

# 基于区间直觉模糊和 DEMATEL 的应急管理 关键因素选取方法

刘同超

(许昌学院 商学院,河南 许昌 461000)

**[摘要]**针对应急管理中关键因素选取方法的问题,考虑到决策者决策过程中的模糊性和不确定性,提出一种基于区间直觉模糊和 DEMATEL 相结合的决策方法。此方法首先利用区间直觉模糊对 DEMATEL 中的初始矩阵进行赋值;利用 TOPSIS 方法对直觉模糊矩阵计算构建初始直接矩阵;在此基础上,通过规范化初始直接矩阵构建综合矩阵,进而确定关键因素;最后通过算例分析证明了所提出方法的可行性和有效性。

**[关键词]**区间直觉模糊集;DEMATEL;应急管理;关键因素

**[中图分类号]**F252;F224

**[文献标识码]**A

**[文章编号]**1005-152X(2020)08-0052-05

## Method for Selection of Key Factors in Emergency Management Based on Interval-valued Intuitionistic Fuzziness and DEMATEL

Liu Tongchao

(School of Business, Xuchang University, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** In view of the problems in the selection of key factors in emergency management, and taking into account the ambiguity and uncertainty in the decision-making process of decision makers, this paper proposed a decision-making method based on the combination of the interval-valued intuitionistic fuzzy method and DEMATEL, which uses the interval-valued intuitionistic fuzzy method to assign value to the initial matrix in DEMATEL. Next using the TOPSIS method, it constructed the initial direct matrix based on the intuitionistic fuzzy matrix and from there, set up a comprehensive matrix by normalizing the initial direct matrix to determine the key factors. Finally, the feasibility and effectiveness of the proposed method were proved through a case study.

**Keywords:** interval-valued intuitionistic fuzzy set; DEMATEL; emergency management; key factor

## 1 引言

近年来,全球范围内的突发事件频发并具有较高的复杂度,存在着预测困难、应急管理经验不足等问题<sup>[1]</sup>,应急管理已成为目前国内外研究的热点问题。由于突发事件应急管理涉及到的因素众多,因此在众多因素中识别出关键因素和重要因素对于突发事件应急管理具有十分重要的意义。

决策实验室分析法(Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL)能够分析出系统内部众多要素的相互关系,并将众因素形成因果结构

图,对于识别系统中关键因素和重要因素十分有效<sup>[2]</sup>。DEMATEL 目前应用领域十分广泛,岳文玉<sup>[3]</sup>运用 DEMATEL 方法对学术信息资源云存储安全影响因素进行分析,得出主要影响因素,有利于解决学术信息资源云存储安全中的主要困难,对于信息存储安全发展有着重要意义。Zhang 等<sup>[4]</sup>运用 DEMATEL 方法解决证据推理过程中的冲突问题,对于各个证据进行加权处理,有效解决了证据推理中的冲突问题并提高了计算效率。

但是,由于 DEMATEL 方法具有很强的扩展性,所以 DEMATEL 经常与各种方法结合使用。张涑贤<sup>[5]</sup>

**[收稿日期]**2020-05-31

**[基金项目]**国家社科基金(19BJY046)

**[作者简介]**刘同超(1989-),男,河南封丘人,博士,讲师,研究方向:管理决策、风险控制。

将 DEMATEL 与 ISM 两种方法进行集成,对建筑供应链低碳化的影响因素进行分析,得出建筑供应链低碳化的主要阻碍因素,从而为加快建筑供应链低碳化进程提供管理对策。Lin 等<sup>[6]</sup>将模糊理论与 DEMATEL 方法相结合,对供应链可持续发展中存在的复杂因素关系进行分析,提取关键影响因素,提高了供应链的可持续发展质量。丁莹莹等<sup>[7]</sup>运用 Grey-DEMATEL 对产业升级过程中所存在的问题进行分析,提取关键影响因素,分析了产业升级发展中的制约因素,为产业升级发展提供了管理对策。

