

城市应急系统和谐性诊断方法研究

任永昌, 邢 涛

(渤海大学 信息科学与技术学院, 辽宁 锦州 121013)

摘要:良好的城市应急系统是城市防灾减灾的重要保障,对城市应急系统和谐性诊断,对增强城市灾害管理能力和提高政府部门对灾害的应急响应能力具有重要意义。文中运用和谐管理理论的思想并结合系统工程方法进行研究。首先在阐明城市应急能力评价指标的基础上,建立具有层次结构的和谐性诊断要素体系;然后利用层次分析法确定和谐性诊断要素的权重,并进行层次单排序和一致性检验;接着运用柯西模糊分布建立和谐矩阵及不和谐矩阵;最后进行和谐性诊断,包括要素的和谐性诊断和系统的和谐性诊断。实际应用时,要根据不同城市的具体情况,灵活地选择诊断要素。

关键词:城市应急系统;和谐性诊断;和谐矩阵

中图分类号:X913;N945

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)08-0258-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.08.066

Study on Harmony Diagnosis Method of Urban Emergency System

REN Yong-chang, XING Tao

(College of Information Science and Technology, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

Abstract: Good urban emergency response system is an important guarantee for urban disaster prevention and mitigation, which is of great significance for urban emergency systems harmony of diagnosis, improving the city's disaster management capacity and the government's emergency response capability to disasters. In this paper, combine harmonious management theory with systems engineering methods for research. First of all, on the basis of describing city emergency capabilities evaluation index, establish a harmonious diagnosis element system with hierarchical structure; secondly use AHP to determine the weight of harmonious diagnosis elements and carry out a single-level sorting and consistency test; and then use Cauchy fuzzy distribution to build a harmonious matrix and discordant matrix; last, make a harmony diagnosis, including the harmony diagnosis of elements and system. When applied, according to the specific circumstances of different cities, choose the elements of diagnosis flexibly.

Key words: urban emergency system; harmony diagnosis; harmony matrix

0 引言

突发事件是指突然发生,造成或者可能造成严重社会危害,需要采取应急处置措施予以应对的自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件^[1]。应急管理是政府管理职能,目的是减少脆弱性风险并提高应对灾害的能力^[2]。城市应急能力是衡量一个城市发展能力高低的重要因素。由于城市灾害具有种类多样性、成因复杂性、突发性、高易损性及城市应对灾害的滞后性等特征,因此,要实现城市的可持续发展,必须有效地减轻城市灾害的损失,这就需要良好的城市应急系统^[3]。应急系统的决策效果受执行模式、环境等因素的相互作用^[4]。和谐管理理论的基本思想,是为解决多变环境下的复杂问题,以“和谐主题”作为管理

分析的基本出发点,以人与物的互动以及人与系统的自治性和能动性为前提,围绕“和谐主题”,以“和则”与“谐则”的耦合互动来应对管理问题。和谐管理理论的现实应用价值在于提供一种宏观层次、动态发展的全局视野,促进对组织整体基于生成论哲学的复杂性思维,为解决复杂的管理现象提供操作意义上的规范模式,为复杂管理问题的处理提供系统的方法论体系和整合工具^[5]。

城市灾害应急系统是一项具有反馈功能的系统工程,作为社会系统中的一种,完全可以运用和谐管理理论对其进行和谐性研究。对城市应急系统进行和谐性诊断,进而找出其中的不和谐性要素以及要素自身的受制约度,对于提高和完善城市应急系统的应急水平,

收稿日期:2012-09-18

修回日期:2013-01-10

网络出版时间:2013-04-22

基金项目:2012年度辽宁省经济社会发展课题(2012lsktzifx-16)

作者简介:任永昌(1969-),男,教授,博士,研究方向为信息处理、应急管理研究。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130422.1722.031.html>

