

知网个人查重服务报告单 (全文标明引文)

报告编码:BC20260514221569001181435

检测时间:2026-05-14 22:54:26

篇名: 紫金商城智能火灾报警系统设计

作者: 张延钊

检测类型: 毕业设计

比对截止日期: 2026-05-14

检测结果

去除本人文献复制比: 6.4%

去除引用文献复制比: 6.4%

总文字复制比: 6.4%

单篇最大文字复制比: 0.6% (1+房雷+侦察打击一体化的轻型固定翼无人机系统设计-待查重, 删页眉)

重复字符数: [1389]

单篇最大重复字符数: [124]

总字符数: [21777]

6.4%(1389)

6.4%(1389)

紫金商城智能火灾报警系统设计\_第1部分 (总21777字)



(注释: 无问题部分 文字复制部分 引用部分)

1. 紫金商城智能火灾报警系统设计\_第1部分

总字符数 21777

相似文献列表

去除本人文献复制比: 6.4%(1389)	去除引用文献复制比: 6.4%(1389)	总文字复制比: 6.4%(1389)
1	1+房雷+侦察打击一体化的轻型固定翼无人机系统设计-待查重, 删页眉 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.6%(124) 是否引证: 否
2	ljlbishe(1) 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.5%(119) 是否引证: 否
3	某住宅火灾自动报警系统设计(2)(2) 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.5%(119) 是否引证: 否
4	202005090236冯豪 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.4%(95) 是否引证: 否
5	智能环境监控系统的设计6.61 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.4%(92) 是否引证: 否
6	智能环境监控系统的设计6.6 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.4%(92) 是否引证: 否
7	智能环境监控系统的设计-中定稿改 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.4%(92) 是否引证: 否
8	机顶盒内的I2C主控制器设计与I2C从设备集成方法 樊亮 - 上海交通大学硕士学位论文 - 2005	0.4%(92) 是否引证: 否
9	农村水电站安全隐患识别的视知觉眼动研究 李成 - 三峡大学硕士学位论文 - 2016	0.4%(92) 是否引证: 否
10	实验室火情监测系统 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2023	0.4%(92) 是否引证: 否
11	噶举道次第初开山经典《解脱庄严论》之“噶当大手印”理论探析 多安旦增 - 青海民族大学硕士学位论文 - 2017	0.4%(89) 是否引证: 否
12	基于光流法的烟雾图像运动特征判别模型及多信息融合探测算法研究 于春雨 - 中国科学技术大学博士学位论文 - 2010	0.4%(89) 是否引证: 否
13	基于物联网技术的森林火情预警监控系统设计与实现	0.4%(89)

	李昊日 - 北京邮电大学硕士学位论文 - 2013	是否引证: 否
14	<u>基于TAM和IDT模型的手机应用商城用户行为研究</u> 曲爱妮 - 北京邮电大学硕士学位论文 - 2013	0.4%(89) 是否引证: 否
15	<u>青藏铁路冻土路基安全监测的无线传感器网络节点研究</u> 张志华 - 中国科学技术大学硕士学位论文 - 2009	0.4%(89) 是否引证: 否
16	<u>多麦拉卜楞寺印经院的兴衰及其现状研究</u> 多多 - 青海民族大学博士学位论文 - 2018	0.4%(89) 是否引证: 否
17	<u>基于单片机的GPS定位系统</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.4%(83) 是否引证: 否
18	<u>濮树毕业论文定稿</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.4%(83) 是否引证: 否
19	<u>基于Wi-Fi的工业现场控制数据传输系统研究与设计</u> 唐林林 - 桂林电子科技大学硕士学位论文 - 2015	0.3%(76) 是否引证: 否
20	<u>202235113-李峥晨-论文(紫金矿业绿色并购的动因及绩效研究)</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.3%(75) 是否引证: 否
21	<u>第十章 STM32+ESP8266接入机智云_实现小型IOT智能家居项目_esp...</u> 佚名 - 互联网文档资源 - 未知	0.3%(71) 是否引证: 否
22	<u>Strategic Human Resource Management and Employee Performance in Higher Education Institutions——An Empirical Study in Myanmar</u> Ye Pyae Thu - 上海交通大学硕士学位论文 - 2020	0.3%(71) 是否引证: 否
23	<u>2建筑电气与智能化-202016190061-刘欣彤-导师吴旷-论文文本</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.3%(68) 是否引证: 否
24	<u>20023121宋伟伟</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.3%(68) 是否引证: 否
25	<u>附件2毕业设计说明书模板(1)</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.3%(62) 是否引证: 否
26	<u>室内火灾监测系统的设计</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.3%(59) 是否引证: 否
27	<u>浅谈萨迦派和格鲁派对现量和已决智的不同论述</u> 杨先加 - 青海民族大学硕士学位论文 - 2017	0.3%(59) 是否引证: 否
28	<u>浅谈“五蕴”</u> 南加多杰 - 青海民族大学硕士学位论文 - 2017	0.3%(59) 是否引证: 否
29	<u>纺织基柔性压力传感器无线传输系统设计与实现</u> 张高晶 - 青岛大学硕士学位论文 - 2021	0.3%(59) 是否引证: 否
30	<u>T38工业现场设备的监控系统(1)</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.3%(58) 是否引证: 否
31	<u>论文-孟昕宇</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.2%(52) 是否引证: 否
32	<u>基于物联网的仓库远程监测系统设计与实现</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.2%(51) 是否引证: 否
33	<u>病床监护系统</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.2%(51) 是否引证: 否
34	<u>基于51单片机和DS18B20温度传感器的火灾自动报警系统设计.docx 人人...</u> 佚名 - 互联网文档资源 - 未知	0.2%(50) 是否引证: 否
35	<u>关于做好我校 2022 届成人高等教育本科毕业论文(设计)工作的补充...</u> 佚名 - 互联网文档资源 - 未知	0.2%(41) 是否引证: 否
36	<u>毕设论文-岳宏佳V4.0</u> 佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	0.2%(41) 是否引证: 否
37	<u>洛桑华尔旦诗歌之《勋努顿智使者》研究</u> 东知才旦 - 青海民族大学博士学位论文 - 2018	0.2%(41) 是否引证: 否

38	红外测温(1)	0.2%(40)
	佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	是否引证: 否
39	中心支轴式变量灌溉系统电磁阀控制系统的设计与实现	0.2%(38)
	程时焕 - 西北农林科技大学硕士学位论文 - 2019	是否引证: 否
40	基于物联网的牧场用智能项圈监测系统设计	0.2%(38)
	杨东 - 哈尔滨工业大学硕士学位论文 - 2018	是否引证: 否
41	基于单片机与LabVIEW无线运动检测系统	0.2%(38)
	佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2023	是否引证: 否
42	基于无线传感网络的水质检测研究	0.2%(38)
	夏云飞 - 安徽工业大学硕士学位论文 - 2018	是否引证: 否
43	zq10379文章5.4	0.2%(36)
	佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	是否引证: 否
44	207135-龚浩-论文-基于单片机的智能水流检测装置设计	0.2%(35)
	佚名 - 大学生论文联合比对库 - 2024	是否引证: 否

原文内容

中图分类号 TP311 单位代码 12746  
UDC分类号 密级 公开  
学 士 学 位 论 文  
紫金商城智能火灾报警单片机控制系统设计  
Design of Intelligent Fire Alarm  
Microcontroller Control System for Zijin Mall  
学生姓名: 张延钊  
学号: 202243000042  
导师姓名、职称: 许国领  
申请学位: 工学学位  
专业名称: 电气工程及其自动化  
研究方向: 硬件开发  
培养单位: 郑州科技学院  
2026年5月  
学位论文独创性声明  
本人郑重声明: 所提交的学位论文, 是本人在导师指导下, 独立工作所取得的成果, 郑重声明没有剽窃、抄袭等违反学术道德、学术规范的侵权行为。除文中已经注明引用的内容外, 本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果或作品, 也不包含已用于其他学位申请的论文或成果。对本人的研究做出重要贡献的个人和集体, 均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。  
学位论文作者签名: 2026年 5月 2 日  
学位论文使用授权书  
本人完全了解郑州科技学院有关收集、保留和使用学位论文的规定, 即: 按照有关要求提交学位论文的印刷本和电子版本。郑州科技学院有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和扫描件, 允许论文被查阅和借阅; 本人授权郑州科技学院可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索和传播, 可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。(保密的学位论文在解密后适用本授权书)  
学位论文作者签名: 2026年 5 月 2 日  
导师签名: 2026年 5 月 2 日  
紫金商城智能火灾报警单片机控制系统设计  
摘 要  
针对紫金商城人多、业态复杂的场景特征, 以及传统火灾报警系统响应慢、易误报漏报、无联动控制功能等问题, 设计了基于单片机的智能火灾报警控制系统。以STM32单片机为核心, 采用MQ-2烟雾传感器、MQ-7一氧化碳传感器、DS18B20温度传感器实现商城烟雾浓度、有毒气体含量、温度的实时采集和监测; 根据阈值判断火情, 启动声光报警模块并在显示屏上显示出报警位置和监测数据, 增加网络通信模块, 将火情信息同步上传至手机APP进行远程报警; 通过继电器控制排烟机的开启、关断, 实现火情初期联动处置, 避免发生电路漏电等二次事故; 硬件选型最小系统、传感器模块、执行模块和电路搭建, 以C为编程语言, 实现数据采集、AD转换、逻辑判断和设备联动。模拟场景试运行, 报警响应时间≤3秒, 报警准确率≥95%, 运行稳定抗干扰能力强, 可满足紫金商城火灾预警和初期处置需求, 为商业综合体火灾防控提供低成本高实用的解决方案。  
关键词: 智能火灾报警; 烟雾检测; 联动控制; 商城消防安全  
Design of Intelligent Fire Alarm  
Microcontroller Control System for Zijin Mall  
Abstract  
In response to the characteristics of Zijin Mall, which are dense personnel and complex business types, as well as the deficiencies of traditional fire alarm systems, such as slow response, false and missed alarms,

