

一种综合的供应商评价方法

范琛, 王效俐

(同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

摘要: 针对供应链管理中供应商选择问题(VSP), 尝试将综合 AHP(层次分析法)、PCA(主成分分析)和 DEA(数据包络法)3 种方法应用在供应商评价中, 避免传统的单个方法或 2 个方法的综合使用中各种方法本身的缺陷, 尤其是解决由评价准则的相关性带来的重复评价和权值给定的客观性的问题。通过实例分析说明, 与带偏好约束的 AHP 和 DEA 综合评价结果进行了对比, AHP, PCA 和 DEA 三者综合评价法能够有效降低评价的复杂程度, 减少数据的冗余, 可更加真实有效地反应供应商得分的实际情况, 避免由于评价准则之间的相互关系所带来的重复评价问题。

关键词: 供应商评价; 主成分分析; 数据包络法; 层次分析法

中图分类号: F224; 021

文献标识码: A

Supplier Evaluation Based on Synthesis Method of Principal Component Analysis, Data Envelopment Analysis and Analytic Hierarchy Process

FAN Chen, WANG Xiaoli

(College of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: A new synthesis method of analytic hierarchy process (AHP), principal component analysis (PCA) and data envelopment analysis (DEA) was proposed to solve the vendor selection problem. And a case study was made on the method. The study result was compared with those by synthesis method of AHP and DEA. The result shows that the synthesis method can effectively eliminate the data redundancy and it can avoid overlapping evaluation caused by principle co-relationship.

Key words: vendor selection problem; principle component analysis (PCA); data envelopment analysis (DEA); analytic hierarchy process (AHP)

供应商选择问题(VSP) 又叫供应商评价问题, 是供应链管理研究中一个重要问题。从 20 世纪 60 年代 Dickson 等学者对供应商的评价准则进行研究开始, 到 90 年代, 在全球化分工的背景下该问题得到了广泛的研究和讨论。

刘晓等^[1]对 VSP 的模型方法进行了综述。Rao^[2]详细介绍了从 20 世纪 90 年代末到近几年供应商选择方法的发展, 并详细介绍了 TOPSIS 等算法和算例。Degraeve 等^[3]从采购成本的角度对几种方法的案例应用结果进行了比较, 指出了传统评价模型中忽略的评价商务成本、订货成本等间接成本有可能导致在某些情况下评价结果失真。Wan^[4]应用了数学规划法来解决 VSP 问题, 利用了类似数据包络分析(DEA)的变权思想简化并重新构造了一个考虑偏好的线性规划模型。Petroni 等^[5]将主成分分析(PCA)应用到供应商评价中, 但未对评价权重设置作进一步的讨论。比较常见的方法还包括 1 种或多种方法的综合应用, 如数据包络分析同层次分析法(AHP)^[6]和受险价值法^[7]、BP 神经网络^[8]等方法结合的综合方法, 以及其他一些方法如遗传算法^[9]、模糊规划^[10]、模糊评价^[11]等。

然而以上各种方法都存着各种各样的局限性。层次分析法在一定程度上不能精确地给出准则权值, 并且准则是人为定义的, 无法进一步挖掘数据之间存在的内部联系。数据包络分析无法有效地反应决策者对判断准则的偏好。同时, 由于未分析准则之间的相关性, 导致重复评价。主成分分析法仅仅根据每个主成分的贡献率来判断权值, 不仅无法反应决策者的决策偏好, 更无法科学地得到合理的权值。

本文试图通过综合 AHP, PCA 和 DEA 3 种方法来克服各方法本身的缺点, 从而更好地获得在 VSP 问题中的应用效果。

收稿日期: 2011-11-03

基金项目: 国家自然科学基金(70772077)

第一作者: 范琛(1983—), 男, 博士生, 主要研究方向为系统工程方法应用与供应链管理。E-mail: samfc666@163.com

通讯作者: 王效俐(1960—), 男, 教授, 博士生导师, 管理学博士, 主要研究方向为管理科学与系统工程。

E-mail: xiaoli-wang@tongji.edu.cn

1 结合 AHP, PCA 和 DEA 的综合评价法

1.1 步骤 1

(1) 利用层次分析法^[12]画出层次图,确定评估准则. 确定投入性准则(m 个)和产出性准则(s 个).

