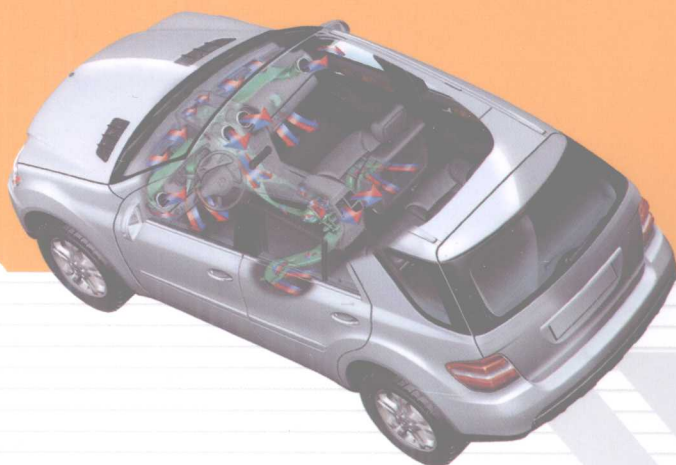




高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

汽车空调结构 原理与维修

QICHE KONGTIAO
JIEGOU YUANLI YU WEIXIU



范爱民 ○ 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

汽车空调结构原理与维修

范爱民 主编



机械工业出版社

本教材结合工作实际,全面、系统地介绍了现代汽车空调的结构、工作原理、检修和维护技术。全书共分8章,内容有:空调的基础知识,汽车空调制冷原理、汽车空调主要部件的结构与工作原理;汽车空调系统的电路与电气设备;自动调节的汽车空调系统;汽车空调通风、取暖与配气系统;汽车空调系统的维护与检修;汽车空调系统维修后的性能检测程序和步骤;汽车空调故障诊断及修理。本教材还针对高职高专学生技能要求的特点,用较多的篇幅介绍汽车空调系统的检修、维护方法和技术规范,书中部分章节附有一定数量的实训项目,使理论与实践技能相结合,使教材具有一定的实用价值,便于指导教学和工程实践。

本教材图文并茂,深入浅出,通俗易懂,可作为高职高专院校汽车检测与维修技术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教材,还可作为汽车驾驶员、汽车空调专业维修技术人员的入门及提高书籍。

图书在版编目(CIP)数据

汽车空调结构原理与维修/范爱民主编. —北京:机械工业出版社,2009.3

高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

ISBN 978-7-111-25885-8

I. 汽… II. 范… III. ①汽车—空气调节设备—结构—高等学校:技术学校—教材②汽车—空气调节设备—车辆修理—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(2008)第205671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:徐巍 刘国明

责任校对:张晓蓉 封面设计:王伟光 责任印制:洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2009年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·13.5印张·332千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-25885-8

定价:28.00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

“高职高专汽车类专业技能型教育规划教材” 编 委 会

主 任 蔡兴旺(韶关大学)

副主任 胡光辉(湖南交通职业技术学院)

梁仁建(广东轻工职业技术学院)

编 委 (按姓氏笔画排序):

万 捷 (北京计划劳动管理干部学院)

马 纲 (江苏城市职业学院)

仇雅莉 (湖南交通职业技术学院)

戈秀龙 (嘉兴职业技术学院)

王 飞 (广州城市职业学院)

王一斐 (甘肃交通职业技术学院)

王海林 (华南农业大学)

刘 威 (北京计划劳动管理干部学院)

刘兴成 (甘肃交通职业技术学院)

纪光兰 (甘肃交通职业技术学院)

何南昌 (广州科技职业技术学院)

吴 松 (广东轻工职业技术学院)

张 涛 (沈阳理工大学应用技术学院)

李幼慧 (云南交通职业技术学院)

李庆军 (黑龙江农业工程职业学院)

李建兴 (宁波城市职业技术学院)

李泉胜 (嘉兴职业技术学院)

陈 红 (广州科技职业技术学院)

范爱民 (顺德职业技术学院)

范梦吾 (顺德职业技术学院)

贺大松 (宜宾职业技术学院)

赵 彬 (无锡商业职业技术学院)

赵海波 (沈阳理工大学应用技术学院)

