

商品期货跨品种择时套利策略

—商品期货套利策略

分析师：潘炳红

SAC NO: S1150516070002

2016年09月28日

证券分析师

潘炳红

S1150516070002

022-28451684

panbh@bhq.com

助理分析师

郝惊

S1150115090012

022-23861600

616159638@qq.com

核心观点：

- 跨品种套利是指利用两种不同、但相互关联的资产间的价格差异进行套利交易。跨品种套利的逻辑在于寻找不同品种但具有一定相关性的商品间的相对稳定的关系，以期价差或者价比从偏离区域回到正常区间过程中追逐价差波动的利润。
- 使用自定义的主力合约价格。两个品种的远月合约的成交量同时大于当前主力合约成交量的 1.2 倍时，两个品种同时进行换月，从而得到适应跨品种套利分析的价格序列好的品种选择是跨品种套利的先决条件。
- 品种选择的要求有：两个品种的价格走势相关性高；基本上两者有一定的逻辑联系；使用该组合进行套利有较好结果。
- 筛选出 6 对组合，分别是：豆油-棕榈油、豆油-菜油、大豆-豆粕、螺纹钢-铁矿石、焦炭-焦煤、玉米-淀粉。
- 根据历史走势，把价差在正常波动范围以外波动分为两周情况：一种为价差具有较相近的极值位，到达极值位后价差会立即均值回复，一种为价差的极值区间范围较大。
- 根据走势特点使用灵敏的 KD 技术指标做开仓信号来应对具有相对确定极值位的情况，使用自适应均线来做开仓信号来处理并没有明显极值位的情况。
- 资金管理方案为：1、不同组合产生信号时使用相同比例的资金分配方式。2、有开仓信号时，如果开仓时价差于均值的偏移程度小于 TV 倍标准差，则使用 N 的资金水平，如果开仓时价差于均值的偏移程度大于 TV 倍标准差，则使用 M*N 的资金水平。
- 在初始资金为 2000 万，N、TV、Thres 设为 5%、2、2 的条件下，自 2013 年初，年华收益率为 12.21%，最大回撤为 5.38%，夏普比率为 1.35。
- 本策略适合资金规模较大，追求中低收益的机构投资者。

目录

1. 跨品种套利介绍	5
2. 品种选择和配比系数	5
2.1 品种筛选	5
2.1 大豆-豆粕组合	6
2.2 豆油-棕榈油组合	8
2.3 豆油-菜油组合	10
2.4 螺纹钢-铁矿石组合	11
2.5 焦炭-焦煤组合	13
2.6 玉米-淀粉组合	15
3 价差波动特征分析及择时指标介绍	17
3.1 价差波动分析	17
3.2 KD 指标介绍	17
3.3 自适应均线介绍	18
4 交易信号介绍	19
4.1 开仓信号	20
4.2 平部分仓位信号	20
4.3 止损信号	20
4.4 止盈信号	20
5. 策略测试及回测结果分析	21
5.1 单个组合回测	21
5.1.1 大豆-豆粕组合	21
5.1.2 豆油-棕榈油组合	22
5.1.3 豆油-菜油组合	24
5.1.4 螺纹钢-铁矿石组合	25
5.1.5 焦炭-焦煤组合	26
5.1.6 玉米-淀粉组合	27
5.2 组合测试	28
5.2.1 资金管理	28

图目录

图 1 大豆豆粕期货价格走势	6
图 2 大豆豆粕价差走势	7
图 3 大豆豆粕偏移度分布	7
图 4 豆油棕榈油期货价格走势	8
图 5 豆油棕榈油期货价差走势	9
图 6 豆油棕榈油价差偏移度分布	9
图 7 豆油菜油期货价格走势	10
图 8 豆油菜油期货价差走势	10
图 9 豆油菜油价差偏离度分布	11
图 10 螺纹钢铁矿石期货价格走势	12
图 11 螺纹钢铁矿石期货价差走势	12
图 12 螺纹钢铁矿石差偏离度分布	13
图 13 焦炭焦煤期货价格走势	14
图 14 焦炭焦煤期货价差走势	14
图 15 焦炭焦煤价差偏移度分布	15
图 16 玉米和淀粉期货价格走势	15
图 17 玉米和淀粉期货价差走势	16
图 18 玉米淀粉价差偏移度分布	16
图 19 大豆-豆粕套利组合市值表现	22
图 20 豆油-棕榈油套利组合市值表现	23
图 21 豆油-菜油套利组合市值表现	24
图 22 螺纹钢-铁矿石套利组合市值表现	25
图 23 焦炭-焦煤套利组合市值表现	26
图 24 玉米-淀粉套利组合市值表现	27
图 25 市值表现	33

表目录

表 1 组合开始回测时间	21
表 2 大豆-豆粕组合策略参数	22
表 3 大豆豆粕策略指标表现	22
表 4 豆油-棕榈油策略参数	23
表 5 豆油-棕榈油组合指标表现	23
表 6 豆油-菜油组合策略参数	24
表 7 豆油-棕榈油组合指标表现	24
表 8 螺纹钢-铁矿石策略参数	25
表 9 螺纹钢-铁矿石组合指标表现	26
表 10 焦炭-焦煤组合策略参数	26
表 11 焦炭焦煤组合指标表现	27
表 12 玉米-淀粉组合策略参数	27
表 13 玉米-淀粉组合指标表现	28
表 14 08 年以来在不同参数下的年华收益率与最大回撤比	29
表 15 08 年以来不同参数下的夏普比率情况	30
表 16 13 年以来不同参数下年化收益率与最大回撤比情况	31
表 17 13 年以来不同参数下夏普比率	31
表 18 自 08 年不同参数下策略表现	32
表 19 自 13 年不同参数下策略表现	32
表 20 指标表现 2	33
表 21 指标表现 2	33
表 22 年度表现列表	34

1. 跨品种套利介绍

跨品种套利是指利用两种不同、但相互关联的资产间的价格差异进行套利交易。跨品种套利的逻辑在于寻找不同品种但具有一定相关性的商品间的相对稳定的关系，以期价差或者价比从偏离区域回到正常区间过程中追逐价差波动的利润。跨品种套利背后的逻辑出发点，既可以通过基本面分析得出，如两品种处于同一产业链的上下游或两品种具有一定的消费替代性，也可以通过统计分析得出，如两品种的价格走势具有较高的相关性同时满足协整关系。

对市场的正确理解是取得好的交易结果的前提。对商品期货跨品种套利的市场理解包括两个层面：一是如果构建一个跨品种组合，涉及到品种的选择和配比系数的确定；二是对价差波动方式的理解。本文后面两个部分就涉及到这两个问题。

2. 品种选择和配比系数

2.1 品种筛选

国内商品期货市场有 42 个上市交易的品种，扣除掉小麦、早稻、晚稻、粳稻、菜籽、纤板、胶板、硅铁、孟硅这 9 个交易不活跃的品种，活跃品种有 33 个，合理的品种选择是套利策略在未来具有较好表现的前提。

品种选择的主要逻辑为：首先计算同一板块间各个品种的相关系数和协整关系，初步选出相关系数较高或满足协整关系的品种组合；根据协整系数或生产过程中的技术水平来决定配比系数，通过配比系数来得到价差走势图；如果价差走势图具有较明显的均值回复特征，则使用策略进行初步测试，根据测试结果来进一步判断。这里选择了 6 对组合，分别是：豆油-棕榈油、豆油-菜油、大豆-豆粕、螺纹钢-铁矿石、焦炭-焦煤、玉米-淀粉，其中玉米-淀粉和螺纹钢-铁矿石两对组合并不满足协整关系，但是具有明显的上下游关系。

在配比系数的选择上，如果品种组合满足协整关系，则通过对协整系数、基本面关系和两个品种的交易单位情况进行综合考虑来决定，如果品种组合不满足协整关系，则通过对基本面关系和交易单位情况进行综合考虑来决定。

在对期货价格进行分析时，使用了自定义的主力合约价格。因跨品种套利需同时持有两个相同或相近的交割月的合约，其分析时使用的价格也必须是相同或相近的交割月合约的价格，而因不同品种的主力合约换月时间并不一定相同，如果两

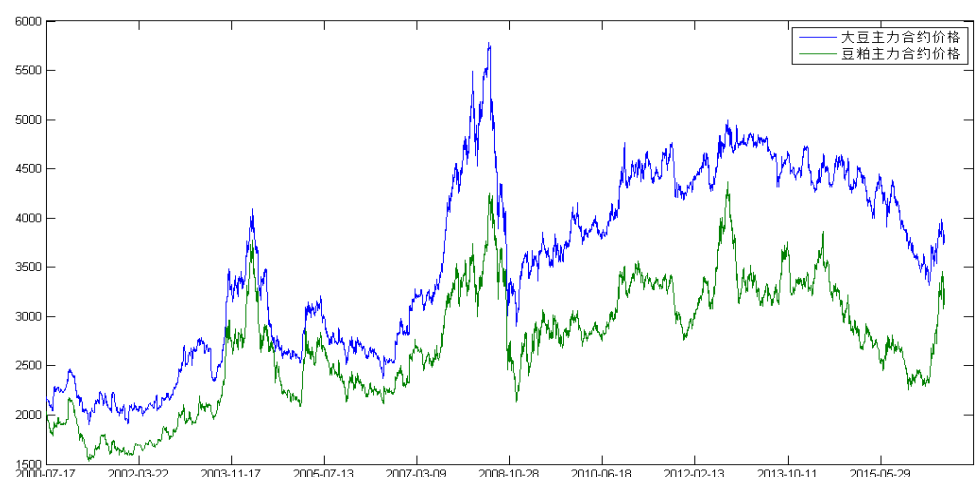
个合约的换月时间不同，等于在套利时不仅承担了两个品种间的价差走势风险，同时还承担了同一个品种间的跨期价差波动风险，所以在进行统计分析时，并未使用指数价格和各个品种的主力合约价格，而是对合约换月条件做了规定。这里要求当两个品种的远月合约的成交量同时大于当前主力合约成交量的 1.2 倍时，两个品种同时进行换月，从而得到适应跨品种套利分析的价格序列。这里使用 1.2 倍是因为在换月时，如果倍数过小，当价格波动剧烈时通过成交量来判断主力合约会有主力合约频繁转换的现象。

下面对每种组合进行分析时，先简要介绍两种组合的基本关系，如果满足协整关系则简要介绍证明满足协整关系的过程并计算得到配比系数的过程，如果不满足协整关系则通过生产技术水平来决定配比系数，通过配比系数可得到价差序列，然后对价差波动序列的分布情况进行简要分析。

2.1 大豆-豆粕组合

大豆与豆粕属于产业链上下游的不同商品，大豆可以压榨成豆粕和豆油，在目前国内一般生产条件下，国产 1 号大豆的出油率约为 16.5%，出粕率约为 80%；进口大豆的出油率约为 18.5%，出粕率约为 78%。进口大豆的出油率较高，成本较低，使用国产大豆的压榨利润甚至为负数，所以现在很大一部分豆油和豆粕都是由国外进口大豆压榨而成，故我国大豆的压榨率低，所以大连大豆期货和豆粕期货间并没有稳定的出粕率公式可以使用。

