



学习情境一

汽车空调的认知

任务一 汽车空调系统的认知

一、布置任务

(一)任务描述

一名学徒在汽车 4S 店跟随师傅修理空调系统时,师傅让他更换蒸发器,但是他费了很大周折才找到蒸发器,耽误了车辆的及时维修。学习汽车空调系统基础知识是非常重要的,可以为后续汽车空调系统的检修打好基础。本课程的学习就从汽车空调系统的认知开始。

(二)学习目标

(1)通过汽车空调系统原理图,结合汽车空调系统的技术资料,认识系统中的制冷压缩机、冷凝器、蒸发器、膨胀阀、吸气节流阀和储液干燥器等零部件的结构外形和位置关系。

(2)进一步掌握汽车空调系统的种类、结构及工作原理。

(三)素质目标

(1)通过此次任务的学习能够对工作进行整体的组织。

(2)把握问题的关键,寻求解决办法。

(3)扩展相应的信息收集能力。





二、收集信息

(一) 汽车空调的概念

汽车的空气调节装置简称汽车空调,是人为地对车厢内的空气温度、空气湿度、空气流动速度和空气洁净度等全部或部分地进行调节,将其控制在合适范围内,从而创造一个舒适的工作及乘坐环境的装置。

(二) 汽车空调发展史

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。

1. 汽车空调技术发展的五个阶段

(1)第一阶段,单一取暖。1925年,在美国率先出现了通过加热汽车冷却水取暖的方法。到1927年发展到具有加热器、鼓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、亚欧北部地区,汽车空调仍然使用单一供热系统。

(2)第二阶段,单一冷气。1939年,由美国通用汽车帕克公司率先在轿车上安装由机械制冷的空调器。这项技术由于第二次世界大战的爆发而停止了发展。战后的美国经济迅速发展,特别是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年生产这种单一冷气轿车。单一降温的方法目前仍然在热带、亚热带地区使用。

(3)第三阶段,冷暖一体化。1954年,通用汽车公司首先在纳什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车内空气温度、湿度的功能。随着汽车空调技术的改进,目前的冷热一体化空调基本上具有降温、除湿、通风、过滤、除霜等功能。这种方式目前仍在大量经济汽车上使用,且是使用量最大的一种方式。

(4)第四阶段,自动控制。冷暖一体化汽车空调需要人工操纵,这显然增加了驾驶员的工作量,同时控制质量也不太理想。自从冷暖一体化空调出现后,通用公司就着手研制自动控制的汽车空调,并于1964年首先安装在凯迪拉克轿车上,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。日本和欧洲直到1972年才在高级轿车上安装自动空调。

自动空调装置只要预先调好温度,就能自动地在调定好的温度范围内工作。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。

(5)第五阶段,微机控制。1973年,美国通用公司和日本五十铃汽车公司,联合研制由微型计算机控制汽车空调系统。1977年,该空调系统同时被安装在各自的汽车上,将汽车空调技术推到一个新高度。微机控制的汽车空调系统由微机按车内外环境实现微调。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。

2. 汽车空调发展历程

1927年,在美国纽约市场上出现了第一台汽车空调,轰动了当时世界各国的汽车制造



商。实际上这种装置只能称为“加热器”，只是在汽车车厢内增加了热量，在欧洲寒冷的季节里能起到一定的保暖作用。

到了 1938 年，美国人帕尔德发明了汽车空调，他根据电冰箱“冷气”的原理，在一辆老爷车上进行了试验。他又于 1939 年，将改进后的冷气机，安装在美国福特汽车公司制造的林肯 V12 型轿车中，效果很好。

1940 年，美国 Packard 公司第一次将机械制冷用于车用空调，为世界汽车空调市场开辟了发展之路。

第二次世界大战的爆发阻碍了汽车空调的发展。战争结束后，汽车空调的实用化、普及化开始逐渐恢复并发展起来。

1953 年，美国的一些汽车制造厂商，将空调正式开始在普通的轿车上使用，接着便大量生产汽车空调。

1954 年，第一台冷暖一体化整体式汽车空调设备安装在美国纳什牌小客车上。

1957 年，日本参考美国的汽车空调也开始试制生产，然后欧洲的汽车制造厂商也相继开始生产轿车用空调。

1960 年，冷气装置的汽车空调开始普及。据有关统计资料显示，截至 1962 年，世界上轿车装有的空调设备已达 75 万套。

1964 年，第一台自动控温的汽车空调安装在美国通用汽车公司的凯迪拉克轿车中。

1967 年，世界上安装汽车空调的轿车已达 354 万辆。

1971 年之后，日本丰田汽车公司的世纪、皇冠，英国的劳斯莱斯，德国的梅赛德斯-奔驰等高级轿车中，都安装了自动汽车空调装置。

1979 年，美国和日本共同推出用计算机自动控制的汽车空调设备系统，并用数字显示，达到最佳控制效果。此时，汽车空调已进入技术发展的第五阶段。

1989 年，美国通用汽车公司大量生产的初期产品，主要有专用循环空气进口的“突进型”汽车空调。由于其对空气循环、外部空气的选择、出气位置的确定及除湿和温度控制等都较难实现，因而将主流改为空气混合型空调。

20 世纪 70 年代，我国最早的汽车空调使用在长春一汽红旗轿车上。1976 年，由原上海内燃机油泵厂制造的汽车空调安装在上海牌 SH760A 轿车中。

截至 2013 年 8 月，我国国产轿车空调装置率已接近 100%，在其他车型上的装置率也在逐年提高，汽车空调已成为汽车中具有举足轻重的功能部件。

(三) 汽车空调的功能和特点

1. 汽车空调的功能

汽车空调是用来改善汽车舒适性的设备，可以对车内空气的温度、湿度进行调节，并保持车内的空气清洁，如图 1-1 所示。汽车空调通常具备以下功能。

1) 调节温度

调节温度指将车内的温度调节到人体感觉适宜的温度。夏季，人感到最舒适的温度是 $22\sim 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，在冬季则是 $16\sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。但是要注意一点，当使用汽车空调对车内温

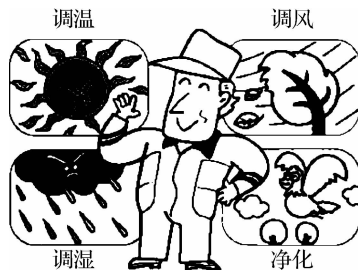


图 1-1 空调系统的功能



度进行调节时,与外界的温度差不能太大,过大的车内外温差不但易使乘员患感冒,而且会使压缩机工作时间过长,导致压缩机故障增多、寿命缩短,并耗费过多的功率。

汽车空调对空气温度的调节包括冬季采暖和夏季制冷两种情况。采暖一般是利用冷却水或排气管的余热来进行的,而制冷必须通过专门的制冷设备,即汽车空调制冷系统来进行。

2)调节湿度

调节湿度指将车内的空气湿度调节到人体感觉适宜的湿度。相对湿度在 50%~60% 时,人体感觉最舒适。在同样的温度下湿度越大人感到越热,因此,在降低温度的同时降低湿度能使人感到更凉爽、更舒适。

