第24卷第4期　　湖 南 工 业 大 学 学 报　　Vol.24 No.4
2010年7月　　Journal of Hunan University of Technology　　July 2010

工程项目投标报价策略博弈分析

罗超良[1]，侯木舟[2]

（1. 湖南工业大学 科技学院，湖南 株洲 412008；2. 中南大学 数学科学与计算技术学院，湖南 长沙 410083）

摘　要：结合所设某大型过江大桥建设工程的投标示例，建立了工程项目投标报价策略的博弈模型，再进行应用分析，为投标人提供最优的投标报价策略。

关键词：工程项目；投标报价策略；博弈分析

中图分类号：O225；F224.32　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1673-9833(2010)04-0106-03

Game Analysis of Bidding Tactics of Projects

Luo Chaoliang[1]，Hou Muzhou[2]

（1. College of Science and Technology，Hunan University of Technology，Zhuzhou Huna 412008，China；
2. School of Mathematical Science & Computer Technology，Central South University，Changsha 410083，China）

Abstract: Combining with a large cross-river bridge construction bidding example, establishes the game model of bidding tactics of projects, makes a pratical analysis on the method and provides the most superior bidding tactics for the tenders.

Keywords：projects；bidding tactics；game analysis

0　引言

博弈是研究决策主体行为发生直接相互作用时的决策以及这种决策的均衡问题[1-2]。博弈理论在工程管理中有广泛的应用[3-6]，工程项目投标报价实质上是一个博弈过程。投标报价决策属于典型的不完全信息静态博弈，即在博弈过程中至少有一个博弈方不完全清楚其他某些博弈方的得益或得益函数。并且各个决策者是同时进行决策，或者即使在时间上不是同时决策，后决策者在决策时不知道其他决策人的决策选择。运用博弈理论来分析投标报价策略将是一种有效的方法。

随着政府加大对城市建设的投入，特别是近些年一些大型的路桥、隧道等市政和基础设施项目大大增加。这类大型的基础设施工程大多是国家的重点工程、形象工程，通过这些工程所带来的社会效益，如：影响、品牌、声誉等，对企业今后的发展更有意义，所以企业在投标中有正确的投标决策就显得尤为重要。

本文将以某高速公路建设中的过江大桥建设工程为例，主要对工程投标报价决策进行博弈分析。

1　工程项目投标报价博弈模型

1.1　基本假设

假设有某高速公路的过江大桥建设项目，某投标方完成此项目所需成本为 c，包括完成此项工程所需的建材、工资及管理等所有费用；招标方提供的费用额为 v。

假设 m_1 为所有投标方对工程出价的最小值，m'_1 为招标方对工程出价的最小值，取 $m=\min\left\{m_1, m'_1\right\}$；$M_1$ 为投标方对工程出价的最大值，M'_1 为招标方出价的最

收稿日期：2010-04-22
基金项目：国家自然科学基金资助项目（70871122）
通信作者：罗超良（1975-），男，湖南娄底人，湖南工业大学讲师，硕士，主要研究方向为经济博弈论，
E-mail：648547327@qq.com

大值，取$M=\max\left\{M_1,M_1'\right\}$。为简化计算，假设投标方对此工程的出价为$p_s$，且$p_s\in[m,M]$；招标方对工程的出价为$p_b$，且$p_b\in[m,M]$。

当$p_s\le p_b$时，则双方以$\frac{p_s+p_b}{2}$的价格成交，于是可得投标方的效用函数为：

$$u_s(p_s,p_b)=\begin{cases}\frac{p_s+p_b}{2}-c, & p_s\le p_b;\\ 0, & p_s>p_b。\end{cases}\tag{1}$$

招标方的效用函数为：

$$u_b(p_s,p_b)=\begin{cases}v-\frac{p_s+p_b}{2}, & p_s\le p_b;\\ 0, & p_s>p_b。\end{cases}\tag{2}$$

