

文章编号:1000-582X(2004)02-0028-04

# 供应商选择的 AHP/随机 DEA 方法<sup>\*</sup>

黄绍服<sup>1</sup>, 赵 韩<sup>2</sup>

(1. 安徽理工大学 机械系, 安徽 淮南 232001; 2. 合肥工业大学 机械学院, 安徽 合肥 230009)

**摘要:** 供应商选择直接关系到供应链中核心企业的采购质量, 影响到企业的市场竞争力, 因此, 研究供应商选择方法, 具有重要的理论意义和实践意义。文中研究了供应商选择基本原则, 分析了供应商选择常用方法。综合供应商选择的层次分析法(AHP)和数据包络法(DEA), 提出了供应商选择的 AHP/随机 DEA 方法。通过引入随机变量, 解决了数据包络分析中权重选择的不足之处, 把选择供应商过程中的主观判断转变为可信度判断, 提高供应商评价的可靠度。

**关键词:** 供应商选择; 层次分析法; 数据包络法; 随机处理

**中图分类号:** F274

**文献标识码:** A

进入 90 年代以来, 随着市场竞争的全球化、激烈化、产品的生命周期越来越短。为了适应瞬息万变的市场, 企业越来越强调自身的能力, 对非核心的生产资源则通过供应链从供应商处获得。供应商作为供应链中核心企业的采购活动的对象, 直接关系到企业的采购成本以及原材料和零部件质量的好坏, 对企业产品竞争力产生很大的影响。因此对供应商选择方法的研究, 具有重要的理论意义和实践意义, 供应商选择方法是否科学得当关系到企业的生存与发展。供应商的评价、选择是制造过程中资源利用的经典问题, 该问题现在不断的被赋予新的内容。从评价的方法来看, 供应商选择问题是多目标决策问题, 对供应商的选择方法很多, 如直观判断法, 线性权重法, 层次分析法(AHP), 数据包络分析法(DEA), 采购成本法, 作业成本法等。但是上述方法选择供应商时分析精度不高, 主观性强。评价供应商所选用的方法应由采购者对供应商的要求来定。本文简单的论述了供应商选择的基本步骤和选择的准则, 提出了供应商选择的 AHP/随机 DEA 方法。

## 1 供应商选择

### 1.1 供应商选择的基本步骤

根据马士华等著的《供应链管理》<sup>[1]</sup>一书, 供应商

选择分为以下几个步骤, 如图 1 所示。

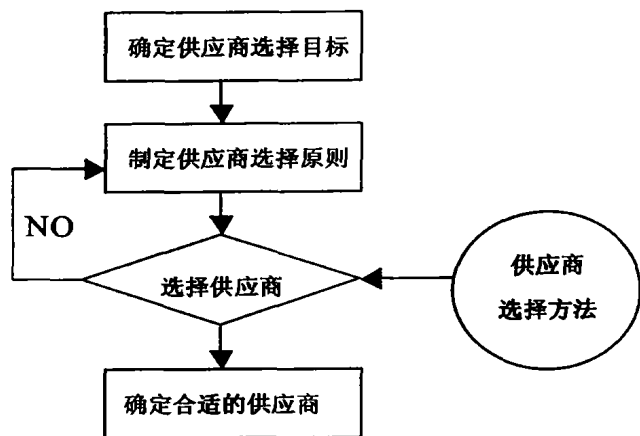


图 1 供应商选择步骤

### 1.2 供应商选择的准则

选择供应商必须综合考虑供应商各个方面的表现, 根据实际情况制定适当的选择准则。供应商选择的准则主要集中在质量、价格、交货、服务、性价比等方面, 另外还要考虑供应商的外部环境和产品开发与生产以及其他方面的因素。但是每个企业的具体情况不同, 在实际的应用中要具体问题具体分析, 从中选择合适的准则<sup>[2]</sup>。

