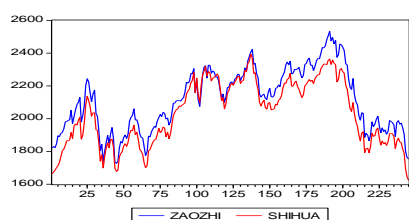


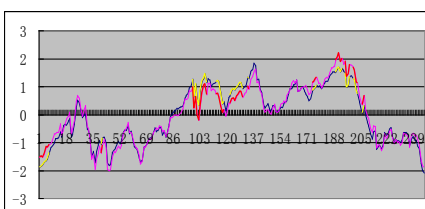
金融工程研究报告

市场中性 [Market Neutral] 策略系列

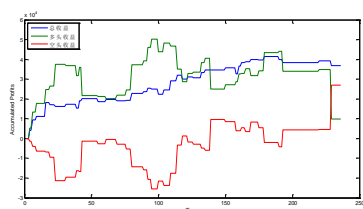
造纸-石化行业配对组



配对交易机会



配对交易收益



分析师

程志田

电话: 0755-83706130

邮件: chengzt@ghzq.com.cn

执业证书编号: S0350209110592

实习生

张孝岩

电话: 0755-83706130

分析师申明:

分析师在此申明,本报告所表述的所有观点准确反映了分析师对上述行业、公司或其证券的看法。此外,分析师薪酬的任何部分不曾与,不与,也将不会与本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接相关。

- 配对交易是统计套利的一种,我们将它归为市场中性投资策略,其基本原理是利用统计学技术,寻找证券市场上具有长期均衡关系的风险资产形成配对组 (Pairs), 而配对组的价差 (Spread) 存在均值回复的特性,当非均衡关系出现,价差达到一定的阈值时,做多一种资产的同时做空另一种,在合适的时点平仓,从而实现市场中性化收益,有效规避市场波动风险。
- 我们选取 2009 年 7 月 1 日到 2010 年 7 月 1 日共 245 个交易日的 SAC 二级分类主要的 21 类行业指数数据,我们采用相关系数在 0.95 以上并且存在协整关系的造纸-石化行业以及批零-机械行业作为配对组进行研究。
- 实证结果显示:从最近一年造纸-石化行业指数配对交易的总体收益情况可以来看:(1) 配对交易策略均实现统计套利正收益;(2) 配对交易的标准差均小于单独做多或做空的情况,表明该策略风险更低;(3) 在 $d=0.25$ 处标准化价格的价差达到 0.35、0.25 或 0.45 触发交易,能取得较好的收益,平均每笔收益分别达到 0.50%、0.46% 和 0.44%。批零-机械行业配对交易的收益情况略逊于造纸-石化行业配对交易,但一样均实现较小标准差的正收益,在 $d=0.30$ 处,每笔交易的平均收益也达到 0.28%。当取临界值为 0.30 时,配对交易仍然相对于仅做多或仅做空交易有极大优势。
- 行业配对交易策略在国内尚属空白,本文中对其进行初步探讨,发现行业配对交易策略在我国 A 股市场能得到较好的应用。由于行业指数反映了整个行业上市公司股票的整体走势,我们认为,基于行业的配对交易策略能够指导行业投资策略的形成,特别是利于研究短期行业轮动和实施短期换股决策,对于增强型指数基金、投资组合内行业配置上也有较强的指导作用。
- 纵然是特别有效的市场,摩擦也是不可避免的,没有绝对有效的市场。行业配对交易策略能带来 α ,与分析师通过挖掘优质上市公司不同,该策略是通过统计的办法,针对二级市场定价偏差产生的摩擦进行操作,从而产生另类 α 。后续的研究中,将对各个细分的子行业进行分析,期望找出更多具备另类 α 潜力的配对组。

配对交易 (Pairs Trading) 策略简介

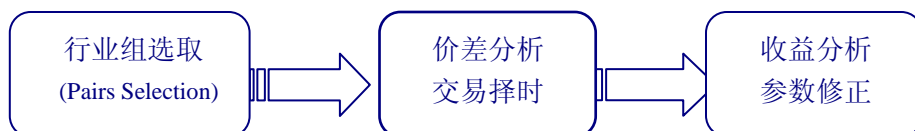
配对交易是一种市场中性策略，一般认为它是统计套利的一种。其基本原理是寻找金融市场上具有长期均衡关系的风险资产形成配对组 (Pairs)，并且其价差 (Spread) 是均值回复的，当非均衡关系出现，资产组价差超过一定的阈值时，做多其中一种资产而做空另一种，以实现市场中性化收益，从而有效规避市场波动风险。选取配对组的主要方法包括最小方差准则和最大相关性准则，Perlin (2007) 指出如果同时采用以上两种方法，结果是相似的。此外也有部分机构采用协整关系检验来进行配对。

