

· 电路与控制 ·

基于太阳自动跟踪的可逆变无线充电系统

刘志龙, 刘 晨, 仝维超

(合肥工业大学仪器科学与光电工程学院, 安徽 合肥 230009)

摘要:设计了一种基于太阳能自动跟踪的可逆变无线充电系统。系统实时自动追踪太阳光线保持接收能量始终最大,并且将能量经逆变器和无线充电模块给电器进行充电。系统的双轴跟踪策略实现了对太阳能的高效利用,无线充电模块是对新型充电方式的一种新的探索。实验表明,四象限光电探测器可以实时准确地检测出当前太阳光线角度,双轴机械结构可以迅速地驱动太阳能电池板运动至指定位置,逆变器最大输出功率达到1 000 W,无线充电模块可以快速高效地对小功率电器进行无线充电。

关键词:太阳能自动追踪;双轴追踪;逆变;无线充电

中图分类号:TP273

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2014)-05-0065-04

Invertible Wireless Charging System Based on Solar Automatic Tracking

LIU Zhi-long, LIU Chen, TONG Wei-chao

(School of Instrument Science and Opto-electronics Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: An invertible wireless charging system based on solar automatic tracking is designed. The sun's rays are tracked automatically by the system in real time to keep receiving the maximum energy. And electrical devices are charged by the energy passing through the inverter and wireless charging module. Solar high efficiency use is realized by dual-axis tracking method of the system. Wireless charging module is a new exploration for new charging methods. Experimental results show that the angle of sun rays at present can be detected accurately by a four-quadrant electro-optical detector in real time. Solar cell panel can be droved rapidly by dual-axis mechanical structure to move to the specified location. The maximum output power of the inverter is 1 000 W. And electrical devices with low power are charged rapidly and effectively by wireless charging module.

Key words: solar automatic tracking; dual-axis tracking; invert; wireless charging

随着全球能源问题的日益严重,寻找新的清洁能源和替代能源已经成为全世界的共同话题,太阳能以其清洁、方便、取之不尽、用之不竭的特性越来越受到重视,虽然我国太阳能产业较发达国家起步较晚,近些年也得到了非常迅猛的发展^[1]。在太阳能问题中最重要的就是对太阳能电池板转换效率的研究^[2],目前有很多提高太阳能电池板转换效率的方法,如根据不同的经纬度放置太阳能电池板与地平面成一固定角度,或采用单轴俯仰运动、单轴旋转

运动使得效率最大化,目前效率转换最高的是双轴跟踪系统,太阳能电池板可以实时地进行旋转和俯仰运动,调整自己的位置使得功率最大化。文中就是基于双轴跟踪系统设计,在太阳能电池板的后级加入了充电电路、蓄电池、逆变器,从而构成了一个小型光伏发电系统,光伏系统的后级加入了无线充电系统,可以为配备了匹配接收线圈的小功率电器无线充电。

收稿日期:2014-09-26

基金项目:国家科技支撑计划基金资助项目(2011BAK15B03)

作者简介:刘志龙(1991-),男,安徽界首人,硕士研究生,研究方向为光电技术与应用。

1 系统简介

系统共有两部分组成:太阳能双轴追踪模块、逆变和无线充电模块。其中太阳能双轴追踪模块中又包含主控器模块、步进电机驱动模块、四象限传感器模块三个部分组成。系统的主框图如图1所示。其中主控制器模块采用飞思卡尔半导体的16位单片机作为控制器,其内置AD和PWM模块以及丰富的I/O资源可以满足系统设计需求^[9],步进电机驱动模块可以输出最大为2 A的驱动电流也满足步进电机的驱动需求,四象限光电传感器能将光线误差控制在很小的误差内,保证可以实时的跟踪太阳光线。逆变器和无线充电部分中逆变器的最大输出功率为1 000 W,可以驱动一般的小家用负载,无线充电部分通过电磁耦合对小功率负载充电,有效充电距离在5 cm以内。

