

基于粗糙集的灰色 TOPSIS 法的第三方逆向物流供应商评价研究

李晓莉

(郑州航空工业管理学院, 河南郑州 450015)

摘要: 针对第三方逆向物流供应商评价过程中的指标冗余、指标权重的确定需要直接赋权和信息不确定性等问题, 提出一种基于粗糙集的灰色 TOPSIS 法, 使评价结果更加科学合理。首先, 根据粗糙集的约简理论对构建的初步指标体系进行约简; 其次利用粗糙集理论, 根据系统自身属性的重要性度量确定指标的权重; 并且采用灰色理论中的灰数对不确定信息进行度量, 建立 TOPSIS 中的规范矩阵。以此对第三方逆向物流供应商进行综合评价。最后以对 10 个第三方逆向物流供应商的评价为例验证该方法的有效性。

关键词: 粗糙集理论; 灰色理论; TOPSIS; 第三方逆向物流供应商

中图分类号: F406; F264.9

文献标识码: A

文章编号: 1000-7695 (2013) 14-0067-05

Rough Set - based Grey - Topsis Approach to the Third Party Reverse Logistic Vendor Selection

LI Xiaoli

(Zhengzhou Institute of Aeronautical Industry Management, Zhengzhou 450015, China)

Abstract: Three issues of indicators redundancy, indicators weights in need of direct empowerment and information uncertainty need to be addressed in the decision making process of the third party reverse logistic vendor selection. A rough set - based grey - Topsis approach is proposed to make assessment more rationally. Firstly, a rough set reduction theory is used to reduce the number of the original indicators. The rough set theory is then applied to determine the weights of indicators based on the attribute of indicators system itself. Further, the grey theory is presented to measure the uncertain information, by the establishment of normal matrix in Topsis. Finally, an illustrative example of evaluation analysis for ten third party reverse logistic vendors is put forward to demonstrate the efficacy of the approach.

Key words: rough set; grey theory; TOPSIS; third party reverse logistics

生态环境的日益恶化以及能源问题的日益紧张, 使逆向物流日益受到重视, 发达国家通过延伸生产者责任制, 要求企业开展废旧产品回收。但是, 对大多数企业而言, 建立一个成本低廉的物品回收系统非常困难, 通常都是将逆向物流业务外包给第三方逆向物流供应商。因此, 如何选择一个适合、高效的第三方逆向物流供应商成为许多企业的重要决策之一。第三方逆向物流供应商评价选择过程中常常面临三个问题: 一是评价指标冗余, 各个指标相互间的关联性较大; 二是评价指标权重的确定需要直接赋权; 三是评价信息的不确定性。本文研究的重点即是针对以上三个问题寻求建立一种科学有效的评价决策模型对备选第三方逆向物流供应商进行评价与选择。

Topsis (technique for order preference by similarity to ideal solution), 作为多目标决策中非常有效的一种方法, 已经在文献 [1] 被应用于第三方逆向物流供应商评价等许多评价领域。根据不同的评价对

象, 国内外学者对 Topsis 评价方法进行了改进。文献 [2] 和 [3] 将灰色关联与 Topsis 结合进行评价。文献 [1]、[4] 和 [5] 将模糊集理论与 Topsis 结合。文献 [6] 和 [7] 将 AHP 和 ANP 分别与 Topsis 结合应用于评价研究, 对 Topsis 的改进主要集中在使指标权重的确定。文献 [3]、[5] 也针对评价过程中的信息不确定性和指标冗余问题进行了解决。但这些改进的 Topsis 法直接应用于第三方逆向物流供应商评价时, 不能同时解决评价指标冗余、指标权重的确定需要直接赋权和信息不确定性三个问题。因此, 本文同时将灰色理论和粗糙集理论与 Topsis 的有效结合提出了一种新的评价方法, 对以上三个问题进行综合解决, 从而使第三方逆向物流供应商的评价更为科学。

对于本文提出的基于粗糙集的灰色 TOPSIS 评价方法, 运用粗糙集理论对第三方逆向物流供应商评价指标体系进行约简, 消除冗余指标, 保证指标的合理性; 并利用系统自身属性的重要性度量确定指