由于 DEMATEL 方法的数据来源主要是专家经验,最初要求专家给出的数据都是一个精确数,并没有充分考虑到专家给出精确数据的困难度,而且精确数并不能充分体现出专家的经验。虽然 DEMATEL 方法和其他方法的结合能够在一定程度上弥补 DEMATEL 方法数据来源的缺陷,但并未考虑专家决策过程中的模糊和不确定心理。随着决策方法的发展进步,区间直觉模糊理论能够有效地体现出专家决策时的模糊性和不确定性。区间直觉模糊集的概念是由 Atanassov 等<sup>[8]</sup>提出来的。Atanassov<sup>[9]</sup>对区间直觉模糊集的基本运算法则进行了定义。XU 等<sup>[10-13]</sup>引入了各种集成算子对区间直觉模糊数进行讨论。徐泽水<sup>[14]</sup>则指出区间直觉模糊理论可以在管理决策中进行运用,并通过算例证明了该方法的有效性。

基于上述分析,本文为解决应急管理中关键节点识别问题,提出将区间直觉模糊理论引入到 DEMATEL 方法中,有效弥补现存方法的不足,给出详细计算步骤,最后通过实例验证了所提方法的有效性和实用性。

## 2 预备知识

### 2.1 区间直觉模糊理论

定义 1<sup>[8]</sup> 假设  $X$  是非空集合,区间 $[0,1]$ 上所有的闭子集的集合用  $Int[0, 1]$  来表示。集合  $X$  上所有的区间直觉模糊集用  $A$  表示。

$$A = \{(x, \mu_A(x), \nu_A(x)) | x \in X\} \quad (1)$$

其中:  $\mu_A: X \rightarrow Int[0, 1], \nu_A: X \rightarrow Int[0, 1]$  并且满足条件:

$$0 \leq \sup(\mu_A(x)) + \sup(\nu_A(x)) \leq 1, \forall x \in X$$

$$\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x) \quad (2)$$

其中:  $\mu_A(x)$  和  $\nu_A(x)$  分别表示  $X$  中的元素属于集合  $A$  的隶属度和非隶属度,  $\pi_A(x)$  表示犹豫度。

令:

$$\mu_{A_L}(x) = \inf(\mu_A(x)), \nu_{A_L}(x) = \inf(\nu_A(x))$$

$$\mu_{A_U}(x) = \sup(\mu_A(x)), \nu_{A_U}(x) = \sup(\nu_A(x))$$

则:

$$A = \{(x, [\mu_{A_L}(x), \mu_{A_U}(x)], [\nu_{A_L}(x), \nu_{A_U}(x)]) | x \in X\} \quad (3)$$

$$\pi_A(x) = [1 - \mu_{A_U}(x) - \nu_{A_U}(x), 1 - \mu_{A_L}(x) - \nu_{A_L}(x)] \quad (4)$$

令区间直觉模糊集合  $A = \{(x, \mu_A(x), \nu_A(x)) | x \in X\}$

和  $B = \{(x, \mu_B(x), \nu_B(x)) | x \in X\}$  为集合  $X$  上的两个区间直觉模糊集,则具有以下性质<sup>[15]</sup>:

$$A^c = \{(x, \nu_A(x), \mu_A(x)) | x \in X\} \quad (5)$$

$$A \cap B = \left( \left[ \min(\mu_{A_L}(x), \mu_{B_L}(x)), \min(\mu_{A_U}(x), \mu_{B_U}(x)) \right], \right. \\ \left. \left[ \max(\nu_{A_L}(x), \nu_{B_L}(x)), \max(\nu_{A_U}(x), \nu_{B_U}(x)) \right] \right) \quad (6)$$

$$A \cup B = \left( \left[ \max(\mu_{A_L}(x), \mu_{B_L}(x)), \max(\mu_{A_U}(x), \mu_{B_U}(x)) \right], \right. \\ \left. \left[ \min(\nu_{A_L}(x), \nu_{B_L}(x)), \min(\nu_{A_U}(x), \nu_{B_U}(x)) \right] \right) \quad (7)$$

$$A + B = \left( \left[ \mu_{A_L}(x) + \mu_{B_L}(x) - \mu_{A_L}(x)\mu_{B_L}(x), \mu_{A_U}(x) + \mu_{B_U}(x) - \mu_{A_U}(x)\mu_{B_U}(x) \right], \right. \\ \left. \left[ \nu_{A_L}(x)\nu_{B_L}(x), \nu_{A_U}(x)\nu_{B_U}(x) \right] \right) \quad (8)$$

$$A \cdot B = \left( \left[ \mu_{A_L}(x)\mu_{B_L}(x), \mu_{A_U}(x)\mu_{B_U}(x) \right], \right. \\ \left. \left[ \nu_{A_L}(x) + \nu_{B_L}(x) - \nu_{A_L}(x)\nu_{B_L}(x), \nu_{A_U}(x) + \nu_{B_U}(x) - \nu_{A_U}(x)\nu_{B_U}(x) \right] \right) \quad (9)$$

