

基于 STM32 的防酒驾监测系统的设计^{*}

张 维

(陕西工业职业技术学院电气工程学院 咸阳 712000)

摘 要:基于单片机的酒驾监控系统在国内外受到了广泛关注与研究,其主要是通过集成单片机、酒精浓度传感器、A/D转换器及声光报警等模块,实现对驾驶员呼出气体中酒精浓度的实时监测与超标报警。目前研究重点关注高精度酒精传感器、数据融合技术、嵌入式系统开发以及系统的集成化与智能化等方面,而多数系统使用的51系列单片机其稳定性与准确性有待提高,系统功耗、通信速度以及环境适应性等都需要不断改进。根据系统易用性、可靠性以及安全稳定性等设计需求,设计了基于STM32的防酒驾监控系统,主要采用嵌入式系统进行开发与设计,包括硬件电路的功能设计与软件程序的调试与验证,并对系统整体各部分电路进行了具体的设计与功能分析,设计出满足需求的最小应用系统。软件采用最优化程序设计方法以使系统运行平稳。系统整体设计电路简化、操作方便、功能优化、成本较低。经过调试与检测,该系统能够精确检测酒精浓度,检测有效率为96.5%,误差不超过±5%,具有很好推广使用价值。

关键词:STM32;嵌入式;液晶显示;系统调试

中图分类号: TN7 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.10

Design of the anti drunk driving monitoring system based on STM32

Zhang Wei

(School of Electrical Engineering, Shaanxi Polytechnic Institute, Xianyang 712000, China)

Abstract: The drunk driving monitoring system based on single-chip microcontroller has received widespread attention and research both domestically and internationally. It mainly integrates modules such as single-chip microcontroller, alcohol concentration sensor, A/D converter, and sound and light alarm to achieve real-time monitoring and over limit alarm of alcohol concentration in the driver's exhaled gas. At present, research focuses on high-precision alcohol sensors, data fusion technology, embedded system development, and system integration and intelligence. However, the stability and accuracy of the 51 series microcontrollers used in most systems need to be improved, and system power consumption, communication speed, and environmental adaptability need to be continuously improved. Based on the design requirements of system usability, reliability, and safety stability, the paper designs the drunk driving monitoring system based on STM32. The system is mainly developed and designed using an embedded system, including the functional design of hardware circuits and the debugging and verification of software programs. Specific design and functional analysis of each part of the system circuit are carried out to design the minimum application system that meets the requirements. The software adopts optimization programming methods to ensure smooth system operation. The overall design of this system is simplified, easy to operate, functionally optimized, and cost-effective. After debugging and testing, the system can accurately detect alcohol concentration with an effective rate of 96.5% and an error of no more than ± 5%, making it highly valuable for promotion and use.

Keywords: STM32; embedded; LCD display; system debugging

收稿日期:2024-08-12

^{*} 基金项目:2024年度机械行业职业教育“产科教协同创新”课题项目(JXHYZD2024006)资助

0 引言

酒后驾车行为在现实生活中构成了严重的安全隐患,为了防止酒驾的发生,对于驾驶员进行必要的酒精监测从而提前预防酒驾的发生显得尤为重要。本文设计的基于STM32的酒驾监测系统,在现有酒驾预防技术领域展现出了独特的创新性和必要性。相较于传统酒驾检测方法及近年来的一些研究成果,本文系统不仅在硬件选型上体现了先进性,更在系统集成与功能实现上实现了突破。系统采用了MQ-3酒精传感器,该传感器以其高灵敏度、良好的选择性和长期稳定性,在众多酒精检测传感器中脱颖而出。与一些研究中使用的其他类型传感器(如电化学传感器或红外光谱传感器)相比,MQ-3传感器在成本效益、环境适应性和维护便捷性方面表现出色,更适用于车载实时检测的应用场景^[1-4]。另外,系统选用了STM32系列微控制器。STM32以其强大的处理能力、丰富的外设接口和高效的能耗管理,成为嵌入式系统设计的优选平台。与一些采用C51系列等单片机或专用ASIC芯片的系统相比,STM32提供了更高的灵活性和可扩展性,使得本文系统能够轻松应对未来可能的功能升级和扩展需求^[5-8]。在系统集成与功能实现方面,本文系统更是展现出了独特的创新性。通过STM32搭建出最优化的硬件系统,实现了对驾驶员饮酒状态的实时、精准监控。系统不仅能够不间断地采集空气中的酒精浓度信息,还能在检测到异常时立即触发报警机制,通过蜂鸣器等直观方式提醒驾驶员。此外,系统还具备数据存储、远程通信等扩展功能,为交通管理部门提供了更为全面、便捷的酒驾监控手段。

1 系统的原理与结构

设计主要由单片机最小系统构成,包含电源转换电路、按键电路、液晶显示电路、传感器外接电路、蜂鸣器和继电器电路等构成,整体结构框图如图1所示。在系统整体设计时,各子模块之间互不干扰,以实现系统的实用性、

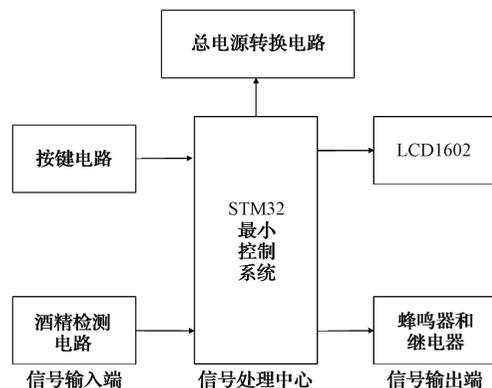


图1 嵌入式防酒驾系统设计框图

Fig.1 Design block diagram of embedded anti drunk driving system

可操作性以及拓展性。本文系统设计原理是经过传感器将酒精含量的初始值进行测量,传感器检测过程采用A/D模数转换,将数字信号通过I/O输入端送至STM32单片机,通过程序设计与标准值或者设定值进行比对,处理后的数据在LCD1602液晶屏中显示,同时,如果超过测量值,则蜂鸣器进行报警,继电器闭合,否则继电器断开^[2],具体设计框图如图1所示。相较于51系列单片机设计的该系统,STM32系统具有优异的功耗控制性能,支持多种低功耗模式,如睡眠模式、停止模式和待机模式,适用于需要长时间运行的酒精监测系统。另外,STM32芯片集成了数据采集、控制等多种功能,实现了复杂系统设计的电路简化性,从而减少了外部元件的数量和布线的冗余性。

2 系统硬件设计

2.1 嵌入式系统组成

本文设计是由STM32单片机为主控单元构成的酒精浓度检测系统,设计基于最简结构、最优组成的设计要求,主要设计分为信号输入端、信号处理中心、信号输出端3部分。系统由电源模块、STM32模块、MQ-3传感器模块、LCD液晶显示模块、报警模块、按键模块等部分构成。该系统的核心是STM32单片机最小系统,通过与外围各电路连接构成嵌入式最小系统^[3]。STM32单片机主要是对输出信号进行采集转换,并对外输出处理信号,在输入与输出模块之间架起一道桥梁。其他外围电路分别承担复位、报警、显示等相关功能。本文系统主要工作原理是以STM32作为主控器,按键设置酒精浓度参数,通过MQ-3传感器采集酒精浓度,转换成电信号后与STM32的模数转换端相连,经过STM32数据处理后在,在与单片机连接的液晶显示屏上显示酒精的浓度。当检测的浓度大于设定的阈值时,蜂鸣器进行报警;否则,小于阈值时,蜂鸣器不触发报警。STM32微控制器提供了非易失性存储(NVM)技术,可以使用内部Flash存储器模拟EEPROM来保存非易失性数据。掉电时,设置的参数可以进行保存。

2.2 核心芯片模块介绍

经过对比51系列、FPGA系列芯片、DSP系列芯片、PLC控制芯片等常用芯片,因STM32系列微控制器具有高性能、实时功能、数字信号处理、低功耗/低电压操作、连接性等特性。本文选择STM32系列芯片作为系统主控芯片,其基于ARM Cortex-M处理器,具有数据处理器、定时计数器、数据寄存器、中断处理器等4部分^[4]。由晶元和碳化硅组成的中断处理器一共有5个,中断0的优先级最高,用于复位信号中,中断4的优先级最低;由定时晶元以及触发芯片组成的定时计数器,晶元和触发芯片大都被应用在计数器或者定时器上,该芯片的时钟电路由计数器和定时器组成,并且计数器与定时器可以互相使用;数据存储由磁芯、磁盘、磁头组成,其外观形态是涡流状,其

内部有非常多个单元空间,每一个单元空间相互独立,其中8个空间被压缩成一个;数据经过处理器后通常由软件进行处理,数据被调用后进入存储器中,经过配置的结果也会重新储存。在存储器中,接着输出端口将整理好的数据发送至显示端口。STM32 供电范围是 3.3 ± 0.2 V,在芯片中其流通的效果是保持不变的。供电电压 < 3.1 V 的时候,电源的供电功率将无法达到芯片的最小启动功率,则单片机的芯片将无法运行,供电电压 > 5.5 V 时,为了防止单片机芯片不被烧坏,启动最大功率必须小于供电的功率。STM32 系列的芯片内部自带 256 KB 的存储器 (SRAM),不需要扩展外部存储器。STM32 芯片的系统反应速度优于其他系统,并且 STM32 芯片的 GPIO 口都拥有复合的功能,STM32 系列管脚功能图如图 2 所示。

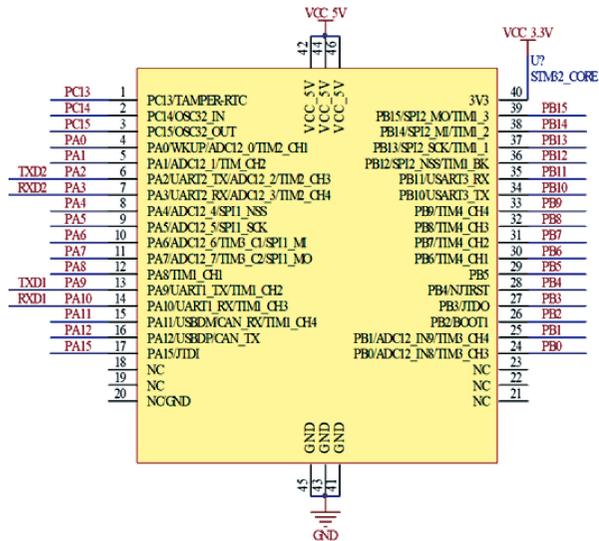


图 2 STM32 系列管脚功能

Fig. 2 STM32 series pin function diagram

2.3 外电源转换电路

该系统的输入电压是 AC220 V,通过整流、降压、滤波稳压得到输出 DC5 V,外电源转换框图如图 3 所示。



图 3 外电源转换电路框图

Fig. 3 Block diagram of external power conversion circuit

STM32 系列的 MCU 芯片,其工作电压通常是 3.1~3.5 V,标准电压通常为 3.3 V,系统输入电压是 AC220 V,通过整流和降压后,其输出 DC5V 连接设备电源的输入端,又通过二次降压的输出为 MCU 芯片的工作电压,能够将 DC5V 转化为 3.3 V 的输出,其拥有低功耗并且输出稳定的特点^[5],不过其输入电压与输出电压成正比。电源降压电路框图如图 4 所示。



图 4 电源降压电路框图

Fig. 4 Block diagram of power supply voltage reduction circuit

2.4 酒精检测电路

MQ-3 气体探测器因其高灵敏度、选择性、快速响应与恢复时间、稳定性与可靠性、简单易用的电路设计、广泛的应用基础以及成本效益等优点,成为酒精监测系统中检测酒精浓度的理想选择。因此,本文选择由 SinO_2 材料制成的 MQ-3 气体探测器作为本系统的检测酒精浓度传感器。它在清洁环境中导电性非常低,将其置于酒精蒸汽中时,它的电导率将会随着酒精蒸汽浓度的增大而增高。将 MQ-3 气体探测器与 STM32 模拟输入端相连,即可根据酒精浓度不同使得它将气体浓度转换为模拟电压输入。

在检测电路的设计中,通过电路连接,就能测出导电性的信号值与酒精气体浓度变化值成正比^[6]。该传感器的特点有响应速度很快、灵敏度非常高、抗干扰能力强,由于这个传感器能够长时间处于工作状态,因此该传感器已经被广泛使用。使用 MQ-3 气体探测器需要预启动一段时间。当空气中含有酒精含量被该传感器检测到时,其导通率将会突然增大,会与酒精浓度成正比增长^[7]。当 MQ-3 检测到酒精时会迅速把电信号发送至模数转换模块。

如图 5 所示,酒精传感器一共包含 6 个引脚,其中 1、2 和 3 号引脚接到电源 VCC 上,2 号引脚和 5 号引脚之间存在一个电阻丝,其将随着气体浓度变化阻值便发生改变,并且 5 号引脚串联了一个电阻接在 GND 上,形成了分压电路,6 号引脚通往单片机,4 号引脚串联了一个电阻接在

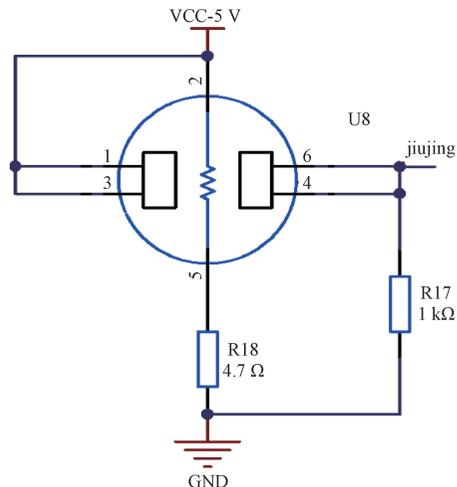


图 5 酒精检测电路接线

Fig. 5 Wiring diagram of alcohol detection circuit

GND。6号引脚输出的模拟信号量,通往 STM32 内置的模数转换模块^[8]。

表 1 酒精浓度阈值设定

Table 1 Setting of alcohol concentration threshold

酒驾状态	酒精浓度 (mg/100 mL)	预警等级	蜂鸣器状态
正常	<20	0	不报警
饮酒	20~80	1	间歇报警
醉酒	>80	2	持续报警

2.5 液晶显示电路

LCD1602 显示效果好、显示内容丰富、低功耗、易于控制、节省空间、成本低廉以及易于读取等优点,因此本文选择该芯片作为显示的主要设备。LCD1602 是 HD44780 的第二代产品,与其不同的是 HD44780 是由物理模拟量所控制,LCD1602 是由数字量所控制,因此 LCD1602 比前一代产品精确度更高。其主要是由存储器、处理单元以及显示晶元 3 个部分构成。存储处理单元输出数据的是 CGROM,存储液晶屏底层显示程序的是 CDROM,存储控制中心发送的数据的是 DDRAM^[9]。

LCD1602 的电压区间一般为 5 ± 0.5 V,额定电压通常是 5 V,该系统的输入电压是 5 V,不用再另外增加电源。此液晶显示模块采用的时双电源供电模式,一个电源是通过系统硬件单元供电的,而另一电源则是通过背光电源供电的,背光电源的电路是由电位器控制的,一般调整电位器的阻值就可以控制背光的亮度,可以达到改变液晶屏清晰度的问题。该液晶屏一共有 8 根数据线,其总计能够显示出 28 种字符,液晶屏的处理单元收到从控制中心传送过来的二进制数据后,通过字符变量以及对比,从而将需要显示的内容显示出来,根据本设计需要,电气连接如图 6 所示。

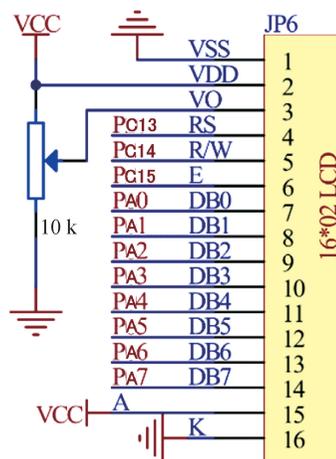


图 6 LCD1602 液晶显示电路接线

Fig. 6 LCD1602 LCD display circuit wiring diagram

2.6 蜂鸣器控制电路

蜂鸣器作为该设计系统的报警模块,蜂鸣器通常分为有源蜂鸣器以及无源蜂鸣器两种。其中无源蜂鸣器的控制电路很简单、功耗非常低,无源蜂鸣器通过单片机的 GPIO 口可以直接控制,但缺点是蜂鸣声非常小,因此本设计系统不选择使用。而有源蜂鸣器一般需要进行外部供电,其音量可以通过 PWM 进行控制。蜂鸣器的供电电压范围一般为 5 ± 0.5 V,额定电压一般是 5 V^[8],其与系统的输入电压是相同的,于是不用添加电源转换电路,并且通常蜂鸣器的启动功耗是 0.3 W,可是单片机的 GPIO 最大功耗通常只有 0.2 W,其功耗低于蜂鸣器的启动功耗,因此需要在放大区上引用一个三极管,此电路使用的三极管型号为 8050,其放大倍数是 10^2 倍,这样便可提高单片机的 GPIO 管脚的带载能力,蜂鸣器控制电路^[10]如图 7 所示。

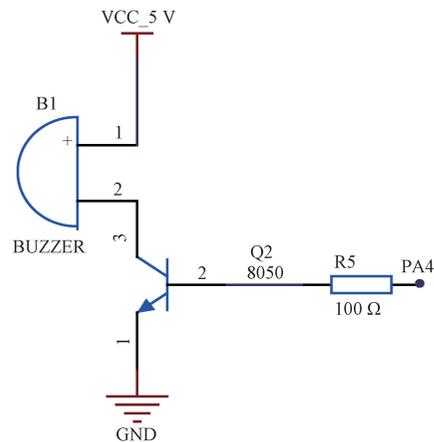


图 7 蜂鸣器控制电路

Fig. 7 Buzzer control circuit

由图 7 可知,当三极管 8050 处于关断状态时,蜂鸣器被置于关断状态;反之,当三极管 8050 导通时,该系统的运行稳定,则蜂鸣器正常启动运行。 R_5 为一个电阻,可以防止三极管过电流造成单片机 GPIO 口毁坏。通常单片机 GPIO 端口的 PA4 处于低电平状态下,三极管截止,当 PA4 的电平由低跳成高,则三极管处于 8050 导通状态,蜂鸣器启动运行。该控制系统蜂鸣器的驱动占空比将始终保持为 1 或 0^[11]。

2.7 继电器驱动与控制电路

将继电器作为该设计系统的控制模块,继电器一般由铁芯、线圈、衔铁、触点簧片等组成的。只要在线圈两端加上一定的电压,线圈中就会流过一定的电流,从而产生电磁效应,衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服返回弹簧的拉力吸向铁芯,从而带动衔铁的动触点与静触点(常开触点)吸合。当线圈断电后,电磁的吸力也随之消失,衔铁就会在弹簧的反作用力返回原来的位置,使动触点与原来的静触点(常闭触点)释放。这样吸合、释放,从而达到了在

电路中的导通、切断的目的。LED 二极管主要是起到警示的作用,当浓度超过一定数值后将点亮以示警示。继电器驱动与控制电路^[12]如图 8 所示。

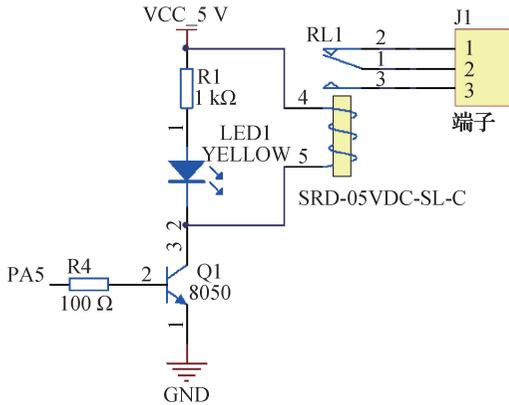


图 8 继电器驱动与控制电路

Fig. 8 Relay drive and control circuit

由图 8 可知,4、5 引脚为电源引脚,不分正负;当继电器处于不上电状态下,1、2 导通,1、3 不导通;当继电器处于上电状态下,1、3 导通,1、2 不导通。继电器驱动控制电路同样采用三极管控制,与蜂鸣器相同。

3 系统软件设计

本文采用 Keil5 MDK 版本软件进行编程设计,主程序通过实时与 A/D 模块进行数据交换,读取到气体中的酒精浓度含量,随后将此浓度与预设的酒精安全浓度值进行比较。若检测到的浓度超出安全范围,则控制声光模块发出酒驾提醒;反之,若未超出安全值,则不进行报警。同时,根据检测到的酒精浓度值,对继电器和报警阈值进行相应的控制。系统的软件设计具体的流程如图 9 所示。

3.1 系统按键软件设计

当按键连接的 I/O 口出现 0 时,中断处理开始,等待 1 ms 后,系统继续输出低电平,就会默认按键按下,系统则会运行其子程序,并根据指示做出对应的动作,按键程序流程如图 10 所示。

3.2 酒精浓度测量程序设计

本文控制系统模块通过 MQ-3 酒精传感器来进行测量的,工作原理是将收集到的酒精含量转化为电信号并将其发送到 A/D 转换器,由 A/D 转换为相应的数字量,经传输模块进入到单片机,再由控制中心进行编译并输出酒精浓度信号^[13]。其 A/D 转化的核心程序如图 11 所示。

4 系统试验结果与分析

4.1 系统调试环境搭建

STM32 酒精监测系统的系统调试需要使用到 Keil uVision5 等编程环境、ST-LINK/V2 等调试器、串口调试助手等软件版本,以及 STM32 单片机、酒精传感器、显示

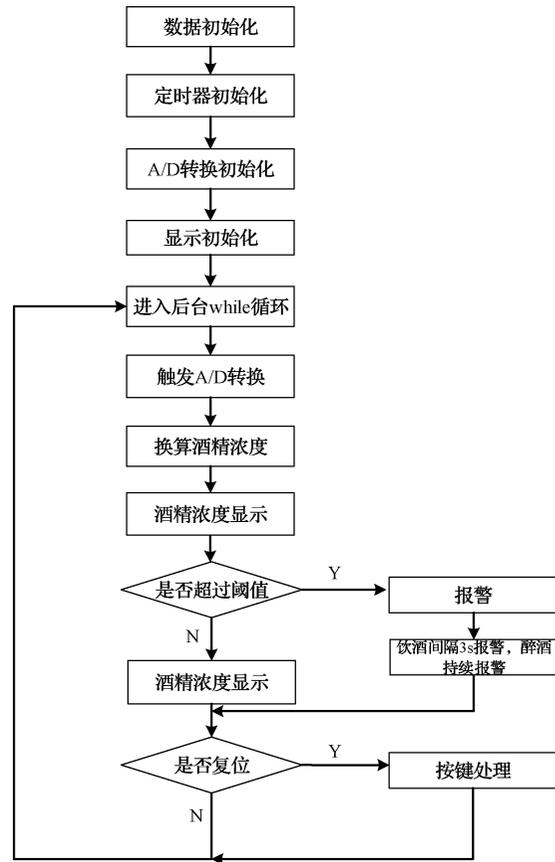


图 9 系统整体流程

Fig. 9 Overall system flow chart

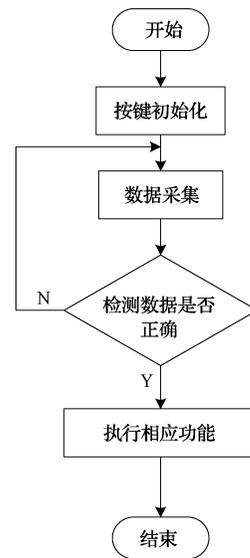


图 10 按键程序流程

Fig. 10 Key program flow chart

模块、报警模块等硬件环境。同时,还需要借助示波器、万用表等调试工具进行系统调试。根据本系统的软硬件设计,首先搭建系统设计测试板,确认此测试板满足该系统

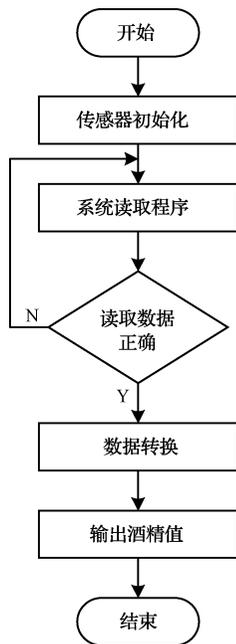


图 11 酒精传感器程序运行流程

Fig. 11 Operating flowchart of alcohol sensor program

要求的设计功能后,使用 AD 软件进行原理图绘制,编译电路后,进行 PCB 板子的封装工作,完成系统的整体样机制作。

将元器件按照参数进行分类,用万用表检测元器件并归类放置,测验各个电阻、电容以及三极管的量程是否有效;在板上规划好元器件放置的方位,继电器放置于板子左上方, MQ-3 酒精检测器放置于板子右上方,继电器下方放置蜂鸣器,单片机芯片放在板子中心位置,最下方放置 LCD1602 显示屏。防酒驾控制系统的布局规划好后,按照之前规划的将各个元器件放置在板上。元器件均正确放置在板上检查无误后,然后根据电气原理用焊笔将各个管脚焊接在面包板上,用尖嘴钳将裸露线条修剪。最后检验各个管脚有无虚焊、漏焊等现象,此类现象会出现板子短路或断路等故障^[14]。

4.2 系统软件调试

经过测试软件编译完成,然后对编译完成的程序生成 HEX 格式文件,在 proteus 上绘制电气原理图,将生成的文件加载在仿真电路中,判断该系统功能能否完全实现,如 proteus 内部无法正常运行,则该设计存在缺陷,应查找软件是否存在逻辑上的错误;假如 proteus 内部可以正常运行,就要去验证各个单元是否存在漏洞,各函数定义是否准确无误,最后判断各个中断点是否添加完好。通过实际仿真,该系统软件符合设计需求。

4.3 关键器件验证

打开启动电源,首先用万用表判断各个触点有无短路、断路等异常现象,并测量每个器件的电气参数是否符合设定范围,按下复位键,系统能否正常复位。通过实际

验证,该系统器件符合设计需求。

4.4 系统硬件调试

经过编译后,软件整体没有问题后,用下载器将软件烧写在芯片上进行可靠性能的确证工作,主要从如下两点实施^[15]。

1) 功能确认,确定之前步骤没有问题后,方可开始下一步验证,将各项功能指标进行分析。MQ-3 传感器模块接好 VCC 和 GND,模块电源指示灯会亮。使用前,供电至少预热 2 min 以上。模块在无酒精气体挥发时,数字接口输出高电平,模拟接口电压基本为 0 V 左右。当酒精气体影响超过设定阈值时,模块数字接口输出低电平,数字指示灯亮,模拟接口输出的电压会随着气体的影响慢慢增大, A0 输出 0.1~0.3 V,浓度电压高可达 4 V 左右。

2) 环境测试,将成品放置于高温下,查看系统是否受高温影响,对实验数据进行分析改进,最终通过验证,证明该硬件设计能够在高温下可靠运行。

4.5 系统联调分析

进行系统硬件与软件调试后,可进行系统的联调工作。接通系统电源,需要让 MQ-3 传感器预热 20 s,然后用准备好的 75% 的消毒酒精与棉签进行系统的验证。测试中,如果数值 < 20 是没有喝酒;如果数值在 20~80 之间则表示饮酒,但没有达到醉酒的范围,指示灯点亮,蜂鸣器间歇报警;如果 > 80 则表示饮酒且属于醉酒的状态,则指示灯点亮且蜂鸣器持续报警。

1) 电源接通后,LED 显示的是初始化画面,酒精质量浓度显示为 0,单位为 mg/dL,报警值为 20 mg/dL。

2) 用蘸取酒的棉签刚靠近传感器时,LED 屏显示酒精质量浓度为 40,则表示饮酒状态,指示灯点亮且蜂鸣器间歇报警。

3) 蘸取酒的棉签长时间靠近传感器时,LED 屏显示酒精质量浓度慢慢增加为最大值为 98,超过 80 上限后,则表示醉酒状态,指示灯点亮且蜂鸣器持续报警。

经过测试板的反复 100 次以上的测试结果对比分析,系统检测精度高,检测的有效率约为 96.5%,误差为 ±4.9%。由于实际使用检测中具有大量不确定的因素,例如其会受到空气湿度、温度及所处环境的干扰,在测试的过程受到干扰从而影响系统验证结果,也会造成系统所采集到的信号与实际的信号有所偏差。可采用分析系统的波动参数对系统进行调解校正,使得该系统能够达到系统的设计目标。

5 结论

本文介绍了基于 STM32 防酒驾监控系统的整体设计过程,包含 STM32 单片机、MQ-3 酒精传感器、LCD1602 液晶屏显示器、蜂鸣器以及继电器等设计硬件电路的介绍与软件调试等内容。系统可以准确、快速地测量酒精质量浓度,如酒精质量浓度达到报警阈值时,系统发出声光报警,提示驾驶员饮酒情况。系统具有设计简化、便携实用

等特点,可广泛应用于驾驶员酒精检测之用。STM32 系列单片机提供了丰富的外设接口和高度集成的功能,可以灵活地进行连接和通信。Keil MDK 等编程环境提供了强大的调试和编程功能,可以使开发人员能够快速地编写和调试程序。通过反复的系统调试和测试,STM32 酒精监测系统的稳定性和可靠性相较于 C51 系列单片机有了显著提升,系统的整体性能较好。在长时间运行过程中,系统可能会遇到各种异常情况,如电源波动、电磁干扰等。为了提高系统的稳定性,系统在后续的使用中可增加相应的保护措施和容错机制,还可以增加用户友好界面和交互设计,如使用触摸屏或语音提示等方式来显示检测结果和报警信息,提高用户的使用体验。

参 考 文 献

- [1] 李昂洲. 基于单片机的防酒驾控制系统设计和实现[J]. 信息与电脑, 2021, 33(22): 101-104.
LI ANG ZH. Design and implementation of anti drunk driving control system based on single chip microcomputer [J]. Information and Computer, 2021, 33(22): 101-104.
- [2] 刘贵胜, 尹波. 基于单片机的智能防酒驾装置设计[J]. 科学技术创新, 2020, 6(17): 84-85.
LIU G SH, YIN B. Design of intelligent anti drunk driving device based on single chip microcomputer [J]. Science and Technology Innovation, 2020, 6(17): 84-85.
- [3] 贺焕利, 王宇峰, 章丽. 基于 Arduino 的车辆防酒驾系统[J]. 湖北汽车工业学院学报, 2022, 36(1): 63-65.
HE H L, WANG Y F, ZHANG L. A vehicle anti drunk driving system based on Arduino [J]. Journal of Hubei University of Automotive Industry, 2022, 36(1): 63-65.
- [4] 林小芳. 基于单片机的防酒驾检测系统设计研究[J]. 物联网技术, 2021, 11(9): 9-10.
LIN X F. Design and research of anti drunk driving detection system based on single chip microcomputer [J]. Internet of Things Technology, 2021, 11(9): 9-10.
- [5] 郭新伟, 李雅青, 袁凯, 等. 基于 STM32 的智能防酒驾装置设计真 [J]. 自动化应用, 2020, 4(4): 138-139.
GUO X W, LI Y Q, YUAN K, et al. Design of intelligent anti drunk driving device based on STM32 [J]. Automation Application, 2020, 4(4): 138-139.
- [6] 金韦利, 张贇宁, 姜礼华. 基于单片机的防酒驾控制系统设计[J]. 传感器与微系统, 2019, 38(10): 96-97.
JIN W L, ZHANG Y N, JIANG L H. Design of anti drunk driving control system based on single chip microcomputer [J]. Sensors and Microsystems, 2019, 38(10): 96-97.
- [7] 张子扬, 李洪璠. 一种车载防酒驾智能控制系统[J]. 电子测试, 2021, 11(22): 37-38.
ZHANG Z Y, LI H F. An intelligent control system for preventing drunk driving in vehicles [J]. Electronic Testing, 2021, 11(22): 37-38.
- [8] 朱宵月, 王子冲, 刘洪伟, 等. 基于 STM32 的智能防酒驾控制系统[J]. 河北农机, 2021, 4(7): 114-115.
ZHU X Y, WANG Z CH, LIU H W, et al. Intelligent anti drunk driving control system based on STM32 [J]. Hebei Agricultural Machinery, 2021, 4(7): 114-115.
- [9] 胡勇, 彭进香, 彭宇航, 等. 基于单片机的智能防酒驾系统研究 [J]. 现代工业经济和信息化, 2020, 10(11): 31-32.
HU Y, PENG J X, PENG Y H, et al. Research on intelligent anti drunk driving system based on single chip microcomputer [J]. Modern Industrial Economy and Informatization, 2020, 10(11): 31-32.
- [10] 王松林. 基于单片机的防酒驾控制系统设计[J]. 信息与电脑, 2018, 11(22): 118-119.
WANG S L. Design of anti drunk driving control system based on single chip microcomputer [J]. Information and Computers, 2018, 11(22): 118-119.
- [11] 吴狄, 李意, 袁灵, 等. 基于 AT89C51 单片机的智能防酒驾系统设计与研究[J]. 南方农机, 2020, 51(20): 83-84.
WU D, LI Y, YUAN J, et al. Design and research of intelligent anti drunk driving system based on AT89C51 single chip microcomputer [J]. Southern Agricultural Machinery, 2020, 51(20): 83-84.
- [12] 铁争鸣. 汽车防酒驾控制装置设计研究[J]. 微型电脑应用, 2020, 36(5): 120-123.
TIE ZH M. Design and research on anti drunk driving control device for automobiles [J]. Microcomputer Applications, 2020, 36(5): 120-123.
- [13] 张耀, 谢娅娅. 防酒驾系统研究与探索[J]. 信息通信, 2019, 10(10): 74-75.
ZHANG Y, XIE Y Y. Research and exploration of anti drunk driving system [J]. Information and Communication, 2019, 10(10): 74-75.
- [14] 桑楠, 干为民, 周旋, 等. 汽车防酒驾控制系统设

- 计[J]. 常州工学院学报, 2018, 31(3): 28-33.
- SANG N, GAN W M, ZHOU X, et al. Design of anti drunk driving control system for automobiles [J]. Journal of Changzhou Institute of Technology, 2018, 31(3): 28-33.
- [15] 刘子扬, 苏祺钧, 陈万通. 基于单片机的防酒驾系统设计[J]. 电子技术 2018, 47(8): 58-60.
- LIU Z Y, SU Q J, CHEN W T. Design of anti drunk

driving system based on single chip microcomputer [J]. Electronic Technology 2018, 47(8): 58-60.

作者简介

张维, 硕士研究生, 副教授, 主要研究方向为电力电子技术、过程控制技术、自动化控制系统设计。
E-mail: 278974280@qq.com