

新型UPS 不间断电源 原理与维修技术

李成章 王淑芳 编著

UPS 1000
UPS 3000
UPS 5000
UPS 7500
UPS10000



電子工業出版社

新型 UPS 不间断电源 原理与维修技术

李成章 王淑芳 编著

电子工业出版社

内容简介

本书是1990年出版的电源(中小型UPS不间断电源和直流稳压电源)一节的续篇。为充分反映近几年来,在UPS电源供电系统这一技术领域中的新发展和新成果,本书在介绍近年来被用户广泛使用的两种小型后备式UPS电源和智能化UPS电源的基础上,比较详尽地向读者介绍了有关如何使用和维护好UPS电源的经验和处理措施;重点分析和讨论了中、大型UPS电源(20~200kVA)的工作原理、控制电路、故障判别和检修。全书共分七章。第一至第二章为基础知识;第三章讨论“如何维护和使用好中、小型UPS不间断电源”;第四章和第五章系统地详细地介绍了新型的500伏安级新型后备式UPS电源及1000伏安级UPS电源的工作原理、控制电路及故障维修;第六章讨论和分析了大、中型不间断电源的工作原理和控制电路;第七章着重讨论“如何操作、维护和检修大型UPS电源”。此外,在附录中还向用户提供了著名UPS电源公司名单及其最新的典型产品的性能参数。

本书的最大特点是实用性强,并给出了一百多幅详实的电路图,以及有关参数表,其数据可靠。所介绍的电路都是市售产品的实际电路。在叙述上,物理概念清晰、电路分析详尽,既有理论分析,也有实用维修技术。

本书可供从事UPS不间断电源的使用、维护、维修和设计的用户、生产厂家、科技人员和大专院校师生参考,也是一本极好的培训教材。

书 名:新型UPS不间断电源原理与维修技术

编 著:李成章 王淑芳

责任编辑:王昌铭

印 刷 者:北京金特印刷厂

出版发行:电子工业出版社出版、发行 URL:<http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036 发行部电话68214070

经 销:各地新华书店经销

开 本:787×1092 1/16 印张:22.5 字数:572千字

版 次:1995年3月第1版 1998年1月第5次印刷

书 号: ISBN 7-5053-2881-6
TP·951

定 价:26.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

现今各种类型的 UPS 不间断电源被越来越广泛地应用到我国国民经济的各行各业中。在通讯事业、银行金融管理、办公室自动化管理、航空航天技术,计算机网络直至以信息高速公路为代表的新兴信息产业中,为确保数据管理、程序软件和图象处理的安全、准确和连续稳定可靠,无不用到 UPS 不间断电源。近年来,由于以无输入变压器和无输出变压器、软件控制型谐波调节器为代表的功率因数校正控制技术、IGBT 驱动管逆变器驱动技术、远程监控和调制/解调控制技术、使用高峰值因数(Crest ratio)方法来对付由非线性负载所形成的瞬态冲击的技术的开发及由智能化 UPS 电源供电系统等为代表的一批 UPS 电源新技术的应用,使得如今的 UPS 电源供电系统变得越来越完善,对各种性质的负载(线性或非线性负载)的适应能力大大增强,产品品种越来越齐全。现在的 UPS 电源工业已具备了向用户提供从几百伏安的小型单相不间断电源直至数千伏安的大型三相 UPS 电源供电机组的能力。大量的工作实践证明:目前的 UPS 电源的确可以向用户提供高质量的稳压、稳频、无干扰和波形失真度很小的“全天候”的正弦波供电系统。UPS 电源本身是一种涉及到数字和模拟电路、数字通讯、电力电子技术、微处理器及软件编程等多学科的技术密集型的电子产品。为了维护和使用好不间断电源,从某种意义上讲,它不仅要求我们要尽可能地理解它的控制原理和电路设计。而且还要求我们在实际使用它的过程中,注意积累有关 UPS 的运行技术资料,悉心地总结和分析用户的使用维护经验和教训,以达到提高 UPS 电源供电系统的设备利用率和促进 UPS 电源生产公司进一步改进产品性能的双重目的。

编者在长期维修和设计 UPS 不间断电源的工作实践中,曾详细地解剖过数十种进口 UPS 电源,接触过许多用户,得到过国外 UPS 电源生产和销售公司所提供的技术咨询和样本。在此过程中,既了解到许多用户在使用 UPS 电源中所积累的成功经验,也有机会获悉用户曾因种种原因而付出过巨大经济损失才得到的来之不易的教训。我们深感有必要将这些宝贵的资料和经验奉献给广大读者以分享这些“成果”。编者相信这定会对 UPS 电源在我国的推广和应用起到良好的促进和推动作用。鉴于本书是 1990 年编写的“电源(中小型 UPS 不间断电源及直流稳压电源)”一书的姐妹篇,对于初次接触 UPS 电源的读者来说,必须仔细地阅读前一本书中的有关 UPS 电源的基本常用电路、脉宽调制控制技术及密封型免维护蓄电池的工作原理等章节,才能理解和掌握本书的内容。为此,我们将前一本书中的这两章作了修改补充,使其更加完善,纳入本书,以使初学者能顺利地直接阅读本书。已读过《电源》一书的读者,可以跳过一、二章而直接进入后续章节。本书除了再向读者介绍两种新型的 500 伏安和 1000 伏安级小型不间断电源外,其重点将转为介绍有关“如何使用和维护好 UPS 电源的经验及相应的处置措施”以及介绍中大型 UPS 电源(20kVA~200kVA)的工作原理、控制电路、故障的判断和排除。此外,为了便于读者选购 UPS 不间断电源,在书中还列出了著名的 UPS 电源生产公司的名单及它们的最新产品的技术性能参数表。编者在写作过程中,除了继续坚持原有的物理概念清晰、电路分析详尽、数据可靠、实用性强的传统作法之外,为使读者在维修 UPS 电源中能尽可能地快捷地、准确地排除故障起见,在书中还列出了有关控制电路在不同的工作状态下的特征电平和各种技术数据表。

