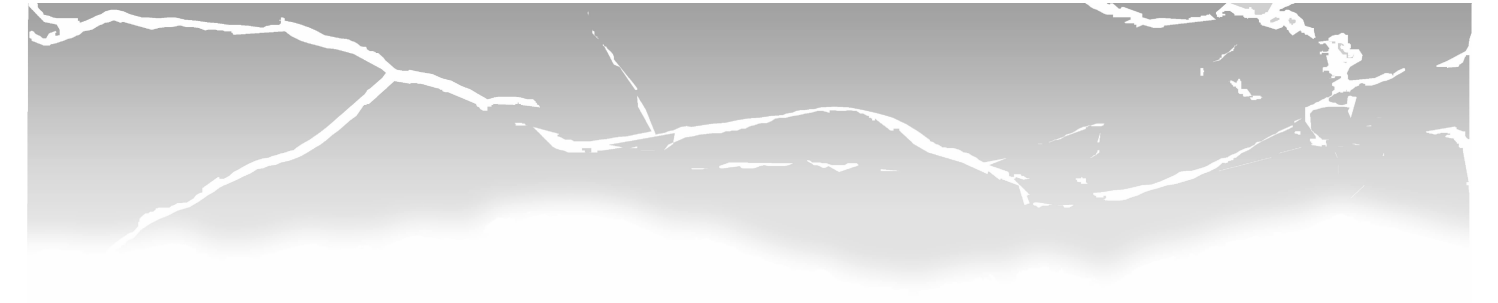




情境一

汽车空调系统的维护

立夏将至,李先生的一辆 2006 款一汽丰田卡罗拉汽车 3 个多月没使用空调,进入维修厂进行维护。

维修技师接车后询问了一些基本情况,然后检查并对压缩机、冷凝器、蒸发器、储液干燥器、系统接头和膨胀阀等进行了维护。检查发现空调制冷系统制冷剂不够,又补充了制冷剂。最后将汽车交给客户李先生。

任务 1.1 汽车空调系统的维护



知识要求

- (1) 能正确讲述汽车空调的功能和特点;
- (2) 能正确讲述汽车空调的发展历程和发展趋势;
- (3) 能正确讲述汽车空调的组成与各部分作用;
- (4) 能正确讲述汽车空调系统的分类;
- (5) 能正确讲述制冷剂与冷冻油的特性。

能力要求

- (1) 能识别空调系统各部件在汽车上的布置;
- (2) 能正确拆装汽车空调系统;
- (3) 能对汽车空调进行日常维护和定期维护作业。





任务描述

立夏将至,李先生反映他所驾驶的一辆 2006 款一汽丰田卡罗拉汽车,已经 3 个多月没使用空调,现将车开进维修厂。现在,请你对客户轿车的空调系统进行维护。



相关知识

空调即空气调节,是指采用适当的装置将汽车车厢和驾驶室内部的空气环境调节到符合舒适性要求的状态。空调装置已成为汽车的重要功能部件,是衡量汽车功能是否齐全的一个重要标志。一般汽车空调系统在汽车上的布置如图 1-1-1 所示。

