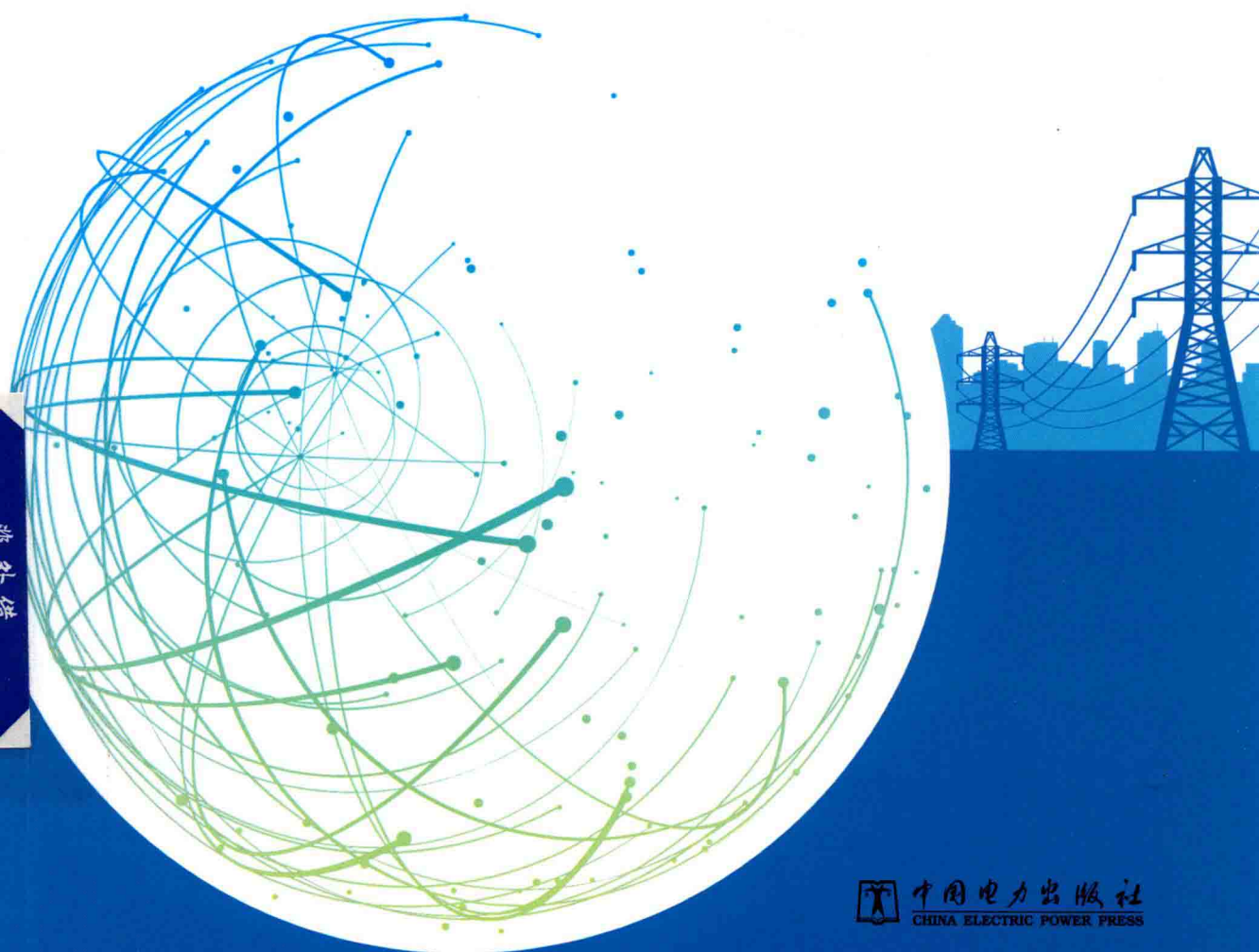


DIANWANG TONGXIN SHIYONG JISHU

电网通信实用技术

国网浙江省电力有限公司 组编

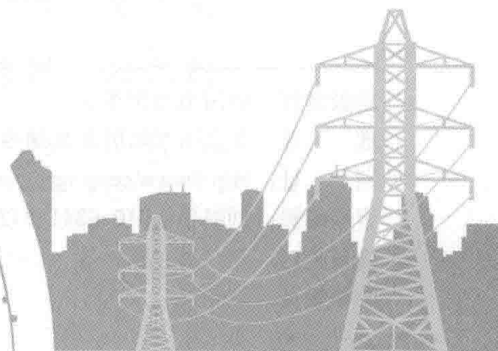
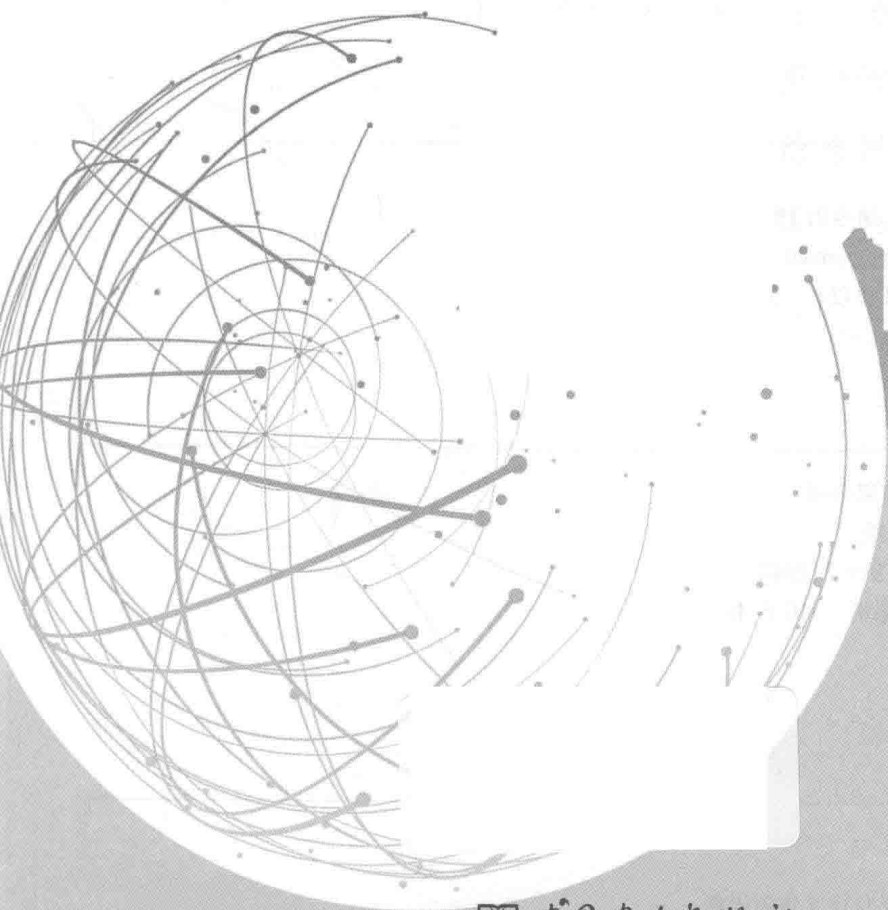


