



华泰期货  
HUATAI FUTURES

期货研究报告|量化专题报告 2024-06-24

# 橡胶跨境套利实证研究（上篇）

## 研究院 量化组

### 研究员

#### 高天越

☎ 0755-23887993

✉ gaotianyue@htfc.com

从业资格号: F3055799

投资咨询号: Z0016156

### 联系人

#### 李逸资

☎ 0755-23887993

✉ liyizi@htfc.com

从业资格号: F03105861

#### 李光庭

☎ 0755-23887993

✉ liguangting@htfc.com

从业资格号: F03108562

#### 麦锐聪

☎ 0755-23887993

✉ mairuicong@htfc.com

从业资格号: F03130381

#### 黄煦然

☎ 0755-23887993

✉ huangxuran@htfc.com

从业资格号: F03130959

### 投资咨询业务资格:

证监许可【2011】1289号

## 摘要

天然橡胶，作为关键的农产品和工业原料，在全球交通运输、工业制品和消费品等多个领域扮演着不可或缺的角色。自2019年上海国际能源交易中心推出20号胶期货合约以来，市场规模和境外交易者参与度均有显著提升。

本文选取日本东京商品交易所（JPX）的天然橡胶期货RSS3和上海国际能源交易中心（INE）的20号胶期货NR作为研究对象，基于跨境市场的实际交易数据，通过大量的统计学实证研究，深入分析并验证了两个市场价格间的长期稳定均衡关系，得以挖掘出在价差偏离合理区间时产生的套利机会。

报告分为上下两篇，上篇首先概述了国内外橡胶市场的现状，随后细致阐述了数据处理的关键步骤和方法。在实证研究部分，报告逐步检验了JPX橡胶与INE橡胶之间的线性相关性、交叉相关性、超额相关性及其对称性，为套利交易的可行性提供了坚实的理论支撑。下篇将进一步探讨两种橡胶期货之间的协整关系，验证长期均衡模型的有效性，并据此设计出一套稳健的统计套利交易策略。

通过本文，投资者可以更好地理解橡胶期货市场的跨境套利潜力。

## 目录

摘要 .....	1
背景介绍 .....	3
■ 橡胶市场概述 .....	3
数据处理 .....	5
■ 交易标的的合约选择 .....	5
■ 交易时刻统一 .....	6
■ 交易日统一 .....	6
■ 计价方式统一 .....	6
实证研究 .....	8
■ 线性相关性 .....	8
■ 交叉相关性 .....	9
■ 超额相关性 .....	12
结论 .....	17
附录 .....	18
参考文献 .....	20

## 图表

图 1:JPX 天然橡胶成交持仓统计   单位: 手 .....	4
图 2: INE 20 号胶成交持仓统计   单位: 手 .....	4
图 3:JPX 橡胶复权处理   单位: 日元/KG .....	5
图 4: INE 橡胶复权处理   单位: 元/吨 .....	5
图 5: JPX & INE 价格   单位: 日元/KG & 日元/吨 .....	8
图 6: JPX & INE 收益率   单位: % .....	8
图 7:JPX & INE 交叉相关性   单位: 无 .....	9
图 8:JPX & INE DCCA 分析   单位: 无 .....	11
图 9:动态窗口下的超额相关性   单位: 无 .....	14
图 10:动态窗口下的超额相关性的对称性   单位: 无 .....	16
表 1: JPX 与 INE 历史交易情况   单位: 无 .....	3
表 2: 收益率序列描述性统计   单位: 无 .....	7
表 3: 超额相关性   单位: 无 .....	13
表 4: 超额相关性的对称性检验   单位: 无 .....	15
表 5: JPX 橡胶期货合约信息   单位: 无 .....	18
表 6: INE 橡胶期货合约信息   单位: 无 .....	19

## 背景介绍

### ■ 橡胶市场概述

天然橡胶既是与粮、棉、油并列的重要农产品，又是与石油、钢铁、煤炭齐名的世界四大工业原料之一，是国防和工业建设中不可或缺的重要战略资源，在交通运输、工业制品和消费品等多个领域均有着广泛的应用。

**国际市场：**作为重要的大众商品，国际上开展天然橡胶期货交易的主要交易所为日本东京商品交易所（TOCOM）、新加坡交易所（SGX）、泰国期货交易所（TFEX）和印度国家大宗商品交易所（NMCE），四家交易所均开展烟胶片（RSS）期货交易；开展 20 号胶期货交易的有新加坡交易所（SGX）和日本东京商品交易所（TOCOM），目前 SGX 的 20 号胶期货是全球 20 号胶定价的主要参考标准，TOCOM 的交易更集中在烟胶片（RSS）而不是 20 号胶（TSR）合约上。

**国内市场：**我国上海期货交易所（SHFE）自 1993 年上市了天然橡胶（RU）后，上海国际能源交易中心（INE）又于 2019 年 8 月正式上市了国际化品种 20 号胶期货，采用“净价交易、保税交割、国际平台、人民币计价”的交易模式，作为境内特定品种，全面引入境外交易者参与。

在综合考量交易权限、市场活跃程度以及潜在套利空间后，我们选择日本东京商品交易所（隶属 JPX 集团，下文统一以 JPX 标识）的天然橡胶和上海国际能源交易中心（下文统一以 INE 标识）的 20 号胶期货合约做配对，挖掘跨市场的统计套利机会。合约信息详见附录。

