拍卖理论*

谭国富

加拿大不列颠哥伦比亚大学经济系
(The University of British Columbia)

二零零一年十月

目　　录

*为祝贺林少宫教授八旬华诞暨从教50周年，华中科技大学经济学院和数量经济与金融研究中心于2001年6月联合举办“现代经济学与金融学前沿系列讲座”。依据作者在这次讲座中的演讲材料，增加一系列拍卖理论研究中的新进展，撰成此文。本文部分内容来源于作者1999年12月在中国社会科学院规制与竞争问题研究中心举办的现代规制理论系列讲座的讲义。该讲座由中心主任张昕竹博士主持，并得到了世界银行的资助，特此致谢。作者非常感谢林少宫教授认真评阅本文初稿；同时也感谢助理研究员居恒、李强和吴宏图为本文所提供的帮助，以及加拿大人文社会科学研究院的资助。

1. 引言

拍卖，作为一种商品交易机制，应用十分广泛。在市场经济中，巨额的经济活动是通过拍卖的方式进行的。经常被拍卖的物品包括古董、珠宝、精美的艺术品、住房、旧车、农产品等有形资产，也包括一些无形资产，比如土地使用权、油田开采权，甚至一些特别电话号码、车牌号码的使用权。美国财政部和加拿大中央银行经常采用拍卖的方式销售政府债券，内务部也定期拍卖石油开采权，香港政府每年要公开拍卖大批量的土地给发展商开发使用。这些拍卖的特点是由多位购买者自由竞价，出价最高的买方赢得物品。

拍卖也常用于定向购买物品或服务。比如，数间公司竞投承包一项工程或提供某项服务。中国人习惯称这种交易方式为招标。在招标中，通常是出最低价的公司赢得合同，但有时也要考虑竞标者的信誉、承诺以及所提供产品或服务的质量等因素。

为什么拍卖和招标机制会现实经济生活中有着如此广泛的应用呢？经济学家通过四十年的研究，形成了一套系统的经济理论，用来分析和理解拍卖与招标机制的优越性，也为实际操作提供了许多有用的建议。最突出的例子是，近几年美国通讯部采用几位理论经济学家最新设计的拍卖机制，分配提供个人通讯服务的执照，取得了前所未有的效益，也为美国财政部带来了二百多亿美元的收入。受到美国拍卖通讯执照成功的感染，欧洲各国也相继采用类似的拍卖机制。

本文将简单介绍拍卖、招标和竞价的基本经济理论及其应用，同时讨论本领域的一些最新研究成果，包括作者在这一方面所作的一些工作，并且提出几个值得研究的问题。

2. 四种基本的拍卖机制

最流行的拍卖方式有四种：增价拍卖(或英国式)，减价拍卖(或荷兰式)，第一价格拍卖和第二价格拍卖。前两种均为公开叫价方式，后两种则为密封式拍卖。

为简单起见，先考虑拍卖一件物品。在增价拍卖机制下，价格不断上升，直到只剩下一个竞标者为止。一般是由专业拍卖人员叫价，竞标者举手应价，因此也被称为无声拍卖；也可以由竞标者自己口头提出愿意接受的价格，这叫做有声拍卖；或是大家通过个人电脑输入价格(历史报价都是公开的)。这是用得最多的一种拍卖机制，特别是专业拍卖行均采用这种方式。世界上最古老，最大的两家专业拍卖行，索士比(Sotheby's)和克里斯蒂(Christie's)，都起源于英国伦敦，因此，这种增价拍卖方式常被称为英国式拍卖。

减价拍卖刚好相反，拍卖人先从很高价开始叫卖，如没有人愿买，拍卖人由此价格按事先规定的速度连续减价，直到有人愿意接受为止。虽为减价拍卖，仍然是价高者得。在荷兰，人们常用这种机制来拍卖鲜花，因此称之为荷兰式拍卖。

在第一价格拍卖机制下，每个竞标者在规定时间内，独立地向拍卖人提交标书，标明自己愿意出的价格，因此看不到其他竞标者的出价，再由拍卖人在约定的时间，邀请所有竞标者到场当众开标，出价最高者赢得物品，并付他自己的报价，因此第一价格拍卖也被称为高价拍卖，亦称招标拍卖或邮递拍卖。

与此类似，在第二价格拍卖机制下，物品归报价最高者，但成交价等于第二高报价。此方式在实际中用得较少，但有很好的理论性质。这一机制最先由经济学家维克瑞(William Vickrey)[1]在1961年提出。从此， 许多经济学家开始对拍卖进行深入的研究。

在每一种拍卖中，如果几个人的出价相同，并且是最高价，那么拍卖人会在他们中随机挑选一个为赢者。比如说，在邮递拍卖中，如果最高竞标者为二人或二人以上，以先寄到的竞标者为赢者；如果几个竞标者同时寄到，以先开标者为赢者。

在每一种拍卖机制下，卖方通常会增加两种限制。一种是设定保留价(或底价)，另一种是收取参加竞标的费用。在第一价格和第二价格拍卖机制下，竞标者的出价必须高于或等于保留价，否则没有成交。至于第二价格拍卖，如果只有一个竞标者出价，而且高于保留价，那么他赢并且付保留价。在增价和减价拍卖中，保留价有着类似的作用。卖方通常在拍卖开始之前公开保留价，也有把保留价密封的。此外，卖方通常会要求感兴趣参加竞标的买方支付一定的费用才可以参与竞标。

问题是，用这些拍卖方式能否有效地配置资源；对卖方，哪种拍卖机制能取得最大收益。为回答这两类问题，我们需要适当地描述竞标者的偏好和他们所面临的环境，并讨论他们的竞价策略。

[1] William Vickery 多年执教于哥伦比亚大学，基于他在拍卖机制设计方面的开创性贡献，他于1996年荣获诺贝尔 经济学奖。

3. 研究拍卖的基本经济模型

拍卖的最大特点是，价格由竞争的方式来决定，不是由卖方说了算，也不是由买卖双方讨价还价来确定。竞争决定价格的优越性源于非对称信息。卖方不完全知道潜在买方愿意出的真实价格，这种信息通常只有买方自己知道。每一潜在买方也不知道其他买方可能的意愿出价。拍卖的竞价过程可以帮助卖方收集这些信息，从而把物品卖给愿意付最高价的买方。这不仅达到资源有效配置，也为卖方取得最高收益。

这种直观解释是否完全准确，还需作进一步分析。我们首先描述买卖各方所面临的环境，不同的环境导致不同的经济模型。

3.1. 独立私有价值模型

考虑最简单的经济模型：有一个卖方，他想卖掉一件物品，这物品对他自己来说值 v_0，先假定这是公开信息。

有 n 个买方对此物品感兴趣，让 v_i 表示第 i 个人对物品的评价，或 者说第 i 个人认为物品值 v_i 多钱。我们做如下假定：

(A1)（私有价值）：对买方 i 来说，只有他自己知道 v_i 的大小，卖方 及其他买方都不知道 v_i。但是他们会把 v_i 当作成分布在 $[a, z]$区间上的一 个随机变量，并知道其概率分布函数 $F_i(v_i)$ 和密度函数 $f_i(v_i)$，其中 $0 \le a < z$。

比如说，v_i可能是零和一千元之间的任何一个数值，它们出现的可能性相等。这样，对其他参与人来说，v_i 服从[0, 1000]区间上的均匀分布。

(A2)（独立性）：总体说来，这些随机变量 $v_1, v_2, \ldots, v_n$ 是独立的（或不 相关的），换言之，$v_1, v_2, \ldots, v_n$ 的联合分布函数为：

$$F(v_1, v_2, \ldots, v_n) = F_1(v_1)\, F_2(v_2) \ldots F_n(v_n)$$

独立性意味着，每位买方的私人价值不受其他买方估价的影响，即使第 i 个人知道 v_j，$j \neq i$，他也不会改变自己对物品的评价。

（A3）（对称性）：这些概率分布函数完全相同，换言之，对所有$i, j = 1, 2, \ldots, n$，和所有 $v \in [a, z]$，$F_i(v) = F_j(v) = F(v)$。

（A4）（风险中性）：每个买方的目标是最大化他的平均（或期望）收益。

（A5）（非合作行为）：所有买方独立决定自己的竞价策略，不存在任何具有约束力的合作性协议。

前三个假定描述了参与人面临的信息结构，而后两个假定针对各买方的行为。在多数情况下，我们研究卖方在不同拍卖方式下所得到的平均收益或价格，因此假定卖方是风险中性，有能力挑选具体的拍卖方式, 并且按拍卖规则行事，决不反悔。

所有这些假定中描述的知识，对买卖各方均属共同知识(common knowledge)。比如说，第 i 个人也知道，其他人猜测 v_i 是分布在 $[a, z]$ 区间上的随 机变量，并服从概率分布 $F_i(v_i)$，等等。

对这种环境的描述称为对称的独立私有价值（Symmetric Independent Private Value）模型，以后简称 SIPV 模型。当对称性假定 (A3) 不满足 时，我们称之为 IPV 模型。

IPV模型描述了一种极端的情况，当每个人对所拍卖的物品有较特别的偏好，而且不受别人偏好影响的情况下，这种模型比较适用。

3.2. 共同价值模型

另一种极端情况可以用共同价值（Common Value）模型来描述，简称 CV 模型。对每个人来说，拍卖物品有一个共同的价值 v，但他们都不知 道 v的大小，每个人有自己的估价 x_i，这个估价只有他自己知道。我们做 如下假定：大家都认为 v 是一个随机变量，服从概率分布 $G(v)$ 和密度函 数 $g(v)$，其中 $v \in [\underline{v}, \overline{v}]$。每个人的私人估价 x_i 服从［a, z] 上的条件分布 $H_i(x_i\,|\,v)$ 和密度函数 $h_i(x_i\,|\,v)$。 当 v高时， x_i 高的可能性大。进一步假定 这些条件分布是独立的，因此，随机向量 $(x_1, x_2, \ldots, x_n, v)$ 有如下联合密 度函数：

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n, v) = h_1(x_1\,|\,v)\, h_2(x_2\,|\,v) \ldots h_n(x_n\,|\,v)\, g(v)$$

虽然在 v 的条件下各私人估价是独立的，它们的无条件分布却并不 独立。通过共同变量 v，它们变得相关，这是CV 模型和 IPV 模型的最 大区别。

有时我们着重讨论对称的CV 模型，即x_i 和 x_j 的条件分布是对称的。

在最简单的情况下，我们可以把 x_i表示成：

$$x_i = v + \varepsilon_i$$

其中ε_i 代表第 i 个人估价过程中的误差，假定其平均误差为零。

当买方对拍卖品有同样的偏好，因此事后对物品的评价完全相同，但事前有不同的估价时，这种共同价值模型比较合适。典型的例子包括石油开采权。

3.3. 关联价值模型

介于两种极端情况之间，有一种具有一般性的模型，更适当地描述了拍卖实践中参与人所面临的环境，称为关联价值 (Affiliated Value) 模 型，最先由 Paul Milgrom 和 Robert Weber 在1982年提出。第 i 个买方 对拍卖品的真实价值 v_i 可能取决于所有买方的私人信息，$x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$以及某些共同的不确定因素， $s = (s_1, s_2, \ldots, s_k)$:

$$v_i = u\,(s, x_i, x_{-i})$$

其中向量 x_{-i} 代表 $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$中去掉 x_i，随机变量 x和 s 呈现某种正相 关性或者是关联性 (Affiliation)[2]，而且每个竞标者的真实价值 v_i 随(s, x_i, x_{-i})中的任何一个变量的增加而上升。

这类模型应用非常广泛，IPV 和 CV模型为其中的特殊情况。

[2] 随机变量的关联性的严格定义将在第 6.5 节给出。

4. 对称独立私有价值模型中的收益等价定理

在SIPV情形下，我们对四种拍卖方式进行比较分析。这需要讨论在每种拍卖机制下各买方怎样决定最佳竞价策略。

4.1. 增价拍卖和第二价格拍卖

首先考察增价拍卖机制。假如一个买方认为拍卖物品值八百元，如果对手出价低于八百元，继续提出比对手更高的价格对他是有利可图的；反之，如果对手出价已经高于八百元，最好的办法是退出竞争。因此，在增价拍卖中，每个人的最优策略是：必要时一直出价，直到现价等于他的真实私人价值为止。

对第二价格拍卖而言，每个买方必须把他的出价密封再交给拍卖人，出价最高者赢得物品，只需付第二高价。类似地，假定一个买方认为拍卖物品值八百元，可以证明，他的最优策略是出价八百元。我们可以做如下简单的推断：不管其他买方怎样出价，他只关心一个数字，即其他所有买方出价的最高值，我们用 Y 来表示。可是 他不知道 Y 有多大， 对他来说，Y
是一个未知数或随机变量。

假如他出价低于八百元，譬如说六百元，那么就有两种可能性。第一，当Y介于六百和八百元之间，他失掉一个盈利的机会，因为如果他出价八百元的话，会盈利 $800 - Y > 0$；第二，当 Y
低于六百或高于八百元，
在这种情况下，出价六百或八百元没有区别。总之，出价低于八百元不如直接出价八百元。

同样，假如他出价高于八百元，譬如九百元，我们也分两种可能性讨论。第一，当Y
介于八百与九百之间，这位买方赢得物品，付价等于
Y，可是对他来说物只值八百元，因此，他输掉 $Y - 800 > 0$；第二，当Y
低于八百或高于九百元，出价八百还是九百元没有区别。综合各种可能性，出价九百不如出价八百元。

总之，因为买方不知道其他买方的报价，最保险或最优的策略是报出自己真实愿意付出的价钱。赢得物品之后，他只需付出等于其他买方报的最高价。按博奕论和信息经济学的语言，在第二价格拍卖机制下，报真价或讲真话是一个占优策略(dominant strategy)。

和增价拍卖一样，第二价格拍卖的结果是，对物品评价最高的买方赢得物品，这是帕累托最优分配。即在所有这些买方当中，不会有再分配的现象，因为拍卖品在评价最高的买方手中，不再有改善的余地。

卖方所得的收益或价格等于所有买方对物品真实评价的第二高值。我们用ER表示平均或期望收益，如果卖方知道每个买方的私人价值的概率分布，这个数值(期望收益)是可以计算或估计的。

因此，增价拍卖和第二价格拍卖产生同样的结果。卖方的平均收益为

$$ER = E(v^{(2)})$$

其中 $v^{(2)}$ 为私人价值 $v_1, v_2, \ldots, v_n$中的第二高值，$v^{(2)}$ 也是一个随机变量， 其密度函数是 $n(n-1)f(v)F^{n-2}(v)[1-F(v)]$。

4.2. 减价拍卖和第一价格拍卖

在减价拍卖机制下，每一个买方(或竞标者)必须选定一个价格，譬如说五百元，如果拍卖价

格降至五百元，而且还没有其他买方举手的话，这个买方应该举手。选择最高价的买方赢得拍卖品，并且付价等于他自己的出价。因此，这种拍卖规则在策略上，和第一价格拍卖是等价的，有时减价拍卖也被称之为公开第一价格拍卖。

以下我们集中讨论第一价格拍卖。在这种规则下，每个买方有如下考虑。如果他对物品的真实评价是八百元，他绝对不会出价八百元，因为这样做的盈利总是零。他更不会出价高于八百元，赢得物品等于赔本。因此，他最好出价低于八百元，低多少呢？他面临着如下利弊：出价越高，赢的机会越大，一旦赢得，所获利润越少；反之，出价越低，赢的机会越小，一旦赢得，所获利润就大。因此，他必须在赢的可能性大小和赢之后获利大小之间进行权衡，从而找到一个最优竞价策略。

但是赢的可能性不仅取决于他自己的出价，也取决于所有其他买方的出价策略。与第二价格拍卖不同，这里每个买方并没有占优策略可选择。我们可以借用博奕论的基本方法来确定每个买方的均衡策略。因为每个买方拥有私人信息，第一价格拍卖机制提供了一个典型的静态贝叶斯博奕。

首先，我们简单描述这种博奕的基本因素。有 n 个买方，买方 i 的 私人价值是 v_i，他的策略是出价 b_i，策略范围在 $[0, +\infty)$区间上。他的 收益取决于他自己的出价 b_i，也取决于其他人的出价 b_j，$j \neq i,\ j = 1, 2, \ldots, n$。我们可以把买方 i 的期望收益函数表示成：

$$U_i = (v_i - b_i)\Pr(b_i \geq b_j, j \neq i)$$

其中 Pr(.) 为 b_i 在所有出价中最高的概率。

在这类贝叶斯博奕中，因为每个买方具有私人信息；不同信息时, 出价也会不同。因此，每个买方会把对方的出价策略视为一个函数$b_j = B_j(v_j)$，其中 $v_j \in [a, z]$。
贝叶斯纳什均衡是指有这样一组策略 $\{B_1^*(v_1),\ B_2^*(v_2),\ \ldots,\ B_n^*(v_n)\}$，每个买方 i 认为其他人采用均衡策略 $B_j^*(v_j)$，$j \neq i,\ j = 1, 2, \ldots, n$ 时，他也采用均衡策略 $B_i^*(v_i)$。

下面，我们来确定第一价格拍卖博奕的均衡策略。在 SIPV 模型中，第一价格拍卖博奕存在一个对称的贝叶斯纳什均衡策略，即对所有$v \in [a, z]$，$B_i(v) = B_j(v) = B(v)$。那么，贝叶斯纳什均衡条件等价于如下条件：如 果一位竞标者的私人价值是 v，他选 $w \in [a, z]$ 最大化

$$U(v, w) = [v - B(w)]F^{n-1}(w)$$

其解应该是$w^* = v$。这是确定贝叶斯纳什均衡的一个简单办法。

这个优化问题的必要条件为 $\frac{\partial U}{\partial w}\Big|_{w=v} = 0$，如下所示：

$$-\frac{dB(v)}{dv}F^{n-1}(v) + [v - B(v)](n-1)F^{n-2}(v)f(v) = 0$$

或者：

$$\frac{dB(v)}{dv} = \frac{(n-1)f(v)}{F(v)}[v - B(v)]$$

因此，对称贝叶斯均衡策略$B(v)$满足一阶线性常微分方程。注意到当竞标者的私人价值是最低时，或 $v = a$，他不可能出价低于 a，因为如果 $n - 1$ 个竞标者出价低于 a，第 n 个人总可以出价高一点点而获利。因此 $B(a) = a$，这是上述常微分方程的初始条件。运用简单的常微分方程公式 ，微分方程的解可以表示成：

$$B(v) = v - \frac{\int_a^v F^{n-1}(t)dt}{F^{n-1}(v)}$$

其中 $v \in [a, z]$。

很容易验证，$B(v)$是一个单调上升函数。均衡竞价与私人价值有正相关关系，即私人价值高者，其均衡竞价也高，但出价总是小于私人价值。按照第一价格拍卖规则，出价最高者赢得拍卖品，这也是私人价值最高的买方。因此，第一价格和减价拍卖都达到帕累托最优分配。

