

通信电源系统

- ✓ 反映我国通信运营商普遍采用的先进电源技术
- ✓ 由长期从事通信电源教学科研工作和通信运营的专家共同编撰

漆逢吉 等 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

通信电源系统

漆逢吉 等 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

通信电源系统 / 漆逢吉等编著. —北京: 人民邮电出版社,
2008.11

ISBN 978-7-115-18656-0

I. 通… II. 漆… III. 通信设备—电源 IV. TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 123785 号

内 容 提 要

本书从通信电源工程技术人员知识更新的角度介绍了通信电源的有关技术知识, 内容包括: 通信电源系统概述、通信局(站)的交流变配电设备、通信局(站)的接地与防雷、阀控式密封铅酸蓄电池、整流电路与高频开关电源电路原理、通信用智能高频开关电源系统、交流不间断电源(UPS)设备、油机发电机组、机房空调、通信局(站)动力及环境集中监控系统。书中反映了我国各大通信运营企业当前普遍采用的先进电源技术和相关最新通信行业标准的要求。

本书读者对象主要是全国各大通信运营商及其代维公司、通信建设公司和监理公司的电源专业技术人员与管理人员, 以及通信电源设备制造商的售后服务工程技术人员, 可以用作上述人员的在职培训教材, 并可供通信电源设计人员和通信类高等院校师生参考。

通信电源系统

◆ 编 著 漆逢吉 等

责任编辑 陈万寿

◆ 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>

北京顺义振华印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 19.25

字数: 478 千字

印数: 1—4 000 册

2008 年 11 月第 1 版

2008 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18656-0/TN

定价: 46.00 元

读者服务热线: (010)67120142 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

通信电源是通信系统的重要组成部分。通信的可靠性和通信质量，与通信电源系统的供电可靠性和供电质量密切相关，通信电源系统稳定、安全、可靠供电是保持通信畅通的前提，所以人们常说通信电源是通信系统的“心脏”。

在通信事业飞速发展的同时，我国通信电源技术也得到了快速发展，通信电源装备水平不断提高。例如，体积小、重量轻、效率高、功率因数接近 1、谐波电流小、智能化程度高的高频开关电源，已取代了笨重的相控电源；不需添加纯水、无酸雾逸出、可以与通信设备同室放置的阀控式密封铅酸蓄电池已取代了维护工作量大、必须放置在专设电池室中的防酸隔爆铅酸蓄电池；-48V 基础电源从传统的集中供电方式逐步转向采用分散供电，从总体上提高了供电可靠性，并减少了电能损耗；自动化油机发电机组广泛应用；有关 UPS 的国标 GB/T7260.3—2003 已修改（MOD），采用 IEC62040-3:1999，重新规定了 UPS 的名称、性能分类及其标准化结构；在通信局（站）的防雷与接地方面，2006 年 10 月 1 日起实施了新标准 YD5098—2005，取代了原有的 5 个相关标准；动力环境集中监控的应用越来越广泛，监控技术不断进步，使通信电源设备逐步实现了少人或无人值守，大幅度提高了劳动生产率。通信电源设备的科技含量越来越高，一些技术指标更加严格，通信电源技术还在不断向前发展，这就对相关从业人员提出了更高的要求。

本书立足于通信电源工程技术人员知识更新的需要，讲述现代通信电源系统组成及供电有关技术。本书内容尽可能地反映我国各大通信运营企业当前普遍采用的先进电源技术和相关最新通信行业标准的要求，并力求概念准确、条理清晰、简明、易懂、实用。期望本书能为提高通信电源系统的施工、运行和维护水平做出微薄的贡献。

空调设备本来不属于通信电源系统的范畴，但我国各大通信运营企业都把机房空调设备的维护划归动力部门负责，维护机房空调是通信电源维护人员的职责之一，因此本书第 9 章对机房空调作了简要介绍。

本书由漆逢吉、杜憺、蒋为、师明、马康波合作编著，漆逢吉执笔第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章和第 7 章，蒋为执笔第 2 章，杜憺执笔第 8 章和第 10 章，师明和马康波执笔第 9 章，全书由漆逢吉主编和统稿。

在编著本书的过程中得到了许多同志的支持和帮助，谨向他们表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中难免存在缺点错误，敬请读者批评指正。读者可将宝贵意见和建议发到本书责任编辑的电子邮箱 chenwanshou@ptpress.com.cn。

作 者

目 录

第1章 通信电源系统概述 1

- 1.1 通信局(站)电源系统的组成 1
 - 1.1.1 集中供电方式电源系统的组成 1
 - 1.1.2 分散供电方式电源系统的组成 6
 - 1.1.3 混合供电方式电源系统的组成 6
 - 1.1.4 一体化供电方式电源系统的组成 7
- 1.2 低压交流配电系统的接地型式 7
 - 1.2.1 TN 系统 7
 - 1.2.2 TT 系统 9
 - 1.2.3 IT 系统 11
- 1.3 通信电源供电要求 11
 - 1.3.1 基础电源的供电质量指标 11
 - 1.3.2 供电可靠性 12
 - 1.3.3 安全供电 13
 - 1.3.4 电磁兼容性 13
- 1.4 电气设备外壳防护等级 18
- 1.5 安全用电基本知识 19
 - 1.5.1 触电事故的种类和触电形式 19
 - 1.5.2 电流对人体的危害 20
 - 1.5.3 安全电压 21
 - 1.5.4 触电救护 21
 - 1.5.5 电气安全用具 21

第2章 通信局(站)的交流变 配电设备 23

- 2.1 交流供电系统概述 23
- 2.2 高压交流供电系统 24
 - 2.2.1 高压交流供电系统的组成 24
 - 2.2.2 高压配电方式 24
 - 2.2.3 两路市电供电的运行方式 26
 - 2.2.4 专用变电站(所) 26
 - 2.2.5 变电站(所)主接线 27
- 2.3 高压开关柜 29
 - 2.3.1 高压开关柜分类 29

