

TONGXIN DIANYUAN XITONG YU QINWU

通信电源 系统与勤务

强生泽 杨贵恒 常思浩 陈雨 胥兵 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

JG XIN DIAN YUAN XITONG YU QIN WU

通信电源 系统与勤务

强生泽 杨贵恒 常思浩 陈雨 胥兵 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书详细阐述了通信局(站)电源系统的结构组成与供电方式,各系统(交流供电系统、直流供电系统、接地系统、防雷系统、机房空调系统、集中监控系统)的基本结构、技术要求与测试方法、设备选择与安装,通信电源系统的工程设计以及通信供电管理与勤务等与通信电源系统有关的核心内容,充分介绍了通信局(站)电源系统的基本理论、典型结构组成和技术发展趋势。

本书内容通俗易懂,实用性强,可以作为通信局(站)电源技术与管理人员的案头学习参考书,更是参加各级(通信)电力机务员职业技能鉴定的复习考试指南用书,还可以作为普通高等院校相关专业和职业技术学院通信电源专业的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

通信电源系统与勤务/强生泽等编著. —北京:中国电力出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-5198-1654-4

I. ①通… II. ①强… III. ①电信设备—电源 IV. ①TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 001352 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 马首鳌

责任校对: 常燕昆

装帧设计: 张 娟

责任印制: 杨晓东

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

版 次: 2018 年 5 月第一版

印 次: 2018 年 5 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张: 30.75

字 数: 750 千字

印 数: 1—2000 册

定 价: 88.00 元



版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

电源系统是整个通信网的动力之源,稳定的供电质量是通信设备发挥其优良性能的前提,也是确保通信畅通的必要条件,其作用是整体性、全局性和基础性的。虽然通信电源系统不是通信网的主流系统,但它却是整个通信网中最基本的一个组成部分。没有优质可靠的电源系统,任何先进的通信设备或网络都只能处于瘫痪状态。

本书是编者在总结多年教学实践和学术研究经验的基础上,结合通信局(站)电源系统与设备的最新发展方向,参考大量文献资料后,经过多次修订而成的。

全书共分9章。第1章概述了通信电源系统的结构组成、供电方式、通信电源技术与系统的发展趋势;第2章对高低压交流供电系统的结构组成、运行方式、常用高低压电气设备及其选择,以及改善供电质量的技术措施作了较为详细的介绍;第3章讨论了直流供电系统的配电方式和供电方式、典型直流供电系统的结构组成、直流供电系统的技术要求,并简要介绍了高压直流供电系统;第4章详细阐述了通信局(站)电源系统中接地的相关理论和技术,主要包括接地的类型与系统组成、通信局(站)的接地系统、接地电阻的测量、接地体的设计与安装等;第5章概述了雷电及其危害、防雷装置与器件的工作机理和配置原则以及通信电源系统的防雷措施等;第6章主要讲述了机房空调系统的热力学基础、制冷系统与控制系统原理与分析以及空调器的安装与维修等;第7章介绍了通信电源集中监控系统建设的一般要求以及中达和中兴两套集中监控系统的硬件构成与软件运用等;第8章介绍了通信电源系统工程设计中的负荷计算、电力线缆选用、系统设备的配置与布置、系统要素的连接、系统验收、通信电源系统可靠性设计等;第9章介绍了通信供电管理与勤务的组织管理、值班勤务、系统维护,并探讨了通信电源设备的割接、通信电源系统的故障防范与应急预案等。

本书由强生泽、杨贵恒、常思浩、胥兵(96175部队)、陈雨(63851部队)主编,向成宣、刘扬、任开春、张海呈、龚利红、金丽萍、杨波、赵英、张颖超、曹均灿、张瑞伟、文武松、聂金铜等参加编写,杨科目、雷绍英、邹洪元、陈昌碧、杨贵文、徐树清、杨芳、付保良、温中珍、余江、蒋王莉、张传富、杨胜、杨蕾、杨岱、杨鹏、王红、杨沙、杨洪、杨楚渝、王涛、吴伟丽等做了大量的资料搜集与整理工作。在编写过程中,中达电通股份有限公司的盖兵科先生和中兴通讯股份有限公司的李俊先生分别提供了有关中达和中兴电源集中监控系统较为详细的技术资料,在此表示衷心感谢!

