

有色金属基本面数据总结

Xin Jing

2021.01

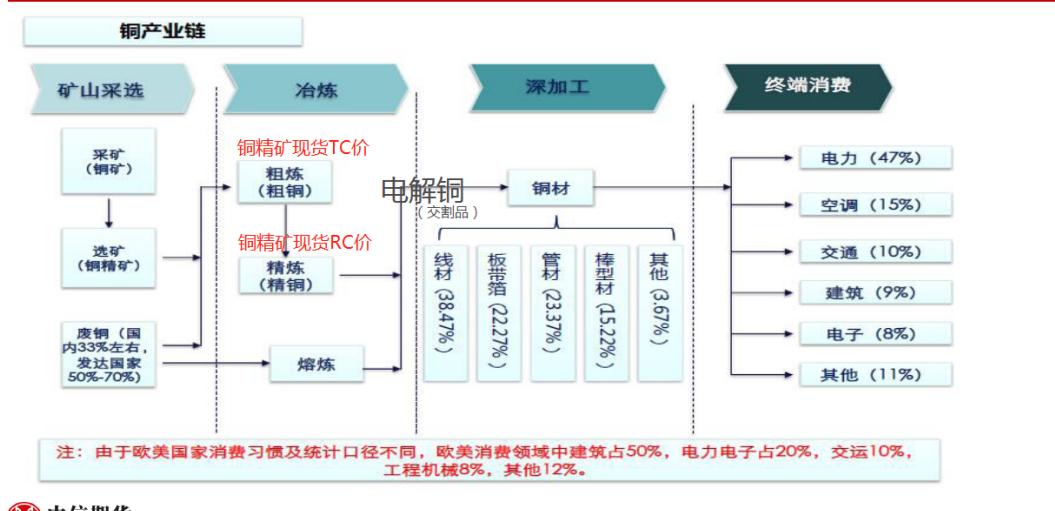
目录

1 铜	2
1.1 铜的产业链流程	2
1.2 影响铜的基本面数据	2
1.3 回测结果分析	5
2 铝	10
2.1 铝的产业链流程	10
2.2 影响铝的基本面数据	10
2.3 回测结果分析	12
3 锌	14
3.1 锌的产业链流程	14
3.2 影响锌的基本面数据	14
3.3 回测结果分析	15
4 镍	21
4.1 镍的产业链流程	21
4.2 影响镍的基本面数据	21
4.3 回测结果分析	23
5 组合收益	25
5.1 因子选择	25
5.2 单品种表现	26
5.3 组合表现	29
5.3.1 各品种表现及相关系数	29
5.3.2 单品种目标波动率策略	30
5.3.3 组合目标波动率策略	32

1 铜

1.1 铜的产业链流程

1.2.2 电解铜产业链流程



中信期货
CITIC Futures

资料来源：Wind Bloomberg 中信期货研究部 5

图 1: 铜产业链流程 (来源: 中信期货)

1.2 影响铜的基本面数据

表 1: 影响铜价格的基本面数据

类别	子类别	数据科目	来源
库存	社会库存	电解铜现货库存：上海市外高桥保税区（周）	Mysteel
	社会库存	电解铜现货库存：上海直辖市（周）	Mysteel
	交易所库存	铜伦敦金属交易所（LME）库存（日）	卓创
	交易所库存	铜上海期货交易所（SHFE）库存（日）	卓创
价格	现货价格	上海电解铜：平水铜市场价格（日）	Mysteel
	现货价格	上海长江有色：1# 电解铜现货价格（日）	Mysteel
	废铜价格	佛山市：废 1# 光亮铜线市场价格（日）	Mysteel
	加工费	铜精矿：现货 RC 价（周）	Mysteel
	加工费	铜精矿：现货 TC 价（周）	Mysteel
	进口盈亏	铜：进口盈亏（日）	Mysteel
	进口盈亏	洋山铜溢价（仓单）最高价（日）	wind
	进口盈亏	洋山铜溢价（仓单）最低价（日）	wind
需求	铜材加工	铜材产量合计（月）	Mysteel
	铜材加工	中国有色冶炼企业：铜杆产能利用率（月）	Mysteel

我们从钢联中选取的铜基本面的数据科目如表1。

- **库存因子**分为社会库存和交易所库存。

社会库存中，上海保税区库存更反应进出口带来的供求矛盾关系。上海保税库介于上海和伦敦之间，上海保税库对铜进出起到缓冲的作用，进口亏损幅度较大时，部分铜会滞留上海保税库，造成上海保税库铜库存积压。同时，内外负价差较大时，国内冶炼企业也会出口到保税库，交割到 LME 亚洲仓库。而铜现货进口窗口打开时，大量的保税库铜会流入到国内市场。另外，我们将上海直辖市库存和上海保税区库存之和作为新的库存因子进行回测。

$$\text{电解铜上海直辖市及保税区现货库存} = \text{电解铜上海直辖市库存} + \text{电解铜上海保税区库存} \quad (1)$$

交易所库存中，LME 库存有融资锁定因素在里面，不能很好地反应消费；上期所库存没有金融属性在里面，更能反应消费，季节性也更加明显。

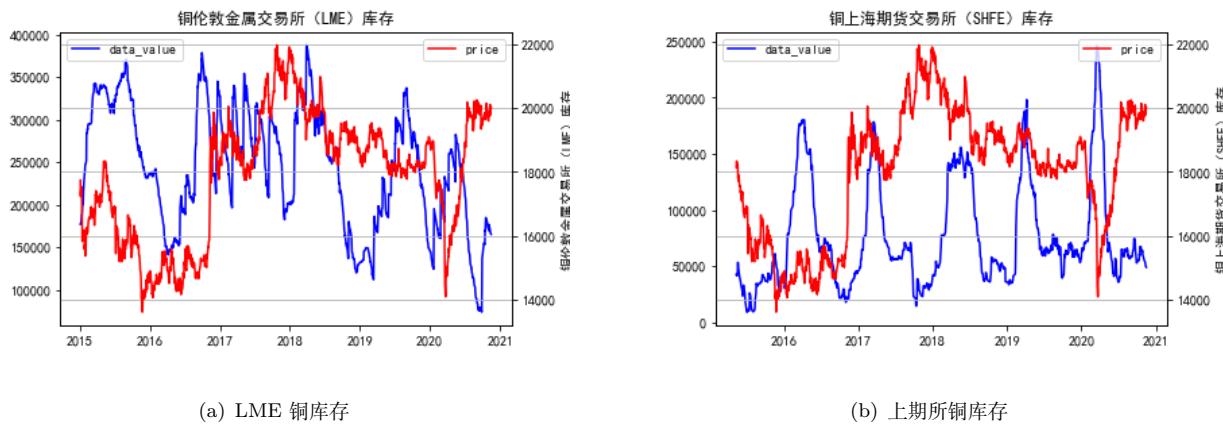


图 2: 铜交易所库存

- **价格因子**主要包括铜的现货价格、废铜价格、加工费和进口盈亏。我们用现货价格和废铜价格计算了基差率因子和精废价差率因子，公式如下式2、式3：

$$\text{基差率} = \frac{\text{现货价格} - \text{期货价格}}{\text{现货价格}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{精废价差率} = \frac{\text{长江有色现货价格} - \text{佛山废铜价格}}{\text{长江有色现货价格}} \times 100 \quad (3)$$

- 现货价格：两个现货价格差别不大，只是发布源不一样
- 废铜价格：精废价差主要反映精铜和废铜相互的替代关系，如果精废价差过低，通常低于 1100-1300 元的位置，企业倾向于用精铜加工更划算。（中信期货，覃静）精废价差高时，会转向废铜冶炼，通常会增加铜上游的供应量。（华泰期货）
- 加工费：TC/RC (Treatment and refining charges for Processing concentrates) 是指精铜矿转化为精铜的总费用。TC 就是处理费 (Treatment charges) 或粗炼费，而 RC 就是精炼费 (Refining charges)。（百度百科）TC/RC 计算公式如式4（华泰期货）：

$$\text{加工费} = \text{冶炼产品价格} - \text{冶炼厂采购精矿的价格} \quad (4)$$

加工费就是冶炼厂获得的冶炼费用，也就是说冶炼厂购买精矿的价格等于或铜价减去加工费。所以加工费代表了矿山与冶炼厂的供求关系，当精矿供给过剩时，冶炼厂会相对矿商更具主动权，

精矿的加工费一般就会上升；相反，铜矿和粗铜的匹配度越差，矿越紧张，冶炼厂的话语权下降，加工费就会降低。这个指标和电解铜是负相关的关系。

钢联数据来看 TC、RC 的数值没有本质区别，每期 TC 价只是把每期 RC 价乘以 10.

