

doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2021.03.012

# 基于 STC89C52 单片机智能火灾报警器的设计

徐琬婷<sup>1a</sup>, 蒋玲<sup>1b</sup>, 张建勋<sup>2</sup>

(1. 芜湖职业技术学院 a. 汽车与航空学院; b. 电气与自动化学院, 安徽 芜湖 241006;  
2. 中国人民解放军 66389 部队, 河南 郑州 451100)

**摘要:** 为了防止突发性火灾, 智能火灾报警器应运而生。设计采用 STC89C52 单片机为系统主控, 由 MQ-2 烟雾传感器、DS18B20 温度传感器和火焰传感器、声光报警等部分组成。通过设定的阈值检测室内烟雾和温度及火焰并发出声光报警, 并用液晶屏来实时数据显示。经测试, 该火灾报警器灵敏度高、成本低、响应速率快、安装简单, 由于使用的是模块化电路, 维护成本也很低, 实用性强。

**关键词:** 火灾; 单片机; 智能火灾报警器

**中图分类号:** TP368.1; TP277 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2021)03-0055-05

## Design of an Intelligent Fire Alarm Based on STC89C52

XU Wanting<sup>1a</sup>, JIANG Ling<sup>1b</sup>, ZHANG Jianxun<sup>2</sup>

(1a. School of Automobile and Aviation; 1b. School of Electrical and Automation, Wuhu Institute of Technology, Wuhu, Anhui 241006, China; 2. Troops 66389 of the Chinese People's Liberation Army, Zhengzhou, Henan 451100, China)

**Abstract:** Fire alarms came into being to prevent sudden fire disasters. Our design of a fire alarm aims to detect chemical and physical signals from a variety of fires, and timely inform people to protect personal and property safety. This design uses STC89C52 MCU as the main control system, which is composed of MQ-2 smoke sensor, DS18B20 temperature sensor and flame sensor. It can detect indoor smoke, temperature and flame through the set threshold and send out sound and light alarm, and use 1602 LCD to display real-time data. After testing, the fire alarm has the advantages of high sensitivity, low cost, fast response speed and easy installation. Due to uses of modular circuits, its maintenance cost is low and it's practically useful.

**Keywords:** fire disaster; single chip microcomputer; intelligent fire alarm

## 0 引言

在这个科技快速发展的社会中, 安全风险遍布在人们的工业生产环节和日常的生活中。数据显示, 火灾仍然是对我们的生活产生威胁最大的灾害之一, 平均每 2 min 多就有一起火灾发生, 2020 年接报火灾 25.2 万起, 由于火灾造成的经济损失超过 40 亿<sup>[1]</sup>。为了防止或者减少火灾对生命、财产造成的伤害和损失, 智能火灾报警器应运而生。目前, 已经投入商用的智能火灾报警器很多是单一传感器所制作的火灾报警器, 很多集中在检测烟雾和检测可燃性气体浓度上, 误报率较高, 且大部分火灾报

警器适合单个场景, 不能根据环境的需求改变报警参数<sup>[2-4]</sup>。因此, 本设计通过检测多种火灾发出的化学和物理信号发现火灾, 采用了多种传感器检测技术, 分别检测可燃气体浓度和温度、烟雾浓度、火焰等, 保证了火灾报警的准确性, 并通过声光报警的模式, 及时提醒人们做好火灾的防备、消除工作, 以防止火灾蔓延, 从而引起爆炸等更严重的恶劣性事故, 保护人民的生命安全。

## 1 技术路线

在有限空间中, 发生的典型固体燃料燃烧要经历 4 个阶段: 早期, 阴燃, 燃烧和放热<sup>[5]</sup>。在燃烧过

收稿日期: 2020-12-27

基金项目: 安徽省高等学校自然科学研究重点项目(KJ2019A0978); 安徽省职业与成人教育学会科研规划课题项目(AGZ18014); 高校优秀拔尖人才培养项目(gxgnfx2019114); 芜湖职业技术学院科技创新团队(wzykjtd202005)。

