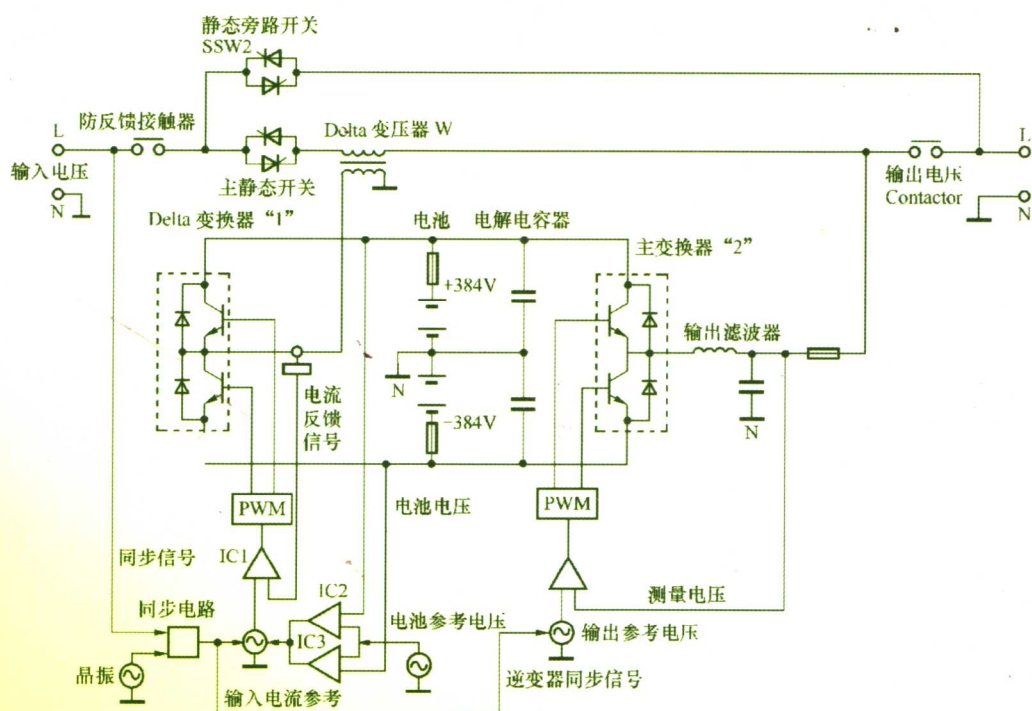


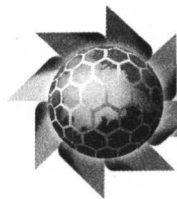


现代通信电源使用维护培训丛书

新型不停电电源(UPS) 的管理使用与维护

王其英 刘秀荣 编著

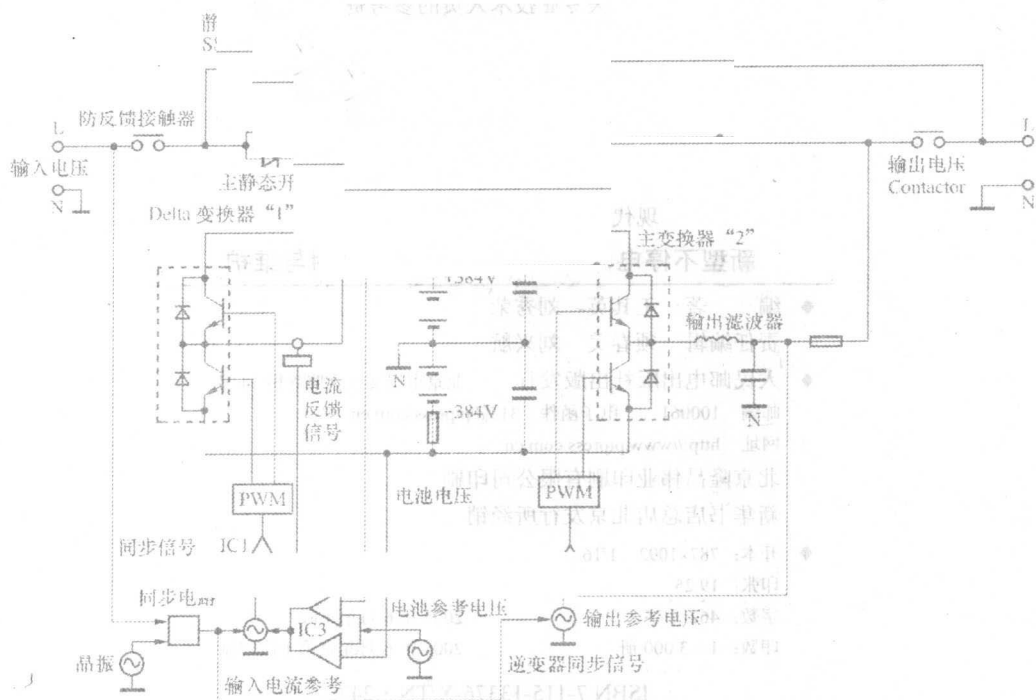




现代通信电源使用维护培训丛书

新型不停电电源(UPS) 的管理使用与维护

王其英 刘秀荣 编著



人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新型不停电电源 (UPS) 的管理使用与维护/ 王其英, 刘秀荣编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2005.6

(现代通信电源使用维护培训丛书)

ISBN 7-115-13376-X

I. 新... II. ①王...②刘... III. ①不停电电源—基本知识 IV. TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 027393 号

内 容 提 要

本书系“现代通信电源使用维护培训丛书”之一, 全书共分 10 章。第一章绪论主要介绍 UPS 电源的基本功能和技术概况及性能指标, 以及如何选用; 第二章主要介绍 UPS 的基本电路和工作原理; 第三章介绍 UPS 的管理与监控; 第四章和第五章介绍 UPS 电源装置中的常用电路和 UPS 所选用的蓄电池; 第六章介绍大型 UPS 电源的装与调试; 第七章为 UPS 的操作维护与检修; 第八章介绍 UPS 电源的显示功能; 第九章和第十章分别介绍最新双变换结构的串并联调整 UPS 和 UPS 的连接新方案。

本书内容丰富、实用性强, 主要面向从事 UPS 电源系统维护和管理的人员, 作为工具参考书和培训教材, 也可作为相关专业技术人员的参考资料。

现代通信电源使用维护培训丛书

新型不停电电源 (UPS) 的管理使用与维护

-