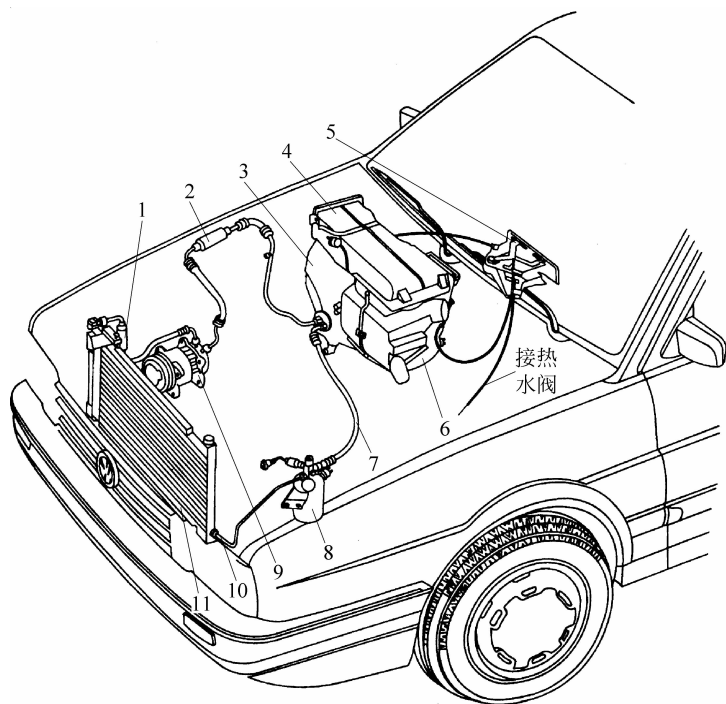


图 1-1-1 空调系统在汽车上的布置

1—D 管(压缩机至冷凝器管路); 2—S 管(蒸发器至压缩机管路); 3—蒸发器; 4—进风罩; 5—空调控制面板;
6—加热器; 7—L 管(储液干燥器至蒸发器管路); 8—储液干燥器; 9—空调压缩机; 10—C 管(冷凝器至储液干燥器管路); 11—冷凝器

一、汽车空调系统的功能与特点

1. 汽车空调系统的功能

汽车空调系统的功能是通过人为的方式创造一个对人体适宜的环境,即对车内的温度、湿度、气流速度进行调节,并净化空气。除此之外,汽车空调还能除去车窗玻璃上的雾、霜、冰、雪,给驾驶员一个清晰的视野,并确保行车安全。

(1) 调节车内温度。驾驶员根据气候的变化,通过调节或设定空调控制面板上的温度调节开关,调节或设定适宜的车内温度。一般来说,在夏季,将车内温度调节到 $22 \sim 28^{\circ}\text{C}$,

在冬季,将车内温度调节到 $16\sim 18^{\circ}\text{C}$,人感到最舒适。这不仅能减轻因冬季天气寒冷、手脚僵硬或动作不灵活而造成的行车危险,还能为天气炎热、容易疲倦的夏天提供一个舒适的环境。

(2) 调节车内湿度。以前普通的汽车空调不具备此功能,只有在高级轿车上采用了冷暖一体化空调,才能对车内的湿度进行适量调节。它通过制冷装置冷却降温,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。人体感觉最舒适的相对湿度是 $50\%\sim 60\%$ 。

(3) 调节车内气流速度。空气的流速和方向对人体舒适性影响很大。夏天,气流速度快,有利于人体散热降温,但过快的风速也会使人感到不舒服(一般舒适的气流速度为 0.25m/s 左右)。冬天,风速快时会影响人体保温,因而采暖时的气流速度应尽量小一些(一般为 $0.15\sim 0.20\text{m/s}$)。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,应让冷风吹到乘员头部,暖风吹到乘员脚部。

(4) 车内空气过滤和净化。由于车内空间小、乘客密度大等原因,车内极易出现缺氧和二氧化碳浓度过高的情况;再加上汽车发动机废气中的一氧化碳和道路的灰尘进入车内,造成车内空气污浊,影响乘客的身体健康。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。其一般设有进风口、排风口、空气过滤器和空气净化装置等。

(5) 除霜功能。冬天,前、后挡风玻璃容易结霜,将导致驾驶员的视线模糊不清,增加行车危险性。这就需要汽车空调具有除霜功能,通过暖风来除去挡风玻璃上的霜,以维持驾驶员视线清晰,提高驾驶的安全性。

2. 汽车空调系统的特点

汽车空调大多是通过发动机带动压缩机来工作的,所以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。

汽车空调主要具有以下特点。

(1) 动力源多样

汽车空调的动力来自发动机。轿车、轻型汽车、中小型客车及工程机械中空调所需的动力和驱动汽车前进的动力来自同一发动机。这种非独立式空调系统的制冷能力受车速影响,而与车内的需求无关,因此需要专门的设备进行协调,结构比家用空调复杂。

