

# 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,它不像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<sup>[1]</sup>。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- $\mu$ -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。

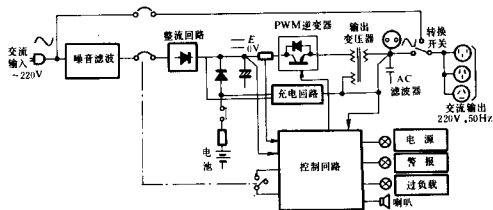


图 1.1 不间断电源系统框图

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- $\mu$ -1100
输出功率	0.5kVA	0.5kVA	1kVA	1kVA
输入电压	220V $\pm 12\%$ -20%	220V $\pm 12\%$ -20%	220V $\pm 10\%$ -15%	220V $\pm 10\%$ -15%
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 $\pm \begin{smallmatrix} +8 \\ -5 \end{smallmatrix} \%$	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 SENDEN UPS-500 电源:禁止带日光灯或其它感性负载。

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
Sentak	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
Detapasse	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
Sentak(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
FIKARS(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-cas(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(勃达)	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)的市电网传递通道。显然,在此情况下,它除了对市电网电压的幅度波动有所改善外,它对在市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网电源,并非真正意义上的 UPS 逆变器电源。

对于在线式(on line)UPS 电源来说,当市电网供电正常时,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,原来存在于市电网上电压幅度不稳、频率飘移、波形畸变及噪声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。为了解决这个问题，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盘。在完成上述数据转存工作后，将硬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，在微机或微机局域网的服务器上增设 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,它能重新启动网络系统的工作。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 毫秒的时间要求。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,它不仅可以大大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。

- ③ 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矽钢片变压器,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。
- ④ 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。



## 1.2.1 UPS 电池的种类

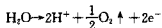
UPS 电源要求所选用的蓄电池必须具有在短时间内输出大电流的特性,一般要求蓄电池供电时间在10分钟左右。目前常用的蓄电池有三种,它们都属于铅酸电池。

- (1)目前被广泛使用的是经济型的 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。

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。否则蓄电池中的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。阴极吸收式电池的工作原理示于图1.2中。

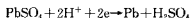
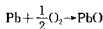
当电池组被充电时,在阳极就产生水被电离分解的电化学反应为:



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层而被吸附,随后产生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。

表1-2 UPS 用蓄电池种类

名称	涂浆式高效铅电池	覆盖式铅电池	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	1.24/10℃	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



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护不变。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,必须严格遵守充电电流不得超过电池所允许的最大充电

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(a) 和表 1-3(b)。

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。蓄电池在放电终了后可进行再充电,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。

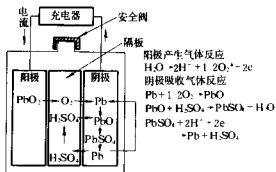


图 1.2 阴极吸收方式电池的原理图

表 1-3(a) 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

表 1-3(b) 德国阳光牌(Dryfit) A400 系列蓄电池的技术规格

名 称	额定电压 (伏)	20小时放电速率时的标称容量(安时)	最大允许的负载电流(安)	5秒钟最大允许的电流(安)	重量(kg)	长×宽×高(毫米)
A406/165	6	185	770	2600	31	244×190×253
A412/20	12	20	200	800	7.7	176×167×123
A412/50	12	50	440	1500	20	306×175×190
A412/65	12	65	440	1500	24.6	381×175×190
A412/85	12	85	770	2600	37	286×26×208
A412/100	12	100	770	2600	40	513×189×195
A412/120	12	120	770	2600	49	513×223×195
A412/180	12	180	770	2600	70	518×291×216

当 UPS 电源正常工作时,不间断电源用的蓄电池是按连续浮充制的充电方式来对蓄电池

进行充电的。所谓连续浮充制是指充电用的整流器和蓄电池是以并联供电的工作方式来运行的。在浮充过程中,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蓄电池自身的局部放电的消耗,蓄电池对负载不输出任何能量,在电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和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、电池内阻等变化引起的不平衡情况,这种不平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的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。一般在遇到下述情况之一时,应及时对蓄电池进行均衡充电。

