

文章编号: 2095-2163(2020)01-0219-04

中图分类号: TN742

文献标志码: A

基于单片机的跟踪式太阳能追光控制系统

叶伟慧, 廖才, 石金强, 陈国康, 许迎彬

(广东海洋大学寸金学院, 广东湛江 524094)

摘要: 为了提高太阳能电池板自动追光控制能力, 提出基于单片机的跟踪式太阳能电池板追光控制系统设计方法, 系统的主体构架包括光强度检测模块、自动控制模块、智能信息处理模块、人机交互模块、计算机控制模块和接口电路模块等, 利用单片机对光线强度的检测结果进行逻辑运算处理, 通过自适应控制方法进行太阳光全方位跟踪控制, 设计自适应控制律使得追光控制系统能够实时调整高度角和方位角, 通过步进电机进行太阳光全方位跟踪控制。光电传感模块采用光源跟踪收集太阳光, 通过稳压电源控制单片机进行太阳能电池板追光控制过程中的集成信息处理和智能切换, 将硬件光敏电阻采集到的光信号通过单片机转换成有效数据, 结合 DSP 集成处理芯片, 实现跟踪式太阳能电池板追光控制系统的硬件设计。测试结果表明, 设计的太阳能电池板追光系统的控制稳定性较好, 人机交互性较强, 追光控制的自适应性较好。

关键词: 单片机; 跟踪式; 太阳能; 追光控制; 自适应

Tracking solar light tracing control system based on single chip microcomputer

YE Weihui, LIAO Cai, SHI Jinqiang, CHEN Guokang, XU Yingbin

(Cunjin College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang Guangdong 524094, China)

[Abstract] In order to improve the automatic light tracing control ability of solar panels, a design method of tracking solar panel tracking control system based on single chip microcomputer is put forward. The main structure of the system includes light intensity detection module, automatic control module, intelligent information processing module, human-computer interaction module, computer control module and human-computer interaction module. The adaptive control method is used to control the omnidirectional tracking of sunlight. The adaptive control law is designed so that the tracking control system can adjust the height angle and azimuth angle in real time, and the omnidirectional tracking control of solar light is carried out by stepping motor. The photoelectric sensing module uses the light source to track and collect the solar light, through the voltage stabilizing power supply control single chip microcomputer to carry on the integrated information processing and the intelligent switching in the solar panel light tracing control process, by using the single chip microcomputer converts the light signal collected by the hardware photoresistance to the effective data, unifies the DSP integration processing chip, realizes the tracking solar panel light tracing control system hardware design. The test results show that the designed solar panel light tracing system has good control stability, strong human-computer interaction and good adaptability.

[Key words] single chip microcomputer; tracking type; solar energy; light tracing control; adaptive

0 引言

随着绿色能源建设的不断推进, 以及全球能源短缺和环境污染等问题的加剧, 对太阳能光伏发电提出了迫切的需求, 在进行太阳能光伏发电装置应用中, 太阳能光伏发电的追光控制设计作为重要应用方向受到人们的极大关注, 构建跟踪式太阳能光伏板追光控制系统^[1], 结合进行太阳能光伏发电路灯追光控制设计, 提高太阳能的利用率。通过设计太阳能电池板自动追光系统, 建立追光控制的自适应信息采集模型, 通过对光强度的自动检测和感知、机械装置和电机装置及时调整, 实现对太阳能的自动追光控制, 采用全方位的旋转追踪方法, 进行太阳能光伏板控制, 提高光伏调节板的全方位跟踪

和自适应控制能力, 相关的跟踪式太阳能追光控制系统设计方法研究受到人们的极大关注^[2]。

目前太阳能发电应用都是固定太阳能板进行吸收光能转换为电能, 典型的追光控制器为单轴太阳跟踪器, 实现了东西方向的太阳光自动跟踪, 1998年美国加州成功地研究了八 JM 两轴跟踪器。在追光控制过程中, 一天的太阳照射方向是有变化的, 导致能量的利用率只有 4 个小时, 可以说利用率较低。设计太阳能接收器, 进行自动追光控制系统设计, 使太阳能板跟随阳光的方向进行旋转, 对光照进行实时双轴垂直跟踪, 将极大地提高太阳能板的利用率^[3]。本文提出基于单片机的跟踪式太阳能电池板追光控制系统设计方法, 系统的主体构架包括光