采用分步积分式，我们可以把 $B(v)$写成另一表达式：

$$B(v) = \frac{\int_a^x t dF^{n-1}(t)}{F^{n-1}(v)}$$
$$= E[v^{(2)} \big| v^{(1)} = v]$$

其中 $v^{(1)}$和 $v^{(2)}$ 分别为所有买方私人价值 $(v_1, v_2, ..., v_n)$ 的最高值和第二高 值。从这一表达式可以看出，如果一个竞标者的私人价值是 v，在他赢的条件下，他的均衡出价应该是第二高私人价值的期望值。对均衡竞价的这种解释在以后讨论拍卖多种物品时很有用。

进一步分析表明，有两大因素影响第一价格拍卖中均衡竞价策略：竞标人数 n 和价值分布函数 $F(v)$。当 n 增加时，其均衡报价 $B(v)$ 也增加。其原因如下：竞标人数增加时，每个竞标者赢的可能性下降，因此，他宁愿减少赢时的利润，也要提价以便增加赢的概率。 但 $B(v)$ 上升 的速率不断递减，当 n 趋近于无穷大时，$B(v)$ 趋近于v。换言之，随着竞争人数增加，每个竞标者几乎报出自己的真实价值。均衡竞价和竞争人数之间呈正相关关系，这一结论可以在实证分析中得到检验。但是，我们将在第 6.5和6.6节讨论，这一结果在一般模型下并不一定成立。

上面分析表明，买方i的均衡竞价为$B(v_i)$，最高出价者赢，并支付他自己的报价，因此卖方的收益为$B(v^{(1)})$，$v^{(1)}$也是一个随机变量，其密度函数是 $nF^{n-1}(v)f(v)$。 平均或期望收益为：

$$ER=E(B(v^{(1)}))$$

4.3. 收益等价定理和有效配置定理

我们来比较四种拍卖机制下卖方的平均收益。采用基本的数学积分方法(分步积分)，我们可以证明如下等式(参见附录)：

$$E[B(v^{(1)})] = \int_a^z I(v)dF^n(v) = E[v^{(2)}]$$

其中

$$I(v) = v - [1 - F(v)] / f(v)$$

在拍卖理论和信息经济学中，$I(v)$起很重要的作用。一个买方(或竞标者)认为物品最多值v，这是他的私人信息，在与卖方打交道时，他会倾向于低报这一信息，能低报多少取决于卖方对 v 的了解，也就是有关 v的分布函数。从卖方的角度看，$I(v)$是由于信息非对称性而调整后买方所愿意付的最高价。在第5.1节将会讨论到，$I(v)$相当于卖方(或拍卖人)的边际收益。

因此，我们得到如下定理：

<u>收益等价定理</u>：在SIPV模型中，四种基本拍卖机制产生同等的平均收益(或价格)。

如果卖方使用保留价 $r \geq a$，前面微分方程的初始条件变成 $B(r) = r$,
第一价格拍卖中的均衡策略为：

$$B(v) = v - \frac{\int_r^v F^{n-1}(x)dx}{F^{n-1}(v)}$$

其中 $v \geq r$； 当 $v < r$ 时，$B(v) = 0$ 或者竞标者退出竞争。在这种情况下， 卖方的 平均收益为：

$$E[B(v^{(1)})] = \int_r^z I(v)dF^n(v)$$

其它拍卖机制产生同样的结果，因此，只要四种基本拍卖中的保留价相同，收益等价定理仍然成立。

值得一提的是，上述收益等价定理只是针对四种标准拍卖机制而言，实际上还有许多其它机制，也可以达到同等的平均收益。比如说，我们把第一价格和第二价格拍卖混合起来，用如下拍卖机制：出价最高者赢，最终价格等于最高出价的k百分比，加上第二高出价的 (1- k)百分比 。 当$k = 1$时，这是第一价格拍卖；当$k = 0$，这 是第二价格拍卖。可以 证明在SIPV 模型中, 当 k在 0与1之间时，这种拍卖机制为卖方产生同等 的平均收益。有关收益等价定理的一般性，参见 John Riley 和 William Samuelson (1981)。

另外，如果每个买方的价值不仅取决于自己的私人信息，也取决于其他买方的私人信息，只要这些信息是独立的，对称的，那么上述收益等价定理仍然成立。参见 John Riley (1988)。

最后，我们注意到，如果卖方采用保留价 $r = v_0$，即卖方的保留价是他对物品的真实评价，那么四种标准拍卖机制能最有效地配置物品。即四种拍卖机制配置物品的结果是最大化所有买主和卖主之间的总剩余。

因此，我们得到如下定理：

<u>有效配置定理</u>：在 SIPV 模型中，四种基本拍卖机制能最有效地配置 资源。

当对称性不满足时，第二价格拍卖仍然是有效的，但第一价格拍卖就不一定有效。怎样把这一定理推广到关联价值模型和多种物品的情况，仍然是一个正在研究的课题。

了解拍卖机制的有效性对拍卖国有企业资产很有帮助。参见 Eric Maskin (1992)。

5. 最优机制设计

5.1. 最优保留价

在讨论最优机制设计问题之前，我们先确定在四种标准拍卖机制下卖方的最优保留价。

如果考虑到卖方的私人价值或成本v_0，他的平均净利润可以表示成：

$$\pi(r)=\int_r^z[I(v)-v_0]dF^{(n)}(v)$$

其一阶导数为：

$$\pi'(r)=[v_0-I(r)]nF^{n-1}(r)f(r)$$

假定 $I(r)$ 总是单调上升的，或者是在 $I(r)>0$的情况下单调上升，那么，卖方的最优保留价满足：

$$I(r^*)=v_0$$

由此可见，最优保留价有两大特性：

(i) 它高于卖方的真实价值 v_0。这相当于垄断定价，其价格高于边际成本。在这个意义上，如果卖方能决定最优保留价，那么四种拍卖并没有达到整体的帕累托效率，因为当最高买方的私人价值在 v_0和 r^*之间时 ，卖方不会把物品转卖给这位买方。

其实，这一结果并不难理解。考虑只有一个买方的情况，如果卖方定一个保留价 r，那么只有在买方的私人价值 v 高于或等于 r时，他才购 买其物品。这一事件发生的概率是$1-F(r)$。因此，卖方的平均净利润为：

$$\pi(r) = (r - v_0)\,[1 - F(r)]$$

卖方选择 r最大化$\pi(r)$ ，其结果是 $r^* = I^{-1}(v_0)$ 。

这和垄断定价没有什么区别，其中 v_0 为卖方的边际成本，$q = 1- F(r)$ 为消费者的需求函数，其总收益为$qF^{-1}(1-q)$，因此，边际收益可以写成：

$$\begin{aligned}\frac{d[qF^{-1}(1-q)]}{dq}&=F^{-1}(1-q)+q\frac{dF^{-1}(1-q)}{dq}\\&=r-\frac{1-F(r)}{f(r)}\end{aligned}$$

垄断最优定价策略是让边际收益 $I(r)$ 等于边际成本 v_0。

(ii)最优保留价独立于竞标者的人数，但取决于竞标者私人价值的分布。但是，当竞标者的私人价值不是独立时，或当竞标者不是风险中性时，这一结果就不成立。

我们举一个例子来计算最优保留价。假定每个买方的私人价值属于
[0,1]区间上的均匀分布，换言之，

$$F(v) = v, v \in [0, 1]$$

由此可见，$I(v) = 2v - 1$。进一步假定 $v_0 = 0$，不难看出，卖方的最优保留 价为 $r^* = 0.5$。

可以算出，在第一价格机制下，每个买方的均衡竞价策略为：

$$B(v) = \frac{n-1}{n}v + \frac{r^{*n}}{nv^{n-1}}$$

卖方的平均收益为：

$$ER(n) = \frac{n-1}{n+1} + \frac{1}{(n+1)2^n}$$

其中第二项是由保留价带来的额外收益，当竞标者之间的竞争比较激烈时，保留价的贡献递减。但很容易验证，总平均收益 $ER(n)$ 随着 n增加 而上升。

顺便指出，如果卖方不用最低保留价，换言之，$r = 0$，那么，卖方 的平均收益为：

$$ER_0(n) = \frac{n-1}{n+1}$$

显然使用保留价所得的平均收益大。但是，如果保留价过高，有些买主不参加拍卖，可能是参加拍卖需要一些固定的支出或成本。在这种情况下，只要不用保留价可以增加一个竞争者，那么卖方是得益的，因为可以验证不等式 $ER_0(n + 1) > ER(n)$ 成立。

5.2. 其它出售机制

除了前面讨论的拍卖机制外，还有许多其它销售方式，在此我们只举两个例子。

最简单的办法是，卖方随机挑选一个买方，给他一个固定的价格，买不买随便。显然，给定分布函数$F(v)$，最佳价格是 $r^* = I^{-1}(v_0)$。

这种办法是拍卖的一个特殊情况，从前面的例子可以看出，当有多个买方对物品感兴趣时，随机抽选并没有拍卖方式好。[3]

另外一种是大抽奖的办法。[4] 每个感兴趣的买方首先从卖方那里购
买彩票，每张彩票的价格是一块钱，然后，卖方把所有的彩票放在一起，随机抽取一张，买对了那一张票的买方赢得物品。

在这种抽奖机制下，如果第 i 个买主购买 q_i 张彩票，他中奖的概率 是 q_i/Q, 其中Q =

[3] 有关拍卖机制和固定牌价出售方式的优劣比较，参见 Ruqu Wang(1993) 一文。
[4] 在最近的一篇文章中，Chew Soo Hong 和Guofu Tan (2000) 对大抽奖机制进行了系统的分析。

$\sum_{j=1}^{n} q_j$ ，因此，他的平均收益为：

$$U_i = \frac{q_i}{Q} \cdot v_i - q_i$$

这也是一个贝叶斯博奕。如果 $\{q_1^*(v_1), q_2^*(v_2), \ldots, q_n^*(v_n)\}$ 是一个贝叶斯纳什均衡，那么，卖方的平均收益为：

$$E(\sum_{j=1}^{n} q_j^*(v_j))$$

其中期望值是针对 $(v_1, v_2, \ldots, v_n)$ 得出的。

在SIPV模型中，与标准的拍卖机制相比，这一抽奖机制是否能为卖方带来更高的平均收益呢？我们很难对这一问题作出直接的回答，因为确定抽奖机制下的贝叶斯纳什均衡相当困难。但是，在下面我们将要讨论，四种标准的拍卖机制是卖方的最优出售机制，因此，抽奖方式不会比四种拍卖机制更好，也许是更差。

5.3. 最优机制设计

正如前面所讨论的，如果卖方完全知道各买方对物品所愿意支付的价格，那么他就挑选愿意付价最高的买方。如果卖方不知道各买方愿付的价格，他可以用各种办法挑选买方，前面四种拍卖机制是典型的例子。虽然拍卖机制可以帮助找到支付意愿最高的买方，但这一买方不需要付他的真实价值。因此，与完全信息的情况相比，不完全信息会降低卖方的利润。换句话说，卖方需要花钱才能找到愿付最高价的买方。

对卖方而言，这些拍卖机制是不是最好的呢？我们现在讨论这一问题，并且着重分析 SIPV 模型下卖方的最优出售机制设计。

给定 SIPV模型，卖方唯一不知道的信息是 $v=(v_1, v_2, \ldots, v_n)$，其中 $v_i \in [a, z]$ 是第 i 个买方的私人信息。

我们首先讨论这样一类机制：直接显示机制 (direct revelation mechanisms)。在这种机制下，各买方同时并独立地申报自己对物品的私人价值；根据申报的结果，卖方确定谁得到物品以及每个参与者付多少钱。因此，一个直接显示机制包括两组函数：对$i = 1, 2, \ldots, n$,

$$P_i : [a, z]^n \to [0,1]$$
$$T_i : [a, z]^n \to [0,+\infty)$$

其中$P_i(v)$是第 i个人得到物品的概率，$T_i(v)$ 是他应该付给卖方的期望(或 平均)价格。我们考虑具有如下性质的直接显示机制：

首先，概率函数必须满足如下可行性(feasibility)条件：对所有的 $i = 1, 2, \ldots, n$，和所有的 $v \in [a, z]^n$， (FC) $$\sum_{j=1}^{n} P_j(v) \le 1，\ P_i(v) \ge 0$$

简称 (FC) 约束条件。

其次，卖方不能强迫任何买方参加拍卖，只有当买方期望有利可图时才参加拍卖，这意味着：对所有的 $i=1, 2, \ldots, n$，和所有的$v_i \in [a, z]$，

(VP) $$E_{v_{-i}}[v_i P_i(v) - T_i(v)] \ge 0$$

这是个人理性 (individual rationality)约束条件或自愿参与（voluntary participation）约束条件，简称（VP) 条件。

最后，每个买方可能不申报真实的私人价值，为了实现直接显示机制，必须要求每个买方报出他真实的私人价值（或讲真话），这意味着： 对所有$i=1, 2, \ldots, n$, 和所有 v_i, $w_i \in [a, z]$，

(IC) $$E_{v_{-i}}[v_i P_i(v) - T_i(v)] \ge E_{v_{-i}}[v_i P_i(w_i, v_{-i}) - T_i(w_i, v_{-i})]$$

这是激励相容（incentive compatibility) 约束条件，简称（IC）条件。也就 是说， 如果买方 i 的真实价值是 v_i，给定所有其他买方申报他们的真实 价值 v_{-i}，申报一个不同的数字 $w_i \in [a, z]$ 对他并没有好处。换言之，大 家都讲真话是一个贝叶斯纳什均衡。

但是，卖方也可以设计其它销售机制，卖方要求每个买方从某个信号空间 M_i 中挑选一个策略 m_i，基于一组策略或信号 $m = (m_1, m_2, \ldots, m_n)$，卖方然后确定每个买方的赢得物品的概率和应付的价钱：对 $i=1, 2, \ldots, n$,

$$P_i': M \to [0,1]$$
$$T_i': M \to (-\infty, +\infty)$$

其中 $M = \prod_{i=1}^{n} M_i$。因此，一个销售机制包括一组信号空间$\{M_i\}$和两组结果函数$\{P_i'\}$和$\{T_i'\}$。它必须满足类似的可行性约束条件(FC)′和自愿参与约束条件(VP)′，同时也要满足贝叶斯纳什均衡条件。

第一价格拍卖就是一个例子。每个买主的策略 m_i 就是他的出价 b_i， 信号空间为 $M_i=[0, +\infty)$，其规则如下：

$$P_i' = \begin{cases} 1, & \text{如果 } m_i > \max_{j \ne i} m_j \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$$

$$T_i' = \begin{cases} m_i, \text{如果} \quad m_i > \max\limits_{j \neq i} m_j \\ 0, \quad \text{否则} \end{cases}$$

另一个例子是前面讨论的抽奖机制。每个买主的策略 m_i 是他买的彩票的数量，$P_i' = m_i / \sum_{j=1}^{n} m_j$ ，$T_i' = m_i$。显然第一价格拍卖和抽奖机制都不是直接显示机制。

给定任何一个满足 (FC)′ 和 (VP)′的销售机制 { M_i, P_i', T_i' }和它相应 的贝叶斯纳什均衡 {$m_i(v_i)$}，定义如下直接显示机 制：对 $i = 1, 2, \ldots, n$,

$$P_i(v) = P_i'(m_1(v_1), \ldots, m_n(v_n))$$
$$T_i(v) = T_i'(m_1(v_1), \ldots, m_n(v_n))$$

很容易看出，这一直接显示机制满足(FC)，(VP)和(IC)约束条件。它和上述销售机制相比，为卖方和所有买方提供同等的期望收益。这一结果就是著名的**<u>显示原理</u>** (The Revelation Principle)。这一原理有很强的一般性 ，我们只是在 SIPV 环境下阐述这个结果。[5]

显示原理表明，为了找到最优拍卖机制，卖方只需要在直接显示机制中寻找，这大大地缩小了选择范围，使得卖方的最优化问题相对容易得以解决。

总之，应用显示原理，卖方的最优化问题为：选择一个直接显示机制(或者两组结果函数{$P_i(v)$, $T_i(v)$})，在服从约束 (FC)，(VP) 和 (IC) 的条件下最大化他的期望(或平均)利润：

$$\pi(P,T) = E_v\{\sum_{i=1}^{n}[T_i(v) - v_0 P_i(v)]\}$$

我们把这一优化问题的求解过程放在附录中，或参见 Roger Myerson (1981) 。在此只把最终解{$P_i^*(v)$, $T_i^*(v)$} 表达出来：

$$\begin{cases} P_i^*(v) = \begin{cases} 1, \text{ 如果对 } j \neq i, j = 1, 2, \ldots, n, \; I(v_i) \geq I(v_j) \text{ 并且 } I(v_i) \geq v_0; \\ 0, \text{ 否则} \end{cases} \\ E_{v_{-i}} T_i^*(v) = v_i F^{n-1}(v_i) - \int_{v_i^*}^{v_i} F^{n-1}(x)dx \end{cases}$$

其中 v_i^* 满足 $I(v_i^*) = v_0$，并且$I(x) = x - [1 - F(x)] / f(x)$。

我们来分析最优机制的性质。正如前面所讨论的，$I(v_i)$可以被解释 为买方 i 所提供的边际收益，最优机制设计的结果是，边际收益最高的买方得到物品，只要它不低于边际成本 v_0。

---

[5] 有关机制设计的一般理论，参见田国强 (2001)。

假定$I(x)$在［a, z］区间上单调上升，或者是当$I(x) \geq 0$时单调上升，
那么在最优机制下，私人价值最高的买方赢得物品，只要他的私人价值不低于 r^*，其中 $r^* = I^{-1}(v_0)$。

