



通信电源设备 使用维护手册

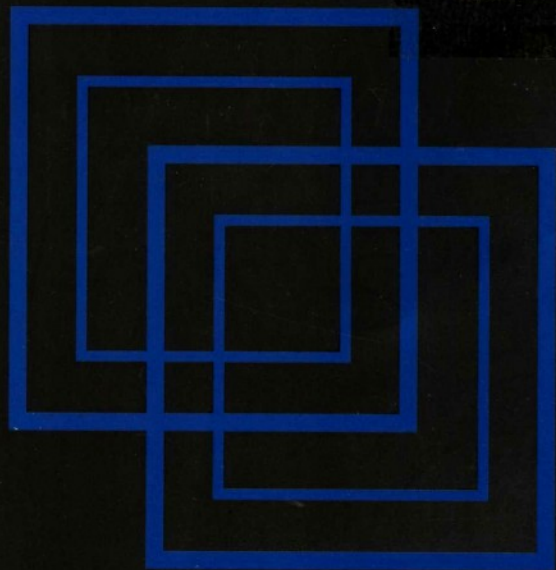
通信用
直流供电系统

刘宝贵 张旭 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

通信电源设备 使用维护手册

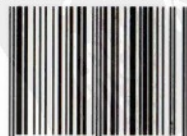
通信用
直流供电系统



封面设计：王建国

人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn

ISBN 978-7-115-17028-6



9 787115 170286 >

ISBN 978-7-115-17028-6/TN

定价：45.00 元

TM721.1/7

2008

通信电源设备 使用维护手册

通信用
直流供电系统

刘宝贵 张旭 编著

人民邮电出版社
北 京



图书在版编目 (CIP) 数据

通信用直流供电系统 / 刘宝贵, 张旭编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.6
(通信电源设备使用维护手册)
ISBN 978-7-115-17028-6

I. 通… II. ①刘…②张… III. 通信系统—直流—供电—电力系统 IV. TM721.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 184111 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用直流供电系统技术。全书共分为 7 章。其中, 前 3 章概述了直流供电系统, 简要介绍了直流供电设备的基本原理和后备电源蓄电池组; 第 4 章着重介绍了直流供电系统工程设计与安装; 第 5 章全面介绍了直流供电系统的安全运行的相关问题; 第 6 章介绍了直流供电系统的电源监控; 第 7 章介绍了直流供电系统的技术发展趋势和下一代通信核心网络电源安全问题。

本书语言简洁, 内容通俗实用, 理论联系实际, 可操作性强。它是从事通信电源管理、维护人员必备的工具书, 也可供从事通信电源设计、制造的工程技术人员阅读参考, 还可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

通信用直流供电系统

-
- ◆ 编 著 刘宝贵 张 旭
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: 18.25
字数: 296 千字
印数: 1—4 000 册
 - 2008 年 6 月第 1 版
2008 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17028-6/TN

定价: 45.00 元

读者服务热线: (010)62119329 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



丛书前言

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

通信电源设备及其供电系统,必须保证通信设备提供稳定、可靠和安全的供电。任何供电系统的故障,都会引起通信的障碍,以致造成大范围通信的瘫痪,故通信电源设备的重要性在整个通信局站中愈显重要。

直流供电系统是通信电源系统中的重要组成部分。20世纪90年代出现的高频开关型整流器,具有体积小、重量轻的特点,并且功率因数、效率和可靠性都很高,已经完全替代传统的相位控制型整流器,成为直流供电系统中的核心设备。

进入21世纪后,高频功率变换技术继续飞速发展,不但在新型电力电子器件、高智能化IC和新电路拓扑在实际电路中的应用,也引导着通信用高频开关电源向着高智能化、集中监控和集中管理的方向发展。

本书是为适应通信用直流供电系统的维护需要而编写的,内容包括直流供电系统的原理、设计、工程和维护,以及国内外直流供电系统的状况与发展趋势等。

本书的编撰工作,得到了李克民和丁涛等许多专家的指导。艾默生网络能源有限公司、武汉普天通信设备集团有限公司以及广州珠江电信设备制造有限公司也提供了大量的资料,并给予了大力支持。谨此,向所有关心和支持本书编撰工作的各级领导、专家以及设备厂商表示衷心的感谢。

