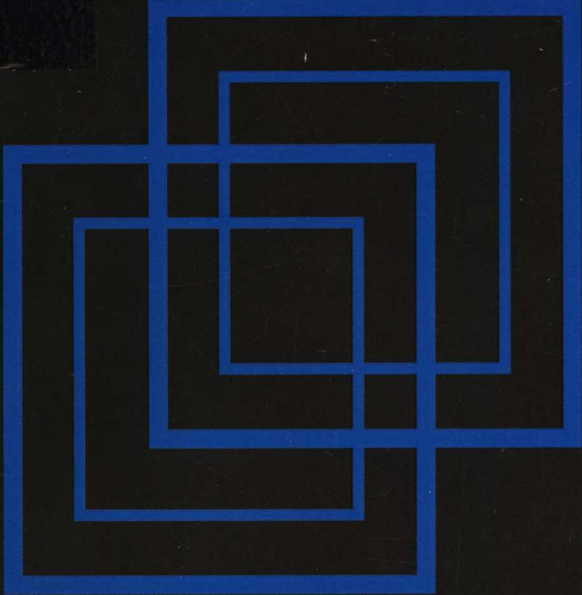




通信电源设备 使用维护手册

通信机房用
空调设备

廖旭艳 魏巍 张世杰 编著

TU831.4/7

2008

通信电源设备 使用维护手册

通信机房用
空调设备

廖旭艳 魏巍 张世杰 编著

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

通信机房用空调设备/廖旭艳, 魏巍, 张世杰编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.5
(通信电源设备使用维护手册)
ISBN 978-7-115-16810-8

I. 通… II. ①廖…②魏…③张… III. ①通信系统—机房—空气调节设备—基本知识 IV. TU831.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 184112 号

内 容 提 要

本书是“通信电源设备使用维护手册”丛书之一, 系统全面地介绍了通信机房用空调设备的相关知识和技术。全书共分为 9 章。第 1 章介绍空调的基本原理, 包括热工基础、空气调节基本原理、制冷原理、制冷剂与载冷剂、活塞式制冷压缩机、热交换设备等; 第 2 章介绍通信机房空调设备的应用; 第 3 章介绍空调设备的安装、调试、验收和试运行; 第 4 章介绍空调维护基本操作技术; 第 5~7 章介绍通信机房空调设备的日常维护、故障分析与处理, 中央空调的维修保养; 第 8 章讨论了空调水处理、机房专用空调机组的漏水防护、半封闭压缩机的故障分析及空调设备的集中监控管理等相关专题; 最后一章介绍了空调技术与节能技术的发展趋势。

本书语言简洁, 内容通俗实用, 理论联系实际, 可操作性强。它是通信动力部门管理、维护人员必备的工具书, 也可供从事通信机房环境设计和管理的工程技术人员、空调设备维修和销售人员进行参考, 或者作为通信院校有关专业的教材或教学参考用书。

通信电源设备使用维护手册

通信机房用空调设备

- ◆ 编 著 廖旭艳 魏巍 张世杰
责任编辑 王建军
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 27.5
字数: 452 千字 2008 年 5 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2008 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16810-8/TN

定价: 55.00 元

读者服务热线: (010)67119329 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



通信电源设备使用维护手册

编 委 会

主 任：王晓丹

副主任：董晓庄 戴 忠 张清贵 崔荣春 李国光
王英栋 熊兰英 李长海

委 员：（按姓氏笔画为序）

丁 涛	王 平	王建军	牛志远	方 力
朱 挺	孙 研	李 峙	李克民	严 峰
杨世忠	吴京文	余 斌	张秀芳	陈忠民
易东山	侯福平	高 健	殷 琪	魏 巍



丛书前言

在我国改革开放以来近 30 年的时间里，通信业得到了超常规快速发展，网络规模和容量已是世界之最。通信网络规模越大，越要注意网络安全。把网络管理好、维护好，是当前各电信运营商的主要工作之一。通信电源是通信网重要的子系统，是实现通信网络畅通的基础和保障。

