

汽车空调检修基础知识

● 教学目标与要求

- ☞ 了解汽车空调系统的功能；
- ☞ 了解汽车空调系统的组成；
- ☞ 认识制冷系统中的各元件；
- ☞ 了解汽车空调系统对环境的影响；
- ☞ 了解汽车空调相关的热力学基础知识；
- ☞ 掌握歧管压力表与干、湿球温度计的使用；
- ☞ 了解汽车空调冷冻润滑油的作用及性质；
- ☞ 了解汽车空调常用制冷剂的种类；
- ☞ 熟悉 R12 制冷剂的种类及 R12 与 R134a 相配使用的冷冻机油；
- ☞ 掌握加注冷冻润滑油和制冷剂的方法。

汽车空调与一般家用空调有近乎相同的功用。夏天制冷,为乘员带来阵阵凉风;冬天制热,给乘员带来丝丝暖意。那么,汽车空调由哪些部分组成又有哪些类型呢?

汽车空调分为非独立式和独立式两种,在轿车中经常使用的是非独立式汽车空调。在实际使用过程中,汽车空调会出现制冷不足、不制冷等故障,要解决这些故障,首先要明确汽车空调各组成部分的作用、位置及其工作原理,然后才能在检测分析的基础上快速排除各种故障,确保空调正常工作,满足乘员需求。

任务一



认识汽车空调

一、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。

1. 第一阶段(单一取暖)

1925年在美国纽约第一次出现了利用汽车冷却液通过加热器取暖的方法,当时轰动了世界各国汽车制造商。到1927年发展成由加热器、风机和空气滤清器组成的比较完整的取暖系统。该系统直到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取暖系统。

2. 第二阶段(单一冷气)

1938年,美国人帕尔德根据电冰箱的“冷气”原理,在老爷车上安装由机械制冷的空调器。1939年,其又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型轿车上,效果很好。该技术在第二次世界大战期间停止了发展。1950年,在美国经济迅速发展的背景下,单一制冷汽车空调迅速发展。1957年,欧洲、日本的轿车开始加装这种单一制冷汽车空调。直到现在,单一制冷汽车空调仍然在热带、亚热带地区使用。

3. 第三阶段(冷暖一体化)

1954年,第一台冷暖一体化式汽车空调安装在通用汽车公司纳什(NASH)轿车上,其空调基本上具有降温、除湿、通风、过滤、除霜等功能。1957年,日本参考美国汽车空调也开始试制生产,随后欧洲汽车制造商也相继开始生产这种汽车空调。这种汽车空调目前仍然在大量的经济型汽车上使用。

4. 第四阶段(自动控制)

冷暖一体化式汽车空调唯一的缺点是需要人工操纵,增加了驾驶员的劳动强度,同时控制效果也不太理想。通用汽车公司于1964年开始着手研究自动控制汽车空调并首先安装在凯迪拉克轿车上,然后通用、福特和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控制汽车空调,如图1-1所示。



图 1-1 自动空调控制面板

自动空调装置只要预先设定温度,就能自动地在设定的温度范围内工作。该系统根据传感器检测到的车内、车外环境的温度等信息,自动地指挥空调各部件工作,达到调控车内温度和其他功能的目的。

5. 第五阶段(微机控制)

1973年,美国通用汽车公司和日本五十铃汽车公司(后合并到三菱集团)联合研制由微机控制的汽车空调系统,1977年开始安装在各自生产的汽车上,将汽车空调技术提升到一个新的高度。微机控制的汽车空调系统由微机按照汽车内、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互统一,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能和舒适性。

二、汽车空调的功能

所谓空气调节(简称为空调),是指根据人对舒适性方面的要求,对空气的温度、湿度、洁净度、流动速度等进行必要的调节,使之符合人的需要。汽车空气调节的内容主要包括以下几个方面。

1. 空气的温度

对空气的温度的调节包括冬季加热和夏季降温两种情况。加热一般是利用冷却水或排气管的余热来进行的;降温则必须用专门的制冷设备,即汽车空调制冷系统来进行。

在实际中,当气温为 25℃ 时,人感到最舒适。当使用汽车空调系统制冷时,设定的制冷温度比环境温度低 5~10℃ 即可。过大的车内、外温差,不但使乘员易患感冒,而且压缩机工作时间过长,导致压缩机故障增多、寿命缩短、功率耗费过多。推荐使用的调节温度为:冬季 18~20℃,夏季 25~27℃。

2. 空气的湿度

空气的湿度是指空气中水蒸气的含量百分数。对湿度的调节一般都是降低湿度,即除湿,特别是在夏季尤其如此。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。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,然后流出车外实现的。

我国南方比北方的空气湿度大,夏天比冬天的空气湿度大,雨天比晴天的空气湿度大(雨天时的空气湿度几乎达到 100%)。

我国南方夏季的空气湿度为 70%~80%,冬季为 60%~70%;北方夏季的空气湿度为 60%~70%,冬季为 40%~50%。

人感到最舒适的空气湿度为 60%~70%。实践证明,如果空气湿度过小,人会感到口干舌燥;若空气湿度过大,人又会感到闷热、憋气。因此,当空气湿度过大或过小时,都应进行调节。

3. 空气的洁净度

汽车门窗长时间关闭,车内充满了人呼出的二氧化碳、排出的汗味等各种影响空气洁净的气味,因此必须将这些难闻气味除去。可采用引入外界新鲜空气(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。

4. 空气的流动速度

汽车空调系统的空气的流动速度包含以下两个方面的含义:

(1) 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。

(2) 内部空气的流动速度,主要解决车厢内温度不均现象。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。

三、汽车空调的组成

一般汽车空调主要由制冷系统、通风配气系统、取暖系统及电气控制系统组成,如图 1-2 所示。

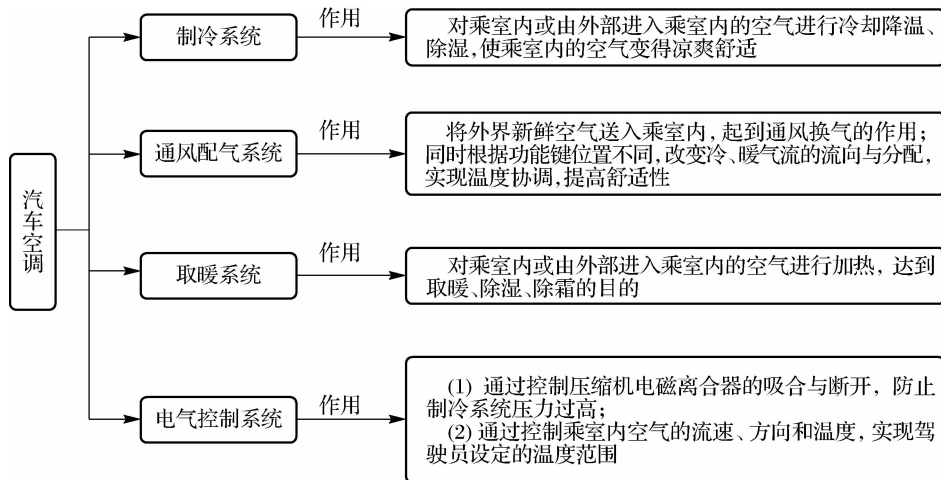


图 1-2 汽车空调结构方框图

各系统的元件组成如下:

(1) 制冷系统总成(见图 1-3)。

组成:压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀和蒸发器。

作用:使制冷剂循环,产生制冷效果。

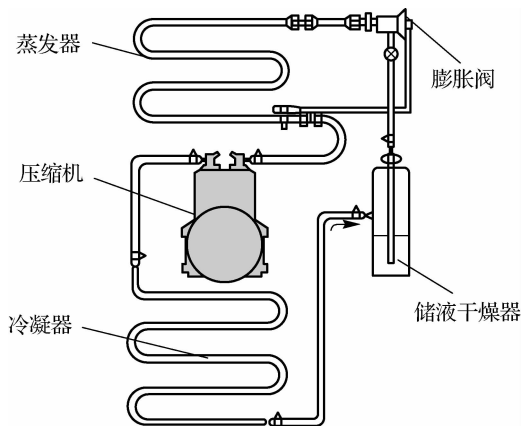


图 1-3 制冷系统总成

(2) 通风配气系统总成(见图 1-4)。

组成:鼓风机、通风装置、调温装置和空气分配装置。

作用:控制循环方式,调节温度和湿度,进行空气送风模式分配。

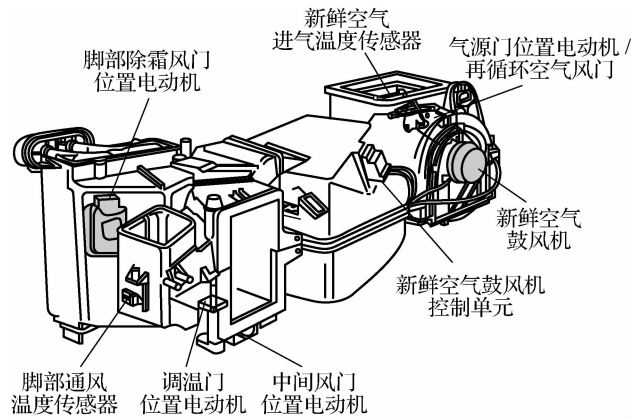


图 1-4 通风配气系统总成

(3) 取暖系统总成(见图 1-5)。

组成:加热芯、调温装置、鼓风机、热水阀等。

作用:调节车内的温度及除霜。

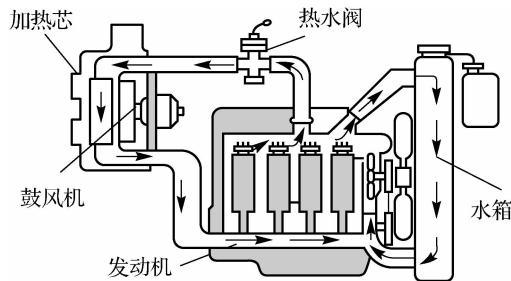


图 1-5 取暖系统总成

(4) 电气控制系统(见图 1-6)。

组成:主要有压缩机控制电路、鼓风机控制电路、冷凝风扇控制电路等。

作用:对空调系统中的电气元件进行控制。

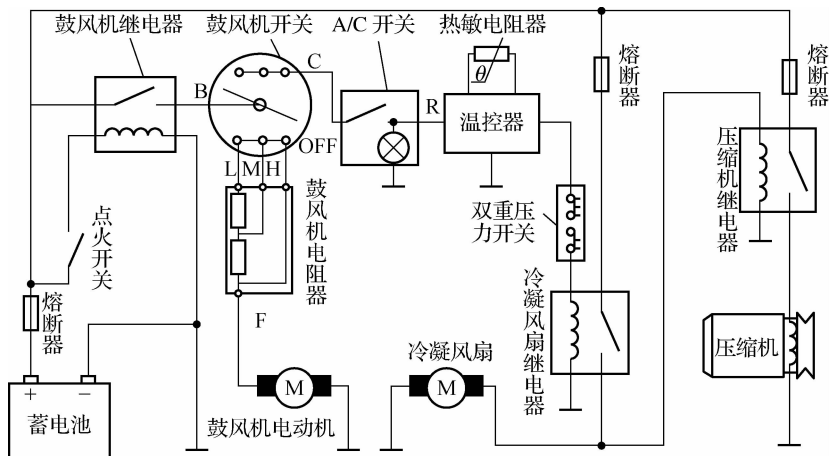


图 1-6 电气控制系统

四、汽车空调的特点

汽车空调大多数是通过发动机带动压缩机工作的,所以汽车空调是以消耗发动机的动力来调节和控制车内环境的。

了解和掌握汽车空调的特点,有利于汽车空调的使用和维修。

汽车空调主要有以下特点。

1. 动力源多样

空调系统所需要的动力来自发动机。

汽车空调系统按驱动方式有独立式和非独立式两种。

轿车、轻型车、中小型客车及工程机械,其空调所需要的动力和驱动汽车的动力都是来自汽车本身的发动机,这种空调系统称为非独立式空调系统;对于大型客车和豪华型大中客车,由于其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置独立的采暖设备,因此称为独立式空调系统。

非独立空调会影响汽车的动力性能,但比独立式的设备成本和运行成本低。汽车安装了非独立式空调系统,耗油量平均增加 10%~20%,发动机的输出功率减少 10%~12%。

2. 抗冲能力强

汽车在颠簸不平的路面上行驶时,汽车空调系统承受剧烈、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振能力,接头牢固并防漏。特别是汽车在颠簸不平的路面上高速行驶时,汽车空调各接头极易松动,导致制冷剂泄漏,破坏整个空调系统的工作条件,甚至破坏制冷系统的部件,如压缩机等。所以,零部件的连接要牢固,要经常检查系统内的制冷剂量。据维修人员统计,汽车空调制冷不良大多数是制冷剂泄漏引起的。

3. 结构紧凑、质量小

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会使汽车增重太多而影响其他性能。现代汽车空调的总质量比 20 世纪 60 年代的同类型产品下降了 50%,是原始汽车空调装置质量的 1/4,而制冷能力却比 20 世纪 60 年代的同类型产品增加了 50%。

4. 制冷/制热能力强

根据气候的不同,要求汽车空调的制冷/制热能力强,其原因有以下几方面:

(1) 车内乘员密度大,产生的热量多,热负荷大,而冬天人体所需要的热量也大。

(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) 汽车在野外行驶,直接受到太阳的日晒、霜雪的冷、风雨的潮湿,环境恶劣,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,这就要求制冷量特别大。非独立式空调系统由于汽车发动机的工况变化频繁,因此,制冷系统的制冷剂流量变化大。

五、汽车空调的分类

汽车空调的分类如表 1-1 所示。

表 1-1 汽车空调的分类

按驱动方式分类	按结构形式分类	按蒸发器布置方式分类	按功能分类	按自控程度分类	按送风方式分类
(1)独立式空调; (2)非独立式空调; (3)电力驱动空调	(1)整体独立式空调; (2)分体式空调; (3)分散式空调	(1)仪表板式; (2)车内顶置式; (3)立式; (4)下置式; (5)后置式; (6)车外顶置式	(1)单一功能型; (2)冷暖一体型; (3)全功能型	(1)手动控制; (2)半自动控制; (3)全计算机控制	(1)直吹式; (2)风道式

六、汽车空调对环境的影响

汽车空调使人们享受到了适宜的车内环境,但同时给外界环境带来了负面影响。众所周知,地球大气层是由一层稀薄的气体组成的,主要由氧气、氮气及一些稀有气体构成,包裹着地球。

(1)正常大气层的组成:太阳光穿过正常的大气层照射到地球的表面,如图 1-7 所示。

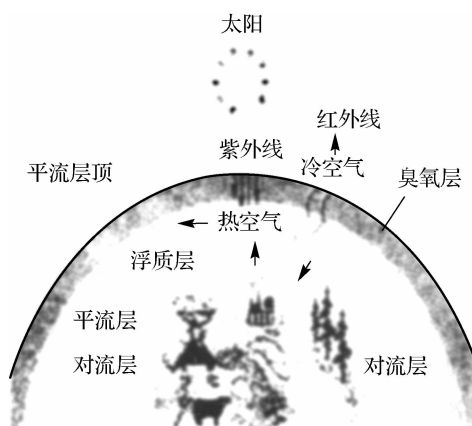


图 1-7 正常大气层的组成

(2)臭氧被氟利昂破坏大气的原理:太阳光穿过臭氧层被破坏的大气层照射到地球的表面,如图 1-8 所示。

这些稀有气体虽然占有的体积百分比极其微小,但是在大气中却起着极其重要的作用。例如,臭氧(O₃)在大气中的浓度很低,体积百分比约为 0.000 004%,但它却是吸收太阳紫外线辐射必不可少的气体。

适量的紫外线照射对人体的健康是有益的,它能提高免疫能力,促进磷、钙代谢,增强人体对环境污染物的抵抗力。但是,长期反复照射过量紫外线将使细胞的自身修复能力减弱,免疫机能减退,皮肤发生弹性组织变性、角质化甚至皮肤癌变,诱发眼球晶体发生白内障,等等。

造成紫外线到达地面数量增加的直接原因就是臭氧层的耗减。通常认为臭氧层的耗减与紫外线辐射量之间的关系是臭氧浓度每降低 1%,紫外线辐射量增加 2%~5%。

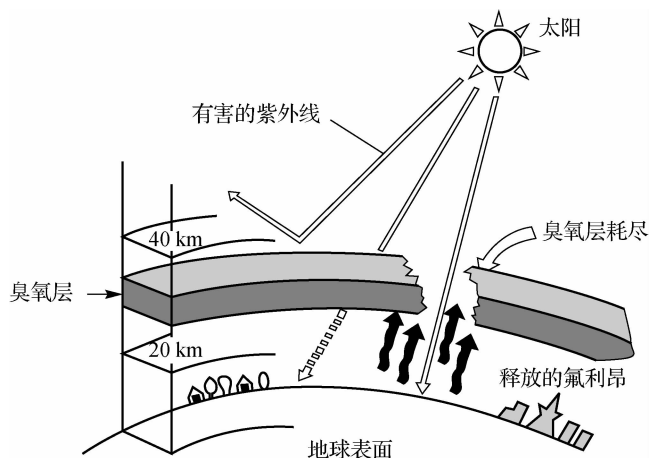


图 1-8 臭氧被氟利昂破坏大气的原理

以前,汽车空调广泛采用制冷剂 CFCl_2 (R12),其中含有的氟利昂占排入大气氟利昂总量的 30%。氟利昂中的 Cl 在臭氧层中会同臭氧分子发生化学反应,从而严重破坏大气中的臭氧。

现代汽车空调使用一种名为 R134a 的制冷剂代替 R12。这种新型的制冷剂不含有 Cl 元素,因此不会对大气中的臭氧层造成破坏。

任务二



制冷基础知识及相关概念

温度是物体冷、热程度的量度,压力是单位面积上所受的垂直作用力。人感冒发烧,通常要测体温;在汽车空调系统中,对其进行“问诊”通常也使用温度计。温度、压力等有关热力学基础知识是使用温度计和歧管压力表的基础,本任务是通过对于干、湿球温度计和歧管压力表结构的认识,学习如何运用温度计和歧管压力表检测汽车空调制冷系统的工作状况。

