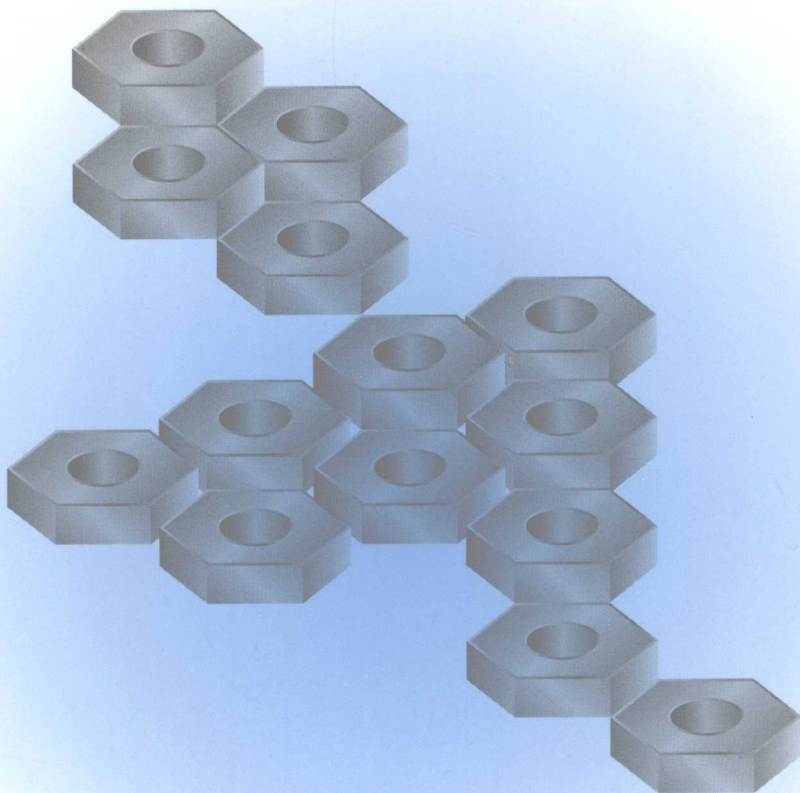


汽车维修职业任务驱动模块化教材

汽车空调

梁家荣 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车维修职业任务驱动模块化教材

汽车空调

梁家荣 主编
王尚军 主审



机械工业出版社

本书包括十二个课题,每一课题的设置均采用了任务引导的方式,包括实践和相关知识,有的课题还给出了相关知识链接。全书分别介绍了普通汽车和客车空调的构造、电路以及故障诊断等方面内容,主要包括空调主要部件的构造与工作原理、空调电路、空调设备的检修方法以及空调系统故障诊断与排除等。

本书可以作为中职中专院校汽车维修、汽车技术服务类专业教材,还可供汽车空调维修技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车空调/梁家荣主编. —北京:机械工业出版社,
2008.9

汽车维修职业任务驱动模块化教材
ISBN 978-7-111-24717-3

I. 汽… II. 梁… III. 汽车—空气调节设备—教材
IV. U463.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 108966 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:徐 巍 责任编辑:赵海青 版式设计:霍永明
责任校对:李汝庚 封面设计:姚 毅 责任印制:洪汉军
北京铭成印刷有限公司印刷

2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·10.75 印张·261 千字
0001—4000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-24717-3
定价:23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379368

封面无防伪标均为盗版

汽车维修职业任务驱动模块化教材

编委会

主任 杨敏

副主任 夏晓冬

委员 万军海

蔡昶文

梁登

王尚军

任惠霞

杨曙光

黄琴

黄嘉平

刘毅

薛婷

夏明君

喻勇

序

进入 21 世纪以来,我国汽车工业突飞猛进,已经成为国民经济的支柱产业之一。2007 年,我国汽车产量超过 888 万辆,销量超过 879 万辆,产量居世界第三位,销量居世界第二位。

汽车后市场服务业作为汽车产业的重要延伸,随着汽车前市场的发展已经成为一个潜力巨大的市场,而且变得越来越重要。汽车后市场服务业内容涵盖面很广,包括汽车自工厂下线后推出市场、使用到再生、报废全过程中的技术性服务和非技术性服务。目前,我国的汽车产业正在悄然进行着一场具有划时代意义的汽车后市场服务业革命。在这场革命中,如何掌握领先的汽车服务理念、方法和技术,是推动我国汽车产业发展的关键之一。汽车后市场服务业是目前最具代表性的现代服务业的内容之一。10 余年来,我国的汽车后市场服务业虽然取得长足发展,但与世界发达国家相比,在现代服务理念、行业研究、服务项目的广度、服务内涵的深度和服务质量的水准等方面还存在相当大的差距,在整体组织、管理和服务上仍处在初级阶段。

