

老旧商业建筑火灾危险性评价系统研究

张振文 刘永军 武耀 刘洋洋

(沈阳建筑大学土木工程学院, 辽宁沈阳 110168)

摘要 以老旧商业建筑的检测数据及相关资料调查为依据,采用模糊灰色综合评价法、层次分析法等最新信息处理技术构建老旧商业建筑火灾危险性评价模型。根据评价模型运用 Visual Basic 6.0 编译老旧商业建筑火灾危险性评价系统软件。该系统软件可快速对某商业建筑室内火灾危险性进行评价并确定危险性等级,这不仅克服了利用评价模型进行人工手算时计算复杂、耗时久的弊端,还为老旧建筑进行防火改造提供一定理论依据。最后本文以一老旧商业建筑火灾危险性评价实例验证了该系统软件的可操作性。

关键词 老旧商业建筑; 火灾危险性; 灰色理论; 模糊综合评价

中图分类号 TU998.12 **文献标识码** A **文章编号** 1674-7461(2013)06-0067-06

1 引言

随着我国城市建设的飞速发展,火灾已经成为城市灾害的一个重要组成部分。据统计从1991年到2003年间商场、市场特大火灾191起,伤亡人数653人。分别占到公共聚集场所特大火灾起火次数的67.7%,伤亡人数的24.3%^[1]。这说明商业建筑火灾在建筑火灾中占有重要地位。从表1中列举的典型商业火灾案例也不难看出,商业建筑火灾造成了财产和人员的巨大损失。尤其是老旧商业建筑,由于使用时间的增长,结构及防火设备都的老化问题,更是成为了商业火灾的高发区。所以对老旧商业建筑进行火灾危险性评价工作并为老旧建筑改造提供依据显得十分重要。

2 模糊灰色数学模型的建立

2.1 建立评价矩阵

评价对象的因素集合为: $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$, 对于评价对象一共有 m 个因素影响。对各个因素的评语集合为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 将评语分了 n 个。总评价为直积空间 $U \times V$ 上的模糊灰色关系集合 (\tilde{R}) , 为单因素 GF 矩阵:

【基金项目】 国家科技支撑计划 (2012BAJ11B02-03)

【作者简介】 张振文(1990-)男,在读硕士。主要研究方向:老旧建筑火灾危险性评价及抗火性能。

表1 1993-2004年典型商业火灾案例统计^[2-5]

火灾名称	直接财产损失	死亡人数	时间
南昌万寿宫商场火灾	586万元	无	1993
唐山市林西百货大楼火灾	400万元	80	1993
北京隆福大厦火灾	2000万元	无	1993
鞍山商场	866万元	35	1995
佳木斯华联商厦火灾	3638万元	1	1998
达川市通州百货商城火灾	3168万元	20	1999
洛阳东都商厦火灾	275万元	309	2000
吉林中百商厦火灾	426万元	54	2004

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} (\mu_{11}, \nu_{11}) & \cdots & (\mu_{1n}, \nu_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (\mu_{m1}, \nu_{m1}) & \cdots & (\mu_{mn}, \nu_{mn}) \end{pmatrix} \quad (1)$$

其中: μ_{ij} 为元素 (μ_{ij}, ν_{ij}) 的隶属度, ν_{ij} 为元素 (μ_{ij}, ν_{ij}) 的点灰度。 \tilde{R} 这里称之为模部, R 称之为灰部。

2.2 建立权重集合

权重集合用于描述评价对象与所建立指标集合之间的模糊灰色关系,若未能确定各因素的恰当的权重分配,只能掌握各权重的大概值,则可给出同一层次关于上一层准则的权重及所对应的点灰度值,可看作 GF 关系矩阵:

$$\tilde{A} = [(a_1 \ \nu_1), (a_2 \ \nu_2) \cdots \cdots (a_m \ \nu_m)] \quad (2)$$

其中: a_i 为权重系数的隶属度 ν_j 为权重系数的点灰度 \tilde{A} 为权重集合。

2.3 进行综合评价

为了在评价过程中尽可能的保留信息,在模部运算中采用 $M(\cdot, \otimes)$ 算子,在灰部运算中采用 $M(\wedge, \cdot)$ 算子,其综合评价结果如下^[6]:

$$\begin{aligned} \tilde{B} &= \tilde{A} \circ \tilde{R} = [(b_j \ \nu_{bj})]_n \\ &= [\{(\sum_{k=1}^m a_k \cdot \mu_{kj}), (\prod_{k=1}^m (1 \wedge (v_k + v_{kj})))\}] \quad (3) \end{aligned}$$

