



通信电源设备 使用维护手册

通信用
UPS及逆变器

刘涛 魏巍 张世杰 等 编著

TN86/67

2008

通信电源设备 使用维护手册

通信用
UPS及逆变器

刘涛 魏巍 张世杰 等 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

通信用 UPS 及逆变器/刘涛, 魏巍, 张世杰等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.5
(通信电源设备使用维护手册)
ISBN 978-7-115-17275-4

I. 通… II. ①刘…②魏…③张… III. ①通信系统—不停电电源—基本知识②通信系统—逆变器—基本知识
IV. TN86 TM464

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 186931 号

内 容 提 要

在通信行业, UPS 作为保障通信网络畅通的重要设备, 越来越受到关注和重视。如何科学、合理、经济地选用、配置、安装、验收、使用和维护好通信用 UPS, 是电源维护人员及有关管理人员必须掌握的知识和技能。本书围绕这几方面的内容进行了比较全面、深入的阐述, 并且在理论知识与实践经验相结合的基础上, 突出实用性。

本书共 10 章。第 1 章介绍 UPS 的基本概念和知识; 第 2 章介绍 UPS 的工作原理; 第 3 章介绍 UPS 供电系统的组成; 第 4 章介绍 UPS 设备的安装、调试和验收; 第 5 章介绍 UPS 的日常维护管理; 第 6 章介绍 UPS 系统的故障分析及处理; 第 7 章介绍 UPS 故障案例分析及处理; 第 8 章介绍 UPS 的集中监控管理; 第 9 章介绍 UPS 的技术发展; 第 10 章介绍逆变器的知识和安装使用方法。

本书主要适合从事通信电源维护工作的人员, 也适合相关的工程技术人员和管理人员。

通信电源设备使用维护手册

通信用 UPS 及逆变器

-
- ◆ 编 著 刘涛 魏巍 张世杰 等
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: 16.5
字数: 266 千字 2008 年 5 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2008 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17275-4/TN

定价: 40.00 元

读者服务热线: (010)67119329 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

在我国，UPS 的应用已经非常广泛，在计算机、信息通信、广播电视、银行证券、自动化控制领域，甚至在政府部门的供电系统中，都采用 UPS 做整个供电系统的核心设备。UPS 及其供电系统设置在市电网与负载之间，惟一的目的是改善负载的供电质量，并且在市电有故障时保证负载设备能够不间断地得到供电，以保证负载正常运行。因此，正确、合理地配置并且使用维护好 UPS，是非常重要的。

在通信行业，UPS 作为保障通信网络畅通的重要设备，越来越受到关注和重视。如何科学、合理、经济地选用、配置、安装、验收、使用和维护好通信用 UPS，是电源维护人员及有关管理人员必须掌握知识和技能。本书围绕这几方面的内容进行了比较全面、深入的阐述，并且在理论知识与实践经验相结合的基础上，突出实用性。希望能对广大读者有所帮助。

由于作者水平有限，书中难免有不足之处，敬请给予批评指正。

本书主要编著人员：刘涛、魏巍、张世杰、李锁林、周桂香、王宏

作 者

2008 年 1 月

目 录

通信用UPS及逆变器

第 1 章 概述	1
1.1 UPS的定义	2
1.2 UPS的特点	2
1.3 UPS的作用	3
1.4 UPS的分类	3
1.4.1 按电路主结构分类	3
1.4.2 按后备时间分类	4
1.4.3 按输入/输出方式分类	5
1.4.4 按输出波形分类	5
1.4.5 按输出容量分类	5
1.5 UPS的功能	5
第 2 章 UPS 的基本工作原理	7
2.1 UPS的主要类别及主要组成部分	8
2.2 不同类型UPS的基本工作原理	9
2.2.1 后备式 UPS 的基本工作原理	9
2.2.2 在线互动式 UPS 的基本工作原理	11
2.2.3 在线式 UPS 的基本工作原理	14
2.2.4 几种 UPS 产品的工作特点	26
第 3 章 UPS 供电系统的组成	47
3.1 串联冗余	48
3.2 并联冗余	49
3.2.1 并联控制技术	52
3.2.2 并联方式	53
3.2.3 并联台数	55
3.2.4 蓄电池连接	55
3.3 双总线UPS的冗余	56