一、物质的基本状态参数

(一) 温度

温度是物体冷、热程度的量度。温度高低反映的是物体内部分子无规则热运动动能的大小。温度只表示物体热的程度,而不表示物体具有热量的多少。

物体温度的高低可用温度计来量度,温度计是利用某些物质其体积随温度的变化而改变的特性制成的。最常用的温度计有水银温度计和酒精温度计。

温度计的温标一般有摄氏温标、华氏温标和绝对温标,如图 1-9 所示。

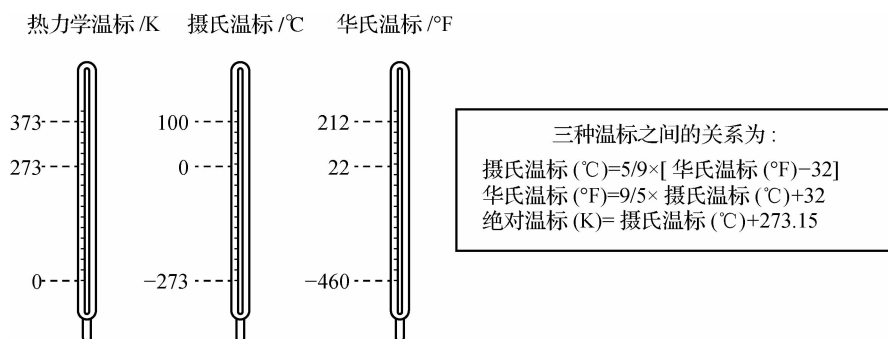


图 1-9 温度的标定方法

1. 摄氏温标

摄氏温标(°C)是选用纯水在 101.3 kPa (1 atm)下的冰点作为 0 °C,沸点作为 100 °C,把两者之间的温度 100 等分,每份定为 1 °C 的温度表示体系。摄氏温标在人们日常生活中应用最广泛。

2. 华氏温标

将标准大气压下水的冰点定为 32 °F,沸点定为 212 °F,两者之间的温度 180 等分,每份定为 1 °F。华氏温标(°F)在欧美国家的日常生活中应用较广。

摄氏温标与华氏温标之间存在下列换算关系:

$$t = 5/9 \times (F - 32) = (F - 32) / 1.8$$

$$F = 9/5 \times t + 32 = 1.8 \times t + 32$$

式中, t 为摄氏温标,°C; F 为华氏温标,°F。

3. 绝对温标

在摄氏温标的基础上,把水的冰点定为 +273.16 K,沸点定为 373.16 K;且理论上把物体内部完全停止分子热运动之点定为绝对零度,即 0 K。

摄氏温标与绝对温标(K)之间的关系如下:

$$T = t + 273.15$$

式中, T 为绝对温标,K。

用于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、半导体温度计和热电偶温度计,如图 1-10 所示。

(二) 压力

单位面积上所受的垂直作用力称为压力(物理上称为压强)。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。



图 1-10 常用温度计

需要注意

在汽车空调系统中,压力过高是破坏空调部件的主要因素之一,所以在汽车空调系统中也相应地增加了压力开关来控制空调压力。

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 Pa 的单位太小,故实际中常用千帕(kPa)或兆帕(MPa)表示。

$$1 \text{ kPa} = 1\,000 \text{ Pa}$$

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

物理上,将纬度为 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,压力单位常用 kgf/cm^2 ,称为工程大气压。

西欧有些国家采用 lbf/in^2 (磅力/英寸²)作为工程上的压力单位。

以上三种非国际单位制之间的关系如下:

$$1 \text{ kgf/cm}^2 = 14.22 \text{ lbf/in}^2$$

$$1 \text{ lbf/in}^2 = 0.07 \text{ kgf/cm}^2$$

$$1 \text{ Pa} = 1.02 \times 10^{-5} \text{ kgf/cm}^2$$

$$1 \text{ psi} = 7 \text{ kPa}$$

(三)饱和温度与饱和压力

如果制冷剂吸热,则其中的一部分液体就会变成蒸汽;如果制冷剂放热,则其中的一部分蒸汽又会变成液体(温度不改变)。在这种制冷剂的液体和其蒸汽处于共存的状态时,液

体和蒸汽是可以被相互转换的。处于这种状态的制冷剂蒸汽称为饱和蒸汽,处于这种状态的制冷剂液体称为饱和液体。在汽化过程中,由饱和液体与饱和蒸汽组成的混合物称为湿蒸汽。饱和蒸汽的温度称为饱和温度,饱和蒸汽的压力称为饱和压力。

通常所说的沸点都是指液体在标准大气压下的饱和温度。不同的液体,在同一压力下其饱和温度也是不同的,如表 1-2 所示。

表 1-2 几种液体在 1 个标准大气压下的正常沸点

液体名称	沸点/℃	液体名称	沸点/℃
水	100	R22	-40.8
酒精	78	R134a	-26.15
R12	-29.8	R142b	-9.25
氨	-33.4	R123	27.61

制冷剂的主要特征之一就是其沸点低,这样才能利用制冷剂液体在低温下汽化吸热来变为气态;同时还要求制冷剂在规定的工作温度范围内,其饱和压力不要过高或过低。饱和蒸汽的温度与压力之间有一定的关系,即压力越高,饱和温度也越高,如表 1-3 所示。

表 1-3 汽化的影响因素及原理

影响因素	原 理	示 例
沸点与压力有关	压力增大,饱和温度升高; 压力减小,饱和温度降低	当在正常大气压上增大 88 kPa 时,水由正常大气压下的 100 °C 沸腾变为到 118 °C 才会沸腾;当低于正常大气压 39.2 kPa 时,水在 84 °C 时就会沸腾
气态冷凝至液态的变化关系	当气体受到压缩时,温度和压力均会升高	当气态制冷剂受到压力从 0.21 MPa 升高至 1.47 MPa 时,温度便从 0 °C 升至 80 °C,制冷剂在 1.47 MPa 下的沸点为 57 °C

在汽车空调制冷系统中,制冷剂的压力常用弹簧压力表进行测量。

实训一 歧管压力表的使用

器材设备准备:歧管压力表、制冷剂罐、制冷系统、真空泵、抹布等。

1. 歧管压力表的结构

歧管压力表是由两个压力表(低压表和高压表)、两个手动阀(高压手动阀和低压手动阀)、三个软管接头(一个接低压工作阀,一个接高压工作阀,一个接制冷剂罐或观察窗)和真空泵吸入口组成的。这些部件都装在表座上,形成一个压力计装置,如图 1-11 所示。

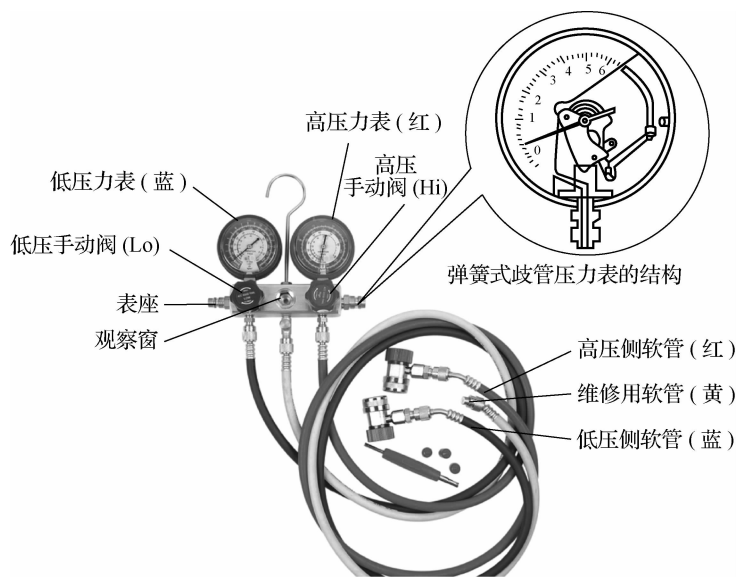


图 1-11 歧管压力表

需要注意

R134a 与 R12 两种制冷系统在制冷材料性能方面有一些区别,因此,在测量两种系统压力时要注意以下几点:

(1) 由于 R134a 与 R12 两种制冷剂是不可互换的,因此必须将它们的歧管、表组加注,并与回收装置分开放置。维护不同制冷剂的空调系统时,应使用不同的装置,以免发生交叉污染而损坏空调。

(2) R134a 与 R12 制冷剂使用的歧管压力表有不同的压力和温度刻度。每套表组必须与加装(加注)制冷剂和回收装置一起使用。歧管表组上的维护软管必须在维护接头安装手动(或自动)转动轮、回流阀,这样可以防止制冷剂排入大气中。

(3) 为避免混淆,R12 制冷剂装于白色罐中,而 R134a 制冷剂装于蓝色罐中。

(4) 为了对 R134a 装置进行标识,低压测试管通常为蓝色带黑色条,高压测试管通常为红色带黑色条,而中间维修管为黄色带黑色条。

2. 歧管压力表的工作原理

压力表是弹簧管式,其结构如图 1-12 所示。当具有一定压力的被测工质从接头进入弹簧管时,受弹簧管内外压力差的作用,弹簧管膨胀变形,通过拉杆使扇形齿轮转一个角度,从而带动小齿轮和指针也转过一个角度,指针所指的读数便是所测的压力。如果被测工质压力低于大气压力,则弹簧管收缩变形,压力计所示读数便是真空度。

