

基于单片机的 LED 室内照明控制系统

我国是一个资源紧缺的国家,但在日常的生活,人们并没有意识到这一点。以室内照明为例,在很多公共场合中都采用手动开关,经常出现没有及时关灯的现象,从而造成能源的浪费,也会缩短灯具的使用寿命。针对这一现象,有必要研究一种智能照明控制系统。该系统利用智能传感器感应室外亮度来自动调节灯光,以保持室内恒定照度,既能使室内有最佳照明环境,又能达到节能的效果。

LED 被称为第四代绿色光源,LED 的发光器件是冷光源,具有节能、环保、寿命长、体积小等特点。

LED 光的单色性好,光谱窄,无需过滤,可直接发出有色可见光。在相同的照明情况下,LED 灯耗电量为白炽灯的十分之一,荧光灯的二分之一,是未来照明的发展趋势。

智能控制方案设计

系统采用光敏电阻检测环境亮度,热释红外传感器检测人体辐射的微量红外线,温度检测模块检测 LED 的温度,传感器检测到的信号经过预处理传给单片机,经单片机处理后控制 LED 灯的开关和亮度。系统框图如图 1 所示。



图 1 系统框图

硬件设计

1、热释电红外探测模块

热释电红外探测模块不需要配置红外线发射源,能直接接受人体辐射的微量红外线,将其转变为相应的电信号输出。为了提高 PIR 传感器感受红外线的灵敏度,在传感器前加装配套的菲涅耳透镜。

热释电红外探测模块由菲涅耳透镜、热释电红外传感器（PIR）、控制电路及驱动电路等组成。热释电红外探测模块框图如图 2 所示。

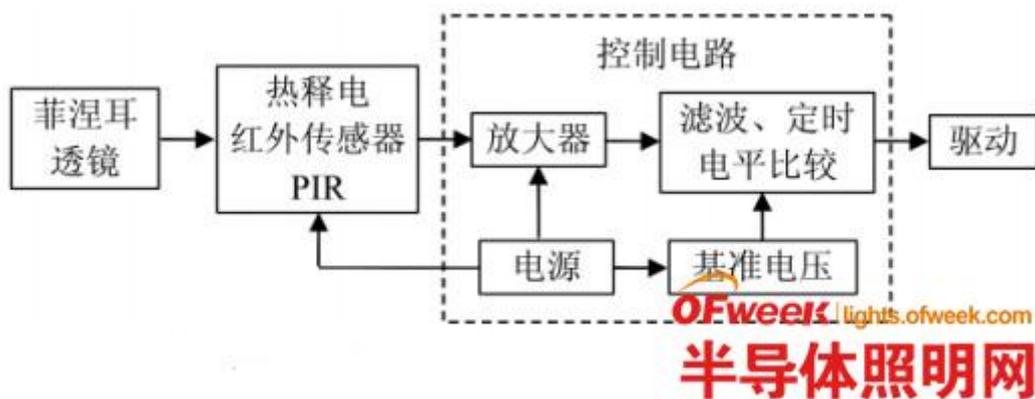


图 2 热释电红外探测模块框图

人体都有恒定的体温，一般在 37°C ，会发出特定波长 $10\mu\text{m}$ 左右的红外线。人体辐射的红外光线经过菲涅耳透镜汇集在 PIR 的 2 块探测元上，当人体移动时，红外辐射强度发生变化，探测元表面的电荷强度发生变化，经内部场效应管放大就有信号输出。

热释电红外探测模块采用热释电专用控制集成电路来处理，这里采用 BISS0001 型集成电路。

BISS0001 型集成电路内置独立的高输入阻抗运算放大器，可以与多种传感器匹配，进行红外信号预处理。芯片内含有电压比较器、状态控制器、延迟电路定时器、封锁时间定时器以及基准参考电压源等单元电路。电路如图 3 所示。