目 录

3.3.1	系统总体要求	57
3.3.2	UPS 冗余供电系统的总体设计	57
3.4	模块化UPS	59
3.5	热同步并机UPS供电系统	61
3.5.1	热同步并机技术的工作原理	61
3.5.2	选择性脱机跳闸调控原理	62
3.5.3	热同步 UPS 并机系统	63
3.6	不同类型UPS在UPS供电系统中的适用性	65
3.6.1	后备式 UPS	65
3.6.2	在线式 UPS	65
3.6.3	双逆变电压补偿在线式 UPS	65
3.6.4	在线互动式 UPS	66
3.7	UPS冗余供电系统	66
3.7.1	UPS 冗余技术的高可用性	67
3.7.2	UPS 冗余方式的选择	69
3.8	UPS系统应用中的问题	72
3.8.1	双路供电	73
3.8.2	三进单出(3/1) UPS	73
3.8.3	UPS 系统和柴油发电机组接口问题	74
3.8.4	UPS 应用中应注意的问题	80
3.9	UPS系统的主要技术指标	81
3.9.1	UPS的标称(额定)运行参数	81
3.9.2	UPS 的输入特性	81
3.9.3	UPS 的输出特性	82
3.9.4	集中监控和网管功能	86
3.9.5	对工作环境的适应性	87
第4章	UPS设备的安装、调试、验收和试运行	89
4.1	UPS设备的安装	90
4.1.1	取货	90
4.1.2	存放	90
4.1.3	就位	90

4.1.4	UPS 电源安装场地的准备	90
4.1.5	UPS 电源输入输出接线准备	91
4.1.6	电缆的选择与施工的要求	91
4.2	UPS 设备开箱后的检查工作	92
4.3	安装中应注意的问题	93
4.3.1	UPS 电源的固定和检查	93
4.3.2	做好 UPS 电源的各种接线工作	93
4.3.3	做好安装前的收尾工作	94
4.4	UPS 的调试	94
4.4.1	调试前的检查	94
4.4.2	调试时使用的仪器仪表应准备齐全	95
4.4.3	上电步骤	95
4.5	UPS 设备的验收项目	96
4.5.1	UPS 设备通电检测	96
4.5.2	UPS 验收应提供的文件记录	96
4.6	UPS 的试运行及验收	97
4.7	UPS 配套蓄电池技术	97
4.7.1	UPS 系统配套电池的选配及技术指标	97
4.7.2	蓄电池的检查、测试、充放电	103
4.7.3	蓄电池的安装及使用注意事项	109
第 5 章	UPS 系统的日常维护管理	113
5.1	UPS 系统的主要电气指标	114
5.2	UPS 系统的维护要求	114
5.2.1	维护工作的重要性	114
5.2.2	维护工作的智能化	115
5.3	UPS 系统的日常维护	115
5.3.1	日常维护周期	115
5.3.2	年检	116
5.4	UPS 运行中的注意事项	117
5.5	UPS 配套蓄电池的日常维护管理	118
5.5.1	蓄电池的日常维护	118



目 录

5.5.2	蓄电池的故障分析	119
5.5.3	蓄电池的管理	126
5.5.4	延长蓄电池使用寿命的有效措施	133
5.6	UPS系统的应急预案	136
5.6.1	应急预案制定原则	136
5.6.2	对大型UPS系统应急预案的几点建议	136
第6章	UPS系统的故障分析及处理	137
6.1	常见故障的处理方法	138
6.2	常见故障	138
6.2.1	不逆变	138
6.2.2	不稳压	138
6.2.3	不充电	139
6.2.4	不能用市电	139
6.2.5	UPS不能正常启动	139
6.2.6	UPS在运行中频繁地转换到旁路供电方式	140
6.2.7	当市电中断时,UPS也自动停机	140
6.3	UPS的人为故障	140
6.3.1	怀疑故障	141
6.3.2	知识性故障	141
6.3.3	操作故障	142
6.3.4	延误故障	142
6.3.5	维护故障	143
6.3.6	经验故障	143
6.3.7	交接故障	144
6.3.8	环境故障	144
6.4	艾默生系列产品常见故障及处理流程	145
6.5	SICON系列产品常见故障及处理流程	148
6.6	中达系列产品常见故障及处理流程	153
第7章	UPS故障案例分析及处理	167
7.1	故障的处理原则与方法	168
7.2	故障案例分析	168