基金项目: 大学生科技创新项目(CJXY201916)。

作者简介: 叶伟慧(1975-), 女, 硕士, 讲师, 主要研究方向: 嵌入式系统。

收稿日期: 2019-10-18

强度检测模块、自动控制模块、智能信息处理模块、人机交互模块、计算机控制模块和接口电路模块等,首先进行系统的总体设计分析,然后进行跟踪式太阳能追光控制系统的硬件模块化设计,最后进行仿真测试分析,得出有效性结论。

1 系统总体设计构架和功能模块分析

1.1 系统总体设计构架

本文设计的跟踪式太阳能电池板追光控制系统通过光敏模块、红外人体感应等模块感知光强以及环境信息,结合外部物理信息采集结果,采用传感器分布式设计方法,构建跟踪式太阳能电池板追光控制系统的分布式物联网环境,结合单片机进行跟踪式太阳能电池板追光控制过程中的信息处理和计算机控制,将物理环境信息传输给单片机,结合自动反馈控制方法,进行跟踪式太阳能电池板追光控制的算法设计,通过误差反馈调节结果,进行跟踪式太阳能电池板追光控制的误差调节并作出反馈,系统在白天通过太阳能电池板吸收太阳光储备电能,待到用户回家时可以直接利用白天太阳板上储存到的电能直接用于自家的电器使用^[4]。根据上述分析,得到设计的跟踪式太阳能电池板追光控制系统总体构架如图1所示。

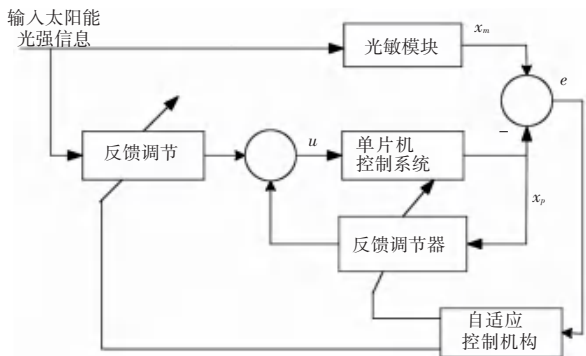


图1 跟踪式太阳能电池板追光控制系统总体构架

Fig. 1 The overall framework of a tracking type solar panel light-tracking control system

根据图1的总体设计构架,进行跟踪式太阳能电池板追光控制的模块化设计,对电机的驱动装置以及电池板进行智能调节,达到太阳能电池板跟踪式追光的要求。采用控制算法进行模糊控制,编写 Matlab 程序进行跟踪式太阳能电池板追光控制的算法设计,使传感器与控制电路输出相应的控制信号,使电路进行放电与太阳能涓流充电状态间的智能切换。

1.2 功能模块分析

系统的主体构架包括光强度检测模块、自动控

制模块、智能信息处理模块、人机交互模块、计算机控制模块和接口电路模块等,利用单片机对光线强度的检测结果进行逻辑运算处理^[5],在总线控制模块中,通过驱动电机组配合驱动模块进行机械控制,控制太阳能板的角度,使光线垂直射到太阳能板上,从而使太阳能的利用率达到最高。根据蓄电池两端的电压与最低间值电压或与峰值电压的比较,采用模糊总线触发的方法,采用专家系统引擎控制的方法进行跟踪式太阳能电池板追光控制的程序加载,在智能辅助控制系统中进行跟踪式太阳能电池板追光控制的监控组态软件设计,得到系统的功能模块构成如图2所示。

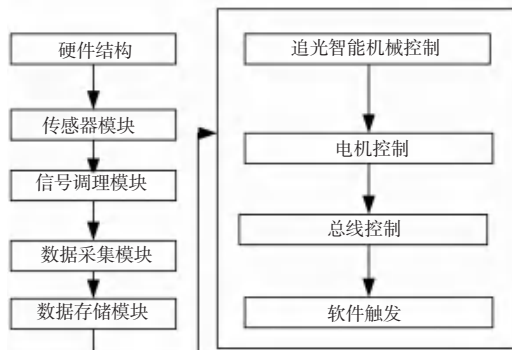


图2 系统的功能模块构成

Fig. 2 Functional module of the system

2 系统设计与实现

结合嵌入式交叉编译方法进行太阳能电池板追光控制系统的硬件开发,跟踪式太阳能电池板追光控制系统建立在嵌入式的控制平台上,采用嵌入式的 B/S 构架方法,进行跟踪式太阳能电池板追光控制系统的程序控制,系统的主体构架包括光强度检测模块、自动控制模块、智能信息处理模块、人机交互模块、计算机控制模块和接口电路模块等,结合 DSP 集成处理芯片,实现跟踪式太阳能电池板追光控制系统的硬件设计^[6],系统的硬件模块设计描述如下。

