

能源期货统计套利策略设计报告

学 校：_____滁州学院_____

团队长姓名：_____朱丽梅_____学号：_____2014212069_____

专业与班级：_____公共事业管理_____

联系电话：_____15755024005_____

团队成员：_____王尔杰、余程程_____

指导老师：_____蔡 杨_____

能源期货统计套利策略设计报告

摘要：著名的投资大师巴菲特说过，“再好的投资品种，如果我不懂我决不去参与。要参与，我一定弄清楚明白，成功的机率才会提高，否则就是投机”。近年来中国的股票市场和期货市场经历了迅猛的发展，给人们带来了更多的投资机会，同时也存在许多难以察觉的风险。为了有效减少和规避风险，本文以能源类期货为例，研究商品期货的统计套利策略，通过对能源类期货品种之间的相互关系的研究，从中发掘套利机会。

本文首先分析了能源类期货品种历史数据的平稳性及相关关系，然后利用最小二乘法得到各相关品种价格之间的均衡关系，当均衡关系被有效打破即相对价格严重偏离时会出现套利机会，因此可以进行套利操作，并在价格回归均衡时获利了结。本文通过历史数据进行该策略回测，验证策略的可行性，为投资者提供了一套有效的投资方法。

关键词：能源类期货；跨品种套利；策略检验

作者简介：

全部团队成员：

朱丽梅（滁州学院经济与管理学院，公共事业管理 141 班，学号 2014212069）

王尔杰（滁州学院体育学院，体育教育 142 班，学号 2014213162）

余程程（滁州学院机械学院，机械制造及其自动化模具 141，学号：2014211189）

指导老师：

蔡 杨，滁州学院数学与金融学院，金融工程系专任教师，邮编 239000

目 录

一、投资目标.....	1
(一) 商品期货定义	1
(二) 商品期货的投资特点	1
(三) 能源期货市场现状及发展前景.....	1
二、统计套利策略概述	2
(一) 统计套利的定义.....	2
(二) 跨品种套利的定义	2
(三) 统计套利的基本思路	3
(四) 统计套利的优缺点	3
三、能源类期货统计套利研究	4
(一) 稳定性检验	4
(二) 相关性检验	6
(三) 套利策略检验	12
四、总结	16
参考文献	18

表目录

表 1: 铁矿石期货价格 ADF 检验	4
表 2: 动力煤期货价格 ADF 检验	5
表 3: 焦煤期货价格 ADF 检验	5
表 4: 焦炭期货价格 ADF 检验	6
表 5: 甲醇期货价格 ADF 检验	6
表 6: 商品期货各品种价格相关关系	7
表 7: 铁矿石与动力煤套利操作与收益	13
表 8: 各组合套利情况	14

图目录

图 1: 套利区域	3
图 2: 铁矿石与动力煤价格走势	8
图 3: 铁矿石与焦煤价格走势	8
图 4: 铁矿石与焦炭价格走势	9
图 5: 铁矿石与甲醇价格走势	9
图 6: 动力煤与焦煤价格走势	9
图 7: 动力煤与焦炭价格走势	10
图 8: 动力煤与甲醇价格走势	10
图 9: 焦煤与焦炭价格走势	11
图 10: 焦煤与焦炭价格走势	12
图 11: 焦炭与甲醇价格走势	12
图 12: 铁矿石与动力煤关系	13
图 13: 铁矿石与焦煤关系	14

一、投资目标

本文的投资目标是商品期货中的某一板块——能源类期货，主要品种有：铁矿石、动力煤、焦煤、焦炭、甲醇。

（一）商品期货定义

商品期货是以实物商品为标的物的一种期货合约，是关于买卖双方在将来某个约定的日期以签约时约定的价格买卖某一数量的实物商品的标准化协议。商品期货交易，是指投资者在期货交易所内买卖特定商品标准化合同的交易方式。

（二）商品期货的投资特点

1、杠杆机制，以小博大。在投资商品期货时投资者只需要交纳一定量的保证金，就可以拥有全部虚拟资金的控制权。商品期货的投资收益将以一定的比例被扩大，同样损失也会被扩大。

2、交易便利。期货交易签订的是特定商品的标准化合约，所以期货合约具有较高的互换性和流通性。

3、信息公开。期货交易通过公开竞争的期货交易市场使用公开竞价的方式使交易者在平等的条件下公平竞争。

4、期货交易简便、灵活。合约买卖者只需交纳保证金即可进入期货市场进行期货合约的买卖，且只需用几个指令便可在短时间内达成交易。

5、合约保证履约。期货合约的履行由交易所或清算机构提供担保。期货交易达成之后，须通过结算部门结算、确认，不用担心交易的履约问题。

（三）能源期货市场现状及发展前景

近年来，能源商品的一系列政策，同时影响着能源期货市场的发展。目前，我国期货经纪公司发展良好，能源期货品种及交易量不断增加。但期货品种约有

20 多种，品种的稀少阻碍了期货市场的发展。随着我国市场经济的快速发展、加入 WTO、人民币加入 SDR、“一带一路”建设及亚投行的成立，我国期货市场进一步与国际市场接轨，为我国期货市场的发展奠定了良好的基础。对外开放程度的增加，促使我国的能源期货市场机制不断完善，风险管理机制、监督机制及国家的法律法规更加健全。

我国在 2016 年 11 月 17 号通过的《能源发展“十三五”规划》中提出：“（1）健全能源金融体系，培育和稳步发展能源期货市场，推动建设全国统一的碳排放交易市场。（2）未来我国大力发展新能源，节约不可再生能源，提高煤炭等能源的利用率。（3）2020 年我国能源消费总量控制在 50 亿吨标煤以内。”去产能政策及能源领域改革等一系列政府决策，改变了未来我国的能源格局，能源期货的发展潜力巨大。我国期货市场发展的潜力与需求巨大，对外开放程度的增加，使我国期货市场与国际接轨，各种价格受国际价格影响增大，将更好地发挥市场的价格调节职能，同时金融体系完善并走向专业化。

二、统计套利策略概述

（一）统计套利的定义

统计套利是将套利建立对历史数据进行统计分析的基础之上，估计相关变量的概率分布，并结合基本面数据进行分析以用以指导套利交易。相比于无风险套利，统计套利增加了一些风险，但是由此可获得的套利机会将是无风险套利的数倍。

