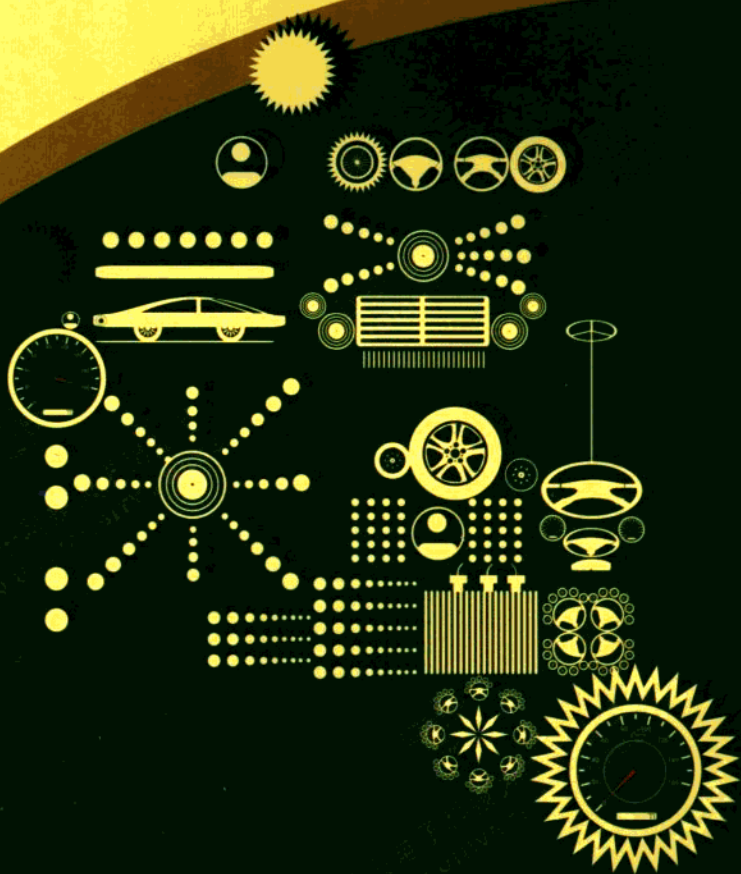


面向
21
世纪

中国高等职业技术教育研究会推荐
机电类专业高职高专规划教材

汽车空调

李祥峰 主编
陈林山 主审



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

中国高等职业技术教育研究会推荐

面向 21 世纪机电类专业高职高专规划教材

汽 车 空 调

李祥峰 主编

陈林山 主审

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书全面、系统地介绍了现代汽车空调系统的结构、组成、工作原理、维修和故障诊断技术。全书共分8章,第1、2章介绍了汽车空调的组成、分类、工作特点以及空调制冷技术基础知识;第3、4、5、6章分别介绍了汽车空调的制冷系统的基本结构,通风、取暖与配气系统,电气控制系统和自动控制系统;第7、8章介绍了汽车空调系统的维修、故障诊断与排除方法。书中部分章节附有一定数量的实训项目,使理论知识与实践技能相结合,具有一定的实用价值,便于教学和工程实践。

本书内容翔实,图文并茂,通俗易懂,可作为高职高专院校汽车运用与维修专业及相关专业的教材,也可作为学习现代汽车空调技术的培训用书,还可供汽车维修技术人员、汽车生产和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车空调 / 李祥峰主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2006. 9

面向 21 世纪机电类专业高职高专规划教材

ISBN 7-5606-1722-0

I. 汽… II. 李… III. 汽车—空气调节设备——高等学校: 技术学校—教材 IV. U463.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 087610 号

策 划 马晓娟

责任编辑 杨艳利 马晓娟

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 13

字 数 301 千字

印 数 1~4 000 册

定 价 16.00 元

ISBN 7-5606-1722-0 / U·0004

XDUP 2014001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

序

进入 21 世纪以来,随着高等教育大众化步伐的加快,高等职业教育呈现出快速发展的形势。党和国家高度重视高等职业教育的改革和发展,出台了一系列相关的法律、法规、文件等,规范、推动了高等职业教育健康有序的发展。同时,社会对高等职业教育的认识在不断加强,高等技术应用型人才及其培养的重要性也正在被越来越多的人所认同。目前,高等职业教育在学校数、招生数和毕业生数等方面均占据了高等教育的半壁江山,成为高等教育的重要组成部分,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。

