

沪镍与不锈钢联动中的机会：价差协整与套利策略

不锈钢与镍的联动关系源于它们在产业链中的紧密联系。镍作为不锈钢生产中的核心原材料，其价格直接影响不锈钢的生产成本和钢厂定价。同时不锈钢的需求变化反过来也会影响镍的需求，从而对镍的价格产生影响。近年来，随着中国企业在印尼大规模投资红土镍矿的开采和冶炼项目，镍的供应链更加完善。同时，高冰镍技术的创新打破了红土镍矿仅限于镍铁生产的局限，为硫酸镍的生产提供了新的路径。这些技术进步不仅优化了镍的供应结构，也稳定了市场供需，使镍与不锈钢的价格波动呈现出更强的联动性。从协整关系的角度看，不锈钢和镍受到相似的经济和市场因素影响，如原材料镍矿的供应、下游汽车行业需求和宏观政策等，导致它们的价格走势在长期内保持一定的均衡关系。尽管两者在短期内可能受不同因素影响出现价格偏离，但长期来看，它们的价格会由于市场供需关系的调整而趋向协同发展。因此，协整关系的存在意味着不锈钢与镍在长期内存在均衡回归的动力，这为跨品种套利策略提供了理论基础。

一、平稳性与长期均衡关系的定量分析

通过对根据不锈钢和沪镍主力合约价格研究和产业知识分析，发现它们在过去五年中存在一定的关联性。但这种相关性长期种是否具有稳定性以及背后是否存在经济规律，需要进一步的分析：

数据选取：

选取近 3 年不锈钢和沪镍指数合约的价格，节选每月月底最后一日，提取 50 个交易日的指数合约收盘价作为研究对象，分析两个品种的平稳性和协整关系

平稳性检验：

为了分析这两个品种的长期均衡关系，首先对它们的价格序列进行了平稳性检验。使用 ADF（Augmented Dickey-Fuller）检验来判断时间序列是否为平稳过程。根据平稳性检验的结果，发现不锈钢和沪镍的价格序列 p 值均大于 0.05，无法拒绝原假设，这意味着它们的价格数据在未经过处理时是非平稳的。因此，需要对这两个时间序列进行一阶差分处理。

一阶差分处理后，再次进行 ADF 检验，发现处理后的 p 值小于 0.05，表明差分后的数据是平稳的，满足协整分析要求。由此可以推断，不锈钢和沪镍的时间序列数据是一阶单整的（I(1)序列），具备协整关系的潜在条件。

协整关系检验

1987 年 Engle 和 Granger 的协整理论提出，一些经济变量之间存在长期稳定的均衡关系，同时两个非平稳序列的线性组合可能是平稳序列。这个理论揭示经济变量间均衡关系的重要的配置作用，即可以从资产组合短期的价值偏离中获取套利机会。不锈钢和沪镍是一阶单整序列，通过 OLS 构建回归模型，计算得出残差序列。其次，再次检验残差的平稳性。即利用 ADF 检验，判断两者的价差的稳定性。对以上回归结果的残差进行 ADF 检验，显示 p 值明显小于 0.01，即接受残差序列的平稳性。

协整模型的结果表明，尽管两者价格在短期内可能存在波动，但由于受到相似经济因素的影响，这两个品种在长期内表现出稳定的均衡关系。残差序列的检验结果可以发现两个品种价差存在长期的均衡关系。这种长期的均衡性为跨品种的套利以及后续研究有很多重要的作用。通过协整检验进一步分析不锈钢与沪镍的长期均衡关系。

图表 1: 原数据的平稳性检验

	ADF Statistic	p-value	Lags Used	Number of	Critical Value (1%)
--	---------------	---------	-----------	-----------	---------------------

				Observations Used	
NI	-1.681945	0.440438	3	46	-3.581258
SS	-0.478512	0.896142	0	49	-3.571472

图表 2: 一阶差分后平稳性检验

	ADF Statistic	p-value	Lags Used	Number of Observations Used	Critical Value (1%)
NI	-3.99042	1.461515e-03	2	46	-3.581258
SS	-6.28636	3.689789e-08	0	49	-3.571472

