

社区火灾初期处置系统关键风险因素识别研究

林晓艳,张婷婷

(福建理工大学 管理学院, 福建 福州 350118)

摘要:近年来,社区火灾事故频繁发生,但社区对初期火灾的处置效能低下,严重威胁着居民的生命财产安全。对2014—2023年全国各地70起社区火灾事故调查报告进行文本分析,提炼出社区火灾初期处置系统的风险因素,运用N-K模型和SNA模型研究系统中风险因素的耦合机理,从而识别系统的关键风险因素。研究结果表明,缺乏辨识消防安全隐患的知识和能力是导致社区火灾初期处置系统效能低下的关键风险因素,增强居民自救互救的知识和能力有助于提升社区对初期火灾的处置效能。由此,从增强居民自救自救能力、增强社区自我管理能力和完善社区消防硬件设施等三方面提出控制社区火灾初期处置系统风险的建议。

关键词:社区火灾;初期处置系统;风险因素;N-K模型;SNA模型

中图分类号: X928.7

文献标志码: A

文章编号: 2097-3853(2025)02-0147-08

Research on identification of key risk factors in community fire early disposal system

LIN Xiaoyan, ZHANG Tingting

(School of Management, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

Abstract: In recent years, fire accidents have occurred frequently in communities, but the community's response to initial fires is inefficient, seriously threatening the safety of residents' lives and property. Through text analysis of 70 community fire accidents' investigation reports from 2014 to 2023, the risk factors of the community fire initial disposal system were extracted, the N-K model and SNA model were applied to research the coupling mechanism of risk factors in the system, thereby the key risk factors of the system were identified. The research results indicate that the lack of knowledge and ability to identify fire safety hazards is the key risk factor leading to low efficiency of community fire early disposal systems; enhancing residents' knowledge and ability for self-rescue and mutual aid can help improve the community's effectiveness in handling initial fires. Therefore, strategies for controlling the risk of the early disposal system of community fires are proposed from three aspects: enhancing residents' self-protection and self-rescue capabilities, strengthening community self-management capabilities, and improving community fire-fighting hardware facilities.

Keywords: community fire; early disposal system; risk factors; N-K model; SNA model

社区是火灾发生的主要场所,据国家消防救援局统计,2012年至2021年全国共发生居住场所火灾132.4万起,直接财产损失77.7亿元。^[1]仅在2023年的1月至10月,我国各类住宅共发生火灾24.4万起,占全国共接报火灾总数的

32.8%。^[2]有研究表明,在火灾发生后的5分钟内,是火灾扑救和人员疏散的“黄金期”^[3],在此阶段,外界救援几乎没有可能赶到,因此社区对初期火灾的处置效能对火灾后续的扑救难度和灾害损失起重要作用。社区对初期火灾的处置效能受

收稿日期:2024-09-04

基金项目:福建省社会科学规划项目(FJ2022B066)

第一作者简介:林晓艳(1975—),女,福建福州人,教授,博士,研究方向:社区治理、建筑经济与管理等。

多方面风险因素的影响,识别关键风险因素能够有助于社区把握消防安全管理工作重点,提升社区对初期火灾的处置效能。

目前,国内外学者针对火灾开展了大量的研究。国外学者的研究主要是以建筑火灾的预防和风险评估为主,如提出全面增加消防设施的检查频率^[4],制定火灾隐患预防和管理的消防安全策略^[5],呼吁高层建筑居民积极做好预防火灾工作^[6],开发一种基于代码的消防风险评估工具^[7],改进棚户区的消防安全管理工作^[8]。国内学者主要集中于建筑火灾事故的风险预测和应急能力的评估等方面,如提出可利用多种数据模态预测火灾风险^[9],构建应急能力评估指标体系,^[10]量化对比火灾初期不同处置措施的效能^[11],研究不同场景下高层建筑火灾初期的最佳疏散模式^[12]。

由此可见,目前国内外学者对火灾的研究大都忽略了火灾的动态演化过程,前期的风险隐患同样也会影响中期的应急处置效能。因此,本文尝试将社区火灾初期处置系统视为一个包括事前和事中两个阶段的复杂系统,探究影响系统的风