在高等职业教育大发展的同时,必须重视内涵建设,不断深化教育教学改革。根据市场和社会的需要,不断更新教学内容,编写具有鲜明特色的教材是其必要任务之一。

为配合教育部实施紧缺人才工程,解决当前机电类精品高职高专教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会在前两轮联合策划、组织编写了“计算机、通信电子及机电类专业”系列高职高专教材共 100 余种的基础上,又联合策划、组织编写了“数控、模具及汽车类专业”系列高职高专教材共 60 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取在教育部精品专业或示范性专业(数控、模具和汽车)的高职高专院校中公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材着力把握高职高专“重在技术能力培养”的原则,结合目标定位,注重在新颖性、实用性、可读性三个方面能有所突破,体现高职高专教材的特点。第一轮教材共 36 种,已于 2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材奖。第二轮教材共 60 余种,在 2004 年已全部出齐,且大都已重印,有的教材出版一年多的时间里已重印 4 次,反映了市场对优秀专业教材的需求。本轮教材预计 2006 年全部出齐,相信也会成为系列精品教材。

教材建设是高职高专院校基本建设的一项重要工作,多年来,各高职高专院校都十分重视教材建设,组织教师参加教材编写,为高职高专教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职高专教材的建设起步时间不长,还需要做艰苦的工作,我们殷切地希望广大从事高职高专教育的教师,在教书育人的同时,组织起来,共同努力,为不断推出有特色、高质量的高职高专教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

2005 年 10 月

李宗尧

面向 21 世纪

机电类专业高职高专规划教材

编审专家委员会名单

主任：刘跃南（深圳职业技术学院教务长，教授）

副主任：方新（北京联合大学机电学院副院长，教授）

刘建超（成都航空职业技术学院机械工程系主任，副教授）

杨益明（南京交通职业技术学院汽车工程系主任，副教授）

数控及模具组：组长：刘建超（兼）（成员按姓氏笔画排列）

王怀明（北华航天工业学院机械工程系主任，教授）

孙燕华（无锡职业技术学院机械与汽车工程系主任，副教授）

皮智谋（湖南工业职业技术学院机械工程系副主任，副教授）

刘守义（深圳职业技术学院工业中心主任，副教授）

陈少艾（武汉船舶职业技术学院机电工程系主任，副教授）

陈洪涛（四川工程职业技术学院机电工程系副主任，副教授）

钟振龙（湖南铁道职业技术学院机电工程系主任，副教授）

唐健（重庆工业职业技术学院机械工程系主任，副教授）

戚长政（广东轻工职业技术学院机电工程系主任，教授）

谢永宏（深圳职业技术学院机电学院副院长，副教授）

汽车组：组长：杨益明（兼）（成员按姓氏笔画排列）

王世震（承德石油高等专科学校汽车工程系主任，教授）

王保新（陕西交通职业技术学院汽车工程系讲师）

刘锐（吉林交通职业技术学院汽车工程系主任，教授）

吴克刚（长安大学汽车学院教授）

李春明（长春汽车工业高等专科学校汽车工程系副主任，教授）

李祥峰（邢台职业技术学院汽车维修教研室主任，副教授）

汤定国（上海交通职业技术学院汽车工程系主任，高讲）

陈文华（浙江交通职业技术学院汽车系主任，副教授）

徐生明（四川交通职业技术学院汽车系副主任，副教授）

韩梅（辽宁交通职业技术学院汽车系主任，副教授）

葛仁礼（西安汽车科技学院教授）

顾培钦（广东交通职业技术学院汽车机械系主任，副教授）

项目策划：马乐惠

策划：马武装 毛红兵 马晓娟

前 言

随着汽车技术的不断发展,人们对汽车舒适性、安全性、可靠性的要求越来越高,空调系统已成为现代汽车的标准装备。由于汽车电子技术的高度发展和在轿车上的广泛应用,空调系统的结构越来越复杂,控制部分的电子化程度也越来越高,许多高级轿车已采用了微机控制的自动空调系统。同时,为适应环保要求,制冷剂也已经更新换代。总之,汽车空调的日益普及和不断创新,已使它成为汽车行业一个新的发展方向。

另一方面,我国的高等职业技术教育也在快速发展。我国加入 WTO 以后,正面临着人才资源的全球性竞争,高等职业技术教育要适应现代化建设和国际竞争的需要,就要尽快为国家培养出大批符合市场需求的、有熟练技能的高等技术应用型人才。根据目前高等职业技术教育发展的趋势,结合汽车维修及检测等专业的教学需要,并为了使广大汽车维修人员系统地掌握现代汽车空调原理和维修技术,我们编写了此书。

