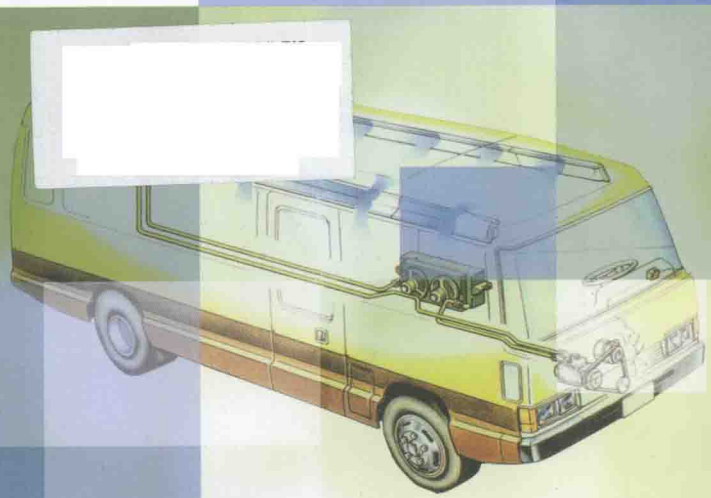
人力资源和社会保障部职业技能鉴定推荐教材

21世纪 高等职业教育 规划教材 双证系列 技师和高级工 应知培训教材

汽车空调结构及维修

主编 阙雄才 陈江平

上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



劳动和社会保障部职业技能鉴定推荐教材
21世纪 高等职业教育 规划教材 双证系列 技师和高级工 应知培训教材

汽车空调结构及维修

主编 阙雄才 陈江平
参编 殷 浩 阙如佳
杨 涛

上海交通大学出版社

内容提要

本书是高职院校制冷与空调、汽车制造与维修专业的高职双证教材，也是中、高级技工的职业技能培训教材。主要内容包括：汽车空调的特点、分类及典型结构；汽车空调用制冷压缩机；汽车空调系统及主要部件；客车空调安装、调试与维修；轿车空调的安装、调试与维修；实际操作技能介绍详细，可操作性强，并提供典型的自动控制系统图和电路图。

本书除了作为高职双证教材和中、高级技工的职业技能培训教材外，也可供制冷与空调、汽车制造与维修行业的技术人员、管理人员和技工的工作参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车空调结构及维修/阙雄才，陈江平主编. —上海：上海交通大学出版社，2014
ISBN 978-7-313-10205-8

Ⅰ. 汽... Ⅱ. ①阙... ②陈... Ⅲ. ①汽车空调—构造—高等职业教育—教材
②汽车空调—维修—高等职业教育—教材 Ⅳ. ①U463.850.3 ②U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 202261 号

汽车空调结构及维修

主　　编：阙雄才　陈江平
出版发行：上海交通大学出版社
邮政编码：200030
出 版 人：韩建民
印　　制：浙江云广印业有限公司
开　　本：787mm×1092mm　1/16
字　　数：550 千字
版　　次：2014 年 1 月第 1 版
书　　号：ISBN 978-7-313-10205-8/U
定　　价：48.00 元

地　　址：上海市番禺路 951 号
电　　话：021-64071208

经　　销：全国新华书店
印　　张：23

印　　次：2014 年 1 月第 1 次印刷

版权所有　侵权必究
告读者：如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话：0573-86577317

21世纪高等职业教育规划教材双证系列编审委员会

制冷与空调专业委员会

主　任：匡奕珍

副主任：徐德胜　崔建宁　陈　礼　谢一风

委　员：（按姓氏笔画排序）

王一农　王　琪　王寒栋　朱　立　刘佳霓　余华明

邵长波　花严红　邹新生　林永敬　林　刚　罗　伦

郑光文　郝瑞宏　聂玉强　逮红杰　徐言生　殷　浩

隋继学　黄　敏　程瑞端　魏　龙

秘　书（兼）：殷　浩

前　言

2004年，教育部对高等职业教育进行改革，提出了“以市场需求为目标，以服务为宗旨，以就业为导向，走产学研结合的发展道路”的指导思想。根据教育部的最新精神，高职教育将以“就业导向、产学结合、改革学制、推行双证、订单培养、打造银领”为工作方针，加快培养社会紧缺的制造业技能型、应用型人才。专家指出，在高等职业教育中实行“双证制度”，将职业资格证书（或技术等级、行业培训证书）制度推向高职院校，用证书推动培养模式和教学内容的改革，既是国外职业教育的历史经验，也是我国发展职业教育的必由之路。

从2004年开始，21世纪高职教材编委会组织了全国各地50多所高职院校的教师，对“高职‘双证课程、加强实训’专业课程体系与教材改革方案”进行研究和论证，制定了30个专业“双证课程”的教材编写计划，并从2007年开始由上海交通大学出版社陆续出版。其中由制冷空调专业委员会组织编写的多种教材已经出版，如《中央空调操作实训》、《制冷与空调自动控制》、《中小型冷库技术》、《制冷原理》、《制冷压缩机》等多种教材已出版。本书是高职院校制冷与空调专业、汽车制造与维修专业的教材之一，也可作为中、高级技工的职业培训教材。