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANWANG TONGXIN SHIYONG JISHU

电网通信实用技术

国网浙江省电力有限公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书共分11章,主要介绍了通信机房、电源典型配置及案例分析;电力特种光缆典型应用及案例分析;传输技术要求、组网典型配置及案例分析;交换技术现状、典型配置及案例分析;会议电视系统要求、典型配置及案例分析;通信数据网技术、典型系统配置及案例分析;终端通信接入网应用及典型配置;电网业务接入通信网技术、典型应用及案例分析;通信项目管理;通信支撑网典型应用及案例分析;电网新技术。

本书可供从事电力通信技术与专业管理、电力通信建设与运维的专业人员学习阅读,也可作为在职培训和岗前培训教材,以及安全培训的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

电网通信实用技术 / 国网浙江省电力有限公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2018. 8
ISBN 978-7-5198-2361-0

I. ①电… II. ①国… III. ①电力通信系统 IV. ①TN915.853

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第203733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: 刘丽平(010-63412342) 陈 丽(010-63412348)

责任校对: 黄 蓓 李 楠

装帧设计: 赵丽媛

责任印制: 石 雷

印 刷: 三河市百盛印装有限公司

版 次: 2018年10月第一版

印 次: 2018年10月北京第一次印刷

开 本: 787毫米×1092毫米 16开本

印 张: 22.75

字 数: 549千字

印 数: 0001—1500册

定 价: 90.00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

编 委 会

主 编 熊佩华

副 主 编 温亦浔

主 审 邵炜平

参编人员 郑文斌 杨鸿珍 潘捷凯 俞佳捷

王 崧 斯 艳 陈 旻 张云峰

徐前茅 贺 琛 卢晓帆 史俊潇

王来红 庄峥宇 徐志强 汤亿则

陈水耀 吕 舟 凌 芝 郝自飞

王云烨

前 言

电网通信技术是电网实现“大云物移智”的支撑技术,通信技术在电网智能化运营中不断改型升级,其业务呈现多样性、复杂性。本书立足电网通信现状,突出电网通信网应用的核心技术,通过对当前通信网的典型配置举例,强化通信核心技能,分析通信网典型案例,为电网通信的安全稳定运行提供支撑。

电力通信网伴随电网升级,通信机房、通信电源的改造成为常态,通信电源“牵一发而动全身”,其可靠性成为通道可靠性的重中之重。传输技术中新型 SDH 成为融合动态带宽的多业务接入的平台,OTN 提供核心带宽支撑。国家电网公司要求行政交换网向 IMS 技术演进,目前,程控交换、软交换、IMS 交换三种技术并存;调度交换网考虑交换机与调度台的北向开发应用,仍采用程控技术。电力特种光缆如专用的海底光缆、海底复合光缆、光纤复合架空地线、全介质自承式光缆的性能和维护具有电力特殊性。会议电视系统提高了工作效率,也为紧急救援、网上培训等提供便捷、经济、高效的手段。通信数据网作为通信传输网的延伸,VLAN 技术、VPN 技术、为 IP 业务接入的分层分区的安全性提供通道。终端接入网综合研究“最后一公里”业务、覆盖与接入技术、业务匹配分析,给出适配的接入网络和架构。继电保护业务、自动化业务接入传输网有特殊的规定和要求。支撑网中同步网、网管网技术不断完善。通信项目管理贯穿规划、设计、评审、验收等环节。为了抛砖引玉,书中还简单介绍了 5G 技术、软件定义网络技术 SDN、窄带物联网 NB-IOT 技术。

本书共分 11 章。第 1 章通信机房由郑文斌编写,第 2 章光纤技术及光缆由王崧编写,第 3 章传输技术由陈旻、张云峰编写,第 4 章交换网技术由徐前茅、贺琛、卢晓帆、史俊潇、王来红编写,第 5 章会议电视系统由杨鸿珍编写,第 6 章通信数据网由斯艳(华北电力大学)编写,第 7 章终端通信接入网由俞佳捷编写,第 8 章电网业务接入通信网技术由温亦浔、陈水耀编写,第 9 章项目管理由庄峥宇编写,第 10 章通信支撑网由潘捷凯编写,第 11 章电网新技术由汤亿则编写。

