

DEA 和信息熵改进的评标方法研究

曹琳剑^{1,2}, 刘炳胜¹, 王雪青¹, 冯 涛²

(1. 天津大学 管理学院, 天津 300072; 2. 天津城市建设学院, 天津 300389)

摘要:文章从评标改进着手, 针对国内现有评标方法单一的现象, 提出综合评价的观点。对国内现有评标方式进行类比分析, 提出两种方式相结合的评标模式。并根据决策单元多输入多输出的特点建立了评价指标体系。引用信息熵对建筑施工企业投标能力进行综合评价, 严格界定各个指标的权重, 使其更加符合优中选优的原则, 且进一步降低了评标中的人为因素, 减少了随意性, 有利于消除建设项目评标过程中的不良弊端。在对决策单元做出客观、科学评价的基础上提高了评标效率, 并结合实际案例进行验证。

关键词:建设工程; DEA; 信息熵; 评价方法

中图分类号: C931

文献标志码: A

文章编号: 1008-5831(2011)02-0086-04

工程招标投标是国际上广泛认同并普遍采用的一种分派或承接工程任务的交易方式。中国于 20 世纪 80 年代初逐步实行招标投标制度, 随着该项制度的不断完善, 招标评标方法研究也逐渐成为人们关注的焦点^[1]。评标的原则和方法是这一环节中起决定性作用的因素。评标方法不仅影响到具体项目的评选结果和投资效益, 而且影响到建设市场的正常秩序。现行的工程招投标法律、法规, 主要对评标程序、信息公开、符合性调查、评标打分应量化和评审记录等方面进行了规定, 但是因工程影响因素众多, 难以确定其有效性。为准确客观地对承包商作出评价, 必须有一种切实、可行、公平、公正的评标方法。笔者主要从评标方法的选用、评审因素的组成和权重等方面进行分析和探讨, 力求探索一种更科学客观的评价方法。

一、问题的提出

评标活动应遵循“公平、公正、科学、择优”原则, 评标方法的改进、创新及其科学化是评标活动发展的必然趋势。总结国内外研究现状, 借助数学模型的评标方法主要有层次分析法、模糊综合评判法、熵权系数法、灰色关联分析等。此外, 在前人研究基础上, 一些专家学者在各类项目的评标中引入了诸如主成分分析、粗糙集和灰聚类理论、理想解法、神经网络等理论, 从而丰富了评标方法理论与实践研究^[2]。值得注意的是, 将单一数学模型及其改进方法引入评标过程的研究较为普遍, 而综合两种及两种以上数学模型的研究为数不多, 其中国外学者 Singh & Robert^[3], 国内学者杨学英^[4]、张金隆等^[5]、粟增德等^[6]的研究较具代表性。

收稿日期: 2009-12-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70772057)

作者简介:曹琳剑(1976-), 男, 河北保定人, 天津大学管理学院博士研究生, 天津城市建设学院副教授, 主要从事工程管理研究; 王雪青(1965-), 女, 浙江温州人, 天津大学管理学院教授, 博士研究生导师, 主要工程管理研究; 刘炳胜(1979-), 男, 天津市人, 天津大学管理学院博士研究生, 主要从事工程管理研究。

从评标实践看,国内最常用的评标方式有“低价评标法”、“综合评价法”两种^[7]。但都有其缺陷和一定的局限性。低价评标法是一种只对投标人的投标报价进行评议从而确定中标单位的评标定标方法。这种方法可以较大程度节约资金,提高资金使用效率,遏止腐败现象,规范市场行为,能够提高企业的经营能力和管理水平。但是,低价评标法也存在一些问题:一是价格最低,并不能保证服务和质量最优;二是承包商竞相压价,造成不正当竞争且中标后修改施工方案,在施工过程中偷工减料,对工程质量造成一定的危害;三是成本价不易界定,是最低评标价法受到质疑的核心问题。综合评价法适用范围广泛、评审因素更全面,对价格、施工方案、项目经理的资历和业绩、质量、工期、信誉等因素进行综合评价从而确定中标人^[8]。该方法充分考虑各种指标因素并对其定量分析,具有一定的客观性和公正性。但也有其缺陷:一是评标因素及权值难以合理界定;二是由于专家组成员属临时抽调,在短时间内让他们充分熟悉被评项目资料,全面正确掌握评价因素及其权值,有一定的困难。

二、改进评标方法的提出与基本步骤

由于常用的建设工程评标方法存在不正当竞争、评标专家在评标时主观性强等问题。且现有评标方式有其局限性且形式较为单一,所以考虑两种评标方式相结合的评标模式。

将 DEA 与信息熵组合的评标模式与传统的评标模式相比较可以看出改进后的优越性。现有建设工程资格预审得出的结论只是大体上对决策单元进行评价,不能够客观、深层次地作出判断。考虑在资格预审的同时,选用 DEA 作为辅助工具。DEA 可以从实际情况和具体指标入手,考虑绩效评价;且通过对各评价指标设置权重,进行定量、定性分析来减小主观因素的影响。该方法充分考虑到了多投入多产出的复杂系统的特点及各指标、各企业之间的关联度,因而能对投标方案进行全面客观的评价,适用于一般建设工程项目的评标工作。如果通过 DEA 有效性检验得出某个决策单元有效,则从投入产出角度也能达到有效。但有时在对决策单元进行有效性