实现我国城市安全和社会的可持续发展具有重要意义。

1 城市应急系统和谐性诊断要素

1.1 应急能力评价指标

文献[6,7]在分析突发公共事件应急机制、体制和法制以及应急预案编制、应急保障系统的基础上,提出城市突发公共事件应急能力评价体系可以包括18个类、67项属性和405项特征。受文章篇幅所限,在此仅列出18个类,分别是:法制基础、管理机构、指挥中心、专业队伍、专职队伍与志愿者、危险分析、监测与预警、指挥与协调、防灾减灾、后期处置、通信与信息保障、决策支持、装备和设施、资金支持、培训、演习、宣传教育、预案编制。

1.2 和谐性诊断要素体系

从系统的全面性来说,应急能力评价指标的所有类和属性之间都需要和谐性,都是和谐性的诊断要素。为了计算简单和突出重点,将文献[6,7]的类和属性进行归纳和总结^[8],得出和谐性诊断要素体系如图1所示。

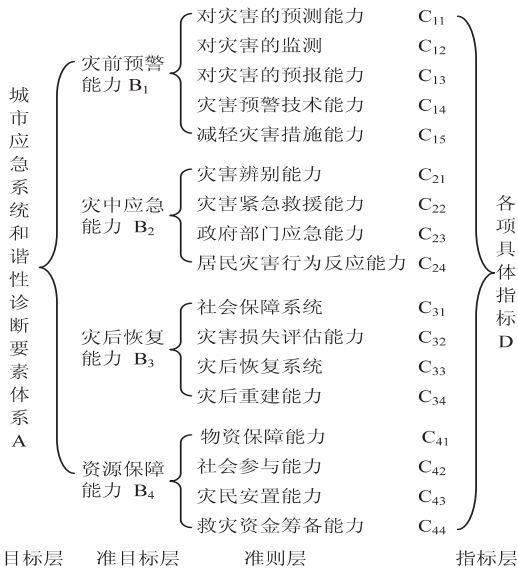


图1 城市应急系统和谐性诊断要素体系

2 和谐性诊断要素权重

影响应急系统和谐性的要素有多个,必须综合考虑各个影响要素的权重。针对研究区域内的现状,采用层次分析法,对和谐性要素进行总排序,并计算每个要素的权重值。

2.1 构造判断矩阵

层次分析的主要信息是对每一层次中各因素的相对重要性做出判断,通过引入合适的标度进行量化,形成判断矩阵,表示相对上一层次的某一个因素,本层次

有关因素之间相对重要性的比较。因为直接确定有关因素之间的相对重要性很困难,因此用两两比较的方式建立判断矩阵。

设与上层因素 z 关联的 n 个因素为 x_1, x_2, \dots, x_n ,用 a_{ij} 表示 x_i 与 x_j 关于 z 的影响之比值,其中 $i, j = 1, 2, \dots, n$, n 个因素关于 z 的两两比较的判断矩阵为^[9]:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

为了便于操作,Satty 建议使用1~9及其倒数共17个数作为标度来确定 a_{ij} 的值,习惯上称为9标度法。相对重要性取值如表1所示。

表1 标度法的相对重要性取值表

标度取值	含 义
1	x_i 与 x_j 同样重要
3	x_i 比 x_j 稍微重要
5	x_i 比 x_j 明显重要
7	x_i 比 x_j 强烈重要
9	x_i 比 x_j 极端重要
2, 4, 6, 8	介于两种情况之间的取值
倒数	表示相反的情况,即重要性之比为 $a_{ij} = 1/a_{ji}$

对于任意的判断矩阵 A ,有下列性质:

$$\begin{cases} a_{ij} > 0 \\ a_{ji} = 1/a_{ij} \\ a_{ii} = 1 \end{cases} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

根据作者经验及专家讨论分析,第二层对顶层的判断矩阵如表2所示。

表2 第二层对顶层的判断矩阵

A	B_1	B_2	B_3	B_4
B_1	1	1/5	5	1/2
B_2	5	1	7	1/5
B_3	1/5	1/7	1	3
B_4	2	5	1/3	1

2.2 层次单排序

层次单排序,是指利用线性代数知识计算矩阵的最大特征值及对应的特征向量,将特征向量归一化处理,结果即为该层次各评价因素对上一层次某因素影响程度大小的权重。通常有方根法以及和积法,在此采用方根法。

