

基于语言属性的供应商选择模型

胡伟伟, 钱 钢, 边 瑛

(南京师范大学 数学与计算机科学学院, 江苏 南京 210097)

[摘要] 供应商的选择是供应链合作关系正常运行的基础和前提条件. 通过介绍多属性决策过程中的一些基本概念, 对供应商选择时以语言形式给出的评估术语进行定义, 利用评估标度中术语与其指标之间的函数关系, 以及加权算术平均算子和混合集结算子, 提出了一种解决供应商选择问题的群决策方法. 并且采用层次分析方法, 给出了评估标度术语的权重. 最后通过实证研究, 证实了该方法的科学性与实用性, 可以为一些企业选择供应商提供参考.

[关键词] 供应商选择, 语言属性, 群决策方法

[中图分类号] F224 [文献标识码] A [文章编号] 1672-1292(2007)03-0074-05

A Supplier Selection Model Based on Linguistics

Hu Weiwei, Qian Gang, Bian Yuetang

(School of Mathematics and Computer Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract Supplier selection is the foundation and prerequisite of the supply chain cooperation's normal operation. Some basic concepts in the process of the multi-attributes decision-making are introduced and the evaluation terms introduced in the form of linguistics are defined when selecting supplier. By using the function relations between the terms in the linguistic evaluation scale and their indices, the additive weighted mean (AWM) operator and the hybrid aggregation (HA) operator, a group decision making method used for selecting supplier is presented. And the proportion of linguistic evaluation scale is based on AHP. Finally, the science and practicality in application of this method is indicated with demonstration study, so that it will provide references for some enterprises to choose the suppliers.

Key words supplier selection, linguistics, group decision making

0 引言

近年来, 国内外学者提出了许多供应商选择的评价方法. 边旭等在应用 G1 法的基础上提出了一种具有激励特征的供应商动态评价方法^[1]. 关志民为了解决随机性需求和价格折扣并存条件下的多产品采购供应商选择问题, 建立了相应的多目标混合整数随机规划模型^[2]. Weber C A 等提出了有关供应商选择的多目标规划和 DEA 组合决策模型^[3]. Handfield R 等在考虑环境影响因素的情况下, 研究运用 AHP 方法进行供应商优选决策的问题^[4]. 这些方法各有其特点和优势, 是众多学者辛勤耕耘的结晶, 但也存在一些不足, 如某些方法计算比较复杂, 在实践中的可操作性不够强, 而某些方法未对供应商选择的详细评价过程作出进一步论述^[5], 以及部分模型的约束性条件比较苛刻^[2]等.

本文首先提出了供应商选择的综合评价指标, 然后定义了语言评估标度集以及本原术语指标与虚拟术语指标, 为评估者给出与语言决策矩阵相对应的指标矩阵提供了理论依据. 利用语言属性评估标度中术语与其指标之间的严格递增关系, 以及加权算术平均算子和混合集结算子^[6], 提出了一种基于语言属性的供应商选择模型. 模型中评价过程论述详细, 应用比较简单, 可操作性强, 且符合供应商选择过程中语言变量的特性. 而针对企业在实际选择合作伙伴时对某些重要影响因素的均衡性要求, 以及企业在某一特定

收稿日期: 2007-01-05

基金项目: 2007 年“南京师范大学优秀学位论文培育计划”资助项目.

作者简介: 胡伟伟 (1983-), 硕士研究生, 主要从事供应链管理 with 产业集群方面的学习与研究. E-mail: glhww2005@163.com

通讯联系人: 钱 钢 (1965-), 教授, 博士后, 主要从事供应链管理方面的教学与研究. E-mail: qgmali@vip.sina.com

环境下对某些影响供应商选择的关键因素的激励性要求, 该模型将采用层次分析法来确定术语指标的权重比值.