(2) 构造判断矩阵,通过式(1)和式(2)对判断矩阵进行一致性检验,算出反映决策者偏好的权值. 其中设投入准则的权值为 w_{xi} ($i=1,2,\dots,m$), 产出准则的权值为 w_{yj} ($j=1,2,\dots,s$).

$$C_1 = \frac{\lambda - m - s}{m + s - 1} \quad (1)$$

式中: C_1 为 AHP 检验中的中间检验参数; λ 为特征值.

$$C_R = \frac{C_1}{R_1} \quad (2)$$

式中: C_R 为 AHP 中一致性矩阵的检验参数; R_1 的取值见参考文献[12].

(3) 根据最底层准则对供应商进行评价,取得供应商的评价样本(n 个). 关于投入及产出准则评价的

样本矩阵分别为 $\mathbf{X}_{n \times m} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{pmatrix}$,

$$\mathbf{Y}_{n \times s} = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1s} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2s} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \cdots & y_{ns} \end{pmatrix}.$$

1.2 步骤 2

(1) 进行主成分分析,将样本数据标准化.

(2) 根据样本数据分别计算每个样本投入准则和产出准则矩阵的样本协方差的无偏估计 \sum_x 和 \sum_y (见文献[13]), 并分别求出各自的特征值 λ_{xi} ($i=1,2,\dots,m$) 和 λ_{yj} ($j=1,2,\dots,s$) 和对应的特征向量 \mathbf{p}_{xi} ($i=1,2,\dots,m$) 和 \mathbf{p}_{yj} ($j=1,2,\dots,s$). 对于 λ_{xi} 和 λ_{yj} , 满足以下排列: $\lambda_{x1} \geq \lambda_{x2} \geq \dots \geq \lambda_{xm}$, $\lambda_{y1} \geq \lambda_{y2} \geq \dots \geq \lambda_{ys}$.

(3) 分别对投入矩阵和产出矩阵的协方差的特征值进行排序,根据式(3)计算累计贡献率 Ψ_m , 取 Ψ_m 达到一个较大值时(通常为 85%)的前 m' 个和前 s' 个特征值 $\lambda_x^* = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{m'})^T$ ($m' \leq m$) 和 $\lambda_y^* = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{s'})^T$ ($s' \leq s$) 所对应的特征向量 $\mathbf{p}_x^* = (p_{x1}, p_{x2}, \dots, p_{xm'})$ 和 $\mathbf{p}_y^* = (p_{y1}, p_{y2}, \dots, p_{ys'})$ 构成主

成分的投影矩阵,对各主成分的意义进行分析.

$$\Psi_m = \sum_{k=1}^m \lambda_k / \sum_{i=1}^p \lambda_p \quad (3)$$

(4) 分别对投入准则的权重和产出准则的权重进行投影.

$$\mathbf{v}_{m' \times 1} = \mathbf{w}_x \mathbf{p}_x^* \quad (4)$$

$$\mathbf{u}_{s' \times 1} = \mathbf{w}_y \mathbf{p}_y^* \quad (5)$$

式中: $\mathbf{w}_x, \mathbf{w}_y$ 分别为投入准则和产出准则的权值向量.

在投入矩阵中希望总投入低,相应地就希望权重高的投入准则的评价值小. 投影后, $v_i \geq 0$ 表示某样本第 i 个产出主成分评价价值越大,反映在该主成分中的权重高的投入准则下的评价价值就越高,此时,希望该投入矩阵的主成分评价价值越小越好; 如果 $v_i \leq 0$, 为了满足投入矩阵评价价值仍然为越小越好, 则令 $p_{xi} = -p_{xi}$, 可得

$$\begin{cases} \mathbf{v}_{m' \times 1} = \mathbf{w}_x \mathbf{p}_x^* \\ v_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m' \end{cases} \quad (6)$$