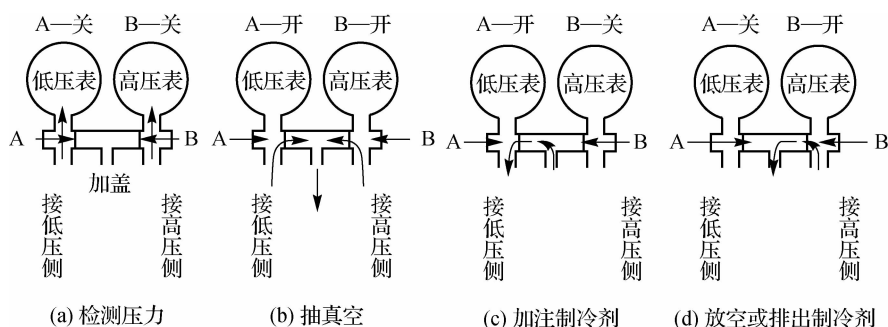


图 1-12 歧管压力表的构造

3. 歧管压力表的功能

歧管压力表具有检测压力、抽真空、加注制冷剂、放空或排出制冷剂的功能。

(1)检测压力。如图 1-12(a)所示,当高压手动阀和低压手动阀同时关闭时,则可对高压侧和低压侧进行压力检测。

(2)抽真空。如图 1-12(b)所示,当高压手动阀和低压手动阀同时全开时,全部管路接通,在中间接头接上真空泵,便可以对系统进行抽真空。

(3)加注制冷剂。如图 1-12(c)所示,当高压手动阀关闭,低压手动阀打开,中间接头接到制冷剂钢瓶上或冷冻机油瓶上时,可向系统充注制冷剂。

(4)放空或排出制冷剂。如图 1-12(d)所示,当低压手动阀关闭,高压手动阀打开时,可使系统向外开放,排出冷却剂。

需要注意

(1)当低压手动阀和高压手动阀中一个打开时,低压表和高压表都会给出精确读数。但是,当高、低压阀都打开时,表的读数是不可靠的,因为高压侧压力会转到低压侧。

(2)当压缩机运转时,不得打开高压手动阀。如果高压手动阀打开,高压制冷剂被迫通过高压表而冲击制冷剂罐(如果连接),这样的高压会使制冷剂罐破裂或安全罐阀接头爆开,从而造成伤害和损失。

4. 歧管压力表的连接

(1)关闭歧管压力表的高、低压手动阀门。

(2)将歧管压力表的检测软管接到制冷系统的检修阀上,高压侧软管接头与高压侧检修阀相连,低压侧软管接头与低压侧检修阀相连。

(3)连接时,要保证连接牢固,接头能顶开检修阀的气门。

(4)中间黄色检测软管按需要连接真空泵、制冷剂罐或密封、放空,如图 1-13 所示。

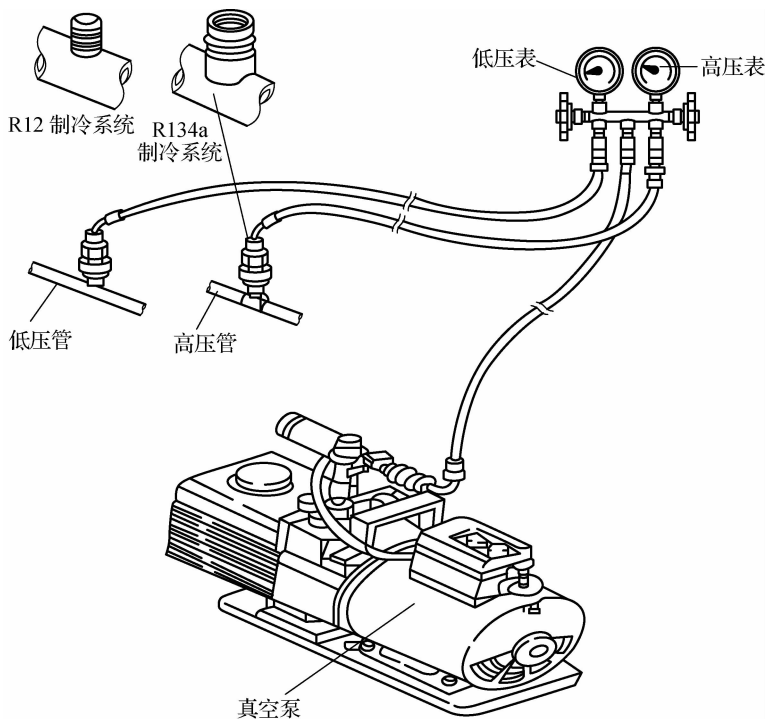


图 1-13 歧管压力表的连接

使用时的注意事项如下：

- (1) 歧管压力表是一件精密仪表，必须细心维护，不得损坏，且要保持清洁。
- (2) 不使用时，要防止水或脏物进入软管。
- (3) 使用时要把管中的空气排出。
- (4) 压力表接头与软管连接时，只能用手拧紧，不能用工具拧紧。
- (5) R12 与 R134a 制冷剂不可使用同一个歧管压力表组。两种制冷剂的歧管接头尺寸也不相同，操作时不要混淆。

【小知识】

制冷剂维修阀分为两种：一种为气门阀，如图 1-14 所示；另一种为检修阀，其工作位置如图 1-15 所示。

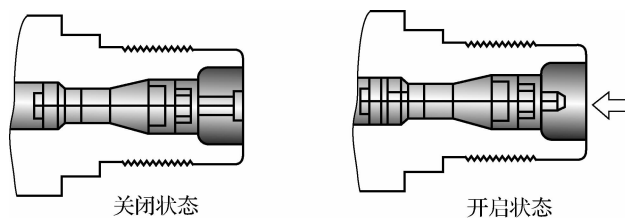


图 1-14 气门阀

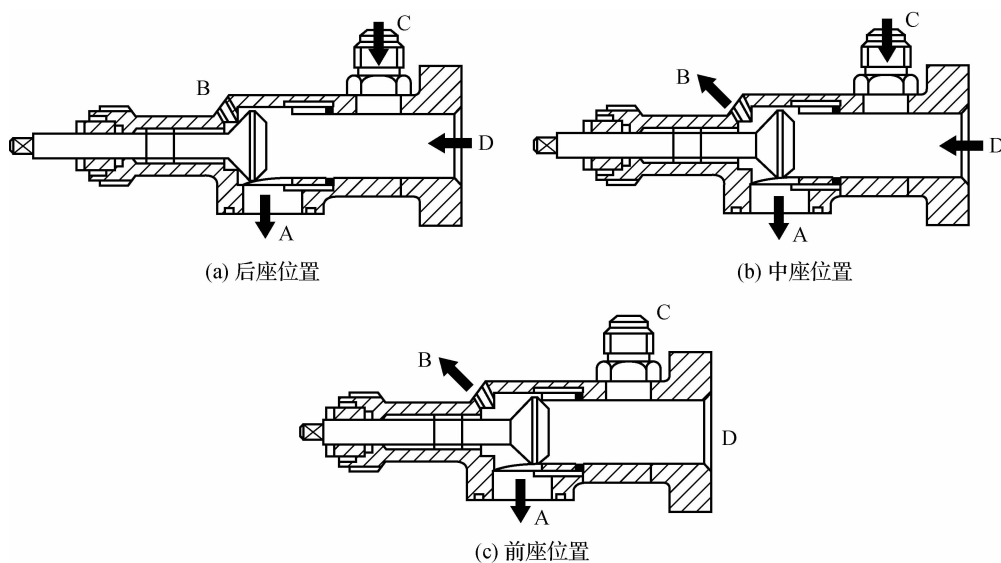


图 1-15 检修阀工作位置

A—压缩机通道端；B—压力表连接端；C—旁路电磁阀通道端；D—制冷系统

气门阀：气门阀通常有两个，一个接高压管路，另一个接低压管路，且两个气门阀的接头尺寸不同，用于防止高、低两侧互相接错。

使用气门阀时要注意以下两点：

(1) 安装时，软管一端首先与表阀连接，然后另一端才能和气门阀相连接。

(2) 拆卸时，应先从气门阀上断开软管或接头，然后从表座上断开另一端，否则就要损失制冷剂或引起人身事故。

R12 系统与 R134a 系统使用的气门阀有些不同。R12 系统中的气门阀与软管接头相连处是螺纹，它们之间是螺纹连接。

R134a 系统中的气门阀与软管接头连接处有一个凹槽，它们之间通过快速接头相连接，如图 1-16 所示。

检修阀：检修阀装在压缩机进排气口处，它其实是一个三通阀，当要对空调系统检测压力时，只要打开后面的阀杆即可，如图 1-15 所示。拧动阀杆可使阀处于三种不同位置，即前座、中座和后座。

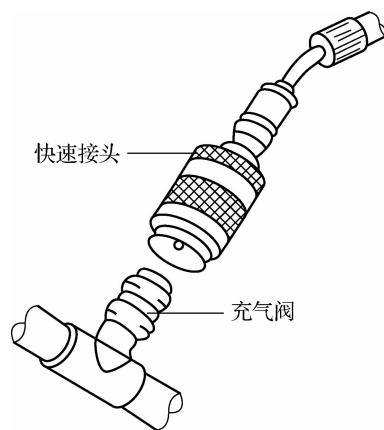


图 1-16 R134a 气门阀接头

需要注意

在打开或关闭手动阀时，注意防止制冷剂的流失。

(四) 比容

凝结时每千克物质所占有的容积称为比容,其单位为 m^3/kg 。可见比容与密度互为倒数。

二、热力学基础知识

(一) 热量

热量是物体分子不规则热运动动能大小的量度。热量可从高温处向低温处传递,其传递方式有三种,如图 1-17 所示。

热传导:热量在物体内部从高温端向低温端直接传递的现象。容易传递热量的材料称为热导体。好的热导体一般也是好的电导体,如铜、银、铁、铝等。不容易使热通过的材料为绝热体,如软木、空气、棉花及泡沫材料等。

