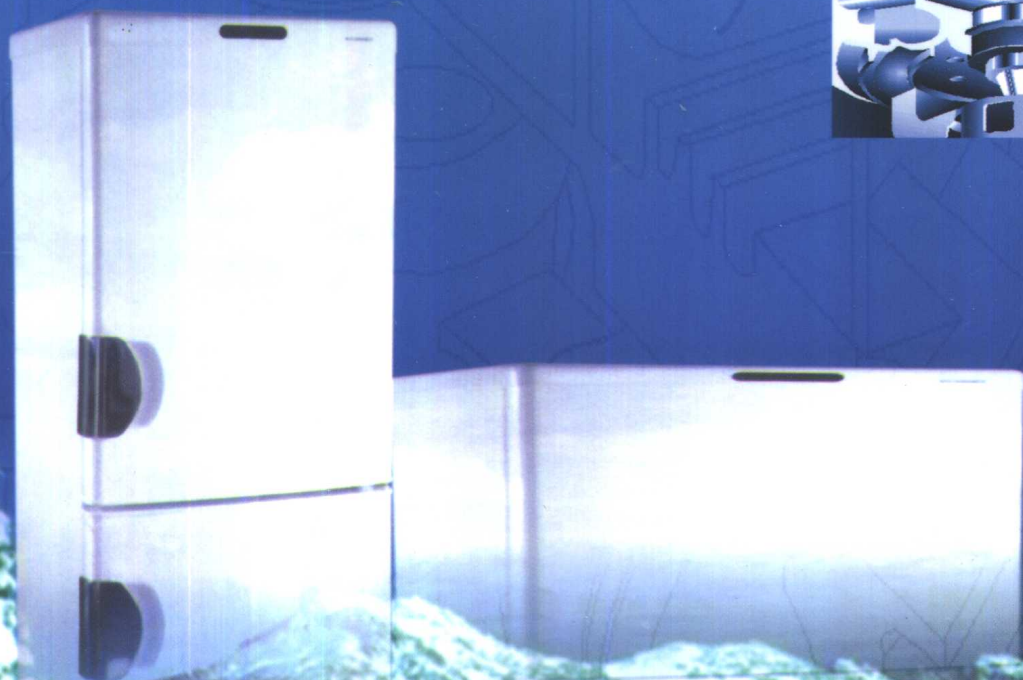
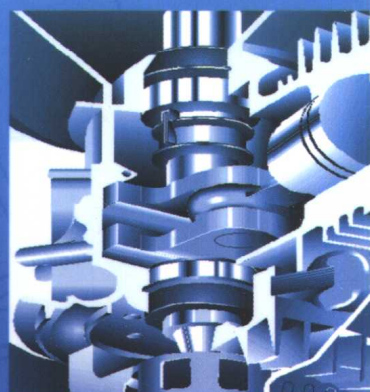


新型无氟冰箱及冷藏柜

原理与维修技术

刘胜利 赵先美 曾秀兰 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

新型无氟冰箱及冷藏柜原理与维修技术

刘胜利 赵先美 曾秀兰 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍无氟电冰箱及冷藏柜的维修技术,内容包括无氟电冰箱及冷藏柜的制冷原理、结构特点、无氟冰箱中主要制冷设备的特点及维修技术、冷藏柜的种类和结构特点、制冷系统的装配工艺、冷藏柜的使用与维修技术和维修实例等。

本书第一章简要介绍制冷技术的基础知识;第二章介绍家用电冰箱的结构特点;第三章介绍家用电冰箱的制冷系统;第四章介绍家用电冰箱中的电气系统;第五章介绍电冰箱常见故障及维修技巧;第六章介绍冷藏柜的类型和结构;第七章介绍冷藏柜制冷系统装配工艺;第八章介绍冷藏柜的使用与维护;第九章介绍冷藏柜常见故障的维修技巧;第十章介绍无氟冷藏柜的维修技术;第十一章介绍冷藏柜检修工艺;第十二章介绍冷藏柜的节能方法。在附录中还提供了实用的维修参考资料。

全书突出新技术、新知识、新方法等特点,适合具有初中以上文化程度的读者阅读,亦可作为职业高中和大、中专学校的培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

新型无氟冰箱及冷藏柜原理与维修技术/刘胜利 赵先美 曾秀兰 编著.-北京:电子工业出版社,2000.4

ISBN 7-5053-5684-4

I.新… II.刘… III.无氟冰箱-维修技术 IV.TN912.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 63251 号