收稿日期: 2012-05-15, 修回日期: 2012-12-25

基金项目: 教育部社科研究基金青年基金项目 “动物源性食品供应链安全可靠性管理研究” (11YJC630015)

标的权重,使指标权重的确定更加合理客观;将灰色理论应用于 Topsis 规范矩阵的建立,一定程度上解决了第三方逆向物流供应商评价指标信息的不确定性问题。本文在简单介绍粗糙集约简理论和灰数理论的基础上,进而提出基于粗糙集的灰色 Topsis 方法,最后通过一个算例验证该方法的可行性。

1 粗糙集约简理论和灰数理论

1.1 粗糙集的属性约简理论^[8]

定义 1 设 $S=(U, R, V, f)$ 为一个知识表达系统,其中 U 是论域 R 是属性集合 $V=UV_r$ 是属性值的集合,其中 V_r 表示 $r \in R$ 的属性值 $f: U \times R \rightarrow V$ 是信息函数。

性质 1 设 $S=(U, R, V, f)$ 为一个知识表达系统 $r \in R$ 如果 $\text{ind}(R - \{r\}) = \text{ind}(R)$ 则认为属性 r 在 R 中是多余的;否则认为在 r 中 R 是必要的。

定义 2 设 $S=(U, R, V, f)$ 为一个知识表达系统 R 中所有必要的属性组成的集合成为属性集 R 的核,记作 $\text{core}(R)$ 。 $P \subseteq R$ 若 $\text{ind}(P) = \text{ind}(R)$ 且 P 独立,则称 P 是 R 的约简,记作 $\text{red}(R)$ 。

定义 3 设 $S=(U, R, V, f)$ 为一个知识表达系统 $P \subseteq R$ $U/\text{ind}(P) = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ 知识 P 的信息量定义为: $I(P) = \sum_{i=1}^n \frac{|X_i|}{|U|} \left| 1 - \frac{|X_i|}{|U|} \right| = 1 - \frac{1}{|U|^2} \sum_{i=1}^n |X_i|^2$ 其中

$|X|$ 表示 X 的基数, $\frac{|X_i|}{|U|}$ 表示等价类 X_i 在 U 中概率。

定义 4^[9] 设 $S=(U, R, V, f)$ 为一个知识表达系统 $r \in R$ 在 R 中的重要性定义为 $\text{SGF}_{(R-\{r\})}(r) = I(R) - I(R - \{r\})$

定义 5^[9] 设 $S=(U, R, V, f)$ 为一个知识表达系统 $R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ r_i 在 R 中的重要性 $\text{SGF}_{(R-\{r_i\})}(r_i)$ 则 $r_i \in R$ 的权重定义为:

$$w(r_i) = \frac{\text{SGF}_{(R-\{r_i\})}(r_i)}{\sum_{i=1}^m \text{SGF}_{(R-\{r_i\})}(r_i)} \quad (1)$$

1.2 灰数理论

定义 6^[10] 灰数指在某一个区间或某一个一般的数集内取值的不确定数。通常记为: $\otimes x = [\underline{\otimes}x, \bar{\otimes}x]$ $\underline{\otimes}x = [x' \in x | \underline{\otimes}x \leq x' \leq \bar{\otimes}x]$, $\underline{\otimes}x$ 和 $\bar{\otimes}x$ 分别为 $\otimes x$ 灰数的下界和上界。灰数有如下的运算法则:

$$\otimes x_1 + \otimes x_2 = [\underline{x}_1 + \underline{x}_2, \bar{x}_1 + \bar{x}_2] \quad (2)$$

$$\otimes x_1 - \otimes x_2 = [\underline{x}_1 - \bar{x}_2, \bar{x}_1 - \underline{x}_2] \quad (3)$$

$$\otimes x_1 \times \otimes x_2 = [\min \underline{x}_1 \underline{x}_2, \underline{x}_1 \bar{x}_2, \bar{x}_1 \underline{x}_2, \bar{x}_1 + \bar{x}_2], \max \underline{x}_1 \underline{x}_2, \underline{x}_1 \bar{x}_2, \bar{x}_1 \underline{x}_2, \bar{x}_1 + \bar{x}_2] \quad (4)$$

$$\otimes x_1 \div \otimes x_2 = [\underline{x}_1, \bar{x}_1] \times [\frac{1}{\bar{x}_2}, \frac{1}{\underline{x}_2}] \quad (5)$$

$$k \times \otimes x_1 = [k\underline{x}_1, k\bar{x}_2] \quad (6)$$

定义 7^[11] 两个灰数之间的欧式空间距离定义为:

$$L(\otimes x_1, \otimes x_2) = [(\underline{x}_1 - \underline{x}_2)^2 + (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

