

基于层次分析法的建筑火灾风险评估指标体系设计

徐坚强^{1,2}, 刘小勇¹

(1. 清华大学合肥公共安全研究院, 安徽 合肥 230601; 2. 安徽建筑大学 土木工程学院, 安徽 合肥 230601)

摘 要: 为突出“动态”风险因素变化对建筑火灾风险的影响, 提升建筑火灾风险评估的科学性与实用性, 满足风险评估工作的需要。通过对建筑火灾发展阶段进行梳理, 运用层次分析法的思想构建建筑火灾风险分析的递阶层次结构模型, 从“静态”和“动态”两个角度确定了建筑火灾风险评估指标体系。在此基础上, 根据专家调查问卷建立起相应判断矩阵, 计算得出各指标因子权重值, 用于建筑火灾风险因素重要度排序。研究表明, 该指标体系为完善建筑火灾风险评估方法提供了科学依据, 对建筑火灾防治和安全管理也具有重要参考意义。

关键词: 建筑火灾; 风险评估; 指标体系; 层次分析法; 火灾风险因素

中图分类号: X928

DOI: 10.3963/j.issn.2095-3852.2019.04.001

据初步统计, 2018 年全国共接报火灾事故 23.7 万起, 其中死亡人数达 1 407 人、受伤人数达 798 人, 直接财产损失达 36.75 亿元^[1]。由于建筑火灾影响因素复杂多变, 火灾风险评估工作涉及面广、工作量大, 因此构建科学、合理的火灾风险评估指标体系对建筑火灾风险评估工作显得尤为重要^[2]。美国消防工程师协会^[3]以及李引擎等^[4-5]在研究建筑火灾风险评估指标体系方面取得了一定成果, 但对于火灾发展过程的描述较少, 且评估指标多采用“静态”指标(在建筑使用周期内一般不发生变化, 如建筑面积、防火分区等), 评估对象多具有稳定性, 不能准确地反映建筑火灾的风险变化。为此, 笔者将火灾事故发展阶段与层次分析法相结合, 注重“动态”指标(在建筑使用周期内会发生变化, 如防火门关闭情况、消防管理人员巡查频次等)设计, 创新性地建立了一种以火灾事故发展为主线的建筑火灾风险评估指标体系^[6]。

1 火灾风险评估指标体系的建立方法及选定

1.1 火灾风险评估指标体系的建立方法选定

建立全面、准确的火灾风险评估体系, 是进行

火灾风险评估工作的关键。风险评估方法按照其评估方法的特点可分为定性、定量及半定量 3 类评估方法^[7-8]。由于定性评估方法需依赖评估者的知识和经验对系统的风险状况作出判断, 因此评估结果通常带有评估者自身的主观性; 定量评估方法因需要较多火灾统计数据且计算过程复杂, 故在国内也较少使用。针对上述问题, 笔者将定性与定量的评估方法相结合, 得到半定量的评估方法。半定量的评估方法对数据要求相对不高, 计算过程简便, 因此使用较为广泛, 笔者将运用较典型的层次分析法^[9]构建建筑火灾风险评估指标体系。

1.2 层次分析法

层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)^[10]是由美国著名数学家斯塔于 20 世纪 70 年代提出的一种定性与定量相结合的综合性系统分析方法, 用以解决权系数确定问题的多目标、多准则的决策方法。通过各要素在火灾风险中的重要程度大小及所产生后果和影响因子的因果关联进行划分, 构建指标体系层。首先, 基于以往火灾案例、火灾专家及研究者相关知识积累和工作经验, 根据指标体系中每层因子对上层风险因素影响的重要程度两两比较进行打分, 由此构建判断

收稿日期: 2019-03-10.