### 2.2 DEMATEL 方法

DEMATEL 方法是在 1972 年由美国专家提出的用来解决复杂问题的一种方法,运用图论和矩阵论两种理论分析系统内部各影响因素的相互关系。首先将系统内的各种影响因素通过结构图来表示,其次将结构图转化为直接影响矩阵,最后对直接影响矩阵进行计算得出各因素间的影响度和被影响度,从而得出各个影响因素的原因度和中心度<sup>[15]</sup>。依据

各个影响因素的原因度和中心度,能够选出系统中的关键因素,进而可以对系统进行有效地调整和维护。DEMATEL方法的具体计算步骤如下:

步骤1 确定研究系统的所有影响因素,假设为  $f_1, f_2, \dots, f_n$ ;

步骤2 通过专家打分的方法对各个不同影响因素间的相互关系设定对应的数值。相应的直接影响矩阵可以表示为  $D(D=[d_{ij}]_{n \times n})$ 。

$$D = \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & 0 & \cdots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

其中  $d_{ij}(i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n, i \neq j)$  表示影响因素  $d_i$  对影响因素  $d_j$  的直接影响程度;

当  $i=j$ , 时  $d_{ij}=0$ 。

步骤3 对直接影响矩阵  $D$  进行规范化,进而得出规范化后的矩阵  $G(G=[g_{ij}]_{n \times n})$ 。

$$G = \frac{D}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n x_{ij}} \quad (10)$$

步骤4 计算系统的综合影响矩阵  $T(T=[t_{ij}]_{n \times n})$ 。

$$T = G(I - G)^{-1} \quad (11)$$

其中矩阵  $I$  为单位矩阵。

步骤5 计算系统内各个影响因素的影响程度和被影响程度。

对矩阵  $T$  的某一行相加是该行对应影响因素的影响程度,对矩阵  $T$  的某一列相加是该列对应影响因素的被影响程度。影响程度  $k_i$  和被影响程度  $l_i$  的计算公式分别如下:

$$k_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} (i=1, 2, \dots, n) \quad (12)$$

$$l_i = \sum_{j=1}^n t_{ji} (i=1, 2, \dots, n) \quad (13)$$

步骤6 计算系统内各个影响因素的中心度和原因度。

系统内各个因素的中心度是由其影响程度上

其被影响程度所得,系统内各个因素的原因度是由其影响程度减去其被影响程度所得。中心度  $m_i$  和原因度  $n_i$  的计算公式分别如下:

$$m_i = k_i + l_i \quad (14)$$

$$n_i = k_i - l_i \quad (15)$$

步骤7 对系统内影响因素的中心度和原因度进行分析,选择出关键影响因素,进而对系统进行管理和维护。

### 3 基于区间直觉模糊集和 DEMATEL 的关键因素选择方法

#### 3.1 方法思路

针对应急管理关键因素选择问题,利用区间直觉模糊集和 DEMATEL 提出一种新的方法,主要思路如下:

首先,运用 DEMATEL 方法确定系统内的各种影响因素  $f_1, f_2, \dots, f_n$ , 然后运用区间直觉模糊理论的知识对系统内的各种影响因素之间的关系进行赋值,构建区间直觉模糊矩阵  $O(O=[o_{ij}]_{n \times n})$ 。

$$O = \begin{bmatrix} 0 & o_{12} & \cdots & o_{1n} \\ o_{21} & 0 & \cdots & o_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ o_{n1} & o_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

其中:

$$o_{ij} = [(\mu_{\tilde{y}_i}(x), \mu_{\tilde{y}_i}(x)), (\nu_{\tilde{y}_i}(x), \nu_{\tilde{y}_i}(x))]$$

其次,运用 TOPSIS 方法对区间直觉模糊矩阵  $O(O=[o_{ij}]_{n \times n})$  进行处理,确定区间直觉模糊负理想数  $A^- = ([0, 0], [1, 1])$ , 计算区间直觉模糊数  $o_{ij}$  与区间直觉模糊负理想数  $A^-$  的距离,将区间直觉模糊矩阵  $O(O=[o_{ij}]_{n \times n})$  转化为矩阵  $P(P=[p_{ij}]_{n \times n})$ 。

