

文章编号: 2095-2163(2020)12-0177-05

中图分类号: TP21

文献标志码: A

# 基于单片机的灯塔系统设计

刘 伟,孙秀云

(德州学院 机电工程学院, 山东 德州 253023)

**摘要:** 本文基于单片机设计制作的一款彩色灯塔,美观实用。塔身由 16×16+9 个灯珠焊接而成,STC12C5A60S2/AD 单片机控制灯塔的动态变化,实现其动态显示。该彩色灯塔有动画和频谱两种工作模式,运行中可以通过按键或遥控器选择灯塔的工作模式。设计采用独立电源供电,电源调压部分由降压、整流、滤波、DA 转化、输出部分组成,实现交流 220 V 到直流 4.5 V-5.5 V 可调电压,为灯塔提供稳定的可调直流恒压源。同时采用红外线通讯模块实现了灯塔的遥控,满足远程控制需求,使设计更加人性化。

**关键词:** 单片机; 可调电压; 红外线通讯; 灯塔

## The system design of lights based on MCU

LIU Wei, SUN Xiuyun

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Dezhou University, Dezhou shangdong 253023, China)

**[Abstract]** In this paper, a color lights designed based on MCU is not only beautiful, economical and practical, but also a multifunctional interior decoration. The lights body is welded by 16 \* 16 + 9 lamp beads. STC12C5A60S2 controls the dynamic change of the lights to realize its dynamic display. The color lights have two working modes, animation mode and spectrum mode. In operation, the working mode of the lights can be selected by the key or remote control. For the stable operation of the lights, the independent power supply is adopted. The voltage regulating part of the power supply is composed of step-down, rectification, filtering and DA conversion output. The adjustable voltage from AC220V to DC 4.5V-5.5V is realized to provide a stable adjustable DC constant voltage source for the lights. The system uses infrared communication module to realize the remote control of the lights, which meets the needs of users and makes the design more humanized.

**[Key words]** MCU; Adjustable voltage; Infrared communication; Lights

## 0 引言

本文设计制作的灯塔是基于单片机电子产品,美观实用,是一款多功能的室内装饰品,具有制作简单、经济实用、易于放置的优点,作为智能家居的衍生物,符合经济社会发展方向。

### 1 灯塔系统的设计方案

灯塔系统结构如图 1 所示,塔身是由 16×16+9 个灯珠焊接而成,有动画和频谱两种工作模式。动画模式:连续循环显示已经编辑好的 20 种动画效果;频谱模式:以采集到的音频为基准来控制灯光上下振荡,共有 4 种频谱表现方式。控制单元单片机接收按键和红外遥控接收器的信号,控制灯塔的工作模式。

#### 1.1 单片机最小系统

由于音频采集功能对于单片机的数据处理速度与能力有一定要求,同时希望系统稳定,所以采用具有高速、低功耗、抗干扰能力强且内置 8 路高速 10

位 A/D 转换的新一代 8051 单片机 STC12C5A60S2/AD 系列,12 MHz 晶振作为时钟<sup>[1]</sup>,最小系统电路如图 2 所示,其中 56 Ω 电阻起限流作用,使 LED 灯在额定电流下工作,微动开关 S1 用于选择灯塔的工作模式。

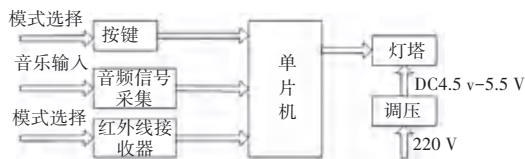


图 1 灯塔系统结构

Fig. 1 The structure of lights system

#### 1.2 LED 灯的连接

灯塔共有 16 层,每层 16 个灯珠,每层 LED 的阳极连接在一起,每列 LED 的阴极连接在一起,形成 16×16 的受控阵列,由 32 个 IO 口对其进行控制,通过这种控制方式可以控制任意灯珠的开关,以实现不同的灯光效果。灯阵连接图如图 3 所示,J17-

