

# TTA 培训总结

## ——空调系统

黄昆峰

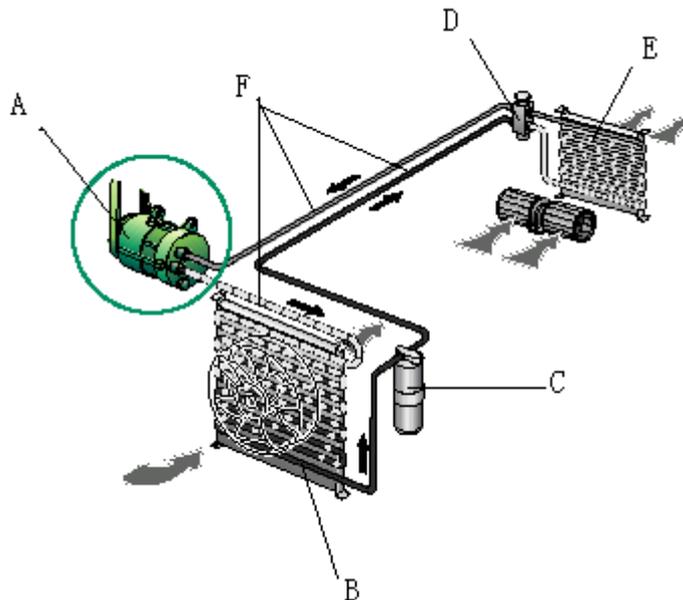
本人有机会于2000年10月至2000年12月在德国大众公司的EBAK部门接收了为期将近三个月的TTA 技术培训。在此期间接触到一些汽车空调领域方面的新技术，并在德国大众公司的有关专家的帮助下对这些新技术进行了消化和理解。在这里愿意将学习到的知识做一下归纳总结以与公司的各位同事分享。

### 一. 空调系统的组成及各部件功能,原理简介

#### (一). 空调系统的组成

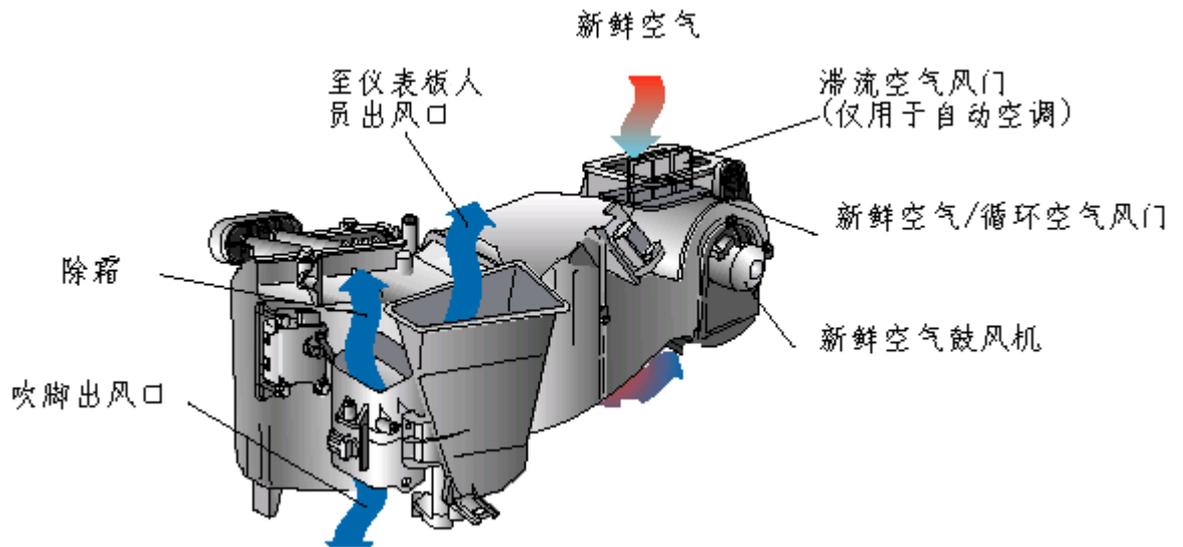
图一为膨胀阀调节的空调系统的部件构成图. 其中:

- |               |        |          |
|---------------|--------|----------|
| A--带电磁离合器的压缩机 | B--冷凝器 | C--储液干燥器 |
| D--膨胀阀        | E--蒸发器 | F--制冷剂管  |