随着汽车工业和汽车后市场服务业的发展,具备“懂技术、善经营、会服务”的能力素质,能够适应汽车产品设计服务、汽车生产服务、汽车销售服务、汽车售后服务、汽车保险理赔和汽车运输服务等领域工作的复合型、实用型技术人才成了汽车业和相关行业竞相争夺的“香饽饽”。目前,我国汽车服务领域奇缺这种专业技术人才。所以,尽快按照汽车大学科的完整思路培养出一大批懂汽车销售、管理和服务等知识的复合型、实用型的专业人才,满足我国汽车后市场服务业对人才的强大需求,任务非常紧迫。

调查资料表明,目前我国汽车技术服务从业人员中,普遍存在以下问题:一是工人的文化素质和技术水平偏低;二是具有独立工作能力的技工明显呈老龄化,而学校新培养的学生理论与实践脱节,动手能力弱;三是缺乏严格的职业技术教育,不能适应市场和企业的要求。针对这种情况,广州市交通高级技工学校组织了一批有丰富的教学和实践经验的老师,紧密结合上述问题和企业当前的实际要求,编写出这套极具特色的培训系列教材。

该教材有以下特点:

1. 以“任务驱动”作为编写思路,用具体的工作任务引出相应的专业知识,调动学生学习的主动性,学习的目标十分明确。
2. 教材根据工作任务内容分成 11 个分册,突破“理论”与“实践”的界线,体现现代职业教育“一体化”的特色。

3. 每个课题的设置充分考虑了现有的教学设施、教师梯队和其他教学资源，效率高，可操作性很强。
4. 强调学生动手能力的训练，注重学生专业技能的形成和培养。
5. 教材深入浅出，图文并茂，使用方便，适应性好。

刘仲国

(中国汽车工程学会、广东省职业技能鉴定特聘专家, 华南农业大学教授)

前 言

为了适应我国汽车维修行业技能型紧缺人才培养的需要,满足中等职业学校以就业为导向的办学目标和要求,同时,也为了配合中等职业学校汽车专业开展一体化教学的需要,我们在校汽车专业课程模块化改革的基础上,根据所制订的教学大纲,组织了部分专业骨干教师编写了一套“汽车维修职业任务驱动模块化教材”,《汽车空调》是其中之一。

本书包括十二个课题,每一课题的设置均采用任务引导的方式,包括实践内容和相关知识,有的课题还给出了相关知识链接。全书分别介绍了普通汽车和客车空调的构造、电路以及故障诊断等方面内容,主要包括空调主要部件的构造与工作原理、空调电路、空调设备的检修方法以及空调系统故障诊断与排除等。为读者阅读方便,本书采用了原厂提供的电路图资料。

本书由梁家荣担任主编(编写课题三、四、五、九),杨宇峰任副主编(编写课题十、十一、十二),参加编写的人员有:高德荣(编写课题六、七)、温国标(编写课题一、二)、梁可申(编写课题八)。全书由王尚军担任主审。

在本书的编写过程中,得到了各有关兄弟院校、广州地区部分企业及机械工业出版社的大力支持,同时,还得到了有关专家的指导。本书的主审也付出了艰辛的劳动。在此,我们一并表示衷心的感谢!

本书可供各中职中专院校汽车相关专业教学使用。同时,也可作为业余培训、企业培训用教材,还可以作为维修人员的自学用书。

由于编者的水平所限,加上是首次编写出版,且教学的改革也在不断进行中,故难免会出现错漏之处。恳请广大读者对本书提出宝贵的意见和建议,以便再版时能修订改正。

编 者

目 录

序

前言

课题一 汽车空调概述	1
任务 观察汽车空调与管路连接	1
一、实践	1
二、相关知识	3
(一) 汽车空调	3
(二) 制冷系统的有关概念	4
(三) 制冷剂与冷冻油的类别	6
(四) 汽车空调制冷原理	8
课题二 汽车空调主要部件的构造及原理	15
任务一 掌握汽车空调主要部件的工作原理	15
一、实践	15
二、相关知识	17
(一) 汽车空调压缩机、冷凝器和蒸发器的结构和工作原理	17
(二) 汽车空调干燥瓶和膨胀阀的结构和工作原理	24
任务二 掌握汽车空调主要部件的维修工艺	28
一、实践	28
二、相关知识	31
(一) 压缩机的检修	31
(二) 热交换器的检修	34
(三) 膨胀阀性能的检测	35
(四) 储液干燥器的维修	36
(五) 冷凝器的日常维护与检修	37
(六) 蒸发器的维护与检修	38
(七) 干燥瓶的日常维护与安装主要事项	38
(八) 膨胀阀的选配与安装	39
课题三 汽车空调电路	40
任务 掌握汽车空调电路原理	40