当前，我国通信电源的标准规范已基本齐全，技术装备已经多次升级，创新技术含量大为提升，供电系统灵活多样，供电方式大大提高了可靠性，运行维护方式也发生了革命性的变革，实现了动力机房的集中监控、集中维护、集中管理和无人值守。

可靠性和节能是通信电源永恒的主题，而可靠性永远是第一位的。保障安全、优质、不间断供电是通信电源工作者的天职。随着通信技术的日新月异，通信网络规模的不断扩大，数据通信、IDC 机房的供电和空调成为通信电源建设和维护管理的重点。在此情况下，加强通信电源团队的学习和培训显得更为迫切和重要。为了有利于从事通信电源技术维护和管理人员的学习提高，特组织编写了这套通信电源设备使用维护手册。丛书共 10 个分册：

- 第一分册 通信用交流变配电系统
- 第二分册 通信用柴油发电机组
- 第三分册 通信用直流系统
- 第四分册 通信用蓄电池
- 第五分册 通信用 UPS 及逆变器
- 第六分册 通信机房用空调设备
- 第七分册 通信系统防雷接地技术



从书前言

第八分册 通信电源和环境的集中监控管理

第九分册 通信用光伏与风力发电系统

第十分册 通信电源的新型技术及产品

这套维护手册有三大特点，一是由具有丰富电源技术维护和管理经验的同志编写而成的，是大家运行维护和管理经验的结晶；二是紧密结合运行维护和管理工作中曾经出现的故障案例，进行了深入的分析，是付出沉重代价后而不可多得的总结；三是既注重知识的系统性、完全性，更注重实用性和可读性，是动力维护规程的诠释。

这套维护手册的出版发行，对提高通信电源总体技术维护和管理水平，必将起到积极的作用。

编 者

2008 年 1 月



前 言

随着我国信息化建设的进程不断加快,通信网络的规模、层次、技术含量也在突飞猛进地发展,网络运行的可靠性、安全性及稳定性越发成为体现通信企业竞争力的标准之一。随着通信设备的高度集成化、功率密度大等特性不断增强,通信设备对其所处环境的要求越来越高。为了提高通信的可靠性,机房空调已经是保障通信的重要子系统。作为确保通信网畅通的重要设备,机房空调越来越受到关注与重视。科学、合理和经济地优选、安装、验收、使用、保养及维修通信用空调设备,是空调维护人员、管理人员及使用操作人员迫切需要掌握的知识和技能。本书将围绕这几方面内容进行阐述。

本书的特点是理论与实践结合,叙述系统全面,突出实用性。目的是使我国通信行业通信保障子系统的工作更上一层楼。我们衷心希望本书能对广大读者有所帮助。

本书是集体智慧的结晶,参与本书编写的除了封面署名的廖旭艳、魏巍和张世杰外,还有李锁林、刘涛、李玲和徐磊。由于作者水平有限,书中可能存在一些疏漏、不足之处或者错误,敬请广大读者批评指正。

作者
2008年1月

目 录

通信机房用空调设备

第 1 章 空调机的基本原理	1
1.1 热工基础	2
1.1.1 工质的热力状态参数	2
1.1.2 热力学基本定律在制冷技术中的应用	8
1.2 空气调节基本原理	13
1.2.1 湿空气的组成及状态参数	13
1.2.2 湿空气的焓湿图及其应用	14
1.3 制冷原理	16
1.3.1 各种制冷方法	16
1.3.2 蒸汽压缩式制冷循环	21
1.4 制冷剂与载冷剂	25
1.4.1 对制冷剂的要求及制冷剂的分类	26
1.4.2 载冷剂	35
1.5 活塞式制冷压缩机	36
1.5.1 制冷压缩机的种类	36
1.5.2 活塞式制冷压缩机的分类	36
1.5.3 压缩机的工况	37
1.5.4 活塞式制冷压缩机的结构	40
1.6 热交换设备	46
1.6.1 概述	46
1.6.2 冷凝器的种类、构造和工作原理	46
1.6.3 冷凝器的传热分析	56
1.6.4 蒸发器的种类、构造和工作原理	59
1.6.5 蒸发器的传热分析	66
1.7 各类空调简介	68
1.7.1 空调分类	68
1.7.2 集中式空调系统	71
1.7.3 柜式空调	73
1.7.4 机房专用空调	80