基于编者在过去数年中曾协助过相当多的用户和厂家在维修、使用和设计 UPS 电源方面所进行的卓有成效的工作和体验,因此,为促进 UPS 电源技术的推广和应用,我们有兴趣、也有能力在今后的工作实践中继续协助解决读者和厂家在选购、机房配置、维修和生产 UPS 电源时所遇到的技术难题。同时,也愿意与 UPS 电源同行切磋交流在 UPS 电源使用中所积累的经验教训。

本书在编写过程中,曾得到过美国力博特公司和创力公司及中国 IBM 计算机用户协会等的帮助和支持。在此表示深切的谢意。此外,由于 UPS 不间断电源所涉及的技术面较广和技术难度较大,加之编者的水平和工作经验有限,因此,书中难免有错,故恳请读者随时予以指正和帮助。

中国科学院计算所 李成章
(北京市 2705 信箱, 邮码 100080)
1994 年 12 月

目 录

第一章 UPS 电源概述及基本工作原理	(1)
1.1 不间断电源概况	(2)
1.2 蓄电池	(8)
1.2.1 UPS 电池的种类	(9)
1.2.2 蓄电池的外特性	(11)
1.2.3 UPS 电源蓄电池的选择	(14)
1.2.4 蓄电池的使用维护注意事项及“废旧”蓄电池的“复活”	(16)
1.3 脉冲宽度调制法(PWM 法)	(17)
1.3.1 单脉冲法	(18)
1.3.2 三角波调制法	(23)
第二章 UPS 电源装置中的常用电路	(27)
2.1 理想运算放大器	(27)
2.2 电压比较器	(28)
2.2.1 UPS 电源常用的电压比较器	(28)
2.2.2 具有滞后特性的电压比较器	(30)
2.3 运算放大器	(32)
2.3.1 反向比例放大器	(32)
2.3.2 同相比例放大器	(35)
2.3.3 电压跟随器	(36)
2.3.4 电压加法放大器	(37)
2.3.5 电压差动放大器	(39)
2.3.6 方波发生器	(41)
2.3.7 正弦波发生器	(42)
2.3.8 三角波发生器	(46)
2.3.9 整流及滤波电路	(48)
2.3.10 锁相同步电路	(53)
2.3.11 精密检波器	(56)
第三章 使用和维护中小型 UPS 电源的一般注意事项	(59)
3.1 概述	(59)
3.2 中小型 UPS 电源的使用和维护经验	(61)
3.3 智能化 UPS 电源的工作原理及操作方法	(64)
3.3.1 内置式智能化 UPS 电源的组成部份	(67)
3.3.2 内置式智能化 UPS 电源的安装及调试步骤	(69)
3.3.3 内置式智能化 UPS 电源所配置的 UPS 监控控制软件的安装步骤	(71)

3.3.4	智能 UPS 电源的 UPS NLM 监控软件 及 UPS 监控板向用户提供的信息	(74)
3.4	如何设置 UPS 电源的负载量	(74)
3.4.1	负载功率因数对 USP 电源可供负载的影响	(75)
3.4.2	UPS 电源输出波形对其负载能力及供电质量的影响	(75)
3.4.3	UPS 电源的不宜过度轻载运行	(77)
3.5	不宜在 UPS 电源的输出端带大功率可控硅负载、可控硅桥式整流型负载 及半波整流型负载	(80)
3.6	怎样才能延长 UPS 电源中的电池组的使用寿命和提高放电效率	(81)
3.7	怎样选择 UPS 电源的前级交流稳压供电系统	(83)
3.8	无输入变压器的 UPS 电源的优缺点	(89)
3.9	如何判断后备式 UPS 电源的交流输出特性	(91)
3.10	在线式 UPS 电源不宜在电池未接入的条件下开机运行	(92)
3.11	无延迟启动功能的在线式 UPS 电源不宜带载启动	(93)
3.12	在配置长延时 UPS 电源的电池供电系统时应注意的问题	(94)
3.13	具有空载保护功能的 UPS 电源的工作点变动后,如何进行调整	(97)
3.14	后备式 UPS 电源在市电供电条件下的过流保护功能	(98)
3.15	如何将 UPS 电源与交流发电机配套使用	(99)
3.15.1	配套使用方法	(99)
3.15.2	配套使用的注意事项	(101)
3.16	如何降低带静态开关的 UPS 电源的故障率	(102)
3.16.1	采用继电器作转换元件带来的问题	(103)
3.16.2	双接触器控制技术	(103)
3.16.3	静态开关技术	(104)
3.16.4	对操作顺序的建议	(109)
3.17	选购 UPS 电源时的注意事项	(109)
第四章	500 伏安级新型后备式方波输出不间断电源	(119)
4.1	UPS-500 不间断电源的控制框图	(119)
4.2	UPS-500 不间断电源的脉宽调制控制级	(121)
4.2.1	电路组成及工作原性	(121)
4.2.2	SG3524 组件各有关控制端的控制信号	(121)
4.2.3	脉宽调制驱动电路的工作情况	(123)
4.3	UPS-500 不间断电源的市电供电 \rightleftharpoons 逆变器供电转换控制电路	(126)
4.3.1	概述	(126)
4.3.2	转换控制电路的工作原理	(128)
4.3.3	转换控制回路工状态的分析	(129)
4.4	UPS-500 不间断电源的自动保护电路	(131)
4.4.1	电池电压过低自动保护电路	(131)
4.4.2	逆变器输出过载或短路自动保护电路	(132)
4.4.3	逆变器过压输出自动保护电路	(132)

