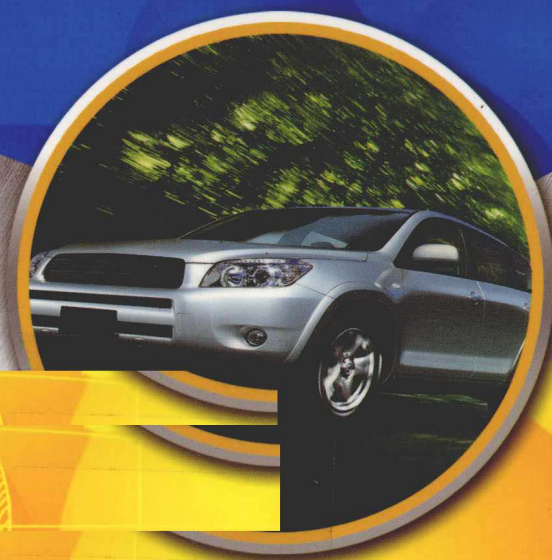


21 世纪高职高专规划教材

——汽车运用与维修系列

汽车 空调

主编/毛 峰



ASSE
POSTERIORE

BRACCIO DI LEVA
DELL'ASSE ANTERIORE
RISPETTO AL BARRICENTRO

ASSE
ANTERIORE

 中国人民大学出版社

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

汽车空调

主编 毛 峰

中国人民大学出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车空调/毛峰主编

北京: 中国人民大学出版社, 2010

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

ISBN 978-7-300-11186-5

I. ①汽…

II. ①毛…

III. ①汽车-空气调节设备-高等学校: 技术学校-教材

IV. ①U463.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 154553 号

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

汽车空调

主编 毛 峰

出版发行	中国人民大学出版社	邮政编码	100080
社 址	北京中关村大街 31 号		
电 话	010-62511242 (总编室)	010-62511398 (质管部)	
	010-82501766 (邮购部)	010-62514148 (门市部)	
	010-62515195 (发行公司)	010-62515275 (盗版举报)	
网 址	http://www.crup.com.cn http://www.ttrnet.com (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	北京东君印刷有限公司		
规 格	185 mm×260 mm 16 开本	版 次	2010 年 3 月第 1 版
印 张	8.5	印 次	2010 年 3 月第 1 次印刷
字 数	193 000	定 价	20.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

出版说明

进入 21 世纪以来,随着我国汽车工业的迅猛发展和人民生活水平的不断提高,随着公路运输设施和城市基础设施建设投资的迅速增加,以及政府鼓励汽车消费政策的逐步实施,我国汽车保有量迅速增长。目前,我国汽车数量每年以两位数的速度递增,据此,预计仅汽车维修业近两年就将新增 80 万从业人员,其中大部分从业人员需要接受职业教育与培训。中国人民大学出版社经过充分的市场调研,策划出版了这套高职高专汽车运用与维修专业的系列教材。

本套教材紧密贴近我国高职教学改革的实际,力求体现以下几个特点。

1. 以企业需求为基本依据,以就业为导向

教材的编写以就业为导向,以能力为本位,能够满足企业的工作需求,提高学生学习的主动性和积极性。我们对每本书的主编精心遴选,除了要求主编必须是高职院校的骨干教师外,还要求他们有在一线汽车相关企业的工作经验或实验实训经历,确保教材的内容既能紧密贴合教学大纲,又能准确把握市场需求、加强实践操作环节内容。

2. 适应汽车企业技术发展,体现教学内容的先进性和前瞻性

本套教材关注我国汽车制造和维修企业的最新技术发展,通过校企合作编写的形式,及时调整教材内容,突出本专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,克服旧教材存在的内容陈旧、更新缓慢、片面强调学科体系完整、不能适应企业发展需要的弊端。每本教材结合专业要求,使学生在专业基本知识和基本技能的基础上,及时了解、掌握本领域的最新技术发展及相关技能,实现专业教学基础性与先进性的统一。

3. 教材内容按模块化形式编写

教材力求摆脱学科课程旧思想的束缚,从岗位需求出发,尽早让学生接触实践操作内容。根据具体的专业情况,有的是每本书一个模块,有的是每本书分为多个模块,每部分内容都以工作岗位所需要的技能展开。