\* 收稿日期: 2003-09-01

作者简介: 黄绍服(1974-), 男, 辽宁兴城人, 工学硕士, 讲师, 主要从事先进制造技术的研究。

## 2 随机 DEA 方法

### 2.1 DEA 方法简介

数据包络分析法 (DEA) 是以相对效率概念为基础发展起来的一种新的效率评价方法,是处理多目标决策的有效方法。根据一组输入数据和输出数据来评价决策单元 (DMU) 的优劣,即评价各单位的相对效率。

参与竞争的供应商作为决策单元,一共有  $n$  个供应商,每个供应商都有  $m$  种类型的输入 ( $x$ ) 和输出 ( $y$ ),定义

$$h_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

为供应商  $j$  的效率评价指数,  $v_i$  为第  $i$  种类型的输入的一种度量 (或权);  $u_i$  为对第  $r$  种类型输出的一种度量 (或权);  $i = 1, 2, \dots, s; j = 1, 2, \dots, n$ 。每个决策单元都有相应的效率评价指数。设对第  $j$  个决策单元进行相对有效性评价,以所有决策单元的效率评价指数小于等于 1 为约束,构成如下最优化  $C^2R$  模型:

$$\begin{aligned} & \max \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \\ \text{s. t.} \quad & \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & V = (v_1, \dots, v_m)^T \geq 0 \\ & U = (u_1, \dots, u_s)^T \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

上述规划经过 C—C 变换后,化为等价的线形规划  $P^{[3]}$

$$\begin{aligned} & \max \quad \mu^T Y_0 = V_p \\ \text{s. t.} \quad & \omega^T x_j - \mu^T y_j \geq 0 \\ & \omega^T x_0 = 1 \\ & \omega \geq 0, \mu \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

### 2.2 随机 DEA 方法

使用 DEA 方法去评价供应商间的相对有效性时,变量  $v$  表示对输入的权系数,它表示各种不同的输入之间的相对重要性;变量  $u$  表示对输出的权系数,表示各种不同的输出之间的相对重要性。在求解线形规划  $P$  的最优解时,实际上是选取对被评价决策单元最为

有利的权系数 (输入和输出的权系数)。在很多实际问题中,每项输入 (或输出) 的重要性是不相同的,因此权系数的选取应该满足一定的限制,在事先确定各项指标之间的相对重要性时主观因素起重要的作用。例如,事先认为第一项的输入与第二项输入之比为  $\omega_1/\omega_2 = 10$ ,显然这是一个大约的估计数,  $\omega_1/\omega_2$  不一定是 10;如果将  $\omega_1/\omega_2 = c$  (或大于  $c$ , 小于  $c$ ) 中的  $c$  当作以 10 为期望值,有一定方差的随机变量,其分布函数可以由一定的统计实验的方法估计得到,那么这时的 DEA 评价有助于提高分析的精度。

考虑  $C^2R$  模型中的目标之间的权重分布有一定的限制,此时的  $C^2P$  模型转化为  $P'$  形式

$$\begin{aligned} & \max \quad \mu^T Y_0 = V_p \\ \text{s. t.} \quad & \omega^T x_j - \mu^T y_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & \omega^T X_0 = 1 \\ & \omega_i/\omega_j \leq b_i \quad i, j \in \{1, \dots, m\} \\ & \omega \geq 0, \mu \geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

在此模型中将其中的  $b_i$  当作随机变量,设概率函数为  $P_i(\cdot)$ 。

取上述规划问题的可靠度为  $\alpha = \prod_{i=1}^{m-1} \alpha_i$ , ( $i \in \{1, \dots, m-1\}$ ),  $\alpha_i > 0$ ,从而得到下述规划为  $P''$  形式。

$$\begin{aligned} & \max \quad \mu^T Y_0 = V_p \\ \text{s. t.} \quad & \omega^T x_j - \mu^T y_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \\ & \omega^T X_0 = 1 \\ & P_i(\omega_i/\omega_j \leq b_i) \geq \alpha_i, \quad i = 1, \dots, m-1 \\ & \omega \geq 0, \mu \geq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

