



汽车维修高级培训教材

一套面向汽车维修专业技师
重点解答电控系统维修难点，
每一分册均分成原理篇和实战篇，
讲述诊断复杂故障所必不可少的
系统、全面反映当今汽车先进的
编排生动，循序渐进，易于掌握
的知识经验和技能。

自动 空调系统

福建科学技术出版社
珠海市欧亚汽车技术有限公司
马华祥 朱建凤 编著





汽车维修高级培训教材

珠海市欧亚汽车技术有限公司

马华祥 朱建风 编著

自动空调系统

福建科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

自动空调系统/马华祥, 朱建风编著. —福州:
福建科学技术出版社, 2001. 7
汽车维修高级培训教材
ISBN 7-5335-1763-6

I. 自… II. ①马…②朱… III. 汽车-空气调节
设备-教材 IV. U463. 85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 05525 号

书 名	自动空调系统 汽车维修高级培训教材
作 者	马华祥 朱建风
出版发行	福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
经 销	各地新华书店
排 版	福州大学校办工厂产品经营部
印 刷	福建二新华印刷有限公司
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张	16
插 页	2
字 数	400 千字
版 次	2001 年 7 月第 1 版
印 次	2001 年 7 月第 1 次印刷
印 数	1—4 000
书 号	ISBN 7-5335-1763-6/U · 91
定 价	23.50 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

汽车发明于 19 世纪末,应用于 20 世纪初,发展于 20 世纪中后期,随着汽车工业的发展和人们对汽车的舒适性、可靠性、安全性要求的提高,空调系统已成为现代汽车的标准装置。同时,为适应环保的需要,一种新型制冷剂 R134a 正在取代旧型的制冷剂 R12。更由于电子技术的高度发展以及在轿车上的广泛应用,各国轿车空调系统的控制电路也大量地采用了电子电路,因而使用、维修问题也接踵而来,这就给维修人员提出了更高的要求。为了使维修技术人员尽快掌握现代轿车自动空调系统的原理和维修技术,我们编写了本书。

本书内容由浅入深,较系统地阐述了现代汽车自动空调系统的结构、工作原理以及故障诊断和维修技术。其中,以丰田汽车为例介绍工作原理,而以通用凯迪拉克和日产风度为主要对象介绍控制系统的新技术。我们认为日产公司的网络通讯技术,将是 21 世纪轿车电控技术发展的趋势。

在编写此书过程中,我们借鉴与参考了国内外汽车厂家的技术资料及有关出版物,在此致以诚挚谢意!

由于时间仓促及作者水平有限,书中难免出现错误与不足,敬请读者批评指正。

珠海欧亚汽车技术有限公司

马华祥 朱建风

2001 年 1 月

目 录

上篇 原理篇

第一章 汽车空调概述	1
第一节 汽车空调的发展	1
第二节 汽车空调的功能特点	2
一、汽车空调的功能	2
二、汽车空调的特点	2
第三节 汽车空调的性能指标	3
一、汽车空调的热、湿负荷	3
二、汽车空调的舒适性参数	4
三、空气调节的主要参数	5
第四节 汽车空调系统的组成	8
第二章 汽车空调制冷系统	10
第一节 汽车空调制冷基本原理	10
一、冷却的基本原理	10
二、制冷系统的热交换过程	10
三、制冷剂与冷冻油	11
第二节 汽车空调制冷系统的类型	19
一、恒温膨胀阀—吸气节流阀制冷系统	19
二、储液器—阀组合制冷系统	20
三、离合器恒温膨胀阀制冷系统	20
四、离合器节流管制冷系统	21
第三节 汽车空调制冷系统主要零部件	21
一、压缩机	21
二、冷凝器	27
三、蒸发器	29
四、节流膨胀阀	30
五、储液器和气液分离器(积累器)	36
六、连接软管	39
第三章 汽车空调采暖系统与送风系统	41
第一节 汽车空调采暖系统原理	41

