一种信息优势的比较和拍卖机制研究①

赵 勇, 陈 阳, 饶从军
(华中科技大学控制系系统工程研究所, 武汉 430074)

摘要: 以目前网上拍卖和多物品拍卖为背景,从“信息优势”的角度研究了一个拍卖信息从隐藏、部分隐藏、逐步过渡为公开等 5种具体情形的两异质物品序贯拍卖问题,分析和比较了各种情形下竞标人的占优报价和拍卖方的期望收入,探讨了信息优势对估价和拍卖效率的影响,得到了一些有关拍卖机制设计和信息策略选择的有价值结论,并结合网上拍卖和招投标管理等给出了相关机制设计的建议.

关键词: 信息优势; 拍卖机制; 贝叶氏分析
中图分类号: F062 5 文献标识码: A 文章编号: 1007- 9807(2009) 06- 0090- 10

0 引 言

拍卖是市场参与者根据报价按照一系列规则决定资源的分配和价格的一种市场机制. 自从 Friedman[1]发表第 1篇关于拍卖理论的文献和 Vickrey[2]提出基准点模型和收入等价原理以来, 拍卖理论已成为现代经济学中最成功、也是最活跃的重要分支之一[3]. 近 10年来, 越来越多的政府和私人部门通过拍卖方法实现公共资源的配置和资产所有权的转让, 如政府债券、电信频谱、电力、矿山、排污许可权等, 而经济生活中的现实需求也推动着拍卖理论和方法研究的深化和扩展, 如多物品拍卖、可分离物品拍卖、多属性拍卖、多对多拍卖、网上拍卖等, 使其逐渐成为产业经济学、金融学、信息经济学等诸多学科的理论基础.

与传统拍卖相比, 网上拍卖除了具有灵活方便和降低交易成本等优点外, 也提出了一些新的问题和挑战. 网上拍卖中, 竞标人一般不能在现场直接观察到拍卖品的品质, 而只能根据网上的描述进行估价, 由于担心“赢者诅咒”[3]而趋于保守; 拍卖者和竞标人的网上交易是“匿名”的, 这会引发“网上信誉”和“网上欺诈”问题而影响拍卖的正常操作. 这些问题借助“回馈”、“第三方契约”和“法律”等手段[4]可以在一定程度上得到缓解, 这也是大部分拍卖商业网站采取的措施; 也可以采用电子身份证, 或设计交易者信誉或诚信评价机制, 以解决信息的私密性、完整性、不可抵赖性以及身份确认等问题[5 6]. 另外, 还可以借鉴目前 Internet上流行的一些商业做法, 如“俱乐部制”或“会员制”. 其中, 会员竞标人相比于非会员拥有较高的“信誉”和“可信度”, 同时还拥有获得较多相关信息的优势而有助于竞标人估价的改善, 这些特点有助于目前网上拍卖效率的提高. 但这种做法也有其不利的一面, 会员的信息优势有可能阻止或吓退非会员参与拍卖而降低拍卖的竞争性, 而且会员之间还可能发生“串谋”. 因此从提高拍卖的竞争性和阻止“串谋”的发生考虑, 应该对会员的这种“信息优势”的价值进行分析和比较, 并采取相应措施来保持竞标人之间的平等地位和公平竞争.

信息优势对拍卖策略的影响是目前理论研究的一个热点. Milgrom和 Weber[7]基于收益等价定理的研究表明, 拍卖方的收入增加必须以向所有

① 收稿日期: 2007- 09- 14; 修订日期: 2009- 03- 04
基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (70771041, 70471077); 博士点基金资助项目 (20020487046).
作者简介: 赵 勇 (1967—), 男, 湖北天门人, 博士, 教授. Email: zhiwei98530@ sohu. com

投标人发布信息为条件, 而投标人低估其他竞争者的信号将失标, 这就是所谓的连锁原则; Jean-Pierre[8]进一步肯定了竞标人的私有信息在标准拍卖模型中一般会损害自身的利益. 但在其他拍卖模型中这种连锁原则可能会失效, Vlad[9]指出拍卖者保留一定的信息并私下向某些竞标者透露, 可以获得更高的收益; 而 Anna[10]则认为仅在某些约束 – 效率机制下, 信息揭示才能够增加拍卖者的期望收益; 最近, Dirk[11]在拍卖方可以通过发布拍卖品信息来影响竞标人对物品估价精度的假设下, 借助私有价值模型探讨了基于差异信息结构的最优拍卖机制问题. 由于问题的复杂性, 这些研究主要是以单物品拍卖、公开的信息同等程度地影响所有投标者为背景讨论的, 而基于多物品间关联价值的“信息优势”、以及可以有差异影响投标人估价的信息公开问题, 是具有较强实际背景的机制设计课题. 本文拟结合一类特殊的多物品拍卖——序贯拍卖 (sequential auction), 借助对拍卖信息的不同揭示和策略选择, 研究和比较信息优势对买卖双方估价、收入和拍卖效率的影响. 这对于拍卖的机制优化、程序设计和策略改进具有理论意义和应用价值.

1　问题构造与竞标分析

拍卖中的信息优势是个复杂问题, 目前还难以给出规范化的一般定义和统一的数学描叙, 因此本文研究的关键是典型问题的设计: 假设有 2个不可分异质物品 A和 B拟采用序贯拍卖方式出售给 $n(\geqslant 3)$个竞标人, 每个竞标人对这 2个物品的估价是相互独立的, 且竞标人之间的估价也是相互独立的. 为了简化研究, 对拍卖规则作如下规定:

1) 每个竞标人只能得到 1件物品, 即在 A物品拍卖中的胜者不能参与 B物品的竞标;

2) 对于每件物品, 竞标人的估价分为 H (高) 和 L (低) 二类, 其中 $H\geqslant L\geqslant 0$ 因此本文中竞标人的类型可分为 LL、LH、HL、HH共 4种, 其中 LL型表示竞标人对 A、B的估价分别为 L、L, 其余类型的含义类推;

3) 拍卖顺序为先 A后 B, 且对每件物品均采用密封 2级价格方式进行拍卖;

4) 竞标人是对称的, 即对每件物品估价为 H 的概率均为 $p\in[0, 1]$、L 的概率均为 $1-p$;

5) 最高报价有 2个及以上时, 采用随机抽签方式决定一个获胜者.

