



踏板机构

-----结构及功能介绍

-----TTA培训总结

朱万发
PE/CE
2001.06.20



第一部分：产品结构介绍

1. 支架总成
2. 油门操纵
3. 制动操纵
4. 离合器操纵

第二部分：产品功能及结构设计

1. 踏板机构人机工程学原理
2. 支架总成设计及功能介绍
3. 油门操纵及设计
 - 3.1 机械式油门操纵(拉线式)
 - 3.2 电子式油门操纵(E-GAS)
4. 制动操纵及设计
 - 4.1. 制动踏板臂
 - 4.2. 制动踏板支架
 - 4.3. 连接真空助力器的支架
 - 4.4 回位弹簧
5. 离合器踏板及操纵设计
 - 5.1. 机械式操纵
 - 5.2. 液压式操纵
 - 5.3. 电子式操纵
6. 行程及杠杆比计算

第三部分：试验

1. 操纵性能试验
2. 变形性能试验
3. 残余变形量
4. 寿命试验
5. 密封性试验

踏板机构总成

第一部分： 产品结构(见图1)

1. 支架总成

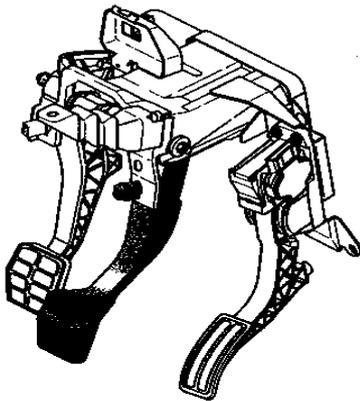
1.1 开关支架(安装制动刹车灯开关，离合器开关等)

1.2 踏板销轴(用于安装制动踏板及机械 油门踏板，离合器踏板)

1.3 固定电子油门踏板的支架

1.4 油门踏板限位块

1.1 安装真空助力器推杆的支架



1-踏板支架总成

2-销轴

3-制动踏板

4-电子油门踏板

5-开关

6-离合器踏板

图1(踏板机构总成)

2. 油门操纵

2.1. 油门踏板

2.1.1. 机械式油门踏板(拉线)

2.1.2电子式油门踏板

2.2. 油门拉线

2.3. 支架

3 制动操纵

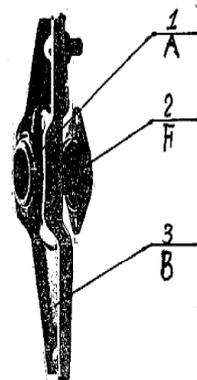
3.1 制动踏板

3.2 安装真空助力器推杆的支架

3.3 回位弹簧

3.4 支架

- 4. 离合器操纵
 - 4.1 离合器踏板(P)
 - 4.2 离合器拉线(S)
 - 4.3 支架
 - 4.4 离合器主泵(G)
 - 4.5 离合器分泵(N)
 - 4.6 管路(L)
 - 4.7. 助力弹簧及支架
 - 4.8. 离合器分离系统 :

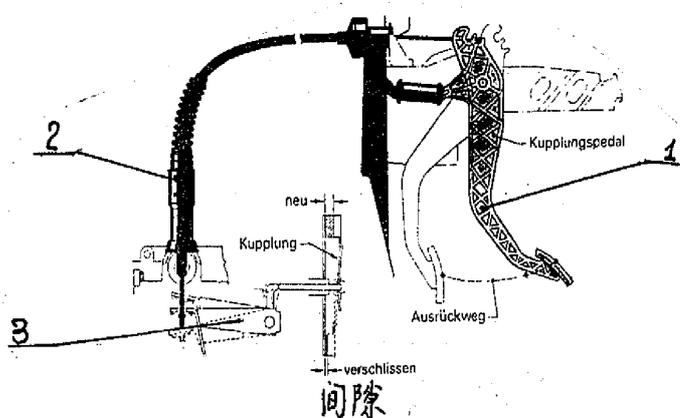


- 1. 分离轴承(A)
- 2. 分离臂(B)
- 3. 分离套管(F)

图2

按操纵形式分:

(1) 机械式操纵(A-B-F-S-P)见图3



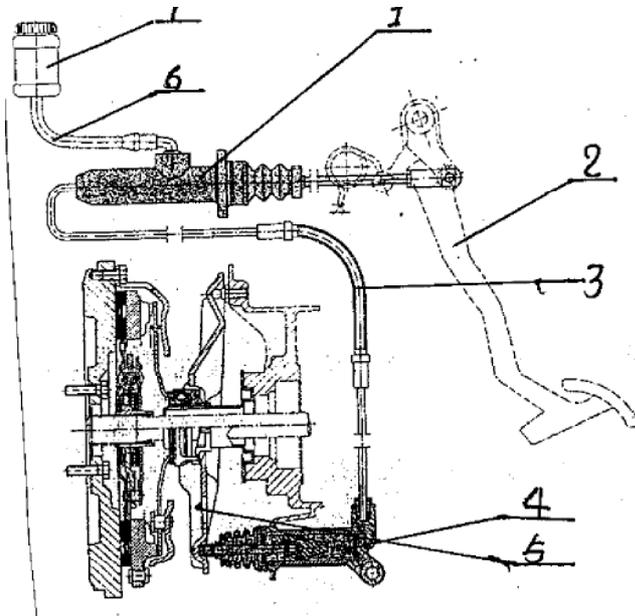
- 1. 离合器拉线(S)
- 2. 离合器踏板(P)
- 3. 离合器分离系统

图3

(2) 液压式操纵

A-B-F-N-L-G-P

CSC-L-G-P 如图4



1. 主泵(G)
2. 离合器踏板(P)
3. 离合器硬管(L)
4. 离合器分泵(N)
5. 离合器分离系统
6. 软管
7. 储液罐

图4

(3) 电子式操纵

CSC-L-EKSII

A-B-F-N-L-EKSII

A-B-F-EKSII

见图5

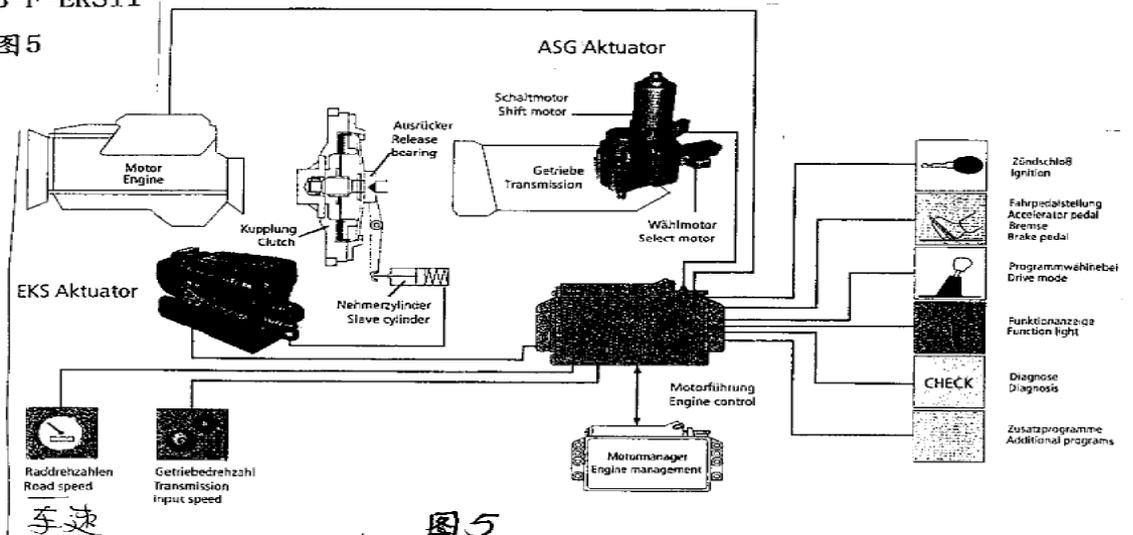


图5

二 功能及结构设计

1. 踏板机构人机工程学

踏板机构涉及到人机工程学，既要满足操纵性能的要求，又要满足人体运动学原理，给人以操纵的方便性和舒适性，这就要求许多相关尺寸有相应范围规定，力求适合于绝大多数人对操纵性的需求。

