

汽车空调 的使用与维修

王长生 童明辉 编著

人民邮电出版社

POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

汽车空调的使用与维修

王长生 童明辉 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

汽车空调的使用与维修/王长生,童明辉编著. 北京:人民邮电出版社,2003.5

ISBN 7-115-10865-X

I. 汽... II. ①王...②童... III. ①汽车—空气调节设备—使用②汽车—空气调节设备—车辆维修 IV. U463.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 011987 号

内 容 提 要

本书系统地介绍了汽车空调的发展、原理、结构、自动控制、安装和保养知识,详细地讲解了空调系统故障的排除方法,并列举了大量的维修实例。本书文字通俗,内容实用,插图丰富。适合各类汽车空调用户,特别是空调维修人员使用,也可供汽车空调生产厂家的技术人员及有关大专院校的师生参考。

汽车空调的使用与维修

◆ 编 著 王长生 童明辉

责任编辑 张 鹏

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67129264

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 16

字数: 388 千字

2003 年 5 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2003 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10865-X/TN · 1998

定价: 21.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010) 67129223

前 言

随着人们对汽车乘坐舒适性的要求日益提高,汽车空调已由原来只有高档轿车才有的专门配置,发展到现在向各型客车、货车、工程车和特种用途车辆广泛采用的标准配置。汽车空调的日益普及和不断创新已成为汽车行业一个新的发展方向。

市场上众多的汽车空调品牌和各自不同的系统设计,常常给人们使用和维修汽车空调带来诸多不便。为此,我们通过大量收集当前市场上主流汽车空调资料,并结合多年售后服务维修实践积累的一手资料编写了本书。本书力求做到内容通俗、系统、详尽,插图丰富,并有大量维修实例,以期能为广大的汽车空调用户和空调维修人员提供实用的参考。

柳红兵、何宏、黄辉等同志在本书编写过程中给予了大力支持并参与了部分章节的编写工作,岳阳冷源空调设备有限公司客户中心和汽车空调专业网站 www.coolbus.com.cn 为本书的编写提供了详实的维修资料和技术支持,在此向他们表示衷心地感谢。

由于我们水平所限,本书的错漏和不足在所难免,敬请各位读者不吝指教。

编者

目 录

第一章 概述	1
第一节 汽车空调技术的发展	1
第二节 汽车空调的特点	7
第二章 汽车空调基础知识	9
第一节 热力学基础知识	9
第二节 制冷剂	12
第三节 制冷基本原理	21
第四节 冷冻机油	21
第三章 汽车空调系统的结构	24
第一节 汽车空调系统的组成及分类	24
第二节 汽车空调用压缩机	27
第三节 汽车空调蒸发器	45
第四节 汽车空调冷凝器	48
第五节 节流膨胀阀机构	50
第六节 储液干燥器	57
第七节 连接管与管路接头	60
第八节 副发动机	61
第四章 汽车空调的自动控制与调节	73
第一节 汽车空调的基本控制部件	73
第二节 汽车空调系统的压力控制	79
第三节 汽车空调的温度自动控制	83
第四节 汽车空调中的真空控制装置	86
第五节 汽车空调系统的电气控制元件	90
第六节 车速控制	93
第七节 典型汽车空调的电气控制图	96
第五章 汽车空调装置分类介绍	105
第一节 汽车空调装置的分类	105
第二节 几种典型的汽车空调装置	108
第三节 各种车型的汽车空调系统	113
第六章 汽车空调的采暖与通风系统	120
第一节 采暖系统的种类和结构	120
第二节 通风与空气净化装置	125
第七章 汽车空调的安装	133
第一节 汽车空调的选配	133

第二节	轿车空调的安装·····	134
第三节	面包车空调的安装·····	135
第四节	大客车空调的安装·····	137
第八章	汽车空调的使用和维护·····	144
第一节	汽车空调的使用·····	144
第二节	汽车空调的常规检查和定期维护·····	146
第三节	汽车空调采暖系统的维护·····	151
第九章	汽车空调的维修·····	153
第一节	维修汽车空调的工具和设备·····	153
第二节	汽车空调维修的检查步骤与注意事项·····	162
第三节	汽车空调维修的基本操作技能·····	163
第四节	制冷系统部件的修理方法·····	168
第五节	空调系统的故障与排除·····	176
第十章	汽车空调维修实例·····	193
附录	R134a 饱和状态下的热力性质表·····	243
	主要参考文献·····	248

