

城市社区灾害减除能力多层次灰色评估系统

吴晓涛^{1,2}

1. 河南理工大学应急管理学院, 河南焦作 454000
2. 河南省应急管理技术与培训基地, 河南焦作 454000

摘要 构建了应急管理视角下的中国城市社区灾害减除能力评估体系, 包括 6 个 1 级指标和 25 个 2 级指标, 并综合运用层次分析法和灰色系统理论, 建立了多层次灰色评估模型, 用以定量评估城市社区灾害减除能力。根据建立的模型, 结合河南省焦作市龙源湖社区进行实例计算表明, 该社区灾害减除能力处于良好与中等之间, 需要强化灾害减除在社区应急管理全过程的各项工作。综合评估模型为提升城市社区灾害减除能力评估的科学性提供了有益参考。

关键词 城市社区; 灾害减除; 能力评估; 多层次灰色评估; 白化权函数

中图分类号 X913.4

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.07.013

Multi-hierarchical Grey Evaluation System for Urban Community Disaster Mitigation Capability

WU Xiaotao^{1,2}

1. School of Emergency Management, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, Henan Province, China
2. Emergency Management Technology and Training Base in Henan Province, Jiaozuo 454000, Henan Province, China

Abstract In the recent years, emergencies happen frequently in China, therefore the research on emergency management has been paid more attention by many scholars. The emergency management process is divided into four periods which are mitigation, preparation, replying, and resuming based on classic emergency management cycle theory. The concept of "disaster mitigation capability" is systematic, comprehensive, and theoretical; as a result, deep study on it has a high theoretical value. The related literature study shows that there are few systemic researches aiming at emergency mitigation capability of urban communities. Based on the present developing process and emergency features of urban communities, building and applying the evaluation system for urban communities' disaster mitigation capability has the important theoretical and practical value to the safety of urban communities and the consistent development of society. The evaluation system builds on three parts of theories; they are emergency management theory, "the preparation community" theory, and "the resuming community" theory. The evaluation system of disaster mitigation capacity has been built based on the emergency management, including six first-level indexes and 25 second-level indexes, and the analytic hierarchy process and grey system theory is applied to build multi-hierarchical grey comprehensive evaluation model in order to quantitatively evaluate disaster mitigation capacity of urban communities. Based on the model and the computation result of the example of Longyuanhu Community of city Jiaozuo in Henan Province, it is shown that the disaster mitigation capacity of the community is between good and not bad, and the disaster deduction of emergency management in communities needs to be strengthened. The comprehensive evaluation model provides the useful consideration for improving disaster mitigation capacity in urban communities.

Keywords urban community; disaster mitigation; capacity evaluation; multi-hierarchical grey evaluation; albinism weight function

0 引言

近年来, 中国突发事件频发, 应急管理研究已成为一个

热点领域。经典应急管理周期理论将应急管理全过程分为灾害减除(mitigation)、准备、应对和恢复 4 个阶段。灾害减除贯

收稿日期: 2011-02-01; 修回日期: 2011-02-17

基金项目: 2010 年度河南省政府决策研究招标课题(B225); 河南理工大学博士基金项目(B2010-72)

作者简介: 吴晓涛(中国科协所属全国学会个人会员登记号:S327110189S), 副教授, 研究方向为应急管理与安全社区建设, 电子信箱:w_xiaotao@126.com

穿于突发事件应急管理全过程,它没有明确的开始和结束时间界限,可能在上次灾害的恢复阶段就应急开始,直到下一次灾害准备阶段还在继续,它是有效实施应急管理过程中重要的基础性工作^[1]。美国国土安全部将灾害减除定义为:“设计用来减少或消除对人员和财产的风险,或者突发事件的实际或潜在影响或后果的行动”。其中,灾害减除的基本内容包括对可能形成灾害的危险识别、社会环境中存在的脆弱性分析、减少或避免危险发生的手段以及对居民的相关教育等^[1]。灾害减除能力是一个系统而综合的理论概念,对其进行深入探讨有很强的理论价值。文献调研表明,目前学者多侧重于采用地理信息系统(GIS)技术探讨城市自然灾害的风险和综合应对能力评估^[2-5],而针对突发事件的城市社区灾害减除能力的系统研究很少见。从目前中国城市社区发展进程和城市社区突发事件特点来看,建立和完善城市社区灾害减除能力评估体系对中国城市社区安全和社会可持续发展具有重要的理论意义和实践价值。城市社区灾害减除能力评价是一个信息不完全的复杂多因素综合决策问题,涉及经济、管理、工程、技术等多方面^[6-7],故其评价指标多是灰色、模糊、难量化的,各指标间本质上是一种灰色关系,适合采用灰色理论处理。灰色理论在缺信息、少资料条件下建模、预测和决策有较强优势^[8-9]。目前,运用灰色理论进行具体问题评价已成为热点^[10-12]。因此,本文构建了中国城市社区灾害减除能力的多层次灰色评估模型,并结合实例进行分析,以期为提升城市社区灾害减除能力评价的科学性提供有益参考。