（二）跨品种套利的定义

跨品种套利，指的是通过买卖两种不同但相互关联的商品进行套利的一种交易方式，在二者价差不均衡时进行套利操作，买入（卖出）某一商品某一月份的期货合约的同时，卖出（买入）另一种与之关联的商品的相同月份的期货合约，当两者价差回归均衡时平仓了结的交易方式。

（三）统计套利的基本思路

统计套利的基本思路是运用统计分析工具对两组数据之间的关系进行研究分析，研究每组数据的稳定性，利用最小二乘法确定一对数据之间的关系，估计其概率分布，然后确定该分布中的极端区域，即否定域。当市场上的价格关系进入否定域时，则认为该种价格关系不会长久维持，此时套利者进入市场进行套利操作，当价格关系脱离否定区域，获利了结。

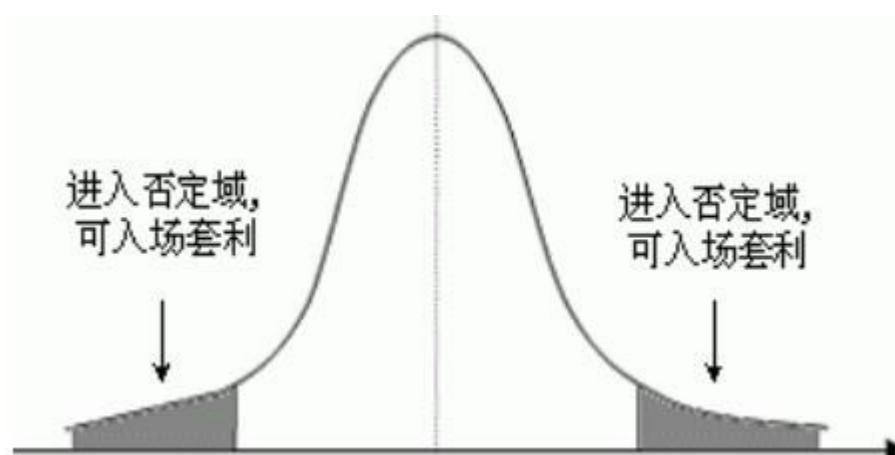


图 1：套利区域

注意：统计套利是对具有稳定价格关系进行的，对那些不具有稳定性的价格进行套利风险是很大的。统计套利能否成立取决于价格关系是否稳定，因此在对价格关系的历史数据进行统计分析时，首先要其是否具有稳定性。一组稳定的价格关系，他们之间一定存在着某种均衡关系维持机制，当价格关系偏离均衡水平时，维持机制就会发挥作用，将价格关系拉回到均衡水平。

此方法利用历史数据进行统计分析，估计相对价格的均衡范围，以及可能偏离的时间长度。投资者对历史数据进行分析后，根据各品种的基本信息及自身的财务状况，做出套利决策。较于单向投机而言，此种套利风险相对较小，收益较稳定，适合于资金量较大、追求稳定性收益的机构投资者。

（四）统计套利的优缺点

统计套利的优点：

1、最大损失有限。相比于无风险套利而言，统计套利是用风险换取套利机会，但其最大损失要远小于预期收益。

2、风险相对较小。每个品种价格有众多影响因素，且具有相关性的品种价格之间具有某些相同的影响因素，这些影响因素多是外部因素，由于外部因素对相对价格的影响较小，所以在研究相对价格的走势时，一般忽略外部因素，因此风险相对较小。

统计套利的缺点：

1、统计套利就是利用历史数据来分析套利机会的一种方法，这种方法存在着一个根本性地问题，即历史数据只能反映过去的套利情况，不能确定未来一定存在套利机会。

2、难以明确相对价格关系回归均衡所需的时间跨度，只能根据历史统计数据大致估计。如果套利时间跨度超过估计的时间段，有可能套利者等不到预期目标的实现就平仓了，这样可能会导致套利失败。

三、能源类期货统计套利研究

（一）稳定性检验

利用统计套利理论对商品期货是否具有套利空间进行研究时，需对数据进行稳定性研究，平稳性时间序列是研究一组数据是否能进行套利研究的前提。利用 Eviews 软件对能源类商品期货历史数据进行平稳性检验。本文数据来自同花顺看盘软件，数据选择的区间为 2015 年 6 月 2 日至 2017 年 3 月 20 日。P 值是 t 统计量对应的概率，P 值要求小于给定的显著性水平，P 越接近 0 越好。ADF 值与三个水平下的值，小于的话，表明序列值平稳，得出的为一阶差分平稳。

1、铁矿石期货价格 ADF 检验

如表 1 所示，检验 P 值为 0，说明铁矿石期货价格序列稳定，序列不存在单位根。

表 1：铁矿石期货价格 ADF 检验

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-19.83817	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.445162	
5% level	-2.867965	
10% level	-2.570256	

2、动力煤期货价格 ADF 检验

如表 2 所示，检验 P 值为 0，说明动力煤期货价格序列稳定，序列不存在单位根。

表 2：动力煤期货价格 ADF 检验

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-20.11417	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.445162	
5% level	-2.867965	
10% level	-2.570256	

3、焦煤期货价格 ADF 检验

焦煤的平稳性检验如表 3 所示，检验 P 值为 0，说明焦煤期货价格序列稳定，序列不存在单位根。

表 3：焦煤期货价格 ADF 检验

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-23.69629	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.445162	
5% level	-2.867965	
10% level	-2.570256	

4、焦炭期货价格 ADF 检验

焦炭的平稳性检验如表 4 所示, 检验 P 值为 0, 说明焦炭期货价格序列稳定, 序列不存在单位根。

表 4: 焦炭期货价格 ADF 检验

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-23.13035	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.445162	
5% level	-2.867965	
10% level	-2.570256	

5、甲醇期货价格 ADF 检验

如表 5 所示, 检验 P 值为 0, 说明甲醇期货价格序列稳定, 序列不存在单位根。

表 5: 甲醇期货价格 ADF 检验

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-23.14439	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.445162	
5% level	-2.867965	
10% level	-2.570256	

(二) 相关性检验

我国将商品期货大致分为六大类: 谷物类 (大豆、玉米、豆粕、菜粕); 农副产品类 (白糖、棉花、鸡蛋、棕榈、豆油); 能源类 (铁矿石 I、动力煤 MA、焦煤 M、焦炭 J、甲醇 ZC); 金属类 (锌、白银、黄金、铜、螺纹); 化工类 (PTA、纤板、玻璃、PP、橡胶、夹板、塑料、PVC); 金融类 (股指、国债)。本文所用数据来源为同花顺看盘软件。