作者简介: 徐琬婷(1984—), 女, 安徽宣城人, 副教授, 硕士, 研究方向: 检测技术、光纤通信。

程的不同阶段会产生不同的燃烧物,所以可以根据不同时期检测不同的物质来进行火灾预警。如图 1 所示,火灾早期,产生的火灾产物较少,但是可以检测是否有可燃性气体泄漏,可以采用传感器去检测可燃性气体浓度;在阴燃期间,会产生大量的烟,这时就应该检测烟雾信号,可以采用烟雾传感器去检测;到了起火期,火焰出现,直接检测火焰是最简单的方法,所以采用火焰传感器判断火焰是否产生;最后的放热期,短时间室内温度上升明显,就可以直接利用温度传感器检测温度变化来判断火灾<sup>[6]</sup>。

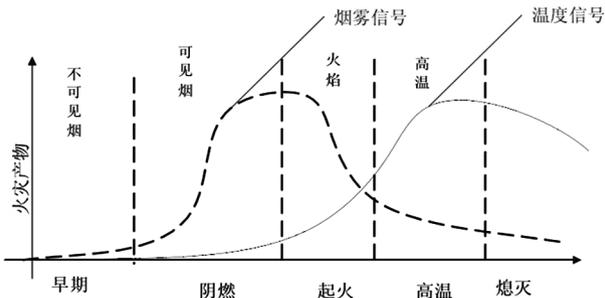


图 1 不同阶段火灾产物

综上,智能火灾报警器应该满足如下要求:(1)当室内突然产生可燃性气体泄漏、烟雾或者温度突然升高,应当做出警报;(2)人们可以通过相应的人机交互,能实时显示当前环境的烟雾浓度和温度;(3)可以根据环境情况来调节报警温度和烟雾浓度的阈值,从而更容易适应环境的变化;当发生火灾后,应当发出声音和灯光来警示人们躲避火灾,同时,尽量保证设备结构简单,体积小,易于安装,从而节省设备制作、安装和维护成本。

## 2 系统总设计方案

根据以上分析,智能火灾报警系统是由各个传感器模块、控制器模块和报警模块组成。系统以 STC89C52 单片机为主控。传感器模块主要由烟雾传感器、火焰传感器及温度传感器构成。报警模块主要由声光报警模块组成,可以通过 LED 等发光和蜂鸣器对火灾进行报警。通过烟雾传感器检测可燃性气体,火焰传感器检测火焰,温度传感器检测温度的变化,并通过按键合理设置各种参数阈值,以适应不同的环境变化,系统结构图如图 2 所示。

## 3 系统硬件结构

### 3.1 主控设计

单片机是报警器设计的主控,也是整个系统的核心。STC89C52 工作的电压范围是为 3.3~5.5 V, 32 个通用 I/O 口,16 位计数/定时器 3 个。单片机

可以将火焰、烟雾、温度传感器传来的信号来进行检测,并根据检测结果通过显示模块显示,如遇到火灾则通过声光报警进行提示。此单片机外围器件少,可以很好地控制成本。采用了 C<sub>1</sub> 和 10 K 电阻进行上电复位以防止人为对报警器产生干扰。P2.1,P2.2,P2.3 口则分别接报警指示灯,通过指示灯是否发光判断有没有报警。P2.6,P2.7 口接液晶屏输入信号,P0.0~P0.7 接液晶屏的位控制。P2.0 口则接报警输出信号。P3.2,P3.3,P3.4 口分别接设置按键、加按键和减按键。P1.0,P1.1 口分别接火焰检测模块和温度检测模块,连接图如图 3 所示。