作者简介:刘 伟(1969-),女,学士,高级实验师,主要研究方向:新能源机械设备;孙秀云(1978-),女,博士,讲师,主要研究方向:控制理论与控制工程。

收稿日期:2020-09-14

J32为16层, J1-J16为16列, 行与列的交点为灯珠, 当对应列的IO=0, 对应行的IO=1时, 此行列相交的灯珠将会点亮, 否则灯珠熄灭。

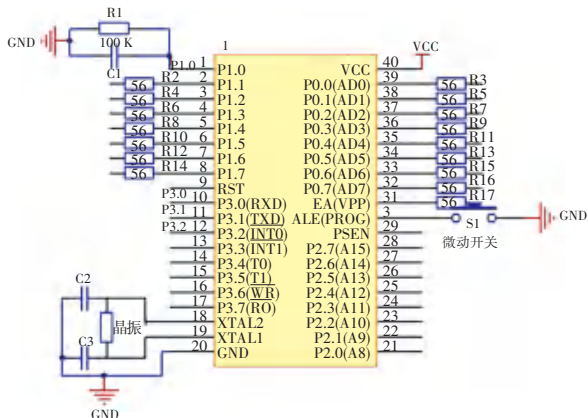


图2 单片机最小系统电路

Fig. 2 Minimum system circuit of MCU

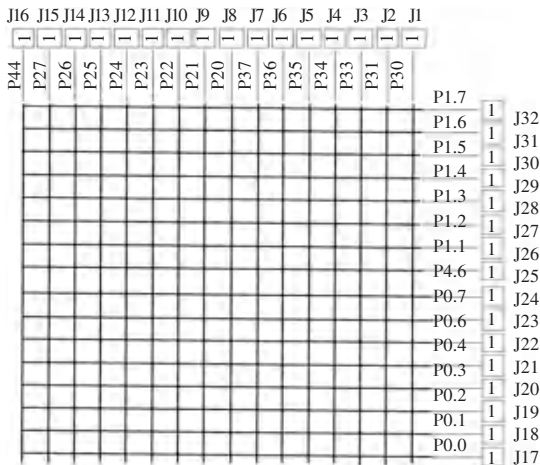


图3 灯阵连接图

Fig. 3 Light array connection diagram

### 1.3 红外线接收模块

红外遥控系统由遥控器和接收器两部分组成。遥控器如图4所示, 通过LED红外发送器将信号发送出去。接收器将光敏二极管接收到的光信号转化为电信号, 通过对电信号的放大、解调、解码转化为数字信号, 最后利用单片机读取。系统接收头选用VS1838B, 其以38kHz为载波, 具有体积小、宽角度及长距离接收、抗干扰能力强、低电压的特性。用于接收红外线发射器发出的控制指令, 详细连接电路如图5所示。

### 1.4 音频信号的采集

由于STC12C5A60S2单片机自带8路转换速度可达每秒25万次的10位ADC, 因此无需外加ADC模块, 只需设置P1口的端口模式即可。P1M0=0xff; P1M1=0x00; P1ASF=1; P1口设置为高阻

态输入, P1.0为AD输入口。单片机将采集到的音频转化为数字量, 根据音乐的频率设定灯塔的显示效果, 从而实现灯塔的频谱模式<sup>[2]</sup>。



图4 遥控器  
Fig. 4 The remote control

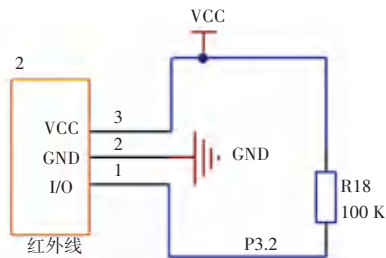


图5 红外线接收器连接电路

Fig. 5 The infrared receiver connects the circuit

### 1.5 外围电路

相比于排针式的接口, USB接口更容易断开和连接, 其中单刀开关S3用于给灯塔控制系统供电, 且接收来自音频模块的AD采集信号, 将采集信号传入单片机P1.0口, 电解电容C5起滤波作用。USB接口电路如图6所示。为了方便了解供电状态和故障的检测排除, 给灯塔安有电源指示灯, 当给灯塔供电且单刀开关闭合时, 4个指示灯常亮。其中56Ω电阻起限流作用, 使LED在额定电流下工作。电源指示灯电路如图7所示。

