

基于影子价格的组合双向拍卖交易价格研究^①

范小勇¹, 石琴²

(1. 中国科学技术大学商学院, 合肥 230052; 2. 合肥工业大学机械汽车学院, 合肥 230069)

摘要: 在传统的拍卖方式中, 拍卖的最终成交价格是由买方或者卖方单方面竞争的结果, 难以充分反映竞标组合所包含的市场信息, 揭示商品的内在价值, 从而为拍卖参与者提供有益的信息. 在考察了组合双向拍卖机制中现有的交易价格规则的基础上, 通过引入影子价格, 提出了一种基于单位组合市场交易剩余最大化原则的市场出清机制, 该机制不仅使交易价格反映组合商品的市场价值, 而且能改善拍卖市场的微观结构.

关键词: 组合双向拍卖; 影子价格; 市场剩余; 对偶问题

中图分类号: F08; F224 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2008)05-0016-07

0 引言

组合双向拍卖 (combinatorial double auction, CDA) 作为组合拍卖 (combinatorial auction) 和双向拍卖 (double auction) 的结合, 是买卖双方将多种商品按照不同种类与数量组合成一个标的进行双方报价拍卖的交易形式. 与其他拍卖交易机制相比, 组合双向拍卖不仅能通过双边竞价解决单边拍卖中的垄断优势问题, 而且能通过商品组合显著地降低交易次数与交易成本, 并且满足了生产和生活消费日益多样性的需要, 因而在现实生活中具有广阔的应用前景.

拍卖机制设计是拍卖理论研究的重要内容, 它包括报价规则、交易规则和信息公开规则等. 其中, 交易规则决定了市场中买卖双方如何匹配、匹配后交易价格和数量如何确定, 它不仅对买方和卖方的交易策略有重要指导, 而且对拍卖市场交易的效率和公平有着重要的影响. 在传统的拍卖方式中 (包括英式拍卖、荷兰式拍卖、封标第一价格拍卖、封标第二价格拍卖), 拍卖的最终成交价格都是来自于某个拍卖参与者 (买方或卖方) 的标价, 市场并没有产生新的成交价格. 例如, 封标

第二价格拍卖的最终成交价格来自于标价第二位的参与者的要价. 显然, 这种交易价格规则是买方或者卖方单方面竞争的结果. 在双向拍卖理论中, 经济学家对交易价格也进行了大量的研究^[1], 但成交价格也都是以某个拍卖参与者 (买方或卖方) 的标价或买卖双方的标价组合为基础. 其中, “竞争均衡模型 (Competitive Equilibrium)” 预测了市场中的交易价格和交易次数, 但是均衡价格的结果是一个价格区间, 并没有给出确定性的均衡价格. 马歇尔的动态均衡模型虽然证明了按照 “马歇尔路径 (Marshallian path)” 进行交易是双向拍卖中资源配置的最高路径, 但是成交价格也是来自于某个买方或卖方的标价. 肖特基和萨缪尔森 (Chatterjee and Samuelson)^[2] 首先把贝叶斯-纳什均衡 (BEN) 运用于双向拍卖之中, 在只有一个买方和一个卖方、一件商品的简单双向拍卖市场中, 采用线性贝叶斯-纳什均衡策略, 成交价格为 $kb + (1-k)s$ (其中, $0 \leq k \leq 1$, b 为买方报价, s 为卖方报价), 结果买卖双方都有隐藏真实报价的动机, 双方错过交易的概率为 $1/6$. 赛特斯特和威廉姆斯^[3] (Satterthwaite and Williams)

① 收稿日期: 2004-11-11; 修订日期: 2008-07-08.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (70371023); 国家教育部博士点基金资助项目 (20030358052).

作者简介: 范小勇 (1976—), 男, 湖北鄂州人, 博士生. Email: fxyzz@126.com

采用这种成交价格机制研究了 m 个买方和 m 个卖方的情形, 结果市场中仍存在收益流失.

