

## 模拟路灯控制系统（2009 年 I 题）

**摘 要：** 本系统采用 AT89C52 单片机作为路灯控制系统的支路控制器，采用光敏二极管检测光强度、红外对管检测移动物体经过的位置等方法控制路灯按预定要求自动开关。本系统由支路控制器改变恒流源的输出电流，检测 LED 灯的电流或电压判断路灯的故障状况；路灯开关时间等信息由液晶显示器显示，也可以用按键控制，灯故障等信息由声光报警器提示，并显示故障灯的编号。

**关键字：** 路灯控制 光电检测 恒流源

**Abstract:** The design adopts AT89C51 SCM as the branch controller of street lamps controlling system .In this system, the light-sensitive diode detects the light intensity and the infrared pair transistor detects the positions where the moving objects pass by. So in this way the street lamps can switch on and off automatically as expected .The system can tell whether the street lamps break down or not through changing the output of constant-current source by the branch controller and detecting the current or voltage of LED . And the switching time, together with other informations can be displayed on the LCD or set by the key .Also, the informations of faulted lamps can be warned by the audible and visual alarm while the numbers of faulted lamps can be displayed on the LCD.

**Key words:** street lamps controlling, DCP, constant-current source

## 一、 系统方案论证

根据题目的基本要求，设计任务主要完成模拟路灯按设定时间开灯、关灯，并能显示时间；根据环境明暗变化，能自动开灯和关灯；根据交通情况能自动调节亮灯状态。能分别独立控制每只路灯的开关时间；能检测故障，发出报警，并显示出故障路灯的地址编码。自制可调恒流电源，控制并调节路灯亮度。为完成相应功能，系统设计包含以下几个基本模块：控制模块、位置探测模块、光亮度检测模块、自动可调恒流电源模块、信息显示模块。总的系统框图如图 1 所示。

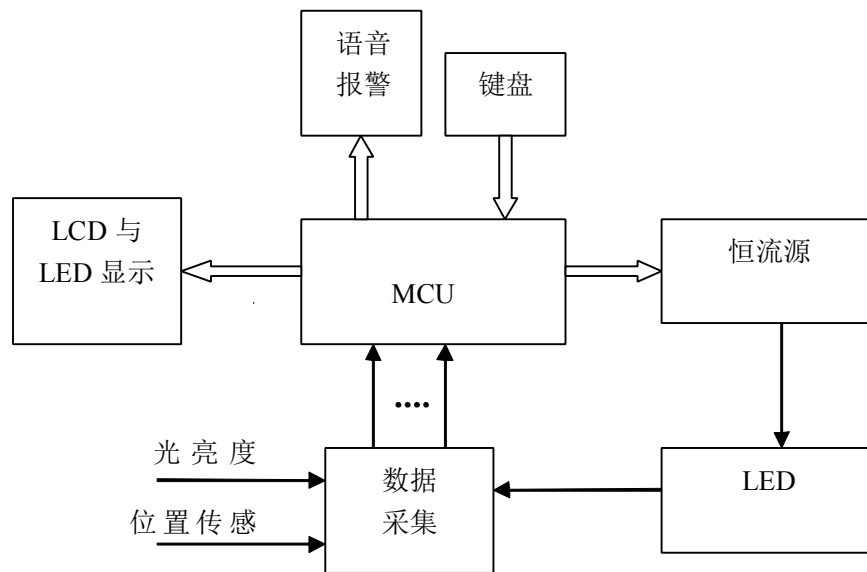


图 1 路灯控制系统框图

### 1. 控制模块的选取方案

根据题目要求，控制器主要用于根据设定参数与监测信号对路灯的开关及路灯亮度进行自动控制，以及对相关信息进行显示、对相关故障予以报警。对于控制器的选择可有以下几种方案。

**方案一：**采用 FPGA（现场可编程门阵列）作为系统的控制器。

FPGA 可以实现各种复杂的逻辑功能，规模大，密度高，它将所有器件集成在一块芯片上，能减小体积，提高了稳定性。FPGA 采用并行的输入输出方式，提高了系统的处理速度，适合作为大规模实时系统控制核心。但由于本设计对数据处理的速度要求不高，FPGA 的高速处理的优势得不到充分体现，同时由于芯片的引脚较多，电路板布线复杂，加大了电路设计和实际焊接的工作量。

