

汽车空调技术

QICHE KONGTIAO JISHU

麻友良 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车空调技术

主 编 麻友良

副主编 王维强

参 编 丁礼灯 董中泽 席 敏

主 审 赵英勋



机械工业出版社

本书全面系统地介绍了汽车空调系统的组成与工作原理、主要部件的结构、空调的使用与维修等,内容包括汽车空调概述、空调基础知识、汽车空调制冷系统、汽车空调采暖系统、汽车空调的通风与空气净化装置、汽车空调的布置与操控、汽车空调的使用与故障检修等。为使本书更具实践指导的作用,书中较为系统地介绍了两种典型汽车空调的组成与故障检修。

本书以实用性为主导,通俗易懂、图文并茂,适合作为车辆工程、汽车服务工程、交通运输等本科专业教材,同时可作为汽车维修、汽车技术服务与营销及其它汽车类专业高职高专教材,也可作为汽车维修技术培训教材和从事汽车使用与维修工作的工程技术人员、工人的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车空调技术/麻友良主编. —北京:机械工业出版社,2009.7
ISBN 978-7-111-27423-0

I. 汽… II. 麻… III. 汽车—空气调节系统 IV. U463.85

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第104006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:赵海青 版式设计:霍永明

责任校对:陈立辉 封面设计:马精明

责任印制:杨曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2009年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15印张·342千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-27423-0

定价:30.00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)88379353

封面无防伪标均为盗版



前 言

随着人们对汽车安全性及舒适性要求的日益提高，空调在汽车上的应用也逐渐普及，汽车空调已成为现代汽车不可或缺的一部分。正因为如此，汽车空调课程已经成为汽车类专业本科和高职高专学生的必修或选修的专业课程。为适应汽车类专业汽车空调技术课程的教学需要，我们在总结多年的汽车空调技术教学经验的基础上，广泛地征集教育同行、已毕业学生、现场工程技术人员等方面的意见，对汽车空调技术课程教学大纲进行了修改，并收集了已有的汽车空调教材以及相关的汽车空调技术书籍，作为本书编写的参考，通过一年多的努力，完成了本书的编写工作。

本书面向非空调专业的学生，在内容组织上以实用性为主导，没有过多地涉及空调的基础理论，重点放在了汽车空调的结构原理和故障检修方面。文字叙述力求深入浅出、通俗易懂，以便使本书在适用于汽车类专业本科“汽车空调”课程教学的同时，也可作为高职高专汽车类专业学生学习汽车空调技术课程的教材。

为了能满足不同教学对象、不同教学目标的需要，本书的内容选取尽可能做到系统、全面，内容编排上也与已有的各类汽车空调教材有所不同，各章节的安排充分考虑到了不同层次教学对象的取舍方便、学习内容与难度的循序渐进。本书前八章介绍了汽车空调概述、空调基础知识、汽车空调制冷系统、汽车空调采暖系统、汽车空调的通风与空气净化、汽车空调的控制电路与保护装置及汽车空调的使用与故障检修。在此基础上，又精选了两种典型的汽车空调（手动空调和自动空调各一例）为实例，简明扼要地介绍了这两种汽车空调的结构特点及故障检修方法，以方便读者通过实例加深理解前面所学的内容，同时，也可使本书更具实践指导意义。

本书由武汉科技大学麻友良教授主编，参加编写的有麻友良（第一章、第二章、第三章、第九章）、王维强（第四章、第五章）、丁礼灯（第六章）、董中泽（第七章）、席敏（第八章）。