4.4.4	UPS 电源延迟自动保护电路	(133)
4.4.5	市电输入过高自动保护电路	(134)
4.5	逆变器工作指示灯及报警系统	(134)
4.6	UPS-500 不间断电源的充电回路及辅助电源供电系统	(135)
4.7	UPS-500 不间断电源的交流稳压控制电路	(137)
4.8	UPS-500 不间断电源的常见的故障及其维修方法	(140)
4.8.1	工作点的调整	(140)
4.8.2	常见故障及其排除方法	(141)
第五章	1000 伏安级的 UPS-1000 后备式方法输出 UPS 电源	(145)
5.1	概况	(145)
5.2	控制框图	(146)
5.3	50Hz 市电同步控制回路	(147)
5.4	过流及电池电压过低自动保护电路	(149)
5.5	电池供电时的喇叭报警控制回路	(151)
5.6	脉宽调制控制级和逆变器功率驱动放大电路	(153)
5.6.1	逆变器工作正常时 U8 组件的工作状态	(153)
5.6.2	当 UPS 电源处于市电供电时,脉宽调制和功率放大级的工作原理	(156)
5.6.3	当 UPS 电源处于故障工作状态时的脉宽调制级的控制原理	(156)
5.7	UPS-1000 不间断电源的市电供电 \Rightarrow 逆变器供电转换控制电路	(156)
5.8	UPS-1000 电源的交流自动稳压控制回路	(160)
5.8.1	UPS-1000 后备式方波输出不间断电源的自动稳压控制电路	(160)
5.8.2	市电输入电压和 UPS 电源的 50Hz 正弦波电源输出的关系	(161)
5.9	直流辅助电源产生电路及电池充电回路	(163)
5.10	UPS-1000 后备方波输出不间断电源的维修	(165)
第六章	大、中型 UPS 电源(20~200 千伏安)的工作原理	(169)
6.1	大、中型 UPS 电源与小型 UPS 电源的主要异同	(169)
6.1.1	采用了微处理器和先进的检测技术	(170)
6.1.2	模块——插件式结构	(173)
6.1.3	三相锁相同步技术	(174)
6.1.4	冗余式供电系统	(174)
6.2	大型 UPS 电源的整流滤波器	(176)
6.2.1	可控硅型三相全控桥式整流器与单相整流器的主要异同	(176)
6.2.2	7400 系列大型 UPS 电源的三相整流器的控制框图	(179)
6.2.3	7400 系列三相大桥式整流器中的可控硅栅极驱动电路	(183)
6.3	大型 UPS 电源的逆变器工作原理	(192)
6.3.1	单脉冲调制型逆变器	(193)
6.3.2	7400 系列 UPS 的正弦波脉宽调制法型的 UPS 逆变器	(208)
6.3.3	自适应调制型逆变器	(244)
6.4	7400 系列大型 UPS 电源的静态开关	(245)
6.4.1	静态开关的基本工作原理	(245)

6.4.2	7400 系列 UPS 的静态开关的逻辑控制框图	(249)
6.4.3	静态开关中的可控硅栅极驱动回路	(254)
6.4.4	静态开关中的可控硅的栅极触发逻辑控制电路	(258)
6.4.5	静态开关逻辑控制电路中的不同步“禁止”转换控制电路	(265)
第七章	如何操作、维护和检修大型 UPS 电源	(269)
7.1	9000 系列多模块 UPS 电源系统的基本结构	(269)
7.1.1	概述	(269)
7.1.2	自动控制功能	(272)
7.1.3	UPS 逆变器模块的操作控制面板	(274)
7.1.4	UPS 系统控制柜的操作控制面板	(276)
7.2	如何操纵和运行大型 UPS 电源	(286)
7.2.1	大型 UPS 电源的供电系统	(286)
7.2.2	大型 UPS 的开机启动程序	(289)
7.2.3	大型 UPS 电源的关机程序	(300)
7.2.4	紧急停机	(304)
7.2.5	在电池供电状态下,如何操作大型 UPS 电源	(305)
7.3	多模块的大型 UPS 电源系统的安装和配置	(309)
7.3.1	安装及连线	(309)
7.3.2	为扩充 UPS 电源的控制功能而增添的部件	(318)
7.4	大型 UPS 电源的日常维护和检查	(324)
7.4.1	每日例行检查	(324)
7.4.2	定期例行维护检查	(324)
7.5	大型 UPS 电源的故障排除	(325)
7.5.1	如何鉴别故障的性质和发生的原因	(326)
7.5.2	如何进行常见的故障的排除	(332)
附录 1	市售典型大、中型 UPS 电源的产品性能 及著名不间断电源公司名称目录	(337)
附录 2	UPS 电源常用晶体管及 MOS 管性能及管脚分布	(348)
参考资料	(349)