本书主要内容有汽车空调的特点与发展、汽车空调分类与典型结构、汽车空调压缩机、汽车空调系统及主要部件、客车空调安装与调试维修、轿车空调系统安装与调试维修等15章，另还有客车和轿车空调的电路图插页多张。本书内容全面而详尽，并着重介绍汽车空调安装与维修的实际操作技能。

本书由上海交通大学阙雄才教授和陈江平教授主编，苏州经贸职业技术学院殷浩副教授根据高职教材的要求进行改编和统稿，使本教材既能作为高职院校教材，又可作为社会化中、高级技工的应知培训教材。读者可以根据本书的基本知识和基础技能，针对具体的车用空调系统的实际加以融会贯通，从而逐步掌握汽车空调的维修保养技能。

本书编写时参阅和引用了一些文献和企业样本资料，王映峰和李绪泉同志提供了许多有价值的资料，编者在此表示诚挚的谢意。

限于编者的水平，书中存在的不足之处，敬请同行专家与广大读者批评指正。

编　者

2013年3月于上海

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　　录

第 1 章　汽车空调的特点及发展趋势 …… 1

1.1　汽车空调的特点 …… 1

1.2　汽车空调的发展趋势 …… 2

1.3　汽车空调系统的改进方向 …… 4

第 2 章　汽车空调的分类及典型结构 …… 6

2.1　按压缩机的驱动方式分类 …… 6

2.2　按制冷系统的节流方法分类 …… 7

2.3　按制冷剂循环的控制方式分类 …… 8

2.4　按汽车空调蒸发器布置方式分类 …… 9

2.5　汽车空调的其他分类方法 …… 12

2.6　轿车空调系统的典型结构 …… 14

2.7　面包车空调系统的典型结构 …… 19

2.8　大型客车空调系统的典型结构 …… 23

第 3 章　汽车空调用压缩机 …… 29

3.1　汽车空调用压缩机概述 …… 29

3.2　定排量压缩机的主要结构形式 …… 31

3.3　变排量压缩机的主要结构形式 …… 37

3.4　电动压缩机的结构形式 …… 42

3.5　压缩机的接口形式 …… 44

第 4 章　汽车空调的节流膨胀机构 …… 48

4.1　汽车空调的热力膨胀阀 …… 48

4.2　汽车空调的节流短管 …… 55

第 5 章　汽车空调的换热器 …… 57

5.1　换热器性能与材料要求 …… 57

5.2　汽车空调的冷凝器 …… 58

5.3　汽车空调的蒸发器 …… 61

第 6 章 汽车空调用风机和其他部件 …… 65
6.1 冷凝器用风机 …… 65
6.2 蒸发器用风机 …… 66
6.3 通风用风机 …… 67
6.4 贮液干燥器 …… 67
6.5 液气分离器及视液镜 …… 70
6.6 制冷系统的连接部件 …… 72

第 7 章 汽车空调的采暖装置 …… 76
7.1 汽车空调采暖装置的作用与特点 …… 76
7.2 采暖装置的结构形式 …… 76

第 8 章 汽车空调的自动控制系统 …… 84
8.1 轿车空调的自动控制系统 …… 84
8.2 轿车空调的典型控制电路图 …… 99
8.3 客车空调的控制方法及电路图 …… 103
8.4 汽车空调常用传感器及控制元件 …… 107

第 9 章 客车空调系统的安装与调试 …… 120
9.1 适用于 HFC134a 制冷系统的检修工具 …… 120
9.2 顶置式空调机组的安装与调试 …… 124
9.3 后置式空调机组的安装与调试 …… 129
9.4 独立式空调机组的拆装与调试 …… 133

第 10 章 客车空调系统的维护和保养 …… 137
10.1 非独立式空调机组的维护和保养 …… 137
10.2 独立式空调机组的维护和保养 …… 143

第 11 章 客车空调系统故障的判断及排除 …… 155
11.1 客车空调故障的初步判断及依据 …… 155
11.2 客车空调典型故障的判断及排除 …… 157

第 12 章 典型客车空调系统的维修及保养 …… 161
12.1 顶置式机组的空中作业安全 …… 162
12.2 空调系统主要部件的维护步骤 …… 164
12.3 空调系统的维修及保养 …… 169
12.4 客车空调系统部件的拆卸和安装 …… 179

12.5　客车空调系统电动机的拆卸和安装…… 184
12.6　DENSO 客车空调系统的故障诊断与检修 …… 190
12.7　DENSO 客车空调系统的电路图及接线图 …… 197

第 13 章　轿车采暖和通风系统的维修及保养 …… 199
13.1　非独立式采暖系统的维修…… 199
13.2　非独立水暖式采暖系统的保养…… 204
13.3　独立式采暖系统的维修…… 205
13.4　独立式采暖系统的保养…… 207
13.5　轿车风窗玻璃除霜系统的维修…… 207

