

文章编号: 2095-2163(2022)01-0104-04

中图分类号: TP368.1

文献标志码: A

# 影院智能消防控制系统设计

董旭, 魏魏, 李泽滔

(贵州大学 电气工程学院, 贵阳 550025)

**摘要:** 为了减少影院发生火灾后产生的不良后果, 本文设计了基于单片机 STM32 为主控芯片的智能消防控制系统。该系统搭载了火焰探测模块、温度检测模块、烟雾浓度检测模块以及消防联动模块, 组成了一个可以监测影院环境, 并在火灾发生后迅速启动灭火装置和消防联动装置。实验结果表明, 该系统在火灾发生后动作迅速、稳定性强。

**关键词:** 消防控制; 微处理器; 温度传感器; 火焰探测器

## Intelligent fire control system for theater

DONG Xu, WEI Wei, LI Zetao

(School of Electrical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**[Abstract]** In order to reduce the adverse consequences of a fire in the theater, this paper designs an intelligent fire control system based on the STM32 single-chip microcomputer as the main control chip. It is equipped with a flame detection module, a temperature detection module, a smoke concentration detection module and a fire protection follow-up module. The theater environment can be monitored, and the fire extinguishing device and the fire follow-up device can be quickly activated after a fire occurs. The results show that the system acts quickly and has strong stability after a fire.

**[Key words]** fire control; microcontrollers; temperature transducer; flame detector

## 0 引言

随着国民经济的不断增加, 人们娱乐活动的方式也在不断改变, 但看电影仍然是众多人的首选。但是, 由于影院的环境与其它场所不同, 存在人员密集度高、火灾荷载大, 并且用电设备多, 建筑结构比较复杂, 空间较大但通风较差等不利因素。所以一旦有火灾发生, 特别容易造成生命安全和财产安全等严重恶果。

影院内的装修设计、场地的出租以及多种经营模式的发展, 是近年来大型影院为了生存和发展下去的必然趋向。这些影剧院在建筑构造与使用功能上有以下特点:

(1) 占地面积大、空间大、耐火等级不高。

(2) 装修精致、用电设备多、负荷大。为满足放映或演出的音效要求, 在装潢的过程中需要用到数量庞大的非阻燃性的吸音材料, 而且目前影院中依然会有较多的木质架子、隔墙以及可燃吊顶、幕布, 场内的软座位也会增加火灾负荷。

(3) 窗户设计较高、排烟量小。因为影剧院的观众厅较大, 对室内的音响效果以及空气温度要求较高, 所以从墙面的吸音和能源的节约来考虑, 不会

采用可开启的墙面窗户, 一般都会设计为高窗。

针对上述特点, 本文消防控制系统基于单片机 STM32 设计, 并负载多个检测模块和联动装置, 在火灾发生初期就能及时探测到信息, 动作时间短, 能够及时扑救。另外, 系统结构简单、操作方便、有较高的灵活性, 从而大幅提升了系统的稳定性和实用性。

## 1 总体设计

### 1.1 方案选择

方案一: 串级报警电路设计

串级电路设计, 首级的设计为气敏传感器电路, 作用是当火灾产生的烟雾气体进入到传感器中时发出报警信号, 使远端的装置接受信号。设计末级为接受报警电路, 其作用是接受气敏传感器电路发出的信号后, 在远端发出报警功能。

方案二: 区域报警灭火设计

区域报警电路设计, 是将气体烟雾报警器放置于固定区域内, 报警电路是由电源电路、稳压电路和气敏传感器触发报警电路、以及区域内的灭火装置共同组成。

综合对比上述两种方案, 串级远程报警电路设

**作者简介:** 董旭(1996-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 控制工程; 魏魏(1984-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 电力系统及其自动化; 李泽滔(1960-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 故障诊断、鲁棒控制。

**通讯作者:** 魏魏 Email: 264885860@qq.com

收稿日期: 2021-09-20

哈尔滨工业大学主办 ◆ 专题设计与应用

计适合于人流较多且安全隐患不集中的地方。这种设计最主要特点就是所监控的范围广且很便捷,可以进行远程报警。但也存在一些劣势,如实施难度较大,投入成本高且线路复杂,不适用于小区域设置。

区域报警灭火设计可以应用在一定范围内的火灾气雾报警。如,小型办公室或者家庭等。该设计方案的优点是实用简单、投入成本低而且便于实现。但对控制检测能力不强,没有自动功能,不适于设计要求。