图 1 大豆豆粕期货价格走势



数据来源：Wind 渤海证券研究所

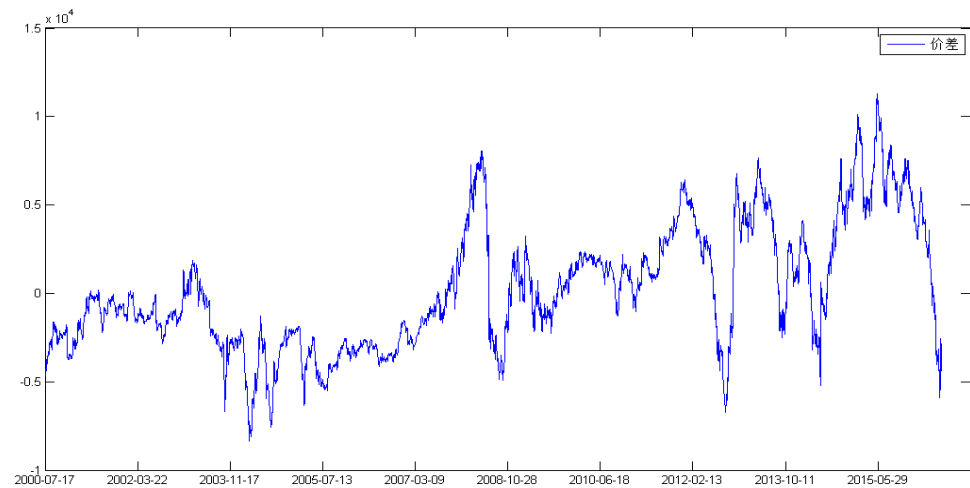
对大豆期货主力合约日收盘价和豆粕期货主力合约日收盘价分别进行单位根检验，其 P 值分为 0.6989 和 0.6617，均不满足平稳性条件，对两个价格序列做一

阶差分后再做单位根检验，P 值为 0.0001 和 0.0001，均满足平稳性条件，表明两者是同阶平稳的价格序列。因 A 和 M 为交易所对大豆和豆粕的合约代码，故设 P_A 为大豆期货主力合约收盘价， P_M 为豆粕期货主力合约收盘价，对 $P_A = b * P_M$ 做回归分析可得 $P_A = 1.3127 * P_M$ ，同时对其残差进行单位根检验，其 P 值为 0.0022，不具有单位根，表现 P_A 和 P_M 具有协整关系。因为大豆合约和豆粕合约的交易数量均为 10 吨一手，结合两者的协整系数，确定大豆和豆粕的跨品种套利每次的交易数量为 10 手：13 手。根据交易配比，可得到价差序列

$$\text{spread} = 10 * P_A - 13 * P_M,$$

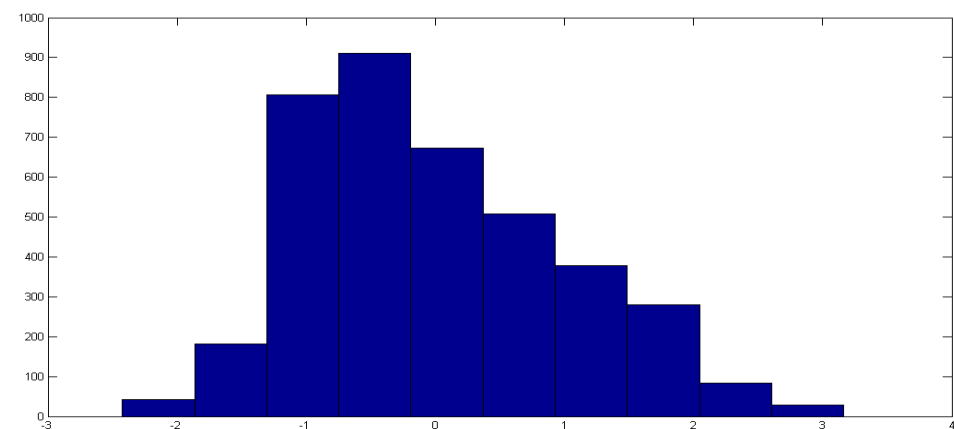
价差走势图如下：

图 2 大豆豆粕价差走势图



数据来源：Wind 渤海证券研究所

图 3 大豆豆粕偏移度分布图



数据来源：Wind 渤海证券研究所

根据价差的均值和标准差可以构建价差相对均值的偏移度分布图，假设 spread

为价差序列， ma 为价差的均值， sd 为价差的标准差，则偏移度为

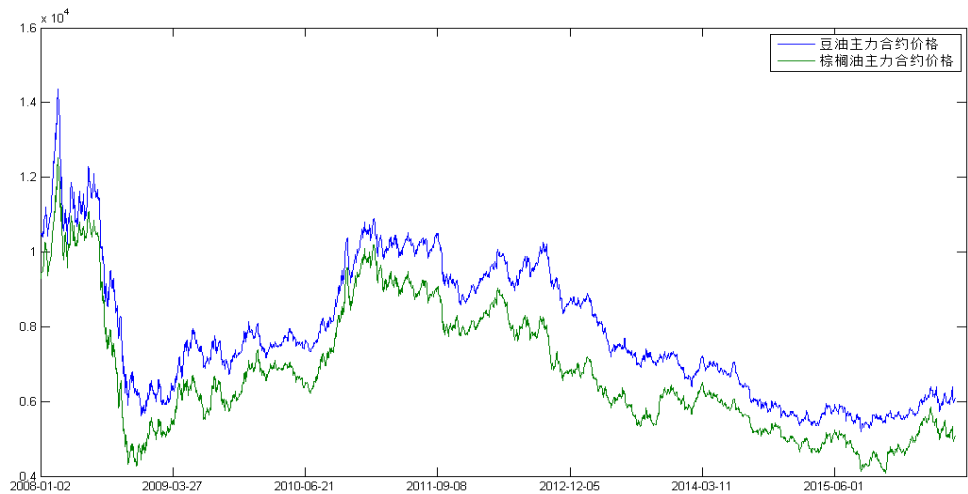
$$r = \frac{spread - ma}{sd}$$

价差均值为 169.57，标准差为 3514.22，价差上涨相对均值偏移最大为 3.16 倍标准差，下跌相对均值偏移最大为 2.42 倍标准差。可见从长期看，虽然相对标准差偏移度不高，但是因为标准差过大，在单边趋势中过早进场很容易造成比较大的回撤甚至亏损。

2.2 豆油-棕榈油组合

豆油和棕榈油同属于油脂品种，均受到来自外围及油脂市场供需因素的影响，彼此间有很强的替代关系，当一种油脂价格相对另外一种品种上涨时，那么相对低廉的品种需求开始增加，并最终导致两个品种间的价格差异回归到合理区间。

图 4 豆油棕榈油期货价格走势



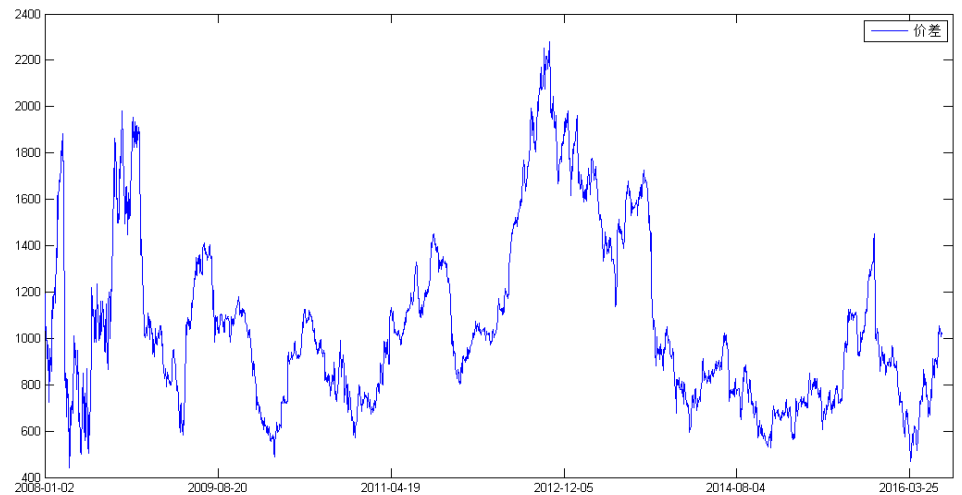
数据来源：Wind 渤海证券研究所

对豆油期货主力合约日收盘价和棕榈油期货主力合约日收盘价分别进行单位根检验，其 P 值分别为 0.2226 和 0.2026，均不满足平稳性条件，对两个价格序列做一阶差分后再做单位根检验， P 值为 0.0001 和 0.0001，均满足平稳性条件，表明两者是同阶的价格序列。因 Y 和 P 为交易所对豆油和棕榈油的合约代码，故设 P_Y 为豆油期货主力合约收盘价， P_P 为棕榈油期货主力合约收盘价，对 $P_Y = a + b * P_P$ 做回归分析可得 $P_Y = 946.29 + 1.0171 * P_P$ ，同时对其残差进行单位根检验，其 P 值为 0.0029，不具有单位根，表明 P_Y 和 P_P 具有协整关系。因为豆油和棕榈油合约的交易数量均为 10 吨一手，结合两者的协整系数，确定豆油和棕榈油的跨品

种套利每次的交易数量最少为 1 手：1 手。根据交易配比，可得到价差序列

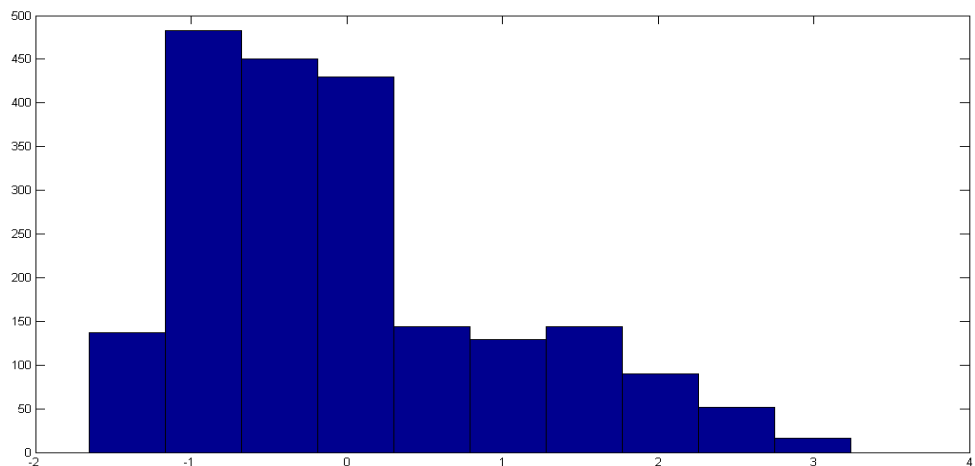
$$\text{spread} = P_Y - P_P,$$

图 5 豆油棕榈油期货价差走势图



数据来源：Wind 渤海证券研究所

图 6 豆油棕榈油价差偏移度分布图



数据来源：Wind 渤海证券研究所

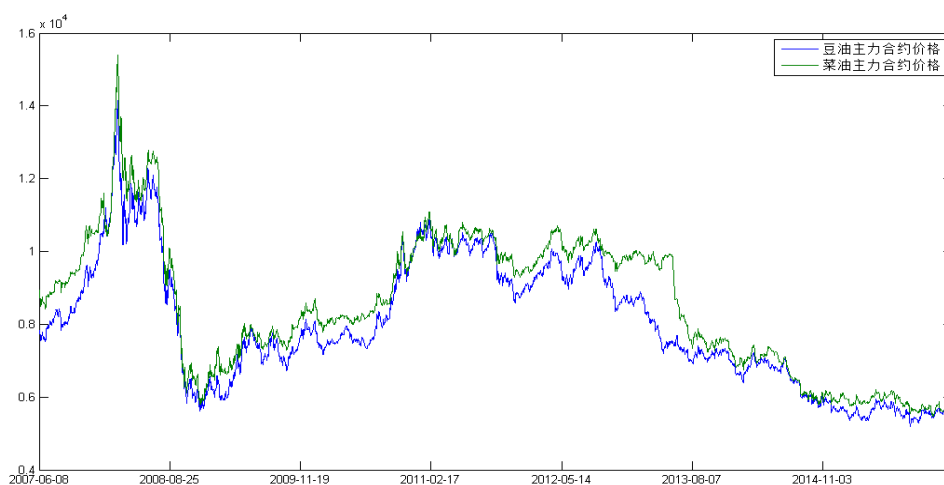
均值为 1062.13，标准差为 375.74，价差上涨相对均值偏移最大为 3.24 倍标准差，下跌相对均值偏移最大为 1.66 倍标准差。当价差过小到达 600 附近时，其价差走势明显的受到支撑，每次当价差小于 600 时，价差均会很快回复，价差的这种波动特征给了套利者很好的获利机会。而当价差过大时，其走势特征则表现出另外一种并没有明确的阻力位的特点，如在 2008 年到 2009 年，豆油与棕榈油的价差最大为 2000 元，而在 2012 年起价差最大达到 2300 元。可见价差上涨超过正常波动幅度比价格下跌超过正常波动幅度时，波动范围更宽，更容易形成单