1 基础知识

定义 1 $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ 为供应商集, $D = \{d_1, d_2, \dots, d_l\}$ 为评估者集, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 为属性集, $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)^T$ 为属性的权重向量, 其中, $w_j \geq 0, \sum_{j=1}^m w_j = 1$

由于不同的评估者对同一供应商进行测度时, 往往选用不同的语言评估标度, 因此, 需定义一组语言评估标度 $S_{(0 \ 1 \dots \ l-1)}^l = \{s_0^l, \dots, s_{l-1}^l\}$, $S_{(0 \ 1 \dots \ l-1)}^l$ 中元素的个数一般为奇数, 如: $S_{(0 \ 1 \dots \ 4)}^5 = \{s_0^5, \dots, s_4^5\} = \{\text{很差}, \text{差}, \text{一般}, \text{良}, \text{优}\}$.

对于任意标度 $S_{(0 \ 1 \dots \ l-1)}^l$ 均需满足以下条件:

- (1) 若 $i > j$ 则 $S_i^l > S_j^l$ (即 S_i^l 优于 S_j^l);
- (2) 存在负算子 $\text{neg}(S_i^l) = S_j^l$ 使得 $j = l - i$
- (3) 若 $S_i^l \geq S_j^l$ (即 S_i^l 不劣于 S_j^l), 则 $\max\{S_i^l, S_j^l\} = S_i^l$;
- (4) 若 $S_i^l \leq S_j^l$ (即 S_i^l 不优于 S_j^l), 则 $\min\{S_i^l, S_j^l\} = S_i^l$.

从以上定义可以看出, 术语 S_i^l 与其指标 i 之间存在严格的递增关系, 因此, 可以定义函数 $f_i: S_i^l = f_l(i)$. 函数 f_l 是术语指标 i 的严格的单调递增函数, 且其反函数 $f_l^{-1}: f_l^{-1}(S_i^l) = i$

由于各评估者所采用的标度不尽相同, 因此, 在对评估信息进行集结时, 必须对各个标度所表达的语言信息进行一致化. 为了避免丢失语言信息, 需要把原来的离散性语言标度转化为连续性语言标度. 即把 $S_{(0 \dots \ l-1)}^l = \{s_0^l, \dots, s_{l-1}^l\}$ 拓展成 $S_{(0 \ l-1)}^l = \{S_a^l \mid a \in [0 \ l-1]\}$.

定义 2^[6] 若 $a \in [0 \ l-1]$ 且 $a \notin \{0, \dots, l-1\}$, 则称 S_a^l 为虚拟术语, a 称虚拟术语指标, 若 $a \in \{0, \dots, l-1\}$ 则称 S_a^l 为本原术语, a 为本原术语指标, 拓展后的标度仍满足条件 (1) ~ (4).

定义 3^[6] 设 $S_{(0 \ l-1)}^l = \{S_a^l \mid a \in [0 \ l-1]\}$ 与 $S_{(0 \ l'-1)}^{l'} = \{S_{a'}^{l'} \mid a' \in [0 \ l'-1]\}$ 是任意两个评估者给定的连续性语言标度, 则它们之间的转化函数关系为

$$F: S_{(0 \ l-1)}^l \rightarrow S_{(0 \ l'-1)}^{l'},$$

$$a' = F(a) = a \frac{l' - 1}{l - 1}, \quad (1)$$

$$F: S_{(0 \ l'-1)}^{l'} \rightarrow S_{(0 \ l-1)}^l,$$

$$a = F^{-1}(a') = a' \frac{l - 1}{l' - 1}. \quad (2)$$

利用式 (1)、(2) 可将不同评估者所给的语言评估标度一致化.

定义 4 AWM 算子^[7]: 设 $\text{AWM}: \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}$ 若 $\text{AWM}_w(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n w_j a_j$ 其中, $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 为数据组 (a_1, a_2, \dots, a_n) 的加权向量, $w_j \in [0 \ 1]$, $\sum_{j=1}^n w_j = 1$, 则称函数 AWM 是 n 维加性加权平均算子.