第 14 章　轿车空调制冷系统的维修详解 …… 209
14.1　汽车空调专用维修工具及使用…… 209
14.2　制冷系统的维护及拆装…… 219
14.3　轿车空调制冷系统的检修…… 226

第 15 章　典型轿车空调系统的检修 …… 293
15.1　雅阁轿车空调系统的检修…… 293
15.2　轿车空调系统的故障诊断与排除…… 319

参考文献…… 338

第 1 章　汽车空调的特点及发展趋势

汽车工业是我国的支柱产业之一，其发展必然会带动汽车空调产业的发展。近十年来，它在我国得到了较快发展，重要的原因之一，是汽车空调作为空调技术在汽车上的应用，它能创造车室内热微环境的舒适性，保持车室内空气温度、湿度、流速、洁净度、噪声和余压等在热舒适的标准范围内，不仅有利于保护司乘人员的身心健康，提高其工作效率和生活质量，而且还对增加汽车行驶安全性具有积极作用。因而，汽车空调技术正成为提高汽车市场竞争能力的重要手段之一，也成了人们生活水平提高和汽车工业发展的重要标志。

自从含氯的氟利昂制冷剂在 20 世纪 70 年代被发现会破坏大气臭氧层，影响人类社会生存环境以后，人们对臭氧层破坏和地球温室效应这些人类生态环境状况便日益重视起来，汽车空调技术如何适应这一环境保护的新要求，更为世人所关注。这些新发展和新要求，也推动汽车空调技术发展，使之成为空调技术的一个重要分支。

1.1　汽车空调的特点

汽车空调使用的特殊性，决定了它在结构、材料、安装、布置、设计、技术要求等方面与普通空调，如建筑物空调，有着较大的差别，其特点如下：

(1) 在动力源的处理上，汽车空调比普通的房间空调要困难得多，至今为止，其压缩机不是靠主发动机就是靠辅助发动机驱动。这就决定了车用空调压缩机，只能采用开启式的结构形式，带来了轴封要求高、制冷剂容易泄漏的问题。当空调压缩机由汽车主发动机驱动时，其制冷能力随车速和负荷的变化较大，制冷剂流量的变化幅度也较大。当汽车慢速行驶或处于

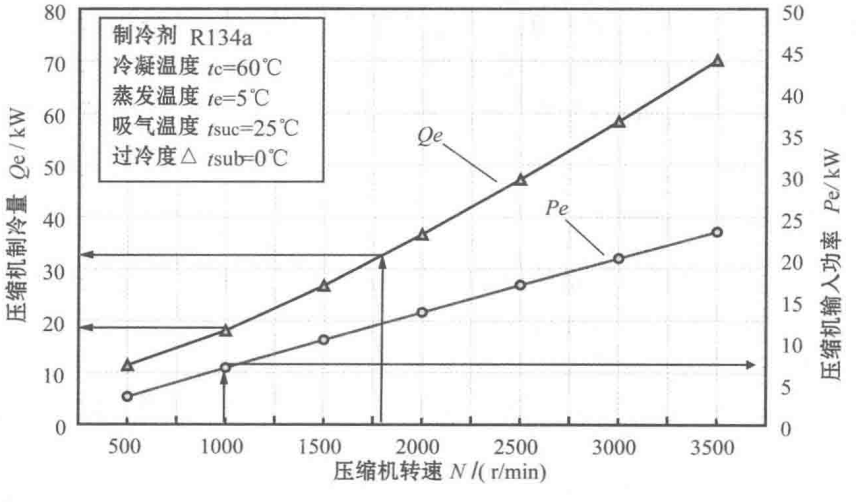


图 1-1　压缩机制冷量与输入功率随转速变化的特性

怠速状态时，其制冷能力较小，难以维持稳定的空调工况，甚至于无法正常工作。如图 1-1 所示，当压缩机转速为 1800r/min 时，制冷量 33kW。当客车处于怠速状态，压缩机转速经怠速提升装置提高到 1 000r/min 时，制冷量就下降为 18kW 左右。显然，如果 33kW 制冷量能满足客车空调负荷需要的话，则制冷量下降到 18kW 就无法使客车车厢温度维持在空调设定的范围内了。

(2) 作为空调的对象，汽车车室容积狭小，人员密集，有的还流动性较大，车身热工性能和密封性能都较差，其热、湿负荷大，气流分布难以均匀，要求所配备的车用空调机组制冷量要大，能降温迅速。

(3) 当汽车空调消耗汽车主发动机的动力时，必须考虑其对汽车动力与操纵性能的影响，也必须考虑由于车速变化幅度大或变化频繁，给空调系统制冷剂流量控制、制冷量控制、系统设计带来的影响。

(4) 汽车本身结构非常紧凑，可供安装空调设备的空间极为有限，不仅对车用空调装置的外形、体积和质量要求较高，而且对其性能和选型也会带来影响。例如，由于冷凝器安装位置有限，会导致冷凝温度较高。