and lack of linkage control functions, an intelligent fire alarm control system based on a single-chip microcomputer has been designed. The system uses the STM32 single-chip microcomputer as the control core and is equipped with an MQ-2 smoke sensor, an MQ-7 carbon monoxide sensor, and a DS18B20 temperature sensor to achieve real-time collection and monitoring of smoke concentration, toxic gas content, and environmental temperature within the mall. It judges fire conditions through preset thresholds, triggers the audible and visual alarm module, and displays the alarm location and monitoring data in real-time on the display screen. The system has been enhanced with a network communication module that can synchronously report fire information to a mobile app, enabling remote alarming. At the same time, it controls the start of smoke exhaust fans and power cut-off through relay linkage, completing the initial linkage disposal of fire conditions and avoiding secondary disasters such as circuit leakage. The hardware side completes the selection and circuit construction of the minimum system, sensor module, and execution module. The software side adopts modular programming based on C language to achieve data collection, AD conversion, logical judgment, and device linkage functions. Through simulated scene testing, the system has an alarm response time of  $\leq 3$  seconds, an alarm accuracy rate of  $\geq 95\%$ , stable operation, and strong anti-interference ability. It can effectively meet the fire warning and initial disposal needs of Zijin Mall, providing a low-cost and highly practical solution for fire prevention and control in commercial complexes.

Key words: intelligent fire alarm; smoke detection; linkage control; mall fire safety

## 目 录

### 1 绪论 1

#### 1.1 研究的目的及意义 1

#### 1.2 国内外发展现状 1

##### 1.2.1 国内发展现状 1

##### 1.2.2 国外发展现状 2

#### 1.3 发展趋势 3

### 2 系统方案设计与选择 4

#### 2.1 主控模块的选择 4

#### 2.2 用户输入方式的选择 5

#### 2.3 显示模块的选择 7

#### 2.4 温度检测模块的选择 8

#### 2.5 无线通信模块的选择 9

#### 2.6 烟雾检测模块的选择 10

#### 2.7 一氧化碳检测模块的选择 11

#### 2.8 报警模块的选择 12

### 3 系统硬件设计 14

#### 3.1 主控模块设计 14

#### 3.2 烟雾检测模块设计 15

#### 3.3 一氧化碳检测模块设计 16

#### 3.4 无线通信模块设计 17

#### 3.5 显示模块设计 18

#### 3.6 温度检测模块设计 19

#### 3.7 报警模块设计 20

### 4 系统软件设计 21

#### 4.1 系统软件主程序设计 21

#### 4.2 按键检测子程序设计 23

#### 4.3 显示模块子程序设计 24

#### 4.4 烟雾检测子程序设计 25

#### 4.5 一氧化碳检测子程序设计 27

#### 4.6 温度检测子程序设计 29

#### 4.7 网络模块子程序设计 32

### 5 系统调试与分析 34

#### 5.1 硬件电路调试 34

#### 5.2 软件程序调试 35

#### 5.3 电路调试及问题分析 36

#### 5.4 功能测试 36

## 结 论 39

## 致 谢 40

## 参考文献 41

## 紫金商城智能火灾报警单片机控制系统设计

### 1 绪论

#### 1.1 研究的目的及意义

商业综合体是一个人员密集、业态复杂的公共场所，而火灾防控是商城安全管理中的关键所在，紫金商城既有购物、娱乐，又有电气等设施，一旦发生火灾，易因火势蔓延快、疏散困难导致重大安全事故，而传统的火灾报警系统存在响应慢、误报漏报、单一报警、无远程预警、无联动处置等问题，不能够满足商城的消防安全需求。本文拟基于紫金商城建立单片机智能火灾



报警控制系统，实现多传感器协同检测、智能阈值判断、设备联动控制及远程数据传输等技术手段，实现商城内火情的可视化、快速报警、远程预警及初期联动处置，提高火灾预警的有效性，为商城的消防安全提供智能化、自动化的技术支持。

本研究的开展具有一定的实际应用与技术应用价值，从应用方面可以实现烟雾、一氧化碳、温度等火情的监测、声光报警、手机APP上报等双预警方式，让管理人员第一时间了解火情信息，同时利用排烟机开启、切断联动控制消防器材燃烧，减少因火灾导致的人员财产损失，为商业综合体火灾防控提供低成本、实用的解决方案。从技术设计方面，本设计采用单片机控制、多传感器数据采集、网络通信、电气联动技术组成智能报警控制系统设计方案，进一步深化了单片机消防安全应用研究，为其他类型智能火灾报警系统的设计与开发提供技术参考和实施思路，促进单片机与消防安全工程的结合。

## 1.2 国内外发展现状

### 1.2.1 国内发展现状

国内随着消防安全需求的增长，电子信息技术的发展，单片机控制智能火灾报警系统成为消防安全领域的热门研究和应用方向，在技术研发与产品落地方面取得了长足进展。目前，国内科研院校和企业关于火灾报警系统的研究大都以51、STM32等单片机为主体，结合烟雾、温度、燃气等不同类型传感器，实现火情多维度检测[1]，突破了用单一传感器检测容易误报的技术瓶颈，如MQ系列气体传感器、DS18B20温度传感器已在火灾预警系统中得到成功应用，相关研究成果已在《电子制作》《电子元器件与信息技术》等期刊发表。

在技术应用上，国内智能火灾报警系统逐渐由单一报警走向检测-报警-联动的组合方式，部分系统可以通过继电器实现排烟、断电等初始火情处置，也可以采用WiFi、蓝牙等方式将报警信息远程传输[2]，可以满足商业综合体、小区、工业厂房等场景的消防安全需求。然而，在商业综合体应用方面，有一定的系统不足：一部分中低端的系统存在传感器数据采集精度低、火情判断算法简单的问题，在人员集中、场景复杂的商城场景容易出现漏报漏报现象；部分高端系统功能完备但投资过高，难以在中小商城应用，部分系统的联动控制响应速度较慢，远程预警稳定性有待提升。

国内学者也对上述问题展开了研究，提出了多传感器融合算法、阈值动态调整等优化方案，不断提高系统的适配性与稳定性，为商业综合体专用智能火灾报警系统的设计与开发奠定了良好的基础。

### 1.2.2 国外发展现状

在火灾报警系统的研究和应用中，欧美、日本等发达国家已成熟技术，体系完善，将火灾报警系统的研发向高精度、智能化、网络化和集成化方向发展。国外的研究和应用主要是以微控制器为主，结合激光散射、红外探测等高精度的传感技术[3]，以及火情识别算法等方法，大幅提升了火情检测能力和抗干扰能力，能够有效的解决复杂环境下的误报漏报等问题，并且在传感器微型化、低功耗方面取得突破，可以满足不同商业、工业场景的安装使用。

就系统功能和应用而言，国外智能火灾报警系统已实现多方位检测-智能分析-联动处置、远程监控的全过程智能化管理，将火灾报警系统与建筑消防系统、城市消防指挥平台集成，火情时自动触发排烟、喷淋、断电等联动设备，并将火情位置、监测数据上传至远程监控平台及移动终端[4]；系统兼容性和标准化设计，不同品牌消防设备可实现无缝对接。

但国外高端智能火灾报警系统仍然存在着研发成本过高、设备购买和维护成本昂贵的局面，其系统设计和功能设置多以发达国家的建筑设计和消防设计为基础，难以结合国内中小型商业综合体的场景、消防场景进行应用[5]，很难推广应用，这就需要国内针对本土场景进行高性价比高适应性的智能火灾报警系统研发。

