



# 最小报价单位对市场流动性影响的计算实验研究

李悦雷, 张维, 熊熊  
天津大学 管理与经济学部, 天津 300072

**摘要:** 采用计算实验的研究方法, 对不同最小报价单位设置下的市场流动性进行研究, 在  $LZ^3X$  连续双向拍卖人工股票市场平台(具有与中国股票市场相类似的连续双向拍卖结构特征)上, 设计9组不同最小报价单位设置下的可控实验, 分别考察最小报价单位变化对市场流动性的影响规律。通过对实验数据的分析发现, 随着最小报价单位的减小, 买卖价差减小, 同时市场深度也有减小的特征, 这与实证研究的结论一致。在此基础上, 为了进一步确定最小报价单位对市场流动性的影响, 应用 Martin 指数和 Glosten-Harris 模型对不同最小报价单位设置下的市场流动性进行测度, 发现其测度参数均同方向地随着最小报价单位的减小而减小, 从而说明最小报价单位的减小能够明显提高市场流动性, 并且最小报价单位在  $[0.01, 0.30]$  范围内此规律保持不变。

**关键词:** 最小报价单位; 市场流动性; 计算实验金融; 连续双向拍卖

**中图分类号:** F830.91

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-0334(2012)01-0092-07

## 1 引言

由于证券市场中的价格是按照一定的间隔单位变化的, 这个最小的价格变动单位即为最小报价单位, 最小报价单位的调整直接对订单簿的买卖差价、投资者的订单交易策略等产生影响, 进而影响到市场价格的形成, 最小报价单位对市场的流动性有着重要的影响, 甚至有证据证实最小报价单位的变动与资产价格的波动聚集等市场异象有关<sup>[1-3]</sup>。

已有研究大多采用基于事件的实证研究方法, 由于真实的市场中关于最小报价单位的调整的次数和变化范围都较小, 再加上不同的市场环境也有所不同以及分笔账户交易数据缺乏, 使一些更加精确的基于高频数据的流动性测度模型很难应用, 因而关于最小报价单位对市场流动性的实证研究结论不尽一致。如普遍的研究共识是减小最小报价单位能够减小买卖价差、降低交易成本, 但是市场深度也会随之减小, 因而最小报价单位对市场流动性的影响仍不确定<sup>[4]</sup>。

## 2 相关研究评述

最小报价单位是金融市场微观结构领域的一项重要研究内容, 受到众多学者的关注。Harris<sup>[2]</sup>通过对纽约证券交易所(NYSE)和美国证券交易所(AMEX)的研究发现, 最小报价单位减小后, 买卖价差和市场深度都有明显的减小, 他认为最小报价单位对市场流动性有重要的影响; Bessembinder<sup>[5]</sup>使用纽约证券交易所和纳斯达克证券交易所(NASDAQ)的数据, 对最小报价改为十进制后交易的执行成本进行实证研究, 发现随着最小报价单位的降低, 交易执行成本也在减小, 但是并没有证据显示最小报价改为十进制后降低了市场的流动性; Huang等<sup>[6]</sup>对伦敦证券交易所(LSE)和纽约证券交易所的最小报价单位、买卖价差等与市场结构的关系进行对比研究, 他们发现最小报价单位、买卖价差、市场深度等属性与市场结构有着密切的关系, 并且发现LSE这种没有最小报价单位的做市商市场比NYSE表现出更大的价差、更多的报价聚集以及更大的市场深度等现象;

**收稿日期:** 2011-05-24      **修返日期:** 2011-11-14

**基金项目:** 国家自然科学基金(71071109, 71131007)

**作者简介:** 李悦雷(1981-), 男, 辽宁鞍山人, 毕业于天津大学, 获博士学位, 现为天津大学管理与经济学部讲师, 研究方向: 计算实验金融和金融工程等。E-mail: liyuelei@tju.edu.cn

Ahn 等<sup>[7]</sup>从流动性的角度对东京股票交易所最小报价单位调整后的市场质量进行研究,他们通过对 tick-by-tick 的交易数据的分析发现,价差有显著的减小,投资者的参与程度提高,但是交易量却并没有显著的增加;Cai 等<sup>[8]</sup>对日本东京股票交易所的动态最小报价单位设置进行实证研究,发现最小报价单位是影响市场质量的内在因素之一,他们的结论进一步支持了 Harris<sup>[2]</sup>的研究结果;Onnela 等<sup>[3]</sup>对最小报价单位影响市场价格的机理进行数值模拟,并且通过对纽约证券交易所和多伦多股票交易所的数据进行分析,以观察不同的最小报价单位对价格收益的影响,他们发现在不同的最小报价单位下,收益率的统计分布特征有所不同,但是这种不同并不是一致的;而 Ascioğlu 等<sup>[9]</sup>对日本东京交易所的实证研究表明,最小报价单位的设置对交易的规模和交易者数量的影响更加显著。

