

基于层次分析法的供应商评价模型

Model for Supplier Evaluation Based on Analytic Hierarchy Process

北京卫星制造厂 王奇娟
北京航空航天大学机械工程及自动化学院 唐晓青 郑联语

[摘要] 根据层次分析法(AHP)的特点和适应性,提出了一个基于AHP法的供应商评价指标体系模型,重点分析了制约主要素层中8个关键要素,即质量、进度、价格、能力、体系、意识、信誉、关系,以及它们的子要素。最后用AHP法给出了该模型的具体应用过程,并进行了算例分析。该模型可用于从不同要素上比较系统、全面地评价供应商的整体水平,适应于各类主导企业的供应商选择。

关键词: 供应商评价模型 层次分析法 供应链管理

[ABSTRACT] Considering the characteristics and adaptability of analytic hierarchy process (AHP), a hierarchical model for supplier evaluation based on AHP is proposed. The eight key elements including quality, delivery, cost, capability, system, consciousness, credit, relation and their corresponding sub-elements are thoroughly analyzed. The application procedure of the model is given by using AHP and the algorithm case is analyzed. The model can be applied to evaluate the comprehensive capabilities of the alternative suppliers, and fits for suppliers from a variety of core companies.

Keywords: Model for supplier evaluation AHP Supplier chain management

在当前激烈的市场竞争环境下,主导企业越来越意识到要想提高竞争实力,必须联合自己的上下游企业(尤其是作为源头的上游企业),形成供应联盟。因此,对于一个计划实行供应链管理的主导企业来说,战略供应商的选择与评价是实施供应链管理所面对的重要问题。

目前,供应商的评价方法主要有^[1]:分类法(Categorical method)、成本比率法(Cost Ratio)、层次分析法(Analytical Hierarchy Process, AHP)等,其原理和特点如表1所示。其中AHP是美国运筹学家T.L.Saaty于70年代提出的,是一种适合于定量和定性分析相结合

的多目标决策问题(特别是定性因素起主导作用的决策问题)的评价方法^[2],这种方法强调人的思维判断在决策过程中的作用,其实质是将决策者的经验判断予以量化,通过求解判断矩阵的特征值和特征向量来获得各方案的排序向量。但由于判断矩阵存在决策者的主观意识,因此在实际应用中需要进行一致性检验^[3]。

根据层次分析法的特点,并考虑到供应商评价要素中既有定性的、也有定量的要素,本课题提出了一种基于AHP方法的供应商评价指标体系模型。该模型可用于从不同侧面和要素上比较系统、全面评价供应商的整体综合水平,适用于各类主导企业的供应商评价。

1 供应商评价指标体系模型

供应商评价指标体系模型如图1所示,分为目标层、制约主要素层、制约子要素层I和制约子要素层II、方案层。

(1)目标层。供应商评价的目标是对各个参选供应商进行评价,以选择最满意的供应商。

(2)制约主要素层。建立了评价供应商的8个关键指标,即质量、价格、进度、能力、体系、意识、信誉度、关系。其中,质量、价格、进度是首先要考虑的3个基本要

表1 主要供应商评价方法比较

方法	基本原理	特点
分类法	将所有供应商的每个要素分为好、一般、不满意3个等级,然后计算每个供应商的总评价价值	方法简单,过于粗略,实用性差
成本比率法	以计算每个要素的成本在总购买值中的百分比来确定每个供应商的净利润	以成本为中心,对于其他相关问题考虑不够
层次分析法	根据层次结构图对每一层各要素进行两两比较,计算相对权重,然后计算供应商的综合权重	针对多要素的评价,具有实际意义,可操作性强

素,但从提升共同利益的长期战略高度出发,供应商评价不能只注重这3个基本要素,还必须关注供应商的其他综合能力或素质,主要表现在供应商的可持续发展能力、规范的(符合国际/国家/行业标准或自身建立)管理体系、快速响应市场或国家指令的职员行为意识、中长期发展建立起来的信誉度以及与系统(或行业)内外的关系协调性5个方面(图1)。因为供应商在上述能力、体系、意识方面不断发展,主导企业的竞争力才

