

4.5 本章小结	23
5 系统功能调试	23
5.1 STM32 控制系统调试	23
5.2 STM32 监测系统调试	25
5.2.1 STM32 监测系统测试	25
5.2.2 阿里云平台调试	27
5.3 手机 APP 调试	28
5.4 STM32 智能车库系统展示	29
5.5 本章小结	30
6 总结与展望	30
6.1 总结	30
6.2 展望	31
参考文献	32
附录一	34
附录二	42
附录三	44
致谢	45

1 前言

1.1 研究目的与意义

在经济快速发展的时代，人们的生活水平显著提高，根据最新调查显示，我国在 2023 年度，全国的机动车内燃机车的总量高达 4 亿多辆，在这其中，光汽车数量就有 3 亿多辆。在 2024 年 2 月在中国国家统计局发布的文件里，2023 年全国人民在民用范围内机动车内燃机车比在 2022 年增加了 1700 多万辆车。因为国内汽车的数量增长，所以很多城市内都开始出现了车辆违规现象，主要包括城市车辆的占道停车，还有车辆的违章停车；这让城市进一步的加剧了交通阻塞，有很多交通事故也同时接踵而至。因此，在我国的汽车保有量逐年不断增加的时代背景下，我国对车库的车辆管理水平也越来越严格^[1]，越来越多用户希望拥有一个安全便捷的车库。

在一个城市交通发展的过程中，停车问题是无法避免的静态交通问题。我国近几年来的机动车增长速度非常块，平均都在 10% 到 15%，大城市里面的机动车增长速度就更不用说了，远超城市的交通基础设施的增长数量，所以造成很多停车难，车位难找的苦恼。这让很多主干道路上道路乱停车的现象加剧，随意占用绿地停车，占用立交桥桥底停车的现象严重，在某种方面对城市的形象造成一定的影响；随着越来越多居民和媒体的深入了解，发现这些停车问题是停车的需求和城市基础设施的供应上的矛盾。

从当前的城市经济发展速度以及解决城市的停车难问题情况上，研制一种智能车库，实现智能车库安全管理，对车库内的实时环境进行监测具有重要意义。

1.2 国外研究状况

在科技发达的今天，国外对于智能车库的研究呈现不一样的发展。美国、欧洲和日本在智慧停车发展方面各有特色和优势，但也面临着不同的挑战和问题。未来随着科技的进步和市场的变化，全球智慧停车行业将迎来更加广阔的发展空间和机遇。在美国，智慧停车系统的研发和应用一直走在世界前列。受益于强大的科技实力和开放的市场环境，美国的智慧停车系统不仅功能齐全，而且具有高度的创新性和个性化。美国的智慧停车系统广泛采用了物联网、大数据、人工智能等先进技术，实现了车位查找、预约、支付

等功能的智能化。通过制定统一的技术标准和规范，促进了不同系统之间的兼容性和互通性，为消费者提供了更加便捷的服务。在日本，智慧停车系统的发展更加注重精细化和人性化。由于日本的城市规划和交通状况较为复杂，智慧停车系统需要更加精细地满足市民的停车需求。日本的智慧停车系统通过精确的数据分析和算法优化，实现了车位查找、预约、支付等功能的精细化。同时，系统还提供了多样化的服务模式，如 VIP 车位、残障人士车位等，满足了不同用户的需求，日本的智慧停车系统^[2]中，用户体验被放在了非常重要的位置。系统界面简洁明了、操作便捷，同时还提供了语音提示、智能导航等人性化功能，大大提高了用户的满意度和便利性。

1.3 国内研究状况

相对而言，国内因为土地资源紧张，更多的智能车库进行的是节约空间的研究项目。例如大家比较熟悉的立体智能停车库，虽然国内开始研制和产使用机械式立体车库，但因为市场需求量小，立体车库在当时用处不大，所以在往后的十几年内发展非常缓慢。但在近年中国的经济水平不断提高，经济实力不断提高的背景下，城市化的进程使得汽车工业市场和汽车需求市场发展得非常迅速，我国的内燃机车总量保持逐年持续增长，但是我国的汽车基础设施发展速度落后于汽车保有量。但是，我国的独立式物联网智能车库因为占地面积大，使用成本高，得不到很好的推广和生产使用。不过在经济快速发展的今天，不少车主对于车库管理和汽车服务要求提升，人车互连，车房互联应运而生，如今物联网产品的兴起也带动起物联网智能车库的兴起。相信在不久之后，国内的物联网智能车库能得到快速发展，走进大众视野。

2 研究方案

2.1 研究方向

本文主要的研究方向是先研究各大知识平台前辈们的研究方向以及过程，决定设计的研究方向为基于 STM32 单片机的智能车库设计。开始进行电子原理图的设计，进行电子元器件的选型，测试不同的电子元器件型号之后确定所需要的电子元器件，然后购买材料进行相应的焊接和组装，接着进行代码的烧录上传，系统功能测试和调试，最后完成

所需要的成品。最后进行联网模块，测试上位机端和手机 APP 端监测功能是否实现。

2.2 研究内容

本文针对如今物联网盛行的时代，结合实际进行一个基于 STM32 单片机的智能车库的设计。主要研究内容为：

1. 研究并阐述了国内外对于智能车库以及立体智能车库的研发现状，并对未来的智能车库市场做出假设性预测。提出了开发并实现一种基于 STM32 单片机的智能车库设计。
2. 进行系统功能需求分析。从智能车库的红外避障智能车库门的系统控制，语音播报系统，环境温湿度监测、烟雾采集系统检测分析了智能车库系统设计^[3]的功能需求，为系统的硬件设计和软件设计打下基础。
3. 进行系统的硬件设计。本智能车库设计确定使用以 STM32F103C8T6 单片机核心板和 STM32F103C8T6 最小系统板作为本次设计的系统控制核心。结合系统功能需求完成系统的其他硬件的结构设计。在选好各种电子传感器之后，确定其基础性能，完成 STM32 的最小系统，按键模块，语音播报模块，温湿度传感器模块，烟雾传感器模块，ESP-01sWIFI 模块，红外避障模块，语音芯片模块，步进电机模块，电源模块，OLED 显示模块等系统的硬件电路设计。
4. 进行系统的软件设计。本文大概从四个部分完成所有的控制系统的软件设计。第一部分是 STM32 单片机的软件程序设计，完成 STM32 单片机的主体流程程序和主要的电子模块的设计，用来控制系统的驱动。第二部分是设计 ESP8266-01s 的 WIFI 模块通信的主程序设计。实现从 CH340 串口配合 XCOM 助手接入到阿里云智能平台。第三部分是阿里云智能平台的搭建和使用，在阿里云智能平台上创建项目和其项目数据的参数设定。最后一个部分是通过阿里云智能平台，创建一个手机 APP 控制端口，可以在 pc 上位机端进行数据的显示，手机 APP 和下位机端的实时同步连接，最终可以在手机 APP 端发送指令至上位机，控制下位机进行相应的操作。
5. 进行整个系统的功能性测试。主要对成品系统进行功能性的测试，测试其可行性和稳定性。判断是否实现了系统的语音播报功能，红外避障功能，步进电机功能，接入阿里云平台的 WIFI 功能，是否有温湿度监测功能和烟雾监测功能，还有车库系统 LED 报警功能，最主要的是数据收集 OLED 显示功能是否能同步更新。测试的结果要满足基

于 STM32 单片机的智能车库设计系统的功能需求。

3 智能车库的硬件设计

3.1 系统的主控芯片选择

系统的主控芯片选择非常重要，因为对一个系统来说，主控芯片就跟人的脑袋一般重要，芯片负责控制和处理各种数据和信号，同时也决定了系统的运行速度、响应能力和处理能力，直接影响到系统的性能表现。本设计根据系统功能需求，这次采用了一块 STM32F103C8T6 单片机核心板作为此次设计控制系统的中心，另一块 STM32F103C8T6 最小系统板作为次设计监测和上传系统的核心。

STM32 单片机的型号非常多，我们通常会根据不同的应用场景和特性，使用不同的单片机系列和型号。此次用的 STM32F103C8T6 的主要特性如下表 1 所示。

表 1 STM32F103C8T6 系列单片机的主要特性

序号	主要特性
1	ARM32 位 Cortex-M3CPU 内核
1.1	最高频率 72MHz；0 等待状态下内存访问的能力为 1.25DMIPS
1.2	单周期乘法和硬件除法
2	存储器
2.1	64 或 128KB 的闪存
2.2	20 KB 的 SRAM
3	时钟，复位和电源管理
3.1	2.0 至 3.6V 电源供电和 I 管脚
3.2	上电复位 POR，控电复位 PDR，可编程电压监测器（PVD）
3.3	内嵌 8MHz 出厂调校的 RC 振荡器
3.4	内嵌 4-16MHz 的高速晶体振荡器
3.5	内嵌 40kHzRC 振荡器

序号	主要特性
3.6	PLL 供应 CPU 时钟
3.7	带校准功能的 32kHzRTC 振荡器
4	低功耗
4.1	睡眠、停机或者待机模式
4.2	VBAT 为 RTC 和后备寄存器供电
5	2 个 12 位模数转换器, 1μs 转换时间 (多达 16 个通道)
5.1	转换范围: 0 到 3.6V
5.2	双重采样和保持能力
5.3	温度传感器
6	DMA
6.1	7 通道 DMA 控制器
6.2	支持的外设; 定时器, ADC, SPI,I2C
7	多达 80 个快速 IO 口
7.1	26/37/51/80 个多功能双向 5V 兼容的 I/O 口, 所有 I/O 口都可以映像到 16 个外部中断
8	调试模式
8.1	串行线调试(SWD)和 JTAG 接口
9	7 个定时器
9.1	3 个 16 位定时器, 定时器多达 4 个用于输入捕获/输出比较/PWM 或脉冲计数的通道
9.2	16 位电机控制 PWM 定时器
9.3	2 个看门狗定时器 (独立或者窗口型的)
9.4	系统时间定时器: 24 位自减型
10	多达 9 个通信接口
10.1	2 个 I2C 接口(SMBus/PMBus)
10.2	3 个 USART 接口(ISO7816 接口, LIN、IrDA)

序号	主要特性
	功能, 调制解调控制)
10.3	2 个 SPI(18 Mbit/s)
10.4	CAN 接口(2.0B 主动)
10.5	USB2.0 全速接口
11	CRC 计算单元、96 位唯一 ID

3.2 系统的硬件结构设计

在本系统设计的方案里, 图 1 控制系统硬件部分电路主要使用 STM32F10C8T6 单片机核心板语音播报模块, 红外避障模块, 步进电机, 独立按键模块, 电源模块, 图 2 监测系统硬件部分电路主要使用 STM32F10C8T6 最小系统板和温度湿度模块, 烟雾模块, LED 灯模块, OLED 屏幕模块, WIFI 模块构成。

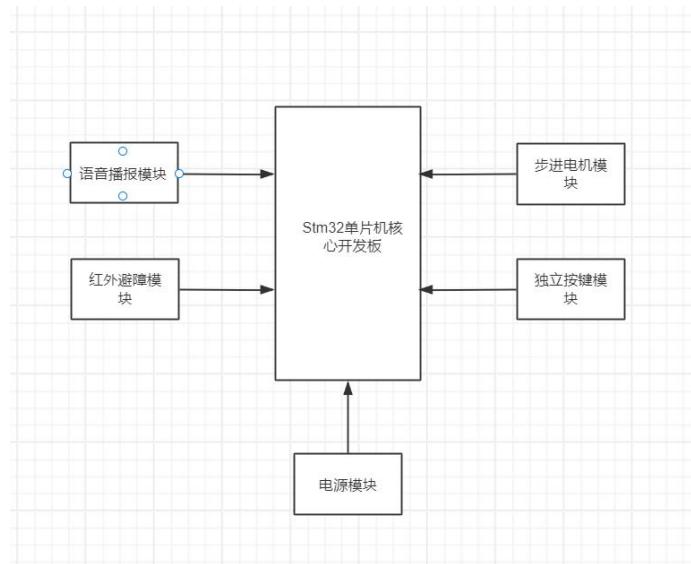


图 1 控制系统硬件结构设计

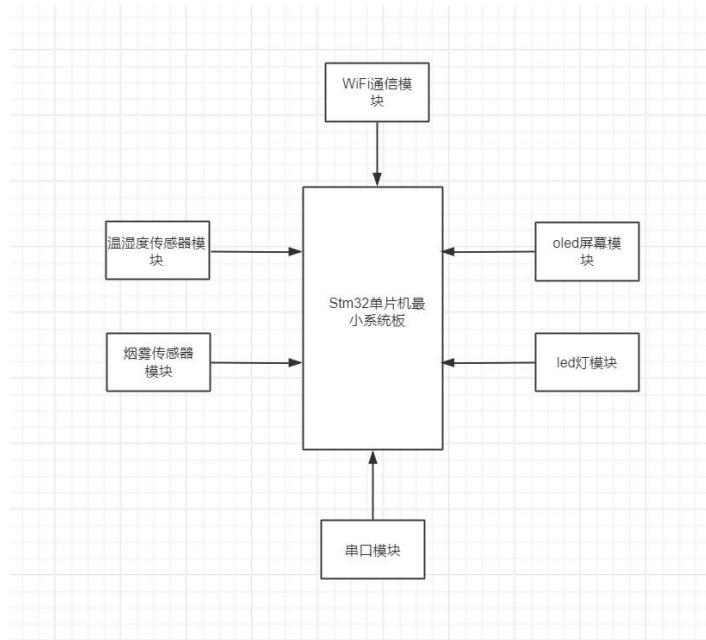


图 2 监测系统硬件结构设计

3.2.1 STM32F10C8T6 最小系统核心电路设计

意法半导体公司 STMicroelectronics 生产的 STM32 系列微控制单元是基于 ARM Cortex-M 核心构建的 32 位处理芯片，具备实时模拟和调试功能^[5]。本系统的设计不将成本最低化或推至极限的能耗作为主要目标，而是追求在实现必要的设计功能的同时，确保有足够的接口丰富性和灵活性，以适应各类实验环境的需求。对于刚完成微控制器课程的大学生来说，STM32 的控制芯片是一个容易上手的选择，并且在物联网技术领域具有广泛的应用前景，使其成为学习和实验性研究的理想选择。图 3 是 STM32F10C8T6 单片机核心板接口电路图，图 4 是 STM32F10C8T6 单片机核心板模块图。

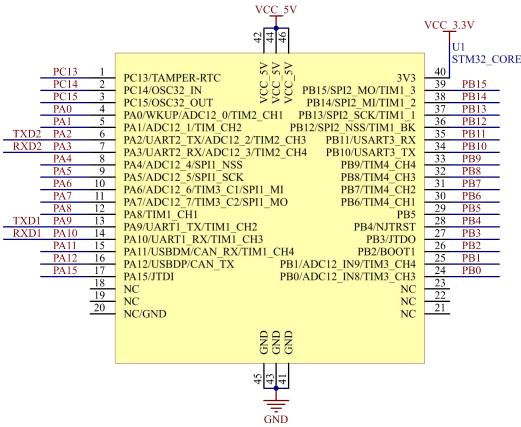


图 3 STM32F10C8T6 单片机核心板电路图



图 4 STM32F10C8T6 单片机核心板模块图

STM32F103C8T6 最小系统板芯片是简单开发板，而 STM32F103C8T6 核心板则是在最小系统的基础上增加了更多的外设接口，同时也集成了更多种类的存储器或其他处理器模块。同时，其内部也会集成一些中间件或开源库来简化应用开发的难度。图 5 是最小系统板 STM32F10C8T6 的原理图，图 6 是 STM32F10C8T6 最小系统板的模块图。

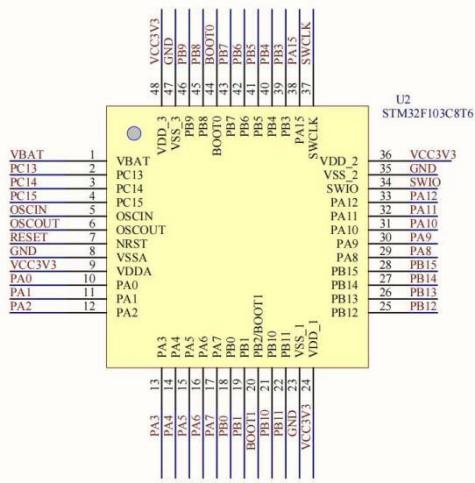


图 5 STM32F10C8T6 最小系统板

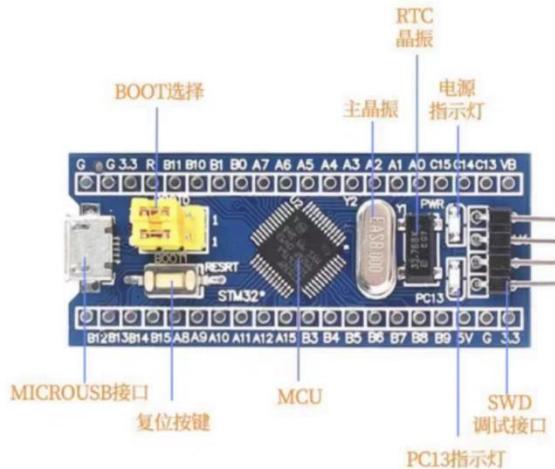


图 6 STM32F10C8T6 最小系统板模块

3.2.2 NY3P065BP8 语音芯片电路设计

此款专门针对 PWM 信号输出定制的 OTP 语音芯片系列，在确保稳定运作的基础上，仅需要配备一个 104 电容作为外围元件，大幅度降低了系统成本。该芯片内置了所需的电阻组件，免去了其他外部器件的需求，仅需添加一颗 104 电容即可完成电路设计。采用这种设计，可以实现成本的大幅削减，约为 3 到 5 成。图 7 是 NY3P065BP8 语音芯片

的模块实物和图 8 是语音芯片的电路图。



图 7 NY3P065BP8 语音芯片模块

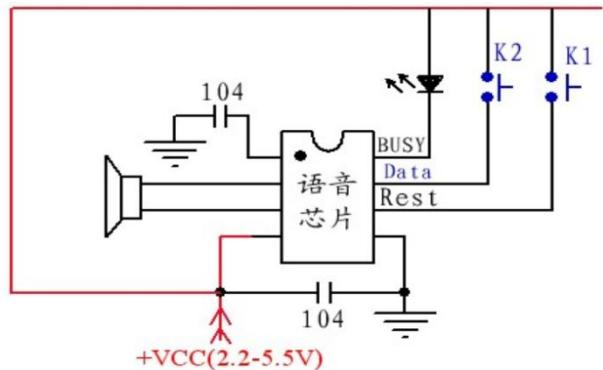


图 8 NY3P065BP8 语音芯片电路图

3.2.3 5V 电平信号与 3.3V 电平信号逻辑匹配电路设计

因为 NY3P065BP8 语音芯片的电路设计要求使用 5V 的驱动电压，然而 STM32 微控制器基于 3.3V 电平，直接对接则不兼容。为解决此电平不匹配问题，需引入一套电平转换电路^[6]。图 9 中该逻辑转换设计使得 3.3V 的微控制器能够控制 5V 的信号：当 STM32 的 I/O 口输出高电平信号，经转换电路，三极管导通，5V 输出端即呈现稳定的高电平；当输出低电平时，三极管截止，5V 输出端转为低电平，实现信号适配。相关的驱动电路原理图展示了这一过程，其中使用的电阻用于限制电流。

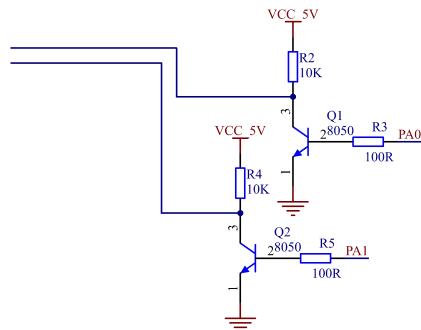


图 9 5V 与 3.3V 电平信号逻辑匹配电路原理图

3.2.4 E18-D80NK 红外避障传感器模块电路设计

图 10 中 E18-D80NK-N 是一款结合了发射器和接收器的光电传感器，设计上采用了调制红外光技术，有效规避了环境可见光源的干扰。该传感器利用透镜技术，实现了最远可达 80 厘米的检测能力，不过需要注意的是，不同颜色的对象对红外光的反射效率存在差异，导致可探测的距离也有所不同，像白色表面能反射更远，而黑色表面则相对更

近。

用户可以通过旋转传感器后端的电位计来调整感应距离，以适应不同的检测需求。此款传感器的优势包括较远的探测范围、较强的抗光干扰性、合理的成本以及简便的安装过程，使其在机器人避障、生产线物品计数等方面得到广泛应用。图 11 是 E18-D80NK-N 的接口原理图。



图 10 模块实物图

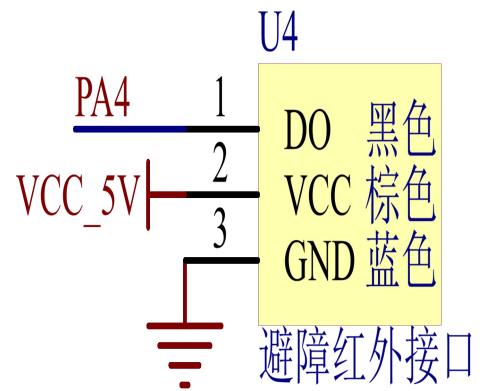


图 11 模块接口原理图

3.2.5 按键电路设计

轻触式按钮是一种特殊类型的电子开关，其工作方式是通过短暂按压来启动或中断电路的电流。这种按钮内嵌有灵敏的金属弹簧片，当受到轻微压力时迅速变形，从而实现电路的快速开合。在整体系统中，轻触式按钮充当了用户与机器交流的桥梁，是输入控制信号的关键组件。系统设计上，将微控制器的输入端口默认设为高逻辑电平状态。当用户按下按钮时，相应的输入端口会转变为低逻辑电平，向系统发出操作指令。

为了维持信号稳定性，通常会在电路设计中加入一个称为上拉电阻的元件，以确保即使在按钮未被激活时，信号也保持在预期的电平。尽管上拉电阻对提高稳定性有重要作用，但为了简化电路，有时候在实际应用中可以选择不安装该电阻。需要强调的是，按钮的数量可以根据具体的用户需求和操作场景灵活增减，以适应不同的输入控制要求。

图 12 是按键电路的电路原理图。

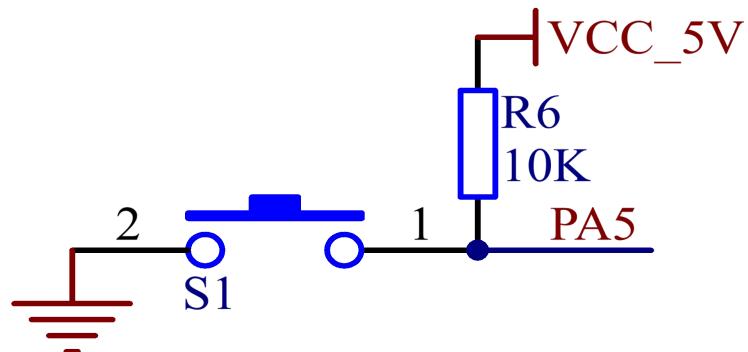


图 12 按键电路原理图

3.2.6 28BYJ-48 步进电机驱动电路设计

步进电机是一种开环控制电机，在控制的自动门、自动售货机、自动贩卖机等自动化设备中经常能见到。步进电机还广泛应用于打印机、扫描仪、绘图仪等设备中，用于驱动打印头、扫描仪等部件可以通过控制脉冲的数量来控制角位移量。因为单片机驱动能力^[7]比较有限，通常需要外部驱动集成电路来控制大功率负载如步进电机。在这方面，图 13 中 28BYJ-48 步进电机的 ULN2003 驱动芯片因其高耐压和较大的驱动能力而被广泛使用。ULN2003 的优势在于其能够承受较高的工作电压及提供较大的驱动电流^[8]，最大可达到 500mA 的灌电流，同时在无负载状态下可耐受高达 50V 的电压。此外，该芯片设计了能承受高负载电流的输出端， 并且可以并联使用。图 14 是 28BYJ-48 步进电机模块电路原理图。



图 13 步进电机模块实物图

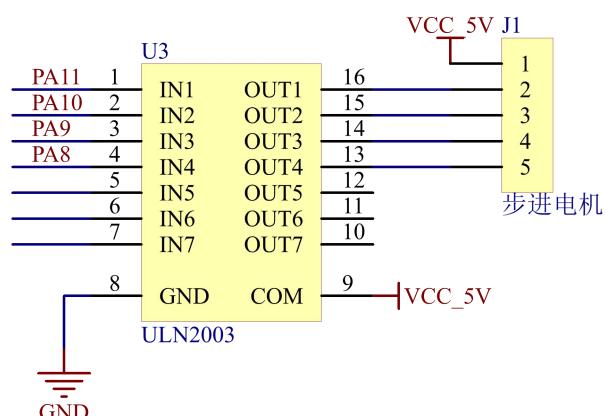


图 14 步进电机电路原理图

3.2.7 温湿度传感器电路设计

图 15 中的 DHT11 是一种包括了温度和湿度测量功能的传感器，是一种既能测量温度，又能测量湿度的温湿度传感器。该传感器提供经过校准的数字信号输出，可以方便地与微控制器[9]或其他电子设备进行数据交换。

DHT11 数字温湿度传感器有使用便捷，稳定可靠，经济高效，响应迅速，刚干扰性良好，应用广泛，资源丰富等特点。图 16 是 DHT11 温湿度传感器的电路原理图。

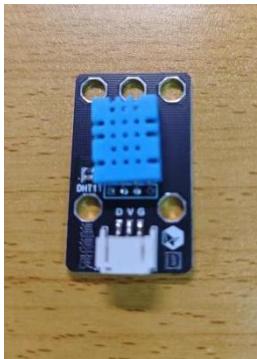


图 15 实物图

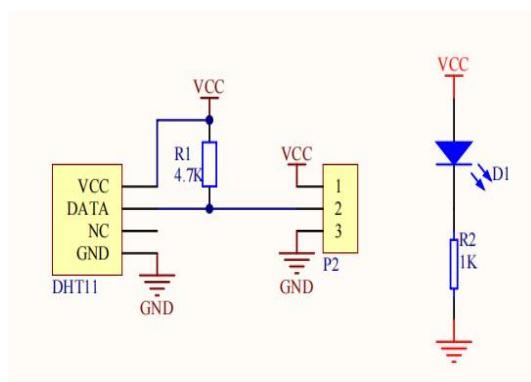


图 16 模块电路原理图

3.2.8 MQ-2 烟雾传感器电路设计

图 17 中的 MQ-2 烟雾传感器利用二氧化锡 (SnO_2) 作为主要的敏感材料，这种材料是一类表面活性的 N 型半导体。在维持于 200 至 300 摄氏度的高温环境下，二氧化锡表面会形成一层由氧分子构成的负离子层，这个过程导致电子数量减少，使得半导体的电阻率提高。当环境中出现烟雾或其它气体时，这些气体与烟雾传感器表面的 O^{2-} 相互发生作用，让电子数量和导电性发生变化，所以导致传感器电阻值的转变。图 18 是 MQ-2 烟雾传感器的电路原理图。



图 17 烟雾传感器实物图

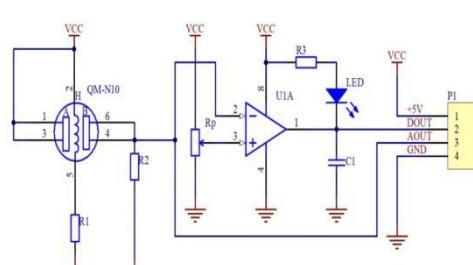


图 18 烟雾传感器电路原理图

3.2.9 OLED 显示模块电路设计

本次设计选用图 19 中的 0.96 寸的 OLED12864 液晶显示屏，OLED 显示技术具有自发光的特性，采用非常薄的有机材料涂层和玻璃基板，当有电流通过时，这些有机材料就会发光^[10]。OLED 显示模块比 LCD1602 屏幕显示模块薄，而且可以显示更加广的视角和内容。它有四个针脚，分别为 GND，VDD，SCK，SDA，OLED 显示模块对应的连接方式如下：

GND：接地 GND；

VDD：接 3.3V 电源；

SCK：IIC 时钟线，接 STM32 单片机的 PB13 口；

SDA：IIC 数据线，接 STM32 单片机的 PB15 口；

图 20 是 OLED 显示模块电路在 STM32F10C8T6 最小系统板对应的接口图。



图 19 OLED 显示模块的实物图

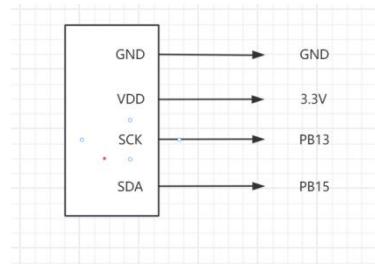


图 20 OLED 显示模块的电路接口图

3.2.10 WIFI 通信模块电路设计

本次设计采用图 21 的 ESP-8266-01s 串口 WIFI 板作为 WIFI 通信模块，利用 WIFI 通信模块可以让本智能车库设计系统与互联网^[11]上面的云服务器实现数据的上传接收交互。WIFI 的无线联网技术操作和管理监测起来更加便捷^[12]。由安信可科技公司自行研发与设计的 ESP8266 系列无线模块，提供了优越的性能与价值比，为 Wi-Fi SoC 模块市场^[13]的一个优选。这些模块遵从 IEEE802.11 b/g/n 无线通信标准，并集成了完整的 TCP/IP 协议堆栈功能。通过使用这系列模块，用户可以为传统设备扩展网络连接能力，或者创建独立的网络控制单元。图 22 是 ESP-8266-01s^[14]模块的接线示意图。

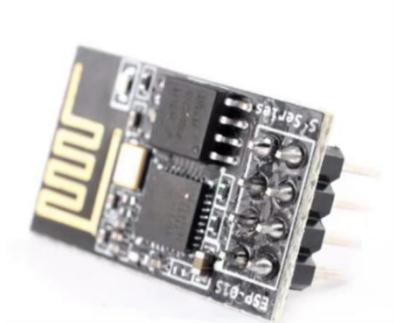


图 21 ESP-8266-01s 模块实物图

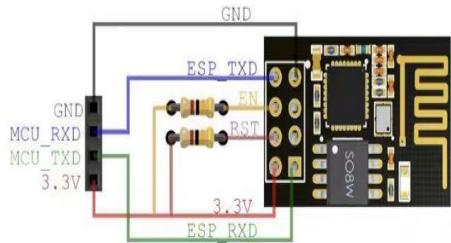


图 22 ESP-8266-01s 模块接线示意图

3.2.11 串口程序烧写模块设计

图 23 中的 CH340 是一个 USB (USB 转 TTL) 总线的转接芯片，可以通过 CH340 串口烧写模块实现对单片机程序的烧写^[15]。但是本设计是通过 ST—LINK V2 作为下载烧写程序使用，本设计中的 CH340G 是用来连接 STM32 单片机和上位机 PC 端，在串口助手内实现上传数据，以及显示与云服务端的信号传输与接收。CH340 模块硬件图，表 2 是 CH340 模块引脚对应的单片机最小系统接线情况。

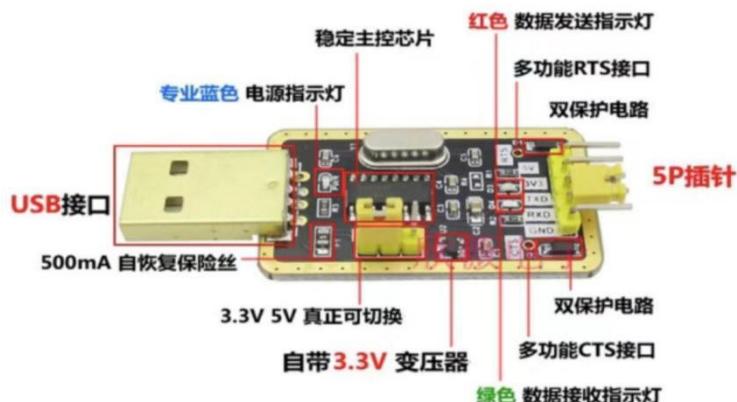


图 23 CH340 模块硬件图

CH340 模块	单片机最小系统板
VCC	5V
GND	GND
TX	单片机引脚 PA10
RX	单片机引脚 PA9

表 2 CH340 模块引脚接线表

3.3 本章小结

这个章节主要确定了 STM32 单片机的选型，决定用两块 STM32F10C8T6，一张单片机核心开发板，一张最小系统板。再确定系统设计的功能需求之后，完成了 STM32 最小系统，完成了语音播报模块、红外避障模块和步进电机模块的控制系统模块硬件设计；完成了温湿度传感器模块、烟雾传感器模块、WIFI 通信模块、CH340 串口模块、OLED 显示模块、电源模块和独立按键模块的监测系统系统的硬件设计。

4 智能车库的软件设计

4.1 STM32 程序开发环境

本次设计用 C 语言进行设计的程序开发。C 语言有高、灵活和强大且可移植的特点，使得 C 语言成为学习计算机编程的重要入门语言之一。C 语言的语法简洁明了，采用类似自然语言的表达方式，容易理解和学习。它拥有丰富的数据类型和运算符，能够完成各种复杂的计算和逻辑操作。此外，C 语言有助于提高程序的运行效率。C 语言在系统编程方面具有出色的表现，可以直接访问底层硬件并编写高效的驱动程序。除此之外，C 语言在嵌入式系统、操作系统和编译器的开发中也得到了广泛应用。C 语言的另一个优势是其可移植性，即同一个 C 语言程序可以在不同的计算机平台上编译运行，只需做出轻微的适配调整即可。下图 24 是本智能车库系统设计使用 Keil 5 MDK 软件来作为开发环境的开发界面。

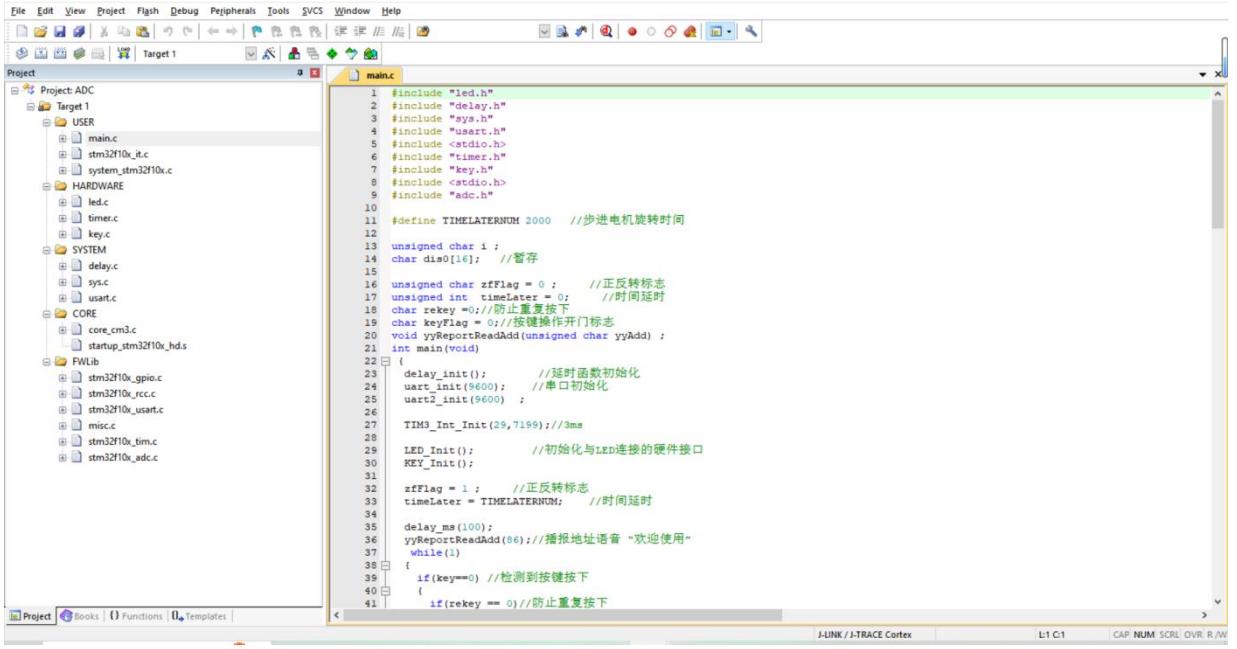


图 24 Keil 5 MDK 开发环境界面

4.2 STM32 主程序设计

本控制系统设计主要采用了两片 STM32F103C8T6 单片机作为本设计的主控芯片。第一块 STM32 单片机核心开发板主要用于控制系统^[16]，控制智能车库的开关车库门系统和智能车库语音播报系统；第二块 STM32 最小系统板主要用于监测智能车库室内监测数据，智能车库内的温湿度数据，烟雾量值数据，用于上传至云客户端，再由网络一并同步至手机 APP 上，实现数据的上传同步共享。本设计的主程序流程为：

- (1) 当给 STM32 单片机系统通电之后启动，系统开始初始化，智能车库的 E18-D80NK 红外避障传感器启动检测周围环境，检测需要进入智能车库的车辆情况，对车辆进行识别，视情况进行语音播报程序开始播报，并且开始执行步进电机开关门系统。
- (2) 在开门过程中，E18-D80NK 红外避障传感器持续工作，在开门的状态下，智能车库会一直进行监测，如果没有人员或者车进入智能车库的话，自动门将会自动关闭。
- (3) 在关门过程中，E18-D80NK 红外避障传感器同样持续工作，倘若再次监测到人或者车辆，会先暂停关门的动作转而进行开门的操作。预防失误造成人员或者车辆的损坏。

(4) 智能车库系统内有内置按键，按键的操作相当于智能车库里的开关按键，按下按键的话智能车库门打开，在车库内的人员走出智能车库，播报系统执行指令命令开始播报语音。

下图 25 是主程序流程图：

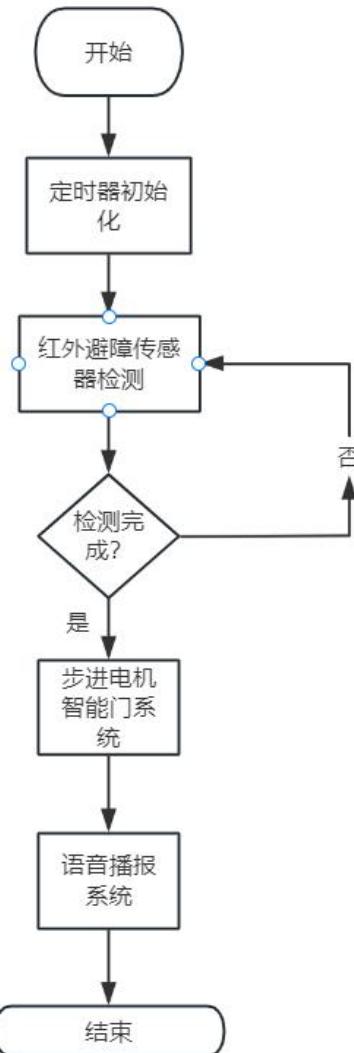


图 25 主程序流程图

(5) 同时，STM32 单片机读取智能车库内的 DHT11 传感器的温湿度数据，读取智能车库内烟雾数据。

(6) STM32 单片在获取到相关的数据之后，驱动 OLED 屏幕显示对应的数据信息，ESP8266WIFI 通信模块自动将数据上传至阿里云云平台服务器^[17]，利用手机 APP 可以访问阿里云云平台服务器实时远程监控，控制智能车库。

(7) 利用手机 APP 通过阿里云平台服务器向系统发送远程的指示命令，在 STM 系统接到指令之时，会传达指令，让对应模块进行工作。

图 26 是监测程序流程图。

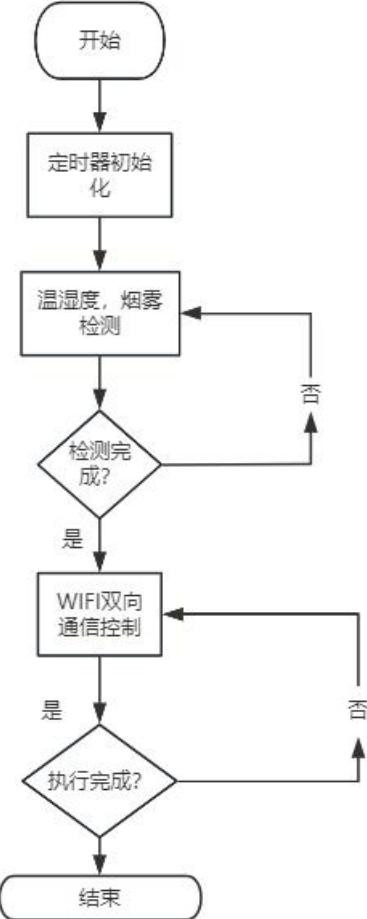


图 26 监测程序流程图

4.3 阿里云云平台设计

本设计主要用了阿里云物联网的飞燕平台设计。阿里云的物联网飞燕平台融合了众多阿里云的服务功能^[18]，以简化开发者在设备与云端之间实施开发工作的复杂性，同时降低整体开发成本。该平台采用 MQTT 协议来促进设备与云之间的高效、稳定通信，并采取了一对一的设备认证机制来确保数据交换的安全性。通过设定设备的物模型，飞燕平台使得开发者能便捷地管理设备属性、服务和事件，实现智能化控制。总体而言，飞燕平台为智能设备提供了一套完备且灵活的云接入和运营解决方案，帮助设备快速实现智能化，并确保其稳定连接到云端。图 27 是阿里云云平台接入的流程图。

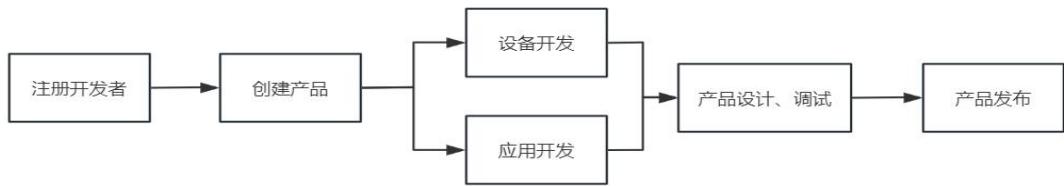


图 27 阿里云云平台接入流程

(1) 注册一个阿里云开发者账号，并且进入图 28 中的阿里云云平台首页内的物联网^[19]专区，里面的行业物联网的生活物联网平台（飞燕平台）。

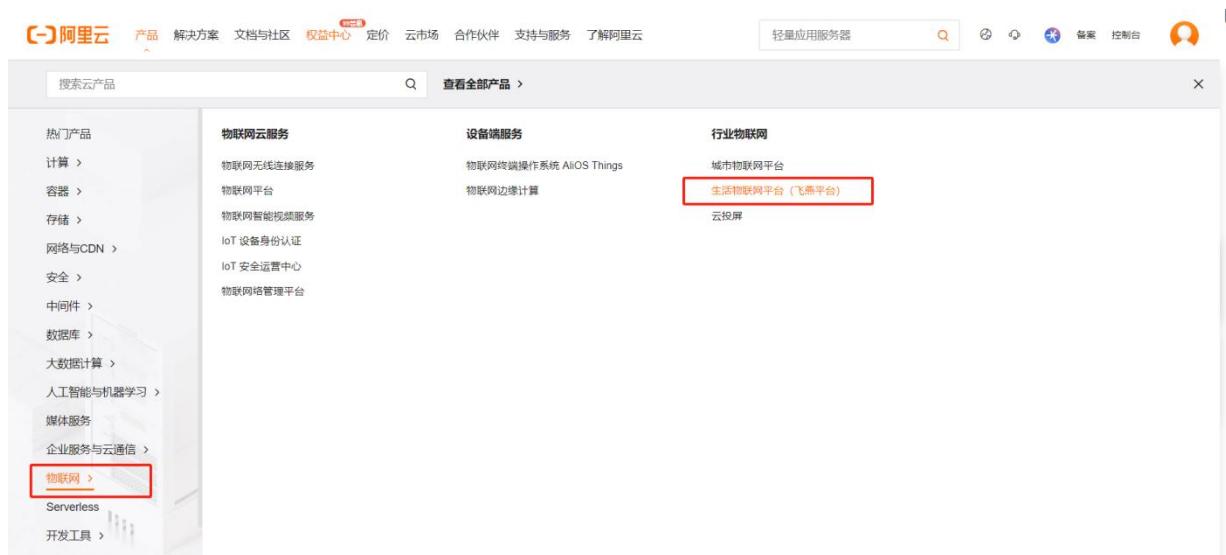


图 28 生活物联网平台

(2) 从生活物联网平台中，新建一个智能车库（zzck）项目，先根据网页的提示，图 29 中自行填写一些必要的产品信息，和产品说明书，首先完成一个初步的项目创建。节点类型要选择网关类型，因为到时候要用到手机热点进行数据的网络同步，所以通讯方式要选择蜂窝通讯；下载协议可以不勾选，最后数据格式推荐用 ICA 标准数据格式^[20]。

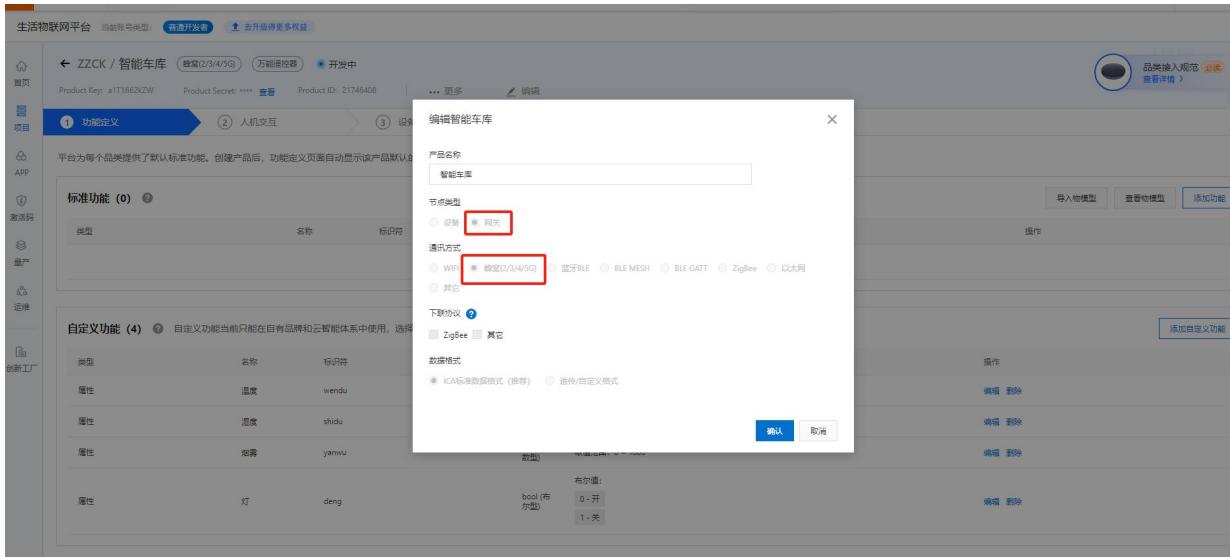


图 29 编辑智能车库信息

(3) 接下来开始为项目添加自定义功能，本设计主要用到监测和控制智能车库内部环境，所以自定义温湿度功能，烟雾功能，以及开关灯功能即可^[21]。图 30 中要注意每个功能的数据类型，比如说温度，湿度，烟雾的数据类型可以选择整数型，而开关车库灯这一种就要选择 0，1 布尔型。

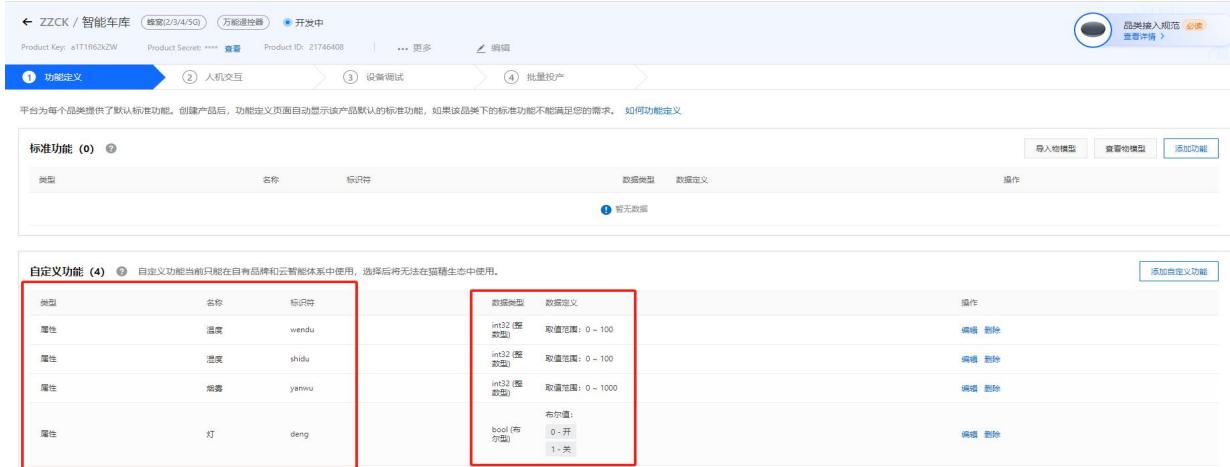


图 30 编辑智能车库功能

(4) 在项目功能确定好之后，开始制作手机 APP 端的设备面板，可以通过图 31 和图 32 中的功能选型来选择自己喜欢的面板类型，功能显示效果，功能按键类型。



图 31 编辑智能车库设备面板

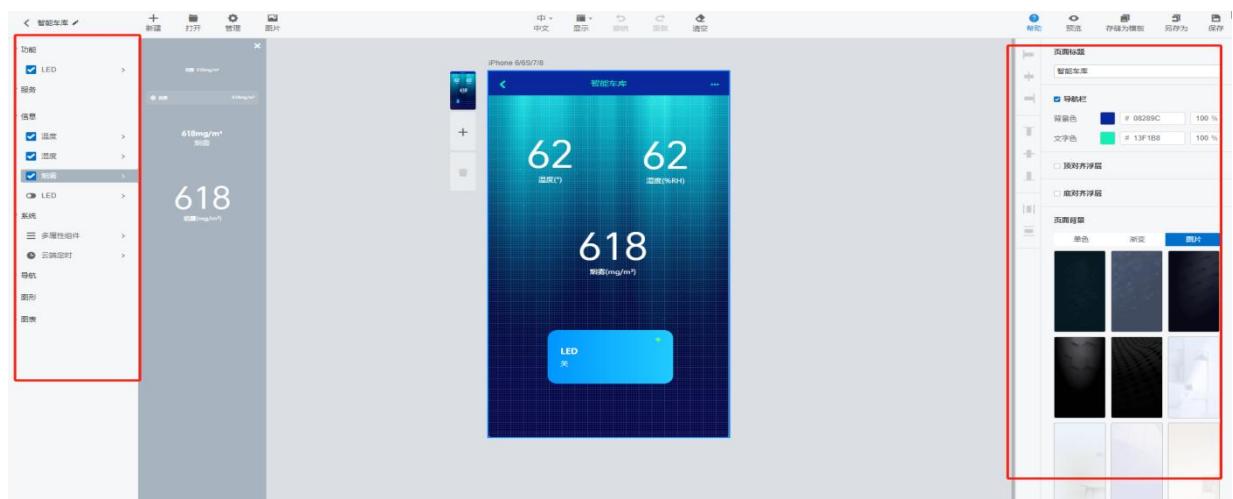


图 32 自定义智能车库手机 APP

(5) 在创建完设备面板之后，阿里云平台设计就大概完成了。接下来要留意产品生成的设备证书。下图 33 中的产品证书中的 Product Key 是产品的标识码，Device secret 是阿里云的产品授权证明，Device name 是项目的产品名字。这些都是后续步骤下载手机 APP 端同步阿里云云平台所需要的。

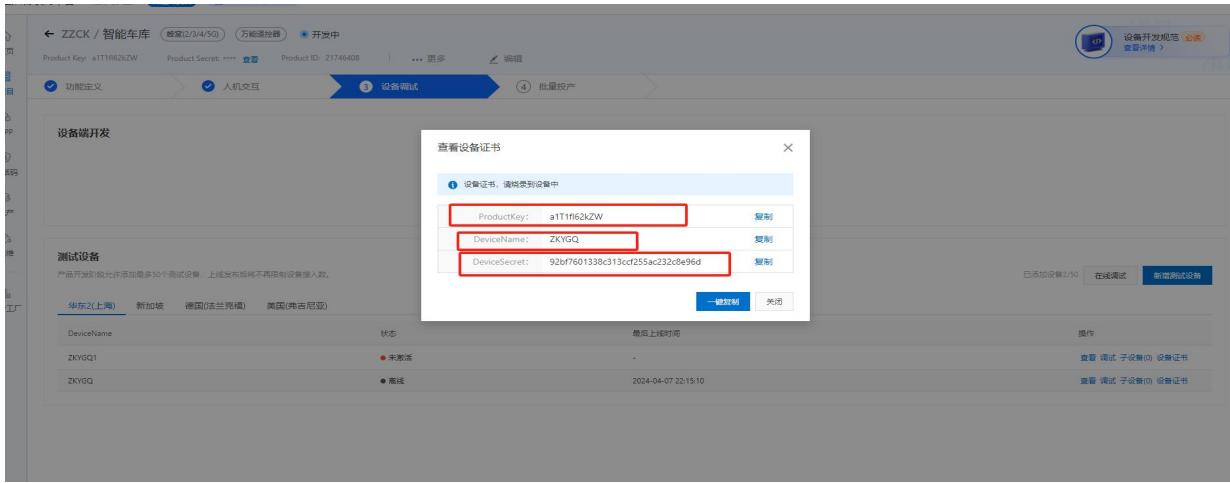


图 33 手机端参数

4.4 手机端 APP 设计

在完成图 34 中的 STM32 主程序，ESP8266WIFI 通信模块固件软件实现，以及阿里云云平台的实际与实现之后。接下来要进行控制系统相对应的手机 APP 软件设计。

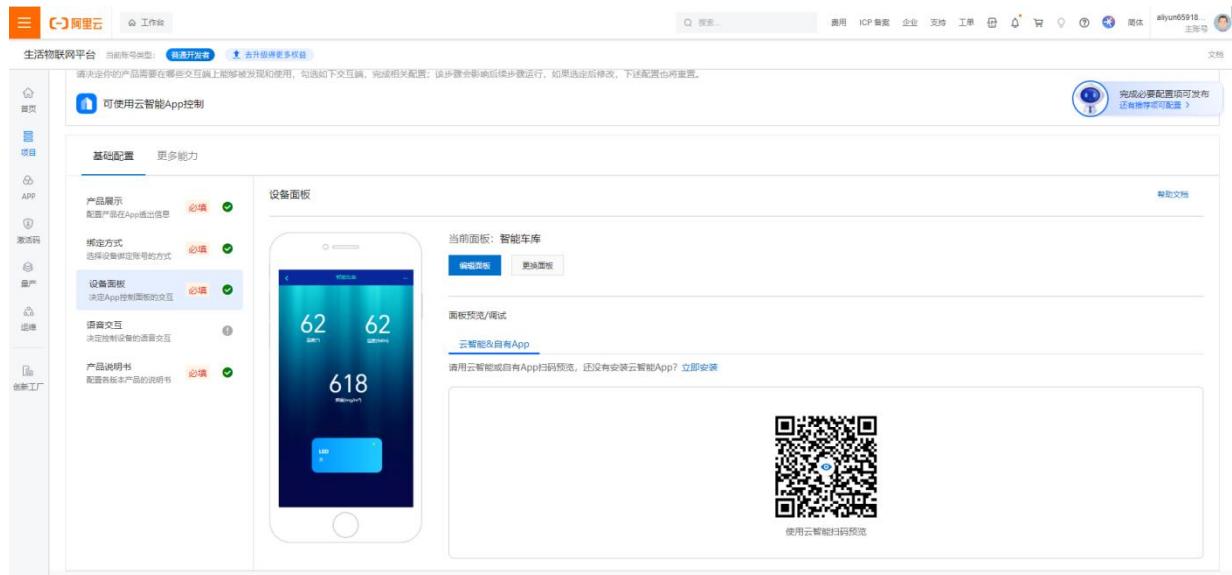


图 34 下载云智能 APP

在上一小节中，已经根据功能需求编辑好了手机 APP 的设备面板，并且得到了设备证书内的数据，在阿里云平台中，为了降低开发者对 APP 软件设计的复杂性，降低开发者们的门槛和研发经费，已经内置了项目完整控制功能的开源代码。所以可以通过图 35 和图 36 直接在阿里云网站上扫码下载云智能 APP 端，然后通过添加编辑好的项目，输入项目的信息，这样子软件设计便可以直接导入进 APP 端。



图 35 添加项目



图 36 添加项目成功

4.5 本章小结

本章节主要介绍了 STM32 单片机的开发环境和 STM32 单片机的主程序设计，完成了 STM32 主要流程设计还有智能车库所需的模块程序的设计，然后搭建了阿里云云平台，在云平台上进行设备项目的设计和开发，并且成功搭建手机 APP 端，接入了阿里云云平台的项目，实现手机端，云平台端，系统控制端的信息同步接发响应功能。

5 系统功能调试

5.1 STM32 控制系统调试

在按照所画好的如图 37 所示下的系统电路原理图下焊接好本系统中的所有电子元器件之后，导入编译好的如下图 38 所示的 STM32 主流程程序，因为本智能车库系统设计中的 STM32 单片机核心板主要负责系统控制方面，所以主要对其进行功能的测试，包括其步进电机装置，E18-D80NK 红外避障传感系统和语音播报系统的功能是否能相适配。

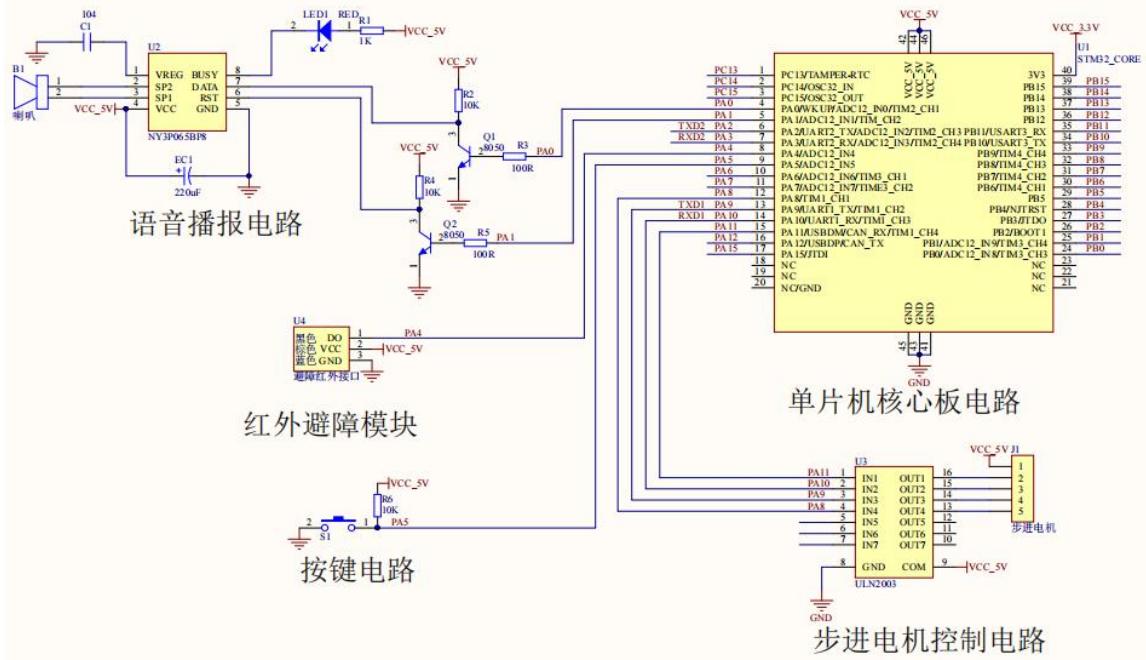


图 37 STM32 主流程电路原理图

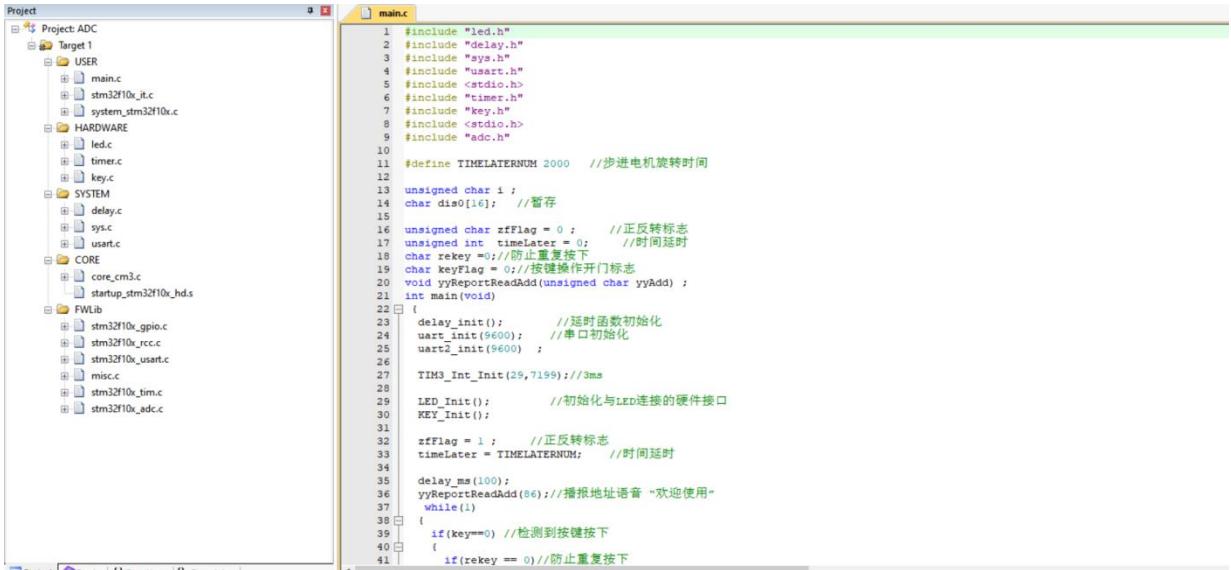


图 38 STM32 控制程序

对控制系统进行测试，先给如下图 39 所示的控制系统上电，开始通电之后，语音播报系统开始工作，欢迎用户使用语音提醒功能正常，此时步进电机初始化，处于复位位置。当红外避障传感器检测到车辆进入智能车库区域时，此时语音播报系统及时响应，欢迎用户光临功能正常，步进电机同步开始顺时针转动一周开启智能车库门功能正常，在开门的状态下，检测不到人的遮挡，自动车库门逆时针转动一周关闭功能正常；在关

门过程中，倘若再次监测到人或者车辆，会先暂停关门的动作转而进行开门的操作。预防失误造成人员或者车辆的损坏。智能车库系统内有内置按键，按键的操作相当于智能车库里的开关按键，按下按键的话智能车库门打开，在车库内的人员走出智能车库，播报系统执行指令命令开始播报语音，语音功能正常。本次还测试了如下图 40 所示的 E18-D80NK 红外避障传感系统调节敏感度的可接收范围。

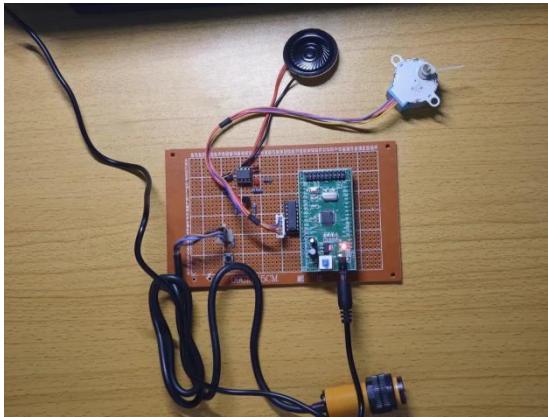


图 39 STM32 控制系统

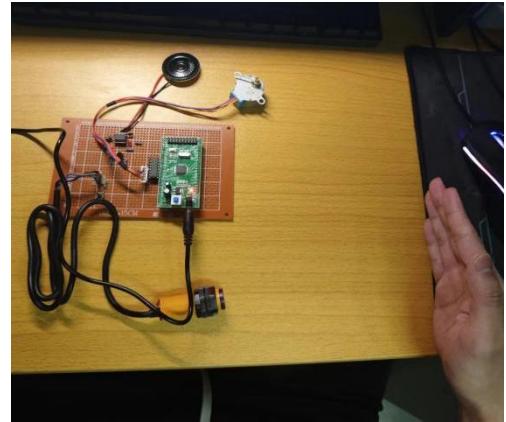


图 40 测试红外避障灵敏度

5.2 STM32 监测系统调试

5.2.1 STM32 监测系统测试

本系统主要用于监测智能车库，为了方便调试，本监测系统采用现成模块，用面包板原理线，各模块引脚接线按照程序接口一一对应。首先，先将完成的 STM32 监测程序导入 STM32F10C8T6 最小系统板，本设计是使用 ST-Link V2 传输方式导入程序，所以会方便一点。导入如下图 41 所示的主监测程序之后，开始用面包板按照引脚接线图将模块连接起来，连接起来的成品如下图 42 所示。

```

Project: STM32Monitoring
File: main.c
1 //包含需要的头文件
2 #include "awtch.h" //包含需要的头文件
3 #include "uart1.h" //包含需要的头文件
4 #include "stm32f10c8t6.h" //包含需要的头文件
5 #include "usart1.h" //包含需要的头文件
6
7 //函数名: 初始化GPIO函数
8 //参数: 无
9 //返回值: 无
10
11 //设置PA0为输出模式
12 //设置PA0为高电平
13 void RW_Init(void)
14 {
15     GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure; //定义一个设置GPIO的变量
16     RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOA, ENABLE); //使能GPIOA端口时钟
17     RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOB, ENABLE); //使能GPIOB端口时钟
18
19     GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_0;
20     GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
21     GPIO_InitStructure.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
22     GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;
23     GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);
24
25     GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_1 | GPIO_Pin_10 | GPIO_Pin_11;
26     GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
27     GPIO_InitStructure.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
28     GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;
29     GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitStructure);
30
31
32     //函数名: 判断开关状态，并发布服务端
33     //参数: 无
34     //返回值: 无
35 }

```

图 41 STM32 监测程序

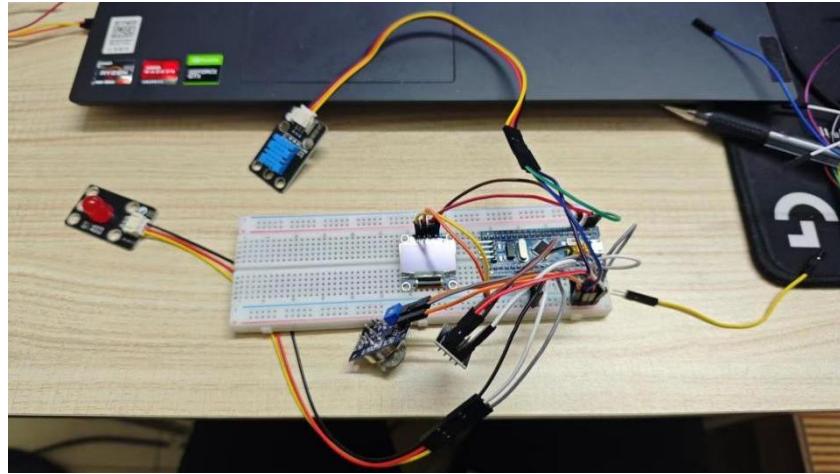


图 42 STM32 监测系统图

此监测最重要的功能便是同步系统设计内传感器的实时数据，所以要通过 WIFI 通信接入云平台服务端，本设计需要用到如下图 43 所示的 X COM 串口助手，通过 CH340 串口模块将监测系统连接起来，这样子就能清楚知道是否连上阿里云平台的信息。软件在初始调试时，发现监测系统可以成功连接上系统设置的个人手机热点，但发现并不能成功订阅到云平台的信息一直在重复显示准备连接路由器，所以出现如下图 44 所示一直连接不上云平台的问题。



图 43 X COM 软件

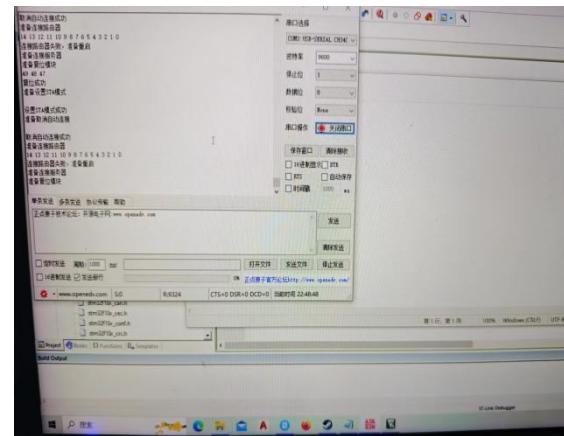


图 44 通信连接失败

排查发现，本监测系统的 STM32 监测主程序并没有出现问题，引脚接线方式也没有发现和程序中接口不同的错误，经过一个个电子元器件分别单独测试其功能是否完好的深入排查之后，终于发现原来是如下图 45 所示的 WIFI 通信模块 ESP8266-01 模块发生问题。然后尝试了用另外一块如下图 46 所示中内置了 CH340 的 ESP8266-12FWIFI 开发板，想尝试直接导入 WIFI 程序进开发板看能不能成功订阅阿里云信息，结果依旧是不能连接上路由器。

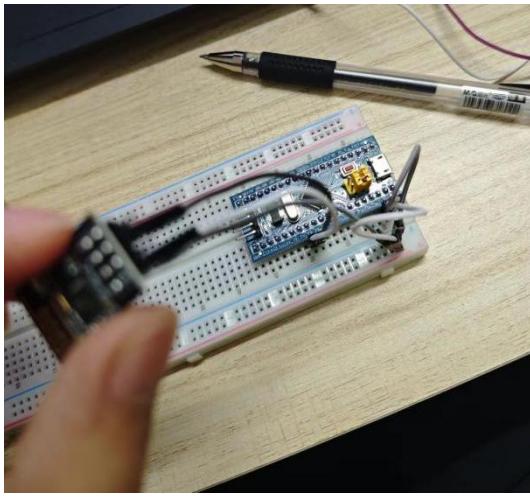


图 45 单独测试模块

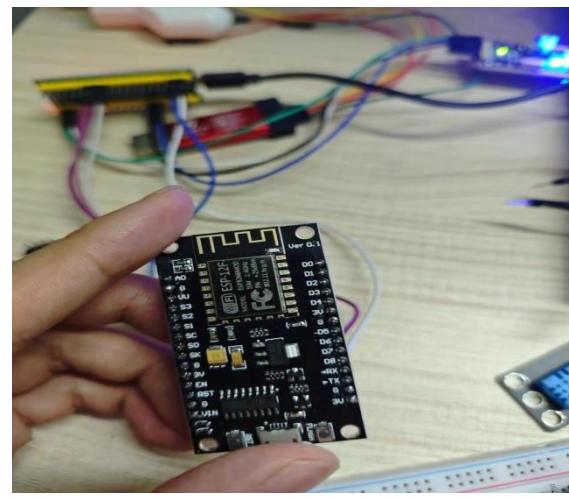


图 46 ESP8266-12F

尝试了多种手上材料的 ESP8266 通信模块后，考虑可能是放在袋子里因为天气潮湿的原因使带脑子模块内部有所损坏。所以重新在互联网商店购买最新的如下图 47 所示的 ESP8266-01s 优质款 WIFI 通信模块。在重新调试 WIFI 通信模块之后，单独测试电子模块功能，测试完好，如下图 48 所示，功能恢复正常，可以成功连接到监测主程序中设置的手机热点，可以成功连接到阿里云云服务器，如下图 49 所示可以成功订阅接收到数据。



图 47 ESP8266-01s

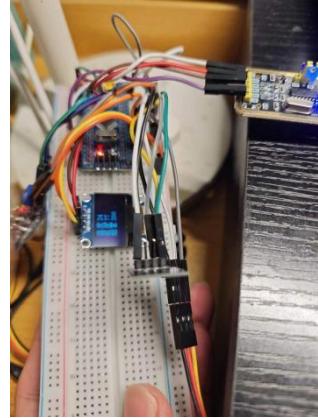


图 48 STM32 监测系统

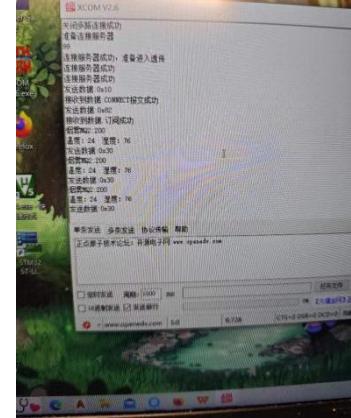


图 49 成功连接云服务器

5.2.2 阿里云平台调试

当 STM32 监测系统调试完毕之后，接下来要进行阿里云平台的调试，智能车库监测系统在云平台上线，进行线上调试。阿里云成功检测到监测系统，如下图 50 所示显示设备在线，线上调试功能正常，如下图 51 所示可以成功接收到智能车库监测系统^[22]中的数据。

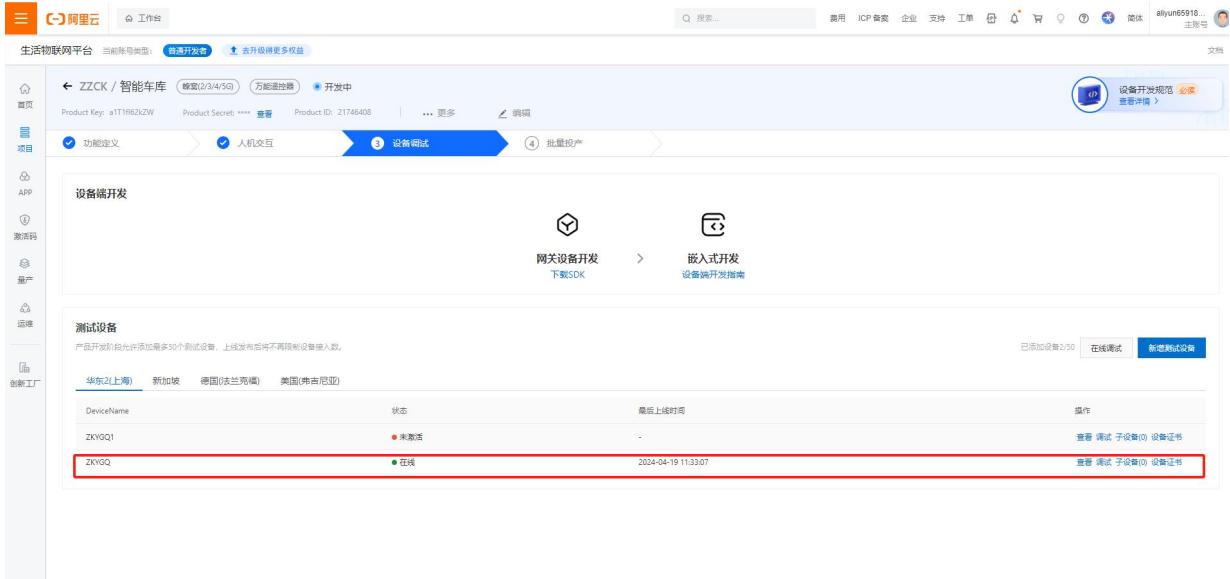


图 50 设备在线状态

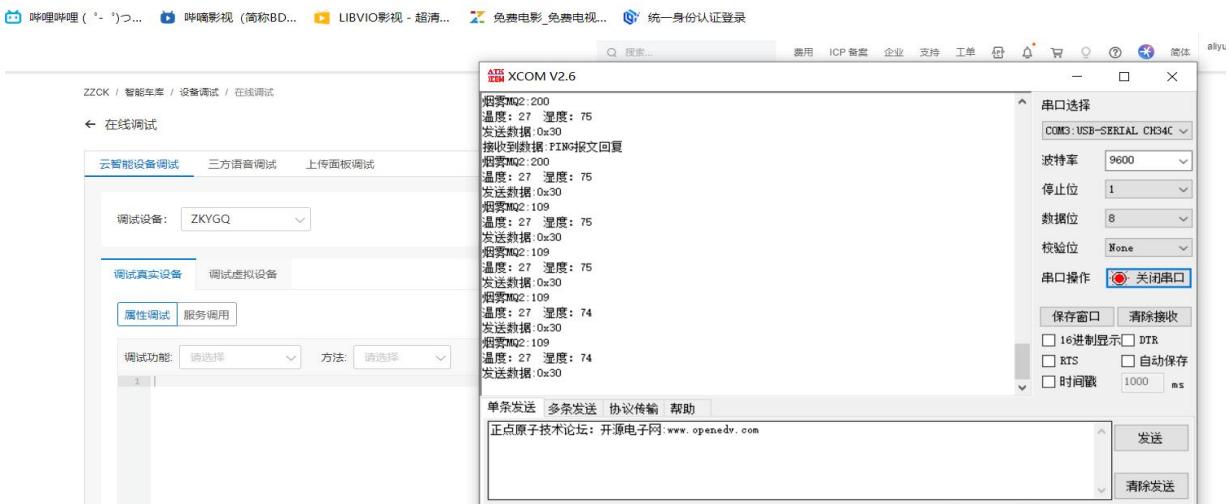


图 51 线上调试接收数据

5.3 手机 APP 调试

通过在阿里云平台上扫描云智能 APP 二维码下载 apk 文件，手机客户端打开云智能 APP，录入阿里云平台信息，成功导入智能车库项目。启动 STM32 监测系统，用 CH340 串口模块 USB 转 TTL 连接 X COM 串口软件，同步监测系统 pc 端和阿里云平台的数据信息。STM32 监测系统自动连接上手机设置好对都蜂窝热点，如下图 52 可以看到监测系统与手机 APP 端信息的同步。在手机云智能 APP 中看以显示智能车库温度湿度，以及烟雾的含量情况，还设置了一个 LED 控制开关，在手机 APP 端可以远程控制智能车库内的 LED 灯亮与灭，X COM 串口助手执行手机 APP 端发出的操作命令，由串口助手给

监测系统下达。如下图 53 所示。

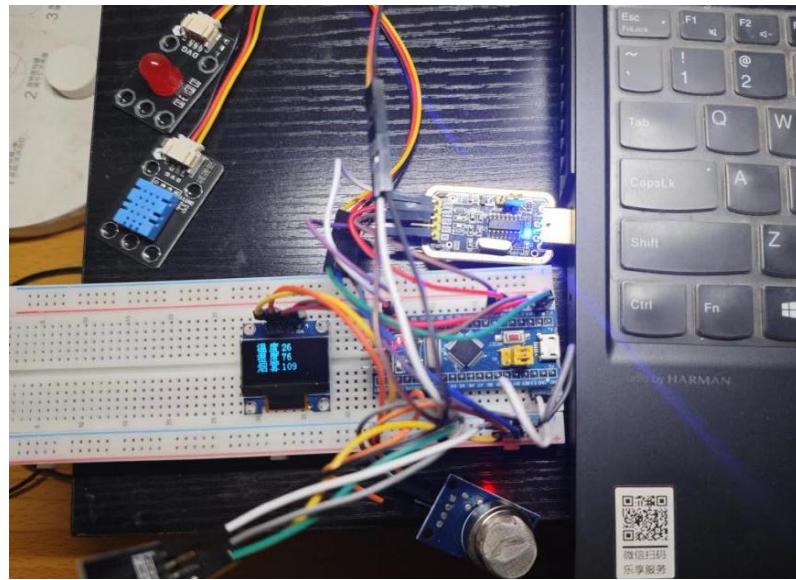


图 52 STM32 监测系统利用串口助手同步信息

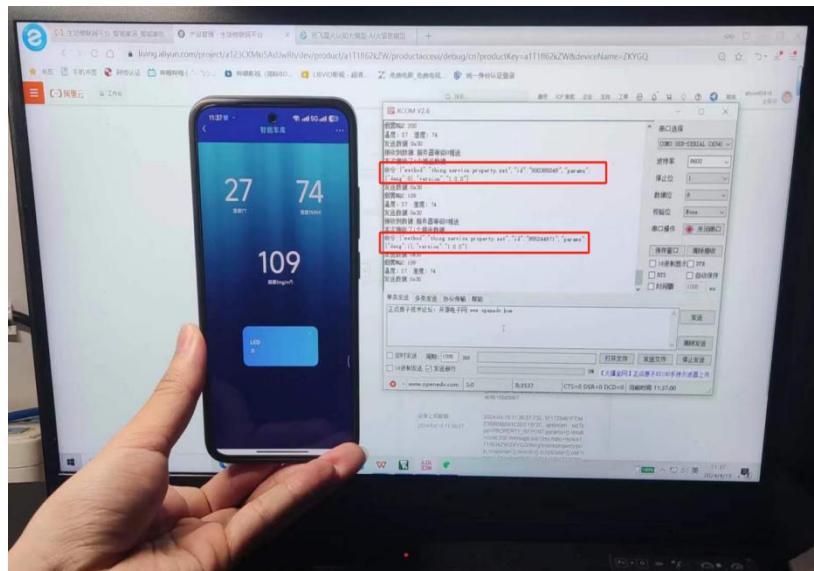


图 53 STM32 监测系统接发指令

5.4 STM32 智能车库系统展示

在通过分别对 STM32 的控制系统和 STM32 监测系统的调试成功之后，将两部分组成智能车库系统设计。如下图 54 所示。

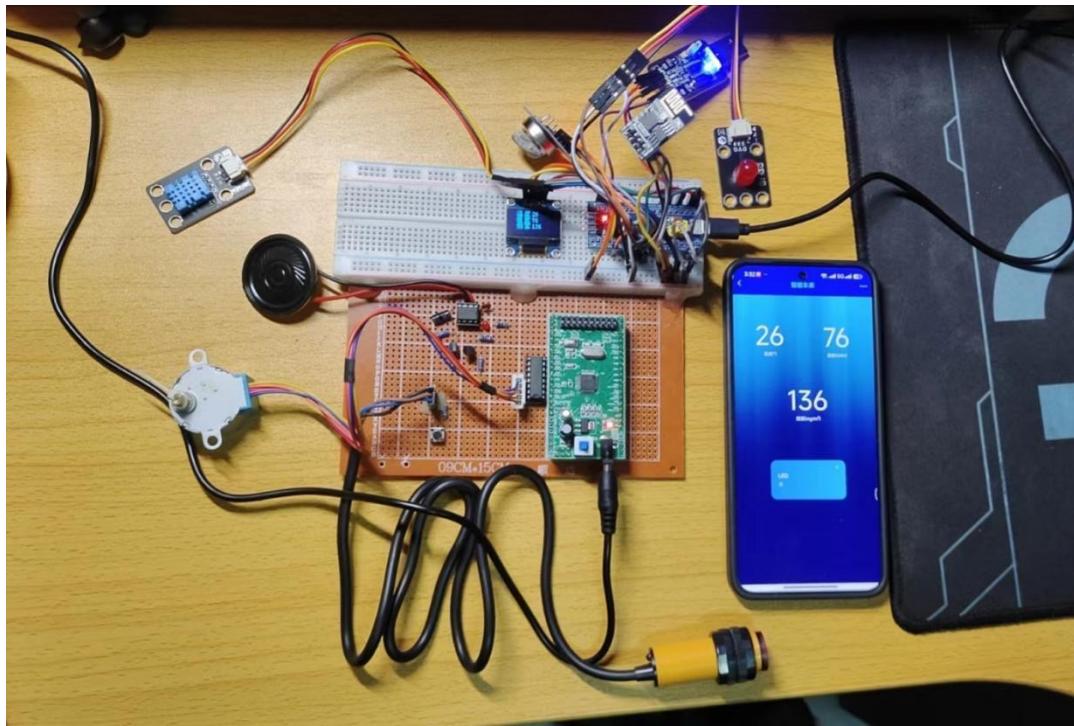


图 54 STM32 智能车库设计

5.5 本章小结

本章节主要对本基于 STM32 单片机的智能车库设计进行功能性的调试，通过分别调试智能车库的控制系统和监测系统，实现控制系统的红外避障功能，语音播报功能和步进电机的智能开关车库门功能；实现监测系统的温湿度监测，烟雾监测和智能车库 LED 控制并通过 WIFI 通信模块连接云平台与手机 APP 端。调试结果表明，本基于 STM32 单片机的智能车库系统能够完全满足系统设计的功能需求。

6 总结与展望

6.1 总结

本文通过调研国内外研究现状，分析了如今智能车库在社会的可行性以及存在的问题。根据现在社会情况，设计并实现了一种基于 STM32 单片机的智能车库设计。

本文的主要设计研究成果有：