大型客车和豪华型中大型客车所需制冷量和暖气量大,一般采用专用发动机驱动制冷系统的压缩机和设立的供暖设备。

(2) 抗冲击能力强

汽车空调安装在运动的车辆上,承受剧烈、频繁的振动和冲击。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。汽车在颠簸不平的路面高速行驶时,汽车空调各接头极易松动,从而导致制冷剂泄漏,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。所以,各部件的连接要牢固,要经常检查空调系统内制冷剂的量。统计表明,汽车空调因制冷剂泄漏而引起的空调故障约占全部故障的 80% ,而且泄漏频率很高。

(3) 结构紧凑、重量轻

由于汽车本身的特点,要求汽车空调的结构紧凑,能在有限的空间进行安装,而且安装了空调之后,不至于使汽车增重太多,影响其他性能。现代汽车空调的总重量比 20 世纪

60年代的同类型产品减少了50%,是原始汽车空调装置重量的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,其原因如下:

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较大。

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,环境恶劣,气温千变万化。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,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,所以制冷系统的制冷剂流量变化大。

二、汽车空调的发展历程及发展趋势

1. 汽车空调的发展历程

汽车空调的功能随着人们对汽车舒适性的要求不断提高,经历了由低级到高级、由简单到复杂的发展过程,可概括成以下6个阶段。

(1) 第一阶段:单一供暖。1925年,在美国首先出现利用汽车冷却液通过加热器供暖的方法。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暖系统。目前,在北欧、亚洲北部仍有只有单一供暖功能的汽车空调。

(2) 第二阶段:单一制冷。1939年,美国通用汽车公司首先在轿车上安装机械制冷降温的空调器,成为汽车空调的先驱。由于第二次世界大战阻碍了汽车空调的发展,欧洲、日本到1957年才有这种单一制冷的轿车。目前,在热带、亚热带地区仍有单一制冷的汽车空调。

(3) 第三阶段:冷暖一体化。1954年美国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,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不断完善,现在的汽车冷暖一体化空调基本上具有降温、除湿、通风、过滤、除霜等功能。目前,冷暖一体化空调仍然在大量的经济汽车上使用,是使用量最大的一种汽车空调。

(4) 第四阶段:自动控制的汽车空调。冷暖一体化空调需要人工操作,这显然增加了驾驶员的工作量,同时控制质量也不是很好。1964年,美国通用汽车公司首先在凯迪拉克轿车上安装了自动控制的汽车空调。欧洲、日本直到1972年才在高级轿车上安装自动控制的汽车空调。这种自动控制的汽车空调使用电子控制的方法,只要预先设定好温度,就能自动地在设定的温度范围内工作。

(5) 第五阶段:微型计算机控制的汽车空调。1973年,美国通用汽车公司与日本五十铃汽车公司一起联合研制微机控制的汽车空调,并装备到各自的汽车上,将汽车空调的技术推到一个新的高度。随着微型计算机技术的发展,微型计算机控制的汽车空调功能不断增加和完善,实现了控制显示数字化、冷暖通风一体化、故障诊断智能化。目前,高档轿车的全自动空调与其他电控系统组成局域网,根据车内外的环境情况,自动控制汽车空调系统的工作,既提高了调节效果,又节约了燃料。

(6) 第六阶段:注重环保阶段。汽车空调多年来采用的R12制冷剂已被证明对臭氧层有害,因此,自1996年以后,已采用R134a作为汽车空调制冷剂。

汽车工业是我国国民经济的支柱产业,我国汽车空调的发展经历了3个阶段。第一阶段是20世纪60年代初到70年代末,利用汽车发动机排出的尾气或冷却液产生的热量来给车内供暖。第二阶段是20世纪80年代初到90年代初,从国外购进一些制冷降温的汽车空调系统安装在轿车上。第三阶段是从20世纪90年代开始,国内形成一批有一定生产规模的汽车空调制造企业。至此,我国汽车空调技术在短时间内接近了世界先进水平。

