

文章编号:2095-0365(2012)04-0013-06

基于灰色层次分析法的供应商 评价选择应用研究

李志平¹, 路铁军²

(1. 北京北咨工程项目管理咨询有限公司 北京 100071;
2. 石家庄铁道大学 经济管理学院, 河北 石家庄 050043)

摘 要:根据对供应商评价选择的实际需求,建立评价指标体系,利用层次法确定各个指标权重,并将灰色评价与层次分析法相结合,构建出灰色层次评价模型以综合评价并选择合适的供应商。

关键词:灰色层次分析法;供应商;评价
中图分类号:F224;F274 **文献标识码:**A

在项目成本控制中,由于工程建设材料以及设备和工器具等采购费用占建设项目总造价的绝大部分,因此对采购成本的控制显得至关重要。在传统的项目管理模式中,项目材料和设备等是通过最低采购价来采购而忽略了对提供材料和设备的供应商的总体综合能力的考察,从而很难保证供应商能在准确的时间地点提供保质保量的材料、设备和服务等。因此很容易造成后续索赔和变更费用的增加以及产生一些不必要的纠纷。为了控制供应商选择的好坏对建设企业总体盈利水平的影响,利用灰色层次分析法建立对供应商的评价指标体系,并用灰色层次评价模型对其供应商的所有指标进行综合评价,以期评价并选择出综合能力相对较强,报价也合理的供应商,从而降低企业的采购及交易成本,提高企业的总体效益。

一、评价选择流程设计

对供应商的评价选择流程设计为如下 6 步:

步骤 1:建立供应商评价选择目标。即建立对供应商的评价选择标准,如降低采购成本,提高采购效率等。同时这个评价选择程序由谁负责,又由谁来执行等都要有明确的目标。要明确供应

商评价,不仅仅就是一个简单的评价选择过程,它本身也是企业自身和企业与企业之间的一次业务流程重构过程,实施得好,它本身就可带来一系列的利益。

步骤 2:对供应商的资格审查和初步筛选。通常情况下,可以对供应商的经营状况、履约状况、技术水平、设备生产能力以及质量保证体系和质保工作的规范性等方面指标的考察来对所评价的供应商进行资格审查。同时利用设定供应商初步审核指标中的某一末级指标的最低限制(阈值)来对供应商进行初步筛选,凡是供应商的某一指标值低于所设定的最低限值,则不管其他指标的得分值如何都将其立即淘汰。

步骤 3:供应商评价指标体系的确立。评价指标体系确立的合理性和准确性对供应商的评价结果至关重要,对供应商的评价指标体系主要划分为企业满足顾客需求的能力(产品)和企业自身生存发展的能力(绩效)两个方面。

步骤 4:建立评价小组。评价小组的设立应客观合理,其中组员的选择应以来自质量、采购等与供应商合作关系密切的部门为主,并且具有一定的专业技能。

步骤 5:供应商参与。对通过初步筛选的供

收稿日期:2012-04-21
作者简介:李志平(1985—),男,助理工程师。研究方向:国际工程管理。

应商,评价小组应使其参与到评价过程中,同时为评价小组的评价提供必要的真实有效的资料数据。

步骤 6: 评价选择供应商。对供应商的评价过程主要是对所建立的评价指标所涉及到的相关资料进行调查和收集,然后利用层次分析法确立各个指标对整个评价结果影响程度的权重,最后通过专家对各个供应商的评分值利用灰色层次分析法对供应商进行评价选择。

二、评价指标体系确立

(一)评价指标体系的建立

建设单位在选择供应商时是站在买方角度购买供应商所提供的产品和服务,因此对卖方是否能满足顾客要求的能力的考察是第一的。同时由于建设项目的长期性,对供应商的生存能力指标也进行考察并作为评价其综合能力的一个指标进行比选。根据上述评价宗旨,对于供应商的评价,评价指标体系分为三个层次。第一层次包括两个层面,分别为:供应商满足顾客需求的能力(体现为供应商的产品水平)和供应商生产发展的能力(体现为供应商的绩效水平)。在第二层次上,供应商产品分为产品质量水平、产品交货能力和产品服务能力三个层面,供应商绩效分为供应商财务状况和供应商技术生产能力两个层面。第三层次则是对第二层次进一步的细分,具体的指标体系如表 1 所示^[1]。

