

机电技术

基于无线通信技术的火灾智能化 自动报警系统研发

刘祥楼 徐 斌 王成亮 李海龙

(东北石油大学电子科学学院, 大庆 163318)

摘 要 针对现有消防报警系统投资大、安装麻烦等缺点,自主研发了一种基于无线通信的火灾智能化自动报警系统。主机采用 STM32F103V8 处理器为主控单元,实现仪器操控、无线收发、报警指示、远程控制及工作状态显示等功能。终端机以 STC12C 增强型 51 单片机作为数据处理单元,实现烟雾及温度探测和无线收发等功能。技术创新体现为基于无线通信技术并融合传感器技术和智能控制技术。总体设计依据分布式控制的思想,硬件采用单主机对应多路检测终端的一对多无线通信系统,主机依据系统软件以群发单收的方式实现一对多的同频率无线有序编码通信。依据自拟通讯协议采用串行半双工无线通信的方式实现主机与各检测终端交互。

关键词 无线通信 智能化 火灾报警 分布式控制

中图法分类号 TM925.91; **文献标志码** A

随着社会经济的快速发展,人们的安全防火意识也随之提高。尽管如此,全国火灾事故依然频发,并因此而造成了生命和财产的巨大损失。消防部门对多起火灾事故的综合分析认定:大部分火灾因处理不及时或不当而扩大,尤其是一些早期建筑的火灾报警方式落后,导致消防部门处理报警难度加大和调度灭火力量时速度慢,从而贻误战机,导致火情加重^[1]。对于消防而言,时间就是生命。改进现状,智能化自动报警系统不失为一种理想选择。

火灾智能化自动报警系统主体由火灾探测器和集中报警器组成。除此之外应根据环境的不同与各种灭火设施和通讯装置联动,以形成一个由自动报警、自动灭火、安全疏散诱导、系统过程显示、消防记录管理等组成中心控制系统。消防报警系

统,从发展过程来看,大体可分为多线型自动报警系统、总线型自动报警系统和智能型自动报警系统三个阶段。其技术发展的趋势是实现火灾检测智能化,信号传输网络化,报警控制自动化,技术规范标准化。目前,国内外有许多类型的智能化自动报警系统,其中大部分因造价高或安装调试等因素限制只应用到部分重点场所和建筑物。而无线报警系统具有隐蔽性好,安装方便等优点而备受青睐。

1 系统总体设计

本系统基于无线通信技术并融合传感器技术和智能控制技术,总体设计采用分布式控制的思想,将硬件系统规划为多路检测终端和集中控制主机两大部分。硬件系统组成框图如图1所示。硬件系统设定单主机对应多路检测终端的一对多无线通信系统。这样既可以节省硬件资源又可以实现检测终端数量按用户需求而随意增减。单路检测终端具有环境状态检测、数据处理和无线收发三大功能。集中控制主机以中控单元为核心具有仪器操控、无线收发、报警指示、远程控制及工作状态指示等功能。

2011年1月28日收到,2月14日修改

国家大学生创新性

实验计划项目(0910220025)、

黑龙江省教育厅科学技术研究项目(11551002)资助

第一作者简介:刘祥楼(1963—),男,硕士,教授,电子信息工程学科带头人。研究方向:智能仪器、虚拟仪器。E-mail: liuxianglou@163.com。