- 进口盈亏：

- * 钢联的铜进口盈亏数据，有数据回补的问题，通常是第 $W + 1$ 周的第一个工作日更新第 W 周的周一至周五每日的进口盈亏数据。我们回测的处理方式是重采样，每当第 $W + 1$ 周更新，取第 W 周的最后一个标记日数据。
- * 洋山铜溢价指待报关进口至上海的基准品牌精炼铜，包括洋山保税港区（含外高桥）的仓单货以及 CIF 上海的船货的交易溢价。（wind 数据库）洋山铜溢价反应的是由于洋山（间接反应上海、中国）现货铜的供需导致购买现货铜需要付出的超过铜价本身（LME 三月期货铜价）的超额部分单价。

我们这里把洋山铜溢价当成一个正相关的因子。例如，2020 年 2 季度铜现货进口窗口绝大部分时间都是打开的，强劲的进口需求推动洋山港铜溢价持续快速攀升，保税库铜库存自 2 月末的近 40 万吨持续下降，6 月初下降到 18 万吨左右。进入 7 月份，随着中国铜需求转弱，进口窗口也随之关闭，部分不能进入国内市场的铜开始滞留保税库，保税库库存转而进入持续累库阶段，截止 11 月 13 日当周，上海保税库铜库存自低位累计增加超过 18 万吨。（中信期货研报，20201116）

- 需求因子主要是下游深加工的铜材产量和产能利用率，都是月度数据，通常会延迟 30 天左右更新。

1.3 回测结果分析

铜的单因子回测结果见: \\192.168.8.90\\ 投研部 \\Jessica\\metal\\CU\\figure\\factors

- **库存因子分析:** 对于社会库存, 上海保税区库存的回测曲线比上海直辖市库存的结果更稳定, 从基本面理解, 保税库是上海直辖市和伦敦之间的缓冲地, 更先反应了进口量带来的累库压力, 数据的时效性比较好。其中 2020 年 2、3 季度的表现特别突出。

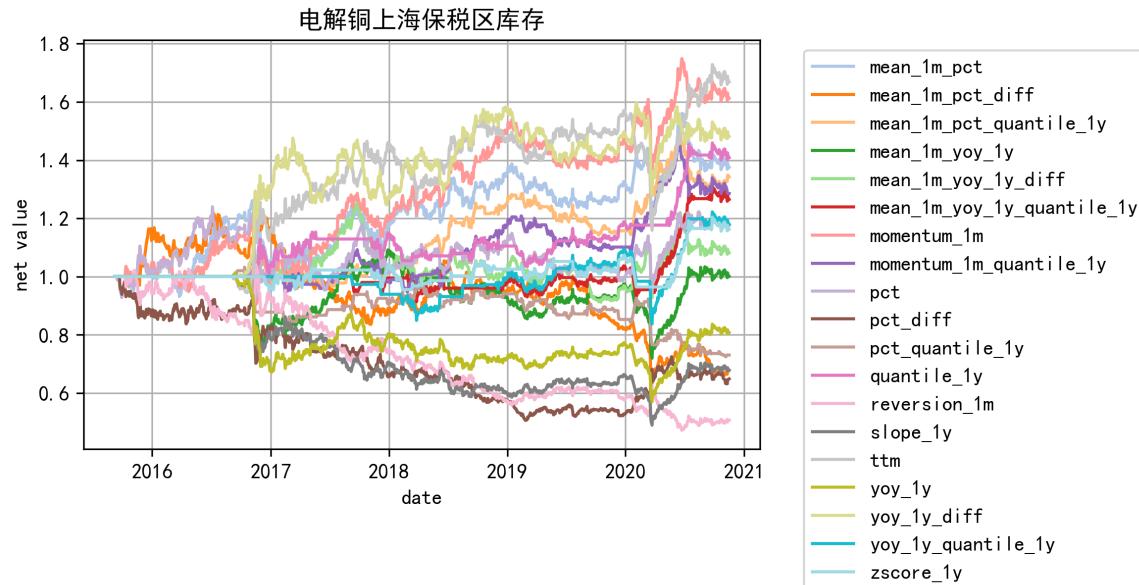


图 3: 电解铜上海保税区库存回测曲线



图 4: 电解铜上海保税区库存数据及沪铜期货价格

如图4, 2020 年表现突出的原因可能是因为今年 2 季度铜的现货进口窗口绝大部分时间都是打开的, 是最近 10 年进口窗口打开时间持续最久的一次。保税库铜库存自 2 月末的近 40 万吨持续下降, 6 月初下降到 18 万吨左右。进入 7 月份, 随着中国铜需求转弱, 进口窗口也随之关闭, 部分不能进入国内市场的铜开始滞留保税库, 保税库库存转而进入持续累库阶段, 截止 11 月 13 日当周, 上海保税库铜库存自低位累计增加超过 18 万吨。(中信期货研报, 20201116)

考虑到上海直辖市的库存, 计算的上海直辖市及保税区总库存的回测结果有一定的改进作用, 如图5:

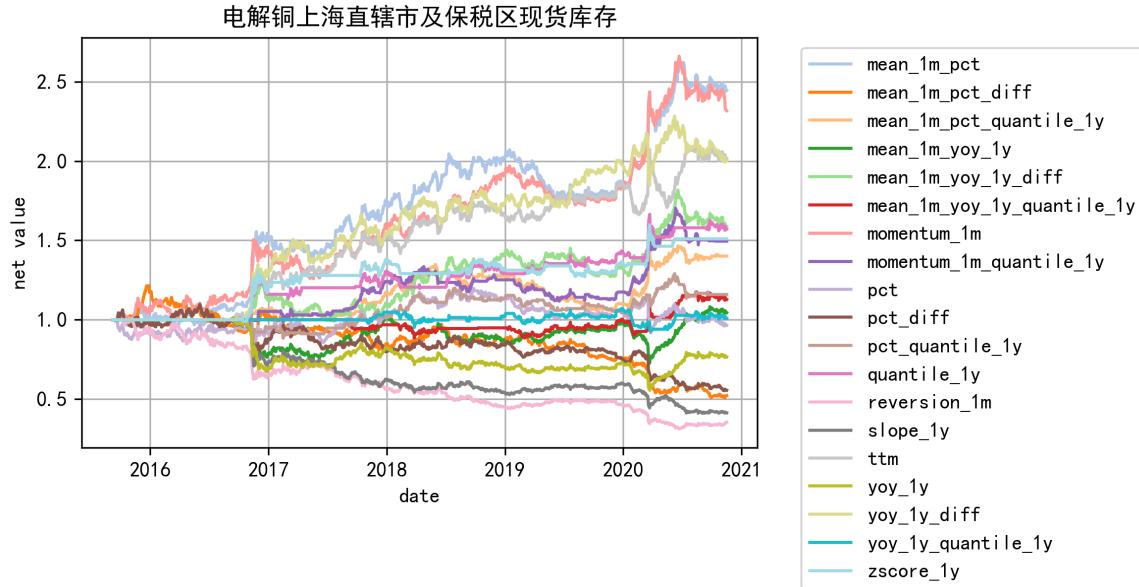


图 5: 电解铜上海库存回测曲线

- 注 1.1**
1. 电解铜上海保税区库存: 环比类 (*pct*, *mean_1m_pct*)、动量类 (*momentum*, *momentum_1m_quantile_1y*)、分位数类 (*z_score*, *quantile_1y*)、TTM 表现好, 同比表现比较差并且没有单调性, 环比类的二阶会削弱环比的回测效果。
 2. 电解铜直辖市库存: 分位数类 (*z_score*, *quantile_1y*) > 同比的环比 (*yoy_1y_diff*, *mean_1m_yoy_1y_diff*) > 月平均环比 > 其他。
 3. 电解铜上海保税区和直辖市库存之和: 除了 *slope*、*reversion*、同比及其分位数类, 表现都很好。

对交易所库存, 上期所库存比 LME 库存测试结果好, 并且上期所库存有很多因子都有不错的表现。

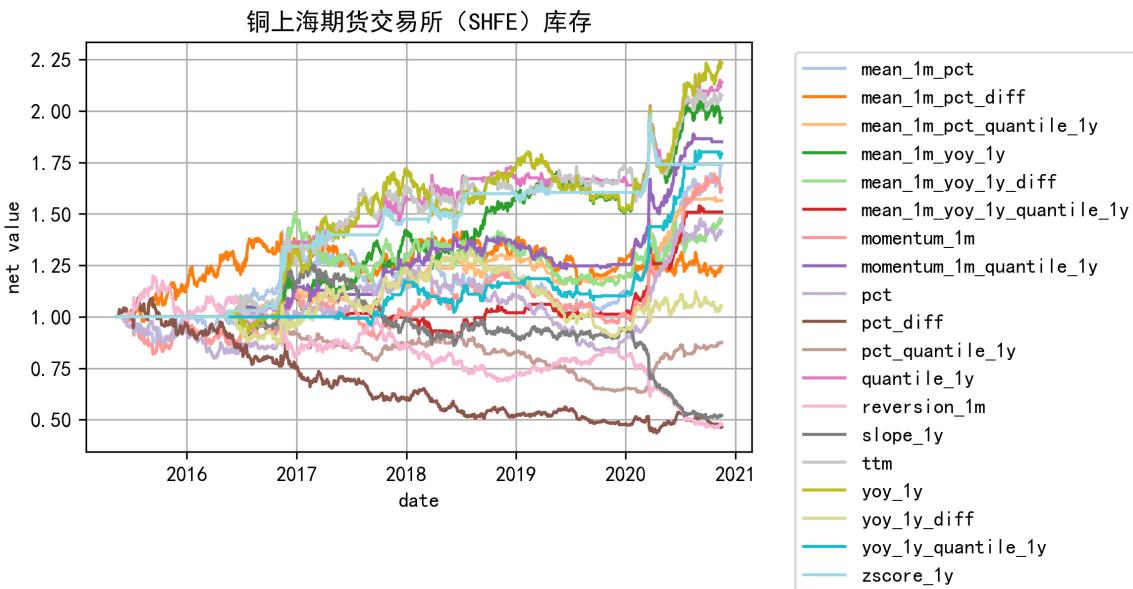


图 6: 上期所库存回测曲线

- 注 1.2**
1. LME 铜库存: 环比及其分位数 (*pct*, *pct_quantile_1y*) > 同比的环比类 (*yoy_1y_diff*, *mean_1m_yoy_1y_diff*) > 环比的环比类 (*pct_diff*, *mean_1m_pct_diff*) > 其他。
 2. SHFE 铜库存: 除了 *slope*、*reversion*、环比同比的二阶导, 表现都很好。

• 价格因子分析:

- 基差因子: 交易逻辑是升水做空, 贴水做多。两个数据测试结果差不多, 整体都能获得收益。

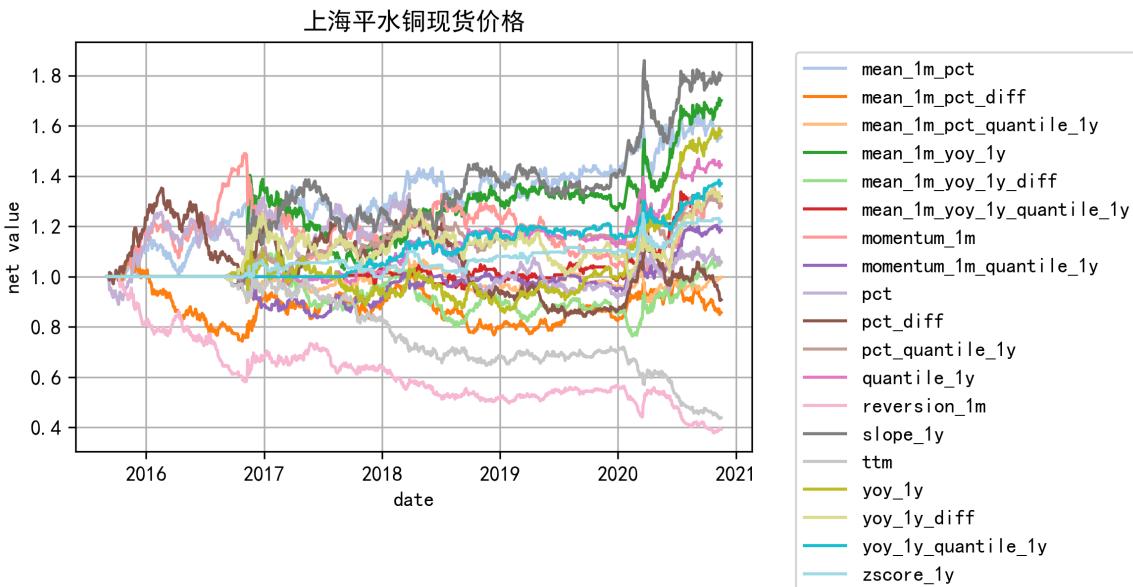


图 7: 铜基差率回测曲线

- 注 1.3** 基差率: 除了 *slope*、*TTM*、*reversion*, 表现都差不多, 有收益但是不稳定。

- 加工费因子: 这个因子也是比较重点关注的因子。主要是 2020 年表现比较突出。2020 年精炼费处于历史低位, 反应了 2020 年矿山资源紧张的情况。

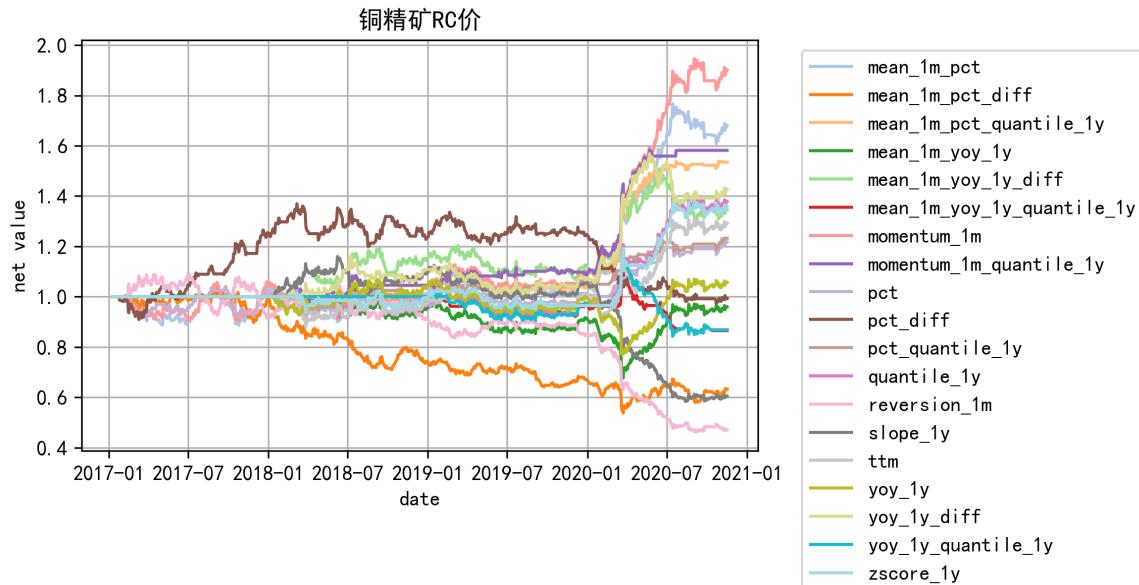


图 8: 铜精矿 RC 价回测曲线



图 9: 铜精矿 RC 价, 2020 年处于历史低位

注 1.4 铜精矿 RC: 环比及其分位数类 = 动量类 > TTM = 分位数类 > 同比的环比类 > 其他。

- 精废价差因子：虽然精废价差这个指标是很多研报中经常关注的指标，但是我们从基本面的理解把精废价差作为负相关的因子进行回测，结果并不理想，并且曲线也没有单调性。这个指标数据变化和沪铜的价格走势高度重合，当精铜（交割品）价格高，精废价差就高，因此，它对我们做短期的决策分析帮助不大，不能预测一周内的走势。通常期货研究员看这些指标都是做长期分析看，精废价差也可以当做利润的一种来看待，精废价差的高低影响供应情况，而利润一般传导到供应端都是几个月的长周期，所以我们做短期的回测，这个指标表现并不好。
- 进口盈亏因子：对铜进口盈亏，除了 TTM 因子和动量因子以外表现都不太好。对洋山铜溢价，因子整体回测结果都比较稳定，如下图。



图 10: 洋山铜溢价回测曲线

注 1.5 1. 铜进口盈亏: $TTM > momentum >$ 其他

2. 洋山铜溢价: 除了 $slope$ 和 $reversion$ 表现不好, 剩下的因子表现都挺好: 同比环比的二阶导
 $<$ 同比环比的分位数 $<$ 其他

- **需求因子分析**: 滞后的影响比较严重, 按照真实发布日回测的结果比按照标记日回测的结果差很多。

2 铝

2.1 铝的产业链流程

1、电解铝生产流程综述

- 现代铝工业生产采用冰晶石—氧化铝融盐电解法。熔融冰晶石是溶剂，氧化铝作为溶质，以碳素体作为阳极，铝液作为阴极，通入强大的直流电后，在950°C-970°C下，在电解槽内的两极上进行电化学反应，既电解。
- 反应： $2\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{C} = 4\text{Al} + 3\text{CO}_2$ 阳极： $2\text{O}^{2-} + \text{C} - 4\text{e}^- = \text{CO}_2 \uparrow$ 阴极： $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- = \text{Al}$

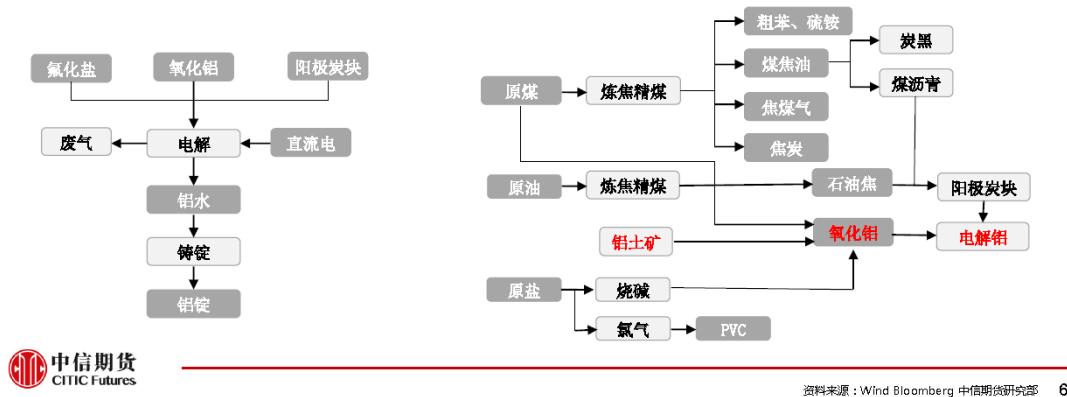


图 11: 铝产业链流程 (来源: 中信期货)

2.2 影响铝的基本面数据

表 2: 影响铝价格的基本面数据

类别	子类别	数据科目	来源
库存	社会库存	铝棒现货库存(日)	Mysteel
	社会库存	电解铝现货库存合计(日)	Mysteel
	交易所库存	铝伦敦金属交易所(LME)库存(日)	卓创
	交易所库存	铝上海期货交易所(SHFE)库存(日)	卓创
价格	现货价格	电解铝汇总均价(日)	Mysteel
	现货价格	上海长江有色:A00电解铝现货价格(日)	Mysteel
	加工费	铝棒:6063:Φ90:加工费均价(日)	Mysteel
	原材料价格	铝土矿:国产:汇总均价(日)	Mysteel
	利润	电解槽制电解铝毛利率(日)	卓创
供应	开工率	中国氧化铝周度开工率(周)	卓创
需求	出库量	电解铝:出库量:中国(周)	Mysteel
进出口	铝矿	铝矿砂及其精矿出口数量合计(月)	Mysteel

我们选取的铝基本面的数据科目如表2。

- **库存因子**分为社会库存和交易所库存。社会库存中一个是交割品电解铝的库存，一个是电解铝下游深加工的铝棒库存。交易所库存中，与铜类似，LME 库存有融资锁定因素在，不体现消费。但是，从数据上看，上期所的铝库存也同样没有季节性。分析交易所的仓单绝对值对定价的研究有帮助，特别是低位时，比较容易造成逼仓。（中信期货，覃静）