1 城市社区灾害减除能力评估指标体系

1.1 城市社区灾害减除能力评估体系构建的理论基础

城市社区灾害减除能力评估体系的构建主要基于以下三部分理论产生。① 应急管理理论。应急管理理论是城市社区灾害减除工作的理论基础,其内涵是应急管理的措施与流程,具体指“一案三制”(应急预案、应急管理体制、应急管理机制和应急管理法制),其外延是应急管理工作的范围,具体指管理突发事件的职能与能力,即在突发事件4个阶段中的主要职能,例如应急管理机制的内涵有指挥决策机制、组织协调机制、预测预警机制、应急响应机制^[13]。② “有准备的社区”理论。澳大利亚紧急事态管理署提出了“有准备的社区”理论。为更好应对突发事件,社区须做好相应准备工作,如需要做好应急的人力资源准备,包括社区应急管理人员准备,确定相关负责人员,落实相关责任;社区人力资源准备还包括应急志愿者准备,建立应急志愿者组织,分类别招募和培训志愿者,有条件社区可组建专业应急队伍;社区应急预案准备,根据社区突发事件类型,建立相应应急预案,并注意社区应急预案与当地政府应急预案衔接问题,做好应急预案演习和演练和修订。同时,还需要根据社区风险特征以及社区的经济实力,储备相应的应急物资^[14]。③ “有康复力的社区”理论。“有康复力的社区”是美国学者提出的,指灾害发生后,社区能迅速从灾害中恢复,使居民生活走向正轨,一方面是

更广泛地获取灾后恢复重建的资源,除政府资源和社会捐助外,社区参加保险以及社区居民的收入水平是社区康复力的重要体现;另一方面是提高社区的适应能力,包括心理适应、环境适应及经济适应能力等^[15]。

1.2 城市社区灾害减除能力评估体系构建

城市社区灾害减除能力评估指标涉及多领域和多学科内容,指标选择遵循科学性、系统性、可比性和简便可行性等原则,基于上述理论和实践基础,融合行业专家调研意见,构建了城市社区灾害减除能力评估指标体系,其中包括6个1级指标和25个2级指标,详见表1。因篇幅限制,这里不对指标进行详细阐述。

2 城市社区灾害减除能力的多层次灰色评估模型

影响城市社区灾害减除能力的因素多是灰色、模糊、难量化的,其评估建立在评估者的知识水平、认知能力和个性偏好基础上,不易排除人为因素引起的偏差。因此,本文构建的多层次灰色模型评估城市社区灾害减除能力,按照两大步骤展开:一是根据层次分析法(AHP),分析影响城市社区灾害减除能力的关键因素,在此基础上构建递阶多层次评估指标体系,然后制定评估指标的评分等级标准,再利用层次分析法计算各评估指标权重;二是依据灰色评价过程确定评估样本矩阵和评估灰类,求得灰色评估权重向量,计算出城市社区灾害减除能力的综合评估值。

(1) 构建评估指标体系。

城市社区灾害减除能力评估指标体系见表1。

(2) 确定评估指标权重。

评估指标权重的确定是城市社区灾害减除能力评估问题研究的重要步骤。由于所构建的评估体系中多为定性指标,需对其进行量化处理,考虑采用层次分析法确定其评价指标的权重向量,1级评估指标的权重向量 $B=(B_1, B_2, \dots, B_6)$, 其中 $B_i \geq 0, \sum_{i=1}^6 B_i=1$; 2级评估指标的权重集 $C_i=(C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{in})$, 其中 $C_{ij} \geq 0, \sum_{j=1}^n C_{ij}=1$ (i 分别取 1, 2, 3, 4, 5, 6 时, n 为 4, 4, 4, 5, 4, 4)。