**方案二：**采用中小规模集成电路。

采用中小规模集成电路构成的控制电路，由于外围器件多，容易出故障，而且调试起来非常麻烦。

**方案三：**采用 ATMELE 公司的 AT89C52 作为系统控制器。

单片机算术运算功能强，软件编程灵活、自由度大，可用软件编程实现各种算法和逻辑控制，并且由于其功耗低、体积小、技术成熟和成本低等优点，使其在各个领域应用广泛。本系统控制算法不太复杂，系统规模较小，适宜采用单片机控制方案。

经综合考虑，本路灯控制系统拟采用方案三。

## 2. 位置探测模块的选取方案

探测路面移动物体的特定位置。当有移动物体 M 经过设定的探测点时，迅速返回一个探测信号，传给单片机进行处理，控制路灯的状态，根据题目要求系统中不得采用接触式传感器，灵敏度比较高（距离 $\leq 2\text{cm}$ ）。

**方案一：**采用超声波传感器。

采用分立的收、发超声波传感器，谐振频率 40KHz，测距范围 10~400cm，精度 1cm，工作电压为 4.5V~9V。超声波波瓣较宽，可以监视较宽的范围，抗干扰能力强，不受物体表面颜色的影响。缺点为：实现电路复杂，用通常的测量方法在较近距离上有盲区，而且地面对超声波的反射，会影响系统对障碍物的判断，价格也贵。

**方案二：**对射式光敏二极管

光敏二极管接收被移动物体反射回来的发光二极管的光，经比较电路产生一个

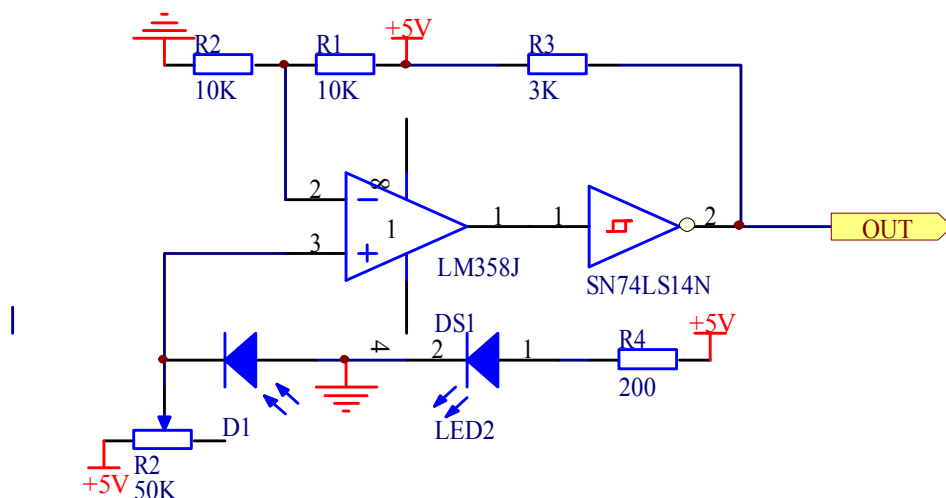


图 2 对射式光敏二极管检测障碍物原理图

下降沿供给单片机，单片机对 LED 灯的开关状态及亮度进行处理。其检测原理图如图 2 所示。但是光敏二极管只在黑暗的环境中对移动的白色物体反应比较灵敏，而在白天（自然强光），电阻的变化不大，难以用来检测移动的障碍物。

### 方案三：透射式红外对管

采用透射式红外对管检测移动物时，感应的电压变化大，灵敏度比较高，经比较电路容易产生高低电平，适宜用于移动物的检测。利用透射式红外对管检测移动物的原理图如图 3 所示。

