



Research on Competitive Procurement Evaluation Model Based on Rough Set Importance Analysis

Zhang Pinghao*, Jiang Gang, Lin Guifang

Naval Research Institute, Beijing, China

Email address:

85106639@qq.com (Zhang Pinghao)

*Corresponding author

To cite this article:

Zhang Pinghao, Jiang Gang, Lin Guifang. (2023). Research on Competitive Procurement Evaluation Model Based on Rough Set Importance Analysis. *Science Innovation*, 11(6), 284-287. <https://doi.org/10.11648/j.si.20231106.20>

Received: November 7, 2023; **Accepted:** November 28, 2023; **Published:** November 29, 2023

Abstract: Public bidding is one of the important methods of competitive procurement, and the evaluation methods generally include comprehensive scoring method, lowest evaluated price method, and evaluated lowest bid price method. The commonly used method in equipment procurement is the comprehensive evaluation method, which involves three types of scores: business, technology, and price. The bidder with the highest total score will win the bid. When designing a comprehensive scoring standard, the bidding unit usually decomposes it into several items within the specified total score of this category, and then refines the quantitative criteria for each item's score. However, it often overlooks the internal connection of the three categories of scores, resulting in the winning bidder with the highest comprehensive score not necessarily meeting the core needs of the bidding party. In response to the typical problem of grading and ranking bidding units in current competitive procurement, this article intends to establish a bid evaluation model using the comprehensive weight analysis theory of rough set theory. Based on this, detailed evaluation criteria are designed, which can more scientifically and reasonably judge the scores of bidding units in the evaluation, and is conducive to improving the objectivity of the evaluation results; At the same time, through simulation case calculations, when there is more than one bidding unit with the highest final score, the comparative analysis of the evaluation result matrix is equivalent to a comprehensive analysis of many influencing factors such as price and technical score, which to some extent solves the problem of difficulty in selecting suitable winning bidders through detailed evaluation criteria.

Keywords: Rough Set, Competitive Procurement, Bid Evaluation Model

基于粗糙集重要度分析的竞争性采购评标模型研究

张平豪*, 姜刚, 林桂芳

海军研究院, 北京, 中国

邮箱

85106639@qq.com (张平豪)

摘要: 公开招标是竞争性采购的重要方式之一, 评标方法一般有综合评分法、最低评标价法和经评审的最低投标价法。装备采购中常采用的为综合评分法, 涉及商务、技术、价格三类分值, 以最终总分最高者中标。招标单位在设计综合评分标准时, 通常规定的本类分值总数中分解成若干项, 再细化设计每项得分的定量标准, 而往往会忽略三类分值的内在联系, 造成综合得分第一的中标单位, 不一定满足招标方的核心需求。针对当前竞争性采购中对投标单位打分排序的典型问题, 本文拟通过粗糙集理论的综合权重分析理论建立一套评标模型, 据此设计详细评审标准, 能够更科学合理的判断投标单位在评判中的得分, 有利于提高评价结果的客观性; 同时通过模拟案例试算, 当最终得分最高的

投标单位不止一家时,通过对比分析评价结果矩阵,也相当于对价格、技术得分等众多影响因素进行了综合分析,一定程度上解决了难以通过详细评审标准选出适合的中标单位的问题。

关键词: 粗糙集, 竞争性采购, 评标模型

1. 引言

随着社会主义市场经济的不断完善和国防科技工业改革的不断深化,市场呈现出新的生机与活力,很多产品具备多家生产、多家竞争的条件,既为装备快速、可持续发展提供了重要机遇,也为开展竞争性装备采购创造了良好环境。公开招标是竞争性采购的重要方式之一,评标方法一般有综合评分法、最低评标价法和经评审的最低投标价法[1]。无论是邀请招标、竞争性谈判,还是招标与竞争性谈判混合,科学合理的评标办法都是提高装备采购质量和效益,实现装备采购招标工作的科学化、规范化、制度化的重要保障,而评标专家根据评标办法中的详细评审标准进行打分并排序,是择优选出优胜承制单位的主要方式。招标文件在编制时存在资格条件设置不合理、评标因素的设置过于主观、关键性评审指标的设定不切实际等问题往往会影响招标工作的合理性[2];同时评判打分客观性、专家考虑周全性、分值相同选择性等都关系着竞争性采购的正常合理进行。

