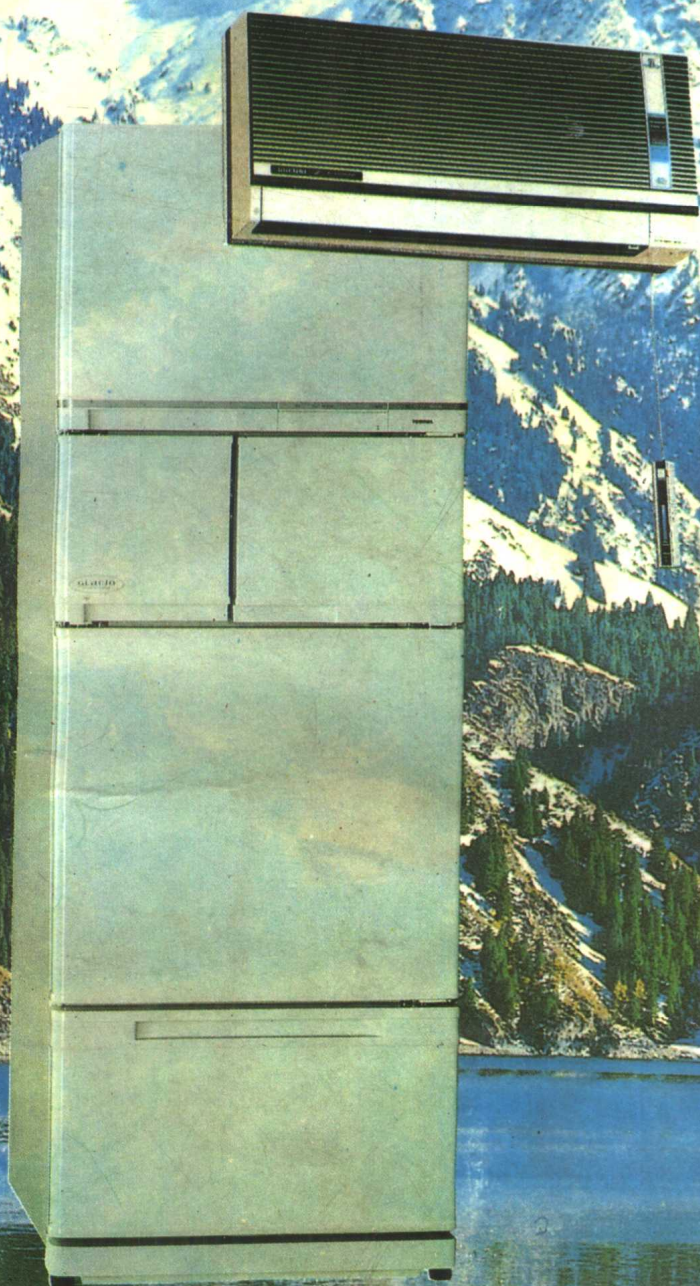


电冰箱 空调器 冷藏库

维 使 安
修 用 装



5-207 东宝琦 傅锦芳 主编

北京科学技术出版社

电冰箱·空调器·冷藏库

安装、使用、维修

北京市饮食服务总公司 组编

陈宝琦 傅锦芳 主编

单双悦 郭幼礼 姜坡 张玉柱 田海滨 编

北京科学技术出版社

内 容 提 要

全书分两个部分,前一部分为制冷、空调、电工及微电子技术方面的基础知识,后一部分为电冰箱、空调器、冷藏库及焊接技术的专业知识。本书全面系统地阐述了上述设备安装、使用、维修技术等方面的实用知识,还介绍了到目前为止有关组合式冷库及空调器微计算机控制的最新技术。

