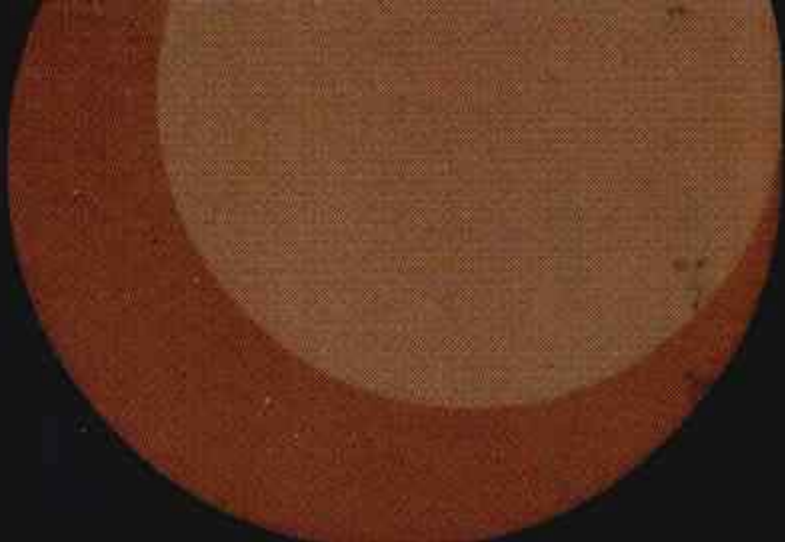




[技工实用手册丛书]

主 编 何元季

制冷设备 维修工

ZHILENGSHEBEIWEIXIUGONG

简明实用手册

JIANMING SHIYONG SHOUC

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

技工实用手册丛书

制冷设备维修工简明实用手册

编著 何元季

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

制冷设备维修工简明实用手册/何元季编著. —南京:江苏科学技术出版社, 2008. 11

(技工实用手册丛书)

ISBN 978—7—5345—6219—8

I. 制... II. 何. III. 制冷—设备—维修—技术手册
IV. TB657—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 152575 号

技工实用手册丛书

制冷设备维修工简明实用手册

编 著 何元季

责任编辑 宋 平

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京奥能制版有限公司

印 刷 盐城印刷总厂有限责任公司

开 本	850 mm×1168 mm	1/64	印 张	8
插 页	4		字 数	345 000
版 次	2008 年 11 月第 1 版		印 次	2008 年 11 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978—7—5345—6219—8

定 价 24.00 元(精)

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

前 言

进入 21 世纪以来,我国经济持续高速发展,制冷空调技术也得到了长足的进步。目前我国已成为世界上最大的制冷空调设备制造国,制冷空调设备在各行各业和人们生活中的使用更加普及,从事制冷空调设备生产、管理和维修的从业人员也愈来愈多。为此,我们编写这本手册,以供制冷空调行业及相关行业的从业人员参考。

本手册以“简明、实用”为编写原则,以基本知识、基本操作、常用数据、常用设备及常见设备故障的分析与排除为主要内容,以满足制冷设备维修工现场工作的需求。

在本手册的编写过程中,得到了南京五洲制冷技工学校 and 长期从事制冷空调行业的专家、专业技术人员的大力支持。其中,刘晓俊、毛永年、李枫、易涛、周桂生、李育建、侯俊、尚向阳、魏文校、周兴平、柳桃华、

陈红军等对本手册的编写均提供过一定的帮助,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,手册中的缺点和错误在所难免,恳请专家、读者批评指正。

编 者

2008 年 9 月

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 基本概念及术语	1
一、热力系统	1
二、系统状态与状态参数	1
三、热力过程与热力循环	4
四、功与热量	6
五、质量热容、体积热容和摩尔热容	7
六、物质集态及集态的变化	9
七、流体的粘性与流动阻力	11
八、热量传递	11
第二节 基本方程、常用公式及计算	15
一、热力学第一定律的数学表达式	15
二、理想气体状态方程式	16
三、利用比热容进行热量计算	16
四、流体静力学基本方程式	16
五、连续性方程式	17
六、伯努利方程式	17
七、通过平壁的稳态导热计算	17
八、通过圆筒壁的稳态导热计算	18
九、传热方程式	18
第三节 工质的热力性质图表	18
一、制冷剂的压焓图	18
二、湿空气的焓湿图及应用	20

