

# DIANBINGXIANG JIANXIU

制 冷 空 调 操 作 维 修 技 术 从 书 (1)


## 电冰箱检修色彩图解

# SECAITUJIE

徐德胜 编著



7-64  
7

 上海遠東出版社



电冰箱检修色彩图解  
Dian Bing Xiang Jian Xiu Se Cai Tu Jie

ISBN 7-80661-545-8



9 787806 615454 >

ISBN7-80661-545-8/TM·43

定价: 36.00 元

TM9

制冷空调操作维修技术丛书 (1)

# 电冰箱检修色彩图解

徐德胜 编著

上海遠東出版社

# 前 言

我国是电冰箱生产和消费大国，城乡人民的电冰箱保有量接近了一亿台。面对这种情况，电冰箱的检修等售后服务工作十分繁重，制冷设备维修工的队伍在不断扩大，维修技能急需普及和提高，为了更好地为广大用户服务，维修人员要求进一步掌握电冰箱检修知识和技能。因此，作者应新华书店上海发行所之约，编写一本通俗易懂的《电冰箱检修色彩图解》，奉献给广大渴求知识和技能的读者。

本书以电冰箱检修为主题，以图文并茂的形式介绍了制冷基础知识、电冰箱结构和故障分析图解、电冰箱制冷系统大修、电气及控制系统排故检修、单项维修技能、外表涂装修理、钎焊知识和技能等内容，书末附电冰箱维修配件资料。图解部分采用了双色印刷，以突出系统的重点、检修的难点、识图的注意点，帮助读者更好地掌握全书的精彩内容。

作者多年来从事制冷技工培训的授课、应知应会考试命题、阅卷等工作，并主编了制冷初级和中级技工的培训教材，其中《电冰箱空调器故障诊断及检修图解》一书被全国各地选为初级工的应知应会教材，深受广大自学者的青睐，该书第一和第二版共发行了八万余册，被多次评为新华书店的畅销科技图书。本书是在前者的基础上改编而成，并增加了色彩图和新内容，希望再次得到广大读者的欢迎。

本书大部分章节由徐德胜教授和龚萍高级工程师编写，部分内容由周海、高才苹、陈维刚、谢绍惠、凌恩飞、顾久康、徐剑红、宏伟、马跃、马旭升、丁天虎、顾思、孙良、施群等同行专家编写和审核，在此编著者对他们深致谢意！

限于作者的知识领域和水平，以及排版、校对工作中的疏漏，书中如有不当和错误敬请读者批评指正，以便在重印时改正，使本书更好地为读者服务。

编著者

2002年春于上海交通大学

## 内 容 提 要

本书以色彩图解的形式介绍制冷基础知识、电冰箱工作原理和结构、制冷系统、电气控制系统、电冰箱故障检查、制冷系统修理、单项维修技能、外表涂装修理、钎焊知识和技能、维修配件资料等。图解方法的优点是直观易学、学了能用，实用性强，有利于维修技能的提高；色彩图解又可突出排除故障和检修的重点，起到画龙点睛的作用。

本书的读者对象为制冷设备维修工、家电维修工、职校和技校学生、制冷技工培训班学员，也可供广大自学者入门和提高技能。

## 常用单位名称及换算

长度	m(米)	cm(厘米)	mm(毫米)	km(千米, 公里)
质量	t(吨)	kg(千克, 公斤)	g(克)	
体积	m <sup>3</sup> (米 <sup>3</sup> )	dm <sup>3</sup> , L(分米 <sup>3</sup> 升)	cm <sup>3</sup> (厘米 <sup>3</sup> )	mm <sup>3</sup> (毫米 <sup>3</sup> )
时间	h(小时)	min(分钟)	s(秒)	d(日)

力	基本单位为 N (牛顿)			
	1N=0.102kgf (千克力)		1kgf=9.81N (牛)	

能、功、热量	基本单位为 J (焦耳): 1J=1W·s=1N·m			
	1J=0.102kgf·m (千克力·米)		1kgf·m=9.81J (焦)	
	1kJ=0.239kcal (千卡)		1kcal=4.186kJ (千焦)	
	1W·s=0.278×10 <sup>-6</sup> W·h (瓦·小时)		1W·h=3.6MJ=860kcal (千卡)	

功率	基本单位为 W (瓦特): 1W=1J/s, 1kW=1kJ/s			
	1W=0.102kgf·m/s (千克力·米/秒)		1kgf·m/s=9.81W (瓦)	
	1kW=1.36hp (马力)		1hp=0.736kW (千瓦)	
	1J/s=0.860kcal/h (千卡/小时)		1kcal/h=1.163J/s=1.163W (瓦)	
	1kJ/h=0.278W=1/3600kW (千瓦)		1kW=3600kJ/h (千焦/小时)	