本书适于制冷行业维修人员、技术工人、技师阅读,并作为培训教材及考核定级复习材料。也可作为中专、技校、职业高中和制冷设备维修培训班和函授班的教学参考书。

责任编辑: 汤全禄 杨宏渊

电冰箱·空调器·冷藏库

安装、使用、维修

北京市饮食服务总公司 组编

陈宝琦 傅锦芳 主编

单双悦 郭幼礼 姜坡 张玉柱 田海滨 编

*

北京科学技术出版社出版

北京西直门南顺城街12号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京朝阳区小红门印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 20.5印张 455千字 5插图

1990年12月第一版 1990年12月北京第一次印刷

印数00001~10000册

ISBN 7-5304-0781-3/T·158 定价: 9.50元

前 言

为提高制冷、空调设备维修人员的技术水平，北京市饮食服务总公司委托北京市修理行业工人技师考评委员会评委陈宝琦、傅锦芳等同志编写了这本书，作为制冷、空调维修行业人员理论培训、技术职称考核复习辅导教材。

在本书出版前，编者曾为北京市制冷设备维修技师培训班编写了一套讲义，经过几年来的教学实践，不断充实完善和增加新技术方面的内容，本书就是在这套讲义的基础上重新编写而成的。尽管如此，由于我们的水平有限，错误之处恳望专家和读者指正。

北京市饮食服务总公司

1990年12月

目 录

前 言

第一章 制冷技术与热工学基础	1
一、人工制冷及其应用	1
(一) 人工制冷	1
(二) 人工制冷的的方法	1
(三) 人工制冷的应用	1
二、热力学基础知识	1
(一) 热力状态的参数	2
(二) 物质的集态和集态的变化	5
(三) 热力学第一及第二定律	8
(四) 热量传递的基本方式	8
三、单级蒸汽压缩式制冷循环	14
(一) 单级蒸汽压缩式制冷的循环过程	14
(二) 理想制冷循环(逆卡诺循环)	15
(三) 压-焓图($\lg p-i$ 图)的构成及其用途	17
(四) 单级蒸汽压缩式理想制冷循环的热力计算	20
(五) 单级蒸汽压缩式制冷的实际循环	22
(六) 单级蒸汽压缩式制冷装置的特性	24
(七) 单级蒸汽压缩式制冷系统的组成	24
四、活塞式制冷压缩机	28
(一) 活塞式制冷压缩机的分类	28
(二) 活塞式压缩机的工作原理与基本结构	31
五、辅助设备	40
(一) 油分离器	40
(二) 干燥过滤器	41
(三) 电磁阀	42
(四) 热力膨胀阀	43
(五) 压力继电器	45
六、耗冷量和制冷设备的计算	47
(一) 耗冷量的计算	47
(二) 制冷设备的选择计算	52
第二章 空气调节基础知识	58
一、概述	58
(一) 空气调节的发展概况	58

(二) 空气调节的任务和作用	58
(三) 空气调节系统的组成及分类	59
二、空气的物理性质	59
(一) 空气的成分	59
(二) 湿度和露点温度	60
三、湿空气的性质图 ($i-d$ 图)	61
(一) $i-d$ 图的作用	61
(二) $i-d$ 图的构成	61
四、 $i-d$ 图的应用	61
(一) 根据已知的两个参数, 确定空气的状态及其余参数值	62
(二) 表示空气状态发生变化的过程	62
五、空调室内外空气计算参数的确定	63
(一) 空调室内空气状态的确定	63
(二) 室外空气计算参数的确定	63
六、空调室内热湿量的确定	64
(一) 围护结构的负荷计算	64
(二) 设备、化学反应、人体等的散热和散湿量的计算	64
七、空调系统的空气状态变化过程	65
(一) 送风状态和送风量的确定	65
(二) 利用 $i-d$ 图, 确定送风状态 S 点的步骤	67
八、空气的处理过程	67
(一) 对空气进行加热处理	67
(二) 空气的冷却处理	68
(三) 空气的加湿处理	68
(四) 空气的减湿处理	69
(五) 喷雾室处理过程	69
九、空气调节系统及其处理设备	70
(一) 空气过滤器	70
(二) 空气加热器和空气冷却器	71
(三) 喷雾室	71
(四) 空气的加湿和除湿设备	72
第三章 电工学基础	73
一、直流电路	73
(一) 电路	73
(二) 电流	73
(三) 电压	74
(四) 欧姆定律	74
(五) 电阻和电工材料	75
(六) 电阻的联接	76
(七) 电功率及电能	78