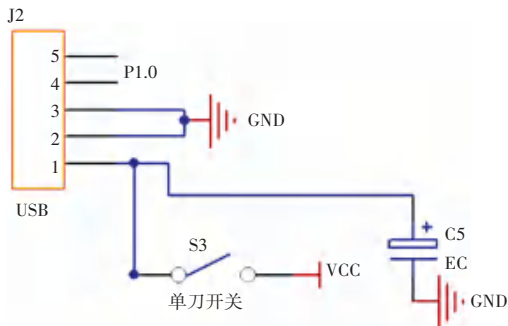


图6 USB接口电路

Fig. 6 The USB interface controlled circuit

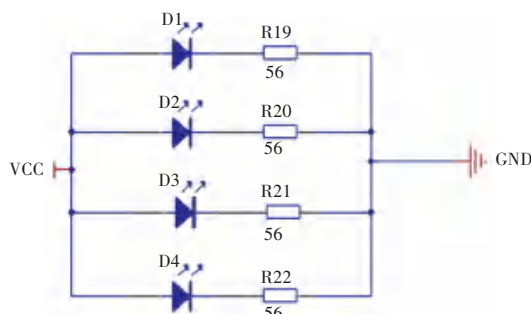


图 7 电源指示灯电路

Fig. 7 The power indicator circuit

## 1.6 灯塔调压电路

为方便家庭使用,灯塔以 AC220V 为直接供电电源,通过变压器降压、整流滤波、稳压模块稳压、DA 转化,输出 DC4.5V~5.5V 可调电压,为灯塔提供可调直流恒压源。选择可调的恒压源是为了方便对灯塔 LED 灯的亮度进行适当的调节,结构如图 8 所示。

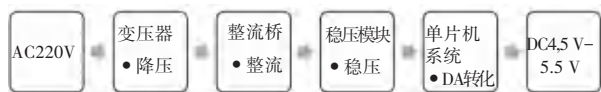


图 8 调压电路结构

Fig. 8 The structure of voltage regulating circuit

### 1.6.1 变压器降压及整流设计

变压器二次侧连接整流滤波电路,通过选择 RC 使放电时间常数近似为无穷大值,整流输出电压近似为一条幅值为二次侧电压峰值的直线,根据整流后的直流电压用于给 7815 和 7915 供电,因此最终决定整流输出电压在 50~55V 之间。由此确定变压器二次侧的电压有效值为  $\frac{50 \sim 55}{\sqrt{2}} = 35 \sim 39V$ ,因此

电压器变比约为 6。整流部分采用全桥不可控整流电路,相比于可控整流电路而言无需控制电路,相比于半桥电路对输出滤波电感的要求低,具有简单经济的特点。为保证输出直流电的稳定性,R、C 值应尽量大,R 值由二级电路的输入电阻所决定。最终选取  $C = 4700\mu f / 4700\mu f$ ,且稳压模块的输入电阻很大,得到输出波形近似为一条直线,其平均电压为 53.4V。整流二极管承受的最大电压为变压器二次侧电压的峰值,在整流二极管选取时,考虑 2~3 倍的安全裕量,电路用于给 LED 灯供电,功耗小,所以最终选择 150V 低功率的整流二极管。

### 1.6.2 稳压电路

电路的核心原件有 LM7815、LM7915、LM7805、LM7910 三端稳压芯片,具有短路保护,过热保护的功能,最高输出电流在 1A 及以上。在本设计中 LM7815 与 LM7915 构成输入电压为  $\pm 26.7V$ ,输出电

压为  $\pm 5V$  的稳压电路;LM7805 构成输入电压 15V,输出电压为 +5V 的稳压电路,其中 15V 为 7815 的输出电压;LM7910 构成输入电压为 -15V,输出电压为 -10V 的稳压电路。其中  $\pm 15V$  用于给运放提供偏置电压,+5V 用于给单片机以及 DAC0832 芯片供电,-10V 用于给 DAC0832 芯片提供基准电压,电路中的电容起滤波作用,避免电路中的噪声和杂波对电路产生干扰<sup>[3]</sup>。稳压电路如图 9 所示。

