

制冷空调维修 实用手册

● 陈维刚 主编 ●



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



制冷空调维修实用手册

陈维刚 主编



机械工业出版社

本手册是一本以介绍有关空气调节装置的选用、安装、调试、操作和维修为主的、最新的、适用于国家职业技能培训的工具书。主要内容包括：第一章给出了制冷空调常用技术资料；第二章为应用很广的房间空气调节器的专题篇，主要侧重于制冷系统和制冷空调电气控制系统的维修；第三章是中央空调的冷热源装置，集中阐述冷热源机组的选用、安装、调试、操作和维修；第四章水系统和第五章风系统分别介绍了冷媒水系统、冷却水系统和新风、回风、排风装置的选用、安装、调试、操作和维修；第六章局部（户式）中央空调系统作为一种较新颖的、已逐步被广泛采用的制冷空调装置，特将其作为一章予以重点讲解。本手册中的内容与与时俱进，可以供制冷空调维修专业人员使用，亦可作为职业教育的教材。

图书在版编目（CIP）数据

制冷空调维修实用手册/陈维刚主编. —北京：机械工业出版社，2006.5

ISBN 7-111-19047-5

I. 制... II. 陈... III. 制冷—空气调节设备—维修—手册 IV. TB657.2—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 041122 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：杨溥泉 责任编辑：王振国 版式设计：霍永明
责任校对：李秋荣 封面设计：马精明 责任印制：杨曦
北京机工印刷厂印刷

2006 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

130mm × 184mm · 19 印张 · 2 插页 · 545 千字

0 001—5 000 册

定价：38.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话（010）68326294

编辑热线电话（010）68354423

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国国民经济的飞速发展和人民生活水平的不断提高，世界各大制冷空调公司的产品先后进入了我国市场，在工农业生产、国防、建筑、科研和人民生活得到广泛应用。随之而来的，社会上急需大批的制冷空调专业技术人员及相关专业技术资料。为此，我们组织了一批具有丰富实践经验与系统理论知识的制冷空调高级技师以及具有丰富教学经验、专业造诣颇深的教师、工程技术人员，充分地让他们发挥各自的特长，总结并编写了这本以实践经验、系统理论和实用技术汇集而成的工作手册。

本书由陈维刚高级工程师担任主编，负责制定编写大纲和各章内容的审定工作。同时，由仲兵、傅秀丽两位同志担任副主编，并进行统稿工作。由陈邓曼和谢晶两位教授担任主审工作。

在本手册的编写过程中，参加编写工作的人员还有袁进、茆永康、高增权、王开元、张乐平、贡祥元、罗小星等同志。同时，以下制冷专家和专业人员：卢士勋、刘忠元、臧庆久、徐德胜、徐世琼、陈邓曼、吴有余、刘政海、殷培均、周卫民、徐翊鸣、曹春喜、黄飞、姜开兵、张培青、张友梅、李伟、徐雪琴、桑意明、史文祥、田学芬、李学增、高风财等也参加了编写和提供大量丰富的资料和强有力的支

IV

持与帮助，在此一并表示感谢！

鉴于制冷空调涉及的技术面比较广和编者水平有限，手册中的缺点和错误在所难免，恳请广大读者批评指正，以便再版时得以改正，以便更好地满足读者的需要。

编 者

目 录

前言

第一章 制冷空调常用资料	1
第一节 常用计量单位及其换算	1
一、国际单位制	1
二、单位换算	3
第二节 制冷空调常用图表的应用	6
一、常用制冷剂及湿空气的热力性质	6
二、常用制冷剂的压焓图及湿空气的焓湿图	18
第三节 制冷空调常用词中英文对照	26
第四节 制冷剂、载冷剂和润滑油	34
一、常用制冷剂	34
二、常用载冷剂	37
三、常用润滑油	45
第二章 房间空气调节器及其控制电路	47
第一节 房间空气调节器	47
一、概述	47
二、典型冷风型分体空调器制冷系统	48
三、典型热泵型分体空调器制冷系统	50
四、热泵型空调器常用的几种节流装置	53
五、空调器的卸载方法	55
六、空调器的故障判断与处理措施	59
七、空调器压力与环境温度的关系	63
第二节 空调器控制电路	64
一、微处理器芯片控制电路	64