方根法是将判断矩阵 A 的各行向量采用几何平均,然后归一化,得到排序权重向量。计算步骤如下:

(1) 计算判断矩阵各行元素的乘积。

计算公式为:

$$M_i = \prod_{j=1}^n a_{ij} (i = 1, 2, \dots, n) \tag{3}$$

对于第二层要素, 计算结果为: $M_1 = 0.50, M_2 = 7.00, M_3 = 0.09, M_4 = 3.33$ 。

(2) 计算乘积的 n 次方根。

$$\overline{W_i} = \sqrt[n]{M_i} \tag{4}$$

对于第二层要素, 计算结果为:

$$\begin{aligned} \overline{W_1} &= 0.8409, \overline{W_2} = 1.6265, \\ \overline{W_3} &= 0.5477, \overline{W_4} = 1.3509. \end{aligned}$$

(3) 对向量 $\overline{W} = \{\overline{W_1}, \overline{W_2}, \dots, \overline{W_n}\}$ 作归一化处理, 计算公式为:

$$w_i = \overline{W_i} / \left[\sum_{i=1}^n \overline{W_i} \right] \tag{5}$$

$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 即为所求的特征向量, 即指标权重。对于第二层因素, 计算结果为:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^4 \overline{W_i} &= 4.3660, w_1 = 0.1926, w_2 = 0.3725, \\ w_3 &= 0.1254, w_4 = 0.3095. \end{aligned}$$

第二层对顶层的特征向量为:

$$W^2 = (0.1926, 0.3725, 0.1254, 0.3095)^T$$

排序权重向量为:

$$W^2 = (0.3725, 0.3095, 0.1926, 0.1254)^T$$

根据权重向量, 对城市应急系统影响要素重要性由大到小排序依次为: 灾中应急能力、资源保障能力、灾前预警能力、灾后恢复能力。

3 建立和谐矩阵及不和谐矩阵

系统处于各要素和子系统的相互作用中, 系统的和谐程度体现在系统各要素和子系统的和谐性上。进行系统的和谐性诊断, 需要从系统要素相互配合或协调中存在的问题入手, 建立和谐矩阵, 以便进行更深入的分析^[10]。

和谐矩阵的表现形式为:

$$HM = (h_{ij}) \quad i, j = 1, 2, \dots, n \tag{6}$$

上式中, $h_{ii}, i = 1, 2, \dots, n$ 表示各要素自身的和谐性; $h_{ij}, i, j = 1, 2, \dots, n, i \neq j$ 表示要素经多级相互作用后, 第 a_j 要素对第 a_i 要素的和谐性。由于各要素作用效果不同, 相互间的和谐度也不同, 故 $h_{ij} \neq h_{ji}$ 。

在实际工作中, 分析系统的不和谐性要比分析系统的和谐性更容易, 因此, 分析系统的和谐度, 从和谐度入手。和谐矩阵式(6) 对应的不和谐矩阵, 如下

$$dh_{ij} = \begin{cases} 0 & p_{aij} \geq \max_{aij} \\ \frac{1}{1 + \alpha (p_{aij} - \min_{aij})^{-\beta}} & \min_{aij} < p_{aij} < \max_{aij}, i, j = 1, 2, \dots, n \\ 1 & p_{aij} \leq \min_{aij} \alpha > 0, \beta > 0 \end{cases}$$

式:

$$DHM = (dh_{ij}) \quad i, j = 1, 2, \dots, n \tag{7}$$

式(7) 满足 $dh_{ij} \in [0, 1]$, 式(7) 和式(6) 满足关系 $h_{ij} = 1 - dh_{ij}$ 。 dh_{ij} 通过隶属度函数计算。