由于时间仓促和作者的水平有限,书中难免存在错误或不足之处,敬请专家和读者批评指正。

作 者

2008年1月

目 录

第 1 章 直流供电系统概述	1
1.1 通信设备对电源系统的基本要求	2
1.1.1 基本要求	2
1.1.2 种类要求	3
1.2 通信电源系统的基本组成	4
1.2.1 集中供电方式的组成	4
1.2.2 分散供电方式的组成	6
1.2.3 混合供电方式的组成	8
1.3 直流供电系统的组成	8
1.3.1 整流器	9
1.3.2 蓄电池组	9
1.3.3 直流配电屏	10
1.3.4 接地系统	10
1.4 通信整流设备的主要性能	19
第 2 章 直流供电系统的基本原理	23
2.1 高频开关型电源的基本原理	24
2.1.1 高频开关型电源的组成	24
2.1.2 高频开关型电源的分类	24
2.2 功率变换电路	25
2.2.1 推挽式功率转换电路	25
2.2.2 全桥式功率转换电路	26
2.2.3 半桥式功率转换电路	27
2.2.4 谐振型变换器	29
2.3 功率因数校正电路和负荷均分电路	37
2.3.1 功率因数的基本定义	37
2.3.2 一般开关电源存在的问题	39
2.3.3 功率因数校正的原理和方法	40
2.4 负荷均分电路	41





目 录

第3章 直流供电系统后备电源蓄电池组	45
3.1 阀控式密封铅酸蓄电池组的工作原理	46
3.1.1 蓄电池的工作原理	46
3.1.2 阀控式密封铅酸蓄电池的结构特点	51
3.1.3 阀控式密封铅酸蓄电池的充放电与寿命	55
3.2 蓄电池的选择	61
3.2.1 蓄电池的额定容量	61
3.2.2 蓄电池的指标	61
3.3 蓄电池的使用与维护	62
3.3.1 蓄电池的运行环境与安装	62
3.3.2 阀控式密封铅酸蓄电池的运行与维护	66
3.3.3 阀控式密封铅酸蓄电池的故障排除	71
第4章 直流供电系统工程设计与安装	73
4.1 直流供电系统的工程设计	74
4.1.1 交流供电的设计	74
4.1.2 高频开关电源的设计	77
4.1.3 直流配电系统的设计	81
4.1.4 蓄电池的配置与选择	85
4.1.5 防雷接地系统的设计	87
4.2 直流供电设备工程安装	95
4.2.1 直流供电系统安装前现场检查	95
4.2.2 直流供电系统各种机柜安装	96
4.2.3 电力导线的敷设	98
4.3 直流供电系统设备调试	100
4.3.1 直流供电系统上电调试	100
4.3.2 监控模块参数设定	102
4.4 直流供电系统割接的技术要求	102
4.4.1 直流供电系统割接的定义和概述	102
4.4.2 基本原则	103
4.4.3 割接前的现场勘察和准备工作	104
4.4.4 割接方案和应急预案的制定	107
4.4.5 割接工程的实施阶段	109
4.4.6 割接工程的善后阶段	112

