

一种智慧健康台灯设计

Design of A Kind of Intelligent and Healthy Desk Lamp

石雄飞 奚梦玲 陈柯屹 杨振华

Xiongfei Shi Mengling Xi Keyi Chen Zhenhua Yang

上海电机学院 中国·上海 200100

Shanghai Dianji University, Shanghai, 200100, China

摘要: 本设计采用 CH32V307VCT6 作为核心控制单元, 自主设计制作方案, 包括传感器信号采集处理、采集信息显示、台灯关断控制等, 最终完成一套能够实现语音、按键双链路控制、亮度随距离变化、且实时监测当前时间与使用时间的智能健康台灯控制系统。

Abstract: This design adopts CH32V307VCT6 as the core control unit, and independently designs the production scheme, including sensor signal acquisition and processing, collected information display, desk lamp turn-off control, etc., and finally completes a set of intelligent healthy desk lamp control system, which can realize voice and key dual-link control, the brightness changes with distance, and monitor the current time and use time in real time.

关键词: 智慧; 电子电路; 语音控制

Keywords: wisdom; electronic circuit; voice control

DOI: 10.12346/peti.v5i2.7997

1 主要设计思路及技术方案

智慧健康台灯控制系统是一个整体系统, 主要包含了三部分: 机械结构、硬件组成、软件程序。机械结构确定了台灯的整体框架, 好的机械结构不仅能够提高台灯作品的美观性, 还可以改善台灯的光照度, 使台灯可以有更好的性能等。硬件组成完成台灯运行的基本功能, 并保持一些特殊部分需求的基础。软件程序实现了一些特殊要求(语音控制开断、亮度随着到人体的距离改变而改变、显示实时时间和设定的任务信息)。

1.1 台灯机械结构

台灯机械结构严重影响设备在使用过程中的光照度, 并且还会影响设备的美观度。因此我们发光部分采用亚克力灯板, 在底部黏贴 LED 灯带, LED 灯板上还可以雕刻一些美丽的山水图案来增加设备的美观性。在灯板底部连接用光固化打印的支撑架, 进一步增加台灯的稳定性和美观性。

1.2 台灯开断控制

实现任务的第一步就是设备的开断控制, 采用语音控

制、机械按键控制双链路控制, 第一步。通过语音模块来采集语音信息转化为电信号并输出标志位 1 (STATE1) 状态, 第二步, 通过输入引脚来捕获按键输入状态, 并通过软件消抖的方式避免按键误触, 记录此时按键状态输出为标志位 2 (STATE2)。通过两个标志位的或运算结果最终的开关控制。

1.3 亮度控制

基于距离的智能台灯使用超声波传感器来检测台灯与人体之间的距离。超声波传感器通过发射超声波信号, 然后接收反射回来的信号, 通过计算信号的往返时间来确定台灯与人体之间的距离。这种技术能够高精度地测量距离, 同时对环境光照的变化不敏感, 保证了台灯的稳定性和可靠性。

一旦获取了人体距离的数据, 智能台灯会对返回的距离进行轨迹化处理。通过对一段时间内的距离数据进行统计和分析, 可以得到人体与台灯之间的距离变化趋势, 包括人体的靠近和远离的动态信息。

智能台灯会将得到的距离数据进行归一化处理, 以便更好地适应不同的台灯型号和距离范围。归一化处理可以将距

离数据转化为统一的标准，消除了不同台灯之间距离尺度的差异，使得数据更具可比性和一致性。

归一化处理后的数据将被等比例地作为 PWM（脉宽调制）的输出。PWM 技术可以通过控制电流的脉冲宽度来调节 LED 灯的亮度和模式，从而实现对台灯的精确控制。通过根据人体与台灯之间的距离调整 PWM 输出的占空比，智能台灯可以实现根据人体位置的变化来自动调节台灯的亮度和模式^[1]。

1.4 显示控制

这款设备拥有实时时间和日期获取以及显示功能，通过外接 ESP8266 Wi-Fi 模块实现与网络的连接。ESP8266 Wi-Fi 模块可以通过访问网站获取网络时间和日期信息，确保设备时间的准确性。

主控核心负责对从 ESP8266 Wi-Fi 模块获取到的时间和日期数据进行处理和结算。它可以根据获取到的时间和日期信息，对设备的内部时钟进行同步，并记录下设备的运行时间。同时，主控核心还可以提供给使用者一个接口，使得使用者可以自行向控制核心写入记录的内容，例如备忘、提醒等信息。

显示模块负责将处理后的时间、日期和用户记录的内容显示到屏幕上。这个显示模块可以采用液晶屏、LED 屏等形式，以清晰、直观的方式将信息展示给使用者。使用者可以通过屏幕上的界面来查看当前的时间、日期，以及自己添加的记录内容。

1.5 报警控制

当用户启动台灯时，其控制核心会迅速启动，开始监控台灯的使用情况。其中，定时器是控制台灯使用时间的关键工具之一。定时器会从台灯启动的那一刻开始计时，并且会记录下累计使用时间，以便后续的管理和控制。

除了记录累计使用时间外，用户还可以在台灯中设定一个阈值变量，用来限制每日的使用时间。例如，用户可以设置每天使用台灯的最大时间为 2h。一旦定时器累加值超过

设定的阈值，系统将触发警告机制。

当定时器累加值超过设定的阈值时，台灯内置的蜂鸣器会发出声音警告。这种警告声音可以是持续的蜂鸣声或者是短暂的警告声，以引起用户的注意。这样，用户就能够立即意识到自己已经超出设定的使用时间限制，从而提醒用户注意控制台灯的使用时间，避免长时间使用导致眼睛疲劳和健康问题^[2]。

2 硬件组成设计

2.1 电源管理模块设计

电源模块对于一个控制系统来说极其重要，关系到整个系统是否能够正常工作，因此在设计控制系统时应选好合适的电源（图 1）。

设备使用 7.2V 2000mAh 动力型锂离子电池供电，单片机、蜂鸣器、温湿度传感器、Wi-Fi 模块、超声波传感器、显示屏均使用 5V 电源，设备的 LED 点阵模块需要 6V 供电。

MP2307 是一个单片同步降压调节器，其效率高达 95%，为电路提供了快速瞬态响应和逐周期电流限制功能。其连续输出电流为 3A，峰值输出电流为 4A，工作输入范围 4.75V 至 23V，满足电路需要。AMS1086 采用热增强 8 针 SOIC 封装，其连续输出电流 3A，输出从 0.925V 到 20V 可调，频率固定 340kHz，同时拥有逐周期过电流保护和输入欠压锁定功能，效率同样高达 95%，满足电路需要。

2.2 驱动模块设计

本驱动模块使用了一种基于 BTN 芯片以及多传感器的直流电机驱动电路，TN 芯片可以节省 PCB 板空间，而且 BTN 具有电流检测、过温、过压、欠压、过流和短路保护等诊断功能，同时也加入 Wi-Fi 模块以及 OLED 显示，通过上位机以及 OLED 显示屏得到实时的时间、日期和距离等采集数据来更加直观的显示数据，多传感器能更加直观且精准地处理台灯的多种运作方式以及处理复杂且多样的信息（图 2）。

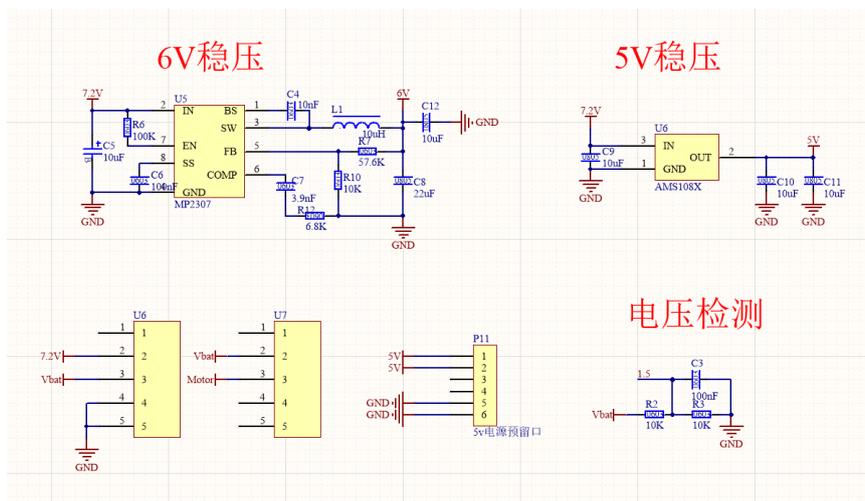


图 1 电源管理模块

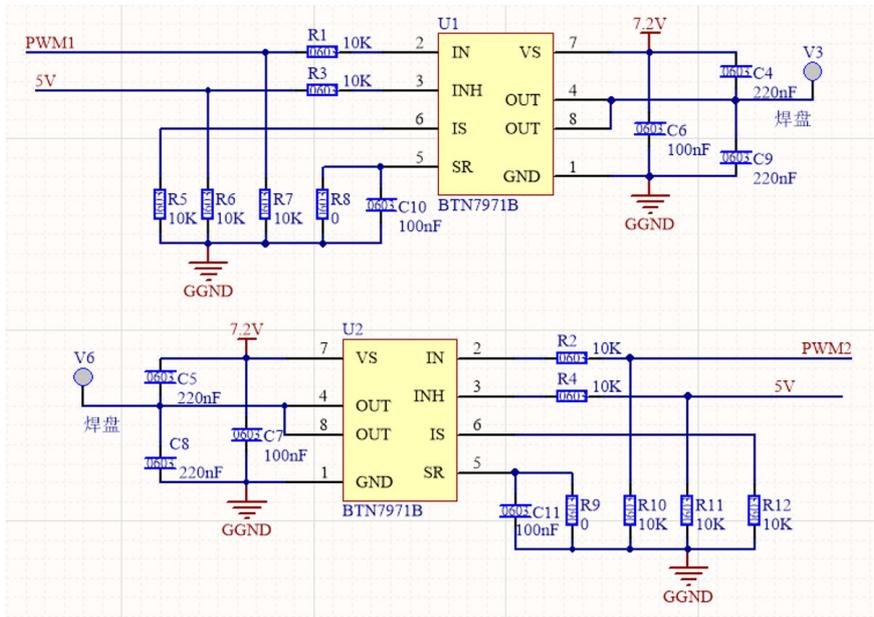


图 2 驱动模块

所述 BTN 芯片包括电流检测电路、控制驱动电路、一个 P 型 MOSFET 管和一个 N 型 MOSFET 管，可以灵活应用于控制驱动电路中，不仅可以简化电路设计，而且使得控制更加简单，在过温、过压、欠压、过流和短路的情况下，芯片会自动关断输入；当电流超过标定的最大电流时，通过 MCU 端的 I/O 使能引脚关断驱动芯片，为了防止系统在工作过程中因为芯片保护而停止工作，多传感器可以对接收到的各种不同的信息进行相应的处理，减少了在遇到不同的信息时对电机的控制不够全面和精确的问题。

2.3 报警模块

蜂鸣器报警电路的基本原理是利用 555 定时器作为控制器，通过其输出脉冲来控制蜂鸣器的振荡频率，从而产生声音报警的效果（图 3）。

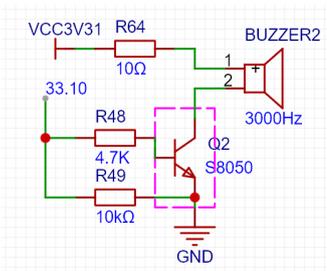


图 3 蜂鸣器报警电路

基本的蜂鸣器报警电路包括一个 555 定时器、一个 NPN 型晶体管以及一个蜂鸣器。555 定时器的输出引脚通过一个电阻和一个电容连接到其控制引脚，从而形成自由运行振荡回路。当 555 定时器的输出为高电平时，电流通过电阻和电容，产生一系列的脉冲信号，控制蜂鸣器的振荡频率。

蜂鸣器通常是一种压电式或电磁式的声音发生器，当电流通过其时，会产生声音。通过 NPN 型晶体管，将 555 定

时器的输出引脚与蜂鸣器连接，使其能够驱动蜂鸣器工作。当 555 定时器的输出为高电平时，NPN 型晶体管导通，电流通过蜂鸣器，使其发出声音^[3]。

3 软件程序设计

3.1 传感器采集处理

超声波是频率高于 20000Hz 的声波，它指向性强，能量消耗缓慢，在介质中传播的距离较远，因而经常用于测量距离。SR04 是利用超声波特性检测距离的传感器。其带有两个超声波探头，分别用作发射和接收超声波。其测量范围在 3~450cm。超声波发射器向某一方向发射超声波，在发射的同时开始计时，超声波在空气中传播，途中碰到障碍物就立即返回来，超声波接收器收到反射波就立即停止计时。声波在空气中的传播速度为 340m/s，根据计时器记录的时间 t，就可以计算出发射点距障碍物的距离 s，这就是时间差测距法。

即：

$$s=300\text{m/s} \times t/2$$

超声波模块有 4 个引脚，各功能如表 1 所示。

表 1 超声波模块功能

Vcc	电源 5V
Trig	触发引脚
Echo	回馈引脚
Gnd	地

超声波模块触发后，模块发送 8 个 40KHz 的超声波脉冲，并自动检测是否有信号返回。这一步会由模块内部自动完成。如有信号返回，Echo 引脚会输出高电平，高电平持续的时间就是超声波从发射到返回的时间。使用 PulseIn() 函数获

取到测距的结果，并计算出距离被测物的实际距离。

3.2 实时数据获取以及显示

设备通过控制内置的 ESP8266 Wi-Fi 模块访问网络，从而获取时间数据，并将这些数据返回给函数。这种方式使得台灯能够实现实时的时间获取和显示功能。

首先，ESP8266 Wi-Fi 模块作为一种常用的无线通信模块，被广泛应用于物联网设备中。在台灯中，它可以通过连接家庭 Wi-Fi 网络，与外部服务器进行通信，获取当前的时间和日期信息。通过调用采集函数 `WiFi_get()`，控制核心可以向 ESP8266 模块发送相应的指令，从而触发它去访问网络并获取时间数据。

获取到的时间数据通常以一种固定的格式返回给采集函数 `WiFi_get()`，如“年-月-日-时-分-秒”。这种格式便于后续的时间数据解析和处理。控制核心可以通过解析函数对获取到的时间数据进行解析，提取出年、月、日、时、分、秒等信息，并存储到相应的变量中。

一旦时间数据被解析并存储到变量中，台灯可以通过显示模块将这些时间数据显示到屏幕上。显示模块通常由 LED 显示屏或 LCD 屏幕组成，可以根据控制核心的指令，

在屏幕上显示时间信息，如“2023 年 04 月 11 日 15 时 30 分 45 秒”。这样，用户可以方便地看到当前的时间和日期，无需额外的手表或时钟。

4 结语

设计制作过程中，通过机械，电路，以及最重要的控制上的创新思想为源头，完成整体设计。在电路方面，CH32V307VCT6 主控板、驱动模块、电源模块、传感器模块、放大电路、辅助模块等七个模块分别设计，比较芯片优异和构造合适电路，最终确定现在的电路及整体机械结构。优质台灯的发展也在日新月异的加速，未来我们将考虑通过添加 APP 控制等元素来完善台灯，使台灯的功能更加完善。

参考文献

- [1] 狄新宇,刁宇杰,朱泓宇,等.基于ESP32的智能物联网台灯设计[J].林业机械与木工设备,2023,51(1):47-51+57.
- [2] 毛浩龙,高国伟,张开宇,等.用于物联网的温湿度智能台灯[J].传感器世界,2020,26(3):26-31.
- [3] 张凌燕,祝朝坤,鲁猛.基于STM32和机智云的智能台灯的设计与实现[J].电子产品世界,2018,25(5):59-62+78.