

替代套保（一） ——废铜与有色板块

摘要：

近几年来，产业链企业对利用商品期货进行套期保值，投入越来越多的关注度。而在套期保值工作的实践中，我们发现了几个在不同产业板块中都普遍存在的套保难点，其中最重要的一个是：缺少对应的期货对冲工具。

其实，这不是一个新问题。这是由场内交易品种必须满足标准化合约规格，其挂牌品种首要考虑实际生产中的关键地位，而非生产资料广泛（甚至完整）覆盖决定的。但是，在我们的咨询服务过程中，我们发现绝大部分的套期保值标的物都是非标品（90%以上案例），且涵盖不同商品板块。

同时，这还带来了另一个比较显著（也非常普遍）的问题——非标品现货价格数据大量缺失。这就造成了一种两难的局面：产业客户最需要的非标品套保服务，却成了实际套保策略设计中最缺少可靠数据的研发项目。

本文（及随后的系列报告），我们将在前期数据处理的基础上，提出一套**替代套保**的策略设计方案。我们的核心思路简单而明确：如何使用具有较高可信度和较完整历史记录的公开现货行情数据，替代目标非标品，并以该现货和场内期货价格时间序列为基础设计目标非标品的套期保值策略。

合理的替代套保方案将能极大提升期货管控风险的功能，扩大其套期保值的标的物适用范围。更重要的是，对产业链企业来说，原本很难（甚至看似不可能）进行套期保值的商品，提供了风险管控工具。而在寻找替代套保品种时，我们也发现稳定的套保标的物与替代品之间的价格波动相关性，往往是数据层面上对产业需求相似度的体现。同时，我们也认为产业资本较深入的介入资本市场，且根据其规避价格风险的需求而交易期货，有利于基于现货资源（供需变化等因素）发展更成熟有效的期货市场，发挥期货市场的价格发现和规避风险的功能。

本文集中考虑有色金属板块中的案例，并提供板块中，跨品种套保的测试结果。但是，替代套保的功效不限于有色金属，在黑色板块，农产品等板块中也普遍适用。实际上，就我们观察发现，在国内几乎所有生产领域，都存在寻求可用的对冲工具，并采用可操作的替代套保策略的迫切需求。

投资咨询业务资格：

证监许可【2011】1289号

研究院 量化组

研究员

陈辰

☎ 0755-23887993

✉ chenchen@htfc.com

从业资格号：F3024056

投资咨询号：Z0014257

研究院 有色金属组

研究员

李苏横

☎ 0755-23614607

✉ lisuheng@htfc.com

从业资格号：F3027812

投资咨询号：Z0014051

研究院 量化组

研究员

何绪纲

☎ 0755-23887993

✉ hexugang@htfc.com

从业资格号：F3069194

一、背景介绍

我国工业体系最显著的特点：具有高度完整性和相当的复杂性。据工信部数据，我国工业拥有 41 个工业大类，207 个工业中类，666 个工业小类，是目前全球经济中唯一拥有联合国产业分类中所列全部工业门类的国家。实际上，我国早在 2010 年我国制造业增加值就已经超过美国，成为世界制造业第一大国。

同时，我国期货市场的发展也是突飞猛进。截止 2020 年 7 月 28 日，我国衍生品上市数量达到 84 个，其中期货品种 66 个，期权品种 18 个。2019.01-2019.12 年度，期货市场累计成交量（3962.08 百万手），成交额（290.61 万亿元）均创出了历史新高。这其中商品期货交易占全市场份额的 98.32%，凸显了我国制造业大国的地位。

然而，在产业链企业迅猛发展的同时，其风险管控能力及利用金融市场转移风险的意识却并不成熟。客观地说，这种情况是由内外两个方面的因素造成的。从内在的角度，产业链企业存在两种较极端的认识误区。

一方面，有些企业通过接触到的现货报价等渠道，以及过往的经验，对某商品未来的价格走势形成一定的判断。于是自觉或不自觉得形成投资逻辑，然而这些投资逻辑并非都是对冲风险，有时候反而成了利用期货进行杠杆交易，更大程度暴露自身资产的风险。从而认为，期货交易最有利的办法，是利用自身信息优势获利。我们认为，这是混淆了期货工具套保和投机的功能。更全面和更准确信息的确是期货交易盈利的一个基础，但是，其交易模式（换手率、交易策略、参考量化指标等）与套期保值策略大相径庭，且完全服务于不同的目标。从量化投资的角度来说，最终需要优化的目标函数并非同一类型。