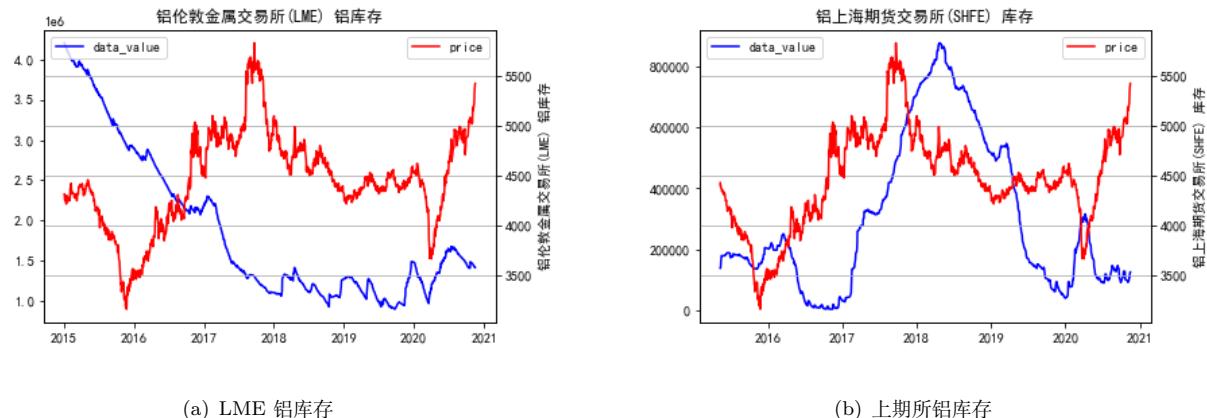


图 12: 铝交易所库存

- **价格因子**主要包括铝的现货价格、加工费、原材料价格和利润。
 - 现货价格：计算基差率的方式如公式2。两个现货价格差别不大。
 - 加工费：主要是电解铝转化为铝棒的费用，和铜矿转为精铜的冶炼费用 TC/RC 不同，这里的加工费在电解铝的下游，可能对电解铝的定价并没有什么影响。
 - 原材料价格：价格变化不是很敏感。
 - 利润：电解铝毛利率 = 电解铝利润 / (电解铝利润 + 电解铝成本)
因为利润高影响到供应增加的传导逻辑周期比较长，通常是几个月的时间，我们这里短期还是把利润当成一个趋势性的正相关指标。
- **供应因子**：氧化铝开工率，主要是表现中下游需求带来的开工积极性。
- **需求因子**：包括电解铝出库量，表示电解铝降库的速度。
- **进出口因子**：对于所有的进出口（月度）数据，我们之前按照‘data date’，和比‘data date’延迟 15 天作为真实的发布日，进行回测，最后得到回测结果比较好的数据只有‘铝矿砂精矿出口数量’。拿到钢联数据以后，发现真实的情况是会滞后 30 天左右，回测结果要更差一点，基本上拿不到收益。

2.3 回测结果分析

铝的单因子回测结果见: \\192.168.8.90\\ 投研部 \\Jessica\\metal\\AL\\figure\\factors

- **库存因子分析:** 社会库存因子总体来看都不太稳定，具有周期性，收益曲线先升后降或先降后升，有部分因子 2020 年表现还比较好。交易所库存来看，从上一节的数据概述已经提到，原始数据和价格没有相关性，回测出来的结果也是不太有效的。

- 注 2.1**
1. 电解铝现货库存: 环比 = 动量 > quantile > 其他
 2. 铝棒库存: TTM > quantile > 其他
 3. LME 铝库存: reversion > 其他
 4. SHFE 铝库存: TTM > 其他

- **价格因子分析:**

- 基差因子: 两个数据测试结果差不多，有一部分因子在 2020 年能获得一些收益。



图 13: 铝基差率回测曲线

- 注 2.2** 基差率: 动量类 (*momentum*, *momentum_quantile_1y*) > 其他

- 加工费和原材料价格，整体回测结果都不是很好。
- 利润: 回测结果整体还不错。



图 14: 电解铝利润率回测曲线

注 2.3 电解铝利润率: 月平均环比及其分位数 (*mean_1m_pct*, *mean_1m_pct_quantile_1y*) > 动量类 (*momentum_1m*, *momentum_1m_quantile_1y*) > 分位数类 (*z_score*, *quantile_1y*) = 同比 (*yoyno_1y*) > 其他

- **供应因子分析:** 氧化铝开工率的一些因子能获得收益，但不是很稳定。

注 2.4 氧化铝开工率: 同比分位数类 (*yoyno_1y_quantile_1y*, *mean_1m_yoyno_1y_quantile_1y*) > 动量的分位数 > 其他。

- **需求因子分析:** 出库量的一些同比因子相关的指标在 2020 年上半年获得收益比较明显。

注 2.5 出库量: 同比分位数类 (*yoyno_1y_quantile_1y*, *mean_1m_yoyno_1y_quantile_1y*) > 同比类 (*yoyno_1y*, *mean_1m_yoyno_1y*) > 其他。

- **进出口因子分析:** 滞后的影响比较严重，按照真实发布日回测的结果拿不到收益。

3 锌

3.1 锌的产业链流程

1.2 锌的产业链

- 锌的生产主要是通过对锌精矿如闪锌矿进行焙烧-浸出-电积，形成原生阴极锌，再熔铸为锌锭，并应用于镀锌、压铸、黄铜、电池等初端消费行业中，最终应用到建筑、交通设备、五金、家电等终端行业中。
- 还有通过回收利用氧化锌烟尘，生产出再生锌，其比例相对较小。不过近几年其比例开始逐渐提升。

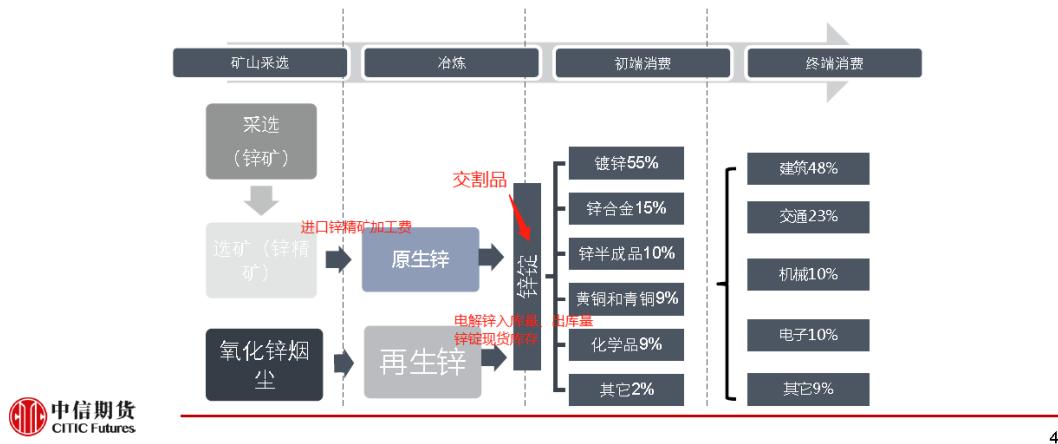


图 15: 锌产业链流程 (来源: 中信期货)

3.2 影响锌的基本面数据

表 3: 影响锌价格的基本面数据

类别	子类别	数据科目	来源
库存	社会库存	锌锭：现货库存合计：中国（日）	Mysteel
	港口库存	锌矿：现货港口库存合计（日）	Mysteel
	社会库存	锌锭：上海保税区：库存（周）	Mysteel
	交易所库存	锌伦敦金属交易所（LME）库存（日）	卓创
	交易所库存	锌上海期货交易所（SHFE）库存（日）	卓创
价格	现货价格	0# 锌锭汇总均价：中国（日）	Mysteel
	现货价格	上海长江有色：0# 锌锭现货价格（日）	Mysteel
	加工费	进口锌精矿：Zn50%：加工费均价（周）	Mysteel
	原材料价格	国产锌精矿：汇总均价：中国（日）	Mysteel
	进口盈亏	锌锭：进口盈亏（日）	Mysteel
	利润	电解槽制电解锌毛利率（日）	卓创
需求	出库量	电解锌：出库量：上海直辖市（周）	Mysteel
	入库量	电解锌：入库量：上海直辖市（周）	Mysteel

我们选取的锌基本面的数据科目如表3。

- **库存因子**分为社会库存和交易所库存。社会库存包括锌矿库存和锌锭库存，锌锭库存包括全国库存和上海保税区库存。锌交易所库存和铜交易所库存的情况类似，LME 锌库存，受到质押融资的影响较为明显，已经不能完全反映实际供需变化的情况，上期所的库存更能体现消费。

- **价格因子**

- 现货价格：计算基差率的方式如公式2。两个现货价格差别不大。
- 加工费：主要是锌精矿转化为精炼锌，冶炼厂获得的冶炼费用，和铜矿转为精铜的冶炼费用 TC/RC 类似，取决于精矿的供应，是锌定价的重点考察指标。
- 原材料价格：国产锌精矿均价，和盘面锌价走势高度相关。
- 进口盈亏：和铜的进口盈亏数据一样，每周有数据回补的问题，同样采取了重采样的处理方式。
- 利润：电解锌毛利率 = 电解锌利润 / (电解锌利润 + 电解锌成本)

和电解铝利润一样，因为利润影响到供应的传导逻辑周期比较长，通常是几个月的时间，我们这里短期还是把电解锌利润当成一个趋势性的正相关指标。

- **需求因子**包括电解锌的出库量和入库量，反应库存的边际变化情况。

3.3 回测结果分析

锌的单因子回归结果见: \\192.168.8.90\\ 投研部 \\Jessica\\metal\\ZN\\figure\\factors

- **库存因子分析：**社会库存来看，锌锭的库存更直接表现交割品的供需格局，表现比锌矿港口库存因子好，其中锌锭全国库存合计表现比锌锭上海保税区库存好，从原始数据看也是全国库存指标的季节性更明显，更反应消费。



