

For citation: Sun Yong-Hao. Design of intelligent lighting control system for university classrooms based on stc89c52 microcontroller // Grand Altai Research & Education — Выпуск 1 (26)'2026 (DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2026.01) — EDN: <https://elibrary.ru/GMDORR>

UDK 004.896

DESIGN OF INTELLIGENT LIGHTING CONTROL SYSTEM FOR UNIVERSITY CLASSROOMS BASED ON STC89C52 MICROCONTROLLER

Sun Yong-Hao¹

¹ Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan Textile University, Wuhan, 430073, China

E-mail: 13125060270@163.com

Abstract. To address the issues of high energy consumption and inefficient management in university classroom lighting, an intelligent lighting control system based on the STC89C52 microcontroller is designed. The system employs infrared tube sensors to detect the number of occupants and their entry/exit status, utilizes a photoresistor and voltage comparator circuit for real-time ambient light measurement, and integrates a DS1302 clock module for time-based control. The software is modularized in C language, enabling functions such as occupancy counting, illumination assessment, scheduled switching, and manual/automatic mode selection. Simulation results show that the system can activate LED luminaires in zones according to the number of people present, and automatically turn off lights when daylight is sufficient or the classroom is empty, thereby significantly reducing electrical waste. With low cost, high reliability, and easy scalability, the system is well suited for energy-saving retrofits in various university classrooms.

Keywords: intelligent lighting; microcontroller; infrared detection; energy-saving control; classroom

基于 STC89C52 的高校教室智能照明控制系统设计

孙永豪¹

¹ 武汉纺织大学, 湖北省数字化纺织装备重点实验室, 武汉 430073

E-mail: 13125060270@163.com

摘要: 针对高校教室照明能耗高, 管理粗放的问题, 设计了一种基于 STC89C52 单片机的智能化照明控制系统。系统采用红外对管传感器检测教室内人员数量及进出状态, 利用光敏电阻与电压比较器构成的光线检测电路实时采集环境光照度, 并集成 DS1302 时钟模块实现分时段控制。软件采用 C 语言模块化编程, 实现人数统计, 光照判断, 定时开关及手动/自动模式切换等功能。仿真结果表明, 系统能够根据人数多少分区域点亮 LED 灯具, 并在光照充足或无人时自动关闭, 有效避免电能浪费。该系统具有成本低, 可靠性高, 易于扩展等优点, 适用于各类高校教室的节能改造。

关键词: 智能照明; 单片机; 红外检测; 节能控制; 教室

0 引言

随着我国学生群体视力的持续下降, 国家对学校教室照明提出了新要求, 智能照明系统不仅需要满足新需求, 还应响应“双碳”目标提出后低碳节能要求 [1]。随着社会的发展, 学生数量增加, 很多本科院校和职业院校开始进行扩建和扩招, 教室的数量大幅增加 [2]。国家号召节能减排, 各高校应做好表率作用, 积极响应号召, 为节能减排工作出一份力。作为学生主要学习场所的教室, 它的用电量超过学校总用电量的百分之四十, 并且难以降低, 其主要原因为大家没有养成随手关灯的习惯, 以及教室人少但开的灯却很多, 这两者造成了严重的电能浪费。

引入智能控制的高效绿色的照明设计方案, 能有效节约资源, 提升学校智慧化管理水平 [3]。基于 STC89C52 的智能照明系统能够实现自动开关灯, 根据室

内光线调整灯具亮度, 管理人员通过监控平台查看灯具的使用情况, 这种方案有效降低了高校的能源消耗.

1 系统控制模块的硬件设计

1.1 系统控制模块的硬件构成及简介

系统控制单元是以 STC89C52 单片机主控模块为核心, 其电路由六个主要电路组成: LED 灯控制电路, 独立按键操作电路, 显示模块电路, 光线检测部分, 红外对管电路, 时钟电路, 温度采集模块, 其结构框图如图 1 所示.