同理在产出矩阵中希望总产出高,相应地就希望权重高的产出准则评价价值高. 投影后, 如果 $u_j \geq 0$, 希望该主成分的评价价值越高越好; 如果 $u_j \leq 0$, 为了满足产出矩阵评价价值仍然为越高越好, 则令 $p_{yj} = -p_{yj}$ 可求得

$$\begin{cases} \mathbf{u}_{s' \times 1} = \mathbf{w}_y \mathbf{p}_y^* \\ u_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, s' \end{cases} \quad (7)$$

同时根据 v_i 和 u_j 的值大小的排序分别获得投入和产出准则主成分的偏好约束, $v_i \geq v_j$ ($i, j \in 1, 2, \dots, m'$), $u_i \geq u_j$ ($i, j \in 1, 2, \dots, s'$). 对投入矩阵和产出矩阵作投影,得投影矩阵 \mathbf{c}_x 和 \mathbf{c}_y .

$$\mathbf{c}_x = \mathbf{x} \mathbf{p}_x^* \quad (8)$$

$$\mathbf{c}_y = \mathbf{y} \mathbf{p}_y^* \quad (9)$$

由于 DEA 方法中隐含着投入 \mathbf{x} 和产出 \mathbf{y} 的线性关系的假设,根据以下性质有 \mathbf{c}_x 和 \mathbf{c}_y 仍满足线性关系.

性质 1 设 $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ 和 $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_m)^T$ 满足线性关系, $\mathbf{y} = f(\mathbf{x}) = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{b}$, \mathbf{A} 为 $s \times m$ 阶常数矩阵, \mathbf{b} 为 $s \times 1$ 阶常数向量. 分别对 \mathbf{x} 和 \mathbf{y} 进行线性变换, $\mathbf{c}_x = \mathbf{p}_x \mathbf{x}$ 和 $\mathbf{c}_y = \mathbf{p}_y \mathbf{y}$, 则对 \mathbf{c}_x 和 \mathbf{c}_y 仍满足线性关系 $\mathbf{c}_y = \mathbf{B}\mathbf{c}_x + \mathbf{d}$, \mathbf{B} 为 $s' \times m'$ 阶常数矩阵, \mathbf{d} 为 $s' \times 1$ 阶常数向量.

证明 因为 $\mathbf{c}_x = \mathbf{x} \mathbf{p}_x$, 则有 $\mathbf{x} = \mathbf{p}_x^- \mathbf{c}_x$, 其中 \mathbf{p}_x^- 为广义逆矩阵,关于广义逆矩阵定义见文献[13], 同理有 $\mathbf{y} = \mathbf{p}_y^- \mathbf{c}_y$, 因为 \mathbf{x} 和 \mathbf{y} 满足线性关系, $\mathbf{y} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{b}$, 则有 $\mathbf{p}_y^- \mathbf{c}_y = \mathbf{A} \mathbf{p}_x^- \mathbf{c}_x + \mathbf{b}$, $\mathbf{c}_y = \mathbf{p}_y \mathbf{A} \mathbf{p}_x^- \mathbf{c}_x + \mathbf{p}_y \mathbf{b}$. 令 $\mathbf{B} =$

$p_y A p_y^-, d = p_y b$, 则有 $c_y = Bc_x + d$. 以上得证.

1.3 步骤 3

将 c_x 和 c_y 分别作为投入矩阵和产出矩阵作为 DEA 的投入和产出项并考虑偏好约束, 将基本的 C^2R 模型规划改写为如下的分式规划:

$$\begin{aligned} \max \quad & \frac{\sum_{k=1}^s u_k c_{yj_0 k}}{\sum_{i=1}^m v_i c_{xj_0 i}} = V_p^- \quad (10) \\ \text{s.t.} \quad & \frac{\sum_{k=1}^s u_k c_{yjk}}{\sum_{i=1}^m v_i c_{xji}} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\ & \sum_{k=1}^s u_k c_{yjk} \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ & v_i \geq v_j, i, j \in 1, 2, \dots, m' \\ & u_i \geq u_j, i, j \in 1, 2, \dots, s' \\ & u_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, s \\ & v_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

其中, 前 2 项约束表示投入产出比都小于 1, 同时总收入和总投入都为正. 第 3 项和第 4 项约束为偏好约束. 进行 Charnes-Copper 变换, 令 $t = \frac{1}{v^T x_0}$, $\omega =$

