

第23期上证联合研究计划报告

高频交易及其在中国市场应用研究

上海证券交易所、复旦大学联合课题组

课题主持人：罗忠洲

课题研究与协调人：叶武

课题组成员：尹航 刘明磊 苏青 陈怡瑾 楼慧源

2012 年 12 月

摘 要

本研究的主要目的是研究高频交易及其在中国市场的应用。本研究在阐述国外高频交易的现状、特点及发展趋势的基础上，分析高频交易的系统结构；然后，研究支持高频交易技术的理论模型，并基于沪深300指数和股指期货数据，从交易量和交易价格两个方面对我国证券市场是否存在高频交易进行实证分析；最后，总结国外高频交易监管的经验，对我国发展高频交易提出相应的监管建议。

高频交易具有高速且复杂的指令操作程序、低延迟、持仓时间短、交易次数多、日内开平仓、批量挂单撤单的特点，具有降低某些证券交易参与者的交易成本等优势，同时，也带来了加剧市场动荡等负面影响。

高频交易的基础是其策略模型，现在实施的高频交易策略主要分成四种，分别是基于市场微观结构的存货模型与信息模型，基于事件套利原理的事件套利策略，以及基于统计套利的高频统计套利策略。

基于上述模型，我们从量价两个方面对中国证券市场是否存在高频交易进行了实证分析。首先，我们从交易量的角度观察股指期货推出前后沪深300指数和沪深300股指期货的交易频率分布曲线，实证分析表明，沪深300股指期货从2010年正式交易至今，以5分钟为周期的交易量显著多于其他频率的交易量，并且在2011年、2012年相比成立之初的2010年更为显著，这可能市场参与者交易策略有关，尤其是程序化交易大多基于K线形态触发下单；从沪深300指数交易量的分析中

我们可以看出，A股市场的高频交易还不显著，各个频率的交易量占比较为均匀，但从频域图中，我们还可以看出2010年、2011年、2012年的5分钟周期的交易相比其他频率的交易更为显著，而这一现象在2008年、2009年是没的，我们推测，这种情况一方面与市场参与者近几年交易模式的变化有关，另一方面可能和股指期货的推出有关，市场参与者可以基于期货市场和现货市场实现更为灵活的交易策略。然后，从交易价格的角度，对沪深300股指期货可能存在的高频交易进行实证分析。基于我们的高频交易策略，利用沪深300股指期货2010年4月16日至2012年11月29日主力合约639个交易日的1分钟交易价格进行模拟分析，我们发现多头的盈利概率为59.6%，空头的盈利概率为72.7%，日均出现交易信号约40次。当然，我国要发展真正意义上的高频交易存在T+1交易制度、缺乏做市商制度、交易成本高、批量挂单撤单不合法等成本、制度和法规的制约。

本研究总结了美国等国家高频交易的法律法规和监管实践，包括熔断机制、综合审计跟踪系统、跨市场联动机制监控等，并提出了我国发展高频交易的监管建议。

本研究还对投资者交易系统、交易所交易系统进行了分析。

关键词： 高频交易；策略模型；股指期货；高频交易监管

目 录

第一章 高频交易的现状及其影响分析.....	7
一、高频交易的定义及特点.....	7
二、高频交易的发展历史及现状.....	13
三、高频交易对市场的影响.....	19
第二章 高频交易的系统结构分析.....	23
一、投资者交易系统分析.....	24
二、交易所交易系统分析.....	28
第三章 高频交易理论分析.....	33
一、基于市场微观结构策略模型.....	33
二、事件套利模型.....	50
三、高频统计套利模型.....	58
四、高频交易策略评估.....	64
第四章 中国发展高频交易的实证分析.....	67
一、沪深 300 指数和股指期货交易频率的实证分析.....	67
二、沪深 300 股指期货高频交易实证模拟分析.....	75
三、中国发展高频交易的制约因素分析.....	80
第五章 高频交易的国际监管经验分析.....	83
一、美国.....	83
二、欧洲.....	88
三、加拿大.....	90
四、高频交易国际监管经验的总结.....	91
第六章 我国发展高频交易的监管建议.....	92
参考文献.....	96

图目录

图 1 高频交易与算法或电子交易以及传统长期投资的区别.....	8
图 2 不同投资标的的流动性与交易频率的关系.....	12
图 3 高频交易网络.....	23
图 4 典型的高频交易过程.....	24
图 5 按照交易执行的时间顺序分析系统速度的优化节点.....	26
图 6 上海证券交易所 2011 年交易情况.....	28
图 7 全球各地区交易所交易情况.....	29
图 8 夏普比率比较.....	40
图 9 限价指令单流的分布与接下来价格走势的关系.....	40
图 10 概率树结构.....	44
图 11 2007 年至 2012 年沪深 300 指数的日内交易量分布.....	68
图 12 2007 年至 2012 年每日 10:00 至 10:30 沪深 300 指数交易 量分布.....	69
图 13 2010 年至 2012 年沪深 300 股指期货的日内交易量分布.....	70
图 14 2010 年至 2012 年每日 10:15 至 10:47 沪深 300 股指期货 交易量分布.....	71
图 15 2010 年至 2012 年沪深 300 指数的交易频率.....	72
图 16 2010 年至 2012 年沪深 300 指数的交易频率比较.....	73
图 17 2010 年至 2012 年沪深 300 股指期货交易量频域分析.....	74
图 18 已实现波动率 (RV) 的计算过程.....	错误! 未定义书签。
图 19 每 5 分钟的已实现波动率 (年化) 与样本量的关系.....	78
图 20 每 1 分钟的已实现波动率 (年化) 与样本量的关系.....	78

表目录

表 1 中国主要证券交易所的峰值处理性能比较.....	31
表 2 中国经济数据公布时间.....	54
表 3 2009 年 1 月 6 日纽约证券交易所交易的双类别股票的收盘价 和日成交量.....	61
表 4 高频交易策略评估指标.....	65
表 5 2010 年 4 月-2012 年 11 月沪深 300 股指期货已实现波动率统 计值.....	77
表 6 沪深 300 股指期货高频交易信号盈利统计.....	80
表 7 国外对高频交易的监管经验.....	91

高频交易及其在中国市场应用研究

第一章 高频交易的现状及其影响分析

近年来，高频交易（High Frequency Trading, HTF）已从美国逐渐扩展到欧洲、亚洲等主要的金融市场。高频交易的交易规模激增，交易策略不断创新，已经成为全球金融领域的一大焦点。我们将对高频交易基本情况进行详细的介绍，首先论述高频交易的定义及特点，接着分析高频交易在全球市场上的发展现状，最后分析高频交易对市场的影响。

一、高频交易的定义及特点

（一）定义

高频交易是一类特殊的算法交易，它是基于某种交易策略，利用高速计算机以极高的频率关注相关信息，并发出交易指令自动完成买卖的交易。

关于高频交易，国际上学术界与业界并没有统一的权威定义，SEC在2010年文件中认为，高频交易是用来专指那些交易持续时间为1天以内的交易。Chaboud et al.（2009）认为高频交易是“在算法交易中，电脑直接和交易所平台联动，在没有人干扰的情况下处理订单。基于植入的算法，电脑以极高的频率自动关注市场数据和其他相关信息，并在毫秒内发出交易指令。”根据该定义可知，高频交易关注的

是交易频率，算法交易则关注交易是否由计算机自动执行。Matthew T. Clements (2012) 认为高频交易是算法交易的一种，特点是高频交易策略的确定和执行都比人工要来得迅速。Peter Gomber, Björn Arndt, Marco Lutat 和 Tim Uhle (2012) 认为高频交易是指拥有先进技术的市场参与者对专有交易策略的应用。他们也认为高频交易是算法交易的一种，两者都使得市场参与者显著加快接收市场数据、内部结算程序、订单提交以及接收确认执行的信息的速度。李敏波、孟辉和孔哲 (2011) 定义高频交易为证券投资机构利用超级计算机的速度优势，为证券投资编程和自动交易，使其交易速度以毫秒计的优势超越其他普通计算机，比普通人工交易员的交易速度更是具有以整秒计的优势，从而在瞬息万变的市场中获利。刘云啸 (2011) 认为高频交易是指将交易策略设计成计算机程序，通过计算机自动对行情价格序列进行判断来下单。皮六一和罗毅 (2010) 认为高频交易是指通过高速计算机进行自动化算法交易的交易策略，其每笔交易在以毫秒甚至微秒为单位的时间内完成交易。

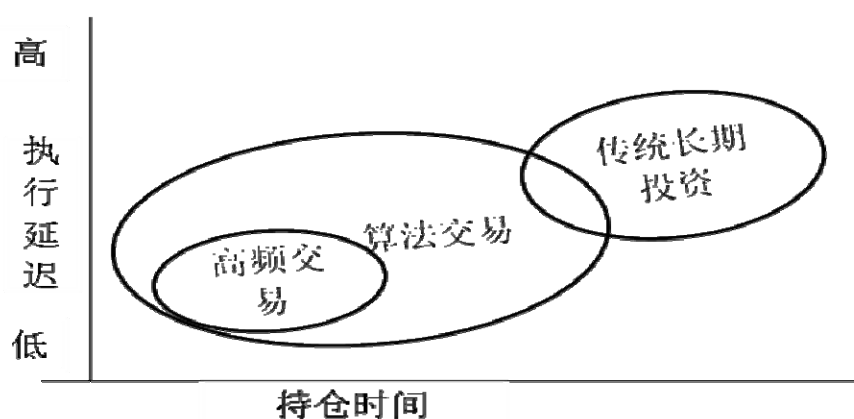


图 1 高频交易与算法或电子交易以及传统长期投资的区别

资料来源: Irene Aldridge (2009)

图1显示了高频交易与算法或电子交易以及传统长期投资的区别，传统长期投资因其执行延迟长且持仓时间长而成为与高频交易完全迥异的概念，算法交易包括高频交易，因为高频交易需要计算机算法支持。

（二）特点

结合 SEC 的文件公告（2010），一般而言高频交易有以下几个特征：高速且复杂的指令操作程序、通过各种途径达到的低延迟、持仓时间短，交易次数多、日内开平仓。

1、高速且复杂的指令操作程序

高频交易者以极其高速和复杂的电脑程序生成指令、确定指令路径以及执行指令。之前在对高频交易的定义中讲到，高频交易是利用计算机的速度优势在市场中获利，近年来越来越多的机构投资者选择采用高频交易策略，他们加入到装备竞赛（Arm Race）中，不断更新技术以获得先发优势。在交易之前，高频交易者将指令生成、指令路径和指令执行的算法固化到计算机程序中；在交易过程中，计算机监测数据，并自动运行算法完成指令；交易结束后，将交易的全部信息存储起来以便高频交易者们进行“回顾测试”。

2、通过各种途径达到的低延迟

为了尽可能地降低延迟，高频交易者使用交易所和其他机构提供的跨区服务和单个证券品种的数据将各种延迟降到最低。高频交

易者们的一种获利方法是探测出两个不同交易平台的同一种证券产品瞬时的价格差，并迅速执行买入卖出的指令，从中套利。交易平台收取的每笔交易费用的降低扩大了这种瞬时套利的规模，同时也为交易平台带来收入和流动性，因此交易平台乐于与高频交易者合作从而实现互利双赢。

与此同时，这种价格差异稍纵即逝，高频交易必须即时关注市场证券产品的价格情况，并且要有能力做出恰当的反应。高频交易者投资巨大，时间对于他们来说至关重要，他们捕捉个股的极小价差，以至于整个过程必须被限制在毫秒级别之内。为此，高频交易者投入巨额资金研究技术，并且尽最大可能加快整个交易环节的响应速度，包括接收交易所信息更新的速度以及下单的速度等。高频交易者会将服务器尽可能地靠近交易所，甚至为了节省反应时间直接购买地下专线，以获得速度上的优势。他们要不断改进设备，不断检验高频交易策略的执行效果，从而降低延迟，抓住获利机会。

3、持仓时间短，交易次数多

对于市场上交易的某种资产或者期权，其一天的价格波动瞬息万变，高频交易者只有通过不断的买入卖出才能实现小额套利收益的积累。对每只股票，可能高频交易者在一天之内会交易数次，持仓时间从数秒到数小时不等。在高频交易中，报价流的一些微小变化常常会触发大量的开平仓信号。套利信息一旦被交易系统监测到，程序会自动执行买卖指令，建立相应的头寸，并在单笔交易完成之后平掉头寸，整个过程历时非常之短。

4、日内开平仓

高频交易者会在当天收盘之前平掉所有仓位，一方面为了节约交易成本，另一方面为了规避风险。高频交易中当日开平仓的特点可以大大地降低隔夜持仓成本。隔夜持仓成本是指隔夜持有保证金头寸的成本，以美国为例，隔夜持仓成本通常是基于北美交易时段结束后账户中的保证金头寸进行计算。在信贷收缩或者高利率的时期，隔夜成本可因此而显著降低到交易的最低水平。在收盘的时候平掉所有的头寸，还可以降低由于被动隔夜持仓所带来的风险暴露，而风险暴露的降低会在相当大的程度上增加风险调整收益。

5、批量挂单撤单

高频交易具有批量挂单撤单的特点。高频交易大多依赖信息获取速度和“闪电交易”技术，其显著特征是拥有大量不会被执行的订单，以采取提交订单的方式探测到市场上其他投资者的报价信息，获取之后执行订单或者取消订单从而进行更有利的操作。因此，提交订单并非真正的报价仅仅是一种探测手段，提交的指令最后也未必真的成为交易指令，很可能被很快撤销。而这在美国是被允许的。平均而言，高频交易只有 2%的报价最后会得到执行。

（三）可以进行高频交易的市场

在所有的资本市场中都可以进行交易，但要实施高频交易则需要一定的条件：一是快速开平仓的能力，二是市场具有足够的波动性使其价格差可以覆盖交易成本。

具体而言快速开平仓又包含两部分，市场的流动性以及电子交易的可获得性。市场的流动性总是提供足够的需求与供给。Bervas (2006) 研究认为，完美的流动性市场是无论交易量的大小，都可以获得买卖报价的市场。这就使得高频交易的实施主要针对流动性最好的证券，因为如果一种流动性不好的证券，一个 5 分钟的策略可能无法成交。相反，Amihud 和 Mendelson (1989) 发现长期投资者最好持有流动性差的证券，因为流动性差的证券具有较高的风险，从而具有了更高的收益。

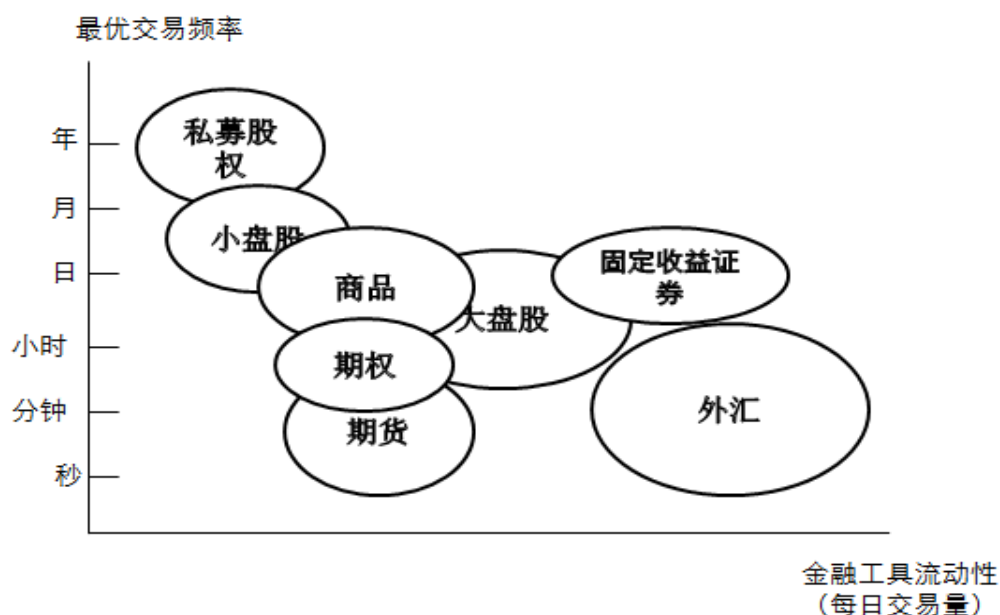


图 2 不同投资标的流动性与交易频率的关系

资料来源: Irene Aldridge (2009)

图 2 显示了金融工具流动性和最优交易频率之间的关系，由此可知外汇、固定收益证券、大盘股以其高流动性而成为最适合进行高频交易的金融工具。

二、高频交易的发展历史及现状

（一）美国

高频交易发源于信息技术和金融市场都很发达的美国，其于美国日益壮大并成为市场中举足轻重的力量。与此同时，高频交易良好的发展态势也正在蔓延到美国以外的其他国家，给整个世界的交易方式带来了深刻的变革。

最初的证券市场完全以人工模式运行。客户需要联系销售代表得到金融产品的报价，之后销售人员联系交易代表以获得证券价格，客户若要下达交易指令，此过程还要重复一遍。这个过程耗费时间且极易发生人为的错误。

用计算机执行下单指令流的方法始于 20 世纪 70 年代早期，其标志是纽交所引入订单转送及成交回报系统（Designated Order Turnaround, DOT，以及后来的 Super DOT）和开盘自动报告服务系统（Opening Automated Reporting System, OARS）。DOT 系统将交易所会员单位的盘房与交易席位直接联系起来，通过电子方式将订单传至交易席位，然后由人工加以执行，而 OARS 系统可以辅助专家决定开盘结算价。

80 年代产生了第一个电子交易系统，该系统收集各个经济商和交易所的数据，并同时把信息发送给众多的市场参与者，使得通过信誉审核的参与者相互间可以以系统显示的最优价格成交。这一时期也产生了第一个电子执行系统、计算机协助交易系统以及细盘撮合系统（small-order execution system）。与此同时，计算机化交易被广

泛应用于股票与期货的跨市场指数套利交易中，市值在 100 万美元以上、股票个数在 15 只以上的一篮子股票组合的买卖订单都是由计算机来完成的。交易者利用程序化交易进行股票指数套利交易，交易者在买入（卖出）一张股指期货合约的同时卖出（买入）一个类似的股票组合，该股票组合与期货合约高度相关。交易者会将交易程序预先录入计算机，当期货价格和股票指数直接价差大得足以赢利时，计算机机会自动向 NYSE 的电子买卖盘传递系统发送交易指令。

也是在 80 年代，计算机化交易被应用于投资组合保险中。投资组合保险是根据基于 Black-Scholes 期权定价模型的计算机模型，利用动态地交易股指期货来复制股票组合的合成看跌期权（Synthetic Put Option）。

进入 80 年代后期及 90 年代，随着交易技术和电信网络的发展，金融机构对自动化交易的需求增加，金融市场实现了完全电子化。1992 年芝加哥商业交易所（CME）启动了其第一个电子交易平台：Globex；1993 年 CME 股票期货开始使用系统化交易；2000 年国际证券交易所（ISE）建立了第一个完全电子化的美国期权交易所。

1998 年，美国证券交易委员会出台“另类交易系统规定”，百分位报价改革（Decimalization）把每股的最小变动价位从 $1/16$ （0.0625）美元变为 0.01 美元。这改变了市场的微观结构，各个交易所开始以最接近 1 美分的单位报价，让买卖竞价价差可以变得更小，遏制了做市商的交易优势，因此也降低了市场的流动性，但这个改革却可能促进了高频交易的发展。市场流动性的降低促使机构投资

者把交易指令按照计算机算法拆分，从而让下单指令在更有利的平均价位上成交。平均价格的基准可以是时间算术平均价(Time Weighted Average Price, TWAP)，更常用的基准价则是成交量加权平均价(Volume Weighted Average Price, VWAP)。高频交易以其庞大交易量的优势弥补了买卖价差缩小的不足，因而吸引了很多投资者的注意，于是在已有的技术条件和交易平台的支持下，高频交易得以迅速发展。这期间也产生了其他的算法交易策略，这些策略包括期现套利、统计套利、趋势追随以及均值回归等。用计算机来实现这些交易策略要更加便捷，因为计算机对转瞬即逝的错误定价(Mis-pricing)反应更迅速，并且可以对多个市场的价格同时实时监控。

2005年，SEC推出了“全国市场系统管理规则”(Regulation National Market System)，要求交易指令必须在全国公示，而不再只是在各个交易所内公示，这个规则为高频交易者利用微小的报价差创造了现实条件。与此同时，进行高频交易的证券投资机构无需像传统证券交易那样集中在纽约、芝加哥等传统金融中心，在美国中南部如堪萨斯、南卡罗来纳，以高频交易谋生的公司正在崛起。

截至到目前，高频交易已经占据了美国总交易量的65%到70%。据不完全统计，以2008年为例，70%的采用低频交易的投资者处于亏损状态，而大部分高频交易基金经理都获得了正收益(Aldridge, 2009)。人员不到300的Getco公司(全球技术交易公司)，在高频交易策略的帮助下，2008年的净利润高达5亿美元。高频交易应用广泛的高盛，在2009年第一季度就有46个“亿美元交易日”。纽约市场研究公司Tabb

Group发布的数据显示，截至2010年底，全球2/3的股票交易量是由高频交易所创造的，参与者总收益每年高达80亿美元。

（二）欧亚

高频交易的蓬勃发展以及巨额收益也吸引了美国以外的投资者注意。在欧洲，高频交易比例约占总交易总数的一半。伦敦证券交易所(London Stock Exchange)在2011年6月推行了一项超快速服务以推动进行更多的高频率交易。

高频交易在欧洲迅猛发展的同时也遭到了一些抵制，据英国《金融时报》报道，德国执政联盟中的自由民主党正准备在6月底前起草一项限制高频交易(HFT)的草案，旨在欧盟范围内，单方面限制计算机控制的高频交易。德国议会金融委员会主席、自由民主党财政专家维兴称：“上述草案将赋予监管者在发现风险的时候，暂停交易的权力”，草案还主张监管者应有权了解高频交易经纪商使用的算法。

