

## 基于不确定语言信息的物流供应商选择

谭狄溪<sup>1,2</sup>, 陈姣<sup>2</sup>, 王晓暉<sup>2</sup>

(1. 浙江国际海运职业技术学院 港口管理学院 浙江 舟山 316012; 2. 浙江大学 管理学院 浙江 杭州 310058)

**摘要:** 为解决传统供应商的选择与评价过程中专家评判的模糊性和不确定性问题,提出了一种基于不确定语言信息的物流服务供应商选择方法。该方法以不确定语言变量来表征专家的评判从而避免了决策信息的丢失。继而建立了物流服务质量评价属性的权重优化模型,并构造拉格朗日函数来求解该模型,得到评价属性的最优权重。接着利用不确定语言加权几何平均(ULWG)算子集结专家评判信息,则得到供应商的优先排序。给出了基于不确定语言信息的供应商选择的算法步骤和应用实例。

**关键词:** 物流服务; 不确定语言信息; 供应商选择

**中图分类号:** F273.7      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1007-7375(2012)03-0046-06

## Supplier Selection Based on Uncertain Linguistic Information

Tan Di-xi<sup>1,2</sup>, Chen Jiao<sup>2</sup>, Wang Xiao-tun<sup>2</sup>

(1. Zhejiang International Maritime College, Zhoushan 316012, China;

2. School of Management, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

**Abstract:** In the existing supplier selection methods, the solution is dependent on the opinions of experts. Thus, it needs to deal with the uncertain and fuzzy judgments made by experts. To solve this problem, based on uncertain linguistic information, a logistic service supplier selection method is put forward in this paper. By this method, uncertain linguistic variables are used to represent experts' evaluation information such that the decision information can be preserved. With the uncertain linguistic variables, an attribute weighted optimization model of logistics service quality evaluation is developed. This model is solved by using Lagrange function such that the weights of attributes are determined. Then, by using the uncertain linguistic weighted geometric (ULWG) operator, the expert judgment information is collected such that we can order the candidate suppliers according to the objectives. A case study from a corporation is presented to show the application and the effectiveness of the proposed method.

**Key words:** logistics services; uncertain linguistic information; supplier selection

在当前的经济局势下,各行各业的竞争都日益激烈。为了保持和增强自己的竞争优势,越来越多的企业都采用了服务外包战略,即将除核心业务之外的其他业务外包,充分利用企业自身的核心优势,以提高企业核心竞争力<sup>[1]</sup>。物流服务外包战略即是众多企业的选择之一<sup>[2]</sup>。但物流服务外包战略的前

提是公司必须恰当地选择物流供应商作为战略合作伙伴。若选择不当,则企业的物流服务外包战略非但不能实现,反而会给自己带来一定的风险,可能导致企业对物流的控制力降低,客户关系管理失控,甚至出现连带经营风险等严重后果<sup>[3-4]</sup>。因此,如何选择最佳的物流服务供应商是企业重大的战略问题,

收稿日期: 2011-06-20

基金项目: 浙江省哲学社会科学规划课题(10CGGL20YBB)

作者简介: 谭狄溪(1978-),男,湖南省人,讲师,硕士,主要研究方向为物流质量管理、供应链管理。

亟需高效、科学、恰当的供应商选择方法。

供应商的选择需要相关专家依据一定的物流服务评价标准来进行评判。但由于客观事物的复杂性、不确定性和人类思维的模糊性, 专家难以做到精确估计, 而更习惯采用“较好、好、很好”之类的语言术语。为解决上述问题, 模糊逻辑在供应商的选择中得到大量应用<sup>[4-13]</sup>。此外, 学者也开发了一些集成模糊推理以及其它工具的方法来评价和选择供应商, 诸如模糊 SMART 方法<sup>[5]</sup>、模糊 QFD 方法<sup>[8]</sup>、模糊 TOPSIS 法<sup>[9]</sup>、模糊多目标现象规划模型<sup>[10]</sup>、模糊 AHP 法<sup>[12]</sup>等。

模糊逻辑在表达专家意见方面有一定优势, 但也存在一些问题。首先, 应用模糊理论需事先确定隶属函数, 而这通常是基于专家的经验判断, 存在一定的主观性和不确定性<sup>[14]</sup>。为了简便, 许多研究者常选择三角形、梯形或钟形等较为简单的模糊数, 而很少评判其选择的合理性和恰当性<sup>[15]</sup>; 其次, 用模糊语言术语表征专家意见, 并依据模糊集的扩展原理进行运算, 都存在一定的放大效应, 使得计算结果往往并不匹配初始的语言术语<sup>[16]</sup>; 最后, 模糊理论的处理都不可避免地涉及到解模糊化的问题, 存在丢失决策信息的可能。这些因素都使得应用模糊理论来选择供应商在某些情况下可能是不准确的。