导热系数	1W/(m·K)=0.860kcal/(m·h·K) (千卡/米·小时·K)		1kcal/(m·h·K)=1.163W/(m·K) (瓦/米·K)	
焓	1kJ/kg=0.2388kcal/kg (千卡/千克)		1kcal/kg=4.186kJ/kg (千焦/千克)	
熵	1kJ/(kg·K)=0.2388kcal/(kg·K) (千卡/千克·K)		1kcal/(kg·K)=4.186kJ/(kg·K) (千焦/千克·K)	

压力和机械应力	基本单位为 Pa (帕斯卡): 1Pa=1N/m <sup>2</sup>			
	1Pa=0.102kgf/m <sup>2</sup> (千克力/米 <sup>2</sup> )		1kgf/m <sup>2</sup> =9.81Pa (帕)	
	1Pa=0.102mmH <sub>2</sub> O (毫米水柱)		1mmH <sub>2</sub> O=9.81Pa (帕)	
	1Pa=0.0075Torr (托)		1Torr=133.3Pa (帕)	
	1kPa=0.102mH <sub>2</sub> O (米水柱)		1mH <sub>2</sub> O=9.81kPa (千帕)	
	1MPa=10bar (巴)		1bar=0.1MPa (兆帕)	
	1MPa=10.2kgf/cm <sup>2</sup> (千克力/厘米 <sup>2</sup> )		1kgf/cm <sup>2</sup> =0.0981MPa (兆帕)	

温度	基本单位为 K (开氏度); 也可以采用 °C (摄氏度)			
	温差和温度误差以 K 为单位, 也可以 °C 为单位			
	0K=-273°C		0°C=273K	

# 目 录

一、热和冷的基础知识.....	(1)
(一) 热和冷的知识.....	(1)
(二) 制冷剂的三个基本参数.....	(4)
(三) 热量和制冷量.....	(6)
(四) 状态变化有关术语.....	(7)
(五) 制冷的的方法.....	(8)
(六) 传热和隔热的基本知识.....	(9)
二、电冰箱的制冷原理.....	(13)
(一) 蒸发制冷原理.....	(13)
(二) 蒸气压缩式制冷循环.....	(17)
(三) 制冷剂和润滑油.....	(21)
(四) 电冰箱新型冷冻润滑油.....	(25)
三、电冰箱结构和制冷系统.....	(27)
(一) 电冰箱的分类及组成.....	(27)
(二) 电冰箱的制冷系统和布置.....	(34)
(三) 电冰箱用制冷剂.....	(37)
(四) 制冷系统工作原理图解.....	(39)
(五) 制冷系统维修参考图.....	(45)
(六) 制冷系统主要部件.....	(59)
四、电冰箱电气及控制系统.....	(62)
(一) 电冰箱的基本电路.....	(62)
(二) 电冰箱电动机.....	(63)
(三) 启动继电器和过载保护器.....	(64)
(四) 电冰箱温控器.....	(70)
(五) 除霜方法与装置.....	(76)
(六) 电冰箱电加热器.....	(80)
(七) 风扇和照明装置.....	(80)
(八) 典型电冰箱电路分析.....	(81)
(九) 进口电冰箱电路图.....	(83)
(十) 国产电冰箱电路图.....	(90)
五、电冰箱故障检查.....	(97)
(一) 非故障的现象.....	(97)
(二) 故障检查方法.....	(99)
(三) 故障检查表.....	(100)
(四) 不能制冷(压缩机不转).....	(102)
(五) 不能制冷(压缩机在运转).....	(114)
(六) 制冷能力不够.....	(122)
(七) 振动和异常音.....	(126)
(八) 吸气管上有结霜或结露现象.....	(128)
(九) 搬运时的事故.....	(128)
六、电冰箱制冷系统修理.....	(129)
(一) 概要与准备工作.....	(129)
(二) 制冷系统气体泄漏和堵塞的区别.....	(131)
(三) 制冷系统结构图解.....	(133)
(四) 修理工作顺序图解.....	(134)
(五) 制冷系统修理后的检查.....	(147)

