

ETF 配对交易实操方案

——配对交易系列报告之三

胡海涛 分析师

电话: 020-87555888-8406

eMail: hht@gf.com.cn

执业编号: S0260511020010

配对交易模型的改进

在上一篇报告的模型中,我们是将协整模型中的协整系数和反映协整价差特征的均值、波动率参数一并通过 E-M 算法进行估计,这样就可能导致残差和协整系数出现共线性,一起作为配对证券价格关系的解释变量。而实际上,只有协整系数是配对证券协整关系的反映,应该通过协整回归确定;而残差是与协整系数相互独立的,应另外进行估计。所以,我们在本篇报告中对模型进行了改进,先通过协整回归得到协整回归系数和协整回归常数项,然后对协整价差的均值和波动率进行估计。

配对交易操作的流程

在本篇报告中,我们将配对交易的策略结合资金管理、组合管理一起进行,将配对交易的过程进行了细化和梳理。整个配对交易的操作过程可以归纳为五个步骤:参数配置、数据表配置、开市前准备、开平仓交易以及盘后更新,其中开平仓交易又可以将开仓资金管理以及开平仓规则进行细化。因此,我们对整个配对交易流程一共分为了七个步骤来进行详细的介绍。

ETF 的配对交易实证

本文将研究的重点放在 ETF 上,观察 ETF 配对交易的实证结果。根据对不同开平仓参数的配对效果的比较分析,我们认为 ETF 的配对交易是比较稳定的,对于开平仓参数并不敏感,在开仓参数为 2~4,平仓参数为 1~3 (平仓参数必须比对应的开仓参数小)的情况下,配对交易的效果都比较理想。特别指出的是,(3,2)和(4,2)这两组开平仓参数对的配对效果更为理想。

减少组合数量上限能提高资金利用效率,但融资融券费率调整对 ETF 配对交易影响不大

通过历史回溯,我们发现参数对(3,2)以及参数对(4,2)的最大组合数分别为 9 和 5。我们针对这两个参数对分别将组合数量上限调整为 9 和 5。调整后,虽然配对交易收益的信息比几乎没有任何改善,但是由于资金的利用效率得到有效提高,这两个组合对从 2007 年~2011 年累计收益分别达到 60.43%和 73.88%;信息比方面,分别为 256.73%和 268.56%。

ETF 的配对交易的空仓时间较多,资金利用率也较低,因此融券费率的改变对于整体收益的影响极小,融券费率从 9.1%下降到 6%,5 年的累计收益仅增加 2%左右。

2012——ETF 的样本外收益表现

我们将 2012 年初截至 2010 年 5 月 25 日作为样本外数据,进行 ETF 配对交易的跟踪,从收益效果看,截至今 年 5 月 25 日,参数对(3,2)以及参数对(4,2)的累计收益分别为 5.95%和 6.66%,最大回撤分别为 0.33%和 0.89%。

目录索引

一、配对交易模型的改进.....	4
(一) 修正 Vasicek 模型的回顾.....	4
(二) 模型的改进与参数估计过程.....	4
二、配对交易操作的流程.....	6
(一) 配置参数.....	7
(二) 相关数据表的配置.....	7
(三) 开市前准备.....	8
(四) 开仓的资金管理.....	9
(五) 开平仓规则.....	9
(六) 开平仓交易.....	10
(七) 盘后更新未结束组合的盈亏.....	11
三、ETF 的配对交易实证.....	11
(一) 开平仓参数的敏感性讨论.....	11
(二) 减少组合数量上限, 提高资金利用效率.....	15
(三) 融资融券费率调整对 ETF 配对交易的敏感性分析.....	16
(四) 2012——ETF 配对的样本外收益情况.....	18
四、总结.....	19

图表索引

表 1: 配对交易整体效果比较 (2007 年~2011 年)	12
表 2: 配对交易整体效果比较 (2007 年)	13
表 3: 配对交易整体效果比较 (2008 年)	13
表 4: 配对交易整体效果比较 (2009 年)	14
表 5: 配对交易整体效果比较 (2010 年)	14
表 6: 配对交易整体效果比较 (2011 年)	15
表 7: 调整 N2 值的配对交易效果 (2007 年~2011 年)	15
表 8: 配对交易效果 (参数对(3,2), N2=9)	16
表 9: 配对交易效果 (参数对(4,2), N2=5)	17
表 10: ETF 配对交易效果 (2012.01.01~2012.05.25)	18
图 1: 配对交易操作流程.....	7
图 2: 配对交易开平仓规则.....	10
图 3: 各行业相关系数均值对比.....	11
图 3: 配对交易平均指标.....	12
图 5: 配对交易收益情况.....	16
图 6: 不同融券费率的配对交易收益情况 (参数对(3,2), N2=9)	17

图 7: 不同融券费率的配对交易收益情况 (参数对(4,2), $N_2=5$)	17
图 8: ETF 配对交易收益情况 (2012.01.01~2012.05.25)	18

一、配对交易模型的改进

(一) 修正 Vasicek 模型的回顾

在我们的上一篇配对交易专题报告《精选非周期行业的配对机会——基于修正 Vasicek 模型的配对交易研究》中，我们提出采用修正的 Vasicek 模型来刻画配对股票之间的价差特征。即有：

$$\begin{aligned} dx_t &= \kappa(\theta - x_t)dt + \sigma dB_t \\ y_{A,t} &= x_t + Dy_{B,t} + Hv_t \end{aligned}$$

其中 $y_{A,t}$ 、 $y_{B,t}$ 分别表示股票 A、B 的对数价格， Hv_t 表示观察误差。模型具有三方面的优势：（1） $y_{A,t} - D \cdot y_{B,t}$ 具有有协整形式，考虑了配对的两个股票价格的相对平稳性，这也是进行配对交易的前提；（2）模型通过 Vasicek 模型来刻画协整价差的均值回复性，模型中的价差均值 θ 、价差波动率 σ 以及均值回复的强度 κ 作为配对交易开平仓的关键参数；（3）考虑了观察误差 Hv_t ，能够排除噪音对价差变化所带来的影响。

为了估计参数，我们对 Vasicek 模型进行了离散化，模型化为

$$\begin{aligned} x_t &= Ax_{t-1} + B + G\varepsilon_t \\ y_{A,t} &= x_t + Dy_{B,t} + Hv_t \end{aligned}$$

然后，我们采用卡尔曼滤波结合 E-M 算法来对模型的参数进行估计，确定出协整系数 D 、价差均值 θ 以及考虑了均值回复强度后的价差波动率 $\frac{\sigma}{\sqrt{2\kappa}}$ 。

(二) 模型的改进与参数估计过程

在上面的模型中，我们是将协整模型中的参数 D 和 θ 、 σ 、 κ 这三个反映残差 x_t 特征的参数一并通过 E-M 算法进行估计，而 $y_{A,t}$ 、 $y_{B,t}$ 作为输入。这样就可能导致 x_t 和 D 出现共线性，一起作为 A、B 价格关系的解释变量。而实际上，只有 D 是 A、B 协整关系的反映，应该通过协整回归确定；而是 x_t 是与 D 相互独立的，应另外进行估计。

在这一考虑下，我们将 D 与残差 x_t 的特征参数的估计进行改进，并引入协整价差的常数项 C 。具体步骤如下：

（1）将 $y_{A,t}$ 、 $y_{B,t}$ 进行协整回归，确定协整关系为 $y_{A,t} = C + Dy_{B,t} + x'_t$ ，其中 C 、 D 分别是协整回归常数项以及协整回归系数， x'_t 是协整回归残差。 $x'_t = x_t + Hv_t$ ，分离成价格偏差 x_t 和噪音 Hv_t 。所以修正 Vasicek 模型可以写为：

$$\begin{aligned} dx_t &= \kappa(\theta - x_t)dt + \sigma dB_t \\ y_{A,t} &= C + Dy_{B,t} + x'_t = C + Dy_{B,t} + x_t + Hv_t \end{aligned}$$

为了估计参数，对 Vasicek 模型进行离散化，模型化为

$$\begin{aligned} x_t &= Ax_{t-1} + B + G\varepsilon_t \\ y_{A,t} &= C + Dy_{B,t} + x'_t = C + Dy_{B,t} + x_t + Hv_t \end{aligned}$$