如果将“物品 B的信息”视为隐藏信息, 那么本文的问题就是“分析和比较‘物品 A 拍卖前向所有竞标人公布物品 B的信息’和‘物品 A 拍卖后再向所有竞标人公布物品 B的信息’两种情况下的拍卖效益”. 下面, 先对竞标人在二次拍卖中的占优报价进行分析.

1.1　B物品的报价分析

物品 B的拍卖可以看作是有 $n-1$个人参与的单物品密封二级拍卖, 因此竞标人的占优报价策略只能是给出自己的真实类型 (见表 1).

具体地, 对于任一竞标人, 获胜的条件是他本人属于 LH或HH类型, 其余 $n-2$个人为 LL或 HL类型, 因此其对 B的期望收益为

$$\sigma_h = p(1-p)^{n-2}(H-L)$$

表 1　竞标人报价分析 (1)

Table 1 Bidder’s offer analysis(1)

竞标人类型	A物品拍卖		B物品拍卖	
	未知 B	已知 B	未知 B	已知 B
LL	$L-\sigma_h$	L	L	L
LH	$L-\sigma_h$	$L-\sigma=L^-$	H	H
HL	$H-\sigma_h$	H	L	L
HH	$H-\sigma_h$	$H-\sigma_r$	H	H

1.2　A物品的报价分析

物品 A的报价比较复杂, 需就物品 B的信息分别为隐藏信息和公开信息 2种情况讨论.

(1) 隐藏信息 (给出物品 **A** 的报价前, 竞标人不知道物品 **B**的信息)

这种情况下, 竞标人对物品 A给出占优报价而得到的期望收益应等于他赢取物品 B的期望收益, 即竞标人的占优报价应为 $v_A-\sigma_h$, 其中 v_A 为竞标人对物品 A的真实估价 (L 或 H).

(2) 公开信息 (给出物品 **A** 的报价前, 竞标人知道物品 **B**的信息)

对于 LL和 HL两种类型的竞标人, 由于他们事先知道他们对物品 B的估价为 L, 即在物品 B的拍卖中他们的收益肯定为 0, 所以在物品 A 的竞标中他们会全力争胜, 而取胜的惟一占优策略是给出他们关于 A的真实类型, 即分别给出其真实

报价 L和 H (见表 1).

对于HH类型的竞标人,由于其在物品 A和 B的拍卖中都有获胜的可能,或者说对 A或 B的期望收益均大于 0,这意味着 HH型竞标人对物品 A的占优报价应为$H-\sigma_r$,其中 σ_r的确定必须考虑对手的情况,即应该等于该竞标人在有可能赢取A或 B最不利情况下获利 $H-L$的期望值. 具体讲,有可能赢取 A或 B的最不利情况是"除该竞标人外,其余 $n-1$竞标人中至少有 1个 HH对手、且没有 HL对手",而能获利 $H-L$ 的条件是"其余 $n-1$竞标人中只有 1个 HH对手和 $n-2$个 LL对手"[②]. 因此

$$\begin{aligned}\sigma_r &= P\left(\begin{array}{l}\text{可能赢取 A或 B的最不利}\\ \text{情况下获取}H-L\text{的收益}\end{array}\right)(H-L)\\ &= \left(\begin{array}{l}\text{有 1个 HH 对手和 } n-2\text{个 LL}\\ \text{对手}\left|\begin{array}{l}\text{至少有一个 HH 对手、}\\ \text{且没有 HL对手}\end{array}\right.\end{array}\right)(H-L)\\ &= \frac{(n-1)p^2[(1-p)^2]^{n-2}}{[1-p(1-p)]^{n-1}-(1-p)^{n-1}}(H-L)\end{aligned}$$

对于 LH类型的竞标人,由于其在对物品 B的拍卖中仍然有获胜的机会,或者说对 B的期望收益大于 0,因此他对 A的占优报价会低于其真实估价 L,即$L-\sigma$ (其中 $0<\sigma\leqslant(1-p)^{n-2}\times(H-L)$),以保证其期望收益大于 0. 但如果其对手中有HH、HL或 LL类型竞标人,那么根据上面的分析,他采取这样的报价不可能赢得物品 A,或者说,他能赢得 A的惟一机会是"所有 n个竞标人都为 LH类型". 而 n个 LH类型竞标人都知道这一情况,这将导致对 A物品的激烈竞争,因此这些竞标人关于物品 A的占优报价将非常接近其对 A的真实估价 L,即 $\sigma>0$将是一个任意小量、且不可能为 0[③],这里不妨记 $L-\sigma=L^-$.

综合上述分析,竞标人的占优报价策略可总结如下:

另外需要说明的是,任何情况下竞标人给出报价和放弃竞争的区别在于"放弃"会使得他完全没有获胜的可能,因此竞标人的占优策略不可能是放弃报价.

为方便表达,这里对下文中将用到的几个符号作如下说明: H• 表示物品 A的 H类型竞标人,或者是 HL和 HH 两类竞标人的总称,其他符号 L•、• H和• L的意义类推; $\Delta(\,)$表示( )内类型的竞标人数量,例如 $\Delta(HH)=n$表示 HH类型竞标人的数量为 n.

2 事后与事前信息揭示的分析与比较

下面对上述 2种情况下竞标人报价和拍卖方收益进行分析和比较.

命题 1 相对于在对物品 A拍卖完成后才公布物品 B的信息给竞标人的情形 (称为事后信息揭示),物品 A拍卖前向所有竞标人公布物品 B(称为事前信息揭示),可以提高: 1) 竞标人对物品 A的期望报价; 2) 参与物品 B拍卖的 H型竞标人期望数量.