在编写本书过程中，我们参阅了大量的书籍和资料，从中得到了许多的启发和帮助，借此，我们向这些作者表示感谢。

由于水平所限，书中难免会有不妥和错误之处，恳望读者予以指正。

编 者



前言

第一章 汽车空调概述	1
第一节 汽车空调的作用与质量评价指标	1
一、汽车空调的作用	1
二、衡量汽车空调质量的指标	1
三、汽车空调的工作环境及要求	3
第二节 汽车空调的发展概况	3
一、汽车空调技术的发展历程	3
二、汽车空调的发展方向	4
第三节 现代汽车空调系统的基本组成与类型	5
一、现代汽车空调系统的基本组成	5
二、汽车空调的类型	6
第二章 空调基础知识	8
第一节 热力学基础知识	8
一、温度	8
二、热量	9
三、湿度	12
四、压力	12
五、汽化与冷凝	13
六、饱和温度和饱和压力	13
七、节流	14
八、制冷能力与制冷负荷	15
第二节 制冷剂与冷冻机油	15
一、制冷剂	15
二、冷冻机油	18
第三章 汽车空调制冷系统	23
第一节 汽车空调制冷系统的组成与工作原理	23

	一、汽车空调制冷系统的基本组成	23
	二、汽车空调制冷系统的工作原理	24
第二节	压缩机	25
	一、汽车空调压缩机的要求与类型	25
	二、往复活塞式压缩机的结构原理	26
	三、旋转式压缩机的结构原理	31
	四、变循环流量压缩机的结构原理	37
	五、压缩机电磁离合器	40
第三节	冷凝器	41
	一、冷凝器的传热方式与工作过程	41
	二、冷凝器的结构形式	42
第四节	蒸发器	44
	一、蒸发器的传热方式与工作过程	44
	二、蒸发器的结构形式	45
第五节	节流装置	47
	一、节流装置的作用与类型	47
	二、热力膨胀阀	47
	三、节流孔管	49
	四、电子节流装置	50
第六节	制冷系统其它辅件	51
	一、储液干燥器	51
	二、气液分离器	51
	三、油分离器	52
	四、检修阀	52
第七节	典型制冷系统	54
	一、离合器恒温膨胀阀制冷系统	54
	二、离合器节流管制冷系统	55
	三、恒温膨胀阀-吸气节流阀控制的制冷系统	57
	四、储液器-阀组合制冷系统	58
	五、热气旁通阀制冷系统	58
第四章	汽车空调采暖系统	60
第一节	汽车采暖系统的作用与类型	60
	一、汽车采暖系统的作用	60
	二、汽车采暖系统的类型	60
第二节	水暖式采暖系统	62
	一、水暖式采暖系统的组成与工作原理	62



二、水暖式采暖装置部件	63
第三节 气暖式采暖系统	65
一、气暖式采暖系统的组成与工作原理	65
二、废气水暖式暖气系统	67
第四节 燃烧式采暖装置	67
一、燃烧直接加热式采暖装置	68
二、燃烧间接加热式采暖装置	69
第五章 汽车空调的通风与空气净化装置	71
第一节 汽车空调通风装置	71
一、汽车空调的通风	71
二、汽车空调的送风方式	73
第二节 空气净化装置	77
一、对粉尘的净化	77
二、空气的除臭、去毒与清新	78
三、空气净化器	79
第六章 汽车空调的布置与操控	82
第一节 汽车空调系统的布置	82
一、轿车空调系统的布置	82
二、客车空调系统的布置	83
三、其它用途汽车空调系统的布置	89
第二节 汽车空调系统的操控方式	91
一、汽车空调手动操控系统	92
二、汽车空调半自动操控系统	94
三、汽车空调全自动操控系统	97
第七章 汽车空调的控制电路与保护装置	102
第一节 汽车空调的电气控制	102
一、汽车空调常用电气控制器件	102
二、汽车空调控制电路	107
第二节 汽车空调的保护装置	108
一、汽车空调的压力保护开关	109
二、汽车空调的过热保护装置	112
三、汽车空调其它保护装置	113
四、独立式汽车空调的安全保护装置	114