$tv, \mu = tu$, 则可将原约束转化为

$$\begin{aligned} \max \quad & \mu^T c_{yj_0} = \bar{V}_p \quad (11) \\ \text{s.t.} \quad & \omega^T c_{xj} - \mu^T c_{yj} \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ & \omega^T c_{yj_0} = 1 \\ & \mu^T c_{yj} \geq 0 \\ & \omega_i \geq \omega_j, i, j \in 1, 2, \dots, m' \\ & \mu_i \geq \mu_j, i, j \in 1, 2, \dots, s' \\ & \omega \geq 0, \mu \geq 0 \end{aligned}$$

由于 c_x 和 c_y 中各成分的评价值并不一定为正, 对比原 C^2R 模型规划, 规划式(10)并没有满足 $c_x > 0$ 和 $c_y > 0$ 的先决条件.

1.4 投影后投入矩阵和产出矩阵经济解释

由于 c_x 是投入矩阵的投影, 所以它仍然反映针对各供应商的投入的评价值. 但是新的相互独立的各个主成分反映的并不一定是某一个或几个准则的评价值的投影之和, 很可能反映的是几个准则的评价值同另外几个准则的评价值的投影差值. 那么从经济角度考虑, 相对希望其中投入权值大的准则的评价值小, 这样综合的总投入才有可能小.

投影后, 某供应商 i 的第 j 个投入主成分的评价值可能为负, 即 $c_{xji} = \sum_{j \in j^+} x_{ij} p_{xji}^* - \sum_{j \in j^-} x_{ij} |p_{xji}^*| \leq 0$,

$j^+ = (p_{xji}^* \geq 0 | j \in j^+), j^- = (p_{xji}^* < 0 | j \in j^-)$.

希望该投入主成分越小越好, 也就是希望

$\sum_{j \in j^+} x_{ij} p_{xji}^*$ 越小越好, 而在该主成分中对于 $\sum_{j \in j^-} x_{ij} \cdot |p_{xji}^*|$ 这一部分的投入未作约束, 由于保留了全体主成分原来样本的绝大部分信息, 这一部分投入则出现在其他主成分中作为正分量, 从而相互制衡达到总的投入最小. 又投影矩阵 p_x 满足式(6), 说明对于供应商 i 反映在该主成分中属于 j^+ 的原准则的权值投影和大于属于 j^- 的原准则的权值投影和, 这时 c_{xji} 作为属于 j^+ 和 j^- 的原准则的评价值的差值, 有 $c_{xji} v_j \leq 0$, 相当于在投入上节省了 $|c_{xji} v_j|$, 所以作为投入, 仍然希望 $c_{xji} v_j$ 越小越好.

以上对于投入矩阵的解释同样也适用于产出矩阵, 对于投影后的产出矩阵也可能存在 $c_{yjk} \leq 0$ 的情况, 由于投影矩阵 p_y 满足式(7), 所以有 $c_{yjk} u_k \leq 0$, 同理相当于少产出了 $|c_{yjk} u_k|$. 作为产出, 希望 $c_{yjk} u_k$ 的值越大越好. 由于不存在总的负产出和总的负投入, 则在规划(10)中反映了如下约束: $\sum_{i=1}^m v_i \cdot$

$$c_{xji} \geq \sum_{k=1}^s u_k c_{yjk} \geq 0.$$

2 实证分析

某大型工业分销企业在华设立了采购中心, 根据其与其工作人员访谈和问卷调查得到的该中心有关供应商判断的准则, 画出以下层次, 如图 1. 得到判断矩阵见表 1 和表 2.

