

Design of Off-grid Solar Photovoltaic Power Generation System Inverter

Zhiyue Tang

Shenzhen Jinshidun Lighting Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

Off-grid solar photovoltaic power generation system inverter is the core elements of the whole photovoltaic power generation system, and control performance and off-grid solar photovoltaic power generation system performance has a close relationship, require off-grid solar photovoltaic system to ensure the output sine wave current, on the basis of grid voltage frequency location tracking, reduce the current distortion rate, avoid greater adverse effects on power grid harmonics. At present, the research on off-grid solar photovoltaic power generation system inverter requires to adopt simple operation, better dynamic performance and relatively mature control methods as far as possible, so as to greatly improve the quality of off-grid solar photovoltaic power generation.

Keywords

off-grid solar photovoltaic power generation system; inverter; design analysis

离网型太阳能光伏发电系统逆变器的设计

汤志岳

深圳金仕盾照明科技有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

摘 要

离网型太阳能光伏发电系统逆变器是整个光伏发电系统的核心要素, 而控制成效好坏与离网型太阳能光伏发电系统使用性能有着密切关系, 要求离网型太阳能光伏发电系统保证输出正弦波电流, 在此基础上做好电网电压频率位置跟踪工作, 适当降低电流畸变率, 避免对电网谐波产生较大不利影响。当前, 对离网型太阳能光伏发电系统逆变器的研究要求尽可能采取操作简便、动态性能较佳且相对成熟控制方法, 促使离网型太阳能光伏发电质量大幅度提升。

关键词

离网型太阳能光伏发电系统; 逆变器; 设计分析

1 引言

时代在进步, 但是资源也随着时代的发展正逐渐消耗, 许多不可再生资源已经临近枯竭, 为促进社会可持续发展, 全世界都在寻找可再生资源进行代替。人们开发了五大新能源: 风能、水能、太阳能、海洋能、地热能。其中, 太阳能的发展潜力最大, 通过科学家对太阳能的长时间研究开发, 在太阳能发电上取得巨大突破, 而根据利用的方式不同, 太阳能有热发电和光伏发电两种。论文仅对太阳能光伏发电系统逆变器应用趋势各未来发展方向进行探讨。

2 离网型太阳能光伏发电系统逆变器的特点

离网型太阳能光伏发电系统逆变器具有以下优点, 更易满足光伏并网发电系统: 首先, 有助于提高系统可靠性。光伏组件串并联组合使用时, 存在组件匹配、热斑等问题。

任一组件损坏, 将影响系统工作, 甚至中断输出。其次, 发电效率更高。单个逆变模块对应单块光伏组件, 逆变模块具有 MPPT 功能, 则每块光伏组件的能量都能得到最大程度利用。最后, 降低系统成本。尽管单个变换器相对成本较高, 但其节省大容量交流配电装置, 并可安装在室外无需装配机房, 减少建设成本。

离网型太阳能光伏发电系统逆变器在总体构思层面, 内含信号采样、L 滤波、逆变器的驱动、硬件控制等电路, 还有 DSP 单元、隔离变压装置、辅助电源等。硬件控制当中的电路属于系统最为重要的构成部分, 硬件电路实际运行期间所产生相应的 SPWM 波, 可以持续驱动着 IGBT, 以至于 PID 实现有效调节。PID 单元在功能上, 以锁相为主, 其可针对电网电压予以采样输出, 与电压呈正弦波实现向着至硬件的控制电路同步传送。针对采样电路, 其以电压电流相应霍尔传感系统装置为基础, 有效采集电力电压和并网的电流; 针对驱动电路, 其能够加工处理好硬件控制相应电路实际输出的信号, 对 IGBT 产生一定的驱动作用; 针对滤波

【作者简介】汤志岳 (1987-), 男, 中国福建泉州人, 工程师, 从事光伏储能研究。

电路,则设为单电感形式的滤波。为能够让逆变器实现有效并网运行,便需基于电压源位置电流控制,有效控制逆变器实际所输出的电流,并实现对电压相位与其频率的跟踪控制,呈正弦形式持续输出幅值,并网总体功率因数将得以提高,相位与其频率控制整个过程相对简单,以硬件电路为基础,能够实现快速的速度控制操作响应,且能够更好地发挥DSP系统功能。

