

微型计算机电路分析与维修丛书

7

# 电 源

(中小型UPS不间断电源及直流稳压电源)

李成章 编著



电子工业出版社

31529

TP330.3

4050

TP330.3

4050

微型计算机电路分析与维修丛书⑦

# 电 源

(中小型 UPS 不间断电源及直流稳压电源)

李成章 编著

电子工业出版社

## 内 容 简 介

本书比较系统地介绍了最近十几年迅速发展起来的适合于微型计算机用的中、小型 UPS 不间断电源及微型计算机直流稳压电源。全书可分为四部分：第一部分介绍中小型 UPS 电源用的蓄电池及脉冲宽度调制法的工作原理及维护技术；第二部分介绍 UPS 电源中常用基本线路的工作原理，对运算放大器实用电路进行了较详尽的分析；第三部分系统而详细地介绍目前市场上常见的三种典型 UPS 电源的实际线路、工作原理、波形分析及实用维修技术。这三种电源是：Senteck, Santack 和 Sendon 牌后备式方波输出 UPS 电源；Pulse 牌后备式正弦波输出 UPS 电源及 Toshiba 牌在线式正弦波输出 UPS 电源。第四部分介绍苹果机、IBM/PC 和 IBM/AT 计算机的直流稳压电源的工作原理、实际线路及维修技术。

本书的特点是物理概念清晰、数据可靠、实用性强。所介绍的线路均是上述产品的实际线路，它可供从事不间断电源设计和维护使用的科技人员，大专院校师生参考。

## 电 源

(中小型 UPS 不间断电源及直流稳压电源)

李成章 编著

\*

电子工业出版社(北京市万寿路)

电子工业出版社总发行 各地新华书店经售

机电部科技情报所印刷厂印刷

\*

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：15 字数：371 千字

1990 年 4 月第 1 版 1990 年 4 月第 1 次 印刷

印数：8100 册 定价：7.50 元

ISBN7-5053-0839-4 / TP·132

## 出版说明

在世界新技术革命中，计算机已成为一个崭新的、最活跃、最先进的核心技术之一，在信息社会中发挥着他的强大威力。为使我国计算机应用事业尽快地赶上世界先进水平，人才培养是十分重要的。机电部计算机技术培训中心和中国计算机技术服务公司技术培训网担负着在全国范围内对计算机应用人才进行培养的重任。

为了能迅速、有效地提高计算机培训的质量，使技术培训向正规化、系列化、分层次方面发展；为在我国建立一支宏大的应用计算机的队伍，机电部计算机技术培训中心、中国计算机技术服务公司技术培训网和中国计算机学会技术培训组共同组织培训网系统内各培训中心、培训部门及部分高等院校、科研院所、计算机生产厂等单位的计算机专家组成了全国计算机技术培训网教材编审委员会。教材编审委员会从国内外计算机技术发展和我国实际情况出发，会同北京地区六个出版社，经过有计划地选题、编写和审定大纲、指定主审和主编，在全网范围内已经编写教材八十余种。自一九八六年以来，编委会在事务处理、工业控制、微机局域网络、微机硬件分析和维修以及中华学习机等方面组织了一批丛书和系列教材，这些教材从一九八七年开始陆续与广大读者见面。

这些教材的主要对象是非计算机专业的广大科技人员和管理人员（在培训过程中将分成初、中、高各级技术人员的分层次进行培训），也可以作为高等院校的教学参考书及大专院校学生和从事计算机应用人员的自学教材。

这些教材本着两个指导思想进行编写，即实用性强：让读者学完后能立即用上；跟踪新技术、新成果、新趋势快：让读者及时掌握最先进的技术服务于社会。在培训工作方面遵循三条宗旨，即面向全国、面向应用、面向用户，为读者用好计算机服务。

我们热忱地欢迎有更多的各方面的计算机专家参加培训教材的编写工作，热忱欢迎广大读者进行批评和帮助，也热忱欢迎更多的出版社支持我们的工作。

全国计算机技术培训教材编审委员会

1988年10月

### 编委会名单：

名誉主任：陈力为

主任：邵祖英

副主任：吴洪来 黄安南 张振宇

委员：(按姓氏笔划为序)