另一方面，有些企业较少接触衍生品市场，并不清楚如何利用自己行业（定价权）地位等优势，更有效借助期货市场锁定未来价格，保证自身获取更健康的现金流。从而认为套期保值只是一个“亏本买卖”，并不愿意深入了解其风险管控的功能。我们认为，这是不了解期货市场转移风险的运作机制，甚至有些是过往不成熟的交易操作造成损失而导致的固有印象。

从外在的角度来看，我国期货行业切实服务于产业链企业的能力还有待提高，特别是专业且深入到技术细节的工作并未能完全满足企业的需求。我们根据真实客户的咨询内容和反馈意见，总结出如下几个关键需求点：

1. 缺乏具有针对性的完整套保策略方案开发流程；
2. 对于套期保值标的物（绝大多数是非标品），无直接对应的场内工具实施套保策略；
3. 套期保值策略实施的现金成本，交易手续费等交易风险点识别；

4. 多品种套保中，多风险来源的联合风险管控需求。

在我们之前的一系列套期保值报告中，我们已经对需求点 1 提出了自己的一套完整方案开发流程，简而言之分成两个部分：套保可行性分析部分，和策略模拟回测进而提供套保头寸建议。对于问题 3，我们也发布了专题报告^[1]，我们发现当策略的统计效果相近时，选择成本更低的方案将有更优效果。问题 4，我们会在随后的研报中给出解决方案。本文将集中针对问题 2，提供我们的研究结果。

对于非交割品套保，通常并没有对应场内期货可以直接使用。而当我们着手研究非标品套保的可行性时，又往往会发现，其价格时间序列有大量数据缺失（报价非公开、记录不完整等）。对此，我们开发了替代套保策略：使用具有较高可信度和较完整历史记录 of 公开现货行情数据，寻找与目标非标品价格变动最接近的现货价格时间序列，并以此为基础设计目标非标品的套期保值策略。我们将看到这两个难点实际上可以在传统最小波动率对冲的理论基础上，使用同一个模型的变形进行处理。

二、方法介绍

作为替代套保方法论的介绍，我们将选用有色金属类现货/期货作为主要的测试对象。

首先，我们在做套保可行性分析时，将通过比较现货的相似程度（经济学意义，化学意义等方面），选择最贴近于目标现货的标准交割品现货。这样，目标现货与替代现货具有较稳定的相关性，并且存在价格传导的机制，一定程度保持他们价格波动的一致性。比如，我们考虑废铜的套保方案，可以考虑最接近交割规格的铜现货替代，同时反向持有铜期货进行风险对冲。

为了进一步扩大替代套保方法的适用范围，我们将利用有色板块各品种之间的相关性。比如上面的例子中，我们尝试使用铅，锌，铝等品种的现货/期货来做替代套保计算。我们发现其中的相关性具有长期的稳定性，具备一定的套保能力。说明，我们的替代套保方法可以极大扩展现有场内期货工具的风控范围，进而对从前看起来并无对应场内期货的商品开发套保策略。

同时，非标套保商品的历史价格数据往往多有遗漏。我们将使用 Bootstrap 和蒙特卡洛的方法估算标的物与替代现货之间的相关性，并使用相关性外推的方法得到对应于无数据丢失情况下的最小波动率对冲比例。我们将基于蒙特卡洛模拟数据，给出估算均值和方差，并与真实的最小波动率结果进行比较，以验证方法的有效性。

需要强调，从我们提供套保服务的经验来看，非标品的价格缺失是一个非常普遍的现象。所以，在我们看来，替代套保策略所面对的核心问题是两个，并且互为伴生关系：

- 1) 寻找合理的替代套保标的物；
- 2) 在数据缺失的情况，合理估算套保标的物与对冲工具的相关性。

三、模型介绍

我们分析如何得到最小波动率对冲比例的模型^[2]，通过公式变换，引出我们的套保策略思路。对冲组合收益率为：

$$\begin{aligned} R &= r_s - hr_f \\ &= (r_{s'} + \Delta_{ss'}) - hr_f \end{aligned} \quad (1)$$