本书内容通俗易懂，实用性强，可以作为通信局（站）电源技术与管理人员案头学习的参考书籍，更是参加各级（通信）电力机务员职业技能鉴定的复习考试指南用书，还可以作为普通高等院校相关专业和职业技术学院通信电源专业的教学参考用书。

随着电源技术的快速发展，通信电源系统新理论、新技术、新系统不断涌现，由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2017 年 5 月

前言

第1章 概述	1
1.1 通信电源系统的结构组成	1
1.1.1 交流供电系统	1
1.1.2 直流供电系统	2
1.1.3 防雷接地系统	3
1.1.4 机房空调系统	4
1.1.5 集中监控系统	4
1.2 通信电源系统的供电方式	5
1.2.1 集中供电方式电源系统	6
1.2.2 分散供电方式电源系统	8
1.2.3 混合供电方式电源系统	11
1.3 通信电源技术的发展	11
1.3.1 变换高频化	12
1.3.2 结构模块化	13
1.3.3 控制智能化	13
1.3.4 监控网络化	14
1.3.5 系统数字化	14
1.3.6 防护全维化	15
1.3.7 应用绿色化	15
1.4 通信电源系统的发展	16
1.4.1 传统的直流供电系统	16
1.4.2 传统的数据通信交流供电系统	16
1.4.3 通信电源系统的发展趋势	17
习题与思考题	20

第2章 交流供电系统	21
2.1 高压交流供电系统	22
2.1.1 交流供电网络	22
2.1.2 小容量高压供电系统	26
2.1.3 大容量高压供电系统	28
2.2 常用高压变配电设备及其选择	31
2.2.1 电力变压器	31
2.2.2 高压断路器	40
2.2.3 高压熔断器	44
2.2.4 高压隔离开关	47
2.2.5 高压负荷开关	49
2.2.6 交流金属封闭开关设备	50
2.2.7 电流互感器	51
2.2.8 电压互感器	55
2.3 低压交流供电系统	58
2.3.1 低压交流供电系统的类型	58
2.3.2 低压交流供电系统的切换	58
2.3.3 低压交流配电设备	60
2.4 常用低压电器及其选择	62
2.4.1 熔断器	62
2.4.2 刀开关	67
2.4.3 低压断路器	73
2.4.4 主令电器	77
2.4.5 低压接触器	85
2.4.6 继电器	95
2.5 交流供电系统的质量及其改善	108
2.5.1 交流供电系统的质量	108
2.5.2 交流供电系统质量的改善	108
习题与思考题	112
第3章 直流供电系统	115
3.1 直流供电基础	115
3.1.1 电压等级	115
3.1.2 系统组成	115
3.1.3 供电方式	116
3.1.4 直流调压	120

3.2 大容量多机架直流供电系统	122
3.2.1 系统结构	122
3.2.2 配电模式	122
3.2.3 配电设备	126
3.3 小容量单机架直流供电系统	127
3.3.1 系统结构	127
3.3.2 原理框图	129
3.3.3 二次下电	130
3.4 直流供电系统的技术要求	131
3.4.1 环境条件	131
3.4.2 交流配电部分	131
3.4.3 整流模块	132
3.4.4 直流配电部分	132
3.4.5 监控性能	133
3.4.6 其他性能要求	133
3.5 高压直流供电系统	136
3.5.1 交流 UPS 供电存在的问题	136
3.5.2 高压直流供电系统的原理与组成	137
3.5.3 高压直流供电系统的关键问题	138
3.5.4 高压直流供电系统的优缺点	139
习题与思考题	142
第 4 章 接地系统	143
4.1 接地的类型与系统组成	143
4.1.1 工作接地	143
4.1.2 保护接地	145
4.1.3 低压配电系统类型	150
4.1.4 漏电保护及其应用	154
4.2 通信局(站)的接地系统	156
4.2.1 通信局(站)接地形式的变迁	156
4.2.2 通信局(站)联合接地的基本规定	158
4.2.3 综合通信大楼的接地	163
4.3 接地电阻及其检测	171
4.3.1 接地电阻的基本概念	171
4.3.2 各类通信局(站)的接地电阻要求	173
4.3.3 接地电阻的测量	174