实际上, 由于客观事物的复杂性和不确定性, 以及人类思维的模糊性, 决策者往往难以用精确数值给出评判, 而习惯于直接用语言变量的形式来反映其自身的偏好<sup>[17]</sup>。直接用语言变量表征专家的主观而不确定的评估意见既能合理地体现判断的模糊性, 又能最充分地利用决策信息<sup>[18]</sup>。相比模糊理论需先将语言变量转换为模糊数运算, 再将其解模糊化的二次转换过程, 近年来最新发展的语言信息决策理论则可以方便地直接对语言变量进行计算, 无需转换, 且求解过程中不会丢失决策信息。为此, 本文提出了基于不确定语言信息的物流服务供应商选择方法。

## 1 预备知识

### 1.1 语言评估标度

语言评估标度是用语言变量进行决策的基础。决策者在进行定性测度时, 一般需要适当的语言评估标度, 可事先设定语言评估标度  $S = \{s_i | i = 1, 2, \dots, t\}$ ,  $S$  中的术语个数一般为奇数, 语言术语集的势为  $t - 1$ , 且满足下列条件<sup>[17-18]</sup>:

- 1) 若  $i > j$  则  $s_i > s_j$ ;
- 2) 存在逆算子  $\text{rev}(s_i) = s_j$ , 使得  $i + j = t + 1$ ;
- 3) 若  $s_i \geq s_j$  则  $\max(s_i, s_j) = s_i$ ;
- 4) 若  $s_i \leq s_j$  则  $\min(s_i, s_j) = s_i$ 。

例如  $S$  可定义为  $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7\} = \{\text{非常差}, \text{差}, \text{较差}, \text{一般}, \text{较好}, \text{好}, \text{非常好}\}$ 。

为了便于计算和避免决策信息丢失, 在原有的离散语言标度集  $S = \{s_i | i = 1, 2, \dots, t\}$  的基础上定义一个拓展的连续性语言标度集  $\bar{S} = \{s_\alpha | \alpha \in [1, p]\}$ , 其中  $p$  ( $p > t$ ) 是一个充分大的自然数。若  $i \in \{1, 2, \dots, t\}$ , 则称  $s_i$  为本原术语; 若  $s_i \in \bar{S}$ , 且  $s_i \notin S$ , 则称  $s_i$  为虚拟术语。一般地, 决策者运用本原术语评估决策方法, 而虚拟术语仅出现在运算中。

如果  $\tilde{s} = [s_\alpha, s_\beta]$ , 其中  $s_\alpha, s_\beta \in \bar{S}$ , 则称  $\tilde{s}$  为不确定语言变量,  $s_\alpha$  和  $s_\beta$  分别表示不确定语言变量的下限和上限。令  $\tilde{S}$  为所有不确定语言变量的集合。

### 1.2 基本运算法则

定义 1 对任意 3 个语言术语  $\tilde{s} = [s_\alpha, s_\beta]$ ,  $\tilde{s}_1 = [s_{\alpha_1}, s_{\beta_1}]$  和  $\tilde{s}_2 = [s_{\alpha_2}, s_{\beta_2}]$ , 其中  $\tilde{s}, \tilde{s}_1, \tilde{s}_2 \in \tilde{S}$  以及  $\lambda \in [0, 1]$ , 其运算法则定义如下<sup>[19]</sup>。

- 1)  $\tilde{s}_1 \oplus \tilde{s}_2 = [s_{\alpha_1}, s_{\beta_1}] \oplus [s_{\alpha_2}, s_{\beta_2}] = [s_{\alpha_1} \oplus s_{\alpha_2}, s_{\beta_1} \oplus s_{\beta_2}] = [s_{\alpha_1 + \alpha_2}, s_{\beta_1 + \beta_2}]$ ;
- 2)  $\tilde{s}_1 \otimes \tilde{s}_2 = [s_{\alpha_1}, s_{\beta_1}] \otimes [s_{\alpha_2}, s_{\beta_2}] = [s_{\alpha_1} \otimes s_{\alpha_2}, s_{\beta_1} \otimes s_{\beta_2}] = [s_{\alpha_1 \alpha_2}, s_{\beta_1 \beta_2}]$ ;
- 3)  $\lambda \tilde{s} = \lambda([s_\alpha, s_\beta]) = [\lambda s_\alpha, \lambda s_\beta] = [s_{\lambda \alpha}, s_{\lambda \beta}]$ ;
- 4)  $(\tilde{s})^\lambda = ([s_\alpha, s_\beta])^\lambda = [(s_\alpha)^\lambda, (s_\beta)^\lambda] = [s_{\alpha^\lambda}, s_{\beta^\lambda}]$ 。