近些年来随着中国资本市场的逐渐完善,中国学者也开始关注最小报价单位等市场微观结构领域的课题。杨之曙等<sup>[4]</sup>对国外关于最小报价单位与市场流动性的研究进行综述;郭剑光等<sup>[10]</sup>利用上海股市的高频日内数据,对中国证券市场中最小报价单位对不同价格水平股票流动性的影响进行实证研究,结果表明适度提高高价股票的最小报价单位可以增加报价深度,从而促进这类股票的流动性;王春峰等<sup>[11]</sup>采用上交所的分笔交易数据对价差、市场深度和交易金额进行分析,发现这三者总体上会随着最小报价单位同方向变化。由于中国在2003年对封闭式基金的最小报价单位进行过调整,因而大多数的相关研究也集中在关于封闭式基金市场质量的研究方面,如赵震宇等<sup>[12]</sup>、郭艳霞<sup>[13]</sup>等。

从上述文献可以看出,已有实证研究大多采用事件研究法,但是由于真实市场关于最小报价单位的调整次数和变化范围有限,并且数据缺乏,使实证研究受到一定的限制。本研究采用计算实验金融学的方法,通过构建人工股票市场,在其基础上进行广泛的实验研究,从而提供相应的研究证据和结论。计算实验金融学(agent-based computational finance, ACF)是将金融市场视为包含多个异质主体的系统,应用信息技术模拟实际金融市场(如股票市场、外汇市

场、期货市场等),在既定的市场结构下,通过市场微观层次 Agent 的行为来揭示市场动态特性及其成因的一门金融学分支<sup>[14]</sup>。在过去的20多年,基于 Agent 的人工股票市场建模发展迅速,以 SFI 人工股票市场(SFI-ASM)为起点<sup>[15]</sup>,众多的人工股票市场模型层出不穷<sup>[16-19]</sup>。在连续双向拍卖股票市场建模中,Li 等<sup>[20]</sup>的连续双向拍卖人工股票市场(LZ<sup>3</sup>X)借鉴 Chiarella 等<sup>[17]</sup>类似的混合式异质投资者决策模型,构建一类具有反应过度和反应不足行为特征、能够对开盘时的信息冲击做出回应的有限理性异质主体模型(bounded rationality heterogeneous agent model, BRHAM),在常数绝对风险厌恶(constant absolute risk aversion, CARA)效用最大化的框架下进行买卖决策,同时加入中国股票市场的涨跌幅限制、最小报价单位、税率和订单簿透明度等参数,结合真实市场数据对计算模型进行多标度的特性分析和校准。

综上,本研究在 LZ<sup>3</sup>X 人工股票市场的基础上,通过设置不同的最小报价单位进行多组计算实验的比较研究,全面模拟市场环境,并基于买卖价差、市场深度、Martin 指数和 Glosten-Harris 模型考察最小报价单位调整对市场流动性的影响。

### 3 LZ<sup>3</sup>X 人工股票市场概述

本研究的计算实验研究是在 Li 等<sup>[20]</sup>开发的具有中国股票市场微观结构特征的 LZ<sup>3</sup>X 人工股票市场基础上展开的,由于本研究关注最小报价单位调整对市场质量的影响,因此在计算实验人工股票市场模型方面只做简单的介绍。在 LZ<sup>3</sup>X 人工股票市场中,定义所有 Agent 进行一次决策的时间为一个周期,设定每天为50个周期,每天结束后市场清空尚未成交的订单;定义每天的前2个周期为开盘时间,用于模拟隔夜信息释放对市场产生的冲击。

#### 3.1 Agent 模型设计

LZ<sup>3</sup>X 人工股票市场构建了一类有限理性异质投资者模型,Agent 的决策过程如图1所示。Agent 根据资产的基本价值信息、历史交易信息以及市场中的噪音成分进行决策,然后结合订单簿揭示的信息形成申报价格,并根据 CARA 效用最大原则计算出需求量,形成买卖方向的订单,具体如下所述。

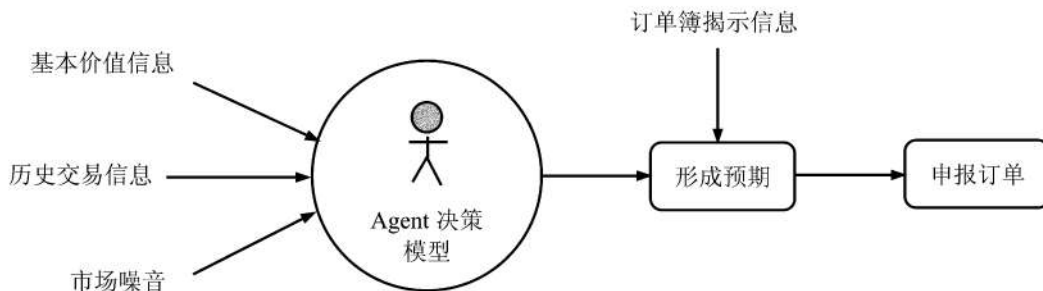


图1 Agent 的决策过程示意图  
Figure 1 Agents' Decision Process

第  $i$  个 Agent 在  $t$  时刻对  $(t + \tau)$  时刻的预期收益率  $\hat{r}_{i,t+\tau_i,t}^i$  为

$$\hat{r}_{i,t+\tau_i,t}^i = \frac{1}{n_{i,t}^F + n_{i,t}^C + n_{i,t}^N} [n_{i,t}^F \hat{r}_{f,t}^i + n_{i,t}^C \hat{r}_t^i + n_{i,t}^N \varepsilon_t^i] + d\omega_t^i \quad (1)$$

其中,  $\tau_{i,t}$  为 Agent  $i$  在  $t$  时刻确定的投资周期长度;  $n_{i,t}^F$  为基本价值成分在  $t$  时刻所占的比重,  $n_{i,t}^C$  为历史交易信息成分在  $t$  时刻所占的比重,  $n_{i,t}^N$  为噪音成分在  $t$  时刻所占的比重, 它们服从  $0-1$  之间的均匀分布, 即  $n_{i,t}^F \sim U(0,1)$ ,  $n_{i,t}^C \sim U(0,1)$ ,  $n_{i,t}^N \sim U(0,1)$ ;  $\hat{r}_{f,t}^i$  为基本价值的预期收益率;  $\hat{r}_t^i$  为技术分析收益率;  $\varepsilon_t^i$  为噪音成分,  $\varepsilon_t^i \sim N(0, \sigma_N^2)$ ,  $\sigma_N$  为噪音扰动的标准差;  $d$  为虚拟变量, 用于控制隔夜信息在每天开盘时的释放, 当每天的开盘时  $d = 1$ , 其他时间  $d = 0$ ;  $\omega_t^i$  为隔夜信息的扰动,  $\omega_t^i \sim N(0, \sigma_{open}^2)$ ,  $\sigma_{open}$  为开盘时隔夜信息产生波动的标准差。则  $t$  时刻 Agent 对  $(t + \tau)$  时刻的预期价格  $\hat{p}_{i,t+\tau_i,t}^i$  为

$$\hat{p}_{i,t+\tau_i,t}^i = p_{i,t-1} e^{\hat{r}_{i,t+\tau_i,t}^i \tau_{i,t}} \quad (2)$$

其中,  $p_{i,t-1}$  为  $(t-1)$  时刻的价格。在关于基本价值的预期收益率  $\hat{r}_{f,t}^i$  建模时, 考虑对 Agent 对基本面价值的反应不足和反应过度现象的建模, 其模型为

$$\hat{r}_{f,t}^i = h [\ln(V_t^i) - \ln(p_{i,t-1})] \quad (3)$$

其中,  $V_t^i$  为  $t$  时刻资产真实的基本价值, 它服从波动率为  $\sigma_F$  的几何布朗运动过程;  $h$  为价格调整系数, 通过价格调整系数来反映 Agent 关于基本面的预期向真实基本价值调整的程度,  $0 \leq h < 2$ 。当  $h = 0$  时, 表示 Agent 对新信息的到来没有任何反应, 继续坚持上一期的价格, 即认为市场价格不会受基本面变化的影响; 当  $0 < h < 1$  时, 表示 Agent 对信息的反应不足, 即资产的真实基本价值不能完全体现在其预期之中; 当  $h = 1$  时, 表示 Agent 能完全接受新的信息, 并且将其完全反映到预期之中, 即认为当期的市场价格应该为基本面价值; 当  $1 < h < 2$  时, 表示 Agent 对新信息的到来反应过度, 价格调整过高。

$\hat{r}_t^i$  通过对特定长度的历史价格进行移动平均计算, 即

$$\hat{r}_t^i = \frac{1}{\tau_{i,t}} \sum_{j=1}^{\tau_{i,t}} r_{t-j} \quad j = 1, 2, 3, \dots \quad (4)$$

$\tau_{i,t} = \left\lceil \tau_0 \frac{1+n_{i,t}^F}{1+n_{i,t}^C} \right\rceil$ ,  $\lceil \cdot \rceil$  为取整,  $\tau_0$  为投资周期长度参考值, 这里选取的历史价格序列长度与投资周期长度相同。