图一. 空调系统部件构成图

其中蒸发器是安装在空调器总成中的，用于采暖的暖风热交换器也装在空调器总成中，空调器总成如图二所示。



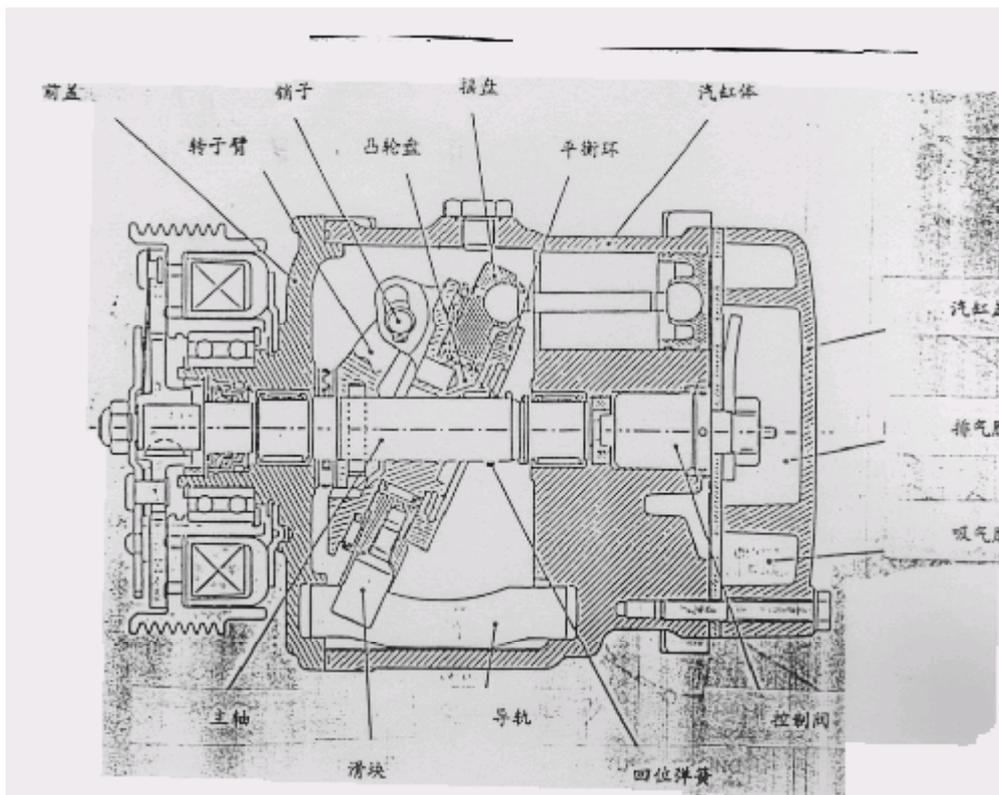
图二. 空调器总成

## (二). 各部件功能原理简介

### 1. 压缩机

压缩机吸入来自蒸发器的低温低压的制冷剂蒸汽，将之压缩成高温高压的制冷剂气体。按其能量输出方式可分为固定排量压缩机，内部调节的变排量压缩机和外部调节的变排量压缩机。固定排量的压缩机现已很少使用，在这里不予以介绍。外部调节的变排量压缩机将作为新技术在后面的章节中予以介绍。在此仅以用于Jetta A2 和Bora A4 车的日本三电公司的变排量压缩机SD7V16 为例对压缩机的工作原理作一介绍。