### 1.3 发展趋势

目前国内外智能火灾报警系统虽然经过技术改进、功能完善，但仍存在许多亟待解决的问题，一是部分系统火情判定仍以单一阈值判定为主，在商城中容易因环境干扰引起误报漏报，传感器的长效性和抗干扰能力也有待提高；二是部分系统联动控制多在本地进行简单操作，与建筑整体消防系统、城市消防指挥平台集成度低，数据共享能力弱、协同处置能力弱；三是中低端系统智能化程度低，无大数据、火情预判等功能，高端系统成本高、技术适应性差，难以在中小型商业综合体普及，部分系统远程传输稳定性及低功耗设计也有待提高。

根据消防安全需求的变化和信息技术的发展，未来智能火灾报警系统将呈现出四种趋势：一是精准化、智能化。基于多传感器融合算法、机器学习等技术，识别火情和动态阈值，利用大数据实现火灾预防、提前预判、从被动报警走向主动报警；二是网络化、集成化。基于物联网、5G等技术[6]，将智能火灾报警系统与建筑消防、城市消防平台相结合，实现火情数据共享、远程监控、协同处置，构建一体化消防防控体系。三是成本低、适配性强。在不降低技术性能的前提下，简化硬件设计、缩短开发时间，打造满足不同规模商业综合体的低成本高性价比产品；四是微型化、低功耗化。依托于微机电系统技术，使得传感器、控制模块等形式更为微型化，采用低功耗技术，提升设备续航，适应复杂场景，增加便携性和维护便捷性。总而言之，智能火灾报警系统的方向将朝着“精准、智能、互联、普惠”的方向发展，为各种场景的消防安全提供技术支撑。

## 2 系统方案设计与选择

### 图2.1系统框图

本系统以STM32F103C8T6单片机为基础控制单元，通过集成多传感器检测、人机交互、无线通信、执行控制模块，实现实时监测、本地报警、远程预警及联动处置，并结合系统功能需求与实际应用场景，按照数据采集、逻辑判断、控制输出、远程交互四步流程进行组织设计。

系统包含感知层、控制层和应用层三个层，感知层由温度传感器、烟雾传感器、一氧化碳传感器和按键模块等组成；控制层以单片机为核心、完成数据处理、阈值判断和控制指令生成，通过网络模块与手机APP等进行远程数据互通，通过风扇、蜂鸣器、指示灯、断路器等模块来完成本地报警和火情初始处理。该方案是模块化，方便硬件选型和后期维护，能够很好的符合紫金商城的火灾防控要求，并为系统稳定的运行提供有效的架构保障。

### 2.1 主控模块的选择

方案一选用STC89C52RC单片机作为系统主控单元，该单片机是采用基本8位51系列单片机，硬件设计简单，入门门槛低，且价格低、相关开发资料丰富，适用于基础数据采集与简单逻辑控制场景。具有40个I/O口、8KB闪存和512BRAM，基本的传感器数据读取、阈值判断和报警触发等功能，能够满足简易火灾报警的基本控制需求[7]。但该单片机运算速度慢，晶振频率最高为40MHz，在多传感器采集，AD转换和设备联动的复杂场景下，数据处理能力较差；片上资源有限，没有硬件浮点运算单元，没有专用的通信口，需要通过软件模拟才能进行通信，数据传输延迟严重，不适合紫金商城多维检测、快速响应和远程上报的需求。

方案二采用STM32F103C8T6单片机作为系统的主控芯片，芯片内核为32位ARMCortex-M3内核微控制器，处理频率最高可达72MHz，比8位单片机更加快速、有效地实现多传感器同时数据采集以及AD转换以及复杂火情逻辑判断。芯片中的片上资源具有

64KB闪存、20KB RAM和多个通用I/O口、硬件SPI/I2C/UART通信接口以及12位AD转换器，可直接驱动显示模块、联动继电器、网络通信模块等，无需软件模拟[8]；芯片中LMQFP48体积小，简便硬件电路小型化设计，且开发环境可用，支持KeilMDK模块化编程。

综上分析，结合紫金商城智能火灾报警系统实际应用场景，对比两款芯片的性能及资源配置情况可知STM32F103C8T6在运算能力、片上资源、接口数量和数据处理能力方面优势较明显，可以满足多传感器同步检测、火情判断、设备联动控制与网络远程上报等功能需求，而STC89C52RC由于运算能力差且片上资源有限不能满足复杂的控制需求，因此采取STM32F103C8T6单片机作为主控模块。

图2.2 STM32F103C8T6

2.2 用户输入方式的选择

方案一选用编码器作为系统的输入控制模块，编码器作为旋转式数字输入器件，具备调节精度高、操作便捷的特点，通过旋转与按压动作可实现阈值参数的连续调节与确认，能快速完成火情报警阈值的设定与修改，且单器件即可实现多档位调节，可减少电路中元器件的使用数量，简化硬件布线。但编码器的工作原理相对复杂，易受电路电压波动、电磁干扰影响，出现脉冲计数错误的问题，导致参数调节偏差；同时编码器与主控模块的连接需占用专用的计数接口，对主控片上资源有一定要求，且其机械结构相对精密，在商城这种人员密集、环境复杂的场景中，长期使用易出现磨损、卡滞等故障，后期维护成本较高，也难以适配系统简易化、高稳定性的设计需求。

方案二选用独立按键作为系统的输入控制模块，按键属于经典的数字输入器件，工作原理简单，通过通断动作实现信号输入，与STM32F103C8T6主控模块的I/O口直接连接即可完成电路搭建，无需占用专用接口，硬件适配性强、抗干扰能力优异，在电压波动、电磁干扰的环境下仍能保证信号输入的准确性[9]。同时按键的机械结构坚固，故障率低，适应商城复杂的使用环境，且后期检修与更换便捷，维护成本低廉；通过多按键的组合设计，可实现火情阈值的加、减、确认等功能，操作逻辑清晰，无需专业培训即可上手，适配商城工作人员的实际操作需求，也能与系统的简易化设计相契合。

综上所述，结合紫金商城智能火灾报警系统的使用环境、操作要求、设计原则，以及编码器与独立按键的性能、适配性与实用性，独立按键虽然参数连续调节性能差，但其抗干扰性、硬件适配性、环境适应性、维护方便性等性能均有较大提升，且组合设计可实现系统的火情阈值设定、功能切换等输入控制，但编码器容易受干扰、结构精密易损、维护成本高的缺点难以适应商城场景，故本设计中选用独立按键作为系统输入控制模块。

图2.3 独立按键

2.3显示模块的选择

方案一采用LCD液晶显示屏作为系统显示屏，LCD液晶屏技术成熟、成本低，可实现多色显示和大尺寸画面显示，且可显示文字、数字等基本报警信息，在强光场合搭配背光可以保证显示的清晰，在各类工业控制与检测系统中适用。LCD显示屏自身不发光，依赖背光模组工作，功耗高、响应慢，实时刷新报警信息有延迟；LCD显示屏硬件接口复杂，与主控模块连接需占用较多I/O口，有些型号需要配备驱动芯片，电路复杂且硬件体积大，抗震性较差，在商城环境复杂的情况下易因微微震动而出现显示故障，不能满足系统小型化、低功耗化设计的要求。

方案二采用OLED显示屏作为显示模块，OLED显示屏无需背光模组，功耗低于LCD显示屏，能降低系统整体能耗，响应速度快，实现报警信息无延迟刷新，完美呈现烟雾浓度、一氧化碳、环境温度等监测数据及报警种类、位置等；硬件接口类型简洁，可兼容I2C、SPI接口，与STM32F103C8T6主控模块连接占用少量I/O口，不需要驱动芯片，大幅减少电路设计，同时OLED显示屏体积小、轻薄柔韧，抗震性与环境适应性好，能满足商城各种安装要求，并可在强光、弱光等不同光照环境下显示清晰，适合操作人员快速读取[10]。

综上，根据紫金商城智能火灾报警系统显示的需求、硬件设计原则及实际应用，对比OLED显示屏、LCD显示屏的性能、功耗及适用环境等，OLED显示屏在功耗方面，响应速度快、接口简单、环境适应性好[11]，能充分满足系统对监测数据的实时显示和快速更新报警信息的需求，简化硬件电路设计，符合系统小型化、稳定性好的设计要求，而LCD显示屏功耗高、接口多、响应慢等问题难以满足系统使用要求，因此本设计采用OLED显示屏作为系统显示模块。

