

招标评标方法的适用性研究

雷 蕾, 谭跃进

(国防科技大学人文与管理学院, 湖南 长沙 410073)

摘 要:由于招标评标对象的多样性,普遍适用的评标方法是不存在的。基于对现行及在研的几种主要评标方法(包括最低投标价法,多属性分析法,基于不确定性理论以及基于主成分分析的评标方法)的原理及评标模型的研究,针对指标特性(定性/定量)、主观因素影响程度等问题,分析了各方法的适用性。

关键词: 评标方法;适用性;模糊综合评判法;灰色关联度分析;主成分分析

中图分类号: O212 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2003)03-0087-05

招标是一种有组织的、规范化的交易运作方式,通常是由招标方以公开的方式发出邀请,召集若干承包商或供应商投标,然后通过招标机构规范科学的评标方法,择优选出最佳竞标者中标^[1]。不难看出,招标实质上是一个多目标多准则决策问题,评标定标则是对待评对象进行综合评价的过程。在现代决策科学中,综合评价对提高决策的信息量和科技含量具有重大的理论意义和实用价值^[2]。因此,招标的核心环节是评标定标。

评标的对象是投标方及其所提供的标的。招标的标的可以是物资、工程项目,科技项目等性质、特点完全不同的交易对象,而且,即使是对同一类标的,不同招标方的具体需求也不尽相同,因而,评标指标的数量、性质,指标体系的结构、评价标准等方面会因招标项目的不同而产生很大的差别。然而任何一种评价方法都有其针对性和局限性,因此不存在普遍适用的招标评标方法。那么,招标方究竟应该选取哪种方法才能达到理想的招标评标效果呢?针对这个问题,本文将对目前招标业务及招标研究中所涉及的几种主要评标方法,包括最低投标价法,多属性分析法,基于不确定性理论以及基于主成分分析的评标方法,进行比较研究,给出各方法一般的评标模型,针对指标特性(定性/定量)、主观因素影响程度等问题,分析各方法适用性及优缺点。

1 现行评标方法的适用性及缺陷

目前,招标业务中常用的评标方法有最低投标价法与多属性分析法两种。

1.1 最低投标价法

最低投标价法是以价格作为评标的唯一因素(指标),并以此决定中标企业。在招标业务中,这种方法一般只适用于具有通用标准,质量、性能等方面容易进行比较的招标项目,例如,简单的设备、半成品、原材料等。最低投标价法的优点是简便易行,但是缺陷也较为明显,其中最突出的就是,该方法的适用范围非常有限,它将价格以外的因素全部忽略,缺乏规范性与科学性。依照这种方法所选择的中标方很有可能在质量、性能、信誉等方面不能满足招标方的需求,从而达不到招标的目的。

1.2 多属性分析法

多属性分析法(Multi-attribute analysis, MAA),我国又称作综合评分法,即评标委员会根据招标方事

收稿日期:2003-01-19

基金项目:总装备部技术基础研究重点项目

作者简介:雷 蕾(1979-),女,陕西西安人,硕士生,主要从事系统工程研究;

谭跃进(1958-),男,湖南长沙人,教授,博士生导师,主要从事系统工程理论与应用研究。

先确定的评价指标,对各投标人进行综合打分,累计最高分者中标。这种方法是目前招标业务的常用方法,适用于耐用货物,如车辆、发动机等设备或工程建设等大多数招标项目的评标。

基本的 MAA 模型为

$$V_j = \sum_{i=1}^n A_{ij} \quad (1)$$

式中: V 表示总分, A_{ij} 是第 j 个待评企业的第 i 个评价指标的得分, j 是指标的个数。

为了取得更为科学的评价结果,可为指标附加权重(Weighting Indices) $W_i = (i = 1, 2, \dots, n)$ 。 W_i 可能来源于:①单个专家的经验或偏好;②全体专家的意见;③对模型所涉及数据进行调查、分析^[3]。但目前权重来源大多为前两项,即为主观赋权。

MAA 方法相对最低投标价法已有了相当改善,它可以体现出招标方对标的多方面的需求(例如,价格、质量、性能等),并且可以通过简单的模型定量的表示投标方的综合状况。但是,这种方法仍有一定缺陷,主要表现在:①评价指标不够规范。指标体系的科学性、完备性是准确评标的前提条件,但是目前的评标指标仅为单层体系,较为粗略,因而指标内容含糊;②主观因素影响大。综合评分法中,尽管各个指标经专家评分而得以量化,但是评标的各个环节均依赖于评标委员会的主观经验或偏好,这样难免出现各种偏差和失误^[4],影响招标的客观性。