上节讨论的四种标准拍卖机制满足这一条件，这里 r^* 作为卖方的保留价。在第一价格拍卖中，出价最高的买方支付$B(v_i)$，由此每个买方的无条件平均付价为：

$$B(v_i)F^{n-1}(v_i) = v_i F^{n-1}(v_i) - \int_{r^*}^{v_i} F^{n-1}(x)dx$$

这和上面最优机制的结果恰好相同。因此，第一价格拍卖完全实现了卖方最优直接显示机制的结果，换句话说，采用最优选取的保留价，第一价格拍卖是卖方的最优出售机制。

这一结果也意味着，其它三种基本拍卖方式也是卖方的最优机制。我们综述如下：

<u>最优机制定理</u>：在SIPV模型中，如果$I(v)$单调上升，那么四种基本拍卖机制中的任何一种加上保留价 $r^* = I^{-1}(v_0)$，是卖方 的最优出售机制。

显然，卖方的最优机制并不是唯一的，除了基本拍卖外，还有其它拍卖机制可供选用。但是，很容易看出，前面讨论的抽奖出售机制并不是最优的，因为在任何最优机制下，具有最高私人价值的买方赢得物品的概率为1，这在抽奖机制下是不可能的。

值得一提的是，如果 v_0 是卖方的私人信息，只要 SIPV 模型中的其它假定不变，可以证明，卖方的最优策略是通过声明最优保留价而公开他的私人信息。当然，当买方不喜欢风险时，这一结果并不一定成立，我们在第 6.3节再讨论这一问题。

6. 影响拍卖结果的几个重要因素

6.1. 竞标人数

拍卖的特点是，拍卖品的价格由竞争来决定，因此，竞争越激烈，价格或利润应该越高。在SIPV模型中，这一结论很容易被验证。我们从上一节知道，四种拍卖机制为卖方带来如下最大平均净利润：

$$\pi_n = \int_{r^*}^{z} [I(v) - v_0] dF^n(v)$$

采用分步积分法，我们得到：

$$\pi_n = \int_{r^*}^{z} [1 - F^n(v)] I'(v) dv$$

其中 r^*独立于 n，$I'(v)$ 是$I(v)$ 的一阶导数，它大于或等于零。因此，卖方
的最大平均净利润随竞标人数增加而上升。但其上升的速度随竞标人数增加而递减。这些性质在第5.1节的例子中得到验证。

在拍卖的实践中，采用各种办法吸引更多的竞标者参加拍卖，至为重要。

6.2. 竞标者之间的非对称性

在SIPV模型中，我们不仅比较了四种标准的拍卖方式，也证明了这四种是卖方的最优机制，只要适当加上保留价格。SIPV模型中的一个重要假设是对称性，在现实拍卖环境中，很难想象这种对称性总是满足的。在此，我们讨论竞标者之间的非对称性对拍卖的影响。

首先讨论最优机制设计，前面讨论的最优机制的确定方法仍然适用， 对$i = 1, 2, \ldots, n$, 定义：

$$I_i(v_i) = v_i - [1 - F_i(v_i)] / f_i(v_i)$$

很容易证明(参见 Roger Myerson，1981)，卖方的最优机制应该把物品卖 给边际收益 $I_i(v_i)$
最高的竞标者，条件是他的边际收益不低于卖方的真实 价值或边际成本。

这一结果表明，当竞标者不对称时，最优拍卖机制是具有歧视性的，赢得物品的竞标者并不一定是私人价值最高的。这也意味着，卖方的最优机制不是帕累托有效。更进一步，卖方还会给不同的竞标者制定不同的保留价。这种机制就好象微观经济学中的垄断价格歧视，垄断厂商根据消费者的不同需求，制定不同的价格。

政府常会采用这种机制。在政府部门定向购买的招标中，有时有外国公司和国内公司同时参加投标。大家都知道外国公司相对有效，反映在他们的技术成本较低。为了增强竞争，政府经常给国内公司一些优惠。比如说，为了赢得合同，外国公司的投标价，必须低于本国公司标价的百分之五。

在非对称情况下，四种标准的拍卖机制中，哪一种对卖方有利呢？首先，非对称性并不影响竞标者在增价拍卖和第二价格拍卖中的策略，竞投自己的真实价值仍然是占优策略。可是，在第一价格拍卖中，比较弱的竞标者，可能会出价更积极。因此，对卖方而言，第一价格拍卖可能比增价拍卖或第二价格拍卖好。但在一般情况下很难比较，这仍然是一个尚待解决的前沿研究课题。其原因在于，第一价格下的均衡竞价策略，由一组线性微分方程确定，而微分方程组的解并没有很明显

的表达式，我们也不知道其解是否总是单调上升。在这里，数值计算方法通常比较有用。参见 Hua-gang Li 和 John Riley (2000) 。

6.3. 竞标者的风险厌恶程度

对竞标者来说，拍卖机制产生一定的风险。当竞标者赢时，他盈利；输时，他的收益为零。如果竞标者不喜欢风险，或对风险的厌恶程度不同，他的竞价策略也会不一样。

在第一价格拍卖机制下，如果一个竞标者提高他的出价，会增加他赢的概率，但也会减低赢后的利润。相对于风险中性的竞标者，一个风险厌恶程度高的竞标者，会更倾向于提高他的出价。因此，如果所有竞标者都是风险厌恶的，第一价格机制会给卖方带来更高的收益。

举一个例子，假定每个竞标者的效用函数为

$$u(x) = x^{1-\gamma},$$

其中$\gamma \in [0, 1)$是竞标者的相对风险厌恶程度，γ越高，他越不喜欢风险。 正如我们在第4.2节所讨论的，第一价格拍卖下的均衡策略$B(v)$满足如下 条件：

$$U(v, w) = (v-B(w))^{1-\gamma}F^{n-1}(w)$$

必须在 $w = v$ 处最大。由此得出一阶线性常微分方程：

$$\frac{dB(v)}{dv} = \frac{n-1}{1-\gamma}\frac{1-F(v)}{f(v)}[v-B(v)]$$

其解为

$$B(v) = v - \int_a^v \left(\frac{F(t)}{F(x)}\right)^{\frac{n-1}{1-\gamma}} dt$$

由此可见，γ 增加时，$B(v)$ 随之上升。

在第二价格和增价拍卖机制下，无论竞标者是风险中性，还是风险厌恶，他的出价都是自己的真实价值。因此，如果SIPV模型中的其它假定不变，但是所有竞标者对风险厌恶，那么，收益等价定理不再成立，第一价格拍卖比第二价格或增价拍卖产生更高的平均收益。

但是，在这种情况下，第一价格拍卖并不是卖方的最优机制。最优机制非常复杂，它需要补贴出价高的输者，也要出价低的竞标者支付一部分钱。这种机制在实际中很少被采纳。

有两点值得讨论。在第一价格机制下，如果风险厌恶的竞标者不知道有多少人与他竞争，在某些条件下他也会出价较高，原因如前面的一样。因此，当卖方知道竞标者的数目时，最好的办法是不让每个竞标者知道。

另外一种提高平均收益的办法，是利用隐蔽的保留价政策。譬如说，卖方把保留价放到一个信封内，等到所有竞标者投标之后，再打开信封内的保留价；如果竞标者中的最高价高于保留价，那么最高价赢；如果最高价低于保留价，则没有成交。这种隐蔽保留价制度相当于卖方本人参加竞争，因而增加竞标者的风险，风险厌恶的竞标者会提高他们的出价，因此对卖方有利。在最近一篇文章里，Huagang Li 和 Guofu Tan (2000)

证明了，当竞价者的风险厌恶程度很高时，隐蔽保留价制度优于
公开保留价制度。在大多数拍卖实践中，拍卖者很少将保留价公开，这一理论结果提供了一种解释
。

下面简要描述上述结论的推理过程，着重介绍只有一位竞标人的情况，这有助于理解竞标人的风险特性与保留价策略之间的关系。 Li 和
Tan的模型如下：拍卖机制为第一价格；竞标人对物品的评价为v，遵循概率分布函数$F(v)$，相应的密度函数 为 $f(v)$，取值范围为 [0, 1]，并假设 $(1-F(v))/f(v)$随 v 单调递减；拍卖人的私人价 值为t，其概率分布及密度 函数为$G(t)$，$g(t)$，并且假设 $G(t)/g(t)$ 随 t 单调递增； 竞标人的效用函数$u(x)$为严格单调递增、 连续可导的凹函数；竞标人的初始财富为 $w \geq 0$。
在上述环境下，拍卖人选择公开或隐蔽式的保留价。

当只有一位竞标人的时候，公开式保留价等同于拍卖人的“摊牌 (take-it-or-leave-
it)”机制，隐蔽式保留价也就是竞标人的“摊牌”机制
。如果竞标人为风险中性，我们知道拍卖人的最优机制是拍卖人的“摊牌”机制加上最优底价。可是，当面临风险厌恶型竞标人时，情况就会产生变化。在公开式保留价下，拍卖人的事前期望收益为：

$$\pi_A = \int_0^1 \int_{r_A^*(t)}^1 [r_A^*(t) - t] dF(v) dG(t)$$

其中，$r_A^*(t)$ 为拍卖人的最优保留价，$r_A^*(t) = I^{-1}(t)$，

$$I(v) = v - \frac{1 - F(v)}{f(v)}$$

可以看出，公开式保留价下的期望收益与竞标人的风险态度无关。

在隐蔽式保留价下，竞标人与拍卖人之间实际上是一个静态的贝叶斯博奕，双方的策略分别为竞价函数$b(v)$和保留价$r_H(t)$。对于具有私人价值t的拍卖人，给定竞标人的策略 $b(v)$，通过选择 r
最大化期望收益

$$E[b(v) - t \mid b(v) > r] = \int_{b^{-1}(r)}^1 [b(v) - t] dF(v)$$

从一阶条件可以得出，$r_H^*(t) = t$，这是拍卖人的占优策略。也就是说，拍卖人的最佳策略是把他的真实私人价值放于密封的信封里面。

类似的，给定拍卖人的上述策略后，竞标人通过选择 b 最大化

$$u(v - b + w)G(b) + u(w)[1 - G(b)]$$

其一阶条件为：

$$\frac{u(v - b + w) - u(w)}{u'(v - b + w)} = \frac{G(b)}{g(b)}$$

由此可以得出竞标人的竞价函数 $b_H^*(s)$ ，并且可以导出拍卖人在隐蔽式保留价下的事前期望收益为：

$$\pi_H = \int_0^{b_H^*(1)} \int_{b_H^{*-1}(t)}^1 [b_H^*(v) - t] dF(v) dG(t)$$

此时的竞价函数和拍卖人的事前期望收益均与竞标人的效用函数有关，即与竞标人的风险特性有关。我们用“绝对风险厌恶程度”， $A(x) = -u''(x)/u'(x)$，代表竞标人的风险态度。可以证明，两个风险态度不同的竞标人，若$A_1(x) > A_2(x)$ ，则 $b_{H_1}^*(v) < b_{H_2}^*(v)$，即越厌恶风险，出价越高。随着$A(x)$增加，竞标人的报价趋近于他的真实价值$v$。实际上，拍卖人通过隐蔽保留价，给竞标人制造了更多的风险，竞标人的风险厌恶程度促使其将更多的剩余转移给拍卖人。进一步可以发现，当竞标人的风险厌恶程度$A(x)$超出某一临界值后，$\pi_H > \pi_A$：拍卖人采用隐蔽式保留价，可以获得更高的事前期望收益。

在前面的章节中已经介绍了，在此种拍卖环境下，随着人数增加，竞争不断加强，竞标人的风险厌恶特性势必促使均衡竞价也就越来越高，因此，利用公开式保留价的意义就越不明显。当竞标人数多于一个时，由于涉及非线性微分方程，难以得出均衡竞价函数的显式解。Li 和 Tan (2000)通过分析相对风险厌恶程度为常数的偏好及均匀分布条件下两种保留价策略，以及利用数值分析方法模拟其它几类概率分布。他们证明了，对于给定的竞标人数，只要竞标人充分厌恶风险，拍卖人在隐蔽式保留价策略下的事前期望收益更大；并且，随着竞标人数上升，拍卖人采取隐蔽式保留价的好处也越大。

如何比较更一般情形下(不限定风险程度和概率分布的具体形式)的两种保留价策略，尚待进一步探讨。

6.4. 共同价值模型与赢者咒骂现象

我们在第3节中提到，独立私有价值模型描述了一种极端的信息环境，另一极端是共同价值模型，其中拍卖品对所有竞争者具有相同的真实价值 v，但他们都不知道 v 的大小，每个人有自己的估价 x_i，这个估价是 他的私人信息。

假定 v是一个随机变量，服从概率分布$G(v)$和密度函数 $g(v)$，其中 $v \in [\underline{v}, \bar{v}]$。进一步假定，在给定 v的条件下，$(x_1, x_2, ..., x_n)$ 是独立和对称 的。每个 x_i 的条件概率分布函数为$H(x_i \mid v)$，其密度函数是 $h(x_i \mid v)$，其 中 $x_i \in [\underline{x}, \bar{x}]$。因此，随机向量$(x_1, x_2, ..., x_n, v)$ 有如下联合密度函数：

$$f(x_1, x_2, ..., x_n, v) = h(x_1 \mid v)\, h(x_2 \mid v) . . . \; h(x_n \mid v)\, g(v)$$

假定条件密度函数 $h(x_i \mid v)$满足统计学上的单调似然比性质 (Mono-tone Likelihood Ratio Property, MLRP)：对任何 $x_i < x_i'$ ，和 $v < v'$ ，

$$\frac{h(x_i \mid v)}{h(x_i' \mid v)} \geq \frac{h(x_i \mid v')}{h(x_i' \mid v')}$$

也就是说，对任何 $x_i < x_i'$ ，似然比 $h(x_i \mid v)/h(x_i' \mid v)$ 随 v 而单调下降。

单调似然比性质的含义是，当 x_i 高时，v 高的可能性就大。同样的， 当 v 高时，x_i高的可能性也大。这一类共同价值模型可以用来描述石油开 采权的拍卖环境。

不难证明，单调似然比性质隐含有如下结论：

(i) MLRP的充分必要条件是：$\dfrac{\partial h(x_i \mid v)/\partial x_i}{h(x_i \mid v)}$ 随 v 单调上升。
(ii) MLRP导致 $H(x_i \mid v)$随 v单调下降。
(iii) MLRP导致 $h(x_i \mid v) / H(x_i \mid v)$随 v 单调上升。

我们将在下一节推导几种基本拍卖机制下的均衡策略。在这里，我们着重讨论共同价值模型中的一个特别现象：赢者咒骂(Winner′s Curse) 现象。

举一个简单的例子，在一个玻璃瓶中装满硬币，放在教室的讲台上，房间里的每个人试图估计瓶中所有硬币的总值 v ，显然，每个人的估计x_i不是完全准确的，有些人高估，有些低估。我们用如下公式来表达：

$$x_i = v + \varepsilon_i$$

其中 ε_i 代表估计中的误差，假定平均误差为零。

假如我们用第一价格拍卖机制来拍卖这瓶硬币，会有什么样的结果呢？如果每个竞标者标出他的真实估价 x_i ，那么，最高估价者将赢得所有硬币。由于平均误差是零，赢者一定是一个高估者，即他的$\varepsilon_i > 0$。赢者不仅无利可图，反而会有所损失。他在赢之后会觉得后悔，甚至会咒骂，这就是所谓的赢者咒骂(Winner's Curse)现象。在这里，赢是一个坏 消息，因为赢者过高估计了拍卖物品的价值。

在这种共同价值模型中，竞标者的最优策略应该是出价低于他的估价，并且当竞标者越多时，他出价可能越低。

在竞标之前，每人在自己私人信息为 x_i 的条件下计算真实价值 v 的 条件平均值 $E(v \mid x_i)$；可是在赢之后(在实际检查瓶中硬币之前)，竞标者 获得更多的信息，这包 括赢者的信息 x_i 超过所有其他人的估计 x_j。因 此， 他重新计算条件平均值 $E(v \mid x_i > x_j,\ j \neq i,\ j = 1, 2, \ldots, n)$。 在 MLRP 假设下，我们可以证明：

$$E(v \mid x_i) \geq E(v \mid x_i > x_j, j \neq i, j = 1, 2, \ldots, n)$$

换言之，当竞标者知道他的估价是最高时，其物品的平均价值没有他知道这一信息之前的平均价值高。具有理性的竞标者能认识到这一点，在计算他的竞价策略时会把这一结果考虑在内。因此，他不该后悔或咒骂。

理解赢者咒骂现象，在拍卖实践中很有帮助。

在共同价值模型中，由于存在赢者咒骂现象，几个基本拍卖机制下的对称均衡策略出价策略 $B_n(x_i)$ 可能随 n 增加而下降。也就是说，当竞价人数增加时，每个竞价者可能出价更低。进一步，拍卖者的平均收益也可能随 n 增加而下降。这在 SIPV 模型下是不可能的。因此，区分 SIPV 和 CV两类模型十分重要。

在CV模型中有另一重要结论。比如说，在第一价格拍卖中，其均衡出价$B_n(v_i)$

取决于竞标人数 n。可以证明，在一定的假设条件下，当 n 趋近于无穷大时，最高均衡出价趋近于共同价值 v。因此，第一价格拍卖机制下的价格可以综合各种信息，反映真正的共同价值。这一结果最初由 Robert Wilson (1977)和 Paul Milgrom (1979)证明。

6.5. 私人信息和价值的关联性

介于独立私有价值和纯共同价值模型之间，有一种更一般的模型，它描述了两种相关性。第一，每一竞标者对拍卖品的最终消费价值，不仅取决于自己的私人估价，也可能取决于其他竞标者对拍卖品的私人估价；第二，所有竞标者对拍卖品的估价带有正相关性，换句话说，当一个人的估值较高时，其他人估值也高的可能性比较大。这两种相关性有不同的含义，对拍卖结果也有不同的影响，我们以后再作详细地区别。我们暂时把这一类模型称为关联价值（Affiliated Values）模型，这一模型 最早由 Paul Milgrom 和 Robert Weber 在1982年提出，其影响很大。

