



华泰期货
HUATAI FUTURES

期货研究报告|量化专题报告 2023-06-07

有色金属跨市套利分析

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

投资咨询业务资格:

证监许可【2011】1289号

摘要

本文聚焦于有色金属板块,通过选取上海期货交易所(SHFE)和伦敦金属交易所(LME)交易的相关品种期货合约作为研究对象,以最近一年为回测期,从相关性、因果关系以及净价差的角度进行各品种的跨市套利可行性以及跨市套利技巧分析。

目录

| | |
|------------------|----|
| 摘要 | 1 |
| 背景介绍 | 5 |
| ■ 套利合约选取 | 5 |
| 铜套利研究 | 6 |
| ■ 相关性分析 | 6 |
| ■ 格兰杰因果分析 | 7 |
| ■ 跨市套利技巧分析 | 10 |
| 铝套利研究 | 11 |
| ■ 相关性分析 | 11 |
| ■ 格兰杰因果分析 | 11 |
| ■ 跨市套利技巧分析 | 14 |
| 镍套利研究 | 15 |
| ■ 相关性分析 | 15 |
| ■ 格兰杰因果分析 | 15 |
| ■ 跨市套利技巧分析 | 19 |
| 锡套利研究 | 20 |
| ■ 相关性分析 | 20 |
| ■ 格兰杰因果分析 | 20 |
| ■ 跨市套利技巧分析 | 23 |
| 锌套利研究 | 24 |
| ■ 相关性分析 | 24 |
| ■ 格兰杰因果分析 | 24 |
| ■ 跨市套利技巧分析 | 26 |
| 铅套利研究 | 27 |
| ■ 相关性分析 | 27 |
| ■ 格兰杰因果分析 | 27 |
| ■ 跨市套利技巧分析 | 29 |

图表

| | |
|--------------------------------------|----|
| 图 1:国内外交易所交割品标准 单位: 无 | 5 |
| 图 2: 铜市 SHFE&LME 美元计价相关性 | 6 |
| 图 3: 铜市 SHFE&LME 人民币计价相关性 | 6 |
| 图 4: 铜最佳滞后期 单位: 无 | 7 |
| 图 5: 铜 VAR 模型拟合结果 单位: 无 | 8 |
| 图 6: LME 铜为 SHFE 铜的格兰杰原因 单位: 无 | 9 |
| 图 7: SHFE 铜不属于 LME 铜的格兰杰原因 单位: 无 | 9 |
| 图 8: 铜进口盈亏 单位: 元/吨 | 10 |
| 图 9: 铝市 SHFE&LME 美元计价相关性 | 11 |
| 图 10: 铝市 SHFE&LME 人民币计价相关性 | 11 |
| 图 11: 铝最佳滞后期 单位: 无 | 12 |
| 图 12: 铝 VAR 模型拟合结果 单位: 无 | 13 |
| 图 13: LME 铝为 SHFE 铝的格兰杰原因 单位: 无 | 14 |
| 图 14: SHFE 铝不属于 LME 铝的格兰杰原因 单位: 无 | 14 |
| 图 15: 铝进口盈亏 单位: 元/吨 | 14 |
| 图 16: 镍市 SHFE&LME 美元计价相关性 | 15 |
| 图 17: 镍市 SHFE&LME 人民币计价相关性 | 15 |
| 图 18: 镍最佳滞后期 单位: 无 | 16 |
| 图 19: 镍 VAR 模型拟合结果 单位: 无 | 17 |
| 图 20: LME 镍为 SHFE 镍的格兰杰原因 单位: 无 | 18 |
| 图 21: SHFE 镍不属于 LME 镍的格兰杰原因 单位: 无 | 18 |
| 图 22: 镍进口盈亏 单位: 元/吨 | 19 |
| 图 23: 锡市 SHFE&LME 美元计价相关性 | 20 |
| 图 24: 锡市 SHFE&LME 人民币计价相关性 | 20 |
| 图 25: 锡最佳滞后期 单位: 无 | 21 |
| 图 26: 锡 VAR 模型拟合结果 单位: 无 | 22 |
| 图 27: LME 锡为 SHFE 锡的格兰杰原因 单位: 无 | 23 |
| 图 28: SHFE 锡不属于 LME 锡的格兰杰原因 单位: 无 | 23 |
| 图 29: 锡进口盈亏 单位: 元/吨 | 23 |
| 图 30: 锌市 SHFE&LME 美元计价相关性 | 24 |
| 图 31: 锌市 SHFE&LME 人民币计价相关性 | 24 |
| 图 32: 锌最佳滞后期 单位: 无 | 25 |
| 图 33: 锌 VAR 模型拟合结果 单位: 无 | 25 |
| 图 34: LME 锌为 SHFE 锌的格兰杰原因 单位: 无 | 26 |
| 图 35: SHFE 锌不属于为 LME 锌的格兰杰原因 单位: 无 | 26 |
| 图 36: 锌进口盈亏 单位: 元/吨 | 26 |
| 图 37: 铅市 SHFE&LME 美元计价相关性 | 27 |
| 图 38: 铅市 SHFE&LME 人民币计价相关性 | 27 |

| | |
|---|----|
| 图 39: 铅最佳滞后期 单位: 无 | 28 |
| 图 40: 铅 VAR 模型拟合结果 单位: 无 | 28 |
| 图 41: LME 铅为 SHFE 铅的格兰杰原因 单位: 无 | 29 |
| 图 42: SHFE 铅不属于 LME 铅的格兰杰原因 单位: 无 | 29 |
| 图 43: 铅进口盈亏 单位: 元/吨 | 29 |

背景介绍

■ 套利合约选取

近年来内外盘之间的跨市套利已经成为十分流行的套利策略，本文将针对于有色板块的铜、铝、镍、锡、锌、铅六大品种进行跨市套利的可行性分析以及正向跨市套利技巧分析。

目前国际市场上覆盖有色金属的主要交易所包括上海期货交易所（SHFE）、伦敦金属交易所（LME）和纽约商品期货交易所（COMEX）。通过详细对比各个交易所期货合约对应的交割品标准，我们选择上海期货交易所（SHFE）与伦敦金属交易所（LME）中交易的期货合约作为跨市套利的研究对象，以保证跨市交易的交割品品级基本一致，降低一旦涉及到国内外实物交割时存在的风险。

图 1:国内外交易所交割品标准 | 单位: 无

| Metal | Quality Standard | | |
|----------|---|------------|------------|
| | SHFE | LME | COMEX |
| Copper | Grade A | Grade A | Grade 1 |
| Aluminum | AL99.70 / AL99.80 | AL99.70 | AL99.70 |
| Nickel | NI99.96 / NI99.99 | NI99.80 | N/A |
| Tin | Sn99.90AA / Sn99.95A, Sn99.95AA, Sn99.99A | Tin99.85 | N/A |
| Zinc | ZN99.995 | Zinc99.995 | Zinc99.995 |
| Lead | Pb99.994 (GB/T) | PB99.97 | PB99.97 |

数据来源: SHFE, LME, COMEX, 华泰期货研究院

除了考虑期货合约规定的交割品级是否能匹配，还需要考虑内外盘对于交割日期的规定来确定最终套利对象的合约选取。主流金属市场的参考报价都是三个月期的价格而非现货价格，比如伦敦金属交易所主要交易的合约均为 LME3 月电子盘，其最大的特点是每个交易日的合约都是当天的新合约，合约到期日为当天三个月后的日期，可交割日为 3 个月内的任一交易日。而上海期货交易所的合约规定的可交割日一般是最后交易日后的连续几个交易日，相对没有 LME 合约的灵活。考虑到跨市交割手续繁琐，我们选取上海期货交易所各品种的连三合约与之对应。

本文统一选取近一年（2022-06-01 至 2023-05-31）为研究区间，剔除因节假日等原因造成的数据缺失后，采用 SHFE 连三合约收盘价和 LME3 月电子盘收盘价为研究数据。

铜套利研究

■ 相关性分析

从下图可以很直观地看出，沪铜与伦铜收盘价的整体趋势一致，具有很高的相关性。左图以为美元计价单位的伦铜价格，右图以为人民币计价单位的伦铜价格，经过测算，以美元计价时两者收盘价的相关系数为 0.95，以人民币计价时两者收盘价的相关系数为 0.98，也就是剔除汇率影响后，沪铜与伦铜价差变动更为相似。

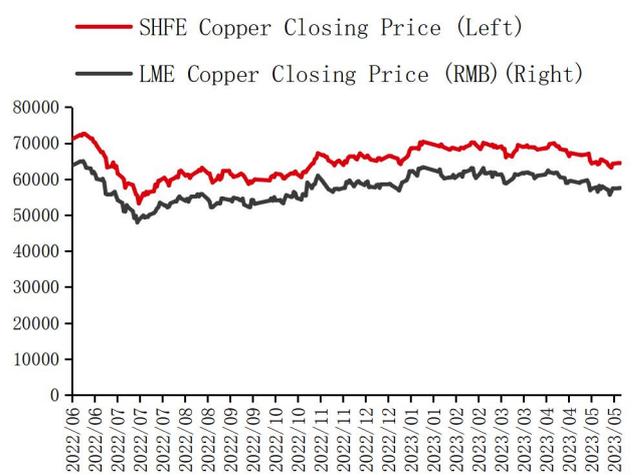
图 2：铜市 SHFE&LME 美元计价相关性 |

单位：元（美元）/吨



图 3：铜市 SHFE&LME 人民币计价相关性 |

单位：元/吨



数据来源：SMM 华泰期货研究院

数据来源：SMM 华泰期货研究院

高相关性是保证套利可行性的基础。但相关性分析无法确定沪铜与伦铜之间是否存在因果关系。随着国内期货市场发展日益成熟，铜生产消费量占全球比重逐年扩大，期铜定价话语权正逐步向国内偏移。为进一步探究沪铜与伦铜之间的影响关系，明确两者之间是否存在因果关系，接下来运用格兰杰因果检验进行分析。