式（1），（2）中：c、v分别为投标方、招标方的私人类型，假设它们相互独立同分布，而且服从$[m,M]$上的均匀分布。

1.2 模型建立

上述双方招标问题可以归纳为如下的贝叶斯博弈模型[2,7-8]：

局中人集合$N=\{1,2\}$，其中：1 代表投标方，2 代表招标方。

局中人 1 的行动集合$A_1=\{p_s|m\le p_s\le M\}$，局中人 2 的行动集合$A_2=\{p_b|m\le p_b\le M\}$。

局中人 1 的类型集合$T_1=\{c|m\le c\le M\}$，局中人 2 的类型集合$T_2=\{v|m\le v\le M\}$。

投标方的策略为$s_s:T_1\to A_1$，$s_s(c)=p_s$，招标方的策略为$s_b:T_2\to A_2$，$s_b(v)=p_b$。

1.3 均衡分析

若$\left(s_s^*(c),s_b^*(v)\right)$为贝叶斯纳什均衡，则必须满足以下条件：

1）$s_s^*(c)$满足投标方的最优性。即对于$c\in T_1$，固定$s_b^*(\cdot)$，$p_s=s_s^*(c)$是以下最大化问题的解。

$$\max_{p_s}Eu_s\left(p_s,s_b^*(v);c,v\right)=$$
$$\max_{p_s}\int_{s_b^*\ge p_s}\left(\frac{1}{2}\left(p_s+s_b^*(v)\right)-c\right)\mathrm{d}F。\tag{3}$$

假设招标方采取线性要价策略，$s_b^*(v)=\alpha_b+\beta_b v$，则$s_b^*(v)$服从$[\alpha_b+\beta_b m,\alpha_b+\beta_b M]$上的均匀分布，于是

$$\int_{s_b^*\ge p_s}\left(\frac{1}{2}\left(p_s+s_b^*(v)\right)-c\right)\mathrm{d}F=$$
$$\left(\frac{1}{2}p_s-c\right)P\left(p_s^*(v)\ge p_s\right)+\frac{1}{2}\int s_b^*(v)\mathrm{d}F=$$
$$\left(\frac{1}{2}p_s-c\right)\left(1-F_{s_b^*}(p_s)\right)+\frac{1}{2}\int_{p_s}^{\infty}xf(x)\mathrm{d}x,\tag{4}$$

对式（4）中p_s求一阶导数后，令其为 0 可得：

$$\frac{1}{2}\left(1-F_{s_b^*}(p_s)\right)-\left(\frac{1}{2}p_s-c\right)f_{s_b^*}(p_s)-\frac{1}{2}p_sf_{s_b^*}(p_s)=0,$$
$$\frac{1}{2}\left(1-F_{s_b^*}(p_s)\right)-(p_s-c)f_{s_b^*}(p_s)=0,$$
$$1-F_{s_b^*}(p_s)=2(p_s-c)f_{s_b^*}(p_s),$$

即$1-\frac{p_s-(\alpha_b+\beta_b m)}{\beta_b(M-m)}=\frac{2}{\beta_b(M-m)}(p_s-c)$，

所以$p_s=\frac{1}{3}(\alpha_b+\beta_b M+2c),p_s\in[m,M]$。（5）

2）$s_b^*(v)$满足招标方的最优性。即对于$v\in T_2$，固定$s_s^*(c)$，$p_b=s_b^*(v)$是以下最大化问题的解。

$$\max_{p_b}Eu_b\left(p_b,s_s^*(c),c,v\right)=$$
$$\max_{p_s}\int_{s_s^*(c)\le p_b}\left(v-\frac{1}{2}\left(p_b+s_s^*(c)\right)\right)\mathrm{d}F。\tag{6}$$

因为$\int_{s_s^*(c)\le p_b}\left(v-\frac{1}{2}\left(p_b+s_s^*(c)\right)\right)\mathrm{d}F=$

$$\left(v-\frac{p_b}{2}\right)P\left(s_s^*(c)\le p_b\right)-\frac{1}{2}\int_{s_s^*(c)\le p_b}s_s^*(c)\mathrm{d}F,\tag{7}$$

对式（7）中p_b求一阶导数后，令其为 0 可得：

$$-\frac{1}{2}F_{s_s^*}(p_b)+\left(v-\frac{p_b}{2}\right)f_{s_s^*}(p_b)-\frac{1}{2}p_bf_{s_s^*}(p_b)=0,$$

