



“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定

TONGXIN  
DIANYUAN

# 通信电源

(第4版)

漆逢吉 主编



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)



“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定

# 通 信 电 源

(第 4 版)

漆逢吉 主编



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

## 内 容 简 介

本书内容包括:通信电源系统组成及供电要求,通信局(站)的交流变配电设备,通信局(站)的接地与防雷,通信用蓄电池,整流电路,高频开关电源电路原理,通信用智能高频开关电源系统,交流不间断电源设备,油机发电机组,通信电源集中监控系统。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最新通信行业标准的相关要求。

本书适合高职高专通信类专业使用,并可供通信电源方面的工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

通信电源/漆逢吉主编. --4 版. --北京:北京邮电大学出版社, 2015.2

ISBN 978-7-5635-4289-5

I. ①通… II. ①漆… III. ①电信设备—电源—高等职业教育—教材 IV. ①TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 018347 号

---

书 名: 通信电源(第 4 版)

主 编: 漆逢吉

责任编辑: 彭 楠

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 19.5

字 数: 483 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2005 年 1 月第 1 版 2008 年 8 月第 2 版 2012 年 8 月第 3 版 2015 年 2 月第 4 版

2015 年 2 月第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-5635-4289-5

定 价: 39.80 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

# 前 言

通信电源是通信系统的重要组成部分,通信质量和通信的可靠性与通信电源系统的供电质量和供电可靠性密切相关。因此,熟悉通信电源系统的组成及对通信设备供电的要求,掌握现代通信电源系统中常用设备的基本原理和使用维护方法,是通信类高职高专相关专业学生的重要任务之一。

本书第1版于2005年1月出版,此后随着通信电源技术的发展、相关标准(国家标准和通信行业标准)的新颁或更新以及教学与实践经验的积累,阶段性地进行了修订再版。第2版为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”,于2008年8月出版;第3版于2012年8月出版;如今第4版是修订第3版形成的,被审定为“‘十二五’职业教育国家规划教材”。

根据培养应用型、高技能人才的目标,本书侧重从通信电源使用维护和工程建设的角度来讲述各部分的基本理论和基本知识,重视把通信电源领域最新标准中的先进理念、相关定义、重要规定、指标要求和测试方法适当融入各有关章节,力求讲述的内容技术先进,概念准确,思路清晰,深入浅出,理论联系实际,符合实用需求,能较好地指导通信电源设备安装维护实践。

各院校、各专业“通信电源”课程的教学时数不完全一致,讲课时对本书的内容可根据实际情况进行取舍。

本书第1章至第8章由漆逢吉执笔,第9章由李义平执笔,第10章由马康波执笔;罗晓蓉参与了第4章的编写工作;全书由漆逢吉主编和统稿。

在本书的编写过程中,得到了四川邮电职业技术学院和通信企业很多同志的大力支持。本书的素材来自大量的参考文献和相关企业的产品资料。在此一并表示衷心感谢!