一、实践	40
二、相关知识	43
(一) 基本电路原理	43
(二) 桑塔纳轿车的空调电路	45
(三) 捷达王轿车空调系统电气控制	47
(四) 丰田汽车空调控制电路	49
(五) 汽车空调系统温控信号和转速信号共同控制电路	50
(六) 汽车空调安全电路	51
三、知识链接	52
课题四 汽车空调设备的检修方法	54
任务 掌握汽车空调设备的检修方法	54
一、实践	54
二、相关知识	56
(一) 常用检测工具的使用方法	56
(二) 抽真空、试漏、充注制冷剂 and 添加冷冻油的工艺	63
三、知识链接	67
课题五 汽车空调系统的故障诊断与排除	69
任务 掌握汽车空调系统的故障诊断与排除方法	69
一、实践	69
二、相关知识	71
(一) 歧管压力表的应用	71
(二) 汽车空调常用故障诊断方法	74
(三) 汽车空调系统压力故障的分析及排除方法	76
(四) 汽车空调制冷不良的分析及排除方法	78
课题六 汽车暖气设备	79
任务 观察汽车暖气设备	79
一、实践	79
二、相关知识	81
(一) 汽车暖气设备	81
(二) 水暖式采暖装置的结构及原理	82
(三) 暖气设备常见故障的排除方法	84
课题七 客车空调概述	87
任务 观察大客车空调	87
一、实践	87
二、相关知识	89
(一) 客车空调的类型及特点	89
(二) 汽车空调控制面板	93



(三) 厦门金龙的汽车空调	94
课题八 客车空调主要部件	96
任务 掌握客车空调主要部件的检修方法	96
一、实践	96
二、相关知识	98
(一) 大客车压缩机的主要结构形式	98
(二) 斜盘式变排量压缩机概况	101
(三) 日产自动 V-6 可变排量压缩机	102
(四) 主要部件	104
课题九 客车及自动空调电路	108
任务 观察客车及自动空调电路	108
一、实践	108
二、相关知识	110
(一) 全自动空调系统的介绍	110
(二) 空调电控系统的组成及工作原理	111
(三) 空气调节及分配	116
(四) 大客车空调电路	116
三、知识链接	121
课题十 客车空调检修	122
任务 掌握大客车空调检修方法	122
一、实践	122
二、相关知识	124
(一) 客车空调检修注意事项	124
(二) 空中作业及注意事项	126
(三) 压缩机检查	130
(四) 抽真空	133
(五) 充注制冷剂	133
(六) 排空制冷剂	134
(七) 汽车空调制冷系统检漏	135
课题十一 客车空调及自动空调故障的诊断与排除	137
任务 掌握客车空调及自动空调故障的诊断与排除方法	137
一、实践	137
二、相关知识	140
(一) 客车空调及自动空调故障的概述	140
(二) 丰田空调系统的自我诊断功能	141
(三) 日产车系自动空调自检故障码	143
(四) 广州本田自动空调自检故障码	144



(五) 大客车空调故障诊断与排除 145

(六) 利用专用仪器从诊断座读取与清除空调故障码 146

三、知识链接 146

课题十二 客车暖气设备 150

任务 检查客车暖气设备 150

 一、实践 150

 二、相关知识 151

 (一) 余热式取暖系统 151

 (二) 独立燃烧式取暖系统 155

课题一 汽车空调概述

任务 观察汽车空调与管路连接

【任务内容】

- 1) 观察汽车空调的结构、型号工作过程。
- 2) 完成“观察汽车空调与管路连接”的相关工作页。
- 3) 学习“观察汽车空调与管路连接”的相关知识。

【任务目标】

- 1) 掌握汽车空调的使用。
- 2) 掌握汽车空调的工作原理。
- 3) 掌握制冷剂、冷冻机油的特性。

一、实践

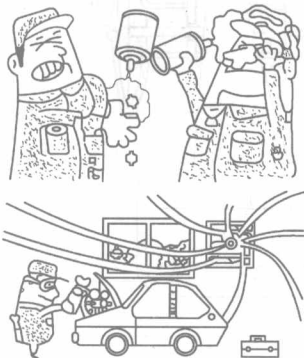
先由学员熟悉如下工作页，了解本任务内容。在学习相关知识点后，利用工作页，在教师的指导下完成本任务，同时完成工作页相关内容的填写。

