

# 基于 FAHP 法的城市社区应急准备能力评估<sup>\*</sup>

吴晓涛

(河南理工大学 应急管理学院, 河南 焦作 454000)

**摘 要:** 通过分析城市社区应急能力的影响因素, 论述了城市社区应急准备能力评估指标集的建立方法和基于模糊层次综合评价法的评估模型构建方案, 建立了城市社区应急准备能力评估模型, 并结合实例进行了分析, 为城市社区应急准备能力的定量综合评价提供了新思路。

**关键词:** 城市社区; 模糊层次分析法; 指标集; 应急准备; 能力评估

**中图分类号:** X928.03      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-811X(2010)04-0110-05

## 0 引言

近年来, 全球范围突发事件频发, 世界各国逐渐意识到, 仅靠专业和行政力量很难完成突发事件应急管理工作。社区是现代城市的基本社会群众组织单元。社区安全是人们生产和生活安全的基石, 是社会安全、稳定、和谐的基础。实践表明, 建立健全社会有效应对突发灾害的应急体制, 各级政府是关键, 科技手段是支撑, 而社区则是基础。2006年1月发布的《国家突发公共事件总体应急预案》提出, 要加强以乡镇和社区为单位的公众应急能力建设, 发挥其在应对突发公共事件的重要作用。2006年7月6日, 国务院发布的《国务院关于全面加强应急管理工作的意见》强调, 要以社区、乡村、学校、企业等基层单位为重点, 全面加强应急管理工作, 充分发挥基层组织在应急管理中的作用。

城市社区进行应急准备对减少社区突发事件造成的损失具有重要作用。在城市社区应急管理中, 社区应急准备能力评估是基础中的基础。应制定客观、科学的评估指标, 建立规范的评估体系, 把社区应急准备能力评估纳入政府和部门工作绩效考核体系, 定期对各地区、各部门的应急能力进行评估。这项工作的实际操作, 需要建立起科学、规范、系统的城市社区应急准备能力评估体系。

近年来, 国内学术界比较关注城市的应急能力评估, 相关研究文献很多, 主要体现了政府层面对突发事件的应对能力<sup>[1-6]</sup>。另外, 也有学者开始关注社区灾害应急能力问题<sup>[7-12]</sup>。可以发现, 目前, 针对突发事件的城市社区应急准备能力的深入研究还很少见。因此, 从目前我国城市社区发展进程和城市社区突发事件的特点来看, 建立完善的城市社区应急准备能力评估体系对我国城市社区安全和社会可持续发展具有重大的理论价值和现实意义。

## 1 模糊层次分析法 (FAHP)

层次分析法 (the Analytic Hierarchy Process, 简称 AHP) 是在 1970 年代中期由美国运筹学家托马斯·塞蒂正式提出。它是一种定性与定量相结合的系统分析法<sup>[13]</sup>, 是将人的主观判断用数量形式表达的层次化分析方法, 其应用已遍及各个研究领域。

我国学者汪培庄教授最早提出了模糊层次分析法 (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, 简称 FAHP), 作为模糊数学的一种具体应用方法, 它是一种在多因素场合对事物和系统进行综合评估的方法。模糊层次综合评价法是将模糊数学与层次分析法相结合的一种系统评价方法。由于影响城市社区应急能力的因素多为定性因素, 难以用经典数学方法量化描述。FAHP 评价法是解决涉及

\* 收稿日期: 2010-03-29

基金项目: 2010 年河南省政府决策研究招标课题 (B225); 2010 年煤炭工业协会科学技术研究指导性计划项目 (MTKJ2010-369); 河南理工大学博士基金 (B2010-72)

作者简介: 吴晓涛 (1981-), 男, 河南洛阳人, 工学博士, 副教授, 研究方向为应急管理与灾害风险评估、安全社区建设。

E-mail: w\_xiaotao@126.com

模糊现象、不清晰因素的主要方法，可以将模糊信息量化后再进行分析与评价。运用 AHP 分析建立评价对象的指标体系，确定城市社区应急准备能力评估所选用的各项指标和权重，结合模糊数学的基本原理和方法，对评价指标里的定性指标作模糊隶属度处理，使定性的研究对象量化为近似定量指标，最终进行综合评价<sup>[14-15]</sup>。

