



新型UPS工作原理 与实用技术 及选购指南

王其英 何春华 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

通信电源新技术与新设备丛书

新型 UPS 工作原理与实用技术及 选购指南

王其英 何春华 编著

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

新型 UPS 工作原理与实用技术及选购指南/王其英, 何春华编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2006.7

(通信电源新技术与新设备丛书)

ISBN 7-115-14970-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 077437 号

内 容 提 要

本书的重点是介绍最新型不停电电源 (UPS) 及其有关最新技术和最新供电的解决方案。书中不但介绍了传统 UPS 的电路构成和工作原理, 而且对最新型 UPS 的 Delta 电路原理和应用、问题和分析方法等也做了详细的介绍; 对现代数字化静态传输开关 (DSTS) 和现代 UPS 供电解决方案 InfraStruXure 的构成和工作原理、机房建设、可用性原理、智能监控等也做了详细的介绍, 尤其是给出了 UPS 选用的原则和理论根据。

本书内容丰富, 涉及面广, 道理讲述通俗易懂, 是 UPS 制造、选购、销售和使用维护人员, 以及工程技术人员的良好益友和非常有价值的指导用书, 另外也可以作为大专院校有关专业师生的参考书。

通信电源新技术与新设备丛书

新型 UPS 工作原理与实用技术及选购指南

-
- ◆ 编 著 王其英 何春华
责任编辑 杨 凌
 - ◆ 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>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 23.25
字数: 566 千字
印数: 1—5 000 册
- 2006 年 7 月第 1 版
2006 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14970-4/TN · 2807

定价: 39.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

前 言

发展到今天的 UPS 技术和产品已走向成熟。单机容量不但已做得很大,而且智能化程度也越来越高,不但可以点对点监控和语音监控,而且还可以联网多点监控。比如有线电视各光节点的电源成千上万,目前有的软件已经可将这些目标置于它的监控之下。尽管如此,传统老式结构的 UPS 仍然暴露出一些不可克服的缺点,比如输入功率因数低、效率低、带载能力差等,已影响到在大功率范围内的使用。为了解决这些问题,除制造商采取了一些措施外,又陆续出现了一些新的结构方案,比如中小功率范围内的三端口和在线互动式、中大功率范围内的 Delta 变换结构等,都在使用中取得了相当满意的效果,并得到了推广。本书对 Delta 变换结构 UPS 进行了介绍。

由于 IT 技术的不断进步,计算机系统的数据量和通信系统的传输量等都在不断加大,这意味着设备不允许有丝毫的失误。比如一个网站宕机了,那么一个潜在的用户就会在 8 秒钟内离开而转向竞争对手;一个路由器宕机,局域网上可能有几百个用户无法工作;一个光纤室宕机了,可能就有几千个用户断开网络连接;一个工业控制系统宕机了,比如炼钢厂,就会导致高炉冻结,等等。所以使用者就对 UPS 提出了更高的要求。首先对供电设备的可靠性要求提高到了可用性高度,就是说整个供电基础设施(包括 UPS 及配电,监控与告警,供电电缆与数据电缆的配置,电源的结构与管理,设备的冷却,单个负载用电量的测量,IT 机柜的标准化与电源的模块化、冗余化,等等)系统要有非常高的可用性指标,比如 0.99999 或 0.9999999 等,使供电基础设施达到万无一失的程度。为了适应这种局面,UPS 的 InfraStruXure 解决方案已问世,并很快得到了推广。本书对该方案进行了较详细的介绍。

由于对供电可靠性要求的提高,电源冗余势在必行,不间断供电已成为保证设备正常运行的关键所在。UPS 的并联冗余连接固然可以保证可用性的提高,但在实际应用中,有些不同品牌的 UPS 产品往往是无法并联的;或者由于容量关系,只好用两组并联冗余的 UPS 系统互为不间断备份;有时还有用两台交流稳压器的输出互为不间断备份,或用两路甚至三路市电互为不间断备份等。构成几路不间断备份的转换设备就是数字静态转换开关(DSTS),该产品在本书中也有专门的介绍。