2. 汽车空调的发展趋势

(1) 控制向微型计算机智能化发展。微型计算机控制的汽车空调系统,不仅将在轿车上应用,在大客车及其他车型上也将得到进一步应用。

(2) 变排量压缩机进一步得到发展和应用。变排量压缩机以其独特的优点,无疑将在汽车空调中获得更加广泛的应用,在加工工艺、材料等问题更好地解决后,涡旋式压缩机将以其高效、节能、零部件少等优点大受人们欢迎。

(3) 新型空调结构和系统得到发展。目前,汽车空调除了单一制冷以外,不少汽车开始使用双向空调,即像家用空调一样,采用热泵系统,夏季制冷、冬季供暖。

(4) 出现新型空调部件。新结构、新材料、新工艺将不断应用于汽车空调部件,主要体现在热交换器和管口连接上,以保证得到更理想的性能。

三、汽车空调系统的组成与分类

1. 汽车空调系统的组成

汽车安装空调系统的目的是调节车内空气的温度、湿度,改善车内空气的流动性,并且提高空气的清洁度。汽车空调系统按其功能可分为制冷系统、暖风系统、通风系统、空气净化系统和控制操作系统5个基本部分。

(1) 制冷系统。该系统通过对车内的空气或外界新鲜空气进行冷却,来实现降低车内温度的目的。制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器、视液窗、热力膨胀阀和蒸发器等组成,如图1-1-2所示。作为冷源的蒸发器,其温度低于空气的露点温度,因此制冷系统还具有除湿和净化空气的作用。

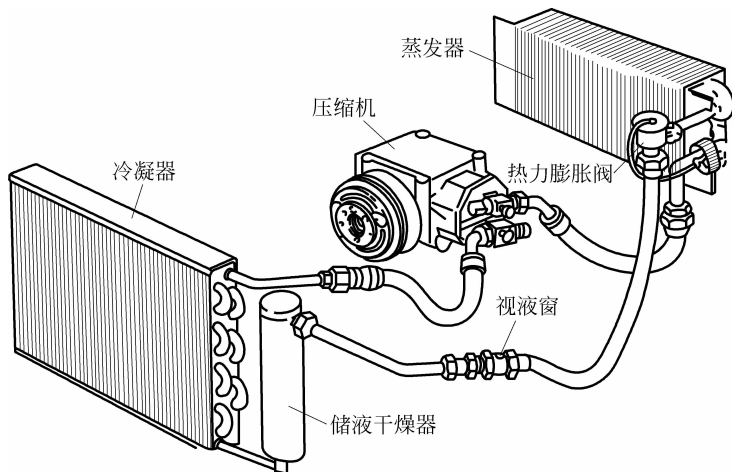


图 1-1-2 制冷系统的组成

(2) 暖风系统。暖风系统一般利用冷却液的热量,将发动机的冷却液经过热水阀引入车内的暖风加热芯中,通过鼓风机将加热的空气吹入车内,以提高车内空气的温度;同时暖风系统还可以对前窗玻璃进行除霜、除雾。暖风系统由加热器芯、调温装置、鼓风机、热水阀等组成,如图 1-1-3 所示。



图 1-1-3 暖风系统的组成

(3) 通风系统。将外部新鲜空气吸进车内,起通风和换气作用。同时,通风对防止风窗玻璃起霜也起着良好作用。通风系统由鼓风机、通风装置、调温装置、空气分配装置等组成,如图 1-1-4 所示。



图 1-1-4 通风系统的组成

(4) 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,使车内空气变得清新。空气净化装置如图 1-1-5 所示。