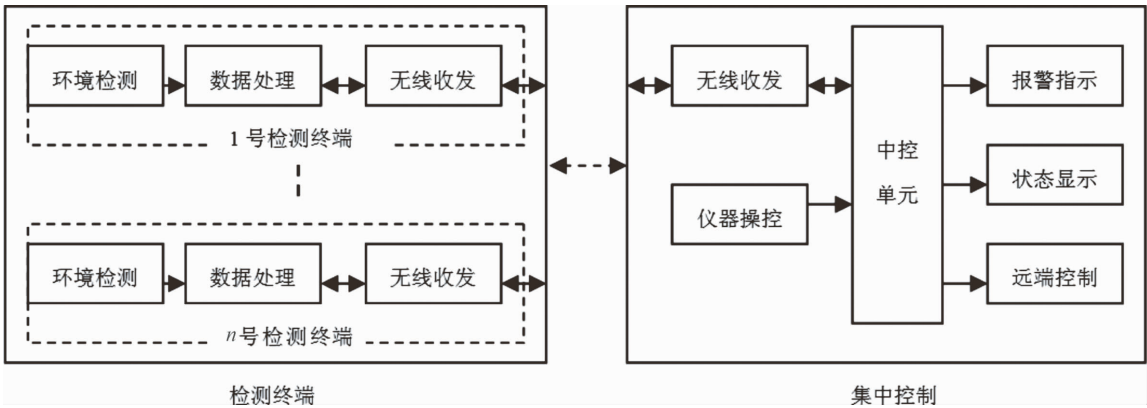


图1 硬件系统组成框图

1.1 多路检测终端设计

按着智能监控防火报警系统的总体设计思想,为了完成图1所示单路检测终端的三大主体功能。首要的是环境状态检测。尽管火灾多种多样,但几乎所有的火灾都会伴有大量的烟雾和温度的升高^[3]。所以选择烟雾和温度作为反映环境状态被测参量。通过对半导体、固体电解质等6类烟雾传感器进行性价比分析的基础上,本系统采用的是红外光电烟雾传感器。具体选用的是符合GB50116—98标准探测器保护面积为60 m²的光电烟雾探测器模块。温度传感器选用测温范围-55℃~+125℃,测温分辨率0.5℃的DS18B20数字温度传感器。通过两类传感器,实时监测目标环境的烟雾浓度和温度。根据系统对主控单片机要求,综合考虑选择STC12C5A16S2单片机。无线通信模块采用工作于2.4 GHz~2.5 GHz ISM频段并融合了增强型ShockBurst技术的nRF24L01单片射频收发器件,其内置频率合成器、功率放大器、晶体振荡器、调制器等功能模块。功能键和状态指示部分属于单片机的外围硬件接口电路,通过功能键实现相关操作,通过LED实现状态指示。

1.2 集中控制主机设计

按着硬件系统框图所规划的集中控制主机硬件组成如图1所示。其内核是中控单元。一方面它要控制无线收发模块以群发单收的方式实现对多路检测终端状态的巡检;另一方面要对巡检信号处理的同时负责人机交互和远程控制。这就需要单

片机有较快的运算速度。本系统选用STM32F103V8处理器,其内部采用ARM Cortex—M3,32位的RISC内核,工作频率为72 MHz,内置高速存储器,丰富的增强I/O端口和联接到两条APB总线的外设。状态显示采用人机交换模组,通过串口连接一个240×320分辨率彩色液晶屏,实现人机交互彩色界面显示。报警指示采用灾情报警模块,选用专用闪光报警灯和警笛,当烟雾浓度超过报警或人为按下报警按钮时,声光报警触发使得红色报警灯闪烁并伴有警笛鸣响,需要人工解除声光报警。系统远程控制模块设计了四路控制继电器开关组来完成动力电路的通断联动控制,其单路继电器控制电路如图2所示,按用户需求连接配电柜控制开关组实现远端控制。目的是在发生火灾的情况下,及时得到报警信号的同时立刻采取远程联动控制措施,及时切断动力电源以防造成次生灾害。

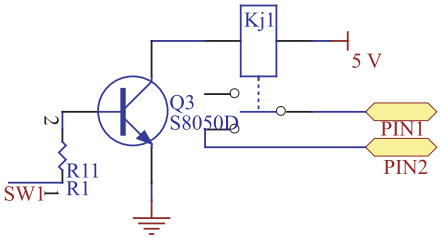


图2 继电器控制电路

1.3 系统软件设计

本系统智能化主要体现在系统软件方面^[4]。核心是控制主机与各检测终端以群发单收的方式

实现一对多的同频率无线有序编码通信,采用自拟通讯协议串行半双工无线通信的方式实现主机与各检测终端交互。人机交互分为四级菜单。第一级初始化菜单;第二级功能选择菜单;第三级主要是系统设置菜单;第四级重置三级菜单中的终端管理设置,该级别为最高控制级,部分界面如图 3 所示。集中控制主机操控界面软件流程如图 4 所示。操作者根据权限和需求选择操控人机交互界面。监控终端程序流程如图 5 所示,主要实现初始化,状态监测,数据处理及无线通信控制等功能。



图 3 第四级菜单显示界面

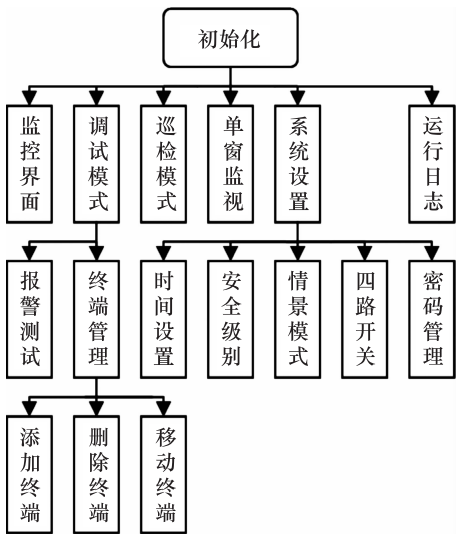


图 4 主机端软件程序流程图

3 系统制作与调试

在系统研制和调试过程中遇到了一些工程技术问题。难题之一是烟雾浓度测定时数据的准确性问题。由于终端供电电源抖动和外界干扰对采样系统造成影响。针对测定烟雾浓度时数据产生