其中 x_t 表示状态变量 (隐藏变量), $A = e^{-\kappa\Delta}$, $B = \theta(1 - e^{-\kappa\Delta})$, $G^2 = \frac{\sigma^2}{2\kappa}(1 - e^{-2\kappa\Delta})$ (Δ 表示离散步长); ε_t, v_t 服从高斯分布且相互独立。模型转化为了线性高斯状态模型。

(2) 以 x'_t 作为输入, 利用卡尔曼滤波估计状态变量。

初始化模型参数 $A = 0.001, B = 0.1, G = 0.1, H = 0.1$, 以及状态变量 x_t 的初始估计值 $\hat{X}(0|0) = 0$, 状态变量的初始估计方差 $P(0|0) = 0.1$ 。

利用卡尔曼滤波方法估计状态变量 x_t 的统计变量。假设价格序列的长度为 N (实际中我们取股价 60 个交易日的复权股价), 那么我们需要估计 x_1, x_2, \dots, x_N , 下面做从 $k=0$ 直到 $k=N-1$ 的循环:

- (i) 先令 $k=0$;
- (ii) 如果 $k>N-1$, 循环结束;
- (iii) 一步预测:

$$\hat{X}(k+1|k) = A\hat{X}(k|k) + B$$

$$P(k+1|k) = AP(k|k)A + G^2$$

- (iv) 滤波增益:

$$Q(k+1) = P(k+1|k) / [P(k+1|k) + H^2]$$

(v) 滤波计算 x_t 在 $k+1$ 步的估计值 $\hat{X}(k+1|k+1)$, 方差 $P(k+1|k+1)$, 以及 x_{t-1} 和 x_t 的协方差 $px(k+1)$:

$$\hat{X}(k+1|k+1) = \hat{X}(k+1|k) + Q(k+1)[x'_{k+1} - \hat{X}(k+1|k)]$$

$$P(k+1|k+1) = [1 - Q(k+1)]P(k+1|k)$$

$$px(k+1) = (1 - Q(k+1)) \cdot A \cdot P(k|k)$$

- (vi) 为简便, 令

$$xx(k+1) = \hat{X}(k+1|k+1)$$

$$pp(k+1) = P(k+1|k+1)$$

- (vii) 令 $k=k+1$, 回到步骤 (ii)。

最终输出结果为:

$$xx(1), xx(2), \dots, xx(N)$$

$$pp(1), pp(2), \dots, pp(N)$$

$$px(1), px(2), \dots, px(N)$$

(3) 利用 EM 算法估计模型参数

通过计算我们得到参数估计式子:

$$p00 = \sum_{i=1}^{N-1} pp(i) + \sum_{i=1}^{N-1} [xx(i)^2]$$

$$p10 = \sum_{i=2}^N px(i) + \sum_{i=2}^N [x(i) * x(i-1)]$$

$$p11 = \sum_{i=2}^N pp(i) + \sum_{i=2}^N [xx(i)^2]$$

$$A^* = \left(p10 - \frac{\sum_{i=2}^N xx(i) \cdot \sum_{i=1}^{N-1} xx(i)}{N-1} \right) / \left(p00 - \frac{(\sum_{i=1}^{N-1} xx(i))^2}{N-1} \right)$$

$$B^* = \frac{\sum_{i=2}^N xx(i) - A \cdot \sum_{i=1}^{N-1} xx(i)}{N-1}$$

$$G^* = \sqrt{\frac{p11 + A^2 \cdot p00 + (N-1) \cdot B^2 - 2 \cdot p10 \cdot A - 2 \cdot B \sum_{i=2}^N xx(i) + 2AB \cdot \sum_{i=1}^{N-1} xx(i)}{N-1}}$$

$$H^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=2}^N pp(i) + \sum_{i=2}^N ([x_i' - xx(i)]^2)}{N-1}}$$

将得到的 $[A^*, B^*, G^*, H^*]$ 与初始值 $[A, B, G, H]$ 比较, 如果参数是收敛的(即有:
 $|A^* - A| < 10^{-5}$, $|B^* - B| < 10^{-5}$, $|G^* - G| < 10^{-5}$, $|H^* - H| < 10^{-5}$, 4个条件同时成立), 否则将 $[A^*, B^*, G^*, H^*]$ 作为新的初值代入步骤(2), 重新开始用卡尔曼滤波方程迭代计算, 直到参数全部收敛。如果迭代次数超过500次依然不收敛, 则强制退出, 返回一个失败的结果标记, 认为对应的两个证券无法进行配对交易。如果最终参数是收敛的, 则返回一个成功的结果标记。

得到了收敛的 $[A^*, B^*, G^*, H^*]$ 后, 通过 $A^* = e^{-\kappa\Delta}$, $B^* = \theta(1 - e^{-\kappa\Delta})$,
 $(G^*)^2 = \frac{\sigma^2}{2\kappa}(1 - e^{-2\kappa\Delta})$ 可得到:

$$\theta = B^* / (1 - A^*)$$

$$\frac{\sigma}{\sqrt{2\kappa}} = G^* / \sqrt{1 - (A^*)^2}$$

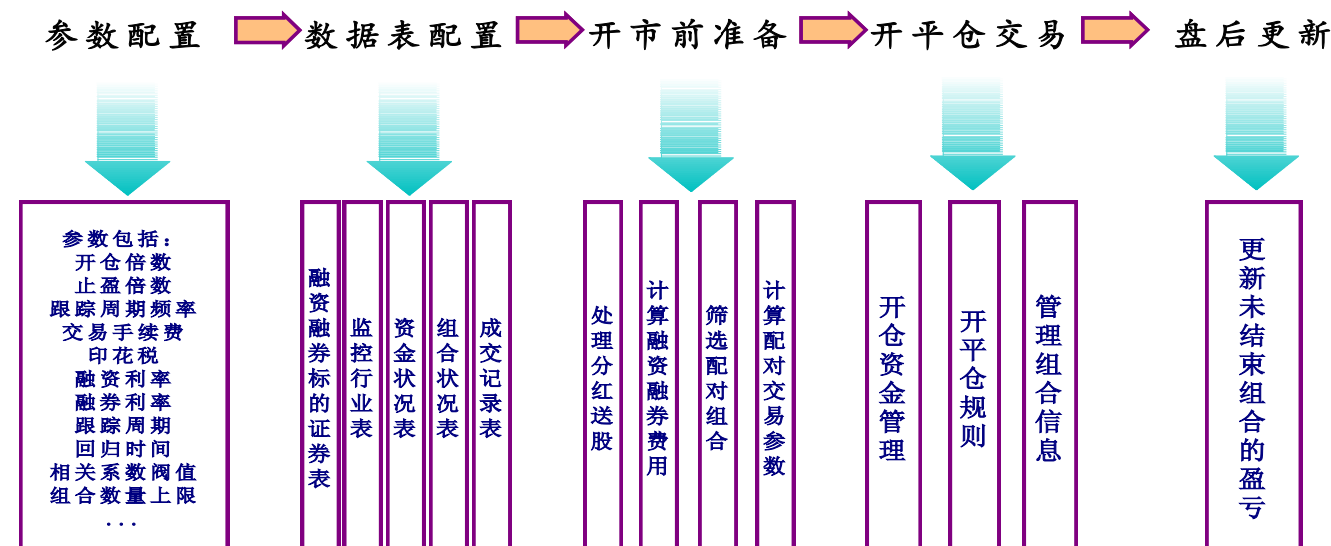
按照上面3个步骤进行操作, 就得到配对证券的关键参数。其中 C 、 D 分别是协整回归常数项以及协整回归系数, 用于计算跟踪配对期间的协整价差; 根据我们此前推出的配对交易的报告结论, D 同时也是配对证券进行交易的资金比例; 而 θ 和 $\frac{\sigma}{\sqrt{2\kappa}}$ 的收敛估计结果就作为协整价差的均值和波动率, 是判断配对交易开平仓条件的关键参数。