图 16: 锌锭现货库存合计

- 注 3.1**
1. 锌锭全国库存: 环比类 ($pct, mean_1m_pct$) > 分位数 ($quantile_1y, zscore_1y$) = TTM = 动量 ($momentum_1m$) > 同比及其分位数 ($yoy_1y, mean_1m_yoy_1y, yoy_1y_quantile_1y, mean_1m_yoy_1y_quantile_1y$) > 其他
 2. 锌锭上海保税区库存: 同比及其分位数 ($yoy_1y, mean_1m_yoy_1y, yoy_1y_quantile_1y, mean_1m_yoy_1y_quantile_1y$) > 分位数 ($quantile_1y, zscore_1y$) = TTM = 动量 ($momentum_1m$) > 其他
 3. 锌矿库存: 分位数 ($quantile_1y, zscore_1y$) = TTM > 月平均同比的环比 ($mean_1m_yoy_1y_diff$) = 同比的分位数 ($yoy_1y_quantile_1y$) > 动量类 ($momentum_1m, momentum_1m_quantile_1y$) > 其他

交易所库存中，也是上期所库存因子表现比较好，很多因子都有比较稳定的收益。



图 17: 锌上期所库存回测曲线

- 注 3.2**
1. LME 锌库存: 环比类 ($pct, pct_quantile_1y$) > 其他
 2. SHFE 锌库存: 动量类 ($momentum, momentum_quantile_1y$) > 同比及其分位数 ($yoy_1y, yoy_1y_quantile_1y, mean_1m_yoy_1y_quantile_1y$) = 分位数 ($quantile_1y, zscore_1y$) = TTM > 环比及其分位数 ($pct, pct_quantile_1y, pct_quantile_1y, mean_1m_pct_quantile_1y$) > 其他

- 价格因子分析:

- 基差因子: 两个数据测试结果差不多，都能获得比较稳定的收益。

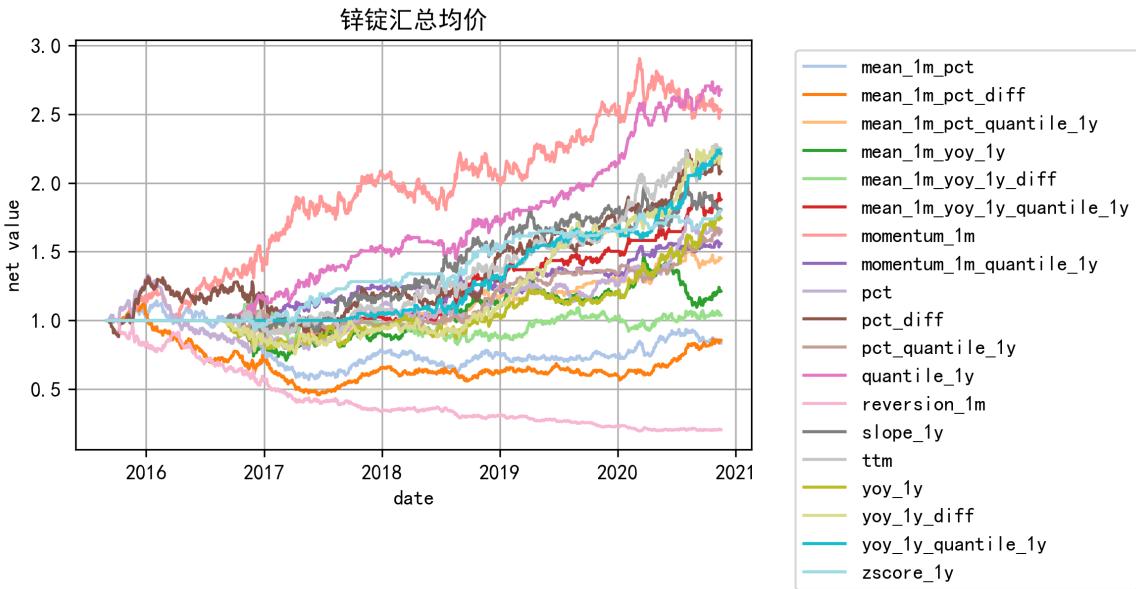


图 18: 锌基差率回测曲线

注 3.3 基差率: 除了 *reversion*, 其他因子表现都挺好: 月平均环比、同比指标 (*mean_1m_pct*, *mean_1m_pct_diff*, *mean_1m_yoy_1y*, *mean_1m_yoy_1y_diff*) < 其他

- 加工费: 加工费原始数据在 19 年比较平稳, 20 年经过两轮大幅下调, 很多加工费因子在 2020 年获得了比较显著的收益, 这个可能和运气有关, 2020 年刚好走的是锌矿供应偏紧的逻辑, 这一点可以从加工费不断走低处于低位反应, 而盘面锌价也在 2020 年一路走高。回测数据如图18



图 19: 锌加工费回测曲线

注 3.4 加工费: 分位数类 (*zscore_1y*, *quantile_1y*) = 同比类 (*yoy_1y*, *mean_1m_yoy_1y*) > *slope* > 其他

基本面逻辑参考中信期货锌年报, 20201220。

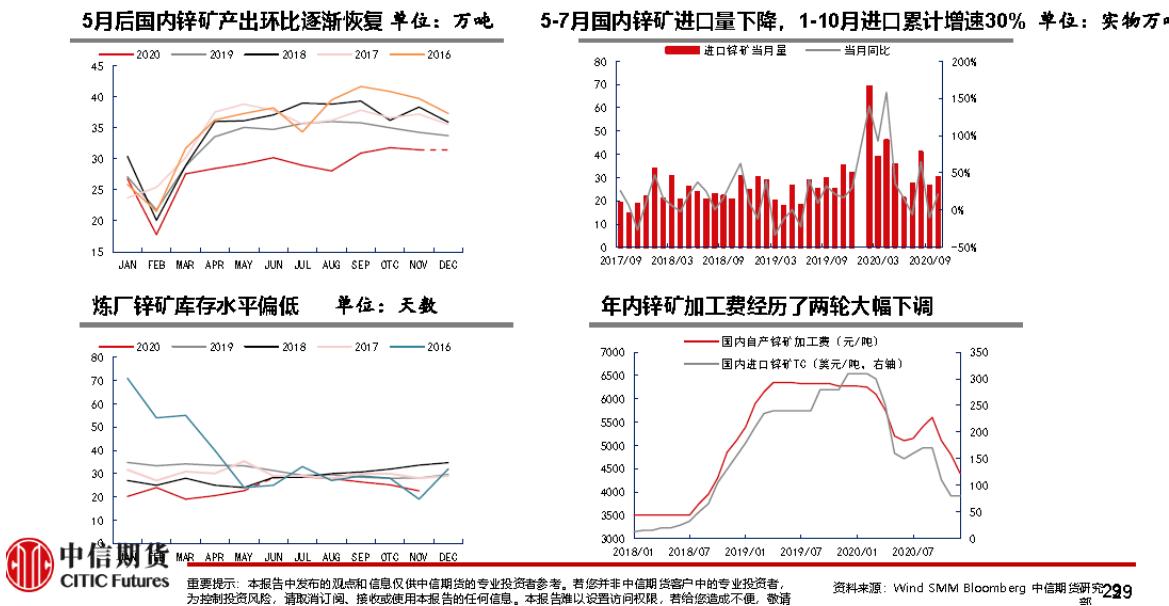


图 20: 参考：中信期货年报图表，20201220

4.2 2020年国内锌矿供应收紧超预期，2021年有望逐渐趋松

2020年初原本预计国内锌矿供应将十分充裕。一方面国内锌矿产出量增加10+万吨，另一方面，海外锌矿进口大量补充。但在疫情的干扰下，2020年锌矿供应收紧程度明显超出了预期。主要为，2019年底国内冶炼厂原料备库整体偏低，2020年春节后，国内疫情导致国内锌矿供应受限，以及海外矿到港后运输受阻；接着海外疫情导致4-6月份国内锌矿进口量阶段性大幅收缩。6-8月份国内锌矿趋松，但自9月份开始，随着国内炼厂原料刚性需求和冬储备库需求的不断提升，加上锌矿供应释放相对温和，锌矿供应再度不断收紧。

2020年国内锌矿产出量小幅收缩。主要为，疫情限制了2-3月份国内部分锌矿山的生产，而北方高纬度地区的矿山生产回归后推至5月份。加上湖南花垣地区整改后项目复产继续后推。尽管四季度在高利润提振下，北方部分矿山冬休时间小幅后推，以及国内矿山生产小幅提产，但仍未能完全对冲上半年国内锌矿的产出减量。2020年全年来看，中国锌矿产出或小量收缩在5万吨左右。

进口方面，二季度国内锌矿进口量大幅收缩，但截至10月份，锌矿进口量累计达到328.17实物万吨，累计增幅为30.80%，累计同比增量为78实物万吨，即增加了约35金属万吨。预计11-12月锌矿进口量仍维持于相对高位。

尽管进口锌矿大幅补充国内原料需求，但由于年初国内炼厂原料库存偏低；以及国内锌冶炼产量增加，对原料矿刚性需求增加；此外国内锌矿产出小幅收缩；加上四季度炼厂冬储备库需求明显上升，而部分矿山和贸易商囤货加剧了收紧的氛围。因此，2020年国内锌矿供应呈现紧平衡态势，但不至于明显短缺。锌矿加工费的走势，也良好地佐证了其供需变化趋势。