我们现在来介绍这一模型。有 n 个竞标者，每人拥有私人信息(或 对拍卖品的估价) x_i，由 $x =（x_1, x_2, \ldots, x_n）$ 表示私人信息向量。每个竞标者对拍卖品的最终消费价值取决于私人信息向量 x 和某个随机向量 s， 我们用 $v_i = u(s, x_i, x_{-i})$ 表示第 i 个竞标者的最终消费价值，其中函数 u 是 连续单调上升的，并且关于 x对称。设 $f(s, x)$为密度函数，f 关于 x 是对 称的。

这一模型的最重要假定是，随机向量$y = (s, x)$具有如下关联性（Affi-liation)：对所有的 y 和 y'，

$$f(y \vee y')f(y \wedge y') \geq f(y)f(y')$$

其中 $y \vee y' = (\max\{y_i, y'_i\})$ 是由两个向量 y 和 y' 的最大部分组成的向量， $y \wedge y' = (\min\{y_i, y'_i\})$ 是由最小部分组成的向量。

关联性的含义是，当 x_i 高时， s 和 x_{-i} 高的可能性很大，类似地，当 s_j 高时， x 和 s_{-j} 高的可能性很大。如果 f 是二阶可微函数，关联性有如下 等价条件：

$$\frac{\partial^2 \log f}{\partial y_i \partial y_j} \geq 0\text{，对所有的 } i, j\text{。}$$

当只有两个随机变量 x 和 s 时，关联性和单调似然比 (MLRP) 性质 相同。在这种情况下，关联性的定义可以表示如下：对所有的 $s < s'$ 和 $x < x'$，

$$f(s, x)f(s', x') \geq f(s, x')f(s', x)\text{。}$$

这一不等式可以用条件密度函数来表示：

$$\frac{f(s \mid x)}{f(s' \mid x)} \geq \frac{f(s \mid x')}{f(s' \mid x')}\text{，}$$

即对任何 $s < s'$，似然比 $f(s \mid x) / f(s' \mid x)$ 随 x 增加而单调下降。这就是上节所讨论的单调似然比性 质。

关联性把单调似然比性质推广到多个随机变量的情况。这一概念在拍卖理论中十分重要。

现在，我们来推导在对称关联价值模型中几种拍卖机制的对称均衡竞价策略。

给定对称性，我们着重考虑第一个竞标人，并且设 $Y = \max\{x_2, x_3, \ldots x_n\}$。可以证明，$Y$ 和 x_1 是相关联的。

设 $F_{n\text{-}1}(y|\, x)$ 代表在 $x_1 = x$ 条件下 Y 的条件概率分布函数，$f_{n\text{-}1}(y|\, x)$ 为其条件密度函数。设

$$v(x, y) = E(u(s, x_1, x_{\text{-}1})|\, x_1 = x, Y = y)。$$

不难证明，关联性隐含如下结果：

(i) $v(x, y)$ 是 x 和 y 的单调增函数，
(ii) $f_{n\text{-}1}(y|\, x) / F_{n\text{-}1}(y|\, x)$ 是 x 的单调增函数。

在第二价格拍卖机制下，如果 $B_{II}(x)$ 是一个对称均衡竞价函数，那 么当 $n - 1$ 个竞标者采用$B_{II}(x_j)$时，$j = 1, 2, \ldots, n,\ j \neq i$，第 i 个竞标者也出 价$B_{II}(x_i)$。考虑第一个竞标者，他的私人估价$x_1 = x$时，如果他出价$B_{II}(w)$，那么他的期望收益为：

$$U_{II}(w) = \int_0^w [v(x, y) - B_{II}(y)] f_{n-1}(y \mid x) dy。$$

对称均衡出价函数必须使得 $U_{II}(w)$ 在 $w = x$时最大化。

注意到，

$$\frac{dU_{II}}{dw} = [v(x, w) - B_{II}(w)] f_{n-1}(w \mid x)$$

从一阶条件导出：

$$B_{II}(x) = v(x, x)$$

因为 $v(x, y)$ 随 x 单调增加，$U(w)$ 则是单峰函数。最大化的充分条件得 到满足，因此 $B_{II}(x) = v(x, x)$ 是第二价格拍卖下的唯一对称均衡策略。

顺便注意到，给定一个竞标者的私人估价 x，在他赢的条件下(其概 率为 $F_{n\text{-}1}(x|\, x)$)，其平均出价为：

$$EB_{II}(x) = \int_0^x v(y, y) \frac{f_{n-1}(y \mid x)}{F_{n-1}(x \mid x)} dy$$
$$= v(x, x) - \int_0^x \frac{F_{n-1}(y \mid x)}{F_{n-1}(x \mid x)} dv(y, y)$$

其中第二步采用了分步积分法。

下面推导第一价格拍卖下的对称均衡策略 $B_I(x)$。与上面类似，假定第一个竞标者的私人估价为 $x_1 = x$，而出价 $B_I(w)$，他的平均收益为：

$$U_I(w) = \int_0^w [v(x,y) - B_I(w)] f_{n-1}(y \mid x) dy$$

$U_I(w)$ 须在 $w = x$ 最大化。其一阶条件导致如下一阶线性微分方程：

$$\frac{dB_I(x)}{dx} = [v(x,x) - B_I(x)] \frac{f_{n-1}(x \mid x)}{F_{n-1}(x \mid x)}$$

加上初始条件 $B_I(0) = 0$ 可以得出

$$B_I(x) = v(x,x) - \int_0^x e^{-\int_y^x \frac{f_{n-1}(t|t)}{F_{n-1}(t|t)} dt} dv(y,y)$$

不难验证，$B_I(x)$ 也满足最大化的充分条件。

因为$f_{n-1}(y| x) / F_{n-1}(y| x)$ 随 x 而单调增加，由此可以证明，对所有的 x，

$$EB_{II}(x) > B_I(x),$$

再对 x 求期望值，则

$$ER_{II} > ER_I,$$

即第二价格拍卖给拍卖者带来的平均收益比第一价格拍卖要高。

也可以证明，增价拍卖下的平均收益高于第二价格拍卖下的平均收益。因此，在关联价值模型中，收益等价定理不再成立，卖方的平均收益有如下不等式：

$$ER(\text{增价}) > ER（\text{第二价格}）> ER（\text{第一价格}）= ER（\text{减价}）$$

其道理很简单：因为所有竞标者的信息是互相关联的，在竞标者作出决策之前，如果有更多的信息被透露出来，那么他会报更高的价。在第一价格拍卖中，最终价格只取决于最高报价；在第二价格拍卖中，价格取决于最高和第二高报价，因此，价格反映了至少两个人的信息；在增价拍卖中，最终价格反映了所有的标价。因此，增价拍卖利用最多信息，其效果最好，第二价格拍卖居第二位。

这一直观解释被称为连接原理（Linkage Principle）：如果有更多的关联信息被连接到赢者的付价，那么卖方会得到更高的价格。

基于这一原理，我们马上得到另一重要结论：如果卖方有相关联的私人信息 s，他应该在拍卖前或拍卖过程中公布于众。对连接原理的详 细讨论，参见 Paul Milgrom和 Robert Weber (1982a)。

这两个结论在拍卖实践中很有指导意义。

6.6. 第一价格拍卖中的关联效应

如前所述，拍卖理论中的两个基本研究范式是私有价值模型和共同价值模型。私有价值模型中，每位竞标者知道自己对于拍卖品的价值，但却不知道其他竞标者的价值；所有的私人价值可能是相互独立的(独立私有价值模型，IPV)，也可能是相互关联的(关联私有价值模型，Affili-ated Private Value Model，APV)。在纯共同价值模型中，拍卖品的事后价值是相同和固定的，但在事前对于所有竞标者则是不确定的。介于二者之间，是关联价值模型：每位竞标者对于拍卖品的估价同时取决于竞标者自身的信号和某个共同的不确定因素；同时，经由这个共同因素，所有的私人信号能够相互影响。在不同的环境下，竞标者的出价行为不同，从而导致最优的拍卖机制也因环境而发生改变。因此，在拍卖的实证研究中能否区分上述两种范式尤显重要。

大量的实证研究发现，在第一价格拍卖中，存在报价水平与竞价人数的负关系。在共同价值模型和关联价值模型中，“赢者咒骂”效应有可能比竞争效应更强。因此，以往的研究认为，平均报价与竞价人数之间的非单调增关系正是由于这些拍卖具有共同价值属性。在APV模型中，由于不存在“赢者咒骂”现象，研究者普遍认为类似于IPV模型情况，竞价人数的增加总是可以刺激报价水平，因此存在单调递增关系。

在最近的一篇论文中，Joris Pinkse 和 Guofu Tan (2000)研究这样一类APV模型，竞标人数是外生的，竞标人的私人估价之间通过某个共同的不确定因素 s 相互关联；但在给定s 的条件下，它们则是相互独立的 。Pinkse 和 Tan 发现在此模型条件下，均衡竞价函数也同样可能随着竞价人数的增加而下降。形成该结果的关键因素是在本文中指出的“关联效应 (affiliation effect)”。共同因素 s 越高，估价的概率分布越有利于 卖者。竞标人知道如果他赢，s 值很可能小于他的事前估计。基于此点考虑，竞标人就会相应降低报价。竞标人数越多，如果某竞标人赢，他会认为 s 为小的事后概率越大，从而报价也就越低。

在私有价值模型和共同价值模型中都可能存在这种关联效应。因此， Pinkse 和 Tan的研究结果表明，在实证研究中如果没有对第一价格拍卖的环境进行进一步假定，仅从竞价水平与竞价人数的关系中是无法区分这两种范式的。

下面我们讨论 Pinkse 和 Tan文章的一些细节。其研究对象为第一价格拍卖机制(保留价为r)和对称的关联私有价值模型。假设 $n(n \geq 2)$个风 险中性的竞标者竞争一件不可分割的拍卖品；它对于竞标者 i 的价值为 v_i；这是该竞标者的私人信息。 随机向量 $(v_1, \ldots, v_n)$ 的概率分布函数为 F，密度函数为f ，取值范围为 $[a, z]^n$。 竞价人数 n和密度函数f 是共同 知识。另外，假设f 在 $(v_1, \ldots, v_n)$ 之间是关联的和对称的。设

$$R(v,n) = \frac{f_{n-1}(v \mid v)}{F_{n-1}(v \mid v)}$$

其中， $F_{n-1}(\cdot \mid v)$ 为 $\max_{j \neq i} v_j$ 在 $v_i = v$ 下的条件概率分布函数， $f_{n-1}(\cdot \mid v)$ 是相应的密度函数。f 的关联性意味着 $F_{n-1}(\cdot \mid v)$ 关于 v 具备单调似然比性质 (MLRP)。值得注意的是，如果只对 f 作对称性和关联性假定，我们并不 知道 n 是怎样影响 R 的。

在第一价格拍卖机制下，正如在上一节所讨论的，我们可以得到对称均衡的竞价函数

B_n，它是由如下的微分方程确定的。

$$\frac{dB_n(v)}{dv}=[v-B_n(v)]R(v,n)\text{，初始条件为 }B_n(r)=r$$

由此推出，

$$B_n(v)=v-\int_r^v e^{-\int_y^v R(t,n)dt}dy$$

通过上述微分方程或竞价函数可以发现，竞价函数关于 n 的单调性 取决于 R 的单调性。引理 1和引理 2给出严格的描述，证明从略。

<u>**引理1**</u>**：**假设对于所有的 $v\in[a,z]$，$R(v,n)$随 n 严格递增。于是，对任何 $r\in[a,z]$，任何 $v\in[r,z]$，$B_n(v)$也随 n 严格单调递增。

对称独立私人价值模型 (SIPV)是引理 1的一个典型例子。在此类模型中，$R(v,n)=(n-1)f_1(v)/F_1(v)$ 是 n的严格增函数，其中 F，f 是竞标者私人价值的边际概率分布和密度。在 4.2节中，我们已经看到，SIPV 模型的均衡竞价函数和期望成交价格都是竞标人数的增函数。

在APV模型中，均衡报价可能随着竞标人数的上升而下降。Pinkse 和 Tan 分两步来证明这一结论。首先，证明如下引理，如果 R 不为 n 的增函数，则对于某些保留价格，$B_n(v)$ 也不为 n的增函数。

<u>**引理2**</u>**：**假设存在 (v^*, n^*)，使得 $R(v^*, n^*) > R(v^*, n^*+1)$ 。如果 $r = v^*$, 则 对于某些 $v > v^*$，$B_{n^*}(v)>B_{n^*+1}(v)$ 。

值得注意的是，只要 r 充分接近 v^*，即使二者不等，引理 2 仍然成 立。

其次，讨论在多大程度上 R可能随 n而递减。在 APV模型中，f 的关联性和对称性假定并没有给 f 与 R关于 n的变动方式造成很大的约束。 其实很容易找到关于 n 下降的R。这也正是 Pinkse 和 Tan 一文的贡献之 一。

现在重点分析如下一类APV模型，所有竞标人的私人估价 $v_1, \ldots, v_n$ 通过某个 随机变量 s 相互关联；但是给定 s 的条件下，它们之间则是相 独立的。这类 APV 模型称为“条件独立私有价值模型(CIPV)”。设 $H(v|s)$ 和 $h(v|s)$分别为条件 s 下 v_i 的条件概率分布和密度，v_i 的定义域为 $[a, z]$；s 的定义域为 $[\underline{s},\bar{s}]$，它的概率分布和密度函数分别为G 和g。为简 单起见，假定 s 的定义域为[0, 1]。假设 $h(v|s)$ 满 足强 MLRP，于是$v_1, \ldots, v_n$之间具有强关联性。由此，可以推出，

$$R(v,n)=(n-1)\frac{\int_0^1 H^{n-2}(v\mid s)h^2(v\mid s)g(s)ds}{\int_0^1 H^{n-1}(v\mid s)h(v\mid s)g(s)ds}$$

<u>**非单调性定理**</u>**：在 CIPV模型中，若 $h(v\mid s)$满足强 MLRP，并且对于 任意的 $v\in[a,z]$，$\min_s\{H(v\mid s)\,h(v\mid s)\}>0$ ，则存在 n 和 g，使得 $R(v,n)>R(v,n+1)$ 。**

这一定理表明，对于任意给定的 $v_0 \in [a, z]$，必然存在(n^*, g^*) ，使得 $R(v_0, n)$ 在 $n = n^*$ 处关于 n 严格递减。如果选择保留价格 r 等于或充分接 近 v_0，由引理 2 可以看出，当 v来自 v_0的某个邻域时，$B_{n^*+1}(v) < B_{n^*}(v)$ ， 即，均衡报价可能随 n 的上升反而下降。

下面的结果表明，存在某些 g，可以得到 $R(v,n)$ 关于 n 的非单调性，这也正是均衡报价可以关于 n 递减的关键所在。在 CIPV 模型中，竞标人数的变化产生两种效应：竞争效应和关联效应。当竞标人数增加时，由于竞争效应，有个竞标者会报价更高；但由于关联效应，他也会降低报价。其结果是两种效应的平衡。我们现在来分解这两种效应。

设 $Q(\cdot \mid v)$ 为 v_j在 $v_i = v$ 条件下的边际概率分布函数，$q(. \mid v)$为相应的 密度函数；并设$R_Q(v, n) = (n\text{-}1)q(v \mid v)/Q(v \mid v)$ 。设想n为连续的，那么，

$$\frac{\partial B_n}{\partial n}(v) = \int_r^v (\int_y^v \frac{\partial \Delta R}{\partial n}(t,n)dt \cdot e^{-\int_v^y R(t,n)dt})dy + \int_r^v (\int_y^v \frac{\partial R_Q}{\partial n}(t,n)dt \cdot e^{-\int_v^y R(t,n)dt})dy$$

其中，$\Delta R(v,n) = R(v,n) - R_Q(v,n)$ 。由于q与Q均为正，上式右边第二项亦为正，它代表了竞标人数增加对$B_n(v)$产生的竞争效应。第一项为相应的关联效应。如下定理证明了关联效应是负效应。

<u>**关联效应定理**</u>**：在 CIPV模型中，若 H 满足强 MLRP，则对于所有 $v \in [r, z]$， $\Delta R(v, n)$ 关于 n 递减。**

Pinkse和 Tan也证明了，随着 $n \to \infty$，非单调性将最终消失。在 CIPV 模型中，竞争效应最终强过关联效应。但是，很难确知竞价人数高于多少后，才可以保证竞价函数的单调性；并且多数的拍卖实践只有相对较少的竞价人数。

总之，以往的研究指出，在第一价格共同价值拍卖中，由于“赢者咒骂”效应能够大于竞争效应，均衡报价可以随着竞价人数的上升而下降。Pinkse 和 Tan (2000)发现在关联私有价值模型中，虽然不存在“赢者咒骂”效应，仍能出现均衡报价与竞价人数之间的非单调性。他们还分离出一种“关联效应”，它类似但有别于标准的“赢者咒骂”效应。如果某位竞标人最终赢，相对于他在竞价前的估计，其他竞价人的估价分布则是更加不利于卖者的。更多人参与竞价，对于其他竞价人估价的事后条件概率分布则更加偏向较低的水平。因此，关联效应可能抵消竞争效应。在共同价值模型中也存在这种关联效应。由此可见，在共同价值模型中，均衡报价与竞价人数的负相关关系并不完全出于投标人担心“赢者咒骂”。

6.7. 串通出价行为

在许多拍卖实例中，竞标者常常联合起来出价，以减少竞争，降低向卖方所付的价钱。这种串通出价行为表现在多个方面，取决于拍卖规则和信息环境。比如说，所有(或部分)竞标者在一起举行小拍卖，选取最佳竞标者参加正式的拍卖；有时竞标者轮流参加多次拍卖；在有些情况下，虽然所有竞标者都参加拍卖，但他们事先约好，都出价很低，让一个竞标者赢，事后(或事前)分成。

串通出价的道理简单，但其策略或方式很复杂。在有些情况下，串通出价是非法的，因此参加者要想办法避免被政府检查出来。如果串通行为很明显，卖方会调整相应的拍卖机制，卖方可以提高保留价(或底价)，或者采用隐蔽保留价制度，以便促使竞标者难以保持串通出价行为。

串通出价的最大困难在于，参与者可能会改变他的策略。比如说，在第一价格拍卖中，所有竞标者约定好，每个人标价等于卖方的保留价，那么其中任何一个人赢得拍卖品，然后付给其他竞标者一些补偿。但是，每人都有可能标价比保留价高一点点，从而自己赢得拍卖品，不给其他人任何补偿。