会随之提升^[4]。信誉度和关系也是选择供应商时应该特别关注的,一方面,因为主导企业越来越趋向于选择单一的长期供应商^[4],因此对信誉度自然非常重视;另一方面,对于未完全进入市场经济的大型企业(特别是垄断性企业),为了确保系统或行业内部的协调发展,在优选供应商时,还必须考虑系统内外的协调关系。上述8个关键评价指标的比重,可根据企业性质、产品特性不同而具体设置,但一般情况下,质量的比重最大。

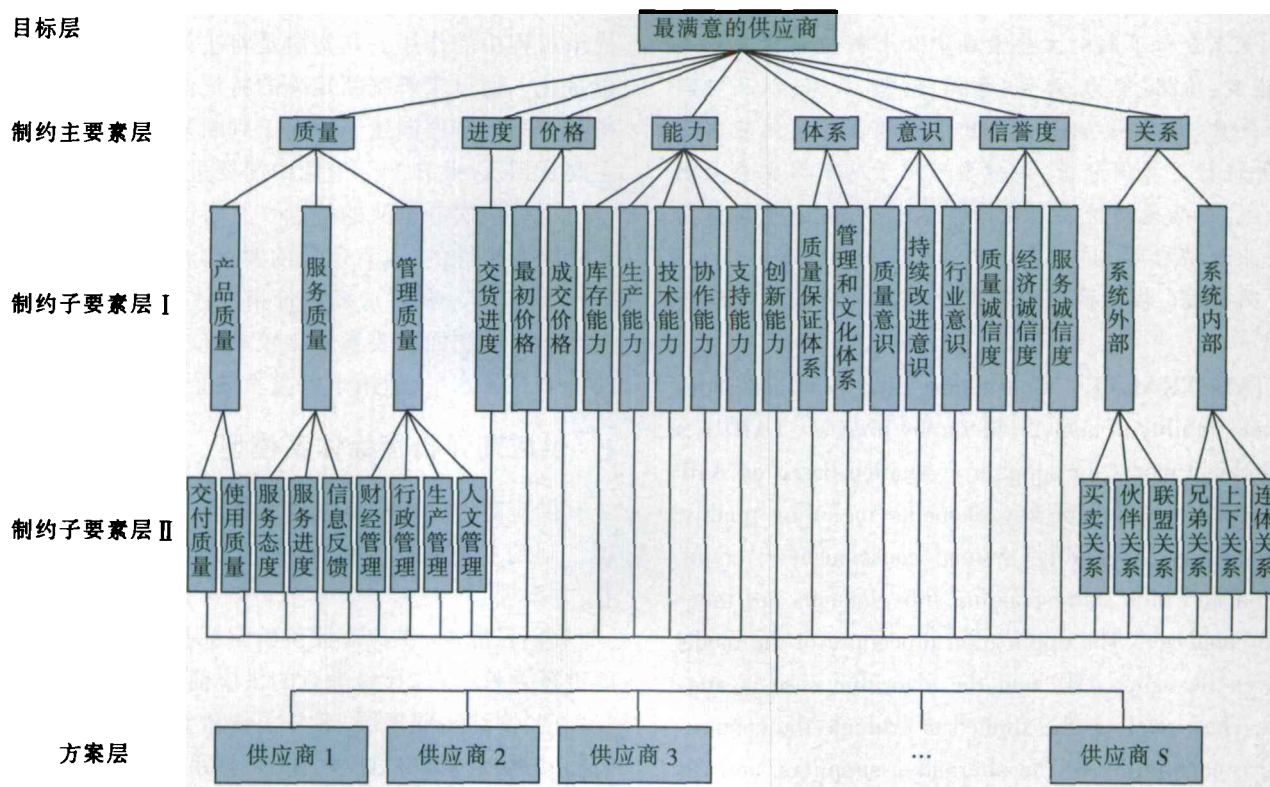


图1 供应商评价指标体系模型

Fig.1 Hierarchical model for supplier evaluation

(3)制约子要素层 I。该层中的各要素是制约主要素层各要素的细化、分解。质量要素根据不同对象可分解为产品质量、服务质量和管管理质量。应该指出,管理质量是支持、保障产品质量和服务质量必不可少的重要质量要素,然而,主导企业只关注前二者,往往易忽略后者。事实上,产品质量和服务质量差的企业,一般来说其管理质量也差,管理质量差的企业只能保证短期的产品质量和服务质量,却保证不了长期稳定的产品质量和服务质量,因此需要评价管理质量。意识是能力保证的前提条件,只有具备持续改进和竞争意识的供应商才具有可持续发展的生机和活力,才能与主导

企业形成稳定的、长期的供应联盟。意识主要素可分解为质量意识、行业意识和持续改进意识。本模型考虑的行业意识是专门为一些特殊企业所生产产品的特殊性而设置的,如国防军工企业在评价供应商时往往需要考虑对方是否具备军工意识。能力主要素根据性质不同可分解为现有库存能力和生产能力、经济能力、技术能力及其他潜在能力,其中库存能力主要考查供应商能否在货物短缺时保证供应和提供一定程度的价格保护,其他潜在能力主要考查供应商是否满足主导企业的快速应变机制以及能否建立长期战略合作。关系根据属性不同可分为系统内部关系和系统外部关系。