虽说 UPS 用户的技术水平在不断提高,但面对不断发展的新技术,也需要不断地补充新知识。尤其是当代数据中心和 IT 设备的重要性需要高性能的供电设备,如何选择 UPS 系统就成了关键,稍有不慎,就会造成不应有的损失。以往的选择标准有的需要更改,有的需要补充。尤其是在市场竞争比较激烈的今天,产品的质量参差不齐,更由于有些销售者的误导使有些用户失去了自信心。各销售商都说自己的 UPS 好,听起来都有道理,但是如何来鉴别呢?实际上是有客观标准的。为此,本书在“第十一章 UPS 选择原理概要”和“第十二章 Delta 变换串/并联调整式 UPS 问题解答”两章中给出了回答,文中不但介绍了选择的指标标准,而且还分析了选择该指标的原因,并对一些误导的说法给出了更正的理论根据。

囿于有些用户长期以来一直对“零地电压”提出的苛刻要求,一时间将 UPS 供应商和用户搞得草木皆兵,他们把零地电压的高低看成是决定系统是否能正常运行的惟一关键因素。

是不是这么回事呢？本书在“关于接地、零地电压和噪声干扰的讨论”一章中从各个角度给出了回答。

另外，本书还对机房建设、防雷接地、发电机和空调等一些用户在使用中所关心的问题进行了介绍。

本书主要由王其英和何春华编写。参加本书编写的还有董维华、王换祥、何熙、王洪涛和刘芳等专家，他们分别撰写了部分内容；另外，还请电信设计院的有关专家审读，他们也提出了宝贵的意见，对提高书稿质量有较大帮助，在此一并表示感谢！

由于水平有限，书中谬误之处在所难免，恳请读者批评指正，谢谢！

联系方式：E-mail: wangqy@santak.com.cn（作者）。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 UPS 市场及产品发展概述	1
一、市场发展概述	1
二、产品技术的发展	2
三、对人员的培训	5
第二节 UPS 的分类及连接技术的发展	6
一、UPS 的分类特点	6
二、UPS 扩容和冗余的连接技术	8
三、UPS 的并联冗余连接及其可靠性	9
四、并联连接 UPS 的控制技术	10
第三节 UPS 的输出方式	14
一、单进单出 (1/1) UPS	14
二、三进单出 (3/1) UPS	15
三、三进三出 (3/3) UPS	16
第四节 UPS 性能指标的改进	19
一、调制频率的提高	19
二、电池充放电功能的改善	19
三、输入指标的改进	20
四、输出指标的改进	21
五、负载电流峰值系数	22
第五节 当代 UPS 的新电路新方案和新供电方式	22
一、UPS 新电路方案与传统电路在结构上的区别	22
二、Delta 变换 UPS 与传统双变换 UPS 的区别	23
三、Delta 变换 UPS 与三端口 UPS 的区别	28
四、Delta 变换 UPS 与在线互动式 UPS 的区别	28
五、UPS 新电路方案的手动维修旁路	29
六、负载功率的调整	30
七、软启动与负载平滑转移	31
八、UPS 新方案所达到的优越指标	32
第二章 UPS 的基本电路和工作原理	34
第一节 整流器/充电器的基本概念	34
一、单相半波、全波和桥式整流	34

二、三相半波、桥式（全波）整流及 6 脉冲整流	36
三、高频开关整流器	41
第二节 UPS 的辅助电源	45
一、正激变换器	45
二、反激变换器	46
第三节 逆变器	47
一、直流变换器	47
二、桥式逆变器	50
三、三相桥式逆变器	54
四、双向变换器	56
第四节 相位跟踪的基本概念	57
一、概述	57
二、实现相位跟踪的理论基础	58
三、相位差产生的原因	59
四、实现锁相的途径	60
第五节 UPS 的主要性能指标及其基本概念	63
一、UPS 的主要性能指标	63
二、UPS 的基本概念	65
第三章 小功率在线式和在线互动式 UPS	68
第一节 10kVA 以下传统双变换小功率 UPS	68
一、小功率 UPS 的性能参数与系统框图	68
二、电路工作原理	70
三、3kVA UPS 的参数设置	81
第二节 6~10kVA 传统双变换 UPS 简述	84
一、概述	84
二、电路方框图	85
三、主要电路环节的工作原理	86
第三节 在线互动（On line interactive）式 UPS	91
一、在线互动式 UPS 的概况	91
二、在线互动式 UPS 的分类	92
第四章 机房建设概述	96
第一节 机房对基础建设的基本要求	96
一、概述	96
二、机房对场地的基本要求	96
三、IT 机房系统的构成	98
第二节 供电系统	98
一、供电方案	98

