

# 基于矩估计理论的高校突发事件 应急管理综合能力综合评价

李玉飞<sup>1</sup>, 刘晓云<sup>2</sup>, 刘洋<sup>2</sup>, 梅艳兰<sup>2</sup>

(1. 武汉科技大学 机械自动化学院, 湖北 武汉 430081; 2. 武汉科技大学 资源与环境工程学院, 湖北 武汉 430081)

**摘要:**针对高校突发事件应急管理综合能力评价影响因素的不确定性和单一赋权法具有的片面性和局限性问题,基于矩估计理论,采用层次分析法、序关系分析法、熵权法和离差最大化法,建立高校突发事件应急管理综合能力评价的组合赋权法。结合可拓理论,构建基于矩估计理论的高校突发事件应急管理综合能力综合评价模型,并将其应用到实际高校突发事件应急管理综合能力评价中。结果表明:高校突发事件应急管理综合能力评价的组合赋权法综合考虑了经验因素和评价指标的固有属性,权重计算结果更加科学合理,优于单一主观赋权或客观赋权的结果,证明了高校突发事件应急管理综合能力综合评价模型的有效性。本研究可为高校突发事件应急管理提供理论支撑和实际指导。

**关键词:**高校突发事件;可拓理论;矩估计理论;应急管理综合能力;综合评价模型

**中图分类号:**G647

**DOI:**10.3963/j.issn.2095-3852.2023.03.006

近年来,高校安全形势日益严峻复杂,处于突发事件易发多发期。高校突发事件往往会对高校师生造成不同程度的伤害,严重威胁学校师生的身心健康和生命安全,影响学校教育教学秩序和社会的稳定发展<sup>[1]</sup>,因此,高校安全问题已成为高校管理者面临的重大难题。高校突发事件应急管理综合能力评价是高校安全管理的重要内容,通过开展高校突发事件应急管理综合能力评价,可以最大限度地防止和降低突发事件产生的危害,提高高校突发事件应急管理综合能力。

目前,学者针对高校突发事件应急管理综合能力评价开展了研究。徐洋等<sup>[2]</sup>采用改进的 $\alpha$ 截集模糊TOPSIS评价方法对高校公共危机进行预警分级;姬浩等<sup>[3]</sup>构建了高校突发事件应急管理综合能力成熟度模型,并采用变权综合法对模型进行测度;周荣喜等<sup>[4]</sup>基于Delphi-AHP和加权集值统计方法,确定了高校突发事件预警等级并进行预警发布;杨霞等<sup>[5]</sup>采用F-AHP法构建了高校突发事件应急管理综合能力模糊综合评价模型;姬浩等<sup>[6]</sup>考虑了影响高校突发事件应急管理能力的

风险因素,采用模糊层次分析法建立了高校突发事件应急管理综合能力评价模型;徐枫等<sup>[7]</sup>运用灰关联分析方法对高校校园安全进行评价;顾剑华等<sup>[8]</sup>采用层次分析法和模糊评价法,建立了高校危机管理预警综合评价模型。以上研究采用不同的方法建立高校突发事件应急管理评价模型,为高校突发事件应急管理提供了参考和指导。

可拓理论作为一种非确定性的分析方法,广泛应用于各领域的风险评价研究<sup>[9-11]</sup>。高校突发事件应急管理综合能力评价影响因素具有不确定性,这与可拓理论的适用特点相一致,故可将可拓理论应用到高校突发事件应急管理综合能力评价中。目前,可拓评价模型大多基于单一赋权方法确定评价指标的权重。然而,采用单一主观赋权法计算得到的权重存在一定的主观随意性,单一客观赋权法确定的权重则全部依靠评价指标的实测值量化计算,忽略了决策者的经验等主观定性分析。因此,采用单一赋权法建立的可拓评价模型具有一定的片面性和局限性。基于此,笔者采用矩估计理论,将主客观赋权方法相结合进行组合赋权,

收稿日期:2022-11-29.

作者简介:李玉飞(1994-),男,讲师,研究方向为高校安全管理.

通讯作者:刘晓云(1985-),男,副教授,研究方向为安全科学与工程.

基金项目:湖北省教育厅哲学社会科学一般项目(22Y031);教育部高校思想政治工作队伍培训研修中心(郑州大学)2022年度思想政治工作队伍专项开放课题(ZZUKFYB202213);教育部人文社会科学研究一般项目(21YJC630099).

