

模拟技术在运输项目报价决策中的应用

林思能

(广东工业大学 土木与交通工程学院, 广东 广州 510006)

摘要: 对运输服务招标项目, 采用蒙特卡洛模拟方法进行多方竞标模拟. 模拟考虑了不同竞标者的成本分布和报价分布模型, 通过运行自编的模拟程序, 得到不同投标额的利润分布、中标概率及相应的最优投标报价值, 为企业投标决策提供了依据.

关键词: 运输; 招投标; 蒙特卡洛模拟

中图分类号: U-9; F505

文献标识码: A

文章编号: 1007-7162(2010)01-0090-04

在运输承运人的选择方法上, 一直有不同的理论研究成果, 如直观判断法、成本平衡分析法、分布模型法、专家系统法、层次分析法等^[1].

运输项目外包的实际运作中, 由于受到各种不同具体条件的限制, 上述承运人的选择方法很难适应运输市场的实际操作, 市场上运输项目外包较可行的方法是通过招投标方式选择承运人. 在招标过程中, 由于竞标人是市场经济中以追逐利润为核心的经营主体, 招标项目成为运输业内竞标人追逐的目标, 竞争激烈. 在制定出响应招标文件的运输方案后, 如何进行投标报价, 使己方的利益最大化, 是各竞标人作投标决策的关键问题.

本文探讨用蒙特卡洛模拟方法, 辅助投标人进行报价决策.

1 运输项目估价与成本分布模型

运输服务是一种创造价值的服务, 运输成本是承运人为完成特定货物位移而消耗的物化劳动与活劳动的总和, 其货币表现就是各种费用的支出. 一般而言, 运输总成本包括: 燃料、通行费、设备维护、设备折旧、劳动力、保险、装卸、滞留费用、税收等.

投标人在研究招标方客户需求的基础上, 设计运输服务方案, 其中考虑的许多因素, 如运量运距、运输设备的类型与数量、后方堆场与停车场规模、运输线路、物流管理技术等, 都影响到运输成本; 同时运输服务方案必须响应招标文件提出的服务指标, 如货物运输的可靠性(准时装货率、准时交货率)、货物运输的安全性(货损率、客户投诉处理率、货损

范围)等, 也都影响到成本. 运输项目估价就是以响应招标人服务水平等要求为约束条件, 根据企业资源消耗标准和水平及询价结果, 对企业完成招标项目所需要支出的费用估价.

用于运输项目估价的方法可有多种, 如任务成本法、作业成本法、M-A 模型法等^[2], 这些成本计量模型从不同角度分析运输成本, 但由于运输成本的系统性、隐含性、随机性、复杂性特点, 在运输项目的实际估价中这些模型的应用受到很多限制, 效果不尽人意.

显然, 运输项目估价是对未来履行运输合同的成本的预测. 实际上受众多因素(主要是随机因素)影响, 运输项目的履约成本是不确定的, 会在一定范围内随机变化, 追求精准的运输项目估价是不可能也没必要. 每个投标人的履约成本反映的是本企业的资源及其运用水平, 但都受到相同的招标人给定的运输服务水平约束, 从统计角度看, 可以认为履约成本在某区间上服从某种概率分布, 据此概率分布, 则可估计运输成本落在某个范围的概率是多少.

运输企业的统计表明, 运输成本的概率分布服从正态分布. 根据招标文件对运输项目的划分, 运输项目成本通常包括不同运输服务单项项目的成本以及各单项成本汇总的总成本. 投标人根据市场调研、以往的经验 and 累积的成本数据, 按传统的运输成本测算方法, 以平均水平测算各单项成本从而汇总出总成本, 以此作为成本分布的均值 μ . 根据成本影响因素可能变化幅度的大小, 可以设定成本分布的方差 δ , 由此得到运输成本的概率分布 $N(\mu, \sigma^2)$.

