

市场微观结构系列（1）：量化交易对市场微观特征有何影响？



周萧潇

SAC 执证编号：S0080521010006
SFC CE Ref: BRA090
xiaoxiao.zhou@cicc.com.cn



胡骥聪

SAC 执证编号：S0080521010007
SFC CE Ref: BRF083
jicong.hu@cicc.com.cn



宋唯实

SAC 执证编号：S0080120090082
SFC CE Ref: BQG075
weishi.song@cicc.com.cn

在市场微观结构系列报告中，我们将从微观角度出发对A股市场的微观交易特征进行深入分析，对造成市场微观特征变化的可能原因进行梳理，并测试基于高频数据构造的特征因子在量化投资策略中的应用效果。

随着国内量化私募总规模的不断加速提升，市场对于私募量化策略在交易层面对市场流动性等特征的影响也给予了较多的关注。作为市场微观结构系列的首篇报告，我们将首先借鉴海外经验来梳理成熟市场中高频交易对市场的影响，并提出我们基于高频数据构建的国内市场微观特征指标，再进一步从市场结构变化和交易行为等角度出发，分析不同因素对于A股微观流动性和波动特征变化趋势的已有影响和未来可能的影响方向。

海外经验：量化高频交易对微观结构和市场风格的影响

从海外学术研究的视角，分析了量化高频交易对市场微观结构和风格的影响。微观结构方面，我们分析了海外学术界关于量化高频交易对波动率、交易成本、流动性、价格发现、可获收益五个方面的影响，其中：

- 1) **较为明确的结论：降低价差，提高定价效率。**从海外已有研究结果看，量化高频交易对市场微观结构较为明确的影响包括以下四点：（1）高频量化交易可以显著降低买卖价差维度的交易成本；（2）高频量化交易整体有助于提升市场流动性，但提供的流动性中包含了众多的虚假流动性；（3）量化高频交易具有提高资产定价效率的作用；（4）量化高频交易相对低频交易长期具有超额收益，但超额收益呈逐渐下降趋势。
- 2) **尚存争议的结论：对流动性和波动的影响方向存分歧。**研究者在以下三个方面仍未能形成一致观点：（1）量化高频交易如何影响市场波动率；（2）去除虚假流动性后，高频量化交易是在消耗还是在提供流动性；（3）量化高频交易对除买卖价差之外的交易成本，如交易佣金、执行差额、系统性风险等，有怎样的影响方向。
- 3) 市场风格方面，我们分析了海外学术界关于量化高频交易对市值和动量风格的影响。整体来看，学界研究普遍支持量化高频交易利好大盘和短期动量风格的表现。

A股实证：基于高频数据刻画微观流动性和波动率

- 1) **流动性与波动率特征：**如果投资者能够以较低的交易成本买进或卖出大量股票而对价格产生较小的影响，则称市场是具有流动性的。我们使用日内tick级别数据构建了宽度、弹性、深度、深度集中度等流动性指标；波动率代表的是股票价格变动幅度的大小，股票价格涨跌幅度越大，价格走势来回拉锯程度越激烈，波动率就越大。我们利用日内量价信息计算了分钟级和tick级别波动率指标。
- 2) **综合指标：**将细分流动性和波动率指标分别加权成为流动性和波动率的综合指标，进一步研究在宽基指数中的变化特点并得出以下结论：**小盘股流动性改善总体高于大盘股，前者最近一年流动性增速明显。大小盘波动率差异总体不显著，最近一年中证 1000 波动率变动幅度最小。**

聚焦国内：机构化和交易趋同是影响市场微观流动性的底层原因

微观流动性特征的变化，与市场大环境的变化存在密不可分的关系。在机构化趋势下，无论是公募基金还是量化私募都容易产生策略层面的趋同现象，这也是影响市场流动性等微观特征的主要底层原因。由于公募基金与私募量化的优势赛道存在差异，公募基金抱团行为对茅指数为代表的龙头股的微观流动性影响较为显著，而私募量化则是对其相对更具优势的中证 1000 为代表的小盘股的微观特征更容易产生影响。

- 1) **机构化趋势下，策略同质化可能性上升，大小盘的流动性特征分化度下降。**在机构化和基本面化的趋势下，我们观察到A股大小盘指数的流动性特征逐渐收敛，市场整体微观特征更加趋同。我们认为随着机构投资者（包含量

化私募）占比的提升，与之相对应的噪音交易者减少带来了交易行为的稳定化，无论是大盘股票还是中小盘股票中的交易行为都会更加趋于理性，同时机构化投资者的投资策略也更容易出现趋同的特征。

- 2) **量化私募规模扩张：与小盘股波动特征有一定正相关。**私募量化成交占比与偏大盘的沪深 300 指数以及中盘的中证 500 指数的微观特征之间相关性较低，而与中证 1000 指数的流动性的相关性为-0.22，与中证 1000 指数的波动率的相关性为 0.25。整体上看，私募量化成交占比与小盘股的波动率有一定的正相关关系，即私募量化对其主要优势赛道内的股票（小盘股）有一定的交易层面的影响，但相关关系并不显著。
- 3) **公募基金抱团：抱团加剧时，相关指数流动性下降。**从 2016 年 4 季度至今，公募基金抱团现象呈现先升后降的趋势。2016 年 4 季度至 2019 年 4 季度公募基金抱团趋势持续快速上升，而这一趋势在 2021 年 1 季度达到顶点，2021 年 1 季度以来公募基金抱团趋势持续下降。万得茅指数（8841415.WI）可以较好的代表公募基金抱团的核心资产类股票，茅指数的流动性综合指标在 2020 年 1 季度降至低点，之后呈现缓慢上升的趋势。
- 4) **机构策略同质化：公募基金同质化强于私募量化。**股票策略私募量化产品在收益上并未表现出显著的高相关，反而是公募基金之间更容易表现出较高（大于 0.90）的相关性，股票策略量化私募的 500 增强产品两两相关性最高仅为 0.76。量化私募在策略层面并未表现出极端的同质化现象，并且公募基金的策略同质化程度仍高于量化私募，从趋势上看，近一年公募基金的同质化略有下降而私募量化的同质化有上升趋势。

更多作者及其他信息请见文末相关披露页



目录

海外经验：量化高频交易对微观结构和市场风格的影响	5
较为明确的结论：降低价差，提高定价效率，利好大盘和短期动量风格	6
尚存争议的结论：对流动性的影响方向存分歧	10
A 股实证：基于高频数据刻画微观流动性和波动率	12
聚焦国内：机构化与交易趋同是影响市场微观特征的底层原因	14
A 股生态变迁：机构化趋势下，策略同质化上升，大小盘流动性特征分化度下降	14
量化私募规模扩张：与小盘股波动特征有一定正相关	15
公募基金抱团：抱团加剧时，相关指数流动性下降	18
机构策略同质化：公募基金同质化强于私募量化	19
附录	22
买卖价差维度文献综述	22
流动性维度文献综述	22
价格发现维度文献综述	23
可获收益维度文献综述	24
市场波动率维度文献综述	24
其它交易成本维度文献综述	25
参考文献	26

图表

图表 1：量化高频交易对市场影响的分析角度	5
图表 2：海外研究中量化高频交易对市场影响的结论汇总	6
图表 3：学界普遍认为量化高频交易有助于降低买卖价差	6
图表 4：学界普遍认为量化高频交易有助于提升市场流动性，尽管包含虚假流动性	7
图表 5：学界普遍认为量化高频交易具有提高资产定价效率的作用	7
图表 6：学界认为量化高频交易相对低频交易长期具有超额收益，但呈逐渐下降趋势	8
图表 7：量化高频交易规模的上行趋势利好大盘风格的表现	9
图表 8：高频策略中的趋势交易策略与低频交易中的动量策略类似	9
图表 9：高频交易是众多 flash crash 现象发生的重要原因	9
图表 10：量化高频交易对市场流动性影响的学界观点存在争议	10
图表 11：关于量化高频交易对买卖价差以外交易成本的影响，学界观点尚不明确	11
图表 12：流动性与波动率高频微观指标汇总	12
图表 13：综合流动性指标	13
图表 14：综合波动率指标	13
图表 15：估算专业机构投资者在 A 股自由流通市值的占比已经过半	14
图表 16：A 股个人投资者持股占比（自由流通市值）与宽基指数盘口深度（avg_depth）变化趋势	15
图表 17：A 股个人投资者持股占比（自由流通市值）与宽基指数有效深度（effective_depth）变化趋势	15
图表 18：股票策略量化私募规模变化	16
图表 19：股票策略私募量化产品分年度收益表现（规模加权）	16
图表 20：私募量化新增规模与市场微观流动性	17
图表 21：私募量化成交占比与市场微观流动性	17

图表 22: 私募量化新增规模与市场微观波动率.....	17
图表 23: 私募量化成交占比与市场微观波动率.....	17
图表 24: 私募量化规模与成交占比与宽基指数微观特征的相关性矩阵.....	17
图表 25: 抱团指数季度走势（2000 年以来）.....	18
图表 26: 抱团指数与茅指数流动性变化.....	18
图表 27: 规模前 15 公募偏股基金与私募股票量化基金的收益相关性（2018-01-01 至 2020-09-30）.....	19
图表 28: 规模前 15 公募偏股基金与私募股票量化基金的收益相关性（2018-01-01 至 2021-09-30）.....	20



在市场微观结构系列报告中，我们将从微观角度出发对 A 股市场的微观交易特征进行深入分析，对造成市场微观特征变化的可能原因进行梳理，并测试基于高频数据构造的特征因子在量化投资策略中的应用效果。

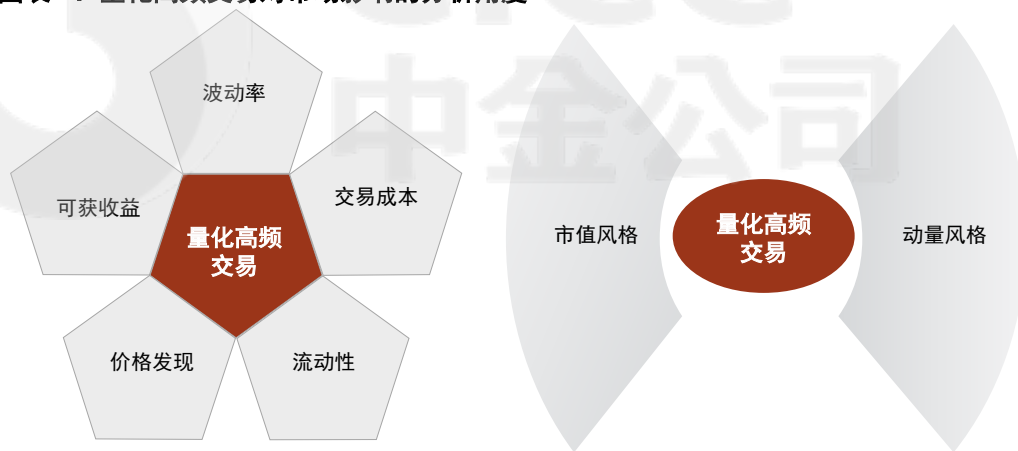
随着国内量化私募总规模的不断加速提升，市场对于私募量化策略在交易层面上对市场流动性等特征的影响也给予了较多的关注。作为市场微观结构系列的首篇报告，我们将首先借鉴海外经验来梳理成熟市场中高频交易对市场的影响，并提出我们基于高频数据构建的国内市场微观特征指标，再进一步从量化私募、公募基金和 A 股生态结构变化等不同的角度出发，分析不同因素对于 A 股微观流动性和波动特征变化趋势的已有影响和未来可能的影响方向。

海外经验：量化高频交易对微观结构和市场风格的影响

量化高频交易是一种相对较新的交易模式，对金融市场的微观结构产生了一定的影响。从海外学界和业界的研究来看，一些研究者称赞其为流动性的提供者，并认为其对于市场波动控制具有一定的促进作用；而另一些研究者则认为，量化高频交易对低频交易者、小型机构和市场的有序运行都是有害的。

本部分从海外学术研究的视角，分析了量化高频交易对市场微观结构的影响，分析的角度包括波动率、交易成本、流动性、价格发现、可获收益五个方面，以及量化高频交易对市值和动量风格的影响。内容主要来源于海外学界的研究成果以及海外统计机构的研究数据。

图表 1：量化高频交易对市场影响的分析角度



资料来源：中金公司研究部

从海外已有研究结果看，研究者普遍认为：（1）高频量化交易可以显著降低买卖价差维度的交易成本；（2）高频量化交易整体有助于提升市场流动性，但提供的流动性中包含了众多的虚假流动性；（3）量化高频交易具有提高资产定价效率的作用；（4）量化高频交易相对低频交易长期具有超额收益，但超额收益呈逐渐下降趋势；（5）量化高频交易有助于提升大盘和短期动量风格的表现。

但研究者仍对以下三方面内容未能形成一致观点：（1）量化高频交易如何影响市场波动率；

（2）去除虚假流动性后，高频量化交易是在消耗还是在提供流动性；（3）量化高频交易对除买卖价差之外的交易成本，如交易佣金、执行差额、系统性风险、提前交易、监督成本等，有怎样的影响方向。