国海行业配对交易策略

1. 行业配对交易策略构建的意义

构建行业配对交易策略还是一个较新的课题，我们在此进行初步探讨。由于行业指数反映了整个行业上市公司股票的整体走势，我们认为，基于行业的配对交易策略能够指导行业投资策略的形成，特别是利于研究短期行业轮动和实施短期换股决策，对于指数型基金的增强、多行业投资组合管理也有较强的指导作用。尤其是当前股指期货和融资融券的推出，做空机制逐渐形成和深入应用，建立行业配对交易策略十分必要，其主要操作过程见下图。

2. 操作流程



3. 交易步骤

配对交易步骤如下：

步骤一：基于相关性分析及协整检验，选定配对组；

步骤二：借鉴 Gatev, Goetzmann and Rouwenhorst (2006) 和 Perlin (2007)，先将数据统一做标准化处理，方法如下：

$$P_{it}^* = \frac{P_{it} - E(P_{it})}{\sigma_i}$$

其中， P_{it}^* 为资产 i 在 t 时刻的标准化价格， $E(P_{it})$ 为 P_{it} 的期望，

σ_i 为资产 i 价格的标准差。然后计算 $P_{it}^* - P_{jt}^*$ ，一旦其绝对值高于高于某个阈值 d ，就触发交易，卖高买低。

步骤三：计算策略收益，并做参数修正。配对交易收益计算公式为：

$$R = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n R_{it} D_{it}^1 W_{it} + \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n D_{it}^2 \left[\ln \left(\frac{1-C}{1+C} \right) \right]$$

其中，(1) $R_{it} = \ln \left(\frac{P_{it}}{P_{it-1}} \right)$ ，为资产 i 在 t 时刻的实际收益；

(2) D_{it}^1 为虚拟变量，多头建立取 1，空头建立取 -1，其他为 0；

(3) W_{it} 为 t 时刻投资组合交易头寸的权重，此处简化为均等权重。

(4) D_{it}^2 为虚拟变量，建立交易时取 1，否则取 0；

(5) C 为每一次操作的交易成本；

(6) T 为整个交易期的观测值个数。

因此，公式第一项为交易的毛收益；第二项则为总交易成本，为负。

寻找 A 股市场的行业配对组 [pairs]

