

大棚太阳能智能温光调控系统设计

樊正富,洪西洋,黄国奔,田栋炜,熊必涛

(浙江科技学院 理学院,杭州 310023)

摘要:以农业智能为理念,设计了以太阳能为驱动能源的智能温光调控大棚。调控系统由大棚整体框架、太阳能供电模块、光强控制模块和温度控制模块组成。光强控制模块包括百叶窗、光学传感器、单片机控制电路和步进电机,通过检测光的强度,利用单片机控制电路来控制步进电机转动带动百叶窗的转动以实现光强的控制。而温度是通过温度控制模块来控制的。系统吸收了相关温室大棚的优点,结合自己的设计,并用太阳能电池作为驱动能源,可以根据外界的条件自动对大棚的光强和温度进行控制。该系统结构简单,易于操作,节能环保,有使用和推广价值;如果将该系统应用到农业中,在提高农产量方面会有潜在的应用价值。

关键词:智能控制系统;光强控制;温度控制;太阳能;大棚;百叶窗

中图分类号: TP273.5;S625.5

文献标志码: A

文章编号: 1671-8798(2014)05-0353-04

Design of temperature and light-intensity control system for solar intelligent greenhouse

FAN Zhengfu, HONG Xiyang, HUANG Guoben, TIAN Dongwei, XIONG Bitao

(School of Sciences, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: A solar intelligent greenhouse with the temperature and light-intensity control function is designed, which is based on the intelligent concept for agriculture. The control system is composed of a general framework of the greenhouse, a solar power supply module, a light-intensity control module and a temperature control module. The light-intensity control module includes shutters, an optical sensor, a single chip microcomputer(SCM) control circuit and a stepping motor. By detecting the light-intensity, the SCM control circuit controls the stepping motor to rotate the shutters, and the light-intensity can be controlled accordingly. And the temperature control module can also adjust the temperature. This solar intelligent greenhouse is based on our own design with the advantages of the relevant greenhouse, and it can

收稿日期: 2014-06-02

基金项目: 浙江省教育厅科研计划项目(Y201326717);浙江省教育厅高等学校访问学者专业发展项目(FX2013092);浙江省大学生科技创新活动计划(新苗人才计划)(2013R415035,2014R415031);浙江科技学院学科交叉预研专项项目(2013JC11Y)

作者简介: 樊正富(1992—),男,浙江省衢州市人,2010级应用物理专业本科生。

通信作者: 熊必涛,副教授,博士,主要从事太阳能电池系统和薄膜电池材料的研究。

automatically control the greenhouse's light-intensity and temperature according to the external conditions. It has outstanding advantages including simple structure, simplicity of operation, energy-saving and environmental compatibility, and can be worth using and promoting for the future. If this system is applied to the agriculture, it will promise to increase the agricultural output.

Key words: intelligent control system; light-intensity control; temperature control; solar energy; greenhouse; shutters

随着农业产业结构的不断调整,温室大棚在中国应用越来越广泛^[1]。所以,温室大棚在农业中的作用也越来越突出。然而,传统的人工手动温度和光照强度测量方法效率低、测试精度差,难以实现对温室大棚中温度和光照强度的精确控制^[2],导致农作物生长环境很难被很好地控制。因此,对温度和光照强度智能化控制技术^[3]的需求也越来越迫切。

已有研究者对光强控制进行了研究,但是还存在不足。一些研究者对光照强度控制模块的设计比较复杂,主要包括调光设备和单片机控制电路,在实际中可能难以实现(主要是一些温、湿度和光照度自动控制系统的设计^[4]);然而,这些量的控制对于农民来说是比较重要的。因此,本研究力求设计的光照强度控制模块相对简单。

大棚太阳能智能温光调控系统中类似百叶窗的光强控制模块受到生活中常用的百叶窗的启发而设计,可以将农作物的生长环境保持在适宜的光照范围之内,通过自动化系统控制^[5]使农作物更好地生长,从而有望实现农业产量增产,还可以在一定的程度上方便温室大棚的管理。同时,系统还增设了太阳能供电模块,更加节能,可以实现自然能源的有效利用、降低成本与减少污染。

1 系统设计原理

大棚太阳能智能温光调控系统设计原理图如图 1 所示,已达到设计的全部功能。该系统的各个组件有:大棚整体框架、太阳能供电模块、温度控制模块和光照强度控制模块(光学传感器^[6]、百叶窗式遮光装置、步进电机、单片机控制电路)。百页窗原理图如图 2 所示。

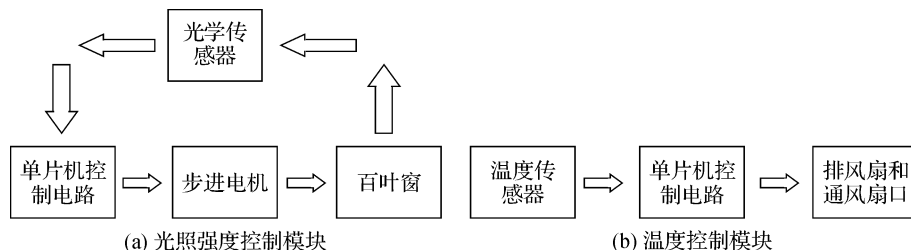


图 1 光照强度和温度控制原理图

Fig. 1 Schematic diagram of light-intensity and temperature controlling

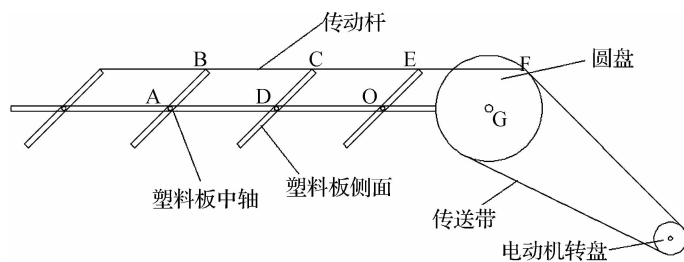


图 2 百叶窗原理图

Fig. 2 Schematic diagram of shutters

1.1 光强控制

太阳光照太强时,植物的光合作用会受到抑制,所以需要光学传感器每隔一段时间检测一次数据并结合单片机来控制大棚内的光强使其达到合适的值。本研究在单片机内部设定了合适的光照强度和温度参考值。当

光强比适宜的光强参考值弱时,单片机会自动调整百叶窗的角度使全部光强入射大棚内部;当光强比适宜参考值强时,单片机会自动调整百叶窗的角度使大棚内的光强保持在参考值附近。具体过程为:先将百叶窗转动 180° ,设定每转动 5° 测量一次光照强度,然后通过单片机程序(要用到冒泡法)选出最接近参考值的一个数据,再求出所对应的角度,最后控制电机转到该角度即可(转动角度可通过步进电机转速计算转动时间来得到)。此外,光控电路并不是时时开启的,而是每半小时开启一次,当电机转到适合角度停止后,光控电路停止工作。这是因为半小时内光强变化不会特别大,而且这样能够更省电。当然,这一间隔可以根据实际情况进行设定。

1.2 温度调节

内部温度传感器^[7]每半小时检测一次温度数据,在内部温度高于温度参考值时,可以全开通风窗并打开排风扇来进行降温;当温度低于参考值时,关闭通风窗口和排风扇,使大棚处于封闭状态,通过大棚原有的保温效应提高大棚内部温度。

1.3 太阳能

太阳能电池组可以为系统提供电力,到晚上,白天被太阳能模块充电的蓄电池还可以为照明灯提供电力,满足夜间大棚的电力需求。

2 系统设计

2.1 太阳能供电模块

太阳能供电模块(图3)是由太阳能电池板、蓄电池、直流变化器等部分组成,在正常光照情况下,输出直流电压^[8]。太阳能电池方阵是将多个单一的太阳能电池板经过串联或者并联,进行组装和封装后构成太阳能电池,它是由半导体材料做成的,将太阳能转换成直流电流形式的电能。该直流电流经过DC-DC直流变换器(因为要对12V的蓄电池进行充电,而市场上工作电压大于12V的太阳能电池板型号一般工作电压为18V,开路电压为20V左右,转化效率为16%左右,故该模块采用该型号的太阳能电池板,不能直接将12V蓄电池连接到太阳能电池板两端),把直流输入电压降低到略高于蓄电池的12V电压(约为13.8V),串联一个二极管(防止蓄电池的电流倒流到太阳能电池板),再接到12V的蓄电池,从而达到太阳能发电功能。

2.2 光强控制模块

早上,当光强超过光学传感器能感应光强的下限时,光照强度控制模块开始工作。首先,将百叶窗转动 180° ,每 5° 检测一次光照强度,通过单片机程序求出最接近参考值的数据所对应的角度,再控制电机转动到该角度。这就实现了如下功能:在光强比适宜的参考值弱时,自动调整百叶窗的角度使全部光强入射大棚内部;在光强比适宜参考值强时,自动调整百叶窗的角度使大棚内的光强保持在参考值附近。傍晚,当光强低于光学传感器能感应光强的下限时,控制电路直接将百叶窗转到闭合状态,这可以通过电机的转速求出转动时间来加以控制。百页窗模块实物如图4所示。

2.3 温度控制模块

该系统还加入了一个简单的温度控制模块,在内部温度传感器收集到的数据高于设定的参考值时,控制排风扇和通风口开启,降低大棚内部温度;当温度低于参考值时,关闭排风扇和通风口,使大棚处于封闭状态,通过大棚原有的保温效应提高大棚内部温度。

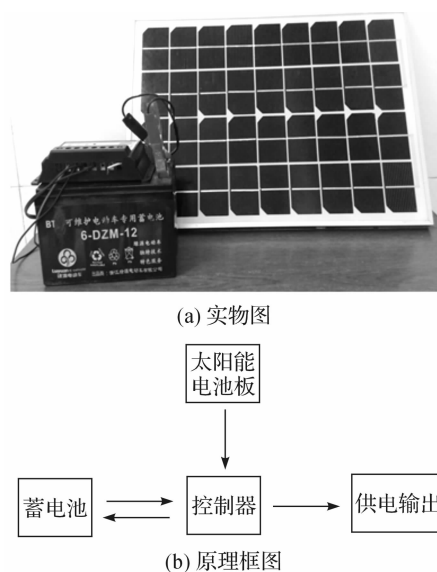


图3 太阳能供电模块

Fig. 3 Solar power modules

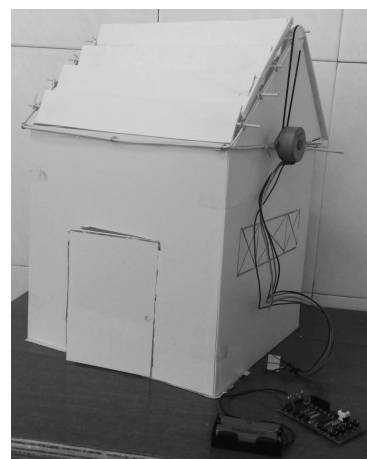


图4 百叶窗模块

Fig. 4 Shutters modules

3 系统的实验与效果

将设计好的大棚模型放在实验室内,打开电源,使系统在设定好的光照系统下开始正常工作,以此来模拟在一天中不同光照强度下大棚的工作状态。

电源开启后,每隔半小时将百叶窗转动一圈,再通过光学传感器将检测到的一组光照强度数据送入单片机控制电路然后与参考值进行比较,选出最接近的数据,从而得到该数据对应的最佳角度,再控制电机转到该角度即可。温度传感器每隔半小时检测一次大棚内部温度,高于参考值时打开排风扇和通风口降温,低于参考值时关闭排风扇和通风口,通过保温效应增温。

实验中选择的最适宜的植物光强为 30 000 lx 左右,最适宜温度为 20 ℃ 左右,光学传感器感应光照强度的下限为 1 000 lx。为简单起见,将光照系统固定在大棚模型正上方。

不同光照强度下百叶窗转动的角度

见表 1。设定光照强度低于 1 000 lx,温

度为 10 ℃,光强控制模块控制百叶窗闭

合;温度控制模块控制排风扇和通风口关

闭,保持大棚密闭来增温。设定光照强度

为 10 000 lx,温度为 10 ℃,太阳能电池板

开始工作,但转化的电能不多,需要蓄电池给系统供电;而光照强度控制模块会选择让光线全部进入大棚

内;温度控制模块控制通风口和排风扇关闭,通过密封大棚的保温效应来增温。设定光照强度为

30 000 lx,温度为 20 ℃,太阳能电池转化的电能足够供给系统工作,并为蓄电池充电;光强控制模块和温

度控制模块工作状态与光照强度为 10 000 lx,温度为 10 ℃ 时相同。设定光照强度为 50 000 lx,温度为

30 ℃,太阳能电池为系统工作提供电力,并为蓄电

池充更多的电;棚外的光照强度大于适合农作物生

长的最适宜光强,光照强度控制模块会选择一个合

适的角度来遮挡一部分阳光,保持内部光照强度不

高于最适宜光强;温度控制模块通过控制排风扇和

通风口的开启来降温。

通过检测大棚内不同时段的光照强度和温度,

由单片机控制电路根据不同数据对光照强度和温

度做出调整,可以达到大棚内农作物最适宜的生长

环境。系统的综合运行实物图如图 5 所示。

4 结 语

大棚太阳能智能温光调控系统通过太阳能供电模块、温度控制模块和光照强度控制模块的协同工作,实现了大棚内温度、光照强度的稳定控制。同时,该系统采用太阳能供电模块和智能化的温光控制结合,一定程度上既提高了系统的节能水平,又提高了系统的工作效率;采用光学传感器,使系统更加智能化。该系统的结构和电路相对简洁,性能可靠,对温光控制的效果较好,对环境无污染,有潜在的市场应用价值,可以在农业生产方面进行推广和使用。

参考文献:

- [1] 张钰玲. 农业大棚智能控制系统设计与研究[J]. 微计算机信息, 2009, 25(8): 52-53.
- [2] 袁芳, 江伟, 冯卡力, 等. 农业大棚温度测试系统的设计[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(12): 408-410.
- [3] 陈书欣, 马洪涛, 刘玺. 智能温室大棚系统设计[J]. 河北工业科技, 2011, 28(4): 240-243.
- [4] 王丽雅. 大棚温湿度和光照度自动控制系统设计与实现[J]. 农业工业, 2013, 3(4): 48-51.
- [5] 刘力, 鲍安红, 曹树星, 等. 温室大棚内环境自动化控制方案设计[J]. 农机化研究, 2013(1): 90-93.
- [6] 孙传友, 孙晓斌, 张一. 感测技术与系统设计[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [7] 赵秀珍, 王乃钊, 毛文华. 光照度、空气温/湿度传感器的研究和实验[J]. 中国仪器仪表, 2002(1): 29-31, 36.
- [8] 冯秀萍, 李明辉, 田立强. 太阳能光伏技术在温室大棚控制系统中的应用[J]. 科技致富向导, 2013(5): 42-43.

表 1 百叶窗转动角度随光照强度变化情况表

Table 1 Rotating angle of shutters with light-intensity variation

光照强度/lx	角度/(°)	光照强度/lx	角度/(°)
<1 000	0	30 000	90
10 000	90	40 000	75
20 000	90	50 000	60

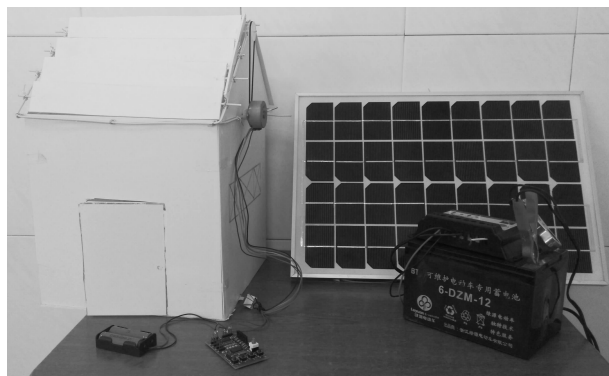


图 5 系统综合运行实物图

Fig. 5 Real-time running photo of greenhouse