下面介绍的是德国大众公司对踏板机构尺寸空间的规定，适用于所有的大众车型。如图6

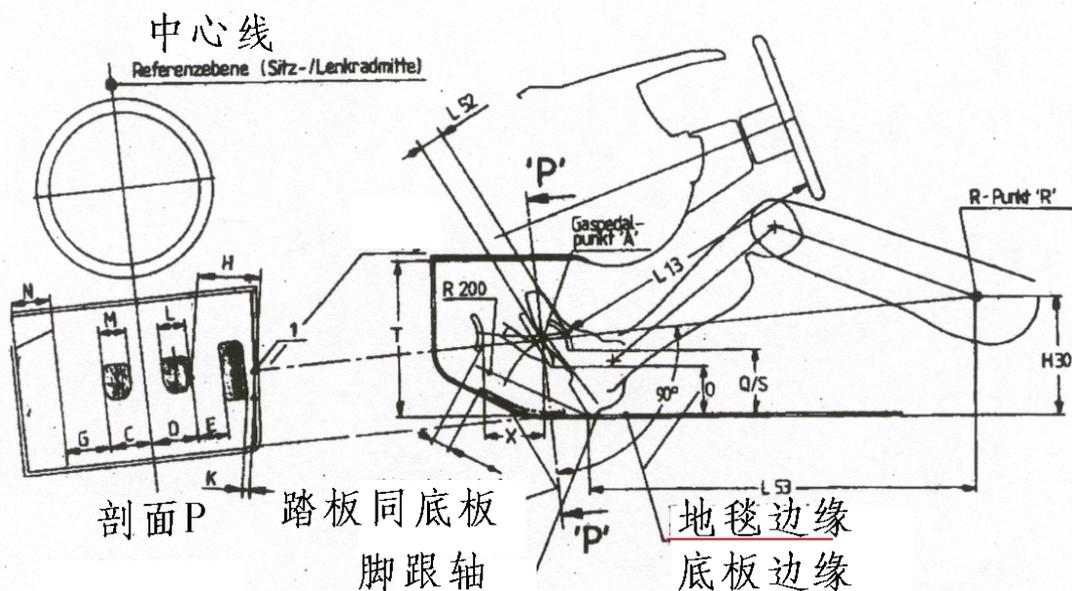


图6(相关尺寸规定)

定义及规定(单位: mm)

- | | | |
|-----|-------------------|-----------|
| (1) | 离合器踏板左侧边缘至R点的距离 | C=》100 |
| (2) | 制动踏板右侧边缘至R点的距离 | D=》100 |
| (3) | 制动踏板左侧边缘至油门踏板左侧距离 | E=》60 |
| (4) | 离合器踏板左侧边缘至脚踏垫右侧 | G=》60 |
| | 制动踏板右侧边缘至通道距离 | H=》137 |
| | 油门踏板右侧至通道的距离 | K=》15 |
| (5) | 制动踏板宽度(机械变速/自动变速) | L=》50/100 |
| (6) | 离合器踏板宽度 | M=》50 |
| | 脚踏垫宽度 | N=》60 |
| (7) | 制动踏板下边缘至地毯上边缘的高度 | Q=145+8 |

- | | | |
|------|-----------------------------------|------------------------|
| (8) | 油门踏板下边缘至地毯上边缘的高度 | $0=110+10$ |
| (9) | 离合器踏板下边缘至地毯上边缘的高度 | $S=145+8$ |
| (10) | 地毯上边缘至配电盒盖的高度 | $T=》34$ |
| (11) | 制动踏板，离合器踏板在最大行程时 至油门踏板参考点A 的距离 | $X=135$ |
| (12) | 制动踏板至方向盘的下缘 离合器踏板至制动踏板 | $L13=MIN590$ $0-10$ |
| (13) | 油门踏板同制动踏板的高度差 | $L52=大约50$ |

当然，该尺寸的规定是从大量数据及经验中得出的，并非完全靠理论计算。

该尺寸的规定也并非能够满足所有的人对操纵运动的需求，因此，与操纵运动相关的零部件也设计成可调节的。

如：座椅前后调节，方向盘轴向调节等等，用以满足不同体形对操纵性能的需求。

因此，在设计踏板机构时，首先必须确定出相关的尺寸范围，在这个范围内，合理地确定尺寸，尽可能的使性能优化，符合人机工程学原理。

2. 支架总成

支架根据结构及空间需求，设计成不同的形状，可以采取整体式或分离式(离合器踏板支架，制动踏板支架，油门踏板支架)再连接成总成。

从目前来看，主要采取冲压成型或全塑件，铝合金压铸结构，在满足强度同时，尽可能地减轻重量，以提高整车的经济性。

对于安装各类开关的位置，设计支架时要考虑安装方便性，一般采用卡接形式，简单可靠。

设计开关支架位置时，要考虑到开关的工作行程是靠踏板臂上下运动的来实现的。所以设计位置时，首先要确定开关行程，协调开关同踏板臂的运动关系。(制动灯开关，离合器开关等)

踏板销轴是支架设计中关键部位，要满足踏板在自重作用下100%地自动回落，不用回位弹簧，以便降低成本。其轴向间隙设计成最大0.5mm，

径向间隙0.1mm。

为了提高寿命，轴上涂以油脂。但，目前采取更为先进的技术，在衬套上涂以聚四氟乙烯薄膜，它含有石墨等润滑材料，不再涂油脂。

从被动安全角度出发，在大众集团及欧洲的车型上，在踏板机构上采用了司机腿部保护的防碰撞的结构。

作用原理很简单，碰撞时，车身变形推杆1借助中央护管，与踏板机构破坏性地分离，踏板机构沿推杆1向中央护管方向运动。

同时带动推杆2在拐点处向下运动，拐点撞向真空助力器的推杆。在一定的车身变形情况下，把助力器推杆压弯或折断，以缩短其行程或改变运动方向。起到保护腿的作用。以免被助力器推杆刺伤。

在设计推杆1 2 时，要充分考虑到其强度 及与其运动相关的尺寸其运动的行程大小取决于整车强度要求，以便确定出整车变形量与运动行程关系。从而设计出适合该车型的防碰撞踏板支架。

推杆同踏板支架的连接：

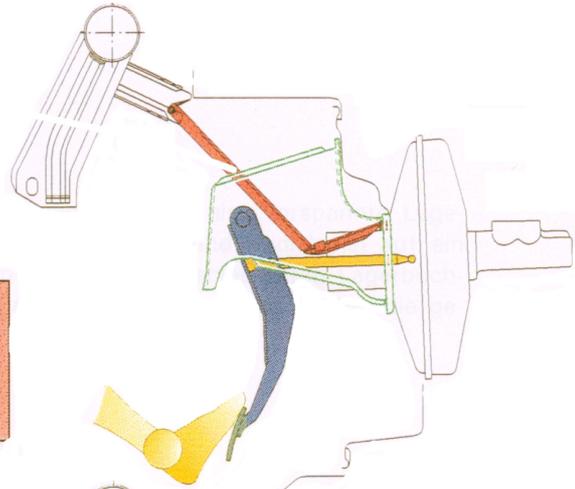
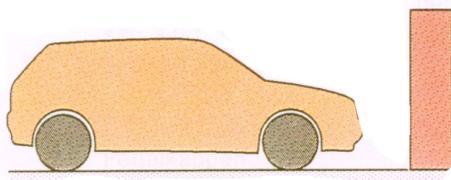
根据踏板支架材料的不同，设计出不同的相应连接结构，金属冲压的支架用焊接方式相连接，塑料及铸造支架用销钉铆接，必须试验出合适的连接强度，满足踏板强度和碰撞性能的需求。