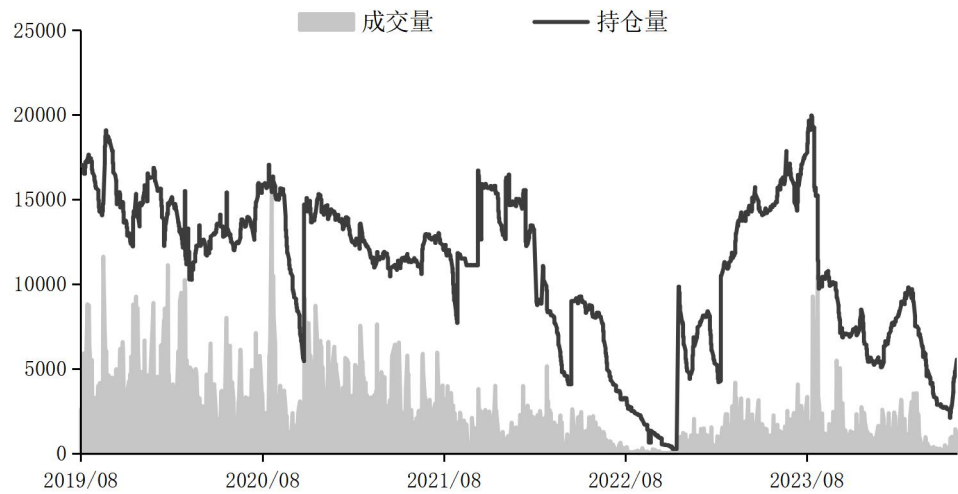
表 1: JPX 与 INE 历史交易情况 | 单位：无

	累计成交 (万手)	累计成交金额 (万亿日元/万亿元)	最高单日成交 (万手)	最高单日成交金额 (亿日元/亿元)	最高单日持仓 (万手)
JPX.RSS3	912.74	9.30	2.45 (2016-11-30)	399.75 (2017-01-31)	3.63 (2018-07-31)
INE.NR	5732.93	6.17	37.28 (2023-09-08)	424.42 (2024-03-18)	16.44 (2023-10-25)

数据来源：Wind，华泰期货研究院

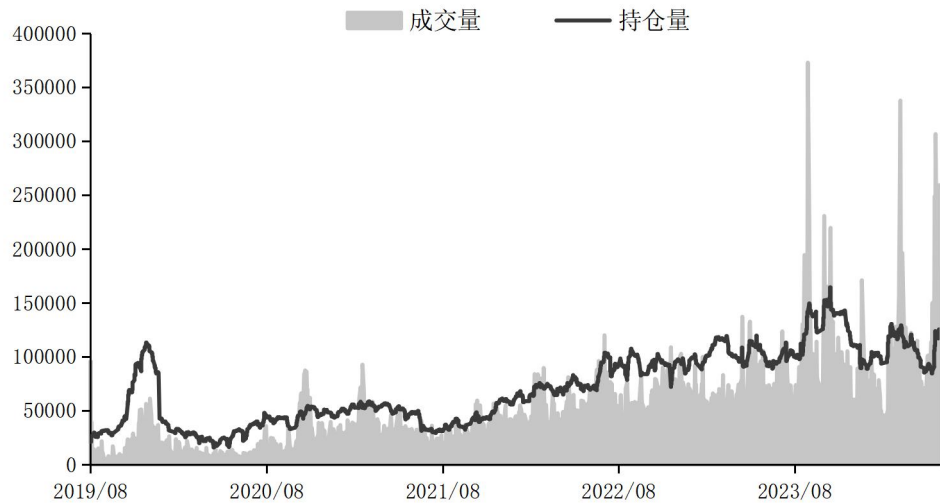
注：数据从各自上市开始统计，截止至 2024-06-07

图 1:JPX 天然橡胶成交持仓统计 | 单位：手



数据来源：Wind, 华泰期货研究院

图 2: INE 20 号胶成交持仓统计 | 单位：手



数据来源：Wind, 华泰期货研究院

## 数据处理

JPX 上市的橡胶期货合约标的为天然橡胶,INE 上市的橡胶期货合约标的为 20 号胶,此外二者的交割方式均为实物交割,尽管两者标的并不完全一致,但我们认为由于橡胶本身的普遍价值性,两者之间应存在一定的相关性以及交易机会,后文我们将通过统计方法严谨论述。但在讨论两者相关性之前,我们首先想要重点强调以下几方面数据处理的细节。

### 交易标的合约选择

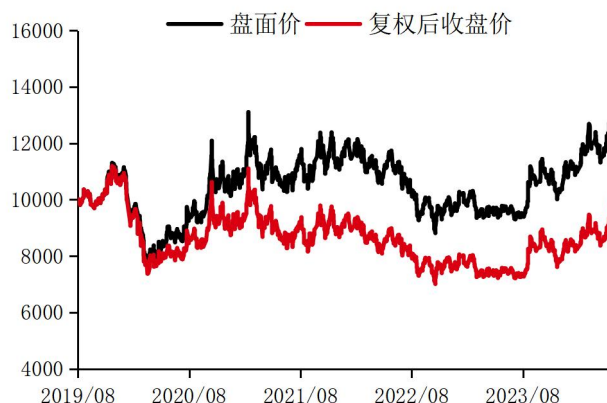
我们选择“主力合约”作为代表。由于 JPX 与 INE 橡胶合约的最后交易日以及流动性分布情况并不完全一致(后文将详细介绍),很难使用同一期限的 JPX 与 INE 合约做对比,为了贴近真实交易,我们构建了 JPX 与 INE 的主力合约价格序列。尽管同一时刻 JPX 与 INE 的主力合约到期期限并不保证相同,但我们认为作为流动性最好、交投氛围最活跃的主力合约,都充分反映了全球橡胶相关的各类型信息。因此,基于两者的主力合约进行统计测算以及构建策略是可行的。

