上篇　原理篇

第一章　汽车空调概述

第一节　汽车空调的发展

汽车空调技术是随着汽车的普及和高新技术的应用而发展起来的。汽车空调技术的发展经历了由低级到高级，由单一功能到多功能的五个阶段。

第一阶段,单一取暖。1925 年首先在美国出现利用汽车冷却水通过加热器取暖的方法。到 1927年发展到具有加热器、风机和空气滤清器的比较完整的供热系统。这种供热系统直到1948 年才在欧洲出现。而日本到 1954 年才开始使用加热器取暖。目前,在寒冷的北欧、亚洲北部地区，汽车空调仍然使用单一供热系统。

第二阶段,单一冷气。1939 年，由美国通用汽车帕克公司(Packard)首先在轿车上安装由机械制冷的空调器。这项技术由于二次世界大战而停止了发展。战后的美国经济迅速发展，特别是因 1950 年美国石油产地的炎热天气，急需大量的冷气车，而使单一降温的空调汽车得以迅速发展起来。欧洲、日本到 1957 年才加装这种单一冷气的轿车。单一降温的方法目前仍然在热带、亚热带地区使用。

第三阶段,冷暖一体化。1954 年,通用汽车公司首先在纳什(NASH)牌轿车上安装了冷暖一体化的空调器，汽车空调才基本上具有调节控制车内温度、湿度的功能。随着汽车空调技术的改进,目前的冷热一体空调基本上具有降温、除湿、通风、过滤、除霜等功能。这种方式目前仍然在大量的经济型汽车上使用，是目前使用量最大的一种方式。

第四阶段，自动控制。冷暖一体汽车空调需要人工操纵，这显然增加了驾驶人员的工作量，同时控制质量也不大理想。自从冷暖一体化出现后，通用公司就着手研究自动控制的汽车空调,并于 1964年首先安装在卡迪拉克(CADILLAC)牌轿车上,紧接着通用、福特、克莱斯勒三大汽车公司竞相在各自的高级轿车上安装自动空调。日本、欧洲直到 1972 年才在高级的轿车上安装自动空调。

自动空调装置只要预先调好温度，就能自动地在调定的温度范围内工作。机器根据传感器检测车内、车外环境的温度信息，自动地指挥空调器各部件工作，达到控制车内温度和其他功能的目的。

第五阶段,微机控制。1973 年美国通用汽车公司和日本五十铃汽车公司（后合并到三菱集团）一起联合研究由微型计算机控制的汽车空调系统，1977 年同时安装在各自的汽车上,将汽车空调技术推到一个新的高度。微机控制的汽车空调系统由微机按照车内外的环境，实现微调化。该系统具备数字化显示、冷暖通风三位一体化、自我诊断系统、执行器自检、数据流传输等功能。通过微机控制，实现了空调运行与汽车运行的相关统一，极大地提高了制冷效果、节约了燃料，从而提高了汽车的整体性和舒适性。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第二节　汽车空调的功能特点

一、汽车空调的功能

汽车空调即汽车室内空气调节的简称，它用以调节车内的温度、湿度、气流速度、空气洁净度等，从而为乘员创造清新舒适的车内环境。

（一）调节车内的温度

汽车空调在冬季利用其采暖装置升高车室内的温度。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，而大型客车则采用独立式加热器作为暖气的热源。在夏季，车内降温则由制冷装置完成，我国大多数汽车空调只具有这种单一功能。

（二）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，再由采暖装置升温以降低空气的相对湿度。但在汽车上目前还没有安装加湿装置，只能通过打开车窗或通风设施，靠车外新风来调节。

（三）调节车内的空气流速

空气的流速和方向对人体舒适性影响很大。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，也会使人感到不舒服。舒适的气流速度一般为 0.25m/s 左右。冬季，风速大了会影响人体保温，因而冬季采暖时气流速度应尽量小一些，一般为 0.15～0.20m/s。根据人体生理特点，头部对冷比较敏感，脚部对热比较敏感，因此，在布置空调出风口时，应采取上冷下暖的格式，即让冷风吹到乘员头部，暖风吹到乘员脚部。

（四）过滤、净化车内的空气

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。一般汽车空调装置上都设有进风门、排风门、空气过滤装置和空气净化装置。

二、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的环境的。了解汽车空调特点，有利于认识汽车空调的使用和维修。汽车空调主要有如下特点：

（一）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。汽车空调制冷系统极容易发生制冷剂的泄漏，破坏整个空调系统的工作条件，甚至破坏制冷系统的部件，如压缩机。所以，各部件的连

接要牢固,要经常检查系统内制冷剂的量。统计表明,汽车空调因制冷剂泄漏而引起空调故障的约占全部故障的 80%,而且泄漏频率很高。

(二)动力源多样

空调系统所需的动力来自发动机。轿车、轻型汽车、中小型客车及工程机械，其空调所需的动力和驱动汽车的动力都来自同一发动机，这种空调系统叫非独立空调系统；对于大型客车和豪华型大中客车，由于所需制冷量和暖气量大，一般采用专用发动机驱动制冷压缩机和设立独立的采暖设备，故称之为独立式空调系统。非独立空调系统，会影响汽车的动力性能，但比独立式在设备成本和运行成本上都经济。汽车安装了非独立式空调后，耗油量平均增加 10%～20%。(和汽车的速度有关),发动机的输出功率减少 10%～12%。非独立式汽车空调的采暖系统一般利用发动机的冷却水。独立式空调系统则采用独立采暖燃烧器。

(三) 制冷制热能力强

要求汽车的制冷制热能力大,其原因在于：

(1) 车内乘员密度大,产生热量多,热负荷大,而冬天人体所需的热量也大。

(2) 汽车为了减轻自重,隔热层薄,汽车的门窗多、面积大,所以汽车隔热性能差,热量流失严重。

(3) 汽车都在野外工作,直接接受太阳的热、霜雪的冷、风雨的潮湿,环境险恶,千变万化。要使汽车空调能迅速地降温，在最短的时间里达到舒适的环境，要求制冷量就特别大。非独立式空调系统,由于汽车发动机的工况变化频繁,所以,制冷系统的制冷剂流量变化大。例如,汽车高速运动时,发动机的转速高达 6000r/min,而在怠速时才 600～700r/min,两者相差 10 倍之多，这导致压缩机输送的制冷剂变化大。制冷剂流量变化大，导致汽车空调设计困难，制冷效果不佳，而且会引起压力过高或者压缩机的液击现象而发生事故。

(四) 结构紧凑、质量小

由于汽车本身的特点,要求汽车空调结构紧凑,能在有限的空间进行安装,而且安装了空调后，不至于使汽车增重太多，影响其他性能。现代汽车空调的总质量已经比 20世纪 60年代下降了 50%,是原始汽车空调质量的 1/4,而制冷能力却比 60年代增加 50%。