其作用原理如图所示。

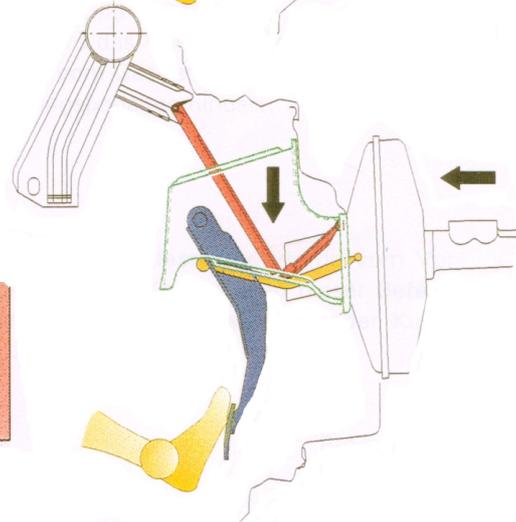
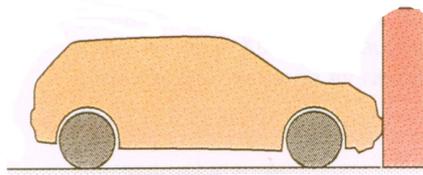
这是一个碰撞的三个主要过程：

- (1) 紧急制动
- (2) 产生碰撞
- (3) 推杆弯曲或折断

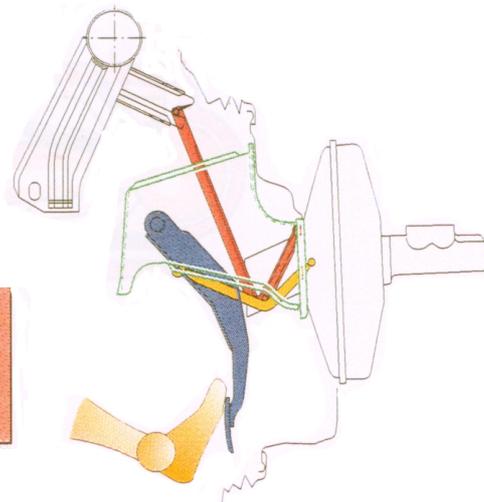
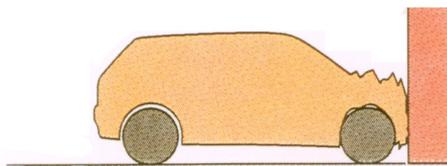
紧急制动



发生碰撞



推杆弯曲



3 油门操纵及设计

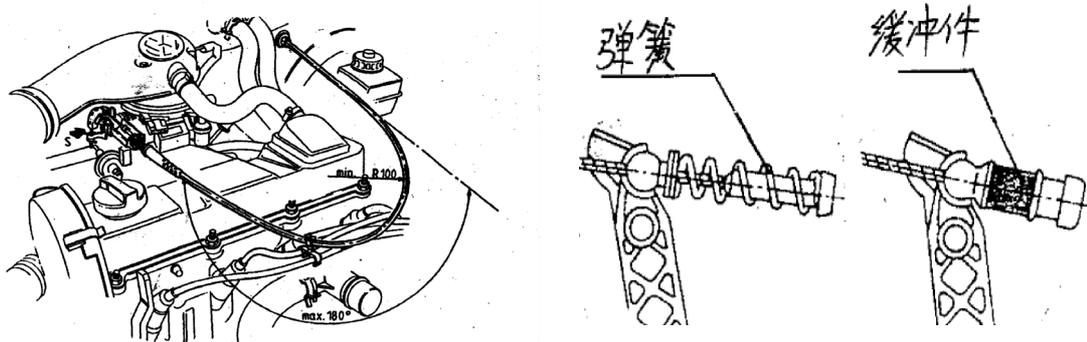
根据发动机的需要，有机械式油门操纵(拉线)和电子式油门操纵(E-GAS)。

油门踏板材料要求不高，一般为非金属材料，对材料的弹性变形量有所要求，一般不允许超过2mm/100N.

.3.1 机械式油门操纵(拉线)

油门踏板与油门操纵(拉线)分开，拉线布置于发动机机仓内布置较为复杂，允许的拉线最大弯曲180度(见图8)

这种布置有很大的缺点，拉线随发动机一起振动，把发动机的振动通过线传递到油门踏板上，有的会形成共振，在一定的发动机转速下会使司机感到“打脚”。所以有的油门踏板上增加了配重块，以避免共振。有的为了缓冲振动，在拉线与油门踏板连接处，采取增加减振缓冲零件。如图9。



采用了弹簧及橡胶的弹性体

这种操纵方式较为简单，司机直接操纵油门踏板，通过拉线调节节气门开启度，决定给油量大小，来满足司机的愿望。至于发动机工作状态，完全凭驾驶经验。

而E-GAS 则是把每个变化的油门位置(司机的愿望)用电信号的形式输入给发动机控制器，发动机控制器来识别油门位置，同时收集当时速度，当前挡位等信息，进行油量调节，输出电信号给节气门控制电机，完成司机愿望，又能满足汽车行驶性能。

这种布置简单，用线束连接，布置走向较容易。

3.2 电子油门操纵(E-GAS)

目前，把操纵和油门踏板做成一体化，形成一个电子油门踏板，也有电位计同踏板分开的，用较短拉线来对电位计进行操纵。

下面介绍电子油门踏板构成如图10。

- (1) 踏板
- (2) 电位计(滑动变阻器)
- (3) 怠速开关
- (4) 强制低档开关(对自动变速箱)
- (5) 其它附件

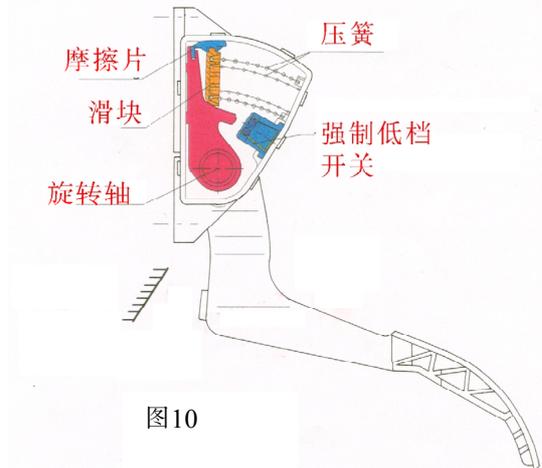


图10

怠速开关：

在E-GAS中，它为一个常开开关，滑块处于间断的位置上，电阻无限大，发动机控制器直接进行识别，无需操纵。

踏板：

为主要运动部件，首先要满足空间尺寸及操纵舒适性的要求，同时又要对电位计的电压输出有运动位移比例的要求。见图11。

电位计：

通过踏板的运动，带动滑块，输出不同的电压信号给发动机控制器。输出的信号曲线应同发动机控制器相适应。见图11。

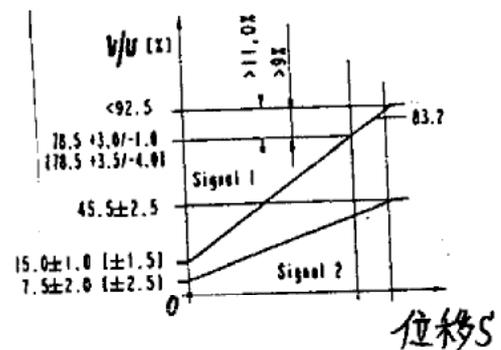


图11

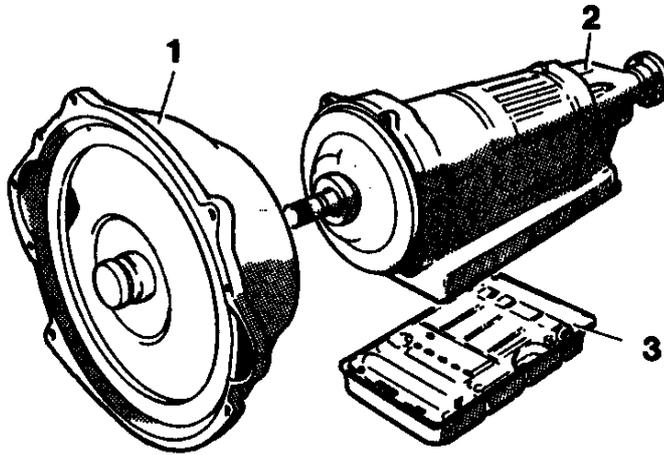
强制低档开关：

应用于自动变速箱的强制低档开关，是通过自动变速箱的液压阀来实现的。

当司机在发动机低转速，车速不够高的情况下，加油到满负荷状态，强制低档开关打开，输出电信号给发动机控制器。发动机控制器对车速等状态进行识别，打开变速箱的节流阀来进行低档位操纵。

