

文章编号:1002-980X(2007)12-0070-04

# 一级密封招标在项目建设 BOT 方式中的应用分析

杨耀东, 郭亚军

(东北大学 工商管理学院, 沈阳 110004)

**摘要:**在项目建设 BOT 方式的环境下,分别对以特许期、单位产品收费价格、支付资金及总回收资金为竞标变量的一级密封招标进行了研究。建立了投标人之间的不完全信息静态博弈模型,给出了投标人的最优竞标策略并对各竞标变量选拔投标人的有效性进行了分析。分析显示当竞标人之间对市场的预期不同时,几种竞标变量下的最优竞标策略均存在失效的可能;当单位时间运营和维护成本可以忽略时,以总回收资金为竞标变量是最佳的选择。

**关键词:**一级密封招标;竞标策略;竞标变量

**中图分类号:**F224.7 **文献标志码:**A

BOT (Build-Operate-Transfer) 方式是指私营集团通过与政府签订特许权协议,取得投资、建设、经营项目的权力,并在特许期内收回成本、获得合理的回报,特许期满后项目设施全部无偿移交给政府。这种方式为解决基础设施(公共设施)供应不足提供了一种有效途径,而且可以从私营集团先进的技术和管理中获益<sup>[1]</sup>。对一个特许项目,往往有多个私营集团竞争特许权,私营集团的效率又有所差别(建造成本不同)。招标(拍卖)是揭示代理人私人信息、减少代理成本的有效手段,广泛应用于经济交易领域。项目建设 BOT 方式可以采用招标的方法解决私营集团的竞争问题。一级密封招标(the one-level sealed bidding)是许多招标方式中的一种,文献[2]在投标人成本独立且符合区间 $[0, 1]$ 上的均匀分布的条件下,得出投标人的最优报价策略依赖自身的成本和参与竞标的投标人数量;文献[3]在投标人成本独立均匀分布的情况下,指出了投标人的最优报价策略还与参与竞争的投标人的成本分布跨度相关;文献[4]将一级密封拍卖用于初始排污权的分析;文献[5]讨论了“one-pay”和“all-pay”两种机制的一级密封拍卖,并将其结论在 R & D 方面的应用进行了分析。文献[2-5]对一级密封招标的研究在竞标变量方面是比较单一的直接反映投标人

成本信息的情形。博弈方法在项目建设 BOT 方式上的应用研究<sup>[6-7]</sup>,建立了政府和单个项目公司之间的完全信息动态博弈模型,而未论及政府对代理人的选择即招投标过程的博弈问题。项目建设 BOT 方式招投标问题源于特许投标理论<sup>[8]</sup>,在竞标变量方面常见的有特许期、单位产品收费价格、支付资金、总回收资金等,其与一般工程项目招标有所不同,主要表现为竞标变量与投标人的成本信息不直接相关。文献[9-10]在招标变量方面做了实证研究,文献[11]对柔性特许期进行了探讨,文献[12-13]讨论了最小收入现值(least-present-value-of-revenue)机制,但是其忽略了运营与维护成本的影响。本文建立了项目建设 BOT 方式招投标问题的上述几种竞标变量下的模型,在投标人成本分布的一般情形下给出了投标人的最优竞标策略,并分别对其有效性进行了分析,最后对招标人的实际应用提出了相应的建议。

## 1 模型

假设:标的物为单一项目;有  $n$  个风险中性的理性投标人参与竞标;项目建设达到标准水平,投标人  $i(i = 1, 2, \dots, n)$  的建造成本  $c_i$  为私人信息;投标人  $i(i = 1, 2, \dots, n)$  认为其他  $n - 1$  个投

收稿日期:2007-08-02

基金项目:国家自然科学基金(70472032)

作者简介:杨耀东(1964-),男,辽宁本溪人,东北大学管理科学与工程专业博士研究生,主要从事区域经济、资源配置与管理研究。

标人的建造成本为一连续随机变量  $c$ , 分布于区间  $[\underline{C}, \overline{C}]$ , 密度函数为  $f(c)$ , 分布函数为  $F(c)$ ,  $F(\underline{C}) = 0$ ,  $F(\overline{C}) = 1$ , 且  $c_1, c_2, \dots, c_n$  是独立的。