热对流:在液体或气体中,通过其自身的流动把热量从一处传递到另一处的现象。

热辐射:火焰或加热到高温的固体的表面,会向外放出射线并向周围传热,热的这种传递方式称为热辐射。热辐射在真空中也可进行(如太阳光照到地球上)。

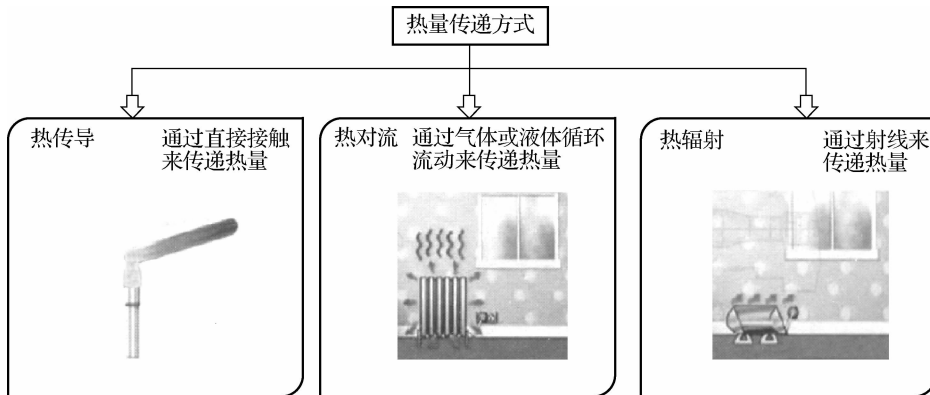


图 1-17 热量传递方式

常用的热量单位有以下几个:

卡:在标准大气压下,将 1 g 纯水加热或冷却,使其温度升高或降低 $1\text{ }^\circ\text{C}$ 时所吸收或放出的热量即为 1 卡,用 cal 表示。因卡的单位太小,因而工程上常用千卡即大卡表示,其符号为 kcal。

焦耳:作用着 1 N 力的作用点在力的方向上移动 1 m 所做的功称为 1 焦耳,焦耳用 J 表示。

在国际单位制中,将热量单位和功的单位统一为焦耳。

英热单位:在标准大气压下,将 1 lb (1 lb=0.454 kg) 水加热,使其温度升高 $1\text{ }^\circ\text{F}$ 时所需要的热量,称为一个英热单位,用符号 Btu 表示。

$$1\text{ kJ}=0.239\text{ kcal}$$

$$1\text{ kcal}=4.19\text{ kJ}$$

$$1\text{ kcal}=3.969\text{ Btu}$$

$$1\text{ Btu}=252\text{ cal}$$

$$1\text{ kcal}=427\text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/h}$$

$$1 \text{ 美国冷吨} = 3\,024 \text{ kcal/h}$$

$$1 \text{ 日本冷吨} = 3\,320 \text{ kcal/h}$$

注:1冷吨即把1吨水变成同温度的冰所放出的热量。

(二) 汽化

物质从液态转变为气态的过程称为汽化。汽化的方式有蒸发和沸腾两种。

(1) 蒸发。在液体表面进行的汽化现象称为蒸发。蒸发可在任何温度下进行,温度越高或液体表面压力越低,蒸发越快。

(2) 沸腾。在液体表面和内部同时进行的汽化现象称为沸腾。沸腾必须在温度达到沸点(准确说应该是达到饱和温度)时才能进行。对液体加热或降低液体表面的压力,都可使液体沸腾。

在汽车空调系统中,采用降低压力的方法使制冷剂在蒸发器内完成汽化过程。

(三) 液化

物质从气态转变为液态的过程称为液化。对气体冷却或对其加压,都可使气体液化。

在汽车空调系统中,是通过增大压力促使制冷剂在冷凝器中完成液化过程的。

(四) 凝结

凝结是汽化的相反过程,即当蒸汽在一定的压力下冷却到一定温度时,它就会由气态转变为液态。该过程是冷却过程,如图 1-18 所示。

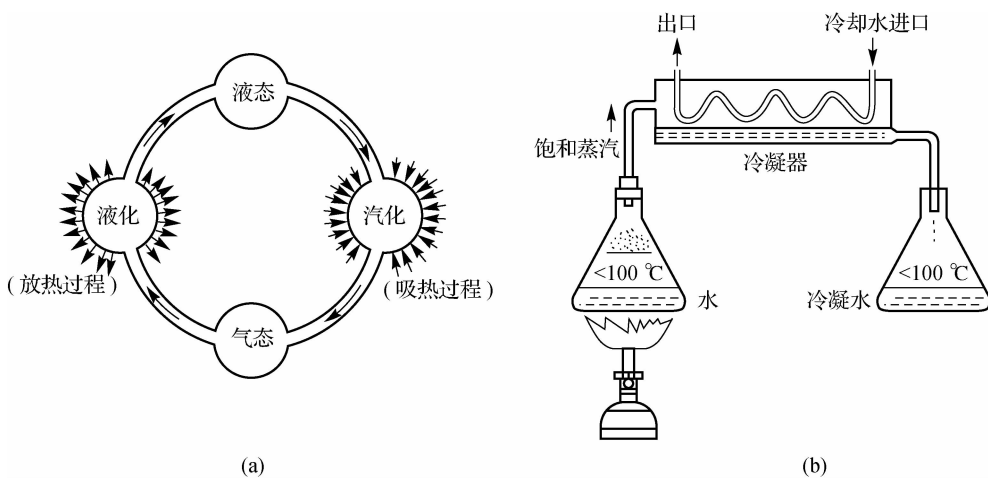


图 1-18 冷却过程

(五) 比热

将 1 kg 物质的温度每升高或降低 1 K 所需要吸收或放出的热量数值称为比热。在国际单位制中,比热的单位为 $\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$ (千焦/千克·绝对温度)。

物质的比热值越大,其就越难升温或降温。例如,水的比热为 $4.19 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$,铜的比热为 $0.39 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$,因此,将 1 kg 水的温度每升高 1 K (1°C) 需要吸收 4.19 kJ 的热量,而将 1 kg 铜的温度每升高 1 K 则只需要吸收 0.39 kJ 的热量。

根据物质的比热值,即可计算出物质升温或降温时所需要吸收或放出热量的多少。例

如,将 4 kg 水的温度从 25 °C 提高到 50 °C,则需加入的热量 Q 为

$$Q=mc\Delta t=4\times 4.19\times (50-25)=419\text{ kJ}$$

式中, m 为水的质量,kg; c 为水的比热,kJ/kg·K; Δt 为水的温度变化量。

(六)显热

在对物质加热的过程中,只要物质的状态不发生变化,那么加入的热量就会使物质的温度升高,这种不改变物质状态只引起物质温度变化的热量称为显热。也就是说,显热只对物质的温度有影响,并不影响物质的状态。例如,在水的冰点至沸点范围内对水进行加热,它的温度就会上升,此期间水的状态并不会发生改变。

(七)潜热

当水温达到沸点时,若继续对其加热,水温便停留在沸点处并不上升,直至水完全变成水蒸气为止。在整个过程中,加入的热量只是使水变成水蒸气,即这部分热量使水发生了状态的变化。这种不改变物质温度而只改变物质状态的热量称为潜热。

1. 汽化潜热

1 kg 液体全部变成同温度的气体所需吸收的热量称为汽化潜热(kJ/kg)。水的汽化潜热为 2 257 kJ/kg,制冷剂 R12 的汽化潜热为 165 kJ/kg。

2. 溶解潜热

1 kg 固体全部变成同温度的液体所需吸收的热量称为溶解潜热(kJ/kg)。

(八)空气湿度

空气湿度是指空气中所含水蒸气量的多少。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/m³)。

2. 含湿量

在湿空气中,与单位质量干空气同时并存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),其单位为 kg/kg 干空气。它表示空气中水蒸气的含量。

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

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。

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

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。

人们平常所说的空气湿度,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;空气湿度越大,水越难汽化。

(九)过热蒸汽

蒸汽的温度高于其饱和温度(可简单理解为沸点)时,称为过热蒸汽。

(十) 过热度

过热蒸汽的温度与其饱和温度之差称为过热度。

(十一) 空气的干、湿球温度

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,如图 1-19 所示。干、湿球温度计是由两支完全相同的水银温度计组成的,其中一支温度计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,即平常意义上的温度;另一支温度计是在水银温度计的水银球上裹有湿纱布,即湿球温度计,它测出的温度称为湿球温度。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,湿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;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、湿球温度计的读数便相同。

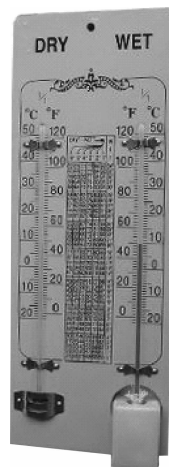


图 1-19 干、湿球温度计

下面以水为例说明相变过程,如图 1-20 所示。

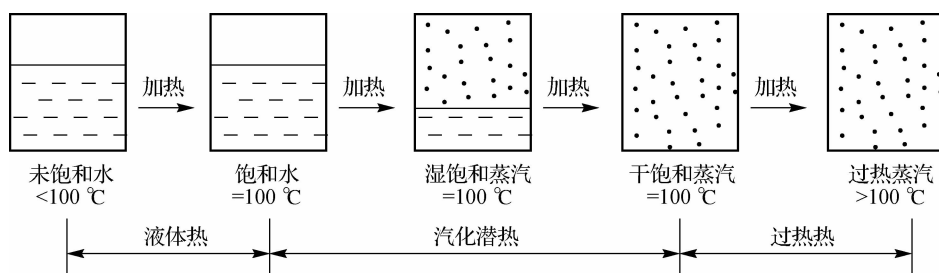


图 1-20 水的相变过程

实训二 干、湿球温度计的使用

(1) 水壶中装入清洁的水。将纱带装入水壶中并使纱带完全湿透。

(2) 10 分钟后,读取干球(DRY)温度值 A °C 与湿球(WET)温度值 B °C。然后求取干、湿球示值的差值 Δ °C。中间表格中 Δ °C 垂直往下和 B °C 水平交叉的那个数字就是观察时的相对湿度,如表 1-4 所示。

表 1-4 干、湿球温度与相对湿度表

相对湿度	干球与湿球的温差 $\Delta/^\circ\text{C}$															
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
摄氏度	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0	90	80	71	63	56	49	43	37	32	28	23	20	16	13	10	8
1	90	81	72	65	58	51	45	40	35	30	26	22	19	16	13	11