其中各评价指标的含义及计算方法如表 2 所示^[1]。对于某些无法或者难以定量表示的为定性

指标。包括供应商的售前服务水平即供应商提供样品、报价以及实地考察的能力,售中服务水平即供应商对其出售的设备进行安装和调试等的服务态度和有能力等,售后服务水平即供应商的服务网络健全水平以及服务及时性等。其次是供应商的技术生存能力,如设计和生产能力等。对于设计能力包括很多方面,比如产品最初的概念设计,满足要求的结构设计等,由于内容复杂,且难以具体公式表示,所以把设计能力指标定为定性指标。对于供应商的生产能力即企业生产某种产品的全部设备的综合平衡能力,此指标虽然可以量化,但是考虑到其计算过程的繁复性,因此也把其视为定性指标。

表 1 供应商评价指标体系

指标 A_i	指标 B_i	指标 C_i
企业满足顾客需求能力(产品) A_1	产品质量水平 B_1	产品合格率 C_1
		优等品率 C_2
	产品交货能力 B_2	订货满足率 C_3
		准时交货率 C_4
	产品服务能力 B_3	售前服务水平 C_5
		售中服务水平 C_6
		售后服务水平 C_7
企业生存发展能力(绩效) A_2	财务状况 B_4	库存周转率 C_8
		销售增长率 C_9
	技术生存能力 B_5	利润增长率 C_{10}
		设计能力 C_{11}
		生产能力 C_{12}

表 2 供应商评价指标内涵及其计算方法

指标名称	文字说明	计算公式	公式说明
产品合格率	一定时期内合格产品的数量占采购产品总数量的比率	$R_e = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \times 100\%$	n : 采购次数 Q_i : 第 $i(1 \leq i \leq n)$ 次的采购量 q_i : 第 i 次采购合格品数量 R_e : 产品合格率
优等品率	所生产出来的产品中优等品数占产品总数的比率	$R_{Er} = \frac{N_{Er}}{N_A} \times 100\%$	N_A : T 时间段内供应商共生产所需采购商品数量 N_{Er} : N_A 中优等品数量 R_{Er} : T 时段内供应商生产该类产品优等品率
订货满足率	一定时期内实际送达的订货数量占总订货数量的百分比,体现了顾客对供应商发货的满足率	$R_{of} = \frac{\sum_{j=1}^N DT_j}{\sum_{j=1}^N PT_j} \times 100\%$	N : T 时刻内向供应商订购某产品的次数 PT_j : 第 $j(1 \leq j \leq N)$ 次的订货数量 DT_j : 实际送达数量 R_{of} : T 时段内的订货满足率

续表			
指标名称	文字说明	计算公式	公式说明
准时交货率	一定时期内准时交货次数与总交货次数的比率	$P_o = \frac{V_o}{V} \times 100\%$	V_o :一定时期内准时交货次数 V :总交货次数 P_o :该时期内供应商准时交货率
库存周转率	销售成本占存货平均成本余额的百分比	$TO_{INV} = \frac{C_{sale}}{\frac{INV_S + INV_E}{2}} \times 100\%$	C_{sale} :T时段内销售成本 INV_S :T时段初始存货成本余额 INV_E :T时段末存货成本余额 TO_{INV} :库存周转率
销售增长率	体现了企业的发展能力状况	$R_{sale} = \frac{S_T - S_{T-1}}{S_{T-1}} \times 100\%$	S_T :本期销售收入 S_{T-1} :上期销售收入 R_{sale} :销售增长率
利润增长率	体现了企业的发展能力状况	$R_{profit} = \frac{P_T - P_{T-1}}{P_{T-1}} \times 100\%$	P_T :本期利润 P_{T-1} :上期利润 R_{profit} :利润增长率

