

基于相对信息熵和语言加权算子的网络舆情突发事件模糊多指标应急决策方法

张倩生 冯雨桐

(广东外语外贸大学金融学院, 广州, 510006)

摘要: 在仔细分析网络舆情突发事件的成因与应急决策特性的基础上, 从舆情状态、突发事件本身和民众关注 3 方面构建网络舆情突发事件的属性指标。考虑到网络舆情突发事件指标的语言不确定性和多样性, 以及应急专家对舆情事件危机评价的语言判断矩阵差异性, 本文提出一个基于相对信息熵和语言加权算子的网络舆情突发事件模糊多指标群决策模型。首先根据应急指标重要性的判断矩阵, 计算出每个专家对各指标权重的评价; 然后基于相对熵的多属性组合赋权方法来获取应急专家的权重, 计算得出各舆情事件指标的综合权重; 再根据各应急专家对网络舆情事件的语言指标评价值, 利用语言加权算术平均算子, 集结得到各网络舆情突发事件的综合决策评价值, 进而对各舆情事件危机程度快速排序。最后, 通过一个实例来证明本文方法的实用性。

关键词: 网络舆情突发事件; 应急群决策; 语言判断矩阵; 相对熵; 语言加权算子

中图分类号: TP391; C931 **文献标志码:** A

Fuzzy Multi-indicator Group Decision Making of Internet Public Opinion Emergency Based on Relative Entropy and Linguistic Weighted Operator

Zhang Qiansheng, Feng Yutong

(College of Finance, Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou, 510006, China)

Abstract: On the basis of analyzing causes of Internet public opinion emergency (IPOE) and features of emergency decision, the indicators of IPOE are constructed from three aspects of the state of Internet public opinion, the emergency itself and the public attention. Due to the uncertainty and diversity of indicators for IPOE and the difference of linguistic judgment matrices on crisis evaluation from experts, we propose a fuzzy multi-indicator group decision making of IPOE based on relative entropy and linguistic weighted operator. Firstly, according to judgment matrix of evaluating importance of indicators, we calculate the weights of indicators of each expert, and then use the multi-indicator combination weighting method based on relative entropy to get the experts' weights, so we can calculate comprehensive weights of indicators of IPOE. Secondly, based on linguistic indicator evaluation of IPOE from experts, we use the linguistic weighted arithmetic average operator to gain the comprehensive evaluation of the value of each IPOE, and quickly sort out IPOEs according to crisis levels. Finally, an example is carried out to

show the practicality of the proposed method.

Key words: Internet public opinion emergency; group decision making; linguistic judgment matrix; relative entropy; linguistic weighted operator

引 言

互联网新兴媒介的发展和普及使信息传播变得更加迅速,不同地域的网民可以通过无限延伸的网络空间进行自由表达和传播对社会公共事件的情绪、态度和意见,形成网络舆情。如果网络舆情中的一些负面信息在网络上任意传播而得不到有效应急处置,单个突发事件的影响力将被无限放大,进而引发非常规突发事件,如近年来的“昆明暴恐事件”“香港非法‘占中’事件”“抵制日货”等。这些事件已经对社会和谐与稳定造成严重后果,给人民带来生命和财产损失,这使得网络舆情突发事件的应急预案决策具有重要的意义和现实作用^[1-4]。因此,一些适用于应急预案决策的方法和模型相继提出,如 Zhang 和 Yang^[5]基于网络舆情突发事件曾提出模糊语言环境下的应急群决策模型。

事实上,为全面客观地评价网络舆情突发事件的危急程度,需要从多维度进行评价,所以指标选择对应急决策至关重要。本文考虑舆情事件的成因和影响因素,结合文献[6,7]的研究,重点选取舆情状态、突发事件本身和民众关注 3 个方面指标,其包含 4 个属性指标,分别为舆情传播广度、舆情敏感度、突发事件警情程度和民众关注。因这些属性指标往往是模糊、定性的,故采用模糊语言值来对上述网络舆情事件指标进行评价是合理的。由于网络舆情突发事件的应急决策涉及多个指标和多名应急专家,本文提出针对舆情危机的多属性群决策(Multi-attribute group decision-making, MAGDM)^[8]的检验方法。在多个指标群决策过程中既能综合专家不同方面的专业经验,又能避免专家因领域知识不足而引起的决策错误,而且需要依据决策信息不断调整专家权重使得综合决策信息更加准确。为此,刘鹏等人^[9]提出了基于专家动态权重的群组 AHP 交互式决策方法。靖可等人^[10]利用线性规划求解权重区间,在专家局部评价的基础上,利用目标优化方法对方案群权重进行再分配,得到专家的权重。文献[11]还提出了一种基于相对熵的多属性决策组合赋权方法来解决多赋权方法下的综合评价问题。本文依据这种多属性决策组合赋权方法来获取各个应急决策专家的合理权重,再计算得出各网络舆情事件指标的综合权重。