(4) 制约子要素层 II。该层中的各要素是制约子要素层 I 部分各要素的进一步细化、分解。产品质量要素根据目的不同可分为交付质量和使用质量, 而有些企业往往只注重交付质量, 对可检验产品质量稳定性和可靠性这样的使用质量不太重视。然而, 分析国际航天产品事故原因, 发现相当一部分航天事故是由于原材料、元器件等配套产品在使用后失效或过期造成的, 因此在评价供应商时, 为了能在较大程度上避免隐患, 使用质量不容忽视。实际上, 对于“质量就是生命”的企业来说, 使用质量比交付质量更为重要。服务质量可根据内容分解为服务态度、服务进度和信息反馈及时性 3 个子要素; 管理质量则根据管理对象的不同分为财经、行政、生产和人文管理几个子要素。系统外部关系根据关系紧密程度分为买卖关系(短期行为)、伙伴关系(中期行为)和联盟关系(长期战略行为); 系统内部关系根据关系属性不同可分为上下关系、连体关系和兄弟关系。

(5) 方案层。方案层中列出了参与评价的各个供应商。

本模型中的关键要素及其所分解的各子要素在实际应用过程中还可根据企业实际情况或产品特点进行适当的增删调整。

2 基于层次指标体系的供应商评价过程

根据所提出的上述供应商评价指标体系模型, 应用 AHP 方法进行供应商评价与选择, 其过程包括:

(1) 第一步: 建立评价供应商的层次指标体系(建立的 5 层次指标体系如图 1 模型所示)。

(2) 第二步: 建立两两比较判断矩阵, 计算出各层要素的相对权重及对总目标的组合权重。

应用文献[3]中的 1-9 标度法量化定性制约要素, 建立两两比较判断矩阵。

首先, 建立制约主要元素之间的两两比较判断矩阵:

$$A = \begin{pmatrix} a_1/a_1 & a_1/a_2 & \cdots & a_1/a_i & \cdots & a_1/a_l \\ a_2/a_1 & a_2/a_2 & \cdots & a_2/a_i & \cdots & a_2/a_l \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_i/a_1 & a_i/a_2 & \cdots & a_i/a_i & \cdots & a_i/a_l \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_l/a_1 & a_l/a_2 & \cdots & a_l/a_i & \cdots & a_l/a_l \end{pmatrix} \quad (1)$$

