

# 基于层次分析法和二元语义的供应商评价研究

李朝玲<sup>1,2</sup>, 高齐圣<sup>2</sup>

LI Zhao-ling<sup>1,2</sup>, GAO Qi-sheng<sup>2</sup>

1. 青岛科技大学 信息科学技术学院, 山东 青岛 266061

2. 青岛大学 复杂性科学研究所, 山东 青岛 266071

1. College of Information Science and Technology, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266061, China

2. Institute of Complexity Science, Qingdao University, Qingdao, Shandong 266071, China

E-mail: lizhaoling@126.com

LI Zhao-ling, GAO Qi-sheng. Research on vendor evaluation and selection based on AHP and two-tuple linguistic. *Computer Engineering and Applications*, 2008, 44(21): 238-240.

**Abstract:** The vendor evaluation is a problem of multi-attribute group decision making. Due to the vagueness of the evaluation information, a new method based on AHP and two-tuple linguistic is presented, in which AHP is used to determine the weights of the evaluation indexes and the operators of two-tuple linguistic is used to aggregate the information. Moreover, the calculation steps of vendor evaluation and selection is given. Finally, an example is used to illustrate the validity and simplicity of the method.

**Key words:** vendor evaluation and selection; AHP; two-tuple linguistic; TOWA; group decision making

**摘 要:** 供应商评价是一个多指标群决策问题。针对语言评价信息的模糊性, 提出了一种基于层次分析法和二元语义的评价方法。利用层次分析法确定供应商评价指标权重, 采用近年来最新发展的二元语义和算子进行信息的集结, 给出了供应商评价选择的计算步骤。最后, 算例分析证明了该方法的简便性和有效性。

**关键词:** 供应商评价; 层次分析法; 二元语义; TOWA; 群决策

**DOI:** 10.3778/j.issn.1002-8331.2008.21.065 **文章编号:** 1002-8331(2008)21-0238-03 **文献标识码:** A **中图分类号:** TH165

在经济全球化不断深化的今天, 企业越来越注重培育和发挥自身的核心能力, 对于非核心业务大多采用外包的方式, 由供应商提供核心业务以外的作业。同时, 先进生产方式的广泛采用, 如 JIT 生产、零库存等, 进一步加强了企业与供应商的密切联系。由此可见, 供应商所提供的产品或服务的质量很大程度上直接决定着企业产品的质量和成本, 影响着顾客对企业的满意程度, 因此, 供应商对于企业发展来说起着十分重要的作用。

供应商选择是一个多目标决策问题。近年来, 国内外学者提出了许多供应商选择的评价方法。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<sup>[1]</sup>; 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<sup>[2]</sup>; 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<sup>[3]</sup>; 张震等提出了模糊综合评判的供应商评价方法<sup>[4]</sup>。这些方法各有其特点和优势, 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等。

对供应商的评价, 由于评价指标复杂性和人类思维具有模糊性、不确定性, 决策者对评分项进行判断时用语言形式(如

差、一般、差不多、好、很好等)给出偏好信息是最方便的。基于语言形式的偏好信息决策分析方法, 是近年来国际上一个新的研究热点。二元语义是西班牙 Herrera 教授于 2000 年在《IEEE transactions on Fuzzy System》上首次提出的描述语言评价信息的方法<sup>[5]</sup>, 采用二元语义表示语言评价信息并进行运算, 可有效避免语言评价信息集结和运算中出现的信息损失和扭曲, 使语言信息计算结果更为准确<sup>[6]</sup>。针对评价的语言信息, 给出了一种基于二元语义的供应商选择方法。