既体现指标权重的主观性,又体现指标权重的客观性。并结合可拓理论,构建基于矩估计理论的高校突发事件应急管理综合能力综合评价模型。

## 1 评价指标体系

笔者对高校突发事件应急管理能力和制度建设。在现有高校突发事件应急管理研究,刘洋等<sup>[12-13]</sup>从制度管理能力、物质保障能力、精神保障能力、安全教育能力、事后改进能力5个方面选取了17个评价指标,构建了高校突发事件应急管理评价指标体系,该评价指标体系认可度较高,应用性较好,且契合本研究对高校突发事件应急管理评价指标体系的构建需求,因此借鉴已有研究的指标体系构建高校突发事件应急管理评价指标体系,如表1所示。

表1 高校突发事件应急能力评价指标体系

目标层 A	准则层 B	指标层 C
高校突发事件应急管理评价 A <sub>1</sub>	制度管理能力 B <sub>1</sub>	保卫制度构建能力 C <sub>1</sub>
		安全管理规章制度预案能力 C <sub>2</sub>
		安保人员应急救援能力 C <sub>3</sub>
		高校监测预警设施 C <sub>4</sub>
	物质保障能力 B <sub>2</sub>	高校防火防爆措施应急管理 C <sub>5</sub>
		高校道路交通事故应急预防能力 C <sub>6</sub>
		高校防盗应急管理 C <sub>7</sub>
		食堂卫生、食品安全应急管理 C <sub>8</sub>
		高校文化建设能力 C <sub>9</sub>
	精神保障能力 B <sub>3</sub>	高校环境保障能力 C <sub>10</sub>
		高校风气构建能力 C <sub>11</sub>
		心理、精神顾问机构构建能力 C <sub>12</sub>
	安全教育能力 B <sub>4</sub>	安全知识宣传、培训能力 C <sub>13</sub>
		应急知识培训能力 C <sub>14</sub>
		应急自救或其他救援演练能力 C <sub>15</sub>
	事后改进能力 B <sub>5</sub>	事后调查评估能力 C <sub>16</sub>
		及时整改能力 C <sub>17</sub>

将每个评价指标划分为4个等级,即I级、II级、III级、IV级,分别代表高校突发事件应急管理能力强、中、低和差,对应分值为80~100分、70~<80分、60~<70分、0~<60分,评价指标的等级取值范围由专家经验确定。

## 2 基于矩估计理论的组合赋权方法

### 2.1 主观赋权方法

主观赋权方法采用了层次分析法<sup>[14]</sup>和序关系分析法<sup>[15]</sup>。层次分析法是一种将定量与定性

相结合的多目标决策分析方法,序关系分析法是在层次分析法基础上进行改进的一种方法。

### 2.2 客观赋权方法

#### 2.2.1 熵权法

熵权法是利用各个评价指标的熵值所提供的信息量大小,来确定评价指标权重的一种客观赋权方法,可避免人为确定权重的随意性。熵权法的计算步骤如下<sup>[16]</sup>:

(1) 计算第j个评价指标的熵值  $e_j$ 。

$$e_j = \frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n f_{ij} \ln f_{ij} \quad (1)$$

$$f_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (2)$$

式中:  $x_{ij}$  为第i个对象的第j个评价指标值,  $i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m$ 。

(2) 计算第j个评价指标的熵权  $u_j$ 。

$$u_j = \frac{1 - e_j}{m - \sum_{j=1}^m e_j} \quad (3)$$

#### 2.2.2 离差最大化法

离差最大化法的基本原理是通过计算评价指标体系中某个指标的总离差与所有评价指标总离差的比值大小来体现其重要性,比值越大评价指标的重要性越大,比值越小评价指标重要性越小。离差最大化法的计算过程如下<sup>[17]</sup>。

(1) 构造决策矩阵。根据评价指标的类型,对评价指标进行无量纲化处理,得到标准化的数据,进而构造决策矩阵  $Z = (z_{ij})_{n \times m}$ 。

(2) 构造标准化决策矩阵。设评价指标的权重向量为  $W = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ , 且满足单位化约束条件:  $\sum_{j=1}^m w_j^2 = 1, w_j \geq 0$ , 从而构造加权后的标准化决策矩阵:

$$D = \begin{bmatrix} w_1 z_{11} & w_2 z_{12} & \cdots & w_m z_{1m} \\ w_1 z_{21} & w_2 z_{22} & \cdots & w_m z_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_1 z_{n1} & w_2 z_{n2} & \cdots & w_m z_{nm} \end{bmatrix} \quad (4)$$