第一章 UPS 电源概述及基本工作原理

随着微型计算机应用的日益普及和信息处理技术的不断发展对高质量的供电提出了越来越严格的要求。在微型计算机运行期间供电的中断,将会导致随机存储器中数据的丢失和程序破坏,有时甚至会使磁盘盘面及磁头遭到损坏,造成难以弥补的损失。在目前广泛使用的微型机中,其内部供电系统都装有高速欠压保护电路,当电网欠压时,微机靠储存在滤波电容中的能量来维持工作,一般能持续半个周期(10ms)左右。为了避免存储器中的数据丢失,这就要求一旦市电发生瞬时断电时,必须要有一种电源系统能在小于 10ms 的时间间隔内重新送电,以保证微机系统的正常运行。微机除了要求供电系统具有连续可靠性之外,还要求市电的输出应保持良好的正弦波波形,而且不带干扰。众所周知,交流电网的干扰问题是广大微机用户感到最头痛和棘手的问题之一,严重的干扰常常会造成计算机的计算错误和数据丢失。此外有些部门,曾由于电源故障而付出很大的代价,并导致设备损坏。如工业自动化过程控制系统,数据通讯处理系统,航空管理系统,医用控制系统,精密测量系统等,为了满足这些部门的高可靠的和高质量的供电要求,近年来发展了一种新型不间断电源技术(UNINTERRUPTIBLE POWER SYSTEM)。目前在市场上可以购买到种类繁多的 UPS 电源装置,其输出功率从几百伏安到 3000 千伏安。由于篇幅所限,在本章中,我们将只研究用于微型计算机系统的功率在 5kVA 以下的小型 UPS 电源。早期的 UPS 电源的逆变器是使用可控硅元件作为换向控制部件。由于可控硅元件是一种没有自关断能力的器件,而逆变器的电源是直流电源,它不象交流电源那样有电压过零点并随之变负的情况产生,因此对可控硅来说,若不采取措施,可控硅一旦被触发导通后,它就不能自行关断,要想关断它就必须采取专门措施,这些措施就是在电路中加入由电容和电感组成的换向元件。即使如此,在可控硅 UPS 电源中还是经常发生换向失效等故障,特别是可控硅元件对电网的抗干扰能力差,这大大影响了可控硅型 UPS 电源的稳定性。鉴于上述原因,目前可控硅型的小型 UPS 电源已逐渐被淘汰了。因此,对小型 UPS 电源而言,我们将只讨论使用功率晶体管、功率 MOS 管和 IGBT 管作为逆变器的 UPS 电源。目前市场上销售量最大的三种 UPS 电源装置工作原理和维修技术已得到详细的研究和讨论^[1]。它们是:

(1)具有方波输出的后备式 UPS 电源。其典型产品是 SENTECK、SANTAK 和 SENDEN 牌 UPS-500(输出功率为 500VA)。

(2)输出波形为正弦波的后备式 UPS 电源。其典型产品是 PULSE 牌 UPS-500,UPS-1000R 和 UPS-2000(输出功率分别为 500,1000 和 2000VA)。

(3)输出波形为正弦波的在线式 UPS 电源。其典型产品是 TOSHIBA 牌 TOSNIC- μ -1100(输出功率为 1000VA)。

鉴于在 UPS 电源制备过程中,新技术和新型功率驱动器件不断地被采用。特别是微处理器、通讯接口及计算机编程软件技术的引进,使得近年来所制备的 UPS 电源供电系统的控制功能趋于智能化管理,它对各类负载的适应力更强和整机的电能使用效率极高(目前通过输入功率因数自动校正系统,可使 UPS 电源的输入功率因数=0.99)、UPS 电源整机的体积和噪音变得越来越小。尤其是对 UPS 电源的运行实行远程监控和异地自动故障诊断管理的实现使得我们对 UPS 电源的控制和管理变得更加容易和便捷。所有这一切都体现在 UPS 电源的安

全运行,可靠性更高(平均无故障时间(MTBF)可达 30 万小时以上的 UPS 电源机组已成现实)。为充分反映近年来市售的新型 UPS 电源品牌的上述变化,在本书中,除了继续介绍两种新的小型 UPS 不间断电源外,将对智能化 UPS 电源和大型 UPS 电源进行较详细地分析和讨论。

1.1 不间断电源概况

图 1.1 是不间断电源供电系统的典型框图。它的基本结构是一套将交流市电变为直流电的整流/充电装置和一套把直流电再度转变为交流电的 PWM 逆变器。蓄电池在交流电正常供电时储存能量,此时它一直维持在一个正常的充电电压上。一旦市电供电中断时,蓄电池立即对逆变器供电以保证 UPS 电源交流输出电压供电的连续性。在一般情况下,微计算机用户在遇到市电供电中断时,需要在蓄电池能允许的放电期间内(一般是 15~30 分钟)进行数据转储等应紧操作。对备有柴油发电机组的用户,需要在此期间内起动柴油机取代市电,继续向微机供电。

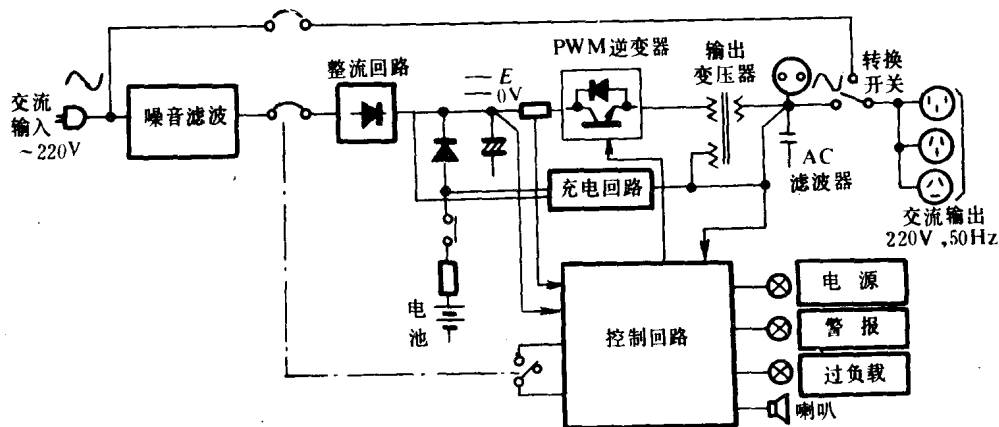


图 1.1 不间断电源系统框图

一台设计良好的 UPS 电源应包括如下部分:

- (1)交流输入滤波回路及整流回路;
- (2)蓄电池及充电回路;
- (3)PWM 脉冲宽度调制型的逆变器;
- (4)各种保护(过流和限流,过压,空载保护,电池电压过低,电池极性和交流极性检测)电路及相关指示灯和喇叭;
- (5)交流市电供电与 UPS 逆变器供电之间的自动切换装置及与它相配套的锁相同步电路和静态开关装置。
- (6)逻辑控制回路。近年来利用微处理芯片作 UPS 电源中关键部件的工作状态的监控控制系统已被广泛采用