为了解决招标工作中的不合理问题,国内外学者做了多方努力和研究,其中:秦晨君采用主成分分析法,通过SPSS软件进行数据计算,确定评标结果,以期为招标评标提供思路[3];孙慧通过对最低投标价法与综合评估法两种常用评标办法深入分析研究,探讨了综合评估法在通信招标项目中的应用,以期帮助招标人实现节约成本、提高效率的目标[4];刘庆贺,张秋妹介绍了水利水电工程常用的评标方法,给出招标人使用两次平均值法作为评标方法时,对一次平均值和二次平均值附以权重确定评标基准价,或者去掉最高报价和最低报价来确定评标基准价[5];汤骏采用人工智能技术,过滤相同材料,对比差异化内容,有效克服评标尺度不一、工作效率低下等缺陷,确保评标结果公平、公正[6];王琳,周志云,鲍安红基于直觉模糊集,通过分析3个一级指标和10个二级指标建立的评标体系,建立评标模型来选取最优投标人,降低了评标过程中的人为因素,使评标工作更加客观公正[7];瞿万超对招标评标管理工作中智能化技术的应用和趋势进行了分析,总结了智能化技术在招评标管理工作中的应用效果[8]。

综上所述,从管理方面、智能技术、算法等角度,招评标研究学者做了大量共工作,从实践来看有利于招标工作的合理公平公正地开展。但是如何更加合理的设计评标打分体系研究较少。为此,本文通过粗糙集理论分析评价指标权重,拟通过客观权重与专家法主观权重相结合得到综合权重的方式,设计更加有利于评标专家现场科学合理实践操作的评分标准,为更客观真实的得到优胜承制单位提供一种新的方法。

2. 评标模型的建立

竞争性采购无论是硬件还是软件,都涉及对若干指标量化,并通过百分制分配分值作为评价标准。当两家得分最高的投标单位得分相同,还需对价格、技术得分等其他因素重新考核。假设第三家单位分值与最高得分差距微乎其微,但考虑价格、技术因素时可能又有优势,这样就有可能对投标单位错失中标希望,对招标单位错失最佳优胜承制单位。为此本文拟建立评标模型,根据专家主观打分通过模型测算投标单位的优胜性,主要步骤为:首先通过故障树理论将涉及打分的指标进行权重计算作为客观权重,其次通过客观权重与传统百分制指标权重相结合获得综合权重矩阵,再次根据百分制评价指标中投标单位的得分情况拟制单指标测度矩阵,然后通过综合权重矩阵和单指标测度矩阵的关联度分析得到投标单位的优胜值所在区间,最后通过对比分析所有投标单位优胜值,将更客观合理的得到最佳优胜承制单位。

2.1. 基于粗糙集理论的综合权重分析

(1)竞争性采购评价指标划分

竞争性采购评价指标一般分为价格、技术、商务等方面,具体指标集包含 $I=\{\text{报价、合理性的价格指标;承担类似项目的使用效果的开发经验;团队带头人综合能力为代表的团队能力;包含技术指标、进度要求、质量保证的方案指标进度质量;财务状况、知识产权承诺等;包含资信状态投标完整性的信用状况等}\}$,共六项指标,根据通常做法将六项指标划分为I、II、III、IV四个等级。

采集历史同类项目招标评标结果数据,通过故障树理论分析即可计算出六项指标的客观权重。

(2)基于粗糙集重要度分析的权重计算

基于粗糙集理论的重要度分析方法,首要问题是明确故障树中各子系统的关键属性,即上述的六项评价指标,并以这些关键属性集合作为粗糙集理论分析的条件属性,以中标为结果属性[9]。首先建立重要度分析信息表,信息表一般以顶事件或次顶事件为结果属性,以基本事件或中间事件为条件属性;其次,通过定义好的属性约简规则约简相关性较高的属性及采集的样本;再次,依据简化信息表编写各条件属性对应的最小割集;然后,以最小割集为依据分析各结果属性对各类的正域;最后,得到各条件属性关于结果属性的重要度的计算值,并依据计算值的大小确定个条件属性的重要度,进而得到各评价指标的重要度量化值。

