

## 项目八 汽车空调系统检修

### 任务 8.1 空调系统结构认知

学习目标	了解汽车空调的功能。
考核标准	应知：汽车空调的特点。

【顾客问题】 汽车空调除制冷外，还有其他的功能吗？

#### 8.1.1 汽车空调的功能

汽车空调即汽车室内空气调节，其功能是对车内空气的温度、湿度、流速和清洁度等参数进行调节，使乘员感到舒适。另外，汽车空调还能除去风窗玻璃上的雾、霜、冰、雪，给驾驶员一个清晰的视野，保证行车安全。

##### 1. 调节车内温度

汽车空调在夏季通过制冷装置降低车内温度。在冬季，利用汽车空调暖风装置提高车内温度，轿车和中小型汽车一般以发动机冷却循环水作为暖气的热源，而大客车采用独立式加热器作为暖气的热源。

##### 2. 调节车内的湿度

普通汽车空调一般不具备这种功能，只有高级豪华汽车采用的冷暖一体化空调器，才能对车内的湿度进行适量调节。它通过制冷装置冷却、去除空气中的水分，再由取暖装置升温以降低空气的相对湿度。

##### 3. 调节车内的空气流速

空气流速和方向对人体舒适性影响很大。冬季，风速大了会影响人体保温，因而冬季采暖希望气流速度尽量小一些，一般为  $0.15\text{--}0.20\text{ m/s}$ 。夏季，气流速度稍大，有利于人体散热降温。但过大的风速直接吹到人体上，会使人感到不舒服，舒适的气流速度一般为  $0.25\text{ m/s}$  左右。另外，根据人体生理特点，在布置空调出风口时，应采取上冷下暖，即让冷风吹到乘员头部，暖风吹到成员脚部。

##### 4. 过滤净化车内空气

由于车内空间小，乘员密度大，车内极易出现缺氧和二氧化碳浓度过高的情况。汽车发

动机废气中的一氧化碳和道路上的粉尘、野外有毒的花粉都容易进入车内，造成车内空气污浊，影响乘员的身体健康，因此必须要求汽车空调具有补充车外新鲜空气、过滤和净化车内空气的功能。

### 8.1.2、汽车空调的特点

汽车空调是以消耗发动机的动力来调节控制车内环境的。了解汽车空调特点，有利于汽车空调的使用和维修。其主要特点如下：

#### 1. 汽车空调的制冷热负荷较大

汽车空调的制冷热负荷主要包括：

##### (1) 通风换气热负荷

为了保证乘员能呼吸新鲜空气，车内需要一定的通风量，另外，由于门窗等处存在缝隙，也有新鲜空气漏入。这些新鲜空气从车外进入车内，必然会带入很多热量，使车内温度上升。

##### (2) 传导热负荷

由于车外空气温度高于车内空气温度，太阳辐射使车身温度升高，热量必然要通过车身、车窗和底板传导进入车内。发动机舱的热量也经过罩壁传导进入车内。因此要求汽车车厢的保温隔热性能要好，以减少传导热负荷。

##### (3) 辐射热负荷

太阳光的热量以辐射形式通过玻璃窗进入车内，这一部分热量占制冷热负荷的 20%~30%。

##### (4) 乘员热负荷

人体不断产生热量并散发出去。其他还有车内电机、仪表、照明等电器设备产生的热量。

#### 2. 抗冲击能力强

汽车空调安装在运动中的车辆上，承受剧烈、频繁的振动和冲击，因此，汽车空调的各个零部件应有足够的强度和抗震能力，接头牢固并防漏。

#### 3. 制冷性能受发动机转速影响

在由发动机驱动时，汽车空调的制冷性能受发动机转速影响，但即使是怠速运转，也要保证车内温度凉爽适宜。另外，汽车空调制冷压缩机要由汽车发动机来驱动，因此，对汽车的动力性、经济性均有一定的影响。

#### 4. 车厢内布局的影响

汽车车厢内乘员所占空间比例较大，加上座椅和其他机械装置的高低不平，直接影响了车厢内的风速分布和温度分布的均匀性，从而影响了人体的舒适性。

#### 5. 冷凝压力偏高

对于轿车、货车、小型旅行车等大多数车辆，冷凝器置于汽车水箱前面，其散热效果受

到发动机水箱辐射热、汽车行驶速度、路面尘土污染的影响，尤其在汽车怠速或爬坡时，不仅冷凝压力异常升高，而且影响汽车发动机水箱的散热。即使装在汽车车身侧面的冷凝器，冷却条件也不很理想。

#### 6. 制冷剂容易泄漏

汽车在颠簸不平的道路上行驶时，振动厉害，制冷管路连接处容易松动，冷凝器易受飞石击伤或泥浆腐蚀，产生泄漏现象。

## 任务 8.1.2 制冷剂

学习目标	了解制冷剂的种类。
考核标准	应知：制冷剂、冻机油的要求。

【顾客问题】 汽车空调系统的制冷剂为什么会挥发？

### 8.2.1 制冷剂的要求

制冷剂是在制冷回路里循环工作的介质，对其有着严格的要求。

- 1、与冷冻机油互溶，不起化学反应，不改变润滑油的特性。
- 2、不易燃烧，不易爆炸。无毒、无刺激性。不腐蚀金属和橡胶件。
- 3、在蒸发器内容易蒸发，蒸发温度低。蒸发压力应该稍高于大气压力，防止制冷系统产生负压而吸进空气，使制冷能力下降。
- 4、冷凝压力不宜太高，如果冷凝压力太高，对制冷设备、管路的要求也会提高，并且引起压缩机功耗增加。
- 5、制冷剂在高温下不易分解，化学性质稳定。

### 8.2.2 制冷剂的种类

在制冷系统中用于转换热量并循环流动的物质称为制冷剂。汽车空调系统中常用制冷剂有 R12 和 R134a。

#### 1. 制冷剂 R12

制冷剂 R12 学名为二氯二氟甲烷，在常温、常压下为无色、无味气体，毒性小、不易燃烧、不爆炸，化学性能稳定，但与火焰接触时会分解为有毒的气体。在标准大气压下，温度在 $-29.8^{\circ}\text{C}$ 时开始蒸发为气体。

制冷剂 R12 对天然橡胶和塑料有膨润作用，制冷剂 R12 系统使用的密封材料应为耐腐蚀

的丁氰橡胶或氯醇橡胶。

制冷剂 R12 对大气臭氧层有破坏作用，有使全球变暖的温室效应，被蒙特利尔议定书列为第一批禁用物质。

## 2. 制冷剂 R134a

R134a 具有与 R12 相近的热力性质，安全性好，无色、无味、不燃烧、不爆炸，化学性质稳定，无腐蚀性。不破坏大气臭氧层，在大气层停留寿命短，温室效应也很小。

R134a 蒸发潜热高，定压比热大，具有较好的制冷能力，但质量流量小，综合起来 R134a 的制冷系数与 R12 相当或略小。

R134a 与矿物油不相容，不能使用矿物油。

提示：R12、R134a 两种制冷剂绝对不能混用。

## 8.2.3 冷冻机油

空调压缩机使用的润滑油称为冷冻机油或冷冻润滑油，它是一种在高、低温工况下均能正常工作的特殊润滑油。

### 1. 冷冻机油的作用

(1) 润滑作用：它可以润滑压缩机轴承、活塞、活塞环、连杆曲轴等零部件表面，减少阻力和磨损，降低功耗，延长使用寿命。

(2) 冷却作用：它能及时带走运动表面摩擦产生的热量，防止压缩机温升过高或压缩机被烧坏。

(3) 密封作用：润滑油渗入各摩擦件密封面而形成油封，起到阻止制冷剂泄漏的作用。

(4) 降低压缩机噪声：润滑油不断冲洗摩擦表面，带走磨屑。

### 2. 对冷冻机油的要求

冷冻机油在空调制冷系统中完全溶解于制冷剂中，并随制冷剂一起在制冷系统中循环，因此，冷冻润滑油的油温有时会超过 120℃，而制冷剂的蒸发温度范围为 -30℃~+10℃，所以它是在高温与低温交替的条件下进行的。为保证其正常工作，对冷冻润滑油提出了一些性能要求：

(1) 冷冻润滑油的凝固点要低，在低温下具有良好的流动性。若低温流动性差，则冷冻润滑油会沉积在蒸发器内，影响制冷能力；或凝结在压缩机底部，失去润滑作用而损坏运动部件。

(2) 冷冻润滑油应具有一定的粘度，且受温度的影响要小。

(3) 冷冻润滑油与制冷剂的溶解性要好。在汽车空调制冷系统中，制冷剂与润滑油是混合在一起的。当制冷剂流动时，润滑油也随之流动，这就要求制冷剂与润滑油能够互溶；若二者不互溶，润滑油就会聚集在冷凝器和蒸发器的底部，阻碍制冷剂流动，降低换热能力。由于润滑油不能随制冷剂返回压缩机，压缩机将会因缺油而加剧磨损。

(4) 含水量极少。

(5) 冷冻润滑油的化学性质要稳定，与制冷剂和其他材料不起化学反应。

### 任务 8.1.3 汽车空调系统构造

学习目标	了解汽车空调的组成。
考核标准	应知：汽车空调的工作原理。 应会：汽车制冷系统的主要组成部件。

【顾客问题】接通空调开关 (A/C)，为什么要提高发动机怠速？

#### 8.3.1、汽车空调的组成

汽车空调主要由制冷、暖风、通风、操纵控制及空气净化系统组成。

##### 1. 制冷系统

对车内空气和由外部进入车内的新鲜空气进行冷却、除湿，使车内空气变得凉爽舒适。

##### 2. 暖风系统

对车内空气和由外部进入车内的新鲜空气进行加热，达到取暖除湿的目的。暖风系统还可以对前风挡玻璃进行除霜。

##### 3. 通风系统

包括暖风电机、风道、风门和出风口等，把车外的新鲜空气引入车内，通过排风口把车内的污浊空气排出车外。

##### 4. 操纵控制系统

对制冷系统和暖风系统的工作进行控制，同时对车内的空气温度、风量、流向进行调节，保证空调系统正常工作。一般由电气系统、真空系统和操纵装置组成。

##### 5. 空气净化系统

除去车内空气中的尘埃、臭味、烟气及有毒气体，使车内空气变得清洁。一般由空气过滤器、排风口、电气集尘器和阴离子发生器等组成。

#### 9.3.2 汽车空调制冷系统的工作原理

蒸气压缩制冷系统主要由压缩机、冷凝器、液体膨胀装置和蒸发器等总成构成，如图 9.3-1 所示。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。

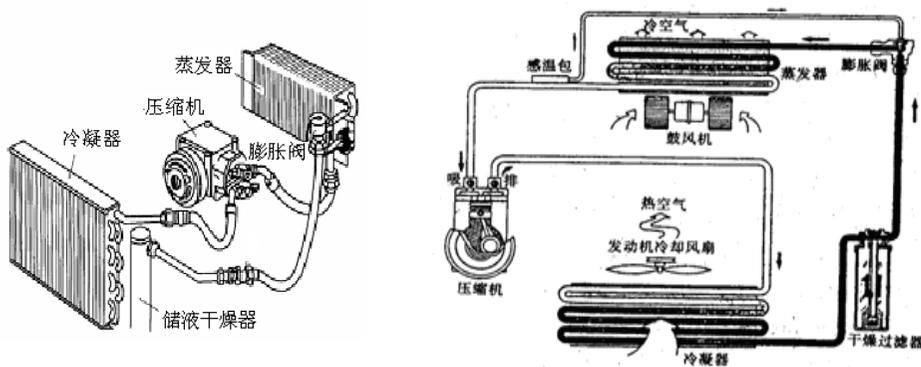


图 9.3-1 汽车空调制冷系统的组成

制冷循环是由压缩、放热、节流和吸热四个过程组成。

### 1. 压缩过程

压缩机吸入蒸发器出口处的低温低压的制冷剂气体，把它压缩成高温高压的气体，然后送入冷凝器。此过程的主要作用是压缩增压，以便气体易于液化。压缩过程中，制冷剂状态不发生变化，而温度、压力不断升高，形成过热气体。

### 2. 放热过程

高温高压的过热制冷剂气体进入冷凝器（散热器）与大气进行热交换。由于压力及温度的降低，制冷剂气体冷凝成液体，并放出大量的热。此过程作用是排热、冷凝。冷凝过程的特点是制冷剂的状态发生变化，即在压力、温度不变的情况下，由气态逐渐向液态转变。冷凝后的制冷剂液体是高压高温液体。制冷剂液体过冷，过冷度越大，在蒸发过程中其蒸发吸热的能力也就越大，制冷效果越好。