<b>七、电冰箱维修操作技能</b> ..... (148)	
(一) 制冷系统的吹污与气密性试验.....(148)	(二) 制冷系统的检漏..... (149)
(三) 电冰箱制冷系统抽真空..... (152)	(四) 制冷系统加注润滑油..... (153)
(五) 制冷系统充注制冷剂..... (154)	(六) 制冷系统清洗及排放空气.....(158)
(七) 电冰箱完全不制冷时电气检查.....(159)	(八) 电冰箱制冷效果差时电气检查.....(160)
(九) 怎样判断压缩机电动机的故障.....(161)	(十) R134a 电冰箱检修..... (163)
(十一) R600a (异丁烷)	(十二) 混合制冷剂 (R152a/R12)
电冰箱修理技术..... (167)	电冰箱修理..... (170)
<b>八、电冰箱的外表涂装修理</b> ..... (172)	
(一) 涂料及工具.....(172)	(二) 工作注意点..... (172)
(三) 修理工作顺序图解.....(177)	
<b>九、钎焊基本知识及技能</b> ..... (180)	
(一) 金属焊接的种类.....(180)	(二) 金属的钎焊知识.....(180)
(三) 钎焊填充金属——钎料.....(181)	(四) 钎焊焊剂——钎剂.....(184)
(五) 钎焊工艺图解.....(186)	
<b>十、附录：电冰箱维修配件资料</b> ..... (193)	
(一) 电冰箱压缩机替换资料.....(193)	(二) 电冰箱温控器及调整方法.....(215)
(三) 电冰箱毛细管选配表.....(225)	(四) 启动继电器和过载保护器.....(226)
(五) 电冰箱电加热器规格及用途.....(229)	(六) 压敏电阻规格及参数.....(230)
(七) 电冰箱用干燥过滤器.....(231)	(八) 电冰箱用铜铝接头.....(233)
<b>参考文献</b> .....(236)	



# 一、热和冷的基础知识

为了可靠地进行电冰箱与空调器等制冷设备的修理，充分地了解这些产品的制冷原理是很重要的。从事制冷设备安装与修理的人员在理解制冷理论知识的基础上可以灵活应用，正确地判断故障，及时地修好设备。

## (一) 热和冷的知识

### 1. 热的本质

所有的物体，不管是固体、液体还是气体，都是由运动的分子所组成的，这种分子运动的能，在绝对温度0度（-273.16℃）之下，会停止其运动，所以，这时的物体就没有“热”。物体所具有的热，在物体状态变化时会有所增减。

### 2. 物体的状态变化

物体有“固态”、“液态”、“气态”三种状态，其变化分别称呼如下（见图1-1）：

- ① 蒸发——由液体向气体变化（例如：酒精的汽化）；相反称冷凝。
- ② 熔解——由固体向液体变化（例如：冰的融化）；相反称凝固。
- ③ 升华——由固体直接向气体变化（例如：干冰变成二氧化碳气体）；相反称凝华。

### 3. 潜热和显热

为使读者能够加深理解，在此对“热”根据其作用进行分类。

物体受热后出现两种情况，即温度上升与状态变化。加热时的环境条件如果不同，其变化也不同。通常对水的加热，温度只升到100℃为止。到了100℃后，就只能沸腾（不断地进行蒸发），温度就不再上升。

这时，使水的温度达到100℃为止所加的热量，是用于升高温度的，到达100℃以后所加的热量是用于水的状态变化（蒸发，即从液体向气体变化），如图1-2所示。

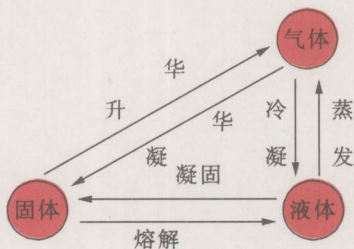


图1-1 物体状态变化图



图1-2 水温到达100℃后，由液体变为气体

水达到100℃为止的热是作为温度上升呈现出来，故被称为“显热”；而到达100℃后，热完全是作为蒸发热而使用的，不是作为温度上升呈现的，故被称为“潜热”。

例如：1kg0℃的冰溶解后变成1kg0℃的水时，需要吸收333.5kJ的热量。

主要物质的熔点（凝固点）和溶解热（凝固热）、沸点（冷凝点）和蒸发热（冷凝热）见表1-1和表1-2。

表1-1 主要物质的熔点和溶解热

(条件为一个大气压)

物 质	熔 点 (℃)	熔 解 热 (kJ/kg)
铁	1530	268
铝	660	398
冰	0	333.5
酒精	-117	100.5
氟利昂12	-158	—
氟利昂22	-160	—

表1-2 主要物质的沸点和蒸发热

(条件为一个大气压)