■ 格兰杰因果分析

统计学上的格兰杰因果检验需要满足以下两条件中的一个：一是两变量均平稳；二是两变量间存在协整关系。若两个条件均不满足，则格兰杰因果检验结论是无效的。

运用 ADF 检验可知，沪铜与伦铜的 p 统计量分别为 0.310 和 0.208，均大于临界值 0.05，因此两变量都为非平稳序列，同做一阶差分处理后的两变量平稳且存在协整关系，满足格兰杰因果检验的前提要求。

首先建立 VAR 模型，根据最佳滞后期准则（AIC、SC、LR）选择滞后期，一般以 AIC 最小值为准，从下图可知，最佳滞后期为 5。

图 4: 铜最佳滞后期 | 单位：无

| Lag | AIC | BIC |
|-----|-----------|-----------|
| 1 | 26.207597 | 26.296195 |
| 2 | 26.079797 | 26.227910 |
| 3 | 26.076146 | 26.284138 |
| 4 | 26.070451 | 26.338691 |
| 5 | 26.042448 | 26.371308 |
| 6 | 26.066160 | 26.456015 |
| 7 | 26.062030 | 26.513260 |
| 8 | 26.092044 | 26.605032 |
| 9 | 26.119976 | 26.695110 |
| 10 | 26.092821 | 26.730493 |

数据来源：SMM 华泰期货研究院

选取滞后期为 5 观察 VAR 模型的拟合结果可知，沪铜对于伦铜在统计学上没有显著的领先滞后关系，但反过来，伦铜的一阶至五阶滞后项于沪铜均有显著的线性回归关系，也就是说可以通过伦铜的价格变化来预测沪铜的价格走势。

图 5: 铜 VAR 模型拟合结果 | 单位: 无

| Results for equation SHFE Copper | | | | |
|----------------------------------|-------------|------------|--------|-------|
| | coefficient | std. error | t-stat | prob |
| const | -13.830371 | 36.033184 | -0.384 | 0.701 |
| L1.SHFE Copper | -0.608146 | 0.073821 | -8.238 | 0.000 |
| L1.LME Copper | 0.794692 | 0.046036 | 17.262 | 0.000 |
| L2.SHFE Copper | -0.268648 | 0.084266 | -3.188 | 0.001 |
| L2.LME Copper | 0.491106 | 0.073736 | 6.660 | 0.000 |
| L3.SHFE Copper | -0.227085 | 0.082873 | -2.740 | 0.006 |
| L3.LME Copper | 0.345698 | 0.080079 | 4.317 | 0.000 |
| L4.SHFE Copper | -0.213316 | 0.074692 | -2.856 | 0.004 |
| L4.LME Copper | 0.266447 | 0.078559 | 3.392 | 0.001 |
| L5.SHFE Copper | -0.072239 | 0.047398 | -1.524 | 0.127 |
| L5.LME Copper | 0.245069 | 0.067874 | 3.611 | 0.000 |
| Results for equation LME Copper | | | | |
| | coefficient | std. error | t-stat | prob |
| const | -26.908599 | 59.119121 | -0.455 | 0.649 |
| L1.SHFE Copper | 0.049042 | 0.121118 | 0.405 | 0.686 |
| L1.LME Copper | -0.058850 | 0.075531 | -0.779 | 0.436 |
| L2.SHFE Copper | 0.084959 | 0.138253 | 0.615 | 0.539 |
| L2.LME Copper | -0.079829 | 0.120977 | -0.660 | 0.509 |
| L3.SHFE Copper | 0.113714 | 0.135969 | 0.836 | 0.403 |
| L3.LME Copper | -0.064860 | 0.131384 | -0.494 | 0.622 |
| L4.SHFE Copper | -0.101274 | 0.122546 | -0.826 | 0.409 |
| L4.LME Copper | -0.068880 | 0.128890 | -0.534 | 0.593 |
| L5.SHFE Copper | -0.075122 | 0.077765 | -0.966 | 0.334 |
| L5.LME Copper | 0.120878 | 0.111360 | 1.085 | 0.278 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

同样, 将滞后期为 5 带入格兰杰因果检测中, 测算结果验证了伦铜单方向是沪铜的格兰杰原因, 但反过来不成立。

图 6: LME 铜为 SHFE 铜的格兰杰原因 | 单位: 无

| Granger Causality | | | |
|----------------------------|---------------|----------|--------------------------|
| number of lags (no zero) 1 | | | |
| ssr based F test: | F=205.9034 | p=0.0000 | , df_denom=231, df_num=1 |
| ssr based chi2 test: | chi2=208.5774 | p=0.0000 | , df=1 |
| likelihood ratio test: | chi2=149.1269 | p=0.0000 | , df=1 |
| parameter F test: | F=205.9034 | p=0.0000 | , df_denom=231, df_num=1 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 2 | | | |
| ssr based F test: | F=128.4014 | p=0.0000 | , df_denom=228, df_num=2 |
| ssr based chi2 test: | chi2=262.4344 | p=0.0000 | , df=2 |
| likelihood ratio test: | chi2=175.7744 | p=0.0000 | , df=2 |
| parameter F test: | F=128.4014 | p=0.0000 | , df_denom=228, df_num=2 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 3 | | | |
| ssr based F test: | F=90.1753 | p=0.0000 | , df_denom=225, df_num=3 |
| ssr based chi2 test: | chi2=278.9424 | p=0.0000 | , df=3 |
| likelihood ratio test: | chi2=183.1685 | p=0.0000 | , df=3 |
| parameter F test: | F=90.1753 | p=0.0000 | , df_denom=225, df_num=3 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 4 | | | |
| ssr based F test: | F=68.7044 | p=0.0000 | , df_denom=222, df_num=4 |
| ssr based chi2 test: | chi2=285.9587 | p=0.0000 | , df=4 |
| likelihood ratio test: | chi2=186.0810 | p=0.0000 | , df=4 |
| parameter F test: | F=68.7044 | p=0.0000 | , df_denom=222, df_num=4 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 5 | | | |
| ssr based F test: | F=59.7826 | p=0.0000 | , df_denom=219, df_num=5 |
| ssr based chi2 test: | chi2=313.9268 | p=0.0000 | , df=5 |
| likelihood ratio test: | chi2=197.9691 | p=0.0000 | , df=5 |
| parameter F test: | F=59.7826 | p=0.0000 | , df_denom=219, df_num=5 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

图 7: SHFE 铜不属于 LME 铜的格兰杰原因 | 单位: 无

| Granger Causality | | | |
|----------------------------|-------------|----------|--------------------------|
| number of lags (no zero) 1 | | | |
| ssr based F test: | F=0.0157 | p=0.9005 | , df_denom=231, df_num=1 |
| ssr based chi2 test: | chi2=0.0159 | p=0.8998 | , df=1 |
| likelihood ratio test: | chi2=0.0159 | p=0.8998 | , df=1 |
| parameter F test: | F=0.0157 | p=0.9005 | , df_denom=231, df_num=1 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 2 | | | |
| ssr based F test: | F=0.0699 | p=0.9326 | , df_denom=228, df_num=2 |
| ssr based chi2 test: | chi2=0.1428 | p=0.9311 | , df=2 |
| likelihood ratio test: | chi2=0.1427 | p=0.9311 | , df=2 |
| parameter F test: | F=0.0699 | p=0.9326 | , df_denom=228, df_num=2 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 3 | | | |
| ssr based F test: | F=0.1539 | p=0.9271 | , df_denom=225, df_num=3 |
| ssr based chi2 test: | chi2=0.4761 | p=0.9241 | , df=3 |
| likelihood ratio test: | chi2=0.4756 | p=0.9242 | , df=3 |
| parameter F test: | F=0.1539 | p=0.9271 | , df_denom=225, df_num=3 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 4 | | | |
| ssr based F test: | F=0.5732 | p=0.6824 | , df_denom=222, df_num=4 |
| ssr based chi2 test: | chi2=2.3856 | p=0.6652 | , df=4 |
| likelihood ratio test: | chi2=2.3734 | p=0.6674 | , df=4 |
| parameter F test: | F=0.5732 | p=0.6824 | , df_denom=222, df_num=4 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 5 | | | |
| ssr based F test: | F=0.6066 | p=0.6949 | , df_denom=219, df_num=5 |
| ssr based chi2 test: | chi2=3.1856 | p=0.6714 | , df=5 |
| likelihood ratio test: | chi2=3.1637 | p=0.6748 | , df=5 |
| parameter F test: | F=0.6066 | p=0.6949 | , df_denom=219, df_num=5 |