(二)评价指标体系权重的确定

利用层次分析法确立各指标对整个评价结果影响程度的权重,并采用 1~9 标度来测定各个指标的相对重要程度,9 为极端重要,1 为同样重要。对于各个指标的重要程度打分,本例采用京沪高速铁路 JHTJ-3 标段的某一桥梁钢模版招标采购为例,其专家为所承建公司的内部专家以及少数校外的有经验的专家教授。由于他们都具有比较丰富的现场经验,其结果可认为合理可信。因此经过综合并修正后的上述各指标的两两比较矩阵分别为:

$$\begin{bmatrix} & A_1 & A_2 \\ A_1 & 1 & 5 \\ A_2 & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} & B_4 & B_5 \\ B_4 & 1 & 7 \\ B_5 & & 1 \end{bmatrix}$$
$$\begin{bmatrix} & C_1 & C_2 \\ C_1 & 1 & 6 \\ C_2 & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} & C_{11} & C_{12} \\ C_3 & 1 & 1/4 \\ C_4 & & 1 \end{bmatrix}$$
$$\begin{bmatrix} & C_3 & C_4 \\ C_3 & 1 & 1/4 \\ C_4 & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} & C_5 & C_6 & C_7 \\ C_5 & 1 & 1/3 & 1/7 \\ C_6 & & 1 & 1/4 \\ C_7 & & & 1 \end{bmatrix}$$
$$\begin{bmatrix} & C_8 & C_9 & C_{10} \\ C_8 & 1 & 1/3 & 3 \\ C_9 & & 1 & 4 \\ C_{10} & & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} & B_1 & B_2 & B_3 \\ B_1 & 1 & 4 & 5 \\ B_2 & & 1 & 3 \\ B_3 & & & 1 \end{bmatrix}$$

由于数据较多,采用层次分析软件 yaahp 0.5.2版本来计算各指标权重值,具体计算结果

(都通过了一致性检验)见表 3,其中括号内数值为该指标相对总目标的权重值。

表 3 评价指标体系权重值

指标 A_i	指标 B_i	指标 C_i
A_1 0.69	B_1 0.498 3 (0.343 8)	$C1$ 0.731 1 (0.251 3) $C2$ 0.268 9 (0.092 5)
	B_2 0.292 3 (0.201 7)	$C3$ 0.354 3 (0.071 5) $C4$ 0.645 7 (0.130 2)
	B_3 0.209 4 (0.144 5)	$C5$ 0.175 4 (0.025 3) $C6$ 0.279 7 (0.040 4) $C7$ 0.544 8 (0.078 7)
		$C8$ 0.321 3 (0.076 6)
		$C9$ 0.448 4 (0.106 8)
	B_5 0.231 5 (0.071 8)	$C10$ 0.230 2 (0.054 9) $C11$ 0.645 7 (0.046 3)
		$C12$ 0.354 3 (0.025 4)

三、基于灰色层次分析法的评价选择过程

在对供应商的评选过程中,由于符合基本要求的供应商是有限的,并且其样本总体不是很大,有时甚至只有两三个供应商,因此能获得的信息也是有限的。为了能够在如此小的样本和如此少的信息中比选出其中最合适的一个,所用到的比选方法必须能有效地处理小样本信息。而层次分

析法和灰色系统理论都不需要大量的样本,同时由于灰色理论能很好地处理小样本中的不规律信息^[5],并结合层次分析的系统分析优点,以及定性和定量方法相结合的特点使得灰色层次分析法是比选小样本信息的最有利的工具^[3]。因此本文利用灰色系统理论和层次分析法的结合来评价并选择合适的供应商。