1. 数据来源及说明

我们收集了 2009 年 7 月 1 日到 2010 年 7 月 1 日共 245 个交易日的 SAC 二级分类主要的 21 类行业指数数据，分别包括：

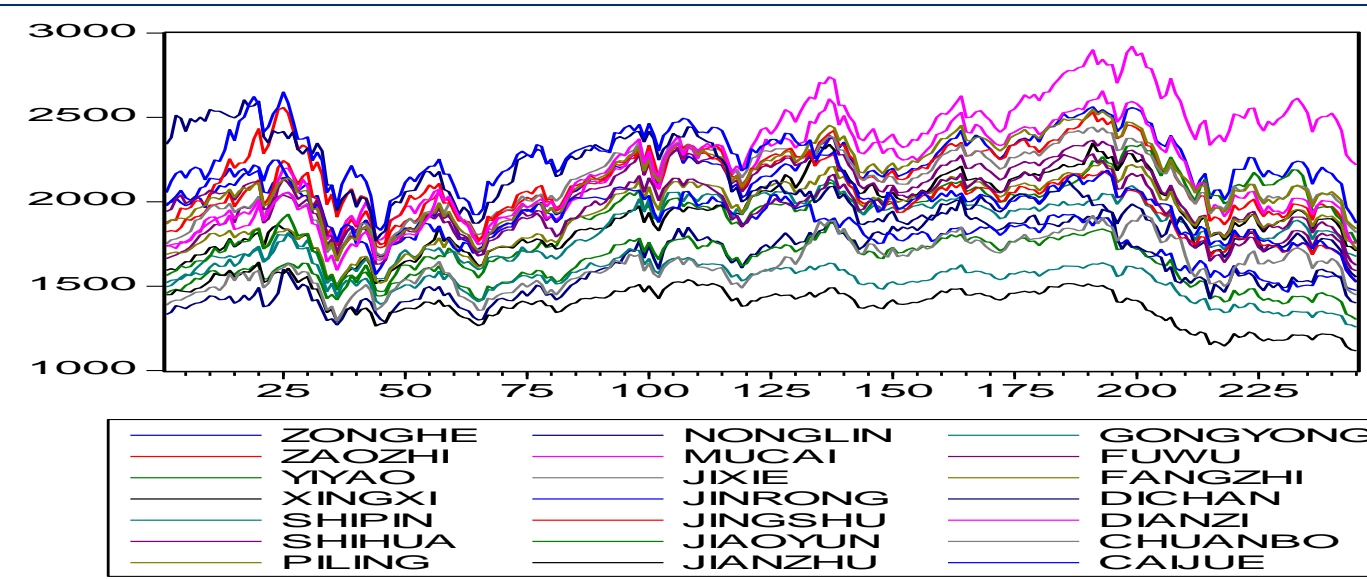
(1) 农林类 (NONGLIN); (2) 采掘类 (CAIJUE); (3) 食品类 (SHIPIN);
(4) 纺织类 (FANGZHI); (5) 木材类 (MUCAI); (6) 造纸类 (ZAOZHI);
(7) 石化类 (SHIHUA); (8) 电子类 (DIANZI); (9) 金属类 (JINGSHU);
(10) 机械类 (JIXIE); (11) 医药类 (YIYAO); (12) 公用类 (GONGYONG);
(13) 建筑类 (JIANZHU); (14) 交运类 (JIAOYUN); (15) 信息类 (XINXI);
(16) 批零类 (PILING); (17) 金融类 (JINRONG); (18) 地产类 (DICHAN);
(19) 服务类 (FUWU); (20) 传播类 (CHUANBO); (21) 综和类 (ZONGHE)
(其指数运行见图 1)，首先计算各行业指数之间的相关系数 (结果见表 1)。

2. 配对组的选取

我们认为相关系数在 0.90 以上的行业指数均可用于行业配对，那么配对策略在行业间有多种应用。若采用更加严格的标准，进一步筛选出相关系数大于 0.95 的 13 个行业组作为 Pairs 进行研究。由于配对交易属于统计套利，因而并不需要这些行业间存在相关性的必然逻辑和内

在联系。另外，我们也将考察数据间的协整关系。采用 Johansen 检验这 13 对行业组的协整关系进行检验。

图 1 SAC 分类的 21 类行业指数序列 (2009.7.1-2010.7.1)



资料来源: WIND, 国海证券研究所

表 1 SAC 行业间相关系数 (部分) (2009.7.1-2010.7.1)

行业	综合	造纸	医药	信息	食品	石化	批零	农林	木材	机械
综合	1	0.877	0.825	0.892	0.821	0.816	0.918	0.880	0.856	0.874
造纸	0.877	1	0.697	0.912	0.884	0.975	0.929	0.784	0.957	0.943
医药	0.825	0.697	1	0.843	0.831	0.678	0.859	0.938	0.778	0.820
信息	0.892	0.912	0.843	1	0.922	0.883	0.951	0.910	0.950	0.917
食品	0.821	0.884	0.831	0.922	1	0.917	0.964	0.896	0.925	0.946
石化	0.816	0.975	0.678	0.883	0.917	1	0.925	0.760	0.946	0.955
批零	0.918	0.929	0.859	0.951	0.964	0.925	1	0.911	0.933	0.978
农林	0.880	0.784	0.938	0.910	0.896	0.760	0.911	1	0.867	0.850
木材	0.856	0.957	0.778	0.950	0.925	0.946	0.933	0.867	1	0.926
机械	0.874	0.943	0.820	0.917	0.946	0.955	0.978	0.850	0.926	1
金融	0.080	0.325	-0.336	0.006	0.058	0.350	0.113	-0.237	0.116	0.196
金属	0.314	0.596	-0.049	0.302	0.392	0.649	0.385	0.070	0.438	0.471
教育	0.626	0.827	0.233	0.614	0.606	0.819	0.647	0.404	0.716	0.670
建筑	0.334	0.562	-0.146	0.262	0.274	0.558	0.334	0.018	0.381	0.387
公用	0.344	0.610	-0.061	0.289	0.323	0.618	0.365	0.049	0.435	0.443
服务	0.762	0.866	0.376	0.691	0.649	0.827	0.745	0.521	0.752	0.750
纺织	0.946	0.968	0.792	0.951	0.917	0.940	0.976	0.881	0.949	0.959
地产	-0.08	0.149	-0.492	-0.189	-0.110	0.183	-0.057	-0.396	-0.063	0.030
电子	0.887	0.759	0.957	0.919	0.848	0.720	0.888	0.955	0.832	0.837
传播	0.911	0.853	0.847	0.934	0.834	0.801	0.882	0.897	0.900	0.835
采掘	0.050	0.343	-0.274	0.015	0.135	0.410	0.137	-0.216	0.150	0.244