### 3. 节流过程

高压高温制冷剂液体经膨胀阀节流降温降压，以雾状（细小液滴）排出膨胀装置。该过程的作用是使制冷剂降温降压，由高温高压液体，迅速地变成低温低压液体，以利于吸热、控制制冷能力以及维持制冷系统正常运行。

### 4. 吸热过程

经膨胀阀降温降压后的雾状制冷剂液体进入蒸发器，因此时制冷剂沸点远低于蒸发器内温度，故制冷剂液体在蒸发器内蒸发、沸腾成气体。在蒸发过程中制冷剂大量吸收周围的热量，降低车内温度。而后低温低压的制冷剂气体流出蒸发器等待压缩机再次吸入。吸热过程的特点是制冷剂状态由液态变化到气态，此时压力不变，即在定压过程中进行这一状态的变化。

上述过程周而复始地进行，便可使汽车内温度达到并维持在给定的状态。

### 8.3.3 制冷系统主要组成部件

#### 1. 压缩机

压缩机是汽车空调制冷系统的核心，其作用是维持制冷剂在制冷系统中的循环，吸入来自蒸发器的低温、低压制冷剂蒸气，压缩制冷剂蒸气使其压力和温度升高，并将制冷剂蒸气送往冷凝器。其原理与普通空气压缩机相似，只是密封程度要求更高。

在汽车上使用的压缩机相对于一般的用途的压缩机有着特殊的要求：

(1) 在低速行驶或怠速时效率高，制冷能力强。在高速行驶时又要求输入的功率低。  
(2) 体积小重量轻。压缩机必须在发动机和水箱风扇之间的有限空间安装固定，所以要求压缩机的尺寸小重量轻。

(3) 耐高温和抗振性好。在高温怠速情况下，压缩机的温度可高达 120℃，汽车行驶时颠簸振动也很大。这就要求压缩机在高温和颠簸振动的情况下也能正常工作。

(4) 工作平稳。要求压缩机运转平稳、噪声低，对发动机的转速不应产生较大的影响。

目前应用于汽车制冷系统的压缩机，主要采用容积型制冷压缩机。容积型压缩机有往复式和旋转式压缩机。

往复式压缩机分直立曲轴式和斜盘式，这两种压缩机即利用活塞在气缸中作往复运动来改变压缩室的容积吸入制冷剂和增压。下面以斜盘式压缩机为例说明往复式压缩机的工作原理，斜盘式压缩机的结构见图 9.3-2。斜盘式压缩机主要零件是主轴和斜板。各气缸以压缩机主轴为中心布置，活塞运动方向与压缩机的主轴平行。

斜盘式压缩机的工作原理见图 9.3-3。压缩机轴旋转时斜盘作左右摇摆运动，斜盘通过钢球驱动双头活塞在前、后气缸中作往复运动，进行吸气和压缩过程，使气态制冷剂压力提高。

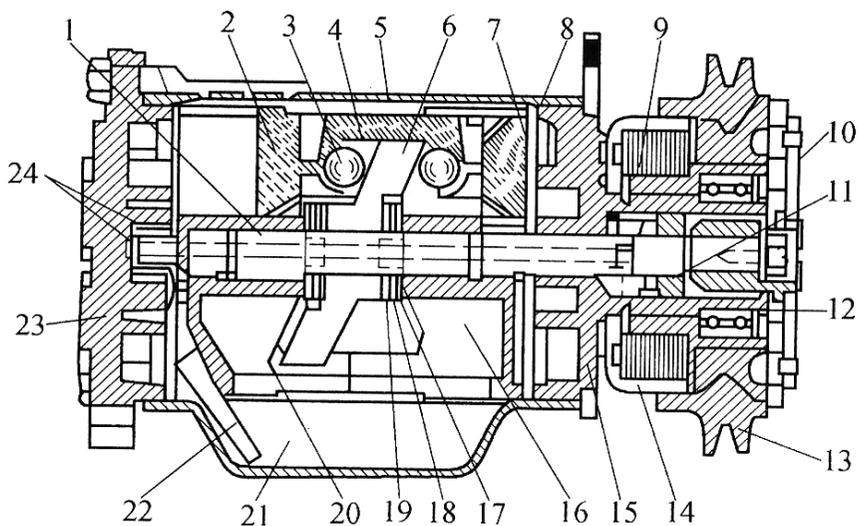


图 9.3-2 斜盘式压缩机的结构

1—压缩机轴；2—活塞；3—刚球；4—支承盘；5—外壳；6—旋转斜盘；7—吸簧；8—外放泄阀板；9—油封；  
10—离合板及毂

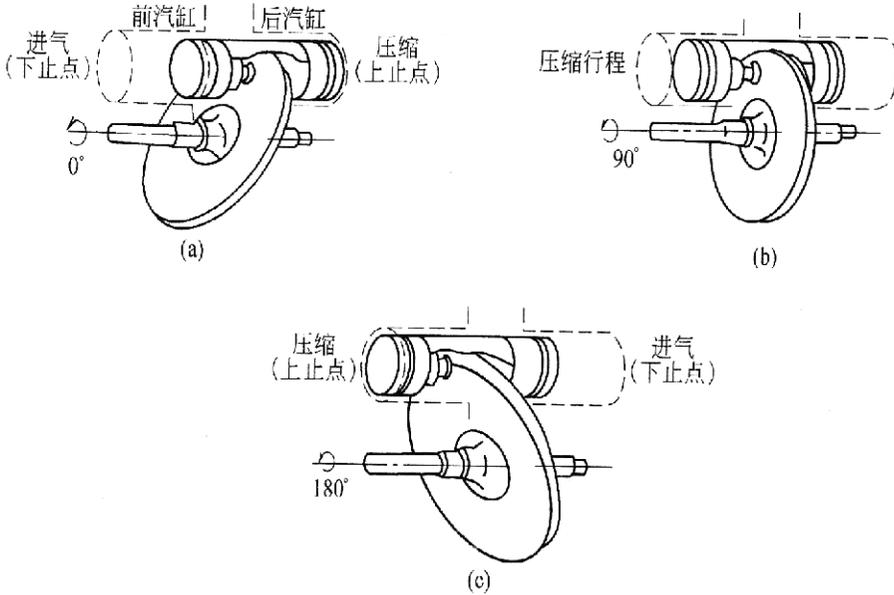


图 9.3-3 斜盘式压缩机的工作原理

斜盘式压缩机结构紧凑、转动扭矩小、运动的平衡性较高、效率高、性能可靠，最适合小型高速车辆使用。

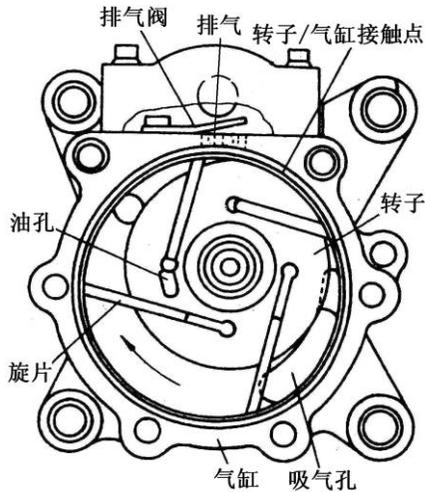


图 9.3-4 旋叶式压缩机的结构

旋转式压缩机包括旋叶式压缩机、滚动活塞式压缩机、螺旋式压缩机、涡旋式压缩机等。

旋转式压缩机靠回转体旋转运动替代活塞式压缩机活塞的往复运动,以改变气缸的工作容积,从而将一定数量的低压气态制冷剂进行压缩。下面以旋叶式压缩机为例来说明旋转式压缩机的工作原理。

旋转式压缩机的结构见图 9.3-4。旋叶式压缩机其单位压缩机质量具有最大的冷却能力。它没有活塞,仅有一个阀,称为排气阀。排气阀实际上起一个止回阀的作用,防止在循环停止或压缩机不运行时,制冷剂蒸气通过排气口进入压缩机。在圆形气缸的旋叶式压缩机中,转子是偏心安装的,转子外圆紧贴气缸内表面的吸、排气孔之间。在圆形气缸中,转子的主轴和椭圆中心重合,转子上的旋片和它们之间的接触线将气缸分成几个空间,当主轴带动转子旋转一周时,这些空间的容积发生“扩大-缩小-几乎为零”的循环变化,制冷剂蒸气在这些空间内也发生吸气-压缩-排气的循环。压缩后的气体通过簧片阀排出。旋叶式压缩机没有吸气阀,因为旋片能完成吸入和压缩制冷剂的任务。对于圆形气缸而言,2 旋片将空间分成 2 个空间,主轴旋转一周,即有 2 次排气过程;4 旋片则有 4 次。旋片越多,压缩机的排气脉冲越小。

由于空调压缩机转速随发动机转速而变化,从节约能源等方面考虑,出现了变容量压缩机,能够根据蒸发器冷负荷的变化自动调节输气量。种类有变容量摇板、斜板、螺杆、旋叶、滚动活塞及涡旋式压缩机。

## 2. 电磁离合器

电磁离合器的作用是切断或接通压缩机的工作。汽车空调压缩机所用电磁离合器有旋转线圈式与固定线圈式两种。

旋转线圈式电磁离合器,当压缩机转动时与带轮一起旋转,线圈的两端各自焊接在两个铜环上,通过两个电刷输入励磁电流。固定线圈式电磁离合器的结构见图 9.3-5。

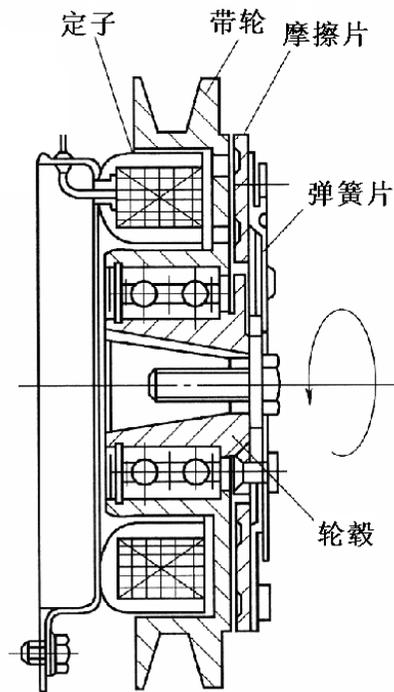


图9.3-5 固定线圈式电磁离合器的结构

电磁线圈的一端搭铁，另一端经空调继电器与电源相连。当接通空调开关时，空调继电器接通，压缩机的电磁线圈通电，产生电磁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，制冷系统工作。

空调继电器断电时，切断了电磁离合器线圈的电流，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。

提示：空调压缩机电磁离合器吸合时，要提高发动机怠速，防止发动机怠速不稳或熄火。

### 3. 冷凝器

汽车空调制冷系统中的冷凝器是热交换设备，其作用是使从压缩机排出的高温、高压制冷剂蒸气在冷凝器中得到液化或冷凝，并把热量散发到车外空气中，从而使其凝结为高压制冷剂液体。

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，冷却效果越好。为了保证更好的冷却效果，提高制冷能力，常在冷凝器附近装有电控辅助风扇，增强冷凝器的散热效率。

多数车辆的冷凝器安装在发动机冷却水散热器的前方，也有的装在车顶上。安装冷凝器时，注意从压缩机排出的制冷剂必须由冷凝器的上端入口进入，其出口必须在下方，否则会引引起制冷系统压力升高，导致冷凝器胀裂。

汽车空调冷凝器有管片式、管带式及平行流式三种结构形式。

管片式冷凝器是汽车空调中早期采用的一种冷凝器，制造工艺简单，由铜质或铝质圆管套上散热片组成。片与管组装后，经胀管法处理，使散热片胀紧在散热管上。这种冷凝器散热效果较差。一般用在大中型客车的制冷装置上。

管带式冷凝器是由多孔扁管弯成蛇管形，并在其中安置散热带后焊接而成。管带式冷凝器的散热效果比管片式冷凝器好一些(一般高 15%左右)，但工艺复杂，焊接难度大，且材料要求高。一般用在小型汽车的制冷装置上。

平行流冷凝器与普通管带式冷凝器的最大区别是，管带式只有一条扁管自始至终地呈蛇形弯曲，制冷剂只是在这一条通道中流动而进行热交换。由于其流程长，管带式的管道压力损失大。又由于进入冷凝器时制冷剂是气态，比体积（比容）大，需要的通径大；出冷凝器时已完全变成液态，比体积小，只需要较小的通径。而普通管带式结构的管径从头至尾是相同的，这对充分进行热交换是不利的，管道内空间未被充分利用，而且增加了排气压力及压缩机功耗。