夏长明 (广州金桥管理干部学院)

钱锦武 (云南交通职业技术学院)

曹红兵 (浙江师范大学高等技术学院)

黄红惠 (江苏城市职业学院)

谭本忠 (广州市凌凯汽车技术开发有限公司)

序 言

据统计,“十一五”期间中国汽车运用维修人才缺口 80 万。未来 5 年汽车人才全面紧缺,包括汽车研发人才、汽车营销人才、汽车维修人才和汽车管理人才等。2003 年,教育部启动了“国家技能型紧缺人才培养项目”,“汽车运用与维修”是其中的项目之一。2006 年,教育部和财政部又启动了国家示范性高等职业院校建设计划,其中的一个重要内涵就是以学生为主体,以就业为导向,建立新的职教课程体系、教育模式与教学内容,而教材建设是最重要的一个环节。

为适应目前高等职业技术教育的形势,机械工业出版社汽车分社召集了全国 20 多所院校的骨干教师于 2007 年 6 月在广东省韶关大学组织召开“高职高专汽车类专业技能型教育规划教材”研讨会,确定了本套教材的编写指导思想和编写计划,并于 2007 年 8 月在湖南长沙召开“高职高专汽车类专业技能型教育规划教材”主编会,讨论并通过了本套教材的编写大纲。

本套教材紧紧围绕职业工作需求,以就业为导向,以技能训练为中心,以“更加实用、更加科学、更加新颖”为编写原则,旨在探索课堂与实训的一体化,具有如下特点:

1. 教材编写理念:融入课程教学设计新理念,以学生为主体,以老师为指导,以提高学生实践职业技能和创新能力为目标,理论紧密联系实际,思想性和学术性相统一。理论知识以够用为度,技能训练面向岗位需求,注重结合汽车后市场服务岗位群和维修岗位群的岗位知识和技能要求,使学生学完每一本教材后,都能获得该教材所对应的岗位知识和技能,反映教学改革和课程建设的新成果。

2. 教材结构体系:根据职业工作需求,采用任务驱动、项目导向的新模式构建新课程体系。理论教学与技能训练有机融合,系统性与模块化有机融合,方便不同学校、不同专业、不同实验条件剪裁选用。

3. 教材内容组织:精选学生终身有用的基础理论和基本知识,突出实用性、新颖性,以我国保有量较大的轿车为典型,注意介绍现代汽车新结构、新技术、新方法和新标准,加强“实训项目”内容的编写,引导学生在“做”中“学”。内容安排采用实例引导的方式,以激发学生的阅读兴趣,符合学生的认知规律。

4. 教材编排形式:图文并茂,通俗易懂,简明实用,由浅入深,深浅适度,符合高职学生的心理特点。每一章均结合人力资源和社会保障部职业资格考试要求,给出复习思考题,使教学与职业资格考试有机结合。

此外,为构建立体化教材,方便教师和学生学习,本套教材配备了实训指导光盘



和多媒体教学课件。实训指导光盘的内容为实训项目的规范性操作录像和相关资料，附在教材中；多媒体教学课件专供任课教师采用，可在机械工业出版社教材服务网（www.cmpedu.com）和中国科技金书网（www.golden-book.com）免费下载。

虽然本套教材的各参编院校在教、学、做一体化教学方面进行了有益的探索，但限于认识水平和工作经历，教材中难免仍有不足之处，恳请各位专家、同行给予批评指正。

高职高专汽车类专业技能型教育规划教材编委会

前 言

随着汽车工业的发展和人们对汽车的舒适性、安全性、可靠性要求的提高,空调系统已成为现代汽车的标准装置。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,特别是计算机与局域网技术的普及与应用,使汽车空调的舒适度与技术性能有了明显的提高。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。

在编写本书时,我们遵照教育部高职高专教材建设的要求,紧紧围绕培养高等技术应用型人才的需要,从人才培养目标的实际出发,以能力为本位,重在技术能力的培养,确定编写思路与教材特色。

本书主要特点有以下几点:

1. 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。因此,在内容的选取上以“适度、够用”为原则。

2. 坚持理论与实践并重、理论与实践相结合的原则,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,其中车型以国产桑塔纳轿车为主。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。

