管分别接到高压、低压管接头上，打开压力表高低压手动阀，将中间管接到真空泵吸气口上。

②起动真空泵，然后打开歧管压力表的高低压手动阀，直至低压表指示到 -0.1MPa (710mmHg)时，关闭高低压手动阀，并停转真空泵。使空调系统静止状态维持 5～10min，查看低

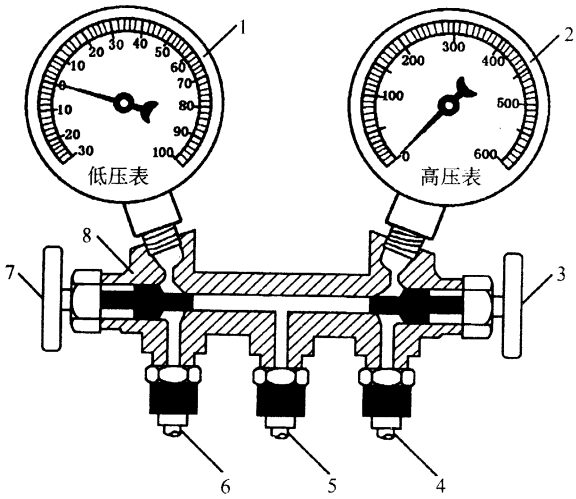


图 7-27　歧管压力表

1-低压表；2-高压表；3-高压阀门手动阀；4-高压表管接头；5-中间管接头；6-低压表管接头；7-低压阀门手动阀；8-表座

压表的读数是否上升，如稳定不变，说明系统密封良好，已完成抽真空作业。一般情况下 10min 内低压表的上升率要小于 0.003MPa（25mmHg），否则说明有泄露处，应修复后再抽真空。在空调系统抽真空时，当海拔每上升 300m，真空表的读数应降低 0.003MPa（25mmHg）。

（2）加注制冷剂

①在空调系统抽完真空后，同时关闭歧管压力表的高低压阀门。

②从真空泵接头上取下歧管压力表中间管，连接到制冷剂罐上。打开制冷剂罐注入阀，拧松歧管压力表中央胶管接头上的螺母，直至听到“丝丝”声，排除管路内的空气后再拧紧螺母，操作过程如图 7-28 所示。

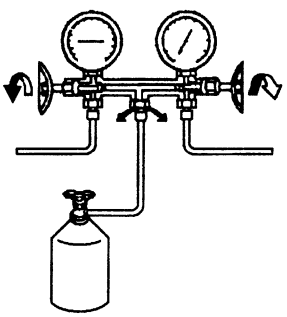


图 7-28　制冷剂的加注

③正立制冷剂罐，打开歧管压力表低压阀门，中速运转发动机并打开空调开关，从制冷系统的低压侧注入气态制冷剂，直到视液镜中的气泡消失或歧管压力表的高低压力表分别指示 1.45～1.50MPa 和 0.15～0.2MPa 为止。气温降低时，为加快注入制冷剂的速度，可将制冷剂罐放在 40℃以下的温水中加热，保持制冷剂罐内的蒸汽压力稍高于制冷系统中蒸汽压力，缩短加注制冷剂的时间。

④在加注过程中，一罐加注完后，关闭注入阀，立即在制冷剂罐上拆下注入阀，再装上一个新的制冷剂罐，重复上述加注制冷剂操作程序，直至加到规定量。制冷系统中加注规定量的制冷剂后，立即关闭歧管压力表的低压侧手动阀，关闭制冷剂罐上的注入阀，停转发动机，用抹布将高低压两侧软管从检修阀上拆下，以免眼睛和皮肤溅上制冷剂。

夏利轿车空调系统加注制冷剂的工艺要求和方法如图 7-29 所示。

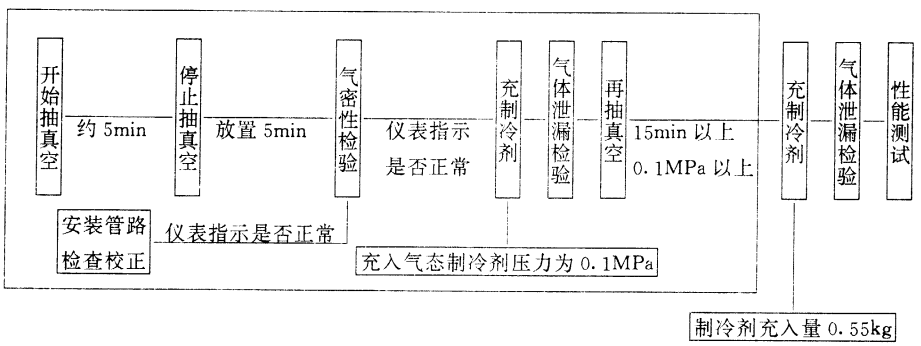


图 7-29　加注制冷剂的工艺要求和方法

注意：在空调设备充入制冷剂之前，千万不要转动压缩机。

（三）空调装置的拆检与安装

1. 拆检空调设备时的注意事项

在拆检维修夏利轿车空调设备时要注意以下一些事项：

①一定要拆开蓄电池负极接线。

②必要时要放掉制冷剂。在放掉制冷剂时，要慢慢地拆下压缩机上的罩；要防止液态制冷剂触及到皮肤，特别是眼睛。

③紧固件要按规定力矩拧紧。

④在连接软管和硬管之前，要在密封座处滴几滴冷冻润滑油。

⑤要用两个扳手进行管路连接部位的拆卸或安装，避免扭曲空调管路。

⑥制冷剂应放在40℃以下的地方。使用时，应遵守制造厂的说明规定。

⑦空调设备中各管路接头（带O形密封圈）的拧紧力矩如表7-6所示。

表7-6　各管路接头的拧紧力矩

管尺寸（in）	紧固力矩（N·m）
0.25	7.84
0.31	13.72
0.50	22.54
0.62	32.34

注：1in（英寸）等于2.54cm（厘米）。

2. 空调系统的拆卸与检测

（1）空调开关的拆卸

①拆卸暖风操纵机构总成。

②拆开空调开关的导线插头。

③拆卸1个固定螺钉，取下空调开关，如图7-30所示。

（2）蒸发器和空调放大器的拆卸

①夏利轿车蒸发器安装在发动机室一侧，首先从蒸发器上拆下压缩机吸进管和液体管，如图7-31所示。

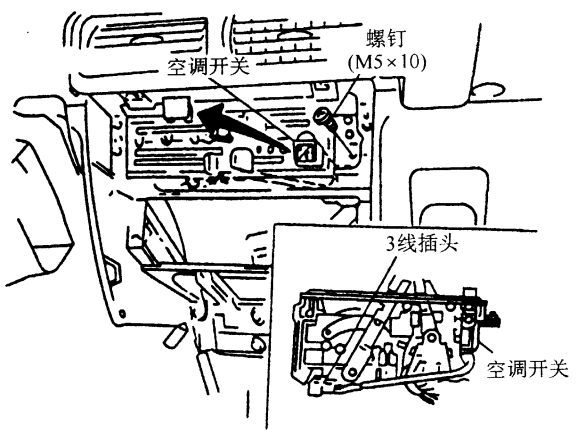


图7-30　取下空调开关

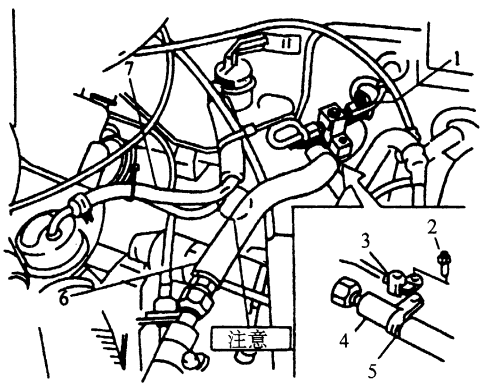


图7-31　拆下压缩机吸进管和液体管

1-液体管；2-螺栓（M6×10）；3-视液镜；4、6-压缩机吸进管；5-卡子；7-燃油软管

②在驾驶室内一侧拆下空调线束、空调开关和前围线束导线插头，并拆开 2 个卡子，如图 7-32 所示。

③松开蒸发器两边的箍带。

④拆下两个螺栓和一个螺母，取下蒸发器总成，如图 7-33 所示。

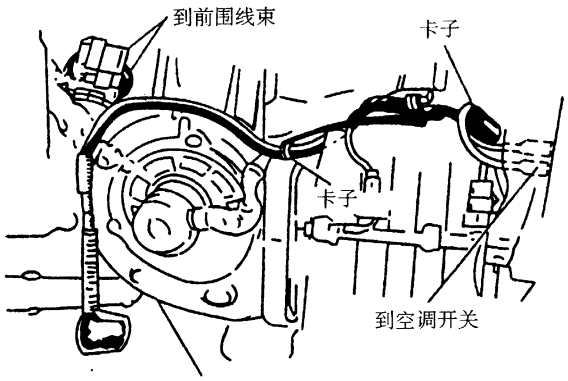


图 7-32　拆下空调线束、开关、卡子

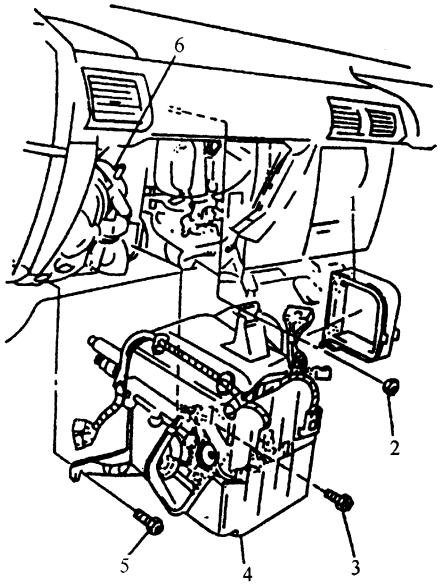


图 7-33　取下蒸发器总成

1、6-箍带；2-螺母；3、5-螺栓；4-蒸发器总成

⑤从蒸发器上拆下空调线束，如图 7-34 所示。

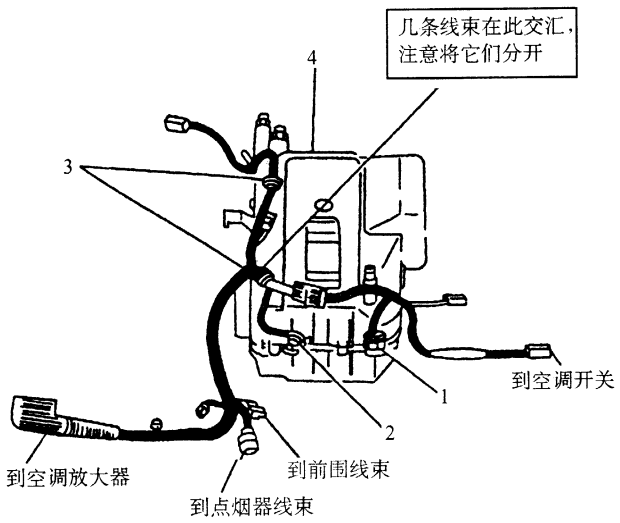


图 7-34　拆下空调线束

1-热敏电阻；2-双向压力开关；3-卡子；4-蒸发器总成

⑥从蒸发器上拆下泄水管，如图 7-35 所示。

⑦拆卸空调放大器导线插头，然后从鼓风机上的支架上拆下空调放大器，如图 7-36 所示。

(3) 压缩机的拆卸

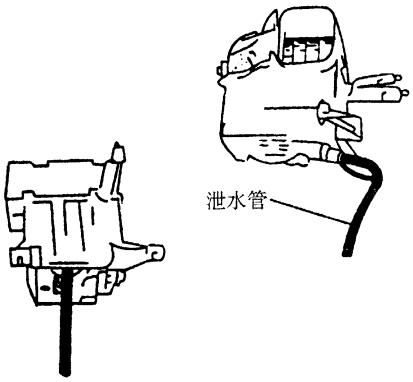


图 7-35　拆下泄水管

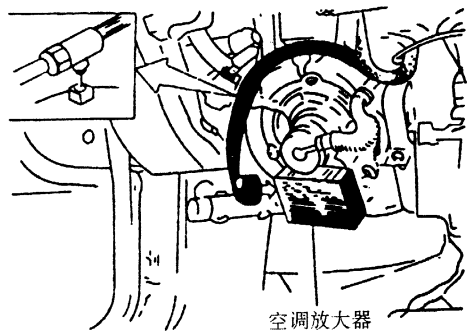


图 7-36　拆下空调放大器

①拆下压缩机导线插头。

②拆卸压缩机的吸进管和排出管。

③旋松调整螺栓，拆下压缩机 V 形皮带。

④拧下 4 个螺栓，如图 7-37 所示卸下压缩机。

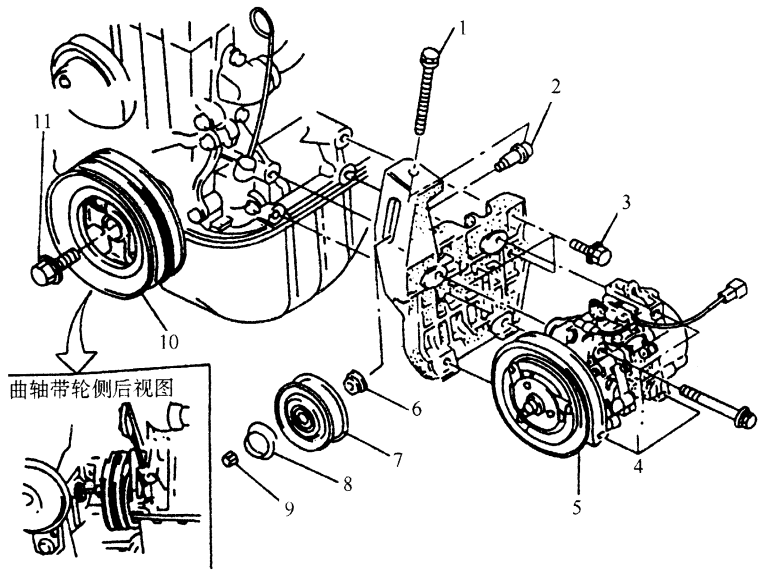


图 7-37　拆卸压缩机

1-调整螺栓；2-轴；3-螺栓（M10×25）；4-螺栓（M8×86）；5-压缩机；6-衬套；7-中间带轮；8-防尘罩；9-螺母；10-曲轴带轮；11-螺栓

（4）冷凝器的拆卸

①拆卸散热器罩和前保险杠。

②从冷凝器上拆卸压缩机引线，如图 7-38 所示。

③拆开冷凝器风扇导线插头，如图 7-39 所示。

④从冷凝器上拆下压缩机排出管固定支架和排出管，如图 7-40 所示。

⑤从冷凝器上拆开液体管 1，如图 7-41 所示。

⑥拆下 2 个螺栓，如图 7-42 所示取下冷凝器。

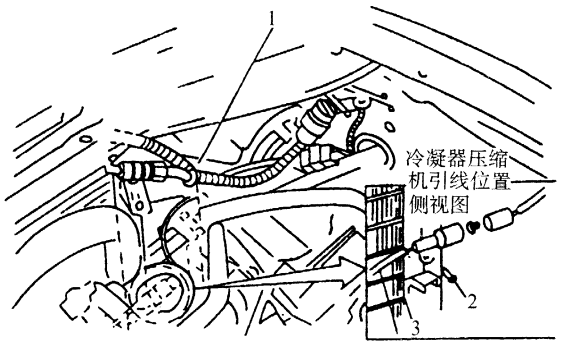


图 7-38　拆下压缩机引线

1-塑料系带；2-冷凝器；3-压缩机引线

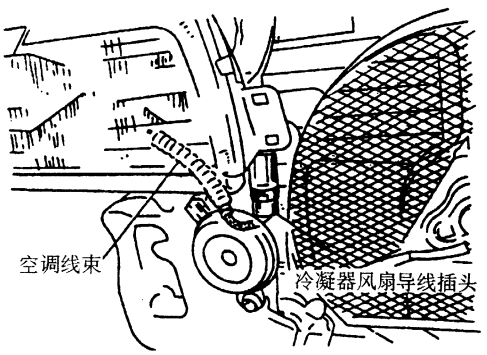


图 7-39　拆开冷凝器风扇导线插头

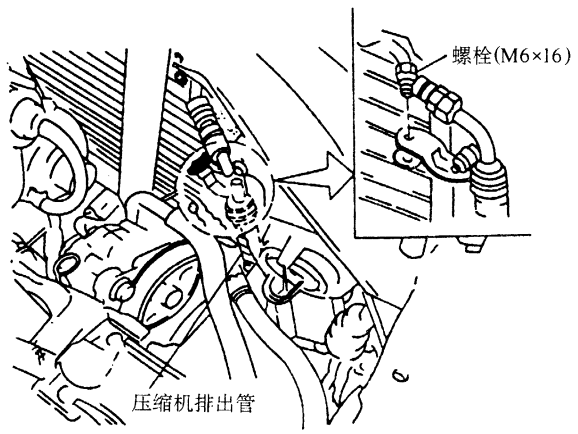


图 7-40　拆下压缩机排出管固定支架和排出管

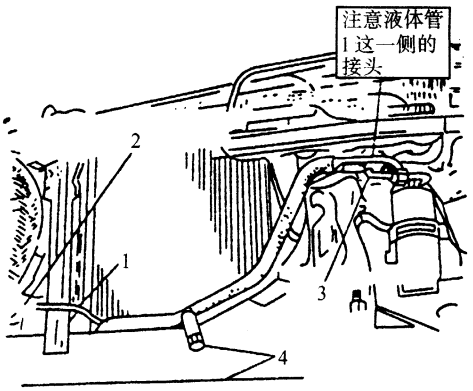


图 7-41　从冷凝器上拆开液体管 1

1-液体管 1；2-冷凝器出口接头；3-液体管 3；4-卡子和螺栓（M8×86）

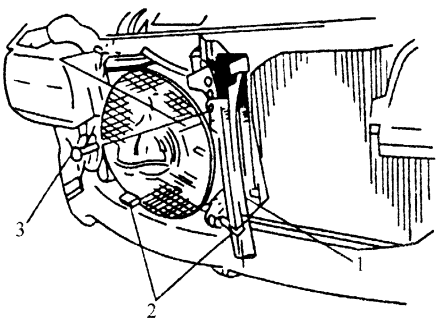


图 7-42　取下冷凝器

1-中间支撑梁；2-橡胶垫；3-螺栓（M6×30）

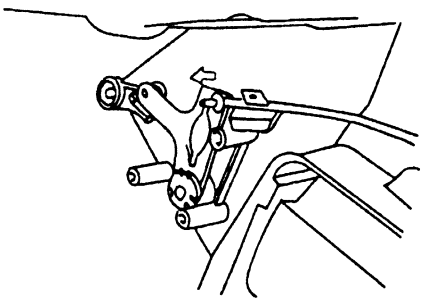


图 7-43　拆下室内外空气转换风门拉线

（5）暖风设备的拆卸

①首先拆下蓄电池的搭铁线，将散热器中的冷却水放掉，拆卸仪表板。

②从鼓风机上拆下室内外空气转换风门拉线，如图 7-43 所示。

③拆下暖风机总成上的两根水管，如图 7-44 所示。

④拆下蒸发器，如图 7-45 所示。

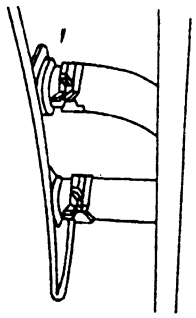


图 7-44　拆下暖风机总成上的两根水管

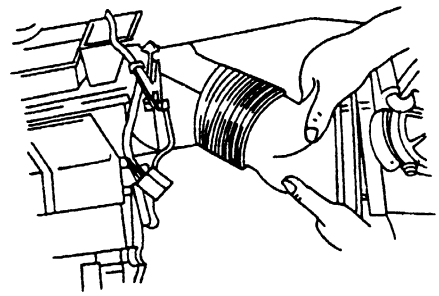


图 7-45　拆下蒸发器

⑤拆下鼓风机总成，如图 7-46 所示。

⑥拆下暖风机总成，如图 7-47 所示。

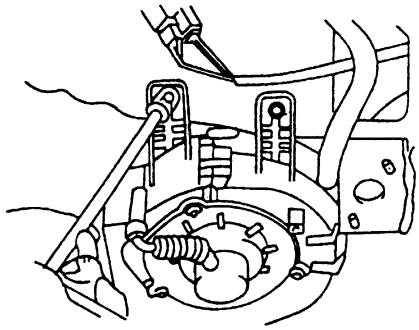


图 7-46　拆下鼓风机总成

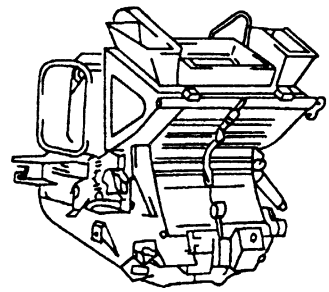


图 7-47　拆下暖风机总成

(6) 鼓风机（调速）电阻器的检测

鼓风机(调速)电阻器直接控制着鼓风机直流电动机的转速，它把电动机的转速分为低速、中速、高速三挡，利用电阻器的不同电阻值控制着电动机的运转，如图 7-48 所示，用万用表欧姆挡检查各接线端子之间的电阻值。确认各接线端子之间电阻值符合表 7-7 的规定值。

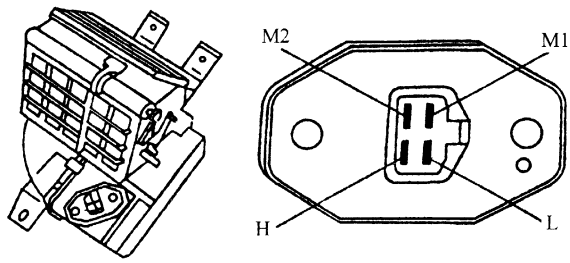


图 7-48　鼓风机（调速）电阻器测试

表 7-7　鼓风机（调速）电阻器各接线端子之间的电阻值

测　量　部　位	电　　阻 (Ω)
在接线端子 (L) 和 (M1) 间	1.37
在接线端子 (L) 和 (M2) 间	2.10
在接线端子 (H) 和 (M1) 间	0

(7) 暖风操纵机构的检测

对暖风操纵机构各接线端子的导通性能的检查应符合图 7-49 的要求。

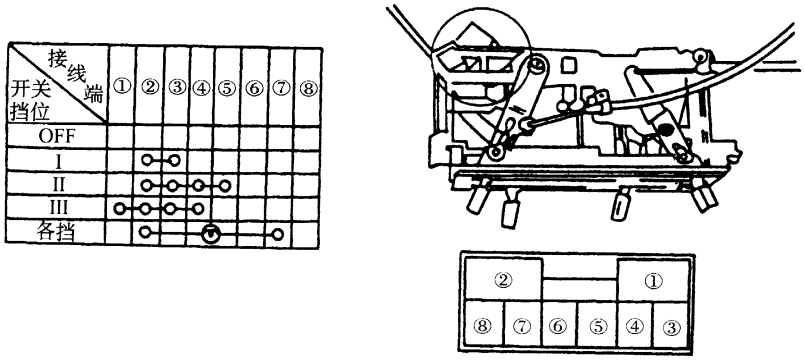


图 7-49　暖风操纵机构接线端子图

3. 空调系统的安装

（1）压缩机的安装

安装压缩机的步骤和前述拆卸步骤相反，但需要注意以下几点：

①紧固压缩机的 4 个螺栓，拧紧力矩为 24.6N·m。

②装上 V 形皮带后，应调整中间 V 形皮带轮的调整螺栓，使 V 形皮带张紧，V 形皮带的挠度为 6.0～8.0mm（施力 98N 时）。

③紧固压缩机吸进管、排出管螺栓，拧紧力矩为 24.6N·m。

④安装压缩机吸进管时，应调整吸进管的安装方向，以保证该管与电磁离合器的间隙不小于 25mm，如图 7-50 所示。

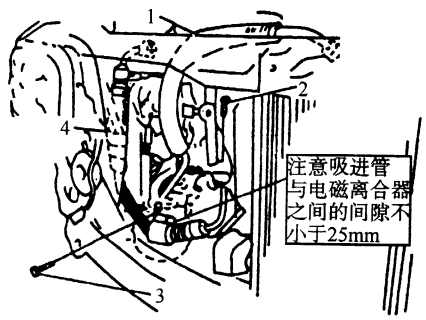


图 7-50　安装压缩机吸进管和排出管
1-吸进管；2、3-螺栓（M8×35）；4-排出管

（2）暖风设备的安装

①将暖风设备安装到发动机前围板上，如图 7-51 所示。

②在接好鼓风机导线插头后，用螺栓、螺母安装并固定好鼓风机总成，如图 7-52 所示。

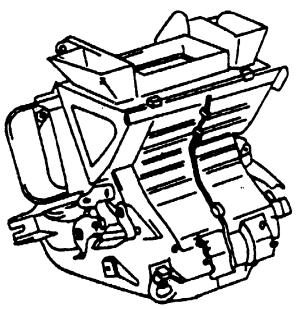


图 7-51　安装暖风设备到发动机前围板上

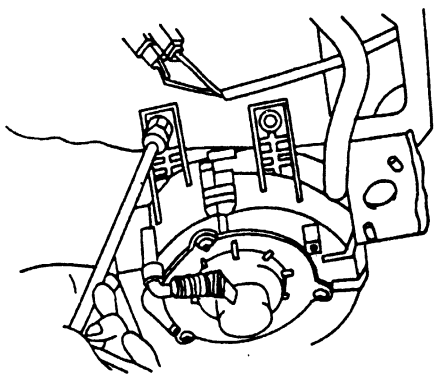


图 7-52　安装并固定好鼓风机总成

③安装蒸发器，并在发动机室内把水管接到暖风设备上，再接好水阀，如图 7-53 所示。

④将室内外空气转换风门拉线安装到鼓风机总成上，接好并卡牢，如图 7-54 所示。

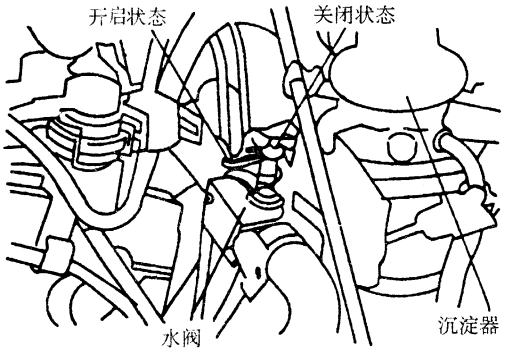


图 7-53　连接水阀

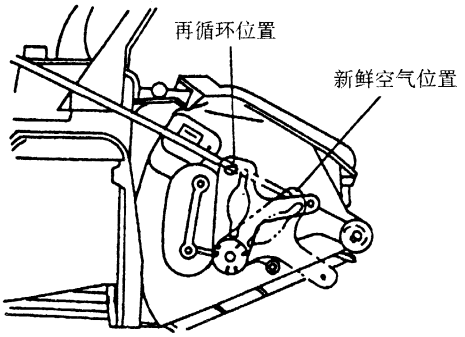


图 7-54　连接室内外空气转换风门拉线

(3) 暖风操纵机构的安装

①安装暖风操纵面板，并用 3 个螺栓固定，如图 7-55 所示。

②安装暖风出风口方式转换拉线，如图 7-56 所示。先把操纵面板上的方式转换操纵杆移到除霜位置，再把暖风机上的方式转换操纵杆也放到除霜 (DEF) 位置，然后接好拉线，并压紧到操纵面板内。

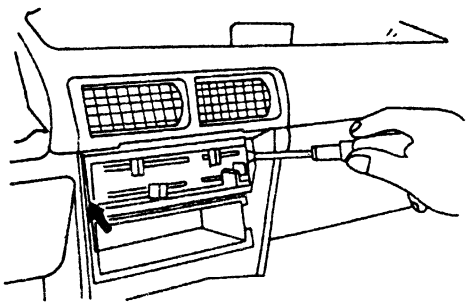


图 7-55　安装暖风操纵面板

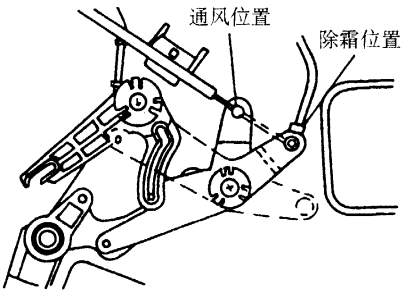


图 7-56　安装暖风出风口方式转换拉线

③安装温度调整拉线，如图 7-57 所示。安装时，先把操纵面板上的温度调整操纵杆移到冷位置，再把暖风机上的温度调整操纵杆也放到冷 (COOL) 位置，最好接上拉线，并压紧在操纵面板内。

①安装物品箱门和仪表板中部装饰罩，并将它们用螺栓固定，如图 7-58 所示。

(4) 蒸发器的安装

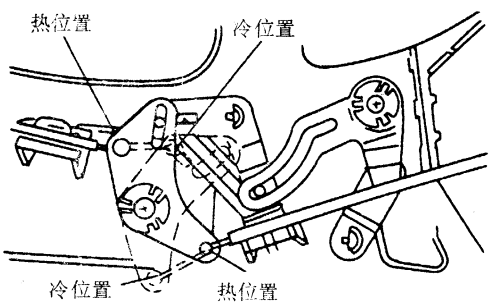


图 7-57　安装温度调整拉线

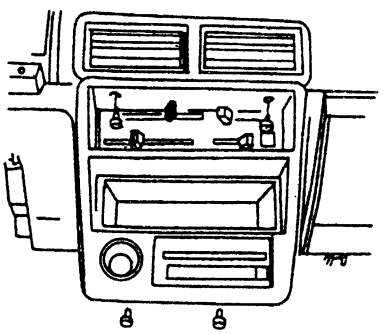


图 7-58　安装物品箱门和仪表板中部装饰罩

①安装蒸发器后应拧紧其紧固箍带，要求螺栓在拧紧过程中起作用，如图 7-59 所示，图中写着“错”字的固定方法不正确，一定要等箍带的上、下卡住后再拧紧螺栓（如图中写着“对”字的图形所示）。