(一)确定评价样本矩阵

由于灰色理论的特点,其能处理小样本、信息不完整的系统,因此选取校内和校外共 4 位专家对评价对象分别进行打分,其评分结果可以认为具有一定的可信度。首先运用专家打分法来求得对供应商的评价样本矩阵。由于末级指标个数共有 12 个($i=1,2,\cdots,12$),对于每个指标有 4 个专家($j=1,2,3,4$) 的评分值,因此其样本矩阵 $D = d_{ij}(12\times 4)$ ^[2]。

(二)确定评价灰类及其相应的白化函数

将评价灰类分为优、良、中、差四个类别,其分值分别为:8、6、4、2。设 $C=(8,6,4,2)$ 为上述灰

类的等级值化向量,并设计出上述灰类四个类别的白化函数。对于概念型灰数中表示意愿的灰数,其白化函数一般设计为单调增函数,并用直线来简化表示评价类别这一灰数受“偏爱”的程度。即用直线表示“正常愿望”即“偏爱”程度与评分值成比例增加。在此,把评价灰类为优的灰类设计成以 8 评分值为上限测度的白化权函数,评价灰类为良的灰类设计成以 6 评分值为适中测度的白化权函数,评价灰类为中的灰类设计成以 4 评分值为适中测度的白化权函数,评价灰类为差的灰类设计成以 2 评分值为下限测度的白化权函数。并且适中测度的白化权函数设计成左升右降的连续函数,上限测度的白化权函数设计成左升的连续函数,下限测度的白化权函数设计成右降的连续函数。用 k 表示评价灰类序号, $k=1,2,3,4$ 分别表示优、良、中、差的四个灰类。用 f 表示灰类的白化值, $f_1、f_2、f_3、f_4$ 分别表示优、良、中、差四个灰类的白化值,其对应的白化值函数 $f_1(d_{ij})、f_2(d_{ij})、f_3(d_{ij})、f_4(d_{ij})$ 如图 1 所示。

$$f_1(d_{ij}) = \begin{cases} 0 & d_{ij} < 0 \\ (x-0)/(8-0) & d_{ij} \in [0,8] \\ 1 & d_{ij} \geq 8 \end{cases}$$

$$f_2(d_{ij}) = \begin{cases} 0 & d_{ij} \notin [0,12] \\ (x-0)/(6-0) & d_{ij} \in [0,6] \\ (12-x)/(12-6) & d_{ij} \in [6,12] \end{cases}$$

$$f_3(d_{ij}) = \begin{cases} 0 & d_{ij} \notin [0,8] \\ (x-0)/(4-0) & d_{ij} \in [0,4] \\ (8-x)/(8-4) & d_{ij} \in [4,8] \end{cases}$$

$$f_4(d_{ij}) = \begin{cases} 0 & d_{ij} \notin [0,4] \\ 1 & d_{ij} \in [0,2] \\ (4-x)/(4-2) & d_{ij} \in [2,4] \end{cases}$$

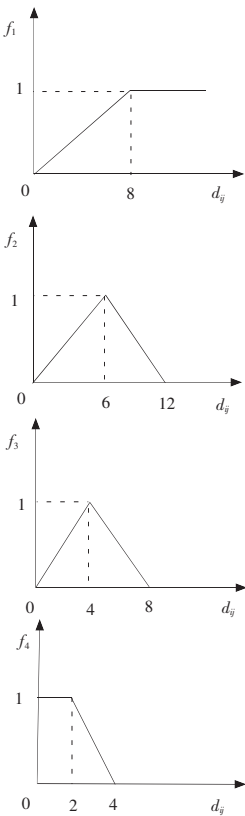


图 1 四类灰类及其相应的白化函数

(三)确定灰色评价权矩阵

在上述 4 类灰类的白化函数确定以后,对由第一步所确定的评价样本矩阵的每一个元素 d_{ij} ,利用上面四类白化函数,求出针对每一个 d_{ij} 所得出的四类灰类的白化值 $f_k(d_{kj})$,其中 $(k=1,2,3,4;j=1,2,3,4)$ 。在求得每一个 d_{ij} 所对应的白化值 $f_k(d_{kj})$ 后,对每一个评价指标的白化值进行每一类灰类的白化值汇总^[2]。即评价指标 C_i 第 k 类灰类统计值汇总得

