

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2024.12.006

中国股市谁在提供流动性?^①

——基于订单簿下单行为的博弈分析

李佳熠¹, 陈 石², 孔 傲³, 张金清¹

(1. 复旦大学经济学院, 上海 200433; 2. 南京大学工程管理学院, 南京 210093;
3. 南京财经大学金融学院, 南京 210023)

摘要: 流动性供给者和消耗者的博弈决定了市场流动性. 本文构建了一个理性预期均衡模型, 从订单簿上的下单行为出发研究中国股市投资者结构对流动性“供给者-消耗者”结构和股市流动性形成机制的影响. 该模型的投资者结构包含知情交易者、非知情交易者和噪音交易者. 模型不仅考虑了知情交易者和非知情交易者的博弈, 还考虑了非知情交易者内部的博弈. 模型结论表明, 非知情交易者和知情交易者均会选择限价订单提供流动性, 即存在“知情-噪音”、“非知情-知情/噪音”的流动性“供给者-消耗者”结构影响股市流动性. 非知情交易者比知情交易者更积极地提供流动性, 即在更优惠的价格上提交限价订单, 但其订单在订单簿上积累得越多, 市场流动性越差; 而知情交易者的限价订单可以控制非知情交易者的订单数量, 从而改善市场流动性. 在此基础上, 模型发现非知情交易者相对于噪音交易者的占比通过影响流动性“供给者-消耗者”结构反向影响市场流动性, 且股价波动性越高, 这一影响越弱, 流动性“供给者-消耗者”结构越稳定(以“知情-噪音”为主导).

关键词: 流动性; 限价订单簿; 理性预期均衡; 知情交易者; 非知情交易者; 噪音交易者

中图分类号: F830.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2024)12-0103-13

0 引 言

流动性是股市赖以存在和运行的前提. 在流动性好的市场上, 投资者可以低成本、迅速地完成交易; 在此基础上, 股票可以实现有效定价, 企业可以完成融资目标, 股市得以稳定运行. 市场中的一部分投资者提交订单主动等待和满足其他投资者的交易需求, 另一部分投资者与等待的订单成交, 前者是流动性的供给者, 后者是流动性的消耗者, 两者的博弈决定了市场的流动性水平. 目前包括我国在内的全球大部分二级市场实行的是指令驱动的交易制度, 任何投资者都可以提交限价指令等待其他投资者成交, 扮演流动性供给者的角色, 也都可能成为流动性的消耗者, 这就使得指令

驱动市场中流动性供给者/消耗者的结构和博弈行为变得错综复杂.

事实上, 回答股市中谁在提供流动性的问题已经成为我国资本市场改革的迫切需求. 为了保护中小投资者的利益、促进市场健康发展, 我国 A 股市场在多个市场和板块推出了投资者适当性管理制度, 其核心内容是通过设置不同的投资者准入门槛按照风险级别将适当的产品匹配给适当的投资者. 自 2009 年创业板实施投资者适当性管理制度以来, 科创板和北交所先后于 2019 年和 2021 年实施了该制度. 值得注意的是, 与创业板相比, 科创板和北交所的投资者门槛大幅提升, 具体为投资者需具有两年的交易经验, 且开户前

① 收稿日期: 2023-12-24; 修订日期: 2024-05-31.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(72301126; 72371078).

作者简介: 李佳熠(1998—), 女, 江苏南京人, 博士生. Email: 20110680032@fudan.edu.cn

20 t的日均资产总额在 50 万元以上。A 股 99%的账户为个人投资者账户,贡献了 60%以上的交易量,但根据上交所 2022 年年鉴披露的投资者持仓数据,满足该门槛的个人投资者账户不足 20%,这意味着大量中小个人投资者被挡在科创板和北交所门外。投资者适当性管理制度是否会影响股市流动性?这引发了业界和学术界的激烈争论,而回答这一问题的关键是厘清个人和机构谁在提供流动性。

投资者在投资行为上的差异,源于他们在信息获取和决策能力等方面的异质性。本文构建了一个理性预期均衡模型,从异质投资者在订单簿上的下单行为出发回答哪一类投资者在提供流动性的问题。在订单簿上,提交限价订单的投资者在等待和满足其他投资者的交易需求,是流动性的供给者,与之成交的市价订单的提交者是流动性的消耗者。本文参考现有文献,将限价订单的最小买卖价差作为衡量市场流动性的最直接的指标:买卖价差越大,流动性越差;反之,流动性越好^[1-3]。本模型中的异质投资者包括知情交易者、非知情交易者和噪音交易者。知情交易者不仅知道当前股价蕴含的所有信息,还能够提前得知未来引起股价变化的信息。非知情交易者只拥有当前股价蕴含的所有信息。知情交易者和非知情交易者都是以收益最大化为目标的策略交易者,会根据策略在提交限价订单和市价订单之间选择,在流动性的供给者和消耗者角色之间转换。噪音交易者无视股价蕴含的信息,只根据某种特殊需求提交市价指令要求立即成交,始终是流动性的消耗者。以上的投资者结构设定某种程度上可以反映中国股市的现实:知情交易者对应于机构投资者,非知情交易者对应于投资经验较为丰富的大户个人投资者,噪音交易者中的大多数为投资经验匮乏的小户个人投资者。

在这一设定的基础上,推导市场均衡时异质投资者的下单行为及对市场流动性的影响。本文的总体思路是:1)分析各类投资者在不同情况下对于订单的选择,发现知情交易者和非知情交易者会在不同情况提交限价订单提供流动性;2)在考虑知情交易者和非知情交易者之间及非知情交易者内部博弈的基础上,基于均衡公式推导出订单簿在稳定状态下知情交易者和非知情交易者所

有限价订单的排布,这里订单簿有 $M+1$ 个稳定状态, M 对应于订单簿上非知情交易者订单的最大数量;3)计算每个稳定状态下订单簿最优买卖价格之差;4)计算每个稳定状态出现的概率,在此基础上计算订单簿最优买卖价差的期望,即得市场流动性的表达式;5)根据市场流动性的表达式和数值模拟方法分析市场流动性的影响因素。

1 文献综述

市场微观结构建模是研究异质投资者博弈行为的经典和前沿理论方法。早期文献针对报价驱动市场,研究做市商如何控制价差,并且明确价差即是流动性的表征。在报价驱动市场,做市商是流动性的提供者,其报价价差要覆盖其提供流动性的成本。信息是影响投资者决策的关键,是决定价差的重要因素。Bagehot^[4]首先尝试用信息不对称来解释做市商的价差,他假设交易者分为知情者和非知情者,做市商与非知情交易者交易获利,与知情交易者交易遭受损失,做市商的价差需要覆盖其净损失。类似地,Copeland 和 Galai^[5]把做市商与知情者交易发生损失的可能性称为做市商面临的逆向选择风险,说明了逆向选择风险是价差存在的重要原因。Kyle^[6]、Glosten 和 Milgrom^[7]的研究表明,在报价驱动市场中,知情投资者出现的概率越大,做市商的买卖价差越大,市场的流动性越差^[6,7]。以上研究已经形成了流动性供给者面临来自知情交易者的逆向风险的朴素认识。有关早期市场微观结构模型的详细综述可参见熊德华和张圣平^[8]的总结。