作者简介: 徐坚强(1993-), 男, 安徽淮南人, 清华大学合肥公共安全研究院硕士研究生, 主要研究方向为公共安全、消防社会化。

通讯作者: 刘小勇(1980-), 男, 江西吉安人, 清华大学合肥公共安全研究院助理研究员, 博士, 主要研究方向为公共安全。

基金项目: 国家十三五重点研发计划基金项目(2018YFC0810603); 国家应急管理部消防救援局项目(2018XFCX25)。

矩阵; 其次, 利用层次分析法的计算原理, 通过特征值与特征向量的计算得出各层风险因素之间的相对权重; 最后, 得出最底层评价指标对于总目标的累计权重^[11-12]。层次分析法的主要流程如图 1 所示。

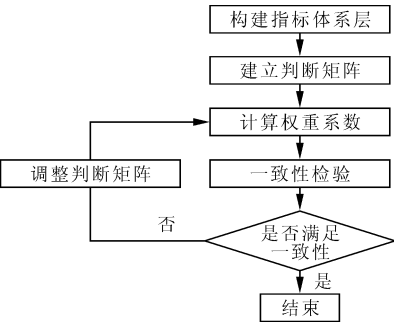


图 1 层次分析法主要流程图

2 火灾风险评估指标体系的建立

2.1 火灾阶段划分

根据建筑火灾事故发展的可能性阶段, 将建筑火灾划分为火灾发生阶段、火灾增长阶段、火灾全面发展阶段、人员疏散阶段、火灾蔓延阶段 5 个

阶段, 具体如表 1 所示。

表 1 建筑火灾事故发展阶段

阶段	概述
火灾发生阶段	在建筑使用过程中, 由于人为因素、管理缺陷等情况, 导致可燃物与点火源相接触, 发生明火燃烧现象
火灾增长阶段	火灾发生后, 由于建筑物火灾探测系统响应不及时、管理人员未能及时发现并采取有效措施, 导致火灾进一步增长
火灾全面发展阶段	随着火灾进一步增长, 建筑物内温度不断升高并伴随大量有毒有害烟气的产生, 火灾开始突破防火分区全面发展
人员疏散阶段	火灾全面发展, 消防设施灭火失败, 火灾迅速发展迫使人员疏散
火灾蔓延阶段	随着燃烧过程的持续加温, 在燃烧过程中产生的高温、飞火, 由于辐射、对流、风向等因素, 开始向邻近建筑扩散

2.2 风险因素划分

在充分梳理火灾发展各阶段关键风险因素的基础上, 将风险因素划分为点火源、建筑基本特征、灭火设施、防排烟设施、疏散设施、消防管理情况及外部条件 7 类, 各风险因素基本评估参数如表 2 所示。

表 2 风险评估参数表

类别	典型风险因素	变量	类别	典型风险因素	变量
点火源	化学点火源	明火	外部条件	环境因素	湿度
		易燃易爆化学品			风向
	高温点火源	高温		消防车占道情况	风速
		热辐射			
灭火设施	电气点火源	电火花电弧	消防管理情况	消防站距离	人员密度
		电气路线高温			年龄特征
	火灾自动报警系统	火灾探测联动可靠性		消防安全制度	消防安全培训情况
					巡查人员在岗情况
建筑基本特征	消防水源	天然水源水位	防排烟设施	落实情况	定期巡查检查情况
		高位水箱水位			消防知识与技能
	消防给水系统	消防水池水位		管理人员业务水平	消防设施熟练程度
		消防泵			
建筑基本特征	建筑结构	阀门	疏散设施	防火卷帘完好率	数量
		管网			占用情况
	建筑高度	可燃物性质		防火门关闭情况	数量
		可燃物数目			占用情况
建筑基本特征	耐火等级	空间分布	疏散通道	风机启停情况	数量
		水平防火分区			占用情况
	建筑面积	竖向防火分区		安全出口	数量
		数量			占用情况
建筑基本特征	火灾荷载	防火封堵情况	疏散设施	应急照明	数量
					占用情况
	防火分区			疏散指标	数量
					占用情况
建筑基本特征	竖向贯通通道		疏散设施	消防广播	数量
					占用情况
				备用消防电源	数量
					占用情况