## 1 二元语义及其集结算子

二元语义是一种基于符号转移的概念。它是采用一个二元组  $(s_i, \alpha_i)$  来表示语言评价信息, 其中  $s_i \in S$ ,  $S$  是语言评价集, 是一个预先定义好的由奇数个元素构成的有序集合, 本文考虑由 5 条语言短语构成, 即  $S = \{s_0 = \text{HC}(\text{很差}), s_1 = \text{C}(\text{差}), s_2 = \text{YB}(\text{一般}), s_3 = \text{H}(\text{好}), s_4 = \text{HH}(\text{很好})\}$ ;  $\alpha_i$  表示由计算得到的语言信息与预先定义的语言评价集  $S$  中最贴近语言短语  $s_i$  的偏差,  $\alpha_i \in [0.5, 0.5)$ 。下面对二元语义给出具体介绍, 然后给出与本文相关的运算算子的介绍。

**定义 1** 设  $s_i \in S$  为语言短语, 则其相应的二元语义可通过

**基金项目:** 国家自然科学基金(the National Natural Science Foundation of China under Grant No.70571041)。

**作者简介:** 李朝玲(1973-), 女, 博士生, 讲师, 主要研究领域为算法设计, 系统工程; 高齐圣(1966-), 男, 博士生导师, 教授, 主要研究领域为复杂系统、系统工程等。

**收稿日期:** 2008-03-13 **修回日期:** 2008-05-23

下面的转换函数  $\theta$  得到:

$$\theta: S \rightarrow S \times [-0.5, 0.5] \quad (1)$$

$$\theta(s_i) = (s_i, 0), s_i \in S$$

**定义 2** 设语言评价集  $S = \{s_0, s_1, \dots, s_T\}$ ,  $\beta \in [0, T]$  是一个数值, 表示语言符号集运算的结果, 则与  $\beta$  相应的二元语义可有下面函数  $\Delta$  得到:

$$\Delta: [0, T] \rightarrow S \times [-0.5, 0.5] \quad (2)$$

$$\Delta(\beta) = (s_i, \alpha_i) = \begin{cases} s_i, i = \text{round}(\beta) \\ \alpha_i = \beta - i, \alpha_i \in [-0.5, 0.5] \end{cases}$$

其中, Round 表示“四舍五入”取整运算。

**定义 3** 设语言评价集  $S = \{s_0, s_1, \dots, s_T\}$ ,  $(s_i, \alpha_i)$  是一个二元语义, 则存在一个逆函数  $\Delta^{-1}$ , 使二元语义可转换成相应的数值  $\beta \in [0, T]$ , 即:

$$\Delta^{-1}: S \times [-0.5, 0.5] \rightarrow [0, T] \quad (3)$$

$$\Delta^{-1}(s_i, \alpha_i) = i + \alpha_i = \beta$$

假设  $(s_i, \alpha_i)$  和  $(s_j, \alpha_j)$  为任意两个二元语义, 则应该有下列性质:

(1) 有序性

当  $i > j$  时, 有  $(s_i, \alpha_i) > (s_j, \alpha_j)$ , 这里符号“ $>$ ”表示“好于”;

当  $i = j$  时, 有:

① 如果  $\alpha_i > \alpha_j$ , 则  $(s_i, \alpha_i) > (s_j, \alpha_j)$ ;

② 如果  $\alpha_i = \alpha_j$ , 则  $(s_i, \alpha_i) = (s_j, \alpha_j)$ , 这里符号“ $=$ ”表示“等于”;

③ 如果  $\alpha_i < \alpha_j$ , 则  $(s_i, \alpha_i) < (s_j, \alpha_j)$ , 这里符号“ $<$ ”表示“劣于”。

(2) 存在逆运算算子“Neg”  $\text{Neg}(s_i, \alpha_i) = \Delta(T - (\Delta^{-1}(s_i, \alpha_i)))$ ,  $T+1$  表示集合  $S$  中元素的个数。

(3) 极大化运算 当  $(s_i, \alpha_i) \geq (s_j, \alpha_j)$  时, 有  $\text{Max}((s_i, \alpha_i), (s_j, \alpha_j)) = (s_i, \alpha_i)$ 。

(4) 极小化运算 当  $(s_i, \alpha_i) \geq (s_j, \alpha_j)$  时, 有  $\text{Min}((s_i, \alpha_i), (s_j, \alpha_j)) = (s_j, \alpha_j)$ 。

