



汽车空调系统 原理与检修

第2版

刘春晖 ◎ 主编



QICHE KONGTIAO XITONG
YUANLI YU JIANXIU



☐ 结构原理图片清晰

☐ 机械电控全面掌握

☐ 维修方法实例讲解

☐ 品牌丰富车型经典



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车维修技能修炼丛书

汽车空调系统原理与检修

第 2 版

刘春晖 主 编



机械工业出版社

本书全面、系统地介绍了七个方面的内容,分别是汽车空调基础知识,空调制冷系统部件结构与检修,汽车空调系统电气控制,汽车空调取暖、通风与配气系统,汽车自动空调控制系统,汽车空调系统检测与维修基础以及汽车空调系统检修实例。

本书内容新、全,系统、实用,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专业、汽车电子技术专业及汽车类相关专业的教材,也可作为学习现代汽车空调技术的培训教材,还可作为汽车驾驶人、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

汽车空调系统原理与检修/刘春晖主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2014.5

(汽车维修技能修炼丛书)

ISBN 978-7-111-46032-9

I. ①汽… II. ①刘… III. ①汽车空调-车辆修理 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第039610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:杜凡如 责任编辑:杜凡如 版式设计:霍永明

责任校对:申春香 封面设计:路恩中 责任印制:李洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2014年5月第2版第1次印刷

184mm×260mm·16印张·390千字

0001-3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-46032-9

定价:39.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

随着汽车技术的进步和人们对汽车的舒适性、安全性、可靠性要求的提高,汽车空调系统已成为现代汽车的标准配置。随着汽车技术中大量融入电子、计算机及网络等技术,汽车空调系统的结构变得越来越复杂,其控制部分电子化程度也越来越高,越来越人性化,环保要求也越来越严格,使汽车空调的舒适性与技术要求有了显著的提高。目前,中高档轿车已普遍采用微机控制的自动空调。汽车空调的维修已成为当前汽车维修行业中不可或缺的工作。

本书自第1版出版以来,深受广大读者的欢迎,历经多次重印。随着汽车技术的发展,汽车空调方面的新技术与新结构不断涌现,汽车维修理念及汽车类专业教育也发生了变化,为了适应新形势下汽车技术发展的需要,我们对第1版进行了修订,增加了新的维修理念和空调系统方面的新配置及典型车型自动空调系统的结构介绍。

本书从实际出发,全面、系统地阐述了汽车空调系统的基本结构、工作原理、自动控制、拆装、检测和维护知识,详细地讲解了空调系统故障现象、原因和排除方法,特别适合广大汽车维修一线的维修人员自学使用,同时也可作为职业教育教学和培训使用。

本书内容深入浅出,系统地介绍了现代汽车空调系统的结构、工作原理、维修和故障诊断方面的知识。全书共分七个方面内容,分别是汽车空调基础知识,空调制冷系统部件结构与检修,汽车空调系统电气控制,汽车空调的取暖、通风与配气系统,汽车空调自动控制系统,汽车空调系统检测与维修基础以及汽车自动空调系统检修实例。

本书由山东华宇职业技术学院刘春晖任主编,参加本书编写工作的老师还有苏朝辉、王云、刘宝君、陈国、张炜炜和德州市政务服务中心曹宇航。

在编写过程中借鉴和参考了大量国内外的汽车技术资料、维修资料和相关书籍,在此向其作者及编者深表感谢!由于编者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

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,汽车空调系统已成为现代汽车特别是轿车的标准配置。电子技术在汽车上的广泛应用,使汽车在总体结构、工作原理、使用与维修等方面都发生了根本性的变化,使得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。目前中高档轿车已普遍采用微机控制的自动空调。

本书从实际出发,全面、系统地阐述了汽车空调系统的基本结构、工作原理、自动控制、拆装、使用和维护知识,详细地讲解了空调系统故障现象、原因和排除方法,特别适合职业教育教学和培训使用,同时也可作为广大汽车维修一线的维修人员自学使用。

本书由山东华宇职业技术学院刘春晖、张学忠任主编,山东华宇职业技术学院刘宝君、德州学院王云任副主编,参加编写工作的还有张斌、赵国富、魏金铭、柳学军、孙长勇、蔡志涛、尹文荣、王淑芳、魏代礼、刘甲洪和郭长保。

本书在编写过程中借鉴和参考了大量国内外的汽车技术资料、维修资料和相关书籍,在此向维修资料的作者及编者深表感谢!由于编者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第2版前言