UPS 电源按其输出波形可分为方波输出和正弦波输出两大类。而按其操作方式又可分为后备式和在线式的 UPS 电源。其中后备式 UPS 电源,在市电正常供电时,由市电直接向微计

算机提供电源。当市电供电中断时,蓄电池才对逆变器供电并由 UPS 的逆变器对微计算机提供交流电源。即 UPS 电源的逆变器总是处于对微计算机提供后备供电状态。而对在线式的 UPS 电源来说,它平时是由交流电→整流→逆变器方式对微机提供交流电源。一旦市电中断时,UPS 改由蓄电池→逆变器方式对微计算机提供电源。只有当蓄电池放电至终了电压时,由控制电路发出信号去控制自动切换开关,转换成由另一路交流旁路的市电供电。当市电恢复供电后,UPS 又重新切换到由逆变器对微机提供电源。因此,对在线式 UPS 电源而言,在正常情况下它总是由 UPS 电源的逆变器对微机供电,这样就避免掉了所有由市电网而带来的任何电压波动及干扰对微机供电所产生的影响。显而易见,同后备式 UPS 电源相比,它的供电质量是明显优越于后备式 UPS 电源,因为它可以易于实现对微机的稳压,稳频供电。然而,后备式 UPS 电源由于运行效率高、噪音低,价格相对便宜。所以目前在市场上这两种产品同样受到微机用户的欢迎。

按 UPS 电源输出波形不同,又可将 UPS 电源分为方波及正弦波输出两种。从后面我们的讨论中,将会看到正弦波输出 UPS 电源其供电质量远远优于方波输出的 UPS 电源,为使用户对这三种 UPS 电源性能先有一个大概的了解。表 1-1 将列出三种典型的小型 UPS 电源的主要性能参数。

表 1-1 三种典型 UPS 电源的主要性能参数

厂 家	SANTAK	SENDEN	PULSE	TOSHIBA
型 号	UPS-500	UPS-600	UPS-1000R	UPS- μ -1100
输出功率	0.5kVA	0.5kVA	1kVA	1kVA
输入电压	220V $\begin{matrix} +12\% \\ -20\% \end{matrix}$	220V $\begin{matrix} +12\% \\ -20\% \end{matrix}$	220V $\begin{matrix} +10\% \\ -15\% \end{matrix}$	220V $\begin{matrix} +10\% \\ -15\% \end{matrix}$
输入频率	50Hz \pm 5%	50Hz \pm 5%	50Hz \pm 5%	50Hz \pm 5%
输出波形	方波	方波	正弦波,失真度 5%	正弦波,失真度 3%
输出电压	220V \pm 5%	220V \pm 10%	220V \pm $\begin{matrix} +8\% \\ -5\% \end{matrix}$	220V \pm 3%
输出频率	50Hz \pm 10%	50Hz \pm 10%	50Hz \pm 5%	50Hz \pm 1%
输出电压瞬变特性过载能力	差	差	较好	100%负载变化时 \pm 1.0% 150%,60 秒
效 率	0.8~0.85	0.8~0.85	0.8	0.7
电池供电时间(分)	全载 5 分 半载 15 分	全载 5 分	全载 12-15 分 半载 35-45 分	全载 10-12 分
电池组	2 \times (12V,6AH)	2 \times (12V,6AH)	2 \times (12V,24AH)	8 \times (12V,6AH)
转换电压	170Vac	170Vac	170Vac	170Vac
工作方式	后备式	后备式	后备式	在线式

注:① SANTAK 及 SNNDEN UPS-500 电源:禁止带日光灯或其它电感性负载。

② 此处效率是指 UPS 电源逆变器本身转换效率,并不是指向负载的供电效率。

由表 1-1 可见:仅从输出电压幅度的稳定度来看,除 SENDEN UPS-600 外,其余的三种 UPS 电源均能提供稳定度在 220V \pm 5%左右的高稳定度的交流电源。然而,就输出电压的频率的稳定度和对负载的过流承受能力而言,在线式正弦波输出的 UPS 电源明显地比后备式方

波输出的 UPS 电源优越。前者的输出频率稳定度可高达 $50\text{Hz} \pm 1\%$ ，而后者仅为 $50\text{Hz} \pm 10\%$ ，前者允许负载过载 150% 且维持时间还可达 60 秒，而后者严格的禁止日光灯或其它电感性负载被连接上。当然，从电源的利用效率、价格及噪音分贝数来讲，在线式 UPS 电源不如后备式 UPS 电源。

目前在国内市场上大量销售的中小型 UPS 电源仍以进口产品或用进口元部件，国内组装的产品为主。现在市场上常见的 UPS 电源品种有三种，它们是：

(1) 后备式方波输出 UPS 电源(见下表)：

名 称	额定输出功率(伏安)	逆变器中所用的功率驱动元件
PC-Might	250, 350, 500, 1000	功率晶体管
Sendon	500, 1000	功率晶体管
Santak	500, 1000, 1200	功率晶体管
Senteck	500, 1000	功率晶体管
Micro	500, 1000	MOS 或功率晶体管
Global	250(110 伏)	晶体管
PULSE(超薄型)	250	晶体管
SPU-4(超薄型)	250	MOS 功放管
GOMA(超薄型)	250	功率晶体管

(2) 后备式正弦波输出 UPS 电源(见下表)：

名 称	额定输出功率(伏安)	逆变器中所用的功率驱动元件
Pulse	500, 1000, 2000	功率晶体管
Elgar	1000	功率晶体管
TOPAZ	1000	功率晶体管
Juku	1000, 2000	MOS 功放管
Datapasse	1000	功率晶体管
SL-350(超薄型)	350	功率晶体管