险因素,考虑风险因素之间的耦合效应,运用 N-K 模型和 SNA 模型对系统的风险耦合机理进行研究,以识别关键风险因素。

一、社区火灾初期处置系统风险因素

本文以 2014—2023 年全国 70 起社区火灾事故的调查报告为样本数据,通过对文本的深入挖掘,提取火灾事故的关键信息,基于人的不安全行为、不利的环境条件和管理不到位三个维度归纳出了社区火灾初期处置系统的风险因素表,详见表 1。构建方法如下:第一步,收集 2014—2023 年全国各地社区火灾事故的调查报告,随机抽取若干调查报告,分析提取相应的关键词句;第二步,运用 Python 软件提取所有调查报告中“事故发生经过”“事故应急处置情况”“事故原因分析”等部分文本,调用 Pandas 处理库中的 str.count 对文本中出现关键词句的频次进行统计;第三步,对出现频次较高的关键词句进行分类,提炼出人员、环境、管理三方面一级风险因素所对应的二级风险因素。

表 1 社区火灾初期处置系统风险因素表

Tab.1 Table of risk factors in community fire early disposal system

一级风险因素	二级风险因素	关键词句	频次
人员因素	缺乏辨识消防安全隐患的知识和能力 R_1	住户使用取暖器不当	5
		住宅楼道内给电动自行车充电	9
		住户卧床吸烟,乱扔烟头	11
		建筑内电气线路乱接乱拉甚至老化	15
	缺乏自救互救的知识和能力 R_2	住户不会操作消防设施器材	8
		住户在不明火情的情况下盲目逃生	13
		周边群众没有及时报警	7
		住户贪恋财物,盲目返回火场	5
	扑救初起火灾的方式不当 R_3	仅用脚踹、脚踩起火物的方式灭火	2
		电器、油锅起火直接用水扑救	3
人身上着火时惊慌失措乱跑		2	
人站在下风处用灭火器瞄准火苗灭火		2	

续表

一级 风险因素	二级风险因素	关键词句	频次
环境因素	建筑未设置防火间隔 R_4	建筑整体连通、没有隔墙	7
		楼梯为敞开式楼梯	8
		一楼夹层与电动车停放点未做有效防火分隔	7
	建筑周边防火间距不足 R_5	起火建筑周边防火间距不足	2
		消防车通道较窄,消防车只能远距离停靠	4
	建筑耐火等级低 R_6	建筑屋顶为铁皮隔热棉,增加了火灾荷载	3
		隔墙采用易燃的聚苯乙烯夹芯彩钢板	6
		建筑的柱、楼板等主要构件的耐火等级不高	8
	建筑保温装饰材料燃烧性能不符合要求 R_7	建筑采用可燃材料装修	5
		建筑采用薄抹灰外墙外保温系统	2
	安全出口不通畅 R_8	窗口均被钢制防盗网封闭	13
		逃生通道狭窄	7
		疏散通道上堆放杂物导致堵塞	12
	电气敷设不符合规范 R_9	小区用户接线箱内布线混乱	2
部分接线端子采用热熔塑料制品		3	
部分导线连接未采用端子排或汇流排		2	
多数楼层电缆井均未锁闭		2	
消防设施配备不足 R_{10}	未设置应急照明灯和疏散指示标志	14	
	未配置室内消火栓、灭火器等消防设施	16	
消防设施损坏停用 R_{11}	消防栓供水压力不足	4	
	消防给水管网无水源	4	
	灭火器失效、应急照明灯损坏	5	
微型消防站建设和管理滞后 R_{12}	微型消防站建设滞后	3	
	微型消防站无人值班	2	
	微型消防站成功调度率低	3	
专兼职消防队伍建设和管理滞后 R_{13}	专兼职消防队器材装备配备不足	3	
	兼职消防队人员不稳定,经验不足	5	
	专职消防队装备器材落后	3	
火情监测及报告机制不完善 R_{14}	火灾自动报警系统失效	3	
	值班人员发现火情不及时,报警滞后	4	
	未设置烟感报警器、简易喷淋等设施	5	