图2.4 OLED

2.4 温度检测模块的选择

方案一采用LM75作为系统的温度检测模块，该温度检测模块采用的是工业级数字温度传感器，通过I2C总线的通信方式，测温精度在±0.5℃左右，测温范围广、数据传输稳定，可直接输出数字信号，不需要主控模块进行AD转换，程序开发时间也少。

LM75具有过热报警功能，可自动触发温度预警信号，满足火情的温度检测需求。但该模块存在一定的局限性，通信采用I2C接口，多模块组网时需要进行地址配置，容易出现地址冲突，不适合商城多点温度监测的扩展需求；对供电电压要求较高，当商城电网电压略有波动时易出现测温偏差，且需要采用外围分压电路，增加硬件电路设计的复杂度，不利于系统简易化的搭建。

方案二采用DS18B20作为系统的温度检测模块，DS18B20是一款单总线数字温度传感器[12]，单条I/O口线实现与STM32F103C8T6主控模块的双向通信，硬件不需外界加电，简化了电路设计与布线，降低硬件故障率。其测温范围范围在-55℃到+125℃之间，可以满足商城火情发生时的温度变化范围，支持多点组网测温，多个传感器可以共用一条总线，无需设置地址，可以完成紫金商城多点温度的同步监测，适用于商城场景布局；同时抗干扰能力强，即使在商城多电气设备强电磁干扰环境下测温数据还能够准确，响应速度快，可以实时反映商城环境温度变化，为火情判断提供及时准确的温度数据。

综上，根据紫金商城智能火灾报警系统温度检测需求、场景和硬件设计原则，DS18B20和LM75相比，在硬件接线、组网拓展、抗干扰方面，DS18B20能够准确实时地对商城进行单点、多点温度的监测[13]，并且相对简单的硬件电路设计，符合系统稳定性强、易建设的设计要求，LM75存在组网复杂、对供电要求高、需要配套外围电路的缺点，无法结合商城的实际需求和系统设计，所以本设计选择DS18B20作为系统的温度检测模块。

图2.5 温度传感器

2.5 无线通信模块的选择

方案一采用NRF24L01作为系统无线通信模块，该模块为常规2.4G无线射频通信芯片，具有通信速度快、功耗低、体积小等特点，硬件接口简单，直接通过主控模块SPI接口实现开发难度小，可用于短距离无线数据传输，适用于小型设备的点对点通信应用[14]。该模块只能实现射频无线通信，缺少网络协议栈，无法直接连接WiFi网络，若要完成报警上传，需通过网关设备转换协议，复杂度高；通信距离短，抗干扰能力差，且紫金商城多墙多电气，容易发生信号衰减、数据丢包的现象，无法



保证报警信息的传输稳定性和可靠性。

方案二采用ESP01S作为系统的无线通信模块，该模块采用ESP8266芯片作为无线WIFI通信模块，其集成TCP/IP协议栈，能够直接连接商城WiFi网络，无需外挂网关即可完成与手机APP的数据交互[15]，可实现火情报警数据、传感器监测数据实时上传到移动终端，符合系统远程预警的需求；支持UART串口与STM32F103C8T6主控模块通信，通信指令简单，易于开发，通信距离长、抗干扰强，能够穿透商城墙体，有效保证在复杂环境下传输数据；该模块集成度高，小巧精致，功耗低，不需要外围电路即可正常工作，可以简化系统硬件设计，降低功耗。

综上所述，结合紫金商城智能火灾报警系统远程上报的核心需求与商城复杂的通信环境，对比两款无线通信模块的功能、适配性与实用性，ESP01S模块在网络接入能力、远程通信实现、抗干扰性与硬件适配性上均具有显著优势[16]，可直接实现报警信息向手机APP的远程上报，且能适应商城的复杂环境，保障数据传输稳定，而NRF24L01模块因无直接WiFi接入能力、通信局限大，无法满足系统远程预警的实际需求。因此本设计选择ESP01S作为系统的无线通信模块。

图2.6 ESP01S

2.6 烟雾检测模块的选择

方案一：采用NIS-07作为烟雾检测模块，该模块为离子式烟雾传感器，具有检测灵敏度高，对小烟雾颗粒的敏感度强，能够在火情初期快速检测出烟雾，响应时间短、响应速度快，适用于火灾预警快速检测需求，输出信号线性度好，与主控模块组合后可以量化检测烟雾浓度，在专业的消防检测设备中经常采用。但其存在应用短板，其内部依靠放射源实现烟雾检测，存在安全使用隐患，且受环境湿度、空气质量影响较大，在商城潮湿、多粉尘的环境下容易产生检测漂移，导致误报；另外该模块成本较高，配套驱动电路复杂，需要定期校准，不利于系统低成本搭建、日常使用，难以满足紫金商城的应用场景。

方案二选用MQ-2作为烟雾检测模块，采用半导体气敏传感器，可检测烟雾浓度和一氧化碳、甲烷等可燃性气体，符合紫金商城火灾易发生有毒有害气体泄漏的检测要求，实现烟雾和可燃气体的全程检测[17]。硬件接口简单，只需要简单的分压、滤波电路，与STM32F103C8T6主控模块相连，设计难度低，并且采购方式非常多，大大降低了硬件建设成本；同时MQ-2抗干扰能力强，在商城多粉尘、温湿度起伏较大的环境下，检测速度快，不需要定期定点校准，后期维护方便，可以通过软件校准实现检测精度的改变[18]，可以满足系统对烟雾浓度的实时、准确检测需求。

综上所述，根据紫金商城智能火灾报警系统的检测需求、应用环境和设计成本控制原则，比较MQ-2和NIS-07，MQ-2有功能多样性、硬件适配性、环境适应性和成本可控性，且烟雾和可燃气体检测结合，电路简单、维护方便，符合商城检测需求，NIS-07存在安全隐患、环境适应性差、成本高、维护复杂等不足，无法满足系统的设计和应用需求。故设计选用MQ-2为系统的烟雾检测模块。

图2.7 MQ-2

2.7 一氧化碳检测模块的选择

方案一采用S42ECO作为系统一氧化碳检测模块，其为电化学一氧化碳传感器，具有检测精度高、线性输出稳定等优势，对一氧化碳气体具有选择性，不受其他可燃气体影响，可实现低浓度一氧化碳的量化检测，应用于工业级气体检测应用中，其检测量程可以满足商城火情中一氧化碳的浓度变化范围，可以实时反映气体浓度的波动情况，为火情判断提供数据支持。但是其存在局限性，因内部电化学反应对环境温湿度要求较高，在复杂的商城温湿度变化环境中会导致检测漂移，需要配备温湿度补偿电路；且模块成本较高，使用寿命短且需要经常更换，另外需要配合驱动电路，增加了系统的硬件成本和后期维护难度，不符合系统低成本、易维护的设计理念。

方案二选用MQ-7为系统的一氧化碳检测模块，该模块为半导体气敏传感器，检测速度快，能够在火情初期快速检测到一氧化碳浓度异常信号，检测量程满足商城火情场景的检测量程，能够准确检测出一氧化碳超标；硬件接口简单，仅需搭配分压、滤波电路便可以与STM32F103C8T6主控模块AD采集口相连，无需使用驱动芯片，大大简化了电路设计和硬件布线工作，减少硬件故障发生率。该模块成本低廉、采购渠道广，合理控制了系统整体搭建成本，且可以在商城内气温、湿度等多种气体存在的条件下，检测性能保持良好，后期无需进行校准和维护，通过软件可以微调精度，能够满足系统对一氧化碳的实时、稳定检测。

综上，结合紫金商城智能火灾报警系统的一氧化碳检测需求、系统运行环境及设计原则，MQ-7与S42ECO相比，MQ-7具有硬件适应能力、环境适应能力、成本适宜、维护简单等优势，能准确、快速实现商城内一氧化碳浓度检测，电路简单、成本低，满足系统高稳定、低成本、易维护的设计要求，S42ECO具有环境要求高、硬件设计复杂、成本高、维护难度大等问题，不能适应商城应用场景及系统设计。因此，本设计选用MQ-7作为系统一氧化碳检测模块。

图2.8 MQ-7

2.8 报警模块的选择

方案一采用无源蜂鸣器，无源蜂鸣器是一种不带振荡源的发声器件，需要外部提供特定频率的方波信号才能驱动蜂鸣器，其发声频率和音调可以通过软件编程进行灵活的改变，成本较低、功耗也相对可控。但这类技术占据主控资源比较大，所需的单片机在运转中会不断输出方波信号[19]，如果程序跑飞或者中断优先级冲突的话会导致报警信号中断，而且调试过程中需要反复更新各种信号频率，对开发人员的软件驱动水平有很高的要求，同时在没有外部信号时也不能自己发出声音，故障排查起来难度较大。