组合双向拍卖虽然也属于双向拍卖, 但实现拍卖成交的约束条件是不仅需要满足商品数量均衡, 而且需要满足商品种类均衡. 这种特殊性决定了它面临的很多问题(包括成交价格机制) 绝对不是将一般的双向拍卖理论进行推广就能解决的. 在组合双向拍卖交易中, 买卖双方将多种商品按照不同比例组合并以一个标价进行拍卖, 因此, 参与者(买方和卖方) 的标价是该组合中各种商品的估值(或成本) 和构成比例的函数. 如何让最终成交价格反映竞标组合所包含的信息, 揭示市场竞争情况下各种商品的内在价值, 从而为拍卖参与者提供有益的市场信息, 这些将对完善拍卖市场机制、提高市场效率有重要的作用. 本文在引入影子价格的基础上, 通过两步骤方法产生一个新的成交价格. 该价格既不是来自于某个买方或卖方的标价, 也不是买方或卖方的标价的线性组合, 而是反映各类商品内在价值的市场公允价格, 并分析了该交易价格规则对改善市场微观结构的作用.

1 拍卖规则及模型

1.1 竞拍人的竞标信息

设市场上有 $i = 1, 2, \dots, n$ 个竞标人, 对 $j = 1, 2, \dots, m$ 种商品进行组合双向拍卖. 第 i 个竞标人的组合竞标信息为 $\{(b_{ij}), b_i, p_i\}$. (b_{ij}) 表示单位组合中各种商品的组合比例. 其中, 大于 0 的元素表示购买需求, 小于 0 的元素表示销售需求. b_i 表示单位组合的数量. 竞标人既可以采取“纯竞买”(或纯竞卖) 策略, 也可以采取同时竞买和竞卖的混合策略. p_i 是单位组合中竞买商品的估值与竞卖商品的估值相抵之后的净价格. 因此, $p_i > 0$ 为净买标价, 表示竞标人的最高出价; $p_i < 0$ 为净卖标价, 表示竞标人的最低保留价格. 显然, (b_{ij}) 中所有元素都大于 0 时, $p_i > 0$, 该竞标组合代表纯买方的标价; 反之, 则代表纯卖方的标价. 例如, 组合竞标 $\{(4, 1, -2, -1), 50 \$ - 30\}$ 表示混合竞标, 其中 $(4, 1, -2, -1)$, 表示该竞标人需要按照 4: 1: -2: -1 的比例购买 a 和 b 两种商品并同时出售 c 和 d 两种商品, 50 代表该竞拍人需

要交易的组合数量. 显然, 该竞拍人总共需要购买 a 种商品数量 $4 \times 50 = 200$, b 种商品数量 $1 \times 50 = 50$; 总共需要出售 c 种商品 $2 \times 50 = 100$, d 种商品 $1 \times 50 = 50$. 经私人单位估值测算, 按单位组合的净价格为 -30 , 表示竞拍人要求以不低于 30 的价格整体成交该单位组合.

表 1 买方(或卖方) 竞标的组合信息,

例如: $\{(4, 1, -2, -1), 50 \$ - 30\}$

Table 1 Information of bundle orders from bargainers or purchasers, such as $\{(4, 1, -2, -1), 50 \$ - 30\}$

竞标信息	种类	买卖方向	比例	单位估值	组合价格
b_j	a	buy	4	50	200
	b	buy	1	20	20
	c	sell	-2	80	-160
	d	sell	-1	90	-90
b_i	50				
p_i	-30				

1.2 交易规则

1) 拍卖中同类商品都是同质的, 即不存在品牌、性能等差异, 从而保证同类商品具有完全的替代性; 2) 拍卖开始后, 由买卖双方提交竞标组合信息. 当一定数量的买方竞拍需求与一定数量的卖方竞拍需求能够匹配时, 交易发生. 这里的“匹配”是指买方的商品组合需求(包括价格、数量和商品种类) 都能由卖方满足. 3) 竞拍人的组合竞标信息是独立私人信息, 以密封方式提交. 4) 拍卖采取集中竞价成交. 当没有新的交易可以“匹配”时, 或者事前规定的拍卖结束时间到达时, 拍卖结束.