管理因素

二、社区火灾初期处置系统关键风险因素识别方法

影响社区火灾初期处置系统的风险因素众多且各因素间相互耦合效应显著,因此,为了识别社区火灾初期处置系统的关键风险因素,需要从系统角度去分析风险因素,并从中进一步研究风险因素的耦合机理。当下,已有一些学者通过融合 N-K 模型和 SNA 模型形成了一种新的风险因素分析方法体系。^[13-14] N-K 模型基于已有案例的客观数据进行分析,可以有效降低风险评价中的主观偏见,并确定风险最大的耦合形式。SNA 模型是一种重要的社会网络分析工具,它是基于数学图论对复杂系统进行量化分析。SNA 模型的主要研究对象是系统中的节点和它们之间的相互关系,通过对这些相互关系的分析,可以更好地了解系统中节点之间的传递路径、关键节点。SNA 模型的中心度分析确定了风险因素的关键性,SNA 模型的可达性分析和 N-K 模型则评价了风险因素间的耦合作用,将这两种方法结合可以从定性和定量两个角度研究系统的风险耦合机理,并确定系统的关键风险因素。因此,本文首先根据收集得到的样本数据,运用 N-K 模型计算社区火灾初期处置系统的风险耦合值,量化风险耦合形式,然后利用 SNA 模型构建社区火灾初期处置系统风险因素的关联网,明晰风险因素的传递路径,最终利用 N-K 模型的计算结果对 SNA 模型中风险节点的相关数据进行修正,从而确定系统的关键风险因素。

(一) N-K 模型

N-K 模型中的 N 指代系统构成要素的数量, K 则表示相互之间有依赖关系的要素的个数,即与系统中某一要素有相关作用的其他因素的数量。 K 的最小值为 0,最大值为 $N-1$ 。如果 $K=0$ 时,系统的状态由这些要素的属性决定。当 $K>0$ 时,系统的状态和这些要素的属性以及它们之间的相互作用关系有关。

这些因素的耦合情况,可以通过引入交互信息 T 来展开分析。通过计算交互信息 T ,可以更好地呈现出系统中 N 个要素之间的耦合程度。于是,基于人员、环境和管理 3 个一级风险因素耦合的交互信息 T 的计算公式为:

$$T(a, b, c) = \sum_{h=0}^H \sum_{i=0}^I \sum_{j=0}^J P_{hij} \log_2 \left[\frac{P_{hij}}{P_{h.} P_{.i} P_{.j}} \right] \quad (1)$$

在此模型中, a 代表人员因素, b 代表环境因素, c 代表管理因素, P_{hij} 表示在不同状态下这些因素耦合发生的概率, $P_{h.}$ 、 $P_{.i}$ 、 $P_{.j}$ 分别表示人员因素处于 h 状态、环境因素处于 i 状态、管理因素处于 j 状态的概率。 h 、 i 、 j 有 0 和 1 两种取值,其中 0 意味着此风险因素还没有发生的状态,1 用来描述这些风险因素发生的状态。如果 T 越大,说明风险因素的关联更加紧密,这也就是说出现风险耦合的可能性明显增加。

人员、环境和管理三类风险因素在耦合的时候,可以被划分为双因素耦合和三因素耦合两种情况。前者有三种风险耦合形式,分别为“人—环”“人—管”和“环—管”。而在三因素耦合(即系统全因素耦合)的情况下,计算得到的 T 值可以用来量化评估网络。当 T 值越大时,意味着系统内部风险因素之间存在的关系越复杂,从而管理这类事件的难度也更大。

(二) SNA 模型

在社会网络分析中,度中心度、接近中心度、中介中心度等的分析比较常用。其中,第一种度描述了节点与其邻近节点之间的连接关系。第二种中心度则可以用来描述节点与整个网络中其他节点之间的连接距离,从而展现这些节点在网络中的重要程度。在网络中,节点与其他节点之间的距离越近,其信息传递的难度越低。因此,在一个包含 n 个节点的复杂网络中,节点 i 的接近中心度 C_C 可以表征为:

$$C_C(i)^{-1} = \sum_{j=1}^n d_{ij}(i) \quad i \neq j \quad (2)$$

公式(2)中的变量 d_{ij} 表示节点 i 到节点 j 之间的最短路径长度。中介中心度 C_B 则用来表示节点对于整个系统信息传递的控制情况。如果一个节点具有较高的中介中心度,则意味着其更加容易影响到网络。节点 i 的中介中心度 C_B 可以表示为:

$$C_B(i) = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n b_{jk}(i) = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}} \quad i \neq j \neq k, \quad j < k \quad (3)$$