投标机制为一级密封招标, 投标人之间的博弈过程为不完全信息静态博弈。在特定竞标变量下, 投标人根据成本进行决策, 其贝叶斯纳什均衡策略为  $B_i(c_i)$ ,  $c_i \in [\underline{C}, \overline{C}]$ 。假定  $B_i(g)$  为严格单调可微函数, 这是符合实际情况的, 因为投标决策是以成本为基础。由于博弈是对称的, 所以  $B_1(g) = B_2(g) = \dots = B_n(g) = B(g)$ 。

### 1.1 以特许期为竞标变量的情况

设  $P$  为单位产品收费价格, 由政府根据市场和社会福利等因素确定;  $Q$  为单位时间市场需求量, 与单位产品收费价格相关,  $M$  为分析方便暂假设所有投标人对其有共同的认识; 为单位时间运营和维护成本, 假设项目建设达到标准水平后所需的单位时间运营和维护成本对于不同的投标人来说是相同的; 投标人  $i$  的竞标策略  $B_i(c) = t, t \in T$  ( $T$  是由所有投标人的特许期构成的集), 即投标人要根据成本对特许期进行决策。这里  $B_i(g)$  为严格递增的, 即成本越低的投标人要求的特许期越短。

成本为  $c$  的投标人  $i$ , 选择  $t$  时竞标成功的概率为 (投标人之间的决策是相互独立的):

$$\begin{aligned} \text{prob}_i(t) &= [\text{prob}(t < t_j)]^{n-1} \\ &= [\text{prob}(B^{-1}(t) < B^{-1}(t_j))]^{n-1} \\ &= [1 - F(B^{-1}(t))]^{n-1} \end{aligned}$$

投标人  $i$  的期望收益:

$$E_i(t) = ((PQ - M)t - c)[1 - F(B^{-1}(t))]^{n-1}$$

最大化一阶条件:

$$\begin{aligned} (PQ - M)[1 - F(B^{-1}(t))]^{n-1} - ((PQ - M)t - c) \\ * (n - 1)[1 - F(B^{-1}(t))]^{n-2} \frac{dF}{dB^{-1}(t)} \frac{dB^{-1}(t)}{dt} \\ = 0 \end{aligned}$$

将  $t = B(c)$  代入并整理得:

$$\begin{aligned} (PQ - M)(1 - F(c)) \frac{dB}{dc} - \\ ((PQ - M)B(c))(n - 1) \frac{dF}{dc} = -c(n - 1) \frac{dF}{dc} \end{aligned}$$

即  $d((PQ - M)B(c))(1 - F(c))^{n-1} = cd(1 - F(c))^{n-1}$  对其  $c$  从  $\underline{C}$  到  $\overline{C}$  进行积分, 又因  $F(\overline{C}) = 1$ , 解得:

$$B(c) = \left( c + \frac{\int_{\underline{C}}^c (1 - F(s))^{n-1} ds}{(1 - F(c))^{n-1}} \right) (PQ - M)^{-1}$$

当  $F(c)$  为均匀分布时, 投标人  $i$  的最优策略为:

$$\begin{aligned} B(c) &= \left( \frac{\underline{C}}{n} + \frac{n-1}{n}c \right) (PQ - M)^{-1} \\ &= c \left( \frac{1}{n} + \frac{n-1}{n} \right) (PQ - M)^{-1} \end{aligned} \quad (1)$$

其中  $i = \frac{\underline{C}}{c} (i - 1)$ , 称为投标人  $i$  的相对成本系数 (文献 [3] 定义了成本分布跨度的概念, 本文针对任意投标人  $i$  将其扩展为相对成本系数)。显然式 (1) 是成本的严格递增函数, 因此相对成本系数最大 (成本最小) 的投标人竞标成功, 这说明在上述假设下, 该机制在区分投标人方面是有效的。

从式 (1) 可以看出, 在 BOT 方式特许期招标下, 最优投标策略不仅依赖于投标人自身的成本、参与竞标的投标人数量以及投标人的相对成本系数, 而且受单位产品收费价格、单位时间市场需求量和单位时间运营和维护成本的影响。

现放松对  $Q$  的假设。考虑当投标人之间对市场的预期不同的情况, 此时式 (1) 不能保证成本最低的投标人竞标成功。分析如下。

设投保人 1 的成本  $c_1 = \underline{C}$ , 对市场的预期用  $Q_1$  表示; 投保人  $j$  ( $j = 1$ ) 的成本  $c_j$ , 对市场的预期用  $Q_j$  表示。