二、交流电路	80
(一) 正弦交流电	80
(二) 正弦交流电的三要素	80
(三) 相位与相位差	80
(四) 有效值	81
(五) 电阻电路	81
(六) 电感电路	82
(七) 电容电路	85
(八) 功率因数	88
三、三相交流电路	89
(一) 什么是三相交流电	89
(二) 三相交流发电机的接线	90
(三) 三相平衡负载的接线	91
(四) 对称三相电路总功率	92
(五) 三相四线制负载电路	92
四、变压器	92
(一) 变压器的工作原理	92
(二) 变压比	93
(三) 变压器的额定值	94
(四) 三相变压器	94
(五) 变压器的构造	94
(六) 电焊变压器	95
五、异步电动机	96
(一) 用途	96
(二) 三相感应电动机工作原理	96
(三) 三相异步电动机构造	97
(四) 电动机的正确使用	98
(五) 单相感应电动机	101
六、电子技术知识	108
(一) 半导体及其特性	108
(二) N型半导体和P型半导体	108
(三) PN结	108
(四) 半导体二极管	109
(五) 单相整流电路	110
(六) 半导体三极管	111
(七) 稳压二极管和发光二极管	113
(八) 可控硅器件	113
七、微电子技术基础知识	114
(一) 集成电路与分类	114
(二) 常用集成电路的简单介绍	115

(三) 有关计算机的知识介绍	120
第四章 电冰箱的原理与维修	125
一、概述	125
(一) 电冰箱的用途	125
(二) 电冰箱的分类	125
(三) 电冰箱的基本参数和技术要求	129
(四) 电冰箱的箱体与箱内附件	131
二、制冷剂与润滑油	131
(一) 制冷剂	131
(二) 润滑油	138
三、电冰箱的压缩机	140
(一) 全封闭式压缩机的型式	140
(二) 曲柄滑管式压缩机的结构	143
四、制冷系统的其它部件	147
(一) 冷凝器	147
(二) 蒸发器	148
(三) 积液管	149
(四) 毛细管	149
(五) 干燥过滤器	151
五、电冰箱常见故障的判断与排除方法	151
(一) 电冰箱的正常工作状态	151
(二) 检查电冰箱故障的方法	152
(三) 常见故障的判断方法	152
(四) 电机压缩式电冰箱的常见故障和排除方法	154
第五章 空调器	158
一、基础术语和名称	158
(一) 基础术语	158
(二) 空调系统名称	161
二、空调的主要参数及质量标准	167
(一) 空调器参数	167
(二) 空调器的质量标准	169
三、房间空调器的选择应用	171
(一) 空调器适用房间大小的决定方法	171
(二) 房间空调的取暖方式与选择	172
四、空调器的安装与维修	174
(一) 窗式空调器	174
(二) 分体式空调器	177
(三) 水冷式空调机组	188

