

2

模块二



汽车空调概述

在完成本模块的学习后，必须掌握以下几个知识要点：

1. 了解汽车空调的发展历程和发展趋势。
2. 了解汽车空调的特点。

汽车空调是指对汽车驾驶室和车厢内的空气进行调节的装置。汽车空调系统的功能是对汽车室内的温度、湿度、流速和清洁度等参数进行调节，使驾驶员和乘客感到舒适，并预防或去除风窗玻璃上的雾、霜和冰雪，保证驾驶员和乘客身体健康和行车安全。

课题 2.1 汽车空调的发展历程

制冷的原理，早在一万年前就为人所知。当时，中国的先民们就知道在冬天凿取池塘和湖泊中的冻冰，放入柴堆中保藏，以备夏日之用。古埃及人利用沙漠地区昼夜温差大的特点，驱使几千名奴隶在夜里将宫墙的石头拆下后，运至沙漠中散热，破晓之前，奴隶又将石块运到原处并砌成墙。通过这种方法，使法老在高温达 54.4°C 的炎炎夏日中能够享受到宫内 26°C 的宜人温度。上述制冷又称天然制冷。

现代制冷又称人工制冷。人工制冷不再需要耗费如此巨大的人力与时间，它利用制冷系统消耗电能制冷。汽车空调经历了由低级到高级、由简单到复杂的发展过程，可概括成以下五个阶段。

第一阶段：单一供暖，即利用房间供暖的方法。1925 年，在美国首先出现利用汽车冷却水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。这种供暖系统直到 1948 年才在欧洲出现，在日本出现的时间是 1954 年。目前，在北欧、亚洲北部仍有只有单一供暖的汽车空调。

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，汽车空调仍然使用单一制冷的汽车空调。

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型汽车上使用。

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。这种自动控制的汽车空调使用了电子控制的方法，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。

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，1977 年，同时安装在各自生产的汽车上，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。

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三个阶段。第一阶段是从 20 世纪 60 年代初——70 年代末，主要是利用汽车发动机排出的尾气或冷却水产生的热量来给车内供暖。第二阶段是 20 世纪 80 年代初——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。

课题 2.2 汽车空调的特点

一、汽车空调的工作特点

1. 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振能力，接头牢固并防漏。汽车空调的制冷系统极易发生制冷剂泄漏，破坏整个空调系统的工作条件，甚至破坏制冷系统的部件。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空调故障约占全部故障的 80%，而且泄漏频率很高。

2. 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，空调所需的动力和驱动汽车前进的动力来自同一发动机；对于大型客车和豪华型中大型客车，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系统的压缩机和设立的供暖设备。对于非独立式空调系统，其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。

3. 要求汽车的制冷制热能力大，其原因主要有如下几点

(1) 为了使汽车减轻自重，因此隔热层需较薄，同时，汽车的门窗多、面积大，从而导致隔热性能差，热量流失严重。

(2) 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。

(3) 汽车在野外工作，直接受太阳的照射，以及霜雪、风雨的侵袭，因而其所处的环境较恶劣，千变万化。要使汽车空调能迅速地变温，在最短的时间里达到舒适性，要求制冷供暖量就特别大。

(4) 汽车空调结构紧凑，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，而且不会使汽车增重太多，影响其他性能。现代汽车空调的总重，已经比 40 年前下降了 40%，是原始空调的 1/4，而制冷能力却增加了 50%。

(5) 汽车空调的供暖方式与家用空调完全不同。对于非独立式汽车空调，一般采用发动机冷却水供暖；对于独立式汽车空调，则通常采用燃油暖风装置。

(6) 由于汽车内部结构复杂，风量分派不易均匀，因而车内温度分布不易均匀，影响乘员的舒适性。

二、汽车空调与环境

汽车空调使人们享受到了适宜的车内环境，但同时给外界带来了负面影响。人们都知道，地球是被一层稀薄的气体包裹着的，这就是地球大气层。大气主要由氧气和氮气构成，还有一些稀有气体，如图 2-1 所示。其中，臭氧（ O_3 ）虽然在大气中的浓度很低，体积百分比大约为 0.000 004%，但它却是吸收太阳紫外线辐射必不可少的气体。此外，臭氧层可吸收约 3% 的入射太阳能，从而有利于调节地球气温。

当然适量的紫外线照射对人体的健康是有益的。它能提高人体免疫能力，促进磷钙代谢，增强人体对环境污染物的抵抗力。但是人体长期反复照射过量紫外线将引起细胞内的 DNA 改变，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，以致皮肤癌变。而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，通常认为臭氧浓度降低 1%，紫外线辐射量就增加 1.5% ~ 2%。

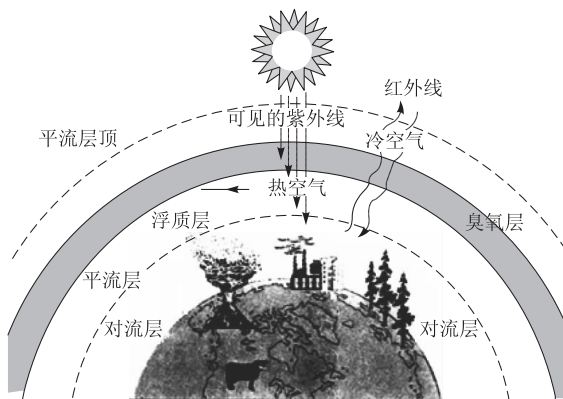


图 2-1 大气层的组成

空调使用的氟氯烷（又称氟利昂）类制冷剂 R12 中含有氯（Cl），而氯会与臭氧发生反

应,使臭氧分解,分解出一个普通的氧分子。更有甚者,一个氯分子会与臭氧分子发生一系列反应而使成千上万的臭氧分子分解,这种链式反应能持续几十年,甚至上百年,直至氯分子与其他物质直接合成化合物或氯分子沉降为止,如图2-2所示。