2 基于粗糙集的灰色 TOPSIS 法

根据逆向物流选择第三方供应商的特点,基于粗糙集约简理论与灰色理论,我们提出基于粗糙集的灰色 TOPSIS 法,主要分为八个步骤(参见图 1)。

(1) 首先确立初始的评价指标体系。首先通过文献查阅和现场调研确定评价指标体系:企业有 m 个备选供应商 X_1, X_2, \dots, X_m , n 个评价指标为 P_j ($j=1, 2, \dots, n$), 每个评价指标 P_j 的权重为 w_j 。

(2) 建立灰色决策矩阵。若备选方案 X_i , ($i=1, 2, \dots, m$) 在第 j 个评价指标 P_j , ($j=1, 2, \dots, n$) 下的取值为 $\otimes x_{ij} = [\underline{x}_{ij}, \bar{x}_{ij}]$ 。根据专家的评价得分的语意变量,取相应的灰数。则指标灰色决策矩阵为:

$$A(\otimes) = \begin{matrix} & \begin{matrix} P_1 & P_2 & \dots & P_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \otimes x_{11} & \otimes x_{12} & \dots & \otimes x_{1n} \\ \otimes x_{21} & \otimes x_{22} & \dots & \otimes x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes x_{m1} & \otimes x_{m2} & \dots & \otimes x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

其中 $\otimes x_{mn} = [\underline{x}_{mn}, \bar{x}_{mn}]$

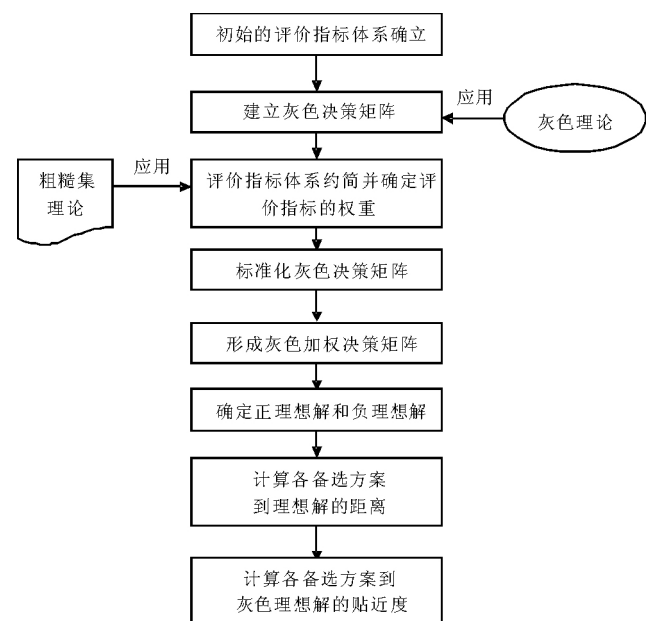


图 1 基于粗糙集和灰色 TOPSIS 法步骤

(3) 指标体系约简及指标权重的确定。指标体系约简就是删除备选供应商中值相近的指标,简化评价。具体步骤为:①专家的评价得分数据的获取。②样本数据信息的离散化。由于粗糙集理论只

能处理离散化数据,所以在指标约简前,必须对数据进行离散化。③对指标体系进行约简。本文采用知识分类的方法进行约简,具体的方法是进行知识分类,然后将属性 P_1 移去,看移去属性 P_1 后是否会改变原有的分类能力,如果改变了,则属性 P_1 是必要的,否则属性 P_1 是冗余的;同样将属性 P_2, P_n 依次移去,看这些属性是必要的还是冗余的。最后,除去所有冗余的属性,剩下的所有必要属性就是该指标集的约简。④约简后的指标权重的确定。根据约简指标权重公式(1)计算。