2 运输项目竞标报价与报价分布模型

竞标报价是在运输项目估价的基础上,分析参与竞标的所有投标人的优、劣势,从本企业的经营目标和战略出发,确定该项目上的预期利润水平(投资回报率),并考虑风险因素后向招标方提交的运输项目投标报价。

大部分运输项目中的运输活动比较简单,招标人通常采用经评审的最低投标价法,其基本思想就是在确保有效约束投标人提供的运输服务水平达到要求的前提下,本着经济的原则选其中投标报价最低者。招标时另一种评标方法是综合评分法,由于各投标人竞标技术方案的同质化,技术方案及服务水平的分值差异很小,竞争最终仍体现在权重较大的投标报价的竞争上。因此如何确定竞争力强的报价,成为各投标人研究的主要问题。

现有的招标基本上采用无标底招标,各投标人的报价不需去追逐“标底”。为了有效控制成本,防止串标、围标的发生,招标人在招标过程中通常设置了最高限价,高于最高限价的投标报价是无效的,所有投标人都将此限价作为投标价区间的最大值。另一方面,投标人不能、通常也不会报出低于成本的标价,所以投标人会将成本价作为投标价区间的最小值。投标人在上述投标价区间如何取值? 报价定得太低时中标的可能性虽然大,但利润不高,投资回报率不符合企业的预期;报价定得太高时虽然一旦中标利润会比较高,但不中标的概率大,不中标时投标成本为企业的亏损,利润是负值。

据此分析,可以认为在上述投标价区间投标人的报价是连续型随机变量,其概率分布为三角形分布(a, m, b),即在区间的两端点等于零而在其中的某个点(所谓“最可能值”)处达到极大,其概率密度函数的图像近似地具有三角形的形状,如图1所示。

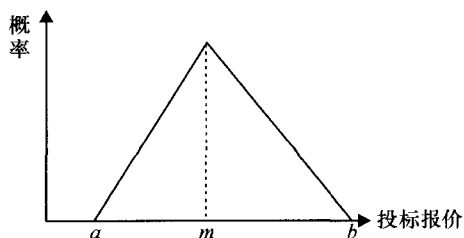


图1 报价三角形分布

图中 a 是运输项目成本, b 是投标限价, m 是最可能投标报价, m 值是投标人根据预期利润(投资回报率)确定的。

投标时,任一投标人无法知道竞争对手具体的投标报价值,但可以根据竞争对手的资源及管理水平估计对手的成本分布,从而估计对手的报价区间;也可以根据对手的经营现状和战略意图,估计对手的预期利润(投资回报率),从而估计对手报价分布的 m 值。

3 模拟的实现

某运输企业(称A企业)在投标时有 i 个竞争对手,如前所述,A企业可以估计各竞争对手的成本分布及报价分布参数,通过随机模拟各竞争对手的出价,分析本企业如何报价才能使本企业的利润最大。模拟的实现过程用模拟流程图表示,如图2所示。

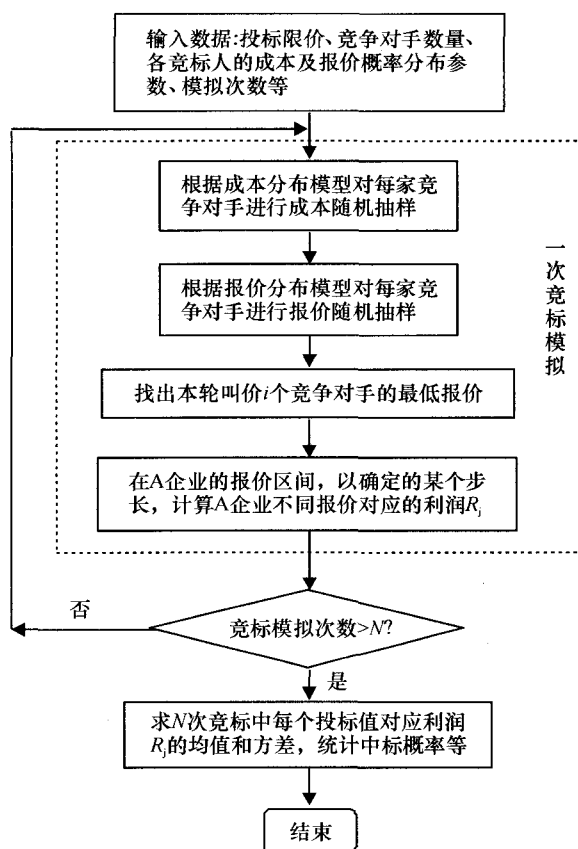


图2 模拟流程图

模拟时需根据确定的模型进行随机抽样。首先将随机变量的概率分布映射到某一实数区间,然后利用随机数发生器产生随机数,若该随机数落在某一变量发生概率所对应的区间内,则认为该变量(事件)发生了。获得每一次抽样试验的各变量值,就可根据模型计算出每一次抽样试验的竞价结果。