续表

相对湿度	干球与湿球的温差 $\Delta/^\circ\text{C}$															
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
摄氏度	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2	90	82	74	66	59	53	47	42	37	33	29	25	22	19	16	14
3	91	82	75	67	61	55	49	44	39	35	31	27	24	21	19	16
4	91	83	75	69	62	56	51	46	41	37	33	30	26	24	21	19
5	91	84	76	70	64	58	53	48	43	39	35	32	29	26	23	21
6	92	84	77	71	65	59	54	49	45	41	37	34	31	28	25	23
7	92	85	78	72	66	61	56	51	47	43	39	36	33	30	27	25
8	92	85	79	73	67	62	57	52	48	44	41	37	34	32	29	27
9	93	86	79	74	68	63	58	54	50	46	42	39	36	33	31	28
10	93	86	80	74	69	64	59	55	51	47	44	41	38	35	32	30
11	93	87	81	75	70	65	60	56	52	49	45	42	39	36	34	32
12	93	87	81	76	71	66	61	57	54	50	47	43	41	38	35	33
13	94	87	82	76	71	67	62	58	55	51	48	45	42	39	37	34
14	94	88	82	77	72	68	63	59	56	52	49	46	43	40	38	36
15	94	88	83	78	73	68	64	60	57	53	50	47	44	42	39	37
16	94	88	83	78	74	69	65	61	58	54	51	48	45	43	40	38
17	94	89	83	79	74	70	66	62	59	55	52	49	45	44	41	39
18	94	89	84	79	75	70	67	63	59	56	53	50	47	45	42	40
19	94	89	84	80	75	71	67	63	60	57	54	51	48	46	43	41
20	95	89	85	80	76	72	68	64	61	58	55	52	49	47	44	42
21	95	90	85	80	76	72	68	65	62	58	55	53	50	47	45	43
22	95	90	85	81	77	73	69	66	62	59	56	53	51	48	45	44
23	95	90	86	81	77	73	70	66	63	60	57	54	51	49	47	45
24	95	90	86	82	78	74	70	67	63	60	58	55	52	50	47	45
25	95	90	86	82	78	74	71	67	64	61	58	56	53	50	48	46
26	95	91	86	82	78	75	71	68	65	62	59	56	54	51	49	47
27	95	91	87	83	79	75	72	68	65	62	59	57	54	52	49	47
28	95	91	87	83	79	75	72	69	66	63	60	57	55	52	50	48
29	95	91	87	83	79	76	72	69	66	63	60	58	55	53	51	48
30	96	91	87	83	80	76	73	70	67	64	61	58	56	53	51	49
31	96	91	87	83	80	76	73	70	67	64	61	59	56	54	52	50
32	96	91	88	84	80	77	73	70	67	65	62	59	57	54	52	50
33	96	92	88	84	80	77	74	71	68	65	62	60	57	55	53	51
34	96	92	88	84	81	77	74	71	68	65	63	60	58	55	53	51
35	96	92	88	84	81	78	74	71	68	65	63	61	58	55	54	51

(3)举例说明:如干球温度值为 30°C ,湿球温度值为 25°C ,则 $\Delta^\circ\text{C}$ 为 5°C 。 5°C 垂直往下和湿球所示 25°C 水平交叉的数字为 61,表示观察时的相对湿度为 61%。

注意事项:

- (1)始终保持水壶中有水。
- (2)湿球上的纱带使用一段时间后应更换新的,更换前应将纱带先煮沸以脱脂。
- (3)纱带在湿球上捆扎时应牢固,不能太松,以免影响示值。

任务三



冷冻机油与制冷剂的相关知识

你知道为什么发动机工作除了需要加燃油外还需要加机油吗？空调制冷系统润滑油的作用和发动机机油的作用很相似，它在空调系统的运动部件中主要用于润滑压缩机。

压缩机用于压缩制冷剂，所以，冷冻机油必须与制冷剂配合使用，鉴于制冷剂在空调系统中性能变化的特殊性，冷冻机油不是普通机油可以替代的。

一、冷冻润滑油

空调压缩机在工作时必须对其润滑，所使用的润滑油称为冷冻润滑油或冷冻机油，简称冷冻油。

（一）冷冻油的作用

1. 润滑

冷冻油可润滑压缩机轴承、活塞、活塞环、曲轴、连杆等运动部件表面，减少运动阻力和磨损，降低功率消耗，延长使用寿命。

2. 密封

冷冻油渗入油封密封处，防止漏油；同时在活塞环与缸壁间形成油膜，防止制冷剂泄漏。

3. 冷却

冷冻油能及时带走摩擦表面产生的热量，防止压缩机温度过高。

4. 降低压缩机噪声

冷冻油在摩擦面间可起到缓和零件冲击和减小运动噪声的作用。

（二）冷冻油的性能指标

冷冻油是一种特殊的润滑油，工作条件恶劣，它必须在低温（ $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右）和高温（ $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 甚至更高）情况下均能正常工作，因此对它的各项指标性能要求较高。

1. 黏度

黏度用来衡量冷冻油的黏性大小。它是定量冷冻油通过一个毛细管所需要的时间来定义的（运动黏度）。温度越高，黏度就越小。

2. 凝固点

冷冻油刚开始流动时的温度称为凝固点。冷冻油与制冷剂相互混合溶解后，其凝固点会有所降低（降低 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右）。

3. 相容性

相容性是指制冷剂与冷冻油能够形成混合物，在工作过程中不分离且不会产生化学反

应的性质。也就是说,冷冻油既要与制冷剂充分混合,又必须保持其油状存在。

4. 其他性能

- (1)闪点:将冷冻油加热直至其油蒸汽与明火接触发生闪火的温度。
- (2)燃点:将冷冻油加热直至其油蒸汽能被明火点燃 5 s 以上的温度。
- (3)烛点:对冷冻油降温直至油中出现的絮状物析出石蜡的温度。
- (4)水分:冷冻油中不允许有水分存在。
- (5)酸值:用中和 1 g 冷冻油中的酸性物质所需要的氢氧化钾的毫克数来表示。
- (6)机械杂质:冷冻油中不允许含有机械杂质。
- (7)灰分:冷冻油被炭化后的残留物经燃烧后所得的无机物。
- (8)抗氧化性:冷冻油具有良好的化学稳定性,不易被氧化,其酸性和碱性都很小。

(三)冷冻油的种类与选择

1. 冷冻油的种类

- (1)国产冷冻油:有 13、18、25、30 号四种牌号(按黏度分类)。
- (2)进口冷冻油:SUNISO 系列 3GS、4GS、5GS 冷冻油。
- (3)聚酯类润滑油(ESTER):由多元醇酯基础油和添加剂配成,用于 R134a 制冷剂的润滑(前两种属于矿物油,与 R134a 制冷剂不相容)。

还有一种冷冻油为聚烷基乙二醇(PAG),由于它存在与 R134a 相容性差等一些缺点,因此主要用于 R134a 制冷剂使用的初期,且经过改性处理。

各种冷冻油的性能如表 1-5~表 1-7 所示。

表 1-5 国产冷冻润滑油

性能	13 号	18 号	25 号	30 号
50 °C 运动黏度(厘斯)	11.5~14.5	> 18	> 25.4	< 30
凝固点/°C	< -40	< -40	< -40	< -40
闪点(开口)/°C	< 160	< 160	< 170	< 180
酸值(mgKOH/g)	< 0.14	< 0.03	< 0.02	< 0.01
灰分/%	< 0.012			
机械杂质/%	无	无	无	无
水分/%	无	无	无	无

表 1-6 进口 SUNISO 系列冷冻油

性能	SUNISO 3GS	SUNISO 4GS	SUNISO 5GS
黏度(SUN/37.8 °C)	150~160	280~300	510~520
黏度(SUN/98.9 °C)	40~42	44~47	51~54
引火点/°C	172	181	196
发火点/°C	188	200	
流动点/°C	-45	-37.8	-30
絮状凝固点/°C	-56.7	-51.5	-45.6
含硫量/%	< 0.05	< 0.06	< 0.07
含水量/%	< 0.02	< 0.02	< 0.02
相对密度(15 °C/4 °C)	0.915 5	0.921 3	0.927 8

表 1-7 用于 R134a 制冷剂的冷冻油

性能		PAG 油	ESTER 油
黏度指数		187	95
饱和含水量(25 °C)/%		2.6	0.15
黏度(厘斯)	40 °C	56.1	96.8
	100 °C	10.8	10.3
两相分离时的温度 (冷冻油/R134a=2/8)	高温/°C	46	80 以上
	低温/°C	50 以下	-23

2. 冷冻油的选择

在实际选用冷冻油时,要充分考虑压缩机工作时润滑油的工作状态,如吸气、排气的温度和压力的高低,其中最主要的是低温性能。国产冷冻油一般选用 18 号或 25 号;进口冷冻油一般选用 SUNISO 5GS;使用 R134a 制冷剂一般选用 ESTER 冷冻油,如表 1-8 所示。

表 1-8 冷冻油型号

制冷剂类型	R12 制冷系统	R134a 制冷系统
冷冻油型号	ND-OIL6	ND-OIL8
冷冻油类型	矿物质油	聚乙二醇(合成油)

3. 冷冻机油的加注量

制冷系统各部件在更换时所需要补充冷冻油的加注量如表 1-9 所示。

表 1-9 冷冻油的加注量

被更换的部件	冷冻机油量/ml
冷凝器	40~50
蒸发器	40~50
储液干燥器	10~20
制冷循环管道	10~20
压缩机	加注量=IH 压缩机倒出的冷冻油量+(20~40)