汽车工业是排放氟利昂的最大行业,所用排入大气层的氟利昂有30%是来自汽车空调系统。不过,现在已用R134a代替氟利昂作为制冷剂,其许多特性与氟利昂相同但不会对臭氧层构成威胁。

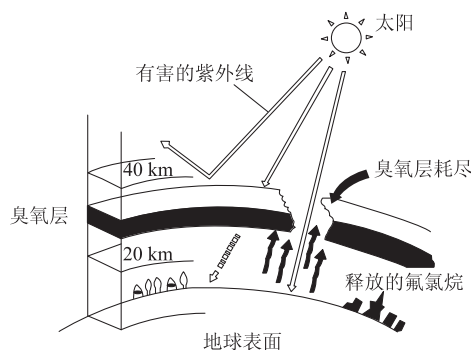


图2-2 臭氧层被破坏的原理

课题 2.3 汽车空调的发展趋势

(1) 控制向自动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、材料等问题得到更好解决后,蜗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。



本模块知识要点

1. 汽车空调是指对汽车驾驶室和车厢内的空气进行调节的装置。汽车空调系统的功能是对汽车室内的温度、湿度、流速和清洁度等参数进行调节,使驾驶员和乘客感到舒适,并预防或去除风窗玻璃上的雾、霜和冰雪,保证驾驶员和乘客身体健康和行车安全。

2. 汽车空调经历了由低级到高级、由简单到复杂的发展过程,可概括成单一供暖、单一制冷、冷暖一体化、自动控制、微型计算机控制和注重环保六个阶段。其未来的发展趋势是:自动微机智能化、变排量压缩机的应用、新型空调结构和系统及新型空调部件的出现。

3. 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。其动力来自发动机。汽车空调要求汽车的制冷制热能力大、结构紧凑、质量小。汽车空调的供暖方式与家用空调完全不同。由于汽车内部结构复杂,风量分派不易均匀,因而车内温度分布不易均匀,影响乘员的舒适性。

3

模块三



汽车空调的基础知识

在完成本模块的学习后，必须掌握以下几个知识要点：

1. 了解汽车空调的作用，掌握其指标。
2. 掌握汽车空调的组成，了解其分类。
3. 了解制冷剂的作用及对环境的影响，掌握常用制冷剂的性能特点。
4. 掌握润滑油的作用及使用规则，了解其性能特点。

课题 3.1 汽车空调的作用与指标

一、汽车空调的作用

汽车空调是一年四季对车内空气的温度、湿度、流速、清洁度、噪声等参数进行调节，控制在舒适的标准范围之内的装置。自问世以来经过几十年的发展，汽车空调已经由最初的奢侈品成为必需品，它大大改善了乘员的车内环境。现代汽车空调的基本功能是改善驾驶员的工作条件和提高乘员的舒适性。

除了提高舒适性外，汽车空调还能极大地提高汽车的安全性。汽车空调本身不能提高安全性，但是汽车有了空调后，能极大地减轻驾驶员的疲劳强度，从而降低交通事故的发生率（据统计资料显示，交通事故可降低 12% ~ 15%）。

二、汽车空调的指标

现代轿车与轻型汽车，绝大多数安装有汽车空调，汽车越高级，空调性能越好。可以说，没有空调的轿车，是没有人愿意购买的。有了汽车空调，才能全天舒适地将乘员长途运送，才有现代旅游业，才有跨省、跨地区的长途客运事业。

在汽车空调的指标中，温度是最重要的指标。20℃ ~ 28℃ 是人感到最舒适的温度范围，温度超过 28℃，人就会觉得燥热，温度越高，越觉得头昏脑涨，精神集中不起来，思维迟钝，容易造成事故；温度超过 40℃，称为有害温度，对身体的健康造成损害。温度低于 14℃，人就会感觉到“冷”，温度越低，越觉得手脚僵硬，不能灵活操作机器。汽车是

运动的房间,经历不同的工作环境。在炎热的南方,汽车在太阳底下停留 1 h,车内平均温度达 60℃,而车顶表面温度高达 90℃。即使在公路上正常行驶,车内温度也高达 40℃以上。冬季,汽车的保温性是最差的,车内外的温差往往在 5℃以上。汽车空调可使夏季车内温度保持在 25℃左右,冬季则在 18℃以上。

汽车空调的第二个指标是湿度。湿度的指标是用相对湿度来表示的。相对湿度在 50%~60% 时人体感觉最舒适,在这种湿度环境中,人会觉得心情舒畅。湿度过高,就会觉得发闷,这是由于人体皮肤的水分不能蒸发,干扰了人的正常新陈代谢过程所致。例如,天快要下雨时,由于空气湿度太大,人会觉得闷热,情绪不稳。在温度为 24℃,相对湿度 100% 时,人会感到不如 32℃,相对湿度 50% 时舒适。相反,环境的湿度太小,人的皮肤会痒,这是由于湿度太小,皮肤表面和衣服都较干燥,它们之间摩擦产生静电的缘故。冬季,气候干燥,皮肤缺水而干裂(不是冻裂),所以要求汽车空调将车内湿度控制在 50%~70%。

汽车空调的第三个指标是空气的清新鲜度。由于车内空间小,乘员密度大,并且发动机废气和道路上的粉尘都容易进入车内,容易造成车内空气污浊,严重影响乘员的舒适性。因此,汽车空调必须具有补充足够新鲜空气的功能,具有对空气过滤吸附的功能,以保证车内空气的清新鲜度。

汽车空调的第四个指标是控制空气流动速度与方向。实验表明,人头部的舒适温度比足部的要低 1.5℃~2℃,因此,空气流动方向要形成上凉下暖的环境。为了保持人体舒适,要保证空气的更换速度,有两方面的含义:一是车内空气的交换速度,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开度的大小来控制;二是车内空气的流动速度,车内空气的流动速度主要解决车内温度不均现象,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。