下面简单地介绍一下自动变速箱对强制低档的操纵过程。

自动变速箱由三部分(如图 12)



(1) 液力耦合器

(2) 变速箱

(3) 液压控制器

与强制低档开关相关的是液压控制器。

液压控制器：

基本由4部分组成(见图13)它收集的4种传感器信息：

-----驾驶员当前档位信息

-----节气门开起度

-----汽车行驶速度

-----K-D低档位开关位置

从上述信息当中判断出正确的档位选择和正确的换档时间点。

按照离心节流阀的小油门-----小的加速愿望-----提前高档位。

大油门-----大的加速愿望-----滞后的低档位

当司机 突然加油到K -D开关后，档位会自动回到低档位。

(见图14)

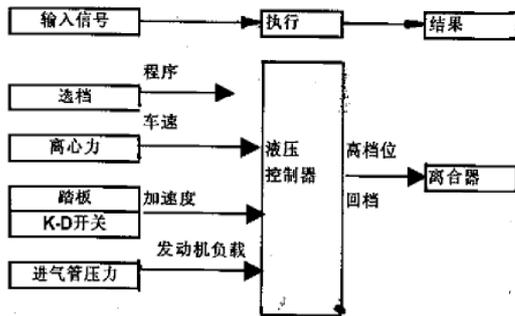
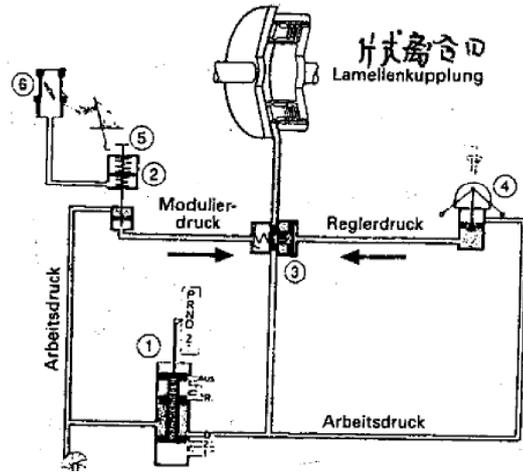


图13



第1部分：换档板

P：停车档
R：倒档
N：空档
D：行车档

2：爬坡，制动档
1：慢爬坡和制动档

第2部分：节流阀

节流阀把来源于发动机的工作压力(变速箱的液力耦合器)转换成调制压力，即其工作压力。加油越大，发动机负载越高，转换后的调制压力也越大：

给油量越大 ----- 调制后的压力越大

给油量越小 ----- 调制后的压力越小

而调制后的工作压力指向高档位(压力方向)

第3部分：换档阀

它的开启和关闭是通过液体在正常工作压力作用下，通过换档阀直接操纵离合器来进行换档。

调制后的工作压力和弹簧压力同另一个节流阀的调制后的压力进行比较，决定档位的高低。

第四部分：离心阀

通过连接在变速箱轴上的转速器，根据速度大小，利用离心原理来调节液体流量，控制工作压力。

车速越高-----工作压力越大

车速越低-----工作压力越小

其方向指向低档位。

第五部分：K-D阀门

当司机突然加油而踩到K-D开关时，打开K-D阀门，增大调制压力。

在大油门情况下，调制压力1较大，而车速低，调制压力2又很低，作用到换档阀上，换档阀失去平衡，把档位自动推向低档位，使汽车加速。

这就是我们所说的强制低档作用，减少司机的误操作。

对于电子油门踏板来说，仅在电位计上划出K-D开关位置，输出特定电压。

设计电位计时，要匹配好油门踏板行程与电位计滑块摆角关系，同发动机控制器要求信号相一致。为了安全起见，有的设计成双滑道电位计，确保信号输出准确。

油门操纵中还有个重要参数是油门踏板力和位移关系。

操纵力过大或过小都会给司机造成疲劳感，因此，必须确定合理的范围，使司机操纵舒适。

对于拉线。则是利用节气门的扭矩来决定踏板力大小。

电子油门踏板则利用压簧或扭簧来实现的。弹簧设计成具有舒适性的特性曲线。如图15。

目前，BORA A4的油门踏板行程为

- (1) 自动变速箱为50MM
- (2) 手动变速箱为58MM

用限位块来保护误操作对油门踏板的破坏。

总之，油门踏板及操纵要根据发动机的型式和具体要求，来设计不同的油门踏板及操纵。

4. 制动操纵及设计

制动操纵包括真空助力器，管路和制动踏板。制动力受法规约束，目前，我国法规规定最大制动力小于500N，这个值比较大，满足比较容易，一般采取较大的杠杆比(真空助力器主泵，分泵面积比乘以制动踏板杠杆比)。制动踏板杠杆比一般为3.5到4.65之间。

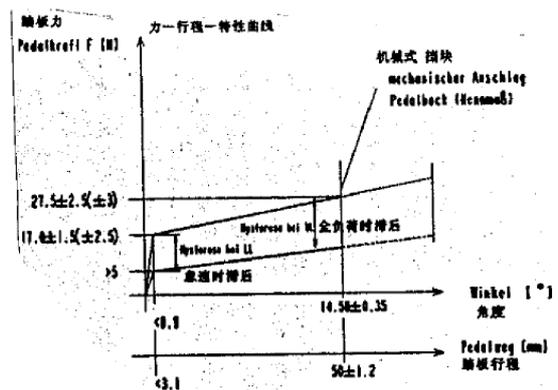


图 15

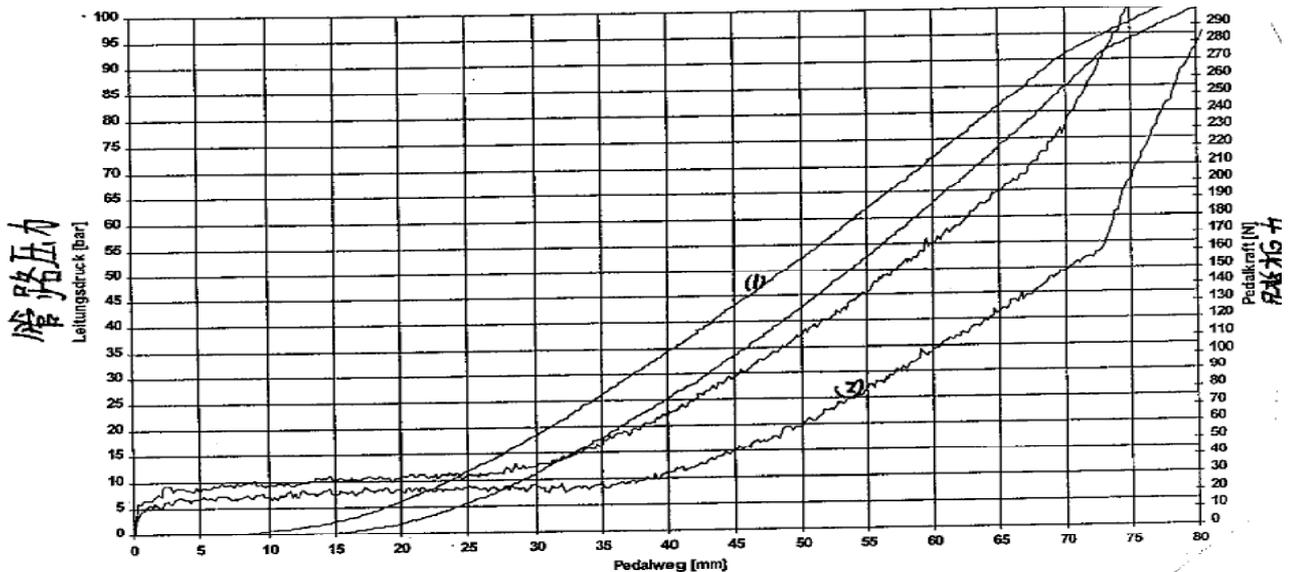
4.1. 制动踏板臂

在设计制动踏板臂时，要考虑操纵性能的要求，又要考虑强度的要求。

关系曲线为：(如图16)