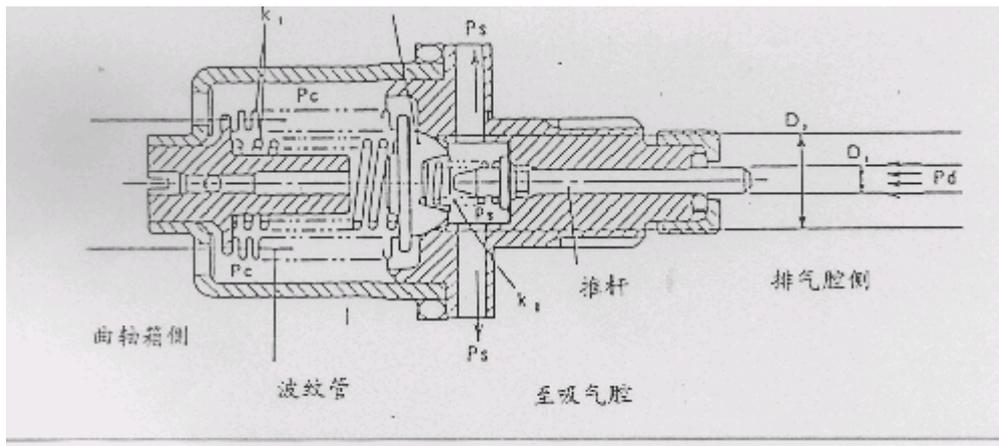
图三为该种形式的压缩机的横截面图。



图三. SD7V16 压缩机横截面图

压缩机主轴的旋转运动通过摇盘被转化为活塞的轴向运动,每个活塞都对应有一个吸气阀和一个排气阀,吸排气阀按着工作节拍自动地启闭.通过改变斜盘的角度来改变活塞的行程从而改变压缩机的排量,斜盘的位置取决于曲轴箱的压力以及作用于活塞上下两侧的压力,曲轴箱的压力通过作用于调节阀的高低压和毛细节流孔来决定.

图四为SD7V16压缩机所用控制阀的横截面图.



