

采购拍卖与谈判机制设计及其贝叶斯均衡策略

黄河,吴宝霞

(重庆大学 经济与工商管理学院,重庆 400044)

摘要:设计了一种先“拍卖”再“谈判”的两阶段采购机制,实现了更具分配效率且更符合实际的单物品采购运作。该机制设计的特色在于考虑到:采购业务中同时存在关于价格和质量的投标竞争与议价谈判,供应商与采购商在采购的不同阶段的私有信息披露问题,以及谈判阶段的时间成本和相应均衡策略问题。研究的基本结论是:在机制的拍卖阶段中,存在最佳近视反应意义下的招投标策略;机制的议价阶段在均衡路径上的分配结果,与买卖双方的真实价值具有重要的确定性关系;议价阶段实现了对拍卖阶段分配效率的改进,且买卖双方都存在关于质量和价格的贝叶斯纳什均衡议价策略与相关信念。

关键词:采购;拍卖;议价谈判;机制设计;贝叶斯均衡

中图分类号:F8 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-5831(2011)03-0069-07

一、问题的提出

在现实生活中,谈判或者议价常常是不可避免的重要协商阶段,谈判可以提高先前“合同”(比如,拍卖、笔试、预赛等)的预分配效率。更一般地,两(多)阶段决策机制在其第一阶段的决策中,从大量参赛(选)人员中选择出少量(潜在)获胜者,并在后续决策阶段进行更有效率的取舍和决策。类似的典型例子有,复杂项目的招投标+谈判、研究生招生中的笔试+面试、奥运会中的预赛+复赛+决赛等等。可见,博弈论框架下的两阶段决策机制能够提高决策效率,降低决策成本,具有重要的实际意义和理论价值。

具体到采购运作业务中,单物品的采购活动常常可以通过拍卖的方式进行,称为采购拍卖或逆向拍卖(Reverse Auction)。关于采购拍卖机制的研究,所见的文献缺乏对于拍卖之后的谈判机制设计的研究^[1-3]。近年来,单独研究谈判(Renegotiation)的文献也很丰富,大都是从经济学角度考虑双边(Bilateral)谈判机制的性质和执行条件;很多关于机制设计的文献是将事后谈判(Ex-post Renegotiation)的可能性,作为一个约束条件纳入事前(Ex-ante)机制或合同设计之中,证明机制对于事后谈判的鲁棒性(Renegotiation-Proofness)^[4-6]。研究议价(Bargaining)的文献中,几乎没有关于质量因素的讨价还价研究,全都集中在议价双方对于价格的争论上^[7-9]。其中,Cramton研究了双边信息不对称情况下的时间延迟谈判战略,对于后续研究具有重要意义^[9]。关于拍卖和谈判相结合的研究,Branco在投标者的成本函数具有相关性的假设下,考虑到拍卖和谈判的

收稿日期:2011-04-20

基金项目:国家自然科学基金(71002069;71071171;70701040);中央高校基本科研业务费资助项目(CD-JSK100200;CDJSK100069);重庆市科委自然科学基金计划资助项目(CSTC 2010BB0041)

作者简介:黄河(1977-),男,重庆人,重庆大学经济与工商管理学院教授,博士,博士研究生导师,主要从事激励理论、合同理论、机制设计等研究。

复合机制,但文章仅分析了相应模型下最优机制具有的性质,没有讨论谈判或议价阶段实现均衡的具体过程^[10]。Wang亦探讨了采购拍卖和后续再谈判的结合,模型中发生谈判的概率是谈判成本和潜在供应商个数的减函数,但是由于模型复杂而没有得到均衡策略,研究了均衡策略的存在性和一些性质^[11]。

本研究特色和与前述相关研究的主要区别在于,在同时考虑价格和质量标准的两阶段采购运作中,相应的机制设计具有如下特殊性:其一,机制既要考虑类似于正向拍卖的支付方式和分配方式的设计,又要考虑采购活动独特的质量标准竞争与议价。其二,供应商与采购商在采购的不同阶段的私有信息披露并不对称。其三,议价谈判阶段的时间流失对于买卖双方都是效用的损失。其四,最终质量标准的选择将影响系统的分配效率。基于上述分析,笔者设计了一种先“拍卖”再“议价”的两阶段采购机制——先通过招投标遴选出获胜供应商,再与其进行关于价格和质量的议价谈判。我们将证明,本机制在各阶段存在买卖双方的策略和相应均衡。

