

光伏发电系统中逆变电源的原理

一、前言

目前我国光伏发电系统主要是直流系统,即将太阳能电池发出的电能给蓄电池充电,而蓄电池直接给负载供电,如我国西北地区使用较多的太阳能户用照明系统以及远离电网的微波站供电系统均为直流系统。此类系统结构简单,成本低廉,但由于负载直流电压的不同(如12V、24V、48V、等),很难实现系统的标准化和兼容性,特别是民用电力,由于大多为交流负载,以直流电力供电的光伏电源很难作为商品进入市场。另外,光伏发电最终将实现并网运行,这就必须采用成熟,今后交流光伏发电系统必将成为光伏发电的主流。

二、光伏发电系统对逆变电源的要求

采用交流电力输出的光伏发电系统,由光伏阵列、充放电控制器、蓄电池和逆变电源四部分组成(并网发电系统一般可省去蓄电池),而逆变电源是关键部件。光伏发电系统对逆变电源要求较高:

(1)要求具有较高的效率。由于目前太阳电池的价格偏高,为了最大限度地利用太阳电池,提高系统效率,必须设法提高逆变电源的效率。

(2)要求具有较高的可靠性。目前光伏发电系统主要用于边远地区,许多电站无人值守和维护,这就要求逆变电源具有合理的电路结构,严格的元器件筛选,并要求逆变电源具备各种保护功能,如输入直流极性接反保护,交流输出短路保护,过热,过载保护等。

(3)要求直流输入电压有较宽的适应范围,由于太阳电池的端电压随负载和日照强度而变化,蓄电池虽然对太阳电池的电压具有钳位作用,但由于蓄电池的电压随蓄电池剩余容量和内阻的变化而波动,特别是当蓄电池老化时其端电压的变化范围很大,如12V蓄电池,其端电压可在10V~16V之间变化,这就要求逆变电源必须在较大的直流输入电压范围内保证正常工作,并保证交流输出电压的稳定。

(4)在中、大容量的光伏发电系统中,逆变电源的输出应为失真度较小的正弦波。这是由于在中、大容量系统中,若采用方波供电,则输出将含有较多的谐波分量,高次谐波将产生附加损耗,许多光伏发电系统的负载为通信或仪表设备,这些设备对电网品质有较高的外,当中、大容量的光伏发电系统并网运行时,为避免对公共电网的电力污染,也要求逆变电源输出正弦波电流。

三、逆变电源的原理与电路结构

逆变电源将直流电转化为交流,其电路原理所示、功率晶体管T1、T3和T2、T4交替开通得到交流电力,若直流电压较低,则通过交流变压器升压,即得到标准交流电压和频率。对大容量的逆变电源,由直流母线电压较高,交流输出一般不需要变压器升压即能达到220V,在中、小容量的逆变电源中,由于直流电压较低,如12V、24V,就必须设计升压电路。

中、小容量逆变电源一般有推挽逆变电路、全桥逆变电路和高频升压逆变电路三种其主电路的推挽电路,将升压变压器的中性抽头接于正电源,两只功率管交替工作,输出得到交流电力,由于功率晶体管共地边接,驱动及控制电路简单,另外由于变压器具有一定的漏感,可限制短路电流,因而提高了电路的可靠性。其缺点是变压器利用率低,带动感性负载的能力较差。

所示的全桥逆变电路克服了推挽电路的缺点,功率晶体管T1、T4和T2、T3反相,T1和T2相位互差180度。调节T1和T2的输出脉冲宽度,输出交流电压的有效值即随之改变。四只功率晶体管的控制信号和输出波形如图6所示,由于该电路具有能使T2和T4共同导通的功能,因而具有续流回路,即使对感性负载,输出电压波形也不会畸变。该电路的缺点是上、下桥臂的功率晶体管不共地,因此必须采用专门驱动电路或采用隔离电源。另外,为防止上、下桥臂发生共同导通,在T1、T4及T2、T3之间必须设计先关断后导通电路,即必须设置死区时间,其电路结构较复杂。

推挽电路和全桥电路的输出都必须加升压变压器,由于工频升压变压器体积大,效率低,价格也较贵,随着电力电子技术和微电子技术的发展,采用高频升压变换技术实现逆变,可实现高功率密度逆变,这种逆变电路的前级升压电路采用推挽结构,但工作频率均在20KHz以上,升压变压器采用高频磁芯材料,因而体积小/重量轻,高

频逆变后经过高频变压器变成高频交流电, 又经高频整流滤波电路得到高压直流电 (一般均在 300 V 以上) 再通过工频逆变电路实现逆变。

采用该电路结构, 使逆变电路功率密度大大提高, 逆变电源的空载损耗也相应降低, 效率得到提高, 该电路的缺点是电路复杂, 可靠性比上述两种电路低。

四、逆变电路的控制电路

上述几种逆变电源的主电路均需要有控制电路来实现, 一般有方波和正弦波两种控制方式, 方波输出的逆变电源电路简单, 成本低, 但效率低, 谐波成份大。正弦波输出是逆变电源的发展趋势, 随着微电子技术的发展, 有 PWM 功能的微处理器也已问世, 因此正弦波输出的逆变技术已经成熟。

1、方波输出的逆变电源目前多采用脉宽调制集成电路, 如 SG3525, TL494 等。实践证明, 采用 SG3525 集成电路, 并采用功率场效应管作为开关功率元件, 能实现性能价格比较高的逆变电源, 由于 SG3525 具有直接驱动功率场效应管的能力 (图 7) 并具有内部基准源和运算放大器和欠压保护功能, 因此其外围电路很简单。

2、正弦波输出的逆变电源控制集成电路

正弦波输出的逆变电源, 其控制电路可采用微处理器控制, 如 INTEL 公司生产的 80C196MC、摩托罗拉公司生产的 MP16 以及 MI - CROCHIP 公司生产的 PIC16C73 等, 这些单片机均具有多路 PWM 发生器, 并可设定上、下桥臂之间的死区时间, 采用 INTEL 公司 80C196MC 实现正弦波输出的电路如图 8 所示, 80C196MC 完成正弦波信号的发生, 并检测交流输出电压, 实现稳压。

五、逆变电源主电路功率器件的选择

逆变电源的主功率元件的选择至关重要, 目前使用较多的功率元件有达林顿功率晶体管 (BJT), 功率场效应管 (MOSFET), 绝缘栅晶体管 (IGBT) 和可关断晶闸管 (GTO) 等, 在小容量低压系统中使用较多的器件为 MOSFET, 因为 MOSFET 具有较低的通态压降和较高的开关频率, 在高压大容量系统中一般均采用 IGBT 模块, 这是因为 MOSFET 随着电压的升高其通态电阻也随之增大, 而 IGBT 在中容量系统中占有较大的优势, 而在特大容量 (100 KVA 以上) 系统中, 一般均采用 GTO 作为功率元件。

原文地址: <http://www.china-nengyuan.com/tech/20733.html>