边趋势行情。可以价差在过大和价差过小是两种不同的波动情况，应该分别处理。

2.3 豆油-菜油组合

菜油通过菜籽压榨得到，豆油与菜油组合同豆油与棕榈油组合类似，同属于油脂板块、在消费端具有较明显的替代品关系，当一种油脂价格相对另外一种品种上涨时，那么相对低廉的品种需求开始增加，并最终导致两个品种间的价格差异回归到合理区间。

图 7 豆油菜油期货价格走势



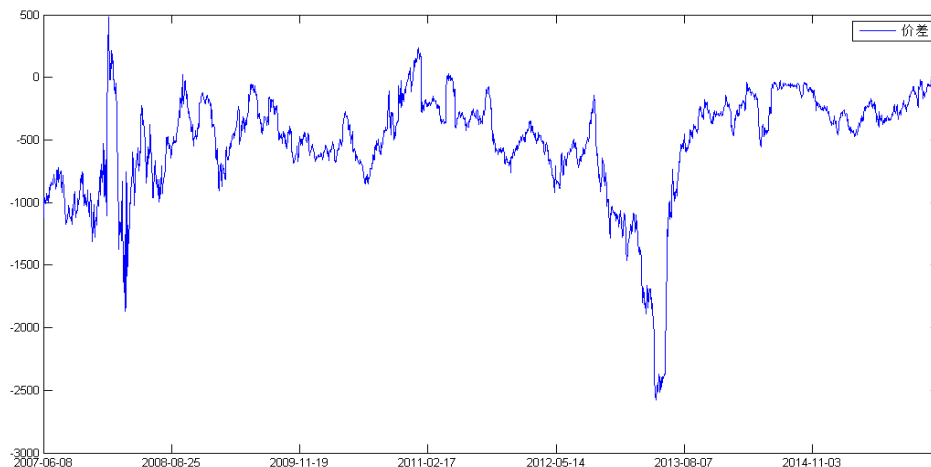
数据来源：Wind 渤海证券研究所

对豆油期货主力合约日收盘价和菜油期货主力合约日收盘价分别进行单位根检验，其 P 值分别为 0.4284 和 0.3881，均不满足平稳性条件，对两个价格序列做一阶差分后再做单位根检验，P 值为 0.0001 和 0.0001，均满足平稳性条件，表明两者是同阶的价格序列。因 Y 和 OI 为交易所对豆油和菜油的合约代码，故设 P_Y 为豆油期货主力合约收盘价， P_{OI} 为棕榈油期货主力合约收盘价，对 $P_Y = a + b * P_{OI}$ 做回归分析可得 $P_Y = 388.29 + 0.8953 * P_{OI}$ ，同时对其残差进行单位根检验，其 P 值为 0.0001，不具有单位根，表明 P_Y 和 P_{OI} 具有协整关系。因为豆油和棕榈油合约的交易数量均为 10 吨一手，结合两者的协整系数，确定豆油和棕榈油的跨品种套利每次的交易数量最少为 1 手：1 手。根据交易配比，可得到价差序列

$$\text{spread} = P_Y - P_{OI}$$

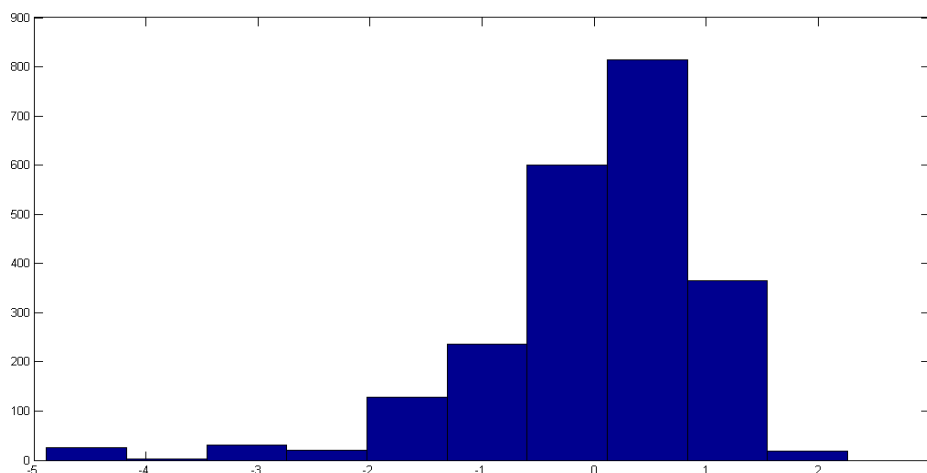
价差走势图如下：

图 8 豆油菜油期货价差走势图



数据来源：Wind 渤海证券研究所

图 9 豆油菜油价差偏离度分布图



数据来源：Wind 渤海证券研究所

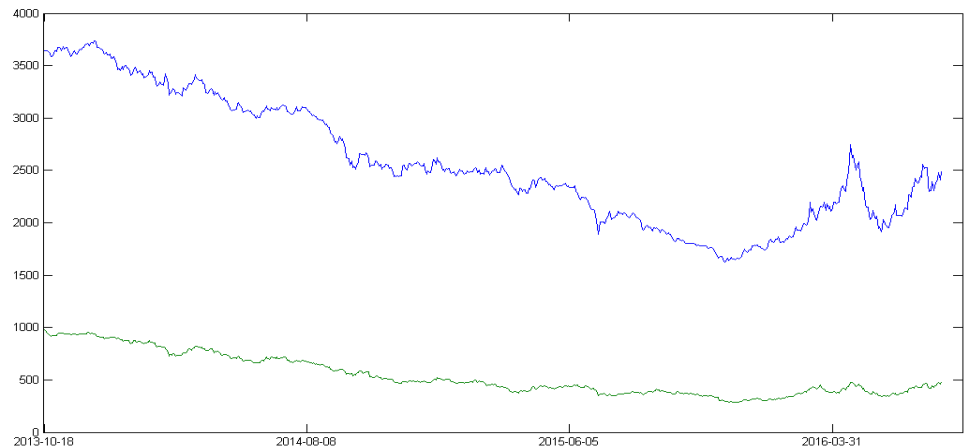
均值为-484.21，标准差为 428.90，价差上涨相对均值偏移最大为 2.26 倍标准差，下跌相对均值偏移最大为 4.88 倍标准差。当价差过大到达 400 附近时，其价差走势明显的受到阻力作用，每次当价差接近 400 时，价差均会很快回复，价差的这种波动特征给了套利者很好的获利机会。而当价差过小时，其走势特征则表现出另外一种并没有明确的阻力位的特点，如在 2012 年下半年比历史最低水平还要低近 1000 元，虽然后面又快速回归到正常水平，但在前期低点开仓做套利的资金又有多少能忍受价格波动中的浮动亏损呢。可以在做这对品种的套利时，明显应该使用不同的进出方式来应对这种波动特点。

2.4 螺纹钢-铁矿石组合

铁矿石和焦炭是生产螺纹钢的主要原材料，根据生产技术，目前平均生产 1 吨炼

钢生铁需要 1.6 吨铁矿石和 0.5 吨焦炭，铁矿石约占钢厂生产成本的 60%，焦炭约占钢厂生产成本的 20%，铁矿石和螺纹钢的关系是产业上下游的关系。螺纹钢期货的上市时间为 2009 年 3 月 27 日，铁矿石期货的上市时间为 2013 年 10 月 18 日，铁矿石期货的上市时间较晚，那么两个品种的套利组合开始的时间为 2013 年 10 月 18 日。

图 10 螺纹钢铁矿石期货价格走势



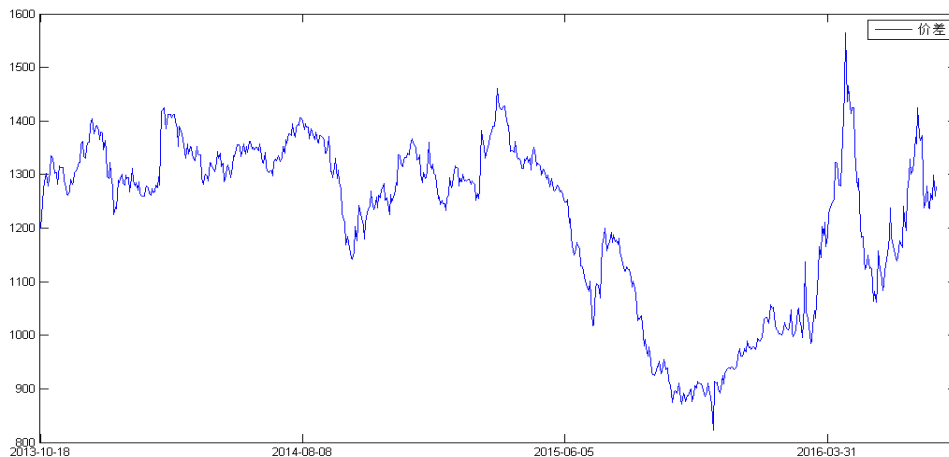
数据来源：Wind 渤海证券研究所

螺纹钢和铁矿石并不具有协整关系，但是两者在产业链上具有较强的上下游关系，同时两者的相关系数达到 97.80%，可尝试对其价差做适当分析。通过数据拟合，发现当配比系数为 2.5 时，价差的波动走势规律性最明显，螺纹钢合约交易数量为 10 吨一手，铁矿石合约交易数量为 100 吨一手，确定螺纹钢和铁矿石跨品种套利每次的交易数量最少为 4 手：1 手。根据交易配比，可得到价差序列