目 录

第2章 通信机房空调设备的应用	87
2.1 通信机房的特点及对空调的要求	88
2.1.1 通信机房的负荷特点	88
2.1.2 通信机房环境要求	88
2.1.3 通信机房对空调的要求	89
2.2 机房专用空调与民用空调的区别与应用	90
2.2.1 舒适性空调和机房专用空调的差异和分析	90
2.2.2 通信机房空调应用情况	94
第3章 空调设备的安装、调试、验收和试运行	95
3.1 机房专用空调	96
3.1.1 安装准备工作、安装注意事项及安装标准	96
3.1.2 调试方法和主要技术要求	108
3.1.3 验收标准、项目和指标	110
3.1.4 验收试运行	118
3.2 中央空调	120
3.2.1 活塞式制冷机的安装	120
3.2.2 活塞式制冷机的试运转	126
3.2.3 离心式制冷机组的安装调试和运行	133
第4章 空调维护的基本操作技术	145
4.1 空调维修用基本工具和材料	146
4.1.1 工具、设备及仪表	146
4.1.2 材料	149
4.2 空调维护基本操作技术	152
4.2.1 制冷设备维修的基本操作	152
4.2.2 焊接操作	159
4.3 电工操作要领	165
4.3.1 导线和电缆截面的选择	165
4.3.2 保安器的选择	167
4.3.3 配线方法	168
4.3.4 接地和接零	170
第5章 通信机房空调设备的日常维护	173
5.1 空调设备技术维护要求	174

5.2	空调设备日常维护及巡检项目	174
5.2.1	常用分体柜式空调机性能简介	174
5.2.2	分体柜式空调机的日常维护与保养	185
5.3	机房专用空调机的日常维护及巡检项目	191
5.3.1	中国网通《规程》的相关要求	191
5.3.2	常用机房专用空调对日常维护的相关要求	194
5.4	如何监督检查日常维护情况	210
5.5	常用机房专用空调机性能简介	210
5.5.1	利博特空调	210
5.5.2	RC 空调	217
5.5.3	海洛斯空调	220
5.5.4	佳力图空调	225
第 6 章	空调设备的故障分析与处理	229
6.1	维修基础及技巧	230
6.1.1	分体空调机	230
6.1.2	机房专用空调	248
6.2	分体式空调设备常见故障的分析及处理方法	249
6.2.1	故障分析及处理	249
6.2.2	故障代码详解及检修	265
6.2.3	维修实例	296
6.3	机房专用空调机的故障分析及处理方法	311
6.3.1	利博特空调	311
6.3.2	RC 空调	315
6.3.3	海洛斯空调	320
6.3.4	佳力图空调	325
6.3.5	维修案例	331
6.4	空调维护其他规定	340
6.4.1	空调设备的小、中、大修及更新年限	340
6.4.2	空调障碍上报制度	341
第 7 章	中央空调的维修保养	345
7.1	中央空调设备维修保养制度	346
7.1.1	运行检查制度	346