第三节	微处理器控制的汽车空调系统 ·····	116
一、	汽车空调电子控制系统的基本组成与控制原理·····	116
二、	汽车空调电子控制系统部件结构原理·····	117
三、	汽车空调电子控制系统电路·····	124
第八章	汽车空调的使用与故障检修 ·····	126
第一节	汽车空调的正确使用与维护 ·····	126
一、	汽车空调使用注意事项·····	126
二、	汽车空调的日常维护·····	127
三、	汽车空调的定期维护·····	128
第二节	汽车空调的故障检测 ·····	130
一、	非独立式汽车空调常见故障现象与原因分析·····	130
二、	独立式汽车空调常见故障现象与原因分析·····	133
三、	汽车空调的直观检查与仪器检测·····	136
四、	制冷系统温度与压力检查·····	138
第三节	汽车空调常见故障诊断程序 ·····	140
一、	汽车空调故障诊断的一般原则·····	141
二、	手动空调系统故障诊断程序·····	141
三、	自动空调系统故障诊断程序·····	144
第四节	汽车空调的维修 ·····	147
一、	汽车空调的检修设备·····	147
二、	汽车空调维修基本操作·····	150
三、	汽车空调系统主要部件的检修·····	156
第九章	典型汽车空调系统的结构与检修 ·····	165
第一节	富康系列轿车空调系统的结构与检修 ·····	165
一、	富康系列轿车空调系统的基本组成·····	165
二、	富康系列轿车空调系统故障检测·····	172
三、	富康系列轿车空调系统部件故障维修·····	174
第二节	本田雅阁轿车空调系统的结构与检修 ·····	190
一、	本田雅阁轿车空调系统的组成·····	190
二、	本田雅阁轿车空调系统故障自诊断·····	193
三、	本田雅阁轿车空调系统常见故障原因分析·····	197
四、	本田雅阁轿车空调系统故障检修·····	199
参考文献 ·····		232

第一章 汽车空调概述

第一节 汽车空调的作用与质量评价指标

一、汽车空调的作用

1. 空调的定义

“空调”是人们非常熟悉的名词，因为许多工作场所和家里都装有空调器（简称空调）。空调即空气调节，空气调节就是对一封闭空间内的空气温度、湿度、清新度等进行调节，使封闭空间的空气环境达到对人体最适宜的状态。

2. 汽车空调的功能

汽车空调是装备在汽车上的空调系统，其作用是调节车内的温度、湿度、空气清新度，用以提高车内驾乘人员的舒适性。

现代汽车所配置的自动空调系统其功能较为完整，它包括了制冷、采暖、通风与空气温度调节、空气净化及自动空气调节等功能。

(1) 制冷功能 通过制冷系统对车内空气或车外进入车内的新鲜空气进行冷却、除湿，使车内达到“凉爽”的舒适程度。

(2) 采暖功能 由采暖系统对车内空气或车外进入车内的新鲜空气进行加热、除湿，使车内达到“温暖”的舒适程度。

(3) 通风与空气温度调节功能 通风系统将车外的新鲜空气引进车内，以达到通风、换气的目的；空气温度调节功能是将冷风、热风、新鲜空气有机地混合，形成适宜的气流供给车内。

(4) 空气净化功能 通过空气净化装置除去进入车内空气中的尘埃、异味，使车内空气变得清洁，目前普通汽车上所用的空调系统通常不具备空气净化功能，或只是简单的除尘过滤，空气净化功能较为完备的空调系统在一些高级轿车或豪华大客车上有较多的应用。

(5) 自动控制功能 现代汽车自动空调系统通过空调的电子控制系统可自动实现制冷、采暖和换气的有机组合，向车内提供冷暖适宜、风量与风向适当的空气，即具有自动对车内环境进行全季节、全方位、多功能的最佳控制功能。

二、衡量汽车空调质量的指标

汽车空调是要使车内空气环境达到对人体最适宜的状态，人对车内空气环境的舒适感

觉与车内空气的温度、湿度、风速及空气的清新鲜度等因素有关，其舒适性指标如表 1-1 所示。

表 1-1 汽车空调环境参数对舒适性影响

影响\参数	温度/℃		相对湿度 (%)	换气量/m ³ /h	风速/m/s	CO ₂ 含量 (%)	CO 含量 (%)
	冬季	夏季					
舒适指标	16 ~ 18	22 ~ 28	50 ~ 70	20 ~ 30	0.2	<0.03	<0.01
不舒适指标	0 ~ 14	30 ~ 35	15 ~ 30 90 ~ 95	5 ~ 10	<0.075 >0.3	>0.03	>0.015
有害指标	<0	>40	<15 >95	<5	>0.4	>10	>0.03