同理可将模糊灰色模型扩展成二级、三级甚至更多级数的评价模型。

3 建筑火灾危险性灰度模糊综合评价过程

3.1 建立影响老旧商业建筑火灾危险性的因素集

影响老旧商业建筑火灾危险性的因素涉及各个方面,根据火灾具有随机性和确定性的双重特性综合考虑后^[7],将影响建筑火灾危险性的一级指标划分为以下六类: U_1 建筑情况:建筑物的装修材料、火灾荷载、火源位置等都对火灾的发生有重要影响。 U_2 防火系统:建筑物所具有的防火系统将决定能否快速扑灭火灾,对火灾大小有一定控制

作用。 U_3 群居特性:人员密度,建筑物内人员安全素质等也是影响火灾危险性的重要因素。 U_4 防火安全管理:完善的火灾疏散应急预案、定期维修检查各种防火设备是提前发现火灾隐患的最佳手段。 U_5 安全疏散设施:合理的安全疏散通道和标记,良好的应急照明能够保证将人员伤亡降到最低。 U_6 消防安全设计:合理的安全出口设计及防火分区,正常工作的防火卷帘有助于控制火灾的发展蔓延。基于以上分析相应的可以建立评价指标体系如表2。

3.2 评价指标体系各因素的确定

采用分五段区间的取值方法来定义定量指标的数值,以防火安全管理 U_4 为例, U_4 的二级指标中安全宣传教育 U_{41} 、防火应急疏散演习 U_{43} 、定期检修与排查防火系统故障间隔时间 U_{45} 这三个二级指标为定量指标。查阅相关规范及资料列出 U_{41} 的相关隶属度、点灰度如表3。

由于指标因素的多样性以及国内缺乏相关火灾调查资料统计,在评价建筑火灾危险性时有出现某些指标无法合理的进行定量分析,只能通过定性分析描述。同样以防火安全管理 U_4 为例,其中防火安全责任制分配及防火制度建设 U_{42} 、是否有专职值班人 U_{45} 为定性分析指标,查阅相关规范及资料列出 U_{42} 的相关隶属度、点灰度如表4。

表2 老旧商业建筑火灾危险性评价一、二指标体系

一级指标	建筑情况 U_1	防火系统 U_2	群居特性 U_3
二级指标	建筑火灾荷载密度 U_{11}	消火栓系统 U_{21}	人员年龄构成 U_{31}
	建筑装修材料 U_{12}	灭火器系统 U_{22}	建筑人员密度 U_{32}
	建筑结构类型 U_{13}	自动喷水灭火系统 U_{23}	员工消防知识与技能 U_{33}
	建筑耐火等级 U_{14}	员工消防知识与技能 U_{33}	
	建筑年龄 U_{15}	自动火灾探测、报警系统 U_{24}	
	建筑周边环境 U_{16}	防排烟系统 U_{25}	
	当地气象因素 U_{17}		
	火源位置 U_{18}		
一级指标	防火安全管理 U_4	安全疏散设 U_5	消防设计 U_6
二级指标	安全宣传教育 U_{41}	消防车通道 U_{51}	安全出口设计 U_{61}
	防火安全责任制分配及防火制度建设 U_{42}	安全疏散通道标志 U_{52}	防火门、防火卷帘现状 U_{62}
	防火应急疏散演习 U_{43}	建筑物疏散通道是否保持畅通 U_{53}	防火分区分布合理性 U_{63}
	定期检修与排查防火系统故障 U_{44}	应急照明 U_{54}	
	是否有专职值班人员 U_{45}	火灾应急广播疏散系统 U_{55}	

表3 安全宣传教育 U_{41} (单位:次/年)

等级 U_{41}	严重危险 v_1	比较危险 v_2	一般安全 v_3	比较安全 v_4	安全 v_5
>6	(0, 1)	(0, 1)	(0, 1)	(0, 1)	(1, 0.1)
5	(0, 1)	(0, 1)	(0, 1)	(1, 0.2)	(0, 1)
4	(0, 1)	(0, 1)	(1, 0.1)	(0, 1)	(0, 1)
1~3	(0, 1)	(1, 0.2)	(0, 1)	(0, 1)	(0, 1)
<1	(1, 0.1)	(0, 1)	(0, 1)	(0, 1)	(0, 1)

表4 防火安全责任制分配及防火制度建设 U_{42}

等级 U_{42}	严重危险 V_1	比较危险 V_2	一般安全 V_3	比较安全 V_4	安全 V_5
优	(0, 1)	(0, 1)	(0, 1)	(0.25, 0.2)	(0.75, 0.1)
良	(0, 1)	(0, 1)	(0, 1)	(1, 0.2)	(0, 1)
一般	(0, 1)	(0, 1)	(0.25, 0.1)	(0.75, 0.2)	(0, 1)
差	(0, 1)	(0.5, 0.2)	(0.5, 0.1)	(0, 1)	(0, 1)