第一章 概述

汽车空调是指对汽车驾驶室和车厢内的空气进行调节，使之在温度、湿度、流速和洁净度上能满足人体舒适的需要。汽车空调给车内乘员创造舒适环境，减少疲劳，提高行驶安全性，进而增加驾驶里程，提高运输效率。由于用了空调，车窗可以紧闭，从而挡住了飞扬的尘土、花粉和噪声的进入，这对于长途旅行、矿山工作以及有过敏反应的人是莫大的幸福。很多野外科研、军工及恶劣环境下的特殊作业，以及装置有需要严格控制温度的仪器设备的震源车、雷达车等，汽车空调更是不可或缺。空调车在旅游业上起的重要作用更是显而易见的。当今社会，没有空调车旅游业是难以开展的。

“空调”两字应包括冷、暖、通风三种调节的含义，但各国对空调的含义有不同的解释，大多仅指“制冷”。本书主要讲的也是“制冷”的汽车空调。

第一节 汽车空调技术的发展

一、国外汽车空调技术的发展

汽车空调技术是随着汽车的普及而发展起来的。汽车空调技术是由低级到高级，由单一功能到多功能发展的，可以概括为五个发展阶段。

第一阶段：单一取暖。1925年首先在美国出现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、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。日本从1954年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：单一冷气。1939年，美国通用汽车帕克公司（Packard）首先在轿车上安装机械制冷降温的空调器，成为汽车空调的先驱。二次世界大战阻碍了其发展。战后的美国经济快速增长，特别是1950年美国石油产地天气炎热，急需大量的冷气车，这使单一降温的空调汽车得以迅速发展。欧洲、日本到1957年才有加装这种单一冷气的轿车。单一降温的方法目前仍然在热带、亚热带地区使用。例如，在我国广东、海南省使用的空调出租汽车，大部分只有制冷降温功能。

第三阶段：冷暖一体化。1954年，美国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不断改进，至今的冷热一体空调具有了降温、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。

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。自从冷暖一体化汽车空调出现后，美国通用汽车

公司就着手研制自动控制的汽车空调，并于 1964 年率先安装在凯迪拉克（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 年才在高级轿车上装上自动空调，例如，日本的皇冠牌、世纪牌、总统牌，德国的奔驰牌、奥迪牌等。

只要预先调好温度，自动空调装置就能自动地在调定的温度范围内工作。机器根据传感器检测到车内、车外环境的温度信息，自动地指挥空调器各部件工作，达到控制车内温度和实现其他功能的目的。目前，大部分的中、高级轿车和高级大巴，都安装自动空调。

第五阶段：微型计算机控制。1973 年，美国通用汽车公司和日本五十铃汽车公司（后合并到三菱集团）联合研究微型计算机控制的汽车空调系统，并于 1977 年同时安装在各自的汽车上，将汽车空调技术推到一个新的高度。微型计算机控制的汽车空调功能增加，显示数字化，冷、暖、通风三位一体化。由微型计算机按照车内外的环境所需，实现微调化。通过微型计算机控制，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能和舒适性。

目前，微型计算机控制的空调都装在高级汽车上，例如通用的骑士，福特的林肯和马克，丰田的凌志，本田的雅阁、奔驰—500，三菱大客车 BS712D 型等。

二、我国汽车空调技术的现状及展望

我国最早的汽车空调装置是 20 世纪 70 年代由长春第一汽车制造厂生产的，配装红旗牌高级轿车。1976 年以来，上海、南京、广东等地也开始生产汽车空调装置，但生产的产品大多是为轿车配套的，上海内燃机油泵厂生产的 SH760A 轿车空调装置可供轿车和东风、解放牌货车驾驶室用。我国大客车空调装置起初主要引进国外组件。20 世纪 80 年代，上海、湖南等地开始生产国产客车空调装置。

1. 我国汽车空调的现状

汽车空调一般由制冷系统、空气输送系统和控制系统组成。制冷系统的基本部件是制冷压缩机、冷凝器、节流机构和蒸发器。压缩机、冷凝器通常设置在汽车发动机室内。制冷系统的作用是在夏季热负荷下给汽车空调提供冷源。

（1）制冷压缩机

制冷压缩机是制冷系统的核心，它起着输送制冷剂蒸汽、保证制冷循环正常工作的作用。压缩机各种性能的好坏与能量消耗、噪音大小和运转可靠性有直接关系。

最早的曲轴连杆式压缩机在汽车空调上已逐渐被淘汰，只在一些大型客车上使用。其主要缺点是结构不紧凑、转速低、惯性力大和容积效率低。摇板式和斜盘式压缩机省去了连杆，结构较紧凑，惯性力也相应减小，至今，在我国汽车空调中还广泛应用着。上海易初通用机器公司生产的六缸斜盘式压缩机为上海桑塔纳轿车空调配套，广州豪华汽车空调工业公司生产的五缸摇板式压缩机为广州标致轿车空调配套。牡丹江空调机厂也生产这种五缸摇板式压缩机。这种压缩机的缺点是运转惯性力较大、速度提不上去，而且有余隙容积、吸排气阀阻力等影响，容积效率较低。