4. 跨区域开发、整合多方优势

由于我国幅员辽阔,各地区经济发展都具有不同的地域特点,而作为与经济建设密切相关的职业教育也必然存在区域间的差异。为了打造出一套适用性强、博采众长的教材,我们在教材的策划阶段,即与不同区域的众多开设汽车相关专业的高职院校取得了联系,并进行了深入调研,经过反复研讨后确定了具体的编写大纲。教材在编写过程中得到了辽宁交通高等专科学校、承德石油高等专科学校、长春汽车工业高等专科学校、内蒙古交通职业技术学院、河南交通职业技术学院、河北交通职业技术学院、广东轻工职业技术学院等二十多家职业院校的参与与大力支持。

5. 教材配备完善的立体化教学资源

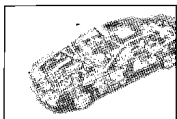
本系列教材在研发的同时,希望能够在相关课件的开发制作方面做出自己的特色,从而提升教材的核心竞争力。通过对市场的前期调研,我们对目前已经出版的相关教材配套

课件情况进行了分析,针对目前同类产品存在的不足,制定了专业基础课教材课件完整、专业主干课教材演示视频丰富、全系列教材教学资源整合形成网上资源平台的策划思路,力求使本套教材成为真正的立体化教材。

本套教材在编写过程中,除了得到多所高职院校的帮助外,《汽车维修技师》、辽宁交通高等专科学校汽车研究所、辽宁鑫迪汽车销售服务有限公司、大连新盛荣汽车销售服务有限公司、辽宁宝时汽车销售服务有限公司、安徽宝德汽车维修有限公司等在技术和资料方面给予了很多支持,在此表示衷心的感谢。

希望本套教材的出版能够为高职高专院校汽车运用与维修专业的教学工作起到积极的促进作用,也欢迎本套教材的使用者针对教材中存在的不足提出宝贵的建议。

中国人民大学出版社



前言

Preface

随着社会的发展和人民生活水平的不断提高，人们对汽车乘坐舒适性的要求日益提高，汽车空调已不只是配置在高档轿车上，中、低档轿车，甚至各型客车、货车、工程车和特种车辆，已将汽车空调系统作为一种标准配置。随着汽车空调的日益普及和不断完善，汽车空调系统检修已成为汽车维修企业主要工作内容之一。

本教材在内容上以工学结合为导向，突出“理论适用、强化技能”的高职高专教学理念。教材所选内容从实际出发，着重介绍了汽车空调系统的基本组成、基本结构和基本原理，有针对性地介绍了典型汽车空调系统的结构特点、故障诊断及检修方法。

本教材由辽宁省交通高等专科学校毛峰主编，参与编写工作的人员有：张义（编写第一章）、魏祥武（编写第二章）、金雷（编写第三章）、刘培勇（编写第四章）、李德文（编写第五章）、毛峰（编写第六章）。由于编者的水平有限，错漏和不足之处在所难免，敬请各位读者批评指正。

编者

2010年1月



第 1 章 汽车空调基础知识/1	
第一节 汽车空调概况/1	
第二节 制冷技术基础/4	
第三节 制冷剂与冷冻机油/8	
第 2 章 汽车空调制冷系统/12	
第一节 汽车空调制冷系统的组成与工作原理/12	
第二节 汽车空调制冷系统的分类/23	
第三节 汽车空调制冷系统的控制原件/27	
第四节 汽车空调制冷系统压缩机的控制原理/36	
第 3 章 汽车空调的采暖、通风与空气净化系统/38	
第一节 采暖系统/38	
第二节 通风与空气净化系统/45	
第三节 汽车空调配气系统/47	
第 4 章 客车空调/51	
第一节 客车空调的布置/51	
第二节 客车空调制冷系统/58	
第 5 章 汽车空调的操纵控制系统/62	
第一节 手动空调操纵控制系统/62	
第二节 电控自动空调系统/65	
第 6 章 汽车空调系统的检测与维修/82	
第一节 汽车空调系统维修常用的专用仪器及设备/82	
第二节 制冷系统抽真空及制冷剂的充注/86	
第三节 制冷系统润滑油的充注/90	
第四节 制冷系统的维护/93	
第五节 空调系统常见故障诊断及排除/96	
第六节 制冷系统的检修/111	
第七节 空调系统的制冷性能检验/115	
附录/116	
附录一 桑塔纳 2000GSi 和 GSi-AT 型轿车空调系统电路图/116	