第六章 小型冷藏库	190
一、冷藏库简介	190
(一) 食品的冷却	190
(二) 食品的冻结	190
(三) 食品的冷藏	190
二、冷藏库的建筑特点和基本要求	191
(一) 隔热处理	191
(二) 防潮处理	191
(三) 地坪冻藏处理	191
三、小型冷库计算	193
(一) 冷库建筑面积的确定	193
(二) 冷库热负荷的确定	204
(三) 氟利昂制冷系统的确定	204
(四) 制冷设备的选型	209
(五) 氟利昂制冷系统管路的确定	209
四、制冷设备安装与调试	215
(一) 制冷设备安装	215
(二) 制冷设备的调试	218
五、组合式冷库	218
(一) 用途与结构特点	218
(二) 技术数据	221
(三) 安装、运转及使用要求	221
第七章 电气控制装置及系统	225
一、单相电动机的起动与保护装置	225
(一) 起动与保护装置的作用	225
(二) 电冰箱电动机过电流、过温升的原因	225
(三) 簧片拍合式起动与热控过电流保护继电器	226
(四) 电流线圈重力式起动继电器	226
(五) 碟形热保护继电器	228
(六) PTC 起动器	228
(七) 内埋式热控过载保护继电器	230
二、三相电动机的起动与保护装置	231
(一) 刀开关、盒式开关和自动开关	231
(二) 熔断器	232
(三) 按钮开关	234
(四) 交流接触器	234
(五) 热继电器	235
(六) 磁力起动器	236
(七) 小型制冷设备中三相电动机控制电路	237
三、温度控制装置	238

(一) 温度控制装置种类	238
(二) 压力式温控器构造和特性	239
(三) 感温风门温度控制器	243
(四) WT 型压力式温控器	243
(五) 电接点压力式温度计	244
四、化霜控制装置	245
(一) 化霜控制方式	245
(二) 全自动化霜 (积算式)	246
五、电冰箱电路	247
(一) 单门电冰箱控制电路	247
(二) 双门电冰箱控制电路	247
(三) 直冷式双门电冰箱电子控制电路	251
六、空调器电路	256
(一) 窗式空调器电路	256
(二) 分体式空调器电路	261
七、微型电子计算机控制的空调器控制系统	267
(一) 电源	268
(二) 信号输入	269
(三) 信号输出	270
(四) 除霜的确定	271
(五) 微型电子计算机	271
(六) 维修注意事项	273
第八章 气焊用气体及设备	274
一、氧气、氧气瓶和减压器 (氧气表)	274
(一) 氧气	274
(二) 氧气瓶	275
(三) 减压器	277
二、电石、乙炔发生器及其辅助设备	280
(一) 电石 (CaC_2)	280
(二) 乙炔 (C_2H_2)	280
(三) 焊枪 (炬)	284
(四) 辅助用具	286
三、焊接火焰和气焊基本操作技术	286
(一) 焊接火焰	286
(二) 气焊基本操作技术	288
附录	296
附录一 国际单位制常用单位换算表	296
附录二 常用材料的导热系数 λ ($\text{kcal/m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$)	299
几种流体在不同热交换时的放热系数 α	299
附录三 部分室外气象参数	300

附录四	空气的焓值 <i>i</i> (压力为760mmHg)	304
附录五	食品含热量 (kcal/kg)	306
附录六	食品冷藏库制冷工艺基础资料	308
附录七	北京市华联空调制冷设备公司 < 窗口式 > 空气调节器一览表	309
	北京市华联空调制冷设备公司 < 分体立柜式 > 空气调节器一览表	312
	北京市华联空调制冷设备公司 < 分体卧式 > 空气调节器一览表	313
	北京市华联空调制冷设备公司 < 分体壁挂式 > 空气调节器一览表	314
附录八	1. R717的lg <i>p</i> - <i>i</i> 图	
	2. R12的lg <i>p</i> - <i>i</i> 图	
	3. R22的lg <i>p</i> - <i>i</i> 图	
	4. R502的lg <i>p</i> - <i>i</i> 图	

第一章 制冷技术与热工学基础

一、人工制冷及其应用

(一) 人工制冷

冷和热是两个相对的概念，只表明物体温度的高低，没有本质的区别。

①制冷 使被冷却物体达到低于周围介质（水或空气）的温度，并保持这个低温的过程。

实现制冷有两种途径。即天然制冷和人工制冷。

②人工制冷 借助于一套专用装置，消耗一定的外界能量，迫使热量从温度较低的被冷却物体，转移到温度较高的周围介质（水或空气），从而使被冷却物体的温度降低到所需要的温度，并保持这个低温。