1.3 市场出清

任何拍卖机制的目的都是在一定的交易规则下, 通过市场出清达到资源的优化配置, 实现社会福利的最大化. 社会福利最大化表现为市场剩余最大, 即买卖双方总交易剩余最大. 因此, 一般地, 组合双向拍卖 (combinatorial double auction, CDA) 问题可表示为下面的线性规划问题^[4]:

$$\begin{aligned}
 (CDA)_j \max_{x_i} & \sum_{i=1}^n p_i x_i \\
 \text{s. t.} & \sum_{i=1}^n b_{ij} x_i \leq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, m \quad (1) \\
 & 0 \leq x_i \leq b_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (2) \\
 & x_i \in Z^+ \quad (3)
 \end{aligned}$$

其中,式(1)为资源约束,表示第*j*种商品的购买数量不能超过市场的供给数量;式(2)为交易约束,表示第*i*个竞拍人最大可以交易的组合数量.式(3)表示商品及其组合的不可分割性特征,这体现了市场上不存在混合交易行为. x_i 表示在满足上述约束条件下第*i*个竞拍人可能实现的交易组合数量.

上述模型的含义是按照买卖双方总交易剩余最大化的目标来配置资源,最终成交价格来自竞拍人的报价 p_i .一旦竞标成交,竞拍人的收益就取决于自身标价的高低和市场份额的大小.在这种交易价格规则下,市场并不能提供各种商品的市场价格信息.因此,为了改善上述市场出清规则的缺陷,本文提出了一种新的市场出清算法.该出清算法包括下面两个步骤:

1) 搜索满足“单位”组合双向拍卖 (net combinatorial double auction, NCDA) 市场交易剩余最大化的竞标集,该问题可表示为下面线性规划问题

$$\begin{aligned}
 \text{(NCDA)} \quad & \max_{x_i} \sum_{i=1}^n p_i x_i \\
 \text{s. t.} \quad & \sum_{i=1}^n b_{ij} x_i \leq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, m \quad (1) \\
 & \sum_{i=1}^n x_i \leq 1 \quad (2) \\
 & x_i \geq 0 \quad (3)
 \end{aligned}$$

目标函数 $\sum_{i=1}^n p_i x_i$ 表示单位组合的市场剩余,它是单位组合的标价和市场份额的函数.上式表示,为搜索“单位”组合双向拍卖市场交易剩余最大化的竞标集,先假定每个竞拍者都至多只能交易一个组合.因此,此处 x_i 与(CDA)模型中的 x_i 含义不同,它并不是直接表示整个市场交易剩余最大化目标下的第*i*个竞拍人的交易组合数量,而是指单位组合交易剩余最大化目标下的第*i*个竞拍人的交易组合数量,即占有的单位组合交易的市场份额.显然,上述模型的第1步与(CDA)模型不同,没有考虑整个市场的交易剩余.因为,如果考虑整个市场的交易剩余,则需要考虑每个竞拍人提交的组合数量,这样会导致交易出清机制偏向大规模交易需求的竞拍人.交易数量的问题将在第2步考虑.(NCDA)模型中式(1)同样地

代表资源约束;式(2)表示不同竞拍人单位组合所占有的市场份额的比例之和不超过1.采用单位交易剩余最大化的匹配原则,避免了拥有大规模交易需求的竞拍者在资源配置中拥有的规模优势,在一定程度上能使市场交易剩余在买卖双方中得到公平分配.例如,竞拍人A提交 $\{(1), 10, \$ 10\}$,即购买10个单位的组合商品,每个组合仅包含一个单位商品,限制购买价格不超过10;B提交 $\{(-1), 5, \$ -9.75\}$,即销售5个单位的组合商品,每个组合也仅包含一个商品,限制最低销售价格不低于9.75.按上述机制,则 $x_A = 0.5, x_B = 0.5$,单位组合产生的交易剩余为0.125,该值恰好是双方竞标价格之差在买卖双方间平均分配的数量.

