

在整数和高频交易前后的买卖失衡

阿尔伯特 J. 避风处*

汉阳大学经济与金融学院

2023 年 8 月 22 日

* 电子邮件地址: ajlee@hanyang.ac.kr. 对于有用的评论和建议, 作者感谢 Kee H. 钟、安东尼奥·法萨诺、福塔克、斯维特拉娜·加夫里洛娃、托德·格里菲斯、桑文许、岩、冯(杰克)、金、金、金和乌尔夫、孙金湾大学和布法罗大学会议、东方金融协会、行为金融与经济学会、金融管理协会、南方金融协会、汉阳-神户-南阳经济学会议、KFA 布朗包研讨会和韩国金融协会联合会议。我也感谢弗兰克·哈斯威提供的纳斯达克高频交易数据。我剩下的所有错误都是我自己的。

在整数和高频交易前后的买卖失衡

摘要

由于高频交易严重依赖计算机算法，因此它的增长可能与减少市场上的人为错误和金融异常有关。非高频交易者流动性需求者的交易，当价格由于心理影响直接低于（以上）整数时，表现出异常高的买入（卖出）压力，而当高频交易者是流动性需求者时，这种模式完全逆转。因此，整个样本并没有表现出这种不平衡。此外，高频交易员在整数价格及其附近交易时获得更高的回报。

JEL 分类: G14、G23、G41

关键词：高频交易者、算法交易、行为金融、订单不平衡；金融异常

1. 介绍

近年来，高频交易已成为投资者、监管机构和学术界都感兴趣的一个主要话题。高频交易员（HFTs）是一种算法交易员，他们通常配备了优越的机器和通信手段，使他们能够以以前从未见过的更频繁、更快的速度进行交易。在 2009 年，超过 70% 的美国人。S. 期货市场的股票交易量和 50% 与 hft 有关，尽管 2 万家交易公司中只有约 2% 可以被归类为其中之一（伊斯利、洛佩兹·德普拉多和奥哈拉，2012 年），以及美国高频交易的市场份额。S. 从那以后，股市就一直保持在 50% 左右。¹ HFTs 订单的延迟现在以微纳秒和纳秒为单位，或者分别是 100 万分之一和 10 亿分之一秒，高频交易公司花费大量资金来获得比其他交易员仅 1 微秒的优势。²

自然，了解具有如此特殊和复杂能力的交易员对整个市场的影响，一直是许多市场微观结构研究人员的极大兴趣。到目前为止，关于 hft 的社会成本和效益的证据好坏参半。³ 许多研究包括贝尔肖瓦和拉赫林（2013）、斯托尔（2014）、约万诺维奇和门克维尔德（2016）以及马利诺瓦、公园和里尔丹（2016）已经证明高频交易有利于流动性，这并不奇怪，因为高频交易不具备人类约束，如有限的注意力持续时间和犯错误或情感判断（哈里斯，2013）。此外，HFTs 有助于提高价格效率（布罗加德、亨德肖特和瑞尔丹，2014 年），它们的活动与短期波动性的下降有关（哈斯布鲁克和萨尔，2013 年）。

另一方面，包括盖、姚和 Ye（2013）、李（2015）、布罗加德、亨德肖特和里尔丹（2017）在内的一些研究发现，与高频交易相关的流动性恶化或没有变化。此外，hft 还与可能被认为对其他投资者有害的活动有关。Harris（2013）指出，由于其优越的速度，hft 可以选择任何过时的报价，并在重大事件的消息上市时利用它们，而不给投资者任何机会来调整他们的报价。

⁴ hft 还可以通过推断传入的订单（订单预期）或略微改善一个大型的固定订单（报价匹配）来预测其他投资者的订单

¹ 相比之下，美国。S. 2005 年，高频交易的股票市场份额不到 25%。根源 <http://www.businessinsider.com/how-high-frequency-trading-has-changed-the-stock-market-2017-3>。

² 参见 Harris（2013）和 https://www.紧张的.com/2012/08/ff_wallstreet_trading。

³ 参见 Chung and Lee（2016）对高频交易文献的更详细的回顾。

⁴ 通过以比其他信息更快的速度将新信息输入价格，基本上通过从事此类活动来提高价格效率。然而，正如 Harris 哈里斯（2013）、布罗加德、亨德肖特和里尔丹（2014）所指出的那样，考虑到 HFTs 对其他类型投资者造成的不利选择成本，提高价格效率几秒钟的净经济效益可能并不是积极的。

从它们那里获利，使其他类型的投资者的交易成本更高。⁵ 根据经验，Hirschey（2018）发现，hft的订单会遵循其他交易员的订单，这种现象不能用新的信息到达或其他合理的解释来完全解释。⁶ 其他担忧包括系统性故障引发或加剧了高频，如2012年骑士资本，“胖手指”故障由中国光大证券2013年，和2010年的闪电崩盘（见CFTC和SEC，2010），在所有的市场遭受极端波动在很短的时间内至少部分由于一些问题或错误的算法的编写。然而，监管机构控制高频交易的尝试，如金融交易税和订单数量过多的费用，通常都没有成功，因为许多都导致了市场质量的下降（见Chung和Lee，2016）。

在本文中，我提供了另一种渠道的证据，表明高频交易并不会以一种由认知偏见驱动的方式进行交易。特别地，我调查了巴塔查里亚、霍尔顿和雅各布森（2012；BHJ）记录的整数买卖失衡的交易行为，他们表明在整数价格和周围存在买卖失衡（e.g.，大约是6美元，而不是6美元。03）有三种心理效应：1）左数字效应，在这种效应下，投资者认为最左边的数字的变化比其他相同数量的数字的变化更显著；2）阈值触发效应，投资者对圆度的偏好（从大多数到最不偏好：整美元、半美元、四分之一、一角、镍和便分）促使他们将股票的私人估值与一个整数挂钩；3）集群低估效应，是指限价订单价格更频繁地放在整数上，以及投资者提交的新的限价卖出（买入）订单比当前最佳出价（出价）价格低一美分（更于）的组合。因此，当价格处于或略低于（高于）整数或当价格下跌（上升）至整数时，流动性需求者会产生额外的买入（卖出）压力。

我假设HFTs不受这些影响，甚至能够利用它们，因为HFTs使用计算机算法进行交易，而不是依赖于某些心理参考点来产生上述三种影响。使用纳斯达克提供的数据集，识别作为高频交易者的交易的流动性需求者和供应商，以及交易是否由买方或卖家发起，我表明，当非高频交易者（nHFT）是流动性需求者时，买方发起（卖方发起）交易的比例略低于（以上）整数

⁵ 因为hft比其他人早被拿走了，所以最初打算以最佳报价交易的投资者将无法获得最好的报价，这迫使投资者以低报价进行交易。因此，在处于领先地位的情况下，投资者获取昂贵信息的动机较少。因此，如果高频预先通知投资者，从长远来看，价格信息将会减少（Harris，2003）。

⁶ Lewis（2015）还提供了与HFTs订单预期策略存在一致的轶事证据，提高了经纪人和交易商的交易成本。

这与之前的研究结果一致，即投资者在围绕整数交易时受到心理冲动的影响。相反，我发现 hft 的作用恰恰相反。也就是说，对于高频交易员要求流动性的交易，由卖方发起（买方发起）的交易直接低于（以上）整数价格的比例异常高。因为 hft 的流动性要求交易约占我的样本的 39%，所以当

我分析整个样本时，我没有观察到任何关于心理影响的明确模式。⁷ 当我对测试案例进行交易级别条件测试时，结果仍然成立，例如当最佳要价低于一个整数阈值（e.g., \$5.00）。

接下来，我研究了在心理影响下交易的股票回报模式。我发现，与 nhft 相比，要求流动性的交易通常能获得更高或类似的股票回报。我的结论是，由于其优越的交易能力在很大程度上基于复杂的机器，它不容易受到心理影响，可以更好地确定一个整数左右的价格是否可能产生比 nhft 产生更高的回报。

除了需要流动性的交易，我还研究了交易的流动性供应方面，以及是什么类型的交易导致了买卖失衡。当一个 HFT 与另一个 HFT 进行交易时，不平衡是最小的。相反，与心理影响方向相反的买卖失衡是由 HFT 从非高频交易中获取流动性的交易所驱动的。BHJ 记录的模式仍然存在于交易中，非高频交易是一个流动性需求者不管流动性供应商是否 HFT，表明高频交易也提交流动性供应订单利用心理影响，有一些 nhft 似乎没有影响的影响。

虽然他们对算法的广泛使用可能是高频交易在整数上和周围表现出不同交易模式的关键原因，但可能仍然存在将高频交易与算法交易员分开的原因，这些交易员也使用算法来生成和执行订单。我提出并讨论了另外两种可能的解释。首先，在任何人能够检测和提交订单以响应市场上双向驱动的订单之前，hft 的优越速度可能是利用心理影响的关键。其次，由单纯的交易员编写的算法可能仍然包含人为错误。在某种程度上，算法交易一般具有较低的进入障碍，hft 平均在编写算法方面可能更复杂，因此不太容易启动偏差驱动的订单。

虽然许多研究关注的速度对市场的影响，但很少关注市场上大部分订单是由机器和计算机算法产生的，而不是人类交易员提交的订单意味着什么。据我所知，就在那里

⁷ BHJ 的样本期为 2001 年至 2006 年，当时 BHJ 的市场份额相对较低，而在 2008 年至 2009 年，BHJ 的美元交易量的比例占流动性要求交易的 39%（见表 1）。因此，BHJ 整体样本中显示的心理模式是由缺乏高频交易活动驱动的。

是另外两篇解决这个问题的论文。查克拉巴蒂、莫尔顿和王（2022）发现，由于机器具有完美的注意力持续时间，而人类交易员则没有，当人类交易员可能对市场关注不足时，比如周五高频交易员参与交易时，价格效率会提高。Davis、Van Ness 和 Van Ness（2014）报告称，当双方参与交易时，价格聚集更少（当双方参与交易时，价格聚集更多），这表明价格聚集至少可以用人为错误解释。

我通过证明 hft 的交易模式与通常引起人类偏见的情况下的交易模式完全相反，为其作为没有人错误的交易者的作用的文献做出了贡献。因此，虽然这些偏见似乎在整个样本中被消除，但这种观察只适用于一组交易员，而用于另一组交易员。总而言之，除了速度之外，我还通过另一个渠道影响市场质量。这些研究发现也对高频交易的监管有影响，因为监管机构和交易所往往只关注高频交易的速度和随后产生的大量订单如何影响市场质量。⁸

本文的其余部分组织如下。第 2 节提供了更多的背景和发展的假设。在第 3 节中，我将解释用于分析的数据集。我在第 4 节中展示了在整数上和整数周围的买卖失衡的存在，以及 hft 和 nhft 的交易模式如何不同。第五节分析了这种失衡造成的股票回报后果。我探讨了交易中流动性的补充，并研究了哪些交易导致了失衡。在第 7 节中讨论了算法在结果中的作用。最后，第 8 节结束。

2. 背景和假设的发展

BHJ 观察到整数前后的买卖不平衡，即有太多的买方发起的交易低于整数阈值，如整数和卖方发起的交易高于整数。此外，在朝着这些失衡方向交易的投资者之间存在财富转移。g.，以 4.99 美元的价格提交有市场的购买订单），以及在这种情况下提供流动性的人。作者指出，三种心理效应解释了为什么这种现象的存在。第一种是左位数字效应，当涉及到最左边数字的变化时，投资者认为价格的变化要大得多。例如，当价格从 5.00 美元下降到 4.99 美元时，投资者在心理上处理最左边数字从 5 下降到 4，然后将其他数字完全计入价格变化。因此，价格从 5.00 美元下跌到 4.99 美元被认为比从 4.33 美元下跌到 4.32 美元的下跌幅度更大。托马斯和莫维茨（2005）解释了这个，因为人类通常是从左读的

⁸ 例如，世界各地的监管机构和交易所已经引入了金融交易税、对高订单交易比率投资者的处罚、对抑制高频交易活动的结构性延迟（Chung 和 Lee，2016）。

在右边，这种效应会导致人们下意识地根据一个数字最左边的数字来评估它的大小。这种效应在零售商中也很受欢迎（辛德勒和柯比，1997年），这确实被发现是一种有利可图的策略（安德森和西梅斯特，2003年）。

第二种是阈值触发效应，即投资者倾向于将其对股票的私人估值与整数和半美元等整数挂钩，而不是一便士。在这种效应下，投资者更喜欢整块美元，这是最圆的门槛。其他的阈值是，按偏好下降的顺序排列的，分别是半美元、四分之一硬币、一角硬币、镍分硬币和便士（最不圆的）。最后，第三种效应被称为集群削弱效应，这是由于经常放置限价订单（Chiao 和 Wang，2009），以及新订单提交的价格仅比现有订单好 1 便士。因此，一个新的买入（卖出）订单可能会略低于（以上）一个整数。

由于这三种效应的影响，当价格处于或略低于（高于）整数或当价格下跌（上升）至整数时，流动性需求者会产生额外的买入（卖出）压力。值得注意的是，这三种效应的存在都是由于投资者设定的认知参考点。这些参考点的持久性在心理学文献（Rosch，1975）和金融文献中都有记载。例如，Chung，Van Ness 和 Van Ness（2004）以及伊肯伯里和韦斯顿（2007）发现，在整数上的价格聚类发生的频率远远高于理性假设下的预测，这表明人类偏见在聚类中起着重要作用。⁹

在本研究中，我假设高频在买卖失衡方面表现出不同的交易行为。虽然目前还没有明确的定义，hft 到底是谁，但 SEC（2014）强调了经常与之相关的五个特征，其中一个特征是 hft 使用“非常……用于生成、路由和执行订单的复杂程序”（p. 4）。其他监管机构提供的 hft 的定义和特征通常也将其描述为具有高度复杂算法和极低交易延迟的交易员（Chung 和 Lee，2016）。

hft 对先进技术和机器的严重依赖意味着每种交易的人力参与较少。因此，我希望从他们的交易行为中观察到更少的人为错误。据我所知，有几篇论文共同调查了 hft 和人类交易行为。Davis，Van Ness 和 Van Ness（2014）发现，价格集群在 5 美分的增量（e. g.，\$5.00，\$5.05，\$5. 当 hft 提供流动性，并得出结论，价格集群可以归因于人类偏见的时候。另一方面，查克拉巴蒂、莫尔顿和王（2022）表明，如果 hft 参与交易，在低投资者关注时期，价格低效率会显著降低。两项研究

⁹ 关于价格聚类的合理解释，有两种假设。哈里斯的谈判假设

（1991）认为，通过限制“无聊的报价和还价”的数量，以减少谈判成本。球、多孔和特肖格尔（1985）的价格解析假设认为，市场中的信息的数量决定了聚类的水平。

假设高频交易缺乏某些人类特征，因此可以免受人为错误的影响，并且确实发现高频交易更频繁地朝着理性投资者预期的方向交易。

因此，我们有理由期望 hft 的交易模式与 BHJ 中记录的交易模式不同。¹⁰ 这将表明，hft 的买卖率应该是不变的，无论它们是围绕整数交易，甚至是在心理影响的相反方向，以利用由这些影响驱动的任何低效价格。也就是说，hft 将提交更多要求流动性的买入订单，反之亦然。这些考虑导致了两个相互竞争的假设，而 hft 在多大程度上利用了心理效应，这就决定了哪个假设更符合实证结果。

假设 1a: hft 需求流动性在整数阈值附近表现出恒定的买卖比率。

假设 1b: 对于 hft 需要流动性的交易，有更多的买方发起交易价格直接高于整数，更多的卖家发起交易价格直接低于整数。

我预计 nhft 将继续受到心理影响的影响，并发送更多要求流动性的买入订单低于整数，反之亦然。鉴于 HFTs 的清算交易约占有美元交易量的 39%（见表 1），我预计总体样本包括 hft 是流动性需求者（HFTD）和 nhft 为流动性需求者（nhFTD）的交易，在整数周围表现出较少的买卖失衡。