4.4.7	出现重大异常情况的处理	113
4.4.8	应急流程的启动和上报制度	113
4.4.9	直流供电系统割接工程流程	113
第 5 章	直流供电系统的安全运行	115
5.1	直流供电系统安全正常运行的指标	116
5.2	直流供电系统日常操作及维护	119
5.2.1	整流器的日常操作	119
5.2.2	直流配电系统供电回路的操作	123
5.2.3	蓄电池组的操作	125
5.2.4	直流供电系统的日常维护	126
5.3	常见高频开关电源系统的维护	133
5.3.1	艾默生公司 PS481000-2/100 系列高频开关电源系统的维护	133
5.3.2	洲际 DUM14 智能大容量高频开关电源系统的维护	160
5.4	直流供电系统可靠性评估	176
5.4.1	设备的安全性评估	176
5.4.2	设备安装工程质量水平的安全性评估	179
5.4.3	系统运行维护水平的安全性评估	180
5.4.4	与直流供电系统相关的环境系统的安全性评估	182
5.4.5	人力资源和管理系统的安全性评估	183
5.5	直流供电系统故障处理	185
5.5.1	艾默生 PS 系列中大容量高频开关电源系统故障与检修	185
5.5.2	中兴 ZXDU3000 大型开关电源系统故障与检修	243
5.5.3	珠江 PRS6300 高频开关电源系统故障与检修	248
5.6	直流供电系统设计和使用中存在的缺陷	254
5.6.1	整流模块散热采用前送风	254
5.6.2	整流模块机架后送风散热空间不够	255
5.6.3	机架前后门采用螺丝固定	255
5.6.4	前、后门离直流配电铜排、带电线路太接近	255
5.6.5	在直流配电屏直流输出母排中设置过电压吸收器	256
5.6.6	当监控模块发生故障或丧失功能时整流器自动关闭输出	256
5.6.7	蓄电池保护熔丝起不到应有的保护作用	257
5.6.8	合理利用好直流配电屏中的所有接线端子资源	257
5.6.9	在直流配电系统中, 应注意配电网的合理使用	257
5.6.10	机架顶铜排汇流连接方式的正负极容易发生短路事故	258



目 录

5.6.11 部分直流负载端机架采用机架体作为导线对负载进行配电	258
第 6 章 直流供电系统的电源监控	259
6.1 直流供电系统电源监控的作用	260
6.2 直流供电系统电源监控的特点	260
6.3 直流供电系统监控的主要类别	261
6.4 直流供电系统的监控量	261
6.5 直流供电系统电源监控系统的管理功能	263
6.5.1 配置管理	264
6.5.2 故障管理	264
6.5.3 性能管理	265
6.5.4 安全管理	265
6.6 基础监控单元	265
6.6.1 整流模块的监控单元	265
6.6.2 直流配电的监控单元	266
6.6.3 交流配电的监控单元	267
第 7 章 直流供电系统的技术发展趋势	269
7.1 国内外通信电源的发展现状	270
7.2 通信电源的发展趋势	270
7.2.1 半导体和电路器件	271
7.2.2 新的控制方法和技术	272
7.2.3 高智能化集中监控系统	274
7.3 下一代通信核心网络电源安全问题	275
7.3.1 下一代通信核心网络的构成	275
7.3.2 下一代网络核心机房的供电现状	275
7.3.3 下一代通信核心网络供电安全问题	277
7.3.4 下一代通信核心网络使用直流电研究	278



第 1 章

直流供电系统概述

通信电源系统是整个通信网络的心脏和源动力，在通信系统中的地位举足轻重。通信电源系统安全可靠运行是确保通信系统正常运行的首要条件。为了确保可靠供电，由交流电源供电的通信设备都应当采用交流不间断电源；由直流电源供电的通信设备则应当采用整流器与蓄电池组并联浮充的供电方式。为了提高直流供电系统的供电可靠性，均采用多整流模块冗余备份并联工作的方式。

本章概述通信设备对电源系统的基本要求、通信电源系统的基本组成、直流供电系统的组成以及通信整流设备的主要性能。



1.1 通信设备对电源系统的基本要求

1.1.1 基本要求

为通信设备及保证通信的建筑负荷供电的各种电源设备组成的供电系统，称之为通信电源系统。通信电源系统是通信网络的动脉和心脏，在通信系统中的地位举足轻重。随着通信事业的飞速发展，我国主要通信设备都已经达到或部分超越世界先进水平，进入 21 世纪通信网络总体规模已经跃居世界前列。因此，对通信局（站）电源系统提出以下几个方面更加严格的要求。

1. 供电可靠性

为了确保通信畅通，除了必须提高通信设备和通信网络的可靠性外，还必须提高通信电源系统的可靠性。通信电源系统的安全可靠运行是确保通信系统正常运行的首要条件。为了确保可靠供电，由交流电源供电的通信设备都应当采用具备一定后备时间的交流不间断电源；由直流电源供电的通信设备则应当采用整流器与蓄电池组并联浮充的供电方式。为了提高直流供电系统的供电可靠性，均采用多整流模块冗余备份并联工作的方式。这样，当某一个模块发生故障时，不会影响整体供电的安全。同一局（站）重要的通信设备应与分别设置几套完全独立的供电系统，以保障供电的高可靠性。