前言

第一章 汽车空调基础知识	1
第一节 汽车空调热力学知识	1
一、空调系统中常用的基本物理量	1
二、热传递的基本形式	6
三、物质的状态变化和热的形态	7
四、热力学的两个基本定律	8
五、节流	9
第二节 汽车空调技术的应用与发展	9
一、汽车空调技术的发展过程	9
二、我国汽车空调的应用现状	10
三、汽车空调发展的趋势	11
四、自动空调新技术在汽车上的应用	12
第三节 汽车空调制冷剂对环境的影响	13
第四节 汽车空气调节的内容	16
一、汽车空调的功能	16
二、汽车空调的特点	18
三、汽车空调的组成	19
第五节 汽车空调系统的分类	22
一、按节流装置和系统结构分类	22
二、按驱动方式分类	24
三、按功能分类	25
四、按控制方式分类	26
五、按压缩机的排量是否可变分类	28
第六节 制冷剂与冷冻润滑油	28
一、制冷剂	28
二、冷冻润滑油	33
第七节 汽车空调制冷系统原理与组成	35
一、空调制冷基本原理	35
二、制冷循环	36
三、汽车空调制冷系统的功能与组成	37
四、汽车空调制冷系统的制冷循环过程	39
第二章 空调制冷系统部件结构与检修	42
第一节 压缩机	42
一、概述	42
二、定排量压缩机	44



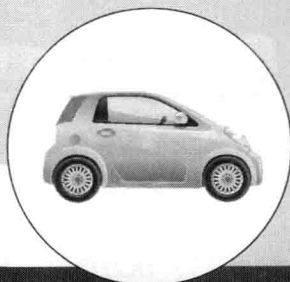
三、变排量空调压缩机·····	50
四、空调压缩机的检修·····	55
第二节 冷凝器 ·····	58
一、冷凝器的结构·····	58
二、冷凝器的检修·····	60
第三节 蒸发器 ·····	62
一、蒸发器的结构·····	62
二、蒸发器的检修·····	65
第四节 热力膨胀阀和节流管 ·····	66
一、膨胀阀·····	67
二、膨胀阀的拆装·····	72
三、膨胀阀的检修·····	73
四、膨胀节流管（孔管）·····	74
五、节流管的拆装与检修·····	76
第五节 储液干燥器、集液器及管路接头·····	78
一、储液干燥器·····	78
二、储液干燥器的拆装与检修·····	81
三、集液器·····	82
四、制冷系统的连接部件·····	84
第三章 汽车空调系统电气控制 ·····	87
第一节 空调常用保护与控制装置 ·····	87
一、制冷剂压力开关·····	87
二、过热过压保护装置·····	93
三、控制继电器·····	96
四、电磁离合器·····	97
第二节 蒸发器的压力控制 ·····	101
一、蒸发压力调节器（EPR）·····	102
二、导阀控制蒸发压力调节器 ·····	102
三、吸气节流阀（STV）·····	102
四、导阀控制吸气节流阀（POASTV）·····	104
五、组合阀 ·····	104
第三节 汽车空调的真空控制装置 ·····	106
一、真空源和真空驱动器 ·····	106
二、加热器控制 ·····	106
三、真空罐 ·····	107
四、模式门的控制 ·····	108
五、单向阀和单向继电器 ·····	110
第四节 空调温度自动控制 ·····	110
一、电-气动式温度控制装置·····	110
二、蒸发器温度控制器 ·····	111
第五节 汽车空调系统的发动机控制 ·····	114
一、发动机的怠速提升控制 ·····	114
二、发动机失速控制 ·····	117



三、传动带保护控制	117
四、加速控制装置	119
五、压缩机双级控制	119
六、双蒸发器控制	120
第六节 汽车空调电路分析	120
一、鼓风机控制电路	120
二、冷凝器风扇控制电路	122
三、压缩机电磁离合器控制	126
第七节 典型空调控制电路的综合读图分析	128
一、普通桑塔纳轿车空调系统电路分析	128
二、桑塔纳 3000 轿车空调系统电路分析	130
三、广州本田雅阁轿车空调控制电路	132
四、富康轿车空调制冷系统的控制电路	134
第四章 汽车空调的取暖、通风与配气系统	138
第一节 汽车空调暖风系统	138
一、汽车空调暖风系统概述	138
二、热水取暖系统	140
三、气暖式暖风装置	143
四、独立燃烧式暖风装置	144
五、暖风系统的拆装	145
第二节 汽车通风和空气净化系统	149
一、汽车通风系统	149
二、空气净化装置	150
三、通风系统的拆装与检测	153
第三节 汽车空调控制面板的操作	155
一、汽车空调的气流分配形式	155
二、汽车空调的气流组织过程	156
三、手动空调控制面板的操作	157
四、全自动空调系统控制面板的操作	159
第五章 汽车空调自动控制系统	162
第一节 自动空调的功能及基本组成	162
一、自动空调系统的功能	162
二、自动空调系统基本组成	163
第二节 自动空调系统的工作原理	164
一、送风温度控制	165
二、鼓风机转速控制	166
三、工作模式控制	169
四、进气模式控制	170
五、压缩机控制	171
第三节 自动空调的传感器	172
一、车内温度传感器	172
二、车外温度传感器	174
三、蒸发器温度传感器	175



