

企业消防安全预警系统的设计与实现

王万贵

(贵州劲嘉新型包装材料有限公司 贵州 贵阳 550006)

摘要: 消防安全管理是企业管理工作一项基础而又重要的内容,直接关系到企业的经济效益和健康发展。本文针对企业消防安全预警系统的设计应用进行研究,采用实地调研、文献总结等方法,首先指出企业消防安全管理工作的常见问题,涉及场地布局、设备配置、安全意识、监督检查四个方面;然后从总体架构、硬件设备和软件系统三个领域,详细阐述了消防安全预警系统的设计方法;最后对系统的功能实现和应用价值进行分析。研究结果表明:企业在消防安全管理上,采用智能化预警系统是一个必然发展趋势。该系统的应用具有自动化、数字化、规范化的特点,能消除安全消防隐患、优化消防管理流程、降低人力管理成本,提高企业消防安全管理水平,可在类似企业中推广应用。

关键词: 企业; 消防安全管理; 系统设计; 功能实现

1 企业消防安全管理工作的常见问题

1.1 场地布局问题

企业在场地布局上,既要满足生产需求,又要考虑到原材料的危险性。场地布局不合理,例如化学原料库房和生产车间的距离过近,不满足最小防火间距的要求,就会增加火灾事故的发生风险。另外,在厂区交通设计上,必须考虑到消防车辆的进出,若内部道路较窄,或消防通道被车辆或物品挤占,就会影响消防救援作业^[1]。

1.2 设备配置问题

《化工厂消防设施器材管理规定》中,明确指出企业要按照法规和技术规范要求,配置消防设施和器材,不得擅自拆卸、圈占、挪用、停用等^[2]。其中的消防设施主要是防火门、消防泵、火灾自动报警系统等,消防器材指的是灭火器、消防水枪、干沙桶等。企业内消防设施和器材配置不全,或者设施存在故障、无法正常使用,也会影响消防安全管理工作。

1.3 安全意识问题

新形势下,面对激烈的市场竞争,生产制造企业的发展也面临一些挑战。部分企业追求经济效益的同时,对消防安全管理工作产生疏忽和松懈。相关调查显示,部分工作人员的安全意识薄弱,例如

在生产车间内违规操作,尤其是违规使用火源。部门领导的消防安全责任并未夯实,日常管理局限于会议和口头,缺少完善的、职责明确的管理组织体系。

1.4 监督检查问题

监督检查是企业消防安全工作的一道防火墙,有利于及时发现问题、消除隐患,保证生产作业的安全性。本次调查中,发现一些企业在消防安全监督检查中,其工作广度和准确性存在问题。例如:排查火灾隐患不够深入,一些小的隐患没有及时发现;厂区内虽然建立了消防水池,但是不满足消防安全的要求;防火通道存在占用现象等。这些情况的存在,均和监督检查不到位有关。

2 消防安全预警系统的总体设计

2.1 设计思路

该系统为满足自动化、数字化、规范化的管理要求,使用msp430芯片作为核心,对火灾、外来人员入侵进行预警。一方面,系统配置红外传感器,对外来人员进行探测,发现人员入侵企业蜂鸣器发声、LED灯闪烁,此时工作人员输入密码即可消除预警。若规定时间内未输入密码或密码输入错误,辅机通过射频发送器将预警信号发送至主机,管理人员即可得到相关信息。另一方面,配置烟雾检测传感器,

对火灾产生的烟雾进行探测，发现烟雾后辅机发出预警信息并传输至主机，管理人员即可得到相关信息。

2.2 系统构架

消防安全预警系统分为预警主机、预警辅机两个部分，这两者的控制核心均采用 msp430 芯片。其中，预警辅机有两个作用，一是利用红外传感器探测进入企业的人员，二是利用烟雾传感器探测烟雾和火灾。预警主机和预警辅机之间，通过射频收发器进行无线连接，主机模块接收到辅机模块发送的预警信息，即可进行声光报警，提示管理人员及时处理。该系统的总体架构见图 1。

3 系统硬件设计

3.1 系统控制核心

该系统中，预警主机和预警辅机模块的控制核心均采用 msp430F168IPM 芯片，优点包括数据处理快、存储空间大、能量损耗小、安全性和抗干扰能力强^[3]。另外，芯片上有模数转换器、数模转换器等接口，方便整个硬件系统的设计组装。芯片的主要性能参数见表 1。