在亚洲，目前高频交易约占亚洲市场15%成交量，有很大的上升空间。当前港交所、新加坡交易所均计划全面提升交易系统的容量、速度及功能，以应对未来高频交易大幅增多的挑战。新加坡交易所(SGX)近期并购澳大利亚交易所未果之后，计划通过吸引高频交易增强竞争力，增加未来交易征费收入。SGX交易所副总裁指出，发展新加坡资本市场，必须先增加市场流动性。高频交易目前在SGX占据约30%。SGX目前已经缩小了最小价位变动数额，并计划增加交易前风险检查机制，保护交易安全性。SGX总裁表示，SGX希望从一个全球排名15位的交易所，变成具有国际领先地位的交易所。今年8月中旬，

SGX将推出斥资2.5亿新币打造的全球最快交易系统Reach，该系统执行每宗交易仅需90微秒，而现时每宗交易则需3至5毫秒，SGX Reach每秒可处理100万个交易盘，这将进一步增强SGX的竞争力。

与新加坡交易所争夺市场的中国香港交易所也在变革，今年底香港交易所的系统将升级至AMS/3.8，每秒的买卖盘处理量提升10倍至3万宗，交易速度缩减至9毫秒，拉近与新加坡的差距。不过，对比起新加坡交易所的SGX Reach每秒可处理100万个交易盘，香港交易所每秒3万宗的AMS/3.8依然大幅落后。尽管香港交易所会将AMS/3.8再扩容，将每秒的买卖盘处理量再进一步升至15万宗，与SGX的差距仍然存在。

香港南华期货（Nanhua Future）购买了Progress Apama平台，使其可以与芝加哥商品交易所（CME）以及其他全球交易所连接，同时也为其客户提供与国际市场连接的机会。南华期货目前可以使用其自己的高级交易算法，自动在多个交易所之间交易，并实时监控大量不同的交易。Progress Apama平台是算法交易的市场领先平台，拥有强大的复杂事件处理（CEP）能力，支持用来快速监测移动事件流、检测模式并采取行动的应用程序——延迟只有亚毫秒。该平台使得金融机构可以即时连续地分析、评估和实时应对算法交易、风险管理、市场合并及定价方面的复杂市场事件；该平台也为机构投资者提供不断寻找合适流动性并比他们的竞争对手更快地开发和执行某个交易策略的工具，方便机构投资者制定专有的交易程序。

（三）中国

在中国大陆，高频交易目前颇受国内金融行业关注。高频交易具有基本不持有隔夜头寸，每天交易多次以实现盈利的特点。起初由于国内股票市场T+1交易制度的限制，大部分投资者最为关心的是以日为单位的短线、中长线投资机会，对日内交易机会关注甚少，随着允许T+0交易方式的商品期货、股指期货等创新产品的推出，以及可以通过一级市场申赎、信用交易等方式直接或变相的实现T+0交易的ETF(交易型开放式指数基金)和融资融券标的股的存在，投资者可以攫取证券市场日内交易的丰厚利润。因此，高频交易在国内已经被运用于商品期货、ETF及权证交易方面。

今年以来市场上已有多款做高频交易的ETF套利产品成立，且成立规模都在一亿元以上，此类套利产品在目前疲软的市场中显示出一定的吸引力。事实上，国内量化投资基金日益增多，如广发、大摩华鑫、光大保德信等多家基金公司开始推出量化投资策略的基金。2012年5月，同南华期货公司一样，中信证券也选择了Progress Apama算法交易平台，以便为机构投资者客户提供按照其需求定制的低延迟、高频算法交易策略。Progress Apama平台首先将会与中信证券的订单管理系统进行整合，之后将该算法交易系统拓展为多产品程序交易系统。该举动可以看做是高频交易在中国发展的重要一步，随着证券市场改革的深化，高频交易的发展将越来越迅速，成为中国金融市场最重要的交易策略之一。

三、高频交易对市场的影响

高频交易利用计算机的速度优势迅速探测出市场上单只股票或者期权的微小价格差异并从中套利，创造出巨大流动性的同时也平滑了市场价格，促进了市场的稳定；然而，高频交易的发展弱化了主流交易所的地位，一大批新兴的电子化交易所正在市场中分得一杯羹，并且高频交易中机器为本模型为王的特点在一定程度上压缩了其他投资者的投资收益，打击了他们的积极性。与此同时，高频交易中“止损单猎人”以及大量虚假订单的存在也加剧了市场剧烈震动的风险。

（一）正面影响

1、为证券交易所创造超常流动性

高频交易主要利用做市和价差来盈利，因此交易所之间的资讯联结是进行高频交易的基础。高频交易者通过寻找市场上资产价格的失衡、不同资产级别估值的差异以及资产价格对其历史水平的偏离，从中发现获利机会，从而平滑了价格差异，并且为市场提供了足够的流动性。高频交易可以使市场中隐藏的流动性得到释放，大大提高交易成功率，从而为交易所创造大量的佣金收入。因此，交易所一般会乐于为高频交易机制提供接入端口和其他便利条件，从而实现双方互利共赢。据福布斯等媒体披露，过去三年，高频交易推动美国股票交易所成交量增加了 150%以上，2009 年甚至占到每日成交量的 2/3，且仍在上升。2009 年 6 月，纽约证券交易所的日平均交易量激增到 62 亿股，比 2008 年同期上涨 43%。在电子期货和期权市场上，高频交

易商的活动已经占到 50%到 70%。按照纽约泛欧交易所的估算，该交易所每天有 40%多的成交量使用的是高频交易策略。金融服务研究公司 Tabb Group 的数据显示，去年高频交易为交易所创造了 200 多亿美元利润。

2、“平滑”证券价格，降低某些证券交易参与者的交易成本

一般而言，较大的差价会被视为市场缺乏效率，因为买家和卖家在某个能精确反映某只股票公认的价格上难以达成一致，而较小的差价则意味着市场运作的状况更好。证券交易中，远离目标价位的较大差价意味着，要想买入一只股票，投资基金（特别是对冲基金）就必须给付比自己当时可以卖出的价格高得多的价格。而高频交易通过将大宗交易细分为很多小笔交易，通过减小价差而降低交易成本。这类成本从占大型公司股票交易额的 0.5%，降低到 0.25%。而对小公司的股票来说，交易成本也从交易额的 1%降低到 0.5%。所以，从成本费用的角度考虑，高频交易操作有助于降低“市场影响”（也称“市场冲击”）成本，使某些中小型共同基金、对冲基金提高交易成功率，降低交易成本。

（二）负面影响

1、改变了证券市场的结构

随着高频交易的快速发展，新兴的电子化交易所正从过去在纽交所（NYSE）交易的市场上掠夺成交份额。据研究指出，2010年纽交所

上市公司股票每日交易量的60%是在非纽交所的电子交易系统上完成的。以“闪电崩盘¹”事件发生当天——2010年5月6日为例，当日全美各大交易所有294亿股股票换手，包括纽交所、美国证券交易所、纳斯达克、NYSE Arca、BATS、Direct Edge及其他电子交易平台，而纽交所当日的交易总量则仅为25.8亿股，这创下了三年以来最大的交易量差距。

2、牺牲了大机构投资者的利益

高频交易者发出数量庞大的买卖订单信息，绝大多数却从未被执行，这样会误导机构投资者，扭曲他们关于市场对某特定交易的真实需求的认知。同时，这种欺骗性的策略会帮助高频交易者刺探到反应速度较慢的大机构投资者的交易企图，并通过“超前交易”获利。如果大机构投资者过去的算法过程被高频交易者刺探到，很容易被高频交易者用来调整价格，使价格调整到对高频交易者有利的位置。

3. 止损指令的使用增加了市场异常情况的严重性

因为采用算法自动进行交易，高频交易的程序里都设有止损线，行情出现大幅波动时，一些程序的止损线被触动，程序就会自动迅

¹ 2010年5月6日下午2点40分至2点45分的5分钟内，DJIA、标普500（S&P500）指数等股票指数跌幅均超过5%，主要指数悉数暴跌至当日最低点。其中，DJIA 盘中跌998点（跌幅9.2%），创有史以来最大单日绝对跌幅。随后股指迅速反弹，DJIA 当日收报10520.32点，跌幅3.20%，S&P 500 当日收报1128.15点，跌幅3.24%。迷你标普500指数期货（E-Mini S&P 500）主力合约（6月到期的合约）暴跌58.52点至1056点的盘中最低位。大部分交易所交易基金（ETF 最低价较5日收盘价跌8%以上，约有160支ETF的最低价近乎为零。在2点40分至3点短短20分钟内，涉及300多种证券的20000多次交易以偏离其2点40分时价值60%以上的幅度被执行。在当天的恐慌性交易中，一些股票成交价格严重偏离常态，成交价甚至低至1美分或更少，或者高达10万美元。2010年的“闪电崩盘”事件引发社会各界对于高频交易的关注，促成对于高频交易监管政策的推出和实施。

速卖出大量股票、期货合约或者ETF进行止损，而此举会更加打压市场价格，从而触动更多程序的止损线，而更多的自动止损会再次加大市场波动。过多高频止损的“多米诺”效应造成了瞬间暴跌。

4. 容易被“止损单猎人”利用，增加了市场动荡的风险

当市场环境低迷时，某些交易者会在关键的止损点位大力卖空打压，诱发高频交易系统的止损单和市场快速下跌，并在恰当时机进入市场做多，引导市场迅速反弹。这种策略被称为“猎杀止损单”策略。

第二章 高频交易的系统结构分析

高频交易的特点是资金流动性很高，持仓时间极短，计算机不断地根据市场行情的变化做出极快的反应。高频交易策略高度依赖于超低延时性，所以为了实现执行这些策略所带来的好处，高频交易公司必须拥有实时、与交易所同位的高频交易平台，通过该平台来接受市场行情、生成交易指令、选择路由并执行指令，所有这些都是不到 1 毫秒的时间内完成的。同时，由于许多高频交易策略需要在一种以上的资产类别以及多个交易所之间进行交易，因此，需要配备适当的基础设施，以便在不同的数据中心之间进行远程连接。

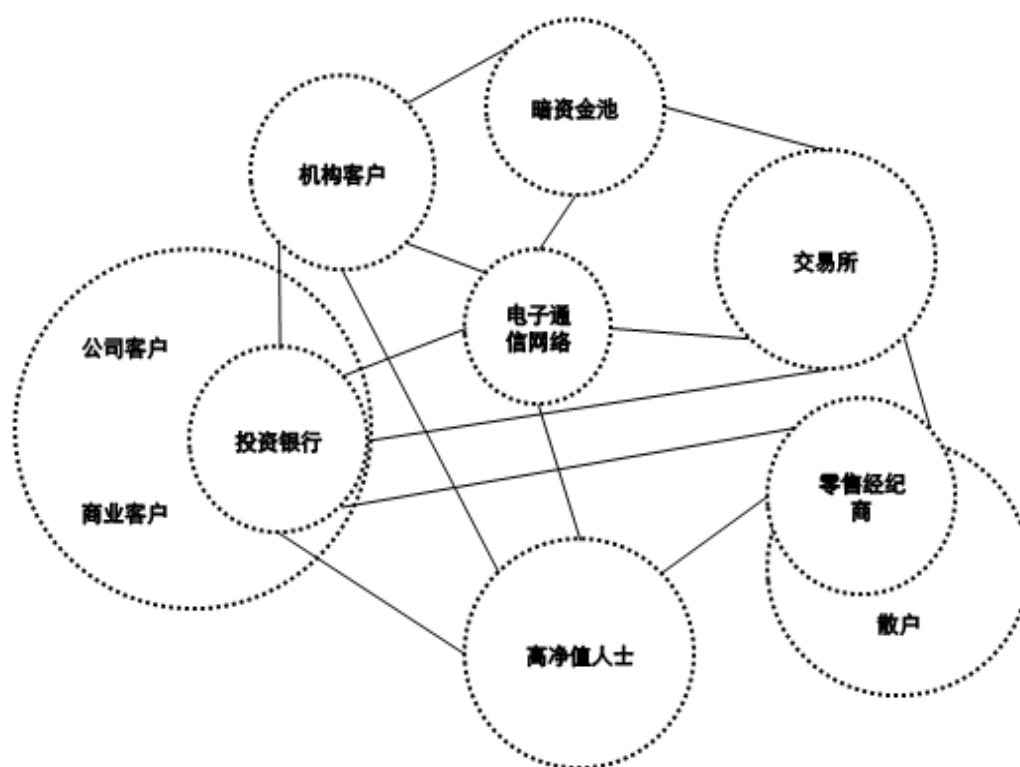


图 3 高频交易网络

资料来源：Aldridge (2011)

更为重要的是，由于高频交易依赖于极其精确的市场互动以及证券之间的相关性，交易者需要时常调整算法的程序代码，以反映动态市场的微妙变化。

总之，高频交易的低延时、多平台交易以及需迅速适应动态市场的特性使其对于系统结构的要求极为严格且细致。

一、投资者交易系统分析

(一) 高频交易系统实施

1、高频交易过程

对于高频交易而言，有了交易策略和算法，接下来的重要工作就是将相关策略用计算机系统实现。典型的高频交易过程如图 4 所示：

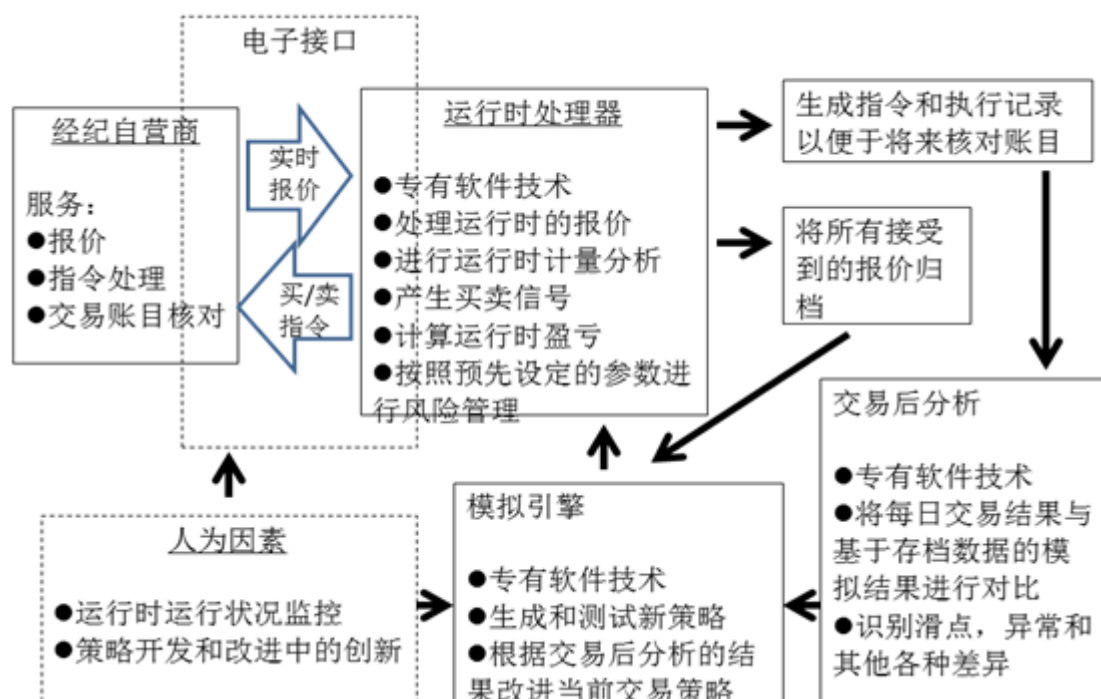


图 4 典型的高频交易过程

资料来源：Aldridge（2011）

一个高频交易系统首先从经纪商处获取信息，接收、处理并存储大量以运行时频率传输的报价及其他市场数据。信息传入运行时处理器，处理器首先对报价信息进行分析，然后将报价输入核心分析引擎，进行运行时计量分析，之后产生买卖交易信号，并计算运行时盈亏，按照预先设定的参数进行风险管理。

在实时交易后，还需进行交易后分析，系统需要记录实时交易生成的指令，将每日交易结果和基于存档数据的模拟结果进行比对，更新收益分布、交易成本、风险管理参数等，将这部分信息反馈给模拟引擎。与此同时，交易后系统需要将所有接受到的报价信息进行归档，再将这些信息传入模拟引擎，模拟引擎生成和测试新策略，根据交易后分析的结果改进当前交易策略，之后将该部分信息反馈给运行时处理器。

2、核心分析引擎

核心分析引擎是高频交易系统的“大脑”，它根据传入数据信息流进行计量经济学分析，从而产生交易指令，系统将指令传出至经纪商，从而实现完整的交易过程。

核心引擎的开发一般遵循三个步骤：首先，工程师使用 Matlab 或 R 编程语言完成系统的初步建模，接下来量化分析师用数年的数据对模型进行回顾测试，这一阶段还包括在测试过程中对系统的不断修

正，直至得到满意的测试结果，最后，工程师基于 C++把策略逻辑落实到代码上，完成编码，形成策略模块。

（二）高频交易系统性能

对高频交易而言，交易速度是影响投资效果的最重要的因素之一，因此，高频交易系统性能优劣的最重要的衡量因素便是系统的响应速度。一些高频投资策略在系统没有延迟的条件下，可以获得较为可观的正收益，当系统延迟达到 200 毫秒时，投资表现就会出现大幅下降；如果是波动较小的市场，当系统延迟超过 50 毫秒时，收益大幅下降的情况就会出现 (Martin, Dick , 2012)。

高频交易者往往根据完整的交易路径，对交易过程的各个节点进行优化，从而达到系统的最优性能。一般而言，一个完整的交易路径大致可分为三个步骤：系统获取市场数据；策略主机执行运算获得交易信号并发出指令；指令传出到达交易所主机。其中第一和第三个阶段涉及网络传输系统，第二个阶段由策略主机自身软硬件系统决定。

按照交易执行的时间顺序分析系统速度的优化节点，可以如图 5 所示 (Aldridge)：

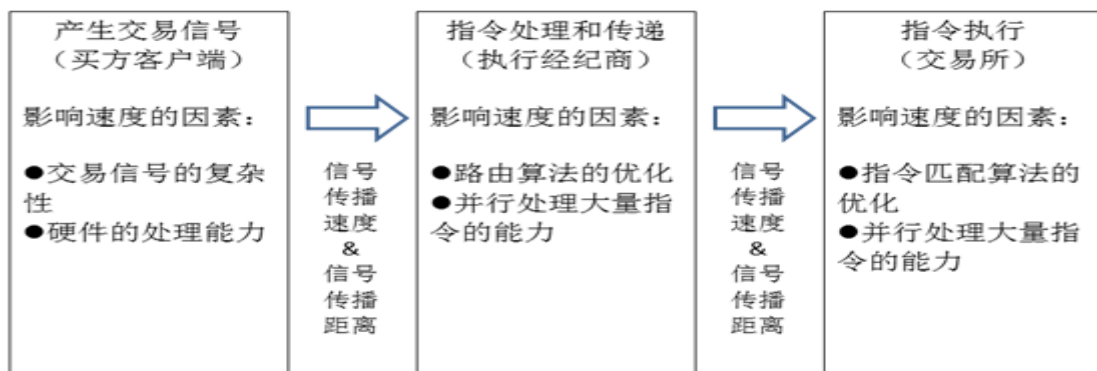


图 5 按照交易执行的时间顺序分析系统速度的优化节点

资料来源：Aldridge（2011）

执行速度取决于交易平台的以下几个组成部分：应用程序生成交易信号的速度；生成交易信号的应用程序与执行经纪商之间的临近程度；执行经纪商平台处理执行请求的速度；执行经纪商与交易所之间的临近程度；交易所处理执行指令的速度。

进行高频交易的投资者，一方面需要拥有可靠而精准的投资策略，另一方面需要有一套先进而快速的交易系统。而在网络传输环节，以国外的经验来看，投资者往往倾向于将策略主机放在经纪商和交易所附近，这种做法叫作“主机托管”。以美国为例，许多交易所提供协同定位（co-location）的服务，投资者可以将策略主机放在交易所撮合引擎服务器所在的数据中心里，从而最大程度的减少了网络传输耗时。

此外，交易所交易系统的信息处理延迟时间也十分重要，速度是各大交易所核心竞争力之一，也成为吸引投资者的重要因素。以美国 BATS 为例，BATS Global Markets 在美国是仅次于纽约泛欧交易所和纳斯达克交易所第三大交易所电子交易运营商。BATS 的成功之处便在于拥有一套自主知识产权的 ECN 交易系统（electronic communication network 电子交易网络系统）。BATS 以其交易系统的低延迟和高处理性能吸引了众多投资者，以 2012 年 6 月为例，在美国，BATS 交易系统的交易量已经占到美国股票市场总交易量的 11.5%；在欧洲，BATS Chi-X Europe 交易量占欧洲市场的 24.5%，是欧洲最大的股权交易市场（BATS Global Market Reports, June

2012)。目前，BATS 的 BYX 交易系统订单确认延迟时间平均值在 0.163 毫秒，订单报价延迟时间平均值在 0.183 毫秒。对于高频交易毫秒级的交易时间来说，越低的延迟对客户的吸引力越大。BATS 正是依靠不断改进自身的交易系统以获得更加快速的报价反应时间，吸引到了更多的投资者。

二、交易所交易系统分析

（一）发展趋势

随着市场中越来越多的投资者采取高频交易的策略进出市场，交易所的交易系统必将面临更多订单量，更小订单规模，更为密集的交易频率的挑战，交易系统的稳定性，可靠性，峰值处理能力等方面必须适应市场的发展。

从 World Federation of Exchanges 2011 年统计数据中可以看到，上海证券交易所 2011 年总交易量（Number of shares traded）为 2.1 万亿股，总交易次数（Number of trades）为 12.7 亿次，因而每笔成交股数（Shares per trade）在 1665 股；深圳证券交易所