为了保证得到的结果具有给定的精度,需要有一定的抽样次数。根据统计理论^[3],用模拟方法求随

机变量 x 的数学期望时,如果要求模拟误差不大于给定值 E ,则模拟次数不应少于 $n = t^2 \sigma^2 / E^2$,其中 t 为某一置信度水平下的 t 分布统计量, δ 为随机变量 x 的标准差. 例如对一个平均成本为 2 000 万元的项目,若投标报价的标准差 δ 取 200 万元,要保证平均投标报价估计值的误差至少有 95 % 的把握在 20 万元之内,模拟次数应不少于

$$n = t^2 \sigma^2 / E^2 = 4 \cdot 200^2 / 20^2 = 400.$$

模拟时对不同分布随机数的产生可以采用不同的方法. 用逆变换法产生三角形分布随机数^[4],用近似法产生正态分布随机数^[5],用乘同余法产生均匀分布随机数.

为了在计算机上实现上述模拟过程,作者用 VB 编制了相应的报价竞标模拟分析程序,使用时在输入界面上定义竞争对手数量、各竞争对手的成本及报价概率分布参数、模拟次数、A 企业自身的投标成本和项目履约成本等参数,程序能自动进行竞标模拟,计算出 A 企业在不同报价下的利润,得出利润均值最大时对应的最优投标报价,程序可将数据转到 Excel 下绘制直方图和分布曲线.

4 实例

某个运输项目进行招标,招标方给出的投标限额是 $b = 3\,100$ 万元,有 5 家符合资质和商务条件要求的运输企业通过资格预审参加投标,其中的某企业(称 A 企业)通过市场调研和积累的行业资料,已了解 4 个竞争对手基本情况(资源、财务状况、现有项目、管理水平等),通过分析得到 4 个竞争对手在此竞标项目的成本分布,分别是正态分布 $N_1(2\,000, 120^2)$ 、 $N_2(1\,900, 120^2)$ 、 $N_3(1\,900, 120^2)$ 、 $N_4(2\,100, 120^2)$;A 企业同时根据掌握的资料推测四家竞争企业的预期投资回报率,确定四个竞争对手的投标报价与运输成本的比值服从三角形分布函数,分别为 $T_1(1, 1.20, b/a_1)$ 、 $T_2(1, 1.22, b/a_2)$ 、 $T_3(1, 1.25, b/a_3)$ 、 $T_4(1, 1.18, b/a_4)$,其中 a_i 为第 i 个竞争对手的运输项目成本. A 企业估算自己的项目履约成本为 1 900 万元,投标成本为 20 万元.

计算得知模拟次数应不少于 400 次,实际采用模拟次数为 500 次. 每次模拟 A 企业都可以得到不同投标额对应的利润,其中利润最大的投标额为该次模拟的最优投标额;统计 500 次模拟的结果可以得到不同投标额的利润均值,其中利润均值最大的投标额为 500 次模拟得到的最优投标报价.

在计算机上运行模拟程序,根据输出的模拟结果得到 A 企业的利润均值随投标额的变化曲线,如图 3 所示. 从图中可见利润均值随投标额的变化过程:当投标额为 1 900 万元时,投标额与 A 企业的履约成本相同,企业不仅没盈利,还要贴上投标成本,其净利润为 -20 万元;此后利润均值随投标额增加而增加,当投标额达到 2 200 万元时,利润均值达到最大值,对应的投标额为最优投标报价;当投标额继续增大,利润均值却随着下降,说明在这个区间,虽然投标额增加一旦中标利润也增加,但随着投标额的增加中标机会在急剧减少,一旦不中标净利润为 -20 万元. 显然,投标额的变化会引起中标概率的变化,由模拟得到的关系见图 4.