(3) 计算最优加权向量。设  $H_{ij}(w)$  为第i对象与其他所有对象在第j个指标的离差和,对于指标j,其总离差  $H_j(w)$  为:

$$H_j(w) = \sum_{i=1}^n H_{ij}(w) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n |z_{ij} - z_{kj}| w_j \quad (5)$$

因此,构造的目标函数为:

$$H(w) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n H_{ij}(w) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n |z_{ij} - z_{kj}| w_j \quad (6)$$

于是,求解加权向量  $\mathbf{W}$  等价于求解以下最优化问题:

$$\begin{cases} \max H(w) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n |z_{ij} - z_{kj}| w_j \\ \text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^m w_j^2 = 1 \end{cases} \quad (7)$$

求解该最优化模型,可得到  $w_j^*$ ,则最优加权向量为  $\mathbf{W}^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_m^*)$ 。

$$w_j^* = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n |z_{ij} - z_{kj}|}{\sqrt{\sum_{j=1}^m \left( \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n |z_{ij} - z_{kj}| \right)^2}} \quad (8)$$

### 2.3 组合赋权方法

传统组合赋权法往往采用线性加权组合或乘法合成归一化等对评价指标进行集成,存在如何确定加权系数、组合权重不准确等问题<sup>[18]</sup>。因此,基于矩估计理论,采用层次分析法、序关系分析法、熵权法和离差最大化法,以4种不同赋权方法的偏差最小为目标进行优化集成,权重计算结果是对4种赋权方法的协调统一,计算得到的组合权重中包含的指标信息更加全面,确定权重的方法更加科学合理。组合权重的具体计算过程如下<sup>[19]</sup>:

将  $p$  种主观赋权法、 $q-p$  种客观赋权法集合分别定义为:  $W_s = \{\omega_{sj} | 1 \leq s \leq p, 1 \leq j \leq m\}$ ,  $\forall s \in [1, p], \exists \sum_{j=1}^m \omega_{sj} = 1, \omega_{sj} \geq 0$ ;  $W_o = \{\omega_{oj} | 1 \leq o \leq q-p, 1 \leq j \leq m\}$ ,  $\forall o \in [1, q-p], \exists \sum_{j=1}^m \omega_{oj} = 1, \omega_{oj} \geq 0$ 。其中,  $\omega_{sj}$  为  $p$  种主观赋权法的评价指标权重组合;  $\omega_{oj}$  为  $q-p$  种客观赋权法的评价指标权重组合。在计算过程中,  $\omega_{sj}$  可视为主观赋权法的评价指标权重之和除以  $p$ ;  $\omega_{oj}$  为客观赋权法的评价指标权重之和除以  $q-p$ ,即熵权法的评价指标权重  $u_j$  和离差最大化法的评价指标权重  $w_j^*$  之和除以  $q-p$ 。

令评价指标的组合权重向量  $\mathbf{I} = \{\omega_j | 1 \leq j \leq m\}$ 。对于主观权重而言,若决策者数量很大,依据大数定理可知其权重组合结果将接近  $\mathbf{I}$ ;对于客观权重而言,采用不同方法计算得到的结果具有类似性,可从统计角度将其视为从总体中抽样来估计  $\mathbf{I}$ 。

为得到组合权重向量  $\mathbf{I}$ ,令各评价指标权重满足  $\omega_j$  与  $q$  个主客观权重的偏差最小。采用矩估计理论,构建主客观权重组合模型:

$$\begin{cases} \min y_j = \alpha \sum_{s=1}^p (\omega_j - \omega_{sj})^2 + \beta \sum_{o=p+1}^q (\omega_j - \omega_{oj})^2 \\ \text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^m \omega_j = 1, 0 \leq \omega_j \leq 1, 1 < j < m \end{cases} \quad (9)$$

式中:  $\alpha, \beta$  分别为主观和客观权重的相对重要系数。

评价指标的  $\omega_{sj}$  和  $\omega_{oj}$  的期望值为:

$$\begin{cases} E(\omega_{sj}) = \sum_{s=1}^p \frac{\omega_{sj}}{p} \\ E(\omega_{oj}) = \sum_{o=p+1}^q \frac{\omega_{oj}}{q-p} \end{cases} \quad (10)$$