由于在网络舆情突发事件多指标 MAGDM 决策过程中涉及模糊语言值的加权运算^[12],本文引入模糊算子的概念。近年来,许多学者做了相关的研究: Xu 等人^[13]提出了语言加权平均算子; Herrera 等人^[14]提出了有序算子; Zhao, Lin 和 Wei^[15]共同提出 FPWA, FPWG 和 FPWHA 算子等。本文以 Wu, Chen^[16]共同提出的语言加权算术平均算子(Linguistic weighted arithmetic averaging, LWAA)为基础,结合专家权重向量和属性指标权重向量,计算在群体决策矩阵中每个网络舆情突发事件的综合评价价值。

综上所述,本文针对不确定情境下的网络舆情突发事件的大多指标用语言评价特点,用模糊语言值对网络舆情事件进行评价,根据专家群体的属性指标对比判断矩阵来确定专家群对多个指标的初始权重向量,再运用基于相对熵的多属性决策组合赋权方法来反向调整权重,进而确定专家权重向量与指标综合权重向量。然后,应用 LWAA 算子,集成专家群体的决策矩阵,进而得出各网络舆情突发事件的综合评价价值,并依据对比法则对各网络舆情突发事件的危机程度进行快速排序。

1 模糊语言变量

在网络舆情突发事件的决策问题中,模糊语言变量至关重要,所以本文先引入语言变量的一些基本概念和公式。

定义 1 设 $S = \{s_i | i = -t, \dots, -1, 0, 1, \dots, t\}$ 是一个有限且完全有序离散语言集合, s_i 表示一个语言变量的可能值。 i (下标值) 越大, 表示正评价值越高。 集合 S 基数的大小应该适中, 避免过高的无精度, 同时要有足够的区分方案表现的语言变量; 其次, 集合 S 基数必须是奇数。 例如, 一个 9 个语言项的集合 S 可能是 $S = \{s_{-4} = \text{极差}, s_{-3} = \text{非常差}, s_{-2} = \text{差}, s_{-1} = \text{稍差}, s_0 = \text{合理}, s_1 = \text{稍好}, s_2 = \text{好}, s_3 = \text{非常好}, s_4 = \text{极好}\}^{[17]}$ 。 此外, 还要求 s_i 和 s_j 满足以下性质^[18-19]:

- (1) 集合 S 是有序的: 当 $i \geq j$ 时, $s_i \geq s_j$;
- (2) 存在取反算子: $neg(s_i) = s_{-i}$;
- (3) 最大值算子: 当 $s_i \geq s_j$ 时, $\max\{s_i, s_j\} = s_i$;
- (4) 最小值算子: 当 $s_i < s_j$ 时, $\min\{s_i, s_j\} = s_i$ 。

在语言信息运算的过程中, 一些结果可能不能匹配到现有的语言变量, 为保留所有的信息, $Xu^{[17]}$ 扩展离散的语言变量集合 S 到连续的语言变量集合 $\bar{S} = \{s_i | s_{-i} < s_i < s_i, i \in [-t, t]\}$ 。 如果 $s_i \in \bar{S}$, 把 s_i 称作原始语言项, 否则, 就把 s_i 称为虚拟语言项。 通常来说, 原始语言项用于评价网络舆情突发事件, 虚拟语言项多用于信息集成过程。

定义 2 存在语言变量 $s_\alpha, s_\beta \in \bar{S}$, 并且 $\mu, \mu_1, \mu_2 \in [0, 1]$, 给出如下运算法则

$$s_\alpha \oplus s_\beta = s_{\alpha+\beta}, s_\alpha \oplus s_\beta = s_\beta \oplus s_\alpha, \mu s_\alpha = s_{\mu\alpha}, (\mu_1 + \mu_2) s_\beta = s_{\mu_1\beta} \oplus s_{\mu_2\beta}, \mu(s_\alpha \oplus s_\beta) = \mu s_\alpha \oplus \mu s_\beta$$