物 质	沸 点 (℃)	蒸 发 热 (kJ/kg)
水	100	2256
酒精	35	858
氨	-33.3	1369
氟利昂12 (R12)	-29.8	167
氟利昂22 (R22)	-40.8	234
氟利昂134a (R134a)	-26.5	219.8

#### 4. 显热的计算

潜热以外的内部热能称为显热，即使物体原有状态不发生变化，而使温度发生变化的热。显热用于温度的变化，按下式表示：

$$Q=GC(t_1-t_2),$$

式中：Q——显热，kJ；

G——质量，kg；

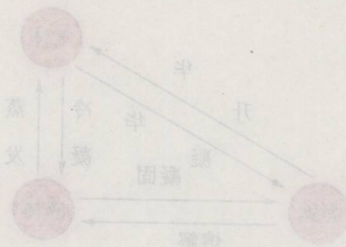
C——比热容，kJ/kg·K；

t<sub>1</sub>——最初的温度，℃；

t<sub>2</sub>——最终的温度，℃。

#### 5. 水的状态变化与吸放热

水在大气压（条件）下发生如图1-3所示的变化。



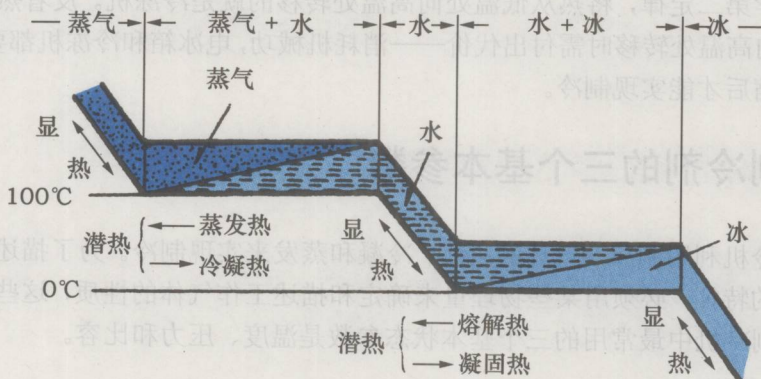


图1-3 水的状态变化与热的种类

## 6. 比热容

使单位质量物体的温度升高 $1^{\circ}\text{C}$ 所需要的热量称为该物体的比热容。使 $1\text{kg}$ 的水加热 $1^{\circ}\text{C}$ 所需要的热量为 $4.186\text{kJ}$ 。

根据加热时的不同条件，有如下两种不同的比热容。

① 定容比热容 ( $C_v$ ) ——指体积保持一定时而加热的比热容。

② 定压比热容 ( $C_p$ ) ——指压力保持一定时而加热的比热容。

主要的物质的比热容见表1-3。

表1-3 主要物质的比热容

物 质	比热容 ( $\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{K}$ )	物 质	比热容 ( $\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{K}$ )
铁	0.448	氟利昂12 (R12)	1.02
铝	0.883	氟利昂22 (R22)	1.40
冰	2.04	空气 ( $C_p$ )	1.00
水	4.187	氟利昂气12 ( $C_p$ )	0.61
酒精	2.39	氟利昂气22 ( $C_p$ )	0.66

## 7. 热力学第一定律

“机械功转变为热，或热转变为机械功时，两者之间的比率不变”，这就是能量守恒的原理。如果消耗 $W$ 的功以后产生 $Q$ 的热量，热力学第一定律则可按下式表示：

$$Q=W,$$

式中： $Q$ ——热量；

$W$ ——功。

在国际单位制中，热量和功的单位是一样的，都为 $\text{J}$ 或 $\text{kJ}$ 。

## 8. 热力学第二定律

热是从高温向低温转移的。也就是说，能是从利用价值高的状态朝向利用价值低的方向转移的。这一定律又称能量耗散的原理。

反着热力学第二定律，将热从低温处向高温处转移的就是冷冻机。反着热力学第二定律将热从低温处向高温处转移时需付出代价——消耗机械功，电冰箱和冷冻机都要消耗机械功，对气体进行压缩后才能实现制冷。

## (二) 制冷剂的三个基本参数

大多数制冷机利用制冷剂气体的压缩、冷凝和蒸发来实现制冷。为了描述制冷机中气体在各种状态下的特征，必须用某些物理量来确定和描述工作气体的性质，这些物理量称为气体状态参数。制冷机中最常用的三个基本状态参数是温度、压力和比容。

### 1. 温度和温标

温度是物体内部分子运动平均动能的标志，或者说是表示物体冷热程度的量度。两个冷热不同的物体相互接触时，一个物体放热，另一个物体吸热，热量由热的物体转移至冷的物体，放热的物体变冷，吸热的物体变热。