为解决主力合约切换时引起的跳价问题,我们采用同样的后复权方法对 JPX 与 INE 主力合约价格序列进行复权处理。

图 3:JPX 橡胶复权处理 | 单位: 日元/kg



图 4: INE 橡胶复权处理 | 单位: 元/吨



数据来源: Wind, 华泰期货研究院

数据来源: Wind, 华泰期货研究院

### ■ 交易时刻统一

我们选取北京时间 14:15 的期货合约价格。由于 JPX 与 INE 橡胶合约的交易时间段并不完全一致。JPX 的交易时间为 09:00 ~ 15:15, 16:30 ~ 19:00 (东京时间), INE 的交易时间为 09:00-10:15、10:30-11:30 和 13:30-15:00, 21:00-23:00 (北京时间)。考虑到两者间存在一小时的时差, 同时 JPX 成交量主要分布在每日的下午收盘时刻。因此我们使用 JPX 橡胶 15:15 (东京时间) 时刻收盘价, 与 INE 橡胶 14:15 (北京时间) 时刻收盘价进行后续分析, 以保证使用的数据在现实层面是时刻一致的。

### ■ 交易日统一

我们使用两者交易日的交集。由于日本与中国节假日存在错位, 考虑到长假内橡胶价格可能产生剧烈波动, 我们使用了两者的交集时段, 避免出现一方开市, 另一方休市的情况。

### ■ 计价方式统一

我们使用 CNYJPY.FX 对原始价格做处理。JPX 橡胶期货以日元计价, INE 橡胶以人民币计价, 两者之间存在汇率上的差异。长期来看, 两者价格将不可避免的受到汇率变化的影响。我们使用 CNYJPY.FX 对价格做了统一处理。

经过一系列数据处理后, 我们得到了 2019-08 至 2024-06 (NR 上市至今的交易日交集) 同一时刻的 JPX 与 INE 复权后的收盘价价格序列, 收益率则可用收盘价的对数之差表示:

$$r_t = \ln P_t - \ln P_{t-1}$$

JPX 与 INE 收益率序列的均值都非常接近于 0, 对比标准差而言非常小; 偏度和超额峰度都显示收益率分布与正态分布不同, Jarque-Bera 统计量在 1% 的显著性水平下拒绝原假设, 也印证了二者收益率序列不符合正态分布。

表 2: 收益率序列描述性统计 | 单位: 无

	$r_t^{INE}$	$r_t^{JPX}$
均值 (%)	0.001	0.043
最大值 (%)	7.649	7.886
最小值 (%)	-8.603	-10.478
标准差 (%)	1.659	1.755
偏度	-0.271	-0.313
超额峰度	2.99	3.96
Jarque-Bera 统计量	421.87***	733***
	(0.00)	(0.00)

数据来源: Wind, 华泰期货研究院

## 实证研究

统计套利的原理在于挖掘两种商品之间的价差关系，若当前价差关系对比历史均值偏差较大时，产生套利机会。逻辑并不复杂，能盈利的关键在于：

- (1) 价格序列高度相关，即使在市场动荡时期仍能保持同步性；
- (2) 同涨同跌，相关关系保持长期稳定；
- (3) 满足长期协整关系，才能保证价差终将均值回归

接下来的部分我们将用统计检验的方式逐一剖析 JPX 橡胶与 INE 橡胶之间的关系。

### ■ 线性相关性

从图 5 图 6 可以很直观地看出，经过复权处理后的 JPX 橡胶与 INE 橡胶收盘价整体趋势一致，具有很高的相关性。经测算，从品种上市至今，经过汇率换算处理后的二者主力合约日度收益率的相关系数达到 0.715。

图 5: JPX & INE 价格 | 单位：日元/kg & 日元/吨

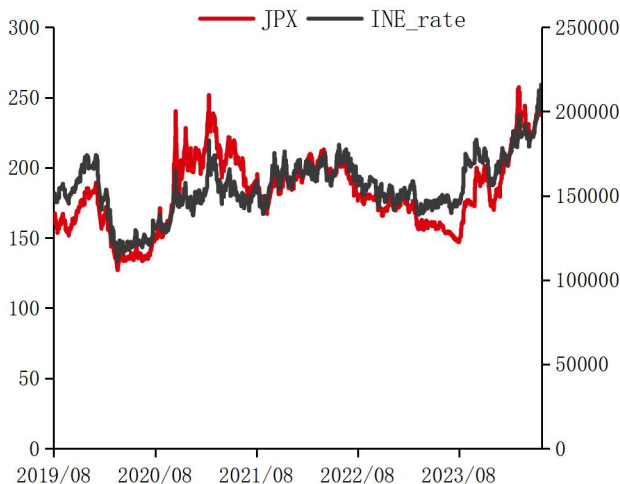
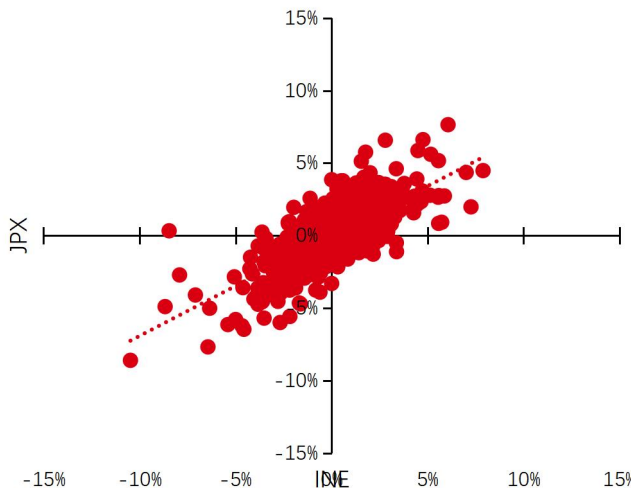