2.1 光强度检测模块

光强度检测模块是实现物理信息采集的基础,通过传感器和光电转换装置接收太阳光,将光信号转换成电信号,根据所采集到的信号,由单片机分析得最终控制的步进电动旋转与转向来控制太阳能电池面板,光强度检测模块由光敏电阻和 AD 转换芯片 PCF8591 组成,PCF8591 具有 4 个模拟输入、1 个模拟输出和 1 个串行 I²C 总线接口,具有 I²C 总线结构,串行输入输出^[7],节约了 IO 口资源等,模块硬件构造如图3所示。

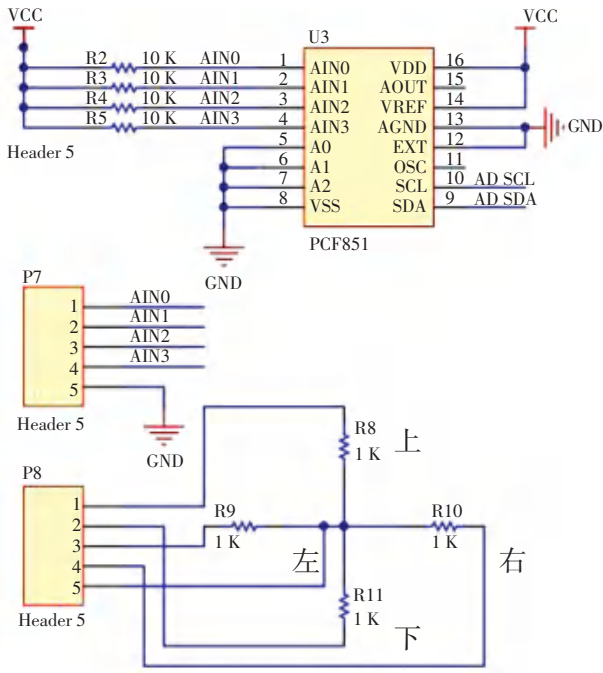


图 3 光强度检测模块

Fig. 3 Light intensity detection module

2.2 自动控制模块

自动控制模块实现对整个追光控制系统的自动化控制功能,即利用 LM2596S 降压模块把电压降为 4.5 V(充电电压)进行系统的输入电压控制^[8],采用模糊 PID 控制方法,进行系统的集成控制和自适应跟踪识别,利用单片机对光线强度的检测结果进行逻辑运算处理,通过自适应控制方法进行太阳光全方位跟踪控制,控制模块的电路结构如图 4 所示。

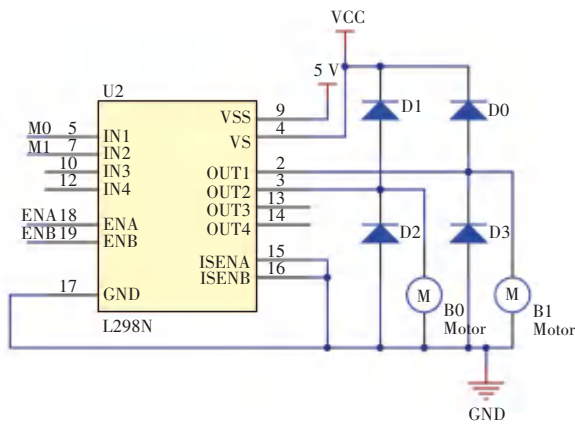


图 4 控制模块的电路组成

Fig. 4 Circuit composition of control module

2.3 智能信息处理模块

智能信息处理模块实现系统的信息集成处理,采用 DSP 进行信息处理器的集成控制,通过光电传感模块进行光源跟踪,并在嵌入式的 ARM 中收集太阳光,通过稳压电源控制单片机进行太阳能电池板追光控制过程中的集成信息处理和智能切换^[9],

智能信息处理模块硬件设计如图 5 所示。

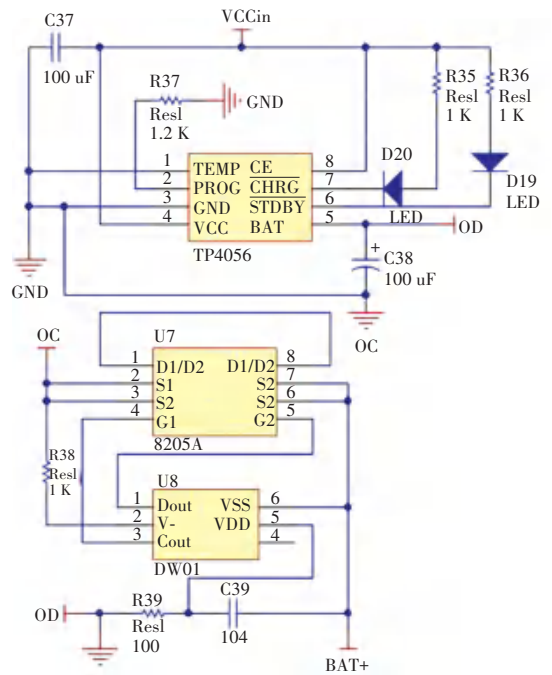


图 5 智能信息处理模块硬件设计

Fig. 5 Hardware design of intelligent information processing module

2.4 人机交互模块

人机交互模块通过数字量 DO 输出端可以直接驱动单片机,由此可以组成一个光控开关,通过稳压电源控制单片机进行太阳能电池板追光控制过程中的集成信息处理和智能切换,将硬件光敏电阻采集到的光信号经过单片机转换成有效数据,模拟量 AO 可以和 AD 模块相连,通过 AD 转换,可以获得环境光强的数值^[10],人机交互模块的硬件设计如图 6 所示。

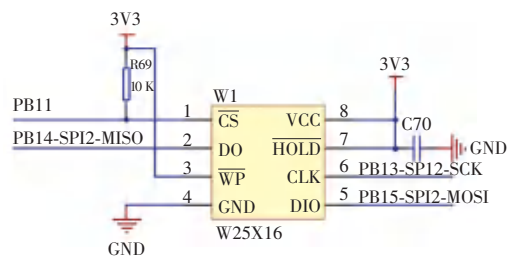


图 6 人机交互模块硬件设计

Fig. 6 Hardware design of human-computer interaction module

2.5 计算机控制和接口模块

将硬件光敏电阻采集到的光信号通过单片机转换成有效数据,主要控制器件采用 STC89C52 单片机,采用电压冲激响应控制方法进行跟踪式太阳能电池板追光控制系统的输出总线控制,构建人机交互接口模块,在三维 ICAD 平台中进行跟踪式太阳能电池板追光控制系统的硬件设计,得到集成控制

电路如图7所示。

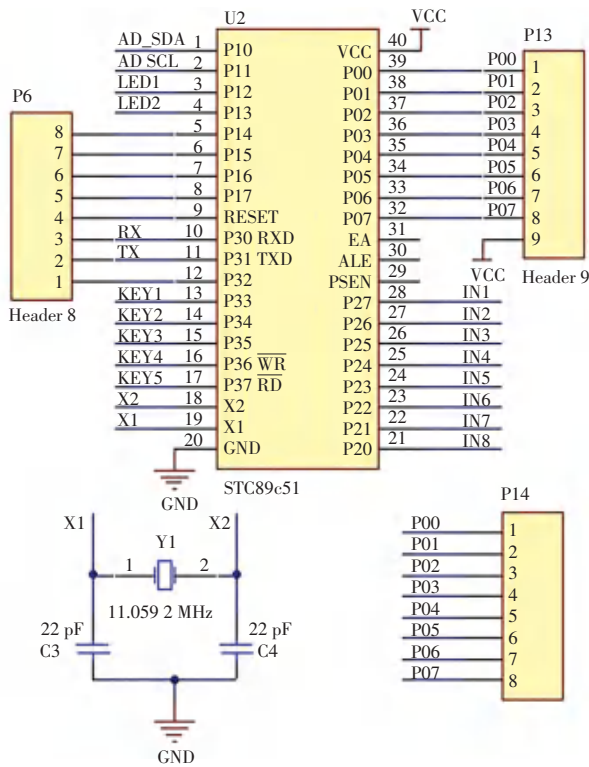


图7 集成控制电路设计

Fig. 7 Integrated control circuit design

综上所述,实现了太阳能电池板追光控制系统的硬件设计,在硬件设计的基础上进行系统调试分析。

3 实验测试分析

为了验证本文设计系统的应用性能,进行实验测试分析,结合嵌入式的Linux程序加载方式,进行跟踪式太阳能电池板追光控制的输出总线控制,使用GPRS模块进行嵌入式人机交互设计,安装Windows Server 2012R2系统进行控制稳定性分析和自适应调节,测试系统对太阳光的跟踪稳定性,得到结果如图8所示。

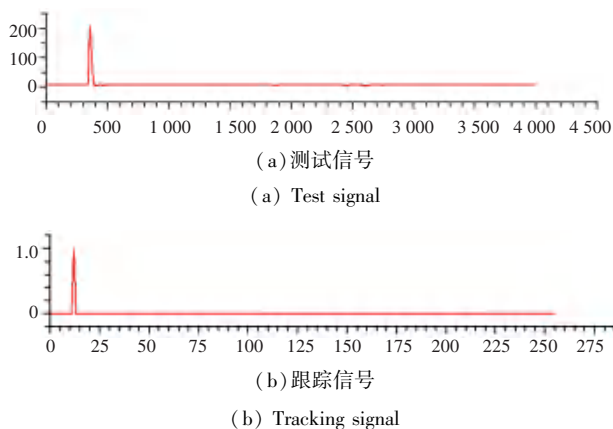


图8 稳定性测试

Fig. 8 Stability test

分析图8得知,设计的跟踪式太阳能电池板追光控制系统对太阳光的跟踪稳定性较好,人机交互能力较强,追光控制的自适应性较好。

4 结束语

本文提出基于单片机的跟踪式太阳能电池板追光控制系统设计方法,主要对系统的光强度检测模块、自动控制模块、智能信息处理模块、人机交互模块、计算机控制模块和接口电路模块等进行硬件设计描述,利用单片机对光线强度的检测结果进行逻辑运算处理,通过自适应控制方法进行太阳光全方位跟踪控制,设计自适应控制律使得追光控制系统能够实时调整高度角和方位角,通过步进电机进行太阳光全方位跟踪控制。光电传感模块采用光源跟踪收集太阳光,通过稳压电源控制单片机进行太阳能电池板追光控制过程中的集成信息处理和智能切换,将硬件光敏电阻采集到的光信号通过单片机转换成有效数据,结合DSP集成处理芯片,实现跟踪式太阳能电池板追光控制系统的硬件设计。分析得知,设计的太阳能电池板追光系统的控制稳定性较好,人机交互性较强,追光控制的自适应性较好,具有很好的应用价值。

参考文献

- [1] 郑超,陈杰,殷松峰,等. 改进的协同训练框架下压缩跟踪[J]. 电子与信息学报, 2016, 38(7): 1624-1630.
- [2] 张毅刚. 单片机原理与接口技术(c51编程)[M]. 2版. 北京:人民邮电出版社,2016.
- [3] 汤世松,舒志兵. 双轴伺服太阳能跟踪系统的设计[J]. 自动化仪表, 2011, 32(2): 49-51, 55.
- [4] 陈建彬,沈惠平,丁磊,等. 太阳能光伏发电二轴跟踪机构的研究现状及发展趋势[J]. 机械设计与制造, 2010(8): 264-266.
- [5] 王重国. 太阳能电池板自动跟踪系统的设计与研究[D]. 大庆:东北石油大学, 2015.
- [6] 高翔,郭新东,张凤兰,等. 基于安卓平台的井控信息处理系统的设计实现[J]. 现代电子技术, 2014, 37(8): 82-85.
- [7] 魏少攀,杨明,韩学山,等. 基于相轨迹MLE指标的暂态功角稳定在线辨识[J]. 电力系统自动化, 2017, 41(16): 71-79.
- [8] 付艳明,李伟,段广仁. 基于T-H方程的卫星轨迹模型参考输出跟踪控制方法[J]. 宇航学报, 2013, 34(4): 496-502.
- [9] AGUILA - CAMACHO N, DUARTE - MERMOUD M A, GALLEGOS J A. Lyapunov functions for fractional order systems [J]. Communications in Nonlinear Science and numerical Simulation, 2014, 19(9): 2951-2957.
- [10] 易利容,王绍宇,殷丽丽,等. 基于多变量LSTM的工业传感器时序数据预测[J]. 智能计算机与应用, 2018, 8(5): 13-16.