三、蒸气的热力性质表	25
第四节 常用计量单位及其换算	30
一、国际单位制(SI)	30
二、单位换算	33
第二章 制冷工质与冷冻机油	40
第一节 制冷剂的种类及命名方法	40
一、制冷剂的种类	40
二、制冷剂的安全性分类	41
三、制冷剂的命名和编号方法	41
第二节 常用制冷剂的性质	43
一、常用制冷剂的主要性能	43
二、常用制冷剂热力性质表	46
第三节 溴化锂水溶液的性质	94
一、对溴化锂溶液的技术要求	94
二、溴化锂溶液的主要性质	94
第四节 常用载冷剂的性质	98
一、水	98
二、无机盐水溶液	98
三、乙二醇水溶液	107
第五节 冷冻机油	109
一、冷冻机油的主要性能指标	109
二、国产冷冻机油主要性能规格	110
三、氢氟烃(HFC)制冷剂系统使用的冷冻机油	113
第三章 制冷系统	115
第一节 单级蒸气压缩式制冷系统	115
一、实现制冷的方法	115

二、单级蒸气压缩式制冷系统的基本组成及工作原理	115
三、单级蒸气压缩式制冷循环	116
第二节 两级压缩与复叠式制冷系统	120
一、单级压缩的局限性	120
二、两级压缩制冷循环	121
三、带有经济器的压缩式制冷循环	124
四、复叠式制冷系统	126
第三节 制冷压缩机	128
一、制冷压缩机的排气量和容积效率	128
二、制冷压缩机的名义工况及使用范围	130
三、制冷压缩机常见故障与处理方法	132
第四节 制冷系统中的换热设备	146
一、制冷系统中的换热设备	146
二、壳管式冷凝器和蒸发器常见故障与处理方法	149
第五节 制冷系统中的控制元件	149
一、热力膨胀阀	150
二、电子膨胀阀	154
三、浮球调节阀	155
四、电磁阀	155
五、四通换向阀	161
六、单向阀	163
七、压力控制阀	163
八、压力控制器	164
九、压差控制器	166
十、温度控制器	167

十一、液位控制器	169
第六节 制冷系统中的其他辅助设备	170
一、油分离器	170
二、储液器	173
三、气液分离器	175
四、过滤器和干燥器	176
五、空气分离器	176
六、集油器	177
第七节 吸收式制冷系统	179
一、吸收式制冷机的工作原理	179
二、单效吸收式制冷机	180
三、双效吸收式制冷机	181
第四章 空调系统	183
第一节 空调系统的种类	183
一、空调系统的分类	183
二、集中式空调系统	185
三、半集中式空调系统	187
四、分散式空调系统	189
第二节 空调负荷与送风量	189
一、空调室内、外空气计算参数	189
二、空调负荷	194
三、送风量的计算	198
第三节 室内空气品质与新风量	201
一、室内空气品质	201
二、新风量的确定	203
第四节 空气处理设备	205

一、表面式空气换热器	205
二、喷水室	206
三、电加热器	208
四、加湿器	209
五、减湿设备	210
六、空气过滤器	210
第五节 水系统	212
一、水系统的形式	212
二、水泵	219
三、冷却塔	223
四、水系统的试压	228
五、水质管理	229
六、水系统的清洗	234
第六节 空调系统风量的测定与调整	239
一、风量的测定	239
二、风量的调整	244
第七节 全空气空调系统常见故障的分析与排除	249
一、全空气空调系统常见故障的分析与排除	249
二、风机常见故障的分析与排除	254
第五章 制冷空调设备	257
第一节 电冰箱	257
一、电冰箱的种类	257
二、电冰箱的结构及其制冷系统	258
三、电冰箱常见故障分析与排除	259
四、检修电冰箱时的注意事项	263
第二节 房间空调器	263