在第二价格拍卖和增价拍卖中，对串通出价的参与者，情况要好得多，让私人价值最高的竞标者标出他的真实价值或很高一个数字，所有其他人标出卖方的保留价，显然，没有人会容易改变自己策略而受益。

一般说来，串通小团体是否能够设计一种机制，用以选择最佳人选，并且瓜分总剩余？为避免参与者改变他们的策略，串通出价机制必须满足激励相容条件。为了让更多的人串通起来，但不具有强制性，这一机制必须满足自由参与条件。更进一步，串通出价机制最好是有效的，即让愿意出价最高的竞标者得到拍卖品。

在 SIPV模型中，Preston McAfee 和 John McMillan 在 1992年证明了，可以找到一种包括所有竞标者的直接显示串通机制，它具有有效性和激励相容性。如果卖方采用的是第一价格或第二价格等标准拍卖机制，那么每个人都愿意参加这一串通机制。我们可以用一种类似于第一价格拍卖的机制来实现直接显示串通机制，其程序如下：假定卖方保留价已知，在参加正式拍卖前，所有参与者在一起举行自己的拍卖会，选取出席正式拍卖的唯一竞标者，其规则是，每个人独立标价，标价最高者被选上，他必须付出自己的标价，这些钱在所有其他人中平分，被选上的是唯一个竞标者参加正式拍卖，他的最优出价等于卖方的保留价，因此赢得拍卖品，付出保留价。这一程序被称为第一价格串通机制。

这种串通出价机制相当于，每个人都想贿赂其他人退出竞争，愿意付最高贿赂的人赢，其他人分享贿赂的钱。

在纯共同价值模型中，串通出价问题似乎比较简单，因为选谁出席正式拍卖都一样。在这种情况下，参与者常采用平均分法来瓜分拍卖中得到的战利品(或剩余)。给定平均分法，每个人首先汇报自己对拍卖品的估价，根据这些信息，他们决定是否值得派人参加拍卖，因此每个人的信息都有用，每个人都不会假报自己的信息。平分法的另一个好处是，参与者不需要现场交换，只需要在事后观察到共同价值后再平分。这种简单串通机制在拍卖石油开采权中常被石油公司采用。

平均分法的缺点在于，在多数情况下，特别是竞标者人数较多时，不是所有人都愿意参加这种串通机制。假如一个竞标者有很好的信息(或估价)，他在正式拍卖中赢的机会很大，赢后的利润也相对高，如果他参加平分串通机制，虽然总剩余较高，他必须与其他具有较差信息的竞标者平等瓜分剩余，所得利润可能比竞争拍卖机制下的利润还要低。因此具有较好信息的竞标者可能不愿意参加平分法的串通机制。

有什么其它串通机制可以用来解决自愿参与问题呢？其答案是否定的。在最近一篇文章里，Ken Hendricks，Robert Porter 和 Guofu Tan (1999)证明了，在比纯共同价值更一般的模型中，满足有效性、激励相容条件和自愿参与条件的串通机制可能不存在。尽管串通出价给竞标者团体带来较大的总剩余，由于信息较差的竞标者需要得到补偿，以促使他们报出真实的信息，任何串通机制都带有大锅饭平均化的色彩。相反，第一价格拍卖机制更加会奖赏信息较好的竞标者。因此，有能力的人更喜欢竞争机制，其他人喜欢具有合作性的串通机制。

更进一步，在共同价值模型中，还有一个道德风险问题。任何串通出价机制需要参与者交换他们的私人信息，并共同使用这些信息。如果需要做一定的投资才能获取这些私人信息，那么在串通机制中，大家都不会花气力去获取信息，因此，具有合作性的串通出价机制有传统的大锅饭问题

。

如上两种原因，解释了为什么在共同价值环境下串通出价并没有在私人独立价值环境下普遍。Hendricks, Porter 和 Tan (1999) 进一步发现，在离岸石油开采权的拍卖中，串通出价的现象相对较少。

6.8. 专家与非专家的竞标策略

在拍卖理论中，一般假设所有的竞标者都拥有私人信息(即知情)，并且每位竞标者都知道其他竞标者是否知情。但是在许多的拍卖实践中，竞标者获得私人信息的方式可能各自不同，并且互不了解。因此，竞标者可能并不知道其他竞标者是否掌握私人信息。例如，在石油开采权拍卖中，竞标者可以在拍卖前进行相关的地质勘探。但由于高昂的勘探费用，有些竞标者可能不去查验地质信息，而只是估计油田的平均价值。另外，信息的收集和分析过程也贯穿着各个竞标者的私人知识。所以，尽管每个竞标者可能都知道潜在竞标者的人数和拍卖品的平均价值，却不了解哪些对手掌握了私人信息。在二手车和古董的拍卖中也存在类似情况。

参加拍卖的竞标者有专家(知情者)和非专家之分。在这之中，专家竞标者所占的比率是由多方面因素决定的，如获得信息的初始成本，宣布和实施拍卖的时间间隔等。卖方可以通过操纵这些因素来改变竞标者的构成，进而对竞价行为和拍卖收入施加重要影响。

Michele Piccione 和Guofu Tan (1996a) 研究了专家竞标者的数量在拍卖前为不确定信息的情况下，第一价格拍卖机制下的均衡竞价行为。该文采用的简单模型包括了独立私人价值和共同价值两种情况。在共同价值环境中，假设存在一种中立信号，这样就可以在很简单的架构里证明均衡策略的存在性。在均衡状态下，专家级和非专家级的竞标者报出不同的价位。专家级竞标者在竞价分布的首尾两端出价，而非专家级竞标者在竞价分布的中间段各个点任意(或随机)出价。

该文还分析了竞标者中专家所占的比率对卖方期望收益的影响。在共同价值环境里，如果竞标者知情的概率很小，卖方的预期收益将随此概率的增加而递减。因此，卖方会采取策略减少非专家级竞标者获得信息的机会。这种现象起初由赢者咒骂引起，并随竞标者数量的增加而愈演愈烈。相反，在独立私人价值环境下，这种现象会随竞标者数量的增加而消失。原因在于，卖方预期收益的降低是由于存在信息租金，随着拍卖竞争的加剧，将抵消卖方预期收益下降的趋势。

Ken Hendricks，Robert Porter 和 Guofu Tan (1993) 探讨了美国内务部怎样设计拍卖机制来分配离岸石油与天然气开发权。在他们所考虑的环境里，有两类投标公司：一类公司在附近已经开采过石油，因此有较多的私有信息；另一类公司没有在附近开采过，只有一些公开的信息。 Hendricks, Porter 和 Tan 首先确定政府收益最大化的最优机制，并讨论怎样实现这一最优机制，和在实施最优机制的过程中会遇到一些什么样的困难。因此，在实践中，政府通常采用第一价格拍卖机制加上最低保留价和“政府提成比率”(参见第9.1节)。提成可以帮助政府增加收益，同时也不降低公司开发的激励。

7. 招标在定向购买和规制中的作用

7.1. 招标与拍卖的关系

拍卖机制也常用于定向购买(procure)物品或服务。比如说，数间公司竞投承包一项工程或提供某项服务。在中国，人们习惯把这种竞投方式称为招标。在西方国家，招标和拍卖都用auction这一词。在招标机制中，通常是出价最低的公司赢得承包合同，这家公司所得到的收益或价格则取决于具体的招标机制和相应的合同。

招标和拍卖的最大区别在于物品或项目的不确定性。在物品拍卖中，通常物品已经存在，其质量和价值不会在拍卖过程中发生很大变化。而在工程招标中，其相应的工程项目或提供的服务还未开始进入生产，因此，还有许多潜在的、涉及未来的不确定因素。[6] 比如说，由于未来的生产过程中的某些随机因素，赢得合同的公司可能不能按预定的时间完成这一项目。在这种情况下，由谁来承担责任呢？这取决于最初设计的合同。

另外，公司是否愿意在生产过程中继续降低生产成本和提高产品质量，也取决于合同的类型，在这里，设计一个有激励的合同就很重要。

比如，在典型的定向购买一项固定工程的合同中，政府通常会按照公司成本(设为C)的一定比率付给公司一笔款项，设这个比率为β。我们可以用下列方式来表示政府的付款情况。假设政府付给公司的总款项为：

$$T = \alpha + (1- \beta)C$$

其中α是固定付费，β是公司承担的成本的比例。也就是说，在公司承担所有的成本后，政府偿付给公司所承担成本的 1-β，另外加上一笔固定付费α。不难看出，β是整个激励机制的精髓所在。根据β的取值情况的不同，我们有下列几种常见的线性激励机制：

1. 成本加固定付费合同(cost-plus-fixed-fee 或 cost-plus contract, $\beta = 0$)。
   在这种合同下，公司不承担任何成本。这种合同是激励程度最低的机制。

2. 固定付费合同(fixed-fee contract, $\beta = 1$)。在这种合同下，公司将享受所有节省成本的好处。政府除了付一笔固定费用外，不承担任何成本。这种合同是激励程度最高的机制。

3. 激励合同(incentive contract)。除上述两种极端情况外，如果线性合同 的斜率 β 处于 0 和 1之间，我们称之为激励合同。β 越大，激励程度 越高。

在美国，激励合同和固定付费合同的实施必须服从议会和国防部制定的利润上限。1960年，在美国军事购买合同中，40.9% 使用的是成本 加固定付费合同，31.4% 使用的是固定付费合同，13.6% 使用的是激励合同。在近二十年中，激励合同的使用在不断增加。

在实践中，合同通常是线性的，但是有些合同具有某些非线性特征：例如，政府的支付常有一定的上限，或者政府要保证公司不亏本。

总之，招标有别于拍卖。招标的合同可能会更复杂，取决于招标的环境。

---

[6] 有关这方面的讨论，参见何洁，王则柯一书。

7.2. 招标采购制度

在具有自然垄断特性的行业中，政府采购和规制策略的关键，是如何选择最有效的承包商以设定承包合同。比如说，大多数西方国家将市内公交系统、有线电视网、垃圾回收处理等服务承包给私人企业运营；美国国防部利用拍卖方式选择军火商研制新型战斗机；大公司选择长途电话公司提供商务电话服务。Harold Demsetz (1968) 等人最早提出，如果存在多家企业可以承揽某项目或服务，则应当采取招标方式，选择最有效率的企业。

在这里，招标常用于三大类情况：(i)政府部门采购某些物品；(ii)私有公司采购某些商用产品；(iii)政府规制或监管私有公司。在第三类情况下，通常是政府帮助消费者间接采购某些物品，比如私人用电、电话、公交汽车等等。这三种情况下的招标问题非常类似，我们只讨论政府定向购买问题。

正如上一节所讨论的，在典型的购买合同中，政府常根据总生产成本支付给承包公司一笔款项。由于生产成本取决于多方面的因素，政府可能只支付公司成本的一定比率。那么，政府的最优合同该怎样确定呢？

首先，考虑一个固定的工程项目，其总的社会价值为V。假如只有一家公司能够提供这一项目，它的生产成本C取决于它的效率水平(θ)，它为减低成本所作的努力(e)，和一些随机因素(ε)。在最简单的情况下，我 们可以把这一关系表示成：

$$C = \theta - e + \varepsilon$$

由于政府无法观察到 e的大小，因此这里面存在着一个激励的问题。θ代表公司的私有信息，因此也有一个非对称信息所造成的逆向选择问题。

这是一个典型的委托代理关系，委托人(政府)设计一个合同给代理人(公司)。 Jean-Jacques Laffont 和 Jean Tirole (1986) 证明了，委托人的最优合同通常是一系列线性激励合同。代理人从中挑选一个合同来履行。

当有多家公司能够提供这一项目时，假定它们的成本函数也是如上所表达的，只是每家公司有自己的效率水平θ_i，这是它的私有信息。进一步假定这些公司的私人信息服从独立对称分布，这相当于独立私有价值模型。在这种情况下，政府的最优采购机制和承包合同应该挑选最有效的公司(最低的θ_i)，同时也要给这家公司最高的激励去减低成本。这个问题在 Jean-Jacques Laffont 和 Jean Tirole (1987) 中有详细的分 析。他们发现，最优采购机制应该是招标方式(第一价格或第二价格)，最优合同是如上所讨论的激励合同。该文中最重要的结论是一种分离性质(separation property): 承包商(赢者)的生产成本和减低成本的努力程度不取决于竞标公司数目，与只有一家公司的情况相同；但政府支付给承包公司的款项则取决于竞标公司数目。也就是说，政府可以用招标方式来挑选最有效的公司作为承包商，而给这位承包商的激励合同则与只有一家公司时的激励合同一样。两件事情可以分开考虑。

有几篇其它文章也独立地讨论了这一分离性质，包括 Preston Mc-Afee 和 John McMillan (1987a)，Michael Riordan和 David Sappington (1987)。我们将在第7.4节中讨论分离性质不成立时的情况（参见Michele Piccione 和 Guofu Tan, 1996b）。

当政府要从公司购买q件同样的工程或服务时，如果假定公司的成本函数为：

$$C = (\theta - e)\, q + \varepsilon$$

最优采购机制可以类似地确定。

7.3. 招标采购与研究开发的关系

在拍卖和采购理论中，多数研究者假定竞标者的数量是一个外生常数，每位竞标者掌握一定的私人信息。拍卖者为了得到最大的期望收益，需要设计最有利的拍卖机制，用来了解竞标者的私人信息。竞标者越多，选择有利的拍卖机制就越重要。所以，拍卖者的一个重要任务是掌握竞标者的数量。显然，要确定这一数量，我们需要了解竞标者是否决定在投标前获得信息。Guofu Tan (1992) 探讨的正是在不同的拍卖或招 标规则下，竞标者如何作出上述决策。

在众多供货商竞争采购合同时，只有一个或少数几个有可能最终中标。也就是说，在现有的技术条件和信息条件下，只有几家供货商认为这一采购合同有利可图。美国空军采购喷气式战机就是一例。国会要求军方通过竞价招标方式选择承包商，但实际上只有两家军火商有能力竞争这个合同。在投标前，两家军火商各自投资逾六亿美元进行技术研究开发。另一个例子是美国联邦政府内务部拍卖外大陆架的使用权。潜在的买方(石油公司)在投标前决定搜集多少相关信息，而且只有一小部分潜在买方最终参与竞标。

标准的采购理论认为，竞标前的研究开发(研发)和参与竞标之间存在特定关系。总的来说，高研发成本会减少竞标者的数量。公司根据自身研发过程的特点及招标机制的类型，决定是否投标以及搜集多少信息。进一步说，参与竞标的供货商越少，中标方从这一合同中的获利越丰厚，各方愿意注入的研发投资就越多。但是中标方的获利越多，就会有更多的公司进行研发并参与竞争。

这类观点认为，买方既然对竞标者的数量感兴趣，他就会试图影响公司在竞投前的研发行为。施加影响的方式之一是选择招标规则。Tan (1992)一文研究的问题是竞标前的研发行为，不同的招标规则是否会得出相同的均衡结果。在此基础上，该文回答了一系列相关问题。例如，市场自由进入的情况下均衡的竞标者数量是多少；潜在供货商如何决定竞标前的研发投资水平；让供货商自由进入竞争是否是买方的最优策略，以及是否是全社会的最优选择。

Tan (1992)的模型中包含一个买方(例如政府)。买方决定采购一个单位的某种新商品或服务。假定买方最小化采购的预期总成本，并且面临 n个竞标公司。每个公司都是风险中性，它的生产成本是未知的，并用 y 来表示。每个公司在研发上投 资以降低生产成本。潜在成本 y属于私人信息并且服从相同的随机分布：

$$H(y \mid x) = 1\text{-}[1\text{-}F(y)]^x$$

其中 y的定义域为 $[\underline{y}, \overline{y}] \subset R_+^1$，$F(y)$是一个给定的连续可微分的概率分布 函数，密度函数为 $f(y)$，$x \in R_+^1$ 是研发投资水平。 当 x 增加时，成本低于 y 的概率也增加。

假定所有的公司有着相同的研发成本函数：

$$C = C(x) + K,$$

其中 $K > 0$ 是研发的固定成本，而 $C(x)$ 则是可变成本，假定$C(0) = 0$，$C' > 0$ 以及 $C'' \geq 0$。换句话说，我们考虑的情况包括规模报酬不变和规模报酬递减两种情况。

当 $C(x) = cx$ 以及 $c > 0$，研发的行为可以被看作是一个独立的实验过 程。例如，如果一个公司投资一个单位(或做一个实验)，即，$x = 1$，那 么，在研发的成本等于 $c + K$ 的情况下，观察到的生产成本水平是 y_1， 这是从分布 $F(y)$中的抽样 。如果这个公司重复做 x次相同的实验(x 现在 是一个整数)，每次实验的成本为c，并且独立于其它的实验。那么，在研发成本等于 $cx + K$的情况下， x个生产成本水平 $(y_1, ..., y_x)$ 将被观察到 ，它们都是从分布 $F(y)$ 中抽取的独立样品。。 这些生产成本的最低值 $\min\{y_1, ..., y_x\}$将服从如上分布函数 $H(y | x)$。这种独立实验过程呈现的是 规模报酬不变。这个简单的实验过程为 $H(y | x)$作出了一个解释。当 $C'' > 0$，研发的成本函数是一个严格的凸函数。增加研发的规模将变得越来越昂贵。在这种情况下，研发行为呈现的是规模报酬递减。

在 Tan (1992)这篇论文里，竞争性采购是一个分三个阶段的过程。在第一个阶段，买方公布招标采购所使用的密闭拍卖机制(第一价格密闭或第二价格密闭拍卖)的基本规则，包括保留价 r，其中 r 不高于最高成本 水平 $\overline{y}$ 。低于 r 的最低出价将被接受。在第二阶段中，每个公司将计算它的参与竞投的预期利润。如果这个利润不低于研发成本，公司将对研发进行投资以获取关于生产成本的信息。建立在公司将在投标阶段进行贝叶斯纳什博奕的基础上，公司将在研发阶段进行非合作性的纳什博奕。在最后一个阶段，买方根据在之前公布的拍卖机制来实施竞争性的招标程序。赢家同买方签订合同，并按合同规定生产产品和收取费用。正如在上一节所讨论的，赢家可能在生产过程中进一步降低成本，这个问题不在该文考虑之内。