相关系数越高, 二者之间的相关性越大, 一种商品期货价格的变化对相关的另一种期货价格的影响越大, 即一种期货价格的变动与相关的另一种期货价格的

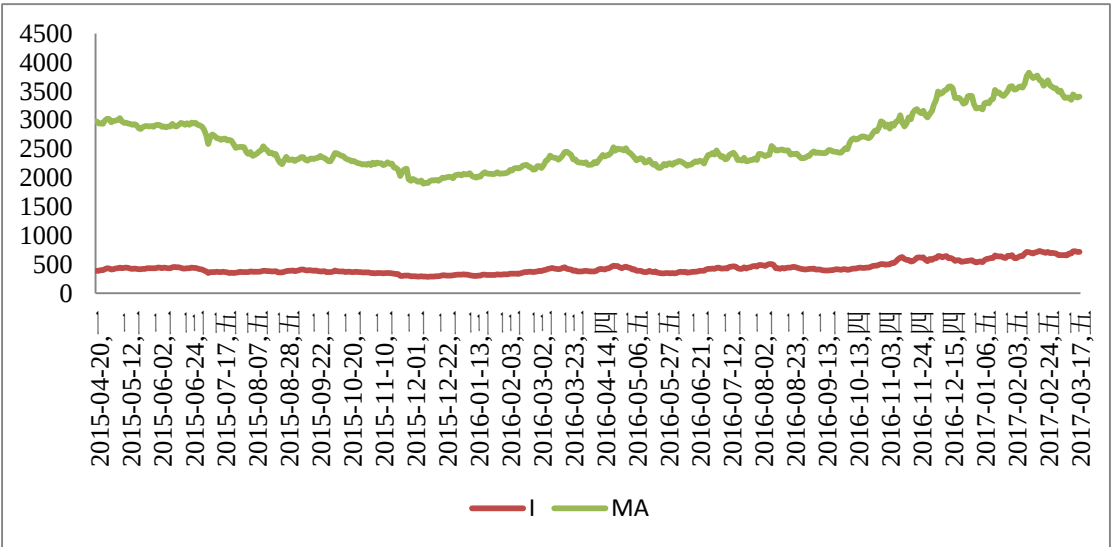
变动趋向相同，变动幅度一般会在一定区间内浮动。因此本文对能源类期货价格进行相关关系检验。

由表 6 可知，铁矿石(I)与动力煤(MA)期货价格之间的相关系数为 0.8879；铁矿石(I)与焦煤(JM)之间的相关系数为 0.8742；铁矿石(I)与焦炭(J)之间的相关系数为 0.8900；铁矿石(I)与甲醇(ZC)之间的相关系数为 0.8219；动力煤(MA)与焦煤(JM)之间的相关系数为 0.7965；动力煤(MA)与焦炭(J)之间的相关系数为 0.8006；动力煤(MA)与甲醇(ZC)之间的相关系数为 0.7461；焦煤(JM)与焦炭(J)之间的相关系数为 0.9922；焦煤(JM)与甲醇(ZC)之间的相关系数为 0.9468；焦炭(J)与甲醇(ZC)之间的相关系数为 0.9542。焦煤与焦炭相关性更高，而动力煤与甲醇之间的相关性稍低。能源类期货品种总体相关性偏高，可以进行的套利分析。

表 6：商品期货各品种价格相关关系

	I	MA	JM	J	ZC
I	1				
MA	0.887887	1			
JM	0.874229	0.796452	1		
J	0.891983	0.800586	0.992202	1	
ZC	0.821945	0.746102	0.946816	0.954151	1

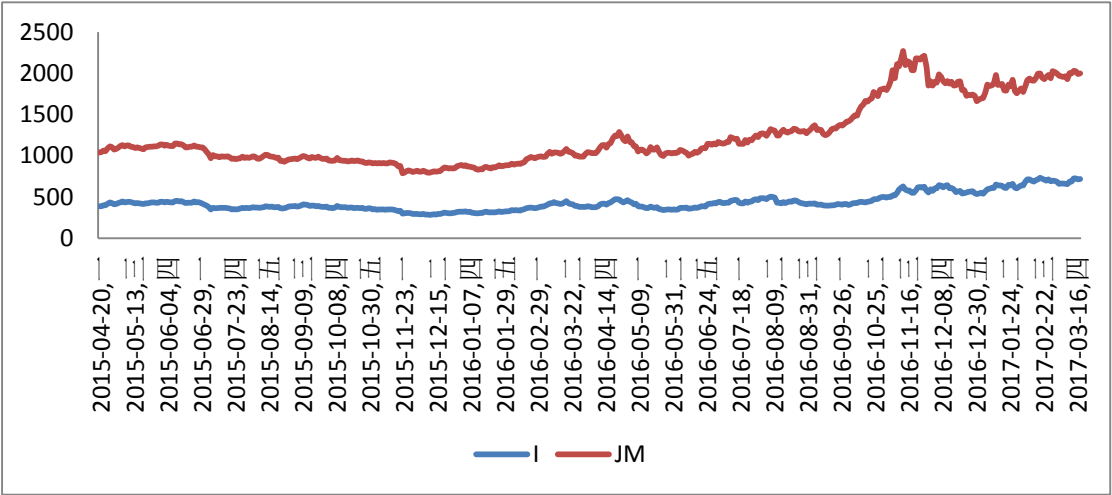
1、铁矿石(I)与动力煤(MA)之间的相关系数为 0.8879，铁矿石与动力煤之间相关性较大，且两者价格变动幅度基本保持不变。