图四. 控制阀横截面图

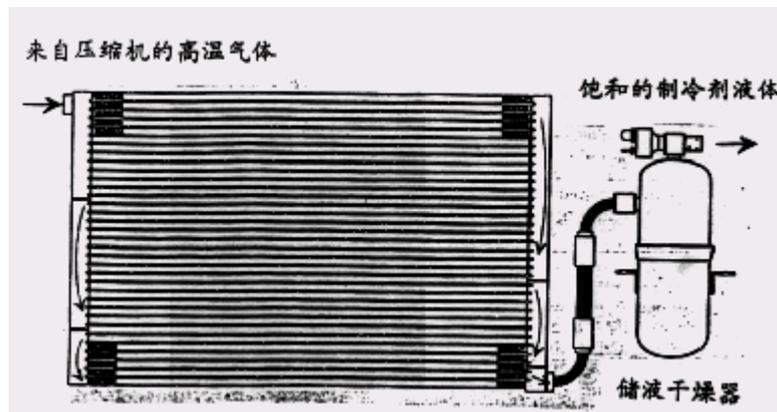
## 2) 冷凝器

外部空气流过冷凝器，吸收制冷剂的热量，将制冷剂冷凝为液体。目前使用较多的为平行流冷凝器，如图五。

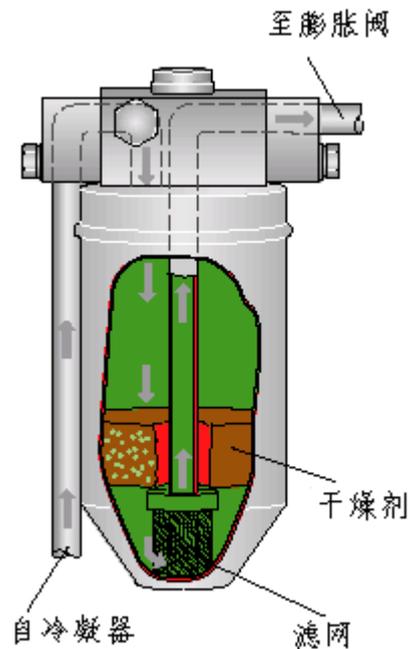
## 3) 储液干燥器

储存制冷剂液体并吸收制冷循环系统中的水分和脏物，结构如图六所示。

Jetta A2 和Bora A4的储液干燥器均固定在冷凝器上，属于冷凝器总成的供货范围。



图五. 带储液干燥器的平行流冷凝器

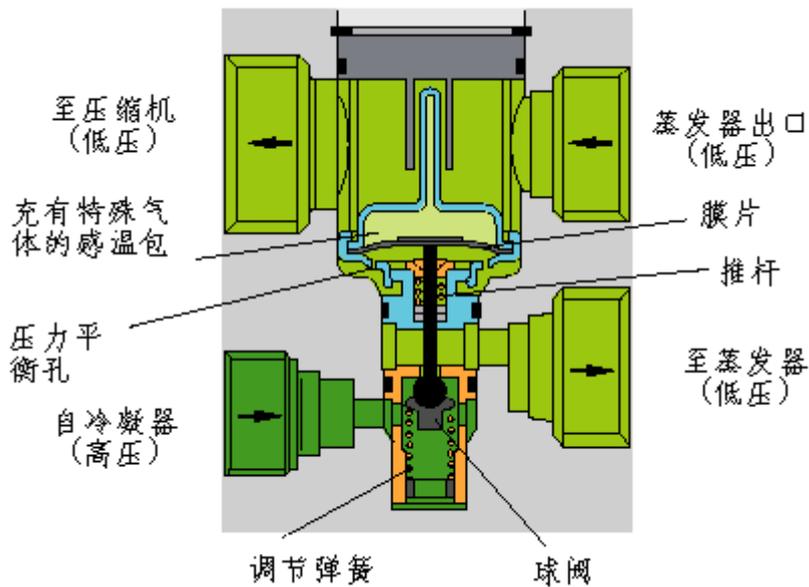


图六. 储液干燥器

#### 4) 膨胀阀

来自冷凝器的高温高压制冷剂液体通过膨胀阀后温度和压力下降, 变为低温低压的制冷剂液体. Jetta A2和Bora A4 使用的均是“H”型膨胀阀, 如图六所示. 它具有一带感温包的调节元件和一球阀, 感温包膜片的一侧充有特殊的气体, 另一侧通过压力平衡孔和蒸发气出口相通. 球阀通过一推杆控制. 低压侧的压力决定了感温包气体的压力, 从而确定了制冷剂的流量.

阀门的开启取决于蒸发器出口的温度, 要保证进入蒸发器的制冷剂全部被蒸发, 从而避免压缩机产生液击的危险.



图六. “H”型膨胀阀

## 5). 蒸发器

来自膨胀阀的低温低压制冷剂液体在蒸发器中吸收周围环境的热量变为低温低压的制冷剂气体，从而使流过蒸发器的空气得到冷却。

Jetta A2所用蒸发器为管片式结构，Bora A4和Audi A6所用蒸发器为层叠式结构，层叠式蒸发器是目前最先进的一种结构形式，其结构及加工简单，适宜批量生产，易于安装，体积小，重量轻，同体积下，其换热量比管片式蒸发器高30%，比管带式蒸发器高20%。

## 二. Bora A4的空调系统

Bora A4 为膨胀阀调节的空调系统。Bora A4 的空调系统有手动空调和自动空调两种形式。基本型和舒适型的Bora A4装备手动空调，豪华型的Bora A4装备自动空调。手动空调系统的零部件和自动空调系统的零部件是相同的，其主要差别在于空调装置的控制部分。

### (一). Bora A4空调系统各主要部件的技术信息

部件名称	原装供货厂	技术参数
压缩机	Sanden	内部调节的变排量压缩机SD7V16 排量:10.4cc--161.3cc 冷冻机油量:135cc±15cc
冷凝器	Showa	平行流式冷凝器, 表面粉末喷漆
制冷剂管	D:Conti L:Aeroquip S:Aeroquip	胶管为Conti 44107 胶管 Aeroquip GH 134-6 (CSM) 胶管为 Manuli Greenfreon B1B S管上的消音器为双腔式结构
空调器总成	Valeo	制冷量: 5.2KW 加热功率: Q <sub>100, 200l/h</sub> =5.5KW Q <sub>100, 500l/h</sub> =6.4KW 层叠式蒸发器 “H”型膨胀阀

在Bora A4 空调系统中, 压力传感器取替了空调系统中常用的压力开关 (如Jetta A2 和Audi A6的空调系统). 它采集制冷剂压力并将物理参数转化为电信号, 不同于压力开关的是它不仅采集确定的压力界限值, 而且监控整个工作循环过程的制冷剂压力.

其优点在于: --发动机的怠速可以和压缩机的功率消耗精确匹配. 怠速时冷却风扇的转速变化几乎感觉不到, 这尤其对于功率较低的发动机改善了舒适性.

--冷却风扇档位的接通和断开过程具有较短的延迟时间.

## (二). 手动空调和自动空调

Bora A4 的手动空调的操纵机构是旋钮式的, 除新鲜空气/循环空气风门外的其它风门均是由拉丝控制的.

Bora A4自动空调的各个风门均是由伺服电机控制的. 自动空调的优点在于能够将多个参数计入调节系统中并能预先计算其再调整的热力结果.