(5) 汽车是运动中的物体，要能适应道路颠簸等各种路况，对包括汽车空调系统各组成部件在内的汽车零部件振动、噪声、安全、可靠等方面的技术要求更严格。

(6) 汽车空调的结构、外观设计和布置，除必须与车身内饰和外观协调、统一，保持整车的完美以外，还必须考虑其对汽车底盘、车身等结构件及汽车行驶稳定性、安全性的影响，这是普通空调设计不会碰到的。

以上这些特点，都对车用空调系统各组成部件的结构、材料、工艺提出更高的要求。汽车空调技术的发展目标，都是围绕如何满足这些要求而展开的。

1.2 汽车空调的发展趋势

在国外，汽车空调技术的发展，不论是汽车空调部件还是汽车空调系统，目前都是围绕着保护环境、提高效率、节能节材、减轻质量、缩小体积、降低振动与噪声、操作维修简便、安全可靠等几方面展开，而且总是与汽车开发同步进行的。比如，未来新型空调系统的开发，就必须适应发动机效率提高(余热量减少)、电气化、混合驱动动力及其他新型零部件使用后导致的空调系统特性的新变化等。

1.2.1 车用空调压缩机

小型空调车的车用压缩机，目前主要采用的是斜盘式、旋叶式、螺杆式和涡旋式等。大型空调车还有用立式活塞压缩机和螺杆压缩机的。国外车用压缩机主要是朝着提高效率(节能)、小型轻量化、提高转速、降低噪声和振动、提高自动化控制程度、实现能量控制等方向发展。原来的直立活塞式发展为斜盘式，进而发展为回转式，现在已开发出高效率的涡旋式压缩机，发展过程经历了四代。另外，还由定排量压缩机发展为可变排量压缩机。可变排量压缩机的容量控制，由以制冷剂气体压力为动力源的气动控制(内部运行信息控制)，发展为电动控制(外部式控制)，不仅可以很好地解决蒸发器的结霜问题，更重要的是，还可以将许多好的控制算法引入汽车空调系统控制中，通过改变控制信号的大小，便可使控制点根据系统的不同运行

工况相应调节压缩机的排量，从而适应各部件的匹配运行。这一发展，满足了对系统实现自动控制的要求，容易达到系统高效率节能运行的目的。

车用空调压缩机除了结构形式上的发展之外，在制造材料上也大量采用铝合金，在结构设计上朝着结构参数、热力参数、性能参数、动力参数优化设计的方向发展。制冷压缩机的形式与结构除了与应用场合有关外，还与其采用的制冷剂性质有关。目前，在研究开发适用 HFC134a 制冷剂的压缩机，并在商业化生产的同时，还大力开展 CO_2 制冷压缩机的研究与开发。

1.2.2　换热器

车用空调换热器金属材料消耗大、体积大，其结构形式、材料性能和制造工艺不仅直接影响汽车的有效空间利用，而且直接影响系统的制冷性能、散热和吸热效果。因此，国外车用空调换热器（蒸发器和冷凝器）主要是朝着如何强化传热、降低热阻、提高换热效率以及减轻质量、缩小体积、提高单位体积的传热面积的方向发展。

1.2.3　节流膨胀机构和其他辅助设备

蒸气压缩式车用空调制冷系统的节流膨胀机构，目前主要有热力膨胀阀和节流短管两种形式。国外车用空调节流膨胀机构，主要朝着结构简单、工作可靠、控制灵敏、提高效率的方向发展。因此，在 F 型热力膨胀阀的基础上，出现了 H 型热力膨胀阀，该阀基本上克服了 F 型膨胀阀灵敏度不够理想、不易实现温度迅速控制、连接感温包的毛细管较长、抗振可靠性受到影响和外平衡膨胀阀平衡管安装麻烦、容易碰坏的不足。一般情况下，采用热力膨胀阀有它的优势，因它不仅可以对制冷剂节流降压，还可以调节其流量，只有常在路况和通行状况较好的地区行驶，车室内温度变化不大、制冷剂流量变化也不是很大的空调系统，才有采用节流短管的趋势。该节流短管虽然只能节流降压，不能象热力膨胀阀那样调节制冷剂流量，但由于没有运动部件、没有感温包、结构简单、工作可靠、成本低廉，为美国大多数高级轿车、部分轻型客车和日本、德国的部分轿车所采用。

贮液干燥器和液气分离器，分别是热力膨胀阀空调系统和节流短管空调系统中不可缺少的辅助设备，其发展主要是从材质上下功夫，一般都用铝合金筒体结构代替原来的钢结构，目的就是尽量减轻辅助设备的质量。

1.2.4　新型环保制冷制冷剂的应用

自从 CFC* 在 20 世纪 70 年代被发现会破坏大气臭氧层以后，人们就一直在寻找热物性与迁移特性和 CFC12 相近的制冷工质。目前，在汽车空调制冷剂中，HFC134a 被普遍认为是 CFC12 较理想的替代物之一。它不含氯原子，臭氧消耗潜能值（ODP）为零（以 CFC12 的 ODP 值为 1.0 计），不燃、无毒，与 CFC12 的热力性质接近，且是一种单工质制冷剂，不会像非共沸或近共沸混合工质那样，因气液相中组分不同而造成泄漏后制冷剂组分的改变。因此，世界各