平行流冷凝器则是在两条集流管间用多条扁管相连，将几条扁管隔成一组，使进口处管道多，出口处管道少，逐渐减少每组管道数，实现了冷凝器内制冷剂温度及流量的均匀分配，提高了换热效率，降低了制冷剂在冷凝中的压力损耗，这样就可减少压缩机功耗。由于管道内散热面积得到充分利用，对于同样的迎风面积，平行流散热器的换热量得到了提高。

提示：平行流冷凝器是为适应新介质 R134a 而研制的新结构冷凝器。

#### 4.蒸发器

制冷系统工作时，高压液态制冷剂通过膨胀阀膨胀而压力降低，变成湿蒸气进入蒸发器心管，吸收散热片及周围空气的热量，使车内的温度降低。

蒸发器有管片式、管带式 and 层叠式三种结构。管片式蒸发器结构简单加工方便，但换热效率比较差。管带式蒸发器工艺复杂，但换热效率比管片式蒸发器高。层叠式蒸发器由冲成复杂形状的铝板叠在一起组成制冷剂通道，每两片通道之间夹有蛇形散热铝带，加工难度最大，换热效率也最高。

#### 5.膨胀阀

膨胀阀也称节流阀，它是一种感压和感温阀，是汽车空调制冷系统中的一个主要部件。目前膨胀阀主要有内平衡热力膨胀阀、外平衡热力膨胀阀、H 型膨胀阀、膨胀节流管（孔管）四种结构形式。

##### （1）热力膨胀阀的作用

热力膨胀阀是一种膨胀节流装置，它是制冷系统中自动调节制冷剂流量的元件，广泛应用于各种空调制冷系统中。热力膨胀阀的工作特性好坏直接影响整个制冷系统能否正常工作。热力膨胀阀以蒸发器出口的过热度为信号，自动调节制冷系统的制冷剂流量。因此，它是发信器、调节器和执行器三位一体的自动调节器。具体地说，热力膨胀阀一般有三个作用：

1) 节流降压。使从冷凝器来的高温、高压、液态制冷剂节流降压成为容易蒸发的低温、低压、雾状制冷剂进入蒸发器，将循环回路分成高压侧和低压侧。

2) 自动调节制冷剂流量。由于制冷热负荷的改变以及压缩机转速的改变，要求流量作相应调节，以保持车室内温度稳定。膨胀阀能自动调节进入蒸发器的流量以满足制冷循环要求。

如系统刚开始降温时，车内的温度较高，这时就要求蒸发器的制冷剂流量增大。而当车内温度较低时，热负荷减少了，这时要求蒸发器的制冷剂流量减小。

3) 控制制冷剂流量，防止液击和异常过热发生。膨胀阀以感温包作为感温元件控制流量大小，保证蒸发器尾部有一定量的过热度，从而保证蒸发器容积的有效利用，避免液态制冷剂进入压缩机而造成液击现象；同时又能将过热度控制在一定范围内。

## (2) 热力膨胀阀的结构

热力膨胀阀有内平衡和外平衡两种形式。下面以外平衡式膨胀阀为例说明热力膨胀阀的结构。外平衡式膨胀阀的工作原理见图 9.3-6。

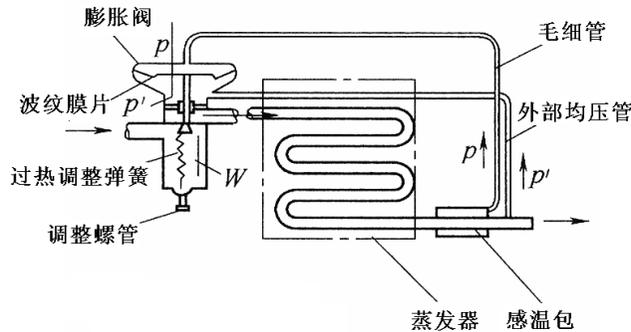


图 9.3-6 外平衡式膨胀阀的工作原理

图中  $P$  为感温包感受到的蒸发器出口温度相对应的饱和压力， $P'$  为蒸发器出口蒸发压力， $W$  为过热调整弹簧的压力。当车室内温度处在某一工况时，膨胀阀处在一定开度， $P$ 、 $P'$  和  $w$  应处在平衡状态，即  $P = P' + W$ 。如果车室内温度升高，蒸发器出口过热度增大，则感受温度上升，相应的感应压力  $P$  也增大，这时  $P > P' + W$ ，波纹膜片向下移，推动传动杆使膨胀阀孔开度增大，制冷剂流量增加，制冷量也增大，蒸发器出口过热度相应下降。相反，如果蒸发器出口处过热度降低，则感受温度下降，相应的饱和压力也减小，这时  $P < P' + W$ ，波纹膜片上移，传动杆也随之上移，膨胀阀的阀孔开度减小，制冷剂流量减小，制冷量也减小，蒸发器出口过热度也相应上升，满足了蒸发器变化的需要。由于在蒸发器出口处和膨胀阀波纹膜片下方引有一个外部均压管，所以称此膨胀阀为外平衡式热力膨胀阀。

图 9.3-7 为外平衡式热力膨胀阀的结构，它主要由上阀体、下阀体、阀针、弹簧、薄膜、感温包、外平衡管接头等组成。

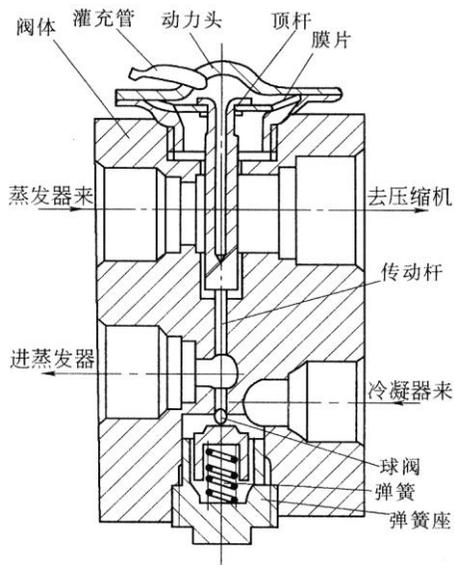


图 9.3-7 外平衡式热力膨胀阀的结构

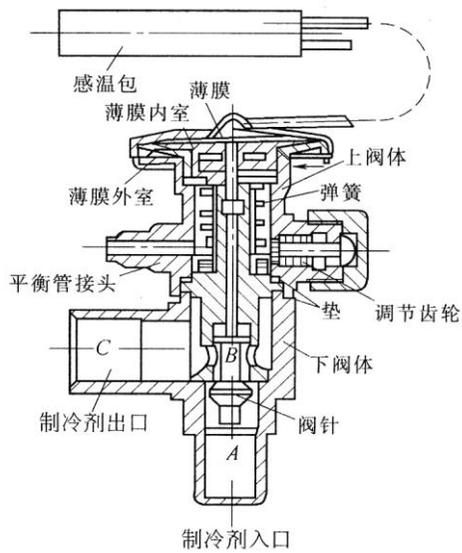


图 9.3-8 H 型膨胀阀结构

### (3) H 型膨胀阀

H 型膨胀阀是一种整体型膨胀阀，它取消了外平衡式膨胀阀的外平衡管和感温包，使其直接与蒸发器进出口相连。H 型膨胀阀结构见图 9.3-8

这种结构实际上是把感温包缩到阀体内的回气管路上，从而提高了阀的工作灵敏度。但这种结构加工难度较大，膜片中心开孔也会影响膜片的开阀特性。H 型膨胀阀因其内部通路形同 H 而得名。

它有四个接口通往汽车空调系统，其中两个接口和普通膨胀阀一样，一个接储液干燥器出口，另一个接蒸发器进口。但另外两个接口，一个接蒸发器出口，另一个接压缩机进口。感温包和毛细管均由薄膜下面的感温元件所取代，感温元件处在进入压缩机的制冷剂气流中。H 型膨胀阀结构紧凑、性能可靠，适合汽车空调的要求。

这种膨胀阀安装在蒸发器的进出管之间，阀上端直接暴露在蒸发器出口介质中，感应温度不受环境温度影响，也不需要通过毛细管而造成时间滞后。由于该膨胀阀无感温包、毛细管和外平衡接管，可避免因汽车颠簸、振动而使充注系统断裂外漏以及感温包包扎松动而影响膨胀阀的正常工作，提高了膨胀阀的抗振性能。

H 型膨胀阀可安装在离开蒸发器的其他地方，如装在车身前围板外的发动机舱中，安装、调换膨胀阀方便。

## 6. 储液干燥过滤器

储液干燥过滤器的作用是储存制冷剂，除去制冷剂中的水分，过滤制冷剂中的杂质。储液干燥过滤器的结构见图 9.3-9。

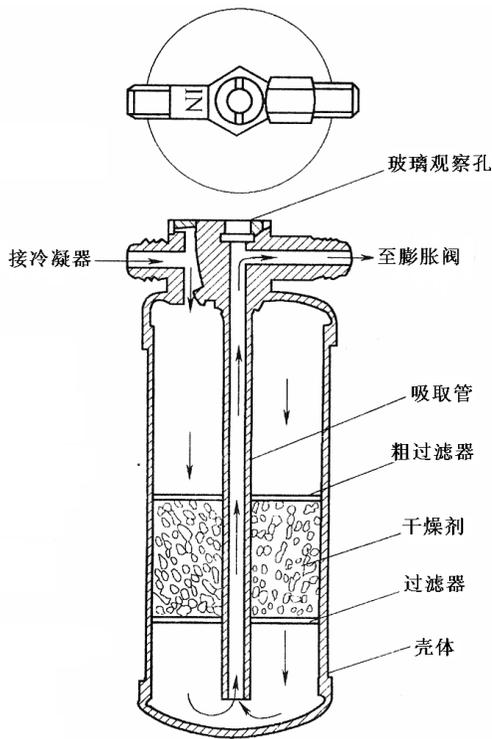


图 9.3-9 储液干燥过滤器

它主要由玻璃观察窗、吸取管、粗过滤器、干燥剂、过滤器及壳体组成。玻璃观察窗用以观察制冷剂是否够量，若观察窗很明净，表示系统制冷剂够量；若出现气泡，说明系统内进入了空气或制冷剂不足；若看到乳白色雾状物，表示干燥剂已从储液干燥过滤器中逸出，随制冷剂一起在系统中循环。

当储液干燥过滤器的温度升至  $100^{\circ}\text{C}\sim 156^{\circ}\text{C}$ 、压力高达  $3.0\text{MPa}$  时易熔塞的低熔点易熔合金就会熔化，从而排出系统中的高压高温制冷剂，防止制冷系统中其他机件的损坏。

## 7. 风机

汽车空调制冷系统采用的风机按气体流向与风机主轴的相互关系，可分为离心式风机和轴流式风机两种。

### (1) 离心式风机

离心式风机的空气流向与风机主轴成直角，它的特点是风压高、风量小、噪音也小。蒸发器采用这种风机，因为风压高可将冷空气吹到车室内每个乘员身上，使乘员有冷风感；噪音小使乘员不致于感到不适而过早疲劳。

离心式风机的结构见图 9.3-10，离心式风机主要由电机、风机轴(与电机同轴)、风机叶片、风机壳体等组成。风机叶片有直叶片、前弯片、后弯片等形状，随叶轮叶片形状不同，所产生的风量和风压也不同。

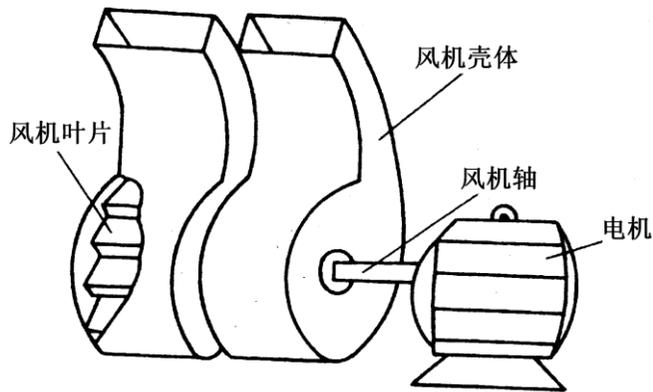


图 9.3-10 离心式风机的结构

## (2) 轴流式风机

轴流式风机的空气流向与风机主轴平行，它的特点是风量大、风压小、耗电省、噪音大。冷凝器采用这种风机，因为风量大可将冷凝器四周的热空气全部吹走；风压小不影响冷凝器正常工作；另外，冷凝器安装在车室外面，风机噪音大也不影响到车内。