隶属度, 又称隶属函数值或模糊关系系数, 是描述事物模糊性的关键。确定方法往往依赖于人的判断, 在理论上没有普遍适用的、完全严格对照的标准方法^[11, 12]。确定隶属度通常应遵循以下几条原则: 要充分利用人们长期积累的实践经验, 认真倾听专家意见; 要针对事物模糊性的不同情况, 采用不同方法; 先进行粗略估算, 再逐步修正和完善, 使主观和客观逐步趋于一致; 实践是确定、检验和调整隶属函数的依据, 最终要以符合客观实际为标准。确定隶属度的方法通常有: 概率统计法、模糊统计试验法、专家评定法、历史经验法、预定 - 修改 - 完善法、二元对比排序法、分布法等。本例运用柯西模糊分布来计算, 如式(8)。

式中, $i \neq j$ 时, \min_{aij} 表示 a_i 要素要求 a_j 要素提供的最低配合; \max_{aij} 表示 a_i 要素要求 a_j 要素提供的最优配合; p_{aij} 表示 a_j 要素现在实际为 a_i 要素提供的配合。当 $i = j$ 时, \min_{aij} 表示 a_i 要素的不理想状态; \max_{aij} 表示 a_i 要素的理想状态; p_{aij} 表示 a_i 要素现在的状态。

一般情况下, 不论要素划分的详细程度如何, 在 a_j 要素对 a_i 要素作用关系中, 不仅包含了 a_j 要素自身对 a_i 要素的直接作用关系, 也包含了其他要素通过 a_j 要素对 a_i 要素产生的间接作用关系, 而且在具体分析中很难将这两种作用截然分开, 因此通过分析 a_j 要素对 a_i 要素的作用关系得到的不和谐矩阵, 实际上已经是完全不和谐矩阵了。

4 和谐性诊断

和谐性, 包括要素的和谐性和系统的和谐性。

4.1 要素的和谐性诊断

要素的和谐性诊断根据要素的和谐度。和谐度根据不和谐度计算, 为了进一步分析, 需要计算受制约束度和要素自身的不和谐度。

(1) 要素的不和谐度与和谐度。

计算矩阵如式(9)。

式(9) 中, $d h v_i$ 表示 a_i 要素的不和谐度。则 $d h v_i = 1 - d h v_i$ 表示 a_i 要素的和谐度。 $d h v_i \rightarrow 1$, 说明 a_i 要素具有较好的和谐性, $d h v_i \rightarrow 0$, 说明 a_i 要素的和谐性较差。

$$p_{aij} \geq \max_{aij} \tag{8}$$

$$D_{DH} = (dh_{ji}) \bullet W^T = \begin{pmatrix} dh_{11} & dh_{21} & \cdots & dh_{n1} \\ dh_{12} & dh_{22} & \cdots & dh_{n2} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ dh_{1n} & dh_{2n} & \cdots & dh_{nn} \end{pmatrix} \bullet (w_1 \ w_2 \ \cdots \ w_n) = \begin{pmatrix} dhv_1 \\ dhv_2 \\ \vdots \\ dhv_n \end{pmatrix} \quad (9)$$

$$D_{CT} = (dh_{ij}) \bullet W^T = \begin{pmatrix} dh_{11} & dh_{12} & \cdots & dh_{1n} \\ dh_{21} & dh_{22} & \cdots & dh_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ dh_{n1} & dh_{n2} & \cdots & dh_{nn} \end{pmatrix} \bullet (w_1 \ w_2 \ \cdots \ w_n) = \begin{pmatrix} ctv_1 \\ ctv_2 \\ \vdots \\ ctv_n \end{pmatrix} \quad (10)$$

(2) 要素的受制约度。

计算矩阵如式(10)。

式(10)中, ctv_i 表示 a_i 要素的受制约度, 即系统发展过程中的受制约程度。

(3) 要素自身的绝对不和谐度。

$$dcv_i = \frac{dhv_i}{ctv_i} \quad (11)$$

上式中, dcv_i 表示 a_i 要素自身的绝对不和谐度。

4.2 系统的和谐度诊断

根据式(9), 系统的和谐度计算公式为:

$$HS = \sum_{i=1}^n (1 - dhv_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