旋叶式和滚动活塞式压缩机无吸气阀、运动摩擦件少、转速高，其容积效率可提高 25% 左右。但其润滑和密封要求较高，制造精度要求也高，须用高精密机床加工。珠海空调

压缩机厂和西安庆安公司生产这种形式的压缩机。

三角转子式压缩机（又称汪克尔压缩机）是根据三角转子发动机的结构原理而制成的。日本小仓离合器公司生产四种汪克尔压缩机，产品型号分别为 OW-80、OW-100、OW-135 和 OW-200，排气量分别为 80、100、135 和 200mL/r。另外，日本卡拉里昂公司 1981 年也生产出了 R-80 型汪克尔压缩机，其排气量为 80mL/r。我国三三机械公司于 1986 年试制出了 SZ-135 汪克尔压缩机样机，其排气量为 135mL/r。陕西红岭机械厂在研制成功全风冷三角转子发动机的基础上，又消化吸收了国外发达国家 20 世纪 80 年代的压缩机技术，相继研制开发了 SZ-100、SZ-135 和 SZ-200 系列汽车空调用三角转子压缩机。由于三角转子压缩机采用严密的密封件，使气体内部泄漏大量减小，因而压缩机在低速下仍有较高制冷能力。另外，该压缩机的性能系数较高、振动小和噪音低。

从目前我国的生产现状来看，斜盘式压缩机仍然是我国汽车空调的主要机型，经过不断地改进，该压缩机已具有尺寸小、质量轻和功耗小等优点。这种压缩机的改进方向是能量输出的优化控制和进一步减轻重量，因而出现了一种可变排量斜盘式压缩机。牡丹江空调机厂生产出了 V-5 型可变排量斜盘式压缩机，其产品有 V-57、V-57A、V-58、V-59 和 V-60 五种型号，排量分别为（10 ~ 120）、（10 ~ 90）、（10 ~ 136）、（10 ~ 148）和（10 ~ 161）mL/r。该压缩机对车室内的空调不是靠电磁离合器的吸合脱开，而是通过装在压缩机后盖上的控制阀进行自动控制的。它能随车室内温度的变化自动调节其排量，可以无间断循环连续工作，因此运行平稳，对发动机无冲击，舒适性好。

(2) 换热器

汽车空调中的冷凝器和蒸发器统称为换热器。换热器的性能直接影响汽车空调的制冷性能。从重量方面衡量，它要占整个汽车空调装置重量的 50% ~ 70%；从容积方面看，体大又重，直接影响汽车的有效容积，占据汽车空间，同时布置又困难，因此，研究高效换热器是极为重要的，也是具有现实意义的。

汽车空调换热器主要使用风冷管翅类型，一般分为制冷侧换热和空气侧换热两种。

制冷侧换热件 { 圆管
 扁管 { 多通道圆孔
 椭圆管孔

图 1-1 示出了圆管和扁管椭圆孔换热件，其中图 1-1 (a) 为平片翅片，图 1-1 (b) 为三角形翅板带。扁管的应用主要是减少制冷剂侧的流动阻力损失，增强制冷剂气液的流动性。由于制冷剂温度升高，对膜状凝结换热有利。

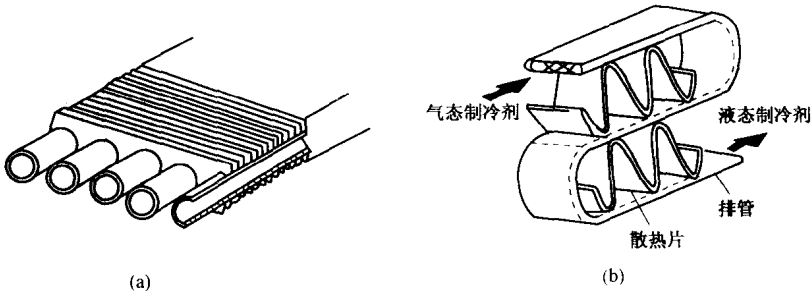


图 1-1 制冷侧圆管、扁管换热件

汽车空调换热器一般可分为管片式和管带式两种，如图 1-2 所示。其中管片式生产技术较成熟，国内大部分空调厂家都可生产。管带式换热器国内有一些厂家也能生产，如广州豪华空调器公司、北京华远集团和岳阳恒立均可以生产各种规格的管带式换热器。