在公式(3)中, g_{jk} 表示节点 j 到节点 k 的最短路径的个数, $g_{jk}(i)$ 则表示 j 到 k 的最短路径中经过节点 i 的数量。

三、社区火灾初期处置系统关键风险因素识别结果

(一) N-K 模型计算结果分析

统计分析样本数据,可取得人员、环境和管理这些因素单因素耦合、双因素耦合和三因素耦合的发生次数,进一步计算可得到相应耦合形式发生的频率,详见表 2。通过表 2 可知“人—环”因素的发生频率较高,在单因素耦合中环境因素的发生频率也相对较高。

表 2 不同耦合形式发生的次数及频率

Tab.2 Occurrences and frequencies of different coupling forms

耦合形式	耦合因素	发生次数	概率代号	发生频率
单因素耦合	人	8	P_{100}	0.114
	环	20	P_{010}	0.286
	管	1	P_{001}	0.014
双因素耦合	人—环	29	P_{110}	0.414
	人—管	3	P_{101}	0.043
三因素耦合	环—管	6	P_{011}	0.086
	人—环—管	3	P_{111}	0.043

为计算 T 值,首先需要计算以下不同风险耦合形式的概率。

(1) 单因素耦合:不同情况下发生的概率。人员因素不参与风险耦合时风险事件发生的概率为 $P_{0..} = P_{010} + P_{001} + P_{011} = 0.386$,同理可求得其余结果,计算结果如表 3 所示。

表 3 单因素风险变化概率

Tab.3 Single-factor risk change probability

$P_{0..}$	$P_{1..}$	$P_{.0.}$	$P_{.1.}$	$P_{.0.}$	$P_{.1.}$
0.386	0.614	0.171	0.829	0.814	0.186

(2) 双因素耦合:不同情况下发生的概率。人员因素与环境因素均不参与风险耦合时风险事件发生的概率为 $P_{00.} = P_{001} = 0.014$,同理可求得其余结果,计算结果如表 4 所示。

利用公式(1)、公式(2),可得到不同风险因素耦合形式下的 T 值,计算结果如表 5 所示。

表 4 双因素风险耦合概率

Tab.4 Dual-factor risk coupling probability

$P_{00.}$	$P_{01.}$	$P_{10.}$	$P_{11.}$	$P_{0.0}$	$P_{0.1}$
0.014	0.372	0.157	0.457	0.286	0.100
$P_{1.0}$	$P_{1.1}$	$P_{.00}$	$P_{.01}$	$P_{.10}$	$P_{.11}$
0.528	0.086	0.114	0.057	0.700	0.129

表 5 各种形式的风险耦合值

Tab.5 Risk coupling values in various forms

耦合形式	风险耦合值 T	
人—环	$T_{21}(a, b)$	0.070
人—管	$T_{22}(a, c)$	0.016
环—管	$T_{23}(b, c)$	0.019
人—环—管	$T_{31}(a, b, c)$	0.134

通过对 T 值进行降序排序,可以得到以下结果: $T_{31}(a, b, c) > T_{21}(a, b) > T_{23}(b, c) > T_{22}(a, b)$ 。该结果表示全因素耦合值 T_{31} 明显要超过其他类型的耦合值, T_{21} 明显高于其余双因素耦合形式。也就是说,避免全因素耦合是降低风险事件发生概率最为重要的手段。

(二) SNA 模型计算结果分析

基于对案例数据库的统计分析,整理上述 14 个二级风险因素的邻接矩阵,把此邻接矩阵输入到软件 UCINET 6.0 中,并通过 NetDraw 功能来可视化得到风险网络图,结果如图 1 所示。