- 2.3.2 常用高压电器 29
- 2.3.3 高压开关柜的“五防”功能及倒闸操作相关技术要求 31
- 2.4 降压电力变压器 32
 - 2.4.1 降压电力变压器的结构和类型 32
 - 2.4.2 降压电力变压器的规格 33
 - 2.4.3 降压电力变压器绕组接线方式 33
- 2.5 低压交流供电系统 33
 - 2.5.1 低压配电系统 33
 - 2.5.2 常见的低压配电设备 34
 - 2.5.3 常见的低压配电电器 36
- 2.6 功率因数补偿 39
 - 2.6.1 功率因数的概念 39
 - 2.6.2 功率因数补偿措施 40
- 2.7 变配电设备的维护 41
 - 2.7.1 变配电设备维护的基本要求 41
 - 2.7.2 高压变配电设备的维护 42
 - 2.7.3 低压配电设备的维护 43

第3章 通信局(站)的接地与防雷 44

- 3.1 联合接地概述 44
 - 3.1.1 联合接地的定义与联合接地系统的组成 44
 - 3.1.2 室内接地系统的等电位连接 46
- 3.2 综合通信大楼的接地系统 47
 - 3.2.1 接地网 47
 - 3.2.2 接地引入线与接地汇集线 47
 - 3.2.3 各楼层接地系统的两种连接形式 49
 - 3.2.4 通信设备和其他设施的接地 50
- 3.3 移动通信基站的接地系统 52
 - 3.3.1 基站地网 52
 - 3.3.2 基站的接地引入线 54
 - 3.3.3 基站的接地汇集线及接地汇流排 54
 - 3.3.4 基站的接地线与接地处理 56
- 3.4 微波站与卫星地球站的接地系统 56

3.4.1 微波站的接地系统	56	4.3 蓄电池的放电特性	89
3.4.2 卫星地球站的接地系统	58	4.4 蓄电池的容量及寿命	90
3.5 小型有线和无线通信站的接地系统	58	4.4.1 蓄电池容量的概念	90
3.5.1 市话接入网站和模块局的接地系统	58	4.4.2 蓄电池容量与放电率的关系	90
3.5.2 宽带接入点的接地	59	4.4.3 蓄电池容量与电解液温度的关系	91
3.5.3 小型无线通信站的接地系统	60	4.4.4 蓄电池容量的选择	91
3.6 接地电阻	60	4.4.5 蓄电池的寿命	91
3.6.1 通信局(站)的接地电阻要求	60	4.5 蓄电池组接入开关电源系统的方法	92
3.6.2 接地电阻的定义	62	4.6 阀控式密封铅酸蓄电池的安装与维护	92
3.6.3 工频接地电阻的测量方法	62	4.6.1 对蓄电池运行环境的要求	92
3.6.4 土壤电阻率的测量	65	4.6.2 对蓄电池安装与维护的一般要求	93
3.7 通信局(站)防雷基本知识	67	4.6.3 蓄电池的充放电与浮充运行	94
3.7.1 雷电危害的来源	67	4.6.4 蓄电池的日常维护检测	95
3.7.2 描述雷电的参数	68	4.6.5 蓄电池常见故障分析	96
3.7.3 防雷区的划分	69		
3.7.4 浪涌保护器	70		
3.8 通信局(站)的防雷措施	75		
3.8.1 直击雷防护	75		
3.8.2 供电线路与电力变压器的防雷	77		
3.8.3 低压供电系统的防雷	77		
3.8.4 计算机网络及各类信号线的防雷	80		
3.9 通信局(站)防雷与接地系统的维护	81		
3.9.1 防雷与接地系统的日常维护	81		
3.9.2 防雷与接地系统维护周期表	81		
3.9.3 限压型浪涌保护器的检测	82		
第4章 阀控式密封铅酸蓄电池	83		
4.1 阀控式密封铅酸蓄电池的型号命名及工作原理	83		
4.1.1 通信用阀控式密封铅酸蓄电池的型号命名	83		
4.1.2 阀控式密封铅酸蓄电池的结构	83		
4.1.3 阀控式密封铅酸蓄电池的工作原理	84		
4.1.4 阀控式密封铅酸蓄电池的特点	86		
4.2 全浮充工作方式	86		
4.2.1 浮充电压	86		
4.2.2 均充电压	87		
4.2.3 恒压限流充电	88		
		第5章 整流电路与高频开关电源电路原理	99
		5.1 整流电路	99
		5.1.1 单相桥式整流电路	99
		5.1.2 三相桥式整流电路	100
		5.2 开关电源中的功率电子器件	103
		5.2.1 概述	103
		5.2.2 VMOS 场效应晶体管	104
		5.2.3 绝缘栅双极晶体管(IGBT)	105
		5.3 非隔离型开关电源电路	106
		5.3.1 电感和电容的特性	106
		5.3.2 降压(Buck)式直流变换器	107
		5.3.3 升压(Boost)式直流变换器	111
		5.3.4 反相(Buck-Boost)式直流变换器	113
		5.4 隔离型开关电源电路	114
		5.4.1 单端反激(Flyback)式直流变换器	115
		5.4.2 单端正激(Forward)式直流变换器	122
		5.4.3 推挽(Push-Pull)式直流变换器	124
		5.4.4 全桥(Full-Bridge)式直流	