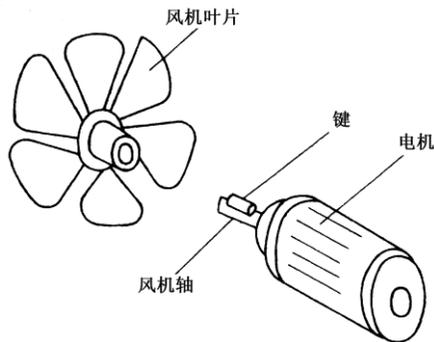


图 9.3-11 轴流式风机的结构

轴流式风机的结构见图 9.3-11，轴流式风机主要由电机、风机轴、风机叶片、键等组成。叶片固定在骨架上，叶片常做成 3、4、5 片不等，叶片骨架穿在电机轴上，由键带动旋转

## 8. 管路

管路把制冷系统各元件连成一个封闭系统。由于发动机在工作时会产生抖动，安装在发动机上的压缩机也会随之抖动。因此汽车空调装置中与压缩机进排气接头相连的管路都采用橡胶软管，此外走向复杂的地方金属管不容易满足要求，也用橡胶软管，因为橡胶软管具有很好的随和性。但橡胶软管最大的缺点是容易泄漏，因此除上述特殊情况之外，应尽量使用金属管。

注意：高压管路温度比较高，以免烫伤。

## 任务 8.1.4 汽车空调系统的控制元件及控制电路

学习目标	了解汽车空调系统的控制元件。
考核标准	应知：汽车空调系统的控制电路。

【顾客问题】汽车空调不制冷，接通空调开关，出风口吹出的是热风，不知是什么原因？

### 9.4.1 汽车空调系统的控制元件

为了使汽车空调系统能正常工作，车内能维持所需的舒适性条件，汽车空调系统中设有一系列控制元件和执行机构。控制对象可按参数划分，如：温度、压力和转速等；也可按部件划分，如蒸发器、压缩机离合器、风门以及电机等。

控制汽车空调制冷温度的方法有两种：一种是控制蒸发器表面温度，它是依靠压缩机电磁离合器的通、断控制压缩机是否工作，从而达到控制蒸发器温度的目的。另一种控制制冷温度的方法是控制蒸发器压力，这种系统称作蒸发器压力控制系统，又称传统空调系统，它是根据制冷剂的饱和温度和压力相对应的性质，用控制蒸发器出口压力的方法来控制其表面温度。

对于压缩机的通断，一般是通过电磁离合器的控制来实现的。风门的控制依靠电气系统、真空系统的控制作用来实现。

现在很多高级车辆上采用了微型计算机控制，真正实现了空调的自动控制。全自动空调的实现(制冷、采暖、通风统一控制)使温度调节的内容和方法变得繁多了。由于对空调的要求越来越高，有些高级车辆还装备了空气净化、烟度控制等高质量空气调节装置。汽车空调控制系统的控制元件有温度控制组件、压力控制组件、电磁离合器、车速调节装置、真空控制组件等等。

#### 1. 温度控制组件

温度控制组件，又称恒温器、温度开关，它是汽车空调系统中温度控制部件，感受的温度有蒸发器表面温度、车内温度、大气温度等。一般所指的恒温器是指感受蒸发器表面温度从而控制空调系统中压缩机的开与停，起到调节车内温度及防止蒸发器结霜的电气开关装置。检测大气温度和车厢内温度时，一般用于空气混合调节风门的控制，由风门开度的大小调节车厢内的温度。恒温器更多地用于空调系统中控制电磁离合器的通断。此时，恒温器被放置在蒸发器内或靠近蒸发器的冷气控制板上。当蒸发器表面温度或车厢内温度低于设置温度时，

恒温器断开，电磁离合器分离，压缩机停止工作；反之电磁离合器吸合，压缩机开始工作，由此而防止蒸发器表面结霜，也调节了车厢内的温度。

## 2. 压力控制组件

压力控制组件可分为两类，一类是通断型，也称压力开关，即对于所设定的压力执行通或断的指令，如高、低压开关等；另一类是调节型，也称压力调节器，对于所设定的压力执行的是一个调节过程。在蒸发器压力控制系统中，常常用到压力调节装置调节蒸发器压力，以防止其表面结冰。

压力开关属于保护元件，是一种随压力变化而断开或闭合触点的元件，又称压力继电器。它由压力引入装置、动力器件和触点等组成，在系统中感受着制冷剂压力的变化，当系统中压力过高或过低时压力开关起作用，防止系统在异常压力情况下工作，起到了保护作用。

### (1) 高压压力开关

高压压力开关装在压缩机至冷凝器之间的高压管路上，其作用是防止系统在异常的高压压力下工作。当因冷凝器散热不良、散热堵塞和风扇损坏等，导致冷凝压力出现异常上升时，开关自动切断电磁离合器的电路，使压缩机停转，或接通冷却风扇高速挡电路，自动提高风扇转速，以降低冷凝温度和压力。

### (2) 低压压力开关

低压开关有两种，一种是安装在系统的高压回路中，防止压缩机在压力过低的情况下工作。另一种低压开关是设置在低压回路中，直接由吸气压力控制。当低压低于某一规定值时，接通高压旁通阀(电磁阀)，让部分高压蒸气直接进入蒸发器，以达到除霜的目的。这种装置一般用于大、中型客车的空调制冷系统中。

### (3) 高、低压复合开关(三位压力开关)

高、低压力开关用于保护作用时，通常都安装在系统的高压侧，因此，为了结构紧凑，减少接口，把高、低压力开关做成一体，形成了高、低压复合开关。这样就可以作为一体安装在贮液干燥器上，起到保护作用。

三位压力开关的作用是：

- 1) 防止因制冷剂泄漏而损坏压缩机。
- 2) 当系统内制冷剂高压异常时，保护系统不受损坏。
- 3) 在正常工作状况下，冷凝器风扇低速运转，实现低噪音，节省动力；当系统内高压升高后，风扇高速运转，以改善冷凝器的散热条件，实现了风扇的二级变速。

## 4. 车速调节装置

对于非独立式空调系统，当发动机的功率一定时，空调系统的工作对发动机功率输出的分配有一定影响；反过来，发动机转速的变化同样影响空调系统的工作性能。因此，为达到汽车在不同运行情况下既保证车速的要求，又保证空调系统的正常工作就出现了车速调节装

置。

### (1) 发动机怠速调节装置

发动机在怠速运转时往往影响到空调系统的正常工作。一方面压缩机转速过低，造成制冷量严重不足；另一方面对于小排量发动机来说，怠速时发动机功率较小，不足以带动制冷压缩机并补偿因电力消耗给发电机增加的负荷。同时，由于发动机转速过低，冷却风扇的风压和风量均不充足，使得发动机和冷凝器散热受到影响。冷凝器温度和冷凝压力异常升高后，压缩机功耗迅速增大。这样，一是增加了发动机在怠速时的负荷，导致工作不稳定，甚至熄火；二是会引起电磁离合器打滑或传动皮带损坏。因此，在非独立式空调系统中一般都装有怠速调节装置。

怠速调节装置可分为两类，一类是被动式调节，当发动机怠速运转时，自动切断压缩机离合器电路，停止压缩机运行，以减轻发动机的负荷，稳定发动机怠速性能，这类装置称为怠速继电器；第二类是主动式调节，即在发动机怠速运转时，加大油门，以增加发动机的输出功率，并使发动机转速稍有提高，达到带负荷的低速稳定运转的目的。这类装置称为怠速提升装置。

### (2) 加速断开装置

在汽车加速超车时，为了保证发动机有足够的动力，应当切断压缩机离合器电路，这样就卸除了压缩机的动力负荷，以尽量大的发动机功率来供汽车加速所需。常用的加速断开装置(也称超速控制器)是由超速开关及延迟继电器组成。超速开关一般装在加速踏板下，当加速踏板被踩下时，电磁离合器电路断开，压缩机停止工作，使发动机的输出功率全部用于加速，而6s后电路又自动接通，空调系统恢复工作。高档轿车为提高超车能力常加装这种装置。

## 9.4.2 汽车空调系统的控制电路

汽车空调种类繁多，电路形式各不相同，但其电气系统都有一定规律可循，分析电路时，只要分成鼓风机控制，冷凝器风扇控制，温度控制(压缩机控制)，通风系统控制，保护电路等即可清楚了解其电路控制原理。

### 1. 鼓风机的控制

根据控制方法的不同可分为以下三种形式。

#### (1) 由鼓风机开关和调速电阻联合控制

风机的控制档位一般有二、三、四、五速四种，最常见的是四速，如图9.4-1所示，通过改变风机开关与调速电阻的接通方式可使风机以不同转速工作。

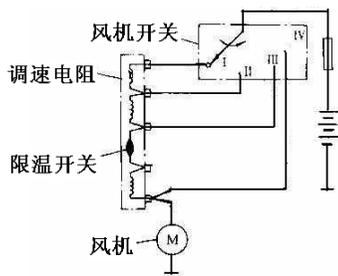


图 9.4-1 风机档位控制电路

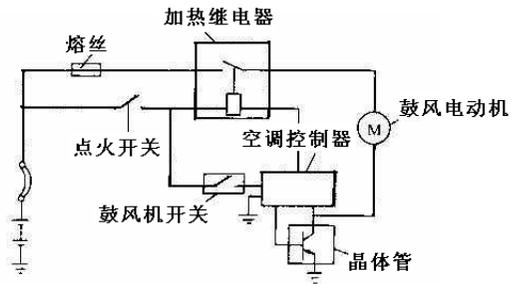


图 9.4-2 用晶体管控制的风机电路

## (2) 电控模块通过大功率晶体管控制

现代中高档轿车为实现风速的自动控制，风机的转速一般由电控模块通过大功率晶体管控制，控制原理见图 9.4-2。

## (3) 晶体管与调速电阻器组合型

鼓风机控制开关有自动(AUTO)挡和不同转速的人工选择模式，当鼓风机转速控制开关设定在“ AUTO ’ 挡时，鼓风机的转速由空调电脑根据车内、车外温度及其它传感器的参数控制。若按动人工选择模式开关，则空调电路取消自动控制功能，执行人工设定功能。

## 2. 冷凝器散热风扇的控制

对于一般小客车和大中型客车，由于车辆底盘结构跟轿车有很大的不同，其冷凝器一般不装在水箱前，故冷凝器风扇须单独设置。一般只受空调开启信号控制，轿车空调的冷凝器一般都装在水箱前，为了减少风扇的配置，使结构简化，轿车在设计上一般都将水箱冷却风扇和冷凝器风扇组装在一起，利用一个或二个风扇对水箱和冷凝器进行散热。车型不同，则配置风扇的数量不同，控制线路设计方面差异也很大，但其控制方式则大同小异，一般根据水温信号和空调信号共同控制，同时满足水箱散热和冷凝器散热需要，下面就一些较典型的冷凝器散热风扇电路进行分析。

### (1) A / C 开关直接控制型

这种控制电路比较简单，其控制原理如图 9.4-3 所示，空调开关打至“ ON ”的位置，在供电给压缩机电磁离合器的同时，加电源至冷凝器风扇继电器线圈，继电器触头开关闭合，冷凝器风扇高速运转。

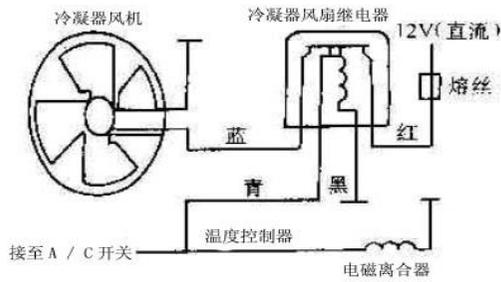


图 9.4-3 A / C 开关直接控制的冷凝器风扇电路

### (2) A / C 开关和水温开联合控制型

有些汽车的发动机冷却系统和空调冷凝器共用一个风扇进行散热，如图 9.4-4 所示。这种风扇有两种转速，即低速和高速。风扇电动机转速的改变是通过改变线路中电阻值的方法实现的。从图中可看出，起关键控制作用的是 A / C 开关和水温开关。当空调开关开启时，常速风扇继电器通电工作。由于线路中串联了一个电阻，风扇低速运转。当冷却系统水温达到  $89\sim 92^{\circ}\text{C}$  时，水箱风扇也是低速运转；一旦发动机水温升至  $97\sim 101^{\circ}\text{C}$  时，水箱风扇高速运转，以加强散热效果。