表示温度的标度称为温标，常用的有摄氏温标和华氏温标，前者的单位用摄氏度( $^{\circ}\text{C}$ )表示，后者用华氏度( $^{\circ}\text{F}$ )表示。摄氏温标规定在1个标准大气压下，洁净冰的融点和洁净水的沸点各为 $0^{\circ}\text{C}$ 和 $100^{\circ}\text{C}$ 这两个点之间100等分，每个等分就是 $1^{\circ}\text{C}$ 。华氏温标规定在1个标准大气压下，洁净冰的融点和洁净水的沸点分别为 $32^{\circ}\text{F}$ 和 $212^{\circ}\text{F}$ ，在这两个点之间180等分，每个等分就是 $1^{\circ}\text{F}$ 。摄氏和华氏温标之间的关系为：

$$t_c = \frac{5}{9}(t_f - 32),$$

式中： $t_c$ ——摄氏温标， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_f$ ——华氏温标， $^{\circ}\text{F}$ 。

在热力学计算中通常使用绝对温标，也称热力学温标或开氏温标，其单位用K表示。它规定以水的三相点( $273.15\text{K}$ 即 $0.01^{\circ}\text{C}$ )作为基点，每1个等分与摄氏温标大小一样，因此两者的关系为：

$$T = t_c + 273.15,$$

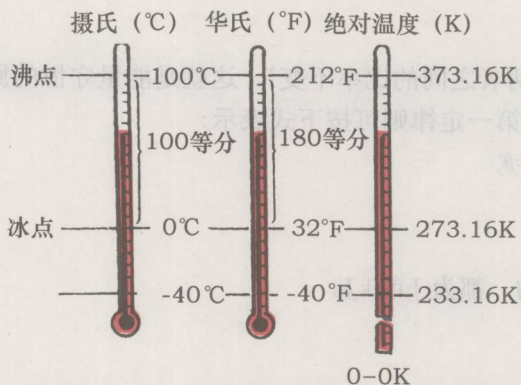


图1-4 摄氏、华氏、绝对温度的关系

(条件为1个标准大气压下的纯水)

式中： $T$ ——绝对温标，K(开)；

$t_c$ ——摄氏温标， $^{\circ}\text{C}$ (度)。

在工程计算中，为了方便常近似地取

$$T = t_c + 273.$$

华氏、摄氏和绝对温度之间的换算详见图1-4和表1-4。

### 2. 压力

在工程上把物体单位面积上所受的垂直作用力称为压力，而在物理学上则称为压强。用公式表示为：

表1-4 温度换算表

温 度	摄氏度 $t_c$ (°C)	华氏度 $t_F$ (°F)	绝对温度 $t_k$ (K)
$t_c$	$t_c$	$\frac{9}{5} t_c + 32$	$t_c + 273$
$t_F$	$\frac{5}{9} (t_F - 32)$	$t_F$	$\frac{5}{9} (t_F - 32) + 273$
$t_k$	$t_k - 273$	$\frac{9}{5} (t_k - 273) + 32$	$t_k$
冰 点	0	32	273
水沸点	100	212	373

$$P = \frac{F}{S}$$

式中： $P$ ——压力，Pa（帕）；

$F$ ——垂直作用力，N（牛）；

$S$ ——面积， $m^2$ （米<sup>2</sup>）。

压力的单位为Pa（帕），在工程计算中由于Pa单位太小，经常用kPa（千帕）或MPa（兆帕）来代替。1MPa=1×10<sup>6</sup>Pa=1×10<sup>3</sup>kpa。

在物理学上常用物理大气压（又称标准大气压）这个单位，它是指纬度45°的海平面上大气的常年平均压力，其值为1atm=1.013×10<sup>5</sup>MPa。

在工程上过去常用工程大气压（kgf/cm<sup>2</sup>），它的值为1kgf/cm<sup>2</sup>=9.81×10<sup>-2</sup>MPa。

在制冷技术中经常用到的压力有三种表示方式：绝对压力、相对压力（又称表压力）和真空度。三者之间的关系和换算见表1-5和图1-5。真空度这个概念经常出错，这里特举例说明：当容器中绝对压力为1kPa时，其真空度为99kPa。

装在密闭容器中液体或气体所具有的真实压力值称绝对压力。在真空状态下，绝对压力值为零。因此，它是相对于真空环境下的一种压力值。在制冷空调的热力学计算中，以及在制冷剂热力性质表和查压-焓图时，都用绝对压力。这对制冷空调的初学者来说，往往经常出错，常常会用表压去查表（图）和计算。