能否将车内的空气调节到人体感觉最舒适的程度，是衡量汽车空调质量高低的标准。

1. 空气温度

空气温度是汽车空调质量最重要的指标。人感觉最适宜的温度是夏季为 22 ~ 28℃，冬季为 16 ~ 18℃。在冬季如果温度低于 14℃，人就会有冷的感觉，温度越低，手脚动作越容易僵硬，操作灵活性会越差，对行车安全会有影响；当温度下降到 0℃ 时，会使人产生冻伤。在夏季如果温度高于 28℃，人体就会有热的感觉，温度越高，头昏脑胀、精神不集中、思维迟钝的情况就会越严重，这容易造成行车事故；如果温度高于 40℃，就会对人体健康造成伤害。

除了温度的高低对人体舒适性的影响外，温度的分布对人体舒适性感觉也有影响。人体适宜的温度分布是头凉足暖，头部的舒适温度比足部要低 1.5 ~ 2℃，温差在 2℃ 左右。

2. 空气湿度

空气湿度是汽车空调质量的另一项指标，人们通常用空气潮湿、空气干燥来表示空气湿度过高或过低。人体适宜的相对湿度夏季为 50% ~ 60%；冬季为 40% ~ 50%。在此湿度范围内，人会感觉舒畅，皮肤光滑、柔嫩。湿度过低（15% ~ 30%），人体皮肤会干燥，衣服与皮肤摩擦产生静电而使人感觉很不舒服；如果湿度太低，则会使人体皮肤因缺水而造成干裂。湿度过高（90% ~ 95%），人体皮肤水分蒸发不出去，干扰人体正常新陈代谢；湿度太高，人会有“闷”的感觉，对人体健康会有不利影响。

3. 空气流速

空气流速也是反映汽车空调质量的参数之一。空气的流动可促进人体内外散热，适宜的空气流速应在 0.075 ~ 0.2m/s 之内。空气低速流动会使人感觉舒适，如果风速过高，人就会有不舒服的感觉。

4. 空气清新鲜度

空气清新鲜度是反映汽车空调质量的另一项指标。清新的空气应该是富氧、少 CO₂ (<0.03%) 和 CO (<0.01%)、少粉尘。由于汽车内空间较小，极易造成空气混浊，使人感觉不适，且对驾乘人员身体健康不利。如果 CO₂ 含量 > 1.0%、CO 含量 > 0.03%，则会严重影响驾乘人员的身体健康。



三、汽车空调的工作环境及要求

汽车空调的工作环境与室内的空调有较大的差别，因而对其有特殊的要求。汽车空调工作环境的特殊性主要有如下几方面。

1. 承受频繁的振动及冲击

汽车在行驶时，车辆的颠簸振动和汽车加减速时的惯性力，使汽车空调系统要承受剧烈而频繁的振动与冲击。因此，汽车空调的零部件应有足够的强度和抗振能力，要求系统管路接头连接牢固，防泄漏能力强。

2. 空调的热负荷大

汽车车内的容积狭小，人员密集，车身的隔热差，环境温度（阳光、风雪等）影响大。这样的工作环境使汽车空调的热负荷远比室内空调大，且气流分布难以均匀。因此，要求汽车空调的制冷量要大，降温要迅速。

3. 需由汽车发动机承担空调动力源

汽车上的空调不可能使用电网的电力，需要用车载发动机作为空调的动力源。对绝大多数非独立式汽车空调来说，发动机既要给空调提供动力，也是汽车的动力源。为节约有限的动力和降低汽车的油耗，要求汽车空调的效率要高。

