

# 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<sup>[1]</sup>。

### 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<sup>[2]</sup>。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<sup>[3]</sup>。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<sup>[4]</sup>。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

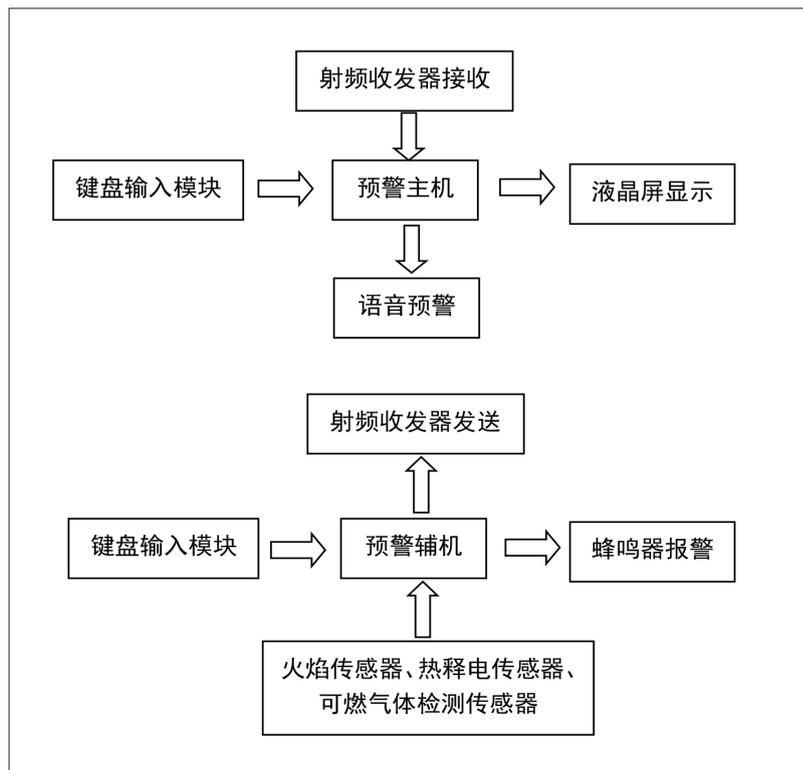


图1 消防安全预警系统的总体架构框图

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<sup>[5]</sup>。

## 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:

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

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。实践证明,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)
<b>特殊版位 Specified Ads. Position</b>	
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)
<b>正常版位 Editorial Page</b>	
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**