定义 3^[16] 设 $\{s_{\alpha_1}, s_{\alpha_2}, \dots, s_{\alpha_n}\}$ 为一个语言变量集合, $LWAA: \bar{S}^n \rightarrow \bar{S}$, 定义如下

$$LWAA_\omega(s_{\alpha_1}, s_{\alpha_2}, \dots, s_{\alpha_n}) = \omega_1 s_{\alpha_1} \oplus \omega_2 s_{\alpha_2} \oplus \dots \oplus \omega_n s_{\alpha_n} = s_{\sum_{i=1}^n \omega_i I(s_{\alpha_i})}$$

其中, $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$ 为权重向量, $\omega_i \in [0, 1]$, $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$, 且 $I(s_{\alpha_i})$ 是 s_{α_i} 的下标函数。

2 网络舆情突发事件的多指标群决策

设群决策过程中备选事件已经由各部门提出, 选取网络舆情突发事件集合 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 。 设事件有 m 个评价指标, 选取集合 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$, 属性的权重当前是未知的。 决策的专家群亦确定, 选取集合 $E = \{e_1, e_2, \dots, e_t\}$ 表示来自不同领域的 t 位专家对网络舆情突发事件进行评价, 专家的权重当前是未知的。 专家根据集合 S 中的语言变量中的语言项给出各舆情事件关于所有属性指标下的评价值, 从而构建决策评价矩阵 $D^{(k)} = (d_{ij}^{(k)})_{n \times m}$, 其中 $d_{ij}^{(k)} (\in S)$ 表示 e_k 对网络舆情突发事件 x_i 关于属性 p_j 下的评价值。

2.1 基于模糊语言判断矩阵及模糊互补矩阵的专家权重向量计算

在对网络舆情突发事件进行决策前, 需要确定未知的指标和专家权重, 所以专家群体首先依据模糊语言变量集 S 给出指标优劣的判断矩阵。

定义 4^[20] $L^{(k)} = (l_{ij}^{(k)})_{m \times m}$, $l_{ij}^{(k)} \in S$ 称为专家群体针对指标集 P 给出的语言判断矩阵, 其中 $S = \{s_{-4}, s_{-3}, s_{-2}, s_{-1}, s_0, s_1, s_2, s_3, s_4\}$ 为定义 1 提出的语言评价集, 即 $l_{ij}^{(k)}$ 表示专家 e_k 对指标 p_i 与 p_j 进行比较时给出的语言评价术语:

- (1) 若 $I(l_{ij}^{(k)}) = I(s_0)$, 指标 p_i 与 p_j 无差别, 显然 $i = j$ 时, $l_{ij}^{(k)} = s_0$;
- (2) 若 $I(l_{ij}^{(k)}) > I(s_0)$, 指标 p_i 优于 p_j , g 越大表示 p_i 优于 p_j 的程度越大;
- (3) 若 $I(l_{ij}^{(k)}) < I(s_0)$, 指标 p_i 劣于 p_j , g 越小表示 p_i 劣于 p_j 的程度越大。

定义 5^[21] 基于第 k 位专家依据语言评价集 $S = \{s_{-4}, s_{-3}, s_{-2}, s_{-1}, s_0, s_1, s_2, s_3, s_4\}$ 给出的语言判断矩阵, 令 $q_{ij}^{(k)} = 0.5 + \frac{I(l_{ij}^{(k)})}{4} \times 0.4, \forall i, j = \{1, 2, \dots, m\}$ 则称 $Q^{(k)} = (q_{ij}^{(k)})_{m \times m}$ 为语言判断矩阵 $L^{(k)}$ 的导出

判断矩阵,显然它是一个模糊互补判断矩阵。

定义 5 表明定义 4 中提出的语言判断矩阵能通过导出函数转化为数值型的判断矩阵,这种转化的目的便于处理信息,因此导出函数即为语言判断矩阵和数值型判断矩阵联系的桥梁。

定义 6^[22] 设 $L^{(k)} = (l_{ij}^{(k)})_{m \times m}$ 为语言判断矩阵, $Q^{(k)} = (q_{ij}^{(k)})_{m \times m}$ 为其导出矩阵。令

$$v_i^{(k)} = \frac{\sum_{j=1}^m q_{ij}^{(k)} + \frac{m}{2} - 1}{m(m-1)} \quad \forall i, j \in \{1, 2, \dots, m\}, k \in \{1, 2, \dots, t\}$$