定义 2 设  $\tilde{s}_1 = [s_{\alpha_1}, s_{\beta_1}]$  和  $\tilde{s}_2 = [s_{\alpha_2}, s_{\beta_2}] \in \tilde{S}$ , 为任意 2 个不确定语言变量, 则称

$$d(\tilde{s}_1, \tilde{s}_2) = \frac{1}{2(t-1)}(|\alpha_1 - \alpha_2| + |\beta_1 - \beta_2|) \quad (1)$$

式(1)为不确定语言变量  $\tilde{s}_1$  和  $\tilde{s}_2$  之间的距离。其中,  $t - 1$  是语言评估标度集  $\tilde{S}$  的势。显然,  $0 \leq d(\tilde{s}_1, \tilde{s}_2) \leq 1$ , 且  $d(\tilde{s}_1, \tilde{s}_2)$  越小,  $\tilde{s}_1$  和  $\tilde{s}_2$  就越接近, 偏差也越小。

定义 3 设  $\tilde{s}_1 = [s_{\alpha_1}, s_{\beta_1}]$  和  $\tilde{s}_2 = [s_{\alpha_2}, s_{\beta_2}] \in \tilde{S}$  是任意 2 个不确定语言变量, 对其进行比较和排序, 定义不确定语言变量  $\tilde{s}_1 \geq \tilde{s}_2$  的可能性<sup>[20]</sup>为

$$p(\tilde{s}_1 \geq \tilde{s}_2) = \min \left\{ \max \left( \frac{\beta_1 - \alpha_2}{\text{len}(\tilde{s}_1) + \text{len}(\tilde{s}_2)}, \rho \right), 1 \right\} \quad (2)$$

其中  $\text{len}(\tilde{s}_1) = \beta_1 - \alpha_1$  和  $\text{len}(\tilde{s}_2) = \beta_2 - \alpha_2$  为 2 个不确定语言变量的长度。

特别的,如果  $\tilde{s}_1$  和  $\tilde{s}_2$  都退化为语言变量,即  $\text{len}(\tilde{s}_1) + \text{len}(\tilde{s}_2) = 0$  则定义  $\tilde{s}_1 \geq \tilde{s}_2$  的可能度为

$$p(\tilde{s}_1 \geq \tilde{s}_2) = \begin{cases} 1, & \alpha_1 > \alpha_2; \\ 0.5, & \alpha_1 = \alpha_2; \\ 0, & \alpha_1 < \alpha_2. \end{cases} \quad (3)$$

由定义 3 可知,可能度  $p(\tilde{s}_1 \geq \tilde{s}_2)$  满足下列特性:

$$0 \leq p(\tilde{s}_1 \geq \tilde{s}_2) \leq 1, p(\tilde{s}_1 \geq \tilde{s}_2) + p(\tilde{s}_2 \geq \tilde{s}_1) = 1, p(\tilde{s}_1 \geq \tilde{s}_1) = p(\tilde{s}_2 \geq \tilde{s}_2) = 0.5.$$

定义 4 设  $(\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots, \tilde{s}_n)$  为一组不确定语言变量,其中  $\tilde{s}_i \in \tilde{S}, i = 1, 2, \dots, n$ , 则定义不确定语言变量的均值为

$$\tilde{s}_\mu = \frac{1}{n}(\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots, \tilde{s}_n). \quad (4)$$

定义 5 设  $ULWG: \tilde{S}^n \rightarrow \tilde{S}$  若

$$ULWG_w(\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots, \tilde{s}_n) = (\tilde{s}_1)^{w_1} \otimes (\tilde{s}_2)^{w_2} \otimes \dots \otimes (\tilde{s}_n)^{w_n}. \quad (5)$$

其中  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$  为不确定语言变量组  $\tilde{s}_i (i = 1, 2, \dots, n)$  的指数加权向量,且  $w_j \in [0, 1], \sum_{j=1}^n w_j = 1$ , 则称函数  $ULWG$  为  $n$  维不确定语言加权几何平均(ULWG)算子<sup>[20]</sup>。

## 2 基于不确定语言信息的物流服务供应商选择方法

### 2.1 属性权重确定方法

设  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$  为  $m$  个备选方案的集合,  $G = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$  为属性集,  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  为属性的权重,满足  $w_j \in [0, 1], j = 1, 2, \dots, n, \sum_{j=1}^n w_j = 1$ 。令  $DM = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}, k \geq 2$  为专家集,  $v = (v_1, v_2, \dots, v_k)$  为专家的权重,其中  $v_h \in [0, 1], h = 1, 2, \dots, k, \sum_{h=1}^k v_h = 1$ 。对于备选方案  $x_i \in X$ , 专家  $d_h$  给出他/她关于属性  $G_j \in G$  的评估值  $\tilde{r}_{ij}^{(h)} \in \tilde{S}$ , 即  $\tilde{r}_{ij}^{(h)}$  是以不确定语言变量的形式存在。因此,所有方案的评估值共同构成了决策矩阵  $\tilde{R} = (\tilde{r}_{ij}^{(h)})_{m \times n}$ 。