汽车内湿度的降低是通过车内空气中的水蒸气在蒸发器表面凝结成水,然后流出车外完成的。

3)调节气流

调节气流指调节车内出风口的位置、出风的方向及风量的大小。调节气流包括两个方面:一方面是调节车内外空气的交换速度,即引入外界新鲜空气的比例,外界新鲜空气进入量的多少由新鲜空气阀门开度的大小来控制;另一方面是调节内部空气的流动速度,内部空气的流动速度主要解决车厢内温度不均的现象,这种情况主要由出风口的位置、出风方向、鼓风机挡位等来决定。

4)净化空气

净化空气指滤去空气中的尘土和杂质,或对空气进行杀菌消毒。因为汽车门窗长时间关闭,车内充满了人呼出的各种影响空气洁净的气味,影响乘坐的舒适性,所以必须将这些难闻气味除去。

净化空气可通过引入外界新鲜空气(经过滤)、采用活性炭吸附剂、安装负离子发生器等方法来解决。

2. 汽车空调的特点

汽车空调与一般室内空调相比,具有如下几个主要特点。

(1)汽车空调热负荷大,要求降温(或升温)迅速。夏天车内的乘员密度大,产热量大,热负荷高;冬天人体所需的热量,为了减轻自重,汽车隔热层一般都很薄,加上汽车门窗多、面积大,所以汽车隔热性差、热损大。这就要求汽车空调机组的制冷(或采暖)能力比室内空调大得多。

(2)汽车空调所需的动力均来自发动机。汽车空调不便利用电力作为动力源,一般用汽车发动机或辅助发动机来带动压缩机。对于主机带动的空调系统(非独立式空调),制冷压缩机由发动机通过皮带驱动,这样就必然会影响到发动机的工作。特别是在一些极端工况下,如怠速、加速、爬坡等,影响就更明显。因此,有必要通过一些相应的措施或装置,以减少这些不利影响。

(3)汽车空调安装在车辆上,要承受汽车运行带来的剧烈和频繁的振动与冲击,因而对其机组的强度、抗振性能要求高。除了要求各部件有足够的机械强度和缓冲减振措施外,对连接管路的走向、弯曲形状、密封性能等也有严格要求。否则管路就会因振动而松动,容易



引发制冷剂泄漏。统计表明,因制冷剂泄漏而引起的空调故障约占汽车空调全部故障的80%,而且泄漏频率很高。

(4)由于汽车结构本身的特点,汽车空调也应结构紧凑、体积小、重量轻。这样一来,就会引起汽车空调部件(主要是蒸发总成)的通用化变差。

(5)由于汽车内部结构复杂,风量分配不易均匀,因而车内温度分布不易均匀,影响乘坐舒适性。

(三)汽车空调系统的类型

汽车种类繁多,结构各不相同,同一形式的汽车又因使用对象不同而有不同的车内布置及要求,需要不同的空调机组与之相匹配。例如,轿车、中小型旅行车与大型客车,豪华型客车与普通型客车,高顶车与平顶车,它们的空调机组显然是不同的。而且,不同的汽车对空调装置的性能要求也不尽相同。因此,与房间空调器或其他用途空调器相比,汽车用空调装置的种类要繁杂得多。

1. 按驱动方式分类

1) 非独立式空调

非独立式空调是用主发动机通过皮带传动带动空调压缩机运转,由电磁离合器控制二者之间的动力传递。电源接通,电磁离合器吸合,压缩机运转制冷;电源切断,电磁离合器断电分离,压缩机停转。

非独立式空调的优点是结构简单、噪声小,便于安装布置;缺点是要消耗发动机10%~15%的动力,降低汽车后备功率,影响汽车的动力性。

非独立式空调主要用于轿车、货车及小型客车上。

2) 独立式空调

独立式空调专门用一个副发动机带动空调压缩机运转,其运行过程稳定,不受主发动机工作情况的影响。

独立式空调的优点是制冷与行驶互不影响,制冷量大,制冷效果稳定;缺点是结构复杂、成本高、噪声大,布置难度大。

独立式空调主要装于大型客车上。

2. 按布置形式分类

1) 整体式空调

整体式空调是将副发动机、压缩机、冷凝器、蒸发器等通过皮带和管道连成一个整体,安装在一个专门机架上,构成一个独立总成,其动力源为副发动机。这种形式主要用于独立式空调系统的布置。

2) 分体式空调

分体式空调是将压缩机、冷凝器、蒸发器及独立空调系统中的副发动机根据汽车具体结构部分或全部分开布置,用管道相互连接。这种布置形式主要用于独立式空调。

3) 分散式空调

分散式空调是将压缩机、冷凝器、蒸发器等各部件分散安装于相应部位,用管道相互连



接。这种布置形式用于非独立式空调系统。

3. 按送风方式分类

1) 直吹式空调

直吹式空调的气流直接从空调器送风面板吹出,也称仪表板式空调,其结构简单,送风阻力小,但车内送风均匀性差。非独立式空调系统一般采用这种方式。

2) 风道式空调

风道式空调是将气流用鼓风机送到塑料风道,再由风道送到车顶或座位下的出风口吹出。这种方式送风均匀,但结构复杂且送风阻力大。独立式空调系统一般采用这种方式。

4. 按功能分类

1) 冷暖分开型空调

制冷与采暖完全分开,各自独立控制,结构分开布置。这种形式占用空间较多,主要用于早期的汽车空调上,现已淘汰。

2) 冷暖合一型空调

在制冷系统的基础上增装加热器及暖风出口,但制冷与采暖不能同时工作,其结构形式如图 1-2 所示。

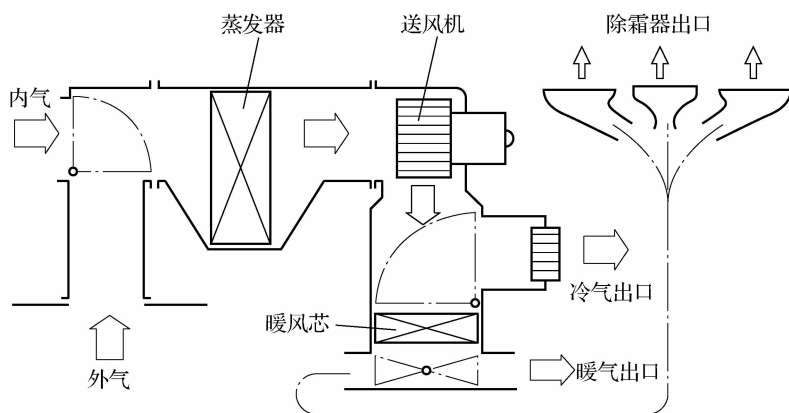


图 1-2 冷暖合一型汽车空调系统

3) 全功能型空调

这种形式的汽车空调集制冷、采暖、除霜、去湿、通风、净化等功能于一体,由于其功能完善,提高了乘坐的舒适性,因此越来越多的汽车空调采用了这种形式。全功能型汽车空调系统的布置如图 1-3 所示。