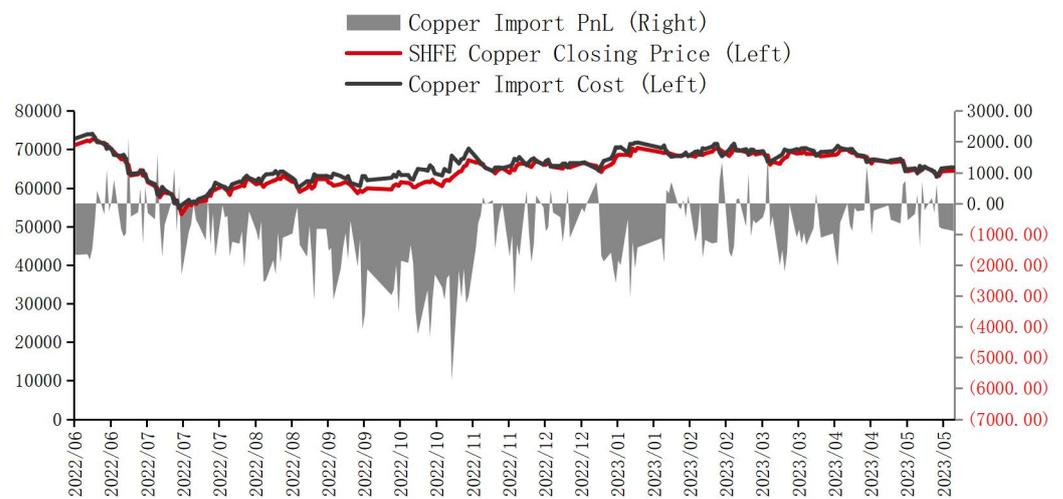
数据来源: SMM 华泰期货研究院

■ 跨市套利技巧分析

铝铜作为重要战略物质，我国政府鼓励进口，目前进口关税为 0%，为正向跨市套利提供机遇。同时，因国内铜资源匮乏，我国每年都将进口大量精炼铜。即使虚盘套利失败，也能通过买入伦铜现货抛入国内市场，为正向跨市套利提供保障。

$$\text{伦铜进口成本} = (\text{LME3 月电子盘价格} + \text{LME 0 - 3 升贴水} + \text{到岸升贴水}) * \text{汇率} \\ * (1 + \text{关税}) * (1 + \text{增值税}) + \text{杂费}$$

图 8: 铜进口盈亏 | 单位: 元/吨



数据来源: SMM 华泰期货研究院

上图表明，出现正向跨市套利的机会很少。但从另一角度看，一旦进口存在利润，便可以毫不犹豫地正向套利，两者价差缩小是高概率事件。并且正利润持续时间基本不超过一周，进行现货交割的概率极低。

铝套利研究

相关性分析

从下图可以很直观地看出，沪铝与伦铝收盘价的整体趋势一致，具有较高的相关性。以美元计价时两者收盘价的相关系数为 0.756，以人民币计价时两者收盘价的相关系数为 0.761，也就是剔除汇率影响后，沪铝与伦铝价差变动更为相似。

图 9：铝市 SHFE&LME 美元计价相关性 |

单位：元（美元）/吨

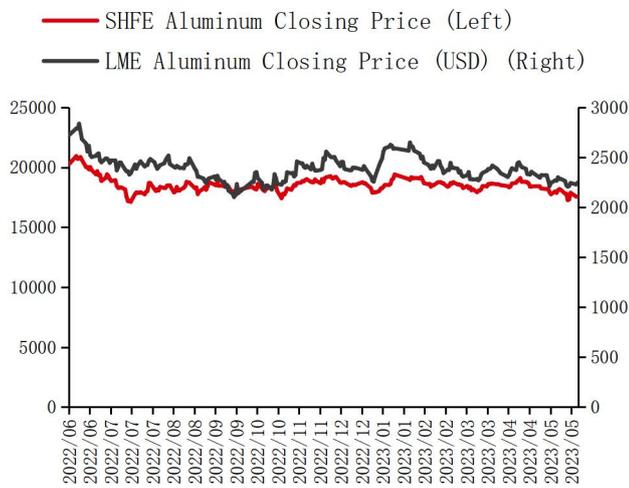
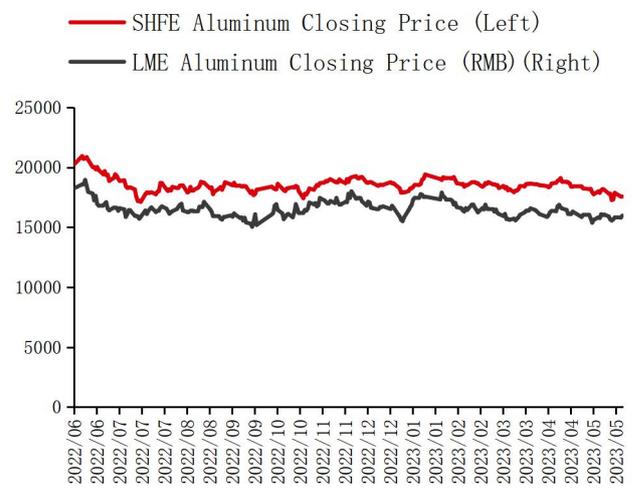


图 10：铝市 SHFE&LME 人民币计价相关性 |

单位：元/吨



数据来源：SMM 华泰期货研究院

数据来源：SMM 华泰期货研究院

格兰杰因果分析

运用 ADF 检验可知，沪铝与伦铝的 p 统计量分别为 0.010 和 0.002，均小于临界值 0.05，因此两变量本身都为平稳序列，满足格兰杰因果检验的前提要求。

首先建立 VAR 模型，根据最佳滞后期准则（AIC、SC、LR）选择滞后期，一般以 AIC 最小值为准，从下图可知，最佳滞后期为 4。

图 11: 铝最佳滞后期 | 单位: 无

| Lag | AIC | BIC |
|-----|-----------|-----------|
| 1 | 21.827434 | 21.915764 |
| 2 | 21.683421 | 21.831084 |
| 3 | 21.683268 | 21.890627 |
| 4 | 21.647878 | 21.915298 |
| 5 | 21.667286 | 21.995135 |
| 6 | 21.685506 | 22.074158 |
| 7 | 21.666903 | 22.116736 |
| 8 | 21.697423 | 22.208817 |
| 9 | 21.686038 | 22.259378 |
| 10 | 21.696165 | 22.331840 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

选取滞后期为 4 观察 VAR 模型的拟合结果可知, 沪铝对于伦铝在统计学上没有显著的领先滞后关系, 但反过来, 伦铝的一阶至四阶滞后项于沪铝均有显著的线性回归关系, 也就是说可以通过伦铝的价格变化来预测沪铝的价格走势。

图 12: 铝 VAR 模型拟合结果 | 单位: 无

| Results for equation SHFE Aluminum | | | | |
|------------------------------------|-------------|------------|--------|-------|
| | coefficient | std. error | t-stat | prob |
| const | 1296.355578 | 442.483268 | 2.930 | 0.003 |
| L1.SHFE Aluminum | 0.697601 | 0.069288 | 10.068 | 0.000 |
| L1.LME Aluminum | 0.349145 | 0.050005 | 6.982 | 0.000 |
| L2.SHFE Aluminum | 0.123089 | 0.082621 | 1.490 | 0.136 |
| L2.LME Aluminum | -0.173348 | 0.063163 | -2.744 | 0.006 |
| L3.SHFE Aluminum | -0.030291 | 0.081282 | -0.373 | 0.709 |
| L3.LME Aluminum | -0.180546 | 0.063740 | -2.833 | 0.005 |
| L4.SHFE Aluminum | 0.033120 | 0.061456 | 0.539 | 0.590 |
| L4.LME Aluminum | 0.123341 | 0.054443 | 2.266 | 0.023 |
| Results for equation LME Aluminum | | | | |
| | coefficient | std. error | t-stat | prob |
| const | 3059.036926 | 607.344005 | 5.037 | 0.000 |
| L1.SHFE Aluminum | 0.129709 | 0.095104 | 1.364 | 0.173 |
| L1.LME Aluminum | 0.756933 | 0.068636 | 11.028 | 0.000 |
| L2.SHFE Aluminum | -0.008973 | 0.113404 | -0.079 | 0.937 |
| L2.LME Aluminum | 0.077926 | 0.086696 | 0.899 | 0.369 |
| L3.SHFE Aluminum | -0.065043 | 0.111566 | -0.583 | 0.560 |
| L3.LME Aluminum | -0.055311 | 0.087488 | -0.632 | 0.527 |
| L4.SHFE Aluminum | -0.160069 | 0.084354 | -1.898 | 0.058 |
| L4.LME Aluminum | 0.151467 | 0.074727 | 2.027 | 0.043 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