汽车空调的特殊要求是具有除霜功能。这是由于车内外温度相差太大时,在玻璃上出现雾或霜,会影响驾驶员的视线。

课题 3.2 汽车空调的组成与分类

一、汽车空调系统的组成

1. 制冷装置

对车内空气或外部进入车内的新鲜空气进行冷却与除湿,使车内空气变得凉爽舒适。汽车空调制冷系统主要由制冷循环及电气调节与控制两部分组成。

2. 暖风装置

对车内空气或外部进入车内的新鲜空气进行加热,用于供暖和除霜。

3. 通风装置

将外部新鲜空气吸进车内,起着通风与换气作用,同时,通风对防止风窗玻璃起雾也起着良好的作用。

4. 加湿装置

在空气湿度较低的时候,对车内空气进行加湿,以提高车内空气的相对湿度。

5. 空气净化装置

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。在大多数轿车及客车、货车上,通常仅有制冷装置、暖风装置、通风装置,在高级轿车和高级大、中客车上,还有加湿装置和空气净化装置。

二、汽车空调系统的分类

1. 按驱动方式分类

按驱动方式可分为非独立式空调和独立式空调。

(1) 非独立式空调。在大多数轿车及客车、货车上采用非独立式空调系统。非独立式空调系统驱动压缩机的动力来自主发动机。其优点是结构简单、噪声小,便于安装布置;缺点是要消耗主发动机 10% ~ 15% 的动力,降低主发动机后备功率,影响汽车的动力性。

(2) 独立式空调。就是主发动机驱动汽车前进,专门用一个副发动机带动压缩机运转。其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,主要装于大客车上,有的豪华轿车上也有采用。

2. 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。

3. 按送风方式分类

按送风方式分类可分为直吹式空调和风道式空调两种。

(1) 直吹式空调。这种方式的空调气流直接从空调器送风面板吹出,又称仪表板式空调。其结构简单,送风阻力小,但车内送风均匀性差。这种形式主要用于非独立式空调系统。

(2) 风道式空调。这种方式的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。风道式空调送风均匀,但结构复杂且送风阻力大。这种形式主要用于独立式空调系统。

4. 按功能分类

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。制冷与供暖完全分开,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,现已被淘汰。

(2) 冷暖合一型。在制冷系统的基础上增装加热气及暖风出口,但制冷与供暖不能同时工作,其结构系统如图 3-1 所示。

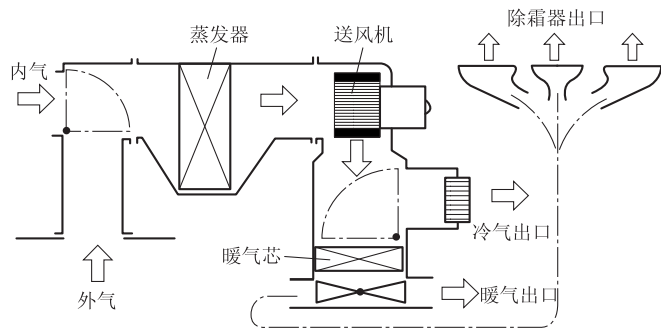


图 3-1 冷暖合一型汽车空调系统

(3) 全功能型。这种形式的汽车空调集制冷、供暖、除霜、去湿、通风、净化等功能于一体，由于其功能完善，提高了乘员的舒适性，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如图 3-2 所示。

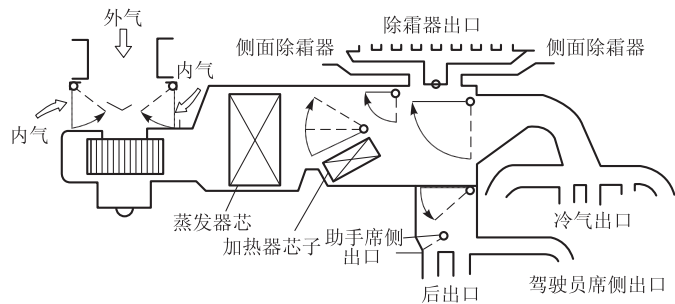


图 3-2 全功能型汽车空调系统

5. 按控制方式分类

按控制方式可分为手动空调、半自动空调、全自动空调和电控空调。

- (1) 手动空调。手动空调用拨杆或旋钮控制。其操纵机构一般为拉索式，也有少数为气动式（真空）。
- (2) 半自动空调。半自动空调一般用拨杆控制，设有温度键和功能选择键，如图 3-3 所示。操纵机构一般为气动式。

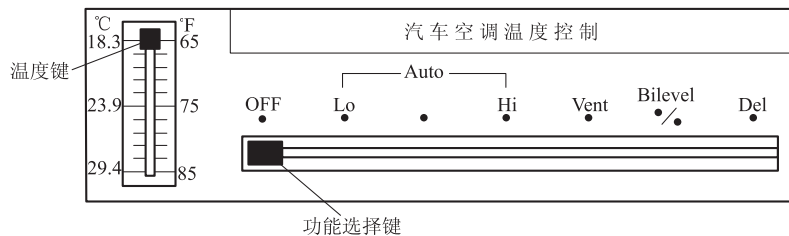


图 3-3 半自动空调操作面板

- (3) 全自动空调。全自动空调一般用按键控制，如图 3-4 所示。其操纵机构一般为电控气动式。

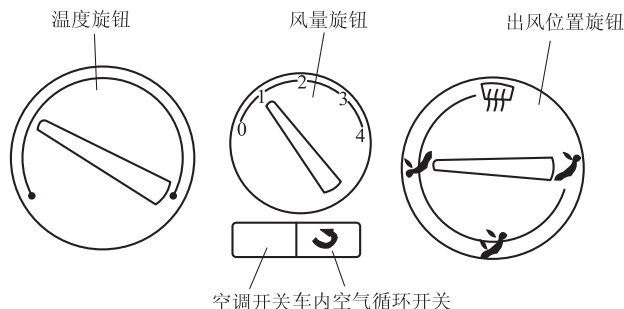


图 3-4 全自动空调操作面板

(4) 电控空调 电控空调一般用触摸开关控制，是用计算机控制的空调系统。操纵机构一般为电动式，也有少数用电控气动式。

课题 3.3 制 冷 剂

制冷剂在制冷循环中担负起了在被冷却对象和环境介质之间传递热量的任务，最终把热量从低温的被冷却对象传递给环境介质。即将车内热量通过制冷循环装置传给了车外空气。

制冷剂是制冷循环中的工作流体。在制冷系统运转时，它在其中循环流动，通过自身热力状态的循环变化，不断与外界发生能量交换，以达到制冷的目的，又称其为制冷工作介质，或制冷工质。