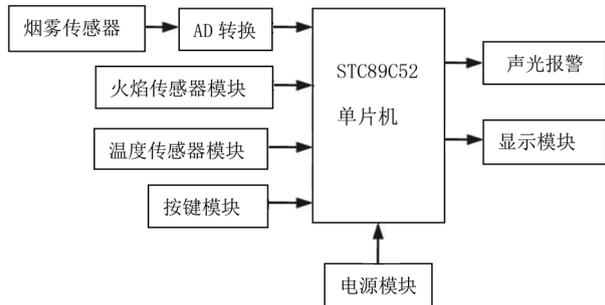


图 2 系统总框图

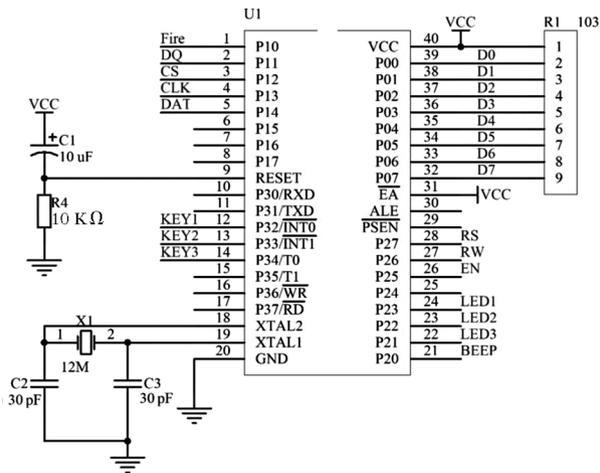


图 3 主控外部连接

### 3.2 MQ-2 烟雾传感器电路

火灾发生时会产生大量的烟雾和可燃性气体,利用 MQ-2 型烟雾传感器检测烟雾及可燃性气体的质量浓度,它可以检测 0.3~10 mg/L 的可燃性气体及烟雾。一般来说,正常室内的可燃性气体及烟雾质量浓度为 0.5 mg/L 以下,当发生火灾时,此值可达到 1.5 mg/L 以上。由于火灾发生初期和阴燃期的产物主要表现为可燃性气体的浓度增加,根据场景,设定合适的阈值,便可以测量可燃性气体浓度,从而可以检测预判早期火灾<sup>[7]</sup>。主要的工作原理是利用烟雾传感器中二氧化锡在不同烟雾浓度

及可燃性气体中电导率会不同, 从而感知气体及烟雾的浓度的变化。它有 6 个引脚, 4 个是信号传输脚, 2 个是加热器引脚。加热器的作用是为传感器提供合适的工作温度, 它通过加热丝 H-H 供电加热一段时间才能保证传感器正常工作。当感受到烟雾时, 传感器 MQ-2 的电阻率会发生变化, 导致输出电压发生变化, 此时输出电压为模拟信号。为了将数字信号传送给单片机, 还需要经过 A/D 转换器也就是 ADC0832 进行模数转换, 将 ADC0832 芯片的 CH0 引脚与 MQ-2 烟雾传感器的信号输出端相连, 单片机就可以判断烟雾及可燃性气体的浓度。电路图如图 4 所示。

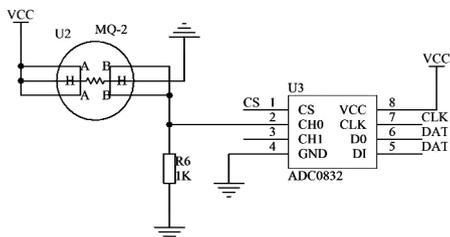


图 4 烟雾模块连接电路

### 3.3 火焰传感器模块

火焰传感器模块由红外接收管、宽电压比较器 LM393 等元件制成。它能检测到火焰或波长为 760~1 100 nm 的光源, 灵敏度高、响应速度快。通过调节电位器 VR1 可以调节模块灵敏度。火焰传感器通过 DO 输出为数字量, 本设计利用 DO 进行输出。当火焰产生时, 红外接收管将会导通, 从而导致管子两端的电压降低, 再通过比较器 LM393 进行比较, 输出低电平; 没有火焰产生时, 输出高电平。测试过程中, 由于红外接收管的特性, 火焰越大测试距离越远, 测试时间不到 1 s。电路如图 5 所示。