同样, 将滞后期为 4 带入格兰杰因果检测中, 测算结果验证了伦铜单方向是沪铜的格兰杰原因, 但反过来不成立。

图 13: LME 铝为 SHFE 铝的格兰杰原因 | 单位: 无

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------|------------------------|
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 1 | | | |
| ssr based F test: | F=29.2487 | p=0.0000 | df_denom=232, df_num=1 |
| ssr based chi2 test: | chi2=29.6269 | p=0.0000 | df=1 |
| likelihood ratio test: | chi2=27.9028 | p=0.0000 | df=1 |
| parameter F test: | F=29.2487 | p=0.0000 | df_denom=232, df_num=1 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 2 | | | |
| ssr based F test: | F=24.5106 | p=0.0000 | df_denom=229, df_num=2 |
| ssr based chi2 test: | chi2=50.0915 | p=0.0000 | df=2 |
| likelihood ratio test: | chi2=45.3902 | p=0.0000 | df=2 |
| parameter F test: | F=24.5106 | p=0.0000 | df_denom=229, df_num=2 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 3 | | | |
| ssr based F test: | F=17.6567 | p=0.0000 | df_denom=226, df_num=3 |
| ssr based chi2 test: | chi2=54.6108 | p=0.0000 | df=3 |
| likelihood ratio test: | chi2=49.0628 | p=0.0000 | df=3 |
| parameter F test: | F=17.6567 | p=0.0000 | df_denom=226, df_num=3 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 4 | | | |
| ssr based F test: | F=14.8636 | p=0.0000 | df_denom=223, df_num=4 |
| ssr based chi2 test: | chi2=61.8539 | p=0.0000 | df=4 |
| likelihood ratio test: | chi2=54.8321 | p=0.0000 | df=4 |
| parameter F test: | F=14.8636 | p=0.0000 | df_denom=223, df_num=4 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

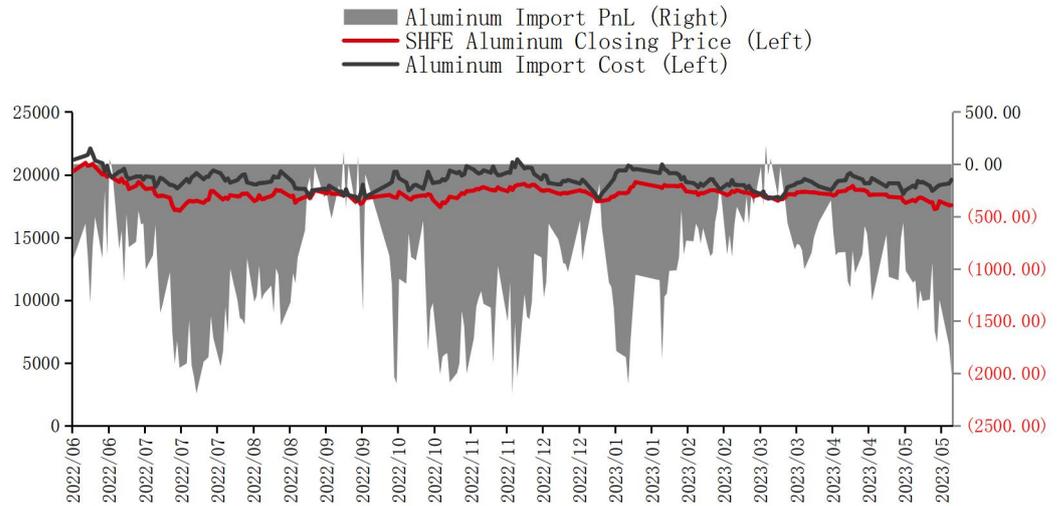
图 14: SHFE 铝不属于 LME 铝的格兰杰原因 | 单位: 无

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------|------------------------|
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 1 | | | |
| ssr based F test: | F=0.0047 | p=0.9455 | df_denom=232, df_num=1 |
| ssr based chi2 test: | chi2=0.0047 | p=0.9451 | df=1 |
| likelihood ratio test: | chi2=0.0047 | p=0.9451 | df=1 |
| parameter F test: | F=0.0047 | p=0.9455 | df_denom=232, df_num=1 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 2 | | | |
| ssr based F test: | F=1.5584 | p=0.2127 | df_denom=229, df_num=2 |
| ssr based chi2 test: | chi2=3.1849 | p=0.2034 | df=2 |
| likelihood ratio test: | chi2=3.1634 | p=0.2056 | df=2 |
| parameter F test: | F=1.5584 | p=0.2127 | df_denom=229, df_num=2 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 3 | | | |
| ssr based F test: | F=1.6827 | p=0.1715 | df_denom=226, df_num=3 |
| ssr based chi2 test: | chi2=5.2045 | p=0.1574 | df=3 |
| likelihood ratio test: | chi2=5.1473 | p=0.1613 | df=3 |
| parameter F test: | F=1.6827 | p=0.1715 | df_denom=226, df_num=3 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) 4 | | | |
| ssr based F test: | F=2.9189 | p=0.0221 | df_denom=223, df_num=4 |
| ssr based chi2 test: | chi2=12.1466 | p=0.0163 | df=4 |
| likelihood ratio test: | chi2=11.8394 | p=0.0186 | df=4 |
| parameter F test: | F=2.9189 | p=0.0221 | df_denom=223, df_num=4 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

跨市套利技巧分析

图 15: 铝进口盈亏 | 单位: 元/吨



数据来源: SMM 华泰期货研究院

上图表明, 出现正向跨市套利的机会极少, 过去一年仅出现五次。但从另一角度看, 一旦进口存在利润, 便可以毫不犹豫地正向套利, 两者价差缩小是高概率事件。并且正利润持续时间不超过一周, 进行现货交割的概率极低。

镍套利研究

■ 相关性分析

从下图可以很直观地看出，沪镍与伦镍收盘价的整体趋势一致，具有很高的相关性。左图以为美元计价单位的伦镍价格，右图以为人民币计价单位的伦镍价格，经过测算，以美元计价时两者收盘价的相关系数为 0.928，以人民币计价时两者收盘价的相关系数为 0.920，也就是剔除汇率影响后，沪镍与伦镍价差变动更为没那么相似了。

图 16: 镍市 SHFE&LME 美元计价相关性 |

单位: 元(美元)/吨

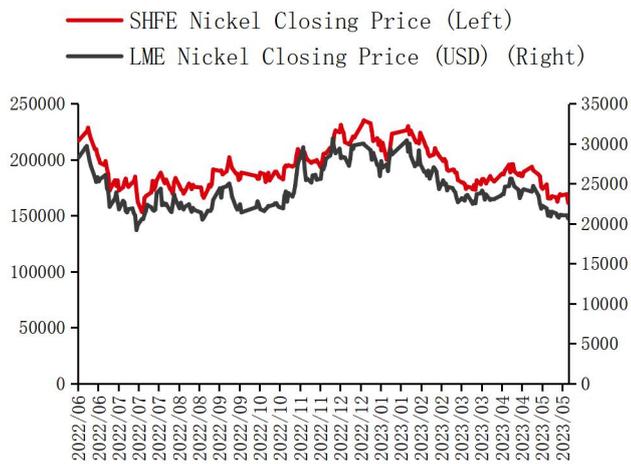
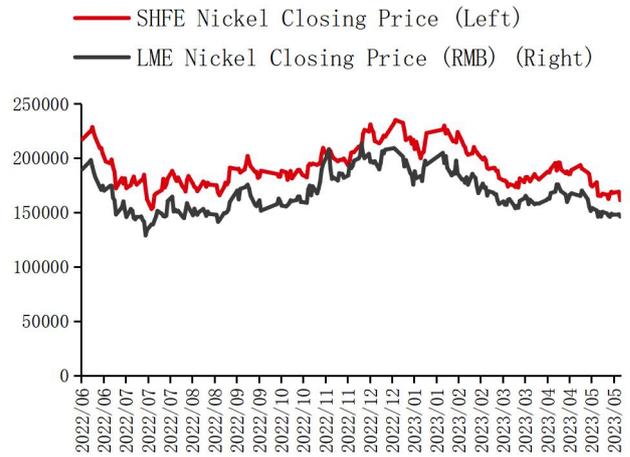


图 17: 镍市 SHFE&LME 人民币计价相关性 |

单位: 元/吨



数据来源: SMM 华泰期货研究院

数据来源: SMM 华泰期货研究院

■ 格兰杰因果分析

运用 ADF 检验可知，沪镍与伦镍的 p 统计量分别为 0.269 和 0.598，均大于临界值 0.05，因此两变量都为非平稳序列，同做一阶差分处理后的两变量平稳且存在协整关系，满足格兰杰因果检验的前提要求。

首先建立 VAR 模型，根据最佳滞后期准则 (AIC、SC、LR) 选择滞后期，一般以 AIC 最小值为准，从下图可知，最佳滞后期为 8。

图 18: 镍最佳滞后期 | 单位: 无

| Lag | AIC | BIC |
|-----|-----------|-----------|
| 1 | 33.991059 | 34.081305 |
| 2 | 33.976296 | 34.127175 |
| 3 | 33.972890 | 34.184782 |
| 4 | 34.003574 | 34.276863 |
| 5 | 34.010805 | 34.345877 |
| 6 | 33.980369 | 34.377618 |
| 7 | 33.987102 | 34.446924 |
| 8 | 33.980019 | 34.502814 |
| 9 | 33.996394 | 34.582566 |
| 10 | 34.005364 | 34.655323 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

选取滞后期为 8 观察 VAR 模型的拟合结果可知, 沪镍对于伦镍在统计学上没有显著的领先滞后关系, 但反过来, 伦镍的一阶至五阶滞后项于沪镍均有显著的线性回归关系, 也就是说可以通过伦镍的价格变化来预测沪镍的价格走势。