(3) 制定评估指标的评分等级标准。

城市社区灾害减除能力评估指标为定性指标,将其转化为定量指标需要制定出指标评估等级和评分标准。考虑到城市社区灾害减除能力特点及人思维能力最大可能分辨力,采用李克特5级量表(five-point Likert scale)测量评估指标,评估值为 5, 4, 3, 2, 1, 分别表示指标“优秀”、“良好”、“中等”、“较差”、“很差”;当指标等级介于两相邻等级间时,评分分别为 4.5, 3.5, 2.5 和 1.5。

(4) 组织专家打分,求评估样本矩阵。

组织 n 位评估专家依据评分等级标准对城市社区灾害减除能力评估指标 C_{ij} 进行打分 v_{ij} , 并填写评估专家评分表。从而求得样本评估矩阵:

表 1 城市社区灾害减除能力评估指标体系
Table1 Evaluation index system of urban disaster community mitigation capability

目标层	1 级指标层	2 级指标层
城市社区灾害减除能力 (G)	城市社区应急管理组织 (B ₁)	社区减灾领导机构 (C ₁₁)
		社区减灾执行机构 (C ₁₂)
		社区减灾工作制度 (C ₁₃)
		灾害减除专项资金投入 (C ₁₄)
	城市社区突发灾害风险评估 (B ₂)	社区突发灾害隐患清单 (C ₂₁)
		社区灾害脆弱性群体清单 (C ₂₂)
社区灾害脆弱设施清单 (C ₂₃)		
社区灾害风险地图 (C ₂₄)		
城市社区灾害应急预案 (B ₃)	社区应急避难图编制 (C ₃₁)	
	社区及家庭突发事件应急预案 (C ₃₂)	
	社区及家庭突发应急救援演练 (C ₃₃)	
	应急演练效果评估 (C ₃₄)	
城市社区灾害减除能力 (G)	城市社区突发灾害教育和培训 (B ₄)	组织减灾宣传教育 (C ₄₁)
		开展防灾减灾活动 (C ₄₂)
		印发防灾减灾材料 (C ₄₃)
		参加防灾减灾培训 (C ₄₄)
		与其他社区进行减灾交流 (C ₄₅)
城市社区灾害减除基础设施 (B ₅)	设立社区应急避难场所 (C ₅₁)	
	明确社区应急疏散路径 (C ₅₂)	
	社区和家庭应急救援物资储备 (C ₅₃)	
	设置防灾减灾宣传教育场地和设施 (C ₅₄)	
城市社区居民减灾意识与技能 (B ₆)	了解本社区内各类灾害风险状况 (C ₆₁)	
	清楚本社区避难场所位置和避险路径 (C ₆₂)	
	掌握灾害自救互救基本方法 (C ₆₃)	
	积极参与社区防灾减灾活动 (C ₆₄)	

$$V = \begin{bmatrix} v_{111} & v_{112} & \cdots & v_{11n} \\ v_{121} & v_{122} & \cdots & v_{12n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ v_{211} & v_{212} & \cdots & v_{21n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ v_{641} & v_{642} & \cdots & v_{64n} \end{bmatrix} \begin{matrix} C_{11} \\ C_{12} \\ \vdots \\ C_{21} \\ \vdots \\ C_{64} \end{matrix} \quad (1)$$

(5) 确定评价灰类^[16]。

确定评估灰类即为确定评估灰类的等级数、灰数及白化权函数,一般根据具体问题分析确定。依据前文制定的 5 级评估标准,设评估灰类序号为 $e=1,2,3,4,5$,分别表示“优”、“良”、“中”、“差”、“很差”,专家 $m=1,2,\dots,n$,则灰数及白化权函数表示如下。

第 1 灰类 ($e=1$),灰数 $\otimes_1 \in [0,1,2]$,白化权函数为 f_1 为

$$f_1(v_{ijm}) = \begin{cases} 1 & v_{ijm} \in [0,1) \\ (2-v_{ijm})/1 & v_{ijm} \in [1,2] \\ 0 & v_{ijm} \notin [0,2] \end{cases} \quad (2)$$

第 2 灰类 ($e=2$),灰数 $\otimes_2 \in [0,2,4]$,白化权函数为 f_2 为

$$f_2(v_{ijm}) = \begin{cases} v_{ijm}/2 & v_{ijm} \in [0,2) \\ (4-v_{ijm})/2 & v_{ijm} \in [2,4] \\ 0 & v_{ijm} \notin [0,4] \end{cases} \quad (3)$$

第 3 灰类 ($e=3$),灰数 $\otimes_3 \in [0,3,6]$,白化权函数为 f_3 为

$$f_3(v_{ijm}) = \begin{cases} v_{ijm}/3 & v_{ijm} \in [0,3) \\ (6-v_{ijm})/3 & v_{ijm} \in [3,6] \\ 0 & v_{ijm} \notin [0,6] \end{cases} \quad (4)$$