用压力表测量密闭系统中的液体或气体压力时，表面指示的压力值叫表压力，又称相对压力。密闭系统一般处于大气环境中，因此表压力是相对于大气压力的一种压力值。

表1-5 压力换算表

公斤力/厘米 <sup>2</sup> (工程大气压) (kgf/cm <sup>2</sup> ); (at)	标准大气压 (atm)	米水柱 (mH <sub>2</sub> O)	毫米汞柱 (mmHg)	磅力/英寸 <sup>2</sup> (lbf/in <sup>2</sup> )	达因/厘米 <sup>2</sup> (巴, bar) (dyn/cm <sup>2</sup> )	帕 (N/m <sup>2</sup> 或Pa)
1	0.9673	10	735.56	14.223	0.981	0.981×10 <sup>5</sup>
1.0333	1	10.3333	760	14.696	1.013	1.013×10 <sup>5</sup>
0.1	9.678×10 <sup>-2</sup>	1	73.556	1.422	0.0981	9.81×10 <sup>3</sup>
1.36×10 <sup>-3</sup>	1.316×10 <sup>-3</sup>	13.596×10 <sup>-3</sup>	1	1.984×10 <sup>-2</sup>	1.333×10 <sup>-2</sup>	1.333×10 <sup>2</sup>
0.07	0.068	0.703	51.715	1	6.895×10 <sup>-2</sup>	6.895×10 <sup>3</sup>
1.020	0.987	10.20	750	14.5	1	10 <sup>5</sup>
1.02×10 <sup>-5</sup>	0.987×10 <sup>-5</sup>	1.02×10 <sup>-4</sup>	7.5×10 <sup>-3</sup>	1.45×10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	1

绝对压力与表压之间的关系为

$$p_j = p_b + B,$$

式中:  $p_j$ ——绝对压力, MPa;

$p_b$ ——表压, MPa;

$B$ ——当地大气压, MPa。

在海平面附近, 当地大气压  $B=0.1013\text{MPa} \approx 0.1\text{MPa}$ ,

因此

$$p_j = p_b + 0.1 (\text{MPa})。$$

当密闭系统中的压力比大气压低时, 表压为负值, 其读数称为真空度 ( $P_z$ )。当压力表指针指在零刻度的左边  $-0.1\text{MPa}$  位置上时, 真空度为  $0.1\text{MPa}$ , 即系统接近于绝对真空状态。因此在大气压环境下测量真空度时, 其最大值为  $0.1013\text{MPa}$  (相当于  $760\text{mmHg}$ )。

例如, 当压力表读数为  $1.1\text{MPa}$  时, 其绝对压力为  $1.2\text{MPa}$ ; 当压力表读数为  $-0.06\text{MPa}$  时, 其绝对压力为  $0.04\text{MPa}$ , 真空度为  $0.06\text{MPa}$ 。

当制冷系统抽真空时, 压力表的读数为负值, 其值越大, 说明真空度越高; 反之, 其值越小, 说明真空度越低。

### 3. 比容和密度

单位质量的物质所占有的容积称比容。用公式表示为:

$$v = \frac{V}{G},$$

式中:  $v$ ——比容,  $\text{m}^3/\text{kg}$  (米/千克);

$V$ ——容积,  $\text{m}^3$  (米<sup>3</sup>);

$G$ ——质量,  $\text{kg}$  (千克)。

单位体积的物质所占有的质量称密度。用公式表示为:

$$\rho = \frac{G}{V} = \frac{1}{v},$$

式中:  $\rho$ ——密度,  $\text{kg}/\text{m}^3$  (千克/米<sup>3</sup>)

在制冷设备中, 制冷剂气体在各部分的状态不同, 其比容也在变化。例如气体压缩前比容大, 压缩后比容变小。

## (三) 热量和制冷量

**热能** 能量的一种形式, 它是物质分子运动的动能。热能是可以随物质运动由这种形式转变为另一种形式的能量。

**热量** 物质热能转移时的度量, 表示某物体吸热或放热多少的物理量。热量的单位为 J (焦耳) 或 kJ (千焦耳)。

过去热量的常用单位为 cal (卡) 或 kcal (千卡), 和国际单位的换算关系为:

$$1\text{cal}=4.186\text{J};$$

$$1\text{kcal}=4.186\text{kJ}。$$

西方国家及美国等采用英制热单位 (Btu 或 BTU), 其转换关系为:

$$1\text{Btu}=1055.06\text{J}=252\text{cal}。$$

**制冷量** 用人工方法在单位时间里从某物体 (空间) 移去的热量。其单位为 kJ/h (千焦/

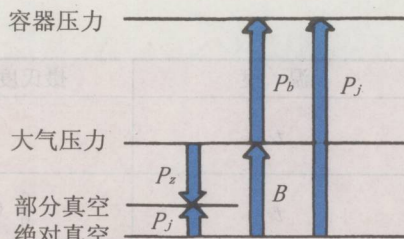


图 1-5 压力的表示

小时)或W(瓦)、kW(千瓦)。有些进口空调器的制冷量也以Btu/h表示。为了便于换算,三种制冷量之间的关系可用图1-6表示。

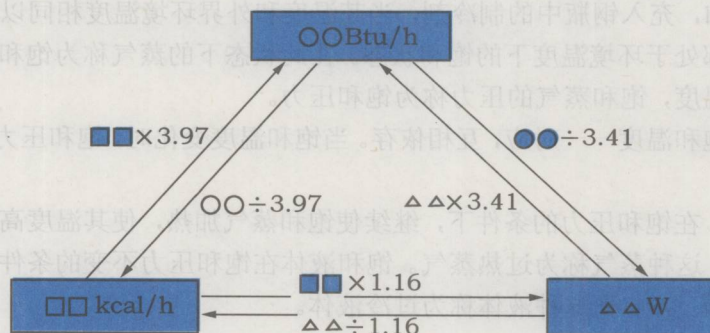


图1-6 制冷量换算图

冷吨是英制的制冷量单位。1冷吨就是在24小时内冻结1吨0℃的水变成0℃的冰所需的冷量。美国用2000磅作为1吨,因此1美国冷吨=12659kJ/h $\approx$ 2.6kW;日本用1000kg作为1吨,因此1日本冷吨=13898kJ/h $\approx$ 2.9kW。

#### (四) 状态变化有关术语

##### 1. 沸腾、蒸发、冷凝

沸腾和蒸发是汽化的两种形式。

**沸腾** 在一定温度(沸点)下,液体内部和表面同时发生剧烈的汽化过程,称为沸腾。这时,液体内部形成许多小气泡上升至液面,迅速汽化并吸收周围介质的热量。

**蒸发** 在任何温度下,液体外露表面的汽化过程称为蒸发。蒸发在日常生活中随处可见,如放在杯子中的酒精很快会蒸发掉,湿衣服晒在阳光下会干燥等。物质的蒸发过程伴随着吸热。

在制冷技术中,习惯上把制冷剂液体在蒸发器中的沸腾称为蒸发,这种换热器叫蒸发器也来源于此。

**冷凝** 又称液化。物质从气态变成液态的过程称冷凝或液化。例如,水蒸气遇冷就会凝结成水珠。水蒸气液化很容易,但有些气体的液化要在较低温度和较高压力下才能实现,例如电冰箱中制冷剂R12在室温下液化,需加压到0.6MPa(约6个标准大气压)以上,才能在冷凝器中放热液化。

冷凝或液化都伴随着放热。

冷凝和汽化是相反过程,在一定的压力下,蒸气的冷凝温度与液体的沸腾温度(沸点)相同,汽化潜热与液化潜热的数值相等。

##### 2. 饱和、过冷、过热

**饱和状态** 装在密闭容器里的液体,从液面飞升出来的分子不可能扩散到其他地方去,

只能聚积在液体上面的那个空间里，作无规则的运动。其中一部分气体分子碰撞液面时，又回到液体中去，一部分新的分子又从液面上飞升到气空间，当两者达到平衡时，空间里的气体比容不再变化，液体和它的蒸气处于动态平衡状态，蒸气中的分子数不再增加，这种状态称饱和状态。例如，充入钢瓶中的制冷剂，当其温度和外界环境温度相同以后，钢瓶里的制冷剂液体和气体都处于环境温度下的饱和状态。在此状态下的蒸气称为饱和蒸气，饱和蒸气的温度称为饱和温度，饱和蒸气的压力称为饱和压力。