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn} \end{bmatrix}$$

其中:

$$p_{ij} = \left[ \frac{1}{4} \left( (\mu_{\tilde{y}_i}(x) - 0)^2 + (\mu_{\tilde{y}_i}(x) - 0)^2 + (\nu_{\tilde{y}_i}(x) - 1)^2 + (\nu_{\tilde{y}_i}(x) - 1)^2 \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

再次,对矩阵  $P$  进行规范化,规范化的矩阵为  $Q(Q=[q_{ij}]_{n \times n})$ 。

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \cdots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \cdots & q_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1} & q_{n2} & \cdots & q_{nn} \end{bmatrix}$$

其中:

$$q_{ij} = \frac{p_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n p_{ij}} \quad (17)$$

然后,将直接矩阵  $P$  转化为综合矩阵  $R(R=[r_{ij}]_{n \times n})$ ,计算方法如下:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{bmatrix}$$

$$R = Q(I - Q)^{-1} \quad (18)$$

其中矩阵  $I$  为单位矩阵。

然后,计算系统内各个影响因素的中心度  $m_i$  和原因度  $n_i$ 。计算公式分别如下:

$$m_i = k_i + l_i, n_i = k_i - l_i \quad (19)$$

其中:

$$k_i = \sum_{j=1}^n r_{ij}, i = 1, 2, \dots, n$$

$$l_i = \sum_{j=1}^n r_{ji}, i = 1, 2, \dots, n \quad (20)$$

最后,根据中心度  $m_i$  和原因度  $n_i$  的大小,绘制 DEMATEL 坐标图,根据实际情况选择系统关键因素。

### 3.2 方法步骤

综上,针对应急管理中关键因素选择问题,基于区间直觉模糊理论和 DEMATEL 分析方法的计算步骤如下:

步骤 1 依据系统特点构建区间直觉模糊矩阵  $O(O=[o_{ij}]_{n \times n})$ ;

步骤 2 依据式(16)构建矩阵  $P(P=[p_{ij}]_{n \times n})$ ;

步骤 3 依据式(17)构建规范化的矩阵

$Q(Q=[q_{ij}]_{n \times n})$ ;

步骤 4 依据式(18)构建综合矩阵

$R(R=[r_{ij}]_{n \times n})$ ;

步骤 5 依据式(19)、(20)计算中心度  $m_i$  和原因度  $n_i$ ;

步骤 6 依据 DEMATEL 坐标图,根据实际情况选择系统关键因素。

## 4 算例计算与分析

根据现有文献综述<sup>[16-19]</sup>,本文选取应急管理中的 10 个影响因素,具体见表 1。依据基于区间直觉模糊理论和 DEMATEL 的关键因素选择方法,考虑专家意见构建初始区间直觉模糊矩阵  $O(O=[o_{ij}]_{10 \times 10})$ ,具体见表 2;依据式(16)构建初始标准矩阵,具体见表 3;依据式(17)构建规范化的矩阵,具体见表 4;依据式(18)构建综合矩阵,具体见表 5;依据式(19)、(20)计算中心度和原因度,具体见表 6;根据中心度和原因度建立 DEMATEL 图,具体如图 1 所示。

表 1 应急管理中的影响因素

因素	因素描述
$f_1$	良好的应急救援系统
$f_2$	合理的组织结构和清晰的责任认定
$f_3$	适用的应急响应计划和法律
$f_4$	防灾救灾的教育宣传
$f_5$	定期组织模拟灾难演习
$f_6$	政府的领导和协调
$f_7$	救灾需求的准确评估
$f_8$	受灾人员的转移和救治
$f_9$	有效的信息传递
$f_{10}$	现代物流技术的运用

根据中心度从表 6 和图 1 不难发现,应急管理 10 个指标中,对应急管理水平影响最大的是受灾人员的转移和救治,其次是有效的信息传递,其他指标相对影响较小。这说明提高应急管理水平的主导因素是受灾人员的转移和救治与有效的信息传递。

由表 6 和图 1 可知,应急管理中 10 个指标有 5 个指标是原因性指标,分别是合理的组织结构和清晰的责任认定、定期组织模拟灾难演习、政府的领导和协调、有效的信息传递、现代物流技术的运用,其余 5 个指标为结果型影响因素。这说明提高应急管理,