【小知识】

压缩机油为浅黄色无味的液体,混入杂质之后变成棕色或黑色,并可能有一定的气味。如果发现机油变色或有气味,则冷冻机油已经变质,应该更换新机油。

冷冻润滑油使用时的注意事项如下:

- (1)不同牌号的冷冻润滑油不能混用,否则会变质。
- (2)不允许向系统添加过量的润滑油,否则会影响汽车空调制冷系统的制冷量。
- (3)不能使用变质浑浊的润滑油,否则会影响压缩机的正常运转。
- (4)冷冻润滑油易吸水,用后应马上将盖拧紧。
- (5)在加注制冷剂时,应先加润滑油,然后加注制冷剂。

- (6)在排放制冷剂时应缓慢进行,以免冷冻润滑油和制冷剂一起喷出。
- (7)更换制冷系统部件时,应当补充一定量的润滑油。

实训三 抽真空加注冷冻机油

加注冷冻润滑油的方法有直接加入法和真空吸入法两种。将冷冻机油按标准称量好后直接倒入压缩机内,这种方法只在更换蒸发器、冷凝器和储液干燥瓶时采用,如图 1-21 所示。

下面介绍的是真空吸入法。

器材设备准备:

汽车空调制冷设备一套、歧管压力表、真空泵、制冷剂、护目镜、手套、抹布、量杯等。

操作步骤:

(1)按抽真空的方法先对制冷系统抽真空。

(2)选用一个有刻度的量杯,加入比要补充的冷冻润滑油还要多的冷冻润滑油(将加注管中的残余油量考虑进去)。

(3)按图 1-22 所示连接整个系统,即将低压软管从表组一端卸下并伸进冷冻润滑油中,高压软管仍接高压检修阀,中间软管仍接真空泵。

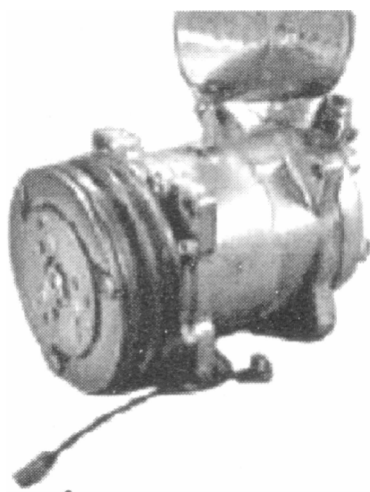


图 1-21 冷冻润滑油直接加入法

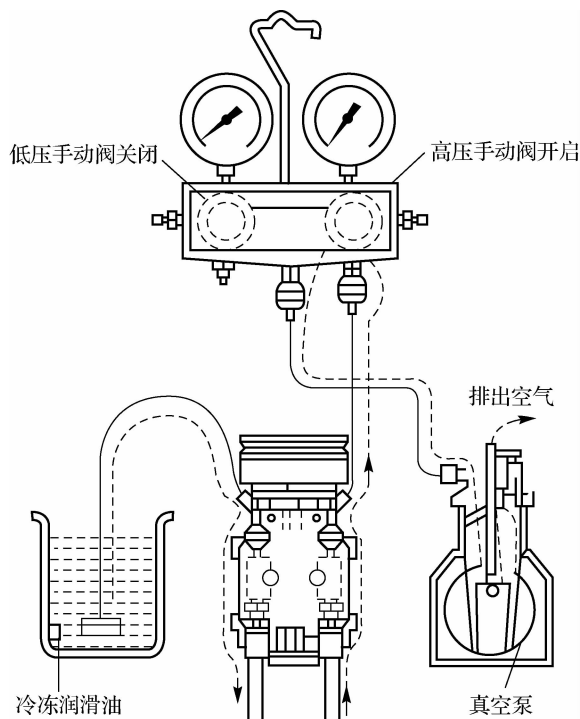


图 1-22 真空吸入法加注冷冻润滑油

- (4)开启真空泵,打开高压手动阀,冷冻润滑油便被缓缓吸入压缩机中。
 (5)按抽真空法加注冷冻润滑油后,再对制冷系统抽真空、加注制冷剂。

需要注意

如果更换新的压缩机,其机体中已有冷冻机油,无须再加。

二、汽车空调常用 H9 制冷剂

在制冷过程中起传递热量作用的媒介物质称为制冷剂。从广义上讲,任何一种流体,只要在一定的条件下能实现液态与气态间的相互转换,就可用作制冷剂。但限于各种各样的原因,适合做制冷剂的工质种类极其有限。

(一)对制冷剂的要求

(1)在物理性质方面:要求制冷剂有较低的凝固点和较高的临界温度,较小的密度和黏度,较大的导热和放热系数,且应具有一定的吸水性。

(2)在化学性质方面,要求制冷剂无毒、无害、无刺激性,化学性质稳定,高温下不易分解,不易燃烧及爆炸,对金属及橡胶的腐蚀作用要小,与冷冻油互容且不发生化学反应。

(3)在热力性质方面:首先,要求制冷剂的蒸发压力稍高于大气压力即可,这样既可以使蒸发压力较低,还不致因制冷系统产生负压而吸进空气;其次,制冷剂的冷凝压力也不应太高,以降低对制冷系统强度的要求,同时减小压缩机功耗;最后,要求制冷剂有较小的绝热指数和较大的汽化潜热,以减小制冷剂的用量。

(二)常用的制冷剂

1. R12 制冷剂(CF_2Cl_2)

代号中“F”是英文 Freon (氟利昂)的第 1 个字母,“R”是英文 refrigerant(制冷剂)的第 1 个字母,国际上通用的表示氟利昂的代号是“R”,如图 1-23 所示。



图 1-23 R12 制冷剂

过去,国内汽车空调使用的制冷剂中 R12 用得较多,其主要性能如下:

- (1)汽化潜热大(165 kJ/kg,沸点时)。

(2)易于液化(在标准大气压下沸点为 $-29.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,凝点为 $-155\text{ }^{\circ}\text{C}$)。

(3)化学稳定性较好,无色,基本无味(只有很弱的一点儿芳香味),不变质、不燃烧、不爆炸;但与明火接触会产生光气,使人咳嗽、头晕、虚弱甚至死亡。

(4)对人体无直接危害(但在空气中含量较大时能使人窒息甚至导致死亡),对大气中的臭氧层有极强的破坏作用。

R12 在含有水分时对镁和铝的合金有侵蚀作用(不能使用含镁超过 2%的铝合金);它会溶解天然橡胶,但不侵蚀合成橡胶。

R12 在水中的溶解度非常小,且随温度的降低而减小,因此,制冷剂中一旦有水分就会在膨胀阀的出口处结冰,造成所谓的“冰阻”现象。因此,在加注制冷剂前必须进行的一项重要工作就是对系统进行抽真空作业,且在制冷系统中设置干燥剂(吸湿剂),以吸收系统中的水分。

制冷剂在大气中会急剧蒸发,若将制冷剂溅到皮肤上,则会因其蒸发时从皮肤表面带走大量热量而使皮肤有冻伤的危险。尤其是当制冷剂溅入眼睛时,便会冻结眼球中的水分,有可能造成失明。因此进行制冷剂的加注等作业时,必须戴上护目镜以保证安全。

R12 的性能举例如下:

(1)当压力为 607.8 kPa (6 atm)时,在 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上它就会变成气体并吸热(此过程在蒸发器中完成)。

(2)当压力增大到 1 620.8 kPa(16 atm)时,在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下它就会变成液体并放热(此过程在冷凝器中完成)。

其压力与蒸发温度的关系如图 1-24 所示。

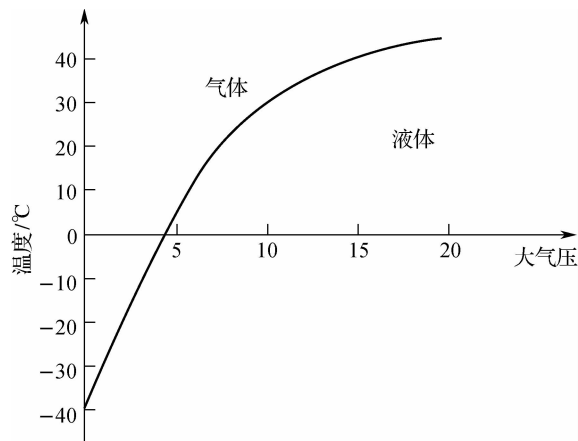


图 1-24 R12 的压力与蒸发温度的关系

2. R134a (HFC134a) 制冷剂

R12 等氟利昂类制冷剂在使用和维修过程中泄漏出去后会长期停留在大气层中,其中的 Cl 会与大气中的 O_3 结合,加速臭氧的分解,导致臭氧层出现空洞,使太阳的紫外线不经遮挡直接照射到地球上,从而导致人类及生物的免疫能力下降,增加人类皮肤癌的发病率,使地球产生温室效应,最终给人类的生存带来极大的危害。因此,国际环保组织决定,至 2006 年全球禁止使用 R12 制冷剂(根据 1987 年《蒙特利尔条约》,R12 一般不用,发达国家

1996 年禁用 R12。R134a 由于破坏臭氧的作用比 R12 小,故发达国家到 2030 年才禁止使用 R134a)。

HFC (Hvdn Fluoro Carbon)是含有氢而没有氯的氟利昂(全部的氯元素被氢元素所取代)。因此,它不会对臭氧层造成破坏,如 HFC134a 和 HFC134,通常写为 R134a 和 R134,实际应用中一般写为 R134a,称为四氟乙烯,分子式为 $C_2H_2F_4$ 。HFC134 和 HFC134a 只是分子排列不同,如图 1-25 所示。