2.3 各阶段风险因素分析

2.3.1 火灾发生阶段

通过分析可知,引起建筑起火的因素主要与燃烧三要素有关,在本阶段需注意对火源点的监控与管理、重点关注火源及减少室内可燃物数量、注意季节变化等。导致火灾发生的因素主要有:①可燃物,主要考虑火灾荷载(可燃物性质、可燃物数目、空间分布)、建筑面积等。②点火源,点火源包括化学点火源、高温点火源、电气点火源,主要考虑因素有是否存在易燃易爆化学品、不安全作业(明火、高温、热辐射)、电线电缆故障(电弧电火花、电气线路高温)等。③湿度,主要考虑南北气候差异、季节变化、降雨情况等。

2.3.2 火灾增长阶段

建筑一旦发生火灾,火势增长迅速,能否及时有效地抑制火势增长取决于消防设施灭火响应的有效性、人员灭火能力、周边消防站设置等能否满足及时灭火的要求。影响火灾增长的因素主要包括:①消防设施响应有效性,包括火灾探测联动可靠性、消防水源可靠性(天然水源水位、消防水池水位、高位水箱水位)、给水系统可靠性(消防泵启停情况、阀门关闭情况、管网压力、管网流量)等。②管理人员响应有效性,包括安全制度落实情况(巡查人员在岗情况、定期巡查检查情况)、管理人员业务水平(消防知识与技能掌握情况、消防设施熟练程度)等。③消防人员响应有效性,包括消防队业务能力、消防站距离、道路拥堵情况及消防车道占用情况等。

2.3.3 火灾全面发展阶段

随着火灾进一步发展,建筑物内温度不断升高并伴随产生大量有毒有害烟气,火灾突破防火分区开始向整栋建筑物蔓延,同时烟气达到一定浓度。为避免造成巨大的财产损失和人员伤亡,在此阶段需考虑防火卷帘、防火门等防火分隔设施的完好情况,加强设备监管与巡查检查频次。影响火灾全面发展的因素主要包括:①建筑基本特征,包括建筑结构、耐火等级、竖向贯通通道(数量、防火封堵情况)、防火分区(水平防火分区、竖向防火分区)等。②防排烟系统可靠性,包括防火卷帘完好情况、防火门关闭情况、风机正常启停情况等。

2.3.4 人员疏散阶段

火灾发生初期,应迅速展开人员疏散、避难救援工作。随着火灾的全面发展,消防设施灭火失败,火灾迅速扩展,本阶段需确保疏散通道畅通、

疏散指示和应急照明等设备消防供电连续可靠。影响人员疏散的因素主要包括:①建筑基本特征,主要考虑建筑高度这一因素。②疏散设施可靠性,包括疏散通道(数量、占用情况)、安全出口(数量、占用情况)、疏散指示、应急照明、消防广播及消防电源工作情况等。③疏散人员可靠性,主要考虑人员密度、消防安全培训情况、年龄特征等人员特征方面的因素。

2.3.5 火灾蔓延阶段

为了防止火灾向邻近建筑蔓延,本阶段需注意建筑周边防火管理、消除邻近建筑间可燃烧物、加强建筑外部生产及生活用火管理等。影响火灾蔓延至邻近建筑的因素主要包括:①建筑基本特征,包括防火间距、邻近建筑耐火等级等。②外部条件,包括环境因素如环境风速、风向等。③其他因素,包括飞火、热辐射等。

结合以上各火灾阶段风险因素分析,建立建筑火灾风险评估指标体系层次分析模型,如图2所示。

2.4 指标体系的建立

根据上述各阶段层次分析模型,可得到该建筑在发生火灾后影响各阶段的风险因素。依据建筑物本身的防火能力、灭火能力、安全管理水平及发生火灾后的安全疏散能力,在充分梳理火灾发展各阶段关键风险因素的基础上进一步细化,由此建立风险评估指标体系,如表3所示。