则称 $V^{(k)} = (v_1^{(k)}, v_2^{(k)}, \dots, v_m^{(k)})$ 为语言判断矩阵 $L^{(k)}$ 的指标排序向量。

令 $\omega_j^{(k)} = \frac{v_j^{(k)}}{\sum_{j=1}^m v_j^{(k)}}$, 则 $W^{(k)} = (\omega_1^{(k)}, \omega_2^{(k)}, \dots, \omega_m^{(k)})$ 是 $V^{(k)}$ 的归一化向量, 同样也是语言判断矩阵 $L^{(k)}$ 的指标排序向量。

定义 6 可从各专家给出的属性指标判断矩阵导出各专家对属性指标的初始权重偏好。

2.2 基于相对信息熵计算应急专家权重与指标权重向量

定义 7 把 t 位专家对 m 个指标的排序向量: $W^{(k)} = (\omega_1^{(k)}, \omega_2^{(k)}, \dots, \omega_m^{(k)}), k=1, 2, \dots, t$, 导入最优化

模型^[23-24] 有全局最优解 $d^* = (d_1^*, d_2^*, \dots, d_m^*)$, 其中, $d_j^* = \frac{\prod_{k=1}^t (\omega_j^{(k)})^{1/t}}{\sum_{j=1}^m \prod_{k=1}^t (\omega_j^{(k)})^{1/t}}, j=1, 2, \dots, m$, 则称 $d^* =$

$(d_1^*, d_2^*, \dots, d_m^*)$ 为指标集结权重。

定义 7 的最优化模型把多个专家的权重向量集结成一个综合权重。下面本文再通过相对信息熵来衡量多个专家的权重向量与综合权重的贴适度, 进而得出各个应急专家的权重向量。

定义 8^[11] 定义 $h(W^{(k)}, d^*) = \sum_{j=1}^m \omega_j^{(k)} \log_2 \frac{\omega_j^{(k)}}{d_j^*}$ 为 $W^{(k)}$ 相对于 d^* 的相对熵。显然, 相对熵是度量向量与向量间的符合程度。相对熵用于衡量每个专家对属性权重评价与集结权重的贴适度, 贴适度越大, 说明该专家的可信度越高, 由此可推出每个专家的权重为

$$\lambda_k = \frac{h(w^{(k)}, d^*)}{\sum_{k=1}^t h(w^{(k)}, d^*)} \quad \forall k=1, 2, \dots, t \tag{1}$$

再把每个专家的权重 λ_k 回代到属性排序向量, 进而求得各属性权重

$$u_j = \sum_{k=1}^t \lambda_k \omega_j^{(k)} \quad j=1, 2, \dots, m \tag{2}$$

因此可以识别应急专家的权重向量 λ_k 与属性指标的最终权重向量 u_j 。

2.3 确定网络舆情突发事件的危机程度排序

在多指标群决策的过程中, 本文先对决策评价矩阵 $D^{(k)} = (d_{ij}^{(k)})_{n \times m}, k=1, 2, \dots, t$, 进行转换, 重新构

建关于舆情事件 x_i 的决策矩阵 B_i 如下: $B_i = \begin{bmatrix} b_{i1}^{(1)}, b_{i2}^{(1)}, \dots, b_{im}^{(1)} \\ b_{i1}^{(2)}, b_{i2}^{(2)}, \dots, b_{im}^{(2)} \\ \vdots \\ b_{i1}^{(t)}, b_{i2}^{(t)}, \dots, b_{im}^{(t)} \end{bmatrix}$ 。

再依据定义 1~3, 对决策矩阵进行处理, 有:

定义 9 设 $B_i (i=1, 2, \dots, n)$ 为决策矩阵, 将 LWAA 应用于 B_i 中, 则有

$$Z_i = \sum_{k=1}^t \lambda_k Z_i^{(k)} = \sum_{k=1}^t \lambda_k \sum_{j=1}^m u_j b_{ij}^{(k)} \quad \forall i=1,2,\dots,n; k=1,2,\dots,t,$$

称 Z_i 为专家对网络舆情突发事件 x_i 的综合评价价值。显然, $Z_i \in \bar{S}$ 。

根据定义 6, 各网络舆情突发事件对应的语言变量大小排序规则如下:

- (1) 如果 $I(Z_i) > I(Z_j)$, 则 $Z_i > Z_j$ 。
- (2) 如果 $I(Z_i) = I(Z_j)$, 则 $Z_i = Z_j$ 。

