

深度报告

金融工程

数量化投资

海外量化技术本土化系列报告之二

2010年01月15日

本报告的独到之处

■首次系统介绍配对交易相关原理

■编写自动化配对交易系统，以煤炭和银行股为标的进行实际交易模拟，对实际交易结果进行全面详实的分析，和未来A股应用前景展望

专题报告

配对交易综述及A股市场应用

1. 配对交易简述

基于统计套利的配对交易策略是一种市场中性策略，具体的说，是指从市场上找出历史股价走势相近的股票进行配对，当配对的股票价格差（Spreads）偏离历史均值时，则做空股价较高的股票同时买进股价较低的股票，等待他们回归到长期均衡关系，由此赚取两股票价格收敛的报酬。

2. 配对交易在A股实证研究

在实证研究中，因为A股市场没有做空机制，为了实现配对交易，假定存在一个基准组合，在此基础上展开配对交易。综合考虑基本面因素和技术面因素，从同质性较强的煤炭和银行业中分别精选个股15只和14只作为基准股票池。分别以波动率和相对价格倍数作为交易触发条件构建配对交易系统。

3. 配对交易实证结果——稳定有效的产生盈利

以煤炭/银行股票为标的，分别用流通市值/等权重进行配置，采取不同的交易触发条件，共构建24个组合。相对于基准组合，24个构建组合在1.5年的时间里的平均超额收益为65.57%。12个煤炭业组合平均超额收益为118.17%，平均配对交易次数47次，获利次数32.75次，获利比例为69.68%；12个银行业组合平均超额收益为12.98%，平均交易次数37.17次，获利次数24.42次，获利比例为65.70%。煤炭行业的效果要明显好于银行业，因为煤炭行业股票的波动高于银行业，配对交易操作空间比银行业大。

4. 配对交易在不同市场环境下表现分析

通过对结果进行分析，我们发现配对交易在单边市中效果好，而在震荡市中效果差。究其原因，单边市中，同行业股票的上涨或者下跌具有持续性，个股之间则表现出来一定的时间先后性，对于配对交易而言是极好的交易环境；而在最近的震荡市中，市场热点散乱，持续性都非常短，轮动速度异常迅速，在这种市态下，很难有足够进行配对套利的时间和空间。

5. 配对交易的应用前景

➤ 配对交易+股指期货+融资融券，市场中性套利：在股指期货和融资融券业务推出以后，投资者很容易利用配对交易+股指期货+融资融券构建市场中性组合进行统计套利。以2009-4-16至2009-7-14期间的招商银行和民生银行为例，采用这种市场中性配对交易策略，60个交易日获取净利润94189元（标的股票市值100万元），由于是市场中性策略，初始投入几乎可以忽略不计。

➤ 指数基金增强：配对交易可以作为指数基金增强的有力工具：将指数的成份股作为股票池，当成份股出现配对交易的时候，辅以人工进行基本面分析，如果配对股票基本面没有实质性变化，则进行配对交易进行指数增强，否则放弃。

➤ 协助主动型基金进行择股和调仓：主动型基金确定配置行业后，如果备选股票基本面不相上下的时候，可以参考配对交易系统结果，对在配对交易中处于多头的股票进行超配，空头的股票予以低配。调仓中亦可类似应用。

相关研究报告：

《对冲基金综述及A股市场应用探讨》

2009年12月14日

分析师：林晓明

电话：021-60933154

E-mail: linxming@guosen.com.cn

分析师：董艺婷

电话：021-60933155

E-mail: dongyt@guosen.com.cn

分析师：葛新元

电话：0755-82133332

E-mail: gexy@guosen.com.cn

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。

内容目录

配对交易综述	4
配对交易起源	4
配对交易定义	4
配对交易特点	5
海外学术及实务研究情况	5
配对交易理论	6
配对交易简要原理	6
配对交易第一步：“股票对”的选择	6
配对交易第二步：触发机制与止损机制的确定	9
配对交易在A股市场实证研究	10
股票池选择	11
测试参数设置	11
配对选择标准	11
交易规则设置	12
交易实现流程	12
配对交易实证结果分析	13
配对交易实证结果	13
基于VaR的风险分析	17
股票配对方法有效性验证	18
配对交易在不同市场环境下的表现分析	19
配对交易+股指期货+融资融券，市场中性套利	20
基于指数基金的配对交易	22
配对交易在主动型基金中的应用	22
配对交易最新操作建议	23
最新一期可配对股票列表	23

图表目录

图 1: 配对交易示例	4
图 2: 配对交易原理	6
图 3: 配对交易触发止损示意图	10
图 4: 配对交易流程	13
图 5: 煤炭行业基于波动率流通市值权重组合表现	14
图 6: 煤炭行业基于波动率等权重组合表现	14
图 7: 煤炭行业基于价格比例流通市值组合表现	15
图 8: 煤炭行业基于价格比例等权重组合表现	15
图 9: 银行业基于波动率流通市值组合表现	16
图 10: 银行业基于波动率等权重组合表现	16
图 11: 银行业基于价格比例流通市值组合表现	17
图 12: 银行业基于价格比例等权重组合表现	17
图 13: 配对交易有效性验证	19
图 14: 配对交易在不同市场环境下表现	20
图 15: 招商银行民生银行股价走势	21
图 16: 市场中性配对交易策略	22
表 1: 煤炭和银行业股票池	11
表 2: 煤炭行业基于波动率配对分析表	14
表 3: 煤炭行业基于价格比例配对分析表	15
表 4: 银行业基于波动率配对分析表	16
表 5: 银行业基于价格比例配对分析表	17
表 6: 煤炭行业基于波动率风险分析表	17
表 7: 煤炭行业基于价格比例风险分析表	18
表 8: 银行业基于波动率风险分析表	18
表 9: 银行业基于价格比例风险分析表	18
表 10: 市场中性配对交易策略分析表	21
表 11: 煤炭和银行业最新操作建议	23
表 12: 煤炭和银行业最新可配对股票列表	23

配对交易综述

配对交易起源

八十年代中期，华尔街著名投行 Morgan Stanley 的数量交易员 Nunzio Tartaglia 成立了一个数量分析团队，其成员主要是物理学家、数学家、以及计算机学家。该团队致力于利用数量化方法发现股票市场中的投资机会。他们利用学术界的科研成果和成熟的统计方法来编制出了能够媲美专业交易员的一系列交易法则，其中就包括了配对交易策略。该团队提出的配对交易在 1987 年获得了巨大成功，为其公司赢得高达五千万美元的收益。此后配对交易作为一种市场中性投资策略，受到了机构投资者和对冲基金的广泛认可。

配对交易定义

GanapathyVidyanurthy 在《Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis》一书中定义配对交易为两种类型：一类是基于统计套利的配对交易，一类是基于风险套利的配对交易。

基于统计套利的配对交易策略是一种市场中性策略，具体的说，是指从市场上找出历史股价走势相近的股票进行配对，当配对的股票价格差（Spreads）偏离历史均值时，则做空股价较高的股票同时买进股价较低的股票，等待他们回归到长期均衡关系，由此赚取两股股票价格收敛的报酬。

基于风险套利的配对交易发生在两个公司兼并时。兼并协议通常确定了兼并所涉及两家公司的股票的价值严格平价关系（在这种情况下价差（Spreads）是对确立的平价关系的偏离程度）。如果两个公司之间的兼并是一定的，那么两家公司的股票价格必须满足平价关系，它们之间的价差为零。但是，通常在兼并宣布之后到兼并成功完成之间存在着一些不确定性，如反垄断监管，代理战，竞争的投标人，等等。这种不确定性反映为价差（Spreads）非零值。基于风险套利的配对交易正是将这一不确定性视为风险，捕获价差从而获利。

由于基于统计套利的配对交易策略应用比较广泛，因此本文着重研究基于统计套利的配对交易，本文中提到的配对交易策略，若无特别说明，均为基于统计套利的配对交易策略。

图 1：配对交易示例



资料来源：国信证券经济研究所

配对交易特点

第一，配对交易利用了两个资产的短暂价格偏离的对称性，进行对冲以获取两个资产的 Alpha 收益，其核心假设是配对资产的价差具有均值回复性。而这种均值回复是以交易者的非理性行为相关的，Tartaglia 本人对于配对交易的看法是：人的本性倾向于逢高买入，逢低卖出，这点并非理性。因为当市场中存在大量这类想法的交易者时，股票价格会产生上升的惯性，但这种上升惯性仅仅由于这一个非理性因素所驱动，并没有具体实际的基本面因素支撑，因而股价很快会跌落。相反，股价下跌的股票也会产生下跌的惯性，当市场的理性因素占据主导时，价格又回复到原先的水平。而如果交易者能够采用配对交易策略，就可以获得这两项资产价格偏离的收益了。在实际操作中，其执行过程可以简单地描述为：投资者首先选择相互匹配的两个资产，当配对资产价格差异增加的时候，做多价格偏低的资产，同时做空价格偏高的资产，而当价格差异减小的时候，则结束头寸，完成交易；同时，为了控制风险，当价差进一步扩大时，需要在适当的止损点结束头寸。

第二，配对交易是一种市场中性的交易策略。当观察到配对的资产价格差异增大到一定程度时，对价格上升的资产建立空头，对价格下跌的资产建立多头。在一价定律的作用下，配对资产的价格差异将很快减小。这时，再买入价格下跌的资产对冲之前建立的空头头寸，同时卖出价格上涨的资产，获取两项资产的收益。就整个过程来看，配对交易在单一资产上都有系统风险和个别风险，但由于头寸始终是相反的，因此系统风险完全对冲，配对交易整体上只承担了配对资产的个别风险。而在一价定律下，价格对于价值的回复使得配对的资产的个别风险直接转换为个别收益。这种收益是于市场无关的。

海外学术及实务研究情况

Frazzo (2002) 认为配对股票的选择应将股票按长、短期的相关系数来进行同行业内的股票配对，再以两股票现在的价格相较于其长期平均数而言的标准差作为交易评判的标准。