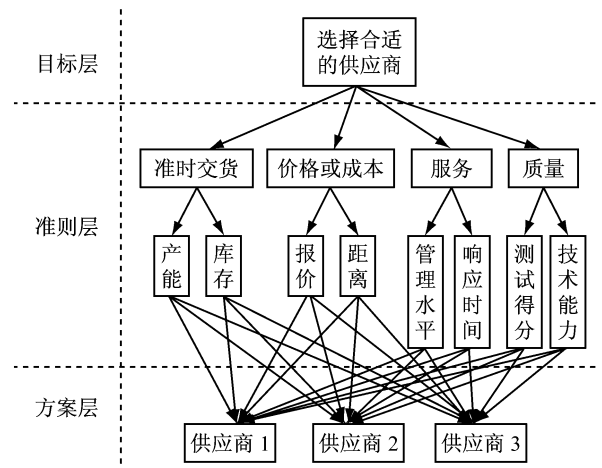


图 1 判断准则的层次

Fig.1 Hierarchy process chart

表 1 准则层第 1 层判断矩阵

Tab.1 Criteria judgment matrix of the first layer

准则	准时交货	价格或成本	服务	质量
准时交货	1	1/3	1/2	1/4
价格或成本	3	1	2	1/2
服务	2	1/2	1	1/3
质量	4	2	3	1

表 2 准则层第 2 层判断矩阵

Tab.2 Criteria judgment matrix of the first layer

准则	产能	库存	报价	距离	管理水平	响应时间	测试得分	技术能力
产能	1	1						
库存	1	1						
报价			1	6				
距离			1/6	1				
管理水平					1	6		
响应时间					1/6	1		
测试得分							1	6
技术能力							1/6	1

进行一致性检验, $\lambda = 4.0261, C_1 = 0.0087, R_1 = 0.9, C_R = 0.0097 < 0.1$, 可见通过一致性检验.

由于第 2 层的每个判断矩阵都是 2 个准则比较, 所以无需检验. 用几何平均法求出第 1 层的权重, 推导出准则层第 2 层的权重, 如图 2.

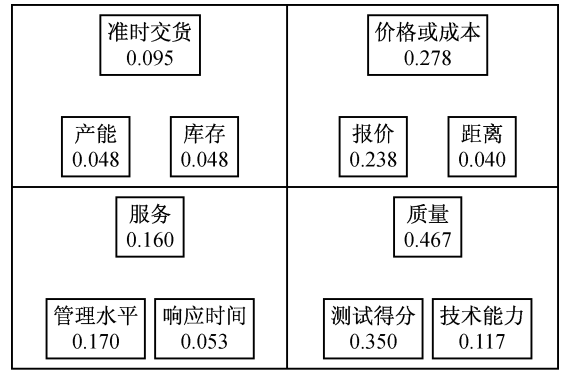


图 2 各准则层权重

Fig.2 Weight of each criteria

通过调查获得一部分金属加工类产品供应商的评价数据, 见表 3.

表 3 数据标准化后的 12 个供应商评价值

Tab.3 Normalized evaluation data of 12 target vendors

供应商	投入			产出				
	报价	响应时间	距离	产能	库存	管理水平	技术能力	测试得分
工厂 1	0.50	0.67	0.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.78
工厂 2	0.50	1.00	0.40	0.67	1.00	0.75	0.67	0.11
工厂 3	0.10	0.83	0.34	0.78	0.71	0.75	0.67	0.33
工厂 4	0.20	0.83	1.00	1.00	0.71	1.00	1.00	0.33
工厂 5	0.30	0.67	1.00	1.00	0.71	1.00	1.00	1.00
工厂 6	0.36	0.83	0.44	0.67	0.43	0.38	0.33	0.33
工厂 7	0.58	0.83	0.44	0.67	0.43	0.38	0.33	0.11
工厂 8	0.30	0.83	0.44	0.56	0.43	0.25	0.22	0.33
工厂 9	0.52	0.67	0.84	0.89	0.71	0.88	0.78	0.56
工厂 10	0.90	0.67	0.77	1.00	0.71	1.00	1.00	0.33
工厂 11	0.80	0.83	0.84	0.89	0.71	0.88	0.78	0.33
工厂 12	1.00	1.00	0.12	0.44	0.14	0.38	0.44	0.33

分别对投入矩阵和产出矩阵进行主成分分析的计算, 贡献率见表 4、表 5, 同时计算权值投影, 如表 6、表 7. 获得偏好约束 $v_2 \geq v_1$. 获得产出主成分的偏好约束 $u_1 \geq u_2 \geq u_3$.