标准差方法的基本思想:根据信息论,若在一个属性下,各个方案的表现值(属性值)差别不大,则说明该属性对方案的区分能力较小,则该属性的重要度应该较低。反之,则应更高<sup>[17]</sup>。

对于专家  $d_h$  和属性  $G_j$ , 备选方案  $x_i$  与所有其它方案的标准差可表示为

$$S_j^{(h)} = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( \left\| \tilde{r}_{ij}^{(h)} w_j - \frac{1}{m} \sum_{q=1}^m \tilde{r}_{iq}^{(h)} w_j \right\|^2 \right)} = w_j \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (d(\tilde{r}_{ij}^{(h)}, \tilde{r}_j^{(h)}))^2}, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

其中  $\tilde{r}_j^{(h)} = \frac{1}{m} \sum_{q=1}^m \tilde{r}_{iq}^{(h)}$  为专家  $d_h$  关于属性  $G_j$  所给出的方案的属性均值;  $d(\tilde{r}_{ij}^{(h)}, \tilde{r}_j^{(h)})$  代表专家  $d_h$  关于属性  $G_j$  给出的方案  $x_i$  的属性值  $\tilde{r}_{ij}^{(h)}$  与属性均值  $\tilde{r}_j^{(h)}$  之间的离差。因此,  $S_j^{(h)}$  代表专家  $d_h$  关于属性  $G_j$  的评价值的标准差。

根据上述分析,需要确定属性的权重分量  $w_j (j = 1, 2, \dots, n)$ , 以使对于所有属性和所有专家而言,评价值的标准差最大化。为此,构造如下的非线性规划模型。

$$(M-1) \max F(w) = \sum_{h=1}^k v_h \sum_{j=1}^n S_j^{(h)} = \sum_{h=1}^k v_h \sum_{j=1}^n w_j \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (d(\tilde{r}_{ij}^{(h)}, \tilde{r}_j^{(h)}))^2}. \quad (7)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^n w_j^2 = 1, w_j \geq 0. \quad (8)$$

令

$$\theta_j^{(h)} = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (d(\tilde{r}_{ij}^{(h)}, \tilde{r}_j^{(h)}))^2}, \quad (9)$$

则上述模型可变换为(M-2)

$$(M-2) \max F(w) = \sum_{h=1}^k v_h \sum_{j=1}^n w_j \theta_j^{(h)}. \quad (10)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^n w_j^2 = 1, w_j \geq 0.$$

为解上述模型,构造 Lagrange 函数,

$$L(w, \lambda) = \sum_{h=1}^k v_h \sum_{j=1}^n w_j \theta_j^{(h)} + \frac{1}{2} \lambda \left( \sum_{j=1}^n w_j^2 - 1 \right). \quad (11)$$

其中,  $\lambda$  为 Lagrange 乘子。

对方程(11)求偏导,则有

$$\frac{\partial L}{\partial w_j} = \sum_{h=1}^k v_h \theta_j^{(h)} + \lambda w_j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (12)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = \frac{1}{2} \left( \sum_{j=1}^n w_j^2 - 1 \right) = 0. \quad (13)$$

由式(12)可得

$$w_j = - \frac{\sum_{h=1}^k v_h \theta_j^{(h)}}{\lambda}, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (14)$$

将式(14)代入式(13)则有

$$\lambda = -\sqrt{\sum_{j=1}^n \left( \sum_{h=1}^k v_h \theta_j^{(h)} \right)^2} \quad (15)$$

由式(14)和式(15)得到

$$w_j = \frac{\sum_{h=1}^k v_h \theta_j^{(h)}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \left( \sum_{h=1}^k v_h \theta_j^{(h)} \right)^2}}, j = 1, 2, \dots, n. \quad (16)$$

从式(16)可知,求得的属性权重向量  $w_j$  为模型 (M-2) 的唯一极大值点。

将  $w_j$  规范化,则得到

$$w_j^* = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} = \frac{\sum_{h=1}^k v_h \theta_j^{(h)}}{\sum_{h=1}^k v_h \sum_{j=1}^n \theta_j^{(h)}}, j = 1, 2, \dots, n. \quad (17)$$

令

$$D_j = \sum_{h=1}^k v_h \theta_j^{(h)}, j = 1, 2, \dots, n, \quad (18)$$

则有

$$w_j^* = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^n D_j}, j = 1, 2, \dots, n. \quad (19)$$