④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。

⑤放电后未及时对电池进行过充电的电池。

⑥市电中断后,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。

⑦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。

此外,目前在市场可供用户选择的免维护密封电池的型号还有:

额定输出电压为2伏的品种有:85,100,150,200,250,300,500,1000安时。

额定输出电压为4伏的品种有:8安时。

额定输出电压为6伏的品种有:2,6,4,8,10安时

额定输出电压为12伏的品种有:6,6.5,24,30,50,80,100,150安时。

## 1.2.2 蓄电池的外特性

目前在UPS电源中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置于以20小时的速率的条件下进行放电,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。它适用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小时的时间内维持在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2C 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 电源的使用过程中,过度的大电流放电工作方式是应该尽量避免的。

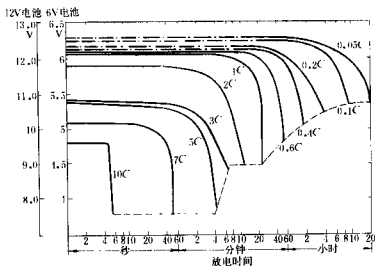


图1.3 NP型电池的放电特性(20℃)

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,电池组的实际可供利用的容量,即安时数也会明显的下降。因此,对于UPS电源必须工作在低温条件下的用户来讲,在配置蓄电池时,必须考虑到这个因

素。这里有两条可供选择的技术途径：

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

(1)增加 UPS 电源中所配置的蓄电池组的标称容量值。

表1-5 对额定容量为24AH 蓄电池,其放电电流大小与  
蓄电池实际可供使用的效率关系的实测数据(25℃)

放电速率	放电时间	实际释放容量	实际可供使用的效率
0.4C	1小时50分	17.6AH	73.3%
1C	20分	8AH	33.3%
2C	10分	8AH	33.3%
7C	20秒	0.93AH	4%

(2)选择耐寒性的 AHH 型蓄电池。否则,当市电供电中断时,UPS 电源能支持微机负载的实际工作时间将明显低于 UPS 所配置蓄电池的标称值。

鉴于蓄电池具有以上温度特性,所以暂时不用的蓄电池应该存储在低温、干燥的环境,在高温、潮湿的环境下储存蓄电池必然会大大降低其实际可供用户使用的安时数。

当蓄电池被过度放电到输出电压为零,以及电池被置于长时间的短路或长时间的开路时,都会导致在电池内部有大量的硫酸铅被吸附到电池的阴极表面,形成所谓的电池阴极板的“硫酸盐化”。由于硫酸铅是一种绝缘体,它的形成必将对电池的充放电性能产生极不好的影响。因为在阴极板上形成的硫酸盐越多,电池的内阻越大,电池的充放电性能越差。由图1.5可见:从 NP 型蓄电池的储藏寿命实验结果可清楚地看到随着储存时间的增加,蓄电池可供实际利用的容量都有不同程度下降。储存温度越高,电池的残留容量越小。为了保证蓄电池总是处于良好的工作状态,对长期搁置不用的蓄电池必须每隔一定时间,重新充电和放电一次,

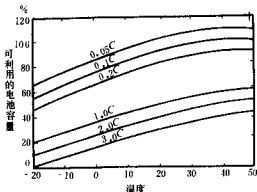


图1.4 NP型电池的温度特性

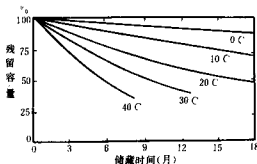


图1.5 NP型电池的储藏特性

以达到激活电池的目的,恢复电池原有的容量数。同样,对于运行在供电质量高,很少发生停电的 UPS 电源来说,也应该每隔一定周期人为地中断交流电的输入,以使 UPS 电源中的蓄电池放电一次,然后再加上市电重新充电。这样操作有利于延长蓄电池的使用寿命和保证蓄电池的可供实际使用的容量总是处于非常接近于蓄电池的标称容量。厂家推荐的在不同储存温度下的蓄电池的储藏寿命可见表1-6。

