

城市自然灾害风险分析新方法

张明媛*, 袁永博, 周 晶

(大连理工大学 土木工程学院, 辽宁 大连 116024)

摘要: 从风险具有的不确定性和复杂性入手, 将城市灾害综合风险看做是基于危险性和易损性的不确定系统. 通过判断风险确定的和不确定的影响因素, 基于集对分析思想, 建立了城市灾害综合风险评价模型. 利用客观的降维方法——投影寻踪确定了因素的权重, 降低了风险分析问题的复杂性. 重点研究了集对联系度中差异性系数的客观量化方法, 将其偏向性和偏向程度加入风险不确定性的计算中, 得到了风险阈值的范围, 进而得出了风险不确定性的可能大小. 利用该方法对某市做了动态风险分析评价和趋势预测, 并得出该市处于中度风险的可能性为 52% 的结论. 该方法解决了以往灾害风险分析中多需要历史灾害数据或大样本数据的问题, 为更多的目标物风险分析提供了可行方法.

关键词: 城市自然灾害风险; 不确定性; 集对分析; 投影寻踪; 风险阈值

中图分类号: N949; X4 **文献标志码:** A

0 引言

同风险一样, 对于自然灾害风险的定义有很多说法, 但总结国内外文献不难发现^[1~11], 对风险的理解大致上存在两种不同意见: 一是将风险看成是灾害可能引起损失的大小; 一是将风险看成是灾害引起某一程度损失的概率大小. 并且, 随着对自然灾害风险的定义日趋饱满, 其内容由最初的灾害事件发生概率或危害性与受灾对象损失, 发展到孕灾环境、致灾因子危险性与承灾体易损性及其防灾减灾能力的研究上.

投影寻踪方法及集对分析方法均为较成熟的理论, 在很多领域得以应用^[12~15], 而将其综合改进成适于定量评估城市灾害风险尚未见到. 本文在投影寻踪和集对分析思想方法的基础上, 提出灾害风险评价的一种新方法, 并对某城市的灾害风险趋势进行分析, 将用新方法求出的风险值作为样本数据, 利用信息分配^[16]方法对该城市的风险等级可能性进行判断.

1 自然灾害风险分析

国际上现有的自然灾害风险区划图在实践中

的应用往往不能令人满意, 其原因不仅在于很难假定出合适的概率模型来描述复杂的自然灾害风险系统之随机不确定性, 而且可靠地计算风险值的传统概率方法必须依靠大样本, 而人们常常不得不在信息不完备的条件下对自然灾害系统进行分析, 很难满足大样本的条件, 因此, 几乎不可能较为准确地估计出任何自然灾害事件的概率^[17], 根据估不准的风险值绘制风险区划图, 即使是采用先进的绘图技术, 也不能提供可靠的风险信息, 同时也不能提供风险值在多大范围内变化的信息.

风险影响因素是导致风险不确定性的因素, 因此, 应从不确定性的分析入手, 做动态的风险评价.

2 基于投影寻踪的风险要素权重确定

传统的风险分析是在风险因素变量分布规律已知的情况下, 计算评价指标的期望值和方差, 以比较风险大小, 而实际上要取得风险因素变量的概率分布相当困难. 风险因素变量通常选择变动性较大且其变动会对评价指标产生较大影响的因

素. 因此, 风险分析的不确定性表现在两个方面: 一是风险因素变量的不确定性; 一是风险因素变量的影响程度(或称为“敏感度”)的不确定性. 本文根据已分析确定的风险因素变量, 利用低维投影空间来分析高维数据特征的投影寻踪方法确定它们的影响程度.

3 集对分析及其在风险阈值确定中的应用

综合灾害风险分析即是对危险性和承灾体易损性的综合度量, 根据集对分析^[18]的思想, 设灾害危险性联系度表达式为

$$\mu_1 = m + ni_1 + qj_1 \tag{1}$$

其中 m 为增加危险性的因素; n 为影响危险性大小的不确定性因素; q 为减小危险性的因素.