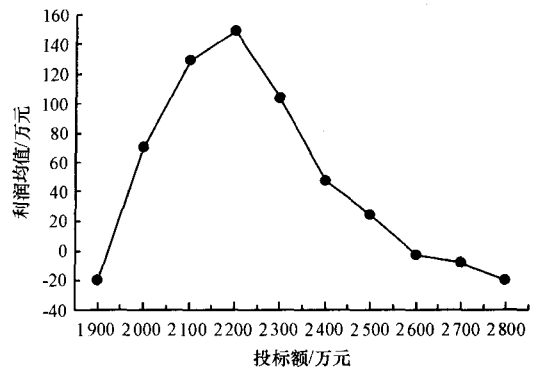


图3 利润均值随投标额变化曲线

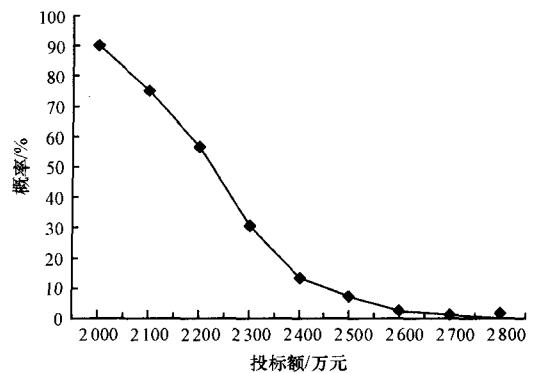


图4 投标额对应的中标概率

若 A 企业投标报价定为 2 200 万元,中标概率是 56.4 %,如果中标,减去成本 1 920 万元, A 企业得到最大期望利润 280 万元;若 A 企业投标报价小于 2 200 万元,中标概率增加,但期望利润减少;若 A 企业投标报价大于 2 200 万元,中标概率减少,期望利润也减少. A 企业可根据实际情况和投标策略,确定自己的最终报价.

根据模拟结果得到最优投标额及利润最大值的概率分布图,见图 5、图 6. 从图 5 中可知最优投标额为 2 200 万元的概率最大,为 28 %;最优投标额在

2 600万元、2 700万元的概率都很小,均不到2%。模拟得到的利润最大值的分布是与最优投标额的分布相对应。

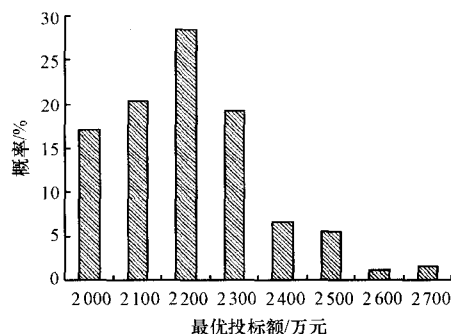


图5 最优投标额分布图

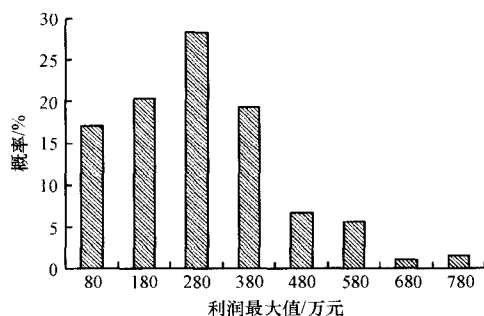


图6 利润最大值分布图

5 结论

运输项目投标报价的蒙特卡洛模拟,充分考虑多方竞标时各竞标方成本和报价的不确定性,从统计角度得到成本和报价的分布规律,通过重复模拟多方竞标过程得到投标额与利润的关系以及投标额的中标概率分布,为企业的报价决策提供依据。实际应用时,确定竞争对手的成本及报价分布参数比较困难,必须靠长期的资料积累和市场调研,这是模拟能否与实际情况相符的关键。

参考文献:

- [1] Gattoma J. The Gower Handbook of Logistics and Distribution Management [M]. Great Britain: Gower Publishing Company, 1990.
- [2] 帅斌,孙朝苑.一类企业物流成本核算的 M-A 模型[J]. 财经科学, 2006, 5(218): 114-119.
- [3] 高重生. 统计学[M]. 北京: 海洋出版社, 1992.
- [4] (美)詹姆斯. R. 埃文斯,戴维. L. 奥尔森. 模拟与风险分析[M]. 洪锡熙,译. 上海: 上海人民出版社, 2001.
- [5] 林同曾. 运筹学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1986.

Simulation in Bid Decision-making of Public Transport Bidding Project

Lin Si-neng

(Faculty of Civil Engineering and Transportation, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: With regard to an invitation for public transport of bidding project, Monte Carlo simulation is conducted to in a multi-competitor bid. Probability distributions of cost and quoted price for all competitors are used in the simulation. The profit distribution, winning probability and the optimum bid are obtained via the simulation software encoded by the writer to assist bid decision-making.

Key words: transport; inviting public bidding and bit; Monte Carlo simulation