由于作者水平有限,书中难免存在缺点和欠妥之处,敬请读者批评指正。

作 者

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第 1 章 通信电源系统组成及供电要求          | 1  |
| 1.1 通信电源的基本分类                | 1  |
| 1.1.1 基础电源                   | 1  |
| 1.1.2 机架电源                   | 2  |
| 1.2 通信局(站)电源系统的组成            | 2  |
| 1.2.1 通信局(站)的类型              | 2  |
| 1.2.2 集中供电方式电源系统的组成          | 3  |
| 1.2.3 分散供电方式电源系统的组成          | 8  |
| 1.2.4 混合供电方式电源系统的组成          | 8  |
| 1.2.5 移动通信基站常用电源系统的组成        | 9  |
| 1.2.6 一体化供电方式电源系统的组成         | 9  |
| 1.3 低压交流配电系统的类型              | 10 |
| 1.3.1 TN 系统                  | 10 |
| 1.3.2 TT 系统                  | 12 |
| 1.3.3 IT 系统                  | 14 |
| 1.4 通信电源供电要求                 | 15 |
| 1.4.1 供电可靠性                  | 15 |
| 1.4.2 供电质量                   | 16 |
| 1.4.3 安全供电                   | 17 |
| 1.4.4 电磁兼容性                  | 17 |
| 思考与练习                        | 21 |
| 本章附录 电气设备外壳防护等级              | 21 |
| 第 2 章 通信局(站)的交流变配电设备         | 23 |
| 2.1 高压交流供电系统                 | 23 |
| 2.1.1 高压交流供电系统的组成            | 23 |
| 2.1.2 高压配电设备                 | 25 |
| 2.1.3 高压开关柜的“五防”功能及倒闸操作的技术要求 | 28 |
| 2.2 降压电力变压器                  | 28 |
| 2.2.1 降压电力变压器的结构和类型          | 28 |
| 2.2.2 降压电力变压器的规格             | 29 |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| 2.2.3 降压电力变压器的绕组连接方式    | 29        |
| 2.2.4 降压电力变压器的容量选择与配置   | 30        |
| 2.3 低压交流供电系统            | 31        |
| 2.3.1 低压交流供电系统的组成       | 31        |
| 2.3.2 常见的低压配电设备         | 31        |
| 2.3.3 常见的低压配电电器         | 32        |
| 2.4 功率因数补偿              | 35        |
| 2.4.1 功率因数的概念           | 35        |
| 2.4.2 提高功率因数的意义         | 36        |
| 2.4.3 提高功率因数的方法         | 36        |
| 2.4.4 移相电容器的型号和补偿容量     | 37        |
| 2.4.5 并联电容补偿的方法         | 37        |
| 2.4.6 功率因数自动调节          | 37        |
| 2.5 电能计量                | 38        |
| 2.6 交流变配电设备的维护          | 39        |
| 2.6.1 变配电设备维护的基本要求      | 39        |
| 2.6.2 高压变配电设备的维护        | 40        |
| 2.6.3 低压配电设备的维护         | 40        |
| 思考与练习                   | 41        |
| <b>第3章 通信局(站)的接地与防雷</b> | <b>42</b> |
| 3.1 联合接地概述              | 42        |
| 3.1.1 联合接地的定义与联合接地系统的组成 | 42        |
| 3.1.2 室内接地系统的等电位连接      | 44        |
| 3.2 综合通信大楼的接地系统         | 46        |
| 3.2.1 接地网               | 46        |
| 3.2.2 接地引入线与接地汇集线       | 46        |
| 3.2.3 各楼层接地系统的两种连接形式    | 48        |
| 3.2.4 通信设备和其他设施的接地      | 49        |
| 3.3 移动通信基站的接地系统         | 50        |
| 3.3.1 基站地网              | 50        |
| 3.3.2 基站的接地引入线          | 53        |
| 3.3.3 基站的接地汇集线及接地汇流排    | 53        |
| 3.3.4 基站的接地线与接地处理       | 55        |
| 3.4 接地电阻                | 55        |
| 3.4.1 通信局(站)的接地电阻要求     | 55        |
| 3.4.2 接地电阻的定义           | 56        |
| 3.4.3 工频接地电阻的测量方法       | 57        |
| 3.4.4 土壤电阻率的测量          | 60        |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 3.5 通信局(站)防雷基本知识         | 63        |
| 3.5.1 雷电危害的来源            | 63        |
| 3.5.2 描述雷电的参数            | 63        |
| 3.5.3 防雷区的划分             | 65        |
| 3.5.4 浪涌保护器              | 66        |
| 3.6 通信局(站)的防雷措施          | 71        |
| 3.6.1 直击雷防护              | 71        |
| 3.6.2 供电线路与电力变压器的防雷      | 72        |
| 3.6.3 低压供电系统的防雷          | 73        |
| 3.7 通信局(站)防雷与接地系统的维护     | 75        |
| 3.7.1 防雷与接地系统的日常维护       | 75        |
| 3.7.2 限压型浪涌保护器的检测        | 76        |
| 思考与练习                    | 76        |
| <b>第4章 通信用蓄电池</b>        | <b>78</b> |
| 4.1 阀控式密封铅酸蓄电池的型号命名及工作原理 | 78        |
| 4.1.1 通信用阀控式密封铅酸蓄电池的型号命名 | 78        |
| 4.1.2 阀控式密封铅酸蓄电池的结构      | 79        |
| 4.1.3 阀控式密封铅酸蓄电池的工作原理    | 80        |
| 4.1.4 阀控式密封铅酸蓄电池的特点      | 81        |
| 4.2 全浮充工作方式              | 82        |
| 4.2.1 浮充电压               | 82        |
| 4.2.2 均充电压               | 83        |
| 4.2.3 恒压限流充电             | 84        |
| 4.3 蓄电池的放电特性             | 85        |
| 4.4 蓄电池的容量及寿命            | 86        |
| 4.4.1 蓄电池容量的概念           | 86        |
| 4.4.2 蓄电池容量与放电率的关系       | 86        |
| 4.4.3 蓄电池容量与电解液温度的关系     | 87        |
| 4.4.4 蓄电池容量的选择           | 87        |
| 4.4.5 蓄电池的寿命             | 88        |
| 4.5 阀控式密封铅酸蓄电池的安装与维护     | 88        |
| 4.5.1 对蓄电池运行环境的要求        | 88        |
| 4.5.2 对蓄电池安装与维护的一般要求     | 89        |
| 4.5.3 蓄电池组接入开关电源系统的方法    | 89        |
| 4.5.4 蓄电池的充放电与浮充运行       | 90        |
| 4.5.5 蓄电池的日常维护检测         | 91        |
| 4.5.6 蓄电池常见故障分析          | 93        |
| 4.6 磷酸铁锂蓄电池简介            | 95        |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 4.6.1 磷酸铁锂蓄电池的内部结构及工作原理         | 95         |
| 4.6.2 磷酸铁锂蓄电池的特点                | 96         |
| 4.6.3 磷酸铁锂蓄电池在通信电源系统中的应用        | 97         |
| 思考与练习                           | 98         |
| <b>第5章 整流电路</b>                 | <b>100</b> |
| 5.1 不控整流电路                      | 100        |
| 5.1.1 单相桥式不控整流电路                | 100        |
| 5.1.2 三相桥式不控整流电路                | 101        |
| 5.2 可控整流电路                      | 104        |
| 5.2.1 晶闸管                       | 104        |
| 5.2.2 三相桥式全控整流电路                | 108        |
| 思考与练习                           | 114        |
| <b>第6章 高频开关电源电路原理</b>           | <b>116</b> |
| 6.1 开关电源中的功率电子器件                | 116        |
| 6.1.1 概述                        | 116        |
| 6.1.2 VMOSFET                   | 117        |
| 6.1.3 IGBT                      | 125        |
| 6.2 非隔离型开关电源电路                  | 127        |
| 6.2.1 电感和电容的特性                  | 127        |
| 6.2.2 降压式直流变换器                  | 128        |
| 6.2.3 升压式直流变换器                  | 136        |
| 6.2.4 反相式直流变换器                  | 138        |
| 6.3 隔离型开关电源电路                   | 140        |
| 6.3.1 单端反激式直流变换器                | 140        |
| 6.3.2 单端正激式直流变换器                | 146        |
| 6.3.3 推挽式直流变换器                  | 149        |
| 6.3.4 全桥式直流变换器                  | 154        |
| 6.3.5 半桥式直流变换器                  | 157        |
| 6.4 集成 PWM 控制器                  | 160        |
| 6.4.1 概述                        | 160        |
| 6.4.2 电压型控制器举例                  | 161        |
| 6.4.3 电流型控制器举例                  | 166        |
| 6.5 边沿谐振型直流变换器                  | 174        |
| 6.5.1 硬开关 PWM 直流变换器存在的主要问题及解决办法 | 174        |
| 6.5.2 移相控制全桥零电压开关脉宽调制直流变换器      | 175        |
| 6.5.3 移相控制全桥零电压零电流开关脉宽调制直流变换器   | 180        |
| 6.5.4 移相全桥软开关 PWM 变换器的集成控制器举例   | 184        |