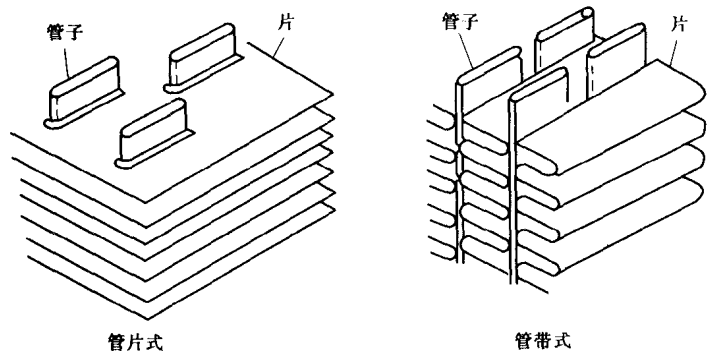
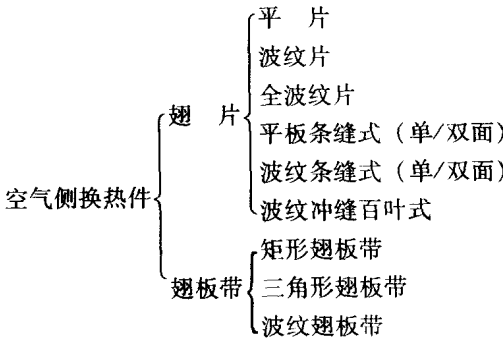


图 1-2 汽车空调换热器类型

空气侧换热件，由于空气侧放热系数很小，强化传热的翅片一定要加在放热系数小的一侧，由于制冷剂侧放热系数比空气侧大得多，因此空气侧换热件常制成翅片，有波纹式、百叶窗式等翅片。



① 管片式换热器。该种换热器常用于汽车空调风冷蒸发器，如图 1-1 (a) 及图 1-3 所示。翅片安装在圆管之上，翅片安装环翻片破裂是生产厂家遇到的大难题。安装贴合不紧或破裂，都会使换热性能变差。目前可采用共熔合金固化工艺制出新型铝合金高强度翅片，这种材料内含有直径为 $2\mu\text{m}$ 的颗粒合金，因颗粒间距离很小，阻碍颗粒的错位流动和塑性流

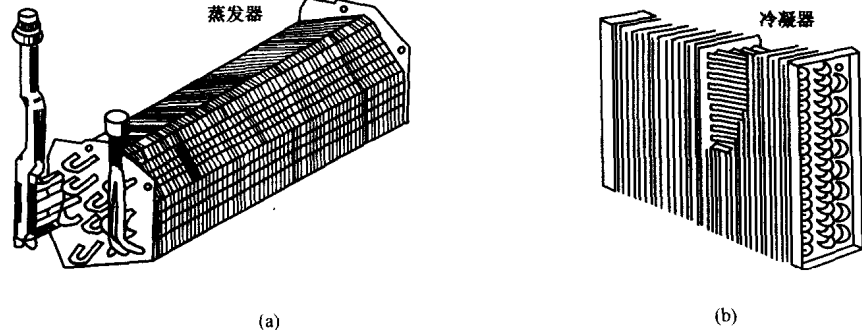


图 1-3 汽车空调蒸发器和冷凝器

动,故材料强度得以提高,获得了优良成型性能,解决了翻片破裂问题。

② 管带式换热器。管带式换热器目前在汽车空调装置中应用最多,如图 1-1 (b) 和图 1-2 所示,特别是冷凝器采用管带式更为普遍。

管带式换热器一般将宽度为 66 ~ 85mm (蒸发器用) 和 22mm、32mm、44mm、48mm (冷凝器用) 的扁平管弯成蛇管型,在其中安置散热带 (即三角形翅板带或其他类型板带),然后进入真空加热炉,将管带间焊好。散热片是复合片,共 3 片,上下片材料为 Al,并含有 Si 和 Mg,中间一片也是铝片,并含有 Mn。将复合片迭片,并与扁管一起预热保温在 570℃,在 650℃ 的真空条件下进行焊接,焊接后用铬酸作防氧化处理,并进行试漏。

③ 节流机构。汽车空调中的节流机构主要采用膨胀阀,它将高压液态制冷剂压力降至蒸发压力,使其能在蒸发器中汽化吸热。另外它还控制去蒸发器中的流量,这种控制是通过感温元件自动控制膨胀阀的开启度来实现的。