本书可作为新上岗人员岗位培训、通信运维人员岗位轮训、电网通信专业人员技能等级考核的培训教材,也可作为安全培训的辅助教材。

由于编者水平有限,电网通信技术各地发展又呈现不均衡的特点,希望藉此书抛砖引玉,共同提高电网通信的运维水平。

编 者

2018 年 8 月

目 录

前言

第 1 章 通信机房	1
1.1 通信机房建设	1
1.2 机房动力环境监控系统	6
1.3 通信电源系统	8
1.4 动力环境监控系统和通信电源典型故障案例分析	17
第 2 章 光纤技术及光缆	20
2.1 光纤技术	20
2.2 电力特种光缆分类及应用	25
2.3 光缆线路的测试及故障分析	51
第 3 章 传输技术	60
3.1 SDH 技术	60
3.2 波分复用技术	73
3.3 OTN 技术	78
3.4 SDH 故障案例分析	95
3.5 OTN 故障案例分析	107
第 4 章 交换网技术	116
4.1 交换网技术	116
4.2 组网方案	135
4.3 故障案例	150
第 5 章 会议电视系统	157
5.1 会议电视系统技术	157
5.2 典型应用—国网资源池会议平台	160
5.3 典型案例	166
第 6 章 通信数据网	169
6.1 数据网技术	169

6.2	数据网组网	192
6.3	数据网典型应用	202
第7章	终端通信接入网	210
7.1	EPON 技术	210
7.2	LTE230 电力无线专网	223
7.3	中压载波	235
第8章	电网业务接入通信网技术	237
8.1	继电保护业务接入	237
8.2	继电保护通道故障案例	250
8.3	自动化业务接入	255
8.4	调度自动化通道故障案例	259
第9章	项目管理	261
9.1	项目分类及流程	261
9.2	项目立项	264
9.3	项目设计	264
9.4	项目实施	265
9.5	项目验收管理	269
9.6	项目后期	271
第10章	通信支撑网	272
10.1	频率同步	272
10.2	时间同步	309
10.3	传输网管系统	322
10.4	通信管理系统 TMS	331
第11章	电网新技术	346
11.1	第五代移动通信	346
11.2	窄带物联网 NB-IOT	349
11.3	软件定义网络(SDN)与网络功能虚拟化(NFV)	352

第1章

通信机房

通信机房是安装传输设备、接入设备、配线设备、电源等配套设备的场所，是电力通信网的重要组成部分，本章主要介绍通信机房建设、机房动力环境监控系统、通信电源系统等内容。

1.1 通信机房建设

本节主要介绍通信机房布局要求、建筑要求、环境要求、供电要求，以及防雷接地要求等内容。

1.1.1 通信机房布局要求

通信机房应由具有通信建筑设计资质的专业设计单位设计。对于新建局（站）的机房，设计单位应根据建设规模和中长期规划进行合理设计，同时要满足机房设备安装和运维管理等相关的技术要求，如室内最低净高度、地面荷载、照明等；对于改（扩）建工程，设计单位应根据机房现状条件和设备安装需求，合理安排机房的平面布局，确定设备的安装位置，必要时对机房的配套设施进行相应改造，使之满足设备安装、使用、维护的需求。

机房内不同类型的设备应分区安装，各分区之间应有专用的、用于连接设备的线缆走线通道，如桥架、走线槽道等，通信线缆、电源线等布放要整齐美观、避免迂回，以减少线缆投资、降低通信故障率、提高工作效率。机房内传输室设备布放一般包括矩阵排列布放、面对面布放和背靠背布放三种形式。一般以矩阵排列布放居多，另外两种特殊形式布放也有应用。通信机房设备矩阵排列布放如图 1-1 所示。

1.1.2 室内建设要求

通信机房在房屋建设、室内结构、温控通风等方面应符合国家现行标准和规范。房屋建筑设计还应符合工矿企业、环保、消防及人防等有关规定。通信机房室内建设基本要求见表 1-1。