表 1 msp430F168IPM 芯片的主要性能参数

参数	指标	参数	指标
核心尺寸 /Bit	16	速度 /MHz	8
I/O 数	48	存储容量 /kB	48
电压 /V	1.8 ~ 3.6	工作温度 /°C	-40 ~ 8
数据转换器	A/D: 8 × 12b; D/A: 2 × 12b		

3.2 人体检测模块

该模块采用热释电红外传感器，检测人体的红外线后，将热信号转化为电信号。人体热源发出的红外线，其中心波长在 9 ~ 10μm，元件以非接触的方式检测到该红外线，以电信号的方式输出^[4]。对于阳光、灯光、反射光等干扰辐射，该元件可有效抑制，从而提高检测精准度。热释电红外传感器的信号处理芯片采用 BISS0001，包含运放电路、电压比较器、模式控制器、延迟时间定时器、阻塞时间定时器等，既能接收节点长传的数据，又能转发主机下达的指令，有效传输距离最高达到 100m。

3.3 烟雾检测模块

该模块采用离子式烟雾传感器，综合性能较之气敏电阻式传感器具有一定优势，即使是微小的烟雾，也能灵敏探测感应到，缩短预警响应时间。若企业车间内出现火源，燃烧过程中会产生一氧化碳，该模块通过检测一氧化碳的浓度，即可判断是否发生火灾，从而发出预警信息。

3.4 声光预警模块

该模块由语音预警和灯光预警两部分组成，前者采用 ISD4004 语音芯片，后者采用 LED 指示灯。其中，ISD4004 语音芯片单片可录放 8 ~ 16min 语音，内置微控制器串行通信接口，可完成多段信息处理，具有高质量的语音还原、自动静噪等功能，其程序控制简单、存储空间较大，且价格更对便宜，可满足该模块的使用需求。

3.5 数据通信模块

该模块采用 CC2500 射频收发器，最大的优势是性能高、功耗低。CC2500 射频收发器可在 2400 ~ 2483.5MHz 频段内工作，最大发射功率为 +1dBm，支持

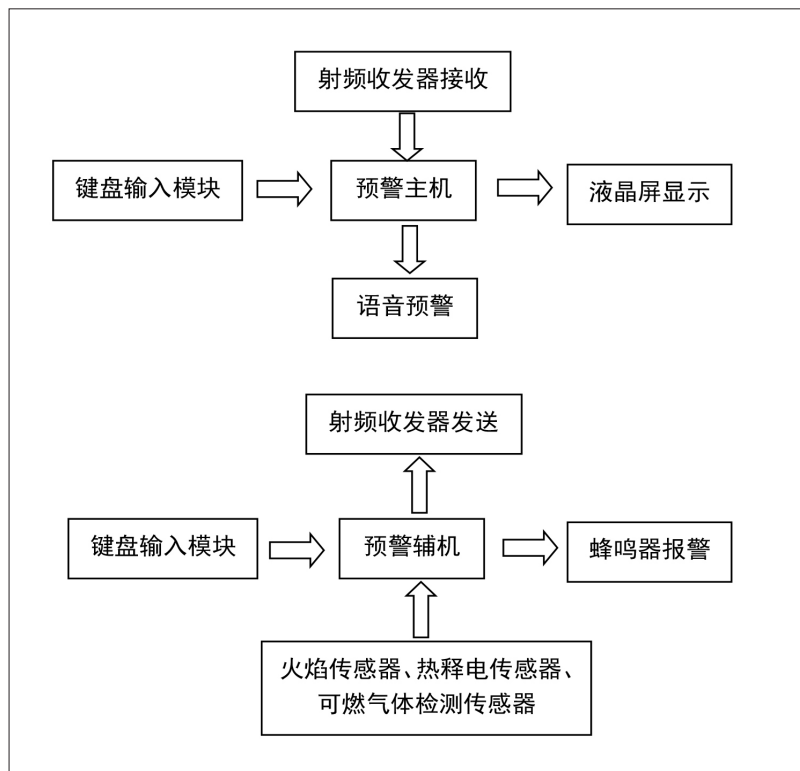


图 1 消防安全预警系统的总体架构框图

1.2 ~ 500kbps 的数据传输速率, 提供对同步字检测、地址校验、灵活的数据包长度及自动 CRC 处理的支持。相较于 NRF2401AG, 该收发器的数据传输速率较低, 但应用在企业消防安全预警中绰绰有余^[5]。

4 系统软件设计

4.1 软件配置

该系统在软件配置上, 使用的 CPU 是 AMD R5 5500U, 内存为 16G, 存储硬盘为 512G。操作系统采用 Win10, 开发软件采用 Keil uVision4 IDE, 编程烧录软件采用 STC-ISP。