实现人工制冷的专用装置，即制冷装置。

③制冷技术 研究低温的产生、应用、以及各种物质在低温条件下发生的物理、化学和生物学等方面变化的一门科学。制冷技术是现代科学的一个重要分支，应用范围十分广泛。

人工制冷根据其制取温度的不同可分为：

普冷——制取的温度高于 -100°C 。

深冷——制取的温度在 $-100^{\circ}\text{C}\sim-200^{\circ}\text{C}$ 之间。

超低温——制取的温度低于 -200°C 。

(二) 人工制冷的的方法

主要有三种：

①利用物质在集态变化时（如融化、汽化、沸腾等）的吸热效应实现制冷。

这种方法目前应用得最广泛，称为蒸汽制冷。它又可分为蒸汽压缩式、蒸汽喷射式和蒸汽吸收式三种。其中以蒸汽压缩式制冷装置应用最为普遍。

②利用气体膨胀产生冷效应实现制冷。

③利用半导体的温差电效应实现制冷。

(三) 人工制冷的应用

①冷冻、冷藏 这是人工制冷应用的最主要方面。随着科学技术和工农业生产的不断发展，人民生活水平的不断提高，人工制冷装置已成为人们生产和生活中不可缺少的重要设备之一。冷冻、冷藏设备已广泛应用于各行各业。

②空气调节 这也是人工制冷应用的一个重要方面。其目的是用人工创造一个舒适的气候条件，使室内空气的温度、相对湿度、洁净度和流动速度都保持在一定的范围内。

此外，人工制冷还广泛应用于现代化国防工业以及科学研究等需要创造的低温环境等。

二、热力学基础知识

在人工制冷装置内有一种工作物质（即制冷剂也称工质）在系统内不断循环，它通过

汽化吸热和冷凝放热的变化过程同外界进行能量交换。这种变化过程只是物理变化而不是化学变化。用来描述制冷剂所处热力状态的宏观物理量，即称为热力状态参数。主要有：温度、压力、比容、焓、熵等。前三个参数称为热力状态的基本参数。下面就分别进行介绍。

(一) 热力状态的参数

1. 温度和温标

温度是表明物体冷热程度的物理量；温标则是表明温度高低的标尺。工程上常用的温标有三种，即：摄氏温标、华氏温标和绝对温标。

①摄氏温标 在一个标准大气压力下，把纯水的冰点定为 0°C ，沸点定为 100°C 。其间分为100等分，每一等分即为摄氏1度。以符号 t 表示。单位符号为 $^{\circ}\text{C}$ 。

②华氏温标 在一个标准大气压力下，把纯水的冰点定为 32°F ，沸点定为 212°F ，其间分为180等分，每一等分即为华氏1度。以符号 t_r 表示。单位符号为 $^{\circ}\text{F}$ 。

③绝对温标 在一个标准大气压力下，把纯水的冰点定为 273K ，沸点定为 373K ，其间分为100等分，每一等分即为绝对温标1度。以符号 T 表示。单位符号为 K 。

④三种温标的换算关系

$$T = 273 + t \quad \text{K} \quad (1-1)$$

$$t = T - 273 \quad ^{\circ}\text{C} \quad (1-2)$$

$$t_r = t \times \frac{9}{5} + 32 \quad ^{\circ}\text{F} \quad (1-3)$$

$$t = \frac{5}{9} (t_r - 32) \quad ^{\circ}\text{C} \quad (1-4)$$

测量物体的温度用温度计。常用的有玻璃管液体（水银或酒精）温度计。此外还有压力表式、热电偶式、光电、光学以及半导体点温计等。

2. 压力

单位面积上所承受的垂直作用力（也称压强）。

气体对容器壁所产生的压力，是大量分子运动时与容器壁发生碰撞，其方向总是垂直于容器壁的。

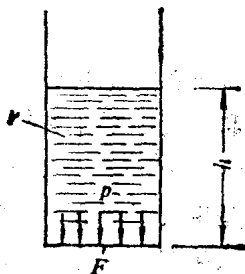


图 1-1

常用的压力单位有两种：

一种以在 1m^2 面积上承受 1kg 垂直作用力表示，单位是 kgf/m^2 （公斤力/米²）。但在实用时不方便，故面积用 cm^2 ，单位是 kgf/cm^2 （公斤力/厘米²）。