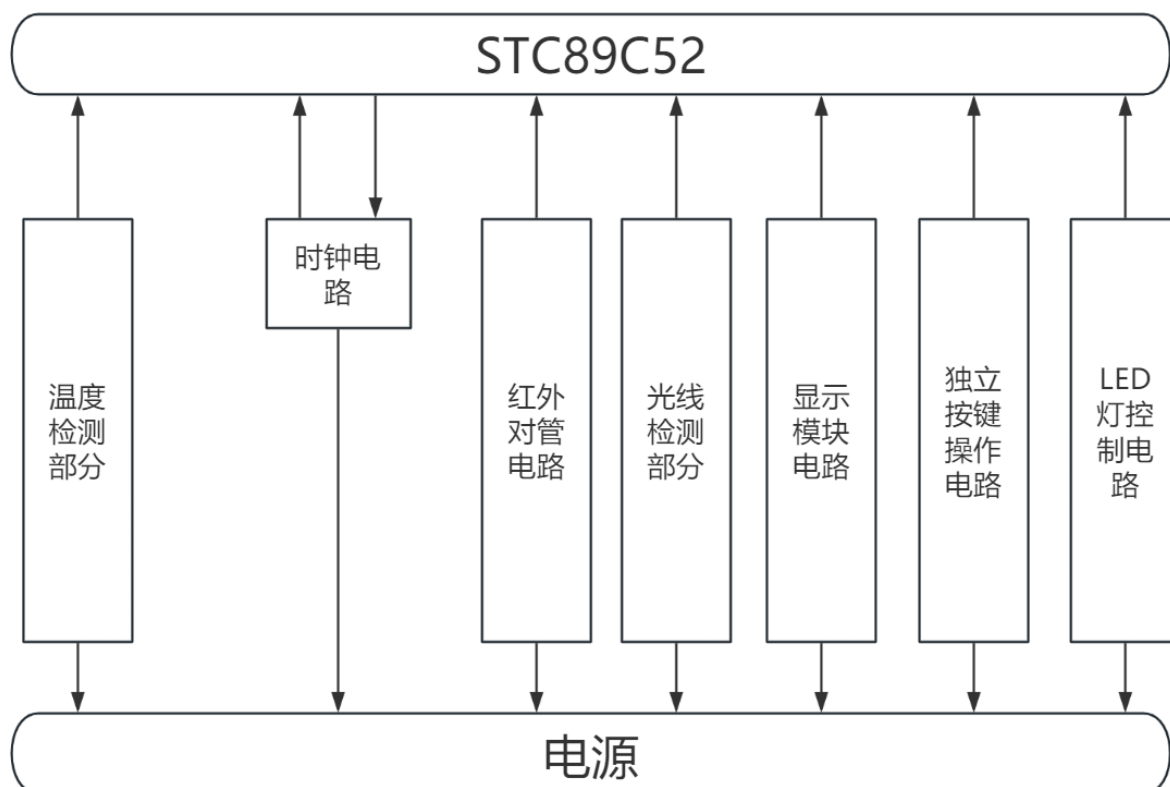


图 1 系统设计框图

Figure 1. System Design Block Diagram

光检测单元使用一个 LM339 运算放大器和一个光敏电阻来检测光强度. 电阻值在有光的情况下会减小, 并随着光强的减弱而逐渐增大, 从而将光转换成数字值并检测出光强. 测量地区不同时间段的环境亮度, 根据时间设定灯亮的个数, 使灯光在工作期间按时打开 [4].

红外对管检测电路使用红外接收管和红外发射管来确定低电平以及是否有物体阻挡或通过. 为了实时统计进入教室内的人数, 选用了两个红外对管进行检测, 红外对管可以检测是否有人进入教室, 同时确定进入教室的人数 [4].

(3) 复位电路: S6 按键是系统的复位开关, 按下后可以让程序重新的启动.

(4) 排阻: 液晶屏的上拉电阻, 若未接入则呈高阻态, 无法正确识别高电平, 液晶将显示异常.

1.2.2 光线检测电路

LM339 作为电压比较器, 第 5 脚 (V+) 和第 4 脚 (V-) 分别接两个要对比的电压, 如果第 5 脚的电压比第 4 脚高, 第 2 脚输出就变成高电平, 相当于通电状态, 如果第 5 脚电压比第 4 脚低, 第 2 脚输出就变成低电平, 相当于断电状态.

LIGHT1 是光敏电阻, 当光照增强时, 光敏电阻阻值较小, 分到的电压低, 导致第 4 脚 (V-) 电压低于第 5 脚 (V+) 的 2.5V. 此时比较器输出高电平, LED 不亮. 当光照减弱时, 光敏电阻阻值变大, 分到的电压高, 第 4 脚 (V-) 电压高于第 5 脚的 2.5V. 此时比较器输出低电平, LED 灯 D4 点亮. 单片机靠判断低电平来知道是黑暗状态.

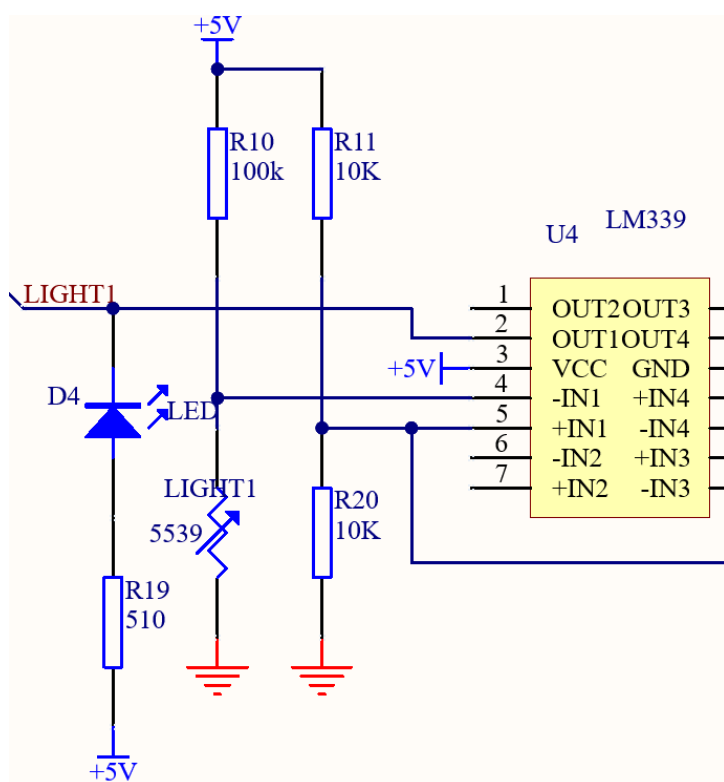


图 3 光线检测电路
Figure 3 Light Detection Circuit

1.2.3 红外对管检测电路

LED6 和 LED7 是红外接收管, 当接收到红外光时会导通 (类似开关闭合), 否则保持断开, LED8 和 LED9 是红外发射管, 通电后发出不可见的红外光. R21 和 R22 限流保护发射管, R12 和 R13 是接收端的上拉电阻. 有遮挡时遮挡物反射红外光到接收管, 接收管导通, 将接收端电压拉低到接近 0V (低于 2.5V). 此时, 比较器输出低电平, LED 指示灯亮, 单片机检测到低电平, 知道有遮挡. 无遮挡时接收管收不到红外光, 保持断开, 接收端电压被上拉电阻拉高到 5V (高于 2.5V).

比较器输出高电平, LED 灭, 单片机无遮挡信号. 单片机通过检测电平高低判断是否有物体经过.