第三节　汽车空调的性能指标

一、汽车空调的热、湿负荷

汽车空调热、湿负荷是确定空调系统送风量和空调设备容量的基本依据。

在车内外热、湿扰量作用下,某一时刻进入车内的热量和湿量称为在该时刻的得热量和得湿量。得热量为负值时称为耗热量。

汽车空调室内的得热量,主要由太阳辐射热量,汽车室内外温差引起的经车身壳体、玻璃等传入的热量,人体散热量,车内和发动机等设备散出的热量,以及门窗缝隙、密封不严、换气通风等传入的热量构成。

车内得湿量、主要是人员散湿量另外,车内设备及其他物品等也有一定散湿量。

为了消除车内多余热量以维持温度恒定所需要向车内供应的冷量，称为冷负荷。反之，为补充车内耗热量所需向车室内送入的热量，称为热负荷。

为维持车内相对湿度恒定所需消除的多余湿量，称为湿负荷。

车内热湿负荷的确定要以一定的车内车外空气计算参数为原始数据。通常用两组计算参数来衡量车内空气状态，即空调基数和空调精度。

空调基数是指在空调区域内需保持的空气温度基数与相对湿度基数。如车内所要求的温度 25℃,就是空调基数。

空调精度是指在空调区域内，空气温度和相对湿度允许的波动幅度。如车内温度为 25℃ ±1℃,这里的 ±1℃为室内温度允许波动范围，即空调精度。

任何形式的汽车空调都只能在一定的温、湿度范围内进行调节，调节的范围小，要求汽车空调的精度就高。

二、汽车空调的舒适性参数

人体舒适感与室内空气温度、室内空气相对湿度、人体附近的空气流速、围护结构内表面及其他物体表面温度有关。此外,它还和人们生活习惯、人体活动、衣着情况以及年龄、性别有关。为了判定一套汽车空调的热舒适性，需要确定汽车空调的车内参数。这些参数主要包括如下：

(一)车内平均温度和车内外温差

根据习惯,在满足人体健康条件下,车内温度夏季应尽量提高,冬季应尽量降低,夏季车室内每升高 1℃,约减少冷负荷 10%,冬季每降低 1℃,约减少热负荷 12%。一般 28～29℃是感觉舒适与否的分界点。另外，车内外温差不宜太大，否则也会使乘客感受到不舒适。汽车空调车内平均温度推荐值为：夏季 25～28℃,冬季为 15～18℃；夏季车内外温差宜保持在 5～7℃范围内,冬季车室内外温差也不宜太大,宜保持在 10～12℃范围内,否则会使乘客感觉太冷或太热,下车易患感冒。

(二)车内空气相对湿度

车内空气相对湿度一般保持在 30%～70%为宜,超出此范围,人就会感到干燥或闷热。

(三)车内气流速度

车室内气流速度以夏季不超过 0.5m/s、冬季不超过 0.3～0.35m/s 为宜。

(四)车内新鲜空气换气量

为防止人体缺氧,产生疲劳、头痛和恶心,车内每位乘客所需新鲜空气量应为 20～30m^3/h,二氧化碳浓度(体积)应保持在 0.1%以下。

(五)车内噪声

降低噪声是改善舒适性的一个重要措施。车内最大噪声应控制在 50dB 以下。

(六)车内降温、升温速率

它是评价舒适性的重要参数之一。在短时间内车内温度下降太快，人体由于不适应会感

到不舒服,严重时会引起感冒。考虑到经济因素和人体健康等原因,一般夏季车内的降温速率宜保持在 1.5℃/min左右，冬季使用发动机冷却水作热源不存在上述问题。

(七)车内温度场分布

温度在垂直方向的不均匀度最好控制在 2℃左右，这是由人体各部位对同一温度的感觉不同决定的；而在水平方向的空气温度不均匀度最好控制在 1.5℃以内,这是根据汽车空调实验结构综合考虑后决定的。

(八)风口布置位置及出风口风速差值

不舒适感与空气的流动方向和吹风的部位有关，后面吹来的气流比前面吹来的更不舒服。风口布置位置应尽量避免直吹令人感到不舒服的部位。各处风口风速差值不宜超过 2m/s,否则,会引起车室内温度场、速度场分布不均匀,出现气流漩涡。

三、空气调节的主要参数

汽车空调的主要研究对象是空气，为此必须首先了解空气的性质，然后才研究汽车空调中的各种问题。

(一) 空气温度

空气的温度表示空气的冷热程度,常用摄氏温标(℃)和绝对温标(K)来度量。“温度”是热量的度量。温度可用温度计或其它装置测量。温度可用下列三种温标测量 摄氏度数记为℃,华氏度数记为℉,开氏温度(K,注意 无“°”记号)。

(1) 在摄氏温度中,水的冰点(在海平面)称为 0°(零度),而水的沸点则为 100°。

(2) 在华氏温度中,水的冰点称为 32°,而水的沸点则为 212°。

(3) 开氏温标主要用于科学工作，取绝对零度(分子完全不运动)作为其零点。这是可能存在的最低温度,相当于 −273.15℃,即 −459.76℉。摄氏温标与华氏温标间的换算公式如下：

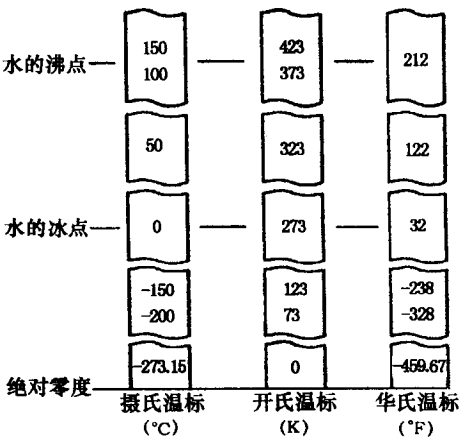


图 1−1 温标

$$℃ = \frac{5}{9}(℉ - 32) \qquad ℉ = \frac{9}{5}℃ + 32$$

(二)空气压力

空气的压力就是大气压力。空气由干空气和水蒸气组成，组成干空气的各种气体在常温常压下都可看作理想气体。水蒸气一般不能当作理想气体,但由于空气中水蒸气含量很小,大多处在过热状态,对整个湿空气造成的影响很小,在空调中可以忽略不计,因而可以将其近似看做理想气体。所以在空调技术中，可以把湿空气近似看做理想混合气体。