四、冷却液温度传感器	176
五、阳光传感器	176
六、空气质量传感器	178
七、烟雾传感器	178
第四节 自动空调系统控制执行机构及控制模式	179
一、自动空调系统控制执行机构	179
二、自动空调控制模式	179
第六章 汽车空调系统的检测与维修基础	184
第一节 汽车空调的正确使用与维护保养	184
一、汽车空调的正确使用	184
二、汽车空调的维护保养	186
第二节 汽车空调故障诊断方法	188
一、直观诊断法	188
二、仪器诊断法	189
第三节 汽车空调系统维修工具的使用	193
一、通用工具及常用设备	193
二、专用工具及专用设备	194
第四节 汽车空调维修操作技能	202
一、汽车空调系统的泄漏检查	202
二、汽车空调系统制冷剂的排放	205
三、汽车空调制冷系统的抽真空	205
四、汽车空调系统制冷剂的加注	207
五、制冷系统润滑油的加注	210
第七章 汽车空调系统结构与检修实例	213
第一节 奥迪系列自动空调控制系统	213
一、奥迪轿车的自动空调控制系统概述	213
二、主要的温度传感器	216
三、自动空调系统的执行器	219
四、奥迪轿车自动空调系统的空气分配	223
五、循环空气模式	224
六、自动控制式的循环空气模式	225
第二节 丰田卡罗拉自动空调系统	226
一、基本组成	226
二、主要元件的作用	226
三、自动空调工作原理及控制功能	233
第三节 别克林荫大道轿车自动空调系统	237
一、空调控制系统的组成及原理	237
二、空调系统控制电路	241
三、空调压缩机接通和断开的条件	241
四、空调系统性能测试	245
五、故障诊断仪的执行测试功能	245
参考文献	247



第一章

汽车空调基础知识

第一节 汽车空调热力学知识

一、空调系统中常用的基本物理量

1. 温度

温度是用来衡量物体冷热程度的物理量，用温标来表示。温度只反映物体冷热的程度，并不表示物体具有热量的多少。物体温度的高低可用温度计来测量，温度计是利用某些物质的体积随温度的变化而改变的特性制成的。常用的温度计有水银温度计和酒精温度计。

(1) 温标 温度计上的标尺称为温标，工程上常用的温标有：摄氏温标，用 $^{\circ}\text{C}$ 表示；热力学温标，用 K 表示；华氏温标，用 $^{\circ}\text{F}$ 表示。用这三种温标测得的温度分别为摄氏温度、热力学温度和华氏温度，如图 1-1 所示。

1) 摄氏温标。它将标准大气压下水的冰点（海平面）定为 0°C ，水的沸腾点定为 100°C ，间隔 100 份，每份为 1°C 。用摄氏温标标定的温度称为摄氏温度，用符号 t 表示，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

2) 华氏温标。它将标准大气压下水的冰点定为 32°F ，沸点为 212°F ，间隔 180 份，每单位分度为 1 华氏度，表示为 1°F 。用华氏温标标定的温度称为华氏温度。

3) 开氏温标。在开氏温标中，将分子完全不运动的温度定为 0K ，是可能存在的最低温度，用摄氏温标表示为 -273.15°C ，华氏温标为 -459.67°F ，开氏温标与摄氏温标的间隔相同。

在我国，表示温度通常使用摄氏温标，在欧美，华氏温标使用比较普遍，三种温标的比较换算见表 1-1。温标对照如图 1-2 所示。

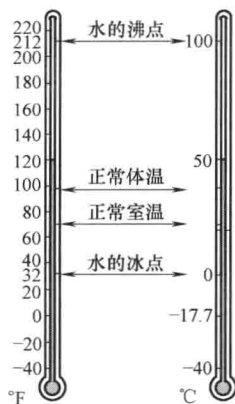


图 1-1 华氏温度与摄氏温度计

表 1-1 温标的比较换算

温标名称	代号	单位	换算方法
摄氏温标	t	$^{\circ}\text{C}$	$t = 5/9(\theta - 32)$
华氏温标	θ	$^{\circ}\text{F}$	$\theta = 9/5t + 32$
开氏温标	T	K	$T(\text{K}) = t + 273.15$