5. 按控制方式分类

1) 手动空调

手动空调用拨杆或旋钮控制,一般设有开关键、调温键和调风键等。其操纵机构一般为拉索式,也有少数为气动式(真空)。手动空调控制面板如图 1-4 所示。

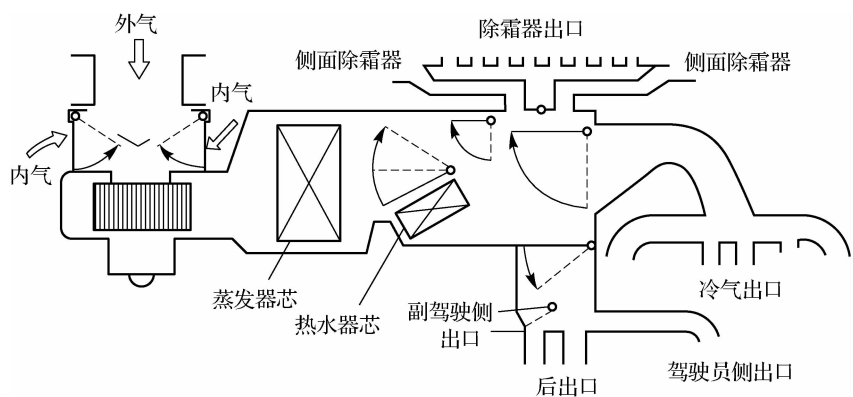


图 1-3 全功能型汽车空调系统的布置

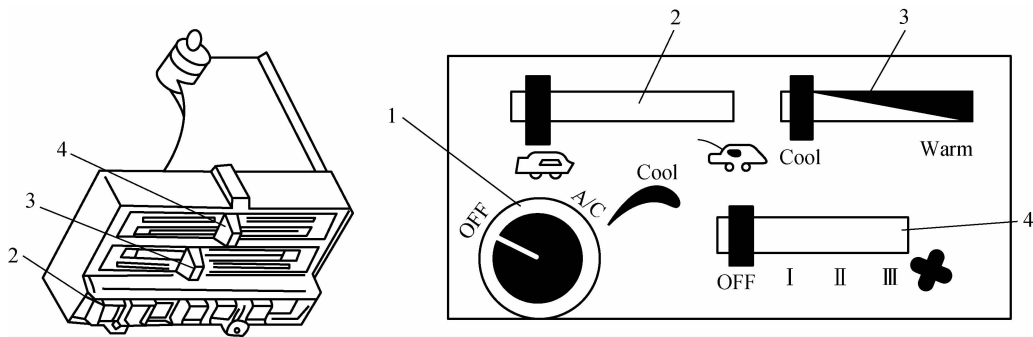


图 1-4 手动空调控制面板

1—功能选择键；2—后窗除霜键；3—调温键；4—调风键

2) 半自动空调

半自动空调一般用拨杆控制，设有温度选择键和功能选择键，其控制面板如图 1-5 所示。半自动空调的操纵机构一般为气动式。

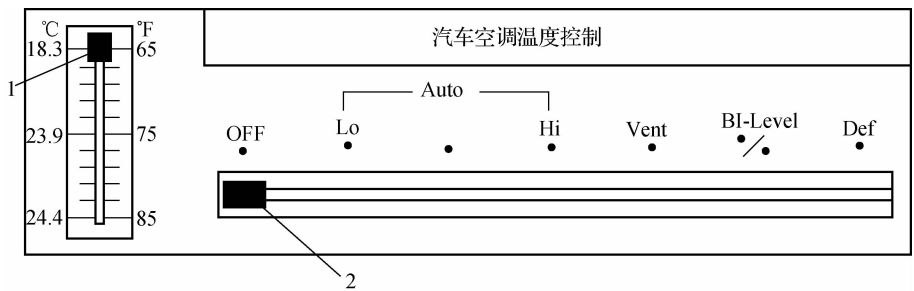


图 1-5 半自动空调控制面板

1—温度选择键；2—功能选择键



3)全自动空调

全自动空调一般用按键控制，其操纵机构一般为电控气动式。其控制面板如图 1-6 所示。

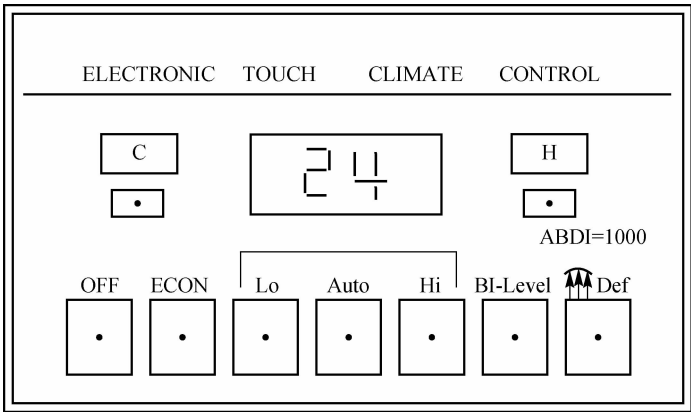


图 1-6 全自动空调控制面板

4)电控空调

电控空调一般用触摸开关控制，它是用计算机控制的空调系统，其操纵机构一般为电动式，也有少数用电控气动式。其控制面板如图 1-7 所示。

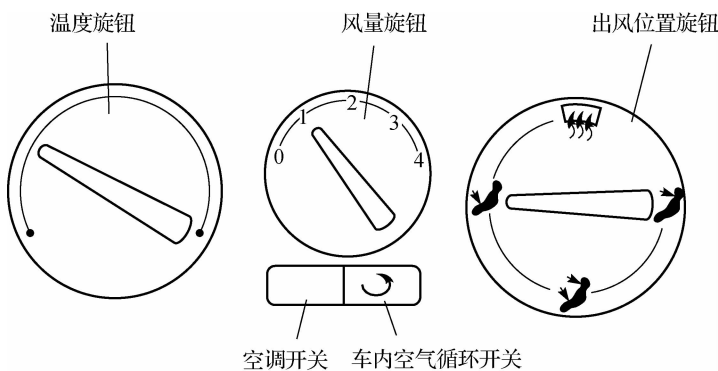


图 1-7 电控空调控制面板

(五)汽车空调的组成

1. 汽车空调的基本组成

汽车空调系统的功能是调节车内温度(提供冷气与暖气)和通风净化空气。汽车空调系统由制冷系统、采暖系统、配气/通风系统、控制系统和空气净化系统五个子系统组成。在现代汽车上,采暖与空气净化系统已具有新鲜空气的通风功能,因此又称为采暖、通风与空气调节系统。各种类型汽车空调系统的组成大同小异。图 1-8 所示为桑塔纳 3000 空调系统的部件布置。

1)制冷系统

制冷系统主要由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器、冷凝器散热风扇、鼓风



机、制冷管道和制冷剂等组成,如图 1-9 所示。空调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与除湿,使车内的空气变得凉爽舒适。