表1-6 不同储存温度下 NP 型电池的储存寿命

温 度	储 存 寿 命
0°到20°	12月
21°到30°	9月
31°到40°	5月
41°到50°	2.5月

由表1-6可见,若将蓄电池储存在环境温度高达50℃的条件下,同时在2.5月的时间间隔内,如不让蓄电池进行任何充电和放电的“激活”操作的话,则有可能由于蓄电池超过了它的储存寿命而导致蓄电池产生永久性损坏。这就是为什么新购置的蓄电池长期搁置不用,其使用寿命反而比经常处于充放电工作状态的旧电池使用寿命还短的重要原因。

最后必须指出的一点是:密封免维护蓄电池的使用寿命还与蓄电池的放电深度密切相关。所谓放电深度是指用户在使用蓄电池的过程中,让电池放出的安时数占它的标称容量安时数的百分比。按电池生产厂家所提供的数据:当电池放电深度为100%时,电池的实际使用寿命大约是200—250次充放电循环。如果将电池的放电深度减为50%时,它所允许的充放电循环次数可增为500~600次左右。当我们把电池的放电深度取为30%左右时,它所允许的充放电循环次数可达1200次以上。由此可见,为了延长电池的使用寿命,非迫不得已,不要让电池处于深度放电状态。按目前 UPS 电源生产厂家的设计方案,当 UPS 电源处于满载或半载条件下放电到自动关机时的电池的放电深度大约为33%左右,不存在深度放电问题。实践证明:当用户让 UPS 电源在过度轻载的条件下(放电电流小于0.05C 以下时)让电池放电到 UPS 电源自动关机的话,一般说来,电池会因为放电深度过深而提早损坏。所以,在 UPS 电源的使用过程中,小电流长时间的放电状态要尽量避免。

### 1.2.3 UPS 电源蓄电池的选择

蓄电池必须在一段时间内供电给逆变器,并且在额定负载下,其电压不应下降到逆变器所能允许的最低电压以下。我们已经知道蓄电池的实际可供使用容量与放电电流大小,蓄电池工作环境温度,蓄电池存储的时间长短、负载特性(电阻性、电感性、电容性)等因素密切相关。只有在考虑上述因素之后,才能正确选择和确定蓄电池可供使用容量与蓄电池标称容量的比率。影响蓄电池容量选择的另一重要因素是负荷种类和特性。目前常用的微型机及其配件的负荷如表1-7所示。

表1-7 常用微型计算机及其配件的负荷

名称		消耗功率
APPLE II+(苹果11+)	双软盘	75瓦
IBM PC 微机	双软盘	63瓦
IBM PC/XT 微机	双软盘和10M 硬盘	140瓦
IBM PC/AT 微机	双软盘和20M 硬盘	192瓦
HP150	15M 硬盘	165瓦
典型单色显示器		30瓦
典型RG 及彩色显示器		65瓦
典型打印机	工作时	80瓦
	不工作时	30瓦

蓄电池的最大放电电流可由下式求得：

$$I = \frac{P \cos \varphi}{\eta E_t} \dots \dots \dots (1)$$

其中：P—是 UPS 电源的标称输出功率。

$\cos \varphi$ ：是负载的功率因数，一般取为 0.8。

$\eta$ ：是逆变器的效率，一般也取为 0.8。

$E_t$ ：是蓄电池放电终止电压。

例：1kVA 的 UPS 电源，它配置的蓄电池组由 2 只 12V/24AH 电池组成。

浮充电压：25.8V

均充电压：27V

放电终止电压：21V

把数据代入到(1)式，可得蓄电池的最大放电电流为 47.6A。从表 1-4 可查得，该电池组的放电速率为 2C。再从图 1.3 的放电时间与蓄电池输出电压的曲线可得，蓄电池端电压下降至逆变器允许的最低电压 19 伏时，蓄电池的允许放电时间约为 12 分钟。另一种办法也可以先求得蓄电池最大放电电流，再根据负载的性质，以及 UPS 电源要求蓄电池应该提供的放电时间，反过来求得蓄电池的容量。