(4) 约简后灰色决策矩阵标准化。为了指标不同属性间进行比较,灰色决策矩阵必须进行标准化处理。将指标灰色决策矩阵标准化,标准化后的矩阵为

$$R(\otimes) = \begin{matrix} & P_1 & P_2 & L & P_n \\ \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ L \\ X_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \otimes r_{11} & \otimes r_{12} & L & \otimes r_{1n'} \\ \otimes r_{21} & \otimes r_{22} & L & \otimes r_{2n'} \\ L & L & L & L \\ \otimes r_{m1} & \otimes r_{m2} & L & \otimes r_{mn'} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$\text{其中 } \otimes r_{ij} = [\underline{r}_{ij}, \bar{r}_{ij}], [\underline{r}_{ij}, \bar{r}_{ij}] = \frac{[x_{ij}, \bar{x}_{ij}]}{\|A_j\|}, \|A_j\|$$

为第 j 个灰数列向量的范数, $\|A_j\| = \max(\max(|x_{1j}|, |\bar{x}_{1j}|), \max(|x_{2j}|, |\bar{x}_{2j}|), L, \max(|x_{mj}|, |\bar{x}_{mj}|))$, $j = 1, 2, L, n$ 。

(5) 形成灰色加权决策矩阵。灰色加权决策矩阵为

$$S(\otimes) = \begin{matrix} & P_1 & P_2 & L & P_n \\ \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ L \\ X_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \otimes s_{11} & \otimes s_{12} & L & \otimes s_{1n'} \\ \otimes s_{21} & \otimes s_{22} & L & \otimes s_{2n'} \\ L & L & L & L \\ \otimes s_{m1} & \otimes s_{m2} & L & \otimes s_{mn'} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

其中 $\otimes s_{ij} = [\underline{s}_{ij}, \bar{s}_{ij}]$, $\otimes s_{ij} = w_j \times \otimes r_{ij}$, w_j 为各个指标的权重。利用公式(6)可求出矩阵 $S(\otimes)$ 中的每一个元素。

(6) 确定正理想解和负理想解。

令

$$\underline{t}_j = \max_i \underline{s}_{ij} \quad \bar{t}_j = \max_i \bar{s}_{ij}$$

$$\underline{s}_j = \min_i \underline{s}_{ij} \quad \bar{s}_j = \min_i \bar{s}_{ij}$$

正理想解为: $\otimes X^+ = ([\underline{t}_1, \bar{t}_1], [\underline{t}_2, \bar{t}_2], L, [\underline{t}_n, \bar{t}_n])$

负理想解为: $\otimes X^- = ([\underline{s}_1, \bar{s}_1], [\underline{s}_2, \bar{s}_2], L, [\underline{s}_n, \bar{s}_n])$

(7) 计算各备选方案到理想解的距离。备选方案到正理想解的距离为:

$$L(\otimes X_i, \otimes X^+) = \sqrt{(l_{i1}^+)^2 + (l_{i2}^+)^2 + L (l_{in'}^+)^2}$$

利用公式(7)可以求出 $l_{ij}^+ = [(\underline{s}_{ij} - \underline{t}_j)^2 + (\bar{s}_{ij} - \bar{t}_j)^2]^{\frac{1}{2}}$

备选方案到负理想解的距离为:

$$L(\otimes X_i, \otimes X^-) = \sqrt{(l_{i1}^-)^2 + (l_{i2}^-)^2 + L (l_{in'}^-)^2}$$

利用公式(7)可以求出 $l_{ij}^- = [(\underline{s}_{ij} - \underline{s}_j)^2 + (\bar{s}_{ij} - \bar{s}_j)^2]^{\frac{1}{2}}$

(8) 计算各备选方案到灰色理想解的贴近度。

各个备选方案到正理想解的贴近度计算公式为:

$$C_i = \frac{L(\otimes X_i, \otimes X^-)}{L(\otimes X_i, \otimes X^-) + L(\otimes X_i, \otimes X^+)}$$