评价时只通过 DEA 的绩效评价是不全面的。因为在使用此方法评价时只考虑到各决策单元的总效率和技术有效性,而并未对实际情况进行考虑。基于此,特别提出采用信息熵对 DEA 筛选后的方案进行检验并排序。改进后的基本评标程序如图 1 所示。

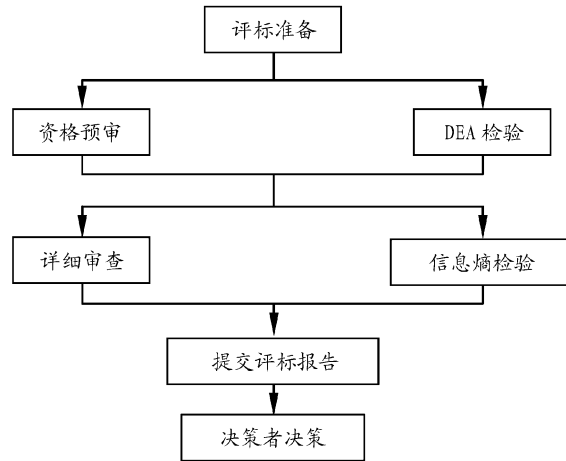


图 1 改进后的评标程序

评标中的详细评审一般是结合项目实际情况对各投标方案的报价、工期、质量等进行比较得出结论。将信息熵作为详细审查的辅助工具,对 DEA 检验和资格预审后的方案进行评价,相对于传统评标而言,信息熵则在更深的层次上进行评价,考虑到决策单元的各项指标的经验权重和综合权重及各投标方案的距离,避免了确定权重的主观偏向性,使权重的确定更具客观性,更符合实际^[9]。所以,DEA 与信息熵相结合的评标模式使得评标更具科学性和客观性。

三、基于改进方法的算例分析

(一)算例数据描述

某工程实行公开招标,共有 5 家施工单位参加投标。设 X_1 为企业注册资金/万元; X_2 为企业 3 年来完成同类工程产值/万元; X_3 为企业投标报价/万元; X_4 为施工过程中的材料费/万元; X_5 为施工方案/分; Y_1 为施工工期/天; Y_2 为施工质量,按照标书文件承诺的工程质量进行计分。构建决策单元输入输出表如表 1 所示。

表 1 决策单元输入输出表

决策单元	输出指标					输入指标	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y_1	Y_2
DMU ₁	2 000	3 000	800	600	80	96	80
DMU ₂	1 800	2 500	900	700	75	87	75
DMU ₃	1 500	1 700	1 000	800	75	94	75
DMU ₄	2 200	2 800	900	700	85	86	85
DMU ₅	2 000	3 000	750	550	80	89	85

(二)判断 DEA 有效性

采用 Lingo 程序^[10]求解如表 2。

表 2 DEA 求解结果

Variable	Value	Reduced Cost
P	5.000 000	0.000 000
S(1)	1.000 000	0.000 000
S(2)	0.973 384	0.000 000
S(3)	1.000 000	0.000 000
S(4)	0.978 589	0.000 000
S(5)	1.000 000	0.000 000

根据输出结果可知 DMU₁、DMU₃、DMU₅ 方案为有效方案。

(三)信息熵排序

在判断各决策单元 DEA 有效性的基础上,用信息熵对筛选后的方案进行计算、排序。

表 3 投标方案评价表

	DMU ₁	DMU ₃	DMU ₅
X ₁	2 000	1 500	2 000
X ₂	3 000	1 700	3 000
X ₃	800	1000	750
X ₄	600	800	550
X ₅	80	75	80
Y ₁	96	94	89
Y ₂	80	75	85

确定规范化评价矩阵:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1/5 & 1 & 0 \\ 1/5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 5/7 & 0 \\ 1/2 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

采用以下各式确定评价指标熵值^[11]:

$$H_i = -k \sum_{j=1}^n f_{ij} \ln f_{ij}$$

其中, $i = 1, 2, 3 \dots m$, $f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}}$, $k = \frac{1}{\ln n}$ 。

采用以下各式确定各评价指标的熵权:

$$w_i = \frac{1 - H_i}{m - \sum_{i=1}^m H_i}, \sum_{i=1}^m w_i = 1, 0 \leq w_i \leq 1。$$

计算结果如表 4 所示。

综合权重可通过公式 $\lambda_i = \frac{\lambda'_i w_i}{\sum_{i=1}^m \lambda'_i w_i}$ 确定。该项

目中综合权重和经验权重的确定和计算如表 5 所示。

表 4 各指标熵及熵权值

指标	注册资金	已完工程	报价	材料费	施工方案	工期	质量
熵 H_i	0.316	0.316	0.410	0.410	0.316	0.618	0.579
熵权 w_i	0.159	0.159	0.146	0.146	0.159	0.095	0.104

