

# 业主对不平衡投标报价风险的灰聚类 识别方法研究<sup>1</sup>

许世涛<sup>1)</sup> 滕海文<sup>2)</sup> 陈向东<sup>2)</sup>

1) 中国航空技术国际工程有限公司, 北京 100101

2) 北京工业大学建筑工程学院, 北京 100124

**摘要** 在招投标阶段, 大中型工程项目的业主要识别的风险可能因素很多, 投标单位的不平衡报价就是其中的一个重要因素。一般情况下, 投标单位的不平衡报价对业主来讲具有灰色信息的特点, 采用灰色系统理论, 考虑到报价信息对招标方、业主不完全、关系不完全明确的特点, 提出了基于灰聚类的不平衡报价风险定量识别办法, 克服了在大型工程中没有大样本统计数据的不足。

**关键词:** 大型工程项目 不平衡报价 灰聚类 灰理论 风险识别

## 引言

大型工程项目投资宏大、建设周期长、可能的风险因素多。立项以后, 大型工程项目在施工阶段, 业主方的风险主要集中在是否能通过招标阶段确定一个负责任、有能力的承包单位。而招标中的风险控制, 直接关系到大型工程项目是否顺利进行, 是否有利于保证工程质量、降低工程成本和缩短建设工期。

大型工程项目业主在招标阶段的风险主要有常规工程风险和只出现在大型工程项目中的特殊风险。对于只出现在大型工程项目中的风险, 投标方不平衡报价是业主方更应考虑的一个风险因素, 有效的识别不平衡报价, 规避该类风险对业主工程投资控制具有重要意义。

针对不平衡报价的特点, 考虑到投标单位报价蕴含有许多对业主来说是灰色信息的数据, 本文提出了基于灰聚类的风险定量识别方法。

## 1 工程量清单计价模式下不平衡报价风险

工程量清单计价是在工程招投标中, 按照国家统一的工程量清单计价规范, 由业主或其委托的具有资质的中介机构, 编制反映工程实体消耗和措施消耗的工程量清单, 并作为招标

---

[收稿日期] 2010-02-20

[作者简介] 许世涛, 男, 生于1972年。硕士, 中航技国际工程坦桑公司总工程师。专业方向: 结构加固、工程项目施工以及项目风险管理。E-mail: xusht@live.com

滕海文, 女, 生于1974年。博士, 硕士生导师, 北京工业大学副教授。主要研究方向: 结构耐久性分析、结构加固。E-mail: tenghaiwen@bjut.edu.cn, tenghaiwen@hotmail.com

文件的一部分提供给投标人，由投标人依据工程量清单，综合考虑各因素进行自主报价的工程计价模式。

由于在许多情况下，工程实际需要完成的工程量与清单上给出的工程量可能会不相同，投标商可能对招标文件工程量计算偏小和估计以后发生变更工程量会增加的分部分项工程，选择较高的投标单价，而对工程量偏大的分部分项工程则以较低的单价投标，这样确保投标总价变化幅度较小，有利于中标。但在实施过程中，由于变更带来的工程量增加部分，中标单位应该按照较高的中标单价与建设单位（业主方）结算，从而获得较多的结算额，这就是不平衡报价（张敏，2009）。不平衡报价主要的两个目的为：一是获得合同利润；二是提前收回工程款。不平衡报价对业主不公平，因此，业主应具有识别能力和防范措施。