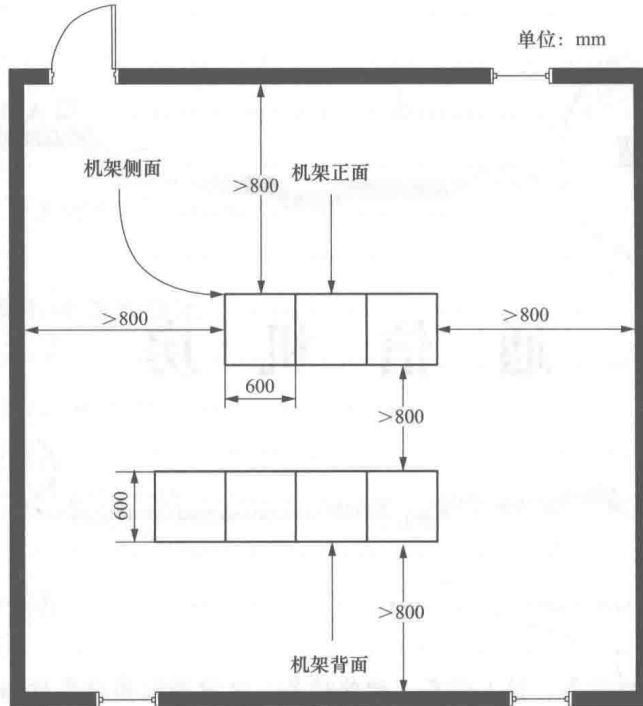


图 1-1 通信机房设备矩阵排列布放示意图

表 1-1 通信机房室内建设基本要求

具体项目	指标要求
机房面积	通信机房的使用面积应根据通信设备的数量、外形尺寸和布置方式确定，并应预留今后业务发展需要的使用面积。在对通信设备外形尺寸未完全掌握的情况下，通信机房的使用面积 A (m^2) 可按下式确定： (1) 当通信设备规格已确定时，可按 $A=K\Sigma S$ 计算，其中 K 可取 5~7， S 为通信设备的投影面积 (m^2)； (2) 当通信设备规格未确定时，可按 $A=KN$ 计算，其中 K 为单台设备占用面积，可取 3.5~5.5 ($m^2/$ 台)， N 为主机房内所有设备（机柜）的总台数
室内净高度	机房净高应根据机柜高度及通风要求确定，且不宜小于 2.6m
室内地板	室内的地板要求半导电，不起尘，通常铺防静电活动地板；没有活动地板时，铺设防静电地面材料（体积电阻率应为 $1.0 \times 10^7 \sim 1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot m^3$ ）；防静电地面材料或活动地板必须进行静电接地，可以经限流电阻及连接线与接地装置相连，限流电阻的阻值为 $1M\Omega$ 。 当铺设防静电地板时，活动地板的高度应根据电缆布线和空调送风要求确定，并应符合下列规定： (1) 活动地板下空间只作为电缆布线使用时，地板高度不宜小于 250mm。活动地板下的地面和四壁装饰，可采用水泥砂浆抹灰。地面材料应平整、耐磨。 (2) 如既作为电缆布线，又作为空调静压箱时，地板高度不宜小于 400mm。 (3) 当机房面积较大、线缆较多时，应适当提高活动地板的高度。 (4) 活动地板下的地面和四壁装饰应采用不起尘、不易积灰、易于清洁的材料。楼板或地面应采取保温防潮措施，地面垫层宜配筋，维护结构宜采取防结露措施
荷载要求	应根据机柜的摆放密度确定荷载值，设备安装机房地面荷载应大于 $6kN/m^2$
房内门窗	门、窗必须加防尘橡胶条密封，窗户建议装双层玻璃并严格密封
室内墙面	墙面可以贴壁纸，安装彩钢板，也可以刷无光漆；不宜刷易粉化的涂料
房内的沟槽	室内的沟槽用于铺放各种电缆，内面应平整光洁。预留长度、宽度和孔洞的数量、位置、尺寸均应符合所需安装的传输设备或程控交换设备布置摆放的具体要求
给水排水消防	给水管、排水管、雨水管不宜穿越机房，消防栓不应设在机房内，应该在明显且易于取用的走廊内或楼梯间附近

1.1.3 环境要求

通信机房内应清洁无灰尘，光线明亮但应避免阳光直射，温湿度应保持在适宜的范围内，以利于通信设备正常运行和检修维护。机房应避免经常有大振动或强噪声的地方。

1. 机房室内洁净度要求

通信机房应保持清洁，远离污染源，保持门、窗密封，室内的墙面与顶层面最好贴墙纸或刷无光漆，也可采用金属复合壁板、铝塑板，避免粉尘脱落。一旦灰尘进入通信设备，将造成静电吸附，使金属接插件或金属接点接触不良，不但会影响设备寿命，而且易造成设备故障。通信机房内尘粒限值见表 1-2，有毒气体浓度限值见表 1-3。

表 1-2 通信机房内尘粒限值

机房类型	尘粒直径 (μm)	浓度 (1m^3 所含颗粒)
一、二类机房	>0.5	$\leq 3.5 \times 10^5$
	>5	$\leq 3 \times 10^3$
三类机房、蓄电池室和变(配)电机房	>0.5	$\leq 1.8 \times 10^7$
	>5	$\leq 3 \times 10^5$

表 1-3 通信机房内有毒气体浓度限值

气体	平均值 (mg/m^3)	最大值 (mg/m^3)
二氧化硫 (SO_2)	0.2	1.5
硫化氢 (H_2S)	0.006	0.03
二氧化氮 (NO_2)	0.04	0.15
氨 (NH_3)	0.05	0.15
氯 (Cl_2)	0.01	0.3

2. 机房温度和湿度的要求

不同用途的机房对温度和湿度（以下简称温湿度）要求各不相同：一类机房的温度一般应保持在 $10\sim 26^\circ\text{C}$ ，相对湿度一般应保持在 $40\%\sim 70\%$ ；二类机房的温度一般应保持在 $10\sim 28^\circ\text{C}$ ，相对湿度一般应保持在 $20\%\sim 80\%$ （温度 $\leq 28^\circ\text{C}$ ，不得凝露）；三类机房的温度一般应保持在 $10\sim 30^\circ\text{C}$ ，相对湿度一般应保持在 $20\%\sim 85\%$ （温度 $\leq 30^\circ\text{C}$ ，不得凝露）。机房的各种通信设备对环境温度和相对湿度的要求也有所不同，通信设备对环境温湿度见表 1-4。

表 1-4 通信设备对环境温湿度要求

具体项目		要求指标
环境温度	长期工作	$+15\sim +30^\circ\text{C}$
	短期工作	$0\sim +45^\circ\text{C}$
相对湿度	长期工作	$40\%\sim 65\%$
	短期工作	$20\%\sim 90\%$

注 短期工作是指设备连续工作时间不超过 48h 且每年累计时间不超过 15 天。

温湿度测量点位置一般在地板上方 1.5m 和设备前方 0.4m 处，该位置应避开出风口、回风口。

3. 照明要求

通信机房内应以电气照明为主，避免阳光直射到机房内和设备表面上。

机房照明一般要求有正常照明、保证照明和事故照明三种。正常照明是指由市电供电的照明系统；保证照明是指由机房内备用电源（柴油发电机）供电的照明系统；事故照明是指在正常照明电源中断而备用电源尚未供电时，暂时由蓄电池供电的照明系统。