---

* 为识别制冷剂氟利昂对臭氧层的破坏作用，美国杜邦公司首先提出用 CFC 代表含氟的氟利昂，它是禁用的制冷制；用 HCFC 含氢和氯的氟利昂，目前它是过渡性制冷剂；用 HFC 代表含氢无氯的氟利昂，它不破坏臭氧层，是环保制冷剂。过去，氟利昂用代号 R 表示，如 R12、R22、R134a 等。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

国的汽车空调系统，现在普遍采用 HFC134a 制冷工质来设计与制造。但是，HFC134a 的全球变暖潜能值(GWP)为 1200(以 CO_2 的 GWP 值为 1.0 计)，仍会导致地球的温室效应，因而被认为还不是一种长期的替代工质。

鉴于 HFC134a 的这一不足，过去普遍应用的 CO_2 制冷剂，在 CFC 替代工质的研究中重新引起人们的重视。这主要是 CO_2 制冷剂具有良好的环保特性、传热特性、较低的流动阻力特性和相当大的单位容积制冷量。无疑，成熟的 CO_2 汽车空调系统产品将能更好地满足环境保护和经济运行的要求。

作为制冷剂的碳氢化合物，因其 ODP＝0(以 CFC12 的 ODP 值为 1.0 计)、GWP＝8(以 CO_2 的 GWP 值为 1.0 计)，环保性能优越，气化潜热大(制冷剂充注量可减少)，制冷性能略胜于其他制冷剂，还与矿物油相溶，又容易获得，价格便宜，用它替代 CFCs，原 CFCs 系统可以不作任何改动。因而在欧洲，尤其是德国，也主张用碳氢化合物替代 CFC12 和 CFC22。其普遍推广的主要障碍在于它的可燃性。

1.3 汽车空调系统的改进方向

车用空调技术总是随着环保技术、节能技术和其他相关新技术的发展而发展的。电动车、混合动力车、燃料电池驱动车等低排放环保型汽车的开发，带来了汽车动力不允许车用空调耗功占较大比例的新情况。也给车用空调系统在节能高效、性能可靠方面提出了新课题。而车用空调系统的组成与匹配，跟其所使用的制冷工质，跟空调汽车的种类与用途，以至跟汽车动力的类型又是密不可分的。为了适应这一新情况，为了满足各种空调汽车在环境保护、安全可靠和经济运行等方面的要求，随着新型环保制冷工质的应用和系统仿真与优化、智能化自适应控制等高新技术的发展，随着汽车新型驱动动力和汽车空调用新型制冷循环的不断涌现，车用空调系统必将不断地得到改进和完善。

1.3.1 自动控制技术的应用和提高

自动控制技术在汽车空调领域的应用，与在常规空调装置上的应用相比，发展得比较缓慢。其原因主要是在汽车空调上受到空间尺寸、密封难度与操作特性等限制。最近几年，自动控制技术在汽车空调上的应用有了较大发展。提高车室内每个乘员的热舒适度，实现车室内空气温度、速度、洁净度，甚至于湿度的自适应控制，是汽车空调自动控制技术的发展方向。

1.3.2 热泵型汽车空调系统的应用

热泵型汽车空调系统，由于可以实现夏季制冷、冬季采暖的空调效果，逐渐被一些汽车空调生产厂商所采用。在上海的城市公交空调客车上安装了热泵式汽车空调系统，其制冷与采暖的工况转换，是通过换向阀的控制来实现的。应用结果表明，虽然该系统在能源利用上有它的长处，但是该系统冬季采暖效率较低，需加设水暖加热器来补充，在东北寒冷地区，还会使发动机由于散热水箱的水温过低而无法正常工作。如果制冷工质改用二氧化碳，工质的压缩热要大得多，上述的一些问题就不那么严重，因而在热泵式汽车空调系统使用中，二氧化碳工质很有吸引力。

1.3.3　利用发动机余热的汽车空调系统

汽车发动机工作时，用于动力输出的功，一般只占燃油燃烧总热量的 30%～42%（柴油机）或 25%～30%（汽油机）。以废热形式排除车外的能量，占燃烧总能量的 58%～70%（柴油机）或 70%～75%（汽油机），主要包括循环冷却水带走的热量和尾气带走的热量。排气余热的特点是温度高，它带走的热量占燃烧总热量的 25%～45%（柴油机）或 30%～40%（汽油机），该热量与作为动力的能量大致相当。发动机排气温度一般是 450～550℃，考虑到废气中酸性氧化物的露点腐蚀问题，最终排出汽车体外的尾气温度不应低于 180℃，因而，最终可以利用的废热量，一般为燃烧总热量的 16%左右。如果将此能量取出，用于汽车空调系统的驱动热源，则既可以满足人们对汽车舒适性的要求，又可以在一定条件下提高汽车的经济性，增强其竞争力。