$$\text{spread} = P_{RB} - 2.5 * P_I,$$

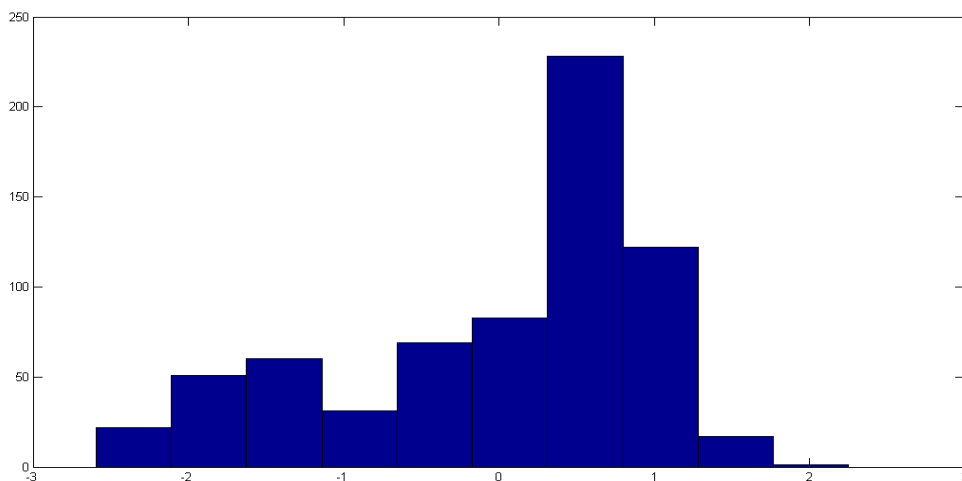
价差走势图如下：

图 11 螺纹钢铁矿石期货价差走势图



数据来源：Wind 渤海证券研究所

图 12 螺纹钢铁矿石价差偏离度分布图



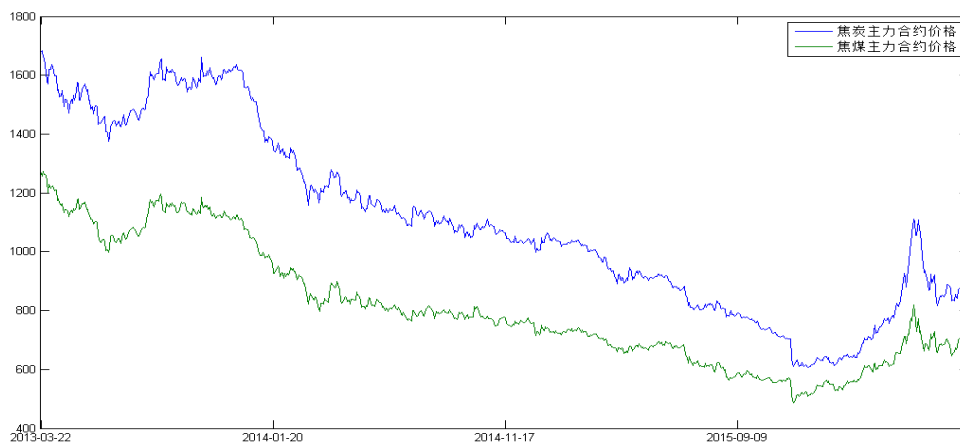
数据来源：Wind 渤海证券研究所

均值为 1219.93，标准差为 153.23，价差上涨相对均值偏移最大为 2.25 倍标准差，下跌相对均值偏移最大为 2.59 倍标准差。当价差过大到达 1400 附近时，其价差走势明显的受到阻力作用，价差均会很快回复，价差的这种波动特征给了套利者很好的获利机会。而当价差过小时，其走势特征则表现出另外一种并没有明确的阻力位的特点，如在 2015 年下半年价差则走出一波近 800 点的结构性下跌行情，后面又逐步恢复正常。可见，虽然上下最大偏移度相差不多，但从概率分布来看，价差过大时的概率更小，仅在 2016 年 3 月出现过一次，可见价差下跌超过正常波动幅度比价差上涨超过正常波动幅度时，波动范围更宽，更容易形成单边趋势行情。可以价差在过大和价差过小是两种不同的波动情况，应该分别处理。

2.5 焦炭-焦煤组合

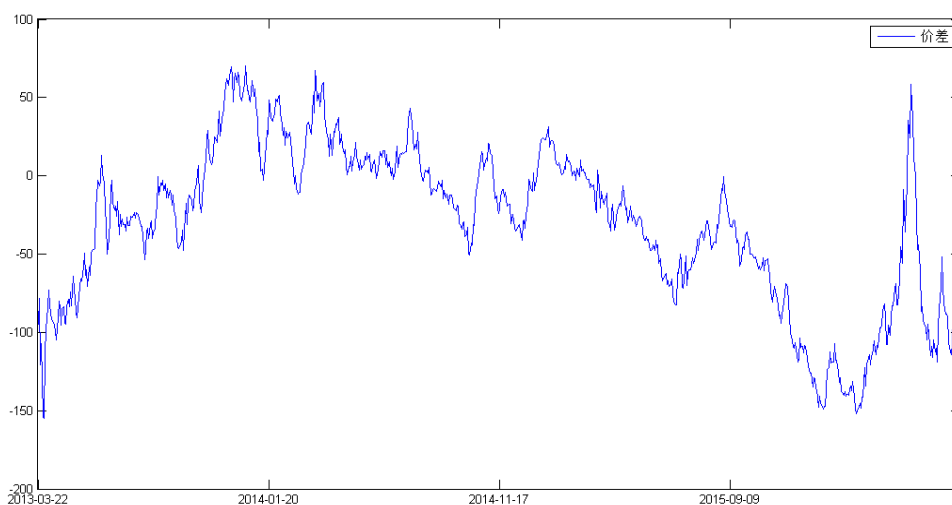
焦炭和焦煤也属于同一产业链，属于产业链上下游的关系。焦煤是生产焦炭的主要原材料，按照目前的生产工艺，一般 1.4 吨左右的焦煤才能炼一吨焦炭。焦炭期货的上市时间是 2011 年 4 月份，焦煤期货的上市时间是 2013 年 3 月份，因焦煤期货的上市时间较短，故该组合是 5 个品种组合中回测时间最短的一组。

图 13 焦炭焦煤期货价格走势



数据来源：Wind 渤海证券研究所

图 14 焦炭焦煤期货价差走势图

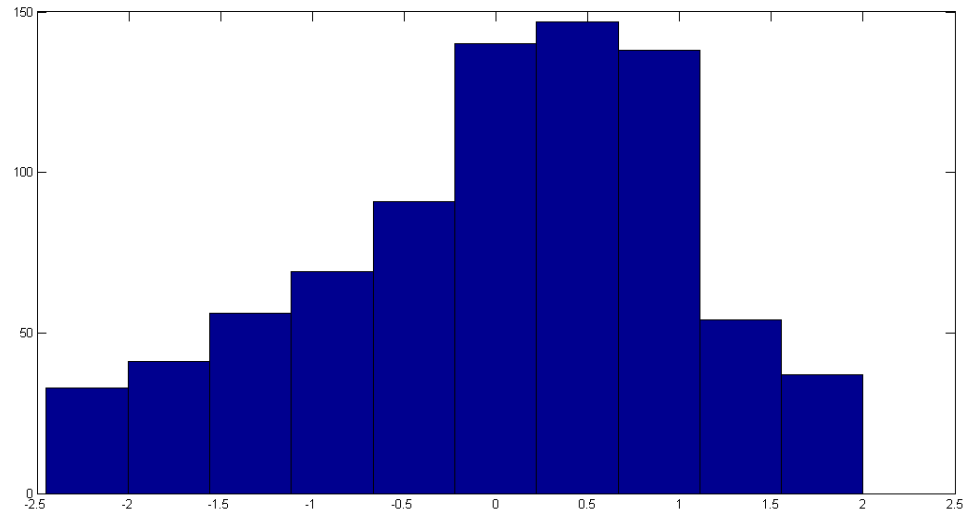


数据来源：Wind 渤海证券研究所

对焦炭期货主力合约日收盘价和焦煤期货主力合约日收盘价分别进行单位根检验，其 P 值分别为 0.0546 和 0.0394，在 10% 的置信水平下满足平稳性条件，表明两者是同阶的价格序列，因 J 和 JM 为交易所对焦炭和焦煤的合约代码，设 P_J 为焦炭期货主力合约收盘价， P_{JM} 为焦煤期货主力合约收盘价，对 $P_J = a + b * P_{JM}$ 做回归分析可得 $P_J = -106.69 + 1.4937 * P_{JM}$ ，同时对其残差进行单位根检验，其 P 值为 0.0011，不具有单位根，表明 P_J 和 P_{JM} 具有协整关系。因为焦炭合约交易

数量为 100 吨一手，焦煤的合约数量为 60 吨一手，结合两者的协整系数，当焦炭 10 手对应焦煤 23 手时，等于持有 1000 吨焦炭和 1380 吨焦煤，1.38 的比例与协整系数 1.49 较接近，确定焦炭和焦煤跨品种套利每次的交易数量最少为 10 手：23 手，如果资金规模更大，可使用进一步接近协整系数的配对方式。根据交易配比，可得到价差序列 $spread = P_J - 1.4 * P_{JM}$ 。

图 15 焦炭焦煤价差偏移度分布图



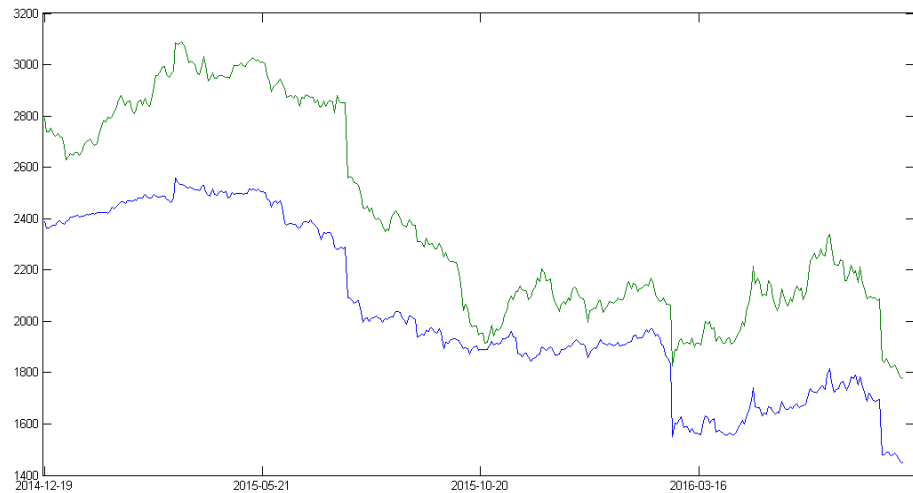
数据来源：Wind 渤海证券研究所

均值为-31.04，标准差为 50.61，价差上涨相对均值偏移最大为 2.00 倍标准差，下跌相对均值偏移最大为 2.44 倍标准差。虽然价差过大和价差过小时的波动情况不同，但是其区别并没有大到使用不同的进出策略的程度。

2.6 玉米-淀粉组合

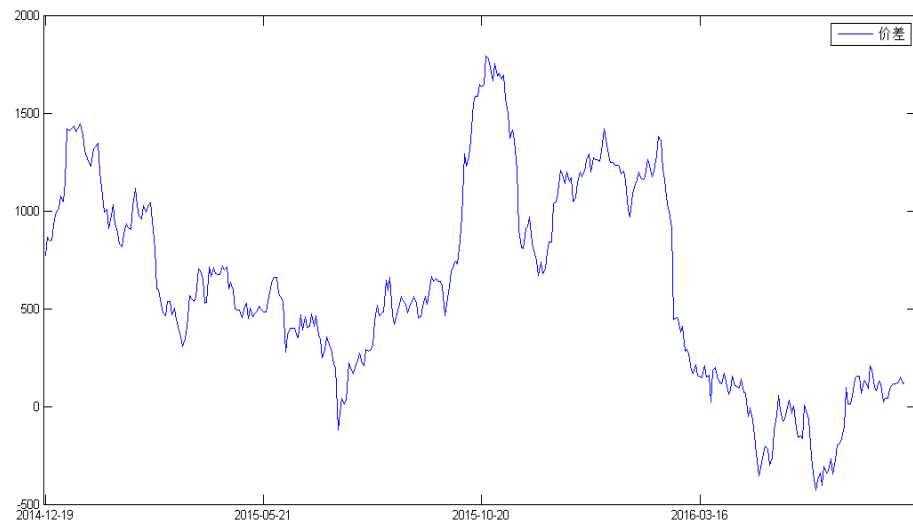
玉米为淀粉的主要生产原料，玉米和淀粉的关系类似于产业上下游，玉米和淀粉并不满足协整关系，但是两者的相关系数达到 89.95%，而且两者具有较强的上下游关系，可以对价差走势进行测试。玉米期货的上市时间为 2004 年 9 月 22 日，淀粉期货的上市时间为 2014 年 12 月 19 日，淀粉期货的上市时间较晚，那么两个品种的套利组合开始的时间为 2014 年 12 月 19 日。