数据来源: Ifind, 华安期货研究院

图表 3: 不锈钢和沪镍平稳和协整性近期检验汇总

	Series	Co-integration	dates	stationary
0	SS、NI	具有协整性	2023-12-20	具有平稳性
1	SS、NI	具有协整性	2023-11-20	具有平稳性
2	SS、NI	具有协整性	2023-10-20	无平稳性
3	SS、NI	具有协整性	2023-09-20	具有平稳性
4	SS、NI	具有协整性	2023-08-20	具有平稳性
5	SS、NI	具有协整性	2023-07-20	具有平稳性
6	SS、NI	具有协整性	2023-06-20	具有平稳性
7	SS、NI	具有协整性	2023-05-20	具有平稳性
8	SS、NI	具有协整性	2023-04-20	无平稳性
9	SS、NI	具有协整性	2023-03-20	具有平稳性
10	SS、NI	具有协整性	2023-02-20	具有平稳性
11	SS、NI	具有协整性	2023-01-20	具有平稳性
12	SS、NI	具有协整性	2022-12-20	具有平稳性
13	SS、NI	具有协整性	2022-11-20	无平稳性
14	SS、NI	具有协整性	2022-10-20	具有平稳性

数据来源: Ifind, 华安期货研究院

## 二、基于价差协整关系的跨品种套利策略

### 价差（残差）序列的构建与分析

通过对不锈钢和沪镍日线收盘价的时间序列进行研究，可以通过（OLS）建立两者之间的线性回归模型，提取出残差项。残差项代表了两者价格之间的偏离程度，即价差序列。在协整分析中，残差序列的波动情况至关重要，因为它能够揭示价格偏离长期均衡时的调整行为。基于回归系数构建平稳序列： $\Delta NI = \beta * \Delta SS + u$ 。公式如下：

$$\Delta NI = 0.0345 + 18 * \Delta SS$$

从图像中可以看出，价差序列在回归过程中呈现出较强的稳定性特征。无论价差序列是上升还是下降，在样本区间内它都会逐渐回归到均值。因此，价差序列始终处于一个适当的区间范围内波动，显示出价差在长时间跨度上有回归到均衡值的趋势。

通过观察协整残差序列的走势及其周期性特征，可以更好地理解不锈钢与沪镍价格之间的关系。这不仅有助于预测价格的未来变化，还能够为期货市场中的跨品种套利提供依据。当价差序列显著偏离均值时，意味着存在套利机会；当价差序列趋向回归时，套利机会将逐渐消失。

### 跨品种套利策略

在跨品种套利中，不锈钢与沪镍的价格差距通常在一个固定区间内波动。套利策略的核心是利用价格差距的回归特性，即当价差偏离正常水平时，采取买入一个品种、卖出另一个品种的操作，等待价差恢复到合理区间后反向平仓。

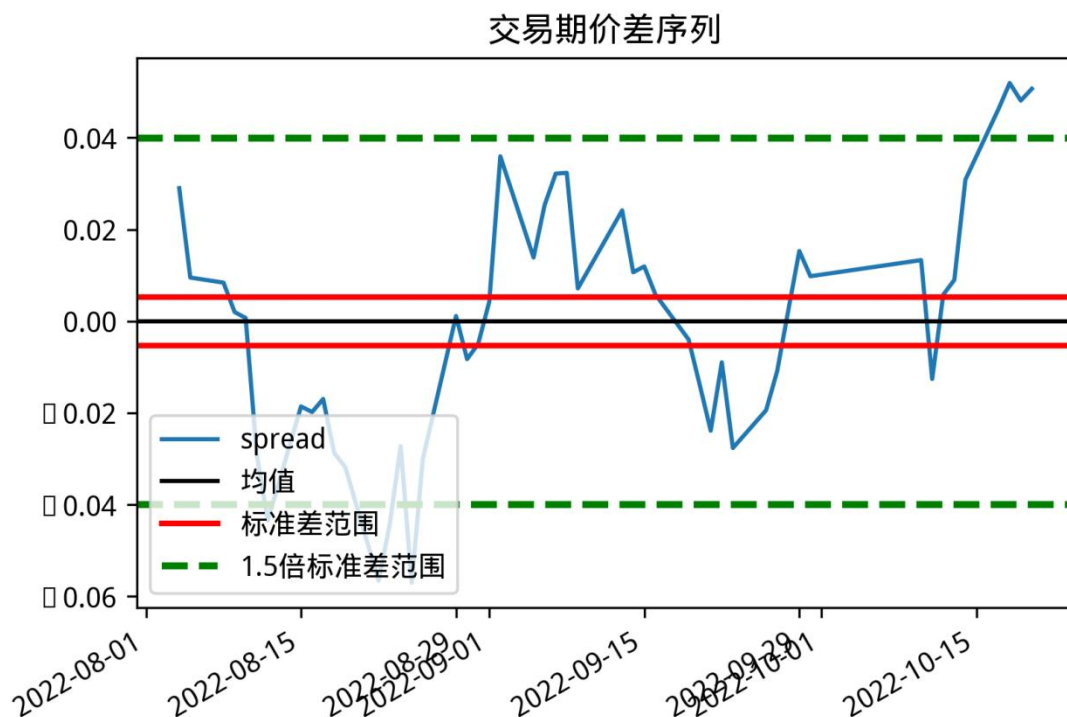
1. 价差序列区间。通常情况下，价差序列在一个相对固定的水平内波动，但由于外部因素或产业内消息的影响，某一品种可能出现短期价格波动，导致价差超出正常波动范围。