|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 思考与练习                        | 189        |
| 本章附录                         | 190        |
| <b>第 7 章 通信用智能高频开关电源系统</b>   | <b>191</b> |
| 7.1 高频开关电源系统的组成              | 191        |
| 7.2 交流配电部分                   | 191        |
| 7.2.1 输入两路电源手动转换的交流配电主电路举例   | 192        |
| 7.2.2 输入两路电源自动转换的交流配电主电路举例   | 193        |
| 7.2.3 交流电压与电流的测量             | 194        |
| 7.2.4 交流输入电源线的选用与接入          | 195        |
| 7.3 高频开关整流器                  | 196        |
| 7.3.1 高频开关整流器的组成             | 196        |
| 7.3.2 具有共模电感的抗干扰滤波器          | 198        |
| 7.3.3 功率因数校正电路               | 200        |
| 7.3.4 高频开关整流器主电路举例           | 213        |
| 7.3.5 均流电路                   | 214        |
| 7.3.6 高频开关整流器的若干技术指标及其测量     | 216        |
| 7.3.7 QZY-11 型高低频杂音测试仪的使用方法  | 219        |
| 7.4 直流配电部分                   | 221        |
| 7.4.1 直流配电主电路举例              | 221        |
| 7.4.2 分流器与霍尔器件               | 223        |
| 7.4.3 熔断器通断的检测               | 224        |
| 7.4.4 直流馈线截面积的计算             | 225        |
| 7.4.5 直流放电回路压降的测试方法          | 226        |
| 7.5 监控器                      | 226        |
| 7.5.1 监控器的主要功能               | 227        |
| 7.5.2 开关电源系统的参数设置            | 228        |
| 7.6 高频开关电源系统的配置              | 229        |
| 7.7 高频开关电源设备的维护              | 229        |
| 7.7.1 维护基本要求                 | 229        |
| 7.7.2 维护周期表                  | 230        |
| 7.7.3 开关电源故障处理概述             | 231        |
| 7.8 通信高压直流供电系统简介             | 232        |
| 7.8.1 概述                     | 232        |
| 7.8.2 对通信用 240 V 直流供电系统的若干要求 | 233        |
| 思考与练习                        | 234        |
| <b>第 8 章 交流不间断电源设备</b>       | <b>235</b> |
| 8.1 UPS 的基本组成及分类与选用          | 235        |

|       |                          |     |
|-------|--------------------------|-----|
| 8.1.1 | UPS 的基本组成 .....          | 235 |
| 8.1.2 | UPS 的分类 .....            | 236 |
| 8.1.3 | UPS 的性能分类代码 .....        | 238 |
| 8.1.4 | UPS 的选用 .....            | 239 |
| 8.2   | 正弦脉宽调制技术 .....           | 240 |
| 8.2.1 | 正弦脉宽调制基本原理 .....         | 240 |
| 8.2.2 | SPWM 单相全桥逆变器 .....       | 241 |
| 8.2.3 | SPWM 三相桥式逆变器 .....       | 244 |
| 8.3   | 锁相同步基本原理 .....           | 247 |
| 8.3.1 | 锁相环的组成 .....             | 247 |
| 8.3.2 | 锁相环的基本工作原理 .....         | 247 |
| 8.4   | 静态开关 .....               | 248 |
| 8.4.1 | 静态开关主电路原理 .....          | 248 |
| 8.4.2 | 静态开关的应用 .....            | 248 |
| 8.5   | UPS 系统中蓄电池容量的选择 .....    | 249 |
| 8.6   | UPS 的串并联使用 .....         | 250 |
| 8.6.1 | 双机串联热备份工作方式 .....        | 250 |
| 8.6.2 | 并联冗余供电工作方式 .....         | 251 |
| 8.6.3 | 双母线供电系统 .....            | 251 |
| 8.7   | UPS 的电气性能指标 .....        | 252 |
| 8.7.1 | 通信用双变换 UPS 的电气性能指标 ..... | 252 |
| 8.7.2 | 若干指标的含义 .....            | 253 |
| 8.8   | UPS 的安装与维护 .....         | 255 |
| 8.8.1 | UPS 安装注意事项 .....         | 255 |
| 8.8.2 | UPS 维护的一般要求 .....        | 256 |
|       | 思考与练习 .....              | 257 |
| 第9章   | 油机发电机组 .....             | 258 |
| 9.1   | 油机发电机组的基础知识 .....        | 258 |
| 9.1.1 | 油机发电机组分类 .....           | 258 |
| 9.1.2 | 柴油发电机组的组成及应用要求 .....     | 260 |
| 9.2   | 内燃机的构造和工作原理 .....        | 260 |
| 9.2.1 | 内燃机常用术语 .....            | 260 |
| 9.2.2 | 内燃机的基本工作原理 .....         | 261 |
| 9.2.3 | 柴油机的总体构造 .....           | 262 |
| 9.3   | 同步发电机工作原理 .....          | 269 |
| 9.3.1 | 同步发电机的基本结构及工作原理 .....    | 269 |
| 9.3.2 | 同步发电机的励磁 .....           | 270 |
| 9.4   | 柴油发电机组主要技术要求 .....       | 271 |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 9.4.1 电气性能 .....                 | 271        |
| 9.4.2 启动性能 .....                 | 273        |
| 9.4.3 环境污染限值 .....               | 273        |
| 9.4.4 耗油量 .....                  | 273        |
| 9.4.5 安全性 .....                  | 274        |
| 9.4.6 可靠性 .....                  | 274        |
| 9.4.7 对自动化机组的技术要求 .....          | 274        |
| 9.5 油机发电机组的使用与维护 .....           | 275        |
| 9.5.1 油机发电机组的使用 .....            | 275        |
| 9.5.2 油机发电机组维护基本要求 .....         | 277        |
| 9.5.3 油机发电机组维护周期表 .....          | 277        |
| 思考与练习 .....                      | 278        |
| <b>第 10 章 通信电源集中监控系统 .....</b>   | <b>280</b> |
| 10.1 通信电源集中监控系统概述 .....          | 280        |
| 10.1.1 通信电源集中监控系统的作用及其主要功能 ..... | 280        |
| 10.1.2 对通信电源集中监控系统的一般要求 .....    | 280        |
| 10.2 通信电源集中监控系统的监控对象及监控内容 .....  | 282        |
| 10.2.1 监控对象 .....                | 282        |
| 10.2.2 监控内容 .....                | 282        |
| 10.3 通信电源集中监控系统的结构和组成 .....      | 285        |
| 10.3.1 通信电源集中监控系统的管理结构 .....     | 285        |
| 10.3.2 通信电源集中监控系统的接口 .....       | 286        |
| 10.3.3 通信电源集中监控系统的传输方式 .....     | 287        |
| 10.3.4 通信电源集中监控系统的基本组成 .....     | 290        |
| 10.4 通信电源集中监控系统的组网原则及组网方案 .....  | 294        |
| 10.4.1 通信电源集中监控系统的组网原则 .....     | 294        |
| 10.4.2 通信电源集中监控系统的组网方案 .....     | 294        |
| 10.5 通信电源集中监控系统的日常维护 .....       | 295        |
| 思考与练习 .....                      | 296        |
| <b>参考文献 .....</b>                | <b>297</b> |