②安装泄水管。在泄水管穿出发动机室前围板后，应使其位于前围板与转向横拉杆之间，如图 7-60 所示。

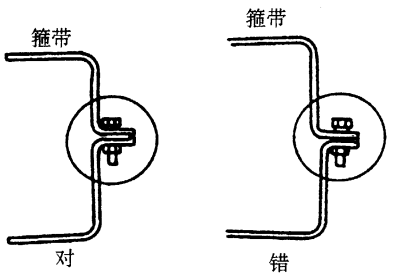


图 7-59　安装箍带方法

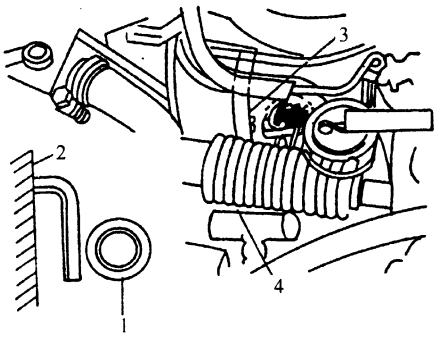


图 7-60　安装泄水管

1、4-转向横拉杆；2-发动机室前围板；3-泄水管

四、空调系统的故障诊断与排除

汽车空调系统常见故障的各种故障现象、产生原因及排除方法如表 7-8 所示。

表 7-8　空调系统故障排除表

故障现象	产　生　原　因	排　除　方　法
系统不能产生冷空气，失去制冷作用	1. 驱动皮带太松或皮带断裂 2. 压缩机不工作，皮带在皮带轮上打滑，或者离合器接合后皮带轮不转 3. 压缩机阀门不工作，在发动机不同转速下，高、低压表读数仅有轻微变动 4. 膨胀阀不能关闭，低压表读数太高，蒸发器流液 5. 熔断器烧断，接线脱开或断线，开关或鼓风机的电动机不工作 6. 制冷剂管道破裂或泄漏，高、低压表读数为零 7. 储液干燥器或膨胀阀中的细网堵死，软管或管道堵死，通常在限制点起霜	1. 拉紧皮带或更换皮带 2. 拆下压缩机，修理或更换 3. 修理或更换压缩机阀门 4. 更换膨胀阀 5. 更换熔断器、导线，修理开关或吹风机的电动机 6. 换管道，进行系统检漏，修理或更换储液干燥器 7. 修理或更换储液干燥器
冷空气量不足	1. 压缩机离合器打滑 2. 出风通道空气不足 3. 鼓风机的电动机运转不顺畅 4. 外面空气管道开着 5. 冷凝器周围的空气流通不够，高压表读数过高 6. 蒸发器被灰尘等异物堵住 7. 蒸发器控制阀损坏或调节不当，低压表读数太高 8. 制冷剂不足，观察玻璃处有气泡，高压表读数太低 9. 膨胀阀工作不正常，高低压表读数过高或过低 10. 储液干燥器细网堵住，高低压表读数比正常高或低 11. 系统有水汽，高压侧压力过高 12. 系统有空气，高压表值过高，观察玻璃处有气泡或呈云雾状 13. 辅助阀定位不对	1. 拆下离合器总成，修理或更换 2. 清洗或更换空气滤清器；清除通道中的阻碍物，排顺绕住的空气管 3. 更换电动机 4. 关闭通道 5. 清洁发动机散热器和冷凝器，安装强力风扇、风扇挡板，或重新摆好散热器和冷凝器的位置 6. 清洗蒸发器管道和散热片 7. 按需要更换或调节阀门 8. 向系统充液，直至气泡消失、压力读数稳定为止 9. 清洗细网或更换膨胀阀 10. 清除，更换储液干燥器 11. 清除，更换储液干燥器 12. 清除，抽气和加液 13. 转动阀至逆时针方向的最大位置

续表

故障现象	产生原因	排除方法
系统间断制冷	1. 压缩机离合器打滑 2. 电路开关损坏、鼓风机的电动机开关损坏 3. 压缩机离合器线圈松脱或接触不良 4. 系统中有水汽，引起部件间断结冰 5. 热控制失灵，低压表读数偏低或过高 6. 蒸发器控制阀粘住	1. 拆下压缩机，修理或更换 2. 更换损坏部件 3. 拆下修理或更换 4. 更换膨胀阀或储液干燥器 5. 更换热控制 6. 清洗系统并抽气，更换储液干燥器使全控制阀复位，向系统加液
系统太冷	1. 热控制不当 2. 空气分配不好	1. 更换热控制 2. 调节控制表板的拉杆
空调系统噪音大	1. V形皮带松动或过度磨损 2. 压缩机零件磨损或安装托架松动 3. 压缩机油面太低 4. 离合器打滑或发出噪声 5. 鼓风机的电动机松动或磨损 6. 系统中制冷剂过量，工作发出噪声，高、低压表读数过高，观察玻璃有气泡 7. 系统中制冷剂不足，使膨胀阀发出噪音观察玻璃有气泡及雾状，低压表读数过低 8. 系统中有水汽，引起膨胀阀发出噪声 9. 高压辅助阀关闭，引起压缩机颤动，高压表读数过高	1. 拉紧皮带，或更换皮带 2. 拆卸压缩机，修理或更换，拧紧托架 3. 加油 4. 拆下离合器修理或更换 5. 拧紧电动机的安装连接件；拆下电动机修理或更换 6. 排放过剩之制冷剂，直到压力表读数降到标准值，且气泡消失 7. 找出系统漏气地点，清除系统及修理，抽空系统并更换储液干燥器，向系统加液 8. 清除系统，抽气，更换储液干燥器，加液 9. 立即把阀门打开
不供暖或暖气不足	1. 暖风散热器心内部堵塞 2. 暖风散热器心表面气流受阻 3. 暖风散热器心管子内部有空气 4. 温度门位置不正确 5. 温度门真空驱动器损坏 6. 鼓风机损坏 7. 鼓风机继电器、调温电阻损坏 8. 热水开关损坏 9. 发动机的节温器损坏	1. 冲洗或根据需要更换心子 2. 用空气吹通散热器心表面 3. 排出管内空气 4. 调整拉线 5. 修理或更换 6. 修理或更换 7. 修理或更换 8. 修理或更换 9. 修理或更换
鼓风机不转	1. 熔断器熔断或开关接触不良 2. 鼓风机电机损坏 3. 鼓风机调速电阻损坏	1. 检查熔断器和开关，用细砂纸轻擦开关触点 2. 修理或更换 3. 更换
漏水	1. 软管老化、接头不牢 2. 热水开关关不死	1. 更换水管、接牢接头 2. 修复热水开关
过热	1. 调温风门调节不当 2. 发动机节温器损坏 3. 风扇调速电阻损坏	1. 重调 2. 修理或更换 3. 更换
除霜热风不足	1. 除霜风门调整不当 2. 出风口堵塞 3. 供暖不足	1. 重调 2. 清理 3. 见供暖不足部分
操纵吃力或不灵	1. 操纵机构卡死，风门粘紧 2. 所有真空驱动器失灵	1. 调整或修理 2. 更换
暖风散热器有异味	1. 暖风散热器进水接头漏水 2. 暖风散热器管漏水	1. 拧紧 2. 更换

第八章　仪表系统

一、仪表系统的结构

（一）仪表饰板

仪表饰板的外形及结构如图 8-1 所示，其总成由基板，上、中、下装饰罩及仪表安全护板等组成。

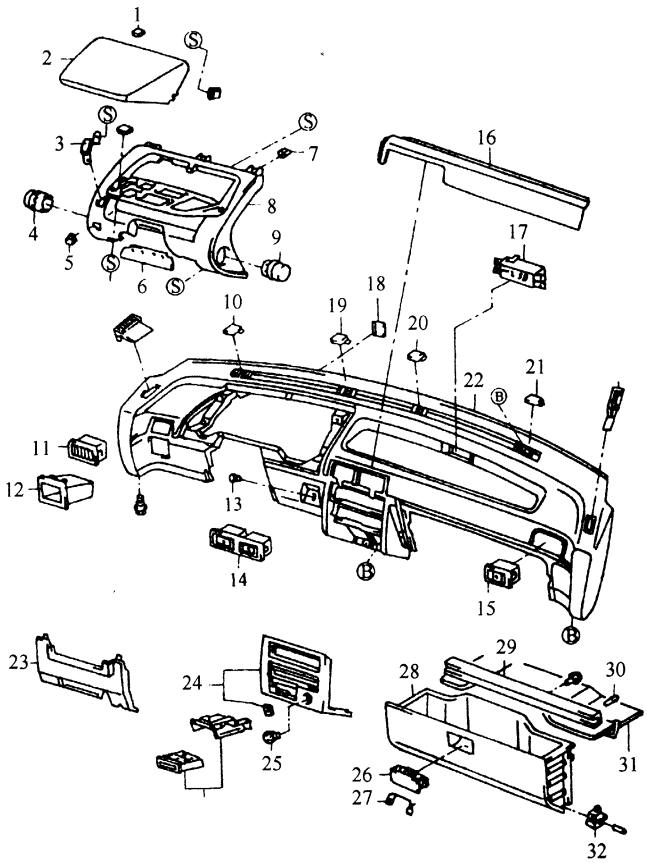


图 8-1　仪表饰板

1-软垫；2-装饰罩上罩；3-孔盖；4-背门窗除霜开关孔盖；5-显示灯孔盖；6-遮蔽片；7-夹子；8-装饰罩下罩；9、10、19、20、21-孔盖；11、15-侧通风口；12-硬币盒；3-螺钉；14-中部通风口；16-安全护板；17-数字显示钟表；18-仪表板垫；22-仪表板；23-加强板装饰罩；24-中部装饰板；25-点烟器散热罩；26-拉手；27-扭簧；28-物品箱；29-加强板；30-缓冲垫；31-遮挡片；32-门轴座

（二）组合仪表

组合仪表如图 8-2 所示，包括水温表、燃油表和车速里程表。在仪表盘上还装有 3 个警报灯（制动、油压、充电）和 3 个指示灯（前照灯远光、左转向、右转向），将它们布置在仪表盘内，能使其警报和指示更加醒目。

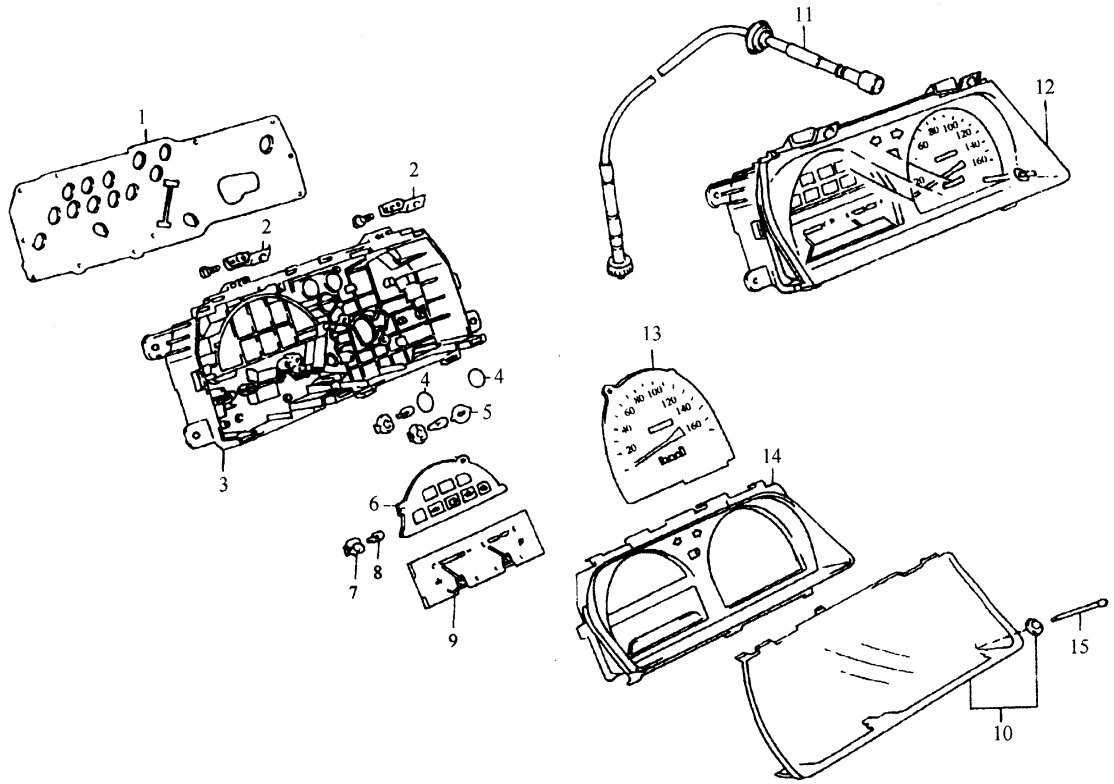
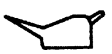


图 8-2　组合仪表与显示装置

1-仪表电路板；2-支架；3-仪表壳；4-透镜（绿色）；5-透镜；6-透镜框；7-仪表灯座；8-仪表灯泡；9-水温、燃油表；10-玻璃；11-里程表饰轴；12-组合仪表总成；13-车速里程表；14-仪表盖；15-里程表计数器按钮

其显示装置的种类、功用及图形标示如表 8-1 所列。

表 8-1　图形及功能

种类		图形标示		功能
报警灯	制动液面过低警报		红	当制动液面过低，或使用（驻车）制动时，该警报灯点亮
	机油压力过低警报		红	当发动机运转，润滑系的机油压力过低时，该警报灯点亮
	充电警报		红	当发动机工作、充电系不充电时，该警报灯点亮

续表

种类		图形标示	功能
指示灯	前照灯远光指示	蓝	当接通前照灯远光灯时，该指示灯点亮
	左转向指示	黄	当汽车左转弯、接通左转向灯电路时，该指示灯闪亮
	右转向指示	黄	当汽车右转弯、接通右转向灯电路时，该指示灯点亮

（三）组合仪表电路板及电路原理图

组合仪表电路板为挠性印制电路板，如图 8-3 所示。

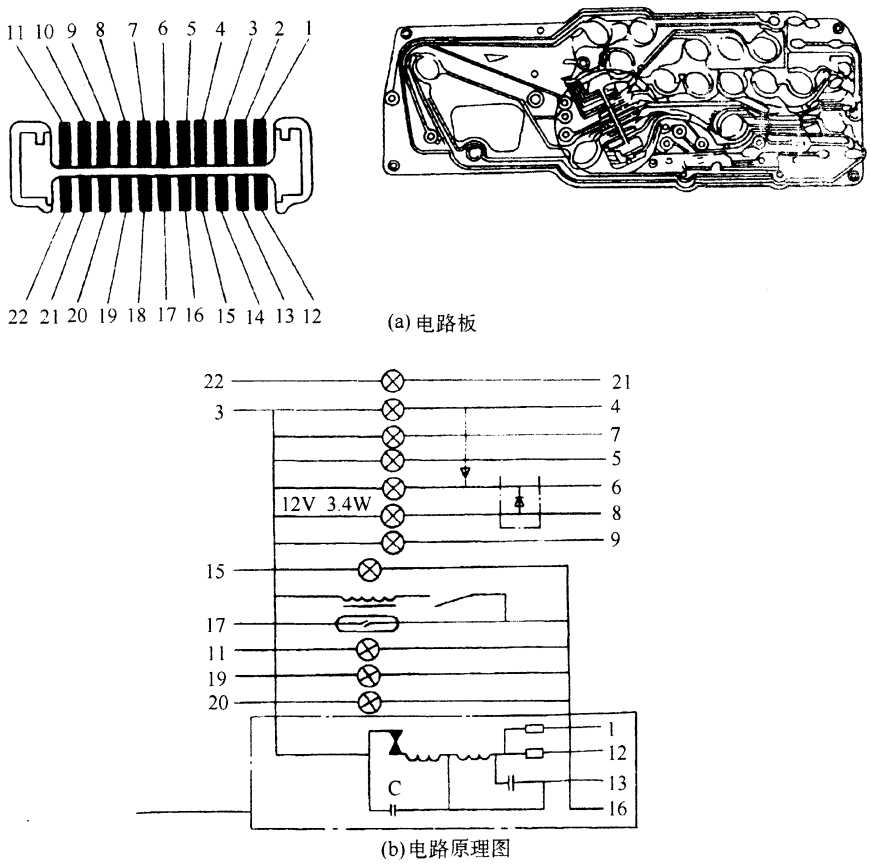


图 8-3　组合仪表电路板及电路原理图

1-水温表；2-空位；3-仪表电源正（IGN）极；4、5-空位；6-充电警报指示负端；7-机油压力开关；8-制动液面警报开关驻车制动开关；9、10、11-空位；12-燃油表；13-水温表和燃油表搭铁端；14-空位；15-仪表照明灯；16-仪表电源负（搭铁端）极；17、18-空位；19-转向灯开关（右）；20-转向灯开关（左）；21-前照灯远光负极（搭铁）；22-前照灯远光正极

二、仪表系统的拆装与检修

（一）仪表板的拆卸

1. 拆卸仪表下加强板装饰罩

先拆蓄电池搭铁线（电源负极），然后拆图 8-4 所示的 2 个固定螺钉，取下下加强板装饰罩。

2. 拆卸下加强板

先拆下仪表板下加强板上的 4 个螺钉（图 8-5），然后卸下下加强板。

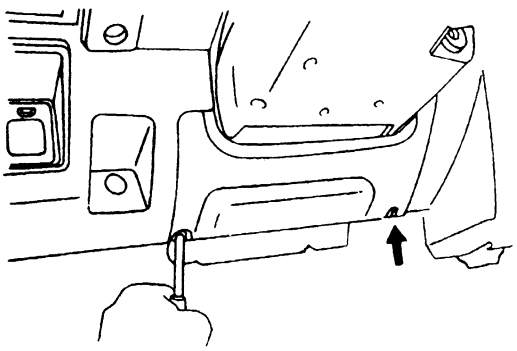


图 8-4　仪表板的拆卸（一）

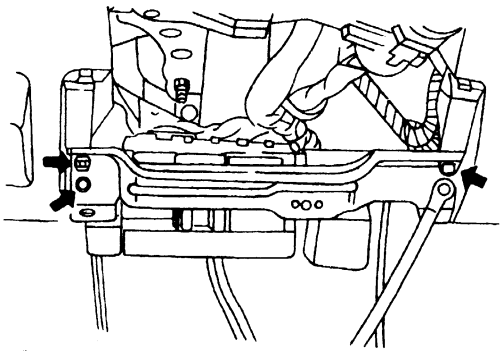


图 8-5　仪表板的拆卸（二）

3. 拆卸转向管柱

拆卸下转向管柱上的螺栓和螺母之后（图 8-6），即可取下转向管柱。

4. 拆卸仪表装饰罩总成

（1）拆下固定仪表装饰罩的 4 个螺钉，见图 8-7。

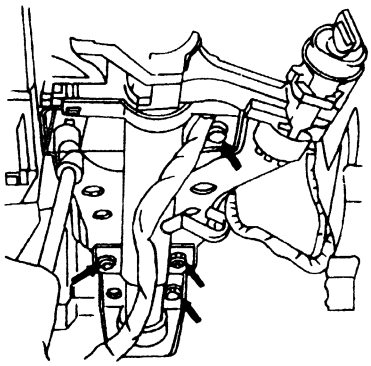


图 8-6　仪表板的拆卸（三）

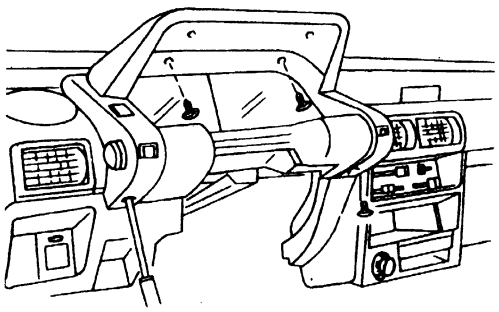


图 8-7　仪表板的拆卸（四）

（2）双手轻轻地向外拔出仪表装饰罩总成，见图 8-8。

5. 拆卸组合仪表

（1）在变速器一侧拆下车速里程表软轴，见图 8-9。

（2）先拆固定组合仪表的 4 个螺钉（图 8-10），然后向外拉组合仪表总成，拔下车速里程表软轴和线束插头后即可卸下组合仪表总成。

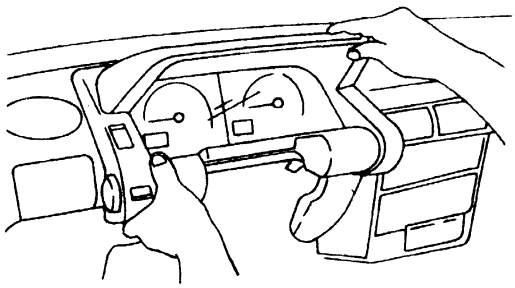


图 8-8　仪表板的拆卸（五）

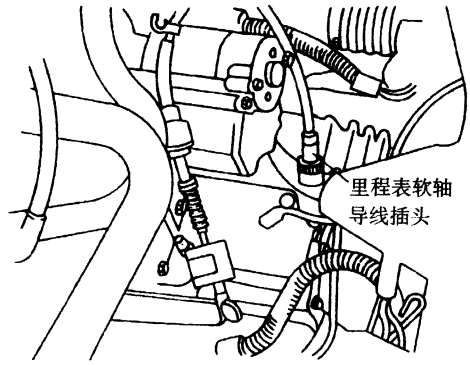


图 8-9　仪表板的拆卸（六）

6. 拆卸物品箱

拆卸物品箱轴座上的 2 个螺钉，卸下物品箱，见图 8-11。

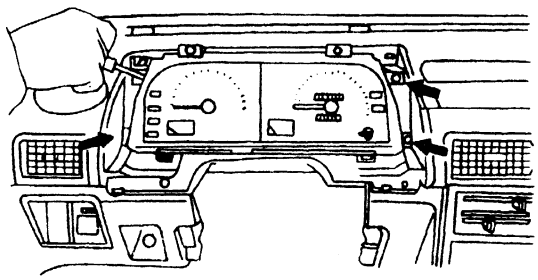


图 8-10　仪表板的拆卸（七）

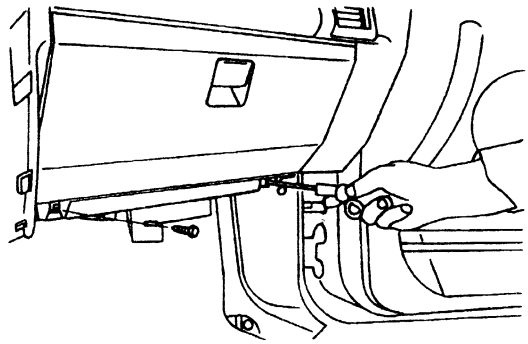


图 8-11　仪表板的拆卸（八）

7. 拆卸仪表板中部装饰板

拆下中部装饰板的 4 个固定螺钉，将装饰板向外拉即可卸下仪表板中部装饰板（图 8-12）；再拆开点烟器导线插头。

8. 拆卸暖风操纵装置和收放机

先拆下暖风操纵装置的 3 个固定螺钉（图 8-13），摘取暖风操纵拉线，卸下暖风操纵装置；再拆卸收放机天线和线束插头、2 个固定螺钉和收放机背面的 1 个螺钉后，即可取出收放机总成。

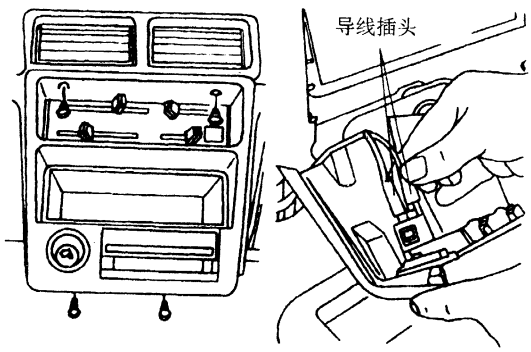


图 8-12　仪表板的拆卸（九）

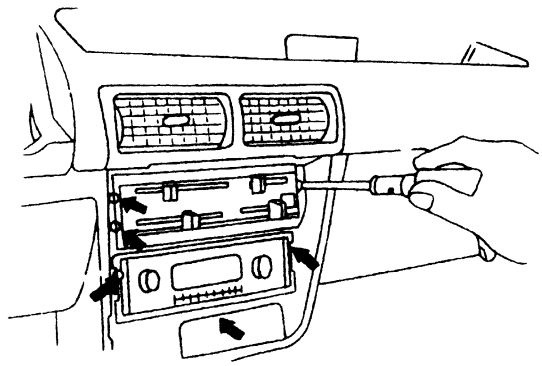


图 8-13　仪表板的拆卸（十）

9. 拆卸暖风电动机和电子钟导线插头

将暖风电动机和电子钟导线插头卸下，如图 8-14 所示。

10. 拆卸仪表板总成

如图 8-15 所示，打开仪表板上部的 4 个孔盖，拆下其内部的螺钉，再拆仪表板两侧和其中部的固定螺钉，最后将仪表板总成从车上卸下（图 8-15）。

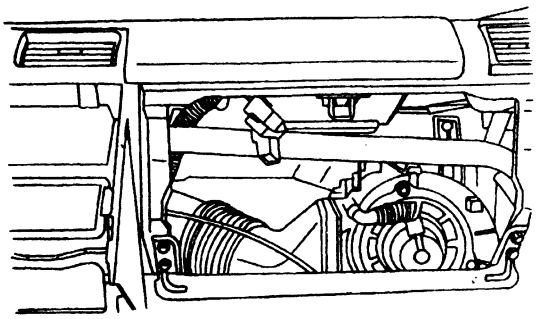


图 8-14　仪表板的拆卸（十一）

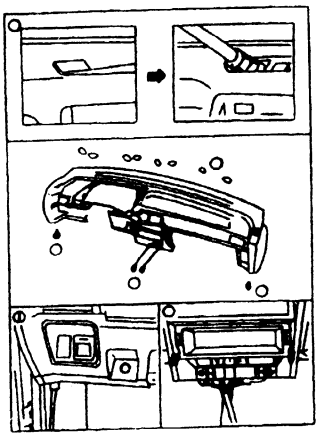


图 8-15　仪表板的拆卸（十二）

11. 仪表板的分解

（1）拆卸图 8-16 中箭头所指处的螺钉，取下除霜喷口、侧除霜导管，蒸发器主通风口导管和前通风口导管。

（2）拆下固定电子钟的 2 个螺钉，卸下电子钟，如图 8-17 所示。

（3）先拆下物品箱锁扣的 2 个螺钉后将其卸下；再拆下仪表板上支撑板固定螺钉，卸下仪表板加强板或上部支撑板（图 8-18）。

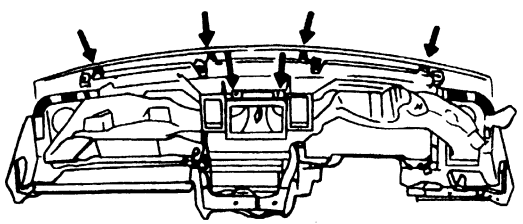


图 8-16　仪表板的分解（一）

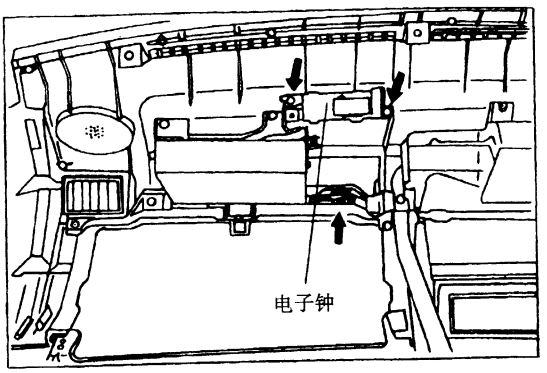


图 8-17　仪表板的分解（二）

（4）拆下仪表板中部支撑板的 3 个固定螺钉后，卸下仪表板中部支撑板（图 8-19）。

（5）拆下线束卡子，远程控制车锁开关或硬币盒，如图 8-20 所示。

（6）拆卸仪表板左、右侧通风口及仪表板中部通风口总成，再拆下仪表板安全护板，如图 8-21 所示。

（7）拆卸物品箱下横梁，如图 8-22 所示。

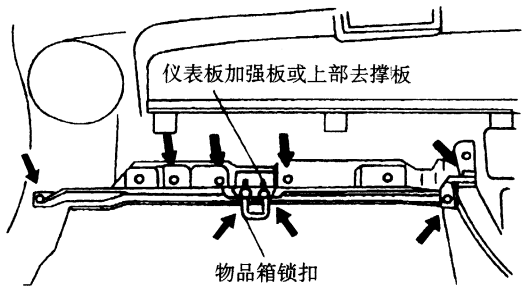


图 8-18　仪表板的分解（三）

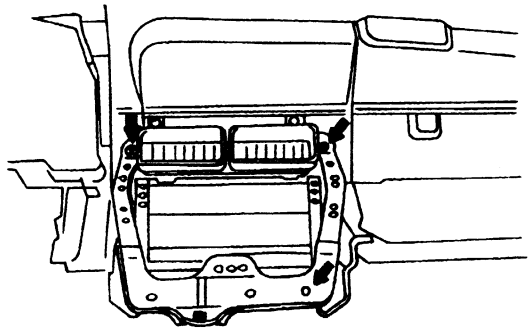


图 8-19　仪表板的分解（四）

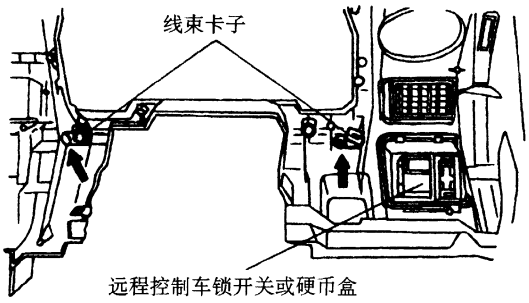


图 8-20　仪表板的分解（五）

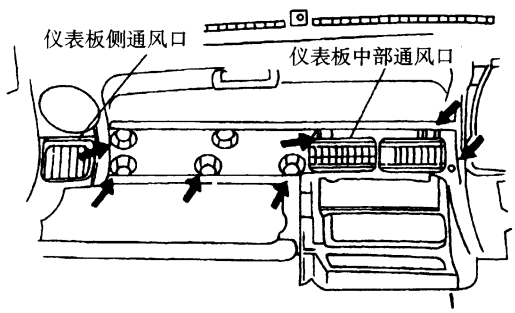


图 8-21　仪表板的分解（六）

（8）先拆仪表板左端支架，再拆其右端支架。拆时只要卸下左、右端 6 个螺钉即可取下支架，如图 8-23 所示。

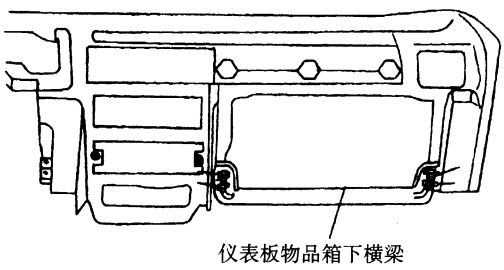


图 8-22　仪表板的分解（七）

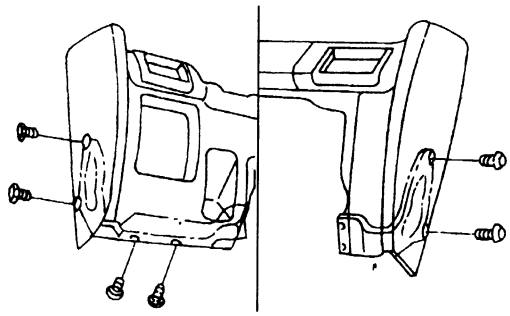


图 8-23　仪表板的分解（八）

（二）仪表装置的检修

1. 仪表的检验

（1）就车检查燃油表

拆下位于燃油箱上的导线插头，在该插头与车身搭铁之间串接一个试灯（12V/3.4W），如图 8-24 所示。检查时，接通点火开关后试灯应点亮，几秒钟后试灯应开始闪烁，此时，车上的燃油表指示值应逐渐增大。