图 21: 参考：中信期货年报观点，20201220

- 原材料价格、进口盈亏、利润：部分因子有收益，分化比较大，不是很稳定。

- 注 3.5 1. 原材料价格： $yoyn_1y_diff > TTM >$ 其他
2. 进口盈亏： $TTM >$ 其他
3. 利润：同比类 ($yoyn_1y, mean_1m_yoyn_1y$) $> slope >$ 其他

- 需求因子分析：电解锌入库量因子表现比出库量因子好一些。



图 22: 电解锌入库量回测曲线

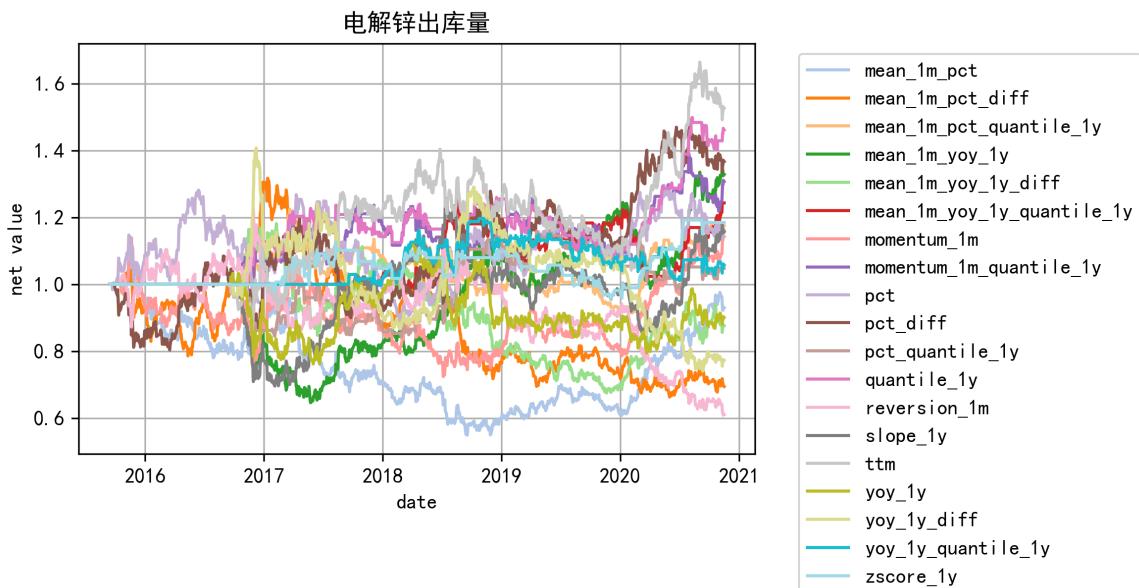


图 23: 电解锌出库量回测曲线

- 注 3.6**
1. 电解锌出库量：都差不多，没有表现好的。
 2. 电解锌入库量：同比类 (*yoy_1y*, *mean_1m_yoy_1y*, *yoy_1y_diff*) > *quantile_1y* > 动量 > 其他

4 镍

4.1 镍的产业链流程

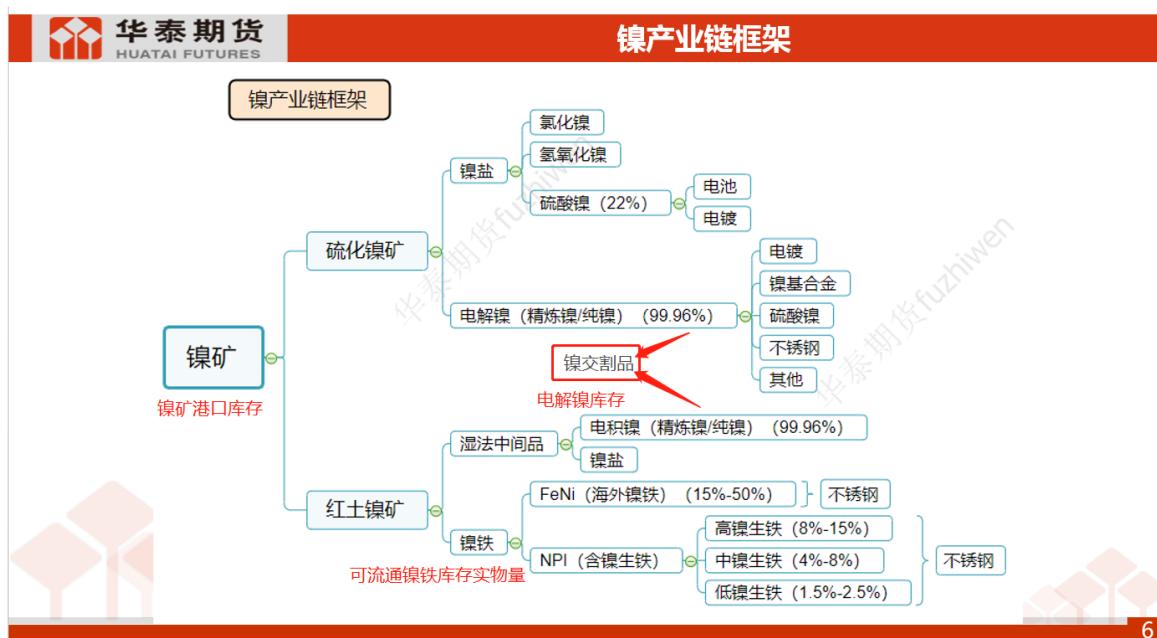


图 24: 镍产业链流程 (来源: 华泰期货)

4.2 影响镍的基本面数据

我们选取的镍基本面的数据科目如表4。

- **库存因子**分为社会库存和交易所库存。社会库存包括镍矿库存、电解镍库存、镍铁库存。其中镍铁库存是月度数据，一般会延迟 15 天左右更新。交易所库存中，不管是上期所库存还是 LME 库存，原始数据中都不能体现消费情况，主要还是关注库存低位带来的逼仓情况。
- **价格因子**
 - 现货价格：计算基差率的方式如公式2。两个现货价格差别不大。
 - 进口盈亏：主要看俄镍进口盈亏和镍豆进口盈亏。计算盈亏率公式如4
 - 升贴水：沪镍主要的交割品是电解镍，一般升贴水主要是看金川电解镍和俄镍。计算基差率的公式如下：
$$\text{基差率} = \frac{\text{升贴水}}{\text{期货价格}} \times 100 \quad (5)$$
 - 原材料价格：镍矿分为红土矿与硫化镍矿，储量比例为 7:3，并且硫酸镍矿已经的达到了充分的利用，未来以开发红土镍矿为主。
- **进出口因子**数据滞后比较严重，在 30 天左右

表 4: 影响镍价格的基本面数据

类别	子类别	数据科目	来源
库存	社会库存	可流通镍生铁库存实物量: 镍铁生产企业 (月)	Mysteel
	社会库存	电解镍: 库存 (周)	Mysteel
	港口库存	镍矿港口库存合计: 14 个港口 (周)	Mysteel
	交易所库存	镍伦敦金属交易所 (LME) 库存 (日)	卓创
	交易所库存	镍上海期货交易所 (SHFE) 库存 (日)	卓创
价格	现货价格	电解镍: 1#: 汇总均价: 中国 (日)	Mysteel
	现货价格	上海长江有色: 1# 电解镍现货价格 (日)	Mysteel
	进口盈亏	镍豆: 进口盈亏: LME 提单 (日)	Mysteel
	进口盈亏	镍豆: 进口盈亏: 免税提单 (日)	Mysteel
	进口盈亏	俄镍: 进口仓单盈亏 (日)	Mysteel
	进口盈亏	镍豆: 进口盈亏 (日)	Mysteel
	升贴水	俄镍: 现货到岸升贴水: 美元 (日)	Mysteel
	升贴水	电解镍: 现货升贴水: 上海金川有色金属有限公司 (日)	Mysteel
	升贴水	俄镍: 现货升贴水: 人民币 (日)	Mysteel
	原材料	菲律宾产红土镍矿 CIF 价 (日)	Mysteel
进出口	镍铁	中国: 镍铁进口数量合计 (月)	Mysteel
	镍铁	中国: 镍矿进口数量合计 (月)	Mysteel
	镍	中国: 镍进口数量合计 (月)	Mysteel
	镍	中国: 镍进口数量合计 (月)	Mysteel

4.3 回测结果分析

镍的单因子回测结果见: \\192.168.8.90\\ 投研部 \\Jessica\\metal\\NI\\figure\\factors

- **库存因子分析:** 电解镍库存从 2017 年至今一直是在降库存的, 所以不太能反应消费, 回测结果上镍铁库存和镍矿库存表现好一些。交易所库存也是不太体现供需变化, 表现比较差。