当最低出价高于保留价 r 时，买方可以在其它地方以成本 y_0 采购到商品。读者可以看出，在极端情况下，如果 y_0 非常高，意味着对买方不 存在替代品时， y_0 对整个的分析没有任何影响。因此，我们假定 $y_0 \in (\underline{y}, \overline{y}]$，换句话说，采购是具有竞争性的。最后，整个招标采购过程的程序属于共同知识。

以下是 Tan (1992) 一文各部分的内容概要。首先，假定买方设定的保留价不变，那么在两阶段博弈中采取第一价格拍卖或第二价格拍卖，得出两组均衡解。比较两组解后发现，如果研发技术为规模报酬递减，两种拍卖方式会得到相同结果，即平均拍卖支出相等。这一结果验证了拍卖理论中的“收益等价定理”。但如果研发技术为规模报酬不变，“收益等价定理”就不成立了，此时第二价格拍卖优于第一价格拍卖。具体讲，在研发技术规模报酬不变时采用第二价格拍卖，如果某家公司注入的研发资金等于另外 n 家公司研发资金的总和，那么 n 家公司的研发结果之和也等同于那一家公司的研发结果。这样在研发决策问题上就得到了多重均衡解。但是，如果各家潜在的公司的研发技术不尽相同，那么第二价格拍卖会得到唯一的均衡解。在这种情况下，第二价格拍卖将优于第一价格拍卖。

其次，假定买方设定了一个具体的保留价，由此解出市场自由进入下的精炼均衡。根据公司研发技术特点和买方的保留价，可以解出均衡的公司数量和研发费用。最后，文章分析了买方的最优策略。买方总是希望所有潜在供货商可以自由进入市场，所以选择相对较低的保留价以确定市场自由准入条件下的精炼均衡。买方这一策略的结果是，那些比较积极的公司会减少研发投资，从而使这一行业的投资水平低于全社会的最优水平。

总之，绝大多数拍卖和采购招标方面的学说都假定知情的投标者数量是外生已知的。但是在最开始，潜在的竞标者并不了解相关信息。拍卖机制不同，潜在竞标者获取私人信息和参与竞标的动力也不同。因此，设计拍卖机制时也要考虑如何提高竞标者的激励水平。通过建立一个描述采购招标的模型，Tan (1992) 分析了市场准入问题和各公司私人研发投资的情况。发现在确定不同拍卖规则的不同结果，以及确定买方最优采购策略的过程中，各公司研发技术的特点起到重要的作用。如果研发技术在费用上属于规模报酬递减，那么第一价格拍卖

和第二价格拍卖的结果是相同的。这一点在以前的论文中曾经谈到过。但如果研发技术是规模报酬不变的，那么收益等价定理定理就不再成立。这是因为如果研发技术是规模报酬不变的，使用第二价格拍卖会得到多重均衡，这样潜在的供货商可能不会选择买方最乐于接受的那个均衡解。另一个问题是，买方的目的是自身利润最大化，因此他希望潜在的竞标者可以自由进入这一行业。但是，买方的垄断力量会造成这一行业的投资水平低于全社会的最优水平。

若事前就知道潜在竞标者研发技术相同，那么采用第一价格拍卖对买方更有利。如果竞标者之间的研发技术不同，那么第二价格拍卖的效果更好。原因在于，竞标者研发的技术水平越高，研发投资也就越多，也就更有可能拿出比较好的研发成果，亦即更低的生产成本。每家公司在第二价格拍卖中都报出各自真实的生产成本，所以说第二价格拍卖效率更高。当潜在的竞标者事前并不完全知情时，每家公司都要决定在投标前掌握多少信息为宜。我们感兴趣的正是在这种情况下如何选择最优的拍卖机制。有了最优的拍卖机制，就可以得到实际参加投标的竞标者数量。

7.4. 研发投资、拍卖和最优采购机制

Michele Piccione 和 Guofu Tan (1996b) 考察了竞标公司在技术研究开发(研发)领域进行投资，并凭借新技术参与采购合同的投标竞争；进而研究了新技术的规模报酬特性与最优采购招标机制二者之间的关系。

在该文的模型中，一个买方(譬如政府部门)需要采购一单位不可分产品，即最终只能和一家卖方成交。潜在供应商的生产涉及两个阶段：第一阶段，供应商投资于研发领域，开发生产的技术，此阶段的结果是供应商了解到有关的生产成本情况；第二阶段，卖方进行生产并努力在生产过程中进一步降低成本。在这里，研发投资和生产成本是私人信息。

该文采用一般化的技术描述方式，即单位成本的概率分布取决于研发投资的水平，用$H(y \mid x)$来表示其分布函数。并假设，在任意两种投资水平下，高投资下的成本分布一阶随机性地优于低投资下的成本分布。这一分布函数比上一节所讨论的更具有一般性。

研发技术的分类是依据它们的规模报酬特性。假设所有公司采用同种生产技术，投资水平也彼此相同。给定全部供应商的研发总费用，有些供应商开发出的技术可能将单位生产成本降低到某一水平 y以下。如果 随着供应商数量的增多，至少一家供应商开发出这种技术(即成本低于 y 的生产技术)的概率增大，这种技术就被定义为规模报酬递减。也就是说，将研发总费用平均分派给越多的供应商，开发出低成本生产技术的可能性越大。类似地可以定义规模报酬递增的技术。该文还界定了研发技术应遵循的一些条件，使得所有供应商的行为可以汇总为一家代表性供应商的行为。这样就可以明确地得出比较静态分析的结果。

行动的时间顺序采用两种不同的模型。一种是序贯行动博弈，即买方在卖方开始研发投资前确定采购机制，并公之于众。Guofu Tan (1992) 证明了第一价格和第二价格拍卖机制下，买方的期望收益相等。Jean-Jacques Laffont 和 Jean Tirole (1993，第一章)考察了在两种特定环境下，完全信息解的实现情况。他们也探讨了在只有一家公司时，通过某种最优机制可以实现完全信息解。 Pic-cione 和 Tan (1996b)研究了在多家公司和研发技术的一般化描述的情况下，由简单的拍卖机制唯一地实现完全信息解；并且证明，如果研发技术为规模报酬递减，完全信息解需要所有供应商的研发投资额相等，以及完全信息解唯一地通过第一和第二价格拍卖机制实现。

第二种行动时间顺序是，在供应商的投资决策同时，买方选择采购机制。可以从两个方面理解这种模型。一是供应商预计到未来的商机，从而决定在买方公布采购机制前进行投资。另一种理解是买方在供应商进行研发投资前无法确定采购机制。由于投资水平是私人信息，因此可以假定买

方的采购决策和供应商的投资决策同时进行。此时，由于信息不对称，这种方式会不可避免地造成扭曲。完全信息解无法实现，供应商会赚取高于零的信息租金。Piccione和Tan证明了如果技术是规模报酬递减的，则存在唯一的均衡解。在这一均衡解中，所有公司的投资水平相等，且都低于完全信息解。该文还探讨了供应商之间的竞争对均衡机制、总研发费用、和产业的期望生产成本的影响。

如果卖方的私人信息是外生赋予的，信息不对称会造成信息租金和配置的扭曲。Laffont 和 Tirole (1987,1993，第三章)也指出了在这种情况下，可以分开考虑买方有效选择供应商以及买方提供生产激励这两个问题。买方利用拍卖机制选择有效的供应商，而最优产量和生产努力程度与参与竞争的供应商数量则是两个独立事件。 Preston McAfee 和 John McMillan (1987a)， Michael Riordan和 David Sap-pington (1987)， Sudipto Dasgupta 和 Daniel Spulber (1990)也在不同的条件下得出了类似 的结论。 但 Piccione和 Tan 发现，如果在买方提出询价的同时，供应商通过研发投资获取有关生产成本的私人信息，那么上述两个问题是不能分开考虑的。如果技术是规模报酬递减，那么参与竞标的供应商数量越多，均衡合同给予中标方的生产激励就越大。

总之，Piccione和 Tan (1996b)通过分析涉及研发投资行为的采购模型，证明了如果买方在供应商投资前签订采购合约，并且研发的技术为规模报酬递减，那么完全信息解可以唯一地通过标准的拍卖机制实现。在这之中，规模报酬递减假设是至关重要的。另一关键假设是不存在事中或事后参与的约束：即使卖方事后发现生产成本很高，也不能撕毁合同。 Laffont 和 Tirole (1993，第一章)证明了如果上述约束存在，将无法实现完全信息解。如果供应方在买方公布采购机制前投资，公司投资水平相对低于完全信息解要求的水平。 Piccione和 Tan (1996b) 得出了此时存在唯一均衡的条件，并讨论了这一结果在不同环境里的有效性。在对称均衡时，潜在的供应商数量越多，赢得供货合同对生产方的激励作用越强。

7.5. 知情采购人的最优采购机制

竞价招标是政府部门购买私人企业产品或服务的主要形式之一。潜在的供货商提交密闭的标书，报价最低者赢得采购合同。此种采购机制有助于政府(采购者)了解供货商的私人信息，从而增加政府的净收入。多数情况下，政府比供货商更了解即将采购的货物的需求状况。在政府的信息优势前提下，Guofu Tan (1996)讨论政府的最优采购机制：分析政府如何策略性地制定采购合约，发挥自身的信息优势；考察标准的竞争性招标方式是否是最优采购机制；以及如何使用简单的方案实现最优机制。

通常，潜在供货商无法全面了解政府所掌握的采购信息。例如在国防物资的采购中，政府清楚知道自己的采购预算以及武器的战略价值，但是潜在供货商却不能确切掌握这些信息。私人企业之间的交易中也存在此类信息不对称情况，譬如下游公司通常比原料供应商更了解原材料的盈利能力。

标准的采购理论认为，在一般的采购环境中，买方对自身私人价值信息的控制非常重要。在提出某种采购机制前，买方常常需要权衡是否应该通过这一机制将私人信息透露给供货商。低需求量的买方愿意表明自己的需求信息，以区别于高需求量的买方，从而争取较低的价格；而高需求量的买方则力求“扮作”低需求买主，压低采购价格。另一方面，低需求信息也会降低采购合同对潜在供货商的吸引力，造成部分卖方退出竞争。因此，在一般交易环境中，买主是否愿意透露信息因人而异，其在选择采购机制时也进退维谷。如何利用信息优势解决这些矛盾，最大化自身收益，对于买方来说意义重大。

最优采购合同的研究可以采用机制设计的理论框架。在完全信息条件下有效的合同，可能在买卖双方信息不对称的情况下根本无法达成。买方和卖方都倾向于掩饰己方真实的私人信息，从而

争取更有利的价格。我们可以应用机制设计理论框架，分析这些掩饰行为的动机。该理论的重要结论之一就是所谓“显示原理”。简而言之，在采购行为分析中，无论何种谈判形式及过程，总可以通过直接显示机制得到买卖双方的谈判结果。该直接显示机制根据所有参与人共同掌握的信息，确定最终的交易条款。在这一机制下，卖方和买方同时公布各自的私人信息，然后依照机制规定的条款，双方交换商品。“显示原理”要求直接显示机制必须是激励相容的(即买卖双方都有动机公布各自的真实信息)，和个体理性的(即各方均愿意参加交易)。这样，买方的最优采购机制选择问题就转化为在激励约束条件下直接显示机制的选择问题。通常情况下，满足上述激励约束的直接显示机制有比较简单的结构，买方的优化问题也就易于解决。

Roger Myerson (1983) 在非对称信息条件下，研究了委托—代理决策中的信息显示机制问题；并且提出，在面临多个知情代理人时，拥有私人信息的委托人如何解决矛盾和选择机制。“显示原理”同样适用于这一模型。于是，不失一般性，可以要求各种类型的委托人选择相同的直接显示机制，且满足激励相容约束和自愿参与约束。委托人可以在机制中设置各种沟通渠道。Myerson设计的机制具有下述两个特点：第一，此机制在各类型的委托人之间是帕累托有效的。也就是说，在激励相容和个体理性约束下，没有其它机制可以使一类委托人受益的同时不损害其它类型的委托人。第二，即便代理人知道委托人的类型，这一机制对于代理人仍然是激励相容的。也就是说，即使知道委托人的类型，代理人仍会公布自己的真实类型。无论卖方如何推测买方的类型，买方总能实施这一机制。显然，如果存在这种机制，所有类型的买方都会赞成并采用这种机制，即在不同类型的委托方中，这一机制是可以“自我实现 (self-enforcing)”的合约。基于此点，我们称这种机制为均衡机制，并应用于分析采购问题，以此确定拥有私人信息的买方应选择的均衡采购机制。

已往的拍卖理论研究中也曾经探讨信息显示的问题。这些研究都是在给定拍卖机制后，分析拍卖人是否应该公开私人信息。Preston McAfee 和 John McMillan (1987c)以及 Steve Matthews (1987) 发现，如果竞价人数是拍卖人的私人信息时，在第一价格拍卖与独立私人价值环境下，拍卖人是否公开私人信息取决于竞标人的绝对风险厌恶程度。具体而言，如果竞标人的效用函数是绝对风险厌恶程度不变或递减的，那么买方倾向于隐藏私人信息。Paul Milgrom和 Robert Weber (1982a)发现，在标准拍卖方案与共有价值环境下，公开拍卖人的私人价值可以得到更高的期望收益。但是这些研究都未考虑拍卖方式是否为均衡机制的问题。Tan (1996)的侧重点则在采购人拥有私人信息的条件下，研究了买方的均衡采购机制。

Tan (1996) 基于 Myerson (1981)建立的独立私有价值模型，其中买卖双方均为风险中性，并进一步假设采购人具有私人信息，建立了分析采购问题的框架。该模型中，采购品对于买方(委托方)的价值是他的私人信息，采购量是可变的。该文证明此时的均衡机制可以通过第一价格密封式拍卖实现，同时必须公布价格与采购量的对应组合，并设定保留价。这样，对Myerson (1981)中的最优拍卖机制加以改进后，也就得出买方在信息优势条件下的均衡机制，即，不同类型的买方会提出相同的拍卖机制。但是，最优保留价以及价格与采购量的对应组合取决于买方的私人价值。买方通过拍卖机制向潜在供货商显示他的私人信息。对于买方而言，隐蔽式保留价不优于公开式保留价。

Tan (1996)还进一步证明，如果买方的边际支付意愿随着采购量的增加而降低，则任何第二价格密封式拍卖方式都不能实现上述均衡机制。也就是说，即使选择了最优的保留价和最优的价格与采购量的对应组合，第二价格拍卖下的期望消费者剩余总是低于第一价格拍卖的。这一发现部分地解释了为什么采购中多使用第一价格拍卖而非第二价格拍卖。

8. 怎样拍卖多种物品

在许多拍卖实践中，卖方通常要拍卖多种物品。我们会在第9节里讨论一系列实例。前面所讨论的拍卖理论是否可以被应用到这种情况呢？这取决于各种物品之间的关系，大致可分为两类情况。

第一，所有拍卖品完全相同，而买方可能最多需要一件这样的物品，或者需要购买多件。在买方购买多件物品时，他的边际支付意愿可能会随物品数量的上升而下降。

第二，这些拍卖品不完全一样，但拍卖品之间有一定的联系。买方对这些物品的支付意愿因物品的组合而异。比如说，买方对两件物品一起消费的价值可能会大于对这两件物品分开消费的价值之和，这是物品之间的互补性。两个物品之间也可能存在替代性。在设计拍卖机制时，被拍卖物品间的互补性或替代性是非常值得考虑的因素。

8.1. 拍卖多件相同物品

假定有 k 件相同的物品，有 n个买主，$n > k$ 。进一步假定每一个买主只需购买一件物品。常见的两种同时拍卖 (simultaneous auction) 方式 是：歧视性拍卖 (discriminatory) 和单一价格拍卖 (uniform price)。后者由于最初是由维克瑞设计出来的，因此也被称为维克瑞拍卖。

歧视性拍卖方式是第一价格拍卖的推广。每个竞标者同时并独立地出价，k个出价高的竞标者赢，赢者得到一件物品并付他自己的出价。因此，k个赢者所付的价格可能都不一样。

单一价格拍卖是维克瑞第二价格拍卖的推广，每个竞标者同时并独立地出价，k个出价高的竞标者赢，但他们支付的价格相同，等于第 $k+1$高的出价，即输者中 的最高出价。

前面讨论的收益等价定理可以推广到歧视性拍卖和单一价格拍卖。也就是说，在SIPV环境下，如果 n 个竞标者都是风险中性的，并且第 i 个竞标者的私人价值是v，那么在他赢的条件下，他在歧视性拍卖和单一价格拍卖下的平均支付价格是相等的，它等于：

$$E(v^{(k+1)} \mid v \in \{v^{(1)}, v^{(2)}, ..., v^{(k)}\})$$

收益等价定理也可以被推广到序贯拍卖(sequential auction)。序贯拍 卖是指把 k 件物品通过第一价格或第二价格拍卖机制一件一件地依次拍卖，并且每次拍卖中，只公开最高的出价。在SIPV模型中，如果竞标者为风险中性，那么，每件物品的平均价格都相等，不取决于拍卖的先后顺序。

但是，在对称共同价值或关联价值模型中，如果竞标者是风险中性的，那么，每件物品的平均价格不等，并且随先后顺序单调上升（参见 Paul Milgrom和 Robert Weber, 1982b）。其原因在于前面所讨论的连接原理，公布先拍卖物品的价格为竞标者在下一轮拍卖中提供了相关联的信息，因次，他们会相应地提高报价。但如果竞标者是风险厌恶的，那么，物品的平均价格可能随先后顺序而下降（参见 Preston McAfee 和 Daniel Vincent, 1993），因为竞标者不想等到最后而失去得到物品的机会。把关联性和风险厌恶性放在一起，那么平均价格可能随先后拍卖顺序先降后升。

当买主的需求多于一件物品时，最优机制设计和有效性问题在 Eric Maskin 和 John Riley (1989)，Lawrence Ausubel (1997)， Lawrence Ausubel 和 Peter Cramton (1998) 等文章中得到讨论。目前，这两种问 题仍然在研究之中。

8.2. 拍卖多件可能不同的物品

当多件物品不完全相同时，怎样设计拍卖机制才能达到有效性和拍卖者的收益最大化呢？在拍卖理论中，对这两个问题的研究还不成熟。最近几年，许多经济学家开始进一步探讨这两大问题。