这里  $\alpha_i$  ( $i = 1, \dots, m-1$ ) 可以这样选取:若允许该规划问题的风险为  $\beta$ ,则取  $\alpha_i$  为  $1 - \beta$  的几何平均值,即

$$\alpha_i = (1 - \beta)^{\frac{1}{m-1}} \quad (6)$$

或者根据不同的需要来选取。

若由下式求出最小常数  $q_i$

$$\text{即 } F_i(q_i) = P_i(b_i \leq q_i) = \alpha_i, q_i = F_i^{-1}(\alpha_i)$$

其中  $F_i(\cdot)$  为  $b_i$  的分布函数。

则约束条件

$$P_i(\omega_i/\omega_j) \leq b_i \geq \alpha_i$$

与约束条件

$$\omega_i/\omega_j \geq q_i$$

等价。因而得到下述等价规划  $P'''$  形式。

$$\begin{aligned} & \max \quad \mu^T Y_0 = V_p \\ \text{s. t.} \quad & \omega^T x_j - \mu^T y_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega^T X_0 &= 1 \\ \omega_i/\omega_j &\geq q_i \quad i = 1, \dots, m-1 \\ \omega &\geq 0, \mu \geq 0 \end{aligned} \quad (7)$$

这种权重的选择方法比一般的 DEA 的权重分析方法更具有准确性和客观性,能够克服一般 DEA 方法对权重选择的缺点。

### 3 层次分析方法

层次分析方法(AHP)是由美国 T. Lsaaty 教授提出的一种系统分析方法。这种分析方法适宜结构较为复杂的、决策准则较多的且有些准则不宜量化的决策问题<sup>[6]</sup>。

应用 AHP 方法来解决多目标决策问题有 5 个步骤,以供应商的选择决策为例:

- a) 明确问题:选择最好的供应商。
- b) 建立供应商选择问题的层次结构如图 2。
- c) 根据层次结构中供应商选择的准则,两两比较并量化构成相应的判断矩阵,采用特征向量法确定供应商选择的准则的权重,并判断一致性。
- d) 层次单排序,针对每个准则给出各个供应商的评价值,构成每个供应商对应于每个准则的判断矩阵,计算相应的权重。
- e) 层次总排序,计算每个供应商的综合权重,根据权重作为最后选择供应商的依据<sup>[5-6]</sup>。

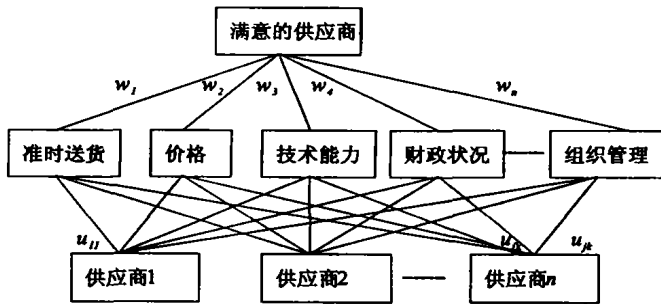


图2 供应商选择的层次结构

### 4 AHP/随机 DEA 方法

这种综合方法分为以下几阶段:

第一阶段:确定供应商选择问题的三层(目标层、准则层和供应商层)层次结构。

第二阶段:用随机 DEA 方法构造判断矩阵。参与竞争的供应商一共有 n 个,对 n 个供应商中的任意 A 和 B 两个按照如下公式进行计算,分别求出相对效率。

$$\begin{aligned} \max \quad & V_A = \mu^T y_A \\ \text{s. t.} \quad & \omega^T x_{iA} - \mu^T y_{iA} \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & \omega^T X_A = 1 \\ & P_i(\omega_i/\omega_j \leq b_i) \geq \alpha_i \end{aligned} \quad (8)$$