二、配对交易操作的流程

回顾我们过去的几篇配对交易报告, 我们的集中点大部分都是放在模型以及参数的讨论上, 而且将实证效果放在配对交易收益率的角度进行讨论, 但是却没有结合资金运作来进行真实的模拟。在讨论收益率的时候, 我们是回顾跟踪观察期内(比如10个交易日)各个开仓的配对组合的平均收益率, 但实际上, 在开仓之前, 投资者并不知道自己未来一段时间到底有机会开多少个组合的仓位, 因此这个平均收益率的统计只能停留在一个事后统计的结果, 对真实操作并未太多指导意义。另外, 我们也都是假设在一个跟踪期内仅进行一次开仓、平仓, 如果一个组合提前平仓了, 那么在这一个跟踪期内, 即使再有新的机会, 也不再考虑新的开仓。这会导致资金利用的浪费。

在本篇报告中，我们决定将配对交易的策略结合资金管理、组合管理一起进行，实现一个模拟交易的过程，通过资金曲线的变化来观察配对交易的效果。整个配对交易的操作过程可以归纳为下图的五个步骤，而其中开平仓交易又可以将开仓资金管理以及开平仓规则进行细化。因此，我们对整个配对交易流程一共分为七个步骤来进行介绍。

图 1：配对交易操作流程



数据来源：广发证券发展研究中心

（一）配置参数

在进行交易之前，我们需要针对配对交易提出几个配置参数：

- （1）开仓倍数 OpenFactor：用于确定配对交易开仓条件，具体参数我们将在后面讨论。
 - （2）止盈倍数 StopProfit：用于确定配对交易平仓止盈的条件，具体参数我们将在后面讨论。
 - （3）跟踪周期频率 Freq：对日内交易数据采取多高的频率进行跟踪。
 - （4）交易手续费 TrdFee：单边的交易手续费率，我们假定为 0.1%。
 - （5）印花税 Stamp：股票的卖出印花税率，设置为 0.1%。
 - （6）融资利率 RZFee：融资的年化利率，假定为 9.1%。
 - （7）融券利率 RQFee：融券的年化利率，假定为 9.1%。
 - （8）跟踪周期 TrackTime：配对交易的最大跟踪天数，我们取为 10 个交易日。
 - （9）回归时间 RegTime：用于确定配对交易开仓条件的历史样本数，我们取为 60 天。
 - （10）相关系数阈值 N1：同一个行业内，相关系数排前 N1 位的配对组合才考虑进行交易，我们取 N1 为 10。
 - （11）组合数量上限 N2：限定最多只开 N2 个组合，如果当前时刻已开仓的组合数达到 N2 个，则不再新开仓。
- 以上参数，我们会结合配对交易的流程进行介绍。

（二）相关数据表的配置

除了设置参数外，我们还制定了几个数据表，以供交易证券池、资金、配对组合

以及成交数据的保存和传输。

(1) 融资融券标的证券表：记录了所有融资融券标的证券的代码、名称以及所属的申万一级行业（对于所有的 ETF 视为同属于 ETF 行业），作为配对交易的证券池，配对交易仅限从这些证券中进行配对。

(2) 监控行业表：因为我们的配对交易是选择同一行业内的股票进行配对，但不是所有的行业都适合进行配对交易，所以我们在这个表中记录下用于进行配对交易的行业，配对交易的证券将从这些行业中进行筛选。

(3) 资金状况表：记录每一个交易日的资金状况，包括可用资金、保证金余额、净资产、融资融券负债、冻结资金余额、组合收益、浮动盈亏、实现盈亏、证券市值、未结束组合数等，表格在每个交易日将会根据成交情况以及配对组合中证券的涨跌情况进行更新。

(4) 组合状况表：记录所有交易过的组合信息，包括组合 ID、两个配对证券、所属行业、开仓价格、开仓数量、开仓资金、组合证券收盘价、平仓价格、平仓数量、平仓资金、组合的各种费用、开平仓的参数记录、开仓日期、平仓日期、结束标记等。

(5) 成交记录表：记录配对交易的成交记录，包括成交时间、证券代码、成交价格、成交数量、各种费用、资金流水、备注等。

(三) 开市前准备

开市之前，需要读入（二）中提及的数据表，确定所要监控的行业及证券，以及初始的资金、组合状况，并进行开盘交易之前的预处理。这些处理包括组合证券的分红、送股等，以及组合融资融券成本的更新，配对交易的参数计算等等。

(1) 读取资金状况表，以前一个交易日的资金状况作为当日初始的资金状况。

(2) 读取组合状况表中所有未平仓的组合信息（结束标记为“0”的组合代表未结束）。

(3) 针对未平仓组合中的所有证券，读取当天发生的分红和送股信息（如果有的话）并作处理：

分红产生的资金流，计入资金状况表的实现盈亏以及组合状况表的分红金额中。多头持仓所产生的分红，记的是正的资金流；而因融券卖空所持有的证券空头，分红的金额是需要还给证券公司的，因此记的是负的资金流。

送股不产生资金流，但会改变持有证券的数量和成本，组合状况表中对应证券的开仓数量将改变为送股后的总数量，而开仓价格则更新为“开仓资金÷更新后的开仓数量”；多头持仓证券所产生的送股是属于投资者的，产生了正的增量；但空头持仓证券所产生的送股是属于证券公司的，这部分送的股票需要投资者还给证券公司，因此产生的增量为负。

举个例子，如果 2010 年 5 月 3 日收盘时投资者的配对交易组合中持有 1000 股国电电力（600795）的空头，那么在 2010 年 5 月 4 日国电电力每 10 股送 10 股派现金 0.78 元，则到还券的时候，投资者除了需要归还证券公司 2000 股的国电电力股票，还需要归还证券公司 78 元现金。

我们为每个分红送股的证券增加一条成交记录，记录其分红送股所产生的资金、股票的变化方向及数量。对于 ETF，由于也存在着分红与拆分（比如 2009 年 180ETF1 拆 10，2010 年深 100ETF1 拆 5），因此也是类似股票的处理方式。

(4) 针对未平仓组合中的所有融资融券交易的证券，计算融资融券的利息费用。

(5) 对每个行业，取标的证券在过去 RegTime 个交易日的复权价格，并计算两两之间的相关系数。只有当配对证券的相关系数位居行业内前 10，而且配对中的两个证券在过去的 RegTime 个交易日里交易日时间不少于了 RegTime*90%个交易日，才能入选配对交易组合。

(6) 对于入选的配对组合，我们计算协整系数、协整常数项、价差均值、波动率等参数并进行保存，在监控开仓机会时进行使用。

（四）开仓的资金管理

配对交易开仓的时候，受到两方面的资金限制：一方面，采用自有资金买入证券，则受到可用资金余额的限制；另一方面，配对交易需要进行卖空操作，卖空受到保证金余额的限制。

根据沪深两市的融资融券交易实施细则规定，进行融资融券操作时所使用的保证金比例不得超过 50%，所以投资者可以通过保证金比例的规定来放大交易杠杆。不过我们也了解到，证券公司出于风控的考虑，大多采取的是相对保守的做法，将保证金比例规定为 70% 甚至到 100%。我们在这里也做相对保守的处理，将保证金比例控制为 100% 以上，并且保证金仅用于融券卖出的担保，而不考虑融资买入。

在前面的配置参数中我们提到，组合数量上限设置为 $N2$ ，一旦组合数量达到 $N2$ ，则不再进行新开仓。每次开仓之前，我们观察剩余的可用资金以及保证金余额，一方面确保本次开仓组合多头买入资金 \leq 当前可用资金余额 \div ($N2$ -当前未结束组合数)，同时确保本次开仓组合空头卖出资金 \leq 当前保证金可用余额 \div ($N2$ -当前未结束组合数)。在此前提之下，再考虑模型中所计算的多空证券的交易资金比例。

（五）开平仓规则

我们是采用协整价差的均值回复性来进行配对交易的，当协整价差偏离均值的一定程度时，进行配对开仓；而开仓后如果协整价差回到均值附近时，就进行配对的止盈平仓；具体的偏离程度我们是通过协整价差波动率 $\frac{\sigma}{\sqrt{2\kappa}}$ 的一定倍数来刻画。开仓所

使用的协整参数、价差均值和波动率，我们在每个交易日开市前就计算好，前面步骤（三）中我们已经作了说明。而平仓所使用的参数是与开仓时所用参数保持一致的，并不随交易日的变化而改变。