（2）在仪表板背面检测燃油表

拆下组合仪表总成，检查并测量B与D两端之间的电阻值，如图8-25所示。其正常规定值为55Ω；然后插上导线插头，接通点火开关，分别测量B、C端对地（车身搭铁处）的电压，正常情况为：

B端对地电压：2～7V

C端对地电压：12V（电源电压）

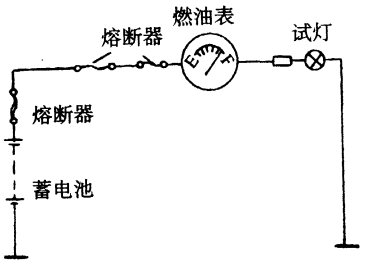


图8-24　燃油表的检验（一）

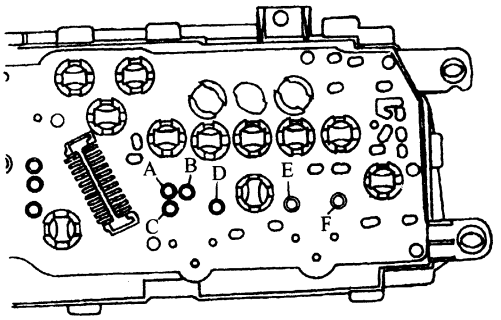


图8-25　燃油表的检验（二）

（3）燃油表传感器的检测

①将燃油表传感器从油箱上拆下来，测量浮子处于不同位置时的电阻值，可由高位向低位移动，如图8-26所示。

②测量浮子处于F位、1/2位、E位三个位置时的传感器电阻值，如图8-27所示。其参数值如表8-2所列。

表8-2　汽油传感器阻值

浮子位置	参考距离（mm）	电阻值（Ω）	浮子位置	参考距离（mm）	电阻值（Ω）
F	40	1～5	E	129	103～117
1/2	91	29～37			

（4）就车检查水温表

先拆下水温表传感器上的导线插头，然后在该插头与车身搭铁之间串接一个试灯（12V/3.4W）。其检测电路及对它的要求与就车检查燃油表相同，可参见图8-24。

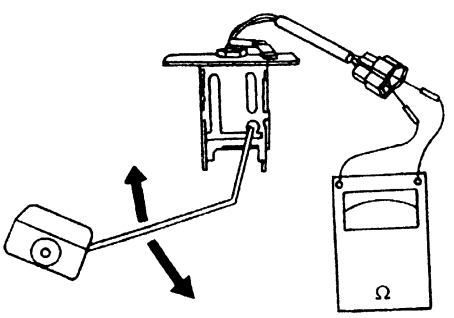


图8-26　燃油表传感器的检测（一）

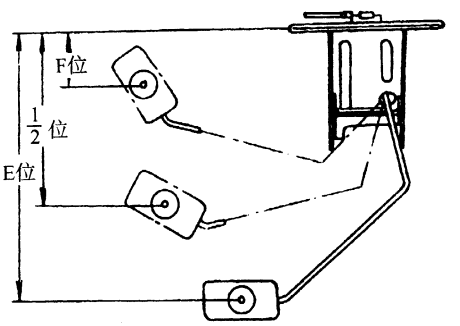


图8-27　燃油表传感器的检测（二）

（5）在仪表板背面检测水温表

拆下仪表板后，检查并测量Ⓔ与Ⓕ两端之间的电阻值，如图8-28所示。其正常值约为

25Ω；然后插上导线插头，接通点火开关，分别测量Ⓒ、Ⓔ两点对地（车身搭铁处）的电压，其正常情况为：

Ⓒ点对地电压：12V（电源电压）

Ⓔ点对地电压：约 2～7V

（6）水温表传感器

将水温表传感器放入防冻液或甘油里并加热（图 8-29），测量其接线端与外壳之间的电阻值，其阻值应符合表 8-3 的规定。

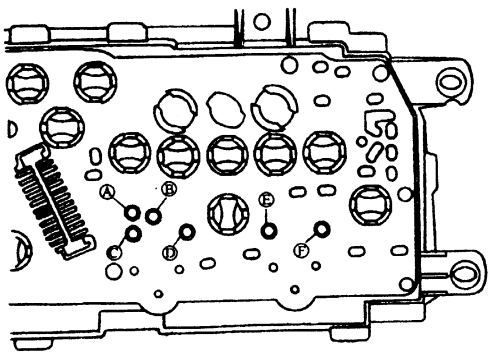


图 8-28　水温表的检验

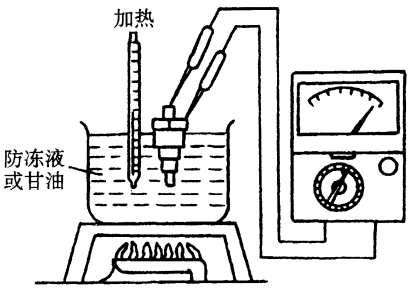


图 8-29　水温表传感器的检测

表 8-3　水温传感器阻值

加热的温度（℃）	电阻值（Ω）	加热的温度（℃）	电阻值（Ω）
50	226^{+31}_{-37}	115	$26.4^{+1.7}_{-2.2}$

2. 警报显示装置的检修

（1）制动警报灯的检修

先起动发动机，并将驻车制动杆恢复原位，拆下制动液面过低警报开关的导线插头，并将线束侧插头的两接线片短路（图 8-30），制动液面过低警报灯应发亮；否则，应作进一步检查、修理或更换。

（2）制动警报开关的检查

①拆开制动液面过低警报开关的导线插头，如图 8-31 所示。

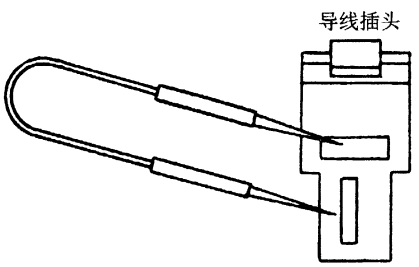


图 8-30　制动警报灯的检查

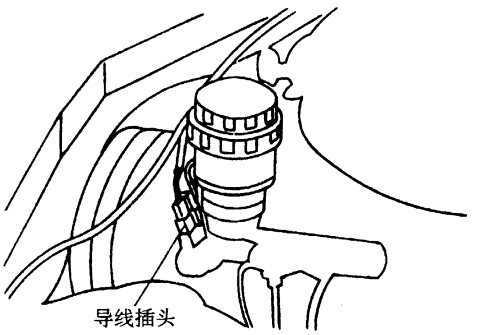


图 8-31　制动警报开关的检查（一）

②在开关导线插片上接上万用表，并用一根干净的小棍将制动储液罐中的浮子按到底，如图 8-32 所示。此时，开关两插片间应呈现出通路状态，即万用表应指示出电阻值很小。

（3）驻车制动开关的检查

用万用表检查驻车制动开关接线端与车身（搭铁）之间的通、断情况，如图 8-33 所示。当驻车制动杆拉起时，两端应为通路；而当手制动杆恢复原位时，两端应为断路。

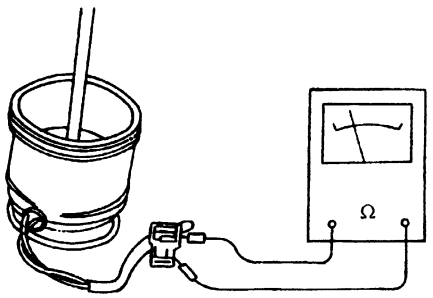


图 8-32　制动警报开关的检查（二）

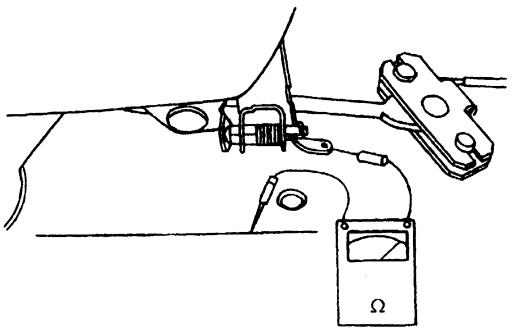


图 8-33　驻车制动开关的检查

（4）机油压力警报灯的检查

将油压开关置于气缸体右后部位，并将其导线插头拔掉，线束一侧的插头搭铁，接通点火开关，此时油压警报灯应该点亮（图 8-34）。

（5）机油压力警报开关的检查

先将油压警报开关上的导线插头拔下，然后用万用表欧姆挡检测油压警报开关的接线端与搭铁之间的通断情况（图 8-35），此时应为通路（发动机不工作时）。

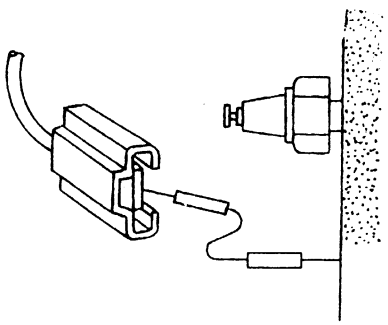


图 8-34　油压警报灯检查

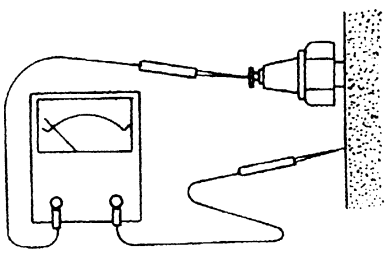


图 8-35　油压警报开关的检查

仪表板的安装按拆卸的相反顺序进行。

第九章　照明与信号系统

一、照明与信号系统组成

（一）照明系统的组成

为了保证汽车在无光或微光条件下的行车安全，提高其行驶能力，夏利轿车配置齐全的照明系统。汽车照明系统可分为车外照明及车内照明。车外照明包括前照灯、示宽灯（前小灯）、后组合灯、牌照灯等；车内照明包括室内灯、门控灯和仪表灯等。在车上的分布如图 9-1 所示。

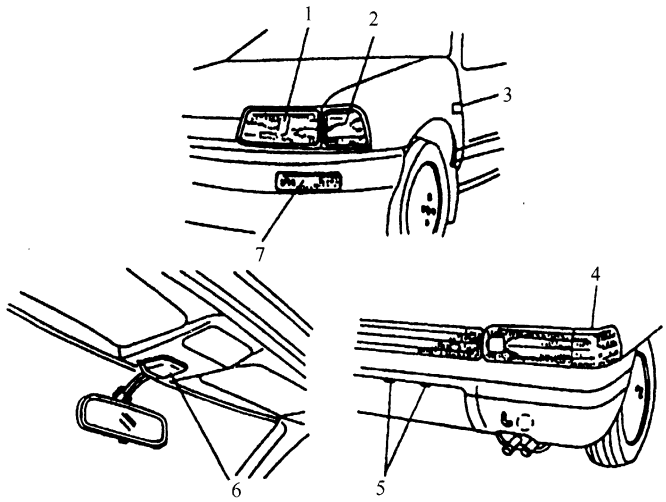


图 9-1　照明装置分布图

1-前照灯；2-示宽灯；3-侧转向灯；4-尾灯；5-牌照灯；6-室内灯；7-前转向灯

1. 前照灯

夏利轿车属于半封闭式前照灯，采用卤钨灯泡，其配光性能采用了 ECE 法规标准，具有远光可见照度距离远的特点，近光又具有良好的防眩目配光性能。其作用是为夜间行车照亮汽车前方的道路，同时，又避免夜间两车迎面相遇时，使对方驾驶员产生眩目。前照灯总成及在车上的安装位置如图 9-2 所示。

2. 示宽灯（前小灯）

示宽灯（前小灯）装在前照灯的外侧，用于在夜间行车时显示汽车的宽度。其结构与安装位置如图 9-3 所示。

3. 后组合灯

后组合灯由后转向信号灯、制动灯、后尾灯及倒车灯组合而成，其结构及在车上的布置如图 9-4 所示。

制动灯在踏下制动踏板时，便发出较强的红光，以示制动。

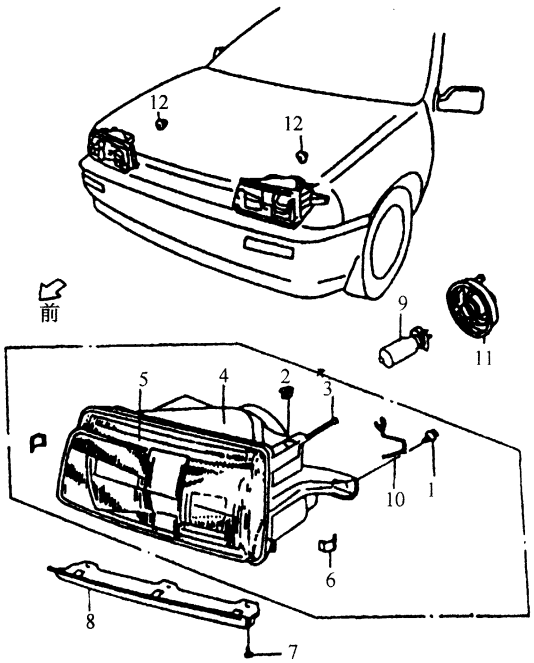


图 9-2　前照灯总成及其安装位置

1-安装螺钉；2-塑料螺母；3-调光螺栓；4-灯体反光镜总成；5-配光镜；6-夹片；7-自攻螺钉；8-支撑板；9-灯泡；10-压簧；11-防尘套；12-安装螺母

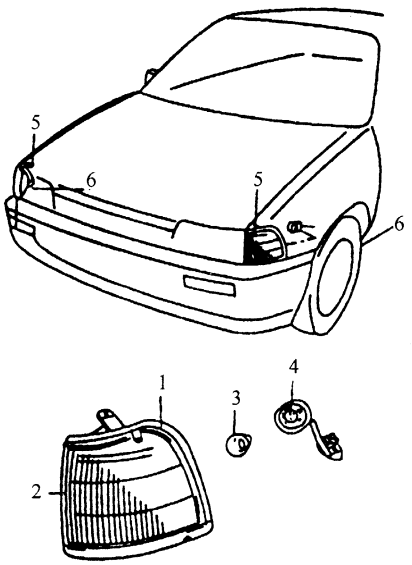
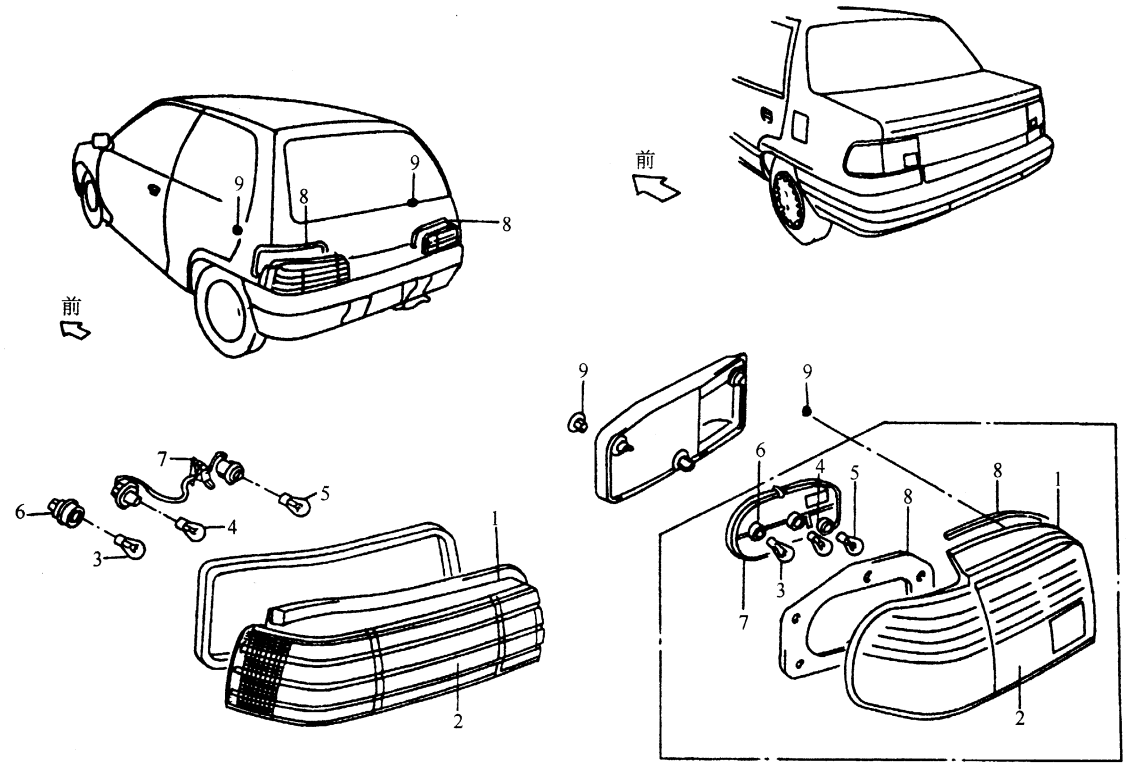


图 9-3　示宽灯的结构及安装位置

1-壳体；2-配光镜；3-灯泡；4-灯座及导线；5-连接片；6-塑料螺母



(a)两厢夏利车后组合灯　　(b)三厢夏利车后组合灯

图 9-4　后组合灯

1-壳体；2-配光镜；3、4、5-灯泡；6-灯泡座；7-灯座总成；8-橡胶垫；9-螺母

后尾灯用于在夜间行驶时，警示后面的车辆，以便保持一定的距离。

倒车灯用来照亮车后路面，并警告车后的车辆和行人，表示该车正在倒车。

4. 牌照灯

牌照灯安装在汽车尾部的保险杠内，用于在夜间行车时照亮汽车的牌照。

5. 室内灯

室内灯安装在车内的前部顶棚上，夜间为驾驶员和乘客提供室内照明。

6. 门控灯

门控灯安装在车内，受车门开关控制。当车门打开时，门控灯点亮，为驾驶员和乘客提供夜间照明。

7. 仪表照明灯

仪表照明灯安装在仪表板上，用于夜间照亮仪表。

（二）照明系统控制电路

照明系统控制电路如图 9-5 所示。

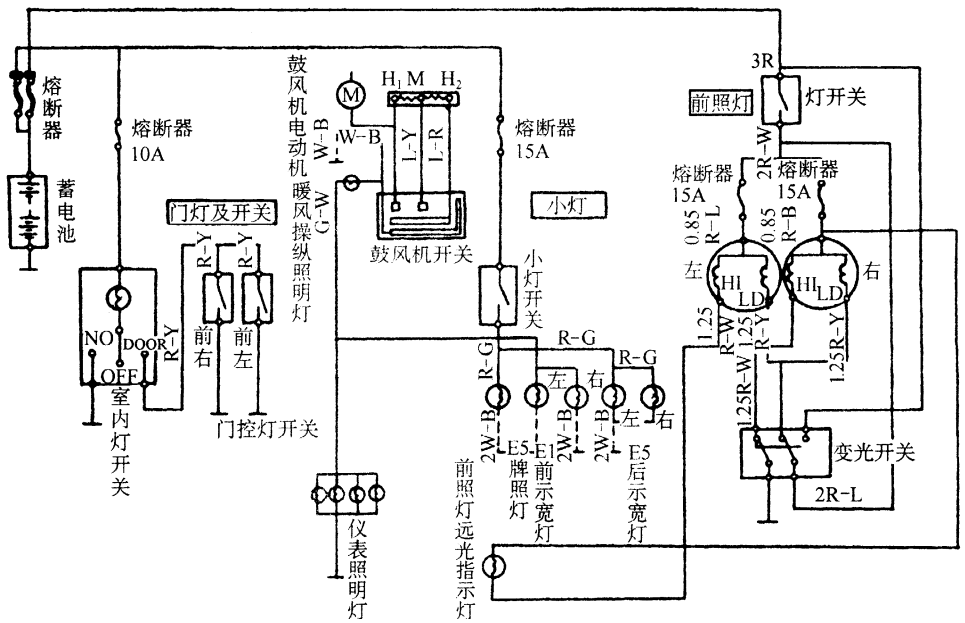


图 9-5　照明系统控制电路

（三）信号系统的组成

为了保障行车安全，避免交通事故的发生，夏利轿车安装了灯光与音响两种信号装置。灯光信号装置包括：转向信号灯、制动信号灯、倒车信号灯及危急警报信号灯等。音响信号包括：电喇叭、蜂鸣器。

1. 转向信号灯

转向信号灯是用来指示汽车转弯方向的灯具。当汽车要转弯时，由驾驶员将转向开关拨到相应的位置，对应的转向信号灯点亮并按一定频率（85～110 次/min）闪烁，以告知其他车辆和行人；同时，还具有危急警报功能，在遇到特殊情况时，接通危急警报开关，使前后左右转向信

号灯同时闪烁，提醒其他车辆和行人让行。

转向信号灯包括前、后转向信号灯和侧转向信号灯三种。

前转向信号灯安装在前保险杠的支座内，如图 9-6 所示，后转向灯安装在后组合灯内（见图 9-4 所示）。侧转向信号灯安装于汽车的两侧，如图 9-7 所示，是向汽车两侧的车辆或行人警示车辆转弯方向的灯具。

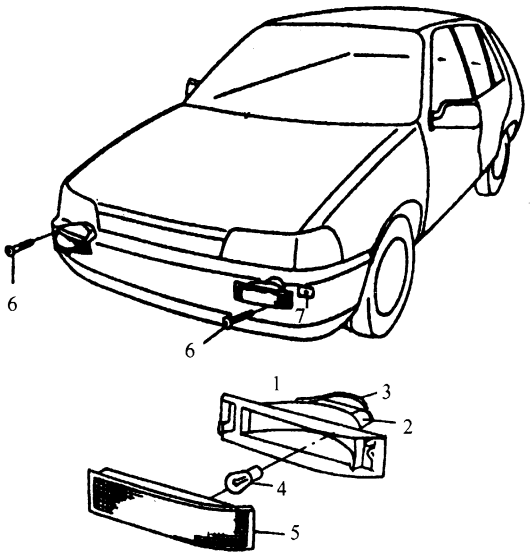


图 9-6　前转向灯结构及安装位置

1-壳体；2-灯泡座；3-灯座及导线；4-灯泡；5-配光镜；6-螺钉；7-弹簧板簧母

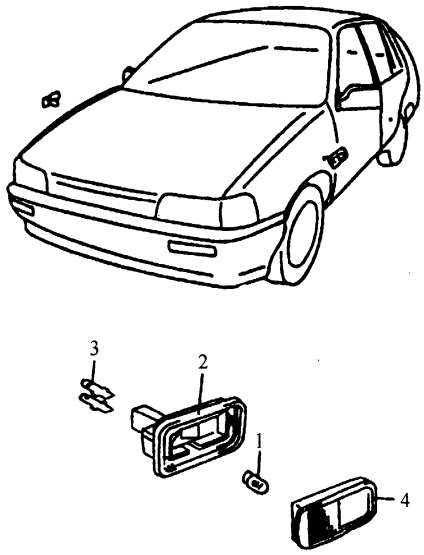


图 9-7　侧转向灯结构及安装位置

1-灯泡；2-壳体；3-导电插片；4-配光镜

2. 制动信号灯

制动信号灯装在汽车后组合灯内；是指示汽车停车或减速的指示灯具。用以提醒后面的车辆或行人保持安全的距离。

3. 倒车信号灯

倒车信号灯是在汽车倒退时提醒后面的车辆和行人引起注意，在夜间还可以照亮后面的障碍物，以保证倒车安全。

4. 电喇叭

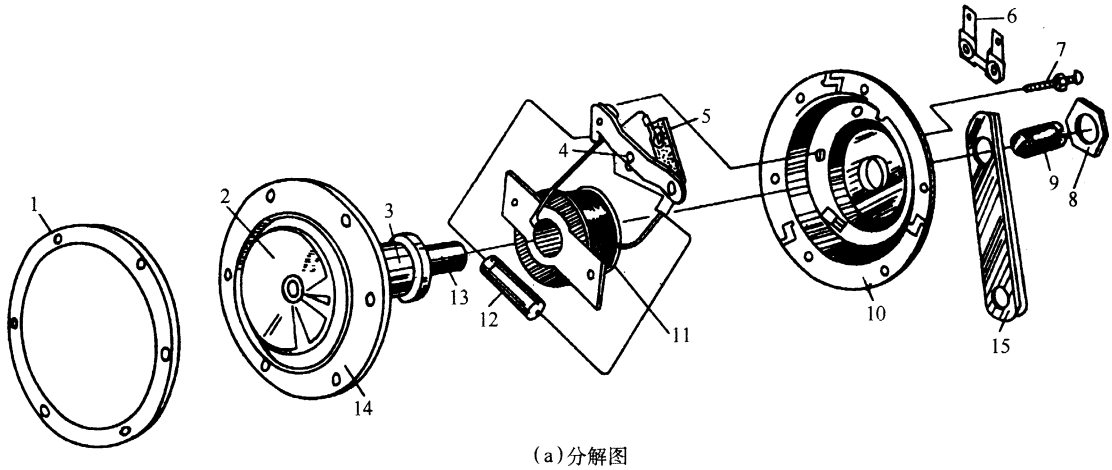
电喇叭是发出声响以警告其他车辆和行人的信号装置，其结构如图 9-8 所示。主要由磁化线圈、动铁心、振动膜片、共鸣板等组成，磁化线圈通过触点构成回路。当驾驶员按下喇叭按钮时，磁化线圈通电，吸动动铁心，触点打开，磁化线圈断电，然后动铁心回位，触点又闭合，磁化线圈又通电，吸动动铁心，如此循环，动铁心移动带动振动膜片和共鸣板一起振动，使喇叭发出声响。

（四）信号装置控制电路

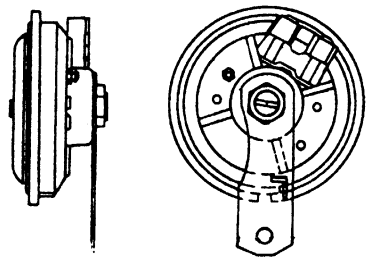
夏利轿车信号装置控制电路如图 9-9 所示。

（五）车灯规格

夏利轿车各车灯灯泡的规格见表 9-1 所示。



(a)分解图



(b)总成图

图 9-8　电喇叭的结构

1-固定面框;2-共鸣板;3-衔铁;4-动触点;5-静触点;6-接线柱;7-调整螺钉;8-锁紧螺母;9-下铁心;10-壳体;11-线圈;12-电容器;13-上铁心;14-膜片;15-减振固定支架

表 9-1　车灯灯泡的规格

车灯灯泡	功率（W）	数量（只）	车灯灯泡	功率（W）	数量（只）
前照灯	60/55	2	内饰灯	10	1
前示宽灯	5	2	仪表照明灯	3.4	4
前转向灯	21	2	远光指示灯	3.4	1
侧转向灯	5	2	转向指示灯	3.4	2
制动/后示宽灯	21/5	2	充电指示灯	3.4	1
后转向灯	21	2	润滑油压力警报灯	3.4	1
倒车灯	21	2	制动液/驻车警报灯	3.4	1
牌照灯	5	2			

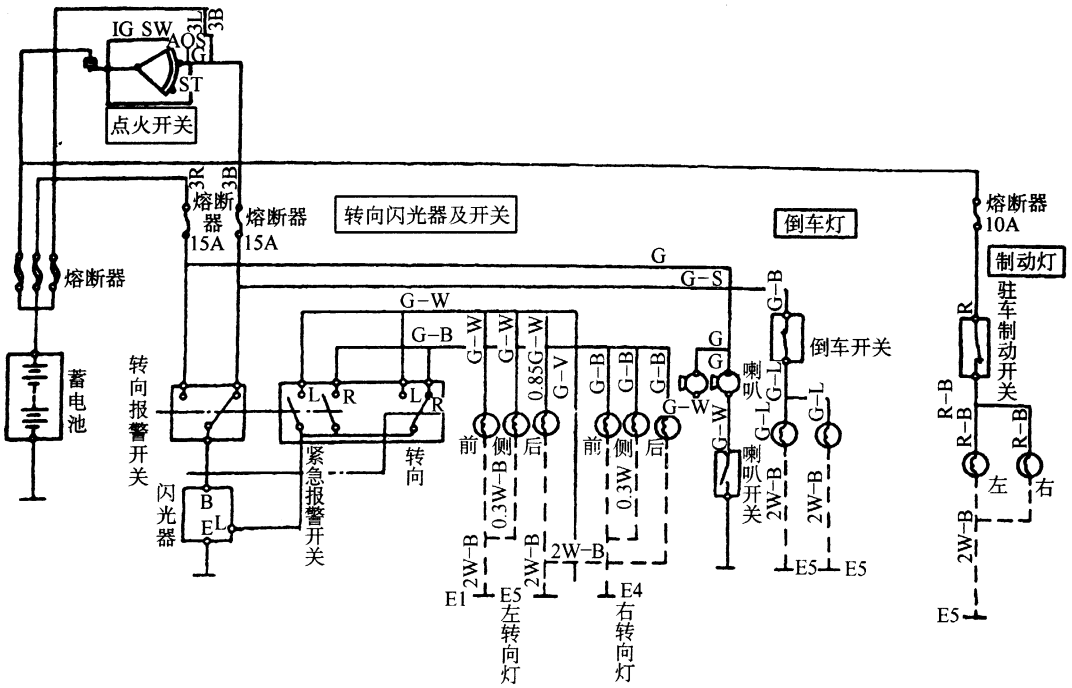


图 9-9　夏利轿车信号装置控制电路

二、照明与信号装置的拆装、检修与调整

（一）示宽灯的拆装

（1）拆下固定示宽灯（前小灯）的 2 个螺钉，取下示宽灯总成，然后从其插座上卸下灯泡，如图 9-10 所示。

（2）在更换灯泡时应换上与原灯泡规格型号相同的灯泡；然后再安装示宽灯的 2 个固定螺钉，并将其拧紧，如图 9-11 所示。

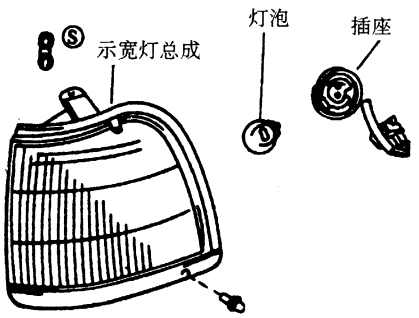


图 9-10　示宽灯的拆卸

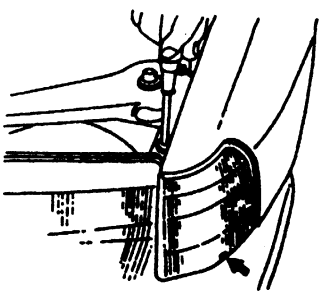


图 9-11　示宽灯的安装

（二）前照灯的拆装与调整

1. 前照灯的拆卸

（1）拆卸散热器罩。在用一字旋具将卡子上部按下去的同时，向外拉散热器罩，如图 9-12

(a) 所示。

(2) 在拆下示宽灯（前小灯）之后，卸下前照灯总成、支撑垫、灯泡、灯座罩等，如图 9-12 (b) 所示。

(3) 在拆卸灯泡时不要用手接触灯泡玻璃部分，因为卤钨灯泡在使用中，其温度很高，任何油性物质（包括手上的油脂）接触灯泡表面，都会使其使用寿命明显降低。

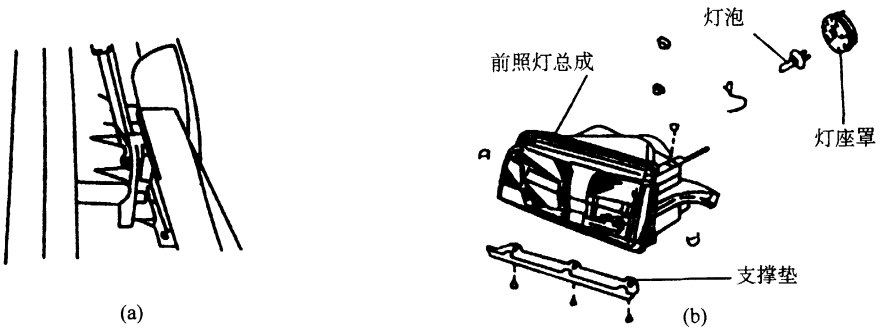


图 9-12　前照灯的拆卸

2. 前照灯的安装

(1) 在检修完前照灯或更换上新灯泡后，装好灯座罩，如图 9-13 (a) 所示。

(2) 用两个螺栓将前照灯总成安装好，然后安装示宽灯，最后装复散热器罩，如图 9-11 (b) 所示。

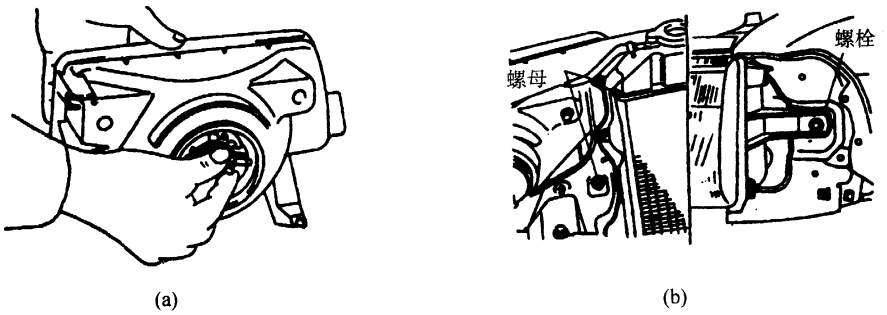


图 9-13　前照灯的安装

3. 前照灯光束的调整

正确调整和使用前照灯是非常重要的。根据 ECE 法规和我国标准规定，双光束前大灯的灯光调整应以调整近光的配光性能为基准，调整方法如下：

(1) 首先应使轮胎气压符合规定，并将发动机加速至 1500r/min 以上，再上下、左右摇晃汽车，使其悬架系统处于正常状态。然后将汽车停放在光线黑暗的平地上面对墙壁或效验屏幕，使汽车的纵向中心线与墙壁或校验屏幕平面垂直，距离保持 3m。

