

Engineering fire safety risk assessment and early warning mechanism based on big data

Yu Liao Jinjin Ran Guanglin Zhang

Chengdu Vanyu Tech Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610011, China

Abstract

With the acceleration of urbanization in China, various types of construction projects are increasing, and fire safety issues are receiving more attention. This paper, based on big data, focuses on the risk assessment and early warning mechanisms for construction fires. Starting from the characteristics and advantages of big data, it provides an in-depth analysis of the current status and challenges of building fire safety in China. On this basis, a big data-based method for evaluating building fire risks is proposed, including system structure, early warning indicators, and setting of early warning thresholds. The paper also outlines the process of issuing and responding to early warning information, aiming to provide scientific and effective methods and approaches for improving the level of fire safety management in engineering projects.

Keywords

big data; engineering fire protection; safety risk assessment; early warning mechanism

基于大数据的工程消防安全风险评估与预警机制

廖宇 冉津津 张光林

成都万御安防科技有限公司, 中国 · 四川 成都 610011

摘要

随着我国城市化进程的加快, 各种类型的建筑工程越来越多, 其消防安全问题也越来越引起人们的重视。本文以大数据为基础, 围绕工程火灾安全风险评价和预警机理展开研究, 从大数据的特征和优点出发, 对目前我国建筑火灾安全的现状和挑战进行深入分析。在此基础上, 提出了一种基于大数据的建筑火灾风险评估方法, 包括系统结构、预警指标和预警阈值的设置, 并给出预警信息的发布和响应过程, 旨在为提升工程消防安全管理水平提供科学有效的方法与途径。

关键词

大数据; 工程消防; 安全风险评估; 预警机制

1 引言

随着我国城市建设规模的不断增大, 建筑物的功能也日趋复杂化, 其消防安全问题已成为关系到人们生命财产安全与社会稳定发展的重要问题。面对海量复杂的数据, 传统的建筑火灾安全管理模式很难对其进行准确的风险评价和及时预警。近年来, 随着大数据技术的快速发展, 对工程火灾安全管理工作提出新的要求, 通过大数据的深入挖掘和分析, 可以更加精确的对建筑火灾风险进行评估, 并给出早期预警, 为建筑防火管理决策提供强有力的支撑, 有效地防范和降低火灾事故。

2 大数据与工程消防安全概述

2.1 大数据技术简介

大数据具有数据规模巨大 (Volume)、数据类型多样 (Variety)、数据处理速度快 (Velocity) 和数据价值密度低 (Value) 等“4V”特点。常用的大数据处理方法有数据采集技术, 如网络爬虫、传感器数据采集; 基于分布式文件系统 (Distributed FileSystem, HDFS) 和 NoSQL 数据库的数据存储技术; 数据分析技术, 如数据挖掘、机器学习算法等, 这些技术能够对海量的结构化、半结构化和非结构化数据进行高效处理与分析, 提取有价值的信息。

2.2 工程消防安全现状与挑战

当前, 我国建筑工程消防安全管理工作中, 消防设施的维护和人员的疏散等工作还存在着许多问题。一方面, 消防设施老化、损坏以及维修和管理不善, 一旦发生火灾, 消防设施不能正常使用。同时, 由于楼宇内部空间结构的复杂性和人员的流动性, 使得对其火灾危险性的评估存在一定的

【作者简介】廖宇 (1986-), 男, 中国四川仁寿人, 本科, 工程师 (机电), 从事智慧消防、消防安全管理及消防技术服务研究。

难度。

3 基于大数据的工程消防安全风险评估

3.1 风险评估指标体系构建

风险评估指标体系构建需要从建筑结构、消防设施、人员、环境等多个方面,建立火灾危险性评价的评价指标体系。其中建筑构造部分主要包括建筑高度、建筑面积和建筑材料的耐火等级;消防设备包括消防自动报警系统,消防给水系统,防排烟系统等设备的完好度和工作状况;人员因素主要包括人员密度、员工防火安全意识和训练状况等;环境要素包括周围的消防水源,消防通道是否畅通等。为了保证评价结果的科学性和合理性,需要采用 AHP 等多种方法来确定评价指标的权重^[1]。