图表 2：海外研究中量化高频交易对市场影响的结论汇总

	角度	结论
较为明确结论	买卖价差维度的交易成本	降低买卖价差
	市场流动性	提升市场流动性，但提供的流动性中包含了众多的虚假流动性
	价格发现	提高资产定价效率
	可获收益	相对低频交易长期具有超额收益，但超额收益呈逐渐下降趋势
	市场风格	利好大盘、低波、动量风格的表现
尚存争议结论	市场波动率	不明确
	剔除虚假流动性后的流动性	不明确
	买卖价差之外的交易成本	不明确

资料来源：Google Scholar，中金公司研究部。注：结论内容在下文中详细列出。

较为明确的结论：降低价差，提高定价效率，利好大盘和短期动量风格

从海外已有研究结果看，量化高频交易对市场较为明确的影响包括以下五点：（1）高频量化交易可以显著降低买卖价差维度的交易成本；（2）高频量化交易整体有助于提升市场流动性，但提供的流动性中包含了众多的虚假流动性；（3）量化高频交易具有提高资产定价效率的作用；（4）量化高频交易相对低频交易长期具有超额收益，但超额收益呈逐渐下降趋势；（5）量化高频交易有助于提升大盘和短期动量风格的表现。

量化高频交易有助于降低买卖价差。衡量交易成本的指标众多，包括买卖价差(bid-ask spread)、交易佣金(fees and commissions)、执行差额(implementation shortfall)、系统性风险(systemic risk)、提前交易(front running)、监督成本(monitoring cost)等等，而买卖价差是其中相对更为重要的指标。整体来看，学术研究倾向于认为量化高频交易有助于降低买卖价差。具体文献综述可参考附录部分。

图表 3：学界普遍认为量化高频交易有助于降低买卖价差

作者	对买卖价差影响	作者	对买卖价差影响
Aitken et al. (2012)	降低	Menkveld and Zoican (2013)	降低
Friederich and Payne (2011)	降低	Zervoudakis et al. (2012)	降低
Hasbrouck and Saar (2013)	降低	Brogaard et al. (2014a, b)	增加
Jarrow and Protter (2012)	降低	Hendershott and Mouton (2011)	增加
Menkveld (2013)	降低		

资料来源：Google Scholar，中金公司研究部

高频量化交易整体有助于提升市场流动性，但提供的流动性中包含了众多的虚假流动性。在流动性的方面，市场更为关心的是量化交易是流动性的提供者还是消耗者。从海外已有学术研究来看，一方面，量化高频交易对市场流动性影响的结论整体偏正向；另一方面，一些学者认为量化交易提供的流动性包含了众多的虚假流动性。具体文献综述可参考附录部分。

图表 4：学界普遍认为量化高频交易有助于提升市场流动性，尽管包含虚假流动性

作者	对流动性影响	作者	对流动性影响
Aitken et al. (2012)	提供	Easley et al. (2011)	消耗
Barker and Pomeranets (2011)	提供	AFM (2016)	提供虚假流动性
Benos and Sagade (2016)	提供	Arnoldi (2016)	提供虚假流动性
Brogaard (2010)	提供	Hasbrouck and Saar (2009)	提供虚假流动性
Brogaard (2011)	提供	Jovanovic and Menkveld (2016)	提供虚假流动性
Brogaard et al. (2014a, b)	提供	Kaya (2016)	提供虚假流动性
Chaboud et al. (2014)	提供	Kirchner (2016)	提供虚假流动性
Friederich and Payne (2011)	提供	Kirilenko and Lo (2013)	提供虚假流动性
Hagströmer and Nordén (2013)	提供	Leland (2011)	提供虚假流动性
Menkveld (2013)	提供	Menkveld (2016)	提供虚假流动性
Myers and Gerig (2014)	提供	Miller and Shorter (2016)	提供虚假流动性
Baron et al. (2012)	消耗	van Kervel (2015)	提供虚假流动性
Cvitanic and Kirilenko (2010)	消耗		

资料来源：Google Scholar，中金公司研究部

量化高频交易具有提高资产定价效率的作用。在标准化合约交易的公开市场中，通过市场参与者持续的报价与撤单，资产的价格水平可以一定程度上向其内在价值收敛，一般来说，市场参与者越多，交投越活跃，收敛速度越快。从学界研究成果来看，大多数结论确实也支持量化高频交易具有提高定价效率的作用。具体文献综述可参考附录部分。

图表 5：学界普遍认为量化高频交易具有提高资产定价效率的作用

作者	对价格发现影响	作者	对价格发现影响
Aitken et al. (2012)	促进	Foresight (2012)	促进
Anagnostidis and Fontaine (2018)	促进	Hendershott (2011)	促进
Blocher et al. (2016)	促进	Manahov and Hudson (2014)	促进
Brogaard (2010)	促进	Benos and Sagade (2016)	中性或抑制
Brogaard (2011)	促进	Hasbrouck and Saar (2013)	中性或抑制
Brogaard et al. (2014a, b)	促进	Linton and O'Hara (2012)	中性或抑制

资料来源：Google Scholar，中金公司研究部

量化高频交易相对低频交易长期具有超额收益，但超额收益呈逐渐下降趋势。随着高频交易规模的扩张，对于量化高频交易收益获取能力的讨论日益增多。从已有研究来看，一方面，学界普遍的共识是量化高频交易相对低频交易长期具有超额收益，另一方面，部分研究显示量化高频交易的超额收益呈逐渐下降趋势。具体文献综述可参考附录部分。

图表 6：学界认为量化高频交易相对低频交易长期具有超额收益，但呈逐渐下降趋势

作者	可获收益情况	作者	可获收益情况
Ait-Sahalia and Saglam (2013)	具有超额收益	Baron et al. (2012)	超额收益逐渐减少
Arnoldi (2016)	具有超额收益	Chaparro (2017b)	超额收益逐渐减少
Baron et al. (2017)	具有超额收益	Cvitanic and Kirilenko (2010)	超额收益逐渐减少
Baron et al. (2012)	具有超额收益	Foresight (2012)	超额收益逐渐减少
Brogaard (2010)	具有超额收益	Kaya (2016)	超额收益逐渐减少
Brogaard (2011)	具有超额收益	Linton and Mahmoodzadeh (2018)	超额收益逐渐减少
Brogaard et al. (2017)	具有超额收益	Massa and Chilton (2017)	超额收益逐渐减少
Kirilenko and Lo (2013)	具有超额收益	Meyer et al. (2018)	超额收益逐渐减少
Kirilenko et al. (2017)	具有超额收益	Verousis et al. (2018)	超额收益逐渐减少
Foucault (2012)	无超额收益	Worstell (2017)	超额收益逐渐减少
Foucault et al. (2013)	无超额收益	Brogaard et al. (2014a, b)	与策略相关
Menkveld (2013)	无超额收益		
Weaver (2012)	无超额收益		

资料来源：Google Scholar，中金公司研究部

量化高频交易有助于提升大盘和短期动量风格的表现。我们从高频交易自身特性的方面，来分析量化高频交易对市场风格的影响。分析的风格包括两方面：市值风格和动量风格。

- ▶ **量化高频交易倾向于提升大盘风格的表现。**根据学界的研究，量化高频交易在大市值公司中出现的更为频繁，原因在于在大市值公司中，相同体量的高频交易对市场的影响相对更小。举例来说，瑞士信贷 2007 年的一份报告显示，收盘前量化高频交易在大市值股票中出现了更多的操作，背后驱动因素为部分高频交易员倾向于在当天平掉所持头寸；Zhang(2010)^[82]在考虑了公司基本面和其他波动驱动因素后，发现在大盘股之中，高频交易与波动率之间的相关性更强。Brogaard(2010)^[13]认为高频交易者经常记录最优的买入价和买入价并以较低的成本进入市场，特别是对于规模较大的公司。**因此随着量化高频交易规模的扩大，更多的资金有望涌入大市值股票，从而提升大盘风格的表现。**
- ▶ **量化高频交易倾向于提升短期动量风格的表现。**美国证券交易委员会 2010 的报告《Concept Release on Equity Market Structure》中定义了 4 种类型的高频交易策略：被动做市（Passive Market Making）、套利（Arbitrage）、结构化（Structural）、趋势交易（Directional）。其中趋势交易与低频交易中的动量策略类似，即判断当前资产价格的运行方向，顺势而为。因此从策略逻辑来看，量化高频交易有助于提升短期动量风格的表现。
- ▶ 另一个支持量化高频交易提升**短期动量风格**表现的证据为：众多学术研究发现，**高频交易是众多 flash crash(闪电崩盘)现象发生的重要原因。**2010 年 5 月 6 日，美股开始出现 flash crash，这一现象引起了从业者和监管者的担忧，并吸引了学术界的研究兴趣。举例来说，Sornette 和 von der Becke(2011)^[72]发现，短期价格的快速下杀往往发生在高频交易较为活跃的股票上面；Foresight(2012)^[31]也指出，大量的 flash crash 可能是由计算机算法生成的反馈回路造成的。Kirilenko 等人(2017)^[57]的研究认为，高频交易往往在市场压力较大时加剧市场下跌，即助推短期动量。整体来看，学界的研究成果普遍认为高频交易在某些时期会强化价格的同向（主要是下跌）变化过程，即一定程度提升短期动量风格的表现。

图表 7：量化高频交易规模的上行趋势利好大盘风格的表现



资料来源：Statista，中金公司研究部。数据截止至 2019 年末

图表 8：高频策略中的趋势交易策略与低频交易中的动量策略类似

策略类型	简介
被动做市 (Passive Market Making)	在交易所挂限价单进行双边交易以提供流动性。所谓双边交易，是指做市商手中持有一定存货，然后同时进行买和卖两方交易。这种策略的收入包括买卖价差和交易所提供的返佣两部分。
套利 (Arbitrage)	捕捉两种高相关性的产品之间因信息摩擦所带来的价差。套利机会往往转瞬即逝，因此常需借助高频交易的技术来加大搜寻的规模和把握交易时机。
结构化 (Structural)	利用技术手段，比如高速连接和下单，来探测其他较慢的市场参与者的交易意图并且抢在他们之前进行交易，从而增厚自身的利润。
趋势交易 (Directional)	判断当前资产价格的运行方向，顺势而为。与低频交易不同之处在于，高频交易的主要数据源是比 tick 更快一级的 order book events，所以可以在委托单的粒度上进行分析 and 预测。

资料来源：美国证券交易委员会，中金公司研究部

图表 9：高频交易是众多 flash crash 现象发生的重要原因

作者	对flash crash影响	作者	对flash crash影响
Cliff (2011)	加剧	Kirilenko et al. (2017)	加剧
Foresight (2012)	加剧	Sornette and von der Becke (2011)	加剧
Golub et al. (2012)	加剧	Vuorenmaa and Wang (2014)	加剧
Johnson and Zhao (2012)	加剧	Zervoudakis et al. (2012)	加剧
Johnson et al. (2013)	加剧	Gomber et al. (2011)	中性 (对于欧洲市场)

资料来源：Google Scholar，中金公司研究部

尚存争议的结论：对流动性的影响方向存分歧

除以上较为明确的结论外，研究者在以下三个方面仍未能形成一致观点：（1）量化高频交易如何影响市场波动率；（2）去除虚假流动性后，高频量化交易是在消耗还是在提供流动性；（3）量化高频交易对除买卖价差之外的交易成本，如交易佣金、执行差额、系统性风险、提前交易、监督成本等，有怎样的影响方向。

量化高频交易对市场波动率影响的结论观点不一。波动率是最为关键的市场结构之一，随着2010年5月美股 flash crash 的发生，以及之后多次小型 flash crash 的出现，关于量化高频交易如何影响市场波动率的讨论日益增多。从海外已有学术研究来看，一方面，量化高频交易对市场波动率影响的结论观点不一；另一方面，很难说明究竟是量化高频交易影响了市场波动率，还是较高的市场波动率吸引了更多的量化高频交易。具体文献综述可参考附录部分。

图表 10：量化高频交易对市场流动性影响的学界观点存在争议

作者	对市场流动性影响	作者	对市场流动性影响
Abrol et al. (2016)	增加	Gsell (2008)	降低
Bollen and Whaley (2015)	增加	Hagströmer and Nordén (2013)	降低
Brogaard (2010)	增加	Hasbrouck and Saar (2013)	降低
Caivano (2015)	增加	Myers and Gerig (2014)	降低
Chaboud et al. (2014)	增加	Aldridge (2014)	影响不显著
Chaparro (2017a)	增加	Aldridge and Krawciw (2015)	影响不显著
Farmer and Skouras (2013)	增加	Brogaard (2010)	影响不显著
Friederich and Payne (2012)	增加	Foresight (2012)	影响不显著
Jain et al. (2016)	增加	Groth (2011)	影响不显著
Jarrow and Protter (2012)	增加	Linton and Mahmoodzadeh (2018)	影响不显著
Kelejian and Mukerji (2016)	增加	Verousis et al. (2018)	影响不显著
Kirilenko et al. (2017)	增加	Zervoudakis et al. (2012)	影响不显著
Leal et al. (2014)	增加	Zingrand et al. (2012)	影响不显著
Virgilio (2016)	增加		
Zhang (2010)	增加		