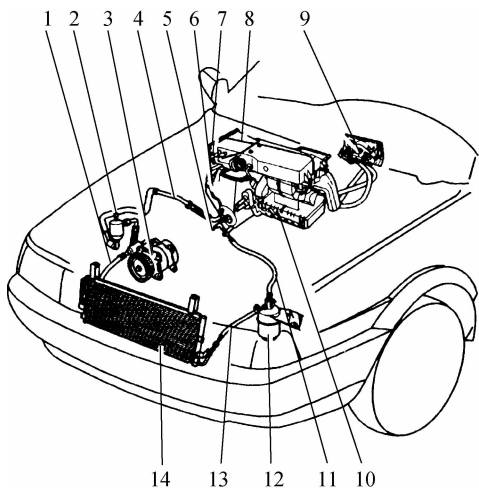


图 1-8 桑塔纳 3000 空调系统的部件布置

- 1—D 管(压缩机至冷凝器管路); 2—低压维修接口; 3—空调压缩机(型号为 SE7PV16A R134a);
4—S 管(蒸发器至压缩机管路); 5—高压维修接口; 6—蒸发器; 7—环境温度传感器; 8—进风罩;
9—暖风和空调整节装置; 10—新鲜空气风箱; 11—L 管(储液干燥器至蒸发器管路);
12—储液干燥器总成; 13—C 管(冷凝器至储液干燥器管路); 14—冷凝器

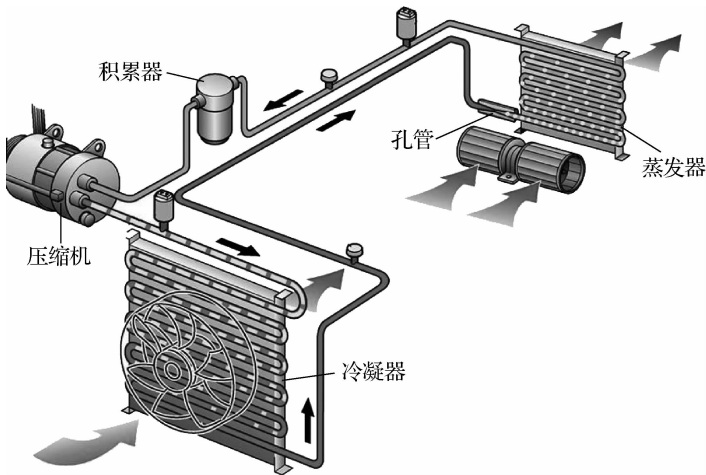


图 1-9 制冷系统的结构

2) 采暖系统

采暖系统主要由加热器、水阀、水管、发动机冷却水组成,功能是对车内空气和由外部进入车内的新鲜空气进行加热,以达到取暖和除湿的目的。典型的采暖系统——汽车余热取暖装置如图 1-10 所示。

3) 配气/通风系统

配气系统由进气模式风门、鼓风机、混合气模式风门、气流模式风门和导风管等组成。





汽车驾驶室内或室外未经调节的空气经鼓风机作用送至蒸发器或加热器处,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电动机开启角度而流向相应的出风口。通风系统将来自外面的新鲜空气吸入车内,起到通风和换气的作用,它主要由安装在车身上的风口组成,这些风口分布在车窗下部、轿车尾部等部位。

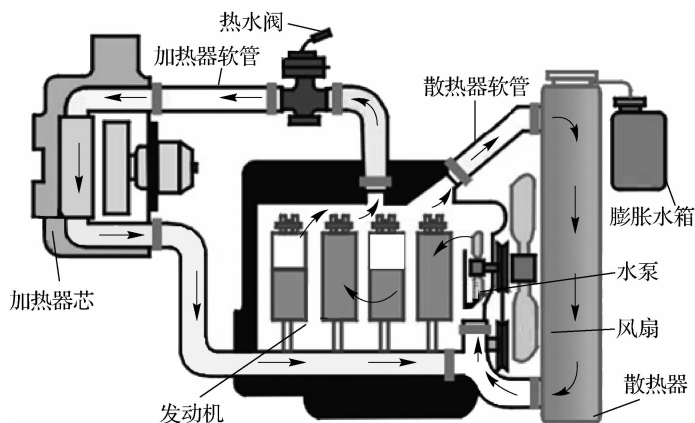


图 1-10 汽车余热取暖装置

4) 控制系统

控制系统主要由点火开关、A/C 开关、电磁离合器、鼓风机开关调速电阻器、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、各种继电器等组成,对制冷、取暖和空气配送系统的温度、压力进行控制,同时对车内的温度、风量、流向进行调节,并配有故障诊断和网络通信的功能,完善了控制系统的自动程度。

5) 空气净化系统

空气净化系统可以除去空气中的灰尘、异味及其他有毒气体,使空气变得清洁、干净,有助于驾乘人员的身心健康,其组成如图 1-11 所示。

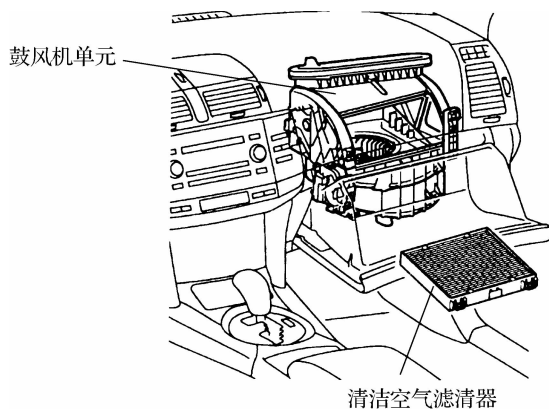


图 1-11 空气净化系统的组成

高档车辆的空气净化系统中还有灭菌灯和负氧离子发生器,如图 1-12 所示。

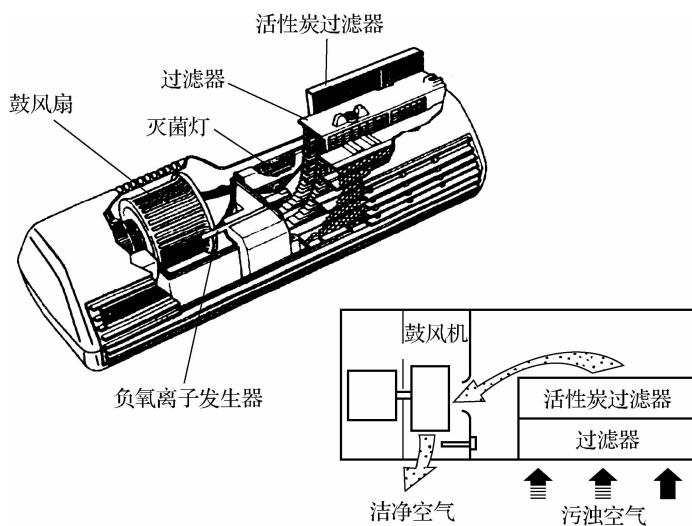


图 1-12 有灭菌灯和负氧离子发生器的空气净化系统

目前,汽车空调系统由于车辆的配置不同,所具备的装置也有所不同,一般低档汽车只有暖风和通风装置,中高档汽车一般都具备制冷和空气净化装置。

2. 汽车空调的一般结构

轿车空调的压缩机全部由发动机驱动,冷凝器一般布置在水箱前面。蒸发器有三种布置方式,即仪表板式、后行李厢式及一体式。许多后加装冷气的轿车都采用仪表板式结构,后行李厢式现今主要作为前空调器的补充,增加后座空调效果。储液罐一般布置在冷凝器附近。