### 1.1 不平衡报价数学模型

假定清单上有  $n$  个报价项目。业主告诉投标者的工程量清单表示为：

$$\mathbf{q} = (q_1, q_2, \dots, q_n)^T \quad (1)$$

而投标者对这  $n$  个报价项目估计的工程量表示为：

$$\mathbf{a} = (a_1, a_2, \dots, a_n)^T \quad (2)$$

投标者不会将  $\mathbf{a}$  告诉业主，而是将故意抬高或压低的报价表示为：

$$\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T \quad (3)$$

而投标者的正常估价则表示为：

$$\mathbf{p} = (p_1, p_2, \dots, p_n)^T \quad (4)$$

那么，投标者自认为根据实际工程量  $\mathbf{a}$  及填报的单价  $\mathbf{y}$  中，能够从业主那里获得的工程款总和为  $\mathbf{aTy}$ ；按正常报价  $\mathbf{p}$  和清单工程量  $\mathbf{q}$  计算的工程进度款总和为  $\mathbf{qTp}$ ，两者之间差额是  $(\mathbf{aTy} - \mathbf{qTp})$ ，投标者在确定  $\mathbf{y}$  时总是希望差额  $(\mathbf{aTy} - \mathbf{qTp})$  越大越好（卢德林，2002）。但是，差额越大，不平衡报价的不平衡性也越大；投标单位获得超额利润的可能性越大，给业主造成损失风险的可能性也越大。

## 2 大型工程项目招标的不平衡报价风险识别

对于投标方来说，不平衡报价可以认为是完全透明的，而对于业主来说，不平衡报价是部分可知、部分未知的信息，尤其是分项工程项目可能要超过上千项的大型工程项目。从不平衡报价的数学模型出发，在有限的评标时间内，评标委员很难将这种风险识别出来（张宇等，2004）。因此，不平衡报价产生的主要理由就是，由于投标方对投标报价信息的确知性和业主对于报价信息及部分清单内容的不完全确知性。这种由于少数数据与少数信息带来的不确定性就是灰色不确定性，可以考虑在对确认已知的信息进行数据处理后，采用灰色系统理论来对投标方的报价不平衡性做出估测。基于此，本文建立了基于灰聚类的不平衡报价风险识别方法。

### 2.1 灰色系统的基本理论

灰色系统是指既含有已知信息，又含有未知信息的系统。它研究的是信息不完全的对象，

内涵不确定的概念，关系不明确的机制（邓聚龙，2002）。

按照灰色理论，灰评估指的是将对象做灰色类别（灰类）的评估。其中，灰聚类是一种重要的评估形式。

灰评估首先要确定要素，其主要包括：

- 1) 评估对象  $i$ ,  $i \in I = \{1, 2, \dots, w\}$ 。
- 2) 项目（指标） $j$ ,  $j \in J = \{1, 2, \dots, m\}$ 。
- 3) 样本  $d_{ij}$ ,  $i$  对象对于  $j$  项目的样本，样本矩阵  $\mathbf{d} = (d_{ij})$ ,  $i=1, 2, \dots, w$ ,  $j=1, 2, \dots, m$ 。
- 4) 灰类  $k$ ,  $k \in K = \{1, 2, \dots, n\}$ 。灰类指概念性的类别，如“好”、“中”、“差”则可以定义为“第 1 灰类”、“第 2 灰类”、“第 3 灰类”。
- 5) 白化函数：灰理论中的命题灰数可以通过白化函数表达。

以白化默认数  $\tilde{A}$  为横坐标，以对命题  $j$  的确认度  $f_j^\circ$  为纵坐标的平面，称为灰数表达平面。在表达平面上按命题信息域的要求，对  $\tilde{A}$  构成的最小信息图像，称为灰色图形。表达灰数图形的函数称为  $\tilde{A}$  的白化函数，记为  $f(\tilde{A})$ 。

## 2.2 基于灰聚类的不平衡报价识别方法

根据灰聚类知识，设有  $n$  个目标对象，每个对象有  $m$  个特征因素数据。在这里  $n$  个目标对象代表  $n$  个投标单位， $m$  个特征因素数据代表因素特征指标（如管理费、税金等），由此可以得到聚类样本  $[\mathbf{x}]_{m \times n}$ 。

利用灰色聚类方法将第  $i$  个对象 ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) 归入第  $k$  个灰类中 ( $k=1, 2, \dots, s$ ， $s$  表示事先设定的  $s$  个类别，如不平衡性的 a,b,c,d)

定义 1: 10 若白化权函数如图 1，则称  $f_j^k(\tilde{A})$  为上限测度白化权函数，表示工料单价各指标严重不满足于希望满足的范围内；20 若白化权函数如图 2，则称  $f_j^k(\tilde{A})$  为强中限测度白化权函数，表示工料单价各指标稍低于希望满足的范围内；30 若白化权函数如图 3，则称  $f_j^k(\tilde{A})$  为弱中限测度白化权函数，表示工料单价各指标不能在希望满足的范围内；40 若白化权函数如图 4，则称  $f_j^k(\tilde{A})$  为下限测度白化权函数，表示工料单价各指标在希望满足的范围内。