二、供电电源	101
第三节 防雷与接地系统	105
一、雷电的危害	105
二、防雷器的基本技术参数	106
三、防雷器的分类	107
四、防雷器的安装	109
五、计算机房的防雷与接地	110
第四节 机房空调	114
一、安装机房空调的必要性	114
二、散热量的计算	115
三、空调机的选择	116
四、新风系统	120
五、一般空调机的故障及判断	121
第五章 Delta 变换式 UPS	123
第一节 概述	123
一、UPS 的现状	123
二、串/并联调整式 UPS 的基本特点	124
第二节 串/并联调整式 UPS 的电路基础	124
一、电流源及其特点	125
二、电压源及其特点	125
第三节 串/并联调整式 UPS 的基本构成和基本功能	126
一、Delta 变换 UPS 的电路原理	126
二、双向变换串/并联补偿电路及其应用	128
第四节 Delta UPS 的能量平衡与传输方式	135
一、概述	135
二、能量平衡的 4 种工作模式情况	136
第五节 串/并联调整式 UPS 的运行特点	139
一、UPS 的软启动与负载软转移	139
二、Delta UPS 的突加负载和突减负载	142
三、输入端掉电和短路	144
四、UPS 的切换	145
五、串/并联调整式 (Delta 变换) UPS 的负载功率调整	147
六、串/并联调整式 (Delta 变换) UPS 变换器	148
第六章 UPS 系统的监控	153
第一节 概述	153
一、对 UPS 的监视	153
二、UPS 监视的项目	156

三、对 UPS 系统的控制措施	157
第二节 UPS 的监控方式	157
一、点对点的一对一监控	157
二、通过网络的集中监控	165
第七章 静态转换开关 (STS)	176
第一节 概述	176
一、问题的提出	176
二、数字式静态转换开关 (DSTS) 的功能与要求	178
第二节 STS 的结构与工作原理	181
一、STS 的分类	181
二、一般 STS 的电路结构与工作原理	185
三、具有不间断切换功能的同步电路 LBS	192
第三节 STS 的应用	193
一、用于终端负载的 STS	193
二、用于转接负载的 STS	195
第八章 UPS 系统供电新概念——InfraStruXure (ISX)	208
第一节 InfraStruXure (ISX) 的性能特点	208
一、当前数据中心机房迫切需要解决的问题	208
二、数据中心最佳区域保护与可扩充系统 InfraStruXure	211
第二节 InfraStruXure 在数据中心的应用	219
一、InfraStruXure 型结构	219
二、InfraStruXure A 型电路扩展的连接	220
三、InfraStruXure B 型结构在数据中心的应用	220
第三节 Symmetra PX (SYPX) UPS 的构成	222
一、Symmetra PX (SYPX) UPS 概貌	222
二、UPS 电源模块的构成	224
三、PDU 的构成	228
第四节 Symmetra MW (SYMW) UPS	233
第五节 InfraStruXure 的管理	236
第六节 InfraStruXure 的第一升级系统	236
一、单相电压供电的 InfraStruXure Type A	237
二、三相电压供电的 InfraStruXure Type B	239
第九章 UPS 供电系统的可用性研究	243
第一节 可靠性的基本概念	243
一、可靠性	243
二、故障频率	243

三、平均无故障时间 (MTBF, Mean Time Between Failures)	244
四、故障“强度”	244
五、元件串联与并联的可靠性	245
六、平均修理时间的引入	248
第二节 可用性 (Availability)	249
一、可用性概述	249
二、现代数据中心可用性需考虑的几个主要问题	251
三、可用性的应用	253
第三节 数据中心的可用性计算	257
一、UPS 冗余并联单路输出	257
二、双 UPS 双总线输出	258
三、全冗余供电	258
第四节 提高系统可用性的实施方案	261
一、并联冗余方案	261
二、隐含并联冗余方案	264
三、InfraStruXure 方案	266
四、整体机房方案	267
五、提高数据中心操作人员的素质	268
六、增强设备的维护意识	269
第十章 接地、零地电压和噪声	270
第一节 概述	270
一、接地的基本概念	270
二、系统接地分类	272
三、设备的接地	273
第二节 零线电流和零地电压的构成	279
一、零线上的电流	279
二、零线的选择和零地电压的形成	280
第三节 零地电压的影响	282
一、零地电压的传输路径	282
二、零地电压对负载的影响	284
第四节 干扰 UPS 用电设备的因素	285
一、噪声的种类	286
二、噪声产生的机理和传递方式	289
三、描述噪声的常用术语	292
四、抑制干扰的一般措施	295
第十一章 UPS 选择原理概要	299
第一节 概述	299

