

# 灾后物资供应系统风险预警可拓模型的初步设计<sup>\*</sup>

李 智<sup>1</sup>, 林达龙<sup>2</sup>, 明 亮<sup>3</sup>, 何胜方<sup>2</sup>

(1. 西南林业大学 土木工程学院, 云南 昆明 650224; 2. 云南中控消防产品质量检验有限公司, 云南 昆明 650228; 3. 云南省公安消防总队, 云南 昆明 650228)

**摘 要:** 在可拓学理论的基础上, 按照风险预警目的和方法的要求, 构建了灾后物资供应系统流动性风险预警模型。该模型解决了物资需求与客观实际采购量的矛盾, 客观地反映了风险变化的动态化过程, 初步提高了流动性风险预警的有效性。

**关键词:** 自然灾害; 物资供应; 风险预警; 可拓性模型

**中图分类号:** X4      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-811X(2012)03-0137-03

20 世纪以来, 各种自然灾害频发。美国等发达国家为了减轻各类突发性事件引起的灾害, 已经建立了标准化应急管理体系<sup>[1]</sup>。而我国在这方面起步较晚, 目前主要是制定了各种自然灾害的应急预案。灾后物资供应系统能够提供各种应急救援所需要的物资, 为有效降低自然灾害所造成的人员伤亡和物质损失提供保障, 因此该系统的建立是十分必要的。而系统内物资的流动性风险的监测, 是整个系统运行过程中的难点<sup>[2-6]</sup>。为此, 本文利用可拓学理论, 按照风险预警的目的和方法的要求, 构建了灾后物资供应系统流动性风险预警模型。

## 1 可拓学概述

### 1.1 可拓学的基本思想

可拓学认为, 在一定的客观条件及主观目的下, 对事物本身性质, 事物间作用及事物间关系进行开拓, 是矛盾问题得以解决的根本途径<sup>[7]</sup>。为此, 可拓学构造了可拓集合理论作为处理矛盾问题的工具。

### 1.2 物元理论

解决矛盾问题既要考虑质的变化又要考虑量的变化, 两者应该有机结合, 所以可拓学引进了物元的概念, 将物、质、量三者统一起来对客观事物进行描述。给定事物的名称  $N$ , 它关于某一特征  $c$  的量值为  $v$ , 以有序的三元组  $R = (N, c, v)$  作为描述事物的基本元, 简称为物元。

一个事物可以有多个特征, 如果事物  $N$  有  $n$  个特征  $c_1, c_2, \dots, c_n$ , 相应的量值分别为  $v_1, v_2,$

$\dots, v_n$ , 则该事物可以表示为:

$$R = \begin{bmatrix} N, & c_1, & v_1 \\ & c_2, & v_2 \\ & \cdots & \cdots \\ & c_n, & v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \cdots \\ R_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中:  $R$  称为  $n$  维物元,  $R_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) 称为分物元。

### 1.3 可拓集合理论

可拓集合采用  $(-\infty, +\infty)$  的实数来表示物质具有某种性质的程度, 正数表示具有该性质的程度, 负数表示不具有该性质的程度。可拓集合的形式化定义方式为: 设  $U$  为论域, 若对  $U$  中任一元素  $u$ ,  $u \in U$ , 都有一实数  $K(u) \in (-\infty, +\infty)$  与之相对应, 则有可拓集合为:

$$\tilde{A} = \{(u, y) \mid u \in U, y = K(u) \in (-\infty, +\infty)\} \quad (2)$$

式中:  $y = K(u)$  为可拓集合的关联函数,  $K(u)$  为  $u$  关于可拓集合的关联度。

## 2 灾后物资供应系统流动性风险预警的可拓模型初步设计

灾后物资供应系统流动性风险预警的过程是解决物资需求与客观实际采购量矛盾的过程<sup>[8]</sup>, 为了更加客观地反映风险变化的动态化过程, 结合可拓学思想和方法, 将定性分析与定量分析有效结合, 利用可拓集合与关联函数的特点会更加符合实际的情况, 提高预警的有效性。

### 2.1 灾后物资供应系统流动性风险的可拓定义

灾后物资供应系统的流动性风险来自物资需

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2011-12-14      修回日期: 2012-01-16

基金项目: 云南省教育厅科学研究基金(2011Y279); 云南省重点学科-森林保护学(XKZ200905)

作者简介: 李智(1985-), 女, 湖南长沙人, 硕士, 主要从事城市公共安全及灾害演化控制方面的研究。

E-mail: lizhi2000\_2000@163.com

求与客观实际物资短缺双方的矛盾行为。借鉴可拓的事元行为表示方法  $I = (D, B, U)$ ,  $D$  为物资实际仓储动作,  $B$  为物资供给的动作特征, 可以将物资交易行为分为物资仓储行为和物资供给行为, 记为  $I = (D_{\text{storage}}, B_{\text{storage}}, U_{\text{storage}})$  和  $I = (D_{\text{supply}}, B_{\text{supply}}, U_{\text{supply}})$ , 物资供应系统进行物资交易的行为特征一般包括物资交易时价 ( $price$ )、交易数量 ( $quantity$ )、交易时间 ( $time$ ) 等, 即根据流动性的三个基本要素。例如在下午 14:45, 灾后物资需求与实际物资仓储针对某物资  $A$  的交易行为为:

$$I_{\text{storage}} = (D_{\text{storage}}, B_{\text{storage}}, U_{\text{storage}}) = \begin{bmatrix} D_{\text{storage}} & price & 15.10 \\ & quantity & 2\,000 \\ & time & 14:45 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

$$I_{\text{supply}} = (D_{\text{supply}}, B_{\text{supply}}, U_{\text{supply}}) = \begin{bmatrix} D_{\text{storage}} & price & 14.90 \\ & quantity & 5\,000 \\ & time & 14:45 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