3 算例

为了验证粗糙集的灰色 TOPSIS 法的有效性,本文假设某电子企业有 10 个备选第三方逆向物流供应商。

(1) 首先确立初始的评价指标体系。根据已有的文献成果和理论分析的基础上,在遵循系统性、完备性和动态性的前提下,我们建立的评价指标体系如表 1 所示。

表 1 评价指标体系

评价指标	解释说明	参考文献
质量 (Q)	产品的准确度以及第三方逆向物流供应商的质量意识和检测方法等	[12][13] [14]
运输 (D)	逆向物流供应商的运输安排能力,运输及提前期的灵活性和可靠性等	[13][14] [15][16]
逆向物流成本 (C)	检测成本、订单成本、运输成本、包装成本、物料处理成本和仓储成本等	[12][17]
废品率 (R)	回收的过程中回收产品的质量不能满足质量指标要求等	[12][16]
技术能力 (T)	技术人员的水平、最新的再制造技术、研发设施等	[13][17]
交货柔性 (I)	逆向物流供应商对企业交货的快速响应能力和可靠性等	[14][18]
信息集成共享能力 (A)	企业和逆向物流供应商信息共享,避免缺货和牛鞭效应等	[18]

(2) 建立灰色决策矩阵。根据专家对每个逆向物流供应商的指标评价的语意变量,转化为灰数,建立的灰色决策矩阵为:

	Q	D	C	R	T	I	A
S_1	[0.3, 0.5]	[0.6, 0.8]	[0.8, 1]	[0.6, 0.8]	[0.6, 0.8]	[0.5, 0.6]	[0.6, 0.8]
S_2	[0, 0.3]	[0.5, 0.6]	[0.8, 1]	[0.8, 1]	[0, 0.3]	[0.8, 1]	[0.5, 0.6]
S_3	[0.5, 0.6]	[0.5, 0.6]	[0.8, 1]	[0.6, 0.8]	[0.5, 0.6]	[0.6, 0.8]	[0.6, 0.8]
S_4	[0.5, 0.6]	[0.6, 0.8]	[0.5, 0.6]	[0.5, 0.6]	[0.5, 0.6]	[0.8, 1]	[0.6, 0.8]
S_5	[0.6, 0.8]	[0.8, 1]	[0.5, 0.6]	[0.8, 1]	[0.6, 0.8]	[0, 0.3]	[0.8, 1]
S_6	[0.3, 0.5]	[0, 0.3]	[0.6, 0.8]	[0.5, 0.6]	[0.5, 0.6]	[0.6, 0.8]	[0.3, 0.5]
S_7	[0.6, 0.8]	[0.8, 1]	[0.8, 1]	[0.8, 1]	[0.5, 0.6]	[0.5, 0.6]	[0.8, 1]
S_8	[0.5, 0.6]	[0.8, 1]	[0.6, 0.8]	[0.8, 1]	[0.6, 0.8]	[0.5, 0.6]	[0.8, 1]
S_9	[0, 0.3]	[0.5, 0.6]	[0.8, 1]	[0.5, 0.6]	[0.3, 0.5]	[0.6, 0.8]	[0.5, 0.6]
S_{10}	[0.6, 0.8]	[0.5, 0.6]	[0.5, 0.6]	[0.6, 0.8]	[0.5, 0.6]	[0.8, 1]	[0.5, 0.6]

(3) 指标体系约简及指标权重的确定。首先利

用 $[0, 0.5] \rightarrow 1, [0.5, 0.8] \rightarrow 2, [0.8, 1] \rightarrow 3$, 将样本数据信息进行离散化。如表 2 所示。

表 2 初选指标得分数据离散化信息

	Q	D	T	R	I	C	A
X1	1	2	3	2	2	2	2
X2	1	2	3	3	1	3	2
X3	2	2	3	2	2	2	2
X4	2	2	2	2	2	3	2
X5	2	3	2	3	2	1	3
X6	1	1	2	2	2	2	1
X7	2	3	3	3	2	2	3
X8	2	3	2	3	2	2	3
X9	1	2	3	2	1	2	2
X10	2	2	2	2	2	3	2

经过约简,可以得到约简集合为 $\{Q, D, T, I, C\}$, 即指标集合为 $P = \{\text{质量}, \text{运输}, \text{技术能力}, \text{交货柔性}, \text{逆向物流成本}\}$ 。