二、振荡电路	64
三、时钟脉冲信号发生电路	65
四、复原信号发生电路	66
五、传感器电路	67
六、进风口温度电路	67
七、继电器驱动电路	67
八、步进电动机传动电路	68
九、防冻信号探测电路	69
十、防冻运转电路	70
十一、室外机风扇控制电路	70
十二、室内机风扇控制电路	71
第三章 中央空调冷热源装置	72
第一节 活塞式冷水机组	72
一、活塞式冷水机组的安装	72
二、活塞式冷水机组的调试	76
三、活塞式冷水机组的操作与运行调整	77
四、活塞式冷水机组的故障分析与排除	80
五、活塞式冷水机组的电气控制	83
第二节 离心式压缩机冷水机组	91
一、离心式压缩机冷水机组的特性与选型	91
二、离心式冷水机组的安装	94
三、离心式冷水机组的操作及运行调整	99
四、离心式冷水机组的维护、保养与检查	105
五、离心式冷水机组的故障分析与排除	109
第三节 螺杆式压缩机冷水机组	117
一、螺杆式压缩机的型号	117
二、螺杆式压缩机冷水机组的特征	120
三、螺杆式压缩机冷水机组的选型	128
四、螺杆式压缩机冷水机组的安装	135

五、螺杆式压缩机冷水机组的调试	138
六、螺杆式压缩机冷水机组的检修与保养	145
七、螺杆式压缩机冷水机组的故障分析与排除	151
第四节 双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组	165
一、双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的构造和功能	165
二、双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的选择与匹配	171
三、双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的安装	204
四、双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的调试	210
五、双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的操作及运行 调整	213
六、双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的故障分析与 排除	221
第五节 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组	229
一、直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的构造和功能	229
二、直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的选择与匹配	238
三、直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的安装	241
四、直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的操作及运行调整	282
五、直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的故障分析与排除	295
第六节 热泵型中央空调	304
一、热泵型中央空调的选择	304
二、常见热泵型空调机组的安装	318
三、常见热泵型空调机组的开机调试	327
四、常见热泵型空调机组的维修	337
第四章 水系统	340
第一节 中央空调水系统的类型、管件与保温	340
一、中央空调水系统的类型	340
二、中央空调水系统的管材	344
三、中央空调水系统的管道连接件	344
四、中央空调水系统管道的保温	349

第二节 冷却塔	350
一、冷却塔的构造和选择	350
二、冷却塔的安装	354
三、冷却塔的操作与运行检查	355
四、冷却塔的维护保养与检修	355
五、冷却塔的故障分析与排除	357
第三节 水泵	360
一、水泵的类型和选择	360
二、水泵的安装	363
三、水泵的启动和停车	366
四、水泵的维护、保养与检修	367
五、水泵的故障分析与排除	369
第四节 阀门	371
一、阀门的类型	371
二、阀门的安装	373
三、阀门的维护	374
四、阀门的故障分析与排除	375
第五节 膨胀水箱	377
一、膨胀水箱的布置	377
二、膨胀水箱容积的确定	378
三、膨胀水箱的选型	378
第六节 分水器、集水器、集气罐和过滤器	379
一、分水器 and 集水器	379
二、集气罐	380
三、过滤器	381
第五章 风系统	383
第一节 组合式空调机组	383
一、组合式空调箱（器）的构造和功能	383
二、组合式空调箱（器）的组合和选型	387