二、假设与机制设计

假设一个采购商要采购一种物品,存在 n 个潜在的供应商。本采购运作过程中同时存在价格和质量的竞争与谈判。笔者将设计一类机制——“拍卖+议价”机制:第一阶段采购商将采用一种新颖的多因素拍卖(Multi-attributes Auction),依据供应商的多因素投标(含质量投标和价格投标)和相应的获胜者确定方案,机制将遴选出拍卖阶段的获胜者 i 。第二阶段是谈判阶段,采购商将判断是否接受该获胜者 i 的投标(报价),或者直接拒绝该报价且结束此次采购业务,或者拒绝报价而提出新的报价(含新的质量标准 and 价格)。针对采购商提出的报价,获胜者 i 有权和采购商进行议价(Bargaining),重新商定质量方案或者相应付酬以产生新的分配方案。特别地,需要说明本机制中的三个重要因素——信息、时间和价格。(1)关于信息:采购业务开始之初,买卖双方互相不知道对方对于采购物品相应质量的效用或者成本。也即是,所有人都保有自己的私有信息。第一阶段(拍卖)结束后,通过价格和质量投标,获胜者 i 向采购商显露了自己的私有信息——对于自己质量投标的成本。当然,该信息仍然可能有所偏差,采购商可以在以后的博弈中修正信念。在上述信息结构下,买卖双方展开第二阶段(谈判阶段)的博弈,相应的双方策略、信息披露和信念修正将在后文详述。(2)关于时间:假定拍卖阶段必须在一个事先给定的时间范围内结束,因此不再考虑相应成本。在谈判阶段中,如果买卖双方立刻接受对方的报价,模型认为

没有时间耽误。如果拒绝对方报价,且给出新的报价并等待对方回应,那么模型假定时间被延迟了一个定值,同时对于买卖双方都存在相应的效用折扣,具体符号后文详述。(3)关于价格:在拍卖阶段,模型定义了一个公有知识——参考价格函数,这是一个关于质量和价格的对应函数,并要求所有投标者在拍卖阶段按照此函数来选择自己的质量和价格投标。此假设的合理性在于,在市场竞争充分的条件下,绝大多数商品的价格和质量之间的确存在一定的增函数对应关系。举例来说,类似品牌价值的汽车,如果给定汽车的排量、轴距、主要安全设施和辅助功能等,那么相应的产品价格不会相差太大。在谈判阶段,买卖双方进入到了一对一的议价过程中,拍卖阶段的参考价格函数将不再起作用,双方将对质量和价格进行不对称信息下的谈判博弈。

下面说明主要符号和机制的设计细节, $b(\cdot)$ 表示采购商对于采购物品质量的效用函数, $c_j(\cdot)$, $j = 1, \dots, n$ 表示 n 个潜在供应商(投标者)对于采购物品质量的成本函数。拍卖阶段的获胜者 i 的成本函数记为 $s(\cdot)$, 其向采购商显露的信号为 $\tilde{s}(\cdot)$, 在均衡路径上 $\tilde{s}(\cdot) = s(\cdot)$ 。参考价格函数是公有知识,记为 $p(q)$, 其中 q 表示采购物品的质量标准, $p(q)$ 是 q 的严格增函数。下面,用向量来表示供应商 j 在拍卖阶段的投标规则,

$$\text{Bid}_j = \{q_j, p(q_j)\} \quad (1)$$

式(1)表示投标包含两个部分:质量标准和按照参考价格函数确定的采购价格。下面介绍采购商在拍卖阶段的获胜者确定问题(WDP)。由于,在拍卖开始之前,采购商只掌握自己的效用函数 $b(\cdot)$ 和公有知识 $p(q)$, 因此对于自利的采购商,最合理的质量标准应该选取为,

$$q_a^* = \text{argmax}(b(q) - p(q)) \quad (2)$$

由于市场(与质量相关的)基本价格格局已经由参考价格函数 $p(q)$ 给定,且成为公有知识,式(2)表示采购商倾向采购这样的质量标准 q_a^* , 它使得其产生的效用和需要付出的大致价格之差最小,这里用到“大致”一词是因为其后的谈判阶段将可能修改这个价格。出于拍卖获胜者确定问题的公平考虑,还可以将式(2)的信息交给拍卖公司保管,并授权其按照下式遴选获胜者 i ,

$$i \in \min_{j \in \{1, 2, \dots, n\}} (|q_j - q_a^*|) \quad (3)$$

式(3)表示拍卖阶段的获胜者 i 是质量投标距离 q_a^* 最近的供应商。如果存在多个相同投标的供应商(概率为0),则随机抽取其一进入谈判阶段。

其后,采购商和获胜者 i 进入谈判阶段,采购商和获胜者 i 都更偏好早结束谈判,模型用正的折扣率 r 来度量双方对于拖延时间的厌恶。如果用 $\langle t, q, p \rangle$ 来表示议价的结果:花费的时间 t 、采购