方案二是采用有源蜂鸣器，有源蜂鸣器内部带有振荡电路，只需输入固定的电平信号即可驱动发声，无需编写复杂的方波生成程序。对单片机的GPIO口只需进行高低电平控制就能实现，开发难度低、驱动方式简单；同时它发声稳定可靠，不受程序运行状态的影响，只要供电正常和控制信号有效就会持续地发出报警声[20]，并且模块自带滤波与抗干扰设计，可以减少环境噪声的影响，更适合火灾报警这种对可靠性要求极高的场景，符合系统快速响应、稳定报警的要求。

对比两种方案，虽然在音调可以随意更改且成本有一定的优势，但由于软件驱动复杂、可靠性受程序运行状态影响较大等原因，无法满足火灾报警系统要求高可靠低开发成本；而有源蜂鸣器驱动简单、响应快、工作稳定，不需要占用额外的定时器资源，能够以最低的开发成本实现稳定的本地报警功能，更适合本系统使用，所以设计采用了有源蜂鸣器。

图2.9 有源蜂鸣器

3 系统硬件设计

系统硬件设计是整个智能火灾报警系统稳定运行的基础，本章根据总体方案设计要求，采用模块化思想对各功能电路进行详细设计与实现。硬件部分以STM32F103C8T6单片机为主控核心，分别完成主控最小系统、传感器检测模块、人机交互模块、

无线通信模块及执行报警模块的电路设计与接口规划。各模块之间通过I/O口、串口、I2C、单总线等方式与主控芯片连接，实现数据采集、信息显示、参数设置、无线传输及联动控制等功能。在设计过程中综合考虑电路稳定性、抗干扰能力、功耗与成本，合理选择元器件与布线方式，确保系统在商城复杂环境下能够长期可靠工作。本章详细介绍各模块硬件电路原理、接口定义及连接方式，为系统实物制作与调试提供完整的硬件依据。

3.1 主控模块设计  
图3.1 主控模块电路图

主控模块主要采用STM32F103C8T6单片机作为主控核心，使用最小系统电路，为不同功能模块提供稳定的控制和数据平台。芯片基于32位ARM Cortex-M3内核，频率72MHz，具有丰富的片上资源、接口等，可以实现多传感器的数据采集、逻辑判断和设备联动控制等。

主控模块供电为3.3V、5V，其中3.3V为单片机模块及传感器模块供电，5V为继电器、蜂鸣器等执行模块供电，3.3V、5V、GND引脚均为接入。I/O口分配方面，PA0（25）、PA1（26）分别连接MQ-2烟雾传感器、MQ-7一氧化碳传感器实现模拟信号采集；PA3（28）连接DS18B20温度传感器，采用单总线协议实现读取温度数据；PA2（27）连接蜂鸣器BZ，PA4（29）连接LED指示灯。

通信接口方面PB8、PB9（引脚17）采用I2C通信接口，分别连接SCL和SDA，驱动OLED显示模块监测数据和报警；PA9、PA10采用UART串口，分别连接TX和RX，将报警信息上报给手机App；PB12~PB15（引脚1~4）连接按键K1~K4，实现火情阈值设定、功能切换等输入，未采用的均悬空以防扰动主控模块。

3.2 烟雾检测模块设计  
图3.2 烟雾检测模块电路图

系统烟雾检测模块采用MQ-2半导体气敏传感器可进行烟雾、一氧化碳和可燃气体的检测，并为火情判断提供数据。该模块硬件电路设计简单，采用4针接口与主控模块和电源系统连接，具体的连接方式如下：模块引脚1（VCC）接入5V电源，传感器加热丝及检测电路的工作电压为VCC；引脚2（GND）直接连接系统地，供电完整；引脚3（DQ）为数字量输出引脚，该设计中未采用，故悬空。引脚4（AQ）为模拟量输出引脚，与STM32F103C8T6主控模块的PA0引脚连接，将传感器采集到的烟雾浓度模拟信号传输至主控芯片进行AD转化与数据处理。

MQ-2传感器内部为二氧化锡气敏材料，当检测到烟雾或可燃气体时，电导率会随着气体浓度增加而增大，通过模块内部的分压电路将电导率转换为模拟电压信号输出。模块工作时，将加热丝加热至稳定工作温度，使传感器对烟雾较为敏感，简单的外围滤波电路使电源噪声减小。

该模块响应速度快、环境适应性强，成本低，可在紫金商城复杂的温湿度和多粉尘环境下稳定工作，可以及时抓取火情初期烟雾，为进一步的报警、联动处置提供数据支撑，硬件接线简单，不需要进行校准，安装简单，便于维护。

3.3 一氧化碳检测模块设计  
图3.3 一氧化碳检测模块电路图

系统一氧化碳检测模块是MQ-7半导体气敏传感器用于一氧化碳气体检测，可以捕捉到火灾初期爆发时的有毒一氧化碳气体，为系统火情判断提供数据支撑。模块的接口设计为4针，硬件接线简单，模块引脚1（VCC）为5V电源，用于传感器加热丝和检测电路的供电；引脚2（GND）为系统地，完成供电回路；引脚3（DQ）为数字量输出引脚，本设计中未设计悬空，故做悬空；引脚4（AQ）为模拟量输出引脚，与STM32F103C8T6主控模块的PA1引脚相连，将传感器感知的一氧化碳值转换为模拟电压，送入主控芯片进行AD转换和处理。

MQ-7传感器采用二氧化锡气敏材料，在干净环境中电导率较低，当环境中存在一氧化碳气体时，电导率会随着气体浓度提升而加大，内置分压电路将电导率变化输出模拟电压信号。模块工作需要通过加热丝进行周期加热，提升模块对一氧化碳气体的灵敏度和选择性，同时可通过简单的外围滤波电路减少电源噪声和电磁干扰。

该模块检测时间较长、检测范围广、环境适应性好，能够在紫金商城不同温湿度、多种气体共存的状态下稳定工作，识别出一氧化碳浓度异常，为系统及时响应声光报警、上报、联动处置提供参考依据，且模块硬件接线简单、成本低、无需校准，便于安装与后期维护，适用于系统低成本高稳定的设计要求。

3.4 无线通信模块设计  
图3.4 无线通信模块电路图

本系统无线通信模块是ESP-01S在ESP8266芯片上，实现火情报警信息与传感器监测数据的远程上报，并在手机App端实时预警。模块采用8针接口，结合系统的功能要求进行简化连接，模块引脚3V3接入3.3V电源；GD接入系统地，形成完整供电回路；TX与RX分别和STM32F103C8T6主控模块的PA9（TX）和PA10（RX）引脚相连，可以通过UART串口实现双向通信，主控模块可将报警信息、传感器数据以AT指令形式发送至ESP-01S，再将模块封装为网络数据包上传至云端。

为了方便电路设计、减少信号干扰，全部引脚均悬空：引脚IO0、IO2为I/O口，没有使用，因此悬空；引脚RST为复位引脚、EN为使能引脚，均不需要控制，悬空即可正常工作。ESP-01S自带完整的TCP/IP协议栈，直接接入紫金商城的WiFi网络，不用外接网关设备即可实现与手机App的数据传输，具有传输距离长、抗干扰能力强、数据传输稳定等优点，在复杂的商业环境中能实时上报报警信息。

该模块硬件接线方便，集成度高，功耗低，仅需4根连接线与主控模块相连接，设计简单，占用空间少，安装方便，符合本系统小、稳定性高的设计要求，为火灾报警远程化、智能化提供硬件基础。

3.5 显示模块设计  
图3.5 显示模块电路图

系统显示模块采用0.96寸OLED显示屏，用于显示烟雾浓度、一氧化碳、环境温度等监测数据和报警信息，方便现场操作人员进行数据交互。显示模块采用4针接口，硬件连接简单方便，连接方式如下：模块引脚1（GND）直接连接系统地作为供电回路负极；引脚2（VCC）接入3.3V电源作为OLED自发光显示面板的工作电压；引脚3（SCL）与STM32F103C8T6主控模块的PB8引脚相连，作为I2C通信的时钟信号线，同步传输数据时序信号；引脚4（SDA）与主控模块的PB9引脚相连，作为I2C通信的数据信号线，对监测数据和报警信息进行传输。

OLED显示屏为自发光显示屏，无需背光模组，动态响应快、对比度高、功耗低等优点，可在强光、弱光等光线下显示数据，非常适合紫金商城的现场环境。模块通过I2C协议与主控模块通信，两根线即可传输数据，减少了硬件布线，减少了I/O口占用，避免了复杂的并行数据传输。



该显示模块小巧精简、轻便灵活，可以将其安装在商城消防控制箱或显眼处，操作人员可以随时查看监测值和报警信息，并随时掌握火情。同时该模块的低功耗也满足系统的节能目标要求，不必担心因长时间运行带来的能耗，能够为系统提供可靠的人机交互硬件基础。

