

# 基于 CAN 总线的火灾报警系统的研究

赵 哲, 秦会斌\*

(杭州电子科技大学 电子信息学院, 浙江 杭州 310018)

**摘要:**为解决“传统火灾报警器只对火灾的某一种物理或化学信号进行探测而容易使报警系统出现误报或漏报”的问题,将多种传感器信息智能处理技术和 CAN 总线技术应用到火灾报警系统中,提出了设计火灾报警系统使用多个探测节点,节点利用多个传感器实施多元同步探测,并及时进行综合智能信号处理,主从节点间采用 CAN 总线进行实时通讯的方法。系统主、从节点均采用 STM32 系列单片机作为控制芯片,从节点连接 MQ 系列传感器采集火灾信号,主节点检测各从节点工作情况,且具有实时显示节点信息、存储历史记录等功能。经试验验证该系统对不同类型的火情都具有较高的灵敏度,CAN 总线通讯信息及时可靠。

**关键词:**火灾探测;多传感器;控制器局域网总线

中图分类号:TP303

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)05-0594-04

## Design and implement of fire detector based on CAN bus

ZHAO Zhe, QIN Hui-bin

(College of Electronics and Information, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of false negative and false positive of traditional fire detectors with single sensor, the technology of multi-sensors information processing and CAN bus was proposed to apply the fire detector. A design method of using several detecting nodes to monitor fire information was presented. All the nodes use the series of STM32 MCU as the microcontroller, and communicate with each other by CAN bus, forming a master-slave structure. MQ sensors were used by slave nodes to determine whether the fire is occurred, and the master node was used to verify slave nodes working correctly. It has functions of real-time display information and storage history data. The results of experiments show that the system has a high sensitivity to different types of fire, and the information communicated by CAN bus is timely and reliable.

**Key words:** fire detection; multi-sensors; controller area network(CAN) bus

## 0 引 言

火灾探测技术是将传感技术、通信技术和智能化信息处理应用于火灾预防的一项综合性技术,具有速度快、精度高、实时性好等突出优点。在这方面,传统的单片机技术在火灾的探测、报警、控制中发挥了重要作用。为了能够实时、快速地处理大量数据,探测器和控制器之间应该有更快速完善的、低误码率的通信协议,在受控设备和网络所处的特殊环境下,对信号的多方面干扰都应有所考虑<sup>[1-2]</sup>。因此,将现场总线技术应用于火灾报警控制是必然的发展趋势。而 CAN 总线

的数据通信具有突出的可靠性、实时性和灵活性,非常适用于火灾报警系统的构建,可以确保火灾报警系统和消防安全措施正常运行并发挥其应有的作用<sup>[3]</sup>。

本研究主要探讨基于 CAN 总线的火灾报警系统的研究。

## 1 系统总体设计

火灾发生时,火灾现场温度升高,烟雾浓度显著提高。火灾中的气体烟雾主要是 CO<sub>2</sub> 和 CO。火灾时燃烧火焰的温度通常为 900 °C ~ 1 400 °C,而在起火后 10 min ~ 15 min 内,火灾现场的温度才逐渐升为 400 °C。

收稿日期:2010-09-15

作者简介:赵 哲(1985-),男,辽宁锦州人,主要从事新型电子器件设计及应用方面的研究。E-mail: zhaozhe42234@sina.com

通信联系人:秦会斌,男,教授,博士生导师。E-mail: qhb@hdu.edu.cn

通常,当火焰的温度达到 100 ℃ 时,烟雾(CO<sub>2</sub>,CO)浓度超过 0.06%,而在正常情况下,CO<sub>2</sub>和CO在大气总容量中的浓度约占 0.03%。由此可见,在火灾发生初期,烟雾是反映火灾特征的主要方面<sup>[4-5]</sup>。

本研究的火灾报警系统采用温度、气体和烟雾传感器采集现场数据,对仅仅分析单一物理量而造成的误差有很大的改进<sup>[6-7]</sup>。该系统采用 CAN 总线作为通信方式,使用主从式结构,根据实际应用需要,设计以下主、从节点功能模块:

(1) 主节点:负责接收从节点的信息并存储,在液晶屏上实时显示相关信息,并且定时检测各从节点,判定其是否正常工作。

主节点主要包括以下功能模块:

- ①CAN 接口模块:用于主节点与从节点之间的通信;
- ②时钟芯片:记录发生火灾的时间以备事后查询;
- ③SD 卡存储:存储系统历史信息。

(2) 从节点:监测现场的火灾情况,采集现场环境数据并通过 CAN 总线发送给主节点,若发生火灾则向主节点发送火警信息;若无火灾,则定时向主节点发送验证信号供主节点处理。