表5 综合评价系统的安全等级及对应分数区间

评价等级 V	严重危险 V_1	比较危险 V_2	一般安全 V_3	比较安全 V_4	安全 V_5
评分区间	<60	60~70	70~80	80~90	>90
等级参数分数	55	65	75	85	95

3.3 利用层次分析法确定权重集合

利用层次分析法确定同层次中各指标的权重关系是一种比较成熟的方法 在这不多做介绍。它的优点在于能够减少主观错误 简化分析过程并有助于判断者保持思维一致性。引入 1-9 比率标度法 构造各级指标的评判矩阵并检查评判矩阵的一致性。

3.4 总评估过程

根据多级评价模型求得各二级隶属度函数 组成矩阵。得到最终评价行列式如下：

$$\tilde{B} = \tilde{A} \cdot \tilde{R} = \tilde{A} \cdot \begin{Bmatrix} \tilde{B}_1 \\ \vdots \\ \tilde{B}_6 \end{Bmatrix} = \tilde{A} \cdot \begin{Bmatrix} \tilde{A}_1 \cdot \tilde{R}_1 \\ \vdots \\ \tilde{A}_6 \cdot \tilde{R}_6 \end{Bmatrix} = \tilde{A} \cdot \begin{pmatrix} (b_{11} \quad \nu_{11}) & \cdots & (b_{15} \quad \nu_{15}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (b_{61} \quad \nu_{61}) & \cdots & (b_{65} \quad \nu_{65}) \end{pmatrix} \quad (4)$$

其中： \tilde{A} 为一级指标权重集合， \tilde{R} 为二级隶属度函数集合， \tilde{B} 为最终评价行列式集合。

3.5 评价结果处理

采用等级参数评判法^[8-10] 将评价集合分为五个等级 并确定各等级的评分区间及评分参数如表 5。

各等级规定的参数分数列向量 $C = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5\}^T$ 则等级参数评判结果公式：

$$Y = \tilde{B} \cdot C = \sum_{j=1}^5 b_j \cdot c_j = P(P \in \mathbf{R}) \quad (5)$$

然后根据 Y 值确定所属评价等级。对综合评价灰度采用加权平均计算公式：

$$g(B) = (v_1 \quad \nu_2 \quad \nu_3 \quad \nu_4 \quad \nu_5) / 5 \quad (6)$$

从而得到综合评价结果可靠度为 $1 - g(B)$ 。

4 软件设计及工程实例运用

4.1 软件设计

笔者运用编译软件 VB6.0 根据以上所述的危险性评价方法自主编译了“老旧商业建筑火灾危险性评价系统软件 1.0”。这款软件能针对老旧商业建筑物进行快速火灾危险性评价。评估软件主要

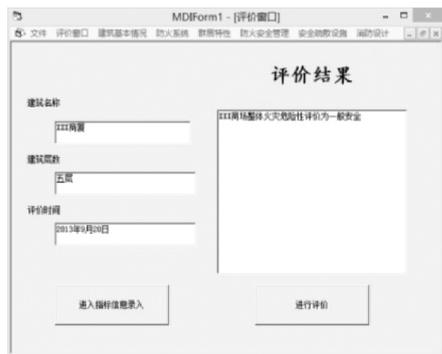


图6 评价结果界面

4.3 评价结果与分析

该老旧商业建筑整体火灾危险性评价等级为一般安全。根据实际情况,该商业建筑从建成开始并没有发生过大的火灾事故,这说明该商业建筑的各项防火指标基本符合国家的相关规范,自身的火灾危险性并不大。然而由于使用时间的增长,建筑的电气及防火设备的老化程度将进一步加大,所以不能松懈对建筑火灾的管理工作,积极排查火灾隐患,真正做到“预防为主,安全第一”。

5 结论与建议

系统软件通过对某老旧商业建筑的实际运用,可以看出老旧商业建筑火灾危险性评价指标体系及软件的评价结论能够比较真实的反应该建筑的火灾危险性现状,说明建立的老旧建筑火灾危险性评价指标体系是可行的,可用于城市老旧建筑火灾危险性评价现状的实际工作中。

参考文献

[1] 张云明. 大型商业建筑火灾疏散性能化分析方法研究

[D]. 西安科技大学, 2006.

[2] 公安部消防局. 中国火灾统计年鉴. 北京: 警官教育出版社, 2002.

[3] 公安部消防局. 中国火灾统计年鉴. 北京: 中国人事出版社, 2003.

[4] 公安部消防局. 中国消防年鉴. 北京: 中国人事出版社, 2004.

[5] 公安部消防局. 中国消防年鉴. 北京: 中国人事出版社, 2005.

[6] 王君. 信息不完全的灰色模糊多准则决策方法研究[D]. 中南大学, 2007.

[7] 范维澄, 陈莉. 卧室火灾危险度的双重性模型[J]. 中国科学技术大学学报, 1994(02): 221-224.