Hong Sumel (2003) 挑选亚洲 64 支股票与其在美国上市的 ADRs，利用相对价值的概念来进行交易，交易期间为 1991 年第一季度至 2000 年最后一季，并分别针对持有 3、6、12 个月三种期间进行交易，结果显示，随着持有期间由 3 个月增加到 12 个月，年化报酬率从 8.5% 上升到 33.8%。也就是说，若一个保守的投资人愿意持有此仓位一年后在将其平仓，则此策略可提供超过 33% 的年报酬率。

Whistler (2004) 采用当相关系数接近或为 ± 1 时来配对股票，再运用价格差或价格比以及累积概率等统计数据，结合基本分析与技术分析之趋势来决定进出场点。在配对股票当日股票收盘价超过价格差或价格比两个正负标准差以上，且累积概率接近 0.997 或 0.003 时，则选择进场交易。另外他也将配对股票当日股票收盘价超过价格差或价格比 3 个正负标准差，以及 200 日移动平均线、支撑或压力线等惯用的技术指标，设为止损点，用来降低持仓的损失风险。

Simonov, Agarwal Madhogaria (2004) 与 Frazzo (2002) 不同的是，作者并不限定配对股票一定要在同一行业中，作者先以各股票的平均数与标准差将股票价格标准化，并利用此价格计算各个股票之间相关系数，将相关系数高的股票配对，最后运用观察指标，以观察指标偏离合理历史平均值的程度来判断交易进出时机。在 2004 年 10 月 11 日至 2004 年 12 月 3 日里，交易结果的平均年化报酬为 7.17%。

De and Jong, Rosenthal Dijk (2004) 以在两地挂牌上市公司的股价进行交

易，当一家公司两地的股价差偏离正常水平时，则做空价格高的，买进股价低的，直到价差回复至正常水平。作者发现此交易策略每年可提供超过 10% 的报酬率。

Vidyamurthy (2004) 认为在执行配对交易策略时，应先就股票基本面或历史数据挑选出潜在具有协整关系的配对股票，并以协整系数及均值来构建两股票价格的线性关系。

Gatev, Goetzmann Rouwenhorst (2006) 以单一价格法则 (Law Price) 的概念来筛选股票，作者将股票历史价格正态化并取价格差异平方差之和最小值的两档股票配对，同时以配对股票价格差大于两倍历史标准差作为进场标准，当两只股票价格交叉时进场，并分为限制在相同行业与不限制在相同行业下进行配对，结果平均年报酬率为 11%。

配对交易理论

配对交易简要原理

从估值分析的角度讲，投资就是买入低估的股票和卖出高估的股票。在实际操作中，很难去判别某只股票的股价到底是高估还是低估，除非能够精确的对股票进行估值，但精确对股票进行估值是一件很难的事情。配对交易试图利用相对估值的方法解决这个问题：如果两个股票有相似的风险特征，那么两只股票的股价走势应该有类似特征。在这里，股票的绝对估值不再重要，重要的是其相对估值。买入相对估值较低的股票并且卖出相对估值较高的股票，并且认为这种不合理的相对估值会自我修复，通过相对价差的收窄获利。价差越大的股票，理论上获利空间越大。

图 2：配对交易原理



资料来源：国信证券经济研究所

配对交易第一步：“股票对”的选择

进行配对交易，第一步也是最关键的一步是寻找符合配对条件的股票，即两只历史价格走势相近，具有长期稳定关系的股票。

股票对的选择主要可分为技术面选股与基本面选股两种。技术面选股是根据历史股价运用计量或统计方法，通过两股票历史价格序列之间的协整检验，或者对两股票历史价格之间的相关系数、价差的标准差按照一定的标准进行过滤，来选择配对股票组合。

基本面则是根据公司所处行业、产品性质、外来盈利状况等财务资料来判断两公司股价的关联性。

也有同时考虑技术面与基本面的分析方法。不管采用何种方法，最主要的目的都是试图找出价格走势相近的两只股票，并由此来获取两公司股价偏离的收益。

下面介绍两种常用的基于技术面的配对股票的选择方法：

经典标准差方法配对

标准差方法的原理非常简明，即利用候选股票在过去一段时期的历史股价数据，计算拟配对资产 x ， y 的价差序列 $y - \beta x$ ，并对价差序列计算其标准差 $\sigma_{x,y}$ 。在计算出所有拟配对资产的价差序列的标准差之后，对标准差进行排序。取标准差较小的一部分拟配对资产作为实际的配对资产，拟配对资产的选取比例，一般为 5% 到 10% 之间。

在实际交易期 T 内，按照设定的频率观察配对资产的价差变化情况，若价差突破一定倍率的历史标准差值时，发出建仓信号，并对两个资产同时建立多空头寸。随后继续监视价差变化，若价差缩小并接近于 0，则发出平仓信号，清除该配对资产的头寸。当然，出于资金流动性的考虑，当价差没有收敛，反而进一步扩大到一定上限时，同样发出平仓信号，以避免过多的资金被套牢。

经典的标准差方法原理简单明了，操作起来也很方便，但不足之处在于其缺乏理论依据，根据经典标准差方法选出来的配对组合的价差的稳定性和动态性效果较差。

基于协整关系配对

配对交易策略要求配对资产的价格序列具有长期稳定的关系，捕捉的是长期均衡中，两个资产的短暂价格偏离所带来的套利机会。计量经济学中的协整概念和误差修正模型很好地体现了两时间序列之间的长期均衡和短期的非均衡。

与经典的标准差方法相比，学术界大量的实证研究证明协整的方法在验证配对资产价差的稳定性和动态性上要优于经典的标准差方法。

通过协整和误差修正模型，我们可以更好地确定我们的配对组合，以及配对组合的投资比例。

协整方法

经典回归模型（classical regression model）是建立在平稳变量基础上的，对于非平稳的变量，不能使用经典回归模型，否则会出现伪回归¹等诸多问题。由于许多经济变量是非平稳的，这就给经典的回归分析方法带来了很大限制。

1987 年 Engle 和 Granger 提出了协整理论及方法，为非平稳时间序列的建模提供了有效的途径。所谓协整，虽然一些经济变量本身是非平稳时间序列，但它们之间的线性组合却有可能是平稳的。

也就是说，尽管各个经济变量具有各自的长期波动规律，每一个序列的矩，如均值、方差和协方差，会随着时间变化，但它们的某种线性组合却存在稳定的矩，从而表现出这些非平稳经济变量之间存在一个长期均衡关系。

例如，收入和消费，短期和长期利率，工资与价格，政府支出与税收，进口与出口等，这些经济时间序列一般是非平稳序列，但它们之间却往往存在长期均衡关

¹伪回归是指变量本来不存在相关关系，但回归结果却得出存在相关关系的结论。

系。

直接给出协整的定义：

➤ 单整：若时间序列 y_t 为平稳时间序列，需要满足以下三个条件

$$E(y_t) = E(y_{t-s}) = \mu_y$$

$$E[(y_t - \mu)^2] = E[(y_{t-s} - \mu)^2] = \sigma$$

$$E[(y_t - \mu)(y_{t-s} - \mu)] = E[(y_{t-f} - \mu)(y_{t-f-s} - \mu)] = \gamma_s$$

其中 t, s, f 代表不同的时刻， μ 为期望值， σ 为方差， γ_s 为协方差，三者皆为常数。如果一个时间序列在成为平稳序列之前需要 d 次差分，则该序列被称为 d 阶单整，记为 $I(d)$ 。

➤ 如果序列 $\{X_{1,t}, X_{2,t}, \dots, X_{k,t}\}$ 是 d 阶单整，存在向量 $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k)$ ，能够使得下式成立：

$$Z_t = \alpha X^T \sim I(d-b)$$

其中， $b > 0$ ， $X = \{X_{1,t}, X_{2,t}, \dots, X_{k,t}\}^T$ ，则序列 $\{X_{1,t}, X_{2,t}, \dots, X_{k,t}\}$ 是 (d, b) 阶协整，记为 $X_t \sim CI(d, b)$ ， α 为协整向量。

例如：两个一阶单整的股票 x 和 y 的价格序列 x_t 和 y_t 如果存在协整关系，则长期均衡关系可以表示为：

$$y_t - \beta^* x_t = \alpha + \varepsilon_t$$

其中， α 是常数项， ε_t 是零均值的平稳序列，标准化的协整向量为 $(1, -\beta)$ 。

上述线性组合被认为是股票价格序列 x_t 和 y_t 之间的协整关系，长远看来这两支股票会具有均衡稳定关系；而在短期内，出于政策、公司和投资者等方面的信息干扰或者市场中的随机干扰，两支股票有可能偏离长期均衡关系。如果这种偏离是暂时的，那么随着时间推移偏离会得到修正，两支股票将会恢复到均衡状态；如果这种偏离是持久的，就不能说存在均衡关系。

协整关系的检验

协整检验主要有两种主要的方法：一是 Engle 和 Granger 提出的基于协整回归残差的 ADF 检验，又称为 EG 检验法，这种检验方法只能做两变量之间的协整检验，无法检验多变量之间的协整关系；二是 Johansen 和 Juselius 提出的基于向量自回归 (VAR—Vector Autoregression Estimates) 方法回归系数的协整检验 (简称 Johansen 检验或 JJ 检验)，这种方法通过建立基于最大特征值的比统计量来判别变量之间的协整关系。

由于配对交易中，我们只需要做两变量之间的协整关系检验，下面简要介绍 E-G 两步法：

第一步：对原序列及其一阶差分序列进行平稳性检验，确保所有的变量都是一阶单整的。

第二步：运用 OLS 方法估计协整回归方程。如对于两个一阶单整的股票价格序列 x_t 和 y_t ，估计方程：

$$y_t = \alpha + \beta^* x_t + \varepsilon_t$$

检验模型估计的残差序列是否平稳，常用 ADF 检验法判断残差序列的平稳性。如果检验出残差是平稳序列，则可以确定两序列是协整的。

误差修正 ECM 模型

协整的动态性可用误差修正来体现。所谓误差修正，是指协整系统里存在一个长期均衡，即两时间序列线性组合的长期均值，如果存在对均值的偏离，那么这两个时间序列会进行修正，以重新回到长期均衡。