一、采暖系统的工作原理	41
二、采暖系统的类型	42
第二节 汽车空调送风系统的结构与原理	44
一、汽车空调送风系统概述	44
二、送风系统的控制类型及工作原理	47
第四章 汽车空调自动控制系统	54
第一节 汽车空调自动控制系统概述	54
一、传感器	55
二、控制器	57
三、执行器	58
第二节 汽车空调自动控制系统类型	58
一、放大器控制型自动空调	58
二、微电脑控制型自动空调	69
第三节 汽车空调控制部件	88
一、电磁离合器	88
二、温度控制器	89
三、制冷系统高、低压开关	91
四、制冷系统过压保护装置	93
五、制冷系统过热保护装置	94
六、电磁阀(磁性阀)	95
七、发动机过载保护装置	95
八、怠速提升装置	98
九、冷凝器散热风扇电机控制	99
十、鼓风机控制	102
十一、压缩机控制	103
十二、蒸发器温度控制	106

下篇 实战篇

第五章 汽车空调故障诊断与维修基础	108
第一节 汽车空调故障诊断常用方法	108
一、看	108
二、听	108
三、摸	108
四、测	109
第二节 汽车自动空调故障诊断程序	109
一、手动空调故障诊断程序	109

二、自动空调故障诊断程序	113
第三节 汽车空调系统的检测和维修	116
一、维修工具及设备	116
二、空调系统的检验和操作要求	118
三、空调系统的故障检修	120
四、空调系统主要元件的检修	126
五、汽车空调修理后的性能检验	132
第六章 日美欧典型车系空调检修	135
第一节 日产风度 A32 空调系统	135
一、空调系统控制原理	135
二、A32 空调控制系统工作原理	139
三、空调系统故障检修	152
第二节 凯迪拉克 Fleetwood 空调系统	188
一、系统简介	188
二、自我诊断	193
三、系统检修	194
第三节 克莱斯勒 LH BODY 车系自动空调系统	231
一、故障码读取与清除	231
二、空调电脑风箱总接头及各脚功能	231
第四节 道奇 Caravan 旅行车自动空调系统	232
一、制冷系统的学习设定	232
二、制冷系统的自我诊断	233
第五节 奥迪车系自动空调系统	233
一、读取故障码	233
二、说明	236
第六节 丰田 LEXUS 车系自动空调系统	237
一、故障码读取及清除	237
二、自动冷气空调电脑动作测试程序	237
第七节 奔驰车系自动空调系统	238
一、功能测试	238
二、W140(1995 年以前)自动冷气空调面板温度传感数值分析	239
三、1995 自动空调通风控制风门动作测试	241
四、W140(1995 年以前)空调系统故障码读取程序	242
五、W140(1995 年以前)自动冷气空调电脑各脚	246
参考文献	247

上篇 原理篇

第一章 汽车空调概述

第一节 汽车空调的发展

汽车空调技术是随着汽车的普及和高新技术的应用而发展起来的。汽车空调技术的发展经历了由低级到高级,由单一功能到多功能的五个阶段。

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。而日本到1954年才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,由美国通用汽车帕克公司(Packard)首先在轿车上安装由机械制冷的空调器。这项技术由于二次世界大战而停止了发展。战后的美国经济迅速发展,特别是因1950年美国石油产地的炎热天气,急需大量的冷气车,而使单一降温的空调汽车得以迅速发展起来。欧洲、日本到1957年才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。

第三阶段,冷暖一体化。1954年,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,目前的冷热一体空调基本上具有降温、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,是目前使用量最大的一种方式。

第四阶段,自动控制。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。自从冷暖一体化出现后,通用公司就着手研究自动控制的汽车空调,并于1964年首先安装在凯迪拉克(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年才在高级的轿车上安装自动空调。

自动空调装置只要预先调好温度,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其他功能的目的。

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(后合并到三菱集团)一起联合研究由微型计算机控制的汽车空调系统,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。微机控制的汽车空调系统由微机按照车内外的环境,实现微调化。该系统具备数字化显示、冷暖通风三位一体化、自我诊断系统、执行器自检、数据流传输等功能。通过微机控制,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和舒适性。

第二节 汽车空调的功能特点

一、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。

(一)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,我国大多数汽车空调只具有这种单一功能。

(二)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,再由采暖装置升温以降低空气的相对湿度。但在汽车上目前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。

(三)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,应采取上冷下暖的格式,即让冷风吹到乘员头部,暖风吹到乘员脚部。

(四)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的环境的。了解汽车空调特点,有利于认识汽车空调的使用和维修。汽车空调主要有如下特点:

(一)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震能力,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。

(二)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立独立的采暖设备,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%~20%。(和汽车的速度有关),发动机的输出功率减少 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采暖燃烧器。

(三)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,环境险恶,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,要求制冷量就特别大。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 600~700r/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。

(四)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%,是原始汽车空调质量的 1/4,而制冷能力却比 60 年代增加 50%。

第三节 汽车空调的性能指标

一、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。

在车内外热、湿扰量作用下,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。

汽车空调室内的得热量,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。

车内得湿量,主要是人员散湿量;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室内送入的热量,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。如车内所要求的温度 25°C ,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 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$,这里的 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 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,要求汽车空调的精度就高。

二、汽车空调的舒适性参数

人体舒适感与室内空气温度、室内空气相对湿度、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,它还和人们生活习惯、人体活动、衣着情况以及年龄、性别有关。为了判定一套汽车空调的热舒适性,需要确定汽车空调的车内参数。这些参数主要包括如下:

(一)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,夏季车室内每升高 1°C ,约减少冷负荷 10%,冬季每降低 1°C ,约减少热负荷 12%。一般 $28\sim 29^{\circ}\text{C}$ 是感觉舒适与否的分界点。另外,车内外温差不宜太大,否则也会使乘客感受到不舒适。汽车空调车内平均温度推荐值为:夏季 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$,冬季为 $15\sim 18^{\circ}\text{C}$;夏季车内外温差宜保持在 $5\sim 7^{\circ}\text{C}$ 范围内,冬季车室内外温差也不宜太大,宜保持在 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ 范围内,否则会使乘客感觉太冷或太热,下车易患感冒。

(二)车内空气相对湿度

车内空气相对湿度一般保持在 30%~70% 为宜,超出此范围,人就会感到干燥或闷热。

(三)车内气流速度

车室内气流速度以夏季不超过 0.5m/s 、冬季不超过 $0.3\sim 0.35\text{m/s}$ 为宜。

(四)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,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。

(五)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 50dB 以下。

(六)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℃/min 左右,冬季使用发动机冷却水作热源不存在上述问题。

(七)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℃ 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℃ 以内,这是根据汽车空调实验结构综合考虑后决定的。

(八)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部位有关,后面吹来的气流比前面吹来的更不舒服。风口布置位置应尽量避免直吹令人感到不舒服的部位。各处风口风速差值不宜超过 2m/s,否则,会引起车室内温度场、速度场分布不均匀,出现气流漩涡。

三、空气调节的主要参数

汽车空调的主要研究对象是空气,为此必须首先了解空气的性质,然后才研究汽车空调中的各种问题。

(一)空气温度

空气的温度表示空气的冷热程度,常用摄氏温标(℃)和绝对温标(K)来度量。“温度”是热量的度量。温度可用温度计或其它装置测量。温度可用下列三种温标测量:摄氏度数记为℃,华氏度数记为°F,开氏温度(K,注意:无“0”记号)。

(1) 在摄氏温度中,水的冰点(在海平面)称为 0°(零度),而水的沸点则为 100°。

(2) 在华氏温度中,水的冰点称为 32°,而水的沸点则为 212°。

(3) 开氏温标主要用于科学工作,取绝对零度(分子完全不运动)作为其零点。这是可能存在的最低温度,相当于 -273.15℃,即 -459.76°F。摄氏温标与华氏温标间的换算公式如下:

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$$

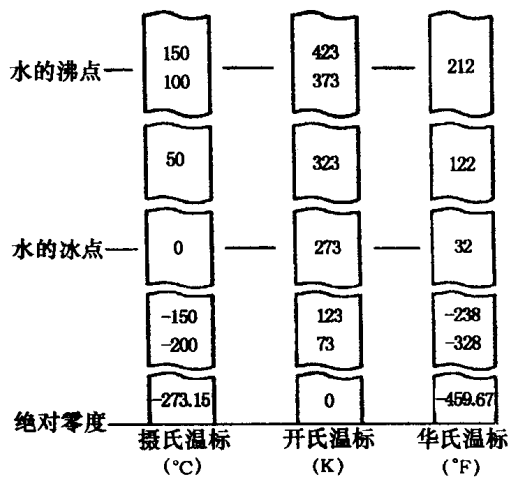


图 1-1 温标

(二)空气压力

空气的压力就是大气压力。空气由于空气和水蒸气组成,组成干空气的各种气体在常温常压下都可看作理想气体。水蒸气一般不能当作理想气体,但由于空气中水蒸气含量很小,太多处在过热状态,对整个湿空气造成的影响很小,在空调中可以忽略不计,因而可以将其近似看做理想气体。所以在空调技术中,可以把湿空气近似看做理想混合气体。