图 6: JPX & INE 收益率 | 单位：%



数据来源：Wind, 华泰期货研究院

数据来源：Wind, 华泰期货研究院

通过 Pearson 相关系数，我们初步判断出 JPX 橡胶与 INE 橡胶收益率之间存在**高度正相关**的线性关系，为跨市场套利的可能奠定了基础。接下来我们进行更深入的统计检验和显著性验证，评估二者之间是否存在长期协整关系，并以此衡量套利关系的稳定性。



## ■ 交叉相关性

**定性判断：**我们参考 Podobnik (2009) 提出的统计量  $Q_{cc}(m)$ ，来检测 JPX 橡胶与 INE 橡胶两个时间序列在不同滞后期下的交叉相关性的显著性，帮助识别是否存在长期的均衡关系。

$Q_{cc}(m)$  统计量考虑了收益率变动的幅度大小，并对时间序列的平方和进行加权求和，最后通过与卡方分布的统计值比较大小来判断交叉相关性是否显著。不同滞后期的选择可以帮助排除短期波动和偶然性的影响，若在多个滞后期上结果均显著则说明二者价格波动之间存在长期显著的交叉相关性。

具体计算公式如下：

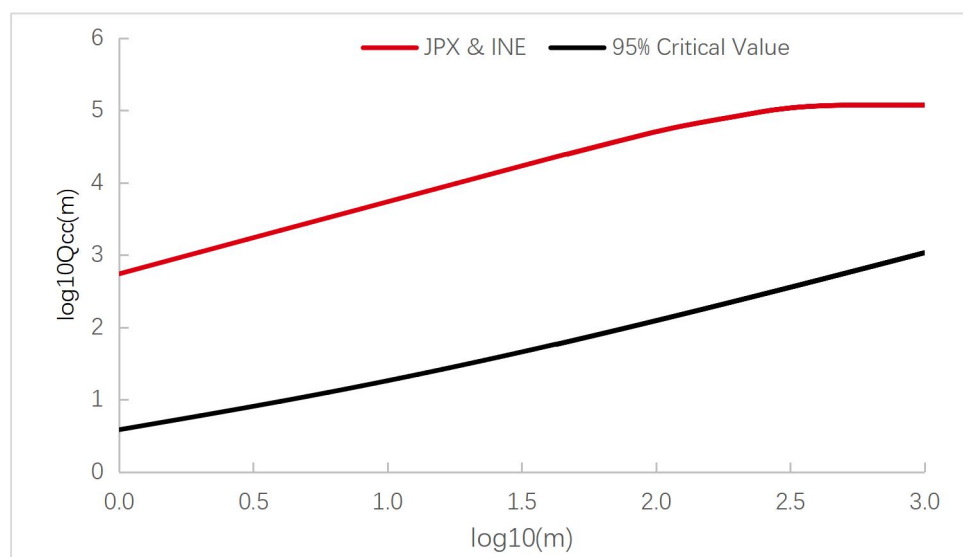
$$Q_{cc}(m) = N^2 \sum_{i=1}^m \frac{X_i^2}{N-i}$$

$$X_i = \frac{\sum_{k=i+1}^N x_k y_{k-i}}{\sqrt{\sum_{k=1}^N x_k^2 \sum_{k=1}^N y_k^2}}$$

其中  $x_k$  代表 INE 橡胶的日度收益率序列， $y_k$  代表 JPX 橡胶的日度收益率序列。

从图 7 的  $Q_{cc}(m)$  结果可以看出，在不同滞后期  $m$  的设定下，统计值均远高于 95% 置信区间下卡方分布的统计值，证明了 JPX 橡胶与 INE 橡胶之间长期显著的交叉相关性的存在。

图 7:JPX & INE 交叉相关性 | 单位：无



数据来源：Wind, 华泰期货研究院

**定量判断：**我们参考 Podobnik 和 Stanley (2008) 提出的去趋势交叉相关分析方法 (DCCA) 来进一步考虑非线性相关性和长期依赖性，定量判断二者之间的交叉相关性在各个时间尺度上的显著性。具体的分析步骤如下：

Step 1: 构建累计均值偏离量的时间序列；

$$X(t) = \sum_{k=1}^t (x_k - \bar{x})$$

$$Y(t) = \sum_{k=1}^t (y_k - \bar{y})$$

其中  $\bar{x}$  代表 INE 橡胶收益率均值， $\bar{y}$  代表 JPX 橡胶收益率均值。

Step 2: 将偏离量序列平均分成  $N_s$  个非重叠的样本，每个样本的长度为  $s$ 。由于  $N$  可能不是  $s$  的倍数，因此在偏离量序列的末端可能会有一部分剩余。为了避免忽略这部分数据，从每个偏离量序列的末端开始重复相同的过程，倒序取数，从而获得  $2 * N_s$  个非重叠的片段；