在确定预期价格  $\hat{p}_{i,t+\tau_i,t}^i$  之后, Agent 将根据买卖订单簿的信息确定订单的申报价格, 设  $a$  为当前订单簿中的最佳卖价,  $b$  为当前订单簿中的最佳买价, 则申报价格按照如下的方法进行确定。

首先, Agent 根据揭示出的订单簿的最佳买卖价格, 在涨跌幅限制  $PL$  范围内, 确定一个报价范围, 即  $[P_m, P_M]$ , 则有

$$\begin{cases} P_M = a + g \cdot \Delta \\ P_m = b - l \cdot \Delta \end{cases} \quad (5)$$

其中,  $P_M$  为报价的上限;  $P_m$  为报价的下限;  $\Delta$  为最小报价单位;  $g$  和  $l$  为服从均匀分布的随机数,  $g, l \sim U(0, TL)$ ,  $TL$  为订单簿行情揭示的范围, 即交易前透明度。然后, Agent 在报价范围内随机选择一个价格水平  $p$  作为申报价格,  $p = [p]_{\Delta}$ ,  $[\cdot]_{\Delta}$  为规整到最小报价单位, Agent 根据看到的订单簿的报价确定其订单的价格。

Agent 根据 CARA 效用最大化原则, 在选定的申报价格  $p$  上, 结合其财富约束形成对资产的需求量  $z_{i,t}$ , 即

$$z_{i,t} = \frac{\hat{p}_{i,t+\tau_i,t}^i - (1+r)^{\tau_{i,t}} p_{i,t} (1+\theta)}{\alpha_{i,t} \cdot \text{Var}_t[p_{i,t+\tau_i,t}]} \quad (6)$$

其中,  $r$  为无风险利率;  $p_{i,t}$  为  $t$  时刻 Agent  $i$  选定的申报价格;  $\theta$  为交易成本;  $\alpha_{i,t}$  为风险厌恶系数,  $\alpha_{i,t} = \alpha_0 \frac{1+n_{i,t}^F}{1+n_{i,t}^C}$ ,

$\alpha_0$  为风险厌恶参考值。另外, 考虑到本研究模拟的是一种短期的价格形成过程, 因而设置  $r = 0$ 。在此基础上, 根据 Agent 现有的资产头寸  $S_{i,t}$  和对其的需求量  $z_{i,t}$ , 即可计算出  $t$  时刻 Agent 对风险资产的需求量  $\eta_{i,t}$ , 即

$$\eta_{i,t} = z_{i,t} - S_{i,t} \quad (7)$$

如果  $\eta_{i,t} > 0$ , 表示 Agent 需要买入风险资产, 相应地 Agent 将提交一个申请买入的委托订单  $(p_{i,t}, \eta_{i,t})$ , 由于财富约束的存在, 因此订单申报数量不能超过最大可购买数量;

如果  $\eta_{i,t} < 0$ , 表示 Agent 需要卖出风险资产, 相应地 Agent 将提交一个申请卖出的委托订单  $(p_{i,t}, -\eta_{i,t})$ , 由于禁止卖空, 因此订单申报数量不能超过当前持有的风险资产头寸;

如果  $\eta_{i,t} = 0$ , 则表示 Agent 持有资产, 不做出买卖的决策。

需要说明一点, 为了避免不标价的市价订单导致的市场价格触底或触顶行为, 本研究的模型中要求所有的订单都必须被标价, 如果 Agent 所报的委托价格  $p_{i,t}$  优于对方的最优报价, 那么就将其视为市价订单, 其执行的范围也到其所能容忍的报价  $p_{i,t}$  为止; 如果 Agent 所报的委托价格  $p_{i,t}$  不优于对方的最优报价, 那么就是一个限价订单, 将其按照价格优先、时间优先的原则存储到订单簿中, 等待交易。

### 3.2 连续双向拍卖市场运行机制

在价格形成方面, 遵循“价格优先, 时间优先”的连续双向拍卖原则, 即较高价格的买入申报优先于较低价格的买入申报, 较低价格的卖出申报优先于较高价格的卖出申报; 如果买卖方向相同、价格相同, 先提交的申报订单优先于后提交的申报订单。

在成交量的处理上, 在逐步交易中, 如果完全成交则将订单从订单簿中删除, 如果部分成交, 且 Agent 没有提出撤单操作, 则将剩余的订单仍然保留在订单簿中, 等待新的交易。

#### 4 计算实验参数设置

在进行计算实验之前,每个 Agent 会被随机地以均匀分布的形式分配一定数量的初始现金和股票,即  $C_0^i \sim U(0, C_0)$ 、 $S_0^i \sim U(0, S_0)$ ,  $C_0^i$  和  $S_0^i$  为第  $i$  个 Agent 初始时的现金和股票数量。连续双向拍卖人工股票市场中的具体参数设置如表 1 所示。