自动空调具有 --控制器

--2个外部温度传感器

--内部温度传感器

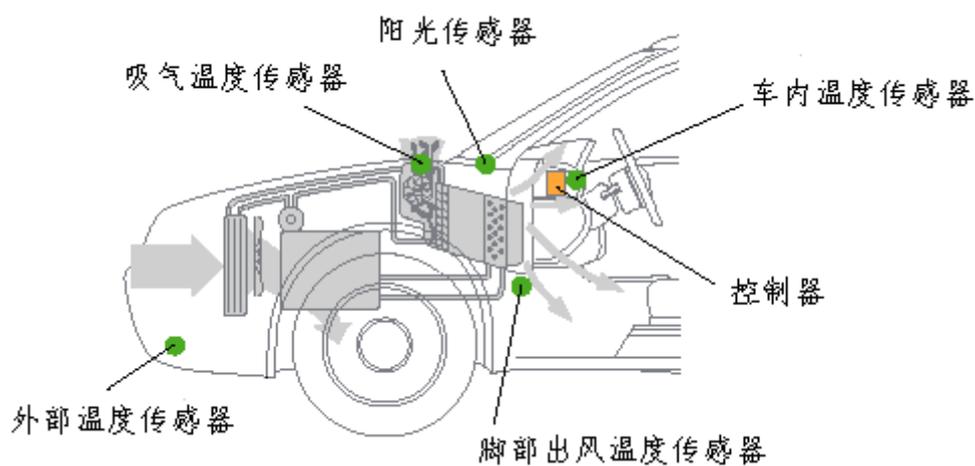
—阳光传感器

—伺服电机

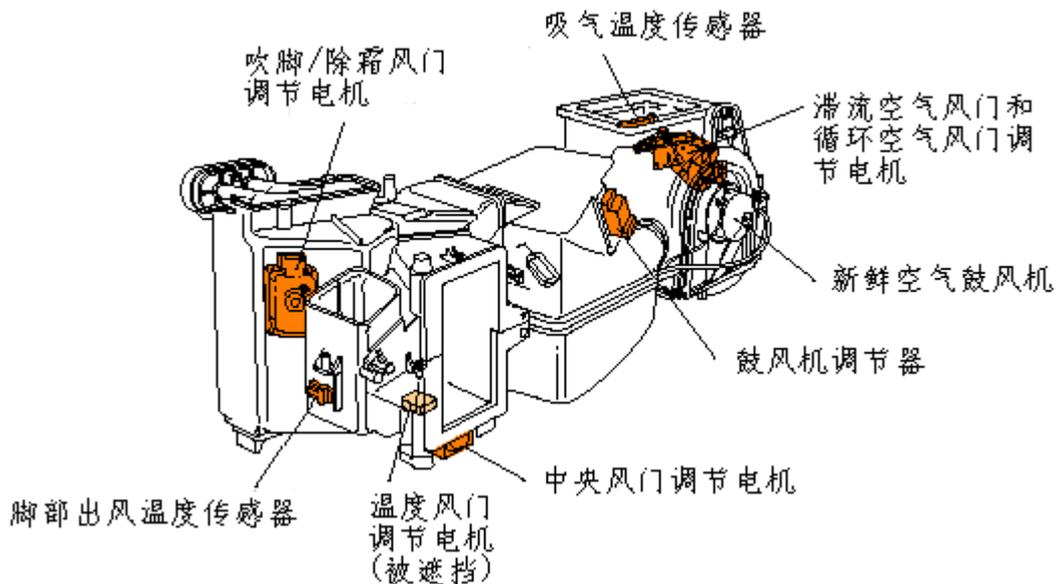
控制器接受来自各个传感器的输入信号，去干扰并传至控制器的微电脑中。微电脑按已程序设定的额定值计算输出信号，将输出信号传给执行元件，执行元件就是空调器总成上的各个伺服电机，伺服电机控制相应的风门。

