



并网三相逆变 — 变频稳压电源供电技术方案

黄庆旺 王新明 周玉芳 胡安正

(湖北文理学院物理与电子工程学院 湖北 襄阳 441053)

(收稿日期:2018-01-24)

摘 要:随着科技的进步与工业的发展,全世界的资源危机问题尤为突出,传统的化石能源正在日益消耗殆尽,发展可再生新能源,将可再生资源成为能源结构的重要组成部分,势必成为一种发展趋势.凭借着无枯竭危险,安全可靠,无噪声,无污染,不受资源分布地域限制等特点,大功率的光伏并网发电成为我国大力发展的对象,而大功率光伏并网发电的核心技术就是如何控制直流电逆变成三相电,由此提出一种并网三相逆变 — 变频稳压电源供电技术方案,并对设计电路、控制策略等相关问题进行了探讨,希望相关设计对大家有所帮助.

关键词:SPWM Cortex — M4 PI 算法

1 系统结构框图

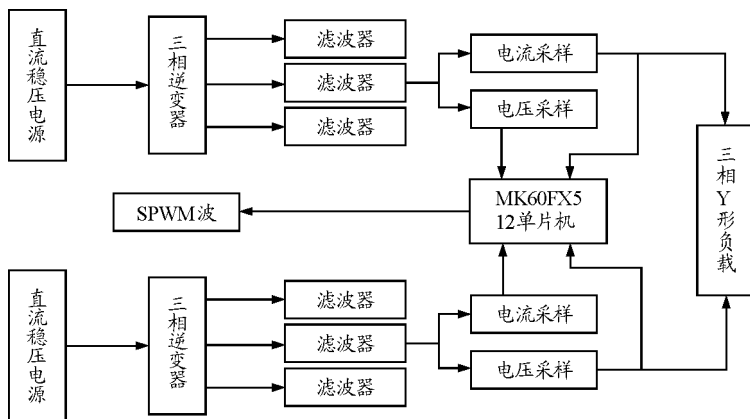


图1 系统总体框图

2 系统总体方案

微电网模拟系统由三相逆变主电路、MOSFET驱动电路、采样电路以及单片机控制电路等组成,其中 MOSFET 驱动电路选用自带死区的桥式驱动芯片 IR2104 驱动,采样电路选用专用高精度电流芯片 INA282 对电流进行采样,以低功耗 MK60FX512 单片机作为核心控制模块;系统可以实现线电压有效值为 24.06V,频率为 50.05 Hz,交流母线电压总谐

波畸变率 THD 为 0.647%,逆变器 1 供电时的效率 η 为 93%,负载线电流有效值在 0 ~ 2 A 间变化时,负载调整率为 0.17%,还可实现逆变器 1 和逆变器 2 输出功率可按设定在指定范围(比值 K 为 1 : 2 ~ 2 : 1)内自动分配,两个逆变器输出线电流折算值的差值绝对值为 0.04 A.

3 SPWM 控制波方案的论证和选择

方案一:如图 2 用硬件电路产生正弦波和三角

波,其中正弦波作为调制信号,三角波作为载波,两路信号经模拟比较器比较后输出 SPWM 波形;由于三角波和正弦波焦点有任意性,脉冲中心在一个周期内不等距,从而增加了其计算的繁琐性,且调试困难.

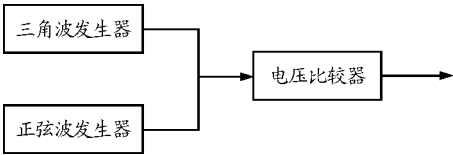


图 2 SPWM 产生电路

方案二:采用专用的 SPWM 集成模块,但电源电压有限制,价格昂贵.

方案三:由带有 SPWM 产生功能的单片机产生 SPWM 波,驱动逆变电路,此方案控制电路简单,由软件产生的 SPWM 幅度频率较容易控制,产生的 SPWM 波质量较好.

综上,采用第三种方案作为本次设计方案.

4 三相逆变模块的论证与选择

方案一:电压型逆变.电压型三相逆变电路如图 3 所示.直流侧为电压源,或并联有大电容,相当于电压源.直流侧电压基本无脉动,直流回路呈现低阻抗.电压型逆变器适合向多机供电,在可逆转动或稳速系统,以及对快速性要求不高的场合.

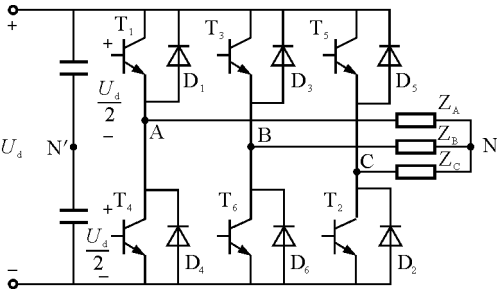


图 3 电压型三相逆变电路

方案二:电流型逆变.电流型三相逆变电路如图 4 所示.直流侧串联有大电感,相当于电流源.直流侧电流基本无脉动,直流回路呈现高阻抗.电流型逆变器适合单机传动,加、减速频繁运行或需要经常反向的场合.

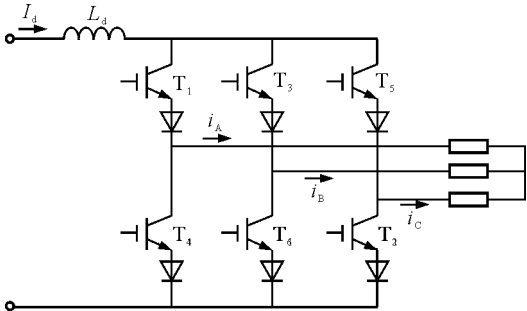


图 4 电流型三相逆变电路

比较两种方案,电压型三相逆变电路更加成熟,且符合系统要求,故采用方案一.