Step 3: 对于每个片段，通过 Loess 模型拟合计算局部多项式趋势  $\tilde{X}$  和  $\tilde{Y}$ ，然后计算去趋势后的协方差；

对于前一半的  $N_s$  片段 ( $\lambda = 1, 2, \dots, N_s$ ):

$$F^2(s, \lambda) = \frac{1}{s} \sum_{j=1}^s [X_{(\lambda-1)s+j} - \tilde{X}_{(\lambda-1)s+j}] [Y_{(\lambda-1)s+j} - \tilde{Y}_{(\lambda-1)s+j}]$$

对于后一半的  $N_s$  片段 ( $\lambda = N_s + 1, N_s + 2, \dots, 2N_s$ ):

$$F^2(s, \lambda) = \frac{1}{s} \sum_{j=1}^s [X_{N-(\lambda-N_s)s+j} - \tilde{X}_{N-(\lambda-N_s)s+j}] [Y_{N-(\lambda-N_s)s+j} - \tilde{Y}_{N-(\lambda-N_s)s+j}]$$

Step 4: 所有片段取均值后开平方根即可得波动函数；

$$F(s) = \sqrt{\frac{1}{2N_s} \sum_{\lambda=1}^{2N_s} F^2(s, \lambda)}$$

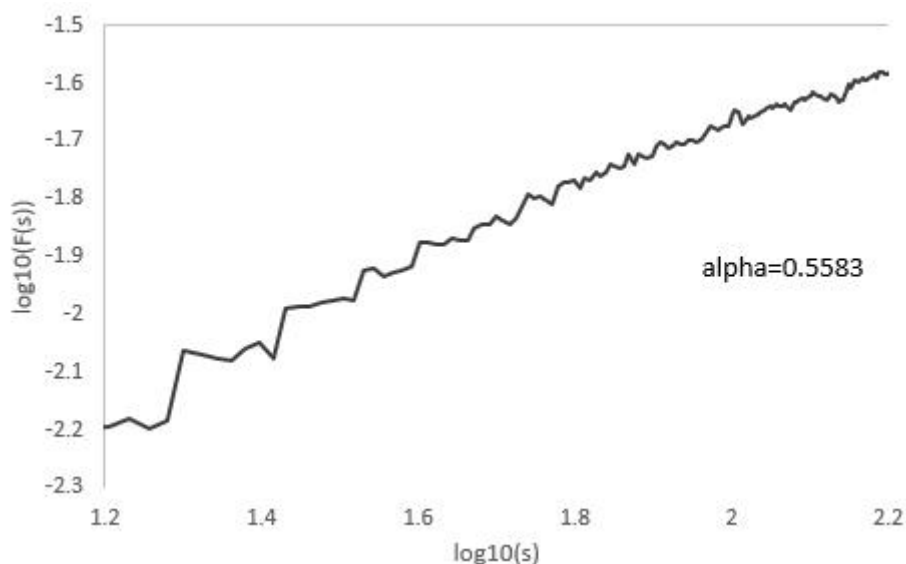
Step 5: 通过分析  $F(s)$  与  $s$  的对数关系来判断交叉相关性；

$$F(s) \sim s^\alpha$$

$$\log F(s) = \alpha \log(s) + \log C$$

最后通过 OLS 模型线性拟合得到的斜率 $\alpha$ 就是赫斯特指数，用于衡量时间序列的长期记忆效应。从图 8 可以得知 $\log F(s)$ 与 $\log(s)$ 之间的斜率 $\alpha$ 为 0.5583，略高于 0.5，说明 JPX 橡胶与 INE 橡胶之间的交叉相关性是弱持续性的，进一步确认了二者价格波动之间的长期依赖关系，而不仅仅是短期现象。

图 8:JPX & INE DCCA 分析 | 单位：无



数据来源：Wind, 华泰期货研究院

至此，我们从**定性**和**定量**的双重角度验证了 JPX 橡胶和 INE 橡胶收益率之间存在显著的交叉相关性，且二者关系具有长期稳定性；表明两个市场在某种程度上是整合的，即它们受到相似的宏观经济因素、行业趋势或全球事件的影响，一个市场上的价格变动可以为另一个市场的价格变动提供有效信息。

## ■ 超额相关性

接下来，我们参考 Ruan (2016) 提出的衡量超额相关性(Exceedance correlation) 的统计方法, 计算 JPX 橡胶与 INE 橡胶在上涨或下跌的不同市场行情下的相关性程度, 来验证二者是否同涨同跌; 再将 Hong (2007) 提出的用于检验股票收益不对称性的方法沿用到期货市场, 来验证二者同向涨跌的程度是否对称。

**超额相关性**是指在特定阈值水平上, 两个时间序列同时超过或者低于这个阈值时的相关性, 帮助我们了解市场在不同方向 (即上涨或下跌) 上的动态行为是否存在差异, 有助于识别在市场极端情况下两种期货合约价格波动的同步性。若 JPX 橡胶和 INE 橡胶在价格极端波动时仍保持高度正相关关系, 则可证明二者同涨同跌, 套利策略有效。具体步骤如下:

Step 1: 将两种期货合约的收益率序列标准化, 将记为 $R_{1t}$ 和 $R_{2t}$ , 总长度为 $T$ ;

