



# 2018 年工程科技创新基金项目

## 项目研究总结报告

项目名称： 基于物联网的智能安防报警系统的研制

负责人： 席佳伟

项目成员： 段煜松

指导老师： 李华英

所在学院： 工程技术学院

起止日期： 2018 年 4 月—2019 年 4 月

## 目录

1 引言.....	1
2 产品与服务.....	1
2.1 产品简介.....	1
2.2 服务场景.....	2
2.3 产品特性.....	3
2.4 产品价值与优势.....	3
3 研究与开发.....	3
3.1 主要模块简介.....	3
3.1.1 STM32F103C8T6 主控芯片 .....	3
3.1.2 ESP8266 以太网芯片 .....	4
3.1.3 ZigBee.....	5
3.2 报警监控子系统.....	6
3.2.1 无线门磁模块.....	6
3.2.2 火焰气体监控模块.....	7
3.2.3 报警器.....	9
3.3 中央处理与通信子系统（网关） .....	10
3.4 机智云平台.....	11
3.5 用户终端子系统.....	12
3.5.1 LElink APP .....	12
3.6 通讯协议简述.....	15
3.6.1 ESP8266 通讯协议.....	15
3.6.2 ZigBee 自组网通讯协议.....	16
4 实物图.....	17
4.1 网关（LElink 主机） .....	17
4.2 报警器.....	18
4.3 火焰烟雾监控模块.....	18
4.4 无线门磁.....	19
4.5 模块集合.....	19

4.6 系统工作图.....	20
5 总结.....	20
6 附录.....	21
7 参考文献.....	21

# 基于物联网的智能安防报警系统的研制

席佳伟

西南大学工程技术学院，重庆 400716

## 1 引言

随着经济在发展，社会在进步，人们的生活水平得到了很大的提高。但同时人们生活节奏也在提高，各种繁忙的事务导致照顾家庭的时间变少，因此人们对于安全防范观念日益提高，如何建立一个智能化、简单易用、实时性高的家用智能安防报警系统成了解决人们所关心的室内安全问题的最好选择。

从目前的技术发展状况出发，传感器技术及其应用已日趋成熟，智能手机、智能手表，智能眼镜等智能终端的普及率越来越高，微控制器技术、网络技术等核心控制与传输方面也已经高度发展。这些都使得家用智能安防报警系统的实现成为可能。

在实现本智能安防报警系统的过程中，我们发现室内属于隐私空间，且安防监控需要实时性高，监控要对有害气体、烟雾、门窗开关状态等信息进行监控，当有不安全状况时，能提供实时的语音报警。并要将室内的状况实时地反馈到用户随身携带的智能手机终端设备上，以便用户采取进一步措施。

## 2 产品与服务

### 2.1 产品简介

此智能安防报警系统分为报警监控子系统、中央处理与通信子系统和用户终端子系统三部分。

报警监控子系统由报警器模块、火焰烟雾监控模块、无线门磁模块组成。负责对家居环境进行布防与监控。

中央处理与通信子系统便是 LElink 主机，是整个系统的核心，负责对各个模块的数据进行收集、传输与智能化处理，并具有根据用户的位置智能地开启或关闭全

面布防模式等一系列智能化功能。

用户终端子系统是用户随身携带的智能手机终端设备。用户只需在终端设备上安装 LElink 应用即可监控家居环境中各个模块的指标，并可根据自己的需求选择不同的布防模式。



## 2.2 服务场景

**报警器模块：**可发出语音报警声和蜂鸣器报警声，对出现的意外情况进行报警。

**无线门磁模块：**可监控门、窗、抽屉、柜子等的开关状态。用户可根据自己的需要在多种地方安装此模块，以来满足自己的安防需求。

**火焰烟雾监控模块：**可实时监控家庭工作环境的有无火情和烟雾浓度指标。

用户可根据自己的需求扩展更多的模块以来满足家庭工作环境的安防需求。

此系统具有全面布防模式和监控工作模式，全面布防模式，以来满足自己家庭的布防需求。

## 2.3 产品特性

模块	材料	数量	尺寸
报警器模块	PLA	1	D110*65
无线门磁模块	PLA	2	99*44*28
火焰烟雾检测模块	PLA	1	D85*56
LElink 网关	PLA	1	D94*43