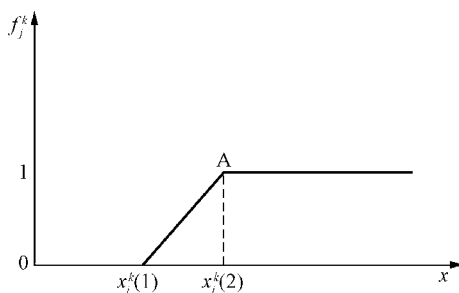


图 1 白化权函数 (1)

Fig.1 Whitening weight function #1

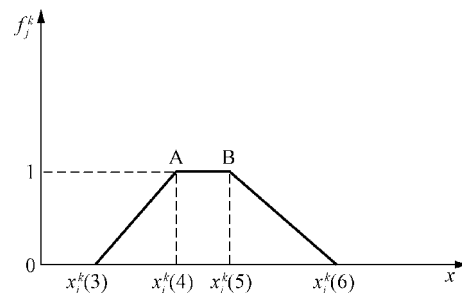


图 2 白化权函数 (2)

Fig.2 Whitening weight function #2

对于不同的因素指标，分别给出各灰类白化权函数和各转折点数值  $x_j^k(1)$ ,  $x_j^k(2)$ , ...。对于因素指标数值  $x_{ij}$ ，在不平衡报价分析时需要首先得到各分项工程价格。

定义 2: 设  $x_{ij}$  为对象  $i$  关于指标  $j$  的样本,  $f_j^k(\ddot{A})$  为  $j$  指标  $k$  子类白化权函数,  $h_j^k$  为  $j$  指标关于  $k$  子类的权, 则称:

$$s_i^k = \mathring{\mathbf{a}} \underset{j=1}{\overset{m}{\mathbf{f}}_j^k(x_{ij}) \square \eta_j^k \quad (5)$$

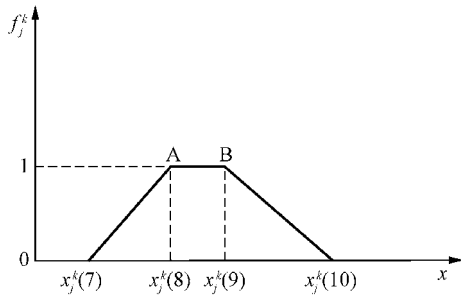


图 3 白化权函数 (3)

Fig.3 Whitening weight function #3

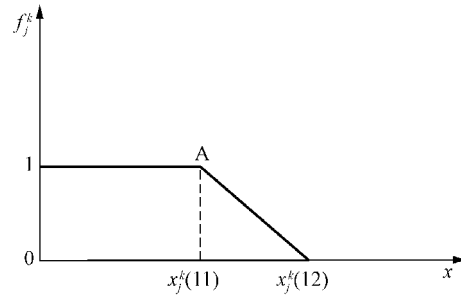


图 4 白化权函数 (4)

Fig.4 Whitening weight function #4

为对象  $i$  属于  $k$  子灰类的指标加权聚类系数, 与灰聚类基本定义不同的是, 权  $h_j^k$  的大小可根据实际情况或专家知识判断选用。

定义 3: 称  $\sigma_i^k = (s_i^1, s_i^2, \dots, s_i^k)$  为对象  $i$  的聚类系数向量。

定义 4: 设  $\sigma_i^{k*} = \max \{s_i^k\}$ , 则称对象  $i$  属于灰类  $k^*$ 。

这样, 首先根据理论分析或专家知识, 定出各灰类的白化权数, 然后将选定分项工程工料单价的数据代入  $\sigma_i^{k*}$  的计算公式, 计算出聚类系数值, 由聚类系数形成聚类系数向量, 从定义 4 判断对象  $i$  属于事先确定的哪一灰类, 从而确定该工程项目的报价属于哪一类别。