同理, 可设承灾体易损性的联系度表达式为

$$\mu_2 = M + Ni_2 + Qj_2 \tag{2}$$

其中 M 为增加易损性的因素; N 为影响易损性大小的不确定性因素; Q 为减小易损性的因素.

i, j 分别为差异性和对立性的系数, 且有 $i \in [-1, 1], j = -1$. 则有

$$\begin{aligned} \mu_1 \mu_2 &= (m + ni_1 + qj_1) \times (M + Ni_2 + Qj_2) = \\ &= mM + mNi_2 + mQj_2 + nMi_1 + nNi_1i_2 + \\ &+ nQi_1j_2 + qMj_1 + qNi_2j_1 + qQj_1j_2 \end{aligned} \tag{3}$$

当考虑因素的不确定性影响时, 上式有以下几种转换情况:

(1) 当 $0 < i_1, i_2 < 1$ 时

$$\begin{aligned} \mu_1 \mu_2 &= (mM + nN\omega_{i_1}\omega_{i_2}) + (nM\omega_{i_1} + \\ &+ mN\omega_{i_2})i + (qQ + mQ + qM - \\ &+ nQ\omega_{i_1} - qN\omega_{i_2})j \end{aligned} \tag{4}$$

(2) 当 $-1 < i_1, i_2 < 0$ 时

$$\begin{aligned} \mu_1 \mu_2 &= mM + (nM\omega_{i_1} + mN\omega_{i_2})i + \\ &+ (qQ + mQ + qM + nQ\omega_{i_1} + \\ &+ qN\omega_{i_2} + nN\omega_{i_1}\omega_{i_2})j \end{aligned} \tag{5}$$

(3) 当 $0 < i_1 < 1, -1 < i_2 < 0$ 时

$$\begin{aligned} \mu_1 \mu_2 &= mM + (nM\omega_{i_1} + nN\omega_{i_1}\omega_{i_2} + \\ &+ mN\omega_{i_2})i + (qQ + mQ + qM + \\ &+ qN\omega_{i_2} - nQ\omega_{i_1})j \end{aligned} \tag{6}$$

(4) 当 $-1 < i_1 < 0, 0 < i_2 < 1$ 时

$$\begin{aligned} \mu_1 \mu_2 &= mM + (mN\omega_{i_2} + nN\omega_{i_1}\omega_{i_2} + \\ &+ nM\omega_{i_1})i + (qQ + mQ + qM + \\ &+ nQ\omega_{i_1} - qN\omega_{i_2})j \end{aligned} \tag{7}$$

这里, $\omega_{i_1}, \omega_{i_2}$ 分别代表 i_1, i_2 的大小. 上式可表述为在充分考虑了差异性特点和影响时得到的如下

转换原则, 即

$$\text{差异性} \times \text{差异性} = \begin{cases} \text{同一性增强}; i > 0 \\ \text{对立性增强}; i < 0 \\ \text{差异性增强}; i \text{ 异号} \end{cases}$$

$$\text{差异性} \times \text{对立性} = \begin{cases} \text{对立性减弱}; i > 0 \\ \text{对立性增强}; i < 0 \end{cases}$$

$$\text{同一性} \times \text{差异性} = \text{差异性}$$

$$\text{同一性} \times \text{对立性} = \text{对立性}$$

$$\text{对立性} \times \text{对立性} = \text{对立性}$$

这与文献[17]中的转换原则是有一定区别的. 即本文考虑了差异性在确定性同异之间的偏向问题, 其偏向哪方, 对哪方就是一种信息增强, 只不过增强的程度是靠其自身的偏向程度(i)——差异性系数的大小控制和测量的.

在上述方法的基础上分析城市灾害风险, 可以确定出风险大小的变化范围, 即当不确定性产生偏向时($i > 0$ 或 $i < 0$), 就产生了风险大小的上下限, 或称风险阈值.

在灾害风险分析的过程中, i 值的确定是值得进一步探讨的. 它的大小直接影响了对城市灾害风险的评估, 从而也反映出决策者对风险控制的信心. 如果 i 的绝对值很大或很小, 则说明风险控制者对不确定因素的把握很有信心, 不确定性信息对其没有大的影响; 若 i 的绝对值在 0.5 左右波动, 则说明其没有把握, 不确定性信息产生的影响很大, 一旦不确定性因素作用, 会使决策者措手不及.

本文提出一种确定 i 值大小的方法, 简要论述如下: 首先, 基于投影寻踪, 找到不确定性因素的权值; 其次, 对这些不确定性因素的权值进行熵分析, 判断不确定性因素影响程度的不确定性大小; 最后, 计算出不确定因素影响程度的最大不确定性 $|i|$, 计算公式为

$$|i| = 0.5 + 0.5 \frac{H_m - H}{H_m} \tag{8}$$

其中 H 为权熵, 其计算公式为

$$\begin{aligned} H &= - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i; i = 1, 2, \dots, n \\ H_m &= - \ln \frac{1}{n} \end{aligned}$$

n 为不确定因素的个数. 权熵 H 越大, 说明不确定性越明显.