## 2.4 产品价值与优势

数字化革命如火如荼，智能化已经全面融入社会生活。在智慧城市这一概念的普及背景之下，智能安防也正逐渐走进人们的生活，走进居民住户的家中。智能安防产品是新型产业，有着良好的发展前景，基于物联网技术的智能安防报警系统，是对于以往的安防技术的更新和变革，借助于物联网的“物物相连”的主要特征，打造出系统全面的智能安防监控系统，能够实现实时可靠性的监控，有利于确保家庭住宅和公共场所的安全性。

# 3 研究与开发

## 3.1 主要模块简介

### 3.1.1 STM32F103C8T6 主控芯片



STM32F103x8 和 STM32F103xB 增强型系列使用高性能的 ARM® Cortex™-M3 32 位的 RISC 内核，工作频率为 72MHz，内置高速存储器(高达 128K 字节的闪存和 20K 字节的 SRAM)，丰富的增强 I/O 端口和联接到两条 APB 总线的外设。所有型号的器件都包含 2 个 12 位的 ADC、3 个通用 16 位定时器和 1 个 PWM 定时器，还包含标准和先进的通信接口：多达 2 个 I2C 接口和 SPI 接口、3 个 USART 接口、一

个 USB 接口和一个 CAN 接口。

STM32F103xx 中等容量增强型系列产品供电电压为 2.0V 至 3.6V，包含 -40° C 至 +85° C 温度范围和 -40° C 至 +105° C 的扩展温度范围。一系列的省电模式保证低功耗应用的要求。

STM32F103xx 中等容量增强型系列产品提供包括从 36 脚至 100 脚的 6 种不同封装形式；根据不同的封装形式，器件中的外设配置不尽相同。下面给出了该系列产品中所有外设的基本介绍。

### 3.1.2 ESP8266 以太网芯片



ESP8266 是一个完整且自成体系的 Wi-Fi 网络解决方案，能够搭载软件应用，或通过另一个应用处理器卸载所有 Wi-Fi 网络功能。

ESP8266 在搭载应用并作为设备中唯一的应用处理器时，能够直接从外接闪存中启动。内置的高速缓冲存储器有利于提高系统性能，并减少内存需求。

另外一种情况是，无线上网接入承担 Wi-Fi 适配器的任务时，可以将其添加到任何基于微控制器的设计中，连接简单易行，只需通过 SPUSD10 接口或中央处理器 AHB 桥接口即可。

ESP8266 强大的片上处理和存储能力，使其可通过 GP10 口集成传感器及其他应用的特定设备，实现了最低前期的开发和运行中最少地占用系统资源，ESP8266 高度片内集成，包括天线开关 balun、电源管理转换器，因此仅需极少的外部电路，且包括前端模块在内的整个解决方案在设计时将所占 PCB 空间降到最低。

装有 ESP8266 的系统表现出来的领先特征有节能 VoIP 在睡眠/唤醒模式之间的快速切换、配合低功率操作的自适应无线电偏置、前端信号的处理功能、故障排除和无线电系统共存特性为消除蜂窝/蓝牙/DDR/LVDS/LCD 干扰。

### 3.1.3 ZigBee



#### (1) 功能设计

室内每个模块与主机进行通信的一种低功耗无线通信协议，可将每个模块的数据实时地传输到主机上。

#### (2) 简介

ZigBee 是基于 IEEE802.15.4 标准的低功耗局域网协议。根据国际标准规定，ZigBee 技术是一种短距离、低功耗的无线通信技术。其特点是近距离、低复杂度、自组织、低功耗、低数据速率。主要适合用于自动控制和远程控制领域，可以嵌入各种设备。ZigBee 协议从下到上分别为物理层(PHY)、媒体访问控制层(MAC)、传输层(TL)、网络层(NWK)、应用层(APL)等。其中物理层和媒体访问控制层遵循 IEEE 802.15.4 标准的规定。