(2) 温度类型

1) 冷凝温度。在空调系统中，在冷凝器中制冷剂在一定高压下由气态变为液态时的温



度称为冷凝温度。

2) 蒸发温度。在空调系统中,在蒸发器中制冷剂低压汽化时的温度称为蒸发温度。

2. 压力(压强)与真空

(1) 压力单位 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。在工程上俗称压力,压力的法定计量单位是“帕斯卡”,单位符号为“Pa”。物理意义是1平方米(m^2)的面积上作用有1牛顿(N)的力。由于此单位较小,常用的单位是千帕(kPa)和兆帕(MPa)。

$$1\text{MPa} = 1000\text{kPa} = 10^6\text{Pa}$$

在实际使用中还有几个常用的压力单位,如工程大气压(kgf/cm^2)、毫米汞柱(mmHg)、大气压(atm)及磅/平方英寸(psi)等。它们之间的换算关系见表1-2。

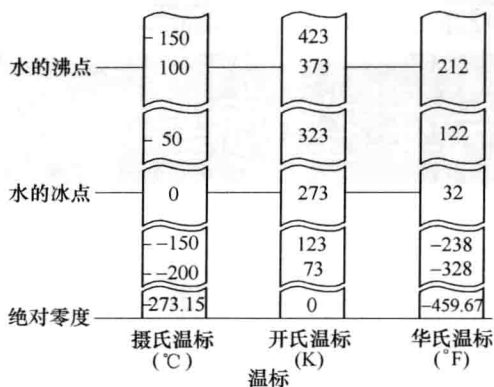


图 1-2 温标对照

表 1-2 几个常用压力单位之间的换算关系

kPa	kgf/cm ²	mmHg	psi	atm
1	1.02	7.50	0.145	9.87×10^{-3}
9.81	1	7.36×10^2	14.2	0.98
0.133	1.36×10^{-3}	1	1.93×10^{-2}	1.32×10^{-3}
6.89	7.03×10^{-2}	51.72	1	6.80×10^{-2}
101.32	1.03	760	15.97	1

此外,还有些地方采用巴(bar)作为压力单位,它与工程大气压的换算为:

$$1\text{bar} \approx 1\text{kgf}/\text{cm}^2$$

(2) 标准大气压 纬度 45° 的海平面上常年平均气压称为标准大气压(atm)。

$$1\text{atm} = 1.033\text{kgf}/\text{cm}^2 = 760\text{mmHg}$$

(3) 真空与真空度 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,也就是说压力随之减小得也越多,所以真空度是以气体压力大小来表示的。压力越低,表示真空度越高。反之,压力越高,表示真空度越低。若以汞柱高度来表示,当压力高到760mmHg时,则意味着真空“消失”了,若压力继续升高,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。

(4) 绝对压力与表压力 实际运用中,压力的表示方法有三种,分别是:“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,指完全真空状态下测出的压力;表压力是指用压力表测出的压力,表示比标准大气压高出的压力数值,即

$$\text{绝对压力} = \text{表压力} + 1\text{个标准大气压}$$

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。它们之间的基本关系如图 1-3 所示。

3. 湿度

湿度用来表示空气中水蒸气的含量。湿度较高时，人就会感到不舒适。空气中常因含有一定数量的水蒸气而呈现为湿空气。

(1) 饱和空气和未饱和空气 在一定温度下，空气所含的水蒸气量（即水蒸气分压力）有一个最大限度，这个最大限度就是空气湿度所对应的水蒸气饱和压力，超过这一限度，多余的水蒸气就会从湿空气中凝结出来。

凡水蒸气含量未达到该温度下的最大限度的空气均称为未饱和空气。未饱和空气具有吸收和容纳水蒸气的能力，如湿衣服挂在空气中能够被晾干，就是这个道理。

(2) 露点 对未饱和空气，如在含湿量不变的条件下，将其温度下降，当降到相应于该含湿量的饱和空气温度时，它就变成饱和空气。如果温度再下降，空气中的一部分水蒸气就会凝结成露珠而被析离出来，这一临界温度称为露点。

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 。

(3) 相对湿度和绝对湿度 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。湿度大小有两种表示方法，一种叫相对湿度，另一种叫绝对湿度。