2 在研评标方法的适用性

在研的评标方法指的是还未普遍应用于实际招标业务的那些评标方法。目前招标研究中所提出的评标方法主要有模糊综合评判法,灰色关联分析法及主成分分析法。前两者基于对不确定性系统的研究,而主成分分析是多元统计数据分析的描述性分析方法^[5]。

2.1 基于不确定性理论的评标方法

概率论、模糊数学和灰色系统理论是三种最常用的不确定性系统的研究方法^[6]。而招投标的一个显著特征即是不确定性,因此研究者试图用这些理论与方法来解决评标问题。概率论方法需要基于先前事件来预测未来发生的事件,但招标均为一次性过程^[3],因此无法应用概率论。而模糊数学和灰色系统理论适用于评标问题,以下是分别应用了这两种理论的评标方法。

2.1.1 模糊综合评判法

应用模糊集理论(Fuzzy set theory, FST)所建的评价模型能够根据已有的评价标准和实测值,经过模糊变换后对事物作出评价,适于处理多准则信息,并且可以在人的参与下处理不确定性问题,因此模糊集理论适用于评标。而由此得到的评标方法称为模糊综合评判法(Fuzzy synthesis evaluating method)。这种方法简略的评判过程如下:

1) 招标方或评标委员会确定评价指标体系和评语等级,以形成评判因素论域 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 和评语等级论域 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 。

2) 确定隶属度。确定隶属度的方法有多种,这里仅举利用隶属频率的值来确定隶属度的方法,即

$$u_i \text{ 属于 } v_j \text{ 的隶属频率} = \frac{u_i \in v_j \text{ 的次数}}{n} \quad (2)$$

式中, n 是指评委会总人数。

3) 确定模糊综合评判矩阵。由于绝大多数评标都属于多因素模糊评判,因此需要建立评判矩阵 R 。

$$R = (r_{ij})_{m \times n} \quad (3)$$

式中, r_{ij} 表示待评企业的第 i 个指标对第 j 个评语等级的隶属度。

同时,还可以为每个指标确定权重,则权重集可表示为

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_m] \quad (4)$$

式中, $0 \leq w_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, m$

由此,可以得到最终的模糊综合评判矩阵,即

$$B = W * R \quad (5)$$

式中,“*”是模糊合成运算符号,具体计算方法为:

$$b_j = \bigvee_{i=1}^m (w_i r_{ij}) \quad (V \text{ 为取 } \max, j=1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

4) 确定最终评定值(对模糊综合评判向量的处理),如下式:

$$A = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_j b_j}{\sum_{j=1}^n b_j} \quad (7)$$

式中, A 为最终评定值, $\alpha_j (j=1, 2, \dots, n)$ 为等级参数。根据量值 A 即可对投标企业进行排序选优。

如上所述,模糊综合评判方法较适用于评价定性指标,它可以将招标中用模糊语言描述的定性属性或信息量化,较好地克服信息的模糊性,减少招标中的不确定性问题。较 MAA 法,模糊综合评判法的模型更为科学严谨,并且限制了主观因素对评标的影响,因而评判结果更为准确客观。但是,该方法仍存在很多不足之处,例如,评标各环节仍然参与了较多的主观因素;运算模型较多,选择不当会丢失信息。另外,为了求得个指标的隶属函数,必须对指标进行处理,这样,会使得有些已是“白化”的指标经处理后反而变成模糊值,从而造成评价误差。

2.1.2 基于灰色关联度分析的评标方法

灰色系统(Grey System)理论是研究从系统内部发掘信息并充分利用这些信息,建模方法是着重于系统内部行为数据间的内在联系上挖掘其量化的方法。灰色关联度分析(The Grey Relation Analysis, GRA)方法是灰色系统理论的一支,它是分析系统中各因素间关联程度的一种量化方法,其基本思想是根据序列曲线几何形状的相似程度来判断灰色过程发展态势的关联程度^[7]。根据灰色系统的概念,招标评标可以看作为一个灰色系统,因此应用灰色关联度分析构造的评价模型可以用于评标,其一般步骤如下

1) 对原始数据进行标准化处理(使数据转化为数量级大体相近的无量纲数据)。

2) 确定参考数列和比较数列。设参考数列和比较数列分别为

$$X_0 = \{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)\}, \quad X_i = \{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)\}$$

式中, $x_0(k) (k=1, 2, \dots, n)$ 表示第 k 个指标的最优值, $x_i(k)$ 表示第 i 个企业的第 k 个指标的实际值。

3) 求关联系数。设第 k 个指标 X_i 对 X_0 的关联系数为 $\zeta_i(k)$, 则

各指标的最小绝对误差为

$$\Delta_{\min} = \min_i \min_k |x_i(k) - x_0(k)| \quad (8)$$

各指标的最大绝对误差为

$$\Delta_{\max} = \max_i \max_k |x_i(k) - x_0(k)| \quad (9)$$

由此可得关联系数为

$$\zeta_i(k) = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{\Delta_i(k) + \rho \Delta_{\max}} \quad (10)$$