即下标函数值越大, x_i 的综合评价价值越高, 网络舆情突发事件 x_i 的危机性越低。基于此规则就可以对各网络舆情突发事件的危机程度进行排序, 进而决策部门能按网络舆情突发事件的轻重缓急处理各突发事件。

3 网络舆情突发事件的案例分析

通过百度、新浪网及凤凰网等国内主要网络信息流通网络采集近年来网络舆情突发事件的数据, 筛选出 4 个典型的舆情事件案例 $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$, 然后集合 3 名来自不同领域的专家 $E = \{e_1, e_2, e_3\}$ 来评估各网络舆情事件的指标值。依据本文引言的论述, 确定 4 个网络舆情突发事件应急决策指标为: p_1 : 舆情传播广度; p_2 : 舆情内容敏感度; p_3 : 突发事件的警情程度; p_4 : 公众关注度。3 名专家根据语言评价集 $S = \{s_{-4}, s_{-3}, s_{-2}, s_{-1}, s_0, s_1, s_2, s_3, s_4\}$ 分别给出各项指标的优劣对比矩阵(语言判断矩阵)如下

$$L^{(1)} = \begin{bmatrix} s_0 & s_1 & s_0 & s_3 \\ s_{-1} & s_0 & s_{-1} & s_1 \\ s_0 & s_1 & s_0 & s_3 \\ s_{-3} & s_{-1} & s_{-3} & s_0 \end{bmatrix}, \quad L^{(2)} = \begin{bmatrix} s_0 & s_0 & s_1 & s_2 \\ s_0 & s_0 & s_1 & s_2 \\ s_{-1} & s_{-1} & & s_0 \\ s_{-2} & s_{-2} & s_{-2} & s_0 \end{bmatrix}, \quad L^{(3)} = \begin{bmatrix} s_0 & s_1 & s_2 & s_3 \\ s_{-1} & s_0 & s_2 & s_2 \\ s_{-2} & s_{-2} & s_0 & s_1 \\ s_{-3} & s_{-2} & s_{-1} & s_0 \end{bmatrix}$$

而 3 名专家用评价集中的语言项给出网络舆情事件的各项指标评价价值, 如表 1~3 所示。

表 1 专家 e_1 的决策指标评价价值 $D^{(1)}$

Tab. 1 Evaluation value of indicators from e_1

事件	p_1	p_2	p_3	p_4
x_1	s_0	s_1	s_2	s_2
x_2	s_2	s_3	s_1	s_{-1}
x_3	s_1	s_2	s_3	s_2
x_4	s_1	s_3	s_1	s_1

表 2 专家 e_2 的决策指标评价价值 $D^{(2)}$

Tab. 2 Evaluation value of indicators from e_2

事件	p_1	p_2	p_3	p_4
x_1	s_0	s_2	s_2	s_4
x_2	s_1	s_2	s_2	s_1
x_3	s_2	s_3	s_4	s_1
x_4	s_1	s_0	s_1	s_{-1}

表 3 专家 e_3 的决策指标评价价值 $D^{(3)}$

Tab. 3 Evaluation value of indicators from e_3

事件	p_1	p_2	p_3	p_4
x_1	s_1	s_3	s_2	s_3
x_2	s_2	s_0	s_2	s_{-1}
x_3	s_2	s_2	s_3	s_2
x_4	s_1	s_0	s_0	s_1

步骤 1 基于专家提出的指标对比判断矩阵, 推出其导出互补矩阵, 进而得出 3 位专家对 4 个指标的排序向量。由定义 5, 把语言判断矩阵转化为导出的模糊互补判断矩阵, 分别为

$$Q^{(1)} = \begin{bmatrix} 0.5, 0.6, 0.5, 0.8 \\ 0.4, 0.5, 0.4, 0.6 \\ 0.5, 0.6, 0.5, 0.8 \\ 0.2, 0.4, 0.2, 0.5 \end{bmatrix}, \quad Q^{(2)} = \begin{bmatrix} 0.5, 0.5, 0.6, 0.7 \\ 0.5, 0.5, 0.6, 0.7 \\ 0.4, 0.4, 0.5, 0.7 \\ 0.3, 0.3, 0.3, 0.5 \end{bmatrix}, \quad Q^{(3)} = \begin{bmatrix} 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 \\ 0.4, 0.5, 0.7, 0.7 \\ 0.3, 0.3, 0.5, 0.6 \\ 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 \end{bmatrix}$$