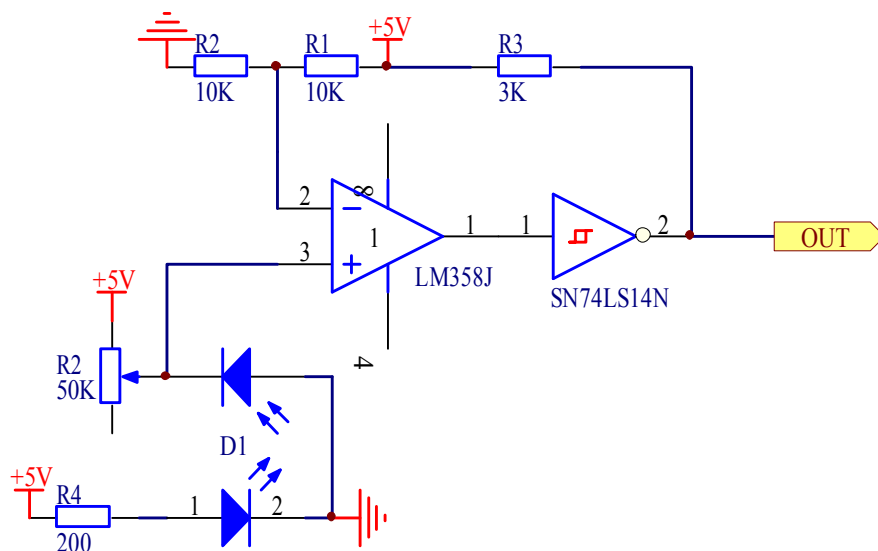


图 3 透射式红外对管检测移动物的原理图

综合比较以上方案，为了提高系统信号采集检测的精度，我们采用方案三。

### 3. 显示模块的方案选取

**方案一：**采用 LED 七段数码管。

采用 LED 七段数码管，用经典电路译码和驱动，电路结构简单，显示效果直观、明亮，缺点是占用单片机接口太多，显示信息量少，需要循环显示，占用太多程序资源。

**方案二：**采用 LCD 显示。

LCD 显示占用较少的单片机接口，同时显示信息量大，能显示汉字。但显示亮度不高，难以起到警示作用。

**方案三：**用 LED+LCD 综合显示方案。

通过综合考虑，拟采用方案三。LED+LCD 显示综合了方案一和方案二的优点，LCD 显示中文及一般信息，LED 显示需强调或警示的信息。所需单片机接口采用 GAL 芯片进行扩展。

## 二、系统硬件设计

### 1. 探测模块

采用透射式红外对管集成断续式光电开关探测器，把对管分别固定在要求的三个特定点，当有移动物体 M 经过设定的探测点时，一直处于低电平接收电路迅速变为高电平，单片机根据检测到的高电平实时控制路灯的开关状态。原理图如图 3。

### 2. 恒流源模块

恒流源模块主要给 1W 的 LED 提供电流，电流值不大，拟采用可调线性稳流电源，输出电流限定在 200mA 以内，恒流源的给定值由路灯控制器根据实际需要的亮灯需求给定。恒流源原理图如图 4 所示。