其中  $b_i$  为随机变量,其概率密度为  $P_i$ ,若允许该规划的风险为  $\beta$ ,取

$$\alpha_i = (1 - \beta)^{\frac{1}{n-1}} \quad (9)$$

同理可以计算  $V_B$

再计算供应商 A 和 B 相对效率的比率  $\alpha_{AB}$  (或  $\alpha_{BA}$ ):

$$\alpha_{AB} = V_A/V_B \quad (10)$$

当  $\alpha_{AB} > 1$  意味着供应商 A 比供应商 B 强; $\alpha_{AB} = 1$  意味着两供应商一样强; $\alpha_{AB} < 1$  意味着供应商 B 比 A 强。根据 AHP 方法对比较构造矩阵

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1n} \\ 1/\alpha_{12} & 1 & \dots & \alpha_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/\alpha_{1n} & 1/\alpha_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

第三阶段:对判断矩阵 A 计算最大的特征值  $\lambda_{max}$  和特征向量  $\omega(A\omega = \lambda\omega)$ ,  $\omega$  即为供应商相应的排序向量,权重大的即为所要选择的供应商。

### 5 算例与分析

某厂在采购电机时,需要对供应商进行评价,供应商基本资料见表 1,其中质量是指每 100 台电机中到厂空转合格的数量;服务指按照合同每 100 台没有准时到达的货物数量。

表 1 供应商基本资料

	价格	质量	供货历史	服务
1	2 900	90	20	2
2	2 800	97	157	7
3	2 850	99	180	13
4	2 600	100	21	1
5	2 700	98	185	5

根据公式(8)(9)(10)(11),取风险系数  $\beta = 0.1$  计算可得判断矩阵

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0.75 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0.80 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0.85 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1.43 & 1.25 & 1.18 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

计算矩阵特征值得  $\lambda_{max} = 5.011 4$ ,对应的特征向量为: $(0.413 7, 0.424 1, 0.429 2, 0.444 7, 0.516 8)^T$ ,

根据参考文献<sup>[6]</sup>对矩阵做一致性判断,  $C. I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ , 其中  $n$  为判断矩阵阶数, 一般只要  $C. I. \leq 0.1$  就可以认为判断矩阵是满意的。计算得:  $C. I. = \frac{5.0014 - 5}{4} = 0.00285 < 0.1$  所以判断矩阵是满意的。

按照特征向量进行排序, 应该选择供应商 5 作为供货商。

运用 AHP/随机 DEA 方法来评价供应商, 采用了将指标的权重的处理变为随机变量处理的方法, 把其他评价方法中的主观判断转化为评价的可靠度判断, 降低了选择供应商过程中的主观性, 可以更准确的评价供应商。

#### 参考文献:

- [1] 马士华, 林勇, 陈志祥. 供应链管理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [2] CHARLES A WEBER, JOHO R CURRENT, BENLON W C. Vendor selection criteria and methods [J]. European Journal of Operational Research, 1991, 50(1): 2-18.
- [3] 魏权龄. 评价相对有效性的 DEA 方法——运筹学的新领域[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1988.
- [4] 祁军, 金瑞龄. DEA 评价模型应用的几点探讨[J]. 华东工业大学学报, 1996, 18(4): 72-S80.
- [5] 黄培清, 刘慷良, 任建标. 运筹学——管理中的定量方法[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2000.
- [6] 胡运权, 郭耀煌. 运筹学教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.

## Decision Making for Vendor Selection With AHP and Random Disposal of DEA

HUANG Shao-fu<sup>1</sup>, ZHAO Hai<sup>2</sup>

(1. Anhui University of Science and Technology, HuaiNan 232001, China;

2. Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**Abstract:** The vendor selection directly relates to the procurement quality and influences the competition of the corporation in the supply chains. It is important and practical to study the vendor selection method. The measuring criteria and the method for vendor selection are analyzed. The authors put forward an new method which is combined with both the advantage of analytic hierarchy process (AHP) and random disposal of data envelopment analysis (DEA) for vendor selection. It introduces a random variable which solves the disadvantage of the weigh value in DEA which convert subjective estimation to objective opinion in the course of the vendor selecting. The method can improve the reliability of the vendor selection.

**Key words:** vendor selection; AHP; DEA; random disposal

(编辑 张小红)