4 某城市灾害动态风险分析

对于城市灾害的分类, 国家建设部早在 1997

年公布的《城市建筑综合防灾技术政策纲要》中,把地震、火灾、洪水、气象灾害、地质破坏等五大灾种列为导致我国城市灾害的主要灾害源.考虑到致灾源间的相互关联性,如地质破坏中的滑坡、泥石流等大部分由于地震或强降水引发,故这里不单独列出考虑.对于火灾的定义与考察,本文认为火灾一部分指由于火山爆发引起的灾害,另有一部分属次生灾害范畴,而本文所考察的地区并无火山影响,故这里火灾也不单独列出考虑.简言之,本文考察的某城市自然灾害是指地震、洪水和风暴这 3 种原生灾害.

文献[19]通过分析,确定了增加灾害危险性的因素为地区历史灾害数据,但由于 1995~2004 年 10 a 间该地区并没有“成形”的地震灾害,即危险随时随地存在,但并不都会形成灾害,因此只能考察每年地震活动的频次和相应最大震级以反映该灾害现象的活跃性;强风又是一种发生相对较频繁,在该地区相对地震而言危险性较强的一种自然灾害象,通常是由热带气旋、风暴潮等自然现象转变为影响该城市的强风,所以考察每年强风的频次以反映该灾害现象的活跃性.影响灾害危险性的不确定影响因素为潜在诱发因素,如强降雨会导致洪灾、泥石流、山体滑坡的危险性增大,但降雨又对旱灾起到了缓解作用,对土壤、植被也起着一定的积极作用,甚至还会适时降低火灾发生的危险性.

增加易损性的因素为城市人口密度和固定基础财富密度,以及城市危险源情况;影响易损性大小的不确定性因素为城市建筑物和生命线系统的抗灾能力;减小易损性的因素为城市单位建成区面积上的防灾减灾投入,它属于事前工作,符合风险带有预期不确定性的特点.而之所以将建筑物和生命线系统的抗灾能力作为不确定性因素是因为它们能力的高低与其自身的价值有密切关系.从经济风险角度来看,如果建筑物和生命线系统的抗灾性能过强,它们长期不能充分发挥作用也会增加经济风险;如果其工程费和长期的维护费超过设计抗灾的损失,在经济上就不合算.也就是说,对它们的高成本投入才能保证它们的高抗灾性能,然而高成本意味着高风险,而高性能又能降低风险.从这些来看,建筑物和生命线系统的抗灾能力对灾害风险的影响是不确定的.

本文利用改进的集对分析方法计算某城市灾害风险的原始数据来源于《某市统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《中国经济年鉴》、《中国城市统计年鉴》、《中国区域经济统计年鉴》中的统计数据,这里不一一列出.

经分析得出的该城市自然灾害危险性因素及其标准化后的数据见表 1,其中地区最大震级指的是统计得到的、可测得的该地区数次地震中的震级最大值(单位:级,如 1999 年该地区最大震级为 4.1 级).

表 1 标准化后的危险性数据
Tab. 1 Hazards data after conformity disposal

年份	地震		≥8 级风 日数	年平均 降雨量
	地区最大震级	可测得的频度		
1995	0.909	0	0	0.291
1996	0.818	0.090	0.200	0.283
1997	1.000	0.653	0.520	0.517
1998	0.909	0.778	0.920	0
1999	0	0.757	0.800	1.000
2000	0.818	0.590	1.000	0.713
2001	0.727	0.924	0.880	0.594
2002	0.455	1.000	0.560	0.902
2003	0.545	0.972	0.920	0.528
2004	0.818	0.889	0.320	0.364

经投影寻踪得到的最佳投影方向为 $\alpha = (0.179\ 2, 0.681\ 6, 0.227\ 1, 0.672\ 1)$,分别表示了地区最大震级、可测得的频度、≥8 级风日数和年平均降雨量这 4 项危险性因素指标的时间多维数据降维投影到一维后的结果,经归一化处理后便得到 1995~2004 年 10 a 间该城市灾害危险性因素的权重分别为地区最大震级 0.032、可测得的频度 0.464、≥8 级风日数 0.052 和年平均降雨量 0.452.