表 4 投入矩阵协方差阵的特征值和累计贡献率

Tab.4 The accumulated contribution rate of the covariance matrix of input matrix

特征值	贡献率	累计贡献率
λ_{x1}	0.563	0.563
λ_{x2}	0.379	0.942
λ_{x3}	0.563	1.000

表 5 产出矩阵协方差的特征值和累计贡献率

Tab.5 The accumulated contribution rate of the covariance matrix of output matrix

特征值	贡献率	累计贡献率
λ_{y1}	0.778	0.778
λ_{y2}	0.147	0.924
λ_{y3}	0.059	0.983
λ_{y4}	0.015	0.998
λ_{y5}	0.002	1.000

综合方法同带偏好约束的 DEA 相比, 结果见表 10.

分析原评价矩阵中的投入准则和产出准则之间的相关性, 求得相关性矩阵(方法见文献[14])见表 11 和表 12.

对原评价矩阵进行投影, 如表 8. 根据式(11)进行计算, 得到表 9.

表 6 投入矩阵主成分分析和权重投影
Tab.6 Principle components of input matrix and weight projection

投入准则	p_{x1}	p_{x2}
报价	0.436	0.899
响应时间	0.185	-0.060
距离	-0.881	0.433
权重投影	$v_1=0.078$	$v_2=0.228$

表 10 综合方法同带偏好约束的 DEA 的计算结果的比较
Tab. 10 Result comparison between the synthesis method of AHP, PCA & DEA and the method of DEA with preference constrain

供应商	AHP, PCA 和 DEA 综合方法		带偏好约束的 DEA 方法	
	排名	得分	排名	得分
工厂 1	4	0.684	1	1.000
工厂 2	6	0.333	7	0.541
工厂 3	1	1.000	1	1.000
工厂 4	1	1.000	4	0.973
工厂 5	3	0.935	1	1.000
工厂 6	8	0.313	9	0.447
工厂 7	11	0.165	11	0.322
工厂 8	5	0.334	10	0.427
工厂 9	7	0.317	5	0.702
工厂 10	9	0.222	6	0.593
工厂 11	10	0.206	8	0.500
工厂 12	12	0.156	12	0.273

表 7 产出矩阵的主成分分析和权重投影
Tab.7 Principle components of output matrix and weight projection

产出准则	p_{y1}	p_{y2}	p_{y3}
产能	0.356	0.001	-0.156
库存	0.385	-0.452	0.795
管理	0.564	-0.146	-0.246
技术能力	0.556	-0.033	-0.399
测试得分	0.312	0.879	0.353
权重投影	$u_1=0.270$	$u_2=0.267$	$u_3=0.081$

表 8 12 家供应商投影后各主成分的投影评价价值
Tab.8 Evaluation value of each principle component

供应商	投入		产出		
	p_{x1}	p_{x2}	p_{y1}	p_{y2}	p_{y31}
工厂 1	0.19	0.48	2.10	0.05	0.27
工厂 2	0.05	0.57	1.45	-0.48	0.28
工厂 3	-0.10	0.19	1.45	-0.16	0.11
工厂 4	-0.64	0.56	1.86	-0.21	-0.12
工厂 5	-0.63	0.66	2.06	0.38	0.12
工厂 6	-0.08	0.46	0.90	0.03	0.13
工厂 7	0.02	0.66	0.83	-0.16	0.05
工厂 8	-0.10	0.41	0.73	0.06	0.22
工厂 9	-0.39	0.79	1.69	0.01	0.10
工厂 10	-0.17	1.10	1.86	-0.21	-0.12
工厂 11	-0.24	1.03	1.62	-0.18	0.02
工厂 12	0.51	0.89	0.78	0.16	-0.11

表 11 投入矩阵相关系数矩阵

Tab.11 Correlation coefficient input matrix

r_{xij}	报价	响应时间	距离
报价	1.000	0.142	-0.156
响应时间	0.142	1.000	-0.465
距离	-0.156	-0.465	1.000

表 12 产出矩阵相关系数矩阵

Tab.12 Correlation coefficient output matrix

r_{yij}	产能	库存	管理水平	技术能力	测试得分
产能	1.000	0.689	0.919	0.901	0.552
库存	0.689	1.000	0.766	0.698	0.273
管理水平	0.919	0.766	1.000	0.986	0.505
技术能力	0.901	0.698	0.986	1.000	0.549
测试得分	0.552	0.273	0.505	0.549	1.000