根据客观权重与各单位单指标测度矩阵的乘积,即可得到该单位评价指标的综合权重。

2.2. 单指标测度矩阵

各投标单位作为研究对象 x_1, x_2, \dots, x_n 构成对象空间 $U=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 。评标时需对投标单位的多方面进行考核，如施工方案，资金状况及投标单位信誉等等，即对 m 种指标 $I=\{I_1, I_2, \dots, I_m\}$ 进行度量， x_{ij} 表示第 i 个投标单位关于第 j 中指标的观测值。投标单位每个影响因素可以分为 p 个等级 $\{c_1, c_2, \dots, c_p\}$ ，每个指标观测值对应不同等级的隶属度，用 μ_{ijk} 表示。 $\mu_{ijk}=\mu(x_{ij} \in c_k)$ 表示观测值 x_{ij} 属于第 k 个评价等级的程度，单指标测度矩阵为[10]：

$$\begin{bmatrix} \mu_{i11} & \mu_{i12} & \cdots & \mu_{i1p} \\ \mu_{i21} & \mu_{i22} & \cdots & \mu_{i2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{im1} & \mu_{im2} & \cdots & \mu_{imp} \end{bmatrix}$$

其中单指标测度评价矩阵中的元素应满足以下要求[11]：

- (1) $\mu(x_{ij} \in c_k) \in [0, 1]$
- (2) $\mu(x_{ij} \in \sum_{l=1}^k c_l) = \sum_{l=1}^k \mu(x_{ij} \in c_l)$

表2 评价指标简化信息。

样本	价格指标a	开发经验b	团队能力c	方案指标d	财务状况e	信用状况f	是否中标g
O1	良	优	良	良	优	优	1
O2	优	良	良	良	中	中	0
O3	优	优	良	优	优	优	1
O4	良	优	良	优	良	优	0
O5	优	良	优	优	优	良	1
...
50	中	优	优	良	优	优	0

根据信息表，可得结果属性对各类的正域及条件属性 a, b, c, d, e, f 关于结果属性 G 的重要度为：

$$\begin{aligned} \sigma(a) &= \gamma_c(G) - \gamma_{c-(a)}(G) = \frac{50}{50} - \frac{30}{50} = \frac{20}{50} \\ \sigma(b) &= \gamma_c(G) - \gamma_{c-(b)}(G) = \frac{50}{50} - \frac{26}{50} = \frac{24}{50} \\ \sigma(c) &= \gamma_c(G) - \gamma_{c-(c)}(G) = \frac{50}{50} - \frac{28}{50} = \frac{22}{50} \\ \sigma(d) &= \gamma_c(G) - \gamma_{c-(d)}(G) = \frac{50}{50} - \frac{30}{50} = \frac{20}{50} \\ \sigma(e) &= \gamma_c(G) - \gamma_{c-(e)}(G) = \frac{50}{50} - \frac{26}{50} = \frac{24}{50} \\ \sigma(f) &= \gamma_c(G) - \gamma_{c-(f)}(G) = \frac{50}{50} - \frac{20}{50} = \frac{30}{50} \end{aligned}$$

根据指标重要性得分的归一化处理得到客观权重：

$$W' = (0.1429, 0.1714, 0.1571, 0.1429, 0.1714, 0.2143)$$

3.2. 计算单指标测度矩阵

由表1甲乙两家单位六项指标得分在四个等级区间里的分布情况，具体计算方法为：(1)按指标总分分为四个宽度相等的区间，从高到低分为I、II、III、IV四个等级；(2)将具体指标得分减去所在区间的下限值；(3)差值除以区间

3. 案例分析

某软件项目通过公开招标方式选择设计单位，本文将基于粗糙集理论的评价模型运用于投标单位的定量分析与综合评价中。开标时有甲乙两家单位最终得分相同，在六项指标得分略有差距，具体如表1所示：

表1 某软件项目招标评分细则（按六项指标整理后）。

序号	评审因素	满分	甲单位	乙单位
	合计	100	94	94
1	价格指标	20	18	17
2	开发经验	25	24	23
3	团队能力	20	18	19
4	方案指标	20	19	20
5	财务状况	5	5	5
6	信用状况	10	10	10

3.1. 计算综合权重

查找整理类似软件开发项目的历史招标评标结果数据，如表2所示，50个样本数据中六项指标分为四个等级优、良、中、差，中标为1，未中标为0。

宽度即得到得分在该区间的测度；(4)相邻区间的测度值通过1减去上一区间测度值计算得到。按照该步骤，分别计算两家单位的单指标测度矩阵：

3.3. 计算评价结果

$$\begin{aligned} \text{甲单位:} & \begin{bmatrix} 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.84 & 0.16 & 0 & 0 \\ 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\ \text{乙单位:} & \begin{bmatrix} 0.4 & 0.6 & 0 & 0 \\ 0.68 & 0.32 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