**表 1 连续双向拍卖人工股票市场参数设置**  
Table 1 Parameters' Setting in Continuous Double Auction Artificial Stock Market

符号	设置	说明
$KN$	1 000	Agent 数量
$\alpha_0$	0.1	Agent 风险厌恶参考值
$\tau_0$	40	Agent 投资周期长度参考值
$C_0$	1 000	Agent 初始现金参考值
$S_0$	100	Agent 初始股票参考值
$V_0^f$	10	股票基础价值的初始值
$\sigma_F$	0.001	股票基础价值收益率的标准差
$\sigma_N$	0.001	噪音扰动的标准差
$\sigma_{open}$	0.001	开盘时隔夜信息产生波动的标准差
$TL$	5	订单簿行情揭示的范围
$PL$	0.1	涨跌幅限制
$TR$	0.001	税率(即交易成本 $\theta$ )

参数设置主要依据国内外相关文献的设置方法和中国股票市场的结构特征,例如在设置基础价值波动率时,主要参考沪深 300 指数 5 分钟的波动率 0.0014,而涨跌幅限制、税率和行情揭示范围等都与中国股票市场设置一致。为了考察不同最小报价单位设置下的市场流动性特征,本研究将最小报价单位  $\Delta$  设置为 0.010、0.030、0.050、0.0625、0.100、0.125、0.150、0.200 和 0.300 共 9 个不同的水平。计算实验模拟 1 000 天的交易,即 50 000 个周期,然后取出 200 ~ 800 天的日内交易数据做市场流动性特征的分析。由于 Li 等<sup>[20]</sup>对 LZ<sup>3</sup>X 平台进行校准和稳定性分析,证明其可以稳定地模拟出股票市场中格式化特征等

相关信息,故本研究不再对校准问题进行讨论。

#### 5 实验数据分析和讨论

在以往的研究中普遍认为随着最小报价单位的减小,买卖价差会随之减小,而市场深度也会同时减小,因而很难确定最小报价单位对市场流动性的影响<sup>[4]</sup>。因此,本研究在分析过程中首先考察最小报价单位减小对买卖价差和市场深度的影响,从而判断本研究模拟出的结果是否与已有实证研究结论相符,进而采用 Glosten-Harris 模型和 Martin 指数测度最小报价单位对市场流动性特征的影响。

##### 5.1 买卖价差和市场深度分析

价差的变化是市场质量测度中的一类常用指标,可以比较清楚地反映出市场的流动性、交易成本等情况<sup>[21]</sup>。常用的价差指标有绝对报价价差、相对报价价差、有效价差、相对有效价差、已实现价差和相对已实现价差等。为了消除股票价格水平等因素对价差分析的影响,本研究拟选用相对报价价差( $RQS$ )和相对有效价差( $RES$ )对数据进行分析。

$t$  时刻的相对报价价差为

$$RQS_t = \frac{A_t - B_t}{Q_M} \quad (8)$$

其中,  $A_t$  和  $B_t$  为  $t$  时刻订单簿中的最优卖价和最优买价,  $Q_M$  为  $t$  时刻的最佳买卖报价的中点,  $Q_M = \frac{A_t + B_t}{2}$ 。

$t$  时刻的相对有效价差为

$$RES_t = 2 \cdot \frac{|p_t - Q_M|}{Q_M} \quad (9)$$

其中,  $p_t$  为  $t$  时刻的交易价格。

市场深度用以衡量在一定的买卖委托报价下可以交易的资产的数量,其代表了市场中交易的活跃程度,深度越大则交易越活跃,流动性就越高;反之则市场交易平淡,流动性降低。市场深度的计算公式为

$$DT_t = B_t \cdot BV_t + A_t \cdot AV_t \quad (10)$$

其中,  $DT_t$  为  $t$  时刻的市场深度,  $BV_t$  为  $t$  时刻最佳买价位上累计的申报数量,  $AV_t$  为  $t$  时刻最佳卖价位上累计的申报数量。

根据上述算法,对计算实验数据进行分析,分析结果如表 2 所示。

**表 2 买卖价差和市场深度统计结果**

Table 2 Statistical Results of Bid-ask Spread and Market Depth

测度指标	最小报价单位								
	0.010	0.030	0.050	0.0625	0.100	0.125	0.150	0.200	0.300
$RQS$	0.014	0.039	0.064	0.079	0.125	0.156	0.186	0.248	0.369
$RES$	0.001	0.004	0.006	0.010	0.012	0.017	0.019	0.024	0.042
$DT$	4 869.685	6 038.680	6 662.602	5 467.786	6 001.565	5 669.714	5 790.722	5 908.901	9 075.098