2) 确定交易价格和交易数量

为了克服(CDA)模型的缺陷,使交易价格能够反映组合拍卖中各种商品的市场价值,给买卖双方提供公允的交易价格,本文在此引入影子价格来衡量不同种类商品的市场价值,并依此来测算各种商品不同数量比例的单位组合的市场公允价格.

(NCDA)模型的对偶问题的最优解的经济涵义是商品的影子价格 p_j^d ,它表示满足交易约束条件下的单位组合中第*j*种商品的单位价格水平,反映了买卖双方单位组合中各种商品单位数量变动所引起的市场单位组合交易剩余的变化.采用影子价格来计算,则每个竞拍人的单位组合的交易价格为 $p_i^d = \sum_{j=1}^m b_{ij} p_j^d$.进一步地可以证明,以影子价格为基础所确定的单位组合的交易价格,可以使每个竞拍人获得相等的单位组合交易剩余.证明过程如下:

令 $B_{m \times n}$ 代表 (b_{ij}) ,则(NCDA)模型的对偶问题可表示为

$$\begin{aligned}
 \text{(DP)} \quad & \min y_{m+1} \\
 \text{s. t.} \quad & \begin{bmatrix} B \\ 1 \end{bmatrix}^T Y \geq P \\
 & Y \geq 0
 \end{aligned}$$

其中, $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m, y_{m+1})^T$ 代表对偶问题的解, $P = (p_1, p_2, \dots, p_n)^T, \mathbf{1} = (1, 1, \dots, 1, 1), \mathbf{0} = (0, 0, \dots, 0, 0)^T$.每个竞拍人获得的单位组合交

易剩余为 $p_i - \sum_{j=1}^m b_{ij} p_j^d$. 对于所有的 i 用矩阵可表示为 $\mathbf{P} - \mathbf{B}^T \mathbf{Y}'$. 其中, $\mathbf{Y}' = (y_1, y_2, \dots, y_m)^T$.

设原问题 (NCDA) 的目标函数的最优值为 w , 根据对偶定理, 则 $y_{m+1} = w$. 当 \mathbf{Y} 是对偶问题的最优解时, 有 $y_j = p_j^d (j = 1, 2, \dots, m)$, 则

$$\mathbf{P} - \begin{bmatrix} \mathbf{B} \\ 1 \end{bmatrix}^T \mathbf{Y} = \mathbf{0}, \text{ 即有}$$

$$\mathbf{P} - \begin{bmatrix} \mathbf{B} \\ 1 \end{bmatrix}^T \begin{pmatrix} \mathbf{Y}' \\ y_{m+1} \end{pmatrix} = \mathbf{P} - \mathbf{B}^T \mathbf{Y}' - (y_{m+1}, \dots,$$

$y_{m+1})^T = \mathbf{0}$, 则

$$\mathbf{P} - \mathbf{B}^T \mathbf{Y}' = (y_{m+1}, y_{m+1}, \dots, y_{m+1})^T = (w, w,$$

$\dots, w)^T$, 因此, $p_i - \sum_{j=1}^m b_{ij} p_j^d = w (i = 1, 2, \dots, n)$.

上述证明结果说明, 以影子价格为基础所确定的单位组合的交易价格, 可以使每个竞拍人获得相等的单位组合交易剩余, 收益值都为单位组合交易的最大剩余 w .

在此基础上, 进一步地来确定满足单位交易剩余最大化的约束条件的竞拍人最大可以成交的

交易数量. 令 $k = \min_i \left\{ \frac{b_i}{x_i} \right\}$, 则每个满足匹配约束

的竞拍人可以成交的各种商品交易数量为 $v_{ij} = kx_i b_{ij}$. 其含义是根据单位交易剩余最大化条件下每个组合竞标的市场份额 x_i 来分割竞拍人的组合需求, 以所有满足约束条件的组合的最小等份数作为各个竞拍者的竞标组合可以成交的份额, 并根据每个组合中各种商品的构成比例确定可成交的各项商品的数量. 例如表 2 中 $k = 181.82$, 则第一个竞拍者的 a 项商品的交易数量为 $(181.82) \cdot (0.25) \cdot (1) = 45.45$.