本书内容深入浅出,系统地阐述了现代汽车空调系统的结构、工作原理、维修和故障诊断技术。其中车型以轿车为主,重点介绍了现代汽车空调自动控制系统的原理与故障诊断技术。全书共分 8 章,第 1、2 章介绍了汽车空调的组成、分类、工作特点以及空调制冷技术的基础知识;第 3、4、5、6 章分别介绍了汽车空调制冷系统的基本结构,通风、取暖与配气系统,电气控制系统和自动控制系统;第 7、8 章介绍了汽车空调系统的维修、故障诊断与排除方法。

本书具有两个特点:一是目标明确,即立足于高等技术应用型专业,以培养高等职业技术应用型人才为根本任务;二是特色突出,即以国家职业标准为依据,以培养学生技术应用能力为主线,以“适度、实用、够用”为原则,理论知识和实训项目紧密结合,突出职业教育的功能,力争达到理论与实践的完美结合,知识与应用的有机统一。

本书由邢台职业技术学院李祥峰任主编,曹景升、李英任副主编,参加编写的还有罗新闻、马金刚、张朝山、常保利老师。南京交通职业技术学院的陈林山老师担任了此书的主审。

在编写本书过程中,借鉴和参考了大量国内外汽车厂家的技术资料和相关出版物,在此向相关人员致以诚挚谢意!

由于编者水平有限,书中难免出现错误,敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 汽车空调概述	1
一、汽车空调的基本概念	1
二、汽车空调的发展历程	1
第二节 汽车空调的组成与分类	2
一、汽车空调系统的组成	2
二、汽车空调系统的分类	4
第三节 汽车空调的工作特点	5
一、汽车空调的功能	5
二、汽车空调的特点	5
三、汽车空调的性能指标	6
第二章 汽车空调制冷技术基础	8
第一节 热力学基础知识	8
一、温度	8
二、湿度	9
三、压力与真空度	10
四、汽化与冷凝	10
五、饱和温度与饱和压力	11
六、热量与热容	11
七、显热与潜热	12
八、节流	12
九、制冷能力与制冷负荷	13
第二节 制冷剂	13
一、制冷剂的概念	13
二、R12 制冷剂的特 14 性	13
三、R134a 制冷剂的特性	15
四、R134a 系统与 R12 系统的区别	16
五、制冷剂使用注意事项	16
第三节 冷冻机油	17
一、冷冻机油的作用	17
二、冷冻机油的性能要求	17
三、冷冻机油的性能特点	18
四、冷冻机油使用注意事项	18
第四节 制冷系统的分类	19
第五节 汽车空调制冷系统的工作原理	22

实训项目 制冷系统组成与分类	23
第三章 汽车空调制冷系统基本结构	25
第一节 压缩机	25
一、曲轴连杆式压缩机	26
二、摆盘式压缩机	27
三、斜盘式压缩机	28
四、旋叶式压缩机	31
五、滚动活塞式压缩机	34
六、涡旋式压缩机	36
七、空调压缩机的研究与发展	38
第二节 热交换器	39
一、冷凝器	39
二、蒸发器	42
第三节 储液干燥器与集液器	44
一、储液干燥器	44
二、集液器	45
第四节 膨胀节流装置	46
一、热力膨胀阀	46
二、H 型膨胀阀	50
三、膨胀节流管	51
第五节 吸气节流阀控制的蒸发器压力制冷系统	51
一、吸气节流阀控制的外平衡膨胀阀制冷系统	51
二、先导阀调节的吸气节流阀和外平衡膨胀阀控制的制冷系统(POA 系统)	54
三、组合式先导阀调节的吸气节流阀 POA——罐中阀制冷系统(VIR 制冷系统)	56
第四章 汽车空调通风、取暖与配气系统	58
第一节 汽车通风与空气净化装置	58
一、通风装置	58
二、空气净化装置	59
第二节 汽车空调取暖系统	60
一、余热式取暖系统	61
二、独立燃烧式取暖系统	62
第三节 汽车空调配气系统	63
一、汽车空调配气方式	63
二、汽车空调面板控制	66
三、汽车空调手动和半自动真空控制系统	68
第五章 汽车空调电气控制系统	78
第一节 常用控制装置	78
一、电磁离合器	78
二、恒温器	79