3 离网型太阳能光伏发电系统逆变器结构分析

3.1 系统的架构

在离网型太阳能不断发展的过程中,针对不同应用场合,在系统硬件结构进行设计。和传统架构对比,此架构少了双向DC/DC变换器,能够实现升压逆变并网,提高可靠性,降低成本。逆变器和电池设置一级DC/DC变换器,转变成两级母线结构。离网型太阳能光伏发电系统通过一级DC/DC变换公共母线,使蓄电池低压时宽边比问题得到解决,使光伏电池为蓄电池充电效率得到提高,使光伏电池并网发电效率降低。设置开关器件与二极管,利用二极管反向截止和正向导通缩短光伏电池为蓄电池充电回路,利用开关管切换使蓄电池放电功能得到实现^[1]。

3.2 离网型太阳能光伏发电系统逆变器的系统设计

3.2.1 控制芯片设计

使用Mini 2440开发板,此为广泛使用的硬件电路板,设置发光二极管、按键和其他辅助功能部件,Mini 2440开发板包括核心板、底板。

3.2.2 反激式开关电源

驱动电路的外部电源使用反激式开关电源模块进行供电,此电路的拓扑简单,能够降低成本。磁芯材质使用EC35、PC40材质骨架,在直流输出电压差超过48V的时候,变换器为电流断续的状态。在电压比48V要低的时候,系统为连续状态。根据元器件选型、绘制电路图、PCB板设计和变压器设计制作开关电源,变压器设计为重点,磁芯绕圈数越少,从而降低铜损和变压器温度^[2]。

3.2.3 电流/电压检测调理

在设计逆变器硬件电路的过程中,要求检测电压和电流信号,使用高工模抑制比、低噪声精密仪器放大器AD524实现信号放大功能。电压检测模块包括偏移放大电路、线性隔离芯片和隔离电源,使用HCPL_7840作为线性隔离芯片,属于差分输入芯片,设置输入信号范围-0.2~0.2V。输入信号通过芯片内部与外部放大输出电压,输入到控制板中。所以,通过论文检测得出的电压信号为强烈幅值比较大的信号。使信号转化小信号,之后将小信号通过隔离芯片基尼系那个隔离,送到mini 2440开发板中。

3.3 三相逆变器控制技术

从传统的集中供电到分布式供电的交流供电系统发展中,逆变器并联运行的控制技术是必不可少关键技术。传

统的集中式电源采用集中式逆变器,由于成本高,体积大,安装难度大,运行可靠性差等原因,该方法的实用性越来越差。只要出现故障点,整个系统就会瘫痪。在研究并联系统的控制技术时,首先要研究各电源控制技术的模块化供应,模块化功率控制技术可以使系统具有更好的稳态性能和动态性能。稳态性能主要体现在各个电源电压幅值和其稳定性、准确性上,第二阶段动态该模块的性能主要体现在输出电压、电流谐波含量(THD)和负载上突变^[3]。

3.3.1 数字PID控制

数字PID控制具有操作简单、参数调整方便等优点,在工程领域得到了广泛的应用。早期的逆变器只能采用模拟PID控制,系统测试采用电压单环反馈控制,稳态和动态性能较差,非线性负载系统无法得到有效控制。在反馈中引入滤波电感或滤波电容,无法有效控制系统,但使用模拟电路来实现这一功能会更加困难与复杂,数字信号处理芯片的出现很快解决了这一问题,使控制器的设计更加简单方便。

3.3.2 重复控制

重复控制是一种基于内模的控制方法理论。原理是将作用于系统外部信号的动态模型嵌入控制器中,形成高精度的控制系统。因此,只要使用预定频率的周期信号,系统就可以随时跟踪周期信号时间。如果将其添加到控制器的前向通道中,可以反复控制和使用信号。系统模型越精确,带有无差拍控制的逆变器的输出功率质量越高,总谐波含量越低,动态特性越好。因此,在实际控制中,一旦受控对象的数学模型不准确,输出将变得不稳定。