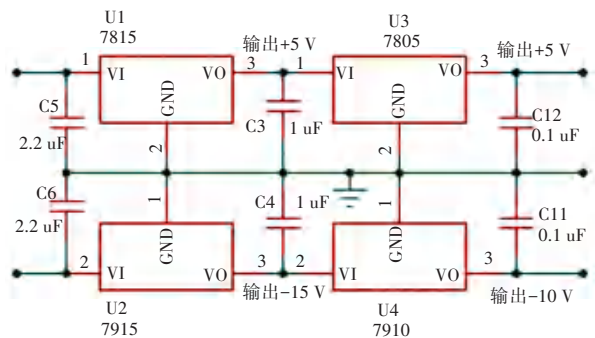


图 9 稳压电路

Fig. 9 Regulating circuit

### 1.6.3 调压模块的控制单元

由于只用到单片机简单的数据处理和输入输出功能,所以选择价格低且兼容 8051 内核,具有低功耗优点的 STC89C51RC 单片机,选用 12MHZ 晶振作为时钟,单片机的 P1 口用于控制数码管显示。由于 P0 口内部没有上拉电阻,且输出高电平时为高阻态,所以想要输出 5V 高电平需要外部的电路提供。P0 口通过上拉电阻与 P3.0、P3.1 配合实现数码管的动态显示,P3.6、P3.7 用于按键的检测,P2 口用于向 DAC0832 输送数字信号。其中 3 个数码管用来显示可调输出电压的大小,调压部分硬件连接如图 10 所示。

### 1.6.4 数模转换电路

为了操作方便保证部分精度,数模转换部分选用接口简单、易于控制,由 8 位 D/A 转换电路及转换控制电路构成的 DAC0832 转换集成芯片,用于实现输出可控电压,其中以 5V 为供电电源,-10V 为基准电压,P2 口为数字信号输入口,其连接电路如图 11 所示。本文中数模转换采用单极性输出方式:

$$V_{OUT} = -V_{REF} \times D / 256$$

$$D = 0 \sim 255, V_{OUT} = 0 \sim -V_{REF} \times 255 / 256$$

$$V_{REF} = -10V$$

$$V_{OUT} = 0 \sim 9.96V$$

### 1.6.5 运算电路

运算电路由减法器电路和 +5 电路组成,使 DAC0832 输出的 0~9.96V 电压转变为满足输出条件的 +4.5~+5.496V 电压,运算电路如图 12 所示<sup>[4]</sup>。