证明 1) 从表 1中可以看出, L• 型竞标人对物品 A的事后报价 $L-\sigma_h$ 与其真实类型相比,保留了 σ_h; 而他对物品 A的事前报价 L或 $L-\sigma$与其真实类型 L几乎是相同的,因此事前向所有竞标人揭示物品 B信息必可提高 L• 型竞标人对物品 A的占优报价,当然期望报价也必会提高.

对于 H• 型竞标人,如果事前揭示物品 B信息,那么拍卖方可以推知该竞标人以概率 p 属于HH型,以概率 $1-p$属于 HL型; 且在事前揭示 B的情况下竞标人是完全知道自己的确切类型的,他将根据表 1表明的那样给出其报价H或$H-\sigma_r$. 因此拍卖方可以得到的 H• 型竞标人的期望报价为

$$p(H-\sigma_r)+(1-p)H=H-p\sigma_r$$

于是与事后相比较有

$$\begin{aligned}H-p\sigma_r-(H-\sigma_h) &= \sigma_h-p\sigma_r\\ &= p(1-p^{n-2})(H-L)-\\ &\quad p\frac{(n-1)p^2[(1-p)^2]^{n-2}}{[1-p(1-p)]^{n-1}-(1-p)^{n-1}}(H-L)\\ &= p(1-p)^{n-2}(H-L)\times\\ &\quad\left\{1-\frac{(n-1)p^2(1-p)^{n-2}}{[1-p(1-p)]^{n-1}-(1-p)^{n-1}}\right\}\end{aligned} \tag{1}$$

② 原因是"文中采用的是二级价格拍卖方式"

③ 原因是"考虑到竞标人对 B的期望收益大于 0"

式(1)中$(n-1)p^2(1-p)^{n-2}$为$n-1$个竞标人中恰好有1个HH型、其余$n-2$个为LL型或LH型的概率;而$[1-p(1-p)]^{n-1}-(1-p)^{n-1}$为$n-1$个竞标人中至少有1个HH型、其余为LL型或LH型的概率.因此

$$(n-1)p^2(1-p)^{n-2}\leqslant[1-p(1-p)]^{n-1}-(1-p)^{n-1}$$

于是

$$H-p\sigma_r\geqslant H-p\sigma_h$$

综合上述对L•和H•型竞标人的分析,可以通过事前揭示物品B信息的方式来提高所有竞标人关于物品A的期望报价.

2)从表1还可以看出,事后揭示物品B信息的情况下,所有竞标人对物品A的报价都保留了一个相同的量σ_h,这使得LH型有可能战胜LL型、HH型有可能战胜HL型,而不能参与下一轮对B的拍卖;而在事前揭示物品B信息的情况下,不同类型的竞标人在对物品A报价时的保留量不同,于是有LH型必输给LL型、HH型必输给HL,而参加对B的拍卖.因此相比于事后揭示,事前揭示物品B的信息可以提高参与物品B拍卖的H型竞标人期望数量.　　证毕.

命题1 肯定了事前揭示可以提高竞标人的期望报价和参与B物品拍卖的H型数量,但拍卖方得到的期望收益是否也能提高呢?

命题2 对$\forall p\in[0,1]$必存在n_0,当$n\geqslant n_0$时,事前向所有竞标人揭示物品B的信息可以提高:1)竞标人关于物品A的占优报价;2)拍卖方的期望收益.

证明　1)根据表1给出的占优报价策略,对LL、LH和HL型竞标人结论显然成立,下面只针对HH型竞标人证明对$\forall p\in[0,1]$必存在n_0,使得$n\geqslant n_0$时$\sigma_r\leqslant\sigma_h$.

$$\sigma_r\leqslant\sigma_h\Leftrightarrow\frac{(n-1)p^2[(1-p)^2]^{n-2}}{[1-p(1-p)]^{n-1}-(1-p)^{n-1}}\leqslant p(1-p)^{n-2}\Leftrightarrow(n-1)p(1-p)^{n-2}\leqslant[1-p(1-p)]^{n-1}-(1-p)^{n-1}\Leftrightarrow\frac{(n-1)p}{(1-p)}+1\leqslant\left(\frac{1}{1-p}-p\right)^{n-1}\qquad(2)$$

对于$p=0$,式(2)显然成立.当$p\in(0,1]$时,可以证明$\frac{1}{1-p}-p>1$,由于上述不等式右边是关于n的指数函数,而左边只是一阶多项式函数,因此只要n_0充分大,上述不等式必然成立.

2)分2种情况讨论

①物品A拍卖的期望收益比较

由于采用的是二级价格拍卖,事后揭示物品B信息时,如果有2个和2个以上的H•型竞标人,则拍卖方可得收益为$H-\sigma_h$;否则为$L-\sigma_h$.因此拍卖方的期望收益为

$$\begin{aligned}R_{后}(A)&=P(\text{至少有2个H•型竞标人})(H-\sigma_h)+P(\text{少于2个H•型竞标人})(L-\sigma_h)\\&=L+P[\Delta(H\bullet)\geqslant2](H-L)-\sigma_h\end{aligned}\qquad(3)$$

事前揭示物品B信息时,如果有2个HL型,则可得收益H;如果有至少2个H•型竞标人、且其中HL型数量少于2,则收益为$H-\sigma_r$.另外,如果H•型竞标人不足2个,则收益为L.于是,这种情况下拍卖方的期望收益为

$$\begin{aligned}R_{前}(A)&=P(\Delta(HL)\geqslant2)H+P(\Delta(HL)<2\text{且}\Delta(H\bullet)\geqslant2)(H-\sigma_r)+P(\Delta(H\bullet)<2)L\\&=L+P[\Delta(H\bullet)\geqslant2](H-L)-P[\Delta(HL)<2\text{且}\Delta(H\bullet)\geqslant2]\sigma_r\end{aligned}\qquad(4)$$

于是由式(3)和式(4)有

$$R_{前}(A)-R_{后}(A)=\sigma_h-P(\Delta(HL)<2\text{且}\Delta(H\bullet)\geqslant2)\sigma_r$$

根据1)的证明可知,对$\forall p\in[0,1]$必存在n_0,当$n\geqslant n_0$时$\sigma_r\leqslant\sigma_h$又$0\leqslant P[\Delta(HL)<2\text{且}\Delta(H\bullet)\geqslant2]\leqslant1$,所以$R_{前}(A)\geqslant R_{后}(A)$,即事前揭示物品B的信息可以提高物品A拍卖的期望收益.