误差修正模型的基本思路是，若变量间存在协整关系，即表明这些变量间存在着长期稳定的关系，而这种长期稳定的关系是在短期动态过程的不断调整下得以维持。任何一组相互协整的变量都存在误差修正模型，反映短期调节行为。将长期关系模型中的误差项作为解释变量引入到 ECM 模型中，它代表着在取得长期均衡的过程中各时点上出现的“偏差”程度。

Engle 与 Granger 1987 年提出了著名的 Grange 表述定理（Granger representation theorem），来说明协整和误差修正之间的关系。

Grange 表述定理的内容是：

如果变量 X 与 Y 是协整的，则它们间的短期非均衡关系总能由一个误差修正模型表述：

$$\Delta Y_t = \text{lagged}(\Delta Y, \Delta X) - \lambda * \alpha_{t-1} + \varepsilon_t$$

其中， α_{t-1} 是非均衡误差项或者说成是长期均衡偏差项， λ 是短期调整参数。

此处我们不深入讨论这一定理的证明，直接给出常用的一阶误差修正模型 first-order correction model 的表述：

对于时间序列 x_t 和 y_t ：

$$\Delta y_t = \beta * \Delta x_t - \lambda * (y_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 * x_{t-1}) + \varepsilon_t$$

$$\Delta y_t = \beta * \Delta x_t - \lambda * ecm_{t-1} + \varepsilon_t$$

其中， $ecm_{t-1} = y_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 * x_{t-1}$ 为误差修正项，表示两个变量关系对长期均衡的偏离（均衡时该项为 0）， α_1 为协整系数， λ 为误差修正速率。

建立误差修正模型的方法被称为 E-G 两步法

第一步，进行协整回归（OLS 法）， $y_t = \alpha + \beta * x_t + \varepsilon_t$ ，检验变量间的协整关系，估计协整系数（长期均衡关系参数） α 及残差序列 $\tilde{\varepsilon} = y_t - \tilde{\alpha}_0 - \tilde{\alpha}_1 * x_t$ ；

第二步，若协整性存在，则以第一步求到的残差作为非均衡误差项加入到误差修正模型中，再用 OLS 法估计相应参数。

基于上述理论介绍，我们给出配对股票选择的方法：对选定股票池股票的价格序列进行协整检验，满足协整关系的，确定为配对组合。

配对交易第二步：触发机制与止损机制的确定

对已配对的股票组合，具体的交易策略是当配对资产价格差异达到一定的程度，或者说触发点，做多价格偏低的资产，同时做空价格偏高的资产，而当价格差异减小到一定程度时，则结束头寸，完成交易；同时，为了控制风险，当价差进一步扩大时，需要在适当的止损点结束头寸。

可见配对交易很关键的一步在于触发机制和止损机制的确定。

考虑到风险和交易成本问题，实务界和学术界通常设定的触发点为去中心化价差序列的 2 倍标准差，止损点为 3 倍标准差。

触发机制的确定——最优阈值的确定

以基于协整配对的股票为例，对于配对股票 x （价格序列为 x_t ），股票 y （价

格序列为 y_t)，由于其股票价格满足协整方程 $y_t - \beta * x_t = \alpha + \varepsilon_t$ ，定义其价差序列 $Spread_t = y_t - \beta * x_t$ ，定义其去掉均值后的价差序列为 $MSpread_t$ 。设定一个阈值 $\lambda\sigma$ ，用来判断交易触发时点，当 $MSpread_t > \lambda\sigma$ ，或 $MSpread_t < -\lambda\sigma$ 时，交易触发，发出建仓信号：当 $MSpread_t > \lambda\sigma$ 时，空头 1 手 y ，多头 β 手 x ； $MSpread_t$ 回落至均值时进行反向操作，结束头寸。如果参数 λ 取值过小，则可能会导致频繁交易，昂贵的交易成本会侵蚀大量的利润甚至会导致亏损；同时也不能尽可能的获取 $MSpread_t$ 偏离带来的套利收益。如果参数取值过大，则可能会错过很多本可以盈利的机会，导致交易次数过少，达不到理想的效果。阈值的处理可以采用 POT 理论。

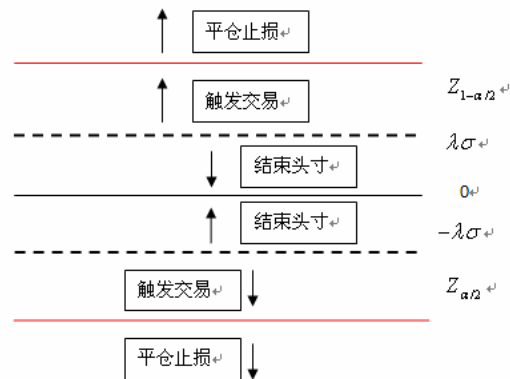
止损机制的确定——交易期间的风险控制

价差序列 $MSpread_t$ 是按统计规律依概率收敛而非必然收敛，所以在交易过程中可能会遇到价差序列发散的情况，如配对组合中股票的基本面突然发生变化等，在带来巨额收益率的同时也会出现巨额的亏损，因此对于配对交易策略，风险控制显得尤为重要。

为了在交易系统中强化风险控制，避免过度波动，将风险限制在可控范围之内，需要将价差超过一定界限时的头寸进行强行平仓处理。可采用 VaR 的思想，来确定止损机制。

配对组合建仓后，当 $MSpread_t < Z_{\alpha/2}$ 或者 $MSpread_t > Z_{1-\alpha/2}$ 时强行平仓。其中， $Z_\alpha = \{Z_\alpha | P(MSpread_t \leq Z_\alpha) = \alpha\}$ 为样本期间价差序列的分位数。当 α 取 1% 时，价差序列 $MSpread_t$ 超过强制平仓界限的概率为 1%，有 99% 的信心保证价差序列在强行平仓界限之内。因为价差序列 $MSpread_t$ 超过平仓界限为小概率事件，如果这种小概率事件出现，则有理由相信统计收敛的规律可能发生了变化。

图 3：配对交易触发止损示意图



资料来源：国信证券经济研究所

配对交易在 A 股市场实证研究

配对交易捕捉的是短期的价格差对均值的偏离，使用低频数据的话，会忽略日内存在的交易机会可能，而使用高频数据的话，产生的投资机会将会更多，更密集，因此在实证中我们采用高频数据。

由于配对交易依赖做空机制，考虑到我国 A 股市场没有做空机制，为了实现

配对交易，在实证中我们假设我们存在初始仓位，持仓比例参照样本股票池股票流通市值及等权重两种方法配置，初始资金为 10 亿。

股票池选择

基本面因素：基于基本面因素考虑，配对股票应该面临相似的系统性风险和行业风险。煤炭和银行业公司同质性程度高，在实证中，结合行业分析师对于公司基本面的判断，剔除主业不集中的股票。

技术面因素：考虑到中国市场大小盘因素的影响，在煤炭行业和银行业股票选取过程中，剔除掉市值排名靠后的股票。

最终煤炭行业精选个股 15 只，银行业精选个股 14 只。

表 1：煤炭和银行业股票池

煤炭行业股票								
股票代码	600121	600123	600188	600348	600395	600508	600997	601001
公司名称	郑州煤电	兰花科创	兖州煤业	国阳新能	盘江股份	上海能源	开滦股份	大同煤业
股票代码	601088	601666	601699	601918	000937	000968	000983	
公司名称	中国神华	平煤股份	潞安环能	国投新集	金牛能源	煤气化	西山煤电	
银行业股票								
股票代码	000001	002142	600000	600015	600016	600036	601009	601166
公司名称	深发展 A	宁波银行	浦发银行	华夏银行	民生银行	招商银行	南京银行	兴业银行
股票代码	601169	601328	601398	601939	601988	601998		
公司名称	北京银行	交通银行	工商银行	建设银行	中国银行	中信银行		

数据来源：国信证券经济研究所

测试参数设置

循环次数：依据样本总天数减去 100（采样周期），然后除以 20（测试周期）取整。

采样周期：100 个交易日。

测试周期：20 个交易日。

采样频率：10 分钟。

测试频率：10 分钟。

初始资金量：初始循环资金量为 10 亿元，以后每期初始资金量为前一期组合净值。

预分配比例：每期初始的时候，按照初始资金量的 90%在股票间按照流通市值权重进行预分配，计算理论持仓量。

最低现金保留：考虑到配对交易在进行平仓的时候可能会有现金缺口，因此这里设置了最低现金保留，即每期期初按照理论持仓量建仓完毕后的现金剩余的 30%，如果现金量低于最低现金保留，则不再进行配对建仓交易。