一、窗式空调器	264
二、分体式房间空调器	269
三、房间空调器的安装	275
四、房间空调器常见故障与处理	276
五、空调器的故障代码	289
第三节 变制冷剂流量多联分体式空调机组	298
一、变制冷剂流量多联分体式空调机组的组成及特点	298
二、多联机组的安装与调试	299
三、多联机组常见故障及排除	300
四、多联机组的故障代码	304
第四节 单元式空调机	307
一、单元式空调机的型号命名方法	307
二、单元式空调机的名义工况	308
三、单元式空调机的调试	308
四、恒温恒湿型空调机常见故障与排除	311
第五节 冷水机组	316
一、冷水机组的种类	316
二、冷水机组的名义工况	320
三、冷水机组常见故障与排除方法	322
第六节 溴化锂吸收式制冷机组	336
一、溴化锂吸收式制冷机组的分类	336
二、溴化锂吸收式冷水机组的型号编制方法	339
三、溴化锂吸收式冷水机组的名义工况和性能指标 ...	340
四、机组的安全保护	340
五、溴化锂吸收式制冷机组常见故障及排除方法	345

第七节 除湿机	356
一、除湿的方法	356
二、冷冻除湿机	357
三、氯化锂转轮式除湿机	362
第八节 风机盘管	364
一、风机盘管的型号表示方法	365
二、风机盘管的维护保养	365
三、风机盘管常见故障与排除	366
第九节 空调箱和组合式空调机组	368
一、空调箱和组合式空调机组的维护保养	368
二、空调箱和组合式空调机组常见故障与排除	370
第六章 制冷空调设备的基本维修操作	372
第一节 常用维修工具和维修设备的使用	372
一、专用工具及检测仪表	372
二、真空泵	383
三、制冷剂充注机	385
四、气焊设备	387
第二节 蒸气压缩式制冷设备的基本维修操作	394
一、制冷系统的吹污	394
二、制冷系统的试压和检漏	394
三、制冷系统抽真空	397
四、充注制冷剂	400
五、制冷设备检修前对制冷剂的回收和处理	407
六、制冷系统放空气的操作	412
七、制冷压缩机的加油操作	414
八、制冷系统的放油操作	418

九、去除制冷剂中的水分	422
十、从制冷系统中隔离压缩机	423
十一、制冷压缩机湿冲程的调整操作	424
十二、汽车空调制冷系统的检测	426
第三节 溴化锂吸收式制冷机组的维护管理与基本维修操作	431
一、溴化锂吸收式制冷机组运行时的管理	431
二、溴化锂吸收式制冷机组停机时的管理	432
三、溴化锂吸收式制冷机组的定期检查	434
四、溴化锂吸收式制冷机组的基本维修操作	437
第七章 热泵	451
第一节 热泵的工作原理及分类	451
一、热泵的工作原理	451
二、热泵的分类	452
第二节 空气源热泵	454
一、空气-空气式热泵	454
二、空气-水式热泵	454
三、空气源热泵的特点	455
第三节 水源热泵机组	456
一、水-空气式热泵机组	456
二、水-水式热泵机组	456
第四节 地源热泵系统	457
一、地埋管地源热泵系统	457
二、地表水热泵系统	464
三、地下水热泵系统	465
第五节 水环热泵系统	467

一、水环热泵空调系统的组成	467
二、水环热泵系统的特点	468
三、水环热泵系统运行管理中的注意事项	468
第八章 安全技术知识	470
第一节 制冷空调系统中常用的安全保护装置	470
一、安全阀	470
二、易熔塞	472
三、紧急泄氨器	474
四、防火防烟调节阀	474
第二节 压力容器的安全使用和管理	475
一、压力容器	475
二、压力容器的安全使用和管理	477
三、制冷剂钢瓶的使用和管理	477
第三节 制冷空调设备的安全操作	481
一、大中型制冷设备开机前必须遵守的安全操作	481
二、阀门的安全操作	482
三、制冷剂的安全操作	483
四、设备、管道检修时的安全要点	484
第四节 人身安全与紧急救护	485
一、检修操作中对人身安全产生危害的主要事故类型	485
二、预防措施	487
三、紧急救护	488
主要参考文献	491