4.4 接地体的设计及安装	178
4.4.1 接地体的设计原则	178
4.4.2 接地体的计算	178
4.4.3 接地装置的安装	179
习题与思考题	183
第5章 防雷系统	184
5.1 雷电及其危害	184
5.1.1 雷电的成因	184
5.1.2 有关雷电的名词术语	185
5.1.3 雷电的危害	187
5.2 防雷装置与器件	188
5.2.1 接闪器	188
5.2.2 避雷器	195
5.2.3 消雷器	197
5.2.4 电涌保护器	197
5.3 通信电源系统的防雷	200
5.3.1 系统设备的耐雷指标	200
5.3.2 防雷的基本原则	201
5.3.3 电气装置的防雷措施	209
5.3.4 防雷保护器件的运用	210
习题与思考题	212
第6章 机房空调系统(设备)	214
6.1 空调器的热力学基础	214
6.1.1 热力学基本概念	214
6.1.2 热力学基本知识	219
6.1.3 空气调节基本知识	223
6.1.4 制冷剂与润滑油	227
6.2 空调器制冷系统原理分析	231
6.2.1 空调器的分类与型号	231
6.2.2 空调器的工作原理与制冷系统	234
6.2.3 空调器制冷系统的主要部件	237
6.2.4 空调器的基本结构	251
6.3 空调器的控制系统	254
6.3.1 空调器控制系统概述	254
6.3.2 变频技术原理及应用	259

6.3.3 微电脑控制系统的主要单元电路	267
6.4 空调器的安装与维修	273
6.4.1 空调器的安装作业要求	273
6.4.2 空调器安装与维修基本操作技能	277
6.4.3 空调器的使用与保养	287
习题与思考题	288
第7章 集中监控系统	289
7.1 监控系统概述	289
7.1.1 监控系统的结构组成	289
7.1.2 对监控系统的性能要求	291
7.1.3 对监控系统的指标要求	294
7.2 通信接口与通信协议	295
7.2.1 通信接口的工作方式	295
7.2.2 RS-232 接口	297
7.2.3 RS-422 接口	299
7.2.4 RS-485 接口	300
7.3 传感器和变送器	301
7.3.1 基本概念	301
7.3.2 传感器	303
7.3.3 变送器	307
7.4 典型监控系统介绍	309
7.4.1 中达电源集中监控系统	309
7.4.2 中兴电源集中监控系统	322
习题与思考题	338
第8章 通信电源系统的工程设计	340
8.1 负荷计算	340
8.1.1 需要系数法	340
8.1.2 利用系数法	342
8.1.3 单位指标法	344
8.1.4 负荷计算实例	344
8.2 电力电缆的选择	345
8.2.1 电力电缆选择的一般原则	345
8.2.2 直流电力线截面的选择	348
8.2.3 交流电力线截面的选择	351
8.3 系统设备的配置与布置	359