当  $Q_j = Q_1$  ( $> 1$ ) 时,  $B(c_1) > B(c_j)$ , 即有:

$$\begin{aligned} \left( \frac{\underline{C}}{n} + \frac{n-1}{n}c_1 \right) (PQ_1 - M)^{-1} > \\ \left( \frac{\underline{C}}{n} + \frac{n-1}{n}c_j \right) (PQ_j - M)^{-1} \end{aligned}$$

整理并解出:

$$> 1 + \frac{(c_j - c_1)(n - 1)}{C + (n - 1)c_1} \left( 1 - \frac{M}{PQ_1} \right) \quad (2)$$

由于投标人 1 为成本最低者, 显然有  $c_j > c_1$ ; 又项目的单位时间回收资金 ( $PQ_1$ ) 能够弥补单位时间运营和维护成本 ( $M$ ) 是投保人 1 参与竞标的前提, 即  $PQ_1 > M$ , 因此  $M(PQ_1)^{-1} < 1$  成立。因此, 满足式 (2) 的能够使非最高效率的投标人  $j$  竞标成功, 即发生最优竞标策略在区别投标人效率方面失效的情况。

### 1.2 以单位产品收费价格为竞标变量的情况

$Q, M$  的假定同 1.1 节, 这里特许期由政府根据市场和社会福利等因素确定, 另外文献 [14] 的讨论也是很好的借鉴。投标人  $i$  的竞标策略  $B_i(c) = p, p$

$P$  ( $P$  是由所有投标人的单位产品收费价格构成的集), 即投标人要根据成本对单位产品收费价格进行决策。这里  $B_i(g)$  为严格递增的, 即成本越低的投

标人所要求的收费越低。为简化分析,先假设投标人之间对市场有共同的认识。

投标人  $i$  的期望收益:

$$e_i(p) = ((pQ(p) - M)T - c) [1 - F(B^{-1}(p))] J^{n-1}$$

最大化的一阶条件:

$$(QT + pT) \frac{dQ}{dp} [1 - F(B^{-1}(p))] J^{n-1} - ((pQ - M)T - c) * (n - 1) [1 - F(B^{-1}(p))] J^{n-2} \frac{dF}{dB^{-1}(p)} \frac{dB^{-1}(p)}{dp} = 0$$

又因  $F(\bar{C}) = 1$ , 解得:

$$pQ(p) = (c + \frac{\bar{c}}{1 - F(c)} J^{n-1} T^{-1} + M$$

当  $F(c)$  为均匀分布时, 投标人的最优策略满足:

$$pQ(p) = (\frac{c}{n} + \frac{n-1}{n}) c T^{-1} + M \quad (3)$$

从式(3)可以看出, 单位产品收费价格为竞标变量时, 最优投标策略除了考虑投标人自身的成本、参与竞标的投标人数量以及投标人的相对成本系数之外, 还需考虑特许期、单位时间市场需求量及其价格函数和单位时间运营和维护成本等因素的影响。

若该机制在区分投标人效率方面有效, 显然式(3)要满足价格是成本的严格递增函数。从式(3)分析得, 当所有的投标人对市场的预期相同, 即需求曲线的形状相同时, 还需满足单位时间的回收资金  $pQ(p)$  对价格的弹性大于零, 即

$$Q(p) + p \frac{dQ}{dp} > 0$$

此时, 才能保证成本最低的投标人竞标成功。

同样, 当考虑投标人之间对市场预期不同时, 式(3)也不能保证成本最低的投标人竞标成功。

### 1.3 以支付资金为竞标变量的情况

$P, Q, M$  的假定同 1.1 节, 特许期  $T$  由政府根据市场和社会福利等因素确定。在这种竞标变量下, 获得合约的投标人需向政府交纳一笔资金, 因此支付资金数额最大的投标人将获胜。

投标人  $i$  的竞标策略  $B_i(c) = m, m \in M$  ( $M$  为所有投标人的支付资金构成的集), 即投标人要根据成本对支付资金进行决策。这里  $B_i(g)$  为严格递减的, 即成本越低的投标人所给出的支付资金越高。