$$n_i^k = \sum_{j=1}^4 f_k(d_{kj})$$

同时求得评价指标 C_i 总灰色灰类统计值汇总值得

$$N_i = \sum_{k=1}^4 \sum_{j=1}^4 f_k(d_{kj})$$

有了第 k 类灰类统计值和总灰色灰类统计值,用前者除以后者,即得到评价指标 C_i 第 k 类灰类的灰色评价权

$$\sigma_i^k = \frac{n_i^k}{N_i}$$

从而得出灰色评价权矩阵

$$R=(\sigma_i^k)_{12 \times 4} = \begin{pmatrix} \sigma_1^1 & \sigma_1^2 & \sigma_1^3 & \sigma_1^4 \\ \sigma_2^1 & \sigma_2^2 & \sigma_2^3 & \sigma_2^4 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{12}^1 & \sigma_{12}^2 & \sigma_{12}^3 & \sigma_{12}^4 \end{pmatrix}$$

(四)综合评定合适的供应商

根据上述求得的灰色评价权矩阵 R ,结合所有末级指标对总目标的权重值向量 A ,即可求得综合评价结果 B ,文中 12 个末级指标对总目标的权重值向量 $A=(0.251\ 3,0.092\ 5,0.071\ 5,0.130\ 2,0.025\ 3,0.040\ 4,0.078\ 7,0.076\ 6,0.106\ 8,0.054\ 9,0.046\ 3,0.025\ 4)$ 。有 $B=AR$ 。同时依据评价灰类的灰数对灰类等级赋值^[4],文中灰类等级值化向量为 $C=(8,6,4,2)$ 。进而可以求得对供应商评价的综合评价价值 $Z=BCT$ 。

四、算例分析

以京沪高速铁路 JHTJ-3 标段的某一桥梁钢

$$R_1^T = \begin{bmatrix} 0.3861 & 0.3462 & 0.3204 & 0.3084 & 0.3084 & 0.3084 & 0.2958 & 0.3589 & 0.3209 & 0.2571 & 0.2440 & 0.3084 \\ 0.4356 & 0.4231 & 0.3883 & 0.4112 & 0.4112 & 0.4112 & 0.3944 & 0.4402 & 0.4279 & 0.3429 & 0.3254 & 0.4112 \\ 0.1782 & 0.2308 & 0.2913 & 0.2804 & 0.2804 & 0.2804 & 0.3099 & 0.2010 & 0.2512 & 0.4000 & 0.3732 & 0.2804 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0574 & 0.0000 \end{bmatrix}$$

模版招标采购为例,例证此方法的科学性、合理性和实用性。京沪高速铁路 JHTJ-3 标段工程分割暂定总价:54 654 万元。合同工期:2008 年 3 月 1 日—2010 年 12 月 31 日。京沪高速铁路三标工程,管区长度 20.24 km,其中路基 4.63 km,桥梁 15.61 km。桥梁包括韩庄运河特大桥、引龙河特大桥、南庄特大桥,南庄中桥、大路村 1 号中桥和大路村 2 号中桥。桥梁工程共有钻孔灌注桩 3 558 根,承台 390 个,明挖及挖井基础 77 个,墩台 467 个,筒支梁 5 孔,支架现浇连续梁 7 联,连续刚构梁 2 联;路基工程土石方约 60 万 m³。

(一)利用层次分析法确定评价指标各末级指标的权重

经过一系列的初步考核和筛选,最后确定出 3 家较为合适的供应商,并根据其招标特点确立了如表 1 所列示的综合评价指标体系。利用层次分析法,结合专家打分确定出了各个指标的权重向量 A , (表 3 指标 C_i 所构成的列向量), $A=(0.251\ 3,0.092\ 5,0.071\ 5,0.130\ 2,0.025\ 3,0.040\ 4,0.078\ 7,0.076\ 6,0.106\ 8,0.054\ 9,0.046\ 3,0.025\ 4)$