品质量 q 和采购价格 p , 那么, 采购商和获胜者各自的收益由下式分别表示,

$$\pi_b = e^{-r}(b(q) - p), \pi_s = e^{-r}(p - s(q)) \quad (4)$$

进一步, 修改类似 Admati 和 Perry 的假设^[8], 模型考虑谈判双方重新报价的时间间隔为 $\bar{t} = (1/r)\log\delta$, 这样式(4)即可简化为

$$\pi_b = \delta^m(b(q) - p), \pi_s = \delta^m(p - s(q)) \quad (5)$$

其中, δ 为一个谈判周期的折现因子, 且为公有知识; m 为谈判次数。上述假设下, 采购商将判断是否接受该获胜者 i 的投标, 或者直接拒绝该报价且结束采购业务, 或者拒绝报价而提出新的报价等待对方回复。针对采购商提出的报价, 获胜者 i 继续和采购商进行议价, 重新商定质量方案或者相应付酬方案。我们将证明, 本机制的谈判阶段中, 双方存在均衡策略和交易的均衡结果。

三、模型分析

(一) 拍卖阶段 WDP 与投标策略分析

对于采购商及其获胜者确定问题(WDP)而言, 在不掌握众多潜在供应商私有成本信息的情况下, 拍卖阶段可能导致三种可能结果: 交易成功、交易失败和继续谈判。而这三种情况发生的概率对于买卖双方都难以度量, 同时考虑到相应的投标者均衡策略不可求^[10-11], 因此, 采购商基于自身期望收益(Expected Revenue)最大化的获胜者确定方案, 不可能求得。所以, 采购商倾向采购使得其产生的效用和需要付出价格之差最小的质量标准, 以期最大化自己的事后(Ex-post)效用, 这里“事后”是指交易成功的情况。如果交易失败, 双方的事后收益都为 0。如果继续谈判, 实际上, 式(2)的获胜者确定方案结合式(6)的投标者投标策略将更可能导致谈判均衡结果中采购商事后收益的极大化。因此, 式(2)既具有理论上的合理性又便于实际操作。

对于投标者而言, 基于期望收益最大化的均衡投标策略不可求得。实际上, 在 Branco^[10] 和 Wang^[11] 关于拍卖 + 谈判的研究中, 投标均衡策略都不可求得。因此, 潜在供应商会选择使得自己事后效用最大化的投标方案如下,

$$\text{Bid}_j = \{q_j = \operatorname{argmax}(p(q_j) - c_j(q_j)), p(q_j)\} \quad (6)$$

式(6)说明投标者的投标将依据自身的成本函数, 选择使得其对应的价格与其产生的成本之差最大化的质量标准, 以及相应的价格投标。式(6)既是交易成功情况下的最佳事后效用投标策略, 又是在拍卖阶段结束后三种情况发生概率不可准确度量情况下, 最佳近视反应(Myopic Best Response)投标策略^[11]。

实际上, 拍卖阶段对于节约议价成本具有重要意义。如果没有拍卖, 采购商将与 n 位潜在的供应商逐个谈判, 谈判成本之高谈判时间之长可想而知。简言之, 拍卖阶段对于本机制的作用在于, 尽快使得

潜在供应商显示自己的私有信息, 并在短时间内遴选出可能使得系统利润更大的获胜者 i 作为下一阶段的谈判对象。

(二) 议价阶段的均衡路径分析

回顾 Rubinstein(1982)文献中的分析, 在两个谈判者对于效用为 1 的蛋糕的议价模型中, 如果双方都掌握完全信息, 各自的时间折现因子分别是 δ_1 和 δ_2 , 且 $\delta_1 < 1, \delta_2 < 1$ 。存在如下引理 1。

引理 1: 上述模型中, 存在唯一的纳什均衡, 先动者获得事后收益 $(1 - \delta_2)/(1 - \delta_1 \cdot \delta_2)$, 接受者获得事后收益 $(\delta_2 - \delta_1 \cdot \delta_2)/(1 - \delta_1 \cdot \delta_2)$ ^[7]。

在本模型中, 如果买卖双方互相知道对方对于质量 q 的真实价值和真实成本, 容易得到命题 1。

命题 1: 在本模型的议价阶段, 完全信息(Complete information)结构下, 如果采购商先报价, 存在唯一的议价均衡: 采购商的报价为 $(p(b(q_s^*), s(q_s^*)), q_s^*)$, 其中

$$p(b(q_s^*), s(q_s^*)) = \frac{\delta b(q_s^*) + s(q_s^*)}{1 + \delta} \quad (7)$$