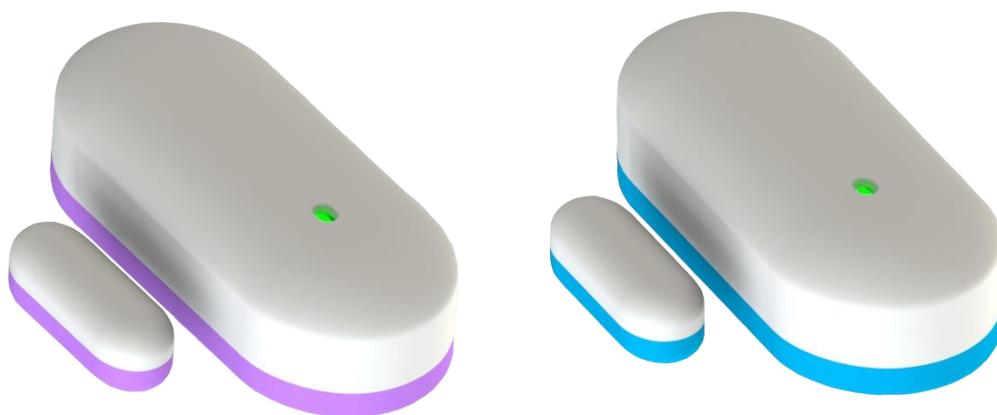
#### 3. 特性

低功耗；低成本；低速率；近距离；短延时；高容量；高安全；免执照频段。

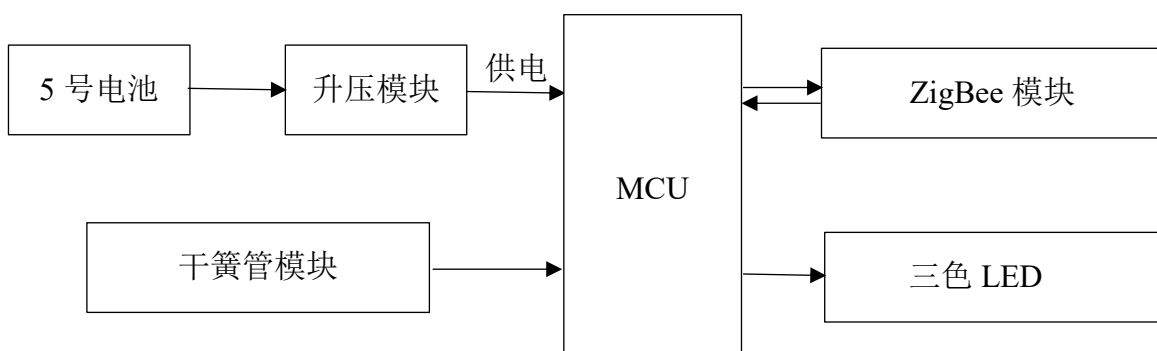


## 3.2 报警监控子系统

### 3.2.1 无线门磁模块



#### (1) 设计框架



#### (2) 功能说明

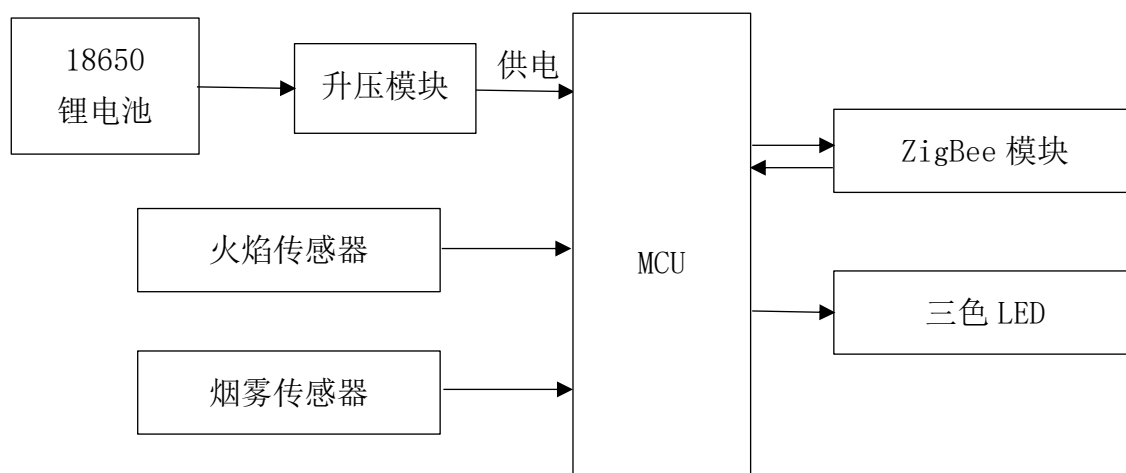
用于检测门、窗、抽屉等的开关状态，并实时地将数据发送到报警器和网关上。可用于防止室内盗窃的发生，保护私人物品。

在有磁铁吸合时，干簧管模块处于导通状态，此时通过 ZigBee 模块发出安全信号同时三色 LED 灯绿色亮指示安全状态，当磁铁与门磁分开大于 20cm 间距时，干簧管模块处于断开状态，此时通过 ZigBee 模块发出报警信号同时三色 LED 灯绿色亮指示危险状态。