- ◆ 编 著 王其英 刘秀荣
责任编辑 须春美 刘兴航
 - ◆ 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: 19.25
字数: 462 千字
印数: 1—3 000 册
 - 2005 年 6 月第 1 版
2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13376-X/TN · 2475

定价: 29.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

编 审 委 员 会

顾 问： 张廷鹏 杨世忠

主 任： 张生舟 向 伟

副主任： 徐雄敏 林永江

委 员： （按姓氏笔画为序）

王志良 王其英 刘兴航 刘秀荣 吴铁军

贾继伟

丛书策划： 须春美 刘兴航

前 言

20 世纪 90 年代初, 邮电部通信电源情报网会同人民邮电出版社组织编写了《通信电源新技术与新设备丛书》一套共 8 册, 已在市面上广泛流传, 受到了广大读者的欢迎。有的书如《通信用高频开关电源》经第 3 次印刷已销售一空。由于当时对这些新设备新技术从未使用过, 故无法在国内找到作者将这些设备的使用与维护编写成书。

经过近几年来运行维护, 浙江省电信科学技术研究所电源维护支撑中心已陆续发表过很多相关文章, 也编写了一些培训教材。

为了进一步提高通信电源部门管理与技术人员水平, 这次由浙江省电信科学技术研究所电源维护支撑中心与人民邮电出版社共同组织力量编写的这套丛书——“现代通信电源使用维护培训丛书”, 专门针对 20 世纪 90 年代初出现的新设备和新技术, 对其技术性能、使用维护经验和存在的问题以及将来的发展趋势做了比较详细的介绍。现已编写完稿或即将完稿的有《通信电源的科学管理与集中监控》、《阀控式密封蓄电池的维护和保养》、《通信电力机务员读本》和《新型不停电电源(UPS)的管理使用与维护》等书, 今后还将组织编写《柴油发电机组的自动控制》、《通信专用空调技术及其维护与发展》、《通信电源系统的改革》(均为暂定名)等书。