## 2 城市社区应急准备能力评估体系构建

### 2.1 城市社区应急准备能力评估体系构建的理念基础

#### (1)有抵抗力的社区

随着我国城市化程度的进一步提高以及经济水平的提高，各类突发事件发生的概率和社会影响越来越大，仅对各类突发事件做好“应急”工作是治标不治本的办法，要将应急管理工作的关口前移，做好社区防灾工作，减小社区脆弱性，增加抵抗风险的能力：①远离风险，社区应远离自然灾害多发地区并远离城市重大危险源；②减小社区财物和人员的脆弱性，即增加社区的建筑和基础设施抵抗风险的能力，提高社区居民的安全知识、安全意识和应急技能，增加居民抵抗风险的能力；③做好社区防灾减灾工程，提高防灾能力。

#### (2)有准备的社区

突发事件发生是不可避免的，为更好地应对突发事件，社区必须做好相应的准备工作。①有准备的社区首先需要做好应急的人力资源准备，包括社区应急管理人员的准备，确定相关的负责人员，落实相关的责任；社区人力资源准备还包括应急志愿者准备，根据社区居民的职业特点，建立应急志愿者组织，分类别招募和培训志愿者，有条件的社区可组建专业应急队伍；②社区应急预案准备是根据社区突发事件的类型，建立相应的应急预案，并注意社区应急预案与当地政府的应急预案的衔接问题，做好应急预案的演习演练和修订；其次是建立家庭应急预案；③社区应急物资准备是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，另外还要做好家庭应急物资准备，准备相应的应急包，并对应急包内的物品进行定期更新和补充。

#### (3)有康复力的社区

有康复力的社区是当灾害发生后，社区能迅速从灾害中恢复，使居民的生活走向正轨。它包

括两个方面：①更广泛地获取灾后恢复重建的资源，除了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；②提高社区的适应能力，包括心理适应、环境适应以及经济能力适应，使居民能较快地适应新的生活，这也是社区康复的重要体现。

### 2.2 城市社区应急准备能力评估体系

在充分融合上述理念的基础上，结合应急管理四阶段理论(灾害减除—准备—应对—恢复)，融合专家调研的情况，构建了城市社区应急准备能力评估体系(图 1)。具体指标包括：社区应急管理机构人员的协调配合程度( $A_1$ )、社区应急管理机构职责的落实程度( $A_2$ )、社区应急管理组织中的党员比重( $A_3$ )；社区应急物资文化建设( $B_1$ )，社区应急技术文化建设( $B_2$ )，社区应急制度文化建设( $B_3$ )，社区应急价值观建设( $B_4$ )；社区预警信号分级设立( $C_1$ )、社区预警信息的传递与上报( $C_2$ )、应急疏散撤离路线设立( $C_3$ )；社区应急预案编制( $D_1$ )、社区应急预案修订( $D_2$ )、社区应急预案的有效性( $D_3$ )、社区应急预案的可操作性( $D_4$ )、社区每年应急预案演习演练次数( $D_5$ )；社区应急生活物资准备( $E_1$ )、社区应急设备准备( $E_2$ )、社区应急物资的仓储设施准备( $E_3$ )；社区应急志愿者的人口比重( $F_1$ )、社区应急志愿者每年培训次数( $F_2$ )、社区应急志愿者管理( $F_3$ )；社区家庭预案准备的百分比( $G_1$ )、社区家庭应急包的比重( $G_2$ )；社区工业危险源公共安全专项规划( $H_1$ )、社区公共场所安全专项规划( $H_2$ )、社区公共基础设施安全专项规划( $H_3$ )、社区自然灾害安全专项规划( $H_4$ )、社区道路交通安全专项规划( $H_5$ )、社区恐怖袭击与破坏安全专项规划( $H_6$ )、社区突发公共卫生事件安全专项规划( $H_7$ )；社区应急避难场所的人均面积( $I_1$ )、社区应急避难场所硬件设施的完备性( $I_2$ )、社区应急避难场所管理( $I_3$ )(注：由于篇幅限制，这里不对具体含义进行详细论述)。

## 3 城市社区应急准备能力评估模型构建

城市社区应急准备能力是一个模糊概念，在量上没有确定界限，宜采用模糊语言变量来描述，采用模糊层次综合评价法对其进行定性和定量的评价能较真实地反映城市社区应急准备能力水平——其评估流程如图 2 所示。