$$1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 10000\text{kgf}/\text{m}^2$$

另一种是以液柱高度表示。图1-1表示液体柱作用在底面积 F 上的力：

底部总压力 = 液柱的重量

$$P = pF = h\gamma F \quad (1-5)$$

式中 F ——容器底面积；

P ——总压力;

p ——压强;

h ——液柱高度;

γ ——液体重度。

常采用的液体有汞和水两种。

汞的重度 $\gamma_{\text{汞}}=13.595\text{kgf/m}^3$ (0℃时)

水的重度 $\gamma_{\text{水}}=1.000\text{kgf/m}^3$ (4℃时)

$\therefore 1\text{mmHg}=13.6\text{kgf/cm}^2$

$1\text{mmH}_2\text{O}=1\text{kgf/cm}^2$

在国际单位制 (SI) 中, 压力的单位用“帕斯卡”, 简称帕 (Pa)。

$1\text{Pa}=1\text{N/m}^2=1.02\times 10^{-5}\text{kgf/cm}^2$

$1\text{kgf/cm}^2=9.807\times 10^4\text{N/m}^2$

下面把接触到的几个压力概念介绍如下:

①大气压力 指地球表面的空气层对地面产生的压力, 常以mmHg为单位, 以符号B表示。

②标准大气压 在纬度45°的海平面上, 在0℃时, 测得的平均压力为760mmHg, 将此定为一个标准大气压。

③工程大气压 工程上为了使用方便起见, 把1kgf/cm²作为一个工程大气压。

1标准大气压=760mmHg=1.0332kgf/cm²=10332mmH₂O

1工程大气压=1kgf/cm²=735.6mmHg=10000mmH₂O

④表压力 压力表显示的数值。为容器内的实际压力和当地大气压之差。以符号 p 表示。

⑤绝对压力 容器内的实际压力。

$$p_{\text{绝}}=p_{\text{表}}+B$$

(1-6)

⑥真空度 为容器内气体的实际压力低于当地大气压力的数值。

真空度常用真空计的水银柱高度表示。

如图1-2所示,

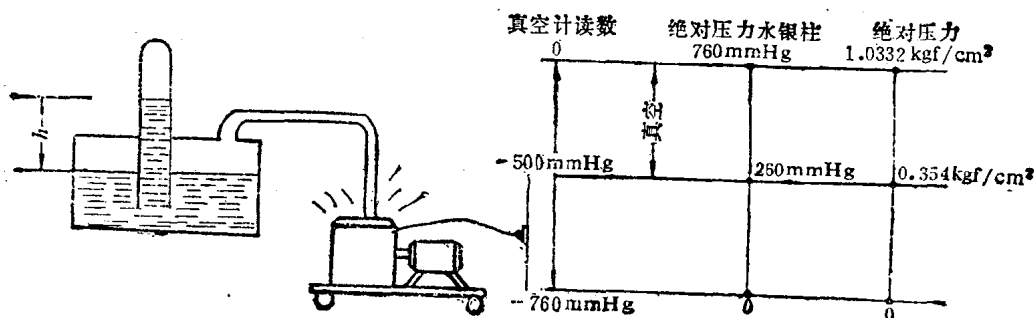


图 1-2

真空计上 $0 \text{ mmHg} = 760 \text{ mmHg} = 1.0332 \text{ kgf/cm}^2$

真空计上 $-760 \text{ mmHg} = 0 \text{ mmHg} = 0 \text{ kgf/cm}^2$

∴ 容器内的实际压力 (绝对压力)

$$p_{\text{绝}} = 1.0332 \times \left(1 - \frac{h}{760}\right) \quad \text{kgf/cm}^2 \quad (1-7)$$