交易成本：按照双边 0.6%计算。

交易价格：每期期初建仓时按照当天全天 VWAP 价格计算，进行配对交易时，则按照后 30 分钟的 VWAP 价格计算。

配对选择标准

对于配对股票 x （价格序列为 x_t ），股票 y （价格序列为 y_t ），进行协整回归

$$\ln(y_t) = \alpha + \beta * \ln(x_t) + \varepsilon_t$$

若通过协整检验，则股票 x 和股票 y 是可配对的。

注：样本采样周期 100 个交易日，采样频率 10 分钟，每个交易日 240 分钟，则采样数据共 2400 个。在这里取价格的对数序列，能够消除价格的趋势性。

交易规则设置

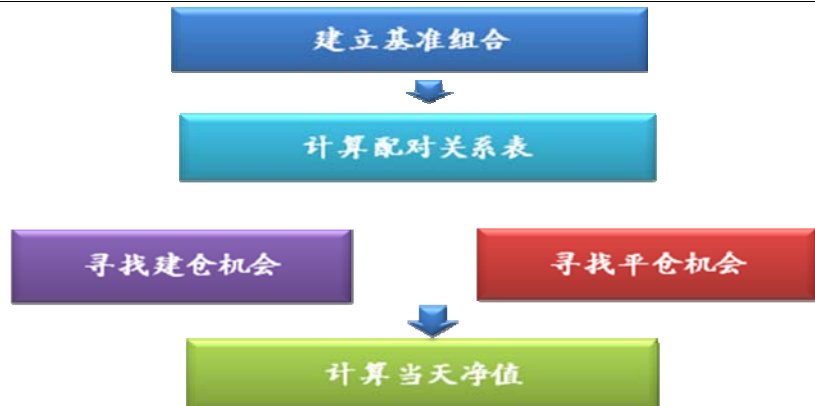
实证中我们设置了以下两种交易规则：

- **基于波动率：**根据股票 x 和股票 y 最新复权股价 x_T 和 y_T ，计算出中心化序列 $MSpread_T = \ln(y_T) - \tilde{\beta} * \ln(x_T) - \tilde{\alpha}$ ，然后和 σ_ε 进行比较。
 - 建仓基准：第一类交易，如果 $MSpread_T > \lambda \sigma_\varepsilon$ ，则卖出股票 y 同时买入股票 x ；第二类交易，如果 $MSpread_T < -\lambda \sigma_\varepsilon$ ，则卖出股票 x 同时买入股票 y 。阈值 λ 的取值范围为 $[3, 4]$ ，步长为 1。
 - 平仓基准：如果是第一类交易，当 $MSpread_T < \sigma_\varepsilon$ 进行平仓；如果是第二类交易，当 $MSpread_T > -\sigma_\varepsilon$ 进行平仓。
 - 止损基准：如果一笔交易持续的时间超过 60 个交易日，进行平仓，因为很有可能是公司基本面发生变化，导致相对估值出现永久漂移。
- **基于价格比例：**根据股票 x 和股票 y 最新复权股价 x_T 和 y_T ，计算出 $r = y_T / x_T$ ，然后和样本 \tilde{r} 进行比较。
 - 建仓基准：第一类交易，如果 $r > \theta \tilde{r}$ ，则卖出股票 y 同时买入股票 x ；第二类交易，如果 $r < (1/\theta) \tilde{r}$ ，则卖出股票 x 同时买入股票 y 。阈值 θ 的取值范围为 $[1.2, 1.4]$ ，步长为 0.1。
 - 平仓基准：如果是第一类交易，当 $r < 1.05 \tilde{r}$ 进行平仓；如果是第二类交易，当 $r > (1/1.05) \tilde{r}$ 进行平仓。
 - 止损基准：如果一笔交易持续的时间超过 60 个交易日，进行平仓，因为很有可能是公司基本面发生变化，导致相对估值出现永久漂移。

交易实现流程

- 进行资金分配，建立基准组合：分别按照流通市值和等权重两种方法将资金分配给股票池中的股票；
- 依据历史股价序列，计算配对关系表：使用协整方法对股票池所有股票进行两两配对，将符合配对关系的股票对录入配对关系表；
- 提取当前股价，寻找配对建仓机会：实时检验所有可配对股票的价格，分别以波动率和价格比例作为交易触发条件，检验是否达到进行配对交易条件，如果出现交易机会则进行配对建仓；
- 提取当前股价，寻找配对平仓机会：实时检验所有已配对股票的价格，分别以波动率和价格比例作为交易触发条件，检验是否出现平仓信号，如果出现则进行平仓交易；如果配对持有期超过 60 个交易日，则止损出局；
- 计算组合和基准净值：以每日收盘价格为基准，分别计算加入配对交易策略组合和基准组合净值。

图 4: 配对交易流程



资料来源: 国信证券经济研究所

配对交易实证结果分析

配对交易实证结果

1. 煤炭行业

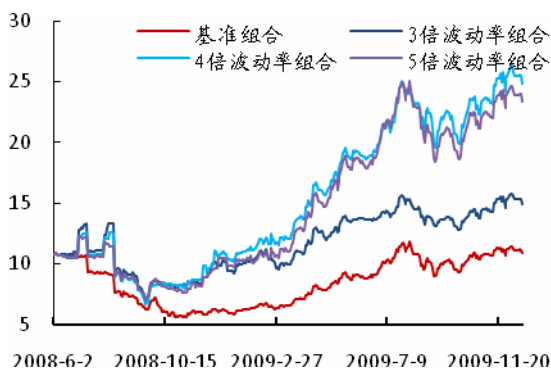
1.1 基于波动率

基准采用流通市值权重, 交易的触发点为 3σ , 4σ 和 5σ 时, 组合的超额收益分别为 37.50%, 129.37% 和 115.73%。

基准采用等权重, 交易的触发点为 3σ , 4σ 和 5σ 时, 组合的超额收益分别为 58.45%, 174.83% 和 159.85%。

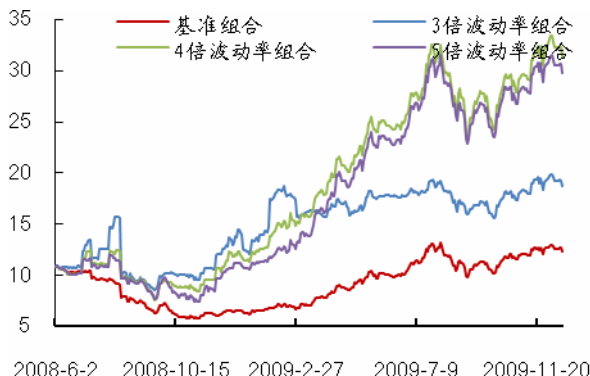
总体效果而言, 采用等权重配置优于采用流通市值权重, 说明小市值权重股票在进行配对交易中更加活跃, 并且收益率更加明显; 5σ 和 4σ 组合明显优于 3σ 组合, 说明在 3σ 到 4σ 之间进行效果不理想, 有可能是负收益。依据数据还无法断定效果一定是负值, 原因有二: 第一, 对于同一个配对交易 (在 3σ 和 5σ 条件下均发生), 由于 3σ 比 5σ 触发条件小 2 个 σ , 如果交易最终是获利平仓, 则 3σ 比 5σ 显然收益要少 2 σ , 如果交易最终是止损平仓, 则由于建仓和平仓时间不 (止损条件为 60 个交易日), 对于收益率也是有影响的; 第二, 在 5σ 和 4σ 下发生的交易可能在 3σ 下并不发生, 因为发生交易的提交还必须是要做空的股票当前持仓量必须大于 0, 可能刚刚发生的一笔交易, 已经让要做空的股票当前持仓量为 0。

图 5: 煤炭行业基于波动率流通市值权重组合表现



资料来源：国信证券经济研究所

图 6: 煤炭行业基于波动率等权重组合表现



资料来源：国信证券经济研究所

（分析说明以流通市值权重为准）交易边界为 3σ 、 4σ 和 5σ 时，配对交易的发生次数分别为 74 次，50 次和 30 次，获利次数分别为 51 次，36 次和 17 次，比例分别为 68.92%，72.00%和 56.67%，每笔交易获利均值分别为 2.67%，5.91%和 5.16%，每笔交易获利方差分别为 0.1472，0.1610，0.1903。当交易边界采用 4σ 时，其获利概率和每笔交易获利比例均是最理想的；其交易发生频率适中，在 380 个交易日中总共发生 50 次交易，平均 7.6 个交易日发生一笔交易。

在 3σ 下，有两笔交易的超额收益小于 -50%，分别是 2009-6-22 到 2009-9-14 期间发生的煤气化（000968.SZ）和国阳新能（600348.SH）的配对交易，以及 2009-4-14 到 2009-7-10 期间发生的煤气化（000968.SZ）和平煤股份（601666.SH）的配对交易。第一笔交易期间国阳新能发布分红和资产兼并重组，公司基本面已然发生变化；第二笔交易平煤股份亦发生分红送配公告。同时从基本面讲，煤气化走势相对于整个煤炭板块也是偏弱的。

在 4σ 下，2009-4-9 到 2009-7-7 期间郑州煤电（600121.SH）和开滦股份（600997.SH）超额收益为 -51.03%，开滦股份发生分红以及资产兼并重组，公司基本面发生变化。

在 5σ 下，损失最大的交易也是郑州煤电（600121.SH）和开滦股份（600997.SH），不过由于交易条件设置不一样，超额收益率为 -39.52%。

可以看到发生巨额损失的交易基本上都有公司基本面发生变化，即按照配对交易被高估的股票基本面发生变化，其股价随后持续上涨，导致我们的配对交易发生亏损。

表 2: 煤炭行业基于波动率配对分析表

	煤炭行业基于波动率					
	流通市值权重			等权重		
	3 倍波动率组合	4 倍波动率组合	5 倍波动率组合	3 倍波动率组合	4 倍波动率组合	5 倍波动率组合
超额收益率	37.50%	129.37%	115.73%	58.45%	174.83%	159.85%
盈利次数	51	36	17	50	36	18
总交易次数	74	50	30	72	49	31
盈利概率	68.92%	72.00%	56.67%	69.44%	73.47%	58.06%
平均每笔交易盈利	2.67%	5.91%	5.16%	3.44%	6.16%	5.92%
平均每笔交易盈利方差	14.72%	16.10%	19.03%	15.28%	15.67%	19.43%

数据来源：国信证券经济研究所

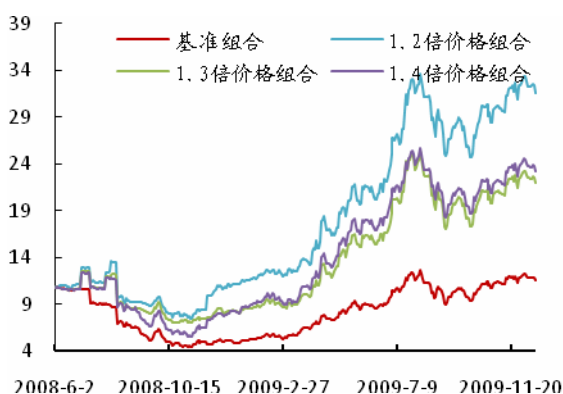
1.2 基于价格比例

基准采用流通市值比例，交易触发点分别为 1.2 倍价格比例，1.3 倍价格比例和 1.4 倍价格比例时，组合的超额收益分别为 183.55%，95.57%和 107.51%。

基准采用等权重，交易触发点分别为 1.2 倍价格比例，1.3 倍价格比例和 1.4 倍价格比例时，组合的超额收益分别为 204.09%，67.36%和 84.21%。

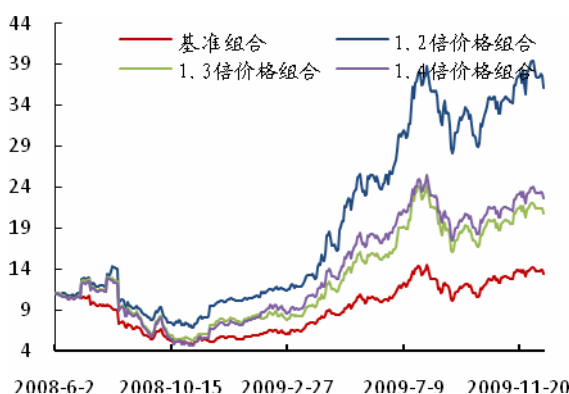
采用流通市值比例和采用等权重无明显差异，说明大小盘对于策略无明显差异。值得注意的是，在两种情况下，1.2 倍的结果都远远强于 1.3 倍和 1.4 倍，说明很多的股票对价格比在偏离到 1.2 倍到 1.3 倍之间便开始向均值回复。1.3 倍的结果和 1.4 倍的结果类似，在交易期内分别交易 33 次和 20 次，盈利次数分别为 23 次和 14 次，说明在 1.3 倍至 1.4 倍之间做的交易（股价倍数偏离曾经超过 1.3 倍但是最终也没有超过 1.4 倍）基本是盈亏平衡。

图 7：煤炭行业基于价格比例流通市值组合表现



资料来源：国信证券经济研究所

图 8：煤炭行业基于价格比例等权重组合表现



资料来源：国信证券经济研究所

（分析说明以流通市值权重为准）采用 1.2 倍，1.3 倍和 1.4 倍标准时，交易次数分别为 73 次，43 次和 26 次，获利次数分别为 55 次，27 次和 19 次，比例分别为 75.34%，62.79%和 73.08%。1.3 倍作为交易标准从各项指标看都明显低于 1.2 倍标准和 1.4 倍标准。亏损巨大的交易多为公司基本面发生实质性变化，过去的股价倍数关系遭到破坏。

表 3：煤炭行业基于价格比例配对分析表

	煤炭行业基于价格比例					
	流通市值权重			等权重		
	1.2 倍价格组合	1.3 倍价格组合	1.4 倍价格组合	1.2 倍价格组合	1.3 倍价格组合	1.4 倍价格组合
超额收益率	183.55%	95.57%	107.51%	204.09%	67.36%	84.21%
盈利次数	55	27	19	47	23	14
总交易次数	73	43	26	63	33	20
盈利概率	75.34%	62.79%	73.08%	74.60%	69.70%	70.00%
平均每笔交易盈利	8.03%	6.63%	10.77%	8.08%	9.75%	13.36%
平均每笔交易盈利方差	15.34%	17.90%	21.10%	15.80%	20.46%	21.56%

数据来源：国信证券经济研究所

2. 银行业

2.1 基于波动率

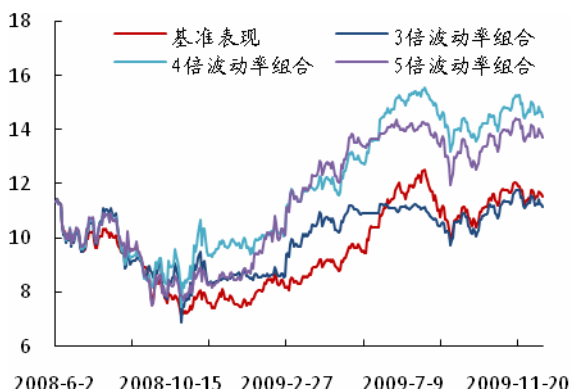
基准采用流通市值权重，交易的触发点为 3σ ， 4σ 和 5σ 时，组合的超额收益分别为 -3.44%，26.40%和 19.24%。

基准采用等权重，交易的触发点为 3σ ， 4σ 和 5σ 时，组合的超额收益分别

为-31.76%，25.80%和7.79%。

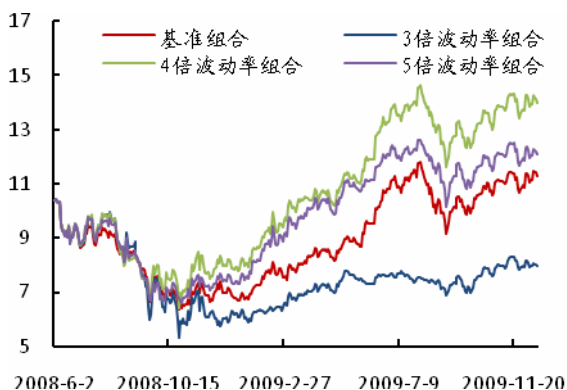
3σ 组合效果很糟糕， 4σ 和 5σ 组合虽然在 2 年时间里只战胜市场 20% 左右，但是从时序图上看，却是从 08 年底以来持续战胜。

图 9：银行业基于波动率流通市值组合表现



资料来源：WIND 资讯，国信证券经济研究所

图 10：银行业基于波动率等权重组合表现



资料来源：WIND 资讯，截至 11 月 4 日，上证综指为 1706.7 点

（分析说明以流通市值权重为准）交易触发点为 3σ ， 4σ 和 5σ 时，配对交易的发生次数分别为 77 次，44 次和 35 次，获利次数分别为 48 次，29 次和 22 次，比例分别为 62.34%，65.91%和 62.86%，每笔交易获利均值分别为 -0.05%，0.88%和 2.71%，每笔交易获利方差分别为 0.1215，0.1331，0.1390。当交易边界采用 4σ 时，总体表现是最理想的。

采用流通市值加权和等权重时，在 1.2 倍波动率作为交易条件时，超额收益率差异较大，仔细分析交易次数和活力次数，可以看到在两种条件下交易次数和获利次数分别相差了 11 次和 7 次，这可能是由于在系统运行过程中设置最低现金限制，导致有些交易没有进行。

表 4：银行业基于波动率配对分析表

	银行业基于波动率					
	流通市值权重			等权重		
	3 倍波动率组合	4 倍波动率组合	5 倍波动率组合	3 倍波动率组合	4 倍波动率组合	5 倍波动率组合
超额收益率	-3.44%	26.40%	19.24%	-31.76%	25.80%	7.79%
盈利次数	48	29	22	41	34	20
总交易次数	77	44	35	66	47	33
盈利概率	62.34%	65.91%	62.86%	62.12%	72.34%	60.61%
平均每笔交易盈利	-0.05%	0.88%	2.71%	-0.18%	1.89%	2.23%
平均每笔交易盈利方差	12.15%	13.31%	13.90%	12.58%	11.99%	13.89%

数据来源：国信证券经济研究所

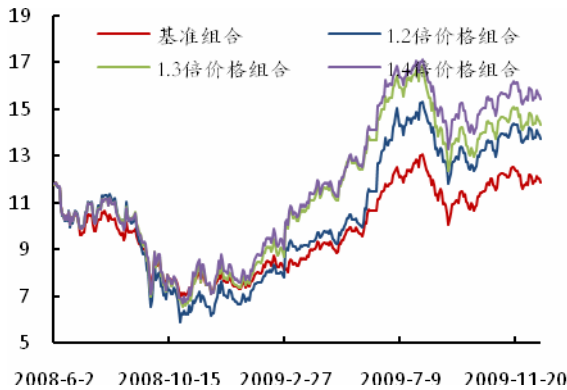
2.2 基于价格比例

基准采用流通市值比例，交易触发点分别为 1.2 倍价格比例，1.3 倍价格比例和 1.4 倍价格比例时，组合的超额收益分别为 15.52%，20.64%和 29.56%。

基准采用等权重，交易触发点分别为 1.2 倍价格比例，1.3 倍价格比例和 1.4 倍价格比例时，组合的超额收益分别为 3.56%，24.99%和 17.34%。

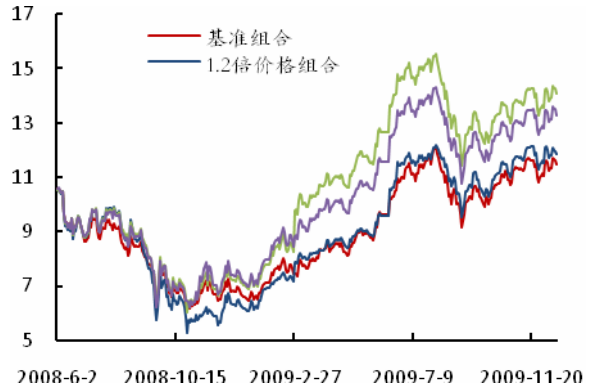
1.3 倍和 1.4 倍的表现不分伯仲，都是明显要好于 1.2 倍。1.2 倍采用等权重时，组合表现与基准表现自始至终都贴的很近，考虑到交易成本，基本上配对交易还是能够盈利的，只是盈利刚好覆盖交易成本。1.3 倍和 1.4 倍应该比较好的参数选择。

图 11: 银行业基于价格比例流通市值组合表现



资料来源: 国信证券经济研究所

图 12: 银行业基于价格比例等权重组合表现



资料来源: 国信证券经济研究所

(分析说明以流通市值权重为准) 采用 1.2 倍, 1.3 倍和 1.4 倍标准时, 交易次数分别为 42 次, 22 次和 6 次, 获利次数分别为 27 次, 13 次和 5 次, 比例分别为 64.29%, 59.09% 和 83.33%。1.4 倍作为交易标准从各项指标看都明显好于 1.2 倍标准和 1.3 倍标准, 当然 1.4 倍标准仅交易 6 次, 并不能简单的就说 1.4 倍标准的成功概率要高于 1.2 倍和 1.3 倍, 毕竟样本太少。

表 5: 银行业基于价格比例配对分析表

	银行业基于价格比例					
	流通市值权重			等权重		
	1.2 倍价格组合	1.3 倍价格组合	1.4 倍价格组合	1.2 倍价格组合	1.3 倍价格组合	1.4 倍价格组合
超额收益率	15.52%	20.64%	29.56%	3.65%	24.99%	17.34%
盈利次数	27	13	5	33	15	6
总交易次数	42	22	6	47	20	7
盈利概率	64.29%	59.09%	83.33%	70.21%	75.00%	85.71%
平均每笔交易盈利	4.29%	5.89%	7.07%	4.01%	8.49%	11.27%
平均每笔交易盈利方差	15.15%	14.49%	9.37%	15.25%	15.91%	14.01%

数据来源: 国信证券经济研究所

从行业对比看, 煤炭行业的效果要明显好于银行业, 这也很容易解释, 银行业股票市值大, 波动性小, 煤炭行业股票相对市值较小, 波动非常剧烈。配对交易是基于历史数据的交易型策略, 波动性强行业的股票显然交易性机会多, 收益率也高。

基于 VaR 的风险分析

表 6: 煤炭行业基于波动率风险分析表

	煤炭行业基于波动率					
	流通市值权重			等权重		
	3 倍波动率组合	4 倍波动率组合	5 倍波动率组合	3 倍波动率组合	4 倍波动率组合	3 倍波动率组合
单笔交易收益率 VaR(1%)	-52.58%	-51.03%	-39.52%	-52.58%	-51.03%	-39.52%
单笔交易收益率 VaR(5%)	-28.63%	-27.17%	-31.26%	-26.21%	-27.65%	-30.43%
单笔交易收益率 VaR(10%)	-15.36%	-16.41%	-18.33%	-15.28%	-15.07%	-18.03%
单笔交易收益率 VaR(15%)	-8.96%	-11.25%	-15.05%	-8.86%	-10.22%	-14.98%
单笔交易收益率 VaR(20%)	-5.52%	-7.98%	-14.79%	-5.52%	-5.26%	-14.68%

数据来源: 国信证券经济研究所

表 7: 煤炭行业基于价格比例风险分析表

	煤炭行业基于价格比例					
	流通市值权重			等权重		
	1.2 倍价格组合	1.3 倍价格组合	1.4 倍价格组合	1.2 倍价格组合	1.3 倍价格组合	1.4 倍价格组合
单笔交易收益率 VaR(1%)	-30.16%	-28.53%	-22.52%	-30.16%	-28.53%	-22.52%
单笔交易收益率 VaR(5%)	-22.54%	-23.45%	-21.66%	-25.20%	-26.00%	-22.52%
单笔交易收益率 VaR(10%)	-11.26%	-17.23%	-17.25%	-16.59%	-21.62%	-14.25%
单笔交易收益率 VaR(15%)	-8.28%	-14.24%	-14.39%	-10.10%	-19.25%	-13.92%
单笔交易收益率 VaR(20%)	-2.13%	-6.42%	-10.67%	-6.85%	-15.42%	-12.08%

数据来源：国信证券经济研究所

表 8: 银行业基于波动率风险分析表

	银行业基于波动率					
	流通市值权重			等权重		
	3 倍波动率组合	4 倍波动率组合	5 倍波动率组合	3 倍波动率组合	4 倍波动率组合	3 倍波动率组合
单笔交易收益率 VaR(1%)	-39.86%	-31.60%	-22.87%	-38.27%	-30.39%	-22.41%
单笔交易收益率 VaR(5%)	-25.98%	-28.83%	-22.53%	-28.31%	-24.65%	-20.50%
单笔交易收益率 VaR(10%)	-20.13%	-19.17%	-19.25%	-21.85%	-19.04%	-19.25%
单笔交易收益率 VaR(15%)	-11.41%	-17.27%	-16.28%	-14.90%	-14.84%	-17.03%
单笔交易收益率 VaR(20%)	-9.44%	-14.53%	-13.77%	-9.07%	-8.93%	-14.00%

数据来源：国信证券经济研究所

表 9: 银行业基于价格比例风险分析表

	银行业基于波动率					
	流通市值权重			等权重		
	1.2 倍价格组合	1.3 倍价格组合	1.4 倍价格组合	1.2 倍价格组合	1.3 倍价格组合	1.4 倍价格组合
单笔交易收益率 VaR(1%)	-39.86%	-31.60%	-8.19%	-34.70%	-30.39%	-8.19%
单笔交易收益率 VaR(5%)	-43.03%	-71.34%	-8.19%	-28.02%	-71.05%	-8.19%
单笔交易收益率 VaR(10%)	-38.50%	-60.35%	-8.19%	-20.58%	-59.08%	-8.19%
单笔交易收益率 VaR(15%)	-33.31%	-48.22%	-8.19%	-16.72%	-50.04%	-7.62%
单笔交易收益率 VaR(20%)	-27.77%	-36.84%	-5.91%	-13.57%	-41.34%	-3.63%

数据来源：国信证券经济研究所

股票配对方法有效性验证

上述步骤构建的配对交易策略是有效的吗？抑或说我们构建复杂的检验交易流程是有意义的吗？选取煤炭行业，等权重配置，5 倍波动率策略对比，将配对选股过程中协整（平稳性检验）删除，即所有的配对都将进入备选，当符合交易条件时则进行配对交易。

可以看到，随机配对组合的净值表现是相当糟糕的，除 08 年 10 月间短暂的战胜过进行协整检验组合外，其余时间败得一塌糊涂。（由于交易系统并未设置组合净值为 0 的检验，仅设置如果现金比例低于最低现金比例则停止进行建仓交易，所以随机组合的净值居然到最后是为负的，当然正负并不重要，在这里只是想检验配对选择方法的有效性，两个组合表现之间的对比关系才是重点）

对配对的交易历史进行分析，我们发现，其总交易次数为 29 笔，盈利笔数 17 笔，战胜概率在 58.62%；对应的协整组合总交易次数 31 笔，盈利 18 笔，战胜概率为 58.06%。问题在于随机组合在前期熊市亏损率过高，2008-6-10 到 2008-10-24（这里的日期都是建仓日期，如果是最后亏损出局，则在后 60 个交易日中会慢慢体现出来）的 14 笔交易中获利仅 5 笔，前期亏损巨大，导致后期无法翻身。

同时随机配对还存在技术问题，因为两只股票回归出来的系数可能为负，从操

作层面上来讲，应该完全摒弃。因为配对的基础在于寻找风险特征相似，并且走势相似的股票进行配对，如果系数为负，则两只股票走势完全相反，从理论上就完全偏离了配对交易的初衷。

图 13: 配对交易有效性验证



配对交易在不同市场环境下的表现分析

交易的测试期正好经历 08 年熊市的下半场，09 年上半年的牛市，以及 09 年 7 月以后的震荡市三个阶段。以煤炭行业等权重配置，以波动率作为交易条件的组合为例，说明配对交易在不同市场状况下的表现（其他参数情况下情形类似）。

第一阶段：2008-6-2 到 2008-11-4，3 倍，4 倍，5 倍波动率组合的相对收益率分别为 64.30%，47.68%和 28.54%，同期沪深 300 的涨幅为-55.11%，在熊市阶段，配对交易能够大幅增强组合的收益率。

第二阶段：2008-11-5 到 2009-8-3，3 倍，4 倍，5 倍波动率组合的相对收益率分别为-9.98%，64.92%和 83.49%，同期沪深 300 的涨幅为 123.90%，采用 3 倍波动率的相对收益是负的，4 倍和 5 倍波动率则能够有很强的增强效果。通过对实际交易的分析，3 倍波动率表现不好主要是由于在期间发生 3 笔巨亏交易，分别是 09 年 4 月 2 日发生的买入郑州煤电（600121.SH）卖出开滦股份（600997.SH），超额收益-39.38%；09 年 4 月 14 日发生的买入煤气化（000968.SZ）卖出平煤股份（601666.SH），超额收益-50.54%；09 年 6 月 22 日发生的买入煤气化（000968.SZ）卖出国阳新能（600348.SH），超额收益-52.58%。这三笔交易均为空头股票公司基本面发生变化，出现实质性利好（兼并重组和分红），导致股票间相对估值出现合理漂移。当然并不是说其他阶段，采用其他参数就可以避免这种巨亏，在这里只是想解释为什么 3 倍波动率组合的收益比较差，具体原因在于亏损交易过密。如果通过交易系统结合研究员的判断，就能够有效的避免这种情况发生；当公司的基本面发生实质性变化导致两只股票的相对价值出现偏离，是没有套利交易机会的。

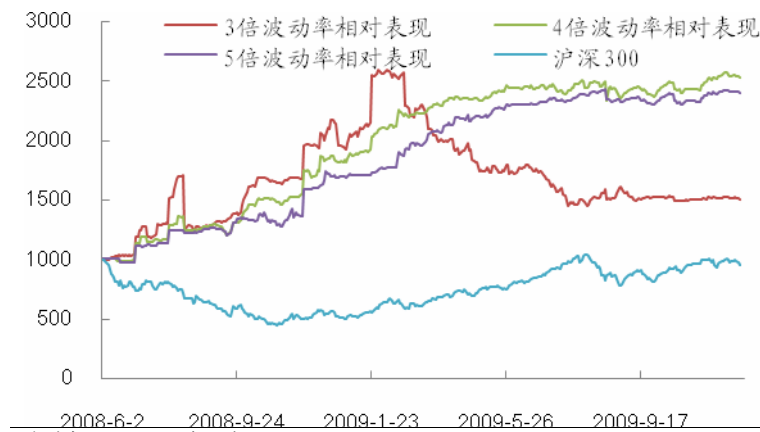
第三阶段：2009-8-4 到 2009-12-17，3 倍，4 倍，5 倍波动率组合的相对收益率分别为 3.96%，3.22%和 0.91%，同期沪深 300 的涨幅为-8.09%。在震荡市中，配对交易仍旧能够对组合进行增强，但是效果不太显著。