式中, ρ 为分辨系数(根据经验一般取 $\rho=0.5$ 较为合适)。

4) 求关联度,根据关联度大小则可知投标方的优劣顺序。关联度为

$$r_i = \sum_{k=1}^n w_k \zeta_i(k) \quad i=1, 2, \dots, m \quad (11)$$

式中, m 表示投标方的个数, w_k 为指标 k 的权重,其来源同 MAA 法。

由于基于灰色关联度的评标方法在对定量数据进行评价时可以做到完全无人干预,充分利用已有的白化信息,因此在这方面较模糊综合评判方法更为精确有效。而且,利用灰色关联模型进行评标是从被评对象的各个指标中选取最优值为评价的标准,实质上是评价被评对象和此标准之间的距离,这样可以较好地排除数据的“灰色”成分。另一方面,这种方法在处理定性信息时仍需要通过专家形成量化数据(评分),因此对于这一部分信息仍无法避免人为因素影响,如果处理方法简单,所得的定量数据很可能不够客观准确。因此相较之下,在处理定性信息时,仍是模糊评判方法较有优势。

2.2 基于主成分分析的评标方法

在对复杂指标群,亦即复杂数据群进行评标时(例如,技术复杂的物品采购,或大型建设工程的招标),由于评标定标具有确定的时间限制,即使是评标委员会的专家,要对投标方所有需要评价的信息做出准确判断,也是非常困难的。面对这类招标评标问题,我们提出利用主成分分析来简化决策问题,提高数据信息的

分析效率。主成分分析(Principal components analysis)是多元统计中的一种描述性分析方法,该方法可以对多定量数据进行综合简化,即,在力求数据信息丢失最少的原则下,对高维变量进行降维处理,使得原先由多个指标所表示的信息基本可由少数几个新指标(主成分)表示出来^[5]。如果想以一个综合变量代表所有的原始变量而作为最终评估值,则最佳选择是第一主成分。当然,只要符合限制条件,也可以利用多个主成分来生成评估值。显然,这样可以提高评估精度。本文假设待评数据满足所需条件,则采用多个主成分进行评标的一般步骤如下:

1)对原始数据进行标准化处理(转换为无量纲数据,使成本型指标与效益型指标数据同趋化,具体方法可参考文献[8,9])。

2)根据标准化后的数据值,得相关系数矩阵 R (指标 i 与指标 j 的协方差矩阵)为

$$R = (r_{ij})_{n \times n} \tag{12}$$

式中, n 是指标的个数, $r_{ij}(i, j = 1, 2, \dots, n)$ 是指标 i 与指标 j 的简单相关系数。

3)求相关系数矩阵 R 的特征值、特征向量和贡献率。

由 R 的特征方程 $|R - \lambda I| = 0$, 求得特征值 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_n \geq 0$, 对应的特征向量为 $\alpha'_j = (\alpha_{j1}, \alpha_{j2}, \dots, \alpha_{jn})$, $j = 1, 2, \dots, n$ 。于是得各主成分如下:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \alpha_{11}Z_1 + \alpha_{12}Z_2 + \dots + \alpha_{1n}Z_n \\ Y_2 &= \alpha_{21}Z_1 + \alpha_{22}Z_2 + \dots + \alpha_{2n}Z_n \\ &\dots \dots \dots \\ Y_n &= \alpha_{n1}Z_1 + \alpha_{n2}Z_2 + \dots + \alpha_{nn}Z_n \end{aligned} \tag{13}$$

式中, $Y_i(i = 1, 2, \dots, n)$ 指主成分, $Z_i(i = 1, 2, \dots, n)$ 是经标准化处理后的指标数据值。

各主成分的贡献率 Q_j (即第 j 个主成分的方差占总方差的比例)为

$$Q_j = \frac{\lambda_j}{n} \quad j = 1, 2, \dots, n \text{ (数据已经经过标准化处理, 方差为 1)} \tag{14}$$