定义 5 HA 算子^[6]: 设 $\text{HA}: \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}$ 若 $\text{HA}_{v, w}(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j$ 其中, $v = (v_1, v_2, \dots, v_n)^T$ 是与 HA 相关联的加权向量, $v_j \in [0 \ 1]$, $\sum_{j=1}^n v_j = 1$ 且 b_j 是数据组 $(mv_1 a_1, mv_2 a_2, \dots, mv_n a_n)$ 中第 j 个最大的元素, 这里 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 是数据组 (a_1, a_2, \dots, a_n) 的加权向量, $w_j \in [0 \ 1]$, $\sum_{j=1}^n w_j = 1$, n 是平衡因子, 则称函数 HA 是 n 维混合集结算子.

2 基于术语指标的供应商选择模型

2.1 确定供应商评价指标体系

由华中理工大学管理学院供应链管理课题组的一次调查统计数据可知, 我国企业在选择合作伙伴

时, 考虑的主要因素分别是: 有 98. 15% 的企业考虑了产品质量, 有 92. 14% 的企业考虑了产品价格, 有 69. 17% 的企业考虑了交货提前期. 因此, 本文对影响供应商选择的关键因素进行分析, 建立一套评价体系如下: (1) 产品质量: 设计质量, 配料质量, 过程质量, 后勤质量; (2) 产品价格: 产品交易价格, 交易成本, 机会成本; (3) 敏捷性和柔性: 市场反映速度, 产品适应范围, 产品标准化程度, 产品系列化程度; (4) 技术水平: 新产品开发能力, 新产品生产速度; (5) 服务水平: 售前服务, 售中服务, 售后服务; (6) 财务状况: 资产负债比例, 损益情况, 财务变动情况; (7) 管理和文化: 管理水平, 企业信誉, 企业文化兼容性, 企业信息化水平; (8) 企业环境: 地理环境, 经济环境, 社会环境, 法律环境.

2.2 层次分析法确定权重系数

层次分析法的基本思想是: 假设 F_1, F_2, \dots, F_n 是 N 个影响因素, 每个因素与其它因素之间的重要程度之比可以构成 $N \times N$ 的矩阵, 成为判断矩阵 R :

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ r_{n1} & \cdots & r_{nn} \end{bmatrix}.$$

判断矩阵 R 中的元素满足 $r_{ij} \times r_{ji} = 1 (i, j = 1, 2, \dots, n)$. 利用判断矩阵, 可以求出反映每个因素的相对重要程度的权重向量.

2.3 建立指标矩阵

设 G 为供应商集, D 为决策者集, U 为属性集, $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)^T$ 为属性权重向量 (由层次分析法确定), $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_t)^T$ 为评估者的权重向量. 设评估者 d_k 利用某一语言评估标度对供应商 g_i 按属性 u_j 进行评估, 得到 g_i 关于 u_j 的属性值 $a_{ij}^{(k)}$, 从而构造语言评估矩阵 $A_k = (a_{ij}^{(k)}) (k = 1, 2, \dots, t)$, 并给出相应的指标矩阵 $I_k = (I_{ij}^{(k)}) (k = 1, 2, \dots, t)$.

2.4 一致化以及计算综合指标值

用式 (1)、(2) 对指标 $I_k = (I_{ij}^{(k)}) (k = 1, 2, \dots, t)$ 进行一致化, 得到指标矩阵 $I_k = (\bar{I}_{ij}^{(k)}) (k = 1, 2, \dots, t)$. 利用 AWM 算子对指标矩阵 I_k 中第 i 行的指标值进行集结, 得到决策者 d_k 所给出的 g_i 的综合指标值 $Z_i^{(k)}$:

$$Z_i^{(k)} = \text{AWM}_w(I_{i1}^{(k)}, I_{i2}^{(k)}, \dots, I_{im}^{(k)}) = \sum_{j=1}^m w_j I_{ij}^{(k)}, \quad k = 1, 2, \dots, t, \quad i \in N$$