实际上，在有的小型 UPS 电源中，为了简化线路，降低成本，没有单独设置充电电路，一般它在市电供电期间，通过控制电路使得整流器的输出电压被控制到 26~27 伏左右再经二极管同蓄电池的正极相连，从而实现 24 伏蓄电池组的浮动充电。当市电中断由逆变器对微型计算机供电时，它再通过控制线路将整流器的输出电压降至 17 伏左右，经由反向二极管的反偏作用，限制蓄电池对整流器的反向放电。这种类型的充电整流电路在后备式 SENTECK 和 SENDON 牌的 UPS-500 及 PULSE 牌的 UPS-

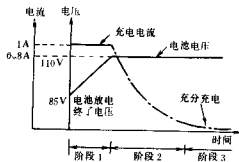


图 1.6 电池充电过程

1000, UPS-2000系列中得到广泛利用。而有的 UPS 电源,则另设有专门的充电器来实现对蓄电池进行改进型的恒流充电,从而可以避免过大的初期充电电流对电池寿命的不利影响。TOSHIBA 在线式 UPS 电源就是采用这种方案,即在充电的初期,适当降低充电电压,以维持对蓄电池组的恒流充电(1A)。在充电电流降至0.8A左右,再将充电电压上升至110伏(浮动充电电压),显然,这样充电过程有利于延长蓄电池的使用寿命。TOSHIBA UPS-1100的蓄电池的典型充电特性如图1.6所示。

### 1.2.4 蓄电池的使用维护注意事项及“废旧”蓄电池的“复活”

为了使 UPS 电源所用的 M 型密封电池的实际可供使用容量尽可能地保持不下降及保持蓄电池的充放电特性不致随时间增长而明显恶化,延长电池组的使用寿命。在 UPS 电源的日常使用中,应注意以下事项:

(1)尽量避免使 UPS 电源中的蓄电池被过电流充电。因为过度充电易于造成电池内部的正负极板的弯曲和使极板表面上的活性物质脱落。其后果轻时造成蓄电池可供使用容量下降,严重时损坏电池。

(2)尽量避免使 UPS 电源内部的蓄电池产生短路放电或过度放电。过度放电会造成蓄电池内部极板表面上的硫酸盐化,其结果是导致蓄电池的内阻增大。严重时,甚至会使得个别电池产生“反极”现象和电池的永久性损坏。

(3)尽量避免使 UPS 电源中蓄电池被过电压充电(对于 M 型密封电池而言,当充电电压大于14伏时,就应该认为是属于过压充电范围了)。过压充电往往会造成 M 型电池中的电解液所含的水被大量电解分离成氢和氧气而逸出。从而导致电池使用寿命的缩短。

(4)尽量避免使 UPS 电源内部的蓄电池长期闲置不用或使蓄电池长期处于浮充状态而不放电。因为这样有可能造成 UPS 电源内部的蓄电池因超过其储存寿命而引起内阻增大或永久性损坏。

实践发现:随 UPS 电源使用时间的增长,总有部分电池的充放电特性会逐渐变坏,即进入恶化状态。这种变化趋势在后备式 UPS 电源及部分在线式 UPS 电源中尤其明显。这是因为在这种类型 UPS 电源中所用的蓄电池充电回路是属于恒电压截止型充电电路,加之在后备式 UPS 电源中,电池组长时期处于浮充状态。经过一段时间运行后,常发现蓄电池的内阻增大,电池组中个别电池的端电压明显下降。大量实践表明:这种电池性能的恶化趋势是不可能再依靠 UPS 电源内部的充电电路来解决的。遇此情况时,一般用户常用两种办法来解决:

①更换新电池。

②由于蓄电池内阻增大,这时再用正常的充电电压对蓄电池进行充电已不能使蓄电池恢复其充放电特性。

有的用户错误地使用普通的恒压式充电器(汽车蓄电池充电器及直流稳压电源均属此类),并采用提高充电电压的办法来充电。此时,对有的蓄电池而言,表面上看来蓄电池端电压似乎是恢复到12伏。其实这种操作早已由于过压充电而引起 M 型密封电池内部电解液中的水被电解分解。其结果轻者造成蓄电池容量的大量下降(这点一般用户往往没有意识到),重者造成蓄电池的永久性损坏。我们应该记住:M 型密封电池是不可能像普通汽车铅酸蓄电池那样用更换电解液的办法来维修它的。