一、用户对 UPS 价格的要求	299
二、用户对 UPS 技术指标的要求	301
第二节 UPS 的输入性能指标	301
一、输入电压范围	301
二、输入频率范围	303
三、输入功率因数	304
第三节 对 UPS 输出特性指标的要求	304
一、输出电压稳定度	304
二、输出电压频率稳定度	306
三、UPS 的过载能力	306
四、负载功率因数 F	307
五、输出电流峰值系数	311
第四节 系统特性指标	312
一、切换时间	312
二、有无输出隔离变压器	314
三、带三相不平衡负载的能力	318
第五节 UPS 的连接	319
一、不同功率的 UPS 是否应具有并联连接的能力	319
二、冗余并联和双总线结构	320
 第十二章 Delta 变换串/并联调整式 UPS 问题解答	 323
 参考文献	 361

第一章 绪 论

第一节 UPS 市场及产品发展概述

一、市场发展概述

随着计算机技术的发展, UPS 也得到了稳步的发展。到了 20 世纪 90 年代, 随着 IT 业的迅速发展, UPS 也有了迅速增长。随着市场不断扩大, 生产厂家也在不断增加, 出现了一派欣欣向荣的景象。后来随着国际大气候的变化, UPS 市场也出现了一些变动。比如 2002 年全球 UPS 市场的销售收入为 45.2 亿美元, 比 2001 年小幅下滑了 2.16%。而由于中国经济的良好运行, IT 业逆势上升, 而成为拉动宏观经济快速增长的主要行业之一。同时由于不断完善的法律、法规及政策环境, 为我国的 UPS 市场发展创造了有利的环境, 根据来自 CCID 报告显示的 1999~2002 年我国 UPS 市场销量情况, 如图 1-1 所示。

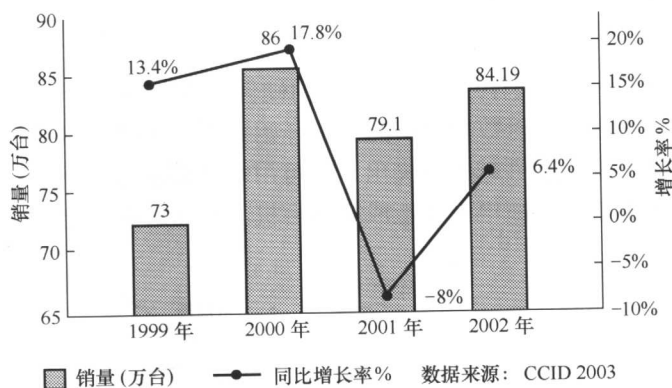


图 1-1 1999~2002 年中国 UPS 市场销量情况

图中显示出, 2000 年是 UPS 的一个销售高潮, 共计销售 86 万台, 比 1999 年的 73 万台增长了 17.8%。但 2001 年在全球大气候的影响下, UPS 销售量跌到了谷底, 仅销售了 79.1 万台, 比 2000 年减少了 8%。2002 年有所回升, 中国 UPS 市场共计销售 84.19 万台, 同比增长率为 6.4%, 其销售额为 18.8 亿元, 同比增长 4.4%, 市场趋于稳定温和回升状态。市场上出现显著变化的是中小功率产品的崛起, 应用中心向政府、制造、交通和能源等行业扩散, 二三级城市在区域格局中走强。

从 2002 年看, 用户需求主要集中在 3~10kVA 功率段; 在价格上, 用户需求集中在 500~1500 元之间。但由于金融和电信这两个对中国 UPS 市场影响巨大的行业其市场潜力开始减退, 因而给我国 UPS 市场的发展造成了压力。