三、组合式空调箱（器）的安装	389
四、组合式空调箱（器）的操作与运行调节	393
五、组合式空调箱（器）的维护与保养	396
六、组合式空调机组（器）的故障分析与排除	400
第二节 喷水室	404
一、喷水室的构造和功能	404
二、喷水室的运行调节	407
三、喷水室的检查、维护与检修	409
四、喷水室的故障分析与排除	411
第三节 风机盘管	412
一、风机盘管的构造和功能	412
二、风机盘管的选型	419
三、风机盘管的安装	420
四、风机盘管的控制和调节	420
五、风机盘管的维护、保养与检修	422
六、风机盘管机组的故障分析与排除	424
第四节 通风机	427
一、通风机的类型	427
二、通风机的选择	428
三、通风机性能的测定	443
四、通风机性能测定的常用仪表	446
五、通风机的运行	453
六、通风机的维护、保养与检修	458
七、通风机运行中的故障分析与排除	465
第五节 风管	471
一、风管的选择与匹配	471
二、风管的安装	477
三、风管系统的维护与保养	490
第六节 风道阀门	496
一、调节阀	496

二、开关阀	502
三、安全阀	508
第七节 送、回风口	520
一、风口的种类与应用	520
二、风口的选择与匹配	525
三、风口气流组织与调节	544
第八节 空调系统的消声器与减振器	551
一、空调房间的噪声标准	551
二、空调系统的消声器	554
三、空调系统的减振	558
四、空调系统减少噪声的主要措施	563
第六章 局部(户式)中央空调系统	565
第一节 风管送风式户式中央空调	565
一、风管送风式户式中央空调的安装	566
二、风管送风式户式中央空调的调试	568
三、风管送风式户式中央空调的维护与保养	569
四、风管送风式户式中央空调的选用	570
五、风管送风式户式中央空调的自动控制	571
第二节 水管送水式户式中央空调	573
一、水管送水式户式中央空调的安装	573
二、水管送水式户式中央空调的调试	578
三、水管送水式户式中央空调的维护与保养	581
四、水管送水式户式中央空调的自动控制	582
第三节 直冷式户式中央空调	584
一、变频(VRV)空调器的安装	584
二、几种典型机型的故障分析与排除	589
参考文献	594

第一章 制冷空调常用资料

第一节 常用计量单位及其换算

一、国际单位制

1. 部分国际单位制的基本单位 (见表 1-1)

表 1-1 部分国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克 (公斤)	kg
时间	秒	s
电流	安 [培]	A
热力学温度	开 [尔文]	K

2. 部分国际单位制中具有专门名称的导出单位 (见表 1-2)

表 1-2 部分国际单位制中具有专门名称的导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示符号
频率	赫 [兹]	Hz	s^{-1}
力	牛 [顿]	N	$kg \cdot m/s^2$
压力, 压强, 应力	帕 [斯卡]	Pa	N/m^2
能 [量], 功, 热量	焦 [耳]	J	$N \cdot m$
功率, 辐 [射能] 通量	瓦 [特]	W	J/s
电荷 [量]	库 [仑]	C	$A \cdot s$
电压, 电动势, 电位	伏 [特]	V	W/A
电容	法 [拉]	F	C/V
电阻	欧 [姆]	Ω	V/A
磁通 [量]	韦 [伯]	Wb	$V \cdot S$
磁通 [量] 密度, 磁感应强度	特 [斯拉]	T	Wb/m^2
电感	亨 [利]	H	Wb/A
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}C$	K

3. 部分国家选定的非国际单位制单位 (见表 1-3)

表 1-3 部分国家选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系与说明
[平面]角	度	(°)	$1^\circ = (\pi/180) \text{ rad}$
	[角]分	(')	$1' = (1/60)^\circ = (\pi/10\ 800) \text{ rad}$
	[角]秒	(")	$1'' = (1/60)' = (\pi/648\ 000) \text{ rad}$
体积	升	L, (l)	$1\text{L} = 1\text{dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
质量	吨	t	$1\text{t} = 10^3 \text{ kg}$
级差	分贝	dB	—

4. 常用热学、力学的国际制辅助单位 (见表 1-4)

