

我国资本市场程序化交易的风险控制策略

叶伟

(中国证监会规划发展委员会, 北京 100033)

摘要: 光大证券“816乌龙指事件”引发我国股票市场巨幅波动, 将其自营部门使用的量化投资与程序化交易技术暴露在普通股民的视野之中。对程序化交易这种新兴的交易方式, 究竟是杀鸡儆猴限制其发展还是加强监管避免系统性风险, 成为监管层的一个现实问题。本文提出了基于风险控制的程序化交易的概念, 并分为全新的五种类型。基于对国内的程序化交易现状进行了深入调研的基础上, 本文详细地分析了七种风险隐患和可能产生的四种后果。本文建议建立多级风险控制体系, 由交易所和会员相互协作, 建立“事前报备、事中监控、事后熔断”机制, 应对程序化交易给市场带来的冲击。同时, 修改《证券法》和《期货管理条例》, 对程序化异常交易中被交易所熔断技术中止的交易明确处置原则。

关键词: 程序化交易; 量化投资; 风险控制; 熔断技术

Abstract: Everbright Securities Company trading error events occurred on August 16, 2013 in Shanghai, sparked huge volatility in Chinese stock market. The quantitative investment and program trading technology used by this company's proprietary department were also exposed to common Chinese stock investors. How to deal with this emerging program trading method, either restricting its development or strengthening regulation to avoid systemic risk, becomes a practical problem to Chinese securities regulators. This paper presents the concept of program trading on the basis of risk control and divides it into five new types. We analyze seven potential risks and four consequent results based on an in-depth investigation of current program trading status in China. To cope with the market impact of program trading, we propose that we should establish a multi-level risk control system and the "pre-filing, real time monitor and post-fuse" mechanism, which builds the mutual cooperation between exchanges and their memberships. At the meantime, we should modify Chinese "Securities Law" and "Regulations on the management of futures", and definite the disposal principle for suspending trading through exchanges' fuse technology if abnormal program trading happens.

Keywords: program trading, quantitative investment, risk control, fuse technology

作者简介: 叶伟, 博士, 中国证监会规划发展委员会研究员, 研究方向: 量化投资、IT技术、金融工程与金融监管。

中图分类号: F830.9 文献标识码: A

程序化交易在国内方兴未艾, 但其可能带来的市场风险也在不断增加, 2013年8月16日发生的光大证券乌龙指事件就说明了程序化交易必须加强风险控制与监管。错误的策略算法、软件漏洞、硬件故障、操作失误以及不可预测的市场条件都有可能导致程序化交易系统出现故障, 而且有可能对市场造成巨幅波动, 并引发系统性风险。

本文对程序化交易进行了深入分析, 从风险控制的角度提出了一种新的分类, 分析可能引发市场巨幅波动以及系统性风险的潜在原因, 并针对程序化交易在我国资本

市场的实际应用现状, 提出建立一套事前、事中、事后的多级风险控制体系, 并建议在法理上明确处理原则。

程序化交易的多维度分类

程序化交易(Program Trading), 是证券交易方式的一次重大的创新。传统交易方式下, 一次交易中只买卖一种证券, 而程序化交易则可以借助计算机系统在一次交易中同时买卖一揽子证券。根据美国纽约证券交易所(NYSE)网站2013年8月份的最新规定, 任何一笔同时买卖15只或以上股票的集中性交易都可以视为程序化交易, 在之前

的NYSE程序化交易还包括了应一揽子股票的总价值需要达到100万美元的条件。目前,关于程序化交易国际学术界和产业界并没有一个统一权威的定义,在国内,通常意义下的程序化交易主要是应用计算机和现代化网络系统,按照预先设置好的交易模型和规则,在模型条件被触发的时候,由计算机瞬间完成组合交易指令,实现自动下单的一种新兴的电子化交易方式。也就是说,我国资本市场对程序化交易的理解,不再如纽交所那样着重突出交易规模和集中性,而只强调交易模型和计算机程序在交易中的重要性。

