

电力专用不间断电源（UPS）的原理及应用

曹仁贤 郑桂标 合肥阳光电源有限公司

[摘要] 本文介绍了电力专用逆变器和 UPS 的原理、特点，并对各种专用的 UPS 电源和常规 UPS 作了比较详细的介绍，以供广大电力工作者选型时参考。

[关键词] 电力专用 逆变器 UPS

一、概述

不间断电源（UPS）在电力系统中的应用已越来越广，随着电力通讯、无人值守变电站、微机监控等电力自动化设备的普及和应用，电力系统对不间断电源提出了更高的要求。虽然发电厂均有两路进电，但这并不能保证能够毫无间断地给计算机等重要负载供电，要保证微机等信息设备的电源指标，就必须采用不间断电源(UPS)。

常规在线式不间断电源原理如图 1 所示：

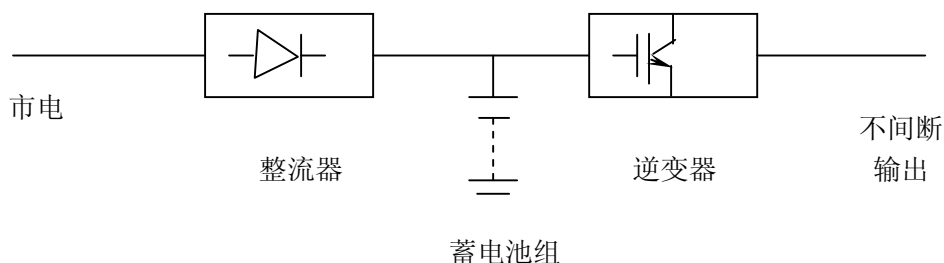


图 1

市电经过整流后一方面给蓄电池充电，同时又给逆变器供电，一旦市电断电，则自动由蓄电池向逆变器供电，从而保证了重要负载的不间断输出。我们称这种 UPS 为常规不间断 UPS。

在电力系统中，无论是发电厂还是变电站，绝大多数厂（站）均已配备有直流屏或蓄电池组。直流屏的直线母线电压为 220VDC 和 110VDC 两种，主要为合闸装置、继电保护、事故照明等提供备用直流。电力专用不间断电源，就是利用原有直流屏作为逆变器在市电断电后的直流电，再经过逆变后提供不间断电力，其典型原理如图 2 所示：

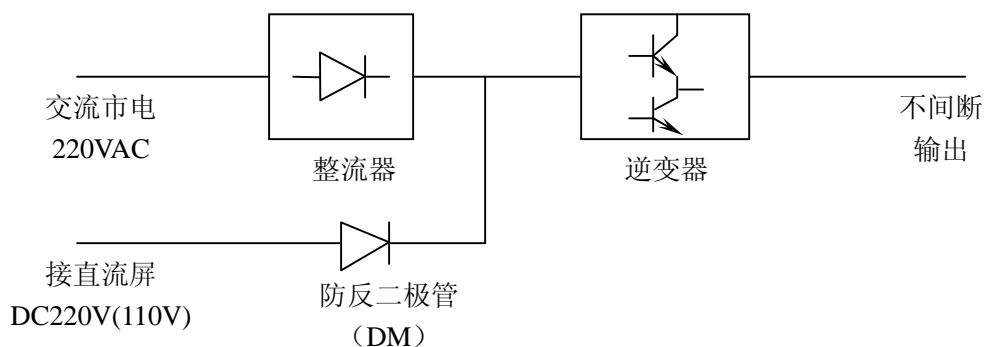


图 2

交流市电经过整流器整流后给逆变器供电，直流屏的电力经过防反二极管并接在逆变器输入端。市电正常时，电流经过整流器 → 逆变器 → 负载；一旦市电断电，将由直流屏 → 逆变器 → 负载供电。