②物品B拍卖的期望收益比较

根据命题1的结论,事前揭示物品B的信息可以提高参与物品B拍卖的H型竞标人数量,这意味着拍卖者得到收入H的概率增加了,因此事前揭示物品B信息的情况下,物品B拍卖的期望收益也会相应增加.

综合①和②的分析可得,事前揭示B的信息可以提高拍卖方的期望收益.

证毕.

命题1和命题2说明,拍卖方不一定能从他掌握的隐藏信息中获利,而信息揭示(公开)则有可能提高他的收益.这一结论在信息结构更为复杂的问题中是否也适用?下面作进一步分析.

3 问题的进一步分解

进一步的问题是: 2个不可分物品 A和 B拟采用序贯拍卖方式出售给 n个竞标人, 先 A后 B. 如果将“物品 B的信息”视为隐藏信息, 那么可以将“物品 B的信息”从隐藏向公开的转变逐步分解为下述 5种情况:

情形 **1** 所有竞标人都不知道物品 B信息;

情形 **2** 有 1个竞标人(不妨设为 k)知道物品 B信息, 其余人均不知道;

情形 **3** 竞标人 k知道物品 B信息, 且这是共同知识, 即其余人均知道“竞标人 k知道物品 B信息”;

情形 **4** 各竞标人均知道物品 B信息, 但这是私有知识, 即他们之间并不知道这一情况;

情形 **5** 各竞标人均知道物品 B信息, 这是共同知识.

可以看出, 情形 1和 5分别对应于上一节中的事后和事前二种情况, 因此这里只需对情形 2、3和 4下竞标人的占优报价进行分析. 同时为了简化讨论, 下面的研究中只考虑“竞标人数量 n足够大”这一情况.

1) 情形 2 如果竞标人 k事先获得了物品 B的信息, 那么当他是·L型时, 他就会知道他对 B物品的收益将为 0, 于是对 A的占优报价将为 H(他属 HL型)或 L(他属 LL型); 当他是·H型时, 他对 B物品的期望收益将为

$$\sigma_k = (1-p)^{n-2}(H-L)$$

于是对 A的占优报价将为 $H-\sigma_k$(他属于 HH型)或 $L-\sigma_k$(他属于 LH型). 除 k外的其他竞标人所处地位与情形 1相同, 因此他们仍然会采用情形 1中的占优报价, 见表 2

2) 情形 3 竞标人 k的地位与情形 2相同, 因此他仍会采用情形 2中的占优报价策略, 但其他竞标人的报价将会比较复杂. 与情形 1一样, 他们关于物品 A的占优报价中必然会保留其对 B物品的期望收益 σ_q, 即他们的报价将为 $L-\sigma_q$(属 L·型)或 $H-\sigma_q$(属 H·型). 具体地, 其他竞标人在 B物品的竞拍中能获胜、并获取 $H-L$收益的条件是“该竞标人本人属·H型, 而参与 B物品拍卖的其它 $n-2$个对手属·L型”.

关于 σ_q, 考虑到竞标人 k的影响, 需分 2种情况讨论. 若 $\sigma_q > \sigma_k$, 则有

$$\begin{aligned}
\sigma_q &= P\begin{pmatrix}\text{参与 B物品竞拍的 } n-2\text{个}\\ \text{对手均为·L, 且本人为·H}\end{pmatrix}(H-L)\\
&= P\begin{pmatrix}\text{参与 B物品竞拍的}\\ n-2\text{个对手均为·L}\end{pmatrix}p(H-L)\\
&= [P(k\text{为H·型且其余 }n-2\text{个对手均为·L}) + \\
&\quad P(k\text{为 LH型且其余 }n-2\text{个对手均为 LL}) + \\
&\quad P\begin{pmatrix}k\text{为 LL型且其余 }n-2\text{个对手均为·L,}\\ \text{或其余对手中有 1个 HH和 }n-3\text{个 LL}\end{pmatrix}] \times \\
&\quad p(H-L)\\
&= \{p(1-p)^{n-2} + p(1-p)(1-p)^{2(n-2)} + \\
&\quad (1-p)^2 \times [(1-p)^{n-2} + (n-2) \times \\
&\quad p^2(1-p)^{2(n-3)}]\}p(H-L)\\
&= p\{p + (1-p)^2 + p(1-p)^{n-2}[1+(n-3)p]\}\sigma_k
\end{aligned}$$

$\because \lim_{n\to\infty} p(1-p)^{n-2}[1+(n-3)p] = 0$, $\therefore$ 当 n足够大时, $\sigma_q < \sigma_k$, 这与 $\sigma_q > \sigma_k$相矛盾, 因此下面只需考虑 $\sigma_q \leqslant \sigma_k$这一情况.