变换器·····	129	6.4.4 直流馈线截面积的计算·····	182
5.4.5 半桥(Half-Bridge)式直流 变换器·····	132	6.5 监控器·····	183
5.5 集成 PWM 控制器·····	136	6.5.1 监控器的主要功能·····	183
5.5.1 概述·····	136	6.5.2 开关电源系统的参数设置·····	184
5.5.2 电压型控制器举例·····	136	6.6 高频开关电源系统的配置·····	184
5.5.3 电流型控制器举例·····	140	6.7 高频开关电源设备的维护·····	185
5.6 边沿谐振型直流变换器·····	144	6.7.1 维护基本要求·····	185
5.6.1 硬开关 PWM 直流变换器存在的 主要问题及解决办法·····	144	6.7.2 维护周期表·····	185
5.6.2 移相控制全桥零电压开关脉宽调制 直流变换器·····	145	6.7.3 开关电源故障处理概述·····	186
5.6.3 移相控制全桥零电压零电流开关脉 宽调制直流变换器·····	150	第 7 章 交流不间断电源设备(UPS)·····	188
5.6.4 移相全桥软开关 PWM 变换器的集成 控制器举例·····	153	7.1 UPS 的基本组成及分类与选用·····	188
第 6 章 通信用智能高频开关电源系统·····	159	7.1.1 UPS 的基本组成·····	188
6.1 高频开关电源系统的组成·····	159	7.1.2 UPS 的分类·····	188
6.2 交流配电部分·····	159	7.1.3 UPS 的性能分类代码·····	190
6.2.1 输入两路电源手动转换的交流配电 主电路举例·····	159	7.1.4 UPS 的选用·····	191
6.2.2 输入两路电源自动转换的交流配电 主电路举例·····	160	7.2 正弦脉宽调制技术·····	192
6.2.3 交流电压与电流的测量·····	162	7.2.1 正弦脉宽调制(SPWM) 基本原理·····	192
6.2.4 交流输入电源线的选用与接入·····	162	7.2.2 SPWM 单相半桥逆变器·····	194
6.3 高频开关整流器·····	164	7.2.3 SPWM 单相全桥逆变器·····	196
6.3.1 高频开关整流器的组成·····	164	7.2.4 SPWM 三相桥式逆变器·····	199
6.3.2 具有共模电感的抗干扰滤波器·····	166	7.3 UPS 中的整流器·····	201
6.3.3 功率因数校正电路·····	167	7.3.1 三相六管高频开关整流器·····	201
6.3.4 高频开关整流器主电路举例·····	171	7.3.2 6 脉冲整流器·····	204
6.3.5 均流电路·····	172	7.3.3 12 脉冲整流器·····	210
6.3.6 高频开关整流器的若干技术指标及 其测量·····	174	7.4 静态开关·····	213
6.3.7 QZY-11 型高低频杂音测试仪的使用 方法·····	177	7.4.1 静态开关主电路原理·····	213
6.4 直流配电部分·····	178	7.4.2 静态开关的应用·····	214
6.4.1 直流配电主电路举例·····	179	7.5 锁相同步基本原理·····	214
6.4.2 分流器与霍尔器件·····	180	7.5.1 锁相环的组成·····	214
6.4.3 熔断器通断的检测·····	181	7.5.2 锁相环的基本工作原理·····	215
		7.6 UPS 系统中蓄电池容量的选择·····	215
		7.7 UPS 的串并联使用·····	216
		7.7.1 双机串联热备份工作方式·····	217
		7.7.2 并联冗余供电工作方式·····	217
		7.7.3 双母线供电系统·····	218
		7.8 UPS 的电气性能指标·····	218
		7.8.1 通信用 UPS 的电气性能指标·····	218
		7.8.2 若干指标的含义·····	219

7.9 UPS 的安装与维护	220	8.6 油机发电机组的使用与维护	244
7.9.1 UPS 安装注意事项	220	8.6.1 油机发电机组维护的基本要求	244
7.9.2 UPS 维护的一般要求	221	8.6.2 移动式发电机组的维护	245
7.9.3 UPS 维护周期表	222	8.6.3 油机发电机组的检查	245
7.9.4 UPS 常见故障及处理	222	8.7 油机发电机组故障分析	246
第 8 章 油机发电机组	225	8.7.1 发电机组不能发电或电压 过高过低	246
8.1 油机发电机组的基础知识	225	8.7.2 发电机组频率不稳	247
8.1.1 油机发电机组分类	225	8.7.3 发电机组启动失败	247
8.1.2 发动机的编号规则	226	8.7.4 启动时发动机转动但不能点火	248
8.1.3 发动机常用术语	227	8.7.5 发动机点火后停机或爆响	248
8.2 油机发电机组的构造与 工作原理	227	8.7.6 发动机故障	248
8.2.1 柴油发电机组分类	227	8.7.7 发电机故障查找	248
8.2.2 柴油发电机组的应用范围	228	第 9 章 机房空调	249
8.2.3 柴油机的基本工作原理	228	9.1 制冷原理与主要部件	249
8.2.4 柴油发电机组的构成	229	9.1.1 制冷技术基础知识	249
8.2.5 汽油机的基本工作原理	233	9.1.2 单级蒸气压缩式制冷系统	251
8.3 发电机的工作原理	233	9.1.3 制冷剂、冷媒和冷冻油	252
8.3.1 同步发电机的基本结构	233	9.1.4 热泵型空调器原理	252
8.3.2 同步发电机的工作原理	234	9.1.5 制冷系统主要部件	253
8.3.3 数码发电机简介	234	9.2 空调系统	255
8.4 柴油发电机组主要技术指标	235	9.2.1 空气调节的基础知识	255
8.4.1 电气性能主要指标	235	9.2.2 涉及空调的通信机房环境要求	257
8.4.2 环境污染限值	237	9.2.3 房间空调器	258
8.4.3 机组的耗油要求	237	9.2.4 通信机房空调设备的类型	261
8.4.4 安全性	238	9.2.5 通信机房所需空调总制冷量的 估算	262
8.4.5 可靠性	238	9.3 空调设备的维护	263
8.4.6 自启动性能要求	238	9.3.1 空调设备常见故障判断方法	263
8.4.7 多台机组并机性能要求	239	9.3.2 识别空调假性故障	264
8.4.8 系统监控要求	239	9.3.3 制冷系统常见故障——漏和堵	265
8.5 通信用油机发电机组的选用	239	9.3.4 空调设备故障检查及排除步骤	266
8.5.1 功率规定	239	9.3.5 通信用空调设备的维护	266
8.5.2 发电机组输出功率的选择	240	第 10 章 通信局(站)动力及环境集中 监控系统	272
8.5.3 油机输出功率的选择	241	10.1 动力环境集中监控系统的网络 结构	272
8.5.4 负载因素影响	241	10.1.1 动力环境集中监控系统的基本	
8.5.5 主要配套系统的选用	241		
8.5.6 移动通信基站固定油机发电机组	242		
8.5.7 移动通信基站固定油机发电机组的 智能控制系统	242		