假设 2: 对于 nhft 需要流动性的交易，有更多的买家发起的交易价格低于一轮，更多的交易价格高于一轮。

假设 3: 包括 HFTD 和 nhFTD 交易在内的整体样本显示，在整数周围的买卖失衡较少。

接下来，我从影响的方向测试交易的股票回报。由于 hft 通常每天都以持平的头寸收盘（SEC，2014），我假设他们从每次交易开始都持有固定的头寸，直到一天结束，此时他们对所有股票的净头寸为零。¹¹ 因为 hft 不容易产生人类偏见（假设 1a 和 1b），而且它们对流动性要求的交易平均更多

¹⁰ 有可能至少有一些 hft 也在朝着心理影响的方向进行交易，这可能是由于人类投资者仍在参与设计交易策略。在第 7 节中，我将讨论遵循与人为错误相关的模式的算法的可能性。

¹¹ 虽然有理由假设 hft 将在每天结束时平仓，但这对 nhft 来说可能不是一个合理的假设。然而，我对 nhft 也做出了相同的假设，使股票回报结果与布罗加德、亨德肖特和瑞尔丹（2014）彼此相似。

有可能提高价格效率（布罗加德、亨德肖特和里奥尔丹，2014），当他们在心理影响的方向上交易时，他们的股票回报必须高于 nhft。

假设 4：在心理影响的方向上交易时，hft 的股票回报率高于 nhft。

当 nhft 和 hft 都与心理影响的方向进行交易时，尚不清楚它们之间的股票回报是否会有任何差异。例如，如果存在一个 nhft 的子集不受影响的影响，并做出了与影响交易的“正确”决定，那么它的股票回报没有特定的理由与 hft 有任何不同。

假设 5：hft 和 nhft 在进行心理影响交易时，股票回报没有显著差异。

最后，提供 HFTD 交易不太可能在心理影响的方向（假设 1 和 1b），他们的股票回报率高于或等于 nHFTD 交易（假设 4 和 5），HFTs 应该净收益交易发生的影响下的影响。

假设 6：在心理效应的影响下发生的交易中，高频交易的利润高于非高频交易。

3. 数据

我从纳斯达克获得股票交易数据，其中包含了关于每一个交易的流动性需求者和供应商是否为高频交易员的信息。¹² 具体来说，每一种交易被分为四种类型之一：HH、HN、NH 和 NN。第一个字母标识 HFT 是否需要流动性（H 需要，N 如果不需要），第二个字母指定 HFT 是否提供流动性。例如，HN 交易是指 HFT 需要流动性，而非 HFT 提供流动性的交易。该数据集还包含有关股票符号、交易日期、时间（以毫秒为单位）、股票数量、交易价格以及交易是由买方还是卖方发起的信息。从罗素 3000 公司中抽取的样本中有 120 家公司，40 家代表大公司，另外 40 家中型公司，其余的是小公司。每个规模的集团都有一半在纳斯达克上市，另一半在纽约证券交易所（NYSE）上市。该样本包含了 2008-2009 年期间在纳斯达克进行的所有股票交易（包括奇数批次）。

对于高频交易的定义缺乏明确的共识，自然意味着没有完美的数据集来进行高频交易的研究（见 Chung and Lee, 2016, 和 SEC, 2014）。我使用的纳斯达克数据集确定了 26 家高频交易公司，它们“根据纳斯达克的知识，最好被认为是独立的自营交易[高频交易]公司”

¹² 根据保密协议，学者们可以获得该数据集。

客户和公司交易的分析，如公司一天内净交易超过零的频率，订单持续时间和订单-交易比率”（布罗加德、亨德肖特和瑞尔丹，2014，p。2271-2272）。

我使用从上午 9:30 到下午 4 点的交易（也不包括开盘、收盘和盘中交叉点的交易），价格为 2 美元或大于或小于 100 美元。后一个过滤器删除了字母表公司的所有观察结果。（GOOG），他们的价格在整个样本期间都在 100 美元以上，这让我总共有 119 家公司。

我还从贸易和报价（TAQ）数据库获得报价数据，以计算全国最佳的出价和报价（NBB0）在所有 U.S. 股票交易所分析在一定条件下 NBB0 发生变化时的交易模式。最后，我使用来自证券价格研究中心（CRSP）的交割询价和投标数据来计算股票回报。

[在此处插入表 1]

表 1 给出了我所使用的高频交易样本的描述性统计数据。大部分的贸易样本来自大公司和小型贸易集团。与布罗加德、亨德肖特和里奥丹（2014）一致，HFTD 交易占有所有交易的 38%至 43%，而相对于 nHFTD 交易，它们在大公司中更活跃（占美元交易量的 39%，而在小公司为 25%）。相对较高的比例 HFTD 交易小贸易规模（占美元体积的 43%，而 24%）符合奥哈拉，姚和叶（2014），发现高频交易通常不到 100 股股票（或奇多）每交易隐藏他们的意图和减少价格的影响。

4. 整数及其前后的买卖失衡

我首先探讨在整数周围的买卖比率（BSR）是否有任何视觉上的差异。BSR 被定义为（买卖）/（买+卖），其中买入（卖）定义为每家公司一年内买方发起（卖方发起）交易的数量、买入（卖出）股票的数量或买方发起（卖方发起）交易的美元数量。请注意，正（负）BSR 与更多的买（卖出）不平衡相关，值为 0 表示没有不平衡。我将价格点（pp）定义为交易价格的小数部分。例如，5.21 美元的 pp 是我计算每个公司在每个 pp 上的年中位数 BSR。.21。

[在此处插入图 1 和图 2]

我在图 1 中显示了每个 pp 的公司年中位数 bsr 的中位数，所有的交易都包含在样本中。BSR 的三种定义都遵循相似的趋势，没有一种出现低于圆数的异常高 BSR，这与 BHJ 相反。因此，在我的样本中，文献中似乎没有记录的这种不平衡的证据，很可能是由于高频交易活动的增加。

接下来，我重复这个过程，但将样本分成 HFTD 和 nHFTD 交易，并将结果显示在图 2 中。在面板 A 中，我使用数字交易来计算 BSR。灰色线表示如 BHJ 所示的 nHFTD 交易中存在买卖不平衡。 .99.01.49.51BSR 从 pp、pp 等明显下降，这表明在 nHFTD 交易中，直接低于（以上）的交易。黑线表示，对于 HFTD 交易与 nHFTD 交易相比，存在一个完全相反的趋势，即 BSR 从 pp 上升到 pp， .99.01.51 从 49 到 9 页，以此类推。使用不同的 BSR 定义，在面板 B 和面板 C 中得到定性相似的结果。研究结果支持了假设 2，即 nHFTD 交易遵循由心理效应驱动的买卖不平衡模式，假设 1b，HFTD 交易显示出相反的模式，并在整数高于（下方）的上方表现出更高的买方发起（卖方发起）交易。

[在此处插入表 2]

我估计了每个类别的回归模型（所有样本，只有 HFTD 交易，只有 nHFTD 交易），其中因变量是 $BSR_{i,y}$ 对于 y 年的公司 i，自变量是 pp 的虚拟变量：

$$\begin{aligned} & + \beta_4 Above Half-Dollars_{i,y} + \beta_5 Below Quarters_{i,y} + \beta_6 Above Quarters_{i,y} \\ & + \beta_7 Below Dimes_{i,y} + \beta_8 Above Dimes_{i,y} + \beta_9 Below Nickels_{i,y} \\ & + \beta_{10} Above Nickels_{i,y} + \varepsilon_{i,y}, \end{aligned} \quad (1)$$

.99 其中，下面的整数等于 1 if pp =，否则为 0，上面的整数等于 1 if pp = 和 0.01

否则，低于半美元等于 1， if pp=， 否则为 0，大于半美元等于 1，如果 .49

.51 pp = 和 0， 否则，以下季度等于 1 if pp e { .24, 0.74}， 否则等于 0，季度以上

如果 pp e { .26, .76} 等于 0，如果 pp e 等于 1

{ .09, .19, .29, .39, .49, .59, .69, .79, .89, .99}， 否则，如果 pp e， 以上维度等于 1

{ .11, .21, .31, .41, .51, .61, .71, .81, .91}， 否则，如果 pp e， 低于镍等于 1

{ .04, .14, .24, .34, .44, .54, .64, .74, .84, .94}， 否则，如果

ppe { .06, .16, .26, .36, .46, .56, .66, .76, .86, .96} 和 0， 否则。回归结果如表 2 所示。

使用交易数计算BSR，表2面板A的列(1)显示，对于包括所有交易的样本，对于pp假人没有多少可识别的模式，更不用说大多数系数的统计意义了。例如，系数表明，以上和以下的整数都有更多的卖方发起的交易。这种关于心理效应的缺乏明确模式的情况与假设3是一致的。我在第(2)和(3)列中找到了假设1b和假设2的实证支持，结果与图2和图3一致。HFTD交易更有可能高于整数（整数、半美元、四分之一、一角和五分之一），然后低于整数开始销售。nhFTD交易恰恰相反，遵循与心理影响一致的交易模式，更多的买方发起的（卖方发起的）交易低于（以上）整数。使用股票数量或美元的股票量计算BSR得到类似的结果，如面板B和C所示。总之，我发现，虽然nhft仍然遵循受心理影响的交易模式，但hft所做的则恰恰相反，导致整个样本没有表现出任何与心理影响相关的明确模式。

虽然表2中使用公式(1)的结果清楚地表明了一个围绕圆数的模式，但对于引号中的变化，它们是无条件的。此外，它们只显示出在整数周围的模式，而三种心理影响中的两种也发生在整数上。因此，我进行了一个有条件的测试，以更正式地检查导致买卖数字和前后整数失衡的三种心理影响。我运行了以下三个交易级回归模型：logit（买方发起的交易编码为1，卖方发起的交易编码为0）；OLS以买方发起交易的股票数或卖方发起交易的负数作为因变量；OLS以买方发起交易的美元交易量或卖方发起交易的负交易量作为因变量。

我计算盛行NBBO时每个交易和识别交易满足以下四个条件：当最好的问价格低于一个整数（“问下降”），最好的问价格下降到一个整数（“问下降”），最好的投标价格上升到一个整数（“出价上升”），和最好的投标价格高于一个整数（“出价上升”）。¹³左数字效应预测，在询问低于条件下将存在过度买入压力，在投标条件下将存在过度卖出压力。阈值触发效应预测了在低于和下跌条件下的过度买入压力，以及在出价上升和高于条件下的超额卖出压力。集群低估值效应预测了在Ask下跌低于条件下的超额买入压力，以及在出价上升高于条件下的超额卖出压力。

¹³ 在本文中，我可以使用术语“到达案例”来表示“下降和上升”，“交叉案例”来表示“下降”和上升。

在条件测试中使用了两个圆数阈值：整数（ $pp = .00$ ）来观察顺序不平衡；和镍（ $pp \in K = \{.15, .25, .35, .45, .55, .65, .75, .85\}$ ），以控制任何可能导致所有价格变化订单失衡的不可观察因素。我为每个条件创建虚拟变量，表明每个事务是否满足以下条件：

- 1 问要价低于整数：1 如果一个交易是在最佳要价从 $pp \in$ 开始下降后执行的。00 年， $.10$ 在最佳要价之前留下 $pp \in [.90, 0.99]$ ，否则为 0。
- 1 问价低于镍：1 如果在最佳要价下跌后执行交易。在最佳要价离开之前低于镍阈值。 $10, K - .01$ ，否则为 0。
- 1 问跌到整数：1 如果一个交易是在最佳要价从 $pp \in$ 开始下降后执行的。01 年， $.010$ 到 $pp = 0$ 之前，最好询问价格询问离开 $pp = .00$ ，否则。
- 1 问跌到镍：1 如果一笔交易是在最佳要价从 e 页下跌后执行的 $[K+]$ 。01， $K+ .10$ 到 $pp = K$ 之前的最佳要价离开 $pp = K$ ，否则为 0。
- 1 投标上升到整数：1 如果交易执行后，最佳投标价格从 $e[.90]$ ，到 $= .9900$ 之前的最佳出价离开 $pp = .00, 0$ ，否则。
- 1 出价上升到镍：1 如果在最佳出价上涨后进行交易。 $10, K - .01$ 到 $pp = K$ 之前的最佳出价离开 $pp = K$ ，否则为 0。
- 1 出价高于整数：1 如果交易是在最佳出价价格从 $pe[.90, 0.99]$ 上升到高于整数阈值之前，在最佳出价价格离开 $pp \in [.01, .10]$ ，0 否则。
- 1 出价高于镍：1 如果在最佳出价价格从 $pp \in$ 上涨后执行交易。 $K - [K+]$ 。01 年， $K+ .10$ 。为了解 hft 和 $nhft$ 在这些条件下的行为如何不同，我创建了一个假人

变量 $HFTD$ ，如果一个交易的流动性需求者为 HFT ，则等于 1，如果不是 HFT ，则等于 0。然后，我创建了 $HFTD$ 和上面列出的每个条件虚拟变量的交互项。此外，我还在回归模型中添加了公司、月份、交易价格水平和交易规模的固定效应。价格级别组是：价格 $< \$20$ ； $\$20 \leq$ 价格 $< \$40$ ； $\$40 \leq$ 价格 $< \$60$ ； $\$60 \leq$ 价格 $< \$80$ ；和 80 美元 $<$ 价格。交易规模组为：少于 500 股；在 500 至 2000 股之间；和 2000 多股。我运行了以下回归模型：

$$\begin{aligned}
& + \beta_5 \text{Ask Falls to Integer}_{i,j} + \beta_6 \text{Ask Falls to Integer}_{i,j} \times \text{HFTD}_{i,j} \\
& + \beta_7 \text{Ask Falls to Nickel}_{i,j} + \beta_8 \text{Ask Falls to Nickel}_{i,j} \times \text{HFTD}_{i,j} \\
& + \beta_9 \text{Bid Rises to Integer}_{i,j} + \beta_{10} \text{Bid Rises to Integer}_{i,j} \times \text{HFTD}_{i,j} \\
& + \beta_{11} \text{Bid Rises to Nickel}_{i,j} + \beta_{12} \text{Bid Rises to Nickel}_{i,j} \times \text{HFTD}_{i,j} \\
& + \beta_{13} \text{Bid Rises Above Integer}_{i,j} + \beta_{14} \text{Bid Rises Above Integer}_{i,j} \times \text{HFTD}_{i,j} \\
& + \beta_{15} \text{Bid Rises Above Nickel}_{i,j} + \beta_{16} \text{Bid Rises Above Nickel}_{i,j} \times \text{HFTD}_{i,j} \\
& + \text{HFTD}_{i,j} + \text{Fixed Effects} + \varepsilon_{i,j},
\end{aligned}$$

(2)

其中 $DEPVAR_{i,j}$ 是三种回归模型的因变量之一：1) logit; 2) 有股票数量的 OLS; 3) 有美元交易量的 OLS。我只报告下表中每个整数阈值处的异常量，其中异常量表示整数阈值系数和镍阈值系数之间的差值。例如，询问低于整数的异常系数估计是询问低于整数和询问低于镍之间的系数估计的差异[i]。e., β_1 减去 β_3 在方程式 (2) 中。在本例中，“问价低于镍”考虑了在问价通常下降时可能没有得到控制的任何因素，而不仅仅是在整数阈值附近。因此，异常系数估计显示了在一般控制问价下跌的影响后，问价下跌低于整数的增量效应。我在表 3 中报告了回归结果。

[在此插入表 3]

表 3 列 (1) 使用 logit 模型，其中买方发起的交易编码为 1，买方发起交易编码为 0，列 (2) 使用 OLS，因变量等于买方发起交易的股票数或卖方发起交易的负数，列 (3) 也使用 OLS，但买方发起交易的美元量或卖方发起交易的负数。对于所有回归模型，正系数表示买入压力较大，负系数表示卖出压力大。所有三列都支持假设 1b 和假设 2。也就是说，当价格跌到或低于整数阈值 (i. e., 当价格上升到或低于整数阈值时，是低于卖家的。e., 出价上升到整数的负估计-出价上升到镍，出价上升高于整数-出价上升高于镍)，而 HFTD 交易则表现出完全相反的符号或在心理影响的方向上较弱。例如，在第 (3) 列中，Ask Falls 的系数估计值的差异