由定义 6 得: $V^{(1)} = (0.283\ 3, 0.241\ 7, 0.283\ 3, 0.191\ 7)$; $V^{(2)} = (0.275, 0.275, 0.25, 0.2)$; $V^{(3)} = (0.3, 0.275, 0.225, 0.2)$ 。归一化得: $W^{(1)} = (0.283\ 3, 0.241\ 7, 0.283\ 3, 0.191\ 7)$; $W^{(2)} = (0.275\ 0, 0.275\ 0, 0.250\ 0, 0.200\ 0)$; $W^{(3)} = (0.300\ 0, 0.275\ 0, 0.225\ 0, 0.200\ 0)$ 。

步骤 2 先用相对熵的定义来得出每位专家的权重, 进而得出 4 个指标的最终集结权重 $d^* = (d_1^*,$

d_2^*, d_3^*, d_4^*)如下: $d_1^* = 0.2864, d_2^* = 0.2639, d_3^* = 0.2521, d_4^* = 0.1976$ 。

根据定义 8,求得每位专家的赋权结果与集结权重 $d^* = (d_1^*, d_2^*, d_3^*, d_4^*)$ 的贴进度如下

$$h(W^{(1)}, d^*) = 0.004216; \quad h(W^{(2)}, d^*) = 0.000698; \quad h(W^{(3)}, d^*) = 0.002993$$

根据贴进度,可由式(1)求得每个专家的权重为

$$\lambda_1 = 0.5332, \quad \lambda_2 = 0.0883, \quad \lambda_3 = 0.3785$$

将 $\lambda_k (k=1, 2, 3)$ 代入式(2)得每个属性的集结权重 $u_j (j=1, 2, 3, 4)$ 为

$$U = (0.2889, 0.2572, 0.2583, 0.1956)$$

步骤 3 根据表 1~3 的决策值,重新构建网络舆情突发事件的决策矩阵如下

$$B_1 = \begin{bmatrix} s_0, s_1, s_2, s_2 \\ s_0, s_2, s_2, s_4 \\ s_1, s_3, s_2, s_3 \end{bmatrix}, \quad B_2 = \begin{bmatrix} s_2, s_3, s_1, s_{-1} \\ s_1, s_2, s_2, s_1 \\ s_2, s_0, s_2, s_{-1} \end{bmatrix}, \quad B_3 = \begin{bmatrix} s_1, s_2, s_3, s_2 \\ s_2, s_3, s_4, s_1 \\ s_2, s_2, s_3, s_2 \end{bmatrix}, \quad B_4 = \begin{bmatrix} s_1, s_3, s_1, s_1 \\ s_1, s_0, s_1, s_{-1} \\ s_1, s_0, s_0, s_1 \end{bmatrix}$$

步骤 4 在群体决策矩阵中,根据定义 9 和 LWAA 算子来集成网络舆情突发事件 x_i 的综合决策评价价值 Z_i 如下

$$Z_1 = s_{1.600337}, \quad Z_2 = s_{1.226946}, \quad Z_3 = s_{2.132506}, \quad Z_4 = s_{1.021908}$$

步骤 5 依据 $Z_i (i=1, 2, 3, 4)$ 值大小对网络舆情突发事件进行降序排列: $Z_3 > Z_1 > Z_2 > Z_4$ 。

因为 Z_4 是最小值,那么 Z_4 就是最危急的网络舆情突发事件,该舆情事件引发的后果最严重。在资源、人员有限的条件下,政府应该优先处理该突发事件,并制定相应的应急预案,之后再处理其他网络舆情突发事件。

为对比本文提出方法的有效性,本文使用 LHGA^[25] 来计算指标的权重,使用文献[26,27]提出的方法来分别计算网络舆情突发事件的综合决策评价价值,如表 4 所示。

表 4 决策模型方法对比

Tab. 4 Comparison with other decision methods

决策方法	指标权重值				指标排序
	p_1	p_2	p_3	p_4	
LHGA	6.32	5.51	5.09	2.83	$p_1 > p_2 > p_3 > p_4$
决策方法	舆情事件综合评价值				事件排序
	x_1	x_2	x_3	x_4	
文献[26]方法	$s_{2.325}$	$s_{0.734}$	$s_{2.174}$	$s_{0.62}$	$s_1 > s_3 > s_2 > s_4$
文献[27]方法	$s_{2.322}$	$s_{1.697}$	$s_{2.732}$	$s_{1.249}$	$s_3 > s_1 > s_2 > s_4$