这套丛书都是由一线的工程技术人员和学校教师共同协作完成, 书中既有实践经验介绍, 又有基本理论阐述, 内容全面新颖, 深入浅出, 可供从事通信电源专业工作人员阅读, 也可以作为大中专院校教学参考书。

谨以本书献给为中国通信电源事业兢兢业业 奉献毕生精力的老专家 老学者 以及广大奋战在一线的通信电源工作者们

编者的话

本书是在浙江省电信科学研究所电源维护支撑中心及人民邮电出版社组织指导下编写的。

本书针对我国通信用电源的客观实际,从长期的维护与管理实践中,总结了不停电电源(UPS)管理和集中监控的方法,并详细介绍 UPS 电源在安装、维护和检修中的具体操作程序,以及对电源集中监控管理、工程建设、维护管理的知识与经验。

UPS 在我国通信中的应用历史最长也最为普遍,在使用中培养了一大批技术人才,为今后通信技术的进一步发展奠定了基础。在长期的工作中,UPS 的维护人员积累了大量的经验。为了使这些经验系统化、理论化和培养后来者,本书介绍了构成 UPS 的基本电路、基本工作原理和长期以来仍有些模糊不清的基本概念。针对当代技术的发展,对 UPS 的管理与监控也有了新的措施,比以往更细致、更精确,不但有了直观而友好的人机界面,而且也有了集中监控和远程监控的措施,从而极大地减轻了维护人员的工作量。

由于 UPS 的用途越来越广,除单台 UPS 外,在很多场合也用多台进行增容和冗余,原来的单相和三相 UPS 已不能满足要求,三进单出结构的机器应运而生。单路市电供电、市电加发电机供电和双路市电供电等都在不同场合得到了应用。但有些连接问题在当时看来很有道理,而在实际应用中却出了问题,本书也对这些问题进行了讨论。

由于通信量的不断扩大,UPS 的容量也相应地加大,因此以往不被重视的损耗问题、输入谐波问题和 UPS 的带载能力问题已被提到日程上来。为了解决这些问题和推动 UPS 技术的发展,新的电路也开始问世和投入使用,本书也对这种新技术的电路构成和工作原理进行了较详细的介绍。

本书内容涉及面广,内容丰富且深入浅出,对初学者而言可从基础知识和基本概念开始再步步深入;对从事多年维护、使用和研究的读者也有需要进一步探讨的问题。总之,本书对各个层次的读者都能起到抛砖引玉的作用。

本书第一、二、三、九、十章主要由王其英编写,第四、五、六、七、八章主要由刘秀荣编写。另外,王洪涛、张桂英、戴少敏、张笑雪、孙长海、刘永生、孙威、刘念等也参与了部分工作,并给予了大力支持和帮助。

在本书编写过程中,还得到了何春华、董伟华、王洪涛等专家和一线工程技术人员的大力帮助,在此一并致以衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者

2005 年 1 月于北京

目 录

第一章 绪论	1
第一节 UPS 市场与技术状况	1
第二节 当代 UPS 的管理功能	2
一、自我监控	2
二、网络功能	2
三、电池管理功能	2
第三节 UPS 增容和提高可靠性技术的发展	3
一、热备份连接及其可靠性	3
二、UPS 的并联冗余连接及其可靠性	5
三、并联连接 UPS 的控制技术	5
第四节 UPS 的输出方式	10
一、单进单出 (1/1)	10
二、三进单出 (3/1)	10
三、三进三出 (3/3)	11
第五节 UPS 性能指标的改进	14
一、调制频率的提高	14
二、电池充放电功能的改善	14
三、输入指标的改进	15
四、输出指标的改进	16
五、负载电流峰值系数	17
第六节 当代 UPS 的新电路方案	17
一、UPS 新电路方案与传统电路在结构上的区别	17
二、UPS 新电路方案的手动维修旁路	24
三、负载功率的调整	25
四、软启动与负载平滑转移	26
五、UPS 新方案所达到的优越指标	26
第七节 如何选用 UPS	29
一、关于性价比	29
二、几个应注意的概念	29
第八节 UPS 安装中碰到的问题	31
一、一般情况	31
二、关于带漏电保护器输入开关的情况	31
三、关于双路市电供电的情况	32