表 5 经验权重和综合权重

指标	注册资金	已完工程	报价	材料费	施工方案	工期	质量
经验权重	0.100	0.100	0.300	0.100	0.100	0.150	0.150
综合权重	0.117	0.117	0.322	0.107	0.117	0.105	0.115

(四)计算结果分析

为得到最优方案,可将方案集映射到距离空间,距离小者为首选方案^[12]。各投标方案的距离为:

$$L_2(\lambda_i, i) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \lambda_i^2 (1 - r_{ij})^2}。$$

综合权重 (λ_i) 下各方案距离:

DMU₁ 的距离为:

$$L = \sqrt{0.322^2 \cdot 0.8 + 0.107^2 \cdot 0.8 + 0.115^2 \cdot 0.5} = 0.277;$$

DMU₃ 的距离为:

$$L = \sqrt{0.117^2 + 0.117^2 + 0.105^2 \cdot 2/7 + 0.115^2} = 0.237;$$

DMU₅ 的距离为:

$$L = \sqrt{0.322^2 + 0.107^2 + 0.115^2} = 0.355。$$

经验权重 (λ'_i) 下各方案距离:

DMU₁ 的距离为:

$$L = \sqrt{0.3^2 \cdot 0.8 + 0.1^2 \cdot 0.8 + 0.15^2 \cdot 0.5} = 0.265;$$

DMU₃ 的距离为:

$$L = \sqrt{0.1^2 + 0.1^2 + 0.15^2 \cdot 2/7} = 0.235;$$

DMU₅ 的距离为:

$$L = \sqrt{0.3^2 + 0.1^2 + 0.15^2}$$

$$= 0.351。$$

表6 各投标方案的距离

投标方案	DMU ₁	DMU ₃	DMU ₅
距离(综合权重)	0.277	0.237	0.355
距离(经验权重)	0.265	0.235	0.351

根据计算结果可知,方案排序为 DMU₃、DMU₁、DMU₅,且经验权重与综合权重下的距离排序相一致。因此,DMU₃ 为最优方案。

四、结论

基于 DEA 与信息熵改进的评标方法可以更客观的评价各投标方案,弥补以往评标模式主观性强的缺陷。同时在评标过程中也比以前更简捷、有效,使评标人在较短时间内科学合理地对个各方案作出准确判断。该评标方法的改进有助于招投标过程中的公平竞争、规范建筑市场及保护招标投标双方的合法权益。

参考文献:

- [1] 裴睿智. 对我国建筑工程招投标中价格形成问题的思考[J]. 经济问题探索,2005(8):155-157.
- [2] 粟增德. 基于含偏好约束锥的数据包络分析评标模型及其

其应用研究[D]. 重庆:重庆大学,2006.

- [3] SINGH D, ROBERT L K. A fuzzy decision framework for contractor selection[J]. Journal of Construction Engineering and Management,2005,131(1):62-70.
- [4] 杨学英. 层次分析法及模糊综合评判在工程评标中的应用[J]. 科技进步与对策,2002(12):132-134.
- [5] 张金隆,丛国栋,周智皎. 一种基于粗糙集和灰聚类理论的 IT 项目评标决策模型[J]. 管理评论,2005(10):29-33.
- [6] 粟增德,任玉珑. 基于 AHP 与 DEA 的评标模型及其应用研究[J]. 科技进步与对策,2006(S4):131-133.
- [7] 马兆亮. 工程评标方法的分析与探讨[J]. 水运工程,2005(12):17-19.
- [8] 李文健. 关于对工程招投标评标办法的浅谈[J]. 大众科技,2007(9):220-221.
- [9] 任玉珑,粟增德. 综合 DEA 模型在合理低价评标法中的应用研究[J]. 科技管理研究,2007(1):219-223.
- [10] 董肇君. 系统工程与运筹学[M]. 北京:国防工业出版社,2007:397-401.
- [11] 邱苑华. 现代管理决策理论方法与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004:39-57.
- [12] 刘慧,管理. 基于信息熵的决策方案优选策略[J]. 运筹学学报,2007(5):270-274.

A Study on the Bidding Evaluation Method Based on DEA and Improvement of the Information Entropy

CAO Lin-jian^{1,2}, LIU Bing-sheng¹, WANG Xue-qing¹, FENG Tao²

(1. School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, P. R. China;

2. Tianjin Institute of Urban Construction, Tianjin 300389, P. R. China)

Abstract: This paper starts with the improvement of bidding evaluation, and puts forward the viewpoint of comprehensive evaluation directing at the single domestic evaluation approach. It made analog and analysis on the existing domestic evaluation approach and brought forward an evaluation mode combining two ways. Then it built the evaluation index system according to the multiple-input and multiple-output, characteristics of the decision-making unit. The article introduced information entropy to the comprehensive evaluation of the bidding ability of the construction companies, strictly defined the various weights of each index to make them the priority among priorities, and further reduced the human factors in the evaluation and decreased the randomness to eliminate the defects in the process of evaluation in construction projects. This paper enhanced the efficiency of bidding evaluation based on the objective and scientific evaluation on the decision-making unit, and verified its effects.

Key words: construction project; difference exponential average; information entropy; evaluation approach