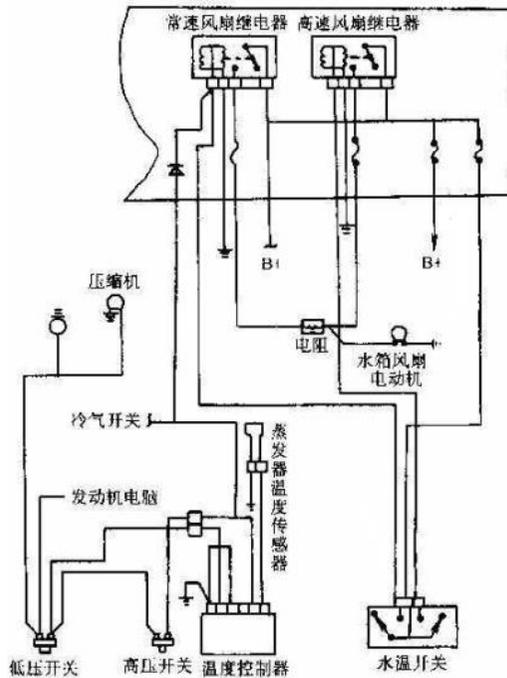


图 9.4-4 A / C 开关和水温开联合控制型



## 2) 空调工作时

空调工作时，水温控制器回路仍然起作用，这时冷却风扇受空调和水温控制回路的双重控制。

①开空调，高压端压力大于 13.5kPa，且水温低于 93℃。这种情况下，水温开关处于闭合状态，而高压开关打开，这时 2 号和 3 号继电器受控动作，而 1 号继电器不工作，即触头处于常闭状态，这样，继电器使两冷却扇电动机串联工作，故两冷却扇同时低速运转，以满足冷凝器散热需要。

②开空调，高压端压力大于 13.5kPa，且水温高于 93.5℃。这种情况下，高压开关和水温开关都打开，1、2、3 号继电器均不工作，加至两冷却扇电动机的都是 12V 电压，故两冷却风扇同时高速运转。

综上所述可知，两冷却风扇的工作同时受水温和空调信号影响，而处于同时不转、同时低速转或同时高速转三种状态之间循环。其工作原理见图 9.4-6。

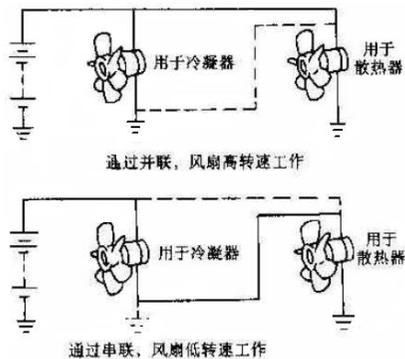


图 9.4-6 散热风扇电动机控制

## 3. 压缩机电磁离合器控制

### (1) 压缩机的控制方式

根据控制开关的位置分为两种：即控制电源型和控制搭铁型。

### (2) 压缩机工作控制方式

控制压缩机工作时机的方式可分为三种：手动空调压缩机的控制、半自动空调压缩机的控制、全自动空调压缩机的控制。

#### 4. 汽车空调的保护电路

汽车空调电路还包括保护电路。如：压力保护、过热保护、怠速控制等。为了保证制冷系统的正常、安全工作，系统控制电路中都有安全保护措施，以防止系统出现温度和压力异常。

常用的方法是安装压力开关，直接控制电磁离合器电路的通与断。这样，当系统出现温度或压力异常时，可强制使压缩机停止工作。

#### 5. 典型轿车空调系统的控制电路

##### (1) 上海桑塔纳轿车空调电路

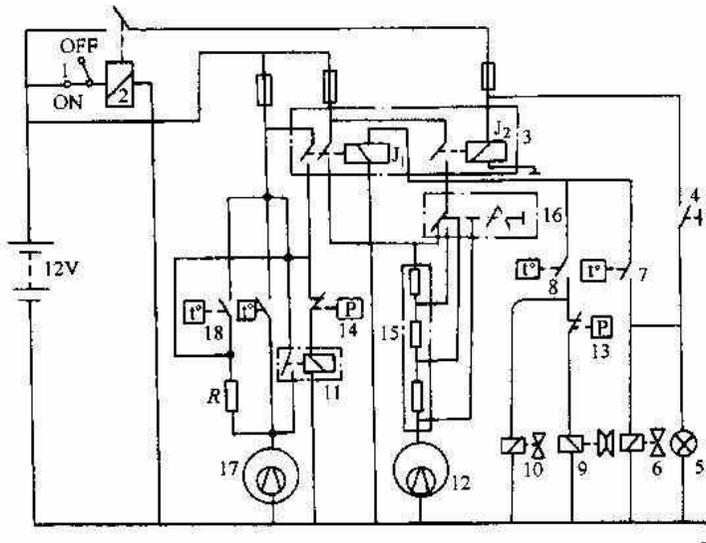


图 9.4-7 上海桑塔纳轿车空调电路

1-点火开关 2-减负荷继电器 3-主继电器 4-空调 A/C 开关 5-空调开关指示灯 6-新鲜空气电磁阀 7-环境温度开关 8-恒温器 9-电磁离合器 10-怠速提升电磁真空转换阀 11-冷却风扇继电器 12-鼓风机 13-低压保护开关 14-高压保护开关 15-风机调整电阻 16-鼓风机开关 17-冷却风扇电动机 18-冷却液温度开关

桑塔纳轿车空调装置采用的是热力膨胀阀—离合器系统。图 9.4-7 所示为上海桑塔纳 LX 型轿车空调电路，该电路由电源电路、温度控制电路、鼓风机控制电路、冷凝器风扇电路、怠速控制电路和压力控制电路组成。

其工作过程如下：

1) 点火开关 1 断开(置 OFF)时，减负荷继电器 2 的线圈电路切断，触点张开，空调系统不工作。

2) 点火开关接通(置 ON)时,减负荷继电器线圈电路接通,触点闭合,主继电器 3 中的 J2 线圈通电,接通鼓风机电路。此时可由鼓风机开关 16 进行调速,使鼓风机按要求的转速运转,进行强制通风、换气或送出暖风。

3) 需要制冷系统工作时,接通空调 A/C 开关 4,便可接通下列电路:

a. 空调 A/C 开关的指示灯 5 亮,表示空调 A/C 开关已经接通。

b. 新鲜空气电磁阀 6 电路接通,该阀动作接通新鲜空气控制电磁阀的真空通路,而使鼓风机强制通过蒸发器总成的空气通道进风,否则将无法获得冷气。

c. 电源经环境温度开关 7、恒温器 8、低压保护开关 13 对电磁离合器 9 线圈供电,同时对怠速提升电磁真空转换阀 10 供电。另一路对主继电器中的 J1 线圈供电,使两对触点同时闭合,其中一对触点接通冷凝器冷却风扇继电器 11 线圈电路;另一对触点接通鼓风机电路。

低压保护开关串联在恒温器和电磁离合器之间,当制冷系统缺少制冷剂系统压力过低后,开关断开,停止压缩机工作。

高压保护开关 14 串联在冷却风扇继电器和主继电器 J1 的一对触点之间。当制冷系统高压值超过规定值时高压保护开关触点闭合,将电阻短路,使风扇电机高速运转,以增强冷凝器的冷却能力。同时,冷却风扇电动机还直接受发动机冷却液温控开关 18 的控制。当不开空调 A/C 开关时,若发动机冷却液温度低于 85℃时,风扇电动机不转动;高于 95℃时,风扇电动机低速转动;当冷却液温度达到 105℃时,风扇电动机将高速转动。

主继电器中的 J1 触点 in 空调 A/C 开关接通时,即可闭合,使鼓风机低速运转,以防止蒸发器表面温度过低而结冰。

d. 点火开关置于起动位置(ST)时,减负荷继电器线圈电路切断,触点张开,中断空调系统的工作,以保证发动机起动时,蓄电池维持足够的电能。

## (2) 广州本田雅阁轿车自动空调系统控制电路

广州本田雅阁轿车空调控制系统采用全自动温度、湿度控制系统。不管气候如何变化,它都能为车室提供并保持良好的舒适性,而驾驶员无需或很少去变换控制板上控制开关的位置。自动空调控制系统 ECU 能根据各种传感器的输入信号和设定温度;通过空气混合风门改变冷热风的比例,进而控制空气流的温度。当车内温度达到设定温度时,ECU 停止驱动控制电机,并把此位置存入记忆。ECU 还通过方式风门控制气流流向;通过进气风门控制进气是来自车内还是车外。另外,自动空调控制系统还具有故障自诊断功能,在压缩机转速未锁定和系统压力过低、过高时将使压缩机停止工作,并由显示器闪亮显示故障。广州本田雅阁轿车空调控制电路如图 9.4-8 所示。该电路由冷却风扇控制电路、压缩机离合器控制电路、风机控制电路、温度控制电路、通风系统控制电路、保护电路等构成。

电路分析如下：

### (1) 冷却风扇控制电路

1) 散热器风扇电机控制电路蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 57 (20A) 熔丝 → 散热器风扇继电器触点 → 散热器风扇电机 → G201 搭铁点。若使散热器风扇继电器触点闭合，需要散热器风扇继电器线圈通电，有两个回路可使风扇继电器线圈通电，从而使风扇电动机工作：一是冷却液温度，二是空调压力。

①冷却液温度控制回路：蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 42 (50A) 熔丝 → 点火开关 → No. 3 (7.5A) → 散热器风扇继电器线圈 → 散热器风扇开关 A (高于 95℃ 接通) → G101 搭铁点。②空调压力控制回路：蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 42 (50A) 熔丝 → 点火开关 → No. 3 (7.5A) → 散热器风扇继电器线圈 → 空调二极管 → 空调压力开关 → 电子控制单元 → 打铁。

2) 冷凝器风扇电机控制电路蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 58 (20A) 熔丝 → 冷凝器风扇继电器触点 → 冷凝器风扇电机 → G201 搭铁点。控制冷凝器风扇电机工作的也是冷却液温度开关和空调压力开关两个回路①冷却液温度控制回路：蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 42 (50A) 熔丝 → 点火开关 → No. 3 (7.5A) → 冷凝器风扇继电器线圈 → 散热器风扇开关 A (高于 95℃ 接通) → G101 搭铁点。②空调压力控制回路：蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 42 (50A) 熔丝 → 点火开关 → No. 3 (7.5A) → 冷凝器风扇继电器线圈 → 空调二极管 → 空调压力开关 → 空调电子控制器 ECU → 搭铁此外，散热器风扇继电器线圈、冷凝器风扇继电器线圈还可以通过 ECM/PCM 控制搭铁。

(2) 压缩机离合器控制电路：1) 蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 42 (50A) 熔丝 → 点火开关 → No. 3 (7.5A) → 压缩机离合器继电器线圈 → ECM/PCM → 搭铁 2) 蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 58 (20A) 熔丝 → 压缩机离合器继电器触点 → 压缩机电磁离合器 → 搭铁 (3) 风机控制电路：1) 蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 42 (50A) 熔丝 → 点火开关 → No. 3 (7.5A) → 鼓风机电机继电器线圈 → 搭铁。2) 蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 56 (20A) 熔丝 → 鼓风机电机继电器触点 → 鼓风机电机分两路：一路通过受空调电子控制器 ECU 控制的功率晶体管搭铁，从而实现鼓风机变速；另一路通过鼓风机高速电机继电器触点搭铁，从而实现鼓风机高速。3) 高速电机继电器线圈电路如下：蓄电池正

极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 42 (50A) 熔丝 → 点火开关 → No. 3 (7.5A) → 高速电机继电器线圈 → 空调电子控制器 ECU → 搭铁。

(3) 温度控制电路: 1) 蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 42 (50A) 熔丝 → 点火开关 → No. 3 (7.5A) → 空调电子控制器 ECU → 搭铁。2) 空调电子控制器 ECU → 车内温度、蒸发器温度、车外空气温度、阳光传感器 → 搭铁。3) 空调电子控制器 ECU → 发动机冷却液温度 (ECT) 传感器 → 搭铁。4) ECM/PCM → 发动机冷却液温度 (ECT) 传感器 → 搭铁。5) 空调电子控制器 ECU → 模式控制电机 → 搭铁。6) 空调电子控制器 ECU → 空气混调控制电机 → 搭铁。7) 蓄电池正极 → No. 41 (100A) 熔丝 → No. 42 (50A) 熔丝 → 点火开关 → No. 3 (7.5A) → 压缩机离合器继电器线圈 → ECM/PCM → 搭铁。