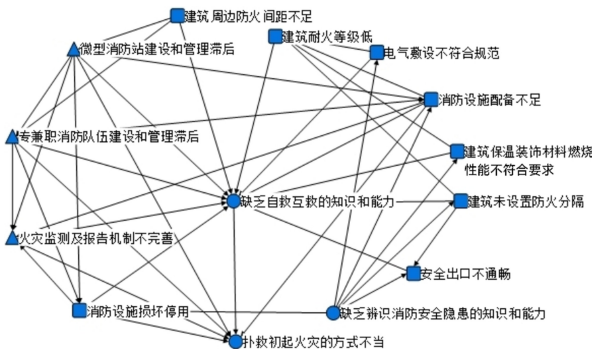


图 1 风险因素关联网络图

Fig.1 Risk factor correlation network diagram

1. 风险因素中心度分析

利用 UCINET 6.0 软件,取得了各个风险因素在网络中的接近中心度和中介中心度数据,详见

表 6。需要注意的是,风险因素的关联网络为有向网络,其接近中心度涵盖了入度和出度的数据。其中,前者显示了该因素在网络中易被其他风险因素诱导发生的程度。入度较高的风险因素通常是在网络的较高层,可直接引发系统风险。出度表示此风险因素可引发其他风险因素的程度。具有较高出度的风险因素通常是在风险网络的较低层级,可以被看作导致系统风险的根本因素。所以,出度大小最可以用来表征节点诱发系统风险的能力。本文以出度作为确定系统关键风险因素的指标,由表 6 可得,出度最大的风险因素是 R_1 (缺乏辨识消防安全隐患的知识和能力),说明其在系统网络中处于比较关键的位置。

表 6 风险网络中风险因素的中心度

Tab.6 Centrality of risk factors in risk network

风险因素	接近中心度		中介中心度/%
	入度/%	出度/%	
R_1	7.143	23.214	0.000
R_2	48.148	8.333	10.667
R_3	65.000	7.143	0.000
R_4	7.692	10.924	0.417
R_5	7.143	15.476	0.000
R_6	15.663	8.966	0.000
R_7	7.692	9.848	0.417
R_8	8.333	8.966	0.167
R_9	7.692	9.848	0.417
R_{10}	9.924	10.000	4.417
R_{11}	9.924	9.091	1.167
R_{12}	7.692	14.130	2.167
R_{13}	8.333	12.381	2.167
R_{14}	39.394	8.333	0.000

2. 风险因素可达性分析

结合对风险网络可达性的分析,本文将各二级风险因素对应到一级风险因素中,确定了有可能发生的风险耦合形式,具体结果见表 7。

(三) 系统关键风险因素的确定

由于 SNA 模型是从主观视角来分析风险因素,而 N-K 模型是依据数据求出风险耦合值具有一定的客观性,于是,依据表 2 和表 5 中的相关数值,对表 6 中风险因素出度进行修正。图 2 和图 3 分别表示对出度进行修正前后的雷

达图。图 2 和图 3 明确表明, R_1 是系统中出度最大的风险因素,故缺乏辨识消防安全隐患的知识和能力是导致社区火灾初期处置系统效能低下的关键风险因素。另外, R_2 的中介中心度最高,说明它对控制系统中风险传递的作用较大,也应高度关注。

表 7 基于风险因素的可达性分析

Tab.7 Accessibility analysis based on risk factors

风险因素	人	环	管	潜在耦合形式
R_1	0	1	0	环
R_2	1	0	1	人—管
R_3	1	0	0	人
R_4	1	1	0	人—环
R_5	1	0	1	人—管
R_6	1	0	0	人
R_7	1	1	0	人—环
R_8	1	0	0	人
R_9	1	1	0	人—环
R_{10}	1	1	1	人—环—管
R_{11}	1	0	1	人—管
R_{12}	1	1	1	人—环—管
R_{13}	1	1	1	人—环—管
R_{14}	1	0	0	人