一、制冷剂的分类

1. 无机化合物类制冷剂

较早采用的天然制冷剂，如水 R718、空气 R729、氨 R717、二氧化碳等。

2. 氟利昂类制冷剂（卤代烃）

氟利昂是饱和碳氢化合物中的氢元素全部或部分地用卤素（主要是氟、氯、溴）取代，就形成了通常所称的氟利昂类制冷剂。氟利昂是一个种类繁多的大家族，常用的有：二氟二氯甲烷 R12 (CF_2Cl_2)、二氟一氯甲烷 R22 (CHF_2Cl)、四氟乙烷 R134a (CH_2CF_4)、二氟乙烷 R152a (CH_3CHF_2) 等。

3. 烷烃类制冷剂

碳氢化合物类（如甲烷、丙烷、异丁烷、丙烯等），是完全由 C、H 元素组成的物质。也是早期就开始使用的制冷剂。

4. 混合制冷剂

鉴于纯制冷剂的局限性，为调制制冷剂的性质、扩大制冷剂的选择范围，将各种纯质制冷剂在优势互补的基础上按一定比例进行混合，开发研制了混合制冷剂 R501、R502、R509、R407A、R407B、R407C 等。

二、制冷剂对环境的影响

1. 对大气臭氧层的影响

一直被广泛应用的氟利昂，在 20 世纪 70 年代被发现是破坏大气臭氧层的主要因素。如 R12 类分子结构很稳定、也不可燃，在大气中存在寿命很长。一旦因使用或检修而排放出制冷系统，会在大气中长时间扩散，到达平流层后，在阳光照射下分解出氯原子。一个氯原子可以和约 10 万个臭氧分子发生连锁反应，从而减少平流层中臭氧的浓度。

大气臭氧层是地球生物免遭有害射线辐射的保护伞，它的变薄甚至出现空洞会使生物遭受过量紫外线的伤害。由此引起了人们对由于人造化合物中的氯和溴元素而引起的臭氧层变薄的高度关注。

2. 温室效应

除氨、水等物质外，不少制冷剂都不同程度地会使气候变暖的趋势加速，助长地球的温室效应。

地球大气的辐射、反射、发射与吸收等本来保持着平衡关系。由于人类的活动，大量温室气体排入大气，直接改变了大气的热量传递平衡关系，使大气变成类似于塑料大棚，阳光可以方便地透射到地面，向地面放出热量，但地面接收的热量很难再穿透大气进入太空，形成了气候不断变暖的不利趋势，即所谓的温室效应。高山雪线的上移、两极冰川的不正常加速融化都是这一现象的明证。

装配、运输或检修等过程中释放出的制冷剂，一定时间内就在大气中存在并扩散。它们弥漫在大气中，如同在地球上空撑起了一座硕大无比的暖棚，形成温室效应。目前主要是通过以下两个指标来表示：臭氧衰减指数（Ozone Depletion Potential, ODP），表示物质对大气臭氧层的危害程度；温室效应指数（Global Warming Potential, GWP），表示物质造成温室效应的危害程度。

三、常用制冷剂

1. R12

其属于 CFCs 类制冷剂，对大气臭氧层有严重的破坏作用，并产生较大的温室效应；标准蒸发温度是 -29.8°C ，凝固点为 -158°C ；压力适中，压缩终温较低；热力性能优良；分子量较大，流动阻力大，传热性能差。

R12 毒性小、不燃烧、不爆炸，是一种很安全的制冷剂，但不能接触明火。其极易渗透，应借助检漏仪检漏；溶水性差，需严格控制系统的含水量，膨胀阀前加设干燥器；溶矿物油，回油和启机时注意采取防大量失油的措施，并注意排除渗入的不凝性气体；属于首批受禁的工质；曾广泛应用于中型空调装置和汽车空调、小型冷藏冷冻设备中。

R12 制冷剂中使用的密封材料应该用耐腐蚀的丁腈橡胶或氯醇橡胶。采用 R12 制冷剂的压缩机中的绕组导线要用耐氟绝缘漆导线。对铸件质量要求较高，机器的整体密封性也必须良好。

2. R22

其属于 HCFC 类制冷剂，在大气中的寿命短，ODP 值小，对臭氧的破坏能力较小；温室效应也较 CFCs 类制冷剂降低了许多，GWP 值不大；对环境有一定的不良影响，将要被限制和禁止使用。

R22 的沸点为 $-40.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，凝固点 $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在相同工作温度，R22 要比 R12 的饱和压力高 65% 左右，故不能相互替换。R22 热力性能优良，分子量大，流动阻力大，传热性能差。R22 无色、无味、不燃烧、不爆炸，虽然毒性比 R12 稍大，但仍然是安全的制冷剂。R22 溶水性差，需严格控制系统的含水量，膨胀阀前加设干燥器。R22 与矿物性润滑油有限相溶。R22 生产工艺简单，技术成熟，价格适中，对发展中国家而言，还有相当长一段的延缓使用期。

3. R134a

R134a 的 ODP 值为零，但 GWP 值不小，仍有一定的温室效应；标准沸点为 $-26.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，凝固点是 $-101\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；热力性质与 R12 接近。