资料来源：Google Scholar，中金公司研究部

去除虚假流动性后，很难证明高频量化交易是在消耗还是在提供流动性。如前所述，从海外已有学术研究来看，一方面，量化高频交易对市场流动性影响的结论整体偏正向；另一方面，一些学者认为量化交易提供的流动性包含了众多的虚假流动性。因此，很难证明去除虚假流动性后，高频量化交易是在消耗还是在提供流动性。

量化高频交易对除买卖价差之外的交易成本的影响方向不明确。买卖价差是衡量交易成本相对更为重要的指标，而对于其它衡量交易成本的指标，如交易佣金、执行差额、系统性风险、提前交易、监督成本等，从学界研究成果看，量化高频交易对其影响方向整体没有方向性定论。

图表 11：关于量化高频交易对买卖价差以外交易成本的影响，学界观点尚不明确

作者	HFT对交易成本影响	作者	HFT对交易成本影响
Anagnostidis and Fontaine (2018)	降低	Hoffmann (2014)	增加
Baron et al. (2017)	降低	Sornette and von der Becke (2011)	增加
Conrad et al. (2015)	降低	Weaver (2012)	增加
Foucault and Menkveld (2008)	降低	Biais et al. (2014)	增加(非高频交易者)
Foucault et al. (2013)	降低	Brogaard et al. (2014a, b)	增加(非高频交易者)
Harris (2013)	降低	Cvitanic and Kirilenko (2010)	增加(非高频交易者)
Kirilenko and Lo (2013)	降低	De Luca et al. (2011)	增加(非高频交易者)
Menkveld (2013)	降低	Ding et al. (2014)	增加(非高频交易者)
Menkveld (2016)	降低	Hirschey (2018)	增加(非高频交易者)
Brogaard (2011)	无定论	Jarrow and Protter (2012)	增加(非高频交易者)
Kirchner (2016)	无定论	Nanex (2014)	增加(非高频交易者)
Kovac (2014)	无定论	van Kervel (2015)	增加(非高频交易者)
Verousis et al. (2018)	无定论	Lewis, 2014	增加(非高频交易者)
Zhang(2017)	无定论		

资料来源：Google Scholar，中金公司研究部



A 股实证：基于高频数据刻画微观流动性和波动率

今年年中以来，A 股破连续 49 个交易日成交额破万亿元，交易情绪高涨。破历史记录的 A 股市场活跃也引发了投资者的广泛关注。其中饱受争议的话题之一就是量化投资以及高频交易在万亿成交量背后充当的角色到底如何。我们也尝试从高频数据的角度来观察市场各主要指数在最近一段时间的微观特征变化。指标的具体细节和构造方式可参考后续系列报告。

► 流动性特征

目前一个普遍接受的关于市场流动性的定义是：如果投资者在其需要的时候能够以较低的交易成本买进或卖出大量股票而对价格产生较小的影响，则称市场是具有流动性的。从定义可以看出，流动性至少隐含四个方面的属性，即宽度、深度、弹性和即时性。

► 波动率特征

波动率代表的是股票价格在一定时间内变动幅度的大小，股票价格涨跌幅度越大，价格走势来回拉锯程度越激烈，它的波动率就越大。传统的波动率主要包括回看一定窗口期的历史波动率和依赖于期权交易信息的隐含波动率。我们利用日内量价信息计算了分钟级和 tick 级别波动率数据。

图表 12：流动性与波动率高频微观指标汇总

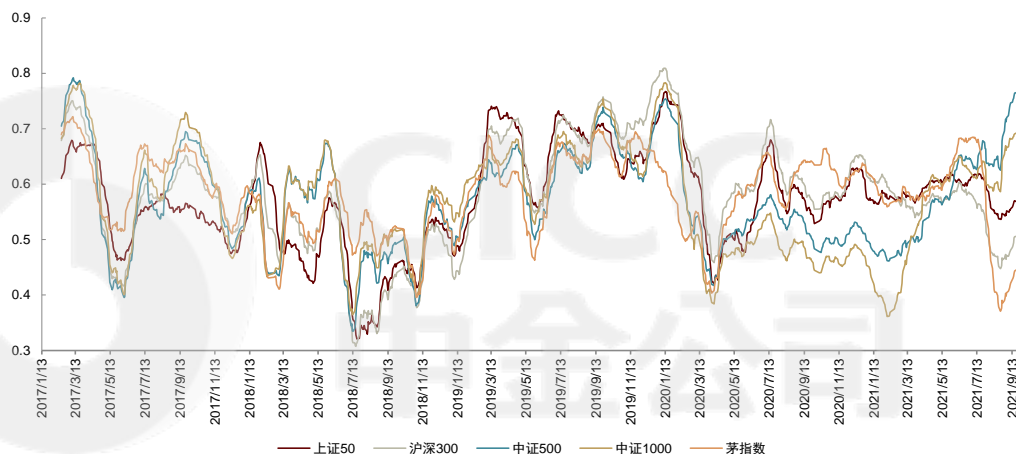
指标类型	指标代码	指标含义	指标逻辑方向
流动性：宽度	spread_mean	盘口价差日内均值	负向
	spread_std	盘口价差日内标准差	负向
流动性：弹性	resiliency_mean	弹性日内均值	负向
	resiliency_std	弹性日内标准差	负向
流动性：深度	ask_depth_mean	卖盘深度日内均值	正向
	ask_depth_std	卖盘深度日内标准差	负向
	bid_depth_mean	买盘深度日内均值	正向
	bid_depth_std	买盘深度日内标准差	负向
	avg_depth_mean	盘口深度日内均值	正向
	avg_depth_std	盘口深度日内标准差	负向
	effective_depth_mean	有效深度日内均值	正向
	effective_depth_std	有效深度日内标准差	负向
流动性：交易集中度	first_call_ratio	开盘集合竞价成交量占比	负向
	last_call_ratio	收盘集合竞价成交量占比	负向
	ask_depth_cct	ask_depth 前 15 分钟占比	负向
	bid_depth_cct	bid_depth 前 15 分钟占比	负向
	avg_depth_cct	avg_depth 前 15 分钟占比	负向
	effective_depth_cct	sm_depth 前 15 分钟占比	负向
波动性	volume_std	1min 级别成交量的标准差	正向
	volume_pdf_len	日内百分位价差	正向
	vol_d_1m	1min 级别价格收益率标准差	正向

资料来源：中金公司研究部

由于流动性指标和波动率指标数量较多，描述特征的角度不尽相同，于是我们将细分流动性和波动率指标分别加权成为流动性和波动率的综合指标，得到一个统一高频度量之后进一步研究在宽基指数中的变化特点并得出以下结论：

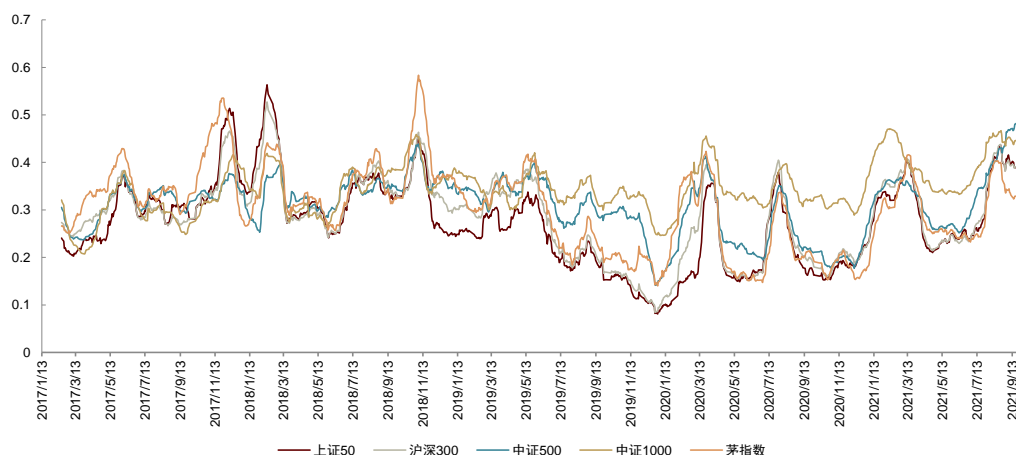
- ▶ **小盘股流动性改善总体高于大盘股，最近一年流动性增速明显。**从综合流动性指标本身来看，五种指数流动性指标相关性都较强，但是也存在明显分化的时期。最近三个月上升阶段中证 500 和中证 1000 的流动性综合指标上升幅度明显高于上证 50 和沪深 300 的上升幅度。
- ▶ **大小盘波动率差异总体不显著，最近一年中证 1000 波动率变动幅度最小。**从高频综合波动率的曲线来看，2019 年 5 月前各指数的波动率均较为接近且相关性比较强，从 2019 年 7 月份开始中证 1000 与其他指数的波动率开始产生分化且维持在相对较高的位置。但其波动率的变化总体较小，而上证 50 的波动率的变动幅度相对更大。

图表 13：综合流动性指标



资料来源：万得资讯，中金公司研究部

图表 14：综合波动率指标



资料来源：万得资讯，中金公司研究部

聚焦国内：机构化与交易趋同是影响市场微观特征的底层原因

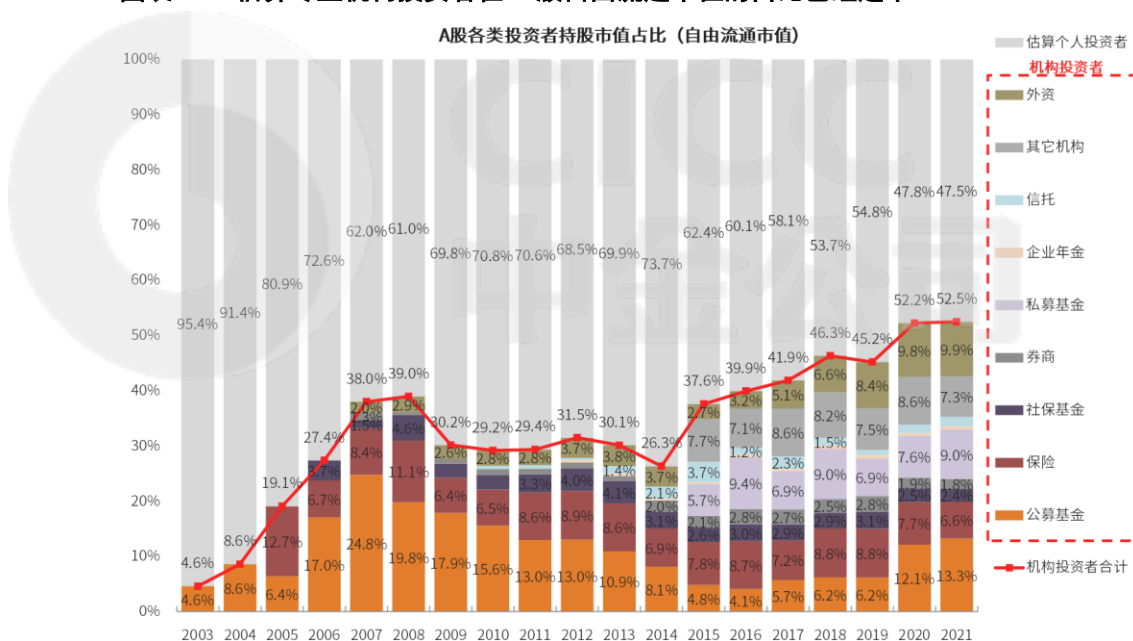
我们认为微观流动性特征的变化，与市场大环境的变化存在密不可分的关系。在机构化和头部化的趋势下，市场参与者的交易更容易产生趋同的特征，这也很可能是影响市场微观流动性等其他微观特征的主要底层原因。

A 股生态变迁：机构化趋势下，策略同质化上升，大小盘流动性特征分化度下降

A 股生态变化：投资“机构化”和机构“头部化”

基于中金策略在《中国 A 股的机构化和国际化：还是“散户”市场吗？》报告中提出的“自上而下”估算方法，随着 A 股市场国际化和机构化等趋势的推进，机构投资者当前持有自由流通市值合计占比已经从 2014 年的不到 30% 提升到了 50% 左右。

图表 15：估算专业机构投资者在 A 股自由流通市值的占比已经过半



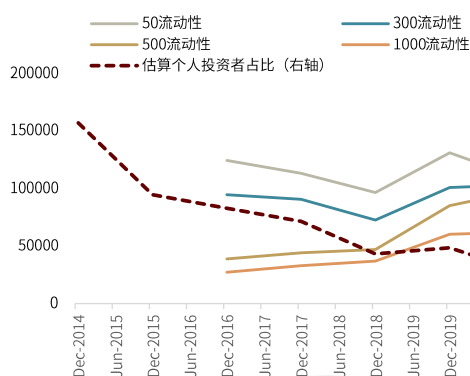
资料来源：万得资讯，上市公司季报，上交所，基金业协会，保监会，社保基金理事会，证券业协会，人社部，中国人民银行，证监会，中金公司研究部，截止 2021-06-30。注：公募基金包括专户，不包括保险、社保基金、年金等账户的部分；信托投资不包括私募基金通道；券商包括自营和主动资管。较多类别并不精确披露投资 A 股市值，以上测算存在一定的假设，和实际情况可能存在偏差。