(2) 如图 9-14 (a) 所示，先测量前照灯的中心高度 H，并在屏幕上画一条调整线，使它比前照灯中心高度 H 低 29mm。然后在屏幕上分别通过左右前照灯的中心画一条垂线，则调整线与两条垂线的交点为 F 点。

(3) 在将汽车近光灯接通时，由屏幕可看到如图9-14(b)所示的光形分布，利用其明暗区分界线 a 和 b 的交点来对前照灯进行调整。

(4) 前照灯光束的调整，可通过左右方向调整螺钉和上下方向调整螺钉进行，如图 9-14

(c)所示，使其光束在如图 9-14（b）所示的明暗区交界线的交点与“*F*”点重合。

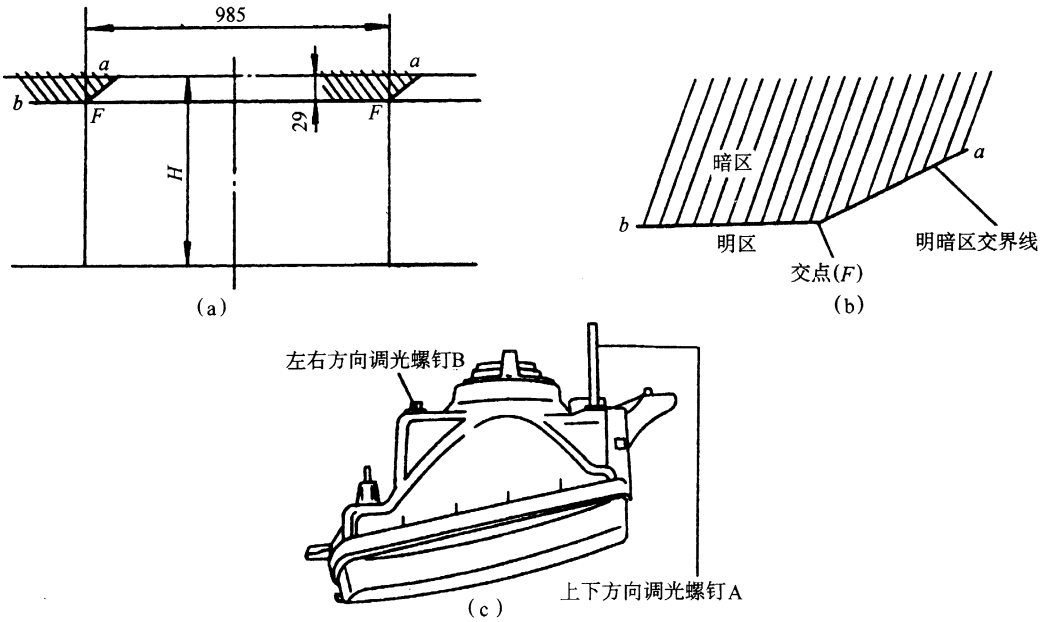


图 9-14　前照灯光束的调整

调整完毕，应由近光灯转变为远光灯，检验其远光光束是否射向正前方并偏向下方。如果不是，还需重新进行调整或修正。

（三）后组合灯的拆装

1. 后组合灯的拆卸

（1）拆卸后保险杠，如图 9-15(a)所示。

（2）拆下后组合灯的维修孔盖，如图 9-15(b)所示。

（3）拆下后组合灯总成，并拆卸灯插座及转向灯、制动灯和后尾灯灯泡，如图 9-15（c）所示。

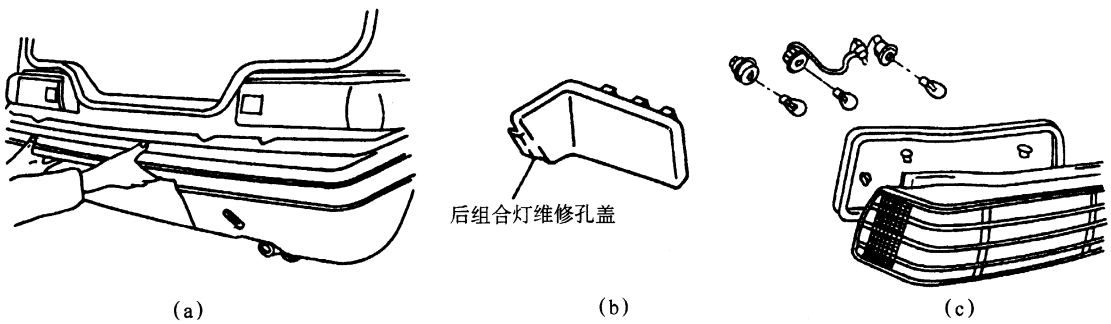


图 9-15　后组合灯的拆卸

2. 后组合灯的安装

（1）将后组合灯中的 3 个灯泡和插座分别装到后组合灯总成上去，如图 9-16（a）所示。

（2）粘贴胶带。

①先清除车身及后组合灯上残余的丁基胶带，如图 9-16(b)所示，然后将新换的丁基胶带贴到后组合灯背面（只需贴在有标记的范围内）。

②胶带的接口应重叠 10mm，且其接口处只准位于灯的内侧中央部位。

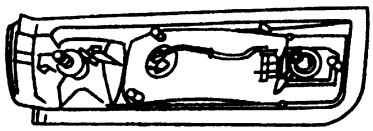
(3) 在装上后组合灯检修孔罩后，装回后保险杠。

(四) 牌照灯的拆装

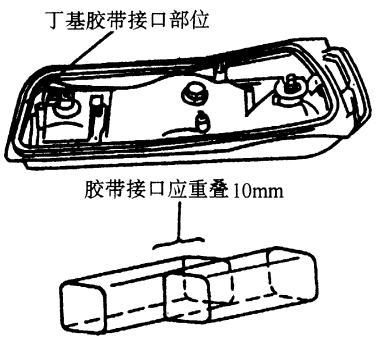
1. 牌照灯的拆卸

(1) 拆下卡子，取下背门口下的装饰板（只换灯泡时不必拆卸此板），再拆开导线插头，按压心部，如图 9-17(a)所示。

(2) 拆下两个固定螺钉，卸下牌照灯灯罩后，取出灯泡，如图 9-17(b)所示。

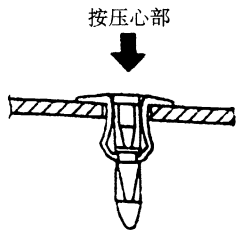


(a)

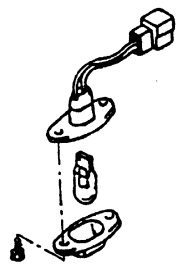


(b)

图 9-16 后组合灯的安装



(a)



(b)

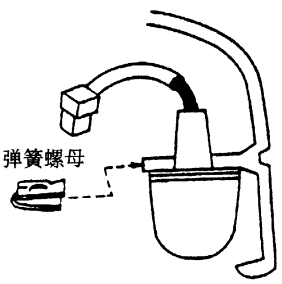
图 9-17 牌照灯的拆卸

2. 牌照灯的安装

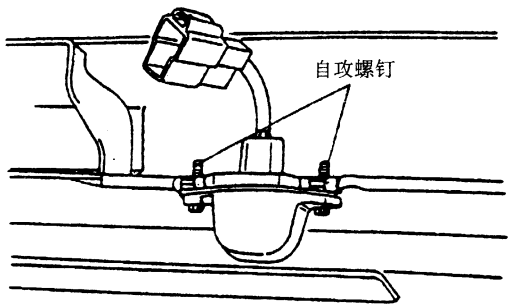
(1) 检修完牌照灯或换上新灯泡后，装好弹簧螺母，要把它装在保险杠凸肋上，如图 9-18(a)所示。

(2) 安装上灯罩，并将灯罩及灯座一块用螺钉装到后保险杠上，然后接好导线插头，如图 9-18(b)所示。

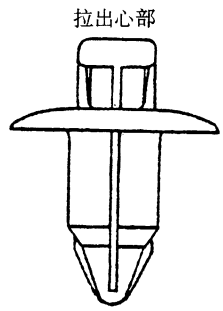
(3) 安装背门口下装饰板固定卡子，先把卡子心部拉出，再把卡子装到其安装位置，然后把卡子心部按压进去，直至卡子端部平齐为止，如图 9-18(c)所示。



(a)



(b)



(c)

图 9-18 牌照灯的安装

（五）转向灯的拆装

1. 前、侧转向灯的拆卸

（1）先拆下固定前转向灯的一个螺钉，再取下玻璃罩，然后卸下前转向灯灯泡，见图 9-19 所示。

（2）先用一字螺丝刀朝向汽车前方推动侧转向灯，最好用布垫在车身上，以免划伤涂漆表面，将玻璃灯罩拆开后取出灯泡，如图 9-20 所示。

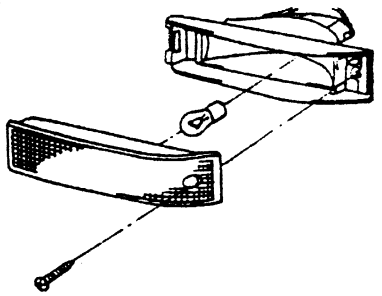


图 9-19　前转向灯的拆卸

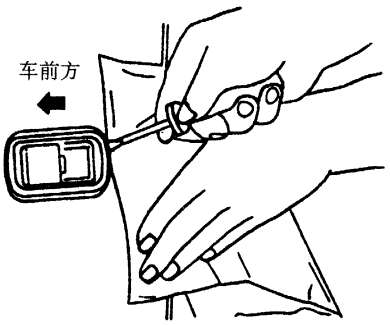


图 9-20　侧转向灯的拆卸

2. 前、侧转向灯的安装

（1）安装前转向灯。当检修完前转向灯或更换上新灯泡后，即可装上玻璃罩，并用螺钉将前转向灯总成固定好，见图 9-21 所示。

（2）侧转向灯的安装。当检修完侧转向灯或更换上新灯泡后，装好玻璃罩，见图 9-22（a）所示。将侧转向灯总成安装到车门前方的翼子板上，如图 9-22（b）所示。

注意：选好侧转向灯的安装位置，切勿刮碰、划伤翼子板上的油漆。

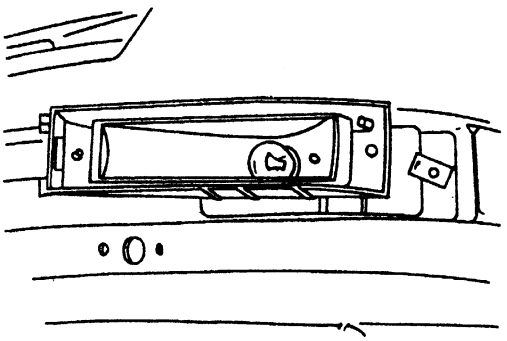


图 9-21　前转向灯的安装

（六）电喇叭的检查与调整

电喇叭是声响信号装置，装于散热器右侧支架上，由喇叭按钮直接控制。电喇叭的工作电压为 12V，消耗电流 2.5～3.5A，声压为 108±5dB，基频为 350±30Hz。

电喇叭的调整可通过调整图 9-23 中的调整螺钉 1 和 3 进行。调整音量大小时，可通过调整螺钉 1 以调整触点压力来实现；调整音调的高低时，可通过调整螺钉 3 以调整动铁与铁心间隙来实现。调整时，先调音调，后调音量。

在调整时，应首先松开锁紧螺母，然后用螺丝刀拧入或旋出调整螺钉，以获得合适的音量和音调，最后将锁紧螺母锁紧。

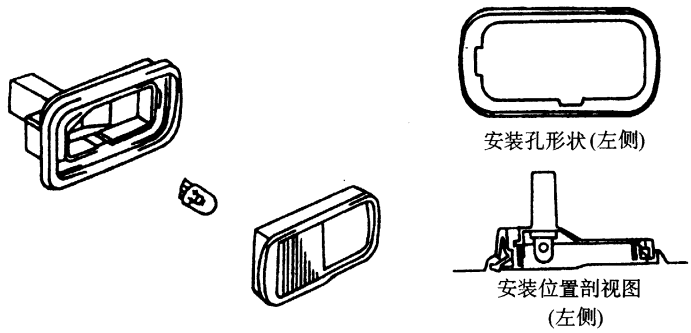


图 9-22　侧转向灯的安装

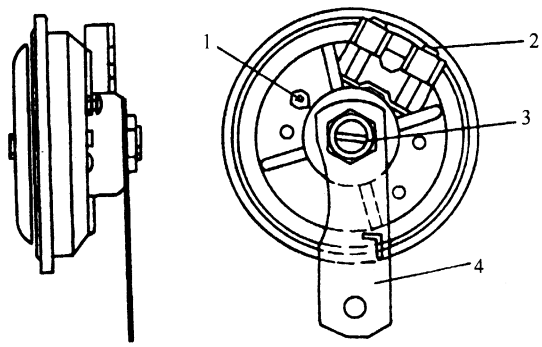


图 9-23　电喇叭的调整

1-调整螺钉;2-电路接头;3-调整螺钉;4-安装臂

三、照明与信号装置常见故障诊断与排除

照明与信号系统常见故障诊断与排除参见表 9-2。

表 9-2　照明与信号系统常见故障诊断与排除一览表

故障现象		故障诊断	排除方法
前照灯	两侧前照灯均不亮	熔断器烧断 前照灯灯泡均已烧坏 灯光开关故障 线束故障或搭铁不良	检修熔断器 更换灯泡 修理或更换 检修
	单侧前照灯不亮	熔断器烧断 单侧前照灯灯泡烧坏 单侧前照灯线束故障或搭铁不良	检修熔断器 更换灯泡 修理
	远光或近光灯不亮	变光开关工作不良 前照灯远光灯丝或近光灯丝烧断 线束断路或接触不良	检修 更换灯泡 检修

续表

故障现象		故障诊断	排除方法
转向灯	转向灯全不亮	熔断器烧断 闪光器损坏 转向灯电路有故障 转向灯开关有故障	更换 检修或更换 检修 检修转向灯开关
	一侧转向灯不亮	转向灯损坏 转向灯开关有故障 一侧的转向灯连接线路有故障	更换 检修或更换 检修
	转向灯闪光频率不正常	线路接触不良 灯泡功率选用不当或某一侧灯泡烧坏 闪光器故障	检修 更换灯泡 检修或更换新品
制动灯不亮		灯泡烧坏 制动灯开关失灵 线路中有断路或短路	更换灯泡 检修或更换开关 检修
倒车时,倒车灯不亮		倒车灯灯泡烧坏 倒车开关损坏 线路有故障	更换灯泡 检修或更换开关 检修
喇叭	电喇叭不响	熔断器烧断 喇叭按钮接触不良 喇叭损坏 线路出现故障	更换熔断器 检修或更换喇叭按钮 检修或更换喇叭 检修
	电喇叭音质差	蓄电池亏电 喇叭的连接线路接触不良 喇叭有故障	蓄电池充电 检修 检修或更换喇叭

第十章　辅助电器系统

夏利轿车的辅助电器系统由风窗玻璃刮水器、风窗玻璃洗涤器、石英钟、点烟器、收放机等组成。

辅助电器系统电路连接如图 10-1 所示。

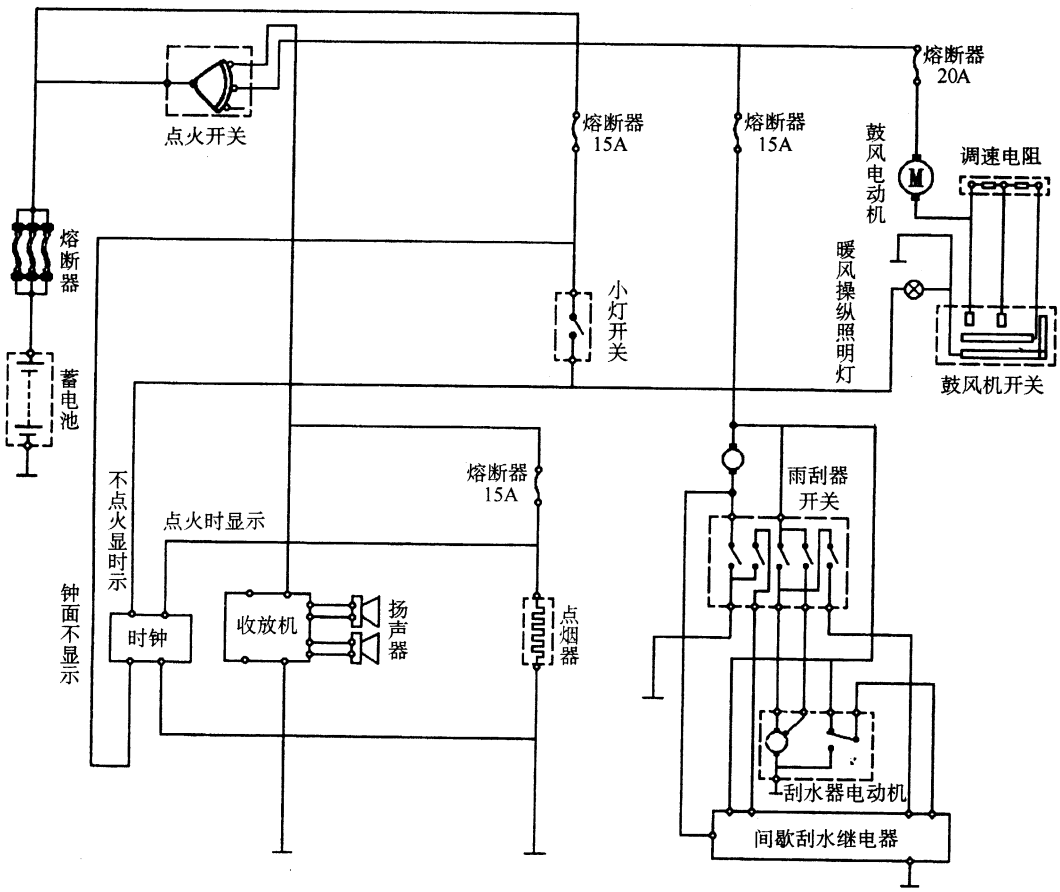


图 10-1　辅助电器系统电路连接

一、刮　水　器

（一）刮水器的组成

夏利轿车电动刮水器由微型直流电动机驱动，通过联动机构使挡风玻璃外表面上的刮水片来回摆动，如图 10-2 所示，从而清除挡风玻璃上的雨或污物。刮水器即可高速工作，也可低速工作，技术规格如表 10-1 所示。除此之外，当选装间歇刮水器时，还可间歇刮水工作。刮水器的电动

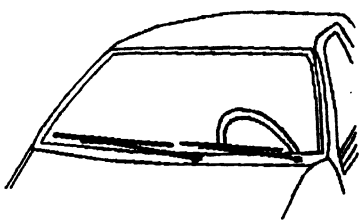


图 10-2　夏利轿车刮水器刮水片位置

机（通常称为刮水电机）体积小、质量轻、安装在发动机仓内，从而减少了车内噪声。

表 10-1　夏利轿车刮水器技术规格

刮水电机	转速（r/min）	高速（负载为 10kg 时）	70±6
		低速（负载为 10kg 时）	44±6
	转距（N·m）	高　速	19.60
		低　速	15.19
刮水长度（mm）	驾驶员侧		447～452
	乘员一侧		422～427

（二）刮水器的结构原理

电动刮水器的结构如图 10-3 所示，由永磁直流电动机 11、蜗轮 9、蜗杆 10、连杆 3、7、8 和摆杆 2、4、6 组成。

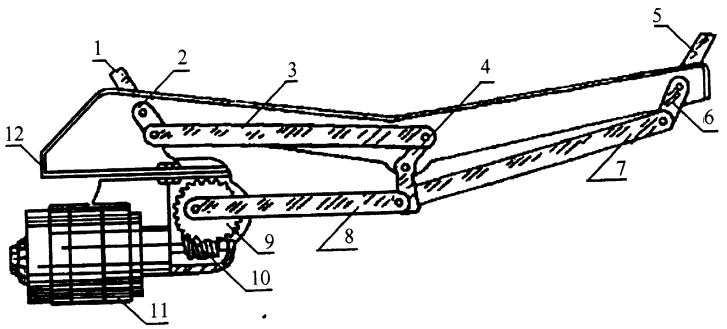


图 10-3　电动刮水器的组成

1、5-刮片架；2、4、6-摆杆；3、7、8-连杆；9-蜗轮；10-蜗杆；11-永磁式电动机；12-支架

永磁直流电动机固装在车架上，连杆 3、7、8 和摆杆 2、4、6 组成杠杆联动机构，摆杆 2、6 上连接有刮片架、刮片架的上端连接橡胶刮片。电动机的旋转运动由轴端的蜗杆 10 传给蜗轮 9 并转换为往复运动，蜗轮上的偏心销与连杆 8 铰接。蜗轮转动时，通过连杆 8、7、3 带动摆杆 4、6、2 摆动，挡风玻璃上的刮水片便在刮片架 1 和 5 的带动下摆动刮水。

（三）刮水器变速原理

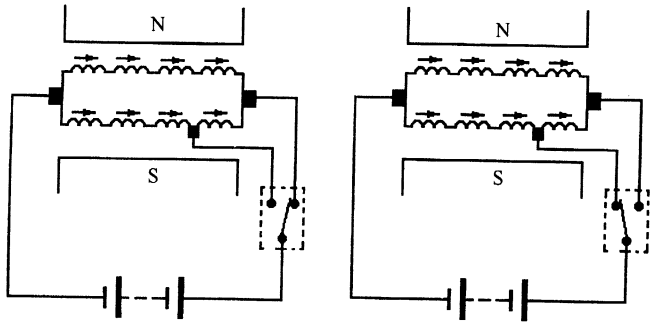
为了适应雨量大小对不同速度的刮水要求，刮水器一般都设置了两种不同的刮水速度，刮水速度是由永磁直流电动机转速决定的。为了改变永磁直流电动机转速，在其结构中设置了三只电刷。由于安装位置保证，三只电刷与换向器间的接触处于不同的角度，其变速原理如图 10-4 所示。

当电源正极所接电刷与搭铁电刷对称（180°）安装时，如图 10-4（a）所示，由于电机电枢内部为对称的两条并联支路，电机转动中电枢绕组产生的感应电动势较高，使通入的电枢电流较小，电机将稳定在某一较低的转速下运转。

当电源正极所接电刷与搭铁电刷偏置安装时，如图 10-4（b）所示，由于电机电枢内部不在是对称的两条并联支路，电机转动中电枢绕组产生的感应电动势将有部分相互抵销，使通入的电枢电流较大，电机将稳定在某一较高的转速下运转。电机转速的变化范围如表 10-1 所示。

1. 低速刮水

刮水器变速控制电路如图 10-5 所示。



(a)低速时　　(b)高速时

图 10-4　刮水器变速原理

当刮水器手柄开关转置(LOW)挡位时，电源将通过开关对电机的对称电刷间供电，使电枢绕组通入的电枢电流较小，电机将稳定在低速运转，从而使刮水器刮水片低速摆动。

2. 高速刮水

当刮水器手柄开关转置（HIGH）挡位时，电源将通过开关对电机的偏置电刷供电，使电枢绕组通入的电枢电流较大，电机将稳定在高速运转，从而使刮水器刮水片高速摆动。

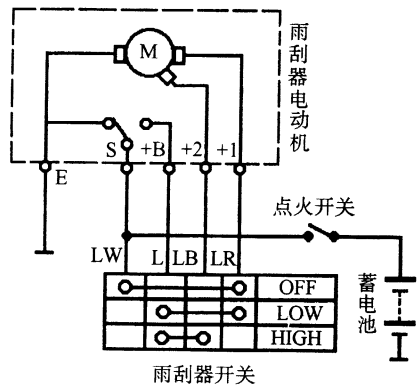


图 10-5　刮水器变速控制电路

3. 停机复位装置及其工作

为了使驾驶员关闭刮水器开关后，刮水片能停于风窗玻璃下沿不影响驾驶员视野，刮水电机内部都设有停机复位装置，其结构如图 10-6 所示。

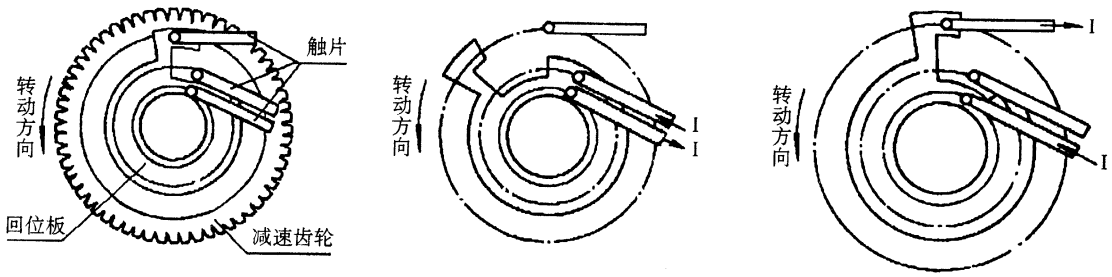


图 10-6　停机复位装置的结构

停机复位装置由回位板和触片组成，回位板安装在电机减速齿轮一侧并随其转动，触片一端固定不动，另一端则在回位板上滑动。当刮水器手柄开关转置关闭位置刮水片未能停在风窗玻璃下沿时，电机电枢绕组的电流将通过下面的两个触片构成通路，使电动机继续转动，从而带动刮水片停到风窗玻璃下沿。当刮水片停到风窗玻璃下沿后，由于回位板、触片的结构和安装位置上的保证，当刮水器手柄开关转置关闭位置时，回位板和触片则将电机电枢绕组的电流通路切断，从而使刮水电机停止转动。

（四）间歇刮水继电器及其工作

为了满足小雨天气行车对刮水器的要求，刮水器上设置了间歇刮水功能。间歇刮水由间歇

刮水继电器控制。夏利轿车的间歇刮水继电器由电子控制电路和继电器组合而成，插接在熔断器盒内，其控制电路如图 10-7 所示。

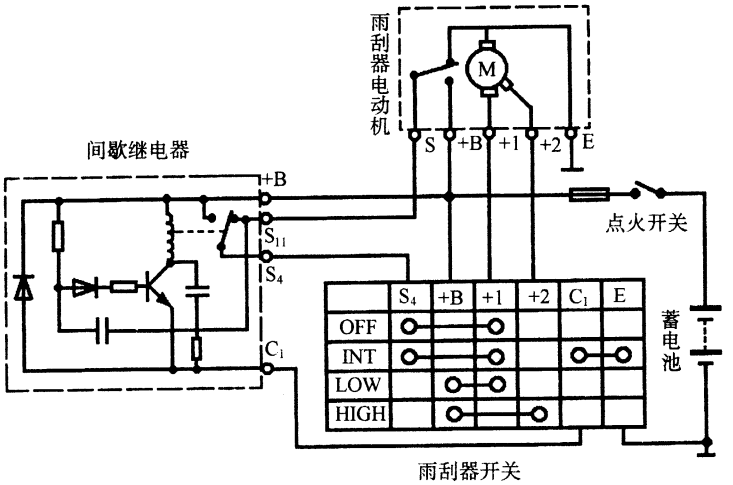


图 10-7　间歇刮水继电器控制电路

间歇刮水控制过程如下：

1. 刮水电机通电低速转动，刮水片低速摆动

点火开关接通（ON）刮水器开关拨置间歇（INT）挡位时，三极管将有基极电流通过而导通，集电极电流流过继电器线圈磁化铁心产生吸力吸闭触点，使刮水电机低速电路经过刮水器开关间歇（INT）挡位而接通，刮水电机低速转动，从而带动刮水片低速摆动。

2. 电容器被充电，从而保证刮水片摆动时间

刮水电机转动后，驱动内部凸轮开关迫使接点“S”与“+B”接点连通，电容器被充电。由于电容器的充电电流通过三极管的基极，三极管将始终保持导通，刮水电机也将保持低速转动。这一状态将一直保持到电容器被充电到两端的电压与电源电压相等为止。