$$\begin{aligned}
\sigma_q &= P\begin{pmatrix}\text{参与 B物品竞拍的 } n-2\text{个}\\ \text{对手均为·L, 且本人为·H}\end{pmatrix}(H-L)\\
&= P\begin{pmatrix}\text{参与 B物品竞拍的}\\ n-2\text{个对手均为·L}\end{pmatrix}p(H-L)\\
&= [P(k\text{为HL型且其余 }n-2\text{个对手均为·L}) + \\
&\quad P(k\text{为 HH型且其余 }n-2\text{个对手均为 LL}) + \\
&\quad P(k\text{为 LL型且其余 }n-2\text{个对手均为·L,}\\
&\quad \text{或其余对手中有 1个 HH和 }n-3\text{个 LL})] \times \\
&\quad p(H-L)\\
&= \{p(1-p)^{n-2} + p^2(1-p)^{2(n-2)} + (1-p^2) \times \\
&\quad [(1-p)^{n-2} + (n-2)p^2 \times \\
&\quad (1-p)^{2(n-3)}]\}p(H-L)\\
&= p[(1-p) + (n-1)p^2(1-p)^{n-2}]\sigma_k\\
&= [(1-p) + (n-1)p^2(1-p)^{n-2}]\sigma_{\mathrm{h}}
\end{aligned}$$

3) 情形 4所有竞标人的地位都是相同的, 他们的占优报价将与情形 2中竞标人 k相同.

表 2是上面 5种情形下竞标人的报价策略的汇总.

表 2　竞标人报价分析 (2)

Table 2 Bidder's offer analysis (2)

竞标人类型	A物品拍卖							B物品拍卖
	情形 1	情形 2		情形 3		情形 4	情形 5	情形 1至 5
		竞标人 k	其他竞标人	竞标人 k	其他竞标人			
LL	$L-\sigma_h$	L	$L-\sigma_h$	L	$L-\sigma_q$	L	L	L
LH	$L-\sigma_h$	$L-\sigma_k$	$L-\sigma_h$	$L-\sigma_k$	$L-\sigma_q$	$L-\sigma_k$	$L-\sigma=L^-$	H
HL	$H-\sigma_h$	H	$H-\sigma_h$	H	$H-\sigma_q$	H	H	L
HH	$H-\sigma_h$	$H-\sigma_k$	$H-\sigma_h$	$H-\sigma_k$	$H-\sigma_q$	$H-\sigma_k$	$H-\sigma_r$	H

4　拍卖收益的分析与比较

分别记上述 5种情况下拍卖方关于物品 A、B的期望收入为 $R_i(\mathrm{A})$、$R_i(\mathrm{B})$, 其中 $i=1,2,3,4,5$; 另外, 用符号 P、P_{-1} 分别表示 n、$n-1$个竞标人的概率. 下面, 对这 5种情形下竞标人报价和拍卖方收益作进一步的分析和比较.

命题 3　当 $p\in[0,0.5]$时, $R_1(\mathrm{A})\leqslant R_2(\mathrm{A})$; 当 $p\in[0.5,1]$时, $R_1(\mathrm{A})\geqslant R_2(\mathrm{A})$.

证明　由命题 2的证明可得情形 1下拍卖方关于物品 A的期望收益为

$$R_1(\mathrm{A})=L+P(\Delta(H\bullet)\geqslant 2)(H-L)-\sigma_h \tag{5}$$

对于情形 2, 从拍卖方的角度推测竞标人 k属于 LL型的概率为 $(1-p)^2$、HL型的概率为 $p(1-p)$、LH 型的概率为 $p(1-p)$ 和 HH型的概率为 p^2. 于是, 当除 k外其余 $n-1$个人中没有 H• 型, 或者 k为 LH 型而其余 $n-1$个人中只有一个 H• 型时, 拍卖方收益为 $L-\sigma_h$;

当 k为 LL型而其余 $n-1$个人中只有 1个H• 型时, 收益为 L;

当 k为 HH型而其余 $n-1$个人中只有 1个H• 型时, 收益为 $H-\sigma_k$;

当除 k外其余 $n-1$个人中至少有 2个 H• 型, 或者 k为 HL型而其余 $n-1$个人中只有 1个 H• 型时, 收益为 $H-\sigma_h$.

因此拍卖方的期望收益为

$$\begin{aligned}R_2(\mathrm{A})&=[P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)=0)+P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)=1)p(1-p)](L-\sigma_h)+P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)=1)(1-p)^2L+\\&\quad P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)=1)p^2(H-\sigma_k)+[P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)\geqslant 2)+P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)=1)p(1-p)](H-\sigma_h)\\&=L+P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)\geqslant 2)(H-L)+P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)=1)p(H-L)-P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)=1)pp\sigma_k-\\&\quad[P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)=0)+2P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)=1)p(1-p)+P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)\geqslant 2)]\sigma_h\\&=L+P(\Delta(\mathrm{H}\bullet)\geqslant 2)(H-L)-\sigma_h+(1-3p+2p^2)P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet)=1)\sigma_h\end{aligned}$$

比较式 (5)和 (6) 可得

$p\in[0,0.5]$时, $R_1(\mathrm{A})\leqslant R_2(\mathrm{A})$;

$p\in[0.5,1]$时, $R_1(\mathrm{A})\geqslant R_2(\mathrm{A})$　　证毕.

命题 3说明, 当竞标人对拍卖品估价偏低的可能性较大时, 将第二物品信息向部分竞标人公开, 可以迫使 •L型竞标人认清自己的类型, 并在对第一个物品的竞标中无保留的报价从而提高拍卖方收益.

命题 4　对 $\forall p\in[0,1]$必存在一个 n_0, 当 $n\geqslant n_0$时有 $R_2(\mathrm{A})\leqslant R_3(\mathrm{A})\leqslant R_4(\mathrm{A})\leqslant R_5(\mathrm{A})$.