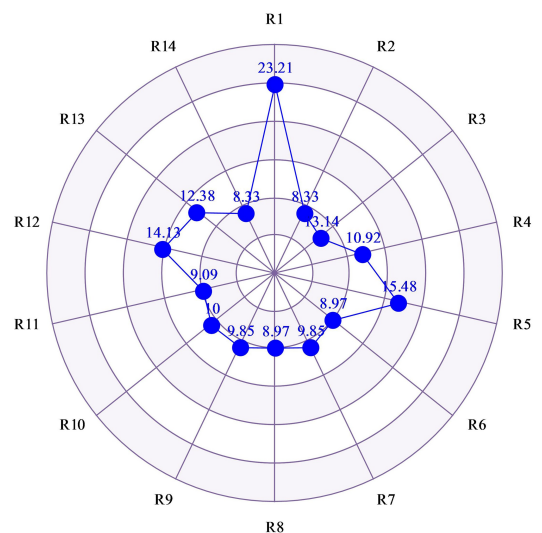


图 2 修正前风险节点出度雷达图

Fig.2 Radar chart of risk node out-degree before correction

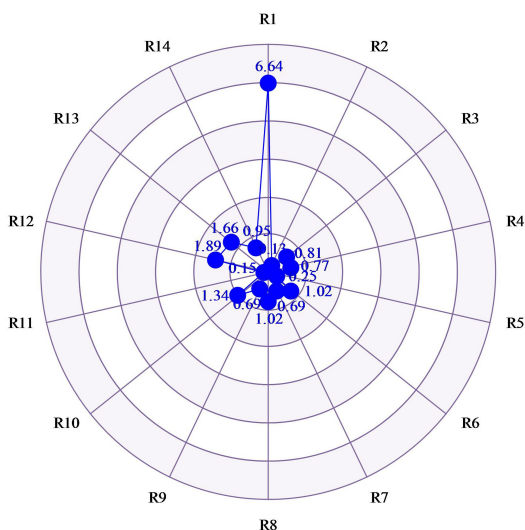


图3 基于风险耦合值 T_R 修正后的出度雷达图

Fig.3 Radar chart of risk node out-degree based on risk coupling value after correction

(四) 进一步讨论及建议

1. 进一步讨论

综合上述对 N-K 模型和 SNA 模型计算结果的分析过程,进一步讨论可得如下结果:

(1) 社区是由多个相互关联的子系统构成的复杂系统,当一个子系统发生变化时,不仅会影响该子系统本身,还会通过相互作用影响整个系统。社区火灾初期处置系统风险受人员因素、环境因素和管理因素的影响,同时还存在不同类型因素相互影响和作用的耦合风险。避免多因素耦合可以有效化解火灾系统风险。当发现一种风险因素时,应检查其他风险因素,从源头上切断耦合的发生,或者及时采取有效措施对该风险因素进行干预,以减小风险事件发生的概率。

(2) 缺乏自救互救的知识和能力是控制系统风险传递的重要因素。此风险因素在风险网络中拥有最高的中介中心度,通过消除这一风险因素,可以更好地切断风险网络的连通,便于将系统控制在安全水平。因此,在实际生活中,要加强消防安全教育培训,宣传火灾报警、安全防范等消防安全常识,普及防火灭火以及疏散逃生等自救知识和技能。

(3) 缺乏辨识消防安全隐患的知识和能力是导致社区火灾初期处置系统效能低下的关键风险因素。提升社区火灾初期处置系统的效能,必须将提高人们辨识消防安全隐患的知识和能力作为

推进社区消防安全管理工作的重点。这也进一步说明人员因素在网络中的重要程度明显高于其他因素,社区火灾事故的发生大部分是由于人的不安全行为所导致的,人作为主体,有很多不可控的因素且没有规律性,对社区火灾风险有着重要的影响。

2. 建议

针对以上讨论结果,分别从以下三方面给出控制社区火灾初期处置系统风险的建议:

(1) 增强居民自防自救能力,提高家庭备灾应灾水平。火灾发生初期,社区居民的应对方式普遍不当,导致初期火灾无法得到有效控制,甚至造成更大的损失,其主要原因就在于社区居民缺乏必要的消防技能且应急资源储备不足。因此社区有必要努力转变社区居民的消防观念,提高社区居民的主体意识。具体来说,社区应以家庭为责任单位对居民进行消防警示教育,指导居民制定家庭疏散方案,并鼓励居民积极开展家庭疏散演习,切实提高居民扑救初期火灾和火场逃生能力。同时应增大入户消防安全检查的力度,鼓励居民购买各种逃生自救装置,确保每家每户都配备基本的消防器材,有助于形成家家户户既能保护自己又能救助他人的良好局面。此外,社区应逐步建立健全社区居民参与消防工作的激励机制,根据社区居民参与社区消防活动的实际情况评选出社区先进个人、优秀家庭等荣誉称号,并给予一定物质上的奖励,激发社区居民的参与热情。

(2) 增强社区自我管理能力和推动社区火灾群防群治。社区消防安全隐患存在于居民日常生活的方方面面,仅仅依靠社区居委会工作人员的监督排除远远不够,因此有必要提高社区全体居民的消防安全意识,构建全民参与的社区消防安全管理体系。具体来说,社区应加大消防安全教育投入,定期开展消防安全宣传、消防知识竞答、消防应急演练和参观消防站等活动,普及消防知识,提高居民隐患自查能力,营造浓厚的社区消防安全文化氛围。同时要积极动员社区居民,由社区居民共同商讨制定消防安全公约,明确居民在消防安全方面的权利和义务。在社区建立包括社区居委会、业主委员会、社区志愿者在内的消防自治组织,建立健全社区消防安全自治制度,根据社区实际情况和消防安全形势的变化不断修订和完善消防安全自治制度,从而实现社区火灾群防群