本书由顺德职业技术学院范爱民任主编,参加编写的还有赵良红、敖传宝等老师。韶关学院的蔡兴旺教授担任了此书的主审。本书编写分工如下:第1、2、3、6章以及各章实训部分由范爱民编写;第4、5章由赵良红老师编写;第7、8章由敖传宝老师编写。

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

目 录

序言

前言

第1章 绪论..... 1

1.1 汽车空调的发展历程..... 1

1.2 汽车空调的功能与特点..... 2

1.2.1 汽车空调的功能..... 2

1.2.2 汽车空调的特点..... 3

1.3 汽车空调系统的组成与分类..... 4

1.3.1 汽车空调系统的组成..... 4

1.3.2 汽车空调系统的分类..... 5

1.4 空调系统在汽车上的布置..... 6

1.4.1 小型车辆的汽车空调布置方式..... 6

1.4.2 大中型车辆的汽车空调的 布置方式..... 8

1.4.3 豪华型客车空调的布置方式..... 11

本章小结..... 11

复习思考题..... 13

第2章 汽车空调的制冷原理..... 14

2.1 汽车空调制冷技术基础..... 14

2.1.1 制冷技术基本术语..... 14

2.1.2 空调的制冷方式..... 18

2.2 汽车空调制冷系统的工作原理..... 20

2.3 制冷剂与冷冻机油..... 22

2.3.1 制冷剂..... 22

2.3.2 冷冻机油..... 25

本章小结..... 26

复习思考题..... 28

实训项目一 汽车空调系统常用工具 的使用..... 29

第3章 汽车空调制冷系统构造..... 37

3.1 汽车空调压缩机..... 37

3.1.1 对汽车空调压缩机的要求..... 37

3.1.2 汽车空调压缩机的作用与 分类..... 37

3.1.3 曲轴连杆式压缩机..... 38

3.1.4 摆盘式压缩机..... 40

3.1.5 斜盘式压缩机..... 42

3.1.6 旋叶式压缩机..... 44

3.1.7 滚动活塞式压缩机..... 46

3.1.8 涡旋式压缩机..... 48

3.2 热交换器..... 50

3.2.1 冷凝器..... 50

3.2.2 蒸发器..... 52

3.3 汽车空调节流装置..... 53

3.3.1 节流膨胀阀..... 53

3.3.2 吸气节流阀..... 58

3.4 汽车空调其他辅助设备..... 60

3.4.1 电磁离合器..... 60

3.4.2 电磁阀..... 61

3.4.3 储液干燥器..... 62

3.4.4 集液器..... 63

本章小结..... 64

复习思考题..... 65

实训项目二 汽车空调各部件的检修..... 66

第4章 汽车空调系统的电路与

电器设备..... 71

4.1 汽车空调系统电路..... 71

4.1.1 电源的控制..... 72

4.1.2 压缩机电磁离合器的控制..... 72

4.1.3 空调安全保护控制电路..... 73

4.2 汽车空调温度控制器..... 73

4.2.1 温度控制器..... 73

4.2.2 温度和速度控制电路分析..... 76

4.3 发动机怠速调整装置..... 77

4.3.1 怠速继电器..... 77

4.3.2 怠速转速提高器..... 78

4.3.3 微机控制怠速系统..... 79

4.4 加速切断装置..... 80

4.5 鼓风机控制..... 81

4.5.1 由鼓风机开关和调速电阻 联合控制..... 81

4.5.2 电控模块通过大功率晶体 管控制..... 82

4.5.3 晶体管与调速电阻器组合



型控制	82	6.2.2 独立燃烧式取暖系统	121
4.6 电磁离合器	83	6.3 汽车空调配气系统	122
4.6.1 电磁离合器结构原理	83	6.3.1 汽车空调配气方式	122
4.6.2 电磁离合器控制	84	6.3.2 汽车空调面板控制	125
4.7 压力控制开关	85	6.3.3 汽车空调手动和半自动真空 控制系统	126
4.7.1 高压压力保护开关	85	本章小结	135
4.7.2 低压压力保护开关	86	复习思考题	136
4.7.3 高低压联动保护开关	86	第7章 汽车空调系统的维护与 检修	137