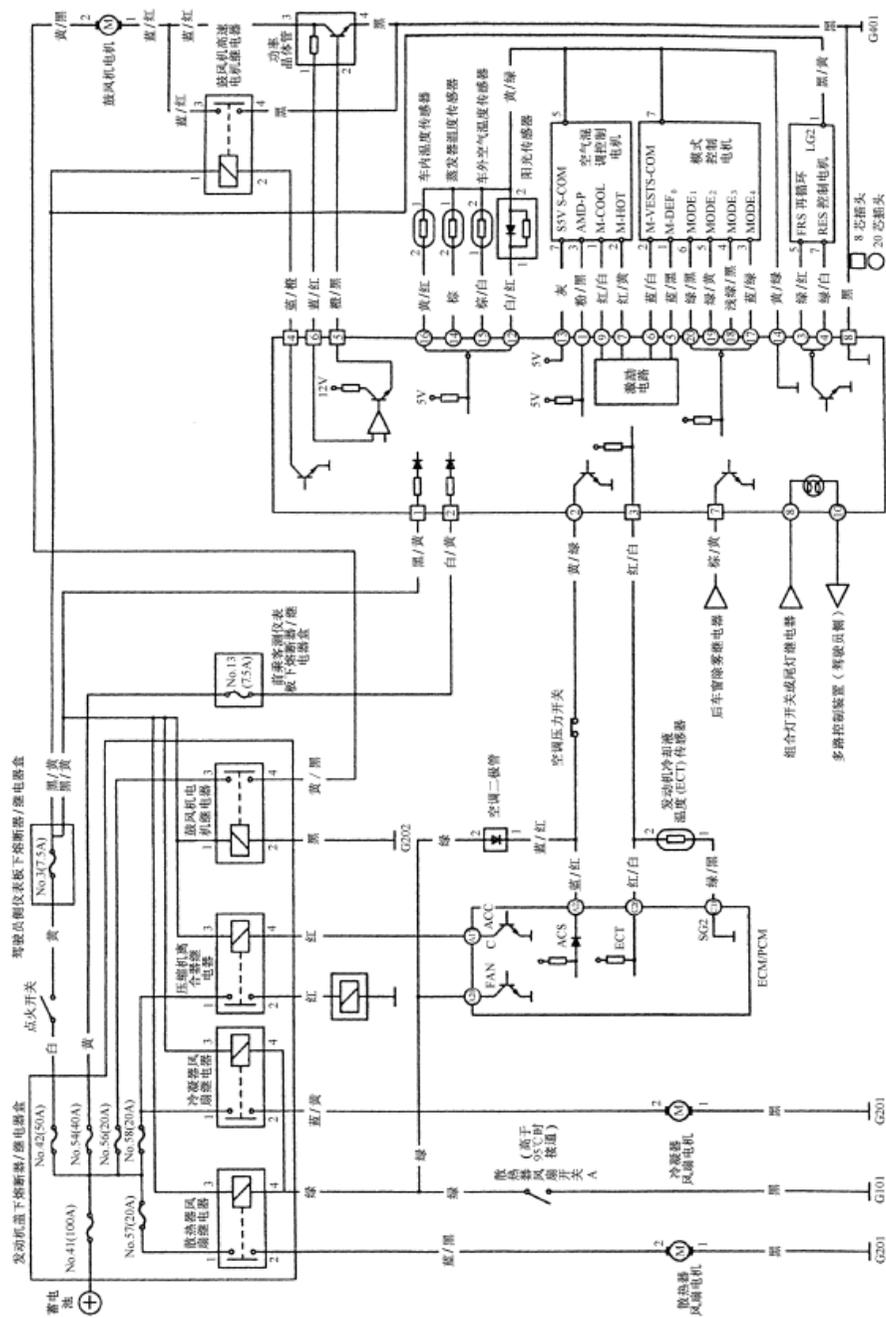


图 9.4-8 广州本田雅阁轿车空调控制电路

## 课题 8.1.5 汽车空调取暖与配气系统

学习目标	了解汽车空调的控制系统。
考核标准	应知：汽车空调取暖系统的组成及工作过程。

【顾客问题】 汽车空调取暖系统的热源来自什么地方？

### 9.5.1 汽车空调取暖系统

对车内空气或进入车内的外部空气进行加热的装置，称为汽车暖风装置。近代汽车空调是全年性的冷暖一体化的装置。通过冷热风的混合，人为设定冷热风量的比例，通过风门开闭和调节，满足人们对舒适性的要求。因此，暖风是汽车空调的重要组成部分。

#### 1. 暖风系统的分类

按所使用的热源不同可分为：

- (1) 发动机余热式，发动机余热式包括水暖式和气暖式，多用于轿车。
- (2) 独立热源式，装有专门的暖风装置，多用于客车和载货车。
- (3) 综合预热式，既利用发动机的冷却液热量，又装有燃烧预热的综合加热装置暖风，多用于大客车。

#### 2. 暖风系统的作用：

- (1) 冬季天气寒冷，在运动的汽车内人们感觉更寒冷。这时，汽车空调可以向车内提供暖风，提高车室内的温度，使乘员不再感觉到寒冷。
- (2) 冬季或者初春，室内外温差较大，车窗玻璃会结霜或起雾，影响司机和乘客的视线，不利于安全行车，这时可以用暖风来除霜和除雾。

### 3. 水暖式暖风系统

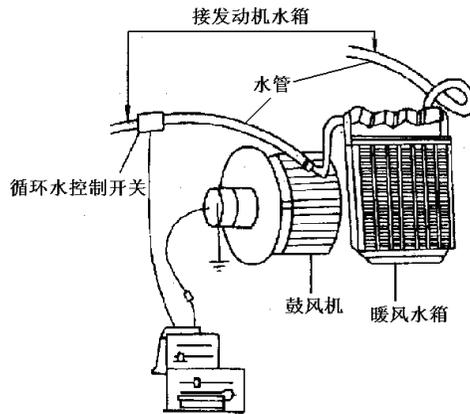


图 9.5-1 水暖式暖风系统

水暖式暖风系统一般由控制开关、鼓风机、暖风水箱、循环水控制开关及相应的管路组成，如图 9.5-1 所示。需要暖风时，接通控制开关，循环水控制开关也自动接通，这样发动机的冷却液开始在暖风水箱及管路中循环。鼓风机同时开始转动，风通过暖风水箱后变成暖风通过出风口吹向车内。

这种暖风装置结构简单、耗能少、成本低、操作维修方便，所以各种汽车一般都采用这种暖风装置。

#### 9.5.2 汽车空调配气系统

汽车空调配气，主要是解决车室内温度、风量控制的自动化和各类通风温调方式，以提高舒适性。

##### 1. 配气方式

汽车空调能将冷气、热风、新鲜空气有机地进行配合调节，形成冷暖适宜的气流吹出。

汽车空调典型配气方式有空气混合式和全热式。全热式与空气混合式温度调节的最大区别是：由蒸发器出来的冷空气全部直接进入加热芯，两者之间不设风门进行冷热空气的混合和风量的调节。

经过配气、温度调节后上述两种方式都能达到各出风口要求的风量和温度，绝不是全热式只出热风，而空气混合式出冷、热、温风。实质上无论那种温调方式都要进行冷却和加热处理，都要按进入车室内空气状态要求对空气进行冷却和升温处理。

##### 2. 配气系统工作过程

捷达轿车空调的配气系统见图 9.5-2。

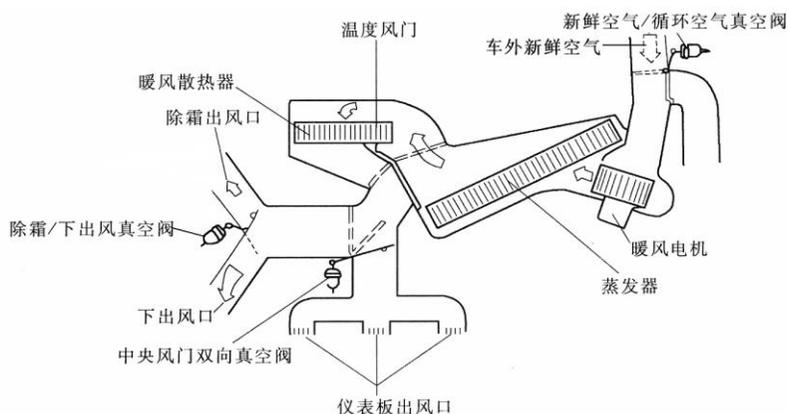


图 9.5-2 配气系统

主要包括新鲜空气/循环空气风门、暖风电机。中央风门、除霜/下出风风门、风道、各个出风口等。

新鲜空气/循环空气真空阀的作用是接通或关闭车外新鲜空气进气口。空气流经暖风电机后，通过蒸发器冷却，再流向暖风散热器。温度风门的位置不同，流向暖风散热器加热的空气比例也不同，这样通过调节温度风门位置就调节了出风温度。中央风门及其真空阀、除霜/下出风风门及其真空阀用来改变通风系统的出风方式。

捷达轿车空调的出风口情况见图 9.5-3。

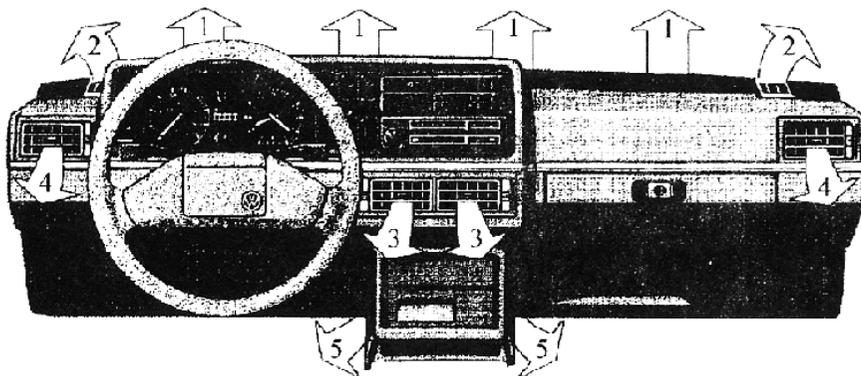


图 9.5-3 捷达轿车空调出风口

前排脚部空间由出风口 5 供应冷热空气。出风口 3 和 4 可用滚花旋钮单独开启或关闭，主旋滚花旋钮——打开出风口，下旋滚花旋钮——关闭出风口。转动出风口 3 和 4 的出风格栅可以纵向改变气流方向。左右拨动隔栅内的拨杆可以横向改变气流方向。

暖风电机装在蒸发器壳体内，从新鲜空气进风道把空气吸入，再从蒸发器送出。暖风电机有 4 挡转速，由暖风电机开关和暖风电机串联电阻控制。

### 9.5.3 操纵控制系统

空调操纵系统的功用是对制冷系统与加热系统进行控制，调节车内的空气温度、风量、流向，确保空调系统正常工作。一般由操纵开关、机械传动（或真空系统）、电气系统组成。

下面以捷达轿车空调的操纵系统为例介绍空调操纵系统的工作过程。

#### 1. 操纵开关

捷达轿车空调的操纵开关见图 9.5-4。

A 为功能滑键，用来选择不同的空调工作模式：

挡位 1 为空调系统关闭。

挡位 2 为强冷：（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，制冷系统停止工作，不能产生冷风。空气经侧面及中央出风口流出。

挡位 6 为采暖：（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、

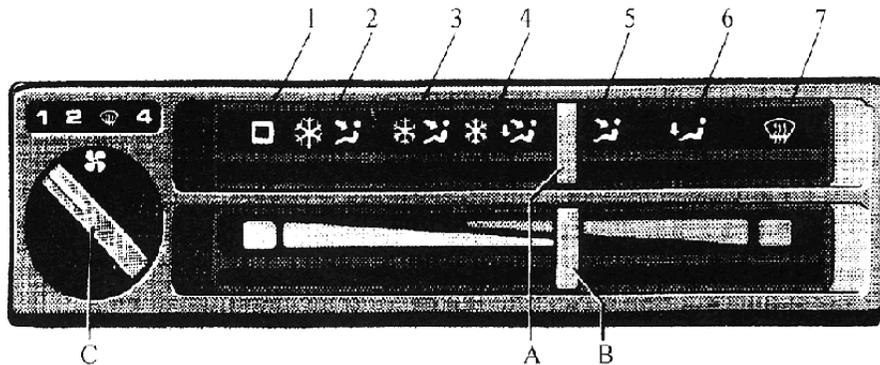


图 9.5-4 操纵开关

侧窗及侧面和中央出风口。制冷系统停止工作。

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。

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 为暖风电机开关。暖风电机设有四挡变速开关。

#### 2. 真空操纵系统

捷达轿车空调控制操纵机构中除湿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。真空操纵系统的真空管路布置情况见图 9.5-5。