在发动机余热的利用方面，以色列研制了一种贮氢式低温吸附汽车空调系统。同样利用吸附剂的吸附作用，美国 Climatran 公司开发了干燥蒸发冷却式客车空调系统，利用转轮除湿机吸收空气中水分，空气经被吸收冷却、增湿降温后可实现制冷。在 20 世纪 80 年代该公司生产的干燥蒸发冷却式空调系统就在美国装备了 400 辆公交车，由于该系统可利用发动机余热活化干燥器，避免了压缩机制冷系统中压缩机的功耗，因而节能可达 80%以上。但这一系统的不足之处在于：只能适用于天气干燥的地域，且不能在酸性环境中使用。

习题与思考题

1. 汽车空调主要有哪些特点？
2. 汽车空调压缩机主要有哪几种形式？
3. 为了环保，汽车空调系统的制冷剂是哪几种？

第 2 章　汽车空调的分类及典型结构

汽车空调主要由汽车空调制冷系统、采暖系统、送风系统和控制系统组成。为适应各种汽车结构、类型(包括车型种类和动力类型)和用途的匹配需要,汽车空调的组成也会有所不同。不同的制冷系统、采暖系统、空气调节方法和电气控制方法,都会形成不同的汽车空调,因而,也就形成了汽车空调的各种分类方法。本章着重介绍各种类型的汽车空调装置及其典型结构。

2.1　按压缩机的驱动方式分类

汽车空调装置可分为独立式、非独立式、电力驱动式三种类型。

2.1.1　独立式汽车空调装置

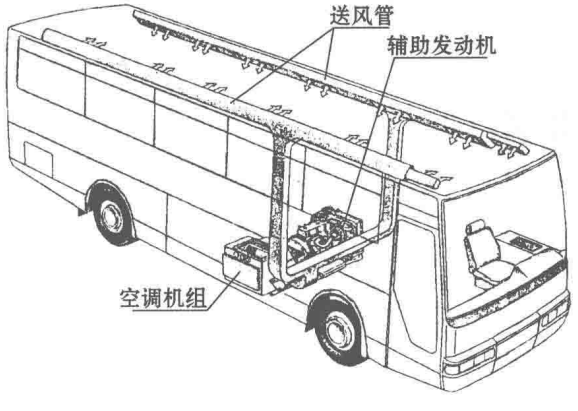


图 2-1　大、中型客车独立整体式空调机组

独立式(又称为主动式)汽车空调装置是指制冷压缩机由独立的汽车辅助发动机驱动的汽车空调装置。这种汽车,除具有作为汽车动力源的主发动机之外,还具有驱动压缩机的辅助发动机,见图 2-1。制冷压缩机由于有专用发动机驱动,其转速不受车速快慢的影响,制冷系统的运行工况容易稳定,车室温度容易满足乘员的舒适度要求。因此,不论客车用途如何,独立式汽车空调装置都可安装使用,特别适合于经常处于低速运行,甚至经常处于怠速状态的客车(比如城市公共交通空调客车)上安装。

2.1.2　非独立式汽车空调装置

非独立式(又称为被动式)汽车空调装置是指制冷压缩机由汽车主发动机驱动的汽车空调装置,见图 2-2。由于制冷压缩机与汽车合用一个动力源,减少了制冷压缩机专用发动机所占的空间与质量,从而也减少了设备成本与维修保养的工作量,还使整车质量的平衡性能良好,而且不需维修辅助发动机,噪声也较小。但是,汽车空调制冷系统的运行与汽车的运行将会相互影响。一方面,制冷压缩机的转速随发动机转速的提高而提高,压缩机的功率消耗也随之增大,如果主发动机的功率不富裕,反而影响汽车的加速和爬坡运行,也可能导致发动机过热而熄火。另一方面,当汽车低速或怠速运行时,压缩机的转速也减慢,制冷系统的制冷量将随压缩机转速的减慢而减小,车室温度就会达不到乘员的舒适度要求。