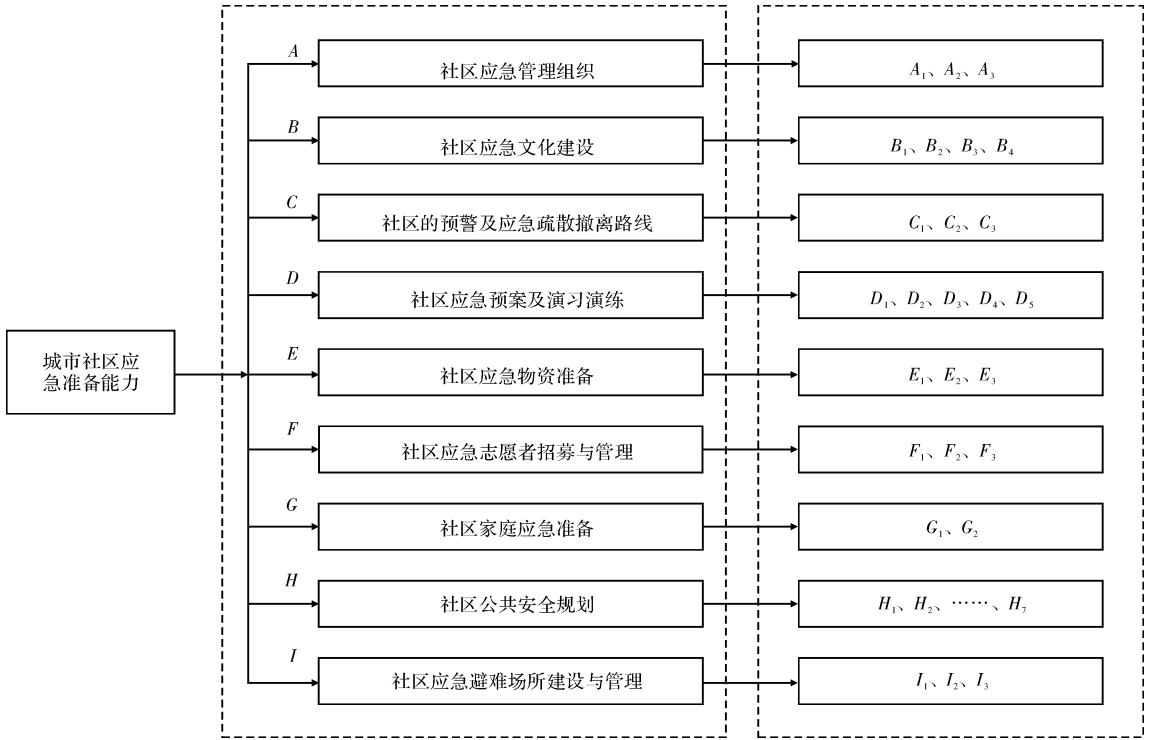


图1 城市社区应急准备能力评估体系

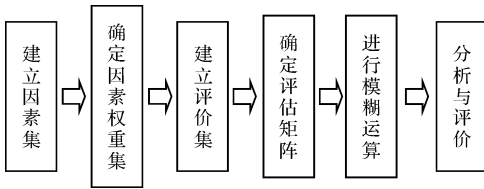


图2 城市社区应急准备能力评估流程图

### 3.1 建立因素集 $V$ 和确定因素权重集 $U$

确定评价对象相关各因素，构成一级因素集  $V$ ：

$$V = (V_1, V_2, \dots, V_n)。 \quad (1)$$

子因素集  $V_i$ ：

$$V_i = (V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{in}), i = 1, 2, \dots, n。 \quad (2)$$

城市社区应急准备能力评估因素集由图1中的一级指标构成，子因素集由图1中的二级指标构成。

确定下层因素对上层权重分配，构成权重集  $U$ ：

$$U = (u_1, u_2, \dots, u_m), \sum_{i=1}^n u_i = 1。 \quad (3)$$

根据各子因素  $V_i = (V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{in})$  的影响大小，确定各子因素权重  $U_i$ ：

$$U_i = (u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{im}), u_{ij} \in [0, 1], \sum_{i=1}^n u_i = 1, \quad (4)$$

式中： $u_{ij}$ 表示  $V_{ij}$ 在  $V_i$ 中的权重； $m$ 表示  $V_i$ 二级指标的个数。

从最低层次开始，确定下一层对上一层的权重分配。本模型采用 Borda 法，邀请 25 位应急管理行业专家及城市社区管理人员对各指标按重要性排序，确定各指标的权重值。

### 3.2 建立评价集 $F$ 和确定评估矩阵 $R_i$

评价集一般又称为评语集：

$$F = (F_1, F_2, \dots, F_l)。 \quad (5)$$

针对城市社区应急准备能力特点，采用 4 级标准区分城市社区应急准备能力。即  $F = (F_1, F_2, F_3, F_4)$ 。其中， $F_1$  为城市社区应急准备能力很好（优良级），能很好满足城市社区突发事件应对的需要； $F_2$  为城市社区应急准备能力较好（达标级），能满足城市社区突发事件应对的需要； $F_3$  为城市社区应急准备能力一般（临界级），不能完全满足城市社区突发事件应对的需要； $F_4$  为城市社区应急准备能力较差（危险级），不能满足城市社区突发事件应对的需要。