不过, 根据 CCID 对技术、渠道、需求、服务等要素以及区域和行业市场的分析, 以及

对未来市场总量、产品、渠道、价格及市场结构进行的量化预测, 预计未来 5 年, UPS 市场的年增长率将保持在 6% 以上, 并在 2005 年达到又一次高潮。

二、产品技术的发展

当今的 UPS 产品已不是从前那种简单化的“停电保”(是 UPS 界把只有停电时才可能保证负载连续供电质量的一种质量很差的 UPS 的统称)。随着 IT 业数据处理量的加大, 应用范围的扩大, 必然造成影响面的扩大, 一旦出现故障就会导致不可估量的损失, 因此就对 UPS 提出了更高的要求。

1. 功能方面

UPS 除了其 3 大基本功能(稳压、滤波、不间断)外, 逐步增加了自我监控功能、对外(打电话、寻呼、发短信息)告警功能、集中监控功能、环境监测功能、自动开关机功能、联网功能、电池自动补偿和检测功能、低功率损耗功能、直接并机功能、对供电电网呈现线性负载功能、对非线性负载和线性负载具有同等输出的功能、并机时可共用电池或分用电池功能, 等等。

比如有这种情况, 有些机房离控制中心很远, 有的值班人员违反规定或往 UPS 上接电炉子之类的非指定设备而造成机器跳闸等。像这种故障责任往往无法查找, 但现在的 UPS 就具有这样的实时监视和记录功能。

2. 用户性能方面

1990 年以前, UPS 的主要作用是保护用户的硬件设备。1992 年以后, 随着计算机应用的普及和数据量的加大, 用户对数据保护的要求开始重视。1994 年以后, 随着大型数据中心的建立, 系统正常运行的重要性越来越突出, 对可用性的要求与日俱增, 如图 1-2 所示。不允许供电有丝毫的中断。因为断电必然造成机器宕机, 从而造成一连串的损失。

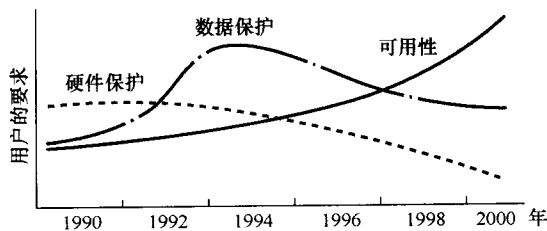


图 1-2 用户对供电电源的要求

断电造成的这些损失包括以下几个方面。

(1) 企业电子商务的中断意味着: 影响机构声誉, 用户转向竞争对手; 降低办事机构的办事效率, 经济受损; 信息沟通出现障碍, 影响业务的正常进行, 从而造成损失。

(2) 金融服务的中断意味着: 用户的利益受到损失, 出现纠纷; 金融机构本身受损, 比如多笔业务的手续费丧失; 信誉的降低, 用户转向竞争对手。

(3) 工业流程控制系统中断意味着: 生产中断, 设备损坏, 比如冶炼炉固结; 制品报废, 比如化工原料固结在几公里的输送管道中。

(4) 宕机对网络中心的影响

一个网站宕机：一个潜在的用户在 8 秒钟内离开而转向它站。

一个路由器宕机：局域网上可能有几百个用户无法工作。

一个光纤室宕机：可能有几千个用户断开网络连接。

因断电宕机造成的损失与断电时间的关系，如图 1-3 所示。所以目前 UPS 系统单具有可靠性指标已经不够用了，现在的要求是可用性，用户对可用性的要求与日俱增，如图 1-2 所示。所谓可用性，是指在规定时间内 UPS 系统利用率的百分比。目前比较重要的数据中心，要求可用性 A 不能低于 0.99999，也就是说，一年中的机器不可用时间 T 不能大于规定时间。 T 的计算式如下：

$$T = \text{一年的小时数} \times (1 - A) = 365 \times 24 \times (1 - 0.99999) \approx 5 \text{ (min)}$$

如果要求可用性指标是 0.9999999，那么一年中允许停机的时间就是 3s，这些值才是用户真正需要的结果。因为可用性不但包括了 UPS 在内的硬件设备可靠性指标，而且还涉及到人的因素、工作程序、环境因素和供电的基础设施等。因为这些因素也同样可导致可用性的降低。比如，操作人员误操作或由于无关人员非法闯入而导致故障，等等。