$$q_s^* = \operatorname{argmax}(b(q) - s(q)) \quad (8)$$

获胜者 i 将立即接受此报价。均衡状态下, 买卖双方的事后收益分别为,

$$\pi_b = \frac{b(q_s^*) - s(q_s^*)}{1 + \delta} \quad (9)$$

$$\pi_s = \frac{\delta(b(q_s^*) - s(q_s^*))}{1 + \delta} \quad (10)$$

证明: 本模型中, 买卖双方折现因子相同: $\delta_1 = \delta_2 < 1$, “蛋糕”的大小和选取的质量标准 q 有关, 其大小即为买卖双方的系统利润 $(b(q) - s(q))$ 。因此, 相应的双方事后收益式(9)和式(10)由引理 1 容易得到。同时, 采购商考虑到自身的事后收益由式(9)给出的均衡结果, 会选择使得式(9)最大化的质量标准式(8)作为质量报价。将式(8)式(9)代入式(5)的 π_b 中, m 取 0, 即可得到采购商的价格报价策略式(7)。

需要说明, 命题 1 描述的均衡是在双方信息对称时, 且由采购商先提出报价的情况下得到的, 如果由获胜者 i 先提出报价, 情况类似。但是, 在本模型的议价阶段, 信息结构并非完全信息情况, 而是获胜者 i 的报价 (p, q_i) 向采购商显示了她对于系统最优质量标准 q_s^* 的成本信号, 记为 $\bar{s}(q_s^*)$ 。也即是, 目前的信息结构是, 采购商知道了获胜者 i 显示的信号, 但是获胜者 i 对于采购商的私有信息不了解。后文将进一步证明, 在本模型议价阶段的非对称信息结构下, 命题 1 中的式(7)和式(8)仍然是采购商将提出新报价情况下(而非接受获胜者报价或者结束采购情况下)的报价策略。

下面, 将分析采购商接受报价或者提出新报价

的这个特殊点。如果采购商立即接受获胜者的报价,则获得没有时间折扣的相应收益;如果采购商拒绝且提出新报价,等待获胜者的回应将会耽误一个议价周期,使得采购商的事后收益打折 δ ,同时采购商也向获胜者显露了私有信息的信号——对于质量标准 q_s^* 的效用, $b(q_s^*)$ 。在均衡路径上,该显露的私有信息信号就是采购商的真实信息,考虑到命题1的结论,如果采购商将给出新报价,则必定满足式(7)和式(8)。那么,接受或者拒绝的分界点到底为何呢?考虑这样一个特殊情况,即采购商的效用函数对于质量标准 q_s^* 的效用,使得立即接受投标 $\{q_i, p\}$ 和延迟一个议价周期提出新报价且得到获胜者接受此报价的均衡结果之间没有差异。此情况下,将采购商对于质量标准 q_s^* 的效用记为 B 。那么,下式显然成立

$$b(q_i) - p = \delta(B - \frac{\delta B + s(q_s^*)}{1 + \delta}) \quad (11)$$

因此,此特殊的采购商效用分界点 B 即为,

$$B = \frac{(1 + \delta)(b(q_i) - p)}{\delta} + s(q_s^*) \quad (12)$$

进一步,考虑到在均衡路径上,如果买卖双方的系统利润 $(b(q_s^*) - s(q_s^*)) \leq 0$,那么交易使得双

方都获利的可能性为0。当然,到底 $b(q_s^*)$ 和 $s(q_s^*)$ 的大小关系如何,由“自然”(Nature)通过给定买卖双方的效用函数和成本函数来决定,不失一般性,笔者不对上述函数形式作特殊假设,只关注 $b(q_s^*)$ 和 $s(q_s^*)$ 的大小关系。这样,在“自然”实现了对于 $b(q_s^*)$ 和 $s(q_s^*)$ 的取值之后,议价博弈在均衡路径上存在三种可能性:

(1) 如果 $b(q_s^*) \leq s(q_s^*)$,那么交易失败。

(2) 如果存在如下条件,

$$0 < b(q_s^*) - s(q_s^*) \leq ((1 + \delta)/\delta) \cdot (b(q_i) - p) \quad (13)$$

那么,接受获胜者 i 的报价 (p, q_i) ,交易达成。

(3) 如果存在如下条件,

$$b(q_s^*) - s(q_s^*) > ((1 + \delta)/\delta) \cdot (b(q_i) - p) \quad (14)$$

则拒绝报价 (p, q_i) ,提出式(7)和式(8)的报价 $(p(b(q_s^*), s(q_s^*)), q_s^*)$,获胜者 i 接受报价,交易达成。

因此,可以将拍卖阶段之后的议价博弈的均衡路径图示如下。图1图2中,定义 $\Delta := ((1 + \delta)/\delta) \cdot (b(q_i) - p)$ 。