图 19: 镍 VAR 模型拟合结果 | 单位: 无

| Results for equation SHFE Nickel | | | | |
|----------------------------------|-------------|------------|--------|-------|
| | coefficient | std. error | t-stat | prob |
| const | -188.406477 | 292.911176 | -0.643 | 0.520 |
| L1.SHFE Nickel | -0.319900 | 0.073592 | -4.347 | 0.000 |
| L1.LME Nickel | 0.514236 | 0.056999 | 9.022 | 0.000 |
| L2.SHFE Nickel | -0.244633 | 0.077230 | -3.168 | 0.002 |
| L2.LME Nickel | 0.289286 | 0.069681 | 4.152 | 0.000 |
| L3.SHFE Nickel | -0.204688 | 0.078322 | -2.613 | 0.009 |
| L3.LME Nickel | 0.225158 | 0.071350 | 3.156 | 0.002 |
| L4.SHFE Nickel | -0.142113 | 0.077746 | -1.828 | 0.068 |
| L4.LME Nickel | 0.186681 | 0.073220 | 2.550 | 0.011 |
| L5.SHFE Nickel | -0.100298 | 0.077374 | -1.296 | 0.195 |
| L5.LME Nickel | 0.224551 | 0.073454 | 3.057 | 0.002 |
| L6.SHFE Nickel | -0.119060 | 0.075765 | -1.571 | 0.116 |
| L6.LME Nickel | 0.105698 | 0.073185 | 1.444 | 0.149 |
| L7.SHFE Nickel | 0.040342 | 0.072603 | 0.556 | 0.578 |
| L7.LME Nickel | 0.120630 | 0.072161 | 1.672 | 0.095 |
| L8.SHFE Nickel | -0.039748 | 0.059821 | -0.664 | 0.506 |
| L8.LME Nickel | 0.015383 | 0.068059 | 0.226 | 0.821 |

| Results for equation LME Nickel | | | | |
|---------------------------------|-------------|------------|--------|-------|
| | coefficient | std. error | t-stat | prob |
| const | -142.474728 | 368.954468 | -0.386 | 0.699 |
| L1.SHFE Nickel | 0.089060 | 0.092698 | 0.961 | 0.337 |
| L1.LME Nickel | -0.089239 | 0.071796 | -1.243 | 0.214 |
| L2.SHFE Nickel | 0.013086 | 0.097280 | 0.135 | 0.893 |
| L2.LME Nickel | -0.097313 | 0.087771 | -1.109 | 0.268 |
| L3.SHFE Nickel | -0.037737 | 0.098655 | -0.383 | 0.702 |
| L3.LME Nickel | -0.078306 | 0.089873 | -0.871 | 0.384 |
| L4.SHFE Nickel | -0.023451 | 0.097930 | -0.239 | 0.811 |
| L4.LME Nickel | -0.000895 | 0.092228 | -0.010 | 0.992 |
| L5.SHFE Nickel | 0.053922 | 0.097462 | 0.553 | 0.580 |
| L5.LME Nickel | 0.018482 | 0.092523 | 0.200 | 0.842 |
| L6.SHFE Nickel | 0.002372 | 0.095434 | 0.025 | 0.980 |
| L6.LME Nickel | -0.200066 | 0.092185 | -2.170 | 0.030 |
| L7.SHFE Nickel | 0.009955 | 0.091452 | 0.109 | 0.913 |
| L7.LME Nickel | 0.087440 | 0.090895 | 0.962 | 0.336 |
| L8.SHFE Nickel | 0.197144 | 0.075351 | 2.616 | 0.009 |
| L8.LME Nickel | -0.145232 | 0.085727 | -1.694 | 0.090 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

同样，将滞后期为 5 带入格兰杰因果检测中，测算结果验证了伦镍单方向是沪镍的格兰杰原因，但反过来不成立。

图 20: LME 镍为 SHFE 镍的格兰杰原因 | 单位: 无

| | | | |
|--------------------------|---------------|----------|------------------------|
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 1 | | |
| ssr based F test: | F=68.2928 | p=0.0000 | df_denom=225, df_num=1 |
| ssr based chi2 test: | chi2=69.2033 | p=0.0000 | df=1 |
| likelihood ratio test: | chi2=60.4362 | p=0.0000 | df=1 |
| parameter F test: | F=68.2928 | p=0.0000 | df_denom=225, df_num=1 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 2 | | |
| ssr based F test: | F=40.4705 | p=0.0000 | df_denom=222, df_num=2 |
| ssr based chi2 test: | chi2=82.7640 | p=0.0000 | df=2 |
| likelihood ratio test: | chi2=70.5654 | p=0.0000 | df=2 |
| parameter F test: | F=40.4705 | p=0.0000 | df_denom=222, df_num=2 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 3 | | |
| ssr based F test: | F=28.5840 | p=0.0000 | df_denom=219, df_num=3 |
| ssr based chi2 test: | chi2=88.4928 | p=0.0000 | df=3 |
| likelihood ratio test: | chi2=74.6764 | p=0.0000 | df=3 |
| parameter F test: | F=28.5840 | p=0.0000 | df_denom=219, df_num=3 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 4 | | |
| ssr based F test: | F=21.5462 | p=0.0000 | df_denom=216, df_num=4 |
| ssr based chi2 test: | chi2=89.7758 | p=0.0000 | df=4 |
| likelihood ratio test: | chi2=75.5461 | p=0.0000 | df=4 |
| parameter F test: | F=21.5462 | p=0.0000 | df_denom=216, df_num=4 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 5 | | |
| ssr based F test: | F=18.6595 | p=0.0000 | df_denom=213, df_num=5 |
| ssr based chi2 test: | chi2=98.1155 | p=0.0000 | df=5 |
| likelihood ratio test: | chi2=81.3712 | p=0.0000 | df=5 |
| parameter F test: | F=18.6595 | p=0.0000 | df_denom=213, df_num=5 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 6 | | |
| ssr based F test: | F=15.3091 | p=0.0000 | df_denom=210, df_num=6 |
| ssr based chi2 test: | chi2=97.5406 | p=0.0000 | df=6 |
| likelihood ratio test: | chi2=80.9127 | p=0.0000 | df=6 |
| parameter F test: | F=15.3091 | p=0.0000 | df_denom=210, df_num=6 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 7 | | |
| ssr based F test: | F=13.7615 | p=0.0000 | df_denom=207, df_num=7 |
| ssr based chi2 test: | chi2=103.3110 | p=0.0000 | df=7 |
| likelihood ratio test: | chi2=84.8272 | p=0.0000 | df=7 |
| parameter F test: | F=13.7615 | p=0.0000 | df_denom=207, df_num=7 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 8 | | |
| ssr based F test: | F=11.4322 | p=0.0000 | df_denom=204, df_num=8 |
| ssr based chi2 test: | chi2=99.0788 | p=0.0000 | df=8 |
| likelihood ratio test: | chi2=81.8594 | p=0.0000 | df=8 |
| parameter F test: | F=11.4322 | p=0.0000 | df_denom=204, df_num=8 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