**定义 4** 设  $(s_1, \alpha_1), (s_2, \alpha_2), \dots, (s_n, \alpha_n)$  是一组要集结的二元语义, 则基于二元语义的加权平均算子  $\bar{B}$  定义为:

$$\bar{B} = (\bar{s}, \bar{\alpha}) = \Delta \left( \sum_{i=1}^m w_i \Delta^{-1}(s_i, \alpha_i) \right) \quad (4)$$

$$\bar{s} \in S; \bar{\alpha} \in [-0.5, 0.5]$$

**定义 5** 设  $(s_1, \alpha_1), (s_2, \alpha_2), \dots, (s_n, \alpha_n)$  一组要集结的二元语义, 则基于二元语义的 TOWA 算子  $\phi^c$  定义为:

$$(\bar{s}, \bar{\alpha}) = \phi^c((s_1, \alpha_1), (s_2, \alpha_2), \dots, (s_m, \alpha_m)) = \Delta \left( \sum_{i=1}^m v_i c_i \right), \bar{s} \in S; \bar{\alpha} \in [-0.5, 0.5] \quad (5)$$

其中向量  $C = (c_1, c_2, \dots, c_m)^T$  中的元素  $c_i$  代表集合  $\{\Delta^{-1}(s_i, \alpha_i), i = 1, 2, \dots, m\}$  中按照从大到小排在第  $i$  位的那个元素;  $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T$  代表专家权重向量, 由模糊量化算子  $Q(r)$  按下式给出:

$$v_i = Q(i/m) - Q((i-1)/m), i = 1, 2, \dots, m$$

$$Q(r) = \begin{cases} 0 & r < a \\ (r-a)/(b-a) & a \leq r \leq b \\ 1 & r < b \end{cases} \quad (6)$$

显然:  $v_i \in [0, 1], \sum_{i=1}^m v_i = 1$ 。

上述式中  $a, b, r \in [0, 1]$ , 在“多数”、“至少一半”和“尽可能多”原则下, 模糊量化算子  $Q(r)$  对应的参数  $(a, b)$  分别为  $(0.3, 0.8), (0, 0.5)$  和  $(0.5, 1)$ 。

## 2 基于 AHP 和二元语义的供应商评价选择模型

### 2.1 供应商评价指标的确定

供应商综合评价的指标体系是企业对供应商进行综合评价的依据和标准, 是反映企业本身和环境所构成的复杂系统不同属性的指标, 按隶属关系、层次结构有序组成的结合。不同行业、企业、产品需求、不同环境下的供应商评价应是不一样的。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<sup>[7]</sup>。本文针对一制造企业, 建立供应商评价层次模型如图 1。

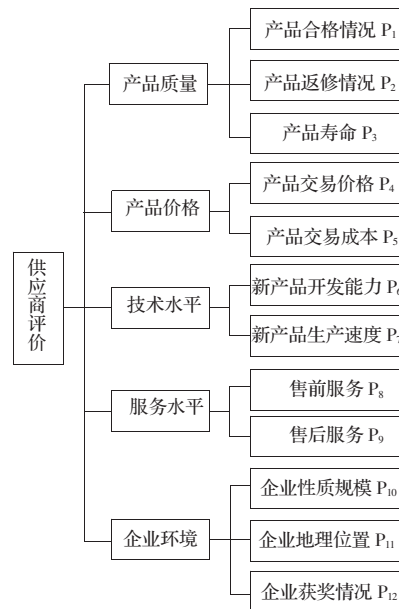


图1 供应商评价选择层次模型

### 2.2 层次分析法确定评价指标权重系数

层次分析法的基本思想<sup>[8]</sup>: 设有  $F_1, F_2, \dots, F_n$  共  $N$  个元素, 通过两两比较, 构造判断矩阵

$$A = \begin{pmatrix} W_1 & W_1 & \dots & W_1 \\ W_1 & W_2 & \dots & W_n \\ W_2 & W_2 & \dots & W_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_n & W_n & \dots & W_n \\ W_1 & W_2 & \dots & W_n \end{pmatrix}$$

利用判断矩阵, 可以求出反映每个因素相对重要程度的权重向量。

### 2.3 基于二元语义进行供应商评价的步骤

在供应商选择问题中, 设被评价的供应商集合为  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , 参与评价的专家的集合为  $E = (e_1, e_2, \dots, e_q), q \geq 2$  评价指标共  $m$  项。专家  $e_k$  从语言评价集  $S$  中选择一个元素作为评价指标  $P_j$  的评价值为  $b_{ij}^k, b_{ij}^k \in S, i = 1, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$ 。

**步骤 1** 根据式(1)将专家给出的语言评价信息  $b_{ij}^k$  转换成二元语义形式的评价信息  $(b_{ij}^k, 0)$ , 其中  $i = 1, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m, k = 1, 2, \dots, q$ 。

**步骤 2** 根据公式(5)将  $(b_{ij}^k, 0)$  转换为群的综合评价信息

$(b_{ij}, a_{ij}), i=1, \dots, n, j=1, 2, \dots, m$ , 其中 TOWA 算子和专家权重  $v$  参照公式(6)。

**步骤 3** 根据公式(4)将  $(b_{ij}, a_{ij})$  集结为供应商的综合评价信息  $(b_i, a_i)$ , 其中权重  $w$  由层次分析法确定。

**步骤 4** 根据二元语义的有序性进行排序。

### 3 算例分析

某制造企业要对三家供应商进行评价选择, 请四位专家  $e_1, e_2, e_3$  和  $e_4$  参与评价, 为方便起见, 各评价指标采用相同的粒度, 语言评价集为  $S=\{s_0=HC, s_1=C, s_2=YB, s_3=H, s_4=HH\}$ , 对产品价格指标, 其语义集含义为:  $S=\{s_0=HC(\text{很高}), s_1=C(\text{高}), s_2=YB(\text{一般}), s_3=H(\text{低}), s_4=HH(\text{很低})\}$ , 对其他指标, 其语义集为:  $S=\{s_0=HC(\text{很差}), s_1=C(\text{差}), s_2=YB(\text{一般}), s_3=H(\text{好}), s_4=HH(\text{很好})\}$ ; 每位专家对各供应商在各个评价指标的表现, 给出评价信息见表 1。

表 1 专家评价信息

评价指标	评价信息 $(b_{ij}^k)$											
	$e_1$			$e_2$			$e_3$			$e_4$		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$P_1$	H	HH	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
$P_2$	YB	H	H	H	H	H	H	H	H	YB	H	H
$P_3$	HH	HH	YB	H	H	YB	HH	HH	YB	HH	HH	YB
$P_4$	H	YB	YB	H	H	H	HH	H	H	H	H	H
$P_5$	YB	HH	H	YB	H	H	HH	H	YB	HH	H	H
$P_6$	H	H	H	H	HH	H	HH	H	H	H	H	H
$P_7$	YB	H	YB	YB	H	YB	YB	HH	YB	YB	YB	YB
$P_8$	C	H	H	YB	H	H	YB	H	YB	C	H	YB
$P_9$	H	H	H	H	YB	H	H	H	YB	H	H	YB
$P_{10}$	H	YB	YB	YB	HH	H	H	H	H	YB	H	H
$P_{11}$	YB	YB	YB	C	YB	H	YB	YB	YB	YB	H	YB
$P_{12}$	H	YB	YB	YB	H	H	YB	H	H	H	YB	H

使用 TOWA 算子对 3 对专家的偏好信息进行集结, 在“多数”原则下, 模糊量化算子  $Q$  对应的参数为  $(a, b)=(0.3, 0.8)$ , 此时专家权重向量为  $v=(0, 0.4, 0.5, 0.1)$ , 由步骤 1、2, 得到群的评价信息见表 2。

用加权平均算子对群的偏好信息进行集结, 通过层次分析法确定 12 项评价指标的权重为  $w=(0.102, 0.102, 0.092, 0.09, 0.09, 0.072, 0.072, 0.082, 0.082, 0.092, 0.062, 0.062)$ , 最终评价结果为:  $(s_3, -0.386)$ 、 $(s_3, 0.014)$ 、 $(s_3, -0.349)$ , 由二元语义的有序性可知,  $x_2 > x_3 > x_1$ , 即三家供应商综合评价结果都为“好”, 相对来说, 第二家最好, 第三家次之, 第一家相对最差。

### 4 结论

供应商的评价与选择对企业的发展起着重要的作用, 本文

表 2 群的评价信息表

评价指标	评价信息 $(b_j^k)$		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$P_1$	$(S_3, 0)$	$(S_3, -0.1)$	$(S_3, 0)$
$P_2$	$(S_2, 0.4)$	$(S_3, 0)$	$(S_3, 0)$
$P_3$	$(S_4, -0.1)$	$(S_3, -0.1)$	$(S_2, 0)$
$P_4$	$(S_3, 0)$	$(S_3, -0.1)$	$(S_3, -0.1)$
$P_5$	$(S_2, 0)$	$(S_3, 0.3)$	$(S_3, 0)$
$P_6$	$(S_3, 0)$	$(S_3, 0.4)$	$(S_3, 0)$
$P_7$	$(S_2, 0)$	$(S_3, -0.1)$	$(S_2, 0)$
$P_8$	$(S_1, 0.4)$	$(S_2, 0.4)$	$(S_2, 0.4)$
$P_9$	$(S_3, 0)$	$(S_3, -0.1)$	$(S_2, 0.4)$
$P_{10}$	$(S_3, -0.1)$	$(S_2, 0.4)$	$(S_3, -0.1)$
$P_{11}$	$(S_2, -0.1)$	$(S_2, -0.1)$	$(S_2, 0)$
$P_{12}$	$(S_2, 0.4)$	$(S_2, 0.4)$	$(S_3, -0.1)$

给出了一种新的供应商评价选择方法, 利用 AHP 确定各评价指标的权重, 通过采用近年来最新发展的二元语义概念和算子进行信息的集结, 很方便地将定性和定量研究相结合, 为供应商选择和评价提供了一种有效的定量研究方法。利用该方法, 参与评价的专家只需针对给各项指标给出语义评价信息, 如“一般”、“好”等, 与传统的专家打分方法相比, 更加方便合理, 一定程度上避免了人为的误差。并且该方法计算过程易于用计算机实现, 便于使用。

### 参考文献:

- [1] Weber C A, Current J R, Benton W C. Vendor selection criteria and methods[J]. European Journal of Operational Research, 1991, 50(1): 2-18.
- [2] Yahya S, Kingsman B. Vendor rating for an entrepreneur development programmer: a case study using the analytic hierarchy process method[J]. Journal of Operational Research Society, 1999, 50: 916-930.
- [3] 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.
- [4] 张震, 于天彪, 梁宝珠, 等. 基于层次分析法与模糊综合评判的供应商评价研究[J]. 东北大学学报, 2006, 27(10): 1143-1145.
- [5] Herrera F, Martinez L.A. 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words[J]. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2000, 8(6): 746-752.
- [6] Herrera F, Martinez L. The 2-tuple linguistic computational model versus the computational model based on the extension principle analysis of the linguistic description, accuracy and consistency, DECSAI-000110[R]. Department of Computer Science and Artificial Intelligence, University of Granada, 2000.
- [7] 胡伟伟, 钱钢, 卞曰璐. 基于语言属性的供应商选择模型[J]. 南京师范大学学报: 工程技术版, 2007, 7(3): 74-78.
- [8] 夏绍玮, 杨家本, 杨振斌. 系统工程引论[M]. 北京: 清华大学出版社, 1995.