治,为创建“消防安全社区”奠定坚实基础。

(3)完善社区消防硬件设施,推进智慧消防社区建设。完备的社区消防基础设施是进行初期火灾扑救的基本条件。社区必须根据其人口多少、区域面积和环境条件来配套相应的消防基础设施与灭火器材,并且要有专门人员定期对消防设施进行检查、维修与更换。同时加快社区微型消防站建设,提高社区处置初期火灾的能力。微型消防站最大的作用就是能够在火灾初期阶段快速进行处置,为专业消防队伍到场救援争取时间。有效管理和使用微型消防站,可以极大满足社区扑救初期火灾的需要。此外,社区应推进智慧消防建设,利用大数据推动社区消防走向科技化信息化,有针对性地推广应用消防远程监控系统、电气火灾监控系统和智能消火栓远程监控系

统等新技术。通过这些智能信息平台,社区可以对火灾报警信息、火灾隐患信息和消防设施状态等信息进行实时动态监测,有助于社区形成星罗棋布的立体化火灾扑救体系。

四、结束语

本文通过研究社区火灾初期处置系统的风险耦合机理,识别出了导致社区火灾初期处置系统效能低下的关键风险因素,并进一步从增强居民自防自救能力、增强社区自我管理能力和完善社区消防硬件设施等三方面给出控制社区火灾初期处置系统风险的建议,为推进社区消防安全管理工作提供参考依据。不过,鉴于本文搜集到的社区火灾事故调查报告数据有限,未来还需要进一步扩充样本以提高研究结论的可靠性。

参考文献:

- [1] 中国消防. 近 10 年全国居住场所火灾造成 11634 人遇难[EB/OL].(2022-02-18)[2024-02-10].<https://www.119.gov.cn/gk/sjtj/2022/27328.shtml>.
- [2] 今年 1-10 月全国火灾形势报告公布[EB/OL].(2023-11-09)[2024-02-10].<https://www.119.gov.cn/qmxfw/mtbd/spbd/2023/40340.shtml>.
- [3] 高新华,严文芳.民用建筑火灾发生初期扑救与疏散“5min 黄金时间”理论探讨[J].消防界(电子版),2019,5(10):29-30.
- [4] JONG-NAM K,KONG H S. Multivariate analysis of fire prevention activities, special investigations of fire safety, and fire safety management by the apartment buildings management methods and inspection of firefighting facilities[J]. The Journal of the Convergence on Culture Technology, 2020, 6(2):489-502.
- [5] KODUR V, KUMAR P, RAFI M M. Fire hazard in buildings: review, assessment and strategies for improving fire safety[J]. PSU Research Review, 2019, 4(1):1-23.
- [6] GLAUBERMAN G, QURESHI K. Community/public health nurses' awareness of residential high-rise fire safety issues[J]. SAGE Open Nursing, 2021, 7:23779608211040597.
- [7] HASSANAIN M A, ALBUGAMI Z A. Towards disaster prevention in community centers: development of a code-based fire risk assessment tool[J]. International Journal of Emergency Services, 2024, 13(1):17-32.
- [8] FLORES QUIROZ N, WALLS R, CACIONE A. Developing a framework for fire investigations in informal settlements[J]. Fire Safety Journal, 2021, 120:103046.
- [9] 王新迪,杨夙,张思源,等.基于时空大数据与卫星图像的城市火灾风险预测[J].计算机工程,2023,49(6):242-249.
- [10] 周思宇,吴洁,邢志祥,等.高层建筑火灾事故应急能力量化评估[J].消防科学与技术,2021,40(11):1617-1621.
- [11] 丁谢骥.典型多层经营性自建房火灾初期处置效能的大涡模拟[J].安全与环境学报,2023,23(9):3150-3159.
- [12] YE J, HAN X F, WANG M L. Analysis of the optimized strategies for prompt evacuation during the early stage of high-rise building fires[J]. Journal of Safety and Environment, 2015, 15(5):179-183.
- [13] 周红波,杨奇,杨振国,等.基于复杂网络和 N-K 模型的塔吊安全风险因素分析与控制[J].安全与环境学报,2020,20(3):816-823.
- [14] 邵志国,张靖轩,王伟.基于 N-K 模型和 SNA 的新能源汽车燃爆风险因素耦合分析[J].安全与环境学报,2023,23(2):363-371.