式中 h ——真空度 (真空计读数), mmHg。

例: 当 h 为 -500 mmHg 时, 其绝对压力为

$$p_{\text{绝}} = 1.0332 \times \left(1 - \frac{500}{760}\right) = 1.0332 \times 0.3421 = 0.354 \text{ kgf/cm}^2$$

当 h 为 -760 mmHg 时,

$$p_{\text{绝}} = 1.0332 \times \left(1 - \frac{760}{760}\right) = 0 \text{ kgf/cm}^2$$

3. 比容和重度

① 比容 单位重量流体的体积。是反映定量工质容积大小的状态参数, 用符号 v 表示, 单位 m^3/kg 。

$$v = \frac{V}{G} \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

式中 V ——工质所占容积, m^3 ;

G ——工质的重量, kg 。

② 重度 单位容积流体的重量。它是比容的倒数, 用 γ 表示, 单位为 kg/m^3 。

在任何状态下, 同一工质的比容和重度的乘积恒等于 1。

4. 焓和熵

① 焓 制冷剂在各种状态下所具有的能量。即内能和压力位能之和。

焓值随制冷剂所处的状态变化而不同, 因此, 焓与温度、压力一样是表明制冷剂状态的一个参数。

② 内能 制冷剂无论处于何种状态, 其分子都在激烈的运动, 其能量以热的形式存在, 此即内能。

③ 压力位能即外能 制冷剂为保持其比容不变, 必须具有同外压相等的内压, 也就必须具有相等的能量, 即外能。因此,

$$i = u + A p v \quad (1-8)$$

式中 i ——焓; kcal/kg ;

u ——内能, kcal/kg ;

p ——绝对压力, kgf/cm^2 ;

v ——比容, m^3/kg ;

$$A \text{——功的热当量 } A = \frac{1}{427} \text{ kcal/kg} \cdot \text{m}$$

④ 熵 表示制冷剂状态变化时, 热量传递的程度, 用 s 表示。单位 $\text{kcal/kg} \cdot \text{K}$ 。

$$d_s = \frac{d_g}{T} \quad \text{kcal/kg} \cdot \text{K} \quad (1-9)$$

$$s = \frac{d_g}{T} + \text{常数} \quad (1-10)$$

式中 g ——1 kg 制冷剂所获得的能量;

T ——制冷剂在获得热量时的绝对温度, K。

5. 热量和比热

①热量 是能量的一种形式, 表示物体吸收或放出多少热的物理量。也即由于温差所传递的能量。单位为 cal (卡) 或 kcal (千卡)。

1 kcal 的热量是使 1 kg 纯水温度升高或降低 1 °C 所吸收或放出的热量。

在国际单位制 (SI) 中, 用焦耳 J 作为热量的单位。

$$1 \text{ J} = 0.2389 \text{ cal}$$

$$1 \text{ kJ} = 0.2389 \text{ kcal}$$

②比热 单位量的物体温度升高或降低 1 °C 所吸收或放出的热量。以 c 表示。

单位量取重量称重量比热 $\text{kcal/kg} \cdot \text{°C}$

单位量取容积称容积比热 $\text{kcal/m}^3 \cdot \text{°C}$

比热的计算公式为

$$c = \frac{Q}{G(t_2 - t_1)} \quad \text{kcal/kg} \cdot \text{°C} \quad (1-11)$$

式中 Q ——物体吸收或放出的热量, kcal;