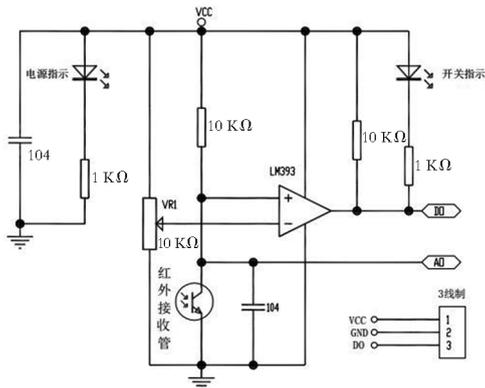


图 5 火焰传感器电路

### 3.4 温度传感器模块

温度检测采用了 DS18B20 温度传感器模块, 它

有 3 个引脚: DQ, GND 和 VDD。在使用过程中, 当 VDD 引脚外接 5 V 的电压, 此时为外接电源供电的方式, 它的连接如图 5 所示。为了保证输出在控制状态的时候处于高电平的状态, 连接时可接 4.7 KΩ 的上拉电阻, 它的温度测量范围很广, 为 -10~+85 °C, 测温误差为 ±0.5 °C。火灾发生后, 室内温度会在短时间内异常增温, 用 DS18B20 温度传感器模块来检测短时间室内温度变化, 非常有效, 且反应迅速, 温度转换为 12 位数字格式最大值为 750 ms。它与单片机相连只需要一个端口, 可以节省大量的引线, 保证电路结构简单, 非常适合远距离多点温度检测<sup>[8]</sup>。温度传感器模块外部连接如图 6 所示。

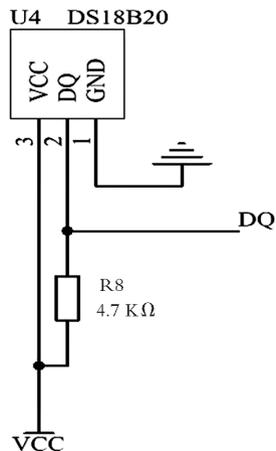


图 6 温度传感器模块

### 3.5 声光报警模块

声音报警器用的是蜂鸣器, 电路如图 7a 所示; 灯光报警用的是红色 LED 灯, 电路如图 7b 所示; 当检测到环境烟雾浓度、温度超过设定的阈值, 火灾检测到火焰时, 单片机接口输出低电平, 此时三极管 8550 导通, BEEP1 开始工作发出警报。与此同时, 单片机驱动 LED 的接口也是输出低电平, 报警灯同时发光。

## 4 软件流程设计

### 4.1 报警阈值设置流程

系统进行初始化之后, 可以根据环境设定不同的阈值。温度设定是环境真实温度, 烟雾报警阈值的设置是针对环境烟雾浓度。当检测到按键被按下后, 系统就会进入设置模式, 通过“加”“减”按键设置报警阈值。“设置”键按下之后, 系统默认进入烟雾浓度设置, 再次按下“设置”按键时则进入温度报警值设置。按“加”和“减”键进行报警值的递增、递减设置, 再次按“设置”按键表示确认设置并退出, 若用户在进入设置状态必须手动退出设置模