低于整数和问价低于镍价是 102.07，这表明 nHFTD 交易表现出异常的买入压力，每笔交易的金额为 102.07 美元。另一方面，询问低于整数×HFTD 和询问低于镍×HFTD 的系数估计差为-200.87，这表明相对于 nHFTD 交易，HFTD 交易表现出异常的卖出压力为 200.87 美元。这意味着 HFTD 交易表现出 98.80 美元的异常卖出压力（这等于 102.07-200.87 美元的绝对价值）。到达情况下的系数 (i. e., 问下降到整数, 出价上升到整数) 比交叉情况要大得多。e., 问出价低于整数, 出价高于整数), 这表明左数字和阈值触发效应的影响比集群低估效应更主要。

表 3 中分析的样本主要包括来自小交易量的交易，而大市值组和 HFTD 的交易活动也主要集中在这些组上（见表 1）。因此，我通过贸易量和公司大小的子样本运行方程 (2) 来检验表 3 中的结果是否只在某些组中找到。交易量分为小型（小于 500 股）、中型（500-2000 股）和大（超过 2000 股），公司规模也分为小、中、大三类。¹⁴ 表 4 给出了子样本的结果。

[此处插入表 4]

结果从所有子样本组在表 4 包括那些相对较小的样本量如小公司规模和大交易量组与表 3 一致，只有一个 144p 值的兴趣在 1% 水平上没有统计学意义。所有的系数都在支持假设 1b 和假设 2 的方向上。

结果迄今为止强烈表明，尽管 nhft 继续遵循心理趋势记录在 BHJ 和需求更多购买订单当价格低于/整数阈值和更多销售订单当价格高于/这样一个阈值，hft 通常以相反的方式，导致总样本不表现出任何模式相关的心理影响如图 1 所示。¹⁵

¹⁴ 纳斯达克数据集中包含的样本公司已经从三个公司规模组的分层样本中选择出来。罗素 3000 指数中规模最大的 40 只股票被归类为大盘股，另外 40 只股票则在 1,000 只左右th 最大的股票为中等市值，其余 40 只在 2000 只左右th 最大的是最小规模的群体。

¹⁵ 并非所有这三种心理影响都表明，流动性需求者是有偏见的。具体来说，在集群削弱效应下，是流动性供应商提交的订单可能会偏离股票的基本价值。我将在本文后面在调查股票回报时讨论这点的含义。目前，很明显，nhft 需求流动性（nHFTD）遵循与心理效应一致的模式，而 hft 需求流动性（HFTD）则表现出相反的模式。

5. 股票回报和财富转移

在这一节中，我将研究在交易的方向和反对心理影响的回报。hft 通常“在交易日结束时尽可能接近持平的头寸（即隔夜不持有大量的未对冲头寸）”（SEC，2014，p. 4）。因此，我假设 hft 在每个交易日结束时结清头寸，从而在卖出（买入）股票当天的收盘价买入（卖出）。为了进行直接比较，我对 nhft 以及布罗加德、亨德肖特和里尔丹（2014）做出了相同的假设。

我使用两个因变量作为股票回报的代理。交易价格回报是计算使用每日收盘出价或询问，取决于交易是买卖还是买卖。如果一个交易是由买方发起的（由卖方发起的），它的交易价格回报是收盘价格减去交易价格（交易价格减去成交价格），按交易价格计算。同样地，中点价格回报是使用收盘报价中点（出价和要求的平均值）作为当天收盘的任何确定位置的价格。

除了进一步说明每笔交易是由买方发起（“购买”）还是由卖家发起（“销售”）外，还再次使用上一节的相同条件。例如，如果一个交易是由买方发起的，并且在询问低于整数的条件下执行，则询问低于整数购买等于 1，否则则为 0。同样，每个整数阈值虚拟变量都由其相应的镍阈值变量控制，我只报告系数的差异（或者，“异常”数量）。如式 (2) 所示，我在回归分析中包括了对公司、月份、价格水平和交易规模的固定效应控制：

德弗瓦尔 i, j =F1 问落低于整数收购 i, j +F2 问落低于整数收购 i, j

\times HFTD $_{i, j}$ + F3Ask 的价格低于镍价的购买 i, j

+ F4Ask 的价格低于镍价购买 $i, j \times$ HFTD $_{i, j}$ +F5 问瀑布购买 i, j +F6 问瀑布购买

$i, j \times$ HFTD $_{i, j}$ +F7 问瀑布到镍业购买 i, j +F8 问瀑布到镍业购买 $i, j \times$

HFTD $_{i, j}$ +F9 出价上升 i, j +F10 的出价上升到互联网公司的销售 $i, j \times$

HFTD $_{i, j}$ +F11 的出价上升到镍的销售 i, j +F12 的出价上升到镍的销售 $i, j \times$

HFTD $_{i, j}$

+F13 出价高于整数销售 i, j +F14 的出价高于整数销售 $i, j \times$ HFTD $_{i, j}$ +F15 的

出价高于镍的销售 i, j

+F16 的出价高于镍的销售 $i, j \times$ HFTD $_{i, j}$ + HFTD $_{i, j}$ +固定效应+ $c_{i, j}$. (3)

[在此插入表 5]

表 5 显示了投资者向心理效应方向交易时的股票回报的回归结果。我给出了有和没有 HFTD 虚拟变量（HFTD）和交互项的结果。第(1)列显示，当使用交易价格作为回报代理时，那些朝着心理影响方向交易的人是得失，存在一个混合的信号。交叉情况下的股票回报（问低于整数购买和出价高于整数销售）是负意义，表明交易员平均损失，但那些达到情况下（问下降整数购买和出价上升整数销售）是积极重要的方向，这表明交易的心理影响并不一定意味着投资者会损失。¹⁶ 第(2)列包含 HFTD 虚拟变量，显示当价格达到整数阈值时，nhft 仍然增加，但当价格超过阈值时损失。另一方面，HFTD 交互项表明，在所有条件下，hft 的回报都大于或等于 nhft 的回报。在三种情况下，HFTD 交互项的系数在 5%水平上为正显著，在一种情况下，该系数为负显著，但没有统计学意义。当在第(3)和(4)列中使用中点价格作为返回代理时，我发现了一致的结果。

[此处插入表 6]

表 6 显示了不同的公司规模和交易量组的股票回报结果。虽然小市值组（面板 A）的 HFT 回报率在统计上显著低于要求低于整数购买的回报率，但在整个表的所有其他情况下，HFT 回报率显著高于 nhFT 回报率或没有显著差异。在中等市值组（面板 B）中，HFT 仅在 1 例中表现出显著较高的回报，而在其余 3 例中与 nhFT 没有统计学差异。对于大市值和小交易量组（面板 C 和 D），结果与总体样本的结果一致（表 5）。hft 在中等交易量组（面板 E 组）中表现出较弱的优势，只有一个案例具有正的统计学意义，而在大交易量组中没有显著的优势（面板 F）。

中小型企业集团的业绩较弱并不令人惊讶。布罗加德、亨德肖特和里奥丹（2014）表明，在不考虑交易费用的情况下，高频交易的收入在中小企业的类别中低于 nhft。在他们的结果中，hft 的利润来了

¹⁶ 交叉情况下的负系数并不一定支持遵循心理效应方向的交易会较低回报的观点。如前所述，集群削弱效应是由流动性供应活动驱动的，而不是要求流动性的方面。此外，假设 4 到 6 具体对比了 hft 和 nhft 之间的差异，而不仅仅是流动性需求者和供应商之间的差异。我稍后还将更详细地讨论这个问题。

从流动性要求和供应交易，主要由大公司规模集团的交易支持。中型和大型交易量组的较弱结果与奥哈拉、Yao 和 Ye（2014）一致，他们表明，大部分价格发现来自少于 100 股（或奇数）的交易，这些交易更有可能被 nhft 使用。¹⁷ 总之，研究结果支持了假设 4，即在心理影响方向交易时，hft 的股票回报率普遍高于 nhft，只有一些值得注意的例外。

如前所述，有人可能会说，表 5 和表 6 的结果并不一定支持假设 4，因为并非所有的心理影响都表明，交易员在以直接低于（以上）整数数字的价格买入（卖出）时犯了错误。详细说明，左数字和阈值触发效应预测超额买入订单为 6.99 美元，而集群低估效应预测更多限价卖出订单将为 6.99 美元，这反过来导致更多买家发起的交易。因此，在某种程度上，那些在心理影响支付太多或接收太少的交易，购买股票在 6.99 美元应该是负的左数字和阈值触发效应，而应该是积极的集群削弱影响由于流动性提供者收到太少时出售股票。虽然不可能单独检查每一种效应，但我提供了四种解释来支持假设 4。

首先，需要注意的是，表 5 中达到情况（聚类削弱效应不发挥作用）的 HFTD 交互项系数是正显著或不显著，这表明 HFTs 的股票回报至少与 nhfts 一样高。这表明，至少对于左数字和阈值触发效应，假设 4 成立。第二，如果集群削弱效应是主导效应，比如 6.99 美元，根据假设 6，交叉情况下的系数是不显著的，因为 nhft 和 hft 都在与心理效应的方向进行交易。然而，事实并非如此，因为所有的系数都是正显著的。第三，表 3 中达到情况的系数远远大于交叉情况的系数，说明左数字和阈值触发效应组合的幅度可能高于簇削弱效应的幅度。最后，我在本节后面计算了与心理效应（“机会主义”交易）相反方向启动交易的回报，见表 7，并在表 9 中报告了总财富转移。我证明了 hft 是总体上的赢家，这与假设 4 相一致。

接下来，我研究了投资者在心理影响相反方向交易时的股票回报。e.，那些潜在地利用心理影响的“机会主义”交易)。为了做到这一点，我创建了一个与之相反的交易的条件虚拟变量

¹⁷ 当 hft 打算交易大量股票时，它们通常会将其交易权益分成许多较小的订单，以“隐藏”自己的意图，并将价格影响降到最低。

公式(3)和表 5-当受心理影响的交易员可能卖出时买入股票，反之亦然。例如，我测试当询问低于整数阈值时是否卖出股票。e.，问下降低于整数销售等于 1) 结果在统计上显著的利润。在形式上，回归模型为：

$$\begin{aligned} & \text{德弗瓦尔 } i, j = F1\text{Ask 的价格低于整数销售水平 } i, j + F2\text{Ask 的价格低于整数销售水平 } i, j \\ & \quad \times HFTD_{i, j} + F3\text{Ask 的售价低于镍价 } i, j \\ & \quad + F4 \text{ 问售价低于镍销售 } i, j \times HFTD_{i, j} + F5 \text{ 问下降到整数销售 } i, j + F6 \text{ 问下降到整} \\ & \quad \text{数销售 } i, j \times HFTD_{i, j} + F7 \text{ 问瀑布到镍的销售 } i, j + F8 \text{ 问瀑布到镍的销售 } i, j \times \\ & \quad HFTD_{i, j} + F9 \text{ 的出价上升到整数收购 } i, j + F10 \text{ 的出价上升为整数收购 } i, j \times \\ & \quad HFTD_{i, j} + F11 \text{ 的出价上升到镍的收购 } i, j + F12 \text{ 的出价上升至镍业收购 } i, j \times \\ & \quad HFTD_{i, j} \\ & \quad + F13 \text{ 的出价高于整数购买 } i, j + F14 \text{ 的出价高于整数购买 } i, j \times HFTD_{i, j} + F15 \\ & \quad \text{的出价高于镍价收购 } i, j \\ & \quad + F16 \text{ 的出价高于镍价收购 } i, j \times HFTD_{i, j} + HFTD_{i, j} + EQ3 \text{ 变量} \\ & \quad + \text{固定效应} + c_{i, j}, \quad (4) \end{aligned}$$

其中，EQ3 变量包括等式(3)中使用的条件变量。

[在此插入表 7]

式(4)的回归结果如表 7 所示。注意前八个结果（从问低于整数出售价高于整数购买）属于异常机会股票回报，而接下来的八行（从问低于整数购买出价高于整数销售）提出的异常系数估计 EQ3 变量，股票回报变量从式(3)。与之前的回归模型一样，我包括了对公司、月份、贸易规模和价格水平的固定效应控制，并且只报告了异常数量(i.e., 整数条件与镍的对应条件之间的系数差异)。因变量是交易价格回报（列 1）或中点回报（列 2），nHFTs 获得正显著回报三（问报价低于整数销售，出价高于整数收购，出价整数收购）的四个机会主义的股票回报情况，在其余情况下负显著回报（问报价到整数销售）。另一方面，HFTD 交易回报明显高于 nHFTD 在两种情况下（问整数销售和出价高于整数购买），显著降低回报在一种情况下（问低于整数销售），并没有显著差异的回报在一种情况下（出价整数购买）。该结果与假设 5 相一致，即在同时执行 HFTD 和 nHFTD 交易时，并没有明确的赢家

对抗心理上的影响。EQ3 变量的系数估计和统计显著性在定性上与表 5 的结果相似，除了投标上升到整数销售，这不再具有统计意义。

[此处插入表 8]

表 8 报告了表 7 的子样本结果。同样，前 8 个结果（从 Ask 低于整数销售到出价高于整数购买）与机会性股票回报有关，而后八行（从 Ask 低于整数购买到出价高于整数销售）显示了 EQ3 变量的异常系数估计。类似于表 6，结果较弱的小公司规模，中等贸易量，和大贸易量组 HFTD 交易失去一个统计意义，但在中等公司规模集团，HFTD 交易有更高和显著的回报在三个四种情况下。大公司规模的结果也显示，HFTD 交易的显著性案例减少了一个，而小交易量组对 HFTD 交易显示出一个重要的案例。因此，虽然在某些情况下，HFT 的回报高于 nhft，但也有一些情况下，HFT 回报较低，这表明 HFT 在交易时是否显著更高，有不同的证据。

[此处插入表 9]

最后，我估计了交易之间的财富转移的整体与心理影响。我计算了每种情况下的美元交易量（e. g., 分别对 HFTD 和 nHFTD 交易进行整数收购交易，并分别乘以表 7 中相应的异常股票回报系数。这些数字代表了每种类型的交易员在样本期间和公司下的总收益（或损失）。因为我的样本可以被认为是一个罗素 3000 的分层随机样本，我规模的数字乘以 3000，然后除以 238（119 家公司在我的样本 2 年）估计每年财富转移的股票指数。表 9 显示，无论因变量如何，HFTD 交易的总收益都高于 nHFTD 交易。HFTD 交易年收益 608 美元（6600 万美元），而使用交易价格（中点）回报时，nHFTD 交易收益 425 美元（4760 万美元）。结果表明，hft 是净收益者，支持假设 6。我还使用表 7 条件下执行的美元交易量，计算了朝着心理影响方向交易的美元体积加权回报。我获得的交易价格（中点）回报率为 0.0070%

(HFTD 交易 0.0076%)，nHFTD 交易 0.0031% (0.0034%)，与 HFTs 获得更高的百分比回报一致。

在一个非表格分析中，我计算了样本中所有交易的平均值和标准差。假设无风险利率为零，当使用交易价格（中点）回报时，HFTD 交易的夏普比率为-0.0199 (0.0034)，而 nHFTD 交易的夏普比率为-0.0238 (0.0005)。当使用交易价格（中点）回报时，只有表 9 中条件下发生的交易的 HFTD 交易的夏普比率为-0.0189 (0.0.0045)，而 nHFTD 交易的夏普比率为-0.0237 (0.0008)。负夏普比率很可能是由交易成本驱动的，因为交易价格回报假设了一个清算要求的订单(e.g., 市场订单)同时用于平仓和平仓头寸。尽管如此，这个结果与假设 6 是一致的。¹⁸

需要注意的是，表 9 中的利润是超过平均利润，因为表 7 中的系数估计由每个交易组的平均股票收益（即 HFTD 和截距）和相应的镍阈值变量控制。换句话说，表 9 中估计的利润仅为整数阈值下的异常利润，不包括本文讨论的所有圆数阈值下的利润(i.e., 利润和大约半美元，季度，一角硬币和五分钱)。此外，坊间证据表明，hft 可能为每种策略获得非常小的利润，但通过参与许多不同的策略来弥补。¹⁹ 因此，本节中估计的财富转移应被视为 hft 从许多可能的策略中获得正收入的证据，这些策略可以利用人为错误，而不是衡量他们从一个特定案例中获得的利润是否具有破坏性的大。

6. 交易的流动性供给侧

到目前为止，本文关注的是交易中流动性要求方面的不平衡，并表明 hft 获得了更高的股票回报。鉴于 HFTs 不太容易受到心理影响的影响，而且利用这种影响的交易策略是有利可图的，正如第 5 节中所记录的，我希望观察到一种引用模式，即 HFTs (nHFTs) 以与假设 1b (2)一致的方式提供流动性。²⁰