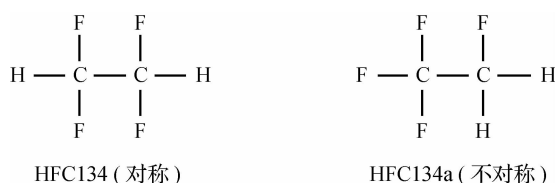


图 1-25 HFC 分子结构图

臭氧破坏系数(ozone depletion potential,ODP)或称消耗臭氧潜能值,是以 CFC11 作为基准而换算出对臭氧的破坏力。该系数越大,说明对臭氧层的破坏能力越强。CFC11 和 CFC12 的臭氧破坏系数都为 1,而 HFC134 和 HFC134a 的臭氧破坏系数都为零。

温室效应系数(GWP)或称全球变暖潜能值,是以 CFC12 为基准而换算出的造成地球温室效应的能力大小。该系数越大,说明造成温室效应的能力越强。CFC12 的温室效应系数为 1,CFC11 的温室效应系数为 0.4,HFC134a 的温室效应系数则为 0.11,如表 1-10 所示。

表 1-10 R134a 与 R12 的特性比较

项 目	R12 (CF ₂ Cl ₂)	R134a
沸点(标准大气压)/°C	-29.80	-26.20
凝点/°C	-155	-101
汽化潜热/(kJ·kg ⁻¹)	152	198
大气中最长存留寿命/年	95~150	8~11
ODP 值(臭氧破坏系数)	1.0	0
GWP 值(温室效应系数)	1.0	0.11
与矿物油相容性	相容	不容

采用新型制冷剂后,冷冻油也要从原来的矿物型油更换为合成型油(因为矿物型油与 HFC134a 不互溶);新、旧两种制冷剂所用的连接软管及密封橡胶材料不同,不可混用。新型管的表面一般都印有 HFC134a 专用的标记,这种管的内部增补了尼龙树脂层,外层为氢化腈聚丁橡胶。

R134a(HFC134a)的基本性能如下:

- (1)汽化潜热比 R12 大,但质量较小,导致制冷能力比 R12 略小或与之相当。
- (2)饱和蒸汽压总的来讲与 R12 相近。以 18 °C 为界,低于 18 °C 时 R134a 的饱和蒸汽压略低于 R12,高于 18 °C 时刚好相反(在标准大气压下沸点为 -26.5 °C,凝点为 -101 °C)。
- (3)化学性质稳定,无色、无臭,不燃烧、不爆炸。
- (4)对人体无毒性,不破坏大气臭氧层,在大气层中停留寿命短,温室效应影响小。
- (5)吸水性和水溶解性比 R12 高。

注意事项:

(1)制冷剂密度比氧气密度大,而且在检修时常常要将空调器放在规定的地方,如修车坑里,所以要有良好的通风设备。

(2)维护空调系统加注制冷剂时要戴防护镜,因为空调系统的高压侧有高压。如果高压管路破裂,制冷剂会对眼睛造成严重伤害。制冷剂流入大气中时蒸发极快,任何东西接触之后都会结冰。R134a 是一种天然油溶剂,皮肤接触会引起刺激和烧伤。因此工作时应穿防护服,以保护皮肤和衣服。

(3)处理制冷剂罐时应小心。不得用力碰撞制冷剂罐;不要将制冷剂罐置于高温处,应将其存放在凉爽的地方。避免将制冷剂罐存放在有腐蚀物的地方,如蓄电池酸液附近,制冷剂罐会因发生腐蚀泄漏而燃烧。

(4)在正常大气压和温度下,R134a 是不可燃的。试验证明,压力超过大气压和空气浓度体积大于 60%时,R134a 变为可燃。所以,R134a 储存罐内绝对禁止加压缩空气,空调系统零件或维修装置也严禁充注压缩空气,以免引起火灾和爆炸。

【小知识】

(1)如果 R12 进入眼内,不要擦拭,应该立即向眼内滴入几滴灭菌矿物油,然后用凉水清洗,包上灭菌纱布后去医院就医。同样地,如果皮肤和眼睛接触到 R134a 制冷剂也不要擦拭,应该立即用凉水清洗,然后去医院就医。

(2)当制冷剂暴露于明火、吸入发动机或用卤化物检漏时,都会产生有毒光气,所以要保持工作区域通风。

(三)加注制冷剂的量

加注制冷剂量的多少有两个参考标准:一是根据汽车空调厂家规定的制冷剂量进行加注;二是根据不同空调系统压力参数,通过压力表测量系统压力确定加注制冷剂的量。几种车型厂家规定的制冷剂加注量如表 1-11 所示。

表 1-11 几种车型厂家规定的制冷剂加注量

车 型	制冷剂规定加注量/kg
桑塔纳轿车	1.11
普通轿车	0.7~0.8
丰田皇冠	单一为 0.8,双联为 1.2
日产轿车	0.9~1.1

实训四 充注制冷剂

充注制冷剂的方法有两种:一种是从低压侧充注,这种充注方法最适于补充制冷剂,其优点是安全性好,但速度较慢;另一种是从高压侧充注,这种充注方法不适合用于补充制冷剂,其优点是速度快,但不安全。

器材设备准备:汽车空调制冷设备一套、歧管压力表、真空泵、制冷剂、护目镜、手套、抹布、量杯等。

充注方法:

1. 高压端充注法(液态制冷剂充注)

特点:安全、快捷,运用于第一次充注,即经检漏抽真空后的系统充注。

操作步骤:

(1)在系统抽真空后,关闭歧管压力表上的高、低压手动阀。

(2)将中间软管的一端与制冷剂罐注入阀的接头连接起来,如图 1-26 所示,打开制冷剂罐开启阀,拧开歧管压力表中间软管上端的螺母,让气体逸出几秒钟,把空气赶走,然后拧紧螺母。

(3)打开高压侧手动阀至全开位置,将制冷剂罐倒立,以便从高压侧充注液态制冷剂。

(4)从高压侧注入规定量的液态制冷剂后,关闭制冷剂罐注入阀及歧管压力表上的高压手动阀,然后将仪表卸下。特别要注意,从高压侧向系统充注制冷剂时,发动机处于不起动状态(压缩机停转),更不可拧开歧管压力表上的低压手动阀,以防止产生液压冲击。

需要注意

(1)充注时不能起动车压缩机,且制冷剂罐倒立。

(2)禁止在充注时打开低压开关。

通过歧管压力表上的低压手动阀,可向制冷系统的低压侧充注气态制冷剂。

特点:充注速度慢,通常在补充制冷剂的情况下使用。

操作步骤:

(1)如图 1-27 所示,将歧管压力表与压缩机和制冷剂罐连接好。

2. 低压端充注法(气态制冷剂充注)

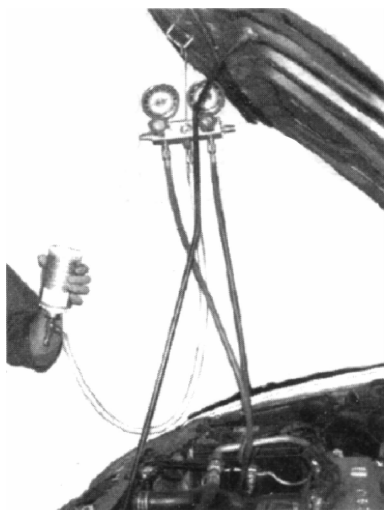


图 1-26 从高压端充注液态制冷剂

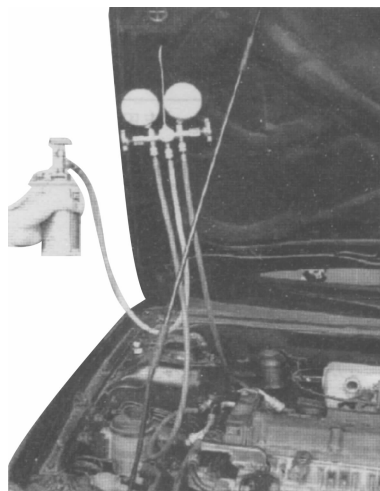


图 1-27 从低压端充注气态制冷剂

(2) 打开制冷剂罐,拧松中间注入软管在歧管压力表上端的螺母,直到听见有制冷剂蒸汽流动的声音,然后拧紧螺母,目的是排出注入软管中的空气。

(3) 打开低压手动阀,让制冷剂进入制冷系统。当系统的压力值达到 0.4 MPa 时,关闭低压手动阀。

(4) 起动发动机,将空调开关接通,并将风机开关和温控开关都调至最大。

(5) 打开歧管压力表上的低压手动阀,让制冷剂继续进入制冷系统,直至充注量达到规定量。

(6) 在向制冷系统中充注规定量制冷剂之后,从视液玻璃窗处观察,确认系统内无气泡、无过量制冷剂。然后将发动机转速调至 2 000 r/min,冷风机风量开到最高挡,若气温为 30~35 ℃,系统内低压侧压力应为 0.147~0.192 MPa,高压侧压力应为 1.37~1.67 MPa。

(7) 充注完毕后,关闭歧管压力表上的低压手动阀,关闭装在制冷剂罐上的注入阀,使发动机停止运转,将歧管压力表从压缩机上卸下,卸下时动作要迅速,以免排出过多制冷剂。

需要注意

- (1) 确保制冷剂罐直立,防止制冷剂从负压端进入制冷系统,对压缩机造成损伤。
- (2) 充入到规定量后,关闭低压手动阀,再关闭制冷剂注入阀。
- (3) 不要充注过多的制冷剂,否则会引起轴承和皮带的故障。