一类、二类机房及 IDC (internet data center, 数据中心) 机房照明水平面照度（此处指距地面 0.75m 处测定值）最低应满足 500lx (lx: lux, 流明) 的要求；三类机房照明水平面照度（此处指距地面 0.75m 处测定值）最低应满足 300lx 的要求。蓄电池室照明水平面照度（此处指地面处测定值）最低应满足 200lx 的要求。发电机机房和风机、空调机房照明水平面照度（此处指地面处测定值）最低应满足 200lx 的要求。

4. 防干扰要求

通信设备所受干扰主要是由电容耦合、电感耦合、电磁波辐射、公共阻抗（接地系统）和导线（电源线、信号线等）传导产生的。

从通信系统外部看，电磁干扰源包括输电线路、变压器、各种开关设备、大型设备操作中引起的电网波形畸变、射频、地球磁场、外来辐射等。电网干扰可由以下两种方式产生：一是电网中的高频干扰通过分布电容从电源变压器的一次绕组耦合到二次绕组而造成的；二是由电网瞬变过程造成的。

从通信系统内部看，干扰主要通过信号线、电源线、接地系统等途径进入设备。消除接地系统带来的干扰的关键是各种接地不要构成回路（如信号地、电源地、保护地和屏蔽地等），其中包括分布电容构成的回路，否则会因为接地系统的公共阻抗干扰而影响设备工作。

防止电网干扰的有效方法有：合理选择电源变压器，并在电源进线处加低通滤波器；将设备电源改为从主变压器直接引入，并加滤波电容；采用串联稳压电源供电。

机房内无线电干扰场强，在频率范围为 0.15~1000MHz 时应不大于 126dB。机房内磁场干扰场强应小于 800A/m（相当于 100e）。机房应远离电气化铁道等强电干扰，应远离工业、科研、医用射频设备干扰。

5. 接地要求

新建通信站应采用联合接地装置，即通信站的工作接地、保护接地与同一楼内的动力装置、建筑物避雷装置共用一个接地网，接地装置位置、接地体埋深及尺寸应符合施工图设计规定。

室外接地点应采用刷漆、涂抹沥青等防护措施防止腐蚀，通信机房内接地点对应的墙下，应有“接地点引入”标志。接地引入线与接地体焊接牢固，焊缝处作防腐处理，采用螺栓连接的部位应采取防止松动和锈蚀措施。接地引入线长度不应超过 30m，采用的材料应为镀锌扁钢，截面积应不小于 160mm² (40mm×4mm)。接地母线装置安装位置符合设计规定，安装端正、牢固。接地电阻阻值要求见表 1-5。

表 1-5 接地电阻阻值要求

序号	接地网名称	接地电阻 (Ω)	
		一般情况	高土壤电阻率情况
1	调度通信楼	<1	<5
2	独立通信站	<5	<10
3	独立避雷针	<10	<30

注 调度通信楼包括设置在变电站控制楼内的通信机房。

6. 防静电要求

通信机房设备接地应良好，应铺设防静电地板或防静电地漆布，对贴有导电材料的地板，要以铜箔在若干点处接地（水泥地与导电地板之间压贴铜箔并与地线相连）。由于尘土或其他物质的微粒容易造成插接件或金属接点接触不良，尤其在机房相对湿度偏低时，易造成静电吸附，故机房应避免灰尘进入。机房温湿度应适当，相对湿度过高或过低对设备都不利，湿度过高时金属容易发生锈蚀，湿度过低时又容易产生静电。进入机房人员需要接触或插拔电路板时，必须戴防静电手腕，防止人体所带的静电对设备产生危害。

7. 防过电压要求

防过电压主要是指防止雷电和其他内部过电压侵入设备造成设备损坏，采用浪涌保护器能在最短时间内释放电路上因雷击感应而产生的大量脉冲能量，将电流泄放到大地，降低设备各接口间的电势差，从而保护设备。

通信机房过电压防护配置示意如图 1-2 所示。在进入机房的低压交流配电柜入口处具备第一级防护（如图 1-2 所示 S1）；整流设备入口或不间断电源入口处具备第二级防护（如图 1-2 所示 S2）；整流设备出口或不间断电源出口的供电母线上具备工作电压适配的电源浪涌保护器作为末级防护（如图 1-2 所示 S3）。特殊情况可增加或减少防护级数。