结构	272	10.4 现场采集简介	285
10.1.2 动力环境集中监控系统组网结构的 多样性	273	10.4.1 非智能设备和环境量的数据采集	285
10.1.3 动力环境集中监控系统的接口	274	10.4.2 智能设备的数据采集	289
10.1.4 监控中心的结构	274	10.4.3 图像监控	290
10.1.5 SU 的结构	275	10.5 动力环境集中监控系统的功能 要求	292
10.2 传输方式	276	10.5.1 动力环境集中监控系统的一般 要求	292
10.2.1 监控模块 (SM) 与监控单元 (SU) 之间的传输方式	276	10.5.2 动力环境集中监控系统的管理 功能	293
10.2.2 监控单元 (SU) 与上级监控中心之 间的传输方式	278	10.6 集中监控系统的使用维护	294
10.2.3 市 (州) 监控中心 (SC 或 LSC) 与 省监控中心 (PSC 或 CSC) 之间的 传输方式	281	10.6.1 日常使用和维护	294
10.3 监控对象及内容	281	10.6.2 现场人员故障处理流程	295
10.3.1 中心机房的动力环境监控对象及 内容	282	10.7 动力环境集中监控系统的发展 方向	296
10.3.2 移动通信基站的动力环境监控 对象及内容	284	10.7.1 组网全 IP 化	296
		10.7.2 监控对象更全面, 功能更完善	296
		10.7.3 监控系统的开放性应加强	296
		参考文献	297

第 1 章 通信电源系统概述

通信电源是向通信设备提供直流电能或交流电能的电源装置，是任何通信系统赖以正常运行的的重要组成部分。通信质量的高低，不仅取决于通信系统中各种通信设备的性能和质量，而且与通信电源系统供电的质量密切相关。如果通信电源系统供电质量不符合相关技术指标的要求，将会引起电话串音、杂音增大，通信质量下降，误码率增加，造成通信的延误或差错。一旦通信电源系统发生故障而中断供电，就会使通信中断，甚至使得整个通信局（站）陷于瘫痪，从而造成严重的损失。可以说，通信电源是通信系统的“心脏”，它在通信网上处于极为重要的位置。

1.1 通信局（站）电源系统的组成

通信局（站）电源系统是对局（站）内各种通信设备及建筑负荷等提供用电的设备和系统的总称。该系统由交流供电系统、直流供电系统和接地系统组成。

通信局（站）电源系统必须保证稳定、可靠和安全地供电。

集中供电、分散供电、混合供电为三种比较典型的电源系统组成方式，此外还有一体化供电方式。

由专用变电站和备用发电机组组成的交流供电系统一般应采用集中供电。

1.1.1 集中供电方式电源系统的组成

集中供电方式电源系统的组成方框示意图如图 1-1 所示。图中（a）表示供电不间断，（b）表示供电可短时间中断，（c）表示供电允许中断。

1. 交流供电系统

通信局（站）的交流供电系统由主用交流电源、专用变电站、备用发电机组或移动电站、市电油机转换屏、低压配电屏、交流配电屏、交流不间断电源（UPS）设备以及相关的配电线路组成。

（1）主用交流电源

主用交流电源为市电，主要从 10kV（线电压）高压市电引入。重要通信枢纽局由两个变电站引入两路 10kV 高压市电，并由专线引入，一路主用，一路备用；其他通信局（站）一般引入一路 10kV 高压市电。用电量小的通信局（站）则直接引入 220/380V（相电压 220V、线电压 380V）低压市电。

根据我国通信行业标准 YD/T1051—2000《通信局（站）电源系统总技术要求》，市电的可靠性用“市电不可用度”来衡量。市电的不可用度是指市电的不可用时间与可用时间和不可用时间之和的比，即

$$\text{市电不可用度} = \frac{\text{不可用时间}}{\text{不可用时间} + \text{可用时间}}$$

YD/T1051—2000 中将市电供电方式分为一类、二类、三类和四类。

一类市电供电方式：从两个稳定可靠的独立电源引入两路供电线，且两路供电线不应同时检修停电的供电方式。两路供电线宜配置备用电源自动投入装置。

一类市电供电方式的不可用度指标：平均月市电故障次数应不大于 1 次，平均每次故障持续时间应不大于 0.5h，市电的年不可用度应小于 6.8×10^{-4} 。

二类市电供电方式为满足以下两个条件之一者：

- ① 从两个以上独立电源构成的稳定可靠的环形网上引入一路供电线供电；
- ② 从一个稳定可靠的电源或从稳定可靠的输电线路引入一路供电线供电。

二类市电供电方式的不可用度指标：平均月市电故障不大于 3.5 次，平均每次市电故障持续时间应不大于 6h，市电的年不可用度应小于 3×10^{-2} 。

三类市电供电方式：从一个电源引入一路供电线的供电方式。

三类市电供电方式的不可用度指标：平均月市电故障不大于 4.5 次，平均每次市电故障持续时间应不大于 8h，市电的年不可用度小于 5×10^{-2} 。

四类市电供电方式：由一个电源引入一路供电线，经常昼夜停电，供电无保证，达不到第三类市电供电要求，或者有季节性长时间停电，甚至无市电可用。市电的年不可用度大于 5×10^{-2} 。

类别不同的供电方式涉及到供电系统的可靠性；通信局（站）可与当地供电部门协商，根据附近公用电网中变电站的位置、供电质量，通信局（站）的重要性等情况，引入适当的市电。