表 1-4 常用热学、力学的国际制辅助单位

量的名称	国际单位符号	中文单位
导热系数, 热导率	W/(m·K)	瓦[特]每米开[尔文]
传热系数	W/(m ² ·K)	瓦[特]每平方米开[尔文]
热容	J/K	焦[耳]每开[尔文]
比热容, 比定压热容, 比定容热容	J/(kg·K)	焦[耳]每千克开[尔文]
动力粘度	Pa·s	帕[斯卡]秒
运动粘度	m ² /s	二次方米每秒

5. 常用空调常数的国际单位制数值 (见表 1-5)

表 1-5 常用空调常数的国际单位制数值

水的比热容 (1bar, 20℃)	$c = 4187 \text{ J/kg} \cdot \text{K} \approx 4.2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
水的汽化潜热 (1bar, 20℃)	$r = 2499 \text{ kJ/kg} \approx 2500 \text{ kJ/kg}$
空气的比定压热容 (1bar, 20℃)	$c_p = 1010 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$
空气的比定容热容 (1bar, 20℃)	$c_v = 714 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$
空气的气体常数 (1bar, 20℃)	$R_0 = 2870 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$

注: bar (巴) 用以表示压力 (压强), 为非法定计量单位。1bar = 10⁵ Pa = 1.02kgf/cm²。

6. 部分用于构成十进倍数和分数单位的词头（见表 1-6）

表 1-6 部分用于构成十进倍数和分数单位的词头

因数	词头名称 (英文)	词头名称中文	符号
10^6	mega	兆	M
10^3	kilo	千	k
10^2	hecto	百	h
10^1	deca	十	da
10^{-1}	deci	分	d
10^{-2}	centi	厘	c
10^{-3}	milli	毫	m
10^{-6}	micro	微	μ
10^{-9}	nano	纳 [诺]	n

注：词头用于构成国际单位制单位的倍数单位，不得单独使用。词头与所紧接的单位应作为一个整体，它们一起组成一个新单位（十进倍数单位），并具有相同的幂次，而且还可以根据习惯和其他单位构成组合单位。

二、单位换算

1. 长度单位换算（见表 1-7）

表 1-7 长度单位换算

厘米 (cm)	米 (m)	英尺 (ft)	英寸 (in)
1	0.01	0.032808	0.3937
100	1	3.2808	39.37
0.003048	0.3048	1	12
0.000254	0.0254	0.0833	1

2. 面积单位换算（见表 1-8）

表 1-8 面积单位换算

平方米 (m^2)	平方英尺 (ft^2)	平方英寸 (in^2)
1	10.764	1.55×10^3
9.290×10^{-2}	1	1.44×10^2
6.452×10^{-4}	6.944×10^{-3}	1

3. 体积单位换算(见表 1-9)

表 1-9 体积单位换算

立方米 (m^3)	公升 (L)	立方英尺 (ft^3)	立方英寸 (in^3)	英加仑 (gal)	美加仑 (USgal)
1	10^3	35.315	6.102×10^4	219.97	264.17
10^{-3}	1	3.5315×10^{-2}	61.024	0.22	0.2642
2.8317×10^{-2}	28.317	1	1.728×10^3	6.2298	7.4805
1.639×10^{-5}	1.639×10^{-2}	5.787×10^{-4}	1	3.605×10^{-3}	4.329×10^{-3}
4.5461×10^{-3}	4.5461	0.1605	2.7742×10^2	1	1.2009
3.7854×10^{-3}	3.7854	0.1337	2.31×10^2	0.8337	1

4. 质量单位换算(见表 1-10)

表 1-10 质量单位换算

千克 (kg)	克 (g)	磅 (lb)
1	10^3	2.2046
10^{-3}	1	2.2046×10^{-3}
0.4536	4.536×10^2	1
0.102	1.02×10^2	0.225

5. 压力单位换算(见表 1-11)