3.4 孤岛运行检测

在储能电流器并网电源运行的过程中,输出电压通过电网进行控制,逆变器能够对输入电网电流控制,包括电流相位、幅值、频率等。频率和电网电压相同,在系统中利用和公共耦合点电压过零点同步实现,以实际系统对幅值进行调节。孤岛运行检测能够自身具备基本过频欠压、过压欠压监测,假如存在异常,就会导致分布式电源切断系统。在此孤岛检测过程中,如果PCC点的频率或者电压幅值存在异常的时候,就能够进入到保护状态。但是,此检测方式并不明确,如果出现事故就会导致人身安全和设备出现损失。在对孤岛检测技术研究过程中,使分布式电源部分等效成为整体,不会对内部控制进行探究,将输出特性精准描述就行。所以,在本文设计过程中使逆变电源等效成为受控电流源,能够调节其幅值,相位与频率都能够对大电网进行跟踪。

将论文设计系统进行实验,实验波形交流侧电压电流。太阳能光伏阵列通过DC/DC接入电网,蓄电池组合变换器利用储能变流器和电网连接,利用断路器分开展实验,以下为实验结果:

其一,离网启动。在前三周,电流存在微小的畸变,之后逐渐稳定,使设计需求得到满足。

其二,离网-并网实验。在启动离网之后,分断路器

在离网状态下待机,和断路器在并网状态中待机。在进行切换的过程中电压稳定,电流存在微小畸变,使电压在20个周波时逐渐平稳。

其三,并网充放电实验。在成功并网之后,实现充放电试验。在电池快要充满的时候,储能变流器就转变成为待机模式,之后实现75kW放电,在40kW充电的过程中电压稳定。在结束充放电之后,半个周波内能够使电流衰减为零,使充电需求得到满足。在开始放电的时候,电流存在畸变,之后逐渐稳定,使放电需求得到满足。

4 离网型太阳能光伏发电系统逆变器的并联控制

4.1 模糊控制器的设计

离网型太阳能光伏发电系统逆变器并联控制技术主要是为了实现逆变器模块之间的循环电流控制,达到功率平衡的效果。逆变器模块直接作为离网型太阳能光伏发电系统的输出时,应将该系统视为电压源。此时,每个逆变器模块的功率直流侧都需要提供电压支持。当离网型太阳能光伏发电系统连接到电网时,每个逆变器模块都可以当作电流源进行使用。模糊控制技术是模拟人们的思维方式和控制经验,并利用计算机来理解和思考。控制规则的建立主要依靠人类的直觉和经验来提取被控对象的物理特征。基于这些模糊的自然语言,是需要进行有效推理计算的。模糊控制在独立模块化逆变器中得到了广泛的研究,相关的研究也越来越多。

4.2 逆变器并联的控制策略

在离网型太阳能光伏发电系统中,当每个逆变模块带

负载运行时,并联运行时,将选择一个主模块作为电压来源,其他模块作为电流源模块。电流参考信号由选定的主电路确定,主电路产生外环电压,主模块是随机选择的。当主模块发生故障时,从模块将选择另一个作为主模块。当模块儿的投切和并行逆变器系统连接到电网时,所有模块都可以通电,并且系统中的每个模块都用作电流源,并且直流总线电压由每个模块的积分电压控制逆变器控制。

5 结语

综上所述,经此次针对离网型太阳能光伏发电系统逆变器所开展总体构思、逆变主体部分电路的拓扑结构、参数设计各项研究工作可了解到,结合离网型太阳能光伏发电系统各项基本特性,实际所输出的正弦式电流信号及其电网电压要求务必同频且同相,但若想进一步改善其波动情况,便需着重考虑各层面影响因素,结合与其硬件结构、各项参数合理选取,科学优化单相的离网型太阳能光伏发电系统逆变器,确保波形畸变发生率得以控制,让频率及其幅值稳定性得以保证。

参考文献

- [1] 江友华,朱沁琳,赵方平.新型离网型太阳能光伏发电系统逆变器研究[J].电测与仪表,2021,58(19):626-627.
- [2] 何国锋.孤岛模式离网型太阳能光伏发电系统逆变器控制策略[J].可再生能源,2021,39(16):700-701.
- [3] 鲍克勤,陈海燕,程启明,等.基于离网型太阳能光伏发电系统逆变器控制方法研究[J].陕西电力,2022(2):50.