第一章 基础知识

第一节 基本概念及术语

一、热力系统

(1) 热力学系统 为热力学中研究的具体对象,简称热力系统或系统。系统以外的周围物质称为“外界”或“环境”,系统与外界的分界面称为系统的“边界”。

(2) 闭口系统 也称为封闭系统,是指与外界无质量交换的系统。

(3) 开口系统 指与外界有质量交换(流入或流出)的系统。

(4) 绝热系统 指与外界没有热量交换的系统。

(5) 孤立系统 指与外界没有任何作用的系统。

(6) 简单热力学系统 指除热量传递外,与外界之间只以一种形式的做功方式进行能量交换的系统。

(7) 工质 指系统内的工作物质。它是用来实现热能与机械能转换的工作物质。各种气体、蒸气及其液体是工程上常用的工质。

二、系统状态与状态参数

(1) 系统的热力学状态 指系统在某一瞬间所呈现的宏观物理状况,简称为系统状态。

(2) 平衡状态 指系统在没有外界影响的条件下,其宏观性质不随时间变化的状态。

(3) 状态参数 指描述系统宏观状态的物理量。常用状态参数有温度、压力(压强)、质量体积、热力学能(内能)、焓、熵等。

(4) 温度 宏观上温度是表示物体冷热程度的物理量,微观

上温度标志物质内部分子热运动的激烈程度。处于热平衡的物体,都具有相同的温度。温标是温度的度量,常用温标有绝对温标、摄氏温标、华氏温标等,其换算关系见式(1.1-1)和式(1.1-2)。

$$T = t + 273.15 \quad (1.1-1)$$

$$t_F = \frac{9}{5}t + 32 \quad (1.1-2)$$

式中 T ——绝对温度(K);
 t ——摄氏温度($^{\circ}\text{C}$);
 t_F ——华氏温度($^{\circ}\text{F}$)。

(5) 压力 指单位面积上所受到的垂直作用力,即压强。在工程上,人们使用三种压力:绝对压力、相对压力(表压)和真空度,它们之间的关系见式(1.1-3)和式(1.1-4)。

$$p_g = p - B \quad (1.1-3)$$

$$p_v = B - p \quad (1.1-4)$$

式中 B ——大气压力(Pa);
 p ——绝对压力(Pa);
 p_g ——相对压力(Pa);
 p_v ——真空度(Pa)。

(6) 质量体积(比体积) 指单位质量工质所占空间体积,用 v 表示,单位为 m^3/kg 。设质量为 $m(\text{kg})$ 的工质所占空间体积为 $V(\text{m}^3)$,则其质量体积为

$$v = \frac{V}{m} \quad (1.1-5)$$

(7) 密度 指单位体积工质所具有的质量,用 ρ 表示,单位为 kg/m^3 。它与质量体积互为倒数,即

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1}{v} \quad (1.1-6)$$

(8) 热力学能 也称内能,指工质内部各种微观形式能量的总和,它包括微观粒子热运动的动能(内动能)、分子间的作用力而形成的分子位能(内位能)以及化学能、原子能等。热力学能用 U 表示,单位为 J 或 kJ。单位质量工质的热力学能称为比热力学能,用 u 表示,单位为 J/kg 或 kJ/kg。

(9) 焓 为热力学能(U)与流动能(pV)之和,用 H 表示(即 $H=U+pV$),单位为 J 或 kJ。单位质量工质的焓称为比焓,用 h 表示($h=u+p v$),单位为 J/kg 或 kJ/kg。

(10) 熵 是描述系统内部无序程度的一个状态参数,用 S 表示,单位为 J/K 或 J/K。单位质量工质的熵称为比熵,用 s 表示,单位为 J/(kg·K) 或 kJ/(kg·K)。熵在热力学中的定义式为在微元可逆过程中系统和外界之间交换的热量 δQ ,与系统的绝对温度 T 之比,即

$$dS = \frac{\delta Q}{T} \text{ 或 } ds = \frac{\delta q}{T} \quad (1.1-7)$$

(11) 水蒸气分压力 指湿空气中水蒸气单独占据其湿空气的体积时所形成的压力,用 p_q 表示。它与干空气的分压力 p_g (湿空气中干空气单独占据其湿空气的体积时所形成的压力)之和即为大气压力 B ,即 $B = p_g + p_q$ 。空气中含有水蒸气越多,则水蒸气分压力就越大。

(12) 相对湿度 指同温度下的水蒸气分压力 p_q 与水蒸气的饱和分压力(可能达到的最大水蒸气分压力) $p_{q,b}$ 之比,用 φ 表示,即

$$\varphi = \frac{p_q}{p_{q,b}} \times 100\% \quad (1.1-8)$$