目前绝大部分轿车都采用冷暖合一及全空调两种结构形式,这两种结构形式尺寸紧凑,车内布置美观,与车身融为一体;出风分布均匀,可以调整新风量;冷暖合用一个鼓风机和一套操纵机构,冷暖调节可各自分开,也可混合同时开冷暖(对于冷暖完全合一型空调调节相对湿度时用),后者为实现高精度的温湿度自动调节提供了条件。

冷暖合一型空调器的组成及送风管路立体图如图 1-13 所示。除了蒸发器、加热器、鼓风机和控制板以外,还有一套新风进风与过滤装置及前送风管、后座暖风送风管和除霜送风口。对于暖风系统,还有热水调节阀;对于真空控制系统(操纵各风门的开闭),还有真空储气罐。

水箱与冷凝器的冷却风扇最初都采用发动机直接驱动,冷却能力受发动机转速影响。现在大多数轿车的水箱风扇已改为电子风扇,可根据需要改变风量大小,并加设冷凝器风扇以提高冷凝器效果。这种结构及布置根据冷凝器、水箱的尺寸及车上的空间位置可以有几种不同方式。

轿车空调器的制冷量一般为 $3\sim 4.5\text{ kW}$,压缩机排量为 $120\sim 140\text{ mL}$,少数豪华型轿车会采用 200 mL 排量的压缩机。压缩机的结构形式以斜盘式为主,旋转式为辅。主要机型有六缸和十缸回转斜盘式、五缸和七缸摇摆斜盘式。旋转式中的涡旋式是新开发成功的,刮片式得到改进,其他机型用得较少。为了节省高速运行时的功耗,可变排量压缩机得到重视,美国通用公司的 V-5 型、日本三电公司的七缸变排量都取得了成功。随着 R-12 制冷剂逐步被禁用,各公司陆续对原有压缩机进行了改进,使其适用于 R-134a 制冷剂。

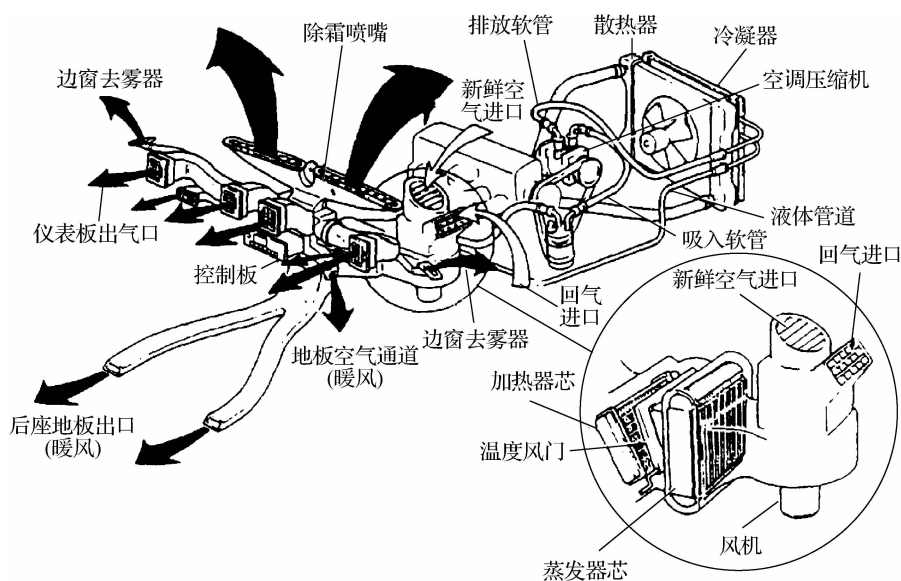


图 1-13 冷暖合一型空调器的组成及送风管路立体图

蒸发器除了传统的管片式及管带式以外,层叠式(板翅式)得到了比较快的发展,尤其是随着 R-134a 的使用,要求提高蒸发器的效率,层叠式以其结构紧凑、换热效率高而得到青睐。

冷凝器主要有管片式和管带式,在不少高级轿车上曾采用鳍片式冷凝器,提高了抗振性和换热效率。近年来又纷纷改用高换热效率的多元平流式冷凝器,以适应 R-134a 的需要。节流膨胀机构以热力膨胀阀为主,美国在 20 世纪 70~80 年代曾广泛采用 CCOT(循环离合器节流孔)方式,部分奥迪 100 也采用此种形式。美国在不少车型上加有吸气节流阀,近年来采用 H 型膨胀阀的比较多。H 型膨胀阀是外平衡式,调节灵敏度高,没有传统的感温包,不存在感温包位置不当、绝热不良等弊病,而且可以安放在发动机室,维修更换方便。我国生产的捷达、切诺基、标致等车型都采用 H 型膨胀阀。

操纵与控制方式由手动向计算机全自动控制发展。全自动电控技术在高级轿车上得到迅速发展,控制挡位中增设了 ECONOMICAL(经济挡)。

蒸发器鼓风机普遍采用离心式叶轮。传动皮带除常规的三角形强力皮带外,齿形皮带也得到了应用。由于空调压缩机起动频繁,起动扭矩大,扭矩变化也大,皮带承受的拉力比一般用途的皮带大,因此空调用皮带的强度要求高,皮带成为影响空调正常工作的关键零件之一。一般在皮带用橡胶中加有锦纶拉丝,以增加强度。

空调压缩机由发动机主机带动,而蒸发器、冷凝器分装在不同的位置上,它们之间的连接必须用柔性软管。因为制冷剂对普通橡胶有侵蚀作用,因此制冷软管必须采用特殊的橡胶,不能用一般软管代替。高压管路内工质的压力可达 2 943 kPa 以上,因此对软管的强度有一定要求。适用于 R-12 的软管中的内层橡胶一般用耐氟利昂的材料(如氯丁橡胶或丁酯橡胶)制造;若用于 R-134a 制冷剂系统,则要用带尼龙内衬的复合胶管或其他 R-134a 专用胶管。



(六)汽车空调制冷技术基础知识

1. 温度

温度就是物体冷热程度的量度,常用 T 或 t 表示。温度的标定方法有许多种,其中最常见的有以下三种。

(1)摄氏温标。摄氏温标以符号 t 表示,单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。摄氏温标是取在标准大气压力下冰的熔点为 0°C ,水的沸点为 100°C ,把这两定点之间分成 100 等分,每等分间隔为 1°C 。

(2)华氏温标。华氏温标的单位为 $^{\circ}\text{F}$,它是取在标准大气压力下,冰的熔点为 32°F ,水的沸点为 212°F ,两定点之间分成 180 等分,每等分间隔为 1°F 。

(3)热力学温标。热力学温标又称绝对温标或开氏温标,以符号 T 表示,单位为 K 。热力学温标零度为 -273.15°C 。热力学温标的分度间隔与摄氏温标相同,即摄氏温差 1°C 就是热力学温差 1K 。 0K 是低温的极限,能够无限接近,但不可能达到。

三种温标之间的关系为:

摄氏温度 $[^{\circ}\text{C}] = 5(\text{华氏温度}[^{\circ}\text{F}] - 32)/9$

华氏温度 $[^{\circ}\text{F}] = 9/5 \text{ 摄氏温度}[^{\circ}\text{C}] + 32$

热力学温度 $[\text{K}] = \text{摄氏温度}[^{\circ}\text{C}] + 273.15$

用以测量温度的仪表称为温度计。测试汽车空调的温度计有玻璃棒温度计、半导体点温度计和热电偶温度计。

2. 湿度

空气湿度是指空气中所含水蒸气量的多少。

(1)空气湿度的表示方法。空气湿度的表示方法有以下三种:

①绝对湿度。单位容积空气中所含水蒸气的质量,称为空气的绝对湿度 (kg/m^3) 。

②含湿量。在湿空气中,与单位质量干空气同时存在的水蒸气量称为该空气的含湿量(湿空气是由干空气和水蒸气组成的),它表示空气中水蒸气的含量多少,即

$$\text{含湿量} = \frac{\text{湿空气中水蒸气的质量}}{\text{湿空气中干空气的质量}}$$

③相对湿度。空气中水蒸气的分压力与同温度下饱和水蒸气的分压力之比称为相对湿度,它表示空气接近饱和的程度,即

$$\text{相对湿度} = \frac{\text{空气中水蒸气的分压力}}{\text{同温度下饱和水蒸气的分压力}} \times 100\%$$

相对湿度越小,表示空气越干燥,吸收水蒸气的能力就越强;相对湿度越大,表示空气越接近饱和程度,说明空气越潮湿,吸收水蒸气的能力就越弱。当相对湿度等于零时,则为干空气;当相对湿度等于 100% 时,则为饱和空气。

我们平常所说的空气湿度,就是指空气的相对湿度。雨天的空气湿度可认为是 100% 。在我国,南方比北方的空气湿度大,夏天比冬天的空气湿度大;夏天,在相同的温度下,空气湿度越大,人感到越热,水越难汽化。

(2)空气湿度的测量方法。在汽车空调系统中,常用干、湿球温度计来测量空气的温度和湿度,其结构如图 1-14 所示。

干、湿球温度计由两支完全相同的水银温度计组成。其中一支温度计就是一般的水银





温度计,称为干球温度计,它测出的是干球温度,即通常意义上的温度;另一支温度计是在水银温度计的水银球上裹有细纱布,此即湿球温度计,它测出的温度为湿球温度。很显然,由于水的蒸发吸收了热量,因此湿球温度计的读数要小于干球温度计的读数。空气的相对湿度越低,细纱布上的水分蒸发速度就越快,吸收的热量就越多,湿球温度便越低,两支温度计的读数值相差就越大;相反,空气的相对湿度越高,湿纱布上的水分蒸发速度就越慢,吸收的热量就越少,湿球温度便越接近干球温度,两支温度计的读数值相差就越小;当空气的相对湿度达到 100%,即为饱和空气时,干、湿球温度计的读数相同。

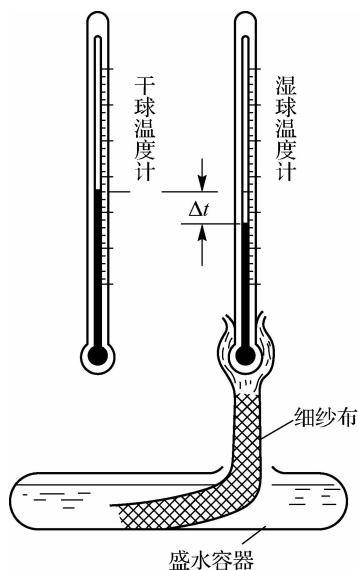


图 1-14 干球温度计和湿球温度计

3. 压力

单位面积上所受的垂直作用力称为压力(物理上称压强)。气体对容器壁所产生的压力,是大量气体不断运动,频繁撞击容器壁面的结果。分子运动越强烈,则压力越高,反之则压力越低。

压力(压强)的国际单位是帕斯卡,简称帕,用 Pa 表示。

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

因为 Pa 这个单位太小,故实际中常用千帕(kPa)或兆帕(MPa)。

$$1 \text{ MPa} = 10^3 \text{ kPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

物理上,将纬度 45°海平面上的常年平均气压称为 1 个标准大气压。

$$1 \text{ 个标准大气压} = 101.3 \text{ kPa} (760 \text{ mmHg}) = 0.1013 \text{ MPa}$$

工程上,压力的常用单位是 kgf/cm^2 ,称为工程大气压。有些国家会用到巴(bar)这个压力单位,它和帕之间有如下换算关系。

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

4. 汽化与冷凝

1) 汽化

物质由液态变为气态的过程称为汽化。1 kg 液体转变为气体需要的热量(单位为 J 或



kJ),称为该物质的汽化热。汽化过程有两种形式,即蒸发和沸腾。

在空调制冷系统中,主要是利用制冷剂在蒸发器内的低压下,不断吸收周围空气的热量进行汽化的过程来制冷的。这种过程通常是在蒸发器中以沸腾的方式进行的,但习惯上称它为蒸发过程,并把沸腾时的温度称为蒸发温度,沸腾时所保持的压力称为蒸发压力。

2) 冷凝

冷凝是指气态物质经过冷却(通过空气或水等热交换方式)使其转变为液体的过程。冷凝过程一般为放热过程。在汽车空调制冷系统中,制冷剂在冷凝器中由气态凝结为液态的过程就是一个冷凝过程;同时放出热量,放出的热量由冷却空气带走。

5. 节流

在流体通路中,通道截面积突然缩小,流体压力便下降,若此时产生气体,则总体积还要增大。这种变化只是状态的变化,与外界没有热和功的交换,因此流体的热量不变。这种状态变化称为节流。在空调制冷系统中,制冷剂在膨胀阀中的状态变化就是节流过程。

6. 制冷能力与制冷负荷

1) 制冷能力

制冷能力的大小是以单位时间内所能转移的热量来表示的,单位为 J/h。

2) 制冷负荷

为了把汽车内部的温度和湿度保持在一定的范围内,必须将来自车外太阳的辐射热和车内人体散发出的热量排到大气中去。这两种热量的总和就称为制冷负荷。

7. 容积效率

压缩机在运行过程中,由于存在节流损失、余隙损失、预热及泄漏等损失,引起实际输气量总是小于理论输气量,为此引入容积效率的概念。容积效率是指压缩机在吸气状态下的实际输气量与理论输气量之比。

8. 制冷剂和冷冻油

1) 制冷剂

制冷剂是制冷循环中传热的载体,通过状态变化吸收和放出热量,因此要求制冷剂在常温下很容易汽化,加压后很容易液化,同时在状态变化时要尽可能多地吸收或放出热量(较大的汽化或液化潜热)。同时,制冷剂还应具备以下性质。

- (1) 不易燃、不易爆。
- (2) 无毒。
- (3) 无腐蚀性。
- (4) 对环境无害。

制冷剂的英文名称为 refrigerant,所以常用字母 R 来代表制冷剂,后面表示制冷剂名称,如 R-12、R-22、R-134a 等。过去常用的制冷剂是 R-12(氟利昂),这种制冷剂各方面的性能都很好,但是有一个致命的缺点,就是破坏大气环境,它能够破坏大气中的臭氧层,使太阳的紫外线直接照射到地球,对植物和动物造成伤害。我国已停止生产用 R-12 作为制冷剂的汽车空调系统。

为了减轻对臭氧层的破坏,人们研制出了一种新型的制冷剂来取代 R-12,这种新制冷





剂即四氟乙烯,记为 R-134a,它的许多性质和 R-12 相同,并且不会对臭氧层构成威胁。R-134a 制冷剂与 R-12 制冷剂是不相容的,将制冷系统中的 R-12 换成 R-134a,必须遵循一些特殊原则和注意一些特殊事项,如所采用的管路和密封材料都是不同的。

R-134a 在大气压下的沸点为 -26.9°C ,在 98 kPa 的压力下沸点为 -10.6°C (见图 1-15)。如果在常温常压下将其释放,R-134a 便会立即吸收热量开始沸腾并转化为气体。对 R-134a 加压后,它也很容易转化为液体。如果要使 R-134a 从气态转变为液态,可以降低温度,也可以提高压力;反之亦然。

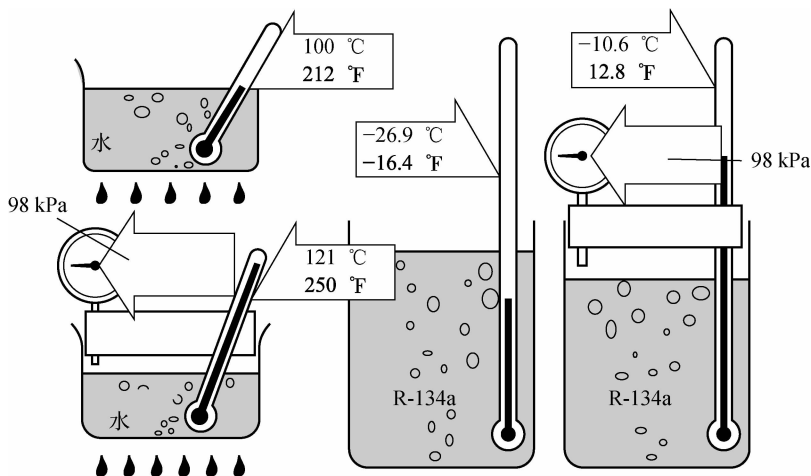


图 1-15 R-134a 在不同压力下的沸点

2) 冷冻油

在空调制冷系统中有相对运动的部件,需要对其润滑。由于制冷系统中的工作条件比较特殊,因此需要专门的润滑油,即冷冻油。

(1) 冷冻油的主要功能。

① 润滑作用。冷冻油可润滑摩擦面,使摩擦面完全被油膜分隔开来,从而降低摩擦功、摩擦热和磨损。

② 冷却作用。冷冻油的流动带走摩擦热,使摩擦零件的温度保持在允许范围内。

③ 密封作用。在密封部位充满冷冻油,保证密封性能,防止制冷剂的泄漏。

④ 降低压缩机噪声。

(2) 冷冻油的性能要求。

① 与制冷剂有较好的互溶性。

② 与系统中的金属、合成橡胶、塑料材料的相容性好。

③ 凝固点低,在低温下具有良好的流动性。

④ 有合适的黏度,受温度影响小。

⑤ 有较高的油膜强度。

⑥ 闪点高,无毒。



(3) 冷冻油的使用。

①按照原车空调压缩机所规定的润滑油牌号补充或更换冷冻油。如果要更换其他牌号的冷冻油,必须换用具有同等性能的冷冻油。

②既不能使用变质冷冻油,也不能将不同牌号的冷冻油混合使用。

③冷冻油具有较强的吸湿能力,注意密封储存。在实际加注或更换冷冻油时,做好前期准备工作,加注过程中操作需迅速,加注完毕应立即盖紧油罐的盖子。

④按原车规定的用量加注或更换冷冻油。过量会降低汽车空调的制冷效果,过低会缩短压缩机使用寿命。

⑤在排放制冷剂时要缓慢进行,以免冷冻油与制冷剂一同喷出。

(4) 冷冻油变质的主要原因。

①混入水分。由于制冷系统中渗入空气,空气中的水分与冷冻油接触后混合进去;制冷剂中含水量较多时,也会使水分混入冷冻油。冷冻油中混入水分后,黏度降低,对金属造成腐蚀。在氟利昂制冷系统中,还会引起冰塞现象。

②氧化。冷冻油在使用过程中,当压缩机的排气温度较高时,就有可能引起氧化变质,特别是化学稳定性差的冷冻油更易变质,经过一段时间,冷冻油中会形成残渣,使轴承等处的润滑变差。有机填料、机械杂质等混入冷冻油中也会加速它的老化或氧化。

③冷冻油混用。几种不同牌号的冷冻油混合使用时,会造成冷冻油的黏度降低,甚至会破坏油膜的形成,使轴承受到损害;如果两种冷冻油中含有不同性质的抗氧化添加剂,混合在一起时,就有可能产生化学变化,形成沉淀物,使压缩机的润滑受到影响,使用时要注意。

④冷冻油中有杂质。

(七) 未来汽车空调的发展方向

汽车空调作为提高汽车乘坐舒适性的一种重要手段已被广大汽车制造者及用户认可,现代汽车空调的发展方向为全自动化、舒适性、高效节能、小型轻量化和环保。

1. 全自动空调得到普及

全自动空调能通过计算机判别汽车内外空气条件、日照、车速及发动机水温,并可自动调节温度、湿度、风量、风向。随着我国轿车产业的持续升温及对轿车舒适度要求的逐年提高,目前我国中高档轿车及多功能车上大部分均开始配备全自动空调,更高档的轿车上的空调还具有分区控温功能,使坐在每个位置的乘员均能满足自己对温度的需要。由于全自动空调在技术上要求的更高一些,目前国内能够生产这类产品的厂家并不多,预计在未来的3~5年内,全自动空调在高档乘用车上的普及程度将达到80%以上。

2. 涡旋式压缩机和电动压缩机将得到更大的发展

在未来几年内,六缸和七缸斜盘式无级可变排量压缩机仍然是压缩机的主导产品,特别是外控式无级可变排量斜盘压缩机,由于没有电磁离合器使压缩机整体重量大大降低,定会受到汽车制造商的青睐。但是涡旋式压缩机在汽车上的采用会有增加的趋势,涡旋式压缩机由于成本比较低,将占据微型车市场。

对于电动汽车、燃料电池车等新动力汽车,空调采用电动压缩机是最好的出路。对于混合动力驱动车,一般也希望采用电动压缩机,以保证在任何动力驱动时都有空调。有的汽车





厂商开发的混合驱动车还是采用常规的开启式压缩机,只在内燃机驱动时开空调,转化成电驱动模式时则一般停止空调,排除一定需要空调外,临时发动内燃机(如日本丰田汽车),或配备一台小的汽油机供电驱动模式时开空调需要(如日本本田汽车)。目前,我国压缩机生产企业在电动压缩机的研制方面已经取得了不小的成就。