空气也符合道尔顿定律,即空气的总压力等于干空气分压力和水蒸气分压力之和。干空气和水蒸气都在其各自分压力的作用之下,而且干空气与水蒸气都具有相同的体积和温度。

分压力是指混合气体中的某一种气体,在它与混合气体相同的温度下,单独占据该混合气体的总容积时所具有的压力。

(三)空气湿度

空气的湿度是指空气中含水蒸气量的多少。湿度是用以表示空气干湿的术语。我们周围的空气是由不含水蒸气的空气(干燥空气)和含水蒸气的空气组成的,这两种空气混合在一起。空气中的水蒸气量就称为“湿度”。

一般说来,湿度高时,人们感到不舒适,湿度低时感到舒适。湿度一般有三种表示方法。

1. 绝对湿度

单位容积湿空气中含有水蒸气的质量,称为湿空气的绝对湿度(Z),即:

$$Z = \frac{m_q}{V} (\text{kg/m}^3)$$

式中, m_q 为水蒸气的质量(kg);

V 为水蒸气占有的容积,即湿空气的容积(m^3)。

由上式可见,绝对湿度就是该温度和水蒸气分压力下的水蒸气的密度。

绝对湿度表示单位容积中所含的水蒸气量的多少。由于容积随温度变化而变化,即使 m_q 不变, Z 也会随温度的变化而变化。

2. 含湿量

湿空气是由干空气和水蒸气组成的。在湿空气中与 1kg 干空气同时并存的水蒸气量称为含湿量(d),即:

$$d = \frac{m_q}{m_g} (\text{kg/kg 干空气})$$

式中 m_q 为湿空气中水蒸气的质量(kg)。若湿空气中含有 1kg 干空气和 $d\text{kg}$ 水蒸气,则湿空气质量为 $(1 + d)\text{kg}$ 。

由于常湿常压下干空气和水蒸气都可以视为理想气体,因此均遵循理想气体状态方程式。对于水蒸气

$$P_q V_q = m_q R_q T_q$$

对于干空气

$$P_g V_g = m_g R_g T_g$$

干空气、水蒸气都具有与湿空气相同的容积与温度,即

$$V_g = V_q = V$$

及

$$T_g = T_q = T$$

式中, P_q 为水蒸气的压力; V_q 为水蒸气的体积; R_q 为系数; T_q 为水蒸气的温度。

由以上各式得:

$$d = 0.622 \frac{P_q}{P_g} (\text{kg/kg 干空气})$$

前已述及,用绝对湿度不能确切反映湿空气中水蒸气量的多少。而用 1kg 干空气作为计算基础的含湿量就克服了绝对湿度的不足。干空气在温度和湿度变化时其质量不变,含湿量

仅随水蒸气量多少而改变。因此,用含湿量可以确切地表示空气中的水蒸气含量。

对空气进行加湿、减湿处理时,都用含湿量表示空气中水蒸气量的变化。

3. 相对湿度

在一定温度下,当饱和空气中的水蒸气量达到最大限度时,它不再具有吸湿能力,即不能再接纳水蒸气。这时空气所具有的含湿量称为该温度下湿空气的饱和含湿量。

含湿量虽能确切反映空气中含的水蒸气量的多少,但还不能反映空气的吸湿能力,不能表达湿空气接近饱和的程度,为此,需定义另一个湿空气的状态参数——相对湿度。

相对湿度是指空气中水蒸气分压力和同温度下饱和水蒸气分压力之比,即

$$\varphi = \frac{P_q}{P_{q,b}} \times 100\%$$

由上式可知,相对湿度反映了湿空气中水蒸气含量接近饱和的程度。 φ 值小,表示空气离饱和程度远,空气较为干燥,吸收水蒸气能力强; φ 值大,表示空气更接近饱和程度,空气较为潮湿,吸收水蒸气能力弱;当 $\varphi = 0$ 时,则为干空气;当 $\varphi = 100\%$ 时,则为饱和空气。