经分析得出的该城市自然灾害风险易损性因素及其标准化后的数据见表 2,时间多维数据经投影寻踪得到的最佳投影方向为 $\alpha = (0.031\ 1, 0.132\ 5, 0.233\ 5, 0.346\ 8, 0.898\ 3)$,经归一化处理后便得到 1995~2004 年 10 a 间该城市灾害易损性因素的权重分别为人口密度 0.001,财富密度 0.018,建筑物抗灾能力 0.055,生命线系统抗灾能力 0.119,防灾投入力度 0.807.

进而得到构成该城市灾害风险的危险性和易损性联系度表达式(见表 3).

表 2 标准化后的易损性数据

Tab. 2 Vulnerability data after conformity disposal

年份	人口密度	财富密度	建筑物 抗灾能力	生命线系统 抗灾能力	防灾投 入力度
1995	1.000	1.000	0	0	0.077
1996	0.893	0.700	0.124	0.079	0.019
1997	0.786	0.700	0.217	0.199	0.029
1998	0.670	0.467	0.331	0.306	0.049
1999	0.594	0.467	0.429	0.377	0
2000	0.439	0.467	0.551	0.459	0.068
2001	0.314	0.467	0.670	0.549	0.146
2002	0.204	0	0.789	0.618	0.249
2003	0.137	0	0.903	0.769	0.626
2004	0	0	0.999	1.000	0.997

此时利用式(8)计算得到的危险性联系度的差异性系数 $|i_1| = 1$, 易损性联系度的差异性系数 $|i_2| = 0.552\ 3$.

风险 = 危险性 × 易损性. 由前面的危险性和

易损性分析可得到某城市 1995 ~ 2004 年的动态风险评价值, 如表 4 所示, i_1 、 i_2 分别为危险性和易损性的不确定偏向程度.

表 3 联系度表达式

Tab. 3 Connection degree expression

年份	危险性联系度($i = i_1$)	易损性联系度($i = i_2$)
1995	$0.180 + 0.820i$	$0.230 + 0i + 0.770j$
1996	$0.379 + 0.621i$	$0.295 + 0.363i + 0.342j$
1997	$0.607 + 0.393i$	$0.181 + 0.495i + 0.324j$
1998	$1 + 0i$	$0.086 + 0.531i + 0.383j$
1999	$0.465 + 0.535i$	$0.114 + 0.886i + 0j$
2000	$0.522 + 0.478i$	$0.058 + 0.573i + 0.369j$
2001	$0.650 + 0.350i$	$0.037 + 0.448i + 0.515j$
2002	$0.555 + 0.445i$	$0.001 + 0.369i + 0.630j$
2003	$0.684 + 0.316i$	$0.000\ 2 + 0.219\ 0i + 0.780\ 8j$
2004	$0.734 + 0.266i$	$0 + 0.179i + 0.821j$

表 4 某城市 1995~2004 年的动态风险阈值

Tab. 4 1995-2004 dynamic risk thresholds in one city

年份	风险阈值					最小	最大
	$0 < i_1, i_2 < 1$	$-1 < i_1, i_2 < 0$	$0 < i_1 < 1,$ $-1 < i_2 < 0$	$-1 < i_1 < 0,$ $0 < i_2 < 1$			
1995	[0.346, 0.723]	[-0.917, -0.540]	[0.346, 0.723]	[-0.917, -0.540]		-0.917	0.723
1996	[0.067, 0.574]	[-0.606, -0.100]	[-0.182, 0.574]	[-0.606, 0.149]		-0.606	0.574
1997	[-0.089, 0.385]	[-0.559, -0.084]	[-0.304, 0.385]	[-0.559, 0.130]		-0.559	0.385
1998	[-0.590, -0.004]	[-0.059, -0.004]	[-0.590, -0.004]	[-0.590, -0.004]		-0.590	-0.004
1999	[0.026, 0.603]	[-0.497, 0.080]	[-0.497, 0.603]	[-0.497, 0.603]		-0.497	0.603
2000	[-0.028, 0.358]	[-0.683, -0.297]	[-0.330, 0.358]	[-0.683, 0.005]		-0.683	0.358
2001	[-0.218, 0.130]	[-0.751, -0.404]	[-0.391, 0.130]	[-0.751, -0.231]		-0.751	0.130
2002	[-0.092, 0.135]	[-0.834, -0.607]	[-0.273, 0.135]	[-0.834, -0.425]		-0.834	0.135
2003	[-0.332, -0.166]	[-0.902, -0.736]	[-0.408, -0.166]	[-0.902, -0.660]		-0.902	-0.032
2004	[-0.430, -0.285]	[-0.920, -0.775]	[-0.483, -0.285]	[-0.920, -0.722]		-0.920	-0.285