为了提高可用性，UPS 的解决方案又有了重大突破，这就是 InfraStruXure。它完全脱离了一台单独 UPS 机器的束缚，而是一种供电的集成化基础结构。这种结构包括了一套 $N+1$ 模块化冗余的 UPS、配电系统、冷却系统、检测与监控系统以及数据线布线系统等，实现了可扩充性、可管理性和可维修性。它代表一种新型的电源体系，是采用系统化的方法，利用标准化的预装组件来建造数据中心的电源系统，提供从市电入口到负载端的全套解决方案（又称端到端解决方案）。

PowerStruXure、InfraStruXure 是专门为当今数据中心、计算机房的设备和 IT 管理部门提供的解决方案。这是一种新型数据中心具有 $N+X$ 冗余的电源结构，它采用边生长边投资模式，可以节省资金投入和运营费用，并提供更高的可用性。实际上就是一个浓缩了的柜式结构的小机房，用户的 IT 设备就被放置在这个 19 英寸机架结构之中。这样一来，从电源到 IT 设备之间的环节（开关、断路器等）被简化了很多，可靠性提高了。PowerStruXure、InfraStruXure 机柜门上设有门锁，系统中凡是可以手动的部位都被置于柜内，可防止无关人员接触，提高了可靠性。设备布线全部在机内，缩短了拉线距离等等，这些都为提高可用性打下了基础。这种解决方案可根据用户的不同要求，将可用性做到 0.9999~0.9999999。

3. 电路技术方面

由于多年来采用的传统双变换串联调整式 UPS 暴露出一些缺点，比如输入功率因数低、效率低和带载能力差等，因而影响了可用性的进一步提高。为了解决这些问题，制造商采取了一系列措施，比如针对输入功率因数低的现状，采取了加前置谐波滤波器或改 6 脉冲整流器为 12 脉冲整流器的方法，但这必然要增加机器的造价。针对系统效率低的问题，增加了所谓的 ECO 运行方式，虽然可将系统效率提高到 97% 以上，但无奈这是一种不经过整流器和逆变器的 Bypass 应急工作方式，效率再高也没有什么实际意义。至于带载能力差的问题，这是一个市场问题，如果不把价格竞争放在第一位，造价稍高一些是可以解决的，但暂时绝大

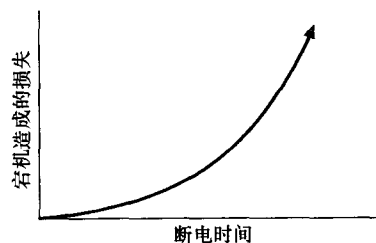


图 1-3 因断电宕机造成的损失与断电时间的关系

部分产品制造商好像还没有这个打算。

尽管在线互动式技术可以提高效率,但在其他指标上又稍逊一筹,再加之目前功率也不大,因而只能供一些一般的中小型设备应用。采用 Delta 变换技术的串/并联调整式结构将 UPS 的综合指标朝前推进了一大步,不但解决了在传统双变换结构中长期无法解决的问题,而且在传统指标保持一流的情况下又增加了一些其他的功能,比如真正的软启动曲线和负载软转移性能等,使 UPS 又迈上了一个新的台阶。

4. 电路结构方面

由于用户对可靠性与可用性的要求越来越高,可用式 (1-1) 表示可用性 A 。

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (1-1)$$

式中: $MTBF$ 是设备的平均无故障时间,以 h (小时) 表示;

$MTTR$ 是设备故障的平均修理时间,以 h (小时) 表示。

由此可以看出,平均修理时间 $MTTR$ 越小越好,换句话说,要求发现故障快,处理故障快。发现故障快的关键是拥有监控完善的智能化设备,处理故障快的关键是机器结构模块化,不间断处理故障的关键是具有冗余化和热插拔功能。因此,可以热插拔的 $N+X$ 冗余的模块化结构已开始为各制造商所重视,并已推出了各种容量的功率模块。

5. UPS 品种方面

由于 UPS 的地位越来越重要,因此在以往的一般商用 UPS、变频 UPS 以及工业用 UPS 的基础上,为了适应市场的需要,又出现了专为某种目的而推出的 UPS。