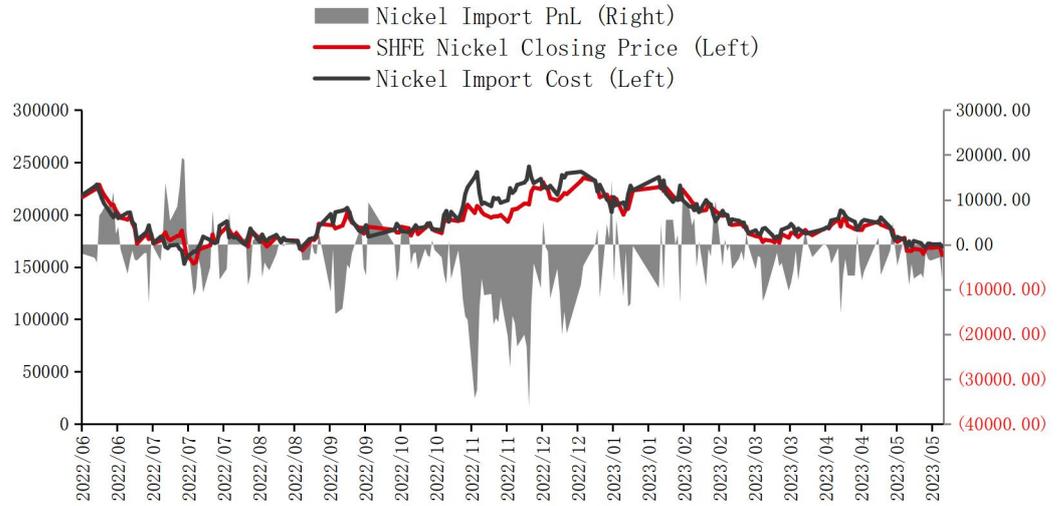
图 21: SHFE 镍不属于 LME 镍的格兰杰原因 | 单位: 无

| | | | |
|--------------------------|--------------|----------|------------------------|
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 1 | | |
| ssr based F test: | F=0.4947 | p=0.4826 | df_denom=225, df_num=1 |
| ssr based chi2 test: | chi2=0.5013 | p=0.4789 | df=1 |
| likelihood ratio test: | chi2=0.5008 | p=0.4792 | df=1 |
| parameter F test: | F=0.4947 | p=0.4826 | df_denom=225, df_num=1 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 2 | | |
| ssr based F test: | F=0.5336 | p=0.5873 | df_denom=222, df_num=2 |
| ssr based chi2 test: | chi2=1.0912 | p=0.5795 | df=2 |
| likelihood ratio test: | chi2=1.0886 | p=0.5803 | df=2 |
| parameter F test: | F=0.5336 | p=0.5873 | df_denom=222, df_num=2 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 3 | | |
| ssr based F test: | F=0.7877 | p=0.5019 | df_denom=219, df_num=3 |
| ssr based chi2 test: | chi2=2.4387 | p=0.4865 | df=3 |
| likelihood ratio test: | chi2=2.4256 | p=0.4889 | df=3 |
| parameter F test: | F=0.7877 | p=0.5019 | df_denom=219, df_num=3 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 4 | | |
| ssr based F test: | F=0.5733 | p=0.6823 | df_denom=216, df_num=4 |
| ssr based chi2 test: | chi2=2.3886 | p=0.6647 | df=4 |
| likelihood ratio test: | chi2=2.3760 | p=0.6670 | df=4 |
| parameter F test: | F=0.5733 | p=0.6823 | df_denom=216, df_num=4 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 5 | | |
| ssr based F test: | F=0.7655 | p=0.5756 | df_denom=213, df_num=5 |
| ssr based chi2 test: | chi2=4.0251 | p=0.5458 | df=5 |
| likelihood ratio test: | chi2=3.9894 | p=0.5509 | df=5 |
| parameter F test: | F=0.7655 | p=0.5756 | df_denom=213, df_num=5 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 6 | | |
| ssr based F test: | F=0.5554 | p=0.7654 | df_denom=210, df_num=6 |
| ssr based chi2 test: | chi2=3.5386 | p=0.7388 | df=6 |
| likelihood ratio test: | chi2=3.5108 | p=0.7425 | df=6 |
| parameter F test: | F=0.5554 | p=0.7654 | df_denom=210, df_num=6 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 7 | | |
| ssr based F test: | F=0.5506 | p=0.7953 | df_denom=207, df_num=7 |
| ssr based chi2 test: | chi2=4.1332 | p=0.7643 | df=7 |
| likelihood ratio test: | chi2=4.0952 | p=0.7688 | df=7 |
| parameter F test: | F=0.5506 | p=0.7953 | df_denom=207, df_num=7 |
| Granger Causality | | | |
| number of lags (no zero) | 8 | | |
| ssr based F test: | F=1.1698 | p=0.3190 | df_denom=204, df_num=8 |
| ssr based chi2 test: | chi2=10.1379 | p=0.2555 | df=8 |
| likelihood ratio test: | chi2=9.9123 | p=0.2712 | df=8 |
| parameter F test: | F=1.1698 | p=0.3190 | df_denom=204, df_num=8 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

■ 跨市套利技巧分析

图 22: 镍进口盈亏 | 单位: 元/吨



数据来源: SMM 华泰期货研究院

上图表明, 出现正向跨市套利的机会较少。但从另一角度看, 一旦进口存在利润, 便可以考虑进行正向套利, 两者价差缩小是高概率事件。并且正利润持续时间基本不超过一周, 进行现货交割的概率极低。

锡套利研究

■ 相关性分析

从下图可以很直观地看出，沪锡与伦锡收盘价的整体趋势一致，具有很高的相关性。左图以为美元计价单位的伦锡价格，右图以为人民币计价单位的伦锡价格，经过测算，以美元计价时两者收盘价的相关系数为 0.960，以人民币计价时两者收盘价的相关系数为 0.965，也就是剔除汇率影响后，沪锡与伦锡价差变动更为相似。

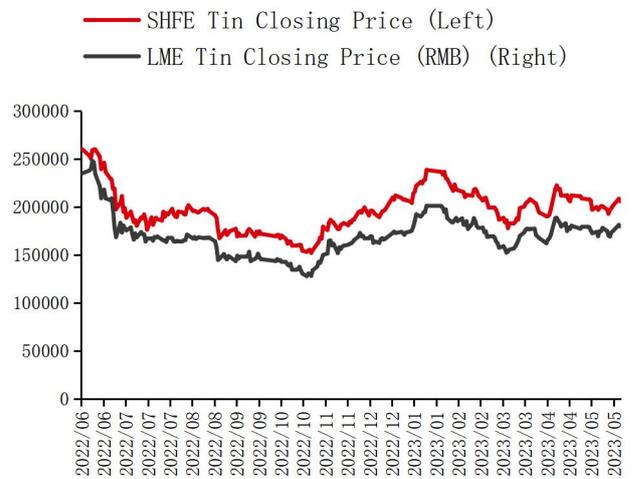
图 23: 锡市 SHFE&LME 美元计价相关性 |

单位: 元(美元)/吨



图 24: 锡市 SHFE&LME 人民币计价相关性 |

单位: 元/吨



数据来源: SMM 华泰期货研究院

数据来源: SMM 华泰期货研究院

■ 格兰杰因果分析

运用 ADF 检验可知，沪锡与伦锡的 p 统计量分别为 0.027 和 0.009，均小于临界值 0.05，因此两变量本身都为平稳序列，满足格兰杰因果检验的前提要求。

首先建立 VAR 模型，根据最佳滞后期准则 (AIC、SC、LR) 选择滞后期，一般以 AIC 最小值为准，从下图可知，最佳滞后期为 3。

图 25: 锡最佳滞后期 | 单位: 无

| Lag | AIC | BIC |
|-----|-----------|-----------|
| 1 | 33.384390 | 33.472720 |
| 2 | 33.039873 | 33.187536 |
| 3 | 32.989971 | 33.197329 |
| 4 | 32.951559 | 33.218979 |
| 5 | 32.943708 | 33.271557 |
| 6 | 32.921084 | 33.309737 |
| 7 | 32.875859 | 33.325692 |
| 8 | 32.857760 | 33.369154 |
| 9 | 32.856455 | 33.429794 |
| 10 | 32.868020 | 33.503695 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

选取滞后期为 3 观察 VAR 模型的拟合结果可知, 沪锡对于伦锡在统计学上没有显著的领先滞后关系, 但反过来, 伦锡的一阶至三阶滞后项于沪锡均有显著的线性回归关系, 也就是说可以通过伦锡的价格变化来预测沪锡的价格走势。

图 26: 锡 VAR 模型拟合结果 | 单位: 无

| Results for equation SHFE Tin | | | | |
|-------------------------------|-------------|-------------|--------|-------|
| | coefficient | std. error | t-stat | prob |
| const | 5408.043608 | 2558.770422 | 2.114 | 0.035 |
| L1.SHFE Tin | 0.404728 | 0.080534 | 5.026 | 0.000 |
| L1.LME Tin | 0.814351 | 0.074933 | 10.868 | 0.000 |
| L2.SHFE Tin | 0.445273 | 0.078953 | 5.640 | 0.000 |
| L2.LME Tin | -0.507155 | 0.093566 | -5.420 | 0.000 |
| L3.SHFE Tin | 0.044118 | 0.068578 | 0.643 | 0.520 |
| L3.LME Tin | -0.216781 | 0.088755 | -2.442 | 0.015 |

| Results for equation LME Tin | | | | |
|------------------------------|-------------|-------------|--------|-------|
| | coefficient | std. error | t-stat | prob |
| const | 6702.833273 | 2789.480034 | 2.403 | 0.016 |
| L1.SHFE Tin | 0.012755 | 0.087795 | 0.145 | 0.884 |
| L1.LME Tin | 0.948453 | 0.081690 | 11.610 | 0.000 |
| L2.SHFE Tin | 0.127424 | 0.086072 | 1.480 | 0.139 |
| L2.LME Tin | -0.050604 | 0.102002 | -0.496 | 0.620 |
| L3.SHFE Tin | -0.038442 | 0.074761 | -0.514 | 0.607 |
| L3.LME Tin | -0.056815 | 0.096758 | -0.587 | 0.557 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

同样, 将滞后期为 3 带入格兰杰因果检测中, 测算结果验证了伦锡单方向是沪锡的格兰杰原因, 但反过来不成立。

图 27: LME 锡为 SHFE 锡的格兰杰原因 | 单位: 无

| Granger Causality | | | |
|----------------------------|--------------|----------|------------------------|
| number of lags (no zero) 1 | | | |
| ssr based F test: | F=27.2632 | p=0.0000 | df_denom=232, df_num=1 |
| ssr based chi2 test: | chi2=27.6157 | p=0.0000 | df=1 |
| likelihood ratio test: | chi2=26.1100 | p=0.0000 | df=1 |
| parameter F test: | F=27.2632 | p=0.0000 | df_denom=232, df_num=1 |

| Granger Causality | | | |
|----------------------------|---------------|----------|------------------------|
| number of lags (no zero) 2 | | | |
| ssr based F test: | F=54.0908 | p=0.0000 | df_denom=229, df_num=2 |
| ssr based chi2 test: | chi2=110.5437 | p=0.0000 | df=2 |
| likelihood ratio test: | chi2=90.5345 | p=0.0000 | df=2 |
| parameter F test: | F=54.0908 | p=0.0000 | df_denom=229, df_num=2 |

| Granger Causality | | | |
|----------------------------|---------------|----------|------------------------|
| number of lags (no zero) 3 | | | |
| ssr based F test: | F=40.3004 | p=0.0000 | df_denom=226, df_num=3 |
| ssr based chi2 test: | chi2=124.6461 | p=0.0000 | df=3 |
| likelihood ratio test: | chi2=99.8417 | p=0.0000 | df=3 |
| parameter F test: | F=40.3004 | p=0.0000 | df_denom=226, df_num=3 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