该指标体系主要包括“静态指标”和“动态指标”两种。其中静态指标需根据建筑基本情况进行采集,在整个建筑使用周期内一般不发生变化,如建筑面积、建筑高度、建筑层数、防火分区、疏散通道数量、建筑耐火等级、消防站距离、防火间距等;而动态指标会发生一系列的变化,需要通过物联网监测手段进行在线监测,如防火门关闭情况、消防管理人员巡查频次、人员流动性、给水管网水压、流量等^[13-14]。

利用该指标体系进行风险评估的前提是对各状态指标进行实时监测:如防火门关闭情况可通过启闭装置在线实时获取;对于消防管理人员巡查频次、人员流动性可通过视频采集获取;对于给水管网水压、流量可通过监测设备得到。在已获取动态指标监测数据的基础上,选取数据状态所处区域,经计算得到建筑火灾风险评估结果,以此反映建筑火灾风险变化情况。

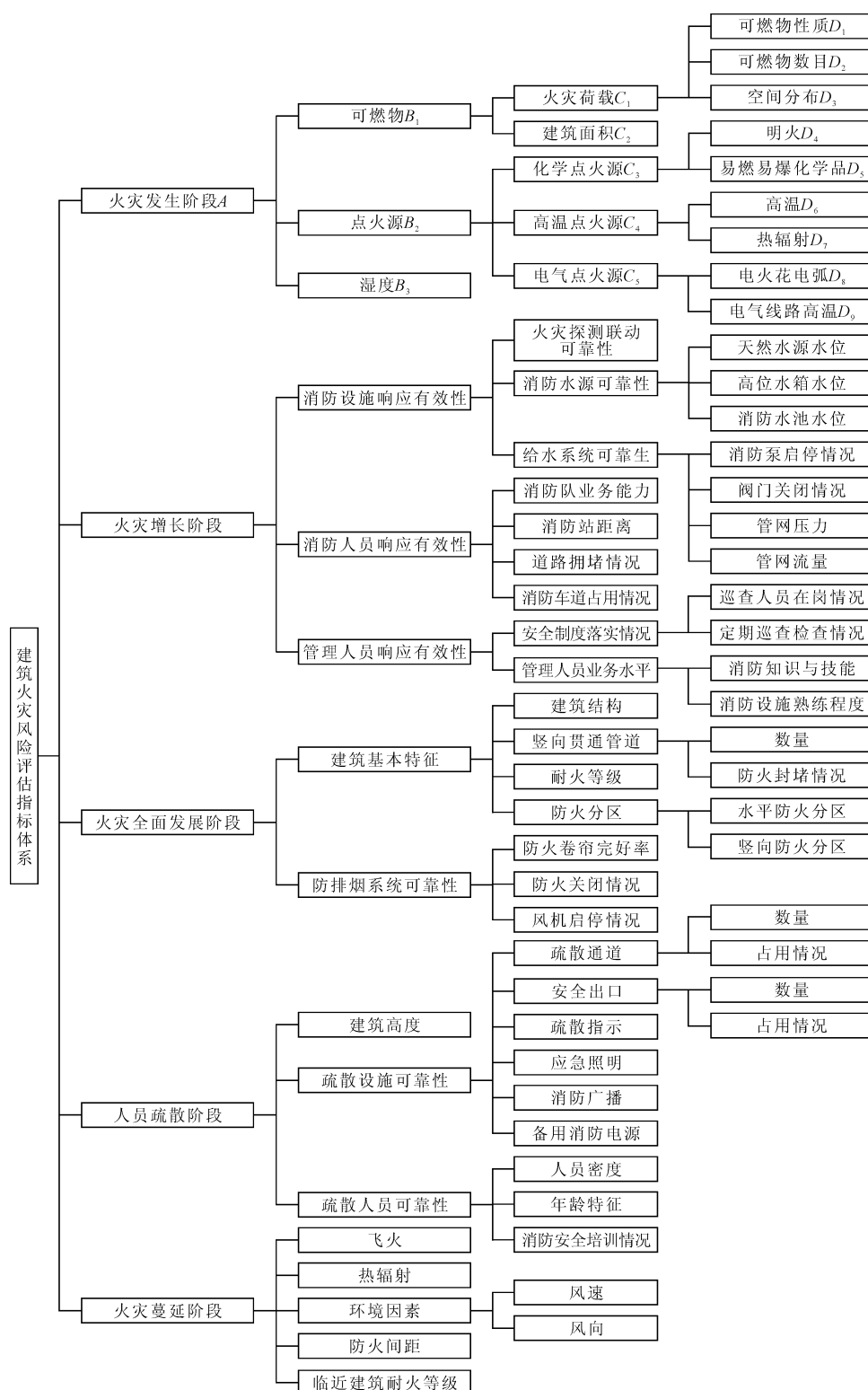


图2 建筑火灾风险评估指标体系层次分析模型

2.5 权重的计算

2.5.1 建立层次结构模型

以建筑起火阶段为例,利用层次分析法原理,将建筑起火阶段影响因素划分为:目标层、准则层、方案层、措施层等。根据各层级之间隶属关系,建立起火阶段层次分析模型(见图2)。

2.5.2 构造判断矩阵

构造判断矩阵是层次分析法的关键,判断矩阵元素的值反映了人们对各因素相对重要性的认识,一般采用1~9的标度方法确定,具体如表4所示。

基于以往火灾案例、火灾专家及研究者相关

表 3 建筑火灾风险评估指标体系

阶段	权重	一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重	评分	
火灾发生阶段	0.472 8	可燃物数量	0.454 5	火灾荷载	0.666 7	可燃物性质	0.104 7	85	
						可燃物数目	0.258 3	80	
						空间分布	0.637 0	70	
				建筑面积	0.333 3		85		
		点火源	0.454 5	化学点火源	0.100 5	明火	0.839 3	75	
				高温点火源	0.466 5	易燃易爆化学品	0.160 7	50	
						高温	0.750 0	60	
		电气点火源	0.433 0	热辐射	0.250 0	电火花电弧	0.250 0	50	
									电气线路高温
				湿度	0.091 0				
火灾增长阶段	0.291 4	消防设施响应有效性	0.637 0	火灾探测联动可靠性	0.658 6			70	
				消防水源可靠性	0.185 2	天然水源水位	0.428 6	80	
						高位水箱水位	0.142 8	80	
						消防水池水位	0.428 6	90	
				给水系统可靠性	0.156 2	消防泵启停情况	0.489 4	85	
						阀门关闭情况	0.346 0	85	
						管网压力	0.082 3	80	
		消防人员响应有效性	0.104 7	消防队业务能力	0.078 3	管网流量	0.082 3	70	
									95
						消防站距离	0.173 3		40
						道路拥堵情况	0.135 6		50
				消防安全制度落实情况	0.833 3	消防车道占用情况	0.612 8		60
						巡查人员在岗情况	0.833 3	75	
						定期巡查检查情况	0.166 7	60	
						消防知识与技能	0.666 7	70	
管理人员响应有效性	0.258 3	管理人员业务水平	0.166 7	消防设施熟练程度	0.333 3	65			
							95		
				数量	0.333 3	85			
				防火封堵情况	0.666 7	90			
		建筑基本特征	0.666 7	耐火等级	0.416 7		85		
				防火分区	0.208 4	水平防火分区	0.800 0	90	
				防火卷帘完好率	0.428 6	竖向防火分区	0.200 0	70	
						防火门关闭情况	0.428 6		85
火灾全面发展阶段	0.118 8	防排烟系统可靠性	0.333 3	风机启停情况	0.142 8		80		
							85		
							85		
							100		
		建筑高度	0.121 0					85	
								90	
				疏散通道	0.115 0	数量	0.750 0	90	
						占用情况	0.250 0	85	
人员疏散阶段	0.073 2	疏散设施可靠性	0.735 7	安全出口	0.162 6	数量	0.750 0	80	
						占用情况	0.250 0	85	
				疏散指示	0.170 6			90	
						应急照明	0.107 5		100
		消防广播	0.076 0			95			
				备用消防电源	0.368 3		95		
		疏散人员可靠性	0.143 3	人员密度	0.309 0		80		
				年龄特征	0.109 5		85		
				消防安全培训情况	0.581 5		60		