书 名:新型无氟冰箱及冷藏柜原理与维修技术

编 著 者:刘胜利 赵先美 曾秀兰

责任编辑:高 平

特约编辑:朱 宇

排版制作:电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者:北京京安达明印刷厂

出版发行:电子工业出版社 URL:<http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:20.75 字数:528 千字

版 次:2000 年 4 月第 1 版 2000 年 8 月第 2 次印刷

书 号:ISBN 7-5053-5684-4
TN·1332

印 数:3000 册 定价:32.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版前言

为了保护人类的生存环境——大气臭氧层,制冷设备中制冷工质的替代已成为 21 世纪研究和普及的技术,目前较成熟的技术是,发泡系统采用 HCFC-141b 和环戊烷,制冷剂采用 HFC-134a、HC-600a 以及无氟混合工质。

目前,在我国制冷行业中也已使用了这一替代技术,电冰箱和冷藏柜中的制冷工质主要采用 HFC-134a,发泡剂采用 HCFC-141b。制冷剂 HFC-134a($C_2H_2F_4$)是一种不消耗臭氧的化合物。为了帮助制冷行业的维修人员尽快完成这一替代技术的转变,我们邀请了电冰箱专业制造厂的工程技术人员,将无氟电冰箱(以上菱牌和华菱牌电冰箱为主)和冷藏柜(以海尔牌和澳柯玛牌为主)中的技术特点,进行了详细介绍,并就一些维修方法进行了示范,书中的一些技术资料是作者首次披露的。

由于制冷剂的替代技术尚在完善和发展,加之作者水平有限,出版时间较紧,书中难免出现错误,欢迎业内人士批评指正。

本书在编写过程中得到了黄方、张莉莉、周洋、宿卫红、邢洪新、刘悦、肖凤明、张铁林、刘国华、薛淑红等同志的大力支持并提供了技术参考资料。郑彦、刘潇负责全部书稿的计算机录入工作,李芳同志负责对录入文字的校对工作,在此一并表示感谢。

目 录

第一章 制冷技术基础知识	(1)
第一节 热力学基础知识	(1)
一、温度	(1)
二、压力	(2)
三、密度和比容	(3)
四、热量、显热、潜热、比热	(4)
五、蒸发与沸腾	(5)
六、饱和状态、饱和温度与饱和压力	(5)
七、临界点、临界温度与临界压力	(7)
八、湿度和露点	(7)
九、热与功	(7)
十、焓与熵	(8)
第二节 制冷原理	(9)
一、制冷原理	(9)
二、常用制冷剂	(10)
第二章 家用电冰箱的结构特点	(15)
第一节 家用电冰箱分类	(15)
一、按箱门型式分类	(15)
二、按使用气候类型分类	(16)
三、按冷冻室温度分类	(16)
四、按制冷方式分类	(17)
第二节 箱体	(19)
一、外箱	(19)
二、内箱	(20)
三、箱门	(20)
四、绝热材料	(22)
第三节 CFC-11 发泡剂替代	(25)
一、HCFC-141b 替代 CFC-11	(25)
二、C ₅ H ₁₀ 替换 CFC-11	(26)
三、HFC-245fa 替代 HCFC-141b	(27)
第三章 家用电冰箱的制冷系统	(29)
第一节 电冰箱制冷系统结构特点	(29)
一、单门电冰箱制冷系统	(29)
二、双门直冷式电冰箱制冷系统	(29)
三、间冷式电冰箱制冷系统	(30)

四、双门双温控电冰箱制冷系统	(31)
第二节 压缩机种类及结构特点	(32)
一、压缩机的分类	(32)
二、往复式压缩机	(35)
三、旋转式压缩机	(39)
四、全封闭压缩机电动机	(44)
五、无 CFC 制冷剂压缩机	(49)
六、1998 年全国电冰箱压缩机产品技术参数	(51)
第三节 冷凝器种类及结构特点	(61)
一、冷凝器的种类	(61)
二、各种冷凝器结构特点	(61)
三、影响冷凝器传热效率的因素	(63)
第四节 蒸发器种类及结构特点	(63)
一、蒸发器的分类	(63)
二、各种蒸发器的结构特点	(63)
三、影响蒸发器传热效率的因素	(66)
第五节 毛细管	(67)
一、毛细管的节流原理	(67)
二、毛细管的特点	(68)
三、毛细管规格的计算	(68)
四、毛细管的测定	(69)
五、毛细管的使用	(70)
六、毛细管的规格	(70)
第六节 干燥过滤器的结构特点	(70)
一、干燥过滤器的作用	(70)
二、干燥过滤器的结构	(71)
三、分子筛	(71)
第四章 家用电冰箱中的电气系统	(73)
第一节 温度控制器种类及特点	(73)
一、蒸汽压力式温控器	(73)
二、电子温控器	(82)
三、风门温控	(87)
第二节 电冰箱化霜控制装置	(92)
一、人工化霜	(92)
二、半自动化霜	(92)
三、全自动化霜	(93)
第三节 电冰箱加热器、箱内风扇及照明	(100)
一、电冰箱加热器	(100)
二、箱内电风扇	(103)
三、箱内照明	(104)