此时, 物资需求与实际物资仓储双方在对物资  $A$  的价格和数量上都存在着分歧, 以物资需求和实际物资仓储双方的特点来看, 显然物资仓储方采购物资  $A$  的报价为 15.10 元, 且目前仓储量仅为 2 000 个单位; 而物资实际需求的报价为 14.90 元, 且需求量至少为 5 000 个单位。

假设前一日该物资的最终采购价为 15.10 元, 物资供应系统根据前日采购价提前预备资金, 资金量为前日最终采购价 90% ~ 110%, 即该物资本日供应系统预计价格为 13.50 ~ 16.50 元。若物资需求最高能接受的价格为 15.50 元, 即物资需求的价格为 13.50 ~ 15.50 元, 而物资购买价最低为 14.80 元, 即物资仓储的价格为 14.80 ~ 16.50 元, 可知 (14.80, 15.50) 是今日物资供给系统中最终成交的价格区间, 如图 1 所示。

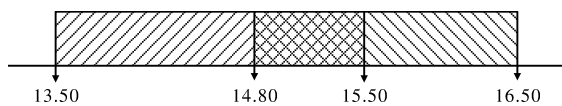


图 1 物资供给系统价格变动区间示意图

## 2.2 灾后物资供应系统流动性风险预警模型的建立

根据可拓集合的概念, 若设  $U = (14.80, 15.50)$ , 则此时有可拓集合:

$$\tilde{A} = \{(p, \gamma) | p \in U, \gamma = K(p) \in (-\infty, +\infty)\}. \quad (5)$$

当  $p \in (14.80, 15.50)$ ,  $K(p) \geq 0$ , 如  $p = 15.15$  时,  $K(p) = \frac{2(15.15 - 14.80)}{(16.50 - 14.80)} = 1$ 。

这样通过对关联函数可以判断出市场的价格是否可能成交, 即市场的流动性状况能否满足交易的需求。上面的事元模型分别从价格、数量、时间、以及量价关系等角度拓展汇总, 就得到了系统的宽度、深度、即时性、弹性等流动性的思维衡量标准。这一过程可以表示为:

$$T_1 I = I_{\text{trade}} = \begin{bmatrix} D & B_{\text{price}} & U_p \\ & B_{\text{quantity}} & U_q \\ & B_{\text{time}} & U_t \\ & B_{\text{elasticity}} & U_e \end{bmatrix} \Rightarrow T_2 I_{\text{trade}} = \begin{bmatrix} N & \text{宽度} & V_1 \\ & \text{深度} & V_2 \\ & \text{即时性} & V_3 \\ & \text{弹性} & V_4 \end{bmatrix} = R' = (N, C', V'). \quad (6)$$

即由事元形式经过可拓变换, 得到物元形式。

$T_1$ 、 $T_2$  表示可拓变换, 表示对每次交易行为的分类、汇总、统计等。

$$\text{由多维物元 } R = \begin{bmatrix} N & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \dots & \dots \\ & c_n & v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \dots \\ R_n \end{bmatrix}, \text{ 可以将灾}$$

后物资供给系统的流动性风险水平用物元定义表示为有序的三元组  $R = (N, C, V)$ 。

因灾后物资供给系统的宽度、深度、即时性、弹性可以用价格的波动性、交易的活跃程度、量价关系情况进行替代, 同时考虑到预期损失的情况, 所以流动性风险的物元模型可以用物元  $R = (N, C, V)$ 、 $R \sim R'$  表示。它的特征  $C$  包括灾后物资供给系统的宽度水平  $C_1$ , 深度水平  $C_2$ , 流动性比率  $C_3$  以及流动性风险的预期损失情况  $C_4$ 。

通过对灾后物资供给系统流动性水平的各个维度如宽度、深度、弹性等状况的判断和流动性风险的预期损失, 可以对灾后物资供给系统的流动性风险状况做出总体的综合判断, 从而推断出灾后物资供给系统的流动性是否能够满足应急管理的需求。

## 3 结束语

本文基于可拓学理论, 按照风险预警的目的和方法的要求, 构建了灾后物资供应系统流动性风险预警模型, 解决了物资需求与客观实际采购量矛盾的过程, 更加客观地反映了风险变化的动态化过程, 初步提高了预警的有效性。

## 参考文献:

- [1] 凌雪书. 破坏性地震应急管理信息系统研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2007.
- [2] 黎旺星. 需求分析在应急信息系统设计中的应用[J]. 福建电脑, 2008(6): 68-69.
- [3] 张永领. 基于层次分析法的应急物资储备方式研究[J]. 灾害学, 2011, 26(3): 120-125.
- [4] 武巧彦, 件志军, 张继权, 等. 基于 GIS 的锡林郭勒盟草原火灾救援物资库优化布局[J]. 灾害学, 2010, 25(3): 86-89.
- [5] 卢宏谋, 邹逸江. 基于 GIS 的宁波市应急救援物资信息系统初步研究[J]. 灾害学, 2010, 25(2): 49-53, 107.
- [6] 姚令侃, 汤家发, 杨明. 防洪物资储备决策方法初探[J]. 灾害学, 2001, 16(1): 29-33.
- [7] 孙佰清. 智能决策支持系统的理论及应用[M]. 北京: 中国经济出版社, 2010.
- [8] 孙剑飞, 孙佰清, 冯英俊, 等. 动态总需求-总供给模型的无模型控制律设计[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006, 38(6): 899-901.

(下转第 144 页)