第二章 UPS 的基本电路和工作原理	34
第一节 静止变换式 UPS 的分类	34
第二节 静止变换式 UPS 的简单工作原理	35
一、单变换器电路 UPS	35
二、双变换器电路 UPS	40
第三节 整流器/充电器的基本概念	45
一、单相半波、全波和桥式整流	45
二、三相半波、桥式 (全波) 整流及 6 脉冲整流电路	47
三、高频开关整流器	52
第四节 UPS 辅助电源	56
一、正激变换器	56
二、反激变换器	57
第五节 逆变器	58
一、直流变换器	58
二、桥式逆变器	61
三、三相桥式逆变器	65
四、双向变换器	67
第六节 相位跟踪的基本概念	67
一、概述	67
二、实现相位跟踪的理论基础	68
三、相位差产生的原因	69
四、实现锁相的途径	70
第七节 UPS 几个指标的基本概念	73
一、UPS 的输入指标	74
二、蓄电池	75
三、输出指标	75
四、可靠性与可用性	78
第三章 UPS 的管理与监控	80
第一节 UPS 界面零地电压的管理	80
一、对市电输入界面的管理	80
二、对负载界面的管理	81
第二节 电池组的管理	83
一、对电池宏观的日常维护	83
二、对电池容量的判别	84
三、外接电池及充电器的管理	84
第三节 环境的管理	85
一、消除或抑制干扰源	85

二、切断干扰的通路	87
三、提高设备的抗干扰能力	91
第四节 对人员的管理	91
一、怀疑“故障”	91
二、知识性“故障”	92
三、操作故障	93
四、延误故障	93
五、维护方面导致的故障	94
六、经验故障	94
七、交接故障	94
八、环境故障	95
九、选型故障	95
十、商务故障	95
第五节 对 UPS 本身的管理	95
第六节 监控措施	98
一、面板上的 LCD 和 LED 显示与控制	99
二、远程面板 LCD 和 LED 显示与控制	99
三、干接点简单监视与控制	100
四、计算机点对点监控	100
五、网络监控	101
第四章 UPS 电源装置中的常用电路	107
第一节 晶闸管及其应用	107
一、晶闸管	107
二、晶闸管单相可控整流电路	109
三、UPS 控制电路中的整流及滤波电路	113
第二节 理想运算放大器	118
一、基本概念	118
二、基本分析方法和注意事项	119
第三节 电压比较器	120
一、UPS 电源常用的电压比较器	120
二、具有滞后特性的电压比较器	121
第四节 运算放大器	123
一、反相比例放大器	124
二、同相比例放大器	126
三、电压跟随器	128
四、电压加法放大器	129
五、电压差动放大器	131
六、方波发生器	133

七、正弦波发生器	134
八、三角波发生器	138
九、锯齿波发生器	140
第五节 逻辑门电路	143
一、基本逻辑门	143
二、基本 $\bar{R} - \bar{S}$ 触发器	145
三、钟控 $\bar{R} - \bar{S}$ 触发器	145
四、触发器的几种逻辑功能	146
第六节 锁相同步回路	147
第七节 精密检波器	150
第五章 蓄电池	153
第一节 蓄电池在 UPS 系统中的作用	154
第二节 铅酸蓄电池的基本性能	154
一、蓄电池的基本组成	154
二、铅酸蓄电池的电性能	154
第三节 UPS 使用的蓄电池种类	156
第四节 阀控式密封铅酸蓄电池的外特性	161
一、放电特性	161
二、浮充工作特性	162
三、阀控式密封铅酸蓄电池的充电特性	163
四、电池内阻变化特性	167
五、蓄电池的温度及储藏特性	170
第五节 UPS 用蓄电池容量的选择	172
一、查表法	173
二、估算法	173
三、UPS 用蓄电池中“落后”蓄电池的激活	175
四、UPS 用蓄电池的热备份	176
第六节 UPS 用蓄电池的日常维护及注意事项	176
一、UPS 用蓄电池的日常维护	176
二、UPS 用蓄电池使用的注意事项	177
第七节 阀控式密封铅酸蓄电池的科学与管理	178
一、阀控式密封铅酸蓄电池的科学管理	178
二、蓄电池的智能化管理	179
第八节 阀控式密封铅酸蓄电池常用测试仪表	180
一、直流电压表	181
二、Predictor 蓄电池容量测试器	181
三、HIOKI 3550 蓄电池测试器	181
四、判断蓄电池内阻的标准	181