指标体系经过属性约简后,得出简化后的指标集 $P = \{Q, D, T, I, C\}$, $P \subseteq R$, 根据约简的性质可知, $U/\text{ind}(P) = U/\text{ind}(R)$ 。根据粗糙集中运用知识信息量对属性权重进行测算的方法,计算各指标的重要度 $SGF_{(P-\{r_i\})}(r_i) = I(P) - I(P - \{r_i\})$ 。

$$I(P) = 0.86, I(P - \{Q\}) = 0.78$$

$$SGF_{(P-\{Q\})}(Q) = I(P) - I(P - \{Q\}) = 0.08$$

同理可求出:

$$SGF_{(P-\{D\})}(D) = 0.08, SGF_{(P-\{T\})}(T) = 0.04$$

$$SGF_{(P-\{I\})}(I) = 0.04, SGF_{(P-\{C\})}(C) = 0.04$$

$$\text{显然 } SGF_{(P-\{D\})}(D) = SGF_{(P-\{Q\})}(Q) >$$

$$SGF_{(P-\{T\})}(T) = SGF_{(P-\{I\})}(I) = SGF_{(P-\{C\})}(C)$$

根据指标权重的计算公式可以得出

$$w(D) = w(Q) = 0.286,$$

$$w(T) = w(I) = w(C) = 0.143$$

(4) 标准化灰色决策矩阵。约简后的灰色标准决策矩阵标准化为:

$$R(\otimes) = \begin{matrix} & \begin{matrix} Q & D & T & I & C \end{matrix} \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ S_6 \\ S_7 \\ S_8 \\ S_9 \\ S_{10} \end{matrix} & \begin{bmatrix} [0.3, 0.63] & [0.6, 0.8] & [0.8, 1] & [0.75, 1] & [0.5, 0.6] \\ [0, 0.38] & [0.5, 0.6] & [0.8, 1] & [0, 0.38] & [0.8, 1] \\ [0.63, 0.75] & [0.5, 0.6] & [0.8, 1] & [0.63, 0.75] & [0.6, 0.8] \\ [0.63, 0.75] & [0.6, 0.8] & [0.5, 0.6] & [0.63, 0.75] & [0.8, 1] \\ [0.75, 1] & [0.8, 1] & [0.5, 0.6] & [0.75, 1] & [0, 0.3] \\ [0.38, 0.63] & [0, 0.3] & [0.6, 0.8] & [0.63, 0.75] & [0.6, 0.8] \\ [0.75, 1] & [0.8, 1] & [0.8, 1] & [0.63, 0.75] & [0.5, 0.6] \\ [0.63, 0.75] & [0.8, 1] & [0.6, 0.8] & [0.75, 1] & [0.5, 0.6] \\ [0, 0.38] & [0.5, 0.6] & [0.8, 1] & [0.38, 0.63] & [0.6, 0.8] \\ [0.75, 1] & [0.5, 0.6] & [0.5, 0.6] & [0.63, 0.75] & [0.8, 1] \end{bmatrix} \end{matrix}$$

(5) 形成灰色加权决策矩阵。根据步骤(3)可计算各个指标的权重,如表 3 所示

表 3 指标的权重

指标	Q	D	C	T	I
权重	0.286	0.286	0.143	0.143	0.143

灰色加权决策矩阵为:

$$R(\otimes) = \begin{matrix} & \begin{matrix} Q & D & T & I & C \end{matrix} \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ S_6 \\ S_7 \\ S_8 \\ S_9 \\ S_{10} \end{matrix} & \begin{bmatrix} [0.11, 0.18] & [0.17, 0.23] & [0.11, 0.14] & [0.11, 0.14] & [0.07, 0.09] \\ [0, 0.11] & [0.14, 0.17] & [0.11, 0.14] & [0, 0.05] & [0.11, 0.14] \\ [0.18, 0.21] & [0.14, 0.17] & [0.11, 0.14] & [0.09, 0.11] & [0.09, 0.11] \\ [0.18, 0.21] & [0.17, 0.23] & [0.07, 0.08] & [0.09, 0.11] & [0.11, 0.14] \\ [0.21, 0.29] & [0.23, 0.29] & [0.07, 0.08] & [0.11, 0.14] & [0, 0.04] \\ [0.11, 0.18] & [0, 0.09] & [0.08, 0.11] & [0.09, 0.11] & [0.09, 0.11] \\ [0.21, 0.29] & [0.23, 0.29] & [0.11, 0.14] & [0.09, 0.11] & [0.07, 0.09] \\ [0.18, 0.21] & [0.23, 0.29] & [0.07, 0.11] & [0.11, 0.14] & [0.07, 0.09] \\ [0, 0.11] & [0.14, 0.17] & [0.11, 0.14] & [0.05, 0.09] & [0.09, 0.11] \\ [0.21, 0.29] & [0.14, 0.17] & [0.07, 0.08] & [0.09, 0.11] & [0.11, 0.14] \end{bmatrix} \end{matrix}$$