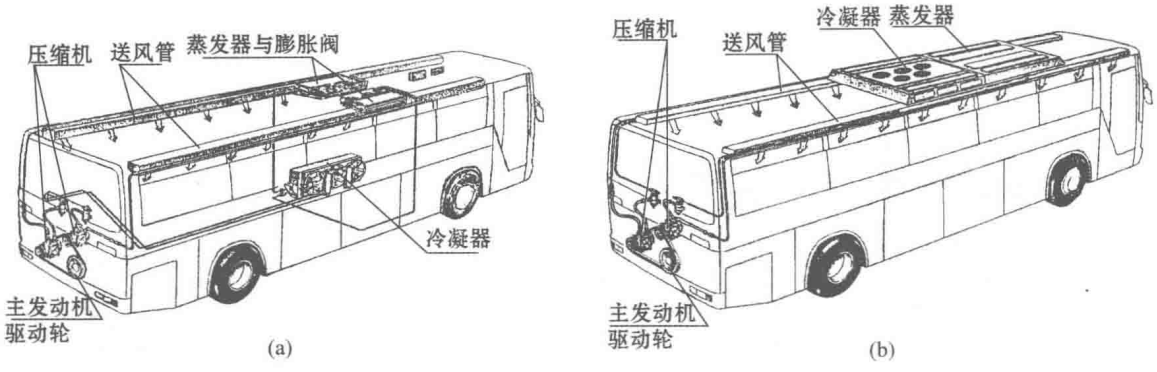


图 2-2　大、中型客车非独立分体式空调机组

(a) 蒸发器内置、冷凝器底置式　(b) 蒸发器和冷凝器顶置式

车外新风与车内回风的混合靠风阀进行调节，使用车内回风有利于节能。新风与回风的混合有单风阀、双风阀两种形式。

2.1.3　电力驱动式汽车空调装置

电力驱动式汽车空调装置是指制冷压缩机由汽车电动机驱动的汽车空调装置。一般它由主发动机、非独立式空调组件(包括全封闭或半封闭压缩机、冷凝器及其风机、节流机构和蒸发器及其风机)、充电发电机，以及将电瓶提供的 12V 或 24V 直流电源进行滤波、整流并转换为 96V、200V 或 320V 三相交流电(不同于一般的正弦波交流电)功能的压缩机电源等部件所构成。由于用电力驱动，压缩机就可以采用全封闭或半封闭的结构形式，从而可以减少整个制冷系统制冷剂的泄漏，克服了非独立式与独立式汽车空调装置采用开启式压缩机带来的制冷剂容易泄漏和轴封技术等问题。另外，压缩机安装位置所受到的限制较小，压缩机的排量也可以随着车厢内温度、热负荷等参数的变化，通过相应地调整压缩机转速来控制，排除了车速等不可测因素的影响。

2.2　按制冷系统的节流方法分类

汽车空调装置按制冷系统的节流方法分，有离合器热力膨胀阀系统(CCTXV 系统)和离合器节流短管系统(CCOT 系统)两类。

2.2.1　离合器热力膨胀阀系统(CCTXV 系统)

在汽车空调制冷系统中，若制冷剂是用热力膨胀阀节流膨胀降压，其流程又是从冷凝器流出后，先通过贮液干燥器，才经热力膨胀阀节流膨胀降压，再流入蒸发器，在蒸发器中蒸发吸热，产生制冷效应后就直接流回压缩机的，这种系统称为离合器热力膨胀阀系统。在这一系统中，热力膨胀阀不仅可以起到节流降压的作用，还可以起到调节制冷剂流量的作用。当蒸发器热负荷增加或蒸发压力增加时，热力膨胀阀开度增大，制冷剂流量增加，制冷量增大。当制冷剂流量过多，蒸发温度过低，蒸发器表面结霜时，恒温控制器会使离合器脱开，压缩机停转。一

旦蒸发器表面霜层融化，蒸发器温度升高，恒温控制器又使离合器吸合，压缩机重新运转。因此这种系统适用于运行工况变化较大的车用空调装置。图 2-3 为 F 型和 H 型两种热力膨胀阀节流降压的 CCTXV 系统。

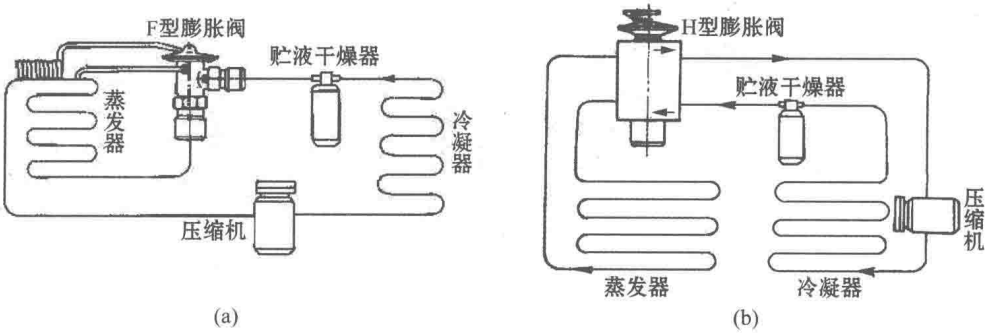


图 2-3 热力膨胀阀节流降压的 CCTXV 系统

(a) F 型热力膨胀阀节流降压的 CCTXV 系统 (b) H 型热力膨胀阀节流降压的 CCTXV 系统

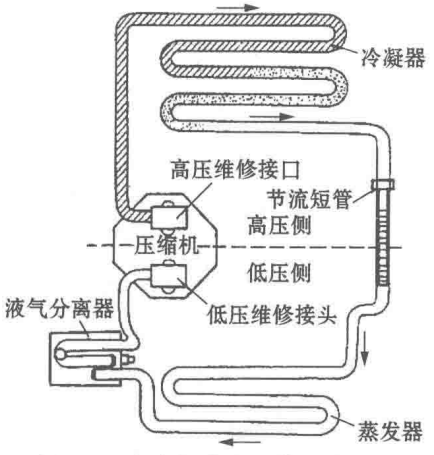


图 2-4 离合器节流短管系统原理图

2.2.2 离合器节流短管系统(CCOT 系统)