### 3.2.2 火焰气体监控模块



#### (1) 设计框架



#### (2) 功能说明

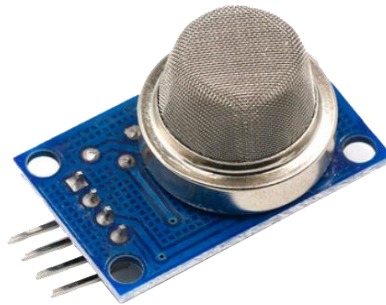
集成了 MQ-2 烟雾传感器和火焰传感器，用于对室内的烟雾浓度和火焰进行检测，并实时地将数据发送到报警器和网关上。用于防止火灾等安全隐患的产生。

火焰传感器检测到火苗时会指示 LED 灯变为红色并且闪烁，同时通过 ZigBee 模块发送检测到火焰的信号；烟雾传感器检测到烟雾时会指示 LED 灯变为蓝色常

量，同时通过 ZigBee 模块发送检测到烟雾的信号；当火焰传感器和烟雾传感器同时检测到危险时，会指示 LED 灯变为红色常量，同时通过 ZigBee 模块发送检测到火焰和烟雾的信号。

所用传感器简介如下：

- MQ-2 烟雾传感器



MQ-2 型烟雾传感器属于二氧化锡半导体气敏材料，属于表面离子式 N 型半导体。处于 200~300 摄氏度时，二氧化锡吸附空气中的氧，形成氧的负离子吸附，使半导体中的电子密度减少，从而使其电阻直增加。当与烟雾接触时，如果晶粒 1 司界处的势垒收到烟雾的调至而变化，就会引起表面导电率的变化。利用这一点就可以获得这种烟雾存在的信息，烟雾的浓度越大，导电率越大，输出电阻越低，则输出的模拟信号就越大。

MQ-2 型传感器对天然气、液化石油气等烟雾有很高的灵敏度多尤其对烷类烟雾更为敏感具有良好的抗干扰性，可准确排除有刺激性非可燃性烟雾的干扰信息。

MQ-2 型传感器具有良好的重复性和长期的稳定性。初始稳定，响应时间短，长时间工作性能好。需要注意的是在使用之前必须加热一段时间，否则其输出的电阻和电压不准确。

其检测可燃气体与烟雾的范围是 100~10000ppm(ppm 为体积浓度。1 ppm=1 立方厘米/1 立方)

- 火焰传感器

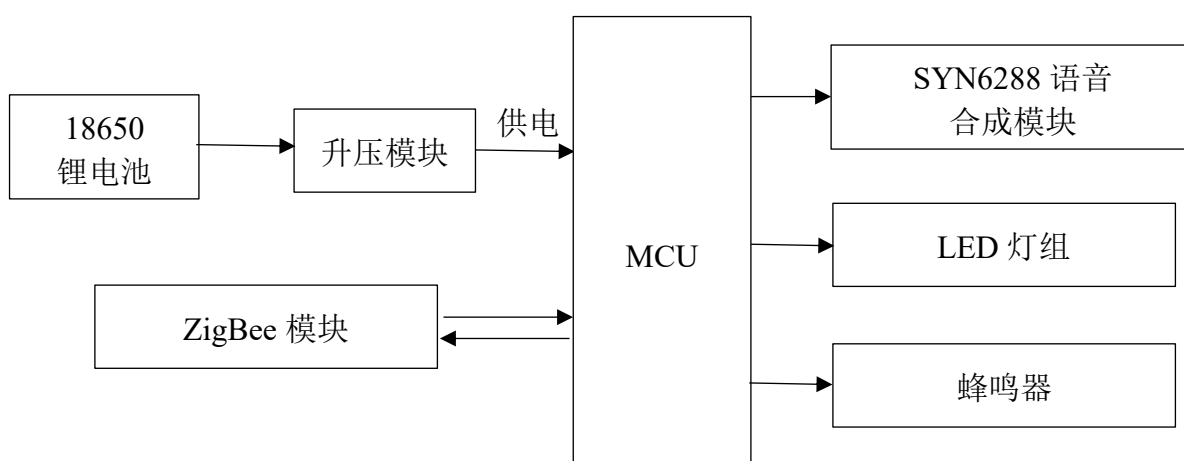


红外火焰传感器能够探测到波长在 700 纳米~1000 纳米范围内的红外光，探测角度为 60°，其中红外光波长在 880 纳米附近时，其灵敏度达到最大。远红外火焰探头将外界红外光的强弱变化转化为电流的变化，通过 A/D 转换器反映为 0~255 范围内数值的变化。外界红外光越强，数值越小；红外光越弱，数值越大。