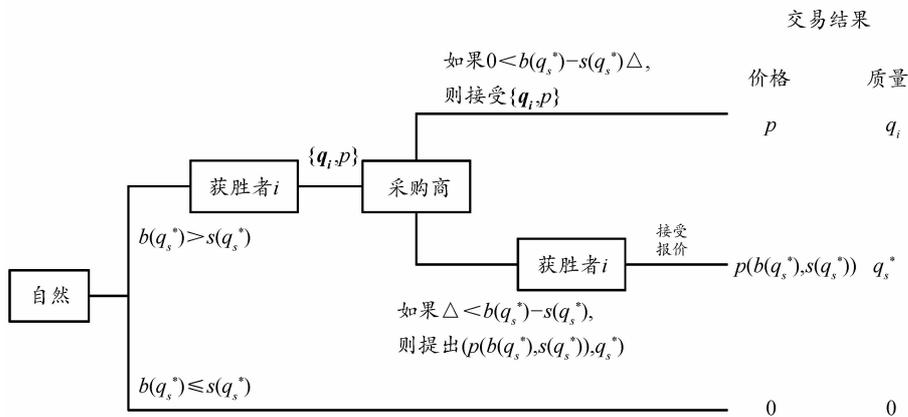


图1 议价博弈的均衡路径分析

不失一般性地,可以将自然给定的对于质量标准 q_s^* 的最高效用(采购商)和最大成本(获胜者 i)都归一化。那么,相应的基于买卖双方的真实价值(效用或者成本)的交易结果可由图2表示。

一方面,图2显示了采购商效用和获胜者 i 成本在不同相对区域时,交易的不同结果;另一方面,图2说明效用和成本相差越大,也即是系统利润越大的时候,交易花费的时间越多,因为采购商将提出新的报价来修正原来的分配方式,这一点和Cramton关于战略延迟谈判的文献具有重要区别^[9]。

(三) 议价阶段的双方均衡策略分析

上一节分析了议价博弈在均衡路径上的交易结果。但是,在博弈进行过程中,随着各个阶段的信息不断披露,买卖双方的具体策略和各自信念如何呢?

相应策略和信念是否能构成均衡结果呢?本节将回答上述问题。依据前文的分析,现构造本机制的议价博弈(含阶段2和阶段3)中局中人的信念和均衡策略如下。

阶段1:关于拍卖阶段的获胜者确定及供应商投标策略。(前文已详述)

阶段2:此阶段,获胜者的报价 (p, q_i) 已经被采购商知悉。由于参考价格函数 $p(q)$ 是公有知识,获胜者 i 的投标 (p, q_i) 向采购商显示了获胜者 i 对于系统最优质量标准 q_s^* 的成本信号,记为 $\tilde{s}(q_s^*)$ 。也即是,采购商的信念(μ_0)为:获胜者 i 的成本即为 $\tilde{s}(q_s^*)$ 。此阶段由采购商采取相应策略,现构造获胜者 i 的信念和采购商的策略如下。

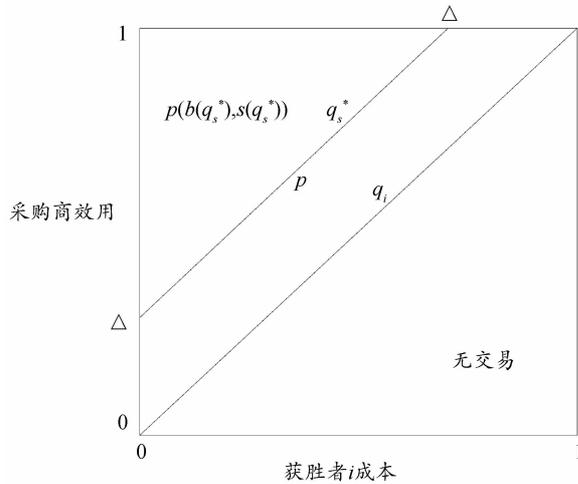


图2 基于双方真实价值的议价交易结果

$\mu 1$: 投标获胜者 i 的信念为, 如果采购者不同意接受 (p, q_i) 且提出 $(p(b, \tilde{s}(q_s^*)), q_s^*)$ 的成交条件, 那么采购者对于 q_s^* 的效用为 $\tilde{b}(q_s^*)$ (或简记为 \tilde{b})。

$\pi 1$: 采购商的策略为:

(1) 如果 $b(q_s^*) \leq \tilde{s}(q_s^*)$ 且 $b(q_i) \leq p$, 则结束此采购业务, 并宣布采购失败。

(2) 如果 $b(q_s^*) \leq \tilde{s}(q_s^*)$ 且 $b(q_i) > p$, 则接受获胜者的报价 (p, q_i) 。

(3) 如果 $b(q_s^*) > \tilde{s}(q_s^*)$ 且 $b(q_s^*) \leq B: = \frac{1 + \delta}{\delta} \cdot (b(q_i) - p) + \tilde{s}(q_s^*)$, 则接受获胜者的报价 (p, q_i) 。

(4) 如果 $b(q_s^*) > \tilde{s}(q_s^*)$ 且 $b(q_s^*) > B: = \frac{1 + \delta}{\delta} \cdot (b(q_i) - p) + \tilde{s}(q_s^*)$, 则拒绝报价 (p, q_i) , 提出新的报价 $(p(b, \tilde{s}(q_s^*)), q_s^*)$ 。

阶段 3: 在阶段 1 和阶段 2, 获胜者 i 和采购商通过报价, 双方已经显示了自己对于系统最优质量标准 q_s^* 的价值(成本)和效用。此阶段由获胜者 i 采取相应策略。现构造采购商的信念和获胜者 i 的策略如下,

$\mu 2$: 采购商的信念为, 如果获胜者 i 不同意 $(p(b, \tilde{s}(q_s^*)), q_s^*)$ 且提出 $(p(s, \tilde{b}), q_s^*)$ 的成交条件, 那么获胜者 i 对于 q_s^* 的效用为 s 。

$\pi 2$: 获胜者 i 的策略为:

(1) 如果 $\tilde{b}(q_s^*) \leq s(q_s^*)$, 则宣布退出此采购业务。

(2) 如果 $\tilde{b}(q_s^*) > s(q_s^*) > S: = (1 + \delta)p(b, \tilde{s}(q_s^*)) - \delta\tilde{b}$, 则不同意 $(p(b, \tilde{s}(q_s^*)), q_s^*)$ 且提出 $(p(s, \tilde{b}), q_s^*)$, 其中 $p(s, \tilde{b}) = (\delta s + \tilde{b}) / (1 + \delta)$ 。

(3) 如果 $s(q_s^*) \leq S: = (1 + \delta)p(b, \tilde{s}(q_s^*)) - \delta\tilde{b}$, 则接受采购商的报价 $(p(b, \tilde{s}(q_s^*)), q_s^*)$ 。

依据对上述各阶段买卖双方议价策略和信念的构造, 得到如下重要命题。

命题 2: 在模型的阶段 3 的子博弈中, 采购商的信念 $\mu 2$ 和获胜者 i 的策略 $\pi 2$ 构成了贝叶斯纳什均衡。

证明:

需证明信念 $\mu 2$ 和策略 $\pi 2$ 构成了贝叶斯纳什均衡。也即是, 在给定 $\mu 2$ 和获胜者 i 的信念为: 采购商对于系统最优质量标准 q_s^* 的效用为 \tilde{b} 的情况下, $\pi 2$ 是获胜者 i 的最优策略。

情况(1) 如果 $\tilde{b}(q_s^*) \leq s(q_s^*)$, 则交易双方不可能在交易中同时存在正的利润, 考虑到局中人的个体理性, 因此宣布退出此采购业务, 并获得 0 效用是最优选择。

情况(2) 如果 $\tilde{b}(q_s^*) > s(q_s^*) > S: = (1 + \delta)p(b, \tilde{s}(q_s^*)) - \delta\tilde{b}$, 此条件说明获胜者 i 对于质量 q_s^* 的真实成本能够产生系统利润, 但是大于某个特殊值 S 。这表明获胜者 i 的成本结构存在提出新的报价获取更多利润的空间。同时, 考虑到采购商的信念 $\mu 2$, 如果获胜者 i 提出 $(p(s, \tilde{b}), q_s^*)$, 采购商会立即同意。而且, 如果获胜者 i 提出 (p', q_s^*) 其中 $p' < p(s, \tilde{b})$, 她显然会获得更少利润; 如果提出 (p', q_s^*) 其中 $p' > p(s, \tilde{b})$, 采购商会立即拒绝此报价并给出报价 $(p(b, \tilde{s}(q_s^*)), q_s^*)$, 其中 $p(b, \tilde{s}(q_s^*)) < p(s, \tilde{b})$, 考虑到获胜者 i 的信念, 她会立即接受且获得更少的利润。因此, 此情况下获胜者 i 的最优策略就是报价 $(p(s, \tilde{b}), q_s^*)$ 。值得注意, 获胜者 i 同意质量标准 q_s^* 的原因在于, 在均衡路径上其最终收益即为式(10)所示 $\pi_s = \delta(b(q) - s(q)) / (1 + \delta)$ 。因此, 质量标准 $q_s^* = \operatorname{argmax}(b(q) - s(q))$ 将会最大化其事后收益。

情况(3) 如果 $s(q_s^*) \leq S$, 则表明存在如下关系 $p(b, \tilde{s}(q_s^*)) - s(q_s^*) > \delta(p(s, \tilde{b}) - s(q_s^*))$

$$(15)$$

意味着,考虑时间折现因子 δ 情况下,提出新的报价不会带来更多利润。因此,接受采购商的报价是最近回应策略。

命题3:在模型的阶段2的子博弈中(获胜者 i 向采购商暴露私有信息为 $\tilde{s}(q_i^*)$, 采购商仍保留自己的私有信息),获胜者 i 的信念 μ_1 , 采购商的信念 μ_2 , 采购商的策略 π_1 和获胜者 i 的策略 π_2 共同构成了贝叶斯纳什均衡。

证明:

注意到此子博弈开始前的信息结构为:获胜者 i 已经向采购商显露的成本为 $\tilde{s}(q_i^*)$, 采购商仍保留自己的私有信息。需证明信念 μ_1 , μ_2 和策略 π_1 , π_2 构成了贝叶斯纳什均衡。其中,信念 μ_2 是对采购商原来信念 μ_0 可能产生的修正。考虑到命题2成立,下面只需要证明, π_1 是上述环境下采购商的最优策略。

情况(1)如果 $b(q_i) \leq p$, 说明接受报价 (p, q_i) 对于采购商的利润为负;如果 $b(q_i^*) \leq \tilde{s}(q_i^*)$, 说明即使选择使系统利润最大化的质量标准 q_i^* , 交易双方也不可能在交易中同时存在正的利润;因此宣布退出此采购业务是采购商的最优选择。

情况(2)如果 $b(q_i^*) \leq \tilde{s}(q_i^*)$ 且 $b(q_i) > p$, 说明采取 q_i^* 的系统不存在正的利润,但是接受报价 (p, q_i) 满足采购商的个体理性。因此,最佳回应是接受报价 (p, q_i) 。

情况(3)如果满足条件

$$b(q_i^*) \leq B: = \frac{1+\delta}{\delta} \cdot (b(q_i) - p) + \tilde{s}(q_i^*) \quad (16)$$

说明下述关系成立

$$b(q_i) - p \geq \delta(b(q_i^*) - p(b, \tilde{s}(q_i^*))) \quad (17)$$

也即是,考虑折现因子 δ 情况下,提出新的均衡报价不会带来更多利润。考虑到条件 $b(q_i^*) > \tilde{s}(q_i^*)$ 和 $b(q_i^*) \leq B$ 必然要求 $b(q_i) > p$ 成立,因此,接受报价 (p, q_i) 是满足个体理想的最佳回应策略。

情况(4)如果满足条件

$$b(q_i^*) > B: = \frac{1+\delta}{\delta} \cdot (b(q_i) - p) + \tilde{s}(q_i^*) \quad (18)$$

说明下述关系成立

$$b(q_i) - p < \delta(b(q_i^*) - p(b, \tilde{s}(q_i^*))) \quad (19)$$

也即是,考虑折现因子 δ 情况下,提出新的均衡报价 $(p(b, \tilde{s}(q_i^*)), q_i^*)$ 相比接受 (p, q_i) 带来更多的利润。同时考虑到,在均衡路径上,采购商最终收益可以求得,即为式(9)所示 $\pi_b = (b(q) - s(q))/(1 + \delta)$ 。因此,选择报价质量标准为 $q_i^* = \arg\max(b(q) - s(q))$ 将会最大化其事后收益。

进一步,考虑到获胜者 i 的信念 μ_1 , 如果采购商

提出 $(p(b, \tilde{s}(q_i^*)), q_i^*)$, 获胜者 i 会立即同意。反之,如果采购商提出 (p', q_i^*) , 其中 $p' > p(b, \tilde{s}(q_i^*))$, 她显然会获得更少利润;如果提出 (p', q_i^*) , 其中 $p' < p(b, \tilde{s}(q_i^*))$, 获胜者 i 会立即拒绝此报价并给出报价 $(p(s, \bar{b}), q_i^*)$ 其中 $p(b, \tilde{s}(q_i^*)) < p(s, \bar{b})$, 考虑到采购商的信念,此时唯一的均衡结果是,采购商会立即接受此报价,且获得更少的利润。因此,在情况(4)下采购商的最优策略就是报价 $(p(b, \tilde{s}(q_i^*)), q_i^*)$ 。

特别地,在均衡路径上 $\tilde{s}(q_i^*) = s(q_i^*)$, 如果满足 $b(q_i^*) \leq \tilde{s}(q_i^*)$ 则交易结束;否则,如果 $b(q_i^*) \leq B$, 则接受报价 (p, q_i) , 如果 $b(q_i^*) > B$, 则提出新报价 $(p(b, \tilde{s}(q_i^*)), q_i^*)$ 。获胜者 i 将接受上述报价,交易达成。

四、结论

在实际采购运作中,先通过竞标选出获胜供应商,再与其进行关于价格和质量的谈判的招投标模式十分常见。更普遍地说,在“先笔试后面试”的研究生招生机制中,在“先通讯评审再会议评审”的国家自然科学基金评审机制中和类似的诸多两阶段决策方案中,都存在后一阶段机制对前一阶段机制的“分配效率”的改进。可见,两阶段决策机制具有重要的理论和实际意义。基于上述原因,笔者设计了一种先“拍卖”再“议价”的两阶段采购机制。该机制设计的局限在于,主要考虑模型的理论分析,也即是,是否在模型的子博弈阶段存在贝叶斯纳什均衡,并相应地构造了买卖双方的均衡策略。构造的讨价还价策略较为简单,和现实的复杂采购谈判仍有不小差距。该机制的突出特点和与先前研究的主要区别在于,考虑到实际采购业务具有如下三方面的基本特征:采购业务中同时存在关于价格和质量的投标竞争与议价谈判,供应商与采购商在采购不同阶段的私有信息披露具有不同特点,以及谈判阶段存在时间成本及其相关均衡策略。分析表明,机制的拍卖阶段存在最佳近视反应意义下的 WDP 方案和投标策略;进一步找到了机制的议价阶段在均衡路径上的分配结果,及其与买卖双方真实价值的关系;并发现系统利润越大的时候,交易花费的时间越多,这一点与 Cramton 关于战略延迟谈判的文献具有重要区别^[9];还发现议价阶段实现了对于拍卖阶段分配效率的改进,并证明了买卖双方都存在关于质量和价格的贝叶斯纳什均衡策略与信念。本研究的理论结论对于现实的采购运作具有如下启示:其一,仅通过招投标不一定是最佳策略,后续谈判可能改进分配效率,从而提高买卖双方的福利;其二,虽然存在可能的谈判阶段,但是,采购商仍有可能选择招投标的结果,直观的原因是谈判对双方都具有时间成

本;其三,对于买卖双方利润越大的交易,可能需要花费更多的时间。

参考文献:

- [1] LEDYARD J O, OLSON M, PORTER D, et al. The first use of a combined value auction for transportation services [J]. *Interfaces*, 2002, 32(5): 4 – 12.
- [2] ELMAGHRABY W, KESKINOC AK P. Technology for transportation bidding at the home depot [M]. Netherlands: Kluwer, 2003.
- [3] HOHNER G, RICH J, NG E, et al. Combinatorial and quality-discount procurement auctions with mutual benefits at mars incorporated [J]. *Interfaces*, 2003, 33(1): 23 – 35.
- [4] MASKIN E. Nash equilibrium and welfare optimality [J]. *The Review of Economics Studies*, 1999, 66(1): 23 – 38.
- [5] MASKIN E, MOORE J. Implementation and renegotiation [J]. *The Review of Economics Studies*, 1999, 66(1): 39 – 56.
- [6] WATSON J. Contract, mechanism design, and technological detail [J]. *Econometrica*, 2007, 75(1): 55 – 81.
- [7] RUBINSTEIN A. Perfect equilibrium in a bargaining model [J]. *Econometrica*, 1982, 50(1): 97 – 109.
- [8] ADMATI A R, PERRY M. Strategic delay in bargaining [J]. *Review of Economic Studies*, 1987, 54: 345 – 364.
- [9] CRAMTON P. Strategic delay in bargaining with two-sided uncertainty [J]. *Review of Economic Studies*, 1992, 59: 205 – 225.
- [10] BRANCO F. The design of multidimensional auctions [J]. *The Rand Journal of Economics*, 1997, 28(1): 63 – 81.
- [11] WANG R. Bidding and renegotiation in procurement auctions [J]. *European Economic Review*, 2000, 44: 1577 – 1597.

Auction-Bargaining Procurement Mechanism Design and the Bayesian Equilibria Strategies

HUANG He, WU Bao-xia

(College of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: We design a two-stage mechanism for more efficient and practical procurement operations, which implements first multi-attributes auction then bargaining. Main novelty of the mechanism is that we focus on three characteristics of practical procurement: both bidding and bargaining for price and qualities, both buyer and seller's information revelation problem, and time cost problem with corresponding strategies construction. We show that, the auction stage holds MBR (Myopic Best Response) incentive compatible for buyer and sellers. Also, allocation outcome on equilibrium path and its relationship with buyer and seller's real valuation is presented. Bargaining stage improves the efficiency of auction stage, especially; we show there exist Nash – Bayesian equilibrium strategies and corresponding beliefs for both players in the mechanism.

Key words: procurement; auctions; bargaining; mechanism design; Bayesian equilibrium

(责任编辑 傅旭东)