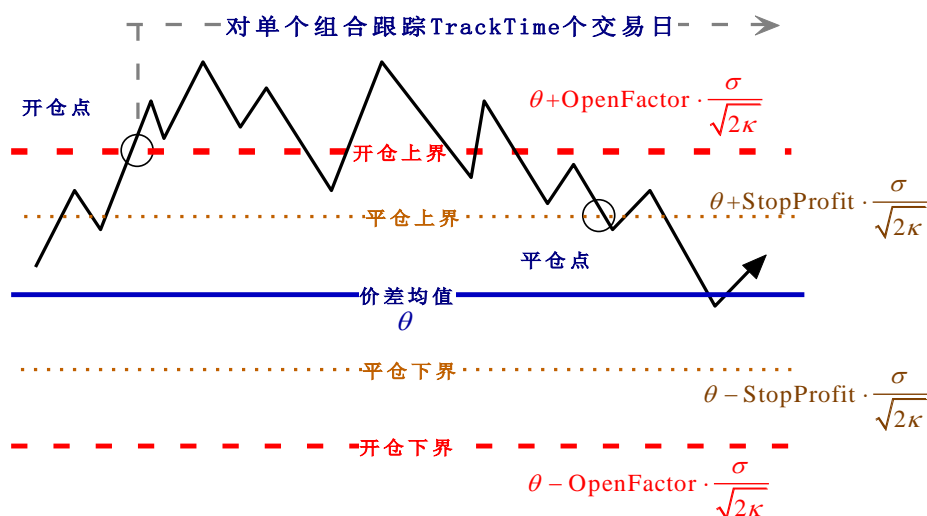
具体的开平仓条件如下：

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{配对交易开仓：} \left\{ \begin{array}{l} \text{A 对 B 协整价差} > \theta + \text{OpenFactor} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{2\kappa}} \text{ 则卖空 A，买入 B} \\ \text{或} \\ \text{A 对 B 协整价差} < \theta - \text{OpenFactor} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{2\kappa}} \text{ 则买入 A，卖空 B} \end{array} \right. \\ \\ \text{配对交易止盈平仓：} \theta - \text{StopProfit} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{2\kappa}} \leq \text{协整价差} \leq \theta + \text{StopProfit} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{2\kappa}} \\ \text{跟踪 TrackTime 个交易日后仍未止盈，则进行强平} \end{array} \right.$$

如果组合跟踪了 TrackTime 个交易日依然没能止盈，则在当天收盘时将组合进行强行平仓。如果当天组合中的证券因为停牌或者涨跌停板无法平仓，则顺延至下一交易日的收盘再进行平仓。

以上规则，总结下来可以用下图来进行描述：

图 2：配对交易开平仓规则



数据来源：广发证券发展研究中心

从图上我们看到，在开仓上界以上的每个协整价差，其实都是满足开仓条件的，那么是不是只要协整价差游走于开仓边界以外，我们就要不断的进行开仓呢？答案是否定的，至少从资金面上看我们就不可能有足够的资金来分配源源不断的配对机会。因此，我们增加了这样的限制：在开仓之前，我们搜索目前所有的未平仓组合，看是否存在一个组合，它的两个配对证券与目前监控到开仓机会的两个配对证券完全一样。如果存在这样的组合，那么我们认为针对当前两个配对证券的交易机会我们已经捕捉过了，就不再增加新的开仓；否则，才考虑作新的开仓。

（六）开平仓交易

在完成了开盘前的准备后以及开平仓规则的制定后，我们就可以监控盘中的交易情况，并进行配对交易组合的平仓和开仓。

在每个交易时点，监控是针对两方面进行的。一方面是针对存在有交易机会的配对组合的开仓监控，而另一方面则是针对已有组合的平仓监控。

为了便于进行组合管理，我们对每个交易过的配对组合，在组合状况表中都赋予唯一的组合 ID，组合 ID 随着开仓次数的增加而增加。当监控到交易机会需要开仓时，我们获取到当前最大的组合 ID 值（假设为 IDNum），然后将新开仓的组合也赋予一个新的组合 ID，这个新的 ID 就等于 IDNum+1。然后将两个配对证券的交易信息都记录到组合状况表中，包括价格、数量、资金流向、手续费、开仓日期等；最重要的，还有配对组合的关键参数如协整系数 D 、协整常数项 C 、价差均值 θ 、波动率 $\frac{\sigma}{\sqrt{2\kappa}}$ 等，

因为这些关键参数是伴随着组合的存在而固定下来的，不能因为交易日的更迭而重新计算。最后，还要将组合的结束标记置为 0，表示组合仍未结束。

对于组合状况表中结束标记为 0 的组合，我们会监控其平仓机会。根据组合状况表中所保留的协整系数 D 、协整常数项 C 、价差均值 θ 、波动率 $\frac{\sigma}{\sqrt{2\kappa}}$ 等值，计算组

合是否满足平仓条件，如果满足则进行平仓交易。平仓时，在组合状况表中更新平仓的交易信息，并计算组合盈亏。组合盈亏=开平仓交易资金流水（包含手续费、印花税等）-融资融券成本+组合中证券的分红金额。最后，还要将组合的结束标记置为 1，表示组合已经结束，以后不需要再作监控。

当然，无论开仓平仓，我们都需要保留成交记录，并且更新资金状况表中的可用资金余额、保证金余额、实现盈亏等各种信息。

（七）盘后更新未结束组合的盈亏

在进行了一天的交易之后，不一定所有的组合都是全部平仓了结的。已经了结的组合产生的是已实现盈亏，但未结束组合所产生的浮动盈亏我们也需要记录。这个时候，我们就需要对结束标记为 0 的组合进行盈亏更新。我们为每个未平仓组合以证券收盘价作为计算浮动盈亏的基准，更新到组合状况表和资金状况表中。并且会在资金状况表中记录下当天结束的组合数，以便统计。

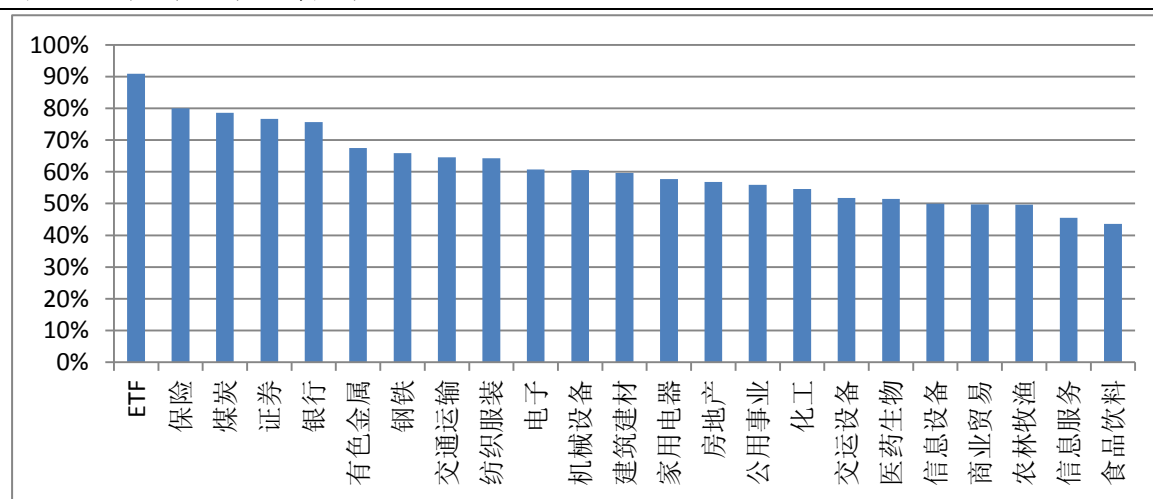
三、ETF 的配对交易实证

在以往的几篇配对交易专题报告中，我们都是选择不同行业的股票来进行配对交易，对于其他证券品种鲜有提及。其实自去年底扩容以来，首批的 7 只 ETF 也成为了融资融券标的证券。由于 ETF 代表的是不同的指数，而指数之间的关联性明显强于个股，因此 ETF 之间的相关性一般都要强于个股之间的相关性。

我们对融资融券标的证券按照不同的行业对过去一年的相关系数进行了统计并取均值。我们看到，ETF 以 90.89% 的平均相关系数位居首位，而排第二的保险行业仅为 80.02%。

从协整关系的角度来看，相关性越强的证券，证券之间的相对价格走势也会更为平稳，更符合配对交易的条件。因此，本文将研究的重点放在 ETF 上，观察 ETF 配对交易的实证结果。我们对 ETF 的配对交易流程，完全按照前面所介绍的操作流程进行。

图 3：各行业相关系数均值对比



数据来源：广发证券发展研究中心

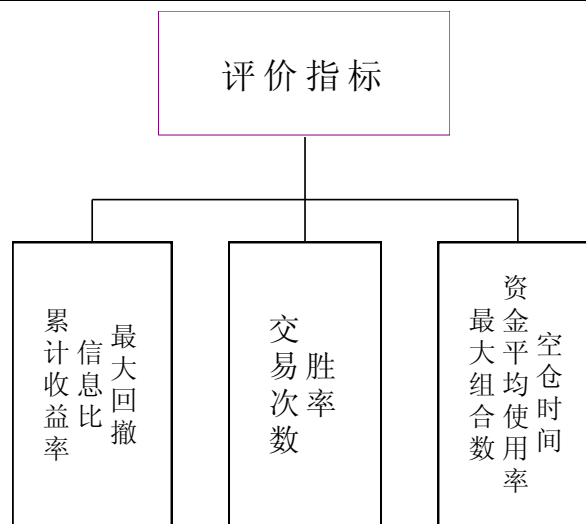
（一）开平仓参数的敏感性讨论

前面我们也提到，我们是在协整价差偏离均值 θ 超过 OpenFactor 个标准差时，进行开仓操作；而在协整价差回到距离均值附近 StopProfit 个标准差时，进行平仓操作。 OpenFactor 和 StopProfit 两个开平仓参数到底如何选择是非常重要的。

我们将 OpenFactor 和 StopProfit 的参数组合简称为“（开，平）”，讨论在不同的参数组合下的配对交易效果。需要说明的是，我们进行比较的时候，都是限定了组合数量上限 $N2$ 值为 10，所以每个组合的占用资金基本上是全部可用资金的 1/10 左右。

我们的评价指标包括三方面内容，从收益率的效果来看，我们统计累计收益、信息比、最大回撤；从交易的频率和成功率来看，统计交易次数、胜率；从资金的使用情况来看，统计最多同时存在的组合数、资金平均使用率、空仓时间。

图 4：配对交易平均指标



数据来源：广发证券发展研究中心

我们选取了不同的（开，平）参数，从 2007 年一直交易跟踪至 2011 年，观察在这 5 年时间内不同的参数各自对应的配对交易效果。

首先观察 5 年的整体效果，各参数对应的配对交易效果见表 1：

表 1：配对交易整体效果比较（2007 年~2011 年）

(开,平)	累计收益	信息比	最大回撤	最大组合数	资金平均使用率	空仓时间	交易次数	胜率	单个组合平均收益率
(2,0)	-12.67%	-47.71%	-17.59%	10	43.42%	3.28%	660	42.73%	-0.24%
(2,1)	61.07%	174.34%	-6.84%	10	31.88%	11.40%	1514	81.77%	0.32%
(3,0)	5.78%	30.77%	-5.61%	10	20.02%	23.71%	288	47.92%	0.18%
(3,1)	43.25%	194.42%	-3.86%	9	13.96%	37.24%	478	78.45%	0.80%
(3,2)	53.33%	257.24%	-2.97%	9	10.16%	49.22%	590	88.64%	0.76%
(4,0)	16.47%	118.42%	-2.00%	5	7.15%	58.49%	96	75.00%	1.71%
(4,1)	35.02%	257.78%	-1.65%	5	3.93%	73.75%	145	91.72%	2.24%
(4,2)	33.55%	266.11%	-1.03%	5	2.77%	80.48%	156	94.87%	2.00%
(4,3)	27.57%	250.93%	-1.03%	5	2.02%	85.48%	165	94.55%	1.60%
(5,0)	11.14%	128.52%	-0.86%	4	3.08%	76.37%	41	80.49%	2.85%
(5,1)	13.69%	174.14%	-0.86%	4	1.34%	89.01%	48	91.67%	2.95%
(5,2)	12.66%	165.90%	-0.86%	4	0.98%	91.80%	51	94.12%	2.59%
(5,3)	11.15%	160.24%	-0.58%	4	0.85%	92.62%	53	94.34%	2.20%
(5,4)	9.71%	144.85%	-0.58%	4	0.76%	93.27%	53	92.45%	1.93%

数据来源：广发证券发展研究中心

从 5 年时间的整体效果来看，除了（开，平）参数为(2,0)的累计收益出现了亏损，其他各种参数组合都获取了正的累计收益。(2,0)的效果之所以不好，主要是由于在偏

离协整价差均值 2 倍标准差就开仓，而进行止盈平仓却要完全回到协整价差均值。过于容易的开仓条件以及较为苛刻的止盈条件导致胜率不高，而且回撤较大，最终效果并不理想。(3,0)参数对也有类似状况，因此整体效果也并不理想。

我们注意到，在开仓参数取为 5 的情况下，虽然收益信息比都在 1 以上，但是交易次数基本都在 50 次左右，同时存在的组合数最多也不超过 4 个。极为苛刻的触发开仓阈值导致了交易次数过低，资金利用率也并不高。所以，我们认为开仓参数取在 5 以上并不是合适选择。

在开仓参数分别取 3 和 4，剔除掉平仓参数为 0 情况（这种情况下止盈平仓的条件较为苛刻），我们看到效果都比较理想。其中，(3,2)参数对与(4,2)参数对的信息比都在 2.5 倍以上，最大回撤都不超过 3%。(3,2)参数对的最大组合数为 9，而(4,2)参数对的最大组合数为 5。这说明，我们其实能够通过减少组合数量上限 N2 来进一步提高收益。

根据对不同开平仓参数的配对效果的比较分析，我们认为 ETF 的配对交易是比较稳定的，对于开平仓参数并不敏感，在开仓参数为 2~4，平仓参数为 1~3（平仓参数必须比对应的开仓参数小）的情况下，配对交易的效果都比较理想。当开仓参数在 5 以上的时候，虽然配对的信息比也很高，但由于开仓条件过于苛刻，交易较难触发，资金利用效率较低，因此不建议采用。特别指出的是，(3,2)和(4,2)这两组开平仓参数对的配对效果更为理想。

我们再分年度对配对交易的效果进行跟踪。跟踪比较的结果参考下面几个表。

表 2：配对交易整体效果比较（2007 年）

(开, 平)	累计收益	信息比	最大回撤	最大组合数	资金平均使用率	空仓时间	交易次数	胜率	单个组合平均收益率
(2,0)	1.94%	32.06%	-17.59%	9	38.45%	2.47%	120	50.00%	-0.30%
(2,1)	16.56%	223.70%	-6.84%	9	26.25%	13.99%	219	83.56%	0.51%
(3,0)	3.08%	76.01%	-3.97%	7	16.59%	23.87%	49	55.10%	0.26%
(3,1)	10.63%	222.94%	-3.86%	7	11.05%	37.04%	79	79.75%	1.14%
(3,2)	12.54%	301.34%	-2.97%	5	7.67%	52.26%	85	92.94%	1.28%
(4,0)	3.87%	198.90%	-0.74%	2	5.60%	53.91%	15	86.67%	2.57%
(4,1)	8.52%	433.72%	-0.55%	2	3.14%	71.60%	25	96.00%	3.46%
(4,2)	7.76%	414.48%	-0.18%	2	1.75%	83.54%	26	100.00%	3.03%
(4,3)	6.32%	367.35%	-0.23%	2	1.54%	85.60%	26	100.00%	2.47%
(5,0)	2.72%	199.55%	-0.56%	2	2.60%	75.72%	7	85.71%	3.86%
(5,1)	2.74%	275.79%	-0.30%	1	0.72%	92.59%	7	100.00%	4.12%
(5,2)	2.32%	241.05%	-0.30%	1	0.65%	93.42%	7	100.00%	3.49%
(5,3)	1.99%	218.24%	-0.30%	1	0.61%	93.83%	7	100.00%	2.96%
(5,4)	1.99%	218.24%	-0.30%	1	0.61%	93.83%	7	100.00%	2.96%

数据来源：广发证券发展研究中心

表 3：配对交易整体效果比较（2008 年）

(开, 平)	累计收益	信息比	最大回撤	最大组合数	资金平均使用率	空仓时间	交易次数	胜率	单个组合平均收益率
(2,0)	-3.34%	-39.53%	-14.86%	10	39.53%	2.03%	117	43.59%	-0.24%
(2,1)	11.37%	132.96%	-5.63%	10	30.11%	12.60%	191	75.92%	0.57%
(3,0)	2.69%	44.15%	-3.98%	9	17.41%	26.02%	51	58.82%	0.40%
(3,1)	6.17%	109.06%	-2.79%	9	12.01%	47.56%	55	65.45%	1.00%

(3,2)	7.65%	146.26%	-2.48%	9	8.37%	58.54%	62	83.87%	1.11%
(4,0)	3.70%	86.96%	-2.00%	5	5.17%	82.52%	15	86.67%	2.21%
(4,1)	5.67%	160.86%	-1.65%	5	3.26%	87.80%	15	93.33%	3.48%
(4,2)	6.16%	197.67%	-1.03%	5	2.13%	90.65%	16	93.75%	3.55%
(4,3)	4.09%	158.84%	-1.03%	5	1.84%	91.87%	17	94.12%	2.17%
(5,0)	0.68%	73.65%	-0.74%	1	0.90%	90.65%	3	66.67%	1.20%
(5,1)	0.96%	178.61%	-0.55%	1	0.64%	93.09%	3	66.67%	2.15%
(5,2)	0.79%	149.57%	-0.55%	1	0.60%	93.50%	3	66.67%	1.58%
(5,3)	0.66%	148.45%	-0.55%	1	0.60%	93.50%	3	66.67%	1.13%
(5,4)	0.49%	128.15%	-0.55%	1	0.56%	93.90%	3	66.67%	0.58%

数据来源：广发证券发展研究中心

表 4：配对交易整体效果比较（2009 年）

(开, 平)	累计收益	信息比	最大回撤	最大组合数	资金平均使用率	空仓时间	交易次数	胜率	单个组合平均收益率
(2,0)	-2.16%	-39.10%	-12.78%	10	38.17%	9.84%	120	45.00%	0.01%
(2,1)	-0.31%	-4.42%	-5.75%	9	26.70%	19.67%	164	71.95%	-0.04%
(3,0)	3.75%	109.09%	-5.61%	7	14.67%	40.16%	43	53.49%	1.36%
(3,1)	3.66%	121.44%	-1.62%	7	11.22%	46.72%	51	68.63%	0.94%
(3,2)	3.78%	143.33%	-1.36%	7	8.79%	58.20%	63	85.71%	0.77%
(4,0)	5.50%	182.78%	-1.02%	4	3.92%	76.23%	10	80.00%	6.48%
(4,1)	5.56%	205.42%	-0.86%	4	2.36%	83.20%	11	100.00%	6.15%
(4,2)	4.30%	167.66%	-0.86%	4	1.94%	87.30%	11	100.00%	4.91%
(4,3)	3.63%	163.23%	-0.36%	4	1.10%	92.62%	13	100.00%	3.61%
(5,0)	4.39%	153.43%	-0.86%	4	2.25%	88.52%	6	83.33%	8.92%
(5,1)	3.90%	148.60%	-0.86%	4	1.60%	90.98%	6	83.33%	8.11%
(5,2)	3.16%	126.01%	-0.86%	4	1.45%	91.80%	6	83.33%	6.76%
(5,3)	2.57%	117.69%	-0.58%	4	0.97%	93.44%	6	83.33%	5.65%
(5,4)	1.89%	91.79%	-0.58%	4	0.81%	93.85%	6	83.33%	4.35%

数据来源：广发证券发展研究中心

表 5：配对交易整体效果比较（2010 年）

(开, 平)	累计收益	信息比	最大回撤	最大组合数	资金平均使用率	空仓时间	交易次数	胜率	单个组合平均收益率
(2,0)	-4.55%	-191.89%	-9.42%	10	46.76%	2.07%	138	38.41%	-0.27%
(2,1)	7.55%	260.89%	-1.47%	10	36.04%	7.02%	396	83.59%	0.23%
(3,0)	-1.90%	-110.14%	-4.21%	10	21.41%	23.55%	59	37.29%	-0.33%
(3,1)	5.28%	279.83%	-0.75%	9	15.55%	35.12%	113	80.53%	0.53%
(3,2)	7.45%	443.35%	-0.77%	6	11.03%	45.04%	156	89.74%	0.50%
(4,0)	0.49%	46.06%	-0.64%	4	8.11%	50.41%	21	57.14%	0.31%
(4,1)	3.83%	359.67%	-0.26%	4	4.71%	70.25%	38	92.11%	1.06%
(4,2)	3.69%	354.24%	-0.26%	4	3.42%	76.03%	42	95.24%	0.91%
(4,3)	3.06%	306.22%	-0.26%	4	2.46%	80.17%	42	90.48%	0.77%

(5,0)	0.36%	52.14%	-0.42%	3	3.58%	71.07%	9	66.67%	0.42%
(5,1)	0.98%	164.98%	-0.26%	2	1.62%	85.95%	11	81.82%	0.90%
(5,2)	1.24%	209.19%	-0.26%	2	0.83%	92.15%	12	91.67%	1.05%
(5,3)	1.15%	195.32%	-0.26%	2	0.83%	92.15%	12	91.67%	0.97%
(5,4)	1.01%	178.31%	-0.26%	2	0.83%	92.15%	12	83.33%	0.86%

数据来源：广发证券发展研究中心

表 6：配对交易整体效果比较（2011 年）

(开, 平)	累计收益	信息比	最大回撤	最大组合数	资金平均使用率	空仓时间	交易次数	胜率	单个组合平均收益率
(2,0)	-5.09%	-215.81%	-6.47%	10	54.22%	0.00%	165	38.79%	-0.38%
(2,1)	15.72%	565.22%	-0.95%	10	40.34%	3.69%	544	84.74%	0.31%
(3,0)	-1.81%	-106.46%	-2.67%	8	30.04%	4.92%	86	41.86%	-0.24%
(3,1)	11.75%	506.12%	-0.60%	7	20.02%	19.67%	180	83.33%	0.71%
(3,2)	13.51%	582.20%	-0.39%	6	14.93%	31.97%	224	88.39%	0.64%
(4,0)	1.98%	133.97%	-0.57%	5	12.97%	29.10%	35	74.29%	0.59%
(4,1)	7.43%	367.50%	-0.57%	5	6.21%	55.74%	56	87.50%	1.41%
(4,2)	7.94%	386.46%	-0.31%	4	4.61%	64.75%	61	91.80%	1.38%
(4,3)	7.94%	384.67%	-0.34%	4	3.17%	77.05%	67	94.03%	1.26%
(5,0)	2.58%	160.28%	-0.38%	3	6.08%	55.74%	16	87.50%	1.80%
(5,1)	4.47%	271.25%	-0.30%	3	2.13%	82.38%	21	100.00%	2.27%
(5,2)	4.61%	275.45%	-0.21%	3	1.37%	88.11%	23	100.00%	2.15%
(5,3)	4.36%	261.26%	-0.21%	3	1.22%	90.16%	25	100.00%	1.87%
(5,4)	4.01%	238.72%	-0.33%	3	0.99%	92.62%	25	100.00%	1.73%

数据来源：广发证券发展研究中心

各种参数对组合分年度的表现情况基本上与 5 年的整体情况较为接近，各个参数对的最大组合数在各年也都比较稳定。整体表现较差的(2,0)参数对、(3,0)参数对在各年的情况基本上也都表现得差强人意。2008 年、2009 年两年是 ETF 组合配对表现相对较弱的两年，但(3,2)参数对、(4,2)参数对在这两年信息比依然能够达到 1.5 倍左右。随着 2009 年底治理 ETF、2010 年初深成 ETF 的上市，2010 年以后的配对组合选择更多，交易次数也有明显增加。2010 年、2011 年也是配对交易整体表现最好的两年，很多参数对的信息比在 3 倍以上。

（二）减少组合数量上限，提高资金利用效率

从上一节的比较中我们看到，在限制了最大组合上限 N2 为 10 的情况下，其实有不少参数对的最大组合数开不满 10 个，所以有部分资金是浪费掉了。所以，我们可以根据过去 5 年的历史经验，针对不同的开平仓参数来重新规定 N2 值。