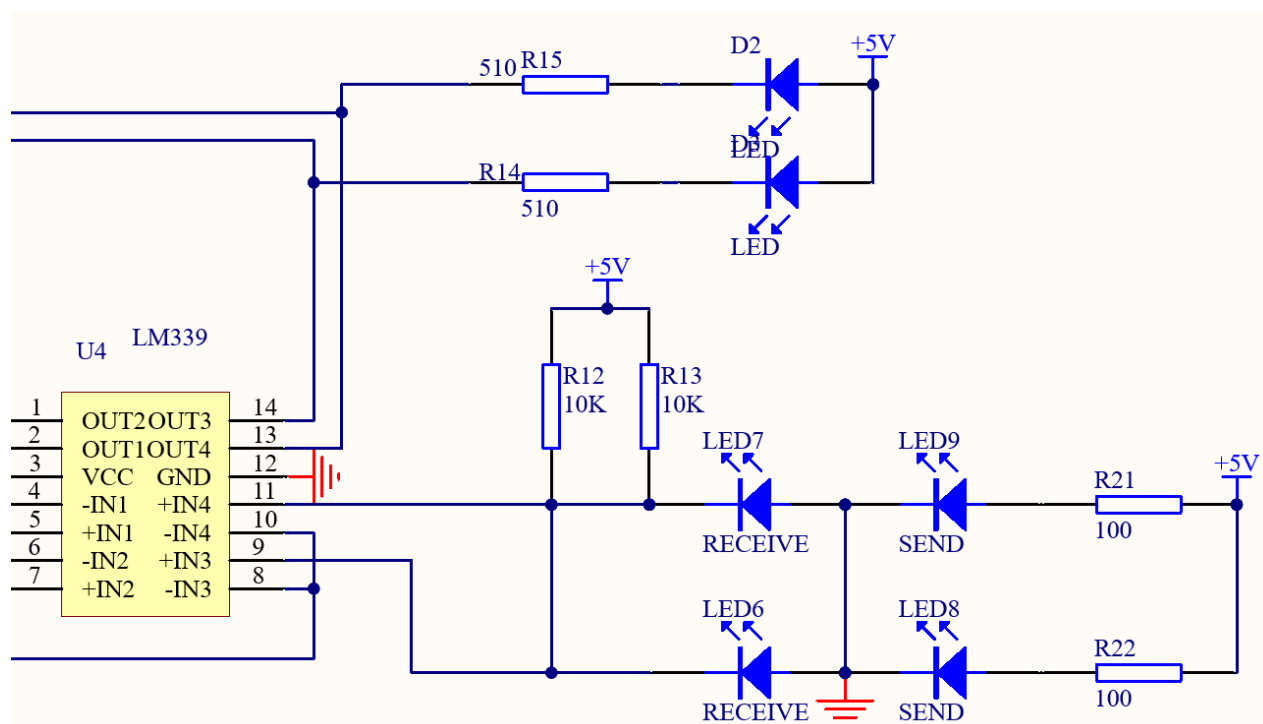


图 4 红外对管检测电路

Figure 4. Infrared Phototransistor Pair Detection Circuit

3 控制模块软件设计

3.1 系统监控主程序模块

监控程序大致可以分为主程序和子程序两部分. 监控主程序相当于系统的大脑中枢, 主要负责统筹各个功能模块的协作过程. 当接收到键盘输入的指令时, 它会先解析这个命令的具体含义, 然后自动启动对应的功能模块来处理具体任务. 子程序可以分成中断子程序和功能子程序两大类型, 两者可以相互配合, 中断子程序可以调用功能子程序. 在软件设计方面, 尽可能将不同功能写成独立的子程序, 主程序通过调用这些子程序来控制系统的运行. 命令处理程序根据指令类型划分不同功能模块, 每个模块对应特定操作. 编写时需结合实际功能需求设计逻辑流程, 确保指令能准确执行相应操作.

本系统监控程序的核心模块主要承担三大功能, 完成设备初始化与自检, 管理信号采集, 时钟更新, 按键响应及显示控制等多任务协调工作, 处理紧急中断事件. 除了初始化和自检外, 监控主程序一般总是与系统的其他部分相连接, 形成一个无限循环, 系统所有的功能都在这一循环中周而复始的有选择的执行.

3.1.1 系统初始化

系统开机后的初始化操作是设备正常工作的基础步骤, 一通电复位就会自动运行初始化程序. 初始化过程主要是对一些处理紧急任务的中断开关, 临时存放数据的内存空间, 还有像 DS1302 计时芯片这种外接零件进行初始参数设置

和定义. 其主要意义是指将内部寄存器初始化, 首先对设备进行检测, 检测是否有外界干扰因素, 检测硬件是否完好, 看每个芯片是否已经准备进入工作状态 [7].

系统启动时, 先要把临时存储区里自己设置的那些参数归零, 同时把控制核心功能的模块恢复出厂设置, 单片机的程序指针也会跳到代码开头的位置开始执行.

3.1.2 定时中断处理设计

定时中断功能通过单片机内置计时模块实现, 当指定的时间到达或计数值达到特定数值将引起中断. 定时器模块支持内部晶振时钟分频信号和外部输入脉冲信号两种计数模式, 当计数值达到模块上限时, 硬件自动触发中断标志, 此时 CPU 暂停当前程序, 优先处理该中断请求事件.