7.2.1	并机故障	168
7.2.2	不同步故障	168
7.2.3	蓄电池故障	172
7.2.4	电容器故障	179
7.2.5	干扰故障	185
7.2.6	配电故障	188
7.2.7	散热故障	192
7.2.8	主控板故障	201
7.2.9	变压器故障	205
7.2.10	其他故障	207
第 8 章	UPS 的集中监控管理	213
8.1	监控管理的目的	214
8.2	UPS监控系统使用及维护的基本任务	215
8.3	监控管理项目	215
8.4	监控管理参数的设定	216
第 9 章	UPS 的技术发展	217
9.1	UPS主电路的未来设计理念	218
9.1.1	功能方面	218
9.1.2	可用性方面	219
9.1.3	电路技术方面	219
9.1.4	工艺结构方面	220
9.1.5	品种方面	220
9.2	UPS的发展趋势	221
9.3	UPS的主要特点	222
9.3.1	绿色无污染	222
9.3.2	智能化	222
9.3.3	小型化	222
9.3.4	高可靠性	223
9.3.5	高效率	223
9.3.6	完善的电池管理	223
9.3.7	并联运行的分布电源系统	224



9.3.8 控制电路的数字化	224
第 10 章 逆变器	225
10.1 概述	226
10.2 逆变器的分类	226
10.3 逆变器的工作原理	227
10.3.1 全控型逆变器的工作原理	227
10.3.2 半控型逆变器的工作原理	228
10.4 几种逆变器产品的特点	231
10.4.1 普天系列产品	231
10.4.2 中达系列产品	235
10.5 逆变器设备的安装、调试、验收和试运行	239
10.5.1 设备安装	239
10.5.2 安装中应注意的问题	241
10.5.3 逆变器的调试	242
10.5.4 逆变器的验收	243
10.5.5 逆变器的试运行及验收	244
10.5.6 逆变器系统的安全运行	244
10.6 逆变器系统故障分析及处理	245
10.6.1 普天系列产品常见故障及处理流程	245
10.6.2 中达系列产品常见故障及处理句号	247
10.7 逆变器案例分析	247





第 1 章

概 述

UPS 是一种交流不间断供电电源系统，即是一种能为负载提供不间断、不受外部干扰的交流电连续供电的系统。它具有供电质量高、效率高、可靠性高、损耗低、故障率低，维护容易等优点。因此，UPS 作为新型的供电系统得到了迅速的发展和广泛的应用，许多对供电质量要求很高的用电设备，如计算机、通信设备等，都采用 UPS 作为整个供电系统的核心设备。



1.1 UPS 的定义

UPS 的英文全称是 Uninterruptible Power Supply, 它是一种交流不间断供电电源系统, 即 UPS 是一种能为负载提供不间断、不受外部干扰的交流电连续供电电源系统。这里需要强调的是: UPS 是指包括 UPS 主设备和为其配套的配电设备在内的系统, 而不是指单一的设备。

1.2 UPS 的特点

(1) 供电可靠性高

由于 UPS 能够为负载提供主、备两套供电系统, 而且备用电源和主电源通过静态开关进行切换, 切换时间极短且主、备电源始终保持锁相同步, 故停电时从负载侧看来, 电源没有丝毫的中断, 这就为负载连续、可靠地运行提供了强有力的保障。

(2) 供电质量高

UPS 采用了微机控制的电子负反馈电路, 因此其输出电压稳定度较高, 可以达到 $\pm 0.5\% \sim \pm 2\%$ 。同时, 由于 UPS 利用石英晶体振荡来控制逆变器的频率, 故输出频率稳定, 稳定度可达 $\pm 0.01\% \sim \pm 0.5\%$, 电压失真度也较小 (电压畸变小于 1% 时, 不存在潜波失真的问题)。

(3) 效率高, 损耗低

由于 UPS 中的逆变器采用了 PWM (Pulse-Width Modulation, 脉冲宽度调制) 技术, 因此它具有开关电源的一系列优点。通过精确调整脉冲宽度, 可保证功率稳定输出。同时, 开关管在截止期间没有电流流过, 故自身损耗小, 其供电效率可达 90% 以上。

(4) 故障率低, 维护容易

由于采用了微处理器监控技术和先进的 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, 绝缘栅双极晶体管)、驱动型 SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation, 正弦波脉冲宽度调制) 技术等, 目前 UPS 的可靠性已达到了极高的水平。对于大型 UPS, 其单机的年平均故障间隔时间 (MTBF) 超过 $20 \times 10^5 \text{h}$ 已不成问题。如果采用双总线输入加双总线输出的多机“冗余”型 UPS 供电系统, 其 MTBF 甚至可达 $1 \times 10^6 \text{h}$ 的数量级。