上世纪 90 年代以来,全球主要股票市场逐渐变为指令驱动市场,以电子交易系统撮合交易者的订单,文献逐步以指令驱动市场为对象。在指令驱动市场中,价差的形成机制更加复杂,从投资者行为的角度研究市场流动性更具挑战。Glosten^[1]最早分析了指令驱动市场中交易者提交限价指令和市价指令的策略;Handa 和 Schwartz^[9]在此基础上进行了拓展,进一步推导了指令驱动市场中交易者提交限价指令和市价指令的显式策略;随后,Seppi^[10]刻画了一个包含有绝对信息优势的

提交市价指令的交易者和其他提交限价指令的流动性供给者的市场。但是他们构建的模型都是静态模型，且默认流动性的提供者和消耗者是固定的。

而现实中投资者可以在流动性供给者和消耗者之间互相转换。为了更贴近现实，指令驱动市场中的微观结构模型慢慢发展为以博弈论为基础的动态序贯模型，这些模型考虑到异质投资者流动性供给/消耗行为的动态变化。Parlour^[11]的模型探讨了提交限价和市价指令的两类投资者的交互关系。Foucault 等^[12]、张强等^[13]进一步通过给投资者赋予外生的等待成本，允许投资者有不同的耐心程度，研究等待成本对价差的影响。Roşu^[2]进一步研究了等待成本对于订单簿限价订单放置的影响。不过，这些模型考虑的都是信息对称的环境。邴涛等^[14]给出了非对称信息框架下指令驱动市场非知情交易者的最优交易策略，但将知情交易者的策略简化为只提交市价指令。Roşu^[15]在 Roşu^[2]的基础上进一步引入信息非对称的影响，考虑知情交易者和不同等待成本的非知情交易者的订单放置。Riccó 等^[16]通过考虑订单放置与成交研究双向逆向选择问题，认为不仅限价订单面临逆向选择问题，市价订单也会如此。

近十余年来，高频交易的盛行使得高频交易在很多发达市场逐渐占据主导地位，在此背景下市场微观结构的相关研究转而对投资者的信息处理速度和交易速度进行刻画。在高频交易市场下，市场中的投资者大部分是拥有经验和设备的机构投资者，他们通过“速度竞赛”提交订单，一方面争夺最优惠的限价订单位置提供流动性，一方面在信息到来时争相“狙击”他人的限价订单消耗流动性^[3, 17-23]。此外，Li 等^[3]还指出高频市场中一些自由提交订单类型的交易者（可能表现为执行算法），即使没有速度优势也可能提供流动性。由于高频环境下每一笔订单成交后会立刻有订单填补其位置，与低频环境下的市场微观结构模型相比，这些模型主要考虑订单竞争最优价格的速度，在订单簿单侧一般只考虑一笔订单，较少考虑多笔订单的放置。

从以上文献可以看出，目前大多数市场微观结构模型起源于欧美发达市场，在低频环境下主要分析不同耐心程度的投资者的博弈或者知情交

易者和非知情交易者的博弈，在高频环境下主要分析高频交易者之间的博弈。与欧美股市相比，中国股市个人投资者占比高、信息披露机制尚不完善、实施 T+1 交易制度。因此，本文认为考虑信息不对称和低频交易环境的模型更适合中国市场。针对中国市场，比如刘晓星等^[24]通过建模发现，中国股市的交易者在面临消息时存在的认知不足的特征会提高市场流动性。杨世超等^[25]的模型认为，过高的交易频率会减少市场的流动性。毛杰和刘红忠^[26]的模型发现，信息不对称越高，发生流动性匮乏的概率越高。

与现有市场微观结构模型相比，本文提出的模型有以下创新点：1) 目前信息非对称环境下的模型主要考虑知情交易者和非知情交易者的博弈，而本文提出的模型在两者博弈的基础上还考虑到了非知情交易者内部的博弈，能够更好地刻画中国股市个人和机构博弈、以及个人和个人博弈的结构特征；2) 当前仅有少数模型对订单簿上存在多笔订单的特征进行刻画，比如 Roşu^[2, 15]和 Goettler 等^[27]。与 Roşu^[2]不同的是，本文考虑到了信息不对称。与 Goettler 等^[27]不同的是，本文模型更适用于低频交易的市场。与 Roşu^[15]不同的是，本文认为知情交易者直接使用私有信息制定策略而非通过贝叶斯学习过程制定策略；3) 得到一个简洁的基于订单簿动态结构的流动性（订单簿的买卖价差）的线性均衡解，补充了现有的指令驱动市场订单簿微观结构的研究。

2 模型设定

设定 1 市场中有一支股票和一个限价订单簿。

考虑一个具有无限连续时间的市场，市场中有一支股票，其“基本面价值”是 v_t 。在未来，外部环境会随机发生变化，导致 v_t 随之发生跳跃，跳跃事件服从到达率 λ_a 的泊松过程。假设每次资产价值 v_t 跳跃时涨或跌的概率均为 0.5，且跳跃幅度是 1 单位。

订单簿记录该股票的买卖报价，即限价订单。价格高于 v_t 的一侧称为订单簿的卖侧，低于 v_t 的一侧称为订单簿的买侧。本文假设订单簿两侧是

对称的,若订单簿卖侧排序为 k 的限价订单的申卖价为 $v_t + h_k$,买侧排序为 k 的限价订单的申买价为 $v_t - h_k$,则订单簿卖侧记录的申卖价格为 $v_t + h_{\min} = v_t + h_1 < v_t + h_2 < v_t + h_3 < \cdots < v_t + h_k < \cdots$,买侧记录的申买价格为 $\cdots < v_t - h_k < \cdots < v_t - h_3 < v_t - h_2 < v_t - h_1 = v_t - h_{\min}$,如图 1 所示.

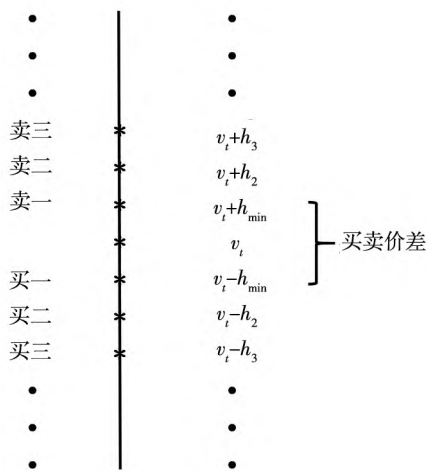


图 1 限价订单簿与买卖价差

Fig. 1 Limit order books and bid-ask spread

限价订单以价格优先规则和时间优先的原则等待成交,与之成交的订单称为市价订单.需要指出的是,订单簿上只记录申卖价格高于 v_t 或申买价格低于 v_t 的限价订单(称为“一般性限价订单”);申卖价格低于 v_t 或申买价格高于 v_t 的限价订单(称为“刺激性限价订单”),它们会吸引交易者立刻成交,与市价订单一样不会停留在订单簿上^[3, 20].

本文使用订单簿上最优买卖订单价格 $v_t + h_{\min}$ 和 $v_t - h_{\min}$ 的差值 $2h_{\min}$ 衡量流动性,称为订单簿的买卖价差.

设定 2 市场中有三类交易者.