④ 汽车空调控制系统。我国的汽车空调控制大多采用简单的温度和压力控制。它是通过电磁压力开关来控制的,如果超过设定的压力,压力开关将切断系统。高压开关位于压缩机到冷凝器的管路上,当系统由于堵塞而导致压力上升时,用它来切断压缩机;当系统泄漏而导致压力下降时,低压开关同样可以切断压缩机。这一控制系统并不先进,因为使用压力开关存在一些问题,如当它们接入系统管路时,可能会造成制冷剂泄漏;低压开关效率低,只有当 80% 的制冷剂已泄漏时,低压开关才能切断压缩机。另外,压力开关由一些运动部件组成,如触点、弹簧和隔膜等。它们都有误差,当压力开关使用时,其产生的误差还会增大,因为系统中的油会改变隔膜的弹性,使触点出现不平稳。实际上,如果系统设计成在蒸发温度为 0℃ 时切断压缩机,回升到 6℃ 时接通压缩机,如果压力开关误差在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 范围内,实际上系统将在蒸发温度为 $-2^\circ\text{C} \sim +2^\circ\text{C}$ 间停机,在 $+4^\circ\text{C} \sim +8^\circ\text{C}$ 间开机,结果使压缩机运行效率低,开停频繁。

2. 我国汽车空调展望

当前,从市场要求看,希望汽车空调装置进一步降低成本,提高燃油经济性;从车身制造要求看,随着车厢地板的降低以及车辆向大型化、高级化发展,需进一步提高各组成装置的紧凑性和效率;从乘客和驾驶员要求看,车内温度要合理分布,要求操作简便,空调装置应向全季节型发展。

(1) 汽车空调压缩机发展趋势

从目前发展情况来看,涡旋式压缩机将是我国未来汽车空调的主要机型。涡旋式压缩机的基本部件是一个定涡旋片和一个动涡旋片,两涡旋片以 180° 相位差装配起来,动涡旋片的轨道运动在兩对压缩腔内产生压缩过程。由于这种压缩机无吸气、排气阀,因此,工作可靠、寿命长,容积效率一般比滚动活塞式提高 10% 左右,吸排气连续,气流脉动小,运转平稳且扭矩变化均匀,最高转速可达 1300r/min 左右,体积比往复式小 40%,重量比往复式轻 15%,绝热效率提高 10%。但涡旋式压缩机在加工工艺方面难度较大,须用专门的精密数控加工设备,目前国内正着手研制这种新机型。

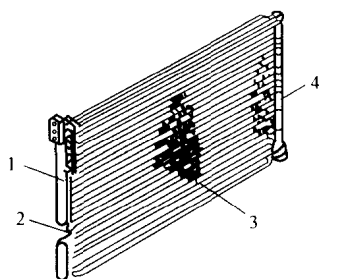
(2) 换热器发展趋势

换热器性能的优劣,对汽车空调节能极为重要。由于汽车空调趋向小型化,也要求换热器向着体积小、重量轻的高效小型化发展。为此,汽车空调换热器应从以下几方面进行改进。

① 换热器结构改进。冷凝器将采用平流式冷凝器，它改变了传统的制冷剂单通方式，而采用平行流方式，即在冷凝器入口端设一分配管，使制冷剂均匀进入平流式冷凝器的每根传热管中，并在出口端由另一根收集管收集。图 1-4 所示为平流式冷凝器，它比管带式冷凝器换热能力强，使冷凝温度和压力降低，同时系统的排气压力和输入功率也随之降低。

在传统的单通冷凝器中，制冷剂气体在管中逐渐被冷凝成液态，约有 20% 传热管道中的制冷剂液膜会较厚，但在平流式冷凝器中，整个传热管中的制冷剂液膜厚度都非常薄，液态制冷剂在传热管出口端流出，汇集于收集管底部，然后被导向膨胀阀，平流式冷凝器的压降较小。

蒸发器采用层流式，如图 1-5 所示，它类似于板式蒸发器，制冷剂在很小的传热板间流动，空气侧则如传统的换热器，用散热翅片增加传热面积。



1-圆筒集管；2-扁平椭圆形制冷剂管；
3-空气侧散热器翅片；4-跨接管

图 1-4 平流式冷凝器

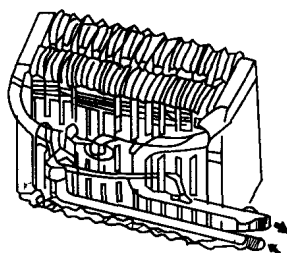


图 1-5 层流式蒸发器

② 强化空气侧的换热：

a. 翅片的改进：最早的翅片是平片，其换热系数较低，为了提高换热器的换热性能，人们人为地将翅片表面制造出不同的形状，有波纹片、条缝片、超级条缝片。从换热效果来看，波纹片比平片提高 20%；条缝片比平片提高 70%；超级条缝片比平片提高 1~2 倍左右。未来的散热翅片将是超级条缝片。