表2 初始区间直觉模糊矩阵

	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$
$f_1$	([0,0][0,0])	([0,0][0.9,0.9])	([0.1,0.1][0.9,0.9])	([0.1,0.2][0.7,0.8])	([0.2,0.3][0.6,0.7])
$f_2$	([0.5,0.7][0.2,0.3])	([0,0][0,0])	([0.5,0.6][0.3,0.4])	([0.3,0.4][0.4,0.5])	([0.2,0.4][0.4,0.5])
$f_3$	([0.3,0.4][0.4,0.6])	([0.1,0.2][0.6,0.7])	([0,0][0,0])	([0.1,0.2][0.7,0.7])	([0.3,0.4][0.5,0.6])
$f_4$	([0.1,0.2][0.6,0.7])	([0.1,0.2][0.7,0.7])	([0.0,1][0.9,0.9])	([0,0][0,0])	([0.2,0.3][0.5,0.6])
$f_5$	([0.3,0.4][0.5,0.6])	([0.2,0.3][0.5,0.6])	([0.6,0.7][0.2,0.2])	([0.4,0.5][0.4,0.5])	([0,0][0,0])
$f_6$	([0.4,0.5][0.3,0.4])	([0.4,0.5][0.3,0.5])	([0.3,0.3][0.5,0.6])	([0.2,0.3][0.5,0.6])	([0.5,0.5][0.4,0.4])
$f_7$	([0.4,0.5][0.3,0.4])	([0.1,0.2][0.7,0.8])	([0.2,0.3][0.5,0.6])	([0.0,1][0.9,0.9])	([0.1,0.1][0.8,0.9])
$f_8$	([0.6,0.6][0.2,0.3])	([0.3,0.3][0.5,0.6])	([0.2,0.3][0.6,0.7])	([0.0,1][0.9,0.9])	([0.1,0.2][0.6,0.8])
$f_9$	([0.3,0.4][0.5,0.6])	([0.5,0.6][0.1,0.2])	([0.3,0.4][0.3,0.4])	([0.0,1][0.8,0.9])	([0.2,0.2][0.6,0.7])
$f_{10}$	([0.5,0.5][0.3,0.4])	([0.2,0.4][0.5,0.6])	([0.4,0.4][0.5,0.5])	([0.0,1][0.7,0.8])	([0.2,0.3][0.5,0.6])

	$f_6$	$f_7$	$f_8$	$f_9$	$f_{10}$
$f_1$	([0.2,0.3][0.5,0.6])	([0.4,0.5][0.3,0.4])	([0.8,0.9][0.0,1])	([0.2,0.3][0.5,0.6])	([0.2,0.4][0.5,0.6])
$f_2$	([0.6,0.7][0.2,0.3])	([0.6,0.7][0.2,0.3])	([0.4,0.5][0.3,0.4])	([0.6,0.7][0.2,0.3])	([0.2,0.3][0.6,0.7])
$f_3$	([0.2,0.3][0.6,0.7])	([0.1,0.2][0.7,0.8])	([0.3,0.4][0.4,0.5])	([0.3,0.4][0.4,0.5])	([0.1,0.2][0.7,0.8])
$f_4$	([0.1,0.1][0.8,0.9])	([0.1,0.1][0.8,0.9])	([0.2,0.3][0.5,0.6])	([0.1,0.2][0.6,0.7])	([0.1,0.2][0.7,0.8])
$f_5$	([0.2,0.2][0.6,0.7])	([0.1,0.2][0.7,0.7])	([0.3,0.3][0.5,0.6])	([0.5,0.6][0.3,0.4])	([0.2,0.3][0.5,0.6])
$f_6$	([0,0][0,0])	([0.3,0.4][0.5,0.5])	([0.3,0.4][0.4,0.6])	([0.3,0.4][0.5,0.5])	([0.4,0.5][0.4,0.5])
$f_7$	([0.1,0.2][0.7,0.8])	([0,0][0,0])	([0.6,0.7][0.1,0.2])	([0.1,0.2][0.6,0.7])	([0.2,0.3][0.6,0.7])
$f_8$	([0.4,0.4][0.4,0.5])	([0.5,0.6][0.1,0.3])	([0,0][0,0])	([0.1,0.2][0.5,0.6])	([0.3,0.4][0.4,0.5])
$f_9$	([0.3,0.4][0.4,0.5])	([0.6,0.7][0.1,0.2])	([0.6,0.7][0.2,0.2])	([0,0][0,0])	([0.3,0.5][0.4,0.4])
$f_{10}$	([0.3,0.4][0.5,0.5])	([0.3,0.4][0.5,0.5])	([0.7,0.8][0.1,0.2])	([0.3,0.4][0.4,0.5])	([0,0][0,0])