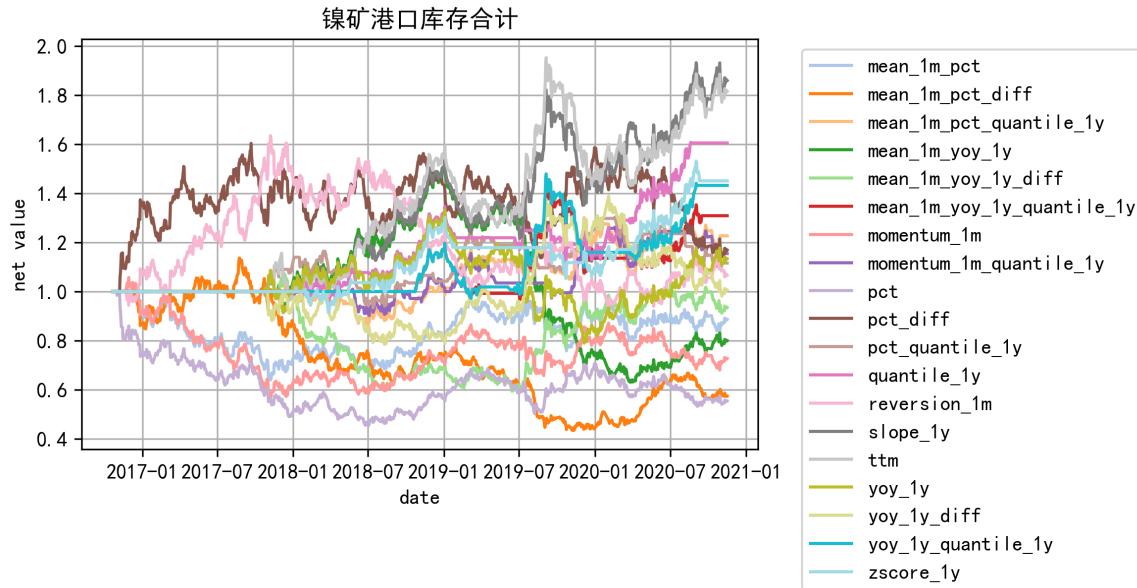


图 25: 镍矿库存回测曲线

- 注 4.1**
1. 可流通镍铁实物量: 部分环比指标 (*mean_1m_pct*, *mean_1m_pct_quantile_1y*, *pct_quantile_1y*, *yoy_1y_diff*) > 分位数类 (*z_score*, *quantile_1y*) > 其他
 2. 镍矿港口库存: *TTM* = *slope* > 分位数类 (*z_score*, *quantile_1y*)
 3. 电解镍库存: 都测得不好, *slope* > 其他
 4. *LME* 镍库存: 都测得不太好
 5. *SHFE* 镍库存: 部分环比相关的指标 (*pct*, *pct_diff*, *pct_quantile_1y*) > 其他

- **价格因子分析:**

- 基差率: 用现货价格计算的结果差不多。升贴水计算的基差率回测结果中, 俄镍到岸升贴水回测比较好。

上海长江有色电解镍现货价格

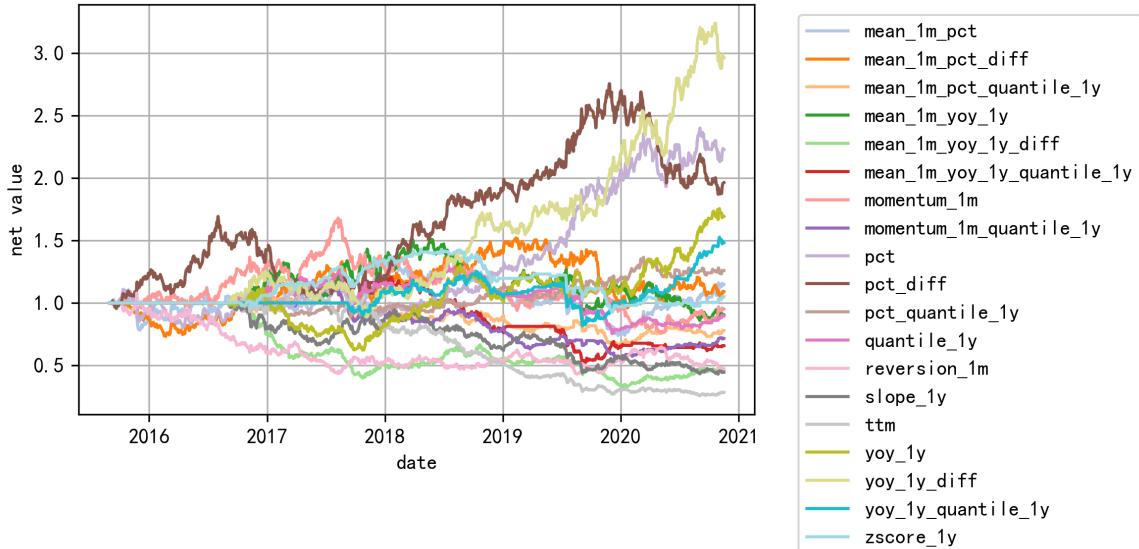


图 26: 镍基差率回测曲线

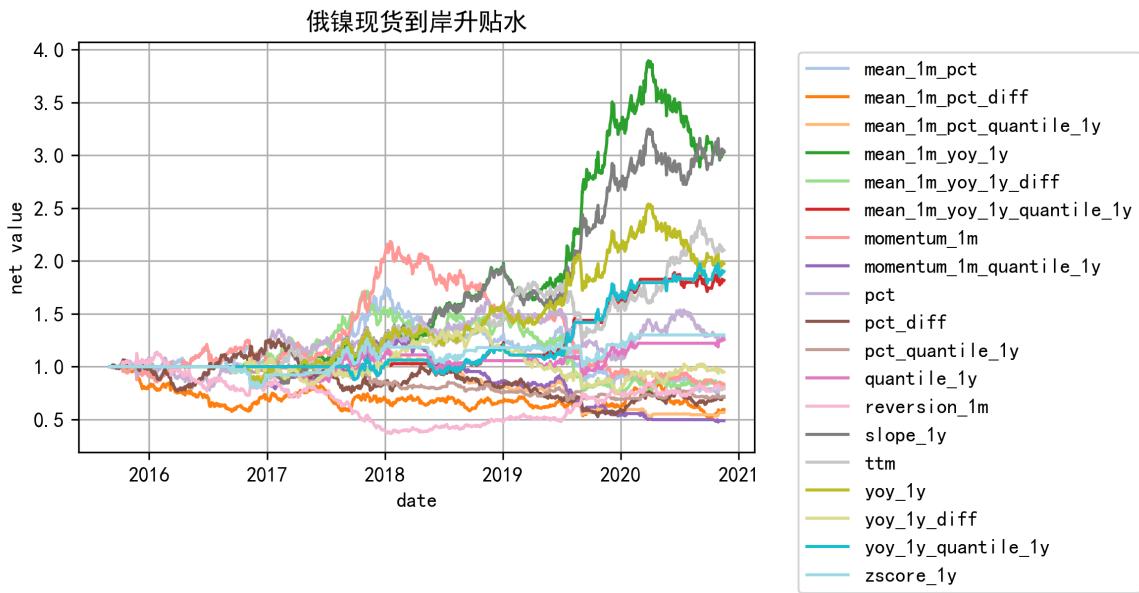


图 27: 俄镍到岸升贴水回测曲线

- 进口盈亏: 19 年开始的数据, 回测区间比较短, 并且没有明显的效果。

- 注 4.2**
1. 基差率: 环比类 (pct , pct_diff , $pct_quantile$, yoy_1y_diff) > 月平均环比类 ($mean_1m_pct$, $mean_1m_pct_diff$) > 其他
 2. 镍矿到岸升贴水计算的基差率: 同比类 (yoy_1y , $mean_1m_yoy_1y$, $yoy_1y_quantile_1y$, $mean_1m_yoy_1y_quantile_1y$) = $TTM = slope$ > 分位数类 > 其他
 3. 进口盈亏: 月平均环比类 ($mean_1m_pct$, $mean_1m_pct_diff$) > 其他
 4. 原材料价格: 动量类 ($momentum_1m$, $momentum_1m_quantile_1y$) > 其他

5 组合收益

5.1 因子选择

根据前四部分的测试结果，我们选择了以下基本面数据和对应的因子，如表5。

表 5: 基本面数据科目及因子

品种	数据	因子选择
铜	上海电解铜平水铜市场价格	除 reversion, slope, TTM 外所有的因子
	上海长江有色电解铜现货价格	除 reversion, slope, TTM 外所有的因子
	铜精矿 RC 价	除 reversion, slope 外所有的因子
	铜进口盈亏	<i>momentum_1m</i> , TTM
	洋山铜溢价最高价、最低价	除 reversion, slope 以所有的因子
	电解铜上海保税区现货库存	除同比环比的二阶导, reversion, slope 外所有的因子
	电解铜上海直辖市现货库存	分位数类 (<i>z_score</i> , <i>quantile_1y</i>)
铝	电解铜上海直辖市及保税区现货库存	除 reversion, slope 外所有的因子
	铜 LME 库存、铜 SHFE 库存	除 reversion, slope 外所有的因子
	电解铝汇总均价	除 reversion, slope, TTM 外所有的因子
	上海长江有色 A00 电解铝现货价格	除 reversion, slope, TTM 外所有的因子
	铝棒加工费均价	除 reversion, slope, 动量及其分位数外所有的因子
锌	电解槽制电解铝毛利率	除同比环比的二阶导, reversion, slope, TTM 外所有的因子
	电解铝现货及库存、铝棒现货库存	除 reversion, slope 外所有的因子
	电解铝出库量	除 reversion, slope, 动量及其分位数外所有的因子
	0# 锌锭汇总均价	除 reversion, slope, TTM 外所有的因子
	上海长江有色 0# 锌锭现货价格	除 reversion, slope, TTM 外所有的因子
	锌锭现货库存合计	除同比环比的二阶导, reversion, slope 外所有的因子
	锌矿现货港口库存合计	环比及其分位数类, 分位数类, 动量类, TTM
镍	进口锌精矿 Zn50% 加工费均价	除同比环比的二阶导, reversion, slope 外所有的因子
	电解锌出库量	除同比环比的二阶导, reversion, slope, TTM 外所有的因子
	电解锌入库量	同比类, 分位数类, 动量类, TTM
	锌锭上海保税区库存	同比类, 分位数类, 动量类, TTM
	锌上海期货交易所 (SHFE) 库存	除 reversion, slope 外所有的因子
镍	电解槽制电解锌毛利率	同比及其分位数, slope
	电解镍汇总均价	除 reversion, slope, TTM 外所有的因子
	上海长江有色 1# 电解镍现货价格	除 reversion, slope, TTM 外所有的因子
	可流通镍生铁库存实物量	环比及其分位数类, 动量类, 分位数类, TTM
	镍矿 14 个港口库存合计	分位数类, TTM
	俄镍现货到岸升贴水	同比及分位数类, 分位数类, slope

5.2 单品种表现

- CU



图 28: 铜大类因子表现

表 6: 铜大类因子相关系数

	价格	库存
价格	1	
库存	0.236241	1

- AL



图 29: 铝大类因子表现

表 7: 铝大类因子相关系数

	价格	库存	需求
价格	1		
库存	0.253744	1	
需求	0.025836	0.097389	1

- ZN



图 30: 锌大类因子表现

表 8: 锌大类因子相关系数

	价格	库存	需求
价格	1		
库存	-0.035865	1	
需求	0.181204	0.031622	1

- NI



图 31: 镍大类因子表现

表 9: 镍大类因子相关系数

	价格	库存
价格	1	
库存	0.010159	1

5.3 组合表现

5.3.1 各品种表现及相关系数



图 32: 各品种表现

表 10: 品种间相关系数

	CU	AL	ZN	NI
CU	1			
AL	0.148222	1		
ZN	0.212388	0.055739	1	
NI	0.186254	0.07361	0.175994	1

5.3.2 单品种目标波动率策略

组合内的每个品种设一个固定的目标波动率，通过加减杠杆将品种波动调整到目标波动水平。第 i 个品种在 $t+1$ 期初的权重为

$$w_{t+1}^i = \frac{\sigma_{tgt}}{N\sigma_t^i} \quad (6)$$

其中， σ_{tgt} 为单品种目标波动率， σ_t^i 为品种 i 第 t 期过去 21 个交易日的历史年化波动率， N 为品种数量。

设置目标波动率为 5%、10%、15%、20%，组合测试结果见：

\192.168.8.90\ 投研部 \Jessica\metal\portfolio\figure\single_tvs

以单品种目标波动率为 5% 为例，策略走势如下：



图 33: 单品种目标波动率加权后各品种走势图



图 34: 单品种目标波动率调整后等权组合走势图

历史绩效表现如下表11：

表 11：单品种目标波动率等权组合, 历史测试绩效 2015.09-2020.11

	realized_return	annual_return	annual_vol	max_drawdown	sharp	calmar
2015	0.038	0.117	0.026	-0.003	4.505	36.341
2016	0.099	0.103	0.035	-0.015	2.962	6.708
2017	0.022	0.023	0.030	-0.025	0.743	0.889
2018	0.049	0.051	0.027	-0.010	1.900	5.136
2019	0.027	0.028	0.028	-0.017	1.010	1.628
2020	0.139	0.167	0.042	-0.012	3.942	13.512
total	0.375	0.075	0.032	-0.025	2.302	2.949

季节性表现如下图35：

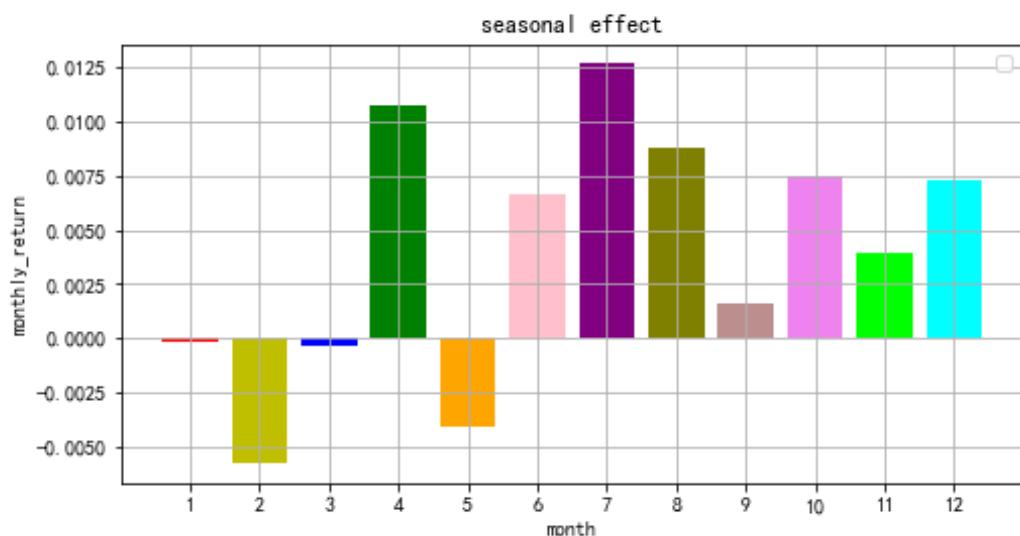


图 35：单品种目标波动率等权组合策略季节性表现

5.3.3 组合目标波动率策略

考虑品种间相关性，对组合设置目标波动率，采用以下的方法。

2.5 策略目标波动率

以上几种加权方式均没有考虑品种间的相关性。下面我们考虑一个包括 N 个品种的组合，将第 i 个品种的波动率和权重记作 σ_i 和 w_i ，第 i 个和第 j 个品种的相关系数记作 ρ_{ij} ，组合的波动率为

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}}$$

假设所有品种的权重都按事前波动率调整到目标波动率 σ_{tgt} ，那么组合的波动率为

$$\sigma_p = \sigma_{tgt} \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{1}{N^2} + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N \frac{1}{N^2} \rho_{ij}} = \frac{\sigma_{tgt}}{N} \sqrt{N + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N \rho_{ij}}$$

组合内品种间两两相关系数的均值为

$$\bar{\rho} = \frac{2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N \rho_{ij}}{N(N-1)}$$

代入上式中，则有：

$$\sigma_p = \sigma_{tgt} \sqrt{\frac{1 + (N-1)\bar{\rho}}{N}}$$

由此可见，分散化 ($\bar{\rho} \leq 1$) 使得组合的波动率低于单品种的目标波动率 σ_{tgt} 。我们可以通过平均相关系数来调整单品种的目标波动率，即在品种间相关系数上升（下降）时降低（提高）单品种目标波动率，那么这种动态的目标波动率即为

$$\sigma_{tgt}(\bar{\rho}) = \sigma_{p,tgt} \sqrt{\frac{N}{1 + (N-1)\bar{\rho}}} = \sigma_{p,tgt} \cdot CF(\bar{\rho})$$

对应第 i 个品种在 $t+1$ 期初的权重为

$$w_{t+1}^i = \frac{\sigma_{p,tgt}}{N\sigma_t^i} \sqrt{\frac{N}{1 + (N-1)\bar{\rho}}} = \frac{\sigma_{p,tgt}}{N\sigma_t^i} \cdot CF(\bar{\rho})$$

$\sigma_{p,tgt}$ 为组合的目标波动率， $CF(\bar{\rho})$ 称作相关性因子，用来调整每个品种的杠杆。所以问题的关键在于如何估计品种间两两相关系数的均值，当然一个简单的方法就是用前一段时间的收益率数据来计算两两相关系数均值并线性外推。

图 36: 海通研报：多品种期货策略中的权重分配

我们设置 5%、10%、15%、20% 的策略目标波动率，组合表现结果见：

\192.168.8.90\ 投研部 \Jessica\metal\portfolio\figure\portfolio_tvs

以组合目标波动率为 5% 为例，策略走势如下：



图 37：组合目标波动率加权后各品种走势图



图 38：组合目标波动率加权策略走势图

历史测试绩效如下表12

表 12: 组合目标波动率加权策略, 历史测试绩效 2015.09-2020.11

	realized_return	annual_return	annual_vol	max_drawdown	sharp	calmar
2015	0.074	0.231	0.055	-0.008	4.186	27.368
2016	0.155	0.160	0.059	-0.033	2.704	4.804
2017	0.041	0.042	0.054	-0.040	0.787	1.072
2018	0.109	0.113	0.057	-0.021	1.978	5.351
2019	0.042	0.043	0.057	-0.043	0.762	1.012
2020	0.213	0.256	0.071	-0.025	3.617	10.263
total	0.634	0.126	0.059	-0.043	2.124	2.948

季节性如下图39

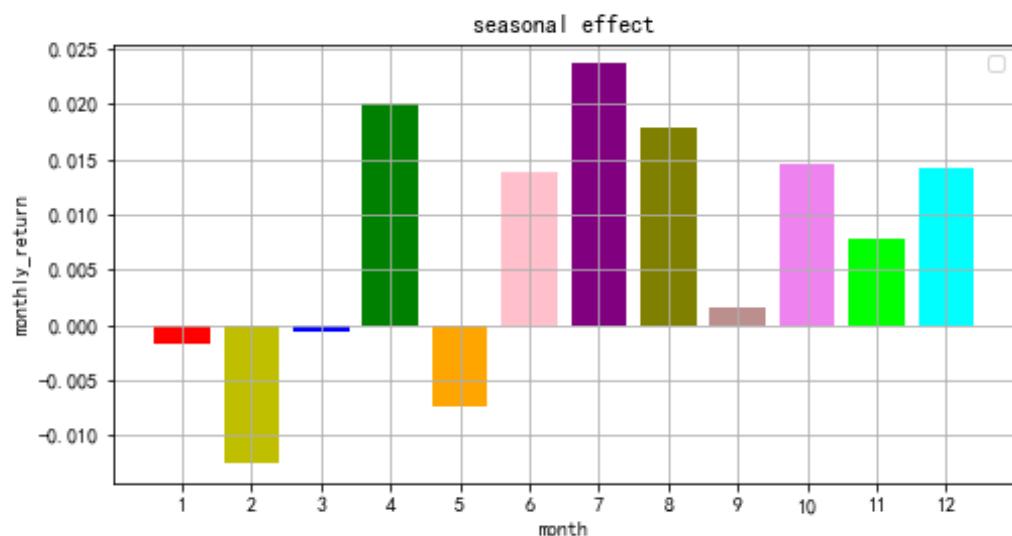


图 39: 组合目标波动率加权策略季节性