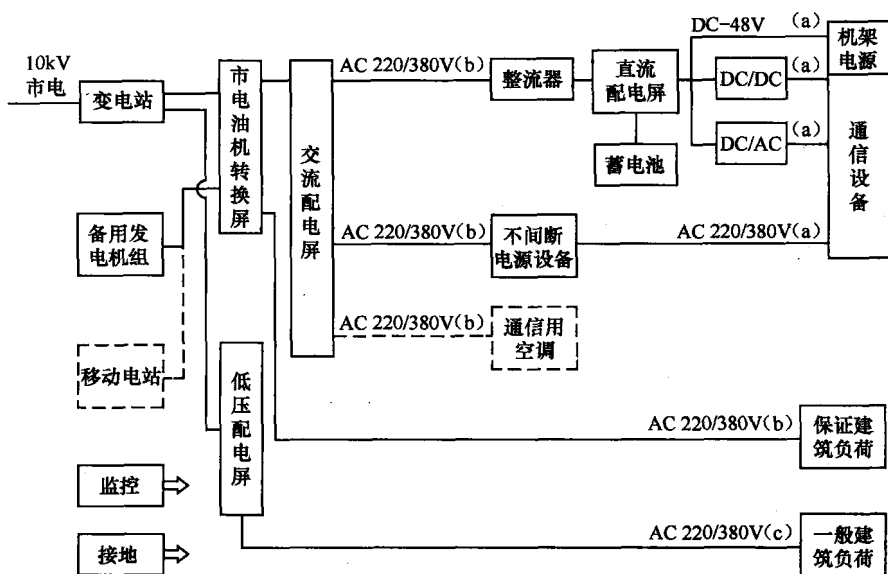


图 1-1 集中供电方式电源系统组成方框示意图

(2) 专用变电站

专用变电站由高压配电装置和降压电力变压器（又称配电变压器）组成，根据通信局（站）建设规模及用电负荷的不同，可分为室外小型专用变电站（所）和室内专用变电站（所）两种。

室外小型专用变电站（所）将变压器安装在室外，变压器高压侧采用高压熔断器式跌落

开关（跌落式熔断器）进行操作。

室内专用变电站（所）将变压器安装在室内。当变压器容量不大于 315kVA 时，一般不设高压开关柜，变压器高压侧常用高压负荷开关进行操作；变压器容量大以及有两路高压市电引入时，应配置适当的高压开关柜。

高压开关柜引入 10kV 高压市电，输送给降压电力变压器。它能保护本局的设备和配电线路，同时能防止本局的故障波及到外线设备，还具有操作控制及监测电压、电流等性能。高压开关柜内装设高压开关电器、高压熔断器、高压仪用互感器、避雷器、继电保护装置以及电磁和手动操作机构。

降压电力变压器把三相 10kV 高压变成 220/380V 低压，用三相五线制（TN-S 系统）配线方式输送给市电油机转换屏和低压配电屏，为整个通信局（站）提供低压交流电。一般采用油浸式变压器，如在主楼内安装，应选用干式变压器。

（3）备用发电机组或移动电站

通信局（站）一般应配置备用发电机组，当市电停电时，用它向交流配电屏和保证建筑负荷等供给 220/380V 交流电。备用发电机组主要采用柴油发电机组，不少通信局（站）采用了可以无人值守的自动化柴油发电机组，当市电停电时能自动启动、自动加载，在市电恢复后能自动卸载停机；燃气轮发电机组已在有的枢纽局使用，它与柴油发电机组相比，性能更好，具有体积小、重量轻、不需水冷却系统、发电品质好、运行可靠性高、使用寿命长和有利于环境保护等显著优点，但价格较昂贵。

移动电站是移动式的备用发电机组，使用机动灵活。

需要注意，备用发电机组三相电压的相序，在交流供电系统的线位上必须与市电三相电压的相序一致；备用发电机组的零线，必须在受电端与市电供电时的零线可靠地连接。否则，会引起用电设备工作异常，甚至可能损坏设备。假如发现相序接错，将接备用发电机组输出端三根相线中的任意两根对调，即可纠正。备用发电机组的金属外壳必须可靠地实施保护接地。

现在通信局（站）大多装备了先进的交换、传输和监控设备，这些设备的正常运行十分依赖机房内的空调装置。例如程控交换机，当空调持续停止工作 45min 以上时，机房内的温升就可能使它难以维持正常工作，甚至发生瘫痪。所以通信网数字化、程控化后，通信局（站）电源系统确保交流供电显得非常重要。一旦市电停电，应在 15min 内使备用发电机组启动运行，以保证通信用空调装置等用电。

（4）市电油机转换屏

市电油机转换屏引入降压电力变压器和备用发电机组供给的三相五线制 220/380V 交流电，对交流配电屏和保证建筑负荷进行由市电供电或备用发电机组供电的自动或手动切换，并进行供电的分配、通断控制、监测和保护。

保证建筑负荷是指通信用空调设备、保证照明、消防电梯和消防水泵等。

（5）低压配电屏

低压配电屏从降压电力变压器引入三相五线制 220/380V 市电，对一般建筑负荷进行市电供电的分配、通断控制、监测和保护。

一般建筑负荷是指一般空调、一般照明以及其他备用发电机组不保证的负荷。

（6）交流配电屏或配电箱

交流配电屏从市电油机转换屏引入三相五线制 220/380V 交流电，对各高频开关整流器、

交流不间断电源设备（UPS）等进行供电的分配、通断控制、监测、告警和保护。

通信用空调、保证照明也可由电力室中的交流配电屏供电。

在大容量的通信用高频开关电源系统中，交流配电屏是其中的一个独立机柜。在组合式高频开关电源设备中，没有单独的交流配电屏，但必有交流配电单元。

移动通信基站由于用电量较小，用电设备较少，机房通常配置交流配电箱，接入 220/380V 低压交流电，将其分配给高频开关电源和空调等设备，同时对交流供电进行控制、监测和保护。