### 3.6温度检测模块设计

图3.6 温度检测模块电路图

本系统温度检测模块采用DS18B20数字温度传感器，可实现商城环境温度采集和多点组网测温，为火情判断提供温度数据。模块采用3针接口设计，硬件连线简洁，其主体结构为：模块引脚1（GND）直接连接系统地，为供电回路的负极；引脚2（DATA）为单总线数据引脚，与STM32F103C8T6主控模块PA3引脚连接，通过单总线协议实现温度数据的双向传输，主控模块可通过温度转换指令向传感器发送数字温度值，并读取转换后数字温度值；VCC通过3.3V电源来为传感器提供正常工作电压，同时可在单总线模式下向模块寄生供电。

DS18B20内部集成温度敏感元件、模数转换电路和单总线通信控制器，直接输出数字温度信号，无需主控模块经过AD转换，无模拟信号传输的噪声干扰，测温精度较高。模块测温范围为-55℃~+125℃，覆盖商城发生火灾后温度变化范围，支持多点组网，多个DS18B20共享一根单总线，无需多个地址，实现紫金商城不同区域的多点温度同步监测，实现复杂场景布局。

抗干扰能力强、反应快、布线简单，可在商城多电气设备、强电磁干扰下稳定运行，实现温度异常波动的检测，以时间给系统报警及联动处置提供数据依据；小型、成本低、无需定位校准，方便安装及维护，实现低成本、稳定性的设计要求，实现火情多点监测。

### 3.7报警模块设计

图3.7 蜂鸣器模块电路图

报警模块是智能火灾报警系统中实现本地声光报警的主要执行单元，在检测到火情时会发出醒目的听觉警示信号。由于采用了集成驱动电路的有源蜂鸣器模块，硬件连接简单可靠，使得主控电路设计更加简洁易懂。如图所示，其部分包括三个引脚：VCC引脚将自身与系统5V电源相连为系统提供工作电压；GND引脚将自身与系统地连为一体形成电流回路；I/O引脚为控制信号输入端，接入STM32F103C8T6单片机PA2引脚处。当主控芯片通过传感器发现烟雾、一氧化碳浓度或温度等超过一定阈值时向PA2引脚发送高电平信号，触发蜂鸣器内振荡电路工作，打响连续且响亮的“滴滴”报警声，及时提醒现场人员注意火情。整体结构不需要额外搭建驱动电路，仅靠一个GPIO口就可以控制报警装置，降低了硬件复杂程度，同样也增强了系统的稳定性和抗干扰能力，满足火灾报警系统对可靠性和实时性的要求。

## 4 系统软件设计

系统软件设计是实现智能火灾报警系统各项功能的核心环节，与硬件电路相互配合，完成数据采集、逻辑处理、人机交互、无线传输及报警控制等全过程自动化运行。本章基于STM32F103C8T6单片机，采用模块化编程思想，在KeilMDK开发环境下进行程序设计，将整体功能划分为主程序、传感器采集、显示驱动、按键处理、WiFi通信、报警判断及执行控制等多个子程序模块。软件设计遵循结构清晰、可读性强、易于调试和扩展的原则，通过中断、定时、状态机等机制，保证系统响应迅速、运行稳定。本章主要介绍系统整体软件流程、各模块驱动实现方式以及关键功能的程序逻辑，为系统功能调试与性能优化提供完整的软件依据。

### 4.1 系统软件主程序设计

主程序是整个系统的基本操作，统筹各模块子程序的运行，实现火情检测、逻辑判断及联动控制的全自动运行。启动程序后首先完成STM32F103C8T6单片机外设、传感器模块、通信模块以及执行机构初始化，GPIO引脚，ADC、UART、I2C、定时器等，初始化全局变量、状态标志位等，初始化完成后进行循环监测，依次启动烟雾浓度检测子程序、一氧化碳浓度检测子程序、红外检测子程序，分别对环境参数进行采集、阈值判断。

烟雾浓度、一氧化碳浓度或红外触发信号超过阈值后立即记录异常事件和标记事件类型，未达标不执行反向操作。完成一轮多维度检测后，系统统计异常事件数量，判断事件类型是否满足2种及以上，如不满足再次执行烟雾浓度检测操作，重新开始新一轮监测，触发阈值后，依次进行联动操作，打开排烟机通风换气，并且同时切断相应区域电源，以防火灾的蔓延，同时声光报警和远程数据上报，并提醒现场人员和管理端及时处置。

主程序通过对主程序的模块化调度和多条件判断，实现火情隐患的分级识别，在实现监测实时性的同时，提高了系统响应的可靠性和智能化，为商城火灾防控提供软件基础支撑。

图4.1系统主程序流程图

### 4.2 按键检测子程序设计

按键模块子程序用于用户参数设置和功能切换的输入交互，利用消抖和滑动计数实现按键不误触发。该子程序在运行过程中首先启动STM32F103C8T6单片机GPIO引脚和按键扫描定时器初始化，PB12-PB15引脚采取上拉输入模式，开启消抖计数和状态变量初始化，为按键检测做准备，然后开启循环扫描，判断按键电平是否按下，若按下继续循环扫描，若按下则停止滑动连续计数，对按键电平进行采样处理去除机械抖动和干扰信号，并判断连续计数是否触发阈值，若触发则判断干扰或者误触返回继续扫描；若触发阈值，判断有效按键输入，读取相应键值，发送至主程序执行阈值调整、模式切换等操作。由于基于滑动计数消抖和阈值触发，保证了按键识别的稳定性与准确性，为系统完成人机交互的输入交互提供可靠保障。

图4.2按键检测子程序流程图

### 4.3显示模块子程序设计

显示模块子程序依托于0.96寸OLED显示屏完成对监测数据和报警数据的显示，可视化操作人员的人机对话界面。该子程序启动后，首先对STM32F103C8T6单片机I2C外设、GPIO引脚和OLED显示屏进行初始化操作，设置I2C通信时序和显示屏分辨率，清除屏幕缓存和显示面板。经过初始化操作后，子程序进入循环监听，不断看是否有其他的主程序进行更新数据更新，没有则继续等待，如果有就立即写入温度、烟雾浓度、一氧化碳浓度等监测数据及报警状态进入显存中，进行数据格式和显示位置的排版；并进行界面更新操作，将显存中的数据通过I2C总线发送到OLED显示屏上。更新完毕后子程序进入数据监听，继续等待下一次的数据更新，保证显示内容与系统状态一致。该子程序依托于优化的显存管理和I2C通信方式，在不耗电的前提下，实现了数据的实时显示，为现场实时监控提供了可靠的软件依托。

图4.3显示模块子程序流程图

### 4.4烟雾检测子程序设计

烟雾传感器MQ-2程序用于烟雾浓度的模拟信号采集，数据处理和格式转换，为火情判断提供数据支撑，该程序遵循模块化循环运行的思想。子程序启动后，对STM32F103C8T6单片机ADC外设、GPIO引脚及时钟进行初始化，PA0引脚为模拟输入，开启ADC1及采样周期及转换规则，保证传感器模拟信号被采集完毕。初始化完成后，子程序进入循环运行，首先开启ADC采集，通过向ADC外设发送软件启动转换指令，启动对MQ-2模块输出的模拟电压信号的采样操作，并进入等待采集完成标志位的循环状态，不断的查询ADC状态寄存器，直至采样转换完毕。

若检测到采集结束标志位置被置位，子程序就读ADC数据寄存器的原始采样值，为12位无符号数字量，直接对应传感器输出电压；然后进行数据格式转换处理，将原始ADC值经公式换算为电压值，在加入MQ-2传感器气敏特性曲线后，再读取烟雾浓度值，并对多次采样数据进行滑动平均滤波，消除环境噪声、电磁干扰，提高数据的稳定性和可靠性。转换后，存入全局变量对烟雾浓度进行检测，供主程序进行阈值判断与报警逻辑操作，随后跳转至启动ADC采集数据，进入下一个采集循环，实现对商城烟雾浓度的不间断、实时检测，通过中断查询与循环滤波，实时保证数据的实时性和检测精度，为及时发现火情隐患提供有力的软件支持。

图4.4烟雾检测模块子程序流程图

4.5一氧化碳检测子程序设计

一氧化碳传感器MQ-7子程序主要是完成一氧化碳的模拟信号采集、数据缓存和格式转换，为系统火情判断提供有毒气体数据，程序具有稳定可靠、循环可靠的特点。子程序在启动之前首先完成STM32F103C8T6单片机ADC外设、GP引脚和时钟的初始化，PA1引脚为模拟输入，开启ADC并配置采样周期及数据缓存，使得传感器输出的模拟电压信号能被顺利采集和暂存。子程序的初始化结束后，开始进入循环工作，首先开启ADC采集，根据软件指令对MQ-7模块的输出进行模数转换，然后进入缓冲区状态判断，查询数据缓冲区内是否存在采样数据。