图 16 玉米和淀粉期货价格走势



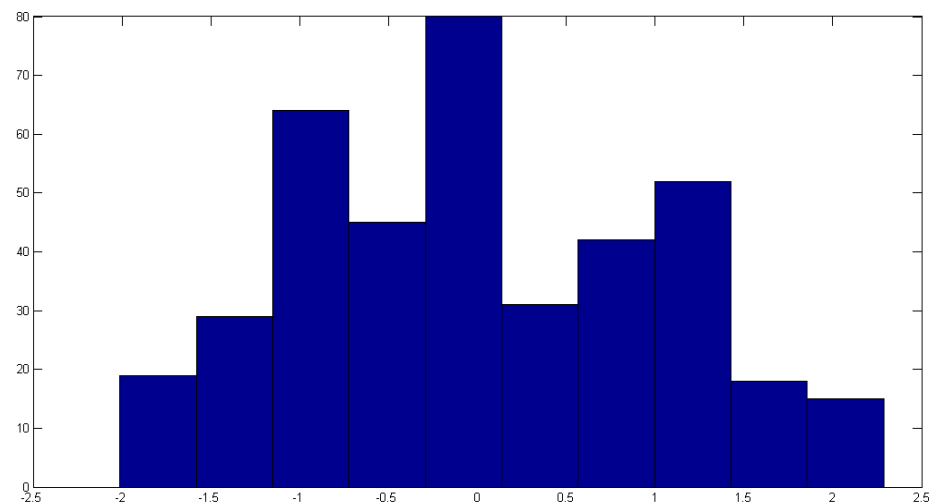
数据来源: Wind 渤海证券研究所

图 17 玉米和淀粉期货价差走势图



数据来源: Wind 渤海证券研究所

图 18 玉米淀粉价差偏移度分布图



数据来源：Wind 渤海证券研究所

因 C 和 CS 为交易所对玉米和淀粉的合约代码，设 P_C 为玉米期货主力合约收盘价， P_{CS} 为淀粉期货主力合约收盘价，对 $P_{CS} = a + b * P_C$ 做回归分析可得 $P_C = 116.03 + 0.80 * P_{CS}$ ，因为玉米合约交易数量和淀粉合约交易数量均为 10 吨一手，当交易 5 手玉米和 4 手淀粉时，持有 50 吨玉米和 40 吨淀粉，其比例与回归方程中的系数较接近，确定玉米和淀粉跨品种套利每次的交易数量最少为 5 手：4 手。根据交易配比，可得到价差序列 $spread = 5 * P_C - 4 * P_{CS}$ 。

均值为 612.26，标准差为 516.81，价差上涨相对均值偏移最大为 2.29 倍标准差，下跌相对均值偏移最大为 2.01 倍标准差。价差过大时和价差过小时的波动情况并无明显区别。

3 价差波动特征分析及择时指标介绍

3.1 价差波动分析

跨品种套利主要是做价差波动过大后价差回复阶段的收益。通过前面的分析可知，价差在正常波动范围以外波动时，不同品种组合价差的走势是有所区别的。小部分价差波动表现出有明显的阻力位的特点，到达阻力位后价差会立即均值回复，大部分的价差波动并没有明显的阻力位，到达阻力位后可能继续扩大，创出历史新高或历史新低。套利交易的主要风险就是进场后价差并没有出现预期的均值回归，而是呈现单边扩大趋势，所以需要在进场点位上进行择时分析。针对具有较明显的波动边界的走势，使用灵敏的 KD 技术指标做开仓信号的处理，对没有明显波动边界的走势，使用自适应均线来做开仓信号的处理。下面对 KD 指标和自适应均线做简要介绍。

3.2 KD 指标介绍

KDJ 指标，由 George Lane 首创，最早用于期货市场。它的主要理论依据是：当价格上涨时，收市价倾向于接近当日价格区间的上端；相反，在下降趋势中收市价倾向于接近当日价格区间的下端。在股市和期市中，因为市场趋势上升而未转向前，每日多数都会偏向于高价位收市，而下跌时收市价就常会偏于低位。KD 指标的优点是比较灵敏，缺点是作为技术指标所固有的受参数影响较大和在单边趋势行情中的钝化现象。

因常规计算 KD 指标的过程中需要使用到最高价和最低价，而跨品种套利仅使用每个交易日收盘时的价差进行分析，所以需要对应计算过程进行相应修改。假设 $spread$ 为价差序列， rsv 指标为当前价差与过去 N 天最小值的差与过去 N 天最大值与最小值差的比例，在上涨行情中该值趋近于 1，在下跌行情中该值趋近于 0， K 指标为 rsv 过去 m 天的均值， D 指标为 K 指标过去 m 天的均值。计算得到 KD 指标的公式如下：

$$rsv_t = \frac{spread_t - \min(spread_{t-N+1}, spread_t)}{\max(spread_{t-N+1}, spread_t) - \min(spread_{t-N+1}, spread_t)}$$

$$K_t = mean(rs_{t-m+1}, rsv_t)$$

$$D_t = mean(K_{t-m+1}, K_t)$$

KD 指标中 N 和 m 两个参数使用固定的 9 和 3，并不因不同组合而变化。使用 K 线和 D 线的交叉做为信号。当价差范围上涨超过正常波动范围时，如果 K 线向下穿越 D 线，则在下一个交易日进场，当价差下跌跌破正常波动范围时，如果 K 线向上穿越 D 线，则在一个交易日进场。

3.3 自适应均线介绍

自适应均线是由美国人佩里·考夫曼 (Perry J.Kaufman) 创造的，在他的著作《精明交易者——系统交易指南》中详细介绍了该方法，该方法的优点是其参数能根据趋势变化的速度进行调节，在牛市和熊市中自适应均线紧随价格向上或向下变化，而在市场处于横盘震荡时期，其变化明显减慢。具体计算方法如下：

(1) 计算效率系数 ER 。效率系数是净价格与总价格移动的比值（其计算公式如下）。 ER 的范围从 0 到 1， ER 值越接近 1 说明市场趋势越快， ER 的值越接近 0，表明市场噪声较多。其中 d_t 表示 n 天的净价格变动， v_t 表示 n 天价格变化的综合，揭示市场噪音总量。 n 根据不同品种组合的价差均值回复时的特征来选择，当价差在有套利机会时更多的表现出快速的均值回复，则 n 应较小，当均值回复的速度较慢时， n 应较大。

$$d_t = p_t - p_{t-n}$$

$$v_t = \sum_{|t-t-n|} |p_t - p_{t-1}|$$

$$ER_t = d_t / v_t$$

(2) 计算趋势速度。我们可将效率系数 ER 从 0 到 1 的变化过程看成是趋势由慢转快的过程。进一步将效率系数 ER 转换为平滑系数即趋势速度：

$$\text{smooth} = ER * (\text{fastest} - \text{slowest}) + \text{slowest},$$

$$\text{fastest} = 2 / (N_f + 1), \text{slowest} = 2 / (N_s + 1),$$

$$c = \text{smooth} * \text{smooth}$$

其中 **fastest** 表示短周期（快趋势）的平滑系数， N_f 为短周期天数；**slowest** 表示长周期（慢趋势）的平滑系数， N_s 为长周期天数。在回测时，短周期均线取 4 日均线，长周期均线取 60 日均线。c 为平滑系数。值得指出的是，在此取平方是为了在市场横盘阶段更好地阻止趋势均线的移动。

(3) 计算自适应平均值。这是一个指数化的移动平均值，且平滑系数的改变可以调节均线的速度，成为自适应的。

$$AMA_t = AMA_{t-1} + c * (p_t - AMA_{t-1})$$

当价差大于正常波动范围的上轨，同时自适应均线向下拐头时，即 $AMA_{t-1} < AMA_{t-2}$ 且 $AMA_{t-2} > AMA_{t-3}$ 时，做空价差；当价差小于正常波动范围的下轨，同时自适应均线向上拐头时，即 $AMA_{t-1} > AMA_{t-2}$ 且 $AMA_{t-2} < AMA_{t-3}$ 时，进场做多价差。

4 交易信号介绍

做跨品种套利，首先要决定如果确定正常的波动幅度范围。为了得到较稳定的结果，这里使用过去所有的数据来确定波动范围。回测中，价差的正常波动幅度使用自两合约同时上市以来至回测交易日的所有数据的均值加减一定倍数的标准差得到，即在 T 日使用两合约同时上市至 T-1 日的所有数据的均值及其标准差，在 T+1 日使用两合约同时上市至 T 日的所有数据的均值及其标准差。假设均值为价差均值为 Ma ，标准差为 Std ，设参数为 $Para_Up$ 和 $Para_Down$ ，则当价差在 $Ma + Para_Up * Std$ 和 $Ma - Para_Down * Std$ 之间时，表示价差波动正常，不存在套利机会，当价差大于 $Ma + Para_Up * Std$ 或价差小于 $Ma - Para_Down * Std$ 时，表示价差波动过大，有均值回归的可能，存在套利机会。针对不同的价差情况，可以调整参数 $Para_Up$ 和 $Para_Down$ 的数值，来适应价差波动的非对称性。

4.1 开仓信号

如果历史上极值点的分布比较稳定，则使用 KD 指标来做进行信号的判断。当价差大于一定水平，同时 KD 指标的 K 线向下穿越 D 线时，开仓做空价差；当价差小于一定水平，同时 KD 指标的 K 线向上穿越 D 线时，开仓做多价差。在上述 8 个组合中，针对豆油-棕榈油组合中的做多豆油做空棕榈油套利、豆油-菜油组合中的做空豆油做多菜油套利、螺纹钢-铁矿石组合中的做空螺纹钢做多铁矿石套利使用该种进场方式。

如果历史上极值点的分布不是很稳定，而是在一个较大的范围内波动，则使用自适应均线来做信号的判断。当价差大于正常波动范围的上轨，同时自适应均线下拐头时，即 $AMA_{t-1} < AMA_{t-2}$ 且 $AMA_{t-2} > AMA_{t-3}$ 时，做空价差；当价差小于正常波动范围的下轨，同时自适应均线向上拐头时，即 $AMA_{t-1} > AMA_{t-2}$ 且 $AMA_{t-2} < AMA_{t-3}$ 时，进场做多价差。

4.2 平部分仓位信号

当进场后，如果在没有回复到正常水平的条件下，自适应均线发生了不利于持仓方向的拐头，则先平掉部分仓位。假设价差上涨突破正常的波动区间后满足进场条件进场做空价差，在价差未回归到正常波动水平时，如果 $AMA_{t-1} > AMA_{t-2}$ 且 $AMA_{t-2} < AMA_{t-3}$ 时，先平掉部分仓位；假设价差下跌跌破正常的波动区间后满足进场条件进场做多价差，在价差未回归到正常波动水平时，如果 $AMA_{t-1} < AMA_{t-2}$ 且 $AMA_{t-2} > AMA_{t-3}$ 时，先平掉部分仓位。

4.3 止损信号

对于使用 KD 指标进场的套利仓位，如果是做空价差的仓位，那么在价差创出历史新高后止损平仓；如果是做多价差的仓位，那么在价差创出历史新低后止损平仓。

对于使用自适应均线做为信号开仓的仓位，如果是做空价差的仓位，那么当自适应均线的值大于开仓时自适应均线的值时，止损平仓；如果是做多价差的仓位，那么当自适应均线的值小于开仓时自适应均线的值时，止损平仓。

4.4 止盈信号

如果进场后价差出现均值回复，则在价差回复到均线加减一定倍数的标准差范围时获利平仓，假设进场做空价差后，如果价差回落小于 $Ma+CP_Short * Std$ 时，则落入止盈区间止盈平仓；假设进场做多价差后，如果价差上涨大于 $Ma+CP_Long * Std$ 时，则落入止盈区间止盈平仓。参数 $ClossPosition_Short$ 和 $ClossPosition_Long$ 根据不同的价差波动规律设置不同的阈值，其本质是不同价差均值附近的概率分布。

5. 策略测试及回测结果分析

策略回测时把 6 个组合按照一定的资金分配原则组合在一起。因为本策略是一个中长期策略，在跨品种套利交易时，会出现合约到期平仓时价差仍不收敛的情况，所以需要进行展期操作。展期操作的关键是要求两个品种的合约同时展期，这里使用前面介绍过的换月条件，即当两个品种的远月合约的成交量同时大于当前主力合约成交量的 1.2 倍时，两个品种同时进行换月，在换月时，平掉现有仓位，在远月合约上建立相同方向相同数量的仓位。

不同的跨品种套利组合结合在一起，可以提高资金的使用效率，同时能起到一定程度的对冲功能。表 8 列出了不同品种组合开始的时间，可以看到交易时间最长的为大豆豆粕组合，2001 年至 2006 年间仅有该组合交易，随着油脂类品种的上市，2007 年至 2012 年有三对组合进行交易，直到 2013 年，交易的组合数量才逐渐多起来。交易时间最短的为玉米淀粉组合。