### 2.2 基于不确定语言信息的物流服务供应商选择

不失一般性,设供应商集合为  $SP = \{ SP_i | i = 1, 2, \dots, m \}$ ,而物流服务质量评价属性集  $G = \{ G_j | j = 1, 2, \dots, n \}$ 。因此,设有  $k$  个专家,  $DM = \{ d_1, d_2, \dots, d_k \}$  对于供应商  $SP_i (i = 1, 2, \dots, m)$  关于评价属性  $G_j (j = 1, 2, \dots, n)$  进行测度和评估,则得到在评价属性  $G_j$  下供应商  $SP_i$  的评价值  $\tilde{r}_{ij}^{(h)} \in \tilde{S}$  从而构成语言决策矩阵  $\tilde{R}^{(h)} = (\tilde{r}_{ij}^{(h)})_{m \times n}, h = 1, 2, \dots, k; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ 。设  $v = (v_1, v_2, \dots, v_k)$  为专家权重,而评价属性的权重  $w = \{ w_1, w_2, \dots, w_n \}$  可由式(19)求得。下面给出群决策环境下,基于不确定语言信息的物流服务供应商选择方法的计算过程。

步骤1 如果评价属性的权重完全未知,则利用 2.1 节的属性权重确定方法和式(19)求得最优的评价属性权重  $w = \{ w_1, w_2, \dots, w_n \}$ 。

步骤2 利用式(5)的 ULWG 算子对语言决策矩阵  $\tilde{R}^{(h)}$  中的第  $i$  行评价价值进行集结,则得到专家  $d_h$  所给出的关于供应商  $SP_i$  物流服务质量的语言综合评价价值  $\tilde{s}_{ih}^{LSQ}$  为

$$\tilde{s}_{ih}^{LSQ} = \tilde{r}_i^{(h)} = ULWG_w(\tilde{r}_{i1}^{(h)}, \tilde{r}_{i2}^{(h)}, \dots, \tilde{r}_{in}^{(h)}), i = 1, 2, \dots, m; h = 1, 2, \dots, k. \quad (20)$$

步骤3 利用式(5)的 ULWG 算子对  $k$  位专家给出的供应商物流服务质量的语言综合评价价值  $\tilde{s}_{ih}^{LSQ}$  进行集结,则得到供应商  $SP_i$  物流服务质量的语言群体评价价值  $\tilde{s}_i^{LSQ}$  为

$$\tilde{s}_i^{LSQ} = \tilde{r}_i = ULWG_v(\tilde{r}_i^{(1)}, \tilde{r}_i^{(2)}, \dots, \tilde{r}_i^{(k)}), i = 1, 2, \dots, m. \quad (21)$$

步骤4 为了对不确定语言变量  $\tilde{s}_i^{LSQ} (i = 1, 2, \dots, m)$  进行排序,首先根据定义3将  $\tilde{s}_i^3$  和所有的  $\tilde{s}_j^{LSQ}$  两两比较,并构造互补判断矩阵  $P = (p_{ij})_{m \times m}$ ,其中  $p_{ij} \geq 0, p_{ij} + p_{ji} = 1, p_{ii} = 0.5, i, j = 1, 2, \dots, m$ 。

继而对矩阵  $P = (p_{ij})_{n \times n}$  的行求和,得到

$$p_i = \sum_{j=1}^n p_{ij}, i = 1, 2, \dots, n.$$

最后根据  $p_i (i, j = 1, 2, \dots, n)$  的值对  $\tilde{s}_i^{LSQ}$  进行排序,  $p_i$  的值越大,对应的  $\tilde{s}_i^{LSQ}$  也越优先。

步骤5 根据  $\tilde{s}_i^{LSQ}$  的顺序对物流服务供应商进行排序,并选择最佳供应商。 $\tilde{s}_i^{LSQ}$  越优先,则该供应商的综合物流服务质量越优秀,越应该优先选择。

### 3 实例研究

为更好地专注于核心竞争能力的开发、降低运营成本及提高服务质量,某公司拟采用物流外包战略。现计划从4家潜在供应商之中选择最佳的战略物流外包合作伙伴,本文将以此为例,运用所提方法进行评价和选择。

在综合以往有关物流服务供应商评价指标研究成果<sup>[3-4]</sup>的基础上,结合某公司选择物流外包供应商时考虑的重要因素,确定了反映供应商优劣的关键参数:①物流能力( $G_1$ )主要指运输、仓储、装卸、流通加工等能力;②基础管理能力( $G_2$ )主要指成本与服务质量管理能力、市场开发、资源整合能力;③客户服务能力( $G_3$ )主要指顾客投诉率、合作态度、准时交货率、订单完成率、顾客投诉处理满意率;④应急能力( $G_4$ )主要指快速响应能力、突发事件应急处理能力;⑤企业社会影响力( $G_5$ )主要指企业文化塑造能力、品牌塑造能力、企业社会美誉度。