## 通信电源系统组成及供电要求

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、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”,它在通信网中处于极为重要的位置。

### 1.1 通信电源的基本分类

与工业企业的供电系统相比,通信局(站)的供电系统除具有相似的交流供电系统外,还具有独特的直流供电系统。

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,具有可靠性高、电压平稳和较易实现不间断供电等优点。直流电主要是用 220/380 V 交流电整流获得的,整流器输入交流电、输出所需直流电,其输出端与蓄电池组并联,它们共同为通信设备提供直流基础电源(一般为 -48 V),这种电源也称为一次电源。此外,各类通信设备中还需要 3.3 V、5 V、12 V 等多种直流电压,这些电压通常由通信设备内部的直流变换器供给;程控交换机中还装有产生铃流信号的铃流发生器。这些装在通信设备机架内的电源,通常称为机架电源,也称为二次电源。

有些通信设备,如卫星通信地球站的通信设备和无线电收、发信台的收、发信设备等,一直采用 220/380 V 交流供电。

#### 1.1.1 基础电源

通信局(站)的基础电源分为交流基础电源和直流基础电源两大类。

##### 1. 交流基础电源

由市电或备用发电机组(含移动电站)提供的低压交流电源;称为通信局(站)的交流基

础电源。

低压交流电的额定电压为 220/380 V,即相电压 220 V,线电压 380 V;额定频率为 50 Hz。

## 2. 直流基础电源

向各种通信设备、通信逆变器和直流变换器提供直流电压的电源,称为直流基础电源。

直流基础电源的电压,根据我国通信行业标准 YD/T 1051—2010《通信局(站)电源系统总技术要求》,首选标称值 $-48\text{ V}$ ,过渡时期暂留标称值 $-24\text{ V}$ 及 $+24\text{ V}$ 。 $-48\text{ V}$ 和 $-24\text{ V}$ 均电源正极接地, $+24\text{ V}$ 则是电源负极接地。

### 1.1.2 机架电源

机架电源是指通信设备内的插件电源。例如,程控交换机的机架电源中主要是直流变换器,它们把直流基础电源 $-48\text{ V}$ 电压变换成 $\pm 5\text{ V}$ 、 $\pm 12\text{ V}$ 等多种直流电压,供交换机各电路板用电;铃流发生器则把 $-48\text{ V}$ 电压变换为振铃所需的 25 Hz、75 V 交流电压,供交换机使用;还有逆变器,它把 $-48\text{ V}$ 电压逆变为 50 Hz、220 V 交流电压,供控制室中微机和外围设备用电。