Step 2: 计算满足收益率序列同时超过阈值  $c$  时的条件均值和条件方差;

$$\hat{\mu}_1^+(c) = \frac{1}{T_c^+} \sum_{t=1}^T R_{1t} * I(R_{1t} > c, R_{2t} > c)$$

$$\hat{\mu}_2^+(c) = \frac{1}{T_c^+} \sum_{t=1}^T R_{2t} * I(R_{1t} > c, R_{2t} > c)$$

$$\hat{\sigma}_1^+(c)^2 = \frac{1}{T_c^+ - 1} \sum_{t=1}^T [R_{1t} - \hat{\mu}_1^+(c)]^2 * I(R_{1t} > c, R_{2t} > c)$$

$$\hat{\sigma}_2^+(c)^2 = \frac{1}{T_c^+ - 1} \sum_{t=1}^T [R_{2t} - \hat{\mu}_2^+(c)]^2 * I(R_{1t} > c, R_{2t} > c)$$

其中 $I(R_{1t} > c, R_{2t} > c)$ 为指示函数, 当 $R_{1t}$ 和 $R_{2t}$ 同时大于  $c$  时为 1 否则为 0;

$T_c^+$ 为 $R_{1t}$ 和 $R_{2t}$ 同时大于  $c$  的天数。

Step 3: 根据条件均值和标准差计算出满足 $R_{1t}$ 和 $R_{2t}$ 同时大于  $c$  的超额相关性 $\hat{\rho}^+(c)$ ;

$$\hat{X}_{1t}^+(c) = \frac{R_{1t} - \hat{\mu}_1^+(c)}{\hat{\sigma}_1^+(c)}, \hat{X}_{2t}^+(c) = \frac{R_{2t} - \hat{\mu}_2^+(c)}{\hat{\sigma}_2^+(c)}$$

$$\hat{\rho}^+(c) = \frac{1}{T_c^+ - 1} \sum_{t=1}^T \hat{X}_{1t}^+(c) \hat{X}_{2t}^+(c) * I(R_{1t} > c, R_{2t} > c)$$

同理可得 $R_{1t}$ 和 $R_{2t}$ 同时小于 $-c$ 的超额相关性 $\hat{\rho}^-(c)$ ;

$$\hat{X}_{1t}^-(c) = \frac{R_{1t} - \hat{\mu}_1^-(c)}{\hat{\sigma}_1^-(c)}, \hat{X}_{2t}^-(c) = \frac{R_{2t} - \hat{\mu}_2^-(c)}{\hat{\sigma}_2^-(c)}$$
$$\hat{\rho}^-(c) = \frac{1}{T_c^- - 1} \sum_{t=1}^T \hat{X}_{1t}^-(c) \hat{X}_{2t}^-(c) * I(R_{1t} < -c, R_{2t} < -c)$$

根据JPX橡胶与INE橡胶收益率系列本身的分布特征,我们将阈值 $c$ 设定为 $[0, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5, 1.8, 2.0]$ 来计算二者的超额相关性,从表3可看出,对于给定的阈值 $c$ ,JPX橡胶与INE橡胶同时下跌时的相关系数 $\hat{\rho}^-(c)$ 高于二者同时上升时的相关系数 $\hat{\rho}^+(c)$ ,也就是说当市场下跌时,二者联动效应更强。

表 3: 超额相关性 | 单位: 无

阈值 $c$	超额相关性 $\hat{\rho}(c)$	样本量
-2.0	0.4975	16
-1.8	0.5721	21
-1.5	0.5405	36
-1.2	0.5540	61
-0.9	0.5745	89
-0.6	0.6312	147
-0.3	0.6381	247
-0	0.6612	385
+0	0.5485	417
0.3	0.4827	247
0.6	0.4802	148
0.9	0.3350	74
1.2	0.3382	38
1.5	0.1327	28

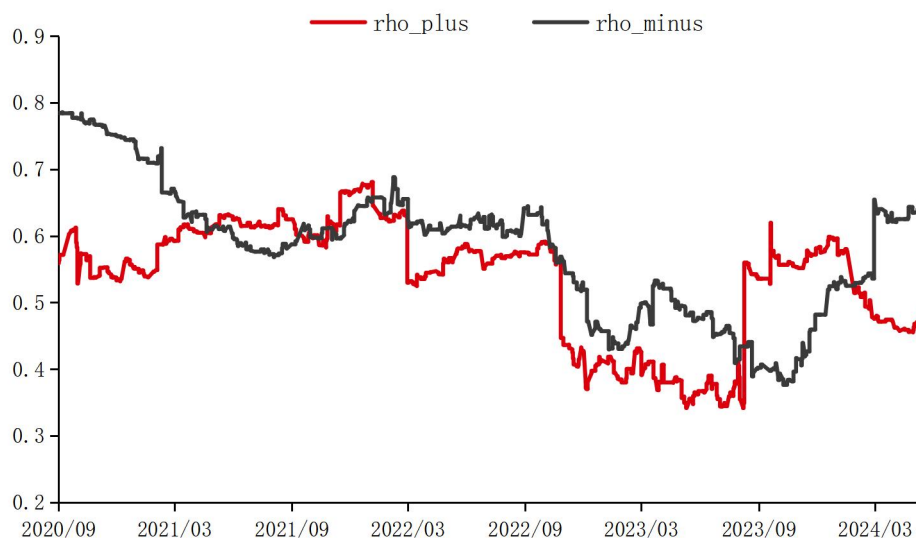
1.8	-0.1374	12
2.0	-0.3465	9

数据来源：Wind, 华泰期货研究院

此外，我们用滚动样本检验的办法来动态地观测局部超额相关性，已有许多论文验证了用滚动样本检验的办法，计算时变结果对于分析动态的期货市场的重要性（例如 Wang and Liu (2010)、Liu and Wan (2011)）。