R134a 的稳定性高，然而其溶水性比 R12 要强得多，但少量水分存在会产生酸，腐蚀金属，产生“镀铜”现象。解决的办法是膨胀阀前加设干燥器。R134a 对合成橡胶影响较大，特别是氟橡胶。R134a 与矿物油不相溶，系统采用多元醇酯类合成润滑油。R134a 毒性非常低、不燃烧、不爆炸，是很安全的制冷剂，但不能接触明火。其制造原料贵、工艺复杂，还要消耗大量的催化剂，价格高。R134a 已普遍用于替代 R12 的制冷剂。

4. R290 (丙烷)

R290 为纯天然制冷剂。标准沸点为 $-42.17\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，凝固点为 $-187.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。其具备替代 R22 的基本条件，热物理性质与 R22 很接近，且有明显的节能效果，可作为单一的替代物质，在家用空调器中直接充灌。

5. R744 (CO_2)

R744 为纯天然制冷剂，标准沸点为 $-78.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，热力性质好，适合用于汽车空调系统。

实训项目 3.1 制冷剂的回收

一般情况下，清洗空调系统就是清除系统内的所有物质，首先是制冷剂。这个术语通常被理解为就是指制冷剂，其实它还包括空气和水汽。当一个部件被维护或者更换时，通常必须清洗制冷剂系统。直到最近，“清洗”就是把制冷剂排入大气中。然而，1990 年的美国《联邦空气清洁法》修正案要求，1992 年 7 月 1 日以后，不允许把制冷剂故意排放到大气中。

提示：在打开氮气供给阀以前，确保氮气的压力被调节。

“分层”指的是布置或者形成多层，从而使得完全混合的过程。

清洗就是去除系统内的水汽或者空气，或者使用干燥气体（比如氮气）去除系统内的所有水汽。

现在，必须使用制冷剂回收系统来清洗空调系统的制冷剂（图 3-5）。应当遵守制造商的技术参数和程序，从而保证安全和令人满意的性能。下面是一个典型的程序，并且仅作为一个指南。

警告：在这个程序中必须保持足够的通风。



图 3-5 典型的制冷剂回收系统

(1) 把歧管压力表组连接到系统上。

(2) 启动发动机，并且使其转速达到 $1\,250 \sim 1\,500 \text{ r/min}$ 。

注意：有些系统故障，比如损坏的压缩机，可能会导致以下 4 步不能进行。

(3) 为了使系统稳定，把所有的空调控制装置设定到最大制冷位置，并且使增压器位于 HI 位置。

(4) 把发动机的转速减小到 $1\,000 \sim 1\,200 \text{ r/min}$ ，并且使发动机运转 15 min。

(5) 使发动机转速恢复到正常转速，防止出现熄不了火的现象。

(6) 关闭空调控制装置。

(7) 关闭发动机。

从系统中回收（清洗）制冷剂的典型程序参见图片工序 3。

名词解释：在任何情况下，回收制冷剂就是从系统中去除制冷剂。

回收系统指的是从空调系统到回收钢瓶，用来回收和/或者传输制冷剂的回收装置内部循环系统。

术语“清洗”指的就是去除制冷剂。

图片工序 3

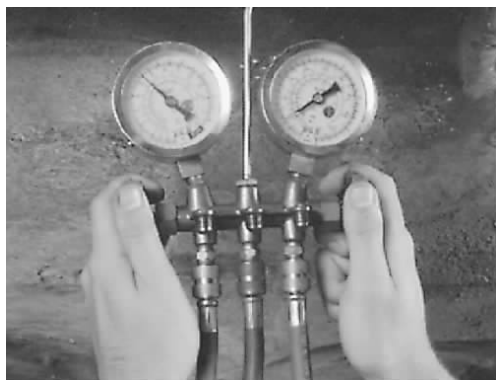
从系统中回收制冷剂的典型程序。



图片 3-1 把歧管压力表组连接到制冷剂回收系统上



图片 3-2 打开所有软管的截止阀



图片 3-3 打开高压侧和低压侧的歧管手动阀



图片 3-4 把制冷剂回收系统连接到合格的电源上



图片 3-5 打开主开关



图片 3-6 打开回收（压缩机）开关



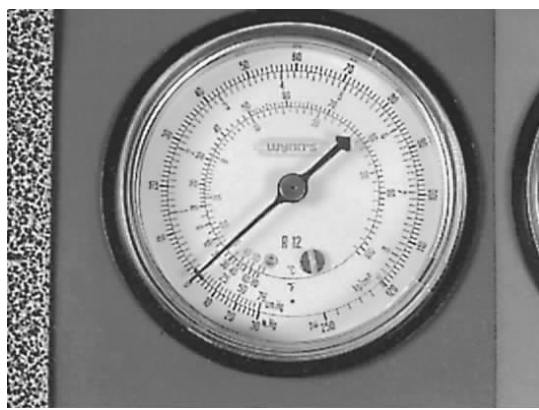
图片 3-7 使回收系统运转，直到出现真空压力。
回收系统将会自动关闭。如果没有安装自动
关闭装置，那么在达到真空压力以后，把
压缩机开关转到 OFF 位置



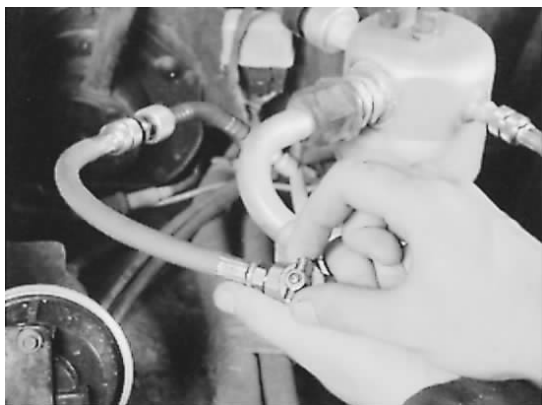
图片 3-8 至少观察压力表 5 min。如果真空没有升
高，那么完成了制冷剂的回收。如果真空升高，并
且保持在 0 psig（即 0 kPa）或者更低，那么表明
系统存在渗漏。完成制冷剂的回收，并且维修系统