投标人  $i$  的期望收益:

$$e_i(m) = (PQ - M)T - c - m [1 - F(B^{-1}(m))] J^{n-1}$$

最大化的一阶条件:

$$(-1) [1 - F(B^{-1}(m))] J^{n-1} - (PQ - M)T - c - m * (n - 1) [1 - F(B^{-1}(m))] J^{n-2} \frac{dF}{dB^{-1}(m)} \frac{dB^{-1}(m)}{dm} = 0$$

又因  $F(\bar{C}) = 1$ , 解得:

$$B(c) = (PQ - M)T - (c + \frac{\bar{c}}{1 - F(c)} J^{n-1} ds$$

当  $F(c)$  为均匀分布时, 投标人  $i$  的最优策略满足:

$$B(c) = (PQ - M)T - c(\frac{c}{n} + \frac{n-1}{n}) \quad (4)$$

从式(4)可以看出, 以支付资金为竞标变量时, 最优投标策略除了考虑投标人自身的成本、参与竞标的投标人数量以及投标人的相对成本系数之外, 还需考虑特许期、单位时间市场需求量及其价格函数、单位时间运营和维护成本等因素的影响。显然式(4)是成本的严格递减函数, 因此在上述假设下, 该机制在区分投标人方面是有效的。

同样, 当考虑投标人之间对市场预期不同时, 式(4)也不能保证成本最低的投标人竞标成功。

### 1.4 以总回收资金为竞标变量的情况

$P, Q, M$  的假定同 1.1 节,  $L$  为总回收资金, 即竞标变量, 它是指项目承担者在特许期内从项目经营中所获得的收益之和 (为简化模型, 没有考虑资金的时间价值)。

特许期  $T$  的确定如下:

$$T = \frac{L}{PQ}$$

因此, 以总回收资金为竞标变量的情况相当于一个柔性特许期的设置, 当市场的需求状况好时特许期就相应短, 相反特许期就相应长。

投标人  $i$  的竞标策略  $B_i(c) = l, l \in L$  ( $L$  为所有投标人的总回收资金构成的集), 即投标人要根据成本对总回收资金进行决策。这里  $B_i(g)$  为严格递增的, 即成本越低的投标人所要求的总回收资金越低。为简化分析, 先假设投标人之间对市场有共同的认识。

投标人  $i$  的期望收益:

$$e_i(l) = (l - M) \frac{L}{PQ} - c [1 - F(B^{-1}(l))] J^{n-1}$$

最大化的一阶条件:

$$\begin{aligned} & \left(1 - \frac{M}{PQ}\right) [1 - F(B^{-1}(l))]^{n-1} - \left(1 - M \frac{l}{PQ} - c\right) \\ & * (n-1) [1 - F(B^{-1}(l))]^{n-2} \frac{dF}{dB^{-1}(l)} \frac{dB^{-1}(l)}{dl} \\ & = 0 \end{aligned}$$

又因  $F(\bar{C}) = 1$ , 解得:

$$B(c) = \left(c + \frac{\int [1 - F(s)]^{n-1} ds}{[1 - F(c)]^{n-1}}\right) \left(1 - \frac{M}{PQ}\right)^{-1}$$

当  $F(c)$  为均匀分布时, 投标人  $i$  的最优策略满足:

$$B(c) = c \left(\frac{i}{n} + \frac{n-1}{n}\right) \left(1 - \frac{M}{PQ}\right)^{-1} \quad (5)$$

从式(5)可以看出, 总回收资金为竞标变量时, 最优投标策略除了考虑投标人自身的成本、参与竞标的投标人数量以及投标人的相对成本系数之外, 还需考虑单位时间市场需求量及其价格函数、单位时间运营和维护成本等因素的影响。显然式(5)是成本的严格递增函数, 因此在上述假设下, 该机制在区分投标人方面是有效的。