上面说到的整流器、逆变器和直流变换器,统称为换流设备。整流器(AC/DC)将交流电变换为所需直流电,逆变器(DC/AC)则将直流电变换为所需交流电,而直流变换器(DC/DC)是将一种电压的直流电变换为另一种或几种电压的直流电。

## 1.2 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、接地系统、防雷系统和集中监控系统组成。

通信局(站)电源系统必须保证稳定、可靠和安全地供电。不同类型的通信局(站)分别采用集中供电、分散供电、混合供电等不同的电源系统组成方式。

通信局(站)应设事故照明。事故照明灯具可采用直流照明灯或交流应急灯。

### 1.2.1 通信局(站)的类型

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

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<sup>①</sup> 数据机房、网管计费中心、国际关口局。

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、卫星地球站、客服大楼。

---

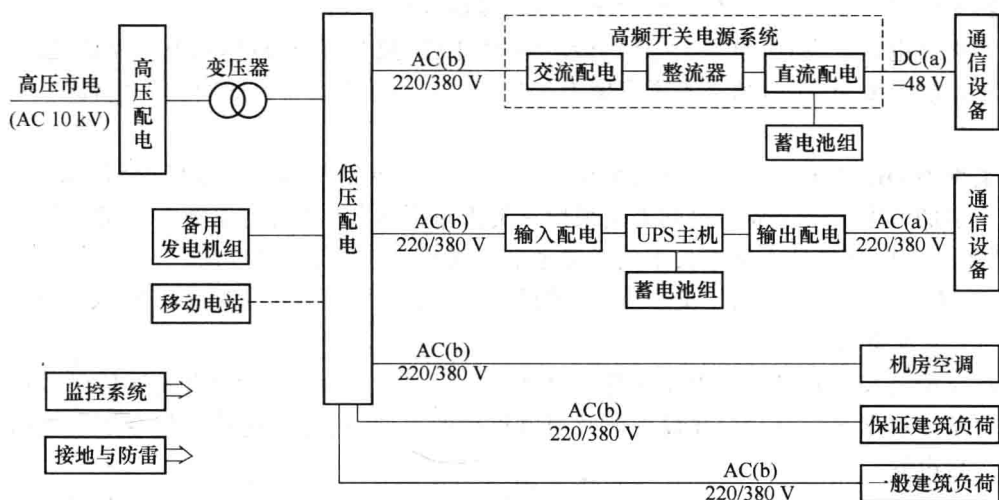
<sup>①</sup> 互联网数据中心(Internet Data Center, IDC),是通信企业利用其互联网通信线路、带宽资源,建立标准化的通信专业级机房环境,为企业、政府机关等客户提供服务器托管、租用以及相关业务的场所。

三类局站:县级综合楼、省级传输干线站。

四类局站:末端接入网站、移动通信基站、室内分布站等。

### 1.2.2 集中供电方式电源系统的组成

集中供电是指在通信局(站)内只设一个通信电源供电中心(如电力电池室),所有通信设备都由该供电中心的电源供电。集中供电方式电源系统的组成示意图如图 1.1 所示。



注: a 不间断; b 可短时间中断

图 1.1 集中供电方式电源系统组成示意图

下面以集中供电方式为例(见图 1.1),初步介绍通信局(站)电源系统的各组成部分。

#### 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(市电)、变配电系统(包括高压配电设备及其操作电源、降压电力变压器、低压配电设备)、备用电源系统(包括备用发电机组及附属设备、移动电站)、交流不间断电源系统(包括 UPS 主机、相应的蓄电池组、输入输出配电柜)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,一般从 10 kV(线电压)高压电网引入。

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同可用时间和不可用时间之和的比,即

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

在 YD/T 1051—2010 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:是从两个稳定可靠的独立电源引入两路供电线,两路供电线不应有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 0.5 小时,市电的年不可用度应小于  $6.8 \times 10^{-4}$ 。

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的供电方式;
- 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的供电方式。

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

三类市电供电方式:是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:平均月市电故障应不大于 4.5 次,平均每次市电故障持续时间应不大于 8 小时,市电的年不可用度应小于  $5 \times 10^{-2}$ 。

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,市电的年不可用度大于  $5 \times 10^{-2}$ ;或者有季节性长时间停电,甚至无市电可用。

类别不同的供电方式涉及供电系统的可靠性,通信局(站)要与当地供电部门协商,引入适当类别的市电。一类局站原则上应采用一类市电引入;二类局站原则上考虑二类市电引入,具备外市电条件且投资增长不大时可考虑一类市电引入;三类局站,具备条件时引入二类市电,不具备条件时引入三类市电;四类局站可就近引入可靠的 220/380 V 低压市电。

## (2) 变配电系统

高压配电装置和降压电力变压器(又称配电变压器,简称变压器)组成通信局(站)的专用变电站。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和室内专用变电站。

室外小型专用变电站将变压器安装在室外,变压器高压侧常用高压熔断器式跌落开关(跌落式熔断器)进行操作。

室内专用变电站将变压器安装在室内。当变压器容量不大于 315 kVA 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;变压器容量在 630 kVA 以上或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 10 kV 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 10 kV 高压变成 220/380 V 低压,用三相五线制(TN-S 系统)配线方式输送给低压配电设备,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。

低压配电设备进行低压供电的分配、通断控制、监测、告警和保护。在整个低压配电设备中,包括市电油机转换屏,用于由市电供电或备用发电机组供电的自动或手动切换;还包括电容补偿柜,其作用是自动补偿功率因数,使通信局(站)的功率因数保持在 0.90 以上。

## (3) 备用电源系统

通信局(站)一般应配置备用发电机组,当市电停电时,用它供给 220/380 V 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、质量轻、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,用于应急供电。

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和保护地线,必须分别与受电端的相应端子可靠连接。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,应将接备用发电机组输出端三根相线中的任意两根对调。

现在通信局(站)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 45 分钟以上时,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 15 分钟内使备用发电机组启动运行,以保证机房空调等用电。

图 1.1 中保证建筑负荷是指保证照明、消防电梯和消防水泵等负荷;一般建筑负荷是指一般空调、一般照明以及生活用电等负荷。

在一类市电或二类市电供电方式下,备用发电机组的容量应能同时满足通信负荷功率、蓄电池组的充电功率、机房空调功率以及其他保证建筑负荷功率;在三类市电供电方式下,机组容量还应包括满足部分生活用电;如属于四类市电供电方式,则机组容量应包括满足全部生活用电。

#### (4) 交流不间断电源系统(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系统(UPS)及其相应的输入、输出配电柜对其供电。

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(50 Hz 三相 380 V 或单相 220 V)供给负载,供电质量高。

## 2. 直流供电系统

通信局(站)的直流供电系统由高频开关电源系统(简称开关电源)、蓄电池组和相关的馈电线路组成。其中高频开关电源系统是由交流配电屏(或交流配电单元)、整流器、直流配电屏(或直流配电单元)和监控器组成的成套设备。直流供电系统向各种通信设备、直流变换器(DC/DC)和逆变器(DC/AC)等提供直流不间断电源。

#### (1) 交流配电屏

交流配电屏输入低压交流电,对各高频开关整流器等进行供电的分配、通断控制、监测、告警和保护。

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。在容量相对较小的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。

#### (2) 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,而使设备的体积和质量都很大,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,具有体积小、质量轻、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,并且逐渐在实现全数字化控制。

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。

### (3) 蓄电池组

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。

传统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——通过直流配电屏连接,整流器的输出端、蓄电池组和负载始终并联,以一48 V 直流电源系统为例,如图 1.2 所示。交流电

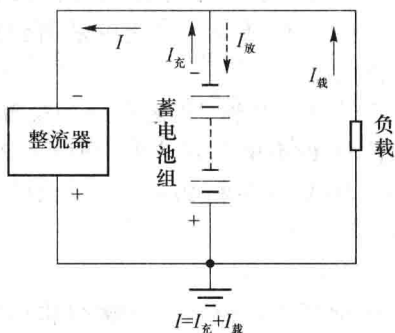


图 1.2 浮充供电原理图

源正常时,整流器输出稳定的“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。

在一48 V 电源系统中,通常采用 24 只 2 V 蓄电池串联构成一个蓄电池组;在一24 V 或+24 V 电源系统中,通常采用 12 只 2 V 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都应相同。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。

近年来,磷酸铁锂电池等新型蓄电池逐渐在通信局(站)应用。

### (4) 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