3. 刮水电机停转，刮水片停止摆动

当刮水片被电机驱动摆动一次回到自动停止位置时，电机驱动内部凸轮开关迫使接点“S”与“+B”接点断开，使“S”与“E”接点连通，此时充足电后的电容器“+”极直接搭铁，电容器“−”极电位瞬变降低，从而导致三极管基极电位迅速降低而截止，继电器线圈电路切断，铁心吸力消失，触点回到初始位置。与此同时，电机低速电路被切断，电机停止转动。

4. 电容器被反向充电，刮水片恢复摆动

电容器“−”极电位降低后，电源电压便会经偏置电阻对电容器反向充电，随着电容器电压的逐渐升高，三极管基极电位相应升高直至重新导通，继电器触点又被吸闭，刮水电机低速转动，从而带动刮水片又重新摆动。上述过程重复出现，实现间歇刮水功能。

三极管截止时间则为刮水片间歇时间，一般为 3～5s。

（五）洗涤器

1. 洗涤器的组成与结构

洗涤器又称为清洗器。洗涤器由储液罐、水泵、喷嘴和连接管等组成。储液罐安放在发动机舱内翼子板一侧，如图 10-8 所示。

洗涤泵为离心泵，主要由清洗器电动机、水泵、水管等组成。洗涤泵安装在储液罐内，其结

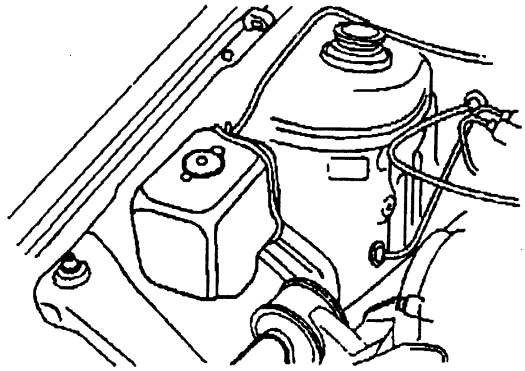


图 10-8　储液罐安放位置

构如图 10-9 所示。

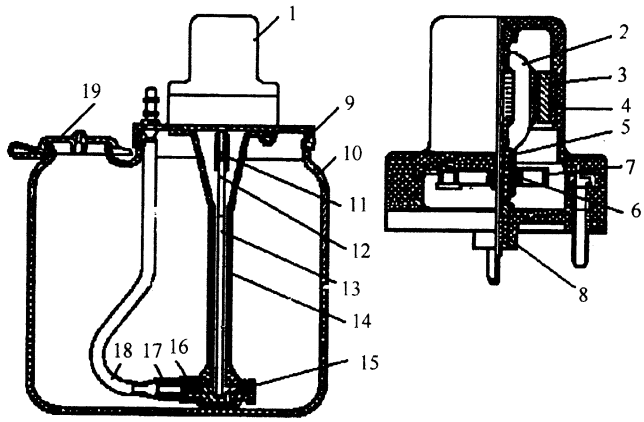


图 10-9　洗涤泵的结构

1-电动机；2-电枢；3-永久磁铁；4-电机壳体；5-集电环；6-电刷架；7-电刷；8-法兰盘；9-水泵固定盘；10-储液罐；11-电动机轴；12-联轴节；13-水泵轴；14-水泵壳；15-水泵转子；16-滤清器；17-接头；18-出水软管；19-储液罐盖

清洗器电动机为永磁式微型直流电动机，清洗器水泵的叶片转子固定在水泵轴上，水泵轴用联轴节与清洗器电动机轴连接。出水软管用一个三通接头和胶管将洗涤液分别输送到发动机盖上的两个喷嘴处，如图 10-10 所示。洗涤器的技术规格如表 10-2 所示。

表 10-2　洗涤器的技术规格

项　　目	技术规格及参数
洗涤器水泵形式	离心式
水泵喷射压力（kPa）	68.6
洗涤电机工作电流（A）	3.5
储液罐容量（L）	1.2
水泵排液量	10s 的排液量大于或等于 100mL

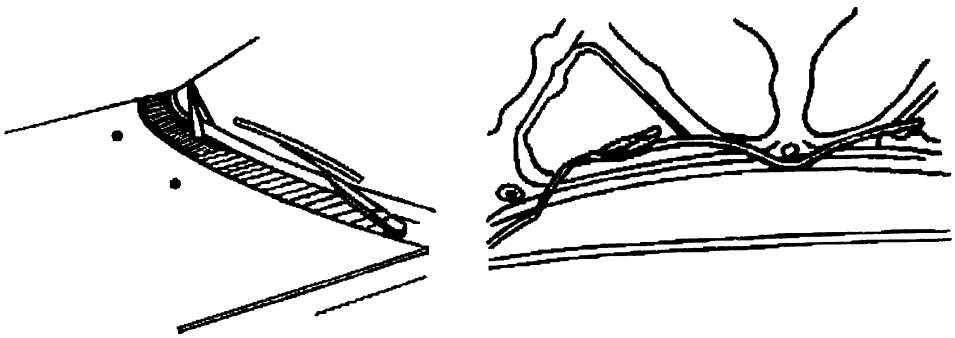


图 10-10　洗涤器喷嘴及输液管位置

2. 洗涤器工作原理

当清洗器电动机电枢绕组通过电流时，电枢轴通过联轴节驱动泵转子一同旋转，泵转子便将储液罐内的洗涤液泵入出液软管，并经安装在发动机盖上的两个喷嘴喷向挡风玻璃。与此同时，刮水器将同步工作，驱动刮水片摆动，将挡风玻璃上的脏污清洗干净。

（六）刮水器的拆卸、检测与安装

1. 刮水器的拆卸

（1）取下刮臂护罩，卸下刮臂固定螺母，如图 10-11 所示。

（2）拆下刮水器的刮臂和刮水片，如图 10-12 所示。

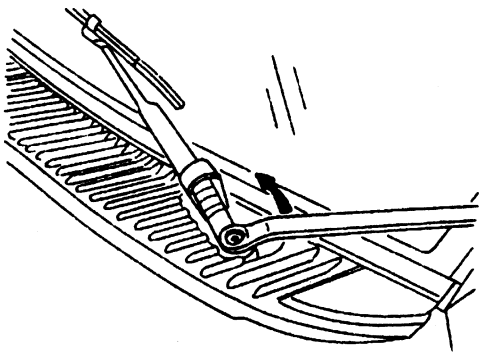


图 10-11　卸下刮臂固定螺母

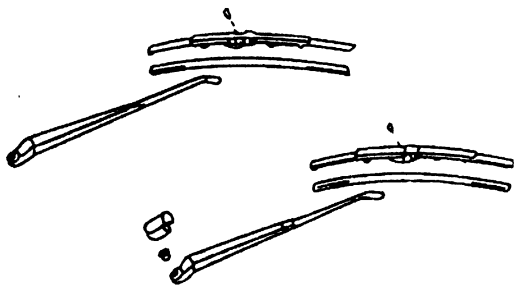


图 10-12　拆下刮臂和刮水片

（3）拆下通风盖板，取下发动机罩后密封条，如图 10-13 所示。

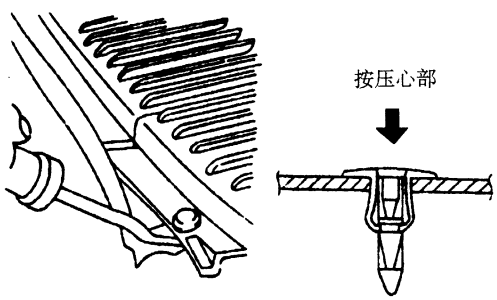


图 10-13　拆下通风盖板和密封条

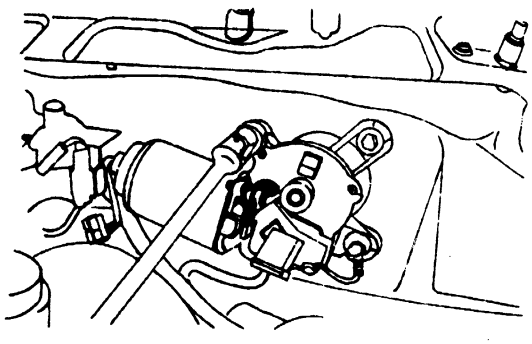
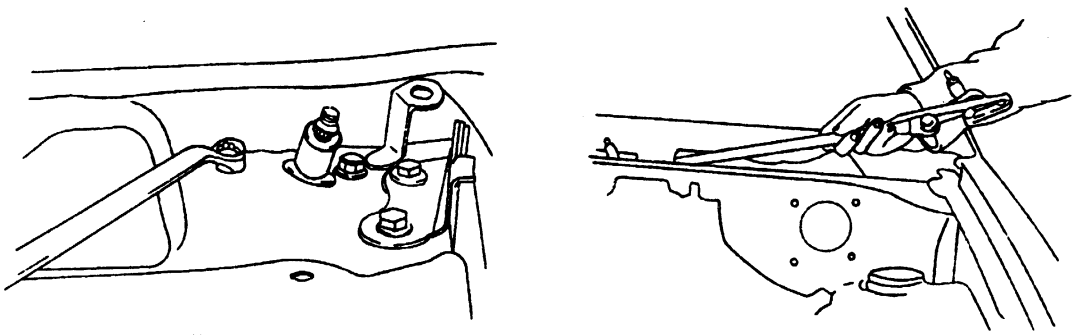


图 10-14　拆下刮水器电动机总成

(4) 拔下刮水器电动机与电路所连插接件，拆下刮水器电动机总成，如图 10-14 所示。

(5) 拆下传动连杆的固定螺栓，再从通风盖板的孔中取出传动连杆总成，如图 10-15 所示。



(a) 拆下传动连杆固定螺栓　　(b) 取出传动连杆总成

图 10-15　拆下传动连杆固定螺栓及取出传动连杆总成

2. 刮水器的检测

(1) 刮水器电动机工作性能的检测

1) 刮水器电动机低速工作性能的检测

检测电路连接如图 10-16 所示。

取一只 12V 蓄电池和连接导线，将接线插座中接线端子“+1”接蓄电池“+”极，将电动机壳体接蓄电池“−”极，此时，电动机将低速运转。

2) 刮水器电动机高速工作性能的检测

检测电路连接如图 10-17 所示。

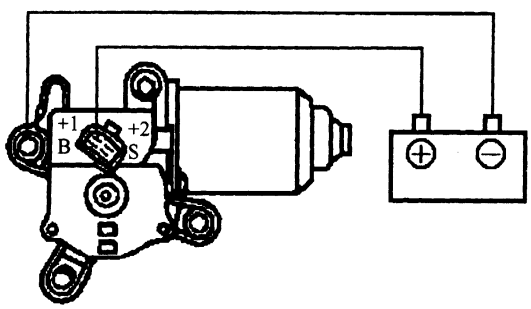


图 10-16　刮水器电动机低速工作性能检测

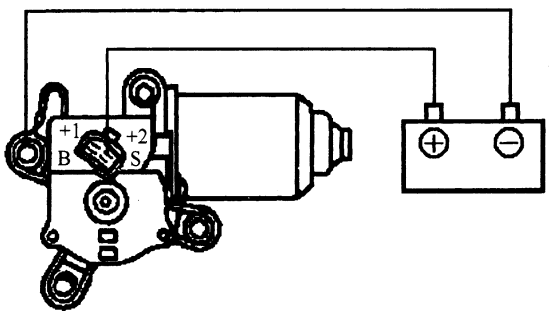


图 10-17　刮水器电动机高速工作性能检测

将接线插座中接线端子“+2”接蓄电池“+”极，将电动机壳体接蓄电池“−”极，此时，电动机将高速运转。

3) 刮水器电动机停止位置的检测

检测电路连接如图 10-18 所示。

将接线插座中接线端子“B”和“+1”同时接蓄电池“+”极，将电动机壳体接蓄电池“−”极，此时，电动机将低速运转。去掉接线端子“+1”接线，电动机应停止转动。另取一导线再将接线端子“+1”和“S”连接，此时电动机应先转后停，而且应该停在自动停止的位置上，如图 10-19 所示。

(2) 间歇刮水继电器的检测

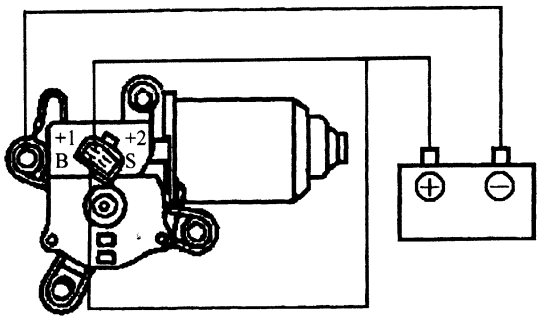


图 10-18　刮水器电动机停止位置的检测

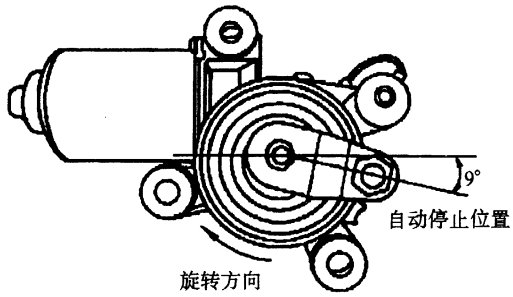


图 10-19　刮水器电动机自动停止位置

间歇刮水继电器安装在集线盒的右上方位置，如图 10-20 所示。

1）检测间歇刮水继电器各插片间的通、断情况

间歇刮水继电器的内部电路如图 10-21 所示。

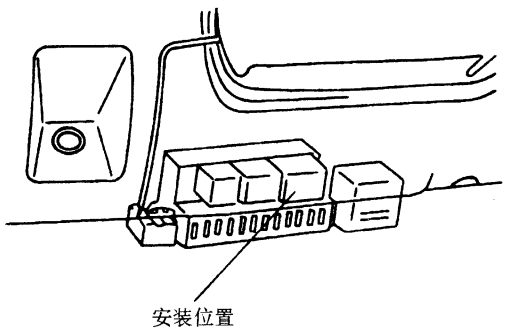


图 10-20　间歇刮水继电器的位置

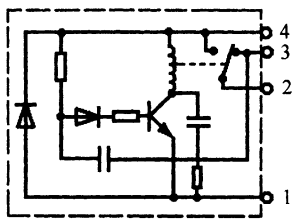


图 10-21　间歇刮水继电器的内部电路

从集线盒上拔下间歇刮水继电器，用万用表电阻挡测量各插片间的电阻。正常情况下，插片 2 与 3 之间的电阻应为 0；2 与 4 之间的电阻应为无穷大；1 与 4 之间的电阻：正向测量电阻较小，反向测量电阻应为无穷大。

2）检查间歇刮水继电器动作情况

间歇刮水继电器各插片位置布局及检测电路连接如图 10-22 所示。

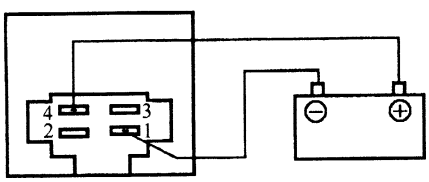


图 10-22　间歇刮水继电器动作检查电路

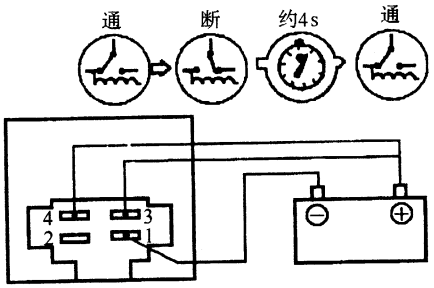


图 10-23　间歇刮水继电器间歇功能检查电路

将插片 4 接蓄电池“+”极，插片 1 接蓄电池“—”极，此时继电器触点应发出“咔嗒”的闭合声，说明触点吸闭正常。

3）检查间歇刮水继电器间歇功能

间歇刮水继电器间歇功能的检查电路连接如图 10-23 所示。

将插片 3 和 4 同时接蓄电池“+”极，插片 1 接蓄电池“—”极，通电 1s 后再将插片 3 上的接线改接到蓄电池“—”极，继电器触点应发出“咔嗒”的断开声，再经过大约 4s 后，继电器触点应再次吸闭。

3. 刮水器的安装

（1）安装刮水器传动连杆总成。

（2）安装刮水器电动机总成，电动机与传动连杆的连接一定要可靠。

（3）安装发动机罩后密封条与通风盖板。

（4）安装刮水器的刮臂和刮水片。安装时，先让刮水器电动机通电运转一下，以便使刮臂轴停在自动停止的位置上，然后安装好刮臂和刮水片，最后装上刮臂护罩。

（七）刮水清洗器的常见故障判断与排除

刮水器、清洗器的常见故障原因及排除方法如表 10-3 所示。

表 10-3　刮水清洗器的常见故障原因及排除方法

故障现象	可能原因	排除方法
刮水器、清洗器均不工作	1. 刮水器电路熔断器熔断 2. 刮水清洗开关损坏	1. 更换熔断器 2. 更换开关
刮水器不工作	1. 刮水器电动机损坏 2. 刮水器开关接触不良 3. 刮水片传动机构卡住	1. 检修或更换刮水器电动机 2. 检修或更换刮水器开关 3. 视情况排除
刮水器不能变速	1. 刮水器电动机电刷接触不良 2. 刮水器变速挡的开关损坏 3. 连接线路有断路	1. 清洁、检修 2. 更换开关 3. 查找线路，使其连接可靠
刮水片不能自动复位	1. 电动机轴端复位开关损坏 2. 刮水器开关接触不良 3. 连接线路有断路 4. 安装不当	1. 修理或更换电动机 2. 修理或更换开关 3. 查找线路，使其连接可靠 4. 调整到正确位置安装
洗涤器不能喷液	1. 电动喷水泵损坏 2. 刮水器开关损坏 3. 储液罐无清洗液或管路泄漏 4. 喷嘴堵塞	1. 更换电动喷水泵 2. 更换或修理刮水器开关 3. 加注清洗液或更换管路 4. 清洁喷嘴

1. 刮水器电动机不转的故障诊断与排除

点火开关旋至 ON 挡位，再打开刮水器开关，刮水器电动机不转的故障原因有：

（1）熔断器熔断。

（2）刮水器开关损坏。

（3）点火开关损坏。

（4）集线盒内的导线连接不良。

（5）刮水器电动机损坏。

具体的故障发生部位及检测方法可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-2 所示。

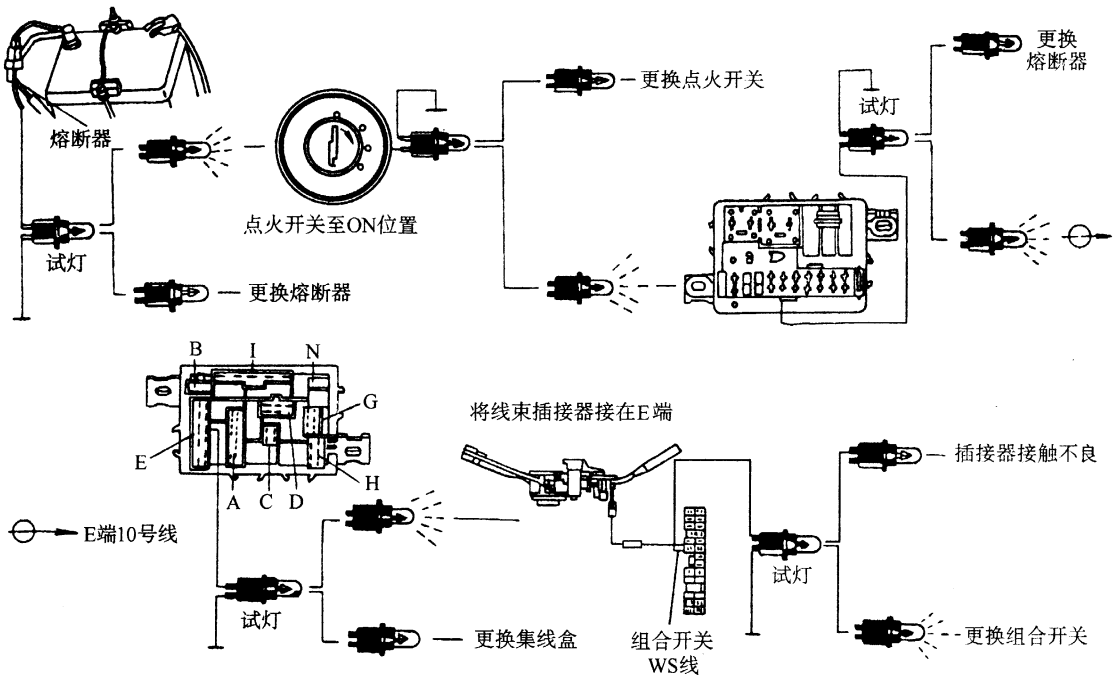


图 10-24　利用试灯诊断与排除刮水器电动机不转的故障

2. 刮水器电动机在低速挡不转的故障诊断与排除

点火开关旋至 ON 挡位，再将刮水器开关拨至低速挡，刮水器电动机不转的故障原因有：

（1）刮水器开关低速挡接触不良。

（2）刮水器电动机内部出现断路。

（3）集线盒内的导线连接断路。

（4）线束连接器接触不良。

具体的故障发生部位及检测方法可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-25 所示。

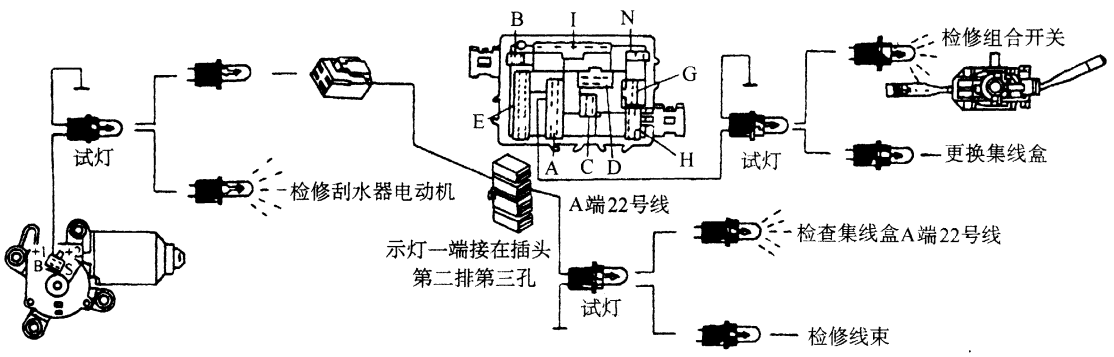


图 10-25　利用试灯诊断与排除刮水器电动机低速挡不转的故障

3. 刮水器电动机在高速挡不转的故障诊断与排除

点火开关旋至 ON 挡位，再将刮水器开关拨至高速挡，刮水器电动机不转的故障原因有：

（1）刮水器开关高速挡接触不良。

（2）刮水器电动机内部出现断路。

(3) 集线盒内的导线连接断路。

(4) 线束连接器接触不良。

具体的故障发生部位及检测方法可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-26 所示。

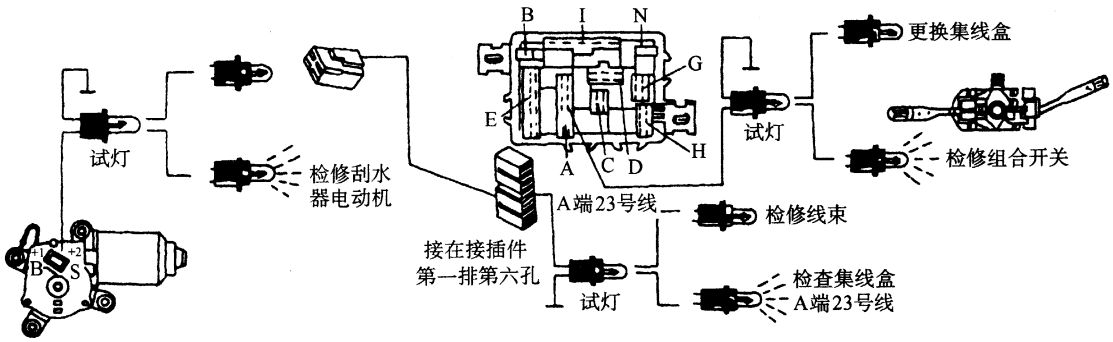


图 10-26　利用试灯诊断与排除刮水器电动机高速挡不转的故障

4. 刮水器电动机运转不停的故障诊断与排除

刮水器开关关闭以后，刮水器电动机仍运转不停，其故障原因有：

(1) 刮水器开关短路损坏。

(2) 刮水器电动机内部短路。

具体的故障发生部位及检测方法可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-27 所示。

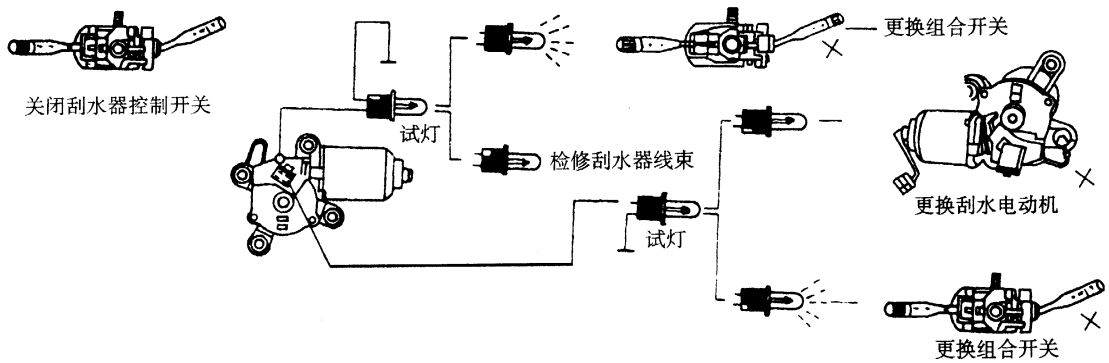


图 10-27　利用试灯诊断与排除刮水器电动机运转不停的故障

5. 只要打开刮水器开关，熔断器即可熔断的故障诊断与排除

打开刮水器开关，导致熔断器即可熔断的故障原因有：

(1) 刮水器开关短路搭铁。

(2) 刮水器电动机电枢绕组短路。

(3) 刮水器电动机控制电路线束搭铁。

具体的故障发生部位及检测方法可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-28 所示。

6. 刮水器刮水片不回位的故障诊断与排除

关闭刮水器开关后，刮水器刮水片不能回位，其故障原因有：

(1) 回位器内连线断路。

(2) 集线盒上回位器插座接触不良。

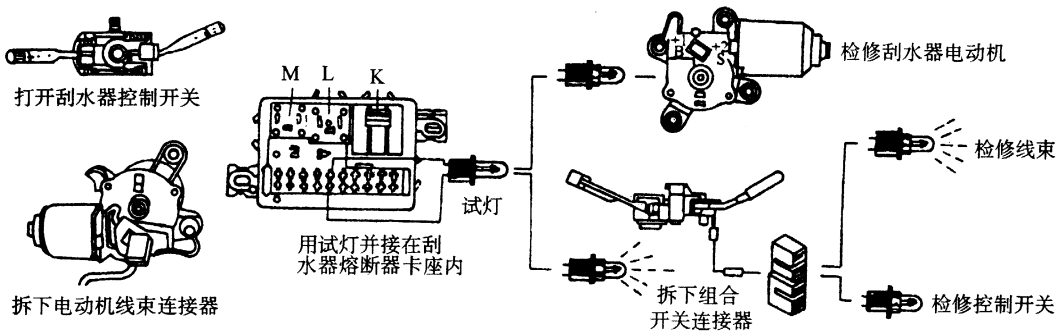


图 10-28　利用试灯诊断与排除刮水器电动机运转不停的故障

具体的故障发生部位及检测方法可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-29 所示。

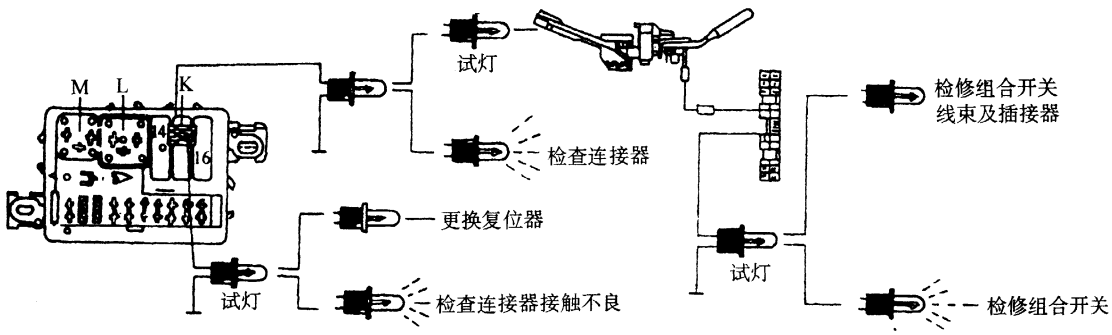


图 10-29　利用试灯诊断与排除刮水器刮水片不回位的故障

7. 洗涤器电动机不转的故障诊断与排除

点火开关旋至 ON 挡位，再将洗涤器开关打开，洗涤器电动机不转的故障原因有：

(1) 洗涤器开关损坏。

(2) 点火开关损坏。

(3) 熔断器或熔断器熔断。

(4) 洗涤器电动机损坏。

具体的故障发生部位及检测方法可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-30 所示。

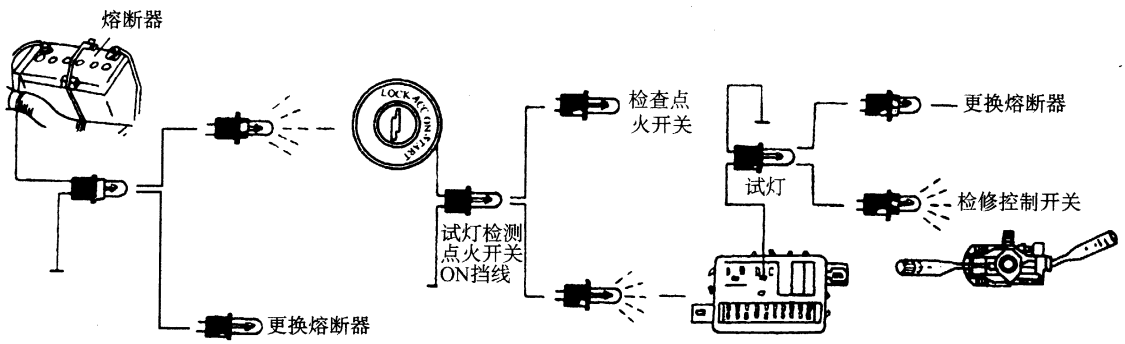


图 10-30　利用试灯诊断与排除洗涤器电动机不转的故障

二、音响系统

夏利轿车音响系统由收音机、扬声器和天线等组成，音响系统的技术规格如表 10-4 所示。收音机安装在驾驶室仪表盘右下侧，控制面板如图 10-31 所示。

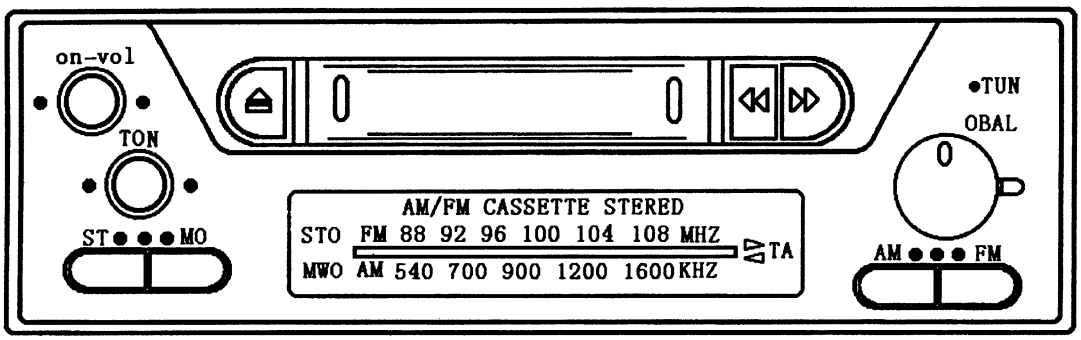


图 10-31　收放机控制面板

（一）收音机

收音机具有调幅（AM）和调频（AF）功能。调幅（AM）波段的频率范围为 525～1630kHz，最大灵敏度为 50μV；调频（AF）波段的频率范围为 87～108MHz，最大灵敏度为 5μV。收音机的负载电流为 1.2A，实际最大输出功率为 5.8×2W。