由表 2 的统计结果可知,随着最小报价单位的减小,相对报价价差和相对有效价差均明显减小,说明交易成本降低;市场深度从总体趋势上看也是随着最小报价单位的减小而减少,但是在局部有起伏变化的特征,如当最小报价单位减小到 0.050 时,市场深度增加到 6 662.602,而后又逐渐减小。上述分析结论与已有实证研究的普遍共识一致,即最小报价单位减小能够减小买卖价差、降低交易成本,市场深度也会同时减小,市场的交易活跃程度降低,因而仅从这些分析来看还不能完全确定最小报价单位对市场流动性的影响方式。

**5.2 Glosten-Harris 模型测度分析**

Glosten-Harris 模型(简称 GH 模型)是 Glosten 等<sup>[22]</sup>提出的,它是一个基于逐笔交易的流动性测度模型,可以很好地对买卖价差和价量深度进行估计。GH 模型的数学表达式为

$$\Delta p_{\kappa} = \lambda q_{\kappa} + \varphi(D_{\kappa} - D_{\kappa-1}) + \xi_{\kappa} \quad (11)$$

其中,  $\kappa$  为第  $\kappa$  笔交易,  $(\kappa - 1)$  为第  $(\kappa - 1)$  笔交易。 $\Delta p_{\kappa}$  为交易价格的变化。 $q_{\kappa}$  为第  $\kappa$  笔交易的交易量。 $D$  为交易方向参数,如果买方发起交易则  $q_{\kappa}$  为正,  $D = 1$ ;如果是卖方发起交易则  $q_{\kappa}$  为负,  $D = -1$ 。 $\xi_{\kappa}$  为误差项。 $\lambda$  和  $\varphi$  用于衡量交易成本,  $\lambda$  衡量不同交易方向交易量对流动性的影响,  $\lambda$  越大则价格越容易受买卖方向交易量变化的影响;  $\varphi$  衡量买卖价差变化对流动性的影响,其估计值即为估计价差,  $\varphi$  越大则价格变化越容易受交易方向变化的影响。总之,在 GH 模型中,通过方程的回归,  $\lambda$  和  $\varphi$  越大则市场的交易成本越大,流动性越低;反之,  $\lambda$  和  $\varphi$  越小则市场的交易成本越小,流动性越高。

基于 GH 模型的数据分析结果如表 3 所示。

根据表 3 的结果可以看出,随着最小报价单位的减小, GH 模型中的参数  $\lambda$  和  $\varphi$  都明显地随之减小。说明减小最小报价单位,可以减轻买卖方向和交易量变化对价格的影响,能够降低交易成本,减小市场摩擦,提高市场的流动性,因而可以通过减小最小报价单位的方法来改善市场的质量。

**5.3 Martin 指数测度分析**

Martin<sup>[23]</sup>认为流动性比率与市场交易价格正相关,而与价格的波动率负相关。在价格变化的平稳性假设条件下,可以用交易时间内价格变化的平方与交易时间内的交易量之比来衡量市场的流动性。具体表达式为

$$M = \sum_{\kappa=1}^{num} \frac{(p_{\kappa} - p_{\kappa-1})^2}{q_{\kappa}} \quad (12)$$

其中,  $M$  为 Martin 指数,  $num$  为采样的交易时间中的交易次数,  $p_{\kappa}$  为第  $\kappa$  笔交易的交易价格,  $p_{\kappa-1}$  为第  $(\kappa - 1)$  笔交易的交易价格。在对流动性进行评价时, Martin 指数越大流动性越低;反之, Martin 指数越小流动性越高。

基于 Martin 指数模型的分析结果如表 4 所示。

根据表 4 的分析结果可以看出,随着最小报价单位的减小, Martin 指数随之明显减小,说明市场流动性有显著的提高。

通过上述分析发现,最小报价单位减小能够降低买卖价差,减小交易成本,市场深度也会随之减小。结合 Glosten-Harris 模型和 Martin 指数的测度结果可以说明,减小最小报价单位对于市场流动性是有益的,能够明显提高市场的流动性。

**表 3 Glosten-Harris 模型分析结果**

**Table 3 Estimation of Glosten-Harris Model**

测度指标	最小报价单位								
	0.010	0.030	0.050	0.0625	0.100	0.125	0.150	0.200	0.300
$\lambda$	2.879E-05	7.399E-05	1.367E-04	1.581E-04	2.720E-04	3.450E-04	4.192E-04	5.596E-04	7.169E-04
$\varphi$	0.005	0.015	0.025	0.032	0.051	0.065	0.078	0.105	0.160
F 统计量	43 247.5	93 264.8	98 925.7	116 294.1	138 866.8	160 435.2	178 674.8	198 769.6	266 721.9

