

证券研究报告—专题报告

金融工程

数量化投资

学术文献研究系列第 5 期

2021 年 06 月 08 日

金融工程报告

相关研究报告:

《数量化投资周报:多因子选股周报—反转因子表现出色,本周中证 500 指数增强组合超额 0.33%》——2021-05-29
 《主动量化策略周报:情绪回暖,优基业绩增强和超预期精选组合今年以来排名分位点分别为 1.45%和 2.27%》——2021-05-30
 《主动量化策略周报:势如破竹,超预期精选组合本周超额股基指数 3.58%年度排名进入市场前 1%》——2021-06-05
 《数量化投资周报:多因子选股周报—超预期类因子表现出色,本周沪深 300 指数增强组合超额 0.43%》——2021-06-06
 《数量化投资周报:市场情绪向好,各主力合约考虑分红影响后均处于升水状态》——2021-05-31

证券分析师: 张欣慰

电话: 021-60933159
 E-MAIL: zhangxinwei1@guosen.com.cn
 证券投资咨询执业资格证书编码: S0980520060001
 联系人: 杨北锋
 电话: 021-60875136
 E-MAIL: yangbeifeng@guosen.com.cn

交易量时钟: 对高频交易模式的洞察

● 高频交易

历史上发生过多次由于技术的突破导致大多数投资者处于不利地位。21 世纪以来, 计算和通信方面的重大技术进步使得高频交易策略成为可能, 美国 and 欧洲相关立法的变化, 使得高频交易有利可图。

现实中的高频策略是多种多样的, 但是高频交易策略之间不能混为一谈; 由于高频交易中机会的识别、风险控制、执行和其他投资管理活动必须自动化, 因此可以说不是所有的算法都发生在高频交易, 但所有的高频交易都需要算法。

低频交易者和高频交易者有很大的区别, 围绕交易所匹配引擎的问题就是一个很好的例子。低频交易者的代表经济学家和金融专业人士经常将市场竞价过程视为既定事实, 而高频交易者认为在较短的时间间隔内, 价格不是有效市场假说所推崇的随机游走, 而是市场微观结构的可预测产物。

● 交易量时钟

高频交易依赖于机器, 并根据事件来衡量时间, 即交易量时钟。首先, 这种时间转换消除了大部分过程内的季节影响; 第二, 它允许部分服从正态分布和独立同分布假设; 第三, 交易量时钟度量中的采样解决了随机和异步事务的问题。

高频交易之所以成为策略时序交易的一个较好示例, 是因为它通过直接市场准入与交易所的匹配引擎进行了“基于事件”的互动。掠夺性算法利用微观结构机会的方式, 将流动性供应转变成了一种战术游戏。

● 高频交易模式带来的挑战

许多高频交易策略的目标是从低频交易者的错误中获利。本文选取了 2010 年 11 月 7 日至 2011 年 11 月 7 日期间的小型标准普尔 500 指数期货交易样本。把这些数据拆分成每天 24 小时, 把每个小时内不同分钟各秒的交易量加起来, 得到低频交易者倾向在每一分钟下的交易量分布。低频交易者的决策通常是按“时间顺序”做出的, 留下了易于追踪的足迹。这样高频交易者就能比较好预测低频交易者接下来时间的买卖量而获利。

低频交易者需要做到六点来应对高频交易带来的挑战: 1、采用高频交易的“基于事件的时间”模式; 2、制定统计数据来监控高频交易活动, 并利用其弱点; 3、加入群体; 4、使用“聪明的经纪人”, 专门寻找流动性和避免足迹; 5、监控交易所的交易下单流动是否正常; 6、避免被高频交易者容易分析出来的季节性效应。

风险提示: 市场环境变动风险, 历史表现不代表未来。

独立性声明:

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道, 分析逻辑基于本人的职业理解, 通过合理判断并得出结论, 力求客观、公正, 结论不受任何第三方的授意、影响, 特此声明。

内容目录

文献来源	4
引言	4
伟大的鸿沟	4
新的交易模式	5
时间的意义	6
比速度	8
像狼群中的绵羊?	11
结论	13
国信证券投资评级	15
分析师承诺	15
风险提示	15
证券投资咨询业务的说明	15

图表目录

图 1: 简化了的匹配引擎主机.....	6
图 2: 通过从属于交易量时钟的价格抽样过程部分恢复到正态分布	8
图 3: 一个战术流动性提供算法的例子.....	10
图 4: 每分钟每秒 E-Mini 标普 500 期货交易量百分比.....	12

文献来源

文献来源: David Easley, Marcos M. López de Prado, Maureen O'Hara, "THE VOLUME CLOCK: INSIGHTS INTO THE HIGH FREQUENCY PARADIGM", Journal of Portfolio Management(2012).