相对湿度：在某一温度下，空气中实际含水蒸气量（以重量计）与空气在该温度下所能含水蒸气量（重量）之比。通常随着温度的升高，空气中所能含的水蒸气量会增加，如果空气的实际含水蒸气量不变，温度升高，则空气的相对湿度下降，如图 1-4 所示。它常用百分比表示，100% 称为饱和空气，0% 称为干空气。

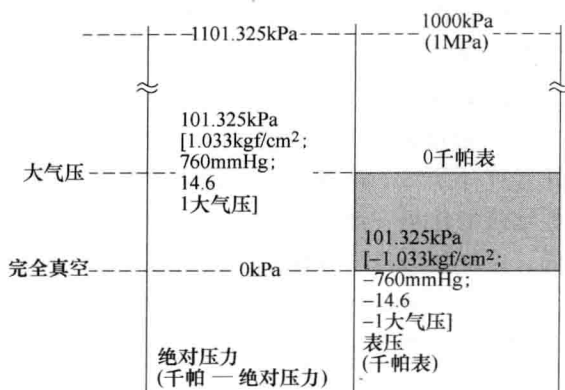


图 1-3 绝对压力、表压力和真空度的关系

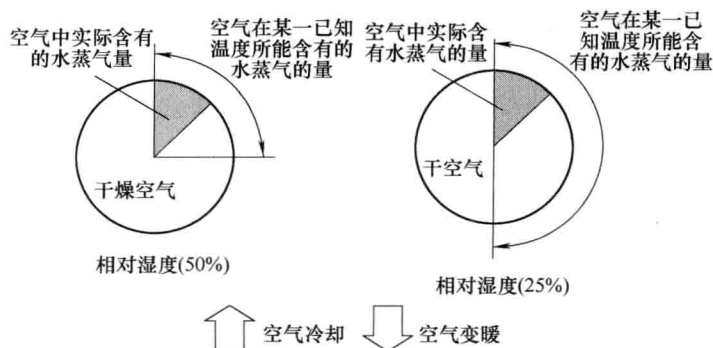


图 1-4 空气的相对湿度



空气的相对湿度是衡量制冷系统工作性能的一个重要因素，实验表明，在 26℃ 相对湿度为 30% 和在 22℃ 相对湿度为 90% 这两个环境里，人体的感觉是一样的。

绝对湿度：空气中所含水蒸气的量（重量）与干燥空气量之比。

（4）湿度的测量 湿度的测量通常用干湿球温度计，干球温度计就是普通的温度计，湿球温度计是将干球温度计的玻璃球处包上纱布，再将纱布浸在水中，如图 1-5 所示，水便在毛细管的作用下湿润温度计，由于在湿球处的水分蒸发带走一部分热量，使湿球处的温度降低，这样就形成了湿球温度，通过计算干球温度和湿球温度的差值，就可以算出空气的湿度。干湿球温差越大，表明空气越干燥，反之，空气越潮湿。标准湿球温度应在感温球周围有 3 ~ 5m/s 的风速。

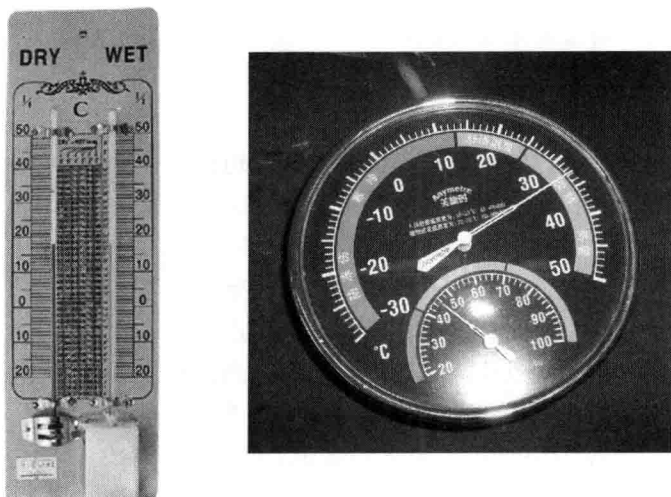


图 1-5 干湿球温度计（干湿计）

4. 饱和温度和饱和压力

如果对制冷剂加热，则其中的一部分液体就会变成蒸气；反之，如果制冷剂放出热量，则其中的一部分蒸气又会变成液体（温度不变）。在这种制冷剂液体和蒸气处于共存的状态时，液体和蒸气是可以彼此转换的。处于这种状态的制冷剂蒸气叫饱和蒸气，这种状态下的制冷剂液体叫做饱和液体。汽化过程中，由饱和液体和饱和蒸气组成的混合物称为湿饱和蒸气，简称湿蒸气。饱和蒸气的温度叫做饱和温度；饱和蒸气的压力叫做饱和压力。干饱和蒸气指在容器中的液体全部蒸发成蒸气的状态。