方案三:单片机灭火设计

单片机设计电路具有高精度和稳定的工况的特点,并且能更好地实现控制要求。利用其无线传输的特征可以更好地实现功能拓展,方便监控。所以本设计首选此方案。

1.2 单片机报警灭火系统设计

本系统采用 STM32 芯片,再经过软件的编程实现对影院内的温度、烟雾浓度进行探测以及对火焰的探测,并能够通过人工来调节温度和烟雾浓度所发出报警的阈值。当温度、烟雾浓度超过设定的阈值,或者直接探测到了火焰,就会发出声光报警,随后启动消防联动装置。其中包括启动排烟机、应急电源、打开防火阀并且启动自动灭火系统等。系统结构如图 1 所示,单片机 STM32 芯片作为主控中心,数据采集模块中包括数字温度传感变送器、烟雾

浓度传感器、火焰探测器,以及能够调节报警阈值的键位电路。由于烟雾传感器和火焰探测器都检测的是模拟量,所以要通过 A/D 转换电路传送到单片机中。后端的消防联动装置有防火阀、报警装置、应急电源、排烟机、灭火装置等。系统整体结构如图 1 所示。

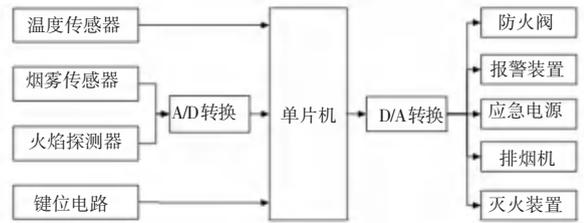


图 1 系统结构

Fig. 1 System structure diagram

2 硬件设计

2.1 微处理器

STM32 单片机是 ST 公司研发生产的以 cortex-M 为核心的 32 位单片机,相较于 51 单片机,STM32 的功能更为强大,内部集成的资源也更多,能够进行多任务工作<sup>[1]</sup>。STM32F101R6 是低密度访问线路的微控制器,图 2 为 STM32 单片机的最小系统。内部集成了以 36 MHz 频率运行的高性能 ARM cortex-M 为核心的 32 位单片机,工作温度范围在 -40 °C ~ 85 °C,电源电压为 2.0~3.6 V。

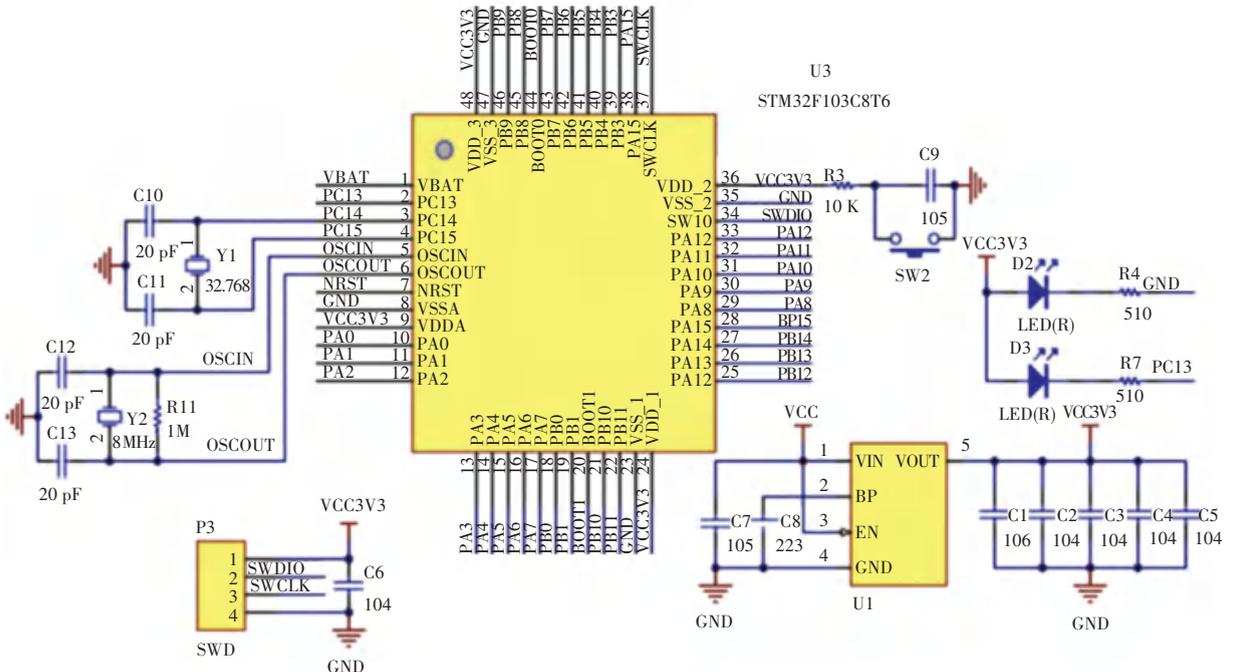


图 2 单片机最小系统

Fig. 2 MCU minimum system

## 2.2 温度检测模块

本文设计中,温度传感器选用 DS18B20 数字温度传感器<sup>[2]</sup>,其采用的是一线总线技术,由单根数据线和地线组成半双工的通讯方式,只有一根 DQ 线来传输数据,所需的元器件也都挂在 DQ 上。