表 1-11 压力单位换算

千克/厘米 ² (kgf/cm ²)	标准大气压 (atm)	米水柱 (mH ₂ O)	毫米汞柱 (mmHg)	帕斯卡 (Pa, N/m ²)	巴 (bar)
1	0.9678	10	735.56	0.981×10^5	0.980
1.0332	1	10.3333	760	1.01325×10^5	1.013
0.1	9.678×10^{-2}	1	73.556	9.81×10^3	0.098
1.316×10^{-3}	13.596×10^{-3}	1.36×10^{-3}	1	1.333×10^2	1.333
1.02×10^{-5}	0.987×10^{-5}	1.02×10^{-4}	7.5×10^{-3}	1	1×10^{-5}
1.02	0.987	1.02×10^1	7.5×10^2	1×10^5	1

6. 热量、功、能单位换算(见表 1-12)

表 1-12 热量、功、能单位换算

千卡 (kcal)	千瓦小时 (kW·h)	千克力·米 (kgf·m)	千焦 (kJ)	公制马力小时 (PS·h)	英制马力小时 (hp·h)
1	1.163×10^{-3}	4.269×10^2	4.1868	1.581×10^{-3}	1.559×10^{-3}
8.599×10^2	1	3.671×10^5	3.6×10^3	1.36	1.341
2.342×10^{-3}	2.724×10^{-6}	1	9.807×10^{-3}	3.704×10^{-6}	3.653×10^{-6}
0.2398	2.778×10^{-4}	102	1	3.777×10^{-4}	3.726×10^{-4}
6.325×10^2	0.7355	2.702×10^5	2.648×10^3	1	0.9863
6.412×10^2	0.7457	2.738×10^5	2.69×10^3	1.014	1

7. 功率单位换算(见表 1-13)

表 1-13 功率单位换算

千瓦 (kW)	英制马力 (hp)	公制马力 (PS)	千克力·米/秒 (kgf·m/s)	千卡/秒 (kcal/s)
1	1.34	1.36	102	0.239
0.746	1	1.014	76.04	0.178
0.735	0.986	1	75	0.176
9.81×10^{-3}	1.31×10^{-2}	1.33×10^{-2}	1	2.34×10^{-3}
4.2	5.61	5.7	427	1

8. 温度单位换算公式(见表 1-14)

表 1-14 温度单位换算公式

温度	摄氏度(°C)	华氏度(°F)	绝对温度(K)
$t_1/°C$	t_1	$9t_1/5 + 32$	$t_1 + 273.15$
$t_2/°F$	$5(t_2 - 32)/9$	t_2	$5(t_2 + 459.67)/9$
t_3/K	$t_3 - 273$	$9t_3/5 - 459.67$	t_3
冰点(1atm)	0	32	273
沸点(1atm)	100	212	373

9. 其他单位换算(见表 1-15)

表 1-15 其他单位换算

热流 通量	W/m^2	$kcal/(m \cdot h)$	热导率 (导热系数)	$W/(m \cdot K)$	$kcal/(m \cdot h \cdot K)$
	1 1.163	0.859 1		1 1.163	0.859 1
传热 系数	$W/(m^2 \cdot K)$	$kcal/(m^2 \cdot h \cdot K)$	比热容	$kJ/(kg \cdot K)$	$kcal/(kg \cdot K)$
	1 1.163	0.8598 1		1 4.186	0.239 1
[动力] 粘度	$Pa \cdot s$	$kgf \cdot s/m^2$	运动 粘度	m^2/s	m^2/h
	1 9.087	0.102 1		1 2.778×10^{-4}	3600 1

第二节 制冷空调常用图表的应用

一、常用制冷剂及湿空气的热力性质

在制冷空调运行操作、调试、检修和选型匹配应用中,经常需要查找制冷剂及湿空气的各种参数,例如不同工况下对应的饱和温度、饱和压力和比体积、焓、熵等。下面列出常用的有关表格(见表 1-16 ~ 表 1-24),以供工程人员查阅。