由于风险是危险性和易损性的综合量度, 本文根据集对分析原理求得风险变化区间为 $[-1, 1]$, 其中 -1 为风险最小, 即危险性和易损性的综合达到了最低, 1 为风险最大, 即危险性和易损性的综合达到了最高. 该风险阈值综合了危险性和易损性因素的影响程度, 或称不确定程度, 用其不稳定或波动来反映出人们对城市灾害的感知. 因此, 风险分析的作用, 就是判断不确定性的程度. 波动范围越大, 则不确定性越大, 风险也就越大. 如图 1 所示, 0 代表风险完全确定, 1 代表风险完全不确定(图中, 纵坐标 Δ 为风险的不确定性, 其值等于风险阈值最大、最小值之差的二分之一). 在一定时间段内, 风险不确定性随着风险管理手段的实施逐渐降低, 当降低到一定程度后, 由于城

市承灾系统的发展变化, 风险不确定性也随之变化, 并会出现新的针对性的风险管理手段对其进行控制管理, 风险的不确定性则进一步下降并趋于一个水平... 如此往复, 风险的不确定性在城市承灾系统不断发展和风险管理手段不断进步的过程中呈现出波浪式下降的趋势, 符合系统风险管理的发展历程. 换句话说, 风险越确定, 即图上的曲线越向下发展, 说明对于一次突发灾害, 人们越有把握判断出城市可能产生的损失分布及其大小, 也间接表明了城市承灾能力的提高. 这种趋势结果表明了城市承灾系统由风险不确定性向确定性的连续、动态的演变过程.

在城市灾害综合风险计算的过程中可以发现, 降低风险及其不确定性, 即风险管理或风险控

制可以通过以下 3 种方式实现:

- (1)提高对立性因素值,即采取提高使危险性或(和)易损性降低的影响因素值的措施;
- (2)采取一定措施使差异性因素偏向对立性,即使 i 值取负;
- (3)将不确定性向确定性转化,即减小 $|i|$ 值.

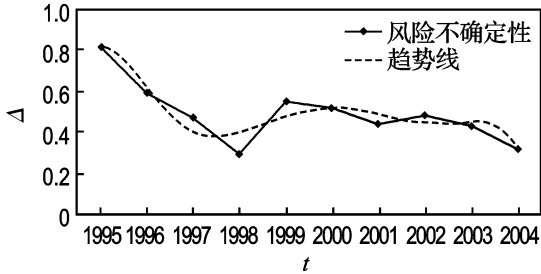


图 1 某市城市灾害综合风险不确定性趋势分析

Fig. 1 Trend analysis of urban disaster comprehensive risk uncertainty in one city

利用信息分配^[16]的方法,以前面计算得出的风险不确定数值为样本数据,风险不确定性论域 $[0,1]$ 内以五等级划分标准划分风险高低,即 $[0,0.2]$ 为低风险, $[0.2,0.4]$ 为较低风险, $[0.4,0.6]$ 为中度风险, $[0.6,0.8]$ 为较高风险, $[0.8,1.0]$ 为高风险,并取区间中值建立模糊集中心点集为 $\{0.1,0.3,0.5,0.7,0.9\}$,作该市城市灾害综合风险的可能性分析.设步长为 0.2,城市灾害综合风险样本数据集为

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_{10}\} = \{0.82, 0.59, 0.47, 0.29, 0.55, 0.52, 0.44, 0.48, 0.44, 0.32\}$$

得该市城市灾害综合风险的可能性分布图如图 2 所示.

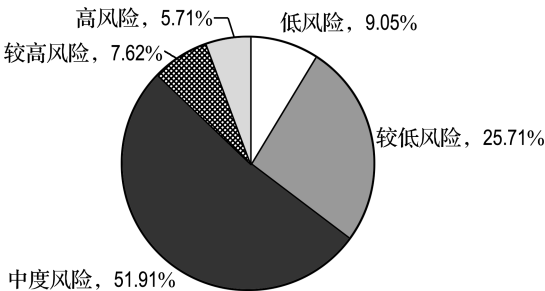


图 2 某市城市灾害综合风险程度可能性分布图

Fig. 2 Probability distribution of comprehensive risk degree of urban disaster in one city

5 结 论

本文分析了某城市自 1995 年以来城市的综合风险不确定性,从其发展趋势判断,该市的城市灾害综合风险呈下降态势,说明城市按照这样的发展方向 and 状态,当有突发灾害发生时,人们对灾害可能造成的损失判断趋于准确,也间接说明了城市承灾能力的逐步提高.利用信息分配原理判断出城市灾害综合风险为中度等级的可能性为 52%.风险不确定性值的大小对不同的决策者来说,意义也不同,例如:风险偏好者可能会继续以往的管理手段和力度,而风险回避者则会加大管理的力度或更新管理手段.