2 示 例

设 A、B、C 三个竞拍者对 a、b 两种商品进行组合双向拍卖, 三人提交的竞标分别为 A: $\{(1, -3), 200, \$ -182.75\}$; B: $\{(1, 1), 100, \$ 195.2\}$; C: $\{(-4, 1), 150, \$ -306.2\}$, 按单位组合交易剩余最大化原则匹配, 则交易价格和拍卖收益如表 2.

表 2 基于单位组合交易剩余最大化的交易价格及拍卖效益

Table 2 Bargain price and value of bid based on maximum per-bundle unit trade surplus

项 目	竞拍人			备 注
	A	B	C	
b_{ij}	A	B	C	影子价格: $P_a^d = 100.28$ $P_b^d = 94.4875$
a	1	1	-4	
b	-3	1	1	
b_i	200	100	150	$k = 181.82$
p_i	-182.75	195.2	-306.2	
x_i	0.25	0.55	0.2	
p_i'	-183.183	194.7675	-306.633	
单位交易剩余	0.4325	0.4325	0.4325	$0.4325 \times k = 78.63715$
v_a	45.45	100	-145.45	
v_b	-136.36	100	36.36	
交易收益 $v_{ij} \times p_i'$	-8326.56	19476.94	-11150.4	$\sum = 0$
期望收益 $v_{ij} \times p_i$	-8306.9	19520.2	-11134.7	$\sum = 78.63715$
组合交易总剩余	19.65929	43.25043	15.72743	$\sum = 78.63715$

同样情况下, 按 (CDA) 模型中的总交易剩余最大化目标来配置, 并运用软件 LINDO6.0 (美国

LINDO 系统公司开发生产) 求解, 则交易价格和拍卖收益如表 3.

表3 基于总交易剩余最大化的拍卖收益

Table 3 Value of bid based on maximum trade surplus

项目	竞拍人			备注
	A	B	C	
$p_i (= p_i')$	- 182.75	195.2	- 306.2	
x_i	45.454 544	100	36.363 636	
v_a	45.454 544	100	- 145.454 544	
v_b	- 136.363 636	100	36.363 636	
交易收益	- 8 306.82	19 520	- 11 134.55	$\Sigma = 78.63$

显然,如果忽略计算过程中因保留小数位数造成的差异,(NCDA)与(CDA)两种市场出清算法所获得的总市场交易剩余是相等的。

3 分析及总结

拍卖机制设计决定了市场出清的规则,而市场出清规则又会对资源配置的公平与效率、价格发现过程、价格反映价值的程度、市场交易信息、市场流动性等市场微观结构问题产生重要影响。本文提出的基于单位组合交易剩余最大化的市场出清规则,不仅能实现拍卖的市场效益,而且对改善市场微观结构有重要作用。具体表现如下:

(1) (NCDA) 机制既有助于消除“搭便车”行为,也有利于保护小规模投资交易者的利益。在组合竞标过程中,一种商品组合常常会增加另一种商品组合中标的概率,而高标价的组合所创造的收益将在两个竞标者中分享,从而为另一种商品组合创造外部性,形成拍卖中的“搭便车”行为。(NCDA) 出清机制考虑了不同组合竞标中的报价及商品构成,对每一个单位组合的交易价格都采用相同的资产影子价格 p_j^d 测算。这种“非歧视性定价”机制将每一个组合中所含的信息都平均化了,这就有利于消除商品组合信息和价格信息不透明所导致的“搭便车”行为。正如 O'Hara^[5] 所说,当市场交易环境复杂时,平均化有利于提高价格发现的效率。在信息不对称的情况下,价格平均化也使得市场出清价格有利于群体交易者而不是某个个体交易者。当交易者拥有关于市场需求的组合信息或价格信息,他们就能