图片 3-9 如果真空升高到正的压力，即大于 0 psig
（即 0 kPa），那么就是系统中的制冷剂没有完全
去除。从图片 3-5 的程序开始，重复进行回收程序



图片 3-10 重复图片 3-5 的步骤，直到系统
保持在稳定的真空状态至少 2 min



图片 3-11 从系统中回收了所有的制冷剂以后，关闭所有的阀。关闭维护软管截止阀、低压侧和高压侧歧管阀以及回收系统入口阀



图片 3-12 从系统维护阀或者接头上，拆下所有的软管。盖上所有的接头和软管，防止灰尘、外来物质或者水汽进入系统。对于 R134a 系统，这个是非常重要的。系统所用的润滑剂是非常容易吸湿的

实训项目 3.2 制冷剂的系统加注

在这个维护程序中，给出了汽车空调系统加注的三种典型方法：当系统停止时，从磅罐进行加注；当系统运转时，从磅罐进行加注；从散装源进行加注。

注意：当温度高于 130 °F（即 54.4 °C）时，液态制冷剂将完全充满容器。温度每增加一度，液体的静压力将迅速增大。决不允许把制冷剂容器加热到高于 125 °F（即 51.7 °C）。

当操作制冷剂时，也必须遵守以下补充的安全措施。

- (1) 不允许故意吸入制冷剂。
- (2) 不允许在制冷剂容器上使用火焰。
- (3) 不允许把电阻加热器靠近制冷剂容器。
- (4) 不允许滥用制冷剂容器。
- (5) 不允许使用钳子或者老虎钳，来打开或者关闭制冷剂阀，只能使用合格的扳手操作。
- (6) 不允许在没有合适眼睛防护装置的情况下，操作制冷剂。
- (7) 不允许把制冷剂排入密闭的区域。
- (8) 不允许把制冷剂暴露在明火中。
- (9) 不允许把制冷剂钢瓶平放。制冷剂容器只能竖直存放。用链子固定大的钢瓶，防止钢瓶翻倒。

名词解释：术语“磅罐”指的是小的一次性制冷剂罐。实际上，一“磅”罐的 R134a 是 12 oz（即 0.335 L）。

通常，每单位大包装的制冷剂更加便宜。

眼睛防护装置应当有侧面防护罩。

一、准备系统

这个程序假定系统已经被抽真空。如果系统还没有被抽真空，那么在进行系统加注以前，查阅抽真空的正确程序。

如果从磅罐为系统进行加注，那么根据回收设备制造商的说明书来设置回收系统，从而回收残留在罐中的制冷剂。

二、把磅罐放液阀安装在磅罐上

在使用磅罐维护系统以前，应当完成以下程序。

(1) 确保磅罐放液阀柱位于完全逆时针方向。

(2) 把磅罐放液阀连接到磅罐上（图 3-6）。如果有自锁螺母，那么用自锁螺母锁紧磅罐放液阀。如果安装了卡环，那么用卡环固定磅罐放液阀。



图 3-6 安装磅罐放液阀

(3) 确保歧管维护软管截止阀是关闭的。

(4) 把歧管维护软管连接到磅罐放液口上。

(5) 顺时针转动磅罐放液阀柱，刺入磅罐中。

(6) 逆时针方向拧出磅罐放液阀。

(7) 用制冷剂填充中心（维护）软管到截止阀，并且歧管和截止阀之间的中心软管处于真空状态。

警告：这时，不允许打开高压侧和低压侧的手动阀。

放液时，是磅罐放液阀用来控制磅罐制冷剂流量的阀。磅罐放液阀有两种基本类型：自锁螺母式和卡环式。

三、检查系统是否堵塞

当从磅罐为系统进行加注时，应当完成以下程序。

- (1) 打开维护软管截止阀。
- (2) 如果预先没有做，那么完全打开磅罐放液阀。
- (3) 打开高压侧压力表歧管手动阀。

(4) 观察低压侧压力表。如果低压侧压力表没有从真空范围移动到压力范围，那么就表明系统存在堵塞。如果系统没有堵塞，那么进行步骤 (5)。如果系统存在堵塞，那么在进行步骤 (5) 以前，校正堵塞，并且抽真空。