### (1) 真空罐

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可靠工作，在真空管路中设有真空储存器即真空罐，罐内有 90 kPa 真空度，保证了空调系统真空控制部分有足够的真空度，而且真空度不随发动机工况的变化而大幅度变化，使真空波动小。

### (2) 单向阀

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，装于真空罐与发动机之间。

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到 92 kPa 时，阀门关闭。

### (3) 真空阀

空调装置调节器 5 控制真空管路多头插座 6 的接通与切断，以控制风门的开启与关闭。真空源来自发动机进气歧管，由吸气管通过单向阀引入真空罐，内有 90 kPa 的真空度，经真空管通向真空管路多头插座 6，新鲜空气 / 循环空气风门的真空阀 4、除霜与下出风口真空阀 7 以及中央风门真空阀 8 通过真空管与多头插座 6 相接。

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。但除霜 / 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、半真空和真空三个位置，能处于开、闭、半开三种状态。

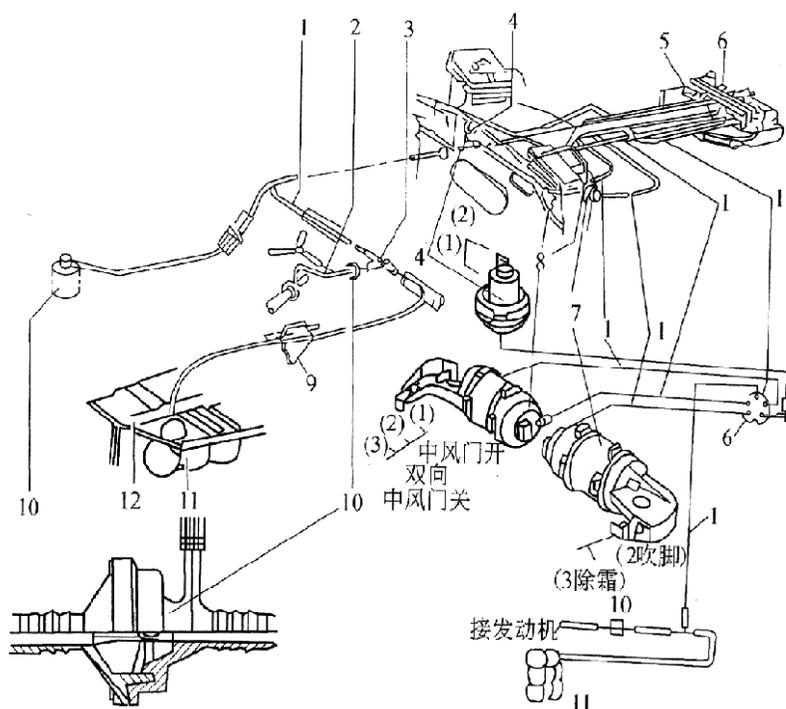


图 9.5-5 真空系统布置图

1-管路 2-接进气歧管 3-三通管 4-新鲜空气/循环空气真空阀 5-空气调节装置 6-多头插座 7-除霜/下出风真空阀 8-中央风门真空阀 9-轮罩 10-单向阀 11-真空罐 12-蓄电池上护板

## 任务 8.3 空调控制系统检修

学习目标	了解汽车空调系统的使用维护注意事项。
考核标准	<p>应知：汽车空调常用故障诊断及汽车空调系统常见故障。</p> <p>应会：汽车空调维修的基本操作技能。</p>

【顾客问题】汽车空调不制冷，接通空调开关，出风口吹出的是热风，不知是什么原因？

### 8.6.1 汽车空调系统的使用维护注意事项

1. 两周检查一次储液干燥过滤器的观察窗，如果有气泡，说明制冷剂不足，应该补充制冷剂。

2. 每月检查一次皮带的张紧度和质量,用 98N 的力量按压皮带,新皮带的挠度应为 9~11mm,旧皮带的挠度应该为 11~16mm。

3. 不使用空调的季节,应该每周开动一次,让空调系统工作 5~10min。不得在使用季节结束后拆下压缩机皮带,但可以稍微松弛。

每年夏季来临时,应对制冷系统进行全面检查,保证制冷系统正常工作。

4. 空调系统工作期间,保持冷凝器、蒸发器表面清洁。

5. 维修空调系统时,要避免制冷剂弄到皮肤上、眼睛里,应戴上手套和防护眼镜。如果制冷剂溅到眼睛里或皮肤上,应该立即用大量冷水冲洗,然后在皮肤上涂上清洁的凡士林,并迅速请医生治疗。

6. 维修空调系统应该在通风良好的地方,制冷剂比空气重,浓度达到 28.5%~30%就会使人窒息。

7. 避免制冷剂与火源接触,否则会产生有毒气体。

8. 制冷剂罐应该保存在 40℃ 以下的环境中;储存在干燥、阴凉、通风的库房中;搬运时防止撞击、振动;避免日光暴晒,应该远离火源。

9. 制冷剂 R12 和制冷剂 R134a 不能混用,与制冷剂配合使用的润滑油也不能混用。

## 9.6.2 汽车空调常用故障诊断方法

### 1. 看

观察空调系统各设备的表面现象,根据观察现象判断空调系统有无故障。

观察冷凝器表面是否干净,若冷凝器上有杂物或泥土,会影响制冷效果。观察各管接头是否有油渍,若有油渍,说明此处有制冷剂泄漏。观察储液干燥过滤器的观察窗,根据观察现象可以判断制冷剂是否适量、制冷系统中是否有空气等。另外,要注意观察空调软管有无磨损、老化等。

### 2. 听

根据空调系统各设备工作的声音,可以判断其工作是否正常。例如:压缩机正常运转时,可以听到压缩机清脆而均匀的阀片跳动声。如果有敲击声,说明压缩机有液击或敲缸等现象。电磁离合器如果有噪声,则说明可能电磁线圈老化,吸力不足,通电后由于打滑而产生噪声,也可能是离合器片磨损造成间隙过大使离合器打滑。

### 3. 摸

用手触摸正在工作着的空调系统管路和各部件的温度。正常情况下,高压端管路的温度约为 55~70℃,而低压端管路手感冰凉,且低压端的部件和管路的连接部分水露。

高温高压区与低温低压区的分界线是压缩机和膨胀阀。压缩机的进口处是低温区,其出口处是高温区,高温区手感热而不烫,如果烫手,则说明制冷剂过多或空调系统局部堵塞。因此,用手触摸压缩机的进出口处应有明显的温差,如果温差不大,说明制冷剂不足,如果

没有温差，说明空调系统不工作或制冷剂漏光了。膨胀阀与压缩机相反，出口是低温区，出口处是冰凉的，有水露，若发现膨胀阀出口处有霜冻现象，说明膨胀阀的阀口已堵塞。

#### 4.检

##### (1) 检查空调系统各部件

1) 检查调整皮带的张力。检查皮带张紧力(松紧度)是否适宜，表面是否完好，配对的皮带盘是否在同一平面上。皮带新装上时正好，运转一段时间会伸长，因而需要再次张紧。随着结构不同，皮带长度不同，有不同的张紧力要求。皮带张力应按各种车型说明书上的规定进行。皮带过紧会使皮带过早磨损，并导致有关总成的轴承损坏；过松则使转速降低，制冷量过小，风速(风量)过低以及发电机的发电量不足。

2) 检查电磁离合器。接通空调 A/C 开关，压缩机应立即工作；断开空调 A/C 开关，压缩机应立即停止工作。在短时间内断开、接合几次，可检查电磁离合器工作是否正常。如果不正常，应先检查空调电路是否有故障，然后再检查电磁离合器是否正常。

天冷时，若压缩机不启动，可能是由于环境温度开关或低压开关起作用。可将电瓶正极与电磁离合器直接连接，若压缩机仍不转动，则说明电磁离合器有故障；在环境温度开关规定的气温(2~4℃)以下正常启动压缩机，若能启动，则说明环境温度开关损坏，应更换。

3) 检查高、低压保护开关。高、低压保护开关是在制冷系统发生故障的时候，保护压缩机和制冷系统不受破坏。它们与压缩机电磁离合器、冷凝器风扇联系在一起。当系统工作压力太高，或者环境温度太低，制冷剂泄露完了，高、低压保护开关切断压缩机电磁离合器的电路。正常时，低压开关是闭合的，检查时，用万用表欧姆档测量其值应为“0”欧姆；若测量其值为无穷大，则表明低压开关断开。这时用导线跨接低压开关，打开空调 A/C 开关，制冷系统能正常工作，则说明低压开关损坏，更换低压开关。高压开关正常时是断开的，随着制冷系统的压力上升。当压力达到一定值时闭合，这时接通冷凝器风扇的高速档，如果压力继续上升，上升到 2Mpa 时，高压开关断开，切断压缩机电磁离合器的电源。检查时用万用表测量其两端，其电阻应为无穷大。打开空调 A/C 开关，制冷系统正常工作，然后用导线跨接其两端，冷凝器风扇应为高速转动，否则说明高压开关损坏，应更换。

4) 检查冷冻机油面。压缩机有视油镜的，察看油平面是否在红线以上。在侧面有放油塞的，可略松开放油塞，如果有油流出就是油量正好；若没有油流出，则需要添加润滑油。如果有油尺的，根据说明书规定用油尺检查。

5) 检查膨胀阀。检查膨胀阀感温包与蒸发器出口路是否贴紧，隔热保护层是否包扎牢固。

6) 检查采暖系统。首先应该保证有足够的冷却液，看看散热器和水箱中是否有足够的冷却液，然后启动发动机怠速 5min 后，打开鼓风机，拨动调温键，看看出风口的温度是否有变化，操纵机构是否移动自如。如果温度不变，操纵吃力，则应该修理。最后观察采暖系统是否漏水等。

7) 检查风机及调速器。按下风机开关后，检查风机工作时是否有异常声响，是否有异物

塞住叶片或碰到其他部件。然后从低档到高档分别拨动调速开关，每档让风停留 5min，检查其吹出的风量是否有变化，若没有变化，则可能是调速器坏或调速电阻坏，应更换。

8) 检查观察孔。汽车空调大多数装配有观察孔来观察制冷系统内部工质流动的情况。轿车的观察孔大多数安装在储液干燥器上，通过观察孔来检查制冷系统工质的方法如下：启动发动机，稳定在 1500r/min 左右，制冷系统运行 5min，把空调功能键调到最大位置，鼓风机调到最高转速，看观察孔中制冷剂流动情况。

I) 清晰。孔内无气泡，这种情况可能有三种情况。

①孔内无气泡，也看不见液体流动，这表示系统内制冷剂全部漏光。用手触摸压缩机进、排气口，没有冷热感觉，出风口无冷风。这时应立即停止压缩机工作，检查制冷剂泄露的原因并修理，否则压缩机会因缺润滑油而咬死。

②孔内无气泡，看见液体快速流动，这种表示制冷过多。用手触摸压缩机进、排气口，两边有明显的温差，而且高压侧有烫手感，低压侧有冰霜。用歧管压力表检测，高低压都过高。这时应排出过多的制冷剂。