空气也符合道尔顿定律，即空气的总压力等于干空气分压力和水蒸气分压力之和。干空气和水蒸气都在其各自分压力的作用之下，而且干空气与水蒸气都具有相同的体积和温度。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

分压力是指混合气体中的某一种气体,在它与混合气体相同的温度下,单独占据该混合气体的总容积时所具有的压力。

(三)空气湿度

空气的湿度是指空气中含水蒸气量的多少。湿度是用以表示空气干湿的术语。我们周围的空气是由不含水蒸气的空气(干燥空气)和含水蒸气的空气组成的,这两种空气混合在一起。空气中的水蒸气量就称为“湿度”。

一般说来,湿度高时,人们感到不舒适,湿度低时感到舒适。湿度一般有三种表示方法。

1.绝对湿度

单位容积湿空气中含有水蒸气的质量,称为湿空气的绝对湿度(Z),即:

$$Z = \frac{m_q}{V}(\mathrm{kg/m^3})$$

式中,mq为水蒸气的质量(kg);

V为水蒸气占有的容积,即湿空气的容积(m3)。

由上式可见,绝对湿度就是该温度和水蒸气分压力下的水蒸气的密度。

绝对湿度表示单位容积中所含的水蒸气量的多少。由于容积随温度变化而变化,即使mq不变,Z也会随温度的变化而变化。

2.含湿量

湿空气是由干空气和水蒸气组成的。在湿空气中与1kg干空气同时并存的水蒸气量称为含湿量(d),即:

$$d = \frac{m_q}{m_g}(\mathrm{kg/kg\ 干空气})$$

式中mq为湿空气中水蒸气的质量(kg)。若湿空气中含有1kg干空气和dkg水蒸气,则湿空气质量为(1+d)kg。

由于常湿常压下干空气和水蒸气都可以视为理想气体,因此均遵循理想气体状态方程式。

对于水蒸气

$$P_q V_q = m_q R_q T_q$$

对于干空气

$$P_g V_g = m_g R_g T_g$$

干空气、水蒸气都具有与湿空气相同的容积与温度,即

$$V_g = V_q = V$$

及

$$T_g = T_q = T$$

式中,Pq为水蒸气的压力;vq为水蒸气的体积;Rq为系数;TQ为水蒸气的温度。

由以上各式得:

$$d = 0.622\frac{P_q}{P_g}(\mathrm{kg/kg\ 干空气})$$

前已述及,用绝对湿度不能确切反映湿空气中水蒸气量的多少。而用1kg干空气作为计算基础的含湿量就克服了绝对湿度的不足。干空气在温度和湿度变化时其质量不变,含湿量

仅随水蒸气量多少而改变。因此，用含湿量可以确切地表示空气中的水蒸气含量。

对空气进行加湿、减湿处理时，都用含湿量表示空气中水蒸气量的变化。

3. 相对湿度

在一定温度下，当饱和空气中的水蒸气量达到最大限度时，它不再具有吸湿能力，即不能再接纳水蒸气。这时空气所具有的含湿量称为该温度下湿空气的饱和含湿量。

含湿量虽能确切反映空气中含的水蒸气量的多少，但还不能反映空气的吸湿能力，不能表达湿空气接近饱和的程度，为此，需定义另一个湿空气的状态参数—— 相对湿度。

相对湿度是指空气中水蒸气分压力和同温度下饱和水蒸气分压力之比，即

$$\varphi = \frac{P_q}{P_{q \cdot b}} \times 100\%$$

由上式可知，相对湿度反映了湿空气中水蒸气含量接近饱和的程度。φ 值小，表示空气离饱和程度远，空气较为干燥，吸收水蒸气能力强；φ 值大，表示空气更接近饱和程度，空气较为潮湿，吸收水蒸气能力弱 当 $\varphi = 0$ 时，则为干空气 当 $\varphi = 100\%$ 时，则为饱和空气。

相对湿度和含湿量都是表示空气湿度的参数，但意义却不同： φ 能表示空气接近饱和的程度，却不能表示水蒸气的含量多少，而 d 能表示水蒸气的含量多少，却不能表示空气接近饱和的程度。

(四)空气湿球温度

对空调性能指标的评定方法，常用干湿球温度计来测量空气的温湿度。干湿球温度计由两支完全相同的水银温度计组成，其中一支水银球上包扎被湿润的湿纱布，称为湿球温度计，此温度计上所测得的读数称为湿球温度；另一支未包纱布的为干球温度计，其读数为干球温度，也就是通常所说的温度。两支温度计的数值相差愈大，空气就愈干燥 相差愈小，空气就愈潮湿。

湿球温度计的读数，实际上反映了湿纱布上水的温度。但是，并不是任一读数都可以认为是湿球温度，只有在热湿交换达到平衡，即稳定条件下的读数才称之为湿球温度。

湿球温度计的水银球上湿纱布表面必然形成一层很薄的饱和空气层。当空气的相对湿度 $\varphi < 100\%$ 时，纱布上的水必然产生蒸发现象。若水温高于空气的温度，蒸发所需要的汽化热必然首先取自水分本身，因此纱布上的水温下降。湿球温度计上的读数开始时高于干球温度计上的读数，随后读数下降。不论原来水温多高，经过一段时间后，水温终将降至空气干球温度以下。这时，也就出现了空气向水面的传热，此热量随着空气与水之间的温差的加大而增加。当水温降到某一数值时，空气向水面的温差传热恰好补偿水分蒸发所吸收的汽化热，此时，水温不再下降，反映在湿球温度计上的这一稳定的温度就是空气的湿球温度。如果湿球纱布上的最初水温低于湿球温度，则空气中的热量传递到水面而形成一种温差传热的关系 它一方面供给水蒸发所需的汽化热，另一方面供水温的升高。随着水温的升高，传热量减少，最终仍将达到温差传热与蒸发潜热相等，水温稳定并等于空气湿球温度。

当空气相对湿度较低时，湿球纱布上的水分蒸发快，蒸发需要的热量多，水温下降得也愈多，因而干、湿球温差大。反之，如果空气相对湿度高，则干、湿球温差小。当 $\varphi = 100\%$ 时，湿纱布上的水分不再蒸发，干、湿球温度也就相等了。由此可见，在一定的空气状态下，干、湿球温度的差值反映了空气相对湿度的大小。

实际上，风速大小对测量的精确性有很大影响。当流过湿球的风速较小时，空气与湿球表

面热湿交换就不完善，湿球读数便会偏高。在空调工程中定义的湿球温度，要求流过湿球的风速在 2.5～4.0m/s 以上。

第四节　汽车空调系统的组成

完善的汽车空调系统一般由制冷系统、采暖系统、送风系统、电气控制系统四大部分组成。严格说来，还应包括空气净化系统。高级轿车装备有碳罐、空气滤清器和静电除尘式净化器等一套较完整的空气净化系统，但在普通型轿车中，空气净化的任务则由蒸发器直接完成。