## 2.3 烟雾浓度探测模块

模块采用 MQ-2 烟雾传感器。由按键模块、复位电路、晶振电路、AD 烟雾采集模块构成<sup>[3]</sup>。图 3 为 MQ-2 烟雾传感器铁电路图。该传感器由半导体二氧化锡构成,当环境温度较高时,二氧化锡会与空气中的氧气发生化学反应形成氧离子,半导体二氧化锡中的电子数量减少,使得其电阻值增加。在与空气中的烟雾颗粒接触之后,如果晶粒间处的势垒受到烟雾的调至而变化,在表面的半导体的导电率也会随之变化。烟雾中的颗粒浓度越高,半导体的导电率就会越大,模拟信号的输出也会越大。

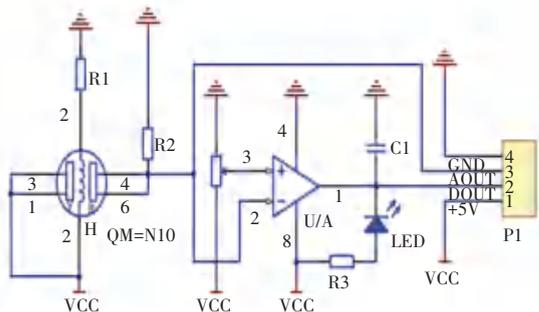


图 3 MQ-2 电路图

Fig. 3 MQ-2 circuit diagram

## 2.4 火焰探测模块

系统中火焰探测模块采用单片机设计的光敏电阻火焰探测器来代替。模块工作时,将光信号转换成电信号后,对应引脚的数据传入单片机中,信号通过控制电路,若探测到火焰,控制蜂鸣器发出报警提示,并改变数码管的数值。

## 2.5 消防联动装置

消防联动装置包括:声光报警电路、应急电源、防火阀以及灭火装置,采用 LED 灯和蜂鸣器组成声光报警。当温度、烟雾浓度其中一个达到设定值,或者探测到火焰信号时,发出声光报警。

应急照明在回路中需要 2 根线,一根连接在应急电源上,在火灾发生时能够为照明回路提供电源,另一根则接在普通的照明线路中。在发生火灾或其他紧急情况时,能够自动切换到应急电路中。

防火阀和灭火装置主要由继电器来控制,继电器在工作时,衔铁因继电器通电产生电磁力,形成闭

合回路,电磁铁断电时失去磁性,衔铁被弹开,切断工作电路。消火栓的给水量分配无须依据经济因素,主管道的水量应保持在最大状态,其余的水流量应进行智能分配<sup>[5]</sup>。

## 3 软件设计

### 3.1 主程序设计

系统中主要由主程序模块、温度检测模块、烟雾以及火焰探测模块、LM016L 液晶显示模块、按键设计模块等。主程序负责在启动系统时,完成显示屏的初级显示、开外部中断、判断系统是否发出报警以及执行相应的子程序,完成系统功能。

系统进入工作状态时,首先进行初始化,然后对影院的温度、烟雾浓度、是否有火焰进行数据采集并传入单片机。根据影院的环境进行温度值和烟雾浓度值的设定,随之开始相应的数据采集和检测。当有对应的数据达到甚至超过设定的阈值时,发出声光报警,同时进行火焰的探测,当其中之一到达设定值时,发出声光报警,启动消防联动装置和灭火装置。主控程序流程如图 4 所示。