(3) 在线式正弦波输出 UPS 电源(见下表)：

名称	额定输出功率(伏安)	逆变器中所用的功率驱动元件
Toshiba(东芝)	1000, 3000, 5000	功率晶体管/功率 MOS 管
UPSONIC(创力)	1000, 3000, 5000, 7500, 10000	功率晶体管
Pulse(保时)	1000, 3000, 5000	功率晶体管
Santak(山特)	1000, 3000, 5000, 10000	功率 MOS/功率晶体管
forTack	1000	MOS 功放管
GOMA	1000, 3000, 2000	功率 MOS/功率晶体管
Sendon(山顿)	1000, 3000, 5000	功率 MOS 管
EMERSON AP 400(力博特公司)	7500, 10000	功率晶体管
EMERSON AP203(力博特公司)	3000	功率晶体管
Mini-1000	1000	功率晶体管
FISKARS(芬兰)	1000, 3000, 5000	IGBT 管
ARES(台湾)	1000, 2000, 3000, 5000, 10000	功率晶体管/IGBT 管
富士 VS 和 VS3	1000, 2000, 3000, 5000, 10000	功率晶体管
S-100 系列(IPM 公司)	300~2000	功率晶体管

名称	额定输出功率(伏安)	逆变器中所用的功率驱动元件
GS	1000,3000	功率 MOS 管
Micro 系列(西力牌)	600,1000,1500,2000,3000	晶体管
ST 系列(捷联公司)	5000,6000,10000	IGBT 管
Pulsar-csx(梅蓝日蓝公司)	2000,3000,4000	IGBT/功率晶体管
APC(美国)	300—5000	IGBT/功率晶体管
DELTEC(劲达)	600,1000,2200,3600,6000	功率晶体管/IGBT 管
FUDEN(富电)	1000,2000,3000,5000	功率晶体管/MOS 管

综上所述,对于后备式(off line)UPS 电源来说,当它处于市电供电正常状态时,市电通过交流旁路通道再经转换开关被送到用户负载上。在早期生产的部份后备式 UPS 电源中,这条交流旁路通道实际上就是一条导线。而在近年来生产的后备式 UPS 电源中,往往在它们的交流旁路通道上配置了采用变压器抽头调压的简易交流稳压调节电路。因此,当后备式 UPS 电源处于市电供电状态时,由于机内的逆变器处于停止工作状态。所以这时的 UPS 电源在实质上相当于一台稳压性能较差(或完全没有任何交流稳压功能)的市电电网传送通道。显然,在此情况下,它除了对市电电网电压的幅度波动有所改善外,它对在市电电网上出现的频率不稳、波形畸变和从电网串入的干扰等不良影响基本上没有任何改善。只有当市电供电中断,改由 UPS 电源的逆变器向外供电时,它才能向外提供稳压和稳频的有效值为 220 伏的交流电源。因此,对后备式 UPS 电源来说,只有当市电停电或市电电压低于 170 伏以下时,它才有可能向负载提供高质量的交流电压。就目前 UPS 电源内部的蓄电池标准配置而言,蓄电池能支持 UPS 电源逆变器向满负载提供的供电时间为 12~15 分钟左右。当负载处于 UPS 电源的额定输出功率的半载时,一般它们的供电时间可达 30~35 分钟左右。鉴于上述情况,在后备式 UPS 电源的绝大部分供电期间内,用户所收到的电源在本质上来说仍然是市电电网电源,并非真正含义上的 UPS 逆变器电源。

对于在线式(on line)UPS 电源来说,当市电电网供电正常时,它是首先将市电交流电源变成直流电源,然后 UPS 电源中的逆变器在机内的脉宽调制(PWM)控制信号的作用下将直流电源在逆变器中变成被功率放大的脉宽调制驱动电源信号、再经逆变器的输出滤波器重新变成我们所需要的正弦波电源来向用户供电。按照现有的 UPS 电源制备技术,UPS 电源的逆变器可以向用户提供稳压精度高(220 伏 \pm 1%/380 伏 \pm 1%)、稳频(50Hz/60Hz \pm 0.01~0.001%)、波形失真度小(<3%)和无干扰的瞬态响应特性很好的高质量的正弦波电源。在线式 UPS 电源的典型瞬态响应特性为:当 UPS 电源的输出端承受到 100%的加载或减载时,它的输出电压波动不但小于 \pm 5%,而且这种瞬态电压波动可在 20 毫秒(50Hz 电源的一个周波)内恢复到它的正常稳压电压值。这样一来,原来存在于市电电网上电压幅度不稳、频率飘移、波形畸变及噪音干扰等不利因素都随着市电交流电源被整流滤波成直流电源而被全部解决了。显然,这种高质量的交流电源是十分有利于用户设备维持正常工作的。当市电供电中断时,UPS 电源中的逆变器利用机内的蓄电池所提供的直流电源来维持正常工作。由于这时并不存在市电供电 \rightarrow 逆变器转换操作动作,它的转换时间当然为零。因此,只要不发生 UPS 电源因蓄电池被长时间放电而出现电池电压过低自动关机状态,UPS 电源可以一直向用户提供高质量的无任何时间中断的正弦波电源,它与市电供电中断与否毫无关系。所以,从某种意义上讲,我们可以把一台在线式 UPS 电源看成为一台静止式(无任何机械动作)的高性能发电机组。在这里需要说明的一点是:在在线式 UPS 电源运行过程中,如果遇到下述情况时:

- ①UPS 电源输出端过载或短路;
- ②UPS 电源逆变器硬件本身出故障。

它会自动地转到由交流旁路供电通道上。正如我们所知:当在线式 UPS 电源处于由交流旁路供电时,市电将直接经交流旁路通道被送到用户的负载上。

在上述的讨论中,我们可知:在一般情况下,只要用户在微机或计算机网络上配置上 UPS 电源供电系统的话,就可以免除因市电突然供电中断而致使正在被微机所运行的软件、数据和图象被破坏或丢失之苦。然而,如果市电供电的中断时间过长,且在 UPS 电源进入因蓄电池电压过低而自动关机之前又未能及时地送入备用电源(例如:启动柴油发电机)的话,还是会出现因 UPS 电源自动关机而使用户的程序或数据被破坏和丢失的事故。为解决这个问题,大约在几年前,有的 UPS 电源生产厂家曾经推出过一种 UPS 电源卡。这种 UPS 电源监控卡的控制功能可简述如下:

当市电突然停电后,如果市电停电的时间短于 1 秒的话,UPS 卡依靠它的内置式的小型蓄电池来继续维持向微机供电。然而,如果市电的停电时间超过 1 秒钟时,UPS 卡将向微机发出控制命令,把当前正在微机内存和运控器中所运行的数据或程序立即存入硬磁盘。在完成上述数据转存工作后,将硬磁盘中的磁头退回到安全工作区。当 UPS 卡在完成上述任务后它才自动关机。这样一来,当下次市电重新恢复供电后,用户就可以立即调出前次市电中断前一瞬间所运行的程序和数据,从而起到了保护程序运行完整性的作用。然而,由于 UPS 卡本身存在有两个弱点,使得它的应用范围极为有限,它的市场占有率低。这两个弱点是:

- ①UPS 卡能向用户供电的时间极其有限;
- ②用户需根据微机所用的不同软件版本选购不同型号的 UPS 卡。

为克服传统的 UPS 电源与计算机负载之间互为独立、相互之间无任何协调关系的弊端。近年来,UPS 电源生产厂家推出一种智能化的 UPS 电源供电系统。所谓智能化 UPS 电源它是在 UPS 电源的主机的输出端增设一个 DB9 型、RS232 或 AS/400 型通讯接口,在微机或微机局部网的服务器上增设 UPS 电源监控板(卡)和 UPS 监控软件。通过这样的办法将 UPS 电源与计算机网络组成一个具有互控功能的供电系统。其控制功能可简述如下:

UPS 监控软件通过 RS232 接口监控 UPS 电源的运行情况。当市电供电中断时,从 UPS 电源向微机送来市电供电中断信号,经过监控软件进行判断。为了尽量减少瞬间短时停电对计算机网络中各用户的正常工作的干扰。一般在市电停电时间短于 30 秒时(注:用户可通过监控软件重新设置等待时间,可在 15~300 秒之间进行选择),监控软件并不向外发出任何控制命令。所以,不会影响微机用户的正常操作。然而,当市电停电时间超过 30 秒时,监控软件会把如下市电供电中断信息,在网络中的各用户的显示屏上显示出“某年某月某日几点几分,市电供电已中断,服务器还能维持工作××分钟,请用户准备文件登录”。以提醒微机用户提前做好准备。此时,如果用户采用将计算机网络中的非关键性设备关掉来延长 UPS 电源的后备供电时间的话,UPS 监控卡/软件可根据电池的放电速率重新估算出电池可维持服务器正常运行的新的供电时间。当 UPS 电源内的蓄电池的端电压下降到快接近于电池的临界放电电压时,UPS 电源会向网络服务器发出电池电压偏低信号。此时,在网络中各用户的显示屏上又会出现“电池将要放电终结,服务器将在××分钟内关闭,除非市电重新恢复供电。”再次提醒用户提前把数据转存在硬磁盘上。如果市电停电状态一直持续到 UPS 电源向网络发出“电池电压过低”信号时,在监控软件的控制下,服务器将退出所有的用户,终止一切操作。此时会在用户的显示屏上出现“服务器已关闭,请键入 Exit 返回 DOS 系统”的提示信息。此外,该监控系统

还能在自动关闭 UPS 电源前将用户当前正在运行的软件自动转存硬磁盘。也就是说,它能自动执行存储命令来存储用户的字处理文本数据,数据库或用户的应用软件的内容。对于这种智能化的 UPS 电源供电系统来说,一旦市电重新恢复供电时,它能重新起动网络系统的工作。由此可见,如果用户在计算机网络中配上智能化 UPS 电源的话,实际上就相当于建立起一个安全可靠的数据保护网。目前,几乎所有著名的 UPS 电源制备公司都能向用户提供这种 UPS 电源主机及相应的配套 UPS 监控软件。