第四节	压缩机的启动与保护装置	(104)
一、	启动继电器	(104)
二、	过载保护器	(108)
第五节	间冷式电冰箱的冷气循环系统	(110)
第六节	家用电冰箱中的控制系统	(112)
一、	直冷式电冰箱控制电路	(112)
二、	间冷式电冰箱控制电路	(113)
三、	部分电冰箱控制电路	(119)
第五章	电冰箱常见故障及维修技巧	(129)
第一节	电冰箱的非故障现象	(129)
第二节	电冰箱故障的检查方法	(130)
一、	判断电冰箱工作正常的检查方法	(130)
二、	电冰箱故障的检查方法	(130)
第三节	制冷系统故障与维修技巧	(132)
一、	压缩机故障与维修	(132)
二、	冷凝器与蒸发器的故障与检修	(160)
三、	毛细管和干燥过滤器常见故障与检修	(162)
四、	制冷系统检修程序	(165)
第四节	电气系统故障与维修技巧	(175)
一、	电源电路故障与维修	(175)
二、	照明电路故障	(176)
三、	温控器故障与检修	(177)
四、	启动与安全运转装置的故障与检修	(181)
五、	通风与化霜系统的故障与检修	(185)
第五节	无 CFCs 电冰箱常见故障与维修	(188)
一、	HFC-134a 制冷剂电冰箱常见故障与维修	(188)
二、	HC-600a 制冷剂电冰箱常见故障与维修	(190)
第六节	电冰箱典型故障与维修	(192)
一、	电冰箱箱内温度偏高	(192)
二、	电冰箱不制冷	(194)
三、	电冰箱油堵	(194)
四、	电冰箱运行噪声大	(195)
五、	电冰箱凝露、滴水	(195)
六、	电冰箱的开背修理	(196)
七、	电冰箱修理后的性能试验	(204)
第七节	电冰箱故障维修实例	(207)
第六章	冷柜的类型和结构	(217)
第一节	冷柜的类型和结构	(217)
一、	冷柜的类型	(217)
二、	规格和型号	(222)

三、冷柜的结构	(224)
第二节 冷柜的制冷系统	(225)
一、压缩机	(225)
二、冷凝器	(232)
三、干燥过滤器	(233)
四、毛细管	(234)
五、蒸发器	(235)
第三节 冷柜控制系统的特点	(236)
一、温度控制器	(236)
二、化霜定时器	(243)
三、照明控制装置	(243)
四、冷却控制装置	(246)
五、冷柜典型电路图	(247)
第七章 冷柜制冷系统装配工艺	(251)
第一节 残留物质的危害及其控制方法	(251)
一、水份的危害及排除方法	(251)
二、残留空气的危害及排除方法	(257)
三、杂质的危害及控制方法	(257)
四、无氟系统件的矿物油、石蜡的危害及控制方法	(258)
五、无氟系统中氯化物的危害及控制	(258)
第二节 制冷系统的密封	(259)
第三节 制冷系统的抽真空和制冷剂的灌注	(261)
一、抽真空的方式	(261)
二、制冷剂的灌注	(262)
三、检漏	(262)
第八章 冷柜的使用与维护	(264)
第一节 冷柜的使用	(264)
一、冷柜使用注意事项	(264)
二、冷柜安全注意事项	(264)
第二节 冷柜的维护	(265)
一、清洁工作	(265)
二、使用中的维护	(265)
三、冷柜暂停使用的维护	(265)
第九章 冷柜常见故障的维修技巧	(266)
第一节 冷柜故障的一般规律	(266)
第二节 冷柜常见故障的判断方法	(267)
一、维修冷柜前应做的准备工作	(267)
二、看	(267)
三、测	(268)
四、听	(271)