### 2.3 算例

设某大型工程项目通过资格预审确定了 5 家单位投标。甲单位报价数据中有 A、B、C、D、E 五项报价值值得怀疑或者需要重点关注。经过与以往统计数据所得到的相应分项单价均值进行比较, 所得比例系数分别为: 0.865、0.747、1.35、1.044, 用灰聚类方法判断其不平衡性。

此时,  $n=1$ ,  $m=5$ , 5 个分项工程特征指标即为其比例系数。

第一步: 设  $j$  指标  $k$  子类白化权函数  $f_j^k(\ddot{A})$ ,  $j=1,2,3,4,5$ ;  $k=1,2,3,4$ 。

第二步: 确定白化权函数及权指标。约定一个最小的比例指标范围, 在定额计价政策下工程造价允许的误差一般取为 (-5%, 3%)。

$$\{f_1^i\} = \{0, 0, 0.5, 0.5\}; \quad \{f_2^i\} = \{0, 0, 0.5, 0.5\}; \quad \{f_3^i\} = \{0, 0, 0, 1\};$$

$$\{f_4^i\} = \{0, 0, 0, 1\}; \quad \{f_5^i\} = \{1, 0, 0, 0\} \quad i=1,2,3,4$$

因为指标已经过先期处理, 因此可认为这 5 个分项工程对判别不平衡报价的影响程度相同, 我们将权指标取为等权, 即  $h=0.2$ 。

第三步: 计算聚类指标。代入式 (7), 计算得到:

$$s_1^1 = 0.6; \quad s_1^2 = 0; \quad s_1^3 = 0.2; \quad s_1^4 = 0.4$$

第四步: 聚类向量为  $\sigma_1 = (s_1^1, s_1^2, s_1^3, s_1^4) = (0.6, 0, 0.2, 0.2)$

经过聚类指标计算, 该单位  $\sigma_i^{k*} = \max \{s_i^k\} = 0.6$ , 即属于  $k=1$  的灰类, 按照灰理论判定准则和本方法中的定义 1, 属于不平衡性很强的投标。如果选择甲单位中标, 业主即可能存在较大不平衡报价的风险, 除非甲单位有其他方面的明显优势或者招标单位另有防范措施, 否则, 从防范不平衡报价风险的角度考虑, 不宜选择甲单位作为中标单位。

### 3 结论

对于业主在工程量清单计价模式下最有可能发生的不平衡报价风险, 考虑到报价信息对招标方、业主不完全、关系不完全明确的特点, 提出了基于灰理论的定量识别法, 克服了大型工程没有大样本统计数据的不足。这种不平衡报价的定量识别方法简单、工作量小。在实际工作中, 利用计算机进行数据处理将会大大提高评标的效率, 并降低大型工程项目的业主风险。

### 参考文献

- 邓聚龙, 2002. 灰预测与灰决策. 武昌: 华中科技大学出版社.
- 卢德林, 2002. 土建工程报价优化模型. 系统工程理论与实践, 18 (9): 16—20.
- 张敏, 2009. 谈“不平衡报价法”对业主控制工程造价的影响. 交通科技, 20 (7): 148—150.
- 张宇, 赵永涛, 丁朝燕, 2004. 工程量清单招标中业主的风险防范. 建筑经济, 35 (9): 83—86.

## **Risk Identification under Unbalanced Bidding Based on Grey Clustering for Large-scale Engineering Project Owner**

Xu Shitao<sup>1)</sup>, Teng Haiwen<sup>2)</sup> and Chen Xiangdong<sup>2)</sup>

1) China National Aero-Technology International Engineering Corporation. Ltd., Beijing 100101, China

2) College of Architecture and Civil Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

**Abstract** In the bidding phase, unbalanced pricing of the tender is one important risk among owner's risk of large-scale engineering project. Generally, unbalanced pricing is characterized with grey information to owners. In this paper, grey system theory is applied under the consideration when the quotation is not clear completely. Quantitative identification method is put forward based on gray clustering to overcoming the large-scale project without large sample statistic data.

**Key words:** large-scale engineering project; Unbalanced pricing; Grey cluster; Grey theory; Risk identification