由式(10)可计算得到评价指标的相对重要系数  $\alpha_j$  和  $\beta_j$ :

$$\begin{cases} \alpha_j = \frac{E(\omega_{sj})}{E(\omega_{sj}) + E(\omega_{oj})} \\ \beta_j = \frac{E(\omega_{oj})}{E(\omega_{sj}) + E(\omega_{oj})} \end{cases} \quad (11)$$

对于多指标决策矩阵中的评价指标,可以看作从主观权重总体和客观权重总体中分别抽取  $m$  个样本,得到主观和客观权重的相对重要系数:

$$\begin{cases} \alpha = \frac{\sum_{j=1}^m \alpha_j}{\sum_{j=1}^m \alpha_j + \sum_{j=1}^m \beta_j} = \frac{\sum_{j=1}^m \alpha_j}{m} \\ \beta = \frac{\sum_{j=1}^m \beta_j}{\sum_{j=1}^m \alpha_j + \sum_{j=1}^m \beta_j} = \frac{\sum_{j=1}^m \beta_j}{m} \end{cases} \quad (12)$$

每一个评价指标都追求  $y_j$  的最小化,采用线性加权方法,将式(9)中多目标最优化模型转化为单目标最优化模型:

$$\begin{cases} \min y = \sum_{j=1}^m \alpha \sum_{s=1}^p (\omega_j - \omega_{sj})^2 + \sum_{j=1}^m \beta \sum_{o=p+1}^q (\omega_j - \omega_{oj})^2 \\ \text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^m \omega_j = 1, 0 \leq \omega_j \leq 1, 1 < j < m \end{cases} \quad (13)$$

采用 Lagrange 乘子法求解式(13),可得组合赋权法的权重  $\omega_j$ :

$$\omega_j = \frac{\alpha \sum_{s=1}^p \omega_{sj} + \beta \sum_{o=p+1}^q \omega_{oj}}{q} - \frac{\sum_{j=1}^m (\alpha \sum_{s=1}^p \omega_{sj} + \beta \sum_{o=p+1}^q \omega_{oj}) - q}{mq} \quad (14)$$

### 3 可拓评价模型

#### 3.1 确定经典域

根据可拓理论,确定高校突发事件应急管理等级经典的经典域  $R_d$ 。

$$R_d = (P_d, c_j, v_{dj}) = \begin{bmatrix} P_d & c_1 & v_{d1} \\ & c_2 & v_{d2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_m & v_{dm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_d & c_1 & [a_{d1}, b_{d1}] \\ & c_2 & [a_{d2}, b_{d2}] \\ & \vdots & \vdots \\ & c_m & [a_{dm}, a_{dm}] \end{bmatrix} \quad (15)$$

式中:  $P_d$  为高校突发事件应急管理等级各个等级;  $c_j$  为高校突发事件应急管理能力的第  $j$  个评价指标;  $v_{dj} = \langle a_{dj}, b_{dj} \rangle$  为高校突发事件应急管理等级  $P_d$  关于评价指标  $c_j$  的取值范围。

#### 3.2 确定节域

根据评价指标  $c_j$  在高校突发事件应急管理评价体系中取值范围,构建高校突发事件应急管理等级节域的节域  $R_l$ 。

$$R_l = (P, c_j, v_{lj}) = \begin{bmatrix} P & c_1 & v_{l1} \\ & c_1 & v_{l2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_m & v_{lm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P & c_1 & [a_{l1}, b_{l1}] \\ & c_2 & [a_{l2}, b_{l2}] \\ & \vdots & \vdots \\ & c_m & [a_{lm}, a_{lm}] \end{bmatrix} \quad (16)$$

式中:  $P$  为高校突发事件应急管理能力的全部等级;  $v_{lj} = \langle a_{lj}, b_{lj} \rangle$  为高校突发事件应急管理等级全部等级  $P$  条件下关于评价指标  $c_j$  的取值范围。

#### 3.3 确定待评物元

根据待评样本的评价指标  $c_j$  实际值,建立待评高校物元  $R_0$ 。

$$R_0 = (P_0, c_j, v_{0j}) = \begin{bmatrix} P_0 & c_1 & v_{01} \\ & c_2 & v_{02} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_m & v_{0m} \end{bmatrix} \quad (17)$$