8.2.1. 最优拍卖机制

最早研究这一问题的是 Thomas Palfrey (1983)。在那篇文章中，他比较了两种拍卖方式：(i)采用增价拍卖机制把每件物品分开拍卖；(ii)把所有的物品捆绑在一起用增价方式拍卖。Palfrey假定每位竞标者对这些物品的总价值是他对每件物品的私人价值的总和。在这一环境下，Palfrey证明了两个有趣的结果。第一，当只有两个竞标者时，拍卖者的期望收益在捆绑方式下要比在分开拍卖下高。第二，当竞标人数较多时，拍卖者更喜欢分开拍卖。但是 Palfrey (1983) 并没有研究多件物品拍卖的最优 机制。这一问题一直没有得到满意的结果。

在最近一篇文章中，Christopher Avery 和 Terrence Hendershott (2000) 分析了一种简单环境下的最优拍卖机制。在他们的模型中，有一个竞标者愿意购买两件物品，所有其他竞标者只愿买其中一件。他们对竞标者的私人价值作进一步的假定，并发现最优机制通常达不到帕累托有效性。

Mark Armstrong (2000)进一步研究最优拍卖机制问题，并发现在很简单的环境下，最优机制可能达到有效性，但是在一般情况下，收益最大化和有效性并不相容。

8.2.2. 有效拍卖机制

最近的一些研究表明，在多件物品的拍卖中，要达到有效性是很难的一件事。这里的有效性是指最大化所有竞标者的总效用。

在单件物品的情况下，只要竞标者的私人价值是一维变量，无论是私有价值还是关联价值环境，Eric Maskin (1992)证明了，增价拍卖机制 和维克瑞机制通常可以达到有效性。

在多件物品的情况下，Partha Dasgupta 和 Eric Maskin (2000)， Motty Perry 和 Philip Reny (2001)推广了维克瑞第二价格拍卖机制。只要竞标者的私人信息是一维变量，他们设计的一般化维克瑞拍卖机制也可以达到有效性。但是 Dasgupta 和 Maskin (2000)，还有 Philippe Jehiel 和 Benny Moldovanu (2001) 进一步发现，如果竞标者的私人信息是多维变量(这在多件不同种物品情况下是很自然的)，那么，有效性基本上不可能达到。因此，最佳出路是寻找有约束的有效拍卖机制(constrained effi-ciency)。

在私人信息是多维变量下，机制设计问题还没有得到很好的解决。

8.2.3. 组合竞投拍卖和同时增价拍卖

最近，经济学家建议使用两种具体的机制来拍卖多件可能不同的物品：组合竞投拍卖 (combinatorial-bid auction) 和同时增价拍卖 (simulta-neous ascending-bid auction)。

组合竞投拍卖是指，竞标者可以竞投所有物品的任何一个组合，并提出相应的价格，也可以同时竞投几个组合及提出相应价格。给定所有的竞投组合及价格，拍卖者使用计算机算出收益最大化的结果，并公布于众。关于同时增价拍卖，我们将在第9.3节中详细介绍。

经济学家还没有对这两种拍卖机制进行系统地研究，包括确定均衡竞价策略，计算并比较两种机制所产生的总收益等等。目前，两种机制均已投入使用。比如，组合竞投拍卖曾被美国航空部门和市政府用来拍卖飞机场的停机位。英国伦敦的运输部门用组合竞投拍卖方式来分配公交汽车营运的线路(参见 Estelle Cantillon 和 Mar-tin Pesendorfer, 2001)。

同时增价拍卖则是专门为拍卖通讯执照而设计的，但也会被应用到其它行业中。

9. 拍卖的几大实例

9.1. 拍卖石油开采权

在美国，离海岸线三英哩以外，两百英哩以内的海底土地均属联邦政府拥有，离海岸线三英哩以内的海底土地属附近的州政府所有。自从1954年开始，联邦政府就用招标的方式，把石油和天然气的开采权转让或租赁给私有公司。大约80%的离岸石油和天然气储存，位于墨西哥海湾(德州和路易斯安那州)，这些地区的产量占美国石油总产量的12%，天然气产量25%。从1954年到1990年，联邦政府从拍卖中获得直接的收入价值558亿美元，从最终产量的提成获得403亿美元。

招标的过程如下：通常由政府先提出来，准备把某个地区进行勘探，并把这个地区划分成不同的方块，每块大约五千多英亩，然后由私人公司推荐，哪些块应该转让或租借。被推荐的方块，同时用第一价格机制拍卖。从1954到1990年间，共有98次拍卖，每次拍卖有平均125个方块。投价最高的赢，除非政府觉得最高价太低，不打算转让。竞标者赢后立即付他们的投标价。

尽管政府事先会公布最低价，通常为每块十五到二十五美元左右，有时最高价仍然会被拒绝。在同一次拍卖中，不同的块用同样的底价，但不同的拍卖中的底价可能不一样。政府之所以拒绝最高价，可能是自己有一定的估价，或者从投标价中分析得出结论：最高价太低。从1954到1990年间，大约8%的最高标价被拒绝，这些块以后再被拍卖。

赢得一块之后，公司有五年的时间勘探，如果公司五年之间没有进行勘探，政府收回这些块，以后再拍卖。公司也需付每英亩三到十美元的租金。如果发现大量的石油或天然气，可以再续约。政府会对最终的石油和天然气产品提成，通常是产品市场价值的六分之一。

Robert Porter (1995)综述讨论了在石油开采权拍卖过程中非对称信息对竞价策略的影响，并特别强调了实证分析的重要性。

9.2. 拍卖政府债券

美国财政部每周定期拍卖期限为十三周和二十六周的政府债券。通常每周二财政部会公布它将在下周一出售的政府债券的额度并且发出投标的邀请。星期四中标者将提走债券。其它一些期限更长的债券则会以较长的周期拍卖。例如，一年期债券每月拍卖一次，而三十年期的债券则会每两年拍卖一次。通过拍卖这种方式，财政部每年都售出巨额的有价证券。以1991财政年度为例，该年售出的各种财政部有价证券的价值总额超过一万七千亿美元。

财政部广泛采用的拍卖方式是“歧视性拍卖机制”。在这种方式下，投标人可以提交两种形式的投标书：竞争性的投标书和非竞争性的投标书。提交竞争性投标书的投标人通常被称为竞争性的投标人，主要是一些购买大量额度的金融中介机构。在竞争性的投标书里，投标人需注明所需购买的数量以及愿意付的价格。每个投标人可以一次投几个标，但调查显示通常他们只会投一到两个标。竞争性的投标人中标后，将按所投的价格付款。非竞争性的投标人通常是一些典型的没有经验的个体投资者。在非竞争性的投标书里，投标人只需注明愿意购买的数量。非竞争性投标人所付的价格是根据所有中标的竞争性投标人的出价进行数量加权平均而计算出来的。

当收到所有的投标书后，财政部会首先拨出相应的额度给那些非竞争性投标人，剩下的额度再分配给竞争性的投标人。出价最高者的需求最先被满足，出价次高的其次，以此类推，只到额度分配完为止。此时，非竞争性的投标人所需付的价格就可以相应的计算出来。这种竞争性投标人之间以及他们和非竞争性投标人之间在付款价格方面的差别待遇，正是这种拍卖方式名称的由来。

联邦储备银行通常也会参与竞拍，既为自己，同时也扮演外国中央银行的代理人的角色。同非竞争性投标人一样，联储也只需注明所需购买的数量并按数量加权平均价付款。通常情况下，非

竞争性投标人所购买的数量能占到售出总额的百分之十五到百分之二十左右。

拍卖会后，财政部会公布一些概括性的统计数据，包括实收竞投总额，中标竞投总额，最高中标价，最低中标价，按最低中标价所购数量比重，中标人数量加权平均价，以及销售额度在非竞争性投标人和竞争性投标人之间的分配情况。

内务部通常也会采用歧视性拍卖方式来拍卖石油、矿产、和森林的开采权。只到九十年代初期，这种拍卖方式一直是财政部采用的唯一的拍卖方式。

最近一段时期，歧视性拍卖方式成了公众争论的焦点。许多观察家认为，这种拍卖方式会引起一些策略性的操控行为从而导致不必要的收入降低。在这些结论的基础上，一些杰出的经济学家提出用“单一价格拍卖方式”取代歧视性拍卖方式。

近来财政部在两年期和五年期的政府债券的销售上，已经采用了单一价格拍卖方式。同歧视性拍卖方式一样，单一价格拍卖方式最初也是由竞标者向拍卖人提交密封的投标书。其分配形式也是采用出价最高者优先分配，次高者其次的方式只到发售完毕。与歧视性拍卖方式不同的是，所有中标者只需按照未中标者中出价最高者所出的价格来付款。这是第二价格(或维克瑞)拍卖在拍卖多件同种物品下的推广。

有关拍卖政府债券的一些经济理论和实践问题，参见 Sushil Bikh-chandani 和 Chi-fu Huang (1993)。

9.3. 拍卖提供个人通讯服务执照

在美国，联邦通讯委员会(FCC)每年售出大量的无线通讯执照。每一个执照的拥有者享有在某一个特定的地区提供特定频段的通讯服务的独家开发权。公司在开始使用执照的同时，也承诺将拓展和提高在电信领域里的无线通讯的服务和竞争水平。

目前，FCC采用“同时增价拍卖”(simultaneous ascending auction) 的拍卖方式来销售无线通讯执照。这种拍卖方式吸引了巨额的资金参与竞投。一九九四年的七月，FCC第一次使用同时增价拍卖的规则时，共售出十个无线传呼执照，总收益达六点一七亿美元。而在同年的十二月进行的宽频个人通讯服务执照的拍卖会上，共售出九十九个执照，总收益大约七十亿美元。这种拍卖方式的运用既降低了联邦政府在通讯领域中的管制程度，又起到了让市场而非行政命令来有效分配通讯资源的作用。其所获得的成功使得世界上其它一些国家竞相效仿。

同时增价拍卖是一种在计算机上进行的，有多个回合的在线拍卖方式。它是由斯坦福大学的 Paul Milgrom 和 Robert Wilson以及德克萨斯 大学奥斯丁分校的 Preston McAfee 三位拍卖专家提出的。这种拍卖方式类似于传统的增价拍卖方式(或英国式)。所不同的是增价拍卖将每个执照依次卖出，而同时增价拍卖则将大批执照同时拍卖。之所以同时拍卖大批执照是因为执照之间通常是互相关联的。这种执照间的关联性包括替代性和互补性。所谓物品之间的替代性，指的是物品之间是可以互相替代的，对多数执照而言均存在非常相近的替代品：覆盖相同地区和有相同频段的“孪生”执照。而物品间的互补性，指的是两个物品在同时使用时具有更大的价值。而当分开使用时，每个物品的价值会小很多或者根本没有价值。两个相邻地区的执照往往是互补的。

拍卖的具体过程如下：首先，FCC会制定一套数量标准，用来粗略衡量所拍卖通讯执照的价值。通常，这套数量标准是根据执照所服务地区的人口数量以及频段的宽度计算出来的。在拍卖会正式开始之前，竞标者需缴付足以购买一定数量的频段的定金，以确定其“初始竞投资格”。整个拍卖过程共分为三个阶段，每一阶段有数轮竞价回合。在每一轮的竞价回合中，竞标者们通过计算机同时并独立地提交竞投书，竞投书中标明他们所感兴趣的执照和愿意出的价格。每一位竞标者可

以同时竞投多个执照。我们将这种竞标者所有参与竞投的执照的集合称为竞标者的“竞投总和”。每一回合结束后，此轮的投标结果会被公布出来。对每一个执照，公布的结果中包括新投的标，新竞标者，“当前最高出价”及相应的竞标者。随着拍卖过程的进行，每一轮结束后的当前最高出价是前一轮的当前最高出价和新的最高出价两者中高的那一个。除了此轮的结果外，下一轮的最低竞投限价也会同时被公布出来。这一最低竞投限价是在当前最高出价的基础上加上一个事先定好的增价而计算出来的。在通讯执照的销售中，这一增价通常是一个固定的价格，或者是当前最高出价乘上一个固定的百分比，两者中取较高的那一个。固定的百分比通常为百分之五到百分之十。在拍卖过程中，如果一个竞标者在某一回合的竞投中对某一执照作出了有效的竞投，或者这个竞标者是上一回合的当前最高出价的出价人，那么这一竞标者就被称作为此回合中对此执照的“活跃的”竞标者。

为了防止竞标者在拍卖过程中过分谨慎地观望其它竞标者的出价而隐瞒自己的意图从而影响整个拍卖会的进程，拍卖规则规定竞标者在整个三个阶段的拍卖过程中必须遵守“行为准则”。其具体规定如下：在第一阶段，竞标者必须作为“活跃的”竞标者参与不少于一定量(竞投资格乘以比率 f_1）的执照的竞投。如果在这一 阶段 中，一个竞投资格为 x 的竞标者只参与了执照数量为 $y < f_1 x$的竞投，那么在下一轮他的竞投资 格将减少为 y/f_1。第二和第三阶段使用相似的规则，相应的比率为 f_2和 f_3。这些比率的设定仍在不断的修改之中。在实行同时增价拍卖的最初 几年里，使用的比率为 $(f_1, f_2, f_3) = (0.33, 0.67, 1.00)$。在最近举行的 一些拍卖会上，使用的比率为$(f_1, f_2, f_3) = (0.6, 0.8, 0.95)$。为避免竞标者在提交投标书的过程中出错从而导致非自愿的竞投资格下降，拍卖规则允许每个竞标者对行为准则享有五次“豁免权”。当然，这些豁免权的赋予使竞标者有机会采取一些策略性的行为。

关于拍卖会的终止方式， Preston McAfee 提出的机制和 Paul Mil-grom 和 Robert Wilson 提出的有一点点的区别。 Preston McAfee 指出，当某一执照的拍卖在一定数量的竞投回合中一直没有收到新的竞投，这个执照的拍卖应该被终止。而 Paul Milgrom 和 Robert Wilson 则 指出，如果对所有的执照拍卖均没有新的竞投提出，那么对所有执照的拍卖应该同时终止。值得指出的是，后一种方式是在目前通讯执照的拍卖中采用的方式，尽管该方式仍有待改进。拍卖会终止后，执照将按照当前最高出价出售给相应的竞标者。

同时增价拍卖有三个主要的特征：首先，这种多回合增价拍卖的设计使得竞标者能对前面的竞投回合中所反映出来的信息作出反应。这大大地降低了赢者诅咒现象出现的机率，同时使得竞标者能够更积极的参与竞投。其次，将大批的执照放在一起拍卖，使得竞标者能对各种相关联的执照间的价格差异作出反应。比较相关联的执照的价格能使竞标者对自己感兴趣的执照作出更准确的估价，从而使自己的竞投总和的组成更有效率。最后，同时中止所有执照的拍卖的拍卖中止方式使得竞标者在价格发生变化的时候能够很灵活的转投其它的竞投总和。

有关通讯执照拍卖的经济理论和实践问题，参见最近一文 Paul Milgrom (2000)。

9.4. 网上拍卖

网上拍卖 (auction on the Internet)，作为电子商务(electronic com-merce)的一种特殊形式，近年来以惊人的速度发展，已经成为一种非常吸引人的贸易方式。每天，有成百上千的各种拍卖活动在网上进行。被拍卖的物品通常包括各类收藏品、电子产品、计算机硬件和软件、运动产品、酒等等，五花八门，应有尽有。互联网(Internet)的科技降低了拍卖人和竞标者的成本，是推动网上拍卖快速发展的主要原因。目前，每天在网上拍卖的物品价值以数十亿美元计，并以每月百分之十的速度不断增长。

相对于传统的拍卖方式来说，网上拍卖的方式有它独特的优势。不管是从时间上，还是从空

间上来说，网上拍卖均为竞标者提供了更大的方便。竞标者可以在家里或者办公室里参与拍卖过程，而不用亲自到拍卖行去。传统的拍卖方式要求所有的竞标者同时参与拍卖，而网上拍卖通常持续好几天或几个星期，竞标者在决定参与拍卖的时间上有很大的自由度。网上拍卖也给卖主带来好处，因为它扩大了被拍卖物品的市场。在互联网上，卖主可以很容易地在很短的时间内找到人数相对较多的竞标者，而不用提前很长时间计划，并且在寻找竞标者时，也不用局限在当地。此外，通过搜索引擎以及可点击的分类细致齐全的浏览条目，竞标者可以更方便地找到他所要的物品。同在列有仅千余条拍卖物品的拍卖册上找一件物品相比，电脑科技使得在列有几百万条拍卖物品的eBay(一著名的拍卖网站)里找一件物品要容易得多。

但是，网上拍卖也存在一些弊端。首先，在网上拍卖中，竞标者很难事先检查拍卖品的质量。为解决这个问题，拍卖人通常使用以下几种方法：将被拍卖物品的电子图像放在网上；提供大段的，尽可能详细的文字描述；通过电子邮件回答竞标者的问题。但同传统的拍卖方式相比，在网上拍卖中，竞标者很难获得关于被拍卖物品的最直观的信息。网上拍卖遇到的另外一个问题是欺诈问题。在传统拍卖中，中标者付款后即可拿到物品。而在网上拍卖中，中标者在付款后，不得不寄希望于拍卖人会按承诺将物品运到。在实践中，确实发生过一定数量的欺诈行为。当然，同总的交易数量相比，欺诈行为的数量是可以忽略不计的；并且，网上拍卖人也采取一些方法降低欺诈的影响，比如，鼓励第三方代保管服务。

由于许多在网上拍卖的物品同报纸上的分类广告里的物品很相似，人们还通常将网上拍卖同分类广告作比较。同在报纸上刊登分类广告相比，网上拍卖成本会更低一些，部分原因是因为网上拍卖的广告条通常是拍卖人自己输入的，因此能节约人工费。同时，通过将买方和卖方撮合在一起，网上拍卖能提高效率：在一个地方也许会被扔进垃圾堆的物品，或许能在另一个地方找到狂热的收藏者。此外，通过拍卖这种形式，卖方也不再因为在定价时不知道对物品的需求而大伤脑筋了。通过拍卖，卖方可以让市场来告诉自己该如何定价，而不至于因为定价太低，让第一个对广告作出反应的人“偷”走物品，也不至于因为定价太高而无人问津。由于互联网科技的缘故，拍卖这种方式比以往销售了更多不同种类的物品。