目 录

7.1.2	月度保养	347
7.1.3	季度保养	347
7.1.4	年度保养	348
7.2	溴化锂吸收式制冷机维修保养时的注意事项	349
7.2.1	溴化锂制冷机的操作规程	349
7.2.2	溴化锂制冷机日常维护保养	350
7.2.3	溴化锂制冷机气密性检查、试验	351
7.2.4	溴化锂制冷机内部的清洗	351
7.2.5	溴化锂溶液的再生处理	352
7.2.6	溴化锂制冷机的调试	352
7.2.7	溴化锂制冷机的主要故障及排除方法	353
7.3	螺杆式冷水机组的常见故障和排除方法	355
7.4	离心式冷水机组的主要故障及排除方法	357
7.4.1	制冷机泄漏判断	357
7.4.2	制冷剂的使用与再生	357
7.4.3	润滑油系统的管理	358
7.4.4	常见故障及排除方法	358
7.5	冷却塔维修保养时的注意事项	360
7.5.1	关于维修保养	360
7.5.2	冬季注意事项	360
7.5.3	有关注意事项	361
7.5.4	冷却塔故障分析与排除	361
7.6	空调末端设备的维护保养注意事项	364
7.6.1	风机盘管维修保养时的注意事项	364
7.6.2	风机盘管的故障分析与排除	364
7.6.3	空调机组维修保养时的注意事项	366
7.7	泵与阀的维修保养注意事项	368
7.7.1	泵的使用维护保养	368
7.7.2	阀门的运行管理	370
第8章	相关专题	371
8.1	水处理	372
8.1.1	中央空调水处理	372
8.1.2	机房专用空调加湿水处理器	384

8.2	机房专用空调机组的漏水防护	388
8.2.1	意义	388
8.2.2	产生漏水故障的原因	388
8.2.3	预防与保护措施	390
8.3	半封闭压缩机的故障分析	391
8.3.1	液击	392
8.3.2	溢流	393
8.3.3	满液启动	393
8.3.4	曲轴箱内的润滑油不足	394
8.3.5	污染	394
8.3.6	过热	395
8.3.7	其他原因	397
8.4	空调设备的集中监控管理	397
8.4.1	空调及环境监控对象的确定	397
8.4.2	监控点的分类	398
8.4.3	监控点的选取	398
8.4.4	监控点的布设	400
8.4.5	常用传感器和变送器的原理	401
第9章	空调技术与节能技术的发展趋势	405
9.1	空调设备技术发展趋势	406
9.2	通信机房空调综合节能发展方向	408
9.2.1	能耗状况及通信机房节能的趋势	408
9.2.2	机房主要节能措施	410
9.2.3	总结	423
	参考文献	426





第 1 章

空调机的基本原理

19 世纪末,随着空调机的出现,人类从利用天然冷源迈入利用人工冷源时代,人类生活发生了重大变化。空调就是空气调节,是人工控制环境。空气调节包括控制温度和湿度,即根据需要制冷或制热、除湿或加湿。制冷是指用人工方法从低于环境温度的物体中吸取热量,并将其转移给环境介质的过程。制冷是依靠制冷剂的状态变化来实现的。制冷剂的每一种状态取决于基本热力状态参数压力、温度和比容。本章我们将从热工基础开始,依次介绍空气调节基本原理、制冷原理、制冷剂与载冷剂、活塞式制冷压缩机、热交换设备,最后简要介绍了各类空调。



1.1 热工基础

1.1.1 工质的热力状态参数

在热力工程中，决定物质状态的物理量称为物质的热力状态参数。基本的
热力状态参数有温度、压力和比容。

1.1.1.1 温度

温度是衡量物体冷热的尺度。从微观的观点看，温度是物质分子热运动平均动能的度量。衡量温度高低的尺度称温标。目前国际上通用的温标有摄氏温标和绝对温标两种类型。

摄氏温标是指把在 1 个标准大气压下纯水的冰点定为 0°C ，沸点定为 100°C ，在这个温度区间划分 100 等份，每一等份称为 1 摄氏度，单位以 $^{\circ}\text{C}$ 表示，量的符号为 t 。

绝对温标又称热力学温标，其每一度的大小与摄氏温标相等，但是以物质内分子热运动完全停止时的温度 (-273.15°C) 作为零点，叫做绝对零度。单位以 K (开尔文) 表示，量的符号为 T 。