b. 翅片表面亲水膜处理：汽车空调蒸发器存在凝露水积水现象，凝露水不但加大了风压损失，而且使风量减少、制冷量减少，因此提出在翅片表面进行亲水膜处理，即利用化学方法使翅片表面产生一层厚 $1\sim 2\mu\text{m}$ 的亲水膜层，使原来的珠状冷凝变成膜状冷凝，冷凝水呈膜状沿翅片流下，使换热器风阻减小、风量增加、功耗下降、噪音减轻和制冷量提高。

c. 强化管内侧的换热：强化管内侧的换热是采用内螺纹管，即采用机械加工方法使管内壁形成较密集的翅片和沟槽。

(3) 节流机构的改进

传统的汽车空调是采用热力膨胀阀进行节流降压，其缺点是响应慢、滞后时间长和误差大。而未来的节流机构将采用电子膨胀阀，其信号传递快、响应迅速，它能直接检测蒸发器出口的真实过热度，减小了蒸发器过热面积，提高了蒸发器的利用率，它还能与汽车空调系统的智能控制相匹配。

(4) 采用智能化模糊控制技术

由于汽车空调系统的复杂性、非线性、大滞后和无精确数学模型等原因，采用传统的控制已不能满足要求，而基本模糊理论的控制技术具有不需要知道控制目标和对象的精确数学模型，特别适用于大滞后和非线性控制系统。模糊控制就是由设定的隶属函数求出控制输入（偏差和偏差变化率）的隶属度，据此进行模糊规划判断，得出模糊控制输出，再进行模糊量的运算，得出精确的控制输出，实现对执行机构的控制。图 1-6 所示为汽车空调模糊控制框图。

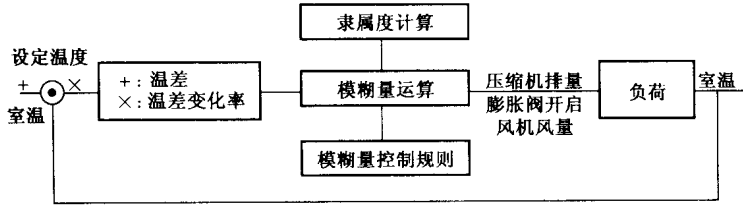


图 1-6 汽车空调模糊控制框图

第二节 汽车空调的特点

与房间空调一样，汽车空调也是用人为的方式在车辆驾驶室和车厢内造成一个对人体适宜的气候环境。即对空气的温度、湿度和流速进行调节，并除去怪味、有害气体和粉尘。但是汽车的工作条件要比房间恶劣得多，如：汽车直接暴露在太阳下或风雪下，隔热措施困难；汽车在行驶时有大量风沙，废气从各种缝隙钻入主车厢，造成车厢内的空气污染并增加热负荷；汽车的行驶速度变化无常，难以保证标定的空调工况等等。

概括起来说，汽车空调有下列特点：

（1）制冷量大、降温迅速：

① 车厢内乘员密度大，人体散热量多，热负荷大；

② 太阳入射热负荷大，而车厢隔热困难，暴露在太阳下的表面积与室内容积之比以及门窗玻璃面积（车内乘客对车外四周环境要求有良好的视野范围）与室内表面积之比，汽车要比建筑物大得多，而且难以采取较好的隔热措施；

③ 在我国大部分地区，夏季汽车长时间停放在烈日之下，车内温度会上升到 50℃ 以上。在如此高的温度下，乘客一上车后，就要求车内气温迅速降低，这就要求汽车空调机有较大的储备能力，即制冷量要求大。由于乘客在汽车中停留时间较短，因而要求空调机在短短几分钟内就能降温，这一要求与房间空调不同。

（2）不便于用电力作为动力源，必须用汽车发动机（简称主机）或辅助发动机（简称辅机）来带动压缩机，因而在动力源处理上要比房间空调困难得多。

（3）系统中冷媒（制冷剂）流量变化幅度大（主机带动的空调系统，汽车车速变化大），系统设计时应充分考虑。

（4）冷凝温度高。冷凝器的通风冷却效果受发动机水箱辐射热、汽车行驶速度和路面尘土污染的影响。尤其在汽车怠速度或爬坡时，冷凝温度及冷凝压力异常升高。

(5) 制冷剂容易泄漏。汽车在颠簸不平的道路上行驶时，震动厉害，连接处容易松动；冷凝器容易受飞石击伤或泥浆腐蚀，易产生渗漏现象。

(6) 由于汽车结构紧凑，制冷装置的安装位置局限性很强，各种车型必须要有专门的车内冷气设备，蒸发箱总成通用化很困难。因此，目前汽车上的蒸发箱及布置是五花八门的。

(7) 由于车厢高度小，风量分配不易均匀，因而车内温度不易均匀。

第二章 汽车空调基础知识

第一节 热力学基础知识

一、热量

热量是热传导过程中物体内能变化的量度。热量的法定计量单位是“焦耳”，单位符号为“J”。在制冷工程上，热量的度量以千瓦·小时(kw·h)为基本单位。它与焦耳的换算关系是：