文献亮点:

高频交易相对低频交易并不仅仅是速度的区别,更多是追踪低频交易者交易模式产生的收益。本文在前人研究的基础上提出了高频交易依赖于机器,并根据事件来衡量时间,即交易量时钟的思路。这种基于“事件的时间”消除了大部分过程内的季节影响、允许部分服从正态分布和独立同分布假设等好处,为投资者提供了一个相对独特的视角来看待高频交易及其对低频交易者所带来的挑战,并提出了应对之策。

引言

在过去的两个世纪中,一部分交易员凭借技术优势可以取得比其他人更快的交易速度。但是我们认为,速度并不是定义高频交易(HFT)的本质,这与大多数人的看法相反。高频交易是一种自然演变下的全新交易模式,其特征是在一个交易量时钟范围内做出战略决策。即使丧失速度优势,高频交易仍将继续利用低频交易(LFT)的结构性弱点做出决策。面对这种情况,低频交易的从业者也必须有所防备,本文探讨的内容可以帮助他们适应这种新环境。

关键词: 高频交易, 低频交易, 掠夺性算法, 交易量时钟, 时序时钟。

伟大的鸿沟

据说 Nathan Mayer Rothschild 使用赛鸽获知拿破仑在滑铁卢战败的消息,比皇帝的官方消息还要早一天,领先于他的竞争对手 (Gray 和 Aspey[2004])。无论这个故事真假与否,但毫无疑问总是会有速度更快的交易员。Leinweber[2009]列举了许多由于技术的突破导致大多数投资者处于不利地位的例子。19世纪50年代,电报的应用给一些投资者带来了巨大的优势,甚至在很大程度上超过了今天高频交易者所拥有的优势。19世纪75年代的电话交易员、20世纪15年代的无线电交易员、1986年的屏幕交易员也是如此。既然总是有更快的交易者,那这一次又有什么不同呢?如果高频交易真的有什么新奇之处,那可能不仅仅是速度。

然而,高频交易员被描述成“猎豹交易员”,这是片面针对他们的速度和特点的一种蔑称,因为现实情况更为复杂。今天的高频市场不再是以前那种打了兴奋剂的低频市场,但可以肯定的是,速度仍是高频能获得成功的重要因素。在本文中,我们将讨论除速度以外的更多内容,并证明高频交易的核心是一种模式的改变。

新的交易模式

2010年5月6日发生的“闪电崩盘”将高频交易推到了众人的视线之内，然而，要弄明白是什么导致了高频交易的出现，我们必须把时钟拨回到5年前。美国(“国家市场监管体系”或“Reg NMS”，2005年)和欧洲(“金融工具市场指令”或“MiFID”，2007年11月生效)立法的变化，计算和通信方面的重大技术进步使得高频交易策略成为可能。多年以来高速交易在技术上一直是可行的，但是立法的变化才使得高频交易有利可图。

欧洲的 MiFID 促进了经纪人之间的竞争，目的是提高金融市场的流动性、凝聚力和深度。MiFID 允许新的高技术竞争者进入欧洲市场，从而为一个相对安静的、以交易所为主导结构的市场引入竞争。同样，美国的 Reg NMS 通过允许分割市场来鼓励交易所之间的竞争，目前美国有 13 家股票交易所和 40 多个替代场所(暗池、交易商柜台等)，这样的市场结构证明 Reg NMS 的措施取得了巨大的成功。在美国，通过多个场所处理单个订单的整合机制(“全国最佳出价和出价”，NBBO)，聚合力得到了保证。这些变化，再加上股票市场的十进制化，导致了发展技术和定量方法的“军备竞赛”，这些技术和定量方法可以从服务于市场参与者的交易中提取最后一分利润。

现实中的高频策略是多种多样的，但是不能将不同的高频交易策略混为一谈，比如股票现货与股指期货的高频交易策略。究其原因，高频交易与宏观因素(如资产类别)并不是特别相关，但与市场微观结构因素密切相关。虽然现金股票市场是分散的、十进制化的，但股指期货市场却不是这样，因此两种高频交易策略几乎没有共同点。

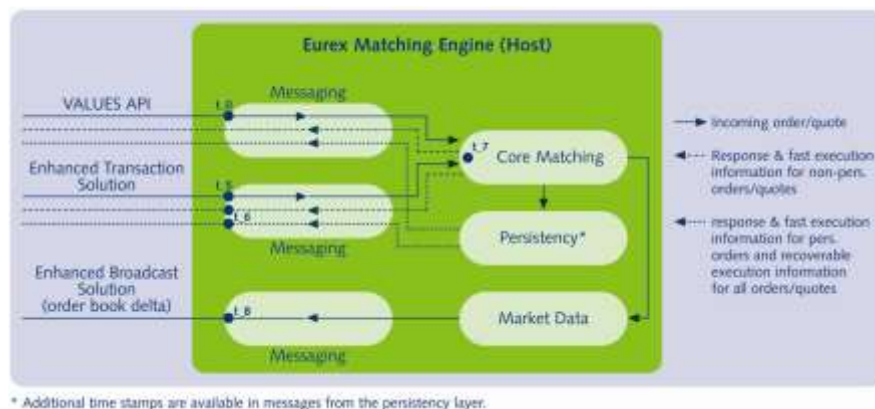
许多高频策略以交易双方的动态成交订单交易建模，这使得高频交易者可以每天在同一工具或投资组合上进行大量独立押注，从而利用“主动管理基本定律”所假定的乘数效应，即对足够多的独立赌注的微小预测能力可以产生高的信息比率，从而获得利润(Grinold[1989])。高频交易的目的是利用市场微观结构产生的无效率，如市场内部或跨市场价格调整的刚性、代理人的特殊行为和信息不对称。由于这种较高频率的交易行为，机会的识别、风险控制、执行和其他投资管理活动必须自动化。不是所有的算法都发生在高频交易，但所有的高频交易都需要算法。