表3 初始标准矩阵

	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$f_8$	$f_9$	$f_{10}$
$f_1$	0.70	0.07	0.10	0.21	0.31	0.37	0.56	0.90	0.37	0.39
$f_2$	0.68	0.70	0.60	0.46	0.45	0.70	0.70	0.56	0.70	0.31
$f_3$	0.44	0.27	0.71	0.24	0.41	0.31	0.21	0.46	0.46	0.21
$f_4$	0.27	0.24	0.09	0.71	0.37	0.13	0.13	0.37	0.27	0.21
$f_5$	0.41	0.37	0.73	0.50	0.71	0.29	0.24	0.38	0.60	0.37
$f_6$	0.56	0.54	0.38	0.37	0.55	0.71	0.43	0.44	0.43	0.50
$f_7$	0.56	0.21	0.37	0.09	0.13	0.21	0.71	0.76	0.27	0.31
$f_8$	0.68	0.38	0.31	0.09	0.25	0.48	0.69	0.71	0.34	0.46
$f_9$	0.41	0.72	0.52	0.12	0.29	0.46	0.76	0.73	0.71	0.51
$f_{10}$	0.58	0.39	0.45	0.19	0.37	0.43	0.43	0.80	0.46	0.71

表4 规范化矩阵

	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$f_8$	$f_9$	$f_{10}$
$f_1$	0.12	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.10	0.15	0.06	0.07
$f_2$	0.11	0.12	0.10	0.08	0.08	0.12	0.12	0.10	0.12	0.05
$f_3$	0.07	0.05	0.12	0.04	0.07	0.05	0.04	0.08	0.08	0.04
$f_4$	0.05	0.04	0.01	0.12	0.06	0.02	0.02	0.06	0.05	0.04
$f_5$	0.07	0.06	0.12	0.09	0.12	0.05	0.04	0.07	0.10	0.06
$f_6$	0.10	0.10	0.07	0.06	0.10	0.12	0.07	0.08	0.07	0.09
$f_7$	0.10	0.04	0.06	0.01	0.02	0.04	0.12	0.13	0.05	0.05
$f_8$	0.12	0.07	0.05	0.01	0.04	0.08	0.12	0.12	0.06	0.08
$f_9$	0.07	0.12	0.09	0.02	0.05	0.08	0.13	0.12	0.12	0.09
$f_{10}$	0.10	0.07	0.08	0.03	0.06	0.07	0.07	0.14	0.08	0.12

表5 综合矩阵

	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$f_8$	$f_9$	$f_{10}$
$f_1$	0.37	0.18	0.20	0.15	0.21	0.25	0.34	0.45	0.26	0.25
$f_2$	0.49	0.38	0.39	0.26	0.33	0.40	0.47	0.53	0.43	0.33
$f_3$	0.31	0.21	0.30	0.15	0.23	0.23	0.25	0.35	0.28	0.21
$f_4$	0.21	0.16	0.14	0.21	0.18	0.15	0.18	0.25	0.19	0.16
$f_5$	0.35	0.26	0.35	0.23	0.32	0.26	0.30	0.40	0.35	0.27
$f_6$	0.41	0.31	0.31	0.22	0.31	0.36	0.37	0.44	0.34	0.32
$f_7$	0.32	0.19	0.23	0.11	0.16	0.20	0.34	0.40	0.23	0.22
$f_8$	0.40	0.26	0.26	0.14	0.22	0.30	0.39	0.45	0.29	0.29
$f_9$	0.41	0.36	0.35	0.18	0.27	0.34	0.46	0.52	0.41	0.34
$f_{10}$	0.41	0.28	0.31	0.18	0.27	0.31	0.37	0.50	0.33	0.35

要从合理的组织结构和清晰的责任认定、定期组织模拟灾难演习、政府的领导和协调、有效的信息传递、现代物流技术的运用这5个原因性指标入手。

## 5 结论

本文对现有的对应急管理关键节点选择问题进行研究,针对现有研究方法的不足,提出一种基于区间直觉模糊决策与DEMATEL相结合的方法。此方法思路明了,且实用性和操作性较强,可以有效地解决应急管理关键节点选择问题,实际的应用范围较为广泛。与其他方法相比,增加了专家决策时的模糊性和不确定性,更加符合决策者的决策心理和经验,更加符合实际情况。