G ——物体的重量, kg;

t_1, t_2 ——物体的起始和终了温度, °C。

定压比热: 气体在加热或冷却过程中, 压力不变, 单位量的气体温度升高或降低 1 °C 时所吸收或放出的热量。以符号 c_p 表示。

定容比热: 气体在加热或冷却过程中, 容积不变, 单位量的气体温度升高或降低 1 °C 时所吸收或放出的热量, 以符号 c_v 表示。

绝热指数 K : 即气体的定压比热和定容比热之比值。

$$K = \frac{c_p}{c_v}$$

用 K 来衡量气体在绝热压缩过程中的发热程度。

(二) 物质的集态和集态的变化

1. 物质的集态

自然界里, 物质以三种集态存在。即: 固态、液态和气态。物质以其中一种状态或混合状态存在。

①固态 分子有规则的排列, 并在一定的晶格节点上振动, 分子之间距离最近, 引力也最大。

②液态 组成物质的分子之间有相互移动位置的趋势, 具有自由的边界, 但分子比气体密集。

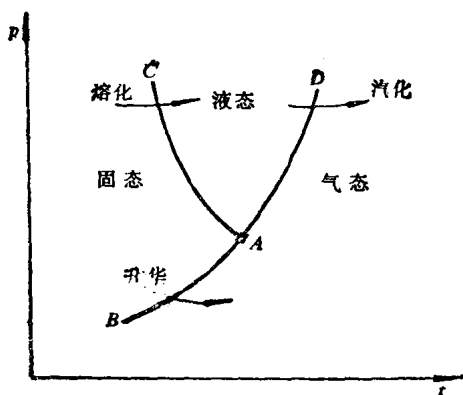


图 1-3

③气态 分子处于不规则的运动状态中。分子有一定体积，能均匀地充满所给予的空间，分子之间也有作用力。

④理想气体 当气体分子的大小与分子之间的距离相比较，分子之间的相互作用力与热运动的能量相比较，前者都是极微小，可以忽略不计的气体。

2. 集态的变化

如图1-3所示，图面分为三个区域。

$A-B$ 线分出固态和气态，在 $A-B$ 上任一点，固态和气态同时存在。

$A-C$ 线分出固态和液态，在 $A-C$ 上任一点，固态和液态共存。

$A-D$ 线分出液态和气态，在 $A-D$ 上任一点，液态和气态共存。

A 点为“三相点”，物质可以同时以三种状态存在，但必须在一定的外界条件（压力，温度）下，方能处在三相点上。

物质的某一种集态只能在一定的外部条件下存在。当压力或温度变化时，分子间相互位置随之改变。当变化到某一定值时，分子结构发生根本的变化，物质的集态也就改变。

物质集态的变化，就是物质分子重新排列，密度突变，物理性质发生变化，但没有化学变化。

3. 显热和潜热

①显热 物质在吸热或放热过程中，其形态不变，温度发生了变化，其间所吸收或放出的热量为显热。

②潜热 物质在吸热或放热过程中，温度不变而形态却发生了变化，其间所吸收或放出的热量为潜热。

4. 熔化、升华和汽化、液化

①熔化 固态的物质在一定条件下转变成液体的过程。

②升华 在压力或分压力低于三相点压力时，物质被加热，可直接由固态变成气态的过程。

③汽化 液体在一定条件下转化成气体。它包括蒸发和沸腾两个过程。

④蒸发 在一定温度下，液体表面不断汽化的过程。

⑤沸腾 在一定温度下，不仅从液体表面，而且从液体内部产生蒸汽，形成许多小气泡，并迅速上升，突破液体表面转化成气体的过程。制冷剂在蒸发器内实际上是沸腾过程而不是蒸发过程。

⑥蒸发温度 在蒸发压力下，制冷剂汽化时的饱和温度。

⑦蒸发压力 在蒸发温度下，制冷剂汽化时的饱和压力。

⑧沸点 在一定压力下，液体沸腾时的温度。

⑨液化 使气体转变成液体的过程。它包括冷却和冷凝两个过程。