对比低频交易员(LFTs)和高频交易员(HFTs)的不同世界是有用的。在金融分析师会议上，低频交易员讨论的话题广泛而复杂，如货币政策、资产配置、股票估值、财务报表分析等。高频交易会议是计算机科学家聚在一起讨论 TCP/IP 连接、机器学习、确定队列中顺序位置的数字算法、最新的低延迟协同定位架构、博弈论，其中最重要的话题是交易所匹配引擎的最新变化。人们会得出这样的正确结论：低频交易员和高频交易员似乎不在同一个世界。

围绕交易所匹配引擎的问题就是一个很好的例子。经济学家和金融专业人士经常将市场竞价过程视为既定事实，而涉足价格和成交量实际形成细节的是微观结构理论家。因为问题的症结在于细节部分，例如订单如何处理，因而对于那些了解此类市场动态的交易者，交易和价格如何形成等细节提供了潜在的利润(见图 1)。在较短

的时间间隔内，价格不是有效市场假说所推崇的随机游走，而是市场微观结构的可预测产物。因此，投资在高频交易研究和基础设施上的数十亿资金存在悖论，而低频交易者甚至没有意识到这是一个问题。

图 1：简化了的匹配引擎主机



资料来源：国信证券经济研究所整理

价格和数量由匹配引擎决定。高频交易员非常仔细地研究其设计，试图在双向竞价撮合过程中揭示其结构性弱点。Eurex 在描述其架构和功能方面特别透明，试图在客户之间建立公平的竞争环境。

时间的意义

鉴于他们不同的背景，高频交易专业人士与低频交易同行在不同的模式下交易也就不足为奇了。但这种不同的背景是如何转化为一种新的投资模式的呢？

时间可以被理解作为一种用于序列观测的测量系统。自时间之初，人类就开始用年来测量时间：年、月、日、小时、分、秒，以及最近的毫秒、微秒……因为我们从小到大都是按照时间顺序来思考问题的，所以我们很难想象另一种安排我们生活的方式。由于太阳在农业社会中扮演的关键角色，因而这是一个相当武断的时间系统。

机器运行在一个内部时钟上，它不是按时间顺序，而是基于事件：**周期**。一个机器将以不同的计时速率完成一个周期，这取决于特定指令所涉及的信息量和复杂性。如前文所述，高频交易依赖于机器，因此根据事件来衡量时间是自然而然的事情。在**交易量时钟**（或任何其他指标）中思考对我们来说是一项挑战。但对于“硅基交易员”来说，这是处理信息和进行顺序、策略交易的自然方式。例如，高频做市商的目标可能是固定其投资组合中的每一笔合约交易的数量（成交量桶），而不考虑计时时间，以保持一定的市场份额。

这个世界的模式是“基于事件的时间”。最简单的示例是将整个过程划分为相等的成交量桶（例如 200,000 个合约增量，或 20,000 个份额桶）。事实上，在交易量一小时内工作具有显著的统计优势。首先，这种时间转换消除了大部分过程内的季节影响；第二，它允许部分服从正态分布和独立同分布假设；第三，交易量时钟度

量中的采样解决了随机和异步事务的问题，这是在高频数据上计算相关性时的一个主要问题。

使用不同的时间时钟来构建金融模型的一系列想法可以追溯到 Mandelbrot、Taylor[1967]和 Clark[1970;1973]的开创性工作。Ane 和 German[2000]是另一个值得关注的新星，更多近期的贡献。Mandelbrot 和 Taylor 在论文的开头断言：