(二)确定评价灰类和评价样本矩阵

本案例所确定的四类灰类为图 1 所确定的优、良、中、差四个灰类。且其等级值化向量 $C=(8,6,4,2)$,所对应的白化函数如图 1 所示。

根据 4 个专家对 12 个指标按 4 个评估等级(优、良、中、差)进行评分,构造评价样本矩阵为:

$$D_1^T = \begin{bmatrix} 7 & 6 & 5 & 5 & 5 & 6 & 5 & 6 & 6 & 5 & 5 & 5 \\ 6 & 7 & 5 & 5 & 6 & 5 & 6 & 6 & 6 & 4 & 5 & 5 \\ 7 & 6 & 5 & 6 & 6 & 6 & 5 & 7 & 6 & 5 & 4 & 6 \\ 6 & 5 & 7 & 6 & 5 & 5 & 5 & 6 & 5 & 4 & 3 & 6 \end{bmatrix}$$

依次求出对其他两个供应商的评价样本矩阵 D_2^T, D_3^T 。

(三)确定灰色评价权矩阵

根据确定的评价灰类和白化函数,得出灰色评价权矩阵为:

(四) 综合评定供应商

通过末级指标对总目标的权重值向量 A 以及上述求得的灰色评价权矩阵得到综合评价结果 B_1 为:

$$B_1 = AR_1 = [0.330\ 7, 0.411\ 7, 0.254\ 8, 0.002\ 7]$$

$$Z_1 = B_1 C^T = [0.330\ 7, 0.411\ 7, 0.254\ 8, 0.002\ 7][8, 6, 4, 2]^T = 6.140\ 4$$

上述 Z 值即为对供应商评价的综合评价价值, 根据如上评价原理, 对其他备选供应商进行评价, 然后比较 Z 值大小, 取最大值即可选择出合适的供应商。本案例中 Z_1 即为 3 个供应商中得值最大的供应商, 可见其供应商的总体满足顾客需求

的能力是良好的, 也是其他供应商中最优秀的。

五、总结

针对通过初步筛选的供应商的小样本集合, 利用层次分析法, 结合灰色系统理论, 对评价指标进行系统化的分析, 建立灰色评价指标体系, 用层次分析法确定出评价指标权重, 考虑到样本信息的不规律性, 建立四类相适应的灰类并对应各类的白化函数确定出灰色评价权矩阵, 最后结合各末级指标权重和灰色评价权矩阵确立得出分值最大的供应商。多种方法结合使得评价过程更加可靠, 结果更加合理, 同时由于该方法可操作性强, 是用于对供应商进行综合评价的比较合理且可行的方法。

参考文献:

- [1] 王磊. 供应链管理环境下供应商选择研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2007: 28-37.
- [2] 王凤忠. 基于灰色层次分析法的应急物流保障能力评价[J]. 军事物流, 2011, 30(9): 227-229.
- [3] 马雪芬. 供应链管理环境下第三方物流企业的评价选择[J]. 计算机工程与应用, 2003(2): 7-9.
- [4] 单福彬. 基于灰色层次分析法的第三方物流企业服务能力评价研究[J]. 廊坊师范学院学报: 自然科学版, 2011(4): 77-80.
- [5] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1990: 100-120.

Research on Gray Analytic Hierarchy Process for Supplier Evaluation and Selection

LI Zhi-ping¹, LU Tie-jun²

(1. Beizi Engineering Project Management Company Limited, Beijing 100071, China;

2. School of Economics and Management, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China)

Abstract: According to the actual need of the evaluation and selection of the suppliers, this paper establishes a gray analytic model in order to evaluate and choose the appropriate supplier. Through establishing the evaluation index system, using the gray analytic method to determine the weight of each index, and combining gray evaluation theory and analytic hierarchy process, this paper establishes the gray analytic evaluation model to evaluate and choose the appropriate supplier.

Key words: gray analytic hierarchy process; supplier; evaluation

(责任编辑 田丽红)