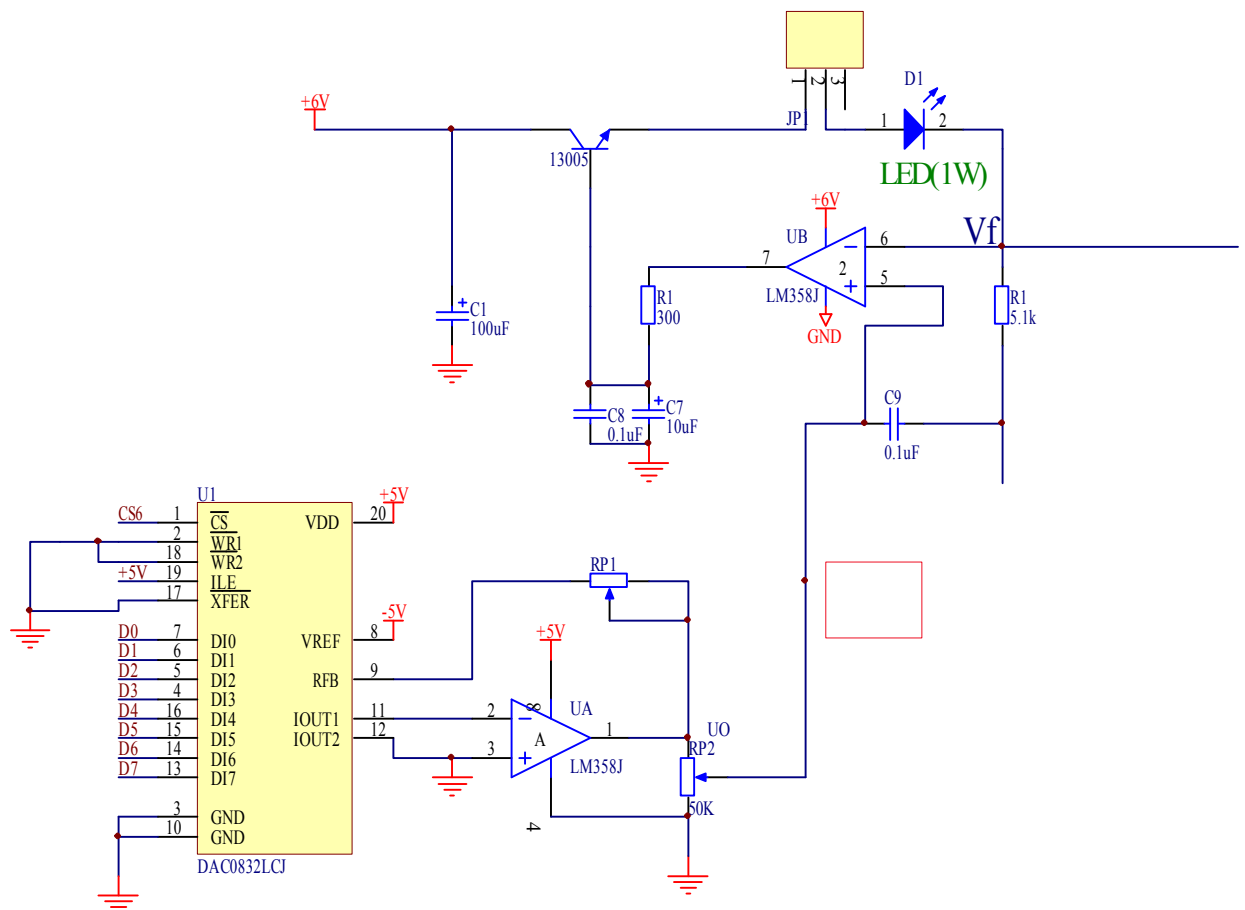


图 4 恒流源原理图

恒流源电路的参数整定如下：

电流反馈信号：  $V_F = R_F I$

最大电流反馈信号：  $V_{Fm} = R_F I_m$  ( $I_m$  为最大限流电流)

给定值:  $V_g \approx V_F = R_F I$

最大给定值:  $V_{gm} = R_F I_m$

考虑到相应最大给定值限定在 1V 左右，电流为 200mA 左右，取样电阻  $R_F$  为  $5.1\Omega$  (2W)，相应最大给定值限定在 1V 左右。

### 3. 路灯故障检测

路灯控制器在路灯需要开灯的时刻对 LED 灯进行检测，根据恒流源给定值（对应 LED 应有的工作状态）及实际测得的 LED 的电压电流值对 LED 故障进行判断，如果 LED 的实际工作状态与应有的状态不符，则判定该 LED 等出现故障，检测电路将故障信号送至路灯控制器，由控制器发出声光报警。灯故障检测电路原理图如图 5 所示。