表 10-4　收音机技术规格

音响装置名称	技术项目		技术参数
收音机	最大灵敏度（μV）	AM	50
		FM	5
	频率范围（MHz）	AM	0.525～1.63
		FM	87～108
	实际最大输出功率（W）		5.8×2
	负载电流（A）		1.2
放音机	实际最大输出功率（W）		5.8×2
	负载电流（A）		1.5
	频率响应范围（Hz）		125～8000
扬声器	额定功率（W）		4
	阻抗（Ω）		4
	输出声压（dB）		88±2
	最低响应频率（Hz）		140±30

（二）放音机

放音机的实际最大功率为 5.8×2W，响应频率范围为 125～8 000Hz，负载电流为 1.5A。

（三）扬声器

扬声器的额定功率为 4W，阻抗 4Ω，最低响应频率为（140±30）Hz，输出声压为（88±2）dB。两只扬声器分别安装在仪表台左右位置上，如图 10-32 所示。

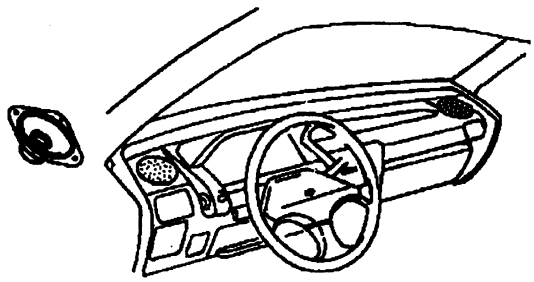


图 10-32　扬声器安装位置

（四）天线

夏利轿车采用隐蔽式天线，天线隐蔽在车身前门柱中。天线露出部分在车顶上方，如图 10-33 所示，因此，即可减小风吹产生的噪声，又不妨碍驾驶员的视线。

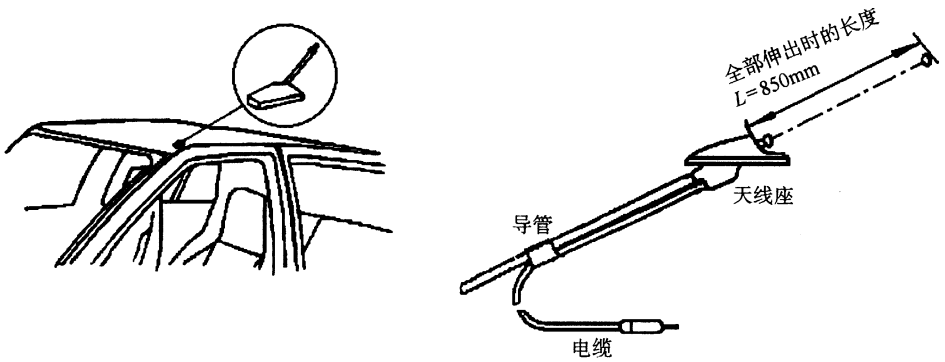


图 10-33　天线安装位置

汽车收音机天线是由天线电机驱动。其驱动机构如图 10-34 所示。天线升降电机为双向转动电动机，即可正向转动，也可反向转动。当天线升降开关接通时，升降电机电路接通，电机转动，通过齿轮传动机构驱动蜗杆蜗轮转动。蜗轮转动时，带动塑料索一同转动。蜗轮壳内的塑料索像卷尺在壳内一样转动，导管内的塑料索便在导管内上升或下降，从而将天线顶出或收回。

（五）音响系统的故障诊断与排除

1. 放音机不响的故障诊断与排除

点火开关旋至 ON 挡位，再将放音机开关打开，放音机不响的故障原因有：

（1）点火开关内部接触不良或断路。

（2）放音机损坏。

（3）扬声器损坏或连接器接触不良。

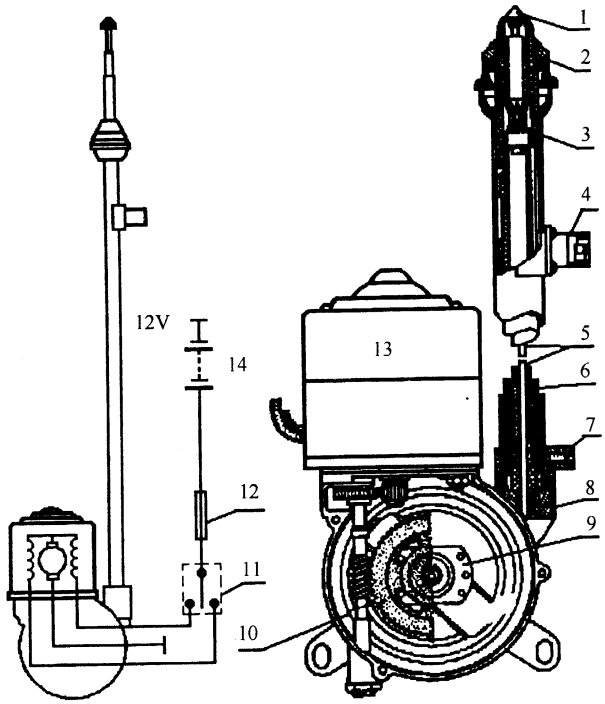


图 10-34　天线驱动机构

1-天线露出端头；2-天线座；3-天线导管；4-导管固定螺帽；5-直角中间节；6-直角下节；7-固定螺母；8-塑料索；9-调节套筒；10-蜗轮；11-升降开关；12-熔断器；13-天线升降电机；14-蓄电池

（4）熔断器或熔断器熔断。

具体的故障发生部位及检测方法可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-35 所示。

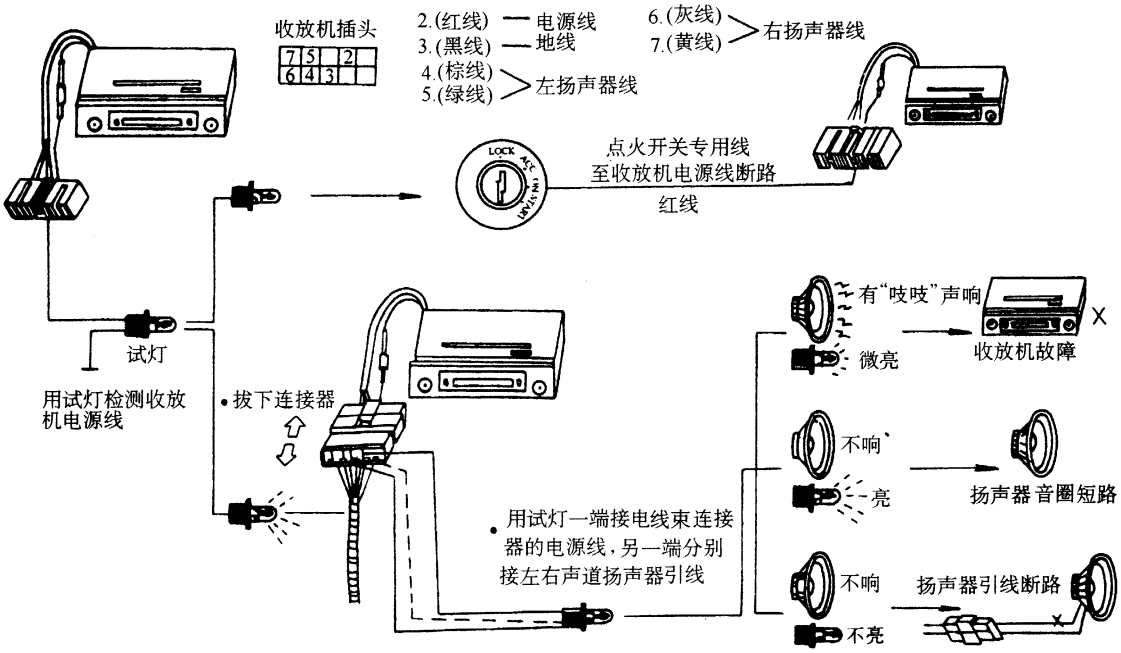


图 10-35　利用试灯诊断与排除放音机不响的故障

2. 收音机不响的故障诊断与排除

点火开关旋至 ON 挡位，将收音机开关打开，收音机不响的故障原因有：

(1) 收音机内元器件烧坏。

(2) 天线杆电缆线心断路。

(3) 天线杆与收音机接触不良。

具体的故障发生部位及检测方法可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-36 所示。

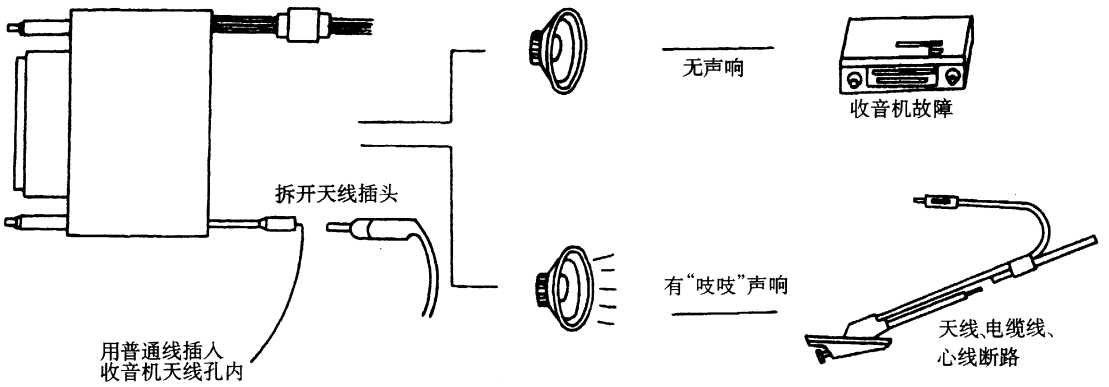


图 10-36　利用试灯诊断与排除收音机不响的故障

三、数字时钟

(一) 数字时钟的安装位置及技术规格

数字时钟安装在仪表台中部，采用明亮清晰的荧光数码管显示时间，配有调时钮，以便调整时间。数字时钟的安装位置如图 10-37 所示，技术规格如表 10-5 所示。

当点火开关断开时，时钟显示消失，但内部计时电路继续工作，不会影响准确计时。只有当蓄电池电源切断时，计时电路才停止工作。因此，当更换蓄电池后，需要重新调整时间。

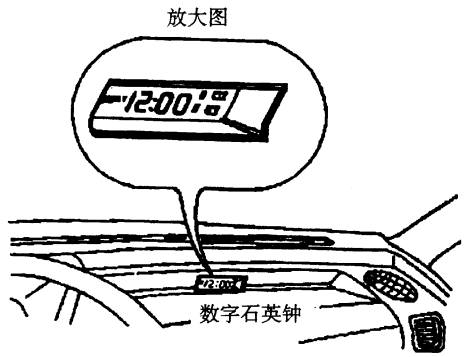


图 10-37　数字时钟安装位置及外形

表 10-5　数字时钟的技术规格

名　　称	参　　数	名　　称	参　　数
额定电压 (V)	12	消耗电流 (mA)	160 (显示数字时) 10 (不显示数字时)
精度 (s/d)	±1.5	工作电压范围 (V)	10～16

(二) 数字时钟的故障诊断与排除

1. 打开点火开关石英钟不显示的故障诊断与排除

打开点火开关后，石英钟不显示的故障原因有：

（1）熔断器或熔断器熔断。

（2）点火开关内部断路。

（3）连接器接触不良或连接导线断路。

（4）石英钟损坏。

具体的故障发生部位及检测方法可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-38 所示。

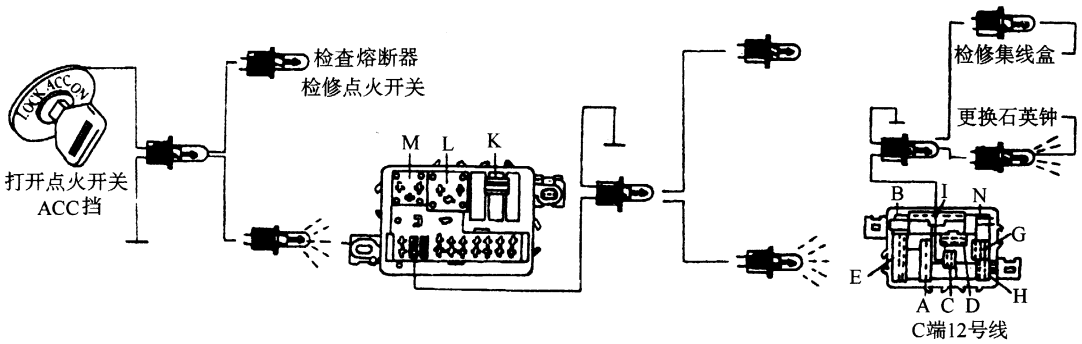


图 10-38　利用试灯诊断与排除打开点火开关后石英钟不显示故障

2. 打开小灯开关时石英钟不显示的故障诊断与排除

在夏利轿车上，为了在不打开点火开关状态下观看石英钟显示，设置了由小灯开关控制的石英钟控制电路。当打开小灯开关石英钟不显示时，其故障原因有：

（1）熔断器或熔断器熔断。

（2）小灯开关接触不良。

（3）连接器接触不良或连接导线断路。

（4）石英钟损坏。

具体的故障发生部位及检测方法可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-39 所示。

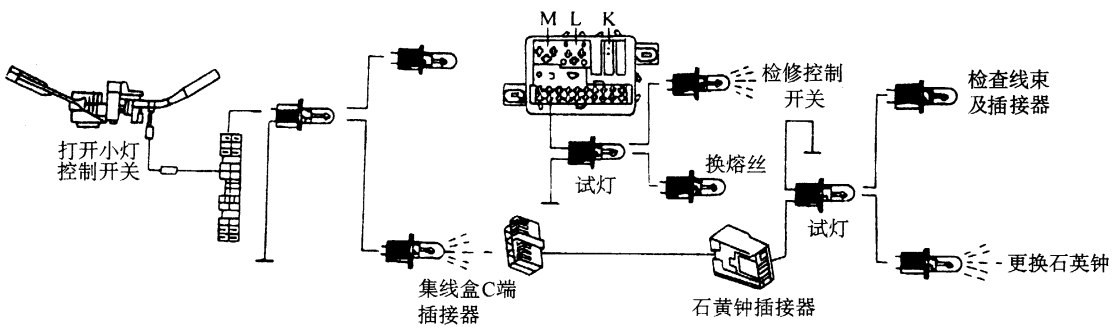


图 10-39　利用试灯诊断与排除打开小灯开关时石英钟不显示故障

四、点　烟　器

（一）点烟器作用及其控制电路

夏利轿车上配有点烟器，为驾驶员和乘客吸烟提供方便。点烟器的控制电路由电源、熔断

器、点烟器及连接导线等组成，参见图 10-1。

（二）点烟器的故障诊断与排除

1. 点烟器不工作的故障诊断与排除

点火开关旋至 ON 挡位，按下点烟器使其开关接通，点烟器不工作，其故障原因有：

（1）点烟器内电阻烧损。

（2）点烟器底座搭铁不良。

（3）集线盒内的第 3 号熔断器熔丝烧断。

（4）连接器及连接导线连接不良。

具体的故障发生部位及检测，可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-40 所示。

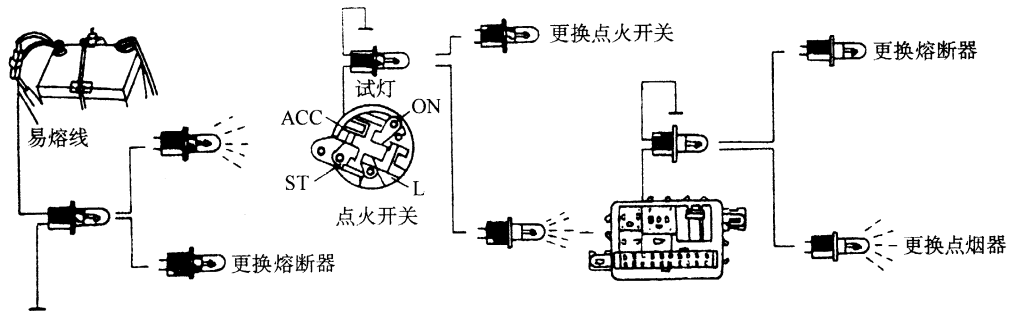


图 10-40　利用试灯诊断与排除点烟器不工作的故障

2. 使用点烟器熔断器熔丝即烧断的故障诊断与排除

点火开关旋至 ON 挡位，按下点烟器使其开关接通熔断器熔丝即烧断，其故障原因有：

（1）点烟器内部短路。

（2）点烟器底座短路。

具体的故障发生部位及检测，可采用试灯或万用表利用逐段排除法进行，如图 10-41 所示。

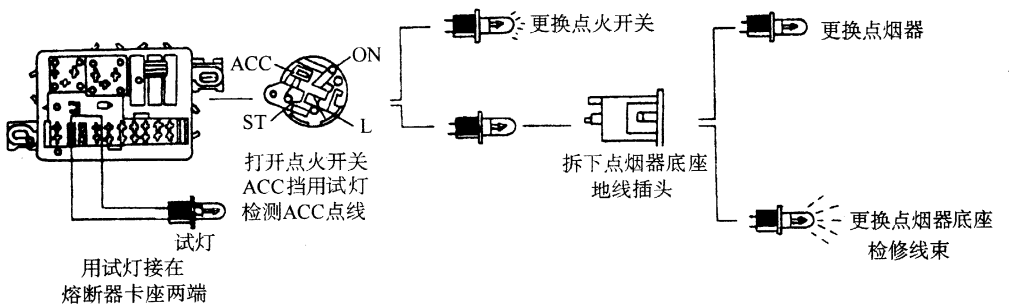


图 10-41　利用试灯诊断与排除使用点烟器熔断器熔丝即烧断的故障

五、辅助电器设备的使用与维护

（一）刮水器电动机的使用与维护

风窗玻璃刮水器是汽车上经常使用的设备，最好每年进行一次检修和维护，以延长电动机的使用寿命。检修和维护步骤如下：

(1) 在减速器的蜗杆和减速齿轮之间加注润滑油。

(2) 调整齿轮和蜗杆之间的间隙,如齿轮磨损过度,应更换齿轮。

(3) 清洗换向器与电刷间的污垢。

(4) 检查电刷的磨损情况与弹簧的张力。

(5) 用压缩空气吹净永磁磁极表面上的尘土和脏物。

(6) 清洁停机复位装置中回位板和触片间的赃物,检查触片的弹力。

(二) 洗涤器的使用与维护

(1) 电动洗涤器是短时间工作的电器设备,每次工作时间不得超过 5s。

(2) 要经常检查和补充洗涤液。冬季使用时最好在洗涤液里加注一点防冻液,以免冻裂储液罐。

(三) 收放机的使用与维护

(1) 收放机使用一段时间后,如发现放音音质明显变坏,说明应该清洗磁头了。把磁头清洗带放入机心内运转几分钟,除去磁头外部的脏物,或用棉球蘸酒精清洗磁头、主导管、压带轮等部件,并定期对磁头进行消磁。

(2) 当汽车收放机无声或指示灯不亮时,先检查熔断器是否烧断。在更换新熔断器前,先排除故障,以免烧坏收放机。

(3) 磁带过松时,应先用铅笔插入磁带盘孔内,将磁带旋紧再放入收放机的带窗内。

(4) 缺乏专业维修知识的人最好不要自行拆修收放机。

第十一章　全车线路

一、保险装置

（一）熔断器盒

夏利轿车上设置有熔断器盒，又称为集线盒。其作用是：保护各系统电器设备，防止过载或短路而导致电器部件损坏，同时又担负着配电及对各部分电路的连接作用。

熔断器盒结构如图 11-1 所示。在熔断器盒正面，安装有熔断器（俗称保险丝或易熔线）和继电器等，背面设有九个接线插座。由于各插座都具有不同的结构形式，所以只有相应的线束插头才能插入。为保证线束插头与插座连接可靠，各连接器都带有自锁装置。为保证熔断器盒搭铁可靠，在熔断器盒与固定支架的两个连接部位都露有铜片，使其两点同时搭铁。在熔断器盒导线连接部位和熔断器的插接部位都标有阿拉伯数字，以便于查找故障。

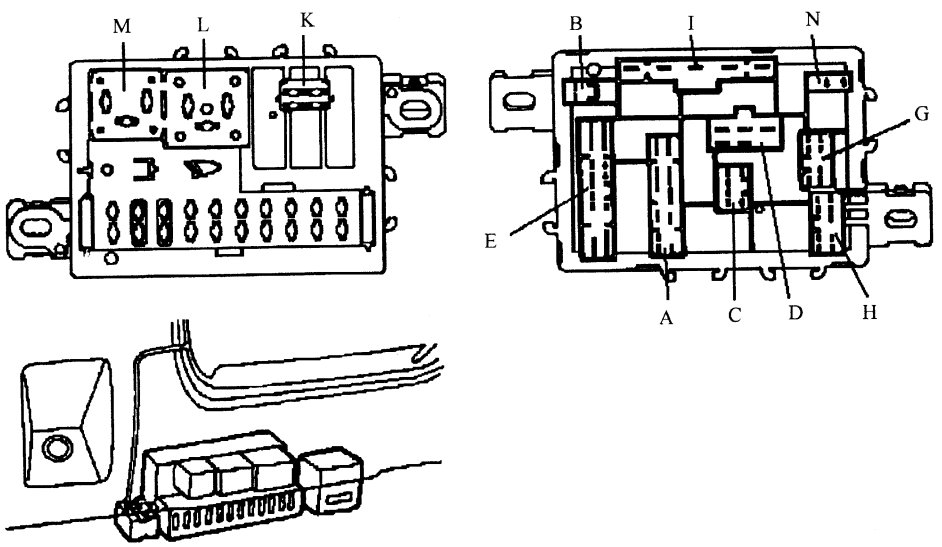


图 11-1　夏利轿车的熔断器盒

夏利轿车的熔断器盒安装在驾驶席转向柱管下面，熔断器盒各部连接的线束或部件名称如表 11-1 所示；熔断器采用插片式，排列在熔断器盒的下面一排，排列情况如图 11-2 所示。各熔断器的容量及其控制的部件或系统的名称如表 11-2 所示。在熔断器排的上面，排列有三只继电器，从左到右分别是转向信号闪光继电器、灯光警报蜂鸣器（选装件）和间歇刮水继电器。

表 11-1　夏利轿车熔断器盒各部位的连接

插座	连接线束或部件名称	连接电路	插座	连接线束或部件名称	连接电路
A	前围线束	刮水器电动机、洗涤器电动机、组合尾灯中的小灯、左侧前、中信号灯	H	前围线束	右转向指示灯、右侧前、中信号灯、前照灯、远光灯、洗涤器电动机
B	前围线束	室内灯开关、制动灯开关	I	前围线束	连接蓄电池正极，熔断器直接控制全车线路的电源线
C	前围线束	前小灯、组合尾灯中的信号灯、时钟	K	间歇刮水继电器	控制刮水器的间歇与回位
D	前围线束	前照灯、紧急警报灯开关、洗涤器电动机	L	灯光警报蜂鸣器（选装件）	
E	组合手柄开关线束	前照灯、远光灯、信号灯、警告灯、刮水器电动机、洗涤器电动机、前小灯、仪表照明灯、时钟显示	M	转向信号闪光器	转向信号灯、紧急警报灯
G	备　用		N	备　用	

表 11-2　夏利轿车熔断器盒技术规格

序　号	指示文字	容量（A）	控制的部件或系统名称	备　注
1	备　用	15	—	
2	喇叭、警报	15	喇叭、紧急警报开关	
3	点烟器	15	点烟器	
4	制动灯	10	制动灯开关、室内灯	
5	小　灯	15	小灯、数字时钟	
6	刮水器	15	刮水器	
7	发动机	15	发电机、散热器风扇电机、继电器	
8	仪　表	10	警告灯与指示灯	
9	转向灯	15	倒车灯、转向信号系统	
10	大灯（左）	15	左侧前照灯	
11	大灯（右）	15	右侧前照灯	
12	备　用	10	—	

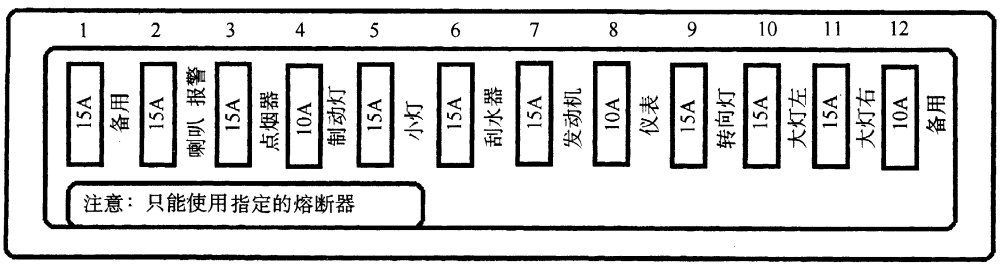


图 11-2　夏利轿车熔断器的排列

熔断器盒内部线路连接如图 11-3 所示。

熔断器盒背面各接线插座端子位置及用途如图 11-4 所示。

（二）小熔断器盒

夏利轿车的熔断器盒内，在熔断器和三只继电器右边安放有一个小熔断器盒，其内安放有

5 只熔断器，排列如图 11-5 所示，各熔断器的容量及其控制的部件或系统的名称如表 11-3 所示。

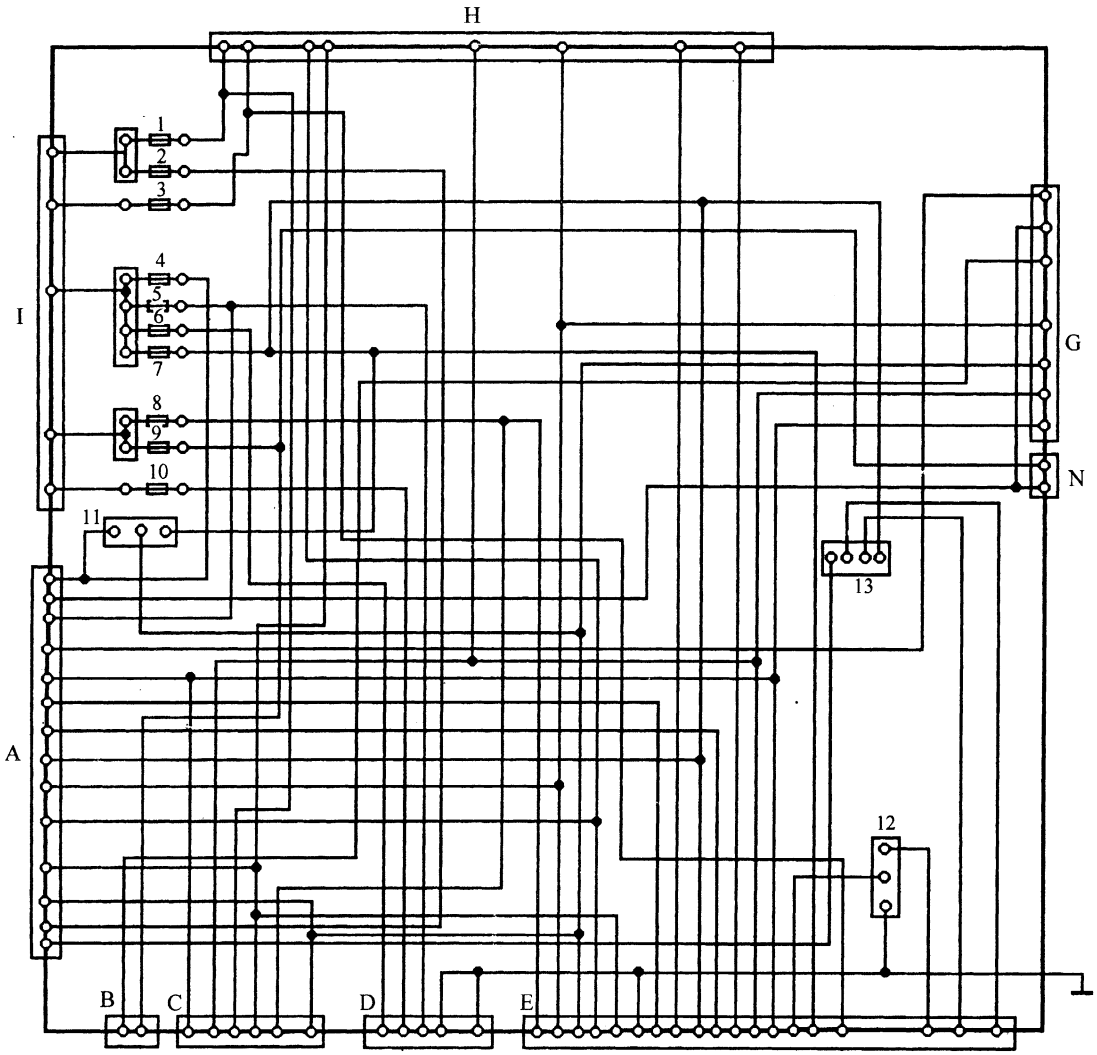


图 11-3　熔断器盒内部线路

1-右前照灯熔断器；2-左前照灯熔断器；3-喇叭熔断器；4-发动机熔断器；5-转向信号熔断器；6-仪表熔断器；7-刮水器熔断器；8-后小灯熔断器；9-制动灯熔断器；10-点烟器；11-蜂鸣器；12-闪光继电器；13-间歇刮水继电器