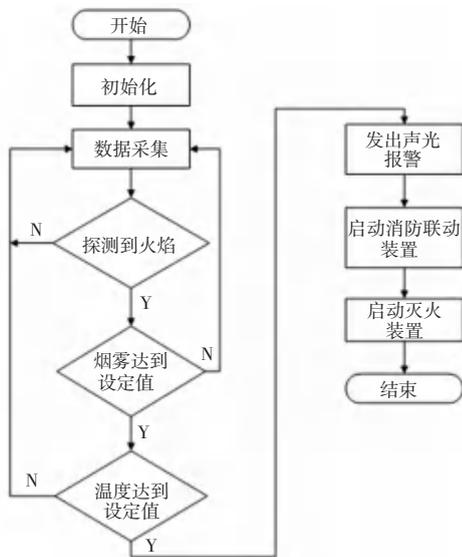


图 4 主程序流程图

Fig. 4 The flow chart of main program

### 3.2 温度传感器程序设计

当温度传感器工作时,总控制线会发出温度转换指令,将产生的温度数据存储在寄存器中,单片机通过 DQ 单线接口读取到该数据。温度探测流程如图 5 所示。

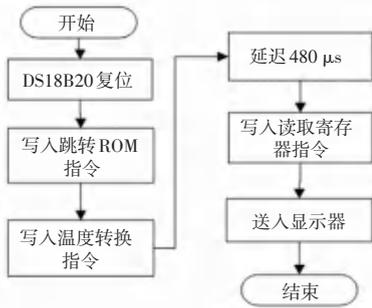


图 5 温度探测流程图

Fig. 5 Temperature detection flow chart

### 3.3 显示屏程序设计

设计中采用 LM016L 液晶显示器<sup>[4]</sup>, 其中控制器是 HD44780。在 HD44780 输入控制指令来控制显示屏, 其主要的控制指令有: 地址归位、清屏操作、设定输入模式、显示控制、功能选择设定 DDRAM 及 CGRAM 的地址等。

### 3.4 设计效果

本系统的运行环境是影院内, 所以将报警的温度设定在 45 °C, 烟雾浓度达到的报警值设在 15%。在系统正常工作时, 即温度和烟雾浓度都不超过设定值时, 报警系统和消防联动装置不工作。

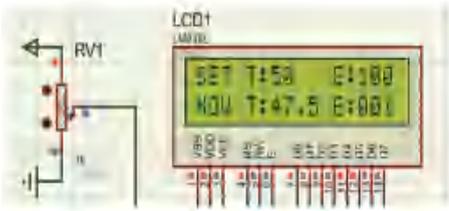


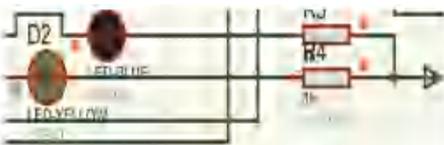
图 6 正常工作时的状态

Fig. 6 State during normal work

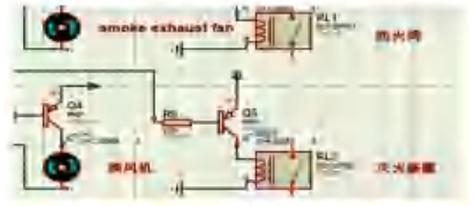
当温度或烟雾浓度超过设定的阈值时, 系统进入工作模式, 发出报警, 并且启动消防联动装置。



(a) 温度超过设定值时



(b) 声光报警



(c) 消防联动装置及灭火装置

图 7 温度超过报警值时的状态

Fig. 7 The state when the temperature exceeds the alarm value

从以上仿真效果图来看, 本系统的反应迅速, 火焰、温度、烟雾浓度三者其一达到设定的阈值时, 便可迅速的启动灭火及后续的消防联动装置, 为影院的火灾救援提供了很好的帮助。

## 4 结束语

本设计以单片机 STM32F101R6 为核心, 连接 LM016L 液晶显示器, 蜂鸣器以及搭配 DS18B20 温度传感器, MQ-2 烟雾浓度传感器等构成的一个影院消防控制系统。该系统可对影院内的环境进行实时监测, 当温度、烟雾浓度超过设定值, 发出报警并启动消防联动装置以及进行灭火操作。该设计不仅达到了预期效果, 并可为进一步研究和推广提供了一定的参考价值。

## 参考文献

- [1] 赵宇科, 高红亮, 胡惠敏, 等. 基于 STM32 的多任务系统的设计与实现[J]. 湖北师范大学学报(自然科学版), 2021, 41(3): 64-68.
- [2] 顾振宇, 刘鲁源, 杜振辉. DS18B20 接口的 C 语言程序设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2002(7): 346-348.
- [3] 谢永超, 杨利, 严俊. 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的设计[J]. 计算机测量与控制, 2021, 29(8): 255-259.
- [4] 洪连环. 基于 Proteus 的液晶温度显示器仿真设计[J]. 电子设计工程, 2011, 19(5): 186-189.
- [5] 刘倩. 基于人工智能的高层建筑室内消火栓给水量优化设计[J]. 智能计算机与应用, 2020, 10(12): 224-225.