此外，非独立式汽车空调系统的压缩机由发动机驱动，其制冷能力受发动机转速变化的影响很大。发动机在怠速或低转速工况下，压缩机的转速也低，其制冷能力小，而汽车高速行驶，发动机处于高速运转时，压缩机的转速高，其制冷能力也强。因此，要求汽车空调设备的大小选择和控制要合理，空调既要能满足汽车怠速或低速行驶时的制冷需要，又不会在汽车正常或高速行驶时造成浪费。

4. 汽车结构空间有限

由于汽车本身结构非常紧凑，可供安装空调设备的位置和空间极为有限。因此，要求汽车空调的结构要紧凑，各部件的体积小、重量轻，以便能在有限的空间顺利安装，且安装了空调后，不至于使汽车增重太多，影响其动力性和经济性。现代汽车空调采用了全铝、薄壁结构、多元平流式冷凝器及多缸化新型压缩机，其重量已经比上世纪 60 年代下降了 60%，而制冷能力却增加了 50%。

第二节 汽车空调的发展概况

一、汽车空调技术的发展历程

汽车空调技术是随着汽车的日益普及以及人们对汽车的舒适性、安全性要求的提高而发展起来的。其发展过程可以概括为五个阶段，即：单一取暖→单一冷气→冷暖一体化→自动控制→微处理器控制等五个阶段。

1. 单一取暖阶段

1925 年首先在美国出现了利用汽车发动机冷却液通过加热器取暖的方法，1927 年发



展为由加热器、风机和空气滤清器等组成的较为完整的供热系统；在欧洲，1948年才开始在汽车上使用这种供热系统；在日本的汽车上开始出现供热系统则是在1954年。目前，在寒冷的北欧、亚洲的北部地区仍在使用这种单一取暖功能的空调系统。

2. 单一冷气阶段

1939年美国首先在轿车上安装机械式制冷降温空调，这种单一冷气装置只能在夏天起降温的作用，在1950年美国石油产地的炎热天气使这种单一降温空调汽车得以迅速发展。到了1957年，欧洲和日本也开始在汽车上加装能制冷降温的空调。这种单一冷气功能的空调系统目前仍然在热带、亚热带地区使用。

3. 冷暖一体化阶段

1954年美国通用汽车公司率先在轿车上安装了冷暖一体化空调器，汽车空调才开始具有调控车内温度和湿度的功能。目前的冷暖一体化空调基本上都具有调温、除湿、通风、过滤、除霜等功能，并在各种汽车上得到最广泛的使用。

4. 自动控制阶段

人工操纵的冷暖一体化汽车空调增加了驾驶员的工作量，且不容易实现最佳的空气调节质量。因此，自从冷暖一体化汽车空调出现以后，人们就着手研究自动控制的汽车空调。1964年通用公司率先在轿车上安装了由模拟电子控制器来实现自动控制的汽车空调器；从1972年开始，日本和欧洲的各汽车公司也在其生产的高级轿车上装备了自动空调器。这种自动空调系统可预先设置温度，空调能自动地工作，将车内空气的温度控制在设定的范围之内。

5. 微处理器控制阶段

1973年美国和日本联合研究由微处理器控制的汽车空调系统，并在1977年安装于汽车。相比于模拟控制器控制的自动空调器，微处理器控制的自动空调系统其控制功能提高了，并可实现空调运行与汽车运行的相关统一，从而进一步提高了汽车的整体性能和乘坐的舒适性。这种以微处理器为控制核心的自动空调系统已在中高档轿车上及豪华客车上得到了广泛的使用，并逐渐向普通汽车推广应用。

二、汽车空调的发展方向

1. 自动空调系统日趋普及化

目前汽车上使用的冷暖一体化空调手动控制还占多数，这种空调需要人工操控相应的开关来调节空调温度、风量及风向等。由于仅凭人的感觉来调节，空调温度、湿度及风量等很难控制在最佳状态。而目前已在部分中高档汽车上使用的微处理器控制空调系统则可以根据车内和车外的温度等参数控制空调各系统自动协调地工作，将空调各项指标控制在理想范围之内。随着人们对汽车舒适性要求的进一步提高和微机控制技术的进一步成熟，汽车空调自动控制技术会更加完善，其应用也将迅速普及。