（一）制冷系统

制冷系统由压缩机、冷凝器、集储器／干燥器、膨胀阀、蒸发器、冷凝器散热风扇、制冷管道、制冷剂等组成，见图 1－2。

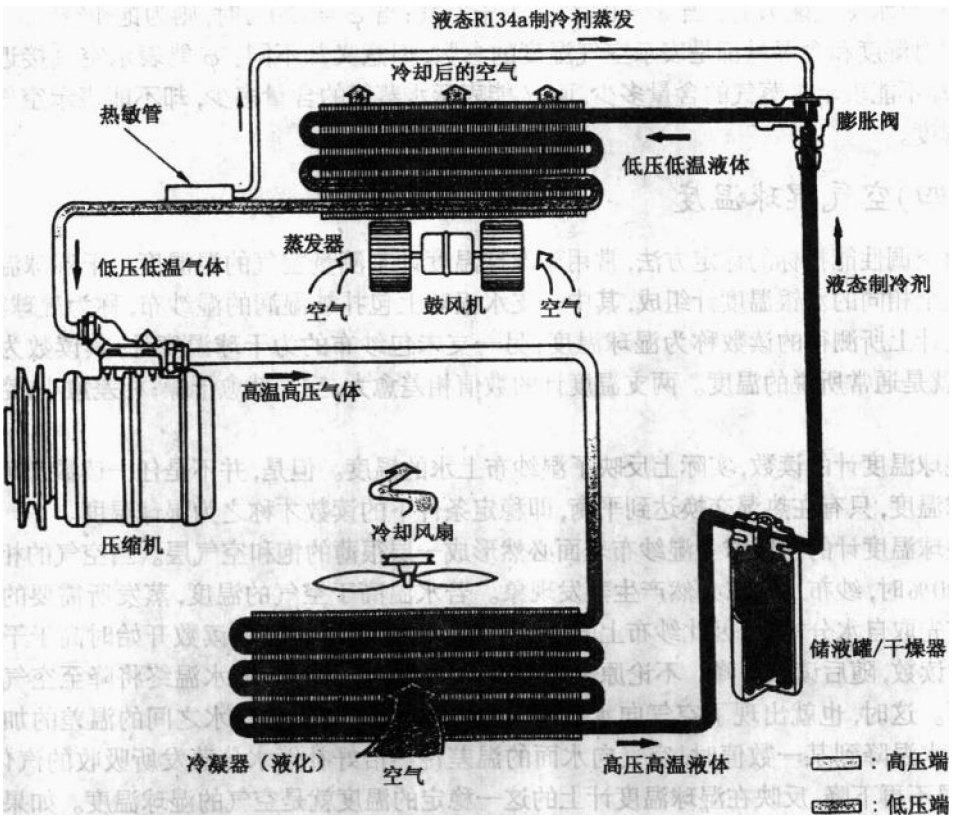


图 1－2　制冷系统结构

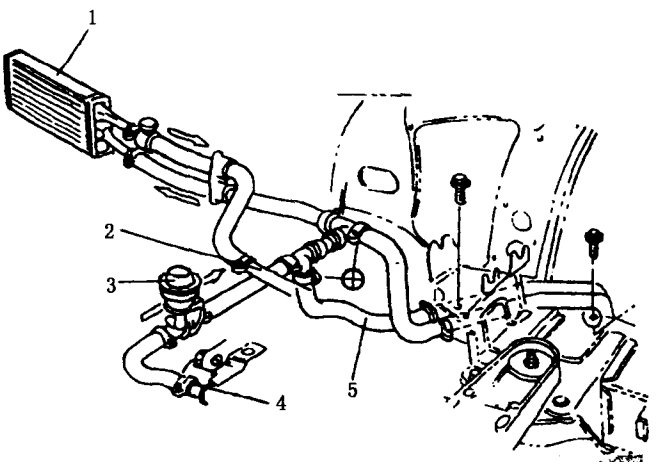
（二）采暖系统

采暖系统是由加热、水阀、水管、发动机冷却液等组成，见图 1－3。

（三）送风系统

送风系统是由进气模式风门、鼓风机、混合气模式风门、气流模式风门、导风管等组成。汽

车室内或室外未经调节的空气，经鼓风机作用送至蒸发器或暖风心处，此时已被调节成冷空气或暖空气的空气流，根据风门模式伺服马达开启角度而流向相应的出风口，见图 1－4。



1－加热器　2－发动机进水管　3－水阀　4－发动机出水管　5－预热管

图 1－3　采暖系统供水管路

（四）控制电路

控制电路包括点火开关、A/C 开关、电磁离合器、鼓风机开关及调速电阻器、各种温度传感器、制冷剂高低压力开关、温度控制器、送风模式控制装置、各种继电器。近几年来不少高级轿车上普遍采用了电脑自动控制，大幅度降低了人工调节的麻烦，提高了空调经济性和空调效果。

目前轿车的空调压缩机都以汽车发动机作为动力源，压缩机的开停以电磁离合器动作决定，而电磁离合器的工作时机是以各种温度、压力、转速等信号为主要参考数据来决定的。为避免蒸发器表面温度过低，造成表面结霜，影响制冷效果，所以设有温度控制器（恒温器），用蒸发器表面温度作为控制信号，控制电磁离合器的动作。若压缩机温度过高，会造成高压部分因压力异常升高而损坏，所以设有过热开关或高压压力开关。如果系统制冷剂缺乏，则可能冷冻油也缺乏，压缩机若在这种干摩擦情况下运转，容易损坏，因此系统必须设有低压压力开关，当系统压力过低时会自动切断压缩机的工作电源。

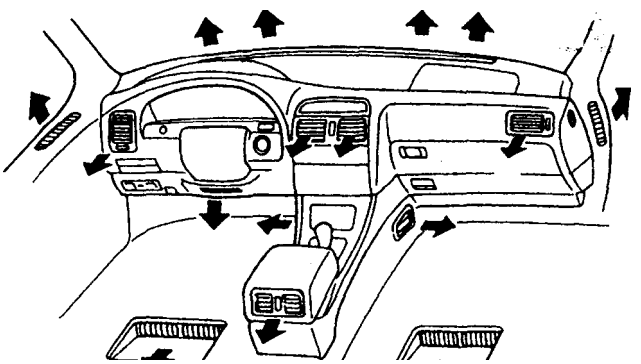


图 1－4　送风系统风门布置图

对于设有电脑控制的空调系统，其压缩机的开停（或水阀的开启度）可满足空调系统处于最经济状态和所要求的各种冷暖状态。

为了解决汽车怠速、加速等运行工况时的动力匹配及水箱冷却问题，以往常常采用中止压缩机运行的办法，近来比较多地采用提高怠速转速的办法。

第二章　汽车空调制冷系统

第一节　汽车空调制冷基本原理

使车内的空气或抽入车内的外部新鲜空气降温或去湿的设备，称为制冷装置。

一、冷却的基本原理

在炎热的夏季里，游泳后上岸时人会感到有些冷。这是因为身体上的水分蒸发，带走了热量(见图 2－1)。在手臂上涂抹一些酒精，也会使人产生凉爽的感觉。这是因为酒精蒸发时，从手臂带走了热量(图 2－2)。利用这些自然现象，可使物体变得较凉。