第六章 大型 UPS 电源的安装与调试	182
第一节 大型 UPS 电源的安装.....	182
一、大型 UPS 电源对场地、环境的要求.....	182
二、用户在购买 UPS 时, 应该考虑的基本安装设计参数.....	183
三、设备到货后由用户进行的工作.....	184
四、注意事项.....	185
五、电缆的选择和接线.....	185
六、安装收尾工作.....	188
第二节 大型 UPS 电源的调试.....	189
一、稳态测试.....	189
二、动态测试.....	192
三、常规测试.....	192
四、特殊测试.....	194
第七章 UPS 的操作、维护与检修	195
第一节 TM 系列 UPS 电源系统的操作.....	195
一、TM 系列单机 UPS 电源的运行状态.....	195
二、多模块 UPS 并机系统.....	196
三、TM 系列 UPS 的控制面板.....	199
四、TM 系列 UPS 的启动.....	203
五、TM 系列 UPS 的停机.....	206
六、报警.....	208
七、维修旁路.....	208
八、环境信息.....	209
第二节 TM 电源系统的维修.....	211
一、维修设置.....	211
二、UPS 的目测和功能检查.....	214
三、字母数字显示“监视器”.....	214
第八章 UPS 电源的显示功能	232
第一节 手动开关的设置和作用.....	232
一、开关.....	232
二、手动旁路开关的操作 (MANUAL BY-PASS).....	232
三、异常及特殊情况下的操作.....	233
四、需要关机的报警信息.....	233
第二节 控制模拟操作面板.....	235
一、介绍.....	235
二、模拟面板.....	235

三、功能	235
四、设备运行指示图	236
五、液晶显示器和操作键盘	236
第三节 运行操作程序	237
一、设备加电启动程序	237
二、设备关机程序	239
三、自我测试诊断	240
四、手动控制键 (MANUAL CONTROLS)	240
五、电气参数测量键 (METER SELECT)	241
六、状态报警 (STATUS/ALARM)	242
七、辅助功能键 (AUXILIARY FUNCTIONS)	244
第四节 远程模拟控制面板的使用	248
第五节 ST 系列 UPS 的报警信息	248
第九章 最新双变换结构的串并联调整式 UPS	251
第一节 前言	251
第二节 串并联调整式 UPS 的基本特点和电路基础	252
一、串并联调整式 UPS 的基本特点	252
二、串并联调整式 UPS 的电路基础——电流源和电压源	253
第三节 UPS 电源的调整方式	254
一、串联调整方式	254
二、并联调整	254
三、串并联调整	256
第四节 串并联调整式 UPS 的基本构成和基本功能	257
一、DP300E 串并联调整式 UPS 的基本构成	257
二、DP300E 串并联调整式 UPS Delta 变换的基本功能	258
第五节 DP300E UPS 的基本工作原理	259
一、Delta 补偿电压形成的原理	259
二、Delta 电路的电流调节和功率因数补偿原理	261
第六节 主变换器的工作过程	264
第七节 DP300E 的能量平衡与充电过程	265
一、概述	265
二、UPS 的运行模式	266
第八节 半桥逆变器的脉宽调制 (PWM) 和四象限控制原理	270
一、半桥逆变器脉宽调制原理	270
二、变换器四象限控制原理	271
第九节 DP300E UPS 的滤波及抗干扰性能	273
一、UPS 对电网干扰的抑制	273
二、DP300E UPS 配发电机的优越性	274

第十节 DP300E UPS 和负载的自保与切换性能	275
一、UPS 和负载的自保	276
二、UPS 的故障与切换	277
三、市电故障时的 UPS 无倒灌测试	281
第十一节 关于隔离变压器	283
第十二节 DP300E UPS 主要技术指标	283
一、输入	283
二、输出	284
三、物理条件	284
第十章 UPS 连接新方案	285
第一节 单容量 UPS 组合结构	285
一、小容量模块化 UPS	285
二、大容量模块化 UPS	286
第二节 稳频式互连法	287
一、双机稳频输出系统的构成	287
二、双机稳频输出系统的工作原理	287
第三节 双总线供电连接	288
一、问题的提出	288
二、UPS 双总线连接供电系统	289
三、UPS 双总线热备份供电系统	290
第四节 自调整式 UPS 并机供电方案	291
第五节 传统双变换 UPS 连接新方案	292
主要参考文献	294