续表 3

阶段	权重	一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重	评分
火灾蔓延阶段	0.043 8	飞火	0.330 2					60
		热辐射	0.300 6					70
		环境因素	0.101 7	风速	0.166 7			40
		防火间距	0.174 9	风向	0.833 3			60
		邻近建筑耐火等级	0.092 6					100
								75

表 4 层次分析法 1~9 标度法

标度	含义
1	表示两个指标的重要性相等
3	表示指标 i 比指标 j 略重要
5	表示指标 i 比指标 j 明显重要
7	表示指标 i 比指标 j 强烈重要
9	表示指标 i 比指标 j 极端重要
2, 4, 6, 8	表示上述相邻指标重要程度的折中值

知识积累和工作经验,采用专家打分的方式,根据指标体系中每层因子对上层风险因素影响的重要程度两两比较,由 B 层级各因素对 A 层级的相对于权重构造出 A-B 判断矩阵 A。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & 5 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix}$$

2.5.3 计算权重系数

指标权重体现了指标体系中各风险因素对火灾风险水平影响的重要程度大小,对于权重的计算包括方根法、和法等多种求解方法。笔者采用方根法,计算结果如表 5 所示。

表 5 方根法各系数取值

m_i	w_i	W_i	λ_{\max}
5.000 0	1.710 0	0.454 5	
5.000 0	1.710 0	0.454 5	3.000 0
0.040 0	0.342 0	0.091 0	

其中 m_i 表示判断矩阵每一行元素乘积; w_i 表示 m_i 的方根; W_i 表示 w_i 归一化后的值; λ_{\max} 表示判断矩阵的最大特征值。

2.5.4 一致性检验

为避免因经验判断导致评价结果失真,需通过一致性检验来评判所构造的判断矩阵是否可以被接受。

$$CR = CI/RI \quad (1)$$

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (2)$$

式中: CR 为一致性比率; CI 为一致性指标; n

为成对比较因子个数; RI 为随机一致性指标,具体数值如表 6 所示。

表 6 随机一致性指标 RI 值

维数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.89	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

一般认为,当 $CR < 0.1$ 时,则该判断矩阵满足一致性,否则需调整判断矩阵。经计算可得矩阵 A 的一致性比率 CR 值为 0,小于 0.1,满足一致性检验。同理,按照上述步骤,经计算可得判断矩阵 B_1 、 B_2 、 C_1 、 C_3 、 C_4 、 C_5 均满足一致性检验。由此可得建筑起火阶段各风险评估指标的权重,依照以上构造判断矩阵及求权重的方法,可得出其他各阶段指标权重,计算结果见表 3。

3 实例分析

以合肥市某办公楼为例,根据建筑日常使用情况及消防安全管理情况,对其进行火灾风险评价。在建筑火灾风险评估中,由于火灾风险与安全之间无法明确划分出界限,加之火灾发展过程影响因素众多,且各项指标衡量方式,给各项指标的统一度量和对整个系统的综合评价造成困难。基于模糊理论的方法,通过邀请多位专家根据自己的经验将系统风险设定为 5 个等级,各等级所对应的量化关系如表 7 所示。

表 7 指标量化准则

各指标定性评价	非常安全	比较安全	一般安全	比较危险	非常危险
各指标量化值	[90, 100]	[80, 90]	[70, 80]	[60, 70]	[0, 60]

根据上述各指标量化准则,通过专家打分的形式对评估体系最底层的各项指标进行打分,具体分值的确定可参各防火规范及相关消防验收标准、消防管理细则等,评估体系中每一项指标的满分定为 100 分。由此,对该办公楼进行风险评价,按式(3)计算火灾风险指数 R :

$$R = \sum x_i w_i \quad (3)$$

式中: x_i 为各指标评分; w_i 为指标组合权重。

最终得出该办公楼的火灾风险综合指数为 $R = 71.9148$, 即该办公楼火灾风险等级为一般安全, 不够安全, 比较容易发生火灾。同时, 针对各火灾发展阶段评估得分, 可得到各阶段火灾风险指数, 如表8所示。