3.2 数据采集与处理

采用传感器对消防设备进行压力、温度、电流等参数的实时监测,并且利用视频监控,获取人员活动、消防通道状况等影像资料,在此基础上,利用物联网技术对楼宇电器进行电力消耗等信息进行采集。同时对所收集的数据进行净化处理,剔除噪音、重复及错误数据,通过多源多源、多格式数据的融合,为下一步的风险评价奠定坚实的基础。

3.3 风险评估模型建立

采用 SVM、随机森林等机器学习方法,建立建筑火灾风险评价模型,通过对样本进行分类,将样本分为训练样本和测试样本,并根据样本对样本进行训练,对模型的参数进行调节以获得最优的结果。

4 基于大数据的工程消防安全预警机制

4.1 预警系统架构设计

4.1.1 数据采集层

数据采集层是整个火灾报警系统的底层,对火灾现场的各种信息进行全面的采集和分析,这一层配置各种数据采集装置,主要用于消防设备,例如消防自动报警系统、消防水泵、灭火器等,并将传感器安装到该装置中,对该装置的温度、压力、电流、电压等进行实时的检测,从而实现对该装置的正常工作的监控。如将压力传感器安装于消防水泵进、出口管线,可以实时获得供水系统内的压力数据,并在出现水压异常时,对其进行诊断。在个人资料和活动状况方面,使用与图像识别技术相结合的视频监控摄像机,对人口密集地区的人数和移动进行统计,并对个人有无违法行为进行识别,如在消防通道堆放物品等。

4.1.2 数据传输层

数据传输层的任务是将采集到的数据安全快速地传送给数据处理层,为了满足各种应用场合对数据传输的要求,可以进行有线和无线两种通讯方式。在建筑物的内部,例如大型的消防控制柜、核心区域的视频监控摄像机等比较固定、数据传输量较大的设备,使用有线 Ethernet 来传输数据,它具有较高的稳定性和较高的传输速率,可以保证大量的数

据的稳定传输。然而,一些位置分散以及布线不方便的传感设备,比如位于偏僻的角落的烟雾探测器、移动巡检装置等,需要使用 Wi-Fi、蓝牙、窄带物联网等无线通讯技术。其中窄带物联网技术由于其低功耗和大范围的特点而备受关注,特别适合用于远距离、低速率的数据传输场景。另外,在数据传输过程中,为保障数据的安全性,可以采用加密传输协议,如 SSL/TLS 协议对传输的数据进行加密处理,防止数据在传输过程中被窃取或篡改。

4.1.3 数据处理层

数据处理层负责对来自数据获取层的数据进行清洗、融合和分析等一系列工作。首先,采用数据清洗的方法对数据进行剔除,剔除噪声、重复、差错等数据,从而改善数据的质量,比如通过设置合适的数据区间和变化规律,对由传感器失效引起的异常数据进行识别和剔除。在此基础上,基于多源、多格式的数据融合方法,将消防设施运行数据、人员活动数据、天气数据等数据进行时间序列的相关融合,为以后的集成分析提供了可能。在数据分析方面,运用数据挖掘算法、机器学习算法等对融合后的数据进行深度分析。比如利用聚类分析等方法,对电力设备的用电数据进行分析,找出电力消费的不正常规律^[2]。

4.1.4 预警决策层

预警决策层根据设定的预警指标与阈值,综合风险评价结果进行精确的预警决策。在此基础上,以消防设施失效次数、人员密集区域人员密度变化率、电气设备异常用电时间等为主要指标,对其进行风险评价。在此基础上,利用统计学方法,得出了相应的预警阈值区间,同时通过聘请消防方面的专业人士,结合实际工作经验,不断地修正、验证阈值,以保证火灾危险性评估的科学性与合理性。在对数据进行处理后,如果数据超出一定的阈值,则由预警决策部门根据风险评价模型进行判断^[3]。

4.1.5 用户展示层

用户显示层是以一种直观易懂的方式向使用者提供报警信息,能够实现信息的显示,采用手机 APP 的开发和监控中心的大屏幕两种方式。该手机 APP 具有简单易用的接口,让使用者能够在任何时间、任何地点,都能收到预警消息的推送,同时还能看到消防设施的实时运行状况和历史数据报告等。