王秉湖 王春元 王路敬 刘国刚 刘洪斌

李大有 李潮义 李宁国 金锡智 张宇铭

何积功 钟圣雷 李珍 夏涛 郭小清

秘书：邓小敏

65361/02

## 丛书出版说明

随着我国计算机应用的发展,各行业对计算机应用人才的需求也将日益迫切,大力培养计算机的应用人才,对我国的现代化建设有着重要的战略意义。为了使计算机应用人才的培训工作逐步向正规化,系列化和多层次的方向发展,有效地提高计算机技术的培训质量,在全国计算机技术培训网教材编审委员会的领导下组织编写《微型计算机电路分析与维修》丛书出版。

编写本丛书的目的是:

**1.为了硬件维修人才的培养** 我国微型计算机的装机量已达 30 万台,为了保证这些设备的正常行,硬件维修与保养已是不可忽视的一项重要工作。因此,有必要进一步提高应用从业人员的硬件知识与维修能力。

**2.为了应用系统扩充的需要** 计算机应用中常常需针对特定的应用需要扩充系统的功能和设备。因此,要对硬件有一个深入的理解,否则扩充工作是难以进行的。

本丛书共分八册,各分册的内容为: 1. **IBM PC(XT 和 AT)电路分析**; 2. **CCBOIOS 剖析**; 3. **5.25 英寸磁盘机**; 4. **针式打印机**; 5. **显示器和显示终端**; 6. **自动绘图机和数字化仪**; 7. **电源**; 8. **电路图集**等。

为了切合我国微型计算机装备的客观情况,本丛书的取材主要是针对 **IBM PC / XT** 和 **/ AT** 及其常用外设。**BIOS** 虽属操作系统软件范围,但它是操纵 **IBM PC** 各外设的重要部分。在了解硬件原理的基础上,掌握 **BIOS** 各模块的功能,才能对硬件各种操作建立完整的概念。

本丛书强调以实用为主,但限于篇幅,只能结合一些典型产品进行介绍。为了方便读者,在本丛书编写及编辑加工过程中搜集到的常用设备电路图也分类汇编成册陆续出版,这对应用及维修人员来说,无疑是有参考价值的。

鉴于本丛书内容涉及到较细致的结构与电路分析,资料搜集较难,编写难度较大,为此,我们邀请各方面专家组成丛书编审委员会,共同努力完成这项工作。

本丛书编审委员会如下:

主任 邵祖英

主编 王春元

名誉编委 朱家维 潘孝梅 徐信南 白英彩 邱百光

编委 邵祖英 王春元 钱基广 唐华栋 丁然文

陈世爵 是锦春 何积功 韦大力

# 前 言

近年来微型计算机正以惊人的速度在我国普及起来，目前微型计算机已不仅应用于高级实验室，而且它日益广泛地被应用于办公室自动化、数据处理及通讯、工业自动控制等领域。为保证微型计算机工作的稳定可靠、数据信息处理的安全，越来越多的 UPS 电源正被引进到各种不同类型的计算机机房。

由于半导体制备技术的迅速发展及在微型计算机广泛应用的推动下，UPS 电源正以惊人的速度改进和发展着。几年前在市场上尚可见到的中、小型可控硅 UPS 不间断电源由于其故障率较高，现在已几乎被用晶体管或 MOS 场效应驱动管的 UPS 电源所代替而被完全淘汰。由于我国目前微型计算机所用的 UPS 电源仍然主要是靠从国外引进的，数量日益增多的各种类型的 UPS 电源源源不断地被用户所采用。令人遗憾的是，几乎所有的 UPS 电源生产厂家都不向用户提供 UPS 电源内部的线路图。这种客观情况，在一定程度上给 UPS 电源用户使用维护和修理带来一定的困难。同样遗憾的是，目前国内缺乏一本系统地介绍适合于微型计算机用的中、小型 UPS 电源方面的书籍，编者根据自己在设计和维修 UPS 电源工作中的体会和积累的经验，试图编写这本书以奉献给广大 UPS 电源用户。为尽可能地适应不同用户的需求，编者选择了目前市场上销售量最大，最具有代表性的三种不同类型的 UPS 不间断电源，它们分别是 Santack, Senteck 和 Sendon 牌后备式方波输出 UPS 电源；Pulse 牌后备式正弦波输出和 Toshiba 牌在线式正弦波输出 UPS 不间断电源作为样本来系统而详尽地分析它们的工作原理、实用维修技术。为扩大本书的适用面，还介绍了有关“苹果机”，“IBM/PC 机”和“IBM/AT 机”的直流稳压电源线路的工作原理及相关的维修技术。本书中所介绍的上述线路均是产品的实际线路。而且书中所绘的线路中的元件编号均与上述 UPS 电源的实际编号相同。因而本书具有物理概念清晰、数据可靠、实用性强等特点。为了便于用户维修方便，本书还刊有常用元器件的替换表。因此，本书适合于从事 UPS 电源和微型计算机直流稳压电源设计、使用维护和修理的科技人员及大专院校师生参考。当然，编者也有兴趣协助有关 UPS 电源制造厂家解决有关技术问题。