累计贡献率 Q_k (即前 k 个主成分的方差和占总方差的比例)为

$$Q_k = \frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i}{n} \tag{15}$$

4)构造综合评价函数。在进行综合评价前,应先由招标方确定主成分包含的信息程度,由此即可根据累积贡献率确定主成分的个数,并可以各主成分的贡献率作为权重,以构造出综合评价函数。假设招标方希望信息精度达到 90%, 则选取使 $\sum_{j=1}^k Q_j \geq 90\%$ 的最小整数 k 个主成分。综合评价函数为

$$V_i = \sum_{j=1}^k Q_j Y_{ij} \tag{16}$$

式中 V_i 即是第 i 个被评企业的最终评定值。常用的加权评估法在确定评估值时,尽管可能采用各种不同的技术途径,但其实质均是根据专业知识及人们对系统的认识,确定评估指标体系之后,通过对专家进行咨询,对每一个评价指标的重要程度进行评价,通过映射函数建立一个综合评估值,并据此对系统中各待评对象进行优劣排序。而主成分分析方法则采用了另一种完全不同的思路,它的本质是对高维变量系统进行最佳综合与简化^[5]。

基于主成分分析的评标方法的优点主要表现在:①在指标权重的设定方面无需人的参与(利用主成分贡献率),增强了指标权重的客观性;②该方法适用于指标数量大、数据复杂的招标项目,可以简化评标问题,提高招标方或专家的决策效率与准确性;③与灰色关联分析方法相似,主成分分析适于处理定量数据,可以完全避免人为因素的干预,提高评标精度。

但是,主成分分析法在处理定性信息方面同样没有优势。并且,该方法的评价模型对数据有较为严格的限制^[5,9],例如:指标值均需正相关(消除无序性);数据的多重相关性将带来评价误差。另外,还有一个问题是不容忽视的,即主成分只是在几何位置分布上使数据离差较大的方向。但从评标本身的意义来看,它们不一定能够指向指标体系中招标方最重视的那一部分。

3 结束语

本文探讨了现行与在研的几种主要评标方法的适用性,总结见表 1。需要强调的是,评标方法的选取一

定要结合实际需求,以准确、高效为原则。如果招标的标的具有通用标准,或技术含量不高,容易比较,则选取上述前两种方法即可,若选用后几种方法很有可能评定结果相同,但评标工作量增加,反而降低了招标效率。

表1 几种主要评标方法对比表

评标方法	评价指标	权重设定	适用范围	人为/主观影响
最低投标价法	单指标(价格)	权重为1(单指标)	具有通用标准,易比较的项目	小
MAA法	目前为单层次多指标 (多层次也可行)	主观赋权 (招标方/评委设定)	各类招标项目	大
模糊综合 评判法	单/多层次多指标	主观赋权 (招标方/评委设定)	各类招标项目,尤其适用于对定性 信息的评估	较大
灰色关联 度分析法	单/多层次多指标	平均赋权 (也可主观赋权)	各类招标项目,尤其适用于数量较 少的定量指标数据评估	较小
主成分 分析法	单/多层次多指标	客观赋权 (根据主成分贡献率)	各类招标项目,适用于数量多、关 系复杂的定量指标数据评估	小

参考文献:

- [1] 陈守愚. 招标投标理论与实务[M]. 北京:中国经济出版社,1998.
- [2] 秦寿康. 评价方案优化系统[J]. 系统工程学报, 2002,17(2): 143-149.
- [3] Gray D H. Which contractor selection methodology? [J]. International Journal of Project Management, 1998, 16(3):153-164.
- [4] 郝丽萍, 梁春艳, 谭庆美, 等. 招标工程评价方法及应用研究[J]. 天津大学学报, 2001, 34(4): 515-520.
- [5] 任若恩, 王惠文. 多元统计数据分析——理论、方法、实例[M]. 北京:国防工业出版社, 1998.
- [6] 刘思峰, 郭天榜, 党耀国. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社, 1999.
- [7] 吴小萍, 詹振炎. 基于灰色和模糊集理论的铁路方案多目标综合评价方法及模型研究[J]. 铁道学报, 2001, 23(5): 107-113.
- [8] 秦寿康. 主成分价值函数模型及其评价方案择优方法[J]. 系统科学与数学, 2001, 21(4): 465-472.
- [9] 傅荣林. 主成分综合评价模型的探讨[J]. 系统工程理论与实践, 2001, (11): 68-74.

(编辑:门向生)

A Research on Applicability of Evaluating Methods of Inviting Bidding

LEI Lei, TAN Yue-jin

(School of Humanities and Management, National University of Defense Technology, Changsha, Hunan 410073, China)

Abstract: Because of the multiformity of evaluating objects of inviting bidding, it is impossible to find a generally applicable evaluating method. In this paper, the results of the research on applicability of several main evaluation methods of inviting bidding, including multi-attribute analysis, fuzzy synthesis evaluating method, grey relation analysis, and principal component analysis, are given in terms of feature of the indices and subjective influences.

Key words: evaluating methods of inviting bidding; applicability; fuzzy synthesis evaluating method; grey relation analysis; principal component analysis