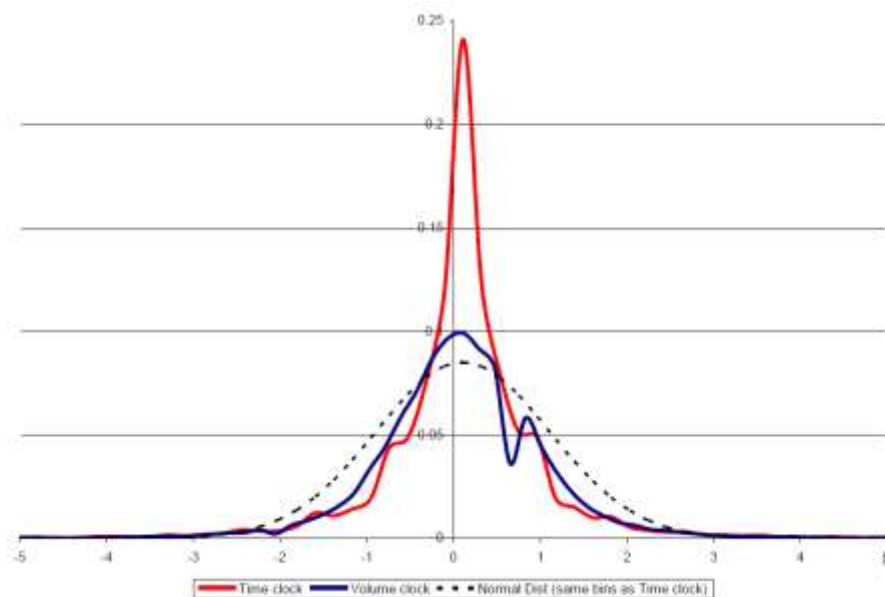
“在固定数量的交易中，价格变化可能服从高斯分布。在固定时间的交易中，价格变化可能服从稳定的 Paretian 分布，其方差为无穷大。由于任何时期的交易数量都是随机的，所以上述分布有可能是一致的。基本上，我们的观点是：应用于固定交易的高斯随机漫步与应用于固定时间间隔的对称稳定 Paretian 随机漫步是兼容的。”

换句话说，这两位作者主张通过基于交易的时钟而不是按照时间顺序来恢复到正态分布，这对于不同规模的交易是平等的。Clark[1973]提出了一个近似的变形，主张基于交易量的时钟。Mandelbrot[1973]用以下术语解释了它们之间的区别：

“正如我所说的，我们之间对于从属过程概念的价值没有任何争议。Clark 的方法是 Mandelbrot 和 Taylor 所描述的方法的有趣而自然的修正。其理念是，价格变化将不再是不稳定的，只要它遵循一个适当的“本地时间”而不是“时钟时间”，那么价格的变化将缩减到熟悉的布朗运动。Taylor 和我认为当地时间可能与交易时间一致，而 Clark 将其与交易量联系起来。他的另一个优点是对这种直觉进行了实证研究……但是，需要记住的是，如果价格变动要在当地时间内平稳进行，那么当地时间本身就必须是随机的，并且是高度可变的。因此，只要当地时间的流动仍然是不可预测的，具体识别适用的当地时间就不会影响经济预测的问题。”

Mandelbrot 关于“当地时间”的作用有着相当消极的结论，反映了他那个时代市场的一个基本现实：参与者所做的决定都是基于时间的，比如估计一天的波动或一个月的回报。因为没有办法将预测返回到时间上，所以在他所称的“当地时间”（即交易或交易量时间）似乎没有帮助恢复到正态分布。然而，正如我们所指出的，高频交易是以基于事件的时间（如交易或交易量）进行操作的，因此无需进行这种转换。高频交易将对未来 5 万份合约的 E-mini 标普 500 期货波动率进行准确预测，无论这些交易量所需的（夜间）小时数或（日间）毫秒数。高频交易做市商对试图预测时间跨度内的波动率模型几乎没有用处，因为它必须在成交量时间内控制库存（例如，每 5 万份交易合约就需要周转她的库存）。接近实际的正态分布和独立的观察（见图 2）允许应用标准的统计技术，这意味着更快的计算，更短的周期，从而得到更快的反应。

图 2: 通过从属于交易量时钟的价格抽样过程部分恢复到正态分布



资料来源:国信证券经济研究所整理

红线是 E-mini 标普 500 期货每分钟抽样时的标准化价格变化分布。蓝线表示每 1/50 个日平均交易量的样本。黑色虚线是标准正态分布。样本从 2008 年 1 月 1 日到 2010 年 10 月 22 日。

比速度

这种新模式的结果显而易见:即使连接速度不再是一个重要优势,高频交易仍将存在。

Easley[1996]等人通过确定做市商如何根据知情交易(PIN)的概率调整他们的买卖价差,并将流动性与信息不对称联系起来。因为知情交易者通过选择不知情交易者来,利用他们对证券未来价格的卓越知识,做市商必须实时更新他们的报价水平和报价规模,以反映他们对知情交易的估计。高频交易对低频交易者泄露的信息做出反应,以便预测他们的行动。DMA(直接市场准入)允许将这种战略顺序交易逻辑部署到市场场所。

需要说明的是,战略顺序交易并非高频交易所特有。1990 年 10 月,英镑加入欧洲汇率机制(ERM)。根据该协议,政府将必须进行干预,以确保英镑和其他货币之间的汇率波动不会超过 6%。交易员们知道,尽管利率很高,但英国的通货膨胀率是德国的 3 倍,再加上两位数的赤字,导致英国政府的处境非常脆弱。因此,可以制定一项战略来利用该政府可预测的行为。1992 年 9 月 16 日(黑色星期三),一群投机者发起了一次没有协商的攻击,迫使英镑退出汇率机制。