对于输出功率为 0.25~10kVA 范围的小型 UPS 电源来说,由于新技术和新工艺的不断采用和改进。UPS 电源的技术性能还在如下几方面取得明显的改善。

- ① 后备式 UPS 在遇到市电供电中断时,它执行市电供电→逆变器供电切换操作的时间从原来传统的 4~6 毫秒,下降到 2 毫秒左右。我们知道:微机开关电源中的 P.G 信号在遇到供电中断时的保持时间只有 7 毫秒左右。显然,上述切换时间明显短于 7 毫秒的时限要求。这就从技术上确保微机所运行的软件和数据的安全可靠。
- ② 逐渐将某些过去只应用于大型 UPS 电源中的控制功能移植到小型 UPS 电源中。例如山顿第二代全自动智能型 UPS 电源在配置上 Sendon UPS 专用存盘软件后,可将与它相连的微计算机置于无人条件下的自动存盘控制。此外,在它的 UPS 电源中所配置的网络控制接口上可配网络及其他应用软件。对有的小型 UPS 电源来说,为实现现场维护的快捷和准确,还可利用专用的计算机诊断软件来对 UPS 电源的硬件进行诊断,并迅速给出诊断结果。例如:梅蓝日蓝公司的 Comet 系列 UPS 电源(5~30kVA)、创力牌 UPS 电源和力博特公司的 AP400 UPS 电源就具有这种控制功能。
- ③ 为提高 UPS 电源中的蓄电池的使用效率和延长使用寿命,对电池的监控系统变得更加完善。它主要体现在:
 - ① 电池系统采用双重保护,增设具有防止电池被深度放电及电池被过压充电的保护电路(注:深度放电容易发生在电池组被置于长时间的小电流工作环境时);
 - ② 在结构设计上,使 UPS 电源的内置电池远离热源,并靠近主冷却风扇。这是因为对密封电池来说,当环境温度超过 25 度以上,每温升增加 10 度,电池的使用寿命将缩短一半的缘故。
 - ③ 利用计算机软件对电池的实际后备时间进行检测和预报,力博特公司的 UPS 还能向用户提示电池需更换的信号。在电池配置系统进行上述改进的产品有梅蓝日蓝公司、创力牌、力博特公司和山顿牌 UPS 电源等。
- ④ 采用软件谐波调节器或新型高频开关控制的整流器等技术来实现的输入功率因数自动校正系统来对 UPS 电源的输入电流进行功率因数调整,从而达到降低 UPS 电源的视在输入功率(kVA)的目的。有的 UPS 电源的输入功率因数可高达 $PF=0.99$ 。这意味着,它可以确保 UPS 电源的输入电压和输入电流在几乎同相位的条件下,使其输入电流波也呈现正弦波。因此,对于这种类型的 UPS 电源来说,它不仅大大地提高对输入电能的利用率。而且在技术上消除掉传统的 UPS 电源对市电网可能产生的谐波干扰的缺点,具有这种特性的 UPS 电源有:路明公司的创力牌 UPS 电源,力博特公司的 AP200 型 UPS 电源、梅蓝日蓝公司的 Comet UPS 电源及 IPM 公司的 S1000 系列 UPS 电源等。鉴于上述原因,用户在选购到 $PF=0.99$ 的 UPS 电源品种时,就无需考虑功率裕量。这是因它们的完整的 kW 额定输出有能力支持任何功率因数负载的缘故。针对在 UPS 电源的负载中计算机和显示器中的开关电源负载所占的比重较大的情况

(它们都属于微电容性负载),由于在开关电源中的整流滤波器的存在。所以,要求 UPS 电源所提供的容性峰值电流大大超过 UPS 电源在带电阻性负载时所应提供的峰值电流值。体现 UPS 电源对电容性负载驱动能力的技术参数是峰值因数(Crest ratio)。对于目前市售的多数 UPS 电源而言,它们的峰值因数多为 3:1。因此,对于需要带较重电容性负载的用户来说,在选购 UPS 电源时,应选择具有高峰值因数的 UPS 电源品种。目前 UPS 电源生产厂能向用户提供峰值因数高达 5:1 或 6:1 的 UPS 电源。

- ⑤ UPS 电源的小型化:由于具有快速开关时间、抗干扰性能较强的 IGBT(绝缘栅双极晶体管)驱动器件的出现,在 UPS 电源中就可以采用更高频率的脉宽调制技术。目前已可使得机内的三角波载波频率从传统的 20kHz 提高到 40~100kHz 左右。这样一来,就有可能在 UPS 电源中采用体积更小,重量较轻的高频铁氧体磁心变压器来代替砂钢片变压器,随之而来的巨大变化是 UPS 电源的小型化。为说明这个问题,现举两个例子:1kVA 的 UPS 电源从原来的大约 37×17×57cm 和 45kg 左右降低到 23×18.3×46cm 和 25kg 左右,而 3kVA UPS 电源从传统的 55×34×64cm 和 128kg 左右下降到 26×55×53cm 和 80kg 左右。
- ⑥ UPS 的“电源共享功能”(Pulsar Share)。当输出功率为 3~10kVA 的 UPS 电源在驱动多台 PC 微机、PC 服务器、CAD 工作站、RISC 服务器、外置的大容量磁盘和磁带存储器、激光打印机等诸多不同性质的负载时,在市电供电正常时,只要 UPS 电源的输入功率足够,当然可以用 UPS 电源来驱动上述负载。然而,当市电供电中断时,由于蓄电池所储存的能量是有限的。为了能将这种有限的能量用于支持最关键的设备的正常运行,用户可以根据上述种种负载的重要程度对不同的设备分配不同的后备供电时间。当 UPS 电源具有“电源共享功能”时,用户可通过 UPS 管理软件很容易地将不同的电池后备时间分配到每一个 UPS 电源的输出端口。通过这种办法可将 UPS 电源中蓄电池所储存的电力更多地分配给供电系统中的关键设备。显而易见,这样可大大提高 UPS 电源供电系统的灵活性和使用效率。具有这种控制功能的 UPS 电源有梅蓝日蓝公司的宇宙星(Pulsar)系列和 Comet 系列的 UPS 电源。

1.2 蓄电池

目前在 UPS 不间断电源中,广泛使用蓄电池作为储存电能的装置,蓄电池需先用直流电源对其充电,将电能转化为化学能而储存起来。当市电供应中断时,UPS 电源将依靠储存在蓄电池中的能量维持其逆变器的正常工作。此时,蓄电池通过放电将化学能转化为电能提供给 UPS 电源使用,因此蓄电池是一种可逆电池。目前在中小型 UPS 电源中被广泛使用的是所谓无需维护的密封式铅酸蓄电池,它的价格比较贵。一般大约占 UPS 电源总生产成本的 1/4~2/5 左右。在返修的 UPS 电源中,由于蓄电池故障而引起 UPS 电源不能正常工作的比例大约占 1/3 左右,对于长延时(4 或 8 小时)UPS 电源而言,蓄电池的成本甚至超过 UPS 电源主机的成本。由此可见,正确地使用维护好蓄电池组,这对延长蓄电池使用寿命并非小事,不能掉以轻心。如果维护使用正确,蓄电池的寿命一般可达 3~5 年。德国阳光牌 A400 系列 dryfit 蓄电池,在 20℃ 环境条件下,使用寿命可达 10 年左右。