**表 4 Martin 指数分析结果**

**Table 4 Estimation of Martin Index**

测度指标	最小报价单位								
	0.010	0.030	0.050	0.0625	0.100	0.125	0.150	0.200	0.300
$M$	0.109	0.649	2.743	2.985	9.793	11.528	15.848	25.208	44.325

## 6 结论

最小报价单位对市场流动性有着重要的影响,本研究使用计算实验的研究方法,着重研究最小报价单位的调整对市场流动性影响的规律。由于股票市场是一个典型的复杂系统,因此为了排除其他因素的干扰,在保持其他条件不变的情况下,仅改变最小报价单位设置,在一个广泛的变化区间内设计9组可控的计算实验,分别对最小报价单位为0.010、0.030、0.050、0.0625、0.100、0.125、0.150、0.200和0.300时的市场情景进行模拟。通过对实验数据的分析发现,减小最小报价单位能够降低买卖价差,同时市场深度也会随之减小,这与实证研究的普遍结论相一致。同时发现当最小报价单位在一个更大的变化范围内(本研究最小报价单位设置的上限为0.300)这个规律仍然成立。由于买卖价差和市场深度都有所减小,并不能明确地认定市场流动性的变化方向,正如杨之曙等<sup>[4]</sup>提到的,这也是实证研究方法不易解决的问题。因而在此基础上,为了进一步确定最小报价单位对市场流动性的影响,应用计算实验具有的高度可控性和数据采集自由的特点,采用Glosten-Harris模型和Martin指数的测度方法,对最小报价单位变化与流动性的关系进行深度分析,分析结果一致证明减小最小报价单位能够降低交易成本、减小市场摩擦,从而使市场的流动性有明显的提高。

本研究考察的是一种静态的最小报价单位设计问题,虽然与中国目前的交易机制一致,但是由于目前国际上有些市场已经采用了动态调整最小报价单位的机制,因而本研究进一步的改进方向在于构建一类能够动态调整最小报价单位的计算实验模型,即当股票价位变化到不同区间时,动态调整最小报价单位的设置,从而考察这种动态机制下最小报价单位对市场质量的影响方式和内在机理。

## 参考文献:

- [1] Harris L. Stock price clustering and discreteness [J]. *The Review of Financial Studies*, 1991, 4(3): 389-415.
- [2] Harris L E. Minimum price variations, discrete bid-ask spreads, and quotation sizes [J]. *The Review of Financial Studies*, 1994, 7(1): 149-178.
- [3] Onnela J P, Töyli J, Kaski K. Tick size and stock returns [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2009, 388(4): 441-454.
- [4] 杨之曙,冯锦锋. 最小报价单位对证券市场流动性的影响 [J]. *证券市场导报*, 2001(11): 18-23.  
Yang Zhishu, Feng Jinfeng. The impact of market liquidity by tick size [J]. *Securities Market Herald*, 2001(11): 18-23. (in Chinese)
- [5] Bessembinder H. Trade execution costs and market quality after decimalization [J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2003, 38(4): 747-777.
- [6] Huang R D, Stoll H R. Tick size, bid-ask spreads, and market structure [J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2001, 36(4): 503-522.
- [7] Ahn H J, Cai J, Chan K, Hamao Y. Tick size change and liquidity provision on the Tokyo stock exchange [J]. *Journal of the Japanese and International Economies*, 2007, 21(2): 173-194.
- [8] Cai J, Hamao Y, Ho R Y K. Tick size change and liquidity provision for Japanese stock trading near ¥1 000 [J]. *Japan and the World Economy*, 2008, 20(1): 19-39.
- [9] Ascioğlu A, Comerton-Forde C, McNish T H. An examination of minimum tick sizes on the Tokyo stock exchange [J]. *Japan and the World Economy*, 2010, 22(1): 40-48.
- [10] 郭剑光,孙培源,施东晖. 最小报价单位、价格水平与流动性:基于上海股市的实证研究 [J]. *上海管理科学*, 2004(1): 35-37.  
Guo Jianguang, Sun Peiyuan, Shi Donghui. Tick size, price level and liquidity: An empirical study based on Shanghai stock market [J]. *Shanghai Management Science*, 2004(1): 35-37. (in Chinese)
- [11] 王春峰,卢涛,房振明. 最小报价单位对我国股票市场流动性影响:基于高频数据的实证研究 [J]. *系统工程*, 2005, 23(12): 1-7.  
Wang Chunfeng, Lu Tao, Fang Zhenming. The effects of tick size on the liquidity of Chinese stock market: An empirical research on the basis of high frequency data [J]. *Systems Engineering*, 2005, 23(12): 1-7.
- [12] 赵震宇,杨之曙. Tick-size的减小是否改进中国封闭式基金市场的质量? [J]. *管理科学学报*, 2007, 10(3): 58-70.  
Zhao Zhenyu, Yang Zhishu. Did reduction of tick size improve close-dend fund market quality in China? [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2007, 10(3): 58-70. (in Chinese)
- [13] 郭艳霞. 最小报价单位对我国基金市场流动性的影响 [D]. 天津:天津大学, 2009: 28-44.  
Guo Yanxia. The effects of tick size on the liquidity of Chinese fund market [D]. Tianjin: Tianjin University, 2009: 28-44. (in Chinese)
- [14] 张维,赵帅特,熊熊,张永杰. 计算实验金融、技术规则与时间序列收益可预测性 [J]. *管理科学*, 2008, 21(3): 74-84.  
Zhang Wei, Zhao Shuaite, Xiong Xiong, Zhang Yongjie. Computational experimental finance, technical rules and time series returns predictability [J]. *Journal of Management Science*, 2008, 21(3): 74-84. (in Chinese)
- [15] Arthur W B, Holland J H, LeBaron B, Palmer R G, Tayler P. Asset pricing under endogenous expectations in an artificial stock market [M] // Arthur W