数据来源：同花顺看盘软件

图 2：铁矿石与动力煤价格走势

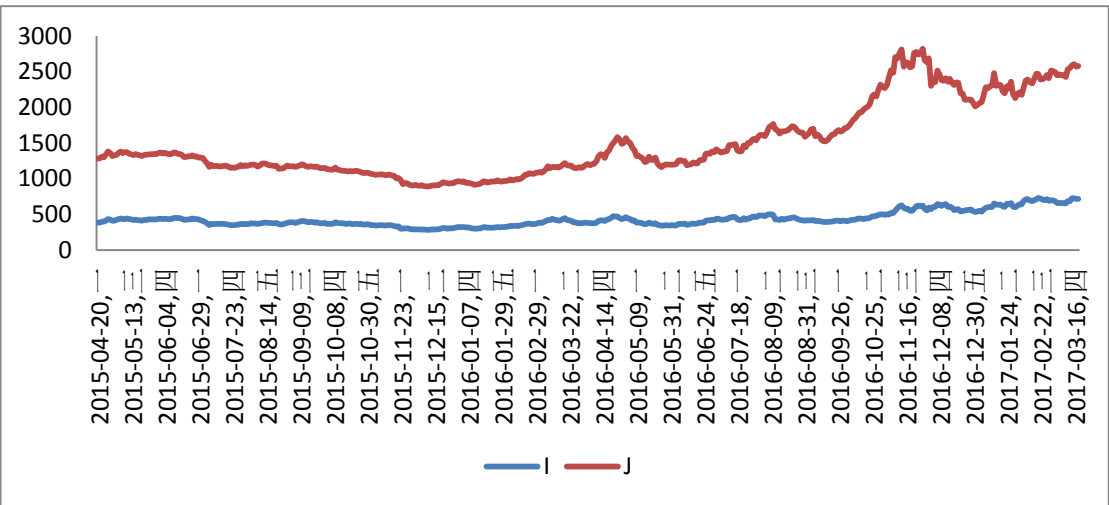
2、铁矿石（I）与焦煤（JM）之间的相关系数为 0.8742，铁矿石与焦煤之间的价格变化区间后期有较大的变化，2016 年 9 月 6 日之后明显两者价格变化趋势发生变化，焦煤价格的变动较大，而铁矿石价格的变动不大，此时两者之间的价差超出原价差水平，给套利者提供了机会，具有套利空间。



数据来源：同花顺看盘软件

图 3：铁矿石与焦煤价格走势

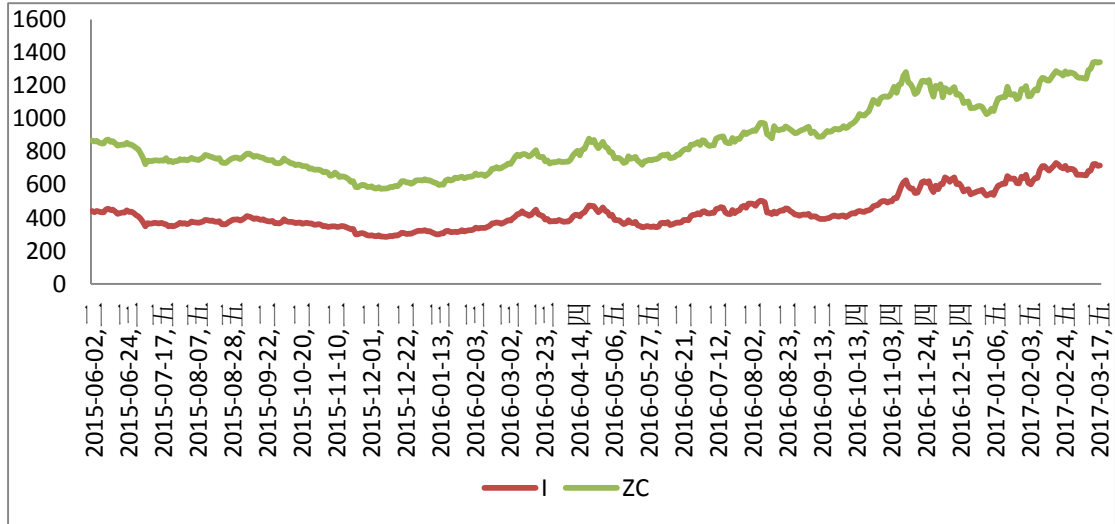
3、铁矿石（I）与焦炭（J）之间的相关系数为 0.8900，铁矿石与焦炭的价格变化趋势如图 4，由图中可以得知焦炭价格变动对铁矿石价格变动的的影响较小，如 2016 年 9 月 7 日到 2017 年 1 月 23 日时焦炭价格大幅度上涨，而铁矿石价格变化的幅度并不明显。



数据来源：同花顺看盘软件

图 4：铁矿石与焦炭价格走势

4、铁矿石（I）与甲醇（ZC）之间的相关系数为 0.8219，铁矿石价格与甲醇价格之间的相关性并不是特别大，从图 5 中看出 2016 年 7 月 27 日之后的一段时间，甲醇价格上升，铁矿石价格反而在下降；2016 年 10 月 21 日后的一段时间，甲醇价格不断上涨，铁矿石价格基本保持不变。



数据来源：同花顺看盘软件

图 5：铁矿石与甲醇价格走势

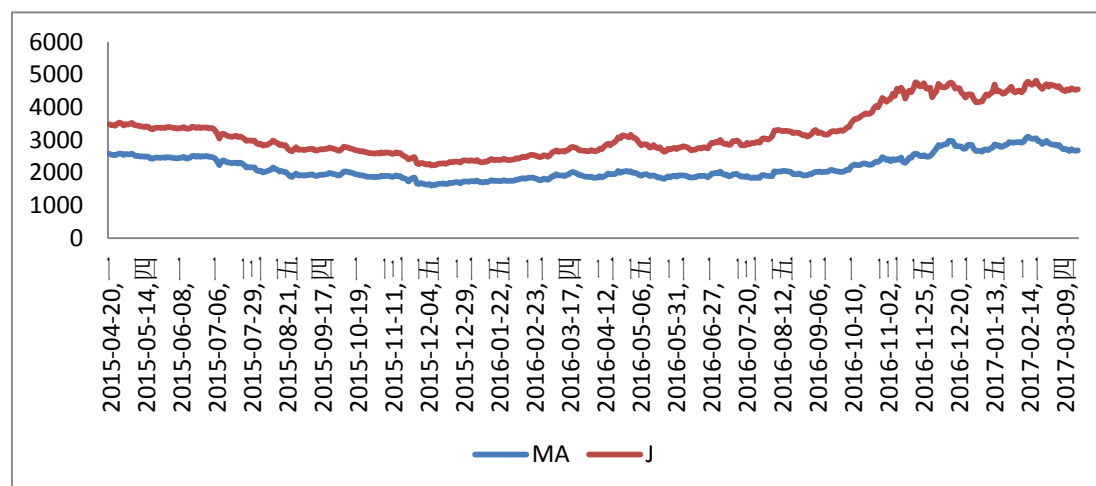
5、动力煤（MA）与焦煤（JM）之间的相关系数为 0.7965，从图 6 中看出 2016 年 9 月 21 日之后的一段时间，焦煤价格上涨的幅度远大于动力煤价格上涨的幅度，二者价格差大于其基本价差水平，拥有套利机会。