制动踏板位移-----制动的管路压力

制动踏板位移-----制动力



nwerte Kurve 1: Weg bei 80 bar: 64,5 mm; Druck bei 30 mm: 18,5 bar; Leerweg: 9,0 mm

图16

图16

制动管路中压力上升的加速度，体现制动性能好坏。从曲线1上可以看出，在踏板位移过半后，此时司机愿望是使车尽快刹住，其上升加速度越大，制动效果好。

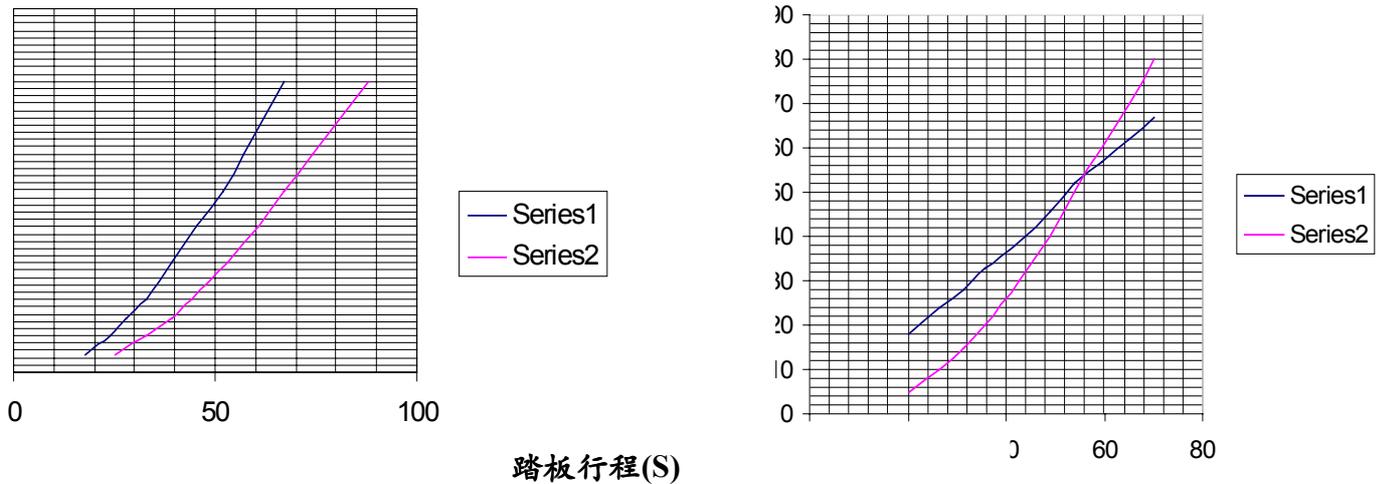
对于两种不同的杠杆比，装在相同的车辆上，测得的曲线图不同，所获得的制动性能不同。

我公司生产的BORA A4 1,8L和1,8T的踏板臂采取不同结构，获得不同杠杆比，来满足操纵性能要求。

这是由于发动机变化了，真空度变化，在制动系统不变情况下，所获得的制动性能不同，制动效果不一样。为了达到理想的制动效果，必须更改操纵系统。

对于操纵性能，发动机变化，制动系统变化都会对操纵性能有影响。必须考虑。

从下面两图可以看出，杠杆比不同，效果不同。



| l=3.64 | l=4.41 | 差值 |
|--------|--------|-------|
| 18 | 25 | -7 |
| 24 | 33 | -9 |
| 28 | 39 | -11 |
| 33 | 44 | -11 |
| 39 | 53 | -14 |
| 45.5 | 61 | -15.5 |
| 52 | 67 | -15 |
| 57 | 74 | -17 |
| 62 | 81 | -19 |
| 67 | 88 | -21 |

| l=3.64 | l=3.64 | 差值 |
|--------|--------|------|
| 18 | 20.1 | -2.1 |
| 24 | 26.5 | -2.5 |
| 28 | 31.3 | -3.3 |
| 33 | 35.8 | -2.8 |
| 39 | 42.6 | -3.6 |
| 45.5 | 49 | -3.5 |
| 52 | 54 | -2 |
| 57 | 59.5 | -2.5 |
| 62 | 65.1 | -3.1 |
| 67 | 70 | -3 |

图17

上图是达到相同的制动压力时，不同杠杆比所需踏板行程。

右表为相同车辆，换成相同杠杆比后，制动效果的改变。

4.2 制动踏板支架

支架为制动踏板提供不同的杠杆比所需的销轴位置，满足强度要求的同时，提供良好的操纵性能。为了减少噪音，轴向间隙公差一般在 $\pm 1\text{mm}$ 之内。

4.3 连接真空助力器的支架

设计制动踏板臂时，就要考虑好与助力器的连接方式及位置，该位置与支架销轴决定杠杆比大小。一般与支架销轴位置同时给出。

连接方式以前采用推杆叉相连接，用螺栓固定，这种方式安装不方便，而且助力器推杆运动又受限制，还需涂以润脂。

如今采用新的结构。如图18。

支架采用塑料材料而支架内部带有自润滑的聚四氟乙烯薄膜，不再涂油脂，而且安装简单，只要把助力器推杆端头压入支架内。

压力一般为400N，拔出力要大于3000N，助力器推杆端头在支架内运动自如，对助力器有保护作用。

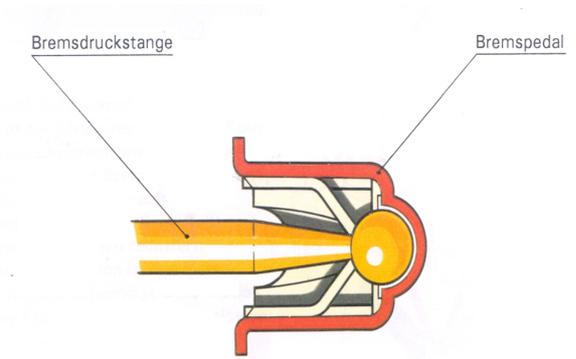


图18

4.4 回位弹簧

这要制动系统性能要求是否增加回位弹簧，一般情况下，制动踏板靠自身及助力器的回位而自动回位，如果回位较慢，则增加助力回位弹簧，以便快速回位。

但，带有助力回位弹簧，制动踏板操纵力要有相应增加，对制动操纵有影响。

AUDI C5 采用了扭簧回位，而BORA A4不用。

总之，踏板机构中制动部分的设计，是在满足制动性能的前提下，根据人机工程学原理，按相应的连接结构进行设计和开发的。

5. 离合器踏板及操纵性

从目前来看，离合器的操纵主要分三大类。

(1) 机械式操纵

A-B-F-S-P(如图 3)

把离合器踏板运动通过离合器拉线(S) 传递到分离杠杆臂上，使分离轴承运动，使离合器分离。但这种形式机械效率损失较大，踏板力需要较高，易使司机疲劳，且不易布置等缺点。