在前面的分析中，我们看到参数对(3,2)以及参数对(4,2)的最大组合数分别为 9 和 5，资金没有得到充分利用。所以，我们针对这两个参数对，分别将 N2 调整为 9 和 5，看看具体的交易效果。

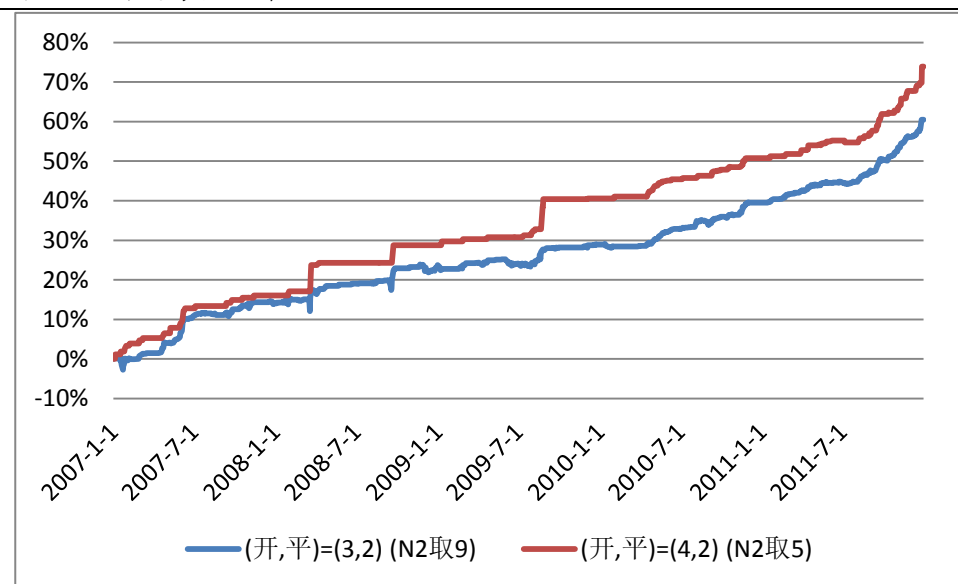
表 7：调整 N2 值的配对交易效果（2007 年~2011 年）

(开, 平)	累计收益	信息比	最大回撤	最大组合数	资金平均使用率	空仓时间	交易次数	胜率	单个组合平均收益率
--------	------	-----	------	-------	---------	------	------	----	-----------

(3,2) (N2=9)	60.43%	256.73%	-3.27%	9	11.24%	49.22%	590	88.64%	0.76%
(4,2) (N2=5)	73.88%	268.56%	-2.07%	5	5.39%	80.48%	156	94.87%	2.00%

数据来源：广发证券发展研究中心

图 5：配对交易收益情况



数据来源：广发证券发展研究中心

首先看到，N2 的调整对于交易次数、胜率等结果没有任何影响。通过降低 N2 值来约束最大组合上限后，虽然配对交易收益的信息比几乎没有任何改善，但是由于资金的利用效率得到有效提高，所以累计收益也有了明显增加，参数对 (3,2) 的累计收益率达到 60.43%，而 (4,2) 累计收益实现翻番，增长至 73.88%。由于在 N2=10 的情况下，回撤已经非常小，即使将 N2 值降低，回撤也依然非常低，不超过 3.5%。

（三）融资融券费率调整对 ETF 配对交易的敏感性分析

继证券金融公司成立、融资融券标的证券在去年底的扩容以后，2012 年 5 月下旬沪深两市交易所又分别颁布了《关于交易型开放式指数基金作为融资融券标的证券相关事项的通知》，通知规定了资产规模较大、基金持有人数较多的 ETF（深交所的规定是专门针对跨市场或跨境 ETF）可以在上市 5 个交易日后作为融资融券标的，这些规定，为沪深 300ETF 上市后进入融资融券标的铺平了道路。

而更受关注的转融通平台，也已经如箭在弦上，极有希望于近期推出。转融通的推出，一方面，可以解决目前券源单一的瓶颈；另一方面，融资融券的期限、费率也将随之进行调整，目前融资融券费用过高的问题将有所缓解。我们预期转融通推出后融资融券的费率可以从目前的 9.1% 下降到 6% 左右。

由于配对交易不可避免的涉及融券到融券业务，所以我们对 ETF 配对交易的融券费率进行敏感性分析，观察融券费率分别为 8%、7%、6% 之下的收益表现。

表 8：配对交易效果（参数对 (3,2)，N2=9）

融券费率	累计收益	信息比	最大回撤	最大组合数	资金平均使用率	空仓时间	交易次数	胜率	单个组合平均收益率
9.1%	60.43%	256.73%	-3.27%	9	11.24%	49.22%	590	88.64%	0.76%

8%	61.38%	259.89%	-3.27%	9	11.24%	49.22%	590	89.15%	0.77%
7%	62.25%	262.75%	-3.26%	9	11.24%	49.22%	590	89.15%	0.78%
6%	63.12%	265.61%	-3.25%	9	11.24%	49.22%	590	89.32%	0.79%

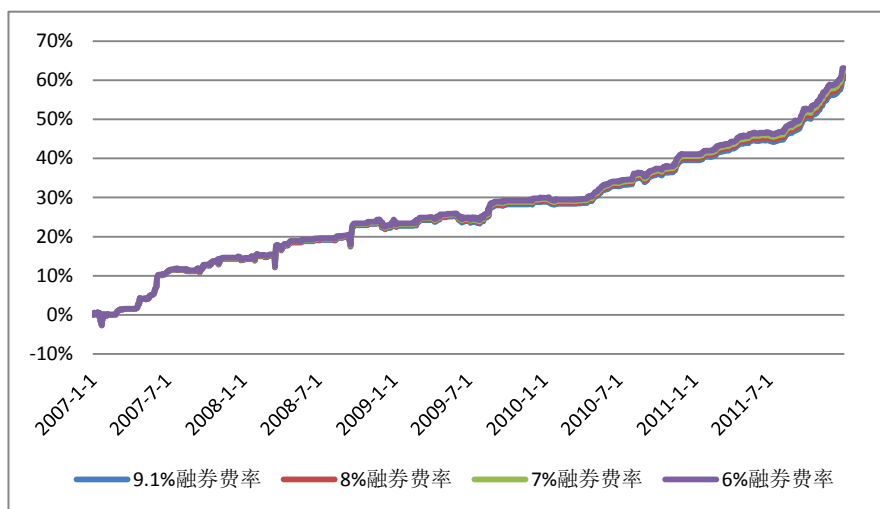
数据来源：广发证券发展研究中心

表 9: 配对交易效果 (参数对(4,2), N2=5)

融券费率	累计收益	信息比	最大回撤	最大组合数	资金平均使用率	空仓时间	交易次数	胜率	单个组合平均收益率
9.1%	73.88%	268.56%	-2.07%	5	5.39%	80.48%	156	94.87%	2.00%
8%	74.37%	269.83%	-2.06%	5	5.39%	80.48%	156	95.51%	2.01%
7%	74.82%	270.98%	-2.06%	5	5.39%	80.48%	156	95.51%	2.02%
6%	75.27%	272.13%	-2.06%	5	5.39%	80.48%	156	96.15%	2.03%

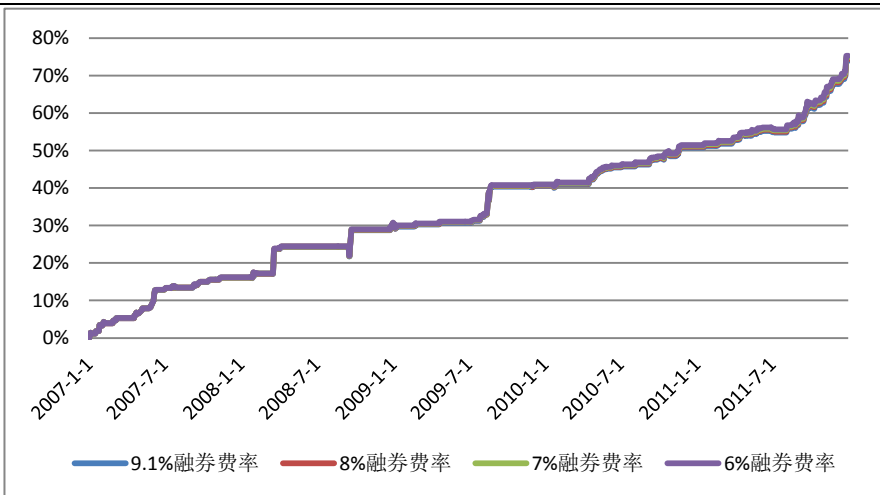
数据来源：广发证券发展研究中心

图 6: 不同融券费率的配对交易收益情况 (参数对(3,2), N2=9)



数据来源：广发证券发展研究中心

图 7: 不同融券费率的配对交易收益情况 (参数对(4,2), N2=5)



数据来源：广发证券发展研究中心

从数据中看出，ETF 的配对交易的空仓时间较多，资金利用率也较低，因此融券费率的变化对于整体收益的影响极小，融券费率从 9.1% 下降到 6%，5 年的累计收益仅增加 2% 左右。

（四）2012——ETF 配对的样本外收益情况

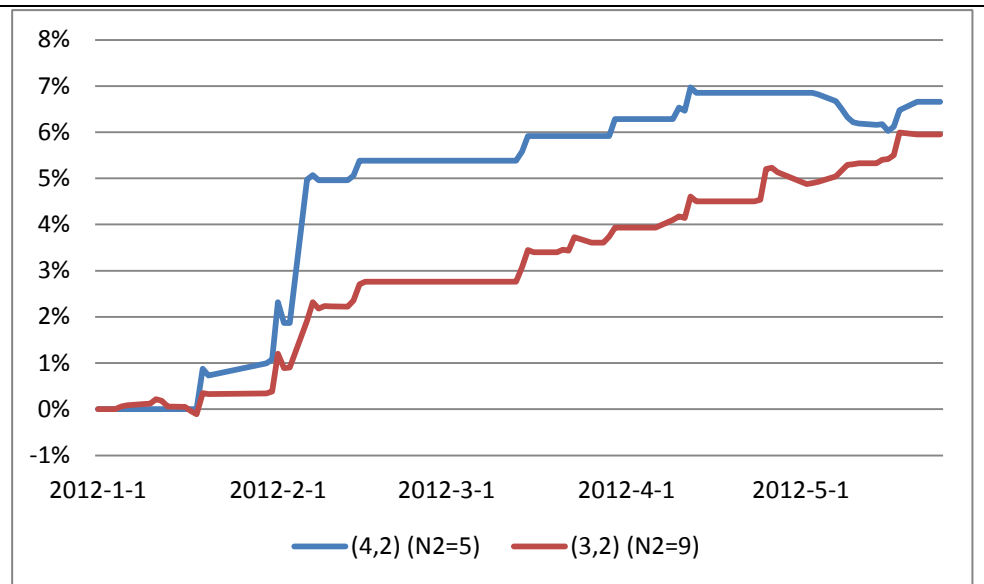
前面的分析中，我们都是以 2007 年~2011 年作为样本内的数据进行跟踪。对于大部分的开平仓参数而言，效果都比较稳定，而其中参数对(3,2)和(4,2)表现更为出色。那么对于样本外的情况会表现如何呢？我们将 2012 年初截至 2010 年 5 月 25 日作为样本外数据，进行 ETF 配对交易的跟踪，观察效果。

表 10: ETF 配对交易效果 (2012.01.01~2012.05.25)

(开, 平)	累计收益	信息比	最大回撤	最大组合数	资金平均使用率	空仓时间	交易次数	胜率	单个组合平均收益率
(3,2) (N2=9)	5.95%	508.10%	-0.33%	5	10.79%	50.00%	69	92.75%	0.85%
(4,2) (N2=5)	6.66%	296.39%	-0.89%	2	4.84%	78.72%	16	93.75%	2.29%

数据来源：广发证券发展研究中心

图 8: ETF 配对交易收益情况 (2012.01.01~2012.05.25)



数据来源：广发证券发展研究中心

从收益效果看，截至今年 5 月 25 日，两个参数对的累计收益都在 6% 左右。（开，平）参数对为(3,2)的配对组合信息比更高，为 508.1%，而最大回撤仅为 0.33%。

四、总结

在本篇报告中，我们在修正 Vasicek 模型的基础上进行了一点改进，将配对交易模型做了完善。然后，我们结合了资金管理以及组合管理，对整个配对交易的流程进行了详细的梳理和介绍。最后，我们按照配对交易的流程，针对 2007 年~2011 年的样本内数据的 ETF 配对交易进行了实证跟踪。

从实证效果来看，在开仓参数为 2~4，平仓参数为 1~3（平仓参数必须比对应的开仓参数小）的情况下，配对交易的效果都比较理想。特别指出的是，(3,2)和(4,2)这两组开平仓参数对的配对效果更为理想。将组合上限调整为 9 和 5 之后，这两个参数对的配对交易从 2007 年~2011 年累计收益分别达到 60.43%和 73.88%，信息比分别达到 256.73%和 268.56%。而在 2012 年截至 5 月 25 日，累计收益分别为 5.95%和 6.66%。

广发金融工程研究小组

罗军，首席分析师、金融工程组负责人，华南理工大学理学硕士。2010年1月加盟广发证券发展研究中心，曾任招商基金数量分析师、平安证券衍生产品部经济数量室主任。

俞文冰，CFA，首席分析师，上海财经大学统计学硕士，2012年2月加盟广发证券发展研究中心。2006年起从事证券行业工作，曾先后担任中海基金金融工程分析师、长江证券研究部金融工程首席分析师。

叶涛，CFA，资深分析师，上海交通大学管理科学与工程硕士，2012年2月加盟广发证券发展研究中心。2005年起从事金融行业工作，曾先后担任易方达基金机构理财部研究员、上投摩根基金研究部行业专家、申万菱信基金投资管理总部基金经理助理、长江证券研究部金融工程首席分析师。

安宁宁，资深分析师，暨南大学数量经济学硕士，2007年开始从事金融工程研究，曾任平安证券衍生产品部数量分析师、鹏华基金交易部交易员，2011年7月加盟广发证券发展研究中心。

胡海涛，分析师，华南理工大学理学硕士，2007年起从事证券行业工作，曾先后担任平安证券衍生产品部数量分析师、广州证券资产管理部产品设计师。2010年3月加盟广发证券发展研究中心。

夏潇阳，上海交通大学金融工程硕士，主要负责事件驱动选股和网络文本挖掘等工作。2007年开始从事金融工程研究，曾任长江证券金融工程资深分析师。2012年2月加盟广发证券。

李明，分析师，伦敦城市大学卡斯商学院计量金融硕士，主要负责量化多因子选股工作，2010年4月加盟广发证券发展研究中心。

蓝昭钦，分析师，中山大学理学硕士，2008年起从事证券期货行业工作，曾任长城伟业期货研究所股指期货分析师。2010年5月加盟广发证券发展研究中心。

史庆盛，分析师，华南理工大学金融工程硕士，主要负责量化多因子选股工作。2011年6月加盟广发证券。

汪鑫，中国科学技术大学金融工程硕士，2010年开始从事金融工程研究，曾任长江证券金融工程高级分析师。2012年2月加盟广发证券发展研究中心。

谢琳，分析师，上海交通大学金融学博士研究生毕业，2011年12月加盟广发证券发展研究中心。

相关研究报告

以判定系数 R^2 为基准进行组合选择的配对交易研究	胡海涛	2011-01-14
精选非周期行业的配对机会——基于修正 Vasicek 模型的配对交易策略	胡海涛	2012-03-14

	广州市	深圳市	北京市	上海市
地址	广州市天河北路 183 号 大都会广场 5 楼	深圳市福田区民田路 178 号华融大厦 9 楼	北京市西城区月坛北街 2 号 月坛大厦 18 层	上海市浦东南路 528 号 上海证券大厦北塔 17 楼
邮政编码	510075	518026	100045	200120
客服邮箱	gfyf@gf.com.cn			
服务热线	020-87555888-8612			

免责声明

广发证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本报告只发送给广发证券重点客户，不对外公开发布。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券股份有限公司认为可靠，但广发证券不对其准确性或完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券或其附属机构的立场。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且不予通告。

本报告旨在发送给广发证券的特定客户及其它专业人士。未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。