图 28: SHFE 锡不属于 LME 锡的格兰杰原因 | 单位: 无

| Granger Causality | | | |
|----------------------------|-------------|----------|------------------------|
| number of lags (no zero) 1 | | | |
| ssr based F test: | F=1.2566 | p=0.2634 | df_denom=232, df_num=1 |
| ssr based chi2 test: | chi2=1.2729 | p=0.2592 | df=1 |
| likelihood ratio test: | chi2=1.2695 | p=0.2599 | df=1 |
| parameter F test: | F=1.2566 | p=0.2634 | df_denom=232, df_num=1 |

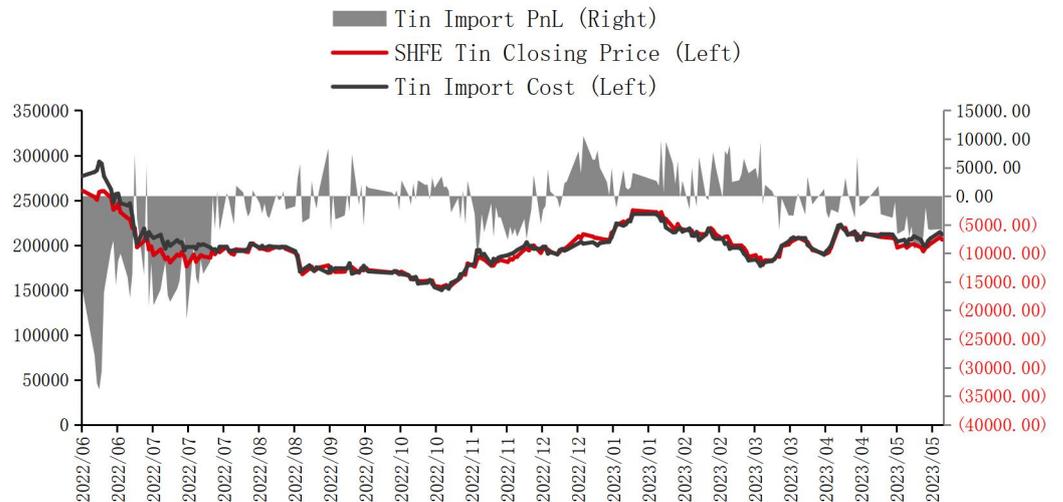
| Granger Causality | | | |
|----------------------------|-------------|----------|------------------------|
| number of lags (no zero) 2 | | | |
| ssr based F test: | F=1.4513 | p=0.2364 | df_denom=229, df_num=2 |
| ssr based chi2 test: | chi2=2.9661 | p=0.2269 | df=2 |
| likelihood ratio test: | chi2=2.9474 | p=0.2291 | df=2 |
| parameter F test: | F=1.4513 | p=0.2364 | df_denom=229, df_num=2 |

| Granger Causality | | | |
|----------------------------|-------------|----------|------------------------|
| number of lags (no zero) 3 | | | |
| ssr based F test: | F=1.4886 | p=0.2184 | df_denom=226, df_num=3 |
| ssr based chi2 test: | chi2=4.6041 | p=0.2032 | df=3 |
| likelihood ratio test: | chi2=4.5592 | p=0.2071 | df=3 |
| parameter F test: | F=1.4886 | p=0.2184 | df_denom=226, df_num=3 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

■ 跨市套利技巧分析

图 29: 锡进口盈亏 | 单位: 元/吨



数据来源: SMM 华泰期货研究院

上图表明, 有一定的出现正向跨市套利的机会, 价差不算大, 进口出现利润时可以考虑进行正向套利, 但需要注意过于一年中出现了三次正利润持续时间超过一周情况, 需考虑存在现货交割的概率。

锌套利研究

■ 相关性分析

从下图可以很直观地看出，沪锌与伦锌收盘价的整体趋势一致，具有很高的相关性。左图以为美元计价单位的伦锌价格，右图以为人民币计价单位的伦锌价格，经过测算，以美元计价时两者收盘价的相关系数为 0.896，以人民币计价时两者收盘价的相关系数为 0.936，也就是剔除汇率影响后，沪锌与伦锌价差变动更为相似。。

图 30：锌市 SHFE&LME 美元计价相关性 |

单位：元（美元）/吨



图 31：锌市 SHFE&LME 人民币计价相关性 |

单位：元/吨



数据来源：SMM 华泰期货研究院

数据来源：SMM 华泰期货研究院

■ 格兰杰因果分析

运用 ADF 检验可知，沪锌与伦锌的 p 统计量分别为 0.620 和 0.542，均大于临界值 0.05，因此两变量都为非平稳序列，同做一阶差分处理后的两变量平稳且存在协整关系，满足格兰杰因果检验的前提要求。

首先建立 VAR 模型，根据最佳滞后期准则 (AIC、SC、LR) 选择滞后期，一般以 AIC 最小值为准，从下图可知，最佳滞后期为 1。

图 32: 锌最佳滞后期 | 单位: 无

| | Lag | AIC | BIC |
|---|-----|-----------|-----------|
| 0 | 1 | 23.042234 | 23.130832 |
| 1 | 2 | 23.045440 | 23.193553 |
| 2 | 3 | 23.080797 | 23.288790 |
| 3 | 4 | 23.093066 | 23.361307 |
| 4 | 5 | 23.114779 | 23.443639 |
| 5 | 6 | 23.139761 | 23.529616 |
| 6 | 7 | 23.141707 | 23.592936 |
| 7 | 8 | 23.166611 | 23.679599 |
| 8 | 9 | 23.161658 | 23.736792 |
| 9 | 10 | 23.155263 | 23.792935 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

选取滞后期为 1 观察 VAR 模型的拟合结果可知, 沪锌对于伦锌在统计学上没有显著的领先滞后关系, 但反过来, 伦锌的一阶滞后项于沪锌均有显著的线性回归关系, 也就是说可以通过伦锌的价格变化来预测沪锌的价格走势。

图 33: 锌 VAR 模型拟合结果 | 单位: 无

```

-----
Results for equation SHFE Zinc
=====
              coefficient      std. error      t-stat      prob
-----
const          -17.695993         17.767695        -0.996        0.319
L1.SHFE Zinc   -0.256161          0.055955        -4.578        0.000
L1.LME Zinc    0.550493          0.047201        11.663        0.000
=====

Results for equation LME Zinc
=====
              coefficient      std. error      t-stat      prob
-----
const          -40.474336         26.566573        -1.524        0.128
L1.SHFE Zinc   -0.091187          0.083665        -1.090        0.276
L1.LME Zinc    0.099363          0.070576         1.408        0.159
=====

```

数据来源: SMM 华泰期货研究院

同样, 将滞后期为 1 带入格兰杰因果检测中, 测算结果验证了伦锌单方向是沪锌的格兰杰原因, 但反过来不成立。

图 34: LME 锌为 SHFE 锌的格兰杰原因 | 单位: 无

```
Granger Causality
number of lags (no zero) 1
ssr based F test:      F=136.0175, p=0.0000, df_denom=231, df_num=1
ssr based chi2 test:  chi2=137.7839, p=0.0000, df=1
likelihood ratio test: chi2=108.3401, p=0.0000, df=1
parameter F test:     F=136.0175, p=0.0000, df_denom=231, df_num=1
```

数据来源: SMM 华泰期货研究院

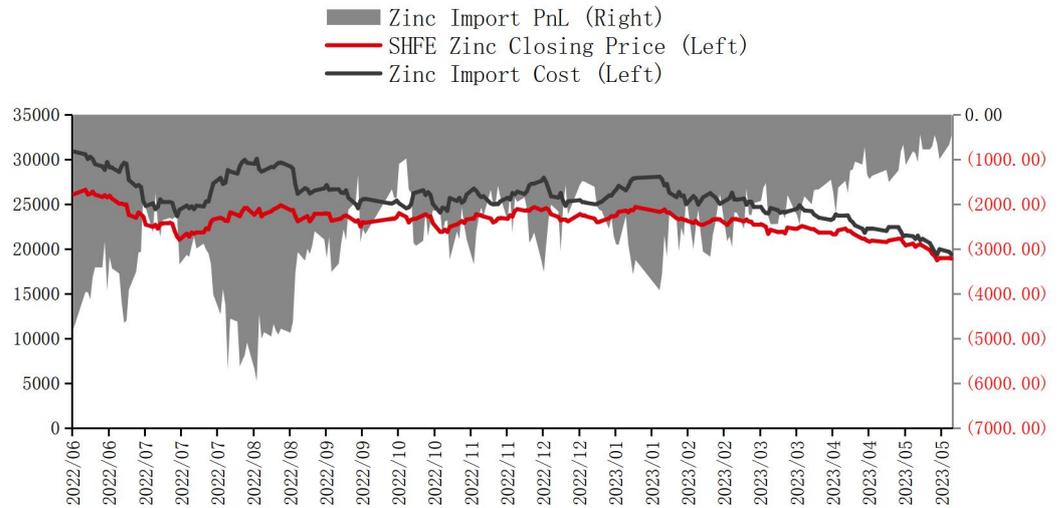
图 35: SHFE 锌不属于为 LME 锌的格兰杰原因 | 单位: 无

```
Granger Causality
number of lags (no zero) 1
ssr based F test:      F=1.1879, p=0.2769, df_denom=231, df_num=1
ssr based chi2 test:  chi2=1.2033, p=0.2727, df=1
likelihood ratio test: chi2=1.2002, p=0.2733, df=1
parameter F test:     F=1.1879, p=0.2769, df_denom=231, df_num=1
```