- (5) 倒置容器，使得液态制冷剂进入系统（图 3-7）。



图 3-7 倒置容器，使得液态制冷剂流入系统

- (6) 轻敲制冷剂容器的底部。空的磅罐会产生中空的回响声。

注意：当压缩机运转时，把液态的制冷剂加入到压缩机中，可能会导致压缩机损坏和维修人员受伤。

- (7) 使用回收装置去除空磅罐中残留的制冷剂。

(8) 当把更多的磅罐制冷剂加注到空调系统中时，重复步骤 (5) (6) 和 (7)。系统的容积查阅制造商的技术参数。

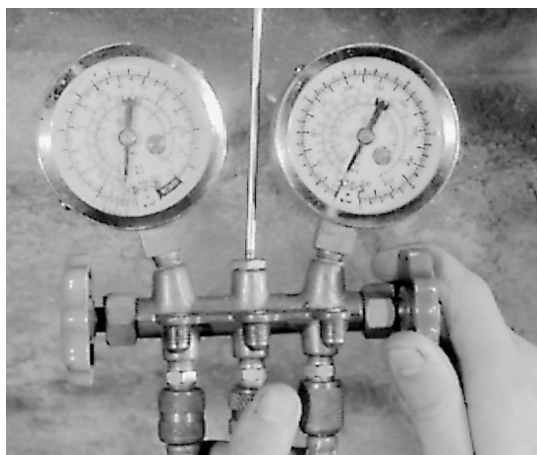
图片工序 4，显示了完成系统加注的典型程序。

名词解释：如果排出阀和板状态良好，那么制冷剂必须在系统内循环，以便把压力传递到低压侧的压力表上。

通常，当系统改装时，系统所需的 R134a 比 R12 少 10%。

图片工序 4

进行系统加注的典型程序。



图片 4-1 关闭高压侧歧管手动阀



图片 4-2 打开维护软管截止阀



图片 4-3 用手转动压缩机离合器 2~3 圈, 从而确保液态制冷剂没有进入压缩机的低压侧



图片 4-4 启动发动机, 并且把发动机转速设定在最高怠速



图片 4-5 啮合离合器, 启动压缩机



图片 4-6 把所有的控制装置设定在最大制冷位置。打开歧管阀和软管截止阀, 以便开始制冷剂的加注



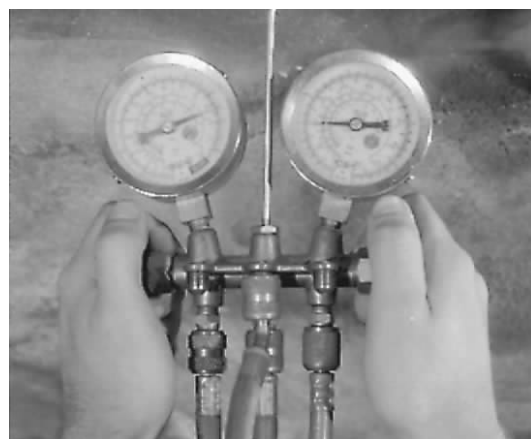
图片 4-7 进行性能测试。加入制冷剂。如果需要的话，轻敲另外一个制冷剂磅罐



图片 4-8 关闭所有的空调控制装置



图片 4-9 把发动机怠速降低到正常的转速。使发动机停止运转



图片 4-10 根据具体情况，关闭所有的阀：维护软管截止阀、低压侧和高压侧维护软管阀、低压侧和高压侧歧管手动阀（如果歧管手动阀打开）、磅罐放液阀（如果制冷剂保存在磅罐中）以及后座维护阀



图片 4-11 从系统上拆卸歧管压力表组



图片 4-12 安装所有的防护帽和防护罩

课题 3.4 润 滑 油

汽车空调制冷系统中的压缩机工作需要润滑油，也称冷冻机油。该润滑油通常随着压缩机的排气进入系统其他设备和管路，然后返回压缩机。

一、润滑油的作用

- (1) 润滑作用：润滑压缩机的摩擦表面，以减少摩擦，防止磨损。
- (2) 冷却作用：带走摩擦表面的摩擦热，帮助散热。
- (3) 密封作用：作为压缩机汽缸壁与活塞（或转子）之间以及轴封处的油封，减少制冷剂泄露。
- (4) 降低压缩机噪声。

二、对润滑油的性能要求

- (1) 与制冷剂有较好的互溶性。
- (2) 与系统材料（金属、合成橡胶、塑料）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) 要有高的油膜强度。
- (6) 闪火点高，无毒。

三、润滑油的使用规则

- (1) 按原车空调压缩机所规定的润滑油牌号补充或更换润滑油。如果要更换其他牌号的润滑油，必须换用具有同等性能的润滑油。
- (2) 不能使用变质润滑油，也不能将不同牌号的润滑油混合使用。
- (3) 润滑油具有较强的吸湿能力，注意密封储存。在实际加注或更换润滑油时，做好前期准备工作，加注过程中操作需迅速，完毕立即盖紧油箱的盖子。
- (4) 按原车规定的用量加注或更换润滑油。过量使用会降低汽车空调的制冷效果；过低会降低压缩机寿命。
- (5) 在排放制冷剂时要缓慢进行，以免润滑油与制冷剂一同喷出。

目前汽车空调中，使用 R12、R22 制冷剂时，采用矿物油。使用 R134a 制冷剂时，采用酯类油。

课题 3.5 汽车空调制冷系统的工作原理

汽车空调制冷系统的工作原理，如图 3-8 所示。具体工作过程如下。

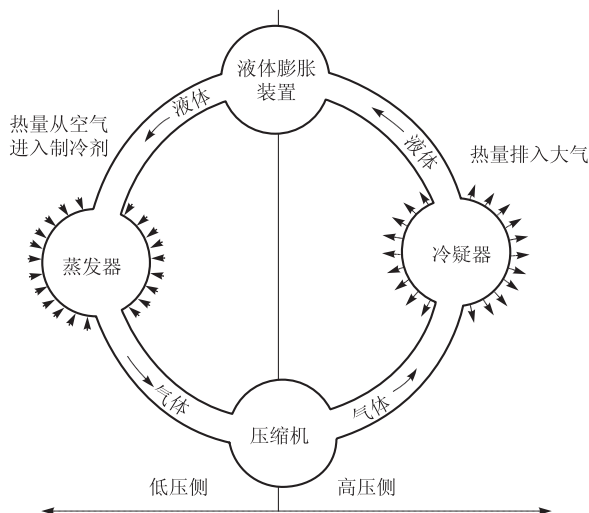


图 3-8 汽车空调制冷系统的工作原理

1. 压缩过程

汽车空调系统工作时，压缩机在发动机驱动下旋转，气态制冷剂从蒸发器内被吸进压缩机，压缩机将制冷剂蒸气压缩成高温、高压的气体后，输送给冷凝器。

2. 冷凝过程

在这里制冷剂通过与流动大气进行交换，把制冷剂的热量散发出去，制冷剂由气态变成液态。

3. 膨胀过程

液态制冷剂通过节流装置（膨胀阀或孔管）的节流、减压作用，体积突然变大，成为低温、低压的液雾状混合物进入蒸发器。

4. 吸热过程

制冷剂在蒸发器内吸收周围空气中的大量热量，由液态变成气态。这些低温、低压制冷剂又被吸入压缩机，开始下一个循环的工作。



本模块知识要点

1. 现代汽车空调的基本功能是改善驾驶员的工作条件和提高乘员的舒适性。
2. 在汽车空调的指标中，温度是最重要的指标。
3. 汽车空调系统主要由制冷装置、暖风装置、通风装置、加湿装置和空气净化装置组成。