¹⁸ 值得注意的是，与表 5 中分析的原始条件相比，机会条件下 HFTD 和 nHFTD 交易的夏普比值都更高。

¹⁹ 2012 年，杰里·阿德勒发表了一篇题为《愤怒的多头：华尔街如何沉迷于光速交易》的文章，说明了 hft 如何获得盈利的一个例子。在这个例子中，HFT 可能每天每个策略赚 600 美元，但考虑到 HFT 运行许多算法（“数百种”），实际利润可能要高得多。看到 https://www.com/2012/08/ff_wallstreet_trading。

²⁰ 通过限价订单提供流动性的一个优势是，交易价格得到了保证。另一方面，限价订单不得在合理的时间范围内执行（与立即执行的市场订单相反），如果没有其他交易员对该特定价格和数量感兴趣，则根本不能执行。

纳斯达克数据集将每个交易分为以下交易之一：HH、HN、NH 和 NN。²¹ 第一个字母标识 HFT 是否需要流动性（H 需要，N 不需要），第二个字母指定 HFT 是否提供流动性。我将 HH 和 NH 归为 HFT 提供流动性的交易（“HFTS 交易”），将 HN 和 NN 归为 nHFT 提供流动性的交易（“nHFTS 交易”）。

[在此处插入表 10]

我通过估计由 HFTS 和 nHFTS 交易分开的样本的方程 (1) 来检验流动性供应方面的心理影响，并将结果呈现在表 10 中。对于面板 A 的第 (1) 列的 HFTS 交易，当使用交易数计算买卖率时，低于（以上）整数阈值，有更多的买方发起（卖方发起）交易。这表明，HFT 流动性供应商在门槛（以上）以下下达了限制卖出（购买）指令，这与表 2 中 HFT 要求流动性的活动相一致，也与 HFTs 提供流动性以利用心理影响的概念相一致。对于 nHFTS 交易，面板 A 的第 (2) 列显示了关于心理影响的混合证据，其中一些系数与假设 2 和表 2 一致，但其他系数则不一致。在面板 B 和面板 C 中使用不同的买卖比率定义，可以得到定性上相似的结果。

[在此插入表 11]

为了调查为什么 nHFTS 交易的结果更符合假设 2，我估计了四种交易类型（HH、HN、NH 和 NN）的方程 (1)，并将结果报告在表 11 中。对于面板 A 第 (1) 列的 HH 交易，除了两个与表 2 一致的统计学显著系数外，买卖不平衡没有明显的模式。这与 hft 不容易受到心理影响的观点是一致的，无论是对流动性要求方面还是对供应方面。第 (2) 列中 HN 交易的回归结果与假设 1b 和假设 2 相一致，即 HFTs 对流动性的需求与心理效应的方向相反（i.e.，在阈值以下卖出，在阈值以上买进）和 nhft 朝着影响的方向供应流动性。结合第 (1) 列和第 (2) 列的研究结果表明，表 2 中第 (2) 列中的 HFTD 交易的结果是

²¹ 理想情况下，我会观察提交给交易所的每一个订单，并能够确定 HFT 是否提交了每一个订单。不幸的是，据我所知，这样的程序对于纳斯达克数据集或本文中使用的样本的任何其他公开可获得的数据都是不可能实现的。只要交易和报价提交之间的相关性在高频交易和非高频交易之间具有可比性，使用来自纳斯达克数据集的交易数据的结果应该是一致的。

很大程度上是由 hft 提交（有市场的）订单的心理影响相反。

分别仅使用 NH 交易和 NN 交易的第 (3) 列和第 (4) 列的系数估计与表 2 的第 (3) 列一致，因为在心理影响的方向上，nHFTD 交易在阈值以下（以上）处更多地由买方发起（卖方发起）。HH 交易不表现出心理模式，但 NH 交易有心理模式，从 (1) 和 (3) 列的结果表明，表 10 第 (1) 列的 HFTS 交易主要是由 Hft 向 nhft 提供流动性驱动的，而不是向其他 hft 提供流动性。另一方面，第 (2) 列和第 (4) 列的系数方向相反，这解释了表 10 中第 (2) 列中关于 nhft 的流动性供应行为的混合证据。换句话说，虽然 hft 从 nHFTs 中获得任何心理驱动的引用[见列 (2)]，但也有一些 nHFTs 引用了吸引其他心理影响的心理影响[见列 (4)]。总的来说，研究结果与假设 1b 和假设 2 一致，同时表明一些 nhft 可能与心理影响进行交易。²² 表 11 中面板 A 的研究结果对于使用面板 B 和面板 C 中的买卖率的不同定义是稳健的。

7. 高频交易与算法交易的区别

到目前为止的结果表明，hft 和 nhft 在整数和整数周围的交易显著不同。在第 2 节中，我假设（假设 1b）HFTs 的交易模式不同于 nhft，因为 HFTs 广泛使用复杂的程序进行交易。如果 hft 所使用的算法是本文中显示的 hft 和 nhft 之间差异的唯一驱动因素，那么我们可以合理地推测，非 hft 的算法交易员也表现出与 hft 相同的交易模式。虽然算法可能是主要原因背后的不同的交易模式和整数，因此至少一些算法交易员排除高频可能交易对心理影响，我讨论两种方式，高频可能不同于算法交易员一般对买卖失衡和整数。

高频交易最突出的特点之一是其交易速度优于其他投资者（SEC，2014）。虽然速度本身不太可能影响一个贸易决策是否受到心理影响，但它增加了能够利用机会进行交易的可能性。要详细说明，

²² 虽然一些 nHFT 可能不是受心理影响驱动的，但请注意，一些被归类为 nHFT 的交易员实际上可能是 HFT。纳斯达克数据集中的 HFTs 的分类是手动进行的，一些 HFTs 被有意地归类为 nHFT（e.g., 经纪人在这种程度上，本文中记录的 nhft 的结果可以被认为是在 nhft 行为的保守估计，在现实中，表 10(2) 列的 nHFTs 交易结果更有可能显示表 2(3) 列中记录的模式。

假设目前一只股票的最佳要价为 5.01 美元，报价深度为 100 股。如果 HFT 和算法交易者同时使用的算法因为 5.01 美元比基本价值便宜（而且价格是由心理效应驱动的）而被触发，那么两名交易者都将提交一份 100 股的有价买入订单。然而，由于 HFT 可以收到报价信息并对其做出反应，HFT 的订单将被执行，而算法交易员的订单将在下一个最佳价格执行或被取消。因此，虽然两种类型的交易者使用的算法可能由相同的信号触发，但只有 hft 才能对其进行交易，这使得速度可能是影响表 2 所示结果的一个重要因素。

虽然投资者用来交易的算法和机器本质上并不具有心理限制，但人类的决策仍然涉及到编程过程。在一个极端的例子中，如果一个算法交易员写一个交易算法，买一些股票在 4.99 美元左右，因为它感觉比它真的是什么，结果交易仍然受到心理影响，尽管算法提交交易员的订单。D'Acutto、普拉巴拉和罗西（2019）发现，尽管投资者在采用机器人顾问后的行为偏见明显更少，通过自动算法为投资者提供财务建议，但偏见并没有完全消失。兰布雷希特和塔克（2019）表明，相对于男性，算法交付的广告投放的女性更少，尽管他们样本中的算法设计是中性的。作者解释说，年轻女性的接触成本通常更高，因此，考虑到成本的算法，最终向女性显示的广告更少。同样地，假设一个交易员想出了一种算法来分析实时的买卖失衡，并在存在强烈的买卖趋势时进行交易。根据我的发现，当出价低于整数时，该算法将执行更多的买入交易，而在没有 hft 的情况下，当出价高于整数时，该算法将卖出交易。因此，单独使用算法并不能保证交易策略不会遵循偏置模式。

因此，虽然 hft 和算法交易员都使用算法进行交易，但在投资和编程专业知识方面，不同程度的复杂程度可能会影响交易行为的差异。虽然没有明确的证据是否高频交易教育更好的投资者和程序员比算法交易员，它可能支持鉴于高频交易通常花大量的钱在他们的交易设备和程序而算法交易员可以涉及不同群体的投资者与不同层次的复杂。²³

²³ 一般来说，算法交易的进入门槛较低，因为交易平台为那些非专业人士或全职交易员引入了从事算法交易的方法。例如，参见奥斯汀·哈福德在 2015 年发表的一篇题为“算法交易：家庭游戏版本”的文章，可在 <https://www.wsj.com/articles/an-algo-and-a-dream-for-day-traders-1439160100>。

8. 结论性发言

高频交易因其优越的速度而成为人们的主要话题。高频不仅可以使用时无与伦比的速度快速利用报价尚未更新的新信息，从而实施不利选择成本慢投资者，他们还可以使用它从事活动，可能损害市场质量和稳定性的其他投资者的订单或生成大量订单错误，推动价格大大远离基本价值的骑士资本。

然而，机器不容易出现人为错误这一事实意味着，hft 可以消除许多由心理偏见造成的价格低效。在本文中，我的经验表明，买卖不平衡圆数字造成的心理影响 BHJ 已经消失在最近的样本由于高频的上升，贸易方向相反的投资者与心理偏见通常做什么。此外，当在通常受到心理影响的情况下进行交易时，hft 比 nhft 获得更高或类似的股票回报，这表明 hft 可以确定何时交易很可能是由心理影响驱动的。有趣的是，流动性需求者和供应商都是 HFT 的交易失衡也消失了，这表明高频在与 an 互动时从心理流出中获益最大 nHFT.

我的研究结果表明，hft 对市场的影响并不仅仅是通过它们的速度。相反，他们复杂的交易能力可以通过交易来帮助纠正效率低下，而没有心理约束，可能导致人为错误。此外，整个样本中行为偏见的似乎消失并不一定排除人类交易员作为一个整体仍在做出同样的偏见驱动的投资决策的可能性。这一结果对大量与人类偏见和错误有关的金融异常现象的文献有影响，特别是那些记录异常现象正在减少的文献，以及监管机构和交易所评估市场上高频交易的影响。

参考文献

- 安德森, 埃里克·t, 和邓肯 I。西姆斯特, 2003 年, 9 美元的价格结束对零售销售的影响: 来自现场实验的证据, 定量市场营销和经济学 1, 93-110。
- 克利福德, 沃尔特。多孔和阿德里安 E。特舍格尔, 1985 年, 《价格解析的程度: 黄金市场的案例》, 《期货市场杂志》5, 29-43。
- 陈志伟, 2013 年, 《高频交易与长期投资者: 来自买方的观点》, 《投资策略杂志》2, 25-69。
- 巴塔查里亚, 乌帕尔, 克雷格。霍尔顿和斯泰西·雅各布森, 2012 年, 一分钱明智, 美元愚蠢: 整数和周围的买卖失衡, 管理科学 58, 413-431。
- 布罗加德, 乔纳森, 特伦斯·亨德肖特和瑞安·里尔丹, 2014, 高频交易和价格发现, 金融研究评论 27, 2267-2306。
- 布罗加德, 乔纳森, 特伦斯·亨德肖特和瑞安·赖尔丹, 2017 年, 高频交易和 2008 年卖空禁令, 金融经济学杂志, 124, 22-42。
- 查克拉巴蒂, 比迪沙, 帕梅拉 C。莫尔顿和徐王, 2022 年, 关注: 高频交易如何提高收益公告后的价格效率, 金融市场杂志 57, 100690。曹, 超申, 王子梅, 2009, 价格聚类: 使用综合限制订单数据的证据, 财务评论 44, 1-29。
- 钟, 基 H., 和艾伯特 J。Lee, 2016, 《高频交易: 全球文献和监管举措的回顾》, 亚太金融研究杂志 45, 7-33。
- 钟, 基 h., 邦妮 F。范·内斯和罗伯特·A。Van Ness, 2004, 纽约证券交易所和纳斯达克十进制化后的交易成本和报价聚类, 《金融研究杂志》27, 309-328。
- 达昆托, 弗朗西斯科, 纳普纳和普拉巴拉和阿尔贝托 G。罗西, 2019 年, 机器人咨询的承诺和陷阱, 金融研究回顾 32 日, 1983-2020 年。
- 戴维斯, 瑞安 L., 邦妮 F。范·内斯和罗伯特·A。Van Ness, 2014, 由高频和非高频交易公司进行的贸易价格聚类, 《金融评论》49, 421-433。
- 伊斯利, 大卫, 马科斯。洛佩兹·德·普拉多和莫林·奥哈拉, 2012 年, 《在高频世界中的流动毒性和流动性》, 《金融研究回顾》第 25 期, 1457-1493 年。
- 盖·嘉定、陈尧、毛叶, 2013 年, 高频交易的外部性研究。可从以下网站获得: <https://ssrn.com/abstract=2066839>。
- 哈里斯, 劳伦斯, 1991 年, 股票价格聚类与离散性, 金融研究回顾 4, 389-415。哈里斯, 劳伦斯, 2003 年, 《交易与交易所: 从业者的市场微观结构》, 牛津大学出版社, 美国。
- 哈里斯, 劳伦斯, 2013, 如何处理高频交易, 金融分析师杂志第 69, 6-9。哈斯布鲁克, 乔尔和吉迪恩·萨尔, 2013 年, 低延迟交易, 金融市场杂志, 16, 646-679。

亨德肖特, 特伦斯, 查尔斯·M. 琼斯和阿尔伯特 J. 门克维尔德, 2011 年, 算法交易是否改善了流动性?, 美国金融杂志 66, 1-33。

高频交易员会预料到买卖压力吗?。可从: <https://ssrn.com/abstract=2238516>。

伊肯伯里, 大卫。I. 和詹姆斯。P. 韦斯顿, 2007 年, 在十进制化后的美国股票价格聚集, 欧洲金融管理 14, 30-54。

约瓦诺维奇, 博扬和艾伯特 J. 门克维尔德, 2016 年, 限价订单市场的中间人。可从以下网站获得: <https://ssrn.com/abstract=1624329>。

兰布雷希特, 安贾和凯瑟琳·塔克, 2019 年, 算法偏差? 关于 STEM 职业广告展示中明显的基于基因的歧视的实证研究, 管理科学 65 (7), 2966-2981。

李荣, 2013, 韩国指数期货市场高频交易, 期货市场杂志 35, 31-51。

刘易斯, 迈克尔, 2015 年, 《闪电男孩: 华尔街起义》(W. W. 诺顿公司, 纽约)。马利诺娃、卡蒂亚、安德烈亚斯·帕克和瑞安·赖尔丹, 2016 年, 对高频做市征税: 谁来买单?。可从: <https://ssrn.com/abstract=2183806>。

奥哈拉、莫林、陈尧和毛泽东, 2014, 《没有什么: 奇数和市场数据》, 《金融杂志》第 69 期, 2199-2236。

罗什, 多米尼克, 阿瓦尼达, 马。van Dijk, 2016, 市场效率的动力学, 金融研究综述 30, 1151-1187。

罗什, 埃莉诺, 1975 年, 认知参考点, 认知心理学, 7, 532-547。

辛德勒, 罗伯特 M., 和帕特里克 N. Kirby, 1997, 《广告价格中最右边数字的模式: 九端效应的影响》, 《消费者研究杂志》第 24 期, 192-201。

斯道尔, 2014, 高速股票交易: 1993-2012, 亚太金融研究杂志 43, 767-797。

托马斯, 马诺和维姬·莫维茨, 2005, 《愚蠢: 价格识别的左数字效应》, 《消费者研究杂志》32, 54-64。

U. S. 美国商品期货交易委员会和美国股市。S. 美国证券交易委员会 (CFTC 和 SEC), 2010 年, 关于 2010 年 5 月 6 日的市场事件的调查结果。可从以下网站获得: <https://www.sec.gov/news/research/2010年/市场营销报告.pdf>。

U. S. 美国证券交易委员会 (SEC), 2014 年, 股票市场结构文献综述第二部分: 高频交易。可从以下获得: https://www.sec.gov/marketstructure/research/hft_lit_review_mrch_2014.pdf。