表8 各阶段火灾风险指数

阶段	火灾发生阶段	火灾增长阶段	全面发展阶段	人员疏散阶段	火灾蔓延阶段
风险指数	65.2053	72.2156	88.5041	87.6466	71.0519

由表8可知 ①在火灾发生阶段, 该办公楼评分比较危险, 易发于生火灾, 应加强建筑物内、外火源控制, 减少易燃易爆等可燃物品数量, 注意季节性天气变化; ②在火灾增长阶段, 该办公楼评分一般安全, 火势相对易于增长, 应加强消防安全管理、建筑物内既有消防设施检查, 确保消防设施可靠性、人员响应有效性; ③在火灾全面发展阶段, 该办公楼评分比较安全, 火灾不易蔓延, 防排烟性能良好; ④在火灾蔓延迫使人员疏散阶段, 该办公楼评分比较安全, 疏散设施可靠性较好, 能够满足人员疏散的需求, 但仍应加强人员培训, 提高相应的防火检查、巡查频次, 以保证消防安全管理情况; ⑤在人员疏散阶段, 该办公楼评分一般安全, 外部环境因素较差, 火灾相对易于蔓延至临近建筑, 应注重天气变化, 消除邻近建筑间可燃物, 加强高温、大风等天气防火检查。

4 结论

(1) 创新性地建立了以“火灾事故发展”为主线的建筑火灾风险评估指标体系。注重考虑“动态”因素对建筑火灾风险变化的影响, 从“静态”“动态”两个角度进行考虑, 建立了一种简明、全面的建筑火灾风险评估指标体系, 能够较好地反映风险因素变化对建筑火灾风险的影响情况。

(2) 通过实例分析可知, 根据一次性输入的静态指标和物联网监测手段实时获取的动态指标, 可输出建筑火灾发展各阶段对应的火灾风险分项指数以及该建筑的火灾风险综合指数。同时, 根据评估结果中发现的问题, 能够针对性地提出整改建议, 以降低建筑火灾风险综合指数。

(3) 建筑火灾是一个极其复杂的过程。目前, 针对该指标体系仍需进一步优化, 特别是“动态指标”部分, 如何进行指标状态值划分, 通过物联网监测阈值及分级设定, 利用物联网监测手段进行指标评分的获取, 将是笔者未来研究的重点。

参考文献:

- [1] 应急管理部消防救援局. 2018年全国火灾及出警情况[EB/OL]. [2019-03-10]. <http://www.119.gov.cn/xiaofang/hztj/36306.htm>.
- [2] 张俊朋, 于兴腾. 基于层次分析法的高效图书馆火灾风险评价指标体系研究[J]. 安全, 2007(3): 23-26.
- [3] SFPE. SFPE engineering guide to performance based fire protection analysis and design of buildings[M]. Quincy: National Fire Protection Association, 2000: 60-83.
- [4] 李引擎, 季广其, 邓正贤, 等. 建筑物火灾损失统计计算和保险费率确定[J]. 建筑科学, 1998, 14(5): 3-7.
- [5] 田玉敏. 建筑火灾风险评价体系的建立与应用探讨[J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(8): 74-79.
- [6] 颜峻, 左哲. 建筑物地震次生火灾的贝叶斯网络推理模型研究[J]. 自然灾害学报, 2014, 23(3): 205-212.
- [7] 王喆. 基于贝叶斯网络的动态风险评估方法[D]. 北京: 北京信息科技大学, 2015.
- [8] 王伟军. 建筑火灾风险评价方法综述[J]. 消防科学与技术, 2008, 27(7): 477-481.
- [9] 裴楠. 一种半定量建筑火灾风险评估指标体系[J]. 中国公共安全(学术版), 2017, 30(1): 24-30.
- [10] SAATY T L. The analytic hierarchy process[M]. New York: McGraw Hill Inc, 1982: 13-53.
- [11] 邵望定. 基于模糊综合评价的高层建筑火灾风险评估模型[J]. 武警学院学报, 2015, 31(2): 68-70.
- [12] 田玉敏. 建筑火灾风险评价体系的建立与应用探讨[J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(8): 74-79.
- [13] 马鑫, 黄全义, 刘全义, 等. 基于物联网的建筑火灾动态监测方法[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2012, 52(11): 1584-1590.
- [14] 疏学明, 赵全来, 吴蕾蕾, 等. 校园安全风险分析与监测预警方法研究[C]//“中国视角的风险分析和危机反应”: 中国灾害防御协会风险分析专业委员会第四届年会论文集. [S.l.]: [s.n], 2010: 269-274.