数据来源：同花顺看盘软件

图 6：动力煤与焦煤价格走势

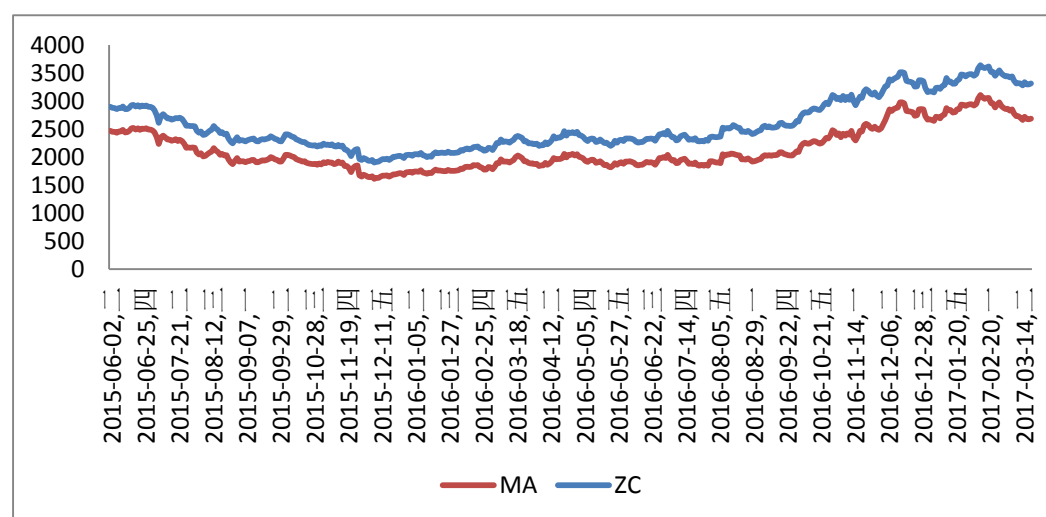
6、动力煤（MA）与焦炭（J）之间的相关系数为 0.8006，由图 7 知在 2016 年 9 月 23 日后焦炭价格有一轮大幅上升的趋势，而动力煤价格处于平稳上升的状态，明显焦炭价格上升的幅度大于动力煤价格上升的幅度，使得二者之间的价差扩大，出现套利机会。



数据来源：同花顺看盘软件

图 7：动力煤与焦炭价格走势

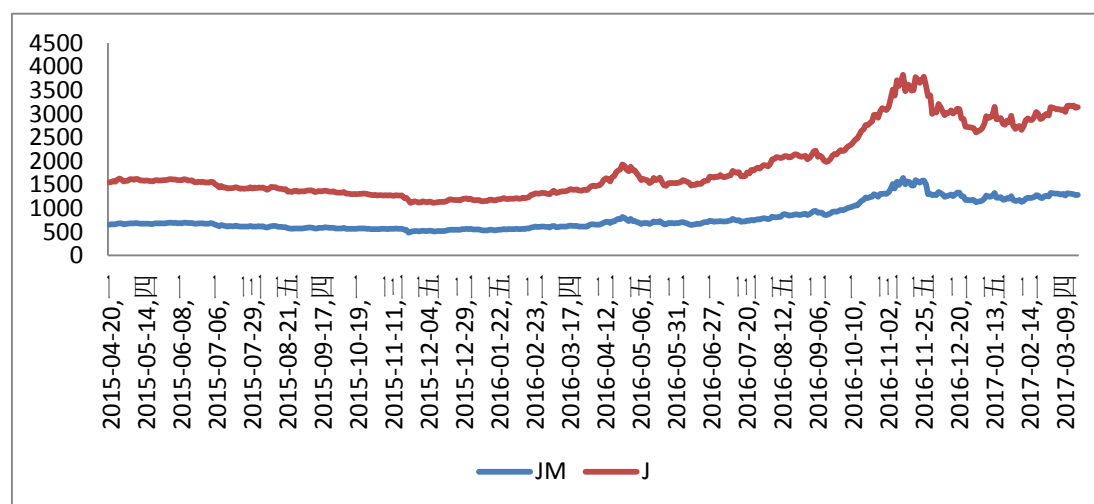
7、动力煤（MA）与甲醇（ZC）之间的相关系数为 0.7461，由图 8 可看出甲醇的价格走势趋于平稳，而动力煤的价格在 2015 年 6 月 2 日到 2015 年 11 月 18 日时间段有下降的趋势，在 2016 年 9 月 13 日到 2017 年 3 月 7 日时间段有明显的上涨的趋势。



数据来源：同花顺看盘软件

图 8：动力煤与甲醇价格走势

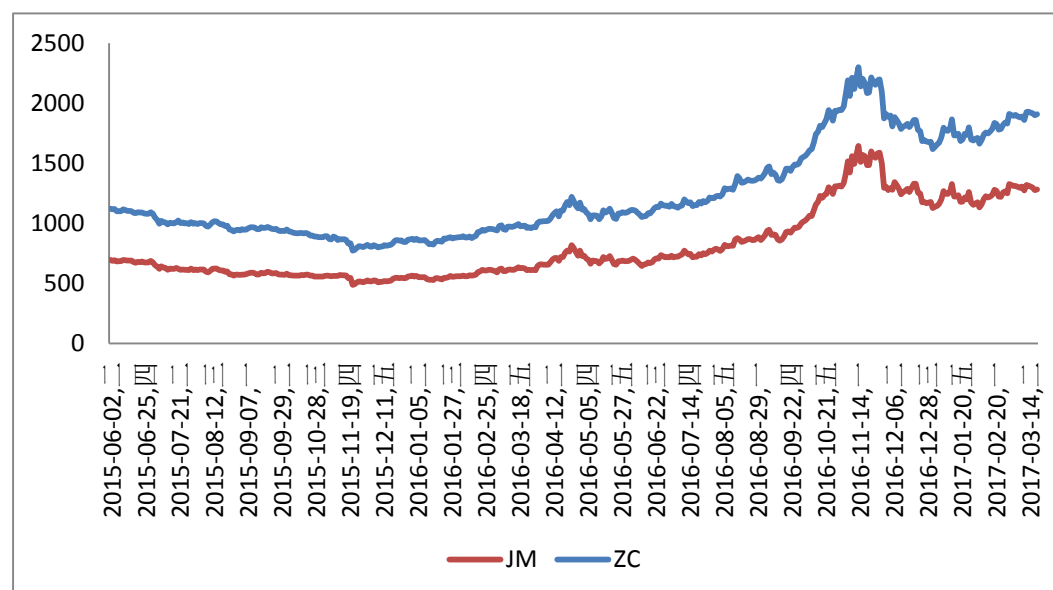
8、焦煤（JM）与焦炭（J）之间的相关系数为 0.9922，焦煤与焦炭价格之前的相关性非常大，正常情况下，焦煤价格变动使得焦炭价格随之发生同方向的变动。图 9 两者价格变动趋势图可以看出 2016 年 9 月 7 日时间之后的一段时间焦炭价格变动的幅度明显增大，而焦煤的价格变动幅度明显小于焦炭价格的变动幅度，此时两者之间的价差偏离正常水平，出项套利空间。