五、摸	(272)
第三节 冷柜修理工具及使用方法	(273)
第四节 冷柜故障分析与排除方法	(278)
一、冷柜不启动	(278)
二、冷柜运行不正常	(281)
三、冷柜压缩机虽运转,但箱内不冷	(282)
四、冷柜压缩机运转,但制冷效果差	(283)
五、冷柜内温度过低,压缩机仍不停机	(285)
六、压缩机能停、能开,但箱内温度过低	(286)
七、制冷系统内漏	(286)
八、冷柜照明灯具常见故障及分析处理	(286)
九、冷柜噪声	(291)
十、冷柜外壳带电的排除	(293)
十一、柜门(盖)故障	(297)
十二、风机故障	(297)
十三、冰箱、冷柜冬季不宜停用	(298)
十四、冷柜不能在低温环境下使用	(299)
第十章 无氟冷柜维修技术	(300)
第一节 无氟冷柜的特点	(300)
一、无氟冷柜与有氟冷柜的区别	(300)
二、无氟冷柜和有氟冷柜部分材料不同	(300)
第二节 无氟冷柜维修要求	(301)
一、无氟冷柜维修方法及维修工艺	(301)
二、无氟冷柜制冷系统故障分析及排除方法	(302)
第十一章 冷柜检修工艺	(305)
第一节 制冷系统拆卸方法	(305)
一、制冷剂的排放	(305)
二、制冷系统的拆卸	(305)
第二节 制冷系统的维修	(305)
一、制冷系统的清洗	(305)
二、电机的维修	(306)
第三节 压缩机的维修	(307)
一、机壳的拆卸方法	(307)
二、吸、排气阀的维修	(307)
三、摩擦面的维修	(308)
四、压缩机装配工艺要点	(308)
五、压缩机的性能检测	(309)
六、抽真空和制冷剂的充注	(309)
七、整机性能测试	(311)
第十二章 冷柜的节能	(313)

第一节 耗电量的估算方法	(313)
第二节 影响冷柜耗电量的主要因素	(314)
一、影响冷柜耗电量的外部因素	(314)
二、维修质量对耗电量的影响	(316)
附录一、冷藏柜使用温控器参数一览表	(318)
附录二、冷藏柜使用压缩机参数一览表	(319)

第一章 制冷技术基础知识

第一节 热力学基础知识

一、温度

温度是表示物体冷热程度的物理量。测量温度的仪器叫温度计。常用的温度计有水银温度计、酒精温度计和数字温度计等。

温度数值的表示方法称温标。常用的温标有三种。

1. 摄氏温标

摄氏温标又叫国际温标,用 t 表示,其单位符号为 $^{\circ}\text{C}$ 。

在一个标准大气压下,将纯水的冰点温度定为 0°C ,沸点温度定为 100°C 。其间分为 100 等份,每 1 等份称为 1°C 。

2. 华氏温标

华氏温标用 t_F 表示,其单位符号为 $^{\circ}\text{F}$ 。

在一个标准大气压下,将纯水的冰点温度定为 32°F ,沸点温度定为 212°F ,其间分为 180 等份,每 1 等份称为 1°F 。

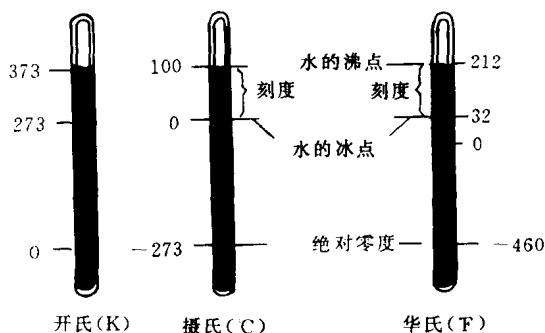
3. 绝对温标

绝对温标也叫热力学温标,是国际制温标,用 T 表示,其单位符号为 K(开尔文)。

在一个标准大气压下,将纯水的冰点温度定为 273.16K ,沸点温度定为 373.16K ,其间分为 100 等份,每 1 等份称为 1K 。

绝对温度 1K 与摄氏温度 1°C ,在数值上完全相等。

三种常用温标的比较,如图 1-1 所示。



1——开氏温度计(K);2——摄氏温度计(C);3——华氏温度计($^{\circ}\text{F}$)

图 1-1 三种温标的关系

三种温标间的换算关系如下:

$$t = T - 273.16 \approx T - 273(^{\circ}\text{C})$$

$$t_F = \frac{9}{5}t + 32(^{\circ}\text{F})$$

$$T = t + 273.16 \approx t + 273(\text{K})$$

二、压力

物体表面所承受的垂直作用力称为压力,单位面积上所受到的压力称为压强。在制冷技术中则习惯于将压强称为压力,用符号 P 表示。

其单位有以下 3 种:

(1) 国际单位制

国际单位制取力的单位是牛顿(N),面积的单位是平方米(m^2),压力单位写作“牛顿/米²”(N/ m^2),牛顿/米²又称帕斯卡,简称帕。用符号 Pa 表示。

$$\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$$

(2) 工程单位制

工程单位就是工程上常用的单位。它取力的单位是千克力(kgf),面积的单位是平方厘米(cm^2),压力单位是千克力/厘米²(kgf/ cm^2)。

工程上为使用 and 计算方便,把 1 个大气压作为 $0.98 \times 10^5 \text{Pa}$ 来计算,称为一个工程大气压,即 1 个工程大气压 $= 0.98 \times 10^5 \text{Pa} = 98\text{kPa} = 1 \text{kgf}/\text{cm}^2$ 。

(3) 标准单位制

大气压力是指地球表面的空气层对地面的压力,大气压力随海拔高度、季节和气候条件的不同而有所变化,所以还规定了标准大气压力。

标准大气压是指在温度为 0°C 时,地球纬度为 45° 的海平面上,大气的常年平均压力。用符号 atm 表示。

$$1 \text{ atm} = 1.033 \text{ kgf}/\text{cm}^2 = 101325 \text{Pa}$$

若用液柱高度来表示标准大气压值时,一个标准大气压等于 760mm 汞柱(水银柱)高或等于 $1.033 \times 10^4 \text{mm}$ 水柱高,即

$$1 \text{ atm} = 760(\text{mmHg}) = 1.033 \times 10^4(\text{mmH}_2\text{O})$$

(4) 其他单位制

目前,英美等国还常用磅/英寸² 作为工程上的压力单位

$$1 \text{ kgf}/\text{cm}^2 = 14.22 \text{ 磅}/\text{英寸}^2(\text{psi})$$

此外,工程上还常使用压力单位“巴”(bar),它与法定计量单位的换算关系是:

$$1\text{bar} = 10^5 \text{Pa}$$

压力有表压力和绝对压力之分。以真空为测量基点,所得的压力为绝对压力($P_{\text{绝}}$)。

以一个标准大气压为测量基点,所得的压力为表压力($P_{\text{表}}$)。

它们的关系: $P_{\text{绝}} = P_{\text{表}} + P_{\text{大}} = P_{\text{表}} + 0.98 \times 10^5$

其中, $P_{\text{表}}$ —— 表压力, $P_{\text{大}}$ —— 大气压力, $P_{\text{绝}}$ —— 绝对压力。

表压力是压力表上指出的数值,是为了制冷系统运行和操作时观察使用。

如果实际压力小于大气压,则用仪表测出的数值就是低于大气压力的差值,称为真空度(B),用 mmHg 表示,亦有 托作其单位,托的读数越大,绝对压力越小。真空压力表的刻度为 0 ~ 760 托。真空度是以表压零点起向下计算,其计算如下式。

$$B = P_{\text{大}} - P_{\text{绝}}$$

所以,此时气体的绝对压力为: $P_{绝} = P_{大} - B$ 。可见,真空度也属于相对压力。但在进行热工计算时,则必须使用绝对压力。测量真空度的仪表,常用的有压力真空联程表和 U 形管水银真空计等,见图 1-2 和图 1-3 所示。