4.2 光流估计算法及改进

结合企业消防安全管理的主要需求, 烟雾检测模块是一个重点。目前针对火灾烟雾的检测方法, 主要分为基于颜色、基于运动、基于热量三大类。其中, 基于颜色检测烟雾的可靠性低, 因为烟雾呈灰色、黑色, 其他物体的非烟雾像素也具有这两种颜色。基于运动检测烟雾具有较高难度, 而且在烟雾作用下采集的图像会变模糊。光流估计是一种新型的图像处理算法, 在图像分割、目标跟踪、视频处理等方面具有一定优势, 可提高烟雾检测的精准度。以下对该算法及其改进情况进行重点介绍。

4.2.1 LiteFlowNet 光流估计算法

光流的原理, 是计算连续图像间同一像素的移动方向和距离, 但实际操作中会受到相机运动、拍摄场景中目标运动的影响。在此基础上, 采用深度学习预测光流, 能提高计算速度和准确性。在 LiteFlowNet 光流估计算法中, LiteFlowNet 网络包含两个子网络, 分别用于提取金字塔特征、估计光流。具体来看, NetC 可将给定的图像转换为多尺度、高维特征的金字塔, 提取金字塔的特征, 可得到网络共享权重, 最终生成特征金字塔。NetE 则通过级联流推理和正则化模块, 对从粗到细的流场进行估计, 并对光流进一步细分, 提高到亚像素精度的级别。

4.2.2 算法改进

采用光流估计算法前, 先对网络进行训练, 用网络原生权重检测烟雾的效果不理想。为此, 选择 Kitti、Sintel 光流数据集对网络进行训练。两个数据

集的配置如下: CPU 采用 Intel Core i7-9800X, GPU 采用双路 RTX2080, 内存为 32G, 系统为 Ubuntu 18.04 LTS, 框架是 Pytorch1.4。另外, 设置相同的训练参数, 见表 2。

表 2 LiteFlowNet 训练参数

像素	批次大小	学习率	动量
768 × 384	4	0.001	0.9

通过对比原生网络和训练后的网络, 采集烟雾图像进行光流估计, 结果发现 Sintel 训练后的网络在烟雾检测上具有优势, 得到的结果更加精确, 噪声干扰明显减少。另外, 考虑到烟雾的运动杂乱、形态复杂, 且颜色也在不断变化, Sintel 训练后的网络虽然具有一定噪声抑制作用, 但图像上依然存在一些噪点。为了进一步降噪处理, 本次研究设置像素运动量阈值来剔除噪声, 低于该阈值的像素运动量置零处理, 大于等于该阈值的像素运动量保持不变, 即:

$$S = \begin{cases} 0, & S < S_t \\ S, & S \geq S_t \end{cases}$$

如此处理后, 图像中除烟雾以外其他区域的噪声均消除, 提高了烟雾估计精度, 方便进行后续计算。

4.3 系统运行流程

该系统的基本运行流程如下:

- (1) 系统初始化, 显示环境参数。
- (2) 检测企业生产环境是否有烟雾, 若有进行声光报警, 经通信模块发送报警信息; 若无进行火源检测。
- (3) 火源检测时, 若发现火源进行声光报警, 经通信模块发送报警信息; 若未发现火源进行人员入侵检测。
- (4) 人员入侵检测中, 若有外来人员进行密码输入, 密码错误则声光报警, 经通信模块发送报警信息; 密码正确则解除声光警报。

5 消防安全预警系统的功能实现和应用价值

5.1 功能实现

消防安全预警系统设计完成, 为了验证系统运行

性能,分别模拟企业发生火灾、外来人员入侵企业两种场景。测试使用的设备见表3。

表3 系统测试使用的主要设备

项次	设备	规格型号	测试目的
1	计算机	华为 MateBook14	搭建系统
2	万用表	UT890	测量电力参数
3	米尺	DL3795	测量长度参数
4	打火机	ZT9-045	模拟火源

5.1.1 火灾场景预警测试

火灾场景预警测试时,采用离子式烟雾传感器。用打火机靠近烟雾传感器,结果预警辅机采集到火源信号,经射频收发器将信号传输至预警主机,预警主机的显示屏上显示安防信息并声光报警,系统成功预警。

5.1.2 外来人员入侵企业预警测试

外来人员入侵企业预警测试时,利用米尺测量热释电红外传感器和人体之间的距离,5次测试结果分别是7.20m、7.17m、7.24m、7.26m、7.21m。5次测试中,系统均成功预警,热释电红外传感器和人体之间的距离平均为7.216m。