数据来源：同花顺看盘软件

图 9：焦煤与焦炭价格走势

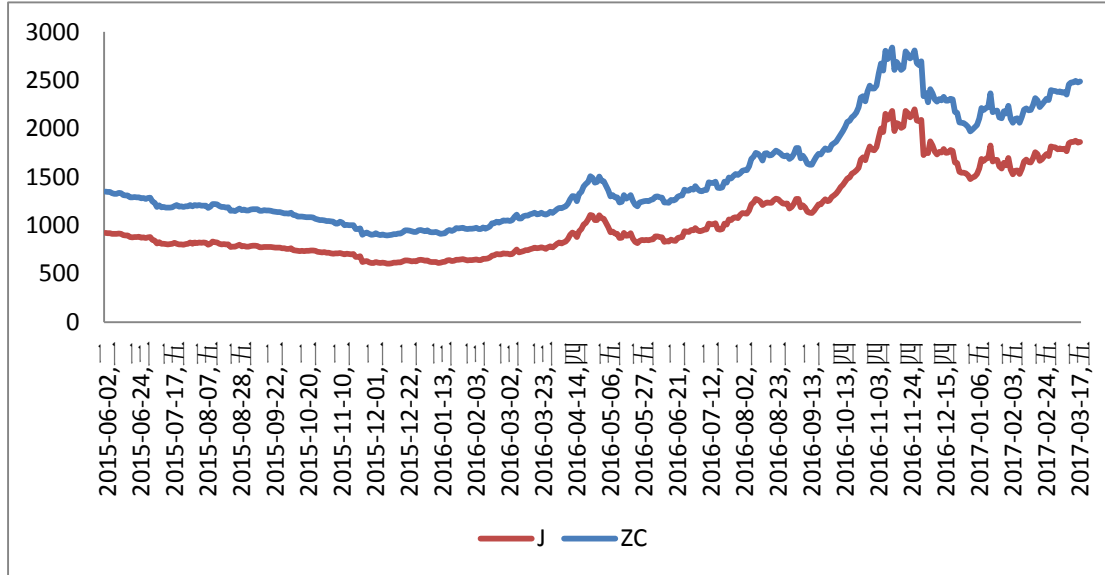
9、焦煤（JM）与甲醇（ZC）之间的相关系数为 0.9468，由图 10 的价格走势图看出，甲醇的价格变化趋于平稳，焦煤的价格在 2016 年 9 月 2 日时间后的一段时间内上升的趋势大幅增加，两者之间的价差明显增大，出现套利。



数据来源：同花顺看盘软件

图 10：焦煤与焦炭价格走势

10、焦炭（J）与甲醇（ZC）之间的相关系数为 0.9542，图 11 中可以看到在 2016 年 9 月 6 日后的一段时间焦炭的价格迅速增加，而甲醇价格基本稳定，两者之间的价差明显发生变化，远大于基本价差水平，存在套利空间，在 2016 年 9 月 6 日后的一段时间进行两种期货的交易，就有套利的可能。



数据来源：同花顺看盘软件

图 11：焦炭与甲醇价格走势

（三）套利策略检验

一项完整的投资策略必须包含相应的止损措施。本文利用能源期货为例研究统计套利机会，在进行套利时，价格关系可能会继续非均衡发展，此时就需要设置止损，我们认为，当价格波动损失本金的 5%时应予以平仓。

1、铁矿石与动力煤之间的跨品种套利研究

本文利用最小二乘法得到铁矿石与动力煤价格之间的关系方程为
 $0.258MA-I=116.5$ 。

（1）、当 $0.258MA-I$ 数值大于 200 时，价格关系脱离均衡，进入极端区域，存在套利机会，具体操作为卖出 0.258 单位的动力煤，买入 1 单位的铁矿石。如图 12 所示，2015 年 7 月 3 日数值为 230.03 并建仓，2015 年 8 月 28 日数值回落到 116.5 左右时平仓，即买入 0.258 单位的动力煤，卖出 1 单位的铁矿石。此次操作持续 56 天，收益（没有计算手续费）为 101.19 元，此次无杠杆收益率

$= [0.258(2473-1980) + (382-408)] / [0.258 \times 2473 + 408] = 9.1\%$ 。本金的 $5\% =$