第一章 绪 论

第一节 UPS 市场与技术状况

UPS（不间断电源）从诞生的那一天起，就成为计算机的亲密伙伴和有力的支持者。由于技术条件的限制，初期的 UPS 只不过是一台带有庞大飞轮的电动发电机。平时机器运行时将动能储存在飞轮中，一旦市电断电，飞轮仍可以在释放能量的过程中维持 5s 平稳的供电时间，使计算机把数据保存下来，以便市电恢复时再接着运行下去。但因这种结构的转换效率太低且不灵活，只能在功率不太大、后备时间要求不长的环境中使用。

为了改变这种状况，用直流发电机带动交流发电机的方案被提出来了。这是一种将市电整流成直流给蓄电池充电和供直流发电机运转的综合设备。市电断电时，蓄电池的储能维持电动机继续运转，使发电机不间断地向负载提供能量。这种结构的优点是省掉了庞大的飞轮，减小了启动的困难，在一定程度上也消除了对后备时间的限制。

上述两种结构的 UPS 有一个最大的特点，就是把 UPS 的输出电压与市电进行了几乎是绝对的隔离，不但对干扰进行了有效的隔离，而且由于电机的机械惯性作用，对于市电的瞬变作用和短暂波动也毫无反应，维持了供电的稳定性。这种 UPS 的原动力现在已经被柴油机代替，这种系统在市电正常时其发电机是一个同步电动机，对电网有一个无功补偿作用，改善了电网的供电质量。市电电网停电时，其发电机又是一个同步发电机，以维持负载不间断地工作。目前这种 UPS 的容量也做到了 1000kVA 以上。

旋转发电机式 UPS 的不足之处是噪声大，灵活性差，有一定的污染，需专门的机房和维护人员等。随着技术的发展和元器件的问世，静止变换式 UPS 一出现就得到了长足的发展。尤其是近年来 UPS 市场发展迅猛，除了旋转发电机式外，各行各业用得最多的就是静止变换式 UPS。

信息技术的发展，带动了各行各业，随着局域网、广域网和互联网的普遍实施，多数单位有了自己的网站和网络，系统之间又形成互联网。因此，对系统可靠性的要求就提高了，电源是系统可靠性的基础，于是各种容量的 UPS 都有了用武之地。除计算机外，各种服务器也普遍配备了 UPS，各种类型的计算中心需配备更大容量的 UPS，从几十千伏安到几百千伏安 UPS 的需要量越来越大。为了进一步提高电源的可靠性，不少系统采用了 $N+X$ 并联冗余方案。

传统双变换式 UPS 的效率低、输入功率因数低，在线互动式 UPS 的输出电压精度低、对输入功率因数无补偿作用。Delta 变换式 UPS 结构的出现，解决了上述的这些不足，因此这种结构的 UPS 一问世就赢得了用户的青睐。

第二节 当代 UPS 的管理功能

一、自我监控

早期的 UPS 没有自我监控功能,随着技术的发展,微处理器 CPU 和监控软件的引入,大大增强了 UPS 的自检功能。多数 UPS 都配备了自己的监控软件,如 APC 的 Powerchute、Sitepro 和 Emel 的 Argus、Fenton 的 UPS-LOGIC、M.G 的 Monitor pac、Exide 的 Onlinet 等。UPS 在这些软件的帮助下,可以实时地监视本身的各种运行参数,并把事件储存起来,以供随时调用。比如 UPS 故障时,监控软件就可以通过面板上的液晶显示屏,提供故障的部位或器件,大大节省了人工查找故障的时间。有些软件还具有预警功能,比如电池即将失效、环境温度过高时,就可及时提醒值班人员提前采取预防措施。