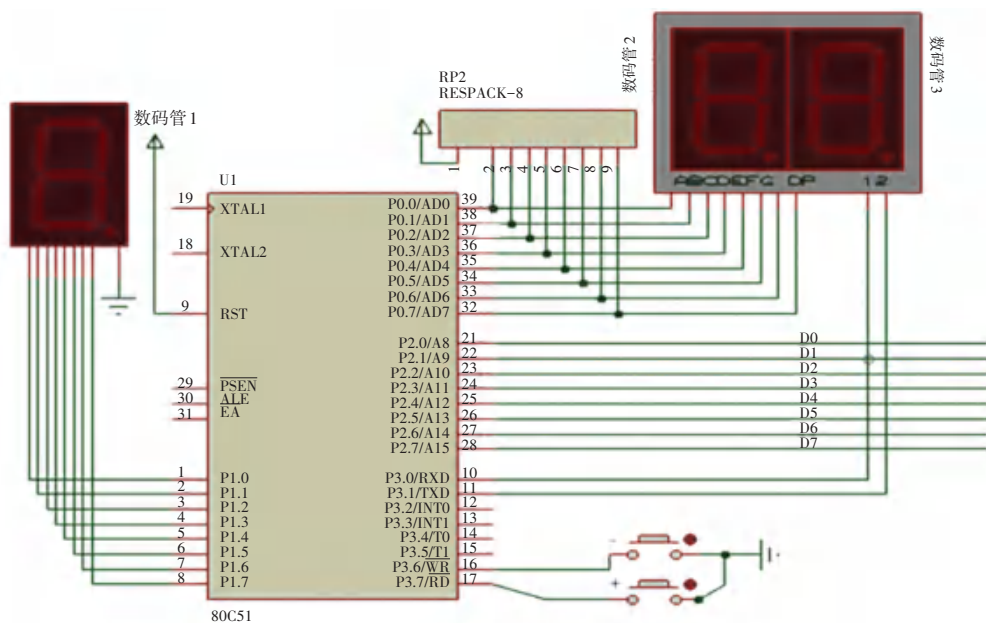


图 10 调压部分硬件连接

Fig. 10 The hardware connection of regulating the voltage part

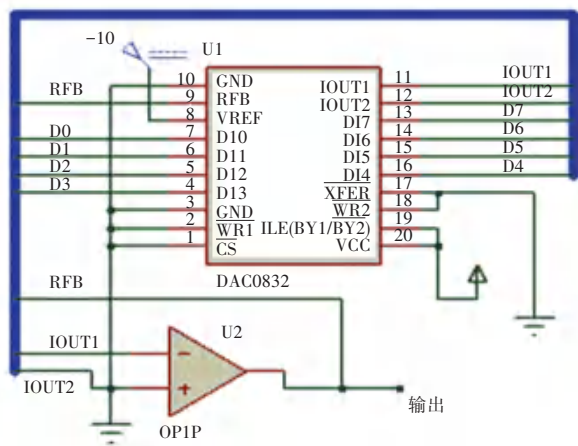


图 11 DAC0832 连接电路

Fig. 11 DAC0832 connection circuit

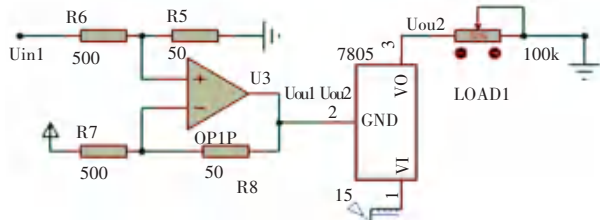


图 12 运算电路

Fig. 12 Operation circuit

由虚短虚断得出计算公式(1):

$$u_{ou1} = \frac{u_{in} R_1 (R_3 + R_4)}{(R_2 + R_1)_{R_3}} - \frac{5 R_4}{R_3} \quad (1)$$

$U_{in1} = 0 \sim 9.96 \text{ V}$ ;  $U_{ou1} = -0.5 \sim +0.496 \text{ V}$

由 7505 的使用方法可知式(2):