优点是：简单，可靠，成本低。

(2) 液压式操纵

A-B-F-N-L-G-P

CSC-L-G-P

把离合器拉线换成液压系统，由以下零件组成：

离合器分离主泵，分泵，软管，硬管及辅助支架，储液罐一般与制动储液罐共用一个。如使用离合器油，则需要单独设计储液罐。它是通过踏板运动，带动主泵工作，通过硬管把工作介质推向分泵，使分泵运动，从而把力传递到分离轴承上。完成离合器的分离动作。如图19。

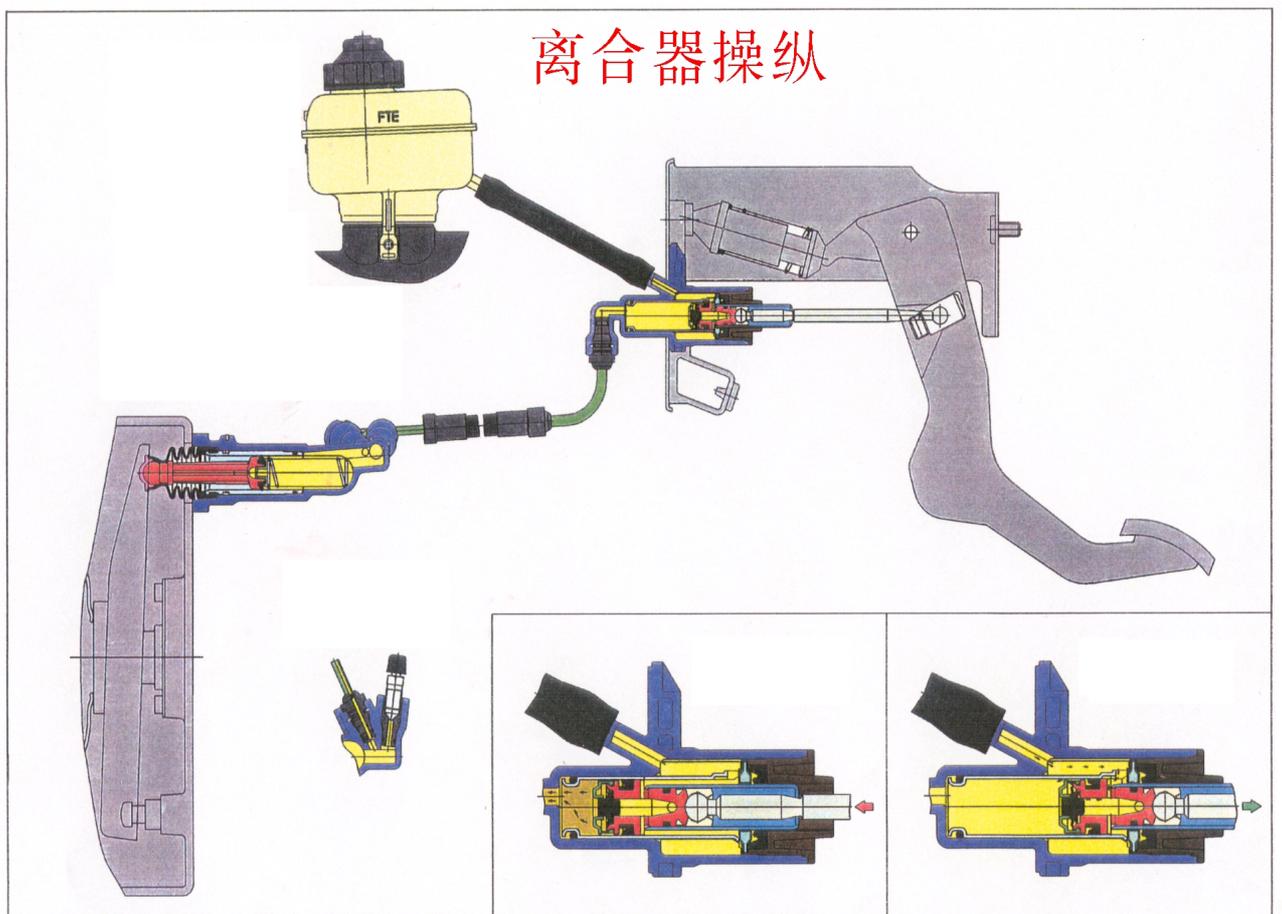


图19(液压离合器操纵)

优点是一般易布置，硬管在发动机仓内形状较为灵活，并且传递效率高。其主，分泵活塞面积比可以使系统总的杠杆比变得易于分配使杠杆比隐性化。

总杠杆比 $i = \text{分离臂}i \times \text{离合器踏板}i \times \text{主分泵}i$

缺点：比拉线式涉及零件多，制造较为复杂，成本有所增加。

下面介绍主泵和分泵结构：

离合器分离主泵：如图20

目前采用塑料外壳工作缸内径也取消了加金属衬套的方法，随着工艺的进步，回位弹簧也相应取消，减少噪音，补偿孔变更小，但系统密封性要求较高，端头使用快速插接头，按装方便。

分泵：如图21

目前也采用塑料外壳，工作缸内也取消了加金属衬套的方法，系统密封性要求较高，端头使用快速插接头，按装方便。进油管口处增加了排气孔，可以排除系统内空气，减少噪音，及空行程。