数据来源: SMM 华泰期货研究院

■ 跨市套利技巧分析

图 36: 锌进口盈亏 | 单位: 元/吨



数据来源: SMM 华泰期货研究院

上图表明, 对于锌而言, 过去一年中没有出现任何正向跨市套利的机会, 也就是说基于进口盈亏的正向跨市套利技巧对于这个品种目前来看行不通。

铅套利研究

■ 相关性分析

从下图可以很直观地看出，沪铅与伦铅收盘价的整体趋势一致，具有较高的相关性。左图以为美元计价单位的伦铅价格，右图以为人民币计价单位的伦铅价格，经过测算，以美元计价时两者收盘价的相关系数为 0.737，以人民币计价时两者收盘价的相关系数为 0.822，也就是剔除汇率影响后，沪铅与伦铅价差变动更为相似。

图 37：铅市 SHFE&LME 美元计价相关性 |

单位：元（美元）/吨

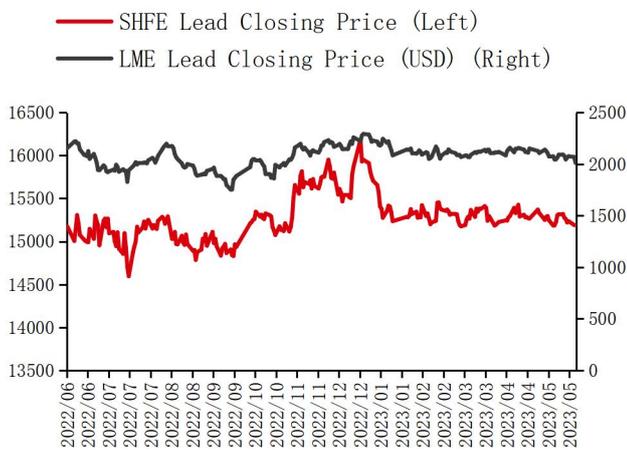
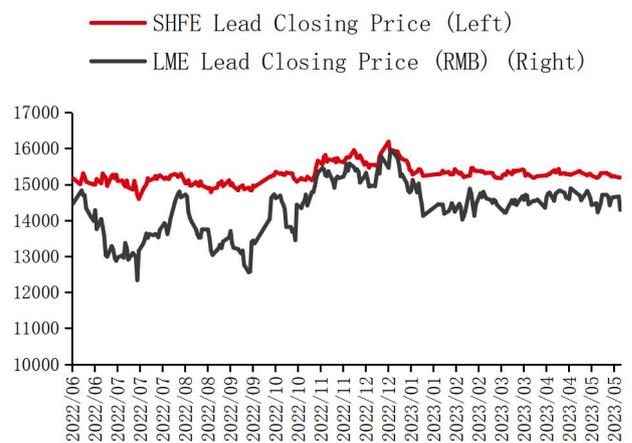


图 38：铅市 SHFE&LME 人民币计价相关性 |

单位：元/吨



数据来源：SMM 华泰期货研究院

数据来源：SMM 华泰期货研究院

■ 格兰杰因果分析

运用 ADF 检验可知，沪铅与伦铅的 p 统计量分别为 0.104 和 0.141，均大于临界值 0.05，因此两变量都为非平稳序列，同做一阶差分处理后的两变量平稳且存在协整关系，满足格兰杰因果检验的前提要求。

首先建立 VAR 模型，根据最佳滞后期准则（AIC、SC、LR）选择滞后期，一般以 AIC 最小值为准，从下图可知，最佳滞后期为 1。

图 39: 铅最佳滞后期 | 单位: 无

| Lag | AIC | BIC |
|-----|-----------|-----------|
| 1 | 19.741694 | 19.830292 |
| 2 | 19.770540 | 19.918653 |
| 3 | 19.773039 | 19.981031 |
| 4 | 19.798699 | 20.066939 |
| 5 | 19.792132 | 20.120992 |
| 6 | 19.806589 | 20.196444 |
| 7 | 19.847366 | 20.298596 |
| 8 | 19.855908 | 20.368896 |
| 9 | 19.851676 | 20.426810 |
| 10 | 19.857994 | 20.495666 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

选取滞后期为 1 观察 VAR 模型的拟合结果可知, 沪铅对于伦铅在统计学上没有显著的领先滞后关系, 但反过来, 伦铅的一阶滞后项于沪铅均有显著的线性回归关系, 也就是说可以通过伦铅的价格变化来预测沪铅的价格走势。

图 40: 铅 VAR 模型拟合结果 | 单位: 无

```

=====
Results for equation SHFE Lead
=====
              coefficient      std. error      t-stat      prob
-----
const          0.615087         5.490008         0.112       0.911
L1.SHFE Lead  -0.177999         0.055957        -3.181       0.001
L1.LME Lead   0.206905         0.024203         8.549       0.000
=====

Results for equation LME Lead
=====
              coefficient      std. error      t-stat      prob
-----
const          -2.019270        14.885317        -0.136       0.892
L1.SHFE Lead   0.185338         0.151718         1.222       0.222
L1.LME Lead   -0.047112         0.065624        -0.718       0.473
=====
    
```

数据来源: SMM 华泰期货研究院

同样, 将滞后期为 1 带入格兰杰因果检测中, 测算结果验证了伦铅单方向是沪铅的格兰杰原因, 但反过来不成立。

图 41: LME 铅为 SHFE 铅的格兰杰原因 | 单位: 无

| Granger Causality | | | |
|--------------------------|--------------|----------|------------------------|
| number of lags (no zero) | 1 | | |
| ssr based F test: | F=73.0786 | p=0.0000 | df_denom=231, df_num=1 |
| ssr based chi2 test: | chi2=74.0277 | p=0.0000 | df=1 |
| likelihood ratio test: | chi2=64.3193 | p=0.0000 | df=1 |
| parameter F test: | F=73.0786 | p=0.0000 | df_denom=231, df_num=1 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

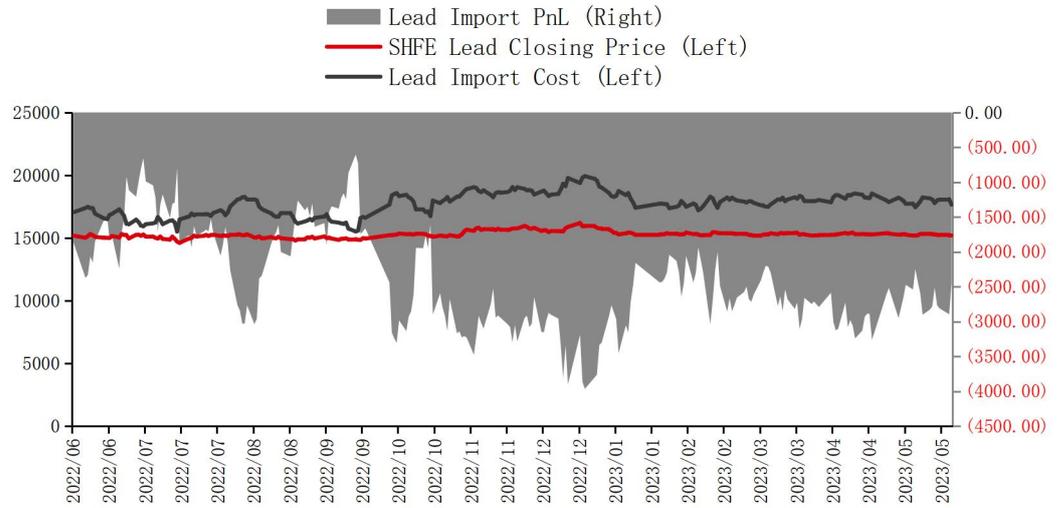
图 42: SHFE 铅不属于 LME 铅的格兰杰原因 | 单位: 无

| Granger Causality | | | |
|--------------------------|-------------|----------|------------------------|
| number of lags (no zero) | 1 | | |
| ssr based F test: | F=1.4923 | p=0.2231 | df_denom=231, df_num=1 |
| ssr based chi2 test: | chi2=1.5117 | p=0.2189 | df=1 |
| likelihood ratio test: | chi2=1.5068 | p=0.2196 | df=1 |
| parameter F test: | F=1.4923 | p=0.2231 | df_denom=231, df_num=1 |

数据来源: SMM 华泰期货研究院

■ 跨市套利技巧分析

图 43: 铅进口盈亏 | 单位: 元/吨



数据来源: SMM 华泰期货研究院

上图表明, 对于铅而言, 过去一年中没有出现任何正向跨市套利的机会, 也就是说基于进口盈亏的正向跨市套利技巧对于这个品种目前来看行不通。

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