



Error! Reference source not found.

股指期货跨期套利研究 I

——股指期货系列报告之二十一

	刘富兵	蒋瑛琨	何苗
	021-38676673	021-38676710	021-38676647
	liufubing008481@gtjas.com	jiangyingkun@gtjas.com	hemiao@gtjas.com
	S1130109030867	S0880209020385	S0880108043282

本报告导读：

国泰君安金融工程：本文从持有成本模型及统计套利两方面深入研究了跨期套利，并对沪深 300 期指进行了实证研究。

摘要：

- 跨期套利实际上是一种价差交易，即当合约间价差出现过高或过低时，相应地卖出或买入价差。价差的不确定性决定了跨期套利不是一种无风险套利。跨期套利的难点在于何时采取行动构建头寸以及何时获利了结。合理估计并预测价差波动的范围和趋势是跨期套利交易的关键问题。
- 我们主要介绍了两种不同的套利方法：一种是基于持有成本模型，一种是基于统计套利。基于持有成本模型的跨期套利又分为两种：一种是基于平仓了结的跨期套利，一种是基于期转现的跨期套利。
- 在基于平仓了结的情况下，合约间的均衡价差是市场综合因素导致的结果，其对行情走势需要有一定的预期和判断。
- 而基于期转现的跨期套利运用的是无风险套利的原理，因此得到的套利区间几乎是无风险的。但由于牵涉到现货的买卖与构造，这使得一方面，需要估计的参数大幅提高；另一方面，为保守起见，缩小了套利区间的幅度，从而使得套利的机会大幅减少。因此，对于基于持有成本模型的跨期套利而言，投资者需要提高参数估计的精确度。
- 基于统计套利的跨期套利模型，我们主要介绍了利用协整建立套利策略和利用 GARCH 模型建立套利策略。统计套利实质上是一种利用不同到期月份合约间价差偏离长期均衡状态构建对冲套利头寸获利的交易行为。该方法有别于纯粹对赌近期和远期合约走势的单纯的投机套利交易行为。统计套利最大的特点就是无需对市场未来的方向进行判断。该方法使得价差序列的分析更加客观化，从而制定相对稳健的交易策略。
- 利用上述 4 种模型对我国的 5 月、6 月期货合约进行实证研究，4 种跨期套利策略均取得了不错收益。一方面，这表明这些套利模型是行之有效的；另一方面，这也说明我国的股指期货市场目前仍存在大量的跨期套利机会。不过，从跨期套利所需的时间来看，统计套利相对短些，因此统计套利的方式更为稳健，风险更小些。

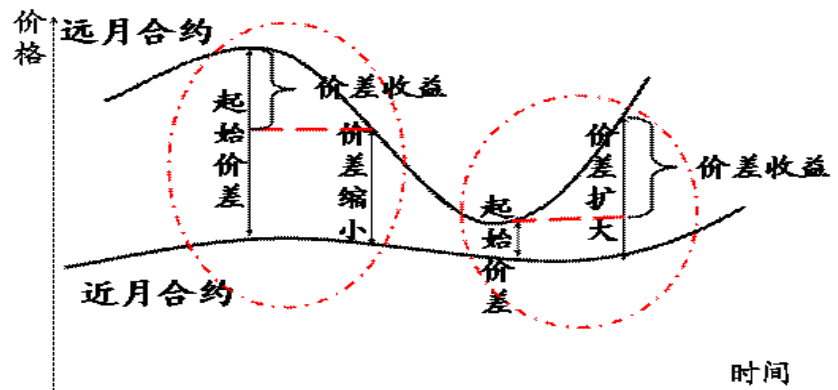
1. 跨期套利简介

1.1. 跨期套利的定义及性质

跨期套利是围绕同种期货合约不同交割月份的价差而展开的。它是指同时买入或者卖出同种标的不同交割月份的期货合约，以期在价差有利的情况下将两个合约对冲平仓从而获利的投资方式。一般来说，相同标的指数的股指期货在市场上会有不同交割月的若干合约同时交易，目前我国沪深 300 指数期货同时上市的就只有 4 个合约：当月、下月及下两个季月，这为跨期套利提供了基础。由于同时交易的不同交割月合约均是基于同一标的指数，所以，在市场预期相对稳定的情况下，不同交割日期合约间的价差应该是稳定的，一旦价差发生了变化，则会产生跨期套利机会。

事实上，从原理上看，跨期套利实际上是一种价差交易，当合约间价差出现过高或过低时，相应地卖出或买入价差，直至价差回归合理的均衡价差。

图 1 跨期套利原理图



数据来源：国泰君安证券研究

由此可见，跨期套利是针对不同股指期货合约间价差进行的交易。考虑到价差运行的不确定性，投资者需要对不同到期日的期货合约价差及价差的运行做出预测，因而，这种套利形式不是无风险套利。价差运行的方向与投资者预测方向一致，则跨期套利交易就可盈利，反之则亏损。不过，由于套利交易者所持的两份合约具有同涨同跌的特征，而其方向相反，因而可以对冲大部分趋势变动的风险。这使得套利交易的风险要远远小于纯粹的投机交易（即单方向做多、做空）。

1.2. 跨期套利与期限套利的比较

与期限套利相比，跨期套利策略针对同一指数标的，并买入和卖出交易均在期货市场实施，不涉及现货市场的各类交易成本和冲击成本，因此整个交易策略制定和执行相对容易。另一方面期现套利由于涉及需支付

100%资金的现货市场，因而所需资金巨大，杠杆较小，而跨期套利两边都可以使用保证金，因而实际上可利用的杠杆更大，所需资金相对较为适中。

在实际交易中，跨期套利比较适合资金不大的一般中小投资者，所占资金不多，交易灵活，风险较小而收益可观；而期现套利，因需要拥有现货头寸，占用的资金很大，而且需要有良好的股票现货筹码收集和消化能力，更适合机构运作。

1.3. 跨期套利的类型

股指期货的跨期套利方式主要包括熊市套利、牛市套利和蝶式套利。其原理在于利用不同合约之间的价差（spread）波动趋势采取对应的买卖策略构建套利头寸，在价差波动对投资者有利的条件下采取相反的对冲操作了结套利头寸。

1.3.1. 牛市跨期套利

即执行卖近买远策略。如果我们判断远月合约涨幅将大于近月合约涨幅，或远月合约跌幅将小于近月合约跌幅，就可以买入远月合约，同时卖出近月合约，这种套利方式称作牛市（多头）跨期套利。

从价差的角度看，做牛市套利的投资者看多股市，认为远月合约涨幅将大于近月合约的涨幅，或者说远月合约跌幅将小于近期合约的跌幅。换言之，牛市套利即是认为远月合约与近月合约的价差将变大。从价值判断的角度看，牛市套利认为远月合约的价格应高于当前远月合约的交易价格，其价格被低估。因此做牛市套利的投资者会卖出近月合约，并同时买入远月合约。

1.3.2. 熊市跨期套利

即执行买近卖远策略。如果我们判断近月合约涨幅将大于远月合约涨幅，或近月合约跌幅将小于远月合约跌幅，我们就可以买入近月合约，同时卖出远月合约，这种套利方式称作熊市（空头）跨期套利。

熊市套利与牛市套利相反，即看空股市，认为远月合约的跌幅将大于近月合约，或者说远月合约的涨幅将小于近月合约涨幅。换言之，熊市套利即是认为远月合约与近月合约的价差将变小。在这种情况下，远月合约当前的交易价格被高估，做熊市套利的投资者将卖出远月合约，并同时买入近期合约。

1.3.3. 蝶式跨期套利

蝶式套利是两个方向相反、共享中间交割月份的跨期套利的组合，即同时进行三个交割月份的合约买卖，通过中间交割月份合约与前后两交割月份合约的价差的变化来获利。当投资者认为中间交割月份的股指期货合约与两边交割月份合约价格之间的价差将发生变化时，会选择采用蝶

式套利。

我们知道，跨期套利交易的入市前提是价差关系出现异常，通过判断价差的正常和异常波动区间，即可确定跨期套利机会的存在性。然而，跨期套利的难点在于何时采取行动构建头寸以及何时获利了结。由于价差（spread）交易至少在表面上看起来不如期现套利和 ETF 套利那么直观，合理估计并预测价差波动的范围和趋势是跨期套利交易的关键问题。因此下面我们主要针对如何建立套利区间展开研究。

2. 基于持有成本模型的跨期套利

该方法的原理是利用持有成本模型，计算出不同月份股指期货合理价差，然后加上或减去交易成本，从而形成无套利空间，当远月合约高于此无套利空间的上限时，投资者就可以卖出远月合约，买入近月合约；反之则买入远月合约卖出近月合约。

2.1. 基于平仓了结的跨期套利无套利区间

由于不同交割月合约具有相同的标的指数，因此它们之间应该存在着一种平价关系，即远月合约的价值应该是近月合约价值按照远期利率进行复利后加上一个均衡价差。而日常合约间的价差受各种因素影响，与均衡价差存在一定的偏离，这种偏离受制于同一基本面，因而，又都存在回归均衡价差的趋势。因此只要能确定这个均衡价差，那么，两个不同交割月合约的价差在未来将会收敛并趋向于均衡价差。在此过程中，可能存在着套利机会。

由上述分析，我们可以得到同一标的指数的不同交割月股指期货合约的均衡模型如下：

$$F(t, T_2) = F(t, T_1)e^{r(T_2 - T_1)} + \Delta B$$

其中 $F(t, T_1), F(t, T_2)$ 分别表示到期日为 T_1, T_2 的两个期货合约在 t 时刻的价格， r 为无风险利率， ΔB 为均衡价差。

当考虑交易成本时，无论是牛市跨期套利还是熊市跨期套利，近远月合约的价差收益必须在高于交易成本的情况下，才能进行套利。

因此，在进行熊市跨期套利时，近月远月合约的价格必须满足：

$$spread = F(t, T_2) - F(t, T_1)e^{r(T_2 - T_1)} > C_{\text{期货}} + \Delta B$$

其中 $C_{\text{期货}}$ 为进行跨期套时期货交易成本，按照建仓时的期指价格估算，主要包括以下 3 方面成本：

期货开仓平仓的交易成本，若设交易费用比率为 k ，则因开仓平仓导致的交易成本大约为 $2(F(t, T_1) + F(t, T_2))k$

期货的冲击成本，若设冲击成本比率为 h ，则期货交易的冲击成本大约为 $2(F(t, T_1) + F(t, T_2))h$

资金成本，设保证金比例为 M ，则因保证金而导致的资金成本大致为 $(F(t, T_1) + F(t, T_2)) \square M \square r(T_1 - t)$

综上所述，熊市跨期套利时，远月与近月合约的价差必须满足：

$$spread > (F(t, T_1) + F(t, T_2)) \square [2k + 2h + M \square r(T_1 - t)] + \Delta B$$

同理可得，在进行牛市跨期套利时，远月与近月合约的价差必须满足

$$spread < -(F(t, T_1) + F(t, T_1)) \square [2k + 2h + M \square r(T_1 - t)] + \Delta B$$

2.2. 期转现下跨期套利的无套利价差区间

在平仓了结情况下的跨期套利中，均衡价差是基于对后市预期的主观判断。而且由于假设跨期套利最后将平仓了结，因此不存在交割结算的问题。但是，需要注意的是，跨期套利存在的基础是期现套利，如果期现套利机制不存在，价差并不必然回归，这样套利将会失败。真正的无风险跨期套利，其实是投资者买入（卖出）近月合约，即使近月合约到期时价差依旧没有回归，投资者仍可以将跨期套利转换成期现套利。这种方式商品期货市场上称之为交割套利。

下面我们计算跨期套利的期转现无套利价差区间：

首先，我们来分析下完美市场下跨期套利的具体流程。在熊市跨期套利下，若 $F(t, T_2) - F(t, T_1)e^{r(T_2 - T_1)} > 0$ ，则投资者在 t 时刻以 $F(t, T_1)$ 买入近月合约，以 $F(t, T_2)$ 卖出远月合约； T_1 时刻将近月合约平仓，同时以 r 的利率借入资金 $F(t, T_1)$ ，并买入现货； T_2 时刻，将远月合约平仓，同时卖出现货，归还所借资金，则通过此次跨期套利的操作，投资者可获利 $F(t, T_2) - F(t, T_1)e^{r(T_2 - T_1)}$ ，具体流程如下图所示：

表 1: 熊市跨期套利流程

时间	操作	对象	价格	现金流
t 时刻	空头	远月合约 F_2	$F(t, T_2)$	0
	多头	近月合约 F_1	$F(t, T_1)$	
T_1 时刻	平仓	近月合约 F_1	$S(T_1) - F(t, T_1)$	0
	买入	标的现货 S	$-S(T_1)$	
	融资	现金	$F(t, T_1)$	
T_2 时刻	平仓	远月合约 F_2	$F(t, T_2) - S(T_2)$	$F(t, T_2) - F(t, T_1)e^{r(T_2 - T_1)}$
	卖出	标的现货 S	$S(T_2)$	
	还贷	现金	$-F(t, T_1)e^{r(T_2 - T_1)}$	
总收益				$F(t, T_2) - F(t, T_1)e^{r(T_2 - T_1)}$

数据来源：国泰君安证券研究。

类似的，我们可以得到牛市跨期套利流程：

表 2:牛市跨期套利流程

时间	操作	对象	价格	现金流
t 时刻	多头	远月合约 F_2	$F(t, T_2)$	0
	空头	近月合约 F_1	$F(t, T_1)$	
T_1 时刻	平仓	近月合约 F_1	$S(T_1) - F(t, T_1)$	0
	买入	标的现货 S	$-S(T_1)$	
	融资	现金	$F(t, T_1)$	
T_2 时刻	平仓	远月合约 F_2	$F(t, T_2) - S(T_2)$	$F(t, T_2) - F(t, T_1)e^{r(T_2-T_1)}$
	卖出	标的现货 S	$S(T_2)$	
	还贷	现金	$-F(t, T_1)e^{r(T_2-T_1)}$	
总收益				$F(t, T_2) - F(t, T_1)e^{r(T_2-T_1)}$

数据来源：国泰君安证券研究

从跨期套利流程中，我们可以看到现货在跨期套利中的作用，事实上，只有存在充分的套利，期货价格才能稳定在其理论定价附近，而两张合约也才能维持稳定的相对定价。

上述套利是在不考虑成本的前提下得到的，若考虑交易费用、冲击成本、时间成本，在熊市跨期套利下，合约价差应满足：

$$spread = F(t, T_2) - F(t, T_1)e^{r(T_2-T_1)} > C_{\text{期货}} + C_{\text{现货}}$$

这里的期货成本与平仓了结下跨期套利的期货成本略有不同，由于期货选择到期交割，因此在期转现跨期套利下，期货成本，少了平仓成本与平仓时的冲击成本，而多了交割成本。

期货成本主要包括：

建仓成本，建仓成本大致为 $[F(t, T_1) + F(t, T_2)]k$ ；

期货冲击成本，期货冲击成本大致为 $[F(t, T_1) + F(t, T_2)]h$ ；

交割成本，期货交割成本大致为 $[F(t, T_1) + F(t, T_2)]\lambda$ ，其中 λ 为交割费率；

资金成本，由于期转现下，期货均持有到期，因此资金成本为 $[F(t, T_1)r(T_1 - t) + F(t, T_2)r(T_2 - t)]M$ 。

现货成本主要包括以下几个方面：

现货买卖佣金， $[F(t, T_1) + F(t, T_2)]\alpha$ ；

现货印花税， $F(t, T_2)\beta$ ；

现货冲击成本， $[F(t, T_1) + F(t, T_2)]\gamma$ ；

现货资金成本，现货资金成本大致为 $F(t, T_1)r(T_2 - T_1)$ 。

因此，合约价差应满足如下条件：

$$spread > [F(t, T_1) + F(t, T_2)](k + h + \lambda + \alpha + \gamma) + F(t, T_1)[r(T_2 - T_1) + r(T_1 - t)M] + F(t, T_2)[\beta + r(T_2 - t)M]$$

类似的，我们可以得到牛市跨期套利期转现下的价差满足的条件：

$$spread = F(t, T_2) - F(t, T_1)e^{r(T_2 - T_1)} < -C_{\text{期货}} - C'_{\text{现货}}$$

这里的期货成本与熊市跨期套利是一样的，不过现货成本稍有区别，一个是现货印花税，由于是在 T_1 时刻卖出的股票，因此印花费用应是

$$F(t, T_1)\beta;$$

另外一方面是现货资金成本，在目前国内市场，融券所得资金只能用来买券还券和偿还利息，另外还要支付较高的融券费率，若设融资利率为 r' ，则现货资金成本为 $F(t, T_1)\beta e^{r'(T_2 - T_1)}$ ，因此，牛市跨期套利下，合约价差应满足如下条件：

$$spread < -[F(t, T_1) + F(t, T_2)](k + h + \lambda + \alpha + \gamma) - F(t, T_1)[\beta + r'(T_2 - T_1) + r(T_1 - t)M] - F(t, T_2)r(T_2 - t)M$$

2.3. 基于持有成本模型的实证研究

2.3.1. 交易策略的制定

通过上文的分析，我们得到了价差的无套利区间，一个简单的理论跨期套利交易机制便是，在实际价差触及上下限时开仓，回归至理论价差时平仓。然而由于实际操作的复杂性，这样的简单交易机制是远远不够的，我们需要设计更为全面的交易机制。

2.3.1.1. 如何开仓

上文无套利区间的确定之所以称之为理论情形，是由于其确定的上下限无法用于套利交易获利。按照上文确定的上下限，当实际价差突破上限的一瞬间卖出价差，待实际价差回归至理论价差时平仓，去除交易费用和资金利息之后的套利收益为零，这显然不是我们跨期套利所需要的策略。一种简单的修正策略便是在理论上下限的基础上上下浮动一定的点位 a 。至于 a 的选择标准，投资者可自行设定，该标准可以是跨期套利的机会成本，也可以是投资者的预期收益。对于基于期转现的跨期套利模型，由于主要以平仓了结为主，因此上下限无需浮动一定点位。

2.3.1.2. 如何止损

尽管跨期套利不是无风险的，而且带有投机成分，但由于跨期套利的本质是价差交易，风险相对较小，故出现追加保证金的概率极低，因此，我们不设置止损位。对于未能盈利的头寸而言，我们设置在近月合约即将到期时进行止损平仓。

2.3.1.3. 如何止盈

套利者应在实际价差回复至理论价差（ ΔB ）时平仓，我们称之为盈利平

仓。在实际价差回复至理论价差时平仓，套利者将得到一定的收益，其大小与其开仓阈值有关。

此外，这里我们不考虑加仓，再次套利只有等上次套利平仓了才能再开仓。

2.3.2. 基于持有成本模型的实证分析

我们选取 if1005 与 if1006 在 2010 年 4 月 16 日至 2010 年 5 月 21 日的 1 分钟高频数据进行实证研究。下图给出了跨期套利需要的主要参数：

表 3 跨期套利参数表

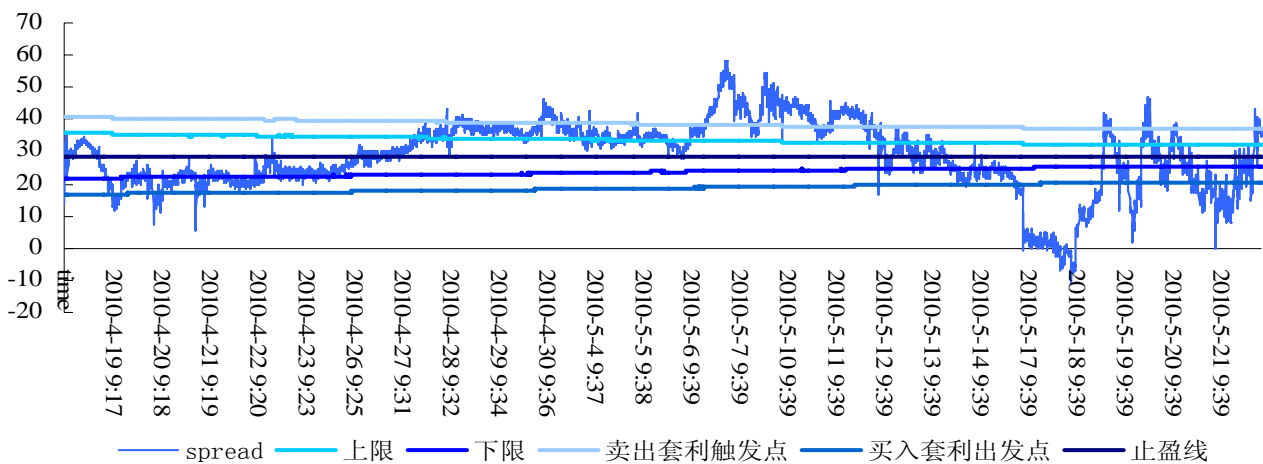
现货成本参数		期货成本参数	
佣金 α	0.001	交易费用 k	0.00015
印花税 β	0.001	冲击成本 h	0.00015
冲击成本 γ	0.004	保证金比例	20%
融券费率 r'	7.86%	利率 r	2.25%
浮动点位 a	5	交割费用 λ	0.0002

数据来源：国泰君安证券研究

对于均衡价差，我们简单用价差均值来估算。事实上，该均衡价差是基于投资者对后市的主观判断。经过简单的统计后，我们得到均衡价差的估计值为 28.6559。利用上述参数，我们可以得到两种情况下的无套利区间及跨期套利的运行结果。

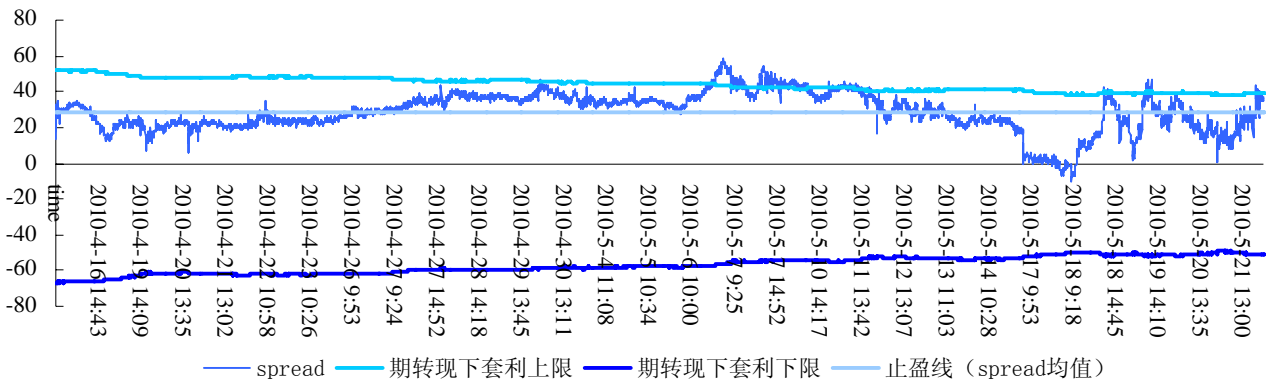
比较两种套利的结果，我们发现，基于平仓了结的跨期套利次数更多些，盈利更多些。相比较而言，基于期转现的跨期套利更为保守些，无套利区间更大些，故套利次数更小些。从一次套利所需要的时间来看，基于平仓了结的跨期套利所需要的时间稍短些，从这个角度而言，基于平仓了结的跨期套利风险相对小些，当然这也依赖于我们对参数的设定。

图 2 基于平仓了结的跨期套利



数据来源：国泰君安证券研究

图 3 基于期转现的跨期套利图



数据来源：国泰君安证券研究

表 4 跨期套利统计结果分析

统计项目	基于平仓了结的跨期套利	基于期转现的跨期套利
样本数量	6783	6783
熊市套利次数	8	6
牛市套利次数	13	0
跨期套利总次数	21	6
毛盈利（点）	250.62	85.66
总盈利（扣除交易成本与冲击成本）（点）	178.31	65.05
平均盈利（扣除交易成本与冲击成本）（点）	8.49	10.84
年化收益率	134.13%	54.34%
一次套利所需的最长时间	5.80天	5.17天
一次套利所需的最短时间	4分钟	14分钟
一次套利平均需要的时间	1.19天	1.72天

数据来源：国泰君安证券研究

3. 基于统计模型的跨期套利

上面我们所介绍的都是利用持有成本的分析方法来确定跨期套利机会。这种方法该种方法比较直观、易于理解，但这种方法涉及到的参数较多，会受到对行情走势判断的主观影响，实际运用中面临着较大的难处，往往由于难以确定参数值，导致可操作性不高；且由于融资利息等主要因素扩大成本的估算使得套利的机会不多。有基于此，多数投资者选择使用统计模型进行跨期套利。

统计套利（Statistical Arbitrage）是一种基于历史价差水平的统计方式来挖掘价差稳定性以及变量间的长期均衡关系，从而制定相对客观的跨期套利策略。其无需对行情进行预期和估计，而且能够挖掘最大化的套利机会。

3.1. 协整的概念

由期指定价模型而知，不同合约的走势都是基于对未来标的指数的预期产生的，除了持有成本带来的合约价差外还有一些非合理的因素，从长期来看同一标的的各合约价格之间存在着这样一种平稳关系。协整概念便是处理非平稳时间序列间长期均衡关系的一种行之有效的方法。

早期人们在对金融数据进行建模时，发现金融时间序列往往具有非平稳性，这样建立起来的模型存在“伪回归”问题，于是人们对非平稳性序列进行差分，然后用差分后的序列进行建模，这样就解决了数据非稳定性带来“伪回归”问题，然而这样做又带来了一个新问题——丢失了数据之间的长期信息。

20 世纪 80 年代 Engle 和 Granger 提出了协整的概念。所谓的协整是指如果向量时间序列 $\{X_t\}$ 的每一个分量序列都是可以经过一次差分而成为平稳序列，并且这些分量序列的某种线性组合 $a'X_t$ 是平稳的，那么向量时间序列 $\{X_t\}$ 分量序列称为协整的， a 称为协整向量。

协整所表述的均衡实际上是一种状态。当系统受到干扰后会偏离均衡点，而内在均衡机制(经济规律)将努力使系统重新回到均衡状态。如近期合约与远期合约之间就存在着一种均衡状态，当偏离均衡时，内在的机制(套利)将会使得它们重新回到均衡状态。

协整分析在于发现变量间的长期均衡关系。对于跨期套利而言，通过协整方法对不同月份到期的期货合约价格序列进行分析，可以得到价差 (spread) 序列或者说残差序列的分布状况。依据数量化模型理性选择适当的策略建立跨期套利交易头寸，摒弃传统的主观预期未来价差变动方向的高风险跨期套利交易思路，降低风险的同时稳定获取价差交易的收益，同时其涉及参数比较少，参数容易估计，便于实际操作。

下面我们将利用协整方法建立不同月份合约之间长期均衡关系，然后根据长期均衡关系得到其残差序列，分析残差序列，在一定的可信度的基础上建立跨期套利头寸。

3.2. 基于协整的跨期套利实证

基于协整的跨期套利基本思路如下：

首先，我们对价差序列进行处理，利用 ADF 检验其平稳性。如果两个时间序列存在单位根，那么虽然序列本身为非平稳序列，但变量之间存在相同单整阶数的，仍然可能存在协整关系。

其次，根据 EG 检验协整关系的存在，即经过 OLS 回归后对得出的残差序列进行平稳性检验，如果残差为平稳的，即两个序列之间存在长期均衡的协整关系，那么该统计套利方法便可以实施。

最后，我们将根据价差的统计分析来制定跨期套利的交易策略。

3.2.1. 协整关系检验

我们依然使用 if1005, if1006 在 2010-4-16 至 2010-5-21 的 1 分钟高频数据进行协整分析。

首先, 我们对 if005 和 if1006 序列进行 ADF 检验, 结果如表 5 所示:

表 5 If1005 与 If1006 的 ADF 检验

序列	ADF 统计量	概率	1%阈值	5%阈值	10%阈值
If1005	-1.7572	0.4023	-3.43114	-2.86177	-2.56694
d(if1005)	-53.5125	0.0001	-3.43114	-2.86177	-2.56694
If1006	-1.75137	0.4052	-3.43114	-2.86177	-2.56694
d(if1006)	-56.0052	0.0001	-3.43114	-2.86177	-2.56694

数据来源: 国泰君安证券研究

由上表可以看出, if1006 与 if1005 序列都含有单位根, 但经过一阶差分后, if006 和 if1005 都是 I(1) 序列, 因此两者存在协整的可能。

利用高频数据对 if1006, if1005 进行回归可得到如下结果:

$$If1006 = 1.008681If1005 + 8.216023 + resid$$

对模型的残差进行 ADF 检验, 得到如下结果:

表 6 残差序列的 ADF 检验

序列	ADF 统计量	概率	1%阈值	5%阈值	10%阈值
Resid	-3.3222	0.014	-3.43114	-2.86177	-2.56694

数据来源: 国泰君安证券研究

由上表可以看出, 残差 resid 基本上是平稳的, 因此可以认为 if1006 与 if1005 之间存在协整关系。

3.2.2. 交易策略及结果

我们令价差 $spread = resid$, 则根据协整结果, 我们可以得到价差分布序列 spread。其基本统计量如下表所示:

表 7 spread 基本统计量

Mean	Median	Maximum	Minimum	Std. Dev.	Skewness	Kurtosis	arque-Bera	Probability	
-1.53E-1	2	0.301746	30.17841	-37.00269	10.66964	-0.376242	3.266092	180.0427	0

数据来源: 国泰君安证券研究

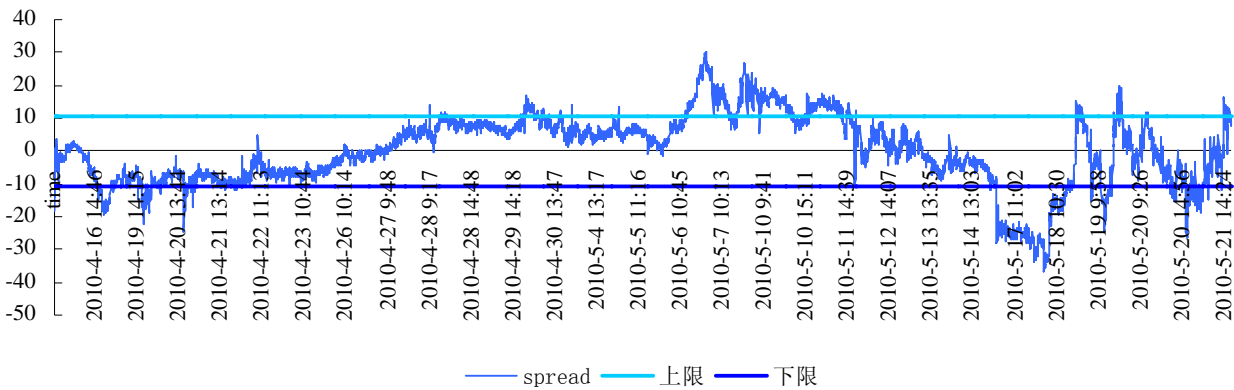
为了便于序列数据集中化, 我们根据价差序列均值 mean 的结果将 Spread 中心化, 即令 $Ms\text{spread} = \text{Spread} - \text{mean}$ 。根据得到的 Ms\text{spread} 序列, 我们可以建立如下套利策略:

1. 当 $Ms\text{spread}_t < -\sigma(Ms\text{spread}_t)$, 进行牛市跨期套利;

- 2.当 $Mspread_t > \sigma(Mspread_t)$ ，进行熊市跨期套利；
- 3.自建立套利头寸后，当 $Mspread_t$ 回落至正负一个标准差区间内时，进行反向操作，了结套利头寸；
- 4.当近期合约到期后，无论价差是否回落，反向对冲了结套利头寸，不进行展期操作。

得到的套利区间及运行结果如下述图表所示：

图 4 基于协整的跨期套利



数据来源：国泰君安证券研究

表 8 基于协整的跨期套利统计结果分析

统计项目	统计值
样本数量	6783
熊市套利次数	9
牛市套利次数	9
跨期套利总次数	18
毛盈利（点）	238
总盈利（扣除交易成本与冲击成本）（点）	175.46
平均盈利（扣除交易成本与冲击成本）（点）	9.747
年化收益率	131.98%
一次套利所需的最长时间	5.83天
一次套利所需的最短时间	4分钟
一次套利平均需要的时间	1.30天

数据来源：国泰君安证券研究

3.3. 基于 GARCH 模型的跨期套利

3.3.1. 考虑价差序列的时变方差特性

在上一节，我们利用协整关系，采用了较简单的策略制定方法，即以样本数据恒定不变的一个标准差作为触发套利交易行为的阈值。实际上， $Spread_t$ 序列或者 $Mspread_t$ 序列自身的方差并非恒定不变，类似于其他金融时间序列， $Spread_t$ 自身也存在时变方差的特性，此时我们需要对价差的方差进行预测，一般 GARCH(1,1)模型建模可以较好地对本

外价差的时变方差做出估计。

为此，首先需要将数据分为样本内与样本外数据两部分，以 2010-4-16 至 2010-5-7 的高频数据作为样本内数据，以 2010-5-10 至 2010-5-21 的高频数据作为样本外数据。通过样本内数据建立 GARCH 模型，然后利用该模型对样本外价差的方差做出估计，在此基础上制定交易策略。

根据对 $Spread_t$ 序列的自相关函数和偏自相关函数分析，初步判断 $Spread_t$ 序列是 AR(2)过程，对方程残差的 ARCH-LM 检验结果表明存在自回归条件异方差，可建立 AR(2)-GARCH(1,1)模型如下：

$$Spread_t = 0.012046 + 0.583627Spread_{t-1} + 0.411964Spread_{t-2} + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = 0.091957 + 0.108985\varepsilon_{t-1}^2 + 0.837338\sigma_{t-1}^2$$

对均值方程的残差项 ε_t 进行 ARCH-LM 检验，表明不存在 ARCH 效应。此外，该模型的 $R^2 = 0.97777$ ，DW 统计量为 2.143287，表明 AR(2)-GARCH(1,1)模型较好地拟合了 $Spread_t$ 序列的分布，可用该模型预测样本外的方差分布。

3.3.2. 交易策略及结果

考虑到方差的时变性，为稳健起见，我们以正负 4 倍的 sigma 作为套利交易的上下边界。对于样本外数据，我们采取的交易策略为：

- 1.当价差小于 4 倍负的时变标准差时，进行牛市跨期套利；
- 2.当价差大于 4 倍正的时变标准差时，进行熊市跨期套利；
- 3.自建立套利头寸后，当价差回落至 4 倍时变标准差区间内时，进行反向操作，了结套利头寸；
- 4.当季合约到期后，无论价差是否回落，反向对冲了结套利头寸，不进行展期操作。

执行该策略进行跨期套利运行结果如下：

表 9 基于 GARCH 模型的跨期套利统计结果

统计项目	统计值
样本数量	2715
熊市套利次数	9
牛市套利次数	14
跨期套利总次数	23
毛盈利（点）	130.10
总盈利（扣除交易成本与冲击成本）（点）	68.30
平均盈利（扣除交易成本与冲击成本）（点）	2.97
年化收益率	193.53%
一次套利所需的最长时间	0.75天
一次套利所需的最短时间	1分钟
一次套利平均需要的时间	0.06天

数据来源：国泰君安证券研究

比较两种统计套利方式，我们发现，尽管采用 GARCH 模型后，尽管平均的跨期套利收益有所下降，但其套利所需的时间明显缩短了，从这个角度而言，基于 GARCH 的统计套利相对稳健些，风险更小些。

4. 小结

本文我们首先阐述了跨期套利的概念、原理及性质。我们主要介绍了两种不同的套利方法：一种是基于持有成本模型，一种是基于统计套利。基于持有成本模型的跨期套利又分为两种：一种是基于平仓了结的跨期套利，一种是基于期转现的跨期套利。

在基于平仓了结的情况下，合约间的均衡价差是市场综合因素导致的结果，其对行情走势需要有一定的预期和判断。

而基于期转现的跨期套利运用的是无风险套利的原理，因此得到的套利区间几乎是无风险的。但由于牵涉到现货的买卖与构造，这使得一方面，需要估计的参数数量大幅提高；另一方面，为保守起见，扩大了无套利区间的幅度，从而使得套利的机会大幅减少。因此，对于基于持有成本模型的跨期套利而言，投资者需要提高参数估计的精确度。

基于统计套利的跨期套利模型，我们主要介绍了利用协整建立套利策略和利用 GARCH 模型建立套利策略。统计套利实质上是一种利用不同到期月份合约间价差偏离长期均衡状态构建对冲套利头寸获利的交易行为。该方法有别于纯粹对赌近期和远期合约走势的单纯投机套利交易行为。统计套利最大特点就是无需对市场未来的方向进行判断。该方法使得价差序列的分析更加客观化，从而制定相对稳健的交易策略。

不过基于统计套利的跨期套利在执行过程中仍有一些地方值得思考：一方面，统计套利一般是选取样本内数据建立的数量模型，故在数据发生变化下无法及时反映变量之间的关系，所以需要及时更新模型；另一方面是阈值的设定问题，不同的阈值会导致不同的交易策略，从而带来不同的收益，因此阈值设计的好坏直接关系到跨期套利收益水平的高低。

最后，我们需要再次强调的是，跨期套利并不是完全无风险的。除了价差外，保证金水平是跨期套利另外的风险来源。在临近交割或市场波动剧烈的时候会适当提高保证金的要求，这就要求投资者有一定的活动资金得以应变。保证价差进一步向有利或不利方向扩大时的资金能力和弹性准备，也要有提前做出的止赢止损计划。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

本报告仅供国泰君安证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许范围内使用，并注明出处为“国泰君安证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的证券。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

评级说明

	评级	说明
1. 投资建议的比较标准 投资评级分为股票评级和行业评级。以报告发布后的 12 个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后的 12 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数涨跌幅为基准。	增持	相对沪深 300 指数涨幅 15%以上
	谨慎增持	相对沪深 300 指数涨幅介于 5%~15%之间
	中性	相对沪深 300 指数涨幅介于-5%~5%
	减持	相对沪深 300 指数下跌 5%以上
2. 投资建议的评级标准 报告发布日后的 12 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅。	增持	明显强于沪深 300 指数
	中性	基本与沪深 300 指数持平
	减持	明显弱于沪深 300 指数

国泰君安证券研究

	上海	深圳	北京
地址	上海市浦东新区银城中路 168 号上海银行大厦 29 层	深圳市福田区益田路 6009 号新世界商务中心 34 层	北京市西城区金融大街 28 号盈泰中心 2 号楼 10 层
邮编	200120	518026	100140
电话	(021) 38676666	(0755) 23976888	(010) 59312799
E-mail:	gt.jaresearch@gt.jas.com		