简单地介绍CSC

CSC把离合器分离轴承等部件同离合器分泵合成一体，直接对变速箱换档轴及离合器压盘进行操纵，取消分离臂及分离套管，用CSC代替。

这种结构应用于载重车上较多，省力，但成本较大。

(3) 电子式操纵

CSC-L-EKS II

A-B-F-N-L- EKS II

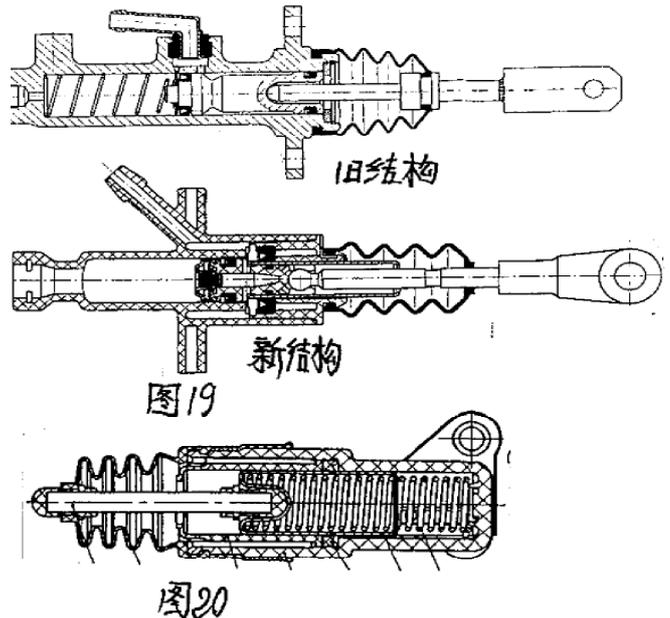
A-B-F- EK II

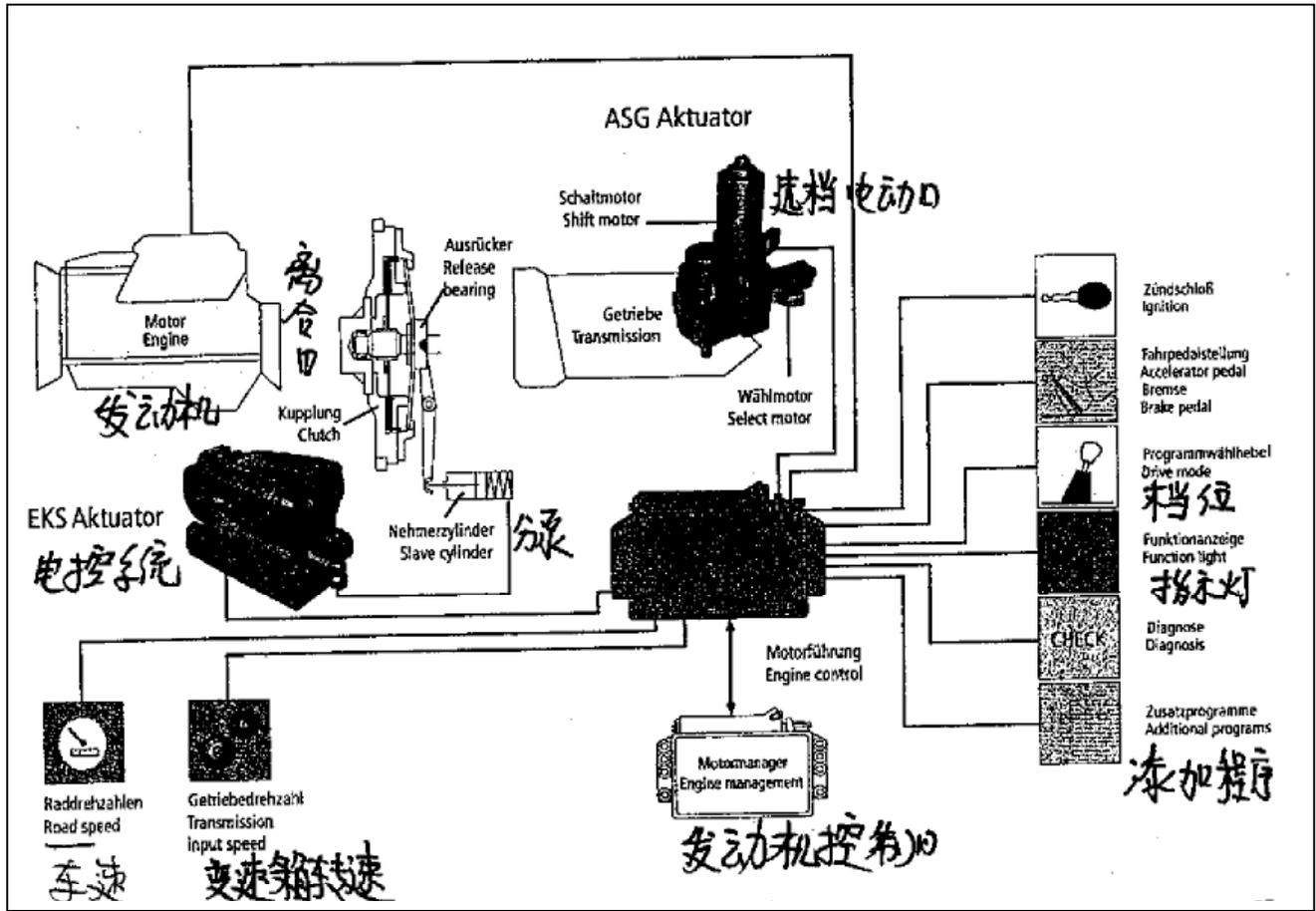
EKS：

电子离合器操纵和液压式操纵

自动换档变速器

通过液压系统和电子操纵系统能够完成离合器的分离及档位选择运动。基于不同形式和成本的要求，一般电子系统适用于小型汽车上，液压系统适用于大型汽车上，跑车和特殊用途的车辆上。如图22.





(1). 电控变速箱操纵器

对离合器和变速箱档位直接进行操纵。

(2). EKS

不同形式的电控离合器操纵同不同发动机扭矩匹配。

(3). 换档控制器(变速箱操纵器)

内置换档角度选择器和档位位置控制器，由两个电机组成。

(4). 液压系统

液压系统位置控制器

对离合器分离和啮合，变速箱档位选择角和换档运动进行控制。

内置位置操纵控制器(离合器操纵器)

液压油(压力)直接通过控制阀门作用到离合器分泵上，使分泵推杆产生运动，完成离合器操纵。

变速箱控制器

选择换档角度以及档位，由两个压力阀来控制。

(5). 系统结构(系统软件)

控制器由多种传感器组成，这个控制器内带有具有舒适性软件系统，(整车性能)，对整车的重要参数进行跟踪处理。

对当前车辆档位，速度，发动机输出扭矩，变速箱的转速，当前司机踏板位置，换档愿望的选择等进行跟踪，选择最佳的时间点。完成司机愿望。对司机具有一定的帮助作用，而且使行驶性能更好，更经济。

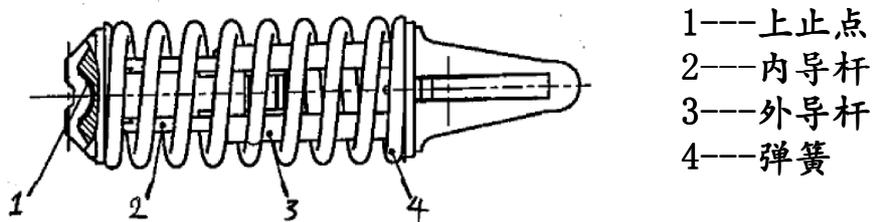
优点是：操纵轻巧，但成本大。

离合器操纵系包括所有的与压盘运动有关的结构件。当司机认为离合器比较舒适地分离时，踏板力和踏板行程不允许超过一定范围。

此外，最重要一点是不能产生噪音和保持分离状态时，减小司机疲劳感。满足腿部及脚部运动规律，其行程一般为120至140mm。

总杠杆比 I 在35至45之间，它分布到离合器踏板臂，分离杠杆臂，离合器主，分泵上。

踏板行程符合人体运动规律，踏板力在80N至120N之间较为舒适，它是通过上止点弹簧来调整其大小的，(如图23)