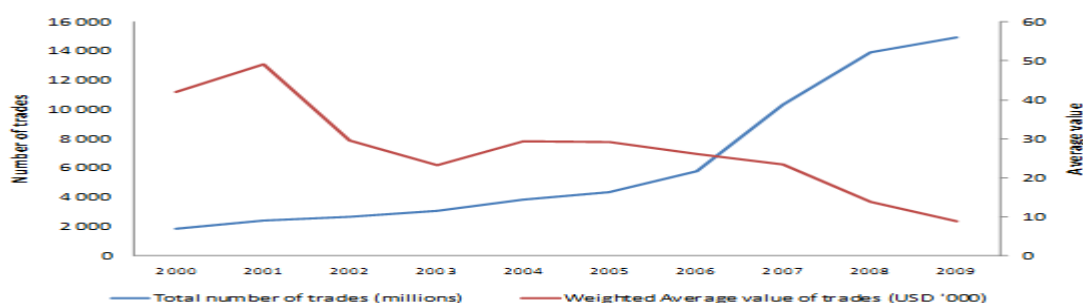


图 6 上海证券交易所 2011 年交易情况

资料来源：WFE, 10 Years in Review(2000-2009) (EAME :Europe - Africa - Middle East area)

的每笔成交股数为 1239 股。在美国市场，2011 年每笔成交股数，纳斯达克为 210 股，纽交所为 291 股。与成熟市场的比较中可以看出，未来我国每笔交易规模还存在较大下降空间，订单规模可能进一步减小。

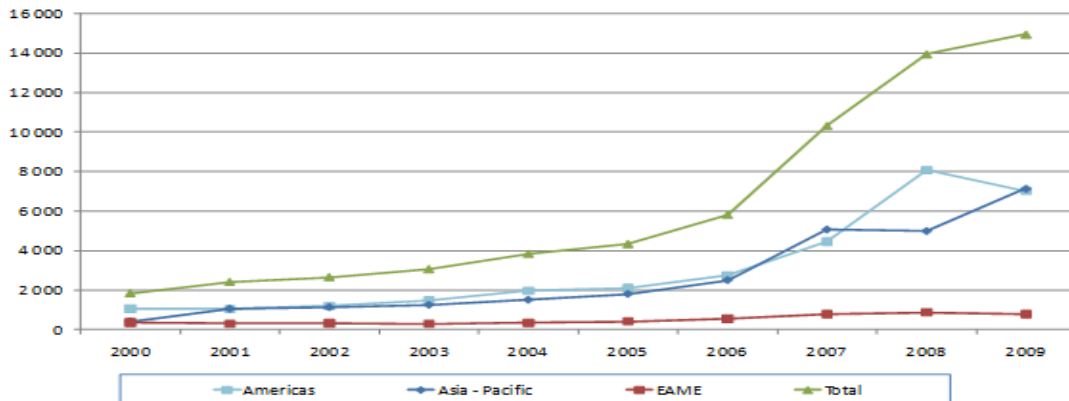


图 7 全球各地区交易所交易情况

资料来源：WFE, 10 Years in Review(2000–2009) (EAME :Europe - Africa - Middle East area)

近十年来，交易所的交易量大幅提升，从 WFE (World Federation of Exchanges) , 10 Years in Review(2000–2009) 可以看到，从 2000 年至 2009 年，全球资本市场总市值增长了 33%，股票交易总价值增长了 61%，其中，交易数量 (number of trades) 增长了 700%，但每单交易规模在十年当中却大幅下降了 85%。这其中的变化与近十年高频交易的快速发展密不可分。

(二) 交易所交易系统性能分析

在更多订单量，更小订单规模，更为密集的交易频率的形势下，可靠性和稳定性是交易系统必须保证的最基础性能。2009 年 11 月，伦敦股票交易所 (LSE) 的交易系统在巨额交易订单的压力下崩溃，导

致电子交易中中断超过 3 小时；东京证券交易所(TSE)在 2005 年 11 月、2006 年 1 月两次因为订单量超负荷而停市。因此，交易所需要适时评估市场中投资者交易风格的转化，分析订单数量规模变化趋势，进而改进交易系统的硬件设备以及软件支持，提升极端情况下系统的处理能力以及稳定性，确保交易过程稳定流畅的进行。

为了应对高频交易对交易系统造成的巨大压力，避免由此导致的系统运行中断，世界各领先交易所都开始使用处理能力更加强大的硬件设施以及流程构架更加优化的软件平台。根据胡智慧、叶武（2010 年）的研究，近几年世界主要交易所的交易系统性能都发生了较大提升。

纳斯达克—OMX 集团于 2009 年 9 月宣布将其交易系统速度提高到 250 微秒以下，同时，纳斯达克还将其交易网络速度从每秒 10G 升级到每秒 40G。纽交所利用新交易系统替代了之前的 SuperDot 平台，令其交易系统延迟由原先的 350 毫秒缩短至 5 毫秒，每秒可处理多达 30 万笔交易。

伦敦证券交易所于 2009 年用基于 Linux 的交易系统替代了原先的 Windows 系统。新的交易系统最高交易速度低至 126 微秒，相比 BATS Europe 的平均延迟时间 250 微秒，Chi-X 的 175 微秒，具备了更强的竞争优势。

在亚洲，东京证券交易所于 2010 年 1 月推出了 Arrowhead 交易系统，其交易系统延迟时间低至 5 毫秒，其股价和行情等信息传输时间仅 3 毫秒；香港交易所 2011 年完成交易系统升级，降低延迟时间

至 9 毫秒；澳洲证券交易所与 2010 年发布 ASX Trade 交易平台，交易系统延迟时间由 2 到 3 毫秒降至 250 微秒；新加坡交易所 2010 年斥巨资强化交易系统（Reach 计划），宣称其平均交易响应时间为 90 微秒，每秒可处理超过 100 万个交易指令。

在国内，上海证券交易所新一代交易系统已于 2009 年 11 月 23 日正式切换上线，新一代交易系统峰值订单处理能力超过 100000 笔/秒；持续订单处理能力超过 40000 笔/秒；平均订单时延比原交易系统缩短 30%以上；系统日双边成交容量不低于 1.8 亿笔，相当于单市场 1.8 万亿元的日成交规模，是上海证券交易所历史最高峰值的 4 倍，并且具备平行扩展能力。

表 1 中国主要证券交易所的峰值处理性能比较

	上海证券交易所	深圳证券交易所	香港交易所
峰值处理能力（笔/秒）	100,000	20,000	3,000

新一代交易系统在技术上还预留了 10 倍以上的性能余量，在需要时可以平行扩展。此外，新一代交易系统通过多主机集群协同工作来满足容灾和可扩展需求，并且在发生灾备切换时保证订单数据“零丢失”，是目前全世界少数实现此功能的交易系统之一。

（三）交易所信息服务

1、交易所交易系统通信协议

FIX（Financial Information Exchange Protocol）是国际上最为广泛的，应用于证券市场和交易信息的实时交换和通信协议。FIX

创立于 1992 年，最初是富达投资和所罗门兄弟之间股票交易的通信框架。在 Tower Group 2007 年的一项关于 FIX 的调查中，75%的买方公司和 80%的卖方公司在电子交易中使用了 FIX 协议，FIX 也受到了交易所的关注，超过四分之三的交易所支持 FIX 的接口，大部分交易所通过 FIX 协议处理的交易量都超过了 25%。

目前我国上海证券交易所新一代交易系统采用的是兼容 FIX 协议的 STEP 国家标准，作为交易接入的新标准。该协议具有语法简单、定义灵活、业务功能易扩展等特点，可为业务和产品创新的快速推出提供可持续的支持和保障。

2、交易所系统的接入

国外一些交易所为高频交易提供了 Co-location 服务。交易所提供标准的通信协议如 FIX，和速度更加快捷的私有协议接口，交易所系统为高频交易预留多种接入方式。

高频交易受其交易策略的影响，时常涉及跨市场跨品种交易，因此，交易系统需要能够支持大量国际主流证券市场具备的交易品种、交易机制和控制手段等。上海交易所新一代交易系统整合了当前世界主流交易所的主要交易品种，是国际上少数能同时支持现货、衍生品多市场的交易系统。投资者可通过一个交易平台进行股票、债券、基金、权证以及衍生品交易，进行全方位的投资选择、组合套利交易和风险控制。

第三章 高频交易理论分析

高频交易的基础是其策略模型，现在实施的高频交易策略主要分成四种，分别是基于市场微观结构的存货模型与信息模型，基于事件套利原理的事件套利策略，以及基于统计套利的高频统计套利。

一、基于市场微观结构策略模型

市场微观结构是研究价格形成过程的学科，而基于市场微观结构的交易是高频交易的核心。基于市场微观结构的交易就是通过报价流获取信息，通过这些信息获得信息优势通过交易从中获利。

市场微观结构下的交易持仓时间为秒级到小时级不等。而如何确定最佳交易时间则取决于交易成本，如果单笔持仓盈利无法覆盖其交易成本，则需要延长其交易持仓时间从而扩大单笔持仓盈利。一种交易是否可行就取决于持仓盈利是否超过交易成本。

Lyons (2001) 研究指出，市场微观结构中有两种基本模型，存货模型与信息模型。两者均是解释在微观状态下的市场价格形成过程。不同的是：信息模型所解释的是市场消息公布后，信息反映到价格中这一过程，其基本理论是含有信息的委托单流导致了价格的变动；存货模型解释了没有消息公布时短期价格的形成机制，存货模型所关注的不再是委托单流中所包含的信息，而是委托单流的变化。

（一）存货模型

基于存货理论进行的交易实际上进行了市场流动性的供应，也称作做市，是通过有效的存货管理产生盈利的活动。流动性供应商又称

做市商，其手中必须具备足够的流动性以满足前来交易的买卖双方。而电子交易系统的产生使原先只能有指定的经纪自营商做市的状况改变，大部分交易者都可以通过短线的限价交易来进行做市。

存货交易策略需要具备以下重要要素：基本上通过限价指令完成交易；由于单笔盈利微小，所以需要进行更加高频的交易，在欧美国家单日可以达到 2000 次；持仓时间极短，这样的持仓时间使得单日内的交易频率非常高，在交易结束后了结头寸产生期望盈利；指令的高速传递是高频交易得以实施的前提保证。

1. 存货理论

Demsetz (1968) 首次提出，限价指令在排队成交的过程中产生两类成本，分别是存货成本和时间成本，其中存货成本是由股票的不确定性产生，而时间成本来自于下单到成交这一段时间内资本的机会成本。Cohen、Maier、Schwartz 和 Whitcomb (1981) 提出了在限价交易中产生的“引力拉动”现象，其基本理论为，离市场价格越接近的报价成交的可能性越大，这就意味着，极其激进的报价成交的可能性微乎其微。

早期的限价指令模型为静态均衡模型，认为指令的下单会因为提供了流动性而得到补偿。Rock (1996) 等学者认为这种补偿来自于做市商限价交易所产生的等待时间。而 Sandas (2001) 通过对斯德哥尔摩证券交易所数据进行实证发现，限价指令的预期收益是随着市价时间间隔的增加而减小，这一结论与传统理论相左。这一结果表明，

交易者实际上是基于对盈利的追求而进行的限价交易的，而不是单单的提供流动性。

在市场微观结构的研究中，Harris (1998) 定义了市场交易中的三类交易者，分别是知情交易者，流动性交易者和价格驱动交易者。同时 Harris 指出，知情交易商通常使用市价进行交易，因为其了解市场即将发生的信息，也因此缺乏耐心，而价格驱动交易者通常以激进的限价进行交易，以试图从市场中获得自己满意的成交价格，而剩下的一部分限价指令由流动性交易者实施，这部分交易者试图通过做市而产生盈利。

2. 基本模型

Garman (1976) 第一个提出利用做市商的存货头寸和现金头寸的不确定性研究最佳做市环境。Garman 在研究过程中不再只局限于单个投资者的订单流，而是关注整个市场的总订单流，这就使得这个市场的订单流总和在统计意义上服从泊松分布，由此 Garman 提出了一个简单的模型，并第一次提出了“证券市场微观结构”一词。Garman 假设只有一个垄断的做市商，做市商的工作是通过设定买价与卖价，使得市场内的所有订单出清。同时做市商可以从做市之中获利，做市商的目标就是在不破产的前提之下使得自身利益最大化。做市商获利的唯一手段就是合理的设定买价和卖价，由于买卖价订单流服从的是相互独立的泊松随机过程，因此存在着潜在的不一致性，这种不一致性正是做市商定价的关键。

Garman 的模型是基于赌徒破产模型(Gambler's Ruin Problem)。赌徒破产模型中所阐述的问题是：赌徒，或者是 Garman 模型中的自营商，在初始时期手里有一笔资金进入市场，一直到他输光所有的筹码离开，即所谓的破产。

令 $InitialWealth$ 为赌徒进入赌场时的初始资金， $P(Gain)$ 为赢得起始资金 $Gain$ 的概率， $P(Loss)$ 为输掉起始资金 $Loss$ 的概率， $P_{failure}$ 是赌徒破产的概率。假设 A 为第一局赌徒获胜，则 $P(A) = P(Gain)$ ； B_k 为在拥有初始资金 k 的前提下破产，则 $P(B_k)$ 为在这一条件下破产的概率，根据全概率公式有方程：

$$P(k) = P(B_k) = P(Gain)P(k + Gain) + P(Loss)P(k - Loss) \quad (1)$$

令其中的 k 为 $InitialWealth$ ，则有方程

$$P(InitialWealth) = P(Gain)P(InitialWealth + Gain) + P(Loss)P(InitialWealth - Loss) \quad (2)$$

并且

$$P(Loss) + P(Gain) = 1 \quad (3)$$

$$P_{failure} = P(InitialWealth) \quad (4)$$

通过数列技巧可以得到赌徒破产的概率为：

$$P_{failure} = \left(\frac{P(Loss) \times Loss}{P(Gain) \times Gain} \right)^{InitialWealth} \quad (5)$$

分析赌徒破产的概率，赌徒破产的概率始终为正。同时，如果输钱的概率大于等于赢钱的概率，那么只要最终一直玩下去一定会破产；赌徒不破产的唯一条件就是赢钱的概率大于输钱的概率。

Garma 在赌徒模型的基础上提出了两个条件使其应用到了做市环

境的研究上：

A. 做市商手中的现金用完则做市失败；

B. 做市商手中的存货用完则做市失败。

基于这两个条件 Garman 作出如下推导：

同时假设

$$Gain = 1$$

$$Loss = 1 \quad (6)$$

从存货的角度，做市商行为和赌徒行为的相似之处为：做市商失去一单位存货，如卖出一单位股票，也相当于一个买家到达的概率，记为 λ_a ；做市商获得一单位存货，如买入一单位股票，也相当于一个卖家到达的概率，记为 λ_b 。则，

$$\lim_{t \rightarrow \infty} P_{failure}(t) \approx \left(\frac{\lambda_a}{\lambda_b} \right)^{InitialWealth / E_0(p_a, p_b)}, \quad \text{如果 } \lambda_b > \lambda_a = 1 \quad (7)$$

$E_0(p_a, p_b)$ 是一单位存货的初始平均价格， $\frac{InitialWealth}{E_0(p_a, p_b)}$ 是把原始资

产单位化。

从资金的角度，当一个买家以概率 λ_a 到达时，做市商收获一单位的资金 p_a ；而当一个卖家以概率 λ_b 到达时，做市商收获一单位的资金 p_b 整理如下式：

$$\lim_{t \rightarrow \infty} P_{failure}(t) \approx \left(\frac{\lambda_b p_b}{\lambda_a p_a} \right)^{InitialWealth}, \quad \text{如果 } \lambda_a p_a > \lambda_b p_b = 1 \quad (8)$$

根据赌徒不破产的条件，如果同时成立，需满足 $\lambda_b > \lambda_a$ 并且 $\lambda_a p_a > \lambda_b p_b$ ，则推出在任意时刻满足 $p_a > p_b$ ，这就是买卖价差的来源。而买卖价差使得做市商在拥有足够存货的基础上获得盈利。

Stoll (1978) 提出的模型中, 更加关注的是自营商在市场的压力下有效的管理自身的投资组合, 而买卖价差是做市商承担做市成本的回报。其中成本有:

- A. 存货成本: 为满足市场的流动性, 做市商通常无法持有最优头寸;
- B. 因做市商交易机制而异的指令处理成本: 包括交易成本, 结算和清算成本, 交易所产生的税收;
- C. 信息不对称成本: 做市商在和知情交易商的交易时陷入信息劣势。

根据以上成本, 在 Stoll (1978) 的模型中, 不同做市商报价的买卖价差还是各做市商风险容忍程度和执行方案的函数。

Garma 的模型指出买入指令与卖出指令的到达率是买价与买价的函数。而 Ho 和 Stoll (1981) 的模型指出, 价差取决于做市商的时间跨度。在 Ho 和 Stoll 的模型中, 做市商是根据收益最大原则和风险最小原则来进行买卖报价。具体而言, 就是由于持仓时间的扩大, 使得持仓风险的上升, 作为持仓风险补偿的买卖价差也将上升。如, 当一天的交易结束时间临近, 则做市商持仓风险下降, 使得买卖价差也随之下降。

3. 策略推广

基于存货模型的套利策略主要从三个方向进行, 分别是基于最优做市环境的策略, 利用可观测限价指令簿的方向性策略, 以及无法观

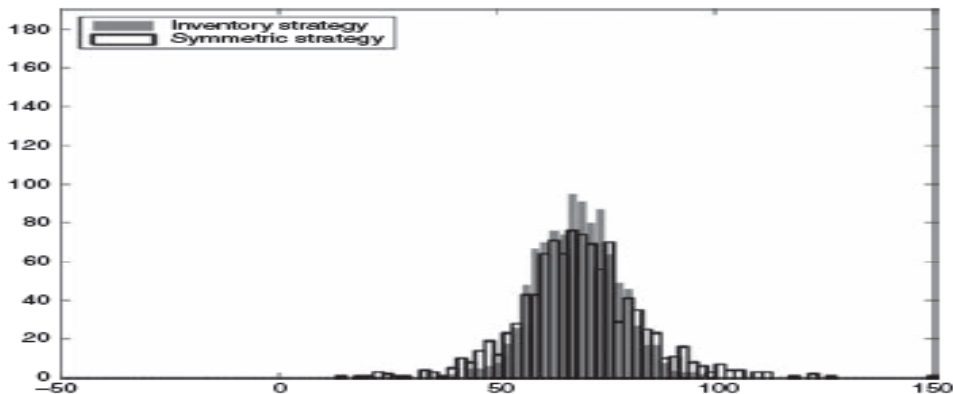
测指令簿策略。

Avellaneda 和 Stoikov (2008) 在 Garman 模型的基础上建立了基于最优做市环境理论的可产生持续盈利的量化做市限价交易策略。Avellaneda 和 Stoikov 策略模型的表现超出了“最优买价最优卖价”做市策略。最优买价最优卖价是指交易者按照市场上可获得的最优买价和最优卖价提交限价指令。在 Avellaneda 和 Stoikov 策略模型中共有六个参数：新买入报价出现的概率 λ^b ；新卖出报价出现的概率 λ^a ；新买入报价出现的最新变动值 $\Delta\lambda^b$ ；新卖出报价出现的最新变动值 $\Delta\lambda^a$ ；交易商风险厌恶值 γ ；交易商保留价格 r^a 、 r^b 。由策略模型得出的最优买入限价 b 和最优卖出限价 a 的方程式为：

$$b = r^b - \frac{1}{\gamma} \ln\left(1 - \gamma \frac{\lambda^b}{\Delta\lambda^b}\right) \quad (9)$$

$$a = r^a - \frac{1}{\gamma} \ln\left(1 - \gamma \frac{\lambda^a}{\Delta\lambda^a}\right) \quad (10)$$

假设 $\gamma = 0.1$ 将 Avellaneda 和 Stoikov 策略模型与“最优买价最优卖价”做市策略进行对比发现，Avellaneda 和 Stoikov 策略模型的收益分布非常集中，这使得其交易表现得夏普比例相当之高。



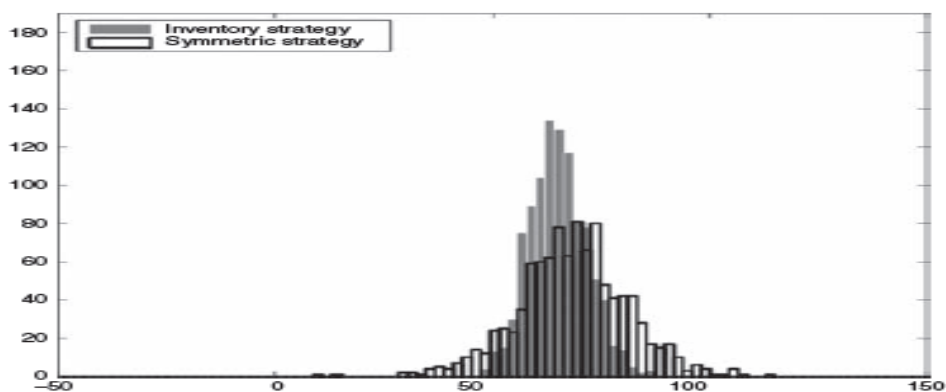


图 8 夏普比率比较

资料来源: Avellaneda 和 Stoikov (2008)

Cao、Hansch 和 Wang (2004) 发现了做市型的交易商对限价指令簿的形状进行了积极利用, 发现限价指令簿的宽度和深度可以预测 30% 即将发生的价格变动。

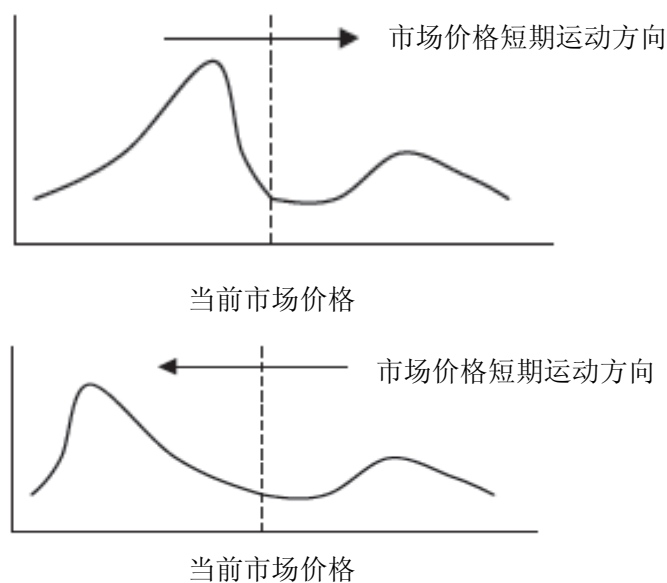


图 9 限价指令单流的分布与接下来价格走势的关系

此外, Handa、Schwartz 和 Tiwari (2003) 发现当买家和卖家的数量相近是, 这种平衡市场上的买卖价差将会更大。相反, 当一方的交易上超过另一方时买卖价差会缩小。作者给出的解释是这种不平衡是由于数量较少的一方交易商拥有更强的市场支配力, 更能够从另一方迫不及待想要交易的投资者手中得到更优的价格。

对于做市商而言，由于可以看到所有的订单使他们获得了优势。Harris 和 Panchapagesan (2005) 研究发现，做市商的这一优势帮助他们获得了超额收益，Harris 和 Panchapagesan 称做市商取走了其他限价交易者的利润。

Kavajecz 和 Odders-White (2004) 提出了限价指令流对未来的流动性有一定的指示作用。并且提出了利用技术分析来进行对无法观测到的订单簿进行预测。具体来说，他们发现交易商更愿意将限价指令单挂在技术支撑位和阻力位上。因此，这些支撑位和阻力位成为了限价指令委托单流动性峰值出现的地方。这一研究结果对不透明市场或者暗市中交易的超高频交易策略提供了帮助。进一步 Kavajecz 和 Odders-White 还相信通过技术分析可以帮助交易商还原出限价指令簿，从而使他们能不输给有利可图的流动性供应策略。

(二) 信息模型

信息模型解释了在市场公布信息后，信息是如何反映到价格中的。信息模型采用对策论模型对报价和报价单流进行逆向工程解析，从而发现做市商所拥有的信息。信息模型依据了资产交易中的信息不对称现象进行交易。不同的市场透明性不同，其信息的流动速度也不相同，外汇市场、债券和衍生品市场等场外市场的透明程度较低，其信息的流动速度相对较慢；大部分股票市场和通过电子交易系统完成交易的市场透明程度较高，其信息的流动性也较快。由信息模型得到的一个重要结论是：即使做市商手中有无限的存货以保持流动性，买卖价差依然是存在的，这一价差是由信息带来的。

1. 信息理论

Bagehot (1971) 首次提出了用信息成本来解释价差，其核心逻辑是把市场中的交易者分为知情交易者和非知情交易者，其中知情交易者通过信息优势知道所交易证券的真实价格，当市场价格低于其真实价格时，知情交易商就可以从中获利，而非知情交易商对于交易是盲目的。知情交易商的存在就使得作为流动性提供者的做市商蒙受损失。Bagehot 认为，做市商需要用不知情交易商的利润来弥补知情交易商的损失，由于无法区分知情交易商与非知情交易商，故做市商只能制定统一的价差。这就使得做市商为了从知情交易商那里获得信息而支付信息成本，价差自然受到信息的影响。

Copeland and Galai (1983) 从数学的角度证明了 Bagehot 的论断，作者在模型中引入信息成本的概念，建立了单交易周期的做市商定价模型。他们研究发现：随着做市商的增多，总体市场价差将减小；随着知情交易商的增多，垄断做市商市场与竞争做市商市场的价差趋于一致；不知情交易商的需求弹性下降，将导致做市商所设定的价差趋于一致。

这一模型的缺陷在于，单周期的做市商定价，所考虑的仍然是对于收益和损失的权衡，没有摆脱存货模型的影响。

2. 基本策略模型

在信息模型的基本策略中，主要是从三个角度进行构建，通过买卖价差中包含的信息进行交易；利用指令的激进程度进行交易；利用

指令流进行交易。

信息模型中的策略模型主要是以下两种：

第一种由 Glosten 和 Milgrom (1985) 提出，称为“Glosten-Milgrom 序贯交易模型”，两位学者将交易过程描述为一系列的有序行为，第一次将动态因素加入到了信息模型之中，订单流是信息的载体，做市商通过对订单流的分析，解析出信息，从而制定出报价。Glosten-Milgrom 序贯交易模型里程碑式的意义在于，将市场微观结构的研究重点转向了做市商的动态学习过程，这种动态学习过程又称作贝叶斯学习。

在数学上，贝叶斯法则的定义如下：

全概率公式

$$\Pr(\text{观测到数据}) = \Pr(\text{观测到数据}|\text{事件发生}) \Pr(\text{事件发生}) \\ + \Pr(\text{观测到数据}|\text{没有事件发生}) \Pr(\text{没有事件发生}) \quad (11)$$

在这里定义 $\Pr(\text{事件发生})$ 为先验概率， $\Pr(\text{事件发生}|\text{观测到数据})$ 为后验概率。贝叶斯法则的意义就在于通过观测，将之前的先验概率，也就是从经验或者是之前的实验中得到的概率，转变成后验概率，也就是通过实验观测调整后的概率。首先，可以得到

$$\Pr(\text{事件发生}, \text{观测到数据}) = \Pr(\text{事件发生}|\text{观测到数据}) \Pr(\text{观测到数据})$$

通过上式，可以恒等得到

$$\Pr(\text{事件发生}|\text{观测到数据}) = \frac{\Pr(\text{事件发生}, \text{观测到数据})}{\Pr(\text{观测到数据})} \quad (12)$$

$$\text{后验概率} = \Pr(\text{事件发生}|\text{观测到数据}) = \frac{\Pr(\text{观测到数据}|\text{事件发生}) \Pr(\text{事件发生})}{\text{全概率}}$$

(13)

利用贝叶斯学习的思想，通过构造概率树结构，可以方便的计算出交易的条件概率。

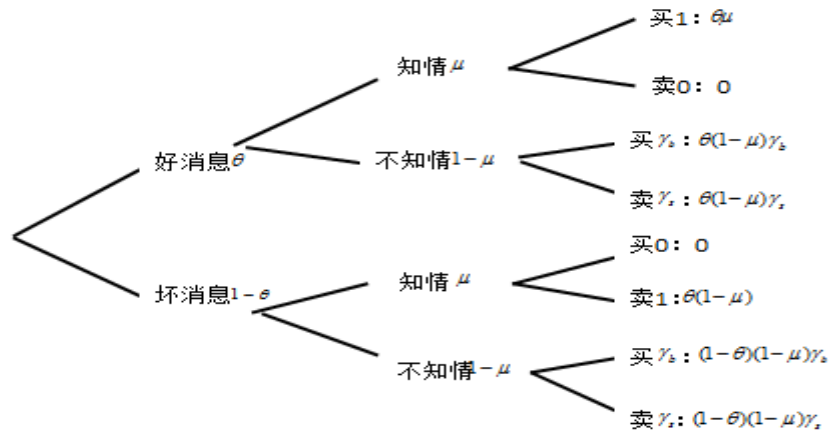


图 10 概率树结构

资料来源: Glosten 和 Milgrom (1985)

Glosten 和 Milgrom (1985) 的一个结论是，当大量的知情交易商存在时，做市商会设立一个不合理的高价差来弥补自己的损失。结果就是不发生任何交易，市场也会因此关闭。

第二种由 Easley 和 O' Hara (1987) 提出，称为“Easley-O' Hara 序贯交易模型”，与 G-M 模型不同的是：在一个时点上的交易数量不再是一个单位，而是分成大额交易和小额交易两种；信息的不确定性由原来的好坏两种状态变成了好消息，坏消息和没有消息三种状态。

而在此基础上 Easley 和 O' Hara (1987) 在研究中还加入了一个复杂因素，信息的到达概率 α 。但是从本质上，以上的两种模型中，知情交易商只是简单的在每个交易机会到来时下单，知道价格调整到他们认同的新价位位置。交易商并不详细的考虑做市商可能采取的最优化行为以及做市商如何做出反应以消除交易商的利润。

进一步，研究人员提出了策略模型，在策略模型中，交易商将对

做市商的价格制定政策进行推测，然后将其推测的结果反映到其交易模型中，这样就可以获得额外的收益。

Kyle (1985) 提出了一个垄断的知情交易商，怎样利用手中的信息将自身利益最大化的。Kyle (1985) 提出的核心思路是研究了信息是怎样逐步的反映到股票价格之中的。而垄断的信息交易商将其指令利用信息理论，将其自身的订单隐藏在不知情交易商的订单之中，这样的话，做市商就不会根据其变动进行价差的调整。

Holden 和 Subrahmanyam (1992) 研究了多个知情交易者的竞争交易策略，该模型认为，随着竞争交易者数目的减少，交易者将会把更多地精力用来伪装自己，这时交易所蕴含的信息最多，可以从中获利。而随着竞争者数目的上升知情交易者将减少自己的伪装，而当知情交易者的数目无限大时，知情交易者将不再伪装，这时所有信息都将反应在价格之中，交易商将不能从信息当中获利。

Admati 和 Pfleiderer (1988, 1989) 研究了不知情交易者的交易策略问题。两位学者将不知情交易者分成两类：一类是噪音交易商；另一类是聪明的交易者。由于知情交易者的盈利就是不知情交易者的损失，所以聪明的不知情交易者一方面要隐藏自己的不知情身份，另一方面要通过学习来获得知情交易者的信息。

利用指令的激进程度进行交易的理论基础首先由 Foster 和 Viswanathan (1996) 提出的，在两位学者的研究中，他们评估了市场价格的平均反应水平和市场参与者知情情况不同之间的关系。发现了不同市场参与者的知情情况程度的相关性会影响信息反映到价格

中的速度，也会影响到知情交易商的盈利状况，也会影响到市场参与者之间相互学习的能力。这就意味着，如果经济分析师所给出的一致预期值范围越小，就使得信息整合到证券价格中的速度越快。这种速度可以体现在交易是以限价还是市价进行交易的，一般情况下，市价交易都会远远的快于限价交易成交，这样的话，市价交易就体现了交易商一种迫切想要达成交易的愿望，那么这种愿望很有可能是基于某种信息。交易商拥有的信息越好，在进行交易的时候就越激进，信息整合到价格中的速度就越快。

激进的指令单本身就包含了证券价格接下来运动方向的有关信息。如果交易商选择立即成交而不是利用限价方式等待最优价格，这个交易商可能传达了其对市场未来方式的判断。

Vega (2007) 在研究中，将以上的理论转变成为一种策略。Vega (2007) 指出，具有信息优势的交易者在参与交易时表现的更为激进。同时，其提出了一种监控交易激进程度的方法，激进程度是市价指令相对于限价指令所占的百分比。市价指令所占的百分比越高，表明交易者试图抓住当前最佳价格的积极性就越大，交易商相信证券价格即将远离当前市价的可能性就越大。因此，度量交易商的行为就转变成为一种高频交易策略，高频交易者可以通过模仿激进交易商的行为产生持续的盈利。这种度量指令流激进程度的盈利策略只可能带给我们短期的信息优势，所以必须要通过高频交易实现。

有一些学者都对交易订单流的激进程度进行了实证研究。Anand、Chakravarty 和 Martell (2005) 对纽约证券交易所的数据进行了实

证分析。机构交易者往往具有一定的信息优势，通过三位学者的研究，机构限价指令单的表现要好过个人交易者的限价指令，限价为当前市场价格或者更优价格的指令单表现要好过限价于买卖价差之间的指令单，大笔指令单的表现要优于小笔指令单。三位学者所构建的实证模型为

$$Diff_t = \beta_0 + \beta_1 Size_t + \beta_2 Aggressiveness_t + \beta_3 Institutional_t + \gamma_1 D_{1t} + \dots + \gamma_k D_{k-1,t} + \varepsilon_t \quad (14)$$

其中， $Diff_t$ 为买卖中间加在时间 t 和 $t+1$ 之间的变动值； t 是指令的提交时间； $Size$ 是一个指令中交易的股票数量除以该股票在样本时间段中一天交易量的平均值； $Aggressiveness$ 是一个虚拟变量，当指令的价格设定在当前价格过着是最优价格时，其取值为 1，否则为 0； $Institutional$ 是一个虚拟变量，如果是机构交易者发出指令，则值为 1，如果是个人交易者发出指令，则值为 0；此外， $D_1 \dots D_{k-1}$ 均是与所交易股票相关的虚拟变量。

在多位学者的研究中发现了市场交易的激进程度表现出很强的自相关特性，对于交易者而言可以通过这种自相关性来对下一步市场的走势进行预测。研究者给出了以下两种对于市场激进程度的解释：机构交易者在进行大单交易时，由于交易所的规定，需要将其大单拆分成相对的小笔订单指令，这样，每一笔订单指令所反映的市场激进程度是相同的；价格趋势本身造成一定程度的市场激进自相关性。

Biais、Hillion 和 Spatt (1995) 对市场激进程度的自相关性进行研究的过程中发现，指令单的激进程度分布取决于其所处的市场状

态，指令单的提交也是自相关的。同时三位学者发现，一开始指令单的激进程度是怎样的，随后的指令单也会出现同样的激进程度，他们称其为“对角线效应”。随后一些学者所做的研究也证实了这一点。

利用指令单流进行交易的理论首先由 Lyons (2001) 年提出，指令单流是买方交易量和卖方交易量的差值，而指令流之所以能够提供信息主要是基于以下三个原因：市场中的交易商在对市场进行判断之后在做出是否买卖的决定，而指令单是交易商对市场走势的真实判断，所以指令单具有真实性；并不是每个交易商都可以看到指令单流，所以可以看到指令单的交易商就处在了市场的优势位置，他们可以根据指令单对市场的下一步走势进行判断；此外，无论指令单中是否包含着交易商的信息，指令单本身就会在短时间内影响市场。

通过 Lyons (2001) 的进一步研究得出，透明指令单流能提供即时信息，而不透明的指令流则不能产生有用的数据。Lyons 对透明度的定义分成了三个维度：公共信息与经济自营商信息；价格信息与数量信息；交易前信息与交易后信息。

指令单流转化成为交易策略非常直接。因为一份不成比例的大笔买入指令单会是证券价格上升，跟随这笔交易下达买入指令必然会产生短期内的交易盈利；反之，一份不成比例的大笔卖出指令单会是证券价格下降，跟随这笔交易下达卖出指令也会产生短期内的交易盈利。

Lyons (1995), Perraudin 和 Vitale (1996), Evans 和 Lyons (2002) 对于可观察到的指令单流进行研究指出，指令单流是先前分

散在不同市场参与者那里的信息的集中体现。而在 Jones、Kaul 和 Lipson (1994) 实际发现, 基于交易次数度量的指令单流比基于交易规模度量的指令单流在预测价格和波动性方面的表现要更好一点。

而对于大多数的市场参与者而言, 指令单流并不是透明的, 所以, 更加实用的策略是从可观测数据中将指令单流解析出来。这种解析所基于的原则是, 某种证券的上涨, 其买入指令单的累积数量必定远超卖出指令单的累积数量; 而当期下跌时, 其卖出指令单的累积数量必定远超买入指令单的累积数量。Hasbrouck (1991) 提出了一个评估模型:

$$x_{i,t} = \alpha_x + \sum_{k=1}^K \beta_k r_{i,t-k} + \sum_{m=1}^M \gamma_m x_{i,t-m} + \sum_{i=1}^T \delta D_i + \varepsilon_{i,t} \quad (15)$$

其中 $x_{i,t}$ 是证券 i 在时间 t 时的指令单流累计值, 买入指令时, 指令单流+1, 反之, 指令单流-1; $r_{i,t}$ 是证券 i 在时间 t 时的收益率; D_i 是控制变量, 用来控制时间 t 具体位于一天当中的什么时间段。

指令单流也同市场激进程度一样, 体现出一定的自相关性, 但其自相关的正负性却存在着一定的不确定性。Ellul、Holden、Jain 和 Jennings (2007) 研究发现, 在高频交易情况下的指令单流呈现正相关性, 而在低频情况下, 指令单流却呈现负的相关性。同时根据 Hollifield、Miller 和 Sandas (2004), Ranaldo (2004) 发现芬兰证券交易所里市场里买卖两端的投资者行为上的不对称现象。Foucault、Kadan 和 Kandel (2005) 和 Rosu (2005) 对指令单流的自相关预测的研究结果, 支持“对角线自相关效应”。

二、事件套利模型

（一）事件套利交易策略概述

事件即时发布并且使用逐笔数据下，利用高频交易策略可以捕捉到信息对市场中资产价格的影响，并从中获利。这类利用消息公布前后的市场运动进行交易的高频策略称为事件套利（event arbitrage）。

事件套利是指一类利用市场对事件的反应进行交易的交易策略。那么什么是所关注的事件呢？一切可能影响市场价格的消息均可以看作是事件，包括宏观经济数据的公布，行业相关数据的公布，或者是与行业相关的信息，还包括公司所发布的信息，如分红、盈余公告、定向增发等信息。重要的是所关注的事件会重复的对所感兴趣的证券产生影响，如央行的宏观经济调控货币政策就是一类持续的并且有利可图的套利事件。

事件套利的核心目的是在一定的时间窗口内利用事件的发布获取超额收益，这就要求事件套利策略在每个事件发生的时间窗口内建立能够产生持续盈利的投资组合。时间窗口的起点始于事件发生前，而时间窗口的终点位于事件发生后的一段时间内。事件的发生，如宏观数据的发布，是预先明确知道公布时间，所以时间窗口也是预先建立好的，在开始是建仓，在结束时平仓。

时间窗口的建立为事件套利明确了实施时间区间，而实施的频率是不定的，可以是秒级的持仓时间，也可以是小时级的持仓时间，其共同的目的是以较小的风险产生稳定的收益。一般而言，交易收益取

决于对事件的反应速度，反应速度快，策略抓住事件公布后价格向均衡价格调整所产生的一波价格变动的可能性越大。因此，事件套利适合于高频交易，高频交易中持仓时间短，交易频率高的特点可以产生更加稳定的收益。

大部分事件套利策略的开发步骤为：对每一类事件，确定事件窗口；对事件前后的历史价格进行统计分析；根据历史上事件前后的价格变化对预期价格反应进行估计。

（二）事件的定义

在事件套利策略中，事件可以定义为是影响证券价格的任何新闻，数据公布等。但是，根据 Fama 的有效市场假说，任何信息都会瞬时的反应到价格之中。而一般的宏观数据公布时间都是预先确定的。很多金融机构的经济学家会根据相关数据，对还未公布的数据形成一致预期值，这一一致预期值会在数据公布之前就反映在资产价格之中。这样的话，在宏观经济数值公布的时候，一致预期值已经被整合到了价格之中，这就使得真正影响价格的是未预期到的部分，也就是实际值与一致预期值不一致的部分。

这里，一致预期值相当一个基准，在数据公布的时点之前就已经反映在市场价格之中了。但这一基准在历史上并不是一开始就是经济学家的一致预期值的。在早期的宏观经济事件研究中，Frenkel(1981)和 Edwards(1982)对所研究的宏观经济数据的时间序列进行一步向前自回归预测，并以预测的数值作为基准，这样的话，样本外误差就形成了一个事件。这一观点的理论假设是，大部分的宏观经济数据的

前后变化不可能太剧烈，是相对缓慢的，这样就是过去一段时间内的数据对下一期即将公布的数据有最佳的预测作用。那么，真实值与以这种自回归方法形成的预期值之间的差，即未预期部分也就是样本外误差，就形成了事件。

另一些学者，Eichenbaum 和 Evans (1993), Grilli 和 Roubini (1993) 进一步研究了这种方法，但他们进一步思考，相比于 CPI 这一类反映经济事实的宏观经济数据，央行对宏观经济的决策更加保持了相对的稳定，因为过度剧烈的决策变化会导致市场的混乱。所以他们利用自回归方法对央行的决策进行向前一步预测，形成市场的预期值。这一类的数据有利率和货币供应量等货币政策数据。

最近，人们更多的是使用机构经济学家的一致预期值预测未来的宏观经济数据。美国的《华尔街日报》每周都刊登经济学家对下周数据的一致预期值，而中国的万德数据库也会对经济学家的一致预期值进行公布。

(三) 事件对股价造成影响的理论基础

1. 新闻的分类

在这里我们将新闻分成三个类别：公司新闻；行业新闻；宏观经济新闻。

公司新闻包括公司发布季报或者年报，其报告内容会显著的对股价产生影响。当然，真正产生影响的仍然是其为预测部分。现在证券公司的研究部门有大量的分析师，他们会对公司的业绩给出自己的预

测，而实际值与预期值不一致的部分就是公司层面的未预期部分。

理论上讲，公司股价等于公司未来现金流的现值。

$$Price = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{E[D_t]}{(1+R_t)^t} \quad (16)$$

在上式中， $E[D_t]$ 是公司在未来时间 t 的预期现金流； R_t 是现金流从时间 t 贴现到当下的贴现率，这一贴现率可以是根据同行业比较形成或其他资本资产定价中的利率。

未预期的公司业绩变化，会迅速的改变大众对于未来现金流的预期，从而使股价发生变化。业绩上升一般带来的是股价上升，业绩下降一般带来的是股价下降。为了避免公司业绩报告对市场造成的过大影响，大部分业绩报告会选择在股市收盘后发布。

除了业绩报告之外，公司层面的事件影响还有股票分割效应，Fama、Fisher、Jensen 和 Roll (1969) 发现相对于股票的均衡价格，股价在分割之后有所上升。

行业新闻主要包括相关法律法规的制定和新产品的发布等。这类信息对行业形成系统性的影响，并使得行业内股价朝一个方向运动。但行业新闻同宏观经济新闻不同的一点在于，宏观数据的公布时间是预先知道的，但行业新闻的公布时间本身是不定期的。实证研究表明，政府政策放宽对某一行业的限制通常会使该行业公司股价上涨，而紧缩政策会使其股价下降。(Navissi、Bowman 和 Emanuel (1999)，Boscaljon (2005))

宏观经济新闻是由政府机构按照预定的事件表公布各项宏观经济决策和经济指标。大部分公布的经济数据都会有一致预期值，此数值

表 2 中国经济数据公布时间

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
国民经济运行情况新闻发布会	17/二	.....	.....	13/五	.....	.....	13/五	.....	.....	18/四	.....	.....
	上午10:00			上午10:00			上午10:00			上午10:00		
2011年国民经济和社会发展统计公报	.....	22/三	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		上午9:30										
居民消费价格指数月度报告	12/四	9/四	9/五	9/一	11/五	9/六	9/一	9/四	9/日	15/一	9/五	9/日
	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30
工业生产者价格指数月度报告	12/四	9/四	9/五	9/一	11/五	9/六	9/一	9/四	9/日	15/一	9/五	9/日
	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30
规模以上工业生产月度报告	17/二	.....	9/五	13/五	11/五	9/六	13/五	9/四	9/日	18/四	9/五	9/日
	上午10:00		下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30
固定资产投资（不含农户）月度报告	17/二	.....	9/五	13/五	11/五	9/六	13/五	9/四	9/日	18/四	9/五	9/日
	上午10:00		下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30
房地产投资和销售情况月度报告	17/二	.....	9/五	13/五	11/五	9/六	13/五	9/四	9/日	18/四	9/五	9/日
	上午10:00		下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30
社会消费品零售总额月度报告	17/二	.....	9/五	13/五	11/五	9/六	13/五	9/四	9/日	18/四	9/五	9/日
	上午10:00		下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30	上午10:00	下午13:30	下午13:30
70个大中城市住宅销售价格月度报告	18/三	18/六	18/日	18/三	18/五	18/一	18/三	18/六	18/二	18/四	18/日	18/二
	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30
工业经济效益月度报告	.....	.....	27/二	27/五	27/日	29/五	27/五	27/一	27/四	27/六	27/二	27/四
			上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30	上午9:30

资料来源：国家统计局

是对各个金融机构分析师的预测值进行整合而来的。一致预期常常由万德等大型媒体数据公司发布，每周他们会分析师的预测进行调查，通过平均值计算出行业预期的一致值。

2. 事件对股票市场的影响

股票价格受两个因素的影响：上市公司预期现金流的改变和公司折现率的改变。预期现金流的变化更多的是受上市公司业绩的影响，当然也与宏观经济数据相关，在经济处于下滑的阶段，大众对于公司业绩的预期值也会随之下降。

而贴现率受宏观经济数据的影响较为直接。贴现率是由无风险利率以及特定股票所特有的风险水平决定的。与股票相关的无风险利率

通常可以用 3 月短期国债利率代替，无风险利率越低，现金流的贴现率就越低，理论上股票的价格就越高。在这里，无风险利率实际上衡量了投资者持有股票的机会成本。

大量实证研究表明，相对与其他的经济数据而言，股价对利率的公布有较强的反应。无论是长期利率还是短期利率的下降都会对股票的月度收益率有积极的影响，长期利率有 90%的置信度，短期利率有 99%的置信度。Culter、Porterba 和 Summer（1989）研究发现，美国 3 月短期国债收益率每降低 1%，纽约证券交易所股票的月度收益率平均会增加 1.23%。

考虑到非货币政策宏观数据，股价的反应通常不确定。其中当前经济所处的具体环境起到重要作用，如 McQueen 和 Roley（1993）的研究发现，在经济的衰退期，高于预期的工业生产总值对股票来说是好消息，但在经济活跃的时期则并不是一个好消息。

Orphanides（1992）所提出的“过热假说”这反应了失业率在不同的经济环境下对股价的影响。Orphanides 研究发现只有当经济处于扩张阶段时，失业率的增加才会使股票的回报率提高；而在经济萎缩时期，股票回报率会随着失业率的增加而降低。也就是说：当经济过热时，失业率增加实际上是利好消息。Boyd、Hu 和 Jagannathan（2005）将这一理论发展，发现这一现象并不只局限于美国市场。

宏观经济数据对股价走势的影响并没有一致意见，但对于数据的公布通常都会加大市场的波动率。Schwert（1989）指出，股票市场的波动并不一定与宏观经济因素的变动相关，但宏观经济数据的未预

期部分会极大的增加市场的波动性。Savor 和 Wilson (2008) 指出，股票价格在美国主要宏观经济数据公布日的回报率要明显高于为主要数据公布的交易日。Savor 和 Wilson 所认定的主要宏观数据包括消费者价格指数 (CPI)，生产者价格指数 (PPI)，就业和 FOMC 的利率决议等。Errunza 和 Hogan (1998) 研究欧洲市场发现货币和实际宏观数据的公布对欧洲大型证券市场的波动有较大的影响。

不同行业的上市公司对宏观数据的反应不尽相同，Li 和 Hu (1998) 的研究显示市值大的股票对宏观经济数据的敏感程度要大于小市值股票。宏观经济数据未预期部分的大小对股价的影响也不同 (Aggarwal 和 Schirm, 1992)。

(四) 基本预测模型

对于事件套利策略而言，基本的预测模型有两种：一种为方向预测，主要目的是推断出在事件发生之后，证券价格是上升还是下降；另一种为点位预测，目的是推断出事件发生之后证券所到达的点位。

1. 方向预测

方向预测的主要方法是符号检验法 (sign test)，目的是研究某证券对某类事件发生后的反应。

符号研究法的前提假设是，在没有任何事件发生时，价格变化向上或者向下的概率是相同的。这样的话，如果事件发生后，其证券价格出现一致的向上或者向下运动，则其驱动因素就来源于事件本身。如果符号检验法得到的结果具有统计显著的特征，则事件套利策略是

可行的。

将符号检验法运用于方向预测由 MacKinlay (1997) 提出, 假设检验为:

- 原假设, $H_0: P \leq 0.5$, 表示事件不能导致价格产生一致性的行为, 即价格一致的向某一方向运动的概率 P 小于或者等于 50%。
- 备择假设, $H_A: P > 0.5$, 表示事件确实导致所感兴趣证券的价格产生了一致性的影响, 证券价格一致性运动的概率大于 50%

定义 N 为事件总数, N^+ 表示所考虑证券价格有正收益的事件次数。考虑渐进统计量 $\theta > \Phi^{-1}(\alpha)$, 其中 $\theta = \left[\frac{N^+}{N} - 0.5 \right] \frac{\sqrt{N}}{0.5} \square N(0,1)$, 则可以在 $1-\alpha$ 的统计置信度下拒绝原假设, 认为证券价格会对事件产生一致反应。

2. 点位预测

点位预测研究量化的度量事件对股价的影响, 通常策略开发的步骤如下:

Step1 明确事件发生的日期, 时间, 以及确定超出预期部分的变化等。其中数据要具有足够高的频率, 事件前和事件后的交易信息要十分详尽。非预期部分可以用两种方式度量: 实际值和自回归预测值的差; 或者是实际值与万德等大型传媒数据服务商所给出的一致预期值之间的差异。

Step2 计算历史上信息公布前后, 收益率的变化情况, 进行统计分析。

Step3 计算信息发布的影响力。可以使用简单的线性回归方程进行估计

$$R_t = \alpha + \beta \Delta X_t + \varepsilon_t \quad (18)$$

其中 R_t 是信息发布前后的收益率时间序列数据； ΔX_t 是事件中未预期到的时间序列数据； ε_t 是误差项； α 是回归方程中的截距项，用于表示收益中不受未预期信息影响的部分； β 是事件发布对证券收益影响的影响因子。

在计算证券价格变化之前，首先要消除市场变化对股票的影响，下图给出了常见的一些方法。但现在最常使用的方法是市场模型的方法，由 Ball 和 Brown（1968）年提出，现在按照这种方法可以计算出具有统计显著性的投资机会：

$$R_t^\alpha = R_t - \hat{R}_t \quad (19)$$

其中 \hat{R}_t 是用市场模型依据历史数据估算出的股票超额收益率：

$$R_t = \alpha + \beta R_{m,t} + \varepsilon_t \quad (20)$$

三、高频统计套利模型

（一）统计套利

统计套利与 20 世纪九十年代开始盛行起来，有一批“火箭科学家”研发运作，创造了两位数的持续受益。2007 年之前，大量统计套利者利用统计套利方法创造的超额受益使得统计套利开始作为一门技术流行开来。但是在 2007-2008 年的金融危机中，统计套利者又损失惨重，甚至有人指出统计套利者是金融危机中市场不稳定的主要原因，也有人预言，统计套利已经无法再进行下去了。

统计套利的核心在于对历史数据，以及关联数据之间的数据挖掘。数据挖掘的第一步是对历史数据进行统计分析，从中寻找普遍的统计关系。这种统计关系需要存在于两种证券之间，或者同一证券的不同时期。在找到这样的统计关系之后，要通过统计分析得到这种统计关系的统计置信度，90%是统计套利者可以接受的低置信值。

在找到这样的统计关系之后就可以实施统计套利模型。其基本思想为：如果某一时期的统计关系被违反，那么它将会均值回归，回到它的历史均衡水平。统计套利者普遍认为这一思想源于 Fama 的有效市场假说。模型的实施策略是，在统计关系被打破时，按照均值回归方向建立头寸：如果均值回归发生，则盈利；如果统计关系更加失衡，则出发止损点，适时止损。

（二）高频统计套利建模

高频统计套利是统计套利的一部分，统计套利可以是低频的，找到不同证券以日或者是以周为单位的统计关系；也可以为高频的，就是以小时，甚至是以秒为单位的统计关系进行套利。

高频统计套利所建立的模型都是基于证券对之间的价差来进行的，同时所选证券要保证一定的流动性，使得高频交易实施过程中订单可以成交。所建立的两种证券的价差为

$$\Delta S_{ij,t} = S_{i,t} - S_{j,t}, t \in [1, T] \quad (21)$$

其中 T 是日观测数据总数，这个数字需要足够大。根据统计学中的中心极限定理，选定的交易频率中至少要包含 30 个观测数据。同

时，选择一个比较大的 T 也有助于使其统计推断结果具有很好的稳健性，建议选取 500 天的日观测数据。

对所选择的证券对进行比较，常用的比较方法有协整，或者是对每两个流动性证券的历史价差做极小化：

$$\min_{i,j} \sum_{t=1}^T (\Delta S_{ij,t})^2 \quad (22)$$

下一步是计算价差的基本统计量，以描述价差的统计特征：

价差的均值：

$$E[\Delta S_t] = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \Delta S_t \quad (23)$$

价差的方差：

$$\sigma[\Delta S_t] = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (\Delta S_t - E[\Delta S_t])^2 \quad (24)$$

利用价差的统计性质进行建模：

在 τ 时刻，若

$$\Delta S_\tau = S_{i,\tau} - S_{j,\tau} > E[\Delta S_\tau] + 2\sigma[\Delta S_\tau] \quad (25)$$

则卖出证券 i 同时买入证券 j。相反的，若

$$\Delta S_\tau = S_{i,\tau} - S_{j,\tau} < E[\Delta S_\tau] - 2\sigma[\Delta S_\tau] \quad (26)$$

进行相反的操作。

如同前文所述，如果均值回归发生，则盈利；如果统计关系更加失衡，则触发止损点，适时止损。

(三) 高频统计套利在股票中的应用

在高频统计套利在股票市场中的应用中，主要介绍三种策略：隶属于同一发行人的不同类别的股票套利、流动性套利和大对小信息溢出。

1. 隶属于同一发行人的不同类别的股票套利

考虑同一家公司所发行的两种普通股之间存在较稳定的统计关系是相对合理的。而在同一家公司所发行的普通股一般有两个不同点：表决权和发行股数。

表 3 2009 年 1 月 6 日纽约证券交易所交易的双类别股票的收盘价和日成交量

Company Name	Ticker Class A	Class A Close	Class A Volume (MM Shares)	Ticker Class B	Class B Close	Class B Volume (MM Shares)
Blockbuster, Inc.	BBI	1.59	2.947	BBI-B	0.88	0.423
Chipotle	CMG	60.38	0.659	CMG-B	55.87	0.156
Forest City Entertainment	FCE-A	8.49	1.573	FCE-B	8.41	0.008
Greif, Inc.	GEF	35.42	0.378	GEF-B	35.15	0.016
John Wiley & Sons	JW-A	36.82	0.237	JW-B	36.63	0.005
K V Pharma	KV-A	3.68	0.973	KV-B	3.78	0.007
Lennar Corp.	LEN	11.17	8.743	LEN-B	8.5	0.074
Moog, Inc.	MOG-A	37.52	0.242	MOG-B	37.9	0.000

资料来源：纽约证券交易所

“表决权溢价”现象在绝大多数国家都存在。所谓表决权溢价，就是指具有较高级别表决权的股票一般比只具有较低级别表决权或者是没有表决权的股票价值更高，赋予股票更广泛的表决权使得股东可以对公司的发展方向施加一定程度的影响力 (Hornor, 1988; Smith and Amoako-Adu, 1995)。越大的流通数量带来的流动性越好，而投

资者赋予流动性更好的股票以更高的价格。(Amihud 和 Mendelson, 1986, 1989; Amihud, 2002 等)。

基于隶属于同一发行人的不同类别的股票的理論特点, 在制定投资策略时的主要思路为: 在正常情况下价格范围扩大到平均每日价格范围两倍标准差以外, 那么可以认为价差会在几个小时内回归。但这种套利策略有自己的局限性: 首先, 有两种不同的股票, 均在开放市场中上市的上市公司数目很有限; 其次, 流动性较差股票的日成交量相对较小, 这在某种程度上限制了高频交易的实施。

2. 流动性套利

如果一种证券的流动性较差, 势必会给投资者在交易中带来不便, 因为这至少会对交易者在交易中对头寸的控制带来难度, 从而增加了投资者的风险, 所以流动性较差的股票会对交易者给与一定的补偿。

Pastor 和 Stambaugh (2003) 发现如果股票的收益更多地暴露在整个市场的流动性变化之下, 那么他们的收益率就会高于那些与市场流动性无关的股票。为了测量证券 i 对市场流动性的敏感度, Pastor 和 Stambaugh 提出了度量值 γ , 用下式估计

$$r_{i,t+1}^e = \theta + \beta r_{i,t+1} + \gamma \text{sign}(r_{i,t}^e) \Delta v_{i,t} + \tau_{t+1} \quad (27)$$

其中 $r_{i,t}$ 是股票在 t 时刻的收益率; $v_{i,t}$ 是 t 时刻成交量数据; $r_{i,t}^e$ 是股票 i 在 t 时刻超出市场收益率的部分。超额收益率的符号代表了 t 时刻交易委托单流的方向。公式中加入了收益率的前一期数据, 为了

反映金融资产数据中常见的一阶自相关现象。

3. 大小信息溢出

不同的交易所对“大盘股”和“小盘股”的规模划分不同，如上海证券交易所对大小盘股就没有明确的划分，通常发行在外的流通股份数额较大的上市公司股票就成为“大盘股”，反之就称作“小盘股”。在资本市场中，大小盘股在表现上有很多差异，而基于这些差异就可以形成投资者的投资策略。

小盘股对新闻的反应明显慢于大盘股。Lo 和 MacKinlay (1990) 发现小盘股的收益率跟随大盘股收益率的变化而变化，对此的解释是大盘股的交易更加活跃，这样信息反应到大盘股股价的速度也更快，而小盘股就相对较慢。

进一步分析这种现象，交易小盘股的机构投资者相对较少，而其机构交易者才是反应市场信息的主要力量。而小盘股对机构交易者吸引较小的一个因素可能是不同国家对机构持有一只股票超过一定的份额就要向有关监管部门报告。这就使得机构在投资小盘股时会有所顾虑，而中小投资者在投资过程中处于信息劣势方，故小盘股反应信息的速度较慢。

建立在小盘股这种流动性低下，反应信息效率低基础上的交易策略由 Llorente、Michaely、Saar 和 Wang (2002) 提出。四位学者研究了交易成交量中所蕴涵的信息，他们发现流动性较差的股票在高成交量后会呈现出一定的趋势性；而流动性较好的股

票在高成交量后反而显示出一定的反转性。在此基础上可以制定交易策略。可以基于大小盘股收益率的滞后收益率之间的相关性，或是基于前一时期的大小盘股的成交量记录来买卖小盘股股票。

四、高频交易策略评估

高频交易的基础是其策略模型，一个重要的问题是如何评估不同的高频交易策略的表现。

传统的平均收益、标准差等方法可以描述出单个交易策略的表现，但无法进行两个或者多个策略的比较。Sharp (1966) 提出了夏普比率的概念 $SR = \frac{E[r] - r_f}{\sigma[r]}$ 提供了一种比较的方法，这一方法在收益

服从正态分布时是充分的。而对于高频交易策略而言，夏普比率定义为 $SR = \frac{E[r]}{\sigma[r]}$ 其中不存在无风险项 r_f 。夏普比率将均值、方差等整合在

一起，来度量不同交易策略之间的表现，其中涵盖了三个标准平均收益、标准差和资金成本，由于高频交易中不存在资金通过投资于无风险资产所获得收益，故不存在资金成本一项。与夏普比率类似的方法还有詹森指数 (Jensen's alpha) 和特雷诺指数 (Treynor ratio) 等。

夏普比率的一个缺点是没有考虑到极端收益情况下的尾部风险。所以夏普比率的一个自然延伸就是把风险的度量标准从标准差转换成基于最大回撤的方法，抓住交易策略的尾部风险特征。这一类型的方法有 Calmar ratio、Sterling ratio、Burke ratio。

对于夏普比率的质疑还产生于其在度量波动性时只考虑了正收

益，而人们普遍认为在不同的交易策略进行比较时只有负收益才是有意义的。由此产生了一系列的“希腊”比率，这些比率在扩展夏普比率时使用负收益对收益波动性进行度量，所使用的统计量是下偏矩（lower partial moments, LPMs），其计算方法与一般的矩（如均值、标准差、偏度和峰度等）大体一致，只是用某个特定的基准收益率代替均值。这种方法有一阶下偏矩（Omega ratio）、二阶下偏矩（Sortino ratio）、三阶下偏矩（Kappa3 ratio）。

表 4 高频交易策略评估指标

指 标	公 式
夏普比率（1966）	$SR = \frac{E[r] - r_f}{\sigma[r]}$ <p>其中</p> $E[r] = \frac{r_1 + r_2 + \dots + r_T}{T}$ $\sigma[r] = \sqrt{\frac{(r_1 - E[r])^2 + \dots + (r_T - E[r])^2}{T - 1}}$ <p>在高频交易策略下的夏普比率为 $SR = \frac{E[r]}{\sigma[r]}$</p>
特雷诺指数（1965）	$Treydor_i = \frac{E[r_i] - r_f}{\beta_i}$
詹森指数（1968）	$\alpha_i = E[r_i] - r_f - \beta_i(r_M - r_f)$ <p>其中 r_M 是市场收益率</p>
Omega（2002）	$\Omega_i = \frac{E[r_i] - \tau}{LPM_{1i}(\tau)} + 1$
Sortino 比率（1991）	$Sortino_i = \frac{E[r_i] - \tau}{(LPM_{2i}(\tau))^{1/2}}$
Kappa 3（2004）	$K3_i = \frac{E[r_i] - \tau}{(LPM_{3i}(\tau))^{1/3}}$
上行空间比率（1999）	$UPR_i = \frac{HPM_{1i}(\tau)}{(LPM_{2i}(\tau))^{1/2}}$ <p>其中，HPM 为上偏矩</p> $HPM_{1i}(\tau) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \max[r_{it} - \tau, 0]$

Calmar 比率 (1991)	$Calmar_i = \frac{E[r_i] - r_f}{-MD_{i1}}$, 其中, MD 是最大回撤
Sterling 比率 (1996)	$Sterling_i = \frac{E[r_i] - r_f}{-\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N MD_{ij}}$
Burke 比率 (1994)	$Burke_i = \frac{E[r_i] - r_f}{[\sum_{k=1}^N (MD_{ij})^2]^{1/2}}$
风险价值上的超额收益 (2000)	$VaR = \frac{E[r_i] - r_f}{VaR_i}$
条件夏普比率 (2004)	$ConditionalSharpe = \frac{E[r_i] - r_f}{CVaR_i}$, 其中, $CVaR_i = E[-r_{it} | r_{it} \leq -VaR_i]$
修正的夏普比率 (2003)	$ModifiedSharpe = \frac{E[r_i] - r_f}{MVaR_i}$, 其中, $MVaR_i = -(E[r_i] + \sigma_i(Z_\alpha + (Z_\alpha^2 - 1)S_i) / 6 + (Z_\alpha^3 - 3Z_\alpha)EK_i / 24 - (2Z_\alpha^3 - 5Z_\alpha)S_i^2 / 36)$

资料来源: 基于 Aldridge (2009) 以及作者整理

风险价值度量 (VaR) 方法也获得广泛使用, 这种方法将一定统计意义下的尾部风险转换成了一个具体的数值, 在实践中较为方便和直观。

但在众多指标中, 如何选择也是一个问题。但大体上通过不同指标对策略的评估排名是一致的。Eling 和 Schuhmacher (2007) 用 13 种不同的指标对对冲基金的表现进行了评估, 发现对现在的基金进行评估, 夏普比率足可以满足要求。

第四章 中国发展高频交易的实证分析

——基于沪深 300 股指期货和沪深 300 指数视角

中国证券市场发展高频交易面临成本、制度和法规的制约。我们拟从交易量的角度观察股指期货推出前后沪深 300 指数和沪深 300 股指期货的交易频率分布曲线，分析市场中高频交易者可能的交易状况。然后，从交易价格的角度，对沪深 300 股指期货可能存在的高频交易进行实证分析。

一、沪深 300 指数和股指期货交易频率的实证分析

对于交易者交易习惯，尤其是交易频率的研究可以借鉴信号处理领域的时频域转换的办法，得到更为精确的交易频率分布曲线。FFT 算法（快速傅里叶变换）是实现时域到频域转换的一种高效算法。

对中国 A 股市场高频交易者交易频率的研究，我们首先通过分析沪深 300 股指交易量的时间分布来初步观察交易者的交易习惯，之后将离散分布的交易量时间序列，通过 FFT 变换转变为频域信号，以进一步观察交易者的交易频率，以及在近几年的变化趋势，从而分析市场中高频交易者的交易状况。

为了进行对比，我们进一步研究沪深 300 股指期货的交易量时域分布和频域分布，并将股指期货推出前后的沪深 300 指数交易量分布变化做一对比，以从交易量的角度审视股指期货的推出对于我国 A 股市场的交易者交易频率的影响。

所选数据取自上海证券交易所沪深 300 股指 2008 年 1 月 1 日至 2012

年10月12日分钟交易量，中金所沪深300指数期货2010年4月16日至2012年10月12日分钟交易量。在研究过程中，以年度为分隔研究交易量的变化情况。

（一）沪深 300 指数交易量时间序列

基于MATLAB软件，我们画出了2007年至2012年沪深300指数的日内交易量分布图。图11中横坐标为交易时间，从9:30至11:30，13:00至15:00，为连续竞价交易阶段，时间间隔为1分钟；纵坐标为分钟交易量的年度均值，取当年内每个交易日对应交易时间的交易量求算数平均。

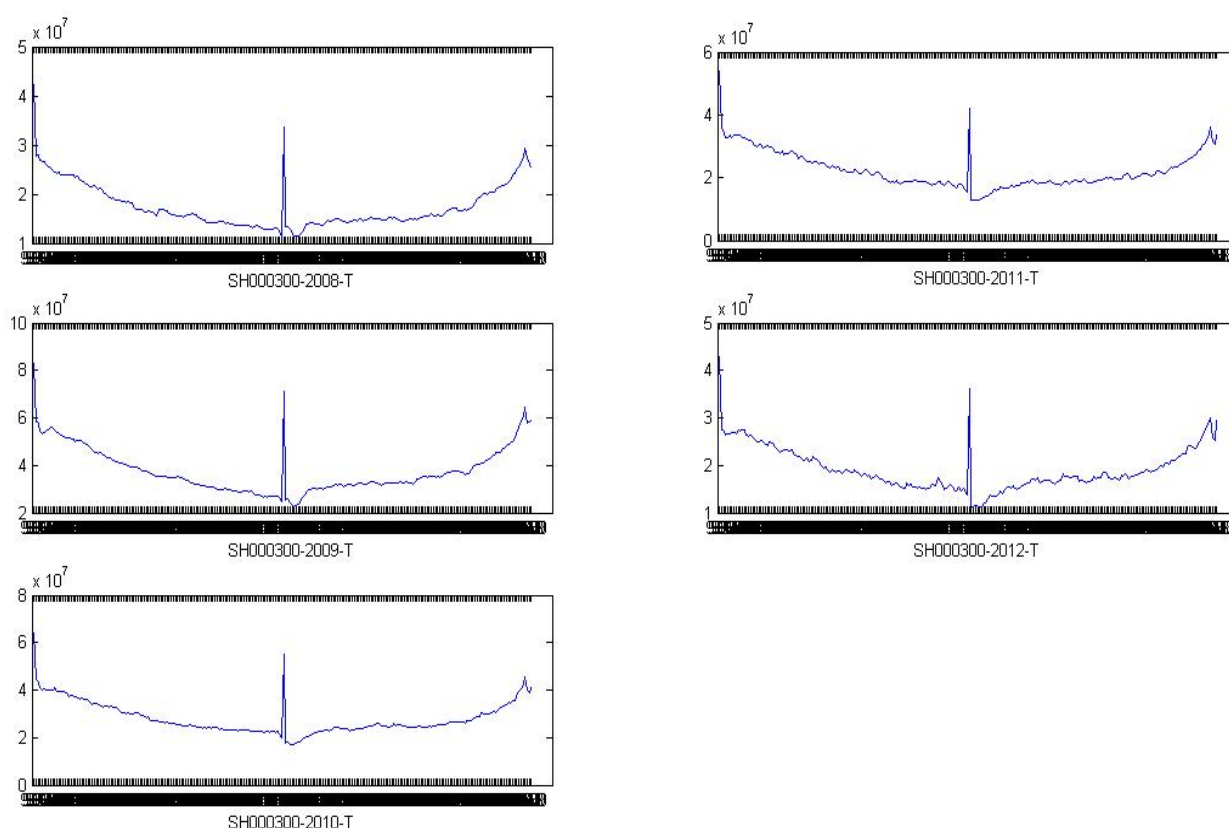


图 3 2007 年至 2012 年沪深 300 指数的日内交易量分布

从图11中可以看出，年度平均后的日内交易量分布呈现早开盘

高、晚收盘高，上午收盘时低的形态，值得注意的是下午开盘第一分钟13:01时，出现交易量尖峰。下面将图11局部放大，观察交易量波动形态。

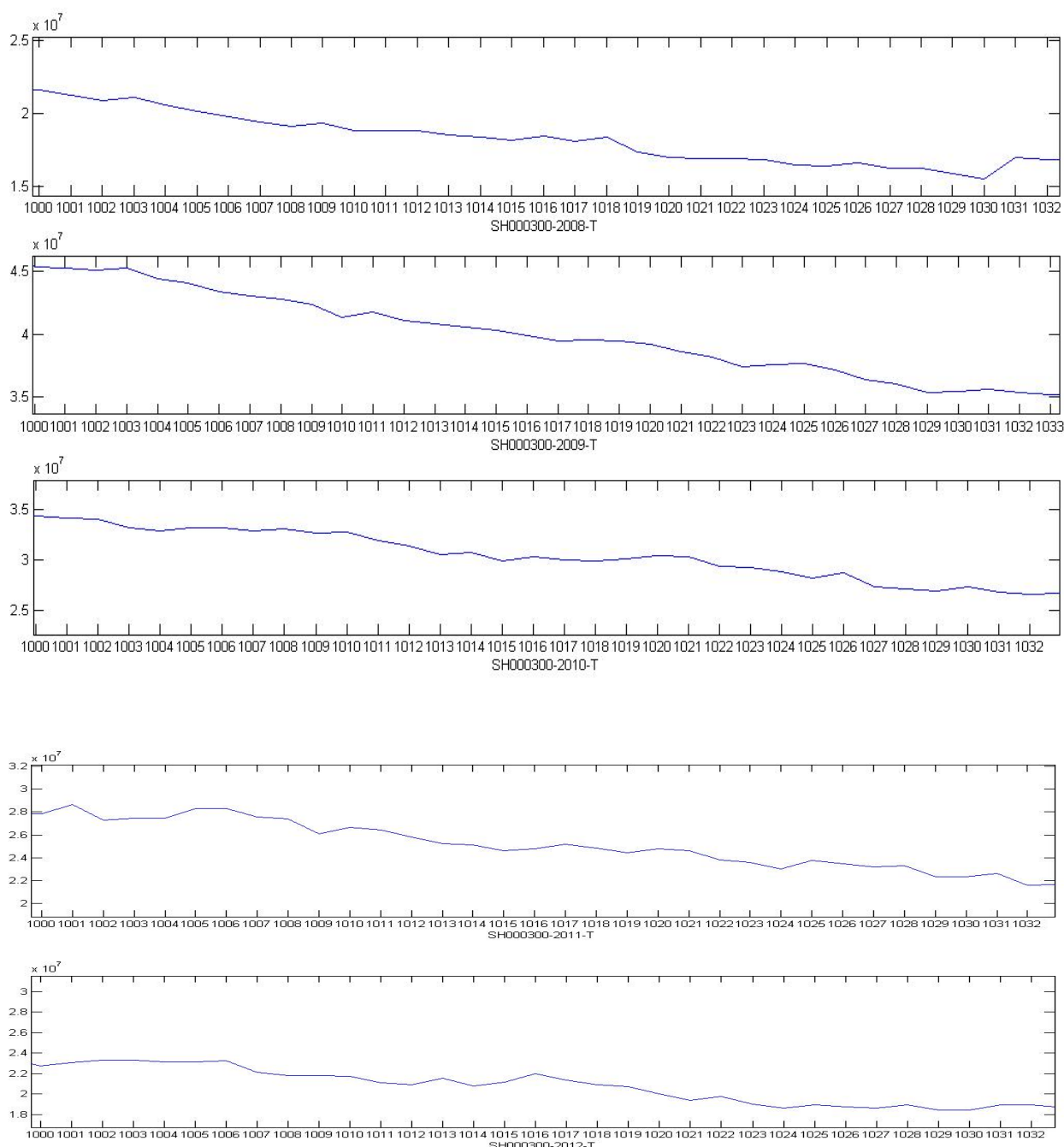


图 4 2007 年至 2012 年每日 10:00 至 10:30 沪深 300 指数交易量分布
 截取10:00至10:30的时间窗口，观察交易量形态，可以看出
 2008-2010年均分钟交易量波动平缓，2011-2012年均分钟交易量略有

波动，但没有显著规律。

（二）沪深 300 股指期货交易量时间序列

基于MATLAB软件，我们画出了2010年至2012年沪深300股指期货的日内交易量分布图。图13中横坐标为交易时间，从9:15至 11:30，13:00至15:15，时间间隔为1分钟；纵坐标为分钟交易量的年度均值，取当年内每个交易日对应交易时间的交易量求算数平均。

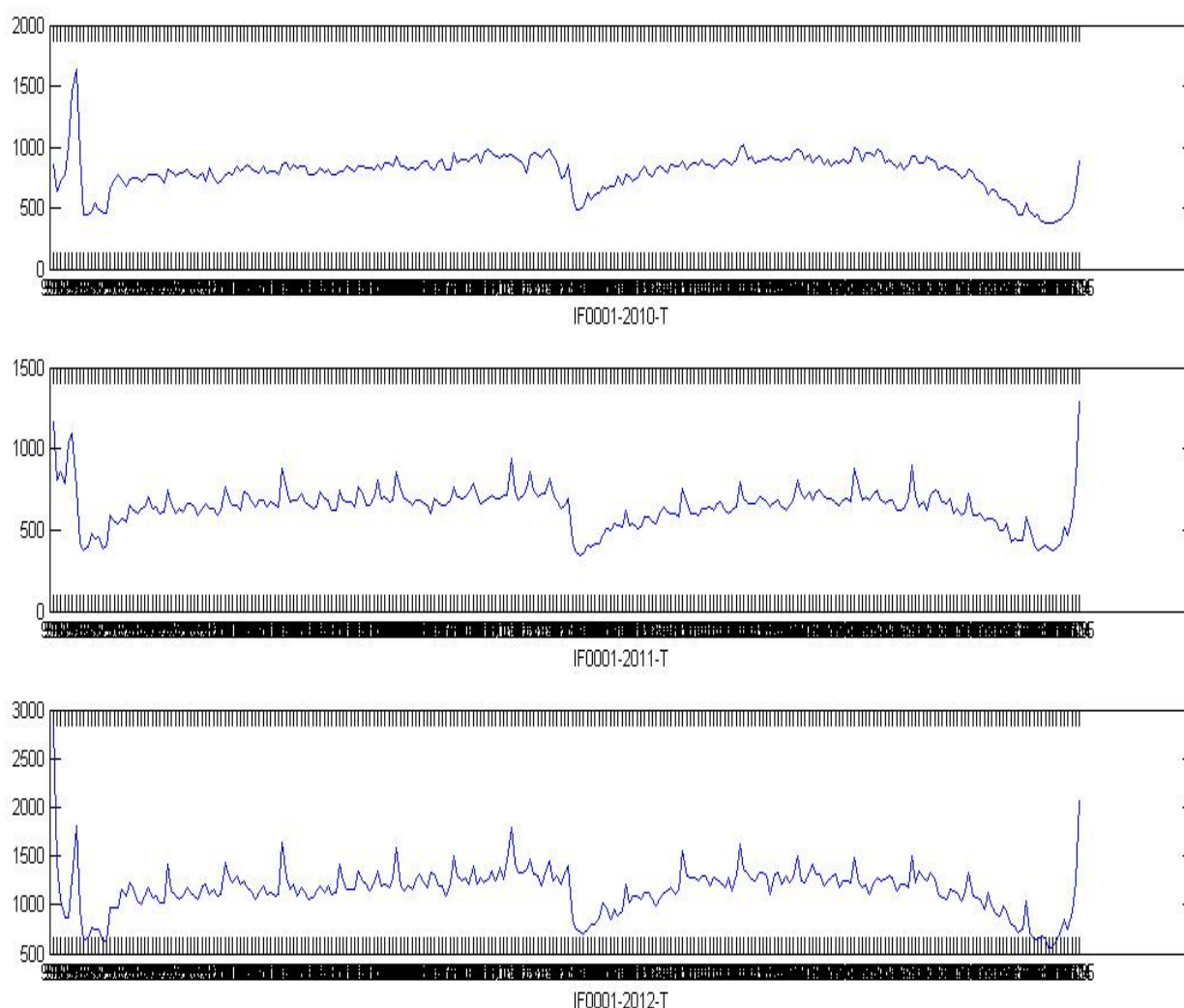


图 5 2010 年至 2012 年沪深 300 股指期货的日内交易量分布

从图13中我们可以看出，2011年和2012年，交易量呈现锯齿状波

动，波动间隔较为规律。2012年相比2011年分钟交易量有所提升，2012年每分钟交易量在1000手以上，体现了股指期货在2012年之后，市场参与热度的提升。

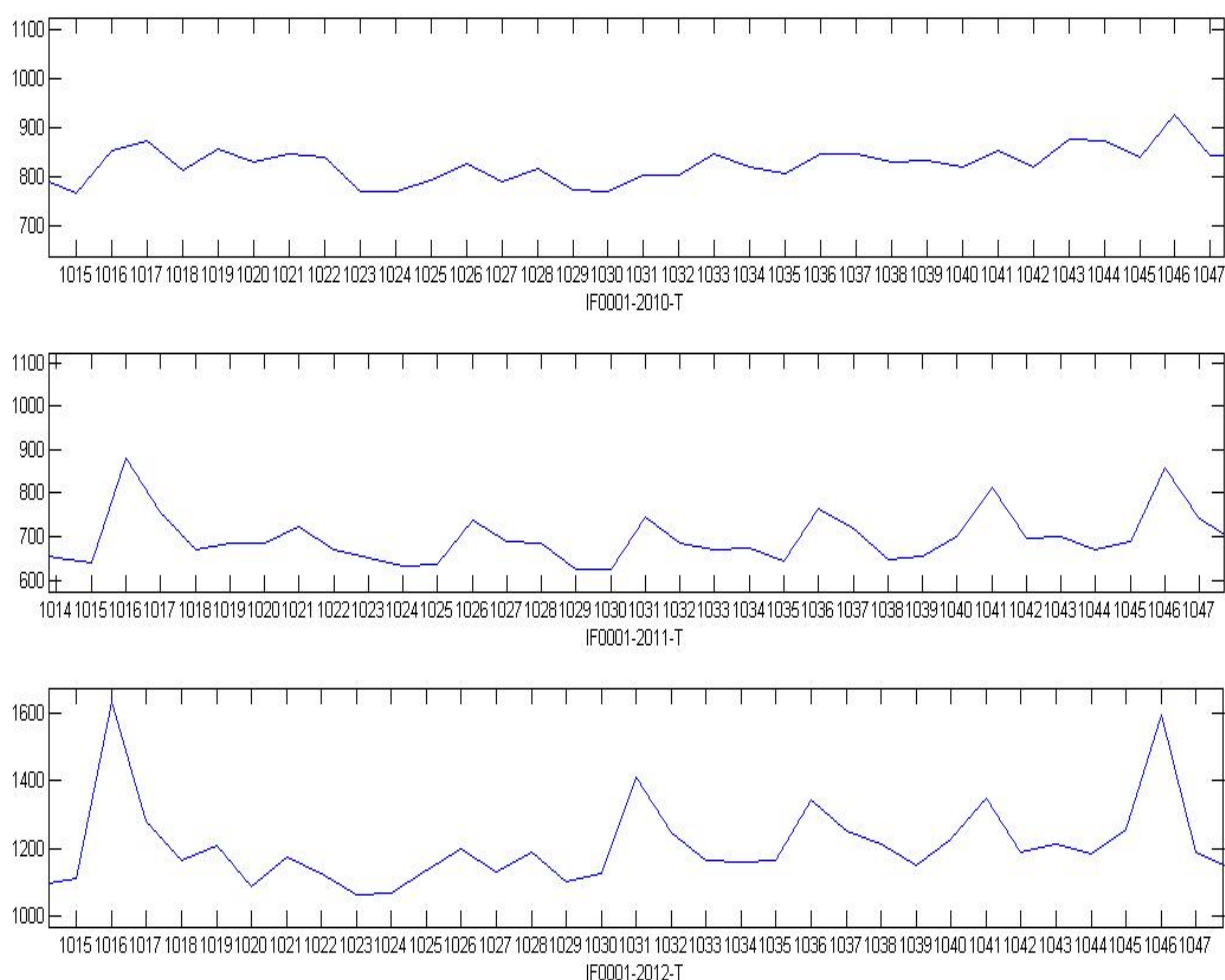


图 6 2010 年至 2012 年每日 10:15 至 10:47 沪深 300 股指期货交易量分布

截取10:15至10:47的时间窗口，可以看到2010年至2012年交易量波动规律的变化情况：2010年交易量分布均匀，没有明显的峰值，不同时刻交易量最大差值在100手左右。2011年和2012年出现明显的交易量峰值，不同时刻交易量最大差值将近200手，并且呈现周期性波

动，波动周期为5分钟，峰值出现在10:16, 10:21, 10:26, 10:31, 10:36, 10:41, 推测市场交易者在五分钟K线出现后，会有较大的交易动作。观察2012年交易量分布图还可以看出，相比2011年交易量峰值有较大提升，并且10:16, 10:31, 10:46分的交易峰值更高，在1300手以上，这三个时点是5分钟和15分钟K线交叠出现的时刻，推测有更多的交易者依据K线形态进行交易。

（三）沪深 300 指数交易量 FFT 分析

基于分钟交易量数据，我们运用MATLAB软件进行FFT转换，试图观察不同交易频率下的交易者数量。

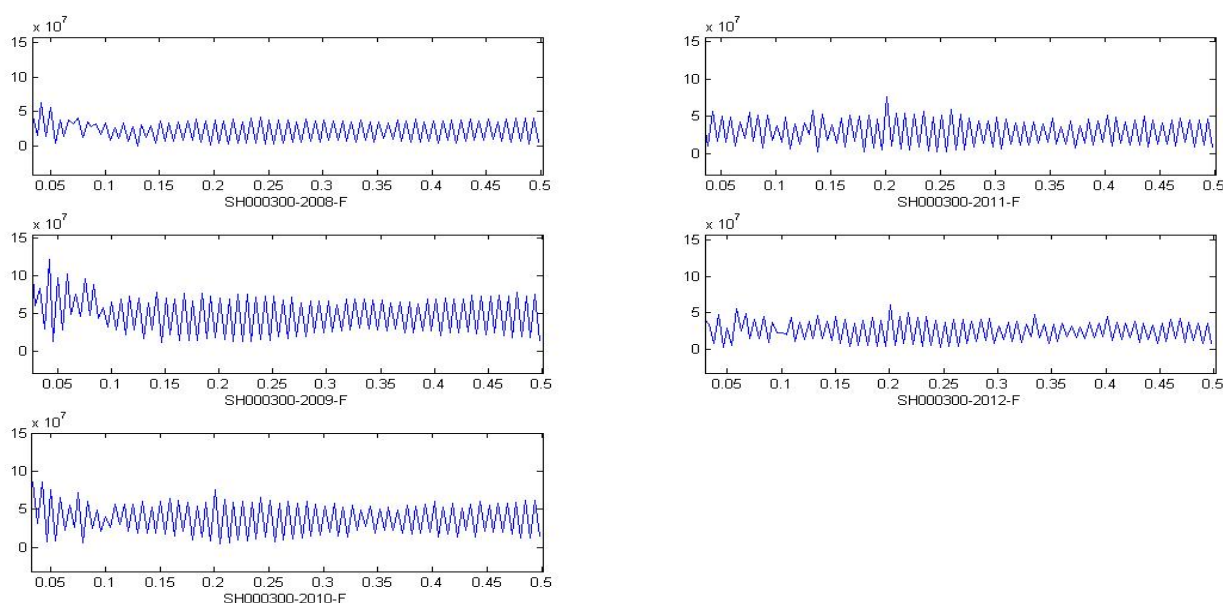


图 7 2010 年至 2012 年沪深 300 指数的交易频率

图15横坐标代表交易频率，为分钟交易次数，其倒数代表交易周期，如0.1代表以10分钟为周期的交易，0.2代表以5分钟为周期的交易；纵坐标代表交易量强度，数值越大表示该频率下的交易量越大。因为原始数据的采样频率为1分钟，所以这里最大可以观测到频率为

每分钟0.5次的交易情况。

从图15中我们可以看出，2008年-2009年，整体而言各个频率的交易量能分布均匀；2010年-2012年，这三年中5分钟交易周期下（即横坐标0.2处），出现峰值。放大图15可以看到更清晰的结果。

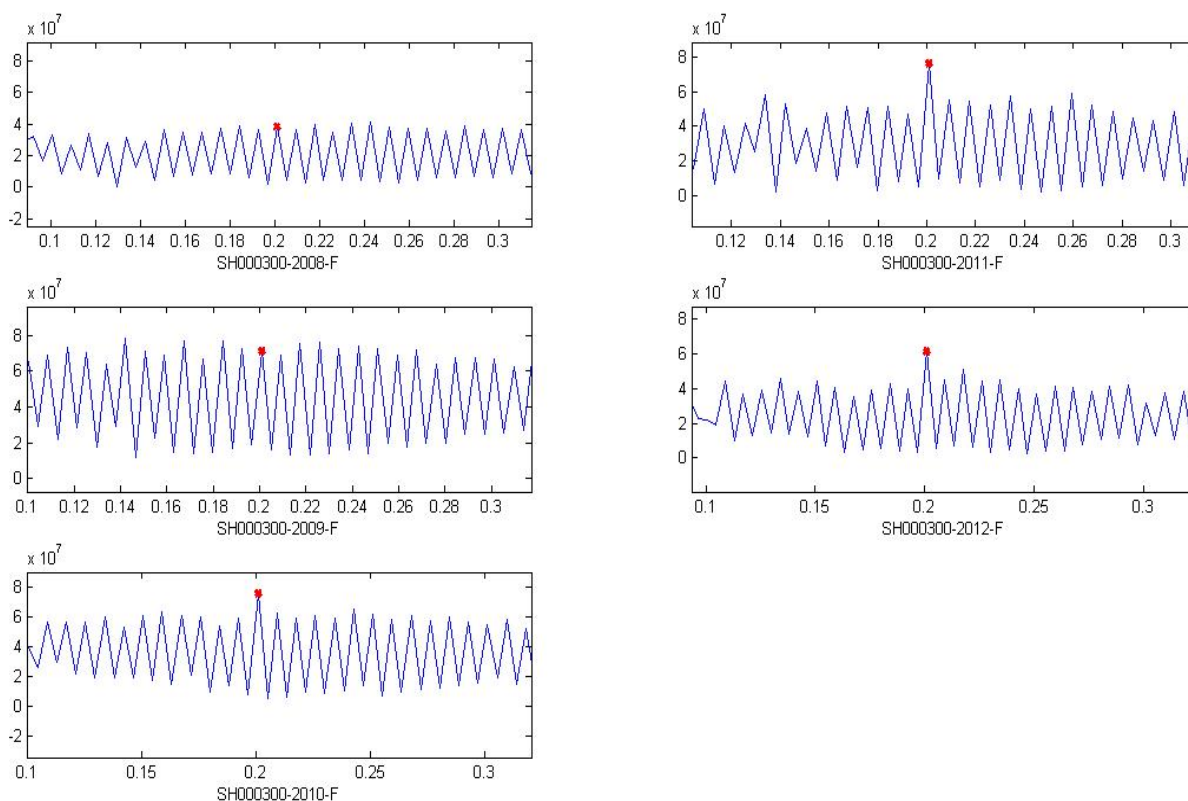


图 8 2010 年至 2012 年沪深 300 指数的交易频率比较

红点所标处为五分钟为周期的交易量能。可以看到，2008年、2009年，以五分钟为周期的交易量与其他频率的交易量并没有显著差异；2010年-2012年，以5分钟为周期的交易量相比其他频率的交易量更大，出现明显峰值。推测市场中有更多交易者以五分钟为周期进行交易。

（四）沪深 300 股指期货交易量 FFT 分析

基于分钟交易量数据，我们运用MATLAB软件进行FFT转换，试图观察股指期货市场不同交易频率下的交易者数量，并分析期货市场与现货市场的交易者交易状况异同。

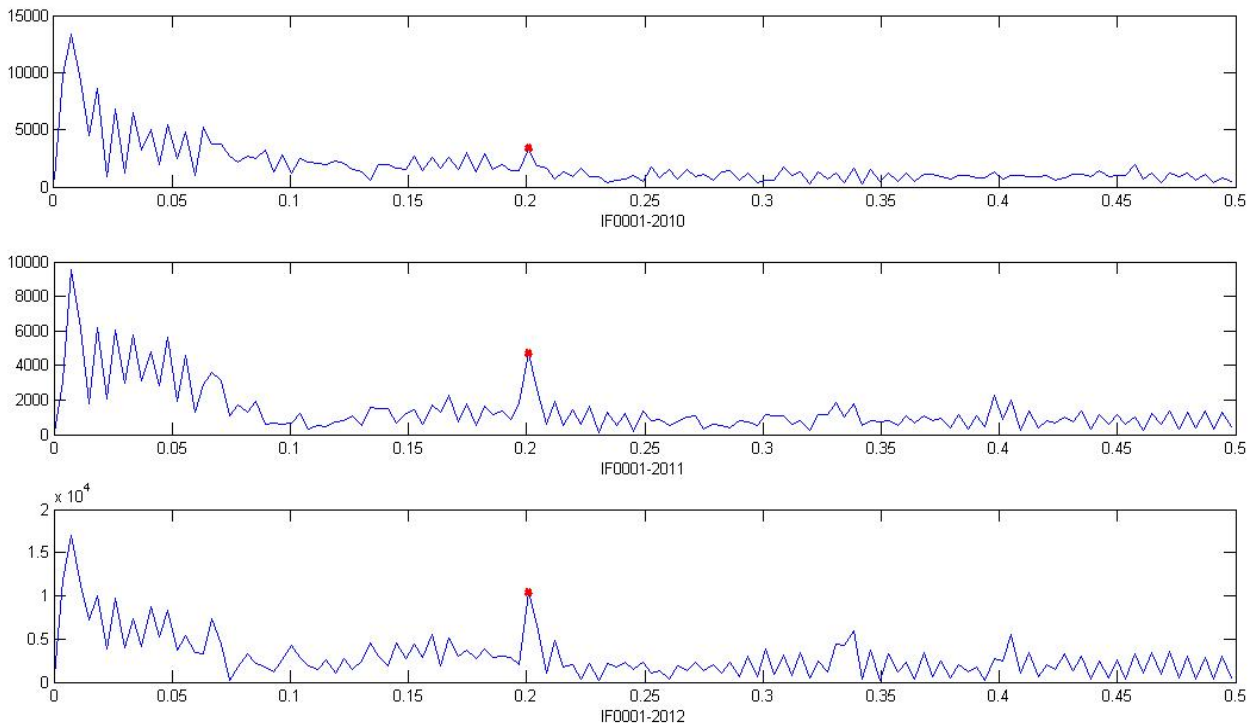


图 9 2010 年至 2012 年沪深 300 股指期货交易量频域分析

图17为2010年至2012年股指期货交易量频域分析。横坐标代表交易频率，为分钟交易次数，其倒数代表交易周期，纵坐标代表交易量强度。鉴于原始数据的采样频率为1分钟，这里最大可以观测到频率为每分钟0.5次的交易情况。

从图17中我们可以看出，2011年、2012年5分钟交易周期下（横坐标0.2处），出现明显峰值；3分钟交易周期下（横坐标0.33处），2012年出现峰值。可见股指期货市场有更多交易者采取5分钟的交易

频率进行操作，可能与大多市场参与者参照5分钟K线图进行交易有关，频域分析的结果也印证了前面时域分析的推断。

（五）小结

上面我们分别从时域和频域对沪深300指数以及股指期货的交易量进行了分析，试图探求交易者的交易频率和目前市场当中的高频交易占比。

从分析结果我们可以定性的看出，股指期货从2010年正式交易至今，以5分钟为周期的交易量显著多于其他频率的交易量，并且在2011年、2012年相比成立之初的2010年更为显著，体现了期货市场更多参与者快进快出的交易模式。5分钟为周期的交易量较大也可能和期货市场参与者交易策略相关，买入卖出信号基于5分钟K线形态，尤其是程序化交易大多基于K线形态触发下单。

从沪深300指数交易量的分析中我们可以看出，A股市场的高频交易还不显著，各个频率的交易量占比较为均匀。但从频域图中，我们还可以看出2010年、2011年、2012年的5分钟周期的交易相比其他频率的交易更为显著，而这一现象在2008年、2009年是没的。我们推测，这种情况一方面与市场参与者近几年交易模式的变化有关，另一方面可能和股指期货的推出有关，市场参与者可以基于期货市场和现货市场实现更为灵活的交易策略。

二、沪深 300 股指期货高频交易实证模拟分析

接下来，我们从交易价格的角度，对沪深300股指期货可能存在

的高频交易进行实证模拟分析。所选数据取自中金所沪深300指数期货2010年4月16日至2012年11月29日主力合约分钟交易价格。实证分析工具为MATLAB软件。

(一) 沪深 300 股指期货不同频率下的回报率分析

高频数据在某些统计上的表现与传统低频数据有较大区别，它为投资者开拓了一个新的探索研究的方向。

一般而言，价格回报率是研究分析的主要对象。回报率通常由连续两笔价格的变化除以第一笔价格获得，但学术研究学者则认为对数回报率更能体现价格回报的分布特性，因此我们这里的回报计算采取对数回报的方法。已实现波动率（RV）的计算过程如图 18 所示。

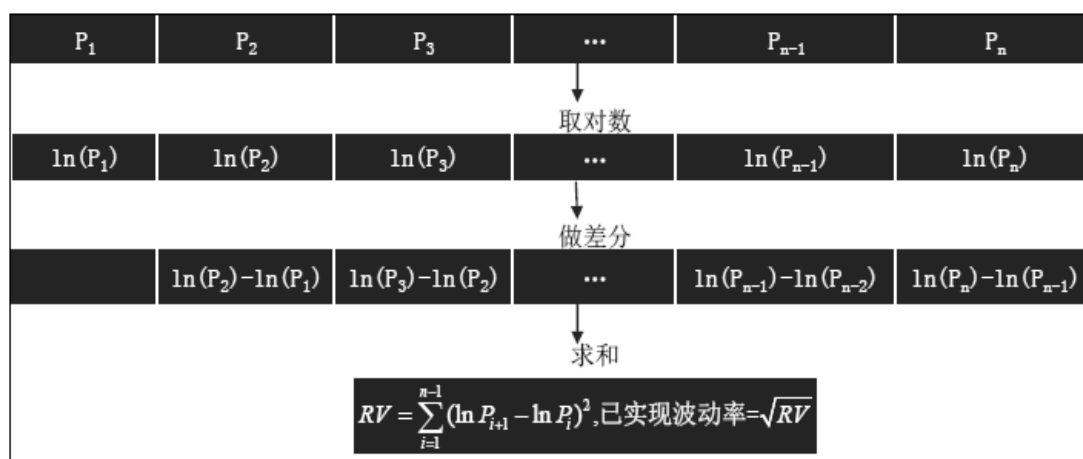


图 18 已实现波动率（RV）的计算过程

表 5 给出了样本内分笔数据以及以 1 分钟、5 分钟、10 分钟为观测间隔的对数回报率统计值。从表 5 中我们可以看出价格回报率的几个特点：

- ① 当观测频率较高时回报率分布平均值和中位数都趋向于零，也就是说期指价格收益率在短期波动分布的均值可近似取零。

② 当观测频率越高时回报率分布的偏度越小，正负极值的绝对数越相互接近，即回报的对称性在较高频率数据中得到满足。

③ 当观测频率越高时回报率分布的峰度越大，即频率越高回报率出现厚尾的机率越大。

表 5 2010 年 4 月-2012 年 11 月沪深 300 股指期货已实现波动率统计值

	最小值	中位数	平均值	最大值	标准差	偏度	峰度
一分钟	-0.028	0	-0.000	0.026	0.001	0.066	69.81
五分钟	-0.027	-0.0001	-0.000	0.025	0.002	0.319	20.94
十分钟	-0.026	-0.0001	-0.000	0.025	0.003	0.271	13.48

④ 方差作为价格波动率的估计，并不存在随观测时间间隔的线性增长。显示当观测间隔增加时，观测周期内存在价格变动的自相关性。

虽然已实现波动率有效利用了高频数据的信息量，但由于价格变化的非连续性、对信息反应的延迟性等市场微观结构噪音，我们在市场上观测到的价格可分解为真实的内在价格加上噪音项。当日内高频的数据量非常大、价格观测的间隔非常小时，市场噪音成为影响价格变化的主要因素，此时已实现波动率（RV）已经不是真实价格波动率的估计，反而成为噪音波动率的估计。根据理论研究，已实现波动率近似等于 2 倍样本量的噪音波动率，即 $RV \approx 2n\sigma_{\text{噪音}}^2$ 则有 $\log(RV) \approx \ln(n) + \ln(2\sigma_{\text{噪音}}^2)$ ，其中 n 为样本量、 σ^2 噪音为噪音波动率。图 19、20 显示了每隔一分钟的已实现波动率（年化）与样本量的关系以及每隔五分钟的已实现波动率（年化）与样本量的关系。由

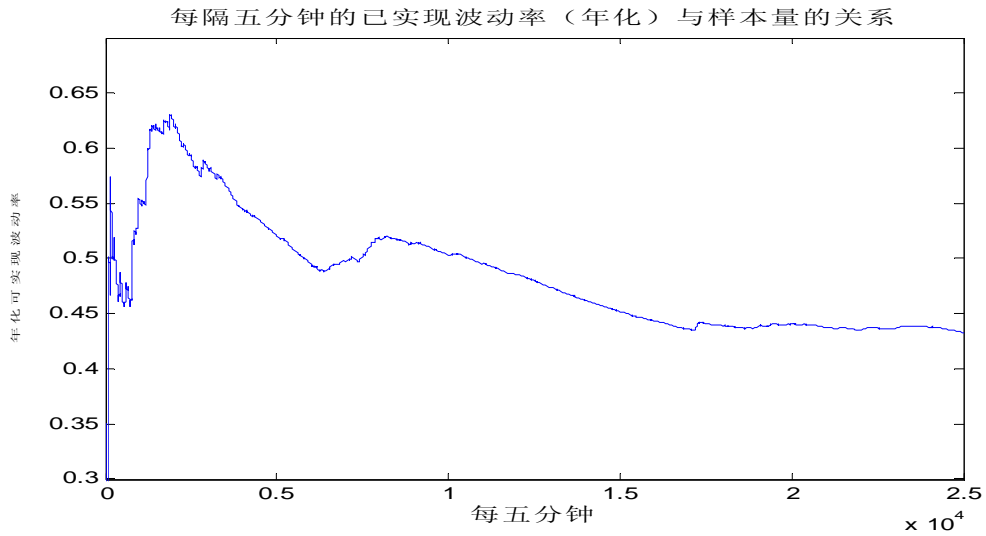


图 19 每 5 分钟的已实现波动率（年化）与样本量的关系

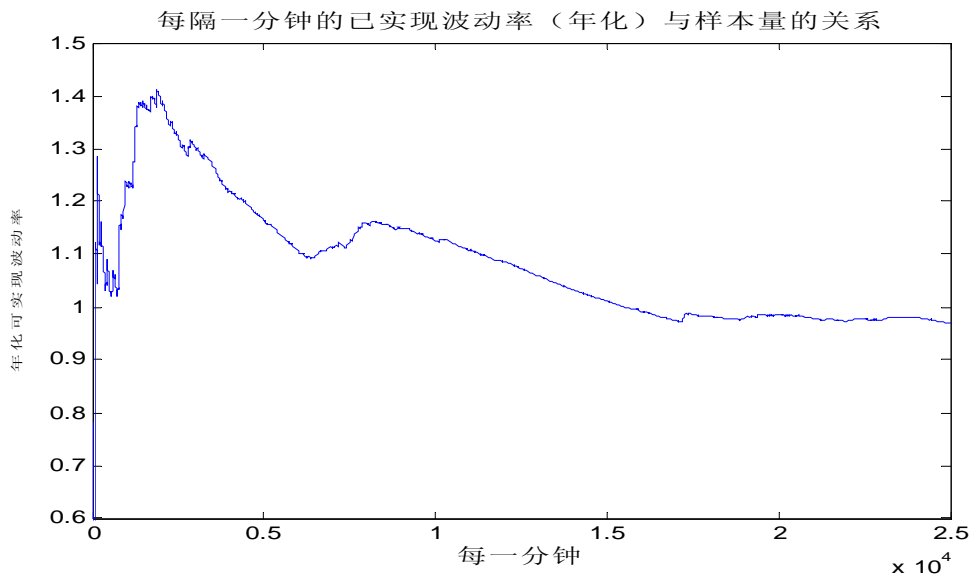


图 20 每 1 分钟的已实现波动率（年化）与样本量的关系

此可知，当观测间隔很小时，已实现波动率（RV）很大，成为噪音波动的估计；当观测间隔增长时，已实现波动率（RV）则慢慢下降。

（二）沪深 300 股指期货高频交易机会的实证分析

1、交易策略

首先，我们根据每笔交易价格与交易前报价的关系确定此笔交易

的触发方向，即买方触发还是卖方触发。如价格与买一接近，则此单被定为卖单触发；如价格与卖一接近，则被定为买单触发。如价格与买一和卖一距离相等，则不确认这单的触发方向。

其次，我们比较成交单量与报价单量的关系。如成交单量比买一和卖一的报价单量都大的时候，我们认为初步信号确立，期指市场有可能遵循着此笔成交的触发方向进行变动。

最后，我们比较当前一分钟成交价与近10分钟成交价的算术平均值，如果成交价超平均值0.2点，且为买方触发并满足初步信号条件则买入信号确认；如果成交价低于平均值0.2点，且为卖方触发并满足初步信号条件则卖出信号确认。

在对信号的产生进行统计后发现，此类信号发生的频率过高，平均每日的换手率高达上千次。过多的信号将会造成频繁的交易，因此必须选用一些手段来降低信号产生的频率。由前述的测试发现，样本内信号发生后大约十分钟交易时，买卖信号的差异最为明显。因此我们认为信号合理的持续时间应该为十分钟交易，十分钟交易之内如无新的信号产生，交易应该结束。十分钟内如有新的信号产生，则新的信号将取代旧的信号，信号持续时间也将重新开始计算。即如果十分钟内出现了相同类型的信号，则持仓；如果出现相反的信号，则先平仓再进行反向操作。根据修改后的信号，我们对样本再次进行模拟测试，查看作为交易信号时，策略的获利情况。

2、实证模拟结果

根据上述策略,利用沪深 300 股指期货 2010 年 4 月 16 日至 2012 年 11 月 29 日主力合约 639 个交易日的 1 分钟交易价格进行模拟,交易信号盈利统计结果如表 6 所示。

表 6 沪深 300 股指期货高频交易信号盈利统计

	交易次数	盈利次数	盈利概率
多头	12867	7651	0.596
空头	12829	9361	0.727
总数	25696	17012	0.662
总收益=5892200 (点)			

表 6 显示,基于前述策略,在上述交易区间内,多头的盈利概率为 59.6%,空头的盈利概率为 72.7%,日均出现交易信号约 40 次,总收益达 5892200 点。

三、中国发展高频交易的制约因素分析

对于高频交易,中国现行的某些制度会限制它的发展,并且因为高频交易给市场带来的超高流动性引发的波动以及高频交易的复杂性和高收益性使得其在中国的发展面临着诸多限制。

(一) T+1 交易制度

我国股票市场采用的是 T+1 的交易制度,而高频交易的操作需要日内的大量交易。T+1 交易机制无疑会带给高频交易者极大的阻碍,高频交易的宗旨就是抓住众多股票或期权的瞬时价格差异并从中套利。如果只能顺应 T+1 制度,高频交易者只有通过判断单个股票或期

权的价格走势，选择在前一天大量买入，等到第二天再卖出。

（二）缺乏做市商制度

我国并没有做市商制度，高频交易商不太可能从做市商处取得提前获取信息的特权，也无法做市商处获得足够的流动性。于是，目前投资者不能基于存货模型、信息模型等市场微观结构策略模型开展高频交易。

（三）交易成本高

中国股票市场的交易费用较其他国家更大，特别是股票交易存在单边成交金额0.1%的印花税。比较上证A股和美股，可以得出大致的判断：中国对成交金额总体收税，且是单边征税，美国只针对股息征税；证券监管费中国高于美国，过户费、佣金、委托费等也均高于美国，这在一定程度上限制了中国高频交易的发展。但是，证券交易所会对交易频繁的机构投资者一定的佣金优惠，于是也减少了高频交易者的交易成本。

（四）频繁挂单撤单不合法

高频交易通常以快速提交大量订单来探测市场上的价格信息，在获取信息后决定执行订单或者取消订单进行能够有利于自身的操作，通常只有2%的报价会被执行。在美国，这样的交易策略只要在监管部门要求的合理范围内，是被允许的。但在中国，当前的法规认定了频繁下达交易指令后又撤销的行为是违法的，属于扰乱证券市场、虚假交易的行为，这也就限制了高频交易的开展。

（五）股指期货的交易受限制

作为股票市场最主要的衍生品，股指期货自2010年4月16日推出以来其发展备受关注。中金所为限制市场的过度投机，限制投资者单边的持仓量和交易次数，因此在交易制度改革前，高频交易的实现会受到较大阻力。

第五章 高频交易的国际监管经验分析

从市场微观结构角度分析来看，高频交易已经成为证券交易领域价值创造链中的重要组成部分，甚至可以被视为证券交易的最高发展形式。高频交易可以促进交易所提高操作效率，帮助交易所更快更完全地处理信息。同时，高频交易可以为市场提供更多交易机会、促进价格发现以及增加流动性等。对于高频交易的监管，要在保留高频交易现有优点的基础上降低风险。

高频交易在美国业已发展得比较成熟，对高频交易的监管也一再被提及，我们将首先考察美国对于高频交易的监管情况，之后再考察其他国家的高频交易监管情况，从中汲取对于高频交易监管的经验。

一、美国

（一）熔断机制（Circuit Breaker）

所谓熔断机制，就是在期货交易中，当价格波幅触及所规定的点数时，交易随之暂停一段时间，或交易可以继续继续进行，但价格波幅不能超过规定点数之外的一种交易机制。由于这种情况与保险丝在过量电流通过时会熔断而使得电器受到保护类似，故被形象地称为熔断机制。

熔断机制起源于美国，它的每一次发展和完善都和几次大的股市波动息息相关。早于1982年的时候，美国的芝加哥商品交易所（CME）对标准普尔500指数期货合约实行过日交易价格为3%的价格限制，但这一规定在1983年就被废除。1987年股灾之后，美国商品期货交易委

员会（CFTC）与美国证券交易委员会（SEC）批准了纽交所（NYSE）和芝加哥商业交易所（CME）的熔断机制设定。

1997年10月27日，DJIA跌554.26点（跌幅为7.18%），“熔断机制”启动，这是“熔断机制”设立以来第一次启动。此次启动后，市场一致认为“熔断点”过于低，SEC和CFTC宣布于1998年4月后适用新的熔断规则。新规则为：（1）在下午2点以前，DJIA较基准值下跌10%，停盘1小时；在下午2点至2点30分之间，DJIA较基准值下跌10%，停盘1.5小时；在下午2点30分以后，DJIA较基准值下跌10%，不停盘；（2）在下午1点以前，DJIA较基准值下跌20%，停盘2小时；在下午1点至2点之间，DJIA较基准值下跌20%，停盘1小时；在下午2点以后，DJIA较基准值下跌20%，停盘至收盘；（3）任何时段，DJIA较基准值下跌30%，停盘至收盘。基准值由纽约证券交易所（NYSE）每季度初公布，其值由上季度最末一月DJIA收盘价加权平均所得。

“闪电崩盘”事件后，该规则的缺陷凸显出来，一是没有设立针对个股的限制措施，二是熔断点设置过高，没有起到很好的熔断保护作用。于是在原有针对指数设置熔断点的熔断机制的基础上，SEC在2010年6月10日宣布对S&P500指数成分股适用新的熔断机制，同年9月10日，SEC又宣布将熔断机制的适用范围扩大至Russell 1000指数的成份股和某些ETF中去。新“熔断机制”规定，如果证券价格变动超过5分钟前价格的10%，则该证券暂停交易5分钟。新熔断机制从2010年12月10日起施行。

（二）取消错单（Breaking Erroneous Trades）

取消错单是指交易执行结果存在如价格、数量、交易单位、证券代码等明显的错误，交易可以在交易双方的申请下或者交易所官员的裁定下予以撤销。正常市场环境下，取消错单的申请必须在交易执行完成30分钟内进行，交易所对于错单的处理应该在收到申请后30分钟内就要完成，特殊情况下不应超过第二天开市前。根据SEC的公告，错单的取消按照以下标准执行：

在熔断机制适用范围之内的，将基于股价的特定标准取消错单。股票价格在25美元或以下的，如果偏离熔断机制规定的触发价格10%以上的将被取消订单；股票价格在25至50美元的，如果偏离熔断机制规定的触发价格5%以上的将被取消订单；股票价格大于50美元的，如果偏离熔断机制规定的触发价格3%以上的将被取消订单。

不在熔断机制适用范围内的，交易所和FINRA (Financial Industry Regulatory Authority, 美国金融业监管局) 将根据涉及股票数来决定是否取消错单：涉及到5至20只股票的事件，如果偏离参考价格（典型的是取价格异动前的最后成交价格）10%以上的将被取消订单；涉及到20只股票以上的事件，如果偏离参照价格30%以上的将被取消订单。

（三）无成交意向报价（Stub Quotes）

根据SEC的文件，无成交意向报价是根本不打算被执行的报价，它的买卖报价离真实市场报价很远，比如一个订单的买卖报价是10万美元。做市商在不想为市场提供流动性的时候有可能利用无意向报价来

使其遵守双边报价的规定。对于无成交意向的新规定在2010年12月施行。

“闪电崩盘”之后，SEC制订了限制无成交意向报价的办法，对于在交易所交易名录里的做市商，要求他们在正常交易时间内维持双边报价的同时将买卖报价限制在有限范围内：

在熔断机制试点方案中的证券，做市商不能将报价超过NBBO（National best bid and offer，为纽约证券交易所的最高Bid和最低Offer价）规定报价的8%以外；临近开盘和收盘、熔断机制不适用的时候，即早晨9：45之前以及下午3：35之后，做市商对于上述证券的报价不能超出NBBO规定报价的20%以外；在上述任何一种情况下，允许做市商的报价在新报价回到规定范围之前有额外的1.5%的漂移。

（四）综合审计跟踪系统（Consolidated Audit Trail System）²

综合审计跟踪系统是大额交易报告制度以外用来加强管理者监管能力的举措。该制度打算建立一个新的中心数据库，使得管理者能够获得订单的详细信息——通过对订单的修改跟踪和执行获得或者直接获得。

NMS（National Market System，全国市场系统）法案如果能够实施，审计跟踪数据的质量将在以下方面得到提高：（1）在一个经济交易商处拥有的一个账户对应账户持有人独有的“消费者-ID”，如果不一样的话，任何人都有权利要求得到这一账户；（2）根据同

² 详见美国证券交易协会文件《Consolidated Audit Trail》Release No. 34-67457; File No. S7-11-10;Page 34.

步的业务时钟，确定一个订单寿命期中关键事件发生的时间；(3) 要求披露大量订单寿命期内的数据；(4) 将所有NMS的证券囊括至综合审计跟踪系统中。综合审计跟踪系统能够为监管者检查和管理一些非法活动提供数据，这些非法活动有内幕交易、虚假销售或操纵行为等。与此同时，综合审计跟踪将特别有助于促进基于风险的检查监督和调查，使监控更快更准确，改善评估技巧、投诉和转介（“TCRs”）的过程，促进交叉创新市场和重大订单监控。

（五） 大额交易报告系统（Large Trader Reporting System Rule）

SEC认为，综合审计跟踪系统能够建立在大额交易报告系统之上。大额交易报告系统要求大型交易商在交易所登记并提交规定的材料，交易所收到材料后向大型交易商发布一个专有的认证号码，之后大型交易商需要给那些经济交易商提供他们交易的数据。注册的经济交易商被要求维护每个大型交易商的指定交易记录，并且在交易所需要这些数据的时候提交出去。大额交易报告系统是用来帮助交易所识别对市场有重大影响的参与者并且搜集他们的交易数据，以便交易所员工重建市场事件进行调查并采取有效措施。

现在，美国对高频交易争议很大。支持高频交易的观点认为，高频交易为市场增加了流动性、平滑了市场上的错误定价，为市场提供交易机会，同时也为证券交易所带来丰厚的佣金收入；反对高频交易的观点认为，高频交易利用高度计算机化和速度优势来攫取市场上其他交易者的利润的做法会打击采取传统交易策略的交易者们的信心，

并且高频交易系统的一个小失误会造成市场巨大的动荡。美国SEC多次申明要对高频交易进行合理监管，并提出一些具体的设想，但是大多没有实施。

美国证券交易委员会（SEC）已经于2012年4月启动了对某些股票交易与高频交易公司间行为的调查，着手调查后者是否存在联手限制竞争或操纵市场的不当行为，该调查着重于计算机交易平台，目前调查处于早期阶段，尚仍未查出高频交易公司存在任何不正当行为。针对高频交易者发送大量欺骗性订单指令以刺探市场需求之后又取消订单的情况，CFTC（Commodity Futures Trading Commission，美国商品期货交易委员会）主席Gary Gensler指出将加大对期货市场高频交易者的监管力度，不仅仅要追踪执行了的订单，对于被取消的买单和卖单都将进行追踪。一些交易所正打算限制可以取消的订单的数量。2012年7月18日最新出台的综合审计跟踪系统将有望进一步规范高频交易行为。

二、 欧洲

美国发生“闪电崩盘”事件之后，欧洲开始设想监管高频交易的各种方案，不过有学者认为，目前欧洲的某些制度已经足以应对高频交易的蓬勃发展，这些制度如下：

（一）最优执行制度（Best Execution Regime）

欧洲到目前为止没有因为高频交易操作导致市场质量恶化的情况出现，得益于在欧洲实行的最优执行制度。欧盟金融工具市场法规

(MiFID, Markets in Financial Instruments Directive) 中, 最优执行也就是为客户的指令提供最好的执行结果。具体说, 投资公司需要采取所有合理的步骤, 以便为客户指令获得最好的执行结果, 这里面涉及到价格、成本、速度、指令执行的可能性以及指令的处置结果。“最优执行”的要求对于投资公司以及IT行业有着几个层面的明确影响。公司需要和多个有监管的市场建立实时连通, 需要具有多边交易设施, 或者通过系统化内部撮合交易, 来确保获得所有价格、成本、速度以及其他因素的必要数据。

如此一来, 高频交易商在发出交易指令时不得不考虑客户的利益, 避免发出过多无用且干扰市场的指令, 同时, 指令交易的数据披露也有助于降低高频交易商发出欺骗性指令的频率, 维护市场秩序。

(二) 逐股波动保护制度

在欧洲, 逐股波动保护制度已经实行了20年。所有股票根据流动性或规模大小被分为不同的组块, 每一组块有不同的交易机制。以巴黎交易所为例, 它共有第一、第二以及新市场三个子市场。国内外大公司的股票通常在第一市场交易, 这是一个连续的指令驱动市场, 与我国的二级市场基本相同。中等规模的公司股票在二级市场交易, 而那些高增长公司的股票则在新市场交易。交易所密切跟踪个股的股价变动情况, 对于个股波动性较大的情况给予关注, 从而避免由于个股波动过大造成的对整个市场的不利影响。

三、加拿大

为降低高频交易给市场带来的流动性的迅速增加，保护市场上的其他投资者利益，加拿大多伦多证券交易所（TSX）修改和新增了一些规则以给市场上的做市商提供较为宽松的市场环境。

（一）修正对于买卖双方的市场要求

这是来自加拿大针对高频交易带来的过高流动性问题的监管经验，如果因为报价变化导致零碎股（odd lots）可以进行交易的话，将允许做市商在原来的限价上执行零碎股。随着算法交易和对冲基金的增加，零碎股大量出现，如果因为政策限制而使众多零碎股不能被交易的话，将使做市商的报价系统塞满不必要的订单。

（二）降低资本要求和反舀（anti-scrooping）使用的要求

反舀是指限制专业订单在开市两分钟前进入，加拿大多伦多证券交易所制定该规则最初是为了平衡市场上买卖双方的势力，因为在过去做市商比客户更有能力进入市场，但现在客户可以通过高频交易商直接进入市场，不再需要保护。反舀规则存在的重要性不再明显。这个方法有助于牵制高频交易者在时间上的先发优势，平衡买家与卖家由于反应速度的不同而造成的失衡。

（三）采用监测系统维护市场安全

多伦多证券交易所使用市场决策表现系统来测量市场上的流动性、目标传达的维护（spread goal maintenance）情况以及做市商责任证券的参与度，如此可以监测到做市商表现不足的地方，从而给

予指导。

四、高频交易国际监管经验的总结

“闪电崩盘”事件发生后，美国提高熔断机制的标准为防止大规模市场混乱做了充分的准备；而订单取消措施，赋予了交易所撤销已执行交易的权力，给予市场资产价格更透明和真实的需求信息；综合审计跟踪系统制度能够帮助监管者侦查内幕交易、虚假销售等非法行为，有助于促进基于风险的检查监督和调查。

表 7 国外对高频交易的监管经验

国家	美国	欧洲	加拿大
监 管 制 度	熔断机制	最优执行制度	修正对于买卖双方的市场要求
	取消错单	逐股波动保护制度	降低资本要求和反舀使用的要求
	无成交意向报价	-	采用监测系统维护市场安全
	综合审计跟踪系统	-	-
	大额交易报告系统	-	-

欧洲的最优执行制度有助于限制高频交易商过多的提交订单扰乱市场，而逐股波动保护制度可以有效地避免了由于单只股票价格的巨幅波动对整个市场产生的冲击；加拿大的修正市场要求、降低资本要求等措施，能够控制高频交易带来的过高流动性问题、保证做市商作用的有效发挥。

第六章 我国发展高频交易的监管建议

高频交易正从美国逐渐扩展到欧洲、亚洲等主要的金融市场。高频交易的交易规模激增，交易策略不断创新，已经成为全球金融领域的一大焦点。在这样的背景下，国内推广高频交易的发展趋势亦日趋明显，与此相适应的有效监管必不可少。

（一）密切跟踪股指期货、融资融券推出后的市场变化，设立相应的熔断机制

以“闪电崩盘”事件为例。从宏观上讲，5月6日美国市场交易异常，是NMS（National Market System，全国市场系统）法案实施后市场环境发生了新的变化，而市场监管制度却未能及时跟进而出现市场系统风险失控的结果。反观国内市场，股指期货的上市和融资融券制度的实施，极大地影响了中国证券市场的发展，融资融券使得在现货市场进行卖空和变相的“T+0”交易成为可能，股指期货则在某种程度上连通了原本分割的股票和期货市场。股指期货和融资融券推出后，券商、公募基金、私募基金、期货经纪公司等，都将面临新的挑战和发展机遇，市场参与者结构、机构投资者行为和市场融资方式都将因之发生变化，而这一切都将影响市场的系统风险。掌握市场的变化，将增强监管者对于市场系统风险的控制能力。我国在期货市场上的监管还不完善，针对之后将不断放松的监管制度，我们需要建立完善且符合中国实际的熔断制度。

（二）关注个股波动情况，加强交易所平台之间的沟通

美国业已施行大额交易报告制度并准备施行综合审计跟踪系统制度，目前高频交易在中国的应用并不是很普遍，一旦其发展壮大，那么必要的监管措施势在必行。即使高频交易始终被中国监管机构严格限制，加强交易所平台之间的沟通和联动对于稳定证券产品的价格、减少市场波动也有至关重要的作用。

在欧洲，逐股波动保护制度已经实施20年，有效地避免了由于单只股票价格的巨幅波动对整个市场产生的冲击。“闪电崩盘”事件的重要推手和标志之一，即宝洁公司股票价格异常，是由于NMS法案所强化的一只证券多交易场所的内在制度性缺陷引发的。由于海内外交易所在服务对象和营运方式上存在差异，国内市场的基础性证券产品暂不存在一只证券多交易场所的问题。但是随着国内产品创新的推进，在衍生品市场，如即将推出的恒指ETF、沪深300ETF等产品，将存在一只产品多交易场所的问题。在制度设计时，如何强化协调监管机制，将是未来在类似产品创新过程中必须要重点考虑的问题。

（三）紧跟国内外高频交易发展势头，增强监控高频交易机制的能力，培养专门人才

伴随着证券市场的信息化程度不断提高，国内高频交易的发展成为历史的必然。目前，国内券商量化研究蓬勃兴起，量化投资基金不断涌现，私募及民间投资量化研究逐渐深入，程序化的期现套利开始起步，一旦束缚高频交易的制度性障碍得以放松，国内高频交易时代将比预想中更快到来。在制度与技术上做好准备，是交易所作为市场

组织者和一线监管者的紧迫任务。我国要抓紧研发新的系统鼓励高频交易的进入，同时要有充分的知识和技能对高频交易者的交易信息进行监控，这就要求我们要培养专门人才来研发能够与高频交易商使用的系统势均力敌的系统，增强监控能力。

（四）建立取消订单标准，增强交易所处理危机事件的能力

“闪电崩盘”事件中美国采取了订单取消措施，并且在事件后明确了新的错误执行和熔断标准。美国交易所的“明显错误执行”条款，赋予了交易所撤销已执行交易的权力，以保障市场的公平、有序和保护投资者及公众的利益。2005年，东京交易所处理瑞穗“乌龙指”事件时，也展示了日本证券市场“非常时条款”在处理异常市场环境的效力和效率。同时，提高熔断点以及扩大熔断机制的适用范围也为防止大规模市场混乱做了充分的准备。其他国家在面对危机时采取的应急措施值得我们借鉴和学习。我国2006年新《证券法》第五章第一百二十条规定：“按照依法制定的交易规则进行的交易，不得改变其交易结果。”该条文实际上并未完全限制国内交易所类似“明显错误执行”的权力。同时，“327国债”等事件证明国内交易所的交易规则存在对“明显错误执行”条款的现实需求。因此，在接下来交易所交易规则梳理过程中，如何在现有的框架下，甚至突破现有框架，赋予交易所应急处理的权力与灵活性，是我们面临的重要课题。

（五）即时跟踪市场情况，保持与高频交易商的沟通，发现市场的潜在风险

加拿大多伦多证券交易所使用的市场决策表现系统可以用来测量市场上的流动性、目标传达的维护（spread goal maintenance）情况以及做市商责任证券的参与度，从而获取做市商表现不足的地方，即时给予指导，由此避免市场出现破坏性的动荡。根据欧洲的监管经验，采取最优执行政策有助于限制高频交易商做出不当指令或者过多使用无效指令以刺探市场，从而给予市场资产价格更透明和真实的需求信息。同时，对高频交易者进行备案，由第三方负责管理信息，如遇特殊情况，可由第三方提交高频交易者的交易信息，从而规范高频交易者的交易行为。

参考文献

- [1]Albert J. Menkveld, High Frequency Trading and the New-Market Makers, <http://ssrn.com/abstract=1722924>.
- [2]Biais, B., Woolley, Paul. High Frequency Trading. London School of Economics, March, 2011.
- [3]David Easley, Marcos Lopez de Prado, Maureen O'Hara, The Volume Clock: Insights into the High Frequency Paradigm, The Journal of Portfolio Management, Forthcoming, Fall, 2012.
- [4]Jonathan A. Brogaard, High Frequency Trading and Volatility, <http://ssrn.com/abstract=1641387>, January, 2012.
- [5]Larry Harris. Trading and Exchanges: Market Microstructure for Practitioners, Oxford University Press, USA.
- [6]Matthew T. Clements, Curbing the Dangers of High-Frequency Trading, St. Edward's University, 2011.
- [7]Peter Gomber, Björn Arndt, Marco Lutat, Tim Uhle, High-Frequency Trading, May, 2012.
- [8]SEC, 2005, Securities and Exchange Commission, Regulation NMS; Final Rule.
<http://www.sec.gov/rules/final/34-51808fr.pdf>.
(accessed February 07, 2010).

- [9]SEC, 2009, Securities and Exchange Commission, Proposed Rule: Elimination of Flash Order Exception From Rule 602 of Regulation NMS. Release No. 34-60684.
<http://www.sec.gov/rules/proposed/2009/34-60684.pdf>
(accessed February 18, 2010).
- [10]SEC, 2010a, Securities and Exchange Commission, Concept Release on Equity Market Structure.
<http://www.sec.gov/rules/concept/2010/34-61358.pdf>
(accessed January 24, 2010).
- [11]SEC, 2010b, Securities and Exchange Commission, Final Rule: Risk Management Controls for Brokers or Dealers with Market Access.
<http://sec.gov/rules/final/2010/34-63241.pdf>
(accessed January 12, 2011).
- [12]SEC, 2010c, Securities and Exchange Commission, SEC Adopts New Rule Preventing Unfiltered Market Access.
<http://www.sec.gov/news/press/2010/2010-210.html>
(accessed January 12, 2011).
- [13]Securities and Exchange Commission, 17 CFR Part 242, Concept Release on Equity Market Structure, January 21, 2010 .
- [14]Xin Guo, High-Frequency Trading, Technical Report No.

UCB/EECS-2012-130, May 30, 2012.

[15]阿尔伯特·凯尔 (Albert Kyle), 闪电崩盘: 高频交易对电子化市场的影响.

[16]陈伟忠, 欧洲交易机制的最新改进及其对我国的启示[J]. 北方经济, 2003 (10) .

[17]程炼, 欧盟金融监管: 现状、问题与趋势[J]. 中国金融, 2008(3).

[18]国信证券, 算法交易及其在 A 股的实证分析[R], 2009 年 12 月.

[19]国泰君安证券, 程序化交易的模型和应用——程序化交易系列研究之一[R], 2010 年 3 月.

[20]韩毅、张兵, 20 世纪 70-90 年代美国证券市场监管制度的战略调整及经验借鉴[J]. 辽宁大学学报 (哲学社会科学版), 2011 (3) .

[21]胡春东, 高频交易的“是”与“非” [J]. 深圳金融, 2010 (3) .

[22]李敏波、孟辉、孔哲, 从美股“5.6 闪电崩盘”看高频交易对市场的影响[J]. 金融发展研究, 2011 (7) .

[23]刘衡郁, 中国股市涨跌停限制对投资者交易行为的影响——基于磁吸效应检验的实证研究[J]. 当代财经, 2008 (3) .

[24]田芸, 中金所叫停高频交易——证监会摸底程序化交易[R]. 经济观察报, 2010 (7) .

[25]王小蓓, 论美国金融监管制度改革的新趋势及启示[J]. 中国市场, 2011(22).

[26]吴坚, 欧洲证券市场的变更与发展趋势[N]. 证券市场导报,

2000年7月.

- [27] 吴先兴, 高频交易——国内证券市场的明日之星[J]. 资本市场, 2012 (1) .
- [28] 王焕然, 如何防范系统风险——从美国市场5月6日交易异常看证券市场的风险与交易所的应急处理[N]. 深交所月报, 2010年6月.
- [30] 徐静, 美国金融监管改革及启示[J]. 青海金融, 2011 (1) .
- [31] 鱼飞霞, 另类交易系统对我国债券市场监管的启示[J]. 现代商业, 2011 (20) .
- [32] 张璐、杨淳, 关于高频交易的思考[J]. 东方企业文化·商业文化, 2010 (11) .
- [33] 方正证券, 程序化交易策略简介[R], 2009年2月, .
- [34] 美国证券监管立法简史[J]. 金融发展评论, 2011 (4) .