1.3 UPS 的作用

许多重要的用电设备,如计算机、通信设备等对供电质量的要求很高,不仅要求不停电,还要求电压和频率稳定且波形完好,因此不间断电源(UPS)的新型供电系统得到迅速发展和普及。通信机房除了以直流-48V 用电设备为主外,还有交流 380V/220V 的用电设备。

-48V 直流电源是通信机房最重要的基础电源,但随着通信行业的飞速发展,新的用电趋势已发生变化,各通信机房 UPS 供电负荷与直流供电负荷比例已达到相当的比例,UPS 电源将成为通信机房主要的基础电源,因此 UPS 系统的供电质量成为通信网络畅通的主要命脉之一。

1.4 UPS 的分类

UPS 的品牌和种类繁多,可从电路主结构、后备时间、输入/输出方式、输出波形和输出容量等 5 个方面对其进行分类,其中按电路主结构进行分类是目前最常用的分类方法。

1.4.1 按电路主结构分类

(1) 后备式 UPS

后备式 UPS 在市电供电正常时,市电直接通过交流旁路和转换开关向负载供电,交流旁路相当于一条供电回路,逆变器不工作,此时供电效率高但质量差。为此,在交流旁路上配置了交流稳压电路和滤波电路加以改善。当市电异常时,后备式 UPS 通过转换开关切换到由蓄电池提供电能的状态,逆变器进入工作状态,此时输出波形为交流正弦波或方波。后备式 UPS 存在切换时间,一般为 4~10ms。

(2) 在线式 UPS

在线式 UPS 一般采用双变换模式。当市电正常时,在线式 UPS 输入交流电压,通过充电电路不断对蓄电池进行充电,同时 AC/DC 电路将交流电压转换为直流电压,然后通过脉冲宽度调制技术,由逆变器再将直流电压逆变成交流正弦波电压并供给负载,起到无级稳压的作用。当市电中断时,后备蓄电池开始工作,此时蓄电池储存的电能通过逆变器转换成交流正弦波或方波并供给负载,因此无论是在市电供电正常时还是市电中断、由蓄电池逆变供电期间,



逆变器始终处于工作状态，这就从根本上消除了来自电网的电压波动和干扰对负载的影响，真正实现了对负载的无干扰、稳压、稳频以及零转换时间。

(3) 双逆变电压补偿在线式 UPS

双逆变电压补偿技术也称为 Delta 技术，是目前国际上最先进的技术，它成功地将交流稳压技术中的电压补偿原理运用到 UPS 的主电路中。当市电正常时，两组逆变器只对输入电压与输出电压的差值进行调整和补偿，逆变器承担的最大功率仅为输出功率的 20%。

(4) 在线互动式 UPS

在线互动式 UPS 是介于后备式 UPS 和在线式 UPS 工作方式之间的 UPS 设备，它集中了后备式 UPS 效率高和在线式 UPS 供电质量高的优点。在线互动式 UPS 的逆变器一直处于工作状态，具有双向功能：在市电正常时，UPS 的逆变器处于反向工作状态，给蓄电池组充电，起充电器的作用；在市电异常时，逆变器立刻转入逆变工作状态，将蓄电池组的直流电压转换为交流正弦波并输出。在线互动式 UPS 也有转换时间，但比后备式 UPS 短，保护功能较强。另外，它还采用了铁磁谐波变压器，在市电供电时具有较好的稳压功能。

1.4.2 按后备时间分类

(1) 标准机

配备有内置蓄电池组的 UPS 称为标准机。由于受体积和重量的限制，标准机仅局限于中、小功率的 UPS。

(2) 长效机

需外接蓄电池组的 UPS 称为长效机，长效机的容量从几百伏安到几万伏安可供选择。在实际应用中长效机有着很大的机动性，用户可以根据自己所需后备时间的长短来确定采用何种容量的蓄电池。UPS 的后备时间与蓄电池容量的关系可以根据以下的公式来确定：

$$C = \frac{PP_F}{U\eta C_1}$$

其中：C——蓄电池容量，单位为安时（A·h）。

P——UPS 的额定功率，单位为伏安（V·A）。

P_F ——UPS 的功率因数。