证明　1) 与情形 2相比, 情形 3中竞标人 k的报价策略不会发生变化, 而其余竞标人的策略会从 $L-\sigma_h$和 $H-\sigma_h$分别调整为 $L-\sigma_q$和 $H-\sigma_q$, 因此只需比较 σ_h和 σ_q的大小即可. 有

$$\begin{aligned}\sigma_h-\sigma_q&=[p-(n-1)p^2(1-p)^{n-2}]\sigma_h\\&=\xi p\sigma_h\end{aligned}\tag{7}$$

其中 $\xi=1-(n-1)p(1-p)^{n-2}$

用数学归纳法可以证明 (具体证明略), 当 $n-n_1=\max\{3,1/p\}$ 时, $\xi\geqslant 0$因此有

$R_2(\mathrm{A})\leqslant R_3(\mathrm{A})$

与情形 2中拍卖方期望收入的推导类似 (这里从略), 可得情形 3下拍卖方的期望收益为

$$\begin{aligned}R_3(\mathrm{A}) &= L + P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2)(H - L) + P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 1)p(H - L) - P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 1) \times \\ &\quad pp\sigma_k - [P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 0) + 2P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 1)p(1-p) + P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2)]\sigma_q \\ &\leqslant L + P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2)(H - L) - \sigma_q + (1 - 3p + 2p^2)P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 1)\sigma_q \\ &\leqslant L + P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2)(H - L) - (1 - P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 1))\sigma_q \\ &= L + P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2)(H - L) - \varepsilon\sigma_q \end{aligned} \tag{8}$$

其中, $\varepsilon = 1 - P_{-1}(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 1)$

2) 对于情形 4, 拍卖方的收益情况是:

当 n 个竞标人中至少有 $n-1$ 个 LH 型时, 收益为 $L - \sigma_k$;

当 n 个竞标人中至少有 1 个 LL 型且只有一个 H• 型, 或者至少有 2 个 LL 型且没有 H• 型时, 收益为 L;

当 n 个竞标人中至少有 2 个 HL 型时, 收益为 H;

当 n 个竞标人中至少有 1 个 HH 型且只有 1 个 HL 型, 或者至少有 2 个 HH 型且没有 HL 型时, 收益为 $H - \sigma_k$;

因此拍卖方的期望收益为

$$\begin{aligned}R_4(\mathrm{A}) &= [P(\Delta(\mathrm{HL}) = 1 \text{且} \Delta(\mathrm{HH}) \geqslant 1) + P(\Delta(\mathrm{HL}) = 0 \text{且} \Delta(\mathrm{HH}) \geqslant 2)](H - \sigma_k) + \\ &\quad P(\Delta(\mathrm{HL}) \geqslant 2)H + [P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 1 \text{且} \Delta(\mathrm{LL}) \geqslant 1) + \\ &\quad P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 0 \text{且} \Delta(\mathrm{LL}) \geqslant 2)]L + P(\Delta(\mathrm{LH}) \geqslant n - 1)(L - \sigma_k) \\ &= [P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2) - P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2 \text{且} \Delta(\mathrm{HL}) \geqslant 2) + P(\Delta(\mathrm{HL}) \geqslant 2)]H + \\ &\quad P(\Delta(\mathrm{LH}) \geqslant n - 1)L + [P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 1) - P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 1 \text{且} \Delta(\mathrm{LL}) = 0) + \\ &\quad P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 0) - P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 0 \text{且} \Delta(\mathrm{LL}) = 0 \text{或} 1)]L - [P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2) - \\ &\quad P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2 \text{且} \Delta(\mathrm{HL}) \geqslant 2) + P(\Delta(\mathrm{LH}) \geqslant n - 1)]\sigma_k \\ &= P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2)H + [1 - P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2) + P(\Delta(\mathrm{LH}) \geqslant n - 1) - P(\Delta(\mathrm{LH}) = n - 1)]L - \\ &\quad [P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2 - P(\Delta(\mathrm{HL}) \geqslant 2) + P(\Delta(\mathrm{LH}) = n - 1)]\sigma_k \\ &= L + P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2)(H - L) + P(\Delta(\mathrm{LH}) = n)L - \\ &\quad [P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2) - P(\Delta(\mathrm{HL}) \geqslant 2) + P(\Delta(\mathrm{LH}) \geqslant n - 1)]\sigma_k \\ &\geqslant L + P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2)(H - L) - [-P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 0) - P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 1) + \\ &\quad P(\Delta(\mathrm{HL}) = 0) + P(\Delta(\mathrm{HL}) = 1)]\sigma_k - P(\Delta(\mathrm{LH}) = n - 1)\sigma_k \\ &= L + P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2)(H - L) - \delta\sigma_k \end{aligned} \tag{9}$$

其中

$$\delta = -P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 0) - P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) = 1) + P(\Delta(\mathrm{HL}) = 0) + P(\Delta(\mathrm{HL}) = 1) + P(\Delta(\mathrm{LH}) \geqslant n - 1)$$

由式 (8) 有

$$\begin{aligned}R_3(\mathrm{A}) &\leqslant L + P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2)(H - L) - \varepsilon\sigma_q \\ &= L + P(\Delta(\mathrm{H}\bullet) \geqslant 2)(H - L) - \varepsilon[(1-p) + (n-1)p^2(1-p)^{n-2}]p\sigma_k\end{aligned}$$

$\because \lim\limits_{n\to\infty}\varepsilon[(1-p) + (n-1)p^2(1-p)^{n-2}]p = p(1-p)$ 和 $\lim\limits_{n\to\infty}|\delta| = 0$(这是因为 δ 的展开式中只有有限项, 且均为 n 的指数多项式), $\therefore \forall p \in [0, 1]$ 必存在一个 n_2 使得 $n \geqslant n_2$ 时有

$\delta \leqslant \varepsilon[(1-p) + (n-1)p^2(1-p)^{n-2}]p$ 则 $R_4(\mathrm{A}) \geqslant R_3(\mathrm{A})$.