8.3.1	市电分类及供电	359
8.3.2	设备配置原则	360
8.3.3	备用发电机组配置	361
8.3.4	蓄电池组配置	363
8.3.5	换流设备配置	363
8.3.6	系统设备配置实例	365
8.3.7	系统设备布置	368
8.4	系统要素连接	370
8.4.1	安装准备	370
8.4.2	机架安装	371
8.4.3	整机组装	372
8.4.4	电气连线	372
8.4.5	线缆敷设	374
8.5	系统验收	376
8.5.1	交流配电设备的验收	376
8.5.2	直流配电设备的验收	377
8.5.3	发电机组的验收	378
8.5.4	不间断电源 (UPS) 设备的验收	379
8.5.5	逆变设备的验收	380
8.5.6	(太阳能) 组合电源的验收	381
8.5.7	蓄电池组的验收	382
8.5.8	接地与防雷安装工艺的验收	383
8.6	通信电源系统的可靠性设计	384
8.6.1	可靠性理论基础	384
8.6.2	通信供电设备及系统的可靠性指标	387
8.6.3	通信电源系统的可靠性估算	389
8.6.4	供电系统可靠性的提高	392
	习题与思考题	395
第9章	通信供电管理与勤务	396
9.1	组织管理	396
9.1.1	岗位职责与能力标准	396
9.1.2	基本工作制度	401
9.1.3	执勤维护管理与奖惩	405
9.1.4	通信电源设备管理	407
9.1.5	机房维护管理	408

9.2 值班勤务	410
9.2.1 电源站值班勤务	410
9.2.2 机房规范	411
9.2.3 值勤工作	427
9.2.4 勤务用语	431
9.2.5 业务流程	432
9.3 系统维护	435
9.3.1 设备工作条件与维护要求	436
9.3.2 日维护	447
9.3.3 周维护	448
9.3.4 月维护	449
9.3.5 季维护	451
9.3.6 半年维护	452
9.3.7 年维护	455
9.4 情况处置	456
9.4.1 通信电源设备的割接	456
9.4.2 通信电源系统故障防范与应急预案	470
习题与思考题	477
参考文献	479

第1章

概 述

通信局（站）电源系统是为局（站）内各种通信设备及建筑负荷等提供用电的设备及保证这些设备正常运行的附属设备的总称。作为通信系统的动力之源，通信电源系统在各类通信局（站）中具有无可比拟的重要地位，没有电源系统，通信局（站）的通信就无法实现。一旦通信电源系统发生故障，就有可能导致通信中断，整个局（站）势必将陷入瘫痪状态，甚至可能导致全程全网的通信中断，造成相当大的经济损失和社会影响。为此，通信电源系统常被称为局（站）通信网系统的“心脏”和“血液”。

1.1 通信电源系统的结构组成

通信电源系统能稳定、可靠、安全地供电，是保证通信系统正常运行的重要条件。如果通信用电质量不符合技术标准的要求，就有可能产生电话串杂音增大、误码率增加、通信延误和差错、通信质量下降等不利影响。现代通信系统对供电质量的新要求，不仅促进了通信电源系统的性能提升，而且通信电源系统在供电方式上也在不断改进。

从结构上看，通信电源系统一般由交流供电系统、直流供电系统、防雷接地系统（接地系统、防雷系统）、机房空调系统（设备）以及监控系统等组成，如图 1-1 所示。

1.1.1 交流供电系统

交流供电系统包括变配电系统、备用电源系统（发电系统）、不间断电源系统（UPS）以及相应的交流配电等。变配电系统包括高、低压配电设备、变压器、操作电源等；备用电源系统包括发电机组及附属设备等；不间断电源系统（UPS）包括 UPS、输入输出配电柜、蓄电池组等。

交流供电系统可以有三种交流电源：变电站供给的市电、柴油（汽油）发电机组供给的自备交流电、交流不间断电源（UPS）经蓄电池逆变后供给的后备交流电。

在条件许可的情况下，通信局（站）的交流电源一般都应由高压市电网供给。为了提高供电系统的可靠性，重要的通信枢纽一般都由两个变电站专线引入两路高压市电电源，一路主用，一路备用。