参考信息非对称环境下的投资者结构设定,模型包含具有信息优势的知情交易者,对应于我国股市中的机构投资者.同时考虑到我国股市中占绝对比重的个人投资者在投资经验方面分化严重,模型包含非知情交易者和噪音交易者,虽然两者都处于信息劣势,但非知情交易者策略交易者,而噪音交易者是无策略交易者.两者分别对应于现实中投资经验丰富的大户个人投资者和经验匮乏的小户个人投资者.

知情交易者 他们可以随时大量到达市场,

不仅知道当前股价蕴含的所有信息,还能够提前得知未来引起基本面价值 v_t 变化的信息,可以预知 v_t 的跳跃.他们以最大化收益为目标,根据交易策略选择提交限价订单或市价订单.

非知情交易者 他们随机到达市场,到达事件服从到达率为 λ_y 的泊松过程,买家和卖家的到达概率均为 0.5.他们只拥有当前股价蕴含的所有信息.他们的交易动机是外生的,以最大化收益为目标,根据策略选择提交限价订单或市价订单,完成交易后离开市场.

噪音交易者 他们随机到达市场,到达事件服从到达率为 λ_z 的泊松过程,买家和卖家的概率均为 0.5.他们的交易动机是外生的,以立即完成交易为目标,无视股价中蕴含的信息,只提交市价订单,完成交易后离开市场.

同时为了简化模型,假设每个交易者只提交 1 个单位的限价订单或市价订单.模型允许交易者撤销未成交的限价订单.

3 投资者下单行为的刻画

参考设定 1,投资者可以提交一般性限价订单、刺激性限价订单,也可以选择通过提交市价订单成为限价订单的对手方.从流动性的供给和消耗来看,一般性限价订单由于会停留在订单簿上等待他人成交,是流动性的提供方,其对手方为流动性的消耗方;与之相反,刺激性限价订单通过让利给对手方要求即刻成交,从本质上来说是流动性的消耗方,其对手方是流动性的供给方^[3, 20].投资者可能选择的四类订单总结如表 1 所示.

表 1 投资者可选择的订单类型

Tabel 1 Types of orders available to investors

订单类型		流动性供需
限价 订单	(1) 一般性限价订单	供给流动性
	(2) 刺激性限价订单	消耗流动性
市价 订单	(3) 与一般性限价订单成交的市价订单	消耗流动性
	(4) 与刺激性限价订单成交的市价订单	供给流动性

1) 知情交易者的下单行为

第一,知情交易者是具有信息优势群体,他们会在预知价值 v_t 即将变化时提交市价订单与一般

性限价订单成交,即“逆向选择”其他交易者.例如,当股价向上跳跃 1 单位时,订单簿上任何一笔价格 $v_i + h_k$ 的限价卖单相对于新价值较低,知情交易者会撤销限价订单并立即提交市价订单与这些订单成交,则获取 $1 - h_k$ 的收益.

第二,由于限价订单的价差越小,逆向选择的收益越大,为了获取最大收益,在没有信息时,知情交易者会在 $v_i \pm h_{\max}$ 的价位上维持一个一般性限价订单来压缩订单簿上其它限价订单的价差.一般情况下知情交易者的一般性限价订单不会成交,在没有非知情交易者提交的一般性限价订单的情况下,其订单也会和噪音交易者成交.

第三,知情交易者不会提交刺激性限价订单.因为他们没有立即交易的“急迫”需求,要求收益最大化.

第四,如果有刺激性订单,知情交易者会立即提交市价订单与这笔刺激性限价订单成交,因为与刺激性限价订单成交必然获利.

2) 非知情交易者的下单行为

第一,非知情交易者没有信息优势,因此其主要收益来源于“提供流动性”,因此会提交一般性限价订单期待与噪音交易者成交.与知情交易者的限价订单相比,他们的订单需要以更加优惠的价格来取得优先交易权.

第二,当非知情交易者急于成交时,他们会愿意承担一部分亏损提交刺激性限价订单.他们不用担心订单不会成交,因为市场中大量盯市的知情交易者会迅速与刺激性订单成交获取正收益.

第三,非知情交易者不会提交市价订单和一般性订单成交.因为他们可以通过提交刺激性限价订单快速成交,并承担少于提交市价订单的亏损.例如,非知情买者可以在 $v_i + \varepsilon$ 的价格提交限价买单,亏损 ε ,而 ε 可以无限接近于 0.

第四,非知情交易者无法提交市价订单和刺激性订单成交.因为市场中大量盯市的知情交易者会在他们到来前与刺激性订单成交.

3) 噪音交易者的下单行为

噪音交易者是无策略的交易者,只提交市价订单,始终是流动性的消耗者.

由于模型假设订单簿是对称的,为表述简洁,下述分析不妨只针对卖侧订单簿展开.

4 订单簿状态的刻画

根据上述分析,知情者提交的限价订单的目的是控制其他投资者限价订单的价格,因此它是持续性的,即在某个价位提交 1 笔限价订单,如果这笔订单成交或撤销,就立即补充.以下说明订单簿单侧只停留 1 笔知情者的限价订单,并且这笔订单的价差最大.首先,知情交易者有 1 笔限价订单达到均衡策略说明这笔订单已经达到了平衡点.优先级较低的另一笔订单无法起到控制价格的作用,也无法带来额外的收益,因此知情交易者不会提交多于 1 笔的限价订单.非知情交易者不会在知情交易者的限价订单之后放置自己的限价订单,因为比知情者价差更大的订单永远不会和噪音交易者成交,只能在将来被逆向选择,是必然亏损的.

目前国外主流的市场微观结构模型主要针对高频交易环境,通常只考虑订单簿上的最优限价订单.本文针对中国股市研究低频交易环境下的市场,考虑投资者提交一笔订单,但并不一定能立刻完成交易,因此会有订单停留在订单簿上,且其成交的概率不同.订单簿卖侧记录了知情卖者和非知情卖者提交的若干笔(记为 $m+1$ 笔)一般性限价订单,其中前 m 笔由非知情卖者提交,1 笔由知情卖者提交(这笔限价订单的价差最大),如图 2 所示.将这一订单簿记为 $B_m = \{h_{\min}, h_2, \dots, h_m, h_{m+1}\}$. 订单簿可以容纳的限价订单数是有限的,即存在 M ,使得 $m \leq M$ (见 5.2 节).