现有3位专家参与评判。这里,选择  $S = \{ s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7 \} = \{ \text{非常差, 差, 较差, 一般, 较好, 好, 非常好} \}$  作为物流服务质量的评价值语言术语集。表1~表3分别为专家  $DM_1, DM_2$  和  $DM_3$  给出的语

言判断信息。

表1 专家 DM<sub>1</sub> 给出的语言评判信息

Tab.1 Linguistic judgments made by DM<sub>1</sub>

	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>	G <sub>5</sub>
SP <sub>1</sub>	[s <sub>4</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>3</sub> , s <sub>4</sub> ]	[s <sub>3</sub> , s <sub>5</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>2</sub> , s <sub>4</sub> ]
SP <sub>2</sub>	[s <sub>3</sub> , s <sub>4</sub> ]	[s <sub>2</sub> , s <sub>3</sub> ]	[s <sub>6</sub> , s <sub>7</sub> ]	[s <sub>6</sub> , s <sub>7</sub> ]	[s <sub>3</sub> , s <sub>4</sub> ]
SP <sub>3</sub>	[s <sub>5</sub> , s <sub>7</sub> ]	[s <sub>4</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>7</sub> ]	[s <sub>1</sub> , s <sub>2</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>6</sub> ]
SP <sub>4</sub>	[s <sub>3</sub> , s <sub>5</sub> ]	[s <sub>4</sub> , s <sub>5</sub> ]	[s <sub>4</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>2</sub> , s <sub>4</sub> ]	[s <sub>3</sub> , s <sub>5</sub> ]

表2 专家 DM<sub>2</sub> 给出的语言评判信息

Tab.2 Linguistic judgments made by DM<sub>2</sub>

	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>	G <sub>5</sub>
SP <sub>1</sub>	[s <sub>1</sub> , s <sub>3</sub> ]	[s <sub>2</sub> , s <sub>3</sub> ]	[s <sub>4</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>4</sub> , s <sub>5</sub> ]	[s <sub>3</sub> , s <sub>4</sub> ]
SP <sub>2</sub>	[s <sub>2</sub> , s <sub>3</sub> ]	[s <sub>4</sub> , s <sub>5</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>4</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>2</sub> , s <sub>3</sub> ]
SP <sub>3</sub>	[s <sub>4</sub> , s <sub>5</sub> ]	[s <sub>6</sub> , s <sub>7</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>2</sub> , s <sub>3</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>7</sub> ]
SP <sub>4</sub>	[s <sub>2</sub> , s <sub>4</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>3</sub> , s <sub>5</sub> ]	[s <sub>3</sub> , s <sub>4</sub> ]	[s <sub>4</sub> , s <sub>5</sub> ]

表3 专家 DM<sub>3</sub> 给出的语言评判信息

Tab.3 Linguistic judgments made by DM<sub>3</sub>

	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>	G <sub>5</sub>
SP <sub>1</sub>	[s <sub>4</sub> , s <sub>5</sub> ]	[s <sub>2</sub> , s <sub>4</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>3</sub> , s <sub>4</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>6</sub> ]
SP <sub>2</sub>	[s <sub>3</sub> , s <sub>4</sub> ]	[s <sub>2</sub> , s <sub>3</sub> ]	[s <sub>6</sub> , s <sub>7</sub> ]	[s <sub>4</sub> , s <sub>5</sub> ]	[s <sub>3</sub> , s <sub>4</sub> ]
SP <sub>3</sub>	[s <sub>6</sub> , s <sub>7</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>2</sub> , s <sub>4</sub> ]	[s <sub>6</sub> , s <sub>7</sub> ]
SP <sub>4</sub>	[s <sub>2</sub> , s <sub>3</sub> ]	[s <sub>3</sub> , s <sub>4</sub> ]	[s <sub>5</sub> , s <sub>6</sub> ]	[s <sub>3</sub> , s <sub>5</sub> ]	[s <sub>4</sub> , s <sub>6</sub> ]

步骤1 首先利用本文所提的属性权重确定方法和式(19)求得最优的权重  $w = \{w_1, w_2, w_3, w_4, w_5\}$ 。不失一般性,设专家权重为  $v = (1/3, 1/3, 1/3)$ ,依式(6)~式(18)求得

$$D_1 = 0.1879 \quad D_2 = 0.2988 \quad D_3 = 0.1121 \quad D_4 = 0.1544 \quad D_5 = 0.2452。$$

根据式(19)得到评价属性的权重为

$$w_1 = 0.1882 \quad w_2 = 0.2992 \quad w_3 = 0.1123 \quad w_4 = 0.1547 \quad w_5 = 0.2456。$$