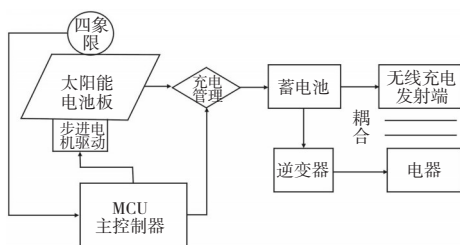


图1 系统主框图

系统的实物图如图2所示。



图2 系统实物图

2 太阳能双轴跟踪设计

2.1 机械设计

国内常用的光电跟踪方式主要有重力式、电磁式和电动式^[4]三种方式。这些光电跟踪方式使用的是光敏二极管工作,灵敏度较高,但容易受到天气因素的影响。也有视日运动轨迹跟踪,包括单轴和

双轴两种。文中介绍的是一种双轴跟踪系统。跟踪系统包含俯仰运动和旋转运动,俯仰角度范围为 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$,旋转范围为 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 。传动机构为带传动,带传动具有运动平稳、噪声小等优点,机械支架的三维机械结构图如图3所示。

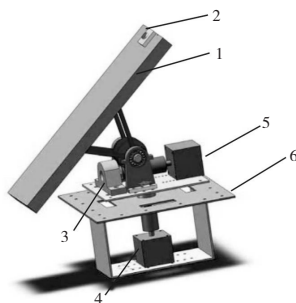


图3 双轴机械支架结构图

图3中,1为太阳能电池板;2为四象限传感器,四象限传感器装置在太阳能电池板的顶部中心位置,传感器平面保证与太阳能电池板平面平行。3为双轴传动机械组件,主要包含蜗轮蜗杆运动机构和三角支架机构,三角支架机构与太阳能电池板相连,整个机械传动机构装置在一个平板上。4为旋转运动电机,用以驱动上平板整体做旋转运动。5为俯仰运动电机,用来驱动三角支架带动太阳能电池板做俯仰运动。6为上支撑面板和下支撑面板,上面板和俯仰运动机构以及旋转电机轴都相连,旋转电机旋转时可以带动整个俯仰机构旋转。四象限光电传感器探测模块可以实时地检测太阳光线和太阳能电池板所在平面的夹角值并传递给主控制器模块,当二者夹角值偏离垂直位置时,主控制器模块驱动步进电机驱动电路带动二维机械传动机构,作旋转运动或者俯仰运动,直至二者夹角重新恢复至 90° ,保持能量采集效率始终最大。

2.2 主控制电路设计

太阳能板在太阳位置改变的时候实现随动功能,使用飞思卡尔半导体的16位单片机MC9S12XS128作为主控中心,步进电机作为机械驱动,传感器模块拟使用对光线敏感的筒式光电传感装置,此装置由数个光电传感器排列在筒式内部,光电传感器在太阳光非直射的情况下会产生不同的偏角信号,经过归一化算法可计算出光线的倾角,单片机系统接收此倾角信号,并对伺服电机进

行相应控制,然后产生随动动作。

MC9S12XS128单片机内置16通道12位ATD模块和8通道16位PWM输出模块,还有其丰富的I/O接口以及通讯接口满足了整个系统的设计需求,主控制电路设计框图如图4所示。