汽车空调与管路连接的任务工作页

1. 根据教材所述的汽车空调分类方式，说出你观察到的汽车空调的类别。

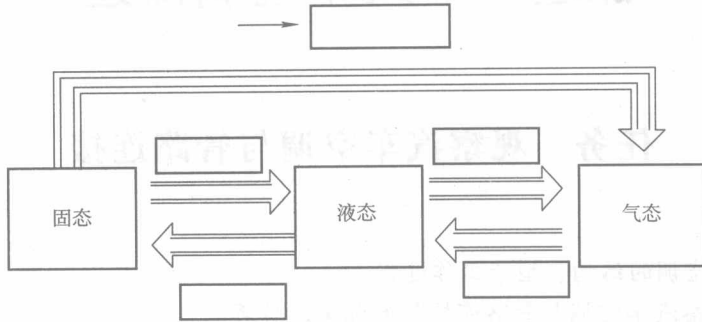
2. 想一想，写出汽车空调的作用。

3. 根据所学的内容，指出左图中的汽车空调测试操作的安全注意事项。

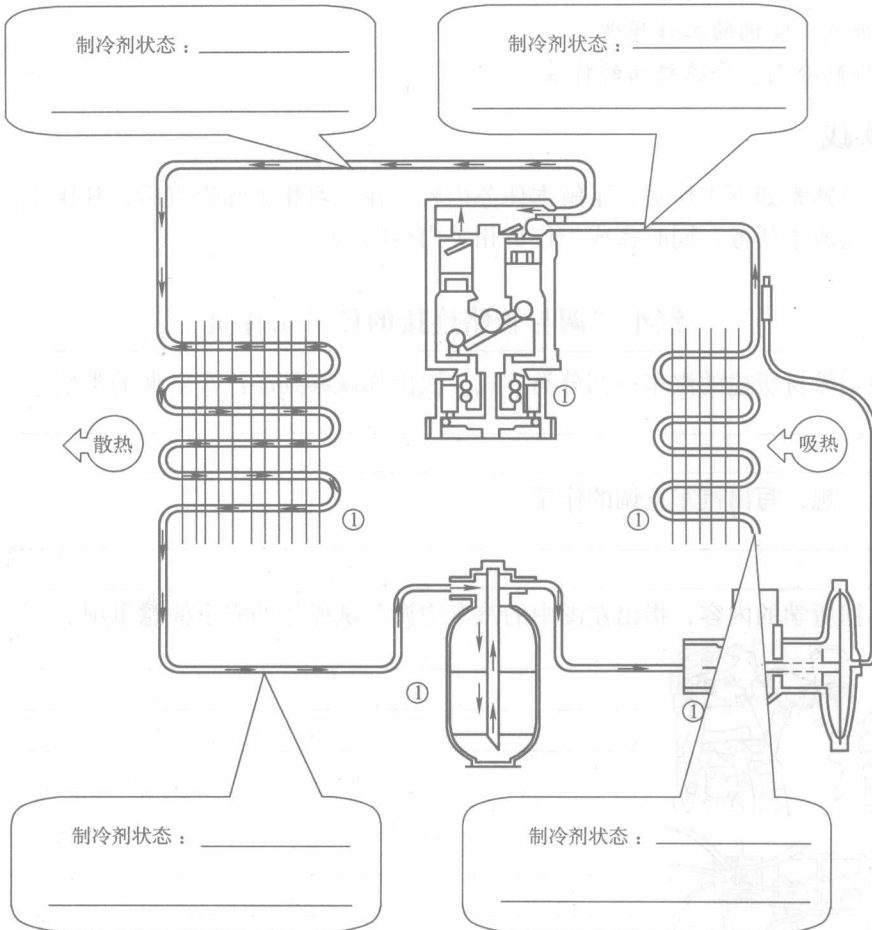




4. 将制冷剂状态变化过程的名称填入空框内。



5. 写出汽车空调工作时制冷剂的状态。





二、相关知识

(一) 汽车空调

汽车发展到现在已有一百多年的历史。今天汽车的种类已有二百多种,主要可分为客车、轿车、货车和工程特种车等几大类。汽车现已成为人们生活中的必需品,随着人们生活水平的提高,消费者对汽车的追求也越来越高。生产厂家将房间空调的设计理念延伸到汽车上,以此来提高驾驶和乘坐的舒适性和安全性。