2. 空调系统智能化

为提高汽车的舒适性和安全性，汽车空调在微机化控制的基础上，进一步向着智能化的方向发展。智能化汽车空调系统采用模糊控制技术，除了能分析判断车内空气的



温度、湿度、清新度等参数并自动将车内的空气调整到人体感觉最适宜的状态外，还可根据车内外的温差及车外的气候等情况自动控制空调相关系统工作，以防止汽车风窗玻璃产生雾、霜而影响驾驶员的视线。如果汽车风窗玻璃已产生了霜冻，控制器可自动开启空调相关系统工作迅速除霜，并使车内的温度、湿度等仍保持在最佳状态。

3. 高效节能、小型轻量化

部件结构更加紧凑、效率更高、系统布局更加合理，是汽车空调高效节能、小型轻量化的关键。在压缩机方面，现在还广泛采用的往复式压缩机将会逐渐被制冷效率更高的涡旋式压缩机所取代。在热交换器方面，为提高热交换效率，管片式已逐渐被管带式所取代，进一步的发展是冷凝器采用平流式，蒸发器采用层流式，散热翅片采用超级条缝片，且翅片表面进行亲水膜处理。节流机构将越来越多地采用电子膨胀阀，以使结构更紧凑，并可与汽车空调系统智能控制相匹配。在制冷管路方面，通过优化设计使管路更为合理，并在管路上装配防振橡胶块以防共振等。

4. 采用空调新技术

目前汽车空调制冷基本上都是蒸气压缩式，而实际上制冷方式有多种，如吸收式、吸附式、蒸气喷射式、空气压缩式等。世界各国在优化完善蒸气压缩式空调制冷系统的同时，也在研究与开发其它的汽车空调制冷技术，如氧化物制冷、固体吸附制冷、吸收式制冷等汽车空调系统，充分利用发动机排气余热或冷却液的热量来驱动制冷系统，以达到节能之目的。

第三节 现代汽车空调系统的基本组成与类型

一、现代汽车空调系统的基本组成

现代汽车越来越多地采用冷暖一体化的自动空调系统，这种自动空调器由制冷系统、采暖系统、通风与空气温度调节系统、空气净化装置及电子控制系统等几部分组成。

1. 制冷系统

制冷系统是汽车空调的冷源，蒸气压缩式制冷装置通过压缩机的压缩和抽吸作用，使制冷剂在管路中循环，在低压端（蒸发器）汽化吸热，以降低蒸发器周围空气的温度，并将冷空气送入车内；在高压端（冷凝器处）液化散热，并将吸收了热量的热空气散发到车外大气中。如此，制冷系统工作时通过制冷剂气态与液态相互转换，进行着吸热和放热循环过程，将车内的热量“搬”到了车外，从而降低了车内空气的温度。

2. 采暖系统

采暖系统是汽车空调的热源，利用汽车发动机冷却液、废气的余热或利用燃烧器燃烧产生热量，通过加热器加热进入车内的空气，以提高车内的温度。



3. 通风与空气温度调节系统

通风系统通过鼓风机、进风口风门和风道，将车外的新鲜空气引入车内，达到通风、换气之目的；空气温度调节系统则是通过相应的控制开关和风门控制进风量，并将冷风、热风、新鲜空气有机地混合，形成温度适宜、风量适当的气流送入车内。

4. 空气净化装置

空气净化装置通过某种方式将车内空气中的尘埃、异味及其它有害气体清除掉，以使车内空气变得清新。配备空气净化装置的汽车空调在高级轿车和豪华大客车上应用较多。

5. 控制系统

空调电子控制系统由传感器、控制器及执行机构组成，用于自动调节车内空气的温度、湿度、空气流量和流向，使车内形成冷暖适宜的气流，实现车内环境在各个季节、全方位多功能的最佳调节。