图七为传感器在整车中的位置。

图八表示的是控制各风门的伺服电机。



图七. 各温度传感器的布置



图八. 控制各风门的调节电机

### 三. 新技术

#### (一). 外部调节的变排量压缩机

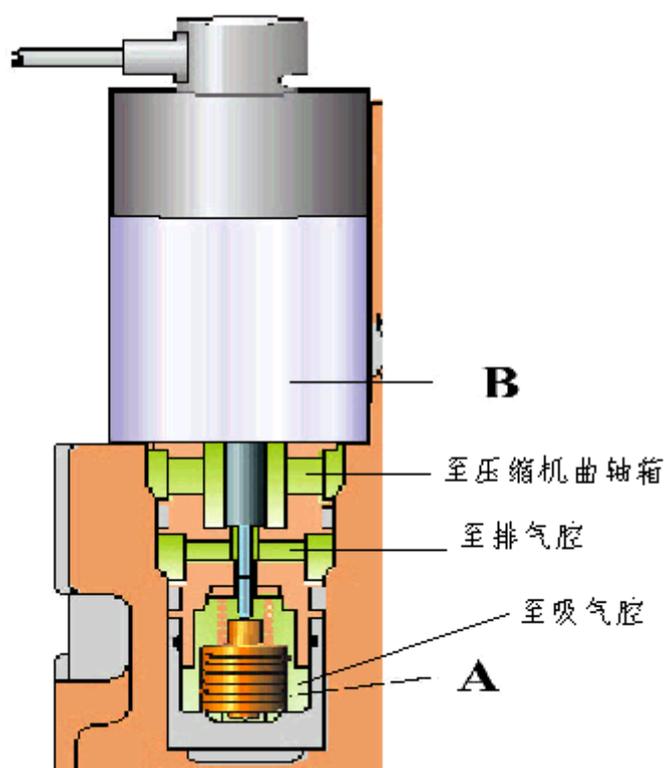
目前在德国大众公司使用的外部调节的变排量压缩机主要有电装公司的7SEU16, 7SBU16, 6SEU12. 其工作原理与内部调节的变排量压缩机的工作原理相似, 不同于内部调节的变排量压缩机之处在于其控制阀具有一电磁单元, 操纵和显示单元从蒸发器出风温度传感器获得信号作为输入信息, 从而对压缩机的功率进行无级调节。

##### 1. 控制阀的控制机理

控制阀由机械元件A和电磁单元B组成, 如图九所示. 机械元件接着低压侧的压力关系借助于一位于控制阀低压区的压力敏感元件来影响调节。电磁单元由操纵和显示单元E87通过500Hz的通断频率进行控制。在无电流的状态下, 阀门开启, 高压和压缩机曲轴箱相通, 高压腔的压力和曲轴箱的压力达到平衡。

全负荷时, 阀门关闭, 曲轴箱和高压腔之间的通道被隔断, 曲轴箱的压力下降, 斜盘的倾斜角度加大直至达到100%的排量;关掉空调或所需的制冷量

较低时, 阀门开启, 曲轴箱和高压腔之间的通道被打开, 斜盘的倾斜角度减小直至低于2%的排量. 当系统的低压较高时, 真空膜盒被压缩, 阀门挺杆被松开, 继续向下移动, 使得高压腔和曲轴箱进一步被隔离, 从而使压缩机达到100%的排量; 当系统的吸气压力特别低时, 压力元件被释放, 使挺杆的调节行程受到限制, 这就意味着高压腔和曲轴箱不再能完全被隔断, 从而使压缩机的排量变小.