3) 情形 5 与情形 4 相比, HL 和 LL 类型的报价未变, 即分别为 H 和 L; LH 类型的报价则从 $L - \sigma_k$ 提高到了 $L - \sigma$ (即 L^-). HH 类型的报价则从 $H - \sigma_k$ 变成了 $H - \sigma_r$, 因此只需证明 $\sigma_r \leqslant \sigma_k$ 即可. 因为有

$$\begin{aligned}\frac{\sigma_r}{\sigma_k} &= \frac{(n-1)p^2(1-p)^{n-2}}{[1-p(1-p)]^{n-1} - (1-p)^{n-1}} \\ &= \frac{P_{-1}(\Delta(\mathrm{HH}) = 1 \text{且} \Delta(\mathrm{HL}) = 0)}{P_{-1}(\Delta(\mathrm{HH}) \geqslant 1 \text{且} \Delta(\mathrm{HL}) = 0)} \leqslant 1\end{aligned} \tag{10}$$

于是必有 $R_5(\mathrm{A}) \geqslant R_4(\mathrm{A})$.

综合上面的证明, 取 $n_0 = \max(n_1, n_2)$, 命题 4 成立. 证毕.

命题 5　对 $\forall p \in [0, 1]$ 必存在一个 n_0, 当 $n \geqslant n_0$ 时有 $R_1(A) \leqslant R_4(A) \leqslant R_5(A)$.

证明　根据命题 4, 只需证明 $R_1(A) \leqslant R_4(A)$ 即可.

由式(9)可得

$$\begin{aligned}\delta &\leqslant - P(\Delta(HL) = 0) - P(\Delta(HL) = 1) + \\ &\quad P(\Delta(HL) = 0) + P(\Delta(HL) = 1) + \\ &\quad P(\Delta(LH) \geqslant n - 1) \\ &= P(\Delta(LH) \geqslant n - 1)\end{aligned}$$

可以证明对 $\forall p \in [0, 1]$ 必存在一个 n_0 使得 $n \geqslant n_0$ 时 $\delta \leqslant p$, 因此由式 (5) 和 (9) 有 $R_4(A) \geqslant R_1(A)$.　证毕.

命题 4和 5表明, 隐藏信息的公开与竞标人数量有关. 当竞标人足够多时, 信息揭示会增加大部分竞标人对第 1个物品(A)的报价压力, 迫使他们尽量无保留报价从而提高拍卖方收益. 命题 3中的结论之所以与概率 p 的取值有关, 是因为情形 2中感到报价压力的只有 1个竞标人(k), 如果将情形 2改为“有 m 个竞标人知道物品 B信息, 其余 $n-m$ 个人均不知道”, 那么其结论将会与命题 4和 5统一起来, 即“对 $\forall p \in [0, 1]$, 在 n 和 m 都足够大的条件下有 $R_1(A) \leqslant R_2(A) \leqslant R_3(A) \leqslant R_4(A) \leqslant R_5(A)$”.

命题 6　$R_1(B) \leqslant R_2(B) = R_3(B) \leqslant R_4(B) = R_5(B)$.

证明　上述 5种情形在对称竞标人假设下, 影响物品 B拍卖的期望收入的因素只与“参与物品 B拍卖的 · H 型竞标人的数量”有关. 下面分情况对这一因素进行具体分析.

与情形 1相比, 在情形 2中由于竞标人 k 知道了物品 B的信息而具有信息优势. 于是, 如果他是 LL和 HL型, 则必会分别战胜其他 L· 和 H· 型对手, 降低其作为 · L型参与物品 B拍卖的可能性而提高参与物品 B拍卖的 · H 型竞标人的数量; 如果他是 LH和 HH型, 则必会分别输给其他 L· 和 H· 型对手, 提高其作为 · H型参与物品 B拍卖的可能性. 因此综合起来, 竞标人 k 的报价策略必会提高参与物品 B拍卖的 · H 型竞标人的数量, 从而会提高拍卖方对物品 B拍卖的期望收入, 于是 $R_1(B) \leqslant R_2(B)$.

情形 3与情形 2相比, 影响参与物品 B拍卖的 · H 型竞标人数量的信息是相同的, 即情形 3中竞标人的报价策略不会改变情形 2中各竞标人参与物品 B拍卖的可能性, 因此 $R_2(B) = R_3(B)$.

情形 4中所有竞标人都知道了物品 B的信息而会在 · L和 · H 之间有明显的划分, 即在物品 A的拍卖中 1个 · H 型竞标人必然会输给相应的 · L型对手, 从而参与物品 B拍卖的 · H 型竞标人的数量会增加, 因此 $R_3(B) \leqslant R_4(B)$.

比较表 2中情形 4和情形 5的报价策略可以发现, 各种类型的竞标人在各自的情形(4和 5)下报价的大小关系并未改变, 因此这两种情形下参与物品 B拍卖的 · H 型竞标人的数量相同, 于是 $R_4(B) = R_5(B)$.　证毕.

由命题 3、4、5和 6可得下面的推论.

推论　分别记上述 5种情形下拍卖方的总期望收入为 $R_i(A+B)$, 其中 $i = 1, 2, 3, 4, 5$. 对 $\forall p \in [0, 1]$, 当 n 足够大时有:

$R_2(A+B) \leqslant R_3(A+B) \leqslant R_4(A+B) \leqslant R_5(A+B)$;

$R_1(A+B) \leqslant R_4(A+B) \leqslant R_5(A+B)$

特别地, 对 $p \in [0, 0.5]$ 必存在一个 n_0, 当 $n \geqslant n_0$ 时有

$R_1(A+B) \leqslant R_2(A+B) \leqslant R_3(A+B) \leqslant R_4(A+B) \leqslant R_5(A+B)$

证明　因为 $R_i(A+B) = R_i(A) + R_i(B)$, 所以结论是显然的.　证毕.

5　结束语

网络经济的发展促使电子商务得到快速应用, 而网上拍卖是电子商务中最成功的一种形式, 近几年发展得十分迅速, 如 eBay、Onsale、中国的雅宝、酷必得等拍卖网站都已经在消费品市场上占据了一席之地. 在目前的文献中, 网上拍卖考虑的主要是拍卖数量的优化、报价时间策略、网上信誉、拍卖方式的选取以及保留价的设置等[4, 6, 12, 13], 研究的对象主要是对称拍卖者和对称竞标人(即拍卖者间是无差异的, 竞标人间也是无差异的)的拍卖问题, 而关于竞标人间非对称性对买卖双方收益影响的相关研究很少. 基

于“俱乐部制”的“信息优势”对拍卖者、会员竞标人和非会员竞标人策略的影响是个复杂的博弈问题,其中相关拍卖信息的显示、组合和控制是影响拍卖效率的重要因素.