（7）交流不间断电源设备（UPS）

卫星通信地球站的通信设备、数据通信机房服务器及其终端、网管监控服务器及其终端、计费系统服务器及其终端等，采用交流电源并要求交流电源不间断，为此应采用交流不间断电源设备（UPS）对其供电。

UPS 由整流器、蓄电池组、逆变器和转换开关等部分组成，其输入、输出均为交流电。在通信电源系统中通常采用双变换 UPS——正常情况下，不论市电是否停电，均由 UPS 中的逆变器输出稳定、纯净的正弦波交流电压（50Hz 三相 380V 或单相 220V）供给负载，供电质量高。

2. 直流供电系统

国内外大部分通信设备如程控交换机、光纤传输设备、移动通信设备和微波通信设备等，采用直流供电。与交流供电相比，直流供电具有可靠性高、电压平稳和较易实现不间断供电等优点。

通信局（站）的直流供电系统，由整流器、蓄电池组、直流配电屏和相关的馈电线路组成。直流供电系统向各种通信设备、直流—直流变换器和逆变器等提供直流不间断电源。

（1）整流器

整流器将低压交流电变成所需直流电。通信用整流器已由晶闸管整流器（相控整流器）发展到高频开关整流器。晶闸管整流器由于有笨重的工频变压器和低频滤波电感而使设备的体积和重量都很大，而且效率和功率因数都较低，智能化程度也低，因此逐渐被淘汰，由技术更先进的高频开关整流器取代。高频开关整流器采用无工频变压器整流、功率因数校正电路和脉宽调制高频开关电源技术，具有小型、轻量、高效率、高功率因数、高可靠性以及智能化程度高、可以远程监控、无人或少人值守等优点，现已得到广泛应用。

通信用高频开关整流器为模块化结构。在一个高频开关电源系统中，通常是若干高频开关整流器模块并联输出，输出电压自动稳定，各整流模块的输出电流自动均衡。

（2）蓄电池

蓄电池是一种可以储存电能的化学电源。充电时，电能变成化学能储存于蓄电池中；放电时，化学能变为电能，向负载供电。充、放电过程是可逆的，可以反复循环许多次。

蓄电池可分为酸性电解液（稀硫酸）的铅酸蓄电池和碱性电解液（氢氧化钾或氢氧化钠）的碱性蓄电池。

通信局（站）一般采用铅酸蓄电池。铅酸蓄电池已由防酸式铅酸蓄电池发展到阀控式密封铅酸蓄电池。阀控式密封铅酸蓄电池在使用中无酸雾排出，不会污染环境和腐蚀设备，可以和通信设备安装在同一机房；平时维护比较简便；蓄电池中无流动电解液，体积较小，可立放或卧放工作，蓄电池组可以进行积木式安装，节省占用空间。因此它在通信局（站）中得到了广泛应用。

蓄电池的运行有充放电循环和浮充两种工作方式。通信局（站）现在都采用全浮充工作方式，即整流器与蓄电池组并联向负载（通信设备等）供电，整流器的输出端、蓄电池组和负载始终并联，以-48V 或-24V 直流电源系统为例，如图 1-2 所示。交流电源正常时，整流器输出“浮充电压”，供给全部负载电流，并对蓄电池组进行补充充电，使蓄电池组保持电量充足，此时蓄电池组仅起平滑滤波作用；当交流电源中断，整流器停止工作时，蓄电池组放电供给负载电流；当交流电源恢复、整流器投入工作时，又由整流器供给全部负载电流，同时它以稳压限流方式对蓄电池组进行恒压限流充电，然后返回正常浮充状态。为了保证直流电源不间断，蓄电池组是必不可少的。

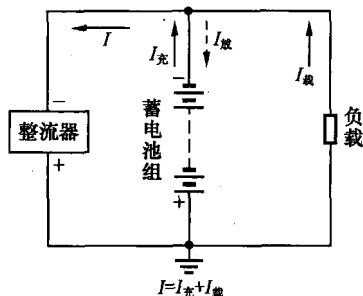


图 1-2 浮充供电原理图

在-48V 电源系统中，通常采用 24 只 2V 蓄电池串联构成一个蓄电池组；在-24V 或+24V 电源系统中，通常采用 12 只 2V 蓄电池串联构成一个蓄电池组。蓄电池组中每只电池的规格型号和容量应都相同。当采用两组蓄电池并联时，两组电池性能应一致。

碱性蓄电池与铅酸蓄电池相比，具有耐过充电、过放电、使用寿命长等优点，但电动势低，价格昂贵，在通信局（站）中很少使用。

（3）直流配电屏

直流配电屏把整流器的输出端、蓄电池组和负载连接起来，构成全浮充工作方式的直流不间断电源供电系统，并对直流供电进行分配、通断控制、监测、告警和保护。

直流配电屏按照配电方式不同，分为低阻配电和高阻配电两种。大多数通信设备采用低阻配电，低阻配电屏的输出分路较少，每个输出分路的馈电线截面积应足够大，使输出馈线上的压降小于规定值。有的通信设备如瑞典 AXE-10 型程控交换机，则要求采用高阻配电。高阻配电屏的输出分路多，分别给交换机各机架馈电，各输出分路均引出正负馈线，其中每根负馈线都经熔断器引出，为小截面高阻馈线，每根负馈线的电阻应不小于 $45\text{m}\Omega$ ，负馈线的截面积为 10mm^2 ，若馈线长度较短，则串入 $30\text{m}\Omega$ 电阻片，正馈线电阻则应小于 $1\text{m}\Omega$ ，蓄电池内阻应小于 $4\sim 5\text{m}\Omega$ 。高阻配电的优点是：当某一机架发生短路时，由于高阻馈线电阻为电池内阻的 10 倍左右，它限制了短路电流，因此可以大大减小其他机架供电电压的跌落。