- B, Durlauf S, Lane D. The Economy as an Evolving Complex System II. Massachusetts: Addison-Wesley, 1997:15-44.
- [16] Brock W A, Hommes C H. Heterogeneous beliefs and routes to chaos in a simple asset pricing model [J]. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 1998, 22 (8/9):1235-1274.
- [17] Chiarella C, Iori G, Perelli J. The impact of heterogeneous trading rules on the limit order book and order flows [J]. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2009, 33(3):525-539.
- [18] 高宝俊, 徐绪松, 李璐, 张廷. 连续竞价市场中格式化特征形成机理的仿真研究 [J]. *系统仿真学报*, 2008, 20(7):1864-1868.  
Gao Baojun, Xu Xusong, Li Lu, Zhang Ting. Agent-based simulation of continuous auction market: Do trading mechanisms affect stylized facts? [J]. *Journal of System Simulation*, 2008, 20(7):1864-1868. (in Chinese)
- [19] 杨敏, 马进胜. 基于主体的人工股市建模及其实证研究 [J]. *管理科学学报*, 2010, 13(5):91-96.
- Yang Min, Ma Jinsheng. On agent-based artificial stock market modeling and its application [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2010, 13(5):91-96. (in Chinese)
- [20] Li Y, Zhang W, Zhang Y, Zhang X, Xiong X. Calibration of the agent-based continuous double auction stock market by scaling analysis [R]. Tianjin: Tianjin University, 2010.
- [21] Hasbrouck J. Empirical market microstructure: The institutions, economics and econometrics of securities trading [M]. Oxford, New York: Oxford University Press, 2007:42-55.
- [22] Glosten L R, Harris L E. Estimating the components of the bid/ask spread [J]. *Journal of Financial Economics*, 1988, 21(1):123-142.
- [23] Martin P. Analysis of the impact of competitive rates on the liquidity of NYSE stocks [R]. Economic Staff Papers 75-3. Washington: Securities and Exchange Commission, 1975.

## Impact of Tick Size on Market Liquidity by Agent-based Modeling Approach

Li Yuelei, Zhang Wei, Xiong Xiong

College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China

**Abstract:** This research focuses the impact on the market liquidity with different tick size levels, based on the method of agent-based computational finance. Using LZ<sup>3</sup>X continuous double auction artificial stock market computational platform, which is similar to China's stock market, we designed 9 different controllable experiments with different tick size setting to investigate the impact of size tick on market liquidity. Results of data analysis indicates that the bid-ask spread and market depth would be decreased by smaller the tick size, which coincides with the empirical results. Furthermore, the Martin index and the fitted parameters in the Glosten-Harris model would change in the same way with the tick size adjusting. So it concludes that, decrease the tick size can improve the market liquidity significantly, and even in the range of [0.01, 0.30] this pattern keeps steady.

**Keywords:** tick size; market liquidity; agent-based computational finance; continuous double auction

**Received Date:** May 24<sup>th</sup>, 2011    **Accepted Date:** November 14<sup>th</sup>, 2011

**Funded Project:** Supported by the National Natural Science Foundation of China(71071109, 71131007)

**Biography:** Dr. Li Yuelei, a Liaoning Anshan native(1981 -), graduated from Tianjin University and is a lecturer in the College of Management and Economics at Tianjin University. His research interests include agent-based computational finance and financial engineering, etc.

E-mail: liyuelei@tju.edu.cn

□