二、汽车空调的类型

不同类型、不同级别的汽车，其装备的汽车空调也会有所不同，因此，现代汽车空调有多种结构类型，现以不同的分类方法予以概括。

1. 按空调压缩机驱动方式分

(1) 独立式空调 独立式汽车空调由专用空调发动机来驱动制冷压缩机。独立式空调系统的制冷量大，工作稳定，但成本高，体积及质量大。独立式汽车空调多用于制冷量较大的大、中型客车上。

(2) 非独立式空调 非独立式汽车空调由汽车发动机直接驱动制冷压缩机。这种汽车空调结构紧凑，其缺点是制冷性能受汽车发动机工作的影响，工作稳定性较差。小型客车和轿车都采用了非独立式汽车空调。

2. 按空调的功能分

(1) 单独功能型空调 单独功能型汽车空调可以有制冷和采暖两种功能，但是该种类型空调是将制冷系统、取暖系统、强制通风系统各自安装、单独操作，互不干涉，多用于大型客车和载货汽车上。

(2) 冷暖一体型空调 冷暖一体型汽车空调的制冷、取暖和通风共用一台鼓风机及一个风道，冷风、暖风和通风在同一控制板上进行控制。冷暖一体型汽车空调结构紧凑，操作方便，多用于轿车上。

3. 按空调系统的调节方式分

(1) 手动调节空调 由驾驶员通过控制板的功能键完成对空调的温度、通风机构和风向、风速的调节。目前这种空调系统在汽车上还占多数。

(2) 自动控制空调 由电子控制器根据各相关传感器的电信号，自动对空调的温度、风量及风向等进行调节，可实现对车内空气环境的全季节、全方位、多功能的最佳调节和控制。自动控制空调又分模拟控制和微机控制两种形式，现代汽车越来越多地采用微机控制的自动空调系统。



思考题

1. 何谓空调？现代汽车空调的作用是什么？
2. 如何评价空调的质量？
3. 根据汽车空调的工作环境对其有哪些要求？
4. 现代汽车空调通常由哪几部分组成？各组成部分的作用是什么？
5. 汽车空调的发展历程可分哪几个阶段？未来的发展方向是什么？
6. 按不同的分类方式，汽车空调有哪些类型？

第二章 空调基础知识

第一节 热力学基础知识

本节只涉及与空调相关的热力学基础知识，熟悉这些热力学基本概念，有助于我们更好地理解汽车空调原理。如果需要系统、深入地了解热力学，请参考其它相关的教材。

一、温度

“温度”用来衡量物体的冷热程度，它是一个抽象的物理量。从宏观上看，当两物体处于热平衡状态时，其某个物理性质完全一样，表征这个物理性质的量就是温度。也就是说，处于热平衡状态的两个物体具有相同的温度。如果两个物体的温度不同，则必然会有热交换，热量会从温度高的物体向温度低的物体传递。从微观上看，温度是物体内部分子运动平均动能大小的度量。物体的温度高，则表示其内部分子动能大，分子运动的激烈程度高。

1. 温标

度量温度的标尺称为温标，有摄氏温标、华氏温标和热力学温标等。我国法定计量单位规定采用的温标为摄氏温标和热力学温标，而欧美国家则采用华氏温标。

(1) 摄氏温标 摄氏温标习惯称摄氏温度，通常用符号 t 表示，其单位符号为 $^{\circ}\text{C}$ 。摄氏温度将标准大气压（101.325kPa）下水的冰点定为 0°C ，水的沸点定为 100°C ，两点之间均分 100 等份，每 1 等份即为 1 摄氏度，记作 1°C 。

(2) 华氏温标 华氏温标习惯称华氏温度，通常用符号 F 表示，其单位符号为 $^{\circ}\text{F}$ 。华氏温度是将标准大气压下的冰点定为 32°F ，水的沸点定为 212°F ，两点之间均分 180 等份，每 1 等份即为 1 华氏度，记作 1°F 。