高频交易之所以成为策略时序交易的一个较好示例,是因为它通过直接市场准入与交易所的匹配引擎进行了“基于事件”的互动。它的决策过程与行动发生的速度同步,因此可以根据新信息的披露采取行动。策略时序交易的一个很好的比喻可以在

扑克或象棋中找到。棋手在游戏中以不同的速度移动，这取决于若干个因素：关于对手的优势、游戏阶段、损失的物品数量、计算能力、现有位置的经验、游戏结束前剩余的时间等。对于一个棋手来说，试图每分钟走一步棋是没有意义的（即使这是可能的），但是根据上述因素，只要新信息的处理允许，就会走一步棋。在每一步行动中，每个玩家都会透露自己对游戏的了解，而经验丰富的对手可以利用这些信息将对手引向一个不舒服的情境。一旦对手采取了行动，玩家在棋盘上就会有新的信息被采纳。玩家试图提前几步预测对方的行动，迫使对手犯错误。下一个行动取决于对手之前的行动以及他自己的行动，包含许多牺牲、精心策划的“错误”和欺骗，所有这些特征都存在于高频交易中。

因为所知信息的性质和行动频率，掠夺性算法构成了一种非常独特的知情交易者。此类高频交易算法利用微观结构机会的方式，这与大型投机者利用宏观经济不一致性的方式类似。掠夺性算法知道，他们的内生行为很可能触发微观结构机制，产生可预见的结果，而不是拥有尚未纳入市场价格的外生信息。它们的出现将流动性供应转变成了一种战术游戏。文献中讨论的一些例子包括：

Quote stuffers: 他们从事“延迟套利”。该策略涉及到巨大的信息交换，其唯一目的是减慢竞争算法的速度，这些算法被迫解析只有发起者知道可以忽略的消息。

Quote dangles: 这个策略发送报价，迫使一个被挤压的交易员追逐一个与它的利益相悖的价格。奥哈拉[2011]提出了他们破坏活动的证据。

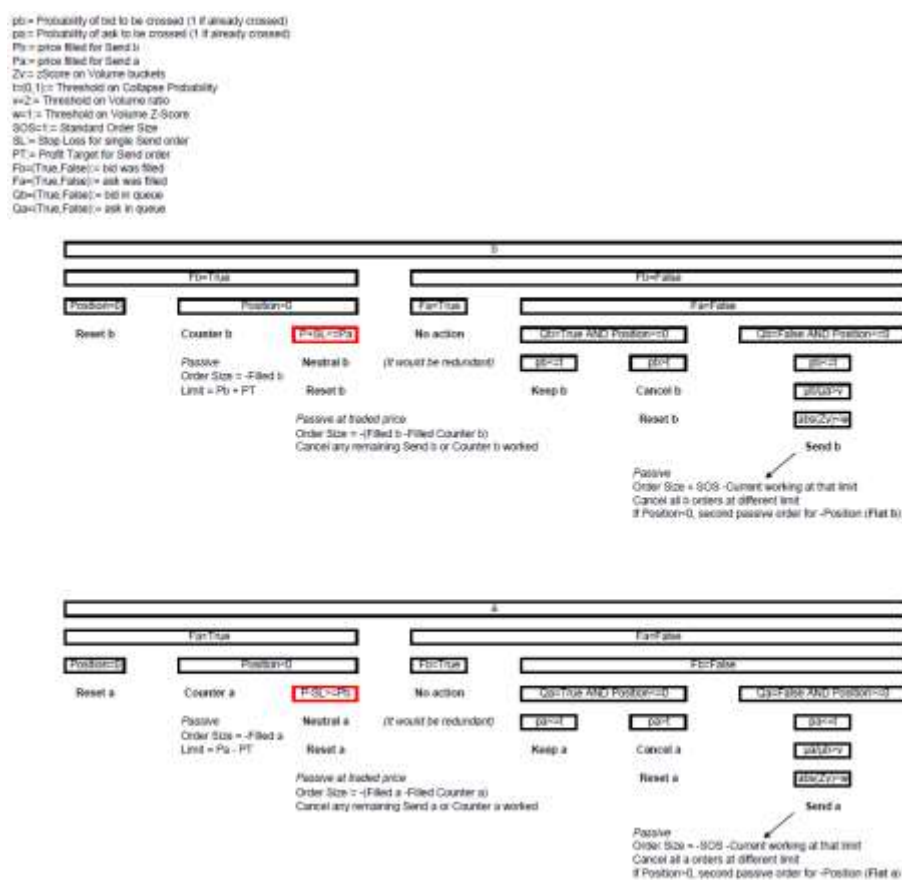
Liquidity squeezers: 当一个陷入困境的大投资者被迫平仓时，他们会向同一个方向交易，尽可能多地抽走流动性。结果，价格过高导致他们获利（Carlin, Sousa Lobo 和 Viswanathan[2007]）。