表 11-3　夏利轿车小熔断器盒技术规格

序　号	指示文字	容　量（A）	控制的部件或系统名称	备　注
1	除　霜	15	后除霜器	选装件
2	暖　风	20	空调暖风机	
3	顶　窗	20	电动顶窗	选装件
4	制动灯	10	制动灯	选装件
5	电动门窗	30	电动门窗	选装件

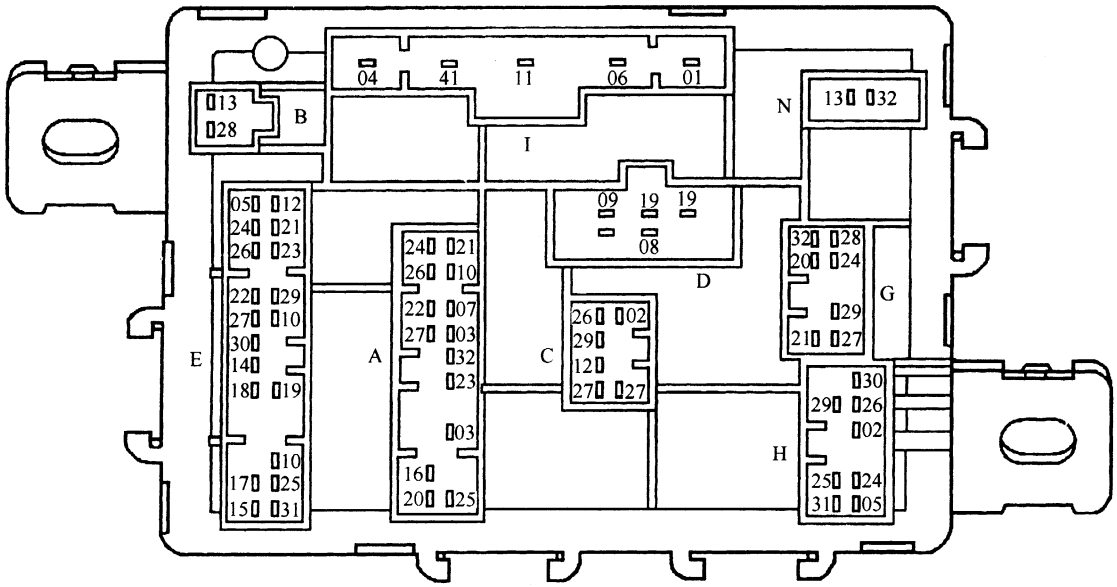


图 11-4　熔断器盒背面各接线插座端子位置

1-前照灯电源；2-右前照灯；3-左前照灯；4-喇叭、闪光继电器电源；5-转向开关；6-刮水器、洗涤器、发电机、倒车灯；7-发电机、风扇电动机；8-室内灯、制动灯；9-仪表；10-刮水器；11-小灯、时钟、倒车灯电源；12-小灯、时钟；13-室内灯、制动灯；14、16-刮水器回位；17-闪光继电器电源；18-闪光继电器；19-搭铁；21-左转向灯；22-刮水器低速；23-刮水器高速；26-远光灯；27-小灯；29-右转向灯；30-洗涤器电源；31-喇叭电源；25-近光灯；41-时钟、点烟器

（未注明的为选装件所用）

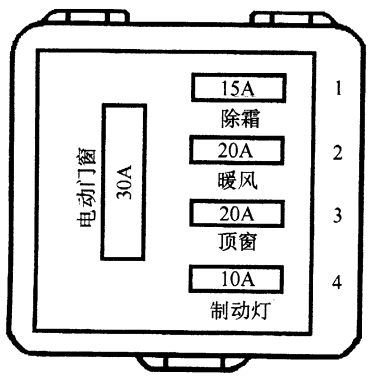


图 11-5　小熔断器盒的排列

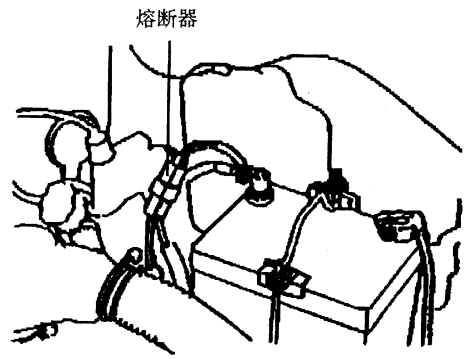


图 11-6　熔断器安装位置

（三）熔断器

设置熔断器的主要目的是：防止电气系统发生短路或搭铁故障导致电流过大而烧坏线束。熔断器一般设置在蓄电池正极与线束连接处。夏利轿车熔断器的安装位置如图 11-6 所示，技术规格如表 11-4 所示。

表 11-4　夏利轿车熔断器的技术规格

熔断器截面积（mm^2）	容量（A）	控制的部件或系统名称
0.85	60	发电机、散热器风扇电机、暖风电机、小灯熔断器、制动灯熔断器
0.50	40	前照灯、喇叭、紧急警报开关
0.30	20	冷凝器风扇电机

（四）更换熔断器的注意事项

在更换熔断器时，应当注意以下几点：

（1）在更换熔断器之前，首先断开所有用电设备开关和点火开关；

（2）更换熔断器时，必须使用相同技术规格的熔断器；

（3）更换熔断器后，如接通开关时新熔断器又被烧坏，说明短路或搭铁故障尚未排除，应当仔细检查排除后，再更换新熔断器。

二、控制开关

（一）点火开关

夏利轿车点火开关的结构如图 11-7 所示。夏利轿车点火开关带有转向器锁止机构，各挡位接通情况如表 11-5 所示。

表 11-5　夏利轿车点火开关接通情况

	AM	ACC	IG	ST
LOCK	ACC	●	●	
ON	●	●	●	
START	●		●	●

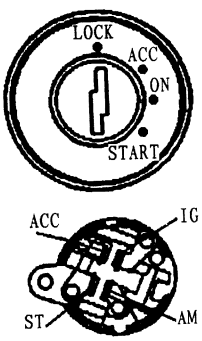


图 11-7　点火开关的结构

（1）“ACC”（辅助设备）挡位。点火开关拨到“ACC”挡位时，收放机等辅助设备电源接通。点火电路和交流发电机等设备电源处于断开状态。

（2）“ON”（点火）挡位。点火开关拨到“ON”挡位时，汽车各种用电设备电源接通，发动机处于待起动状态。“ON”挡是发动机正常工作的开关挡，发动机工作时，点火开关处于“ON”位置。

（3）“ST”（起动）挡位。点火开关拨到“ST”挡位时，起动电路接通，发动机被起动；放送开关钥匙时，钥匙自动回到“ON”位置，起动电路被切断。在起动过程中，接通“ST”挡位的时间不宜超过 5s，两次接通“ST”挡位应当间隔 15s 以上时间，如三次接通“ST”挡位发动机仍不能起动，说明起动系统或发动机点火系统有故障，必须检查排除之后在进行起动。

(4)“LOCK”(锁止)挡位。当点火开关拨到“LOCK”挡位时,全车电路电源切断,点火开关钥匙可插入或拔出,转向器柱管被锁止,转向盘不能转动,以防汽车被窃。在汽车行驶过程中,点火钥匙切勿拨到“LOCK”位置,以免方向失灵而导致发生事故。

(二)组合开关

夏利轿车组合开关为多功能、手柄式开关。它将灯光开关、转向信号灯开关及紧急警报灯开关、刮水器开关和洗涤器开关等组合在一起,其结构紧凑、外形美观,能分别实现上述各种开关的功能。组合开关的结构如图 11-8 所示。

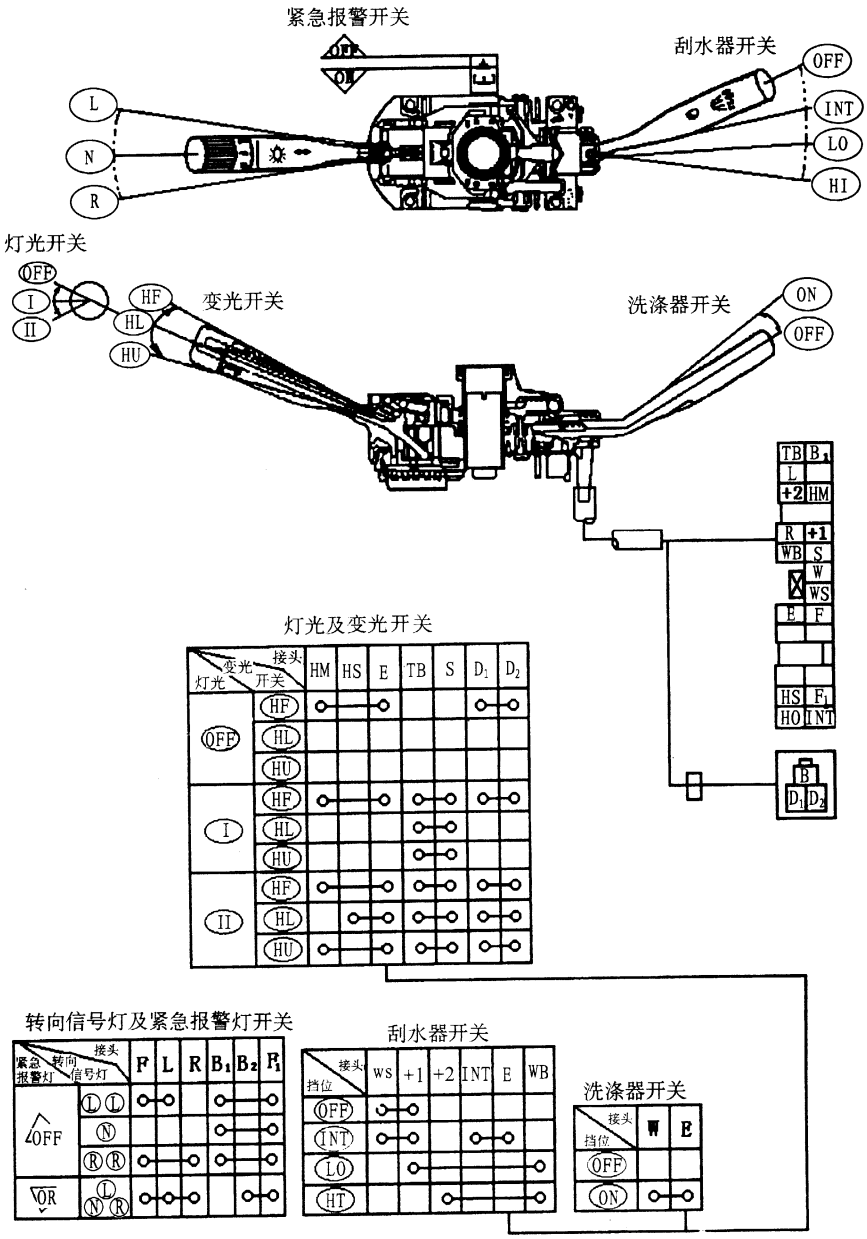


图 11-8 夏利轿车组合开关的结构

组合开关的内部电路连接如图 11-9 所示。

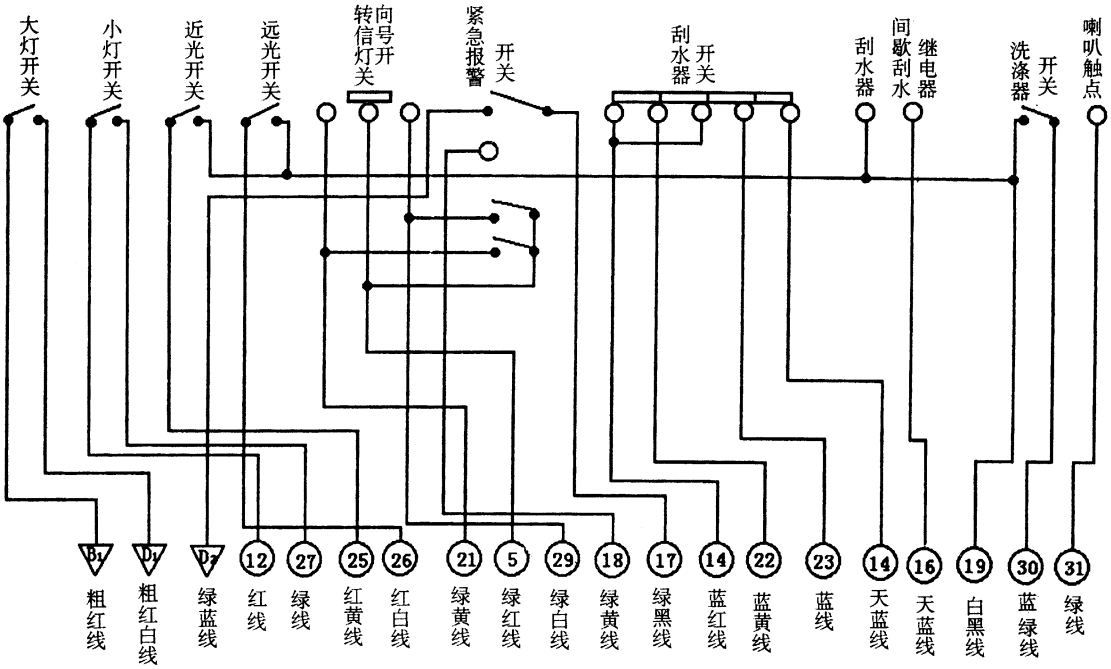


图 11-9　组合开关内部电路

灯光开关、变光开关控制着车辆的示宽灯、前照灯和远近光的变换；转向信号灯开关、紧急警报灯开关控制着车辆的转向信号灯和紧急警报灯；刮水器开关、洗涤器开关控制着刮水器电动机和风窗洗涤器电动机的运转。

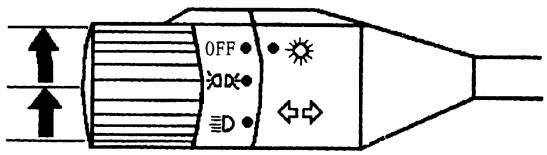


图 11-10　灯光开关的结构

1. 灯光开关

灯光开关为旋转式开关，设在手柄开关的末端，具有“OFF”、“Ⅰ”、“Ⅱ”三个挡位，如图 11-10 所示。当灯光开关处于“OFF”挡位时，照明灯电路切断，所有灯光均不亮；当开关旋钮旋转到“Ⅰ”挡位时，示宽灯、、后尾组合灯和仪表盘照明灯发亮；当旋转到“Ⅱ”挡位时，前照灯、示宽灯、后尾组合灯和仪表盘照明灯发亮。

2. 变光开关

变光开关为手柄开关，具有“HL”、“HF”、“HU”三个挡位，如图 11-11 所示。

当灯光开关接通“Ⅱ”挡，变光开关处于“HL”挡位时，前照灯的近光灯电路接通；将开关手柄向上抬起时，“HF”挡位接通，前照灯的远光灯电路接通，放松时，开关手柄复位，以此用作超车信号；将开关手柄向下压时，“HU”挡位接通，前照灯的远光电路也被接通，但在放松时，手柄不能复位，以此用作远光照明。

3. 转向开关

转向开关为手柄式开关，如图 11-12 所示。当汽车转弯、停靠、起步、上机动车道时，向前或向后拨动手柄开关，即可给出向左转或向右转的信号。向前拨动开关手柄时，右转向信号灯闪亮；向后拨动开关手柄时，左转向信号灯闪亮。

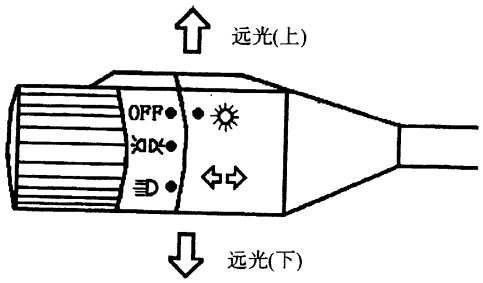


图 11-11　变光开关的结构

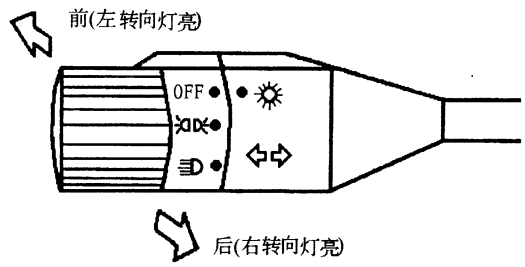


图 11-12　转向开关的结构

4. 紧急警报灯开关

紧急警报灯开关位于组合开关后端，为按压式开关。将控制开关向下按动时，前后、左右所有转向信号灯及仪表盘上转向指示灯均闪烁，以示警报。将控制开关向上拉起时，警报显示停止。

5. 刮水器与洗涤器开关

刮水器与洗涤器开关为组合式手柄开关。刮水器具有“OFF”（断开）、“INT”（间歇）、“LO”（低速）、“HI”（高速）四个挡位，结构如图 11-13 所示。洗涤器只有“ON”（接通）一个挡位，如前述图 11-8 所示。其中只有装间歇刮水继电器的汽车，开关拨到“INT”挡位时，刮水器才能间歇刮水。

开关手柄处于“OFF”挡位时，刮水电动机与洗涤电动机电路切断，刮水器与洗涤器不工作。当开关手柄拨到“INT”挡位时，刮水器电动机电路接通，刮水器间歇刮水。当开关手柄拨到“LO”挡位时，刮水器电动机低速工作，刮水器慢速摆动刮水；当开关手柄拨到“HI”挡位时，刮水器电动机高速工作，刮水器快速摆动刮水。

当开关手柄向上抬起时，洗涤电动机电路接通，洗涤水泵工作，通过喷嘴向挡风玻璃喷洒洗涤液，以利于刮水器洗涤挡风玻璃；放松时，开关手柄自动复位。

（三）点烟器开关

点烟器开关为复金属片接触式开关，如图 11-14 所示。将点烟器向里面推到底后放松，点烟器电热丝电路接通，大约 20s 后，复金属片受热膨胀，在回位弹簧弹力作用下，点烟器会自动弹回原位，此时便可拔出点烟器使用（点烟）。

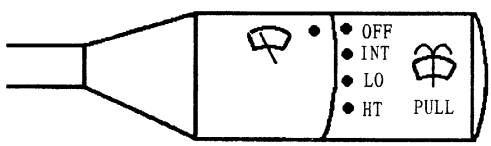


图 11-13　刮水器开关的结构

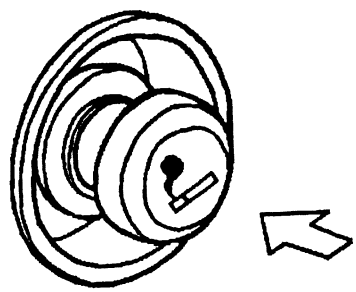


图 11-14　点烟器开关的结构

三、线束连接器

线束连接器（又称线束插接器）是线束与各电器设备之间连接的重要部件，其主要特点就

是便于安装和维修，且使用中故障率低。线束连接器是由插头与插座组成，线束插头上均带有自锁锁柄。夏利轿车上采用的线束连接器形式如图 11-15 所示。

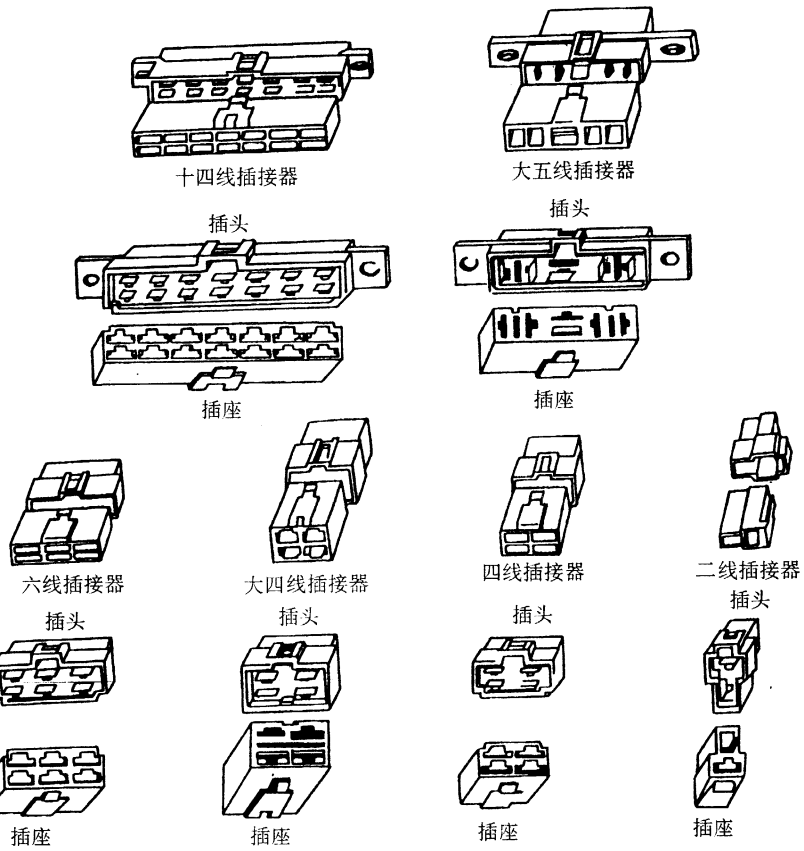


图 11-15　不同形式的线束连接器

（一）线束连接器的拆卸

拆卸线束连接器时，首先压下自锁锁柄，如图 11-16 所示，然后拔开线束插头即可。

（二）线束连接器的检查

当用万用表检查导线是否断路或检测连接器处的电压高低时，必须将万用表表笔从线束一侧插入后，才能进行检测，如图 11-17 所示。

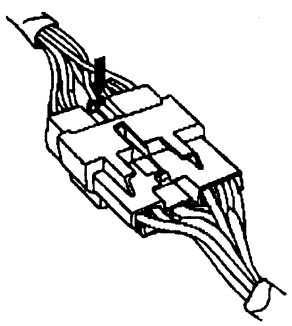


图 11-16　线束连接器的分解

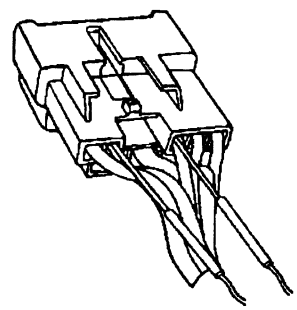


图 11-17　线束连接器的检查

（三）线束连接器的更换

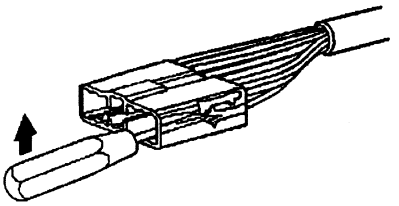


图 11-18　线束连接器的拆卸

当连接器插头或插座损坏需要更换时，应按下述方法进行。

（1）将小螺丝刀从插接孔一侧插到接线片与自锁锁片之间，并按图中的箭头方向用力撬动自锁锁片，如图 11-18 所示。

（2）用小螺丝刀将自锁锁片撬起然后拔出焊接有导线的接线片，如图 11-19 所示。

（3）用小螺丝刀将焊接有导线的接线片插入连接器插头或插座，如图 11-20 所示，直到自锁锁片锁止为止。最后推拉一下导线，确认自锁锁片确实锁止。



图 11-19　拔出接线片

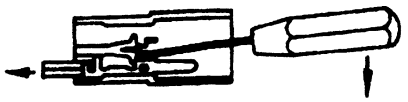


图 11-20　安装接线片

四、全 车 线 路

（一）全车线束的分布及更换

长期使用的车辆，由于线束老化或者线路出现故障，将会造成线束损坏、连接器腐蚀氧化、线束外表皮焦化、脱落，导致线路故障很难排除，因此必须更换部分线束或全部线束。

1. 全车线束的分布

夏利轿车全车线束的分布位置如图 11-21 所示。全车线束分为发动机线束、车前围线束、车底板及门控灯开关线束、仪表板和室内灯线束、牌照灯线束共七种，另外还有三条空调装置线束。电动后视镜线束、左右前门线束、后门线束及后除霜线束均为选装线束。

发动机线束是把发动机总成与前围线束相连接的线束，其布置如图 11-22 所示。

前围线束是整车的主要线束，与左前围、右前围电器件相连接，并与仪表板线束、室内灯线束、车底板线束、门控灯开关线束相连接，其布置如图 11-23 所示。

仪表板线束装配在仪表板内，与组合仪表、收放机等相连接，室内灯线束与前围线束、室内灯相连接，其布置如图 11-24 所示。

车底板线束是与后桥部分电器件、牌照灯线束相连接，与右门控灯开关线束等也有连接，其布置如图 11-25 所示。

门控灯开关线束是与前围线束、左门控灯开关相连接。

牌照灯线束是与车底板线束、牌照灯线束相连接，其布置如图 11-26 所示。

2. 前围线束的更换

前围线束是全车线路的电源线，它装在前围中板和车内仪表板的连接部内。前围线束左侧部分装在汽车左翼子板内，与示宽灯、转向灯、前照灯、风扇电动机及继电器、发动机线束相连接，控制着点火线圈、润滑油压传感器、冷却液温度传感器、温控器及刮水器电动机等部件的工作。前围线束右侧部分装在汽车右翼子板内，与示宽灯、转向灯、前照灯、空调继电器及压缩机、

挡风玻璃洗涤器、汽车喇叭、冷凝器风扇电动机等部件连接。仪表板内连接着空调线束和收放机线束。如果要更换前围线束，必须拆卸与其相关部件。

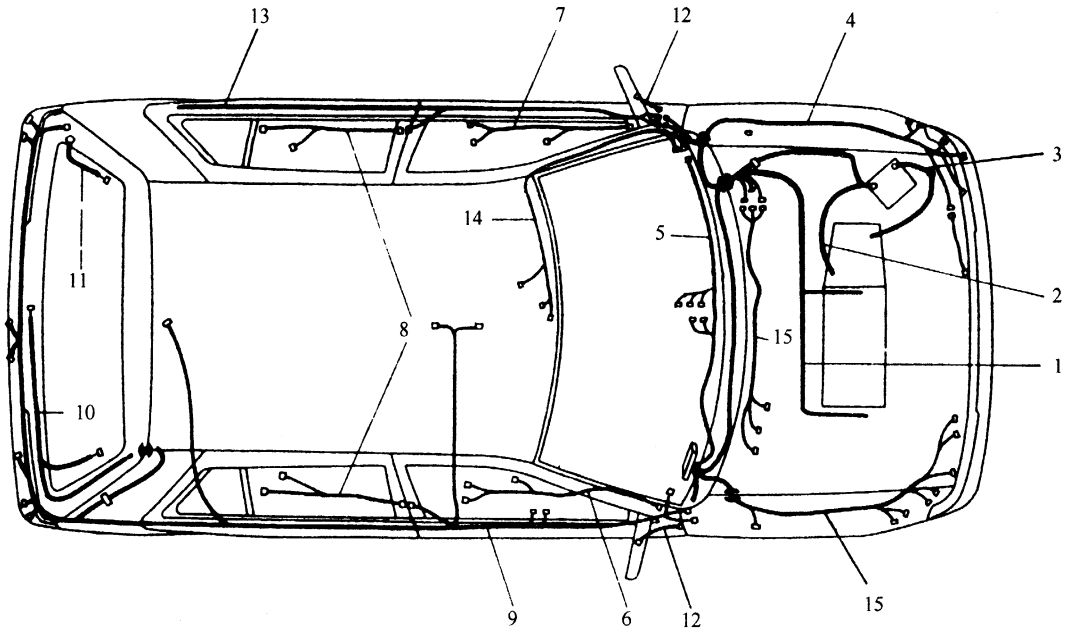


图 11-21　夏利轿车线束分布

1-发动机线束；2-起动机线束；3-1 号搭铁线；4-前围线束；5-仪表盘线束；6-右前门线束（选装）；7-左前门线束（选装）；8-后门线束（选装）；9-底板线束；10-牌照灯线束；11-后除霜器线束（选装）；12-电动后视镜线束（选装）；13-门控开关线束；14-室内照明灯线束；15-发动机线束

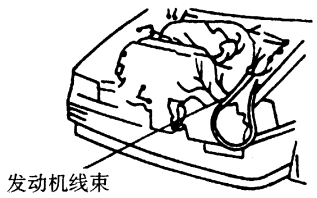


图 11-22　发动机线束的布置

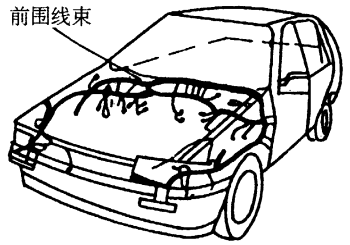


图 11-23　前围线束的布置

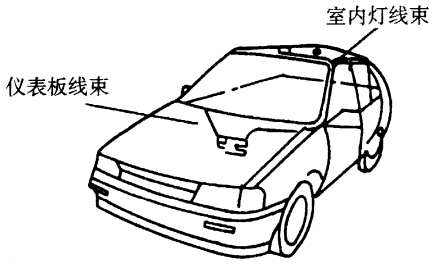


图 11-24　仪表板线束与室内灯线束的布置

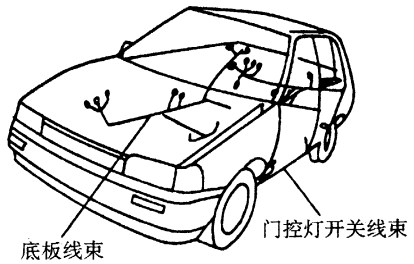


图 11-25　车底板线束与门控灯开关线束的布置

(1) 左右前翼子板的拆卸

1) 首先用旋具拆下左侧示宽灯的固定螺钉，而后拆下左侧示宽灯，如图 11-27 所示。

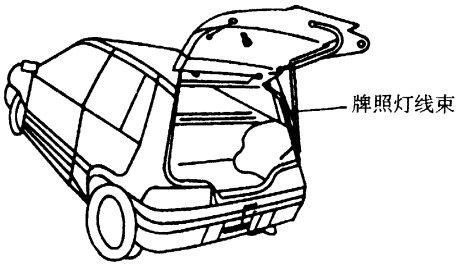


图 11-26　牌照灯线束的布置

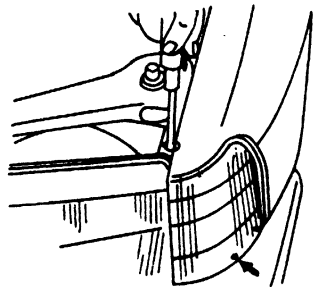


图 11-27　左侧示宽灯的拆卸

2) 左前翼子板的连接部件如图 11-28 所示。

3) 用旋具拆下内衬板与车体和前保险杠连接的螺钉，拆下左前翼子板内衬板，如图 11-29 所示。

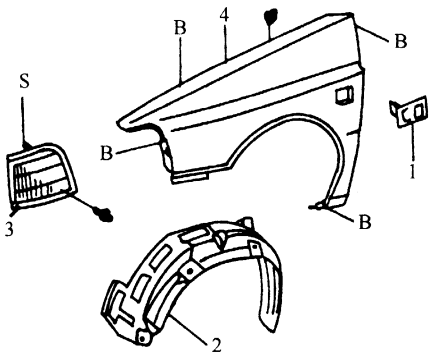


图 11-28　左前翼子板的连接部件

1-侧转向灯；2-翼子板衬板；3-翼子板；4-示宽灯

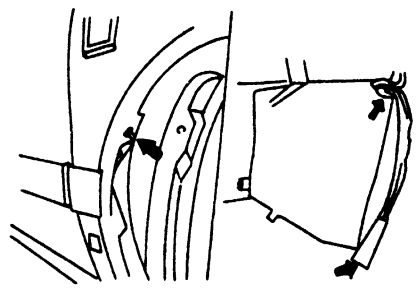


图 11-29　左前翼子板内衬板的拆卸

4) 用鱼尾钳夹住螺栓座的翻边，拆下固定螺栓座，如图 11-30 所示。

5) 用旋具拆下内衬板中部的三个固定卡子，如图 11-31 所示。

6) 拔下左侧转向信号灯的连接器，如图 11-32 所示。

右前翼子板的拆卸方法和左前翼子板的拆卸方法相同。

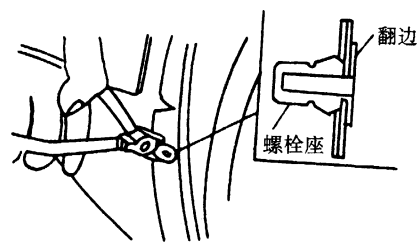


图 11-30　固定螺栓座的拆卸

(2) 仪表板的拆卸

1) 拆下里程表软轴导线插头，用旋具拆下仪表装饰罩固定螺钉，取下仪表装饰罩，如图 11-33 所示。

2) 用旋具拆下固定组合仪表的 4 个螺钉，取下组合仪表，如图 11-34 所示。

3) 用旋具拆下仪表板加强板装饰罩的 2 个螺钉，取下仪表板加强板装饰罩，如图 11-35 所示。

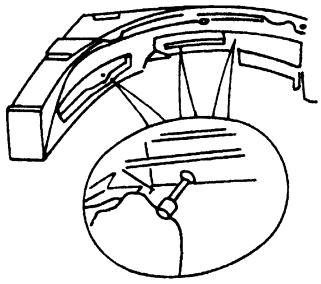


图 11-31　内衬板中部固定卡子的拆卸

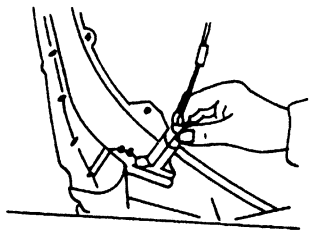
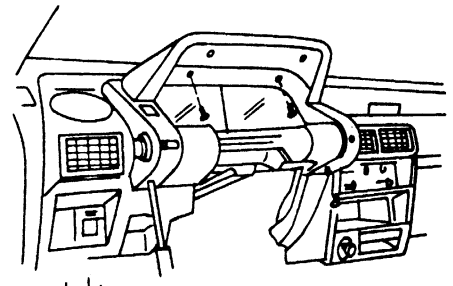