(1) 小灵通 UPS

这是一种专为移动通信区域化设计的功率为 100~200VA 的小功率 UPS,这个领域对电源可靠性的要求比较苛刻。由于这些 UPS 大都被安装在户外电线杆上、屋顶上和凉台上等无人照顾的地方,所以要求可用性高、输入电压范围大、耐寒、耐热、防风沙雨雪等,而且要求修理方便。

(2) CATV UPS

这是一种用于宽带双向综合信息传输网的电源,比如用同轴电缆传输的有线电视信号,在一个城市或一个区域有很多个节点,对接收到的信号进行放大后再分配到终端用户。因此每个节点的放大器要配备一台专用 UPS,该电源大致有两种规格,即 60VAC/15A 和 60VAC/9A。作为国家三网中最有可能成为组建“三网合一”的第二代高速因特网技术平台,许多地方的 CATV 网都在进行建设,并对网络的管理提出了进一步的要求,当然首当其冲的必然是决定网络安全可靠连续运行的供电系统。因此,要求电源系统首先要有自我监控和联网集中监控功能,以便随时掌握整个供电网络的运行情况。万一出现故障,就能迅速做出判断和响应,尽管不能做到万无一失,也要将损失降到最低限度。

由于有线电视网的光节点星罗棋布,每个节点要有一台 UPS 电源,他们也同样被安装在电线杆上、屋顶上、凉台上等无人照顾的地方,也要求可用性高、输入电压范围大、耐寒、耐热、防风沙雨雪等,而且修理要方便。

(3) 应急电源 (EPS, Emergency Power Supply)

这是一种应急供电电源,UPS 虽然也有应急的意思,但二者也有不同之处。二者的区别

是：EPS 原则上是一种后备式的 UPS，容量可以做得很大，应该带的负载性质和范围很宽；而 UPS 则不然，大部分 UPS 的负载功率因数为一个单值，带载能力差，而目前后备式 UPS 一般都在 1kVA 以下。目前市场上的 EPS 还多限于小功率，而且比较单调，比如多用于应急照明来代替原来的应急灯。这种电源也开始有了一定的市场，大容量的 EPS 也可根据用户的需要订制，一般不像 UPS 那样会在仓库中压很多货。

三、对人员的培训

随着 UPS 技术的发展，机器的复杂程度增加，智能化加强，这对于一般的用户来说是一件好事，而对一般的维护人员而言，不用懂得很多就可以对付，当然懂得多一些就更好。但对一些购买者和决策人员来说就不简单了，因为在不了解机器主要性能的情况下，就购买不到满意的产品，甚至上当。比如一用户购买了两台 80kVA 的某品牌 UPS，做热备份冗余连接。本来机器本身不用外加任何器材就可做此连接，但却误听商家的宣传，另外又购买了一台价格昂贵的静态转换开关 STS 做此连接，不但多花了钱，还增加了一个故障点。

用户对 UPS 的知识主要来自 3 个方面：阅读有关资料、销售商的宣传和本身的经验。由于资料的不准确性、商家宣传的倾向性和经验的局限性，就造成了很多糊涂的概念。

① 认为输入电压和频率的范围越宽越好，岂不知埋下了隐患。

② 认为 UPS 在市电供电时的输出电压频率越稳定越好，岂不知此为糊涂概念。

③ 认为有输出隔离变压器的 UPS 比无输出隔离变压器的 UPS 抗干扰能力强，岂不知也陷入了糊涂概念的圈套，因为一般的电源变压器并不抗干扰。

④ 认为 UPS 的负载功率因数越大越好，其根据是无功率无用，岂不知无功功率不但有用，甚至不可缺少。

⑤ 认为 UPS 输出电压的精度越高越好，有 1% 的就不买 2% 的；认为 UPS 输出电压的波形失真度越小越好，有 3% 的就不买 5% 的，岂不知对一般 IT 设备而言是无区别的。