步骤2 利用式(5)的 ULWG 算子对语言决策矩阵  $\tilde{R}^{(h)}$  中的第  $i$  行评价价值进行集结,则得到专家  $d_h$  所给出的关于供应商  $SP_i$  物流服务质量的语言综合评价价值  $\tilde{s}_{ih}^{LSQ}$  为

$$\begin{aligned} \tilde{s}_{11}^{LSQ} &= [s_{3.10}, s_{4.71}], \tilde{s}_{21}^{LSQ} = [s_{3.20}, s_{4.26}], \tilde{s}_{31}^{LSQ} = [s_{3.65}, s_{5.30}], \tilde{s}_{41}^{LSQ} = [s_{3.17}, s_{4.93}], \\ \tilde{s}_{12}^{LSQ} &= [s_{2.33}, s_{3.77}], \tilde{s}_{22}^{LSQ} = [s_{3.04}, s_{4.21}], \tilde{s}_{32}^{LSQ} = [s_{4.39}, s_{5.66}], \tilde{s}_{42}^{LSQ} = [s_{3.47}, s_{4.89}], \\ \tilde{s}_{13}^{LSQ} &= [s_{3.37}, s_{4.82}], \tilde{s}_{23}^{LSQ} = [s_{3.00}, s_{4.04}], \tilde{s}_{33}^{LSQ} = [s_{4.70}, s_{6.02}], \tilde{s}_{43}^{LSQ} = [s_{3.16}, s_{4.53}]。 \end{aligned}$$

步骤3 利用式(5)的 ULWG 算子对  $k$  位专家给出的供应商物流服务质量的语言综合评价价值  $\tilde{s}_{ih}^{LSQ}$

进行集结,则得到供应商物流服务质量的语言群体评价价值  $\tilde{s}_i^{LSQ} (i = 1, 2, 3, 4)$  为

$$\tilde{s}_1^{LSQ} = [s_{2.90}, s_{4.41}], \tilde{s}_2^{LSQ} = [s_{3.08}, s_{4.17}], \tilde{s}_3^{LSQ} = [s_{4.22}, s_{5.65}], \tilde{s}_4^{LSQ} = [s_{3.26}, s_{4.78}]。$$

步骤4 依定义3将  $\tilde{s}_i^{LSQ}$  和所有的  $\tilde{s}_j^{LSQ} (i, j = 1, 2, 3, 4)$  两两比较,得到互补判断矩阵

$$P = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.51 & 0.06 & 0.38 \\ 0.49 & 0.50 & 0.00 & 0.35 \\ 0.94 & 1.00 & 0.50 & 0.81 \\ 0.62 & 0.65 & 0.19 & 0.50 \end{bmatrix}。$$

对互补判断矩阵  $P$  的行求和,得到

$$p_1 = 1.46 \quad p_2 = 1.34 \quad p_3 = 3.25 \quad p_4 = 1.96。$$

步骤5 根据  $p_i (i = 1, 2, 3, 4)$  的值对  $\tilde{s}_i^{LSQ}$  进行排序:

$$\tilde{s}_3^{LSQ} > \tilde{s}_4^{LSQ} > \tilde{s}_1^{LSQ} > \tilde{s}_2^{LSQ}。$$

依据各供应商的综合物流服务质量的语言群体评价价值  $\tilde{s}_i^{LSQ}$ ,得到供应商  $SP_i$  的排序为

$$SP_3 > SP_4 > SP_1 > SP_2。$$

因此,最佳战略供应商为  $SP_3$ 。

## 4 结论

在供应链管理的过程中,准确地对供应商进行评价与选择是有效发挥供应链管理效力的重要前提。为了更准确合理地进行供应商的选择,充分利用专家评判过程中的有限决策信息,本文提出了基于不确定语言信息的物流服务供应商选择方法。首先,引入了近年来最新发展的语言信息决策理论,用不确定语言信息来表征专家的评估和判断。其次,建立了物流服务质量评价属性的权重非线性优化模型,并构造 Lagrange 函数来求解该模型,得到评价属性的权重。继而利用 ULWG 算子来集结专家的判断信息,并通过不确定语言信息比较公式确定出最终的供应商优先排序。最后,以某企业的物流外包实例说明此方法是灵活、实用和有效的。

该方法不但计算简便快捷,可较好地利用有限的决策信息,而且综合考量了评价属性的权重以及决策者的权重。该法有较好的实用价值,不仅可以用于供应商评价,还可用于投资决策、项目评估、经济效益综合评价等诸多领域。