4.7.4 高压卸压阀	87	7.1 汽车空调的正确使用与检查保养	137
4.8 典型汽车空调电路分析	87	7.1.1 汽车空调的正确使用	137
4.8.1 桑塔纳轿车空调系统电路 分析	87	7.1.2 汽车空调的检查保养	139
4.8.2 三菱帕杰罗汽车空调电路 分析	89	7.2 空调系统维修与检测工具	143
本章小结	92	7.2.1 维修工具	143
复习思考题	93	7.2.2 维修设备	144
实训项目三 汽车空调电路、电气系统 故障诊断	94	7.2.3 维修材料及连接配件	152
第5章 自动调节的汽车空调系统	96	7.3 汽车空调系统维修、保养基本 操作技能	153
5.1 电控气动的自动空调系统	96	7.3.1 系统排空	154
5.1.1 半自动电控气动汽车空调 控制	96	7.3.2 系统检漏	154
5.1.2 全自动电控气动汽车空调 控制	100	7.3.3 抽真空	155
5.2 微型计算机控制的自动空调系统	101	7.3.4 加注制冷剂	156
5.2.1 微型计算机控制的自动空调 系统的功能	101	7.3.5 添加冷冻机油	158
5.2.2 微机控制的自动空调器的 组成	101	7.4 汽车空调零部件检修	160
5.2.3 微机控制自动空调系统的工 作原理	103	7.4.1 压缩机的检修	160
本章小结	110	7.4.2 热交换器的检修	164
复习思考题	111	7.4.3 膨胀阀的检修	165
实训项目四 汽车自动空调的故障诊断与 检测维修	112	7.4.4 储液干燥器的检修	166
第6章 汽车空调通风、取暖与配气 系统	117	7.5 汽车空调系统维修后的性能检测 程序和步骤	166
6.1 汽车通风与空气净化装置	117	7.5.1 汽车空调系统维修后的 外观检查	166
6.1.1 通风装置	117	7.5.2 汽车空调系统维修后的 性能测试	167
6.1.2 空气净化装置	118	7.5.3 桑塔纳轿车空调系统检查 方法	172
6.2 汽车空调取暖系统	119	本章小结	172
6.2.1 余热式取暖系统	120	复习思考题	174
		实训项目五 汽车空调制冷系统压力 的检查	175
		实训项目六 汽车空调系统制冷剂的 补充	177



第 8 章 汽车空调故障诊断及修理	179
8.1 汽车空调系统常见故障及分析、 排除方法	179
8.1.1 制冷压缩机不能起动	179
8.1.2 压缩机因缺油而咬死	180
8.1.3 压缩机不能正常自动停转	180
8.1.4 离合器与压缩机断续结合	181
8.1.5 冷气出风温度不够低	181
8.1.6 管路中有噪声	182
8.1.7 其他故障	182
8.1.8 综合检查制冷剂工作情况	183
8.1.9 桑塔纳轿车空调系统常见故障及 排除方法	184
8.2 汽车空调故障诊断排除实例	185
8.2.1 空调压缩机电磁离合器易 烧坏	185
8.2.2 打开空调后, 发动机易熄火	185
8.2.3 空调制冷效果不佳, 补充制 冷剂后不长时间, 制冷效果 又变差	186
8.2.4 空调鼓风机调到高速档、调温 杆拨到最冷处, 制冷效果仍 较差	187
8.2.5 出风口有时有冷气, 有时又 没有冷气	187
8.2.6 空调系统制冷效果差	188
8.2.7 打开空调后, 感觉制冷效果 不佳	188
8.2.8 空调系统制冷效果不佳, 且间歇 制冷	189
8.2.9 出风口喷出热风, 空调不 制冷	189
8.2.10 打开空调时, 冷却风扇不转动, 空调制冷效果差	190
8.2.11 发动机怠速时空调没有冷气输出, 需踩下加速踏板提高发动机转速, 空调才能正常工作	191
8.2.12 空调系统改装后, 空调压缩机离 合器易烧损	191
8.2.13 空调系统储液器上的易熔塞更换 后又熔化	192
8.2.14 前排乘员侧地板易积水	193
8.2.15 刮水器有时不工作, 空调冷风时 有时无	193
8.2.16 使用空调时, 蒸发器上结一层 白霜	194
8.2.17 更换膨胀阀后, 空调制冷效 果差	194
8.2.18 打开空调开关, 空调压缩机不 工作	195
8.2.19 使用空调时, 仪表板中间风口吹 冷风, 两侧风口吹热风	195
8.2.20 蒸发器内的冷凝水排出不通畅, 经常溢到驾驶室内	196
本章小结	196
复习思考题	197
实训项目七 空调系统不制冷的故障 诊断	198
实训项目八 空调系统制冷不足的故障 诊断	201
实训项目九 空调系统异响或振动的故障 诊断	204
参考文献	206

