



太阳能板自动寻光转动控制系统

摘要

为了提高光伏太阳能板的太阳能转换效率,设计了一种太阳能板自动寻光转动控制器,此装置通过寻光电路检测太阳光源方向,当产生偏差信号时,经A/D转换电路输入单片机,单片机处理输出相应电信号驱动电机转动,准确地跟踪太阳光线移动.该装置结构简单、成本低廉、跟踪精度高,可用于太阳能发电系统中,能够提高太阳能的利用效率.

关键词

太阳能板;自动寻光装置;单片机;步进电机

中图分类号 TP23

文献标志码 A

收稿日期 2013-09-25

资助项目 江苏省普通高校研究生科研创新计划(CX10B_303Z);江苏省高校自然科学研究重大项目(13KJA510001);江苏省“六大人才高峰”培养对象(2008026);高校科研成果产业化推进工程(JHB2012-9);江苏高校优势学科建设工程(PAPD)项目

作者简介

张秀再,男,讲师,博士,从事气象通信技术与安全的研究.xz_zhang@nuist.edu.cn

0 引言

太阳能是一种低密度、间歇性、空间分布不断变化的能源,这就对太阳能的收集和利用提出了更高的要求.目前太阳能的利用还远远不够,究其原因,主要是利用率不高.太阳光线自动寻光装置为解决这一问题提供了可能.不管哪种太阳能设备,如果太阳能电池板部分能始终保持与太阳光垂直,就可以在有限的使用面积内收集更多的太阳能.太阳每时每刻都在运动着,太阳光板若要始终保持与太阳光线垂直,就必须自动追踪太阳光线^[1].

太阳能板自动寻光系统是一种充分利用太阳能的有效装置.本文在前人研究的基础上设计了以单片机为控制核心的太阳能自动寻光控制系统.本系统能够根据太阳在一天内不同时刻的高度角和方位角的变化来调整采光板的位置,从而跟踪太阳在一天内的运行轨迹,使太阳能板始终垂直于太阳入射光,充分接收太阳辐射能量.本系统结构简单、成本低廉,是能够提高太阳辐射的接收效率的自动装置,并能充分利用太阳能,提高太阳能的利用率,对更好利用清洁能源有着重要的意义^[2-3].

1 光源方向检测方案与电路

为了准确定位太阳光方向,采用水平、垂直方位同时检测,光敏电阻 R_{g1} 、 R_{g2} 与电位器 R_{p1} 组成水平方位的光敏传感电路.光源方向检测电路框图如图 1 所示,电路示意如图 2 所示.将光敏电阻 R_{g1} 、 R_{g2} 与电位器 R_{p1} 分别换成光敏电阻 R_{g3} 、 R_{g4} 与电位器 R_{p2} 即可组成垂直方位的光敏传感电路.

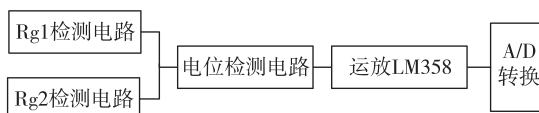


图 1 光源方向检测电路框图

Fig. 1 Diagram of light source direction detecting circuit

为了能根据环境光线的方向自动进行补偿,将 R_{g1} 和 R_{g2} 安装在控制电路受光锥面的左右方向, R_{g3} 和 R_{g4} 安装在控制电路受光锥面的上下方向.若在 4 个光敏电阻平衡的方向上适当调整左右透镜和上下透镜,就能全方位地检测光源方向.可用 R_{p1} 、 R_{p2} 对透镜和光敏电阻的误

1 南京信息工程大学 电子与信息工程学院, 南京, 210044

2 南京信息工程大学 江苏省气象传感网技术工程中心, 南京, 210044

3 南京信息工程大学 大气物理学院, 南京, 210044

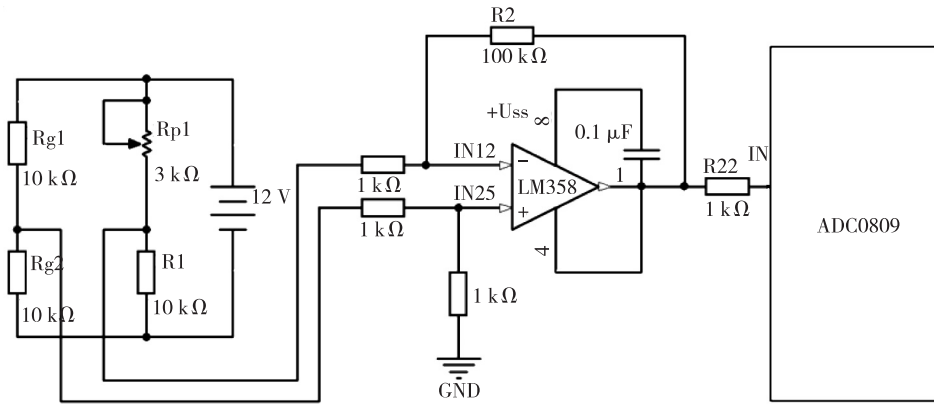


图 2 光源方向检测电路示意
Fig. 2 The light source direction detecting circuit

差进行一定的补偿,当检测灵敏度较高时,减少运放的反馈电阻 R_2 、 R_4 的阻值即可.在运放的输出端通过模数转换器将模拟信号转换成数字信号,并输入单片机,经过精确处理输出给伺服电机实现对光线的跟踪.这样,就构成光源自动寻光跟踪系统.

2 测试装置设计

2.1 测试装置结构

寻光系统装置如图 3 所示.在检测光源的过程中,入射光首先照射受光锥面,受光锥面由支撑锅托起,当入射光不与受光锥面法线平行时,通过寻光电路检测出相应的偏离电信号,经一系列转换电路输入单片机,单片机根据输入的信号控制相应电机转动,当垂直方向电机转动时,将带动升降螺丝作用,转动梁跟随升降螺丝上下转动,调整受光锥面仰角;当水平方向电机转动时,将带动齿轮转动,至此受光锥面将追寻光源移动方向,使得受光锥面法线和入射光线保持平行.

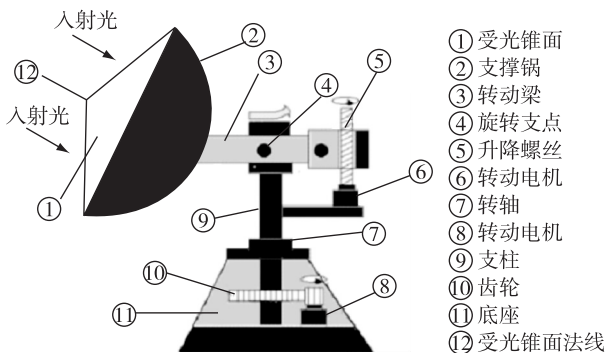


图 3 测试装置结构
Fig. 3 Structure of the solar tracking test device

2.2 受光锥面的俯视图

受光锥面的俯视如图 4 所示.受光锥面被分为 4 个相等的扇形,透镜置入每一部分扇形中,通过调节透镜 a、b、c、d 的方向可以将光线聚焦在光敏电阻上,从而提高对入射光检测的灵敏度.

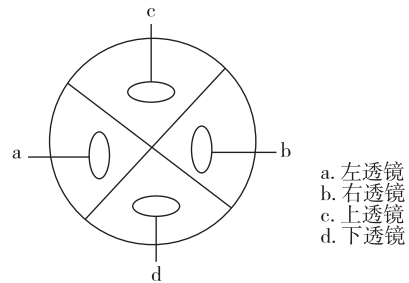


图 4 受光锥面俯视
Fig. 4 Top view of the light receiving cone

3 硬件系统框图及系统工作原理

控制系统是以 AT89S52 单片机^[4]为核心,由水平寻光电路、垂直寻光电路、A/D 转换电路、电机转动电路、显示电路组成.通过寻光电路检测的相关信号并根据信号的不同做出相应的信号放大和信号运算处理,再由模数转换电路将模拟信号转换成数字信号传入单片机,并控制执行电机做出相应的动作,完成系统所需要的功能.通过显示电路反应出电机转动的方向,清晰直观地读出太阳光线所移动的位置方向^[5-6].

如何精确检测出太阳光线的移动方向是关键问题.本设计所采用的光电传感器^[7]可以检测太阳入射光线的移动情况,但是信号的采集和处理需要用相应的硬件和软件来实现,硬件系统框图如图 5

所示.

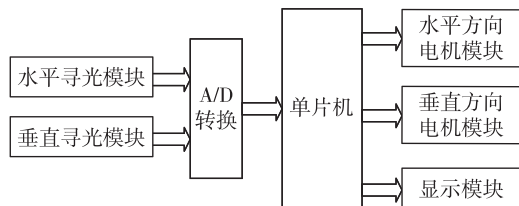


图 5 硬件系统框图

Fig. 5 Diagram of hardware system

在检测太阳光线的过程中,首先入射光照射受光锥面①,受光锥面由支撑锅②托住,当入射光不与受光锥面法线⑫平行时,光线通过左凸透镜 a 和右凸透镜 b 分别聚焦在光敏电阻 R_{g1} 和 R_{g2} 上的光强度不同,使得光敏电阻 R_{g1} 和 R_{g2} 的阻值大小产生偏差.若光线偏右则 R_{g2} 上的光强度相对较大, R_{g2} 的阻值相对较小,检测电路输出模拟电压为负电压,即为水平方向检测电路检测出相应的偏离电信号,经 A/D 转换电路输入单片机,单片机根据输入的偏离电信号的负电压驱动水平方向电机⑧右转,根据负电压的大小控制驱动水平方向电机⑧转动步长.水平方向太阳光检测电路如图 2 所示.同理,垂直方向检测电路采用与水平方向相同的检测电路,可以检测出垂直方向上相应的偏离电信号,经 A/D 转换电路输入单片机,单片机根据输入的偏离电信号的正负和大小控制驱动垂直方向电机⑥转动.当垂直方向电机⑥转动时,将带动升降螺丝⑤旋转,转动梁③跟随升降螺丝⑤上下转动,起到调整受光锥面仰角的作用;当水平方向电机⑧转动时,将带动齿轮⑩转动,起到调整受光锥面水平偏转的作用.由此可以控制受光锥面将追寻光源移动方向,使得受光锥面法线和入射光线保持平行.单片机可以根据水平、垂直方向检测电路检测的偏离信号计算出太阳光线移动的相对位移值、水平位移值以及垂直方向的仰角偏差,并将结果在数码管上显示出来.

4 软件设计

系统主程序主要用于变量及其他部件的初始化,以便能够准确地进行相应的操作.当有太阳光线照射时,首先进行水平方向扫描子程序,控制水平电机转动,显示水平转动的位移;同时,进行垂直方向扫描子程序,控制垂直电机转动,显示装置垂直方向的位移偏移量.

4.1 主程序

主程序首先进行初始化,开始采集数据,判定所采集的数据是否等于程序所设定值,不等于则进入子程序,进一步控制相应电机的转动.主程序流程如图 6 所示.

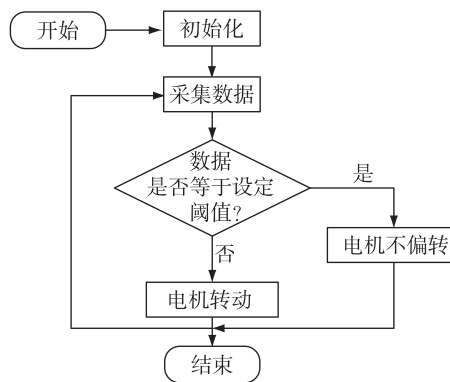


图 6 主程序流程

Fig. 6 Flow chart of main program

4.2 子程序

子程序先判断 R_{g1} 是否等于 R_{g2} , 如果相等则判断 R_{g3} 是否等于 R_{g4} , 如果相等程序结束. 当 R_{g1} 大于 R_{g2} 时, 则水平方向电机左转, 小于则右转, 通过反馈调节, 直到 R_{g1} 等于 R_{g2} ; 当 R_{g3} 大于 R_{g4} 时, 垂直方向电机左转, 否则右转, 通过反馈调节直到 R_{g3} 等于 R_{g4} . 子程序是通过判断光敏电阻是否受光, 来控制电机的偏转. 子程序流程如图 7 图所示.

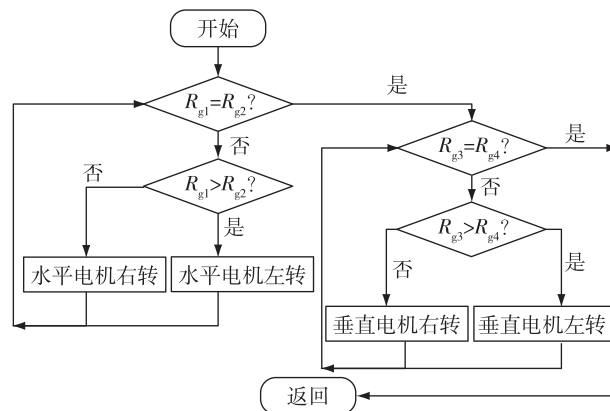


图 7 子程序流程

Fig. 7 Flow chart of subprogram

5 结论

以 AT89S52 单片机为核心的太阳能板自动寻光转动控制系统, 可以使寻光过程按照较为理想的状

态运转,系统便于维护和安装.系统的整体设计可通过增加上电复位、掉电复位、电源监测和看门狗电路以提高硬件系统的可靠性.该系统利用光探测传感电路,以太阳光的变化追踪太阳位置的变化,从而将太阳能板对准太阳,以提高太阳能的转换效率,具有重要的现实意义.

参考文献

References

- [1] 郑守深,余杰.太阳能电源[M].郑州:河南人民出版社,1992
ZHENG Shoushen, YU Jie. Solar power[M]. Zhengzhou: Henan People's Press, 1992
- [2] 张艳红,张崇巍,吕绍勤,等.新型太阳能控制器的研制[J].节能,2006,25(2):30-32
ZHANG Yanhong, ZHANG Chongwei, LÜ Shaoqin, et al. Research of a new-type solar energy controller[J]. Energy Conservation, 2006, 25(2): 30-32
- [3] 任超.太阳自动跟踪装置控制系统的研究[D].武汉:武汉理工大学机电工程学院,2007
REN Chao. Development of control system of automatic solar tracker[D]. Wuhan: School of Mechanical and E-

- lectronic Engineering, Wuhan University of Technology, 2007
- [4] 席旻旻.基于 AT89S52 单片机的照度模糊控制器的设计[J].南京信息工程大学学报:自然科学版,2009,1(4):319-322
XI Yangyang. AT89S52-based design of fuzzy illuminance controller [J]. Journal of Nanjing University of Information Science & Technology: Natural Science Edition, 2009, 1(4): 319-322
- [5] 蒙沛南,郑宏飞,何小荣.变倾角倾斜面上太阳辐射总量的气候学计算[J].广西科学院学报,1998,14(1):12-17
MENG Peinan, ZHENG Hongfei, HE Xiaorong. Calculation of global solar radiation on inclined plane in different inclination angles[J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 1998, 14(1): 12-17
- [6] Gerics L J, Myles III J F, Nicklas M H. Tracking solar energy concentrating system having a circular primary and a compound secondary[P]. US5655515 A, 1997
- [7] 张继友,范天泉,曹学东.光电自准直仪研究现状与展望[J].计量技术,2004(7):27-29
ZHANG Jiyu, FAN Tianquan, CAO Xuedong. The status and prospects of photoelectric autocollimator[J]. Measurement Technique, 2004(7): 27-29

Design of automatic solar tracking control system for solar panel

ZHANG Xiuzai^{1,2} WANG Tingting¹ HUANG Jiansong³

1 School of Electronic & Information Engineering, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 Jiangsu Technology and Engineering Center of Meteorological Sensor Network,
Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

3 School of Atmospheric Physics, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

Abstract An automatic solar tracking control system is designed to improve the photovoltaic conversion efficiency of solar panel. The device will detect the sunlight direction through light tracking circuit, and send the deviation signal to single chip microcomputer (SCM) through A/D conversion circuit, then the SCM will produce a corresponding adjustment signal to drive the machine to follow the track of the sun. Being simple in structure, cheap in cost and reliable in tracking precision, this control system can be applied to solar power system to increase solar energy utilization efficiency.

Key words solar panel; automatic light tracking device; single chip microcomputer (SCM); stepping motor