式<sup>[9]</sup>。具体流程如图 8 所示。

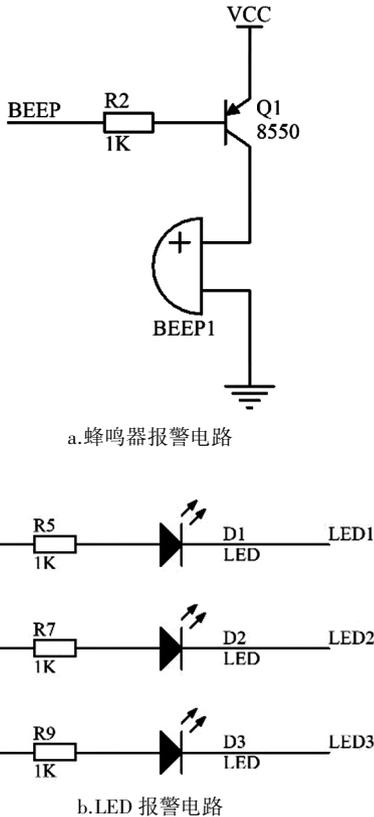


图 7 声光报警电路

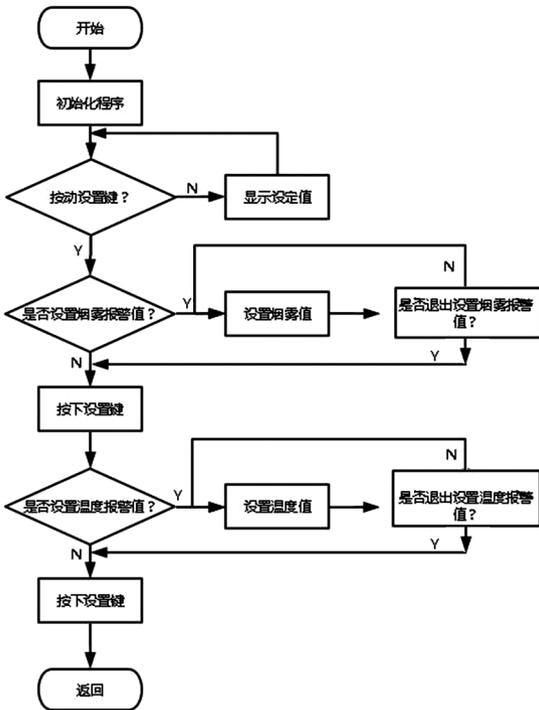


图 8 按键设定软件流程

### 4.2 系统主流程图

本系统主要有温度模块、烟雾模块和火焰传感器模块组成,由于是模块化设计驱动和维护以及扩

展比较方便,系统开始后,对各个模块进行初始化,系统对温度、烟雾、火焰采集判断并与设定阈值进行比较判断。当检测参数超出设定数值,进行声光报警。流程如图 9 所示。

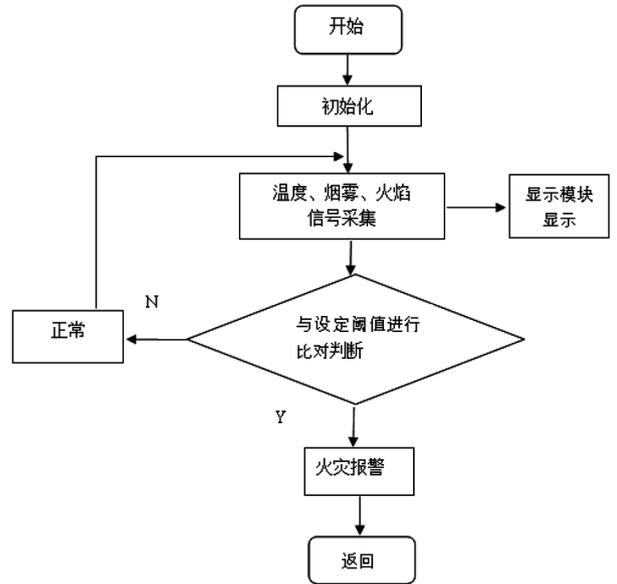


图 9 系统主程序流程

## 5 系统调试

### 5.1 火焰传感器调试

下面分模块进行系统调试,首先检测火焰传感器是否正常,系统上电,对火焰传感器的调试,图 10 是未报警的状态。打火机模拟火焰,系统检测到火焰发出报警,打火机模拟火焰检测可以达到 76~80 cm,火焰越大,测量距离范围也相应增加,如图 11 所示。