[8] 杜红兵, 周心权, 张敬宗. 高层建筑火灾风险的模糊综合评价[J]. 中国矿业大学学报, 2002(3): 242-245.

[9] 杜红兵. 建筑火灾风险评价中定性指标的模糊灰色评价方法研究[J]. 太原理工大学学报, 2009(5): 441-444.

[10] 汪应洛. 系统工程理论、方法与应用(第2版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.

[11] 范维澄, 孙金华, 陆金香. 火灾风险评估方法学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[12] 郑双忠, 高永庭, 陈宝智. 城市建筑火灾评价指标及其权重处理[J]. 工业安全与环保, 2001(11): 37-40.

[13] 建筑设计防火规范 GB50016 - 2006. 中国计划出版社, 2006.

[14] Luo you-xin, Cai an-hui, Zhang hong-ting. Universal Grey Number and its Application to Mechanical Error. Changde Teachers University. 2001(3): 11-15.

[15] Liu Si-feng, Forrest J. The Role and Position of Grey System Theory in Science Development, The Journal of Grey System, 1997 9(4): 351-356.

[16] 伍爱友等. 建筑物火灾危险性的模糊评价[J]. 火灾科学, 2004 2(2): 99-105.

Research of Fire Risk Assessment System for Old Commercial Buildings

Zhang Zhenwen, Liu Yongjun, Wu Yao, Liu Yangyang

(College of Civil Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: Based on the inspection data and the relevant information of the old commercial buildings, the authors built a fire risk assessment system with the fuzzy grey comprehensive evaluation and the AHP which are the newest Information Processing Techniques. The software which runs in Visual Basic 6.0 according to the system were developed. This software could evaluate the fire risk indoor and determine the levels of fire risk of the commercial

BIM 赢在细节——2013 年 GRAPHISOFT DAY 暨 ArchiCAD17 新品发布会

2013 年 11 月 14 日 2013 GRAPHISOFT DAY 暨 ArchiCAD 17 新品发布会在西单美爵酒店隆重举行,吸引了百余位业界同仁共同分享了 BIM 市场发展趋势、创新技术及应用。本次发布会以“BIM 赢在细节”为主题,宣布 ArchiCAD 17 中文版正式发布。



图 1 GRAPHISOFT 公司亚太区
副总裁 Bence Kovacs 先生



图 2 图软香港有限公司负责人
Tibor Stahl 先生



图 3 图软香港有限公司北京代表处
首席代表赵一中先生

图软香港有限公司北京代表处首席代表赵一中先生介绍了 GRAPHISOFT 公司概况,GRAPHISOFT 公司亚太区副总裁 Bence Kovacs 先生介绍了 Graphisoft 公司一年来在全球的发展和取得的成绩,提出了“3D 数据看起来与 BIM 数据是一样的,但是 BIM 数据代表了建筑属性”的观点,阐述了 Graphisoft 公司对 BIM 的理解,详解了如何将此理念运用在 ArchiCAD 软件的开发过程中。

随后,图软香港有限公司负责人 Tibor Stahl 先生和北京代表处首席代表赵一中先生先后上台发言,向来宾介绍了 Graphisoft 公司在区域内的发展及 Graphisoft 公司在中国的发展,赢得来宾的阵阵掌声。

ArchiCAD17 中文版正式发布,图软香港有限公司北京代表处 BIM 实施总监赵昂女士向来宾详细讲解了 ArchiCAD 17 的各项新功能,吸引了在座所有嘉宾的注意力,大家纷纷表示 ArchiCAD17 更加人性化、细致化,更适应 BIM 的发展潮流。

2013 年 GRAPHISOFT DAY 暨 ArchiCAD17 新品发布会在热闹非凡的晚宴中圆满结束。

(图软香港有限公司北京代表处 供稿)

(上接第 71 页)

buildings. It not only overcomes the disadvantage of complex computing and long time for the manual calculation, but also provides a basis for how to transform the old commercial buildings. At last, the paper took of the evaluation of the fire risk of a old commercial building as an example to confirm the operability of the software.

Key Words: Old Commercial Buildings; Fire Risk; Fuzzy Comprehensive Evaluation; Grey Theory

(上接第 66 页)

Abstract: In this paper, Grid Method, which is usually used in finite element mesh generation, is now applied for rapid modeling of arbitrary polygon Grid Structure, and its function is realized in SPASCAD (the software of space modeling) by the developing of program. The engineer only selects the beginning edges of polygons and determines orientation of Grid. The software can automatic forming the model of plate space frame. The basic element of plate space frame includes Square pyramid and Triangular pyramid. The software can greatly improve the engineer's efficiency. This work just is preliminary research for the Rapid modeling of irregular grids, structures, and more development is needed to be continue.

Key Words: Grid Method; Freeform; Irregular Space Grids Structure; Square Pyramid; Triangular Pyramid; Rapid Modeling