三、压力开关	81
四、过热限制器	83
五、冷却液过热开关和冷凝器过热开关	84
六、环境温度开关	85
七、高压卸压阀	85
八、怠速控制装置	85
九、加速切断装置	87
第二节 汽车空调系统电路	88
一、鼓风机控制	88
二、冷凝器风扇控制	90
三、压缩机控制	94
四、通风系统控制	95
第三节 汽车空调控制电路举例	95
一、上海桑塔纳轿车空调电路	95
二、富康轿车空调电路	96
实训项目 汽车空调电气系统故障诊断	98
第六章 汽车空调自动控制系统	101
第一节 电控气动的自动空调系统	101
一、电控气动半自动空调系统	101
二、电控气动全自动空调系统	104
第二节 微机控制的自动空调系统	105
一、微机控制自动空调系统的功能	105
二、微机控制自动空调系统的组成	105
三、微机控制自动空调系统的工作原理	106
第三节 汽车空调自动控制系统的输入元件	115
一、车内温度传感器	115
二、车外温度传感器	117
三、阳光传感器	118
四、蒸发器温度传感器	120
五、水温传感器	121
六、空调压缩机转速传感器	122
第四节 汽车空调自动控制系统的执行元件	122
一、混合门伺服电机	122
二、模式门伺服电机	126
三、进气门伺服电机	130
实训项目 帕萨特 B5 轿车自动空调控制系统检测	130
第七章 汽车空调系统的维护及检修	140
第一节 汽车空调系统的使用与维护	140
一、汽车空调系统的正确使用	140

二、汽车空调系统的维护	141
第二节 专用维修工具及设备	144
一、歧管压力表	144
二、检漏设备	146
三、制冷剂注入阀	149
四、检修阀和气门阀	150
五、专用成套维修工具	152
六、真空泵	152
七、其他检修工具	153
第三节 汽车空调制冷系统维修操作技能	153
一、维修操作注意事项	154
二、检测系统压力	154
三、空调制冷系统检漏	155
四、制冷剂排空	157
五、空调制冷系统抽真空	158
六、制冷系统充注制冷剂	158
七、加注冷冻机油	161
第四节 汽车空调总成零部件检修	163
一、压缩机检修	163
二、其他总成零部件检修	163
实训项目一 汽车空调制冷系统压力检测	164
实训项目二 空调系统的基本维修技能	167
第八章 汽车空调系统的性能测试与故障诊断	169
第一节 汽车空调性能测试	169
一、空调系统维修后的外观检查	169
二、空调性能测试	170
三、道路实验	172
第二节 汽车空调故障诊断	172
一、基本诊断法	172
二、压力表诊断法	176
三、故障表诊断法	178
四、流程图诊断法	181
第三节 自动空调故障诊断	182
一、自动空调故障诊断的特点和基本方法	182
二、广州本田雅阁轿车自动空调故障诊断	183
实训项目一 空调系统不制冷的故障诊断	191
实训项目二 空调系统制冷不足的故障诊断	193
实训项目三 空调系统异响或振动的故障诊断	196
参考文献	198



第一章 绪 论

第一节 汽车空调概述

一、汽车空调的基本概念

空调即空气调节,是指在封闭的空间内,对空气温度、湿度、流速及空气的清洁度进行部分或全部调节的过程。

空调是汽车现代化标志之一,已成为现代汽车的标准装备。汽车空调的基本功能是在任何气候和行驶条件下,改善驾驶员的劳动条件和创造舒适的环境。随着汽车技术的不断发展,对舒适性的要求越来越高。舒适性是由人对车内的温度、湿度、空气流速、含氧量、有害气体含量、噪声、压力、气味、灰尘、细菌等参数指标的感觉和反映来决定的。现代汽车空调就是将车内空间的环境调整到人体最适宜的状态,创造良好的劳动条件和工作环境,以提高驾驶员的劳动生产率和行车安全。同时,保护乘员的身体健康,利于乘员旅游观光、学习或者休息。为此,现代汽车空调系统必须具备完善的功能,以及完成这些功能所需要的装置。这些装置既可单独使用,也可综合使用,以完成空气调节工作。

二、汽车空调的发展历程

汽车空调的功能是随着人们对汽车舒适性要求的不断提高,而从低级到高级,由功能简单向功能齐全方向发展的,其历程可以概括为以下五个阶段。

第一阶段:单一供暖。1925年,首先在美国出现了利用汽车冷却液通过加热器来取暖的系统。1927年发展为具有加热器、鼓风机和空气滤清器等的比较完整的供热系统。目前,在国内大部分货车上仍然使用单一取暖系统。