除了本地监控外,还可以将面板上的功能复制成所谓遥控面板,一般可以通过信号线将该遥控面板移到几十米以外,由于信号的衰减和干扰原因,大都限制在 30m 以内。在 30m 以外时,就得加有源转换,比如 IMV Sitepro UPS 通过 RS232 和 RS422 接口转换后就可以将监控距离延长到 200m; Fenton UPS 为了解决这个问题,采用了光纤通信方式,将监控距离延长到了 1km。

为了方便使用,在 UPS 上除了 RS232 计算机接口外,有的还有 485 接口和干接点接口。在干接点接口上可以引出有关 UPS 的一些状态信息,并可采用直接的表示方法,比如可接灯泡、电铃等直观告警的手段;也可从该接口上引出紧急关机的信号。由于这些干接点的加入,方便了不同厂家和不同型号的 UPS 统一监视。

二、网络功能

随着联网技术的普及,用户又向 UPS 提出了更高的要求:UPS 应具有无人值守的功能,不但具有自检的功能,还应具有联网功能,在网上可以随时观察 UPS 的各项运行参数,而且在市电或 UPS 故障时,可以向服务器、工作站等发出信息,同时也可以利用打电话、发传真或寻呼等手段通知值班员;又比如当市电停电继续延续时,在 UPS 的蓄电池放电将要结束时,UPS 能够按照预先的约定有序地关闭工作站、服务器等。

鉴于以上的这些要求,UPS 制造商又给机器配备了网络软件,如 APC 的 Powerchute Plus、IMV Sitepro 的 PowerFlag、M.G 的 Management-Pac、Exide 的 Lansafe III 等,均达到了这些要求。这些网络软件的适应能力都很强,可适用于 Windows Net、OS/2、Novell、UNIX 等。这样一来,UPS 就和网络之间就形成了紧密的配合,成为计算机网络系统不可缺少的设备。远程监控中心的建立使这种监控达到了完美的程度,比如 APC、克劳瑞得等公司在北京建立的远程监控中心就可以将其安装在全国各地的 UPS 监管起来,为用户提供了可靠的保障。

三、电池管理功能

电池是 UPS 不可缺少的支柱之一。电池的好坏直接影响着 UPS 的运行质量,机器安装

后, 如果因为管理不善而导致电池过早地失效, 就会使 UPS 不能正常运行或关机, 从而使整个用电系统陷入瘫痪。

造成电池容量下降、内阻增大等老化现象的主要原因, 是在电池循环充放电过程中, 由于极板的硫化、水分的挥发以及长时间不充放电所致。实际上, 过高的环境工作温度是导致密封电池服务寿命缩短的首要原因。有关经验数据表明: 当环境温度超过 25°C 时, 以后每升高 10°C , 就会使电池的寿命缩短一半。因此, 电池制造商们为电池设计了温度补偿功能, 在一定程度上有所改善。

当环境温度升高时, 电池所允许的浮充电压电平要相应降低, 如果仍保持其不变的话, 就会使电池处于过充状态, 导致电池加速老化; 采用温度补偿电路来实时调整充电器的充电电压, 可使电池处于最佳浮充状态。尽管如此, 当温度升高时, 电池本身的固有存储寿命仍然会缩短。表 1-1 为实践测得的环境温度对阀控式密封铅酸蓄电池寿命影响的结果。

表 1-1 环境温度对阀控式密封铅酸蓄电池寿命的影响 (设计寿命为 10 年)

环境温度 ($^{\circ}\text{C}$)	20~25	30	35	40	45
用带温度补偿的充电器 (年)	10	9.4	8.3	7.4	5
用不带温度补偿的充电器 (年)	10	8	6.2	4.9	4

由表中可以看出, 温度补偿只可以解决一部分问题。尽管如此, 在实际应用中, 效果还是显著的, 因为电池补偿的优点在 40°C 以下时还是很明显的, 而一般机房的温度也很少超过这个温度范围。应注意的是: 因为这种补偿是非线性的, 若温度传感器和一系列的信号转换电路选择和调整得不好, 就会在温度变化时导致过补偿, 其结果一方面加速了电池的老化, 另一方面也造成 UPS 的误动作。

当环境温度太低时, 虽然对电池的储存有利, 对其老化也无很大影响, 可使服务寿命延长, 但它会造成电池放电容量的降低。比如, 当环境温度由 25°C 下降到 0°C 时, 电池的有效放电容量将下降 $20\%\sim 30\%$ 。