在大容量的通信用高频开关电源系统中，直流配电屏是其中的一个独立机柜。在组合式高频开关电源设备中，没有单独的直流配电屏，但必有直流配电单元。

3. 接地系统

为了保证通信质量并确保人身与设备安全，通信电源的交流供电系统和直流供电系统都必须有良好的接地装置，使各种电气设备的零电位点与大地有良好的电气连接。

按照功能，通信电源接地，可分为工作接地（直流电源的正极或负极接地称为直流工作接地、交流电源中性线接地称为交流工作接地）、保护接地和防雷接地。

我国从 20 世纪 80 年代以来，根据防雷等电位原则，通信局（站）均采用联合接地。联合接地方式是交、直流工作接地，保护接地以及建筑防雷接地等共同合用一组接地系统的接地方式。联合接地系统由接地网（由一组或多组接地体在地下相互连接构成）、接地引入线、接地汇集线和接地线 4 部分组成。

-48V 或 -24V 电源系统，电源正端必须可靠接地；+24V 电源系统，电源负端必须可靠接地。此即直流工作接地。电源设备的金属外壳必须可靠地进行保护接地。直流工作接地的

接地线和保护接地的接地线应分别单独与接地汇集线（或汇流排）连接。严禁在接地线中加装开关或熔断器。

4. 集中监控系统

集中监控系统对各个独立的通信电源系统和系统内各个设备进行遥测、遥信、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，及时侦测故障并通知维护人员处理，从而实现通信电源的少人或无人值守和集中维护管理。

1.1.2 分散供电方式电源系统的组成

分散供电方式电源系统的组成方框示意图如图 1-3 所示。图中 (a) 表示供电不间断，(b) 表示供电可短时间中断，(c) 表示供电允许中断。

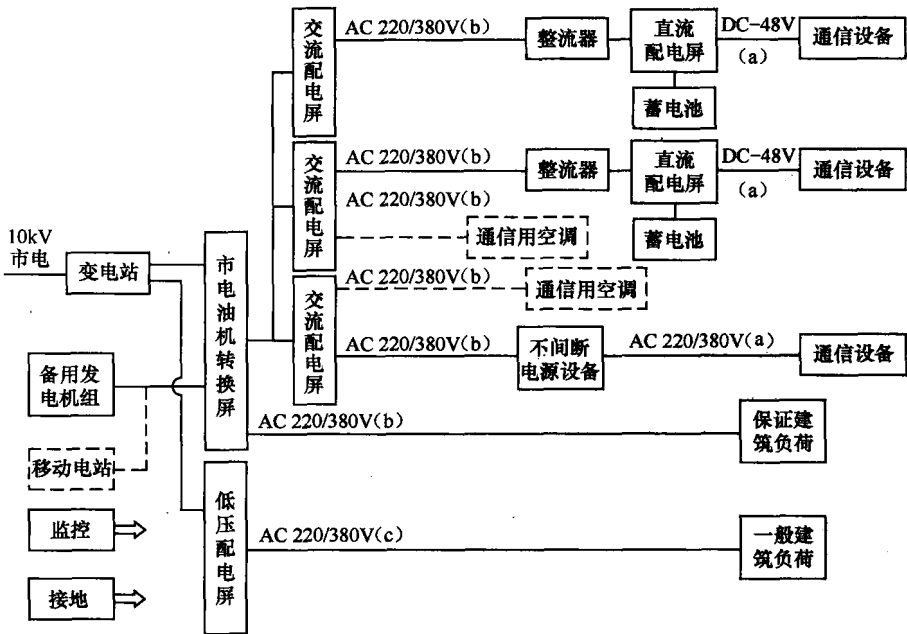


图 1-3 分散供电方式电源系统组成方框示意图

分散供电方式实际上是指直流供电系统采用分散供电方式，而交流供电系统基本上仍然是集中供电，同一通信局（站）原则上应设置一个总的交流供电系统，由此分别向各直流供电系统提供低压交流电，交流供电系统中仅交流配电屏与高频开关整流器等配套而分散设置。各直流供电系统可分楼层设置，也可按通信设备系统设置；设置地点可为单独的电力电池室，也可与通信设备设置在同一机房。

采用分散供电方式时，把通信大楼中的通信设备分为几部分，每一部分由容量适当的电源系统供电，多个电源系统同时出故障的概率小，即全局通信瘫痪的概率小，因而供电可靠性高。此外，分散供电方式电源设备应靠近通信设备布置，从直流配电屏到通信设备的直流馈线长度缩短，故馈电线路电能损耗小，节能，并可减少线料费用。所以，通信大楼现在都采用分散供电方式。

1.1.3 混合供电方式电源系统的组成

光缆中继站和微波无人值守中继站，可采用交流电源和太阳电池方阵（或风力发电机）

相结合的混合供电方式电源系统。该系统由太阳电池方阵、低压市电、蓄电池组、整流和配电设备以及移动电站组成,如图 1-4 所示。图中 (a) 表示供电不间断, (b) 表示供电可短期间中断。该电源系统的主要能源是太阳电池方阵。

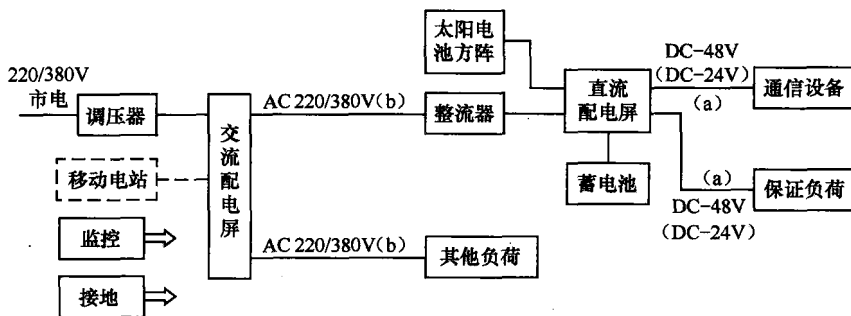


图 1-4 混合供电方式电源系统组成方框示意图

太阳是一个巨大的能源。PN 结在光照射下会产生电动势,这种效应叫做光生伏特效应。太阳能电池简称太阳电池,就是根据这一效应制成的。太阳电池与蓄电池组成的直流供电系统,一般是在控制装置的控制下,太阳电池通过防反充二极管与蓄电池组并联浮充对负载供电。