图 11-32　拔下左侧转向信号灯的连接器



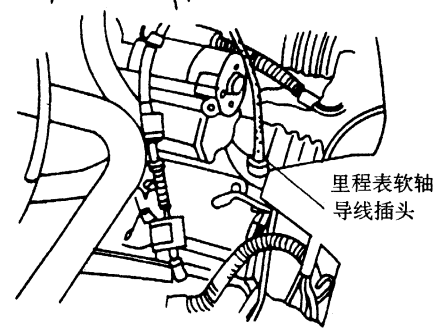


图 11-33　拆卸仪表装饰罩

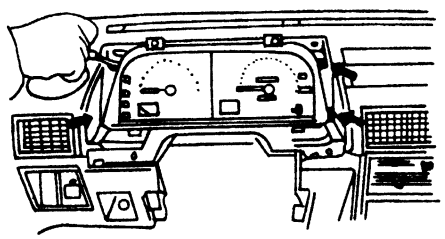


图 11-34　拆卸组合仪表

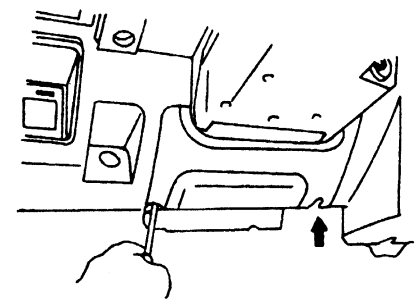


图 11-35　拆卸仪表板加强板装饰罩

4）用扳手卸下仪表板加强板螺钉，取下仪表板加强板，如图 11-36 所示。

5）用旋具拆下暖风操纵机构和收放机固定面板的螺钉，如图 11-37 所示。

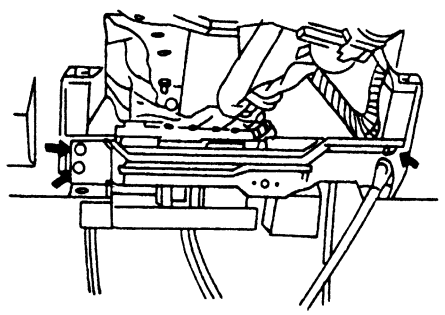


图 11-36　拆卸仪表板加强板

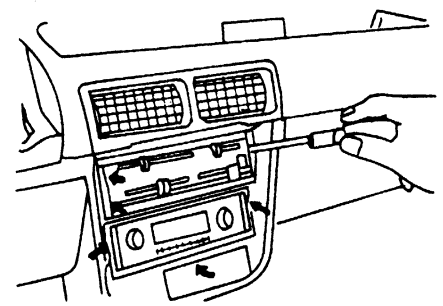


图 11-37　拆卸暖风操纵机构和收放机固定面板

6）拆下仪表板中部装饰板，拔下点烟器连接器插头，如图 11-38 所示。

7）打开物品箱盖，拔下暖风电机和石英钟连接器插头，如图 11-39 所示。

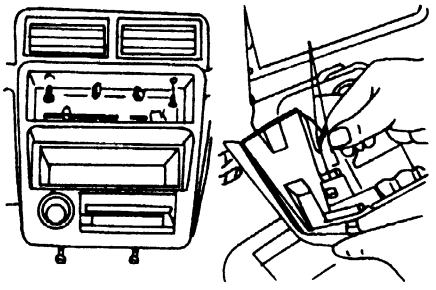


图 11-38　拆卸仪表板中部装饰板和点烟器连接器

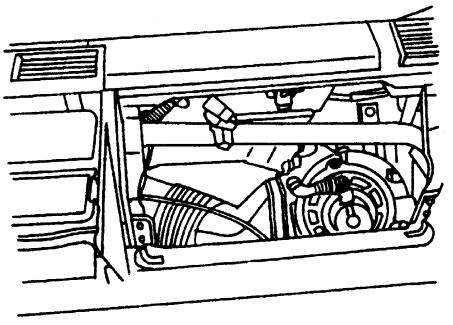


图 11-39　拔下暖风电机和石英钟连接器插头

8）用旋具拆下仪表板上的固定螺钉，取下仪表板，如图 11-40 所示。

9）用旋具拆下石英钟，如图 11-41 所示。

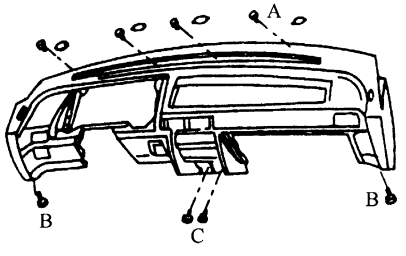


图 11-40　拆卸仪表板

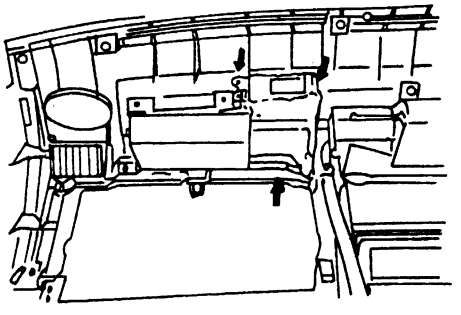


图 11-41　拆卸石英钟

10）拆卸物品箱锁扣和仪表板上部支撑板，如图 11-42 所示。

11）拆卸仪表板中部支撑板，如图 11-43 所示。

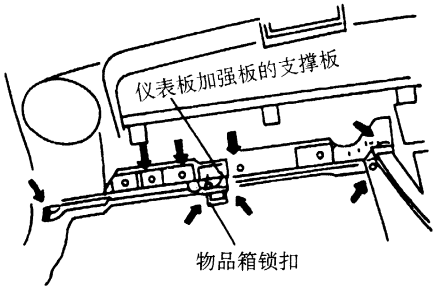


图 11-42　拆卸物品箱锁扣和仪表板上部支撑板

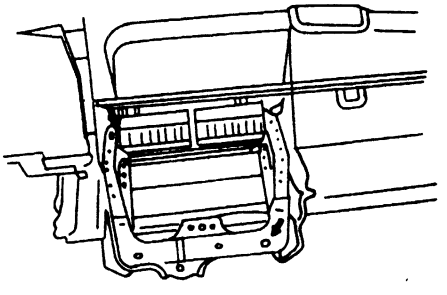


图 11-43　拆卸仪表板中部支撑板

12）拆下仪表板左、右侧端与固定支架的连接螺钉，取下仪表板固定支架，如图 11-44 所示。

3. 车底板线束的更换

(1) 用旋具拆下右前柱下部装饰板的固定卡子，如图 11-45 所示。

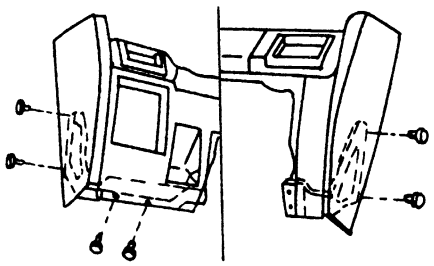


图 11-44　拆卸仪表板固定支架

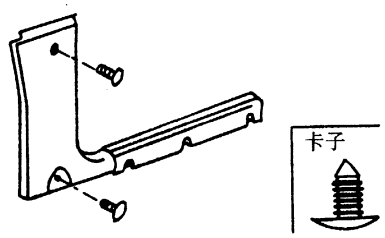


图 11-45　拆卸右前柱下部装饰板

(2) 用旋具拆下右前车门口下部装饰条的固定螺钉，取下右前车门口装饰条，如图 所示。

(3) 用旋具拆下右后车门口下部装饰板的固定螺钉，取下右后车门口装饰板，如图 11-47 所示。

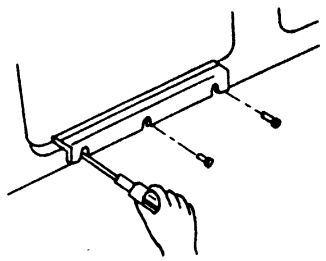


图 11-46　拆卸右前车门口下部装饰条

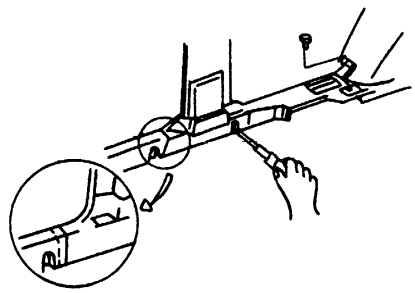


图 11-47　拆卸右后车门口下部装饰板

(4) 拆下右中门柱下部装饰板的固定卡子，如图 11-48 所示。

(5) 拆下右后软罩装饰板的固定卡子和螺钉，取下后软罩装饰板，如图 11-49 所示。

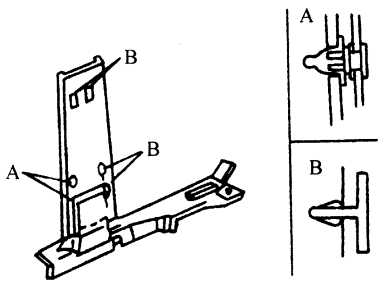


图 11-48　拆卸右中门柱下部装饰板

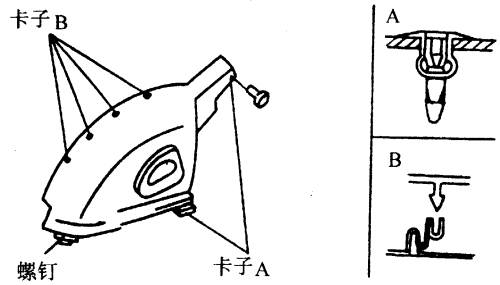


图 11-49　拆卸右后软罩装饰板

(6) 拆下右后侧围内护板和行李托架，如图 11-50 所示。

(7) 用旋具拆下后保险杠内牌照灯固定螺钉，取下牌照灯，如图 11-51 所示。

(8) 拔下牌照灯连接器插头，松开固定卡子，取下牌照灯线束，如图 11-52 所示。

(9) 用旋具拆下车背门口下装饰板卡子，取下车背门口下装饰板，如图 11-53 所示。

(10) 拆下行李隔板侧装饰板的固定螺钉，如图 11-54 所示。

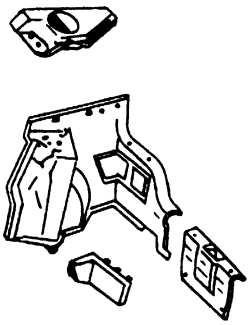


图 11-50　拆卸右后侧围内护板和行李托架

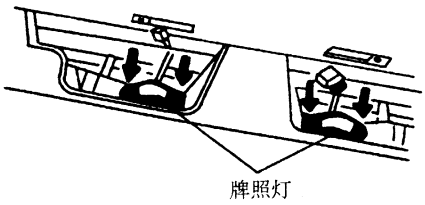


图 11-51　拆卸牌照灯

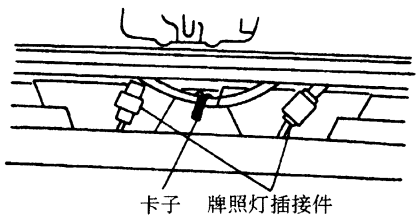


图 11-52　拆卸牌照灯线束

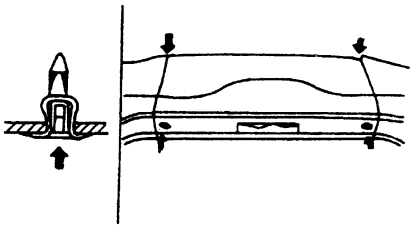


图 11-53　拆卸车背门口下装饰板

（二）电气线路导线的查找

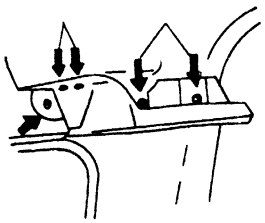


图 11-54　拆卸行李搁板侧装饰板的固定螺钉

夏利轿车的电路导线被集成在几条线束中，为了查找线路方便，线束所用导线大多采用双色导线，即在导线塑料包皮的基本颜色上加有辅助颜色条纹。不同的电器装置采用不同基本颜色的导线，同一电器装置的导线又可以根据导线条纹的辅助颜色加以辨别。由于采用了双色导线，在查找线路时，只要根据线束端部的导线颜色就可以查处导线的走向。夏利轿车电气设备所用导线采用的颜色如表 11-6 所示。

表 11-6　夏利轿车电气设备所用导线采用的颜色

电气系统	导线颜色					
	基本颜色	基本辅助颜色				
充　电	W 白	WR 白红	WB 白黑	WL 白蓝	WG 白绿	WY 白黄
起　动	B 黑	BW 黑白	BY 黑黄	BR 黑红	BG 黑绿	BL 黑蓝
照　明	R 红	RW 红白	RB 红黑	RY 红黄	RG 红绿	RL 红蓝
信　号	G 绿	GW 绿白	GR 绿红	GY 绿黄	GB 绿黑	GL 绿蓝
仪　表	Y 黄	YR 黄白	YB 黄黑	YG 黄绿	YL 黄蓝	Y 黄白
辅助电器	Br 棕	BrW 棕白	BrB 棕黑	BrY 棕黄	BrR 棕红	

续表

电气系统	导线颜色					
	基本颜色	基本辅助颜色				
其他1	L 蓝	LW 蓝白	LR 蓝红	LY 蓝黄	LB 蓝黑	LO 蓝橙
其他2	Lg 浅绿	LgW 浅绿红	LgY 浅绿黄	LgB 浅绿黑	Lgw 浅绿白	
其他3	O 橙					
搭铁	B 黑					

（三）全车线路

1. 夏利轿车全车线路

夏利轿车基本车型的全车线路原理图如图11-55所示。线路图导线上的数字表示导线的截面积，未注明的截面积为0.5mm²；导线上的字母表示导线颜色，两个字母表示双色导线，前一个字母表示辅助颜色。

图中其他字母表示的含义如下：

E1：前围线束（左翼子板上）；E2：前围线束（左侧）；E3：前围线束（右侧）；E4：前围线束（右翼子板上）；E5：车底板线束（后侧轮罩上）；E6：牌照灯线束；E7：发动机线束；“*”号表示该部件为选装件。

2. 夏利轿车电控燃油喷射系统（EFI）电路原理图（图11-56）

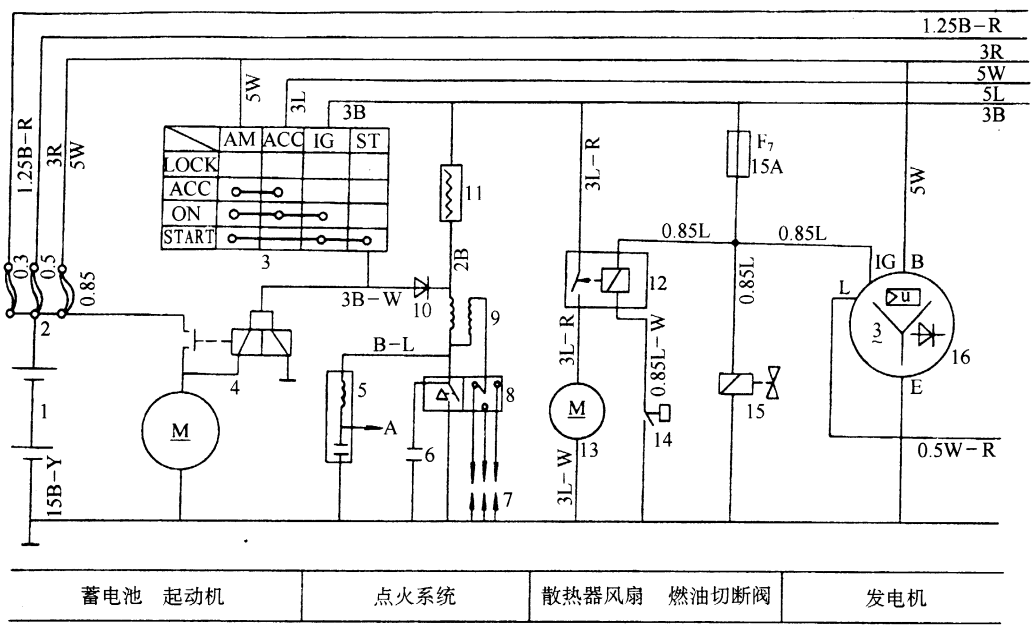


图11-55（a） 夏利轿车全车线路原理图

1-蓄电池；2-熔断器；3-点火开关；4-起动机；5-滤波器；6-电容器；7-火花塞；8-分电器；9-点火线圈；10-二极管；11-附加电阻；12-散热器风扇继电器；13-散热器风扇电动机；14-温度开关；15-燃油切断电磁阀；16-发电机

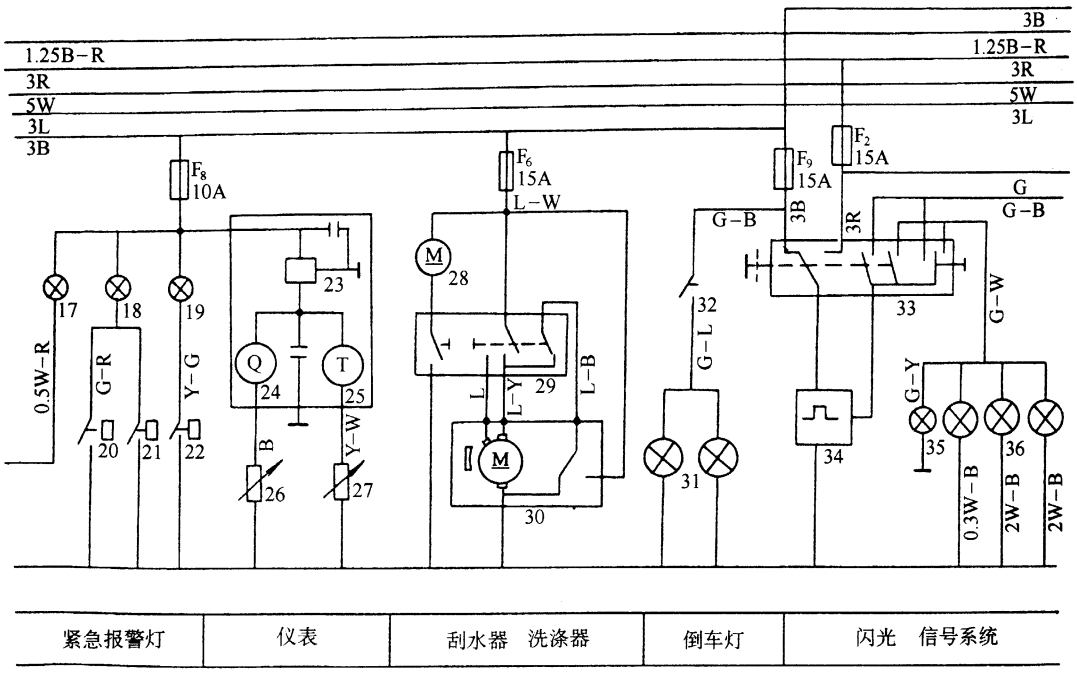


图 11-55（b） 夏利轿车全车线路原理图

17-充电指示灯；18-制动液面高度/驻车制动警告灯；19-机油压力警告灯；20-制动液面高度开关；21-驻车制动开关；22-机油压力开关；23-仪表稳压器；24-燃油表；25-温度表；26-燃油表传感器；27-温度表传感器；28-洗涤器电动机；29-刮水器、洗涤器开关；30-刮水器电动机；35-左 31-倒车灯；32-倒车灯开关；33-转向/警报开关；34-闪光器转向指示灯；36-左转向信号灯（前、后、侧）

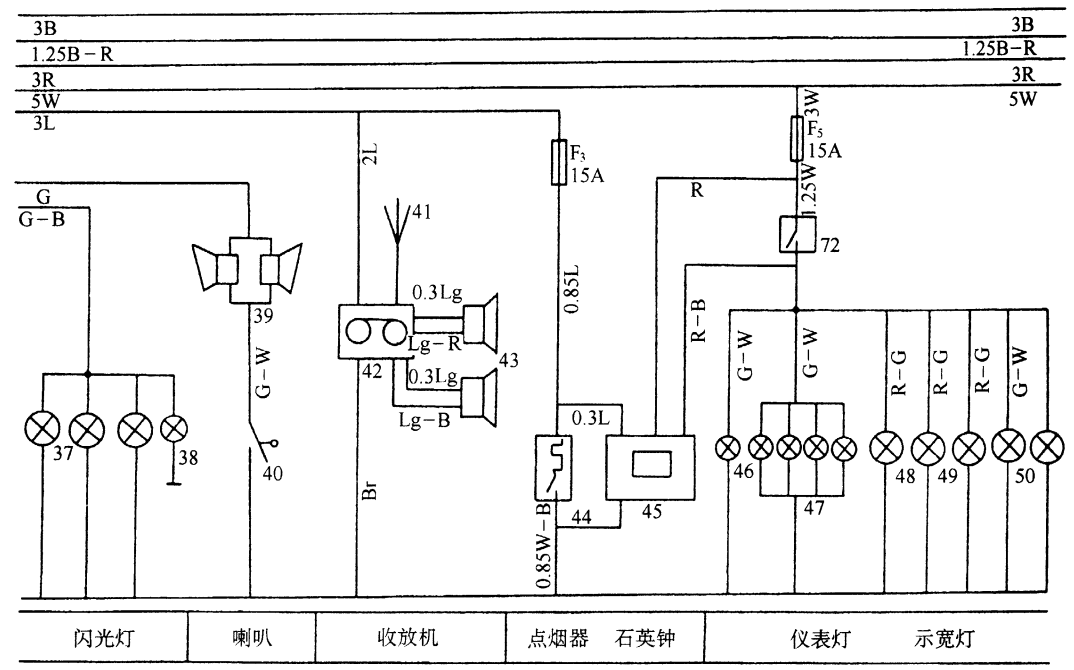


图 11-55（c） 夏利轿车全车线路原理图

37-右转向信号灯（前、后、侧）；38-左转向指示灯；39-喇叭；40-喇叭按钮；41-收放机天线；42-收放机；43-扬声器；44-点烟器；45-石英钟；46-空调控制板照明灯；47-仪表照明灯；48-牌照灯；49-前示宽灯；50-后示宽灯；72-车灯开关（小灯）

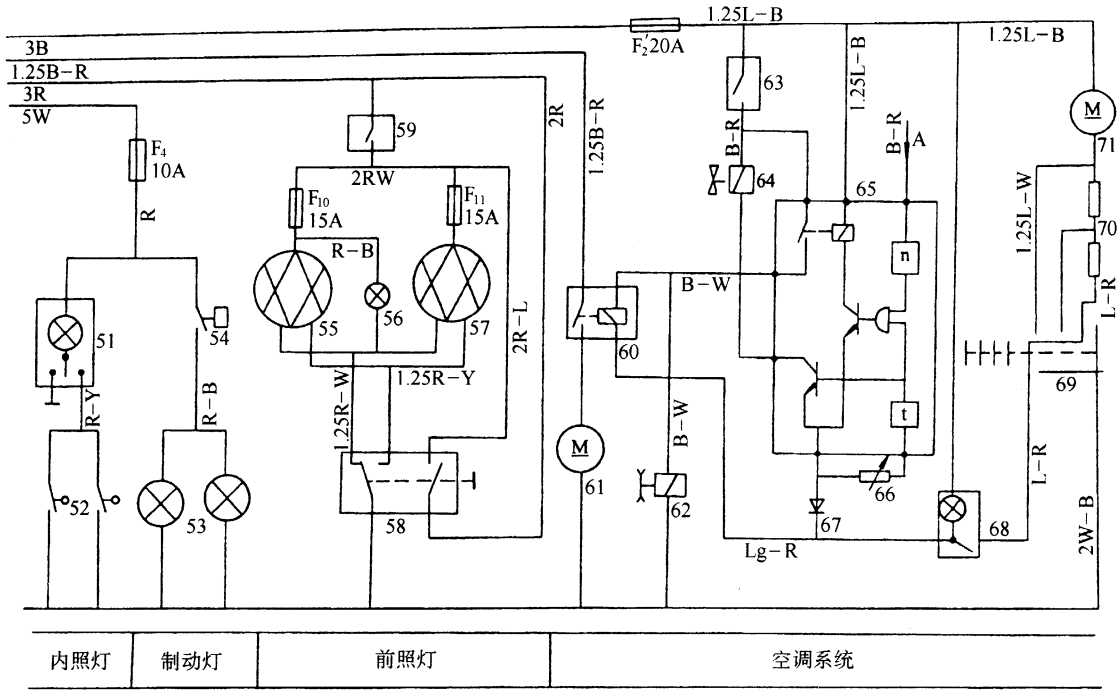


图 11-55（d）　夏利轿车全车线路原理图

51-室内灯；52-车门灯开关；53-制动灯；54-制动灯开关；55-左前照灯；56-远光指示灯；57-右前照灯；58-变光开关；59-车灯开关（大灯）；60-空调冷凝器风扇电动机；61-冷凝器电动机继电器；62-空调压缩机电磁离合器；63-压力开关；64-怠速提高电磁阀；65-空调放大器；66-热敏电阻；67-隔离二极管；68-空调开关；69-鼓风机开关；70-鼓风机调速电阻；71-鼓风机

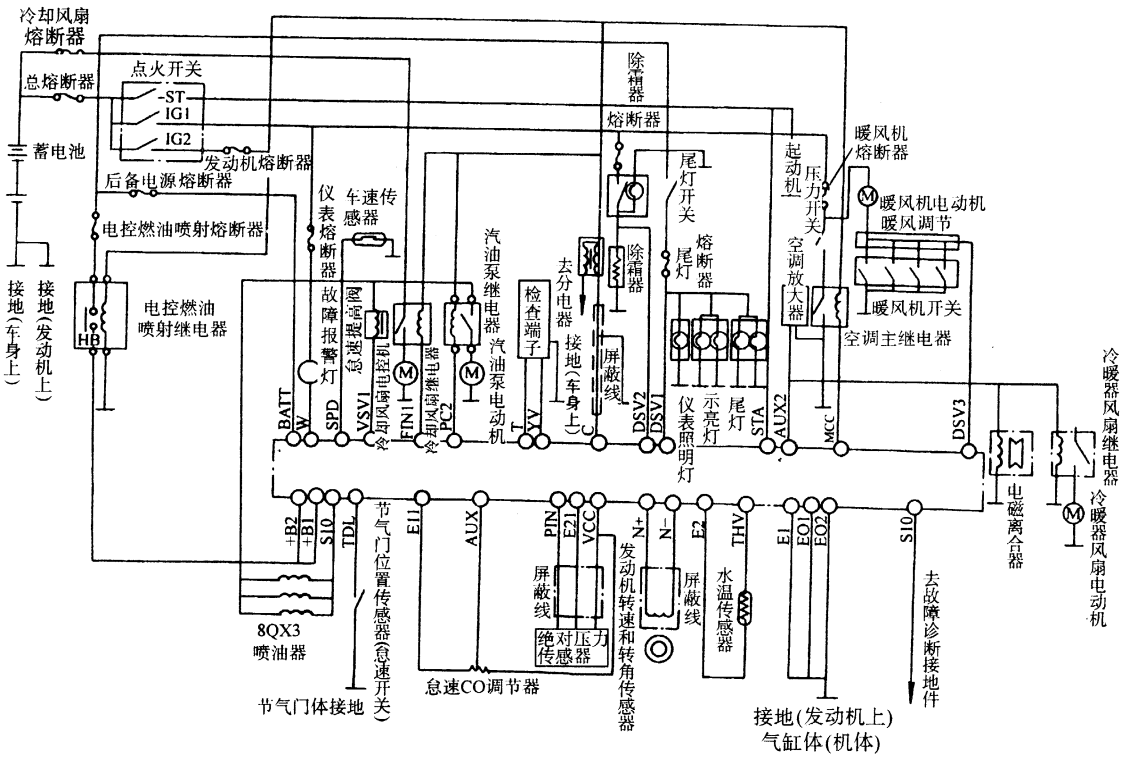


图 11-56　夏利轿车电控燃油喷射系统（EFI）电路原理图