从节点主要包括以下功能模块:

- ①传感器模块:采集现场环境信号;
- ②执行装置控制模块:若发生火灾,启动报警并开启灭火装置;
- ③CAN 接口模块:用于向主节点发送信息。

根据各模块需要完成的功能以及实现的需要,设计系统的整体结构框图 1 如示。

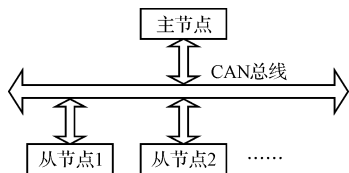


图1 系统整体框图

主节点与从节点的功能框图如图 2、图 3 所示。

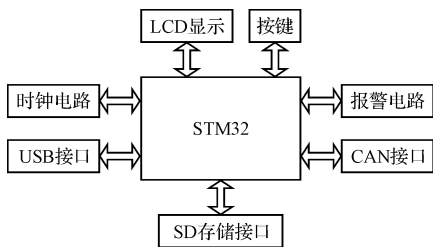


图2 主节点功能框图

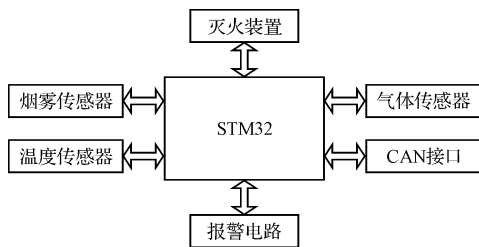


图3 从节点功能框图

## 2 系统硬件设计

该系统选用 ST 公司新推出的 32 位微控制器 STM32F103C6T6 作为主控芯片,STM32F103C6T6 使用了先进架构的 ARM Cortex-M3 内核,其灵活的静态存储器控制器使得它能很方便地和许多存储器和外设连接,同时由于其具有丰富的片上外设,从而可以简化系统外围电路的设计。

### 2.1 微控制器电路设计

微控制器 STM32F103C6T6 最小系统电路包括电源电路、时钟电路、复位电路。

电源电路设计如图 4 所示。+5 V 电源由电源适配器连接到系统提供,然后 +5 V 电压经过 LM1117-3.3 稳压器获得 +3.3 V 电压,同时,连接必要的电容电阻,改善电压的瞬态响应和稳定性。

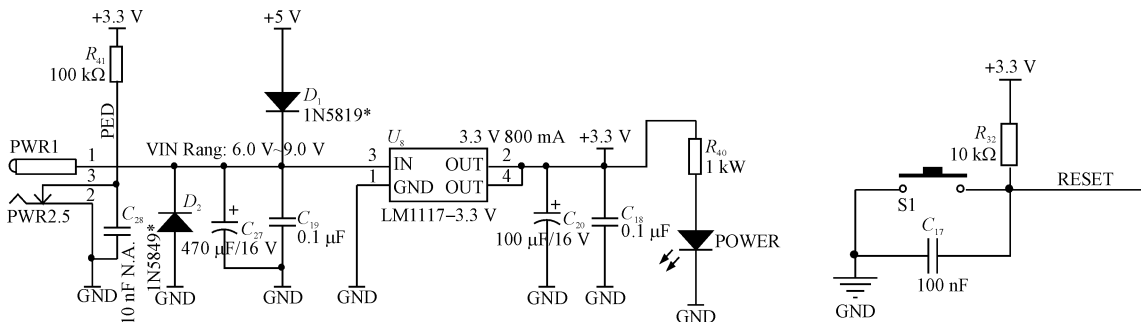


图4 电源电路及复位电路

STM32F103C6T6 由两个时钟源提供系统时钟和 RTC 时钟,其中系统时钟采用 8 MHz 晶振,RTC 时钟

采用 32.768 kHz 晶振,两旁选用合适电容。VBAT 端口外接纽扣电池,为 RTC 独立供电。复位电路为低电

平复位,工作状态下 RST 脚为 3.3 V 高电位,复位不起作用,当按键 S1 被按下时,RST 脚与地电位相等,单片机复位。按键 S1 松开时,C<sub>17</sub> 充电,RST 变为高电平,脱离复位状态<sup>[8]</sup>。