通常所说的沸点都是指液体在一个大气压下的饱和温度。对于不同的液体，在同一压力下，它的饱和温度也是不同的，见表 1-3。

表 1-3 几种液体在一个标准大气压下的正常沸点

液体名称	沸点/℃	液体名称	沸点/℃
水	100	R22	-40.8
酒精	78	R134a	-26.15
R12	-29.8	R142b	-9.25
氨	-33.4	R405a	-27.3



5. 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 1-4 列出了几种氟制冷剂的临界温度与临界压力。

表 1-4 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

6. 制冷能力与制冷负荷

制冷能力:制冷机就是把热量不断地从低温物体转移给高温物体的装置。制冷能力的大小是以单位时间内所能转移的热量来表示的,单位是 J/h。

制冷负荷:为了把车内的温度和湿度保持在一定的范围内,必须将来自车外太阳的辐射热和车内散发出的热量排到大气中。这两种热量的总和就叫制冷负荷。

汽车空调系统的制冷负荷较大。由于汽车在室外行驶且车壁较薄,受外界影响很大,在阳光直射下车内温度可达 50~60℃。在室外大气温度为 34℃ 的晴天,汽车在公路上放置 1h 后,车顶温度可达 75℃,车内温度前座可达 58℃,后座可达 54℃。同时,由于风窗玻璃面积较大,辐射量也大。由于车内空间所限、座位相邻、乘员体形各异,会形成许多小的区域,从而使气流受到不同程度的阻力。因此,汽车空调制冷负荷通常会受到外界大气温度、湿度、车速等客观条件和乘员数量的影响。

7. 汽化和冷凝

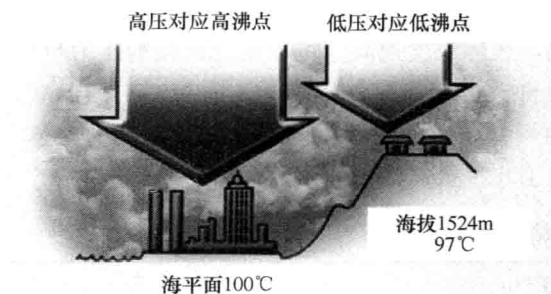
(1) 汽化 对液体加热,使其从液态转变为气态的过程称为汽化过程。汽化有两种方式:蒸发与沸腾。

① 蒸发:液面上发生的汽化现象称为蒸发。衣服晾干的过程就是一个典型的蒸发过程。蒸发的快慢与蒸发的条件有很大的关系。液体的温度越高,蒸发越快;液体的蒸发面积越大,或者液体表面气体速度越大,蒸发越快。蒸发过程是一个吸热冷却过程。

② 沸腾:将液体加热到某一温度时,例如将水在常压下加热到 100℃,其内部会产生许多气泡,这些气泡不断自由到达液体表面破裂,而放出蒸气,这种在液体内部以气泡形式出现的汽化现象叫做沸腾。

蒸发与沸腾虽然同属于汽化现象,但在一定压力下,蒸发可以在任何温度下进行,而沸腾只能在到达与液体表面压力相对应的一定温度(沸点)时才能进行。液体沸腾时的温度称为沸点,又称为该压力下的饱和温度,该压力称为饱和压力。液体的沸点与它的表面压力有直接的关系,压力越高,沸点越高,如图 1-6 所示。

对液体加热,可使液体沸腾。然而将液体的压力降到相应于该液体温度下的饱和压力时,液体也同样能沸腾,如图 1-7 所示。



压力-温度的关系:

- 压力升高, 液体的沸点升高
- 压力降低, 液体的沸点降低

图 1-6 压力对沸点的影响

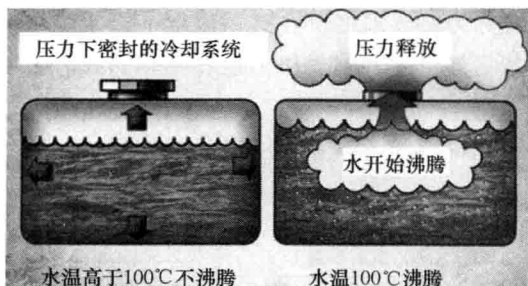


图 1-7 在密封和敞开系统中的沸点

汽化需要吸收热量, 单位质量的液体完全变成同温度下的气体所需要的热量, 称为汽化热。同一种液体, 在不同饱和温度时, 其汽化热也不同。一般来说, 温度越高, 汽化热越小。处于饱和温度时的蒸气称为饱和蒸气。将饱和蒸气在定压下加热, 即可成为过热蒸气。过热蒸气的温度比同压力下饱和蒸气的温度高。二者之差称为过热度。