(1) 第一阶段(单一取暖式) 1925年,在美国纽约出现了第一台利用冷却液通过加热器取暖的汽车,当时轰动了世界各国汽车制造商,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取暖系统。直到1948年,该系统才在欧洲出现,而日本到1954年才开始使用加热器取暖。

(2) 第二阶段(单一制冷式) 1938年,美国人帕尔德根据电冰箱“冷气”原理,在老爷车上安装由机械制冷的空调器。1939年,他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。该技术在第二次世界大战期间停止了发展。直到1950年,在美国经济发展迅速的背景下,单一制冷汽车空调才又得以迅速发展。到1957年,欧洲、日本才生产这种加装单一冷气的轿车。

(3) 第三阶段(冷暖一体化式) 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,该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汽车空调,随后欧洲汽车制造商也相继开始生产轿车空调。

(4) 第四阶段(自动控制式) 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,同时控制效果也不大理想。

自冷暖一体化空调出现后,1964年通用公司开始着手研究自动控制汽车空调,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控制汽车空调(图1-1)。

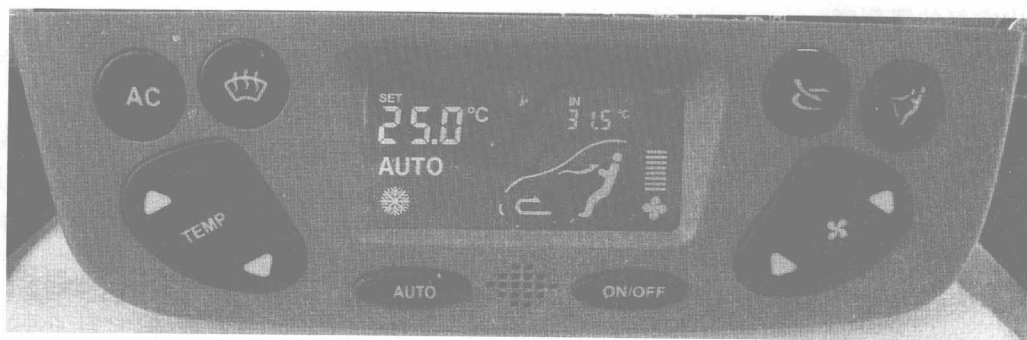


图1-1 自动空调的控制面板

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工作。系统根据传感器检测车内、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(微机控制式) 1973年,美国通用汽车公司和日本五十铃汽车公司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,将汽车空调技术推广到一个新的高度。微机控制的汽车空调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、自我诊断、执行器自检和数据流传输等功能。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) 制冷系统的有关概念

1. 汽车空调的概念

汽车空调是利用冷媒体对车内的空气进行调节,使之在温度、湿度、流速和洁净度上能满足人体舒适的需要,并预防或去除玻璃上的雾、霜和冰雪,保障乘员身体健康和行车安全。衡量汽车空调的主要指标有温度、湿度、流速和洁净度。

温度是物体冷热程度的度量。根据气体分子运动论,从微观来看,温度是物体大量分子热运动的宏观表现,气体分子热运动的平均动能越大,气体的温度越高。

空气大约由 $3/4$ 的氮气和 $1/4$ 的氧气组成,此外还含有少量的其他气体,其中水蒸气的含量是经常变化的,其变动对人们生活的影响也比较大。空气中水蒸气的含量用湿度来表示,表示方式有三种:

(1) 绝对湿度 以单位体积空气中所含水蒸气的质量来计算,其单位是 g/m^3 。

(2) 相对湿度 在一定温度下空气中所含水蒸气的最大量有一定的限度。所谓相对湿度,即为由下式所规定的百分数%

相对湿度(记作%) = 空气中水蒸气的含量/该温度下水的饱和蒸气量。

(3) 含湿量 在空调器运用中,需要对空气加湿或除湿,因此引起了这个参量。把 $1kg$ 干燥空气所伴有的水蒸气质量称为含湿量。

由于车内空间小,乘员密度大,在密闭的空间内极易产生缺氧和二氧化碳浓度过高的现象。汽车发动机废气中的一氧化碳和道路上的粉尘及野外有毒的花粉都容易进入车厢内,造成车内空气混浊,影响乘员身体健康。汽车空调必须具有对车内空气进行过滤的功能,以保证车内空气的清新鲜度。

汽车空调主要包括制冷系统、暖风系统、通风系统、空气净化系统和控制系统。制冷系统对车内空气或由外部进入车内的新鲜空气进行冷却和除湿,使车内空气变得凉爽舒适。暖风系统主要用于取暖,对车内空气或由外部进入车内的新鲜空气进行加热,达到取暖、除湿的目的。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,通风系统对防止车窗玻璃起雾也有着良好的作用。空气净化系统可除去车内空气中的尘埃、臭味、烟气及有毒气体,使车内空气变得清洁。空调控制系统对制冷和暖风系统的温度、压力进行控制,同时对车内空气的温度、风量和流向进行控制,完善了空调系统的正常工作。

2. 汽车空调的功能

从汽车空调的概念,可以对汽车空调的功能有一定的认识,即调节车厢内的温度,同时也对车厢内的湿度、气流速度、空气洁净度和热辐射等进行调节,从而为乘员创造清新舒适的车内环境,具体概括如下五点:

(1) 车内温度调节 温度是物质冷热程度的度量。冬季汽车利用采暖装置将车内温度升高。轿车和中小型汽车一般以发动机冷却液作为暖气的热源,而大型客车则采用独立燃烧



式加热器作为暖气的热源。夏季车内降温则由制冷装置完成，目前我国大多数汽车的空调采用这种单一功能。

(2) 车内湿度 湿度是指空气中所含水蒸气量的多少。湿度的大小直接影响人体内的水分蒸发速率和口腔、鼻腔粘膜等健康状况和驾驶的工作状况。车内的湿度一般应保持在30%~70%以内。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当调节。

(3) 车内气流速度 调节空气的流速和方向对人体舒适性影响很大，夏季流速应限制在0.25m/s以内。应根据乘客的生活环境、年龄、健康状况和冷热习惯等特点来控制出风口的风量，避免过大的风速直接吹到人体上，使人感到不舒服。

(4) 车内空气净化 车厢内的空气质量是乘员舒适性的重要保证。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，还有尾气、灰尘和烟味等造成车内空气污浊，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。所有一般在汽车空调的进风口都装有空气过滤装置和空气净化装置。

(5) 热辐射调节 太阳的辐射会使车内产生一股热浪，容易灼伤人的眼睛和皮肤，对人体的舒适性影响很大，选用太阳膜和阳光传感器能立即对车内温度作出必要的校正。

汽车空调大多数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。

3. 汽车空调的特点

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分，有独立式和非独立式。

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，这种空调系统叫非独立空调；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置独立的采暖设备，故称之为独立式空调系统。

非独立空调会影响汽车的动力性能，但比独立式空调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) 抗冲击能力强 汽车在颠簸不平的路面行驶时，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。特别是当汽车在颠簸不平的路面高速行驶时，汽车空调各接头极易振松，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，汽车空调各部件的连接要牢固，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都是由制冷剂泄漏而引起的。

(3) 结构紧凑、重量轻 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，不致于使汽车增重太多，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50%。



(4) 制冷或制热能力强 根据气候的不同,要求汽车空调的制冷或制热能力大,其原因在于:

- 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,直接受到日晒雨淋,环境千变万化。如天气炎热时,要想使汽车空调能迅速地制冷,在最短的时间里将车内气温降到让人感觉舒适的温度,就要求制冷量特别大。非独立空调系统,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较大。

(三) 制冷剂与冷冻油的类别

1. 制冷剂

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(图 1-2c)和 R134a(图 1-2a、b)两种。其中字母“R”是 Refrigerant(制冷剂)的简称。



图 1-2 制冷剂

a) 瓶装 R134a 环保制冷剂 b) 罐装 R134a 环保制冷剂 c) 罐装 R12 非环保制冷剂

(1) 对制冷剂的要求

- 1) 在适当蒸发温度时,蒸发压力不低于大气压。
- 2) 在适当冷凝压力时,温度不能过高。
- 3) 无色、无味、无毒、无刺激性,对人体健康无损害。
- 4) 不易燃烧,不易爆炸。
- 5) 无腐蚀性。
- 6) 价格合理,容易得到。
- 7) 性能系数较高。
- 8) 与冷冻油接触时,化学、物理稳定性良好。
- 9) 有较低的凝固点,能在低温下工作。
- 10) 泄漏时容易监测。

(2) 制冷剂 R12 的特性

- 1) 无色、无味、无毒、不易燃烧、不易爆炸,化学性质稳定。