定时中断属于周期性中断, 按照预定的时间间隔产生中断. 在本系统设计中, 该中断主要用于实现多任务调度功能, 当系统接收到中断信号时, 不需要对当前执行程序的运行状态进行保存, 可以直接对各任务的执行时间进行分配, 使符合条件的工作任务进入待执行状态. 通过这种机制, 定时中断能够有效触发相关任务的操作, 该定时中断处理程序框图如图 5 所示:

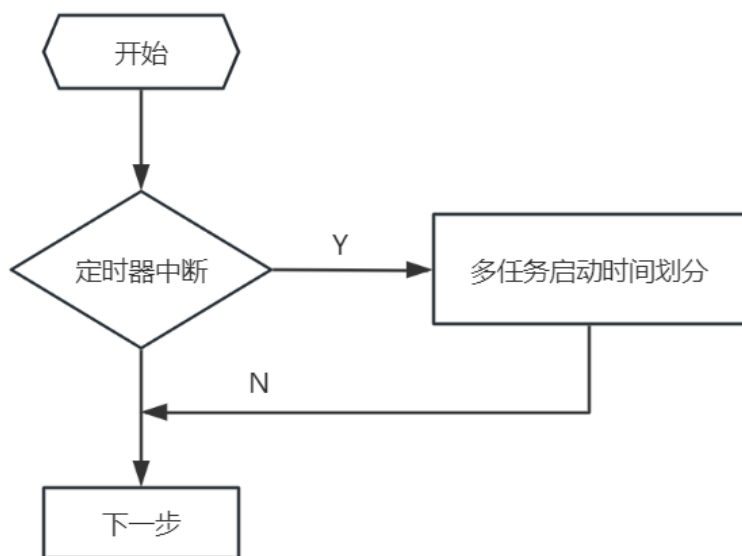


图 5 定时中断处理程序流程图
Figure 5 Timer Interrupt Service Routine Flowchart

本系统使用了外部中断检测功能, 主要用于实时监测外部设备信号输入, 当检测到有效输入信号时, 就采集下来并且加以处理, 若无信号输入, 则维持主程序循环运行状态.

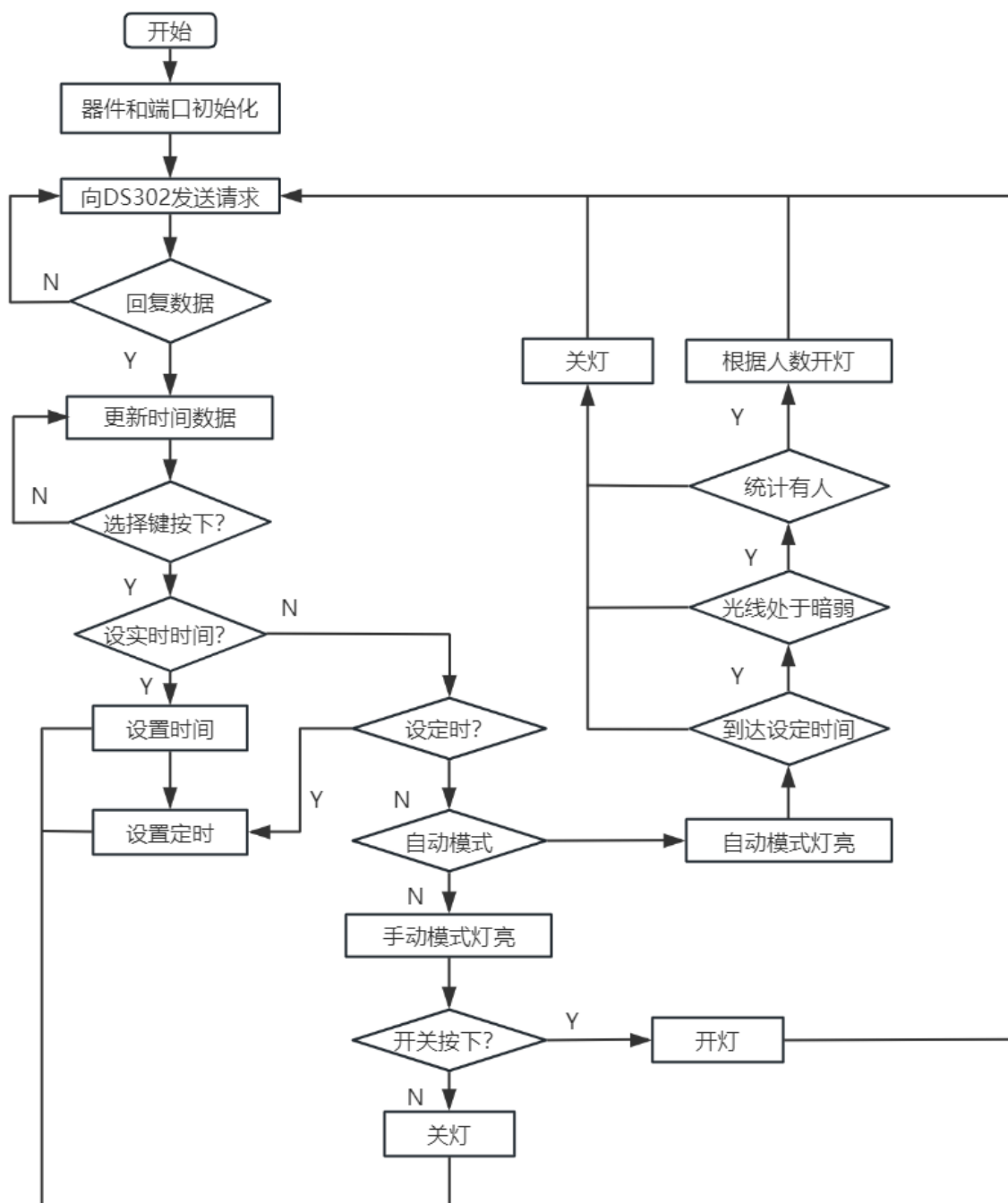


图 6 主程序流程图
Figure 6 Main Program Flowchart

3.2 数据采集模块

本系统需要采集环境光照度及人体活动信号两类数据,系统采用定时器触发模式,每隔设定时间自动切换两种信号的采集任务。

3.2.1 红外对管原理

红外接收管是一种基于半导体材料的光电转换器件,其中的核心部件是一种材料特殊的 PN 结,与常规的二极管比起来,红外接收管在结构设计上进行了

较大的改变, 红外线接收管通过增大 PN 结的接触面积来提升光能接收效率, 尽可能减小电极的面积, 并且将 PN 结的深度控制在 1 微米以内. 红外接收二极管需在反向偏置工作状态下运行, 无光照的情况下反向电流非常小 (一般小于 0.1 微安), 这种现象被称为暗电流特性. 当有红外线光照时, 携带能量的红外线光子穿透 PN 结后, 将能量转移给共价键中的束缚电子, 导致部分电子挣脱共价键, 从而形成光生载流子 (即电子-空穴对). 它们在在反向偏置状态下形成漂移运动, 这使反向电流有明显的变大趋势, 光照的强度越大, 反向电流也越大, 这一现象被定义为光电导特性. 红外接收二极管在常规光照环境下时, 它的内部会形成光电流, 当外部电路接入负载后, 该负载就可以获取电信号. 并且这个信号的强度会随着光强度的改变产生同步变化.