在缺少信息的交易者成交前中标,那么交易价格对于不具有信息的交易者就是“歧视性价格”。在(NCDA)交易机制下,采取非歧视性平均价格,交易者共同分享相等的单位交易剩余,同时市场能提供商品的公允价格信息 p_j^d ,这种公平性和透明性降低了因信息劣势造成的交易机会丧失带来的风险,有利于保护小规模、没有信息优势的交易者或流动性交易者的利益。

(2) (NCDA) 机制能在一定程度上防止恶性竞标行为,有利于实现“说真话的直接机制”。Levin^[6] 关于垄断组合拍卖机制设计认为,组合拍卖能比普通的“同时拍卖”或“序贯拍卖”产生更高的收益,产生这种效果的关键在于交易者愿意进行组合交易。为了使组合交易机制满足参与约束与激励相容,他设计了一种类似于第二价格拍卖的支付方式,使不报告自己真实估值的参与人不会获得额外收益。(NCDA) 机制是按照单位交易剩余来配置资源,达到市场总交易剩余最大化。因此,虚假报告自己“真实”估值并不能增加市场剩余,也不会增加采取这种竞标策略的交易者的市场份额,从而不会造成市场交易剩余的损失。

(3) (NCDA) 机制在求解中并不要求交易数量取整数,因为取整数的规定会影响市场交易剩余。当交易数量为分数时,意味着交易者的组合需求被部分地执行。 b_i 越大,交易者不能完全成交的风险就越大。当参与人数相当多时,这种零星部分未能被成交的不确定性风险是非常低的。并且,交易者在市场配置中占有的份额取决于 b_{ij} 和 p_i ,当市场信息不充分时,虽然任意交易者都难以通过单方面行动影响自身的市场份额 x_i ,但是他可以通过信息收集和决策分析来选取更优规模或更小规模的组合数量 b_i 。如上例中B的规模刚好适合,以至于他的交易需求被完全成交,这说明交易者可以将其交易需求进行一定的拆分,这不会增加该交易者在匹配中的机会,因为他并没有其他交易参与人的组合信息。在动态交易机制中(如在线拍卖),随着拍卖交易的不断进行和交易后市场信息被逐步地揭示,交易价格和数量信息会给

参与人设计最优交易规模提供有益的参考。

(4) (NCDA) 机制有利于提高市场的流动性。市场流动性是衡量市场效率的重要指标。布莱克(Black)^[7]认为,所谓市场流动性(或市场深度)是价格变动一个最小单位时所带来的交易数量变化的大小。任何一个市场的流动性都表现为进入这个交易机制中的交易数量及交易频率。进入交易机制的信息越多,特定的交易需求被匹配的概率就越大。反过来,流动性的提高又会吸引更多的交易需求进入系统。这就形成了一种正反馈的网络外部性,使得每一个新增加的竞标既提高了市场的流动性,也给其他交易需求带来了效益。

(NCDA) 机制增加了流动性交易者、小规模交易者的交易机会,因此能有效地提高市场的流动性,促进组合双向拍卖交易市场的繁荣。

(5) (NCDA) 模型中商品组合可由竞拍人随意组合,但现实的拍卖中许多情况并非如此。如专用性资产、互补性商品、或受生产比例关系约束的产品原材料采购等这些商品在拍卖中竞拍人的拍卖组合将受到限制,此时,采用(NCDA) 机制的拍卖绩效将会受到影响。尽管如此,(NCDA) 机制的特点使它具有良好的普遍使用性,在现实中将具有广阔的应用前景,如电子商务、金融证券市场等领域。

参考文献:

- [1] 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 Souyang. Review on the Smith's mystery and development of double auctions[J]. Journal of Management Sciences in China, 2003, 6(1): 1-12. (in Chinese)
- [2] Chatterjee K, Samuelson W. Bargaining under incomplete information[J]. Operation Research, 1983, 31: 835-851.
- [3] Satterthwaite M A, Williams S R. The Bayesian theory of the k-double auction[A]. In the Double Auction Market: Institutions, Theories, and Evidence[M]. Edited by Daniel Friedman and John Rust, New York: Addison-Wesley, 1993: 99-123.
- [4] Mu Xia. Combinatorial Double Auction and B-to-B Electronic Commerce[R]. Working Paper, Austin: The University of Texas at Austin, 2001: 45-55.
- [5] O'Hara M. Market Microstructure Theory[M]. Cambridge: Blackwell Business, 1995.
- [6] Levin J. An optimal auction for complements[J]. Games and Economic Behavior, 1997, 18: 96-192.
- [7] Black F. Equilibrium exchange[J]. Financial Analysts Journal, 1995, 51(3): 23-29.
- [8] Ledyard J O. Coordination in shared facilities: A new methodology[J]. Journal of Organization Computing, 1991, 1: 41-59.
- [9] Gjersted S, Dickhaut J. Price formation in double auction[J]. Games and Economic Behavior, 1992, 22: 1-29.
- [10] Billionnet, Alain. Linear programming for the 0-1 quadratic knapsack problem[J]. European Journal of Operational Research, 1996, Jul(19): 310-325.
- [11] Fan M J, Stallaert A B, Whinston. A web-based financial trading system[J]. IEEE Computer, 1999, 32(4): 64-70.
- [12] Andersson, Arne. Integer Programming for Combinatorial Auction Winner Determination[R]. <http://csd.uu.se/tein>
- [13] 刘海龙, 仲黎明, 吴冲锋. 股票流动性的度量方法[J]. 系统工程理论与实践, 2003, (1): 16-21.
Liu Hailong, Zhong Liming, Wu Chongfeng. An approach to the measurement of stock liquidity[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2003, 1: 16-21. (in Chinese)
- [14] 马俊, 汪寿阳, 黎建强. e-Auction: 理论与实务[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 34-50.
Ma Jun, Wang Shou-yang, Lai Jian-qing. E-Auction Theory and Applications[M]. Beijing: Science Press, 2003, 34-50.

Study on combinatorial double auction transaction prices based on shadow prices

*FAN Xiao-yong*¹, *SHI Qin*²

1. School of Business, University of Science and Technology of China, Hefei 230052, China;

2. School of Mechanical and Automobile Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230069, China

Abstract: The ultimate bargain price is the result of unilateral competition among bargainers or purchasers in the traditional auction mechanism. The mechanism of fixing price hardly reflects the information of bundle orders and reveals the inherent value of the bundles. Based on a review of the current trading mechanism of prices on combinatorial double auction, this paper proposes a market cleaning algorithm to maximize per-bundle unit trade surplus by applying shadow prices. The trading mechanism of prices primarily reflects the value of combination of commodities, and also improves the microstructure of auction market in the mechanism of market cleaning algorithm.

Key words: combinatorial double auction; shadow prices; trade surplus; dual problem

~~~~~  
(上接第 15 页)

## Study on signals' effect on contract design and welfare performance

*GONG Jian*, *ZHANG Xiao-hui*, *WANG Xian-jia*

Economics and Management School, Wuhan University, Wuhan 430072, China

**Abstract:** Signals that have correlation in a certain extent with agent's styles can change principal's information structure and then affect the contract design of the principal. The existing literatures seldom discussed the effect of ex ante non-certified signals on participants' ex ante welfare. Compared with researches on ex post welfare, research on ex ante welfare has much more real meaning in contract design. Through research on ex ante welfare, this paper finds that, through the observation of signals, a principal can change his contract design and improve his ex ante surplus. The initial information structure of principal and the quantity of information in signals can significantly affect an agent's ex ante surplus. Under certain strict conditions, through principal's observation of signals, an agent's ex ante surplus can increase, or in other words, the principal can implement ex ante welfare's Pareto improvement.

**Key words:** signal; information structure; contracts design; welfare