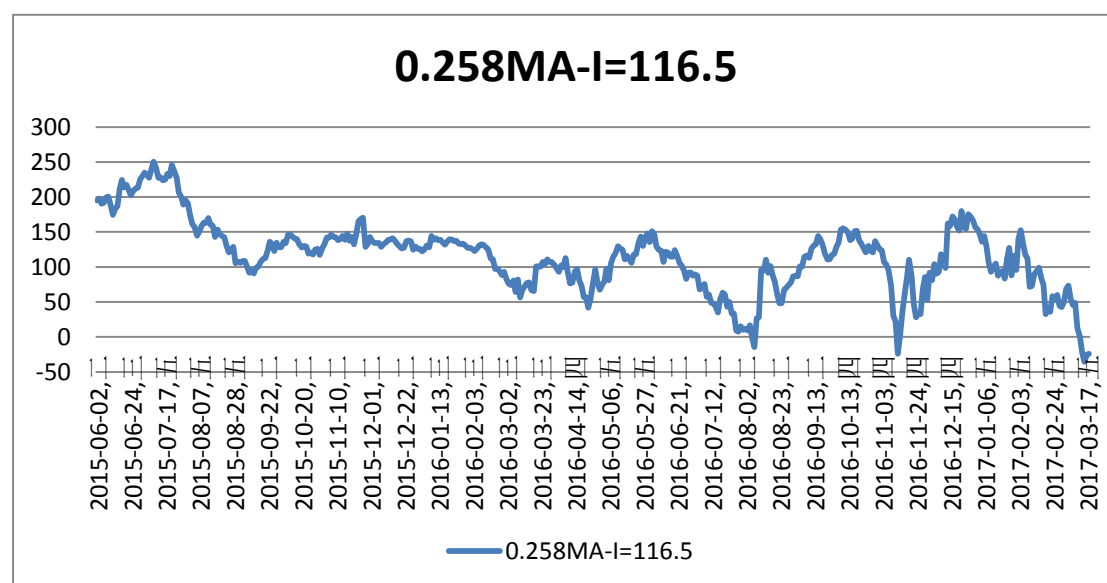
$(0.258 \times 2473 + 408) \times 5\% = 52.3$ ，当本次操作资金回撤达到 52.3 元时，应无条件平仓止损（本次操作并未触发止损）。

（2）、当 0.258MA-I 数值小于 0 时，价格关系脱离均衡，进入极端区域，存在套利机会，具体操作为买入 0.258 单位的动力煤，卖出 1 单位的铁矿石。如图 12 所示，2016 年 11 月 14 日数值为 -24.31 并建仓，2016 年 11 月 21 日数值上涨到 116.5 左右时平仓，即卖出 0.258 单位的动力煤，买入 1 单位的铁矿石。此次操作持续 7 天，收益（不计算手续费）为 134.61，此次无杠杆收益率

$= [0.258(2569-2336) + (627-602.69)] / [0.258 \times 2336 + 627] = 10.9\%$ 。本金的 $5\% =$

$(0.258 \times 2336 + 627) \times 5\% = 61.5$ ，当本次操作资金回撤达到 61.5 元时，应无条件平仓止损（本次操作并未触发止损）。

（3）、在 2017 年 3 月 14 日时 0.258MA-I 值再次小于 0，当 3 月 15 日时数值为 -22.74 时可以建仓，即买入 0.258 单位的动力煤，卖出 1 单位的铁矿石。



数据来源：同花顺看盘软件

图 12：铁矿石与动力煤关系

表 7：铁矿石与动力煤套利操作与收益

单位：元

次数	日期	操作	收益	收益率
1	2015-07-03	卖出 0.258 单位的动力煤，买入 1 单位的铁矿石	101.19	9.1%
	2015-08-28	买入 0.258 单位的动力煤，卖出 1 单位的铁矿石		
2	2016-11-14	买入 0.258 单位的动力煤，卖出 1 单位的铁矿石	134.61	10.9%

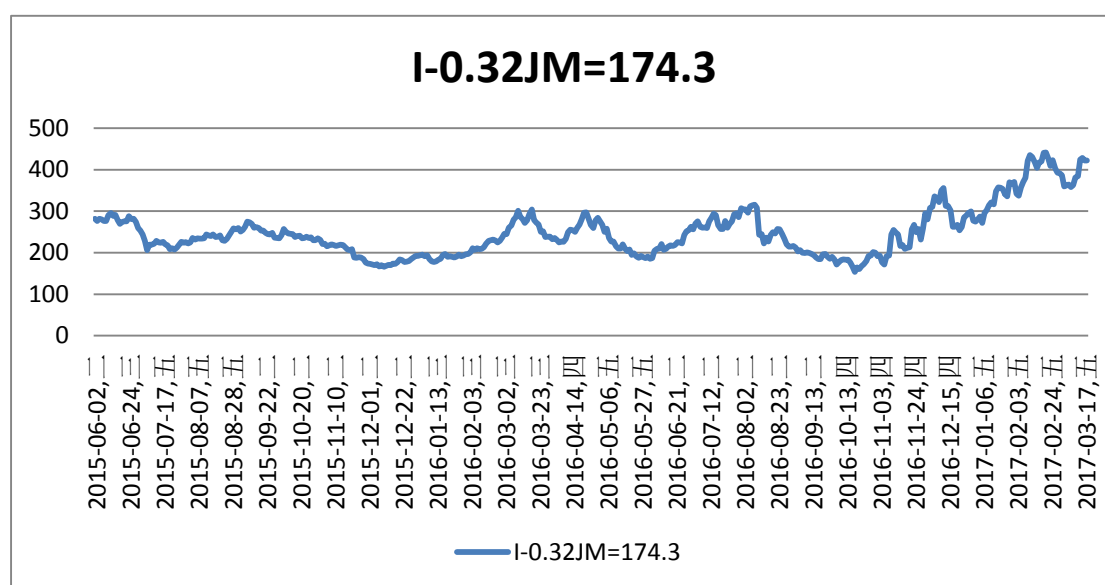
	2016-12-29	卖出 0.258 单位的动力煤，买入 1 单位的铁矿石		
--	------------	-----------------------------	--	--

2、铁矿石与焦煤之间的跨品种套利研究

本文利用最小二乘法得到铁矿石与焦煤价格之间的关系方程为

$$I-0.32JM=174.3。$$

当 $I-0.32JM$ 数值大于 400 时，价格关系脱离均衡，进入极端区域，存在套利机会，具体操作为卖出 1 单位的铁矿石，买入 0.32 单位的焦煤，如图 13 所示 2017 年 2 月 10 日数值为 421.66 时可以建仓。



数据来源：同花顺看盘软件

图 13：铁矿石与焦煤关系

3、铁矿石与焦炭、铁矿石与甲醇、动力煤与焦煤、动力煤与焦炭、动力煤与甲醇、焦煤与焦炭、焦煤与甲醇、焦炭与甲醇的跨品种套利与铁矿石与动力煤、铁矿石与焦煤之间的跨品种套利研究类似，同样用最小二乘法的到各自关系的方程式，并画出其折线图，找出其套利区间, 当其数值回到均值时进行平仓操作，获得利润。