式中:  $P_0$  为待评高校;  $v_{0j}$  为  $P_0$  关于评价指标  $c_j$  的具体量值。

#### 3.4 选取关联函数

高校突发事件应急管理各评价指标的关

联函数  $K_d(v_{0j})$  为:

$$K_d(v_{0j}) = \begin{cases} \frac{\rho(v_{0j}, v_{dj})}{\rho(v_{0j}, v_{lj}) - \rho(v_{0j}, v_{dj})}, & \rho(v_{0j}, v_{lj}) - \rho(v_{0j}, v_{dj}) \neq 0 \\ -\rho(v_{0j}, v_{dj}) - 1, & \rho(v_{0j}, v_{lj}) - \rho(v_{0j}, v_{dj}) = 0 \end{cases} \quad (18)$$

式中:  $\rho(v_{0j}, v_{dj})$  表示  $v_{0j}$  与  $v_{dj}$  的距离,如式(19)所示;  $\rho(v_{0j}, v_{lj})$  表示  $v_{0j}$  与  $v_{lj}$  的距离,如式(20)所示。

$$\rho(v_{0j}, v_{dj}) = |v_{0j} - \frac{b_{dj} + a_{dj}}{2}| - \frac{b_{dj} - a_{dj}}{2} = \begin{cases} a_{dj} - v_{0j}, & v_{0j} \leq \frac{b_{dj} + a_{dj}}{2} \\ v_{0j} - b_{dj}, & v_{0j} > \frac{b_{dj} + a_{dj}}{2} \end{cases} \quad (19)$$

$$\rho(v_{0j}, v_{lj}) = |v_{0j} - \frac{b_{lj} + a_{lj}}{2}| - \frac{b_{lj} - a_{lj}}{2} = \begin{cases} a_{lj} - v_{0j}, & v_{0j} \leq \frac{b_{lj} + a_{lj}}{2} \\ v_{0j} - b_{lj}, & v_{0j} > \frac{b_{lj} + a_{lj}}{2} \end{cases} \quad (20)$$

#### 3.5 计算可拓关联度

待评高校关于突发事件应急管理等级的可拓关联度为关联函数与其对应的权重系数乘积之和,因此可拓关联度为:

$$K_d(P_0) = \sum_{j=1}^m \omega_k K_d(v_{0j}) \quad (21)$$

#### 3.6 判定待评样本等级

根据关联度最大识别原则,判定待评高校突发事件应急管理等级,即:

$$K_{d0} = \max K_d(P_0) \quad (22)$$

### 4 实例应用

#### 4.1 计算评价指标权重

##### 4.1.1 构造决策矩阵

以文献[13]中的样本数据为例,该数据是根据专家打分法确定,将17个定性评价指标量化,样本数据如表2所示。对评价指标数据进行标准化处理,将其转化为在区间[0,1]的标准化数据。

##### 4.1.2 组合权重计算

由于篇幅有限,只介绍组合权重值的计算过程。由式(10)和式(11)可计算得到评价指标的相对重要系数为:  $\alpha_k = (0.5559, 0.7709, 0.0865, 0.7060, 0.5957, 0.1895, 0.1495, 0.1432, 0.3723, 0.3656, 0.8226, 0.6801, 0.3389,$

表 2 样本数据

高校	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$C_8$	$C_9$	$C_{10}$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$	$C_{16}$	$C_{17}$
高校 1	90	89	95	90	97	98	86	98	88	90	85	90	90	89	90	98	80
高校 2	95	96	90	95	97	90	95	98	88	90	85	90	90	89	90	98	95
高校 3	90	89	95	86	97	98	79	98	79	90	85	87	90	89	87	98	76
高校 4	85	87	86	97	95	75	80	70	86	90	90	87	80	80	78	89	90
高校 5	80	80	90	90	87	80	80	90	80	70	80	85	70	80	75	85	86
高校 6	78	86	70	89	76	78	76	87	78	67	78	86	75	69	70	86	67
高校 7	95	90	70	80	75	60	75	90	85	90	80	85	70	60	50	80	75
高校 8	80	86	70	80	70	78	76	87	78	67	78	70	60	60	65	70	67
高校 9	70	75	60	70	60	75	76	75	65	67	65	70	60	60	65	60	80
高校 10	75	70	65	70	60	75	70	70	65	70	65	60	65	60	60	65	70
高校 11	70	80	40	90	70	20	70	65	65	75	80	75	50	45	40	60	60
高校 12	90	80	86	89	90	86	80	80	79	75	80	90	85	80	80	65	90