资料来源: WIND, 国海证券研究所

以造纸和石化行业为例,我们通过计量软件分析得到如下 Johansen 协整检验结果:

表 2 **Johansen 检验结果**

<i>Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)</i>				
原假设	<i>Eigenvalue</i>	<i>Trace Statistic</i>	5%临界值	P值
None	0.036818	13.20299	15.49471	0.1076
At most 1	0.017348*	4.199953	3.841466	0.0404
<i>Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)</i>				
<i>Max-Eigen</i>				
原假设	<i>Eigenvalue</i>	<i>Statistic</i>	5%临界值	P值
None	0.036818	9.003038	14.26460	0.2859
At most 1	0.017348*	4.199953	3.841466	0.0404

资料来源: 国海证券研究所

从以上结果可以看出: 无论是迹统计量还是最大值统计量都表明造纸和石化行业指数存在 1 个长期稳定的协整关系。对另外 12 对 Pairs 也进行协整检验, 结论如下 (见表 3):

表 3 **全部 Pairs 协整关系检验的结果**

序号	行业组	协整关系
1	造纸—石化	存在 1 个长期稳定的协整关系
2	造纸—木材	不存在协整关系
3	食品—批零	不存在协整关系
4	石化—机械	不存在协整关系
5	批零—机械	存在 1 个长期稳定的协整关系
6	批零—纺织	不存在协整关系
7	农林—电子	不存在协整关系
8	机械—纺织	不存在协整关系
9	批零—信息	不存在协整关系
10	纺织—造纸	不存在协整关系
11	纺织—信息	不存在协整关系
12	木材—信息	不存在协整关系
13	电子—医药	不存在协整关系

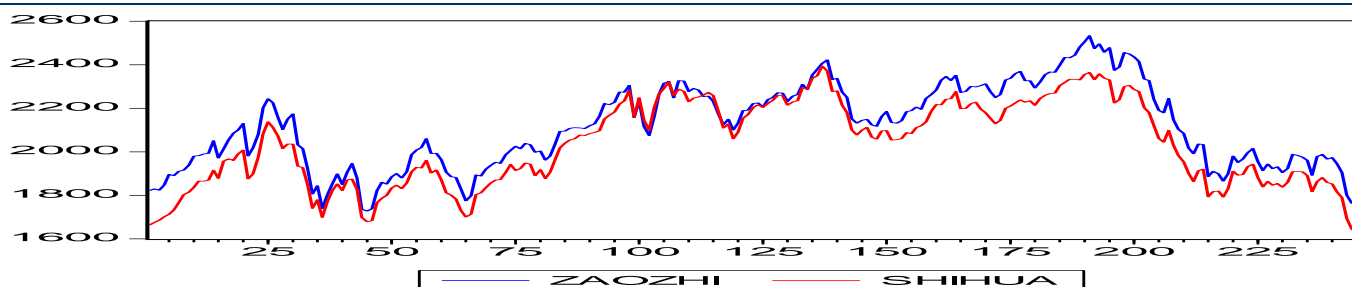
资料来源: 国海证券研究所

因此, 我们可构造基于造纸—石化、批零—机械的配对交易策略。批发零售与机械行业存在协整关系似乎难以理解, 而我们前期《数量化研究 II: 动量策略, 博取稳定超额收益》(2009 年 8 月) 的报告中通过聚类分析也将商业贸易与机械设备行业重新划分为一类, 这可以解释为工业制造业与零售业上下游产业链需求的传导关系, 也可以理解为宏观经济周期中企业投资与居民消费的关联性。我们对造纸—石化、批零—机械行业组进行配对交易的收益及风险分析, 首先来分析造纸—石化行业配对组。

价差分析寻找配对交易机会

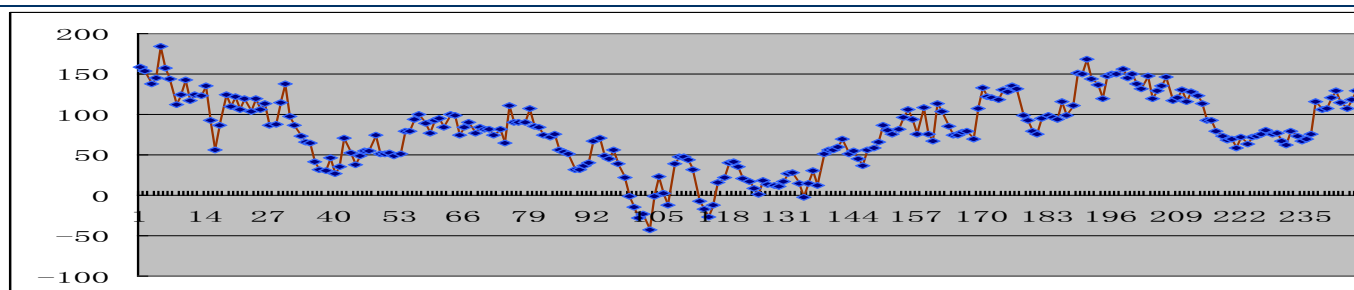
1. 造纸-石化行业组指数收盘价走势

图2 造纸-石化行业配对组的运行 (2009.7.1-2010.7.1)



资料来源: WIND, 国海证券研究所

图3 造纸-石化行业配对组价差 (Spread) (2009.7.1-2010.7.1)

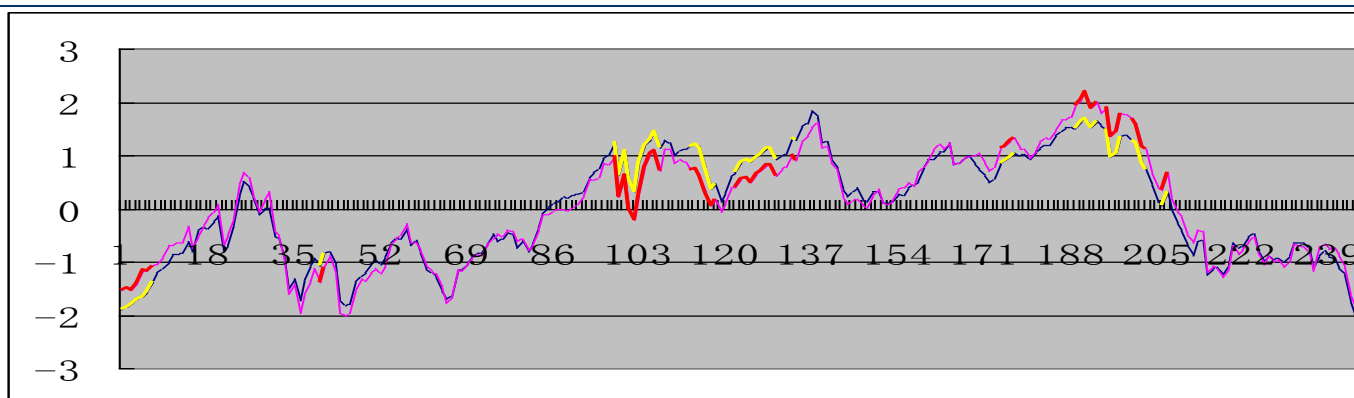


资料来源: 国海证券研究所

2. 配对交易机会

从图2和图3可以看出,造纸和石化行业指数价差在约250点的范围内波动,存在配对交易机会。

图4 价格标准化后寻找到的配对交易机会 (2009.7.1-2010.7.1)



资料来源: 国海证券研究所

取 $d=0.25$, 我们可以得到标准化后价差绝对值大于 0.25 的 61 个交易日存在配对交易机会 (见图 4 中的加粗的黄线和红线)。采取高卖低买策略, 可以得到策略收益。

配对交易收益分析

1. 参数设定

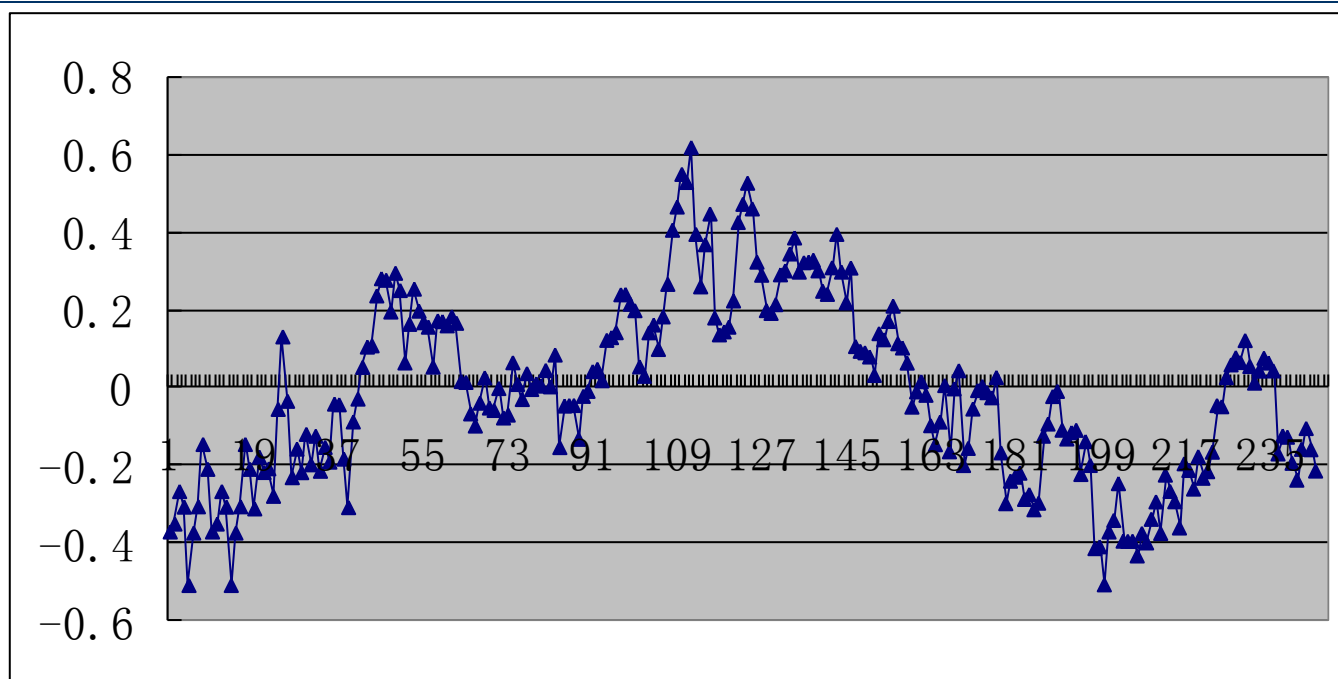
采取高卖低买策略，并结合实际情况做如下设定：

- (1) 仿照 FS300 股指期货，设定行业指数按点数计算收益；
- (2) 每次交易金额设定为 100000 元；
- (3) 交易成本 C 参照股指期货手续费，设定为万分之 0.5；
- (4) 多头和空头最大持有期设定为 10 个交易日。