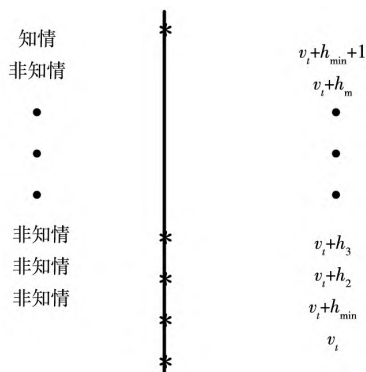


图 2 知情交易者和非知情交易者博弈行为
(以订单簿卖侧提交的限价订单提交为例)

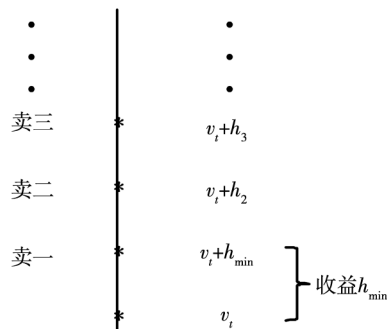
Fig. 2 The strategic behavior of informed and uninformed traders
(Taking the sell side of the order book as an example)

每个时刻有三类事件可能在未来随机发生,会对订单簿造成影响:1) 股票价值向上跳跃,即知情交易者进行逆向选择;2) 非知情卖者到达;3) 噪音买者到达. 三类事件服从到达率分别为 λ_x 、 λ_y 和 λ_z 的泊松过程,在任何时刻,下一个事件是股票价值向上跳跃、非知情卖者到达或噪音买者到达的概率分别为 $\theta_a = \frac{\lambda_a}{\lambda_a + \lambda_y + \lambda_z}$, $\theta_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_a + \lambda_y + \lambda_z}$ 和 $\theta_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_a + \lambda_y + \lambda_z}$. 事件平均在 $\Delta = \frac{2}{\lambda_a + \lambda_y + \lambda_z}$ ② 的时间内发生. 记 $\Theta = (\theta_a, \theta_y, \theta_z)$, 其中 $\theta_a + \theta_y + \theta_z = 1$, 为刻画市场的参数向量.

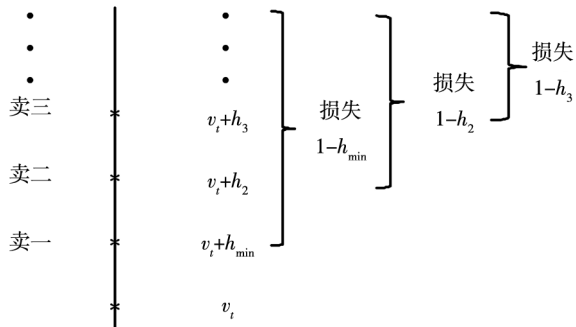
1) 当股票价值向上跳跃时,知情交易者可以预知股票价值跳跃的发生,所以当股价向上跳跃时,他们会立即争相提交市价订单与订单簿上的所有限价订单成交,同时他们也会撤销已经提交的限价卖单,避免被其它知情者逆向选择. 此时非知情卖者的所有订单清空, $m = 0$, 知情卖者将提交新的限价订单,如图 3(b) 所示.

2) 当非知情卖者到达时,如果订单簿未满足 ($m < M$), 订单簿上原先来自 m 个非知情交易者的限价订单增加 1 个,变为 $m+1$ 的状态,此时订单簿上原有的限价订单申卖价格改变. 如果订单簿已满 ($m = M$), 则会有一位非知情交易者无法提出期望收益非负的限价订单,他选择使用刺激性订单立即需求流动性并离开市场,订单簿状态保持不变.

3) 当噪音买者到达时,他们会提交市价订单立刻与最优限价卖单成交,离开市场,此时优先级最高的订单获得收益 h_{\min} , 如图 3(a) 所示. 如果 $m > 0$, 订单簿上的限价订单减少 1 个,变为 $m-1$. 如果 $m = 0$, 则噪声交易买者和知情交易者的限价订单成交. 之后知情交易者提交新的限价订单,市场再次达到 $m = 0$ 的均衡状态.



(a) 噪音买者到来



(b) 股票价值向上跳跃 (知情交易者到来)

图 3 订单簿卖侧限价订单的收益和损失

Fig. 3 The gains and losses of limit orders on the sell side of the order book

5 均衡订单簿的推导

由前文的假设可知,订单簿上只会出现 1 个知情交易者的订单和 m 个非知情交易者限价订单. 本文将订单簿上排列的非知情交易者限价订单数量 m 称作订单簿所处的状态,基于第 4 节的分析, m 会随着三类事件的发生而变化,如图 4 所示. 可以看出订单簿状态的随机转化过程为马尔科夫过程.

订单簿在某种状态下 (即 m 为某个值时), 提供限价订单的交易者都会通过观察市场中其它交易者的报价而随时调整自己的报价,最终会达到一种稳定均衡情形,具体见后文. 在每种均衡情形下就存在一个订单簿 B_m^* 的买卖价差 $2h_{\min}^*(m) = 2h_1^*$, 衡量了市场在这种状态下的流动性.

由于订单簿中非知情交易者订单数量 m 可能为 $0 \sim M$ 个,共 $M+1$ 种情况,同一时刻只会出现一种状态情况,每种状态下均衡订单簿出现的概率为 $\Pi_m(m)$, 则市场流动性的衡量指标为

② 如果是双侧市场,则事件平均以 $\Delta = \frac{1}{\lambda_a + \lambda_y + \lambda_z}$ 的概率发生.

$2h_{\min}^*(m)$ 的期望 $2E(h_{\min}^*)$, 这里

$$E(h_{\min}^*) = \sum_{m=0}^M \Pi_M(m) h_{\min}^*(m) \quad (1)$$

因此, 为了计算式(1), 本文需要推导出每种状态下的均衡价差 $h_{\min}^*(m)$ 及其出现的概率 $\Pi_M(m)$, 同时需要证明 m 存在最大值 M . 在此之前, 需要先明确几个概念.

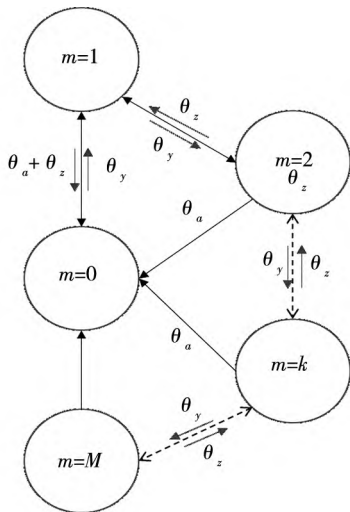


图4 订单簿状态转化的马尔科夫过程图

Fig. 4 Markov process diagram of order book state transitions

5.1 相关概念: 订单簿总期望收益与总期望损失、每笔订单的期望成交净收益

当订单簿处于订单数量为 $m+1$ 的状态时, 订单簿上等待的每一笔限价订单可能会在下一个单位时间内成交. 当单位时间内下一个事件是噪音买者到来时, 排序第1的订单成交, 此时股票的价值为 v_t , 该笔订单的卖价为 $v_t + h_1$, 因此获得收益 h_1 , 如图3(a)所示; 当下一个事件是股票价格上跳时, 所有订单被知情买者逆向选择, 此时股票的价值为 $v_t + 1$, 这些订单的卖价依次为 $v_t + h_1, v_t + h_2, v_t + h_3, \dots$, 因此按照顺序每笔订单的损失分别为 $1 - h_1, 1 - h_2, 1 - h_3, \dots$, 如图3(b)所示. 基于此, 可以计算单位时间内订单簿的总期望收益 $r(B_m)$ 和总期望损失 $l(B_m)$

$$r(B_m) = \theta_z \times h_1 \quad (2)$$

$$l(B_m) = \theta_a \times \sum_{k=1}^{m+1} (1 - h_k) \quad (3)$$

订单簿上等待的每一笔限价订单最终都会成交. 它们或者因为订单顺序的改变成为第一笔订单与噪音买者成交, 或者被知情交易买者逆向选择. 知情卖者和非知情卖者通过权衡订单直到成

交的期望收益, 决定在什么价位上提交限价订单. 对于订单簿中排序为 k 申卖价格为 $v_t + h_k$ 的限价订单, 它前面可能提交的订单影响了它的优先级, 进而影响了其与噪音交易者成交的概率, 也就影响了其期望成交净收益.