经过比较可以发现,LHGA 得出的指标排序和本文得出的指标排序关于指标 p_2 和 p_3 有一定差异。但在用 LHGA 方法得出排序的过程中专家权重是人为设定的,而本文提出的方法更客观。另一方面,依据文献[26,27]决策方法得出的最危急的网络舆情突发事件均为 x_4 ,再次验证了本文方法的有效性。

4 结束语

在网络舆情突发事件的决策问题中,属性指标往往是模糊和定性的,决策者难以使用确定的实数值给出多个属性指标的评价。所以,本文选择语言集合 S 作为决策评价集。此外,为了提高群体的一致性和平等对待各属性指标,本文让专家群体给出属性指标语言对比判断矩阵,结合最优化模型得出初始的指标权重向量,进而得出专家对属性指标的初始权重。再通过基于相对信息熵的多属性决策组合赋权方法确定专家权重向量,调整得出最终的属性指标权重向量。最后,本文基于 LWAA 算子,结合专家

决策矩阵与双权重向量得出各网络舆情突发事件的综合决策评价价值,根据模糊数的对比法则,最终确定最危急的网络舆情突发事件。本文方法可极大地辅助应急部门依据轻重缓急做出恰当的应急措施。

参考文献:

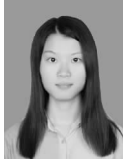
- [1] 林艳. 网络舆情突发事件的应急管理研究[D]. 郑州:郑州大学, 2010.
Lin Yan. Emergency management of the public opinions on the network[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2010.
- [2] 曹学艳, 张仙, 刘樑, 等. 基于应对等级的突发事件网络舆情热度分析[J]. 中国管理科学, 2014, 22(3): 82-89.
Cao Xueyan, Zhang Xian, Liu Liang, et al. Research on Internet public opinion heat based on the response level of emergencies[J]. Chinese Journal of Management Science, 2014, 22(3): 82-89.
- [3] 曹学艳, 宋彦宁, 刘海涛, 等. 基于最小二乘法的突发事件网络舆情演化规律研究[J]. 图书情报工作, 2013, 57(24): 101-105.
Cao Xueyan, Song Yanping, Liu Haitao, et al. Study on the evolution of emergency internet public opinion based on least square method[J]. Library and Information Service, 2013, 57(24): 101-105.
- [4] 李耘涛, 刘妍, 刘毅. 网络舆情灰色预警评价研究[J]. 情报杂志, 2011, 30(4): 23-27.
Li Yuntao, Liu Yan, Liu Yi. Study on the grey early warning evaluation of network public sentiment[J]. Journal of Intelligence, 2011, 30(4): 23-27.
- [5] 张倩生, 杨帆. 模糊语言环境下的网络舆情突发事件应急群决策模型[J]. 山西大学学报(自然科学版), 2015, 38(4): 644-651.
Zhang Qiansheng, Yang Fan. Group decision model of Internet public opinion emergency under fuzzy linguistic environment [J]. Journal of Shanxi University(Natural Science Edition), 2015, 38(4): 644-651.
- [6] 戴媛, 郝晓伟, 郭岩, 等. 基于多级模糊综合评判的网络舆情安全评估模型研究[J]. 信息安全, 2010(5): 60-62.
Dai Yuan, Hao Xiaowei, Guo Yan, et al. A research on safety evaluation model of Internet public opinion based on multi-level fuzzy comprehensive evaluation[J]. Net Information Security, 2010(5): 60-62.
- [7] 曾润喜, 徐晓林. 网络舆情突发事件预警系统、指标与机制[J]. 情报杂志, 2009, 28(11): 52-54.
Zeng Runxi, Xu Xiaolin. A study on early warning mechanism and index for network opinion[J]. Journal of Intelligence, 2009, 28(11): 52-54.
- [8] Yu L, Lai K. A distance-based group decision-making methodology for multi-person multi-criteria emergency decision support[J]. Decision Support Systems, 2011, 51(2): 307-315.
- [9] 刘鹏, 张园林, 晏湘涛, 等. 基于专家动态权重的群组 AHP 交互式决策方法[N]. 数学的实践与认识, 2007, 37(13): 85-90.
Liu Peng, Zhang Yuanlin, Yan Xiangtao, et al. The method of interactive group decision-making for AHP based on experts' dynamic weights[N]. Mathematics in Practice and Theory, 2007, 37(13): 85-90.
- [10] 靖可, 赵希勇, 王艳梅. 基于区间偏好信息的不确定性应急局部群决策模型[J]. 运筹与管理, 2010, 19(2): 97-103.
Jing Ke, Zhao Xinan, Wang Yanmei. Local group decision making for emergency under uncertainty based on interval preference[J]. Operations Research and Management Science, 2010, 19(2): 97-103.
- [11] 周宇峰, 魏法杰. 基于相对熵的多属性决策组合赋权方法[J]. 运筹与管理, 2006, 15(5): 48-53.
Zhou Yufeng, Wei Fajie. Combination weighting approach in multiple attribute decision making based on relative entropy [J]. Operations Research and Management Science, 2006, 15(5): 48-53.
- [12] Calvo T, Kolesárová A, Komorníková M, et al. Aggregation operators: Properties, classes and construction methods[J]. Aggregation Operators, 2002: 3-104.
- [13] Xia Meimei, Xu Zeshui. Hesitant fuzzy information aggregation in decision making[J]. International Journal of Approximate Reasoning, 2011, 52(3): 395-407.
- [14] Herrera F, Herrera-Viedma E, Verdegay J L. A sequential selection process in group decision making with a linguistic assessment approach [J]. Information Sciences, 1995, 85(4): 223-239.
- [15] Zhao X, Lin R, Wei G. Fuzzy prioritized operators and their application to multiple attribute group decision making[J]. Applied Mathematical Modelling, 2013, 37(7): 4759-4770.
- [16] Wu Zhibin, Chen Yihua. The maximizing deviation method for group multiple attribute decision making under linguistic environment[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2007, 158: 1608-1617.
- [17] Xu Z. A method based on linguistic aggregation operators for group decision making with linguistic preference relations[J]. Information Sciences, 2004, 166(1): 19-30.