3. 解决冷凝剂的问题

汽车空调系统的原理与其他空调系统是相同的,但汽车空调是移动式车载的空调装置,它与固定式空调系统相比,其转动条件更恶劣,随汽车行驶的振颤,空调系统的制冷剂比固定式空调系统更容易泄漏,因为 R-12 对大气环境的污染很大,我国从 2001 年开始全面禁止国内生产的汽车空调采用 R-12 作为制冷剂。目前普遍采用 R-134a 冷凝剂。R-134a 虽然对大气臭氧层没有破坏作用,但也是一种温室气体,既使人们花费了很大精力和财力才完成从 R-12 向 R-134a 转化的工作,但 R-134a 的使用又开始受到冲击。

解决 R-134a 温室效应问题的对策主要可从两方面着手:一方面是减少制冷剂的泄漏和排放,另一方面是采用新的制冷剂及系统。

4. 空调功耗进一步降低

无论从环保、节能、减少对汽车动力性影响、降低空调设备成本等任何一个角度出发,尽量降低空调功耗都是其未来的发展方向。降低空调功耗的主要方法如下。

(1)采用变排量压缩机系统。常规的压缩机是固定排量的,从 20 世纪 80 年代起逐步开发出各种内控式变排量压缩机,可根据空调的需要自动调节压缩机排量。它不仅可降低噪声和冲击,工作稳定,而且平均功耗低,目前国内主流轿车生产企业的轿车空调系统大部分采用这种系统。

(2)采用两层式空调送风系统。现在一般采用的空调系统,在冬季使用时,由于车外新鲜空气比车内空气干燥,为防止风窗结雾,空调回风采用外循环方式,即全部导入车外新鲜空气,有等量的热空气排出车外,造成比较大的热量损失(换气损失)。为减少热量损失,近年来新提出了两层式空调送风系统概念。这是指将空调送、回风系统分为上、下两层,冬季使用空调时,将加热的新鲜空气从车室上半部分送向风窗除雾,然后就从上部导出车外;吹向足部的暖风则采用内循环方式在车室下半部分流动,这样可减少一半的换气热损失。

另外,加强汽车的隔热性能也是减少空调功耗的有效方法。

三、任务预案

汽车维修人员对汽车空调的认知要具备以下能力。

- (1)掌握汽车空调系统的基本功能。
- (2)对照实车,掌握空调系统的组成及各个空调零部件的位置。
- (3)掌握空调系统制冷剂及冷冻油的使用方法。

四、任务实施

(一)准备工作

- (1)准备汽车空调系统的各零部件(空调压缩机、冷凝器、蒸发器、储液干燥器、蒸发箱、



膨胀阀及空调管路等)。

(2) 做好记录。

(3) 明确安全操作规程。

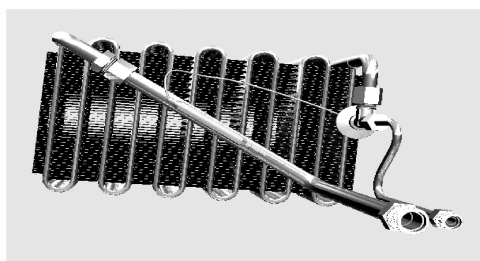
(二) 实施过程

(1) 汽车空调系统工作过程演示。教师通过教具、图片、动画、视频及课件等多种手段为学生演示汽车空调系统的工作过程。

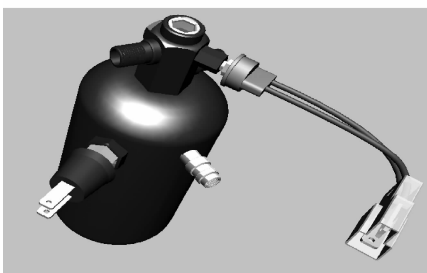
(2) 对照实车的空调认识空调系统,然后完成对空调系统零部件的认知。



部件名称: _____



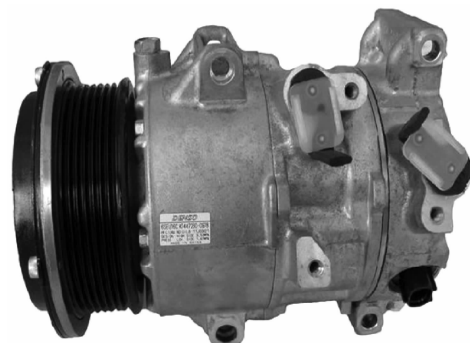
部件名称: _____



部件名称: _____



部件名称: _____



部件名称: _____



部件名称: _____



五、任务评价

空调系统部件实物认知作业单

部件名称	认 识	不 认 识
空调压缩机		
蒸发器		
冷凝器		
高压管路		
低压管路		
储液干燥器		
膨胀阀		
孔管		
A/C 开关		
鼓风机开关		
出风方向开关		
成绩		

六、任务拓展

(一)案例:奔驰轿车空调中间风口不正常持续送风

1. 故障现象

奔驰轿车空调系统,温度设置在 18℃,AUTO 开关在 ON 位置,室内循环开关也在 ON 位置。空调刚开始运行时一切正常,过 20~30 min 后,中间风口无冷风送出,而冷风却从除霜风口排出。关闭发动机后再起动,空调系统又运行正常,过 20~30 min 后,又出现上述现象。

2. 故障诊断与排除

此车以前没有修理过,此故障是行车时突然出现的。根据经验,奔驰轿车电控方面很少出现问题,而空调各风门是由真空控制的,按照先易后难的原则,应先从真空管路查找原因。检查真空源,轻轻拖动进气歧管旁的塑料真空管路,竟然不费力气就拉了出来,显然已经脱落,重新装好后,再试车,故障排除。

(二)案例:宝马 520i 轿车散热器辅助风扇不转,空调鼓风机不工作

1. 故障现象

一辆宝马 520i 轿车出现散热器辅助电子风扇不转,空调鼓风机不工作的故障。但空调控制面板显示正常,压缩机能正常工作。



2. 故障诊断与排除

对驾驶员的上述故障反映进行了核实,然后用车博仕 A2600j 进行检测,读取故障代码为 25-驻车唤醒信号不良(暖气 REST),且故障码无法清除。进行数值分析,空调系统各传感器数值均正常。由于该车空调控制面板无 REST 热键,故暂不理睬该故障码。

散热器辅助电子风扇位于水箱前方,电子风扇由风扇马达模块和风扇马达组成。发动机计算机 DME 根据散热器出口处水温传感器信号和空调压力信号,输出频率为 10~100 Hz 信号控制散热器辅助风扇搭铁,以调频信号改变电子风扇转速,风扇转速随着冷却水温度和空调压力的升高而提高,随着车辆行驶速度的提高而下降。用万用表检测电子风扇的电源和搭铁线均正常,接上空调压力表,打开空调,这时随着空调压力的升高,示波器显示的输出频率也升高,数值在 10~100 Hz 变化。由此可判断空调良好,可以推断电子风扇马达模块不良。更换该电子风扇后,电子风扇恢复正常工作。