的抖动、尖峰等问题,硬件设计时采用了防电磁干扰技术,软件采用了中值滤波方法减小对测定值的影响。难题之二是 nRF24L01 在一对多的工作模式下,怎样实现有序通信。因为多路终端无线发射为同一个频率,若同时发射自然会引起主机接收时信道堵塞。设计中采用了一种群发单收的方法来避免这个问题,核心是通过软件通信协议的设定确保通信畅通。传输数据时主机是一对多广播式,终端向主机发送数据时则为一对一,这样不会发生信道的堵塞现象。虽然不能完成严格的收发数据,但是采用这种方法后,接受两个数据的时间间隔可以控制在毫秒量级上,等同于一对多的同时接受,完全可以满足系统的设计需要。通过不断地优化理论设计与系统仿真,最后确定设计方案。目前制作出带有 3 个监测终端的无线火灾智能化自动报警系统样机如图 6 所示。

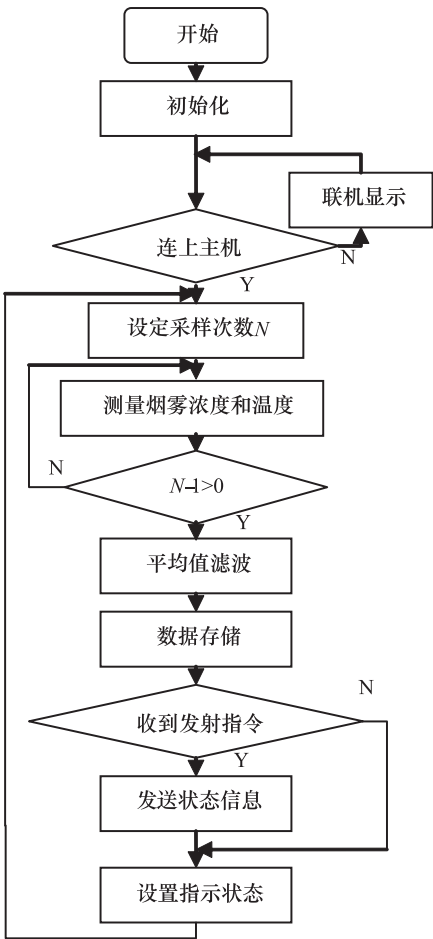


图 5 监控终端程序流程图



图6 无线火灾报警系统样机图片

4 结论

本智能无线火灾报警系统基于无线通信技术并融合传感器技术和智能控制技术,总体设计采用分布式控制的思想,实现了集中控制主机与多路监控终端之间串行半双工无线群发单收的通信模式。通过技术创新实现硬件与软件系统的优化设计。通过测试,样机可以实现下列技术指标:无线通信工作频段为 2.4 GHz~2.5 GHz ISM 频段;无线发射

功率 $\leq +15$ dbm;传输距离 ≤ 400 m(空旷环境);抗干 RF 扰能力:10 MHz—1 GHz,20 V/m;灵敏度等级为一级;整机功耗 ≤ 60 W;工作电压:AC220 V $\pm 10\%$ 50 Hz;工作温度: -10 $^{\circ}\text{C}$ ~ $+40$ $^{\circ}\text{C}$;整机重量: ≤ 10 Kg;主机外形尺寸:425 $\times$ 300 $\times$ 120(mm);覆盖区域:当空间高度为 6 m—12 m,一个探测器的保护面积对一般保护现场为 80 m²,空间高度在 6 m 以下时保护面积为 60 m²。具体参数依据 GB 50116—98 火灾自动报警系统设计规范^[5],以现场安装测试为准。

参 考 文 献

- 1 马子彦,王五一,张勇敏. 基于无线网络的城市消防报警系统的设计. 计算机应用研究,2005;4:105—113
- 2 王彦芳,王小平,李夏青,等. 智能无线报警系统的设计与实现. 河北大学学报(自然科学版),2002;3:287—290
- 3 张 禾. 多路无线火灾报警系统. 自动化技术,2007;5:128—132
- 4 刘祥楼,吴 贺,韩 建. 基于组建技术的虚拟测试系统开发. 化工自动化及仪表,2008;6:44—46
- 5 GB 50116—98 火灾自动报警系统设计规范. 北京:中国计划出版社,2001

Based on Wireless Communication Technology Research and Development of Intelligent Automatic Fire Alarm System

LIU Xiang-lou, XU Bin, WANG Cheng-liang, LI Hai-long

(Electronic Science College, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, P. R. China)

[Abstract] Existing fire alarm system for the large investment, installation problems and other shortcomings, independent research and development of intelligent wireless communications based automatic fire alarm system are presented. The host processor main control unit using STM32F103V8 achieve instrument control, wireless transceivers, alarm indicator, remote control, and work status display. Terminal to STC12C enhanced MCU 51 as the data processing unit, is achieved for smoke and temperature detection and wireless transceiver capabilities. Technological innovation embodied in wireless communication technology and integration based on sensor technology and intelligent control technology. Overall design of distributed control based on the idea of a single host hardware detection of the corresponding multi-terminal-to-many wireless communication systems, host based system software to bulk single receiving means to achieve one to many of the same order code frequency wireless communications. Since the proposed protocol based on serial half-duplex wireless communication means is achieved the host and the detection of the terminal interaction.

[Key words] wireless communication intelligent fire alarm distributed control