### 3.2.3 报警器



#### (1) 设计框架



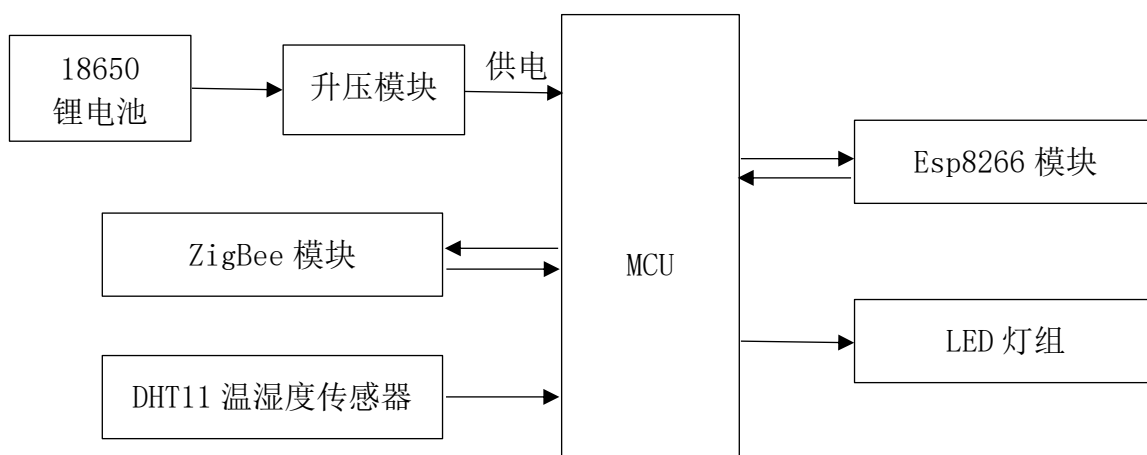
## (2) 功能说明

用于进行意外发生时的报警，可发出语音报警声和蜂鸣器报警声以应对不同的报警模式。其内置的 ZigBee 用于与各个模块进行通讯，可与 LElink 主机无线连接。主要由主机控制进行智能报警，也可由用户远程控制报警。并且报警器每过 10 秒会自动检测各个模块的状态，以防误报或漏报。

## 3.3 中央处理与通信子系统（网关）



## (1) 设计框架



## （2）功能说明

长按最顶端的白色按键待主机的 LED 灯组变为只有绿灯亮时，即代表进入 AirLink 配网模式，此时再短按白色按键一下，此时 LED 灯组变为只有蓝灯亮同时进入 SoftAP 配网模式。

两种模式简介如下：

**AirLink 模式：**设备当处于该模式下，会不断接收特定编码的 WIFI 广播包，手机连接可用的 WIFI 网络后，通过 LElink APP 发送编码后的 WIFI 网络的 SSID 和密码广播，设备接收到之后自动尝试连接此 WIFI 网络。

**SoftAP 模式：**设备在 AP 模式下，相当于热点，手机可以直接与设备连接，并将可用的 WIFI 网络 SSID 和密码发送给设备，设备接收到配置信息后自动尝试连接路由器。

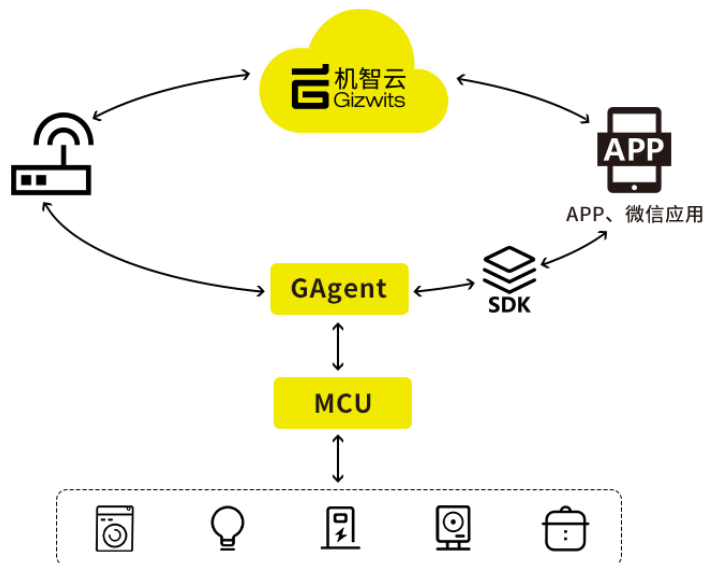
当设备配网成功后，对应配网模式的指示灯灭，同时 LED 渐变呼吸灯亮，此时主机上会有不同颜色渐变的灯效，表示设备已成功连接上路由器，渐变灯效在成功配置 90 秒后会自动熄灭，以减少功耗。