4. 热力学基础知识涉及状态及状态参数、热力学基本定律、热力过程以及压—焓图。
5. 汽车空调的制冷循环包括压缩、冷凝、膨胀和吸热 4 个过程。
6. 制冷剂在制冷循环中担负起在被冷却对象和环境介质之间传递热量的任务, 利用液态制冷剂在低温低压下连续地汽化吸热能够产生一个持续的低温环境。制冷剂的类型包括: 有机化合物类、氟利昂类、烷烃类、混合类。汽车空调最常用的制冷剂是 R134a。
7. 汽车空调制冷系统中压缩机工作需要润滑油, 也称冷冻机油。润滑油具有润滑冷却和密封作用, 并且可以降低压缩机噪声。



复习思考题

1. 制冷剂在循环中扮演了什么角色?
2. 蒸发器、冷凝器均为热交换设备, 可以采取哪些措施加强换热?
3. 影响汽车空调制冷系统制冷效率的因素有哪些? 通过改善哪些条件可以提高制冷效率?
4. 制冷剂在制冷循环四个过程中各自处于什么状态? 状态参数在何范围内?
5. 说明氟利昂类制冷剂对环境的影响。
6. 润滑油有什么作用? 如何正确使用润滑油?

工作表单 5 ~ 6

工作表单 5

姓名_____ 班级_____ 学号_____ 日期_____

为空调系统加注制冷剂

通过这个工作表单的完成, 你应当能够进行空调系统的加注或者再加注。

一、与 ASE 的关系

这个工作表单是与 ASE 暖风和空调测试内容有关的: 即空调系统的诊断和维修。任务: 为空调系统加注制冷剂 (液态或者气态)。

二、与 NATEF 的关系

P-1: V. E. 6; 暖风和空调: 制冷剂的回收、再利用和操作; 空调系统的抽真空和加注。

三、工具和材料

带有软管的歧管压力表组。

制冷剂源:

- ① 小的“磅”罐;
- ② 散装源;
- ③ 回收系统。

四、工作车辆的描述

出厂年份_____ 车辆生产厂_____ 车型_____

车辆识别代号 (VIN) _____ 发动机类型和规格_____

五、步骤

在完成每步程序之后, 简要叙述你是怎样完成的。

1. 把压力表歧管软管连接到空调系统的维护口上。

2. 发现的接头类型。

低压侧维护口

高压侧维护口

3. 观察压力表的读数。

低压侧压力表的读数

高压侧压力表的读数

注意：如果在步骤 2 中观察到压力，那么系统中存在制冷剂。在进行这个工作表单以前，要么完成工作表单 26，要么通过指导老师的指导去除制冷剂。

4. 把歧管压力表软管连接到制冷剂源上。

5. 制冷剂源接头的类型是什么？

6. 打开相应的手动阀，并且根据具体情况，按照设备制造商的说明书或者维护手册的说明，为空调系统加注制冷剂。

7. 加注完成以后，关闭手动阀（步骤 6 中为打开的）。观察压力表，以 psig 或者 kPa 表示的读数是？（ ）

psig kPa

低压侧

高压侧

8. 叙述步骤 7 中记录的低压侧和高压侧的压力结果。（它们是正常的吗？）

9. 小心地拆下歧管压力表组软管，确保没有制冷剂漏出。

六、指导教师评价

工作表单 6

姓名_____ 班级_____ 学号_____ 日期_____

制冷剂的回收和再利用

通过这个工作表单的完成，你应当能够回收和再利用制冷剂。

一、与 ASE 的关系

这个工作表单是与 ASE 暖风和空调测试内容有关的：即空调系统的诊断和维修。任务：辨别和回收空调系统的制冷剂；进行制冷剂的回收、再利用、操作和改进。

二、与 NATEF 的关系

P-1: V. E. 2; 暖风和空调：制冷剂的回收、再利用和操作；辨别（通过标签的使用或者使用制冷剂分析仪）和回收空调系统的制冷剂。

P-1: V. E. 3; 暖风和空调：制冷剂的回收、再利用和操作；再利用制冷剂。

三、工具和材料

需要进行空调系统维护的车辆。

选定的空调系统维护工具如下：

- ① 带有软管的歧管压力表组。
- ② 制冷剂回收/再利用装置。
- ③ 回收容器。

四、工作车辆的描述

出厂年份_____车辆生产厂_____车型_____

车辆识别代号（VIN）_____发动机类型和规格_____

五、步骤

1. 系统内发动机罩下标识显示的制冷剂类型是什么？_____
2. 车辆制冷剂维护接头与识别标签列出的制冷剂是否匹配？_____
3. 把制冷剂纯度分析仪连接到系统上。
 - ① 辨别出的制冷剂类型_____
 - ② 辨别出的制冷剂与车辆标签上的制冷剂是否一致？_____
 - ③ 测定的制冷剂纯度_____
 - ④ 是否存在制冷剂被污染？_____
4. 把压力表歧管软管连接到空调系统的维护口上。

5. 发现的接头类型。

低压侧维护口_____

高压侧维护口_____

6. 观察压力表的读数。

低压侧压力表的读数_____

高压侧压力表的读数_____

注意：如果步骤 2 中观察到压力是 0（即 0 psig 或者 0 kPa）或者更低，那么就可以假设系统中没有制冷剂。如果认定润滑油中有残留的少量制冷剂，那么进行步骤 4。如果没有，那么就可以进行工作表单 4。

7. 把歧管压力表软管连接到回收装置上。

8. 回收装置接头的类型是什么？

9. 启动回收装置，打开相应的手动阀，并且按照回收设备制造商提供的说明书的内容介绍回收空调系统的制冷剂。

10. 关闭手动阀（步骤6中为打开的），并且关闭回收装置。观察压力表，以 psig 或者 kPa 表示的读数是：

	现在	5 min 后	10 min 后	15 min 后
低压侧	_____	_____	_____	_____
高压侧	_____	_____	_____	_____

11. 叙述步骤7结果的推论。

12. 小心地拆下歧管压力表组软管，确保没有空气进入系统，否则进行工作表单4或者5。

六、指导教师评价