- [18] Herrera F, Herrera-Viedma E. Linguistic decision analysis: Steps for solving decision problems under linguistic information [J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 2000, 115:67-82.
- [19] Herrera F, Herrera-Viedma E, Martinez L. A fusion approach for managing multi-granularity linguistic term sets in decision making[J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 2000, 114:43-58.
- [20] 唐燕武, 陈华友. 基于相对熵的多粒度语言判断矩阵的群决策方法[J]. *模糊系统与数学*, 2013, 27(3):143-148.
Tang Yanwu, Chen Huayou. Methods for multi-granularity linguistic information multiple attribute group decision making based on relative entropy[J]. *Fuzzy Systems and Mathematics*, 2013, 27(3):143-148.
- [21] 陈华友, 刘金培, 陈诚. 语言判断矩阵的相容性和一致性研究[J]. *数学的实践与认识*, 2008, 38(20):173-177.
Chen Huayou, Liu Jinpei, Chen Cheng. Research on compatibility and consistency of linguistic judgement matrices[J]. *Mathematics in Practice and Theory*, 2008, 38(20):173-177.
- [22] 徐泽水. 模糊互补判断矩阵排序的一种算法[J]. *系统工程学报*, 2001, 16(4):311-314.
Xu Zeshui. Algorithm for priority of fuzzy complementary judgement matrix[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2001, 16(4):311-314.
- [23] 魏存平, 邱菀华, 杨继平. 群决策问题的 REM 集结模型[J]. *系统工程理论与实践*, 1999, 19(8):38-41.
Wei Cunping, Qiu Wanhua, Yang Jiping. Minimum relative entropy aggregation model on group decision making[J]. *System Engineering—Theory & Practice*, 1999, 19(8):38-41.
- [24] 邱菀华. *管理决策与应用熵学*[M]. 北京:机械工业出版社, 2001.
- [25] Xu Zeshui. A method based on linguistic aggregation operators for group decision making with linguistic preference relations [J]. *Information Sciences*, 2004(166):19-30.
- [26] Wu Zhibin, Chen Yihua. The maximizing deviation method for group multiple attribute decision making under linguistic environment[J]. *Fuzzy Sets and System*, 2007(158):1608-1617.
- [27] Xu Zeshui. Uncertain linguistic aggregation operators based approach to multiple attribute group decision making under uncertain linguistic environment[J]. *Information Sciences*, 2004(168):171-184.

作者简介:



张倩生 (1975-), 男, 博士, 教授, 硕士生导师, 研究方向: 不确定风险管理与决策, E-mail: zhqiansh01@gdufs.edu.cn。



冯雨桐 (1993-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 风险管理、应急决策等。

(编辑:张黄群)