有高压引入的通信局（站）内通常设置有降压变电室，室内装设高、低压配电屏和降压变压器。通过这些变配电设备，先把高压交流电（大多数为 10kV，少数为 35kV）变为低压交流电（220/380V），然后再供给整流设备和其他交流负荷。

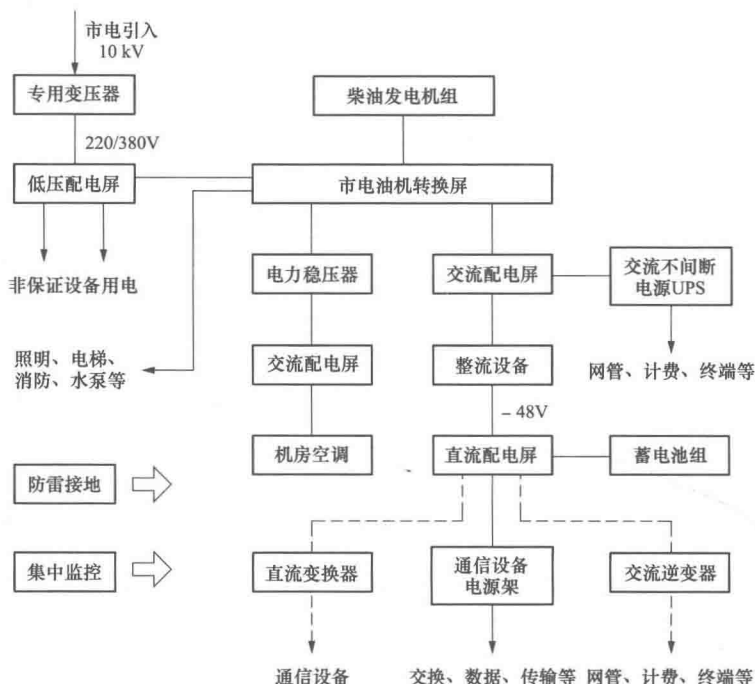


图 1-1 通信电源系统的结构构成

为了实现不间断供电，通信局（站）内一般都配有自备发电机组（一般为柴油发电机组，小型台站也有配备汽油发电机组的）。当市电中断时，通信局（站）可由柴油发电机组提供自备交流电。如果配置的是自动化柴油发电机组，则当市电中断后，机组能自行启动、调整并提供符合质量要求的交流应急电源。当然，由于市电比自备电站更为经济可靠，所以在有市电供给的情况下，通信电源系统一般都由市电网供电。

市电和柴油发电机组的转换通常在低压侧通过市电/油机转换屏（automatic transfer switching equipment, ATS 转换柜）自动（或人工手动）完成，并通过低压交流配电屏将低压交流电分别送到整流设备（高频开关电源）、空调设备和建筑保证负荷。在这一过程中，市电/油机转换屏具有监测交流电压和电流变化的作用，当市电中断或电压发生较大波动时，能够自动发出声（光）报警信号。

为了确保重要交流通信用电不中断、无瞬变，近年来，在通信电源系统中，交流不间断电源系统（UPS）被广泛采用。这种电源系统一般由整流器、蓄电池组、逆变器、静态开关以及检测控制电路等组成。市电正常时，市电经整流和逆变后，给交流通信设备供电，此时蓄电池处于并联浮充状态；当市电中断时，由蓄电池通过逆变器给通信设备供电，确保通信设备交流供电不中断。供电路径的转换由静态开关完成。

1.1.2 直流供电系统

直流供电系统主要由高频开关整流器和与之配套的交直流配电屏、蓄电池组、直流一直流变换器等设备及其供电母线所组成，直流供电系统的电压等级有一48V、24V、240V 等。