通常,会员竞标人可能会获得较多相关拍卖信息,一方面有助于竞标人估价的改善,另一方面这种信息优势对拍卖者、会员竞标人和非会员竞标人策略的影响也是个复杂的博弈问题. 本文中,“情形 1”可视作没有“会员制”的拍卖;“情形 2”至“情形 5”可类比于有“会员制”的拍卖,其中“情形 2”和“情形 3”对应于会员身份对外不公开和公开、且有非会员参与拍卖的两种情况;“情形 4”和“情形 5”对应于会员身份对内不公开和公开、且只有会员参与拍卖的两种情况. 上述研究表明会员的信息优势有可能阻止或吓退非会员参与拍卖而降低拍卖的竞争性,而且会员之间还可能发生“串谋”. 因此从提高拍卖的竞争性和阻止“串谋”的发生考虑,“俱乐部制”或“会员制”的建立不能降低非会员参与拍卖的积极性、即竞争的公平性,而应该设置一个合理的会员“门槛”(如会费、资格筛选、拍卖品的特性分类等)、并对相关信息和拍卖程序进行适当控制来保持竞标人之间的平等地位和公平竞争.

此外,本文的研究结论除了可应用于网上拍卖机制和程序的设计与改进外,还可用于大型工程招投标、资产拍卖、电子商务等商业买卖活动的指导和机制优化,例如:

(1) 如果物品 A和 B分属 2个不同的拍卖方(即多对多拍卖),那么这 2个拍卖方应尽量合作、同时公布拍卖物品的信息,这是种双赢的策略. 这种合作的谈判从理论上讲应该是比较容易的,因为合作的结果不仅会提高拍卖的总收益,而且这 2物品各自的拍卖收益也会提高;

(2) 在招投标过程中,如果以情形 5(信息揭示)为基础来考虑问题,那么招标者对部分投标人违规隐瞒后续标的信息,只能有损于招标者本人的利益;相反,如果以情形 1(信息隐藏)为基础来考虑问题,那么招标者对部分投标人违规告知后续标的信息,却有利于招标者本人. 这意味着对招投标的管理应以信息公开、减少隐藏信息为原则.

参 考 文 献:

[1] Friedman L. A competitive bidding strategy[J]. Operations Research, 1956, 4(1): 104—112.

[2] Vickrey W. Counterspeculation, auctions and competitive sealed tenders[J]. Journal of Finance, 1961, 16(1): 8—37.

[3] Klemperer P D. Auction Theory: A Guide to the Literature[C]. Working Paper, Oxford University, 1999.

[4] 马 俊, 汪寿阳, 黎建强. 网上拍卖理论与实务[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
Ma Jun, Wang Shouyang, Li Jianqing. E-Auction Theory and Applicatons[M]. Beijing: Science Press, 2003. (in Chinese)

[5] 詹文杰, 汪寿阳. 评“Smith奥秘”与双向拍卖的研究进展[J]. 管理科学学报, 2003, 6(1): 1—12.
Zhan Wenjie, Wang Shouyang. Review on the Smith's mystery and development of double auctions[J]. Journal of Management Sciences in China, 2003, 6(1): 1—2. (in Chinese)

[6] 陈 剑, 陈熙龙, 宋西平. 逢低买入与固定价格机制比较研究[J]. 管理科学学报, 2003, 6(5): 34—39.
Chen Jian, Chen Xilong, Song Xiping. Comparison of group-buying auction and fixed-pricing mechanism[J]. Journal of Management Sciences in China, 2003, 6(5): 34—39. (in Chinese)

[7] Milgrom P. 拍卖理论与实务[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
Milgrom P. Putting Auction Theory to Work[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2006.

[8] Benoit J P, Dubra J. Information revelation in auctions[J]. Games and Economic Behavior, 2006, 57(2): 181—205.

[9] Mares V, Harstad R M. Private information revelation in common-value auctions[J]. Journal of Economic Theory, 2003, 109(2): 264—282.

[10] Mikoucheva A, Sonin K. Information revelation and efficiency in auctions[J]. Economics Letters, 2004, 83(3): 277—284.

[11] Bergemann D, Pesendorfer M. Information structures in optimal auctions[J]. Journal of Economic Theory, 2007, 137(1): 580—609.

[12]杜　黎, 胡奇英. 网上拍卖品数量的优化[J]. 西安电子科技大学学报, 2003, 30(1): 120—124

Du Li, Hu Qiying. A study of the optimal quantity of items for internet-based auctions[J]. Journal of Xidian University, 2003, 30(1): 120—124. (in Chinese)

[13]殷　红, 王先甲. 互补性物品的最优拍卖机制[J]. 系统工程理论与实践, 2006, 26(9): 60—65.

Yin Hong, Wang Xianjia. Optimal auction mechanism for complements[J]. Systems Engineering Theory & Practice, 2006, 26(9): 60—65. (in Chinese)

Research on information superiority and auction mechanism

ZHAO Yong, CHEN Yang, RAO Chong-jun

Systems Engineering Institute, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

Abstract Online auction and multi-object auction are the research background of this paper. In the paper, a bidder's dominant offer and an auctioneer's expected revenue are analyzed and compared in a special sequential auction of two heterogeneous objects, in which the auctioneer's information are hidden, partial hidden or revealed step by step. The impact of information advantage on valuation and efficiency in auctions is analyzed. Some valuable conclusions are drawn about the information strategy and mechanisms design, and some important suggestions are synchronously given on online auction and public bidding management.

Key words information advantage; auction mechanism; Bayes analysis