$$1\text{kw} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{J}$$

原先工程上是以千卡(kcal, 又称大卡, 现已废除)为热量的基本单位, 指1kg的水在标准大气压下, 自19.5℃加热到20.5℃(通常表述为温度升高1℃)所需要的热量。这种单位和焦耳之间的换算关系是：

$$1\text{kcal} = 4186.8\text{J}$$

在英制单位中, 热量以Btu为基本单位, 系指1磅水在标准大气压下温度升高1°F (“°F”为“华氏度”)所需的热量。Btu和千卡的换算关系为：

$$1\text{kcal} = 3.968\text{Btu} \text{ 或 } 1\text{Btu} = 0.2515\text{kcal}$$

二、压力(压强)与真空

压力(压强)是指单位面积上所承受的均匀分布且垂直于该表面的力。压力的法定计量单位是“帕斯卡”, 单位符号为“Pa”。另外还有两种常用单位(应淘汰的), 一种是“千克力每平方米”(kgf/cm²), 另一种是“磅力每平方英寸”(bf/in²), 二者和法定计量单位的换算关系是：

$$1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 98066.5\text{Pa} = 98.0665\text{kPa} = 0.0980665\text{MPa}$$

$$1\text{bf}/\text{in}^2 = 6894.7\text{Pa} = 6.8947\text{kPa} = 0.0068947\text{MPa}$$

压力又有“标准大气压”和“工程大气压”两种单位。所谓标准大气压, 是指在45°纬度处, 气温为0℃时, 空气对每平方厘米海平面的压力, 单位符号为“atm”。

$$1\text{atm} = 101.325\text{kPa}$$

工程大气压的单位符号是“at”。

$$1\text{at} = 98.0665\text{kPa}$$

注意, 标准大气压、工程大气压这些都为应废除的计量单位。

真空是指低于标准大气压的气体状态与标准大气压下的气体状态相比较, 单位体积中气

体的分子数目减少了的一种现象，因此是一个相对概念。绝对真空是不存在的。真空度用来表示实现真空的程度。由于真空程度越大，意味着单位体积中气体分子数减少得越多，也就是说压强随之减小得也越多，所以真空度是以气体压强大小来表示的。压强越低，表示真空度越高。反之，压强越高，表示真空度越低。若以汞柱高度来表示，当压强高到 760mmHg 时，则意味着真空“消失”了，若压强继续升高，即超过了标准大气压时，则用“正压”表示。相反，低于标准大气压，即真空状态的压强，则以“负压”来表示。

实际运用中，压强的表示方法有三种，它们是：“绝对压力”、“表压力”和“真空度”。绝对压力表示作用于单位面积上压力的绝对值；表压力表示比标准大气压高出的压力数值。为了与绝对压力相区别，常在表压力的具体数字后面加一个（G）字，如 10kPa（G）。真空度表示比标准大气压低多少的具体数量。它们之间的基体关系如图 2-1 所示。

真空度的表示方法有两种：当压强高于 133.322Pa（1mmHg）时，常用压力式真空计、U 形管汞真空计或压力真空联程表测量。一般以抽空的汞柱高度换算成绝对压力来表示。当压强低于 133.322Pa（1mmHg）时，则直接采用毫米汞柱高度来表示，并以 133.322Pa（1mmHg）=1 托为单位。具体分为 1/10 托、1/100 托、1/1000 托三个刻度。这种真空度在工业上常用“麦式真空表”进行测量。

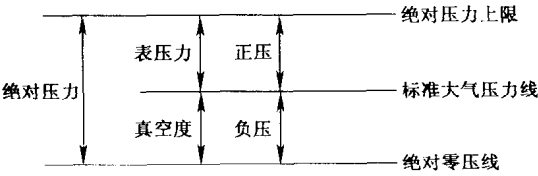


图 2-1 绝对压力、表压力和真空度的关系

三、临界温度和临界压力

各种气体在一定的温度和压力下都可以液化。气体温度越高，可以使之液化的压力也就越高。但是，当温度升高超过某一数值后，压力再大也不能使气体液化。这一特定的温度，就称为临界温度。在这一温度下能使气体液化的最低压力，就叫做临界压力。不同的气体，其临界温度和临界压力也各不相同，表 2-1 列出了几种氟制冷剂的临界温度和压力。