表 1 组合开始回测时间

组合名称	大豆-豆粕	豆油-棕榈油	豆油-菜油	螺纹钢-铁矿石	焦炭-焦煤	玉米-淀粉
组合开始回测时间	2000-7-17	2007-10-29	2007-6-8	2013-10-18	2013-3-22	2014-12-19

资料来源：Wind

5.1 单个组合回测

首先依次对单个组合进行测试，通过单个组合策略可以加深对策略的理解。

5.1.1 大豆-豆粕组合

大豆-豆粕组合的做多价差套利和做空价差套利均使用自适应均线择时的方法来

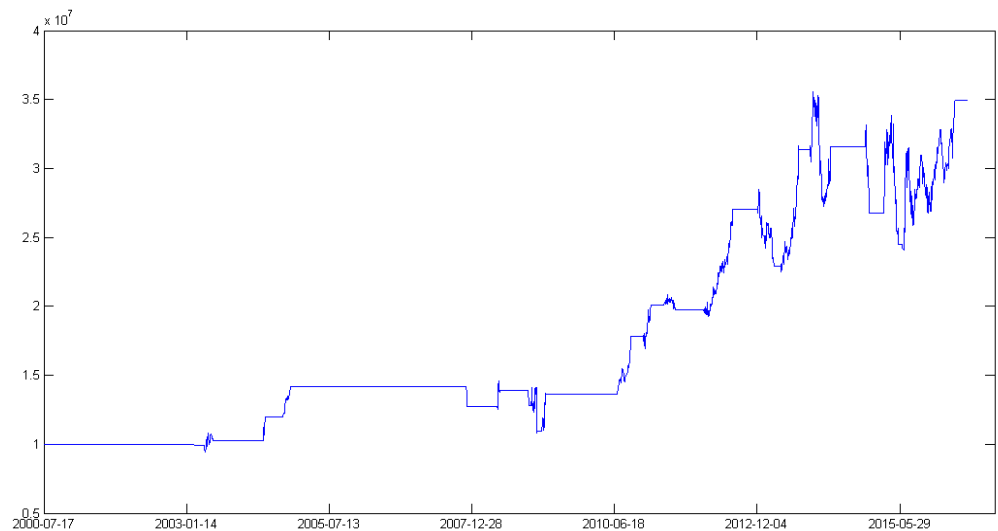
进行交易。回测设置初始资金规模 1000 万，每次开仓使用可用资金的 60%，如果出现平部分仓位信号则平掉所有仓位的 30%，开仓平仓的冲击成本为两跳，手续费设为 3 元，双边收取。经过参数遍历后的参数值、市值表现、评价指标如下：

表 2 大豆-豆粕组合策略参数

Para_Up	Para_Down	CP_Long	CP_Short	Flen	Slen	AMALen
1	-1	-0.12	0.12	4	30	20

资料来源：Wind，渤海证券研究所

图 19 大豆-豆粕套利组合市值表现



资料来源：Wind，渤海证券研究所

表 3 大豆豆粕策略指标表现

胜率	0.5	R 立方	1.26
盈亏比	1.82	MAR 比率	0.31
CAGR	8.10%	平均持有期	19.27
夏普比率	0.33	最长持有期	80
最大回撤	32.26%	最短持有期	1
最大回撤期	381 天	最大保证金占比	69.40%
RAR	15.24%	持仓期保证金平均占比	43.65%

资料来源：渤海证券研究所

交易大豆豆粕的配比为 10:13，以目前的大豆和豆粕的期货价格水平，交易一组的保证金约为 10 万，可承载 10 万-50 万左右的保证金资金规模，即可承载 100 左右的资金水平，超过 100 万后滑点会较大。

5.1.2 豆油-棕榈油组合

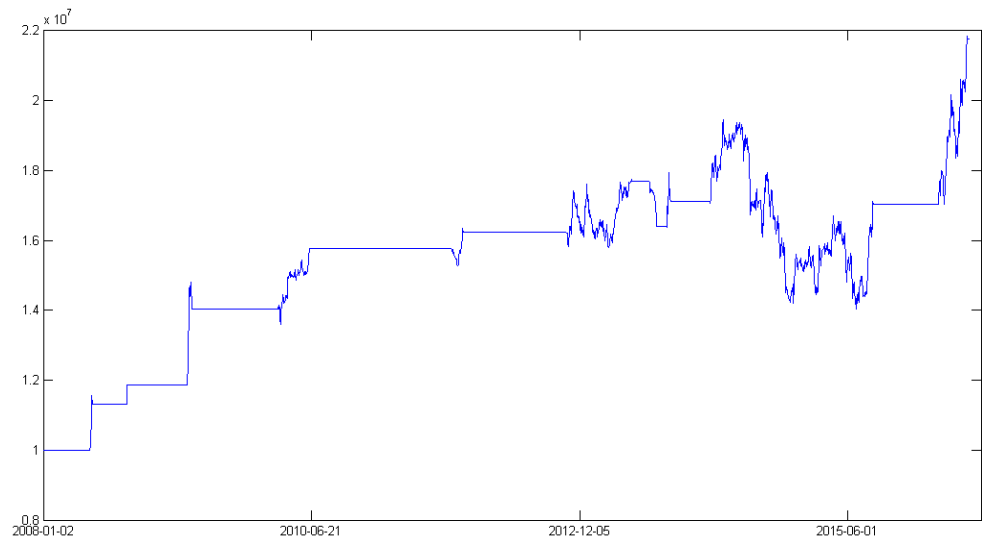
豆油-棕榈油组合的做多价差套利使用较敏感的KD指标择时法进行交易，做空价差套利使用自适应均线择时的方法来进行交易。回测设置初始资金规模1000万，每次开仓使用可用资金的60%，如果出现平部分仓位信号则平掉所有仓位的30%，开仓平仓的冲击成本为两跳，手续费设为10元，双边收取。经过参数遍历后的参数值、市值表现、评价指标如下：

表4 豆油-棕榈油策略参数

Para-Up	Para-Down	CP-Long	CP-Short	Flen
0.9	-0.9	-0.1	0.4	4
Slen	AMALen	kdj-N	kdj-M	kdj-Thres
60	8	9	3	0

资料来源：Wind，渤海证券研究所

图20 豆油-棕榈油套利组合市值表现



资料来源：Wind，渤海证券研究所

表5 豆油-棕榈油组合指标表现

胜率	0.48	R立方	1.19
盈亏比	2.44	MAR比率	0.43
CAGR	9.55%	平均持有期	28.52
夏普比率	0.48	最长持有期	95
最大回撤	0.28	最短持有期	1
最大回撤期	297天	最大保证金占比	0.69
RAR	7.58%	持仓期保证金平均占比	0.51

资料来源：渤海证券研究所

豆油棕榈油组合的交易配比为1:1，以目前的豆油和棕榈油的期货价格水平，交

易一组的保证金约为 1500 元，油脂类板块的盘口深度较大，可承载 100 万左右的保证金规模，即可承载 200 万左右的资金水平，资金过大后滑点会较大。

5.1.3 豆油-菜油组合

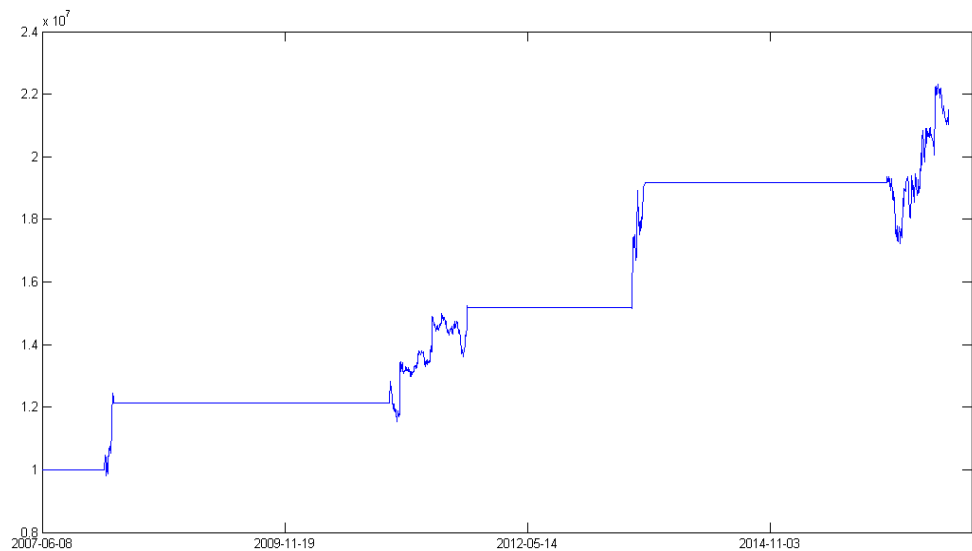
豆油-菜油组合的做空价差套利使用较敏感的 KD 指标择时法进行交易，做多价差套利使用自适应均线择时的方法来进行交易。回测设置初始资金规模 1000 万，每次开仓使用可用资金的 60%，如果出现平部分仓位信号则平掉所有仓位的 30%，开仓平仓的冲击成本为两跳，手续费设为 10 元，双边收取。经过参数遍历后的参数值、市值表现、评价指标如下：

表 6 豆油-菜油组合策略参数

Para_Up	Para_Down	CP_Long	CP_Short	Flen
1	-1	-0.2	0.2	4
Slen	AMALen	kdj_N	kdj_M	kdj_Thres
60	20	9	3	0

资料来源：渤海证券研究所

图 21 豆油-菜油套利组合市值表现



资料来源：Wind，渤海证券研究所

表 7 豆油-棕榈油组合指标表现

胜率	0.82	R 立方	15.65
盈亏比	3.84	MAR 比率	0.82
CAGR	8.68%	平均持有期	40.45
夏普比率	0.46	最长持有期	88
最大回撤	0.11	最短持有期	1

最大回撤期	28 天	最大保证金占比	0.68
RAR	12.35%	持仓期保证金平均占比	0.52

资料来源：渤海证券研究所

豆油菜油组合的交易配比为 1:1，以目前的豆油和菜油的期货价格水平，交易一组的保证金约为 1800 元，菜油的盘口深度较小，可承载 70 万左右的保证金规模，即可承载 140 左右的资金水平，过大后滑点会较大。

5.1.4 螺纹钢-铁矿石组合

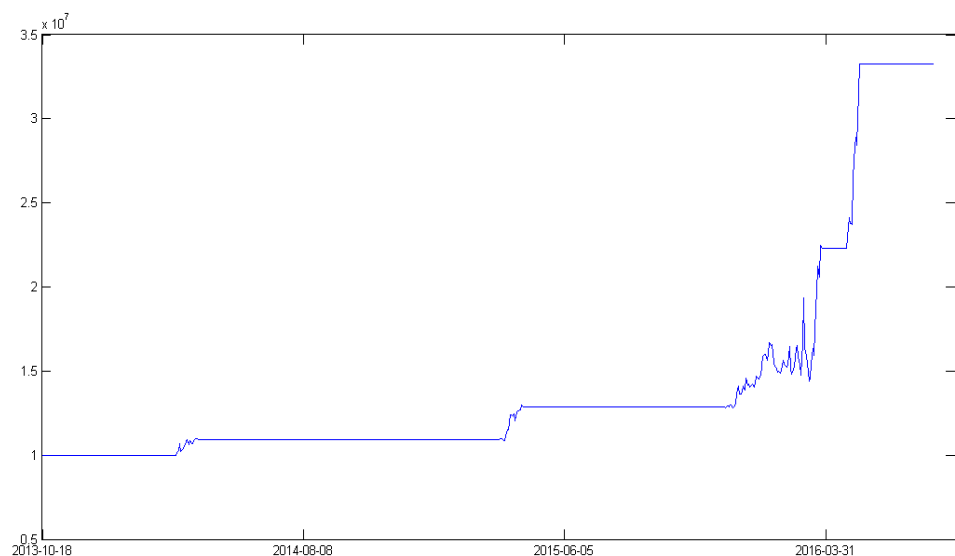
螺纹钢-铁矿石组合的做空价差套利使用较敏感的 KD 指标择时法进行交易，做多价差套利使用自适应均线择时的方法来进行交易。回测设置初始资金规模 1000 万，每次开仓使用可用资金的 60%，如果出现平部分仓位信号则平掉所有仓位的 30%，开仓平仓的冲击成本为两跳，手续费设为 10 元，双边收取。经过参数遍历后的参数值、市值表现、评价指标如下：