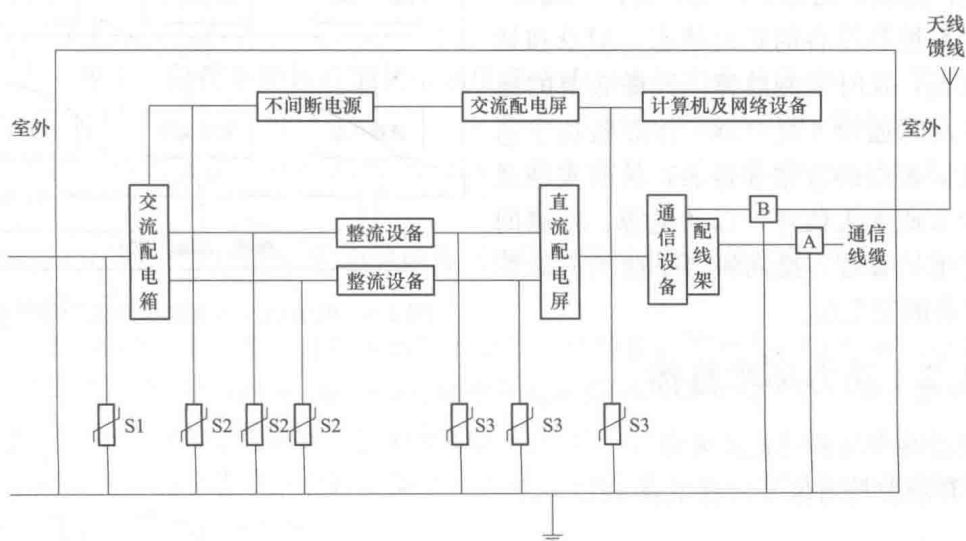


图 1-2 通信机房过电压防护配置示意图

S1, S2, S3—电源浪涌保护器；A—信号线浪涌保护器；B—天线浪涌保护器

电源浪涌保护器 SPD 的能量配合、安装及技术性能要求应符合 YD 5098—2005《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》、YD/T 1235.1—2002《通信局（站）低压配电系统用电涌保护器技术要求》、YD/T 1235.2—2002《通信局（站）低压配电系统用电涌保护器测试方法》的有关规定。

通信用太阳能供电组合电源的太阳能光伏组件接口处应有防雷措施。太阳能电池的馈电

线应采用金属护套电缆，其金属护套在机房入口处就近接地。

天线馈线路浪涌保护器 SPD 串接于天线馈线与被保护设备之间，宜安装在机房内设备附近或机架上，也可直接连接在设备馈线接口上。

室外通信电缆（包括各类信号线缆、控制电缆等）进入机房首先应接入保安配线架（箱）。配线架应装有抑制电缆横向、纵向过电压的限幅装置，主要包括 SPD、压敏电阻器、气体放电管、熔丝、热线圈等防雷器件。

通信站安装的防雷器件应具备国家认可的防雷检测机构检测报告；防雷器件使用 5 年以上应定期检测。

1.2 机房动力环境监控系统

机房动力环境及图像集中监控系统简称机房动力环境监控系统，本节主要介绍机房动力环境监控系统功能结构、监控对象及内容，以及软硬件要求等内容。

1.2.1 功能结构

机房动力环境监控系统功能结构如图 1-3 所示，其对监控范围内分布的各个独立的监控对象进行遥测、遥信、遥视、遥控和遥调，实时监视系统和设备的运行状态，记录和处理相关数据，及时侦测故障，并做必要的遥控操作，及时通知人员处理；按照监控主站的要求提供相应的数据和报表，从而实现通信站的少人或无人值守，以及电源、环境的集中监控维护管理，提高供电系统的可靠性和通信设备的安全性。

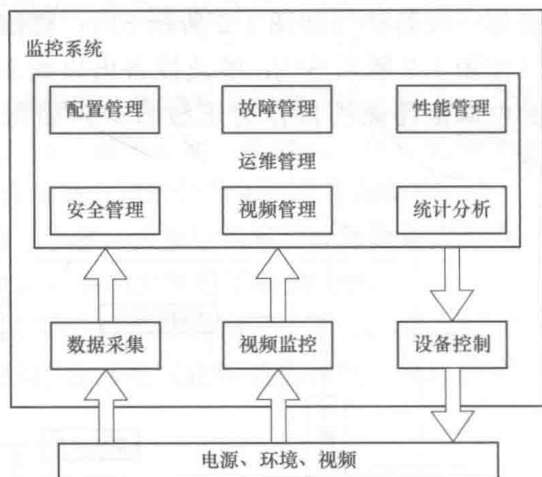


图 1-3 机房动力环境监控系统功能结构图

1.2.2 动力环境监控

1. 动力环境监控对象及内容

动力环境监控对象及内容见表 1-6。

表 1-6 动力环境监控对象及内容

监控对象	监控方式	监控内容
交流电源、UPS	遥测	三相输入电压、电流；三相输出电压、电流；频率
	遥信	开关状态、缺相告警
直流电源	遥测	三相输入电压、电流；单体整流模块输出电压、电流、温度；总输出电压、电流；主要分路电流（可选）；蓄电池充放电电流
	遥信	每个整流模块工作状态（开/关机，均/浮充/测试，限流/不限流）；故障/正常
配电屏	遥测	开关状态
	遥信	母线电压、电流

续表

监控对象	监控方式	监控内容
蓄电池	遥测	蓄电池组总电压, 每只蓄电池电压(可选), 蓄电池温度(可选), 每组充放电电流
	遥信	蓄电池组总电压过高/低, 每只蓄电池电压过高/低, 标示电池温度过高
工业空调	遥测	空调主机工作电压, 工作电流, 温度, 湿度
	遥控	空调开/关机, 温度设定, 湿度设定
精密空调	遥测	空调主机工作电压, 工作电流, 送风温度, 回风温度, 送风湿度, 回风湿度, 压缩机吸气压力, 压缩机排气压力
	遥信	总告警, 开/关机, 电压、电流过高/低, 回风温度过高/低, 回风湿度过高/低, 过滤器正常/堵塞, 风机正常/故障, 压缩机正常/故障
	遥控	空调开/关机, 温度设定, 湿度设定
图像监控	遥控	方向、远近控制; 步长设置
灯光	遥控	开关
烟感	遥信	烟感
温度	遥测	温度
湿度	遥测	湿度
门禁	遥信	开门告警
	遥控	开门
水浸	遥信	水浸
红外	遥信	红外