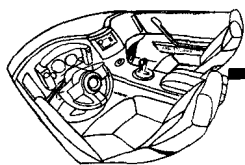
汽车空调

附录二 本田汽车空调系统电路图/117

附录三 上海别克轿车空调系统电路图/119

附录四 上海帕萨特汽车空调系统电路图/121

参考文献/125



汽车空调基础知识

第一节 汽车空调概况

汽车空调即车内空气调节装置，是指对车内空气的温度、湿度及清洁度进行调节控制的装置。

随着人们生活水平的提高，以及家庭汽车的普及，提高汽车的舒适性是各汽车制造商不断追求的目标，而汽车空调就是汽车舒适性的重要标志之一，因此，汽车空调已成为现代汽车的标准配置。

一、汽车空调的功能

汽车空调的基本功能是在任何气候条件下，将车内空气调整到对人体最适宜的状态，改善驾驶员和车内乘员的舒适性。舒适性是人对车内空气的温度、湿度、流速及清洁度等指标的综合感觉。因此，汽车空调的功能包括调节车内空气的温度、湿度、流速及清洁度。

1. 调节车内温度

车内温度是指车内空气的冷热程度。为给乘员创造适宜的车内温度环境，在寒冷的冬季，利用采暖装置提高车内的温度，而在炎热的夏季，则利用制冷装置来降低车内温度。

人感觉最舒适的温度是 $20^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ 。但应注意，车内外的温差不宜太大，否则也会使乘员感觉不舒适。为降低汽车空调系统的负荷，减少动力消耗，并为乘员创造一个适宜的温度环境，夏季一般应将车内温度控制在 $25^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，冬季应将车内温度控制在 $15^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ ；夏季车内外温差宜保持在 $5^{\circ}\text{C}\sim 7^{\circ}\text{C}$ 范围内，冬季车内外温差也不宜过大，应保持在 $10^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ 范围内，否则会使乘员感觉太冷或太热，下车易患感冒。

2. 调节车内湿度

车内湿度是指车内空气中所含水蒸气量的多少。车内湿度过小或过大会使乘员感觉干燥或闷热。人感觉最舒适的相对湿度为 $30\%\sim 70\%$ ，所以汽车空调的湿度参数要求控制在此范围内。

普通汽车空调一般不具备调节车内湿度的功能，只有采用冷暖一体

化空调器的汽车空调系统才能对车内的湿度进行适量调节。

3. 调节车内空气流速

空气的流速和方向对人体舒适性影响很大。气流速度稍大，在夏季有利于人体散热，但冬季风速大了会影响人体保温，过大的风速直接吹到人体上也会感觉不舒服。车内空气流速以夏季不超过 0.50m/s、冬季不超过 0.30m/s~0.35m/s 为宜。

此外，根据人体生理特点，头部对冷比较敏感，脚部对热比较敏感。为此，汽车空调系统不仅可利用控制装置来调节车内空气流速，而且通过对汽车空调冷、热出风口的合理布置，调节车内空气流向，夏季可让吹到乘员头部的冷风多一些，冬季可让吹到乘员脚部的暖风多一些。

4. 调节车内空气清洁度

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；发动机废气和道路上的粉尘等也会造成车内空气污浊，影响乘员的身体健康。因此汽车空调装置上一般都设有进风门、排风门、空气过滤装置和空气净化装置。

一般应保证车内每位乘员所需的新鲜空气量为 20m³/h~30m³/h，车内二氧化碳的体积浓度应保持在 0.1% 以下。

二、汽车空调的特点

众所周知，汽车空调是以耗用发动机的动力为代价来调节车厢内空气环境的。了解汽车空调的特点，有利于进行汽车空调的使用和维修。与室内空调相比，汽车空调主要有如下特点。

1. 汽车空调的安装

汽车空调安装在行驶的车辆上，承受着剧烈、频繁的振动和冲击，因此，连接处容易松动，冷凝器容易受损伤，易产生制冷剂泄漏故障。

2. 汽车空调的动力

大多数汽车空调所需的动力均来自汽车发动机，如轿车、轻型汽车、中小型客车的空调均是如此。对于豪华大、中型客车，由于所需制冷量大，一般采用专用的发动机驱动制冷压缩机。我们将用汽车发动机作动力源的汽车空调称为非独立式空调系统；将用专用发动机作动力源的汽车空调称为独立式空调系统。非独立式空调系统影响汽车的动力性和经济性，一般发动机的输出功率减少 10%~12%，耗油量平均增加 10%~20%。