(2) 冷凝 当蒸气受到冷却时, 放出热量, 由气体变成液体的过程称为冷凝。冷凝时的温度称为饱和温度, 如果将冷凝后的液体再度冷却, 使其温度低于饱和温度, 这种现象称为过冷, 两者的温度差称为过冷度。气体冷凝时要放出热量。同样质量的饱和蒸气冷凝时放出的热量等于同温度下的汽化热, 物态变化与热量的关系如图 1-8 所示。

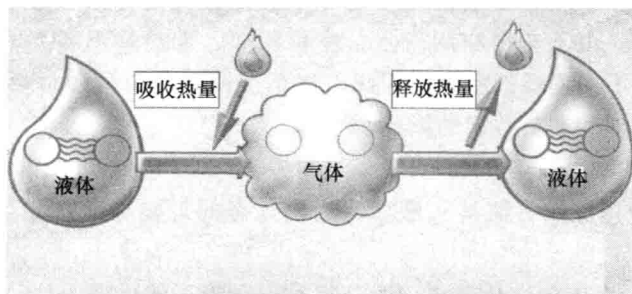


图 1-8 物态变化与热量的关系

二、热传递的基本形式

热量是热传导过程中物体内能变化的量度。热是能量的一种基本形式, 它不能消失, 只能从一个物体传递到另一个物体或从同一物体的一部分传递到另外一部分。根据科学定律, 热量只能从高温表面传递到低温表面, 直至温度相同为止。热传递的速度取决于高温表面与低温表面之间的温差。热量的法定计量单位是“焦耳”, 单位符号为“J”。

空调的工作过程实际就是热量的传递和转移的过程, 热量都是通过以下 3 个途径传递的。

(1) 传导 在受热不均匀的物体中, 通过分子运动, 将热能由较热的一端传到较冷的一端的过程称为传导。这种交换方式将一直进行到整个物体的温度相等时为止, 如图 1-9 所示。

(2) 对流 当液体或气体的温度发生变化后, 其比重也随之发生变化。温度低的比重



大, 因重力作用而向下流动; 温度高的比重小, 向上升, 从而形成对流。由于液体或气体本身的比重变化而形成的对流称为“自然对流”; 若由于外力作用, 使气体或液体的流速加快, 则称为“强制对流”, 如图 1-10 所示。

(3) 辐射 物体之间在不接触的情况下, 高温物体将热量直接向外传给低温物体的传递方式, 叫做热的辐射, 如图 1-11 所示。

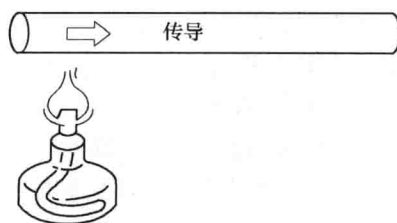


图 1-9 传导

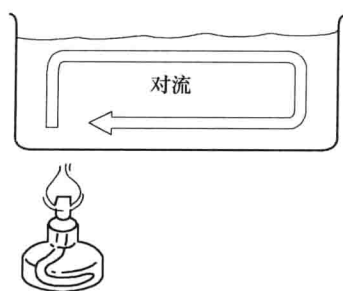


图 1-10 对流

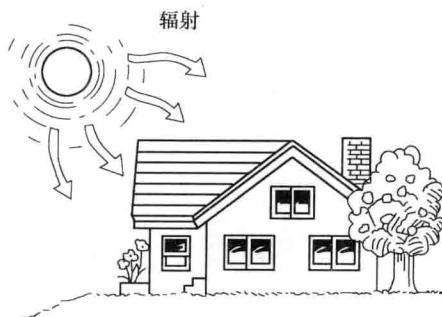


图 1-11 辐射

三、物质的状态变化和热的形态

1. 物质的状态变化

增加或减少物质的热量, 物质的温度可能发生变化, 物质的状态也可能发生变化。

对冰加热, 冰的温度会慢慢升高; 当温度达到 0°C 时, 冰就开始熔化, 在这一阶段, 0°C 的水与冰共存; 继续加热直至冰全部转变为 0°C 的水, 这一固态转变为液态的过程称为熔化, 而反过来的过程叫做凝固。对水加热, 水从 0°C 升高到 100°C 。在 100°C 时, 水的温度不再继续升高, 而开始蒸发, 直至水全部蒸发为水蒸气, 水的加热过程如图 1-12 所示。水从液态变为气态的过程叫做汽化 (蒸发), 相反的过程称为冷凝。物质从固态直接转化为气体叫做升华, 相反的过程叫凝华。