评估矩阵  $R_i$  由因素  $V_i$  中每一个子因素对评价集  $F$  中每一语言变量的隶属度构成。

$$R_i = \begin{bmatrix} R_{i1} \\ R_{i2} \\ \dots \\ R_{in} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \dots & r_{i1m} \\ r_{i21} & r_{i22} & \dots & r_{i2m} \\ & & \dots & \\ r_{in1} & r_{in2} & \dots & r_{inm} \end{bmatrix} = (r_{gk})_{n \times m},$$

$i=1, 2, \cdots, n; k=1, 2, \cdots, m。$  (6)

式中： $r_{gk}$ 表示单独考虑第*i*个因素中的第*j*个子因素对第*k*个评价级的隶属度。

$$R_i = \begin{bmatrix} R_{i1} \\ R_{i2} \\ \cdots \\ R_{im} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \cdots & r_{i1m} \\ r_{i21} & r_{i22} & \cdots & r_{i2m} \\ & & \cdots & \\ r_{im1} & r_{im2} & \cdots & r_{imm} \end{bmatrix} = (r_{ik})_{n \times m},$$
 (7)

式中： $r_{ik}$ 表示单独考虑第*i*个因素对第*k*个评价级的隶属度。

针对城市社区应急管理特点，在求各指标隶属度时，采用专家评判法。专家评判法就是邀请多位专家对所评价的城市社区应急准备能力依据评价集的4个等级进行评定，将结果填入专家评判表，最后计算模糊评价集 **R** 为：**R**( $r_1, r_2, r_3, r_4$ )。其中， $r_1 \sim r_4$  依次为指标对评价集第1项至第4项的隶属度。

3.3 模糊运算和评估准则

$B = U \circ R = (b_1, b_2, \cdots, b_m),$  (8)

式中：“o”代表模糊矩阵合成算子。一般采用4类算子：主因素决定型  $M(\wedge, \vee)$ ，主因素突出型  $M(\cdot, \vee)$  与  $M(\wedge, \oplus)$ ，加权型  $M(\cdot, \oplus)$ 。本评估模型采用加权平均原则：适当选择权值对评价集的各变量加权，即评估权重集 *D*。

$D = (d_1, d_2, \cdots, d_m),$  (9)

$E = \sum_{k=1}^m b_k^q \times d_k / \sum_{k=1}^m b_k^q,$  (10)

*q* 一般取1或2。

城市社区应急准备能力评价级别分为优良、达标、临界和危险4级，其分值的判断见表1。依据式(10)计算得出*E*值，然后根据表1判断该评价城市社区的应急准备能力等级。

表1 城市社区应急准备能力评估等级分值判断表

级别	优良	达标	临界	危险
分值 <i>E</i>	$E \geq 80$	$70 \leq E < 80$	$60 \leq E < 70$	$E < 60$

4 实例分析

针对河南省洛阳市某社区进行应急准备能力评估。根据城市社区应急准备能力评估体系，给出评估因素集*V*和评估集*F*：

$V = \{V_1(\text{社区应急管理组织}), V_2(\text{社区应急文化建设}), V_3(\text{社区的预警及应急疏散撤离路线}), V_4(\text{社区应急预案及演习演练}), V_5(\text{社区应急物资$

准备),  $V_6(\text{社区应急志愿者招募与管理}), V_7(\text{社区家庭应急准备}), V_8(\text{社区公共安全规划}), V_9(\text{社区应急避难场所建设与管理})\}$ ，

$F = \{F_1(\text{优良级}), F_2(\text{达标级}), F_3(\text{临界级}), F_4(\text{危险级})\}$ 。

通过征求专家意见，采用Borda法，确定评估指标的权重分配为  $w = (0.152, 0.103, 0.092, 0.106, 0.203, 0.076, 0.122, 0.041, 0.105)$ 。

通过专家测评后，针对  $V_1$  而言，安全级占20%，达标级占40%，临界级占30%，危险级占10%，这样就可以得到  $V_1$  的评估向量为(0.2, 0.4, 0.3, 0.1)，同样可以得到  $V_2 \sim V_9$  的评估向量。从而，得到评估矩阵 **R**：

$$R = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 \\ 0.3 & 0.5 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.2 \\ 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.3 & 0.1 \\ 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 \\ 0.3 & 0.2 & 0.3 & 0.2 \\ 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0.2 \\ 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \end{bmatrix}。$$
 (11)