在汽车空调制冷系统中，若制冷剂是用节流短管节流降压，其流程又是从冷凝器流出后，直接通过节流短管节流膨胀降压流入蒸发器，在蒸发器中蒸发吸热产生制冷效应后，还需经过液汽分离器才流回压缩机的，这种系统称为离合器节流短管系统。在这一系统中，节流短管只能起到节流降压的作用，无法调节制冷剂的流量，制冷系统的制冷量大小和蒸发器的化霜，只能靠恒温控制器控制离合器的开闭来调节。因此，这种系统只适用于运行工况比较稳定的车用空调装置。图 2-4 为这种系统的原理图。

2.3 按制冷剂循环的控制方式分类

汽车空调按照制冷系统工作达到设定温度时的控制方式分类，可分为循环离合器控制系统和带有蒸发压力调节的吸、排气旁通控制系统两类。

2.3.1 循环离合器控制系统

由汽车主发动机驱动制冷压缩机的(非独立式的)汽车空调装置中，当制冷系统运行使空气温度(车厢内的温度)达到空调温度设定值时，汽车空调装置电气控制系统利用电磁离合器使压缩机与发动机脱开，从而停止压缩机工作，而当空气温度高于设定值时，又使压缩机的电磁合器吸合，从而恢复压缩机运转，这样的汽车空调系统称为循环离合器控制系统。

2.3.2　带有蒸发压力调节的吸、排气旁通控制系统

在汽车空调系统中，吸、排气旁通控制系统的结构比较特殊，它在压缩机的吸、排气管道间有一根管径较小的连通管，上面装有可以启闭的电磁阀。当制冷系统运行使空气温度（车厢内的温度）达到空调温度设定值时，在压缩机继续保持运转状态的情况下，电气控制系统使高、低压制冷剂管路旁通电磁阀打开，压缩机排出的部分气体又从旁通管路经旁通电磁阀进入压缩机的吸气管，从而减少流经蒸发器的制冷剂流量，减小系统的制冷量。而当控制点的空气温度高于设定值时，又使压缩机的高、低压制冷剂管路旁通电磁阀关闭，使整个制冷系统的制冷剂循环量都流经蒸发器，增大系统的制冷量。另外，为防止蒸发器表面由于蒸发温度（蒸发压力）过低而结霜，或防止蒸发压力过高而车厢内降温太慢，常在热力膨胀阀系统的蒸发器和压缩机之间的低压管路上，安装蒸发压力调节阀，或导阀控制蒸发压力调节阀（见图 2-5），或在冷凝器到蒸发器的液体管路及蒸发器到压缩机的低压气体管路之间，靠近蒸发器的地方，安装由导阀控制蒸发压力调节阀、MOP（最大工作压力）式热力膨胀阀、贮液干燥器等组成的组合（VIR）阀（见图 2-6）。这样的汽车空调系统称为带有蒸发压力调节的吸、排气旁通控制系统。

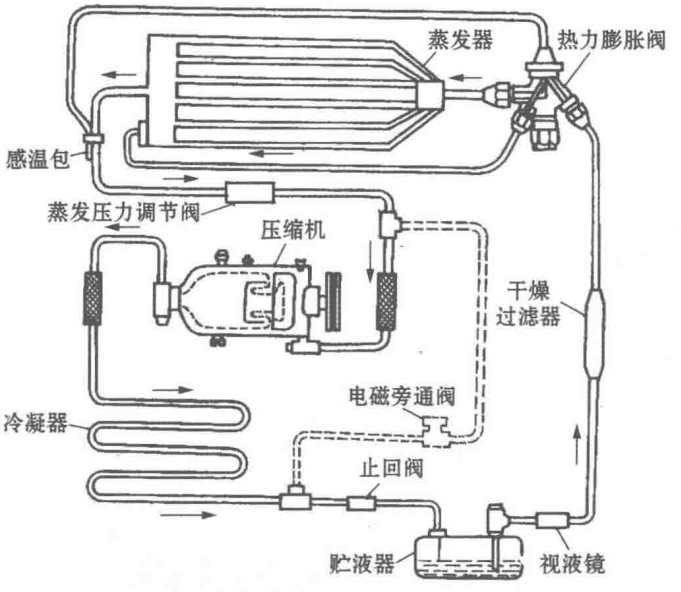


图 2-5　蒸发压力调节阀控制蒸发压力的系统

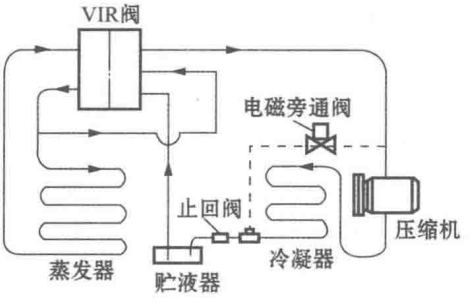


图 2-6　组合阀控制蒸发压力的系统

2.4　按汽车空调蒸发器布置方式分类

按汽车空调蒸发器布置方式分类，车用空调按空调蒸发器的安装位置可分为顶置式、后置式、底置式、内置式空调机组等。

2.4.1　顶置式空调机组

所谓顶置式（又称天井式）空调机组，一般是指蒸发器安装在车外顶部的汽车空调机组，这

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com