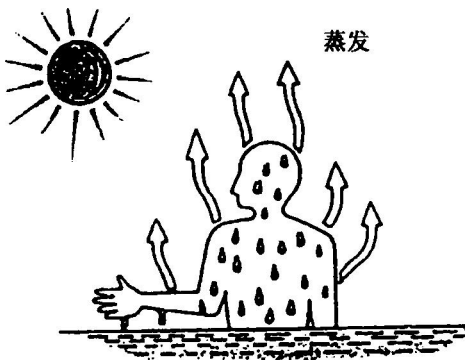


图 2－1　水分蒸发带走热量



图 2－2　酒精蒸发带走热量

假设将一个带有水龙头的容器放入绝热良好的盒子中。容器中装有在常温下易于挥发的液体。当打开水龙头时，容器内的液体便会从盒子内的空气中带走挥发所需的热量，并转化成气体而逸出盒子(见图 2－3)。这时，盒子内空气的温度便会低于水龙头打开前的温度。我们可以用这种方法使物体冷却。

但由于容器内液体不断地消耗，我们必须向容器内添加液体。这种方法非常不合理。因此，我们要找一种能将气体变为液体，然后再由液体重新蒸发成气体的方法，以产生冷却效应。同时，还必须找到具有这一特性的介质——制冷剂。现代汽车空调系统解决了这个问题。

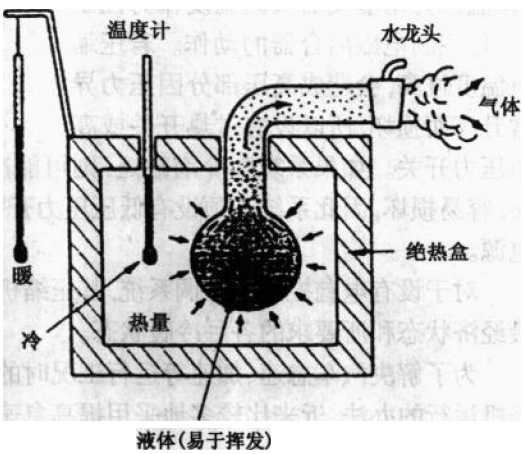


图 2－3　冷却基本原理

二、制冷系统的热交换过程

图 1－2 为空调制冷循环图，其工作过程如下：

(1) 压缩机将高温高压气态制冷剂排出。

(2) 这些高温高压气态的制冷剂流入冷凝器，在冷凝器中通过冷却的方法，降低制冷剂的温度。当高温高压气态的制冷剂受到冷却风扇的作用，将制冷剂的部分热量排入大气中，直至制冷剂降到沸点温度时，高温高压气态的制冷剂便转换为中温高压液态的制冷剂。

(3) 中温高压液态制冷剂流入干燥器，干燥器过滤制冷剂中的杂质和吸收水分，并储存小部分的制冷剂。

(4) 过滤后的液态制冷剂流至膨胀阀，流过膨胀阀的液态制冷剂立即变为低温、低压雾状的液／气态混合物。

(5) 这种低温低压的液／气态混合制冷剂在流至蒸发器后吸收了。空气中的热量，由液／气混合态蒸发成气态。此后吸收了空气中热量的气态制冷剂经由压缩机的作用再次循环，压缩机将汽化了的制冷剂抽吸并压缩成高温、高压的气体，又通过高压软管送向冷凝器。这样就完成了一个制冷系统的热力循环。

三、制冷剂与冷冻油

(一)制冷剂

1. 制冷剂定义

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。目前汽车空调系统中使用的制冷剂有 R12、R134a 两种。其中字母“R”是 Refrigerant(制冷剂)的简称。世界各国都统一使用美国制冷工程师协会(ASRE)编制的制冷剂代号系统。制冷剂的种类很多，十分庞杂。简言之，凡是能进行气液两相转换的物质，均可作为蒸发制冷系统的制冷剂。水(R718)、空气(R729)都算制冷剂。我们所熟知的氟里昂(Freon)只是其中的一个类别。氟里昂是个定义不够确切的俗称。它可以泛指卤代烃类(halocarbon)，即卤族元素，主要是用氟原子(F)和氯原子(Cl)，取代碳氢化合物如甲烷(CH_4)和乙烷(C_2H_6)中的部分或全部氢(H)原子而形成，其组合多种多样。因此，卤代烃也是一个大的化合物族。它们虽有某些共性，但彼此间的个性仍有很大差异，笼统称之为氟里昂，多有所不便。自从有了 ASRE 制冷剂代号系统后，氟里昂这个名称就不再在正式场合下使用了。R134a 及 R12 就是制冷剂标准编号系统中的两种制冷剂。

2. R134a 汽车空调系统

众所周知，R12 会对大气臭氧层起破坏作用，因此近年越来越多地被 R134a(四氟乙烷)取代。与 R12 相比，新型制冷剂 R134a 具有不同的物理特征和化学性质，不适用于原来的 R12 汽车空调系统。如果 R134a 被错误地注入 R12 空调系统，将会出现许多问题，诸如压缩机工作不正常和制冷剂泄漏等。因此，必须对 R12 空调系统作必要的改动。此外还应采取一些措施，以避免误灌制冷剂等类似错误发生。

(1) R134a 系统的改动项目

R134a 具有与 R12 不同的性质，因此它不适用于原来的汽车空调系统。

空调系统工质更换后，主要在以下几个方面发生了变化(参见图 2－4)。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

表 2－1　R134a、R12 的差别

表现		措施
物理性质	不溶于现用的压缩机油(使润滑作用减少)	使用新开发的压缩机油
	溶解现用的密封材料(导致制冷剂泄漏)	使用新的密封材料 改变软管材料
	溶解现用的密封材料(导致制冷剂泄漏)	改换干燥剂
化学性质	在高温下压力和负荷加大(导致制冷能力下降)	系统匹配，如：改进磁性离合器和冷凝器的性能、改动压力开关、膨胀阀、EPR 的设定值
	制冷剂和油不能在原有系统和新系统之间交换	避免不正确的连接和灌注，如改变连接形状、改变维修阀的形状、改变维修工具
	环境保护	防止制冷剂向大气中释放，如：停止使用熔化螺栓、改用安全阀

表 2－2　R134a 系统的改动项目

编　号	项　目	说　明
—	制冷剂	CFC12 → HFC134a (CCl_2F_2)　(CH_2FCF_3)
①	压缩机油	矿物质油→合成油
②	管道	改变 O 形垫圈材料 NBR→RBR
		改变管道接头形状
③	压缩机	改变封口 NBR→RBR
④	维修阀	改变螺孔尺寸
⑤	软管	内衬加进尼龙层
		改变软管材料 NBR→CL－IIR
⑥	冷凝器	改进散热性能
⑦	接收器 干燥剂	硅胶→沸石
	熔化螺栓	停止使用熔化螺栓
⑧	安全阀	3.14MPa→3.43MPa
⑨	压力开关	2.65MPa→3.14MPa
⑩	膨胀阀	改变流动特性

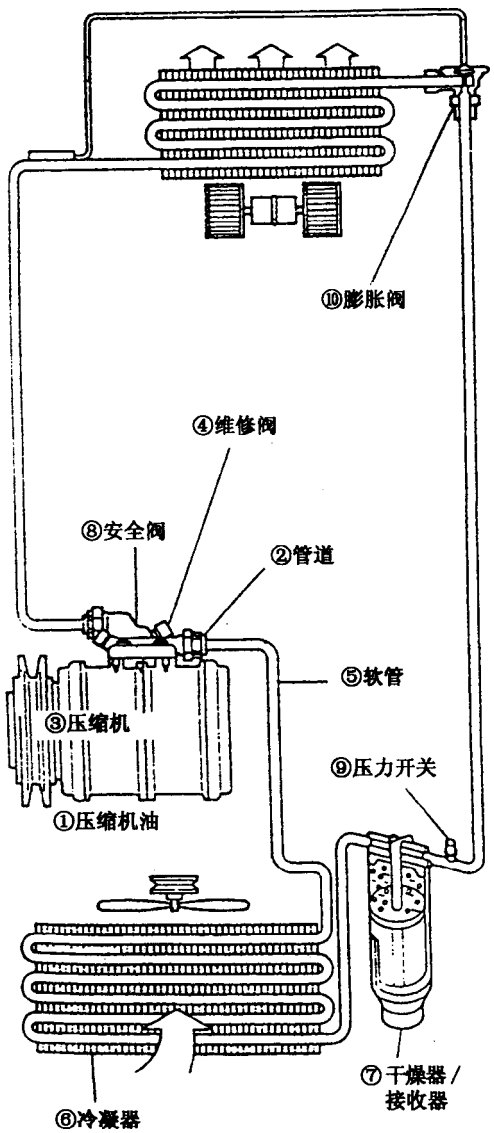


图 2－4　R134a 系统部件图

(2) 新型压缩机油的使用

在整个空气调节循环过程中，压缩机油通过与制冷剂溶为一体参与循环，并对压缩机产生润滑作用。但是，R12 配用的压缩机油不能溶于 R134a。如果把这种油用于 R134a 空调系统，将发生液击现象，从而损坏压缩机。因此 R134a 系统必须使用专用的压缩机油（俗称冷冻油）。

(3) 新型密封材料的使用

硝丁二烯(NBR)被用来作为 R12 空调系统的管道 O 形垫圈、压缩机边缘和软管部分的密封材料。然而,R134a 能够溶解 NBR(造成其膨胀)。为此,专门开发了一种叫做 RBR 的橡胶密封材料,用于 R134a 空调系统。参见图 2－5。

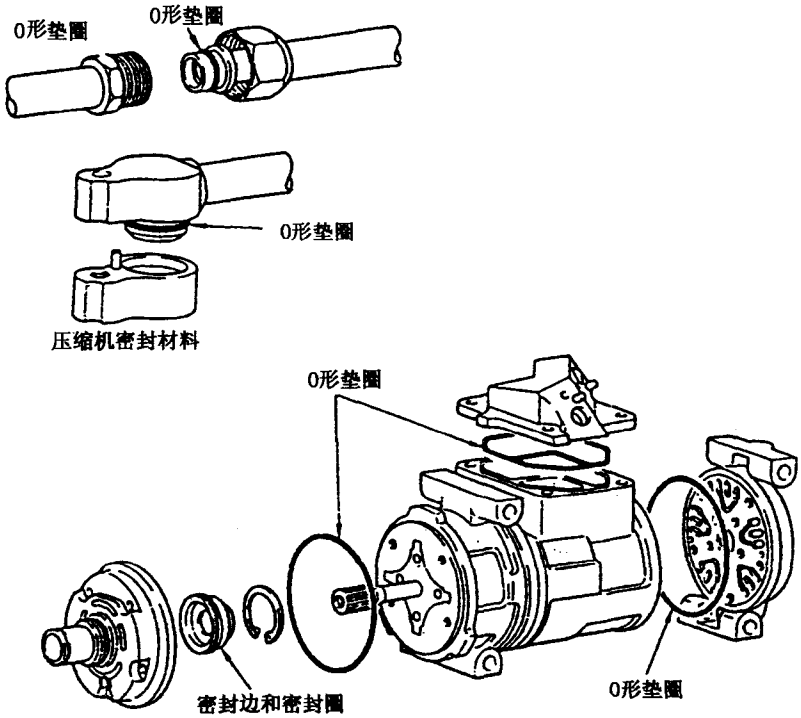


图 2－5　新型 O形圈

除此之外,用于 R134a 空调系统的 O形垫圈要比用于 R12 空调系统的要厚一些以增强其密封性能。下表为丰田汽车参数。

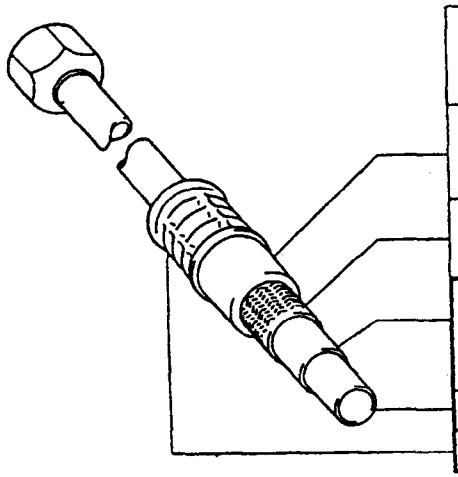
表 2－3　丰田汽车用 O形垫圈参数

	R134a 系统	R12 系统
材料 / 使用位置	RBR	NBR
液体管道	内径 6.7mm 厚 1.8mm	内径 6.7mm 厚 1.4mm
排出管道	内径 10.8mm 厚 2.4mm	内径 10.8mm 厚度 1.8mm
吸入管道	内径 13.4mm 厚 2.4mm	内径 13.4mm 厚 1.8mm