⑥ 由于传统双变换 UPS 的 ECO 工作模式的效率高于 Delta 变换 UPS 的在线工作效率，就认为前者好于后者，岂不知前者是旁路工作状态。

⑦ 把双在线式 UPS 误认为是在线互动式（准在线式）UPS，混淆了两种截然不同功能 UPS 的概念。

⑧ 认为什么样的 UPS 都一样能用，所以捡便宜的买，忽略了质量因素。

⑨ 以电路结构定优劣。比如有人规定在线式第一、在线互动式第二、后备式第三等，这种不科学的划分扰乱了人们的思想，等等。

由于这种种的误解，使得决策者的选型陷入了盲目性，无所适从，这表现在标书的书写上。其实，用户只须关心产品的 3 个方面就可以了：产品的性能指标、产品的结构工艺和产品的价格高低。

① 产品的性能指标：这里指的是产品的外特性和元器件的质量等级，它的性能指标不是满足预定的要求，因为这关系到用电系统是否可长期正常运行的问题，这是最基本的。

② 产品的结构工艺：包括外形（还包括颜色和造型等）、尺寸、重量和是否模块化结构等，这关系到机房机器的排列、承重、美观和维修等。

③ 产品的价格：在用户的要求得到完全满足后才可以谈价格，就是说在满足用户全部要求的前提下，从众多产品中选最便宜的，这就是性能价格比，也称性价比。

但由于外界各种思想的干扰,往往会打乱用户的选型思路,甚至将 UPS 内部的特性和电路结构也写入标书。比如,UPS 中采用了几个 CPU,是不是采用了 IGBT,整流器是 6 脉冲工作还是 12 脉冲工作,整流器输出电压的稳定度要限制在比如 1%,逆变器的输入电压范围比如要限定在 $\pm 15\%$,直流母线的纹波有多大,电池用了多少支,是否用了隔离变压器,为了增加输出电压的稳定精度,是否用了电流补偿措施,甚至还在标书上写上变压器的输入输出阻抗等,这些指标只是电路内部的工作流程,和用户毫无关系。这样写的结果,往往把最重要的指标给忽略了,结果就是选不到真正好的产品。因为用的 CPU 多并不代表电路设计合理,直流母线纹波的大小和电池的多少和输出电压的失真度没有必然的联系,而采用了 IGBT 也不能表明技术的先进性和机器的可靠性一定高。

第二节 UPS 的分类及连接技术的发展

一、UPS 的分类特点

1. 按换能方式分类

按换能方式可分为 3 大类:旋转发电机式、静止变换式和动静结合式。

(1) 旋转发电机式

这是一种把机械能变为电能的装置,其不间断的方式有飞轮储能式、液体势能储能式和电化学储能式 3 种。所谓飞轮储能式,是说在市电正常供电时,连接在发电机同轴上的飞轮以高速旋转的方式进行储能,当市电停电时,该高速旋转的飞轮以惯性释放能量,使发电机继续旋转一段时间以保持供电不间断。在这段时间里,燃油发电机启动并带动发电机继续旋转下去,达到了不间断供电的目的。这种装置的优点在于对后备时间没有限制,缺点是噪声大、需要专门的机房和管理人员。这种 UPS 的单机容量可以做到 1000kVA 以上,目前有不少场合有应用。

(2) 静止变换式

这是一种利用电子元器件的工作将化学能变为电能的静止式换能方式。在市电正常供电时,作为化学能源的电池进行储能,当市电停电时,作为换能器的逆变器就将电池中的化学能转换为电能,使供电继续,达到了不间断供电的目的。这种装置的优点是,噪声小,可以和用电设备放置在同一机房,可不需要专门的管理人员。其缺点是,由于电池条件(比如价格、重量和并联数目)的限制,因此对后备时间有限制。这种 UPS 的单机容量一般可以做到 500~800kVA 左右,在特殊应用场合下也能做到 800kVA,甚至 1200kVA。

(3) 动静结合式

这是一种将燃油发电机和电子电路混合应用的结构。在市电正常供电时,UPS 就是静止变换式的,市电发生故障时,电池放电。当电池放电到一定程度时,与其相连的燃油直流发电机启动,其发出的直流能量一方面为电池充电,同时还向逆变器提供工作能量,使供电继续下去。这种结构兼具了旋转发电机式和静止变换式的特点,不过目前的容量还不太大,一般以 5kVA 居多,而且也有噪声较大的缺点。

就目前而言,应用最普遍的还是静止变换式 UPS。因此,下面的讨论则以此为重点。