关于网上拍卖的实践，有许多有趣的问题。例如，拍卖使用的方式，拍卖物品的种类，拍卖人的收费标准，等等。由于受篇幅限制，本文将重点介绍网上拍卖使用的主要方式：增加拍卖方式(或英国式)。

David Lucking-Reiley 在 1998 年秋季对拍卖网站进行了调查，其结果显示网上拍卖使用多种不同的拍卖方式：增价拍卖(或英国式)，减价拍卖(或荷兰式)，密封式拍卖，以及双重拍卖(double auction)。其中增价拍卖是最为普遍的拍卖方式。在所调查的142家网站中，有121家使用增价拍卖方式，并且，月拍卖额超过一百万美元的八家主要网站均使用增价拍卖方式。

增价拍卖方式使得竞标者的参与变得相对容易。当竞标者发现自己感兴趣的物品时，他可以看到当前最高出价，并决定是否通过他的网络浏览器输入新的更高的价格。当提交他的竞投后，他可以看到一个自动更新的竞投状态，显示他是否成功地变成了当前最高出价者。在拍卖结束之前，竞标者可以随时回来查看拍卖状态。大部分的大型拍卖网站为了给竞标者提供方便，使竞标者只在感兴趣时才返回站点，特意提供了只需点击一次的条目“你已投标的正在进行中的拍卖”。并且，当竞标者的出价被其他人超出时，这些网站会自动地即时发出电子邮件通知竞标者。

在结束方式上，网上拍卖方式和传统的拍卖方式是有所不同的。在传统的拍卖方式里，拍卖人通常会在结束前用叫喊的方式确定没有新的出价后才将物品售出，而在网上拍卖中，卖主通常会事先设置好结束的日期和时间。例如，在eBay，卖主通常将拍卖结束的时间定在拍卖开始后七天整。这种作法导致了拍卖参与的动机问题：如果拍卖在一个固定的日期结束，那么竞标者是否会有动机在拍卖开始的早期阶段参与竞投呢？实际上，在这种结束方式下，许多网上竞标者将会采取“伏击”

(sniping)的方式参与竞投：即等到拍卖结束前的一刻才参与竞投，并且出价仅仅高出当前出价一点点，使得竞争对手没有时间作出反应。可以证明，同早期参与竞投的策略相比，“伏击”策略是占优策略。如果所有竞标者都采取这种理性的“伏击”策略，拍卖将等于第一价格拍卖，所有的竞标者都将在最后一刻才参与竞投。这种方式将使得最优出价策略仅仅是一场猜测的游戏，而增价拍卖方式的精髓，即竞标者将出意愿最高出价作为占优策略，将不复存在。为鼓励竞标者早些参与竞投，从而恢复人们所期待的增价拍卖的特性，人们提出了两种解决办法。

第一种解决办法是在拍卖程序中增加一个很短的“加时期”。最常用的加时期有五分钟，即如果在拍卖结束前的最后五分钟内有人出价，那么拍卖结束的时间将延长五分钟。这个过程也许会重复出现，只到最后五分钟没有人出价，拍卖才会被中止。这种作法使得竞标者能在与“伏击者”的较量中有效地保护自己。然而，这种“加时期”的方式有一个弊端：所有认真的竞标者必须在拍卖结束的时候返回站点并且呆到拍卖结束，这将使得网上拍卖方式赋予竞标者的可以随时参与竞投的自由度大打折扣。当然，拍卖人可以增加“加时期的长度”来克服这个问题，但过长的“加时期”又使得预测拍卖结束的时间变得困难。

另一种解决办法是在站点上使用一种“模拟出价”(proxy bidding) 的机制。在eBay,“模拟出价”机制被解释如下：每个竞标者将有一个魔法小精灵代替他出价，竞标者只需告诉小精灵自己愿意出的最高价，小精灵将一直坐在那里代替他叫价，只到愿意出的最高价被超过为止。在142家站点中，有65家采用了这种“模拟出价”机制。“模拟出价”机制的设立使得有固定长度的增价拍卖与维克瑞第二价格拍卖相同。这种作法使得竞标者不再有动机使用“伏击”策略，并且重新使出最高意愿价格成为竞标者的占优策略。

有关网上拍卖的具体细节，参见 Lucking-Reiley (2000)。

10. 附录

附录一：收益等价定理的证明

<u>收益等价定理</u>：设随机样本$x_1, ..., x_n$来自连续的总体，其概率分布函数为$F(x)$， 密度 函数为$f(x)$, 取值范围为 [0,1]。设 $x^{(1)}$和 $x^{(2)}$ 分别为该样本中的最高值 和第二高值。则

$$E[B(x^{(1)})] = \mathrm{E}[x^{(2)}]$$

其中，

$$B(x) = x - \frac{\int_0^x F^{n-1}(t)dt}{F^{(n-1)}(x)}$$

是在SIPV模型和风险中性竞标人假定下，第一价格拍卖的均衡报价函数。

<u>证明</u>：首先，对下式中的第二项进行分部积分，得出

$$\begin{aligned} E(B(x^{(1)})) &= \int_0^1 x dF^n(x) + n\int_0^1\int_0^x F^{n-1}(t)dtd[1-F(x)] \\ &= \int_0^1 I(x)dF^{(n)}(x) , \end{aligned}$$

其中，

$$I(x) = x - \frac{1-F(x)}{f(x)}$$

其次，因为 $x^{(2)}$的密度函数为

$$n(n\text{-}1)\, f(x)\, F^{n-2}(x)[1\text{-}\, F(x)]$$

再次应用分部积分，得出

$$\begin{aligned} E(x^{(2)}) &= n\int_0^1 x[1-F(x)]dF^{n-1}(x) \\ &= -n\int_0^1 [1-F(x)-xf(x)]F^{n-1}(x)dx \\ &= \int_0^1 I(x)dF^n(x) \end{aligned}$$

由此得证。

附录二：最优机制定理的证明

<u>最优机制定理</u>：在 SIPV模型中，如果 $I(v)$单调上升，那么四种基本拍卖机制中的任何一种加上保留价 $r^* = I^{-1}(v_0)$，是卖方的最优出售机制。

<u>证明</u>：应用显示原理，卖方的优化问题可以表示如下，卖方选择$\{P_i(v), T_i(v)\}_{i=1}^n$来最大化他的期望利润：

$$\pi = E_v\{\sum_{i=1}^n [T_i(v) - v_0 P_i(v)]\}$$

服从如下约束条件：对 $i=1, 2, \dots, n,$

(IC) $E_{v_{-i}}[v_i P_i(v) - T_i(v)] \geq E_{v_{-i}}[v_i P_i(w_i, v_{-i}) - T_i(w_i, v_{-i})]$，对所有 $v_i, w_i \in [\underline{v}, \overline{v}]$，

(IR) $E_{v_{-i}}[v_i P_i(v) - T_i(v)] \geq 0$，对所有 $v_i \in [\underline{v}, \overline{v}]$，

(FC) $\sum_{i=1}^n P_i(v) = 1, P_i(v) \geq 0$，对所有 $v \in [\underline{v}, \overline{v}]^n$。

让 $\overline{P_i}(v_i) = E_{v_{-i}} P_i(v)$，以及 $\overline{T_i}(v_i) = E_{v_{-i}} T_i(v)$，那么 (IC) 就等价于：

$$v_i \overline{P_i}(v_i) - \overline{T_i}(v_i) \geq v_i \overline{P_i}(w_i) - \overline{T_i}(w_i)$$

让 $U_i(v_i) = v_i \overline{P_i}(v_i) - \overline{T_i}(v_i)$，那么根据包络定理，

$$\frac{dU_i(v_i)}{dv_i} = \overline{P_i}(v_i)$$

即，

$$U_i(v_i) = U_i^* + \int_{a_i}^{v_i} \overline{P_i}(t)dt$$

其中U_i^*是某个常数，$a_i \in [a, z]$。从 (IR)可以得出 $U_i^* \geq 0$，不失一般性，令 $U_i^* = 0$，得出：

$$\overline{T_i}(v_i) = v_i \overline{P_i}(v_i) - \int_{a_i}^{v_i} \overline{P_i}(t)dt$$

由此可以推出：

$$\pi = \sum_{i=1}^n E_{v_{i \geq a_i}}[v_i P_i(v) - \int_{a_i}^{v_i} P_i(t, v_{-i})dt - v_0 P_i(v)]$$

$$= \sum_{i=1}^n E_{v_i \geq a_i}[I(v_i) - v_0] P_i(v)$$

其中 $I(t)=t-\dfrac{1-F(t)}{f(t)}$ 。

优化问题简化成：选择$\{a_i, P_i(v)\}_{i=1}^{n}$来最大化如上期望利润，并服从约束条件(FC)。这是一个简单的线性规划问题，其解如下：

$$\begin{cases} I(a_i^*) = v_0 \\ P_i^*(v) = \begin{cases} 1, \text{ 如果对 } j \neq i, j = 1, 2, ..., n, \\ \quad I(v_i) \geq I(v_j) \text{ 并且 } I(v_i) \geq v_0; \\ 0, \text{ 否则} \end{cases} \end{cases}$$

由此可以得出：

$$E_{v_{-i}}T_i^*(v)=v_iF^{n-1}(v_i)-\int_{a_i^*}^{v_i}F^{n-1}(x)dx$$

由此得证。

附录三：非单调性定理的证明

非单调性定理：在 CIPV模型中，若 $h(v\,|\,s)$满足强 MLRP，并且对于任意的 $v \in (a, z)$，$\min_s\{H(v\,|\,s)h(v\,|\,s)\} > 0$，则存在 n 和 g，使得$R(v, n) > R(v, n + 1)$。

证明：对于任意满足 $\min_s\{H(v\,|\,s)h(v\,|\,s)\} > 0$ 的 $v \in (a, z)$，强MLRP意味着 $H(v\,|\,s)$和 $H(v\,|\,s)\,/\,h(v\,|\,s)$关于 s 严格递增。于是可以得出，

$$\int_0^1 H(v\,|\,s)(H(v\,|\,s)/h(v\,|\,s)ds > \int_0^1 H(v\,|\,s)ds\int_0^1 (H(v\,|\,s)/h(v\,|\,s))ds$$

令 $g(s) = \alpha/\{H(v\,|\,s)^{n-2}h(v\,|\,s)^2$，选择 α 使得 $\int_0^1 g(s)ds = 1$；n 的选择如下述。 因此，

$$R(v,n) = (n-1)\frac{1}{\int_0^1 (H(v\,|\,s)/h(v\,|\,s))ds}$$

$$R(v,n+1) = n\frac{\int_0^1 H(v\,|\,s)ds}{\int_0^1 (H(v\,|\,s)/h(v\,|\,s))ds}$$

于是， $R(v, n) > R(v, n + 1)$ 等价于

$$1-\frac{1}{n} > \frac{\int_0^1 H(v\,|\,s)ds\int_0^1 (H(v\,|\,s)/h(v\,|\,s))ds}{\int_0^1 H(v\,|\,s)(H(v\,|\,s)/h(v\,|\,s))ds}$$

因为上不等式右端严格小于 1，并与 n 无关，所以，只要 n 足够大后，不等式即成立。由此得 证。

11. 主要参考文献

王则柯、何洁编著，“信息经济学浅说”第 8 章，中国经济出版社， 1999年。

田国强，“经济机制理论：信息、效率与激励机制设计”2001 年。

谭国富，“拍卖、招标与竞价的经济理论”，现代规制理论讲座(第二期)，中国社会科学院规制与竞争问题研究中心，1999年。

Armstrong, Mark (2000), “Optimal Multi-Object Auctions.” *Review of Economic Studies*, 67, 455-481.

Ausubel, Lawrence (1997), “An Efficient Ascending-Bid Auction for Multiple Objects.” Mimeo, University of Maryland.

Ausubel, Lawrence and Peter Cramton (1998), “Demand Reduction and Inefficiency in Multi-Unit Auctions.” Mimeo, University of Maryland.

Avery, Christopher and Terrence Hendershott (2000), “Bundling and Optimal Auctions of Multiple Goods.” *Review of Economic Studies*, 67, 483-497.

Bikhchandani, Sushil and Chi-fu Huang (1993), “The Economics of Treasury Securities Markets.” *Journal of Economic Perspectives*, 7, 117-134.

Cantillon, Estelle and Martin Pesendorfer (2001), “ Combination Bidding in Multi-Unit Auctions.” Mimeo, Yale University.

Chew Soo Hong and Guofu Tan, “The Market for Sweepstakes.” Mimeo, University of British Columbia.

Dasgupta, Partha and Eric Maskin (2000), “Efficient Auctions.” *Quarterly Journal of Economics*, CXV, 341-388.

Dasgupta, Sudipto and Daniel Spulber (1990), “Managing Procurement Auctions.” *Information Economics and Policy*, 4, 5-29.

Demsetz, Harold (1968), “Why Regulate Utilities.” *Journal of Law and Economics*, 11, 55-65.

Hendricks, Kenneth, Robert Porter and Guofu Tan (1993), “Optimal Selling Strategies for Oil and Gas Leases with an Informed Buyer.” *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 83, 234-239.

Hendricks, Kenneth, Robert Porter, and Guofu Tan (1999), “Joint Bidding in Federal Offshore Oil and Gas Lease Auctions.” Mimeo, University of British Columbia.

Klemperer, Paul (1999), “Auction Theory: A Guide to the Literature.” *Journal of Economic Surveys*, 13(3), 227-286.

Jehiel, Philippe and Benny Moldovanu (2001), “Efficient Design with Interdependent Valuations.” *Econometrica*, forthcoming.

Laffont, Jean-Jacques and Jean Tirole (1986), “Using Cost Observation to Repulate Firms.” *Journal of Political Economy*, 94, 614-641.

Laffont, Jean-Jacques and Jean Tirole (1987), “Auctioning Incentive Contracts.” *Journal of Political Economy*, 95, 921-37.

Laffont, Jean-Jacques and Jean Tirole (1993), *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*, MIT Press.

Li, Huagang and John Riley (2000), "Auction Choice." Mimeo, University of California at Los Angeles.

Li, Huagang and Guofu Tan (2000), "Hidden Reserve Prices with Risk Averse Bidders." Mimeo, University of British Columbia.

Lucking-Reiley, David (2000), "Auctions on the Internet: What′s Being Auctioned, and How?" *Journal of Industrial Economics*, 48, 227-252.

Maskin, Eric (1992), "Auctions and Privatization." in *Privatization*, H. Siebert, ed. 115-136.

Maskin, Eric and John Riley (1989), "Optimal Multi-unit Auctions." *The Economics of Missing Markets, Information, and Games*, Frank Hahn (ed.), Oxford University Press.

Mathews, Steve (1987), "Comparing Auctions for Risk-Averse Buyers: A Buyer′s Point of View." *Econometrica*, 55, 633-46.

McAfee, Preston and John McMillan (1987a), "Competition for Agency Contracts." *RAND Journal of Economics*, 18, 296-307.

McAfee, Preston and John McMillan (1987b), "Auctions and Bidding." *Journal of Economic Literature*, 25, 699-738.

McAfee, Preston and John McMillan (1987c), "Auctions with a Stochastic Number of Bidders." *Journal of Economic Theory*, 43, 1-19.

McAfee, Preston and John McMillan (1992), "Bidding Rings." *American Economic Review*, 82(3), 579-599.

McAfee, Preston and Daniel Vincent (1993), "The Declining Price Anomaly." *Journal of Economic Theory*, 60, 191-212.

Milgrom, Paul (1979), "A Convergence Theorem for Competitive Bidding with Differential Information." *Econometrica*, 47, 679-688.

Milgrom, Paul (2000), "Putting Auction Theory to Work: The Simultaneous Ascending Auction." *Journal of Political Economy*, 108, 245-272.

Milgrom, Paul and Robert Weber (1982a), "A Theory of Auctions and Competitive Bidding." *Econometrica*, 50, 1089-1122.

Milgrom, Paul and Robert Weber (1982b), "A Theory of Auctions and Competitive Bidding II." Mimeo, Stanford University and Northwestern University.

Myerson, Roger (1981), "Optimal Auction Design." *Mathematics of Operations Research*, 6, 58-73.

Myerson, Roger (1983), "Mechanism Design by an Informed Principal." *Econometrica*, 51, 1767-97.

Palfrey, Thomas (1983), "Bundling Decisions by a Multiproduct Monopolist with Incomplete Information." *Econometrica*, 51, 463-484.

Perry, Motty and Philip Reny (2001), "An Ex-Post Efficient Auction."*Econometrica*, forthcoming.

Piccione, Michele and Guofu Tan (1996a), "Cost-Reducing Investment, Optimal Procurement and

Implementation by Auctions." *International Economic Review*, 37, 663-685.

Piccione, Michele and Guofu Tan (1996b), "A Simple Model of Expert and Non-expert Bidding in First-price Auctions." *Journal of Economic Theory*, 70, 501-515.

Pinkse, Joris and Guofu Tan (2000), "The Affiliation Effect in First-Price Auctions." Mimeo, University of British Columbia.

Porter, Robert (1995), "The Role of Information in U.S. Offshore Oil and Gas Lease Auctions." *Econometrica*, 63, 1-27.

Riley, John (1988), "*Ex Post* Information in Auctions," *Review of Economic Studies*, LV, 409-430.

Riley, John and William Samuelson (1981), "Optimal Auctions." *American Economic Review*, 71, 381-392.

Riordan, Michael and David Sappingtong (1987), "Awarding Monopoly Franchises." *American Economic Review*, 77, 375-387.

Tan, Guofu (1992), "Entry and R & D in Procurement Contracting." *Journal of Economic Theory*, 68, 41-60.

Tan, Guofu (1996), "Optimal Procurement Mechanisms by an Informed Buyer." *Canadian Journal of Economics*, XXIX, 699-716.

Vickrey, William (1961), "Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders." *Journal of Finance*, 16, 8-37.

Wang, Ruqu (1993), "Auctions Versus Posted-Price Selling." *American Economic Review*, 83, 838-851.

Wilson, Robert (1977), "A Bidding Model of Perfect Competition." *Review of Economic Studies*, 44, 511-518.