(4) 排出和吸入软管的改动

由于现用软管内层的 NBR 对 R134a 的渗透性要比对 R12 的强得多,若这类软管仍用于 R134a 空调系统,将使发生制冷剂不足的可能性大大增加。针对上述情况,R134a 系统的排出和吸入软管采用了不同的材料。这种材料与用于 R12 系统的材料相比,具有较高的渗制冷剂

和渗水性能。参见图 2－6



位置	材料	
	R134a系统	R12系统
外层	EPDM（乙烯丙烯橡胶）	EPDM（乙烯丙烯橡胶）
增强层	PET（聚乙烯对苯二酸）	PET（聚乙烯对苯二酸）
中间层	CL-IIR（氯化异戊二烯橡胶）	NBR（硝丁二烯橡胶）
内　层	6-12Ny（尼龙）	无
敛　缝	涂层	无

图 2－6　R134a系统软管结构

(5) 新型干燥剂的使用

用于 R12 空调系统的干燥剂主要是置于接收器／干燥器中的硅胶。但是，由于 R134a 的极性接近于水的极性，使得其同水一起被硅胶吸收，从而造成吸水能力大幅度下降。最终，由于水分在膨胀阀等狭小部位收缩作用，导致不充分制冷。同时，在空调循环过程中产生腐蚀作用。

因此，需要使用比过去用量多得多的干燥剂才能有效地除去 R134a 系统在调节空气时出现的水分。

一种叫做沸石的新型干燥剂被用于 R134a 空调系统，它不吸收 R134a。

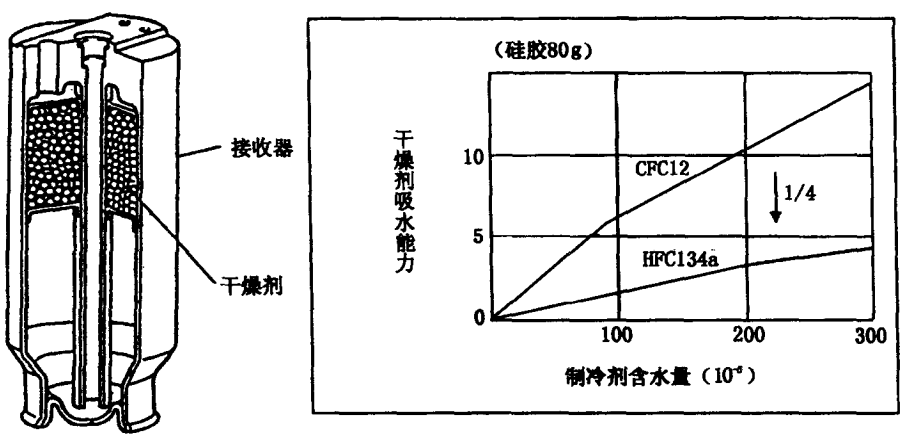


图 2－7　硅胶干燥剂吸水能力的比较

(6)系统匹配

当压缩温度在高负载下升高时，R134a 系统的压力将比 R12 的系统的压力高。此是将导致冷却能力的下降和压缩机负载的加重。参见图 2－8。

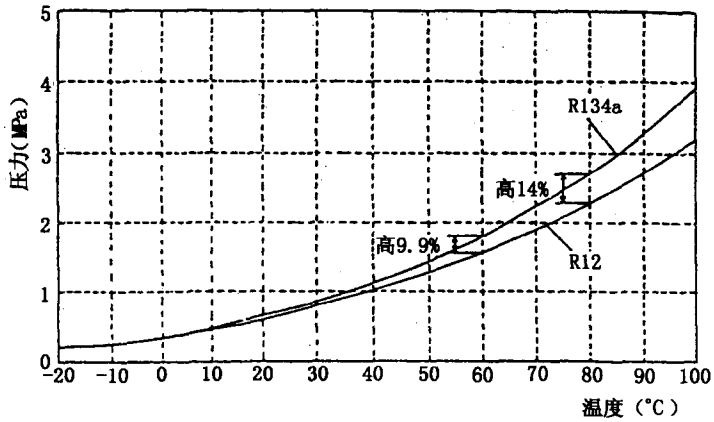


图 2－8　R134a 系统饱和蒸发压力

为解决这一矛盾，R134a 系统采取了以下措施：

①改进磁性离合器性能。由于 R134a 的压力在高温下比 R12 的压力高，压缩机需要用更大的力量来压缩制冷剂。通过增加磁性离合器的传动力矩，使得 R134a 系统压缩机驱动能力得到提高。同时，转子的密封材料也做了更换，以改善其抗油性能。R134a 系统和 R12 系统外观差异如表 2－4 及图 2－9 所示。

表 2－4　外观的改进

部　件	R134a 系统	R12 系统
压力板	电枢后板	无电枢后板
转子	轴承密封材料(绿色或黑色)	轴承密封材料(蓝色或棕色)

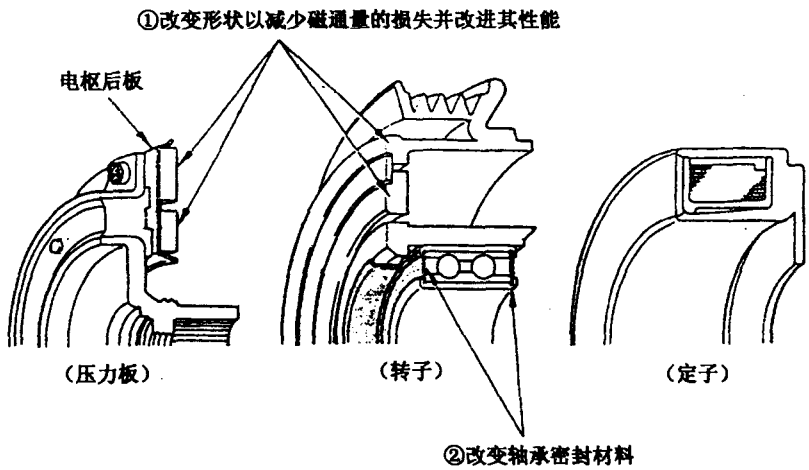


图 2－9　R134a 系统磁性离合器

②改进冷凝器热辐射性能。由于在高温条件下 R134a 的压力高于 R12，为取得相同的制冷效果，必须改进冷凝器的热辐射性能。为此，对 R134a 空调系统使用的冷凝器中的散热片高度及管壁的厚度均做了调整，并在结构上做了改进。参见图 2－10、2－29、2－30。