- 1---上止点
- 2---内导杆
- 3---外导杆
- 4---弹簧

图23

虽然增加了弹簧，最初踏板力会增加，但踏板力最高值下降了。

操纵性能评价参数：见图24

(1) 踏板力 F -----踏板行程 S 关系

(2) 踏板力 F -----管路压力 P 关系

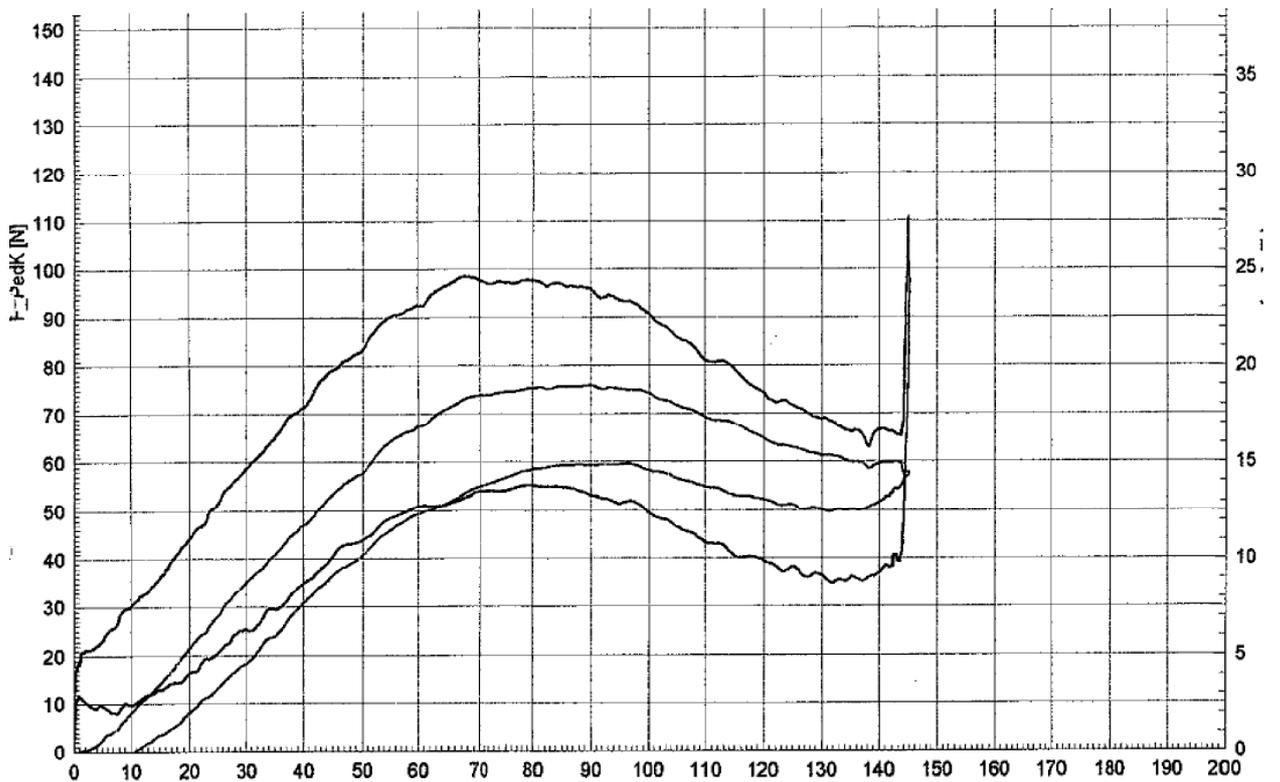


图24

踏板力同位移关系曲线，踏板力在离合器分离时较大，离合器踏板位移较小，持续时间短，使司机疲劳感减小。

目前，大众公司主要采用液压式离合器操纵系统，拉线式则较少应用了。我公司生产的JETTA A2为拉线式，AUDI C5 和 BORA A4为液压式。BORA A4踏板力为100N 左右，C5为120N左右。

6. 行程及杠杆比计算(如图25)

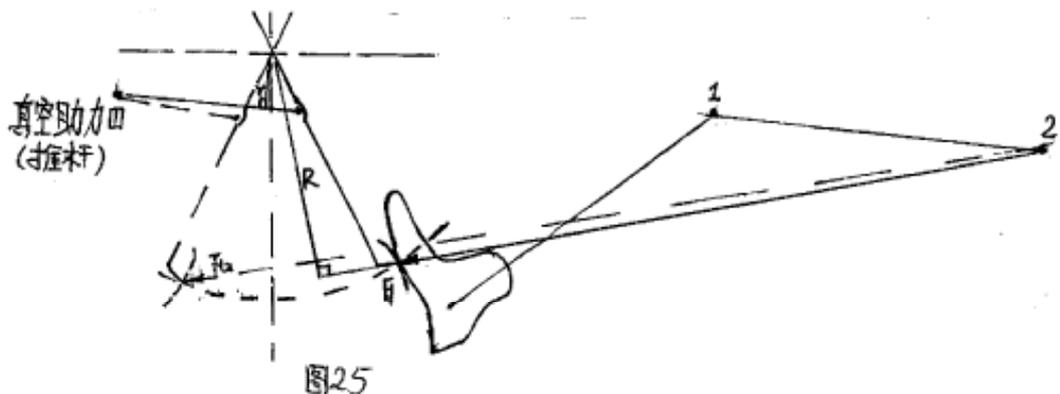


图25

PUNKT1 膝关节

PUNKT2 胯关节

F1: 作用到踏板上合力及作用方向

F2: 真空助力器的反作用力及方向

L : 为制动踏板行程

R, r 为作用力臂

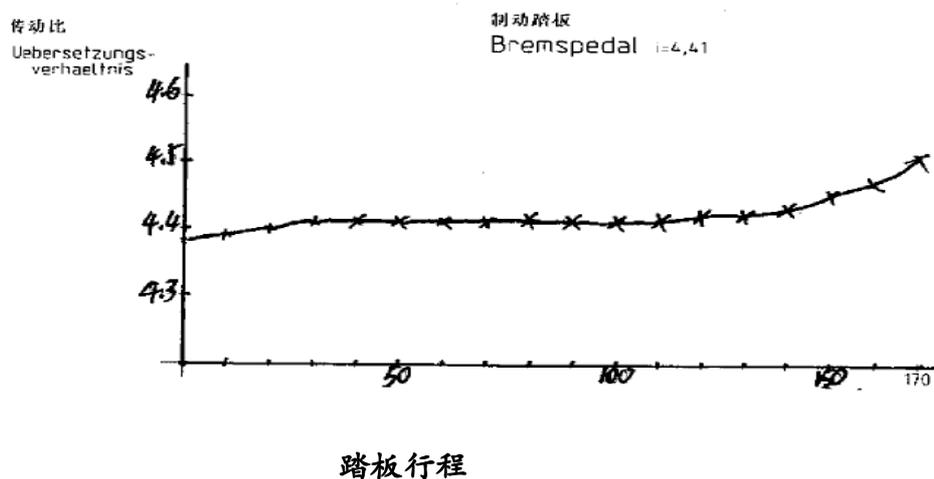
杠杆比 $I=R/r$

R, r 为变量, 不同位置变化不同。

因此, 没有公式可以准确计算出来。

从理论上取不同位置的行程, 计算出不同杠杆比。绘制成曲线。

如图26.



根据不同离合器的需要, 采取不同的行程, 但必须符合人机工程学原理, 一般在130mm左右。

总之, 设计离合器踏板及操纵时, 要考虑好相关的因素的要求, 满足整车的性能的要求。

三 . 试验

设 备： 寿命试验台

操纵性试验仪

液压密封试验设备

试验标准： TL 82183(油门踏板)

TL82184(制动踏板)

TL82185(离合器踏板)

TL82186 (总成)

TL875 (液压离合器管路)

试验项目：

(3.1) 操纵性能试验

油门操纵试验

踏板行程与踏板力关系曲线如图15。

该曲线制定是从试验经验中得出的，符合人们对操纵油门舒适性的要求，踏板力过大或过小，均会给司机造成疲劳感。因此，找到一个比较认同的曲线，满足大多数人对舒适性的要求。

制动操纵性(如图16)

踏板位移-----踏板力关系

踏板位移-----制动管路压力

从该图可以判定出制动系统的好坏，是否满足制动功能，是否符合舒适性？

利用曲线斜率，看制动力加速度，在适当范围内进行比较，进行踏板机构及真空助力器修正，满足制动性要求。

离合器操纵性(如图23)

该试验也是以：

离合器踏板位移S-----离合器踏板力

离合器踏板位移S-----离合器液压管路中压力

通过该曲线确定合理的总杠杆比，找出舒适性曲线。

上述三个方面的操纵性试验，基于大量的试验数据并加上经验而确定是否合理，具有一定的人为影响因素。再加上人体工程学原理，不能包括所有体形的人，仅能符合绝大多数。

(3.2) 变形性试验按TL标准

在操纵方向上

| 操纵试验力 | 离合器踏板 总变形 | 制动踏板 总变形 | 油门踏板 总变形 |
|-------------------------|--------------|-------------|-------------|
| 液压操纵 试验力 F_K 1000N | < 30 mm | --- | --- |
| 机械操纵 试验力 F_K 500N | < 25 mm | --- | --- |
| 制动操纵 试验力 F_S 2000N | --- | < 25 mm | --- |
| 油门操纵 试验力 F_G 200N | --- | --- | < 25 mm |

在横向上

| 操纵试验力 | 离合器踏板 总变形 | 制动踏板 总变形 | 油门踏板 总变形 |
|-------------------------|--------------|-------------|-------------|
| 离合器操纵 试验力 F_Y 200N | < 30 mm | --- | --- |
| 制动操纵 试验力 F_Y 400N | --- | < 30 mm | --- |
| 油门操纵 试验力 F_Y 100N | --- | --- | < 25 mm |

(3.3) 永久变形量(残余变形量)

按TL标准，不同材料，不同功能要求的不相同。

油门踏板和离合器踏板一般小于3mm.

制动踏板一般小于2mm.

(3.4) 寿命试验

寿命要求较高，进行10个循环试验。

1循环包括常温，低温，高温交变试验。

具体见标准。

(3.5). 密封性试验

按TL875进行离合器管路密封试验及按TL82186寿命试验。

具体见标准。

踏板机构看似简单，但它涉及到安全性及操纵性，因此，必须符合人们的操纵习惯，符合人机工程学原理，满足安全性要求，同时又是运动部件，又要满足强度及寿命的要求。