图 10 系统开机后

### 5.2 温度传感器调试

温度传感器的调试,正常态如图 10 所示,忽然加高温传感器的温度,如图 12 所示,致使报警器报警,LED 灯发光。

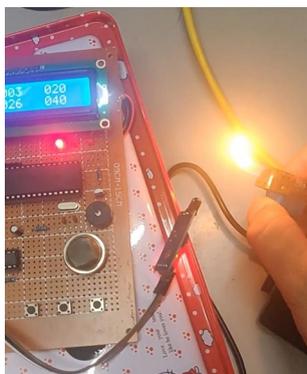


图 11 火焰报警状态



图 13 正常态



图 14 烟雾浓度逐渐增加

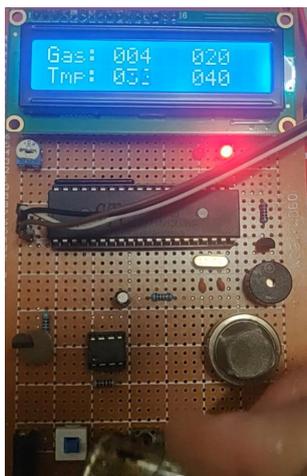


图 12 模拟温度激增报警



图 15 烟雾浓度超过阈值报警态

### 5.3 烟雾传感器测试

烟雾传感器的调试, 将智能火灾报警系统放置到一个密封的盒子里, 先观察密闭空间内没有烟雾时, 系统为正常的状态, 如图 13 所示, GAS 显示 004, 表示烟雾质量浓度为 0.4 mg/L。然后逐渐增加环境烟雾, 浓度如图 14 所示, GAS 显示 016 表示烟雾浓度为 1.6 mg/L<sup>[10]</sup>。继续增加烟雾质量浓度, GAS 一旦达到 020, 也就是超过设定阈值 2 mg/L 时, 报警模块蜂鸣器报警, 如图 15 所示, LED 灯发光。

## 6 结语

智能火灾报警器通过检测火灾发生前期所产生的可燃性气体、烟雾, 中后期的火焰和温度异常变化来发出报警避免火灾的蔓延, 保护人们的生命财产安全。本设计采用了模块化设计, 多种传感器检测判断火灾, 可通过温度检测、可燃气体浓度检测、烟雾检测、火焰检测等手段判定火灾。所用各模块价格便宜, 整个智能火灾报警器成本仅 30 元左右, 火灾测试响应时间为 2 s, 并且可以进行参数设置从而适用于不同的工作环境。另外由于系统结构简单, 各模块相互独立, 所以维护成本低, 可以在家庭、企业、工厂等地方使用它来进行火灾安全防范。

### 参考文献:

[1] 2020 年全国火灾情况[J]. 消防要闻, 2021(3): 14-15  
 [2] 甘艳. 基于单片机的火灾报警系统设计[J]. 科研, 2018(5): 117-121.  
 [3] 李建, 罗璇, 吴富姬, 等. 基于 STM32 控制器的钨矿矿山井下火灾预警系统的研制[J]. 科技经济导刊, 2016(36): 32  
 [4] 王秀乾. 基于单片机的智能型火灾探测器[J]. 科技资讯, 2016, 14(30): 7-8.  
 [5] 刘建禹, 翟国勋, 陈荣耀. 生物质燃料直接燃烧过程特性的分析[J]. 东北农业大学学报, 2001(3): 290-294.  
 [6] 程晓舫, 王瑞芳, 张维农, 等. 火灾探测的原理和方法(上)[J]. 中国安全科学学报, 1999(1): 27-32.  
 [7] 张群强, 赵巧妮. 基于 MQ-2 型传感器火灾报警系统的设计[J]. 价值工程, 2015(13): 96.  
 [8] 余瑾, 姚燕. 基于 DS18B20 测温的单片机温度控制系统[J]. 微计算机信息, 2009(3): 17-23.  
 [9] 李广弟等. 单片机基础[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.  
 [10] 张小琴. 石油化工装置火灾报警系统设计探讨[J]. 安庆科技, 2010(4): 37-39.