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了机械制冷降温空调器,成为汽车空调的先驱。目前,在热带、亚热带地区,汽车空调仍然使用单一制冷系统。

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器,汽车空调才基本上具有了调节控制车内温度、湿度的功能。随着汽车空调技术的改进,目前的冷暖一体化空调基本上具有降温、除湿、通风、过滤、除霜等功能。冷暖一体化系统是目前使用量最大的一种汽车空调系统。

第四阶段:自动控制。冷暖一体化汽车空调需要人工操作,这显然增加了驾驶员的工作量,同时控制质量也不太理想。1964年,美国通用汽车公司将自动控制的汽车空调安装在凯迪拉克轿车上。这种装置使用了电子控制的方法,只要预先设定好温度,机器就能自



动地在设定好的温度范围内工作,达到调节车内空气温度等的目的。

第五阶段:微机控制。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开发了微机控制的汽车空调系统,于1977年同时安装在各自生产的汽车上。随着微电子技术的发展,微机控制的汽车空调的功能不断增加和完善,实现了控制显示数字化,冷、暖、通风三位一体化,故障诊断智能化。目前,高档轿车全自动空调已经与车身计算机系统组成局域网络,计算机可以根据车内、外的环境条件,自动控制空调系统的工作,实现空调运行与汽车运行的相关统一,极大地提高了调节效果,节约了燃料,从而提高了汽车的整体性能和舒适性。

我国汽车空调工业的发展大致经历了三个阶段:

第一阶段是从20世纪60年代初到20世纪70年代末,主要是利用汽车发动机排出的废气或冷却循环水产生的热量来采暖。

第二阶段是从20世纪80年代初至20世纪90年代初。20世纪80年代初期,我国从日本购进制冷降温用的汽车空调系统,装配在红旗、上海等小轿车和豪华大客车上;20世纪80年代中后期,我国一汽及上海、北京、广州、佛山等地的汽车厂从日本、德国引进先进的空调生产线和空调生产技术,生产大、中型客车,轻型车及轿车的空调系统。

第三阶段是从20世纪90年代开始到日前。国内一批形成生产规模的汽车空调制造企业,分别从国外引进最先进的压缩机、冷凝器和蒸发器的生产技术和生产线,同时按照《蒙特利尔议定书》和《中国消耗臭氧层物质逐步淘汰国家方案》的要求,促进汽车空调制冷系统工质由R12向R134a的转换。至此,我国汽车空调技术在短时间内接近了世界先进水平。

第二节 汽车空调的组成与分类

一、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、取暖系统、配气系统、控制电路四大部分组成。严格地说,还应包括空气净化系统。高级轿车装备有碳罐、空气滤清器和静电除尘式净化器等一套较完整的空气净化系统,而在普通型轿车中,空气净化的任务则由蒸发器直接完成。

1. 制冷系统

制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器(或集液器、积累器)、膨胀阀(或膨胀节流管、孔管)、蒸发器、冷凝器散热风扇、制冷管路、制冷剂等组成,如图1-1所示。

各部件由下列三种管路连成空调系统:

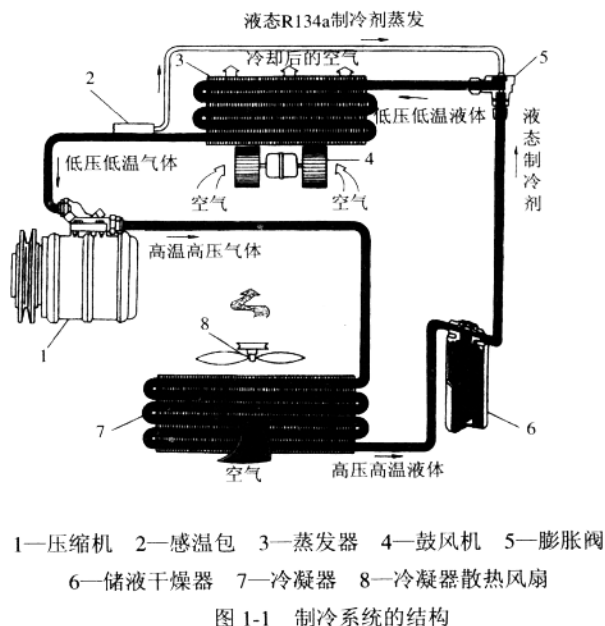
- (1) 高压软管,用于连接压缩机和冷凝器;
- (2) 液体管路,用于连接冷凝器和蒸发器;
- (3) 回气管路,用于连接蒸发器和压缩机。

