

# 基于单片机的多功能电子密码锁设计

屈思宇

湖南信息学院电子科学与工程学院, 湖南 长沙 410151

**摘要:** 电子密码锁以 STM32F103 作为核心控制模块, 集成矩阵键盘、RC522 门禁、AS608 指纹识别和蓝牙模块实现多方式密码输入, 通过液晶屏和步进电机实时反馈状态。密码存储于非易失性存储器中, 具备密码验证、错误锁定等功能。用户通过矩阵键盘、ID 卡、指纹和蓝牙输入后, 核心控制模块迅速对数据进行对比, 若密码正确则电机转动、液晶屏显示开锁成功; 错误次数达到设定值时, 电子密码锁自动锁定一段时间, 有效防止暴力破解。经过测试, 电子密码锁性能稳定, 操作便捷, 能够为用户提供可靠的安全防护, 可广泛应用于家庭、办公室等场所。

**关键词:** 门禁密码锁; STM32F103; 4X4 矩阵键盘; RC522 门禁; AS608 指纹识别

DOI:10.63887/jeti.2025.1.4.10

## 引言

随着科技的飞速发展, 传统的机械锁已不能完全满足人们对安全和便捷的需求, 电子密码锁作为一种新型的锁具, 逐渐成为研究和应用的热点<sup>[1]</sup>。而基于 STM32 的电子密码锁设计更是具有重要的研究背景。

HeJ 与 KangAS 利用 51 单片机作为控制核心, 研发了智能电子锁系统<sup>[2]</sup>。该系统能够完成解锁、错误警示及密码修改等基础功能, 并具备远程控制、键盘锁定和错误报警等扩展功能。由 Hu C、Guo J 和 Wang Z 研发的智能门禁系统基于单片机实现指纹与密码双认证。系统集成指纹识别模块<sup>[3]</sup>、密码输入单元及 LCD 显示界面, 通过单片机比对验证后, 驱动继电器模拟开锁<sup>[4-5]</sup>。

针对目前密码锁的需求, 本论文旨在设计一款较为实用的多种解锁方式的电子密码锁系统。该系统是以 STM32 单片机为核心的电子密码锁系统, 设计四种开锁方法包括输入密码、刷 RFID 卡、指纹识别和手机蓝牙开锁的功能, 如发生多次密码错误, 能及时准确的报警, 该系统是多种模块采集数据, 经微处理器处理, 实现密码锁的要求。

## 1 系统设计

微处理器控制的电子密码锁系统需实现特定功能, 首要任务是键盘输入密码解锁。在每次输入密码后, LCD 屏幕显示提示符号。当完整输入密码并按下验证键时, 系统将核对密码准确性, 正确便启动继电器操作。密码正确后可选择修改密码, 输入新密码并确认便修改成功, 输入密码过程中, 液晶显示标志“\*”。

本次设计采用了 4X4 矩阵键盘输入密码, MFRC522 门禁模块识别 RFID 卡, 用 AS608 指纹模块识别指纹, 用 BT04-A 蓝牙模块接收蓝牙指令。由此分析得出的电子密码锁系统的结构框图如图 1 所示。

以微控制器为中心的电子密码锁系统, 其左侧接收多种信号输入, 如 4X4 键盘、MFRC522 门禁、AS608 指纹识别以及蓝牙模块。右侧则负责数据输出, 涵盖报警蜂鸣器、步进电机控制信号及 LCD 显示模块。

在菜单页面下 (主要模式), 共有 6 个功能, S13 按键控制向上选择功能, S15 按键则是控制向下选择功能, 当选定需要修改的功能时, S16 按键为确认进入。在不同的功能下, 可以对密码、指纹、RFID 卡号来进行修改。

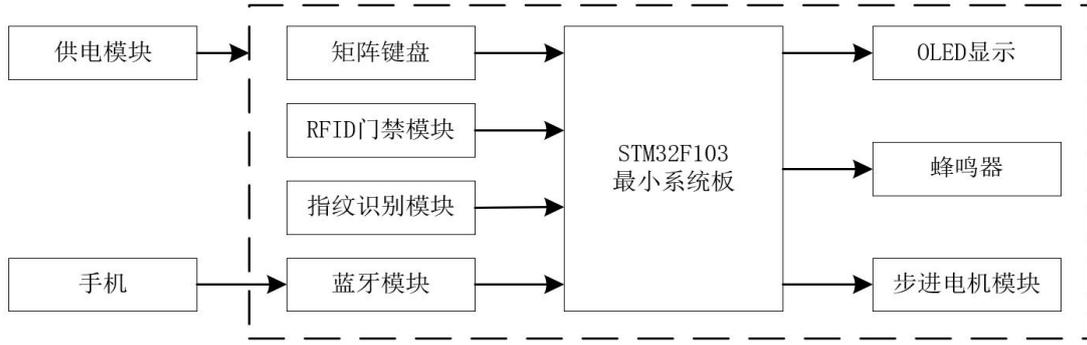


图 1 电子密码锁系统结构框图

## 2 硬件电路设计

本套电子密码锁的硬件部分主要由多种功能模块与微控制器，辅以简易电路元件，在电路板上手工焊接而成。该硬件电路主要包括：STM32 基础控制核心板、4X4 按键矩阵电路、AS608 指纹传感模块、MRFC522 门禁控制模块、BT04A 蓝牙通信模块、显示屏接口电路、蜂鸣器及继电器控制电路，以及步进电机与 ULN2003 驱动器模块。以下将逐一介绍各模块的

硬件接口功能与工作原理，系统的整体原理图收录于附录 A。

### 2.1 主控模块

本实验使用的微控制器核心为 STM32F103 系列 MCU，采用 3.3 伏特电源为芯片供电。该模块设有 5 伏特输出端口，便于为其他 5V 电源需求的模块供电，无需额外接入 5V 电源或安装独立的升压与稳压电路。

STM32F103 芯片原理图如图 2 所示。

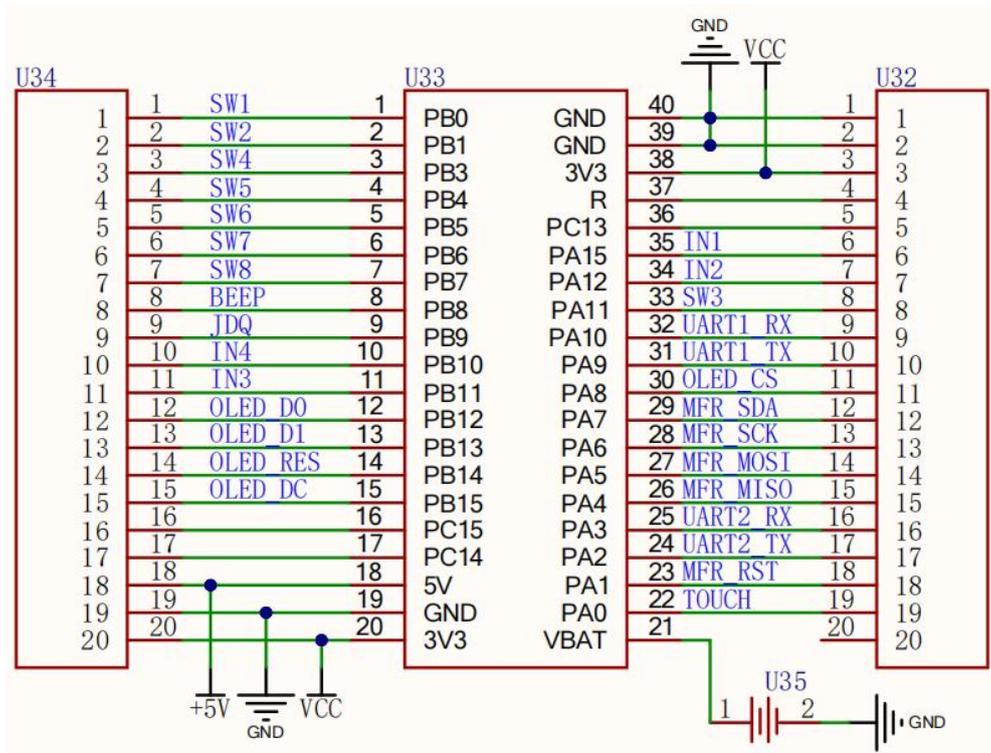


图 2 STM32F103 芯片原理图

STM32F103 芯片，PA0 引脚接 AS608 指纹模块，

读指纹模块状态，PA2 和 PA3 引脚分别接 AS608 指纹

模块的 RX 和 TX，进行数据传输；PA1、PA5、PA6、PA7 引脚分别接 MRFC522 门禁模块复位脚、MOSI、SCK 和 SDA，为推挽输出模式，PA4 引脚为输入模式，接 MRFC522 门禁模块 MISO；PA8 引脚接 OLED 模块的 CS 脚，PB12、PB13、PB14、PB15 引脚推挽输出模式分别接 OLED 模块的 D0、D1、RST 和 DC 脚；PA9 和 PA10 引脚接入蓝牙模块的 RX 和 TX，进行数据传送；PB0~PB7 和 PA11 引脚接入 4 X 4 矩阵键盘；

PA12、PA15、PA11 和 PA10 引脚分别接入步进电机驱动模块的 IN1~IN4；PB8 引脚接入蜂鸣器，控制蜂鸣器响灭；PB9 引脚接入继电器。

### 2.2 4X4 矩阵键盘电路

该模块在本次设计中主要用到 8 个接口，4 条行线连接到微控制器的输出引脚，而 4 条列线连接到微控制器的输入引脚，每个按键位于行线和列线的交叉点上。4X4 矩阵键盘电路如图 3 所示。

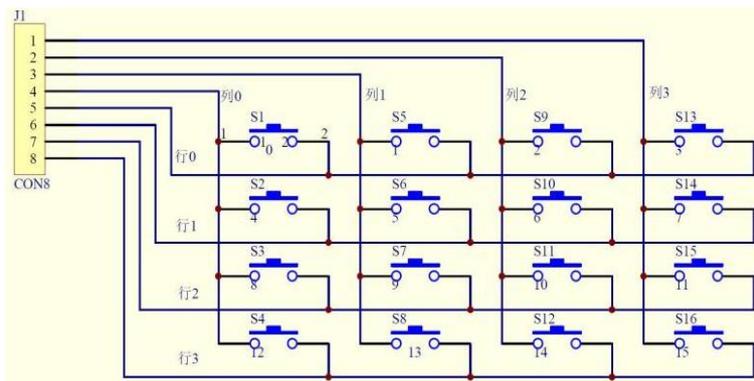


图 3 4X4 矩阵键盘电路

### 2.3 AS608 指纹识别模块电路

AS608 指纹识别模块电路如图 4 所示，数据传输口一般默认需要给一个上拉电平信号，VDD 和 GND 正常接入整个系统的 3V 电压和公共地，数据传输口 UART2\_RX 和 UART2\_TX 通过 PA2 和 PA3 接口接入

单片机实现两者的双向通信，PA0 引脚接入 TOUCH 读指纹模块状态。

该模块在本次设计中主要用到 6 个接口，VCC 和 GND，数据传输口 UART2\_RX 和 UART2\_TX，指纹模块状态 TOUCH。

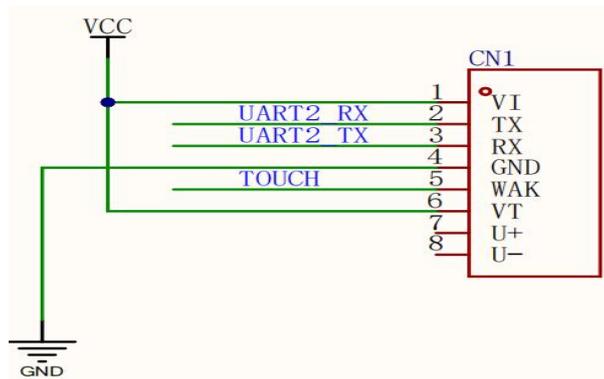


图 4 AS608 指纹识别模块电路

### 2.4 MRFC522 门禁模块电路

MRFC522 门禁模块电路，供给 3.3V 电压，接入

系统公共地，RST 进行复位，MISO 是 SPI 口从机输出，MOSI 是 SPI 口从机输入，SCK 是 SPI 口时钟线，SDA 是 SPI 口数据线。MRFC522 门禁模块电路如图 5 所示。

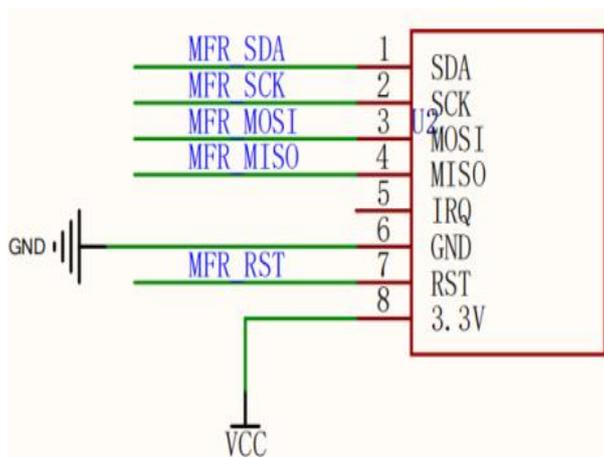


图 5 MRFC522 门禁模块电路

### 2.5 BT04A 蓝牙模块电路

BT04A 蓝牙模块电路，VCC 接系统电源 5V，GND 接系统公共地，RX 是信息发送端，TX 是信息接收端。

蓝牙模块上的 LED 灯均匀慢速闪烁时，代表等待配对；LED 灯长亮时，代表建立了连接。BT04A 蓝牙模块电路如图 6 所示。

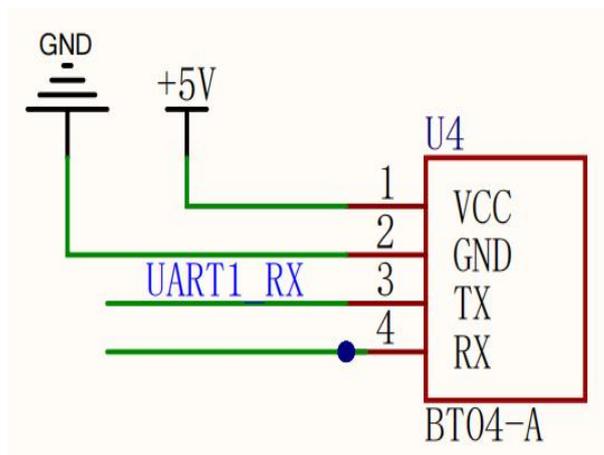


图 6 BT04A 蓝牙模块电路

## 3 系统软件设计

本次系统设计以 STM32 芯片编程为基础，在 KEIL5 里采用 C 语言对其进行程序设计，下文讲详细

阐述主程序和各个子程序的设计流程。

### 3.1 主函数流程设计

电子密码锁系统的控制主函数流程图如 7 所示。

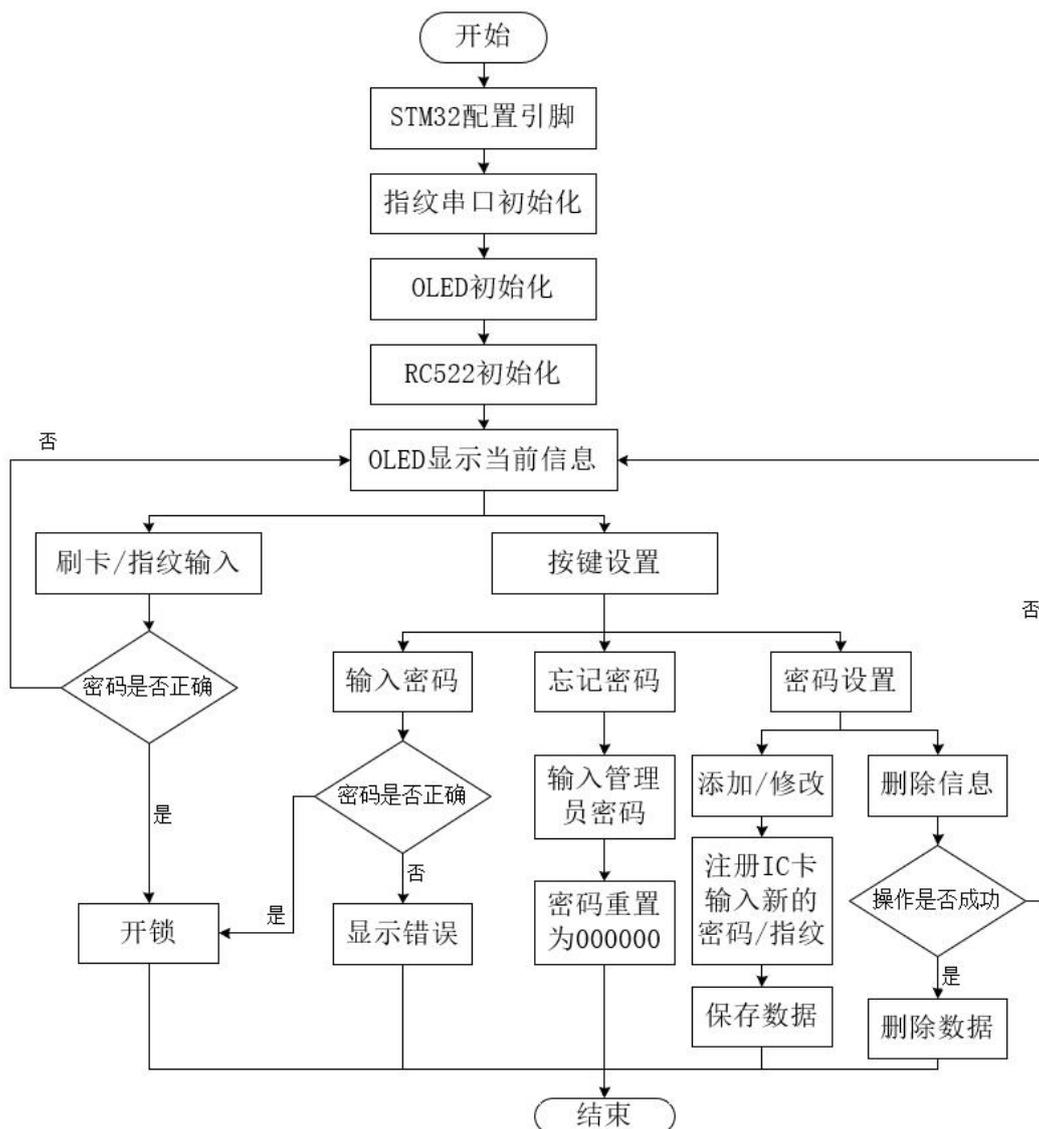


图7 电子密码锁系统总流程图

系统启动后，首要任务是完成多个功能单元的初始化设置，涵盖设定系统时钟、初始化中断延时函数、配置指纹模块的串口、启动 OLED 显示、初始化 RC522 模块以及配置必要的 GPIO 输入输出状态。

接着液晶屏显示当前的时间信息。由刷卡、指纹和按键方式进行开锁，通过按键进行开锁或修改，当忘记密码时可输入管理员密码进行修改，当需要添加或删除其他卡和指纹时，根据菜单进行选择。

## 4 实物制作与调试

### 4.1 实物制作

利用 Altium Designer 新建好 schematiclibrary 后，选择 STM32F103、4X4 矩阵键盘、AS608 指纹识别模块、MRFC522 门禁模块、蓝牙模块、OLED 液晶屏模块、蜂鸣器、继电器和电机驱动模块等进行电路原理图设计。绘制完原理图将器件和网络导入 PCB 进行网表导入的工作，本次设计的实物制作通过将 STM32 最小系统板、OLED 液晶屏模块、4X4 矩阵键盘、AS608 指纹识别模块、MRFC522 门禁模块、蓝牙模块、蜂鸣器、继电器和电机驱动模块固定在一块 PCB 板上，按照前文硬件原理图连接。电子密码锁系统实物如图 8 所示。

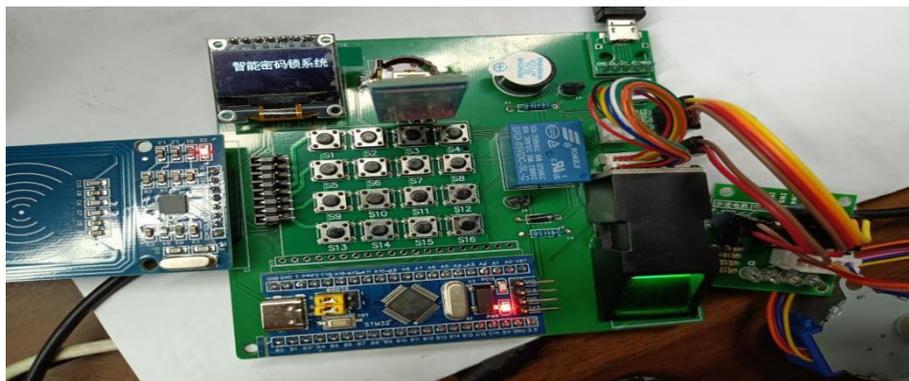


图 8 电子密码锁系统实物图

实物图下面的模块即为 STM32F103 最小系统板，中间是 4X4 矩阵键盘，可以实现密码输入、修改密码和功能切换，上方是 0.96 寸液晶显示屏，用来显示当前的状态、时间和功能菜单。

矩阵键盘右边分别是指纹识别模块、继电器蜂鸣器控制电路，左边是 MRFC522 门禁模块，上方是蓝牙模块，整个系统的右边是电机驱动模块，模拟门锁开关状态。

#### 4.2 实物运行调试

本设计在实物测试过程中，通过对按键密码、RC522 门禁、AS608 指纹识别和蓝牙模块四种方式进行开锁测试。通过液晶屏和步进电机实时反馈状态。

密码存储于非易失性存储器中，具备密码验证、错误锁定等功能。

#### 5 结论

本文经过精心设计和一系列实验验证，成功地推出了一种集 STM32 微控制器、4X4 矩阵键盘、AS608 指纹识别模块、MRFC522 门禁模块、蓝牙模块、OLED 液晶显示屏、蜂鸣器、继电器以及电机驱动模块于一身的电子密码锁系统。该系统不仅响应迅速，而且功耗极低，展现出了卓越的性能。这一创新之作是基于嵌入式系统开发技术的结晶，通过一系列专业的软件开发工具，成功地将设计理念转化为现实。

#### 参考文献

- [1] 丁一, 王盼瑞, 王雪, 等. 基于单片机的智能电子密码锁设计[J]. 电子产品世界, 2024, 31(08): 39-42.
- [2] 宋海燕, 陈继涛, 相茂云. 基于单片机的多功能智能电子秤设计[J]. 科学技术创新, 2025, (15): 13-16.
- [3] 李川, 孙康明. 基于开源电子产品的单片机课程教学改革[J]. 汽车实用技术, 2025, 50(11): 121-125.
- [4] 周涛. 基于 STM32 单片机的多功能避障小车[J]. 现代制造技术与装备, 2025, 61(01): 48-51+55.
- [5] 韩茜茜, 耿世勇, 付川南, 等. 基于单片机技术的多功能智能小车设计[J]. 机械工程与自动化, 2024, (01): 160-162.