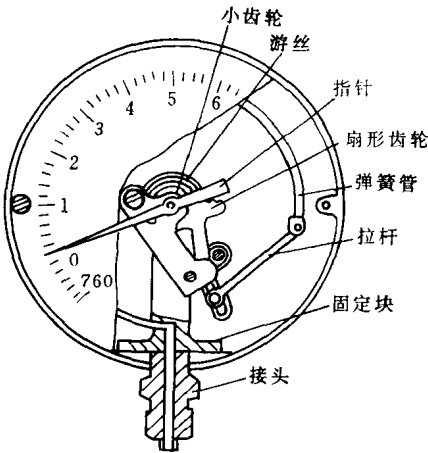


图 1-2 压力真空联程表

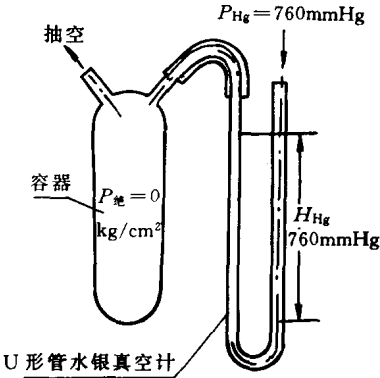


图 1-3 U 形管水银真空计

绝对压力、表压力和真空度三者关系如图 1-4 所示。

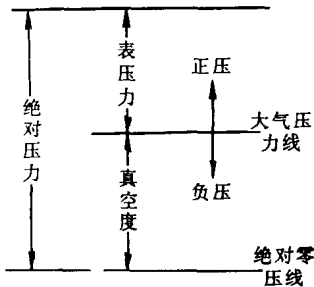


图 1-4 压力与真空关系

三、密度和比容

单位体积物质的质量,叫做密度,用符号 ρ 表示,单位是 kg/m^3 。

单位质量物质的体积,叫做比容,是物质分子之间密集程度的物理量,用符号 v 表示,单位是 m^3/kg 。

同一物质的密度与比容互为倒数关系,密度与比容的乘积等于 1。

即

$$\rho v = 1$$

气体的密度与比容的大小,是随其压力和温度的变化而变化的,当压力不变时,温度升高,比容增大,密度减小。反之,温度降低比容减小,密度增大。当温度不变,压力增大时,比容减小,密度增大,反之,压力减小时,比容增大,密度减小。

在制冷技术中,温度、压力和比容称为制冷剂热力状态的基本参数。

四、热量、显热、潜热、比热

1. 热量

热量是能的一种形式。热量表示物体所含热能的数量,通常是指物体吸收或放出热的多少。用符号 Q 表示。热量的单位为焦耳(J)。焦耳是能量的单位,它是指 1 牛顿的重物升高 1 米所需要的能量。相当于这一数量的热量,就是 1 焦耳,在工程单位制中是以千卡(kcal)为单位。千卡与焦耳的换算关系如下:

$$1 \text{ kcal} = 4.18 \text{ kJ}$$

在英制单位制中,热量单位又用英热单位。Btu 表示,它是指 1 磅水升高 1°F 所需的热量。千卡与 Btu 的换算关系:

$$1 \text{ kcal} = 3.9683 \text{ Btu}$$

$$\text{或 } 1 \text{ Btu} = 0.252 \text{ kcal}$$

2. 显热

物质在加热或冷却过程中,温度升高(或降低)时,所吸收(或放出)的热量,称为显热。用符号 $Q_{\text{显}}$ 表示。

3. 潜热

物质在加热(或冷却)过程中,温度不变,只是形态发生变化时,所吸收(或放出)的热量,叫潜热。用符号 L 表示。单位用 kJ/kg 或 kcal/kg ,根据物质状态的变化,潜热可分为熔解潜热、凝固潜热、蒸发潜热、液化潜热和升华潜热等。

常用制冷剂的潜热见表 1-1。

表 1-1 常用制冷剂的潜热

制冷剂	-15°C 时的潜热 (kJ/kg)	0°C 时的潜热 (kJ/kg)
CFC-12	159.55	152.54
HCFC-22	217.00	204.93
HCFC502	155.82	146.16
HFC-134a	209.7	198.8

4. 比热

比热是指单位质量的物质温度每升高(或降低) 1°C 所吸收(或放出)的热量,用 C 来表示。比热可用来测定物质的显热。

固体和液体的容积基本上不可压缩,因而重量一定,容积也为定值。但气体却不然,同样重量的气体,在不同的温度和压力下具有不同的容积。所以,气体的量必须采用重量和容积两种单位。气体的比热可分为以下几种:

- ① 重量比热(C_g),即表示 1 千克物体变化 1°C 所吸收或放出的热量,其单位为 $\text{kJ/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ 。
- ② 摩尔比热(C_{mol}),它是以 1 摩尔(C_{mol})气体为单位的比热,其单位为 $\text{kJ/mol} \cdot ^{\circ}\text{C}$ 。
- ③ 容积比热(C'),它表示在标准状态下,1 立方米气体变化 1°C ,所吸收或放出的热量,其单位为 $\text{kJ/m}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$ 。