王芳付教授对本书的线路图进行了绘制和审核，王昌铭副编审对全稿进行了阅改和终审。在本书编写过程中，还得到过中国计算机学会开发咨询部和香港明华公司的支持和帮助，在此表示感谢。

由于 UPS 不间断电源涉及面广，加之编者水平有限，时间仓促，书中难免有错误之处。恳请读者批评指正。

中国科学院计算所 李成章

1989 年 12 月

# 目 录

<b>第一章 UPS 电源概述及基本工作原理</b> .....	( 1 )
§ 1.1 不间断电源概况.....	( 1 )
§ 1.2 蓄电池.....	( 4 )
§ 1.2.1 蓄电池的种类.....	( 5 )
§ 1.2.2 蓄电池的外特性.....	( 7 )
§ 1.2.3 UPS 电源蓄电池的选择.....	( 10 )
§ 1.2.4 蓄电池使用维护注意事项及“废旧”蓄电池的复活.....	( 11 )
§ 1.3 脉冲宽度调制法(PWM 法).....	( 12 )
§ 1.3.1 单脉冲法.....	( 13 )
§ 1.3.2 三角波调制法.....	( 18 )
<b>第二章 UPS 电源装置中的常用电路</b> .....	( 23 )
§ 2.1 理想运算放大器.....	( 23 )
§ 2.2 电压比较器.....	( 24 )
§ 2.2.1 UPS 电源常用的电压比较器.....	( 24 )
§ 2.2.2 具有滞后特性的电压比较器.....	( 26 )
§ 2.3 运算放大器.....	( 28 )
§ 2.3.1 反相比例放大器.....	( 29 )
§ 2.3.2 同相比例放大器.....	( 31 )
§ 2.3.3 电压跟随器.....	( 33 )
§ 2.3.4 电压加法放大器.....	( 34 )
§ 2.3.5 电压差动放大器.....	( 36 )
§ 2.3.6 方波发生器.....	( 38 )
§ 2.3.7 正弦波发生器.....	( 40 )
§ 2.3.8 三角波发生器.....	( 43 )
§ 2.3.9 整流及滤波电路.....	( 45 )
<b>第三章 微型计算机用直流稳压电源</b> .....	( 52 )
§ 3.1 微型计算机直流稳压电源概述.....	( 52 )
§ 3.2 APL-88 型苹果计算机直流稳压电源.....	( 54 )
§ 3.3 IBM/PC 微型计算机用直流稳压电源.....	( 58 )
§ 3.3.1 IBM/PC 微机直流稳压电源之一.....	( 58 )
§ 3.3.2 IBM/PC 微机直流稳压电源之二.....	( 65 )
§ 3.4 IBM/AT 微型计算机用直流稳压电源.....	( 71 )
§ 3.4.1 IBM/AT 微型计算机用直流稳压电源线路之一.....	( 71 )
§ 3.5 IBM/AT 微型计算机用直流稳压电源线路之二.....	( 84 )
§ 3.5.1 IBM/AT 微机直流稳压电源的脉宽调制驱动线路.....	( 85 )
§ 3.5.2 IBM/AT 微机直流稳压电源的负反馈电平调节线路.....	( 88 )
§ 3.6 长城 0520A 型微机直流稳压电源.....	( 97 )