引理1 假设投资者只提交不亏损的一般性限价订单. 订单簿申卖价格为 $v_t + h$, 当前排序为 k 的订单 (h, k) , 其期望成交收益与它前面最多可能存在的一般性限价订单数量有关. 假设它前面最多可能存在 $K(h) - 1$ 个限价订单, 即它最多可能排到第 $K(h)$ 位 ($k \leq K$), 则其期望成交收益 $ER[h_k]$ 为

$$ER[h_k] \triangleq ER[h, k, K(h)] = h - [1 - p_z(h_k)] \quad (4)$$

其中 $p_z(\cdot)$ 是订单和噪音交易者成交的可能性

$$p_z(h_k) \triangleq p_z(k, K) = \frac{(x_2^{K+1} - x_2^K) x_1^k - (x_1^{K+1} - x_1^K) x_2^k}{(x_2^{K+1} - x_1^{K+1}) - (x_2^K - x_1^K)} \quad (5)$$

(x_1, x_2) 是方程 $\theta_z - x + \theta_y x^2 = 0$ 的两个实根.

根据引理1, 可以计算其期望成交净收益 $ER(h_k)$

$$ER(h_k) = h_k - (1 - p_z(h_k)) \quad (6)$$

这里 p_z 是订单与噪音交易者成交的可能性, 与订单前面可能继续提交的订单数量有关.

5.2 均衡订单簿的条件及价差求解

均衡订单簿的定义: 当不同投资者到达概率参数为 $\Theta = (\theta_a, \theta_y, \theta_z)$, 且订单簿 $B_m^* = \{h_1^*, h_2^*, \dots, h_m^*, h_{m+1}^*\}$ 处于非知情交易者订单数量为 m 的状态时, 此订单簿称为一个均衡订单簿, 当且仅当其满足如下两个条件:

1) 订单簿上所有订单的总期望收益与面临的总期望损失相等. 这一条件从订单簿上所有限价订单的总体视角出发, 假设单位时间内订单簿上没有外部资金流入, 则所有提交限价订单的投资者的竞争是“零和博弈”, 即订单簿上所有订单的期望收益等于期望损失

$$r(B_m^*) = l(B_m^*) \quad (7)$$

2) 订单簿上每笔订单的期望成交净收益相等且非负. 这一条件从单个投资者的视角出发, 认为均衡时任何投资者无法从现有订单簿状态上获取比他人更多的收益, 类似的思想可以见于 Roşu^[2], 这意味着

$$ER(h_1^*) = \cdots = ER(h_m^*) = ER(h_{m+1}^*)$$

$$ER(h_k^*) \geq 0, k = 1, 2, \cdots, m+1 \quad (8)$$

这一均衡思想既体现了非知情交易者内部的博弈,又体现了知情交易者和非知情交易者的博弈.

根据如上定义,给定非知情卖者的限价订单数量 m ,求解式(7)和式(8),可得到一个均衡订单簿 B_m^* 下的最小价差 h_1^* ,由此得到命题 1.

命题 1 设参数向量为 $\Theta = (\theta_a, \theta_y, \theta_z)$, 当订单簿 $B_m^* = \{h_1^*, h_2^*, \cdots, h_m^*, h_{m+1}^*\}$ 处于非知情交易者订单数量为 m 的均衡状态时,每个订单的价格 $v_t + h_k^*$ ($k = 1, 2, \cdots, m+1$) 可表示为

$$h_k^* = \phi + [1 - p_z(k)], k = 1, 2, \cdots, m+1 \quad (9)$$

其中 ϕ 为每笔订单的期望成交净收益,即 $\phi = ER(h_1^*) = ER(h_2^*) = \cdots = ER(h_m^*) = ER(h_{m+1}^*)$, 且

$$\phi = \frac{\theta_a \left[\sum_{k=1}^{m+1} p_z(k) - p_z(1) \right]}{\theta_z + (m+1)\theta_a} \quad (10)$$

$$p_z(k) = (x_1 x_2)^k \frac{x_2 - x_1}{(x_2^{k+1} - x_1^{k+1}) - (x_2^k - x_1^k)} \quad (11)$$

x_1, x_2 是方程 $\theta_z - x + \theta_y x^2 = 0$ 的两个根.

此时,订单簿的总期望收益 $r(B_m^*)$ 和总期望损失 $l(B_m^*)$ 相等,有

$$r(B_m^*) = l(B_m^*) = \frac{\theta_z \sum_{k=1}^{m+1} p_z(k) + (m+1)\theta_a p_z(1)}{(m+1)\theta_a + \theta_z} \quad (12)$$

知情交易者在最大价差上提交的限价订单控制着整个订单簿的厚度,也就决定着订单簿上非知情交易者订单的数量 m . 由于知情交易者的主要收益来源是逆向选择订单簿上的订单,而逆向选择的期望收益等同于订单簿的总期望损失 $l(B_m)$, 因此知情交易者会最大化订单簿的总损失 $l(B_m)$. 图 5 以三组不同投资者到达概率参数为例,给出了 $l(m) \triangleq l(B_m)$ 随着 m 的变化曲线. 从图中可以看出, $l(m)$ 存在唯一一个最大值. 事实上,可以证明对于任意不同投资者到达概率参数为 $\Theta = (\theta_a, \theta_y, \theta_z)$, 这一结论都成立(见命题 2).

令 $M = \max_m l(m)$. 当 m 较小时,订单簿的总期望损失可能随着 m 的增大而增大,如图 5 所

示. 当总期望损失不再增大,知情交易者便不会允许非知情交易者的订单数量 m 继续增加,因为随后总期望损失开始下降,也就意味着知情交易者的逆向选择收益下降. 此时非知情交易者会提交刺激性限价订单需求流动性并退出市场. 也就是说,在任何时间点,均衡订单簿上可能存在的非知情交易者的限价订单数量为 M , 即,在任何时间点,市场中存在 $M+1$ 个可能的均衡订单簿 B_m^* , $m = 0, 1, \cdots, M$. 进一步,可以推导出任何时间点这 $M+1$ 个均衡订单簿的出现概率. 因此有命题 2.

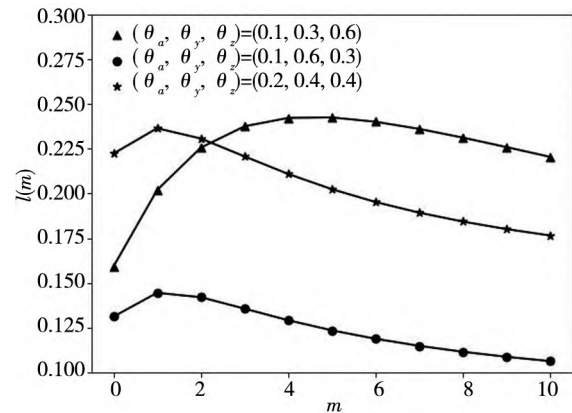


图 5 $l(m)$ 随着 m 的变化曲线

Fig. 5 The curve of $l(m)$ as m varies

命题 2 设参数向量 $\Theta = (\theta_a, \theta_y, \theta_z)$, 在任何时间点,均衡订单簿 B_m^* 上非知情交易者的限价订单数量 m 的最大值 M 满足

$$M = \min_m \{m | f(m) < 0\} \quad (13)$$

其中

$$f(m) = [\theta_z + (m+1)\theta_a] p_z(m+2) - \theta_a \sum_{k=2}^{m+1} p_z(k) \quad (14)$$

同时,均衡订单簿 B_m^* 出现的概率为

$$\Pi_M(m) = \frac{(x_1 - 1) x_1^{M-m} - (x_2 - 1) x_2^{M-m}}{x_2^{M+1} - x_1^{M+1}} \quad (15)$$

(x_1, x_2) 同命题 1.

根据以上结论,均衡订单簿可能会出现 $M+1$ 种状态,对应于 $m = 0, 1, \cdots, M$. 在此基础上,根据式(9)可计算每种状态下订单簿的买卖价差 $h_{\min}^*(m) = h_1^*$. 根据式(15)可计算 $h_{\min}^*(m)$ 出现的概率 $\Pi_M(m)$. 将 $h_{\min}^*(m)$ 和 $\Pi_M(m)$ 代入式(1)即可计算出市场流动性的衡量指标 $2E(h_{\min}^*)$.

6 针对现实的理论判断

本文进一步分析投资者结构对流动性“供给者—消耗者”结构及对市场流动性的影响,可以得出以下 4 个针对现实的理论判断.

判断 1a 非知情交易者和知情交易者都可能是流动性的供给者.

判断 1b 市场中共存在“非知情—知情/噪音”、“知情—噪音”、“知情—非知情”三种流动性“供给者—消耗者”结构,前两种结构影响市场流动性,第三种结构不影响市场流动性.

本文模型设定知情交易者和非知情交易者都是策略交易者,他们可以在市价订单和限价订单之间选择.通过分析投资者可能的下单行为,易得判断 1a 和判断 1b 的结论.

知情交易者和非知情交易者分别对应与中国股市的机构投资者和有经验的个人投资者,因此判断 1a 和判断 1b 意味着机构投资者和有策略的个人投资者都可能提供流动性,也都有可能消耗流动性,而无策略的个人投资者始终是流动性的消耗者.

判断 2a 非知情交易者通过提交更优惠的买卖价格比知情交易者更积极地提供流动性,但订单簿上积累的非知情交易者的订单数量越多,市场流动性越差.

当 $m = 0$ 时,根据式(10) $\phi = 0$,此时订单簿的总期望损失(即知情交易者的逆向选择期望收益)为 $l(0) = \theta_a p_z(1)$. 当 $m \geq 1$ 时, $l(m) = l(0) + \frac{\theta_a \theta_z}{\theta_z + (m+1)\theta_a} \sum_{k=2}^{m+1} p_z(k)$. 易见 $l(m) > l(0)$, $\forall m \geq 1$. 因此首位非知情交易者进入市场能够提高知情交易者的逆向选择期望收益,知情交易者允许他在市场中提供流动性. 同时非知情交易者提交的一般性限价订单的价格比知情交易者更优惠,因此在更积极地提供流动性.

由式(9)可知,在市场 Θ 中,均衡订单簿买卖价差 $2h_{\min}^*(m) = 2(\phi(m) + 1 - p_z(1))$. 易知 $\phi(m)$ 是 m 的增函数,从而对于任意 m , 订单簿的买卖价差 $2h_{\min}^*(m)$ 都随着非知情交易者的限

价订单数量 m 的增加而变大,也就可证市场期望价差 $2E(h_{\min}^*)$ 随着 m 的增加而变大,即市场流动性变弱.

判断 2b 知情交易者的限价订单可以控制非知情交易者订单的数量,起到了提高市场流动性的作用;知情交易者只有在订单簿上没有非知情交易者订单时才会提供流动性.

如果没有知情交易者的限价订单,新到来的非知情交易者会不断提交一般性限价订单,根据判断 2a 的分析,随着非知情交易者限价订单的累计,最优买卖价差会持续增大. 如果没有股价跳跃发生,该价差会无限趋近于 2,即所有非知情交易者的限价订单会聚集在 $v_t + 1$ 和 $v_t - 1$ 附近,市场流动性枯竭. 当发生股票价值跳跃时,所有非知情交易者的订单会被逆向选择,在下一个非知情交易者提交限价订单之前,市场流动性也趋于无限小.

判断 2a 和判断 2b 意味着在现实中,有策略的个人投资者之间的博弈会恶化市场流动性,而机构投资者对于市场流动性起到了正向影响,也就是说信息不对称促进了市场流动性.

判断 3a 股价波动性一定的情况下,非知情交易者相对于噪音交易者的占比与市场流动性呈反向关系,且三种流动性“供给者—消耗者”结构的出现概率随非知情交易者占比的变化而转变.

判断 3b 股价波动性越大,非知情交易者占比对市场流动性的影响越弱,流动性“供给者—消耗者”结构越稳定(以“知情—噪音”为主导).

在本文的模型中,股票价值跳跃事件的到达率 θ_a 可以用来衡量股价波动性,即 θ_a 越大,股价波动性越大. 非知情交易者到达率相对于噪音交易者到达率的比值 $\theta_y/(\theta_y + \theta_z)$ 可用于衡量市场中非知情交易者相对于噪音交易者的占比. 图 6 给出了通过数值模拟得到的市场价差 $E(h_{\min}^*)$ 与股价波动性 θ_a 和非知情交易者相对于噪音交易者的占比 $\theta_y/(\theta_y + \theta_z)$ 的关系图. 颜色深浅表示了市场流动性 $E(h_{\min}^*)$ 的大小,颜色越深则 $E(h_{\min}^*)$ 越大,即流动性越差. 在图中,固定股价波动 θ_a ,即观察任意一条平行于横轴的直线,可以看出 $\theta_y/(\theta_y + \theta_z)$ 越大,图的颜色越深,即

$E(h_{\min}^*)$ 越大,也就是非知情交易者相对于噪音交易者的占比与市场流动性呈反向关系.