总体而言，配对交易在单边市中效果好，而在震荡市中效果差。究其原因，单边市中，同行业股票的上涨或者下跌具有持续性，个股之间则表现出来一定的时间

先后性，对于配对交易而言是极好的交易环境；而在最近的震荡市中，市场热点散乱，持续性都非常短，轮动速度异常迅速，在这种市态下，很难有足够进行配对套利的的时间和空间。

注：相对收益率计算方法为，用组合的净值除以基准组合净值得到相对表现，然后用结束日期的相对表现除以起始日期的相对表现得到相对收益率。

图 14：配对交易在不同市场环境下表现



资料来源：国信证券经济研究所

配对交易+股指期货+融资融券，市场中性套利

证监会负责人2010年1月8日表示，国务院已原则上同意开设融资融券业务试点和推出股指期货。融资是借钱买证券，客户向证券公司融资买进证券称为“买空”；融券是借证券来卖，客户向证券公司融券卖出称为“卖空”。国务院批准融资融券试点，表明“买空卖空机制”正式生成。

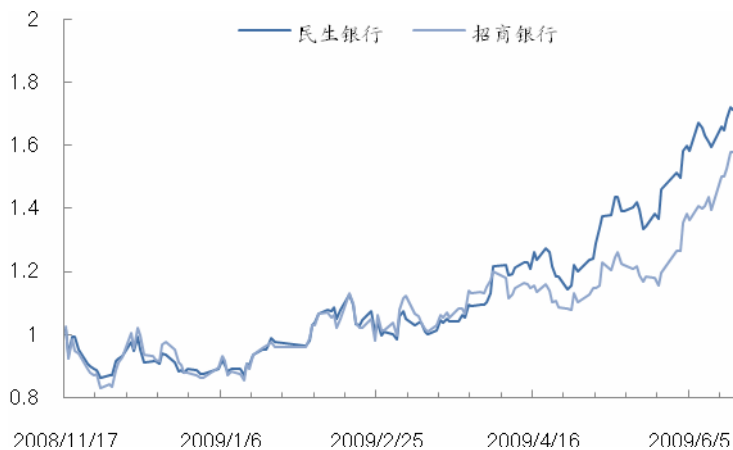
在股指期货和融资融券正式推出以后，将会极大丰富投资者的投资品种和盈利策略，投资者将会从单一的看多盈利模式中解脱出来，各种对冲策略将会大行其道，配对交易作为其中的一个重要策略在国内市场将会有更大的用武之地。

目前国内阳光私募发展迅猛，根据WIND统计，截止到2009年11月25日，阳光私募信托产品共1387只，实际发行规模估计超过1000亿（注：有些发行规模缺失）。根据中央财经大学发布的首届《中国地下金融调查》显示，目前国内地下金融的规模高达8000亿元左右，其中，私募基金的规模占到90%左右，也就是说私募基金份额在7000亿元左右。一对多专户在公募基金平台获准发展之后，也正在迅速成为资本市场一支重要力量。

私募+专户追求绝对收益和相对灵活的运营模式，决定了配对交易将会成为这些机构盈利的利器。

配对交易+股指期货+融资融券，投资者很容易构建出市场中性的盈利组合。选取配对交易系统中成功的配对交易为例来阐述整个过程：标的股票——招商银行，民生银行；通过对历史数据进行回归（以招商银行为因变量，以民生银行为自变量），其 β 系数为0.97。多头100万元招商银行，空头97万元民生银行，组合相对于沪深300指数的 β 系数为0.034，在市场中性策略下，应该做空0.034手股指期货。（假设股指期货一个点一元钱，保证金比例为25%，购买的股指期货合约价格为当前点位）

图 15: 招商银行民生银行股价走势



资料来源: 国信证券经济研究所

最终的组合为:

2009-4-16: +8625 手招商银行, -7677 手民生银行, -12 份股指期货;

2009-7-14: -8625 手招商银行, +7677 手民生银行, +12 份股指期货。

表 10: 市场中性配对交易策略分析表

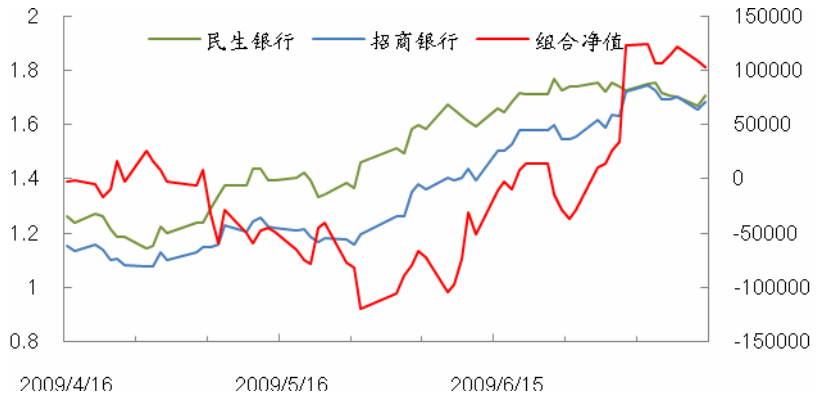
配对交易+股指期货+融资融券中性组合							
	持仓量	建仓价格	平仓价格	涨跌幅	盈利/亏损	标的市值	交易费用
招商银行	+8625	1.156	1.724	45.83%	458219	1000000	-6000
民生银行	-7677	1.263	1.730	35.34%	-348205	970000	-5820
沪深 300 指数	-12	2687	3327	23.82%	-9212	32245	-193

数据来源: 国信证券经济研究所

组合最初资金为净流入 2236 元, 最终组合的净值为 103966 元, 盈利 106202 元, 扣除掉交易成本 12013 元, 净利润 94189 元。期间招商银行股价, 民生银行股价及组合净值见图 N。中间随着招商银行和民生银行价差的扩大, 组合也出现持续亏损, 不过当价差最终收敛的时候, 实现盈利。基于配对交易的市场中性套利面临的风险亦在此, 如果价差不收敛, 则必然亏损出局; 不过配对交易是基于历史数据的统计套利策略, 其核心并不是要求每笔交易都能够获得盈利。

股指期货亏损 9405 (亏损+交易费用), 虽然股指期货上是亏损的, 但组合的目标是进行配对交易套利, 目标是市场中性, 股指期货头寸的存在能够让组合彻底避免受到市场风险的干扰。多数配对交易很难做到市场中性, 留有的市场风险敞口很可能侵蚀掉配对本身的盈利。利用股指期货规避市场风险, 能够让投资者专注于配对交易本身, 而不用担心盈利被市场风险吞噬。

图 16: 市场中性配对交易策略



资料来源: 国信证券经济研究所

基于指数基金的配对交易

配对交易可以作为指数基金增强的有力工具: 将指数的成份股作为股票池, 利用协整方法挑选可配对股票对, 监控股票池股票的实时行情, 待交易系统发出交易信号时, 检查相应股票基本面是否出现实质性变化, 如果没有实质性变化, 则采纳配对交易进行建仓; 在配对交易系统发出平仓交易时, 获利平仓。公司基本面发生实质性变化很难通过计算机程序判断出来, 所以计算机+人脑, 这种半自动化的处理方式, 在捕捉配对交易盈利机会的同时, 能够有效避免因为公司基本面发生实质性变化给交易带来的巨额亏损。

当然将配对交易应用在指数增强上, 还有一些问题是需要注意的: 因为指数基金中的成份股行业属性不一, 两只业务毫不相干的股票也有可能某一阶段走势非常相似, 满足配对交易条件, 除非这种关系能够找到相关逻辑, 否则直接应用相当危险, 所以现阶段进行配对交易时, 辅以人工对于避免出现巨额损失, 提高配对收益率是非常必要的。

配对交易在主动型基金中的应用

配对交易不仅仅能够用来进行市场中性套利, 指数增强, 在主动型基金选股过程中亦可以发挥其威力。

确定好行业配置后, 在备选股票基本面不相上下时, 可以参考配对交易的结论, 对在配对交易中处于多头位置的股票予以超配, 而对处于空头位置的股票予以低配, 不在配对交易中出现的股票则标配。

同时配对交易还可以指导进行调仓, 例如股票 x 和股票 y 同时在持仓中, 如果配对交易给出买入股票 x 卖出股票 y 的信号, 则相应的调高股票 x 的权重, 同时调低的股票 y 的权重; 待配对交易发出平仓信号时, 将股票 x 和股票 y 的权重恢复到原始状态。

上述的这些操作的优势在于: 既能够不改变基金持仓的风险结构, 同时又能够获取配对交易带来的超额收益。

在股指期货和融资融券业务推出后, 当基金经理对于当前市场走势并无把握

时，可以将注意力转移到市场中性套利策略中，专注于进行配对交易套利。

配对交易最新操作建议

根据配对交易系统最新未平仓头寸，给出最新的配对交易操作建议：

表 11：煤炭和银行业最新操作建议

煤炭行业推荐操作					
日期	多头股票	多头名称	空头股票	空头名称	操作标准
2009-11-27	601088	中国神华	601699	潞安环能	4 倍波动率
2009-12-1	601088	中国神华	600188	兖州煤业	4 倍波动率
2009-12-4	601088	中国神华	000983	西山煤电	4 倍波动率
2009-11-27	601088	中国神华	601699	潞安环能	5 倍波动率
2009-12-17	601088	中国神华	600188	兖州煤业	5 倍波动率
2009-12-8	601088	中国神华	600508	上海能源	3 倍波动率
2009-12-14	601088	中国神华	601001	大同煤业	3 倍波动率
2009-12-16	600395	盘江股份	000937	金牛能源	3 倍波动率
2009-12-1	601088	中国神华	600188	兖州煤业	4 倍波动率
2009-12-4	601088	中国神华	000983	西山煤电	4 倍波动率
2009-12-17	601088	中国神华	600188	兖州煤业	5 倍波动率
2009-12-4	601088	中国神华	601699	潞安环能	1.2 倍价格
2009-12-17	601088	中国神华	600188	兖州煤业	1.3 倍价格
银行业推荐操作					
日期	多头股票	多头名称	空头股票	空头名称	操作标准
2009-12-4	600016	民生银行	601998	中信银行	3 倍标准差
2009-12-15	601328	交通银行	601009	南京银行	3 倍标准差
2009-12-17	600000	浦发银行	600015	华夏银行	3 倍标准差
2009-12-7	600016	民生银行	601998	中信银行	4 倍标准差
2009-12-7	600016	民生银行	601998	中信银行	5 倍标准差
2009-12-4	600016	民生银行	601998	中信银行	3 倍标准差
2009-12-15	601328	交通银行	601009	南京银行	3 倍标准差
2009-12-17	600000	浦发银行	600015	华夏银行	3 倍标准差
2009-12-7	600016	民生银行	601998	中信银行	4 倍标准差
2009-12-14	601166	兴业银行	002142	宁波银行	4 倍标准差
2009-12-7	600016	民生银行	601998	中信银行	5 倍标准差
2009-12-7	601939	建设银行	601998	中信银行	1.2 倍价格
2009-12-11	601939	建设银行	002142	宁波银行	1.2 倍价格
2009-12-11	600036	招商银行	000001	深发展 A	1.3 倍价格
2009-12-15	600016	民生银行	601998	中信银行	1.3 倍价格
2009-12-7	601939	建设银行	601998	中信银行	1.2 倍价格
2009-12-11	601939	建设银行	002142	宁波银行	1.2 倍价格
2009-12-15	600016	民生银行	601998	中信银行	1.3 倍价格

数据来源：国信证券经济研究所

最新一期可配对股票列表

基于配对交易系统，最新一期可配对股票列表如下：

表 12：煤炭和银行业最新可配对股票列表

煤炭行业可配对股票列表							
股票代码 1	股票名称 1	股票代码 2	股票名称 2	股票代码 1	股票名称 1	股票代码 2	股票名称 2
600121	郑州煤电	600123	兰花科创	600508	上海能源	601088	中国神华
600121	郑州煤电	000983	西山煤电	600508	上海能源	601699	潞安环能
600123	兰花科创	600188	兖州煤业	600508	上海能源	000968	煤气化
600123	兰花科创	600508	上海能源	600508	上海能源	000983	西山煤电
600123	兰花科创	601001	大同煤业	601001	大同煤业	601088	中国神华
600123	兰花科创	601088	中国神华	601001	大同煤业	601699	潞安环能
600123	兰花科创	601699	潞安环能	601001	大同煤业	601918	国投新集
600123	兰花科创	601918	国投新集	601001	大同煤业	000983	西山煤电
600123	兰花科创	000968	煤气化	601088	中国神华	601699	潞安环能
600123	兰花科创	000983	西山煤电	601088	中国神华	601918	国投新集
600188	兖州煤业	600508	上海能源	601088	中国神华	000983	西山煤电
600188	兖州煤业	601088	中国神华	601666	平煤股份	000937	金牛能源
600188	兖州煤业	601699	潞安环能	601666	平煤股份	000968	煤气化
600188	兖州煤业	000983	西山煤电	601699	潞安环能	601918	国投新集

600395	盘江股份	601666	平煤股份	601699	潞安环能	000968	煤气化
600395	盘江股份	000937	金牛能源	601699	潞安环能	000983	西山煤电
600395	盘江股份	000968	煤气化	601918	国投新集	000983	西山煤电
600508	上海能源	601001	大同煤业	000937	金牛能源	000968	煤气化
银行业可配对股票列表							
股票代码 1	股票名称 1	股票代码 2	股票名称 2	股票代码 1	股票名称 1	股票代码 2	股票名称 2
000001	深发展 A	600016	民生银行	600015	华夏银行	601988	中国银行
000001	深发展 A	600036	招商银行	600016	民生银行	600036	招商银行
000001	深发展 A	601166	兴业银行	600016	民生银行	601009	南京银行
000001	深发展 A	601398	工商银行	600016	民生银行	601166	兴业银行
000001	深发展 A	601939	建设银行	600016	民生银行	601939	建设银行
000001	深发展 A	601998	中信银行	600016	民生银行	601998	中信银行
002142	宁波银行	601166	兴业银行	600036	招商银行	601009	南京银行
002142	宁波银行	601169	北京银行	600036	招商银行	601166	兴业银行
002142	宁波银行	601939	建设银行	600036	招商银行	601939	建设银行
002142	宁波银行	601998	中信银行	600036	招商银行	601988	中国银行
600000	浦发银行	600015	华夏银行	601009	南京银行	601166	兴业银行
600000	浦发银行	600016	民生银行	601009	南京银行	601328	交通银行
600000	浦发银行	600036	招商银行	601009	南京银行	601939	建设银行
600000	浦发银行	601009	南京银行	601009	南京银行	601988	中国银行
600000	浦发银行	601328	交通银行	601166	兴业银行	601398	工商银行
600000	浦发银行	601939	建设银行	601166	兴业银行	601939	建设银行
600000	浦发银行	601988	中国银行	601166	兴业银行	601998	中信银行
600015	华夏银行	600016	民生银行	601328	交通银行	601939	建设银行
600015	华夏银行	600036	招商银行	601328	交通银行	601988	中国银行
600015	华夏银行	601009	南京银行	601398	工商银行	601939	建设银行
600015	华夏银行	601166	兴业银行	601939	建设银行	601988	中国银行
600015	华夏银行	601939	建设银行	601939	建设银行	601998	中信银行

数据来源：国信证券经济研究所

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 $\pm 10\%$ 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 $\pm 5\%$ 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研究团队

宏观 杨建龙 周炳林 0755-82133339 林松立 010-82254212	策略 赵 谦 021-60933153 崔嵘 021-60933159 廖喆 021-60933162	交通运输 唐建华 0755-82130468 孙菲菲 0755-82133400 黄金香 010-82252922 高健 0755-82130678
银行 邱志承 021-68864597 黄飏 0755-82133476 谈煜 010- 82254212 戴志锋 0755-82133343	房地产 方焱 0755-82130648 区瑞明 0755-82130678 黄道立 0755-82130833	机械 余爱斌 0755-82133400 李筱筠 010-82254205 黄海培 021-60933150 陈玲 0755-82133400
汽车及零配件 李君 021-60933156 左涛 021-60933164	钢铁 郑东 010-82254160 秦波 010-82252922	商业贸易 胡鸿柯 021-60875166 吴美玉 010-82252911
基础化工 邱伟 0755-82133263 陆震 0755-82130532 张栋梁 0755-82130532	医药 贺平鸽 0755-82133396 丁丹 0755-82130678 陈栋 021-60933147	石油与石化 李晨 021-60875160 严蓓娜 021-60933165
电力设备与新能源 彭继忠 021-60875164 皮家银 021-60933160	传媒 陈财茂 021-60933163 廖绪发 021-60875168	有色金属 彭波 0755-82133909 李洪冀 010-82252922
电力与公用事业 徐颖真 021-60875162 谢达成 021-60933161	非银行金融 武建刚 010-82250828 王一峰 010-82250828	通信 严 平 021-60875165 程峰 021-60933167
造纸 李世新 0755-82130565	家电 王念春 0755-82130407	计算机 凌晨 021-60933157
电子元器件 王俊峰 010-82254205	纺织服装 方军平 021-60933158	农业 张如 021-60933151
旅游 廖绪发 021-60875168 刘智景 021-60933148	食品饮料 黄茂 0755-82133476 谢鸿鹤 0755-82130646	建材 杨昕 021-60933168 徐蔚昌 021-60933149
煤炭 李然 0755-82130681 苏绍许 0755-82133476	建筑 邱波 0755-82133390 李遵庆 0755-82133343	中小股票 高芳敏 021-60875163 陈爱华 0755-82133397 祝彬 0755-82133456
固定收益 李怀定 021-60933152 张 旭 010-82254210 高 宇 0755-82133528	投资基金 杨涛 0755-82133339 黄志文 0755-82133928 秦国文 0755-82133528 刘舒宇 0755-82131822	量化投资 葛新元 0755-82133332 董艺婷 021-60933155 戴军 021-60933166 林晓明 021-60933154
指数与产品设计 焦 健 0755-82131822 赵学昂 0755-82131822 王军清 0755-82133297 阳 瑾 0755-82131822 周 琦 0755-82131822		

国信证券机构销售团队

华南区	华东区	华北区
万成水 0755-82133147 13923401205 wancs@guosen.com.cn	盛建平 021-60875169 15821778133 shengjp@guosen.com.cn	王立法 010-82252236 13910524551 wanglf@guosen.com.cn
刘宇华 0755-82130818 13823380182 liuyh@guosen.com.cn	马小丹 021-60875172 13801832154 maxd@guosen.com.cn	王晓建 010-82252615 13701099132 wangxj@guosen.com.cn
邵燕芳 0755-82133148 13480668226 shaoyf@guosen.com.cn	郑毅 021-60875171 13795229060 zhengyi@guosen.com.cn	谭春元 010-82254209 13810118116 tancy@guosen.com.cn
林莉 0755-82133197 13824397011 Linli2@guosen.com.cn	黄胜蓝 021-60875173 13761873797 huangsl@guosen.com.cn	焦戡 010-82254202 13601094018 jiaojian@guosen.com.cn
王昊文 0755-82130818 18925287888 wanghaow@guosen.com.cn	刘塑 021-60875177 13817906789 liusu@guosen.com.cn	李锐 010-82254212 13691229417 lirui2@guosen.com.cn
	叶琳菲 021-60875178 13817758288 yelf@guosen.com.cn	徐文琪 010-82254210 13811271758 xuwxq@guosen.com.cn
	许娅 021-60875176 13482495069	
	江智俊 021-60875175 15221772073	
	孔华强 021-60875170 13681669123	