§ 3.7	微型计算机直流稳压电源的常见故障及其排除办法	(102)
<b>第四章</b>	<b>Sendon, Santack 和 Senteck 牌后备式方波输出 UPS-500 不间断电源</b>	
	.....	(104)
§ 4.1	基本性能	(105)
§ 4.2	后备式方波输出 UPS-500 不间断电源的工作原理	(107)
§ 4.2.1	框图	(107)
§ 4.2.2	PWM 脉宽调制及驱动线路	(107)
§ 4.2.3	市电供电——逆变器供电转换控制线路的工作原理	(114)
§ 4.2.4	UPS 电源工作状态指示电路	(125)
§ 4.2.5	电池电压过低及过电流保护线路	(130)
§ 4.2.6	辅助电源及电池充电回路	(134)
§ 4.2.7	自动稳压及抗干扰控制线路	(135)
§ 4.3	常见故障分析	(152)
§ 4.3.1	UPS-500 型不间断电源工作点的调整	(152)
§ 4.3.2	常见故障及其排除方法	(153)
§ 4.3.3	UPS-500 型不间断电源的优缺点	(155)
<b>第五章</b>	<b>Pulse 牌后备式正弦波输出 UPS-1000 型不间断电源</b>	(157)
§ 5.1	基本性能	(157)
§ 5.2	Pulse 牌后备式正弦波输出不间断电源的使用注意事项	(158)
§ 5.3	Pulse 牌后备式正弦波输出不间断电源的工作原理	(160)
§ 5.3.1	框图	(160)
§ 5.3.2	正弦波脉宽调制控制线路及晶体管推挽驱动线路	(162)
§ 5.3.3	市电供电——逆变器供电转换控制线路的工作原理	(169)
§ 5.3.4	电池工作状态指示线路	(171)
§ 5.3.5	电池电压过低和过电流自动保护线路	(174)
§ 5.3.6	空载保护和交流 AC 极性保护控制线路	(177)
§ 5.3.7	电池极性保护和辅助电源控制系统	(179)
§ 5.3.8	自动稳压控制线路及交流抗干扰线路	(181)
§ 5.4	使用维护注意事项及常见故障分析	(186)
§ 5.4.1	Plues UPS-1000 和 UPS-1000R 型不间断电源工作点的调整	(186)
§ 5.4.2	常见故障分析	(187)
<b>第六章</b>	<b>Toshiba 牌在线式正弦波输出的 <math>\mu</math>-1100 型不间断电源</b>	(189)
§ 6.1	基本性能	(189)
§ 6.2	$\mu$ -1100 型 UPS 不间断电源的使用注意事项	(194)
§ 6.3	在线式正弦波输出 $\mu$ -1100UPS 不间断电源工作原理	(194)
§ 6.3.1	D8749 微处理机芯片及 7528 数模转换控制组件的控制功能	(196)
§ 6.3.2	正弦波发生器	(207)



§ 6.3.3	正弦波脉宽调制及逆变器驱动放大线路 .....	(210)
§ 6.3.4	蓄电池充电回路 .....	(214)
§ 6.3.5	电池电压过低自动保护及故障报警线路 .....	(218)
§ 6.4	常见故障维修 .....	(222)
<b>第七章</b>	<b>如何选择和维护使用 UPS 电源 .....</b>	<b>(224)</b>
§ 7.1	各种 UPS 电源的主要特点 .....	(224)
§ 7.2	选择 UPS 电源的若干考虑 .....	(226)
§ 7.3	UPS 电源使用的一般注意事项 .....	(227)
附录:	常用元器件的替换表 .....	(230)
	参考文献 .....	(232)

# 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，微机靠贮存在滤波电容中的能量来维持工作，一般能维持半个周期（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 1000 千伏安。由于篇幅所限，在此，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并变负的情况产生，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 UPS 电源已逐渐被淘汰了。因此，本书将只讨论使用功率晶体管作为逆变器的 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将得到详细的研究和讨论。它们是：

1) 具有方波输出的后备式 UPS 电源。其典型产品是 SENTECK SANTACK 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- $\mu$ -1100(输出功率为 1000VA)。

## § 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

流电正常供电时贮存能量，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）进行数据转贮等应紧操作。对备有柴油发电机组的用户，需要在此期间内启动柴油机取代市电，继续向微机供电。

