

螺纹钢与焦炭的配对交易策略

2013年2月6日星期三

量化策略

核心提示

配对交易策略作为一种市场中性策略，从两个走势一致的资产价格序列的偏离与恢复过程中赚取绝对收益，不受系统性风险影响。考虑到高度关联的产业链关系，我们将配对交易策略用于螺纹钢与焦炭期货的套利交易，从12年年初到13年1月底累计收益23.23%，盈利次数占比83.33%，最大回撤99.62%。根据莫尼塔大宗商品基本面分析框架对商品的分类，配对交易策略在国内商品市场应用前景广阔。

报告摘要

- **配对交易是一种市场中性策略。**对于两个走势一致的资产价格序列，当价差偏离到一定程度时，可以做空价格相对偏高的资产，最多偏低的资产，待价差回归后平仓，赚取绝对收益。因此策略收益与系统性风险关联不大。
- **我们将策略用于螺纹钢和焦炭期货的套利交易。**在不考虑各种交易费用、冲击成本和杠杆的情况下，从12年1月至13年1月共开仓12次，盈利次数占比83.33%，累计收益23.23%，最大回撤99.62%。
- **开仓标准的选择存在权衡。**过高的阈值会使开仓次数减少，从而错过可能的获利机会；而过小的阈值导致价差在偏离不够大的情况下开仓，交易盈利可能性不高。
- **策略适合相对震荡的市场。**由于配对交易从价差的偏离中获利，因此在震荡较大的走势中获利可能性较高。
- **配对交易在国内商品期货市场前景广阔。**国内很多商品期货品种因为自身的金融属性或者上下游产业链关系而具有较高的价格同向性，因此为配对交易策略提供了套利的前提。

刘晨悦
+86.21.3852.1016
cyliu@cebm.com.cn

施琪 博士
+86.21.3852.1018
qshi@cebm.com.cn

马韬
+86.21.3852.1020
tma@cebm.com.cn

金海东
+86.21.3852.1107
hdjin@cebm.com.cn

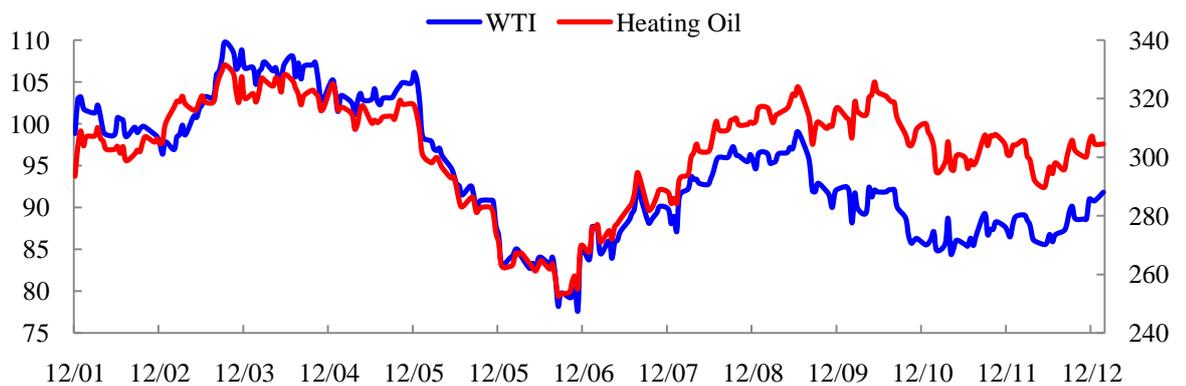
赵大震
+86.21.3852.1073
dzzhao@cebm.com.cn

王沛
+86.21.3852.1008
vwang@cebm.com.cn

配对交易简介

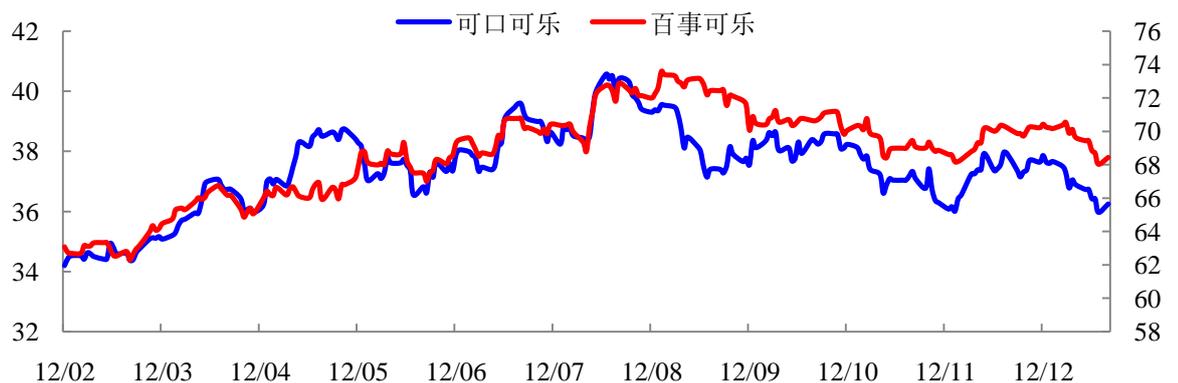
配对交易策略最早在八十年代中期由摩根斯坦利的 Nunzio Tartaglia 所带领的量化团队运用于实际的交易中。其核心思想就是发觉一对价格走势几乎相同的资产，就算在某个时点出现价格走势的背离，这种背离也会在一定的时间内修复，价格重回同向运动。因此，一旦发觉价格走势出现背离，就可以做空当前价格相对偏高的资产，做多当前价格相对偏低的资产；当这种背离出现修复之后，同时平掉这两个仓位，从而赚取由背离回归同向运动的价差。配对交易作为一种统计套利策略在国外被应用于各个领域，包括期货市场、股票市场甚至是指数交易。

图表 1 WTI (美元/桶) 与取暖油 (美元/加仑) 期货当月合约走势



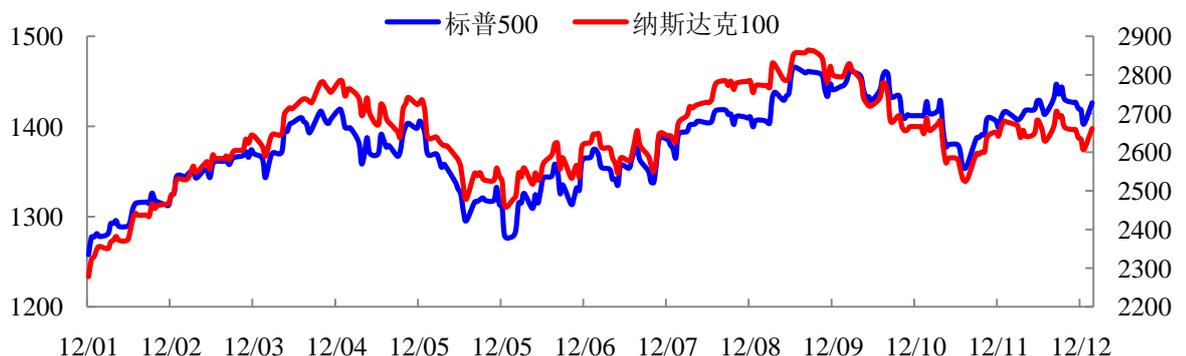
数据来源: Bloomberg, 莫尼塔公司

图表 2 可口可乐与百事可乐股价走势



数据来源: Bloomberg, 莫尼塔公司

图表 3 标普 500 与纳斯达克 100 指数走势



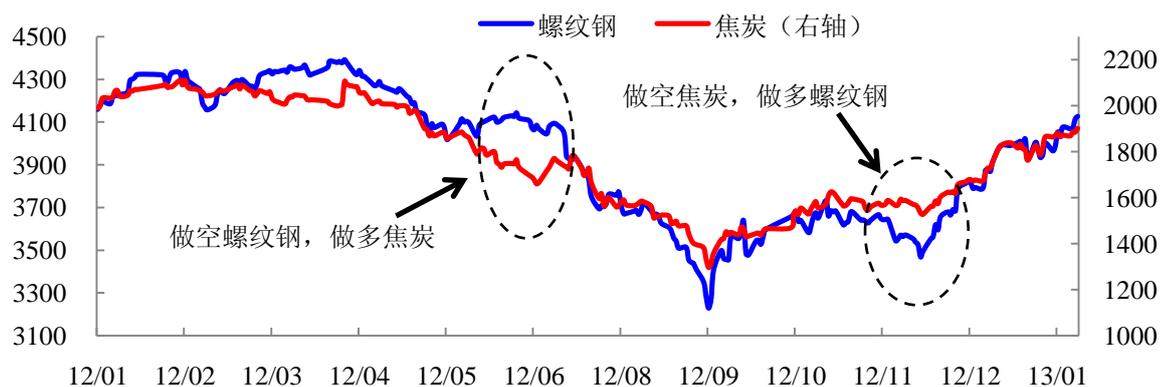
数据来源: Bloomberg, 莫尼塔公司

国内商品期货存在套利空间

配对交易策略是一种市场中性（Market Neutral）策略，因为策略的收益与市场的走势没有直接关系，所赚取的是两个资产之间价差的相对收益，因此它的优势在于收益与系统性风险相关性较低，并且不依赖对宏观走势的判断。

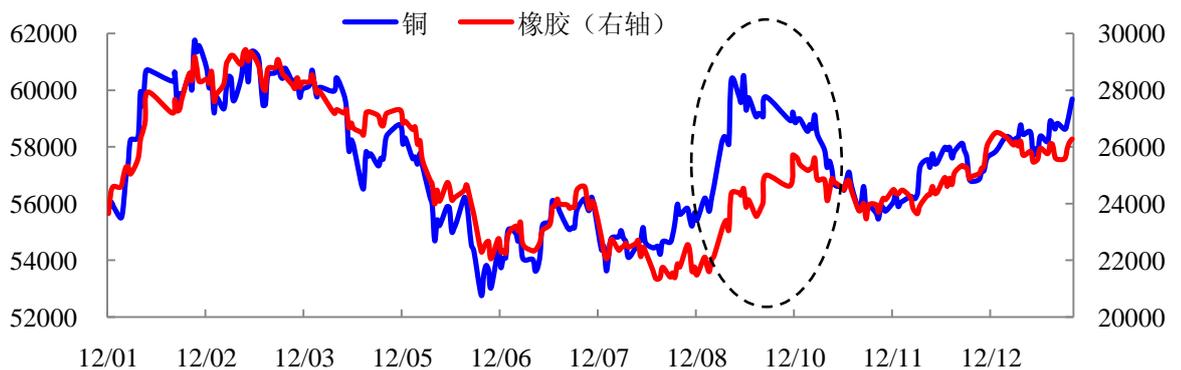
我们将这种市场中性策略应用到国内商品期货市场，希望能够获得稳健的 Alpha。可以看到，国内的期货品种中很多品种之间存在较高的相关性（虽然相关性高并不等价于协整程度高，协整的概念会在后面说明）；另外商品期货存在做空机制，因此理论上存在配对交易的套利空间。

图表 4 螺纹钢与焦炭主力合约走势



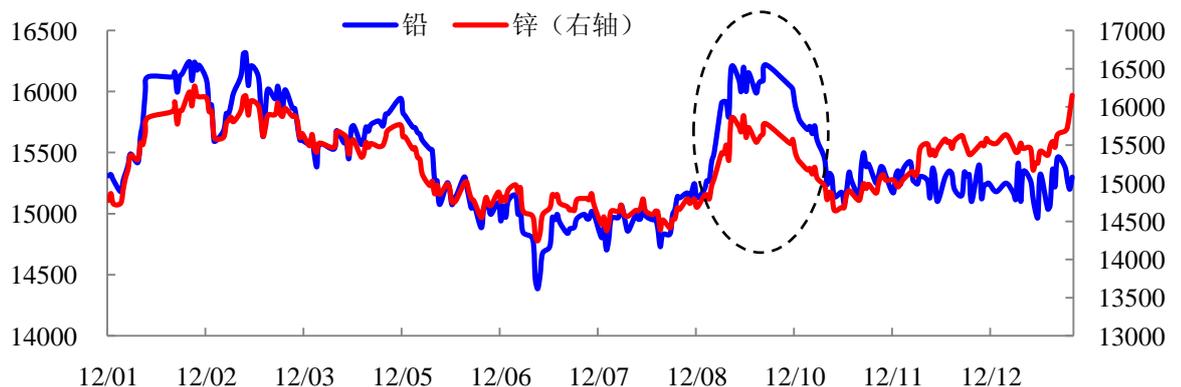
数据来源: Wind, 莫尼塔公司

图表 5 铜与橡胶主力合约走势



数据来源: Wind, 莫尼塔公司

图表 6 铅与锌主力合约走势



数据来源: Wind, 莫尼塔公司

“配对”理论基础—协整关系（Cointegration）

配对交易策略的关键在于寻找两个历史上走势基本一致且长期稳定保持这种关系的资产，一般来说这可以通过基本面层面或统计层面来实现。前者主要依靠对基本面的相关分析，例如两只股票隶属同一板块、两种商品存在上下游产业链关系等；而后者则通过判断两个价格时间序列之间的协整关系来确定。

Engle Granger（1987）中给出了协整的定义如下：

若(i)随机向量 X_t 的所有元素都满足 $I(d)$ ；(ii)存在向量 $\alpha \neq 0$ ，使得 $Z_t = \alpha' X_t \sim I(d-b)$ ， $b > 0$ ；则称随机向量 X_t 具有 d, b 阶协整关系，记为 $X_t \sim CI(d, b)$ 。其中， $y_t \sim I(d)$ 表示经过 d 次差分之后时间序列 $\{y_t\}$ 成为平稳（stationary）序列。

从直观上来说，所谓协整就是指两个时间序列“同向运动”，并且就算出现背离也会在一定的时间回复。一般来说，两个经济变量之间会出现这样的关系，因为它们会因为某些共同的宏观因素驱使而向着相同的方向移动，比如短期利率和长期利率、不同市场的相同商品以及相同市场的可替代品之间等等。

一般对于协整关系的统计检验有两种方法，即 Engle-Granger 两步协整检验法和 Johansen 协整检验法，其主要的差别在于 Engle-Granger 两步协整检验法采用的是一元方程技术，而 Johansen 协整检验法采用的是多元方程技术，因此 Johansen 协整检验法在假设和应用上所受的限制较少。在配对交易中，若仅对两种资产进行配对，则两种检验方法差别不大，但如果将“配对交易”的思想延伸至三种或以上的资产，则 Johansen 协整检验更为实用。

由于我们暂时只研究基于两种资产的策略，因此下面介绍一种最简单的情况下的 Engle-Granger 两步协整检验法：

(i)：设两个时间序列 $\{x_t\}$ 、 $\{y_t\}$ 都是 $I(1)$ ，利用线性回归寻找它们之间的线性关系，即用最小二乘法（OLS）估计线性模型：

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \varepsilon_t$$

(ii)：检验模型的残差（residuals） $\{\varepsilon_t\}$ 序列是否平稳（如 Dickey-Fuller 检验、Phillips-Perron 检验等）。

模型步骤：阈值为核心，止损为支撑

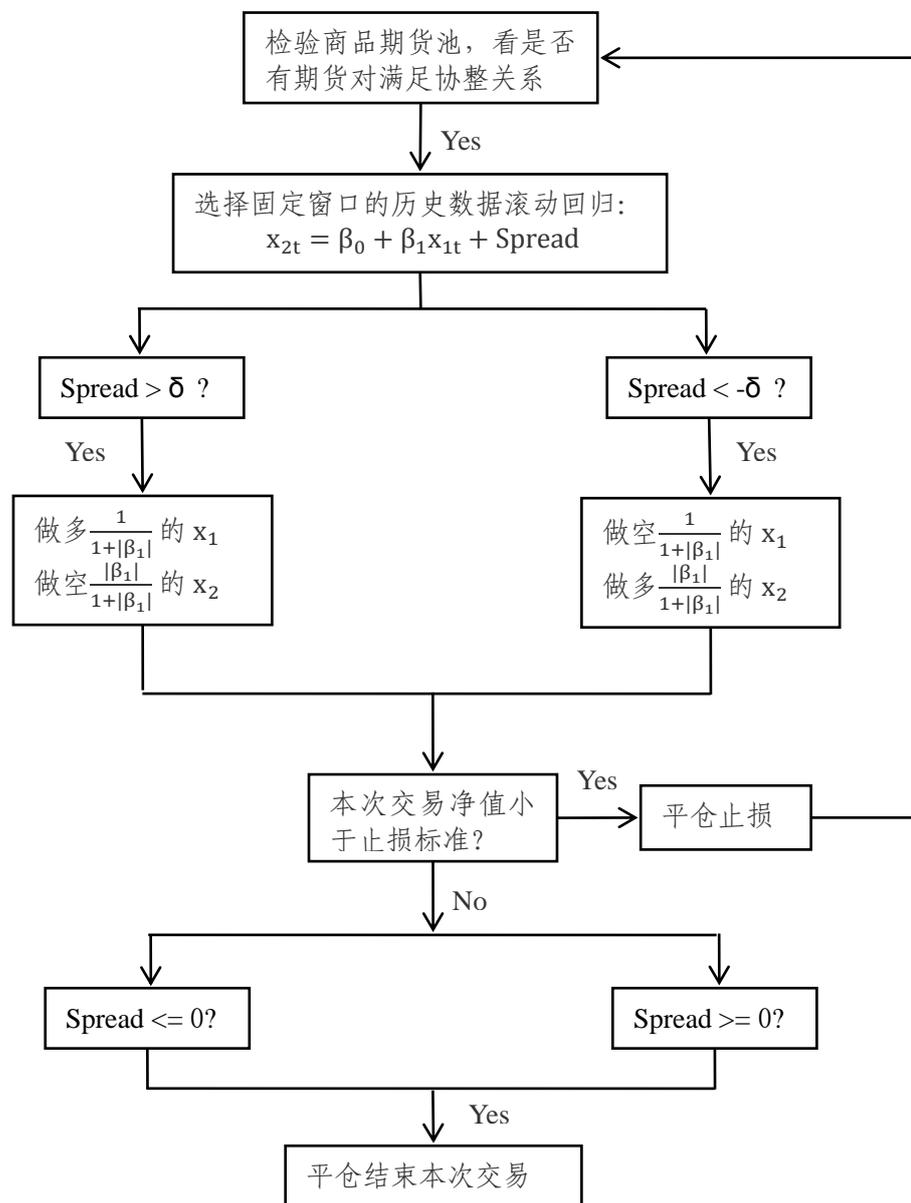
配对交易的实现可以大致分为两步：

第一步：在事先确定的资产池中通过 Engle-Granger 两步法检验两两之间的协整关系，以此确定可以配对交易的组合。

第二部：确定开仓的阈值 δ ，当价差（Spread）大于 δ 或小于 δ 时开仓，当价差回复到 0 附近时平仓。

我们使用这样的交易策略是因为我们基于历史规律认为，当价差偏离均值之后还会回到均值水平上，但是有些时候价差可能在偏离均值之后持续背离，因此价差不仅没有回复均值反而越来越大。在这种情况下，如果等待价差回复均值可能会造成不可挽回的损失，因此我们需要设置一定的止损标准，即当该轮开仓后的净值低于止损线时就强制平仓，等待下一次开仓机会。

图表 7 交易流程图



数据来源：莫尼塔公司

配对交易在国内商品期货市场的实证研究

为了更为直观清晰的反映配对交易策略在国内商品期货市场的应用，我们暂时只选择螺纹钢和焦炭这两个品种来进行配对交易，因此我们掠过通过协整寻找可供交易的资产对这一步，直接对这两种期货实行策略交易。

正如前文所述，寻找满足条件可供交易的资产对是配对交易的关键所在，一般来说可以通过基本面或统计层面来实行。我们之所选择螺纹钢和焦炭期货作为配对交易的品种，是因为它们之间的上下游产业关系。全世界有90%以上的焦炭都被应用于钢铁的冶炼之中，可以说钢铁行业几乎是焦炭唯一的下游，因此螺纹钢期货和焦炭期货之间存在极强的“同向运动”的关系（如图8所示两者之间的价差呈现均值回复），也是它们可以作为配对交易品种的有力保障。在我们后续报告中，会结合基本面和统计上的协整关系在多个品种之间寻求可交易的品种对进行交易。

图表8 螺纹钢与焦炭的价差保持平稳



数据来源：莫尼塔公司

模型参数说明：

- 我们选取日度数据模拟交易，交易频率也以天为单位。由于配对交易是捕捉瞬间的价差偏离从而获得收益，因此更为高频的数据会有更多交易机会，从而有获得更大收益的可能性。
- 我们选取日度数据目的在于捕捉大的趋势上的套利机会，也希望能同莫尼塔大宗商品的宏观基本面分析框架相互印证；交易过程可以辅以人工完成；而高频的套利交易则更适合计算机下单（程序化交易或算法交易）。
- 训练的窗口长度为75个交易日，即对于每一个交易日，我们选取之前的75个交易日的数据作为训练之用计算价差，滚动向前。
- 模型以当日收盘价为标准，若触发开仓信号，则在第二个交易日进行交易，假设以第二个交易日的收盘价完成买卖，从第三个交易日开始计算收益；同理若当天收盘价触发平仓信号，则在第二个交易日进行平仓交易并以收盘价计算最后收益情况。
- 不考虑杠杆问题，即进行无杠杆的交易，收益率即为实际收益。
- 暂不考虑交易费用、交易成本、冲击成本等其它一切形式的成本；也不考虑期货交易的保证金问题（例如预留一部分资金作为保证金以及逐日盯市）
- 由于做空需要等额保证金，因此每次开仓资金按回归系数的比例分配。

螺纹钢与焦炭实证结果与开仓条件分析

可以看到配对交易策略在螺纹钢和焦炭期货上的应用取得了较为稳定的收益，以 2 倍单位的开仓标准为例，从 12 年年初到 13 年 1 月末，共进行交易 12 次，盈利次数占比 83.33%，平均持仓 24.5 天，最大回撤 99.62%，年化收益达到 21.47%。

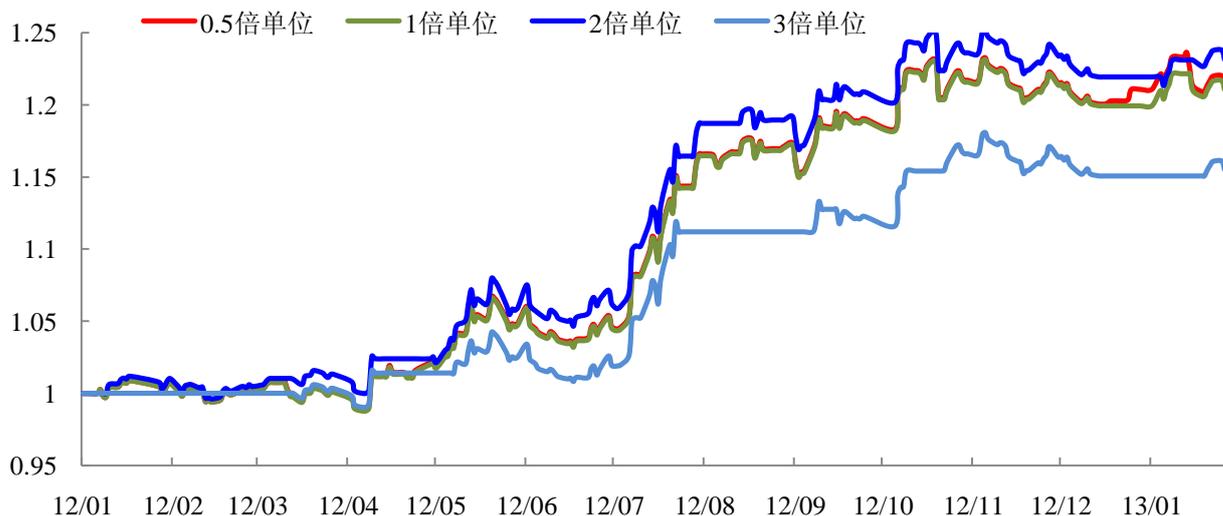
我们分别测试了策略在不同倍数的单位开仓标准下的表现，可以看到随着开仓标准的增大，开仓的次数逐渐减少，但是由于在价差偏离程度较大的情况下才触发交易，因此每次交易获利的概率更大，单笔获利次数也更多；因此在触发交易基准的选择上存在一定的权衡，过大会导致开仓次数减少而错过可能的获利机会，而过小会降低每次开仓获利的几率。根据我们实证的结果来看，2 倍单位的标准较为合适。

图表 9 策略结果统计数据

	0.5 倍单位	1 倍单位	2 倍单位	3 倍单位	
开仓次数统计	开仓次数:	16	14	12	7
	平仓次数:	16	14	12	7
	月平均开仓次数:	1.231	1.077	0.923	0.538
单笔交易统计数据	单笔收益均值:	1.22%	1.37%	1.75%	2.09%
	单笔收益方差:	2.25%	2.34%	2.50%	1.95%
	单笔最大收益:	6.67%	6.67%	7.31%	5.38%
	单笔最大亏损:	-1.54%	-1.53%	-1.53%	-0.21%
	单笔平均持仓天数:	20.69	23.14	24.50	27.71
收益情况统计	获利次数:	12	10	10	6
	亏损次数:	4	4	2	1
	获利占比:	75.00%	71.43%	83.33%	85.71%
	最大回撤:	98.87%	98.77%	99.62%	99.02%
	年化收益:	19.84%	19.52%	21.47%	14.39%

数据来源：莫尼塔公司

图表 10 不同开仓标准下的净值表现



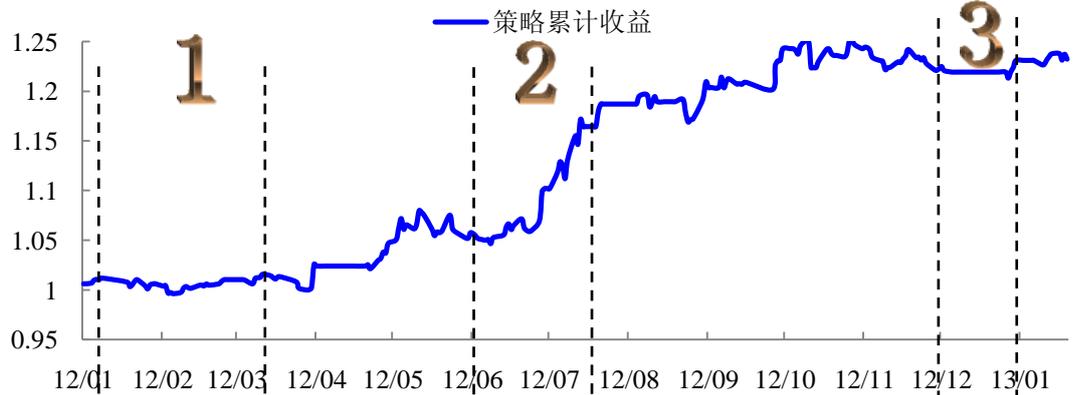
数据来源：莫尼塔公司

策略适用分析

配对交易策略的收益在不同的阶段呈现出显著不同的形态。可以看到，在所注的第 1 阶段和第 3 阶段的时间里，策略收益相对平缓，所对应的价差走势波动幅度相对较小；而在 2 阶段内收益上升明显，所对应的价差波动更为剧烈。

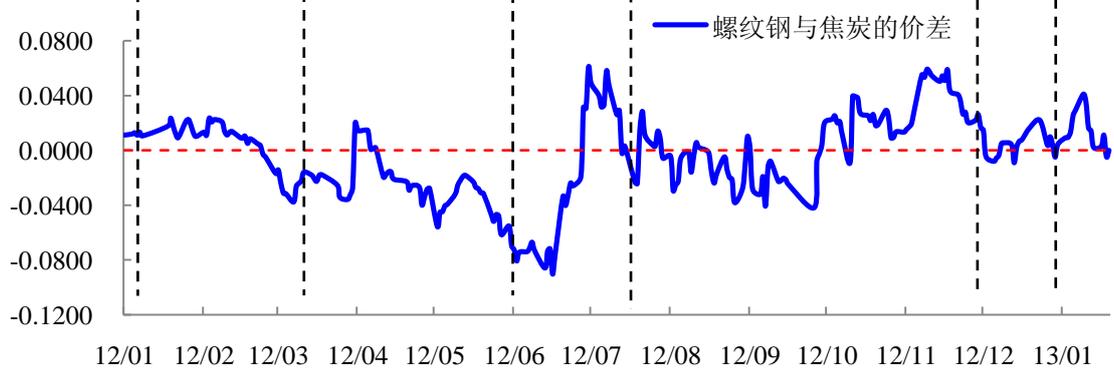
从统计数据中同样可以看到，第 1 与第 3 阶段的波动率较第 2 阶段要小很多，所对应的持仓天数占比也较小，即平均开仓概率较小。因此配对交易策略相较而言更适用于震荡幅度较大的市场情况，从大幅震荡带来的价差偏离中获利，与资产本身的绝对走势无关。值得注意的是，第 2 阶段正收益天数比例并不比第 1 阶段高，这是因为策略依靠较大的震荡走势获利的同时，其实也相应承担了更大的风险，因此可能会带来损失（例如价差发生结构突变）。

图表 11 策略净值情况



数据来源：莫尼塔公司

图表 12 螺纹钢与焦炭的价差



数据来源：莫尼塔公司

图表 13 不同阶段的统计数据

	第 1 阶段	第 2 阶段	第 3 阶段
时间区间:	12/1/4 - 12/3/15	12/6/15 - 12/7/25	12/12/1 - 13/1/11
平均收益(日):	0.03%	0.41%	-0.06%
持仓天数比例:	74.47%	92.86%	55.56%
正收益天数/持仓天数:	65.71%	61.54%	46.67%
Spread 波动率 (日):	1.22%	5.21%	1.36%

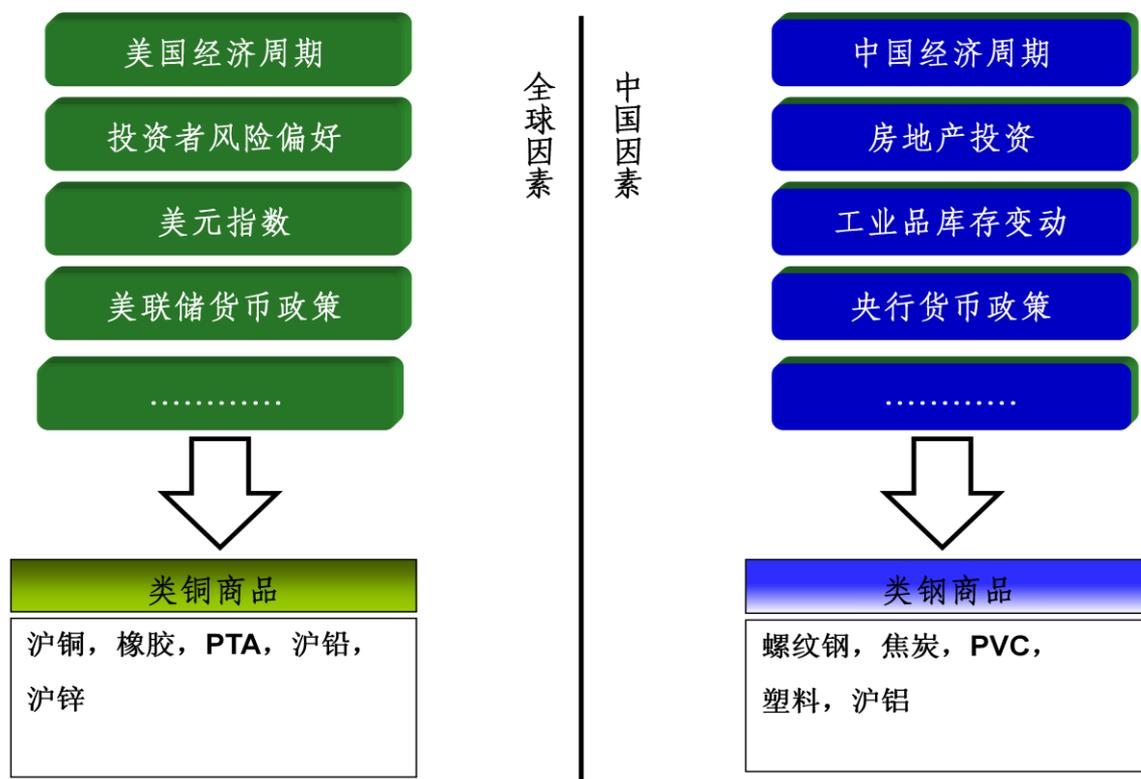
数据来源：莫尼塔公司

总结与展望—国内商品期货市场前景广阔

我们将配对交易这种市场中性策略运用到国内商品期货市场，为寻求稳健的Alpha。作为实证检验，我们根据基本面因素选择了拥有极强上下游产业链关系的螺纹钢和焦炭作为实证品种检验策略效果。结果显示配对交易策略在螺纹钢和焦炭上自12年年初至13年1月底的区间内取得了稳定的收益，获利次数占比83.3%，最大回撤仅为99.62%，期间累计收益达到23.23%。但是，由于我们为了更直观清楚的检验策略效果，因此忽略很多实际交易中的问题，例如交易费用、冲击成本、期货保证金和逐日盯市等，因此策略的实盘操作的收益还存在较大的浮动空间。

在国内商品期货品种中，很多都因为基本面或金融属性而存在着直接或间接的紧密联系。按莫尼塔大宗商品自上而下的分析框架，国内商品期货市场存在不同的分类，例如螺纹钢、焦炭、PVC、塑料、沪铝等都因基本面因素而受到国内因素的驱动呈现出大体同向的走势；而沪铜、橡胶、PTA、沪铅、沪锌等商品存在较强的金融属性，因而受到全球因素的影响。这种国内商品期货市场的二元特征为配对交易策略的实施提供了良好的先决条件。在后续报告中，我们会将配对交易策略的应用拓展到更为广泛的品种领域，提供更多元的交易空间和更大的收益。同时，我们的视野在基于商品市场的同时也可以延伸至别的市场，例如某些商品与股票的某些板块因为同质或产业链等而存在较高的联动性，因此我们同样可以进行商品与对应股票板块的跨品种配对交易（为避免融券成本过高问题，可以选择只在股票板块走势被低估时开仓，板块指数可以用平均配置行业龙头股来复制）。

图表 14 中国商品期货市场的二元特征



数据来源：莫尼塔公司

近期报告

- 2013年01月29日 螺纹钢价格在一季度依然处于正面区间
- 2013年01月22日 以史为鉴:铜价那些事1999-2013
- 2012年01月15日 中国制造业总体回暖,黑色风暴继续上演
- 2013年01月07日 日元主动贬值可能隐藏不确定风险
- 2012年12月30日 中美双经济引擎驱动原油与铁矿石“黑色风暴”
- 2012年12月25日 风险偏好回升是近期汇市的主旋律
- 2012年12月18日 中国经济企稳信号增强风险偏好,铁矿石库存下滑支撑螺纹钢价格
- 2012年12月11日 内外经济环境回暖,可能支撑近期螺纹钢价格
- 2012年12月03日 2013年年中油价风险已被市场认识
- 2012年11月30日 欧洲底部徘徊,金砖光芒不再
- 2012年11月29日 忍耐是政策不确定性之下的最优策略
- 2012年11月28日 铜价在长期供给端压力与短期宏观面博弈间寻找平衡
- 2012年11月27日 美股“寒战”尚未结束
- 2012年11月26日 内忧外患,日元风雨飘摇
- 2012年11月23日 欧洲不改风轻云淡,美国受困飓风悬崖
- 2012年11月22日 警惕美国四季度重回放缓轨道
- 2012年11月21日 近期欧债问题略有升温
- 2012年11月20日 地产调控担忧引发螺纹钢价格波动
- 2012年11月19日 金融市场焦点依然集中于财政悬崖

免责声明

本研究报告中所提供的信息仅供参考。报告根据国际和行业通行的准则,以合法渠道获得这些信息,尽可能保证可靠、准确和完整,但并不保证报告所述信息的准确性和完整性。本报告不能作为投资研究决策的依据,不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证,无论是否已经明示或者暗示。

上海

地址:上海市浦东新区花园石桥路
66号东亚银行金融大厦39层
邮编:200120
电话:(8621)3852 1000
传真:(8621)3852 1090

<http://www.cebm.com.cn>

Email:cebm@cebm.com.cn

北京

地址:北京市西城区西直门外大街
1号新西环广场T1座20层D14-D15
邮编:100044
电话:(8610)5979 9911
传真:(8610)5979 2177

深圳

地址:深圳市福田区中心四路一号嘉
里建设广场2座15楼1501室
邮编:518048
电话:(86755)3304 3094
传真:(86755)3304 3322

纽约

地址:纽约市曼哈顿区麦迪逊大
街509号1914室
邮编:10022
电话:(001)212 809 8800
传真:(001)212 809 8801