0.251 8,0.331 6,0.577 5,0.505 2), $\beta_k = (0.444 1,$   
 0.229 1,0.913 5,0.294 0,0.404 3,0.810 5,  
 0.850 5,0.856 8,0.627 7,0.634 4,0.177 4,  
 0.319 9,0.661 1,0.748 2,0.668 4,0.422 5,  
 0.494 8)。

进而,根据式(12)计算得到主观权重的相对  
 重要系数  $\alpha = 0.437 8$ ,客观权重的相对重要系数  
 $\beta = 0.562 2$ 。

最后,由式(14)计算获得组合权重值  $\omega_k =$

(0.056 1,0.055 7,0.061 9,0.054 8,0.054 4,  
 0.068 7,0.042 2,0.049 3,0.044 2,0.050 0,  
 0.077 3,0.057 8,0.064 5,0.072 8,0.072 3,  
 0.067 3,0.050 7)。

4.1.3 权重结果分析

将不同方法得到的权重值与样本评价指标的  
 决策矩阵相乘,获得样本高校的突发事件应急管  
 理能力评价结果,如表 3 所示。

表 3 不同赋权方法获得的高校突发事件应急管理综合能力评价结果

高校	层次分析法		序关系分析法		熵权法		离差最大化法		组合赋权法	
	结果	排序	结果	排序	结果	排序	结果	排序	结果	排序
高校 1	0.882 4	2	0.867 0	2	0.957 9	2	0.905 9	2	0.907 2	2
高校 2	0.930 1	1	0.977 8	1	0.964 3	1	0.973 3	1	0.967 8	1
高校 3	0.849 4	4	0.808 3	4	0.925 2	3	0.839 3	3	0.854 1	3
高校 4	0.873 0	3	0.818 2	3	0.768 0	4	0.766 9	4	0.776 6	4
高校 5	0.634 5	5	0.618 7	6	0.697 1	6	0.623 6	6	0.640 2	6
高校 6	0.543 7	8	0.602 7	7	0.574 2	7	0.528 0	8	0.537 0	8
高校 7	0.626 3	6	0.570 9	8	0.514 5	8	0.585 5	7	0.567 7	7
高校 8	0.384 3	9	0.429 0	9	0.451 7	9	0.398 2	9	0.409 0	9
高校 9	0.138 2	11	0.158 4	11	0.335 8	10	0.210 8	10	0.232 1	10
高校 10	0.110 7	12	0.090 0	12	0.327 8	11	0.175 6	12	0.203 1	11
高校 11	0.306 8	10	0.336 9	10	0.082 7	12	0.179 6	11	0.169 4	12
高校 12	0.618 7	7	0.670 5	5	0.721 5	5	0.652 6	5	0.671 2	5

(1)主观赋权法与组合赋权法差异分析。从  
 主观赋权结果排序来看,采用层次分析法得到  
 的高校突发事件应急管理综合能力评价结果排序  
 与组合赋权结果排序只有高校 1、高校 2、高  
 校 6 和高校 8 相同,基于序关系分析法的评价  
 结果排序与组合赋权结果排序只有高校 1、高  
 校 2、高校 5、高校 8 和高校 12 一致,利用  
 主观赋权方法建立的评价结果排序与组合赋  
 权结果排序大多不一致。

主观赋权法受决策者的实际经验、知识储备、

个人偏好等影响较大。以高校 3 为例,该高校  
 发生过学生财物被盗的突发事件案例,因此采  
 用主观赋权法确定评价指标权重时,决策者主  
 观认为高校 3 在突发事件应急管理上存在疏漏  
 和不足,确定的评价指标高校防盗应急管理能  
 力  $C_7$  权重较低,导致采用主观赋权法计算得  
 到的高校应急管理综合能力评价结果排序与组  
 合赋权结果排序不同。而采用组合赋权法确  
 定指标权重除了考虑决策者的意见,也更真实  
 反映各个评价指标的固有