整流器的交流电源由交流配电屏引入，整流器的输出端通过直流配电屏与蓄电池和负载连接。当通信设备需要多种不同数值的直流电压时，可以采用直流一直流变换器将基础电源

的电压变换为所需的电压等级。对于小容量的交流通信负荷而言，也可以采用逆变器完成对直流基础电源的电能变换。因直流供电系统中配置了蓄电池组，故可以保证通信供电不间断。

目前广泛应用的直流供电方式为并联浮充供电方式。并联浮充供电方式是指将整流器与蓄电池并联后对通信设备供电。在市电正常的情况下，整流器一方面给通信设备供电，另一方面又给蓄电池浮充电，以补充蓄电池组因大电流瞬间放电而失去的电量。在并联浮充工作状态下，蓄电池还能起到一定的滤波作用。当市电中断时，蓄电池单独给通信设备供电。由于蓄电池通常都处于充足电的状态，所以当市电中断时，可以由蓄电池保证在一定时间内不间断供电。若市电中断时间长，则应由备用机组提供交流电，以保证整流设备的电能供给。

并联浮充供电方式的优点是结构简单、工作可靠、供电效率高，但这种工作方式在浮充工作状态下的系统输出电压较高，而当蓄电池单独供电时的系统输出电压较低，因此负载端的电压变化范围较大。随着电源技术的不断发展，许多通信设备直流电源输入电压的允许变化范围已经做得很宽（36~72V），不仅可以适应直流供电系统电压的大范围变化，也使传统的尾电池升压调压、硅二极管降压调压等系统电压调整方式成为历史。

1.1.3 防雷接地系统

为了提高通信质量、确保通信设备与人身的安全，通信局（站）的交流和直流供电系统都必须装设防雷接地系统（装置），构成多级防雷接地体系。图 1-2 所示为通信局（站）电源系统防雷接地示意图。

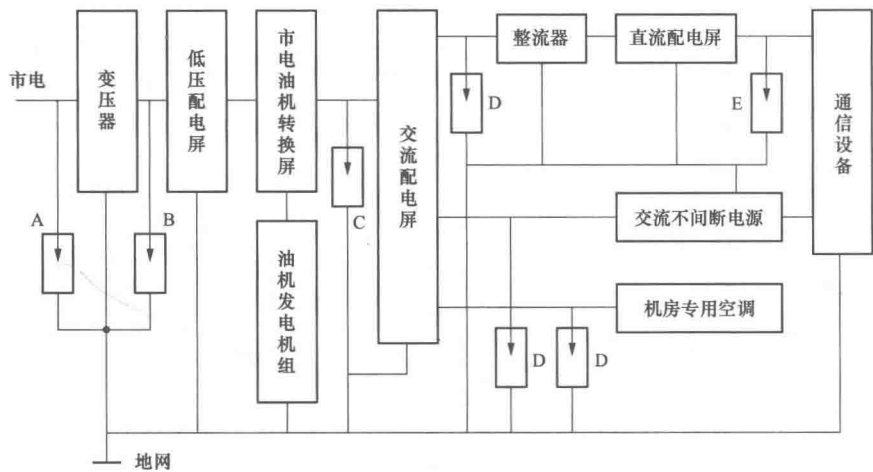


图 1-2 通信局（站）电源系统防雷接地示意图

注：A、B、C、D 为避雷器，E 为浪涌吸收装置

防雷和接地密不可分，接地的主要类型包括：交流工作接地、直流工作接地、保护接地和防雷接地等。

（1）交流工作接地。通信局（站）一般都由交流三相电源供电，为了避免因三相负载不平衡而使各相电压差别过大，三相电源的中性点（即三相变压器或三相交流发电机的中性点）都应当直接接地，这种接地方式称之为交流工作接地。接地装置与大地之间的电阻称为接地电阻，当变压器的容量在 100kVA 以下时，接地电阻应不大于 10Ω；当变压器的容量在

