

浅谈逆变器的使用

张劲松 中国有色金属工业第七冶金建设公司 550061

摘要
仪器仪表是人们进行生产活动的依据,其本身也处于不断创造发展之中。

关键词
逆变器;工作原理;检测方法

建立在近代科学基础上的近代工业,本质上是一种扩大的科学实验活动,它具有近代科学的一切要素和基本特征。仪器仪表和测量技术在这种活动中具有决定性的意义,它们是进行生产活动的依据。仪器仪表是人类扩大视野开拓新域的前导工具,时刻面临着严峻的挑战,它本身总是处于永不止息的创造发展之中。其中逆变器对工业的发展起着十分重要的作用。

一、逆变器的概念及分类

通常,把将交流电能转换成直流电能的过程称为整流,把完成整流功能的电路称为整流电路,把实现整流过程的装置称为整流设备或整流器。与之相对应,把将直流电能转换成交流电能的过程称为逆变,把完成逆变功能的电路称为逆变电路,把实现逆变过程的装置称为逆变设备或逆变器。现代逆变技术主要包括半导体功率集成器件及其应用、逆变电路和逆变控制技术 3 大部分。

逆变器的种类很多,可按照不同的方法进行分类。

1. 按逆变器输出交流电能的频率分,可分为工频逆变器、中频逆器和高频逆变器。工频逆变器的频率为 50 ~ 60

Hz 的逆变器;中频逆变器的频率一般为 400 Hz 到十几 kHz;高频逆变器的频率一般为十几 kHz 到 MHz。

2. 按逆变器输出的相数分,可分为单相逆变器、三相逆变器和多相逆变器。

3. 按照逆变器输出电能的去向分,可分为有源逆变器和无源逆变器。凡将逆变器输出的电能向工业电网输送的逆变器,称为有源逆变器;凡将逆变器输出的电能输向某种用电负载的逆变器称为无源逆变器。

4. 按逆变器主电路的形式分,可分为单端式逆变器,推挽式逆变器、半桥式逆变器和全桥式逆变器。

5. 按逆变器主开关器件的类型分,可分为晶闸管逆变器、晶体管逆变器、场效应逆变器和绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 逆变器等。又将其归纳为“半控制”逆变器和“全控制”逆变器两大类。

6. 按直流电源分,可分为电压源型逆变器 (VSI) 和电流源型逆变器 (CSI)。

7. 按逆变器输出电压或电流的波形分,可分为正弦波输出逆变器和非正弦波输出逆变器。

8. 按逆变器控制方式分,可分为调频式 (PFM) 逆变器和调脉宽式 (PWM) 逆变器。

9. 按逆变器开关电路工作方式分,可分为谐振式逆变器,定频硬开关式逆变器和定频软开关式逆变器。

10. 按逆变器换流方式分,可分为负载换流式逆变器和自换流式逆变器。

二、逆变器的结构

逆变器的直接功能是将直流电能转换成交流电能,其示意图如图 1 所示。

逆变装置的核心,是逆变开关电路,简称为逆变电路。该电路通过电力电子开关的导通与关断,来完成逆变的功能。电力电子开关器件的通断,需要一定的驱动脉冲,这些脉冲可能通过改变一个电压信号来调节。产生和调节脉冲的电路。通常称为控

制电路或控制回路。逆变装置的基本结构,除上述的逆变电路和控制电路外,还有保护电路、输出电路、输入电路、输出电路等,如图 2 所示。

三、逆变器的技术要求与质量

1. 输出频率

(1) 逆变器的输出频率应具有稳定性。

(2) 本标准中规定的输出频率应在 49Hz 到 51Hz 之间。

(3) 产品实际检测情况:实际检测中发现,有的直流/交流逆变器输出频率漂移比较大,开机时输出频率在 50Hz 左右,工作一段时间或环境温度变化以后,输出频率上升到 57 Hz,甚至 60 Hz 以上,主要原因:

- a. 选用的元器件参数离散性较大;
- b. 选用的元器件参数温度漂移较大。
- c. 缺乏稳频措施等原因造成的。

2、带载能力

要求逆变器在特定的输出功率条件下能持续工作一定的时间。

标准规定如下:

(1) 输入电压与输出功率为额定值,逆变器应连续可靠工作 4h 以上。

(2) 输入电压与输出功率为额定值的 125%,逆变器应连续可靠工作 1min 以上。



图 1

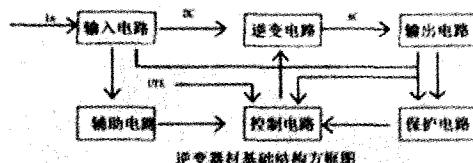


图 2

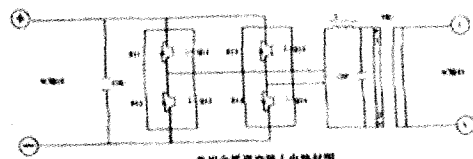


图 3

(3) 输入电压与输出功率为额定值的 150%，逆变器应连续可靠工作 10s 以上。

产品实际检测情况：

500~1000VA 的逆变器达不到标准和产品说明书要求，影响了光伏电源系统实际运行的可靠性，缩短了产品的寿命。

3、效率

为了提高能源的利用率，逆变器的效率应达到一定的要求。

标准中规定了逆变器的输出功率大于等于额定功率的 75% 时，效率应大于等于 80%。

产品实际检测情况：

目前小容量的产品 (300VA) 的效率都不高，长期工作损耗大、易过热，达到温度保护点就会自动关机，降低了系统的可靠性。其原因：设计功率没有充分的余量。

四、逆变器的工作原理

1. 全控型逆变器工作原理：图 3 所示，为通常使用的单相输出的全桥逆变主电路，图中，交流元件采用 IGBT 管 Q11、Q12、Q13、Q14。并由 PWM 脉宽调制控制 IGBT 管的导通或截止。

当逆变器电路接上直流电源后，先由 Q11、Q14 导通，Q1、Q13 截止，则电流由直流电源正极输出，经 Q11、L 或感、变压器初级线圈图 1-2，到 Q14 回到电源负极。当 Q11、Q14 截止后，Q12、Q13 导通，电流从电源正极经 Q13、变压器初级线圈 2-1 电感到 Q12 回到电源负极。此时，在变压器初级线圈上，已形成正负交变方波，利用高频 PWM 控制，两对 IGBT 管交替重复，在变压器上产生交流电压。由于 LC 交流滤波器作用，使输出端形成正弦波交流电压。

当 Q11、Q14 关断时，为了释放储存能量，在 IGBT 处并联二极管 D11、D12，使能量返回到直流电源中去。

2. 半控型逆变器工作原理：半控型逆变器采用晶闸管元件。改进型并联逆变器的主电路如图 4 所示。图中，Th1、Th2 为交替工作的晶闸管，设 Th1 先触发导通，则电流通过变压器流经 Th1，同时由于变压器的感应作用，换向电容器 C 被充电到大的 2 倍的电源电压。接着 Th2 被触发导通，因 Th2 的阳极加反向偏压，Th1 截止，返回阻断状态。这样，Th1 与 Th2 换流，然后

电容器 C 又反极性充电。如此交替触发晶闸管，电流交替流向变压器的初级，在变压器的次级得到交流电。

在电路中，电感 L 可以限制换向电容器 C 的放电电流，延长放电时间，保证电路关断时间大于晶闸管的关断时间，而不需容量很大的电容器。D1 和 D2 是 2 只反馈二极管，可将电感 L 中的能量释放，将换向剩余的能量送回电源，完成能量的反馈作用。

五、逆变器 IGBT 的检测方法

功率模块的好坏判断主要是对功率模块内的续流二极管的判断。对于 IGBT 模块我们还需判断在有触发电压的情况下能否导通和关断。

逆变器 IGBT 模块检测：将数字万用表拨到二极管测试档，测试 IGBT 模块 c1e1、c2e2 之间以及栅极 G 与 e1、e2 之间正反向二极管特性，来判断 IGBT 模块是否完好。

以六相模块为例：

将负载侧 U、V、W 相的导线拆除，使用二极管测试档，红表笔接 P (集电极 c1)，黑表笔依次测 U、V、W，万用表显示数值为最大；将表笔反过来，黑表笔接 P，红表笔测 U、V、W，万用表显示数值为 400 左右。再将红表笔接 N (发射极 e2)，黑表笔测 U、V、W，万用

表显示数值为 400 左右；黑表笔接 P，红表笔测 U、V、W，万用表显示数值为最大。各相之间的正反向特性应相同，若出现差别说明 IGBT 模块性能变差，应予更换。

IGBT 模块损坏时，只有击穿短路情况出现。

红、黑两表笔分别测栅极 G 与发射极 E 之间的正反向特性，万用表两次所测的数值都为最大，这时可判定 IGBT 模块门极正常。如果有数值显示，则门极性能变差，此模块应更换。当正反向测试结果为零时，说明所检测的一相门极已被击穿短路。

参考文献

- [1] 蒋渭忠. 逆变器并联技术的研究 [D]. 南京: 南京航空航天大学, 2000
- [2] Guo Weinong, Xiong Rui, Kang Yong, et al. Study on the mechanism of waveform distortion of deadbeat control PWM VSI with rectifier load [C]. IPEMC2000, Beijing.
- [3] 郁顺康. 自动控制理论 [M]. 上海: 同济大学出版社, 1992.