摄氏温度与华氏温度之间的关系为：

$$F = 1.8t + 32 \quad (^{\circ}\text{F})$$

$$t = (F - 32) / 1.8 \quad (^{\circ}\text{C})$$

(3) 热力学温标 热力学温标也称绝对温度、开氏温度，通常用符号 T 表示，单位符号为 K。热力学温度以自然界最低的温度为零点，称为绝对零度。热力学温标分度与摄氏温度相等，并以水三相点（纯冰、纯水和水蒸气彼此处于平衡共存状态的温度）为基准点，到绝对零度之间的间隔为 273.16 份，每一份称之为 1 开尔文（1K）。水的三相点高于水的冰点 0.01K，因而水的冰点用绝对温度表示为 273.15K，沸点为 373.15K。



绝对温度与摄氏温度之间的关系为：

$$T = 273.15 + t \quad (\text{K})$$

2. 各种温度的定义

(1) 干球温度与湿球温度 所谓干球温度是指用干球温度计测量的空气温度，而湿球温度是指用湿球温度计测量的空气温度。干球温度计和湿球温度计如图 2-1 所示。

在干球温度计的感温球上包裹纱布，纱布的一端置于盛有水的容器中，利用纱布毛细管吸水使感温球湿润，构成湿球温度计。由于湿纱布水分蒸发吸收汽化潜热，湿球温度计测得的湿球温度要低于干球温度计测得的温度值。标准湿球温度测量条件是风速在 3 ~ 5m/s 范围之内。

干湿球温差可反映空气的干燥程度，干湿球温差越大，表示空气越干燥。当干湿球温差为 0 时，空气中所含的水蒸气处于饱和状态（湿度为 100%）。

(2) 露点温度 含有一定量水蒸气的空气在冷却时，其湿度会增加，当空气中的水蒸气达饱和状态，即空气的湿度为 100% 时，再进一步冷却，空气中的部分水蒸气就会凝结成露水。所谓露点温度是指空气开始凝结成露水时的温度。

(3) 冷凝温度 在空调制冷系统中，进入冷凝器的气态制冷剂在适当的高压下会转化为液态（冷凝），在一定的压力下，制冷剂由气态转变为液态的温度称为冷凝温度。

(4) 蒸发温度 在空调制冷系统中，进入蒸发器的液态制冷剂在适当的低压下会转变为气态（沸腾），在一定的压力下，制冷剂“沸腾”，由液态转变为气态的温度称之为蒸发温度。

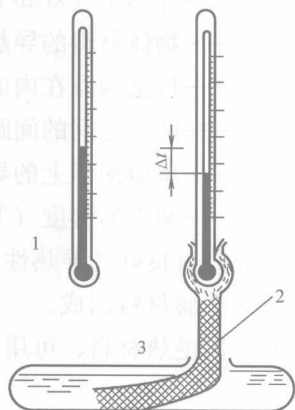


图 2-1 干湿球温度计
1—干球温度计 2—细纱布
3—盛水容器

二、热量

物质分子所做的无规则运动称为热运动。当物质内部分子无规则运动的速度加快（平均动能增加）时，物质的温度就会升高，这说明温度与热有密切的关系。热的出入会使温度有变化，温度变化的大小与出入热的量成正比，这种热的量称之为热量，单位为焦耳（J）。

1. 热量的传递方式

人的皮肤有热的感觉是因为空气中的热量传入了皮肤，而当人皮肤感到冷时，则说明皮肤有热量散发出去了；点燃的炉灶使锅内食物变熟，是因为炉灶火焰的热通过锅传给了食物和水；在阳光下人体会有温暖或燥热的感觉，这是因为太阳通过阳光将热传给了人体。可见，热是可以传递的，热的传递方式有热传导、热对流和热辐射三种。

(1) 热传导 同一个物体或彼此接触的两个物体的两点间有温差时，热会通过物体内部从高温点向低温点转移，此种热量移动方式称为热传导。物体两点之间传导的热量与这两点的温度差成正比，并且与物体的导热性有关：