表6 中心度和原因度

	$k$	$l$	$m=k+l$	$n=k-l$
$f_1$	2.66	3.69	6.35	-1.03
$f_2$	4.01	2.60	6.61	1.41
$f_3$	2.51	2.84	5.35	-0.33
$f_4$	1.81	1.83	3.64	-0.02
$f_5$	3.10	2.49	5.59	0.61
$f_6$	3.38	2.80	6.18	0.58
$f_7$	2.40	3.46	5.86	-1.06
$f_8$	3.00	4.28	7.28	-1.28
$f_9$	3.65	3.10	6.75	0.55
$f_{10}$	3.31	2.74	6.05	0.57

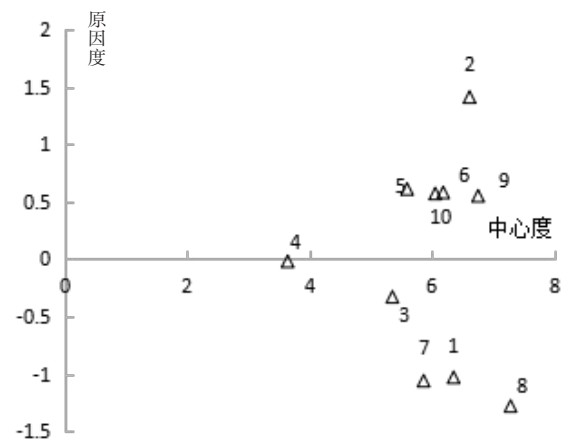


图1 因果图

### [参考文献]

[1]寇纲,李仕明,汪寿阳,等.序言—突发事件应急管理[J].系统工程理论与实践,2012,32(5):3-6.  
 [2]孙永河,张思雨,缪彬.专家交互情境下不完备群组 DEMATEL 决策方法[J/OL].控制与决策,http://doi.org/10.13195/j.kzyive.2019.0353,2019.

(下转第88页)

- ness,1996,(3):277-290.
- [3]Lesaoana Tshabalala Bopanev.Agricultural information needs and resources available to agriculturists and farmers in a developing country with special reference to Lesotho[M].Johannesburg:Rand Afrikaans University,2001.
- [4]Roxana Procopie.The logistics of information flow in managing the quality of food products[J].Academy of Economic Study,2008,(1):70-83.
- [5]Norbert N,Thomas Q,Sibylle Ketal.Information and its management for differentiation of agricultural products:The example of specialty coffee[J].Computers and Electronics in Agriculture,2007,(6):241-253.
- [6]Hobbs J E.Transaction costs and slaughter cattle procurement: processors' selection of supply channels[J].Agribusiness,1996,(12):509-523.
- [7]谢如鹤,邱祝强.生鲜农产品供应链系统的自组织化分析[J].广州大学学报(社会科学版),2010,(2):40-44.
- [8]罗涛,谢如鹤.农业产业化与农产品物流关系的实证研究[J].北方园艺,2019,(12):161-171.
- [9]谢如鹤,余伟.冷链鸡供应链过程的品质预测与动态优化[J].包装工程,2018,(5):63-70.
- [10]游德升.新型城镇化背景下农村智慧物流发展探讨[J].商业经济研究,2015,(22):40-41.
- [11]曾志勇.智慧物流在农村配送的存在问题和出路[J].中外企业家,2018,(38):83-84.
- [12]王朔.“社会企业+智慧物流”模式嵌入减贫机制研究—以南疆四地州为例[J].山东纺织经济,2019,(10):14-27.
- [13]何玲辉.基于农产品电子商务的杭州智慧物流体系构建策略[J].物流科技,2016,(1):47-49.
- [14]翟优子,赵雅晴,宋武斌.智慧物流时代农产品物流园区功能优化研究[J].中国市场,2015,(15):10-11.
- [15]王艳,张义伟,曾秋梅.基于 SPSS 的城市物流竞争力研究—以云南红河为例[J].物流技术,2015,(23):93-96,99.
- [16]薛庆根,周宏,王国忠.中国种植业增长中的结构变动贡献及影响因素—基于 1985-2011 年省级面板数据的分析[J].中国农村经济,2013,(12):28-38,92.
- [17]卢新元,张孜铭,等.基于 GWR 模型的互联网对第三产业区域影响研究—以 2012 与 2016 年中国各省横截面数据为例[J].科技管理研究,2020,(1):193-203.
- [18]张鸿,李明甲,汪玉磊.基于因子分析法的农村电子商务发展水平实证分析[J].江苏农业科学,2018,(9):350-355.
- [19]董红艳,杨晓艳.基于熵权灰色关联法的农产品物流能力研究—以山西省为例[J].价格月刊,2015,(11):72-76.
- [20]杜文忠,耿鹏鹏.中国农业与互联网融合发展状况评价分析—基于 31 个省份 2015 年截面数据的实证研究[J].世界农业,2018,(3):315-319.
- [21]翁志辉,何志刚.闽台农产品(食品)加工业科技支撑体系的比较与启示[J].福建农业学报,2012,(11):1 258-1 263.
- [22]劳健,谢如鹤.经济新常态背景下广东农产品物流影响因素研究[J].商业经济研究,2017,(21):95-98.
- [23]王培,王焱鑫.面板数据的主成分分析及其应用[J].贵州大学学报(自然科学版),2009,(1):21-23.
- [24]董锋,谭清美,周德群.多指标面板数据下的企业 R&D 能力因子分析[J].研究与发展管理,2009,(3):50-56.
- [25]任娟.多指标面板数据融合聚类分析[J].数理统计与管理,2013,(1):57-67.