表 8 螺纹钢-铁矿石策略参数

Para_Up	Para_Down	CP_Long	CP_Short	Flen
0.9	-0.9	-0.2	0.2	4
Slen	AMALen	kdj_N	kdj_M	kdj_Thres
60	6	9	3	1400

资料来源：渤海证券研究所

图 22 螺纹钢-铁矿石套利组合市值表现



资料来源：Wind，渤海证券研究所

表 9 螺纹钢-铁矿石组合指标表现

胜率	1	R 立方	212.39
盈亏比	-	MAR 比率	2.41
CAGR	53.81%	平均持有期	24
夏普比率	1.746462	最长持有期	69
最大回撤	25.47%	最短持有期	5
最大回撤期	4 天	最大保证金占比	0.73
RAR	60.33%	持仓期保证金平均占比	0.64

资料来源：渤海证券研究所

螺纹钢铁矿石组合的交易配比为 4:1，以目前的螺纹钢和铁矿石的期货价格水平，交易一组的保证金约为 1300 元，黑色系的盘口深度较深，可承载 150 万左右的保证金规模，即可承载 300 左右的资金水平，过大后滑点会较大。

5.1.5 焦炭-焦煤组合

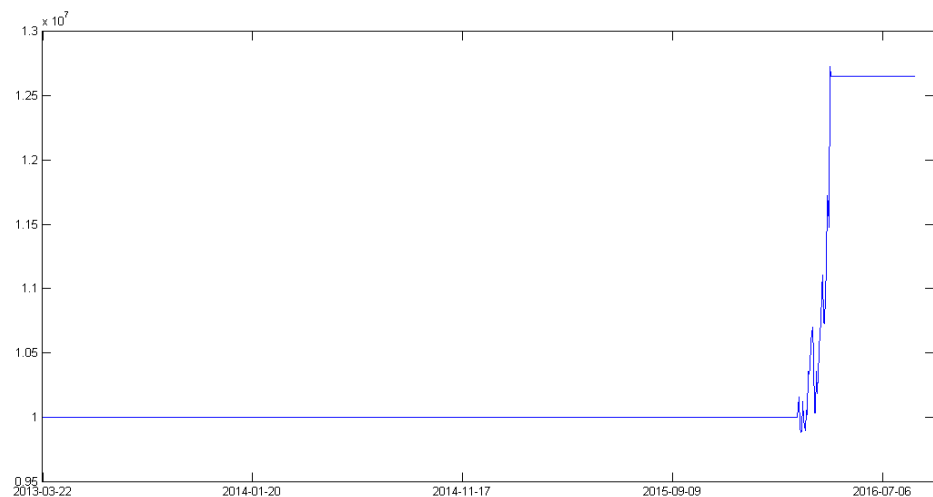
焦炭-焦煤组合的做空价差和做多价差套利均使用自适应均线择时的方法来进行交易。回测设置初始资金规模 1000 万，每次开仓使用可用资金的 60%，如果出现平部分仓位信号则平掉所有仓位的 30%，开仓平仓的冲击成本为两跳，手续费设为 15 元，双边收取。经过参数遍历后的参数值、市值表现、评价指标如下：

表 10 焦炭-焦煤组合策略参数

Para_Up	Para_Down	CP_Long	CP_Short	Flen	Slen	AMALen
0.9	-0.9	-0.2	0.2	4	60	6

资料来源：渤海证券研究所

图 23 焦炭-焦煤套利组合市值表现



资料来源：Wind，渤海证券研究所

表 11 焦炭焦煤组合指标表现

胜率	66.67%	R 立方	210.93
盈亏比	24.46	MAR 比率	1.60
CAGR	7.14%	平均持有期	11.67
夏普比率	0.46	最长持有期	19
最大回撤	6.24%	最短持有期	3
最大回撤期	2	最大保证金占比	0.61
RAR	0.05	持仓期保证金平均占比	0.30

资料来源：渤海证券研究所

焦煤焦炭组合的交易配比为 23:10，以目前的焦煤焦炭的期货价格水平，交易一组的保证金约为 30 万元，该组合所需的保证金为 6 个组合中最大的，黑色系的盘口深度较深，可承载 150 万左右的保证金规模，即可承载 300 左右的资金水平，过大后滑点会较大。

5.1.6 玉米-淀粉组合

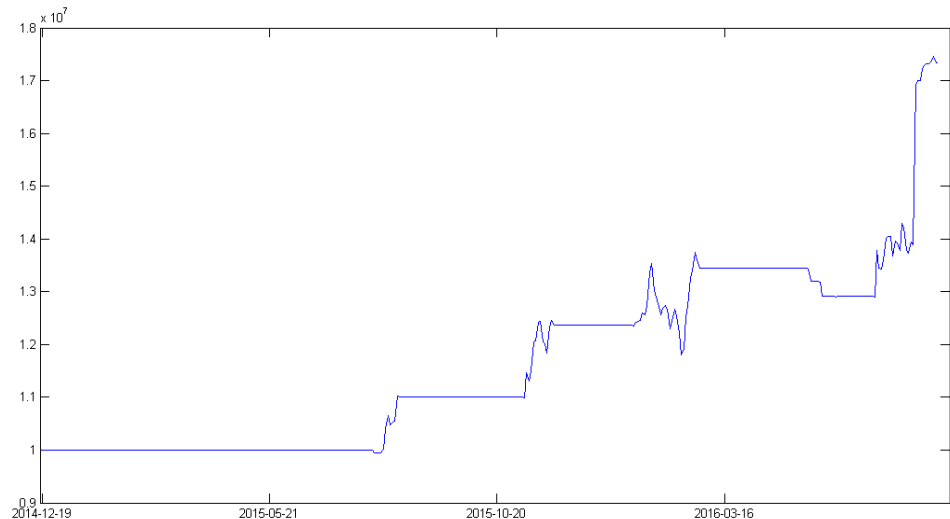
玉米-淀粉组合的做多价差套利和做空价差套利均使用自适应均线择时的方法进行交易。回测设置初始资金规模 1000 万，每次开仓使用可用资金的 60%，如果出现平部分仓位信号则平掉所有仓位的 30%，开仓平仓的冲击成本为两跳，手续费设为 2.5 元，双边收取。经过参数遍历后的参数值、市值表现、评价指标如下：

表 12 玉米-淀粉组合策略参数

Para_Up	Para_Down	CP_Long	CP_Short	Flen	Slen	AMALen
1	-1	-0.12	0.12	2	30	6

资料来源：渤海证券研究所

图 24 玉米-淀粉套利组合市值表现



资料来源：Wind，渤海证券研究所

表 13 玉米-淀粉组合指标表现

胜率	0.55	R 立方	85.96
盈亏比	2.32	MAR 比率	2.18
CAGR	40.33%	平均持有期	7.55
夏普比率	1.61	最长持有期	28
最大回撤	0.13	最短持有期	1
最大回撤期	13 天	最大保证金占比	0.64
RAR	34.05%	持仓期保证金平均占比	0.58

资料来源：渤海证券研究所

玉米淀粉组合的交易配比为 1:1，以目前的焦煤焦炭的期货价格水平，交易一组的保证金约为 5000 元，该组合所需的保证金为 6 个组合中最小的，这两个品种的盘口深度较浅，可承载 80 万左右的保证金规模，即可承载 160 左右的资金水平，过大后滑点会较大。

5.2 组合测试

5.2.1 资金管理

个人认为，资金管理在投资中重要性并不亚于进出场信号的选择，但资金管理与进场信号的区别是资金管理并没有最优选择，仅有最适合投资者的选择。不同的投资者的风险承受能力不同，有些投资者可以承受 20% 的资金回撤，有些投资者仅可以承受 5% 的资金回撤，这些并无孰优孰劣之分，对不同的类型的投资者，必然要求不同的资金管理方案。所以资金管理与进出信号相比，是一个相对个性

化的选择。

套利交易必然要求把不同组合结合在一起，组合在一起的过程中必然涉及到资金管理。这里的资金管理方案不仅涉及到了不同组合在产生信号时发生使用的资金比例，还涉及到根据产生信号时相对均值的偏移程度分配不同的资金比例。资金管理方案为：

- 1、不同组合产生信号时使用相同比例的资金分配方式。
- 2、有开仓信号时，如果开仓时价差于均值的偏移程度小于 TV 倍标准差，则使用 N 的资金水平，如果开仓时价差于均值的偏移程度大于 TV 倍标准差，则使用 M*N 的资金水平。

资金管理部分的参数有三个，分别为 TV、N 和 M。TV 为偏移量，所有套利品种组合在一起，触发信号时有不同的异常波动程度，TV 为异常波动程度的度量。M 为一个参数，其意义为针对不同的异常波动程度，给予不同的资金水平。当发生一个较大的异常波动，同时又满足进场条件时，给予更高的资金水平可以在均值回复时获得更大的收益。N 为资金比例，为百分比数值，其大小受到四个方面的影响，一为其不能低于最小开一个组合的要求。具体来看，上面六个组合中开一组焦炭-焦煤组合套利所需的资金量最大，按照目前的期货价格，保证金水平约为 30 万左右，如果总体资金为 200 万，那么 N 则应该最小应该大于 15%，如果总体资金 1000 万，那么 N 则应该最小大于 3%。二为最大同时发生信号的组合数量，测试发现历史上不同组合最大同时持有仓位数量为 3 组，如果较保守，可以给每组均指定一定的资金水平，那么最大的资金水平为 15%，如果较激进，可以给每组指定 33% 的资金水平。三为投资者能承担的最大回撤水平，在同样的年化收益率与最大回撤比条件下，能承受的最大回撤越大，那么年华收益率越高。四为 N 的大小也受到参数 M 的影响，M 为资金放大比例，需要考虑到当套利组合均开仓 M*N 的情况下，资金是否允许的情况。

先固定 N 为 10%，对三个参数中另外两个 TV 和 M 进行遍历。因当交易的组合足够多时才能够体现出不同品种间的对冲效果，而 6 个套利组合开始时间的各不相同，根据 6 个组合开始的时间，选择了 08 年和 13 年两个初始时间分别进行分析。

表 14 08 年以来在不同参数下的年华收益率与最大回撤比

MTV	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3
-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---

1	1.48	1.33	1.33	1.33	1.32	1.32	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
1.2	1.46	1.46	1.44	1.43	1.40	1.37	1.39	1.38	1.38	1.38	1.35	1.35	1.35	1.35
1.4	1.55	1.56	1.52	1.51	1.44	1.39	1.44	1.42	1.42	1.42	1.37	1.37	1.37	1.37
1.6	1.59	1.59	1.55	1.60	1.50	1.42	1.48	1.46	1.47	1.47	1.39	1.39	1.39	1.39
1.8	1.63	1.64	1.57	1.68	1.54	1.44	1.50	1.51	1.51	1.51	1.41	1.41	1.41	1.41
2	1.69	1.68	1.61	1.75	1.58	1.47	1.53	1.51	1.51	1.51	1.43	1.43	1.43	1.43
2.2	1.74	1.74	1.65	1.79	1.60	1.49	1.51	1.45	1.45	1.45	1.44	1.44	1.44	1.44
2.4	1.80	1.80	1.71	1.79	1.59	1.51	1.46	1.39	1.39	1.39	1.47	1.47	1.47	1.47
2.6	1.90	1.89	1.79	1.81	1.58	1.53	1.42	1.34	1.35	1.35	1.48	1.48	1.48	1.48
2.8	2.01	2.01	1.90	1.84	1.57	1.54	1.38	1.30	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	1.50
3	2.16	2.15	2.03	1.89	1.58	1.55	1.34	1.26	1.27	1.27	1.51	1.51	1.51	1.51