2.5 计算群体综合指标值并进行排序

利用 HA 算子对 t 位评估者给出的供应商 g_i 的综合指标值 $Z_i^{(k)} (k = 1, 2, \dots, t)$ 进行集结, 得到供应商 g_i 的群体综合指标值 $z_i = \text{HA}_{\lambda, v}(z_i^{(1)}, z_i^{(2)}, \dots, z_i^{(t)}) = \sum_{k=1}^t v_k b_i^{(k)} (i \in N)$. 其中, $v = (v_1, v_2, \dots, v_t)^T$, 是与 HA 算子相关联的加权向量 (位置向量). 这主要是由于在评估过程中, 往往会出现个别的评估者受个人感情等主观因素的影响, 对某个供应商作出过高或过低的评估, 从而会导致不合理的评估结果, 添加位置向量可以尽可能的消除这些不公正因素的影响, 并增加中间值的作用 (一般是对过高或过低的供应商综合属性值赋予较小的权重). $b_i^{(k)}$ 是加权数据组 $(t\lambda_1 z_i^{(1)}, t\lambda_2 z_i^{(2)}, \dots, t\lambda_t z_i^{(t)})$ 中第 k 个最大的元素, 这里 $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_t)^T$ 为评估者的权重向量, t 是平衡因子. 最后, 利用 $z_i (i \in N)$ 对所有的供应商进行排序并择优.

3 实例分析

现以某企业在 4 个供应商中选择一个做为合作伙伴为例来说明上述方法, 这里只考虑本文所描述的 8 项主要因素 (属性): 产品质量 (u_1)、产品价格 (u_2)、敏捷性和柔性 (u_3)、技术水平 (u_4)、服务水平 (u_5)、财务状况 (u_6)、企业环境 (u_7)、管理和文化 (u_8). 通过层次分析法确定 8 项属性的权重向量 $w = (0.16, 0.15, 0.14, 0.12, 0.10, 0.11, 0.10, 0.12)^T$, 现有 3 位评估者 $d_k (k = 1, 2, 3)$ (其权重向量为 $\lambda = (0.4, 0.3, 0.3)^T$), 利用语言评估标度依据上述各项属性对 4 个供应商 $g_i (i = 1, 2, 3, 4)$ 的评估结果如下: 评估者 d_1, d_2, d_3 分别利用语言标度 $S_{(0,1,\dots,4)}^5, S_{(0,1,\dots,6)}^7, S_{(0,1,\dots,6)}^7$ 给出了语言评估矩阵 A_1, A_2, A_3 :

$$\begin{aligned} A_1 = (a_{ij}^{(1)}) &= \begin{bmatrix} s_3 & s_4 & s_4 & s_2 & s_3 & s_3 & s_4 & s_3 \\ s_4 & s_3 & s_2 & s_3 & s_4 & s_3 & s_3 & s_3 \\ s_3 & s_3 & s_4 & s_2 & s_4 & s_4 & s_3 & s_4 \\ s_3 & s_3 & s_0 & s_2 & s_4 & s_2 & s_3 & s_3 \end{bmatrix}, \quad A_2 = (a_{ij}^{(2)}) = \begin{bmatrix} s_3 & s_4 & s_6 & s_3 & s_4 & s_5 & s_2 & s_4 \\ s_4 & s_3 & s_3 & s_3 & s_6 & s_4 & s_3 & s_3 \\ s_3 & s_3 & s_4 & s_4 & s_6 & s_6 & s_6 & s_4 \\ s_3 & s_2 & s_3 & s_3 & s_6 & s_4 & s_3 & s_3 \end{bmatrix}, \\ A_3 = (a_{ij}^{(3)}) &= \begin{bmatrix} s_3 & s_5 & s_3 & s_3 & s_6 & s_4 & s_3 & s_4 \\ s_4 & s_3 & s_4 & s_3 & s_4 & s_3 & s_5 & s_4 \\ s_5 & s_6 & s_3 & s_6 & s_5 & s_4 & s_4 & s_6 \\ s_3 & s_3 & s_3 & s_2 & s_5 & s_4 & s_3 & s_4 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