100kVA 及以上时,接地电阻应不大于 4Ω 。

(2) 直流工作接地。在直流供电系统中,由于通信设备的需要,蓄电池组的正极(或负极)必须接地,这种接地方式称为直流工作接地。

(3) 保护接地。为了避免电源设备的金属外壳因绝缘损坏而带电,与带电部分绝缘的金属外壳或框架通常也必须接地,这种接地称之为保护接地。在一般情况下,保护接地的接地电阻应不大于 10Ω 。

(4) 防雷接地。在通信电源系统中,为了防止因雷电而产生的过电压损坏电源设备,还必须设置用于泄放雷电电流突波能量的防雷接地装置,其接地电阻一般应小于 10Ω 。当电源系统遭受雷击时,防雷地线中的瞬时电流很大,在接地线上将产生很高的电压降。

在通信系统中,通信设备受到雷击的机会较多,因此需要在受到雷击时使各种设备的外壳和管路形成一个等电位面,由于多数通信设备在结构上都把直流工作接地和防雷接地相连,无法分开,因此通信局(站)中各类通信设备的交流工作接地、直流工作接地、保护接地及防雷接地往往采用共用一组接地体的接地方式,构成联合接地系统。实践证明,这种接地方式具有良好的防雷和抗干扰作用。通信机房典型接地系统如图 1-3 所示。

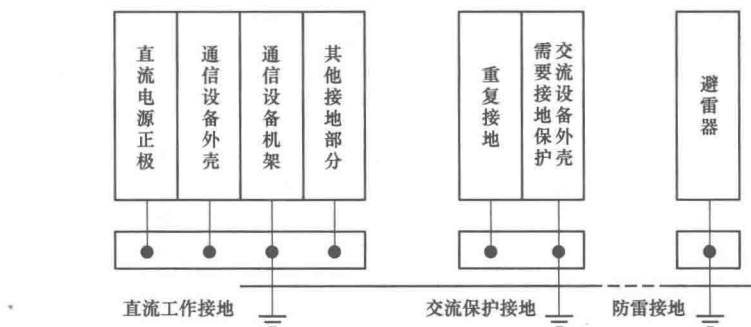


图 1-3 通信机房典型接地系统

显然,不管哪一种接地,都要求接地点与接地体可靠连接,否则不但不能起到相应的作用,反而可能适得其反,对人身安全和设备的正常工作造成威胁。

1.1.4 机房空调系统

要想通信电源系统处于理想的工作状态,就必须使机房环境(温度、湿度等)处于电源设备能正常工作的范围内。否则,通信电源设备的技术性能会严重下降,甚至会导致设备损坏。例如,如果温度过高,内燃发电机组会出现功率下降、机温过高、甚至停机等现象;如果温度过低,内燃发电机组会出现启动困难、排气冒白烟等故障现象。因此,在条件允许的情况下,通信电源设备机房应安装空调系统(设备)。

空调即空气调节(air conditioning),是指利用人工手段,对建筑/构筑物内环境空气的温度、湿度、洁净度、速度等参数进行调节和控制的过程。大型空气调节系统一般包括冷源/热源设备、冷热介质输配系统、末端装置以及其他辅助设备。冷热介质输配系统主要包括水泵、风机和管路系统,末端装置则负责利用输配来的冷热量具体处理空气,使目标环境的空气参数达到要求;我们日常使用的空调,就是一个小型的空气调节系统。

1.1.5 集中监控系统

通信电源的集中监控系统是一个分布式计算机控制系统,是整个通信电源系统控制和管

理的核心，它通过对监控范围内的各种电源设备、空调设备以及机房环境进行遥测、遥信和遥控，实时监测系统和设备的工作状态，记录和处理相关数据，及时侦测系统或设备故障类型、性质并适时通知维护人员进行处理，进行必要的遥控操作，改变或调整设备的工作状态，按照上级监控系统或网管中心的要求提供相应的数据和报表，从而实现通信局（站）的少人值守或无人值守，实现电源、空调及环境的集中监控与维护管理，从而提高电源系统的可靠性和通信设备的安全性。通信局（站）典型集中监控系统结构组成如图 1-4 所示。