风险,即关注高校3对 $C_7$ 的后续整改。因此,组合赋权法对高校3的突发事件应急管理评价结果更加合理。

(2)客观赋权法与组合赋权法差异分析。从客观赋权结果排序来看,利用客观赋权方法得到的高校突发事件应急管理评价结果排序与组合赋权结果排序大多一致,这是由于熵权法和离差最大化法属于客观赋权,是依靠评价对象的指标值计算评价指标的权重,反映了评价指标之间的固有属性,使得评价结果较为客观。在评价结果排序中,采用熵权法得到的高校突发事件应急管理评价结果中高校6、高校7与组合赋权结果排序不同,基于离差最大化法的评价中高校10、高校11与组合赋权结果排序不同。

客观赋权法是根据各个评价指标所提供的信息量来确定权重,未考虑各个评价指标之间的信息关联。以评价指标高校环境保障能力 $C_{10}$ 、高校风气构建能力 $C_{11}$ 的权重确定为例,在考虑两个评价指标提供信息量的基础上,对两个评价指标的信息关联进行分析。根据实践经验可知, $C_{11}$ 对 $C_{10}$ 起到促进和推动作用,故 $C_{11}$ 具有更高的相对重要度。而客观赋权法仅考虑评价指标提供的信息量,判断出 $C_{10}$ 具有更高的相对重要度,导致采用客观赋权法和组合赋权法得到的评价结果排序存在差异。而组合赋权法综合了 $C_{10}$ 和 $C_{11}$ 的信息量和信息关联情况,评价结果更贴合实际。

结合以上分析,基于矩估计理论,利用主客观组合赋权确定的组合权重结果优于单一主观赋权或客观赋权结果,这是因为组合赋权方法既考虑了经验因素,也考虑了评价指标的固有属性,兼顾了主客观因素,使得权重结果更加合理可靠。

## 4.2 确定评价等级

### 4.2.1 计算评价指标关联度

结合式(15)和式(16),依次确定高校突发事件应急管理等级经典域和节域。依据表2和式(17),得到高校突发事件应急管理能力的待评物元。基于式(18)~式(20),计算出各评价指标的关联函数。

### 4.2.2 确定待评价样本等级

由式(21)可计算得出高校关于突发事件应急管理等级的可拓关联度,由式(22)可以获得各高校突发事件应急管理等级,如表4所示。根据不同评价结果,可有针对性地开展高校突发事件预防管理,制定应急管理提升对策。

表4 高校突发事件应急管理等级

高校	I	II	III	IV	评价结果
高校1	0.479	-0.140	-0.545	-0.772	高
高校2	1.176	-0.212	-0.606	-0.803	高
高校3	0.427	-0.116	-0.469	-0.735	高
高校4	0.132	0.016	-0.243	-0.622	高
高校5	-0.265	0.058	-0.073	-0.537	中
高校6	-0.325	-0.034	0.088	-0.432	低
高校7	-0.066	-0.107	-0.057	-0.398	低
高校8	-0.368	-0.141	0.153	-0.314	低
高校9	-0.404	-0.256	0.182	-0.183	低
高校10	-0.409	-0.277	0.235	-0.162	低
高校11	-0.428	-0.298	-0.028	1.294	差
高校12	-0.235	0.059	-0.164	-0.562	中

## 5 结论

(1)基于矩估计理论,采用层次分析法、序关系分析法、熵权法和离差最大化法,构造了组合权重计算方法。结合可拓理论,构建了基于矩估计理论的高校突发事件应急管理综合评价模型,为高校突发事件应急管理评价提供了一种新的思路。

(2)实例应用结果表明,基于矩估计理论的组合赋权方法的结果优于单一主观赋权方法或客观赋权方法计算得到的结果,证明了该方法在高校突发事件应急管理评价中的合理性。组合赋权法综合考虑了主观和客观因素,包括实际经验因素和评价指标的固有属性,权重结果更为科学合理。

(3)将基于矩估计理论的高校突发事件应急管理可拓评价模型应用于实际高校,对高校突发事件应急管理具有重要的现实意义和实际指导作用。下一步,将完善高校突发事件应急管理评价指标体系,采用更加全面的样本数据和对比方法,进一步验证模型的有效性和适用性。

## 参考文献:

- [1] 蒋樟生. 高校突发事件应急管理问题及对策研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2014, 10(4): 169 - 172.
- [2] 徐洋, 于丽英, 林晨艳. 基于改进 $\alpha$ 截集模糊TOPSIS方法的高校公共危机预警分级[J]. 上海大学学报(自然科学版), 2017, 23(2): 308 - 314.
- [3] 姬浩, 苏兵, 吕美, 等. 高校突发事件应急管理成熟度模型研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2013, 9(1): 39 - 45.