4.2 预警指标与阈值设定

4.2.1 预警指标选取

预警指标选取是在建立火灾危险性评价指标体系的基础上,从敏感性、可获得性以及火灾危险性的影响等方面,选择出具有重要意义指标。在消防设备中,以灭火设备的反应时间为报警指数,并以灭火设备的失效次数为基础。比如当火警信号被检测到时,会产生较大的延迟,从而影响到初期的灭火工作,因而被视为一项重要的预警指标。在人员因素方面,除了人口密度变动速率之外,还加入了人员疏散速度指数。



图 1

4.2.2 阈值设定方法

通过对历史资料的统计分析和专家的经验判断,确定阈值,首先对火灾现场进行了大量的火灾数据采集,其中包括消防设施运行情况、人员活动情况、电气设备使用情况等,利用统计学软件,分别求出各种统计指标的均值、标准差、极大值和最小值。比如针对灭火设备失效的数量,通过对过去一年每个月发生的失效次数进行统计,并求出其平均值与失效次数之间的标准偏差。在此基础上,依据统计理论并结合具体的工程实例,确定一个合理的阈值,通常可以用一个平均值加一个标准偏差的方法确定一个预警的下限。同时邀请消防工程师、消防安全评价方面的专家,结合自己的实践经验,对所得出的火灾风险阈值进行评价与修正^[4]。

4.3 预警信息发布与响应

4.3.1 预警信息发布渠道

预警信息发布通过各种途径向有关人员传达预警信息,以保证预警信息的及时准确传递。其中短消息是一种简单而直接的交流手段,它的覆盖面很广,而且是即时的,在预警系统发出警报后,该系统会将消息发送到预定的消防主管、物业主管等有关人员的手机上,其中包括警报种类、警报地点、警报时间等重要信息。而在一些需要对其进行详细描述的场所,系统会通过电子邮件的方式向有关的部门或个人发送一份更为详尽的数据分析、风险评估结果和对策建议。

另外,APP作为最方便的一种方法,可以实现对警报信息的实时推送,提供短信提示,可以通过震动或者其他形式的提示。针对监测中心的工作人员,该系统还将报警信息用醒目的色彩、闪动的图形等方式在监测中心的大屏幕上显示,并配以语音报警,保证值班人员能在最短的时间内发现并发出警告^[5]。

4.3.2 响应流程

接到报警信号后,有关部门要及时做好应急准备,通过对预警信息的分析确定警报事件的严重性及影响范围。如为火警警报,应立即安排维护人员,带上所需的工具及器材

到发生事故的现场进行检查及修理。在维护期间,维护人员应将维护进展及出现的问题及时反馈给管理者,若为人员撤离危险警报,则由主管立即组织现场员工,带领员工沿预先确定的撤离路径撤离,并保证安全出口畅通。同时,在重要的地方,要有专门的人员进行引导,避免拥挤、踩踏等情况的发生。

在处理早期警报时,要详尽地记载整个事故,包括预警发生时间、响应时间、处理措施、处理结果等信息。处理完毕后,评价预警事件的处理效果,并对其是否及时准确,应急预案的执行是否有效,所采取的处理措施是否取得预期的结果等。在此基础上,借鉴经验教训,进一步改进预警机制与方案,提升今后应对同类突发事件的能力。

5 结语

基于大数据的工程消防安全风险评估与预警机制,可以为提升工程消防安全管理水平提供创新的解决方案。通过构建科学的风险评估指标体系,运用大数据技术进行数据采集、处理与分析,建立精准的风险评估模型和有效的预警机制,能够实现对工程消防安全风险的实时监测、精准评估与及时预警。本项目的研究成果将为我国建筑火灾事故预防与控制提供强有力的保障,促进我国建筑行业的安全与可持续发展。

参考文献

- [1] 华攸金,李希建.基于可拓理论的煤矿安全风险预警与评估[J].煤炭工程,2020,52(01):163-168.
- [2] 徐耀德,祝建勋,郭涛.基于多监测及预警要素的地铁工程安全风险量化评估方法[J].都市轨道交通,2018,31(06):13-17.
- [3] 唐尧,陈宇凡,陈玉峰.基于大数据分析的输配电网络安全风险评估与管理[J].电气技术与经济,2025,(01):226-228.
- [4] 周洁.基于大数据的消防监督与预警机制研究[J].产业创新研究,2024,(22):118-120.
- [5] 孙啸天.基于人工智能和大数据技术的建筑工程质量风险识别与评估研究[J].中国质量万里行,2023,(11):56-58.