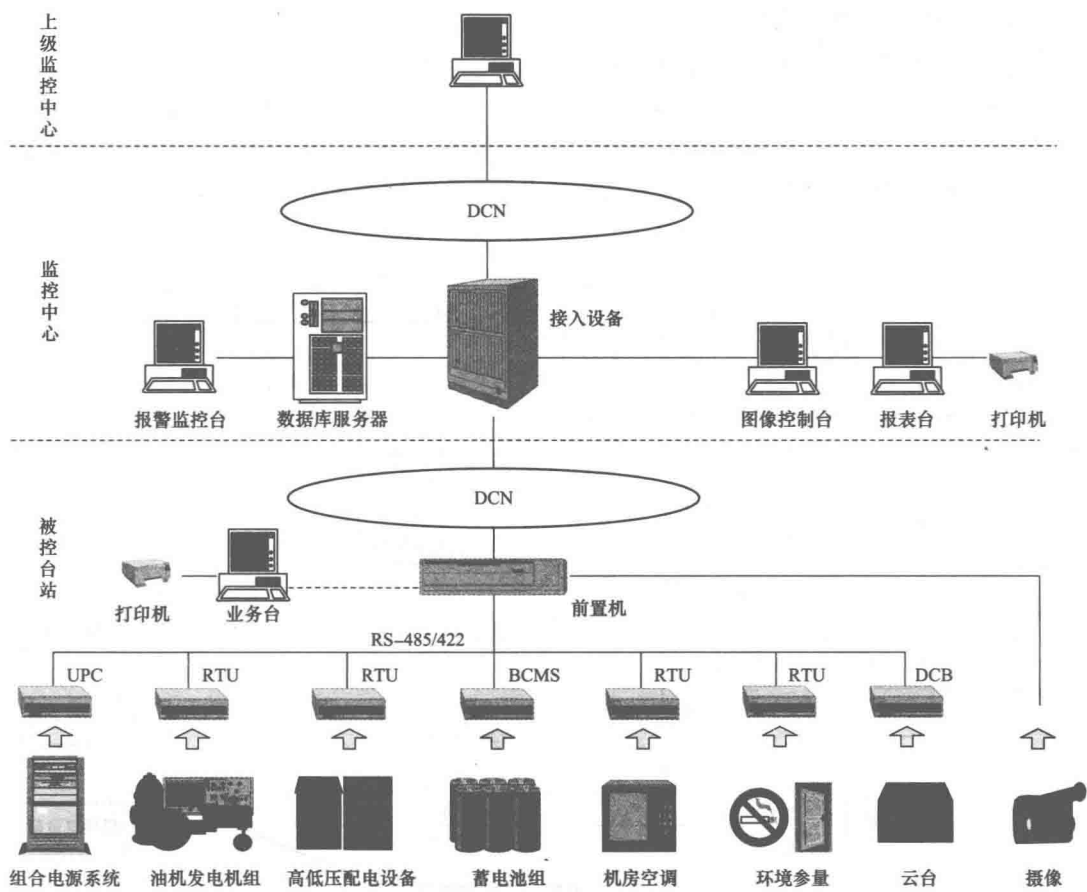


图 1-4 通信局（站）典型集中监控系统结构组成

1.2 通信电源系统的供电方式

根据我国通信行业标准《通信局（站）电源系统总技术要求》（YD/T 1051—2010），通信局（站）根据其重要性、规模大小可分为以下几类。

- (1) 一类局站：国家级枢纽、容灾备份中心、省会级枢纽、长途通信楼、核心网局、互联网安全中心、省级的 IDC（Internet Data Center）数据机房、网管计费中心、国际关口局。
- (2) 二类局站：地市级枢纽、国家级传输干线站、地市级的 IDC 数据机房、卫星地球