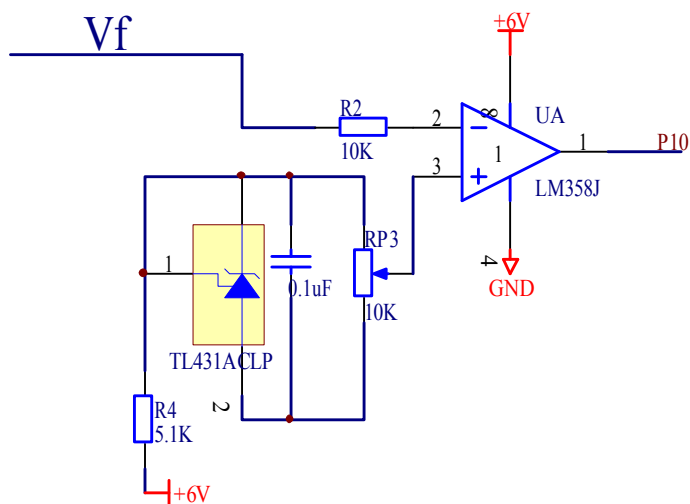


图 5 路灯故障检测电路

## 三、 系统软件设计

采用 C 语言进行软件设计，系统主要功能软件流程图如图 6 所示。

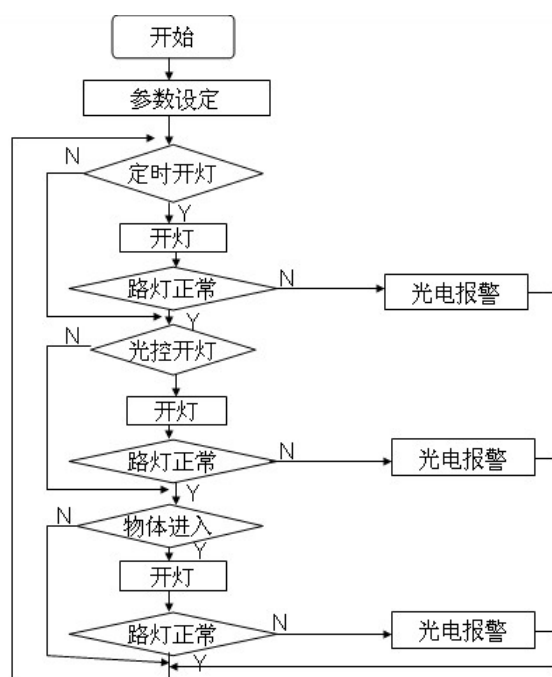


图 6 路灯控制系统主要软件流程图

## 四、系统调试

### 1. 恒流源的调试

#### (1) 调试步骤

- ①断开调整管电压，加上控制电路工作电压，将给定调到零值；
- ②加入调整管输入电压，测量负载电流，应为零值；
- ③缓慢加大给定，测量负载电流，应逐渐增大；
- ④将给定值调到最大，测量负载电流，应为最大限流值；
- ⑤缓慢减小给定值到零值，负载电流应逐渐减小到 0。

#### (2) 测量结果

给定电压 (V)	负载电流 (mA)	误差 (%)
0.2	39	2.5%
0.4	81	1.25%
0.6	118	1.6%
0.8	162	1.25%
1.0	198	1%

## 2. 灯故障检测调试

根据系统可能的工况，设置好故障检测门限值，然后模拟灯故障状态，检测电路能输出正确的电平。

## 3. 光强度检测调试

设置好光检测门限值，改变光传感器接收的光强度，能检测电路的输出电平。

## 4. 透射式光电传感器的调试（位置测定）

设置好透射光检测门限值，移动遮挡物，能检测到移动物通过特定点。

## 5. 恒流源调节调试

用拨码开关代替单片机经 D/A 给恒流源提供给定值，测量给定值的大小及线性度，并测量恒流源的输出电流及输出线性度，能满足设计要求。

## 6. 系统联调

将各功能模块集成在一起形成完整系统，按模拟路灯控制系统功能需求对其各项功能进行测试，测试结果基本满足系统要求。

## 五、结束语

从本次电子设计大赛的模拟路灯控制系统中体会到，要高效的设计出一个系统，应先有一个整体规划后，再分工进行具体设计；在各个模块的分工设计中，一定要兼顾整个系统，注意参数整定对整个系统尤其是直接接口模块的影响。

## 总结

这次竞赛不仅锻炼了我们的动手能力，激发了我们的创新思维，提高了我们的团队合作精神，而且培养了我们面对挫折勇于克服的意志品质和吃苦耐劳的精神。我们深深的体会到理论结合实际的重要性，让我们感到自己的知识的匮乏，激发起我们对知识的渴望。总之，我们喜欢“电子设计”竞赛，感谢全国大学生组委会给我们这样锻炼的机会。



## 附录 1: 电路图