### 2.2 CAN 通信电路设计

CAN 总线是一种多主式总线,各节点都有权发送信息。通信介质可采用双绞线或光缆,通信速率可达 1 Mbps。它采用简单的协议,有强大的差错控制、故障处理功能,在强电磁干扰环境下可实现远距离数据的实时可靠传输,获得了广泛的应用。CAN 总线完全能满足火灾探测及警报的通讯要求,因此本系统采用 CAN 总线结构<sup>[9-10]</sup>。系统的主节点和从节点的 CAN 通信硬件电路实现结构框图如图 5 所示。

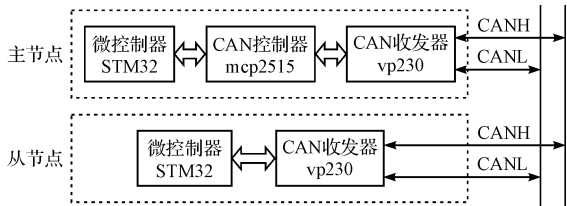


图 5 CAN 通信结构框图

STM32 处理器片上有各种通信外围接口,可以简化外围电路的设计。其中控制器局域网通信接口 bx-CAN 是指基本扩展 CAN,它支持 2.0A 和 2.0B CAN 协议,可以以很小的 CPU 负荷来高效传输和处理大量报文,通过软件配置优先级,bxCAN 也解决了传输报文的优先级问题。该系统的 CAN 总线收发器均采用 TI 公司的 vp230,由于 STM32 的 CAN 控制器和 USB 控制器共用同一块缓存区域而不能同时使用,主节点使用了采用 SPI 接口的 mcp2515 CAN 控制器,预留出 USB 接口方便与上位机通信。主从节点把数据写入 CAN 控制器的发送缓冲区,启动发送,数据即通过 CAN 收发器发送到总线上接收数据时,CAN 控制器通过 CAN 收发器从总线上接收数据,处理后存入接收缓冲区,并给出接收中断信号,这时各节点可以从 CAN 控制器的接收缓冲区读取数据并处理。

### 2.3 SD 卡接口电路设计

火灾探测器的历史数据可以作为其改进完善的重要参考,需外接存储器保存历史数据。SD 存储是一种基于半导体快闪存储器的新一代存储设备,被广泛应用于便携式装置中,拥有高存储容量、快速数据传输率、极大的移动灵活性以及很好的安全性。

SD 卡支持 SDIO 和 SPI 两种传输模式。SDIO 模式允许 4 线的高速数据传输,SPI 模式使用通用的 SPI

接口,接口简单易于实现,但却牺牲了速度。该系统采用 SDIO 模式,接口电路如图 6 所示。

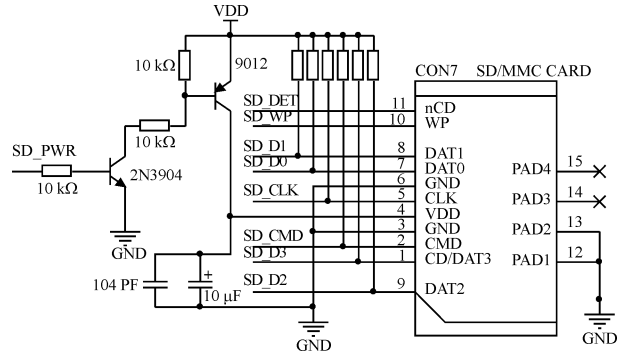


图 6 SD 卡接口电路

### 2.4 LCD 接口设计

LCD 液晶显示模块显示各节点的实时火灾情况和现场情况,方便用户查看。该系统选用 320 × 240 的 TFT 液晶显示屏,直接通过微控制器芯片的 FSMC 模块与液晶显示屏进行连接,一方面 STM32 可以直接像读写外设一样的方式对液晶进行读写,另一方面这种接口方式提高了对液晶的访问速度,因为普通的 I/O 驱动液晶速度为 20 fps,而用 FSMC 方式可以达到 97 fps 左右。

## 3 系统软件设计

该系统的软件设计结合各硬件电路完成了主节点对各从节点的实时监测以及各从节点对现场数据的采集与传送,并控制执行装置工作等功能。为了确保系统能正常运行,每次上电时,必须对主、从节点进行初始化。并且为了确保系统能够在正常工作情况下及时有效的实现主从节点的通信,主节点需在一定时间内根据各从节点发送报文信息的 ID 号,验证其是否工作正常。如果主节点在规定时间内没有接收到某从节点发送的信息,则会报错,系统根据其 ID 判断从节点位置并显示在液晶屏上,方便工作人员尽快排除故障<sup>[11]</sup>。