同样, 当考虑投标人之间对市场预期不同时, 式(5)也不能保证成本最低的投标人竞标成功。同时, 值得注意的一点是, 在这种竞标变量下, 当单位时间运营和维护成本相对于单位时间回收资金  $PQ$  可以忽略时, 如式(6), 对于最优投资策略的有效性的担心就是多余的了。因此, 采用总回收资金为竞标变量, 在项目建设达到一定标准的情况下将运营和维护成本从项目承担者身上剥离出来, 比如由政府负担或采取其它方式, 是完善 BOT 项目招投标制度的一个很好的思路。

$$B(c) = c \left(\frac{i}{n} + \frac{n-1}{n}\right) \quad (6)$$

## 2 结论及建议

本文针对项目建设 BOT 方式中常见的几种竞标变量形式——特许期、单位产品收费价格、支付资金、总回收资金, 建立了投标人之间的不完全信息静态博弈模型, 给出了投标人的最优竞标策略, 并对实际中可能违背最优策略的情况进行了分析, 提出以下建议: 首先, BOT 项目招投标过程中, 项目市场需求是一个非常重要的影响因素, 因此无论采取哪种竞标变量, 政府在招投标之前都应组织项目市场需求的预测工作, 并且将结果公告, 作为投标人竞标的

参考和依据, 从而更好地指导招投标工作的进行, 使效率最高的投标者能够脱颖而出; 从另一个角度讲, 政府对需求预期的指导也能够给盲目乐观(效率又不高)的投标人一个警告, 使其能够正确地评估项目的收益, 知难而退, 从而最大程度地降低由于招标制度的缺陷所导致项目失败的风险; 最后, 一级密封招标应用到 BOT 项目建设中有很多变化形式, 通过本文的分析可知均存在失效的可能, 但可以通过技术处理, 如本文中剥离运营和维护成本的思路, 使得竞标变量更加直接的反映代理人私人成本信息, 这样才能更有效的选择代理人。另外, 对于不同的竞标变量可能失效的程度不同的分析有待进一步研究。

## 参考文献

- [1] M MKUMARSAWAMY, X Q ZHANG. Governmental role in BOT-led infrastructure development [J]. International Journal of Project Management, 2001, 19: 195 - 205.
- [2] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1996: 258 - 261.
- [3] 张利荣, 王素梅. 一级密封招标的最优报价策略研究[J]. 系统工程理论与实践, 2005(6): 121 - 124.
- [4] 肖江文, 罗云峰, 赵勇, 岳超源. 初始排污权拍卖的博弈分析[J]. 华中科技大学学报, 2001(9): 37 - 39.
- [5] 王彦, 李楚霖. 拍卖机制理论中的收益等价性及应用[J]. 系统工程理论与实践, 2004(4): 88 - 91.
- [6] 杨宏伟, 周晶, 何建敏. 基于博弈论的交通 BOT 项目特许期的决策模型[J]. 管理工程学报, 2003(3): 93 - 95.
- [7] 周晶, 何建敏, 杨宏伟. 基于委托-代理模型 BOT 模式的有效性分析[J]. 东南大学学报, 2005(5): 489 - 492.
- [8] HAROLD DEMSETZ. Why Regulate Utilities[J]. Law and Economics, 1968(11): 55 - 65.
- [9] BEATO P. Road Concessions: Lessons Learned from the Experience of Four Countries[R]. Inter-American Development Bank, Washington, 1997.
- [10] GUASCH J L. Impact of Concessions' Design in Sector Performance: An Empirical Analysis of Ten Years of Performance[R]. Mimeo, World Bank, Washington, 2000.
- [11] TIROLE J. Comentario a la propuesta de Engel, Fischer y Galletovic sobre licitacion de carreteras[Z]. Estudios Pblcos(Chile), 1997, 65: 201 - 214.
- [12] ENGEL E, FISCHER R, GALETOVIC A. Highway franchising: pitfalls and opportunities[J]. American Economic Review, 1997, 87(2): 68 - 72.
- [13] ENGEL E, FISCHER R, GALETOVIC A. Least-present-value -of-revenue auctions and highway franchising [J]. Journal of Political Economy, 2001, 109: 993 - 1020.
- [14] 李启明, 申立银. 基础设施 BOT 项目特许权期的决策模型[J]. 管理工程学报, 2000(1): 43 - 46.