- [4] 周荣喜,李守荣,杨敏,等. 基于 Delphi - AHP 和加权集值统计的高校突发事件预警评估[J]. 运筹与管理,2013,22(3):146 - 153.
- [5] 杨霞,何涛. 基于 F - AHP 法的高校突发事件应急管理综合能力评价研究[J]. 价值工程,2019,38(6):19 - 21.
- [6] 姬浩,苏兵,吕美. 基于风险因素的高校突发事件应急管理综合能力评价研究[J]. 西安工业大学学报,2012,32(7):584 - 589.
- [7] 徐枫,张特曼. 基于灰关联分析的高校校园安全评价方法及应用[J]. 南阳理工学院学报,2017,9(6):74 - 79.
- [8] 顾剑华,石奎. 基于层次模糊评价法的高校危机管理预警综合评价模型研究[J]. 经济研究导刊,2008(14):192 - 194.
- [9] 林立. 基于物元可拓模型的中国地方政府融资平台风险研究[J]. 经济理论与经济管理,2012(5):65 - 71.
- [10] 刘玲,陈娟娟,徐代忠. 基于可拓云理论的施工安全综合评价[J]. 土木工程与管理学报,2017(3):39 - 44.
- [11] 曾宪云,宗霏,李远富,等. 基于可拓理论的城市高架路运营风险评价研究[J]. 科技管理研究,2016(12):56 - 61.
- [12] 刘洋,刘晓云,李玉飞. 基于改进物元可拓模型的高校突发事件应急管理综合能力评价[J]. 中国管理科学,2022,30(11):299 - 308.
- [13] 孙康,柴瑞瑞,陈静锋,等. 校园公共安全突发事件应急管理综合能力评价的组合优化模型[J]. 数学的实践与认识,2015,45(14):231 - 239.
- [14] 蒋永康,梅强. 基于鱼骨图和层次分析法的知识转移粘滞影响因素研究[J]. 科技管理研究,2021(10):169 - 177.
- [15] 许铭赫,高扬. 基于序关系分析法和自适应噪声完备集合经验模态分解法的直升机飞行培训安全风险评估指标权重分析[J]. 科学技术与工程,2021,21(14):6089 - 6096.
- [16] 章穗,张梅,迟国泰. 基于熵权法的科学技术评价模型及其实证研究[J]. 管理学报,2010,7(1):34 - 42.
- [17] 王应明. 运用离差最大化方法进行多指标决策与排序[J]. 系统工程与电子技术,1998(7):24 - 26.
- [18] 纪昌明,李荣波,刘丹,等. 基于矩估计灰靶模型的梯级水电站负荷调整方案综合评价[J]. 系统工程理论与实践,2018,38(6):1609 - 1617.
- [19] 沈阳武,彭晓涛,施通勤,等. 基于最优组合权重的电能质量灰色综合评价方法[J]. 电力系统自动化,2012,36(10):67 - 73.

## Comprehensive Evaluation of Emergency Management Ability of College Based on Moment Estimation Theory

LI Yufei, LIU Xiaoyun, LIU Yang, MEI Yanlan

**Abstract:** In view of the uncertainty of the influencing factors of the evaluation of college emergency management ability and the one - sidedness and limitations of the single weighting method, based on the moment estimation theory, a combined weighting method for the evaluation of emergency management ability of colleges was established by using analytic hierarchy process, order relationship analysis, entropy weight method and deviation maximization method. Combined with extension theory, a comprehensive evaluation model of college emergency management ability based on moment estimation theory was constructed and applied to the evaluation of college emergency management ability. The results show that the combined weighting method for the evaluation of emergency management ability of colleges comprehensively considers the experience factor and inherent attributes of evaluation indicators, the weight calculation result is more scientific and reasonable, and its result is better than the single subjective weighting or objective weighting result, which proves the effectiveness of the comprehensive evaluation model of college emergency management ability. The research provides theoretical support and practical guidance for college emergency management.

**Key words:** college emergency; extension theory; moment estimation theory; emergency management ability; comprehensive evaluation model

**LI Yufei:** Lect. ; School of Machinery and Automation, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, China.