本文风险阈值,是在历史数据分析的基础上,通过获取各个风险因素的客观权重,避免了主观权重的人为因素获得的.并且该方法在历史数据的选择上有很大的灵活性.本文建议尽量选取靠近评价目标时期的历史数据,因离评价目标时期越近,与其的关联越紧密,评价结果会更准确.且历史数据越多,风险因素的客观权重计算越准确.

参考文献:

[1] 刘希林. 泥石流风险评价中若干问题的探讨[J]. 山地学报, 2000, 18(4):341-345

[2] SHOOK G. An assessment of disaster risk and its management in Thailand [J]. Disaster, 1997, 21(1): 77-88

[3] IUGS. Quantitative risk assessment for slopes and landslides-the state of the art [C] // **Landslide Risk Assessment**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997:42-55

[4] 杨帅英,郝芳华,宁大同. 干旱灾害风险评估的研究进展[J]. 安全与环境学报, 2004, 4(2):79-82

[5] 史培军. 三论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(3):1-9

[6] 张继权,冈田宪夫,多多纳裕一. 综合自然灾害风险管理[J]. 城市与减灾, 2005(2):2-5

[7] JIN Dong-mei, ZHANG Ji-quan, HAN Jun-shan. A study on urban drought and water shortage risk assessment and management measures in Jilin Province [C] // **Proceedings of Fifth Annual IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management**. Beijing:Beijing Normal University,

2005

[8] 张继权,赵万智,冈田宪夫,等. 综合自然灾害风险管理的理论、对策与途径[J]. 应用基础与工程科学学报, 2004(增刊):263-271

[9] 张继权,冈田宪夫,多多纳裕一. 综合自然灾害风险管理——全面整合的模式与中国的战略选择[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(1):29-37

[10] 金冬梅,张继权,韩俊山. 吉林省城市干旱缺水风险评价体系与模型研究[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(6):100-104,28

[11] 姚清林,黄崇福. 地震灾害风险因素和风险评估指标的模糊算法[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(2): 51-58

[12] 赵晓翠,王来生. 基于投影寻踪和支持向量机的模式识别方法[J]. 计算机应用研究, 2007(2):86-88

[13] 赵小勇,付强,邢贞相. 投影寻踪等级评价模型在土壤质量变化综合评价中的应用[J]. 土壤学报, 2007, 44(1):164-168

[14] 李世玲. 基于投影寻踪和遗传算法的一种非线性系统建模方法[J]. 系统工程理论与实践, 2005(4): 22-28

[15] 李琦,金鸿章,林德明. 复杂系统的脆性模型及分析方法[J]. 系统工程, 2005, 23(1):9-12

[16] 黄崇福. 自然灾害风险评价理论与实践[M]. 北京:科学出版社, 2005

[17] LEUNG Y, HUANG C F. A new algorithm for estimating the risk of natural disaster with incomplete data [J]. International Journal of General Systems, 2000, 29 (2):175-204

[18] 叶义成,柯丽华,黄德育. 系统综合评价技术及其应用[M]. 北京:冶金工业出版社, 2006

[19] 张明媛. 城市承灾能力及灾害综合风险评价研究[D]. 大连:大连理工大学, 2008

A new method of urban natural disaster risk analysis

ZHANG Ming-yuan* , YUAN Yong-bo, ZHOU Jing

(School of Civil Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: Based on uncertainty and complexity of disaster, the urban integrated disaster risk was taken as an uncertain system containing hazards and vulnerability. The risk assessment model was set up with the set pair analysis approach after determining the certain and uncertain factors. The weight of each factor was ensured using project pursuit approach which was an impersonal dimension-decreasing method good for reducing the complexity of the risk analysis. The objective quantifying method of otherness coefficient in set pair affiliation was paid more attention to. Its deflection was used in the calculation of risk uncertainty for getting the threshold of risk and the uncertainty value further. The dynamic risk in the city was analyzed and the trend was forecasted using this method. The result shows that the probability of middle risk is 52%. This approach resolves the problem that much more history disaster data or samples data are needed for disaster risk analyses so that risk analyses for more objectives become feasible.

Key words: risk of urban natural hazards; uncertainty; set pair analysis (SPA); project pursuit (PP); risk threshold