第 1 章



学习目标:

- 了解汽车空调的基本概念与发展历程
- 掌握汽车空调的功用、特点
- 掌握汽车空调的组成与分类
- 学会空调设备在汽车的布置方式

1.1 汽车空调的发展历程

空调是指在封闭的空间内，对温度、湿度及空气的清洁度进行调节控制的设备。

空调是汽车现代化标志之一，现代汽车空调的基本功能是在任何气候和行驶条件下，都能改善驾驶员的工作条件和提高乘员的舒适性。由于汽车空调针对的是车内的人，故偏重于舒适性的要求。舒适性是由人体对车内的温度、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应决定的。现代汽车自动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，以提高司机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。因此，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。

汽车空调的功能是随着人们对汽车的舒适要求不断提高，而从低级到高级、由功能简单向功能齐全方向发展的，其过程可以概括为以下五个阶段：

第一阶段：单一供暖。1925 年首先在美国出现利用汽车冷却液通过加热器的方法取暖，到 1927 年发展到具有加热器、鼓风机和空气滤清器等部件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供暖系统。

第二阶段：单一制冷。1939 年，由美国通用汽车公司首先在轿车上安装带机械制冷降温功能的空调器，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。这种方式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。冷暖一体化汽车空调需要人工操纵，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。这种自动空调装置使用了电子控制方法，只要预先调好温度，机器就能自动地在调定的温度范围内工作，达到调节车内空气的目的。

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微机控制的汽车空调系统，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功能不断地增加和完善，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，计算机根据车内外的环境条件，自动控制空调系统的工作，实现了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最佳舒适性。

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 70 年代末，主要是利用汽车发动机排出的废气或冷却液产生的热量来供给车内采暖。第二阶段是从 80 年代初至 90 年代初。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；80 年代中后期，我国长春、上海、北京、广州、佛山等地的汽车生产厂家从日本、德国引进先进的空调生产线和自动空调技术，生产大中型客车、轻型车及轿车的空调系统。第三阶段是从 90 年代开始到现在。国内有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，普遍完成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。

1.2 汽车空调的功能与特点

1.2.1 汽车空调的功能

汽车空调即汽车室内空气调节的简称，它用以调节车内的温度、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室内的温度。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。但目前在多数汽车上还没有安装加湿装置，只能通过打开车窗或通风设施，靠车外新风来调节。

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，有利于人体散热降



温；但过大的风速直接吹到人体上，也会使人感到不舒服。舒适的气流速度一般为 0.25m/s 左右。冬季，风速太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，即让冷风吹到乘员头部，暖风吹到乘员脚部。

4. 过滤、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和道路上的粉尘、野外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。

1.2.2 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，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空调故障的约占全部故障的 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空调系统；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 $10\% \sim 20\%$ （和汽车的速度有关），发动机的输出功率减少 $10\% \sim 12\%$ 。非独立式汽车空调的采暖系统一般利用发动机的冷却液。独立式空调系统则采用独立采暖燃烧器。

3. 制冷制热能力强

要求汽车的制冷制热能力大，其原因在于：

- 1) 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。
- 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，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，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，所以，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 6000r/min ，而在怠速时才 $600 \sim 700\text{r/min}$ ，



两者相差 10 倍之多，这导致压缩机输送的制冷剂变化大。制冷剂流量变化大，导致汽车空调设计困难，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。现代汽车空调的总质量已经比 20 世纪 60 年代下降了 50%，是原始汽车空调装置质量的 1/4，而制冷能力却比 60 年代增加 50%。