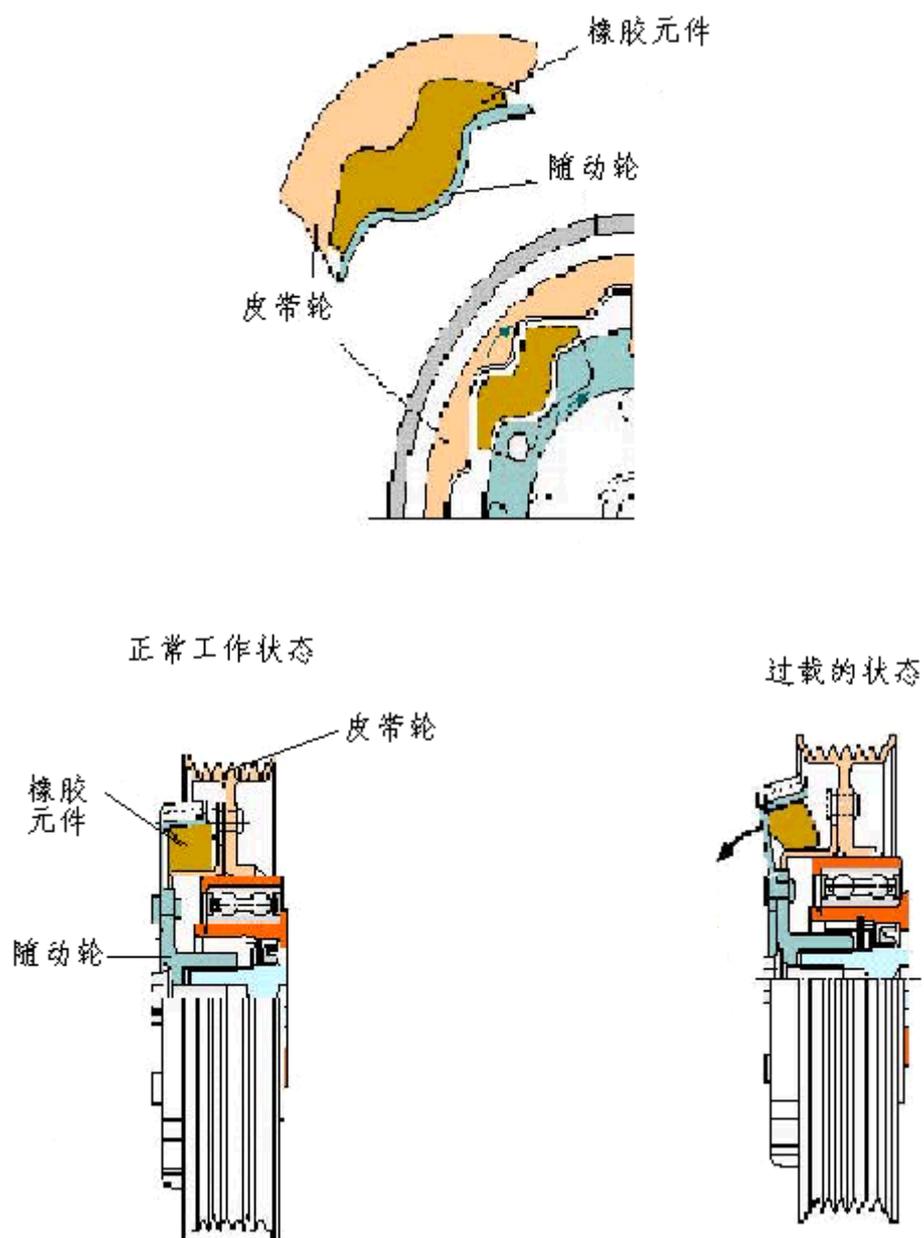
图九. 外部调节的变排量压缩机中的控制阀

## 2. 新结构的皮带轮

外部调节的变排量压缩机采用了新结构的皮带轮, 如图十所示.

当压缩机因损坏而卡死时, 随动轮将根据橡胶元件温度的高低或多或少地产生变形, 橡胶元件的弹性取决于结构件的温度. 由于橡胶元件和随动轮的形变, 避免了发动机皮带传动的损坏, 同时防止了诸如水泵和发电机的损坏, 起到了

过载保护的作用。



图十. 新结构的皮带轮

### 3. 外部调节的变排量压缩机的优点

- a). 压缩机一直运转, 无接合冲击, 提高了舒适性;
- b). 外部调节通过调节蒸发器的温度使制冷量和热负荷及能量消耗完美匹配, 使出风口的温度, 湿度恒定调节;
- c). 由于排量可以降低到近0%, 省去离合器导致的重量下降为20%(约500g—800g);
- d). 压缩机的功率消耗下降, 燃油消耗下降;
- e). 新结构的皮带轮用于皮带传动和空调压缩机之间的力传递, 消除了扭矩波动并同时起到过载保护的作用.