在各节点都正常工作的情况下,各从节点将采集到的现场数据信息传送给主节点,判断各从节点的信号数据是否超过设定的阈值,没有超过则返回继续监测;如果从节点的数据信息超过阈值,则主从节点皆发出报警信号,并在液晶屏上显示该节点的位置信息,且该从节点发出指令启动其灭火执行装置。主节点和从节点的软件整体流程图如图 7、图 8 所示。

## 4 实验结果与分析

该系统监测环境气体、烟雾浓度,对于温度信号则

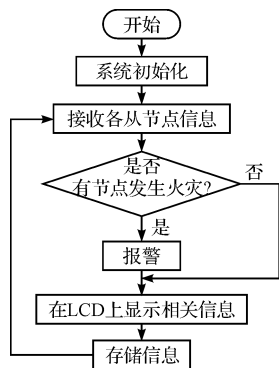


图7 主节点整体软件流程图

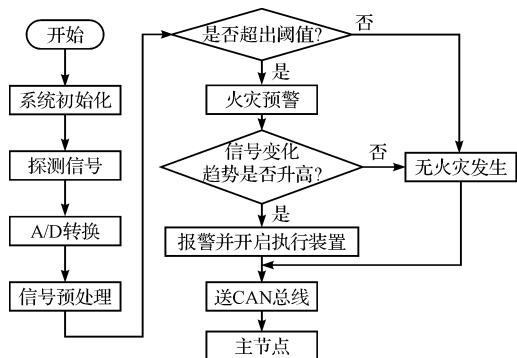


图8 从节点整体软件流程图

监测短时间内的温度变化作为探测量,可以在一定程度上克服设定阈值的方法存在的弊端。在阴燃火的情况下,温度变化会比较小,这样就需要其他传感器来弥补,这也是采用多传感器进行复合的一个原因。该系统监测的部分环境数据如表1所示。

表1 节点一监测的环境数据

种类	材料	烟雾输出/V	CO 输出/V	温度趋势值
明火	泡沫	0.76	3.10	2.0
	布	0.54	3.00	4.0
	塑料	0.48	2.71	1.5
阴燃火	纸板	0.65	2.97	0.8
	木材	0.70	2.96	0.5
干扰	香烟	0.56	1.60	0.0

## 5 结束语

CAN 总线工作于多主方式,网络中的任意节点在

任意时刻均可向总线发送数据而不分主从,且网络的实时响应性能好,具有良好的传输纠错设计,所以在火灾报警系统中采用 CAN 总线技术,可远距离传输信号,提高了系统信息传输的安全性和实时性,易于维护,从而可以更加有效地探测各类火灾发生情况,提高系统的准确性和可靠性。

## 参考文献 (References):

- [1] 文 方,刘 佳,邱海燕. 基于 CAN 总线的智能大厦火灾报警系统[J]. 大众科技,2009,12(7):57-58.
- [2] 章 欢. 基于 CAN 总线的火灾报警系统的设计与实现[D]. 武汉:武汉理工大学信息工程学院,2008:24-30.
- [3] 姚 畅,钱盛友. 基于神经网络的多传感器火灾报警系统[J]. 计算机工程与应用,2006,3(6):219-221.
- [4] JIN Hong, ZHANG Rong-biao. A Fire and Flame Detecting Method based on Video[C]//The Eighth International Conference on Machine Learning and Cybernetics. Baoding: [s. n.], 2009:2347- 2352.
- [5] 姜岩蕾. 多传感器信息融合火灾探测器及算法研究[D]. 焦作:河南理工大学电气工程与自动化学院,2008:35-51.
- [6] RESTAS A. Forest fire management at Aggtelek National Park integrated vegetation fire management program from Hungary[C]//The World Congress on Intelligent Control and Automation(WCICA),2008:5014-5018.
- [7] LI Guang-hui, ZHAO Jun, WANG Zhi. Research on forest fire detection based on wireless sensor network[C]//The 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, Dalian,2006:21-23.
- [8] 王 芳,张 敏,赵贵昉. 复合式智能火灾探测器设计[J]. 航空精密制造技术,2003,39(6):41-43.
- [9] 罗耀华. CAN 总线在智能传感器中的应用[J]. 应用科技,2002,18(7):16-18.
- [10] 周宏兴,刘瑞敏. 基于 CAN 总线技术的智能火灾自动报警系统[J]. 自然灾害学报,2002,5(1):144-148.
- [11] GOTTUK D T, PEATROSS M J. Advanced fire detection using multi-signature alarm algorithm [J]. **Fire Safety Journal**,2002,37(4):381-394.

[编辑:李 辉]