

# 基于 HP 滤波的高频混合交易策略

## 股指期货跨期套利研究之三

### 报告摘要:

#### ● HP 滤波下的跨期套利

随着市场参与者的日渐成熟，股指期货合约跨期价差波动显示出良好的日内平稳特性。但在高频空间中，价差仍如噪声一般围绕主要趋势线震荡。在此基于之上，我们通过一类时域消噪方法——HP 滤波，对股指期货跨期价差进行消噪，并构建了日内跨期套利策略。

#### ● 下单方式与策略有效性

按照 1s 频率的收盘价，我们对套利模型进行了回测，发现其具有良好的风险收益特征。为保证多、空合约的同时成交，在实际交易中跨期套利往往按照市价委托下单。于是，我们按照盘口价格再次对套利模型进行了测算，发现策略大幅亏损。对比两者，我们对每次套利机会出现时的盘口卖一、买一价差进行了统计，发现在建仓信号出现时，盘口价差往往较大，因此导致了市价委托下的策略失效。

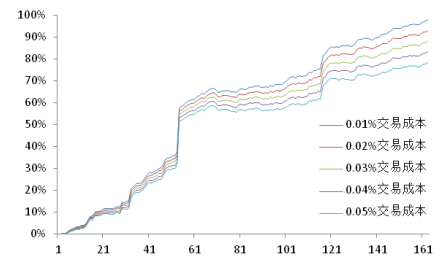
#### ● 限价委托下的混合交易策略

市价委托下的高频跨期套利失效，要求我们必须以限价委托的方式进行下单，但这就带来了订单可能不完全成交的情况，从而暴露出了一部分投机头寸。通过分析，我们认为该部分头寸价格并非完全随机。在高频交易下，这部分头寸由于跨期价差的回复特征，从而在统计上也具备了一定的回复趋势。只要在很短时间内对这部分头寸进行平仓，高频投机的市场风险就可以得到控制，收益也能在统计上覆盖掉交易成本。通过测算，我们发现在混合交易中，投机交易次数多于套利交易次数。

#### ● 高频混合交易策略的实证分析

通过历史秒频数据，我们对策略进行了回测，回测时间为 2010 年 4 月 16 日股指期货上市以来至 2012 年 12 月 31 日。我们发现无论是跨期套利还是高频投机，合约持仓时间都非常短，从而为股指期货放大杠杆提供了有利环境。在 20% 保证金比率及 0.01% 交易成本下，策略获得累积收益率 98.11%，最大回撤率 -1.30%，具有良好的风险收益特征。进一步，我们加入一定的冲击成本，发现该混合交易策略仍然可以具有良好的市场表现。

### 不同交易成本下策略的累积收益率 (2010.4.16.至 2012.12.31.)



分析师: 安宁宁 S0260512020003



0755-23948352

ann@gf.com.cn

### 相关研究:

基于伊藤引理的股指期货跨期套利策略	2010-12-02
沪深 300 股指期货高频跨期套利策略研究	2012-06-13

联系人: 张超 020-87555888-8646

zhangchao@gf.com.cn

## 目录索引

一、噪声跨期套利.....	4
(一) 跨期价差具有日内平稳特性.....	4
(二) 在价差噪声中进行日内高频套利.....	5
二、滤波与消噪.....	7
三、HP 滤波原理.....	8
四、实证分析.....	9
(一) 不同频率下的套利机会.....	9
(二) 交易延时测算.....	11
(三) 消噪参数研究.....	14
(四) 盘口价格限价委托下的噪声跨期套利.....	17
(五) 限价委托下的混合交易策略.....	20
(六) 持仓时间测算.....	23
(七) 交易成本敏感性.....	25
五、总结.....	26

## 图表索引

图 1: 高频跨期价差示意图 .....	4
图 2: 噪声跨期套利示意图 .....	6
图 3: 某个时间点的消噪结果会随时间变化 .....	6
图 4: 分钟频价差波动与秒频价差波动 .....	10
图 5: 不同交易频率下噪声跨期套利的累积收益率 .....	10
图 6: 不同延时下建仓与平仓的套利效果 .....	12
图 7: 日内噪声高频跨期套利流程图 .....	13
图 8: 不同消噪窗口长度参数的风险收益情况 .....	14
图 9: 不同开平仓阈值参数的收益情况 .....	15
图 10: 不同冲击成本下累积收益率随开平仓阈值的变化 .....	17
图 11: 盘口价格限价委托下噪声跨期套利的累积收益率 .....	18
图 12: 噪声套利策略开、平仓时合约的盘口价差 .....	19
图 13: 高频投机头寸的交易思想 .....	20
图 14: 基于 HP 滤波的混合高频交易流程图 .....	21
图 15: 基于 HP 滤波的混合高频交易收益情况 .....	22
图 16: $\tau=3$ 时套利部分和投机部分的交易次数与累积收益率 .....	23
图 17: 不同 $\tau$ 参数下混合交易策略的风险收益情况 .....	24
图 18: $\tau=60$ 时套利部分和投机部分的交易次数与累积收益率 .....	24
图 19: 不同交易成本下 (双边) 混合交易累积收益率 .....	25
表 1: 不同交易频率下噪声跨期套利的风险收益情况 .....	11
表 2: 不同延时下建仓与平仓的套利效果 .....	12
表 3: 不同消噪窗口长度参数下建仓与平仓的效果 .....	14
表 4: 不同开平仓阈值参数下建仓与平仓的效果 .....	15
表 5: 盘口价格限价委托下噪声跨期套利的统计结果 .....	17
表 6: 噪声套利策略开、平仓时合约的盘口价差统计 .....	18
表 7: 基于 HP 滤波的混合高频交易统计结果 .....	22
表 8: 不同 $\tau$ 参数下混合交易策略的风险收益统计 .....	23
表 9: 不同交易成本下 (双边) 的套利效果 .....	25

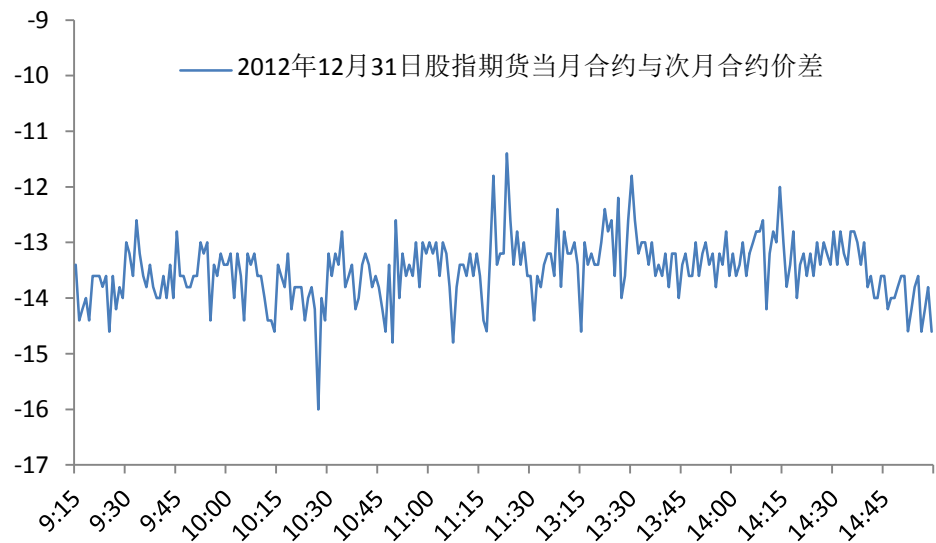
## 一、噪声跨期套利

### (一) 跨期价差具有日内平稳特性

跨期套利依赖于同一期货品种不同月份合约之间价格走势的高度相关性，通过建立数量相等、方向相反的交易头寸进行对冲，在合约价差的波动当中获得收益。2010年4月16日，中国金融期货交易所推出沪深300股指期货，挂钩标的为沪深300指数。沪深300股指期货共包含当月、次月及随后两个季月的合约品种，特别是当月与次月合约具有相对较好的流动性，为跨期套利提供了良好契机。

跨期套利属于期货套利交易中最常见的一种，传统来看跨期套利分为牛市套利、熊市套利和蝶式套利等。除传统套利策略之外，在量化投资方兴未艾的今天，通过数量化、程序化的方法进行套利交易已成为越来越多机构投资者关注的焦点。我们在之前发布的跨期套利系列报告中也提出，在高频交易下，跨期价差可能出现更大的波动，跨期套利拥有更多的机会。图1展示了2012年12月31日股指期货当月合约和次月合约的1分钟高频价差。由于股指期货当月合约在交割日15:00-15:15不进行交易，因此在后边的计算中我们所取的日内跨期价差均来自于9:15-15:00的市场高频数据。

图1：高频跨期价差示意图



数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

跨期套利策略的实质就是寻找和判断价差波动的方向。从图1可以看出，2012年12月31日当月合约和次月合约之间的跨期价差基本保持在-11点至-16点之间波动，总体来说较为平稳。如果跨期价差波动平稳，则可以在价差波动一段时间后，根据该段时间价差的走势，通过建立等量、反向的两合约头寸，适当地进行“价差的低买高卖”，从而在一定的风险控制下实现跨期套利。这也是我们前期跨期套利研究报告《基于伊藤引理的股指期货跨期套利策略》《沪深300股指期货高频跨期套利策略研究》的基本思想。

因此，跨期价差时间序列的平稳特性是实施该类套利策略的关键。通过长期观察，我们发现随着国内股指期货市场交易者的日渐成熟，无风险跨期套利的机会越来越少，合约间价差走势越来越平稳，这也是期货市场发展的必然趋势。

## （二）在价差噪声中进行日内高频套利

股指期货当月合约与次月合约之间价差的平稳性，为噪声跨期套利的实施提供了良好的环境。

对于我们之前所研究开发的均值回复跨期套利策略，其基本思路在于实时价差偏离价差均值达到一定程度后，对当月合约和次月合约进行反向开仓，当价差回复至均值水平后，对两合约头寸同时平仓，获得价差变化所带来的收益。

我们这里所提出的噪声跨期套利模型仍然是一类价差回复型套利策略，相对均值回复策略来看，该模型更为灵活，可复制性也相对更低。

如图 1 所示，日内价差虽然具有较好的平稳特性，但小范围波动仍然剧烈，所形成的噪声较为明显。如图 2 所示，噪声围绕主要趋势线波动，通过一定的消噪技术，可以对价格信号进行有效平滑。换言之，如果将价格信号看作主要趋势和噪声部分的叠加，则可以通过消除噪声达到提取主要趋势的目的。我们希望通过采用一定的消噪手段对日内价差进行平滑，并根据噪声在主要趋势线附近波动的特点构建跨期套利策略。

假设股指期货当月合约价格为  $p_{1t}$ ，次月合约价格为  $p_{2t}$ ，消噪后价差主要趋势线为  $d_{Mt}$ ，可以设定某个阈值参数  $\Delta > 0$ ，当跨期价差与价差主要趋势线差值的绝对值超过该阈值参数时，建立套利头寸——当  $p_{1t} - p_{2t} - d_{Mt} > \Delta$ ，做多次月合约，做空当月合约；当  $p_{1t} - p_{2t} - d_{Mt} < -\Delta$  时，做多当月合约，做空次月合约。当价差回复至主要趋势线后，对套利头寸进行平仓，则策略进行一次套利交易的收益率为

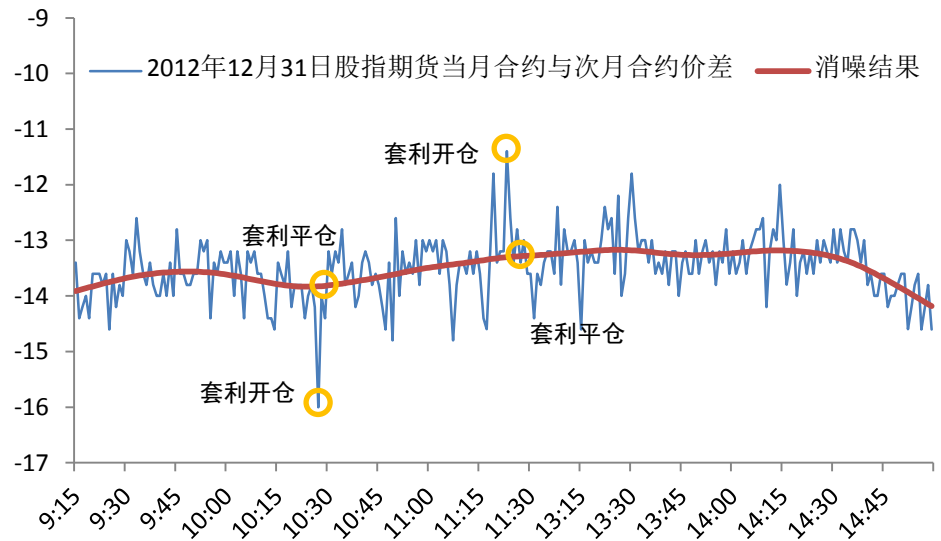
$$r = \begin{cases} \left[ \frac{p_{1t'} - p_{1t}}{p_{1t}} \times 0.5 + \frac{p_{2t} - p_{2t'}}{p_{2t}} \times 0.5 - r_{TF} \right] \times L & (p_{1t} - p_{2t} - d_{Mt} > \Delta) \\ \left[ \frac{p_{1t} - p_{1t'}}{p_{1t}} \times 0.5 + \frac{p_{2t'} - p_{2t}}{p_{2t}} \times 0.5 - r_{TF} \right] \times L & (p_{1t} - p_{2t} - d_{Mt} < -\Delta) \end{cases} \quad (1)$$

其中  $p_{1t'}$  和  $p_{2t'}$  分别为当月合约和次月合约的平仓价， $L$  为交易杠杆， $r_{TF}$  为期货交易费率。

该套利模型有两点需要特别说明：

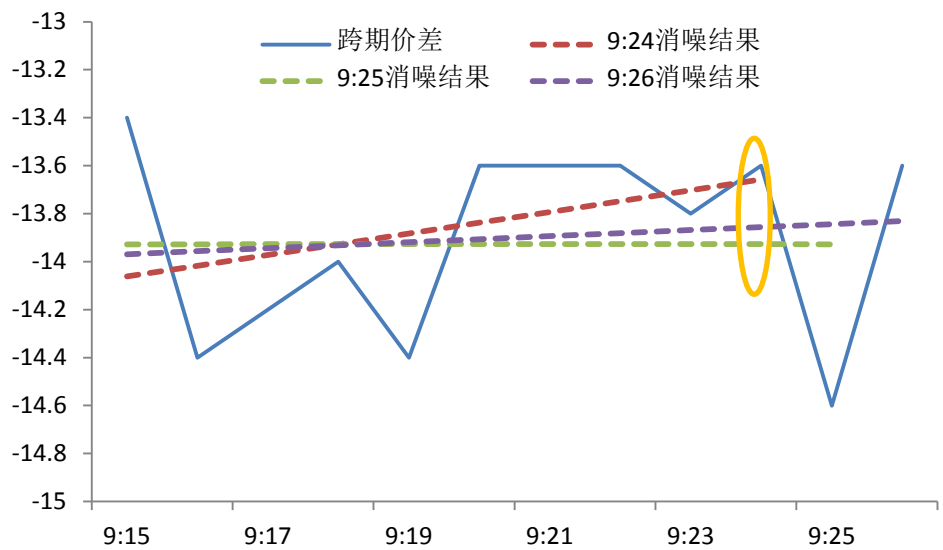
第一，在实际操作过程中，计算机需要不停地实时读取盘中最新价格信息并进行消噪处理。价格时间序列中某个点当前的消噪值和之后任意时刻再次计算的消噪值有可能不同，如图 3 所示，这是由消噪算法所决定的。由于消噪结果随时间的小幅波动，该模型并不能保证每次套利交易都能获得正收益，也就是说，噪声跨期套利并非无风险套利，我们期望的结果是在大量套利交易中取得统计上良好的风险收益情况。

图2: 噪声跨期套利示意图



数据来源: 广发证券发展研究中心, 天软科技

图3: 某个时间点的消噪结果会随时间变化



数据来源: 广发证券发展研究中心, 天软科技

第二点要说明的是, 我们全部采取日内交易策略(即尾盘套利头寸必须平仓), 而日内价差波动具有良好的平稳性, 并且在后面的实证过程中我们会发现所有持仓时间都非常短, 因此在套利交易过程中可以利用期货交易的保证金制度, 将交易杠杆放大。根据中金所有关规定, 沪深300股指期货的最低交易保证金为合约价值的12%, 期货公司在此基础上往往会进行一定幅度的上调。在本篇报告的后续实证分析中, 我们全部采用20%保证金对期货合约进行开仓, 即  $L=5$ 。

## 二、滤波与消噪

跨期价差由于受到诸多因素的综合影响，波动往往较大，形态上多呈现出处处不连续的毛刺状特征。但是，在一定时期内，这些因素的分力却往往能形成一股持续的合力，推动价差形成上涨或下跌的趋势。

传统的趋势交易策略在趋势形成的信号识别方面进行了许多研究，但它们大多建立在数据波动剧烈的金融时间序列上，由此产生的信号非常容易受到短期波动的影响，从而使信号失真，对方向判断的正确率下降。有没有一个办法能在信号即将生成的时候，过滤掉这些毛刺状的噪声呢？滤波理论与工具的引入，为解决这一问题带来了诸多启示。

在对时间序列进行分析处理的方法上，大致存在两类思路。一类是直接分析时间序列数据随时间变化的结构特征，即时域分析法；另一类则是用功率谱的概念将时间序列看成不同频率谐波的叠加，从而在频域里研究时间序列的结构特征。

对金融时间序列进行滤波处理的技术，也是从上述两类思路展开。传统的滤波方法主要建立在傅里叶分析的理论基础之上，将时域信号分解为一系列不同频率三角函数的叠加，从而在频率域里进行过滤处理。一般是将高于某个阈值的频率视为噪声，将其傅里叶系数设为 0，再通过傅里叶逆变换恢复到时域，从而实现滤波去噪。该方法一个最大的缺陷在于对高频部分进行了一刀切处理，而金融时间序列往往是非平稳的，其统计特性随时间而变化，在某个时域内视为高频的部分可能为噪声，而在另一个时域内则可能包含了有用信号。传统的频谱滤波无法满足局部化的要求。

在现代滤波方法中，维纳滤波法和卡尔曼滤波法分别是频域和时域内的典型代表。

维纳滤波法的基本思想是以最小均方误差为准则，寻找一个最佳冲击响应或传递函数，使得滤波器的输出波形作为输入波形的最佳估计，即从原时间序列数据中提取出满足一定条件的一个光滑的波形，这个波形便过滤掉了原始数据中频繁波动的噪声。但是该方法需要我们对噪声和有用信号的区分有比较明确的先验知识，如自相关函数、功率谱密度等统计特性，其在非平稳的金融时间序列分析上往往比较难以确定。

卡尔曼滤波则是以时域上的状态空间方法作为方法论，其基本思想是利用前一时刻的状态估计值和当前时刻的观测值来确定当前状态的估计值，最终实现这种递推估计求解的优化准则依然是最小均方误差。卡尔曼滤波相对于维纳滤波最大的改进是由于引入了递归，能够实时地快速处理更新的数据，而不必每次都全部历史数据从头算起。但该方法需要知道系统的运动规律以建立准确的状态方程，这在非平稳的金融时间序列上依旧十分困难。

在量化投资方面，使用较多的滤波技术是小波分析。小波理论是对传统傅里叶分析架构下频谱滤波的极大改进。不同于傅里叶变换将信号分解成一系列三角函数的叠加，小波变换则是将信号分解成一系列小波函数的叠加，这些小波函数都是由一个小波母函数经过平移和尺度变换得来，在低频部分具有较高的频率分辨率和较低的时间分辨率，在高频部分则相反。使用小波变换去噪，首先要对信号进行 N 层小波分解，提取第 N 层的低频系数和第 1 至第 N 层的高频系数，噪声通常被认为包含在每一层的高频部分中。综合考虑每一层的小波系数，选取合适的阈值对这些系数进行量化处理，然后对量化后的系数进行小波重构，即可实现信号的去噪。它与

传统频谱分析的最大不同就在于，小波分析通过分层分解实现了对低频部分的有效提取，而对第 1 至第 N 层高频系数阈值的量化方法又可以有效地区分高频部分中的噪声干扰和有用信号，保证其成功实施的关键就在于小波基矢的伸缩平移特性。

可以说，小波分析是滤波方法的一个重大里程碑，它融合了频域分析和时域分析的良好性质。但是，在量化模型的构造与实践中，小波分析较多参数选择的问题却构成一大难题，过分的参数依赖性会使得模型的可信度大幅降低。是否还存在其它简便而有效的滤波方法？本篇报告所使用的 HP 滤波，是时域消噪的一种分析处理方法，它的原理和求解过程都比较简单，参数敏感性较低，但也可以产生良好消噪信号。

### 三、HP 滤波原理

HP 滤波 (Hodrick - Prescott filter) 方法由 Hodrick and Prescott 在 1981 年分析战后美国经济周期的论文中首次提出，用以识别序列组成成分中的长期趋势。接下来，我们先来简要介绍一下这种滤波消噪方法的原理。

设  $y_t$  是包含主要趋势成分和噪声成分的时间序列， $g_t$  是其中含有的主要趋势成分， $c_t$  是其中含有的噪声成分。则

$$y_t = g_t + c_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

计算 HP 滤波就是要从  $y_t$  中将  $g_t$  分离出来。一般地，在 HP 滤波算法中，噪声消除被定义为 (3) 式的最小化问题

$$\min \left\{ \sum_{t=1}^T (y_t - g_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^T [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2 \right\} \equiv \min S(\lambda) \quad (3)$$

其中，残差项  $\sum_{t=1}^T (y_t - g_t)^2$  刻画了主要趋势成分  $g_t$  对原序列  $y_t$  的跟踪程度，而

二阶差分项  $\sum_{t=3}^T [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2$  则刻画了所求趋势  $g_t$  的光滑程度。这里

存在一个权衡问题——由于原始数据波动较为剧烈，若要使提取出来的主要趋势序列近邻数据点间距离最小，即最为光滑，则势必会使它与原始序列数据点间的距离变大，因此消噪后所得趋势序列对原始序列的拟合程度及其自身的光滑程度要做出选择，(3) 式中的  $\lambda$  系数即控制了两者的权重。易知，当  $\lambda = 0$  时，满足最小化问题的趋势序列即为原序列  $y_t$  本身。 $\lambda$  越大，所估计的主要趋势线越光滑。当  $\lambda$  趋于无穷大时，所估计的趋势将接近线性函数。从海外经济学相关文献来看，对于几十个到数百个序列点的价格时间序列，经验上  $\lambda$  通常可以取为 14400。

接下来，我们给出 HP 滤波最优化问题的求解过程。式 (3) 是一个无约束极值问题，最高阶为二阶，存在解析解。通过对不同  $g_i$  求偏导，可得方程组



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial S}{\partial g_1} = -2(y_1 - g_1) + 2\lambda(g_3 - 2g_2 + g_1) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial g_2} = -2(y_2 - g_2) + 2\lambda(g_4 - 2g_3 + g_2) - 4\lambda(g_3 - 2g_2 + g_1) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial g_t} = -2(y_t - g_t) + 2\lambda(g_{t+2} - 2g_{t+1} + g_t) \\ \quad - 4\lambda(g_{t+1} - 2g_t + g_{t-1}) + 2\lambda(g_t - 2g_{t-1} + g_{t-2}) = 0 \\ \dots\dots\dots \\ \frac{\partial S}{\partial g_{T-1}} = -2(y_{T-1} - g_{T-1}) - 4\lambda(g_T - 2g_{T-1} + g_{T-2}) \\ \quad + 2\lambda(g_{T-1} - 2g_{T-2} + g_{T-3}) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial g_T} = -2(y_T - g_T) + 2\lambda(g_T - 2g_{T-1} + g_{T-2}) = 0 \end{array} \right. \quad (4)$$

写成矩阵的形式，即

$$\left[ I + \lambda \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ -2 & 4+1 & -2-2 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & -2-2 & 1+4+1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1+4 & -2 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -2 & 1 \end{pmatrix} \right] \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \\ g_3 \\ \dots \\ g_{T-1} \\ g_T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \dots \\ y_{T-1} \\ y_T \end{pmatrix} \quad (5)$$

其中  $I$  是单位矩阵。故 HP 滤波所提取的主要趋势序列  $g_t$  可借助上述方程组的数值求解完成。

一般来说，求解线性方程组的数值方法可以分为两类，一类是直接法，这种方法是通过将原方程组化为与之等价的三角形方程组或其他形式的可直接求解的方程组而实现的，所求结果精确度高；另一类是迭代法，是用某种极限过程去逐步逼近线性方程组精确解的方法，其需要计算机的存储单元较少，求解速度快，但存在一定误差。在后文中我们分析认为，求解线性方程组 (5) 的速度决定了整个模型实施的成败，因此我们在速度和精度的选择上，更注重前者。

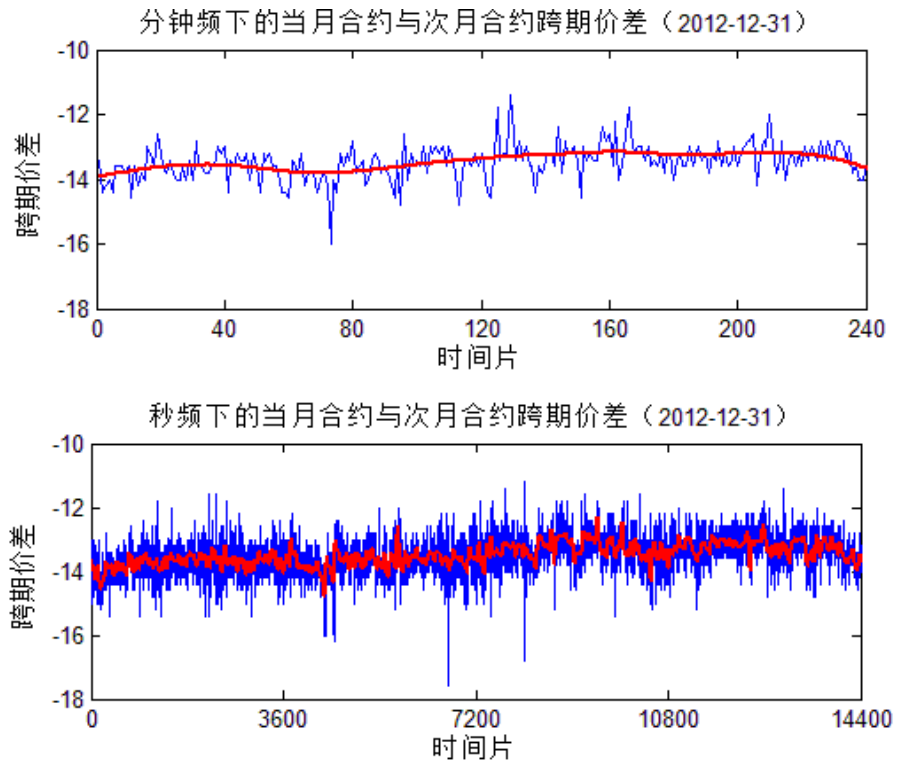
## 四、实证分析

### (一) 不同频率下的套利机会

在前期跨期套利研究报告《沪深 300 股指期货高频跨期套利策略研究》中，我们提出了在高频交易下，跨期套利相比传统套利模式存在更多的机会。

从图 4 中我们可以看出，在 1 分钟频率和 1 秒频率下，股指期货跨期价差的波动均较为平稳，但是秒频下的价差可以更加频繁地穿插主要趋势线，从而带来更多的套利机会。

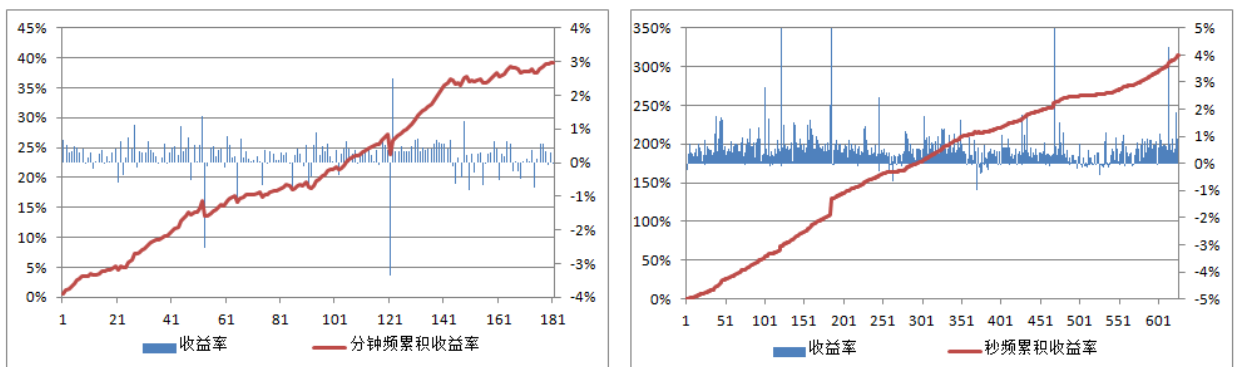
图4：分钟频价差波动与秒频价差波动



数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

按照第一部分所介绍的噪声跨期套利策略，我们首先固定一些套利参数，对分钟频和秒频的情况进行了测算。从图4中我们可以看到，2012年12月31日，价差噪声基本在主要趋势线以内不超过4个指数点的位置波动。考虑到交易成本等因素，我们假定当价差波动超过主要趋势线的距离达到 $\Delta = 5$ 个指数点的时候，按最新成交价进行建仓。考虑0.01%的双边交易成本及20%的保证金比例，以及60个数据的消噪时间窗口。这样也就是说，分钟频率的交易需要从上午10:15才可以开始，而秒频交易则从上午9:16就可以开始。通过不同频率的历史数据，我们回测了2010年4月16日股指期货上市以来噪声跨期套利的风险收益情况（截止至2012年12月31日为止），结果如图5和表1所示。由于高频套利具有交易频率高、单次交易收益率较低的特点，因此本篇报告的累积收益率全部采用单利计算。

图5：不同交易频率下噪声跨期套利的累积收益率



数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

表 1: 不同交易频率下噪声跨期套利的风险收益情况

	分钟频	秒频
交易次数	181	626
累积收益率	39.19%	315.20%
年化收益率	12.76	67.68%
平均收益率	0.22%	0.50%
收益率标准差	0.53	0.93
盈利比率	79.01%	89.78%
最大回撤率	-2.64%	-0.32%
盈利次数	143	562
亏损次数	38	64
平均盈利率	0.40%	0.57%
平均亏损率	-0.47%	-0.12%
平均盈亏比 (绝对值)	0.85	4.75
单次最大盈利	2.49%	20.20%
单次最大亏损	-3.36%	-0.99%
最大连续盈利次数	22	8
最大连续亏损次数	3	81

数据来源: 广发证券发展研究中心, 天软科技

可以看出, 在秒频交易下, 交易触发机会大幅增加, 套利累积收益率也显著增加。因此, 我们在接下来的高频跨期套利测算中, 全部采用 1 秒高频数据进行实证分析。

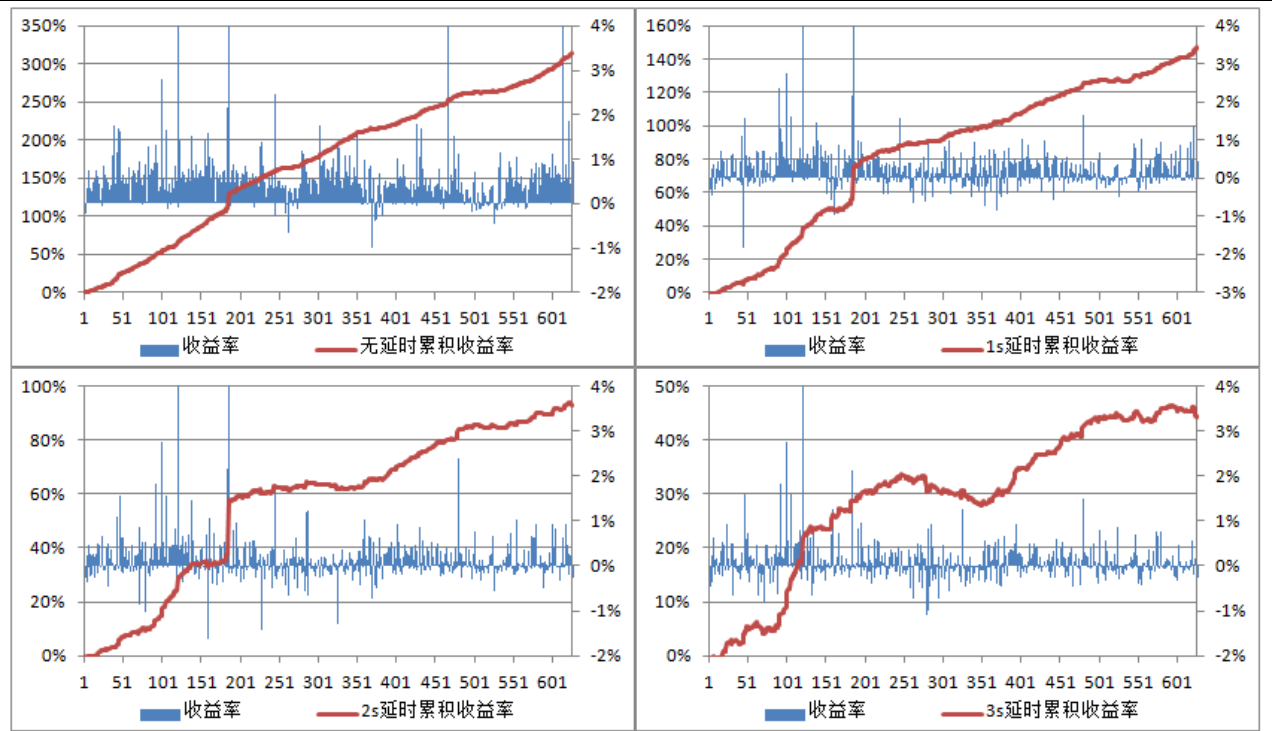
## (二) 交易延时测算

按照上述秒频下的跨期套利策略, 两年多来累积收益率达到 315.20% 回撤极小。如果采用分笔高频数据, 风险收益情况有望进一步优化。但在实际投资过程中, 可能产生如此高的收益么? 我们有很多细节在上述测算中并未考虑。一个非常重要的细节就是交易延时。

在上述测算过程中, 我们按照最新成交价进行套利头寸的建仓显然是不合理的。最新成交价的形成来自于最近完成的一笔交易。在实际操作中, 按照最新成交价下单能够确保成交吗? 这是一个必须测算的问题。如果订单无法成交, 上述计算结果将变得没有意义; 如果订单部分成交, 更会带来多、空头寸不对等所暴露出的市场风险。

在测算实际可成交情况之前, 我们首先简单起见, 按照一定的下单延时对模型重新进行了测算。我们分别假设套利模型按最新成交价之后 1 秒、2 秒和 3 秒的收盘价进行建仓和平仓, 结果如图 6 和表 2 所示。

图6: 不同延时下建仓与平仓的套利效果



数据来源: 广发证券发展研究中心, 天软科技

表 2: 不同延时下建仓与平仓的套利效果

	不延时	延时 1s	延时 2s	延时 3s
交易次数	626	626	626	626
累积收益率	315.20%	147.20%	92.75%	44.14%
年化收益率	67.68%	38.90%	26.90%	14.20%
平均收益率	0.50%	0.24%	0.15%	0.07%
收益率标准差	0.93%	0.91%	0.91%	0.40%
盈利比率	89.78%	67.57%	56.07%	48.88%
最大回撤率	-0.32%	-1.79%	-1.97%	-4.21%
盈利次数	562	423	351	306
亏损次数	64	203	275	320
平均盈利率	0.57%	0.42%	0.39%	0.31%
平均亏损率	-0.12%	-0.16%	-0.16%	-0.16%
平均盈亏比 (绝对值)	4.75	2.63	2.44	1.94
单次最大盈利	20.20%	20.24%	20.24%	5.08%
单次最大亏损	-0.99%	-1.82%	-1.64%	-1.52%
最大连续盈利次数	81	23	11	12
最大连续亏损次数	8	10	10	11

数据来源: 广发证券发展研究中心, 天软科技

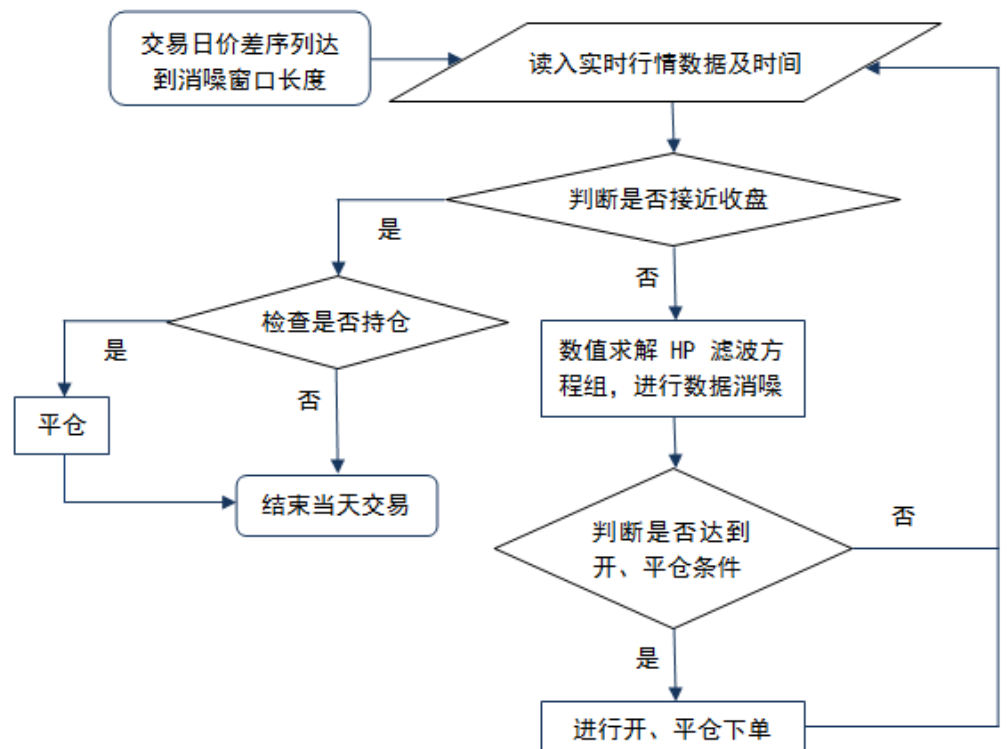
可以看出, 随着开、平仓时间的小幅延迟, 风险收益情况迅速变差。也就是说, 按照最新成交价直接进行实证统计, 是一种过于理想化的方法, 在真实市场交易中

必定存在延时。

在程序化交易盛行的今天，下单相应速度已成为高频交易制胜的关键。美国著名高频交易员 Edgar Perez 曾说：“正如高频交易的定义所说，速度是最重要的角色。我指的是在毫秒或微秒范围内进行交易。因此，理解可能会对交易速度有影响的原因是走向成功最重要的技能。”在上述高频跨期套利策略中，交易响应速度也成为策略风险收益状况的决定性因素。

上述噪声高频跨期套利的实际运作流程如图7所示。

图7：日内噪声高频跨期套利流程图



资料来源：广发证券发展研究中心

从流程图中我们可以发现交易延时发生在哪个部位。首先，交易所数据的接收需要时间；其次，滤波计算和条件判断需要时间；最后，订单提交并传回交易所也需要时间。这三个部分中，我们可以控制的是计算部分。通过之前的方程（5）可以看出，线性方程组的变量数目其实就是消噪时间序列的长度，随着变量的增加，数值求解方程组的时间也会将变长；但变量太少，会影响时间序列消噪的稳定性。因此必须对消噪序列长度做出权衡，该参数我们将在下文进行测算。

在这里先假定上述三个步骤可以在1秒内完成，这就要求投资者具有高性能的程序化交易系统和优良的网络环境。但是，这并不意味着模型就可以达到图6和表2中延时1秒交易的风险收益状况，投资结果与订单实际可以成交的情况仍有较大关系，我们之后会对此进行测算。

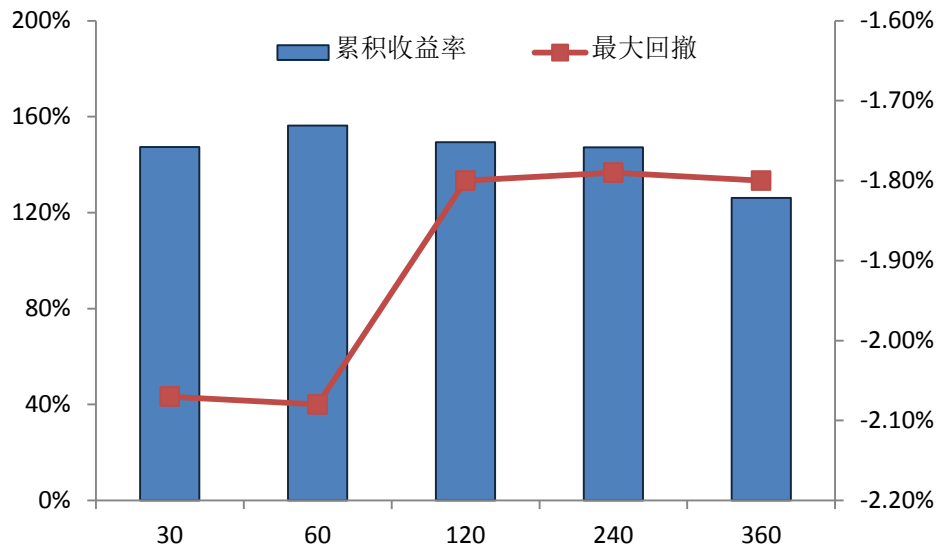
### (三) 消噪参数研究

在上述初步测算中，我们并没有考虑 HP 滤波本身的参数敏感性和参数有效性。接下来，我们将对相关参数进行实证研究。

在噪声套利模型中，最主要的参数包括消噪序列的窗口长度和开平仓阈值  $\Delta$ 。

对于窗口长度，一方面会影响套利的开仓时间（窗口长度越短，可能的开仓时间越早），另一方面可能会影响消噪的结果。我们分别测算了秒频下消噪窗口长度分别为30、60、120、240、360的结果，如图8和表3所示。

图8：不同消噪窗口长度参数的风险收益情况



数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

表3：不同消噪窗口长度参数下建仓与平仓的效果

	30	60	120	240	360
交易次数	696	668	646	626	616
累积收益率	147.30%	156.27%	149.30%	147.20%	126.11%
年化收益率	38.93%	40.73%	39.33%	38.90%	34.48%
平均收益率	0.21%	0.23%	0.23%	0.24%	0.20%
收益率标准差	0.88%	0.89%	0.90%	0.91%	0.43%
盈利比率	63.08%	66.92%	67.03%	67.57%	68.20%
最大回撤率	-2.07%	-2.08%	-1.80%	-1.79%	-1.80%
盈利次数	439	447	433	423	419
亏损次数	257	221	213	203	197
平均盈利率	0.42%	0.43%	0.42%	0.42%	0.37%
平均亏损率	-0.16%	-0.16%	-0.16%	-0.16%	-0.16%
平均盈亏比(绝对值)	2.63	2.69	2.63	2.63	2.31
单次最大盈利	20.24%	20.24%	20.24%	20.24%	4.94%
单次最大亏损	-1.82%	-1.82%	-1.82%	-1.82%	-1.82%
最大连续盈利次数	18	23	23	23	22

最大连续亏损次数	9	8	10	10	10
----------	---	---	----	----	----

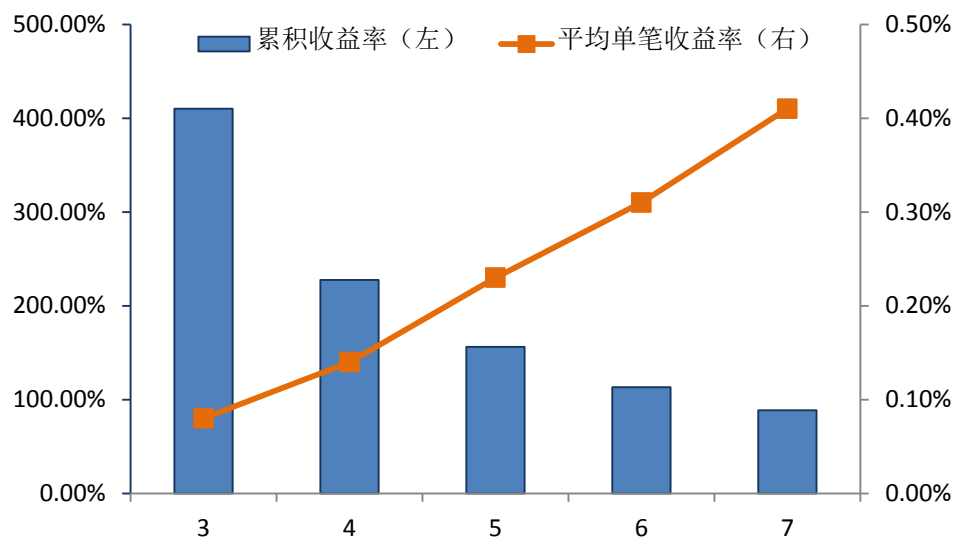
数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

可以看出，在不同的消噪窗口长度下，策略的风险收益情况变化并不大，累积收益率和最大回撤都保持相对稳定。不过相对来看，参数等于 60 的回测结果更好一些，因此在后面的测算中，我们将消噪窗口长度参数全部固定为 60。

接下来，我们回测了另外一个消噪过程中的重要参数——开平仓阈值  $\Delta$ 。当  $\Delta$  设置的太小时，套利的单笔收益率可能较难覆盖交易成本；但如果  $\Delta$  设置的太大，交易的机会将会大幅减少，甚至无法构成开仓条件，从而在整体上降低收益水平。因此， $\Delta$  的选择必定存在一个最优值。这个最优值可以对交易次数和平均收益率做出权衡，使得他们的乘积，即累积收益率最大化。

我们通过历史数据回测了  $\Delta$  分别等于 3、4、5、6、7 个指数点的情况，结果如图 9 和表 4 所示。

图9：不同开平仓阈值参数的收益情况



数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

表 4：不同开平仓阈值参数下建仓与平仓的效果

	$\Delta=3$	$\Delta=4$	$\Delta=5$	$\Delta=6$	$\Delta=7$
交易次数	5083	1581	668	366	216
累积收益率	409.96%	227.61%	156.27%	113.25%	88.55%
年化收益率	80.67%	53.86%	40.73%	31.65%	25.89%
平均收益率	0.08%	0.14%	0.23%	0.31%	0.41%
收益率标准差	0.37%	0.61%	0.89%	1.18%	1.51%
盈利比率	62.74%	64.26%	66.92%	65.03%	62.96%
最大回撤率	-3.63%	-3.02%	-2.08%	-1.98%	-1.87%
盈利次数	3189	1016	447	238	136
亏损次数	1894	565	221	128	80

平均盈利率	0.20%	0.30%	0.43%	0.57%	0.76%
平均亏损率	-0.11%	-0.14%	-0.16%	-0.17%	-0.18%
平均盈亏比(绝对值)	1.82	2.14	2.69	3.35	4.22
单次最大盈利	20.24%	20.24%	20.24%	20.24%	20.24%
单次最大亏损	-1.82%	-1.82%	-1.82%	-1.82%	-1.82%
最大连续盈利次数	24	17	23	15	11
最大连续亏损次数	12	7	8	7	6

数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

从上述结果可以看出， $\Delta = 3$ 时累积收益率已达到峰值。随着开平仓阈值 $\Delta$ 的增加，策略的累积收益率逐步下降，交易次数逐步减小，但平均单笔收益率却逐步增加。当 $\Delta = 7$ 时，交易次数下降至216次，平均接近每三个交易日才产生一次套利机会，但交易的平均收益率上升至0.41%。

但是这样的结果并不代表 $\Delta = 3$ 的参数选择就比 $\Delta = 7$ 的参数选择更优，因为这里的单笔交易成本中还没有考虑冲击成本。

更为定量地来看，图9中的累积收益率可以写作

$$r_{total} = \bar{r} \times N \quad (6)$$

其中 $\bar{r}$ 为平均单笔收益率， $N$ 为套利交易的次数。 $N$ 随开平仓阈值 $\Delta$ 的增加而减小， $r_{total}$ 则随 $N$ 的减小而相应减小。但如果考虑一定的冲击成本，累积收益率将写作

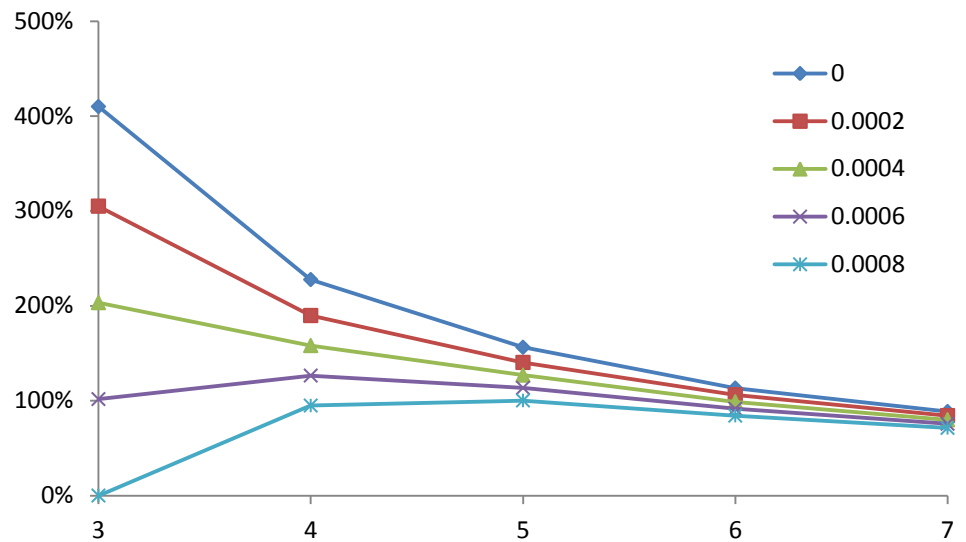
$$r_{total} = (\bar{r} - r_i) \times N = \bar{r}N - r_iN \quad (7)$$

$r_i$ 是单次套利交易的冲击成本。简单起见，我们假设其为小于等于 $\bar{r}$ 的一个常数。当 $N$ 减小时，(7)式中的第一项 $\bar{r}N$ 由图9可知会相应减小，但由于 $\bar{r}$ 随 $N$ 的减小而增大，因此第一项将始终大于零，并随 $\bar{r}$ 的递增而趋近于零；第二项 $-r_iN$ 会随 $N$ 减小而变大，因此当 $N$ 很小时， $-r_iN$ 趋近于零。也就是说 $r_{total}$ 随交易次数的减小最终将趋近于零，而在这一过程中，累积收益率在不同的 $r_i$ 下将随着开平仓阈值 $\Delta$ 的增加呈现出如图10所示的曲线结构。可以看出，随着冲击成本的增加，累积收益率结构由凹状变成凸状，其中拐点的位置与 $r_i$ 密切相关。

因此，当冲击成本较低时，小的开平仓阈值将获得较高的累积收益率；而当冲击成本较高时，必然有一个最佳的开平仓阈值，使得累积收益率最大化。



图10: 不同冲击成本下累积收益率随开平仓阈值的变化



数据来源: 广发证券发展研究中心, 天软科技

#### (四) 盘口价格限价委托下的噪声跨期套利

上述研究全部建立在一种理想化的情况下——按照开仓信号出现 1s 后的最新成交价进行成交, 但这样的假设是存在一定缺陷的。首先, 在实际投资过程中, 交易者在信号出现的瞬间并无法确定 1s 后的市场价格; 其次, 即使知道 1s 后的最新成交价, 按照这个价格下单, 也不一定能够排在委托订单的最前列并实现相应期货合约的交易。平仓时的情况也类似。

因此, 如果希望保证所有套利开、平仓都能够顺利实现, 就需要通过市价委托提交订单 (在期货合约没有涨跌停的前提下)。也就是说, 如果希望建立股指期货多头合约, 则至少需要按照最新的卖一价下单, 而如果建立空头合约, 则至少需要按照最新的买一价下单。同样出于实际操作考虑, 我们按照套利开、平仓信号出现后 1s 时的盘口价格进行盘口价格限价委托下单 (暂时只考虑买一卖一价, 不做过度冲击) 采用  $\Delta = 7$  的开平仓阈值参数 得到图 11 的累积收益率曲线和表 5 的统计结果。

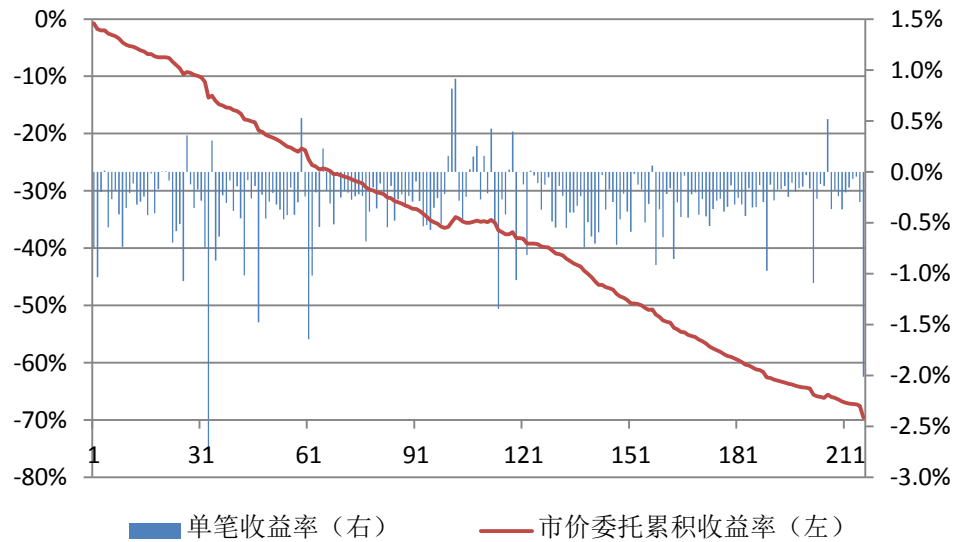
表 5: 盘口价格限价委托下噪声跨期套利的统计结果

交易次数	216
累积收益率	-69.54%
年化收益率	-35.06%
平均收益率	-0.32%
收益率标准差	0.38%
盈利比率	9.26%
最大回撤率	-69.54%
盈利次数	20
亏损次数	196
平均盈利率	0.27%
平均亏损率	-0.38%

平均盈亏比（绝对值）	0.71
单次最大盈利	0.91%
单次最大亏损	-2.76%
最大连续盈利次数	3
最大连续亏损次数	49

数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

图11: 盘口价格限价委托下噪声跨期套利的累积收益率



数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

委托价格由最新成交价改为盘口价格之后，累积收益率直线向下亏损。整个套利过程中绝大多数单笔交易都处于亏损状态，盈利比率仅 9.26%，平均单笔收益率 -0.32%。如果采用带有一定冲击成本的市价委托，结果将会变得更坏。

为什么完全相同的参数选择，限价委托和市价委托的差异如此之大，平均收益率从 0.41% 下降到 -0.32% 按照我们的计算参数（20% 保证金和 0.01% 双边交易成本），两者相当于在单笔收益方面出现了大约 3 个指数点的差异。

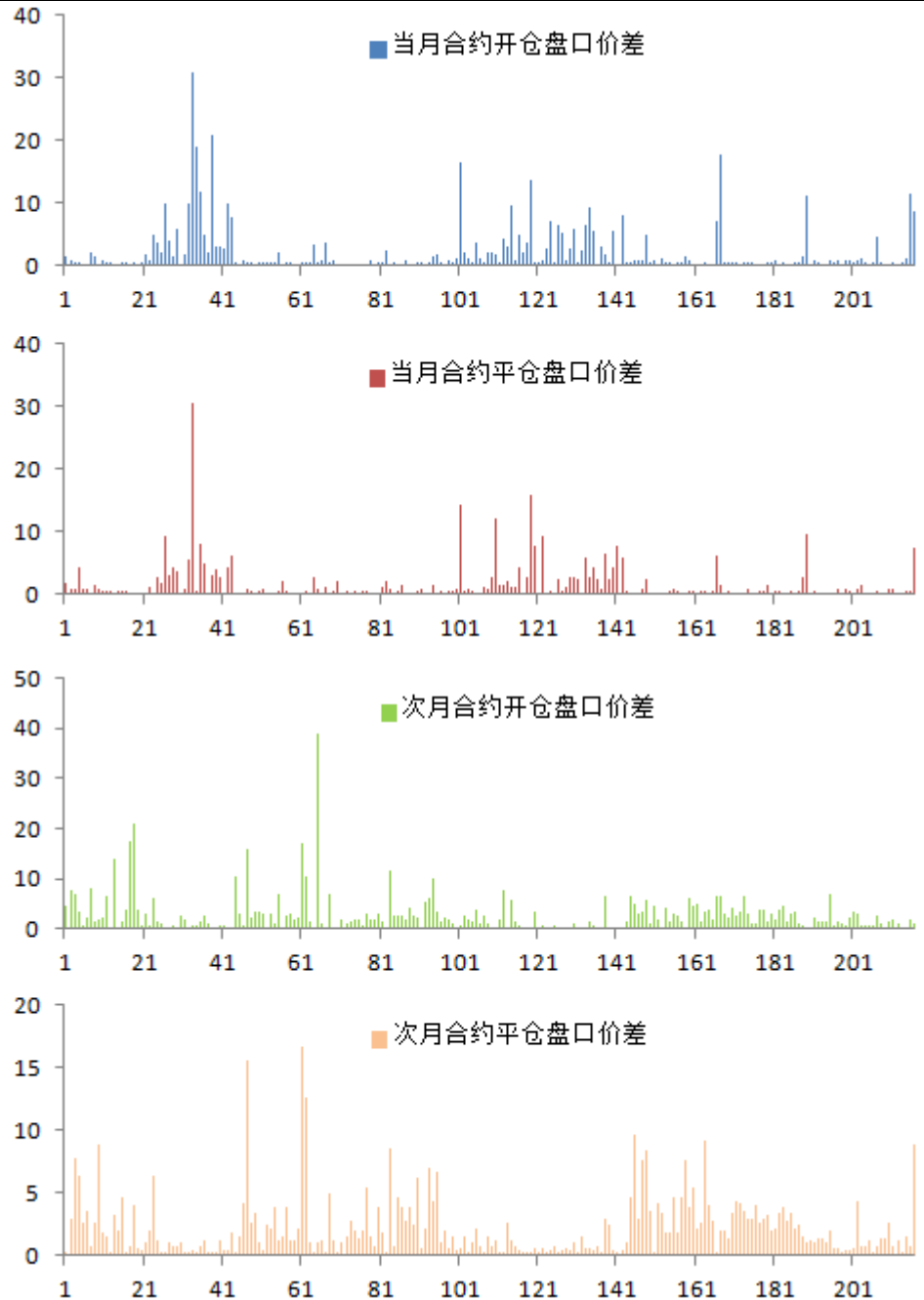
亏损出现在哪里？可以从盘口价差的角度进行分析。我们统计了图 11 与表 5 中 216 次交易建仓与平仓时盘口的价差，即股指期货卖一价减买一价的差值，如图 12 和表 6 所示。

表 6: 噪声套利策略开、平仓时合约的盘口价差统计

	当月合约开仓	当月合约平仓	次月合约开仓	次月合约平仓
均值	2.14	1.57	2.80	2.23
标准差	3.93	3.12	3.98	2.53

数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

图12: 噪声套利策略开、平仓时合约的盘口价差



数据来源: 广发证券发展研究中心, 天软科技

可以看出, 问题原来出在了合约流动性上。限价委托时, 提交的价格绝大多数介于买一价和卖一价之间, 如果盘口价差较大, 那么从统计上来说, 这个提交价格和市价委托的成交价格将相差较远。从表6的数据来看, 当月合约由于流动性相对较好, 盘口价差小于次月合约, 但两者均值都超过了2个指数点; 平仓合约盘口价差小于开仓合约, 这是因为开仓往往发生在合约剧烈波动的瞬间, 跨期价差瞬间大幅增大或大幅减小, 导致了买一价和卖一价的距离迅速拉大。不过从图12也可以看出, 随着市场流动性的增强以及交易者的成熟, 盘口价差总体来说在逐步减小。

### (五) 限价委托下的混合交易策略

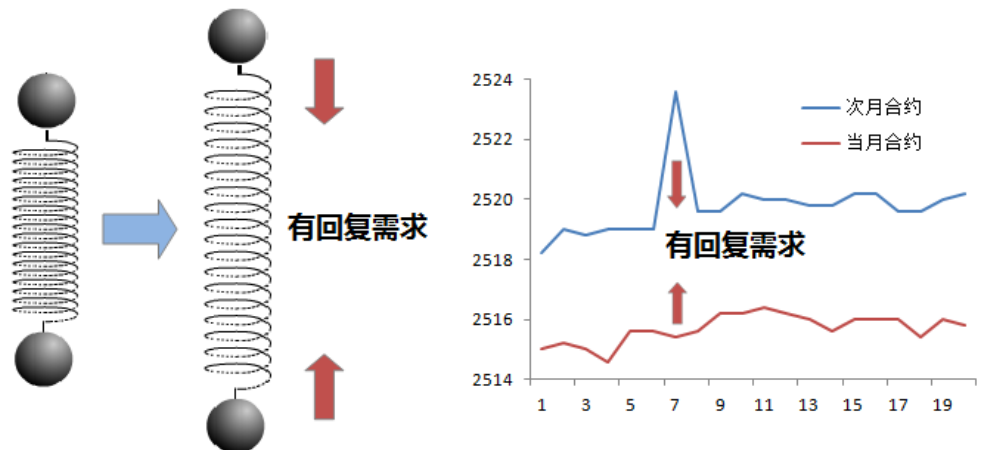
对于市价委托来说，高频套利下较弱的市场流动性必然会导致不理想的收益情况。从上述实证分析可以看出，当前的市场流动性尚难以支持市价委托下的高频跨期套利。因此，我们在一定程度上只能采用限价委托的方式进行订单提交。

但是限价委托在建仓时订单会出现三类情况：

- 1、多空合约完全成交，此时跨期套利头寸建立。
- 2、多空合约部分成交，此时跨期套利头寸不对等，露出一部分投机交易头寸。
- 3、多空合约都未能成交，此时相当于没有对合约进行任何建仓。

如果出现第二种情况，对于暴露出的投机头寸应该进行迅速平仓，以控制合约的价格波动风险。这相当于在策略中加入了一定的高频投机交易。但是这种高频的投机交易并非完全随机的。在高频跨期套利中，价差的瞬间大幅升高或大幅降低可能会触发套利开仓信号。以价差瞬间大幅升高为例，即次月合约价格减当月合约价格突然大幅上升，一般来说有两种情况——次月合约瞬间拉升或当月合约瞬间拉低。无论是哪一种情况，平稳价差的突然升高都隐含了不合理的定价，如图 13 所示，多空合约此时均有回复性需求。这个过程有点像一根弹簧突然被拉长，此时弹簧的两端均有向中间收缩的需求。这个过程不是必然的，不过我们后面的实证结果说明，从统计上来讲这种思想是正确的。价差瞬间大幅降低的情况与此类似。

图13: 高频投机头寸的交易思想



资料来源：广发证券发展研究中心

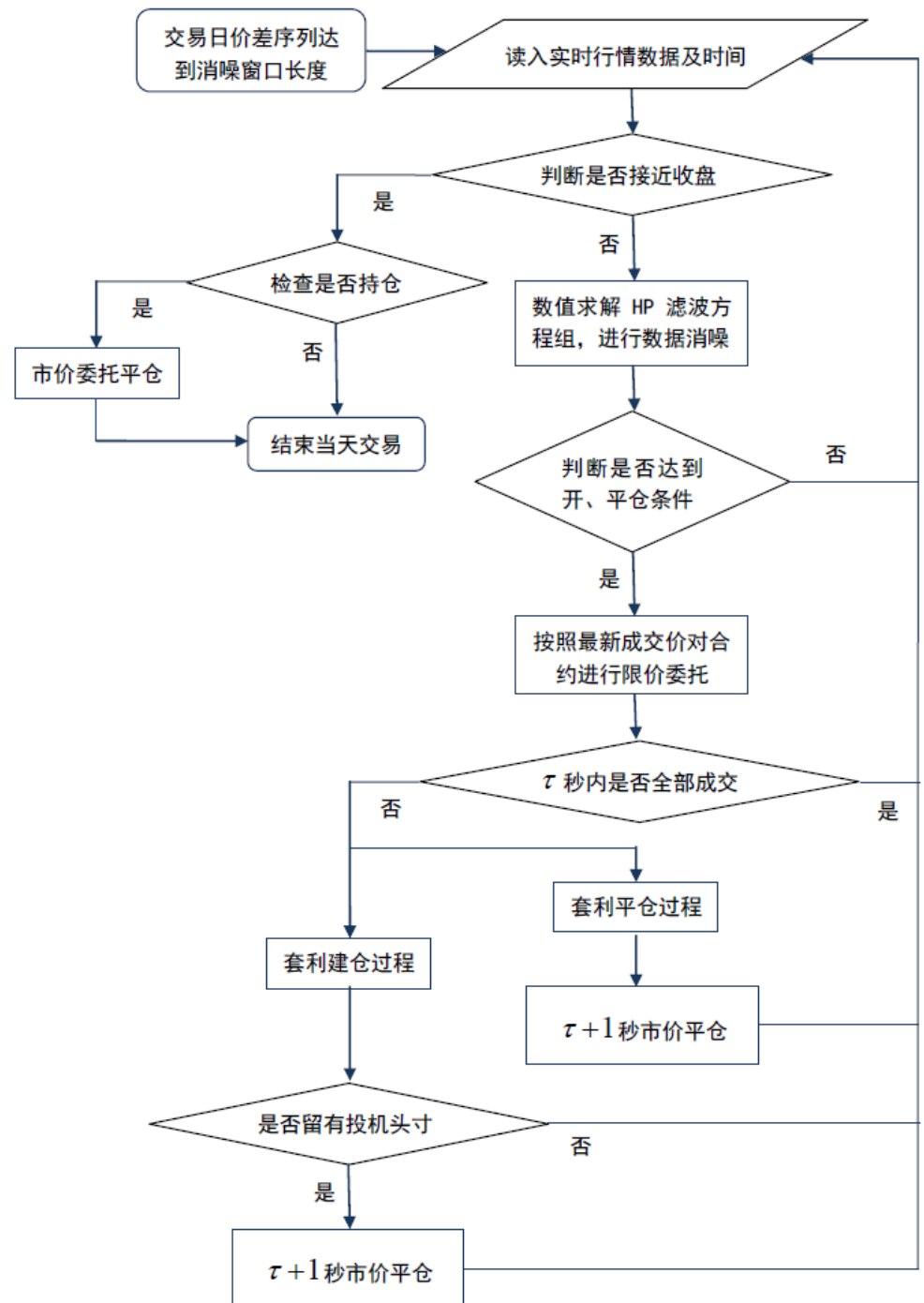
也就是说，当价差突然发生变化并触发套利信号，此时对多、空合约进行限价委托建仓，如果部分成交，未能对冲的投机头寸在价差回复的驱动下，也有较大概率在很短时间内获得正收益。

另外，对于已经建立的套利头寸，在平仓时也存在这样的问题——市价委托，盘口价格与最新成交价相差较大；限价委托，可能无法完全成交。

于是，我们设定了以下的实证方案：消噪与套利参数不变（20%保证金，0.01%交易成本， $\Delta = 7$ ，消噪窗口长度60），当出现套利信号后，按照信号出现时的最新成交价对多、空合约进行限价委托。如果在 $\tau = 3$ 秒之内，按照历史盘口数据该价位可以成交——即做空头寸在未来3秒之内价格的最大值大于等于委托价格；或做多头寸在未来3秒之内价格的最小值小于等于委托价格，则将其计入交易记录。在第3秒

结束后，检查多、空合约是否都已开仓，如果部分开仓，则在第  $\tau+1=4$  秒时按照市价委托对投机头寸进行平仓。如果成功建立了套利合约，即在限价委托下多、空合约均实现了开仓，则在平仓信号出现（价格回复至主要趋势线）时，按照最新成交价进行限价委托，如果  $\tau=3$  秒之内无法全部成交，则在第  $\tau+1=4$  秒按照盘口价格进行市价委托并平仓。加入上述下单策略后，图7中的流程相应地细化为如图14所示的方案。

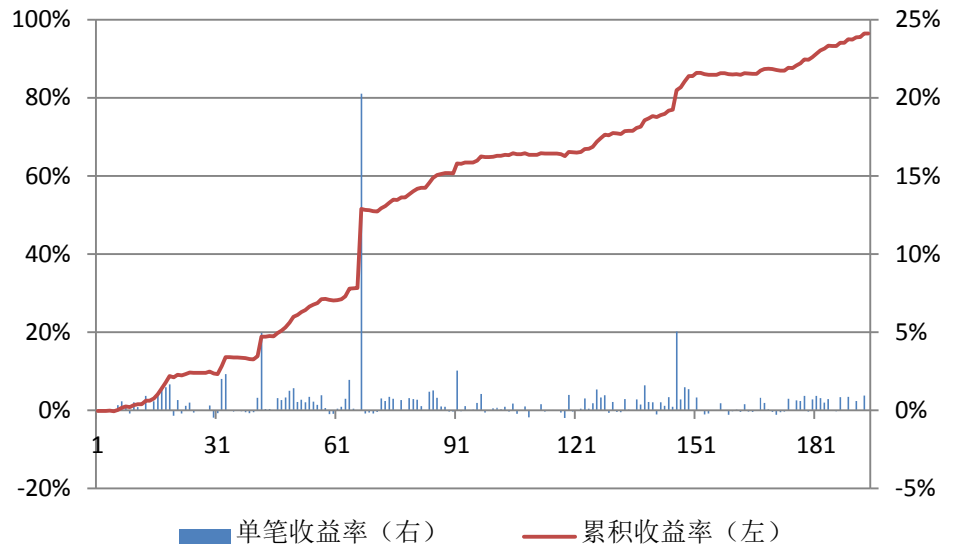
图14：基于HP滤波的混合高频交易流程图



资料来源：广发证券发展研究中心

通过上述混合交易方案，我们重新计算了股指期货上市以来 661 个交易日策略的风险收益情况，如图 15 和表 7 所示。

图15：基于HP滤波的混合高频交易收益情况



数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

表 7：基于 HP 滤波的混合高频交易统计结果

交易次数	194
累积收益率	96.46%
年化收益率	27.79%
平均收益率	0.50%
收益率标准差	1.59%
盈利比率	64.43%
最大回撤率	-0.57%
盈利次数	125
亏损次数	69
平均盈利率	0.84%
平均亏损率	-0.12%
平均盈亏比（绝对值）	7.00
单次最大盈利	20.27%
单次最大亏损	-0.49%
最大连续盈利次数	13
最大连续亏损次数	8

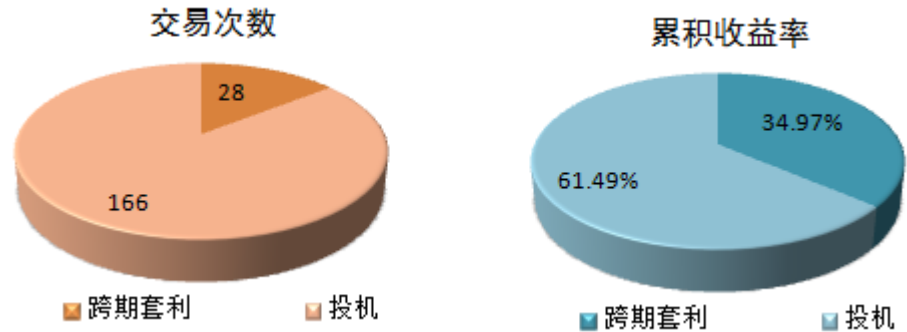
数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

该混合交易策略取得了较好的风险收益情况，相比上述用盘口价格进行限价委托，交易次数也小幅下降，661 个交易日中仅交易 194 次。这里我们有必要对其中的

跨期套利部分和低频投机部分进行分解分析。

经过统计，我们发现在这 194 次交易中，套利交易只有 28 次（套利建仓完成即计为套利交易），共带来 34.97% 的累积收益率；高频投机部分则几乎超过总交易次数的 80%，共发生 166 次，累积收益率达到 61.49%。

图16:  $\tau=3$ 时套利部分和投机部分的交易次数与累积收益率



数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

#### （六）持仓时间测算

上述套利交易与投机交易都在较高频率下完成，持仓时间是需要重点关注的因素之一。

首先关注投机交易的持仓时间。在高频投机交易中，按照上述策略，合约的持仓时间不超过  $\tau+1$  秒，而  $\tau$  也成为策略的重要参数之一。在之前的实证中，我们简单取  $\tau=3$  作为参数。接下来，我们要对建仓和平仓时  $\tau$  的取值进行实证研究。

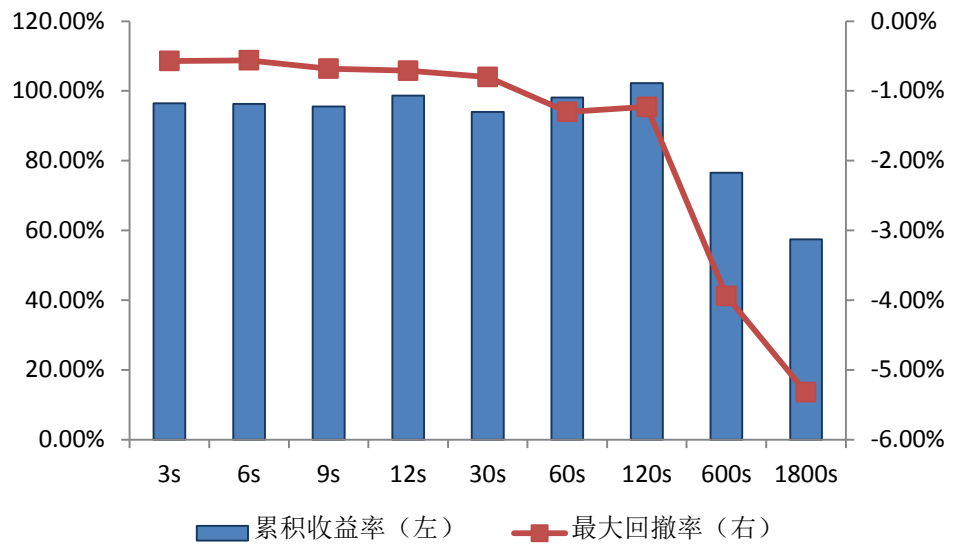
仍然是通过上述策略，在保持其他参数不变的情况下，我们计算了  $\tau$  分别等于 3、6、9、12、30、60、120、600、1800 时混合交易模型的风险收益情况，如图 17 和表 8 所示。

表 8: 不同  $\tau$  参数下混合交易策略的风险收益统计

	交易次数	累积收益率	最大回撤率	盈利比率
3s	194	96.46%	-0.57%	64.43%
6s	183	96.29%	-0.56%	68.30%
9s	181	95.55%	-0.68%	69.61%
12s	180	98.66%	-0.71%	69.44%
30s	169	93.95%	-0.80%	72.19%
60s	163	98.11%	-1.30%	73.01%
120s	159	102.21%	-1.23%	76.73%
600s	137	76.57%	-3.94%	70.80%
1800s	122	57.41%	-5.32%	63.12%

数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

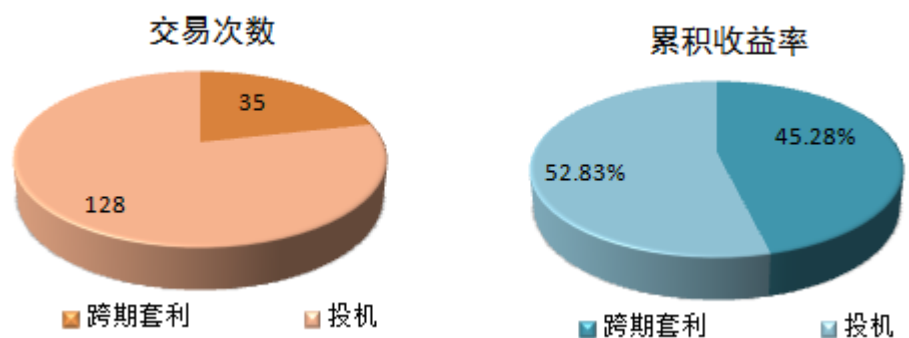
图17: 不同  $\tau$  参数下混合交易策略的风险收益情况



数据来源: 广发证券发展研究中心, 天软科技

可以看出, 只要  $\tau$  的取值在 2 分钟之内, 策略的风险、收益等情况并不会发生太大的变化。也就是说, 相比  $\tau=3$  的情况, 可以适当降低交易频率。在建仓和平仓信号出现后进行的限价委托, 没必要在订单没有全部成交时急于撤单, 这样一方面会加剧交易系统的负荷, 另一方面也会造成投机订单占比过多、有效成交量太少等情况。当  $\tau$  取值太大时, 由于投机头寸的风险暴露, 策略风险收益情况恶化, 不可取。后续测算我们将全部采用  $\tau=60$ , 即下单后等待 1 分钟再对未成交订单进行撤单操作。在该参数下, 套利次数和占比都有所升高, 如图 18 所示。

图18:  $\tau=60$ 时套利部分和投机部分的交易次数与累积收益率



数据来源: 广发证券发展研究中心, 天软科技

如前所述, 投机合约的持仓时间不超过  $\tau+1$  秒, 按照上述参数, 我们基本可以将投机头寸的持仓时间控制在 1 分钟以内。同样按照  $\tau=60$ , 我们计算了所有套利头寸的平均持仓时间, 在 35 次套利交易中, 持仓的平均时间为 35.88 秒, 也基本控制在 1 分钟之内。因此, 较短的持仓时间可以允许我们采用上述 20% 的保证金比率进行建仓, 而不会面临爆仓风险。

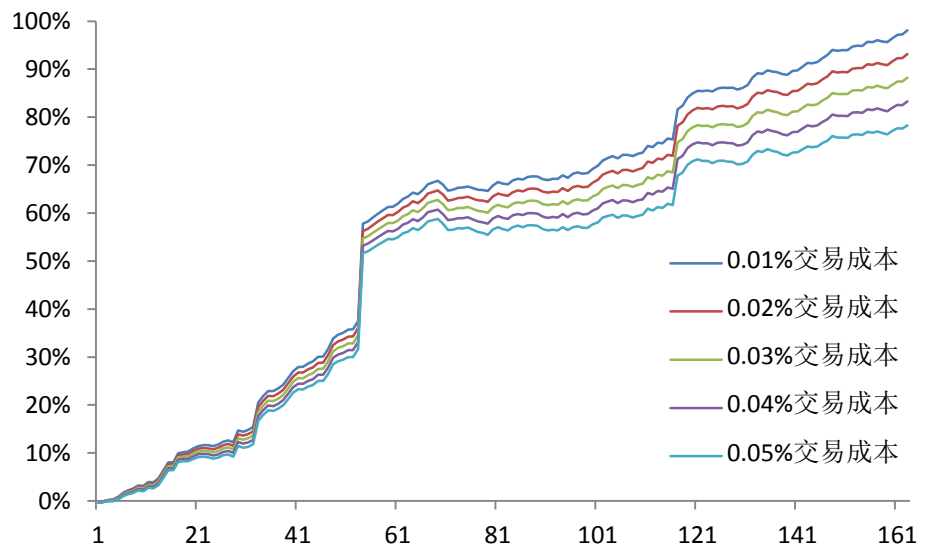


### (七) 交易成本敏感性

由于高频交易的单笔平均收益率较低,因此相关策略往往对冲击成本十分敏感。特别是在上述测算中,部分头寸的平仓采用市价委托,但以盘口的卖一价或买一价进行测算,并没有考虑交易量相对较大时带来的冲击成本。因此接下来,我们要对策略的交易成本敏感性进行研究。

2012年6月1日起,沪深300股指期货手续费标准调整为成交金额的万分之零点三五。2012年9月1日起,沪深300股指期货手续费再度下调,标准调整为成交金额的万分之零点二五。我们在之前的测算中考虑了0.01%的双边交易成本,这是目前机构投资者基本可以达到的佣金水平。保持其他参数不变,考虑一定的冲击成本,我们对上述策略重新进行了回测,得到不同交易成本(双边)下混合交易的风险收益情况,如图19和表9所示。

图19: 不同交易成本下(双边)混合交易累积收益率



数据来源: 广发证券发展研究中心, 天软科技

表9: 不同交易成本下(双边)的套利效果

	0.01%	0.02%	0.03%	0.04%	0.05%
交易次数	163	163	163	163	163
累积收益率	98.11%	93.16%	88.21%	83.26%	78.31%
年化收益率	28.17%	27.00%	25.81%	24.60%	23.37%
平均收益率	0.60%	0.57%	0.54%	0.51%	0.48%
收益率标准差	1.76%	1.75%	1.75%	1.75%	1.75%
盈利比率	73.01%	71.78%	70.55%	68.10%	65.03%
最大回撤率	-1.30%	-1.49%	-1.67%	-1.87%	-2.06%
盈利次数	119	117	115	111	106
亏损次数	44	46	48	52	57

平均盈利率	0.92%	0.90%	0.89%	0.88%	0.89%
平均亏损率	-0.25%	-0.27%	-0.28%	-0.29%	-0.29%
平均盈亏比（绝对值）	3.68	3.33	3.18	3.03	3.07
单次最大盈利	20.25%	20.20%	20.15%	20.10%	20.05%
单次最大亏损	-1.22%	-1.25%	-1.27%	-1.30%	-1.32%
最大连续盈利次数	28	28	17	10	9
最大连续亏损次数	5	5	5	5	5

数据来源：广发证券发展研究中心，天软科技

可以看出，本篇报告所介绍的混合交易策略虽然是高频策略，但由于交易次数相对较少，单笔交易平均收益率较高，因此冲击成本所带来的影响有限，可以采用一定规模的资金进行投资。

## 五、总结

本篇研究报告从噪声跨期套利出发，在 HP 滤波的基础上构建了一套基于股指期货价差变动的混合交易策略——其中包含了跨期套利与高频投机两类策略。通过研究，我们发现高频跨期套利中不能采用市价委托进行下单，因此在限价委托部分成交的情况下，衍生出了一部分投机头寸。

该高频混合交易策略中，无论是套利头寸还是投机头寸，持仓时间都非常短，为股指期货合约加入较高杠杆提供了可能。在 20% 的保证金比率下，策略 2010 年 4 月 16 日至 2012 年 12 月 31 日的 661 个交易日中，共交易 163 次，累积收益率达到 98.11%，最大回撤率仅 -1.30%，具有良好的风险收益特征。

该混合策略的实施对于程序化交易系统有较高要求。首先，价差的 HP 滤波要求系统持续在每秒实现接收数据、数值求解一次 60 维的线性方程组、并在开平仓信号出现的情况下提交订单。其次，对于下单和撤单，要做到非常快速、准确的响应和网络网络传输。

## 风险提示

本篇报告所介绍的混合交易策略通过历史数据统计、建模和测算完成，在市场不确定性下可能存在策略失效风险和流动性风险。

## 广发金融工程研究小组

- 罗军: 首席分析师, 华南理工大学理学硕士, 2010年进入广发证券发展研究中心。
- 俞文冰: 首席分析师, CFA, 上海财经大学统计学硕士, 2012年进入广发证券发展研究中心。
- 叶涛: 资深分析师, CFA, 上海交通大学管理科学与工程硕士, 2012年进入广发证券发展研究中心。
- 安宁宁: 资深分析师, 暨南大学数量经济学硕士, 2011年进入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, 2010年进入广发证券发展研究中心。
- 夏潇阳: 分析师, 上海交通大学金融工程硕士, 2012年进入广发证券发展研究中心。
- 汪鑫: 分析师, 中国科学技术大学金融工程硕士, 2012年进入广发证券发展研究中心。
- 蓝昭钦: 分析师, 中山大学理学硕士, 2010年进入广发证券发展研究中心。
- 史庆盛: 研究助理, 华南理工大学金融工程硕士, 2011年进入广发证券发展研究中心。
- 张超: 研究助理, 中山大学理学硕士, 2012年进入广发证券发展研究中心。

## 广发证券—行业投资评级说明

- 买入: 预期未来 12 个月内, 股价表现强于大盘 10%以上。
- 持有: 预期未来 12 个月内, 股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
- 卖出: 预期未来 12 个月内, 股价表现弱于大盘 10%以上。

## 广发证券—公司投资评级说明

- 买入: 预期未来 12 个月内, 股价表现强于大盘 15%以上。
- 谨慎增持: 预期未来 12 个月内, 股价表现强于大盘 5%-15%。
- 持有: 预期未来 12 个月内, 股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
- 卖出: 预期未来 12 个月内, 股价表现弱于大盘 5%以上。

## 联系我们

	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	深圳市福田区金田路 4018 号安联大厦 15 楼 A 座 03-04	北京市西城区月坛北街 2 号 月坛大厦 18 层	上海市浦东新区富城路 99 号 震旦大厦 18 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。