三种比热之间的关系是

$$C = \frac{C_{\text{mol}}}{\mu} = \nu_{\text{标}} C'$$

$$C' = \frac{C_{\text{mol}}}{22.4} = \rho_{\text{标}} \cdot C = \frac{C}{v_{\text{标}}}$$

$$C_{\text{mol}} = \mu \cdot C = 22.4 C$$

式中 μ 为气体的分子量; $v_{\text{标}}$ 为标准状态下的比容, $\rho_{\text{标}}$ 标准状态下的密度。

在制冷工程中, 制冷剂吸收或放出热量后, 压力和容积这两个参数总有一个在变化。所以, 在热工计算中还常用定容比热和定压比热这两个概念。所谓定容比热, 就是将气体保持在一定的体积下进行加热, 其温度和压力都上升, 用 C_v 表示。定压比热就是将气体保持在一定的压力下进行加热, 使其温度上升, 体积发生膨胀, 同时对外做功。这时气体所具有的热量是升温 and 对外做功所需热量的总和。定压比热用 C_p 表示, 显然, 定压比热大于定容比热, 即 $C_p > C_v$ 。

定压比热与定容比热之比, 称为绝热压缩指数, 用 K 来表示。

$$K = \frac{C_p}{C_v}$$

五、蒸发与沸腾

物质从液态转变成气态的过程叫做汽化, 汽化有两种方式。

1. 蒸发

在任何温度下, 液体表面发生的汽化现象叫做蒸发, 蒸发过程是一个吸热的过程。

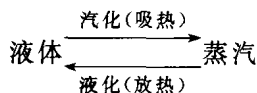
2. 沸腾

液体在一定压力下, 被加热到某一温度时, 液体内部便产生大量含有蒸汽的气泡, 气泡上升到液面破裂而放出大量蒸汽。这种在液体表面和内部同时进行的剧烈的汽化现象叫做沸腾。

液体在一定压力下沸腾时的温度叫做沸点。沸点除与压力有对应关系之外, 还因物质的性质不同而异。如在标准大气压下, CFC-12 的沸点为 -29.8°C , CFC-22 的沸点为 -40.8°C , 氨的沸点为 -33.4°C , HFC-134a 的沸点为 -26.5°C 。制冷工程中正是利用这类低沸点物质做制冷剂来实现制冷的。

六、饱和状态、饱和温度与饱和压力

物质由液态转变为气态(蒸汽)的过程叫汽化。而由气态转变为液态的过程则称为液化, 也称冷凝或凝结。汽化和液化是气液相变的两种相反过程。



在一定温度下, 当气液两相的转变速度相等时, 两相转变达到动平衡, 这时空间的气态分子浓度(或数量)保持不变, 这种状态称为饱和状态。而处于饱和状态下的蒸汽和液体, 则分别称为饱和蒸汽和饱和液体。其中, 饱和蒸汽的压力称为饱和压力, 用 P_s 表示; 饱和液体的温度则称为饱和温度, 用 T_s 表示。饱和压力和饱和温度常被称作蒸发压力和蒸发温度。

气体的饱和压力随温度而变化。物质在气液两相转变时, 一定的饱和温度总是对应一定的饱和压力。如图 1-5 所示。

在制冷工程中, 对制冷剂蒸汽来说, 当压力一定, 而温度高于该压力下相对应的饱和温度时, 这种现象称为过热, 该蒸汽称为过热蒸汽。图 1-6 是流动过程中进行再加热获得过热水的示意图。同样, 当蒸汽的温度一定, 而蒸汽的压力低于该温度下相对应的饱和压力时, 该蒸汽也是过热蒸汽。在同样压力下, 过热蒸汽的温度与饱和温度的差值称为过热度; 而对制冷剂液体

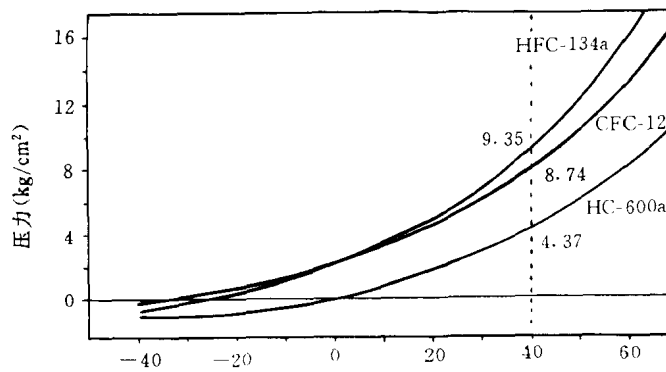


图 1-5 制冷剂饱和温度与饱和压力的关系

来说,当压力一定,而温度低于该压力相对应的饱和温度的现象称为过冷,其液体称为过冷液。在同样压力下,过冷液的温度与饱和温度的差值称为过冷度,图 1-7 是流动过程中进行冷却获得过冷水的示意图。