二、采用电力专用不间断电源的优势

采用电力专用不间断电源，与常规 UPS 相比，前者有许多优势，现一一列举。

- 1、采用电力专用 UPS，将避免蓄电池组的重复投资。众所周知，UPS 中蓄电池组的投资比较大，特别是在长延时 UPS 系统中，蓄电池组的投资甚至远远超过 UPS 机组的投资。因此利用原有直流屏或将原有直流屏作适当扩容，将大大降低不间断电源的投资。
- 2、采用电力专用 UPS，将使电源系统的可靠性大大提高。常规不间断电源采用单独的蓄电池组，特别是小容量的常规 UPS，其蓄电池往往被安排在 UPS 机内，有时蓄电池早已老化，却未被发现，一旦市电断电，蓄电池早已无能为力，这种电源故障在中、小型变电站经常发生。即使蓄电池外接，但由于存在维护空缺，以至经常发生蓄电池组早已实效而无人问津的现象。采用电力专用 UPS，其直流动力直接取自直流屏，而直流屏本身是电力系统中的重要设备。电力系统运行中对直流屏的维护有明确的规定，其可靠性是有保证的。因此采用可靠的直流动力，另加逆变器，自然就可得到可靠的交流不间断电力。另外，由于电力系统的直流屏往往容量大，采用电力专用 UPS 后即在市电断电后，可提供较长的不间断供电时间。
- 3、采用电力专用 UPS，便于日常维护。由于电力专用 UPS 实际上已分成直流屏和逆变器两大部分，因此，日常的维护工作就变得非常简单。当蓄电池组需要活化、放电或个别电池需更换时，可直接断开直流。因为电力专用 UPS 往往有交流、直流同时进电，断开直流后，UPS 电源将自动有交流旁路供电。同样，当需要对专用 UPS 进行检修时，也不会影响直流屏的任何功能，这就保证了交直流负载的正常供电。
- 4、采用电力专用 UPS，可优化系统配置，降低系统成本，并体现全方位的服务。电力专用 UPS 生产商应根据电力的特点，采用专业设计和制造标准，抛弃了常规 UPS 实际可带负载功率偏低、抗冲击能力差、无法带感性负载等弱点，做到精心定制。并留有充分功率余量。如合肥阳光电源公司生产的任何一款专用 UPS，采用了日本三菱 IPM 机芯，均可带动如交流润滑油泵、风机、水泵等电动机负载，甚至可提供功率只有 3kVA 的三相四线制输出品种。因此电力专用 UPS 比常规 UPS 有更高的性能价格比。

三、电力专用 UPS 的种类及造型

电力专用 UPS 可分为专用逆变器型、交直流互备 UPS 型及在线 UPS 型等三大类。

1、电力专用逆变器

电力专用逆变器，早在 80 年代就有人使用。但早期的逆变器由于受功率器件的制约，可靠性较差。随着功率器件的迅速发展和微电子产业的崛起，逆变器已向智能化、模块化方向发展。新型的电力专用逆变器均采用微处理器控制，主电路采用大功率场效应管 (MOSFET)、绝缘栅功率晶体管 (IGBT)、智能功率模块 (IPM) 等功率器件。

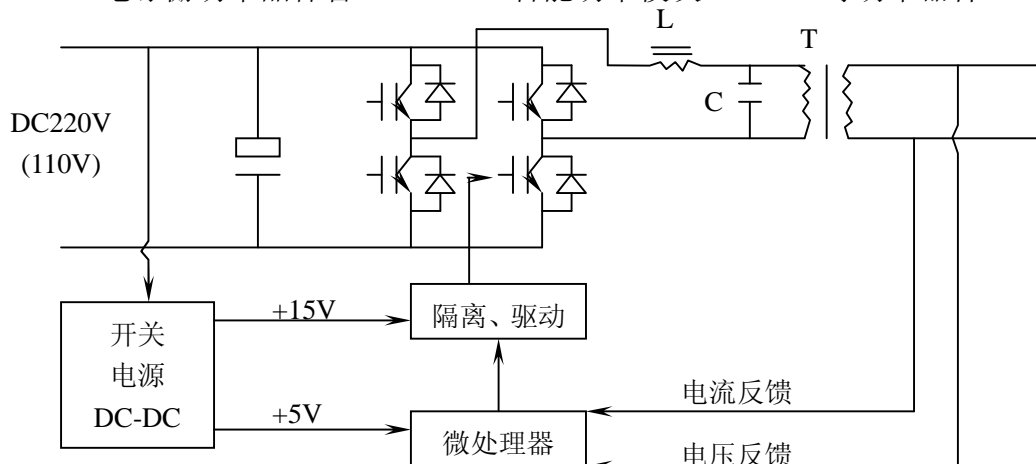


图 3

其电路原理如图 3 所示。DC-DC 开关电源提供逆变器自身的低压用电，如±15V、5V 等。主电路采用单相全桥电路，由微处理器产生脉宽调制（SPWM）信号，经过 LC 滤波隔离、升压后输出。由于采用电压、电流反馈，因此输出的正弦波指标可以达到很佳的效果。

该逆变器的特点是：工作简单，安装使用方便。缺点是：由于逆变器始终连接负载，这就加重了直流屏中整流器的负担，另外由于无旁路回路，冗余性能差。该逆变器可用于以下场合：

- 1)事故照明用电。由于事故照明用电并不像计算机等重要负荷那样丝毫不能间断，因此可在事故状态时启动逆变器，以保证照明及消防设施用电。
- 2)逆变放电用电。直流屏日常需要活化蓄电池，核对容量是也需对电池放电，采用有源逆变器可直接将电能击溃至电网，以节约能源。
- 3)小容量交流负荷的不间断供电。小容量电力载波机、继电保护、通讯设备（一般容量在 2kVA 以下）时可采用逆变器直接供电，这样既可节省投资，又不影响直流屏的正常工作。

2、交直流互备型 UPS

该电力专用 UPS 是在专用逆变器的基础上改进的，其电路原理如图 4 所示：

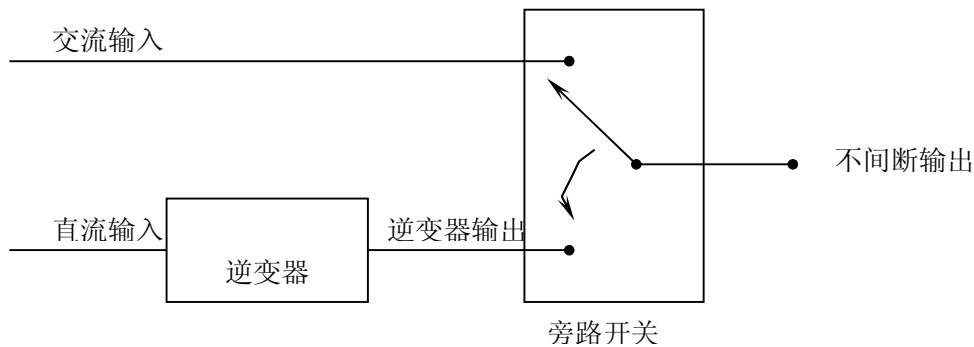


图 4

在原有的逆变器的基础上增加了旁路转换开关，旁路转换开关一般采用静态开关，小容量时也可采用快速继电器。工作原理是旁路转换电路一直监视交流市电的电压和波形，一旦断电，将迅速切换至逆变器输出，切换时间均在几个毫秒之内。同样，若逆变器、直流屏故障或检修时，也将自动由交流市电供电，也即只要直流屏和交流市电有一路存在，交流输出将得到保证。可见该专用 UPS 的结构比逆变器合理，并且可实现两台 UPS 的冗余连接。

该电源的特点是电源转换效率高，性能价格比较高，并可实现多台备份运行，主要应用于总负荷在 3kVA 以下的场合。如电力系统微机监控、电力载波、电力通讯等场合。当然随着电力系统设备的日益精密，人们对电力系统电源也提出了更高的要求。上述不间断电源也存在以下缺点：交流旁路无稳压措施。若平常用交流供电，则随市电电压的变化，不间断输出会“水涨船高”。即使采用静态开关完成“市电” ↔ “逆变”供电切换，也存在一定的电力中断（一般为 4ms）。

3、电力专用在线型 UPS

该 UPS 克服了上述两种 UPS 的不足。如图 2 所示，交流市电经过整流器整流后给逆变器供电。由于整流器输出端电压略高于直流屏的直流电压，在市电正常时，防反二极管 DM 处于反向截止状态，因此并不消耗直流屏的电力，也就不增加操作电源中整流器的负担。一旦市电中断，逆变器将直接由直流屏供电；同样万一直流屏断电，则直接由市电经过整流器、逆变器给负载供电，不会影响逆变器的正常供电。电力专用在线 UPS 的最大特点是在执行“市电” ↔ “逆变”切换时无任何间断，不间断输出的各项指标也将有内部高性能逆变器给予保证。使用的电力专用在线 UPS 另外加有静态旁路开关，如图 5 所示。

在图 2 的基础上增设了静态开关，一旦逆变器出现过载或故障，静态开关将迅速切换到交流旁路上。交流旁路可以是交流市电，也可以是另一台 UPS 的输出。另外，还设置了维修旁路开关，即在 UPS 需要维修是可直接有维修旁路供电。

电力专用在线 UPS 可广泛应用于用电设备对电源要求较高的场合。如电力系统运动、电力调度、事故记录、继电保护等场合。

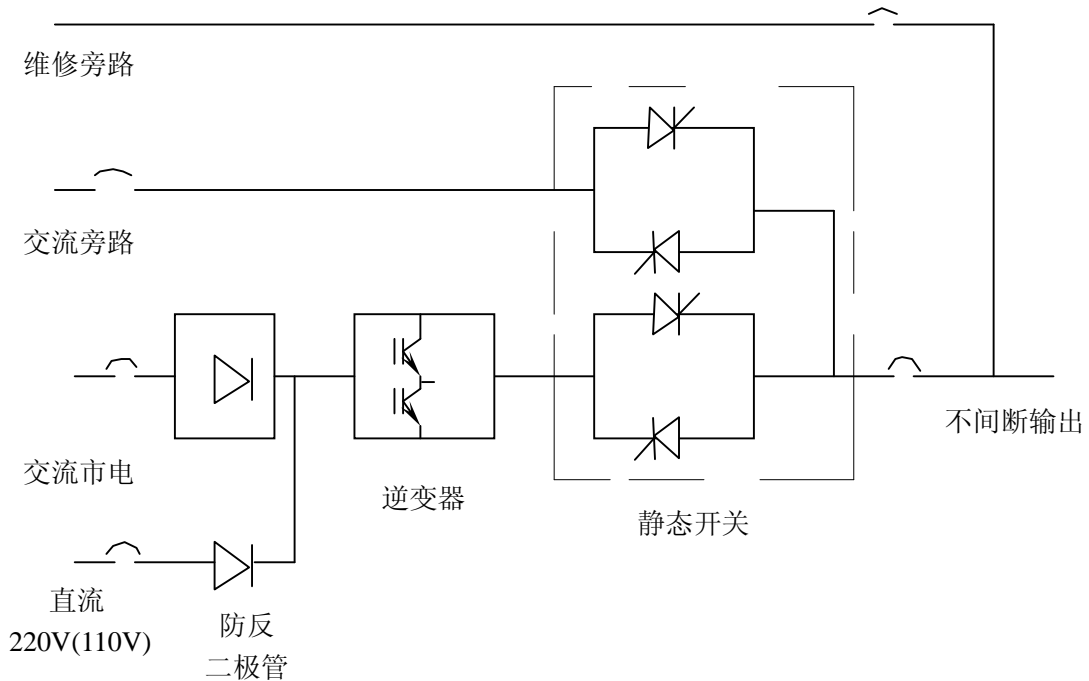


图 5

四、结论

在电力系统中，无论是发电厂还是变电站，采用电力专用 UPS 比常规 UPS 有更多的优势，可避免需电池组的重复投资，提高供电可靠性，降低运行成本等。

电力专用 UPS 是根据电力系统的特点“量体裁衣”，并有多种电路结构，甚至可带动如交流润滑油泵、风机、水泵、电磁线圈等各种感性负载。

ⁱ 《电力专用不间断电源（UPS）的原理及应用》发表于 2000 年《电力自动化产品信息》第 6 期。