## 参考文献:

[1] Espino Rodríguez T F, V Padrón Robaina. A review of outsourcing from the resource-based view of the firm [J]. International Journal of Management Reviews, 2006 8(1): 49-70.  
[2] Aissaoui N, Haouari M, Hassini E. Supplier selection and or-

- der lot sizing modeling: A review [J]. *Computers & operations research* 2007 34(12): 3516-3540.
- [3] De Boer L, Labro E, Morlacchi P. A review of methods supporting supplier selection [J]. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 2001 7(2): 75-89.
- [4] 吴隽, 王兰义, 李一军. 基于模糊质量功能展开的物流服务供应商选择研究 [J]. *中国软科学*, 2010(3): 145-151.  
Wu J, Wang L Y, Li Y J. An fuzzy-QFD approach to third party logistics providers selection [J]. *China Soft Science*, 2010(3): 145-151.
- [5] Chou S Y, Chang Y H. A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach [J]. *Expert systems with applications*, 2008 34(4): 2241-2253.
- [6] Chen C T, Lin C T, Huang S F. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management [J]. *International Journal of Production Economics*, 2006, 102(2): 289-301.
- [7] Lee A H I. A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks [J]. *Expert systems with applications*, 2009 36(2): 2879-2893.
- [8] Bevilacqua M, Ciarapica F E, Giacchetta G. A fuzzy-QFD approach to supplier selection [J]. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2006 12(1): 14-27.
- [9] Wang J W, Cheng C H, Huang K C. Fuzzy hierarchical TOPSIS for supplier selection [J]. *Applied Soft Computing*, 2009 9(1): 377-386.
- [10] Amid A, Ghodsypour S H, O'Brien C. Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain [J]. *International Journal of Production Economics*, 2006, 104(2): 394-407.
- [11] Chan F T S, Kumar N. Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach [J]. *Omega*, 2007 35(4): 417-431.
- [12] Chan F, Kumar N, Tiwari M K, et al. Global supplier selection: a fuzzy-AHP approach [J]. *International Journal of Production Research*, 2008 46(14): 3825-3857.
- [13] Kahraman C, Cebeci U, Ulukan Z. Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP [J]. *Logistics Information Management*, 2003 16(6): 382-394.
- [14] Zhai L Y, Khoo L P, Zhong Z W. Towards a QFD-based expert system: A novel extension to fuzzy QFD methodology using rough set theory [J]. *Expert Systems with Applications*, 2010 37(12): 8888-8896.
- [15] Li H, Azarm S. An approach for product line design selection under uncertainty and competition [J]. *Journal of Mechanical Design*, 2002 124(3): 385-392.
- [16] Zhai L Y, Khoo L P, Zhong Z W. A rough set based QFD approach to the management of imprecise design information in product development [J]. *Advanced Engineering Informatics*, 2009 23(2): 222-228.
- [17] Xu Y J, Da Q L. Standard and mean deviation methods for linguistic group decision making and their applications [J]. *Expert Systems with Applications*, 2010 37(8): 5905-5912.
- [18] Xu Z. Group decision making based on multiple types of linguistic preference relations [J]. *Information Sciences*, 2008 178(2): 452-467.
- [19] 徐泽水. 基于语言信息的决策理论与方法 [M]. 北京: 科学出版社 2008.
- [20] Xu Z. Induced uncertain linguistic OWA operators applied to group decision making [J]. *Information Fusion*, 2006 7(2): 231-238.

(上接第28页)

- [12] Agrawal P. Double moral hazard, monitoring, and the nature of contracts [J]. *Journal of Economics*, 2002 75(1): 33-61.
- [13] Bhattacharyya S F, Lafontaine. Double-sided moral hazard and the nature of share contracts [J]. *The Rand Journal of Economics*, 1995, 26(4): 761-781.
- [14] 吴刚, 李传昭. 供应商-销售商联合促销报酬契约设计 [J]. *管理工程学报* 2010, 24(3): 132-135.  
Wu Gang, Li Chuan-zhao. Compensate contract design of supplier-retailer's coordinative sale promotion [J]. *Journal of Industrial Engineering Management*, 2010, 24(3): 132-135.
- [15] 但斌, 宋寒, 张旭梅. 合作创新下考虑双边道德风险的研发外包合同 [J]. *研究与发展管理* 2010, 22(2): 89-95.  
Dan Bin, Song Han, Zhang Xu-mei. R&D outsourcing contracts considering double moral hazards in cooperative innovation [J]. *R&D Management*, 2010, 22(2): 89-95.
- [16] 张子健, 刘伟. 供应链合作产品开发中的双边道德风险与报酬契约设计 [J]. *科研管理* 2008, 29(5): 101-110.  
Zhang Zi-jian, Liu Wei. Double moral hazard and compensatory contract design for collaborative product development in supply chain [J]. *Science Research Management*, 2008, 29(5): 101-110.