第 4 灰类 ($e=4$),灰数 $\otimes_4 \in [0,4,8]$,白化权函数为 f_4 为

$$f_4(v_{ijm}) = \begin{cases} v_{ijm}/4 & v_{ijm} \in [0,4) \\ (8-v_{ijm})/4 & v_{ijm} \in [4,8] \\ 0 & v_{ijm} \notin [0,8] \end{cases} \quad (5)$$

第 5 灰类 ($e=5$),灰数 $\otimes_5 \in [0,5,10]$,白化权函数为 f_5 为

$$f_5(v_{ijm}) = \begin{cases} v_{ijm}/5 & v_{ijm} \in [0,5) \\ 1 & v_{ijm} \in [5,10] \\ 0 & v_{ijm} \notin [0,10] \end{cases} \quad (6)$$

(6) 计算灰色评估系数、灰色评估向量和权矩阵。

针对城市社区灾害减除能力评估指标 C_{ij} ,令属于第 e 个评估灰类的灰色评估系数为 T_{ijk} ,则

$$T_{jke} = \sum_{m=1}^n f_e(d_{ijm}) \quad (7)$$

同时,属于各评估灰类的总灰色评估系数为 T_{ij} ,则

$$T_{ij} = \sum_{e=1}^n T_{jke} \quad (8)$$

评估者对城市社区灾害减除能力主张第 e 个评估灰类的灰色评估权记为 r_{jke} ,灰色评估权向量为 r_{ij} ,则

$$r_{jke} = T_{jke} / T_{ij} \quad (9)$$

$$r_{ij} = (r_{j1}, r_{j2}, r_{j3}, r_{j4}, r_{j5}) \quad (10)$$

求得灰色评估权矩阵

$$R = \begin{bmatrix} r_{i1} \\ r_{i2} \\ \vdots \\ r_{ij} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{i11} & r_{i12} & r_{i13} & r_{i14} & r_{i15} \\ r_{i21} & r_{i22} & r_{i23} & r_{i24} & r_{i25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{ij1} & r_{ij2} & r_{ij3} & r_{ij4} & r_{ij5} \end{bmatrix} \quad (11)$$

(7) 综合评价。

对城市社区灾害减除能力评估指标 C_{ij} 进行综合评价,其结果记为 U_i ,则

$$U_i = CR_i = (U_{i1}, U_{i2}, U_{i3}, U_{i4}, U_{i5}) \quad (12)$$

灰色评估权系数矩阵 R 为

$$R = \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} & u_{15} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} & u_{24} & u_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{51} & u_{52} & u_{53} & u_{54} & u_{55} \end{bmatrix} \quad (13)$$

对 B_i 指标做综合评价,其结果记为 U ,则

$$U = BR = (u_1, u_2, u_3, u_4, u_5) \quad (14)$$

同时,计算评估指标 B_i 的综合评估值 W ,则

$$W = UC^T \quad (15)$$

式中, C^T 为各评估灰类等级值化向量转置。

最后,根据评估指标评分等级,判断 W 位置,即城市社区灾害减除能力的高低水平。

3 应用举例

本文以河南省焦作市龙源湖社区为例,采用表 1 评价指

了包括 6 个 1 级指标和 25 个 2 级指标城市社区灾害减除能力评估体系。同时,综合运用层次分析法和灰色系统理论,建立了城市社区灾害减除能力多层次灰色评估模型。结合河南省焦作市龙源湖社区实例计算表明,该社区灾害减除能力处于良好与中等之间,需要强化灾害减除在社区应急管理全过程的各项工作,特别是社区应急预案修订、应急演练评估、应急避难场所和应急疏散路径设置等工作。综合评估模型为提升城市社区灾害减除能力评价的科学性提供有益参考。总之,城市社区灾害减除能力提高是一个持续性行动。在推进城市安全社区建设过程中,综合协调政府部门、单位以及群众之间关系,分工明确,密切配合,共同推进社区灾害减除工作,提高城市社区灾害减除能力。

参考文献 (References)