微波无人值守中继站若通信容量较大,不宜采用太阳电池供电时,则采用由市电与无人值守的自动化性能及可靠性高的成套电源设备组成的交流电源系统。其成套电源设备包括:两台自动化柴油发电机组、市电油机自动转换屏、微机控制屏、燃油自动补给系统、机油自动补给系统、风冷机组的自动通风系统或水冷机组的水自动补给系统等辅助设施。

220/380V 低压市电稳定程度差的,可采用调压器或稳压器调压。

1.1.4 一体化供电方式电源系统的组成

一体化供电方式,即通信设备和电源设备组合在同一个机架内,由交流电源供电。电源设备包括整流模块、交直流配电单元、监控单元和蓄电池组。通常通信设备位于机架的上部,电源设备装在机架的下部。

1.2 低压交流配电系统的接地型式

根据国际电工委员会(IEC)标准,低压交流配电系统的接地有 TN 系统、TT 系统和 IT 系统三种基本型式。其中第一个大写字母 T 表示电源有一点(中性点)直接接地, I 表示电源系统的带电部分不接地或通过阻抗接地;第二个大写字母 N 表示电气设备的外露可导电部分接零, T 表示电气设备的外露可导电部分直接接地。

1.2.1 TN 系统

TN 系统是交流配电系统中电源的中性点直接接地,电气设备的外露可导电部分(金属外壳)通过保护导线连接到此接地点的系统。它是接零保护系统。该系统按照中性线与保护线的不同连接方式,又分为 TN-S 系统、TN-C 系统和 TN-C-S 系统三种型式。

TN 系统适用于城镇低压电力网。

1. TN-S 系统

TN-S 系统即三相五线制系统，如图 1-5 所示。图中降压电力变压器仅画出了副绕组。副绕组采用星形（Y 形）连接，副绕组的首端引出三根相线 L_1 、 L_2 、 L_3 ，副绕组的中性点直接接地，从其接地汇流排上引出两根导线，一根为中性线即工作零线 N（简称零线，接了地的中性线称为零线），另一根为保护零线即保护地线 PE，它们都应采用绝缘导线敷设。工作零线 N 流过三相不平衡电流。保护零线 PE 专门用于接零保护，它接到电气设备的金属外壳上，使设备的金属外壳通过 PE 线接地。PE 线平时无电流通过，当交流相线与机壳短路时，流过较大的短路电流，使接于相线中的断路器或熔断器等保护器件迅速动作，及时切断电源，从而保障人身和设备的安全。

TN-S 系统是工作零线 N 与保护零线 PE 完全分开的系统。应用中必须注意：严禁采用零线 N 作为保护地线，零线 N 不得重复接地，设备中的零线铜排必须与设备的金属外壳绝缘，保护地线 PE 应与联合接地系统中的接地总汇集线（或总汇流排）连通。

为了人身和设备的安全，严禁在保护地线和公共零线中加装开关或熔断器，并应在实际工作中注意，保护地线端子和零线端子均要连接牢固，防止虚接。如果保护地线断路，若某一相线碰连设备的金属外壳，则机壳对地电压将达到相电压，这时没有较大的短路电流，一般的过电流保护装置不能切断电源进行保护，从而严重危及人身安全。如果公共零线断路而接通了三相电源，在断线后三相负载不平衡时，负载侧中性点将会发生电位漂移，各相负载电压失去平衡，可能有的负载电压接近线电压，而有的负载电压远低于正常相电压，因此用电设备不能正常工作，甚至一相或两相上的用电设备被烧坏。

在三相五线制供电系统中，单相供电采用单相三线制，三线即相线、零线和保护地线。

2. TN-C 系统

TN-C 系统即三相四线制系统，是工作零线 N 与保护零线 PE 合一的系统，如图 1-6 所示。从降压电力变压器副绕组直接接地的中性点引出的中性线，既是工作零线，又是保护地线，在整个交流配电系统中，工作零线 N 与保护地线 PE 合为一体构成 PEN 线。这时电气设备的金属外壳必须接到 PEN 线上，进行接零保护。

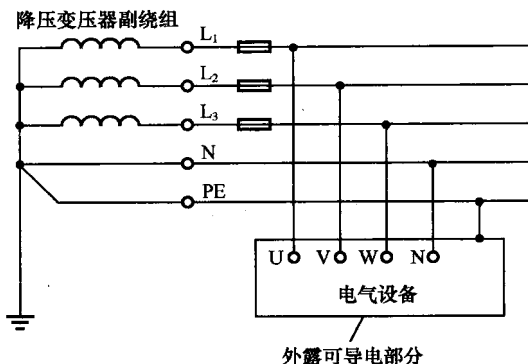


图 1-5 TN-S 系统（三相五线制）原理图

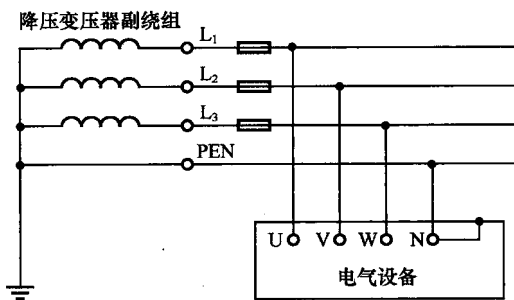


图 1-6 TN-C 系统（三相四线制）原理图

在 TN-C 系统中，为了防止因保护线断线而造成危害，在距离接地点超过 50m 时，PEN 线可以重复接地。

3. TN-C-S 系统

TN-C-S 系统如图 1-7 所示，整个低压交流配电系统的前部分为 TN-C 系统，其零线（N）