可以采用近似法计算此判断矩阵的最大特征值和特征向量, 得到各制约主要元素的相对权重, 即式(2), 然后进行一致性检验。

$$\bar{w}^{(1)} = (w_1^{(1)}, w_2^{(1)}, \dots, w_i^{(1)}, \dots, w_l^{(1)})^T \\ i=1, 2, \dots, l, \quad (2)$$

式中, l 为各制约主要元素的数目。

同理, 对于制约子要素层 I、II, 构造各组子要素的两两比较判断矩阵, 计算其最大特征值和特征向量, 得到这两层中各组子要素的相对权重, 分别为式(3)、(4), 并进行一致性检验。

$$\bar{w}_i^{(2)} = (w_{i1}^{(2)}, w_{i2}^{(2)}, \dots, w_{ij}^{(2)}, \dots, w_{im}^{(2)})^T \\ j=1, 2, \dots, m, \quad (3)$$

式中, m 为制约主要元素 i 下的子要素数目;

$$\bar{w}_{ij}^{(3)} = (w_{ij1}^{(3)}, w_{ij2}^{(3)}, \dots, w_{ijk}^{(3)}, \dots, w_{ijn}^{(3)})^T \\ k=1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

式中, n 为制约子要素层 I 中子要素 j 下的子要素数目。

由此, 可得与方案层直接关联的各要素 r 相对于总目标的组合权重为

$$u_r = w_i^{(1)} \cdot w_{ij}^{(2)} \cdot w_{ijk}^{(3)} \\ r=1, 2, \dots, t, \quad (5)$$

式中, t 为与方案层直接关联的要素(包括主要元素层、制约子要素层 I、II 中的子要素)总数目(本模型中 $t=32$)。

应当指出: 若要素 r 属于制约子要素层 I, 则 $w_{ijk}^{(3)}=1$; 若要素 r 属于主要元素层, 则 $w_{ij}^{(2)}$ 和 $w_{ijk}^{(3)}$ 均为 1, 即 $u_r=w_i^{(1)}$ 。

(3) 第三步: 确定方案层中各个供应商对于要素 r (第二步)的相对权重。

针对同一要素 r , 给出各个供应商的评价值, 定性指标应采用文献[3]的 1-9 标度法进行量化, 定量指标可直接比较, 构造判断矩阵。各供应商的两两比较判断矩阵为

$$P_r = \begin{pmatrix} p_{r1}/p_{r1} & p_{r1}/p_{r2} & \cdots & p_{r1}/p_{rq} & \cdots & p_{r1}/p_{rn} \\ p_{r2}/p_{r1} & p_{r2}/p_{r2} & \cdots & p_{r2}/p_{rq} & \cdots & p_{r2}/p_{rn} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ p_{rq}/p_{r1} & p_{rq}/p_{r2} & \cdots & p_{rq}/p_{rq} & \cdots & p_{rq}/p_{rn} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ p_{rn}/p_{r1} & p_{rn}/p_{r2} & \cdots & p_{rn}/p_{rq} & \cdots & p_{rn}/p_{rn} \end{pmatrix} \quad (6)$$

采用方根法和归一化方法, 计算上述判断矩阵的最大特征值以及要素 r 下的各供应商相对权重, 即式(7), 并进行一致性检验。

$$\bar{v}_r = (v_{r1}, v_{r2}, \dots, v_{rq}, \dots, v_{rn})^T \\ r=1, 2, \dots, t; q=1, 2, \dots, s, \quad (7)$$

式中, s 为参选的供应商数目。

(4) 第四步: 确定方案层中各个供应商的综合权重。

根据式(5)和式(7), 计算方案层中各供应商对总目标的综合权重:

$$z_q = \sum_{r=1}^l u_r v_{rq}, q=1, 2, \dots, s. \quad (8)$$

根据式(8)可得出各供应商的最终排序, 从而优选出最佳供应商。

3 应用举例

现有某企业对关键零部件用元器件在众多供应商中决定选择他们的最佳供应商, 供应商选择的重要标准为质量、进度、成本, 其中质量分为交付质量和使用质量, 交付质量以同批同时交付的 1 000 件中的拒收率计算, 使用质量以交付合格的 1 000 件使用后的失效率计算, 进度以准时到货率计算, 成本以最终成交价来衡量。目前有 5 家供应商参选, 他们的质量、进度、成本见表 2。