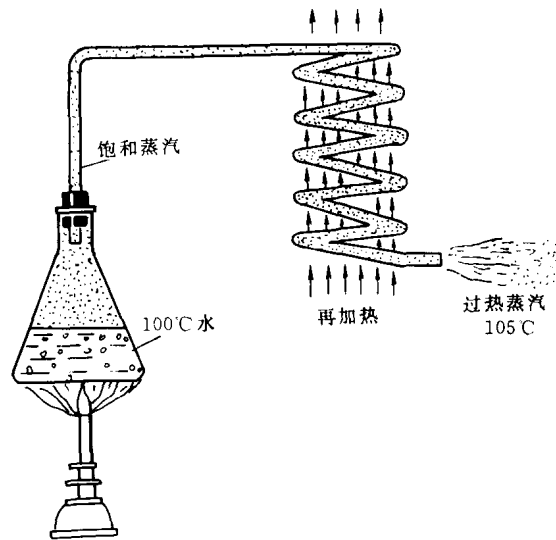


图 1-6 流动的过热过程

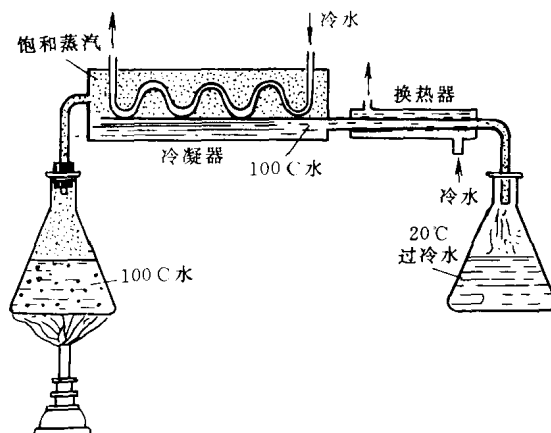


图 1-7 流动的过冷过程

七、临界点、临界温度与临界压力

各种气体的液化与温度和压力有关,气体的压力越小,其液化的温度越低。随着压力的增加,气体的液化温度也随之升高,但温度升高超过某一数值时,即使再增加多大的压力也不能使气体液化,这一温度叫临界温度。在一定温度下,使气体液化的最低压力叫做临界压力。低于临界点温度的气体称为蒸汽。制冷剂蒸汽只有将温度降到临界点以下时,才具备了液化条件。几种制冷剂的临界温度和临界压力见表 1-2。

表 1-2 几种制冷剂的临界温度和临界压力

制 冷 剂	临界温度(℃)	临界压力(MPa)
CFC-12	112.04	4.16
HCFC-22	96.13	3.9
CFC-13	28.8	3.86
HFC-134a	101.1	4.06

八、湿度和露点

在自然界中,空气总是或多或少地含有水蒸汽,这种空气做湿空气。湿度是湿空气的状态参数之一,它表示空气中所含水份的量。在一定温度下,空气中所含水蒸汽的量达到最大值,这种空气就叫做饱和空气。

湿度的表示方法有绝对湿度和相对湿度两种。绝对湿度 r 是指每立方米湿空气中含有水蒸汽的量,单位为 kg/m^3 。但是,已知绝对湿度来说明空气的干湿程度。而相对湿度 φ 为湿空气中的绝对湿度 r 与同一温度下饱和空气的绝对湿度 r_b 的比值,用百分数(%)表示,即

$$\varphi = r/r_b \times 100\%$$

φ 值越小,表示空气越干燥, $\varphi=0\%$,空气为干空气, $\varphi=100\%$,空气为饱和湿蒸汽。工程中使用的干燥空气,通常是经过干燥处理的含水量极少的空气。

在实际应用中,一般不使用绝对湿度,而是使用“含湿量”这一概念。含湿量是指由每千克干空气所组成的湿空气中所含有的水蒸汽的量,用 d 表示,常用单位为克/千克干空气(g/kg 干空气)

$$d = \frac{\text{水蒸汽}}{\text{干空气}} \quad (\text{g}/\text{kg} \text{ 干空气})$$

湿空气中水蒸汽分压所对应的饱和温度称为露点。当温度低于露点时,饱和湿空气中的水蒸汽开始凝成露珠。

九、热与功

能量在转换过程中,遵守能量守恒定律。

热能与机械能可以相互转换,当热做功时

$$W = E \cdot Q$$

式中 W —功 $\text{kg} \cdot \text{m}$ 。