2. 动力环境监控系统硬件要求

(1) 基本要求。监控系统硬件的测量精度要求为: 直流电压应不大于 0.5%; 蓄电池 2V 单体电压测量误差应不大于 $\pm 5\text{mV}$, 6V 单体电池电压测量误差应不大于 $\pm 10\text{mV}$, 12V 单体电池电压测量误差应不大于 $\pm 20\text{mV}$; 其他电量应不大于 2%; 非电量一般应不大于 5%。

监测机房环境使用的火警、安防等设备应选用公安消防部门认可的产品。

(2) 可靠性要求。

1) 监控系统的硬件设备应具有很高的可靠性, 监控模块和监控子站的平均故障间隔时间 (MTBF) 应不低于 50000h; 整个系统的平均故障间隔时间 (MTBF) 应不低于 10000h。

2) 监控系统使用时不应影响监控对象的正常工作; 不应改变设备原有的自动控制功能。

3) 监控系统的局部故障不应影响整个监控系统的正常工作; 监控系统故障时不应影响监控对象的正常工作和控制功能。

4) 监控系统应具有自诊断和自恢复功能, 对数据紊乱、通信干扰等可自动恢复; 对软硬件故障及通信中断等应能诊断出故障并及时告警。

5) 监控系统应具有良好的电磁兼容性。监控对象处于任何工作状态下, 监控系统均应能正常工作, 同时监控设备本身不应产生影响监控对象正常工作的电磁干扰。

6) EMS 测试:

a. 静电放电抗扰性试验 (ESD) 应符合 GB/T 17626.2—2006《电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验》的相关规定。

b. 电快速脉冲群抗扰性试验 (EFT) 应符合 GB/T 17626.4—2008《电磁兼容 试验和

测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验》的相关规定。

c. 浪涌抗扰性试验 (SURGE) 应符合 GB/T 17626.5—2008《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌 (冲击) 抗扰度试验》的相关规定。

d. 射频电磁场辐射抗扰度试验应符合 GB/T 17626.3—2016 的相关规定。

e. 工频磁场抗扰度试验应符合 GB/T 17626.8—2006《电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验》的相关规定。

f. 振荡波抗扰度试验应符合 GB/T 17626.12—2013《电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验》的相关规定。

g. 监控系统硬件应与监控对象保持良好的电气隔离, 不应因监控系统而降低监控对象的电气隔离度 (交直流隔离度、直流供电与控制系统的隔离度等)。

h. 监控系统应能监控具有不同接地要求的多种设备, 任何监控点的接入均不应破坏监控对象的接地系统。

i. 监控系统硬件应可靠接地, 并具有抵抗和消除噪声干扰的能力。

j. 监控系统硬件设备应能适应安装现场温湿度及海拔等要求; 应有可靠的防雷击和过电压、过电流保护装置。

k. 设备应具有足够的机械强度和刚度, 其安装固定方式应具有防振、抗振能力, 应保证设备经常规的运输、储存和安装后, 不产生破损、变形。

3. 动力环境监控系统软件要求

(1) 基本要求。系统软件应采用分层的模块化结构, 便于系统功能的扩充、使用和维护等。

监控主站的操作系统、数据库管理系统、网络通信协议和程序设计语言等应采用国际上通用的系统, 便于监控网络的统一规划、管理。

(2) 人机界面。监控系统应在以下三方面提供人机界面, 以便于维护管理操作:

1) 对于常用的功能及操作, 应提供菜单方式及命令方式两种。对于菜单方式, 应有明确的在线提示或帮助功能。

2) 监控主站接收到的故障告警信息应给予醒目的图形用户界面提示 (如高亮度或高反差色彩等), 并应给出可闻声响。

3) 简体中文处理功能。系统应具有简体中文处理功能, 屏幕显示、人机对话的提示及报告、报表的打印应采用简体中文。

(3) 安全性要求。监控系统安全性要求主要有以下三方面:

1) 监控系统应具有较完善的安全防范措施, 对所有操作人员按级别赋予不同的操作权限, 并有完善的密码管理功能, 以保证系统及数据的安全。

2) 监控系统应具有较强的容错能力, 不能因为用户误操作而引起系统故障。

3) 监控系统的低层管理软件或硬件设备上应具有禁止远端遥控的功能。

1.3 通信电源系统

通信电源系统应有完善的接地与防雷措施, 具备可靠的过电压和雷击防护功能, 电源设

备的金属壳体应有可靠的保护接地；通信电源设备及电源线应具有良好的电气绝缘性能。通信电源系统应满足双电源要求，两套通信电源系统在物理上应完全隔离。

通信电源系统基本关键要素包括可靠性、功能性、可维护性和故障容限。

(1) 可靠性：要求各种电源设备具有很高的 MTBF 电源系统、结构简单。

(2) 功能性：电源系统具有保护通信设备免受各种干扰的完善功能。

(3) 可维护性：电源系统应能在维护时不影响对通信设备的供电。

(4) 故障容限：电源系统应具有故障处理能力，部分电源设备故障时不应影响对通信设备的供电。

1.3.1 通信电源系统结构

通信电源系统按功能结构可分为交流配电单元、整流模块、直流配电单元、蓄电池组、监控模块五大部分。市电经交流配电单元进入整流模块，经各整流模块整流得到 48V 直流电，汇接入直流配电单元，分多路供通信设备使用。正常情况下，系统运行在并联浮充状态，即整流模块、负载、蓄电池并联工作，整流模块除了给通信设备供电外，还为蓄电池提供浮充电流；当市电断电时，整流模块停止工作，由蓄电池给通信设备供电，维持通信设备的正常工作；市电恢复后，整流模块重新给通信设备供电，并对蓄电池进行充电，补充消耗的电量。监控模块采用集中监控的方式对交流配电、直流配电进行管理，同时通过 CAN 总线通信方式接收整流模块的运行信息并进行相应的控制。监控模块也可通过 RS-232 方式连接至本地计算机，并通过 Modem 或其他传输资源（如公务信道等）连接至监控中心，实现电源系统的集中监控组网。通信电源系统硬件构成框图和外观结构分别如图 1-4、图 1-5 所示。