Pack hunters: 捕食者独立狩猎时，会意识到彼此的活动，并形成群体，以最大程度地触发连锁反应（Donefer [2010], Fabozzi, Focardi 和 Jonas [2011], Jarow 和 Protter[2011]）。NANEX[2011]显示了似乎是狼群猎人强迫止损。尽管他们的个人行动太小，不足以引起监管机构的怀疑，但他们的集体行动可能是在操纵市场。在这种情况下，很难证明他们串通了，因为他们以一种分散的、自发的方式协调。

Arnuk 和 Saluzzi[2009]率先强调了订单取消率的危险趋势。美国证券交易委员会（SEC）[2011]承认，“绝大多数”订单现在都被取消了（TABB 集团估计这一比例为 98%），并正在探索“公平分配高水平订单取消带来的成本的方法，包括可能要求在所有交易所市场收取统一费用，而费用是根据一个市场参与者实际完成的订单取消的平均数来评估的”。

由于掠夺者带来的威胁，高频的流动性提供者必须更具战术性（参见图 3 的示例）。有时他们可能会突然取消所有订单，平仓并完全停止提供流动性。这个决定更多地与计算机科学和博弈论有关，而不是与估值基本面有关。从经济学的角度来看，由此行为产生的价格似乎是荒谬的，但由于参与者使用不同的理论基础做出了他们的决定，他们的行为是完全明智的。Carlin, Sousa Lobo 和 Viswanathan[2007]对掠夺性交易如何导致周期性流动性危机和传播进行了建模。

图 3：一个战术流动性提供算法的例子



资料来源：国信证券经济研究所整理

该算法将在出价(b)时发送一个订单，等待一个被动的填充(Fb=True)，然后才在出价(Counter b)时发送一个订单。在任何时候，不利变化的概率都被监控(pb)。但是，如果订单报价尚未满(Fb=False)的时候不利事件的概率增加(pb > t)，那么该算法将取消订单(b)。这是一个典型的连续交易算法条件提供流动性有限数量的场景。事实上，它不时地成为流动性的消费者：如果订单被填满(Fb=True)，且水平下降超过某个止损阈值(SL)，算法就会争取流动性(红色框中)。

对于高频交易员来说，这场游戏的名字不是要尽可能快地行动，而是要在信息披露后（在竞争对手之前）采取尽可能好的行动。为了理解这对市场行为意味着什么，考虑一个简单的交易规模问题。伊斯利[2012b]等人的报告称，标准普尔 500 E-mini 期货的 50%以上交易现在都是 1 个合约，超过 10 个合约的交易频率会迅速下降。然而，在 e-Mini 标准普尔 500 指数中，规模为 100 的交易比规模为 99 或 101 的交易频率高 17 倍。原因是许多图形用户界面(Graphical User Interface)交易员都有一些按钮来显示整数的大小。高频交易算法知道，如果许多参与者在交易时段的特定时刻使用整数操作，市场可能会以特定的方式表现。尽管交易算法不像人类那样智能（至少现在还不是），机器学习和博弈论让它们能够识别市场活动的深层次模式，可预测的行为可以被“硅基交易员”利用。

现在很多金融公司拥有数万亿观测数据的数据库，机器学习方法如近邻算法或多元嵌入算法在记录事件的库中搜索模式。这个过程和学习能力被称为“大数据”，只

是强化了高频交易者的“事件—时间”模式优势，很像“Deep Blue”基于过去的成千上万的游戏（或最近的，为什么 Watson 能胜过他的危险的对手）如何分配 Kasparov 的未来 20 步移动的概率。

结果是速度让高频交易变得更有效，但减慢它们的速度不会改变它们的基本行为：在事件时间内进行策略时序交易。

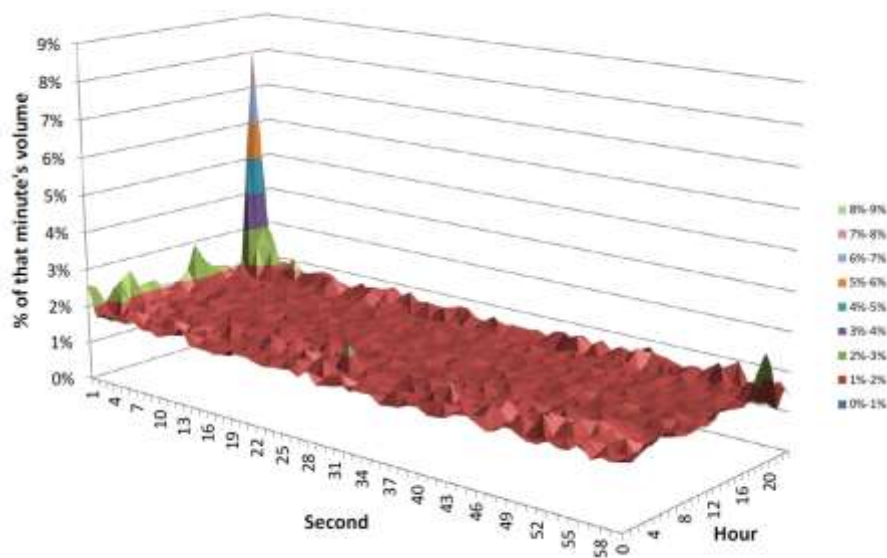
像狼群中的绵羊？

许多研究发现，高频交易在很多方面都是有益的（Brogaard [2012]; O'Hara and Linton[2011]; Hasbrouck and Saar[2011]）。有证据表明，高频交易增加了市场的流动性，缩小了息差，并提高了信息效率。但是也有别的研究，如 Zhang[2010]，发现了高频交易加剧波动性的证据。还有人担心，高频交易的流动性提供者本质上过于战术化（在最需要的时候，他们可能会消失）。此外低频交易者需要大量的费用来发展对抗掠夺性算法的对策，关于高频交易的社会效益的讨论远未结束。

有一点似乎很清楚，高频交易在产生一些严重市场影响的情况下才有可能被取消或被监管。目前高频交易控制着流动性提供的过程，超过 70% 的美国现金股票交易涉及到高频交易对手 (Iati[2009])。高频交易对期货的参与也同样重要，据估计比例在 50% 以上。尽管围绕监管控制的争论十分激烈，但对于高频交易，什么是可取的、甚至是可行的，几乎没有达成共识。国家层面的 Tobin 税注定要失败，国际协议也不太可能达成。除了改变其可以轻松适应的游戏规则之外，高频交易策略是否会有任何好处甚至还不清楚。一个似乎更接近高频交易模式核心的替代方案是对 FIX 消息征税（而不是对交易征税）。一些交易所和监管机构正提议对信息流量收费，但这也会影响低频交易者的算法交易，这似乎是一种不受欢迎的“附带损害”形式。更重要的是，这种变化不会完全消除所有顺序的战略行为。作为新模式的高频交易实际上与速度无关，因此，试图让“猎豹交易员”减速的监管努力更应该明白：不受欢迎的是特定的操纵策略，而不是高频交易本身。

毫无疑问，许多高频交易策略的目标是从低频交易者的错误中获利。图 4 显示了这是多么容易。我们选取了 2010 年 11 月 7 日至 2011 年 11 月 7 日期间的 E-mini 标准普尔 500 指数期货交易样本。我们把一天分为 24 个小时（y 轴），每小时加上每秒钟的交易量（x 轴），而不考虑分钟。例如，在格林威治标准时间（GMT）20:20:01 和 20:23:01 发生的 E-mini 标准普尔 500 期货交易加在一起。通过这种分析，我们可以看到每一分钟交易量的分布，并搜索在时间空间上执行大规模交易的低频交易者。一分钟内交易量最大的时间往往集中发生在最初的几秒钟，几乎一天中的每一个小时。GMT 02:00-03:00（欧洲股市开盘前后），GMT 13:00-14:00（美国股市开盘前后）和 GMT 20:00-21:00（美国股市收盘前后）的情况尤其如此。这是 TWAP 算法和 VWAP 算法在 1 分钟交易的结果。一个稍微复杂的高频交易算法将在每分钟的开始评估成交的不平衡，并意识到这是一个长期的组成部分，因此领先于 VWAP 者和 TWAP 者，而它们仍然必须执行最大的部分交易。

图 4：每分钟每秒 E-Mini 标普 500 期货交易交易量百分比



资料来源：国信证券经济研究所整理

低频交易者的决策通常是按“时间顺序”做出的，留下了易于追踪的足迹。上图显示了美国股市每分钟的前一秒成交量的集中程度（超过8%）。由于高频交易以“交易量时钟”行动，一旦模式被识别，它们就可以立即行动，并预测高频交易在这一小时剩余时间的大额订单。大多数学术和实践模型都是按“时间顺序”设计的，这意味着高频交易者发现其中的模式并加以利用。

这只是“时间顺序”的模式使低频交易者变得脆弱的一个例子，这样的例子还有很多。Easley 等人[2012]发现 2010 年 11 月 7 日至 2011 年 11 月 7 日之间的 E-mini 标普 500 期货交易中，约有 51.56%是针对一个合约。例如，10 号订单的出现频率是 9 号订单的 2.9 倍。50 号的可能性是 49 号的 10.86 倍。由于“图形用户界面交易员”倾向于提交整数订单规模，“硅基交易员”可以很容易地发现市场中出现了不成比例的人，并据此采取行动。这些行为可能是过去几年里短期流动性危机不断增加的一个原因。

但就像市场在进化一样，低频交易者也在进化。高频交易的成功部分是由于低频交易者不愿采用甚至不承认他们的模式。我们认为，低频交易者在这个新的高频交易时代有多种生存选择。这些包括：

选择 1：低频交易公司应该采用高频交易的“基于事件的时间”模式。对于投资组合选择这样的问题，基于事件的时间似乎不是特别相关。然而，越来越多的人意识到，阿尔法捕获不能脱离交易完成——即实施投资组合选择需要交易，这将其置于高频交易领域的操作范围内。如果高频交易算法可以免费“搭乘”你的交易并抬高你的执行成本，那么最好的投资组合选择能力就毫无用处。

选择 2：制定统计数据来监控高频交易活动，并利用其弱点。有证据表明，“大数据”并非在所有情况下都是一种优势。例如，在其他工作中（Easley 等人，2012），我们发现“大宗交易量分类”决定了交易的攻击方，比应用于 tick 数据的 tick 规则

更准确。我们还发现低频统计（如，VPIN）可以检测市场的毒性，并确定最佳交易区间。监测高毒性的市场状况对低频交易者尤其有利。在“闪电崩盘”中，这位 Waddell 和 Reed 的交易员肯定会得到很好的建议，推迟交易，而不是像他们所做的那样，在一个经历历史高位毒性水平的市场中卖出。

选择 3：加入群体。交易量激增，就像在开盘和收盘时，你的足迹很难被发现。交易成本现在很大程度上由价格影响成本构成，精明的低频交易者必须使用具有预测性的交易成本分析（TCA）产品，而不是简单的反应性产品。简单的交易策略只是掠夺性算法的诱饵。

选择 4：使用“聪明的经纪人”，专门寻找流动性和避免足迹。正如我们所见，高频交易算法可以很容易地检测出交易室里是否有人，并加以利用。高级经纪商以不同的方式使用高频交易技术。它们避免可能会留下可识别痕迹的操作，而不是试图为 alpha 生成目的识别模式。例如，TWAP 是高度可预测的，应该避免。然而，VWAP 以一种可预测的方式加入了这一群体。VWAP 算法对流动性提供者受到的损害不敏感。一个智能的 VWAP 算法将包含一个反馈机制，实时调整执行水平，因为它可以识别由先前的子命令造成的损害。更复杂的经纪人采用的新算法使用成交量模式、暗执行等来减少他们的交易足迹（参见 Easley 等人[2012]的例子）。

选择 5：在采用技术监控订单流毒性的交易所进行交易。有毒指令流通过不利地选择做市商而扰乱了流动性提供过程。防止此类中断的交易所将吸引更多的流动性，从而提高其产品的企业价值。避免破坏的一种方法是让捕食者更难在这种交换中运作。交易所一直在改变他们的交易系统以迎合高频交易（以及由此带来的流动性）。但交易所也可以修改它们的匹配引擎，以应对可能损害低频交易流动性供应的毒性变化。

选择 6：避免季节效应。掠夺性算法利用了人类对季节性习惯的偏好，如当日结束对冲、每周策略决策、每月投资组合久期再平衡、日历滚动等。季节效应很容易预测，是高频交易算法的最爱。聪明的低频交易者将避免这些容易被利用的季节性习惯。

结论

高频交易将继续存在下去。虽然像以前的技术革命一样，高频交易的速度优势将逐渐消失，但高频交易的策略性的交易行为（由直接与交易所的双向拍卖指令簿交互的自动化系统执行）更为稳健。“大数据”让策略交易员们可以提前训练自己的算法再部署，使得他们在适应新的游戏规则方面没有什么困难。机器学习和微观结构理论的发展将弥补速度优势的损失。

高频交易者成功的部分原因是低频交易者不愿采用“交易量时钟模式”。然而，低频交易者对高频交易者并非完全没有防御能力。如同每当一个新的捕食者出现在一个栖息地，就会有一段冲击期，直到被猎杀的物种适应和进化。高频交易者和低频交易者之间有一种自然的平衡。就像在自然界中捕食者的数量受到可用猎物的限制一样，高频交易者的数量也受到可用低频交易者流量的限制。通过使低频交易者更聪明来使高频交易者“饥饿”似乎更有效、侵入性更小，而不是通过托宾税或速度

限制寻求低频交易者的“濒危”地位。尽管有专用光缆，但该市场仍在提供流动性和价格发现功能——只是现在它做得非常有战略性并且迅速。

国信证券投资评级

类别	级别	定义
股票 投资评级	买入	预计 6 个月内，股价表现优于市场指数 20%以上
	增持	预计 6 个月内，股价表现优于市场指数 10%-20%之间
	中性	预计 6 个月内，股价表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	卖出	预计 6 个月内，股价表现弱于市场指数 10%以上
行业 投资评级	超配	预计 6 个月内，行业指数表现优于市场指数 10%以上
	中性	预计 6 个月内，行业指数表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	低配	预计 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 10%以上

分析师承诺

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于本人的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

风险提示

本报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有，仅供我公司客户使用。未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。

国信证券经济研究所

.....

深圳

深圳市罗湖区红岭中路 1012 号国信证券大厦 18 层

邮编: 518001 总机: 0755-82130833

上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 楼

邮编: 200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层

邮编: 100032