为解决上述问题,中国科学院计算机所工厂最近设计生产一种新型高效安全 UPS 电源充电器。这种充电器采用的是一种新型的特殊改进型恒流充电器。因为它是恒流充电,所以对具



有高内阻的蓄电池仍能进行正常的充电操作。这种充电器的独特之处在于它对电池的充电过程是完全自动控制的，它既消除了一般恒压充电器（汽车蓄电池充电器即属此类）在蓄电池充电初期所产生的过电流充电问题，又解决了一般恒流充电器在充电后期所产生的过压充电问题。大量的维修实践表明：这种充电器可使绝大部分“废旧”蓄电池的内阻及其可供使用容量重新恢复到蓄电池的正常值，从而使得大批“废旧”的 M 型蓄电池得以“复活”。从实践中还发现：对 12 伏的 M 型密封蓄电池而言，即使对那些端电压已降到 2 伏左右这样的“废旧”电池，也能使其中 80% 左右的电池的輸出特性重新恢复到它们的正常水平。显然，这种充电器的使用，不仅对 UPS 电源蓄电池，而且对于其他类型蓄电池（例如汽车蓄电池）的使用寿命的延长都是极有好处的。

这种具有恢复“废旧”电池功能的安全充电器是作者专为 12 伏蓄电池充电设计的。由于本机不但具有恒流特性，而且具有非常优良的过流保护系统，即使在它的輸出端被直接短路的条件下，该充电器也不会被损坏。用户在进行均衡充电时既可以单独分别对每个 12 伏电池充电，也可同时并联若干个电池一起进行充电。操作方法是：将充电器的輸出端正极（红色）接到蓄电池的正极（+），它的輸出负端（黑色）接到蓄电池的负极（-）。以后会看到充电器面板上的电压表的指针指向正值。在此条件下，再将充电器的交流电源輸入端插到 220 伏市电插座。这时在充电器的电流表上会显示出充电电流值。正常的或损坏较轻的电池，开始时充电电流较大，可达 3.5 安培左右，经过几小时后充电电流逐渐降到 0.3 安培以下，与此同时电池端电压逐渐上升到 13.5 伏，充电过程就完成了。对于损坏较重（指电池端电压及内阻明显偏离正常值的电池），因电池内阻较大，它不但均充的初充电电流很小，而且一旦充电器工作时，电池端电压很快就上升到 13.5 伏。依电池老化程度的不同，一般需几小时～几天才能使电池内阻变小。当电池内阻恢复时，充电电流会突然增大（这也是采用恒压充电器容易产生过流充电的原因），以后再经几小时充电，充电电流逐渐减至 0.3 安以下，即表示电池的充放电特性已恢复。此时如测量电池内阻，其内阻一般都可达到 20~30 毫欧左右。

### 1.3 脉冲宽度调制法(PWM 法)

静止式不间断电源得以实现，是和逆变器的特性密切相关的。在 UPS 电源中，逆变器把由市电整流滤波后得到的直流电或来自蓄电池的直流电，重新变换成频率非常稳定；输出电压受负载影响很小的，波形畸变因数满足负载要求的交流电。虽然在设计逆变器时，已经考虑到最大限度的抑制低次谐波分量，但即使设计良好的逆变器，它的输出电压波形的畸变因数仍在 10% 左右，为了满足波形畸变因数小于 5% 的要求，必须增加滤波器环节。在一般小型的 UPS 电源中，滤波器是利用輸出变压器的漏电感和并联电容 C 组成的  $\Gamma$  型滤波网络来实现的。滤波器对逆变器的特性有很大的影响。它可以表现为：

- ④抑制逆变器输出电压中的谐波分量；
- ⑤改善负载浪涌期间输出电压的瞬态响应特性；
- ⑥限制负载短路时，浪涌电流的上升率；
- ④滤波器电路有一定的“续流”效应。在不同的不间断电源系统中，当在逆变器供电和市电供电之间产生转换时，这种“续流”效应有助于实现 UPS 电源向负载提供不间断的供电。

目前在小型 UPS 电源的逆变器中，普遍采用脉冲宽度调制技术(PWM 技术)来实现将直