

# 电力系统 UPS 接线方式探讨

易映萍

(湖南工程学院,湖南 湘潭 411101)

**摘要:** 全面介绍了电力系统用 UPS 的各种接线方式的结构及其优缺点,对电力系统用户正确选用 UPS 具有指导作用。

**关键词:** UPS; 电力系统; 电源

**中图分类号:** TM91

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1003-4897(2001)04-0045-03

## 1 概述

随着电力系统综合自动化的发展,越来越多计算机监控、远动、微机保护以及自动仪表等关键设备应用于电力系统。这些设备不仅要求不能停电,而且,还对交流电源的质量有较高的要求。如果交流电源畸变较大或交流断电,会导致上述关键设备误动作或数据自动丢失等严重后果。另外,当电力系统发生断电故障后,还需要提供一定容量的事故照明电源。因此,在变电所和发电厂均要求设置不停电电源(UPS)。在电力系统,由于其直流操作电源系统已具有较大容量的蓄电池组,有的用户要求 UPS 不安装蓄电池,这使得电力系统所使用的 UPS 具有多种接线方式。接线方式不同,UPS 系统的成本和可靠性均不同。本文对电力系统 UPS 的各种接线方式的系统结构和优缺点进行了讨论,对正确选用电力系统 UPS 具有很大的指导意义。

## 2 UPS 的基本构成

UPS 有多种类型,其结构也各不相同。图 1 给出了目前普遍使用的在线式 UPS 的结构简图,它由整流器、逆变器、蓄电池组、静态转换开关等部分组成。正常工作时,市电经整流器变成直流后,再经逆变器转换成稳压、稳频的正弦波交流电压供给负载。当市电掉电时,由蓄电池组向逆变器供电,以保证负载不间断供电。如果逆变器发生故障,UPS 则通过静态开关切换到旁路,直接由市电供电。当故障消失后,UPS 又重新切换到由逆变器向负载供电。由于在线式 UPS 总是处于稳压、稳频供电状态,输出电压动态响应特性好,波形畸变小,因此,其供电质量明显优于后备式 UPS。目前大多数 UPS,特别是大功率 UPS,均为在线式。

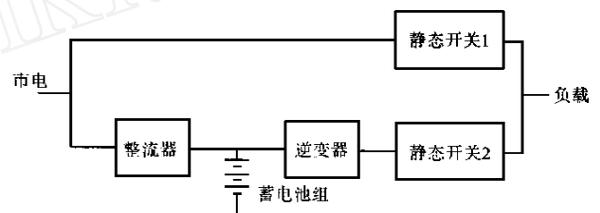


图1 在线式 UPS 的结构框图

## 3 单机供电方式

### 1) 一路直流输入方式

接线方式如图 2 所示,直流输入电压为 220V (或 110V),来自电厂或变电所的直流操作电源的直流输出。正常情况下,逆变器由直流操作电源供电,直流系统的蓄电池处于浮充状态。当交流断电时,逆变器由直流系统的蓄电池供电。

该接线方式结构简单,成本低,其缺点是逆变器的能量来自直流操作电源,一方面加大了操作电源负荷,另一方面降低了效率。当直流系统发生短路故障时,将影响逆变器的正常运行。

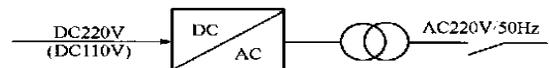


图2 一路直流输入方式

### 2) 一路直流和一路交流输入方式

接线方式如图 3 所示,直流电源同样来自操作电源的直流母线。在图 3(a)中,多了一路交流输入,当直流系统发生故障,逆变器由静态开关切换到交流旁路,由旁路向负载供电,但该接线方式同样存在由直流操作电源供电的缺点。图 3(b)接线方式可以克服该缺点。正常工作时,由交流电源经整流器变成直流电源后向逆变器供电。只有当交流断电后,才由直流操作电源供电。当逆变器发生故障不能供电时,由静态开关切换到旁路供电。由于只有

一路交流输入,当交流断电后,如果逆变器发生故障,则会导致断电事故的发生。需要指出的是,直流输入应与交流输入隔离。

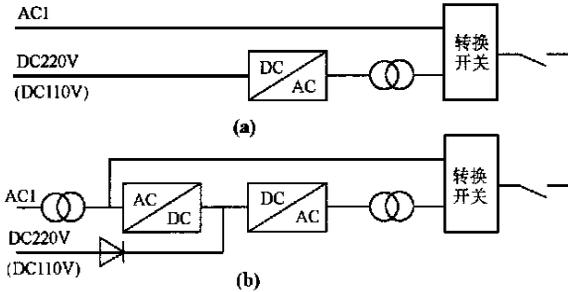


图3 一路直流和一路交流输入方式

3) 一路直流和两路交流输入方式

接线如图4所示,该接线方式能克服一路直流和一路交流输入方式的不足,其工作方式为:正常工作时,由AC1供电,当AC1断电后,再由直流操作电源供电。如果逆变器发生故障,UPS通过静态旁路开关切换到旁路供电。为了能使UPS与旁路电源之间可靠切换,UPS的逆变器的输出必须与旁路电源的频率相位一致,而旁路电源的调压器跟踪UPS的输出电压,使逆变器的输出电压的大小与旁路电压的大小基本相等。

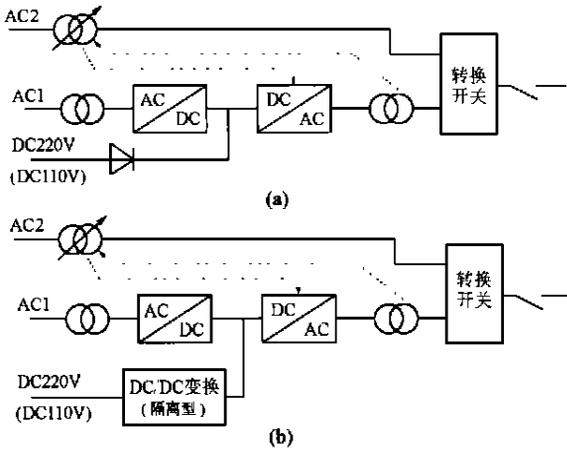


图4 一路直流输入和二路交流输入方式

4) 一路交流输入和自带蓄电池方式

接线如图5所示,该接线方式的特点是UPS与直流系统无任何联系。正常工作时,交流电源经整流器后变成直流,一方面向逆变器提供能量,一方面对蓄电池进行浮充电,当交流电源消失或整流器发生故障,逆变器由蓄电池供电,如果逆变器发生故障,并且交流电源断电,则负荷便出现断电事故。

5) 二路交流输入和自带蓄电池方式

接线如图6所示,该接线方式能克服一路交流

输入和自带蓄电池方式的缺点。如果交流电源AC1断电并且逆变器发生故障,静态开关将UPS的负荷切换到旁路电路,由交流AC2供电,从而确保负荷不断电。

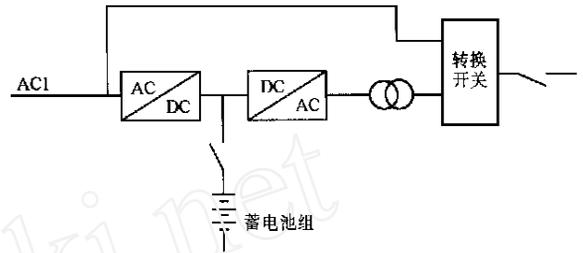


图5 一路交流输入和自带蓄电池方式

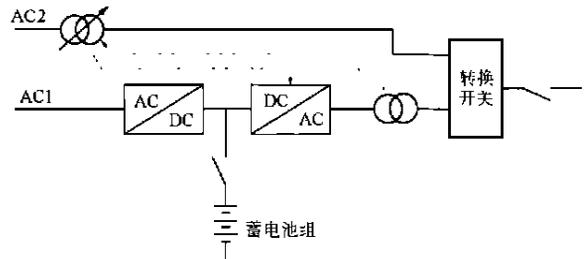


图6 二路交流输入和自带蓄电池方式

6) 各种接线方式的对比

UPS的直流电压来自操作电源的接线方式是目前电力系统普遍使用的方式,它具有以下优点:UPS不需要蓄电池,从而避免蓄电池的重复投资,减少系统的维护,降低了运行成本,由于电力系统直流操作电源中的直流屏容量大,电网断电后不间断供电时间可以大大延长。但该接线方式使直流系统与UPS系统相连,它们相互影响,如果直流系统发生故障则使UPS不能正常工作,反过来,如果UPS发生短路故障又会引起直流系统工作不正常。在日本,曾经出现过由于UPS短路造成直流系统和其它与之相连的UPS不能正常工作的事故。另外,UPS虽然本身不含有蓄电池,由于断电时UPS由直流系统的蓄电池供电,因此,在设计直流系统蓄电池时,必须考虑UPS的容量及后备时间,从而会增大直流系统蓄电池组的容量,不过,增大的蓄电池组的容量要比UPS自带蓄电池组容量小。这就是说,该接线方式虽然可以减少蓄电池组的容量,但不能使蓄电池完全省去。自带蓄电池方式的缺点是:当交流停电时,如果需要UPS能满足负荷连续供电半小时以上,则要求UPS内部的蓄电池容量较大,从而UPS的成本较高,但该接线方式的UPS与直流系统没有任何联系,互不影响,可靠性高。电力系统对UPS的可靠性要求很高,因此,考虑到可靠性,最好采用二路交

流输入,自带蓄电池接线方式。

#### 4 多机并联供电方式

随着现代科学技术的发展和工艺水平的提高,已可使UPS电源的故障率大大降低。虽然UPS的故障率低,但不能确保它的故障率为零。采用多机并联供电方式可以提高UPS系统的可靠性,增大UPS平均无故障工作时间。

##### 4.1 主从“热备份”UPS供电方式

主从“热备份”UPS供电方式的原理如图7所示。正常工作时,负载由主UPS供电,从UPS输出作为主UPS的旁路电源,处于“热备份”状态。当主UPS发生故障时,供电通过静态开关1无间断地切换到从UPS供电。待主UPS故障消除后,供电便重新切换至主UPS供电。当主从UPS均发生故障,负载由静态开关切换到从UPS的旁路电源供电。该方式的优点为:

两台UPS电源处于相互独立的单机运行状态之中,对UPS单机的同步跟踪特性要求不高。

只在切换操作期间才要求两逆变器做到同相位、同频率和同幅度。

不同型号的UPS均可构成这样的冗余供电系统。

UPS系统平均无故障工作时间为单机供电时的2倍。

该供电方式有如下缺点:

从机长期处于空载运行状态,其蓄电池一直处于浮充状态,几乎没有放电机会,这会造成蓄电池寿命明显缩短以及蓄电池实际可供使用的容量大大低于电池组的标称容量。解决此问题的方法是设立主从互换装置。

要求所选用的UPS单机必须具有优良的带“阶性负载”能力。

没有扩容功能,输出容量为单机UPS容量。

##### 4.2 直接并机冗余式UPS系统

为了克服主从“热备份”方式的缺点,可采用多台UPS直接并机冗余式供电方式,系统结构如图8所示。多台UPS直接并联,必须满足同相位、同频率和均流向负载供电。目前,只有少数公司生产的UPS具有并机功能。当2台UPS并联运行时,系统中所有单元都是双份的,可以提高向负载供电的可靠性。正常时,每台UPS输出50%的总负载功率,当1台UPS发生故障时,由另一台无间断地承担全部负载功率。此种方式下,当两台UPS均发生故

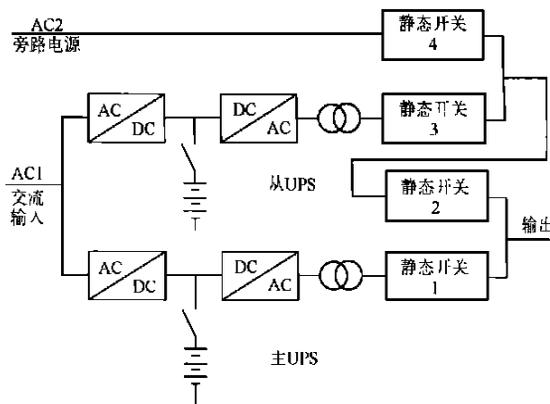


图7 主从热备份接线方式

障,仍可通过静态旁路开关无间断地将负载切换至市电供电,进一步提高向负载供电的可靠性。另外,通过UPS并联运行,还可以很方便地提高系统总的额定功率。如果负载功率超过一台UPS的额定功率,可再并联一台同容量的UPS,使系统总的额定功率增大一倍,从而可满足负载的需要。

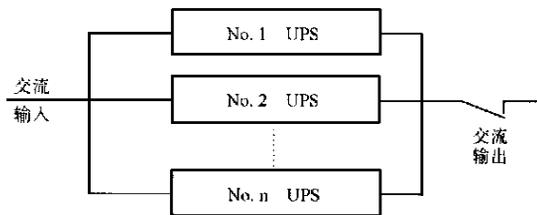


图8 UPS直接并机方式

多台直接并机方式虽然可靠性高,但价格昂贵,另外,并机的UPS特性需要完全一致,如果特性有偏差,则UPS之间产生环流,最后导致系统损害。因此,用户在选用多台直接并机方式时,必须慎重选择UPS的厂家和型号。

#### 5 结束语

选用UPS时既要考虑系统的可靠性,又要考虑投资成本。本文全面介绍了电力系统用UPS的各种接线方式的结构及其优缺点,对电力系统用户正确选用UPS具有指导作用。

##### 参考文献:

- [1] 侯振义,王义明. 大中型UPS原理分析. 电源技术应用, 2000, (8).
- [2] 张广明. 如何正确地选用与配置UPS. UPS应用, 2000, (2).

收稿日期: 2000-10-11

作者简介: 易映萍(1967-),女,学士,讲师,研究方向为电力电子技术。  
(下转第56页)

利用三相差流中最大的  $K_{21}$  值判别。此次试验中,  $K_{21}$  的最小值为 0.352, 远大于其定值 0.15。从图 3 中可以看出二次谐波制动常闭触点断开, 故可靠地闭锁比率差动保护。

此外, 由于大型变压器工作磁密接近饱和磁密, 一旦过激磁, 可能引起差动保护误动作。因此, 本保护利用过激磁时, 差流中常伴有大量的五次谐波, 滤取五次谐波, 判断五次谐波与基波幅值比  $K_{51} = I_5/I_1$  是否大于整定值, 当实际的  $K_{51}$  大于整定值时闭锁差动保护。 $K_{51}$  一般不大于 38%。本保护取 35%。此判据也采用“或门”制动, 此次试验中,  $K_{51}$  的最大值为 0.168, 小于其定值 0.35, 所以五次谐波制动判据不动作。但由于二、五次谐波制动常闭触点是“与”逻辑, 并不会引起比率差动保护动作。

差动保护 B 柜差流速断保护、比率差动保护动作情况分析同 A 柜, 与 A 柜不同的是具有涌流间断角判据。变压器励磁涌流具有明显的间断角, 通过测量间断角的大小可区别励磁涌流与故障电流。本保护采用单相涌流间断角判别, 即只要本相差流间断角满足条件就可以判断为涌流。当涌流的间断角大于最小间断角时闭锁差动保护。本保护最小间断

角整定为 60°。而试验中最初 200ms 内最小间断角为 120°, 远大于其整定值, 所以此判据能可靠闭锁保护动作。

#### 4 结论

4.1 牡丹变 1#、2# 主变差动保护定值整定正确, 保护动作正确。主变差动保护具有躲过主变空载合闸试验中励磁涌流的能力。

4.2 试验中的励磁涌流波形为衰减的尖顶波, 具有较大的电流峰值, 含有显著的直流分量和二次谐波分量, 具有明显的间断角, 与理论上的典型励磁涌流波形特征相符。

4.3 此次试验中励磁涌流特征数据与通常介绍的典型数据不同之处是: 间断角较大; 二次谐波含量较大。

#### 参考文献:

- [1] 王维俭, 侯炳蕴. 大型发电机变压器组保护理论基础 (第二版). 北京: 水利电力出版社, 1989.

收稿日期: 2000-09-07; 改回日期: 2000-12-15

作者简介: 郭一夫 (1974 - ), 男, 工程师, 从事继电保护及自动化装置工作。

### Analysis on the measured waveform to exciting inrush current in 500kV Mudan substation

GUO Yi - fu

(Henan Electric Power Test Institute, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** By analyzing quantitatively the typical data of the exciting inrush current waveform caused by main transformer closing without any load, the correctness of an operation of the transformer differential protection and its settings are tested to verify the identification capability of microprocessor based transformer differential protection and capability to escape away the exciting inrush current.

**Keywords:** no-load closing; exciting inrush current; differential protection; harmonic component; quantitative analysis; measured waveform

(上接第 47 页)

### Discussion on system configuration of UPS used for power system

YI Ying-ping

(Hunan Engineering College, Xiangtan 411101, China)

**Abstract:** Many types of system configuration of UPS used for power system are introduced in this paper, and their merits and drawbacks are discussed also. It is very useful for power system users to select UPS correctly.

**Keywords:** UPS; power system; power supply