1.3 汽车空调系统的组成与分类

1.3.1 汽车空调系统的组成

汽车安装空调系统的目的是为了调节车内空气的温度、湿度，改善车内空气的流动性，提高空气的清洁度。因此，汽车空调系统主要由以下几部分组成：

(1) 制冷装置 对车内空气或由外部进入车内的新鲜空气进行冷却或除湿，使车内空气变得凉爽舒适。

制冷装置由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器、冷凝器散热风扇、制冷管道、制冷剂等组成，如图 1-1 所示。

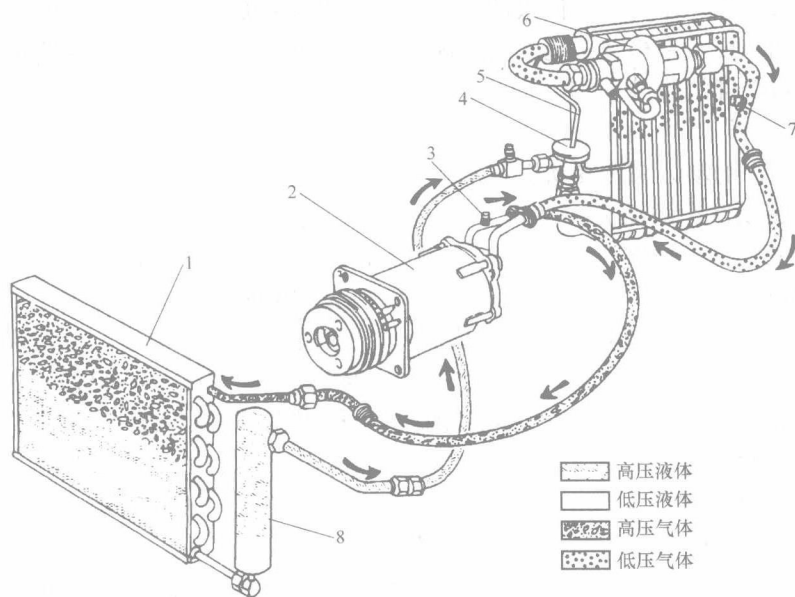


图 1-1 汽车制冷装置结构

1—冷凝器 2—压缩机 3—高压维修阀口 4—膨胀阀 5—蒸发器
6—吸气节流阀 7—低压维修阀口 8—储液干燥器

(2) 暖风装置 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，达到取暖除霜的目的。它由加热器、水阀、水管、发动机冷却液组成，如图 1-2 所示。



(3) 通风装置 将外部新鲜空气吸进车内,起通风和换气作用。同时,通风对防止风窗玻璃起雾也起着良好作用。它由进气模式风门、鼓风机、混合气模式风门、气流模式风门、导风管等组成,如图 1-3 所示。

(4) 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,使车内空气变得清洁。它由车内、外空气交换和车内空气循环两部分组成。

(5) 控制装置 对制冷、取暖和空气配送系统的温度、压力进行控制,同时对车内的温度、风量、流向进行调节,并配有故障诊断和网络通信的功能,完善了控制系统的自动程度。

控制装置包括点火开关、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。近几年来不少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,提高了空调经济性和空调效果。

将上述全部或部分有机地组合在一起安装在汽车上,便组成了汽车空调系统。

在一般的轿车和客、货车上,通常只有制冷装置、暖风装置和通风装置,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。