3. 汽车空调的制冷、制热能力大

汽车在特定工作环境要求空调的制冷、制热能力尽可能大，其原因如下：

- (1) 夏天车内乘员密度大，产生的热量大，热负荷高；冬天人体所需要的热量也大。
- (2) 为了减轻自重，汽车隔热层一般都很薄，加上汽车门多、面积大，所以汽车隔热性差，热损失多。
- (3) 乘员乘车时，都希望在最短的时间里使车内达到舒适的温度环境。
- (4) 汽车都在室外工作，直接经受太阳的热辐射、霜雪及风雨，环境恶劣，温度变化大。通常夏季车内温度特别高，而冬季车内温度又特别低。

4. 受发动机工况影响

由于汽车发动机工况变化频繁，制冷系统的制冷剂流量变化很大，对汽车空调的制冷效果有很大影响。

5. 受汽车本身结构影响

由于汽车本身结构紧凑，空间有限，因此，汽车空调各组成部分的安装位置局限性很大，零件的形状及安装位置因车而异，不同车型的空调系统零部件通用性差，同时，也给空调系统的检测与维修带来了不便。

6. 汽车空调的取暖方式

汽车空调的供暖方式与室内空调完全不同。非独立式汽车空调供暖，一般都是利用汽车发动机的冷却液；而独立式空调系统则采用燃油取暖装置。

三、汽车空调技术的发展

汽车空调系统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。

第一阶段：单一取暖。1925年首先在美国采用利用汽车冷却水通过加热器取暖的方法，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、亚洲北部地区，汽车空调仍然使用单一供热系统。

第二阶段：单一制冷。1939年，由美国通用汽车帕克公司（Packard）首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而停止了发展。战后的美国经济迅速发展，特别是因1950年美国石油产地的炎热天气，急需大量的冷气车，而使单一制冷的空调汽车得以迅速发展起来。欧洲、日本到1957年才有加装了这种单一制冷系统的轿车。单一制冷的的方法目前仍然在热带、亚热带地区使用。

第三阶段：冷暖一体化。1954年，通用汽车公司首先在纳什（NASH）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控制车内温度、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。这种方式目前仍然在大量的经济型汽车上使用，是目前使用量最大的一种形式。

第四阶段：自动控制的汽车空调。冷暖一体汽车空调需要人工操纵，这显然增加了驾驶人员的工作量，同时控制质量也不大理想。自从冷暖一体化出现后，通用公司就着手研究自动控制的汽车空调，并于1964年首先安装在凯迪拉克（CADILLAC）牌轿车上，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、欧洲直到1972年才在高级轿车上安装自动空调。

第五阶段：微机控制的汽车空调。1973年美国通用汽车公司和日本五十铃汽车公司一起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，将汽车空调技术推到了一个新的高度。微机控制的汽车空调系统由微机按照车内外环境，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。

四、汽车空调系统的组成

完善的汽车空调系统一般由制冷系统、采暖系统、通风系统、操纵控制系统及空气净化系统组成。

1. 制冷系统

制冷系统的作用是对车内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。

2. 采暖系统

采暖系统的作用是对车内或由外部进入车内的新鲜空气进行加热，达到取暖和除霜的目的。

3. 通风系统

通风系统的作用是将车外的新鲜空气引入车内，达到通风和换气的目的。

4. 操纵控制系统

操纵控制系统的作用是对制冷系统、加热系统及通风系统的工作进行控制，同时对车内空气的温度、湿度、流量等进行调节，保证空调系统正常工作。

5. 空气净化系统

空气净化系统的作用是对车内空气中的尘埃、臭味、烟气等进行过滤，保证车内空气清洁。

第二节 制冷技术基础

一、温度

温度是物质冷热程度的量度，其大小反映物质内部分子无规则热运动的程度。物质的温度只是表示热的程度而不是热的量。温度的高低程度可用温度计来测量，测量温度的标尺称为温标。下面介绍工程上常用的温标。

1. 摄氏温标

将一个标准大气压下冰的熔点定为 0°C ，水的沸点定为 100°C ，两者之间均分为 100 等份，每等份为摄氏一度，表示为 1°C ，用符号 t 表示，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