相对湿度和含湿量都是表示空气湿度的参数,但意义却不同: φ 能表示空气接近饱和的程度,却不能表示水蒸气的含量多少,而 d 能表示水蒸气的含量多少,却不能表示空气接近饱和的程度。

(四)空气湿球温度

对空调性能指标的评定方法,常用干湿球温度计来测量空气的温湿度。干湿球温度计由两支完全相同的水银温度计组成,其中一支水银球上包扎被湿润的湿纱布,称为湿球温度计,此温度计上所测得的读数称为湿球温度;另一支未包纱布的为干球温度计,其读数为干球温度,也就是通常所说的温度。两支温度计的数值相差愈大,空气就愈干燥;相差愈小,空气就愈潮湿。

湿球温度计的读数,实际上反映了湿纱布上水的温度。但是,并不是任一读数都可以认为是湿球温度,只有在热湿交换达到平衡,即稳定条件下的读数才称之为湿球温度。

湿球温度计的水银球上湿纱布表面必然形成一层很薄的饱和空气层。当空气的相对湿度 $\varphi < 100\%$ 时,纱布上的水必然产生蒸发现象。若水温高于空气的温度,蒸发所需要的汽化热必然首先取自水分本身,因此纱布上的水温下降。湿球温度计上的读数开始时高于干球温度计上的读数,随后读数下降。不论原来水温多高,经过一段时间后,水温终将降至空气干球温度以下。这时,也就出现了空气向水面的传热,此热量随着空气与水之间的温差的加大而增加。当水温降到某一数值时,空气向水面的温差传热恰好补偿水分蒸发所吸收的汽化热,此时,水温不再下降,反映在湿球温度计上的这一稳定的温度就是空气的湿球温度。如果湿球纱布上的最初水温低于湿球温度,则空气中的热量传递到水面而形成一种温差传热的关系:它一方面供给水蒸发所需的汽化热,另一方面供水温的升高。随着水温的升高,传热量减少,最终仍将达到温差传热与蒸发潜热相等,水温稳定并等于空气湿球温度。

当空气相对湿度较低时,湿球纱布上的水分蒸发快,蒸发需要的热量多,水温下降得也愈多,因而干、湿球温差大。反之,如果空气相对湿度高,则干、湿球温差小。当 $\varphi = 100\%$ 时,湿纱布上的水分不再蒸发,干、湿球温度也就相等了。由此可见,在一定的空气状态下,干、湿球温度的差值反映了空气相对湿度的大小。

实际上,风速大小对测量的精确性有很大影响。当流过湿球的风速较小时,空气与湿球表

面热湿交换就不完善,湿球读数便会偏高。在空调工程中定义的湿球温度,要求流过湿球的风速在 $2.5\sim 4.0\text{m/s}$ 以上。

第四节 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、采暖系统、送风系统、电气控制系统四大部分组成。严格说来,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,但在普通型轿车中,空气净化的任务则由蒸发器直接完成。