3.2.2 数据采集软件的实现

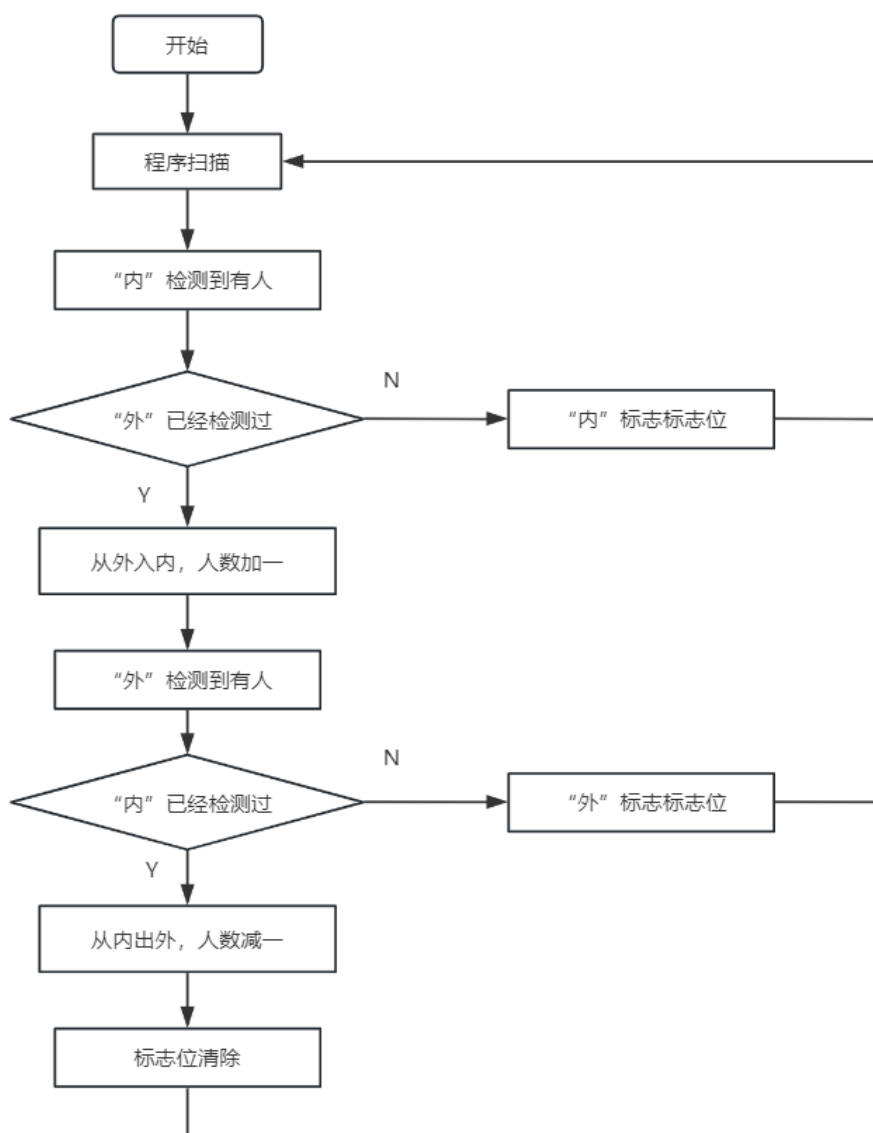


图 7 人数统计子程序流程图

Figure 7 Flowchart of the Population Statistics Subroutine

本系统的运行机制是当室内光照充足时, 不管教室有没有人都不开灯, 当室内光照不充足时, 有人在教室就开灯, 没有人就不开灯. 此逻辑定义为: 当室内光充足时为逻辑 “0” (符合光采集电路输出信号状态), 光不充足时为逻辑 “1”, 有人在室内时为逻辑 “1”, 没人在室内时为 “0”, 开灯为 “1”, 关灯为 “0”, 环境光与人体存在可以用以下的逻辑关系表来表示, 如表 2 所示.

表 2 环境光与人体存在逻辑关系
Table 2 Logical Relationship between Environmental Light and Human Presence

环境光参数	人体存在参数	教室灯状态
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

根据真值表分析可知可将环境光参数与人体存在参数进行逻辑与运算, 又由于继电器具有低电平触发特性, 需要将采集处理后的信号进行实施逻辑非运算, 才可以使继电器工作, 即可得到教室灯的状态.