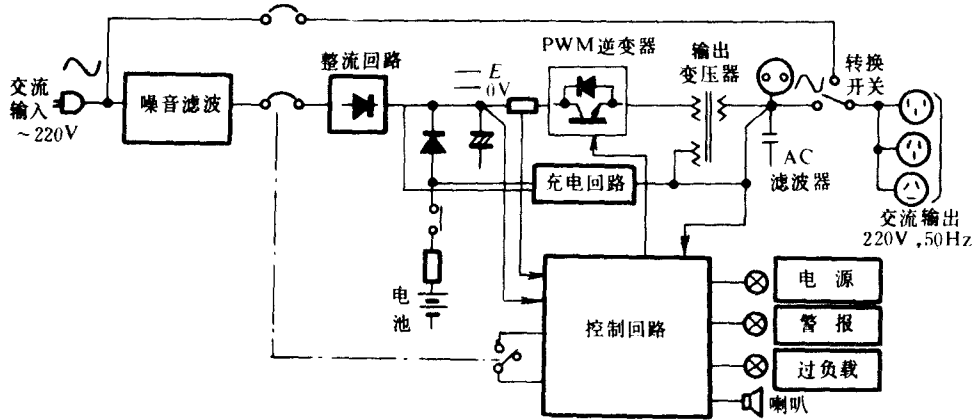


图 1-1 不间断电源系统框图

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，过压，空载保护，电池电压过低，电池极性和交流极性检测）线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；
- 6) 控制回路。

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 的逆变器对微机提供交流电源。即 UPS 电源的逆变器总是处于对微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→逆变器方式对微机提供电源。只有当蓄电池放电至终了电压时，由控制线路发出信号去控制自动切换开关，转换成市电供电。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	SENTECK	SENDEN	PULSE	TOSHIBA
型 号	UPS-500	UPS-500	UPS-1000R	UPS- $\mu$ -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 $\begin{matrix} +8\% \\ -5\% \end{matrix}$	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 $\times$ 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 SENTECK 及 SENDEN UPS-500 电源: 禁止接日光灯或其它非计算机负载。

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-500 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 50Hz  $\pm 1\%$ , 而后者仅为 50Hz  $\pm 10\%$ , 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非计算机负载被连接上。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) 后备式方波输出的 UPS 电源, 它们有:

名 称	额定输出功率(伏安)	逆变器中所用功率驱动元件
Sendon	400, 500, 1000	功率晶体管
Senteck	500,1000	功率晶体管
Santack	500,1000	功率晶体管
Denshi	500	功率晶体管
Micro	500	MOS 功放管

2) 后备式正弦波输出的 UPS 电源, 它们有:

名 称	额定输出功率(伏安)	逆变器中所用功率驱动元件
Pulse	500, 1000, 2000	功率晶体管
Juku	1000	MOS 功放管
Datapasse	1000	功率晶体管
Santack	500, 1000, 1500, 2000,	功率晶体管

3) 在线式正弦波输出 UPS 电源, 它们有:

名 称	额定输出功率(伏安)	逆变器中所用功率驱动元件
Toshiba $\mu$ -1100	1000, 3000, 5000	功率晶体管
Sanken S102	1000	MOS 功放管
MiNi-1000	1000	功率晶体管
Pulse-3000	3000,5000	功率晶体管
SANTACK	1000,3000,5000	MOS 功放管
FORTACK	1000	MOS 功放管
COMA	1000	MOS 功放管

## § 1.2 蓄电池

目前在 UPS 不间断电源中, 广泛使用蓄电池作为贮存电能的装置, 蓄电池需先用直流电源对其充电, 将电能转化为化学能而贮存起来。当市电供应中断时, UPS 电源将依靠贮存在蓄电池中的能量维持其逆变器正常工作。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  $1/3 \sim 2/5$  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  $1/4$  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 年以上。

### § 1.2.1 UPS 电池的种类

UPS 电源要求所选用的蓄电池必须具有在短时间内输出大电流的特性，一般要求蓄电池供电时间在 10 分钟左右。目前常用的蓄电池有三种，它们都属于铅酸电池。

- 1) 目前被广泛使用的经济型 HS 型电池和适合于低温工作的 AHH 型电池；
- 2) 适用于长放电时间要求的 CS 型电池；
- 3) 小型密封式 M 型电池。