表 2 参选供应商的基本数据

供应商	质量		进度	成本/元
	交付质量	使用质量		
供应商 A	0.02	0.01	0.94	85
供应商 B	0.01	0.02	0.95	80
供应商 C	0.04	0.03	0.98	60
供应商 D	0.02	0.02	0.93	70
供应商 E	0.03	0.04	0.97	65

从表 2 中的 5 家参选的供应商的历史记录可以看出, 他们在各个指标上各有优势, 决策者很难从宏观上直观判断、优选最佳供应商。由于被采购的是关键配套产品, 该企业认为质量的重要性应排在第一位, 再考虑到拉动式计划生产, 该企业认为进度也很重要。因此, 根据 1-9 标度法, 对制约主要素(质量、进度、成本)和制约子要素(交付质量、使用质量)分别建立如下两两比较判断矩阵:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 \\ 1/3 & 1 & 4 \\ 1/6 & 1/4 & 1 \end{pmatrix},$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix},$$

通过方根法计算 A 的特征向量, 确定制约主要素层质

量、进度、成本的相对权重为 $\bar{w}^{(1)} = (0.644, 0.271, 0.085)^T$, A 的最大特征值 $\lambda_{\max} = 3.0535$, 一致性指标 $C.I. = 0.0267 < 0.1$, 说明此判断矩阵具有满意的一致性。同理, 计算 B 的特征向量, 确定交付质量、使用质量相对于质量的相对权重为 $\bar{w}_1^{(2)} = (0.33, 0.67)^T$, B 的最大特征值 $\lambda_{\max} = 2$, 一致性指标 $C.I. = 0 < 0.1$, 说明此判断矩阵完全一致。

然后根据表 2 所列的 5 家参选供应商关于质量、进度、成本的历史记录数据建立判断矩阵, 并依次计算对于交付质量、使用质量、进度、成本 4 个要素的 5 家供应商的特征向量, 检验一致性。最后根据公式(8)得出 A~E 这 5 家供应商的最终排序向量 $Z = (0.215, 0.209, 0.187, 0.192, 0.197)^T$ 。由此可知, 供应商 A 为最佳选择对象。结合表 2 可以看出, 该结果符合关键配套产品“质量高于一切”的评价原则。

4 结束语

在当今全球竞争激烈、产品需求日新月异的市场环境下, 主导企业为了实现高质量、低成本、快反应、强发展的目标, 除了加强自身的综合能力外, 还必须站在可持续发展角度上寻求长期战略合作伙伴来提升自己的市场竞争力和地位, 因此如何客观并精确地综合评价、优选供应商是主导企业必须解决的一个重要问题。为此, 本课题提出了一个 5 层次的供应商评价指标体系模型, 综合地、较全面考虑了定量和定性的 8 个制约主要素及其子因素, 并用 AHP 方法给出了该模型的具体应用过程和算例。该模型及其应用过程可用于从不同要素上比较系统、全面地评价供应商的整体水平, 适应于各类主导企业的供应商选择, 为主导企业寻求长期战略合作伙伴提供一种具有一定理论和应用价值的方法。

参 考 文 献

- [1] Ghodsypour S H, O'Brien C, A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming, *Production Economics*, 1998, 56-57: 199-212.
- [2] 萨缔 T L. 层次分析法——在资源分配、管理和冲突分析中的应用. 许树柏译. 北京: 煤炭工业出版社, 1988.
- [3] 运筹学教材编写组. 运筹学. 北京: 清华大学出版社, 1990.
- [4] 利恩德斯 M R, 费伦 H E. 采购与供应管理. 张杰, 译. 北京: 机械工业出版社, 2001.

(责编 金卯)