

# 基于STM32的车载智能酒精锁开发

胡鑫<sup>1\*</sup>, 刘娟<sup>1</sup>, 吴俊杰<sup>1</sup>, 高鹏<sup>1</sup>, 雍文<sup>2</sup>, 葛亮<sup>2</sup>, 曾文<sup>3</sup>

<sup>1</sup>西南石油大学电气信息学院, 四川 成都

<sup>2</sup>西南石油大学机电工程学院, 四川 成都

<sup>3</sup>重庆大学材料科学与工程学院, 重庆

收稿日期: 2024年4月9日; 录用日期: 2024年5月9日; 发布日期: 2024年5月17日

## 摘要

酒后驾驶容易引发交通事故, 对生命财产安全构成极大的威胁。针对此问题, 本研究基于STM32单片机设计了一种能够防止酒后驾驶的车载智能酒精锁系统。系统首先使用高灵敏度酒精传感器验证酒精检测的灵敏性和准确性, 后根据检测结果进行判断并相应动作。本系统的设计创新点在于采用集成化设计、多模态反馈、远程通知功能、低功耗设计, 提高了系统的便捷性和实用性。通过对系统进行不同酒精浓度的多组测试, 测试结果表明本系统能够进行较为准确的酒精浓度判断, 系统动作具有一定的可靠性, 对预防酒驾起着重要的作用。

## 关键词

车载智能酒精锁, 单片机, 防酒驾, 数据处理

# Development of Vehicle Intelligent Alcohol Lock Based on STM32

Xin Hu<sup>1\*</sup>, Juan Liu<sup>1</sup>, Junjie Wu<sup>1</sup>, Peng Gao<sup>1</sup>, Wen Yong<sup>2</sup>, Liang Ge<sup>2</sup>, Wen Zeng<sup>3</sup>

<sup>1</sup>School of Electrical Engineering and Information, Southwest Petroleum University, Chengdu Sichuan

<sup>2</sup>School of Mechatronic Engineering, Southwest Petroleum University, Chengdu Sichuan

<sup>3</sup>College of Materials Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing

Received: Apr. 9<sup>th</sup>, 2024; accepted: May 9<sup>th</sup>, 2024; published: May 17<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Drunk driving is easy to cause traffic accidents and poses a great threat to life and property safety.

\*通讯作者。

文章引用: 胡鑫, 刘娟, 吴俊杰, 高鹏, 雍文, 葛亮, 曾文. 基于 STM32 的车载智能酒精锁开发[J]. 电路与系统, 2023, 12(4): 39-46. DOI: 10.12677/OJCS.2023.124005

To solve this problem, this study designed a vehicle intelligent alcohol lock system based on STM32 microcontroller to prevent drunk driving. The system first uses a high-sensitivity alcohol sensor to verify the sensitivity and accuracy of alcohol detection, and then judges and acts accordingly according to the detection results. The design innovation of this system lies in the use of integrated design, multi-modal feedback, remote notification function, and low-power design, which improves the convenience and practicability of the system. Through the multi-group test of different alcohol concentrations, the test results show that the system can judge the alcohol concentration more accurately, and the system action has certain reliability in preventing drunk driving plays an important role.

## Keywords

Vehicle Intelligent Alcohol Lock, Single Chip Microcomputer, Drunk Driving Prevention, Data Processing

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

如今,汽车已成为现代人生活中不可缺少的交通工具,随着汽车的增多,酒后驾驶造成交通事故的事件也越来越频繁,据世界卫生组织的事故调查数据显示,酒后驾车是导致交通事故发生的主要原因之一[1]。据统计,2021年起诉刑事犯罪共174万余人,其中35万余人起诉为危险驾驶罪,占总体刑事犯罪的20%,排名第一[2]。我国对酒驾采取严厉的惩罚措施,将血液中酒精含量达到20 mg/100mL定义为饮酒驾驶,且规定这属于违法行为。

为了减少因酒后驾驶引起的交通事故,国内外采取了多种防酒驾技术。比如国外的“酒精锁”、“酒精探测仪”、“防酒驾手机”、“激光探测”等。国内常见的就是“醉酒止停”与交警的测酒驾仪。“醉酒止停”系统,能从根本上杜绝酒驾,防患于未然,但依旧存在着许多弊端,如在无法判别乘客喝酒还是司机酒驾的情况下盲目制停、司机喝酒找人代测而汽车正常启动却没有补救措施、司机喝酒意识模糊破坏制停装置而没有补救措施;“酒精探测仪”能在一定程度上减少酒驾,虽然交警对酒驾检查很严格,但仍然避免不了一些违法者酒后驾驶的现象,只靠单纯的人力来控制酒驾显然并不能排除所有可能酒驾的情况,这就需要采用智能手段来监控该行为,以杜绝酒驾现象的发生[3]。国内很多汽车生产商和相关企业都开始考虑从源头来解决这个问题。对于预防酒驾,目前市面上也有一种类似的“酒精锁”的仪器,车辆安装这个仪器后,在启动前,对驾驶者呼出的气体进行检测,根据检测结果控制车辆的启动与否。但这个仪器只能在汽车启动前后有限的一段时间里保证启动者不是酒驾,在行驶的过程中驾驶员是否是启动者仍不能确定[4]。

国内外防酒驾现状表明酒驾行为检测方法有三种[5]:最常见的是由交警等相关人员使用便携式吹气酒精检测仪对驾驶人员进行酒精检测,这种方法准确性较高,但耗时耗力;第二种是抽血检查,检测驾驶员血液中的酒精浓度,这种方法耗时较长;第三种是采用车载酒精检测仪[6],通过驾驶员呼出的气体浓度来检测驾驶员血液中的酒精浓度,这种方法检测方便且准确度较高,将是今后较为主流的检测方法。

综上所述,本研究针对汽车酒驾检测提高准确性和可靠性展开研究,设计基于STM32单片机设计一款车载智能酒精锁,通过高灵敏度的呼气式酒精传感器检测司机的酒精摄入量,当司机体内酒精浓度超

标时, 控制系统会自动切断汽车启动系统, 使汽车无法正常启动, 同时通知预设联系人, 尽量减少交通事故的发生。该系统将酒精检测、数据处理、语音提示、位置定位、通信通知等多个功能集成在一个设备中, 提高了系统的便捷性和实用性; 利用 STM32 单片机的强大处理能力, 实现了对酒精传感器数据的实时处理和逻辑判断, 提高了系统的响应速度和准确性; 系统不仅通过显示屏显示酒精浓度, 还通过语音播报模块提醒驾驶员, 增加了警示的直观性和有效性; 当检测到酒精浓度超标时, 系统能够自动发送车辆位置和驾驶员状态信息到预设联系人, 这一功能在紧急情况下尤其有用, 可以及时得到援助, 从而更好地保障交通秩序和人们的出行安全, 构建和谐的交通环境。

## 2. 系统设计原理

车载智能酒精锁的主要组成部分如图 1 所示, 主要由 STM32 单片机、酒精传感器、语音播报模块、串口显示屏、GPS 定位模块、ESP8266WIFI 模块、GSM 模块、继电器等构成。本系统的工作原理是通过酒精传感器模块来检测司机呼出气体的酒精含量, 经过酒精传感器模块自带的 MCU 处理后通过串口输出数据, 经 STM32 单片机解析数据后, 判断是否存在酒驾现象并对酒驾程度进行分级处理。一旦检测酒精超标, 将在串口显示屏上显示相关信息, 通过语音播报模块对驾驶人员进行提醒, 同时将车辆所在位置信息等发送至预设联系人手机上, 同时控制继电器切断汽车电源致使汽车熄火, 进而达到防酒驾的目的。

当驾驶员用点火钥匙接通汽车点火开关, 汽车电源向系统供电, 系统开始启动, 由于系统在电路上装了一个常闭状态的继电器, 驾驶员不可能绕过系统而直接起动车辆。当驾驶员向系统的呼气, 酒精传感器才开始采集气体酒精浓度并将检测到的驾驶员呼出气体的酒精浓度处理后输出, 输入单片机处理系统程序。待单片机解析完数据后, 将浓度值由液晶屏显示出来。只有当测得的酒精浓度未超标时, 该系统才会发出信号给继电器模块汽车电源供电线路, 使发动机成功启动。否则继电器仍处于断开状态, 发动机无法启动, 同时语言报警模块会提醒驾驶员酒精浓度已超标, 而且短信通知模块会发送短信到指定手机上, 告知他人驾驶员已经酒精浓度超标, 应尽快替换驾驶员或者派人接送, 尽量不耽误乘客行程。

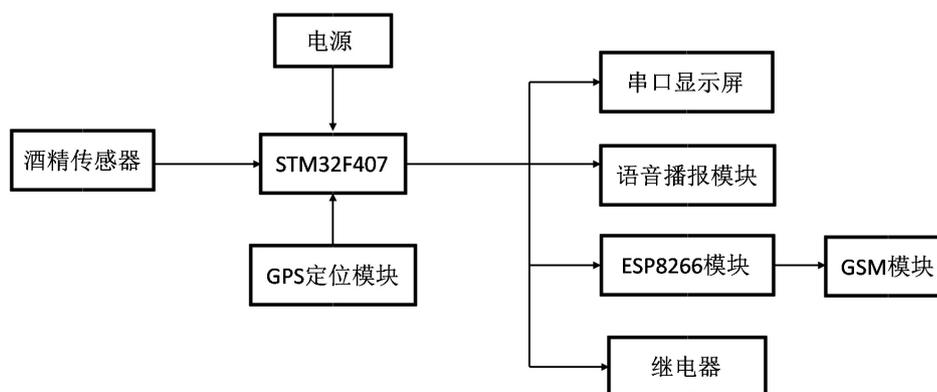


Figure 1. System schematic diagram  
图 1. 系统原理框图

## 3. 硬件系统组成

### 3.1. STM32 单片机

本系统采用选用 ST (意法半导体)推出的 STM32F407 系列芯片。它是 ST 公司推出的以基于 ARM Cortex™-M4 为内核的高性能微控制器, 其采用了 90 纳米的 NVM 工艺和 ART。提供了工作频率为 168 MHz 的 Cortex™-M4 内核(具有浮点单元)的性能, DSP 指令和浮点单元扩大了产品的应用范围。



本系统的定位功能是使用 GPS 模块实现, 如图 3 所示, GPS 模块是基于 ATGM336H-5N 的高性能 BDS/GNSS 定位导航模块。模块支持多种卫星导航系统, 包括中国的北斗二号和北斗三号全部卫星, 美国的 GPS, 俄罗斯的 GLONASS, 日本的 QZSS, 可以同时接收以上卫星导航系统的卫星信号, 并且实现联合定位、导航与授时。凭借其广阔的覆盖范围不仅满足城市内的高精度定位需求, 还可以实现对偏僻地域的精确定位。

### 3.5. ESP8266 WIFI 模块

本系统采用 ESP8266WIFI 模块, ESP8266 是一种强大的 WIFI 模块, 如图 4 所示, 它由 ESPRESSIF SYSTEMS 公司开发, 可以实现与网络通信的功能。ESP8266 在物联网中被广泛使用, 可以通过串行通信接口连接到微控制器, 例如 Arduino, 以实现智能家居、智能灯光、智能车辆等应用场景。

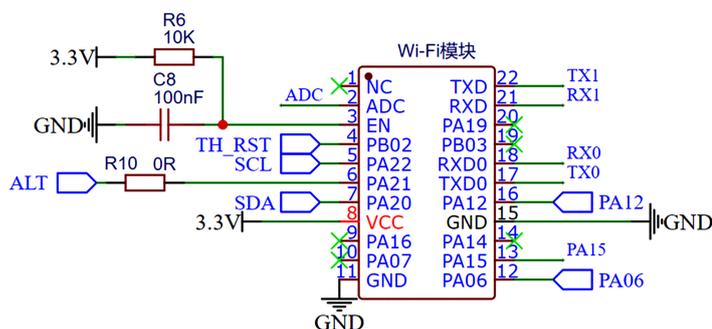


Figure 4. ESP8266 module circuit

图 4. ESP8266 模块电路

### 3.6. 语音播报模块

本系统采用 SYN6288 模块, SYN6288 是一款中文语音合成模块, 如图 5 所示, 它具备高度自然的语音合成能力, 可以将文本转化为对应的语音信号, 并通过模块输出声音。SYN6288 的原理是将预设的文本通过模块发送, 并经过内部的算法和声音库进行处理, 生成对应的声音信号。模块内部包含了多个合成声音片段和音节, 通过按照文本中的拼音或汉字信息进行组合, 合成对应的声音和语调, 最终输出成语音。

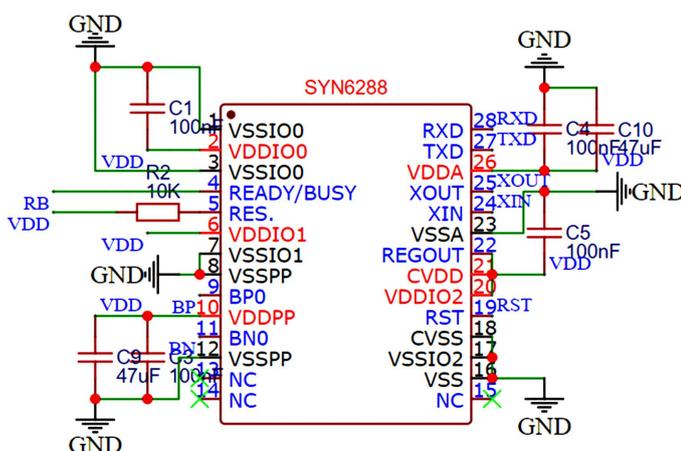


Figure 5. SYN6288 module and schematic diagram

图 5. SYN6288 模块及原理图

### 4. 系统软件设计

主程序如图 6 所示，主要包括传感器输入、数据采集、数据处理、语音提示驱动、获取位置信息、发送短信等子程序。其中，单片机控制器主要功能是驱动继电器动作从而控制电机的启动；数据采集程序主要将接收到的数据进行解析，以便后续使用；然后根据测量酒精浓度数据在串口屏上显示相关信息，另外一部分与设定值进行比较当其超过标定值时，语音报警器提示驾驶员开车危险，使其提高警惕性，停止启动。

若驾驶员仍在启动汽车，系统将使继电器断开，切除汽车的动力系统。系统接收到命令后，启动汽车闭锁控制使汽车无法启动，GPS 模块工作以确定汽车当前的位置。然后系统编译包括酒精浓度、酒醉情况和汽车位置信息内容，通过 GSM 模块发送到系统预设的联系人手机上。

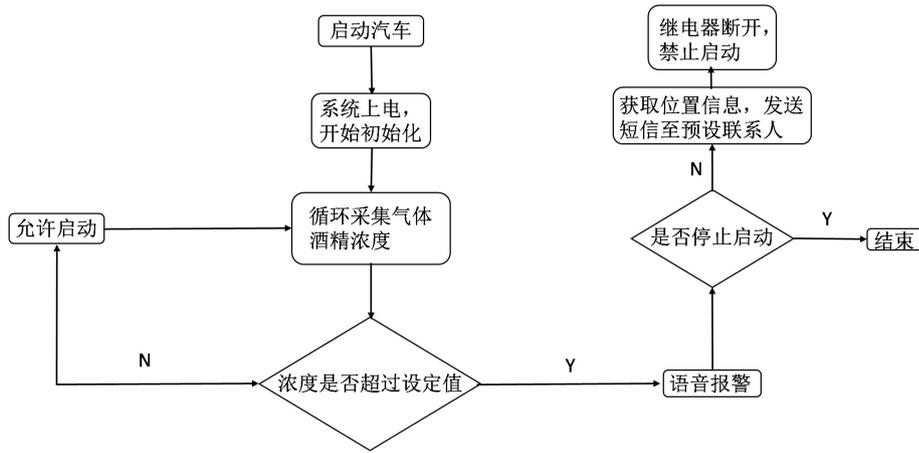


Figure 6. System program flow chart  
图 6. 系统程序流程图

### 5. 测试与分析

实际使用过程中，从驾驶员上车到发动汽车，前后就一分钟左右。在如此短的时间内很难使驾驶员呼出的气体均匀分布于车内，即车厢内空气的酒精浓度远远低于驾驶员呼出气体的酒精浓度。由此会导致非接触性、开放式的酒精测试仪反应迟钝，并且使测得的酒精浓度远远低于驾驶员呼出气体的真实值[7]。本系统使驾驶员呼出的气流尽可能全部流过酒精传感器，因此反应迅速、准确。为验证系统的准确性，对五位测试者进行测试，测试结果如表 1 所示。

Table 1. Driver drinking judgment  
表 1. 驾驶员饮酒判断

测试环境	常温、常压、无风室内
测试方法	受试者饮酒一段时间后以正常开车姿势朝酒精传感器以中等力度吹气，吹气时间不少于 3 秒。 50 mL 剂量 1 小时后无受试者呼吸中酒精含量超过 20 mg/100mL。
测试结果	100 mL 剂量 1 小时后 2 位受试者呼吸中酒精含量超过 20 mg/100mL。 150 mL 剂量 1 小时后 5 位受试者呼吸中酒精含量超过 20 mg/100mL，其中一位受试者超过 80 mg/100mL。

测试结果表明，在常温、常压、无风的环境下，在驾驶员饮酒后，系统能正确判断并进行动作。这个测试环境反映了实际驾驶的一些基本条件，为系统的性能评估提供了具有代表性的参考意义。系统在

这一测试环境下展现出对不同剂量饮酒后的高敏感性和有效性，能够在多种情况下迅速、准确地响应驾驶员饮酒的行为。其对不同剂量的饮酒进行敏感判定，有助于有效防范驾驶员因酒精影响而导致事故，对于提高道路安全性具有积极意义。

考虑到实际驾驶过程中，可能出现副驾驶饮酒的情况，通过模拟副驾驶人员饮酒后对系统进行测试，测试结果如表 2 所示。

**Table 2.** Judging driver's non-alcohol consumption and passenger's alcohol consumption in the front seat  
**表 2.** 驾驶员未饮酒，副驾驶人员饮酒判断

测试环境	常温、常压、无风室内		
测试方法	副驾驶位置受试者饮酒后保持跟主驾驶员交谈的姿势朝酒精传感器以中等力度吹气		
	主驾驶员血液酒精浓度	副驾驶员血液酒精浓度	识别结果
测试结果	< 3 mg/100mL	19 mg/100mL	10 次实验，系统均不动作
	< 3 mg/100mL	37 mg/100mL	10 次实验，系统均不动作
	< 3 mg/100mL	77 mg/100mL	10 次实验，1 次误判为驾驶员饮酒，并锁闭汽车启动电路

实验结果表明，在主驾驶员血液酒精浓度较低的情况下，系统表现出较好的稳定性和准确性，没有误判驾驶员饮酒的情况。然而，当副驾驶员的血液酒精浓度较高时，系统在某一实验中出现了误判，锁闭了汽车启动电路。

经过测试，酒精传感器检测酒精浓度效果符合实际情况，当副驾驶人员饮酒量过大时，可能会导致测试结果误判。这是因为当副驾驶员血液酒精浓度过高时，较高浓度的酒精蒸汽扩散速度非常快[8]，无法避免地影响采集结果。但整体而言，系统地检测结果仍具有一定的可靠性。

## 6. 总结

针对国内酒后驾驶屡禁不止、防酒驾技术效率低等的社会热点问题，本文研究了一种采用 STM32 单片机为核心，设计了一套方便携带、低功耗、低成本、高准确率的防酒后驾驶系统，具有准确率高、可靠性强、动作准确、低功耗等优点，对预防酒后驾驶具有显著效果，具备广泛的应用价值。基于 STM32 单片机的车载智能酒精锁在研究过程中得到如下结论：

1) 通过 STM32 单片机对车载酒精锁进行智能化控制，能够在干扰性较小的状态下接收传感器的信号，并进行处理和逻辑判断控制执行器继电器的动作。当检测到驾驶员体内酒精浓度超过 20 mg/100mL 时，控制汽车闭锁装置使汽车无法发动，同时立刻把汽车位置和酒醉情况通过移动通信网络发送给系统预设的联系人，确保驾驶员远离酒后驾车，保障生命安全。

2) 系统将酒精检测、数据处理、用户交互、远程通知等多个功能集成在一个智能平台上，通过 STM32 单片机实现高效协调和控制。首先使用高灵敏度酒精传感器实时采集驾驶员呼出的气体样本，并利用 STM32 单片机进行快速数据处理，确保检测结果的及时性和准确性；然后系统不仅通过显示屏提供视觉反馈，还通过语音播报模块提供听觉反馈，增强了警示效果，确保驾驶员能够及时注意到酒精检测结果；最后系统具备 GPS 定位功能和 WIFI/GSM 通信模块，能够在检测到酒精浓度超标时，自动发送车辆位置和驾驶员状态信息到预设联系人，提高了应急响应能力。

3) 系统设计了相应的误判处理机制防止误判。如要求驾驶员进行额外的身份验证步骤，以确保只有驾驶员的酒精状态被用于决定车辆的启动。未来将进一步研究该系统基于 CAN 技术集成到汽车电子系统，继续提高数据传输的安全性，有效保障驾驶员驾车的安全，具有广泛的应用价值。

## 基金项目

西南石油大学大学生课外开放实验项目(2022KSZ07024)。

## 参考文献

- [1] World Health Organizations (2015) World Health Statistics 2015.  
<https://www.who.int/docs/default-source/gho-documents/world-health-statistic-reports/world-health-statistics-2015.pdf>
- [2] 李翔. 论微罪体系的构建——以醉酒驾驶型危险驾驶罪研究为切入点[J]. 政治与法律, 2022(1): 31-50.
- [3] 周嘉晨, 傅瑜杭, 孙茜雅, 等. 一种车载防酒驾装置及其系统[P]. 中国专利, CN112721630A, 2021-04-30.
- [4] 李镇坚. 一种呼气式酒精锁[P]. 中国专利, CN105711416B, 2016-06-29.
- [5] 吕平, 白玮宁, 王昊峰. 车载酒精锁研究及测试方法[J]. 汽车知识, 2023, 23(10): 97-100.
- [6] 于前锋, 王昆, 黄国强. 一种车载酒精测试仪[P]. 中国专利, CN216870582U, 2022-07-01.
- [7] 邹泽宇, 邓惜仁, 王庆玲. 基于单片机的防酒后驾驶智能控制系统[J]. 软件, 2013, 34(2): 90-91+105.
- [8] 路红阳, 隋志鹏, 柳明丽. 新型智能防酒后驾驶控制系统设计[J]. 科技风, 2020(4): 19.