2. 华氏温标

将一个标准大气压下冰的熔点定为 32°F ，水的沸点定为 212°F ，两者之间均分为 180 等份，每等份为华氏一度，表示为 1°F ，用符号 F 表示，单位为 $^{\circ}\text{F}$ 。

3. 热力学温标

热力学温标又称为绝对温标或开氏温标，用符号 T 表示，单位为 K 。这个温标所定义的热力学温度以绝对零度 (-273.16°C) 为基准。

三种温标的关系如下：

$$t = 5/9 (F - 32)$$

$$F=9/5t+32$$

$$T=t+273$$

二、湿度

我们日常生活中的空气是由干空气和水蒸气组成的混合物，该混合物称为湿空气，习惯上把湿空气称为“空气”。这是由于我们居住的地球表面大部分都是海洋、湖泊和江河，每时每刻都有大量的水分蒸发到大气中去，使大气成为干空气和水蒸气的混合物。

1. 绝对湿度

湿度用来表示空气的干燥程度。1m³湿空气中所含水蒸气的重量，叫空气的绝对湿度，用 r_w 表示。绝对湿度只能说明湿空气在某一温度下实际所含水蒸气的重量，但不能说明湿空气的吸湿能力。因此，采用湿空气的相对湿度来说明空气的潮湿程度，或说明空气接近饱和的程度。

2. 相对湿度

相对湿度就是湿空气中实际所含的水蒸气量与同温度下饱和湿空气所含的水蒸气量的比值，用 ψ 表示，即

$$\psi = \frac{r_w}{r_s} = \frac{p_w}{p_s}$$

式中： r_w ——空气的绝对湿度；

r_s ——饱和湿空气的绝对湿度；

p_w ——空气中水蒸气的分压力；

p_s ——饱和湿空气中的水蒸气分压力。

ψ 值越小，表示湿空气离饱和状态越远，空气较干燥，还能吸收更多的水分；反之，若 ψ 值越大，则表示空气越潮湿，吸收水分的能力越差。当 $\psi=0$ 时，则为干空气；当 $\psi=100\%$ 时，则为饱和空气，再也不能吸收水分了。相对湿度是检验空调效果好坏的重要参数之一。

湿空气在状态变化过程中，由于水分蒸发，水蒸气凝结，其体积和重量会发生变化。即使湿空气中的水蒸气含量不变，由于温度变化，其体积也跟着变化，故绝对湿度也将发生变化。

三、压力与真空度

物体单位面积上所受的垂直作用力称为压力，物理学上称为压强，常用 p 表示，在国际单位制中压力的单位为N/m²，也称为帕斯卡，简称帕（Pa）。

地球表面包围着一层很厚的空气层，我们称它为大气层，大气对地球表面物体单位面积上所产生的压力称为大气压力（简称大气压）。我们把地球纬度45°、温度为0℃时，大气对海平面的压力称为标准大气压，它相当于101.325kPa。

在工程上往往采用kgf/cm²作为压力单位，亦称为工程大气压。英、美等国则采用lb/in²作为工程上的压力单位。

这几种压力单位的换算关系如下：

汽车空调

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

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

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

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

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

对于汽车空调系统，制冷剂压力的常用表示方法有绝对压力、表压力和真空度，它们之间的关系如图 1—1 所示。

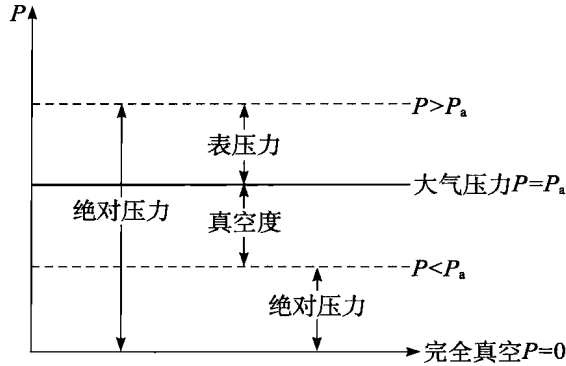


图 1—1 绝对压力、大气压力、表压力及真空度的相互关系

1. 绝对压力

绝对压力表示制冷剂实际的压力值。它是设计参数，供设计时使用。

2. 表压力

通过压力表上指示读出的压力值，称为表压力。表压力是维修时使用的。表压力等于绝对压力减去大气压力。

3. 真空度

当制冷剂的绝对压力低于大气压力时，大气压力减去绝对压力的差值称为真空度。真空度是在制冷系统抽真空时使用。

四、汽化与冷凝

1. 汽化

物质由液态变为气态的过程称为汽化。汽化过程为吸热过程。1kg 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。不同的物质有不同的汽化热。

汽化过程有两种形式，即蒸发和沸腾。虽然这两种情况都是物质由液态变成气态的过程，但是两者是有区别的。一般说来，蒸发在任何压力、任何温度情况下都随时进行着，而且只是局限在表面的液体转变为蒸气。而沸腾是在一定压力下，只有温度达到与此压力相对应的温度时才能发生，而且从液体内部产生大量蒸气，沸腾时的温度称为沸点。

在空调制冷系统中，制冷过程主要是利用制冷剂在蒸发器内不断吸收周围空气的热量进行汽化的过程。制冷时制冷剂在蒸发器中通常是以沸腾的方式进行，但习惯上称为蒸发过程，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

物质由气态转变为液态的过程称为冷凝。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变成液态的过程就是一个冷凝过程。制冷剂在冷凝器中由气态变为液态时的温度称为冷凝温度。在冷凝过程中释放出的热量由冷却空气带走。

五、饱和温度与饱和压力

如果对制冷剂加热，则其中的一部分液体就会变成蒸气；反之，如果制冷剂放出热量，则其中的一部分蒸气又会变成液体（温度不变）。在这种制冷剂液体和蒸气处于共存的状态时，液体和蒸气是可以彼此转换的。处于这种状态的制冷剂蒸气称为饱和蒸气，这种状态下的制冷剂液体称为饱和液体。饱和蒸气的温度称为饱和温度；饱和蒸气的压力称为饱和压力。

通常所说的沸点都是指液体在一个大气压下的饱和温度。对于不同的液体，在同一压力下，它的饱和温度是不同的。不同液体在一个标准大气压下的沸点如表 1—1 所示。

表 1—1 不同液体在一个标准大气压下的沸点

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

六、热的传递

热从一处传递到另一处的现象称为热的传递。热的传递方法有传导、对流及辐射三种。

1. 热的传导

凡热由高温处经物体内部逐渐传至低温处的现象称为热的传导，如手握冰块，体温将冰块融化则为热的传导，传导也称为导热。

2. 热的对流

液体或气体因其一部分受热时，体积膨胀、密度减小，其四周冷的部分将补充其位置。由热源引起流体的流动，把热量从一处传到另一处的现象称为热对流。对流只能在液体或气体之间进行，热量传递是靠流体本身的流动而进行的。如在火炉上烧水，壶底的水受热上升而上方的冷水下沉产生对流的作用，直至整壶水都沸腾为止。

3. 热的辐射

热不依赖其他物质为媒介而产生热的传递现象称为热的辐射，如面对高温的固体表面或火焰会感觉到热；太阳的热传到地球是一种典型的热辐射。热辐射与电磁波一样可以在真空中传播。

七、显热与潜热

物体受热，温度就会上升，温度上升到一定程度物体状态就会发生变化。冰加热后融化成水（固体→液体）；水加热，温度上升到 100℃ 开始沸腾汽化（液体→气体），这时即使继续加热，温度也不再升高。

物质在吸热过程中只发生温度变化而不发生形态变化，这一过程所吸收的热量称为显热；物质在吸热过程中只发生形态变化而不发生温度变化，这一过程所吸收的热量称为潜热。

八、制冷能力与制冷负荷

1. 制冷能力

制冷机就是把热量不断地从低温物体转移给高温物体的装置。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的热量排到大气中去。这两种热量的总和称为制冷负荷。

由于汽车制冷负荷受到车身形状及外界大气温度、湿度、车速等客观条件和乘员数量的影响，因此，汽车空调系统的制冷负荷较大。

第二节 制冷剂与冷冻机油

一、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。汽车空调制冷系统是利用压缩机使制冷剂循环流动实现制冷的。液态制冷剂在蒸发器中吸取热量而汽化，使蒸发器表面得到降温；然后，制冷剂又在高温下把热量传给冷却空气而冷凝成液体。如此不断循环，借助于制冷剂的状态变化，达到制冷的目的。

目前汽车空调制冷系统使用的制冷剂，通常有 R12 和 R134a 两种，其中，英文字母 R 是 Refrigerant（制冷剂）的简称，其数字代号使用的是美国采暖、制冷与空调工程师协会（ASHRAE）编制的代号系统。

制冷剂的种类很多，理论上只要能进行气液两相转换的物质，均可作为制冷系统的制冷剂。但寻找制冷效率高且对环境没有污染的制冷剂却很困难，目前使用的 R134a 只是 R12 的替代品，其排放物产生的温室效应仍然对环境有较大的危害。

1. R12 制冷剂的特性

车用空调中曾广泛使用的制冷剂 R12，分子式为 CF_2Cl_2 ，化学名称为二氟二氯甲烷，是一种较为理想的制冷剂，其主要特性如下：

(1) 无色、无刺激性臭味；一般情况下不具有毒性，对人体没有直接危害；不燃烧、无爆炸危险；热稳定性好。

- (2) 在一个标准大气压下, R12 的沸点为 -29.8°C , 凝固温度为 -158°C 。
- (3) R12 对一般金属没有腐蚀作用。
- (4) R12 制冷系统要求使用特制的橡胶密封件。
- (5) R12 有良好的绝缘性能。
- (6) R12 液态时对冷冻润滑油的溶解度无限制, 可以任何比例溶解。这样在整个制冷循环中, 冷冻机油通过 R12 参与循环, 对空调压缩机进行润滑。
- (7) R12 对水的溶解度很小。

在制冷系统中, R12 的含水量不得超过 0.002 5%。若制冷系统中有水, 就会在膨胀阀形成冰塞, 堵塞制冷系统的循环通道, 从而使空调的制冷系统失效。

综上所述可以看出, 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。只是它对大气臭氧层有很强的破坏作用, 因此, 已经被新的制冷剂所替代, 但目前还有很多于 2000 年以前生产的在用车辆空调系统的制冷剂仍为 R12。

2. R134a 制冷剂的特性

长期以来, 汽车空调系统大多采用 R12 作为制冷剂。众所周知, R12 因泄漏而进入大气会破坏地球的臭氧层, 危害人类的健康和生存环境, 引起地球的温室效应。1987 年国际上制定了控制破坏大气层的《蒙特利尔协议》。我国于 1991 年加入该协议, 并决定从 1996 年起, 汽车空调的制冷剂开始使用 R134a, 到 2000 年全部使用 R134a。

R134a 制冷剂的分子式为 CH_2FCF_3 , 是卤代烃类制冷剂中的一种, R134a 制冷剂与 R12 制冷剂相比, 其热力学性能, 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, 具有无色、无臭、不燃烧、不爆炸、基本无毒的特性。

采用新制冷剂 R134a 的汽车空调制冷系统在结构与材料方面, 与 R12 空调系统有很大的区别, 两种制冷系统中的制冷剂是不能互换使用的。这一点, 汽车维修人员必须牢记, 否则, 如果将 R134a 注入 R12 制冷系统, 将会出现空调压缩机工作不正常或制冷剂泄漏等故障。

R134a 空调系统与 R12 空调系统的区别如下:

(1) R12 系统的冷冻机油不能溶于 R134a。如果将 R134a 注入 R12 空调系统, 将会发生液击现象, 从而损坏空调压缩机。R134a 本身与矿物油是不相容的, R134a 系统使用的是合成润滑油, 如 PAG 类润滑油等。

(2) R12 系统的管道 O 形密封圈及压缩机的密封圈采用的是 NBR (丁腈橡胶) 橡胶材料, 而 R134a 能溶解 NBR 橡胶材料, 如果将 R134a 注入 R12 系统, 制冷系统将发生制冷剂泄漏现象。

(3) R12 系统中的干燥剂是硅胶, 而 R134a 的极性与水相似。这样, 如果将 R134a 注入 R12 系统中, 干燥剂会将水与 R134a 一起吸入, 从而造成干燥剂吸水能力大幅度下降, 容易发生冰堵现象。而在 R134a 系统中, 干燥剂的材料是沸石, 它不吸收 R134a, 只吸收水分。

(4) 大负荷时, R134a 系统的压力比 R12 系统的压力高。这样 R134a 系统的压缩机的功率大。两种系统的压力控制参数不同。

(5) 为避免将制冷剂 R134a 与 R12 加错, R134a 系统的维修阀与 R12 系统的维修阀不同, R134a 系统的维修阀采用的是快速接头, 以方便维修操作。同时, 汽车机舱内有明