(下转第358页)

- 子热度预测算法[J]. 四川大学学报, 2014, 51(3): 467-473.
- [10] 张茂元, 孙树园, 王奕博, 等. 基于 EKSC 算法的网络事件热度预测方法[J]. 计算机工程与科学, 2018, 40(2): 238-245.
- [11] CHEN X G, DUAN S, WANG L. Research on trend prediction and evaluation of network public opinion [J]. Concurrency Computation: Practice Experience 2017 29(24): 1-9.
- [12] 安璐, 周思瑶, 余传明, 等. 突发传染病微博影响力的预测研究[J]. 情报科学, 2017, 35(4): 27-30.
- [13] HUANG N E, SHEN Z, LONG S R, et al. The empirical mode decomposition and the hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis [J]. Proceedings of the Royal Society of Land A, 1998(454): 903-995.
- [14] WU Z H, HUANG N E. Ensemble empirical mode decomposition: a noise-assisted data analysis method [J]. Advances in Adaptive Data Analysis 2009, 1(1): 1-41.

Research on Public Opinion Heat Trend Prediction of Emergent Infectious Diseases Based on EEMD - NAR

XIANG Xiaodong, HUANG Piao

Abstract: In order to accurately predict the trend of public opinion, and to provide the relevant departments decision-making information of guiding the public opinion, the EEMD - NAR neural network combination model is used to predict the development trend of public opinion and Baidu index is used as the heat value to form original time series, then EEMD is used to decompose original time series. We can get the predicted value of original data by means of constructing NAR neural network model to predict straggling time series and add together. Finally, to explain the accuracy and validity of the EEMD - NAR model, the predicted error of EEMD - NAR and single neural network model are compared. The experimental results showed that the EEMD - NAR neural network model has certain superiority in predicting the nonlinear single sequence prediction problems. The combined model improved accuracy based on single NAR neural network, which can provide reference for the relevant departments to predict the growing trend of public opinion.

Key words: network public opinion; heat trend prediction; EEMD; emergent infectious diseases; NAR neural network

XIANG Xiaodong: Prof.; School of Economics & Management, Fuzhou University, Fuzhou 350116, China.

(上接第 351 页)

Design of Building Fire Risk Assessment Index System Based on Analytic Hierarchy Process

XU Jianqiang, LIU Xiaoyong

Abstract: In order to highlight the impact of the change of "dynamic" risk factors on the size of building fire risk, enhance the scientificity and practicability of building fire risk assessment, and meet the needs of risk assessment, by sorting out the development stages of building fire, the hierarchical structure model of building fire risk analysis is constructed based on the principle of analytic hierarchy process, and the index system of building fire risk assessment is determined from two perspectives of "static" and "dynamic". On this basis, the corresponding judgment matrix is established according to the expert questionnaire, and the weight values of each index factor are calculated, which can be used to rank the importance of building fire risk factors. The research results show that the index system provides a scientific basis for perfecting the risk assessment method of building fire, and has important reference significance for building fire prevention and safety management.

Key words: building fire; risk assessment; index system; analytic hierarchy process; fire risk factors

XU Jianqiang: Postgraduate; Hefei Institute for Public Safety Research Tsinghua University, Hefei 230601, China.