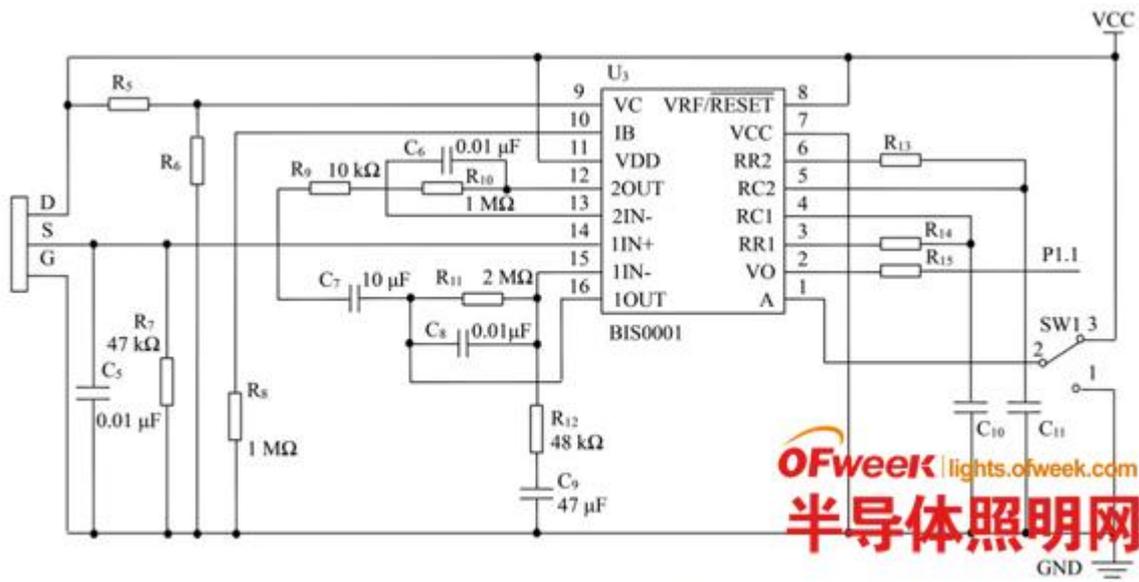


图 3 热释电红外探测模块电路原理图

2、环境亮度检测模块

光敏电阻是利用半导体光电导效应制成的一种特殊电阻器，对光线十分敏感，这里用它来检测环境亮度。它的电阻值能随着外界光照强弱的变化而变化。它在无光照射时，呈高阻状态；当有光照射时，其电阻值迅速减小。

图 3 中的 R6 为光敏电阻，若环境较明亮，R6 的电阻值会降低，使 9 脚的输入保持为低电平，从而封锁触发信号 VCC. SW1 是工作方式选择开关，当 SW1 与 3 端连通时，芯片处于可重复触发工作方式；当 SW1 与 1 端连通时，芯片则处于不可重复触发工作方式。

3、温度检测模块

该测温模块采用单线数字温度传感器 DS18B20，它具有独特的单总线接口方式，支持多节点，测温时无需任何外围元件，它和单片机的接口只需一根信号线，具有超低功耗工作方式。它的测温范围为 -55°C ~ $+125^{\circ}\text{C}$ ，精度为 0.5°C ，而且不需要放大器和 A/D 转换器。所以 DS18B20 的外围电路简单，图 4 是该系统的测温模块的电路原理图。

DS18B20 测温系统编程实现相对比较容易，首先对 DS18B20 进行初始化，接着依次发跳 ROM 命令和温度转换，启动 DS18B20 进行转换。然后再重新对 DS18B20 进行初始化并发匹配 ROM 命令。