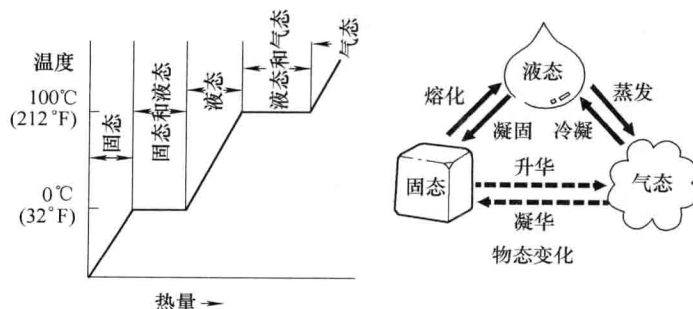


图 1-12 水的加热过程和状态变化

2. 热的形态

从水的加热过程我们可以看出, 加热水时, 水的温度会随加热量的增加而升高。当加热到 100°C 时, 水的温度不再升高, 而是从液态向气态转变 (图 1-12)。这说明了加给水的热



量有两种结果，一种是使水的温度升高，另一种是使水的状态发生变化。我们将使物质温度升高的热量称为显热，将使物质状态发生变化的热量称为潜热（图 1-13）。

潜热按物体状态变化不同，可分为以下几种：

- (1) 液化热 在某温度时，物质从气体变成相同温度液体时放出的热叫做液化热。
- (2) 凝固热 在某温度时，物质从液体变成相同温度固体时放出的热叫做凝固热。
- (3) 溶化热 在某温度时，物质从固体变成相同温度液体时吸收的热叫做溶化热。
- (4) 汽化热 在某温度时，物质从液体变成相同温度气体时吸收的热叫做汽化热。
- (5) 升华热 在某温度时，物质从固体变成相同温度气体时吸收的热叫做升华热。

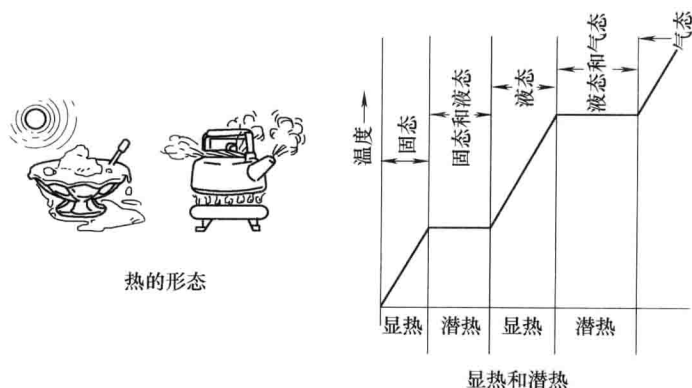


图 1-13 显热和潜热

例如 1kg 水沸腾开始汽化，到水完全汽化为止，所加入的热量为 2500kJ，这一热量就是水的汽化潜热。

四、热力学的两个基本定律

1. 热力学第一定律

汽车制冷系统在系统运行中，一直发生着不同形式的能量之间互相转换和传递，使制冷剂状态发生变化。在压缩机内，压缩机对制冷剂进行压缩，增加了制冷剂的热能，在冷凝器内，制冷剂又把热能传递给周围的空气而自身冷凝，在蒸发器内，制冷剂吸收车内空气的热量沸腾而变成气体，这一系列的热量传递和转换都是等量的。也就是说，热量传递，或者在机械功和热量的转换过程中，能量总和保持不变。这就是热力学第一定律。

2. 热力学第二定律

热量不能自动地由低温的物体传向高温的物体。但是，热量可以有条件地由低温物体传向高温物体，这个条件就是要消耗外功。其关系表达式为：

$$Q_H = Q_C + W$$

式中 Q_H ——从高温热源放出的热量；

Q_C ——从低温热源吸收的热量；

W ——制冷压缩机所消耗的功。

汽车空调制冷系统就是在消耗一定功的条件下，利用制冷剂的状态变化，而将热能由低温物体（车内空气）传向高温物体（车外空气）的一个实例。