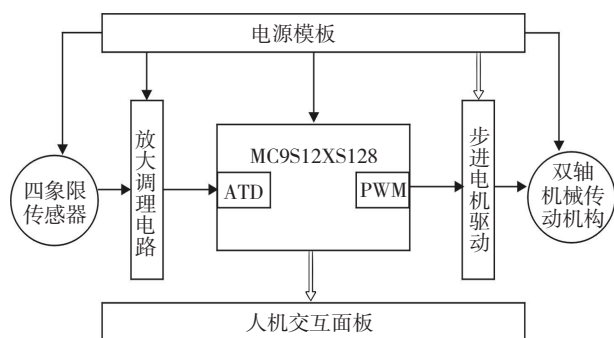


图4 主控制电路框图

2.3 四象限传感器电路设计

四象限传感器对太阳光的光谱有敏感的反应,四象限传感器一般为“田”字结构,上下左右共有四个象限组成,当太阳光直射在某一象限的光敏二极管上时,此象限的输出电压会表现出200~500 mV的升高,通过后级的放大、调理、归一化等处理可以获得当前太阳光线的角度信息。在实际使用时可以在四象限传感器上部制作一个圆筒形外壳,当太阳光线与圆筒不垂直时,四象限传感器的“田”字区域总会有光强差异^[5],从而导致四个象限的电压差异,通过其光强能量大小、使用归一化处理,可以计算出当前太阳光线的夹角。四象限安装在太阳能电池板的顶部,其外围设计如图5所示。

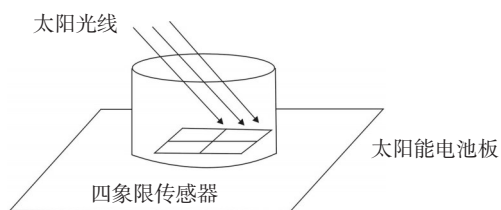


图5 四象限传感器外围设计图

系统中使用的四象限传感器是武汉博盛公司的BOS-S066A系列四象限光敏传感器,光谱响应范围为400~1100 nm,峰值波长为940 nm,暗电流为1 nA。图6是一种常用的四象限后级处理方法,将四个象限正确接入电路中以后,分别对A、B、C、D每个

象限进行信号放大和滤波^[6],然后做归一化处理,即可分别得到两个方向的运动关系,BOS-S066A四象限后级处理电路如图6所示。

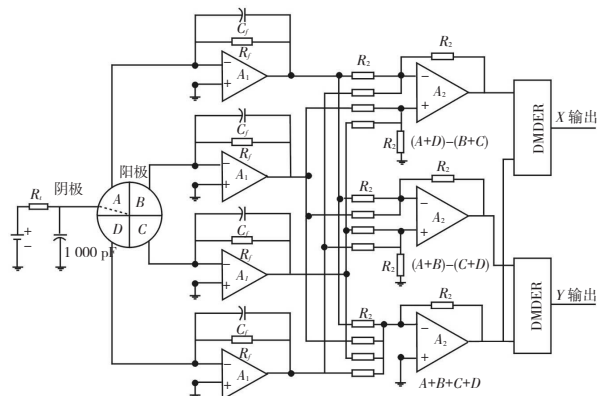


图6 四象限后级处理电路

可以通过运算放大器计算 $(A+D)$ 、 $(B+C)$ 和 $(A+B)$ 、 $(C+D)$ 的差值大小,两个差值分别代表俯仰和旋转的偏移量大小,通过除法器将两个值都除以 $(A+B+C+D)$ 即可得到光线在四象限传感器X方向和Y方向的相对偏移量^[7],进而结合四象限的外围筒状物体高度可以得出其方向角信息,并输入给后级的主控制器进行进一步的处理^[8]。

3 逆变器及无线充电模块设计

系统中的逆变器电路主要由输入滤波电路、Boost电路、全桥逆变电路和输出滤波电路组成^[9]。逆变器目前在国内已经相当成熟,系统所用的逆变器最大输出功率为1 kW,它的输入端能量由蓄电池供给。其中逆变电路主要完成输入直流、输出交流的功能;输出滤波电路主要包括LC滤波电路和EMI电路^[10];逆变器保护电路主要提供过压、过流、短路保护等功能。

目前国内外研究的无线充电方式主要分为三种:电磁感应式充电、磁场共振式充电、无线电波式充电^[11-13]。以上三种充电方式都有各自的优缺点,电磁感应式充电距离比较近,但是充电效率高,所以本系统无线充电模块使用的是电磁耦合式电路,主要由原边电路和副边电路两部分组成^[14]。原边电路把电能转换成磁场的能量,副边电路接收磁场能量后,通过相应的电路转变为负载可直接应用的形式,从而实现电能的非接触式传输,具体的安装位