图 1：所有流动性需求者的买卖比率中位数。XX 价格点

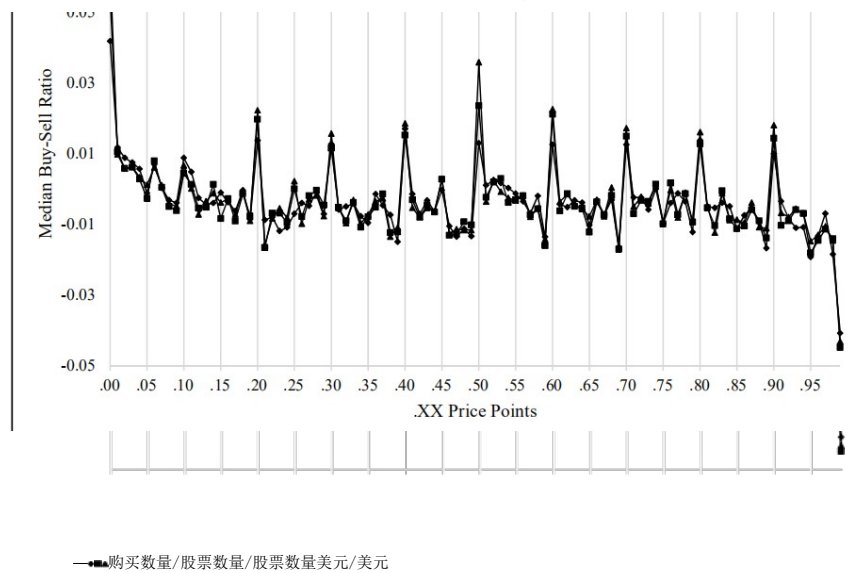
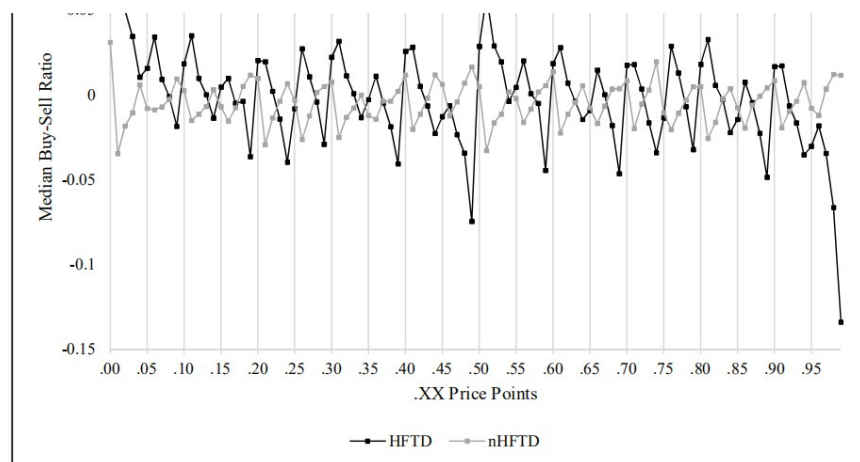
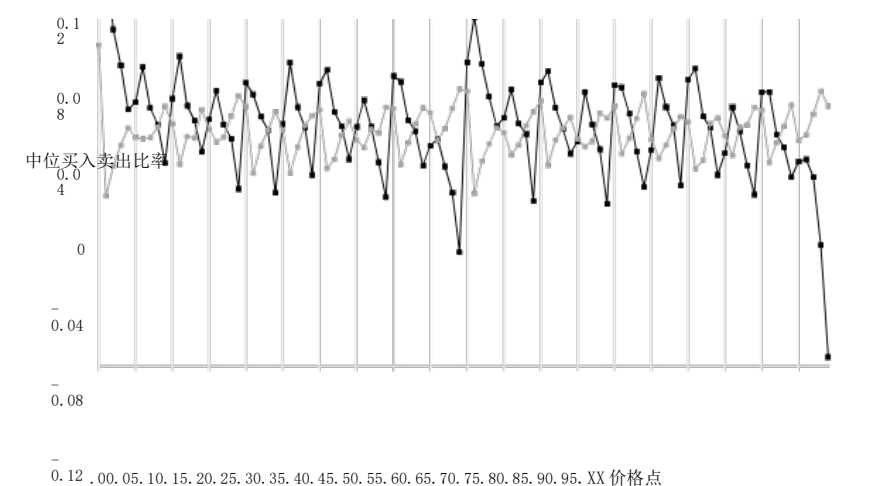


图 2: HFTD 和 nHFTD 交易的买卖率中位数。XX 价格点



面板 B: 购买的股份/出售的股份



面板 C: 购买的美元/销售的美元



表 1：描述性统计

本文给出了该样本的描述性统计数据。非高频（HFTD）是指非高频（HFT）需要流动性的交易。括号内的数字表示占各列中交易总额的百分比。报告了总体样本和子样本，分为公司规模和交易规模。大公司规模被定义为那些在罗素 3000 指数的顶部，中型集团由 1000 家左右的公司组成th在指数中，和小组是在 2000 年左右th放在索引中。大交易规模是指交易规模超过 2000 股的交易，中等交易规模超过 500–2000 股，小于 500 股的交易。N 表示样本量。

	所有样本	公司规模			贸易规模		
		小的	中	大的	小的	中	大的
价格（平均）	\$31. 62	\$15. 11	\$23. 88	\$32. 90	\$32. 46	\$22. 06	\$20. 61
价格（中位数）	\$23. 85	\$13. 44	\$19. 74	\$24. 63	\$24. 75	\$19. 00	\$18. 80
HFTD 交易	215, 799	2, 841	18, 753	194, 205	202, 242	12, 781	776
（千分之一）	(43%)	(24%)	(40%)	(44%)	(44%)	(35%)	(27%)
nHFTD 交易	282, 604	8, 932	28, 325	245, 347	256, 553	23, 925	2, 127
（千分之一）	(57%)	(76%)	(60%)	(56%)	(56%)	(65%)	(73%)
HFTD 股票交易	37, 399	309	2, 084	35, 005	24, 747	9, 780	2, 872
（单位：百万）	(38%)	(22%)	(34%)	(38%)	(42%)	(34%)	(24%)
nHFTD 股票交易	61, 656	1, 091	3, 975	56, 590	33, 928	18, 746	8, 982
（单位：百万）	(62%)	(78%)	(66%)	(62%)	(58%)	(66%)	(76%)
HFTD 美元体积	\$1, 027, 843	\$5, 072	\$48, 073	\$974, 697	\$758, 433	\$210, 606	\$58, 804
（单位：百万）	(39%)	(25%)	(36%)	(39%)	(43%)	(34%)	(24%)
nHFTD 美元体积	\$1, 619, 902	\$15, 374	\$84, 068	\$1, 520, 460	\$1, 023, 028	\$412, 884	\$183, 990
（单位：百万）	(61%)	(75%)	(64%)	(61%)	(57%)	(66%)	(76%)
N	498, 403, 028	11, 772, 966	47, 078, 044	439, 552, 018	458, 794, 447	36, 705, 421	2, 903, 160

表 2：按价格点计算的买卖比率

本表给出了等式(1)的回归结果。因变量是每个公司年的流动性需求者的买卖率（BSR），定义为（卖出）/（购买+卖出）。在面板 A 中，买入和卖出分别被定义为买方和卖家发起交易的数量，而在面板 B 和 C 中，它们被定义为买卖股票的数量以及买方和卖方发起交易的美元交易量。自变量是价格点的伪变量：如果 $pp =$ ，整数等于 1，整数等于 1 if $pp =$ ，否则 0，低于半美元等于 1 if $pp =$ ，否则 0，半美元等于 1 if $pp =$ ，否则季度等于 1 if $pp \in \{.24, .74\}$ 和 0，否则季度等于 1 if $pp \in \{.26, .76\}$ 和 0，否则季度等于 1 if $pp \in \{.09, .19, .29, .39, .49, .59, .69, .79, .89\}$ 否则为 0，以上的二美分等于 1 if $pp \in \{.11, .21, .31, .41, .51, .61, .71, .81, .91\}$ ，否则，如果 $pp \in \{.04, .14, .24, .34, .44, .54, .64, .74, .84, .94\}$ ，否则，如果 $pp \in \{.06, .16, .26, .36, .46, .56, .66, .76, .86, .96\}$ 和 0，否则。第(1)列包括所有交易，第(2)列包括仅由 HFTs 发起的交易 (HFTD 交易)，第(3)列包括仅由 nHFTs 发起的交易 (nHFTD 交易)。N 表示样本量。

	(1) 所有交易		(2) HFTD 交易		(3) nHFTD 交易	
		p 值		p 值		p 值
面板 A：买卖数量						
拦截	—	0.1574	—	0.3997	—	0.0086
小于整数	0.0009	<0.0001	0.0009	<0.0001	0.0018	<0.0001
以上整数	—	0.5711	—	<0.0001	0.0245	<0.0001
低于半美元	0.0311	0.0395	0.1347	<0.0001	—	<0.0001
半美元以上	—	0.4631	0 —	<0.0001	0.0522	<0.0001
四分之一以下	0.0027	0.4260	0.0843	<0.0001	0.0282	<0.0001
以上四分之一	—	0.0192	0 —	<0.0001	—	<0.0001
低于尺寸	0.0099	0.0008	0.0439	<0.0001	0.0389	<0.0001
高于尺寸	—	<0.0001	0 —	<0.0001	0.0177	<0.0001
以下镍	0.0035	0.4145	0.0425	<0.0001	—	0.0002
以上镍	—	<0.0001	0 —	0.0041	0.0261	<0.0001
N	0.0027	23,700	0.0238	23,700	0.0116	23,700
	—		0.094		—	
	0.0080		1.064		0.0242	
	—		2.027		0.0072	
	0.0060		8.025		—	
	—		8.008		0.0140	
	0.0080		5			
	—					
	0.0015					
	—					
	0.0071					
面板 B：已买卖的股份						
拦截	-0.0019	0.0099	-0.0005	0.6610	-0.0032	<0.0001

小于整数	-0.0285	<0.0001	-0.1504	<0.0001	0.0302	<0.0001
以上整数	-0.0109	0.0600	0.1021	<0.0001	-0.0613	<0.0001
低于半美元	-0.0034	0.5591	-0.0874	<0.0001	0.0360	<0.0001

半美元以上	—	0.0928	0.074	<0.0001	—	<0.0001
四分之一以下	0.0097	0.7806	6 —	<0.0001	0.0483	<0.0001
以上四分之一	—	0.0284	0.0510	<0.0001	0.0233	<0.0001
低于尺寸	0.0012	0.0728	0 —	<0.0001	—	<0.0001
高于尺寸	—	<0.0001	0.0443	<0.0001	0.0287	<0.0001
以下镍	0.0090	0.6946	0 —	<0.0001	0.0142	0.0001
以上镍	—	<0.0001	0.0277	0.0025	—	<0.0001
<i>N</i>	0.0039	23,700	0.031	23,700	0.0296	23,700
	—		3.026		0.0088	
	0.0122		9.010		—	
	—		4		0.0169	
	0.0008					
	—					
	0.0088					

面板 C: 买卖的美元

拦截	—	0.5446	—	0.6220	—	0.0993
小于整数	0.0005	<0.0001	0.0006	<0.0001	0.0013	<0.0001
以上整数	—	0.0485	—	<0.0001	0.0328	<0.0001
低于半美元	0.0273	0.6451	0.1521	<0.0001	—	<0.0001
半美元以上	—	0.0603	0 —	<0.0001	0.0628	<0.0001
四分之一以下	0.0115	0.9883	0.0883	<0.0001	0.0371	<0.0001
以上四分之一	—	0.0156	0 —	<0.0001	—	<0.0001
低于尺寸	0.0027	0.0413	0.0523	<0.0001	0.0497	<0.0001
高于尺寸	—	<0.0001	0 —	<0.0001	0.0225	<0.0001
以下镍	0.0110	0.3279	0.0455	<0.0001	—	0.0012
以上镍	0.0000	<0.0001	0 —	0.0089	0.0298	<0.0001
<i>N</i>	—	23,700	0.0298	23,700	0.0138	23,700
	0.0101		0.1019		—	
	—		.0743		0.0310	
	0.0045		.0301		0.0076	
	—		.0262		—	
	0.0134		.0092		0.0183	
	—					
	0.0021					
	—					

0.0102

表 3：按价格点计算的有条件买卖比率

本表给出了等式(2)的回归结果。列(1)使用一个 logit 模型，其中买方发起的交易编码为 1，卖家发起的交易编码为 0。第(2)列使用 OLS，其因变量等于买方发起交易的股票数，或等于卖方发起交易的负股票数。第(3)列也使用 OLS，但买方发起交易的交易量为美元，卖家发起交易的交易量为负。自变量是交易发生时间的条件虚拟变量，其定义见第 4 节。报告的系数是整数虚拟变量及其相应的镍变量的系数的差异。(HFTD)表示条件虚拟变量与 HFTD 的相互作用，如果流动性需求者为 HFT，则为 HFTD 等于 1，如果为 nHFT，则等于 0。所有的回归模型都包括对公司、月份、价格水平和交易规模的固定效应控制。N 表示样本量。

	(1)		(2)		(3)	
	对数几率 购买 1 个， 0 出售	p 值	工具： +股票购 买或出售 股票	p 值	工具： +美元购 买或-美元 出售	p 值
问低于整数-问低于镍价	0.0205	<0.0001	3.17		102.07	
			<0.0001		<0.0001	
询问低于整数-询问低于镍基 (HFTD)	-0.0596	<0.0001	-5.93		-200.87	
			<0.0001		<0.0001	
问跌倒到整数-问跌倒到镍币	0.2407	<0.0001	24.06		737.94	
			<0.0001		<0.0001	
询问跌倒到整数-询问跌倒到镍基 (HFTD)	-0.0850	<0.0001	- 13.08		-402.66	
			<0.0001		<0.0001	
出价上升到整数，出价上升到镍币	-0.2868	<0.0001	-29.35		-875.75	
			<0.0001		<0.0001	
投标上升到整数-投标上升到镍价 (HFTD)	0.1656	<0.0001	22.03		642.19	
			<0.0001		<0.0001	
出价高于整数，出价高于镍币	-0.1121	<0.0001	- 14.18		-476.23	
			<0.0001		<0.0001	
投标高于整数-投标高于镍 (HFTD)	0.1273	<0.0001	.5615		548.65	
			<0.0001		<0.0001	
惠普公司	-0.1011	<0.0001	- 16.42		-408.27	<0.0001
			<0.0001		0001	
公司固定效应	是		是		是	
月固定效应	是		是		是	
价格水平固定效应	是		是		是	
贸易规模固定效应	是		是		是	
N	498,394	084	498,394	084	498,394	084

电子副本可在: <https://ssrn.com/abstract=3331198> 获得。

表 4：按价格点假人、按交易量和公司规模计算的有条件买卖比率

该表显示了公式(2)的回归结果，包括三组固定规模（面板 A 至 C）和三组交易量（面板 D 至 F）的子样本。列(1)使用一个 logit 模型，其中买方发起的交易编码为 1，卖方发起的交易编码为 0。第(2)列使用 OLS，其因变量等于买方发起交易的股票数，或等于卖方发起交易的负股票数。第(3)列也使用 OLS，但买方发起交易的股票交易量为美元，卖方发起交易的股票交易量为负。自变量是交易发生时的条件虚拟变量，其定义见第 4 节。报告的系数是整数虚拟变量及其相应的镍变量的系数的差异。（HFTD）表示条件虚拟变量与 HFTD 的相互作用，如果流动性需求者为 HFT，则为 HFTD 等于 1，如果为 nHFT，则等于 0。所有的回归模型都包括对公司、月份和价格水平的固定效应控制，而面板 A-C 也包括交易规模的固定效应。N 表示样本量。

	(1) 对数几率 购买 1 个， 0 出售 p 值	(2) 工具： +股票购 买或出售 股票 p 值	(3) 工具： +美元购 买或-美元 出售 p 值
面板 A：小体积固定尺寸			
问低于整数-问低于镍价	.01750 <0.0001	2.36 <0.0001	25.14 <0.0001
问低于整数-问低于镍价 (HFTD)	-0.0489 <0.0001	-3.47 <0.0001	-46.03 <0.0001
问跌倒到整数-问跌倒到镍币	.35500 <0.0001	27.41 <0.0001	424.69 <0.0001
询问跌倒到整数-询问跌倒到镍基 (HFTD)	-0.2043 <0.0001	-19.05 <0.0001	-309.84 <0.0001
出价上升到整数，出价上升到镍币	-0.5187 <0.0001	-39.75 <0.0001	-548.08 <0.0001
投标上升到整数-投标上升到镍价 (HFTD)	.25720 <0.0001	25.82 <0.0001	307.91 <0.0001
出价高于整数，出价高于镍币	-0.1562 <0.0001	-12.13 <0.0001	-178.31 <0.0001
出价高于整数，出价高于镍币 (HFTD)	.08820 <0.0001	5.53 0.0060	28.11 0.3703
惠普公司	-0.0438 <0.0001	-3.50 <0.0001	0.87 0.8251
公司固定效应	是	是	是
月固定效应	是	是	是
价格水平固定效应	是	是	是
贸易规模固定效应	是	是	是
N	11,772,657	11,772,657	11,772,657

面板 B: 中等固定尺寸

问落低于整数-问低于镍 $0.0133 < 0.0001$ $1.81 < 0.0001$ $45.65 < 0.0001$

问低于整数-问低于镍 (HFTD) -0.0694 <0.0001 -5.02 <0.0001 - 140.85 <0.0001
 问落到整数-问落到镍 0.3283 <0.0001 26.26 <0.0001 674.91 <0.0001
 问落到整数-问落到镍 (HFTD) -0.1745 <0.0001 - 18.31 <0.0001 -473.79 <0.0001
 投标上升至整数-投标上升至镍-0.3959 <0.0001 -30.38 <0.0001 -774.41 <0.0001
 投标上升至整数-投标上升至镍 (HFTD) 0.2313 <0.0001 23.55 <0.0001 568.89 <0.0001
 投标高于整数-投标高于镍-0.1119 <0.0001 -8.29 <0.0001 -255.57 <0.0001
 投标高于整数-投标高于镍 (HFTD) 0.0841 <0.0001 6.24 <0.0001 197.77 <0.0001

HFTD -0.0816 <0.0001 -9.19 <0.0001 - 130.66 <0.0001

固定的固定效果是是是是

月固定效果是是是是

价格水平固定效果是是是是

交易大小固定效果是是是是

N

47,077,296

47,077,296

47,077,296

面板 C: 大公司尺寸

问低于整数-问低于镍价	.02150	3.31	109.55
	<0.0001	<0.0001	<0.0001
询问低于整数-询问低于镍基 (HFTD)	-0.0587	-6.04	-210.08
	<0.0001	<0.0001	<0.0001
问跌倒到整数-问跌倒到镍币	.21560	22.90	746.99
	<0.0001	<0.0001	<0.0001
询问跌倒到整数-询问跌倒到镍基 (HFTD)	-0.0615	- 11.85	-407.60
	<0.0001	<0.0001	<0.0001
出价上升到整数, 出价上升到镍币	-0.2584	-27.90	-877.13
	<0.0001	<0.0001	<0.0001
投标上升到整数-投标上升到镍价 (HFTD)	.14340	20.75	649.83
	<0.0001	<0.0001	<0.0001
出价高于整数, 出价高于镍币	-0.1090	- 16.18	-571.63
	<0.0001	<0.0001	<0.0001
投标高于整数-投标高于镍 (HFTD)	.13820	.3419	724.66
	<0.0001	<0.0001	<0.0001
惠普公司	-0.1023	- 17.52	-452.83
	<0.0001	<0.0001	<0.0001
公司固定效应	是	是	是
月固定效应	是	是	是
价格水平固定效应	是	是	是
贸易规模固定效应	是	是	是

<i>N</i>	439, 544, 131		439, 544, 131		439, 544, 131	
面板 D: 交易量小 (小于 500 股)						
<i>问</i> 低于整数- <i>问</i> 低于镍价	0.0194	<0.0001	1.33	<0.0001	52.64	<0.0001
<i>询问</i> 低于整数- <i>询问</i> 低于镍基 (<i>HFTD</i>)	-0.0599	<0.0001	-3.86	<0.0001	-149.65	<0.0001
<i>问</i> 跌倒到整数- <i>问</i> 跌倒到镍币	0.2434	<0.0001	15.25	<0.0001	508.18	<0.0001

问落到整数-问落到镍 (HFTD) -0.0857 <0.0001 -6.37 <0.0001 -210.22 <0.0001
 投标上升至整数-投标上升至镍-0.2883 <0.0001 - 18.34 <0.0001 -618.64 <0.0001
 投标上升至整数-投标上升至镍 (HFTD) 0.1652 <0.0001 12.04 <0.0001 406.88 <0.0001
 投标高于整数-投标高于镍-0.1112 <0.0001 -7.25 <0.0001 -285.95 <0.0001
 投标高于整数-投标高于镍 (HFTD) 0.1237 <0.0001 8.30 <0.0001 337.71 <0.0001
 HFTD -0.0976 <0.0001 -7.84 <0.0001 -238.59 <0.0001

固定的固定效果是是是是

月固定效果是是是是

价格水平固定效果是是是是

贸易规模，固定效应，没有，没有

N

458,786,586

458,786,586

458,786,586

面板 E: 中等交易量(500 至 2,000 股)

问低于整数-问低于镍价	.03070 <0.0001	.4512 <0.0001	369.29 <0.0001
询问低于整数-询问低于镍基 (HFTD)	-0.0486 <0.0001	- 18.73 <0.0001	-510.99 <0.0001
问跌倒到整数-问跌倒到镍币	.21080 <0.0001	75.33 <0.0001	2027.40 <0.0001
询问跌倒到整数-询问跌倒到镍基 (HFTD)	-0.0867 <0.0001	-31.30 <0.0001	-980.38 <0.0001
出价上升到整数，出价上升到镍币	-0.2669 <0.0001	- 100.34 <0.0001	-2577.16 <0.0001
投标上升到整数-投标上升到镍价 (HFTD)	.17070 <0.0001	66.97 <0.0001	.831786 <0.0001
出价高于整数，出价高于镍币	-0.1144 <0.0001	-48.89 <0.0001	- 1770.32 <0.0001
投标高于整数-投标高于镍 (HFTD)	.22130 <0.0001	86.93 <0.0001	3737.52 <0.0001
惠普公司	-0.1449 <0.0001	-59.56 <0.0001	- 1213.04 <0.0001
公司固定效应	是	是	是
月固定效应	是	是	是
价格水平固定效应	是	是	是
贸易规模固定效应	不	不	不
N	36,704,425	36,704,425	36,704,425

F 组: 交易量大 (2000 多股)

问低于整数-问低于镍价	0.0443	<0.0001	114.70	<0.0001	2902	<0.0001
询问低于整数-询问低于镍基 (HFTD)	-0.0461	0.0002	-122.46	0.0004	-2863	0.0002
问跌倒到整数-问跌倒到镍币	0.2425	<0.0001	624.68	<0.0001	15767	<0.0001
询问跌倒到整数-询问跌倒到镍基 (HFTD)	-0.1493	<0.0001	-476.83	<0.0001	-14318	<0.0001
出价上升到整数, 出价上升到镍币	-0.2932	<0.0001	-618.87	<0.0001	-13784	<0.0001

投标上升至整数-投标上升至镍 (HFTD) 0.3208 <0.0001 636.16 <0.0001 14424 <0.0001
 投标报价高于整数-投标报价高于镍-0.4200 <0.0001 - 1163.52 <0.0001 -33819 <0.0001
 投标高于整数-投标高于镍 (HFTD) 0.4211 0.0022 1160.56 0.0023 39035 <0.0001
 HFTD -0.2163 <0.0001 -496.34 <0.0001 -8504 <0.0001
 固定的固定效果是是是是
 月固定效果是是是是
 价格水平固定效果是是是是
 贸易规模，固定效应，没有，没有

N

2,903,073

2,903,073

2,903,073

表 5：按价格点假人计算的股票回报

本表给出了等式(3)的回归结果。因变量是股票对每日收盘价的回报。如果(1)和(2)列是否购买（出售）使用每日收盘出价（询问）来计算回报，而列(3)和(4)使用每日收盘中点。自变量是交易发生时间的条件虚拟变量，其定义见第4节。报告的系数是整数虚拟变量及其相应的镍变量的系数的差异。（HFTD）表示条件虚拟变量与HFTD的相互作用，如果流动性需求者为HFT，则为HFTD等于1，如果为nHFT，则等于0。所有的回归模型都包括对公司、月份、贸易规模和价格水平的固定效应控制。N表示样本量。

	(1) 交	(2) 交	(3)	(4)
	易价格 p 值	易价格 p 值	中点 p 值	中点 p 值
问瀑布低于整数购买	-0.01361%	-0.01938%	-0.01309%	-0.01898%
-询问低于镍价买家的购买情况	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
问瀑布低于整数购买		0.01317%		0.01346%
-询问低于镍价的购买（HFTD）		<0.0001		<0.0001
问跌倒到整数购买	0.03015%	0.02676%	0.03096%	0.02743%
-询问瀑布去购买镍币	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
问跌倒到整数购买		0.00896%		0.00936%
-询问购买镍购买（HFTD）		0.0219		0.0166
出价上升到整数销售	0.00629%	0.00793%	0.00586%	0.00744%
-镍出价	0.0014	0.0014	0.0028	0.0028
出价上升到整数销售		-0.00398%		-0.00386%
-镍出价（HFTD）		0.3262		0.3408
出价高于整数销售	-0.02445%	-0.03444%	-0.02462%	-0.03522%
-出价高于镍币的销售水平	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
出价高于整数销售		0.02435%		0.02577%
-出价高于镍币销售价（HFTD）		0.0033		0.0019
惠普公司		0.00669%		0.00574%
		<0.0001		<0.0001
公司固定效应	是	是	是	是
月固定效应	是	是	是	是
价格水平固定效应	是	是	是	是
贸易规模固定效应	是	是	是	是
N	498, 340, 508	498, 340, 508	498, 340, 508	498, 340, 508

表 6：按价格点假人、按交易量和公司规模计算的股票回报

本表给出了公式(3)的回归结果，包括固定规模三组（A至C组）和交易量三组（D至F组）的回归样本。因变量是股票对每日收盘价的回报。如果(1)和(2)列是否购买（出售）使用每日收盘出价（询问）来计算回报，而列(3)和(4)使用每日收盘中点。自变量是交易发生时间的条件虚拟变量，其定义见第4节。报告的系数是整数虚拟变量及其相应的镍变量的系数的差异。（HFTD）表示条件虚拟变量与HFTD的相互作用，如果流动性需求者为HFT，则为HFTD等于1，如果为nHFT，则等于0。所有的回归模型都包括对公司、月份和价格水平的固定效应控制，而面板A-C也包括交易规模的固定效应。N表示样本量。

	(1) 交易价格 p 值	(2) 交易价格 p 值	(3) 中点 p 值	(4) 中点 p 值
面板 A：小体积固定尺寸				
问瀑布低于整数购买	-0.08540%	-0.09375% <0.0001	-0.08955% <0.0001	-0.09894% <0.0001
-问低于镍价收购问低于整数收购	<0.0001	0.03406% 0.0095		0.03822% 0.0035
-问低于镍购买（HFTD）问整数购买				
-询问瀑布到镍币购买问瀑布到整数购买		0.12401% <0.0001		0.12100% <0.0001
-问下降到镍币的购买（HFTD）出价上升到整数销售	0.10492% <0.0001	-0.10008% 0.0023	0.10354% <0.0001	-0.09694% 0.0029
-报价上升到镍币销售，报价上升到整数销售		-0.05266% 0.0006		-0.06014% 0.0029
-镍上升（HFTD）出价高于整数销售	-0.03989% 0.0041	0.06128% 0.0807	-0.04604% 0.0007	0.06453% <0.0001
-报价高于镍销售报价高于整数报价		-0.01821% 0.3152		-0.02079% 0.0648
-出价高于镍销售（HFTD）HFTD		0.08090% 0.0254		0.08440% 0.2498
公司固定效应	0.00263%		0.00102%	
月固定效应	0.8670	0.00417%是	0.9478	-0.00050%
价格水平固定效应		是		0.0192
		是		0.8292
	是		是	是
	是		是	是
	是		是	是

电子副本可在：<https://ssrn.com/abstract=3331198> 获得。

贸易规模固定效应 <i>N</i>	是 11, 772, 718	是 11, 772, 718	是 11, 772, 718	是 11, 772, 718
面板 B: 中等固定尺寸				
问瀑布低于整数购买	-0. 06917%	-0. 09346%	-0. 06634%	-0. 09118%
-询问低于镍价买家的购买情况	<0. 0001	<0. 0001	<0. 0001	<0. 0001
问瀑布低于整数购买		0. 06083%		0. 06203%
-询问低于镍价的购买 (HFTD)		<0. 0001		<0. 0001
问跌倒到整数购买	-0. 01600%	-0. 01200%	-0. 00900%	-0. 00600%
-询问瀑布去购买镍币	0. 0161	0. 1198	0. 1379	0. 3851
问跌倒到整数购买		-0. 01196%		-0. 01036%
-询问购买镍购买 (HFTD)		0. 3852		0. 4506
出价上升到整数销售	0. 03800%	0. 03600%	0. 04000%	0. 03800%
-镍出价	<0. 0001	<0. 0001	<0. 0001	<0. 0001
出价上升到整数销售		0. 00292%		0. 00463%
-镍出价 (HFTD)		0. 8416		0. 5031
出价高于整数销售	0. 04619%	0. 05052%	0. 04313%	0. 04708%
-出价高于镍币的销售水平	<0. 0001	<0. 0001	<0. 0001	<0. 0001
出价高于整数销售		-0. 01149%		-0. 01164%
-出价高于镍币销售价 (HFTD)		0. 5167		0. 5100
惠普公司		-0. 00498%		-0. 00754%
		<0. 0001		<0. 0001
公司固定效应	是	是	是	是
月固定效应	是	是	是	是
价格水平固定效应	是	是	是	是
贸易规模固定效应	是	是	是	是
<i>N</i>	47, 077, 623	47, 077, 623	47, 077, 623	47, 077, 623
面板 C: 大公司尺寸				
问落低于整数购买	-0. 00570%	<0. 0001	-0. 00777%	<0. 0001
-询问低于镍价买家的购买情况			-0. 00528%	<0. 0001
问落低于整数购买	0. 00479%	0. 0009	0. 00488%	0. 0007
-询问低于镍价的购买 (HFTD)				

问跌倒到整数购买	0.03232%	0.02551%	<0.0001	0.03240%	0.02547%	<0.0001
-询问瀑布到镍币购买询问瀑布到整数购买	<0.0001	0.01748%		<0.0001	0.01779%	
-问下降到镍币的购买 (HFTD)			<0.0001			<0.0001
出价上升到整数销售		0.01042%	1		0.00984%	1
-报价上升到镍币销售, 报价上升到整数销售	0.00708%			0.00647%		
-镍上升 (HFTD) 出价高于整数销售	0.0006	-0.00824%	<0.0001	0.0017	-0.00834%	0.0002
-报价高于镍销售报价高于整数报价		-0.08547%			-0.08594%	0.0488
-出价高于镍销售 (HFTD) HFTD	-0.06579%	0.04548%		-0.06468%	0.04742%	<0.0001
公司固定效应	<0.0001		<0.0001	<0.0001		
月固定效应		0.00780%	1		0.00706%	
价格水平固定效应			<0.0001			1
贸易规模固定效应			1			
N	是		<0.0001	是		<0.0001
	是		1	是	是	
	是	是		是	是	
	是	是		是	是	
	439,490,167	是		439,490,167	是	
		是			是	
		是			是	
		是			是	
		439,490,167			439,490,167	

面板 D: 交易量小 (小于 500 股)

问瀑布低于整数购买	-0.01355%	<0.0001	-0.01947%	<0.0001	-0.01303%	<0.0001	-0.01906%	<0.0001
-询问低于镍价买家的购买情况								1
问瀑布低于整数购买			0.01334%	<0.0001			0.01356%	<0.0001
-询问低于镍价的购买 (HFTD)								1
问跌倒到整数购买	0.02981%	<0.0001	0.02620%	<0.0001	0.03077%	<0.0001	0.02704%	<0.0001
-询问瀑布去购买镍币								1
问跌倒到整数购买			0.00949%	0.0208			0.00980%	0.0169
-询问购买镍购买 (HFTD)								

出价上升到整数销售 -镍出价	0.00679%	0.0010	0.00923%	0.0005	0.00639%	0.0020	0.00880%	0.0008
出价上升到整数销售 -镍出价 (HFTD)			-0.00621%	0.1453			-0.00615%	0.1488

出价高于整数销售	-0.02299%	-0.03204%	<0.0001	-0.02302%	-0.03267%
-报价高于镍销售报价高于整数报价	<0.0001	0.02183%	0.0098	<0.0001	<0.0001
-出价高于镍销售 (HFTD) HFTD		0.00587%	<0.0001		0.02322%
公司固定效应			1		0.0059
月固定效应					
价格水平固定效应	是	是	是	是	0.00492%
贸易规模固定效应	是	是	是	是	<0.0001
N	是	是	是	是	是
	不	不	不	不	是
	458,735,578	458,735,578	458,735,578	458,735,578	不
					458,735,578
面板 E: 中等交易量 (500 至 2,000 股)					
问瀑布低于整数购买	-0.01526%	是	-	是是	<0.0001
-问低于镍价收购问低于整数收购	<0.0001	是	0.01940%		
		是			0.0192
-问低于镍购买 (HFTD) 问整数购买			0.01133%		
-询问瀑布到镍币购买问					<0.0001
问瀑布到整数购买	0.03482%		0.03150%		
-问下降到镍币的购买 (HFTD)	<0.0001				0.4682
出价上升到整数销售			0.00963%		
-报价上升到镍币销售,					0.2729
报价上升到整数销售			-		
-镍上升 (HFTD) 出价高于整数销售	-0.00153%		0.00839%		0.0604
	0.8090				
-报价高于镍销售报价高于整数报价			0.02568%		0.0079
-出价高于镍销售 (HFTD) HFTD			-		0.0601
公司固定效应	-0.04969%		0.07709%		
月固定效应	0.0428				<0.0001
价格水平固定效应			0.10266%		
			0.01674		
			%		

-0.01447%	<0.0001	-0.01903%	<0.0001
		0.01248%	0.0099
0.03443%	<0.0001	0.03032%	<0.0001
		0.01016%	0.4442
-0.00240%	0.7048	-0.00953%	0.2128
		0.02649%	0.0526
-0.05491%	0.0250	-0.08185%	0.0049
		0.10020%	0.0656
		0.01594%	<0.0001
是			1
是		是	
是		是	
		是	

电子副本可在: [https://ssrn 获得.com/abstract=3331198](https://ssrn获得.com/abstract=3331198)

贸易规模固定效应 <i>N</i>	不 36, 701, 915	不 36, 701, 915	不 36, 701, 915	不 36, 701, 915
F组：交易量大（2000 多股）				
问瀑布低于整数购买	-0. 00588%	-0. 01071%	-0. 00527%	-0. 01029%
-询问低于镍价买家的购买情况	0. 4457	0. 2421	0. 4944	0. 2608
问瀑布低于整数购买		0. 01650%		0. 01716%
-询问低于镍价的购买（HFTD）		0. 3313		0. 3123
问跌倒到整数购买	0. 01644%	0. 03149%	0. 01344%	0. 02803%
-询问瀑布去购买镍币	0. 3853	0. 1500	0. 4776	0. 1946
问跌倒到整数购买		-0. 06433%		-0. 06395%
-询问购买镍购买（HFTD）		0. 1540		0. 1563
出价上升到整数销售	0. 02100%	0. 03029%	0. 02046%	0. 03007%
-镍出价	0. 2841	0. 1731	0. 2965	0. 1760
出价上升到整数销售		-0. 03576%		-0. 03729%
-镍出价（HFTD）		0. 4501		0. 4308
出价高于整数销售	-0. 43000%	-0. 42200%	-0. 44000%	-0. 43500%
-出价高于镍币的销售水平	<0. 0001	<0. 0001	<0. 0001	<0. 0001
出价高于整数销售		-0. 01559%		-0. 00459%
-出价高于镍币销售价（HFTD）		0. 9351		0. 9809
惠普公司		0. 02601%		0. 02554%
		<0. 0001		<0. 0001
公司固定效应	是	是	是	是
月固定效应	是	是	是	是
价格水平固定效应	是	是	是	是
贸易规模固定效应	不	不	不	不
<i>N</i>	2, 903, 015	2, 903, 015	2, 903, 015	2, 903, 015

表 7：按价格点计算的机会主义股票回报

本表给出了等式(4)的回归结果。因变量是股票对每日收盘价的回报。列(1)如果交易是购买（出售），则使用每日收盘出价（询问）来计算回报，而列(2)使用每日收盘中点。自变量是交易发生时的条件虚拟变量，其定义见第 4 节。报告的系数是整数虚拟变量及其相应的镍变量的系数的差异。（HFTD）表示条件虚拟变量与 HFTD 的相互作用，如果流动性需求者为 HFT，则为 HFTD 等于 1，如果为 nHFT，则等于 0。所有的回归模型都包括对公司、月份、贸易规模和价格水平的固定效应控制。N 表示样本量。

	(1)		(2)	
	贸易价格	p 值	中点	p 值
问低于整数销售-问低于镍销售	0.01922%	<.0001	0.01972%	<.0001
问低于整数销售-问低于镍销售（HFTD）	-0.00333%	0.0101	-0.00312%	0.0159
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售	-0.01700%	<.0001	-0.01730%	<.0001
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售（HFTD）	0.00989%	0.0047	0.00992%	0.0046
出价上升到整数收购-出价上升到镍价收购	0.01804%	<.0001	0.01851%	<.0001
报价上升至整数收购-报价上升至镍收购（HFTD）	0.00272%	0.4447	0.00248%	0.4853
出价高于整数购买-出价高于镍币购买	0.03465%	<.0001	0.03522%	<.0001
出价高于整数购买-出价高于镍购买（HFTD）	0.02480%	0.0008	0.02502%	0.0007
问低于整数购买-问低于镍购买	-0.01893%	<.0001	-0.01849%	<.0001
问低于整数购买-问低于镍购买（HFTD）	0.01331%	<.0001	0.01359%	<.0001
问瀑布到整数购买-问瀑布到镍币购买	0.02244%	<.0001	0.02312%	<.0001
问瀑布到整数购买-问瀑布到镍币购买（HFTD）	0.00724%	0.0661	0.00763%	0.0524
出价上升到整数的销售-出价上升到镍的销售	0.00130%	0.6041	0.00087%	0.7294
报价上升至整数销售-报价上升至镍销售（HFTD）	-0.00439%	0.2826	-0.00427%	0.2955
出价高于整数销售，出价高于镍销售	-0.05031%	<.0001	-0.05160%	<.0001
报价高于整数销售-报价高于镍销售（HFTD）	0.02070%	0.0125	0.02213%	0.0075
惠普公司	0.00929%	<.0001	0.00834%	<.0001
公司固定效应	是		是	
月固定效应	是		是	
价格水平固定效应	是		是	
贸易规模固定效应	是		是	
N	498,335,921		498,335,921	

表 8：按价格点假人、按交易量和公司规模计算的机会主义股票回报

本表给出了公式(4)的回归结果，包括固定规模三组（A至C组）和交易量三组（D至F组）的回归样本。因变量是股票对每日收盘价的回报。列(1)如果交易是购买（出售），则使用每日收盘出价（询问）来计算回报，而列(2)使用每日收盘中点。自变量是交易发生时间的条件虚拟变量，其定义见第4节。报告的系数是整数虚拟变量及其相应的镍变量的系数的差异。（HFTD）表示条件虚拟变量与HFTD的相互作用，如果流动性需求者为HFT，则为HFTD等于1，如果为nHFT，则等于0。所有的回归模型都包括对公司、月份和价格水平的固定效应控制，而面板A-C也包括交易规模的固定效应。N表示样本量。

	(1) 交易价格	p 值	(2) 中点	p 值
面板 A：小体积固定尺寸				
问低于整数的销售-问低于镍的销售问低于整数的销售-问低于镍的销售（HFTD）问跌到整数的销售-问跌到镍的销售	0.06672%	<.0001	0.05945%	0.00411%
问下降到整数销售-问下降到镍销售（HFTD）出价上升到整数收购-出价上升到镍收购	0.03633%	<.0001	0.03394%	
报价上升到整数收购报价上升到镍收购（HFTD）报价高于整数收购报价高于整数收购报价高于镍收购（HFTD）问低于整数收购问低于镍收购问低于整数收购问低于镍收购（HFTD）	0.09022%	0.3185	0.09624%	
问下降到整数购买-问下降到镍购买问下降到整数购买-问下降到镍购买（HFTD）出价上升到整数销售-出价上升到镍销售出价上升到整体销售-出价上升到镍销售（HFTD）	0.03116%	0.5344	0.03057%	
高于整数，高于镍，高于整数，高于镍（HFTD）HFTD	—	<.0001	—	
公司固定效应	0.01583%	<.0001	0.01610%	
月固定效应	—	0.0092	—	
价格水平固定效应	0.01912%	<.0001	0.02258%	
	—	0.0023	—	
	0.04386%	<.0001	0.04539%	
	0.13047%	0.0582	0.13740%	
	—	0.0611	—	
	0.09141%	0.0207	0.09638%	
	0.03424%	0.8896	0.03834%	
	0.12083%	是	0.11902%	
	—	是	—	
	0.09951%	是	0.09747%	
	—		—	
	0.06969%		0.07710%	
	0.06650%		0.06961%	
	—		—	
	0.03398%		0.03658%	
	0.08376%		0.08726%	
	0.00042%		—	

<.0001
0.0035
<.0001
0.2925
0.3085

0.4
616
0.0
050
<.0
001

<.0001
0.0034
<.0001
0.0028
<.0001

0.0
466 是
0.0 是
429 是
0.0
155
0.1715

贸易规模固定效应 N	是 11, 772, 585	是 11, 772, 585
面板 B: 中等固定尺寸		
问低于整数销售-问低于镍销售	0. 05555%	0. 05752%
	<. 0001	<. 0001
问低于整数销售-问低于镍销售 (HFTD)	0. 01078%	0. 01221%
	0. 0257	0. 0112
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售	0. 01600%	0. 01838%
	0. 0442	0. 0256
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售 (HFTD)	0. 01989%	0. 01823%
	0. 1096	0. 1413
出价上升到整数收购-出价上升到镍价收购	-0. 02700%	-0. 02400%
	0. 0010	0. 0035
报价上升至整数收购-报价上升至镍收购 (HFTD)	0. 03076%	0. 02871%
	0. 0166	0. 0249
出价高于整数购买-出价高于镍币购买	0. 01507%	0. 01397%
	0. 1359	0. 1655
出价高于整数购买-出价高于镍购买 (HFTD)	0. 01186%	0. 00786%
	0. 4549	0. 6194
问低于整数购买-问低于镍购买	-0. 09118%	-0. 08758%
	<. 0001	<. 0001
问低于整数购买-问低于镍购买 (HFTD)	0. 06172%	0. 06289%
	<. 0001	<. 0001
问瀑布到整数购买-问瀑布到镍币购买	-0. 01649%	-0. 01090%
	0. 0369	0. 1663
问瀑布到整数购买-问瀑布到镍币购买 (HFTD)	-0. 01530%	-0. 01367%
	0. 2668	0. 3199
出价上升到整数的销售-出价上升到镍的销售	0. 01000%	0. 01200%
	0. 2257	0. 1575
报价上升至整数销售-报价上升至镍销售 (HFTD)	0. 00127%	0. 00299%
	0. 9311	0. 8375
出价高于整数销售, 出价高于镍销售	0. 02107%	0. 01784%
	0. 0614	0. 1121
报价高于整数销售-报价高于镍销售 (HFTD)	-0. 01987%	-0. 02006%
	0. 2622	0. 2562
惠普公司	0. 00089%	-0. 00152%

	0.4447		0.1901	
公司固定效应	是		是	
月固定效应	是		是	
价格水平固定效应	是		是	
贸易规模固定效应	是		是	
<i>N</i>	47,077,296		47,077,296	
面板 C：大公司尺寸				
问低于整数销售-问低于镍销售	0.01307%	<.0001	0.01362%	<.0001
问低于整数销售-问低于镍销售 (HFTD)	-0.00239%	0.0754	-0.00247%	0.0653
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售	-0.01794%	<.0001	-0.01834%	<.0001
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售 (HFTD)	0.00911%	0.0128	0.00928%	0.0112
出价上升到整数收购-出价上升到镍价收购	0.02476%	<.0001	0.02496%	<.0001

报价上升到整数收购报价上升到镍收购 (HFTD) 报价高于整数收	-0.00195%	0.59	-0.00187%	0.61
购报价高于整数收购报价高于镍收购 (HFTD) 问低于整数收购问	0.06781%	90	0.06913%	28
低于镍收购问低于整数收购问低于镍收购 (HFTD)	0.00774%	<.00	0.00913%	<.00
问下降到整数购买-问下降到镍购买问下降到整数购买-	-0.00766%	01	-0.00727%	01
问下降到镍购买 (HFTD) 出价上升到整数销售-出价上升	0.00497%	0.40	0.00506%	0.32
到镍销售出价上升到整体销售-出价上升到镍销售	0.01992%	05	0.01987%	08
(HFTD)	0.01651%	<.00	0.01681%	<.00
高于整数, 高于镍, 高于整数, 高于镍 (HFTD) HFTD	0.00604%	01	0.00551%	01
公司固定效应	-0.00905%	0.00	-0.00916%	0.00
月固定效应	-0.10051%	06	-0.10106%	04
价格水平固定效应	0.04221%	<.00	0.04417%	<.00
贸易规模固定效应	0.01044%	01	0.00966%	01
N				

是
是
是
是

是
是
是
是

439,486,040

439,486,040

面板 D: 交易量小 (小于 500 股)

问低于整数销售-问低于镍销售	0.01918%	<.0001	0.01967%	<.0001
问低于整数销售-问低于镍销售 (HFTD)	-0.00364%	0.0071	-0.00344%	0.0109
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售	-0.01419%	<.0001	-0.01440%	<.0001
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售 (HFTD)	0.00734%	0.0455	0.00730%	0.0467
出价上升到整数收购-出价上升到镍价收购	0.01530%	<.0001	0.01582%	<.0001
报价上升至整数收购-报价上升至镍收购 (HFTD)	0.00695%	0.0619	0.00667%	0.0731
出价高于整数购买-出价高于镍币购买	0.03473%	<.0001	0.03535%	<.0001
出价高于整数购买-出价高于镍购买 (HFTD)	0.02557%	0.0007	0.02571%	0.0006
问低于整数购买-问低于镍购买	-0.01898%	<.0001	-0.01852%	<.0001
问低于整数购买-问低于镍购买 (HFTD)	0.01345%	<.0001	0.01366%	<.0001

问瀑布到整数购买-问瀑布到镍币购买	0.02222%	<.0001	0.02307%	<.0001
问瀑布到整数购买-问瀑布到镍币购买 (HFTD)	0.00722%	0.0807	0.00753%	0.0682
出价上升到整数的销售-出价上升到镍的销售	0.00208%	0.4329	0.00169%	0.5227
报价上升至整数销售-报价上升至镍销售 (HFTD)	-0.00639%	0.1363	-0.00633%	0.1398

出价高于整数卖出-出价高于镍卖出-0.04788% <.0001 -0.04864% <.0001
 出价高于整数销售-出价高于镍销售 (HFTD) 0.01781% 0.0350 0.01920% 0.0229
 HFTD 0.00891% <.0001 0.00796% <.0001

固定效果是是

月固定效果是，是，是

价格水平，固定效果，是的，是的

交易大小，固定效果，是的，是的

N

458,731,602

458,731,602

面板 E: 中等交易量(500 至 2,000 股)

问低于整数销售-问低于镍销售	0.02083%	0.02142%
	<.0001	<.0001
问低于整数销售-问低于镍销售 (HFTD)	0.00189%	0.00216%
	0.6828	0.6414
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售	-0.04152%	-0.04250%
	<.0001	<.0001
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售 (HFTD)	0.02931%	0.02976%
	0.0177	0.0160
出价上升到整数收购-出价上升到镍价收购	0.04088%	0.04098%
	<.0001	<.0001
报价上升至整数收购-报价上升至镍收购 (HFTD)	-0.03790%	-0.03795%
	0.0024	0.0024
出价高于整数购买-出价高于镍币购买	0.02462%	0.02461%
	0.3141	0.3181
出价高于整数购买-出价高于镍购买 (HFTD)	-0.02439%	-0.02157%
	0.5979	0.6407
问低于整数购买-问低于镍购买	-0.01930%	-0.01892%
	<.0001	<.0001
问低于整数购买-问低于镍购买 (HFTD)	0.01151%	0.01265%
	0.0174	0.0089
问瀑布到整数购买-问瀑布到镍币购买	0.02232%	0.02159%
	0.0035	0.0047
问瀑布到整数购买-问瀑布到镍币购买 (HFTD)	0.01605%	0.01657%
	0.2353	0.2202
出价上升到整数的销售-出价上升到镍的销售	-0.00849%	-0.00943%
	0.2740	0.2245
报价上升至整数销售-报价上升至镍销售 (HFTD)	0.02306%	0.02381%

出价高于整数销售， 出价高于镍销售	0.0979 -0.09566%	0.0872 -0.09957%
报价高于整数销售-报价高于镍销售 (HFTD)	0.0010 0.10461%	0.0006 0.10215%
惠普公司	0.0558 0.01377%	0.0608 0.01290%
	<.0001	<.0001
公司固定效应	是	是
月固定效应	是	是
价格水平固定效应	是	是
贸易规模固定效应	是	是
<i>N</i>	36,701,357	36,701,357

F组：交易量大（2000多股）				
问低于整数销售-问低于镍销售	0.00398%	0.6262	0.00394%	0.6288
问低于整数销售-问低于镍销售（HFTD）	0.00625%	0.7007	0.00641%	0.6933
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售	-0.06353%	0.0032	-0.06450%	0.0028
问瀑布到整数销售-问瀑布到镍币销售（HFTD）	0.04116%	0.3298	0.04142%	0.3266
出价上升到整数收购-出价上升到镍价收购	0.06940%	0.0012	0.06861%	0.0014
报价上升至整数收购-报价上升至镍收购（HFTD）	-0.14345%	0.0007	-0.14215%	0.0008
出价高于整数购买-出价高于镍币购买	0.11510%	0.1479	0.10595%	0.1827
出价高于整数购买-出价高于镍购买（HFTD）	0.25845%	0.1377	0.25800%	0.1385
问低于整数购买-问低于镍购买	-0.01117%	0.2225	-0.01074%	0.2407
问低于整数购买-问低于镍购买（HFTD）	0.01734%	0.3074	0.01800%	0.2891
问瀑布到整数购买-问瀑布到镍币购买	0.01634%	0.4572	0.01348%	0.5396
问瀑布到整数购买-问瀑布到镍币购买（HFTD）	-0.03252%	0.4811	-0.03250%	0.4811
出价上升到整数的销售-出价上升到镍的销售	0.03496%	0.1228	0.03498%	0.1225
报价上升至整数销售-报价上升至镍销售（HFTD）	-0.03858%	0.4268	-0.04011%	0.4085
出价高于整数销售，出价高于镍销售	-0.44200%	<.0001	-0.45500%	<.0001
报价高于整数销售-报价高于镍销售（HFTD）	-0.01010%	0.9579	0.00102%	0.9957
惠普公司	0.01965%	<.0001	0.01908%	<.0001
公司固定效应	是		是	
月固定效应	是		是	
价格水平固定效应	是		是	
贸易规模固定效应	是		是	
N		2,902,962		2,902,962

表 9：财富转移

该表显示了发生在心理影响方向和与心理影响方向上的交易之间的财富转移，这是通过将常规交易和机会主义交易的异常股票回报乘以相应的交易总美元价值来计算出来的。我报告的规模计算，这是由相应的结果乘以 3000（罗素 3000 的股票数量）和除以 238（119 只股票乘以 2 年的样本），估计每年财富转移罗素 3000 指数的买卖失衡和圆数字。括号中报告了每个类别相对于相应美元体积的异常回报百分比。

条件	HFTD 增益 (交易价格)	nHFTD 增益 (交易价格)	HFTD 增益 (中点)	nHFTD 增益 (中点)
问瀑布低于整数购买	-\$17,491,987 (-0.0056%)	-\$87,315,261 (-0.0189%)	-\$15,250,559 (-0.0049%)	-\$85,285,532 (-0.0185%)
问跌倒到整数购买	\$11,489,886 (0.0297%)	\$17,962,721 (0.0224%)	\$11,904,885 (0.0308%)	\$18,506,173 (0.0231%)
出价上升到整数销售	-\$1,072,763 (-0.0031%)	\$968,154 (0.0013%)	-\$1,181,393 (-0.0034%)	\$645,187 (0.0009%)
出价高于整数销售	-\$2,781,484 (-0.0296%)	-\$7,216,054 (-0.0503%)	-\$2,768,614 (-0.0295%)	-\$7,401,669 (-0.0516%)
问瀑布低于整数销售	\$56,104,778 (0.0159%)	\$110,922,252 (0.0192%)	\$58,600,913 (0.0166%)	\$113,778,842 (0.0197%)
问跌倒到整数销售	-\$3,848,613 (-0.0071%)	-\$13,773,073 (-0.0170%)	-\$3,994,242 (-0.0074%)	-\$14,018,616 (-0.0173%)
出价上升到整数购买	\$10,946,483 (0.0208%)	\$14,408,816 (0.0180%)	\$11,066,716 (0.0210%)	\$14,781,754 (0.0185%)
出价高于整数购买	\$7,479,306 (0.0595%)	\$6,513,705 (0.0347%)	\$7,578,940 (0.0602%)	\$6,621,233 (0.0352%)
合计	\$60,825,607 (0.0070%)	\$42,471,261 (0.0031%)	\$65,956,646 (0.0076%)	\$47,627,373 (0.0034%)

表 10：按价格点计算的买卖比率，流动性供应侧

该表给出了公式(1)的回归结果，由 HFT 是流动性供应商的交易和非流动性供应商的交易分开。因变量是每个公司年的流动性需求者的买卖比率，其定义为（买卖）/（购买+卖出）。在面板 A 中，买入和卖出分别被定义为买方发起和卖方发起的交易的数量，而在面板 B 和 C 中，它们被定义为买卖股票的数量和买方发起和卖方发起的交易美元交易量。自变量是价格点的伪变量：下面整数等于 1 if pp =, 0, 上面整数等于 1 if pp =, 下面半美元等于 1, 0 等于 1, 24, 0 等于 1, 下面季度等于 1 pppe { .26, .76 }, 0, 下面维度等于 1 if pp e { .09, . .99. 01. 49. 5119、.29、39、59、59、69、79, 否则, 以上二分等于 1, 如果 pp e { .11、. .21、. .31、. .41、. .61、. .71、. .81、. .91 }, 否则, 如果 ppe { , 04. .5414. 34. 44. 64. 84. 94 }, 否则, 镍以上等于 1 if ppe { .06, . .16、. .36、. .46、. .56、. .66、. .86、. .96 } 和 0, 否则。第(1)列只包括 HFT 是流动性供应商的交易，而第(2)列只包括 nHFT 是流动性供应商的交易。N 表示样本量。

	(1)		(2)	
	HFTS 交易	p 值	nHFTS 交易	p 值
面板 A：买卖数量				
拦截	.0092	<0.0001	–	<0.0001
小于整数	.0407	<0.0001	0.0035	<0.0001
以上整数	0 0 –	<0.0001	–	0.0063
低于半美元	0.0663	<0.0001	0.0537	<0.0001
半美元以上	0 –	<0.0001	0 –	0.3148
四分之一以下	0.0462	0.0001	0.0221	0.0080
以上四分之一	0 –	0.0002	0 –	0.4000
低于尺寸	0.0212	<0.0001	0.0099	<0.0001
高于尺寸	0 –	<0.0001	–	0.0309
以下镍	0.0172	0.0002	0.0032	0.0136
以上镍	0 –	0.0232	–	0.0023
N	0.0068	23,700	0.0117	23,700
	.0352		–	
	.0219		0.0042	
	.0118		–	
	.0111		0.0048	
			–	
			0.0060	
			.0144	
			.0053	
面板 B：已买卖的股份				
拦截	低于半美	0.0080	0.0428	<0.00
小于整数	元	0.0487		01
以上整数		–0.0702		<0.00

01	51	-0.0041	<0.0001	0.0267
<0.0001		-0.0478	<0.0001	
<0.0001		0.0029	0.6423	
		-0.0140		

电子副本可在: <https://ssrn获得.com/abstract=3331198>

半美元以上	-0.0620	<0.0001	-0.0011	0.8616
四分之一以下	0.0290	<0.0001	-0.0055	0.2202
以上四分之一	-0.0179	0.0057	-0.0065	0.1463
低于尺寸	0.0124	0.0003	-0.0087	0.0002
高于尺寸	-0.0218	<0.0001	-0.0096	<0.0001
以下镍	0.0109	0.0014	-0.0039	0.1026
以上镍	-0.0081	0.0171	-0.0082	0.0005
<i>N</i>		23,700		23,700

面板 C: 买卖的美元

拦截	.0096	<0.0001	—	0.0007
小于整数	.0502	<0.0001	0.0028	<0.0001
以上整数	0 0 —	<0.0001	—	0.7041
低于半美元	0.0717	<0.0001	0.0468	0.0269
半美元以上	0 —	<0.0001	0 —	0.6758
四分之一以下	0.0627	<0.0001	0.0141	0.1356
以上四分之一	0 —	0.0058	—	0.0946
低于尺寸	0.0181	0.0001	0.0027	<0.0001
高于尺寸	0 —	<0.0001	—	<0.0001
以下镍	0.0220	0.0017	0.0068	0.0244
以上镍	0 —	0.0305	—	<0.0001
<i>N</i>	0.0075	23,700	0.0076	23,700
	.0453		—	
	.0283		0.0095	
	.0134		—	
	.0108		0.0110	
			—	
			0.0054	
			—	
			0.0100	
			.0024	

电子副本可在: [https://ssrn 获得。com/abstract=3331198](https://ssrn.com/abstract=3331198)

表 11: 按价格点划分的买卖比率, 按每种交易类型分类

该表显示了公式(1)的回归结果, 按贸易类型分开。因变量是每个公司年的流动性需求者的买卖比率, 其定义为 (买卖) / (购买+卖出)。在面板 A 中, 买卖和买卖分别定义为买方发起和卖方发起的交易数量, 而在面板 B 和 C 中, 它们定义为买卖股票的数量和买方发起和卖方发起的交易的美元数量。自变量是价格点的伪变量: 以下整数等于 1 if pp =, 否则 0, 以上整数等于 1 if pp =, 否则, 低于半美元等于 1 if pp =, 否则等于 1 if pp =, 否则, 下面季度等于 1 if pp e {.24, .74} 和 0, 否则等于 1 if ppe {.26, .76} 和 0, 下面维度等于 ppe {.09, 1. .99.01.49.5119、.29、39、59、59、69、79、89}, 否则, 以上二分等于 1, 如果 pp e {.11、.21、.31、.41、.61、.71、.81、.91}, 否则, 低于五分之一等于 1 if pp e {.04, .14、.34、.44、.54、.64、.84、.94}, 否则, 镍以上等于 1 if pp e {.06, .16、.36、.46、.56、.66、.86、.96} 和 0, 否则。第(1)列仅包括流动性需求者和供应商都是 HFT 的交易。列(2)只包括一个 HFT 是流动性需求者, 而一个 nHFT 是流动性供应商的交易。第(3)栏只包括 nHFT 是流动性需求者, 而 HFT 是流动性供应商的交易。第(4)列只包括流动性需求者和供应商的交易。N 表示样本量。

	(1) HH 交易 p 值	(2) HN 交易 p 值	(3) nh 交易 p 值	(4) 神经 交易 p 值
面板 A: 买卖数量				
拦截	0.0100 <0.0001	-0.0035 0.0011	0.0080 <0.0001	-0.0048 <0.0001
小于整数	-0.0137 0.3411	.1492-0 <0.0001	0.0906 <0.0001	0.0043 0.4545
以上整数	0.0099 0.4874	0.1060 <0.0001	-0.1100 <0.0001	-0.0390 <0.0001
低于半美元	-0.0015 0.9163	.0936-0 <0.0001	0.0701 <0.0001	0.0178 0.0018
半美元以上	0.0247 0.0849	0.0729 <0.0001	-0.0768 <0.0001	-0.0326 <0.0001
四分之一以下	-0.0248 0.0153	.0501-0 <0.0001	0.0399 <0.0001	0.0118 0.0037
以上四分之一	0.0034 0.7402	0.0305 <0.0001	-0.0355 <0.0001	-0.0226 <0.0001
低于尺寸	0.0055 0.3019	.0470-0 <0.0001	0.0265 <0.0001	0.0074 0.0005
高于尺寸	0.0030 0.5744	0.0276 <0.0001	-0.0320 <0.0001	-0.0214 <0.0001
以下镍	0.0032 0.5479	.0266-0 0001	0.0174 0001	<0 0.0048 0.0252
以上镍	-0.0002 0.9657	0.0080 0.0113	-0.0130 <0.0001	-0.0133 <0.0001

<i>N</i>	23, 517		23, 700		23, 700		23, 700	
面板 B: 已买卖的股份								
拦截	0. 0111	<0. 0001	-0. 0030	0. 0167	0. 0061	<0. 0001	-0. 0054	<0. 0001
小于整数	-0. 0139	0. 3748	-0. 1658	<0. 0001	0. 1028	<0. 0001	0. 0136	0. 0461

以上整数	0.0046	0.7675	0.1128	<0.0001	-0.1175	<0.0001	-0.0503	<0.0001
低于半美元	0.0022	0.8874	-0.0954	<0.0001	0.0804	<0.0001	0.0265	0.0001
半美元以上	0.0349	0.0254	0.0858	<0.0001	-0.0947	<0.0001	-0.0435	<0.0001
四分之一以下	-0.0237	0.0333	-0.0567	<0.0001	0.0472	<0.0001	0.0175	0.0003
以上四分之一	0.0015	0.8928	0.0349	<0.0001	-0.0312	<0.0001	-0.0284	<0.0001
低于尺寸	0.0070	0.2329	-0.0486	<0.0001	0.0284	<0.0001	0.0106	<0.0001
高于尺寸	0.0007	0.9098	0.0289	<0.0001	-0.0360	<0.0001	-0.0287	<0.0001
以下镍	0.0037	0.5217	-0.0309	<0.0001	0.0168	<0.0001	0.0067	0.008
以上镍	-0.0019	0.7502	0.0101	0.0061	-0.0140	0.0002	-0.0173	<0.0001
N								
23,700	23,700		23,700			23,517		
面板 C: 买卖的美元								
拦截	0.0114	<0.0001	-0.0033		0.0080		-0.0036	
			0.0097		<0.0001		<0.0001	
小于整数	-0.0168		.1680-0		0.1048		0.0162	
	0.2885		<0.0001		<0.0001		0.019	
以上整数	0.0003		0.1133		-0.1183		-0.0517	
	0.9842		<0.0001		<0.0001		<0.0001	
低于半美元	0.0033		.0965-0		0.0835		0.0265	
	0.8370		<0.0001		<0.0001		0.0001	
半美元以上	0.0309		0.0855		-0.0955		-0.0451	
	0.0513		<0.0001		<0.0001		<0.0001	
四分之一以下	-0.0254		.0578-0		0.0468		0.0163	
	0.0244		<0.0001		<0.0001		0.0009	
以上四分之一	0.0039		0.0340		-0.0309		-0.0295	
	0.7332		<0.0001		<0.0001		<0.0001	
低于尺寸	0.0076		.0499-0		0.0294		0.0099	
	0.1963		<0.0001		<0.0001		0.0001	
高于尺寸	0.0018		0.0281		-0.0363		-0.0302	
	0.7668		<0.0001		<0.0001		<0.0001	
以下镍	0.0051		.0331-0	<0	0.0170	<0	0.0052	
	0.3846		0001		0001		0.0421	
以上镍	-0.0022		0.0087		-0.0129		-0.0193	
	0.7053		0.0192		0.0006		<0.0001	
N		23,517	23,700		23,700		23,700	

电子副本可在：<https://ssrn.com/abstract=3331198> 获得。