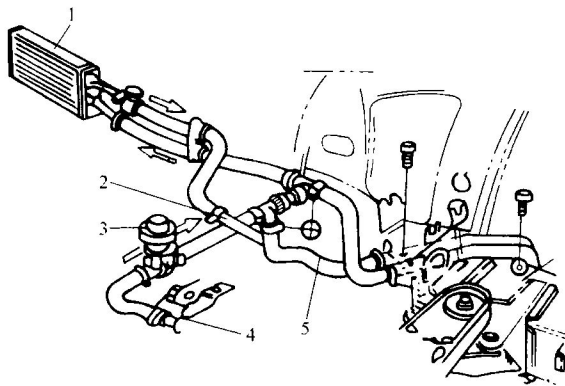


图 1-2 暖风装置供水管路
1—加热器 2—发动机进水管 3—水阀
4—发动机出水管 5—预热器

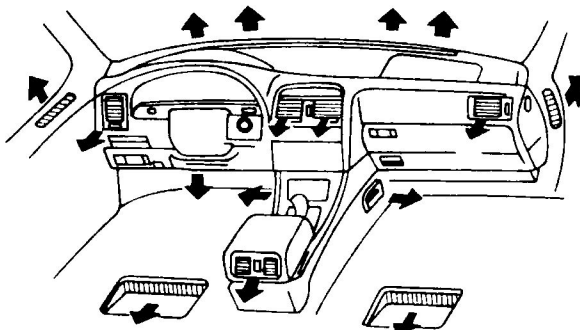


图 1-3 通风装置风门布置图

1.3.2 汽车空调系统的分类

1. 按功能分

汽车空调系统按功能可分为单一功能和组合式两种。

- 1) 单一功能是指冷风、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

汽车空调系统按驱动方式可分为非独立式汽车空调系统和独立式汽车空调系统两种。

(1) 非独立式汽车空调系统 空调制冷压缩机由汽车本身的发动机驱动,汽车空调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。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) 独立式汽车空调系统 空调制冷压缩机由专用的空调发动机(也称副发动机)驱动,故汽车空调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,不仅成本增加,而且体积和质量增加。这种类型的汽车空调系统多用于大、中型客车。

3. 按控制方式分

汽车空调系统按控制方式可分为手动、半自动和全自动(智能)空调系统三种。

(1) 手动空调系统 这类系统不具备车内温度和空气配送自动调节功能,制冷、采暖和风量的调节需要使用者按照需要调节,控制电路简单,通常使用在普及型轿车和中、大型货车上。

(2) 半自动空调系统 这类系统虽然具备车内温度和空气配送调节功能,但制冷、采暖和送风量等部分功能仍然需要使用者调节,它配有电子控制和保护电路,通常使用在普及型或者部分中档轿车上。

(3) 全自动(智能)空调系统 这类系统具有自动调节和控制车内温度、风量以及空气配送方式的功能,保护系统完善,并具有故障诊断和网络通信功能,工作稳定可靠,目前广泛应用在中、高档轿车和大型豪华客车上。

1.4 空调系统在汽车上的布置

1.4.1 小型车辆的汽车空调布置方式

小型车辆一般是指轿车、小型客车。由于空间限制,它们常常采用直联方式驱动压缩机。轿车空调布置如图 1-4 所示。整个装置布置在轿车车头主发动机侧面。压缩机 3 通过主

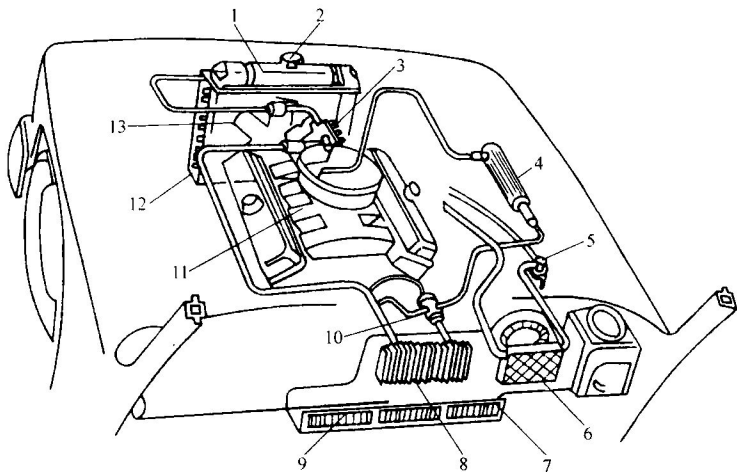
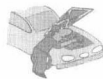


图 1-4 一般轿车空调布置

- 1—散热器 2—散热器盖 3—压缩机 4—储液干燥过滤器 5—热水阀 6—热风送风格栅
7—驾驶室 8—蒸发器 9—冷风送风格栅 10—膨胀阀 11—主发动机
12—冷凝器 13—冷凝器风扇