使用集液器的系统必须把它装在蒸发器和压缩机之间;使用储液干燥器的系统必须把它放在冷凝器和膨胀阀之间。

压缩机输出侧、高压管路、冷凝器、储液干燥器和液体管路构成高压侧;蒸发器、积累器、回气管路、压缩机输入侧和压缩机油池构成低压侧。压缩机是空调系统高、低压侧



的分界点；膨胀阀或孔管是高、低压侧的另一分界点。制冷剂的压缩、冷凝、膨胀和蒸发，是汽车空调的基本过程，而实现这一过程是依靠高、低压侧的各种组件来完成的。



2. 取暖系统

取暖系统是由加热器、水阀、水管、发动机冷却液等组成的，如图 1-2 所示。

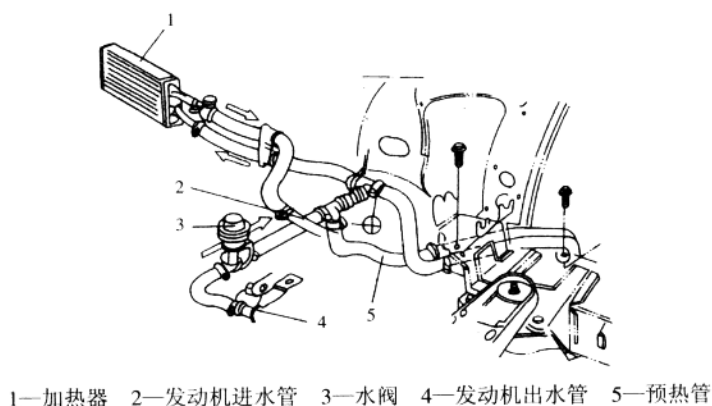


图 1-2 取暖系统基本组成

3. 配气系统

配气系统是由进气模式风门、鼓风机、混合气模式风门、气流模式风门、导风管等组成。汽车室内或室外未经调节的空气，经鼓风机作用送至蒸发器或加热器处，此时已被调节成冷空气或暖空气的空气流，根据风门模式伺服马达开启的角度流向相应的出风口，见图 1-3。

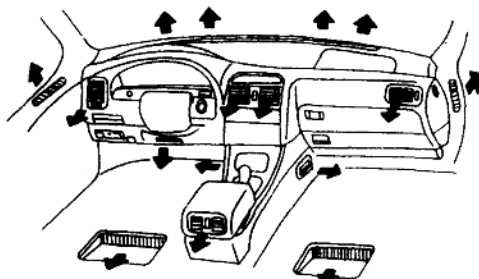


图 1-3 配气系统风门布置图

4. 控制电路

控制电路包括点火开关、A/C 开关、电磁离合器、鼓风机开关、调速电阻器、各种温度传感器、制冷剂高低压力开关、温度控制器、送风模式控制装置、各种继电器等。近几年来，高级轿车上普遍采用了电脑自动控制，大幅度降低了人工调节的麻烦，提高了空调的经济性和调节效果。

目前轿车的空调压缩机都以汽车发动机作为动力源，压缩机的开停由电磁离合器动作决定，而电磁离合器的动作时机是以各种温度、压力、转速等信号为主要参考数据来决定的。为避免蒸发器表面温度过低，造成表面结霜，影响制冷效果，一般设有温度控制器(恒温器)。温度控制器以蒸发器表面温度作为控制信号，控制电磁离合器的动作。如果压缩机温度过高，高压部分会因压力异常升高而损坏，所以设有过热开关或高压压力开关。如果系统制冷剂缺乏，则可能冷冻机油也缺乏，压缩机若在这种干摩擦情况下运转，容易损坏，因此系统必须设有低压压力开关，当系统压力过低时会自动切断压缩机的电源。

对于设有电脑控制的空调系统，其压缩机的开停(或水阀的开启度)可使空调系统处于最经济状态和所要求的各种冷暖状态。

为了解决汽车怠速、加速等运行工况时的动力匹配及水箱冷却问题，以往常常采用中止压缩机运行的办法，近来比较多地采用提高怠速转速的办法。

二、汽车空调系统的分类

1. 按功能分类

汽车空调系统按功能可分为单一功能系统和组合式系统两种。

- (1) 单一功能系统是指冷风、暖风各自独立，自成系统，一般用于大、中型客车上。
- (2) 组合式系统是指冷、暖风合用一个鼓风机、一套操纵机构。这种结构又分为冷、暖风分别工作和冷、暖风可同时工作两种方式，多用于轿车上。