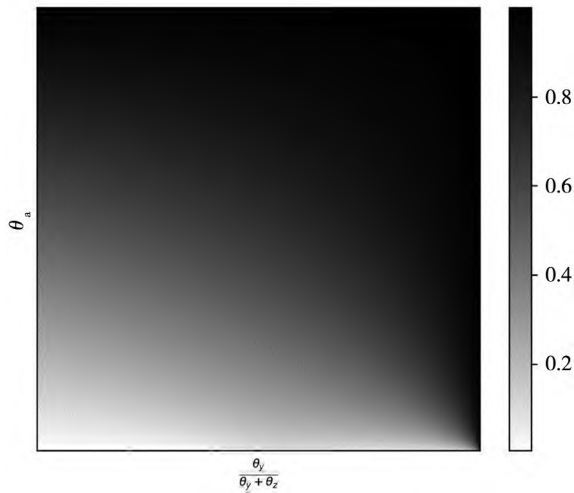


图 6 市场价差 $E(h_{\min})$ 的影响因素

Fig. 6 Determinants of market spread $E(h_{\min})$

图 7 从左到右依次展示了通过数值模拟得到的三类流动性“供给者-消耗者”结构出现概率

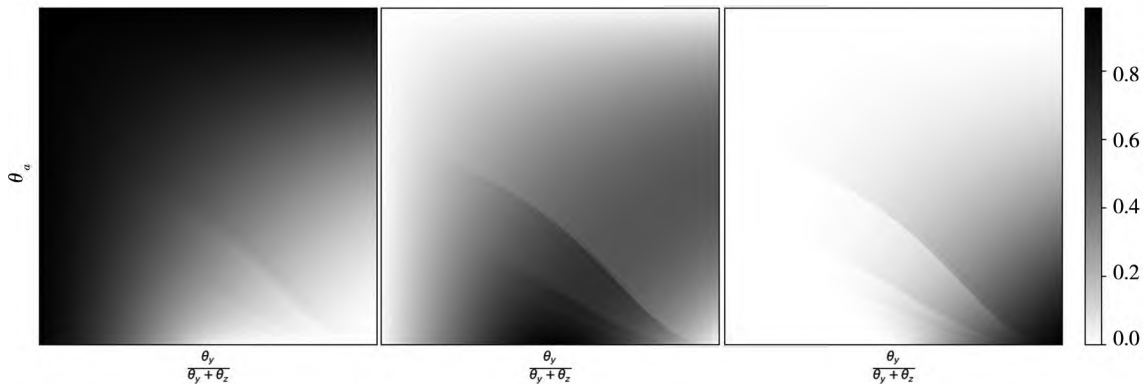


图 7 三种流动性“供给者-消耗者”结构出现概率的影响因素

(1) 知情-噪音 (2) 非知情-知情/噪音 (3) 知情-非知情

Fig. 7 Determinants of the probabilities of three types of liquidity ‘provider-consumer’ structures

(1) informed-noise (2) uninformed-informed/noise (3) informed-uninformed

对应于中国股市的现实,如果认为中小投资者投资经验不足,是无策略的噪音投资者,那么投资者适当性门槛会减少噪音交易者的数量,增大非知情交易者相对于噪音交易者比,降低市场的流动性.相对于波动性较大的股票,投资者适当性门槛对于波动性较小的股票的流动性影响较大.

同样考虑多笔订单的排布, Roşu^[2] 与本文的研究最为接近.但 Roşu^[2] 的推导表明提交限价指令的投资者相比提交市价指令的投资者的达到概率越大,市场流动性越好,与本文的结论相反.这

与股价波动性和非知情交易者占比的关系,颜色深浅表示对应三种流动性“供给者-消耗者”结构出现的概率.在图中,固定股价波动 θ_a ,即观察任意一条平行于横轴的直线,可以看出随着 $\theta_y/(\theta_y + \theta_z)$ 的变化,每种“供给者-消耗者”结构的出现概率都在发生变化.不过三幅图取相同位置的点时,其对应的结构类型出现概率之和始终为 1.

从图 6 和图 7 也容易看出,当股价波动性 θ_a 越大时,即图中越靠上方的位置,颜色深浅随 $\theta_y/(\theta_y + \theta_z)$ 的变化幅度越小,即表明非知情交易者占比对市场流动性的影响越弱.同时,对比图 7 的三幅图可以看出,第一幅图的颜色随着 θ_a 的增大越来越稳定为深色,其它两幅图的颜色随着 θ_a 的增大越来越稳定为浅色,即表明股价波动性 θ_a 较大时,流动性“供给者-消耗者”结构以“知情-噪音”为主导.

是由于两篇文章存在以下区别:第一, Roşu^[2] 默认限价订单的交易区间是外生的,没有指出区间存在的原因和约束.而本模型中限价订单的交易区间是内生的,其中左侧是使得限价订单收益为的盈亏平衡点,因为非知情交易者必须在期望收益非负时才会提供流动性;右侧是被知情交易者的订单决定的.第二, Roşu^[2] 认为等待成本会导致订单价值的下降,但没有刻画产生等待成本的原因.本文使用逆向选择风险来刻画等待成本,意味着在市场中可能的等待时间越长,订单和噪音交易

者成交的概率越小,这意味着受到的逆向选择风险越大,因此订单停留时间是具有成本(风险)的。

同样考虑策略交易者对于限价订单和市价订单的选择,即流动性“供给者-消耗者”的结构, Li 等^[3]与本文的研究最为接近。在 Li 等^[3]中策略交易者(即高频交易者和执行算法交易者)可以在限价订单和市价订单之间自由选择,而市价订单交易者只能选择市价订单消耗流动性。与本文的结论类似,他们的模型也认为策略交易者中的弱势群体(即执行算法交易者)会倾向于在更优惠的价格上提交限价订单;同时,他们也指出,流动性的“供给者-消耗者”结构会随着外部因素的改变而转换。

7 结束语

围绕投资者结构对我国股市流动性的影响这一现实问题,本文构建了一个理性预期均衡模型,从投资者下单行为出发展开研究。模型设定中包含知情交易者、非知情交易者和噪音交易者,对于其交易行为的刻画在一定程度上反映了中国股市中机构投资者、有经验的大户个人投资者和无经验的小户个人投资者三类投资者的交易特征。模型不仅考虑了知情交易者和非知情交易者的博弈,还考虑到了非知情交易者内部的博弈。在推导出博弈均衡的基础上,本文计算出订单簿结构的线性解,并分析了投资者结构对均衡下的流动性“供给者-消耗者”结构和订单簿价差(即市场流动性)的影响。

本文发现市场中存在三种流动性“供给者-消耗者”结构,即“知情-噪音”、“非知情-知情/噪音”、“知情-非知情”,其中前两类与市场流动

性密切相关。非知情交易者会比知情交易更积极地供给流动性,但其订单在订单簿上积累得越多,市场流动性越差,而知情交易者的限价订单可以改善市场流动性。最后,非知情交易者相对于噪音交易者的占比通过影响流动性“供给者-消耗者”结构反向影响市场流动性,且这一关系也受到股价波动性的影响。

本研究初衷是为了回答投资者适当性门槛政策如何影响股市流动性的现实问题。科创板作为我国资本市场改革的“试验田”,是我国股市主板市场中率先实施“50 万”投资者适当性门槛的市场,其流动性水平也一直备受关注。一些观点认为科创板流动性不足,交易不活跃;另一些观点认为与主板和其它板块相比,科创板的流动性整体更好;还有一些观点认为科创板股票的流动性水平分化严重,有相当一部分股票存在严重的流动性缺失。本文从理论上给出了投资者适当性门槛如何影响市场流动性的答案。投资者适当性门槛会增大大户个人投资者相对于小户个人投资者的占比,对应于模型的结论,会增大非知情交易者和噪音交易者的相对比例,进而降低股市流动性水平。很多持科创板流动性不足观点的舆论认为小户个人投资者是流动性的提供者,流动性水平的恶化是由于流动性供给的减少。与之不同,本文认为小户个人投资者是流动性的消耗者,而投资者适当性门槛导致的市场流动性水平的恶化是流动性供给订单难以成交、策略交易者之间博弈加剧的结果。此外,相对于波动性小的股票,投资者适当性门槛对于波动性大的股票流动性的影响相对较小。这一结论对于投资者适当性门槛以及科创板目前已经引入的做市商制度的实施,都有重要的指导意义。

参 考 文 献:

- [1] Glosten L R. Is the electronic open limit order book inevitable? [J]. The Journal of Finance, 1994, 49(4): 1127-1161.
- [2] Roşu I. A dynamic model of the limit order book [J]. The Review of Financial Studies, 2009, 22(11): 4601-4641.
- [3] Li S, Wang X, Ye M. Who provides liquidity, and when? [J]. Journal of Financial Economics, 2021, 141(3): 968-980.
- [4] Bagehot W. The only game in town [J]. Financial Analysts Journal, 1971, 27(2): 12-14.
- [5] Copeland T E, Galai D. Information effects on the bid-ask spread [J]. The Journal of Finance, 1983, 38(5): 1457-1469.
- [6] Kyle A S. Continuous auctions and insider trading [J]. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 1985, 53(6):

1315 – 1335.

- [7] Glosten L R, Milgrom P R. Bid, ask and transaction prices in a specialist market with heterogeneously informed traders[J]. *Journal of Financial Economics*, 1985, 14(1): 71 – 100.
- [8] 熊德华, 张圣平. 市场微观结构: 理论发展与实证分析综述[J]. *管理世界*, 2006, (8): 158 – 167.
Xiong Dehua, Zhang Shengping. Market microstructure: A review of theoretical development and empirical analysis[J]. *Management Science*, 2006, (8): 158 – 167. (in Chinese)
- [9] Handa P, Schwartz R A. Limit order trading[J]. *The Journal of Finance*, 1996, 51(5): 1835 – 1861.
- [10] Seppi D J. Liquidity provision with limit orders and a strategic specialist[J]. *The Review of Financial Studies*, 1997, 10(1): 103 – 150.
- [11] Parlour C A. Price dynamics in limit order markets[J]. *The Review of Financial Studies*, 1998, 11(4): 789 – 816.
- [12] Foucault T, Kadan O, Kandel E. Limit order book as a market for liquidity[J]. *The Review of Financial Studies*, 2005, 18(4): 1171 – 1217.
- [13] 张 强, 刘善存, 林千惠, 等. 指令驱动市场中耐心交易者策略对价格形成的影响[J]. *系统工程理论与实践*, 2013, 33(9): 2195 – 2203.
Zhang Qiang, Liu Shancun, Lin Qianhui, et al. Impatient traders' strategies and price formation in order driven markets [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2013, 33(9): 2195 – 2203. (in Chinese)
- [14] 邴 涛, 刘善存, 张 强, 等. 指令驱动市场中非知情交易者的最优交易策略[J]. *管理科学学报*, 2017, 20(3): 24 – 45.
Bing Tao, Liu Shancun, Zhang Qiang, et al. The optimal trading strategy of uninformed traders in an order driven market [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2017, 20(3): 24 – 45. (in Chinese)
- [15] Roşu I. Liquidity and information in limit order markets[J]. *Journal of financial and Quantitative Analysis*, 2020, 55(6): 1792 – 1839.
- [16] Ricc  R, Rindi B, Seppi D J. Dynamic limit order markets[EB/OL]. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3032074.
- [17] Hoffmann P. A dynamic limit order market with fast and slow traders[J]. *Journal of Financial Economics*, 2014, 113(1): 156 – 169.
- [18] Budish E, Cramton P, Shim J. The high-frequency trading arms race: Frequent batch auctions as a market design response [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2015, 130(4): 1547 – 1621.
- [19] Biais B, Foucault T, Moinas S. Equilibrium fast trading[J]. *Journal of Financial Economics*, 2015, 116(2): 292 – 313.
- [20] Menkveld A J, Zoican M A. Need for speed? Exchange latency and liquidity[J]. *The Review of Financial Studies*, 2017, 30(4): 1188 – 1228.
- [21] Baldauf M, Mollner J. High-Frequency trading and market performance[J]. *The Journal of Finance*, 2020, 75(3): 1495 – 1526.
- [22] Bongaerts D, Van Achter M. Competition among liquidity providers with access to high-frequency trading technology[J]. *Journal of Financial Economics*, 2021, 140(1): 220 – 249.
- [23] Ait-Sahalia Y, Saġlam M. High frequency market making: The role of speed[J]. *Journal of Econometrics*, 2024, 239(2): 105421.
- [24] 刘晓星, 张 旭, 顾笑贤, 等. 投资者行为如何影响股票市场流动性? ——基于投资者情绪、信息认知和卖空约束的分析[J]. *管理科学学报*, 2016, 19(10): 87 – 100.
Liu Xiaoxing, Zhang Xu, Gu Xiaoxian, et al. How does investor behavior affect stock market liquidity?: Analysis of investor sentiment, information cognition and short-sale constraints[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2016, 19(10): 87 – 100. (in Chinese)
- [25] 杨世超, 刘善存, 张 强. 投资者的交易频率与市场质量[J]. *系统工程理论与实践*, 2021, 41(9): 2271 – 2283.
Yang Shichao, Liu Shancun, Zhang Qiang. Investor's trading frequency and market quality[J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2021, 41(9): 2271 – 2283. (in Chinese)

- [26] 毛 杰, 刘红忠. 股市信息不对称对股价暴跌的影响——基于不确定性的新视角[J]. 管理科学学报, 2023, 26(8): 117–132.
- Mao Jie, Liu Hongzhong. The impact of stock market information asymmetry on stock price crash: A new perspective of uncertainty[J]. Journal of Management Sciences in China, 2023, 26(8): 117–132. (in Chinese)
- [27] Goettler R L, Parlour C A, Rajan U. Informed traders and limit order markets[J]. Journal of Financial Economics, 2009, 93(1): 67–87.

Who provides liquidity in the Chinese Stock Market? A game-theoretic analysis on the trading behaviors in the limit order book

LI Jia-yi¹, CHEN Shi², KONG Ao³, ZHANG Jin-qing¹

1. School of Economics, Fudan University, Shanghai 200433, China;

2. School of Management and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

3. School of Finance, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210023, China

Abstract: Market liquidity is determined by the interplay between liquidity providers and liquidity consumers. Employing a rational expectations equilibrium framework, this article delves into the effects of investor composition on the liquidity ‘provider-consumer’ structure and the formation mechanism of liquidity in the Chinese Stock Market, focusing on the order behaviors of various investor types in the limit order book. The model incorporates three distinct categories of traders: Informed, uninformed, and noise traders, and explores the strategic interactions not only between informed traders and uninformed traders but also within uninformed traders. Our findings reveal that both informed and uninformed traders predominantly utilize limit orders to supply liquidity, thereby influencing the market’s liquidity formation. The model highlights that uninformed traders are more active liquidity providers compared to informed traders; However, an increase in outstanding unexecuted limit orders among uninformed traders deteriorates overall market liquidity. Interestingly, limit orders placed by informed traders can regulate the competition of uninformed traders, thus enhancing liquidity. The study further identifies that the relative proportion of uninformed to noise traders significantly impacts the liquidity ‘provider-consumer’ structure. Moreover, it is observed that higher stock price volatility diminishes the influence of this ‘provider-consumer’ dynamic, leading to a more stabilized liquidity structure predominantly governed by ‘informed-noise’ interactions.

Key words: liquidity; limit order book; rational expectations equilibrium; informed traders; uninformed traders; noise traders