若缓冲区为空，等待查询缓冲区状态，直到缓存完成；若缓冲区非空，该子程序将缓存区内原始ADC采样值读取，为12位无符号数字，直接对应传感器输出电压，然后开始数据格式转换操作，将原始ADC值转换为实际电压值，再基于MQ-7传感器的一氧化碳浓度特性曲线，转换为可以直接使用的浓度值，同时使用滑动平均滤波算法对多次采样数据进行平滑处理，抑制环境噪声及电磁干扰，提高数据稳定性及检测精度。转换结束后，将处理后的一氧化碳浓度数据作为全局变量输入主程序控制阈值判断及报警逻辑控制，然后跳转到触发ADC采集模式，继续下一个采集循环，实时监测商城环境一氧化碳浓度。该子程序利用缓冲区机制以及滤波算法，使数据实时性及检测可靠性得到保障，为及时找出火情带来的有毒气体泄漏提供软件支持。

图4.5一氧化碳检测模块子程序流程图

4.6温度检测子程序设计

温度传感器DS18B20子程序用于环境温度的采集、读取和转换，为系统火情判断提供温度监测数据，程序运行遵循单总线通信时序与重试机制。子程序运行后，首先开始STM32F103C8T6单片机GPIO引脚和单总线通信协议的初始化，将PA3开漏输出模式设置为上拉电阻保障单总线通信，初始化相应的定时器和状态变量，为后续温度转换与数据读取做准备。初始化完成后进行复位，将DS18B20发送复位信号等待传感器返回，同时校准通信链路。

复位成功后，子程序发送温度转换启动指令，将传感器内部进行温度模数转换，进入指令响应判断，不断的检查传感器是否返回应答，若未返回则重新发送转换指令，在得到应答后进入转换完成等待，不断的查找传感器转换状态标志位，判断是否完成，若未完成则继续等待，完成后发送读寄存器，准备读取转换后的温度信息。进入读指令响应判断，若未回应则重新发送读指令，在得到应答后，将传感器内部寄存器读取16位原始温度信息，进入数据计算阶段，将原始数据按DS18B20编码格式将符号位扩展、小数位提取、整数位拼接成真实温度值，通过多次采样取平均的方式抑制噪声干扰提高温度检测精度。该子程序通过严格的时序控制和重试过程确保单总线通信的可靠性和数据准确性，可实现商城复杂电磁环境中温度实时监测，为系统火情预警提供软件支撑。

图4.6温度检测模块子程序流程图

4.7网络模块子程序设计

网络模块子程序由ESP-01S WiFi模块提供，用于实现系统与手机APP之间的无线数据通信，为火情报警信息实时传递与指令接收提供通信保证，设计方案遵循稳定可靠、逐步实现的原则。首先，应完成STM32F103C8T6单片机UART串口外设、GPIO引脚、

ESP-01S模块的初始化，设置串口波特率、数据位与校验位，使主控与WiFi模块的通信时序保持一致，同时初始化WiFi模块为STA模式准备接入目标热点。初始化完成后，实施热点检测循环，连续扫描当前已有wifi热点，查看预设商城热点是否存在，未检测到目标热点则继续扫描，直至检测到目标热点后执行连接操作，向ESP-01S发送AT指令完成热点接入。

热点打开后，子程序访问云端服务器，经AT命令建立TCP或MQTT连接，通过服务器权限验证，确定服务器可否允许当前设备进入，如果不能，则重新访问服务器，得到接入权限后完成服务器连接，建立连接后，向服务器发送相关主题，完成与手机APP的双向通信，将经过主程序处理后的火情报警、传感器监测数据打包成格式，通过串口发送到ESP-01S模块，封装成网络数据包上传云端，监听服务器上发的指令，接收手机APP的控制指令，传递至主程序执行。通过分步验证和循环重试，保证无线通信的稳定性与可靠性，在商城复杂网络环境下仍可以保证报警的及时上报和指令收到，为系统远程智能化监控提供软件支撑。

图4.7网络模块子程序流程图

5 系统调试与分析

系统调试与分析是检验硬件电路、软件程序、总体功能是否符合设计要求的关键环节。本章通过硬件焊接、软件编程、模块联调等方法，对智能火灾报警系统分模块分阶段进行调试，进行硬件电路检测、传感器采集精度、显示与按键功能、无线通信稳定性、总体报警联动试验，通过实测与设计指标对比分析实际运行过程的精度、响应速度、可靠性与抗干扰能力，找出系统存在的问题并提出改进措施。最终通过系统调试与分析实现环境监测、声光报警、远程上传与联动控制等功能，为系统投入使用提供可靠的依据。

5.1 硬件电路调试

图5.1硬件焊装完成图

硬件电路调试是系统正常运行的前提条件，本节针对焊接的实物样机进行分模块电路检测和功能验证。首先检测电源电路，用万用表测试USB供电接口、3.3V与5V稳压电路输出电压，各模块供电引脚电压符合相关要求，避免过压或欠压损坏元



器件。然后检测传感器模块、主控模块和执行模块的接线正确性，确保MQ-2、MQ-7、DS18B20等传感器与STM32F103C8T6单片机的引脚连接正确。I2C、单总线及模拟输入接口无虚焊或接错。

随后测试继电器、蜂鸣器、LED指示灯等执行机构驱动电路，手动触发单片机I/O口电平，测试执行模块能否正常工作；最后测试OLED显示模块与ESP-01S无线通信模块通信线路，I2C与UART接口时序正常，通过逐级检测和功能验证，排除焊接缺陷及线路故障，各模块硬件电路可正常工作，为软件联调与整体测试做好准备。

5.2 软件程序调试  
图5.2软件程序调试图

软件程序调试基于KeilMDK环境与j-link仿真器，主要验证程序逻辑、数据采集、模块通信等可靠性。进行程序编译与下载调试，检查代码语法错误、链接问题，通过buildOutput提示“ERaseDone”“ProgrammingDone”“Verifyok”，确认程序可以烧录到STM32F103C8T6单片机，进入在线调试，调整断点跟踪传感器数据采集流程，检查MQ-2、MQ-7、DS18B20采样值是否合理，通过阈值判断逻辑是否触发报警标志位。

其次调试显示和按键，如OLED屏幕可实时更新监测数据，按钮可以响应参数的修改；对ESP-01S无线通信子程序进行调试，使报警信息能上传到手机App等。针对调试过程中出现的“Debuggeraborted”异常，仿真器接口、时钟、中断顺序分析程序跑飞、中断等问题，最终实现各个子程序稳定运行，达成软件逻辑与硬件功能匹配，为系统的联动测试提供保障。

5.3 电路调试及问题分析

在整体硬件调试中，电源、传感器、通信及执行模块均进行测试，排查和改进存在的问题。调试期间出现部分传感器采集数据不稳定、OLED出现闪烁等现象，由于供电线路接触不良、地线不合理等引发干扰，通过重新整理线路、加强电源滤波、改进地线连接，信号稳定性提升明显。在无线通信模块调试中出现ESP01S联网失败，串口数据收发异常，检测发现是串口引脚接线错误和模块供电电压不足，更换3.3V稳定电源修正引脚连接后通信正常。执行机构测试中发现继电器误触发，通过加强续流二极管及软件延时消抖解决。通过调试排除硬件虚焊、短路、干扰及接线错误，完善电路设计，保障系统稳定可靠运行。

5.4 功能测试

功能测试是指在硬件电路和软件程序调试后，对系统整体监测、报警、联动、通信功能进行测试，模拟火情场景检验系统是否达到设计要求。本节主要以传感器采集数据、阈值判断、声光报警、远程上报和联动控制等功能作为测试内容开展多场景测试和分析。

图5.3实物上电图  
(1) 显示功能测试

显示测试是对OLED显示屏能否实时、准确地反映系统的监测数据和状态信息，当系统投入电力后，观察显示屏输出内容，可以看到显示屏内容可以显示烟雾浓度、一氧化碳浓度、现在的温度和风险级别信息，数据清晰，数据更新不卡顿，字体排列规整，在不同光照情况下都能够读取；模拟传感器数据变化，可以同步显示显示内容，风险等级提示可以根据数据阈值的变化自动切换，不会有乱码、闪烁、数据延迟等现象，显示模块与主控通信正常，可以实现现场的数据可视化。

