

基于嵌入式系统的光伏平单轴跟踪系统设计

郑小帆, 赵 磊

(黄山学院机电工程学院, 安徽 黄山 245041)

摘 要: 为了让光伏组件最大限度地接收太阳光辐射, 提高光伏发电的效率, 提出了基于嵌入式系统的光伏平单轴跟踪系统设计和研究。此设计使跟踪支架上安装的光伏组件和太阳光线尽量垂直, 提高发电效率。在硬件上以 STM32F103ZE 单片机为核心, 包括电机驱动电路、485 通讯电路、电源电路等。软件主要包括太阳位置计算程序、跟踪角度计算程序、电机控制程序等。同等环境条件下, 相同功率的光伏组件采用平单轴跟踪安装比固定支架安装的光伏发电系统的发电量提高 14% 以上。结果表明, 采用平单轴跟踪系统可有效提高光伏系统的发电量。

关键词: STM32F103ZE; 平单轴; 光伏跟踪; 嵌入式系统

中图分类号: TN830; TM61

文献标志码: A

DOI: 10.15913/j.cnki.kjycx.2021.24.040

随着社会的不断进步和发展, 能源的消耗日益增加, 目前消耗的能源以煤炭、石油和天然气等不可再生资源为主, 随着资源的不断减少, 能源问题备受关注。光伏发电作为一种重要的新能源得到了快速发展^[1-2], 并得到了广泛的应用。目前光伏组件的转换效率得到了提高, 但也达到了较难突破的瓶颈, 如何更好地提高太阳能的转换效率成为了研究的热点。当前光伏发电应用较多的为固定结构支架, 光伏跟踪控制系统^[3]使光伏发电的输出功率更高, 发电效率更高。

从跟踪原理上说, 主要实现跟踪的方式有视日轨迹跟踪^[4-5]和光电跟踪^[6-7]两种。视日轨迹跟踪方法的优势是不受天气和环境的影响, 通过天文公式计算太阳在不同纬度和时间的高度角和方位角, 但跟踪的精度完全取决于控制器算法的精确性, 很难实现高精度的控制。光电跟踪通过使用光敏元件构成的传感器感应太阳所在位置^[8-9], 控制精度较高, 但容易受天气等环境因素的影响。从跟踪的结构上说, 跟踪系统分为双轴、斜单轴、平单轴三种大的结构形式。双轴跟踪和斜单轴跟踪系统的成本偏高。随着光伏发电系统整体价格的下降, 双轴跟踪系统比固定支架成本增加 50% 左右, 发电量却增加不到 50%, 很难在实际项目中大范围应用。研究一种高性价比光伏跟踪系统成为了一种趋势, 而且光伏平单轴跟踪系统在使光伏组件更大限度地接收太阳辐射的同时具有成本的优势。平单轴跟踪系统通过控制支架随着太阳的移动而旋转, 使太阳的光线尽可能垂直照射在组件上, 以提高组件接收太阳辐射量。平单轴跟踪系统对提高发电量有重要意义, 具有很好的市场应用前景。

1 控制器总体设计方案

本设计以意法半导体的芯片 STM32F103ZE 为核心, 包括相关的硬件设计和软件设计。硬件部分包括了开关的按键信号输入、限位器的信号输入、电压转换及滤波、电机控制

电路、485 通讯电路等。硬件电路原理框图如图 1 所示。软件设计包括太阳位置计算程序、支架跟踪角度计算程序、电机控制程序、485 通讯程序等。系统有手动和自动模式, 既能手动调整直接, 也可通过计算支架的目标角度, 控制电机使支架自动旋转到目标角度。

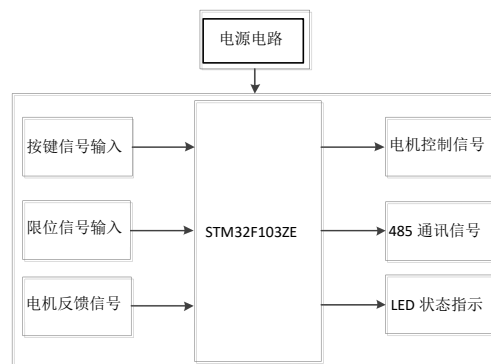


图 1 硬件电路原理框图

2 跟踪控制系统硬件设计

限位器的信号输入经过光耦 TLP281-4 进行隔离, 将微控制器部分和限位器隔离开。限位器内部采用干簧管作为感应装置, 当限位器靠近布置在减速机上的磁铁, 干簧管导通, 限位器输出的电压由 0 V 变成 24 V, 微控制器 IO 口由低变高后, 实现限位器信号的输入。

2.1 电源电路

电源电路通过 LM2596S-5.0 电源芯片将 24 V 电源电压转成 5 V, 24 V 到 5 V 降压电路如图 2 所示。图 2 中 C2、C3、C4、C7、C9、C10 为滤波电容, 能提高系统的抗干扰能力。通讯电路采用 Maxim 公司的 MAX485 芯片。