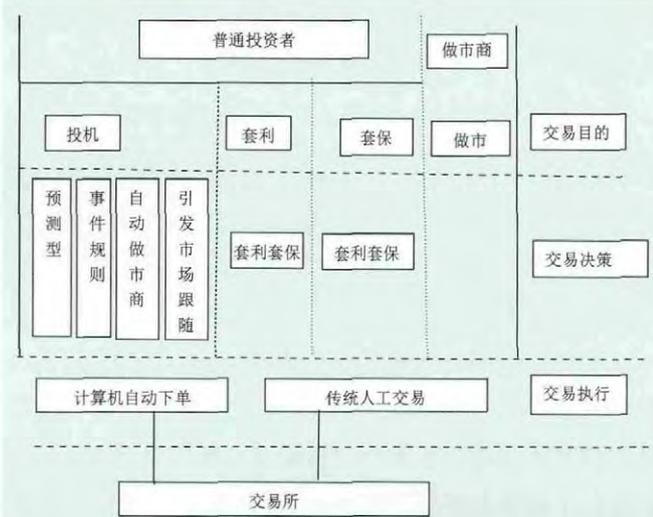
从金融工程和量化投资的角度来讲,程序化交易,从交易的频次方面可以分为高频交易和低频交易。按交易目的与动机来划分,程序化交易主要可分为套保、套利、投机等三种。一个具体的投资交易过程,又可以包括交易的决策制定与交易执行方式两个部分(参见图1)。

而从监管者的角度,更关注的是程序化交易产生的潜在风险。基于当前现状,只有在一日内完成的程序化交易,才有可能对市场产生瞬间巨幅波动。从风险控制与便于监管的角度,在此将一日内完成的程序化交易做一个全新的分类,其决策制定的策略可以分为如下五类:一是套利与套保型策略:就是通过两种或两种以上的不同类型的标的物的价格差异获取收益或套期保值,它包括了跨品种套利、跨市场套利、跨期套利、期权套利、期现套利、统计套利以及期现套保、期权套保等类型。二是预测型策略:针对同一种类型的标的物,利用他们的历史表现以及投资者对当前市场情况预测未来走向。它包括趋势

预测、动量与反转预测、阿尔法预测、久期平均、多因子选股,以及复杂的基于支持向量机、分形理论、卡尔曼滤波的价格预测等。三是事件规则型策略:针对市场中的特殊事件以及投资者的特定规则来投资,它包括事件投资和规则投资。四是自动做市商型策略:与普通做市商一样,自动做市商高频交易者通过向市场提供买卖订单来提供流动性。不同的是,他们与投资者反向操作。自动做市商的高速计算机具有通过发出超级快速订单来发现其他投资者投资意向的能力。例如,在以极快速度发出一个买单或卖单后,如果没有被迅速成交,该订单将被马上取消;然而如果成交,系统即捕捉到大量潜在、隐藏订单存在的信息,以此来获利。五是引发市场跟随型策略:捕获市场动态、引发市场跟随,比如频繁下单/撤单,诱导型。另外,还有一种提前获取信息型策略,但这种方式目前属于违法投资策略,比如闪电交易,已经被美国证监会禁止,纳斯达克市场从2009年9月1日开始,终止使用闪电交易指令。

在交易执行部分,相对于人工传统方式交易单而言,计算机自动下单交易采用的执行算法更加快捷有效。一般来说,执行算法的主要目标和执行平台的主要功能,就是最小化买入和卖出投资组合的交易成本。在交易成本模型中,相对较小的订单而言,较大的订单花费更多的执行成本,因为流动性需求会支付越来越贵的流动性供应。执行算法的一个常见功能就是将大单拆为小单执行分散交易,降低交易成本。目前有三种方法可以获得计算机自动下单中的执行算法:自己建立算法,使用经纪人提供的服务,或者购买第三方软件。现在执行算法所采用的算法发展得非常快,已有人利用人工智能技术、支持向量机、小波分析等复杂的技术来进行¹。

图1 做市商制度下日内程序化交易分类框图



国内程序化交易的应用现状

一、中介机构

各证券公司作为交易所和投资者的中间环节或中介,在程序化交易过程中起到重要作用,是风险控制的关键环节之一。经过调研我们发现,目前证券公司为了打造其交易业务生态圈,对投资者客户进行了细分,将客户分为大机构客户、专业零售客户和普通零售客户等,为此证券公司提供给程序化交易投资者的接入方式

也分为如下三种：

第一类：证券公司提供交易策略和交易终端，客户可以直接使用。

第二种：证券公司提供策略平台，由客户自己在平台上开发。

第三种：证券公司提供接口，由客户自己开发策略或使用第三方平台开发。

其中第一种和第二种对投资者接入方式对市场带来的风险比较小，证券公司风险完全可控。同时证券公司反映，由于证券公司对投资者的资金不好监控，投资者也不会告诉自己的具体决策策略给证券公司。如果要做好事前报备，可以从证券公司对投资者提供接入接口的方式来进行比较可行，同时可以加上超过一定流速权的条件来控制。同时证券公司还有自营业务，即利用券商自有资金进行买卖有价证券进行盈利的业务。由于自营部门大多会采取程序化交易来进行操作。在平常情况下，自营部门的业绩与效益是非常好的。如果公司管理治理存在问题的话，公司自营部门和风控部门之间的关系是非常微妙的，风控部门不愿或难以对自营部门开发或使用的软件的风险问题进行风控管理，会部分失去它应有的功能。光大证券乌龙指事件就暴露出这样的问题。一个软件的漏洞，居然可以逃过软件公司的风控，逃过了自营部门自身的风控，逃过了证券公司风控部门的管理，将风险传达到交易所。

当前，基金公司不是交易所的会员，他们只是利用券商的通道，采取DMA直连方式连接交易所，由基金公司自己来做风险控制。据调研，公募基金一般不做高频程序化交易，公募基金公司有规定，上午买的股票组合在当天下午不能卖出，基本上不能做日内交易，对市场瞬间波动不会产生影响。

类似于证券公司，各期货公司也是期货交易所和客户的中间环节。通过对期货公司的调研，我们也发现期货公司提供给程序化交易投资者的接入方式也主要分为如下三种：第一种，期货公司提供接口，交易策略和交易终端，客户可以直接使用；第二种，期货公司提供接口以及策略平台，由客户自己在策略平台上开发；第三种，期货公司提供接口，客户自己或使用第三方平台开发策略。其中第一种和第二种对投资者接入方式对市场

带来的风险比较小，期货公司风险完全可控。潜在的不确定性的风险只有可能来自第三种，即期货公司提供接口方式。不管哪一种接入方式，期货公司对客户进行程序化交易都是掌握的。我们还了解到目前国内期货市场程序化交易者，主要是预测型使用者(即阿尔法预测、趋势型预测)、套利套保型使用者(即套利交易者和高频交易者)。

二、证券期货交易所

目前深圳证券交易所对程序化交易采取的措施主要有：(1)券商报盘流量控制，一个标准流速权为40笔/秒，一个报盘网关最多可报送1000笔/秒。(2)交易系统可以根据市场需求，分别对交易账户、券商交易单元以及某只股票进行停牌。目前还未对程序化交易进行报备。上海证券交易所也类似，未对程序化交易报备。

程序化交易在国内的商品期货、股指期货、ETF套利等交易中的应用范围日益扩大。为加强对程序化交易的监管，在中国证监会的指导下，当前已经实行T+0交易的四家期货交易所，即上海期货交易所、中国金融期货交易所、大连商品交易所和郑州商品交易所都出台了针对程序化交易的具体监管措施，建立了相应的报备制度。在此之前，国内各期货交易所主要采取席位流量控制的方式，来减轻交易给生产系统带来的压力。由于目前国内期货市场程序化交易还处于初始发展阶段，对交易所的技术系统压力并不大，但仍有必要密切监控和预防风险的发生。

尽管四家期货交易所都对程序化交易实行报备制度，但不同交易所能不能从交易所层面看到哪些账户在进行程序化交易仍有差异。据大商所的相关同志反映，他们的系统从交易所层面不能看到哪些账户在进行程序化交易，只有其会员单位掌握这些数据。而中金所的同志则表示他们的系统可以从交易所层面看到哪些账户在进行程序化交易。根据2013年3月份在上海期货交易所的培训时与高管座谈，在国内期货市场，高频程序化交易量约占他们交易量的5~10%左右。

三、投资者

在程序化交易领域，国内参与群体以机构投资者为主，与成熟市场相比，我国机构投资者的规模明显偏小，投资者结构不平衡的现象突出。根据中国证券业协会2012年的研究报告，专业机构投资者自己有能力建构

自己的交易策略，并具有一定的开发能力，可以实施自己的程序化交易系统；非专业投资者则缺乏开发能力，但对复杂交易指令和程序化交易有一定需求，需要有人提供相应系统服务。此外，目前中国市场还不是一个国际化的市场，国内市场的境外投资者非常有限。

程序化交易风险隐患分析

程序化交易是一种全新的交易技术与交易模式。通过分析其在国外的发展现状以及带来的风险与问题，并结合国内资本市场实际，其风险隐患可以从如下几个方面进行分析：

一、程序化交易模型或策略存在的潜在风险

任何数学模型都会存在潜在的风险。程序化交易一般根据投资意愿选择投资策略，构建投资模型，进而进行参数优化，不同的模型在不同的市场情况下表现出不同的风险特征。有些程序化交易模型从长期来看是盈利的，但是短期内可能会出现较大资金的回撤。一些投资者在这种资金回撤下可能难以继续进行程序化交易，从而错过后期出现的大量盈利机会。另外，程序化交易使得订单更小、数量更多，加重了系统的冲击负载，系统的资源瓶颈、软件缺陷可能会在瞬间成为引爆点。程序化交易对交易所、中介公司的系统安全运行构成了新的挑战。程序化交易的交易策略存在的风险如表1所示。

表1 日内程序化交易策略模型自身存在风险的分析

投资目的		套保、套利、投机、做市			
	阶段	分类	说明	可能造成的系统性风险	可能影响的机构
投资行为	投资决策过程	预测型策略	针对同一组标的物，通过历史表现以及当前市场情况预测未来走向	1. 资金量大可能导致价格瞬间大幅波动 2. 可能产生巨大交易量，造成交易系统压力	证监会，交易所
		套利套保型策略	通过不同标的物的价差获取收益	资金量大可能导致价格巨幅波动	证监会，交易所
		事件规则型策略	特定事件(Events)和固定规则(Rules)	资金量大可能导致价格巨幅波动	证监会，交易所
		自动做市商策略		资金量大可能导致价格巨幅波动	证监会，交易所
		引发市场跟随型策略	捕获市场动态、引发市场跟随，比如频繁下单/撤单，诱导	可能造成市场操纵	证监会
		提前获取信息策略	比如闪电交易	可能造成市场不公平性，已被美国证监会禁止	证监会
	交易执行过程	计算机自动下单	包括拆分下单大单变小单、规则触发、智能路由等	可能增加交易系统压力和交易频度	交易所
	人工传统方式	如场内电话			

2012年10月芝加哥联邦储备委员会起草的一份标题为“在高频交易的年代如何保持市场的安全”的报告指出，基于涵盖了投资操盘手、交易所、代理商的几十个金融行业专家的调研²，他们发现：

(1)在以高频交易为代表的程序化交易，风险控制相比低频交易是薄弱的，这是因为竞争性的时间压力逼迫快速执行交易，而没有更系统性的安全检查。

(2)有些公司并没有一套严格的流程来开发、测试、布置他们在交易算法所使用的代码。

(3)失控的算法实际存在性比在研究之前的预估更为普遍。在1/2的清算中心，2/3的私有交易公司，以及被调研的每一个交易所都经历了一个或多个异常的算法。

二、在市场行情巨幅变化与市场异常冲击下的潜在风险

程序化交易并不适合所有的市场行情，但行情巨幅变化时，使用中的程序化交易策略将可能变得不再适合，而且在大行情到来时，用程序化交易系统下的委托也可能无法成交。在某些特殊情况下程序化交易可能遭遇死循环，导致部分程序的连续触发从而引发市场的异常波动。在特殊场景下，程序化交易的策略也可能产生错误判断，不同投资者的算法策略可能产生广泛趋同的订单，引发价格共振异常，在极端情况下可能加剧市场波动，如果缺乏适当的价格稳定机制还可能进一步引发瀑布效应。市场外部异常冲击如恐怖袭击、爆发新战争、监管干预等等，也可能带来一些不确定风险。

三、系统故障、软件漏洞及风险控制缺失的潜在风险

系统故障，如由于突然停电、网络或通讯出现突发故障与繁忙，或因受到网络黑客、网络病毒的攻击或入侵等原因，程序化交易系统出现故障而导致交易出现问题。交易系统软件漏洞以及风险控制缺失也会导致不确定性的风险。美国骑士资本在2012年8月1日因为一个程序小错误引发美国股市短时剧烈波动而损失了4.6亿美元³。中国股市2013年8月16日发生的光大证券异常交易事件和骑士资本一样，同样起源于交易软件风险控制的缺失。

四、国内股票市场机制的缺陷引起的潜在风险⁴

一是流动性较差。我国的证券市场没有做市商制

度，这导致某些股票并不能保证足够的流动性。由于证券买卖时程序化交易并不如人工传统交易一样能对市场的一些特殊情况作出灵活的应对。在投资者运用程序化交易手段时可能会造成投资者的交易失败。指数成份股票的流动性越小，风险越大。

二是涨跌幅限制过严。我国的股票市场和股指期货市场均设有涨跌幅限制，因此程序化交易者在设计交易策略时必须充分考虑到组合内股票的涨停或跌停情况。买进(卖出)涨停(跌停)股票，或者是买入(卖出)涨停(跌停)指数，均会造成交易推迟或失败。在没有人工监管的情况下，程序化交易很可能造成投资错误。

三是股票市场交易机制较单一、约束太多。如表2所示，目前我国资本市场除上交所、深交所之外交易的黄金、债券以及货币ETF在2013年12月1日开始实行T+0交易外，大多证券产品缺少T+0交易机制以及股票卖空机制，订单形式较单一，没有采用较灵活的二级托管机制。

四是交易佣金之外的刚性税费仍然较高。交易成本包括投资者为完成一笔交易而支付的直接成本(Explicit Cost)和间接成本(Implicit Cost)。其中，直接成本包括印花税、佣金、手续费等，主要与市场监管和制度因素有关；而间接成本则是交易过程中发生的成本，主要依赖于委托撮合时限价委托簿的状况，与交易系统和交易机制的设计直接相关，常用价格冲击指数来描述间接成本，即买卖一定金额股票所产生的反向价格变化的平均成本。我国的股票直接交易成本主要由印花税、券商佣金、过户费、证券监管费、交易经手费等费用组成，券商的佣金已经市场化，价格压得很低，印花税、过户费和证管费还相对较高。过高的交易成本，将会限制程序化交易的应用。交易成本下降，市场就会逐渐活跃起

表2 中国、美国、香港股票市场交易机制对比⁵

	中国	美国	香港
T+0交易机制	无，除上交所、深交所之外交易的黄金、债券以及货币ETF	有	有
做市商交易制度	较少应用	有	有
涨跌幅限制	5%或者10%	无	无
熔断机制	无	有	有
订单形式	较少	多	多
场外市场	不发达	发达	发达
结算周期	T+1	T+3	T+2
交易成本	较高	低	中
撮合中心	唯一	多	唯一

来。国外对于做市商等往往有交易费用上的优惠，以促进其发展、活跃交易。目前我国股票市场(上海A股为例)的交易成本分布如表3所示。

国内证券市场交易成本呈现下降趋势，2014年上海证券交易所10万元交易为0.52%的成本(沪市2014年10万元的价格冲击成本已下降为16个基点⁷，佣金与税费约36个基点，合计应为52个基点)，欧美证券交易所收费普遍较低⁸。与境外市场的交易成本构成相比(英国和香港市场除外)，可以看出，国内印花税等刚性收费就成为占比较大的交易成本。图2为国际市场2007~2008年的相关统计数据。

五是投资者的网络环境的交易延时较大。目前沪深交易所从委托进入通信主机，到最后成交返回到通信主机，延时在50毫秒左右(见表4)，与国外发达国家的交易所相比，延时较大。为提高系统处理效率，沪深交易所

表3 上海A股交易成本⁶

收费项目	费率	计算对象	收费方向	备注	最终收费对象
印花税	0.001	成交金额	单向	刚性费用成本	投资者交税务机关(上证所代收)
经手费	0.0000696	成交金额	双向	刚性成本	会员等上交交易所
证管费	0.0002	成交金额	双向	刚性成本	会员等交财政(上证所代收)
过户费	0.0003	成交金额	双向	刚性成本	登记结算机构
佣金	各证券公司制定 0.0003~0.003不等	成交金额	双向	弹性费用成本	券商

图2 2007~2008年国际市场交易成本⁹(单位: Base Point 0.01%)



表4 国内外主要交易所的延时情况

交易所	当前延时	预期改进后延时
纽交所	5毫秒	50-150微秒
东京交易所	5毫秒	
纳斯达克	250微秒	
港交所	150毫秒	1毫秒
伦敦交易所	126微秒	
澳大利亚交易所	2-3毫秒	250微秒
BATS交易所	250微秒	
上交所	50毫秒左右	约1毫秒
深交所	50毫秒左右	约3-5毫秒

已经开始了下一代交易系统的建设规划。同时也应该看到，国内交易所提高交易系统处理速度具有更大的难度，因为其交易机制要求对每笔订单进行前端账户验证，包括账户有效性、权限、持仓数量等，需要额外耗费系统资源。

六是中小投资者比重较大且受限于资金与技术的潜在风险。国内证券市场的投资者构成中散户占据的资本比重相对较大，而程序化交易的应用者则多是机构投资者。机构投资者在此占据一定优势，程序化交易的使用可能会损害到中小投资者的利益。中小投资者由于资金和技术方面的限制，并且普遍缺乏投资知识，很难运用程序化交易方法获利。

七是我国交易所具体规定不够明晰的潜在风险。我国交易所对程序化交易的风险还不够重视，具体规定如《中国金融期货交易所交易细则》第五章《指令与成交》仍有待进一步明晰¹⁰，规定的不明确导致程序化交易者交易策略可能触动交易所的规定而遭受处罚。

八是程序化交易系统缺乏具有公信力的安全认证的潜在风险。目前，国内的期货程序化交易系统基本上没有经过严格的测试，更不用说通过国家的什么认证，因而必然存在这样或那样的漏洞甚至是严重的安全问题。

综合以上的风险隐患分析，我们得出我国资本市场的程序化交易的风险隐患主要是如下四类：一是可能引起市场的瞬间巨幅波动；二是造成的巨大交易量对交易所交易系统带来的巨大压力；三是可能引起市场操纵并造成市场竞争不公平，中小投资者处于不利地位；四是投资者交易失败，造成损失。

对程序化交易进行适度监管的具体建议

程序化交易在国外已经如火如荼，非常普遍。2011年，美国的期权期货市场，高频程序化交易已经达到市场交易量的60~70%。在国内，程序化交易也正在兴起，但与其他国家和地区市场相比，程序化交易在股指期货、ETF市场仍处于初期阶段。我们应该未雨绸缪，防范其发展过程中不规范行为带来的市场风险，引导其在正确的轨道上规范发展。

一、建立相关制度进行适度监管

2012年9月26日，德国就通过了一项规范高频交易的

相关立法草案¹¹，有针对性地防范通过高频程序化交易操纵证券市场交易价格。

我们也可考虑建立相关制度监管程序化交易，但是监管的重点不再拘泥于“重大性”指标，而是重点考虑交易指令是否干扰或延迟了交易系统的正常运转，是否使得第三方在交易系统中较难做出买入或卖出的决定，是否对某些金融资产的供求关系造成错误或误导。

二、事前预防

一是可要求证券公司(或期货公司)将超过一定流速权且仅提供接入接口的投资者向中国证监会进行报备，或对其使用的程序化交易系统进行安全认证。

二是中国证监会可建立对大资金的巨量交易者的监管制度，防止他们操纵市场。

三是建立证券交易所与期货交易所等一线监管机构的协作机制，建立跨市场、跨品种联动的价格稳定机制，完善突发情况下的跨市场、跨品种的风险隔离机制。

四是利用中国证券业协会、中国期货业协会，中国投资基金业协会等行业自律机构加强程序化交易风险控制方面的培训。

三、事中管理和实时监控

1. 借鉴《美国证券交易市场准入规则》，要求证券公司(期货公司)实现风险监控流程，阻止错误指令以及超过交易者信用和资本所能承受的风险范围的指令，发送至证券交易所(期货交易所)，特别要加强其自营业务部分的风险控制

2. 完善交易所的核心交易系统前端控制，建立交易前风险控制、监督系统和错单控制服务，以及限制可在规定时间内发送到交易所的订单数量；限制日内交易最大头寸(或交易金额额度控制)等等。

3. 基金公司及其他采取直通业务的投资者使用的程序化交易系统应当符合风控、合规安全要求，防止引发程序错误，交易异常。

四、事后熔断和信息披露

建议沪深交易所采取类似美国的熔断机制。新机制可以规定，如沪深300指数成分股在5分钟内波动5%或以上，交易所将暂停其交易，这使得能够在错误交易被处理之前将其从报价中剔除，并且可以宣布临时停市10分钟，及时向中国证监会报告，以及向相关单位通报。

此外，还可以借鉴美国证监会的一些做法，讨论研究订单最低时间限制(要求订单必须在市场上停留500微秒以上)、“断路开关”等措施^{12,13}。另外，还应制定程序化交易错误的信息披露制度。

五、适当修改《证券法》、《期货交易管理条例》

适当修改法律，增加中国证监会有权调查因为程序化交易错误而导致证券交易所(或期货交易所)使用熔断技术中止的交易，并确定该交易是否可以取消的法律规定。

(致谢：在本报告撰写过程中曾得到中国证监会信息中心张野主任的指导，以及周云晖副处长、汪萌的大力协助，在此一并感谢！)

注释

1. U.S. Commodity Futures Trading Commission and the U.S. Securities and Exchange Commission, FINDINGS REGARDING THE MARKET EVENTS OF MAY 6, 2010 <http://www.sec.gov/news/studies/2010/marketevents-report.pdf>.
2. 参见叶伟: 光大证券乌龙指事件与程序化交易的监管分析, 中国证券, 2013年第10期。
3. 参见中国证监会期货监管一部: 海外市场高频交易最新监管趋势, 期货研究前沿, 2013年第33期。
4. 参见熊熊, 袁海亮, 张维, 张永杰: 程序化交易及其风险分析, 电子科技大学学报(社科版), 2011年第3期。
5. 参见中国证券业协会信息技术专业委员会自动化交易课题组: 自动化交易评估报告, 2012年。

6. 同注释5。
7. 参见上海证券交易所: 上海证券交易所市场质量报告(2014), <http://finance.sina.com.cn/stock/t/20140325/010218598983.Shtml>, 2014年。
8. 同注释5。
9. 同注释5。
10. 参见中国金融期货交易所: 期货异常交易监控指引(试行), 2010年。
11. 同注释2。
12. 同注释3。
13. 参见丁鹏: 量化投资——策略与技术, 电子工业出版社, 2012年。

(上接第45页)

参考文献：

[1] Almeida H., Campello M., and Weisbach S. The cash flow sensitivity of cash. *Journal of Finance*, 2004, 59: 1777 - 1804.

[2] Baum C., Caglayan M., Ozkan N., and Talavera O. The impact of macroeconomic uncertainty on non-financial firms' demand for liquidity. *Review of Financial Economics*, 2006, 15:289 - 304.

[3] Chen Q., Chen X., Schipper K., Xu Y., and Xue J. The sensitivity of corporate cash holdings to corporate governance. *The Review of Financial Studies*, 2012, 25(12): 3610 - 3644.

[4] Denis D. and Sibilkov V. Financial constraints, investment, and the value of cash holdings. *The Review of Financial Studies*. 2010, 23: 247 - 269.

[5] Drobetz W., Gruninger M. and Hirschvogel S. Information asymmetry and the value of cash. *Journal of Banking and Finance*, 2010, 34: 2168 - 2184.

[6] Fama E. and French K. Taxes, financing decisions, and firm value. *Journal of Finance*, 1998, 53(3): 819 - 843.

[7] Fazzari S., R. Hubbard and Petersen B. Financing constraints and corporate investment. *Brooking Papers on Economic Activity*, 1988, 1:141 - 195.

[8] Faulkender, M. and Wang, R. Corporate financial policy and the value of cash. *Journal of Finance*, 2006, 61(4): 1950 - 1990.

[9] Harford J. Corporate cash reserves and acquisitions. *Journal of Finance*, 1999, 6:1969 - 1997.

[10] Haushalter D., Klasa S., and Maxwell W. The influence of product market dynamics on a firm's cash holdings and hedging behavior. *Journal of Financial Economics*, 2007, 84:797 - 825.

[11] Healy P. and Palepu K. Information asymmetry, corporate disclosure, and the capital markets: A review of the empirical disclosure literature. *Journal of Accounting and Economics*, 2001, 31:405 - 440.

[12] Jensen M. Agency costs of free cash flow, corporate finance, and takeovers. *American Economic Review*, 1986, 76(2):323 - 329.

[13] Kaplan Steven N., and Luigi Zingales. Do financing constraints explain why investment is correlated with cash flow? *Quarterly Journal of Economics*, 1997, 112: 169 - 216.

[14] Masulis Ronald W., Cong Wang, and Fei Xie. Agency problems at dual-class companies, *The Journal of Finance*, 2009, 64: 1697 - 1727.

[15] Myers S. and Majluf, N. Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics*, 1984, 13(2): 187 - 221.

[16] Myers S. and Rajan R. The paradox of liquidity. *Quarterly Journal of Economics*, 1998, 113(3): 733 - 771.

[17] Opler Tim, Lee Pinkowitz, Rene Stulz, and Rohan Williamson. The determinants and implications of corporate cash holdings, *Journal of Financial Economics*, 1999, 52: 3 - 46.

[18] Ozkan A. and N. Ozkan. Corporate cash holdings: an empirical investigation of UK companies, *Journal of Banking and Finance*, 2004, 28(9): 2013 - 2134.

[19] 戴璐, 汤谷良. 长期“双高”现象之谜：债务融资、制度环境与大股东特征的影响——基于上海科技与东盛科技的案例分析[J]. *管理世界*, 2007, (8): 129 - 139.

[20] 顾乃康, 孙进军. 现金的市场价值——基于中国上市公司的实证研究[J]. *管理科学*, 2008, (4): 96 - 104.

[21] 韩立岩, 刘博研. 公司治理、不确定性与现金价值[J]. *经济科学(季刊)*, 2011, (1): 523 - 550.

[22] 连玉君, 彭方平, 苏志. 融资约束与流动性管理行为[J]. *金融研究*, 2010, (10): 158 - 171.

[23] 罗琦, 胡志强. 控股股东道德风险与公司现金策略[J]. *经济研究*, 2011, (2): 125 - 137.

[24] 沈艺峰, 况学文, 聂亚娟. 终极控股股东超额控制与现金持有量价值的实证研究[J]. *南开管理评论*, 2008, (11): 15 - 23.

[25] 王彦超. 融资约束、现金持有与过度投资[J]. *金融研究*, 2009, (7): 121 - 133.

[26] 杨兴全, 张照南. 制度背景、股权性质与公司持有现金价值[J]. *经济研究*, 2008, (12): 111 - 123.

[27] 孙进军, 顾乃康. 现金持有量决策具有战略效应吗？——基于现金持有量的平均效应与区间效应的研究[J]. *商业经济与管理*, 2012, (03): 85 - 96