这里我们选取滚动窗口为 250 个交易日（约为一年），阈值  $c$  取 0，动态计算上涨时的  $\hat{\rho}^+(0)$  和下跌时的  $\hat{\rho}^-(0)$ ，从图 9 我们可以发现超额相关性大致在 0.6 上下波动，大部分时间计算得到的近一年  $\hat{\rho}^-(0)$  均略高于  $\hat{\rho}^+(0)$ 。

图 9:动态窗口下的超额相关性 | 单位：无



数据来源：Wind, 华泰期货研究院

为了从统计学上更严谨地验证  $\hat{\rho}^+(c)$  和  $\hat{\rho}^-(c)$  的大小关系，我们引入 Hong (2007) 提出的统计量  $J_p$ ，来对超额相关性的计算结果做对称性检验。

$$J_p = T(\hat{\rho}^+ - \hat{\rho}^-)' \hat{\Omega}^{-1} (\hat{\rho}^+ - \hat{\rho}^-)$$

其中 $\hat{\Omega}$ 为不同滞后期的权重矩阵，Hong 已证明 $J_p$ 分布符合自由度为  $m$  的卡方分布（这里的  $m$  等于不同取值的阈值  $c$  的数量）。

对称性检验的原假设和备择假设如下：

$$H_0: \hat{\rho}^+(0) = \hat{\rho}^-(c), \text{ for all } c \geq 0$$

$$H_1: \hat{\rho}^+(0) \neq \hat{\rho}^-(c), \text{ for some } c \geq 0$$

如果原假设被拒绝则说明超额相关性存在不对称性；若不能拒绝原假设，则说明在给定的置信度水平下，不能证明超额相关性存在不对称性。

Hong 提出的这种方法优势其一在于它不依赖于特定的模型假设，而是直接基于数据的分布特性；其二在于不限定于时间序列满足正态分布的假设，适用性更广。

表 4: 超额相关性的对称性检验 | 单位：无

统计值	统计值
$\chi^2_{0.80}$	11.0301
$\chi^2_{0.90}$	13.3616
$\chi^2_{0.95}$	15.5073
$\chi^2_{0.99}$	20.0902
$J_p$	6.4217
p-value	0.6001

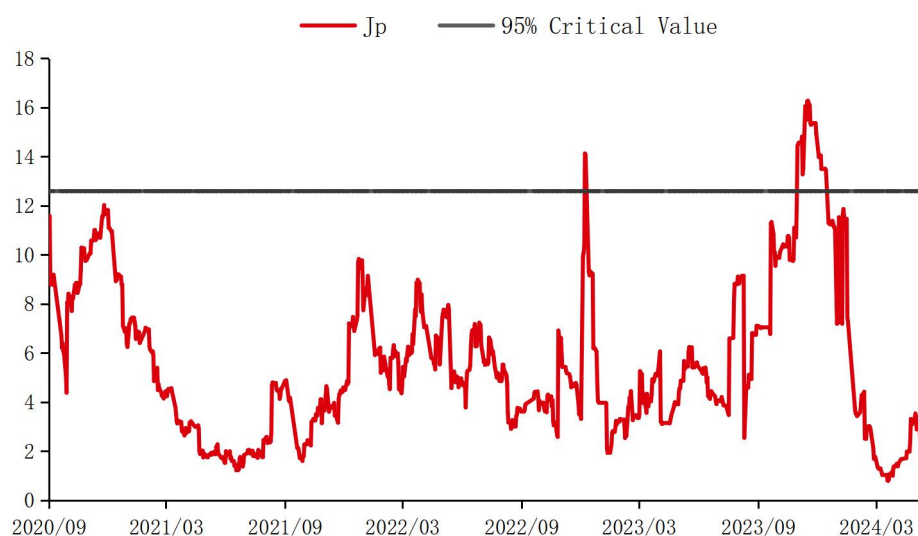
数据来源：Wind, 华泰期货研究院

注：根据阈值  $c$  的取值范围，此处卡方分布 $\chi^2$ 的自由度  $m=8$

结果可以看出， $J_p$ 检验的  $p$  值为 0.6，不能拒绝原假设，也就是说即使放宽到 80%的置信度水平下，不能证明超额相关性是不对称的。

同样地，我们采用滚动样本检验的方法来动态监测超额相关性的不对称性，窗口长度同样定为 250 个交易日，置信水平定为 5%，阈值  $c$  的取值范围定为[0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1]，因为过高的阈值  $c$  往往会遇到样本量不足的情况，所以  $c$  的取值略微降低，结果如图 10 所示：

图 10:动态窗口下的超额相关性的对称性 | 单位: 无



数据来源: Wind, 华泰期货研究院

可以看出, 滚动窗口下的 $J_p$ 统计值在极个别时间段会超过 $\chi^2_{0.95}$  (如 2023 年 1 月和 2023 年年底, 这个时候二者涨跌程度呈现不对称性, 倾向于同步下跌多于同步上涨, 此时需尤其注意风险管理), 除此之外的其他时间内均不能拒绝原假设, 也就是说尽管在市场下跌时 JPX 橡胶与 INE 橡胶的相关性略高, 但在统计学意义上, **正超额相关性与负超额相关性并无显著差别**, 也就是两个市场对于利好因素和利空因素的反应是对称的, **呈现同涨同跌且涨跌对称的特质**, 这对于制定套利策略至关重要。



## 结论

作为橡胶跨境套利实证研究的上篇，本篇从市场概述出发，详尽地介绍了数据处理步骤，并参考国外文献，从统计学角度对 JPX 橡胶和 INE 橡胶之间的价格关系进行了大量实证研究，得到以下结论，为套利策略的研究提供了坚实的理论支撑：

- (1) 具有高度正相关关系，套利关系可行；
- (2) 具有显著且持续的交叉相关性，二者关系具有长期稳定性，排除偶发性影响；
- (3) 超额相关性较高说明二者在市场动荡时期仍保持同涨同跌；正负超额相关性无显著差异，说明两个市场对利好因素和利空因素反应相似，呈现涨跌对称的性质

下篇将进一步探讨两种橡胶期货之间的协整关系，验证长期均衡模型的有效性，并据此设计出一套稳健的统计套利交易策略。

## 附录

表 5: JPY 橡胶期货合约信息 | 单位：无

合约信息	具体说明
交易种类	实物期货交易
标准品	符合国际规格（INT）的 3 号烟胶片（RSS3）
交易开始日	1952 年 12 月 12 日
交易时间	开盘（集合竞价）： 9:00
	< 日间交易 > 盘中交易（连续竞价）： 9:00 ~ 15:10
	收盘（集合竞价）： 15:15
	开盘（集合竞价）： 16:30
	< 晚间交易 > 盘中交易（连续竞价）： 16:30 ~ 18:55
合约月份	收盘（集合竞价）： 19:00
	如果开盘竞价时没有合约，则直接进入连续竞价
	如果收盘竞价时没有合约，则直接以连续竞价收盘
	最近 12 个合约月份
	12 月以外的所有合约月份的最后工作日正午（12 月的交割日为 28 号）
交割日	如逢节假日，则将交割日提前
最终交易日	交割日前第四个交易日
交易单位	5000kg
报价单位	日元/kg
涨跌幅限制	涨跌幅限制：以基准价格（前一天结算价）乘以 10%得到的价幅
	*会以市场情况，临时更新涨跌幅限制价格
	立即合约涨跌幅：以最优价的中间价格，或最近合约价格为基准上下 5 日元
市场熔断机制	*开盘集合竞价的立即合约涨跌幅为上下 15 日元，收盘集合竞价的立即合约涨跌幅为上下 10 日元
	原则上不会暂停交易，或扩大涨跌幅限制。
结算价格	从晚间竞价开始至日间竞价结束之间的最后成交价格等
	*如有必要，日本证券结算机构(JSCC)可以修正至适当价格。

表 6: INE 橡胶期货合约信息 | 单位：无

合约信息	具体说明
交易品种	20 号胶
合约规模	10 吨/手
报价单位	元（人民币）/吨
最小变动价位	5 元（人民币）/吨
涨跌停板限幅	不超过上一交易日结算价±5%
合约交割月份	1 月、2 月、3 月、4 月、5 月、6 月、7 月、8 月、9 月、10 月、11 月、12 月
交易时间	上午 9:00-11:30，下午 1:30-3:00 以及上海国际能源交易中心规定的其他交易时间
最后交易日	交割月份的 15 日（遇国家法定节假日、休息日顺延）； 上海国际能源交易中心有权根据国家法定节假日、休息日调整最后交易日
交割日期	最后交易日后连续五个交易日
交割地点	上海国际能源交易中心指定交割仓库
最初交易保证金	最低交易保证金:合约价值的 7%
交割方式	实物交割
交易代码	NR
上市交易所	INE

数据来源：INE, 华泰期货研究院

## 参考文献

Podobnik, B., Grosse, I., Horvatić, D. et al. Quantifying cross-correlations using local and global detrending approaches. *Eur. Phys. J. B* 71 (2009) 243–250.

<https://doi.org/10.1140/epjb/e2009-00310-5>

B. Podobnik, H.E. Stanley. Detrended cross-correlation analysis: a new method for analyzing two nonstationary time series. *Phys. Rev. Lett.* 100 (2008) 084102.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.100.084102>

Q. Ruan, Y. Huang, W. Jiang. The exceedance and cross-correlations between the gold spot and futures markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 463 (2016) 139–151.

<https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.07.021>

Y. Hong, J. Tu, G. Zhou. Asymmetries in Stock Returns: Statistical Tests and Economic Evaluation. *Rev. Financ. Stud.* 20 (2007) 1547–1581.

<https://doi.org/10.1093/rfs/hhl037>

Y. Wang, L. Liu, Is WTI crude oil market becoming weakly efficient over time? New evidence from multiscale analysis based on detrended fluctuation analysis, *Energy Econ.* 32 (2010) 987–992.

<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.12.001>.

L. Liu, J.Q. Wan. A study of correlations between crude oil spot and futures markets: A rolling sample test. *Physica A* 390 (2011) 3754–3766.

<https://doi.org/10.1016/j.physa.2011.06.001>.

## 免责声明

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、结论及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。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。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，投资者并不能依靠本报告以取代行使独立判断。对投资者依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华泰期货研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权力。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

华泰期货有限公司版权所有并保留一切权利。

## 公司总部

广州市天河区临江大道 1 号之一 2101-2106 单元 | 邮编：510000

电话：400-6280-888

网址：www.htfc.com