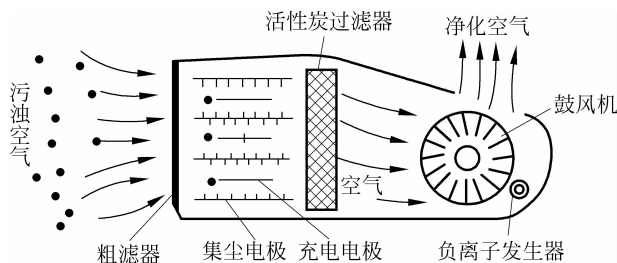


图 1-1-5 空气净化装置的组成

(5) 控制操作系统。其作用是对制冷系统、暖风系统及通风系统的工作进行控制,同时对车内的空气温度、风量、流量进行调节,保证空调系统正常工作。

将上述全部或部分有机地组合在一起安装在汽车上,便组成了汽车空调系统。在一般的轿车和客、货车上,通常只有制冷系统、暖风系统和通风系统,在高级轿车和高级大、中客

车上,除了制冷系统、暖风系统外,还有加湿装置和空气净化装置。

2. 汽车空调系统的分类

(1) 按功能分类

汽车空调经历了由低级到高级的发展过程。汽车空调按功能可分为冷暖分开型、冷暖合一型和全功能型。

① 冷暖分开型。制冷和采暖系统各自分开,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,现已淘汰。

② 冷暖合一型。在暖风机的基础上增加蒸发器芯和冷气出风口,但制冷和采暖各自分开,不能同时工作,如图 1-1-6 所示。

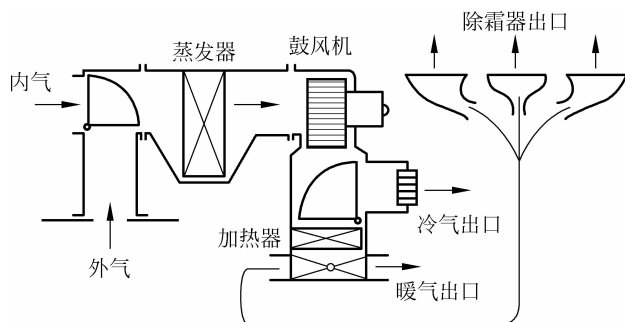


图 1-1-6 冷暖合一型汽车空调

③ 全功能型。集制冷、除湿、采暖、通风和净化于一体,既可供冷气,又可供暖气,还可进行通风和除尘。由于其功能完善,提高了乘员的舒适性,越来越多的汽车空调采用了这种形式。

冷暖分开型和冷暖合一型的缺点是冷风机只能降温、除湿,不能调节送风的相对湿度。夏季,当汽车室内需要冷风时,风机抽入外界的湿热空气,经过蒸发器的冷却和除湿,变成冷风送入汽车室内。然而,这种脱去冷凝水而吹出来的冷风,尽管绝对含湿量减少了,但相对湿度却在 95% 以上,这种冷而湿的风直接吹到乘员身上并不舒适,因此,必须设法在冷风吹出来之前降低其相对湿度。简单的办法就是将冷却、除湿后的空气适当地再加热,北京切诺基吉普车就属于这种类型,图 1-1-7 所示为其空气处理系统示意图。它是在蒸发器和加热器之间设置了一个可以连续调节的温度风门。从蒸发器流出来的空气可以随温度风门的开闭部分或全部通过加热器。流过加热器和不流过加热器的空气在空调器内先混合,再经风门送出。夏季,可以通过调节温度风门的开度来调节冷湿空气的再加热程度;冬季,可通过调节温度风门的开度调节暖风的温度。温度风门的设置大大改善了对空气相对湿度的调节能力。