资料来源：渤海证券研究所

表 15 08 年以来不同参数下的夏普比率情况

M/TV	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3
1	1.00	1.14	1.14	1.14	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12
1.2	1.20	1.20	1.19	1.20	1.17	1.18	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
1.4	1.25	1.25	1.24	1.25	1.21	1.22	1.16	1.14	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
1.6	1.30	1.30	1.28	1.30	1.24	1.25	1.17	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
1.8	1.33	1.33	1.31	1.33	1.26	1.28	1.18	1.15	1.15	1.15	1.16	1.16	1.16	1.16
2	1.36	1.36	1.34	1.36	1.27	1.30	1.18	1.15	1.15	1.15	1.17	1.17	1.17	1.17
2.2	1.39	1.39	1.36	1.38	1.29	1.31	1.18	1.14	1.15	1.15	1.17	1.17	1.17	1.17
2.4	1.41	1.41	1.37	1.39	1.30	1.33	1.18	1.14	1.14	1.14	1.17	1.17	1.17	1.17

2.6	1.43	1.42	1.38	1.40	1.31	1.33	1.18	1.13	1.14	1.14	1.17	1.17	1.17	1.17
2.8	1.43	1.43	1.39	1.39	1.33	1.34	1.17	1.12	1.13	1.13	1.17	1.17	1.17	1.17
3	1.41	1.41	1.37	1.36	1.34	1.34	1.17	1.12	1.13	1.13	1.17	1.17	1.17	1.17

资料来源：渤海证券研究所

表 16 13 年以来不同参数下年化收益率与最大回撤比情况

M/TV	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3
1	2.58	2.39	2.39	2.39	2.41	2.41	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.43	2.43	2.43
1.2	2.51	2.53	2.51	2.80	2.73	2.65	2.55	2.50	2.50	2.50	2.43	2.43	2.43	2.43
1.4	2.61	2.62	2.59	3.16	2.94	2.84	2.69	2.59	2.59	2.59	2.44	2.44	2.44	2.44
1.6	2.72	2.72	2.68	3.14	2.84	2.91	2.81	2.66	2.66	2.66	2.43	2.43	2.43	2.43
1.8	2.82	2.83	2.77	3.14	2.77	2.93	2.72	2.55	2.55	2.55	2.42	2.42	2.42	2.42
2	2.96	2.96	2.89	3.16	2.72	2.95	2.61	2.44	2.43	2.43	2.45	2.45	2.45	2.45
2.2	3.10	3.11	3.03	3.19	2.69	2.90	2.53	2.33	2.33	2.33	2.42	2.42	2.42	2.42
2.4	3.27	3.27	3.19	3.25	2.68	2.88	2.45	2.25	2.23	2.23	2.46	2.46	2.46	2.46
2.6	3.51	3.51	3.42	3.32	2.68	2.84	2.40	2.16	2.16	2.16	2.43	2.43	2.43	2.43
2.8	3.81	3.82	3.71	3.43	2.70	2.82	2.34	2.09	2.08	2.08	2.43	2.43	2.43	2.43
3	4.24	4.24	4.12	3.60	2.73	2.80	2.28	2.02	2.02	2.02	2.44	2.44	2.44	2.44

资料来源：渤海证券研究所

表 17 13 年以来不同参数下夏普比率

M/N	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3
1	1.45	1.52	1.52	1.52	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
1.2	1.60	1.60	1.60	1.60	1.56	1.56	1.54	1.52	1.52	1.52	1.51	1.51	1.51	1.51

1.4	1.67	1.68	1.66	1.68	1.59	1.60	1.56	1.52	1.52	1.52	1.51	1.51	1.51	1.51
1.6	1.74	1.74	1.72	1.73	1.61	1.62	1.58	1.52	1.52	1.52	1.51	1.51	1.51	1.51
1.8	1.79	1.79	1.76	1.78	1.63	1.63	1.59	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
2	1.84	1.84	1.81	1.82	1.65	1.65	1.60	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
2.2	1.88	1.88	1.85	1.85	1.66	1.65	1.60	1.50	1.50	1.50	1.51	1.51	1.51	1.51
2.4	1.93	1.93	1.89	1.88	1.68	1.67	1.60	1.49	1.49	1.49	1.52	1.52	1.52	1.52
2.6	1.97	1.97	1.93	1.90	1.70	1.67	1.61	1.48	1.48	1.48	1.51	1.51	1.51	1.51
2.8	2.01	2.01	1.96	1.90	1.72	1.67	1.60	1.47	1.47	1.47	1.51	1.51	1.51	1.51
3	2.02	2.02	1.97	1.88	1.74	1.67	1.60	1.46	1.46	1.46	1.51	1.51	1.51	1.51

资料来源：渤海证券研究所

上面的结果体现出了一定的规律性，通过合理设置 TV 和 M 的大小，可以提高策略表现。考虑虽然历史上最大持仓仅有 3 对，但未来可能更多，所以 M 的参数值不易过大，这里选择 TV 和 M 均为 2。在该条件以及初始资金 2000 万的条件下对 N 进行遍历。

表 18 自 08 年不同参数下策略表现

参数	4.00%	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%	10.00%	11.00%	12.00%	13.00%
最大回撤	4.36%	5.37%	6.38%	7.35%	8.31%	9.27%	10.21%	11.57%	13.33%	16.33%
年化收益率	5.56%	7.44%	9.20%	11.07%	13.02%	15.21%	17.69%	20.61%	24.36%	30.58%
夏普比率	0.68	0.91	1.04	1.14	1.22	1.29	1.35	1.40	1.43	1.35

资料来源：渤海证券研究所

表 19 自 13 年不同参数下策略表现

参数	4.00%	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%	10.00%	11.00%	12.00%	13.00%
最大回撤	4.36%	5.37%	6.38%	7.35%	8.31%	9.27%	10.21%	11.16%	12.12%	16.33%
年化收益率	9.60%	12.79%	15.82%	19.15%	22.67%	26.59%	31.24%	36.93%	44.74%	59.23%
夏普比率	1.22	1.39	1.50	1.59	1.67	1.74	1.81	1.88	1.94	1.87

资料来源：渤海证券研究所

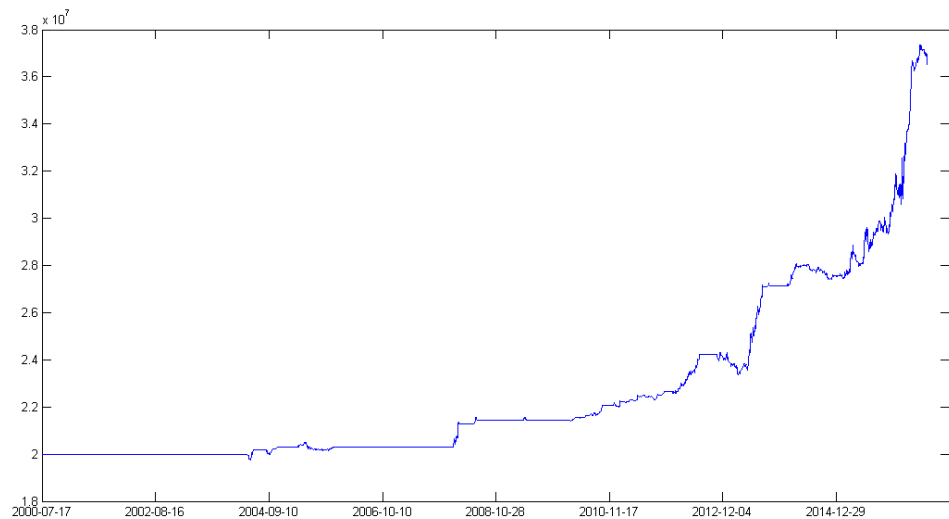
通过对上述参数遍历情况进行分析，可见随着 N 的增加，夏普比率和最大回撤均有一定的增加。但当 N 过大时，夏普比率会下降，同时结合参数 M，当 6 个组合

均触发 $M*N$ 时会有资金不够用的情况。

资金管理部分的参数并没有孰优孰劣的区别，更多的取决于一些刚性的条件，如资金水平、资金允许的最大回撤、最大保证金占用比例、允许的杠杆水平、多策略之间的资金分配等。所以这里选择 N 为 5%。

下面以初始资金为 2000 万， N 、 TV 、 $THres$ 设为 5%、2、2 的条件下进场测试。得到的市值表现和策略指标如下：

图 25 市值表现



资料来源：渤海证券研究所

表 20 指标表现 1

胜率	53.19%	平均持有期	25
盈亏比	3.17	最长持有期	98
最大回撤	5.38%	最短持有期	1
最大回撤期	4 天	最大保证金占比	26.76%

资料来源：渤海证券研究所

因年化收益率和夏普比率等指标受开始计算时间的影响较大，同时不同时间段内策略的表现更受到可以交易组数的影响，因此上表中仅列出了与开始时间无关的指标。因 2000 年至 2006 年仅一对品种可以交易，对于预期策略未来的年化收益率和夏普比率上意义不大，故在开始时间上选择 2008 年初和 2013 年初为两个起始时间段。

表 21 指标表现 2

起始时间	2008 年初	2013 年初
年化收益率	7.02%	12.21%

最大回撤	5.38%	5.38%
收益回撤比	1.30	2.26
夏普比率	0.85	1.35

资料来源：渤海证券研究所

表 22 年度表现列表

年份	年度收益率	最大回撤	年份	年度收益率	最大回撤
2001 年	0.00%	0.00%	2009 年	-0.10%	0.60%
2002 年	0.00%	0.00%	2010 年	2.75%	0.67%
2003 年	0.00%	0.00%	2011 年	2.73%	0.90%
2004 年	1.55%	1.26%	2012 年	6.57%	1.33%
2005 年	0.04%	1.68%	2013 年	12.85%	3.02%
2006 年	0.00%	0.00%	2014 年	1.55%	2.31%
2007 年	0.00%	0.00%	2015 年	10.76%	3.39%
2008 年	5.60%	1.08%	2016 年	20.53%	5.38%

资料来源：渤海证券研究所

根据年度指标分析，该策略在 2009 年以前交易机会较少，2010 年后交易机会逐步增加。2014 年收益较差的原因为豆油-棕榈油套利交易中有较大回撤，但依然为正收益，其余时间表现平稳。在 2015 年、2016 年商品期货触底反弹的过程，不同品种表现分化，该策略表现较好。未来随着商品期货市场上品种的逐渐增加，将会出现更多的套利组合。

投资评级说明

项目名称	投资评级	评级说明
公司评级标准	买入	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅超过 20%
	增持	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅介于 10%~20%之间
	中性	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅介于-10%~10%之间
	减持	未来 6 个月内相对沪深 300 指数跌幅超过 10%
行业评级标准	看好	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数涨幅超过 10%
	中性	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数涨幅介于-10%-10%之间
	看淡	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数跌幅超过 10%

重要声明： 本报告中的信息均来源于已公开的资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，不保证该信息未经任何更新，也不保证本公司做出的任何建议不会发生任何变更。在任何情况下，报告中的信息或所表达的意见并不构成所述证券买卖的出价或询价。在任何情况下，我公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的担保。我公司及其关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行或财务顾问服务。我公司的关联机构或个人可能在本报告公开发表之前已经使用或了解其中的信息。本报告的版权归渤海证券股份有限公司所有，未获得渤海证券股份有限公司事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发，需注明出处为“渤海证券股份有限公司”，也不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。

请务必阅读正文之后的免责条款部分

渤海证券研究所机构销售团队

朱艳君

渤海证券研究所高级销售经理

座机: 86-22-28451995

手机: 13502040941

邮箱: zhuyanjun@bhzq.com

渤海证券研究所

天津

天津市南开区宾水西道 8 号

邮政编码: 300381

电话: (022) 28451888

传真: (022) 28451615

北京

北京市西城区阜外大街 22 号 外经贸大厦 11 层

邮政编码: 100037

电话: (010) 68784253

传真: (010) 68784236

渤海证券研究所网址: www.ewww.com.cn

请务必阅读正文之后的免责条款部分