

# 配对交易策略：一个文献评述

张俊李妍

(中南财经政法大学新华金融保险学院, 湖北 武汉 430060)

**【摘要】**随着融资融券业务的推出, 做空机制在中国的股票市场的诞生了。以做空机制为条件的, 流行于华尔街的数量交易方法——配对交易在中国市场的应用成为可能。本文对已有文献中关于配对交易的研究进行系统的梳理和分析, 对配对交易的未来研究方向做出展望, 以此为中国机构和其他投资者提供参考。与此同时, 配对交易策略为投资者带来的超额收益的大小, 以及该策略可以持续的时间也从侧面反映了一国证券市场的有效性, 从而为研究市场有效性提供了一个新的视角。

**【关键词】**配对; 协整; 随机价差模型; 均值回复; 交易机制

统计套利, 也称配对交易, 是欧美成熟市场的对冲基金经理的重要行为, 他们对市场价格和交易模式进行学习, 从而在市场上寻找套利机会, 通过对可能的套利头寸进行收益和风险分析, 然后使用统计和经济分析来设计恰当的交易机制去获得收益。具体的说, 对于选定的一对股票, 如果两者的价格出现了显著不同, 那么一定是其中一只股票被高估, 另一只股票被低估, 或者两者同时发生。预期在未来这种偏差会自动消失, 我们可以通过对相对高估的证券建立空头头寸, 而对相对低估的正确建立空头头寸来获利。这两只证券的价差幅度大小说明了定价的偏差程度, 从而决定了潜在的收益。

在应用配对交易策略时, 投资者需要进行两个步骤: 第一步是配对股票的选择; 第二步交易准则的确定, 即当配对股票的价格偏差到多大程度时进行建仓和对配对股票的平仓时间的选择。文献中对配对交易理论的研究, 主要集中在上述步骤的内容。文中的剩下部分将重点回顾对上述步骤的理论和实证的分析, 其中, 第一部分将介绍文献中配对股票的选择方法, 门限值的确定; 第二部分是配对股票平仓时机选择进行讨论和关于配对交易的一些最近理论和实证分析的进展; 第三部分是结论和展望。

## 一、配对交易策略的理论和实证分析文献

文献中对配对股票的选择主要有三种方法, 分别是最小化偏差平方和法则, 协整理论方法和随机价差模型方法。

### (一) 最小化偏差平方和方法

在Gatev, Goetzmann和Rouwenhorst (1999) 的文章中, 提出了使用与给定股票的标准化序列之间的偏差平方和最小的股票构成股票对, 相应的门限值是配对股票标准化价格的差的

历史标准差的两倍。具体来说, 第一步是选择具有良好流动性的股票池, 保证日收盘价没有缺失; 然后是对每只股票计算标准化的价格, 其中所用到的标准化因子是考虑的样本期内股票指数的累积总收益率。第三步是对每只股票找到与之相配对的股票, 实际做法是在其余的股票标准化的价格序列中, 找出与该股票标准化价格序列之间偏差平方和最小的股票。同时, 在Gatev, Goetzmann和Rouwenhorst (1999) 的文章中, 还提出了运用公司基本面进行分析来对这种方法进行补充。在该文中接下来的配对交易表现的实证分析中表明, 这种交易策略可以获得经过风险调整后的超额收益。同样, 在Nath (2003) 中也分析的建仓和平仓时机的选择, 文章实证分析的结果认为建仓的时机是观测到的配对股票的偏差超过门限值的15%时, 同时, 当这种偏差距离设定的平仓范围小于5%时, 对股票对进行平仓。

最小化偏差平方和方法, 文献中有时称距离法 (the distance method), 是一种简单易操作的配对交易的方法, 这种方法的优点以及缺陷, 可以归纳为如下, 首先是优点, 这种方法是一种纯统计的方法, 不依赖于经济模型, 不存在所谓的经济模型的设定误差和参数的估计误差。但是, 这种特性使得这种方法缺乏对平仓时机和期望的持仓时间的预测能力, 更为严重的一个缺陷是这个价格水平偏差的距离是静态的, 这明显与具有时变性质的股票市场不相符合。当然, 这些缺陷在短期内也许是可以忽略的, 但是, 这种忽略只能对那些风险回报组合类似的股票对。

### (二) 协整方法

Engle和Granger (1987) 年提出的协整理论为配对交易建立一个参数化的模型提供了一种思路。Vidyamurthy (2004) 的文献中指出, 股票对数价格常常被假定为服从随机游走, 或者说是一种非平稳的序列, 这为建立协整关系奠定了天然的基础。在存在协整股票序列的情况下, 我们就可以运用协整理论去分析两支股票的对数价格偏离其长期均衡水平的程度, 从而可以建立多头/空头组合去获得收益。这篇文章中建立了如下的协整回归模型:

$$\log(p_t^1) - \gamma \log(p_t^2) = u + \varepsilon_t \quad (1)$$

其中,  $\gamma$  代表的是协整系数, 表明的是在配对股票组合收

所在包括造船、半导体、化工和电子等行业的韩国上市公司在全球位居前列, 因此, 韩国对中国传统制造业公司, 以及对韩贸易量较大的企业都更具有吸引力。

### 四、韩国上市的挑战

现实中中国企业在韩国上市总会遇到一个“China Discount”的困扰, 导致股价被人低估。这个归咎于某些在韩上市企业在会计上没有做到透明性和公开性, 甚至违反了一些规定, 使得其在投资者心里的信赖度降低, 直接影响了整个中国概念在投资者心里的信赖度。这种信赖度的下降反映在股价上, 造成“China Discount”。2009年3~4月, 某在韩国上市企业因为再次出现会计处理问题而面临退市风险, 受此影响, 几周中国各股股市大幅震动; 2010年7月初, 另一在韩国上市的中国企业因未及时披露公司“短期贷款增加”事项, 被韩交所警告为“虚报法人”, 导致股价大受影响。根据韩交所的规定, 外国企业在韩国上市可采用的国际会计准则, 美国会计准则及韩国会计准则。对于正在考虑来韩国上市的企业, 必须要接受四大会计师事务所的审计。笔者曾经造访过一些企业, 发现不少企业因为避税而使得账面和实际的业绩有很大出入, 很多企业在

上市和补税问题上拿捏不下。

其次, 韩国的上市虽然相对便捷, 但是包括海外上市架构设立的准备工作一定要做好。笔者建议先和韩国券商联系, 向其提供真实的信息和上市计划, 券商则会根据企业情况给企业提出适当的建议并接触韩交所分析企业上市的可行性和存在问题, 如此企业便可以少走弯路。

最后, 中国企业还有宣传不足的问题, 信息不充分不及时, IR力度也不够。如何包装企业提高形象, 做好IR也是今后中国企业的挑战之一。

### 参考文献

- [1] 韩国证券交易所网站(KRX).
- [2] 世界交易所联盟网站(WFE).
- [3] 韩国证券报. 거래소 상장중국기업 평균 시총 1800억원, 2010-7-7.
- [4] 韩国经济报. 중국기업 韓IPO시장 열렁. 연내 추가 상장없을 듯, 2010-10-25.
- [5] 深圳商报. 赴韩上市: 海外融资新渠道, 2010-9-17.
- [6] 清科2010中国企业上市研究报告(1-3季度).

比率中,一单位的多头A股票对应的是 $\gamma$ 单位的空头B股票,常数项 $u$ 表示股票A和股票B的均衡价差。这篇文章使用了E-G两步法对(1)进行了协整检验,使得检验结果受到计量方法的影响。这是由于使用E-G两步法进行协整检验的结果受变量的顺序影响。因此,可以考虑使用更好的协整检验的方法,例如Johansen协整检验。

### (三) 随机价差方法

Elliott, Van Der Hoek和Malcolm (2005) 提出对于观测到的配对股票之间的价差过程 $\{y_t\}$ 建立如下的线性状态空间模型:

$$\begin{aligned} y_t &= x_t + v w_t \\ x_{t+1} - x_t &= a - b x_t + \sigma \varepsilon_{t+1} \end{aligned} \quad (3)$$

其中,  $\omega_t$ ,  $\varepsilon_t$ 是独立同分布的标准正态分布的随机变量,  $v$ ,  $\sigma$ ,  $b > 0$ 是正常数,  $x_t$ 是不可观测的状态价格。这个模型实际上是如下的均值回复过程:

$$dx_t = \kappa(\theta - x_t)dt + \sigma dB_t \quad (4)$$

Elliott, Van Der Hoek和Malcolm (2005) 这篇文章给出了运用随机价差模型进行配对交易的一个基本的分析框架,从实证的角度来看,随机价差模型的优势主要体现在以下三个方面:第一,这个模型捕捉到了配对股票价差的均值回复性质;第二,由于随机价差模型是一个连续时间模型,这为预测提供了方便;最后,这个模型已经研究的比较成熟,参数可以运用卡尔曼滤波进行估计。尽管存在这些优点,但是,这种方法的致命点在于,其对配对股票的长期均衡关系进行了严格的限制,这里要求配对股票在长期内的均衡回报必须是相同的。这种限制条件,使得这种方法仅仅适用于同一家公司在不同的地点上市。例如,中石油在香港的上市公司和在内地上市公司。

为了克服随机价差模型的缺陷, Binh Do, Robert Faff, Kais Hamza (2006) 提出了随机残差价差模型(The Stochastic Residual Spread)。基本的模型结构与Elliott, Van Der Hoek和Malcolm (2005) 相同,只是这里的 $x_t$ 将不再是两支股票的对数价格,而是股票的对数价格,即 $x_t = \log(p_t^A) - \gamma \log(p_t^B)$ 。这里,交易的准则是当累积残差利差 $\delta_t = \sum_{i=1}^t (x_i - \gamma y_i)$ 超越 $\theta$ 达到预先设定的门限值进行建仓。同时这篇文章克服了协整理论中的缺陷,成功将配对交易和经典资产定价模型联系起来,并将统计方法和这种考虑资产定价模型的方法进行了对比的实证检验,分析的结果表明,这种方法可以获得更好的收益。

### 二、平仓时间和持仓时机的选择理论以及最近的一些进展

上述文献的讨论,并没有直接涉及到对配对股票平仓时间和期望持仓时间的分析,近来的文献对这个问题进行了探讨。

Bertram (2010) 提出了一种新颖的方法来研究这个问题,在这篇文章中, Bertram首先假设对数价差满足零均值的0-U过程,具体如下:

$$ds_t = -\alpha_s s_t dt + \sigma dW_t \quad (5)$$

这里,  $\alpha_s$ ,  $\sigma > 0$ ,  $dW$ 是一个维纳过程(布朗运动)。其次, Bertram分别定义配对交易策略的建仓和平仓水平为 $a$ 与 $m$ , 这样一个完整的利差过程的交易周期即是

$$a \rightarrow m, \quad m \rightarrow a. \quad \text{因此, 定义一个交易周期为:} \quad (6)$$

其中, 上式是一个随机公式, 公式右端的两项是独立的。

假设交易成本为 $C$ , 那么一个交易周期的总的对数收益为:

$$r(a, m, c) \equiv m - a - c \quad (7)$$

然后, Bertram给出了选择股票最佳持有时间的目标函数, 一是单位时间内的期望收益最大化, 二是单位时间内的夏普比例最大化。具体如公式(8)所示:

$$\begin{aligned} \xi(a, m, c) &\equiv \frac{r(m, a, c)}{E(T)} \\ \zeta(a, m, c) &\equiv \frac{r^2(m, a, c)V(T)}{E^3(T)} \\ S(a, m, c, r_f) &\equiv \frac{\xi(a, m, c) - \frac{r(f)}{E(T)}}{\sigma} \end{aligned} \quad (8)$$

借助于Thomas (1975), Sato (1977) 和Ricciardi与Sato (1988) 的首次通过时间理论(first-passage time

theory), Bertram推导出了最后的结果, 上式中的 $r(f)$ 表示的是无风险利率。最终的结果由于非常复杂, 具体的读者可以参考原始文献。

运用Bertram (2010) 所提出的方法, Mark Cummins (2010) 运用爱尔兰交易所的数据, 给出了一个全面综合的实证分析, 在这篇文献中, Mark Cummins发现假设对数价差过程满足的0-U过程会对产生较大的误差, 这种误差体现在该假设使得出现对单位时间期望收益的过高估计和对交易策略持续时间的过低估计。同时, 这篇文献还发现, Bertram (2010) 所提出的模型非常适合具有高均值回复性的随机过程。

### 三、结论与展望

随着中国金融市场的进一步发展和完善, 运用数量方法进行投资分析和决策将越来越多的受到机构投资者的关注, 特别的, 本文中讨论的配对交易将会是他们关注的焦点方法, 基于这样的一个背景, 本文按照文献中的配对交易方法的出现顺序, 对已有文献中的配对交易进行了系统的梳理和分析, 以期对中国的机构投资者提供参考。同时, 由于统计套利的存在实际上是对有效市场假说的否定, 对关注市场有效性的理论研究者来说, 这种方法可以为他们的研究提供一个新的研究视角。

虽然探讨配对交易的文献不在少数, 但这并不意味着这种方法已经完全成熟, 相反, 这个领域还有许多的未知等待我们去探索和研究, 比如说, 现有文献中的配对交易建仓平仓的触发点, 即门限值都是预先设定的, 是否存在最优的门限值尚未有答案, 如果存在, 如何去寻找; 另外, 在卖空交易受到限制的市场, 如何进行配对交易, 如何在债券市场运用配对交易策略等, 这些都是我们将要研究的目标。

### 参考文献

- [1] Do, B., Faff, R., and Hamza, K. (2006). A New Approach to Modeling and Estimation for Pairs Trading. Working Paper, Monash University.
- [2] Elliott, R.J., Van Der Hoek, J., and Malcolm, W.P. (2005). Pairs Trading. Quantitative Finance, Vol. 5, pp. 271-276.
- [3] Gatev, E., Goetzmann, W.N., and Rouwenhorst, K.G. (2006). Pairs Trading: Performance of a Relative-Value Arbitrage Rule. The Review of Financial Studies, Vol. 19, pp. 797-827.
- [4] Kanamura, T., Rachev, S.T., and Fabozzi, F.J. (2010). A Pro\_t Model for Spread Trading with an Application to Energy Futures. Journal of Trading, Vol. 5, pp. 48-62.
- [5] Linetsky, V. (2004). Computing Hitting Time Densities for OU and CIR Processes: Applications to Mean-Reverting Models. Journal of Computational Finance, Vol. 7, pp. 1-22.
- [6] Vidyamurthy, G. (2004). Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- [7] Whistler, M. (2004). Trading Pairs: Capturing Pro\_ts and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- [8] 徐玉莲. 基于统计套利的中国资本市场效率实证研究[D]. 大连理工大学, 2006.

### 作者简介:

张俊 (1985—), 男, 安徽宣城人, 中南财经政法大学金融学专业2009级研究生。

李妍 (1987—), 女, 湖北武汉人, 中南财经政法大学金融工程专业2009级研究生。