5 低通滤波器的设计

5.1 滤波器电路

如图 5 所示为滤波模块电路图,滤波模块采用 LC 低通滤波电路.SPWM 波形中所含的谐波主要是载波角频率 ω 及其奇次谐波,LC 滤波抑制 SPWM 中的谐波分量,提高三相逆变电源谐波的纯度.

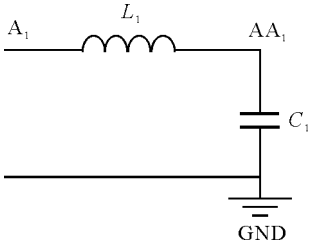


图 5 滤波电路

5.2 滤波器参数计算

输出滤波器的作用是滤出高次谐波分量,使输出波形接近与正弦波,滤波器的设计应使输出电压谐波少,阻频特性好,滤波功耗小.我们选用常见的 LC 滤波电路.本系统采用载波频率为 10 kHz,远大于调制信号角频率,滤波较易实现.LC 滤波器截止频率

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

电路中取 $L=2\text{ mH}, C=2.2\text{ }\mu\text{F}$,计算截止频率为 2.399 kHz,满足设计要求.

6 软件及主电路设计

6.1 软件设计

图 6 为系统软件流程图。

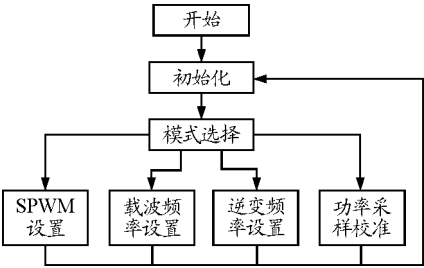


图 6 软件设计图

模式选择由 SPWM 设置、载波频率模块、三相电频率模块,功率采样校准模块组成. K60 通过内部 ADC 模块采集反馈电压数据,单片机再通过滤波算法处理. 然后根据所选的测量模式,根据偏差量与修正量进行 PI 算法运算,输出控制量,最后在 OLED 显示屏上显示当前的测量结果.

6.2 主电路图

如图 7 所示为三相逆变器模块电路图. 根据要求把输入的直流电压逆变成交流电压,MK60 单片机输出是高频的 SPWM 波,IR2104 驱动由 6 个 MOSFET 管组成的三相逆变桥.

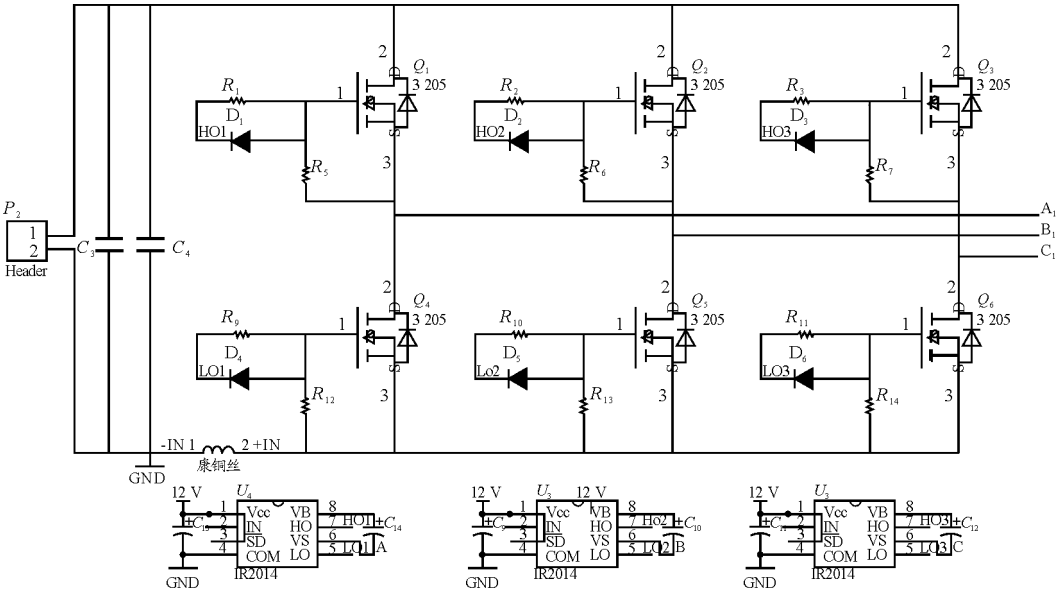


图 7 主电路图

7 结束语

微电网模拟系统采用 MK60 为核心实现了两个三相全桥逆变电路的协同工作,可输出线电压为 24.06 V,频率为 50.05 Hz 的正弦交流电,电源效率为 92.8%,并且交流母线电压总谐波畸变率 THD 为 0.647%. 两个逆变器的输出功率可按设定在指定范围(比值 K 为 1:2~2:1)内自动分配,且输出线电流折算值的差值绝对值为 0.04 A. 同时可以利用蓝牙上位机实时监测从微电网模拟系统发送过来的各项参数,并可通过上位机调参来控制系统的运

行状况. 基本达到模拟光伏并网发电的效果.

参考文献

1 吴奎华. 三相电流型 PWM 并网逆变器的研究:[硕士学位论文]. 杭州:浙江大学,2008

2 宋文胜,冯晓云. 一种单相三电平 SVPWM 调制与载波 SPWM 内在联系. 电工技术学报,2012,27(06):131 ~ 138

3 沈坤,章兢,王坚,等. 三相逆变器并联系统的无互连线预测控制. 中国电机工程学报,2013,33(06):8,46 ~ 53

4 严干贵,常青云,黄亚峰,等. 弱电网接入下多光伏逆变器并联运行特性分析. 电网技术,2014,38(04):933 ~ 940