饱和压力和饱和温度一一对应，互相依存。当饱和温度变化时，饱和压力也随之变化，反之亦然。

**过冷和过热** 在饱和压力的条件下，继续使饱和蒸气加热，使其温度高于饱和温度，这种状态称为过热。这种蒸气称为过热蒸气。饱和液体在饱和压力不变的条件下，继续冷却到饱和温度以下称为过冷，而这种液体称为过冷液体。

## (五) 制冷的的方法

制冷方法大致分类如下：

### 1. 蒸发热的利用

该方法是一种使用容易蒸发的液体，利用它蒸发时从周围吸收的蒸发热（潜热）的方法。这就是最为一般使用的制冷方法。其方法分蒸气压缩式和蒸气吸收式两种。

这两种都是通过低温下使液体蒸发来冷却工质，吸收周围的热量后，再将蒸发的工质返回液体状态，这样反复进行而制冷的的方法。

### 2. 熔解热的利用

这是一种利用冰熔解时在周围吸收熔解热的方法。但是，一般的冰不能制成 $0^{\circ}\text{C}$ 以下的温度。因此，在冰中混合了冷冻剂（食盐与氯化钙等）使冰的熔解温度下降而进行制冷。

最普通采用的冷冻剂的混合比（重量比）如表1-6所示：

表1-6 冰盐混合物的熔解温度

冷冻剂的混合比	熔解温度	冷冻剂的混合比	熔解温度
冰=3:食盐=1	$-18.5^{\circ}\text{C}$	冰=1:氯化钙=2	$-42^{\circ}\text{C}$

### 3. 升华热的利用

该方法是利用干冰升华时从周围吸收升华热的原理。由于干冰从固体直接变为气体，故人们经常使用于冰淇淋等的运输，以保持低温。

干冰的升华温度为 $-78.5^{\circ}\text{C}$ ，升华热为 $577.7\text{kJ/kg}$ 。

### 4. 气体膨胀的利用

该方法是將压缩气体从小孔喷射而出，应用气体受到节流作用后其温度稍微降低的性质。反复这种过程，就可以得到低温。液态空气就是应用该方法制造出来的。



## 5. 珀耳帖效应的利用

该方法是粘合（钎焊）两种不同的金属，对其通以电流，利用粘合部热的产生与吸收的原理。

使用的材料为“铋”和“碲”，其粘合如图1-7。

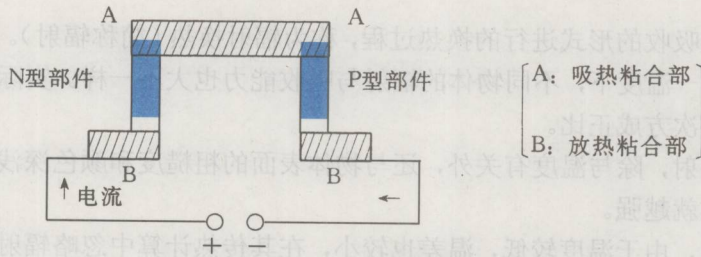


图1-7 半导体制冷的原理

## (六) 传热和隔热的基本知识

热力学第二定律阐述了传热的方向，但没有涉及传热形式及具体过程。热量从高温物体（空间）向低温物体（空间）传递的过程是很复杂的，它是属于传热学所研究的内容，其基本形式有三种：导热、对流和辐射。为了更好地传热，就要了解传热方式和设计换热器。

隔热又称绝热，它是利用隔热材料来防止热量从外界向冷却对象（空间）渗透（应用在制冷技术中），或防止热量散失到周围环境中，例如热能工程中供热管道的隔热等。

传热和隔热的本质是一样的，仅是应用的场合不同，在换热器中要求传热好，而对冷库、冰箱等则要求其外壳有好的隔热性能。

### 1. 导热、对流和辐射

#### (1) 导热

导热又称热传导。物体各部分温度不同时，热量从物体的一部分传递到另一部分，或者温度不同的物体接触时，热量从温度高的物体传递给温度低的物体的过程，称为导热。导热是在固体、静止液体或气体中由分子振动而引起的传热现象。导热总是在温度降低的方向上发生，而且是固体中唯一可能发生的传热现象。

不同的材料其导热性能不一样，容易导热的物质叫热的良导体，如金、银、铜、铁、铝等。相反，不容易导热的物质叫隔热（绝热）材料，如棉毛、软木、泡沫塑料、空气等。在制冷和空调技术中，经常要遇到选用优良导热材料和隔热材料的实际问题。

#### (2) 对流换热（简称对流）

流体与固体表面接触时由于流体本身的运动而引起的传热过程，或流体内部因各部分的温度不同而发生流体运动所引起的传热过程，称为对流换热。其实，对流换热过程中除了因流体质点运动而引起传热外，其中还包含了界面上的导热和流体内部的导热。因此，对流换热是一个很复杂的传热过程，至今还未能用精确的方程式来计算，而是用试验方法确定。

对流只能在液体和气体中进行，是对流所特有的一种传热方式。电冰箱蒸发器从箱内空