置信息如图7所示。从理论上讲,距离越近,传输效率就越高,近距离充电可以提高整个系统的电能利用率^[15-16],其充电效率高、辐射危险小,可以很好地应用于平时生活中小电器的充电。

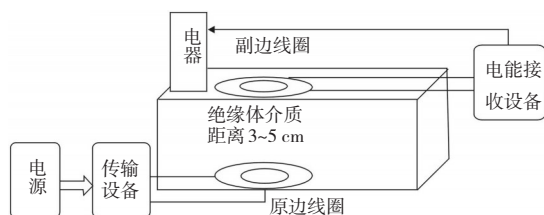


图7 无线充电原理图

4 结论

基于太阳自动跟踪可逆变无线充电系统基于16位单片机主控制器设计,整个系统包含机械设计、电路设计、软件设计等许多方面,全面的展现了小型光伏系统的特性,太阳能电池板可以实时的跟踪太阳光线角度,始终保持与太阳光线垂直的角度,并且还可以主动地选择是选用实时追踪模式还是固定查表模式,大大地提高了太阳能能量的转换效率,后期加入了逆变器和无线充电系统,可以为小型电器提供市电或充电,进一步的让太阳能得以利用,并且对无线充电的方式方法及具体设计方案进行了一些探究。整个系统可以有较好的追光效果和充电能力,但在一些地方设计还不够完善,如太阳能角度控制精度和阴雨天气处理策略等,后期仍有一些改进的空间,未来会进一步地完善系统的功能和精度。

参考文献

[1] 靳瑞敏. 太阳能电池原理与应用[M]. 北京:北京大学出版社,2011:15-18.

- [2] Martin A Green. 太阳能电池工作原理、技术和系统应用[M]. 北京:电子工业出版社,2010:50-89.
- [3] 吴晔,张阳,腾勤. 基于HCS12的嵌入式系统设计[M]. 北京:电子工业出版社,2010.
- [4] 王雪文,王洋,闫军峰. 太阳能电池板自动跟踪系统设计[J]. 西北工业大学学报,2004,34(2):163-164.
- [5] 王春雷. 五点法自动跟踪太阳装置[J]. 北京太阳能学报,2005(5):30-31.
- [6] 华成英,童诗白. 模拟电子技术基础[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [7] 赵丽伟. 太阳自动追踪系统的研究[D]. 吉林:吉林大学,2006.
- [8] 张利明. 基于8051单片机的蝶式太阳能跟踪控制系统[J]. 太阳能,2007(6):19-21.
- [9] 李欣. 数字式光伏阵列模拟器的研制[D]. 杭州:浙江大学,2007.
- [10] 王爽. 数字式太阳能电池阵列模拟器的研究与设计[D]. 南京:南京航空航天大学,2011.
- [11] 古丽萍. 令人期待的无线电力传输及其发展[J]. 技术前沿,2012(1):27-30.
- [12] 王欢. 基于无芯PCB变压器的无线充电系统的研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2010.
- [13] 孟庆奎. 手机无线充电技术的研究[D]. 北京:北京邮电大学,2012.
- [14] 刘泉,王瑞安,黄平. 空心线圈在无线充电系统中的具体应用[J]. 工程设计学报,2008(2).
- [15] 马瑞卿,刘卫国. 自举式一种新型无线充电电路的特殊应用[J]. 电力电子技术,2000,34(1):31-33.
- [16] 王秩雄,胡劲蕾,梁俊. 无线输电技术的应用前景[J]. 电子与信息学报,2003(2):23-26.

本刊声明

《光电技术应用》期刊投稿电子信箱已变更为nloe@vip.163.com,原投稿电子信箱neiet@jzptt.ln.cn已停止使用,请作者按新的电子信箱投稿。凡向期刊投稿的作者,请按照刊登论文的格式要求写稿,详见期刊网站www.gdjsyy.com,本刊拒绝一稿多投,敬请作者自觉遵守。