2. 按驱动方式分类

汽车空调系统按驱动方式可分为非独立式系统和独立式系统两种。

- (1) 非独立式系统：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。尤其是低速时制冷量不足，而在高速时制冷量过剩，并且消耗功率较大，影响发动机动力性能。这种类型的汽车空调系统一般多用于制冷量相对较小的中、小型汽车上。



(2) 独立式系统: 空调制冷压缩机由专用的空调发动机(也称副发动机)驱动, 故系统的制冷性能不受汽车主发动机工况的影响, 工作稳定, 制冷量大。但由于加装了一台发动机, 不仅增加了成本, 而且体积和重量也增加了。这种类型的汽车空调系统多用于大、中型客车上。

第三节 汽车空调的工作特点

一、汽车空调的功能

汽车空调的主要功能是调节车内的温度、湿度、气流速度、空气洁净度等, 从而为乘员创造清新舒适的车内环境。

1. 调节车内的温度

汽车空调在冬季利用其采暖装置升高车内的温度。轿车和中、小型客车一般以发动机冷却循环水作为暖气的热源, 而大型客车则采用独立式加热器作为暖气的热源。在夏季, 车内降温则由制冷装置完成。

2. 调节车内的湿度

普通汽车空调一般不具备调节湿度的功能, 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量调节。它通过制冷装置冷却、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。目前在汽车上还没有安装加湿装置, 只能通过打开车窗的方法或利用通风设施, 靠车外新鲜空气来调节。

3. 调节车内的空气流速

空气的流速和方向对人体舒适性影响很大。夏季, 气流速度稍大些, 有利于人体散热降温; 但过大的风速直接吹到人体上, 则会使人感到不舒服。舒适的气流速度一般为 0.25 m/s 左右。冬季, 风速大了会影响人体保温, 因而冬季采暖时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, 应采取上冷下暖的方式, 即让冷风吹到乘员的头部, 暖风吹到乘员的脚部。

4. 过滤和净化车内的空气

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。汽车发动机废气中的一氧化碳、道路上的粉尘、野外有毒的花粉都容易进入车内, 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。一般汽车空调装置上都设有进风门、排风门、空气过滤装置和空气净化装置。

二、汽车空调的特点

汽车空调是以消耗发动机的动力来调节控制车内环境的。了解汽车空调特点, 有利于汽车空调的使用和维修。汽车空调主要有如下特点。

1. 抗冲击能力强

汽车空调安装在运动中的车辆上, 要承受剧烈、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。汽车空调制冷系统极容易发生制冷剂的泄漏,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故障约占全部故障的 80%,而且泄漏频率很高。

2. 动力源多样

空调系统所需的动力来自发动机。轿车,轻型汽车,中、小型客车及工程机械,其空调所需的动力和驱动汽车的动力都来自同一发动机,这种空调系统叫非独立式空调系统;对于大型客车和豪华型大、中型客车,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。非独立式空调系统会影响汽车的动力性能,但比独立式在设备成本和运行成本上都经济。汽车安装了非独立式空调后,耗油量平均增加 10%~20%(和汽车的速度有关),发动机的输出功率平均减少 10%~12%。非独立式汽车空调的采暖系统一般利用发动机的冷却水,独立式空调系统则采用独立的采暖燃烧器。

3. 制冷制热能力强

汽车的制冷制热能力要比较大,其原因在于:

(1) 车内乘员密度大,产生热量多,夏天时热负荷大,而冬天时人体所需的热量也大。

(2) 汽车为了减轻自重,隔热层薄,且汽车的门窗多、面积大,所以汽车隔热性能差,热量流失严重,这就要求制热量大。

(3) 汽车都在野外工作,直接接受太阳的热、霜雪的冷、风雨的潮湿,环境恶劣且千变万化。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,因此制冷系统的制冷剂流量变化大。例如,汽车高速运动时,发动机的转速高达 6000 r/min,而在怠速时仅 600~700 r/min,两者相差 10 倍之多,导致压缩机输送的制冷剂流量变化大。这使得汽车空调设计困难,制冷效果不佳,而且会引起压力过高或者压缩机的液击现象,从而发生事故。

