

文章编号: 2095-2163(2020)06-0037-05

中图分类号: TP368.1

文献标志码: A

# 基于 STM32 的智能型多功能台灯系统设计

杨安黔, 陈湘萍

(贵州大学 电气工程学院, 贵阳 550025)

**摘 要:** 为了改善传统台灯功能单一,与当前家电的智能化、人性化和低碳设计相悖的问题,本文设计了基于 STM32 和 SIM900A 操作系统的多功能智能台灯。设计采用意法半导体的 Cotex-M3 核心微控制器 STM32 作为主控制器,通过硬件电路的构建以及相应软件程序的编写,实现智能台灯的自动亮灭、智能调光、纠正坐姿、定时学习等功能。此外,还加入无线控制功能,实现手机远程操控台灯开关,使得台灯更护眼、更节能、更加智能化。实验结果表明,所设计的智能台灯具有良好的实时性,稳定性强,满足设计要求。

**关键词:** 智能台灯; STM32; SIM900A; 智能调光; 纠正坐姿

## Design of intelligent multi-function table lamp system based on STM32

YANG Anqian, CHEN Xiangping

(The Electrical Engineering College of Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**[Abstract]** In order to improve the single function of traditional desk lamps, and to solve the problems of intelligent, humanized and low-carbon design of current home appliances, a multi-functional smart table lamp based on STM32 and SIM900A operating system is designed. This design uses STMicroelectronics' Cotex-M3 core microcontroller STM32 as the main controller. Through the construction of hardware circuits and the preparation of corresponding software programs, the automatic lighting of intelligent desk lamps, intelligent dimming, correcting sitting posture, timing learning, etc. Function, in addition to the wireless control function, to achieve remote control of the desk lamp switch, making the desk lamp more eye-protecting, more energy-saving, more intelligent. The experimental results show that the designed smart table lamp has good real-time performance and strong stability, meeting the design requirements.

**[Key words]** Smart table lamp; STM32; SIM900A; Intelligent dimming; Correct sitting posture

## 0 引 言

台灯是人们学习生活的必需品,但是,现有灯具不仅功能单一,而且还严重浪费资源。据保守统计,照明已占我国总发电量的 13%,而仅有不到 5%的耗电真正用来照明;其次,近视眼人数逐年增加,据不完全统计,中国近视人数已超四亿人,近视发病率一路飙升的很大部分原因就是使用台灯方法不得当。人工作环境的亮度应与台灯的亮度相协调,不能太亮或是太暗,否则视力肯定受影响<sup>[1-4]</sup>;同时人长期在台灯下躬着身子学习工作,除了严重影响学习效率外,也会造成驼背和颈椎病;最后,虽然市场上出现的琳琅满目,但是大都价格昂贵且仍不能满足人们对于灯具智能化的需求。

本设计的主题是采用 STM32F103C8T6 单片机作为主控芯片,结合有关配件以及环境光感知模块等外围设备,随着外部光强变化自动控制台灯亮度

及通断,改善了传统台灯在功能方面单一性的缺陷。所以在本款台灯的设计过程中,增加了较多的功能性作用,比如定制时间,护眼,坐姿体型等方面<sup>[5]</sup>。

## 1 总体方案设计

本设计以 STM32F103C8T6 单片机为核心控制器,选择 SIM900A 为短信收发模块,进行信息反馈和远程操作<sup>[6]</sup>。通过红外线功能可以探测出,在台灯附近是否有人走过,实现了有人时可以调节灯亮,人走的时候可以调节灯灭的作用。通过超声波测仪器,可以发现使用台灯人坐姿是否正确。而通过环境光感系统,可以发现台灯周围的光线强度从而实现调整光线的作用。通过通讯模块等方面的配合,可以实现手机遥控台灯的功能,具体结构如图 1 所示。

## 2 硬件设计

### 2.1 微控制器

以 STM32F103C8T6 为核心配件,用来控制其它

**基金项目:** 贵州省自然科学基金(黔科合 J 字[2015]2034 号)。

**作者简介:** 杨安黔(1997-),男,硕士研究生,主要研究方向:检测技术与自动化装置;陈湘萍(1977-),女,博士,副教授,主要研究方向:检测技术与自动化装置。

**通讯作者:** 陈湘萍 Email:384198892@qq.com。

**收稿日期:** 2020-05-08

配件和有关器材的信号接收以及发送,从而根据现有情况,来调节台灯的使用。

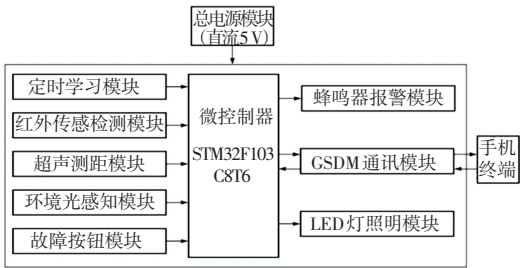


图 1 系统结构框图  
Fig. 1 System Block Diagram

STM32F103C8T6 单片机是 32 位基于 ARM 的 CortexTM-M3 微控制器,且该核心芯片系统时钟为 72 MHz,为 48 引脚 LQFP 贴片封装,具有 64 KB Flash,不仅性价比高,功耗低且自带的计数器可产生足够的 PWM 信号及用作触控捕获。基于以上优势,结合现有情况,从而确定本论文研究选其为系统核心芯片。该芯片中的原理路线图如 2 所示。

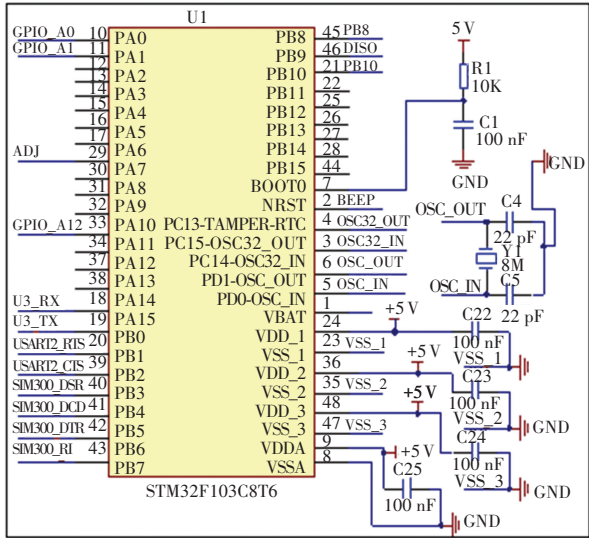


图 2 单片机最小系统  
Fig. 2 MCU minimum system

2.2 定时学习系统模块

系统以 DS1302 作为定时学习系统的时钟模块。其除了包含 DALLAS 的充电时间芯片,还有其他一些辅助性功能。如时钟功能、日历功能,而且也 为芯片提供一定的脉冲<sup>[7]</sup>。通过其串口可与微控制器通信。在此设计中,DS1302 的 2-3 引脚通过相关配件的契合为芯片提供一定时间的定时脉冲。通过其控制系统,可以调节台灯工作状态,比如在高位电的时候可以使其停止工作,而在低电平期间,开始

调节其工作状态,实现模块自动计数功能。其中 5-7 引脚与芯片相衔接。而在运行过程中,主芯片也向 DS1302 写入时间,并从 DS1302 读取当时的时间,在第 8 个引脚为芯片提供一定的电源方面的支撑,在外部停电情况下,台灯芯片也可以进行工作。工作原理图如图 3 所示。

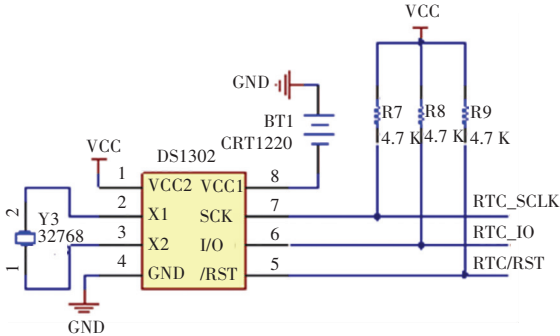


图 3 DS1302 的原理图  
Fig. 3 Schematic of the DS1302

2.3 红外传感检测模块

该系统采用 HC-SR501 红外线作为调节台灯开关模块。红外传感模块的传感源部分由两个串联或并联的热电元件组成;由于传感源中的热电元件具有相反的极性,两个热电元件具有与环境背景辐射几乎相同的效果,因此热电效应相互作用自动抵消,使输出信号为 0。因此,红外模块接收并发送检测区域中人体辐射的 10 μm 红外波长为弱电压信号,弱电信号通过人体红外模块的功能放大,然后输出可以由单片机识别和处理的信号。由 MCU 接收和处理的电子信号将根据系统要求输出外围硬件电路。最终实现“人在灯亮、人走灯灭”的功能。

2.4 超声测距模块设计

本模块采用 HC-SR04 超声波测距模块。超声波测距模块一般有 3 个部分:发射,接收和信号处理。工作时,超声波发射器只需有信号,便自动发送方波,并开始检测;超声波模块主要用于矫正坐姿<sup>[8]</sup>。通过超声波测距功能提醒用户在工作和学习期间保持正确的坐姿,一旦用户的坐姿不对,台灯就会发出警报,让用户养成良好的坐姿习惯。

2.5 环境光感知模块设计<sup>[9]</sup>

在本研究模块中主要采用的是光敏二极管进行感知,其中存在较多的参数指标如表 1 所示。

2.6 蜂鸣器报警模块设计

在本模块的设计中,主要采用的是 TMB12A05 的电池源蜂鸣器。其具有耐高温且环保的优良特点,其主要的线路如图 4 所示。

表 1 主要参数表

Tab. 1 Several main parameters of the light detecting elements						
	电流灵敏度/ $\mu\text{A}/\mu\text{W}$	使用温度/ $^{\circ}\text{C}$	工作电压/ $\text{V}$	响应时间/ $\text{s}$	光电流/ $\mu\text{A}$	暗电流/ $\mu\text{A}$
光敏电阻	—	$-30\sim+70$	$<100$	$10^{-3}$	—	—
光敏二极管	$>0.4$	$-50\sim+125$	$<50$	$10^{-7}$	$>80$	$<0.2$
光敏三级管	$>0.3$	$-55\sim+100$	$<50$	—	$>0.4$	$0.3\sim1.0$

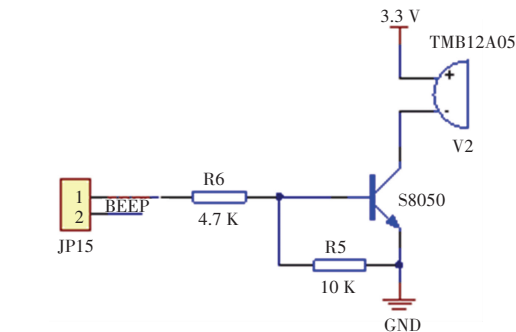


图 4 蜂鸣器报警输出电路

Fig. 4 Buzzer Alarm Output Circuit

2.7 GSM 通讯模块设计<sup>[10-11]</sup>

本设计采用以互联网为基础的 SIM900A 芯片为控制系统。SIM900A 系统是一种工业用的模块,它具有较多的优良特点,其中包括实现 SMS 传真以及低功耗等功能。而且,SIM900A 在工作期间,支持双频工作,也支持 1.8/3V SIM 卡。工作期间 SIM900A 的电压曲线范围在 3.3~4.8 期间,瞬间电流可以达到 2A 作业。SIM900A 具有全功能 UART,支持 1 200~115 200 bps 的通信速率(具有自动波特率检测功能),并支持 AT 命令集。SIM900A 单元电路如图 5 所示。

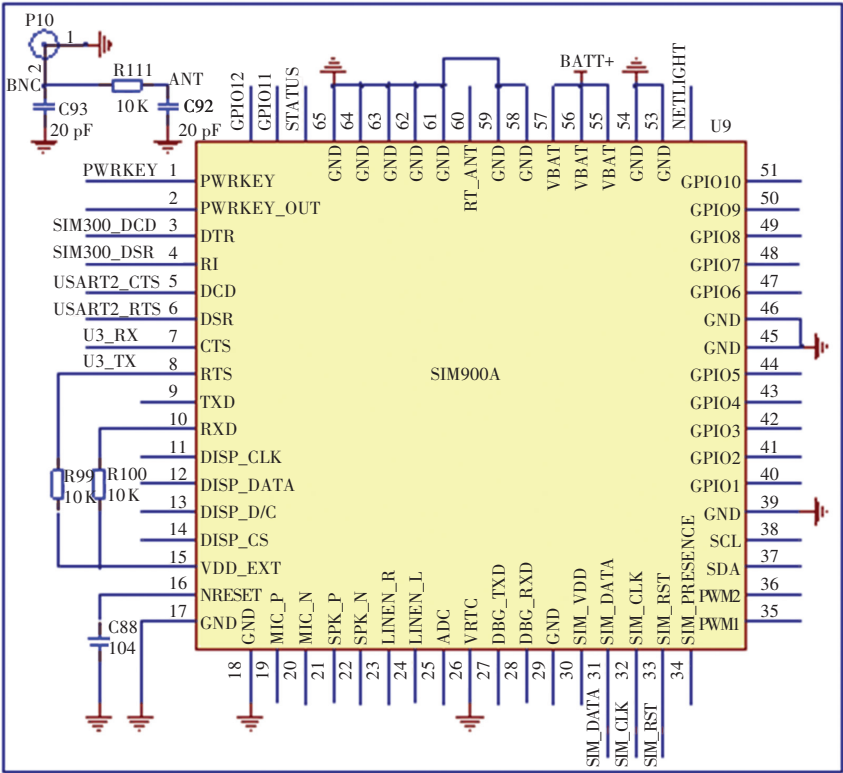


图 5 SIM900A 单元电路

Fig. 5 SIM900A unit circuit

2.8 LED 灯照明模块设计

为了方便试验的有效性,在研究期间使用指示灯替换 LED 的效果,主要路线如图 6 所示。

3 软件设计

3.1 设计思想

在设计过程中主张的是以先分后总的思想来进

行模块以及系统的设计。在具体运行过程中分别测试不同的硬件模块进行程序调节,主要的结构如图 7 所示。

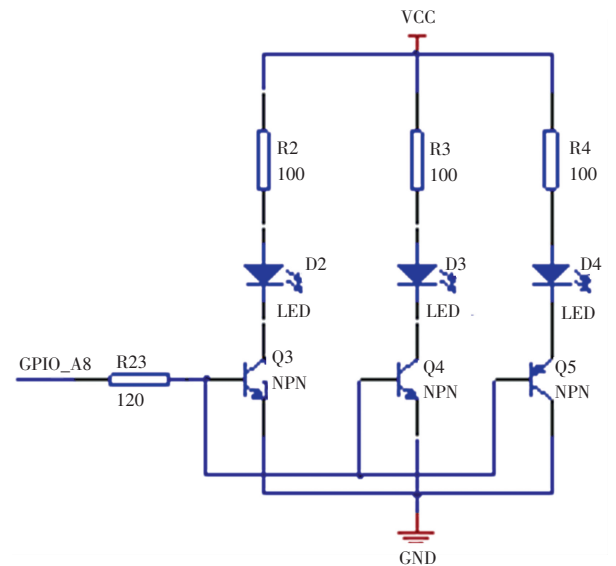


图 6 LED 灯照明输出电路  
Fig. 6 LED Light Output Circuit

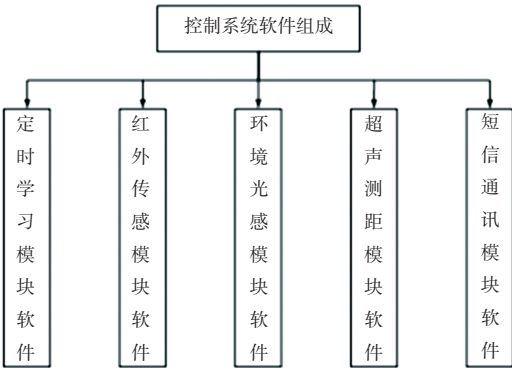


图 7 软件设计结构图  
Fig. 7 The chart of software design

3.2 红外传感模块

人来灯亮,人走灯灭功能由 HC-SR501 型热释电人体红外传感器来完成信息收集,核心芯片控制完成。其流程如图 8 所示。

3.3 超声测距模块

调整坐姿功能是通过 HC-SRO4 超声波测距模块来完成信息采集,核心芯片控制完成。其流程如图 9 所示。

3.4 GSM 通讯模块<sup>[12]</sup>

GSM 模块主要负责发送和接收短消息,并通过向单芯片的串行端口发送 AT 命令来实现。AT 命令集是 GSM 模块和嵌入式计算机之间的通信协议。指令的内容均为 ASCII 码,接受的短信采用 TEX 模式,而不是 PDU 模式,这样的短信相对简单,容易操

作。首先串口发送字符串“AT+CMGF = 1\r”给 GSM 模块,设置短信为 TX 模式;然后发送“AT+CMGS = 15761697691\r”,设置收信方的手机号码;将待发送短信的内容发给 GSM 模块;最后,发送十六进制 0x1A(回车)确认传输,以便最终通过 GSM 模块实现告警通知用户的功能。其流程如图 10 所示。

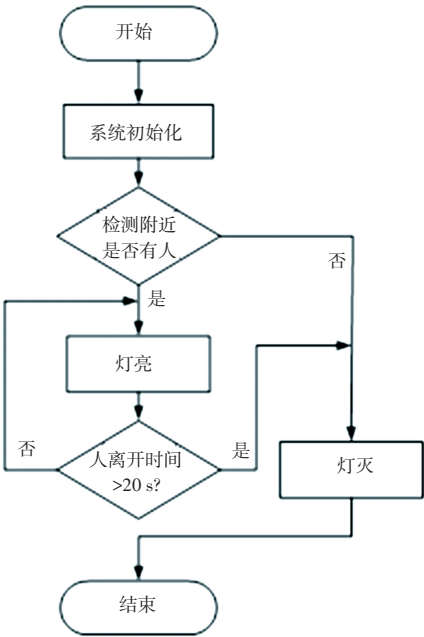


图 8 红外传感流程图  
Fig. 8 Infrared sensing flow chart

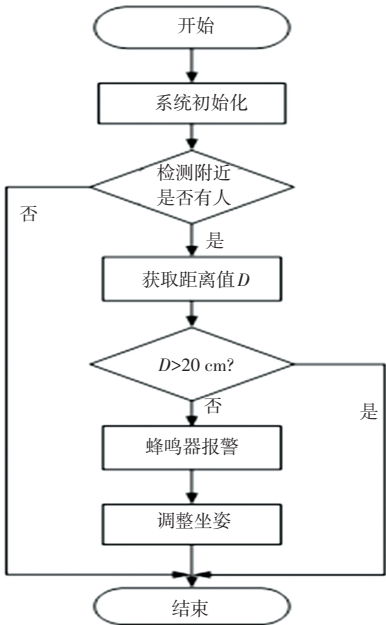


图 9 超声测距流程图  
Fig. 9 Ultrasonic ranging flowchart



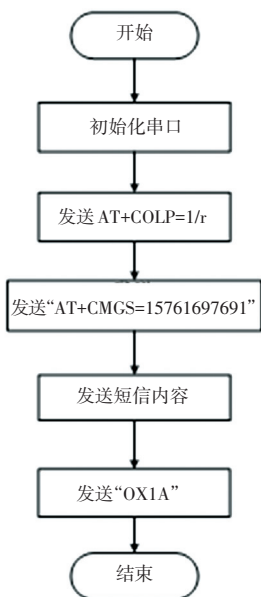


图 10 短信通讯流程图

Fig. 10 SMS communication flow chart

### 3.5 总系统软件设计

在台灯的灯源控制方面则采用定时器控制,触发的信号利用单片机的接口进行控制。在互联网控制方面采用 SIM900A<sup>[13-14]</sup>,软件方面采用 STM32CubeMX<sup>[15]</sup>工具进行开发工作,利用 Keil5 进行程序编写。

## 4 系统测试

### 4.1 测试过程

该测试过程在环境良好的实验室里进行。在台灯的通电过程中,每一个系统以及相关的模块都会进行初始化工作,这一个步骤主要是为了防止在运行过程中出现故障。在本设计过程中,为了防止出现这一情况的发生,在台灯接通电源的时间内可以触发故障按钮。如果这时候出现障碍,则会给台灯主人发送信息提示。主人回复短信,通过 GSM 模块传递给控制器,控制器读取指令输出的信息后发送相应的控制信号,实现对台灯的开断,从而达到了节能环保的功效。上电后,当人靠近台灯时,台灯会自动开启,并可根据周围环境的亮度自动调节台灯的亮度,可以在一定程度上保护台灯主人的视力问题,有效的防止近视的产生;在学习过程中如果台灯主人靠近书桌太近,台灯会发送警报状态,来提醒台灯主人的坐姿,防止驼背状态。此外,还可以根据自己的学习情况设定学习时间,时间一到,报警器就会发出声响,提醒人休息的同时也提高了学习效率;当人起身离开台灯 20 s 后,台灯就自动断电,达到节能效果。 万方数据

### 4.2 系统测试效果

上电后程序开始自动化运行,首先,台灯通过感应功能感应到台灯主人的使用,从而达到自动亮灯的状态,当感应不到人体的信息,延迟 20 s 后,台灯自动熄灭;其次,智能台灯根据当前周围环境自动调节最合适的光强度。由于在台灯中安装了距离测试,在人体靠近台灯的时候会产生警报;设定的学习时间一到,报警器也会发出声响。最后一步。设置的故障按钮,从而检验台灯是否有断电功能,主人接到短信提醒,当主人回复短信后,台灯立即熄灭。

## 5 结束语

本设计是采用 STM32F103C8T6 单片机为核心的一款智能台灯。该台灯在原有传统的台灯基础上增加了许多功能性作用,既增加了台灯的安全性,又增加了台灯的节能性。经过各种实验测试表明该款智能台灯可以有效和准确的识别各种指令,完全生活日常需求,适合推广。

## 参考文献

- [1] 张红燕,谢俊乘,王平莲. 基于 51 单片机的儿童智能台灯的设计[J]. 电子制作, 2018.
- [2] 田军委,肖清林,张波,等. 智能护眼台灯设计[J]. 电子设计工程, 2015, 23(17): 161-163.
- [3] 胡珍玉. 智能语音提示器系统设计[J]. 应用能源技术, 2012(12): 34-38.
- [4] 佟星,刘焱辉. 智能台灯的设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(7): 169-170.
- [5] 陶洁,肖桂凤,迟权德. 基于 AT89C52 单片机的超声波测距仪的设计[J]. 电子设计工程, 2012, 20(2): 135-137, 140.
- [6] LIN X, CHEN B. A research about acquisition and transmission of the water meter's image based on STM32[J]. Advanced Materials Research, 2014, 1037: 187-190.
- [7] 王超,肖明霞. 基于 GSM 的智能语音护驾系统[J]. 电子世界, 2016(24): 89.
- [8] MIN L. The Design of SMS Alarm System on CORTEX M3 + SIM900A[C]// International Conference on Robots & Intelligent System. IEEE, 2016.
- [9] 刘娜. 基于 GPS 和 GSM 的公交车报站器[J]. 鄂州大学学报, 2016, 23(1): 106-108.
- [10] 宋斌,袁庆庆,杨娜. 基于 STM32 的智能台灯系统设计[J]. 电子测量技术, 2017, 40(6): 67-71, 75.
- [11] 傅智河,苗军林,范宜标. 基于 STM32F103C8T6 多功能健康测试腕表的设计与实现[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2016, 32(18).
- [12] 王东,莫先. 基于 STM32 和 HC-SR501 智能家居的智能照明系统设计[J]. 重庆理工大学学报, 2016, 30(6): 135-142.
- [13] 李楠,张华卫. 基于单片机和 SIM900A 的智能家居控制系统研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2017(3): 193-195.
- [14] 霍涛,贾振堂. 基于 STM32 和 SIM900A 的无线通信模块设计与实现[J]. 电子设计工程, 2014, 22(17): 106-110.
- [15] PENGCHENG X, XIAOBO L. Combined Embedded Development Method of MATLAB and STM32CubeMX[J]. Microcontrollers & Embedded Systems, 2016.