表 8：各组合套利情况

单位：元

套利品种	方程式	建仓		建仓时间		平仓时间		单次收益	
		大于均衡	小于均衡	大于均衡	小于均衡	向下回归均衡	向上回归均衡	均衡 1	均衡 2

铁矿石 与焦炭	I-0.226J=193	\	\	\	\	\	\	\	\
铁矿石 与甲醇	I-0.9ZC=47	230	-72	2017/2/13	2016/9/19	\	2016/11/ 14	\	109.3
动力煤 与焦煤	MA-JM=131 9	\	\	\	\	\	\	\	\
动力煤 与焦炭	MA-0.7J=138 9	\	\	\	\	\	\	\	\
动力煤 与甲醇	MA-2.8ZC=9 26	1403	\	2017/1/17	\	2017/3/1 7	\	472.96	\
焦煤与 焦炭	JM-0.68J=79	160	-116	2016/10/1 8	2016/12/1	2016/10/ 31	2016/12/ 7	90.58	188.46
焦煤与 甲醇	2.8ZC-JM=40 4	\	128	\	2016/11/22	\	2017/3/1 4	\	282.7
焦炭与 甲醇	4.15ZC-J=70 7	\	376	\	2016/11/23	\	2017/3/1 7	\	352.97

数据来源：同花顺看盘软件

四、总结

我国作为铁矿石、动力煤的消费大国，铁矿石与动力煤是我国首批场外大宗商品金融衍生品，对我国金融市场的发展具有重要影响。铁矿石与动力煤均是不可再生资源，铁矿石是钢铁生产企业的重要原材料，动力煤主要用于电力、冶金、建材、化工等行业，目前，我国的煤炭主要用于电力行业。焦煤与焦炭同样主要用于冶炼行业，是高温炼铁的原材料，具有一定的关联性。甲醇是重要的化工原料，同样也是燃料，可代替汽油作为汽车燃料使用。

1、铁矿石与动力煤

从 2015 年 6 月到 9 月，两者的价差波动幅度较大，价差区间为(105, 230)。2015 年 9 月到 2016 年上半年，两者价差多数在(0, 200)区间波动，品种间价差较小；两者之间的价差在 2016 年 7 月、11 月及 2017 年 3 月这三个时间内低于 0。

2、铁矿石与焦煤

铁矿石与焦煤两者之间的价差从 2015 年中到 2017 年 2 月波动范围在(150, 400)区间，2016 年年底两者之间的价差出现新一轮的涨幅，直到 2017 年 2 月冲破 400，但价差又在短时间内回归。由此可看出，投资这一套利组合需要超敏锐的市场感知力，能够较为迅速的发现套利机会，否则发现套利机会时，此次套利可能已经接近尾声甚至已经结束。

3、铁矿石与焦炭

从 2015 年中到 2017 年第一季度止，两品种之间的价差在(50, 350)区间波动，从历史数据看，此种套利组合虽然存在明显的涨跌幅，但涨跌的幅度并不是非常大，两者之间的价差一直在均衡值上下一定区间内波动。

4、铁矿石与甲醇

铁矿石与甲醇两者之间价差的均衡范围在(-70, 200)区间内，在 2016 年 8 月新一轮跌幅出现后，在 2016 年 10 月跌至-70 一下出现套利机会（低价差反向套利），此次套利进场的时间很短，因为两者之间的价差迅速回归，从长时间跨度看价差一直处于上涨的走势，到 2017 年 2 月价差上涨超出 200，又一次出

现套利机会（高价差套利），价差在达到一定高度后迅速回落，但就采集数据来看，预期回归均衡还需要一段时间。

5、动力煤与焦煤

从 2015 年中到 2017 年初两品种之间的价差在（600，1800）区间内波动，且长时间内价差波动不明显，在 2016 年底出现一轮较大的涨幅，但并没有进入极端区域，无法进行套利。

6、动力煤与焦炭

动力煤与焦炭之间的价差纵观全部历史数据波动范围在（800，2000）区间内，两者之间的价格变动相对平稳，影响两品种价格的因素多种相同，使得两者的价格相对变动，价差波动范围较小，没有明显的套利机会。

7、动力煤与甲醇

动力煤与甲醇之间的价差波动不明显，从 2015 年中到 2016 年底一直处于平稳的状态，没有明显的涨跌幅，2016 年 11 月份开始有上升的趋势，并在 11 月底迅速上涨突破 1400，在 2017 年 3 月回归均衡。

8、焦煤与焦炭

两者之间的价差波动明显，多次在短时间内骤跌又迅速回归均衡，2016 年年底由原本的均衡关系骤然下降降到-116 左右，短短两三日内回归均衡。此套利组合的价差变动迅速，套利机会难以寻找，普通人难以利用此套利组合进行获利。

9、焦煤与甲醇

从 2015 年中到 2016 年年底两者之间价差一直在（130，600）范围内波动，在 2016 年 11 月份开始低于 130，此次套利时间跨度极短，在 2016 年 12 月初回归平衡。

10、焦炭与甲醇

2015 年中到 2016 年年底两者之间价差一直在（400，1000）范围内波动，在 2016 年 11 月份开始低于 400，但此次低于 400 的时间跨度极短，直到 2017 年 3 月中才回归平衡。此次套利机会出现的时间短，回归的时间跨度长，可长期持有。

本文所研究的跨品种套利策略，本质上是做多强势品种，做空弱势品种，是对冲机制的一种。我们根据历史数据的研究，计算价格关系的一般均衡水平，当存在有效非均衡时进行对冲套利操作，在价格关系回到均衡时平仓了结。由于是历史回测该策略的可操作性和可盈利性，并没有进行过实际操作，因此可能存有隐性问题需要改进。

同时，我们应对风险的理念是：任何时候都不将资金暴露在有风险的环境中，即使是暂时性的风险。在本策略的应用中，当价格波动损失本金的 5%时应当立即止损，予以平仓。本文中非均衡的套利机会的选择是通过主观判断所选，选取的非均衡数值比较极端，从一定程度上缩减了套利机会，但增加了套利的成功率。

参考文献

- [1]期货交易管理条例. 中国证监会, 2016 年 9 月
- [2]期货市场年鉴. 中国期货业协会, 2015 年
- [3]鲍仁. 培育和稳步发展能源期货市场. 期货日报, 2017 年 1 月
- [4]统计套利系统模型简介. 华安期货, 2013 年