4 Proteus 软件仿真

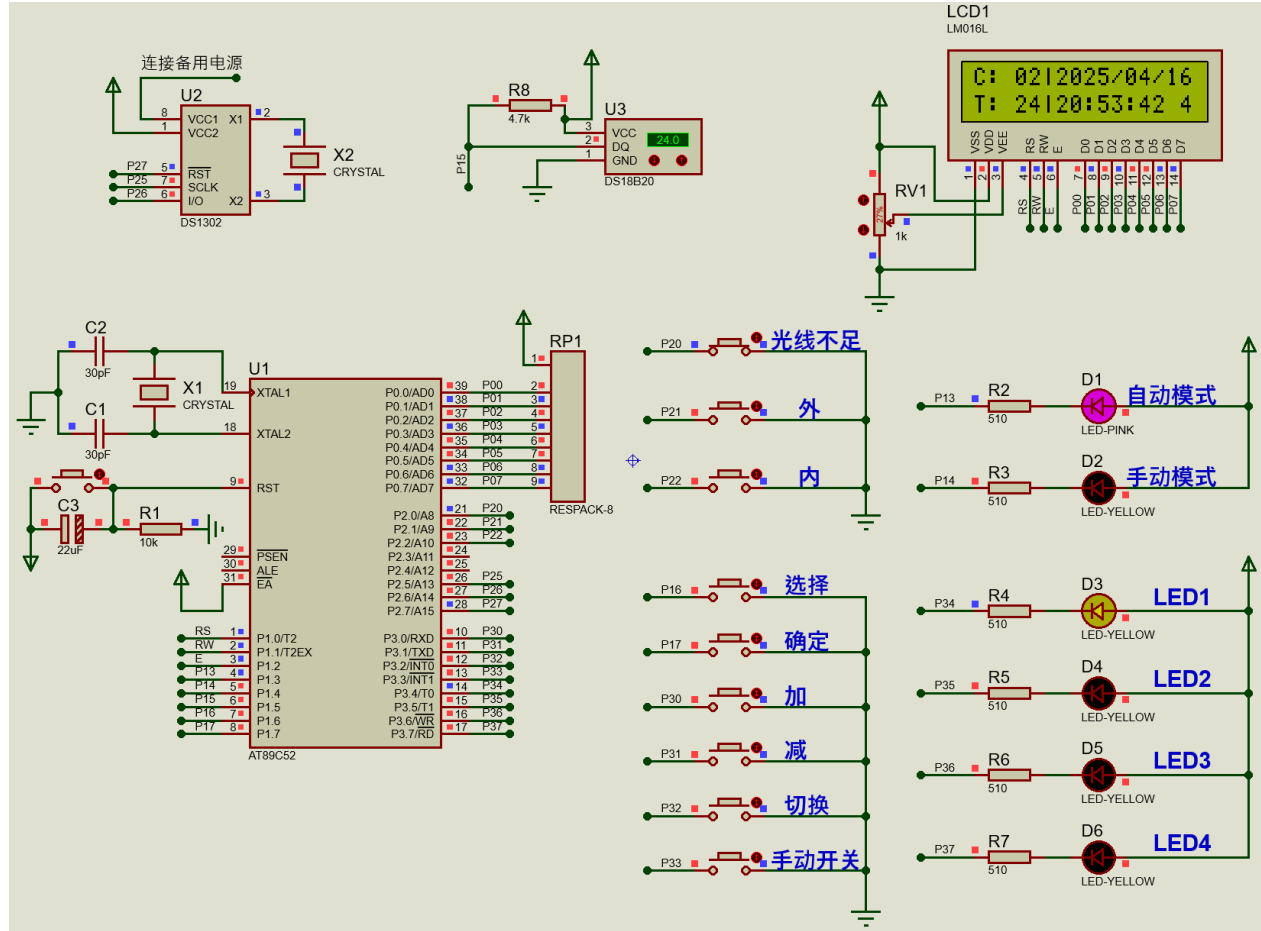


图 8 系统整体仿真图
Figure 8: Overall System Simulation Diagram

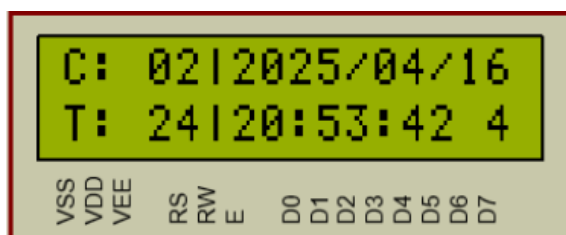


图 9 LCD1602 显示屏仿真图
Figure 9 LCD1602 Display
Simulation Diagram

如图 9, 所示, C 是 Count 的缩写, 显示教室内人数的计数为 2 人. T 是 Temperature 的缩写, 显示此时室内温度为 24 摄氏度. 2025/04/16 显示当前日期为 2025 年 4 月 16 日. 20:53:42 显示当前时间为晚上 20 点 53 分 42 秒. 4 显示当前星期为星期三, 若为数字 1 是代表当前星期为星期天.

需要手动通过按键设置的部分分为三块, 第一部分是实时时间的设置, 第二部分是定时时间的设置, 第三部分是自动与手动模式的切换设置.

在正常的情况之下, LCD1602 显示屏显示如图 9 所示, 当需要进行按键设置时, 操作步骤为按下选择按键后释放, LCD1602 显示屏将如图 10 所示, 再按下确定按键后释放将进入实时时间的设置步骤. 当屏幕如图 10 所示时, 再次按下选择按键后释放, LCD1602 显示屏将如图 11 所示.

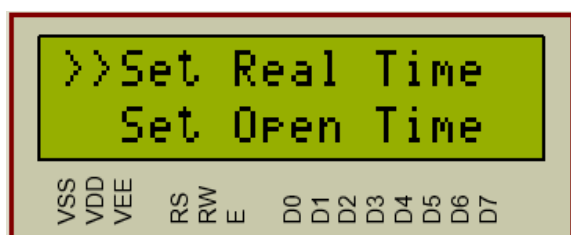


图 10 进入设置实时时间界面
Figure 10 Enter Setting Real-Time Time Interface

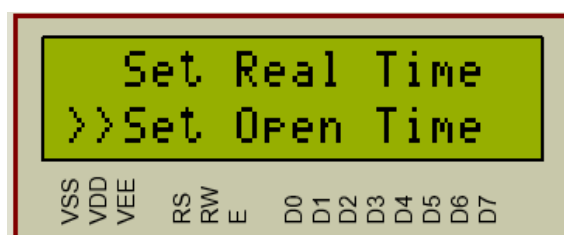


图 11 进入设置定时时间界面
Figure 11 Enter Setting Timer Time Interface

再按下确定按键后释放将进入定时时间的设置步骤;

(1) 进入实时时间设置

进入设置实时时间界面就会出现如图 12 所示的画面, 默认调节年份, 显示光标将在年份上进行闪烁, 可以通过加和减按键对年份进行调节, 调节完成后按下确认按键后释放, 此时为调节完成. 接着显示光标会跳转到月份进行闪烁, 此时可对月份进行调节, 同理可得, 按照这个顺序可以依次调节日期, 小时, 分钟, 秒种和星期, 最后设置完成后跳转回图 10 所示画面并更新实时的时间.

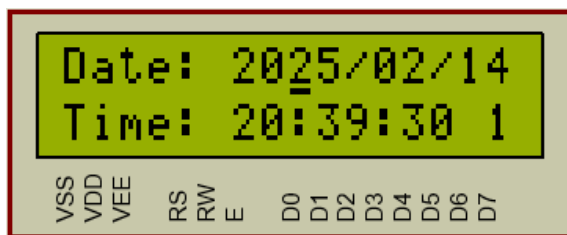


图 12 设置实时时间界面
Figure 12 Setting Real-Time
Time Interface

(2) 进入定时时间的设置

进入设置定时开始时间界面就会出现如图 13 所示的画面, 默认调节小时, 显示光标将在小时上进行闪烁, 可以通过加和减按键对小时进行调节, 调节完成后按下确认按键后释放, 此时为调节完成. 接着显示光标会跳转到分钟进行闪烁, 此时可对分钟进行调节, 同理可得, 按照这个顺序可以依次调节秒种.

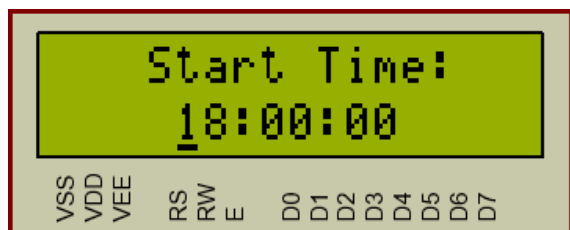


图 13 设置定时开始时间界面
Figure 13 Setting Timed Start Time Interface

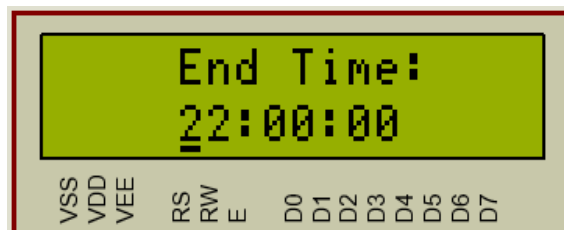


图 14 设置定时结束时间界面
Figure 14 Setting Timed End Time Interface

完成了开始时间的设置后, 将跳转进入设置定时结束时间界面, 如图 14 所示, 默认调节小时, 显示光标将在小时上进行闪烁, 可以通过加和减按键对小时进行调节, 调节完成后按下确认按键后释放, 此时为调节完成. 接着显示光标会跳转到分钟进行闪烁, 此时可对分钟进行调节, 同理可得, 按照这个顺序可以依次调节秒种.

(3) 自动与手动模式的切换:

本系统采用两种控制模式, 分为自动控制模式和手动控制模式. 当按下控制模式转换按钮后系统进入手动控制状态, 此时就要通过人来控制教室区域内灯的开关. 当处于手动模式时, 可使用手动开关按键对四个照明灯进行控制. 当处于自动模式时, 自动开灯需满足三个条件, 一是当前时间处于定时时间内, 二是需要检测到环境照明亮度不足, 三是需要检测到一定人数, 当在场人数为 1-9 人时, 自动点亮一个照明灯, 如图 15 所示的在场人数为一小时系统的仿真状态; 为 10-19 人时, 自动点亮两个照明灯, 如图 16 所示的在场人数为十人时系统的仿真状态; 为 20-29 人时, 自动点亮三个照明灯, 如图 17 所示的在场人数为二十人时系统的仿真状态; 人数大于等于 30 时, 自动点亮四个照明灯, 如图 18 所示的在场人数为三十人时系统的仿真状态.

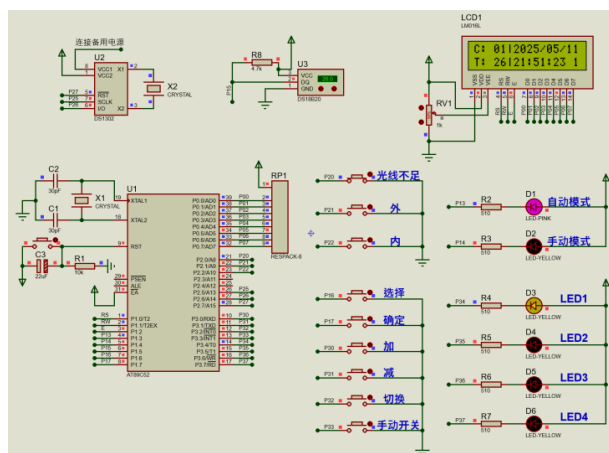


图 15 教室在场人数为 1 人时系统仿真图
Figure 15 System Simulation Diagram When The Number Of People Present In The Classroom Is One

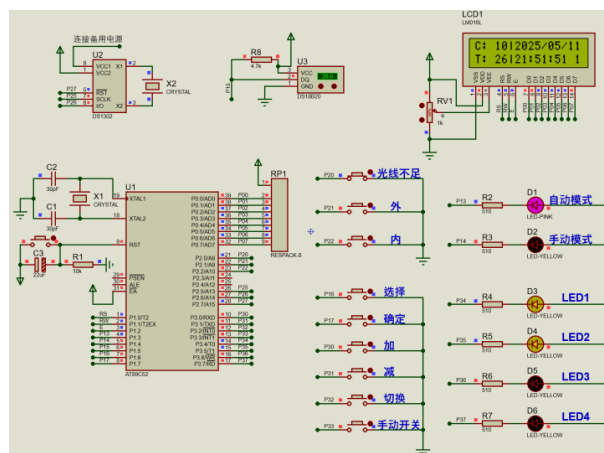


图 16 教室在场人数为 10 人时系统仿真图
Figure 16 System Simulation Diagram When The Number Of People Present In The Classroom Is ten

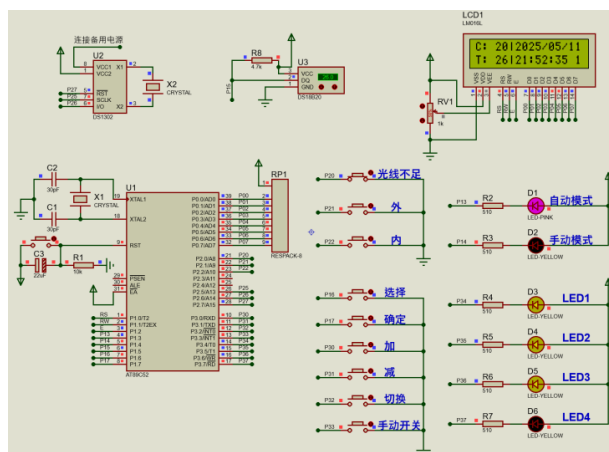


图 17 教室在场人数为 20 人时系统仿真图

Figure 17 System Simulation Diagram When The Number Of People Present In The Classroom Is twenty

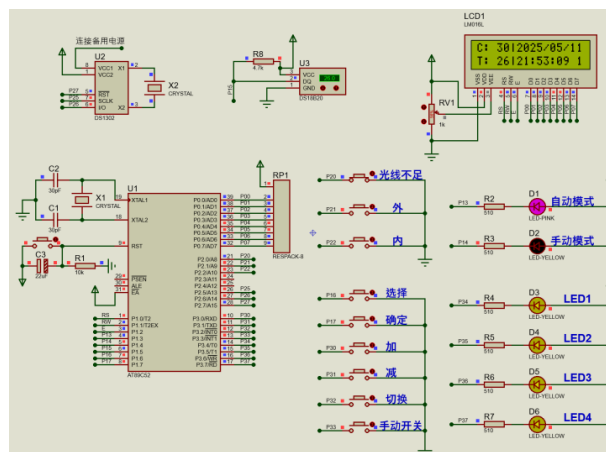


图 18 教室在场人数为 30 人时系统仿真图

Figure 18 System Simulation Diagram When The Number Of People Present In The Classroom Is thirty

3 结束语

本文设计的高校教室智能照明控制系统, 以 STC89C52 单片机为核心, 融合红外对管人数检测, 环境光照感知及时钟模块, 实现了按需照明与分区域智能控制. 仿真结果表明, 系统能根据人数与光照条件自动调节灯具数量, 有效降低能耗, 提升管理效率. 该系统成本低, 可靠性高, 具有良好的推广价值. 未来可进一步集成无线通信与物联网技术, 拓展远程监控与数据分析功能, 为绿色校园建设提供更智能的解决方案.

参考文献

- [1] 雷婷, 伍珂, 刘杰. 双碳背景下教室智能照明标准需求研究 [J]. 标准科学, 2024, (12): 90-93+130.
- [2] 李春菊. 基于施耐德 KNX 智能控制的教室智能照明系统设计研究 [J]. 工业控制计算机, 2023, 36(07): 14-16.
- [3] 陈碧君, 曾庆锋, 邓晨. 教室照明的绿色智能化设计与仿真 [J]. 光源与照明, 2023, (07): 77-79.
- [4] 李梁, 汤璐逸. 教室照明灯智能控制系统的研究 [J]. 科技创新与应用, 2020, (05): 44-45.
- [5] 赵鹏. 校园智能照明节约系统的设计与实现 [J]. 电脑知识与技术, 2023, 19(28): 103-105.
- [6] 胡晓芳. 教学楼教室灯光智能控制系统的设计 [J]. 光源与照明, 2023, (02): 58-60.
- [7] 高淑芝, 李天池. 基于单片机的教室照明智能控制系统设计 [J]. 控制工程, 2020, 27(11): 2010-2015.

References

- [1] Lei Ting, Wu Ke, Liu Jie. Research on the Standard Requirements for Intelligent Classroom Lighting under the Context of Carbon Neutrality [J]. Standard Science, 2024, (12): 90-93 + 130.
- [2] Li Chunju. Research on the Design of Intelligent Classroom Lighting System Based on Schneider KNX Intelligent Control [J]. Industrial Control Computer, 2023, 36(07): 14-16.
- [3] Chen Bijun, Zeng Qingfeng, Deng Chen. Green Intelligent Design and Simulation of Classroom Lighting [J]. Light Source and Lighting, 2023, (07): 77-79.
- [4] Li Liang, Tang Luyi. Research on the Intelligent Control System of Classroom Lighting [J]. Innovation Science and Application, 2020, (05): 44-45.
- [5] Zhao Peng. Design and Implementation of the Campus Intelligent Lighting Saving System [J]. Computer Knowledge and Technology, 2023, 19(28): 103-105.
- [6] Hu Xiaofang. Design of the Intelligent Lighting Control System for Teaching Building Classrooms [J]. Light Source and Lighting, 2023, (02): 58-60.
- [7] Gao Shuzhi, Li Tianchi. Design of Intelligent Classroom Lighting Control System Based on Single Chip Microcomputer [J]. Control Engineering, 2020, 27(11): 2010-2015.