由于评估者 d_2 d_3 均利用标度 $S_{(0 \ 1 \dots 6)}$ 给出了评估信息, 因此, 为了减少计算量, 利用式 (1) 把评估者 d_1 所给出的评估信息同评估者 d_2 d_3 所给出的评估信息一致化:

$$\begin{aligned} 0' = F(0) &= 0 \times \frac{l'-1}{l-1} = 0 \times \frac{7-1}{5-1} = 0 & 1' = F(1) &= 1 \times \frac{l'-1}{l-1} = 1 \times \frac{7-1}{5-1} = 1.5 \\ 2' = F(2) &= 2 \times \frac{l'-1}{l-1} = 2 \times \frac{7-1}{5-1} = 3 & 3' = F(3) &= 3 \times \frac{l'-1}{l-1} = 3 \times \frac{7-1}{5-1} = 4.5 \\ 4' = F(4) &= 4 \times \frac{l'-1}{l-1} = 4 \times \frac{7-1}{5-1} = 6. \end{aligned}$$

根据上面的计算方法可得到下列指标矩阵 (相应于语言矩阵 A_2 和 A_3 中的术语指标不变):

$$\begin{aligned} I_1 &= \begin{bmatrix} 4.5 & 6 & 6 & 3 & 4.5 & 4.5 & 6 & 4.5 \\ 6 & 4.5 & 3 & 4.5 & 6 & 4.5 & 4.5 & 4.5 \\ 4.5 & 4.5 & 6 & 3 & 6 & 6 & 4.5 & 6 \\ 4.5 & 4.5 & 0 & 3 & 6 & 3 & 4.5 & 4.5 \end{bmatrix}, \quad I_2 = \begin{bmatrix} 3 & 4 & 6 & 3 & 4 & 5 & 2 & 4 \\ 4 & 3 & 3 & 3 & 6 & 4 & 5 & 3 \\ 3 & 3 & 4 & 4 & 6 & 6 & 6 & 4 \\ 5 & 2 & 3 & 3 & 6 & 4 & 3 & 3 \end{bmatrix}, \\ I_3 &= \begin{bmatrix} 3 & 5 & 5 & 3 & 6 & 4 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 5 & 4 \\ 5 & 6 & 5 & 6 & 5 & 4 & 4 & 6 \\ 3 & 3 & 3 & 2 & 5 & 4 & 3 & 4 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

利用 AWM 算子对指标矩阵 I_k ($k = 1 \ 2 \ 3$) 中第 i 行的指标值进行集结, 得到评估者 d_k 所给出的供应商 g_i 的综合指标值 $Z_i^{(1)}$:

$$\begin{aligned} Z_1^{(1)} &= \text{AWM}_w(I_{11}^{(1)}, I_{12}^{(1)}, \dots, I_{18}^{(1)}) = \sum_{j=1}^8 w_j I_{1j}^{(1)} = \\ &0.16 \times 4.5 + 0.15 \times 6 + 0.14 \times 6 + 0.12 \times 3 + 0.10 \times 4.5 + 0.11 \times 4.5 + 0.10 \times 6 + 0.12 \times 4.5 = \\ &4.905 \\ Z_2^{(1)} &= \text{AWM}_w(I_{21}^{(1)}, I_{22}^{(1)}, \dots, I_{28}^{(1)}) = \sum_{j=1}^8 w_j I_{2j}^{(1)} = \\ &0.16 \times 6 + 0.15 \times 4.5 + 0.14 \times 3 + 0.12 \times 4.5 + 0.10 \times 6 + 0.11 \times 4.5 + 0.10 \times 4.5 + 0.12 \times 4.5 = \\ &4.602 \end{aligned}$$

同理可得以下综合指标值: $Z_3^{(1)} = 5.025$ $Z_4^{(1)} = 3.675$ $Z_1^{(2)} = 3.91$ $Z_2^{(2)} = 3.77$ $Z_3^{(2)} = 4.31$ $Z_4^{(2)} = 3.58$ $Z_1^{(3)} = 4.11$ $Z_2^{(3)} = 3.96$ $Z_3^{(3)} = 5.18$ $Z_4^{(3)} = 3.31$

利用 HA 算子 (假定位置权向量为 $v = (0.2 \ 0.6 \ 0.2)^T$) 对 3 位评估者给出的供应商 g_i 的综合指标值 $Z_i^{(k)}$ ($k = 1 \ 2 \ 3$) 进行集结, 得到 g_i 的群体综合指标值 Z_i :

$$Z_1 = \text{HA}_{\lambda v}(Z_1^{(1)}, Z_1^{(2)}, \dots, Z_1^{(3)}) = \sum_{k=1}^3 v_k b_1^{(k)} = 4.905 \times 0.2 + 4.11 \times 0.6 + 3.91 \times 0.2 = 4.1004$$

同理可得: $Z_2 = 3.921$ $Z_3 = 4.779$ $Z_4 = 3.411$

利用 Z_i ($i = 1 \ 2 \ 3 \ 4$) 对 4 个供应商进行排序, 得 $Z_3 > Z_1 > Z_2 > Z_4$. 所以, 最优供应商选择为 Z_3

4 结束语

在供应链管理越来越受到重视的今天, 如何更好地选择供应链合作伙伴是非常值得研究和亟待解决的问题. 本文提出了一种基于语言变量中术语指标的供应商选择方法, 并给出了详细的数学描述. 理论分析和数据结果均表明: 该方法不仅简洁、直观, 而且整个计算过程可以通过计算机来实现, 所得评估结果也较为精确、合理.

[参考文献] (References)

[1] 边旭, 田厚平, 郭亚军. 具有激励特征的供应商动态评价方法 [J]. 南开管理评论, 2004, 7(5): 87-90
Bian Xu, Tian Houping, Guo Yajun. The supplier dynamic evaluation method with the character of stimulation [J]. Nankai Business Review, 2004, 7(5): 87-90 (in Chinese)

[2] 关志民, 周宝刚, 马钦海. 多产品采购条件下的供应商选择与订购量分配问题研究 [J]. 计算机集成制造系统, 2005, 11(11): 1626-1632
Guan Zhimin, Zhou Baogang, Ma Qin Hai. Research on vendor selection and order quantity allocation problem under multi-product purchases [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2005, 11(11): 1626-1632 (in Chinese)

[3] Weber C A, Current J R, Desai A. Noncooperative negotiation strategies for vendor selection [J]. European Journal of Operational Research, 1998, 2: 208-223

[4] Handfield R, Walton S V, Sroufe R. Applying environmental criteria to supplier assessment: a study in the application of the analytical hierarchy process [J]. European Journal of Operational Research, 2002, 141: 70-87

[5] 聂茂林. 供应链合作伙伴选择的层次变权多因素决策 [J]. 系统工程理论与实践, 2006, 25(3): 25-31
Nie Maolin. Hierarchy variable weight decision making in the selection of supply chains cooperators [J]. Systems Engineering Theory and Practice, 2006, 25(3): 25-31. (in Chinese)

[6] 徐泽水. 基于语言标度中术语指标的多属性群决策法 [J]. 系统工程学报, 2005, 20(1): 84-88
Xu Zeshui. A multi attribute group decision making method based on term indices in linguistic evaluation scales [J]. Journal of Systems Engineering, 2005, 20(1): 84-88 (in Chinese)

[7] Tong M, Bonissone P P. A linguistic approach to decision making with fuzzy sets [J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1980, 10: 716-723.

[责任编辑: 严海琳]