负责与云端通信，使各模块实时地和云端进行通讯并且实时采集温湿度数值上报给云端。

## 3.4 机智云平台

### 1. 功能

用于通过互联网连接主控板与用户端，接受来自主控版数据，并对其进行处理，及时的将数据反馈到 App 端。并且可将 App 端的指令发送到主控板，以实现用户对报警器模块的控制。



## 2. 简介

机智云是广州机智云物联网科技有限公司旗下品牌，全球领先的物联网开发平台和物联网云服务商，全栈物联网平台服务领导者，2014 年推出中国第一个智能硬件自助开发及云服务平台，是中国最大的物联网开发平台，中国第一个技术孵化平台，拥有中国最大的物联网开发者社区。公司 2005 年创立于美国纽约和中国广州，属海归创业型公司。研发中心位于广州，分公司设立于纽约、北京、深圳、上海，在杭州、南京、顺德等地均有分支机构。

公司拥有完整的技术研发团队、安全运营团队、人工智能团队和技术服务团队，为有志于进军物联网的企业 / 开发者提供厂家设备管理、网络连接管理、应用开发、数据挖掘、智能分析、金融计费与第三方系统互联等重要功能，同时帮助厂家连通底层设备、企业业务需求、应用开发者和企业内其他 IT 系统（CRM、ERP 等），为厂家打造完整的物联网解决方案，已服务车联网、新能源、工业互联、医疗健康、消费类电子产品等众多行业，目前在家电领域市场份额第一。