- [1] 夏保成. 美国公共安全管理导论[M]. 北京: 当代中国出版社, 2006.
Xia Baocheng. Introduction to emergency management [M]. Beijing: Contemporary China Publishing House, 2006.
- [2] Allen K M. Conununity-based disaster preparedness and climate adaptation: Local capcity-building in the philippines[J]. *Disasters*, 2006, 30(1): 81-101.
- [3] 王耕, 丁晓静, 高香玲, 等. 大连市主要自然灾害危险性评价 [J]. 地理研究, 2010, 29(12): 2212-2222.
Wang Geng, Ding Xiaojing, Gao Xiangling, et al. *Geographical Research*, 2010, 29(12): 2212-2222.
- [4] 杜鹏, 夏斌, 杨蕾. 经济发达地区城市灾害综合应对能力评价分析——以珠江三角洲城市为例[J]. 灾害学, 2010, 25(4): 16-21.
Du Peng, Xia Bin, Yang Lei. *Journal of Catastrophology*, 2010, 25(4): 16-21.
- [5] 杨翼龄, 张利华, 黄宝荣, 等. 城市灾害应急能力自评价指标体系及其实证研究[J]. 城市发展研究, 2010, 17(11): 118-124.
Yang Yiling, Zhang Lihua, Huang Baorong, et al. *Urban Studies*, 2010, 17(11): 118-124.
- [6] 关贤军, 陈海艺, 尤建新. 城市社区防灾减灾工作机制研究[J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(11): 14-19.
Guan Xianjun, Chen Haiyi, You Jianxin. *China Safety Science Journal*, 2008, 18(11): 14-19.
- [7] 周云, 李伍平, 浣石, 等. 防灾减灾工程学 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
Zhou Yun, Li Wuping, Huan Shi, et al. Disaster prevention and mitigation engineering[M]. Beijing: China Building Industry Press, 2007.
- [8] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1992.
Deng Julong. Grey system theory course[M]. Wuhan: Huazhong University of Technology Press, 1992.
- [9] 刘思峰. 灰色系统理论与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
Liu Sifeng. Grey system theory and application [M]. Beijing: Science Press, 2007.
- [10] 赵振智, 李宏勋, 王勇. 基于多层次灰色综合评价的我国石油公司跨国股权投资方式选择[J]. 中国软科学, 2009(6): 187-192.
Zhao Zhenzhi, Li Hongxun, Wang Yong. *China Soft Science*, 2009(6): 187-192.
- [11] 汪侠, 黄贤金, 甄峰, 等. 城市地下空间资源开发潜力的多层次灰色评价[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2009, 37(8): 1122-1127.
Wang Xia, Huang Xianjin, Zhen Feng, et al. *Journal of Tongji University: Natural Science*, 2009, 37(8): 1122-1127.
- [12] 文军. 基于灰色多层次的航空公司飞行安全评价研究 [J]. 中国安全科学学报, 2010, 20(2): 29-34.
Wen Jun. *China Safety Science Journal*, 2010, 20(2): 29-34.
- [13] 陈安. 现代应急管理理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
Chen An. Theories and methods of modern emergency management [M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [14] Walia A. Community based disaster preparedness: Need for a standardized training module [J]. *The Australian Journal of Emergency Management*, 2008, 23(2): 68-73.
- [15] Troy D A, Carson A, Vanderbeek J, et al. Enhancing community-based disaster preparedness with information technology: Community disaster information system[J]. *Disasters*, 2008, 32(1): 149-165.
- [16] 胡笙煌. 主观指标评价的多层次灰色评价法 [J]. 系统工程理论与实践, 1996(1): 12-20, 62.
Hu Shenghuang. *Systems Engineering-Theory & Practices*, 1996(1): 12-20, 62.

(责任编辑 代丽)

·学术动态·



“中国化学会第三届全国热分析动力学与热动力学学术会议暨江苏省第三届热分析技术研讨会”征文

由中国化学会主办, 河北师范大学协办, 南京师范大学承办的“中国化学会第三届全国热分析动力学与热动力学学术会议暨江苏省第三届热分析技术研讨会”将于 2011 年 10 月 20—22 日在南京召开。

征文范围: 热分析动力学理论与研究进展, 热分析动力学的仪器功能、实验方法和数据处理软件的开发等, 热分析动力学在无机、有机、高分子、材料、生物等各个领域中的应用, 热动力学理论与研究进展, 热动力学的仪器功能、实验方法和数据处理软件的开发等, 热动力学在无机、有机、高分子、材料、生物等各个领域中的应用, 热分析与量热学领域内的研究工作。

征文截止日期: 2011 年 9 月 1 日。

联系方式: 南京市玄武区龙蟠路 189 号江苏省分析测试协会 汤伟; 电话: 025-85485940, 13912996398; 传真: 025-85404940; 会议网址: www.chemshow.cn。