表 2-1 几种氟制冷剂的临界温度与临界压力

名 称	临界温度（℃）	临界压力（MPa）
氟制冷剂 12	112.04	4.12
氟制冷剂 13	28.78	3.86
氟制冷剂 22	96.13	4.586
氟制冷剂 134a	100.6	3.868

四、湿度与露点

（1）空气的湿度。空气中常因含有一定数量的水蒸气而呈现为湿空气。表示含有水蒸气多少的物理量称作湿度。在一定温度下，空气中水蒸气的最大含量是有限度的，超过这个限度时，空气中就会出现雾状。我们把达到水蒸气最大含量的空气称为该温度下的饱和空气。通常空气中水蒸气的最大含量，随温度不同而异；空气温度较高时，水蒸气的最大含量要比

温度较低时大。

(2) 绝对湿度和相对湿度。绝对湿度是指 1m^3 湿空气中所含水蒸气的重量。相对湿度是指某湿空气中实际所含水蒸气的重量与在同一温度下的饱和空气中所含的水蒸气的重量之比，通常把这一比值化为百分数来表示。例如平常所说的湿度为 60%，即指相对湿度而言。

(3) 露点。露点是指空气中所含水蒸气由当时温度下降而达到饱和（开始结露）时的温度。显然，湿度越高，露点温度和当时温度之差就越小。例如，当气温为 30°C 时，湿度为 60%，露点温度为 20.9°C ；而当湿度为 90% 时，露点温度则上升到 28.1°C 。

五、比热容、显热和潜热

(1) 比热容。1g 的物质，当温度升高 1°C 时，所需要的热量，称为该物质的比热容。因为 1g 水的温度升高 1°C 需 4.1868J (1cal) 的热量，故水的比热容为 $4.1868\text{J/g}\cdot^\circ\text{C}$ 。工程上常用 $\text{kcal/kg}\cdot^\circ\text{C}$ 作单位，故 1kg 的水温度升高 1°C 就需要 1kcal 的热量。我国法定计量单位规定的比热容单位为焦耳每千克开尔文 ($\text{J/kg}\cdot\text{K}$)。

(2) 显热与潜热。物质吸收热量后仅表现为温度升高而状态不变，这部分热量称为显热。若物质吸收热量后，仅是改变物质的状态（如液态变为气态）而温度不变，这部分热量称为潜热。例如，将 1kg 水从 50°C 加热到 100°C ，需要 $50 \times 4.1868\text{kJ}$ 的热量。因水无状态变化，仅是水温升高了，故这部分热量称为显热。水温到达 100°C 后继续加热，即开始沸腾，此时温度不再上升，仅表现为 100°C 的水变成 100°C 的水蒸气。1kg 100°C 的水变成 100°C 的水蒸气，需要 2256.7kJ 的热量。故水在 100°C 时的潜热（汽化热）为 2256.7kJ/kg 。在制冷技术中，就是利用制冷剂的汽化热（潜热）来制冷的。

六、饱和温度和饱和压力

在图 2-2 所示的封闭容器中，其内部的液体因吸收外界热量，就会有部分液体蒸发成蒸气。当吸收的热量不变时，蒸气的温度和压力也随之稳定不变。这时液面以上的蒸气就称为饱和蒸气。此时的温度称为饱和温度，此时的压力称为饱和压力。饱和温度和饱和压力为不定值，它们随着吸收热量的多少而增减。但饱和温度和饱和压力的值是一一对应的。通常所说的蒸发温度和蒸发压力就是指饱和温度和饱和压力。

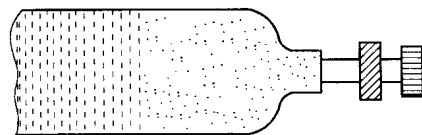


图 2-2 封闭容器内液体吸热而蒸发

七、蒸发与冷凝

蒸发，在制冷技术中是指液体在沸腾状态下由液态变成气态的过程。液态变气态必须从外界吸收热能才能实现，因此是一个吸热过程。

冷凝，是指将蒸气冷却到等于或低于其饱和温度，使蒸气转化为液态的过程。由气态转化为液态，一定要释放热量才能实现，因此是一个放热过程。

八、过热和过冷

过热，在制冷工程中是对制冷剂蒸气而言。当蒸气的压力一定，温度高于该压力相对应的饱和温度时，就称为过热蒸气；当温度一定，压力低于该温度相对应的饱和压力时，也称