(一) 制冷系统

制冷系统由压缩机、冷凝器、集储器/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,见图 1-2。

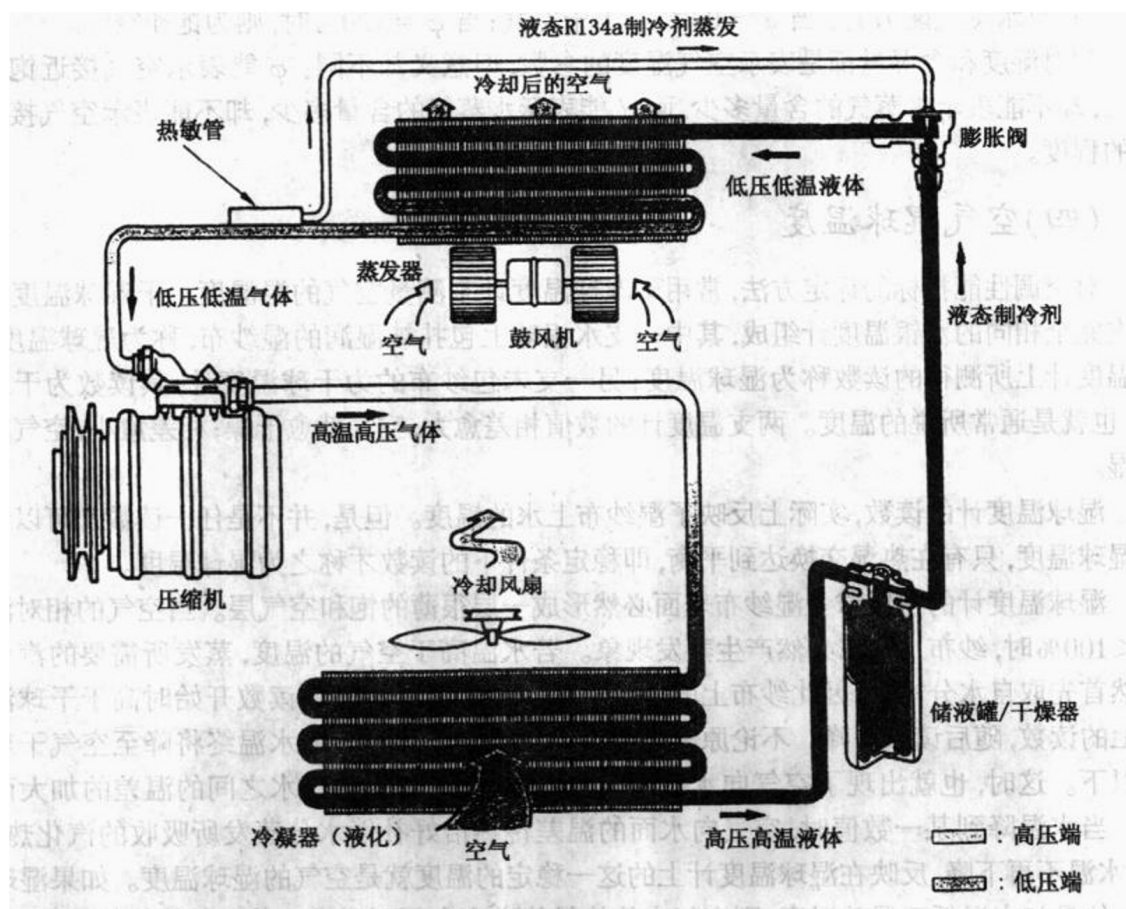


图 1-2 制冷系统结构

(二) 采暖系统

采暖系统是由加热、水阀、水管、发动机冷却液等组成,见图 1-3。

(三) 送风系统

送风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暖风心处,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角度而流向相应的出风口,见图1-4。

(四)控制电路

控制电路包括点火开关、A/C开关、电磁离合器、鼓风机开关及调速电阻器、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。

目前轿车的空调压缩机都以汽车发动机作为动力源,压缩机的开停以电磁离合器动作决定,而电磁离合器的工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,所以设有温度控制器(恒温器),用蒸发器表面温度作为控制信号,控制电磁离合器的动作。若压缩机温度过高,会造成高压部分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工作电源。

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)可满足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。