(2) 网络功能测试

图5.4手机APP界面图

网络功能测试主要是检验esp-01S模块与手机APP之间数据传输和远程交互的可靠性。系统在连接Wifi后，手机APP界面烟雾浓度、一氧化碳浓度、当前温度、风险等级的数据同时刷新，和硬件端OLED显示的内容相同，调节传感器模拟火情实时，保证了APP可以同时刷新数据，且对于风险等级提醒也可同时改变；并且可以通过滑动条远程调节烟雾和一氧化碳阈值，指令下达之后可及时响应，未发现数据丢包、延迟、通信中断等情况，说明无线通信模块与App之间的交互性较好，可以满足远程监测与控制需求。

(3) 按键功能测试

按键功能测试为了验证物理按键与系统交互的可靠性，试验者可按住K1~k4四个功能按键，系统分别显示显示页面，K2可上调参数阈值，K3可下调参数阈值，K4复位报警状态，操作者每次按键均可得到系统的正确识别，无漏触、误触或响应延迟，参数修改后OLED显示屏和手机APP端数据更新，复位后恢复正常监测。多次按压结果表明，按键消抖逻辑正确，交互流畅，满足现场参数设置及状态控制需要。

(4) 传感器数据获取功能测试

传感器数据采集功能测试测试MQ2、MQ7、DS18B20三种传感器采集的精度与稳定性。测试中将系统上电预热后，在正常环境、模拟气体、温度变化情况下，采集OLED显示和手机APP端数据，各传感器数据数据连续、平滑，无跳变和波动，温度、烟雾浓度、一氧化碳浓度均可随环境变化实时采集与环境状态一致，多次测试采集精度、一致性较好，满足环境参数实时监测设计要求。

(5) 报警功能测试

报警功能测试，用于检验当系统存在异常状况时的报警触发与联动响应能力。测试时通过模拟烟雾、一氧化碳、高温场景，当传感器的数据高于额定值后，蜂鸣器、红色指示灯出现，OLED和手机APP上同时显示风险为“告警”，同时还可自动关闭排烟机、断电保护，当参数回到额定值时，自动停止报警，恢复至正常状态，多次测试，测试结果表明报警触发及时、联动响应及时，无漏报、误报现象，符合火灾预警及应急处置要求。

结论

以STM32F103C8T6为主，是一种集多传感器检测、本地报警、远程联动控制于一体的智能火灾报警设备，可采用模块化硬件设计和分层软件编程实现烟雾浓度、一氧化碳浓度、环境温度实时采集、阈值判断、声光报警、远程数据传输及排烟断电的应急联动等功能。经多场景功能测试，实现数据采集、速度、通信稳定性、报警可靠性均达到设计要求，能有效发现火情隐患，及时报警，为商业场所消防提供了有效的智能解决方案。

在硬件上，采用低功耗高稳定的传感器和执行器件，通过优化电路布局、抗干扰设计等解决供电噪声和串扰，实现复杂环境下稳定运行；软件上基于模块化思想对各个功能子程序进行解耦、复用。采取滑动滤波、消抖和重试等方式提升数据精度和交互可靠性，测试结果表明系统在模拟火情时能够保证3s开始报警，无线通信时间2s左右，采集误差小于5%。

本系统的功能完备、实用性较好，还有很大的可操作空间，如增加传感器长期稳定性、多节点组网功能进行区域监测等。总



值来说，本设计达到了预期目标，为小型智能火灾报警设备的开发和应用提供了可行的技术，具有一定的工程应用价值和推广价值。

致谢  
时光飞逝，本设计的顺利完成离不开所有老师、同学和亲友的帮助和关心，我们需要对这些老师和亲友表示诚挚的谢意。首先是我的指导老师。不论是方案设计、设计硬件电路，还是设计软件程序，老师都给予了我很多很多的帮助，没有灌输一定的答案，而是引导我自己思考、尝试，在我遇到电路调试不灵活、程序运行异常时，总是能抓住问题的主要症结，帮助我打开思路、破解难题，带给了我很多很多专业知识，教会了我严谨务实、精益求精的学习方法。感谢身边的同学和朋友，在我进行设计的过程中相互交流、分享经验，有困难的时候一起研究问题，迷茫、懈怠的时候给予我鼓励和支持，让我继续坚持。他们的陪伴的帮助，让这段工作忙碌的日子充满温暖和希望。还要感谢我的家人，他们是我最大的支持，为我学习和探索，包容我的工作忙碌疏忽，给我充分的时间和空间完成设计，给我充足的理解与关爱，让我安心的工作。最后，感谢这段难忘的成长经历，提升了我的专业实践能力，更学会了坚持担当，希望后续可以继续扎实地专注，不断提升，不辜负帮助过我的人。

参考文献  
梁晋华,何瑾.多传感器火灾探测与自动报警装置设计[J].运城学院学报,2025,43(06):45-49.  
袁慕溪,刘佳.基于51单片机的校车火灾报警与儿童防滞留系统设计[J].电脑知识与技术,2025,21(32):102-105+108.  
Zheng X ,Lin H ,Liu M , et al.Ultra-durable and long-cycle fire alarm system for intelligent fire protection[J].Chemical Engineering Journal,2025,526171182-171182.  
Vovk S ,Kopchak B ,Kushnir A , et al.Research Into the Dynamics of Fire Development and the Efficiency of the Fire Alarm System in a High-Rise Building[J].Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences.,2025,79(5-6):289-301.  
范荣盛,钱良辉.基于物联网的森林火灾报警装置设计[J].现代农业科技,2025,(15):152-156.  
彭永杰,张自杰,罗德雄,等.基于STC89C52单片机的仓库火灾报警系统设计[J].电子制作,2025,33(12):90-93.  
孙浩扬.基于STM32的室内环境监测系统设计[J].电子制作,2025,33(09):77-80.  
潘文迪,杨秋云,耿威振,等.基于单片机的火灾报警器设计[J].科技创新与应用,2025,15(10):44-47.  
李冰玉.发射台站机房大厅无线火灾预警装置设计[J].广播电视网络,2025,32(01):103-106.  
杜鑫,陈洁,郭彦文,等.单片机和NB-IOT的智能家居火灾检测报警系统[J].福建电脑,2024,40(08):95-98.  
刘钊,陈伟利.城市综合管廊火灾监测与报警系统设计研究[J].电器工业,2023,(11):40-43.  
杨春迪,陆娟,储增帮,等.基于STM32F103RBT6单片机的新型森林火灾监测报警装置研究[J].科技创新与生产力,2023,44(08):124-126+130.  
赵鹏博.基于单片机的火灾报警的设计与实现[J].中国水运,2023,23(02):41-43.  
于骄洋,王文鑫,唐雪莹.基于STC89C52单片机的智能火灾报警系统设计[J].电子制作,2022,30(22):63-65.  
何莉.基于单片机技术的火灾自动报警器设计研究[J].电子测试,2022,(15):22-24+15.  
雷文礼,张鑫,雷洋,等.基于WiFi技术的火灾报警监测系统设计[J].现代电子技术,2022,45(09):93-97.  
梁小瑞,任国风,赵翊辰.融合多传感器数据的智能火灾预警系统设计[J].高师理科学刊,2022,42(01):24-27+33.  
Rani M G ,Pammi N V S ,Kim H , et al.Developing real-time IoT-enabled next-generation fire alarm systems using SrBi4Ti4O15/PDMS flexible triboelectric nanogenerators. [J].Materials- horizons,2025.  
Zhang J ,Zhao Y ,Jia G , et al.Ultrahigh breakdown current density and thermally activated photoresponse enhancement of Nb3Se12I nanowire photodetectors enables internet-of-things dual-mode fire alarm systems[J].Nano Energy,2025,145111467-111467.  
Advanced Security and Fire Helps Homeowners Protect Families with Smart Alarm Systems[J].M2 Presswire,2025,2

说明：1. 总文字复制比：被检测文献总重复字符数在总字符数中所占的比例  
2. 去除引用文献复制比：去除系统识别为引用的文献后，计算出来的重合字符数在总字符数中所占的比例  
3. 去除本人文献复制比：去除系统识别为作者本人其他文献后，计算出来的重合字符数在总字符数中所占的比例  
4. 单篇最大文字复制比：被检测文献与所有相似文献比对后，重合字符数占总字符数比例最大的那一篇文献的文字复制比  
5. 复制比按照“四舍五入”规则，保留1位小数；若您的文献经查重检测，复制比结果为0，表示未发现重复内容，或可能存在的个别重复内容较少不足以作为判断依据  
6. 红色文字表示文字复制部分；绿色文字表示引用部分（包括系统自动识别为引用的部分）；棕灰色文字表示系统依据作者姓名识别的本人其他文献部分  
7. 系统依据您选择的检测类型（或检测方式）、比对截止日期（或发表日期）等生成本报告  
8. 知网个人查重唯一官方网站：<https://cx.cnki.net>