## (上接第 56 页)

- [3]岳文玉,仇蓉蓉.基于 DEMATEL 的学术信息资源云存储安全影响因素研究[J].情报理论与实践,2020,43(3):53-58.
- [4]Zhang W,Deng Y.Combining conflicting evidence using the DEMATEL method[J].Soft Computing,2019,23:8 207-8 216.
- [5]张谏贤,杨元元,范鑫.基于 DEMATEL-ISM 的建筑供应链低碳化影响因素分析[J].数学的实践与认识,2019,49(19):18-27.
- [6]Lin K P,Tseng L M,Pai P F.Sustainable supply chain management using approximate fuzzy DEMATEL method[J].Resources, Conservation and Recycling,2018,128:134-142.
- [7]丁莹莹,李铮.基于 Grey-DEMATEL 的产业升级制约因素识别[J].统计与决策,2019,35(16):67-70.
- [8]A tanassov K,Gargov G.Interval-valued intuitionistic fuzzy sets[J].Fuzzy Sets and Systems,1989,31(3):343-349.
- [9]A tanassov K.Operators over interval-valued intuitionistic fuzzy sets[J].Fuzzy Sets and Systems,1994,64(2):159-174.
- [10]Xia M M,Xu Z S.Generalized point operators for aggregating intuitionistic fuzzy information[J].International Journal of Intelligent Systems,2010,25(11):1 061-1 080.
- [11]Xu Z S.Intuitionistic fuzzy aggregation operators[J].IEEE Transactions on Fuzzy Systems,2007,15(6):1 179-1 187.
- [12]Xu Z S,Yager R R.Some geometric aggregation operators based on intuitionistic fuzzy sets[J].International Journal of General Systems,2006,35(4):417-433.
- [13]Xu Z S,Xia M M.Induced generalized intuitionistic fuzzy operators[J].Knowledge-Based Systems,2011,24(2):197-209.
- [14]徐泽水.区间直觉模糊信息的集成方法及其在决策中的应用[J].控制与决策,2007,22(2):215-219.
- [15]Gabus A,Fontela E.World Problems, an Invitation to further thought within the framework of DEMATEL[Z].Geneva:Bat-telle Geneva Research Center,1972.
- [16]Zhou X,Shi Y,Deng X,et al.D-DEMATEL:A new method to identify critical success factors in emergency management[J].Safety Science,2017,91:93-104.
- [17]Davidson A L.Key performance indicators in humanitarian logistics[J].Pro Sql Server Analytics,2007,27(1):47.
- [18]Oloruntoba R.An analysis of the cyclone larry emergency relief chain:some key success factors[J].International Journal of Production Economics,2010,126(1):85-101.
- [19]Pettit S,Beresford A.Critical success factors in the context of humanitarian aid supply chains[J].International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,2009,9(6):450-468.