最后，对 DS18B20 进行读数。

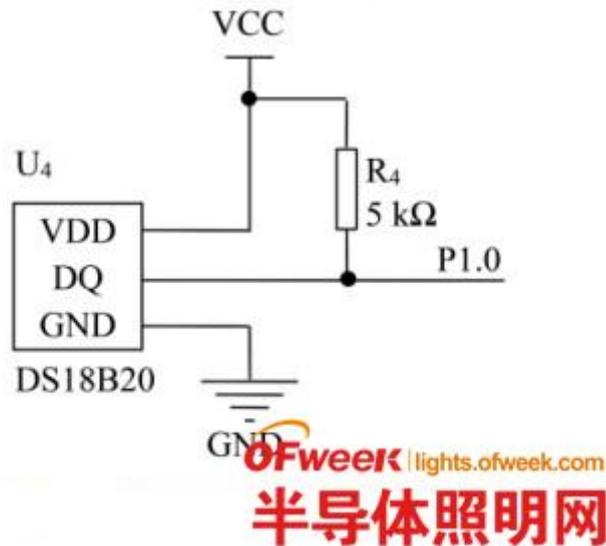


图 4 测温模块的电路原理图

4、单片机控制模块

STC12C5A60S2 是宏晶科技公司生产的一款高速、低功耗和超强抗干扰的新一代 8051 单片机，它的指令系统完全兼容传统的 8051，但是速度要快 8~12 倍。它设有 2 路 PWM，8 路高速 A/D 转换，使得外围电路大大简化，系统的成本大大降低。

5、LED 驱动模块

系统采用 PT4115 驱动 LED。PT4115 芯片外围电路简单，输出电压范围很宽，从 8~30V 最大输出电流 1.2A 复用引脚 DIM 可以进行 LED 开关、模拟调光、PWM 调光。驱动该电路如图 5 所示。

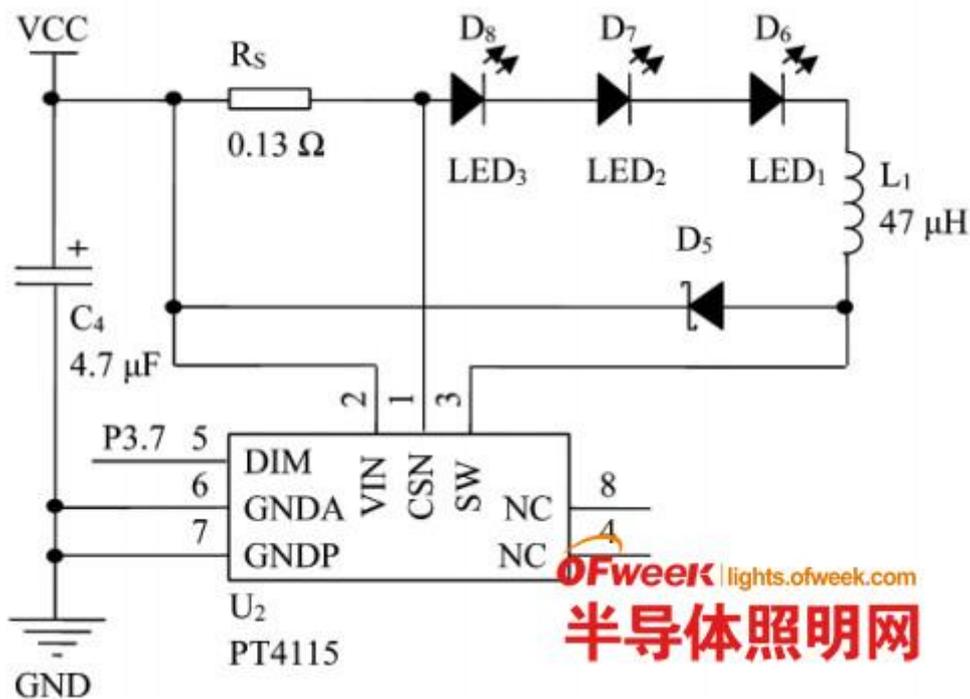


图 5 PT4115 驱动电路

PT4115 采用 PWM 调光, 当 DIM 引脚电压低于 0.3V 时关断 LED 电流, 高于 2.5V 时开启 LED 电流。PWM 调光的基本原理是保持 LED 正向导通电流恒定, 而通过控制电流导通和关断的时间比例, 即控制每个周期电流导通的时间。计算方法如下:

$$I_{\text{OUT}} = \frac{0.1 \times D}{R_s}$$

$$(0 \leq D \leq 100\%, 2.5 \text{ V} < V_{\text{pulse}} < 5 \text{ V})$$

如果高电平小于 2.5 V, 则

$$I_{\text{OUT}} = \frac{V_{\text{pulse}} \times 0.1 \times D}{2.5 \times R_s}$$

$$(0 \leq D \leq 100\%, 0.5 \text{ V} < V_{\text{pulse}} < 2.5 \text{ V})$$

通过 PWM 调光, LED 的输出电流可以从 0% 到 100% 变化。PWM 调光相对于传统的线性调光, 不影响 LED 的光效。PWM 调光的优势是 LED 正向导通的电流一直是

恒定的，LED 的色度就不会像模拟调光那样会变化。PWM 调光可以在精确控制 LED 的亮度的同时，也保证 LED 发光的色度。

软件设计

该系统有 3 个功能模块：1) 信号输入模块，实现相应信号向单片机输入；2) 信号控制模块，实现对信号的处理；3) 信号输出模块，实现处理结果的编码输出，达到控制 LED 发光亮度的目的。单片机接收 3 部分信号，即被动式热释电红外探测器输出的开关信号，可见光探测输出的室内亮度控制信号和温度传感器探测到的 LED 温度信号，将这些信号传输到单片机中。通过单片机处理，从而驱动 LED 的开关并控制亮度。软件流程如图 6 所示。

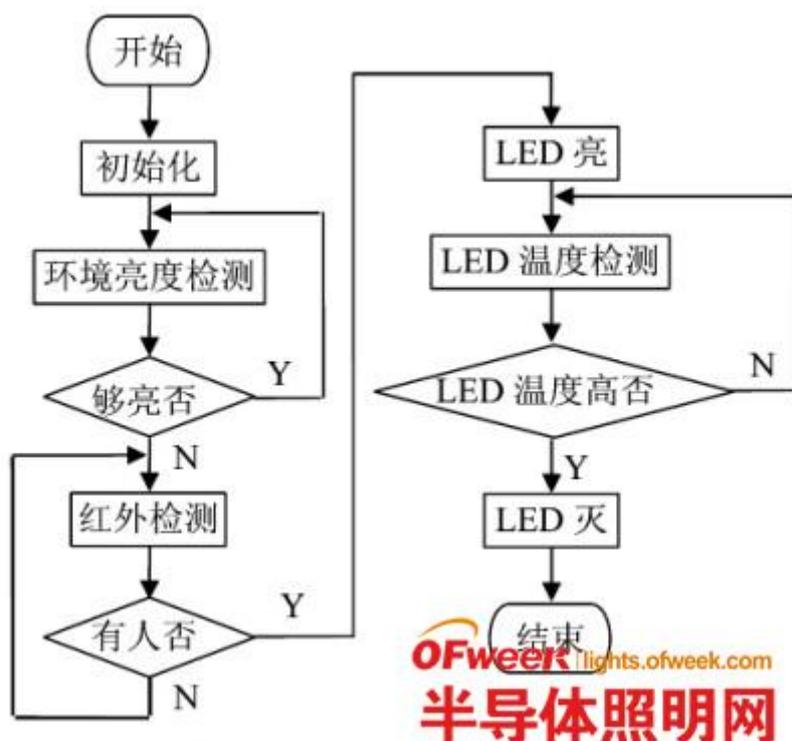


图 6 系统软件流程图

结 语

经过实验验证，该文设计的 LED 智能照明控制系统，可根据室内光照亮度自动控制 LED 的开关和亮度，取得了很好的节能和改善照明环境的效果。

该系统结构简单，实用性强，可适用于公寓、办公室的楼道灯，卫生间的照明灯等。