通信电源的可靠性一般用不可用度指标来衡量。不可用度指标是指因电源供电系统故障引起的由该电源系统供电的通信系统全部阻断的时间与阻断时间和正常供电时间之和的比。

$$MTBF = \frac{T_{\text{阻断时间}}}{T_{\text{阻断时间}} + T_{\text{正常时间}}}$$

根据 YD/T 1051—2000《通信局（站）电源系统总技术要求》的规定，省会城市和大区中心通信综合枢纽（含国际局）、市话汇接局、电报（数据）局、无线局、长途传输一级干线站、5 万门以上市话端局以及特别规定的其他通信局（站），其电源系统的不可用度应不大于 5×10^{-7} ；地/市级城市综合局、1~5 万门市话局、长途传输二级干线站或相当的通信局（站）等，其电源系统的不可用度应不大于 1×10^{-6} ；县（含县级市）综合局、万门以下的市话局、县本地网汇接局和端局的电源系统的不可用度应不大于 5×10^{-6} 。

1.1 通信设备对电源系统的基本要求

2. 供电质量

供电稳定包含 3 个含义：一是对电源本身的供电质量而言，电源电压在市电和设备负载变化时，交直流供电电压应当稳定，不应产生过大的波动，过大的波动电压势必影响工作在浮充状态下的蓄电池组，降低直流后备电源的可靠性；二是从工程设计角度而言，电源电压不应超过允许的变化范围，超过通信设备正常工作允许的上下限将可能损坏通信设备的电子元器件；三是直流电源电压中的脉动成分必须低于允许值，交流脉动成分过高，将严重影响通信质量。

交流电源的电压和频率是标志交流电能质量的两个重要的指标。通信设备允许由 380/220V, 50Hz 交流基础电源直接供电时，在通信设备的电源输入端子处的电压允许变动范围为额定值的+5%~-10%；通信电源设备及重要建筑用电设备用交流供电时，在设备的电源输入端子处测量的电压允许变动范围为额定值的+10%~-15%；频率允许的变动范围为-4%~+4%，电压波形畸变率应小于 5%。交流电源的其他指标应符合有关规定。要求不间断交流供电的通信设备，需要由具备一定后备时间的交流不间断电源供电。

通信设备需要的直流基础电源趋于简化为-48V。直流电源的电压和杂音是标志直流电能质量的两个重要指标。通信机房内每个机架直流电源输入端子处的电压为-48V，电源电压的变动范围为-57V~-40V，电话衡重杂音应不大于 2mV。此外，峰—峰杂音、宽频杂音、离散杂音等指标也应符合有关规定。

3. 供电经济性

通信电源的经济性是指通信局（站）电源系统在满足供电可靠性和电能质量要求的前提下，基建投资尽可能少，年运行费用尽可能低。随着通信设备的容量日益增加，电源系统的负荷不断增大，为了节省电能，必须采用高效率电源设备，以尽可能地节约能量，提高能源的利用率和经济效益。

4. 供电灵活性

随着通信网络和通信技术的飞速发展，通信设备趋于小型化、集成化，不但要求通信电源系统要具有发展和扩容的灵活性，还要求通信电源装置也必须实现小型化、集成化。技术更先进的开关电源设备，由于体积小、重量轻，扩容更方便，已经基本成为了通信领域的首选配置。

1.1.2 种类要求

目前，直流供电系统的基础电源趋于采用标称电压为-48V 的直流通信电



源系统。随着微电子技术和计算机技术在通信设备中的大量应用，对工作电源的标称电压也有各种的要求。通常，通信基础电源指-48V 直流电，所有各种不同工作电压的机架电源，均是通过 DC/DC 变换器将基础电源转换后使用的。由于广泛采用了 DC/DC 变换技术，对输入电压的要求比较宽，属于宽电压范围直流供电系统，使得维护、设计和电源供电设备种类得到了简化。

交流负荷设备分为两种：一种是担负生产任务的，不允许瞬间中断供电的交流负载，需要具备一定的后备时间的交流不间断电源予以供电；另一种是辅助作业的，允许间断供电的交流负载，可以通过交流稳压设备直接供电。

1.2 通信电源系统的基本组成

为了满足各种通信设备负荷用电的需要，通信电源系统通常由交流供电系统、直流供电系统和防雷接地系统一起组成集中供电方式、分散供电方式和混合供电方式，为通信设备提供高可靠、高稳定、高效率的交、直流电源。

1.2.1 集中供电方式的组成

集中供电方式的电源系统，即采用将供电设备集中和供电负荷集中的供电方式。该系统由交流供电系统、直流供电系统和防雷接地系统组成，其系统的组成方框示意图如图 1-1 所示。

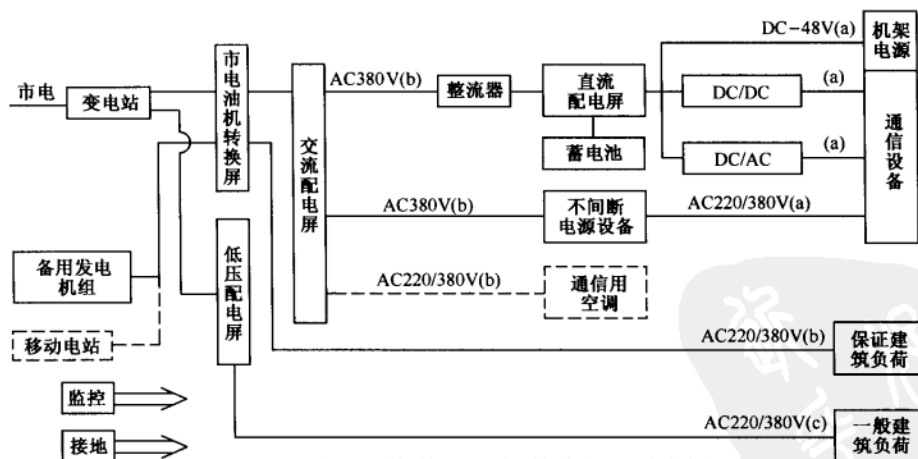


图 1-1 集中供电方式的组成

1. 交流供电系统

由图 1-1 可见, 该模式的通信电源系统的交流供电系统包括变电站供给的交流电源 (高压市电或低压市电)、油机发电机供给的自备交流电源和 UPS。通信机楼的市电电源一般都由高压电网供给。为了提高供电可靠性, 重要通信枢纽局一般都由两个变电站引入两路高压电源: 一路由专线引入的为主用, 另一路备用。电信局内通常都设有降压变电室。室内装有高、低压配电屏和降压变压器。通过这些变、配电设备, 先把高压市电变为低压交流电源 (三相 380V), 然后供给整流设备和照明设备。

为了负载端不间断供电, 电信局内一般都配有油机发电机组。当市电中断时, 通信设备可由油机发电机组供电。目前, 国内已广泛采用无人值守的自动起动的油机发电机组。该发电机组在市电中断时, 油机发电机能自动启动。由于市电比油机发电机供电更经济可靠, 因此, 在有市电的条件下, 通信设备一般都应由市电供电。低压市电和油机发电机的转换可由市电/油机转换屏来完成。低压交流配电屏可以将低压交流电分别送到整流器、照明设备和空调装置。此外, 它还能监测交流电压和电流的变化。当市电中断或电压发生较大变化时, 能够自动发出告警信号。为了确保通信电源不中断、无瞬变, 部分重要通信设备交流电源采用交流不间断系统 (UPS)。这种电源系统一般由蓄电池、整流器、逆变器和静态开关等部分组成。当市电正常时, 市电经整流和逆变后, 给通信设备提供高可靠、高稳定的交流电源, 此时蓄电池组处于并联浮充工作状态; 而当市电中断时, 蓄电池组后备电源通过 UPS 的逆变器给通信设备不间断地供电。逆变器和旁路市电的转换由交流静态开关来完成。

2. 直流供电系统

集中供电方式的直流供电系统由整流器、蓄电池组、直流变换器和直流配电屏等部分组成。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组和负载连接。当通信设备需要多种不同数值的电压时, 可以采用直流变换器将基础电源的电压变换为所需的电压。由于直流供电系统中设置了蓄电池组, 因此可以保证不间断供电。

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将整流器与蓄电池组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组补充充电, 以补充蓄电池因局