## 3.5 用户终端子系统

### 3.5.1 LElink APP

整个系统用户端的监控器与控制器，用户可在 app 端直接监控到各传感器的指标，也可进行定时定点的模式切换，以适应不同情况下的家庭安防状态。

LElink APP 接入了 QQ 的 SDK，用户使用自己的 QQ 账号即可登陆 LElink APP。

APP 主要界面展示：

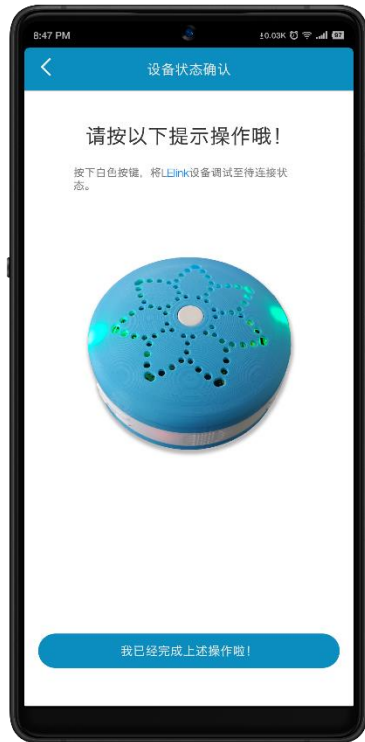
- 进入界面和登陆界面



- 配网流程



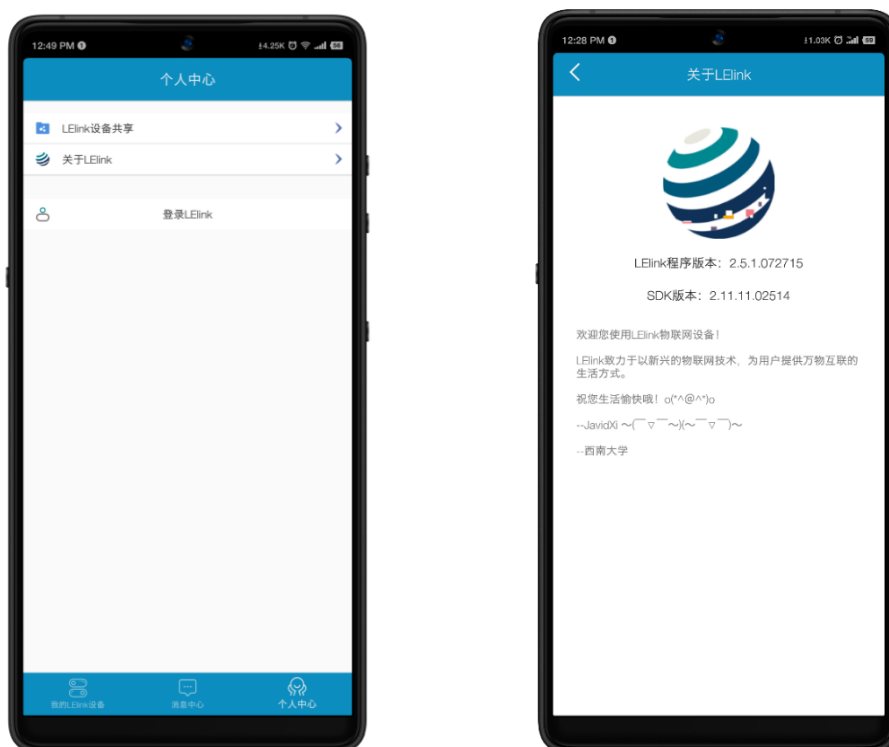




• 配网成功后与界面



• APP 其他界面展示



### 3.6 通讯协议简述

#### 3.6.1 ESP8266 通讯协议

##### (1) 传输字节序

默认采用大端编码，即高字节在前，低字节在后。

##### (2) 通信交互形式

采用一问一答，每条命令需要由接收方给出 ACK 应答确认消息，超时时间 200ms，超时后重发，发送 3 次后不再尝试发送，丢弃该包数据。

##### (3) 协议格式

指令由以下部分按顺序组成：

包头 (2B, 0xFFFF)，包长度 (2B, 命令...校验和)，命令 (1B)，包序号 (1B)，Flags (2B)，有效负载，校验和 (1B)。

##### • 包头

包头固定为 0xFFFF，为一包数据的同步头，表示一包的开始。

非包头部分，如果出现 0xFF 的数据内容，对于发送方，需要在 0xFF 后添加 0x55。对于接收方，如检测到非包头部分出现 0xFF，需要把紧跟其后的 0x55 移除。

0xFF 后面增加的 0x55,既不计入包长度，也不计入校验和的计算。

- 包长度

由两个字节（2B）组成。从命令开始一直到校验和的字节长度（包括命令和校验和）。

- 校验和

对数据包中的包长度开始一直到有效负载的字节求和取余数，即  $\text{sum}(\text{包长度} \dots \text{有效负载}) \% 256$ 。

- 包序号

由命令发起方给出，从 0 开始递增，超过 255 后继续从 0 开始。命令接收方回复 ACK 消息时，该字段填充接收到的 sn。

- flag

分为高字节和低字节，比如 flag 值为 0x0A0B，0A 是高字节，0B 是低字节；高字节是通讯协议级别的标记定义，是协议命令间通用的标记，低字节是本条协议内的标记定义，只影响本条协议，不具通用性，具体含义每条命令单独定义。

### 3.6.2 ZigBee 自组网通讯协议

#### （1）通信交互形式

采用一问一答，每条命令需要由接收方给出 ACK 应答确认消息，否则便一直重发。

#### （2）协议格式

指令由以下部分按顺序组成：

帧头（1B，0xF8）+数据（2B）+校验和（1B）+帧尾（1B，0xF4）

- 帧头

帧头固定为 0xF8，为一包数据的同步头，表示一帧的开始。

- 数据

由两个字节组成，第一个字节为数据 ID，第二个字节为对应模块状态数据。

各数据 ID:

无线门磁 1: 0x10

无线门磁 2: 0x11

火焰传感器: 0x20

烟雾传感器: 0x30

手动报警模式: 0x80

工作模式: 0x90

- 校验和

检验数据长度是否为 2，为 2 表示为有效数据，否则丢弃。

- 帧尾

包头固定为 0xF4，为一数据帧的同步尾，表示一帧的结束。

## 4 实物图

### 4.1 网关（LElink 主机）



## 4.2 报警器



## 4.3 火焰烟雾监控模块





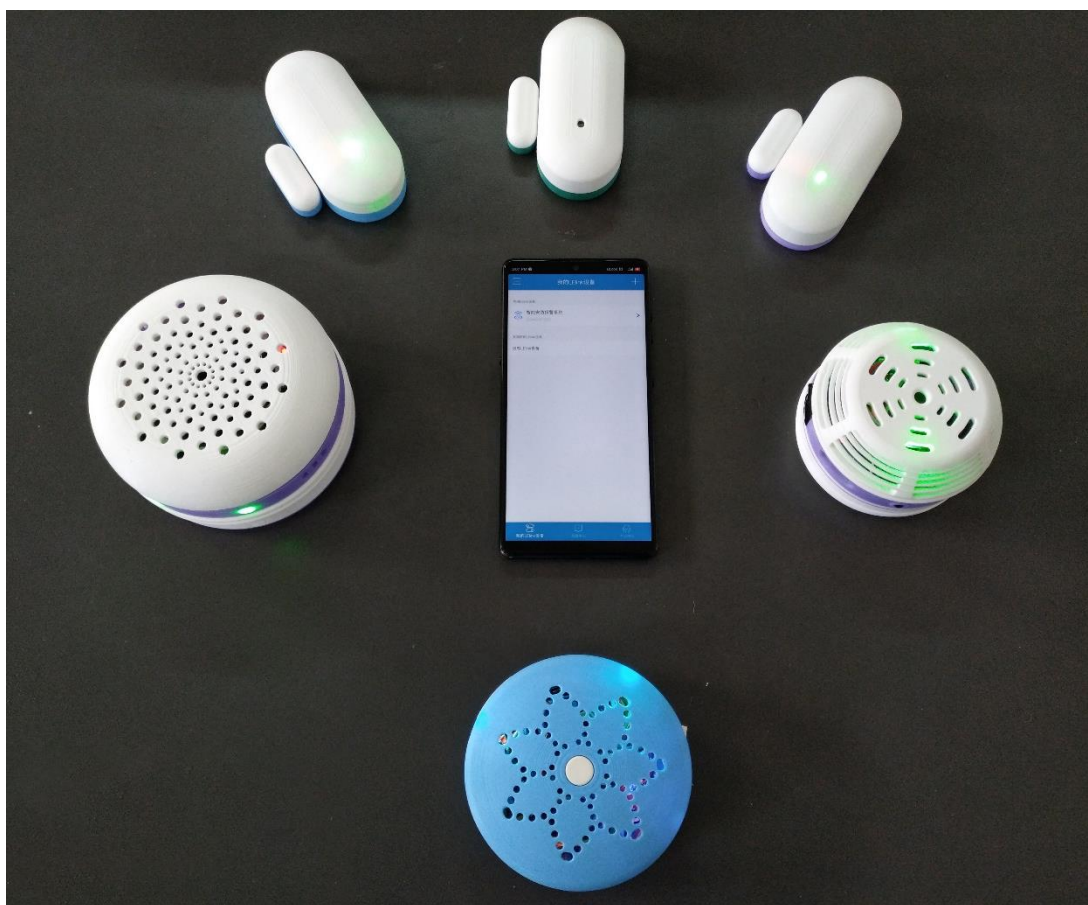
#### 4.4 无线门磁



#### 4.5 模块集合



## 4.6 系统工作图



## 5 总结

通过本次创新项目设计与实验，我学会了很多领域的知识，从 MCU 开发到 APP 开发、UI 设计再到建模和组装，遇到了许多各方各面的问题，例如机智云云端通讯协议的研究，各模块压力测试时会出现程序跑飞的问题，APP 的保存 SDK 回调 token 到本地，模型的各部分之间的配合问题等等，翻阅了许多材料，在持之以恒的坚持下，我加入了看门狗来防止程序跑飞，从基础起一点点的学习 Android 开发等等，最终难题一个个地被攻克，成功地打造出了一套智能安防报警系统。

## 6 附录

主要元件列表

器件名称	单片机芯片	ESP8266	ZigBee	SYN6288	MQ_2	红外接收管
数目	5	1	5	1	1	4
描述	STMF103C8T6	2.4G 无线通讯芯片	2.4G 无线通讯芯片	语音芯片	烟雾传感器	火焰传感器
器件名称	DHT11	干簧管	12v 蜂鸣器	18650 锂电池	5 号电池	5v 升压模块
数目	1	2	1	3	2	5
描述	温湿度传感器	门窗传感器	报警器	供电	供电	升压

## 7 参考文献

- [1]刘火良. STM32 库开发实战指南:基于 STM32F4 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [2] 陈会安. Java 和 Android 开发实战详解[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2014.
- [3]赵书兰. Android 开发与实战[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013.
- [4] 苏小红. C 语言大学实用教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2017.
- [5]陈启军. 嵌入式系统及其应用: 基于 Cortex-M3 内核和 STM32F 系列微控制器的系统设计与开发[M]. 上海: 同济大学出版社, 2014.
- [6]李建平. 物联网与嵌入式导论[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2012.
- [7]马洪连. 嵌入式电路设计教程北京[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013.