

基于单片机的 LED 植物补光控制系统的设计

张艳丽, 牛国玲*, 姜永成, 牛金花, 边泽 (佳木斯大学机械工程学院, 黑龙江佳木斯 154007)

摘要 介绍了一种基于单片机控制的 LED 植物补光控制系统的具体设计方案及试验过程。结果表明, 设计的这款 LED 植物补光控制系统性能稳定可靠、便于操作, 可完成对植物采光的全自动化控制, 值得推广应用。

关键词 补光; 单片机; LED; 光照强度

中图分类号 S123 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)23-248-03

Design of a LED Plant Supplemental Lighting Control System Based on SCM

ZHANG Yan-li, NIU Guo-ling*, JIANG Yong-cheng et al (College of Mechanical Engineering, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

Abstract The design scheme and experiment process of a LED plant supplemental lighting control system based on single-chip microcomputers (SCM) were introduced. The results show that the system has stable and reliable performance, and it is easy to operate it. Moreover, it can complete the full automation of lighting plants, so it is worth popularizing and applying the system.

Key words Supplemental lighting; Single-chip microcomputer; LED; Light intensity

随着全球设施园艺产业的快速发展, 植物生长的光环境控制技术日益受到重视。在温度、营养水平和水分维持正常的情况下, 光照是影响植物生长的关键限制因子。另外, 在纬度较高、日照时间短且温度低的地区, 人工补充光照成为保证园艺植物稳产、优质的关键技术。在生产过程中, 传统的补光系统主要是高压钠灯和荧光灯等。这些光源能够在很大程度上保证作物的正常产量, 但它们并不是最理想和高效的光源, 主要原因在于其光质处理不纯、光强不一致、接近或低于植物的光补偿点、照射光源能效低等, 而 LED 灯则具有光能利用效率高、能耗低、发热少等优势^[1]。补光是植物生长的重要环节, 植物补光灯的波长与植物的生长、开花、结果非常匹配。一般情况下非户外非露天的植物, 其生长发育的发展方向反而会随着时间的增长变得越来越差, 最主要的原因是缺少自然光的照射, 通过匹配植物所需光谱的 LED 灯的照射, 既能够促进植物的生长发育, 又能够提高植物的品质和产量^[2]。目前大多数的光源(如钠灯、白炽灯泡、日光灯管)工作所需的电量较多。考虑到热辐射, 它们不能近距离地为植物提供光照, 从而造成植物生长效率低。而人们对于高效、新型节能材料的研究为植物补光灯的设计提供了新的思路, 最佳的选择是新型高效节能 LED 光源。基于此, 笔者设计了一款基于单片控制的 LED 植物补光控制系统, 其可依照植物生长的自然规律所需光照时间长短以及光照强度特性进行适当的光源补充方面的控制。笔者现将这款基于单片机控制的 LED 植物补光控制系统的具体设计方案及试验过程进行介绍, 以为园艺产业发展提供理论支撑。

1 LED 光源作用及优势

LED 光源具有以下作用: ①作为植物补充光线照射的光源, 在一天任何时间都能够实现预期目的照明时间的延长, 还可以增强光线照射作用; ②无论在夜间还是黄昏, 均可以有成效延长和合理控制植物所需的光线照射; ③在温室或植物实验室, 可以完全替代天然光线, 促进植物的生长和发育; ④可从根本上解决育苗阶段“看天吃饭”的被动局面, 有效安排时间完全基于植株交货时间。采用多种特定单色 LED 集成光源具有以下优势^[3]: ①LED 光源的光谱与植物光合作用吸收谱最搭配; ②可自动控制 LED 光源的光强、光周期; ③LED 光源具有节能、环保和避免受到外力影响而震动等优势, 在相同的亮度下, LED 光源耗电量大约是白炽灯的 1/10、日光灯的 1/2, 其可应用于大规模工厂化植物栽培。可见, LED 光源是农业生产中的最佳给光方法, 其必将成为未来发展的趋势^[4]。

2 总体设计

利用光照强度传感器在光线较强时阻值较低, 而光线较暗时阻值较大的特点实时接收光照变化值, 通过放大电路放大信号, 采用单片机和电阻电容等器件组成单片机最小系统作为主控模块来控制照明电路进行智能补光。将外界光照信号放大后输入到可编程的单片机中来判断补光的强度, 可实现根据植物生长所需光照条件智能改变补光阈值, 保证了控制灵活性和稳定性。具体的系统结构如图 1 所示。

3 硬件设计

该系统采用模块化设计, 根据控制要求设计的系统模块组成如图 2 所示。该系统利用光照度传感器对室内光照强度进行采样处理, 将采集的数据传到单片机, 单片机对采集的数据进行分析处理, 输出信号控制驱动补光模块, 进而控制 LED 灯实现对植物智能化补光的目的。在设计中, 电源模块充当各模块的电源分别提供 5、24 V 直流电和 220 V 的交流电; 以 LCD 显示屏和键盘组成的交互模块来实现系统数据的显示和系统参数的设置; 报警模块用来检验是否达到补光要求和判断 LED 灯模块是否正常工作。

基金项目 田间作业装备创新团队 (cxtd-2013-01); 黑龙江大学生创新创业训练计划项目 (201510222037, 201610222106); 佳木斯大学校长基金项目 (xzyf2016-15); 国家基金青年项目 (61203052); 黑龙江省教育厅科研项目 (12521539)。

作者简介 张艳丽 (1974-), 女, 黑龙江巴彦人, 讲师, 博士, 从事农业电气化及田间作业装备研究。* 通讯作者, 副教授, 硕士, 从事农业电气化及控制系统研究。

收稿日期 2016-06-25

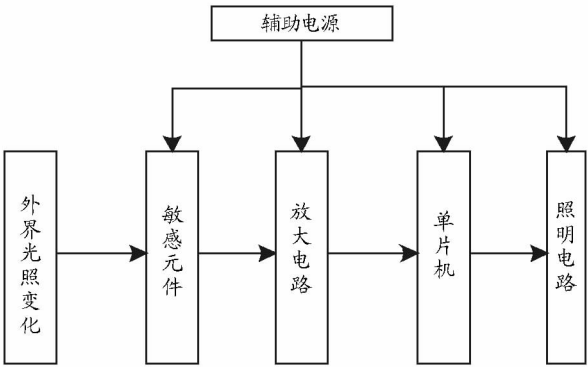


图 1 系统结构示意图

Fig.1 Structure of the system

4 软件设计

该研究设计的植物补光控制系统可工作在 2 个模式下，即自动补光模式和定时补光模式。在自动模式下，单片机不断读取外界的光照强度，并与用户设置的光照度阈值进行比较，

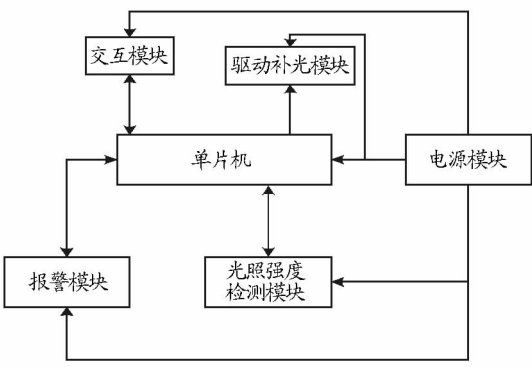


图 2 系统模块组成

Fig.2 Modules of the system

较,当外界光照强度大于设定值时,开启补光灯,并进行报警;相反,当外界光照强度小于设定值时,关闭补光灯。在定时补光模式下,系统会根据用户设定的时间进行补光。系统工作流程如图 3 所示。

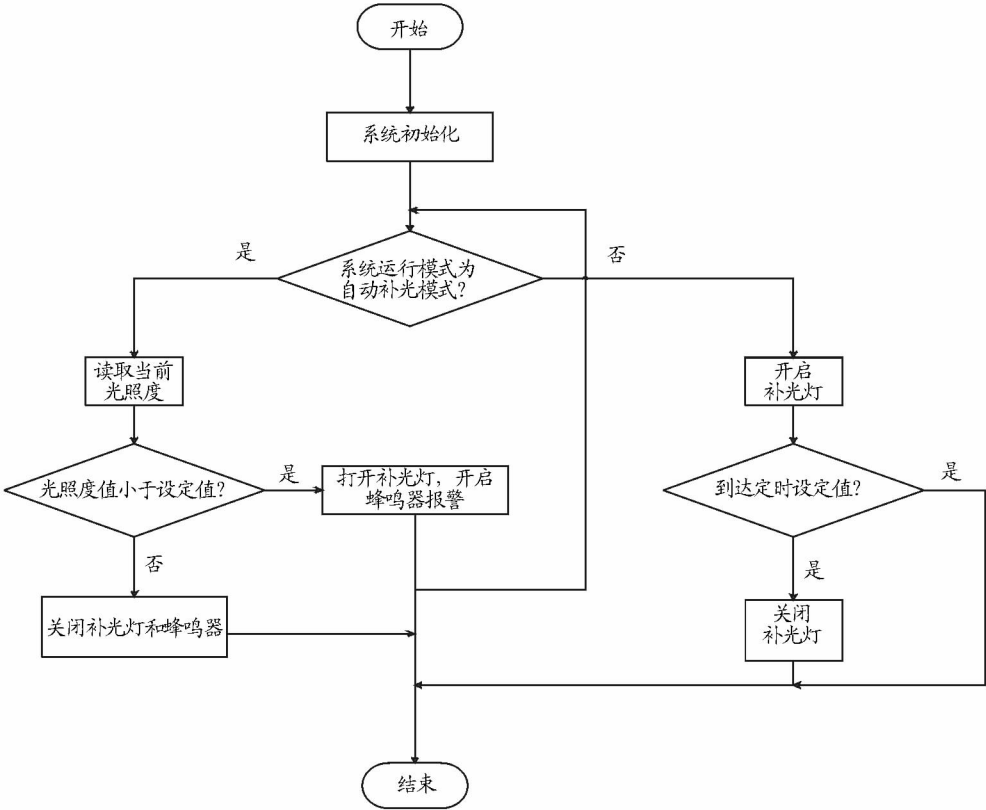


图 3 系统工作流程

Fig.3 Workflow of the system

5 试验过程

5.1 硬件系统实物搭接 系统结构设计电气如图 4 所示,图中包含主回路和控制回路 2 个部分,在主回路中空气开关 QF 控制整个电路的通断,采用直流 24 V 供电,FU 为保护电路。当按键 SB0 按下时,切换到定时模式,按键 SB1 按下时,开始定时补光灯 L1、L2 打开,定时结束后补光灯关闭;当按键 SB0 复位时属于自动模式,此时由单片机读取传感器传回数值判断是否需要开启补光灯 L1 和 L2。其中 KA 为继电器,K0 为常开触点。

5.2 光照度传感器与单片机通信测试 将光照度传感器与 A/D 转换模块相连接,并将 A/D 转换模块接入单片机,系统上电后,将光照度传感器置于黑暗无光处,此时系统读取 LCD 显示屏上的显示数值,再将光照度传感器置于 5 000 lx 的光照强度下,再次读取 LCD 显示屏上的显示数值。经过多次测试确定,光照度传感器能够返回实时光照强度,经过单片机读取 A/D 转换后的数值可准确显示在 LCD 显示器

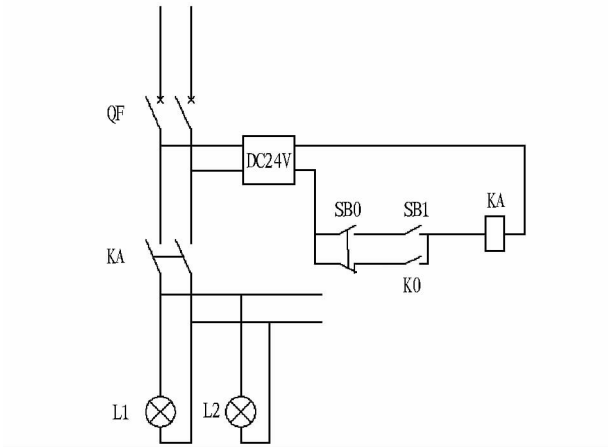


图 4 系统结构设计电气示意

Fig. 4 Electronic structure of the system

上。通信测试结果如表 1 所示。

5.3 试验分析 将单片机系统与灯光控制系统相连接,组成完整植物补光控制系统,对系统进行通电试验。在正常室



图 5 正常室内光照度值

Fig. 5 Normal indoor light intensity

图 6 光线较弱时光照度值

Fig. 6 Light intensity in weak light

图 7 强光下光照度值

Fig. 7 Light intensity in strong light

表 2 光照度传感器与光照度测试仪对比结果

Table 2 Comparison of results obtained by light intensity sensor and light intensity tester lx

试验序号 Test number	光照度 Light intensity	
	光照度传感器 Light intensity sensor	光照度测试仪 Light intensity tester
1	180	185
2	213	200
3	201	233

6 结论

该研究设计的基于单片控制的 LED 植物补光控制系统可实现光照强度实时监测显示,数据采集精确。通过搭建试

表 1 通信测试结果

Table 1 Results of communication test lx

试验序号 Test number	盒外光照度 Light intensity out of the box	盒内光照度 Light intensity in the box
1	5 000	6
2	5 000	0
3	5 000	1

内光照度如图 5 所示。STA 为设置光照下限值,当实时光照值 $\text{Light} < 100 \text{ lx}$ 时,蜂鸣器报警并自动打开补光灯,此时传感器传回室内光照度为 346 lx ,超过预定值,蜂鸣器不报警。当光线较弱时,LCD 显示数值如图 6 所示。当光照度传感器置于强光下时,传回数据如图 7 所示。

将光照度传感器置于黑盒内,逐渐调整盒内光线强度,对比光照度传感器检测到的光照强度和光照度测试仪的显示值。光照度传感器与光照度测试仪对比结果如表 2 所示。由表 2 可以看出,光照度传感器检测数值与光照度测试仪测试结果较一致,说明该检测系统得出数据准确、可靠。

验平台,调整光照度传感器被照射的光照度,运用光照度测试仪对 LED 照明控制系统进行测试,根据测试数据可知,该系统可以完成对环境的自动补光功能,达到了设计的目的。实践证明,该系统性能稳定可靠、便于操作,可完成对植物采光的全自动化控制,值得推广应用。

参考文献

[1] 王婷婷,俞少娟. LED 光源对植物生理生化及品质影响研究进展[J]. 北方园艺,2016(2):189-193.
[2] 姜创迪,石雷. 从光合作用看农业照明的需求和发展[C]//第二届全国现代农业照明智能控制技术研讨会会议论文集. 北京,2014:6-9.
[3] 马桂芹. LED 光对青蒜苗生长生理特性及品质的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2015.
[4] 江天,张潇. 智能 LED 植物生长系统[J]. 照明工程学报,2013,24(S1):168-172.

社会资本之中介效果[J]. 台大管理论丛, 2010, 20(2): 19-48.

[19] BARON R M, KENNY D A. Kenny. The moderator - mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations[J]. Journal of personality and social psychology, 1986, 51(6): 1173-1182.

(上接第 229 页)

[16] 柯文静. 中西部地区新生代农民工异地择业行为及其影响因素的实证研究[D]. 南昌:江西农业大学, 2013.42.
[17] 吴明隆,张毓仁. 结构方程模型:Amos 实务进阶[M]. 重庆:重庆大学出版社, 2013.
[18] 吴行进,方文昌. 虚拟品牌社群线上消费者对消费者互动与创意产生: