

不间断电源的原理 安装调试和维修

曾仲其 邵金兰 曾建强 编著



国防工业出版社

不间断电源的 原理安装调试和维修

曾仲其 邵金兰 曾建强 编著

国防工业出版社

• 北京 •

图书在版编目(CIP)数据

不间断电源的原理安装调试和维修/曾仲其等编著. —
北京:国防工业出版社,1999.1
ISBN 7-118-01868-6

I.不… II.曾… III.不停电电源-基本知识 IV.TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 00237 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 33 3/4 781 千字

1999 年 1 月第 1 版 1999 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:45.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

不间断电源 Uninterruptible Power System(以下简称 UPS),在 1984 年以前,对于我国来说还是一个陌生的名字。随着计算机的飞速发展和普及,计算机已广泛地被应用到国民经济的各行各业中。为保证计算机设备的安全、可靠运行,80 年代以来,有识之士已开始认识 UPS 的重要性,并把它称为“电子计算机的生命线”,“是电脑及其先进仪器不可缺少的电源保护天使”。我们认为,这种称呼对 UPS 是当之无愧的,因为计算机及其先进仪器在采用 UPS 支持后,不仅能在常态下供给计算机及其先进设备高质量的电能,而且,在市电断电的突发情况下,也能不间断地继续供电,以保护信息系统的现场和设备。所以,我国从 1984 年以来,各类型 UPS 逐渐被广泛使用,数量越来越多,型号越来越繁,应用范围也越来越广。某部门在 1984 年拥有的 UPS 数量还是屈指可数的,可是到 1992 年竟达数千台,60kVA 以上的也达数十台。UPS 推广使用如此之快,有喜也有忧,喜的是 UPS 的广泛使用,使电脑及其敏感的先进设备有了纯净电源的支持,提高了供电的质量,保证了电源的稳定、不间断、无干扰;忧的是人们对 UPS 的维护管理还跟不上需要,使设备不能充分发挥作用,甚至造成不应该造成的损失。

我们是 60 年代初期,开始从事大型电子计算机维护管理工作的,从 1984 年开始从事 UPS 的维护管理工作。11 年来,参加过日本电气精器株式会社,美国 Liebert 公司,法国梅兰日兰电子有限公司,意大利玻利、先控等公司共计 900 多台不间断电源系统的安装、调试、验收工作,并到福州、南京、成都、昆明和北京等几十个单位帮助安装、调试、验收、维修过 UPS,对我国部分用户使用 UPS 的情况稍有了解。总的印象是:UPS 已被广泛使用,但 UPS 的维护管理工作远远跟不上需要,使某些 UPS 不能充分发挥作用,主要表现在如下几方面。

一、没有专人维护管理

UPS 目前已被广泛使用,但有些用户,无专人维护管理 UPS。接受过 UPS 培训的人几乎每个单位都有,有的还到国外或香港接受过培训,但培训过的人大多不管 UPS。

由于无专人管理维护,使本来没有问题或问题极易处理的机器长期搁置停用,不能使设备发挥作用,另一方面却一再申请配发新的 UPS,造成浪费和经费紧张。

由于无专人管理维护,维修人员不能深入学习掌握 UPS 的维修方法,甚至连操作方法也稀里糊涂,因此,造成误把正常现象当做机器故障,人为造成机器损坏等。我们在维修中碰到过的:由于输入保险未装上,由于操作方法与顺序不对,由于开关置于旁路位置等,都被作为机器故障而长期不能使其运行的原因,都是因为无专人维护管理造成的。更有甚者,还有把 UPS 的输出端当输入端,把输入端当成输出端加电的现象。

造成上述现象的原因,我们认为是有些领导对 UPS 的认识还有待提高,有人认为 UPS 就是开一下、关一下的问题,谁都会干。也有些是轻视电源,看不起电源的思想作怪。在他们眼里,从事电源技术的人员,比从事计算机软件、硬件的人员要低人一等,认为

UPS 简单。现实情况是:UPS 不仅是一门电源技术,而且集微电子技术、自动控制技术、计算机技术、电源技术等多项技术于一体,没有一定专业理论知识,没有人专门进行钻研学习是不可能深入掌握的。

二、只重视 UPS 的修理、不重视 UPS 的日常维护工作

我们从事 UPS 的维修工作已整 11 年,11 年来的维修工作给我们一个印象:就是有的单位只抓机器故障的修理,不注意抓日常维护工作。有些技术人员只重视机器的修复,不重视或不愿意干日常维护工作,我们认为,这是 UPS 正常运行的大敌。

UPS 是集多项技术于一体的复杂系统,一处不灵,整个系统均受牵连。UPS 的日常维护工作,我们认为同人体的日常保健工作一样重要。一个人要健康长寿,必须注意日常的保健,使其少生病、不生病,做到有病治病,没病防病,防止生大病。如果平时不注意保健,或者小病不治,就可能酿成大病,甚至缩短人的寿命。同样的道理,UPS 的日常维护工作做好了,就会使 UPS 少出故障,不出故障。平时的日常维护工作就是防“病”,防止故障发生,把故障消灭在萌芽状态,使机器不出大故障,延长机器的使用寿命。机器坏了,不睡觉也要给予修好,这种精神是极为可贵的,但我们认为,也要倡导做好日常维护工作。这种工作,虽然平时他人看不见,摸不着,不被人们发现,但它的作用,有时并不亚于修复一台机器,排除一个故障。因为可能由于他的日常维护工作做得好,不仅减少了故障,还可以减少因故障所造成的经济损失,延长机器和某些器件的使用寿命,不能不说是一举三得,不重视这一点,实在是一大遗憾。

我们在维修工作中经常遇到的:新蓄电池因长期搁置未给充电而失效,新机器因长期存放仓库使 UPS 蓄电池维持时间为 0;运行中,由于不能及时检查和发现“落后”电池,使整组蓄电池性能下降,敞开式铅酸蓄电池因不能及时添加蒸馏水,使极板硫化。没有定期检修制度,不按技术要求检查部件运行状态,使螺丝松动、导线发热、电池开路等平时可以查出的问题,不能及时发现而造成的机器故障,甚至停机若干天予以修理等现象,我们认为,都属不重视日常维护工作之列,而这些问题,又都是可以通过日常维护工作发现,并把它消灭在萌芽状态的。

三、备件和资料缺乏

目前国内使用的 UPS 多为国外进口或国内组装,即使是国内研制的机器,很多器件也多为国外进口件,特别是大功率 UPS 的大功率器件在国内几乎买不到,加之,进口机器只提供了简单的用户手册,甚至只有几张或一张纸的使用说明,给维修工作带来很大困难。一旦机器出现故障,特别是控制部分与大功率器件部分出现问题,只能求助于厂家在各地的办事处。在办事处购买备件不仅昂贵,有时,还需等待从香港甚至国外运来,时间需要很长,请公司工程部的人来修理,其工时费贵得惊人,用户,特别是一般用户是很难支付这些费用的。备件和资料是做好维修工作的基本保证。广大用户迫切希望解决这一问题。

四、广大用户和技术人员迫切需要、强烈要求提供维修 UPS 的方法与资料

我们到成都、昆明等地检修 UPS 时,深深感到用户学习 UPS 的热情很高,他们不仅派人跟踪学习,还请我们做专题讲解,索取有关资料。每当我们把他们搁置仓库或损坏的机器修好后,总是一而再,再而三地感谢。每当我们把手中不像样的资料送给他们时,他们却说“解决了大问题”。许多用户还要求我们举办培训班,要求我们整理详细资料等等。

目睹用户要求,我们萌发了一点想为用户分担忧愁,为更多用户提供一点我们能提供

的资料的思想,以便广大用户用好、管好 UPS,让 UPS 充分发挥作用。但本人不是 UPS 研制人员,没有能力和时间对 UPS 的原理作深入研究,也不可能提供所有大功率 UPS 的原理图、接线图等详细资料。只好根据我们 11 年来积累的一些资料,对具体机器的实际电路、工作原理、安装、调试及其维修方法进行整理。由于所述机器都是自己安装、调试过的机器,所以,原理图、接线图、调试及其维修方法,完全是根据实际机器归纳的,数据多是本人实测所得来的。但机器的某些性能指标,却多是根据用户手册或使用说明书摘译整理的,如有错误,请以厂家提供的用户手册或使用说明书为准(用户手册或使用说明书均随机配备)。

由于本人掌握 UPS 的深度很不够,写的许多内容又多是个人的经验、体会和安装、调试、维修中的记录,记录几经整理就有可能出现错误。因此,本书内容仅供 UPS 用户和 UPS 维修人员参考,用户、读者发现书中错误,请一定给予批评指正。

静态 UPS 的历史虽然不长,但发展速度很快,近两年的 UPS 与 80 年代初期的 UPS 也有了很大发展。在功率结构方面,进入 90 年代,IGBT 技术已成为近几年 UPS 的发展趋势。在控制技术方面,80 年代的 UPS 主要是采用模拟控制,它是利用有限的微处理器技术,辅助于模拟量的反馈回路,以其采样值与其设定的参数值比较而生成一个误差信号,并去周期性修正驱动回路,以求得定性之输出,这就是最初级的最简单的 PWM 技术之功能。进入 90 年代,则有数字控制技术取代模拟控制技术之势,即采用软件编程方式,辅助于模数转换,直接将其极精确数值,通过运算器和计数器,以求得极为精确的恒定输出。这种控制方式的优点是元器件更精少,硬件线路更简化,可靠性更高,瞬态反应能力更强。而 IGBT 应用于大容量 UPS 后,使整体系统的效率更高(逆变器效率可高达 98%~99%),开关速度更快,输出波形更好,谐波更小(小于 1%~2%),噪音降低,控制回路更简单。

随着开关器件水平的提高和计算技术的发展,UPS 正在向智能化的方向发展,也就是借助于计算机技术,充分利用硬件和软件的各自特点,使其 UPS 智能化。智能化的 UPS 不仅能够完成普通 UPS 所能完成的全部工作,还能对运行中的 UPS 进行监测,随时将采样点的状态信息送入计算机进行处理,一方面获取 UPS 运行的有关参数,另一方面监视电路中的各个部分状态,从中分析电路的各部分工作是否正常。当 UPS 发生故障时,根据监测结果,进行故障诊断,指出故障的部位,给出处理方法,自动显示监测参数,自动记录有关异常或故障的信息。智能化的 UPS 除完成正常的控制工作外,还能在 UPS 发生故障时,采取必要的应急控制动作。智能化的 UPS 除能按照产品指标,自动定期地进行自检,并形成自检记录外,还能用程序控制 UPS 的启动或停止。可以随时向计算机输入信息或从计算机获取信息。

90 年代的 UPS 有的已经具备了上述内容中的部分功能。我们这里介绍的,既有 80 年代生产的 UPS,也有 90 年代生产的 UPS,是目前维修量较大的,具有代表性的,多种不同类型的 UPS。根据我们的经验,掌握了这些 UPS 的工作原理、安装、调试、维修方法,几乎就掌握了任何 UPS 的安装、调试、维修方法。

还要说明一点的是,我们这里介绍的 10 多种机器,是我们个人维修得比较多的机器,没有任何宣传或其他目的,而社会上其他类型的 UPS 也不少,如日本电精、富士、美国 Liebert(力博特)和意大利 Siel(西力)的用户也不少,至于小功率的 UPS 则更多了,像

Santak, Toshiba, Datapasse, Exide, Mitsubishi, Deltec, Emerson, Micropower 等厂家生产的 UPS 我们也多处见到,但考虑有的机器用户比较少,有的机器本人维修得不多,资料整理得也还不够,故只好不再写入此书,特此说明,请予理解。

我们在这里还要特别感谢梅兰日兰电子有限公司,捷联发展有限公司和北方计算中心的慕丕勋,刘国庆,刘卫东,王和平,孙庆刚,杨惠东,窦武成,张建华,唐志宏等同志,在本书整理过程中,他们给予了很大的支持和帮助,在此衷心感谢。

北方计算中心 曾仲其

目 录

第一章	UPS 的基本工作原理与基本电路	1
§ 1	UPS 的基本工作原理	1
§ 2	UPS 设备中的主要电路	20
§ 3	UPS 的性能指标	56
§ 4	UPS 的测试与鉴定	58
§ 5	UPS 使用、维修中应当注意的一些问题	64
第二章	UPS 维修的基础知识	74
§ 1	UPS 部分常用元器件使用知识	74
§ 2	UPS 常用器件引脚的识别	92
§ 3	UPS 常用器件的简易测试方法	93
§ 4	晶体管置换的原则与方法	98
第三章	HANSA 不间断稳压电源的工作原理与维修方法	101
§ 1	后备式不间断电源的主要特点	101
§ 2	HANSA MODEL FH-500 的基本性能与控制框图	104
§ 3	HANSA MODEL FH-500 控制电路的基本工作原理	105
§ 4	HANSA MODEL FH-500 的调试与维修	117
§ 5	HANSA MODEL FH-500 与 HANSA MODEL FH-1000 电路图	119
第四章	SENDON UPS-1000 的工作原理与维修方法	141
§ 1	SENDON UPS-1000 的基本性能与控制框图	141
§ 2	SENDON UPS-1000 控制电路的基本工作原理	142
§ 3	SENDON UPS-1000 的维修与电路图	152
第五章	PULSE UPS-1000 的工作原理与维修方法	158
§ 1	PULSE UPS-1000 的基本性能与控制框图	158
§ 2	PULSE UPS-1000 控制电路的基本工作原理	159
§ 3	PULSE UPS-1000 的维修方法	175
§ 4	PULSE MODEL UPS-1000 控制电路的基本工作原理	177
§ 5	PULSE UPS-1000 与 PULSE MODEL UPS-1000 电路图	190
第六章	MSK-1000 的工作原理与维修方法	209
§ 1	MSK-1000 简介	209
§ 2	MSK-1000 的工作原理	210
§ 3	MSK-1000 的安装调试	215
§ 4	MSK-1000 的日常维护与常见故障分析	218
§ 5	JN 1kVA UPS 的主要技术指标与电路图	230

第七章 S102 的工作原理与维修方法	246
§ 1 S102 简介	246
§ 2 S102 的工作原理	247
§ 3 S102 的维修方法	254
§ 4 S102 电路图与主要元器件目录	254
第八章 RTE DELTEC 7035-1 UPS 的工作原理与维修方法	264
§ 1 概述	264
§ 2 工作原理	266
§ 3 安装调试	278
§ 4 操作与维修	279
第九章 Maxipac SXM 10000 的安装调试和维修	303
§ 1 概况	303
§ 2 工作原理	304
§ 3 安装调试	319
§ 4 使用与维修	324
§ 5 Maxipac SXT 15000 简要介绍	338
第十章 EPS2000 的安装调试和维修	346
§ 1 概况	346
§ 2 各部分的工作原理与功能	349
§ 3 安装调试	368
§ 4 使用与维修	378
第十一章 EPS5000 的安装调试和维修	391
§ 1 概况	391
§ 2 工作原理	397
§ 3 安装调试	405
§ 4 日常操作与维修	418
第十二章 “ST”不间断电源的安装调试和维修	434
§ 1 概况	434
§ 2 工作原理	437
§ 3 主要功能	440
§ 4 安装调试(以 30kVA 为例)	457
§ 5 日常操作与维修	463
第十三章 EPS475 的安装调试和维修	471
§ 1 工作原理	471
§ 2 安装调试	485
§ 3 开、停机操作	489
第十四章 BORRI 不间断电源的安装调试和维修	492
§ 1 BORRI 不间断电源简介	492
§ 2 BORRI CPS MONO PLUS 概况	494

第一章 UPS 的基本工作原理与基本电路

§ 1 UPS 的基本工作原理

一、UPS 设备概说

(一) UPS 的出现和类型

随着计算机的普及和信息处理技术的不断发展,目前,通讯系统、信息处理系统、自动控制系统、交通管理系统、医用控制系统以及航空、航天、气象、金融等许多部门都已普遍应用了计算机。为了保证计算机的正确运算,为了实时控制信号不出现丢失,为了保证设备的安全运行,人们对供电电源质量提出了越来越严格的要求。计算机类或其他敏感先进仪器设备,除要求供电系统具有连续可靠之外,还要求市电供电系统的输出,保持良好的正弦波形且不带任何干扰。

实际情况是,市电供电电源质量一般为:电压波动 $\pm 5\%$,频率 $50\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$,有些地区,还达不到这个标准。而市电电网中接有各式各样的设备,来自外部、内部的各种噪声,又会对电网形成污染或干扰,甚至使电网污染十分严重。这些污染主要有以下几种。

1. 电压浪涌

电压浪涌是指一个周期或多个周期,电压超过额定电压值的 110% 。比如重型设备的关机,由于电网中电流突然消失,其线路电感(分布参量)反电势造成电压上升;另一方面,线路电阻上电压降的突然消失,也会造成电压上升。

2. 电压尖峰

电压尖峰是指在二分之一周至 100ms 期间内,叠加达 6000kV 以上的电压脉冲。这主要由雷电、开关操作,电弧式故障和静电放电等因素造成。

3. 电压瞬变

电压瞬变是指在 10ms 至 100ms 期间,叠加在市电电压上达 20kV 的脉冲电压。它的产生大致和电压尖峰差不多,只是在量上有区别。

4. 噪声电压

噪声电压是指叠加在工频电压上的低幅度,而频率范围很宽的高频分量。这种现象,在电网中很普遍,它的产生一般是电机电刷打火,继电器动作,广播发射,微波空中传播,电弧焊接,远距离雷电等。

5. 过压

过压是指超过电网电压正常有效值一定百分比的稳定高电压。一般是由于接线错误,电厂或电站的误调整,附近重型设备关机。对单相电压而言,也可能是由于三相负荷不平衡或者是中线接地不良等原因造成。

6. 电压跌落

电压跌落是指一个或多个周期电压低于 80%~85% 额定电压有效值。主要是由于附近重型设备的启动或者电动机类机器启动造成。

7. 欠压

欠压是指低于正常市电有效值一定百分比的稳定低电压。这主要是由于过负荷而造成电网电压的降低。

8. 电源中断

电源中断是指超过一个周期的无电状态。

以上污染或干扰对计算机类或其他敏感先进仪器设备所造成的后果不尽相同。如电源中断,可能造成硬件损坏;电压跌落,可能会使硬件提前老化、文件数据受损;过压或欠压、浪涌电压等,可能会损坏驱动器、存储器、逻辑电路,还可能产生不可预料的软件故障;噪声电压和瞬变电压以及电压叠加,可能损坏逻辑电路和文件数据,等等。

大家都知道,这些污染或干扰,供电电网是较难避免的,而这些污染或干扰对于计算机的运行,对于要求市电输出保持良好正弦波形且不带干扰的设备来说又是十分不利的。

为了保证计算机类或其他敏感先进仪器设备的安全运行,为了满足计算机类或其他敏感先进仪器设备,对供电电源质量提出的严格要求,而发展和普及起来的一种新型供电系统(Uninterruptible Power System),称为“不间断电源系统”或“不停电供电系统”,简称 UPS。

UPS 由 60 年代的动态 UPS 到今天的静态 UPS 已走过了 30 多年的路程。尤其在近 10 多年间,随着微电子和电力器件的迅速发展,UPS 发展速度很快,应用领域也在迅速扩展。

UPS 从运作方式上可分为两大类,旋转型 UPS 和静止型 UPS。60 年代的 UPS 采用旋转型。就是采用油机-电动机-发电机组来实现电能的转换,平时由市电驱动电动机,再由电动机带动发电机向负载供电。当市电停电时,控制电路切断市电线路和电动机,利用飞轮的惯性,使发电机组继续供电,同时立即启动油机,当油机的转速与发电机转速相同时,油机离合器与发电机联上,完成由市电到柴油发电机的切换,这种不间断电源称为旋转型不间断电源,也叫动态不间断电源或动态 UPS。后期的动态 UPS,用蓄电池组代替了几吨重的大飞轮的作用,其框图如图 1-1 所示。

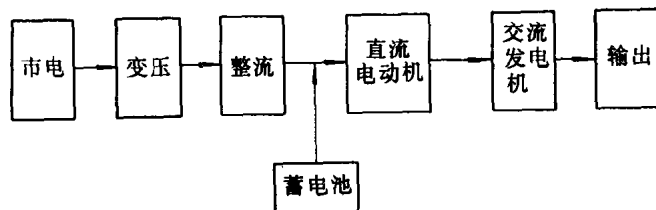


图 1-1 动态 UPS 框图

这种动态 UPS 是将市电整流后的电源,一路给蓄电池组充电,另一路给直流电动机供电,直流电动机又拖动交流发电机,交流发电机转动后,输出稳压稳频的交流电源。一旦市电停电,蓄电池组靠本身储存的能量,维持发电机组继续运行,使交流电源不间断地提供给负载。发电机继续供电的时间长短,取决于蓄电池组的容量。动态 UPS 具有稳定可

靠、维护技术比较简单的优点,但设备庞大笨重,效率低,噪声大。

随着半导体技术的发展,1960年以后,采用了大功率逆变技术和强电流电子开关,来实现大功率的电能转换。这种电能转换电路,不论是主电路还是其他控制电路,均采用半导体固体器件,故称固态不停电电源或静止型不停电电源,简称静态 UPS。静态 UPS 的基本框图如图 1-2 所示。

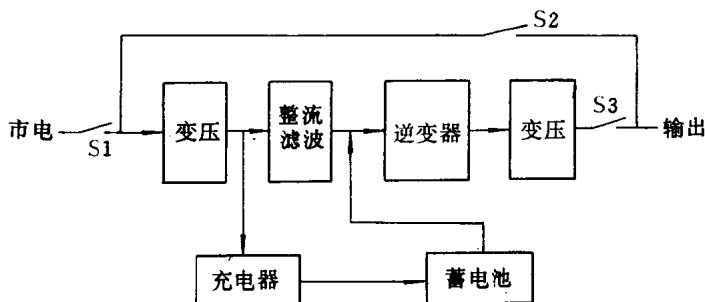


图 1-2 静态 UPS 框图

静态 UPS 的特点是：

1. 当市电中断后,UPS 以蓄电池组作为电源继续向负载供电,一般蓄电池组可以供电 10~30min。在此期间,若市电不能恢复,则可以启动柴油发电机代替市电供电。

2. 在线式 UPS 具有稳压和稳频的功能,还可以降低电源的噪声,改善工作条件。目前这种系统的电压稳定度一般小于 1%,频率稳定度一般小于 0.5%,噪声一般小于 80dB。另外,还能抑制和削弱输入电压波形的下陷、尖峰、浪涌、下跌和消除高次谐波等现象。

3. 不需要固定地基,可以随便移动,工作时没有振动,使用方便,并且有比较完备的保护、报警功能。静态 UPS 由于具有以上特点,所以发展很快。特别是在大功率晶体管,门极控制开关(GTO)等半导体元件显著发展的情况下,UPS 已发展成为晶体管化的,微机控制的现代 UPS。

静态 UPS 的工作有以下几种形式：

1. 后备式(OFF-LINE)UPS;
2. 在线式(ON-LINE)UPS;
3. 三端口 UPS;
4. 直流不间断 UPS。

后备式 UPS 的含义是:在外电网电压正常时,UPS 的任务主要是对自身蓄电池进行充电,其输出电压就是输入电网的电压。也就是说,市电经过开关 S1、S2 就供给了负载,它没有对市电进行转换,逆变器此时只处于备用状态。当外电网异常时,才把蓄电池组电源,通过逆变器变换后,经过开关 S3 供给负载。这种 UPS 供给的电源,不能抑制和隔离电网中的各种噪声和干扰,输出的电压不是稳压稳频的,最多是在输出变压器上增加一些抽头,进行简单的调压而已。所以,精密负载及电网电压较差的地区是不宜使用这种后备式 UPS 的。但在电网电压质量较高的地区,使用这种 UPS 是可以的,因为这种 UPS 的线路简单,成本较低。

在线式 UPS 的含义是:即使在电网电压正常供电时,UPS 的输出,也是将外来电压

经过本身的加工转换后再供给负载。也就是说,即使是在电网电压正常时,市电也是经过变压器→整流滤波→逆变器→变压器→开关 S3(S3 闭合,S2 断开)→输出。这种 UPS 将市电隔离,在市电正常时,过滤市电,供给负载纯净的电源。在市电不正常或发生故障时,UPS 以蓄电池组为输入电源继续向负载供电,保证负载连续不断地稳定工作。所以,负载即使是实时控制信号,也不会因市电中断而出现丢失或差错。它之所以具有这样的性能,其根本原因是,它有一个或多个储能环节和能量的变换装置,将市电隔离过滤后再供给负载纯净的电源。一旦市电异常,依靠这些储能和能量变换装置,继续向负载提供高质量的电源,以实现不间断供电的要求。

这里也想告诉用户,不间断并不意味着 UPS 没有故障或绝对的不间断供电,但它可以将重要负载,最终因供电中断造成的停机率,下降到设备所能允许的程度。在目前情况下,已能使平均故障时间达到数万小时,甚至 10 年以上。我们单位使用的 UPS,有的已使用 11 年,没有出现过一次故障。当然,为了达到不间断供电的目的,还可从技术上采取措施,如将两台 UPS 并联使用。当一台 UPS 故障时,另一台可以继续担负全部负载的供电,以实现更高一级的不间断供电要求。

三端口 UPS 是在 1982 年出现的,其核心部分是有双向变换器(既逆变又整流)。这种 UPS 主要由市电、整流/逆变器、蓄电池组、三端口变压器构成,其框图如图 1-3 所示:

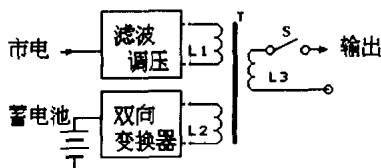


图 1-3 三端口 UPS 框图

三端口 UPS 具有市电输入端口,整流/逆变器输入端口,输出端口,俗称三端口。

三端口 UPS 与在线式 UPS 的工作方式有很大不同。首先是它的整流/逆变器处于同一电路,整流/逆变器既有市电输入,又有逆变输出,同时又给电池充电。从图 1-2 框图可以看出,在线式 UPS 要经过二次变换,即交流→直流→交流→负载。而三端口 UPS,经过一次变换就供给了负载。

第二是三端口 UPS 所使用的变压器,不是一般的稳压变压器,而是一个铁磁谐振变压器。这样,当初级电压变化时,次级电压基本维持不变;逆变器在市电正常情况下也工作,没有切换时间,并在控制电路的作用下,调整逆变器输出电压的幅度与相位,保证逆变器输出电压的稳定;在市电不正常或发生故障时,系统由蓄电池组作为输入电源继续向负载供电,保证负载不间断地稳定工作。

三端口 UPS 逆变器的输出电压频率,不够稳定,带非线性负载的能力也比较差,但成本较低。

直流 UPS 为直流输入的不间断电源,其输出也为直流,即 DC/DC 转换。在直流电源输入电压中断时,仍能不间断地向负载提供正常的工作电压。

直流 UPS 的基本原理是将市电电压,经整流滤波变换成直流电压,而后通过脉宽调制电路进行斩波,经变压器变换成各种电压。在交流输入电压中断时,由蓄电池组继续供给各种电压。

(二)静态 UPS 的发展

静态 UPS 的发展经历了以下几代产品:

第一代:可控硅 UPS。

第二代:晶体管 UPS。

第三代:混合型功率器件 UPS,包括场效应晶体管和 IGBT 管。

目前,在 UPS 中,其功率器件最常用的有三种:晶体管与晶体管模块,场效应管和 IGBT 管。

晶体管与晶体管模块的开关频率比可控硅高一个数量级,且器件成熟可靠,价格便宜,在大、中功率 UPS 中应用广泛。

场效应晶体管是多数载流子导电器件,它的开关时间比晶体管高一个数量级,其导通时间非常小,仅在 20~50ns,而下降时间仅在 5~1000ns 之间。同时,它的导通电阻温度系数为正,当导通电阻随温度上升而增大时,电流会自动下降。场效应晶体管不会发生二次击穿,它产生的脉冲非常方正。场效应晶体管采用电压增益的方式来驱动,且其输入阻抗高,驱动电流小,驱动电路简单可靠,易于用集成标准化电路来实现,对于突然的过载,只要是在场效应晶体管本身的工作范围内,它都能承受,不受驱动电压的影响,同时,负载的瞬间变化也不会造成波形的任何问题。所以,场效应晶体管是高频不间断电源系统极为理想的器件。但是,当前它的价格比较高。

IGBT 管是一种新型功率器件,该器件是在 1982 年研制成功的。该器件具有场效应晶体管的高速开关特性和栅极电压可控及双极晶体管的大电流处理能力和低饱和压降的特点。IGBT 管还有输入电容小,温度稳定性高,驱动功率小的特点。IGBT 管还有一个特有的优点就是:在短路情况下,集电极电流也不会上升,短路电流可达额定值的 6 倍,在 du/dt 值高时也不会损坏,而且开关能量损耗小,驱动容易,价格不高。所以,IGBT 管是 UPS 非常理想的功率变换器件。

采用 IGBT 管作为 UPS 的功率变换器件,使得 UPS 逆变器的工作频率可达几十 kHz。采用正弦脉宽调制控制,逆变器输出波形的高次谐波含量很小,这样,经过很小、简单的滤波器,就可以在逆变器的输出端,得到很纯净的正弦波,逆变器的工作效率得到提高,也就提高了 UPS 的整机效率。而且逆变频率的提高,使得 UPS 输出动态响应特性、逆变器的噪音都有明显的改善。

(三)UPS 的发展趋势

今后 UPS 发展的趋势是:提高逆变器的开关频率,应用新型可靠的开关器件,实现高效率、小型化,并大量采用微机控制,以实现智能化,应用数字化功率因数补偿器及无污染产品。此外,UPS 应能满足各种负载要求,如非线性负载、三相不平衡负载,减少谐波,提高可靠性,并能管理负载等。

大、中型 UPS 都是处于长期连续工作状态,对于 UPS 运行状态的检测,故障的诊断和处理,运行中的自我维护等等,既是 UPS 研制和生产的目标之一,也是用户最为关注的。

要使 UPS 具有故障诊断、处理、维护等功能,单靠模拟或数字电路硬件是无法完成的。只有借助于计算机技术,充分发挥其自身硬件和软件的各自特点,实现智能化。

一个智能化的 UPS 除了能够完成普通 UPS 所能完成的全部工作以外,还必须具有以下几种功能:

1. 对运行中的 UPS 实行实时监测,对电路中的重要数据信息,进行分析处理,从中得出各部分电路工作是否正常;

2. 在 UPS 发生故障时,能根据监测结果,及时进行分析,诊断出故障部位,并给出处理方法;

3. 完成部分控制工作,在 UPS 发生故障时,根据现场需要及时采取必要的自身应急保护控制动作,以防故障影响面的扩大;

4. 完成必要的自身维护。能够根据不同电池的不同要求,对电池进行不同的充电,并自动完成电池状态测试与维护;

5. 自动显示所监测的数据信息,在设备运行异常或发生故障时,能够实时自动记录有关信息,并形成档案,供工程技术人员查阅;

6. 能够用程序控制 UPS 的启动或停止,实现无人值守的自动操作;

7. 具有交换信息功能,可以随时向计算机输入或从联网机获取信息。

一个智能化的 UPS 的硬件部分,基本上是由普通的 UPS 加上微机系统所组成。利用微机来承担对各类信息的分析处理,并且完成相应部分运行状态参数信息的控制。

UPS 的状态数据信息分为两类:开关信号和模拟量信号。由于计算机技术的发展,现在对模拟量信号可不需再经 D/A 转换,可依靠模拟量计算机进行直接计算,更进一步提高了整机的实时响应速度。

一个智能化的 UPS 的软件,除了微机的系统软件以外,还应具有控制软件和故障诊断软件。

控制软件用以完成对各个采样点的传感器信号的采集,加工和处理,同时还要完成 UPS 运行状态的监测和管理功能。并在需要时,发出驱动执行部分的控制命令。

UPS 电源的故障诊断软件实际上是一个故障诊断专家系统,它是智能化 UPS 中最为关键的一部分。

专家系统实际上就是一个具有一个相当于专家知识和经验水平,以及能解决问题的计算机软件系统。通常由以下几部分组成:

1. 知识获取软件,即人机对话软件;

2. 知识库,它是知识存储、检索、编排、修改和扩充功能的软件系统;

3. 推理机及其控制系统,它是求解专门问题,进行推理解释判断的自动推理软件;

4. 咨询解释器,它是由咨询程序、解释程序和问答程序组成,用以回答现场工程师对诊断结果提出的问题。

目前,UPS 采用的新技术主要有:

1. 最新的功率变换技术

新一代 UPS 采用性能、工艺成熟的 IGBT 功率器件,使功率变换电路的载波频率高达 50kHz。变换电路频率的提高,使得用于滤波的元件电感、电容大量减少,UPS 的效率、噪声、体积、动态响应特性和精度都有明显的提高。

2. 高档微处理器控制

新的 UPS 采用计算机数字化控制系统,使用 87C196KC16 高档微处理器(16 位机,主频达 16MHz,中断达 28 级)。由于采用了高档微处理器的控制电路,大大提高了整机的实时响应速度,使之具有很强的故障诊断能力,自身保护能力和通信能力。

3. 功率因数补偿技术

新一代 UPS 的输入端采用功率因数补偿技术,使得 UPS 的输入功率因数达到 0.98

从框图也可看出:在正常情况下,负载的电能不能还是电网供给的,但从电网到负载,已经经过很多环节,电网中的干扰已影响不了负载,而逆变器的输出电源是稳压稳频的,波形失真也比市电小,故提高了供电质量。当市电中断后,蓄电池又可以毫不间断地向逆变器供电,保证了负载的正常工作。当然,一台设计良好的 UPS 的实际电路是很复杂的,利用框图是很难表达的。简单的 UPS,特别是小功率 UPS,图 1-5 框图所述单元也不一定都必须具备。

(一)输入电源

一般是采用市电或油机发电机的输出电源,作为 UPS 的输入电源。小功率 UPS 的输入电源一般为单相 220V 交流电源,10kVA 以上 UPS 则一般用三相 380V 交流电源作 UPS 的输入电源。输入电压允许变化 $\pm 15\%$,频率允许变化 $\pm 15\%$ 。主输入电源进来后,可以经过一个变压器变压。变压器的变压比,取决于蓄电池组电压的高低和逆变器输入电压的要求,也可以将市电直接接至整流器,用调整控制整流器输出电压的方法,来满足逆变器输入电压的要求。

用三相电源作为输入电源的 UPS,其三相电源的相序不能接错,接线时,有条件者必须用相序表检查,没有相序表者可以按以下办法接线:

从法国进口的 UPS,一般标有 L1、L2、L3 或 Ph1、Ph2、Ph3 等字样。把红相接 L1 或 Ph1,黄相接 L2 或 Ph2,绿相接 L3 或 Ph3。按此接线,准保无误。

从日本进口的机器则用红、白、蓝圆圈和 R、S、T 作标记,这时可以红相接红或 R 相,黄相接白或 S 相,绿相接蓝或 T 相。

有的机器用 A、B、C 做标记,则红相接 A,黄相接 B,绿相接 C,当然按黄、绿、红或绿、红、黄的顺序接至 A、B、C(或 L1、L2、L3 等)也完全正确。以上是我们的经验。假若,连红、黄、绿相也分不清,相序表也没有,则可用双迹示波器来观察各相的波形。A、B、C 三相的波形相同,设定某相为 A 相,则比 A 相滞后 120° 的那相为 B 相,比 A 相滞后 240° 的那相为 C 相。

(二)输入滤波器

输入滤波器的作用是对输入电源进行滤波,减少输入电源中的干扰、噪音进入逆变器,确保逆变器输入电源更加纯净。

(三)整流器

整流器又称顺变换器。它的功能是把交流电源转换成直流电源,向逆变器提供所需的直流电源。小功率 UPS 的整流器一般采用单相桥式整流器,为了减小变压器的尺寸,整流器的输入又多用自耦变压器,如日本的 S102, TOSNIC- μ 1100c 等。大功率 UPS 的整流器,一般采用大功率整流元件,常用电路有:三相全控桥式整流电路,三相混合桥式整流电路,晶体管整流电路,12 脉冲整流电路等。

(四)充电器

充电器的主要功能是将市电整流、滤波后变成适合蓄电池组充电的直流电压。一般而言,当市电供电正常时,充电器吸收市电能量供给蓄电池组浮充电电压,对蓄电池组进行浮充电。当市电断电后,蓄电池组供给逆变器用电,充电器不再吸收市电能量。待蓄电池组放电到电压最低值时,蓄电池组停止放电,以保护电池,市电恢复供电后对蓄电池组的充电电流进行限制。也就是说,在市电恢复后,先以恒流方式充电,然后再以恒压方式充