(下转第 106 页)

来排除其他因素(如企业自身情况、ESOP 实施方案等)对 ESOP 激励效果的影响。

### 参考文献

- [1] KESLO LOUIS O, ADLER MORTIMER J. The Capitalist Manifesto [M]. New York: Random House, 1958.
- [2] BLOOM MATT. The Art and Context of the Deal: A Balanced View of Executive Incentives [J]. Compensation & Benefits Review, 1985, 31(1): 25 - 31.
- [3] 剧锦文. 员工持股计划与国有企业的产权改革[J]. 管理世界, 2000(6): 85 - 92.
- [4] 张小宁. 分享制企业激励制度的比较——利润分成、员工持股、EVA、分配权等的比较分析[J]. 中国工业经济, 2003(10): 82 - 88.
- [5] 庄莉, 陆雄文. 员工持股和管理层持股: 从美国到中国[J]. 经济理论与经济管理, 2000(3): 11 - 15.
- [6] CONTE MICHAEL A, BLASI JOSEPH, KRUSE DOUGLAS, JAMPANI RAMA. Financial Returns of Public ESOP Companies: Investor Effects vs. Manager Effects [J]. Financial Analysts Journal, 1996, 52(4): 51 - 61.
- [7] DHILLON UPINDER S, RAMIREZ GABRIEL G. Employee stock ownership and corporate control: An empirical study [J]. Journal of Banking & Finance, 1994, 18(1): 9 - 25.
- [8] BLASI JOSEPH, CONTE MICHAEL, KRUSE DOUGLAS. Employee stock ownership and corporate performance among public companies [J]. Industrial & Labor Relations Review, 1996, 50(1): 60 - 79.
- [9] PUGH WILLIAM N, JAHERA Jr., OSWALD SHARON L. ESOP Adoption and Corporate Performance: Does Motive Really Matter [J]. Journal of Business & Economic Studies, 2005, 11(1): 76 - 92.
- [10] CONTE MICHAEL A, KRUSE DOUGLAS. ESOPs and Profit-sharing Plans: Do They Link Employee Pay to Company Performance [J]. Financial Management, 1996, 20(4): 91 - 100.
- [11] TANNENBAUM ARNOLD S. Employee-owned Companies [J]. Research in Organizational Behavior, 1983(5): 235 - 68.
- [12] 乔志华. 心理所有权——从员工的心理角度来理解 ESOP 的有效性[J]. 兰州商学院学报, 2006(6): 61 - 66.
- [13] 蔡锐. 员工持股计划失效理论思考与建议[J]. 管理科学文摘, 2004(11): 51 - 52.
- [14] 罗安丹. 对 ESOP 激励有效性的质疑[J]. 上海管理科学, 2003(1): 61 - 62.
- [15] 钟山. ESOP 与外贸企业职工持股的实证分析[J]. 经济理论与经济管理, 2001(7): 46 - 49.

## The Impact of Demographic Characteristics of Employees on Motivational Effects of ESOP: A case study of HD corporation

ZHENG Hai-dong<sup>1</sup>, XU Mei<sup>2</sup>, HU Hang<sup>3</sup>

(1. School of Management, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China;

2. School of Economics and Management, China University of Petroleum, Dongying Shandong 257061, China;

3. Hangzhou Bean Food Co. Ltd, Hangzhou 310027, China)

**Abstract:** A case study of HD corporation was performed to estimate the impact of demographic characteristics of employees on motivational effects of ESOP. Base on interviews with employees of various organizational levels and a survey research, the authors concluded that the general qualification of employees has an impact on ESOP motivational effects, the working attitudes of employees are significantly different among age groups, and that the compensational expectations of employees exhibits significant difference among various employee groups classified by education, length of service, and organizational levels, respectively. Suggestions were given to improve the motivational effects of ESOP based on the findings.

**Key words:** employee stock ownership plans (ESOP); demographic characteristics of employees; case study

(上接第 73 页)

## An Analysis of the One-level Sealed Bidding on BOT Project

YANG Yao-dong, GUO Ya-jun

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110004, China)

**Abstract:** The one-level sealed bidding is studied under the circumstance of project construction in build-operate-transfer (BOT) mode, where the bidding variable is considered separately as concession term, toll per product, payment and the total revenue. A game model with incomplete information among tenderers is presented and the optimal bidding strategies of tenderers are given. The effectiveness of each bidding variable in choosing the tenderers is analyzed. When the anticipations of market demand among the tenderers are different, the optimal bidding strategies under the above bidding variables may fail; when the operation and maintenance cost could be ignored, the bidding variable of total revenue is the best choice.

**Key words:** the one-level sealed bidding; bidding strategy; bidding variable