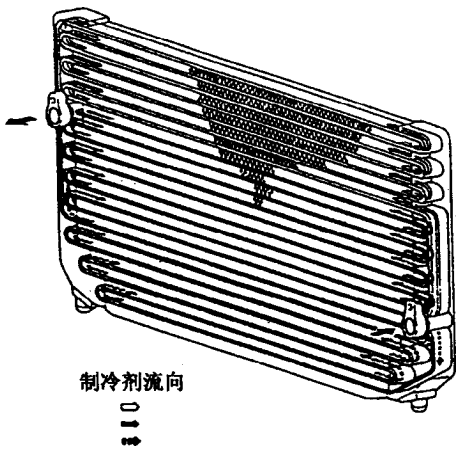


图 2－10　R12 系统冷凝器

③改变压力开关压力值的控制。由于循环过程中 R134a 系统的压力比 R12 系统高，对冷凝器开关进行控制的压力值也做了必要的改动。原 R12 系统为 2.65MPa，现 R134a 系统为 3.14MPa。参见图 2－11。

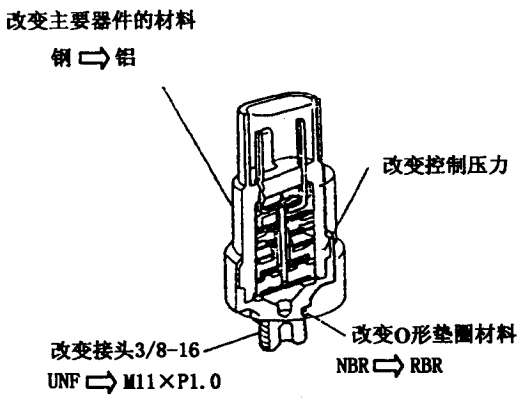


图 2－11　R134a系统压力开关

④改变膨胀阀流量特征。膨胀阀的开阀特性做了变动，使得 R134a 空调系统的制冷能力与 R12 系统一样。参见图 2－12。

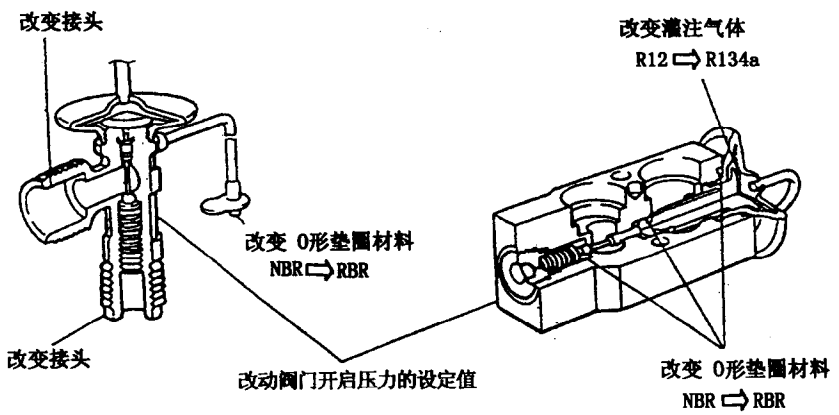


图 2－12　R134a系统膨胀阀

⑤改变蒸发器压力调节器（EPR)。在 R134a 空调系统中，EPR 的橡胶波形管换成了金属波形管，如图 2－13 所示。

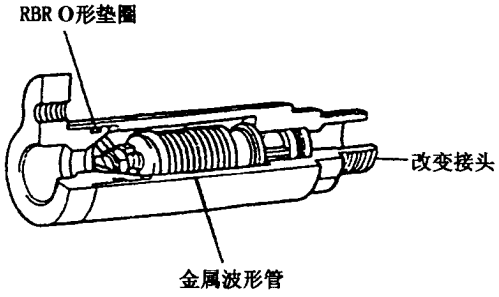


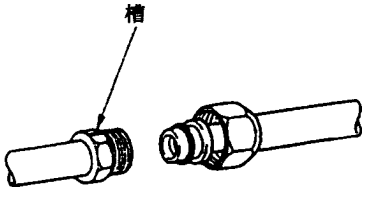
图 2－13　R134a 系统蒸发器压力调节器(EPR)

(7) 避免不正确的灌注和连接

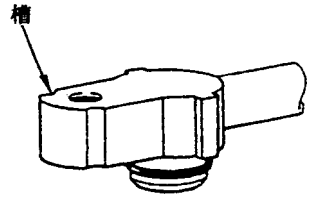
①管道接头形状的改动。如果用于 R12 系统的 R12 制冷剂或 O形垫圈被错误地用在 R134a系统，将会给系统造成严重的损害，胀起的密封圈会导致压缩机工作不正常及制冷剂的泄漏。为了避免不正确的灌注和管道连接，对管道接头和维修阀的接头均做了改动。

R134a系统管道接头的两端都带槽，以此区别于 R12 系统的管道接头，参见表 2－5。

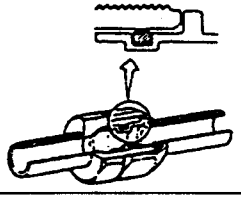
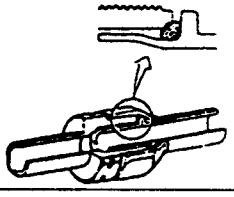
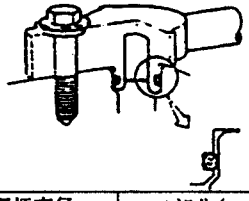
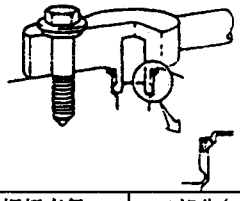
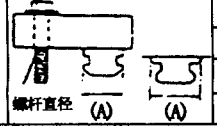
表 2－5　管道接头形状的改进



(R134a系统的联管螺母接头)



(R134a系统的块状接头)

	R134a系统		R12系统	
联管螺母接头				
	螺杆规格			
液体管道	M16×P.1.5		9/16-18 UNF	
排出管道	M22×P.1.5		3/4-16 UNF	
吸入管道	M24×P.1.5		7/8-14 UNF	
块状接头				
	螺杆直径	A部分(mm)	螺杆直径	A部分(mm)
	M6	φ10.12	M6	φ11.8
	M6	φ15.47	M8	φ16.7
	M6	φ18.27	M8	φ19.05

需要全本请访问 www.ertongbook.com