进行模糊层次运算和归一化处理  $B = U \circ R = (0.311, 0.365, 0.214, 0.110)$ 。采用加权平均原则，选取评价权重集  $D = (90, 80, 70, 60)$ ，取  $q=1$ ，经计算得出  $E=71.68$ ，依据表1判断该社区的应急准备能力的等级为达标级，基本满足应急准备的需要。为了进一步提高该社区的应急准备能力，必须进一步完善和提高各指标项的能力水平，特别是社区应急资源准备、社区家庭应急准备等方面。

5 结束语

城市社区应急准备能力评估涉及多个环节并受各种复杂因素影响，打分比较困难，采用模糊层次综合评价法对其进行定性和定量的评价可以较好地解决这个问题，以真实反映城市社区应急准备能力的水平。

社区是我国应急管理的最基层单位，在应急管理工作有着不可替代的作用。坚持因地制宜的原则，客观分析社区的风险特征、基础设施的防灾性能、以及各类应急设施布局等，结合社区的经济实力，提出具有针对性的建设措施，才能有效提高城市社区应急准备能力。

同时，城市社区的应急准备能力提高是一个持续性的行动。在推进城市社区应急准备工作的过程中，综合协调政府各部门、单位以及群众之间的关系，分工明确，密切配合。还必须采用行政、经济、法律等多项措施，共同推进社区应急准备工作，提高城市社区应急准备能力。

参考文献：

[1] 邓云峰, 郑双忠, 刘功智, 等. 城市应急能力评估体系研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2005, 1(6): 33-36.

[2] 郑双忠, 邓云峰. 城市突发公共事件应急能力评估体系及其应用[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2006, 25(6): 943-946.

[3] 铁永波, 唐川, 周春花. 城市灾害应急能力评价研究[J]. 灾害学, 2006, 21(1): 8-12.

[4] 杨青, 田依林, 宋英华. 基于过程管理的城市灾害应急管理综合能力评价体系研究[J]. 中国行政管理, 2007(3): 103-106.

[5] 张江华, 郑小平, 彭建文. 基于模糊层次分析法的应急能力指标权重确定[J]. 安全与环境工程, 2007, 14(3): 80-82.

[6] 田依林, 杨青. 基于 AHP-DELPHI 法的城市灾害应急能力评价指标体系模型设计[J]. 武汉理工大学学报: 交通科学与工程版, 2008, 32(1): 168-171.

[7] 马茂冬, 韩尧, 张倩. 基于模糊层次分析法的应急能力评估方法探讨[J]. 中国安全生产科学技术, 2009, 5(2): 98-102.

[8] 张薇. 基于模糊综合评价法的城市应急能力评估[J]. 电力科学与工程, 2009, 25(4): 70-73, 78.

[9] 陈文涛. 基于社区的灾害应急能力评价指标体系构建[C]//第九届中国管理科学学术年会论文集. 重庆, 2007: 733-736.

[10] 张勤, 高亦飞, 高娜, 等. 城镇社区地震应急能力评价指标体系的构建[J]. 灾害学, 2009, 24(3): 133-136.

[11] 张华文, 陈国华, 颜伟文. 城市社区应急文化体系构建研究[J]. 灾害学, 2008, 23(4): 101-105.

[12] 莫靖龙, 夏卫生, 李景保, 等. 湖南长株潭城市群灾害应急管理评价[J]. 灾害学, 2009, 24(3): 137-140.

[13] 郭金玉, 张忠彬, 孙庆云. 层次分析法在安全科学研究中的应用[J]. 中国安全生产科学技术, 2008, 4(2): 69-73.

[14] 杜栋, 庞庆华. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 35-40.

[15] 胡海军, 程光旭, 禹盛林, 等. 一种基于层次分析法的危险化学品源安全评价综合模型[J]. 安全与环境学报, 2007, 7(3): 141-144.

Evaluation on Emergency Preparedness Capability of Urban Communities Based on FAHP

Wu Xiaotao

(Emergency Management School, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China)

**Abstract:** According to analysis on influencing factors of emergency capability of urban communities, a method for establishing the evaluation index set of emergency preparedness capability in urban communities and a structure scheme for an evaluation model based on fuzzy hierarchy comprehensive evaluation are discussed. An evaluation model of emergency preparedness capability in urban communities is established and analyzed combined with practical cases. New ideas for comprehensive quantitative evaluation on emergency preparedness capability in urban communities are provided accordingly.

**Key words:** urban community; fuzzy analytic hierarchy process; index set; emergency preparedness; capability evaluation