4. 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,而且安装了空调后,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已经比 20 世纪 60 年代时下降了 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 年代增加了 50%。

三、汽车空调的性能指标

1. 汽车空调的热、湿负荷

汽车空调热、湿负荷是确定空调系统送风量和空调设备容量的基本依据。在车内、外的热、湿干扰量作用下,某一时刻进入车内的热量和湿量称为在该时刻的得热量和得湿量。得热量为负值时称为耗热量。

得热量主要由太阳辐射热量,汽车室内外温差引起的经车身壳体、玻璃等传入的热量,人体散热量,车内和发动机等设备散出的热量,以及门窗缝隙密封不严、换气、通风等传入的热量构成。得湿量主要是指人员散湿量。另外,车内设备及其他物品等也有一定散湿量。

为了消除车内多余热量以维持车内温度恒定所需要向车内供应的冷量,称为冷负荷。



反之,为补充车内耗热量所需向车内送入的热量,称为热负荷。为维持车内相对湿度恒定所需消除的多余湿量,称为湿负荷。

车内热、湿负荷的确定要以一定的车内车外空气计算参数为原始数据。通常用两组计算参数来衡量车内空气状态,即空调基数和空调精度。空调基数是指在空调区域内需保持的空气温度基数与相对湿度基数。如车内所要求的湿度 25%,就是空调基数。空调精度是指在空调区域内,空气温度和相对湿度允许的波动幅度。如车内温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$,这里的 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为室内温度允许波动范围,即空调精度。

任何形式的汽车空调都只能在一定的温、湿度范围内进行调节,调节的范围小,空调精度就高。

2. 汽车空调的舒适性参数

人体舒适感与室内空气温度、相对湿度,人体附近的空气流速,围护结构内表面及其他物体表面温度有关。此外,它还和人们的生活习惯、人体活动、衣着情况以及年龄、性格有关。为了判定一套汽车空调的舒适性,需要确定汽车空调的车内参数。这些参数主要包括如下:

(1) 车内平均温度和车内外温差。根据习惯,在满足人体健康条件下,车内温度夏季应尽量提高,冬季应尽量降低。夏季车内每升高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 约减少冷负荷 10%;冬季每降低 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,约减少热负荷 12%。一般 $28\sim 29\text{ }^{\circ}\text{C}$ 是感觉舒适与否的分界点。另外,车内外温差不宜太大,否则也会使乘客感到不舒服。汽车空调车内平均温度推荐值为:夏季为 $25\sim 28\text{ }^{\circ}\text{C}$,冬季为 $15\sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$;夏季车内外温差宜保持在 $5\sim 7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内,冬季车内外温差也不宜太大,应保持在 $10\sim 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内,否则会使乘客感觉太冷或太热,下车易患感冒。

(2) 车内空气相对湿度。车内空气相对湿度一般保持在 50%~70% 为宜,超出此范围,人就会感到干燥或闷热。

(3) 车内气流速度。车内气流速度以夏季不超过 0.5 m/s ,冬季不超过 $0.3\sim 0.35\text{ m/s}$ 为宜。

(4) 车内新鲜空气换气量。为防止人体缺氧,产生疲劳、头痛和恶心等症状,车内每位乘客所需新鲜空气量应为 $20\sim 30\text{ m}^3/\text{h}$,二氧化碳浓度(体积)应保持在 0.1% 以下。

(5) 车内噪声。降低噪声是改善舒适性的一个重要措施。车内最大噪声应控制在 50 dB 以下。

(6) 车内降温、升温速率。它是评价舒适性的重要参数之一。在短时间内车内温度下降太快,人体由于不适应会感到不舒服,严重时会引起感冒。考虑到经济因素和人体健康等原因,一般夏季车内的降温速率宜保持在 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 左右,冬季使用发动机冷却水作热源不存在上述问题。

(7) 车内温度场分布。温度在垂直方向的不均匀度最好控制在 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,这是由人体各部位对同一温度的感觉不同决定的;而在水平方向的空气温度不均匀度最好控制在 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内,这是根据汽车空调实验结构综合考虑后决定的。

(8) 风口布置位置及出风口风速差值。不舒适感与空气的流动方向和吹风的位置有关,后面吹来的气流比前面吹来的更让人感到不舒服。风口布置位置应尽量避免直吹令人感到不舒服的部位。各处风口风速差不宜超过 2 m/s ,否则,会引起车内温度场、速度场分布不均匀,出现气流漩涡。