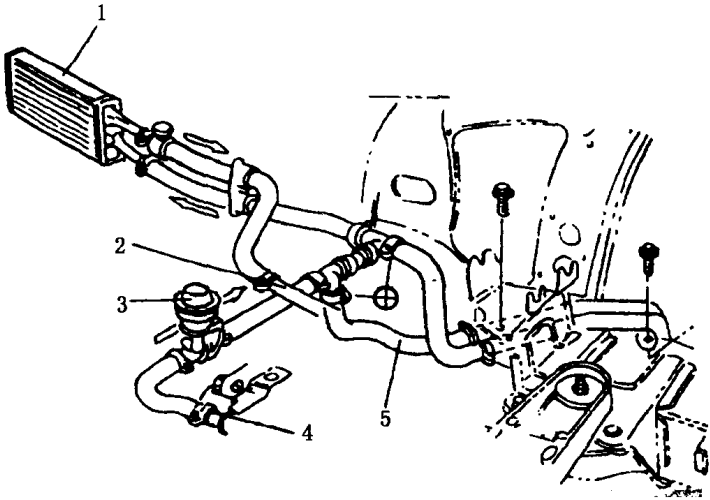


图 1-3 采暖系统供水管路

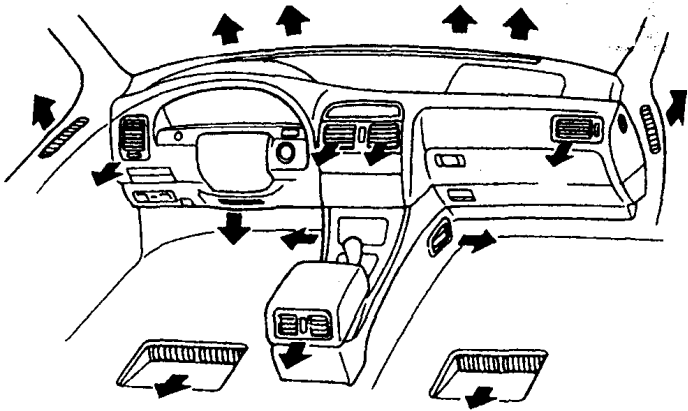


图 1-4 送风系统风门布置图

第二章 汽车空调制冷系统

第一节 汽车空调制冷基本原理

使车内的空气或抽入车内的外部新鲜空气降温或去湿的设备,称为制冷装置。

一、冷却的基本原理

在炎热的夏季里,游泳后上岸时人会感到有些冷。这是因为身体上的水分蒸发,带走了热量(见图 2-1)。在手臂上涂抹一些酒精,也会使人产生凉爽的感觉。这是因为酒精蒸发时,从手臂带走了热量(图 2-2)。利用这些自然现象,可使物体变得较凉。

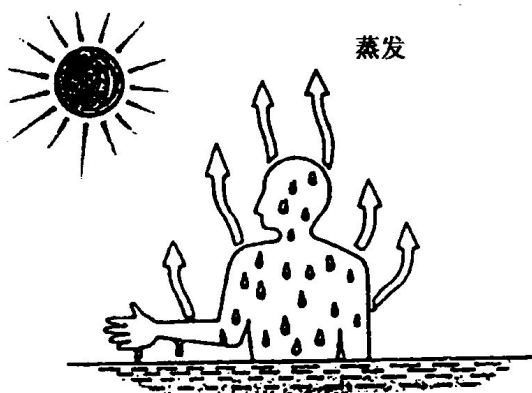


图 2-1 水分蒸发带走热量



图 2-2 酒精蒸发带走热量

假设将一个带有水龙头的容器放入绝热良好的盒子中。容器中装有在常温下易于挥发的液体。当打开水龙头时,容器内的液体便会从盒子内的空气中带走挥发所需的热量,并转化成气体而逸出盒子(见图 2-3)。这时,盒子内空气的温度便会低于水龙头打开前的温度。我们可以用这种方法使物体冷却。

但由于容器内液体不断地消耗,我们必须向容器内添加液体。这种方法非常不合理。因此,我们要找一种能将气体变为液体,然后再由液体重新蒸发成气体的方法,以产生冷却效应。同时,还必须找到具有这一特性的介质——制冷剂。现代汽车空调系统解决了这个问题。

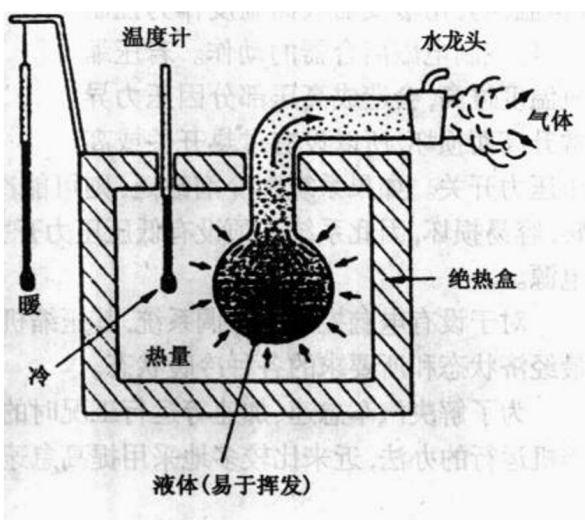


图 2-3 冷却基本原理

二、制冷系统的热交换过程

图 1-2 为空调制冷循环图,其工作过程如下: