

文章编号:1007-2780(2011)01-0096-04

LED 可调光自动控制系统设计

李 渊,李宝营,穆 艳

(大连工业大学 信息科学与工程学院,辽宁 大连 116034,E-mail:liyuan1984325@163.com)

摘 要: 基于低功耗 MSP430 单片机的特点,提出一个用数字化恒流源来控制 LED 灯光可调的设计思路。在规定时间内,系统通过对背景光和人体红外信号检测,选择 LED 需求的亮度,单片机将输出电压数字写入 D/A 转换器,将 D/A 输出的电压作为恒流源的输入电压,间接地控制功率管的基极电压使功率管输出不同的电流,实现 LED 亮度数字可调,从而完成对 LED 光强度的智能控制。

关 键 词: LED;LED 亮度;恒流驱动;数字可调;单片机

中图分类号: TM923 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3788/YJYXS20112601.0096

Design of Adjustable Brightness LED Automatic Controllable System

LI Yuan, LI Bao-ying, MU Yan

(School of Information Science & Engineering, Dalian Polytechnic University,
Dalian 116034, China,E-mail:liyuan1984325@163.com)

Abstract: Based on the characteristics of low-power MSP430 MCU, the paper proposes an idea that constant current source control the brightness of LED. In a specified time, MCU selects the brightness of LED's demand by collecting the background light and detecting the infrared signal of human, writes the number of output voltage in D/A converter. And the output voltage by D/A is the input voltage of constant current source which control the voltage of transistor base pole indirectly and lets it produce different output current value. Then the system can accomplish adjustable brightness of LED through the number and finally complete LED's light intensity of intelligent control.

Key words: LED; LED's brightness; constant current drive; adjustable number; single chip computer

1 引 言

一百多年来,电气照明经历了 3 个重要的发展阶段,这 3 个阶段的代表性光源分别为白炽灯、荧光灯和高强度气体放电灯。LED 是 20 世纪 90 年代发展起来的新一代冷光源,具有传统光源无可比拟的优势:节约能源、保护环境、寿命长、减少维护费用、提供更好的灯光品质、改进灯光视觉效果

果和安全性,这些优势使得 LED 技术在众多基础设施建设中得到越来越多的应用。LED 光源被称为继白炽灯、荧光灯和高强度气体灯之后的第四代光源。

目前国内外已经开始实行对灯光的智能控制,但国内对楼宇灯光的智能控制还是简单且不完善,大多依然是传统式的人工管理,造成了电能浪费和经济损失。本设计以低功耗单片机

MSP430 为主控部件,采用热释电感应器检测人体的存在,运用光敏三极管检测背景光的强度,通过恒定电流源来控制 LED 灯光的强度。依据楼宇开关灯的时间,在规定的时间内对人体和背景光进行检测,对 LED 进行亮度调节,实现楼宇灯光的智能化控制,减少楼宇电量消耗。

2 控制系统硬件设计

控制系统硬件组成以 MSP430 为微控制器,辅以外围电路如热释电红外传感器模块、DS1302 时钟电路、AD/DA 数据采集处理系统模块、背景光检测模块和 LED 驱动模块。其系统硬件框图如图 1 所示。

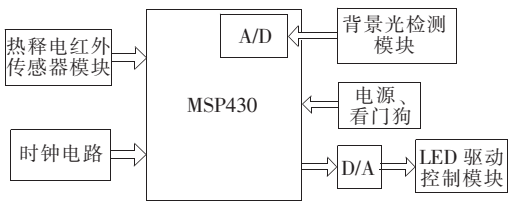


图 1 系统硬件框图

Fig. 1 Block diagram of system hardware

2.1 MSP430 单片机特点

系统主控模块采用 TI 公司生产的 16 位高性能 MSP430 单片机 F135。它采用“冯·纽曼”结构,RAM、ROM 和全部外围模块都位于同一个地址空间内,其具有丰富的片内外围,性价比极高。它的显著优点在于低电源电压、超低功耗、强大的处理能力、系统工作稳定、丰富的片上模块和方便高效的开发环境,自带看门狗功能,可监视外部电源变化同时避免软件出现死循环,确保控制系统运行可靠。MSP430 单片机集中体现了现代单片机先进的低功耗设计理念。

2.2 数据采集模块

常用的光电转换器有光敏三极管和光敏二极管。由于光敏三极管的结构和工作特点,其比光敏二极管具有更高的灵敏度^[1],所以根据需求采用光敏三极管来完成对环境光的检测。人体作为数据采集的另一主要对象,系统采用基于红外线技术的自动控制模块 HP-208 进行检测,该模块灵敏度高,可靠性强,可以全自动感应:人进入其感应范围输出高电平;人离开感应范围则延时关闭高电平,再输出待机时的低电平。

背景光检测电路如图 2 所示,当背景光强度大于一定程度时,光敏三极管 Q_3 呈现低阻状态,发射极输出高电平。当背景光强度小于一定程度时,光敏三极管 Q_3 呈现高阻状态,发射极输出低电平。发射极输出电压经二级运放后输入到 A/D 转换器当中。由于单片机当中已经集成了高精度的 12 位 A/D 数模转换器,故设计中直接选用其内部 A/D 转换器,其模拟量输入控制范围为 0~5 V,由单片机的存储及其控制寄存器 Sref 位确定。为了提高电压采样的灵敏度,采用两级运算放大器对采样电压进行放大。为了减小两级运放产生的输入失调电压,电路中设计了调零电路,其由 R_{w1} 、 R_{17} 和 R_{18} 构成。单片机通过获取 A/D 转换器的转换结果来判别背景光的强度。

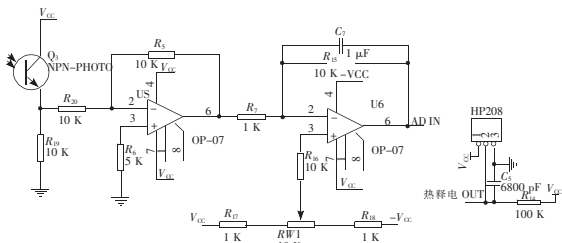


图 2 背景光检测电路

Fig. 2 Background light detection circuit

背景光检测电路右半部分是热释电红外传感器模块^[1]。在自然界,任何高于绝对温度($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$)的物体都将产生红外光谱,不同温度的物体释放的红外波长不一样,因此红外波长与温度的高低有关。人体或者动物都有恒定的体温,一般在 $37\text{ }^{\circ}\text{C}$,所以会发出特定波长为 $10\text{ }\mu\text{m}$ 左右的红外线。热释电红外传感器能将检测到的人或某些动物发射的红外线转换成电信号输出。如果单片机接收到传感器输出的是高电平,则认为有人体存在。

2.3 LED 恒流源驱动及数字可调光控制电路

2.3.1 LED 恒流源驱动设计

目前有 3 种典型的直流供电系统应用方案^[2]:

(1)电阻限流法。只需要一个限流电阻就可以控制 LED 的光强,但是限流电阻会消耗大量的功率使得系统的效率比较低。

(2)线性控制法。电路中对 LED 串联一个工作于线性区的功率管,通过电流串联负反馈调节

度,直到人离开再延时一定时间后关灯。

4 试验仿真结果及分析

试验仿真设置 D/A 转换器的基准电压 V_{ref} 为 2.5 V。由公式(1)可知,D/A 的输出最大电压为 5 V。系统通过调节 N_0 来控制 D/A 的输出大小,间接控制 LED 的光强度并针对 CREE 公司的大功率 LED 进行了测试。在进行亮度调节时可以看出,当电流值较小时,输出电流更接近给定电流;当电流值较大时,由于系统散热性能、 Q_1 的 β 值和电阻 R_{12} 本身误差导致系统误差增大。总体看来,该系统具有较高的稳定性和精度。实验结果如表 1 所示。

表 1 LED 工作电流值

Table 1 LED operating current values

U_D/V	I_A/mA (精确值)	I_A/mA (测量值)	相对误差/%
3.247	649.4	640.5	-1.37
3.457	691.4	679.5	-1.72
3.535	707.0	691.8	-2.15
3.613	722.6	704.3	-2.53
3.691	738.2	719.4	-2.55

表 2 第二列是用照度计粗测的夏季某晴天楼宇从 19:00 点到 20:00 点的照度分布值,第三列

为 LED 可调光控制下用照度计粗测的某房间短时间内的照度分布值(照度计距离 LED 光源约为 1.5 m,与光源成 90°放置)。照度值 B 的稳定性充分说明了该系统适用的可行性。

表 2 某楼宇办公房间实际测量的照度值

Table 2 Illuminance values measured in a office room of a building

时刻	照度值 A/lx	照度值 B/lx
19:00	6.2	11.2
19:20	3.7	10.7
19:40	1.3	10.4
20:00	0.1	10.4

5 结 论

以 MSP430 单片机主控单元为控制核心,配以辅助电路对背景光信号和人体是否存在进行识别和智能判断,然后对 LED 光强度进行调节,实现了照明系统的智能化控制。系统硬件电路采用简易芯片,简化了电路设计,为系统进一步扩展留下了空间。数字可调光电路如果应用于不同的照明系统或舞台灯光系统当中,可根据不同的背景光要求进行精确设置,做到系统的智能化管理;结合恒流源驱动电路,可以提高系统的稳定性和效率。

参 考 文 献:

[1] 陈晶. 基于单片机的教室灯光自动控制器的研究[D]. 福州:福建农林大学,2007.
[2] Mehmet Nalbant. 高亮度 LED 的高效率电流驱动电路 [J]. 电子产品世界, 2005,(9): 101-103.
[3] Maxim. Standard and White LED Basics and Operation [EB/OL]. [2004-06-15]. <http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/3070>.
[4] 冯勇,杨旭. 白光 LED 可控恒流源驱动系统设计 [J]. 电气开关,2008,(4):29-31.
[5] 王声学,吴广宁,蒋伟,等. LED 原理及其照明应用 [J]. 灯与照明,2006,4(30):32-35.