表 9 12 家供应商 DEA 得分和权重
Tab.9 DEA score and weight of 12 vendors

供应商	得分	投入		产出		
		μ_1	μ_2	ω_1	ω_2	ω_3
工厂 1	0.684	0	2.083	0.283	0.283	0.283
工厂 2	0.333	0	1.754	0.230	0	0
工厂 3	1.000	4.629	7.700	0.731	0.541	0.248
工厂 4	1.000	194.951	224.587	0.586	0.363	0.119
工厂 5	0.935	2.747	4.137	0.365	0.365	0.365
工厂 6	0.313	0	2.174	0.295	0.295	0.295
工厂 7	0.165	0	1.515	0.199	0	0
工厂 8	0.334	0	2.439	0.331	0.331	0.331
工厂 9	0.317	0	1.266	0.186	0.186	0
工厂 10	0.222	0	0.909	0.119	0	0
工厂 11	0.206	0	0.971	0.127	0	0
工厂 12	0.156	0	1.124	0.165	0.165	0

从表 12 可以看出产能库存、管理水平、技术能力之间都存在着较大的正相关性. 对比表 11, 可以看出绝大部分的工厂得分在综合方法下相比带偏好的 DEA 得分要低, 这部分是因为产出之间的相关性出现了重复评价, 一定程度上夸大了工厂的实际产出评价.

从投入角度来说, 距离和响应时间之间的较高负相关性导致原投入评价准则下获得的总评价价值比独立情况下高, 也就是原准则的总投入被少评估了一部分.

对比表 4 和表 11, 工厂 1 虽然在原产出准则中各项得分都很高, 由于原产出准则的相互之间的高相关性产出评价被夸大了, 同时相比工厂 3, 工厂 1 投入准则的报价高出很多造成在相互独立的准则评价下得分比带偏好约束的 DEA 方法下小得较多, 得分排名也相差较大. 而工厂 1、工厂 3、工厂 4、工厂 5

从表 11 可以看出, 报价同响应时间存在着很小的正相关性, 报价和距离存在着很小的负相关性, 而距离和响应时间之间存在着一定的负相关性.

在带偏好约束的 DEA 方法下得分非常相近,而在本文综合方法下得分被更加清晰地区分了出来。

3 结语

结合 AHP, PCA 和 DEA 3 种方法提出了一种综合的供应商评价法,利用 AHP 获得评价准则和决策者对准则的偏好。利用 PCA 方法分别对评价样本的投入准则得分和产出准则得分进行正交投影,从而获得相互独立评价主成分得分,对准则的主观权重进行投影,获得关于主成分的偏好约束。采用 DEA 方法在传统的 C^2R 中加入了总投入和总产出为正的约束,同时增加了偏好约束以针对投影后的评价矩阵构造合适的规划。

通过实际案例将以上方法同带偏好约束的 DEA 方法进行对比,可以看出综合方法能有效解决在供应商评价过程中容易出现的数据冗余、重复评价夸大供应商评价的问题,同时又集合了各个方法的优点,从而能更有效地帮助决策者在众多的供应商中作出识别和判断。

参考文献:

- [1] 刘晓,李海越,王成恩,等. 供应商选择模型与方法综述[J]. 中国管理科学, 2004(1):139.
LIU Xiao, LI Haiyue, WANG Cheng'en, et al. Vendor selection module and method review[J]. China Management Science, 2004(1): 139.
- [2] Rao R V. Decision making in the manufacturing environment [M]. London: Springer-Verlag London Ltd, 2007.
- [3] Degraeve Ze-Ger, Labro Eva, Roodhooft Filip. An evaluation of vendor selection models from a total cost of ownership perspective[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 125(1): 34.
- [4] Wan LUNG Ng. An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem[J]. European Journal of Operational Research, 2008, 186(3):1059.
- [5] Petroni Braglia Mar-Cello. Vendor Selection using principal component analysis[J]. Journal of Supply Chain Management, 2000, 36(2):63.
- [6] Zhang H, Liu X, Liu W H. An AHP/DEA methodology for 3PL vendor selection in 4PL[J]. Computer Supported Cooperative Work in Design, 2006, LNCS 3865: 646.
- [7] WU D S, Olson D. Enterprise risk management: a DEA VaR approach in vendor selection[J]. International Journal of Production Research, 2010, 48(16):4919.
- [8] 史成东,陈菊红,张雅琪. 基于 BP 神经网络和 DEA 的物流供应商选择[J]. 工业工程, 2010, 13(4):112.
SHI Chengdong, CHEN Juhong, ZHANG Yaqi. Logistic supplier selection based on BP neural networks and DEA[J]. Industry Engineering, 2010, 13(4):112.
- [9] Bas-Net C, Weintraub A. A genetic algorithm for a bi-criteria supplier selection problem[J]. International Transactions in Operational Research, 2009, 16(2): 173.
- [10] WANG J Y, ZHAO R Q, TANG W S. Fuzzy programming models for vendor selection problem in a supply chain[J]. Tsinghua Science & Technology, 2008, 13(1): 106.
- [11] 赵小惠,赵小苗. 基于模糊决策的供应商选择方法[J]. 工业工程与管理, 2002(4):27.
ZHAO Xiaohui, ZHAO Xiaomiao. Vendor selection based on fuzzy decision making [J]. Industrial Engineering and Management, 2002(4):27.
- [12] 刘新宪,朱道立. 选择与判断[M]. 上海:上海科学普及出版社, 1990.
LIU Xinxian, ZHU Daoli. Selection and judgement [M]. Shanghai: Shanghai Popular Science Press, 1990.
- [13] 王静龙. 多元统计分析[M]. 北京:科学出版社, 2008.
WANG Jinglong. Multivariate statistics analysis[M]. Beijing: Science Press, 2008.
- [13] 朱钧钧,谢识予,朱弘鑫,等. 基于状态转换的货币危机预警模型——时变概率马尔可夫转换模型的 Griddy-Gibbs 取样法和应用[J]. 数量经济技术经济研究, 2010(9): 118.
ZHU Junjun, XIE Zhiyu, ZHU Hongxin, et al. Markov switching model of currency crisis warning system [J]. Journal of Quantitative & Technical Economics, 2010(9):118.
- [14] 李小平,冯芸,吴冲锋. 远期汇率的异常波动与波动期限结构[J]. 系统工程理论与实践, 2009, 29(12): 15.
LI Xiaoping, FENG Yun, WU Chongfeng. Abnormal fluctuation and the volatility term structure of the forward exchange rate[J]. Journal of Systems Engineering—Theory & Practice, 2009, 29(12): 15.
- [15] 朱孟楠,严佳佳. 人民币汇率波动: 测算及国际比较[J]. 国际金融研究, 2007(10):54.
ZHU Mengnan, YAN Jiajia. The exchange rate volatility of RMB: calculation and international comparison [J]. Studies of International Finance, 2007(10):54.
- [16] 曹红辉,王琛. 人民币汇率预期:基于 ARCH 族模型的实证分析[J]. 国际金融研究, 2008(4): 52.
CHAO Honghui, WANG Chen. Empirical analysis of RMB exchange rate expectation based on ARCH models [J]. Studies of International Finance, 2008(4): 52.
- [17] 赵华燕,焦枝. 汇改后人民币汇率波动的状态转换行为研究[J]. 国际金融研究, 2010(1): 60.
ZHAO Huayan, JIAO Zhi. Regime-switching characters of RMB exchange rate volatility [J]. Studies of International Finance, 2010(1): 60.
- [18] 李敏,王相宁,缪柏其. 基于 Markov 区制转移模型的人民币实际有效汇率波动机制[J]. 中国科学技术大学学报, 2010, 40(6): 565.
LI Min, WANG Xiangning, MIAO Baiqi. The dynamic characteristics of real effective exchange rate of RMB based on Markov regime switch model [J]. Journal of University of Science and Technology of China, 2010, 40(6): 565.
- [19] Hamilton J D. A new approach of the economic analysis of non-stationary time series and the business cycle [J]. American Economic Review, 1989, 80(4): 689.

(上接第 1898 页)