根据和谐度的性质, 系统的和谐度最大值为 n , HS 的值越接近 n , 表明和谐性越好; HS 的值越远离 n , 表明和谐性越差。

5 结束语

近年来由于全球各类突发事件频发, 各国都大大增加了对于应急管理问题的关注^[13]。对城市应急系统和和谐性诊断的结果取决于要素选择、要素权重计算、和谐矩阵与不和谐矩阵构造、和谐度计算等方面, 为了提高诊断结果的正确性, 需要在这些方面进一步研究。要素选择方面, 需对要素进一步细化, 第二层要素介于 6~8 个之间最好, 太少不准确, 太多则计算繁琐; 要素权重计算方面, 要提高判断矩阵的准确性, 根据要素体系是多层次的特性, 应该沿着递阶层次结构由下而上逐层计算, 而不要像文中只进行单层次计算; 和谐矩阵与不和谐矩阵构建方面, 由于隶属度函数在理论上没有普遍适用的、完全严格对照的标准方法, 应遵循确定隶属度的原则, 并深入研究模糊数学方法; 和谐性诊断方面, 需要进一步诊断要素的和谐性、子系统的和谐性、系统的和谐性, 以此形成递阶式的层次结构, 同时也需要研究不和谐性和要素的受制约度。

和谐社会是指包容多样性和差异性的协调、均衡、美好的社会, 是人与自然、人与社会、人与人之间协调发展的社会, 其既体现了和谐的共性, 又具有社会关系特征^[14]。构建社会主义和谐社会, 既是对中国传统文化有关社会和谐思想的批判继承, 更是对马克思、恩格

斯关于和谐社会设想的继承和发展^[15]。文中研究的城市应急系统和和谐性诊断方法, 是和谐管理理论在城市应急系统应用的初步探讨, 要在实际中得到应用, 提高城市应急系统的和谐性, 还需要深入研究。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国突发事件应对法[EB/OL]. 2012-06-05. <http://www.gov.cn/>.
- [2] LudikT, Raek J. Process Methodology for Emergency Management[J]. IFIP Advances in Information and Communication Technology, 2011, 35(9):302-309.
- [3] 铁永波, 唐川. 城市灾害应急能力评估指标体系建构[J]. 城市问题, 2005, 24(6):76-79.
- [4] Müller M, Bernard L, Vogel R. Multi-criteria Evaluation for Emergency Management in Spatial Data Infrastructures[J]. Geographic Information and Cartography for Risk and Crisis Management, 2010(2):273-286.
- [5] 席酉民, 尚玉钊, 井辉. 和谐管理理论及其应用思考[J]. 管理学报, 2009, 6(1):12-18.
- [6] 邓云峰, 郑双忠, 刘功智. 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.
- [7] 郑双忠, 邓云峰, 江田汉. 城市应急能力评估指标体系核心项处理方法研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2006, 2(5):20-23.
- [8] 田依林, 杨青. 突发事件应急能力评价指标体系建模研究[J]. 应用基础与工程科学学报, 2008, 16(2):200-208.
- [9] 吴祈宗. 系统工程[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2005.
- [10] 钟昌宝, 魏晓平, 聂茂林, 等. 供应链环境下物流系统和谐性诊断[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(1):30-37.
- [11] Line M, Hawley H, Knit R. The Development of Global Environmental and Social Reporting[J]. Corporate Environmental Strategy, 2002, 9(1):69-78.
- [12] Shippmann J S, Ash R A, Battista M, et al. The practice of competency modeling[J]. Personnel Psychology, 2007, 53(5):703-740.
- [13] 翟丹妮, 黄卫东. 应急案例的框架表示方法研究[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(7):9-12.
- [14] 赵化民, 李学迎. 和谐、和谐社会与社会主义和谐社会[J]. 山东行政学院学报, 2011, 23(4):33-39.
- [15] 夏禹龙. 社会主义和谐社会的历史定位-兼论国家在构建和谐和谐社会中的社会角色[J]. 毛泽东邓小平理论研究, 2006, 13(11):31-34.

城市应急系统和谐性诊断方法研究

作者：[任永昌](#)，[邢涛](#)，[REN Yong-chang](#)，[XING Tao](#)
作者单位：[渤海大学 信息科学与技术学院, 辽宁 锦州, 121013](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2013(8)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201308066.aspx