2.2 电机驱动电路

电机驱动电路由 LN298 芯片及其外围电路组成, 驱动原理图如图 3 所示。LN298 芯片为 H 桥驱动集成电路, 具

有输出电流大、功率强的特点,其最高工作电流4 A,最高工作电压50 V,可以驱动大功率直流电机。通过芯片1脚和15脚的采样电阻测得电流大小,以实现过流保护。

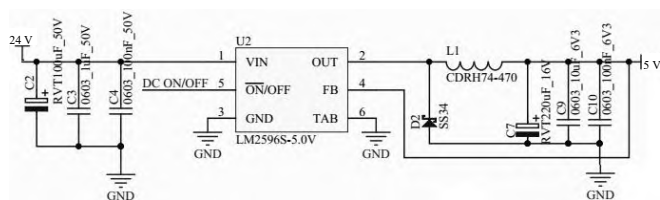


图2 24V转5V电源电路

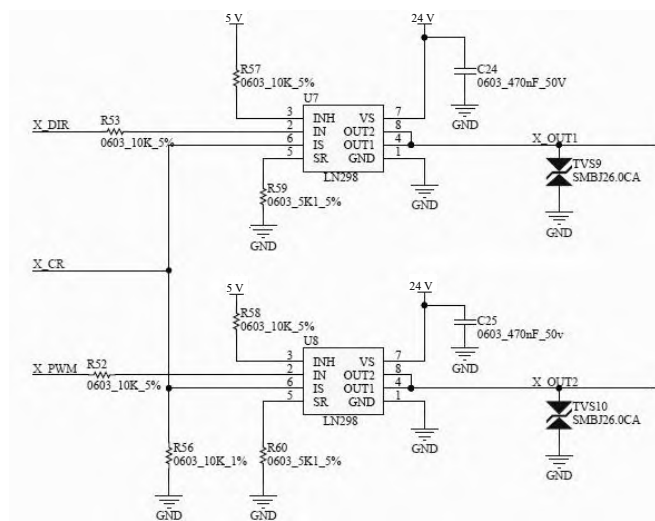


图3 电机驱动电路

3 跟踪控制系统软件设计

系统软件主要包括系统初始化、系统参数自检、支架目标位置计算、电机控制、485通讯程序等。系统的整体程序框图如图4所示。初始化主要完成微控制器各模块的初始化。系统参数自检主要完成系统内各相关参数是否正确,正确机械执行,如果不正确则进行报警。支架目标位置计算结合经纬度、时间信息计算出支架目标的角度,电机控制主要控制支架旋转到目标角度。485通讯遵循modbus协议,实现与上位机的通讯。

4 结束语

以青海省共和县(纬度为36.3°N,经度为100.6°E)为例,通过PVsyst软件模拟得到该地固定支架和平单轴跟踪系统每千瓦每年的发电量。固定支架每千瓦每年总共发电量为1771.7 kW·h,平单轴跟踪每千瓦每年总共发电量为2037.5 kW·h,平单轴跟踪提高发电量约15%。在同等环境条件下,相同功率的光伏组件采用平单轴跟踪系统比固定支架的系统的发电量提高14%以上,能够有效提高光伏发电效率。平单轴跟踪系统比固定支架的成本增加约5%,能够提

高电站的投资收益比,缩短投资回本年限。从经济成本角度分析,系统有较好的经济价值,光伏平单轴跟踪系统有着良好的市场应用前景。

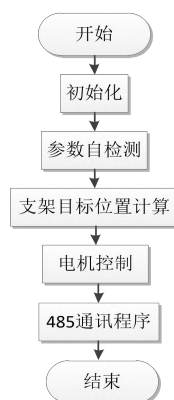


图4 系统的整体程序框图

参考文献:

- [1] 张敬爽, 胡湛喻, 王美丽. 太阳能电池研究进展[J]. 化工新型材料, 2016, 44(11): 1-4.
- [2] 卢斯煜, 周保荣, 饶宏. 高比例光伏发电并网条件下中国远景电源结构探讨[J]. 中国电机工程学报, 2018, 38(1): 39-44.
- [3] 张双华, 文小玲, 邵鹏程. 高精度双轴太阳能跟踪控制系统的设计[J]. 武汉工程大学学报, 2018, 40(3): 315-319.
- [4] 陈仕国, 陈学永, 林福财, 等. 视日轨迹太阳跟踪装置控制系统设计[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2014, 43(2): 215-219.
- [5] 徐炜君, 原大明. 视日轨迹太阳能反馈跟踪系统的设计与实现[J]. 化工自动化及仪表, 2016, 43(8): 855-858.
- [6] 李豪帅, 王高. 基于光电检测技术的光伏发电追踪系统设计[J]. 传感器世界, 2015, 21(1): 29-33.
- [7] 陈超, 汪华章, 曹杰. 光伏发电的六象限法太阳自动跟踪系统[J]. 可再生能源, 2015, 33(1): 6-10.
- [8] 尤力, 周建江. 用于碟式太阳能聚能器的太阳自动跟踪系统研制[J]. 信息化研究, 2011, 17(1): 9-11.
- [9] 王尚文, 高伟, 黄树红. 混合双轴太阳自动跟踪装置的研究[J]. 可再生能源, 2007, 24(6): 10-13.

作者简介: 郑小帆(1990—), 男, 硕士, 助教, 研究方向为自动化应用技术。

[编辑: 丁琳]