(6) 确定正理想解和负理想解。确定正理想解和负理想解分别为:

$$\otimes X^+ = ([0.21, 0.29], [0.23, 0.29], [0.11, 0.14], [0.11, 0.14], [0.11, 0.14])$$

$$\otimes X^- = ([0, 0.11], [0, 0.09], [0.07, 0.08], [0, 0.05], [0, 0.04])$$

(7) 计算各备选方案到理想解的距离。根据逆向物流供应商到理想解的距离公式可得到:

$$L(\otimes S_1, \otimes X^-) = 0.18, L(\otimes S_2, \otimes X^+) = 0.35, L(\otimes S_3, \otimes X^-) = 0.18$$

$$L(\otimes S_4, \otimes X^+) = 0.14, L(\otimes S_5, \otimes X^+) = 0.17, L(\otimes S_6, \otimes X^+) = 0.34$$

$$L(\otimes S_7, \otimes X^+) = 0.07, L(\otimes S_8, \otimes X^-) = 0.19, L(\otimes S_9, \otimes X^-) = 0.33$$

$$L(\otimes S_{10}, \otimes X^+) = 0.17$$

$$L(\otimes S_1, \otimes X^-) = 0.31, L(\otimes S_2, \otimes X^-) = 0.23, L(\otimes S_3, \otimes X^-) = 0.31$$

$$L(\otimes S_4, \otimes X^-) = 0.36, L(\otimes S_5, \otimes X^-) = 0.43, L(\otimes S_6, \otimes X^-) = 0.20$$

$$L(\otimes S_7, \otimes X^-) = 0.44, L(\otimes S_8, \otimes X^-) = 0.40, L(\otimes S_9, \otimes X^-) = 0.21$$

$$L(\otimes S_{10}, \otimes X^-) = 0.37$$

(8) 计算各备选方案到灰色理想解的贴近度。根据备选供应商到灰色理想解的贴近度的公式可得到每个逆向物流供应商的贴近度如表 4 所示。

表 4 备选供应商的贴近度

备选供应商	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
贴近度 C _i	0.632	0.397	0.632	0.720	0.717
备选供应商	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀
贴近度 C _i	0.370	0.862	0.678	0.389	0.685

根据备选供应商的贴近度的值,可以判断 $C_7 > C_4 > C_5 > C_{10} > C_8 > C_1 = C_3 > C_9 > C_2 > C_6$, 由此可以得出逆向物流供应商 S_7 为最优的第三方逆向物流供应商, S_4 次之, S_6 最差。

上述算例表明,灰色 TOPSIS 法通过引入灰数,能够较好地解决评价指标信息的不确定,从而最大程度地依靠较少的信息进行定量分析计算。同时利用粗糙集约简理论对指标体系进行了约简和指标权重的确定,也一定程度上解决了指标冗余和指标权重确定过于主观的问题。将灰色理论和粗糙集理论与 TOPSIS 结合,为企业选择最优的第三方逆向物流供应商提供了更加科学的决策评价方法。

4 结论

本文针对第三方逆向物流供应商评价中指标冗余, 指标权重确定需要直接赋权和信息不确定性三个问题, 提出了基于粗糙集的灰色 Topsis 方法。首先构建第三方逆向物流供应商的初始指标体系。接着利用粗糙集理论对初步指标体系进行约简; 同时利用系统属性的重要性度量确定评价指标的权重。并且, 运用灰色理论中的灰数描述评价中的信息不确定性, 建立 Topsis 的规范矩阵。最后通过一个算例验证了基于粗糙集的灰色 TOPSIS 方法的可行性。结果表明该方法并没有增加应用中的复杂性, 且在一定程度上解决了第三方逆向物流供应商评价中的三个问题。

参考文献:

- [1] KANNAN G M, SENTHIL P, NOORUL P H A. Multicriteria group decision making for the third party reverse logistics service provider in the supply chain model using fuzzy TOPSIS for transportation services [J]. International Journal of Services Technology and Management, 2009, 11: 162-181
- [2] 许国兵, 张文杰. 基于灰色关联和 TOPSIS 的两阶段第三方物流服务供应商选择模型 [J]. 北京交通大学学报, 2007, 6 (4): 30-33
- [3] TZENG G H. Combining Grey Relation and TOPSIS Concepts for Se-

- lecting an Expatriate Host [J]. Mathematical and Computer Modeling, 2004, 40: 1473-1490
- [4] BOTTANI E, RIZZI A. A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services [J]. Emerald, 2006, 4: 294-308
- [5] 高强. 航空物流服务商评价与选择研究 [D]. 南京: 南京航空航天大学硕士论文, 2008
- [6] LIN M C, WANG C C, CHEN M S, et al. Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process [J]. Computers In Industry, 2008, 59: 17-31
- [7] LIN C T, TSAI M C. Location choice for direct foreign investment in new hospitals in China by using ANP and TOPSIS [J]. Quality, 2008, 42: 1-16
- [8] 张文修, 吴伟志. 粗糙集理论与方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2000
- [9] 梁吉业, 曲开社, 徐宗本. 信息系统的属性约简 [J]. 系统工程理论与实践, 2001 (12): 76-80
- [10] 邓聚龙. 灰理论基础 [M]. 武汉: 华中科技大学理工大学出版社, 2002
- [11] LIN Y H, LEE P C, CHANG T P, et al. Multi-attribute Group Decision Making Model under the Condition of Uncertain Information [J]. Automation in Construction, 2008 (17): 56-57
- [12] GUNASEKARAN A, PATEL C, TIRTIROGLU E. Performance measures and metrics in a supply chain environment. International Journal of Production and Operations Management, 2001, 21 (1/2): 71-87

作者简介: 李晓莉 (1980—), 女, 河南沈丘人, 硕士, 讲师, 主要研究方向为供应链管理与质量管理。

(上接第 66 页)

- [3] 魏启林. 全面推展电子化政府迈向资讯行政新纪元 [J]. 研考双月刊 (中国台湾), 1999, 23 (5): 3-11
- [4] 周宏仁, 唐铁汉. 电子政务的理论与实践 [M]. 北京: 国家行政学院出版社, 2002: 12-13
- [5] 江源富, 乔立娜, 赵经纬. 我国电子政务建设的外包模式与实践 [M] // 王长胜. 中国电子政务发展报告 No. 4. 北京: 社会科学文献出版社, 2007: 207-208
- [6] 陆敬琦, 等. 电子政务外包的 BOT 模式 [J]. 统计与决策, 2007 (20): 57-58
- [7] 陈明亮. 中国电子政务建设模式和政府流程再造探讨 [J]. 浙江大学学报: 人文社会科学版, 2003, 33 (4): 139-143
- [8] 袁清昌, 刘长, 邱冬. 政务信息化建设与管理模式探讨 [J]. 信

- 息化建设, 2007 (2): 13-15
- [9] 陆敬琦, 仲伟俊, 王加中. 电子政务外包模式 BOO 和 BOT 的比较研究 [J]. 管理学报, 2010, 7 (5)
- [10] 黄德才, 胥琳. AHP 法中判断矩阵的比例标度构造法 [J]. 控制与决策, 2002, 17 (4): 484-486
- [11] 吴鹏. 我国采用 BOT 方式法律问题研究 [D]. 天津: 天津财经大学, 2006

作者简介: 田娟 (1986—), 女, 江苏泰州人, 助教, 硕士, 研究方向为电子商务、软件外包; 何有世 (1964—), 男, 江苏句容人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为信息管理与信息系统、电子商务、系统分析评价与决策等。