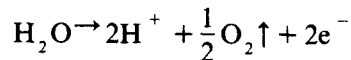
其中第三种 M 型电池因其体积小而且密封无需维护而被广泛应用于小型 UPS 电源中。以上各种蓄电池的结构，原理和特点均示于表 1-2 中。

表 1-2 UPS 用蓄电池种类

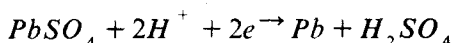
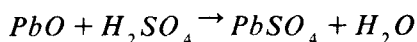
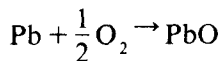
名称		涂浆式高效铅电池	复盖式铅电池	小型密封铅电池
型号		HS	CS	M
活性物质	阳极	二氧化铅 (PbO <sub>2</sub> )		
	阴极	海绵状铅 (Pb)		
电解液		稀硫酸 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )		
比重		1.24 / 20℃	1.215 / 20℃	
反应式		PbO <sub>2</sub> +2H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +Pb=PbSO <sub>4</sub> +2H <sub>2</sub> O+PbSO <sub>4</sub>		
标称电压		2.0V		
阳极板结构		在铅锡合金格子 里填充阳极活性物质	在铅锡合金心棒与 外包覆的玻璃纤维 管之间填充阳极活性 物质	在铅钙合金格子间 填充阳极活性物质
阴极板结构		铅锡合金格子里填充阴极活性剂		铅钙合金格子里 填充阴极活性剂

蓄电池中的电解液中的水分，在浮动充电及均衡充电末期都会产生电解分离反应而被电解成氢和氧气，这些氢和氧气将慢慢消失在空气中。因此，对于一般蓄电池组，每隔一定时间必须对蓄电池进行定期补水，以补充电解液中水分的损失。否则蓄电池中电解液浓度将大大超过规定值。这就是一般铅酸电池需要定期维护的原因。近年来，由于在小型密封型铅酸蓄电池中采用了先进的阴极吸收式密封技术，这一新技术的采用可把这种定期补水的间隔时间延长到五年以上，从而实现了所谓的完全无需维护操作电池的目的。阴极吸收式的工作原理示于图 1-2 中。

当电池组被充电时，在阳极就产生水被电离分解的电化学反应为：



新生成的氧气在电场作用下移向电池组的阴极，氧气在阴极催化剂的作用下，首先在阴极形成氧气被吸附，随后氧气在催化剂的作用下，重新与氢结合生成水的一系列化学反应，随着电化学反应的不断进行，在蓄电池阴极上，将积累越来越多的负电荷，这样蓄电池组就被逐步充电了。



在理想的工作状态下，它可维持蓄电池的电解液中水的含量保持不变。为了使得电池内部的这种气体阴极吸收方式能够充分进行，它要求在电解过程中水的电解分解反应要尽可能地得缓慢些，还要求电池内部的阳极、阴极及中间隔离板的结构必须易于气体透过和传输。因此，要想提高电池的使用寿命，必须严格遵循充电电流不得超过电池允许的最大充电电流的规定。过大的充电电流会导致蓄电池使用寿命的缩短。目前常用的小型 UPS 电源中的蓄电池的规格特性见表 1-3。

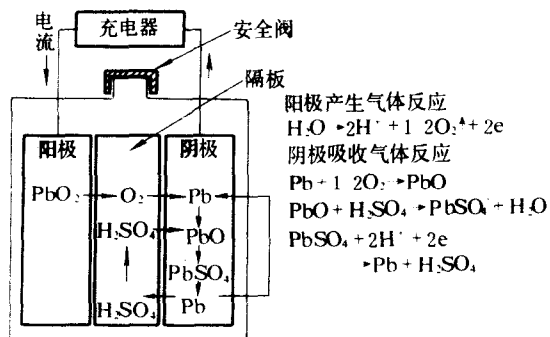


图 1-2 阴极吸收方式原理图

新的蓄电池在安装完毕后，一般要进行一次较长时间的充电，这叫做初充电，蓄电池的初充电电流大小应按说明书规定值，或按额定容量 1/10 的电流来进行初充电。蓄电池在放电终了可进行再充电，这叫正常充电；正常充电时，最好采用分级定流充电方式，即在充电初期用较大电流，充电一定时间后，改用较小电流，至充电后期改用更小电流。这种充电方法的充电效率较高，它所需充电时间较短，充电效果也好，并且对延长电池寿命有利。

当 UPS 电源正常工作时，不间断电源用蓄电池是按连续浮充制充电方式工作来对蓄电池进行充电的。所谓连续浮充制是指充电用整流器和蓄电池并联供电的工作方式。在浮

表 1-3 小型 UPS 用密封式小型铅酸电池特性

厂 家	YUASA	MATSUSHITA ELECTRIC
型 号	NP6-12	LCL 12V24P
浮充电压(V)	13.5~13.8	13.5~13.8
均充电压(V)	14.4~15.0	13.8~14.6
均充时最大 允许电流(A)	1.5	8
电池容量	12V, 6AH/20HR	12V, 24AH/20HR

充过程中，负载电流全部用整流器供给，这时蓄电池接受来自整流器的部分电流作为补充电池组自身的局部放电的消耗，蓄电池对负载不输出任何能量，在线路上只起平滑滤波作用。当然，这种平滑滤波作用对减小整流滤波电容提高逆变器工作的稳定性都非常有利。

连续浮充制供电方式除了经常保持有一微小充电电流以补偿电池自身的局部放电外，当不间断电源的负载突然增加时，蓄电池还可在短期内提供很大的放电电流，因而有利于改善不间断电源的瞬态响应特性。

均衡充电也叫做过充电。蓄电池组在正常使用过程中会产生电解液液面位置、比重、温度，各电池单元的端电压、电池内阻等变化不均衡情况，这种不均衡会导致电池组输出电压过低或电池组内阻过大，严重时会导致蓄电池组无法再次充电使用的危险。为了防止这种蓄电池的不均衡的不断加剧，在一定时间内应分别对电池组中的每个单元进行均衡充电，使电池的每个单元都达到均衡一致的良好状态。在进行这种操作时所用充电电压就叫做电池的均充电压。在对电池进行均充操作时，其充电电流大小必须严格遵循产品说明书要求，否则会大大降低蓄电池的使用寿命。一般遇到下述情况之一时，应及时对蓄电池进行均衡充电。

a) 过量放电使端电压低于蓄电池规定的终了电压。对 12V 的小型密封式铅酸蓄电池来说，其放电终了电压 = 10.5V；对 24V 的蓄电池组其终了电压 = 21V；对 96V 的蓄电池组其终了电压 = 85V，

b) 放电后未及时对电池进行过充电的电池。

c) 市电中断，连续浮充电池放出近一半容量的电池。应该指出，电池可释放的容量是与使用条件密切相关的。这里所说的电池容量是指电池实际可供使用容量，它并非一定是电池组的额定容量值的一半。

d) 长期闲置不用的电池或蓄电池内阻明显增大的电池。

应该指出：若蓄电池内部电解液液面过低或者甚至干涸时，则不能通过均衡充电操作来使电池复活。这时只有重新更换电池或重换电解液才能解决。

### § 1.2.2 蓄电池的外特性

目前 UPS 电源所用的小型铅酸电池的典型容量规格为：12V，6AH / 20HR。它表明该电池输出电压为 12V。其标称容量为 6 安时，这一指标是指把该电池组以 20 小时的速率进行放电，一直放电到电池组输出电压为 10.5V 时，所测量得到的总安培小时数来计量的。NP 型小型密封铅酸电池的放电特性见图 1-3 所示。图中的符号“C”代表蓄电池的放电速率。蓄电池以“1C”的速率放电，就意味着该蓄电池的放电电流以等于该蓄电池的额定容量的绝对值进行放电。例如：对于一个额定容量为 24AH 的蓄电池若以“1C”速率放电其放电电流应为 24 安培。图 1-3 所示的蓄电池的放电特性均是以“C”为单位的相对放电曲线。该曲线是由日本蓄电池制造厂家提供的 M 型蓄电池的实验曲线。它适合于目前被广泛用于中，小型 UPS 电源中的 NP 型及 LCL 型蓄电池。

由图 1-3 可见：电池的放电电流越小，电池输出电压维持稳定的时间也越长。放电电流越大，电池维持其输出电压稳定能力也差。例如：对 24AH / 20HR 电池组，当放电电流为 1.2A 时，其输出电压可在长达 5 小时时间内维持在 12V 以上。若将放电电流增大到 24A 时，则该电池仅能在约 10 分钟时间内维持输出电压在 12V 以上。超过这一正常放电工作时间，电池输出端电压将迅速下降，造成电池过度放电。它将对电池寿命产生非常不利的影响。实践证明，当放电电流超过 1C 时，它不仅会大大缩短电池电压稳定工作时间，而且会在接通负载的瞬间造成电池输出电压的迅速跌落。例如，同是 24AH / 20HR



电池，若以  $7C$  的速率放电的话，在接通负载的瞬间电池组的输出电压将马上从  $12V$  降至  $10.2V$  左右，而且电池维持在  $10.2V$  的时间也只有  $20$  秒左右。若在此条件下继续放电，当放电时间超过  $50$  秒时，电池组的输出电压将迅速下降至  $0V$ ，这意味着很有可能造成电池的永久性损坏。由此可见：控制好放电电流，尽量避免大电流放电是延长电池寿命的重要因素。从上面分析可以看到，蓄电池可供利用的容量（安时数）与电池组放电电流密切相关。不同容量电池组的放电电流与放电速率的关系如表 1-4 所示。为了使读者对蓄电池的放电电流大小对蓄电池实际可供释放的容量的影响有个明确的数量概念。我们对  $24AH$  蓄电池的放电特性进行了实测。蓄电池的放电时间定义为：当蓄电池以规定的放电电流进行恒流放电时，蓄电池的端电压从  $12$  伏下降到它所允许的临界电压时所经过的时间。如果我们把蓄电池在特定放电电流下进行放电时所能释放出的实际容量与它的额定容量的比值定义为该蓄电池的可供使用的效率的话，从表 1-5 中，我们可以清楚地看到：当容量为  $24$  安时的蓄电池以  $0.4C$  的速率放电时，它的实际可供使用的效率为  $73.3\%$ 。同样的电池，当它的放电电流速率为  $7C$  时，它的可供使用效率仅为  $4\%$ 。由此可见，在 UPS 电源使用过程中，过度的大电流放电工作方式是应该尽量避免的。

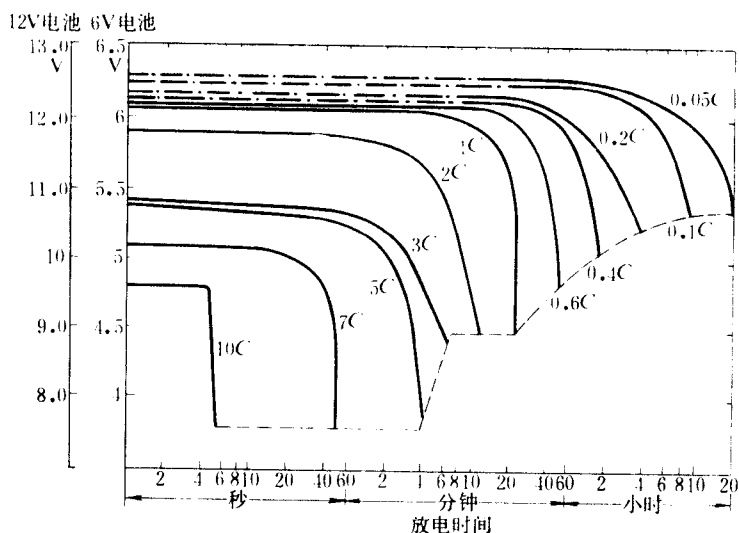


图 1-3 NP 型电池放电特性(20°C)

表 1-4 不同容量电池组的放电电流与放电速率的关系

20HR 容量(安时)	放电电流(A)							
	0.05C	0.1C	0.2C	0.4C	0.6C	1C	2C	3C
6.0	0.3	0.6	1.2	2.4	3.6	6	12	18
24.0	1.2	2.4	4.8	9.6	14.4	24	48	72

实践还发现，对于特定的电池而言，其实际可供利用的容量除与电池放电电流大小有关外，与环境温度也有密切的关系。由图 1-4 可见：当 NP 型电池组在相同的放电速率工作条件下，若其工作环境温度下降时，电池组实际可供利用的容量，即安时数也会明显的