$$U_{ou2} = U_{in2} + 5$$

$$U_{in2} = -0.5 \sim +0.496 \text{ V} \quad (2)$$

$$U_{ou2} = +4.5 \sim +5.496 \text{ V}$$

## 2 灯塔软件设计

主程序用于显示 20 种动画,定时器中断 0 用于模式选择以及实现 4 种频谱表现方式,采用外部中断 0 对红外线数据进行采集。如图 13 所示。

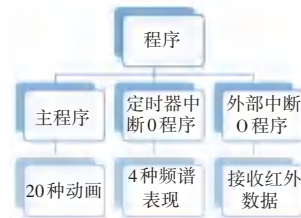


图 13 程序设计框图

Fig. 13 The block diagram of program design

## 3 灯塔系统的实现

**步骤 1** 将单片机等元器件焊接到 PCB 板上;

**步骤 2** 用铜柱将亚克力模板支撑起来将每一颗 LED 的正极负极成 90°;

**步骤 3** 制作塔身第一层 LED,选择在外围一圈模板制作。将 LED 头插入亚克力模板的最外一圈,负极脚朝外,相邻灯珠的正极脚焊接在一起,剪掉正极(长脚)焊接点以外的部分,如图 14 所示。其它层将选用不同的圈但制作方法相同;

**步骤 4** 塔顶最底层选择亚克力模板的第十圈制作只需要 5 颗 LED 即可,剩下的塔顶可任意发挥,但要确保阳极与第十六层的阳极相连,阴极与十六层的阴极等间隔相连;

**步骤 5** 将第一层 LED 的阴极焊接到 PCB 板的 J1-J16 焊接点上;

**步骤 6** 将相邻两层的阴极连接起来;

**步骤 7** 将每一层 LED 连接成的圈利用跳线和 J17-J32 连接在一起, 第一层和 J17 连接、第二层和 J18 连接, 以此类推。

按照上面步骤将灯塔焊接完成, 对控制单元及调压电路进行调试。



图 14 塔灯层焊接

Fig. 14 Tower lamp layer welding

### 4 结束语

本文设计制作的基于单片机的灯塔系统, 具有动画模式和频谱模式 2 种工作模式, 动画模式是由单片机控制输出灯塔的 20 种动画显示效果, 频谱模式是根据不同的音乐显示不同的动态效果, 2 种模式可以由按键切换, 还可以由遥控进行切换控制。通过系统调试, 最终实现了灯塔的动态运行。

### 参考文献

- [1] 宋馥莉. 单片机 C 语言实战开发 108 例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [2] 王博. 精通 Protues 电路设计与仿真[M]. 北京: 清华大学出版社, 2018.
- [3] 郑振宇. Altium Designer 19 电子设计速成实战宝典[M]. 北京: 电子工业出版社, 2019.
- [4] 刘爱华, 满宝元. 传感器原理与应用技术(第 2 版)[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.

(上接第 176 页)



图 6 用户付款页面

Fig. 6 User payment page

### 5 系统部署

阿里云是全球领先的云计算服务器, 致力于提供安全、可靠的计算和数据能力<sup>[5]</sup>。阿里云系统的部署分为 4 步。

- (1) 注册阿里云账号, 根据自己的需要选择服务器类型。
- (2) 配置安全组, 让所有用户都可以访问同一个端口。
- (3) 创建 ECS 云服务器实例。
- (4) 上传文件, 配置云服务器。

配置安全组时, 首先配置端口, 让所有用户 ip 都可以访问此端口。其中创建 ECS 云服务器实例可以提供系统运行需要的基础设施服务。ECS 云服务器开通和接入流程如图 7 所示。本项目使用的 FTP 上传文件, 桌面做为客户端, 云端为服务端, 连接后实现文件从电脑桌面上传到云端。最后将文件部署到 Apache 上, 在云端服务器启动 Apache 后, 即可在客户端浏览器的访问登录界面。

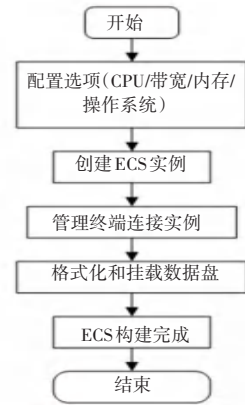


图 7 ECS 实例创建流程图

Fig. 7 ECS instance creation flowchart

### 6 结束语

本系统结合 WEB 开发技术, 设计了一款基于 Django 的机票预订信息系统, 并在开发完成后把该系统部署在阿里云服务器上。该系统实现了用户在航空公司对航班信息的管理及注册、登录、机票的预订和退票功能。方便于航空公司对后台航班数据的管理和维护, 该系统迁移性强、灵活度高, 有很大的实用价值和经济价值。

### 参考文献

- [1] 贾志娟. 基于 Django 框架的软件自动化测试分布式部署系统的研究与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2012.
- [2] 夏志富, 王哈璐, 李玉平, 等. 基于 Django 框架的智能商务监控系统的设计[J]. 微型机与应用, 2016, 35(12): 21-23.
- [3] MARTELLI A, RAVENSCROFT A, ASCHER D. Python cookbook [M]. CA: O 4 Reilly Medic.Ine, 2009.
- [4] 齐俊峰. 基于 Django 的校园管理系统的分析与开发[D]. 兰州: 兰州大学, 2013.
- [5] 叶庆仕. 高压远程测量云技术应用研究及系统研制[D]. 南京: 东南大学, 2017.