5.2 应用价值

5.2.1 消除安全生产隐患

消防安全管理的重点是预防,而不是现场救援。从这个角度看,智慧消防是对传统消防工作的升级,尤其是一系列智能设备和技术的使用,如红外传感器、烟雾检测传感器等,其安装成本并不高,可搜集生产现场环境数据,通过识别烟雾、火源、外来人员等,及时发现异常情况、发出声光报警,并将安防信息传输至预警主机。如此,可消除安全生产隐患,将安全风险控制在萌芽阶段,最大程度上减小企业的损失,保证企业安全。

5.2.2 优化消防管理流程

过去,消防安全管理的核心是人,不论是监控、还是报警,均要由人完成。建设智能消防,部分人工作业由人工智能完成,既能保护人员的安全健康,又能优化消防管理流程。例如:在预警辅机上,可对企业现场环境信息进行自动采集,对烟雾、火源、人员等信息进行识别分析,判断得出结论后发出消防预警信息,确保消防安全管理工作有序进行,提

高了自动化、数字化、规范化程度。

5.2.3 降低人力管理成本

不论是火灾隐患的排查、还是环境安全管理,均需要投入大量的人力资源,在24h不间断管理中,带来较高的人力成本。应用消防安全预警系统,可以减少人员配置数量,帮助企业降低人力管理成本。另外,该系统采用模块化设计,每个模块对应一个头文件,不同模块之间的耦合度较小,方便程序修改和维护,因此运维成本较低。

6 结语

综上所述,消防安全管理是企业日常管理的一个重要内容,做好消防安全工作,才能提供一个安全的生产环境,保证工作人员的身心健康,进而提高企业的生产效益。通过本次研究,得出以下结论:

(1) 部分生产制造类企业中,消防安全管理工作尚存在一些问题,这些是消防安全隐患形成的重要原因。企业领导、管理者及从业人员应加以重视,增强安全生产意识,不断完善管理制度,有效解决相关问题。

(2) 设计并采用消防安全预警系统,在红外线传感器、烟雾检测传感器的支持下,可对火灾、外来人员入侵企业两种场景进行预警,将安防信息传输至管理人员,以便及时采取应对措施。实践证实,该系统可消除安全生产隐患、优化消防管理流程、降低人力管理成本,具有推广价值。

(3) 在未来企业管理中,应顺应时代发展的需求,从人力管理模式逐渐转变为自动化、数字化、智能化管理模式,充分运用最新技术,以达到降本增效的目标,增强企业的综合竞争力,推动企业高质量发展。

参考文献:

- [1] 刘亮峰. “传统”转向“现代”,建设“落地”智慧消防——长沙高新区“消防安全重点单位预警系统”项目[J]. 中国科技纵横, 2021(11):108-109.
- [2] 李跃丰. 探究机电安装施工技术中消防弱电系统的安装[J]. 中国机械, 2022(19):93-95.

[3] 高旭, 薛朝妹, 赵志峰, 等. 基于NB-L0T电气安全预警系统设计[J]. 中国仪器仪表, 2022(7):60-63.

[4] 陈文星, 付继宗, 魏建英. 基于BISS0001信号放大电路的人体红外感应开关设计[J]. 电脑开发与应用, 2013, 26(2):66-68.

[5] 李羽. 企业消防联网远程监测预警技术研究[J]. 数码设计(上), 2021, 10(4):47.

作者简介: 王万贵(1977.08-), 男, 汉族, 贵州安顺人, 本科, 注册安全工程师, 研究方向: 企业安全管理。

广告征订



版位 Format	价格 Price (RMB)
特殊版位 Specified Ads. Position	
封面	25,000
封二	16,000
封三	12,000
封底	18,000
扉一	15,000
扉二	10,000
后扉一	12,000
后扉二	9,000

版位 Format	价格 Price (RMB)
正常版位 Editorial Page	
编辑页	10,000
编辑页跨页	15,000
1/2编辑页	5,000
1/3编辑页	3,500
1/4编辑页	2,500

注: 所有特殊版位广告均为4C广告, 正常版位广告均为黑白色; 所有广告需提供成熟设计稿, 如需编辑部制作需单独收费。

优惠说明:

在原价格基础上, 连续预定3期, 优惠**8%**; 连续预定6期, 优惠**15%**; 连续预定12期, 优惠**20%**; 连续预定18期, 优惠**30%**; 连续预定36期, 优惠**40%**。另, 如提前一次性付款, 可在享受优惠的基础上享受**8%**的额外折扣。

广告预定热线: 010-6741 0664 / 1368 332 6370