③孔内无气泡，看见液体稳定的紊流，这种表明制冷剂适量。用手触摸压缩机进、排气口，两边有明显的温差，而且高压侧热，低压侧凉。用歧管压力表检测，高低压都正常。

II) 偶尔有气泡。偶尔看到有气泡流过，这种情况说明制冷剂稍微不足或储液干燥器的干燥剂已饱和，制冷系统中有水分。

①当膨胀阀有冰堵，则表明制冷系统中有水分，应更换储液干燥器。

②当膨胀阀没有冰堵和结霜现象，用歧管压力表检测，高低压都有点低，则说明制冷系统中制冷剂不足，这时应检查有无泄露的地方和补充适量的制冷剂。

III) 大量气泡或者泡沫状。这种情况说明制冷剂严重不足并有大量的水分。此时必须检漏修理，修好后应抽真空，加制冷剂。

IV) 观察孔的玻璃上有有条纹状的油渍或者黑油状泡沫。这种情况可能有三种情况。

①若压缩机进、排气口有明显的温差，压缩机停止工作后，孔内油渍干净，则说明制冷系统内的冷冻机油过多，应放掉一些冷冻机油。

②若压缩机进、排气口有明显的温差，压缩机停止工作后，孔内仍有油渍或者其他杂物，则说明制冷系统内冷冻机油变质、脏污，应清洗制冷系统，重新注入冷冻机油和制冷剂。

③若压缩机进、排气口无温差，空调器出风口无冷风，则说明制冷系统无制冷剂，镜上全是冷冻机油。

(2) 用仪器检测空调系统运行状态

1) 用歧管压力表检查制冷系统的压力。

2) 用万用表检查空调电路故障。

3) 用温度计测温度

①蒸发器：不结霜的前提下，蒸发器表面温度越低越好。

②冷凝器：正常工作时，冷凝器入口温度为 70℃，冷凝器出口温度为 50℃左右。

③储液干燥过滤器：正常情况下应为 50℃。如果上下温度不一致，说明储液干燥过滤器堵塞。

4) 用检漏仪对空调系统进行检漏

### 9.6.3 汽车空调维修的基本操作技能

#### 1. 汽车空调制冷系统抽真空

在维修过程中，制冷系统暴露于空气中或更换某一个制冷系统的部件后，会有空气和水气进入制冷系统，而空气和水气又会严重影响制冷系统的工作，所以就必修抽真空。抽真空的目的是为了排除制冷系统内的空气和水气，是空调维修中一项重要的作业。实际上抽真空并不能把水分直接抽出制冷系统，而是产生真空后降低了水的沸点，水汽化成水蒸气抽出制冷系统外。

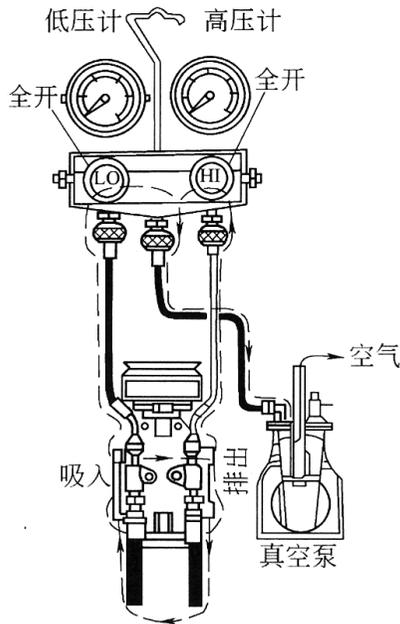


图 9.6-1 汽车空调制冷系统抽真空

制冷系统抽真空可按图 9.6-1 所示接好仪器。具体操作过程如下：

(1) 把歧管压力表的高、低压软管分别与制冷管路上的高、低压检测接口相连，中间软管与真空泵相连。

(2) 打开歧管压力表的手动高、低压阀，启动真空泵，观察低压表，把系统抽真空至 0.1MPa。

(3) 关闭歧管压力表的手动高、低压阀，观察歧管压力表，看真空度是否下降，如果真

空度下降,说明系统泄漏,应该查找漏点、维修。如果系统不漏,应该再打开手动高、低压阀,继续抽真空 15—20min。

(4) 关闭歧管压力表的手动高、低压阀。

(5) 关闭真空泵。先关手动高、低压阀,后关真空泵可以防止空气和水汽进入系统。

## 2.检查制冷系统泄漏

汽车空调的工作条件恶劣,经受较强的震动,容易造成零件、管路的损坏和接头的松动,从而使制冷剂泄漏。

常用的检漏方法有以下几种。

### (1) 外观检漏

泄漏部位往往会泄漏冷冻机油,如果发现某处有油污,可用干净白抹布擦净,如果仍然有油污渗出,说明此处泄漏。

### (2) 用检漏设备

用卤素检漏灯或电子检漏仪检漏。

### (3) 真空检查泄漏

用真空泵把系统抽至真空度 0.1MPa, 24h 后真空度没有明显减小就可以认为没有泄漏。

### (4) 压力检漏

向制冷系统充入氮气,然后用肥皂水检漏。如果有泄漏,泄漏处会出现肥皂泡。

采用压力检漏时不能使用压缩空气,因为压缩空气里面有水分,水分滞留在制冷管路里会造成膨胀阀冰堵。工业氮气没有腐蚀性、没有水分,价格便宜,但瓶装高压氮气一定要用减压表。

## 3.加注制冷剂

在确定系统无泄漏,抽完真空之后,就可以加注制冷剂。加注制冷剂之前,首先应该弄清楚制冷剂的加入量,加注量过多过少都会影响空调制冷效果。

加注制冷剂的方法有两种。一种是从高压端加注,加注的是液态制冷剂,加注速度快,适合于第一次加注,即检查泄漏、抽完真空后的加注。加注时要注意不要启动压缩机,制冷剂罐要倒立。另一种是从低压端加注,加注的是气态制冷剂,加注速度慢,适合于补充加注。加注时需启动压缩机,制冷剂罐要正立。

### (1) 从高压端加注制冷剂

从高压端加注制冷剂的方法见图 9.6-2。

1) 发动机处于熄火状态,检查泄漏、抽完真空后,关闭手动高、低压阀。

2) 把中间软管与制冷剂罐注入阀的接头接好,打开制冷剂罐注入阀,并稍微拧开歧管压力表中间软管的接头螺母,让软管中的空气排出,至听到“嘶嘶”声时将软管接头螺母拧紧。

- 3) 使制冷剂罐倒立，这样制冷剂罐的上部为制冷剂气体，下部为制冷剂液体。
- 4) 拧开压力表组的高压手动阀，液态制冷剂从高压侧进入制冷回路。如果在充注过程中，压力表组的低压表指针不动，表明空调系统有阻塞，需进行修理。
- 5) 加入规定量的制冷剂后，关闭制冷剂罐注入阀，关闭歧管压力表的手动高压阀，然后把歧管压力表拆下。

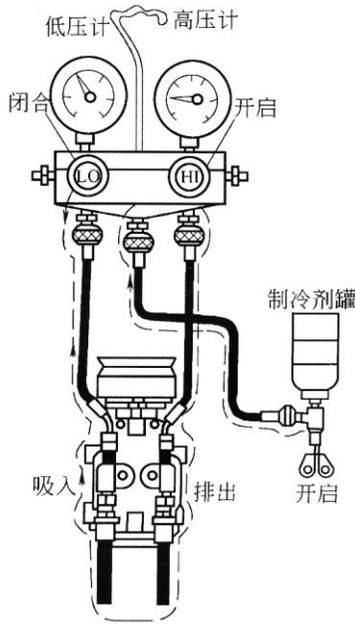


图 9.6-2 高压端加注制冷剂

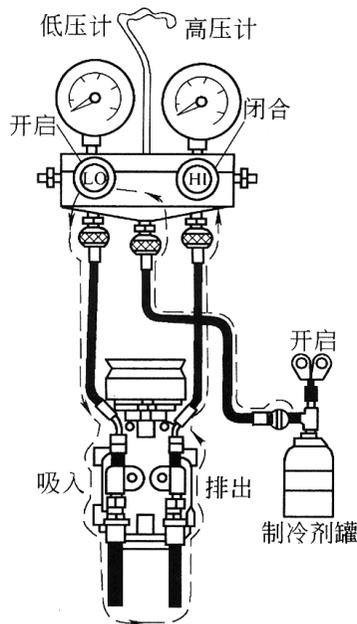


图 9.6-3 低压端加注制冷剂

注意：从高压端加注制冷剂时，不能起动发动机，更不能打开手动低压阀，防止产生压缩机液击现象。

## (2) 从低压端加注

从低压端加注制冷剂的方法见图 9.3-3。

- 1) 检查泄漏、抽完真空后，关闭压力表组手动高、低压阀。
- 2) 把中间软管与制冷剂罐注入阀的接头接好，拧开制冷剂罐注入阀，并稍微拧开歧管压力表中间软管的接头螺母，让软管中的空气排出，至听到“嘶嘶”声时将软管接头螺母拧紧。
- 3) 拧开压力表组低压手动阀，让制冷剂罐直立，让气态制冷剂进入制冷系统，当系统压力达到 0.4MPa 时，关闭手动低压阀。
- 4) 起动发动机，打开空调，暖风电机开关、调温开关打到最大挡。
- 5) 拧开手动低压阀，让气态制冷剂继续流入制冷回路，一直加到规定量。
- 6) 观察储液干燥过滤器的观察窗，确认没有气泡，然后把发动机转速提高到 2000r / min，检查歧管压力表的高、低压表是否达到正常值。

7) 充注完毕后,先关闭歧管压力表的手动低压阀,再关闭制冷剂罐注入阀,并迅速将高、低压加注管从系统上拆下,使关闭孔迅速闭合,停止发动机运转。

注意:从高压端加注制冷剂时,制冷剂罐必须直立。压力表组的高压手动阀绝对不能打开,否则会使高压制冷剂倒流入制冷剂罐内,造成罐内压力增大,发生制冷罐破裂。

#### 4.制冷剂排放

由于修理或其他原因常需将制冷系统内的制冷剂排放掉。排放有两种方法,一是利用歧管压力表将制冷剂排放到大气中,但这要污染环境;二是利用回收装置回收制冷剂,但要有专用回收装置。排放时,周围环境一定要通风良好,不能接近明火,否则会产生有毒的气体。

现在介绍一下利用歧管压力表排放制冷剂的具体操作步骤。

(1) 关闭歧管压力表上的手动高、低压阀,并将其高、低压软管分别接在压缩机高、低压检修阀上,将中间软管的自由端放在工作擦布上。

(2) 慢慢打开手动高压阀,让制冷剂从中间软管排出,阀门不能开得太大,否则压缩机内的冷冻润滑油会随制冷剂流出。

(3) 当压力表读数降到0.35MPa以下时,再慢慢打开手动低压阀,使制冷剂从高低压两侧同时排出。

(4) 观察压力表读数,随着压力下降,逐渐开大手动高、低压阀,直至高低压表的读数指到零为止。

### 9.6.4 空调系统常见故障

#### 1.不能制冷

##### (1) 故障现象

汽车空调开关打开后,各出风口正常出风,但没有冷气,空调系统不能制冷。

##### (2) 故障原因

##### 1) 压缩机不工作

①压缩机皮带过松。

②电磁离合器的电源部分出现故障,熔断器熔断或电磁线圈控制电路有故障。

③电磁离合器线圈烧断。

④压缩机损坏。

##### 2) 膨胀阀损坏

3) 制冷回路泄漏,没有制冷剂

#### 2.制冷量不足

##### (1) 故障现象

打开空调开关,各出风口能出凉风,但凉度不够,把温度滑键滑到最冷,出风凉度仍不够。

## (2) 故障原因

- 1) 制冷剂不足或过多，系统中有空气或水分。
- 2) 压缩机工作不良
  - ①压缩机皮带偏松，压缩机离合器打滑。
  - ②压缩机损坏，内部有泄漏。
- 3) 冷凝器散热不良或堵塞。
- 4) 蒸发器不良。
- 5) 膨胀阀堵塞或其开度过大，膨胀阀感温包泄漏或包扎不良。

### 3. 不供暖或暖气不足

#### (1) 故障现象

暖风电机工作正常，发动机冷却液温度上升后无暖风。

#### (2) 故障原因

- 1) 空调风机不工作
  - ①风机损坏。
  - ②风机控制电路有故障。
- 2) 冷却水管堵塞或冷却液不足
- 3) 加热器有故障
  - ①加热器心堵塞或内部有空气。
  - ②加热器的翅片变形而通风不畅。
- 4) 热水开关或真空马达失效
- 5) 温度风门位置不正确，工作失灵。
- 6) 发动机节温器损坏。

## 复习思考题

1. 使用制冷剂应注意什么？
2. 试叙述汽车空调制冷系统的组成与工作原理。
3. 试叙述斜盘式压缩机的工作原理。
4. 热力膨胀阀的作用是什么？主要有哪两种形式？
5. 储液干燥器的作用是什么？
6. 汽车空调电路控制有哪几部分组成？
7. 试叙述水暖式暖风系统的工作原理。
8. 汽车空调常见故障的诊断方法有哪些？

9. 如何对汽车空调系统抽真空?
10. 汽车空调加注制冷剂的方法有那些? 简述其操作过程。
11. 汽车空调系统常见的故障有哪些?
12. 汽车空调系统不制冷的故障原因有哪些?