典型机构投资者的投资决策跟个人投资者具有根本差异，机构更加注重个股的基本面相关信息，这也使得投资者持股整体越来越偏向各领域的优质龙头。随着海外加大 A 股市场配置、市场投资者结构“机构化”趋势强化，投资者投资行为也越来越“基本面化”。

从量化角度看，2016 年以来基本面类因子（如盈利能力、成长能力等）对超额收益解释力明显增强，价量类因子有效性下降且波动明显放大。投资风格的基本面化，是市场投资者结构“机构化”伴随的结果。

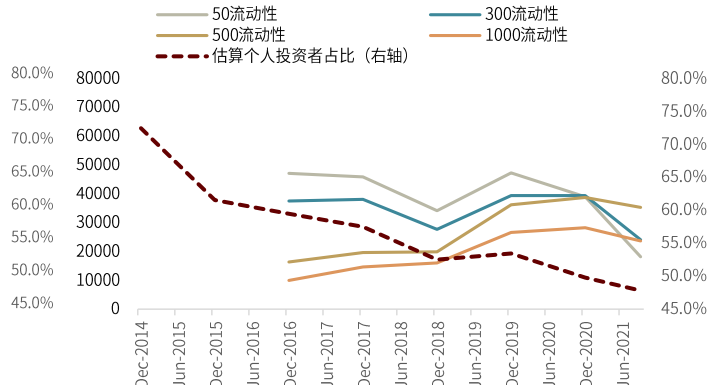
在上述投资者结构“机构化”的趋势下，另外一个非常显著的特征是，业绩突出的头部机构获取的主动管理资产份额有提升的趋势，即主动基金的“头部化”特征。截止 2021 年 3 季度，前五大公募基金的资产管理规模（非货币）比 2016 年年底增长 283%，显著高于全行业 184% 的增速。

图表 16：A 股个人投资者持股占比（自由流通市值）与宽基指数盘口深度（avg_depth）变化趋势



资料来源：万得资讯，中金公司研究部，截止 2021-06-30

图表 17：A 股个人投资者持股占比（自由流通市值）与宽基指数有效深度（effective_depth）变化趋势



资料来源：万得资讯，中金公司研究部，截止 2021-06-30

由上图可见，随着个人投资者占比的逐渐下降，上证 50、沪深 300、中证 500 和中证 1000 指数的流动性指标（avg_depth_mean 和 effective_depth_mean）均有收敛迹象。2016 年以来，上证 50 指数的流动性整体呈现下降趋势，而代表中小盘股票的中证 500 和中证 1000 指数的流动性呈现上升趋势。

机构化趋势下，策略同质化可能性上升，大小盘的流动性特征分化度下降。在机构化和基本面的趋势下，我们观察到 A 股大小盘指数的流动性特征逐渐收敛，市场整体微观特征更加趋同。我们认为随着机构投资者（包含量化私募）占比的提升，与之相对应的噪音交易者减少带来了交易行为的稳定化，无论是大盘股票还是中小盘股票中的交易行为都会更加趋于理性，同时机构化投资者的投资策略也更容易出现趋同的特征。

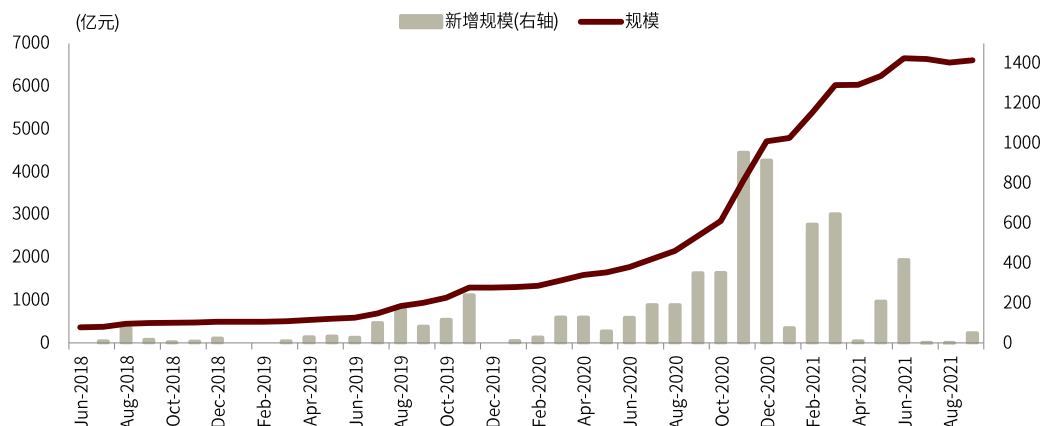
在这一机构化的大趋势下，公募基金和私募量化基金同为机构投资者，近年来的规模增长速度均十分可观，我们将具体地分析这两类资金的交易特征，并尝试分析其分别与市场微观流动性等特征的变化是否存在关联。

量化私募规模扩张：与小盘股波动特征有一定正相关

稳定收益能力带来规模快速扩张

参考朝阳永续对头部量化私募管理规模的统计，截止 2021 年 6 月末，头部的 19 家股票策略量化私募规模之和已接近 6000 亿元。随着策略收益在同类产品中表现出较强竞争力，股票策略量化私募在 2019 年以后迎来了规模的加速上升。

图表 18：股票策略量化私募规模变化



资料来源：朝阳永续，中金公司研究部，截止 2021-06-30

私募量化在市场中性策略，以及沪深 300 增强、中证 500 增强、中证 1000 增强上近几年的惊人规模增速，背后的原因还是来自于突出且稳定的收益/超额收益能力。从过去的几年数据来看，市场中性策略每年均可以获得 10 个百分点以上的绝对收益，在 2020 年甚至超过了 20%。增强策略中，中证 1000 的超额能力最强，年化超额接近 25ppt；中证 500 增强、沪深 300 增强次之，而沪深 300 增强在 2021 年表现出色，年化超额接近 20%。

图表 19：股票策略私募量化产品分年度收益表现（规模加权）

	2021 (年化)	2020	2019	2018	2017
市场中性 - 收益率	11%	21%	16%	13%	12%
中证 500 增强 - 超额收益率	14%	27%	18%	25%	17%
沪深 300 增强 - 超额收益率	20%	19%	10%	15%	4%
中证 1000 增强 - 超额收益率	22%	35%	22%	33%	

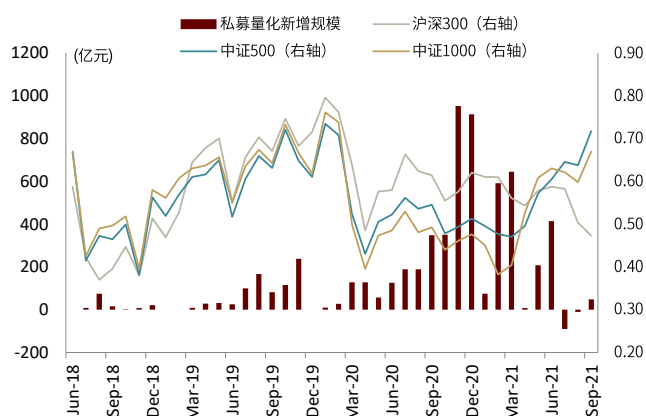
资料来源：朝阳永续，万得资讯，中金公司研究部，截止 2021-09-30

私募规模变化与市场特征：与小盘股波动特征有一定正相关

股票类量化私募规模的快速扩张是否对市场的流动性造成影响，又是否影响了市场的波动率特征？基于我们在系列报告第二篇中构造的综合流动性和波动率指标，可以观察到无论是沪深 300、中证 500 还是更偏小盘的中证 1000 指数的流动性和波动率特征都没有在 2020 年下半年以来的私募规模加速增长过程中出现显著的变化。

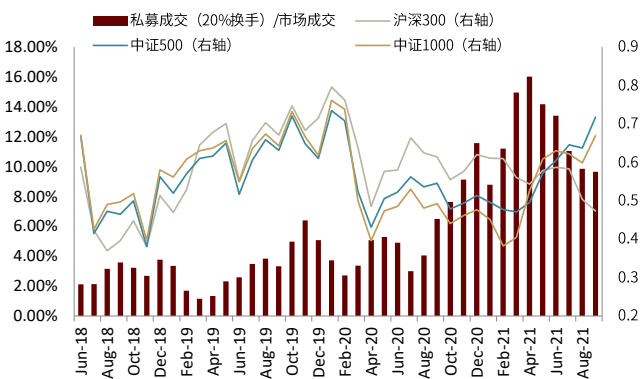
同时，假设私募量化策略的日度换手率在 20% 的水平维持不变，截止 2021 年 9 月底私募量化的日成交占比约为 9.65%，该占比在 2021 年 4 月达到 16% 的高点之后就始终处于下降趋势中。从图表 24 中可见，私募量化成交占比与偏大盘的沪深 300 指数以及中盘的中证 500 指数的微观特征之间相关性极低，而与中证 1000 指数的流动性的相关性为 -0.22，与中证 1000 指数的波动率的相关性为 0.25。整体上看，**私募量化成交占比与小盘股的波动率有一定的正相关关系，即私募量化对其主要优势赛道内的股票（小盘股）有一定的交易层面的影响，但相关关系并不显著。**

图表 20：私募量化新增规模与市场微观流动性



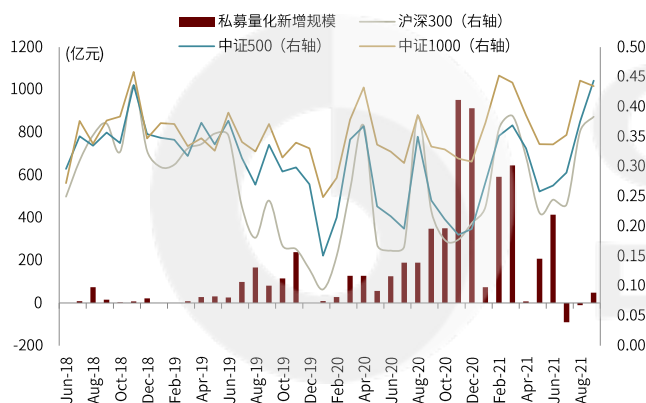
资料来源：朝阳永续，万得资讯，中金公司研究部，截止 2021-09-30

图表 21：私募量化成交占比与市场微观流动性



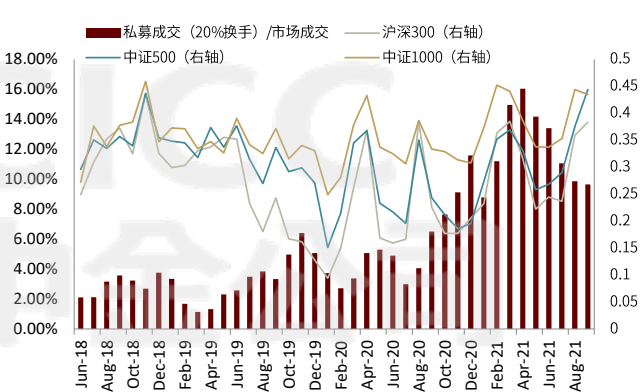
资料来源：朝阳永续，万得资讯，中金公司研究部，截止 2021-09-30

图表 22：私募量化新增规模与市场微观波动率



资料来源：朝阳永续，万得资讯，中金公司研究部，截止 2021-09-30

图表 23：私募量化成交占比与市场微观波动率



资料来源：朝阳永续，万得资讯，中金公司研究部，截止 2021-09-30

图表 24：私募量化规模与成交占比与宽基指数微观特征的相关性矩阵

	私募量化 规模	私募量化 成交占比	沪深300 流动性	中证500 流动性	中证1000 流动性	沪深300 波动率	中证500 波动率	中证1000 波动率
私募量化规模	1.00							
私募量化成交占比	0.93	1.00						
沪深300流动性	-0.04	-0.06	1.00					
中证500流动性	0.03	-0.10	0.68	1.00				
中证1000流动性	-0.14	-0.22	0.59	0.94	1.00			
沪深300波动率	0.04	-0.01	-0.65	-0.42	-0.39	1.00		
中证500波动率	-0.06	-0.12	-0.54	-0.21	-0.16	0.88	1.00	
中证1000波动率	0.30	0.25	-0.58	-0.49	-0.54	0.78	0.80	1.00

资料来源：朝阳永续，万得资讯，中金公司研究部，截止 2021-09-30

公募基金抱团：抱团加剧时，相关指数流动性下降

公募基金作为当前市场机构化的主力，其总规模占全市场自由流通市值的占比已经由 2015 年的 4.89% 提升至 13.39%。在市场机构化和基本面化的趋势影响下，2017 年至 2019 年的公募基金抱团行情也引发了市场的广泛讨论和关注。我们构造了一个反映公募基金持仓集中度的指数（抱团指数）来刻画公募基金的抱团行为，并且分析其与市场微观特征之间的联系。

量化刻画公募基金持仓集中度。我们选择股票型基金中的普通股票型基金和混合型基金中的偏股混合型基金、平衡混合型基金。同时为了表述方便，将上述基金统称为“偏股型基金”。

为了观察公募基金的持仓集中度，我们将市场上的偏股型基金作为一个整体，观察市场上的所有偏股型基金整体更偏好哪些个股，并将他们偏好个股的程度作为一个度量基金集中持仓的指标。

