

专题简报

金融工程

专题报告

算法交易专题研究

2010年09月07日

专题报告

本报告的独到之处:

■全面介绍了算法交易的发展历程、国外现状、在国内的发展前景、算法交易的主要内容以及主要的使用对象;

■使用常用的 TWAP、VWAP 被动算法以及 VWAP-AIM 主动算法,对沪深 300 指数组合中不同的市场状况、不同的时间段、不同的交易规模进行了实证。

相关研究报告:

《金融工程研究-量化投资系列-VWAP 策略模拟效果及未来扩展》

《金融工程研究-量化投资系列-算法交易及其在 A 股的实证研究》

联系人 戴 军
电话: 0755-82133129
E-mail: daijun@guosen.com.cn

分析师 徐左乾
电话: 0755-82133090
E-mail: xuzq@guosen.com.cn
SAC 执业证书编号: S0980210050016

分析师 葛新元
电话: 0755-82130833-1870
E-mail: gexy@guosen.com.cn
SAC 执业证书编号: S0980200010107

独立性声明:

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

算法交易的历史与现状

算法交易,也被称为自动交易(Automated Trading)、黑盒交易(Black-box Trading)、无人值守交易(Robot Trading),是使用计算机来确定订单最佳的执行路径、执行时间、执行价格以及执行的数量一种交易方法。算法交易广泛应用于对冲基金、企业年金、共同基金以及其他一些大型的机构投资者,他们使用算法交易对大额订单进行分拆,寻找最佳的路由和最有利的执行价格,以降低市场的冲击成本、提高执行效率和订单执行的隐蔽性。任何投资策略都可以使用算法交易进行订单的执行,包括做市、场内价差交易、套利、或者纯粹的投机(包括趋势跟随交易Trend Following)。

算法交易在交易中的作用体现在以下几个方面:1)智能路由;2)降低冲击成本;3)提高执行效率;4)减少人力成本;5)增加投资组合收益。

本报告采用历史高频数据,对以跟踪市场VWAP为目标的传统VWAP策略以及以战胜市场VWAP为目标的修正VWAP策略进行了实证研究,得出了相对满意的结果。

算法交易在沪深 300 指数组合中的具体应用:本报告采用历史高频数据,以沪深 300 成分股为样本,对以跟踪市场 VWAP 为目标的 TWAP 和 VWAP 策略以及以战胜市场 VWAP 为目标的 VWAP-AIM 策略进行了实证研究,得出了相对满意的结果。研究结果表明:

- 1、不管市场处于何种状态(上涨、下跌、横盘),对于买入交易,VWAP-AIM 策略都是最优的。在上涨阶段跑赢基准(市场VWAP)3~19BP,在下跌阶段相对市场VWAP在-5~14BP,在横盘阶段相对市场VWAP在-6~35BP。就具体时间段来说,在尾盘(14:30~15:00)买入都是最优的,超越市场VWAP在10~35BP之间,效果非常明显;
- 2、不管市场处于何种状态(上涨、下跌、横盘),对于卖出交易,TWAP策略都是最优的。在上涨阶段跑输基准(市场VWAP)5~8BP,在下跌阶段相对市场VWAP在-37~4BP,在横盘阶段跑输市场VWAP3~9BP。就具体时间段来说,上涨阶段在尾盘(14:30~15:00)卖出是最优的,跑输市场VWAP5~6BP;下跌阶段在10:00~15:00卖出是最优的,跑赢市场VWAP1~4BP;横盘阶段在尾盘(14:30~15:00)卖出是最优的,跑输市场VWAP4~5BP;
- 3、当市场处于上涨和下跌阶段,不管当日在何种时间段开始交易,买入交易随着规模的增大,效果越差;卖出交易随着规模的增大,效果越好;而在横盘阶段则没有明显的规律;
- 4、**总的来说:对于买入交易**,不管市场处于何种阶段,建议使用VWAP-AIM策略,在尾盘买入,一般可以保证买入价格低于市场VWAP价格;**对于卖出交易**,建议使用TWAP策略,尽量在尾盘卖出,如果可以确认市场处于下跌阶段,则尽量不要在尾盘卖出,而选择从10点开始卖出(也就是说,在市场处于单边下跌的时候,早盘低开的概率很大)。

内容目录

算法交易的概念	4
程序化交易与算法交易	5
发展历程	6
国外现状	7
国内前景	7
算法交易的主要内容	8
算法交易的用户	8
算法交易的证券	9
算法交易的流程	9
算法交易的分类	9
算法交易的类型	10
算法交易的优势	11
算法交易的未来	12
沪深 300 组合算法交易实证	13
被动型算法交易（VWAP、TWAP）比较	13
主动型算法交易	13
实证方法描述	14
实证结果	15
分析结论	16

图表目录

图 1: 算法交易与程序化交易	4
图 2: 欧美市场交易网络连接图	6
图 3: 欧美投资管理公司中使用算法交易的比例.....	7
图 4: CEP 算法示意图	12
图 5: OSM 算法解释图.....	13
表 1 沪深 300 指数组合算法交易比较汇总表 (MPE)	15

算法交易的概念

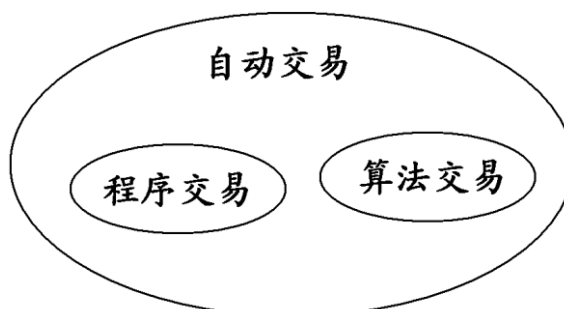
当投资者有大量证券资产需要交易时，一般都会把交易拆细，分批执行。但是，这就出现了一个问题：如何安排这些交易对是最有利的？一般我们都希望交易不要对市场产生太大的冲击，同时也不希望交易拖太久导致市场价格向不利于我们的方向变动。但是，这是一个两难：市场冲击是交易速度的增函数；等待风险则是交易速度的减函数。当交易执行速度较快时，等待风险很小，冲击成本很大；交易执行慢时，冲击成本很小，等待风险很大。算法交易的核心问题是在冲击成本与等待风险之间进行平衡。

“算法交易”(algorithmic trading)，是指把一个指定交易量的买入或者卖出指令放入模型，该模型包含交易员确定的某些目标。根据这些特殊的算法目标，该模型会产生执行指令的时机和交易额。而这些目标往往基于某个基准、价格或时间。这种交易有时候被称“黑箱交易”。算法交易通过程序系统交易，将一个大额的交易拆分成数十个小额交易，以此来尽量减少对市场价格造成冲击，降低交易成本，且还能帮助机构投资者快速增加交易量。在国际衍生品市场上，这种交易方式主要运用在各类金融衍生品之间的对冲。

更为全面严谨的来说，算法交易是指遵循数量规则、用户指定的基准和约束条件的自动电子交易，包括组合交易（对一篮子股票进行一系列交易）和智能路由（Smart Routing）（即使用算法来智能地将订单发送至流动性最好的交易通道）。算法交易的内在逻辑在于利用市场交易量的特点来风险可控、成本可控的执行订单。虽然对算法交易有许多不同的定义，但始终离不开“自动电子执行”、“达到特定基准”等字眼。

算法交易、自动交易和程序化交易这三个概念很容易发生混淆。自动交易是指计算机辅助的在交易过程中没有人工干预的各种交易的总称。程序（式）交易（Program Trading）是计算机辅助的完全依据特定规则（如技术分析规则等）进行自动化投资决策（发出买进或卖出指令）并自动执行的自动交易。例如套利交易、统计算法交易（统计套利）等。算法交易（Algorithm Trading）：计算机辅助的对特定交易决策的自动执行，本质上是一种下单策略。这三者的关系如下图所示：

图 1：算法交易与程序化交易



资料来源：国信证券经济研究所整理

算法交易系统的核心是通过一套计算机程序，可以在一秒钟内产生数千个交易指令，其中许多指令瞬间就可以被取消或被新的指令取代，从而把大额委托化整为零，减小对市场的冲击，并且可以寻求最佳的成交执行路径，减少交易成本。

程序化交易与算法交易

程序化交易（Program Trading）起源于1975年美国出现的“股票组合转让与交易”，即专业投资经理和经纪人可以直接通过计算机与股票交易所联机，来实现股票组合的一次性买卖交易。由此，金融市场的订单实现了电脑化。

程序化交易自从70年代末产生以来，历经洗礼而有今日的成就。70年代如果需要被记住的话，有很多的坐标。在全球经济领域，首推以商业自由为诉求的“放松管制（Deregulation）”，证券交易领域也不例外。1975年，SEC颁令禁止固定交易佣金（Fixed Commission on Transaction），使证券交易从奢侈品进入寻常百姓家。

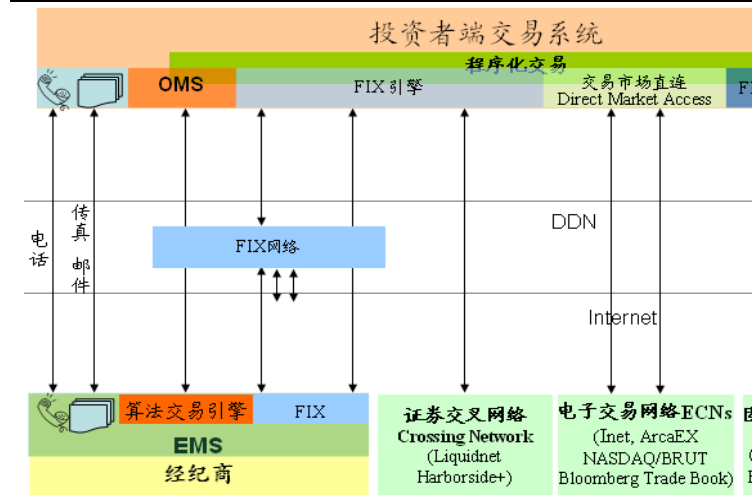
电子信息网络（Electronic Communication Networks, ECNs）在70年代迅速兴起。1978年，SEC又一纸法令，催生了ITS（Inter-market Trading System）。ITS以电子网络为基础，让证券交易下单在全美各个交易市场之间互联。NASDAQ立即响应，为ITS提供与NASDAQ互联的计算机辅助执行系统（Computer Assisted Execution System）。这样，ITS/CAES以及已经形成气候的各个ECNs，组成了全美国的电子交易网络平台。技术的发展和网络的建立，给程序化交易创造了条件。

现在的程序化交易分化成两个概念，一个是从市场监管角度来定义的，这里指的是NYSE的定义：任何含有15只股票以上或单值为一百万美元以上的交易，都属于程序化交易。而另一个定义，则是由原来的程序化交易概念延伸出来，叫做算法交易（Algorithmic Trading），维基百科（Wikipedia）认为¹算法交易是程序化交易的一个分支。实际上，程序化交易和算法交易各有侧重点，算法交易更多强调的是交易的执行，即如何快速、低成本、隐蔽的执行大批量的订单；而程序化交易更多强调的是订单是如何生成的，即通过某种策略生成交易指令，以便实现某个特定的投资目标。图2是欧美市场典型的交易网络连接图，从图中我们可以看出，算法交易是由经纪商提供的，而不是由投资者系统提供的，更像订单执行管理系统（Execution Management System, EMS），而程序化交易是投资者基于自己的策略自行开发的系统，更像一个订单管理系统

（Order Management System, OMS），更多的是考虑订单是如何生成的。我们认为，相对国外市场，对于机构投资者来说，在大陆市场更有应用前景的是程序化交易，算法交易相对来说前景有限。相反，对于经纪商来说，更有前景的是算法交易。

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

图 2: 欧美市场交易网络连接图



资料来源：国信证券经济研究所整理

发展历程

算法交易起源于美国，80年代后期及90年代，美国证券市场的全面电子化成交和电子撮合市场ECN（Electronic Communication Networks）开始发展。纽约证券交易所NYSE在1997年就批准了从分数制报价方式改为十进制小数点报价的方案，这个推进的过程用了三到四年。2000年8月开始小范围试点，到2001年才完成，NASDAQ后来在证监会的压力下也跟进这个改革方案。股票报价的最小变动单位由1/16美元或者1/32美元，调低到了0.01美元。买卖之间的最小变动差价大幅缩小了七八成，也减少了做市商的交易优势，因此降低了市场的流动性，（买卖报价被稀释在更多的报价单位上），这些情况改变了证券市场的微观结构。市场流动性的降低导致机构投资者使用计算机来分割交易指令，用以执行到更优越的均价。这种计算均价的标准用VWAP和TWAP来表达，就形成了最初的算法交易的概念。

算法交易对经纪商来说是个指令的执行工具。在西方金融市场上，基金等金融机构想大批买入或抛售股票而不惊动市场，只有通过手段高明且关系网超深厚的大牌经纪人才能做到，客户为此付出的经纪费用也极其高昂。随着基金的经纪商转而采用算法交易(Algorithmic Trading)直接进场Direct Market Access的方式，效率变得更高了。算法交易使用数量化模型，自动产生算好定时和数量的指令流来输入市场，因此让基金经理及分析师的工作变得简单。越来越多的买方对算法交易的需求驱动着卖方开发新的算法策略，同时开发开放型的算法交易平台，方便买方整合自身独特的算法交易策略。对算法交易平台的评价成为买方寻求合作伙伴的一个重要参考指标，华尔街的小券商近年来也致力与开发具有特色的算法交易系统或者为买方定制算法交易系统，以期在佣金市场中分一杯羹。

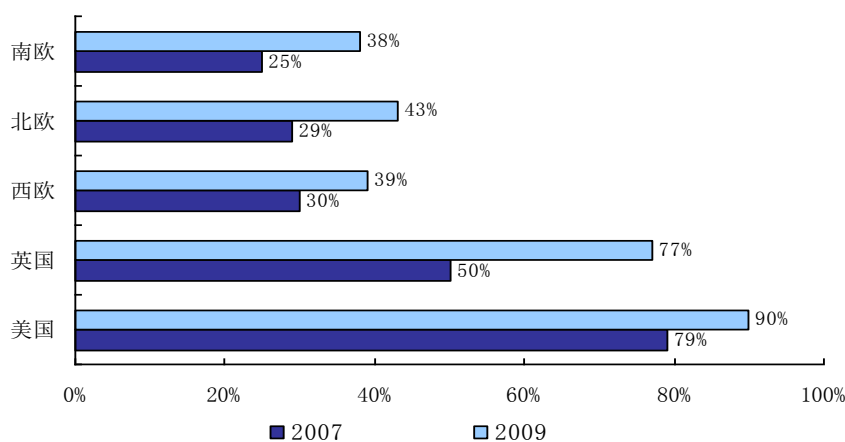
国外现状

借助于电脑飞速的计算速度，算法交易正在风靡全球金融市场。据 Market Survey 报导，在美国算法交易已成为基金业界的主流，全美 79% 投资经理在建立投资组合时至少使用一次算法交易。到 2009 年，这一比例将上升到 90%。算法交易在欧洲投资界也被大量使用。英国是欧洲地区使用算法交易比例最高的国家，2007 年伦敦证券交易所的所有交易的 60% 采用了算法交易，有 50% 的基金经理使用算法交易进行投资管理，预计 2009 年英国基金业使用算法交易者的比例将达到 77%。2008 年欧盟和美国算法交易量占有所有股票交易的 40% 左右，预计 2010 年达到 53%。

亚洲地区采用算法交易的主要市场是东京证券交易所、香港交易所和新加坡交易所。在日本和香港有超过 80% 机构客户的股票交易采用算法交易。预计 2010 年亚洲 16% 的交易采用算法交易。

瑞士信贷是最大的算法交易提供商之一，其算法交易引擎位于瑞士信贷在纽约曼哈顿的总部，并且在伦敦、香港和东京建有备份系统。该集团掌控着全美日股票交易的 10%，并且，该银行过去始终致力于以特殊算法创建先进的黑盒子(Black-Box)交易系统，这些算法往往都有一些让人联想不到的名字，诸如狙击手、游击战等。

图 3: 欧美投资管理公司中使用算法交易的比例



资料来源：国信证券经济研究所整理

与欧美市场相比，亚洲市场的股票价差更大，流动性更差，更难成交，因此，算法交易的价值也更为突出。但由于算法交易需要搭配先进的信息平台及完善的运用程序设计，并且对交易网络和信息传输的速度有较高要求，因此亚洲地区在算法交易技术上的竞争不如欧美市场那么激烈。

国内前景

算法交易是继网上交易后推动金融市场发展的代表性生产力，是券商未来交易平台中的基础工具，是券商未来的核心竞争力之所在。就国内市场来说，当前是开展算法交易研究的最佳时机。

首先，日益壮大的指数基金是算法交易潜在的最大用户。

目前指数基金在A股开放式基金中的资产规模占比可以达到12%以上。2009年以来，已获批或已发行的指数基金达16只，其中60%是基金公司首发的指数产品，指数基金的发展明显提速，基金公司对指数产品的重视前所未有。而指数基金管理的主要目的是最小化跟踪误差，每次买卖价格是控制跟踪误差的关键，而这正是算法交易的强项。

其次，公募基金日益精细化的管理使算法交易提上议程。

随着公募基金所管理资产规模的日益扩大，每次在市场上的进出对市场的影响会逐渐显露。为了尽量减少对市场的冲击、降低交易成本，同时隐藏自己的交易目的、提高交易执行的效率，公募基金会逐渐把部分交易转移到算法交易执行上来。

再次，投资者和金融业务多样化作为算法交易提供催化剂。

目前国内市场的投资者构成已初具多样化的态势：公募基金、私募基金、保险资管、券商资管、信托公司、财务公司、众多散户等等，投资者的多样化必然带来对交易执行要求的多样化。同时，目前交易所市场已有股票、权证、ETF、封闭式基金、债券等金融工具，而股指期货等衍生工具也呼之欲出，金融工具的多样化丰富了可能的投资策略，进而对交易执行提出了新的要求。这些都是国内发展算法交易良好的催化剂。

当然，由于市场制度的不同，我们在引进算法交易的时候必须有所侧重。在欧美市场，股票市场大部分实行的是做市商制度，对于同一股票，不同的做市商提供的买卖双边报价以及数量不尽相同，为了降低冲击成本，同时也为了寻找最优的双边报价，订单在执行的时候必须由经纪商寻找最佳的双边报价，同时还要考虑各个报价对应的买卖盘数量，所以在欧美市场才存在最佳路由的问题，而对于国内这样一个统一的交易市场来说，经纪商只是一个通道，不存在智能路由的问题，这是我们在引进算法交易的时候必须注意的一个问题。

算法交易的主要内容

算法交易的用戶

算法交易主要的用户是经纪商，对冲基金、养老基金、共同基金、华尔街公司的自营交易部门也有使用自己的算法交易系统。对冲基金的投资期限普遍很短，往往使用高频交易模型对新闻警告或短期价格波动做出反应，十分重视更激进的短期交易模型（决策及执行之间的时间间隔更为重要），其中具有代表性的有 Kenneth C. Griffin 的 powerhouse Citadel 对冲基金、文艺复兴技术公司（Renaissance Technologies）和 DE Shaw。对冲基金采用算法交易有自己独特的优势，包括完善的基础设施，高水平的交易者，最小化的规章限制和高风险的承受度。当然还有许多的其他机构交易者采用算法交易，只要这些交易者有大额交易，同时希望降低风险和交易成本，他们就会有采用算法交易的需求，算法交易可以使买方实现直接市场链接(DMA)的目的。

算法交易的证券

目前市场上采用算法交易的证券基本涵盖了市场上的大部分品种，包括股票、期货、期权、债券、交易所交易基金（ETF）、外汇等。算法交易已经成为股票的主流模式，特别是欧美地区，大部分的股票交易都是通过算法交易来完成。期货和期权也开始采用算法交易，比较有代表性的是 TradingScreen/瑞士信贷（Credit Suisse）的先予执行服务(AES)(TradeSmart, TradeExcel, TradeFIX)进行期货的算法交易。期权方面预计 2010 年有 20%的期权使用算法交易。另外，外汇交易也是算法交易的重要领域，FlexTrade's e-FOREX 就是算法交易运用到外汇上的代表。

算法交易的流程

算法交易的流程包括交易前分析、算法交易和交易后分析。算法交易前后的分析是必不可少的，虽然算法交易的主要过程是通过计算机下单来处理，但是其前后的许多分析工作是需要人工进行设定的。

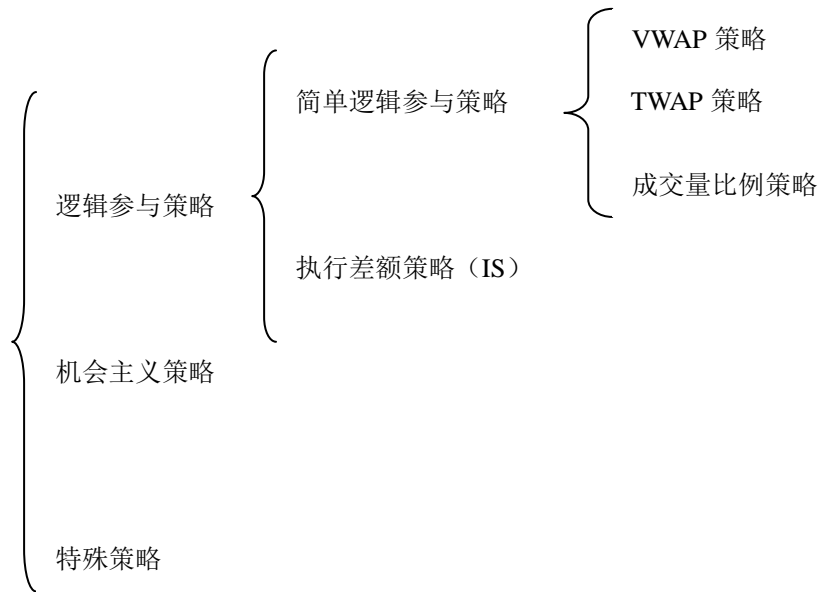
交易前分析包括多因素风险分析——股票、行业、买/卖方、货币等；清楚了解潜在的交易成本；划分和鉴别局外人和困难的交易；智能发送器(机器人)—交易指令自动发送到算法交易系统，该系统能进行最佳的策略及策略参数选择。用户可实时使用交易前分析，了解算法交易采用的具体参数情况。

交易后分析主要是对算法交易的结果进行研究。从收到详细的日度、月度、季度、年度交易后审查报告开始，将表现与多种基准进行对比，深究单个交易结果，选择性衡量后台效率，从而对算法的优劣进行总结反馈，这个对提高算法的效率至关重要。

算法交易的分类

1. 按照策略类型分类

算法交易可分为三种策略，即逻辑参与策略（Logical Participation Strategies）、机会主义策略（Opportunistic Strategies）和特殊策略（Specialized Strategies）。目前大约 90%的算法交易订单金额使用第一类算法策略。



2. 按照发展过程分类

算法交易一共有三代算法。第一代算法是基于历史交易模式进行的；第二代算法是执行不足（Implementation Shortfall）算法；第三代算法是搜寻隐藏流动性（Hidden Liquidity）/暗池（Hidden Pool）算法。

第一代算法的主要依据是使用历史交易记录对现在的交易进行指导。具体的算法包括：交易量加权平均价格（VWAP），保证 VWAP，TWAP（交易时间加权平均价格）/SENS（灵敏度），按照交易量（Volume-In-Line）/目标交易量（Target Volume），按照价格（Price-In-Line）。VWAP 和 TWAP，由于策略比较简单而且容易操作，目前是市场上主要采用的两种算法。

第二代算法是执行不足（Implementation Shortfall）算法，包括执行差额（IS），到达价格（AP-Arrival Price），开盘价（AtOpen），收盘价（AtClose），浮动股价（Float），隐藏（Hidden）。

第三代算法的主要特点是从单只股票到多股票组合同时搜寻隐藏流动性（Hidden Liquidity）。主要包括了眼镜蛇（Cobra）、夜鹰（Nighthawk）、游击战（Guerrilla）、埋伏（Ambush）、剃刀（Razor）、匕首（Dagger）、侦察员（Scout）等算法，开始着眼于算法对多资产之间的相互影响和平台的建立。

算法交易的类型

显而易见的是，在当今分割的市场情形下，大量的算法交易是由卖方提供给买方，作为能够带来最佳执行的增值策略。这种算法交易的提供是有益于双方的。它的使用给作为算法交易提供者的卖方带来了来自买方客户更多的订单流，这些客户包括投资经理、基金经理等。这些客户利用简单的VWAP、TWAP、一篮子订单、挂钩市场及挂钩中点定单来显著改善每笔交易的最优执行价格。机构们为了获得每次交易执行的更好价格，会给经纪商们带来更多的费用。这对双方来说是双赢的。买方资产组合经理已经较为频繁地在组合再平衡

(Portfolio Rebalance) 方面使用算法交易了。

高度竞争的华尔街和机构投资者对Alpha无止境的追求推动着算法交易的发展。既然算法交易能极大地提升工作效率，所以众多的华尔街公司都赶上了这个新的历史潮流，大家的盈利模式普遍在于卖方提供先进的交易算法给买方或者买方利用先进的交易算法获得最佳的执行价格。具体来讲，交易算法的类型有以下几种：

- 1、成交量加权平均价 (VWAP)，该指令让大多数成交价格指定的价格之下。这个新交易科技的保鲜期较短。一上市后，大家都在复制，很快全行业就采用了。根据TABB集团的一项研究，在2004年第二季VWAP在所有算法中占到61%，但到了2006年第二季这个比例已经下降到了16%。机构客户在追求更为复杂精细的算法，而不再是简单的VWAP或TWAP了。
- 2、个性化设置算法 (IB 称为“算法指令”)：
具体包括：到达价格算法、平衡影响和风险算法、最小化影响算法、交易量百分比算法、时间加权平均价格 (TWAP) 算法、交易量加权平均价格 (VWAP) 算法 (保证价格的)、交易量加权平均价格 (VWAP) 算法 (最大努力的)、挂钩市场及挂钩中点订单、隐藏订单、波动率订单、冰山订单、分段订单、一篮子订单等。
- 3、成交量份额参与算法 (Volume Participation)：根据某股票的日内某段时间内的特定比例设定交易参与的上限，以降低市场冲击成本；
- 4、寻求暗池的流动性 (Dark pool liquidity)，让交易行为变得更加隐秘 (在其他经纪商网络上，隐藏自己的指令群的报价)。
- 5、统计套利：2006年，NYSE推出了超快的Hybrid Market混合市场 (二合一市场) 整合了Big Board的传统的专家体系的竞价系统和自动交易系统。当前，在华尔街赢得统计套利Statistical Arbitrage的机会变得更大。新的系统让纽约股票交易所许多股票上的平均的Turnaround时间缩短了30倍，从原来的9秒到0.3秒。
- 6、智能路由：2007年3月生效的Regulation NMS要求所有的市场必须提供最好的买卖报价。这个制度的革新推动了智能路由订单的算法。Aite Group在2006年曾指出，未来数年的算法交易的浪潮将是智能算法路由，排除了人为干预，全面实现自动化。IB的交易科技在美国乃至世界都居于先驱地位。早在1999年，IB就先于行业内的竞争者，开始提供多个上市股票期权“smart routing”智能路由。客户的指令可以在单屏的IB交易平台上自动传递到众多市场中最好的配对报价。

算法交易的优势

算法交易相比较传统的人工交易，在多方面具备优势。首先，算法交易能减少市场冲击并降低交易成本，通过优秀的算法实现冲击成本和等待风险的最优化，算法交易通过程序完成了人工不能完成的优化策略的过程，实现最优化的策略，达到减少市场冲击和降低交易成本的目的。其次，算法交易提高了交易的执行效率，程序化下单具备更快的下单速度，相对于人来说，程序判断的

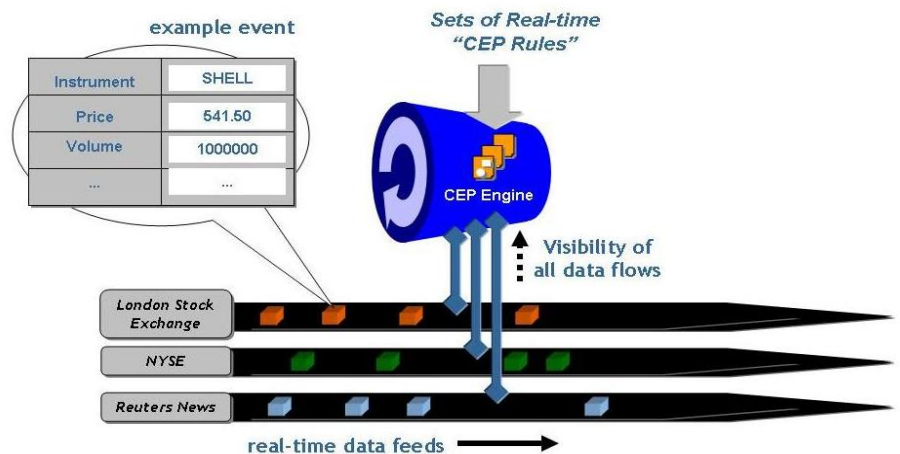
时间几乎为 0，程序化下单比人工下单更容易成交到最即时的价格。第三，算法交易减少人力成本的同时避免了人的非理性因素的干扰。算法交易通过计算机下单，减少了传统交易在交易员上的人力投入。人的贪婪、恐惧是很难避免的，这些非理性因素对交易造成了许多不确定，而算法交易可以最大限度的避免人的影响，坚持原则能获得更高的收益。再次，算法交易能确保复杂的交易及投资策略得以执行。程序化交易能更精准的下单，细致的量化报单的价格和数量。特别是对于复杂的交易策略，程序便于对数目众多的股票同时进行交易程序，实现传统交易不能完成的交易策略。最后程序化便于验证与检讨交易策略，可以在一个长期内看交易策略是否有效，可以深层次长时间的去观察一些策略是否有效，得到的结论也更能让人信服。

算法交易的未来

1、复杂事件处理

复杂事件处理是计算机处理和应对具有多重效应事件数据的能力，如应对市场冲击的能力；能够即时利用新闻，发现欺诈行为，管理风险。复杂事件处理算法被编排成以事件为基础的多组规则。这些规则监管进入的数据流中的项目被定义为“事件”。每次事件对系统内部进行一次更新。图 4 是复杂事件处理规则举例：壳牌与美孚公司的股票价差到达某个水平，买入壳牌，卖出美孚。

图 4：CEP 算法示意图



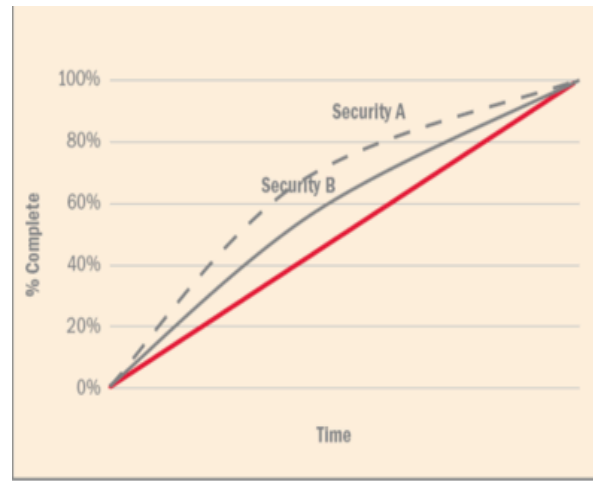
资料来源：国信证券经济研究所整理

2、交易单分段运输模型（OSM）

当资金流难以预测时，定单交易需要统一管控，需要高效处理交易有困难的定单。对于短线交易，交易单分段运输模型策略效果尤为显著。该策略引进了机会目标完成率的概念，此比率根据特定证券的每笔交易核算。要确定此比率，须计算证券专用“资金流量弓”（如图 5 所示），“资金流量弓”决定了策略是

否执行的决策权。

图 5: OSM算法解释图



Benchmark - Order Entry Strike, Factors - Liquidity and Time

资料来源：国信证券经济研究所整理

图 5 中，弓形代表此策略可能偏离恒定目标完成率的最大差距。这有利于策略面对“虚假机会”采取行动。证券 A 对日交易量的需求大，而证券 B 的需求适度。此策略平衡了市场机会，增加了完成率。并且，采用此策略可减少交易末期对资金流的需求。

沪深 300 组合算法交易实证

被动型算法交易（VWAP、TWAP）比较

按照沪深 300 指数组合，分别以 1 亿、5 亿和 10 亿为组合规模，比较两种算法与均价差异，以及两种算法之间的差异。具体计算时分为三种交易时间：

- (1) 全天成交；
- (2) 10: 00~15: 00
- (3) 14: 30~15: 00

主动型算法交易

使用 VWAP-AIM 算法，具体测算结果也按规模分为 1 亿、5 亿和 10 亿，具体计算时分为三种交易时间：

- (1) 全天成交；
- (2) 10: 00~15: 00
- (3) 14: 30~15: 00

实证方法描述

1. 对市场上升/下降/震荡分别采样1个月5秒高频5档盘口数据进行测算
2. 市场上升期选为2009.07.01~2009.07.31
3. 市场下降期选为2009.08.01~2009.08.31
4. 市场震荡期选为2009.09.01~2009.09.30
5. 每个样本期采用期初沪深300样本股权重设定，不做逐日调整
6. 每个样本期采用起始日之前20个交易日日内每分钟成交量分布算术平均作为VWAP基准历史成交分布，不做逐日调整
7. 系统模拟4种拆单策略（本报告展示3种）
 - a) TWAP(各分钟成交量均匀分布)
 - b) VWAP(各分钟成交量分布采用历史成交分布)
 - c) VWAP-AIM(AGGRESSIVE IN THE MONEY: 各分钟成交量分布以标准VWAP为基础依以下规则动态调整:若本分钟起始时刻成交价<市场VWAP, 则本分钟成交量放大20%, 若本分钟起始时刻成交价>市场VWAP, 则本分钟成交量缩小20%; 如本分钟成交量有调整, 则对后续各分钟成交量进行同比例缩放以保证总成交量不变)
 - d) VWAP-PIM(PASSIVE IN THE MONEY: 各分钟成交量分布以标准VWAP为基础依以下规则动态调整:若本分钟起始时刻成交价<市场VWAP, 则本分钟成交量缩小20%, 若本分钟起始时刻成交价>市场VWAP, 则本分钟成交量放大20%; 如本分钟成交量有调整, 则对后续各分钟成交量进行同比例缩放以保证总成交量不变)"
8. 系统对样本期进行逐日模拟，主要计算步骤为：
 - 1) 固定组合总金额，当前日期，当天交易时段，当前模拟策略
 - 2) 根据组合总金额与个股权重分配个股当日委托金额
 - 3) 根据个股当日委托金额与各策略日内各分钟成交量分布分配个股本交易时段各分钟委托金额
 - 4) 根据个股各分钟委托金额与本分钟行情tick数均匀分配个股各tick委托金额
 - 5) 根据个股各tick委托金额与各档盘口供应金额($0.3 \times \text{盘口价格} \times \text{盘口数量}$)确定各档盘口实际成交金额(买单使用5档卖盘模拟成交，卖单使用5档买盘模拟成交，0.3为成交比例系数，各档实际成交金额之和可能小于委托金额，此时为部分成交，未成交部分不做补单处理)
 - 6) 以各档位实际成交金额为权对各档位价格计算加权均价作为本tick成交均价，以各档位实际成交金额之和作为本tick成交金额
 - 7) 以各tick成交金额为权对各tick成交均价计算加权均价作为本日成交均价，以各tick成交金额之和作为本日实际成交金额
 - 8) 根据本日加权均价与本交易时段市场VWAP(本交易时段总成交金额/本交易时段总成交量)计算个股MPE=(算法均价-市场均价)/市场均价，MAPE=|算法均价-市场均价|/市场均价

9)根据个股成交金额之和/组合总金额计算完成比例，根据个股权重与个股MPE/MAPE计算组合MPE/MAPE

9.由于系统不会在涨跌停价上进行模拟成交，而市场实际会在涨跌停价上实际成交，因此存在系统性估计偏差，组合MPE/MAPE的绝对值缺乏参考意义，仅适用对不同条件下的成交结果进行相对比较。

实证结果

表 1 沪深 300 指数组合算法交易比较汇总表 (MPE)

			TWAP		VWAP		VWAP-AIM(主动)	
	时间段	规模	买入	卖出	买入	卖出	买入	卖出
上涨阶段	全天	一亿规模	0.020%	-0.085%	0.044%	-0.115%	0.055%	-0.124%
		五亿规模	0.019%	-0.086%	0.043%	-0.116%	0.054%	-0.126%
		十亿规模	0.018%	-0.088%	0.042%	-0.118%	0.052%	-0.127%
	10:00 ~ 15:00	一亿规模	0.024%	-0.078%	0.038%	-0.096%	0.036%	-0.093%
		五亿规模	0.023%	-0.079%	0.037%	-0.098%	0.035%	-0.094%
		十亿规模	0.022%	-0.080%	0.035%	-0.099%	0.033%	-0.096%
	14:30 ~ 15:00	一亿规模	0.181%	-0.052%	0.192%	-0.070%	0.193%	-0.072%
		五亿规模	0.176%	-0.057%	0.186%	-0.075%	0.188%	-0.078%
		十亿规模	0.172%	-0.061%	0.182%	-0.080%	0.183%	-0.082%
下跌阶段	全天	一亿规模	-0.073%	-0.013%	-0.012%	-0.074%	-0.027%	-0.059%
		五亿规模	-0.083%	-0.008%	-0.022%	-0.069%	-0.035%	-0.057%
		十亿规模	-0.117%	0.019%	-0.024%	-0.073%	-0.053%	-0.047%
	10:00 ~ 15:00	一亿规模	-0.079%	0.001%	0.012%	-0.093%	0.002%	-0.084%
		五亿规模	-0.090%	0.007%	0.002%	-0.089%	-0.004%	-0.083%
		十亿规模	-0.124%	0.038%	0.009%	-0.103%	-0.011%	-0.084%
	14:30 ~ 15:00	一亿规模	0.045%	-0.266%	0.145%	-0.369%	0.146%	-0.370%
		五亿规模	0.005%	-0.268%	0.107%	-0.374%	0.106%	-0.373%
		十亿规模	-0.022%	-0.369%	0.111%	-0.507%	0.113%	-0.510%
横盘阶段	全天	一亿规模	0.001%	-0.093%	0.012%	-0.104%	0.010%	-0.101%
		五亿规模	0.004%	-0.097%	0.013%	-0.107%	0.013%	-0.107%
		十亿规模	-0.041%	-0.055%	-0.053%	-0.045%	-0.045%	-0.052%
	10:00 ~ 15:00	一亿规模	0.000%	-0.089%	-0.001%	-0.086%	0.003%	-0.089%
		五亿规模	0.004%	-0.094%	0.001%	-0.092%	0.004%	-0.094%
		十亿规模	-0.057%	-0.036%	-0.066%	-0.028%	-0.063%	-0.031%
	14:30 ~ 15:00	一亿规模	0.348%	-0.051%	0.352%	-0.055%	0.354%	-0.057%
		五亿规模	0.200%	-0.053%	0.204%	-0.057%	0.204%	-0.058%
		十亿规模	0.097%	-0.046%	0.114%	-0.063%	0.112%	-0.063%

数据来源：国信证券经济研究所

分析结论

- 1、不管市场处于何种状态（上涨、下跌、横盘），对于买入交易，VWAP-AIM策略都是最优的。在上涨阶段跑赢基准（市场VWAP）3~19BP，在下跌阶段相对市场VWAP在-5~14BP，在横盘阶段相对市场VWAP在-6~35BP。就具体时间段来说，在尾盘(14:30~15:00)买入都是最优的，超越市场VWAP在10~35BP之间，效果非常明显；
- 2、不管市场处于何种状态（上涨、下跌、横盘），对于卖出交易，TWAP策略都是最优的。在上涨阶段跑输基准（市场VWAP）5~8BP，在下跌阶段相对市场VWAP在-37~4BP，在横盘阶段跑输市场VWAP3~9BP。就具体时间段来说，上涨阶段在尾盘(14:30~15:00)卖出是最优的，跑输市场VWAP5~6BP；下跌阶段在10:00~15:00卖出是最优的，跑赢市场VWAP1~4BP；横盘阶段在尾盘(14:30~15:00)卖出是最优的，跑输市场VWAP4~5BP；
- 3、当市场处于上涨和下跌阶段，不管当日在何种时间段开始交易，买入交易随着规模的增大，效果越差；卖出交易随着规模的增大，效果越好；而在横盘阶段则没有明显的规律；
- 4、总的来说：对于买入交易，建议使用VWAP-AIM策略，在尾盘买入，一般可以保证买入价格低于市场VWAP价格；对于卖出交易，建议使用TWAP策略，尽量在尾盘卖出，如果可以确认市场处于下跌阶段，则尽量不要在尾盘卖出，而选择从10点开始卖出（也就是说，在市场处于单边下跌阶段的时候，早盘低开的概率很大）。

国信证券投资评级

类别	级别	定义
股票 投资评级	推荐	预计 6 个月内，股价表现优于市场指数 20%以上
	谨慎推荐	预计 6 个月内，股价表现优于市场指数 10%-20%之间
	中性	预计 6 个月内，股价表现介于市场指数±10%之间
	回避	预计 6 个月内，股价表现弱于市场指数 10%以上
行业 投资评级	推荐	预计 6 个月内，行业指数表现优于市场指数 10%以上
	谨慎推荐	预计 6 个月内，行业指数表现优于市场指数 5%-10 % 之间
	中性	预计 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±5%之间
	回避	预计 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 5%以上

免责声明

本报告信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。我公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。本报告版权归国信证券所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、刊登。

国信证券经济研究所团队成员

宏观		策略		交通运输	
周炳林	0755-82130638	黄学军	021-60933142	郑 武	0755- 82130422
林松立	010-66026312	崔 嵘	021-60933159	陈建生	0755- 82133766
		廖 喆	021-60933162	岳 鑫	0755- 82130432
				高 健	0755-82130678
银行		房地产		机械	
邱志承	021- 60875167	方 焱	0755-82130648	余爱斌	0755-82133400
黄 飙	0755-82133476	区瑞明	0755-82130678	黄海培	021-60933150
谈 焯	010- 66025229	黄道立	0755- 82133397	陈 玲	0755-82130646
				杨 森	0755-82133343
				李筱筠	010-66026326
汽车及零配件		钢铁		商业贸易	
李 君	021-60933156	郑 东	010- 66026308	孙菲菲	0755-82130722
左 涛	021-60933164	秦 波	010-66026317	吴美玉	010-66026319
				祝 彬	0755-82131528
基础化工		医药		石油与石化	
张栋梁	0755-82130532	贺平鸽	0755-82133396	李 晨	021-60875160
陈爱华	0755-82133397	丁 丹	0755- 82139908	严蓓娜	021-60933165
邱 斌	0755-82130532	陈 栋	021-60933147		
电力设备与新能源		传媒		有色金属	
皮家银	021-60933160	陈财茂	021-60933163	彭 波	0755-82133909
				谢鸿鹤	0755-82130646
电力与公用事业		非银行金融		通信	
徐颖真	021-60875162	邵子钦	0755- 82130468	严 平	021-60875165
谢达成	021-60933161	田 良	0755-82130513	程 峰	021-60933167
		童成敦	0755-82130513		
造纸		家电		计算机	
李世新	0755-82130565	王念春	0755-82130407	段迎晟	0755- 82130761
邵 达	0755-82130706				
电子元器件		纺织服装		农业	
段迎晟	0755- 82130761	方军平	021-60933158	张 如	021-60933151
高耀华	0755-82130771				
旅游		食品饮料		建材	
廖绪发	021-60875168	黄 茂	0755-82138922	杨 昕	021-60933168
刘智景	021-60933148				
煤炭		建筑		固定收益	
李 然	010-66026322	邱 波	0755-82133390	李怀定	021-60933152
陈 健	010-66215566	李遵庆	0755-82133055	高 宇	0755- 82133538
苏绍许	021-60933144			侯慧娣	021-60875161
				张 旭	010-66026340
				蔺晓熠	021-60933146
				刘子宁	021-60933145
指数与产品设计		投资基金		量化投资	
焦 健	0755-82133928	杨 涛	0755-82133339	葛新元	0755-82133332
王军清	0755-82133297	彭怡萍	0755-82133528	董艺婷	021-60933155
彭甘霖	0755-82133259	刘舒宇	0755-82133568	林晓明	0755-25472656
阳 瑾	0755-82133538	康 亢	010-66026337	赵斯尘	021-60875174
周 琦	0755-82133568	刘 洋		程景佳	021-60933166
赵学昂	0755-66025232			郑 云	021-60875163
				毛 甜	021-60933154
交易策略					
戴 军	0755-82133129				
秦国文	0755-82133528				
徐左乾	0755-82133090				
黄志文	0755-82133928				

国信证券机构销售团队

华北区（机构销售一部）			华东区（机构销售二部）			华南区（机构销售三部）		
王立法	010-66026352 13910524551 wanglf@guosen.com.cn		盛建平	021-60875169 15821778133 shengjp@guosen.com.cn		万成水	0755-82133147 13923406013 wancs@guosen.com.cn	
王晓建	010-66026342 13701099132 wangxj@guosen.com.cn		马小丹	021-60875172 13801832154 maxd@guosen.com.cn		魏 宁	0755-82133492 13823515980 weining@guosen.com.cn	
焦 骥	010-66026343 13601094018 jiaojian@guosen.com.cn		郑 毅	021-60875171 13795229060 zhengyi@guosen.com.cn		邵燕芳	0755-82133148 13480668226 shaoyf@guosen.com.cn	
李 锐	010-66025249 13691229417 lirui2@guosen.com.cn		黄胜蓝	021-60875166 13761873797 huangsl@guosen.com.cn		林 莉	0755-82133197 13824397011 linli2@guosen.com.cn	
徐文琪	010-66026341 13811271758 xuwq@guosen.com.cn		刘 塑	021-60875177 13817906789 liusu@guosen.com.cn		王昊文	0755-82130818 18925287888 wanghaow@guosen.com.cn	
			叶琳菲	021-60875178 13817758288 yelf@guosen.com.cn		甘 墨	0755-82133456 15013851021 ganmo@guosen.com.cn	
			孔华强	021-60875170 13681669123 konghq@guosen.com.cn		段莉娟	0755-82130509 18675575010 duanlj@guosen.com.cn	
						黎 敏	0755-82130681 13902482885 limin1@guosen.com.cn	
						徐 冉	13632580795 xuran1@guosen.com.cn	
						颜小燕	13590436977 yanxy@guosen.com.cn	