实际上, 保证电池服务寿命的最佳方案就是尽量将环境温度控制在 $20^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。当然, 影响电池寿命的因素还有放电次数、放电深度、放电和充电电流以及定时充放电的周期等。严格地说, 几乎没有一个机房条件可以满足如此多的要求, 因此, 要达到厂家给出的期望寿命是很难的。

第三节 UPS 扩容和提高可靠性技术的发展

一、热备份连接及其可靠性

热备份连接可用来提高可靠性, 就是说, 当单机 UPS 已不能保证用户提出的可靠性要求时, 就可以再接上一台同规格的单机 UPS 来提高可靠性。两台单机的连接方法如图 1-1 所示。

这种连接非常简单。当把 UPS1 作为主输出电源而把 UPS2 作为备用机时，只需将备用机 UPS2 的输出与 UPS1 的旁路 Bypass1 输入端相连就可以了，不过此时 UPS1 的旁路 Bypass1 输入端一定要与 UPS1 的输入端断开。这样连接的 UPS 系统可靠性就提高了。为了有一个量的概念，图 1-2 给出了单台 UPS 可靠性模型图。

图 1-2 中 P_U 是不带旁路时单台 UPS 主机可靠性，设 $P_U = 0.99$ ， P_B 是旁路（Bypass）的可靠性。为了便于计算，也设 $P_B = 0.99$ （实际上要高得多），即二者的可靠性都是 99%，不可靠性是 $1 - 0.99 = 0.01$ ，即 1%。这两部分是并联冗余的关系，那么根据可靠性并联的计算公式，单台 UPS 系统的可靠性

$$P_1 = 1 - (1 - P_U)(1 - P_B) \quad (1-1)$$

代入数值 0.99，则

$$P_1 = 1 - (1 - 0.99)(1 - 0.99) = 0.9999$$

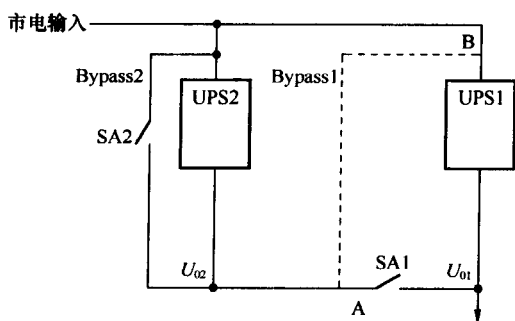


图 1-1 两台 UPS 热备份连接图

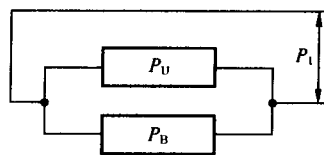


图 1-2 单台 UPS 可靠性模型图

由上面的结果可以看出，两个可靠性都为 0.99 的单元并联后，其可靠性增加到原来的 100 倍，不可靠性由原来的 1% 下降到 0.01%。

以此为基础，就可以计算热备份连接 UPS 系统的可靠性了。图 1-3 给出了热备份连接 UPS 系统的可靠性模型图，这个图对应于图 1-1。

图中 P_{B1} 、 P_{U1} 分别对应于 UPS1 的旁路可靠性和主机可靠性；

P_{B2} 、 P_{U2} 分别对应于 UPS2 的旁路可靠性和主机可靠性。

为了便于计算，仍设它们有着相同的可靠性，并都是 0.99，其可靠性计算式如下：

$$\begin{aligned} P_S &= 1 - (1 - P_{U1})(1 - P_{B1} P_{U2})(1 - P_{B1} P_{B2}) \\ &= 1 - (1 - 0.99)(1 - 0.99^2)(1 - 0.99^2) \\ &= 0.99999604 \end{aligned} \quad (1-2)$$

由上式计算可以明显地看出，两台热备份连接的 UPS 系统其可靠性比单机系统提高了两个数量级。

这种系统的连接方式简单易行，即使是不同品牌的机器，只要规格容量相同，即可连接，不需再增加另外的设备。若两台不同容量的 UPS 相连，其容量按最小的那一台计算。

这种热备份连接方式不足之处在于，由于是同容量串联连接，如果一台 UPS 过载，那么