绝对温度 T 与摄氏温度 t 之间的换算关系：

$$T = t + 273.15 \approx t + 273 (\text{K}) \quad (1-1)$$

在欧美国家，经常采用“华氏温标”来表示物质温度的高低。它是把在 1 个标准大气压下纯水的冰点定为 32°F ，沸点定为 212°F ，中间分成 180 等分，以符号 t_1 表示。摄氏温度 t 与华氏温度 t_1 之间的换算关系是：

$$t_1 = t + 32 (^{\circ}\text{F}) \quad (1-2)$$

$$t = (t_1 - 32) (^{\circ}\text{C}) \quad (1-3)$$

温度常用温度计测量。常用温度计有液体 (水银、酒精 等) 温度计、电阻温度计、热电偶温度计等。使用时可根据温度范围、精度要求选择不同量程及不同类型的温度计。

1.1.1.2 压力

容器中大量气体分子撞击容器壁形成了气体对壁的作用力，压力就是单位面积的容器壁表面上所受的垂直力，用符号 p 表示。

压力的单位为牛顿/米² (N/m^2)，称为帕，符号为 Pa。由于 Pa 的单位很小，

故工程上又常以千帕 (kPa)、兆帕 (MPa) 表示。此外, 以往工程中还有一个经常使用的单位——巴 (bar), 我国法定计量单位已将其废止不用。兆帕、千帕、帕和巴之间的关系如下:

$$1\text{MPa}=10^3\text{kPa}=10^6\text{Pa}=10\text{bar}$$

工程单位制中, 常以 kgf/cm^2 (工程大气压)、 mmHg (毫米汞柱)、 mmH_2O (毫米水柱) 等单位表示。它们之间的换算关系如下:

$$\begin{aligned} 1\text{kgf/cm}^2 &= 735.6\text{mmHg} = 10^4\text{mmH}_2\text{O} = 9.8\text{N/cm}^2 = 9.8 \times 10^4\text{Pa} \\ &= 98\text{kPa} = 0.098\text{MPa} \end{aligned}$$

包围在地球表面一层很厚的大气层对地球表面所造成的压力称为大气压力, 简称大气压, 用符号 B 表示。大气压的大小随所处地理位置、海拔高度及气候条件的不同而改变。工程上常将大气压看作 1 个工程大气压或 0.1MPa , 即 $B=1\text{kgf/cm}^2$, 或 $B=0.1\text{MPa}$ 。

压力通常用压力表、真空表、液柱高度等来测量, 其读数称为表压力。

直接指明物质施于容器壁面上的压力, 称为绝对压力。图 1-1 所示是用液柱的高度来表示容器中压力的相对值。

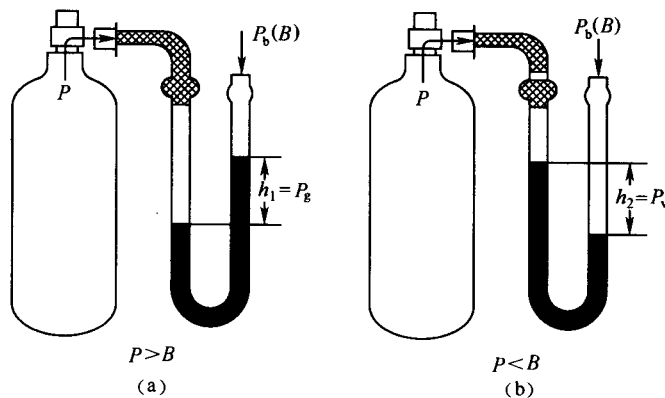


图 1-1 用液柱高度表示容器中压力值

图 1-1 (a) 表示容器中的气体压力 (绝对压力) P 比外界大气压力 B 大了 h_1 的液柱高度, 高出的这部分压力称为表压力, 用 P_g 表示, 它们之间的关系是:

$$P = B + P_g \quad (1-4)$$

图 1-1 (b) 表示容器中的气体压力 P 比外界大气压力 B 低了 h_2 的液柱高度, 这段高度称为真空度, 用 P_v 表示, 它们之间的关系是:



第1章 空调机的基本原理

$$P + P_v = B \quad (1-5)$$

表压力 P_g 和真空度 P_v 都是相对值，只有绝对压力 P 才是真正说明工质状态的热力参数值。

绝对压力、表压力、真空度和大气压力之间的关系如图 1-2 所示。

绝对压力的数值不能简单地直接测量出来，工程实际中常用压力表测得其表压力，而工程计算及查阅图表时又必须采用绝对压力值，因此，由压力表测得的读数必须换算成绝对压力。

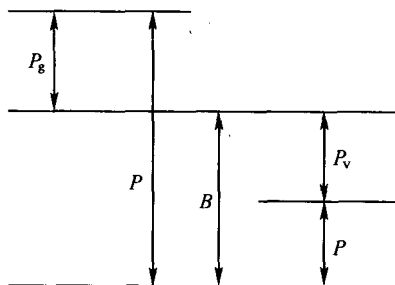


图 1-2 绝对压力 P 、表压力 P_g 和真空度 P_v 的关系

1.1.1.3 比容

1kg 的物质所占据的体积称为该物质的比容，用 v 表示，单位是 m^3/kg 。

设有 m (kg) 的物质占据的体积为 V (m^3)，它的比容为：

$$v = V/m \quad (\text{m}^3/\text{kg}) \quad (1-6)$$

工程上还常用到比容的倒数，即单位容积中所容纳的物质质量，称为该物质的密度，用符号 ρ 表示，单位是 kg/m^3 。

$$\rho = 1/v = m/V \quad (\text{kg}/\text{m}^3) \quad (1-7)$$

1.1.1.4 热能与比热

1. 热能

热是能量的一种形式。热能是物质分子热运动强度的度量。热量是依靠温差传递的能量。热量用符号 Q 或 q 表示，其单位是焦耳 (J) 或千焦耳 (kJ)。1J 是指 1N (牛顿) 力的作用下产生 1m 位移所需要的能量。

工程上也常用工程单位制卡 (cal) 或千卡 (大卡, kcal) 来作为热量的单位，1kcal 指 1kg 纯水温度升高或降低 1°C 所吸收或放出的热量。千卡与千焦耳之间的换算关系是：

$$1\text{kcal} = 4.1868\text{kJ}$$

2. 比热

单位质量的物质，温度每升高或降低 1℃所需加入或放出的热量称为该物质的比热，以符号 c 表示，单位是 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，工程上也常用 $\text{kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 表示。

气体在加热或冷却过程中，如果保持压力不变，则其比热称为定压比热，用符号 c_p 表示；如保持容积不变，则称为定容比热，用符号 c_v 表示。

气体在定压加热时，吸收的热量一方面使气体本身温度升高，另一方面还要克服外力而膨胀做功，所以单位质量的气体温度升高 1℃时要比定容加热吸收的热量多，即 $c_p > c_v$ 。

气体的定压比热与定容比热之比称为气体的绝热压缩指数，用 k 表示，即

$$k = c_p / c_v \tag{1-8}$$

不同物质的比热及绝热指数均不相同。表 1-1 列出几种物质在常温下的定压比热。

某物体的质量为 $m\text{kg}$ ，定压比热为 $c_p[\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$ ，当温度从 $t_1^\circ\text{C}$ 定压下升高到 $t_2^\circ\text{C}$ 时，物体吸收热量 Q 为：

$$Q = mc_p (t_2 - t_1) \text{ (kJ)} \tag{1-9}$$

若热量 Q 为物体每小时吸收或放出的热量，则热量 Q 的单位就应写成 kJ/h 或 W 、 kW 等，它们之间的关系为 $1\text{J/s} = \text{W}$ 、 $1\text{kJ/s} = \text{kW}$ 。用工程单位制表示则为 kcal/h 。两者之间关系是：

$$\begin{aligned} 1\text{kW} &= 860\text{kcal/h} \\ 1\text{kcal/h} &= 1.163\text{J/s} = 1.163\text{W} \end{aligned}$$

表 1-1 某些物质的定压比热

名称	$c_p[\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$	名 称	$c_p[\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$
水	4.19	铝	0.92
空气	1.0	R22 (0℃, 液态)	1.18
冰	2.26	R22 (0℃, 饱和气态)	0.64
铜	0.39	氨 (0℃, 液态)	4.60
钢	0.46	氨 (0℃, 饱和气态)	2.72

通常把物体的比热 c 与它的质量 m 的乘积叫做物体的热容量，它表示该物