发动机 11 由 V 带(未注出)带动,系统直联式驱动。冷凝器 12 与散热器 1 安装于发动机之前。冷凝器和散热器由风扇 13 进行风冷。这样轿车行驶时,迎风会增加冷却效果。冷却机组——蒸发器和蒸发器冷却风扇(未注出)布置在操纵面下方,冷风经由蒸发器 8、冷风送风格栅 9 吹入车厢内。采暖时,制冷系统停止运行,热水通过热水阀 5 进入热交换器,用风扇(与蒸发器共用)将吸热后升温的外界空气从热风送风格栅 6 进入车厢内供暖。储液干燥过滤器 4 和自动感温调节制冷剂流量的膨胀阀 10 的安装和管道联接情况图中均已示出。其原则是安装时管道应尽量短,调试维修方便。管道长一方面使流阻增加,另一方面使功耗增大。

直联式布置的小型车辆,压缩机由主发动机带动,为了避免影响主发动机怠速稳定性和汽车加速性能,这类车用的压缩机均采用电磁离合器,这样遇到紧急情况时会自动分离。这类车的空调装置配置的冷凝器大部分都装在主发动机之前,因此散热器散热的效果会受到影响,散热器内的冷却液易沸腾。所以配置时应考虑二者之间的距离,且冷凝器护风圈的间隙亦要小,以防止风量的损失。目前,已采用了在冷凝器前增设风扇的方式,这样除增大风量外,还使冷凝器的冷却不受汽车行驶速度的影响。它的驱动电源由蓄电池供电,一般冷凝采用竖装。

制冷机组一般安装在驾驶室内。这就要设法降低蒸发器和风机出口的阻力,以减少风量损失和降低噪声。小型汽车空调的膨胀阀在出厂之前已调试完毕,一般情况下,无须再进行调整。膨胀阀安装在蒸发器进口处。空调的管道通常采用高压气液通用软管和低压气液通用软管。除考虑防振外,另外亦便于安装布置。如图 1-5 所示,为桑塔纳轿车空调系统制冷循环系统在汽车的布置。压缩机进气管道均采用软管,从储液干燥过滤器至膨胀阀采用的是

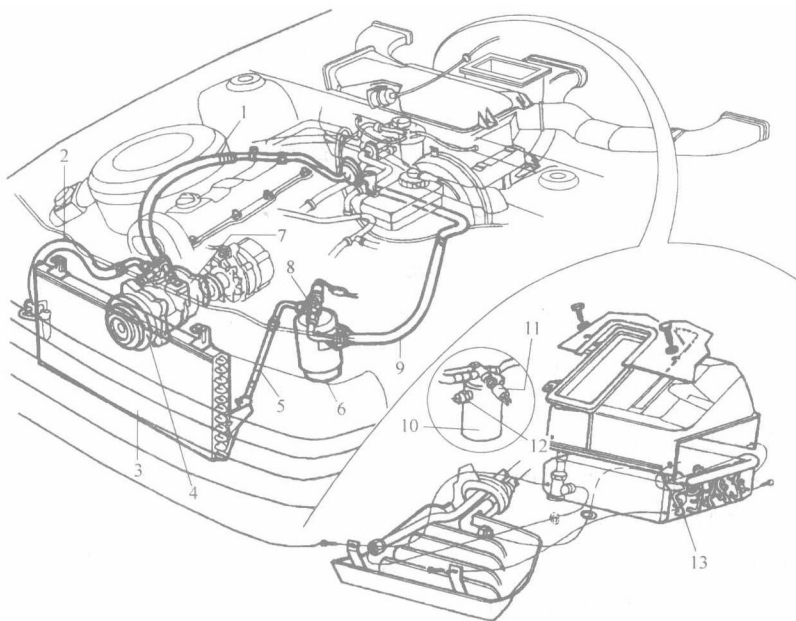


图 1-5 桑塔纳轿车制冷剂循环系统的布置

- 1—压缩机至蒸发器管路 2—压缩机至冷凝器管路 3—冷凝器 4—电磁离合器
5—冷凝器至干燥器管路 6、10—干燥器 7—压缩机 8—观察窗 9—蒸发器至干燥器管路
11—高压开关(1.5MPa) 12—低压开关(0.2MPa) 13—蒸发器