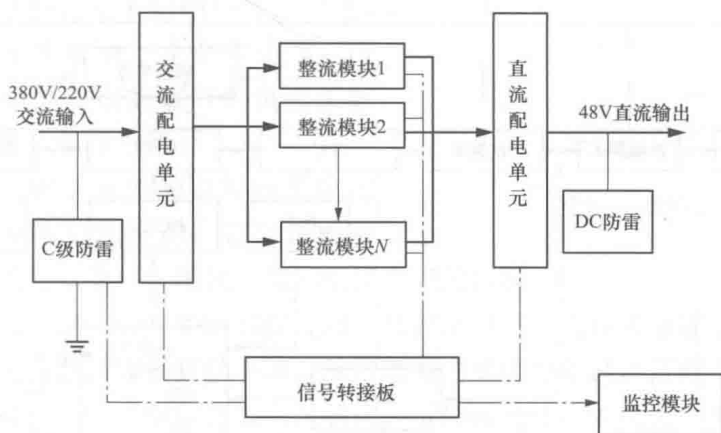


图 1-4 通信电源系统硬件构成框图

1. 交流配电单元

交流配电单元具有交流侧防雷、输入过电压/欠电压保护、系统状态指示和声光告警、过电流和短路保护等功能。

2. 整流模块

整流模块（整流器）是将交流电（AC）转化为直流电（DC）的装置，它主要有两个功能：

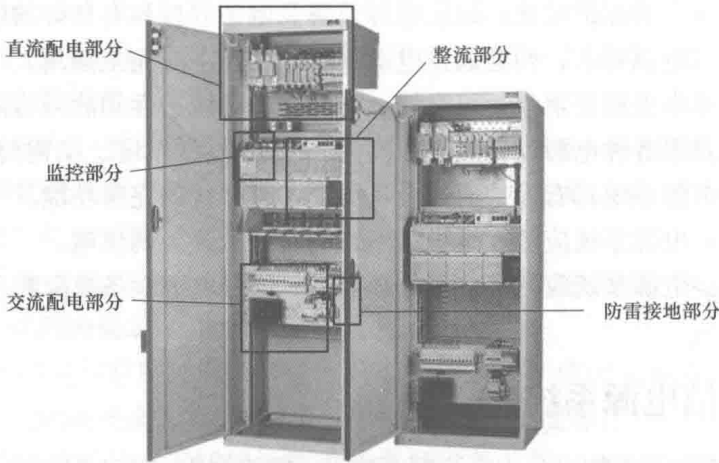


图 1-5 通信电源系统硬件外观结构

- (1) 将交流电 (AC) 转换成直流电 (DC)，经滤波后供给负荷，或者供给逆变器；
- (2) 给蓄电池提供充电电压，起到充电器的作用。

整流模块采取单相交流输入，电压范围为 85~290V，频率为 50/60Hz，输入电流经防雷回路，交流输入滤波回路，过电压保护回路，软启动与 EMI 滤波器，整流后送入 PFC 回路得到高压直流电流，再经 DC/DC 转换成高频方波，经高频变压器隔离，高频整流滤波后输出低压直流电压。整流模块原理如图 1-6 所示。

通信电源系统整流模块容量应同时满足负载供电和蓄电池充电需求，并考虑一定的冗余，模块数量按 $N+1$ 冗余配置。

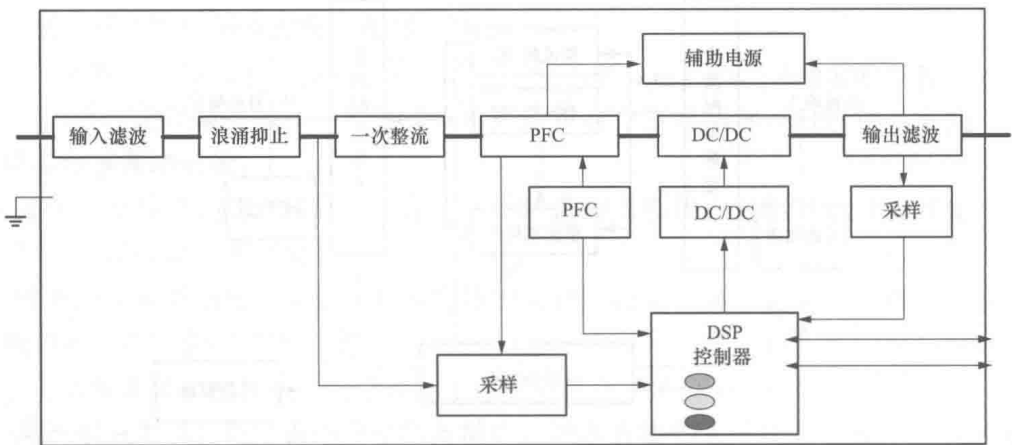


图 1-6 整流模块原理图

3. 直流配电单元

直流配电单元是直流供电系统的枢纽，它将整流输出的直流电和蓄电池输出的直流电汇接到不间断直流母线，分接为多种不同负荷容量的供电支路，串入相应熔断器或自动空气断路器后向负荷供电，即将直流母线上的直流电能分配给不同容量的负荷，并为蓄电池组充电。

直流配电单元实现两组电池的接入、重要负荷和次要负荷的分配输出。当系统的负荷支