故有$F_{s_s^*}(p_b)=2(v-p_b)f_{s_s^*}(p_b)$。（8）

假设投标方采取线性要价策略$s_s^*(c)=\alpha_s+\beta_s c$，则它服从$[\alpha_s+\beta_s m,\alpha_s+\beta_s M]$上的均匀分布。故由式（8）可得：

$$\frac{p_b-(\alpha_s+\beta_s m)}{\beta_s(M-m)}=\frac{2}{\beta_s(M-m)}(v-p_b),$$

所以$p_b=\frac{1}{3}(\alpha_s+\beta_s m+2v)$。（9）

联立式（5）和式（9）有：

$$\begin{cases}p_s=\frac{1}{3}(\alpha_b+\beta_b M+2c)=\alpha_s+\beta_s c,\\ p_b=\frac{1}{3}(\alpha_s+\beta_s m+2v)=\alpha_b+\beta_b v。\end{cases}\tag{10}$$

由式（10）可得：

$$\alpha_s=\frac{1}{12}m+\frac{1}{4}M,$$
$$\alpha_b=\frac{1}{4}m+\frac{1}{12}M,$$
$$\beta_s=\beta_b=\frac{2}{3}。$$

由式（10）可得贝叶斯纳什均衡为：

$$\begin{cases} s_s^*(c)=\frac{1}{12}m+\frac{1}{4}M+\frac{2}{3}c, \\ s_b^*(v)=\frac{1}{4}m+\frac{1}{12}M+\frac{2}{3}v\text{。} \end{cases} \tag{11}$$

由上述结果可知，若能准确估计 m,M 的值，则投标方以均衡值

$$s_s^*(c)=\frac{1}{12}m+\frac{1}{4}M+\frac{2}{3}c$$

竞标，能获得投标成功，并使收益最大。

2 结语

本文是在某种特定投标条件下的投标报价分析。在实际的工程招标中都有自定的投标规则，对与文中评标规则类似的工程项目的投标，这种投标报价策略是有效的，为投标方投标成功及收益最大化提供了方法。但这种方法有2点不足：一是在有多个投标方时，投标方在报价时受其他投标方的影响，本文没有考虑；二是投标方、招标方的报价取值一般是不一致的，为使计算方便本文视为一致。因此，为使本文中的工程项目投标报价策略更加切合实际，还有待于进一步完善。

参考文献：

[1] Gibbona R. Game Theory of Applied Economics[M]. Princeton：Princenton University Press，1992.

[2] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海 ：上海人民出版社，1996.
Zhang Weiying. Game Theory and Information Economics [M]. Shanghai：Shanghai People's Publishing House，1996.

[3] Gates M. Bidding Strategies and Probabilities[J]. Journal of the Structural Division，1967，93(1)：75-107.

[4] 王永萍，吴守荣. 防共谋博弈分析在工程监理中的应用[J]. 山东科技大学学报，2008，27(4)：94-98.
Wang Yongping，Wu Shourong. Application of Coalition-Proof Game Analysis in the Engineering Supervision[J]. Journal of Shandong University of Science and Technology，2008，27(4)：94-98.

[5] 洪伟民. 建设工程索赔决策的博弈分析[J]. 港工技术，2008(1)：37-39.
Hong Weimin. Game Analysis for Construction Claims Decision [J]. Port Engineering Technology，2008(1)：37-39.

[6] 王凯全，应惠亚. 建筑工程质量监督的博弈分析[J]. 中国安全生产科学技术，2007，3(4)：60-63.
Wang Kaiquan，Ying Huiya. Game Analysis on the Construction Quality Supervision[J]. Journal of Safety Science and Technology，2007，3(4)：60-63.

[7] 于维生，朴正爱. 博弈论及其在经济管理中的应用[M]. 北京：清华大学出版社，2004：73-90.
Yu Weisheng，Pu Zheng'ai. Game Theory and Its Application in Economic Management[M]. Beijing：Tsinghua University Press，2004：73-90.

[8] 谢识予. 经济博弈论[M]. 上海：复旦大学出版社，1997.
Xie Shiyu. Economic Game Theory[M]. Shanghai： Fudan University Press，1997.

（责任编辑：邓光辉）