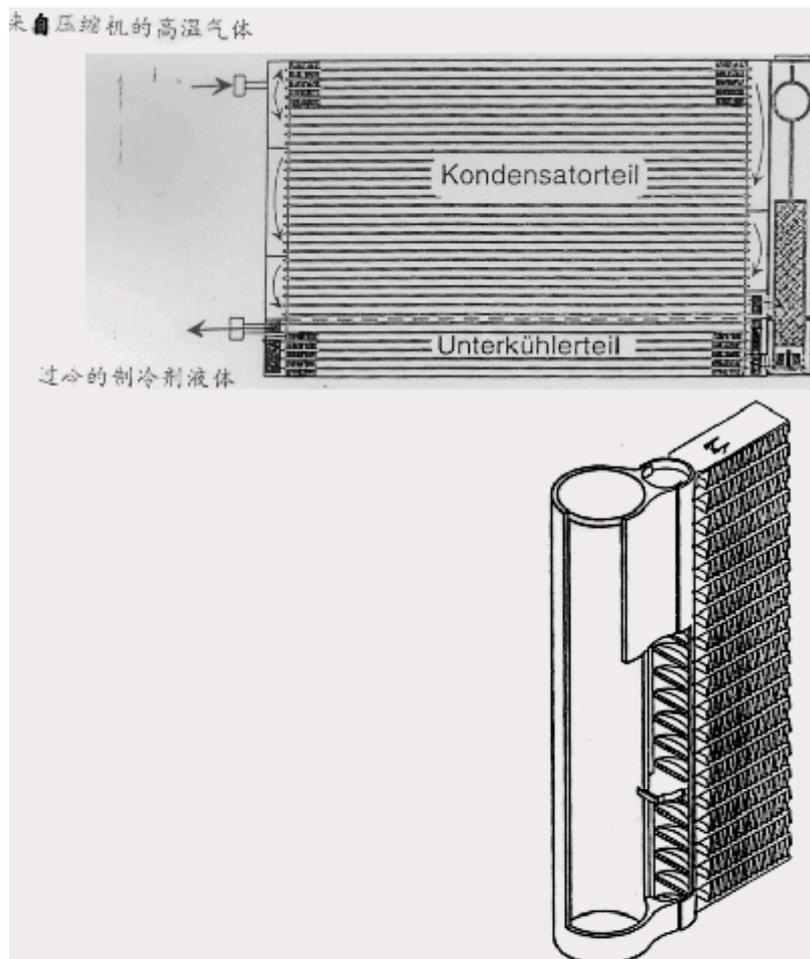
## (二). 冷凝器组件

当今使用的冷凝器的形式如前面图五所示.

冷凝器组件如图十一所示.

冷凝器组件的特点是储液干燥器作为整体的一同焊接的零件焊接在冷凝器的一侧, 从而取消了现今的连接管和两个螺栓, 用集流管和与集流管平行布置的储液干燥器之间的开口代替. 为减少所需的安装空间, 储液干燥器相对于冷凝器表面非对称布置.

模拟计算和台架试验表明, 当冷凝器的整个传热面的一部分用于制冷剂的过冷, 制冷装置的制冷功率将提高, 最大值几乎和装置的工作状态无关, 将在过冷度为15K时达到最大值, 和无过冷相比制冷功率提高4%.



图十一. 冷凝器组件

现今的方法是对制冷装置进行一定量的过量充注而得到过冷从而使制冷功率得到改善，通过制冷剂向冷凝器的倒流使一部分传热面用于过冷。这种方式的缺点在于过冷度在不同的行驶状态下将有很大的变化。另一个缺点是在有较小的制冷剂损失的情况下，过冷度很快就没了。除了由此产生的功率损失外，液体管中饱和状态的液态制冷剂在接收到较少的热量或有较少的压力损失时马上就沸腾，产生的蒸气使得膨胀阀达到其调节范围的极限，这导致蒸发器出口处制冷剂的过热度提高从而使蒸发器传热面积的利用下降，在压缩机频繁通断的工作过程中由于压力变化的叠加作用加强了沸腾过程，液体管中的蒸汽量大得可以在膨胀阀处产生严重的超高的脉冲噪声，冷凝器组

件避免了上述缺点,储液干燥器下部的液态制冷剂通过开口进入冷凝器的过冷段以得到进一步的冷却.通过选择过冷器的面积可以从结构上确定一个需要的过冷度的值.

冷凝器组件集成了可更换的过滤器/干燥器芯,其上的储液干燥器带有一个可拆卸的螺纹堵盖,这样在维修工作中很容易更换.

冷凝器组件的优点如下:

- a. 降低了汽车生产厂在生产,物流和安装方面的费用;
- b. 降低了维修工作的劳动量;
- c. 降低了系统所需的制冷剂的量,从而进一步改善了空调装置的环保性;
- d. 最终用户将得益于在较大的充注量范围因而长时间能保持的优化的功率和舒适性.

#### 四. 汽车空调的发展动态

有关专家预计在七,八年后 $\text{CO}_2$ 将成为汽车空调的制冷剂。 $\text{CO}_2$ 是一种天然的制冷剂,对大气不产生温室效应,使用 $\text{CO}_2$ 作为制冷剂的空调装置与使用R134a作为制冷剂的空调装置相比具有下述优点:

1. 性能方面
  - a. 具有较好的降温性能;
  - b. 降温所需的时间缩短,风洞试验表明,降温所需时间约为R134a系统降温所需时间的一半.
2. 运行费用方面
  - a. 降低制冷剂的费用;
  - b. 降低维修费用;
  - c. 降低燃油消耗.

$\text{CO}_2$ 空调装置的特点和对系统部件的要求:

1. 系统的最高温度可达 $180^\circ\text{C}$  ;
2. 系统的工作压力高,高压侧的压力为70—130bar,低压侧的压力为30—50bar;
3. 系统对密封性的要求比R134a系统要求高;
4. 现在的密封环已不再适用,须采用其它形式的密封件;
5. 制冷剂管的软管材料将有变化,将使用具有金属内层的软管,制冷剂管与R134a的制冷剂管完全不同;
6. 不仅可以制冷而且可以制热.