2. 标准差的定义：设  $\sigma^2$  表示价差序列的方差， $\sigma$  表示标准差。当价差序列突破  $1.5\sigma$  时，表明不锈钢和沪镍的价差偏离正常区间，此时可能产生套利机会。

3. 套利操作：当价差扩大（价差突破  $1.5\sigma$ ）：如果价差异常扩大，意味着沪镍的价格相对不锈钢价格被高估。策略：买入价格偏低的不锈钢期货，卖出价格偏高的沪镍期货。价差收敛时平仓：根据协整分析，价差最终会回归到正常区间。当价差回归时，反向操作平掉头寸，即卖出不锈钢期货，买回沪镍期货。

综合来看，使用基于协整关系的跨期套利的在近两年的开平仓的机会较少。近两年仅仅出现三次机会，但是稳定性较好。总体来策略收益率在 4% 作用。后续的策略，可以拓展到其他品种策略上，增加开仓的机会。

图表 4: 价差在部分区间内走势



资料来源：Ifind；华安期货研究院

### 三、全文总结

总的来说，跨品种套利策略利用不锈钢和沪镍之间的长期均衡关系，通过标准差的偏离作为信号来进行交易。当两者的价格偏离历史正常水平时，抓住价格回归的机会进行买卖操作，从而在价差收敛时获利，通过历史回测发现，盈利水平较稳定，回测较小。

通过研究不锈钢和沪镍的价差关系，可以发现两者在价格波动中存在紧密的联动性，尤

其是在不锈钢生产过程中镍铁的关键作用下。对于这种价差关系，采用数学和统计工具可以更深入地定量分析其相互作用和长期均衡特征。首先，可以通过回归分析来检验不锈钢和沪镍价格之间的线性关系。简单线性回归模型能够揭示不锈钢的价格如何受到沪镍价格波动的影响，进而可以用以预测不锈钢期货的价格走势。

其次，使用单位根检验（如 ADF 检验）可以评估时间序列数据的平稳性。对于期货和现货价格序列，若存在单位根，则表示数据非平稳，这通常会导致价格波动较大、不易预测。通过单位根检验，可以判断不锈钢和沪镍的价格序列是否具备平稳性，以及在模型构建中是否需要对其进行差分处理。

最后是协整关系检验。协整分析旨在判断两个时间序列之间是否存在长期均衡关系。即使两个变量各自是非平稳的，如果它们的线性组合是平稳的，那么这两个变量之间就存在协整关系。具体来说，若不锈钢和沪镍的价差随时间表现出某种稳定的均衡趋势，即在长时间跨度上存在“协同”变化，则说明它们的价差可以回归到某一平衡水平。

通过协整模型分析的结果可以得出结论：由于不锈钢和沪镍受到相似的经济因素（如镍矿供应、市场需求等）的影响，二者在价格上表现出长期均衡的关系。尤其是在 2 个月样本时间上的协整检验表明，尽管短期内价格会有波动，但长期来看，不锈钢和沪镍的价格趋向于回归到某种稳定的比例或差值。这种特征对市场参与者来说，能够提供稳定的价差套利的机会，并且在风险对冲策略起到一定启示作用。

本文写作时间 2024 年 9 月 18 日

华安期货 投资咨询业务资格 证监许可[2011]1776

刘德勇 分析师 咨询从业资格：F03094242/Z0020048

初审：李伟 F0283072 /Z0010384

复审：夏雨辰 F3031745/Z0014542

终审：闫丰 F0251054/Z0001643

#### 免责声明

本报告中的信息均来源于公开可获得资料，华安期货研究院力求准确可靠，但对这些信息的准确性及完整性不做任何保证，据此投资，责任自负。本报告不构成个人投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。