(2) 按驱动方式分类

汽车空调根据压缩机驱动形式的不同分为独立式和非独立式两种。

① 独立式空调。制冷压缩机由专门的空调发动机或电动机驱动,系统的制冷性能不受汽车发动机工况的影响,工作稳定,制冷量大。多用于大、中型汽车上。

② 非独立式空调。空调制冷压缩机由汽车本身的发动机驱动,系统的制冷性能受汽车发动机工况的影响较大,工作稳定性较差。多用于制冷量相对较小的中、小型汽车上。

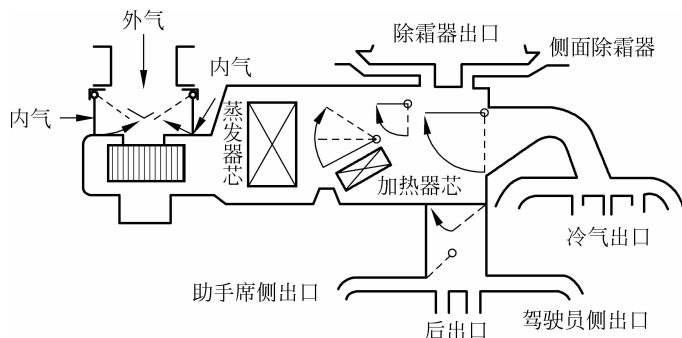


图 1-1-7 全功能型

(3) 按自动化控制程度分类

按自动化控制程度可分为手动空调(MTC)和自动空调(ATC)两种。

① 手动空调。在手动空调系统中,进气源、空气温度、空气分配及鼓风机速度等功能都是驾驶员通过旋钮或拨杆进行手动调节选择的。典型的手动空调控制面板如图 1-1-8 所示。

② 自动空调。自动空调系统自动监控并调节温度、鼓风机速度和空气分配。自动模式提供了最适宜的系统控制,并且不需要手动干预。手动模式允许忽略单个功能的自动运行,以适应个人偏好。典型的自动空调控制面板如图 1-1-9 所示。



图 1-1-8 手动空调控制面板



图 1-1-9 自动空调控制面板

两种系统都是由制冷系统、暖风系统和控制系统组成。ATC 和 MTC 的区别在于,ATC 比 MTC 多了阳光传感器、车内温度传感器和加热器芯内冷却液温度传感器等传感器,并且两者的空调控制器总成也是不同的,即控制系统有所不同。

(4) 按送风方式分类

汽车空调按送风方式不同可分为直吹式和风道式。

① 直吹式。冷气或暖气直接从空调器送风面板吹出。其结构简单,阻力损失小,但送风均匀性差。这种形式主要用于非独立式空调系统。

② 风道式。它是将空调器处理后的空气用风机送到塑料风道,再由车厢顶部或座位下的各风口送至车内。此种方式送风较均匀,冷气或暖气可送到所需要的部位(如人体脸部、脚部等),但结构较复杂,风道阻力增加,同时风机所耗功率相应加大。这种形式主要用于独立式空调系统。

(5) 按布置形式分类

按布置形式可分为整体式空调、分体式空调、分散式空调。

① 整体式空调。整体式空调将副发动机、压缩机、冷凝器、蒸发器等通过传动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,动力源为副发动机,最终由送风管将冷风送入车内。这种形式主要用于独立式空调系统的布置。

② 分体式空调。分体式空调将压缩机、冷凝器、蒸发器以及独立式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。这种形式主要用于独立式空调系统的布置。

③ 分散式空调。分散式空调将压缩机、冷凝器、蒸发器等各部件分散安装于车上,这种形式主要用于非独立式空调系统的布置。

四、制冷剂和冷冻油

1. 制冷剂

在制冷系统中用于转换热量并且循环流动的物质称为制冷剂。

液体制冷剂在蒸发器中低温下吸取冷却对象的热量而汽化,使被冷却对象得到降温。然后,又在高温下把热量传给周围介质冷凝成液体。如此不断循环,借助于制冷剂的状态变化,达到制冷目的。在制冷设备中,如果没有制冷剂,制冷装置就无法实现制冷,其作用就像人的血液一样。制冷剂的特性直接影响制冷循环的技术经济指标。应根据不同制冷装置的特点,合理选择制冷剂,使制冷装置正常工作和安全运行。

制冷剂的英文名称为 refrigerant,常用其第一个字母 R 来代表制冷剂,目前汽车空调系统使用的制冷剂有 R12 和 R134a 两种,如图 1-1-10 所示。



R12制冷剂

R134a制冷剂

图 1-1-10 制冷剂

(1) R12(又称为氟利昂)制冷剂的特性

制冷剂 R12 的化学名称是二氟二氯甲烷,分子式为 CF_2Cl_2 ,分子量为 120.92。主要特性如下:

① R12 是一种无色、无臭、透明、几乎无毒性的制冷剂,但在空气中含量超过 80% 时会引起人的窒息。

② R12 是一种中压制冷剂。在大气压下 R12 的沸点为 -29.8°C ,凝固温度为 -158°C ,能在低温下正常工作。

③ R12 的密度较大,因此,在制冷循环中较其他制冷剂阻力大。

④ R12 一般呈中性(无水时),对金属没有腐蚀作用。

⑤ R12 能溶解多种有机物,所以不能使用一般的橡胶垫圈,通常使用氯丁二烯人造橡胶或丁腈橡胶作为密封垫圈。

⑥ R12 有良好的绝缘性能,它对制冷系统电器绕组的绝缘性能无影响。

⑦ R12 液态时与矿物润滑油以任意比例互相溶解,因此矿物润滑油将随之进入制冷系统的各个部分。

⑧ R12 基本不溶于水。在制冷系统中,R12 的含水量不得超过 0.0025%。若制冷系统中有水,就会在膨胀阀处结冰,堵塞制冷系统的循环通道,从而使空调的制冷系统失效。

由此可见,R12 是一种易于制造、原料来源丰富、价格相对低廉且可以回收重复使用的

制冷剂。但是有一个致命的缺点,就是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。目前 R12 已逐渐被新的制冷剂替代。

(2) R134a 制冷剂的特性

R134a 制冷剂的分子式为 CH_2FCF_3 , 化学名称为四氟乙烷, 是卤代烃类制冷剂中的一种, 具有无毒、无臭、不燃烧、与空气混合不爆炸等优点, 并有以下特性。

① 热物理性。R134a 的热力学性能, 包括分子量、沸点、临界参数、饱和蒸气压和汽化潜热等, 均与 R12 相近, 并具有良好的不可燃性。

② 传热性能。R134a 制冷剂的传热性能优于 R12, 当冷凝温度为 $40\sim 60^\circ\text{C}$ 、质量流量为 $45\sim 200\text{kg/s}$ 时, R134a 蒸发和冷凝传热系数比 R12 高出 25% 以上。因此, 在热交换器表面积不变的条件下, 可减少传热温差, 降低传热损失; 当制冷量或放热量相等时, 可减少热交换器表面积。

③ 相容性。用 R134a 替代 R12 后, 原有的压缩机润滑油必须更换, 这是因为 R134a 本身与矿物油是非相溶的, 必须用合成润滑油取代, 如 PAG 类润滑油等。

(3) R12 和 R134a 两种系统的区别

① R12 和 R134a 两种制冷剂不可以互换使用。为防止加注时出现混淆, 检修阀有两种形式, 一种是螺纹接头, 用于 R12 制冷系统; 另一种是快速接头形式, 专用于 R134a 制冷系统。

② 冷冻油不同。R12 用矿物油, 而 R134a 必须用合成油。

③ 其他如压缩机、冷凝器、O 形密封圈、干燥剂等都不同。

R134a 制冷剂与 R12 制冷剂的热物理性对比见表 1-1-1。

表 1-1-1 R134a 与 R12 的热物理性对比

项 目	R134a	R12
分子式	CH_2FCF_3	CF_2Cl_2
分子量	102.031	120.92
大气压力下的蒸发温度/ $^\circ\text{C}$	-26.18	-29.80
0°C 时的饱和蒸汽压/kPa	293.14	308.57
0°C 时的汽化潜热/(kJ/kg)	197.89	154.87
0°C 时的饱和蒸汽比容/(m^3/kg)	0.06816	0.05667
10°C 时的饱和蒸汽压/kPa	414.88	423.01
10°C 时的汽化潜热/(kJ/kg)	190.13	149.97
10°C 时的饱和蒸汽比容/(m^3/kg)	0.04872	0.04204
50°C 时的饱和蒸汽压/kPa	1317.19	1214.65
60°C 时的饱和蒸汽压/kPa	1680.47	1518.17
与现有冷冻油的溶合性	差	好
溶态导热系数	大	小

2. 冷冻油

(1) 冷冻油的作用

冷冻油也称冷冻机油, 是制冷压缩机的专用润滑油, 它保证压缩机正常运转、可靠工作和延长使用寿命。其在空调制冷系统中的作用如下: