



2019.07.30

不容忽视的交易成本：量化个股隐性成本

——微观交易结构系列之二

	陈奥林 (分析师)	杨能 (研究助理)
	021-38674835	021-38032685
	chenaolin@gtjas.com	yangneng@gtjas.com
证书编号	S0880516100001	S0880117080176

本报告导读：

摘要：

- 在小市值、低流动性域内个股投资风险上升的背景下，ALPHA 收益尚存，我们需要规避高隐性交易成本的个股，才能更好地获得市值、非流动性等因子收益。因此，我们对一天内买入一定金额的股票所产生的价格冲击进行了建模与估计。
- 成交金额与冲击成本呈现幂指数关系，买卖冲击成本差别明显。买入产生的价格冲击大约比卖出大 50%。其核心原因在于 A 股为偏好挂单买入，主动卖出的市场，在偏好主动卖出的市场，主动买入将泄露更多的信息，带来更高的永久性冲击成本。因而 A 股市场大单买入后，股价仍会持续上涨，而大单卖出后，价格一般会有明显的反弹。
- 影响冲击成本的核心因素为股价日内波动率和股票日成交总金额。我们基于微观交易结构不变性理论，对传统模型进行了一定的改进。改进后的模型对于小市值个股的冲击成本估计能力有显著上升，模型整体平均买入 R 方可达 50% 以上。
- 交易时长与冲击成本也存在幂指数关系。即增加至 5 倍交易时间后冲击成本可能只减少至三分之一。对于幂指数 beta 较大的股票，延长交易时间能有效降低冲击成本。
- 对于非量化投资者，可根据冲击成本模型所计算的个股冲击成本大小，在股票池中剔除一定比例冲击成本过高的个股；对于进行组合优化的量化投资者可在组合优化中的目标函数内加入对冲击成本的惩罚项，降低组合买入或卖出冲击成本较高的个股。
- 对于加入了冲击成本后最优化问题求解难度较高的问题，我们提出了使用一次项和二次项近似的方法使得最优化问题重新变为标准的二次规划，便于求解。

金融工程团队：

陈奥林：(分析师)

电话：021-38674835

邮箱：chenaolin@gtjas.com

证书编号：S0880516100001

李辰：(分析师)

电话：021-38677309

邮箱：lichen@gtjas.com

证书编号：S0880516050003

孟繁雪：(分析师)

电话：021-38675860

邮箱：mengfanxue@gtjas.com

证书编号：S0880517040005

黄婉璇：(分析师)

电话：021-38677799

邮箱：huangwangxuan@gtjas.com

证书编号：S0880518110002

蔡昱昊：(研究助理)

电话：021-38674743

邮箱：caiminhao@gtjas.com

证书编号：S0880117030051

李翔：(研究助理)

电话：021-38032690

邮箱：lixu019018@gtjas.com

证书编号：S0880117090067

杨能：(研究助理)

电话：021-38032685

邮箱：yangneng@gtjas.com

证书编号：S0880117080176

殷钦怡：(研究助理)

电话：021-38675855

邮箱：yinqinyi@gtjas.com

证书编号：S0880117060109

余剑峰：(研究助理)

电话：021-38676186

邮箱：yujianfeng@gtjas.com

证书编号：S0880118060039

相关报告

《多维度刻画基金：业绩、能力与主动管理程度》2019.07.19

《不同情景模式下的风格配置体系》2019.07.11

《全球化与 A 股定价格局》2019.05.28

《ETF 产品在国内市场的因地制宜与因时制宜》2019.05.24

《沪深 300 成分股调整名单与冲击成本预测》2019.05.20

1. 引言

伴随 A 股港股化进程的加速，小市值、低流动性个股的 ALPHA 空间尚存，但其投资风险也会显著增加，导致获得非流动性风险溢酬的难度上升。在之前的报告中，我们分析了低流动性个股存在的风险。07 年 8 月，美国部分基金由于在抵押证券上损失惨重不得不卖出权益类股票来满足保证金要求，结果导致美股出现连锁反应，暴露非流动性敞口的量化基金遭到较大的回撤。在 A 股港股化的进程中，小市值、低流动性个股的投资风险也会显著上升；但这并不意味着此类个股的 ALPHA 属性完全消失，由于较高的交易成本等原因，这类个股依然会要求较高的风险补偿。

完全控制市值、流动性等因子敞口暴露，虽然可以在一定程度上控制极端行情下组合的回撤，但同样也放弃了一个具有较高收益的 ALPHA 收益源。因此，我们无需一直中性化市值、流动性因子，在合适的时机暴露市值、流动性因子敞口，承担风险获得一定的风险补偿。

作为微观交易结构系列的第二篇，本篇报告主要讨论在小市值、低流动性域内个股风险上升的背景下，如何规避高隐性交易成本的个股，从而更好地获得市值、流动性因子收益。我们对一天内买入一定金额的股票所产生的价格冲击进行了建模与估计。建议对于小市值域内的组合优化，目标函数增加对冲击成本的惩罚项，减少实际交易中过大的隐性交易成本导致资产的错配，求解权重不在有效边沿上的问题。为此，我们首先对个股交易的冲击成本进行了建模与估计，其次，对如何纳入冲击成本后的优化问题如何求解做了一定的尝试。

2. 交易成本概述

2.1. 交易成本对于机构投资者的研究意义

一个完整的投资流程包括四部分：资产配置、投资组合构建、交易执行和组合贡献分析。交易成本不止影响交易执行，而是影响到投资的每一步。在资产配置或投资组合构建时，如果没有准确考虑交易成本，将导致资产预期收益率的错误估计，最终将资产的错配，使得组合未在有效前沿之上。假设我们在以下两个资产中进行配置，目标收益为 10%。

表 1 交易成本对资产配置的影响举例

资产	预期收益率	交易成本
债券	5%	50bp
股票	15%	75bp

数据来源： 国泰君安证券研究

若不考虑交易成本，则会分别给债券和股票 50% 的权重；若纳入交易成本，则会分配给债券和股票 42.82% 和 57.18% 的权重。股票的组合构建亦是如此，资产之间不同的交易成本可能会对最终的权重分配产生较大的影响。

对于暴露小市值、高波动、低流动性的策略而言，较大的冲击成本更会显著影响最终策略的收益率。

2.2. 交易成本的分类

交易成本包括九大类。在隐性交易成本中，延迟成本指投资经理发布指定到交易员开始交易期间产生的延迟成本。价格趋势成本指由于容易出现上涨时买入，下跌时卖出的情况，因而价格本身的趋势将产生交易成本；时间风险成本包括股价特质波动带来的波动风险和市场成交量变化带来的流动性风险。机会成本为由于投资品出现流动性短缺时，导致最终无法完全完成交易，由于未成功交易的那部分所损失的一部分盈利。隐性交易成本存在着此消彼长的特点。

表 2 交易成本的分类

	固定成本	可变成本
显性成本	佣金	买卖价差
	过户费	印花税
隐性成本		延迟成本
		价格趋势成本
		冲击成本
		时间风险成本
		机会成本

数据来源： 国泰君安证券研究

投资经理主要关注的交易成本包括买卖价差、延迟成本和冲击成本。一般而言，冲击成本在隐性交易成本中占比较高。对于某些个股类似于农业银行等大市值低价股，换手率低，但能容纳的资金量非常大。若主动成交，则其买卖差价需 0.01/3.7(农业银行股价)，约为 27bp，远大于冲击成本，因而对于此类股票需要重点考虑买卖价差，而非冲击成本。

3. A 股冲击成本建模

3.1. 传统冲击成本模型

冲击成本模型主要包括业界和学术界两大类，业界开发的模型包括 BARRA Model、J. P. Morgan Model、NORTHFIELD MODEL；学术界开发的模型包括：Almgren 模型，I-star 模型等。

记:

G——冲击成本占比

P——股价

V——日成交量

Q——交易量

Sigma——日波动率

Θ——流通股本

BARRA 模型为平方根模型，其估计公式为:

$$G \propto \sigma \left(\frac{Q}{V} \right)^{\frac{1}{2}}$$

J. P. Morgan 模型相对参数较多，其估计公式为:

$$G = I \times \omega \times \frac{2 \times \frac{Q}{V}}{1 + \frac{Q}{V}} + I \times (1 - \omega) + S_c$$

$$I = \alpha \times \left(\frac{Q}{V} \right)^{\beta} \times \sigma^{\gamma}$$

其中， ω 是暂时性冲击成本占比， α 为调整系数， S_c 为买卖价差。

NORTHFIELD 的估计公式为:

$$G = A + B \times Q + C \times Q^{0.5}$$

$$B = \omega \times \left(\frac{\text{premium}}{\text{tot_shr}} \right)$$

$$C = (1 - \omega) \times \left(\frac{\text{premium}}{\text{tot_shr}^{0.5}} \right)$$

$$\text{premium} = \frac{Q\mu}{(1 + \text{std})^Z}$$

其中，Z 代表股票的流动性风险 Zscore。Premium 为收购溢价，反映的是冲击成本的上限。假设所有股票间的收购溢价为对数正态分布，均值为 μ ，标准差为 std。个股收购溢价可通过要约收购的历史数据进行估算。

学术界模型包括 Almgren 模型，其分别估算了暂时性冲击成本和永久性冲击成本。

永久性冲击成本为:

$$G_p \propto \sigma \left(\frac{Q}{V} \right)^{\alpha} \left(\frac{\Theta}{V} \right)^{\delta}$$

暂时性冲击成本为:

$$G_t \propto \sigma \left(\frac{Q}{V} \right)^\beta$$

3.2. 冲击成本模型改进

3.2.1. 实证数据

为了研究冲击成本，我们需要解决的第一个问题是交易数据不可得的问题。冲击成本的建模本身难度不大，但是如果没有真实数据验证，冲击成本模型可能会完全脱离实际。如果数据质量较差的话，研究的结果（拟合的参数）就会有较大的误差。海外大部分研究使用的是一些陈旧的美国公开交易数据（花旗集团等），并不一定适用于 A 股市场。

由于我们的研究目标是估计可拆成小单的一笔大单在当天买入或卖出某只个股时产生的冲击成本，因而可以把市场所有交易者看做是一笔大单，并假设主动买入或卖出推动了个股价格的变化，则该笔订单的大小为当天的主动成交净额（主动买-主动卖）。该笔大单当天最终以 VWAP 均价成交，若当天买卖均衡，则 VWAP 价格应当等于初始价格（开盘价），但实际交易中，VWAP 并不等于开盘价，可以认为交易产生的冲击成本为：

$$(VWAP/OPEN-1) \cdot 100\%$$

但实际交易中，对于开盘或尾盘有异常波动、或者买盘远大于卖盘时，资金流动方向和股价变动方向比较容易出现不一致的现象。

图 1 600848 2018/10/12：股价跳空低开，随后开盘大幅拉升



数据来源：国泰君安证券研究

图 2 000046 2015/9/2: 当日委托买盘远高于委托卖盘



数据来源：国泰君安证券研究

可以看到，图 1 开盘大幅上涨，但实际资金大幅净流出；图 2 虽然稳步上涨，但实际交易完全是靠委托盘托上去的。简单拿当日主动成交净额做为交易单不能真实反映冲击成本和成交金额的关系。

我们对上述算法上进行了一定修正，剔除了开盘后半小时和收盘前半小时的数据以及 ST 个股、涨跌停个股、委买委卖严重失衡（委买比委卖或委卖比委买大于 5）的个股的数据。



我们假设开盘后半小时和收盘前半小时的价格变化是由信息主导，其余时间段由交易层面因素主导，即假设 10:00—14:30 间个股主动成交金额为整体，最终以期间的 VWAP 成交，冲击成本代理变量为：

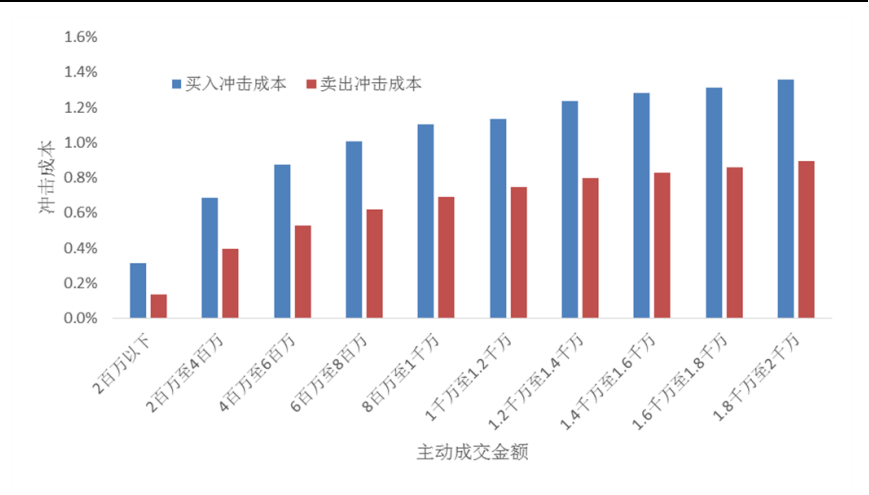
$$(VWAP_{10:00-14:30} / OPEN_{10:00} - 1) \cdot 100\%$$

这样得到的数据质量相对更好，减少了出现主动成交金额与冲击成本异号的情况。

3.2.2. 冲击成本与交易金额的描述性统计关系

基于 A 股上述面板数据，我们可以直观的描述交易金额与冲击成本的关系。下图给出了过去一年内成交金额每增加两百万，平均冲击成本的变化情况，蓝色代表买入，红色代表卖出。

图3 不同成交金额下买入卖出冲击成本统计



数据来源：国泰君安证券研究

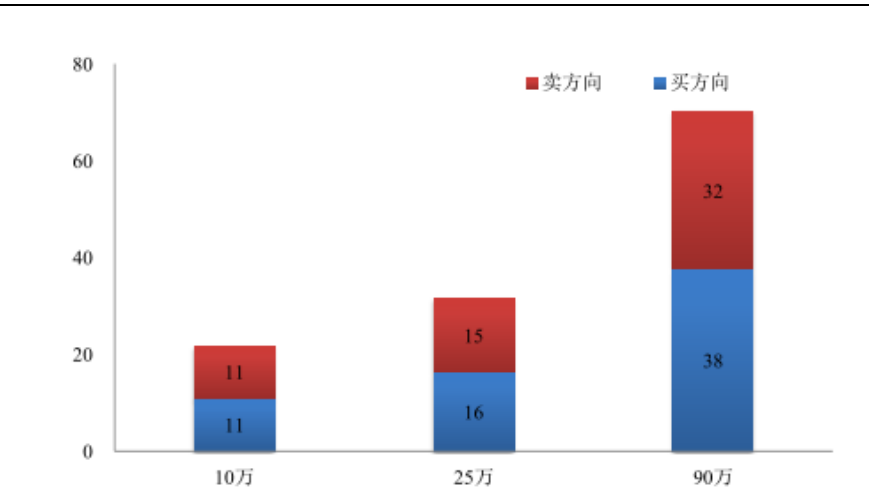
成交金额与冲击成本呈现幂指数关系。学术界通常认为，交易金额和冲击成本之间应当是线性关系。因为非线性关系意味着套利空间的存在。交易员可以通过连续分批买入，拉升股价，最后一次性卖出的方式获利。而业界根据实证数据检验发现随着交易金额的上升，冲击成本的增加量会逐渐减少。由上图可知，无论是主动买入还是主动卖出，成交金额与冲击成本呈现幂指数关系，且指数处于0到1之间，与业界模型结论基本一致。因而，我们成交金额与冲击成本满足：

$$G = \alpha (PQ)^\beta$$

其中，G为冲击成本比例（无量纲），PQ为主动交易金额，Alpha为个股特征决定的系数，Beta为固定指数，取值在0至1之间，体现冲击成本“规模递减”的特点。

买入冲击成本大于卖出冲击成本。对于交易员而言，一笔交易的暂时性价格冲击差别并不大。在上海证券交易所市场质量报告中，单笔交易买入冲击成本略大于卖出冲击成本。

图4 2018年单笔成交买卖冲击成本比较



数据来源：国泰君安证券研究、上海证券交易所市场质量报告(2018)

但是我们认为，对于投资经理而言，交易员一天累积的买卖总冲击成本将产生较大差别。由图可知，无论日主动成交金额在什么区间内，买入产生的价格冲大约比卖出大了 50%，买卖冲击成本差别明显。我们主要有以下三点原因：

原因一：A 股委卖盘通常比委买单厚。

通过下图可以看到，在绝大部分月份内，剔除了涨跌停个股后，市场平均的委买总量仍大于委卖总量。对于单笔大额主动成交，较厚的委买盘意味着卖出时产生的冲击成本交易较小。

表 3 月均委差中值、均值（单位：百万）

	委差中值	委差均值
2018/1/31	13.58	114.9
2018/2/28	6.73	127.1
2018/3/31	7.19	159.5
2018/4/30	8.39	74.4
2018/5/31	6.88	43.39
2018/6/30	4.17	44.83
2018/7/31	7.31	83.89
2018/8/31	8.1	53.02
2018/9/30	3.81	-32.9
2018/10/31	5.75	56.48
2018/11/30	8.26	60.22
2018/12/31	9.5	6.62
2019/1/31	7.55	-31.3
2019/2/28	7.36	82.82
2019/3/31	13.07	133.7
2019/4/30	16.15	-166

数据来源：国泰君安证券研究

原因二：A 股为偏好挂单买入，主动卖出的市场。

信息泄露程度不同是导致买卖冲击成本不同的核心原因。从下图可看出，除了少数月份以外，在剔除了涨跌停个股后，市场平均日主动卖出金额大于日主动买入金额，表明市场投资者更偏好主动卖出。在偏好主动卖出的市场，主动买入将泄露更多的信息，带来更高的永久性冲击成本。相关学术文献同样得到了类似结论。例如冯建芬，王茂斌，郑峰在大额交易与非对称市场冲击一文中指出 A 股市场大单买入后，股价仍会持续上涨，而大单卖出后，价格一般会有明显的反弹。

表 4 月均主动净成交净额中值、均值（单位：百万）

	主动净成交中值	主动净成交均值
2018/4/30	-1.789	-4.508
2018/5/31	-1.196	-2.213
2018/6/30	-0.918	-1.950
2018/7/31	-0.725	-1.750
2018/8/31	-0.765	-1.671
2018/9/30	-0.391	-0.266
2018/10/31	-0.486	-1.334
2018/11/30	-0.648	-1.469
2018/12/31	-0.807	-1.668
2019/1/31	-0.544	-0.936
2019/2/28	0.157	0.235
2019/3/31	-1.770	-3.186
2019/4/30	-1.132	-3.027

数据来源：国泰君安证券研究

原因三：长期来看，A 股市场是上涨的。

由于大部分 A 股长期收益率为正，因此当大额卖单卖出股票时，股票实际收益率可能仍然为正，容易出现越卖越涨的现象。

3.2.3. 冲击成本模型的形式

基于上述描述性统计，我们定义冲击成本与成交金额的幂指数关系，分别估计买入和卖出冲击成本。

$$G_{buy} = \alpha_{buy} (PQ)^{\beta_{buy}}$$

$$G_{sell} = \alpha_{sell} (PQ)^{\beta_{sell}}$$

其中，G 为冲击成本（%），PQ 为主动成交金额，alpha 为个股特征决定的函数 $\alpha_{buy} > \alpha_{sell}$ ，beta 为常数项。

根据 BARRA 模型，alpha 和 G 的形式为：

$$\alpha = k \left(\frac{\sigma}{\sqrt{PV}} \right), G = k \sigma \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

其中，影响冲击成本的核心因素为股价日内波动率 sigma 和股票日成交总金额。模型认为，冲击成本与日内波动率一次项正相关，与股票日成交金额的平方根负相关。然后，对于很多股票而言，特别是小市值股票，成交量与冲击成本并不呈现平方根关系。因此，我们基于微观交易结构不变性理论，对 BARRA 模型进行了一定的改进，我们给出 alpha 和 G 的形式为：

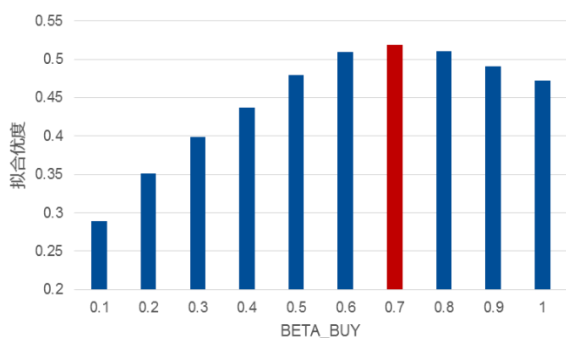
$$\alpha = k \left(\frac{\sigma}{PV} \right)^{(\beta+1)/3}, G = k \left(\frac{\sigma}{PV} \right)^{(\beta+1)/3} (PQ)^{\beta}$$

改进后的模型自恰 BARRA 模型。当 beta 为 0.5 时,公式可简化为 BARRA 模型, 其具体证明可参考附录。

3.2.4. 冲击成本模型的 BETA 的估计

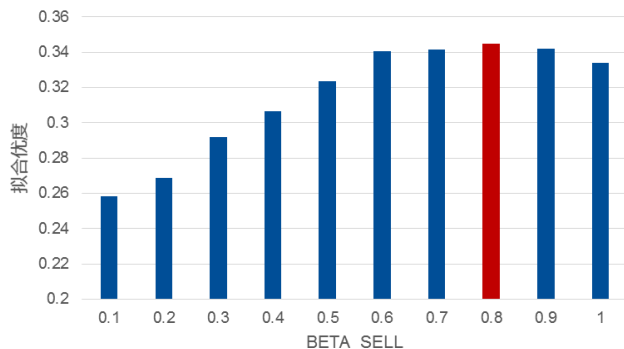
幂指数常数项 Beta 如何取值? 我们对每日冲击成本对股票主动金额回归, 求得最大化日平均 R2 的 BETA 值。平均来看, 买入 beta 取 0.6-0.7 较好, 卖出 beta 取 0.7-0.8 较好。

图 5 买入 BETA 估计



数据来源: 国泰君安证券研究

图 6 卖出 BETA 估计



数据来源: 国泰君安证券研究

对于个股之间, BETA 取值仍存在较大差异。特别是小市值股票, beta 取值相对较高。因此, 我们建议对个股时间序列进行参数估计, 这样对于小市值个股的冲击成本估计会更为准确。

表 5 小市值个股 BETA 参数估计

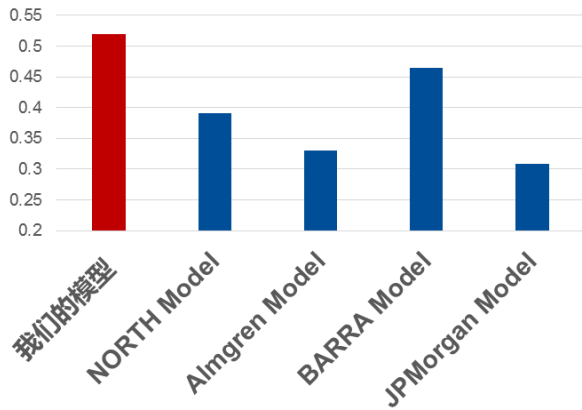
股票代码	股票简称	总市值 (20190729/亿)	BETA 估计
300105.SZ	龙源技术	24.1	1.4
600233.SH	圆通速递	361.1	1.8
002838.SZ	道恩股份	46.9	1.6
600077.SH	宋都股份	35.5	1.8
300460.SZ	惠伦晶体	15.3	1.2
600233.SH	圆通速递	361.1	1.3
300530.SZ	达志科技	29.8	1.4
000409.SZ	*ST 地矿	25.1	1.3
600113.SH	浙江东日	29.5	1.2

数据来源: 国泰君安证券研究

3.2.5. 冲击成本模型拟合效果比较

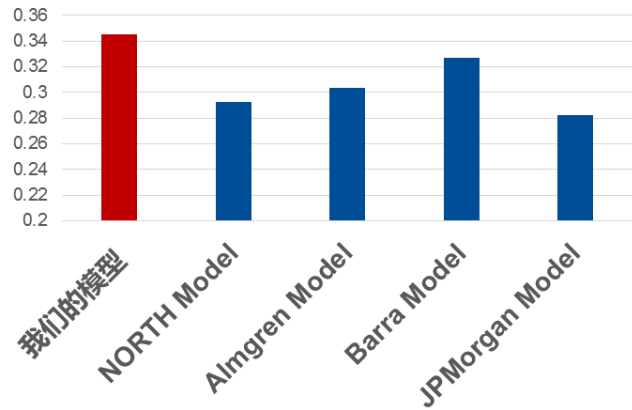
改进后的 BARRA 模型, 在买入冲击成本的估计上会比传统模型拟合效果上有一定的提升。我们比较了常见的冲击成本模型估计的日平均 R 方, 平均来看, 改进后的 BARRA 模型, 在买入冲击成本的估计上有一定的提升, 拟合优度超过 50%。

图 7 买入 R2 比较



数据来源：国泰君安证券研究

图 8 卖出 R2 比较



数据来源：国泰君安证券研究

3.2.6. 预测冲击成本的难点

在实战中，冲击成本预测的核心在于交易当日股票成交量的预测，当日成交量大小直接决定了交易的难度。然而，预测次日成交量的难度并不亚于预测次日股票涨跌幅。常见的做法包括纳入星期日、节假日、月度效应等，对于不同交易日，对预测成交量乘以调整的系数方式，改进成交量的预测模块。但实际上，所谓的星期日不同，成交量不同，虽然有一定逻辑，但其显著性并不稳定。

3.2.7. 交易时长对冲击成本的影响

上述冲击成本模型主要对一天内买卖冲击成本进行了测算。但有时我们需要在半小时或 2 至 3 个交易日完成交易，在这种情况下，我们可以通过调整系数的方式对冲击成本进行估计。根据 NORTHFILED 模型，交易时长与冲击成本也存在幂指数关系，即增加至 5 倍交易时间后冲击成本可能只减少至三分之一。考虑交易时长后的冲击成本公式为：

$$G = k \frac{1}{N^\beta} \left(\frac{\sigma^2}{PV} \right)^{(\beta+1)/3} (PQ)^\beta$$

其中 N 为交易天数，根据上述公式，对于幂指数 beta 较大的股票，延长交易时间能有效降低冲击成本。

4. 如何规避高冲击成本个股？

对于非量化投资者，可根据冲击成本模型所计算的个股冲击成本大小，在股票池中剔除一定比例冲击成本过高的个股；对于进行组合优化的量化投资者可在组合优化中的目标函数内加入对冲击成本的惩罚项，降低组合买入或卖出冲击成本较高的个股。

目标函数的形式可简化表示为：

$$MAX : f(\omega_0 + \Delta\omega) - \sum (A \cdot \Delta\omega_+^{1.7} + B \cdot \Delta\omega_-^{1.8})$$

其中 f 代表组合的预测收益, ω_0 为组合初始持仓, $\Delta\omega$ 为组合持仓变化,

$A \cdot \Delta\omega_+^{1.7}$ 代表买入时预测产生的冲击成本, $B \cdot \Delta\omega_-^{1.8}$ 代表卖出时预测产生的冲击成本。

在实际求解中, 该问题为非线性优化, 求解时间较长, 且与初始值有一定关系, 导致组合权重结果不稳定, 为了解决这一问题, 我们可采用使用一次项和二次项近似的方法使得最优化问题重新变为标准的二次规划。

以非线性部分 1.7 次方和 1.8 次方为例, 假设 $\Delta\omega$ 从 100 万变化至 5000 万, 寻找最优的 x 使得等式左右两边差的平方和最小。

$$\Delta\omega_+^{1.7} \approx x_+ \cdot \Delta\omega_+ + (1 - x_+) \cdot \Delta\omega_+^2$$

$$\Delta\omega_-^{1.8} \approx x_- \cdot \Delta\omega_- + (1 - x_-) \cdot \Delta\omega_-^2$$

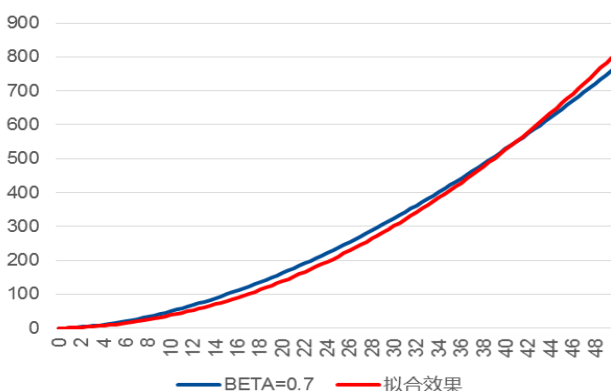
最终解得:

$$x_+^* = 0.688$$

$$x_-^* = 0.537$$

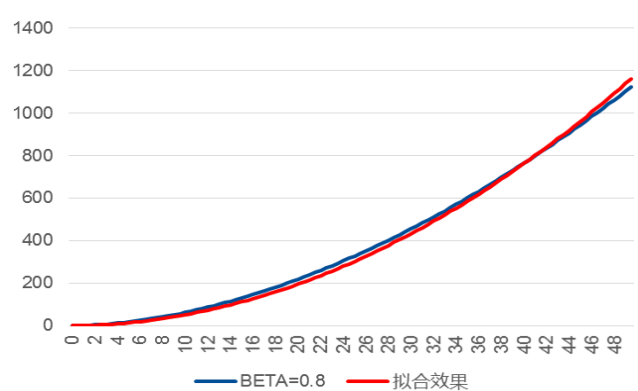
结果表明, 单只个股在 5000 万成交金额以内时, 买入冲击成本给一次项 68.8% 的权重, 给二次项 31.2% 的权重可近似非线性项, 卖出冲击成本给一次项 53.7% 的权重, 给二次项 46.3% 的权重可近似非线性项。

图 9 买入部分近似效果



数据来源: 国泰君安证券研究

图 10 卖出部分近似效果



数据来源: 国泰君安证券研究

因而最优化问题最终的目标函数为:

$$MAX : f(\omega_0 + \Delta \omega) = \sum \{A \cdot (0.69 \Delta \omega_+ + 0.31 \Delta \omega_+^2) + B \cdot (0.54 \Delta \omega_- + 0.46 \Delta \omega_-^2)\}$$

当我们在约束端放开非流动性风险的约束，同时在目标函数中纳入冲击成本，可以使得回测结果与实际交易更加接近。

5. 总结与展望

本篇报告从机构投资经理的视角，详细探讨大资金交易成本的若干问题。报告的核心目的是**预测在一天内市价分笔成交一定金额的股票时，对股票的价格冲击大小**。其主要贡献在于以上四个方面：

- 1、A 股冲击成本数据源再精细
- 2、建立了非对称的冲击成本模型
- 3、基于微观交易理论，扩展了原始的 BARRA 冲击成本模型
- 4、避免非线性规划，提出了能够使用二次规划的替代方案

在下一篇报告中，我们将对何时冲击成本高的个股具有较高的收益率做进一步分析。

6. 附录

6.1. 冲击成本公式的证明

$$g(L, P, Q) \propto \frac{1}{L} \cdot f\left(\frac{1}{L} \cdot |PQ|\right)$$

式 7 的证明主要利用了量纲分析法、 π 定理、微观交易不变性第二定律与 MM 定理。

π 定理：假设有 n 个参数， k 个量纲独立的参量所组成的无量纲参数。一般方程式通过对原来 n 个参量的无量纲化，一定可得到 $n-k$ 个独立无量纲参数的函数关系式

微观交易不变性第二定律——交易成本不变性：

每一笔交易产生的预期冲击成本不随时间与资产而改变，假设其为 C 。

则决定冲击成本 G 的参数共包括： Q, P, V, σ^2 与 C 。他们的量纲分别为：

【G】 = 1;	【Q】 = 股数
【P】 = 元/股数;	【V】 = 股数/天
【σ^2】 = 1/天;	【C】 = 元

由于一共只有 3 个独立的量纲：天、股数和元，所以根据 π 定理，5 个

参数可由 2 个参数代替。由于 G 为冲击成本的比例，为无量纲参数。所以，它可表示为两个的无量纲参数的函数，分别为：

$$L = \left(\frac{PV}{\sigma^2 C} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{与} \quad Z = \frac{PQ}{LC}$$

因此 $g(Q, P, V, \sigma^2, C) = g(L, Z)$ 。

最后，根据 MM 定理，假设企业分红等行为，改变资本结构不会影响股价的交易成本。假设公司共分红了 $(1-A)P$ 的现金，则

$$g(AL, Z) = A^{-1} g(L, Z)$$

$$\text{则 } g(L, Z) = \frac{1}{L} f(Z) = \frac{1}{L} f\left(\frac{1}{LC} \mid PQ \mid\right) \propto \frac{1}{L} f\left(\frac{1}{L} \mid PQ \mid\right)$$

由于 PQ 与 G 可简化为幂函数关系，因而：

$$G = k \left(\frac{\sigma^2}{PV} \right)^{(\beta+1)/3} (PQ)^\beta$$

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

本报告仅供国泰君安证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“国泰君安证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的证券。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

评级说明

1. 投资建议的比较标准

投资评级分为股票评级和行业评级。以报告发布后的 12 个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后的 12 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数涨跌幅为基准。

2. 投资建议的评级标准

报告发布日后的 12 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅。

	评级	说明
股票投资评级	增持	相对沪深 300 指数涨幅 15%以上
	谨慎增持	相对沪深 300 指数涨幅介于 5%~15%之间
	中性	相对沪深 300 指数涨幅介于-5%~5%
	减持	相对沪深 300 指数下跌 5%以上
行业投资评级	增持	明显强于沪深 300 指数
	中性	基本与沪深 300 指数持平
	减持	明显弱于沪深 300 指数

国泰君安证券研究所

	上海	深圳	北京
地址	上海市静安区新闻路 669 号博华广场 20 层	深圳市福田区益田路 6009 号新世界商务中心 34 层	北京市西城区金融大街 28 号盈泰中心 2 号楼 10 层
邮编	200031	518026	100140
电话	(021) 38676666	(0755) 23976888	(010) 59312799
E-mail:	gt_jaresearch@gtjas.com		