将综合权重矩阵与单指标测度矩阵相乘分别得到：

$$\mu_{甲k} = (0.824, 0.176, 0, 0)$$

$$\mu_{乙k} = (0.828, 0.172, 0, 0)$$

由隶属度最大原则可知两家单位综合评价的等级都属于第 I 等级,各方面条件优秀。同时两通过综合评价得出甲单位属于第I等级的测度为0.824,小于乙单位的0.828,因此判定乙单位更具有优势,应为最终中标单位。

3.4. 结果分析

针对两家单位六项得分可以看出,乙单位价格指标分数低于甲单位,说明乙单位报价略高于甲。按照通常做法,当两家得分最高的投标单位得分相同,还需对价格、技术得分等其他因素重新考核,首先考虑价格因素将是甲单位中标[12]。但是从团队能力、方案指标等因素来看,甲单位又略逊于乙单位,使招标单位不能与最具技术优势的团队合作[13]。

根据历史类似软件项目招标结果,采用粗糙集重要度分析计算六项指标的客观权重,就使甲乙两家单位在六项指标的优势、及六项指标对项目重要程度得到放大,进而得到科学合理的招标结果。

4. 总结

本文应用基于粗糙集重要度分析的评价模型对模拟案例的投标单位得分情况进行评判,经分析该方法能够更科学的判断投标单位在评判中的得分,有利于提高评价结果的客观性[14];同时通过模拟案例试算,当最终得分最高的投标单位不止一家时,通过对比分析评价结果矩阵,也相当于对价格、技术得分等众多影响因素进行了综合分析[15];而且,客观权重的获取是在历史数据的基础上计算得到的,一方面与传统的评价过程和体系不冲突,另一方面使得评价过程更加简单、指标分析界面更加清晰。

参考文献

- [1] 范勇红,曾穗恒,钟铭. 三种评标办法在国企招标中的应用 [J]. 中国招标, 2023 (11): 126-128.
- [2] 石彬. 招标文件编制过程中存在的问题及合理化建议 [J]. 中国招标, 2023 (08): 137-138.
- [3] 秦晨君. 基于主成分分析的装配式建筑劳务分包招评标探讨 [J]. 中国招标, 2023 (08): 123-126.
- [4] 孙慧. 两种常用评标办法在通信招标项目中的应用 [J]. 中国招标, 2023 (06): 116-118.
- [5] 刘庆贺,张秋妹. 水利水电工程招标投标问题及评标机制研究 [J]. 中国招标, 2022 (09): 142-143.
- [6] 汤骏. 招标采购差别化评标技术原理及其实现 [J]. 南通职业大学学报, 2022, 36 (01): 93-99.
- [7] 王琳,周志云,鲍安红. 基于直觉模糊集的建筑工程EPC模式招评标方法研究 [J]. 四川水泥. 2022 (03): 91-93.
- [8] 瞿万超. 招评标管理工作中智能化技术的应用 [J]. 天津科技, 2021, 48 (07): 100-101+104.
- [9] 杨林娟,沈士明. 基于粗糙集理论的故障树重要度分析 [J]. 南京工业大学学报, 2007 (1): 60-64.
- [10] 吴丽莉. 工程造价全过程控制方法的研究 [D]. 吉林: 吉林大学, 2008.
- [11] 何菲菲,王飞,李红. 建设工程招评标模型研究及应用 [J]. 河北工程大学学报 (自然科学版), 2013 (6): 103-105.
- [12] 董洁. 大型装备项目融资流程要点 [J]. 船舶物资与市场. 2021 (03): 93-94.
- [13] 杨峰,徐鹏,黄鹏等. 工程、物资采购招标优化评标办法的思考 [J]. 四川建材. 2021, 47 (03): 199-200+210.
- [14] 黄小雁,章凌云. 模糊综合评价法在施工招标综合评标法中的应用 [J]. 福建建筑. 2021 (02): 85-89.
- [15] 邓乃文. 重新招标与重新评标的区别及适用 [J]. 建设科技. 2020 (19): 70-73.