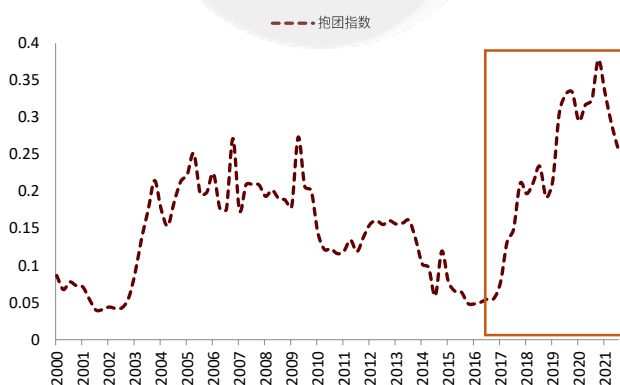
基金角度出发的持仓集中度指数的构建过程如下：

- 1) 获取基金前十大重仓股及其占基金净值的比例
- 2) 将所有偏股型基金前十大重仓股合成为一个整体基金（基金 A），个股占比按占净值比例求和
- 3) 计算抱团指数：

$$\text{抱团指数} = \text{基金A前50只个股持仓比例之和} / \text{重仓股样本数}$$

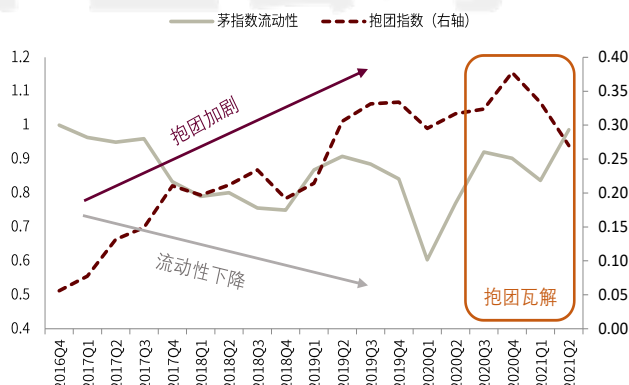
按照上述逻辑构建的集中持仓指数基本可以反映市场的持仓集中度，各基金重仓股结构如果越相似，那么抱团指数值越大。

图表 25：抱团指数季度走势（2000 年以来）



资料来源：万得资讯，中金公司研究部（统计期：2000-03-31 至 2021-09-30）

图表 26：抱团指数与茅指数流动性变化



资料来源：万得资讯，中金公司研究部（统计期：2016-12-31 至 2021-09-30）

从 2016 年 4 季度至今，公募基金抱团现象呈现先升后降的趋势。2016 年 4 季度至 2019 年 4 季度公募基金抱团趋势持续快速上升，而这一趋势在 2021 年 1 季度达到顶点，2021 年 1 季度以来公募基金抱团趋势持续下降。

万得编制的茅指数可以较好的代表公募基金抱团的核心资产类股票，由上图可见，茅指数的流动性综合指标在 2020 年 1 季度降至低点，之后呈现缓慢上升的趋势。波动率特征则没有出现明显的趋势性变化。

机构策略同质化：公募基金同质化强于私募量化

公募基金的抱团行为其实也从本质上反映了公募基金的策略趋同的情况，类似的，在私募规模快速扩张的同时，量化私募产品之间的底层策略同质化的问题也得到了市场的广泛关注。

由于股票策略私募量化在产品类型上较为单一，通常以指数增强、市场中性为主，且底层策略多以不同频率的多因子模型为主，因此可能容易存在策略同质化的问题。我们就以规模靠前的私募量化收益表现与公募股票型基金的收益表现作为分析的对象，计算其分别的相关性矩阵，并观察其相关性的变化趋势。

图表 27：规模前 15 公募偏股基金与私募股票量化基金的收益相关性（2018-01-01 至 2020-09-30）

	公募A	公募B	公募C	公募D	公募E	公募F	公募G	公募H	公募I	公募J	公募K	公募L	公募M	公募N	公募O
公募A	1														
公募B	0.33	1													
公募C	0.27	0.73	1												
公募D	0.33	0.84	0.85	1											
公募E	0.38	0.63	0.47	0.74	1										
公募F	0.27	0.66	0.94	0.78	0.34	1									
公募G	0.40	0.80	0.84	0.97	0.78	0.78	1								
公募H	0.31	0.59	0.47	0.78	0.91	0.37	0.79	1							
公募I	0.38	0.77	0.91	0.82	0.44	0.95	0.81	0.46	1						
公募J	0.24	0.75	0.66	0.92	0.84	0.54	0.90	0.89	0.61	1					
公募K	0.27	0.61	0.56	0.84	0.82	0.48	0.84	0.83	0.51	0.88	1				
公募L	0.28	0.74	1.00	0.84	0.44	0.94	0.83	0.45	0.92	0.64	0.54	1			
公募M	0.38	0.76	0.94	0.87	0.53	0.92	0.88	0.56	0.93	0.70	0.58	0.95	1		
公募N	0.33	0.63	0.56	0.82	0.79	0.50	0.82	0.76	0.54	0.83	0.94	0.54	0.58	1	
公募O	0.29	0.75	0.87	0.93	0.63	0.80	0.89	0.64	0.83	0.83	0.79	0.85	0.83	0.79	1

平均值：0.68

	私募A	私募B	私募C	私募D	私募E	私募F	私募G	私募H	私募I	私募J	私募K	私募L	私募M	私募N	私募O
私募A	1														
私募B	0.59	1													
私募C	0.59	0.63	1												
私募D	0.57	0.74	0.51	1											
私募E	0.71	0.50	0.72	0.47	1										
私募F	0.55	0.63	0.70	0.57	0.70	1									
私募G	0.46	0.57	0.47	0.59	0.53	0.71	1								
私募H	0.62	0.73	0.48	0.70	0.41	0.56	0.46	1							
私募I	0.53	0.60	0.66	0.69	0.59	0.75	0.73	0.46	1						
私募J	0.31	0.22	0.23	0.46	0.40	0.39	0.21	0.19	0.37	1					
私募K	0.53	0.71	0.74	0.68	0.61	0.75	0.67	0.60	0.75	0.43	1				
私募L	0.59	0.41	0.47	0.22	0.59	0.57	0.53	0.20	0.47	-0.06	0.48	1			
私募M	0.43	0.53	0.71	0.32	0.66	0.44	0.38	0.27	0.42	0.04	0.68	0.47	1		
私募N	0.49	0.64	0.51	0.54	0.53	0.54	0.58	0.45	0.67	0.19	0.66	0.43	0.42	1	
私募O	0.35	0.34	0.57	0.18	0.64	0.62	0.44	0.34	0.35	0.14	0.69	0.56	0.62	0.25	1

平均值：0.51

资料来源：朝阳永续，万得资讯，中金公司研究部（统计期：2018-01-01 至 2021-09-30）

图表 28：规模前 15 公募偏股基金与私募股票量化基金的收益相关性（2018-01-01 至 2021-09-30）

	公募A	公募B	公募C	公募D	公募E	公募F	公募G	公募H	公募I	公募J	公募K	公募L	公募M	公募N	公募O
公募A	1														
公募B	0.76	1													
公募C	0.75	0.81	1												
公募D	0.48	0.25	0.57	1											
公募E	0.65	0.93	0.78	0.14	1										
公募F	0.71	0.79	0.95	0.55	0.78	1									
公募G	0.47	0.27	0.64	0.92	0.19	0.60	1								
公募H	0.84	0.89	0.74	0.32	0.87	0.74	0.34	1							
公募I	0.64	0.56	0.87	0.72	0.52	0.85	0.79	0.55	1						
公募J	0.51	0.45	0.67	0.60	0.41	0.66	0.63	0.48	0.81	1					
公募K	0.76	1.00	0.80	0.23	0.93	0.79	0.26	0.89	0.56	0.44	1				
公募L	0.78	0.95	0.83	0.31	0.93	0.83	0.35	0.91	0.61	0.46	0.95	1			
公募M	0.49	0.41	0.63	0.60	0.39	0.61	0.61	0.48	0.75	0.94	0.41	0.42	1		
公募N	0.70	0.87	0.91	0.42	0.83	0.88	0.46	0.80	0.77	0.61	0.86	0.84	0.59	1	
公募O	0.46	0.51	0.81	0.60	0.49	0.81	0.67	0.44	0.80	0.64	0.51	0.52	0.64	0.73	1

平均值：0.65

	私募A	私募B	私募C	私募D	私募E	私募F	私募G	私募H	私募I	私募J	私募K	私募L	私募M	私募N	私募O
私募A	1														
私募B	0.55	1													
私募C	0.49	0.62	1												
私募D	0.50	0.69	0.53	1											
私募E	0.62	0.61	0.74	0.52	1										
私募F	0.38	0.58	0.71	0.52	0.62	1									
私募G	0.52	0.60	0.64	0.58	0.61	0.66	1								
私募H	0.52	0.68	0.64	0.49	0.54	0.56	0.62	1							
私募I	0.42	0.65	0.67	0.53	0.56	0.76	0.67	0.74	1						
私募J	0.42	0.61	0.42	0.54	0.58	0.50	0.37	0.52	0.64	1					
私募K	0.40	0.43	0.49	0.25	0.58	0.57	0.49	0.29	0.44	0.22	1				
私募L	0.60	0.65	0.70	0.54	0.74	0.45	0.60	0.54	0.59	0.49	0.43	1			
私募M	0.50	0.57	0.50	0.50	0.47	0.52	0.57	0.47	0.53	0.32	0.39	0.43	1		
私募N	0.48	0.43	0.56	0.30	0.61	0.59	0.50	0.41	0.41	0.39	0.45	0.60	0.36	1	
私募O	0.51	0.57	0.68	0.49	0.63	0.57	0.57	0.52	0.65	0.52	0.37	0.60	0.47	0.53	1

平均值：0.53

资料来源：朝阳永续，万得资讯，中金公司研究部（统计期：2018-01-01 至 2021-09-30）

上表中分别展示了截止 2020 年 3 季度和截止 2021 年 3 季度的公募股票型基金（规模前 15）与私募股票量化基金（规模前 15）的月度绝对收益相关性矩阵。其中截止 2021 年 3 季度，15 只公募基金的平均规模为 340 亿元，由于私募基金产品规模数据并无公开可得渠道，如果以 15 家量化私募的总规模平均值约为 310 亿元作为参考，相应的私募量化增强型产品的规模均值应显著小于这一数字。统计时采用的私募基金收益均为其旗下代表性中证 500 指数增强产品的收益表现。

股票策略私募量化产品在收益上并未表现出显著的高相关，反而是公募基金之间更容易表现出较高（大于 0.90）的相关性。无论是截止到 2020 年 3 季度还是 2021 年 3 季度，15 只公募基金都存在 10 个以上两两之间超过 0.90 相关性的基金，而股票策略量化私募的 500 增强产品两两相关性最高仅为 0.76。

同时，对比两个时间段的相关性结果，公募基金的平均相关系数从一年前的 0.68 下降至 0.65，而股票策略私募量化的平均相关系数从 0.51 上升到 0.53。随着公募基金抱团程度的下降，基金收益相关性也随之降低，而私募量化的策略相关性则随着规模的快速提升而略有提高。

综上所述，我们认为，量化私募在策略层面并未表现出极端的同质化现象，并且公募基金的策略同质化程度仍高于量化私募，不过从趋势上来看，公募基金的同质化在下降而私募量化的同质化有上升趋势。

总结以上的分析结果，我们认为机构化与交易趋同是影响市场微观特征的底层因素。微观流动性特征的变化，与市场大环境的变化存在密不可分的关系。在机构化趋势下，无论是公募基金还是量化私募都容易产生策略层面的趋同现象，这也是影响市场流动性等微观特征的主要底层原因。由于公募基金与私募量化的优势赛道存在差异，公募基金抱团行为对茅指数为代表的龙头股的微观流动性影响较为显著，而私募量化则是对其相对更具优势的中证 1000 为代表的小盘股的微观特征更容易产生影响。



附录

买卖价差维度文献综述

学术研究整体认为量化高频交易有助于降低买卖价差。买卖价差是交易成本的一个主要组成部分，Brogaard(2010)^[13]研究了高频交易对市场质量的影响，并发现了高频交易者经常记录最好的买入价和买入价，因此降低了买卖价差，特别是对于规模较大的公司。Jarrow 和 Protter(2012)^[49]构建了一个包含两个方程的模型，第一个代表没有高频交易时的股价过程，第二个代表有高频交易时的股价过程，并谨慎地认为高频交易一定程度缩小了买卖价差。Menkveld 和 Zoican (2013)^[67]也有类似的观点，他认为受高频交易影响的股票与其他股票相比，一年内买卖价差减少了约 30%。Friederich 和 Payne (2011)^[34]绘制了伦敦证券交易所 (LSE) 的最佳价差和富时 100 指数的入账深度，研究发现 CBT (CBT 指基于计算机的交易，是量化高频交易的先决条件) 的增长是解释这两者趋势变化的最重要因素。Menkveld 和 Zoican(2013)^[67]发现当量化高频交易限价指令的执行速度高于市场指令时，买卖价差就会下降。Zervoudakis 等人(2012)^[81]也有类似的观点，他们认为高频交易系统通过分配流动性来降低买卖价差。Aitken 等人(2012)^[1]通过研究 2001 年至 2011 年期间量化高频交易参与伦敦证交所和巴黎泛欧交易所情况，发现高频交易活动越活跃，买卖价差越小。Hasbrouck 和 Saar(2013)^[44]使用 2007 年第四季度和 2008 年 6 月的纳斯达克订单簿数据，研究得出较高比例的高频交易意味着较低的有效买卖价差。因此，大多数研究人员倾向于一致认为，高频交易通过缩小价差改善了市场质量。

然而也有少部分研究具有相反的结论。Hendershott 和 Mouton(2011)^[45]分析了纽约证交所和芝加哥期权交易所从 2006 年 6 月 1 日至 2007 年 5 月 31 日的数据，发现量化高频交易带来逆向选择，进而使得买卖价差增大。Brogaard(2010)^[13]也有类似的结果，他研究了纳斯达克和纽交所高频交易样本的交易统计数据，发现高频交易倾向于在利差较低的证券中进行积极交易，因此扩大了利差。Brogaard 等人(2014a, b)^[15, 16]通过关注 Ancerno 数据集中的有效买卖价差成本，发现高频交易活动的增加对机构投资者的执行成本没有可衡量的影响。

尽管观点并非完全统一，但学术研究结论整体表明**高频量化交易对降低买卖价差有显著的积极影响**。

流动性维度文献综述

支持量化高频交易**提供市场流动性**的研究包括：Myers 和 Gerig(2014)^[70]的模型显示了在高频交易存在的条件下，促成交易的概率更高，即市场具有更好的流动性。Friederich 和 Payne(2011)^[34]分析了伦敦证交所的数据，发现自量化高频交易出现以来，市场流动性呈上升趋势。Hagströmer 和 Nordén(2013)^[41]将交易员细分为高频交易员和非高频交易员，他们的模型显示，高频交易员提供的流动性高于他们消耗的流动性。Chaboud et al.(2014)^[20]分析了算法交易对外汇市场的影响，发现算法交易有利于流动性提升。Brogaard (2011)^[14]也得出了类似的结果，他指出高频交易员在高波动性和低波动性的交易日都提供了流动性。Brogaard 等人(2014a, b)进一步证明了在异常高波动性时期，高频交易也不会停止提供流动性，无论是在出价方还是出价方。英格兰银行(Bank of England)的一份工作报告(Benos and Sagade 2016)^[9]分析了富时 100 指数成分股的交易数据，发现高频交易员整体提供的流动性会多于消费的流动性。

支持量化高频交易**消耗市场流动性**的研究包括：Baron 等人(2012)^[8]使用 2010 年 8 月至 2012 年 8 月标普 500 迷你期货的交易数据，发现高频交易者在消费流动性时获得的利润远远高于提供流动性时的利润。并以之作为高频交易者减少而不是增加可用流动性的一个证据。Cvitanic 和 Kirilenko (2010)^[25]也持同样观点，他们开发了一个数学模型，表明危机期间高频交易员提供的流动性低于正常时期。Easley 等人(2011)^[28]发现在 flash crash 期间，量化高频交易由流动性提供者变成了流动性消费者，在某种程度上加剧了价格下跌。

根据以上分析，学术研究倾向于认为量化高频交易作为流动性提供者的身份参与到股票市场中。但同时，一些学者指出量化交易提供的流动性包含了众多的**虚假流动性**。AFM(2016)^[2]指出量化高频交易表现出的一个常见做法是在几个不同点位同时发限价单，但一旦第一个限价单被执行，就取消其它未执行的限价订单，这样，市场就会产生所谓的“虚假流动性”，即虚假地显示不会被交易的流动性。Miller and Shorter (2016)^[69]也认为量化高频交易的一个重要特征是在极短的时间内报众多有竞争力的价格，然后在有交易发生后，取消部分报价单，以避免被更多的知情投资者挑选，尽管这种操作方式看似市场提供了大量的流动性，但大多数的流动性永远无法执行，相当于不存在。

综上所述，尽管学术研究倾向于认为量化高频交易作为流动性提供者的身份参与到股票市场中，但值得考虑是否提供的流动性主要为虚假流动性。

价格发现维度文献综述

从学界研究成果来看，大多数成果支持**量化高频交易具有提高定价效率的作用**。Brogaard 等人(2014a, b)^[15, 16]的表明量化高频交易有助于价格发现过程，因为高频参与者倾向于在资产价格出现暂时性错误定价时进行更为频繁的交易。Foresight(2012)^[31]认为有证据表明，随着量化高频交易的发展，资产定价效率普遍提高。Brogaard(2011)^[14]发现高频交易在价格发现过程中发挥了重要作用，原因在于高频交易比非高频交易利用了更多的私人信息。Manahov 和 Hudson(2014)^[64]使用来自 6 个最常用货币对(美元/欧元、美元/日元、美元/英镑、美元/澳元、美元/瑞郎和美元/加元)的 1 分钟高频数据，验证了量化高频交易在价格发现过程中的作用。Hendershott(2011)^[45]也报告了类似的结果，他们分析了纽交所和纳斯达克在 2006 年至 2009 年的价格效率趋势，发现高频交易活动的增长带来了更高的市场效率，包括更快的价格发现。根据 Blocher 等人(2016)^[11]的研究，高频交易中的频繁撤单也是价格发现的一个重要部分，他们认为定价过程更多地来自于取消交易，而非达成交易。Aitken 等人(2012)^[1]发现高频交易活动水平的增加在不损害市场完整性的情况下提高了定价效率。Brogaard 等人(2014a, b)^[15, 16]利用纽交所和纳斯达克数据的分析显示，高频交易活动与定价错误程度之间呈现负相关关系。

同时，也有部分研究对量化高频交易的价格发现功能提出了质疑。这方面最为典型的研究之一来源于诺贝尔奖得主保罗·克鲁格曼，他认为股票市场理应将资本分配到最有效的用途上，例如帮助好的公司来筹集资金，但是很难看到比其他人快三十分之一秒下的订单如何实现这一功能。Benos 和 Sagade(2016)^[9]也有类似的观点，他们认为定价效率与基本面信息，而非高频交易，之间的关系更为紧密。Hasbrouck 和 Saar(2013)^[44]同样也对量化高频交易的社会效益表示了怀疑。

总结来看，大多数学者的观点支持量化高频交易加速了价格发现过程，尽管少部分学者对量化高频交易的价格发现功能依然存在怀疑。

可获收益维度文献综述

从量化高频交易是否具有超额收益来看,根据 Weaver (2012)^[79]的研究,美国高频交易整体每交易 100 美元可获利 0.075 至 0.09 美元。Baron 等人(2012)^[8]的研究则发现当高频交易消耗流动性时,高频交易者的收益会有所增加,他们发现高频交易员每单交易合约平均获利 0.25 美元。Brogaard 等人(2017)^[17]同样提出了高频交易能够利用极端价格波动来赚取利润的证据。Kirilenko 和 Lo(2013)^[56]认为高频交易的利润巨大且持续,且他们所需承担的风险非常小。Baron 等人(2012)^[8]同时得到了一个符合普遍认知的结论:高频交易之间会相互竞争,尽管大多数高频交易员都能获利,但信息处理最快的交易员相对而言赚的钱最多。整体来看,学界普遍的共识是**量化高频交易相对低频交易长期具有一定的超额收益**。

从量化高频交易超额收益的变化趋势来看, Foresight(2012)^[31]报告显示,高频交易的盈利能力正在达到极限,在未来 10 年可能会面临进一步下行的压力。Baron 等人(2012)^[8]也推测高频交易的盈利能力会随着时间的推移而下降,背后最最重要的因素在于策略同质化加剧。Cvitanic 和 Kirilenko(2010)^[25]则认为,在非高频交易者有限的情况下,高频交易的总利润是有上界的,因此随着高频交易者的增加,每个高频交易者的平均获利下降。Linton 和 Mahmoodzadeh(2018)^[61]也指出,激烈的竞争是利润减少的原因。除策略同质化和参与者数量增加外,基础设施成本也是量化高频收益下降的重要原因, Kaya(2016)^[54]发现量化公司基础设施成本的增加可能是利润放缓的重要原因,2015 年的托管成本相比 21 世纪初上升了 2~3 倍,同时每单利润也从 0.1 美分下降到 0.05 美分。整体来看,已有研究倾向于认为**量化高频交易的超额收益呈逐渐下降趋势**。

总结来看,大多数学者都认识到,量化高频交易相比非高频交易可以获得更多的利润回报,尽管近年来日益激烈的竞争可能会减少这种利润。

市场波动率维度文献综述

支持量化高频交易**提升市场波动率**的研究包括: Kelejian 和 Mukerji(2016)^[53]使用标普 500 的数据发现,量化高频交易对资产日收益波动率有显著正向贡献,原因在于量化高频交易出现后,股票基本面与市场波动率之间的相关性显著降低,从而反证出量化高频交易对市场波动率具有显著贡献。Leal 等人(2014)^[58]认为量化高频交易在 flash crash 时造成了市场更高的波动率,其作用机制主要为较高的高订单取消率,不过作者也发现,量化高频交易在此类极端事件之后市场的反弹中发挥了重要作用。瑞士信贷(2017)^[21]的一份报告发现高频交易在收盘前的一段时间会提升个股波动率,因为此时大多数高频交易商急于关闭或平掉他们的头寸;另一项 (Bollen and Whaley 2015)^[12]基于洲际交易所(InterContinental Exchange)、欧洲期货交易所(Eurex)、纽约证交所-泛欧交易所(NYSE Euronext)和芝加哥商品交易所集团(CME Group)逐笔电子交易数据的研究也在期货市场中得出了类似的结果。Jarow 和 Protter(2012)^[49]研究了量化高频交易员对套利机会的发现与利用,他们的研究结果倾向于量化高频交易带来波动性的增加。Zhang(2010)^[82]的研究证明在考虑了公司基本面和其他波动驱动因素后,量化高频交易与个股波动率之间存在正相关关系,特别是对于大盘股。一项机构研究(Caivano 2015)^[19]发现,高频交易活动每增加一个标准差,波动率就会增加 0.5 到 0.8 个标准差,比任何其他影响波动率的控制变量的影响都要大。

支持量化高频交易**降低市场波动率**的研究包括: Myers 和 Gerig(2014)^[70]利用 agent-based simulation model 对连续竞价过程建模,发现量化高频交易会使得市场波动性有所下降。

Gsell(2008)^[39]构建了一个由知情、动量和噪声交易所组成市场模型,并得出结论: 量化高频交易较低的延迟会显著带来市场波动率的降低。

认为量化高频交易**不影响市场波动率**的研究包括: Verousis 等人(2018)^[76]认为最小报价单位,而非量化高频交易,是市场波动率的因素。Zervoudakis 等人(2012)^[81]使用 Nanex 的数据分析了量化高频交易是否降低了市场波动性,没有发现高频交易与波动性增加之间具有明确的因果关系,他们还认为如果高频交易会**影响波动率**,那么高频交易的扩散过程应该会同时增加日内和日间的波动率,但实证结果表明这种现象并不明显。

在波动率方面的一个专门研究角度为: 量化高频交易是否会产生拥挤效应(羊群效应),从而加剧价格波动。Brogaard(2010)^[13]认为量化高频交易对速度的追求会导致算法的简化,即高频交易者比非高频交易者的策略多样性更少,遵循类似策略的几种算法累积会导致价格异常上涨,从而量化高频交易容易产生羊群效应这一潜在的波动因素。根据 Kirilenko 等人(2017)^[57]的研究成果,高频交易者似乎有共同的策略,即他们常在股票价格出现明确方向后进行为期 4 秒的趋势交易,并在 10 秒后反向操作。Chaboud 等人(2014)^[20]同样证实了量化高频交易策略之间较高的正相关性。

综合来看,基于不同的数据来源、建模方法、市场状况和时间阶段,学术界关于**量化高频交易对波动性的影响结果存在一定分歧**。

其它交易成本维度文献综述

支持量化高频交易**降低其它维度交易成本**的研究包括: Foucault 等人(2013)^[33]开发了一个描述做市商和价格接受者之间相互作用的理论模型,发现量化高频交易可以降低监控成本。Kirilenko 和 Lo(2013)^[56]使用随机动态规划评估预期成本最小的交易序列,证明算法交易可以产生巨大的成本节约。Harris(2013)^[42]的研究同样证实了这一结果,它指出高频交易中机构投资者和散户投资者的交易成本都大幅降低。Conrad 等人(2015)^[24]发现平均而言,量化高频交易显著降低了交易成本。Anagnostidis 和 Fontaine(2018)^[5]也得出了类似的结论,他们分析了巴黎 CAC 40 市场的订单流,并注意到量化高频交易有效降低了交易成本。Menkveld(2013)^[67]专门研究了适合高频交易的新兴高科技市场(如美国的 BATS 和欧洲的 Chi-X),给出了相对谨慎,但与前面方向相同的结论,即量化高频交易带来交易成本的大幅下降,尽管交易所之间的竞争似乎也发挥了关键作用。Menkveld(2016)^[66]的另一项研究提供了新的证据,发现与 2001 年(假设这一年高频交易较少)相比,2011 年(假设这一年高频交易较高)美国市场个股在有效价差、对散户投资者的佣金、对机构投资者的佣金和执行差额四个方面的数值都下降了 50% 以上。Harris(2013)也对交易成本的降低持积极态度, Brogaard(2010)^[13]甚至支持高频交易备受批评的迅速取消报价的习惯,即通过降低不执行成本而获得显著的净经济效益。

另一方面,也有众多研究认为高频交易者**向非高频交易者施加了更高的交易成本**。业界的部分传统从业者普遍认为高频交易是一种恶意创新,它扰乱了原有的市场微观结构,并对金融稳定性产生了一定影响。一些理论模型将低延迟作为高频交易的主要特征,得出的结论是: 非高频交易者的盈利是以非高频交易者的利益为代价的。举例来说, Ding et al.(2014)^[27]认为高频交易提升了市场整体参与者的一般交易成本,他们发现,每秒钟不同的 NBBO 数据之间都会出现几次价格错位,而且这种错位持续的时间不超过 2 毫秒,给经常在市场上活跃的非高频交易者(比如机构投资者)带来额外成本。Hoffmann(2014)^[47]也表达了类似的观点,他注意到由于快速交易者的存在,非高频交易者提交的限制指令执行概率更低。Van Kervel (2015)^[75]认识到高频交易者增加了非高频交易者的逆向选择成本,使其经常以陈旧的报价进行交易。Brogaard

^[13] (2010)发现高频交易者与其他高频交易者的交易少于预期，而非高频交易者的交易多于预期，原因是高频交易者的策略比非高频交易者的策略多样性更少，所以当高频交易者决定卖出(买入)时，非高频交易者比另一个高频交易者更有可能愿意买入(卖出)，从而造成高频交易者更容易侵蚀非高频交易者的交易成本。

根据以上分析，学术研究似乎并没有就量化高频交易对交易成本的影响得出明确的结论（买卖差价除外）。

参考文献

- [1] Aitken, M., de Harris, F.H.B., McNish, T., Aspris, A., Foley, S.: High frequency trading assessing the impact on market efficiency and integrity. Foresight Driver Review DR28. UK Government Office for Science (2012)
- [2] AFM: The Netherlands Authority for the Financial Markets. A Case Analysis of Critiques on High-Frequency Trading, June (2016)
- [3] Aldridge, I.: High-frequency runs and flash-crash predictability. J. Portf. Manag. 40(3), 113 123 (2014). <https://doi.org/10.3905/jpm.2014.40.3.113>
- [4] Aldridge, I., Krawciw, S.: Aggressive high-frequency trading in equities. Huffington Post Business (2015). www.huffingtonpost.com/irene-aldridge/aggressive-high-frequency-trading/_1_b_6698982.html? Accessed 05 Feb 2016
- [5] Anagnostidis, P., Fontaine, P.: Liquidity provision, commonality and high frequency trading. EUROFIDAI Working Paper (2018)
- [6] Arnoldi, J.: Computer algorithms, market manipulation and the institutionalization of high frequency trading. Theory Cult. Soc. 33(1), 29 52 (2016). <https://doi.org/10.1177/0263276414566642>
- [7] Barker, W., Pomeroy, A.: The growth of high-frequency trading: implications for financial stability. Reports, Bank of Canada, Financial System Review, pp. 47 52 (2011). <https://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2011/12/fsr-0611-barker.pdf>
- [8] Baron, M., Brogaard, J., Kirilenko, A.: The Trading Profits of High Frequency Traders. Princeton University, Princeton (2012) Baron, M., Brogaard, J., Hagströmer, B., Kirilenko, A.: Risk and Return in High-Frequency Trading. Working Paper, November (2017)
- [9] Benos, E., Sagade, S.: Price discovery and the cross-section of high-frequency trading. J. Financ. Mark. 30, 54 77 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2016.03.004>
- [10] Biais, B., Foucault, T., Moinas, S.: Equilibrium fast trading. J. Financ. Econ. 116(2), 292 313 (2014). <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2015.03.004>
- [11] Blocher, J., Cooper, R., Seddon, J., Van Vliet, B.: Phantom liquidity and high-frequency quoting. J. Trading 11(3), 6 15 (2016). <https://doi.org/10.3905/jot.2016.11.3.006>
- [12] Bollen, N., Whaley, R.: Futures market volatility: what has changed? J. Futures Mark. 35(5), 426 454 (2015). <https://doi.org/10.1002/fut.21666>

- [13] Brogaard, J.: High Frequency Trading and Its Impact on Market Quality. Northwestern University, Evanston (2010)
- [14] Brogaard, J.: High frequency trading, information, and profits. Foresight Driver Review DR10. UK Government Office for Science (2011)
- [15] Brogaard, J., Hendershott, T., Hunt, S., Latza, T., Pedace, L., Ysusi, C.: High-frequency trading and the execution costs of institutional investors. *Financ. Rev.* 49(2), 345 369 (2014a). <https://doi.org/10.1111/fire.12039>
- [16] Brogaard, J., Hendershott, T., Riordan, R.: High frequency trading and price discovery. *Rev. Financ. Stud.* 27(8), 2267 2306 (2014b). <https://doi.org/10.1093/rfs/hhu032>
- [17] Brogaard, L., Carrion, A., Moyaert, T., Riordan, R., Shkilko, A., Sokolov, K.: High Frequency Trading and Extreme Price Movements. Working Paper, February (2017)
- [18] Bundesbank: Significance and impact of high-frequency trading in the German capital market. *Deutsche Bundesbank Monthly. Report* October 2016, pp. 37 60 (2016)
- [19] Caivano, V.: The impact of high-frequency trading on volatility evidence from the Italian market. Working Paper. CONSOB No. 80, March (2015)
- [20] Chaboud, A., Chiquoine, B., Hjalmarsson, E., Vega, C.: Rise of the machines: algorithmic trading in the foreign exchange market. *J. Finance* 69(5), 2045 2084 (2014). <https://doi.org/10.1111/jofi.12186>
- [21] Chaparro, F.: Here's how high-frequency trading has changed the stock market. *Credit Suisse*, March (2017a)
- [22] Chaparro, F.: The fastest traders on wall street are in trouble. *Business Insider* (2017b). <http://www.businessinsider.com>. August 2017. Accessed 13 June 2018
- [23] Cliff, D.: Regulatory scrutiny of algorithmic trading systems: an assessment of the feasibility and potential economic impact. Foresight Driver Review EIA16. UK Government Office for Science (2011)
- [24] Conrad, J., Wahal, S., Xiang, J.: High-frequency quoting, trading, and the efficiency of prices. *J. Financ. Econ.* 116, 271 291 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2015.02.008>
- [25] Cvitanic, J., Kirilenko, A.: High Frequency Traders and Asset Prices. California Institute of Technology, Pasadena (2010)
- [26] De Luca, M., Szostek, C., Cartledge, J., Cliff, D.: Studies of interactions between human traders and algorithmic trading systems. Foresight Driver Review DR13. UK Government Office for Science (2011)
- [27] Ding, S., Hanna, J., Hendershott, T.: How slow is the NBBO? A comparison with direct exchange feeds. *Financ. Rev.* 49, 313 332 (2014)
- [28] Easley, D., Lopez de Prado, M., O'Hara, M.: The microstructure of the flash crash : flow toxicity, liquidity crashes, and the probability of informed trading. *J. Portf. Manag.* 37(2), 118 128 (2011). <https://doi.org/10.3905/jpm.2011.37.2.118>

- [29] Farmer, J.D., Skouras, S.: Minimum resting times and transaction-to-order ratios: review of Amendment 2.3.f and Question 20. Foresight Driver Review EIA2. UK Government Office for Science (2012)
- [30] Farmer, J.D., Skouras, S.: An ecological perspective on the future of computer trading. Quant. Finance 13(3), 325 346 (2013). <https://doi.org/10.1080/14697688.2012.757636>
- [31] Foresight: The Future of Computer Trading in Financial Markets, Final Project Report. UK Government Office for Science, London (2012) Foucault, T.: Pricing Liquidity in Electronic Markets. Foresight Driver Review DR18. UK Government Office for Science (2012)
- [32] Foucault, T., Menkveld, A.J.: Competition for order flow and smart order routing systems. J. Finance 63, 119 158 (2008)
- [33] Foucault, T., Kadan, O., Kandel, E.: Liquidity cycles and make/take fees in electronic markets. J. Finance 68(1), 299 341 (2013). <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2012.01801.x>
- [34] Friederich, S., Payne, R.: Computer Based Trading, Liquidity and Trading Costs. Foresight Driver Review DR5. UK Government Office for Science (2011)
- [35] Friederich, S., Payne, R.: Computer-Based Trading and Market Abuse. Foresight Driver Review DR20. UK Government Office for Science (2012)
- [36] Golub, A., Keane, J., Poon, S.: High Frequency Trading and Mini Flash Crashes. University of Manchester, Manchester (2012). Available at SSRN: ssrn.com/abstract=2182097. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2182097>. Accessed 28 April 2014
- [37] Gomber, P., Arndt, B., Lutat, M., Uhle, T.: High-Frequency Trading. Goethe Universität, Frankfurt am Main (2011)
- [38] Groth, S.: Does Algorithmic Trading Increase Volatility? Empirical Evidence from the Fully-Electronic Trading Platform Xetra Wirtschaftsinformatik Proceedings Paper 112. Goethe Universität, Frankfurt am Main (2011)
- [39] Gsell, M.: Assessing the Impact of Algorithmic Trading on Markets: A Simulation Approach. Goethe Universität, Frankfurt am Main (2008)
- [40] Gurkaynak, R.: Econometric Tests of Asset Price Bubbles: Taking Stock. Board of Governors of the Federal Reserve System. Washington, January (2005)
- [41] Hagströmer, B., Nordén, L.: The diversity of high frequency traders. J. Financ. Mark. 16(4), 741 770 (2013)
- [42] Harris, L.: What to do about high-frequency trading. Financ. Anal. J. 69(2), 6 9 (2013). <https://doi.org/10.2469/faj.v69.n2.6>
- [43] Hasbrouck, J., Saar, G.: Technology and liquidity provision: the blurring of traditional definitions. J. Financ. Mark. 12(2), 143 172 (2009). <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2008.06.002>
- [44] Hasbrouck, J., Saar, G.: Low-latency trading. J. Financ. Mark. 16(4), 646 679 (2013)

Hendershott, T.: High Frequency Trading and Price Efficiency. Foresight Driver Review DR12. UK Government Office for Science (2011)

[45] Hendershott, T., Mouton, P.C.: Automation, speed, and stock market quality: the NYSE s hybrid. J. Financ. Mark. 14(4), 568 604 (2011). <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2011.02.003>

[46] Hirschey, N.: Do High-Frequency Traders Anticipate Buying and Selling Pressure? Working Paper. London Business School, February (2018)

[47] Hoffmann, P.: A dynamic limit order market with fast and slow traders. J. Financ. Econ. 113(1), 156 169 (2014). <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2014.04.002>

[48] Jain, P., Jain, P., McInish, T.: Does high-frequency trading increase systemic risk? Working Paper (2016)

[49] Jarrow, R., Protter, P.: A dysfunctional role of high frequency trading in electronic markets. Int. J. Theor. Appl. Finance 15, 3 (2012). <https://doi.org/10.1142/s021902491250022>

[50] Johnson, N., Zhao, G.: Brave New World: Quantifying the New Instabilities and Risks Arising in Subsecond Algorithmic Trading. Foresight Driver Review DR27. UK Government Office for Science (2012)

[51] Johnson, N., Zhao, G., Hunsader, E., Meng, J., Ravinder, A., Carran, S., Tivnan, B.: Abrupt rise of new machine ecology beyond human response time. Sci. Rep. 3, 2627 (2013). <https://doi.org/10.1038/srep02627>

[52] Jovanovic, B., Menkveld, A.: Middlemen in Limit-Order Markets (2016). Available at SSRN: ssrn.com/abstract=1624329. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1624329>. Accessed 18 Dec 2014

[53] Kelejian, H.H., Mukerji, P.: Does high frequency algorithmic trading matter for non-AT investors? Res. Int. Bus. Finance 37, 78 92 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2015.10.014>

[54] Kaya, O.: High frequency trading: reaching the limits. Autom. Trader Mag. 41, 23 27 (2016)

[55] Kirchner, S.: High frequency trading: facts and fiction. Policy 31(4), 8 20 (2016)

[56] Kirilenko, A., Lo, A.: Moore s law versus Murphy s Law: algorithmic trading and its discontents. J. Econ. Perspect. 27(2), 51 72 (2013). <https://doi.org/10.1257/jep.27.2.51>

[57] Kirilenko, A., Kyle, A., Samadi, M., Tuzun, T.: The flash crash: the impact of high frequency trading on an electronic market. J. Finance 72(3), 967 998 (2017)

[58] Leal, S., Napoletano, M., Roventini, A., Fagiolo, G.: Rock Around the Clock: An Agent-Based Model of Low- and High-Frequency Trading. Working Paper, February (2014)

[59] Leland, H.: Leverage, Forced Asset Sales and Market Stability: Lessons from Past Market Crises and the Flash Crash . Foresight Driver Review DR9. UK Government Office for Science (2011)

- [60] Lewis, M.: Flash Boys. W. W. Norton & Company Inc., New York (2014)
- [61] Linton, O., Mahmoodzadeh, S.: Implications of High-Frequency Trading for Security Markets. Working Paper, January (2018)
- [62] Linton, O., O Hara, M.: The Impact of Computer Trading on Liquidity, Price Efficiency/Discovery and Transaction Costs. Foresight Driver Review WP2. UK Government Office for Science (2012)
- [63] MacKenzie, D.: High-Frequency Trading and the Shaping of Markets. Working Paper. School of Social and Political Science. University of Edinburgh, June (2014)
- [64] Manahov, V., Hudson, R.: The implications of high frequency trading on market efficiency and price discovery. Appl. Econ. Lett. 21(16), 1148 1151 (2014).
<https://doi.org/10.1080/13504851.2014.914135>
- [65] Massa, A., Chilton, C.: They're The World's Fastest Traders. Why Aren't They Thriving? Bloomberg (2017). <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-13/they-re-the-world-s-fastest-trade-rswhy-aren-t-they-thriving>. Accessed 04 June 2018 Menkveld, A.: High frequency trading and the new-market makers. J. Financ. Mark. 16(4), 712 740 (2013)
- [66] Menkveld, A.J.: The economics of high-frequency trading: taking stock. Annu. Rev. Financ. Econ. 8, 1 24 (2016)
- [67] Menkveld, A., Zoican, M.: Need for Speed? Exchange Latency and Liquidity Tinbergen Institute Discussion Paper 14-097/IV/DSF78 (2013). Available at SSRN: ssrn.com/abstract=2442690. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2442690>. Accessed 7 May 2016
- [68] Meyer, G., Bullock, N., Rennison, J.: How High-Frequency Trading Hit a Speed Bump. The Big Read, New York (2018)
- [69] Miller, R., Shorter, G.: High Frequency Trading: Overview of Recent Developments. Congressional Research Service. 7-5700, April (2016)
- [70] Myers, B., Gerig, A.: Simulating the synchronizing behavior of high-frequency trading in multiple markets. In: Bera, A., Ivliev, S., Lillo, F. (eds.) Financial Econometrics and Empirical Market Microstructure, pp. 207 213. Springer, Berlin (2014)
- [71] Nanex: Nanex~15-Jul-2014~Perfect Pilfering. Nanex blog (2014).
<http://www.nanex.net/aqck2/4661.html>. Accessed 13 June 2018
- [72] Sornette, D., von der Becke, S.: Crashes and High Frequency Trading. Swiss Finance Institute. Research Paper Series No. 11-63, Zürich (2011)
- [73] Stiglitz, J.: Tapping the brakes: are less active markets safer and better for the economy? In: 2014 Financial Markets Conference, 15 Apr 2014. Federal Reserve Bank of Atlanta, Atlanta (2014)
- [74] Taleb, N.: The Black Swan. Random House Inc., New York (2007)
- [75] Van Kervel, V.: Competition for order flow with fast and slow traders. Rev. Financ. Stud. 28(7), 2094 2127 (2015). <https://doi.org/10.1093/rfs/hhv023>

- [76] Verousis, T., Perotti, P., Sermpinis, G.: One size fits all? High frequency trading, tick size changes and the implications for exchanges: market quality and market structure considerations. *Rev. Quant. Financ. Account.* 50, 353-392 (2018).
<https://doi.org/10.1007/s11156-017-0632-2>
- [77] Virgilio, G.: The impact of high-frequency trading on market volatility. *J. Trading* 11(2), 55-63 (2016). <https://doi.org/10.3905/jot.2016.11.2.055>
- [78] Vuorenmaa, T., Wang, L.: An Agent-Based Model of the Flash Crash of May 6, 2010, with Policy Implications (2014). Available at SSRN: ssrn.com/abstract=2336772. Accessed 21 April 2014
- [79] Weaver, D.: Minimum Obligations of Market Makers. Foresight Driver Review EIA8. UK Government Office for Science (2012)
- [80] Worstall, T.: Don't Worry, Be Happy High Frequency Trading is Over, Dead, It's Done. *Forbes* (2017). 25 Mar 2017. <https://www.forbes.com/sites/timworstall/2017/03/25/dont-worry-be-happy-high-frequency-trading-is-over-dead-its-done/#7d269492dcf8>. Accessed 08 June 2018
- [81] Zervoudakis, F., Lawrence, D., Gontikas, G., Al, M.M.: Perspectives on High-Frequency Trading. University College London, London (2012)
- [82] Zhang, F.: High-Frequency Trading, Stock Volatility, and Price Discovery (2010). Available at SSRN: ssrn.com/abstract=1691679. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1691679>. Accessed 31 July 2014
- [83] Zhang, S.: Need for speed: Hard information processing in a high-frequency world. *J. Futures Mark.* 38, 3-21 (2017). <https://doi.org/10.1002/fut.21861>
- [84] Zingrand, J.P., Cliff, D., Hendershott, T.: Financial Stability and Computer Based Trading. Foresight Driver Review WP2. UK Government Office for Science (2012)

作者信息



周萧潇

SAC 执证编号: S0080521010006
SFC CE Ref: BRA090
xiaoxiao.zhou@cicc.com.cn



胡骥聪

SAC 执证编号: S0080521010007
SFC CE Ref: BRF083
jicong.hu@cicc.com.cn



宋唯实

SAC 执证编号: S0080120090082
SFC CE Ref: BQG075
weishi.song@cicc.com.cn



刘均伟

SAC 执证编号: S0080520120002
SFC CE Ref: BQR365
junwei.liu@cicc.com.cn



王汉锋

SAC 执证编号: S0080513080002
SFC CE Ref: AND454
hanfeng.wang@cicc.com.cn



CICC
中金公司

法律声明

一般声明

本报告由中国国际金融股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但中国国际金融股份有限公司及其关联机构（以下统称“中金公司”）对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供投资者参考之用，不构成对买卖任何证券或其他金融工具的出价或征价或提供任何投资决策建议的服务。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐或投资操作性建议。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，自主审慎做出决策并自行承担风险。投资者在依据本报告涉及的内容进行任何决策前，应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，并就相关决策咨询专业顾问的意见对依据或者使用本报告所造成的一切后果，中金公司及/或其关联人员均不承担任何责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断，相关证券或金融工具的价格、价值及收益亦可能会波动。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。在不同时期，中金公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

本报告署名分析师可能会不时与中金公司的客户、销售交易人员、其他业务人员或在本报告中针对可能对本报告所涉及的标的证券或其他金融工具的市场价格产生短期影响的催化剂或事件进行交易策略的讨论。这种短期影响的分析可能与分析师已发布的关于相关证券或其他金融工具的目标价、评级、估值、预测等观点相反或不一致，相关的交易策略不同于且也不影响分析师关于其所研究标的证券或其他金融工具的基本面评级或评分。

中金公司的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。中金公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。中金公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见不一致的投资决策。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现。过往的业绩表现亦不应作为日后回报的预示。我们不承诺也不保证，任何所预示的回报会得以实现。分析中所做的预测可能是基于相应的假设。任何假设的变化可能会显著地影响所预测的回报。

本报告提供给某接收人是基于该接收人被认为有能力独立评估投资风险并就投资决策能行使独立判断。投资的独立判断是指，投资决策是投资者自身基于对潜在投资的目标、需求、机会、风险、市场因素及其他投资考虑而独立做出的。

本报告由受香港证券和期货委员会监管的中国国际金融香港证券有限公司（“中金香港”）于香港提供。香港的投资者若有任何关于中金公司研究报告的问题请直接联系中金香港的销售交易代表。本报告作者所持香港证监会牌照的牌照编号已披露在报告首页的作者姓名旁。

本报告由受新加坡金融管理局监管的中国国际金融（新加坡）有限公司（“中金新加坡”）于新加坡向符合新加坡《证券期货法》定义下的认可投资者及/或机构投资者提供。提供本报告于此类投资者，有关财务顾问将无需根据新加坡之《财务顾问法》第 36 条就任何利益及/或其代表就任何证券利益进行披露。有关本报告之任何查询，在新加坡获得本报告的人员可联系中金新加坡销售交易代表。

本报告由受金融服务监管局监管的中国国际金融（英国）有限公司（“中金英国”）于英国提供。本报告有关的投资和服务仅向符合《2000 年金融服务和市场法 2005 年（金融推介）令》第 19（5）条、38 条、47 条以及 49 条规定的人士提供。本报告并未打算提供给零售客户使用。在其他欧洲经济区国家，本报告向被其本国认定为专业投资者（或相当性质）的人士提供。

本报告由中国国际金融日本株式会社（“中金日本”）于日本提供，中金日本是在日本关东财务局（日本关东财务局长（金商）第 3235 号）注册并受日本法律监管的金融机构。本报告有关的投资和服务仅向符合日本《金融商品交易法》第 2 条 31 项所规定的专业投资者提供。本报告并未打算提供给日本非专业投资者使用。

本报告将依据其他国家或地区的法律法规和监管要求于该国家或地区提供。

特别声明

在法律许可的情况下，中金公司可能与本报告中提及公司正在建立或争取建立业务关系或服务关系。因此，投资者应当考虑到中金公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。

与本报告所含具体公司相关的披露信息请访 <https://research.cicc.com/footer/disclosures>，亦可参见近期已发布的关于该等公司的具体研究报告。

中金研究基本评级体系说明：

分析师采用相对评级体系，股票评级分为跑赢行业、中性、跑输行业（定义见下文）。

除了股票评级外，中金公司对覆盖行业的未来市场表现提供行业评级观点，行业评级分为超配、标配、低配（定义见下文）。

我们在此提醒您，中金公司对研究覆盖的股票不提供买入、卖出评级。跑赢行业、跑输行业不等同于买入、卖出。投资者应仔细阅读中金公司研究报告中的所有评级定义。请投资者仔细阅读研究报告全文，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠评级来推断结论。在任何情形下，评级（或研究观点）都不应被视为或作为投资建议。投资者买卖证券或其他金融产品的决定应基于自身实际具体情况（比如当前的持仓结构）及其他需要考虑的因素。

股票评级定义：

- 跑赢行业（OUTPERFORM）：未来 6~12 个月，分析师预计个股表现超过同期其所属的中金行业指数；
- 中性（NEUTRAL）：未来 6~12 个月，分析师预计个股表现与同期其所属的中金行业指数相比持平；
- 跑输行业（UNDERPERFORM）：未来 6~12 个月，分析师预计个股表现不及同期其所属的中金行业指数。

行业评级定义：

- 超配（OVERWEIGHT）：未来 6~12 个月，分析师预计某行业会跑赢大盘 10%以上；
- 标配（EQUAL-WEIGHT）：未来 6~12 个月，分析师预计某行业表现与大盘的关系在-10%与 10%之间；
- 低配（UNDERWEIGHT）：未来 6~12 个月，分析师预计某行业会跑输大盘 10%以上。

研究报告评级分布可从<https://research.cicc.com/footer/disclosures> 获悉。

本报告的版权仅为中金公司所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式转发、翻版、复制、刊登、发表或引用。

V190624
编辑：金灿



北京

中国国际金融股份有限公司
中国北京建国门外大街 1 号
国贸写字楼 2 座 28 层
邮编: 100004
电话: (86-10) 6505 1166
传真: (86-10) 6505 1156

深圳

中国国际金融股份有限公司深圳分公司
深圳市福田区益田路 5033 号
平安金融中心 72 层
邮编: 518048
电话: (86-755) 8319-5000
传真: (86-755) 8319-9229

东京

中国国际金融日本株式会社
〒100-0005 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号
丸の内二重橋ビル 2 1 階
Tel: (+813) 3201 6388
Fax: (+813) 3201 6389

纽约

CICC US Securities, Inc
32nd Floor, 280 Park Avenue
New York, NY 10017, USA
Tel: (+1-646) 7948 800
Fax: (+1-646) 7948 801

伦敦

China International Capital Corporation (UK)
Limited
25th Floor, 125 Old Broad Street
London EC2N 1AR, United Kingdom
Tel: (+44-20) 7367 5718
Fax: (+44-20) 7367 5719

上海

中国国际金融股份有限公司上海分公司
上海市浦东新区陆家嘴环路 1233 号
汇亚大厦 32 层
邮编: 200120
电话: (86-21) 5879-6226
传真: (86-21) 5888-8976

香港

中国国际金融（香港）有限公司
香港中环港景街 1 号
国际金融中心第一期 29 楼
电话: (852) 2872-2000
传真: (852) 2872-2100

旧金山

CICC US Securities, Inc. San Francisco Branch
Office
One Embarcadero Center, Suite 2350,
San Francisco, CA 94111, USA
Tel: (+1) 415 493 4120
Fax: (+1) 628 203 8514

新加坡

China International Capital Corporation
(Singapore) Pte. Limited
6 Battery Road, #33-01
Singapore 049909
Tel: (+65) 6572 1999
Fax: (+65) 6327 1278

法兰克福

China International Capital Corporation (Europe)
GmbH
Neue Mainzer Straße 52-58, 60311
Frankfurt a.M, Germany
Tel: (+49-69) 24437 3560