2. 收益分析

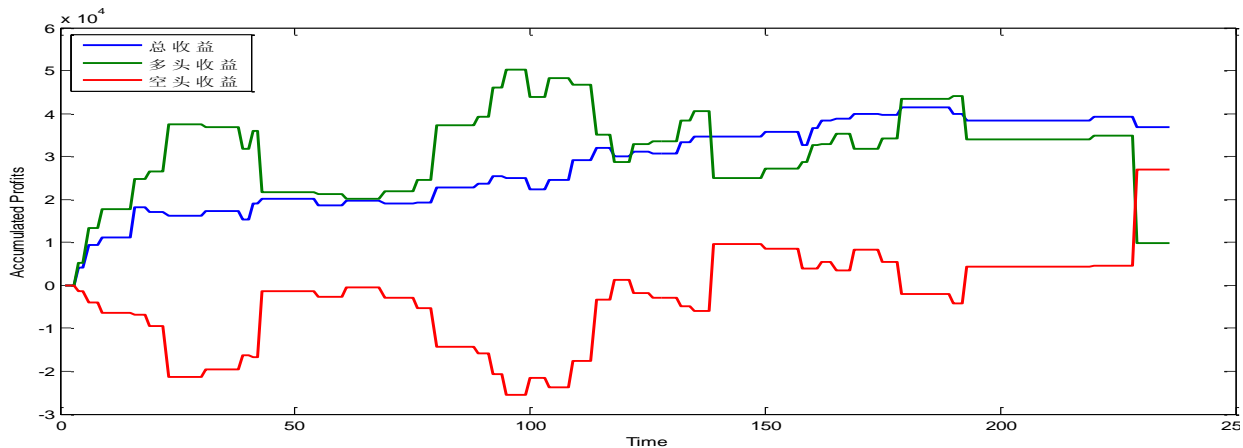
设计并运行 Matlab 程序我们得到造纸-石化行业组配对交易收益图（见图 6），平均每笔交易收益率可达到 0.46%，累计收益可观，且波动性较小，实现了统计套利收益，规避了资产价格波动风险。当 $d=0.25$ 时，配对交易收益严格优于仅做空收益，且在后期总体优于仅做多收益。而在整个交易期结束时，配对交易的收益达到近 36733.88 元，严格优于仅做空和仅做多的累积收益，在震荡市中配对交易的优势明显。

图 5 造纸-石化行业指数价格标准化后价差的走势（2009.7.1-2010.7.1）



资料来源：国海证券研究所

图 6 造纸-石化行业配对交易的收益情况 (d=0.25, 扣除交易成本, 2009.7.1-2010.7.1)



资料来源：国海证券研究所

注意到标准化以后价差大致都在正负 0.5 的范围类 (见图 5), 因此我们选取其他 d 值进行收益测试, 结果见表 4。

从最近一年造纸-石化行业指数配对交易的总体收益情况 (见表 4) 可以看出: (1) 整体上, 配对交易策略均实现统计套利正收益; (2) 配对交易的标准差均小于单独做多或做空的情况, 表明该策略风险更低; (3) 标准化价格的价差达到 0.35、0.25 或 0.45 触发交易, 能取得较好的收益, 平均每笔收益分别达到 0.50%, 0.46% 和 0.44%。

表 4 不同 d 值的造纸-石化行业配对交易收益情况

d 值	多头收益		空头收益		总收益	
	每笔交易的平均收益	标准差	每笔交易的平均收益	标准差	每笔交易的平均收益	标准差
0.05	-0.16%	5.12%	0.16%	4.90%	0.00%	1.47%
0.10	0.17%	4.04%	-0.04%	3.70%	0.13%	1.20%
0.15	0.52%	3.75%	-0.27%	3.46%	0.25%	1.09%
0.20	0.35%	3.85%	0.04%	3.48%	0.39%	1.15%
0.25	0.12%	3.69%	0.34%	3.36%	0.46%	1.14%
0.30	0.36%	3.27%	0.07%	3.21%	0.42%	1.07%
0.35	0.39%	3.27%	0.11%	3.12%	0.50%	1.08%
0.40	0.45%	3.08%	-0.07%	3.00%	0.37%	1.03%
0.45	0.19%	3.01%	0.25%	2.83%	0.44%	1.02%
0.50	0.05%	3.07%	0.35%	2.86%	0.40%	1.07%

资料来源：国海证券研究所

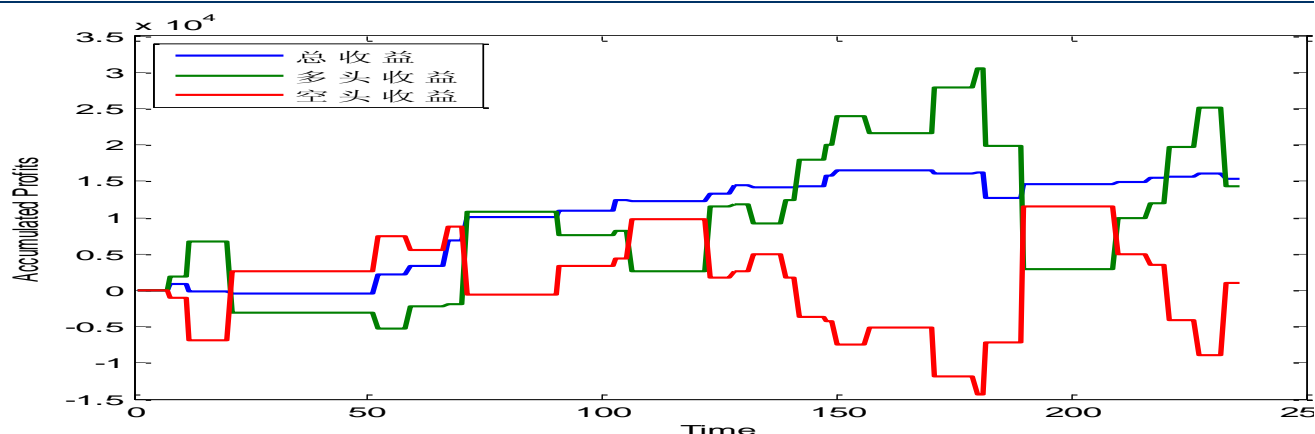
采用同样步骤，我们再做批零-机械行业配对交易，一样的可以得到如下收益情况（见表 5 和图 7）。

表 5 不同 d 值的批零-机械行业配对交易收益情况

d 值	多头收益		空头收益		总收益	
	每笔交易的平均收益	标准差	每笔交易的平均收益	标准差	每笔交易的平均收益	标准差
0.05	-0.31%	4.33%	0.37%	4.45%	0.06%	1.08%
0.10	0.57%	3.79%	-0.55%	3.56%	0.01%	0.93%
0.15	0.83%	3.35%	-0.63%	3.24%	0.20%	0.98%
0.20	0.64%	3.40%	-0.53%	3.34%	0.10%	0.95%
0.25	0.37%	3.40%	-0.24%	3.45%	0.13%	0.66%
0.30	0.26%	3.35%	0.02%	3.23%	0.28%	0.69%
0.35	-0.14%	3.64%	0.36%	3.52%	0.21%	0.70%
0.40	-0.28%	3.45%	0.38%	3.43%	0.10%	0.80%
0.45	-0.15%	2.87%	0.17%	2.88%	0.02%	0.74%
0.50	-0.18%	2.94%	0.19%	2.91%	0.01%	0.55%

资料来源：国海证券研究所

图 7 批零-机械行业配对交易的收益情况（d=0.30，扣除交易成本，2009.7.1-2010.7.1）



资料来源：国海证券研究所

批零-机械行业配对交易的收益情况略逊于造纸-石化行业配对交易，但一样均实现较小标准差的正收益，在 d=0.30 处，每笔交易的平均收益也达到 0.28%。从图 7 可以看出，当取临界值为 0.30 时，配对交易仍然相对于仅做多或仅做空交易有极大优势。

结语

行业配对交易策略可以用在指数增强基金中得到良好的运用，通过把握行业的短期轮动，利用行业配对交易策略达到对指数进行增强的效果。

本文对国内的各个行业进行配对后发现，石化—造纸，批零-机械两个行业成对组可以成为行业配对交易的标的，并且我们找到了两个配对组的交易阈值，是值得指数基金管理人或者投资组合管理者借鉴的。

值得说明的是，本文作为行业配对交易的开篇之作，对行业的处理系遵照大行业的划分方法，未能做到细化，而我们认为对行业划分的细致程度将决定于 α 的大小。

后续研究中将进一步对行业进行细分，在各个细分的子行业中寻找行业配对交易策略的生存空间。

分析师简介:

程志田，国海证券研究所金融工程部负责人，曾就职于长江证券金融衍生产品部。四年证券从业经验。

张孝岩，国海证券研究所金融工程实习生，南开大学金融学博士生。

国海证券投资评级标准

行业投资评级

强于大市：相对沪深 300 指数涨幅 10%以上；

中性：相对沪深 300 指数涨幅介于-10%~10%之间；

弱于大市：相对沪深 300 指数跌幅 10%以上。

股票投资评级

买入：相对沪深 300 指数涨幅 20%以上；

增持：相对沪深 300 指数涨幅介于 10%~20%之间；

中性：相对沪深 300 指数涨幅介于-10%~10%之间；

卖出：相对沪深 300 指数跌幅 10%以上。

免责声明

本报告中的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征价。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。本报告版权归国海证券所有。