其中

$$\Delta_{ss'} \equiv r_s - r_{s'} \quad (2)$$

r_s 是套保标的物的收益率， $r_{s'}$ 是替代套保现货的收益率， $\Delta_{ss'}$ 是套保标的物收益率减去替代套保品收益率。我们将标的物收益率分解成了替代现货收益率部分加上残差部分。然后，根据最小波动率模型，我们得到最小波动率对冲比例为：

$$h = \frac{\text{cov}(r_{s'}, r_f)}{\sigma_f^2} + \frac{\text{cov}(\Delta_{ss'}, r_f)}{\sigma_f^2} \quad (3)$$

容易看出来，最小波动率对冲头寸来自两个方面贡献。方程右边第一项是当我们使用替代套保现货计算最小波动率对冲头寸的结果。为此，替代套保现货一般可选交割品或接近交割品，同时又与目标套保品种比较接近的商品（经济学意义和/或化学意义上）。我们假设（一般情况下都成立），替代套保现货数据完整、记录规范，并且达到日度采样频率。这样，我们认为第一项总能给出“正确”的结果。

方程右边第二项来自于目标套保品收益率残差的贡献。我们注意到，在公式（3）中，我们并不需要直接计算套保标的物与对冲工具之间的相关性，甚至我们也不需要计算目标标的物与替代现货之间的相关性。而只需要集中考虑残差与期货之间的相关性，从而极大的简化研究目标。

另一方面，因为公式（3）中的两项具有可加性，所以这两项对于对冲比例的贡献可以分开计算/估算。上面论述中，我们知道第一项可使用常规方法计算。第二部分则涉及到我们提到的非标品现货价格缺失问题，所以，我们将采用估算的方式。

首先，我们将从已有现货数据中，随机提取部分数据估算残差与期货之间的相关性。在数据缺失一定比例的情况下（缺失数据 10%，20%...），得到相关性的估算值。同时，我们分析相关性估算值随数据缺失程度的变化规律，对数据建模。

然后，再利用模型公式外推到无数据缺失情况下估算的相关性。进而利用蒙特卡洛方法生成模拟数据，得到标的物收益率残差与对冲工具之间的相关性，并给出误差范围。

最后，我们比较完整数据的计算结果和估算结果，从而验证方法的有效性。为了避免时段行情的影响，我们将数据大致均分成两部分，比较早期和近期的模型表现。

四、模型测试

4.1. 相关性测试

我们将针对废铜进行套保设计：

- 1) 废铜 1--1#光亮铜线:上海
- 2) 废铜 2--1#废铜(Cu97%):北京
- 3) 废铜棒--再生黄铜棒（进口废铜棒）：江浙沪

替代现货为：

- 1) 长江有色市场:平均价:铜:1#
- 2) 长江有色市场:平均价:铅:1#
- 3) 长江有色市场:平均价:锌:0#
- 4) 长江有色市场:平均价:铝:A00

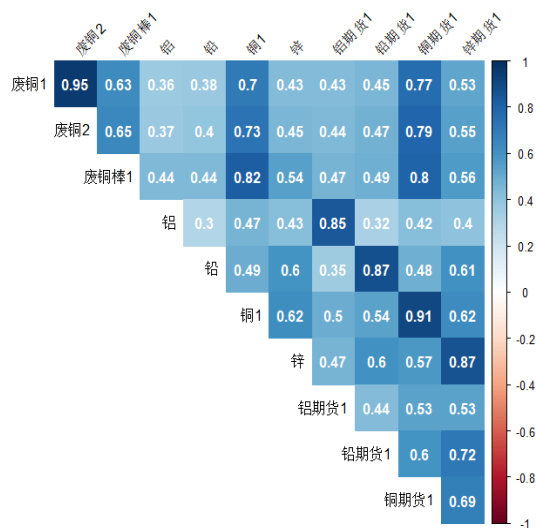
对冲工具均为替代用现货所对应的期货主力合约，也就是铜，铅，锌和铝在上期所挂牌的主力合约。

首先，我们使用全部历史数据（2011 年以来），计算套保标的物、主要参考现货和对应期货（主力合约），之间的两两相关性。（如图 1-3 所示）

为了印证相关性的稳定性，避免一时行情的现象级表现，我们辅助测算前期/后期的相关性矩阵。测试数据覆盖 2011-03 至 2020-06；前期为 2011-03 至 2015-10；后期为 2015-11 至 2020-06。我们看到，各期货品种之间在测试时间段，有比较稳定的相关性，这是由有色金属商品的工业应用范围比较接近决定的。废铜等商品与铜现货的稳定相关性则由其化学成分接近，而在一定加工条件下具有较好可替代性保证的。这也是我们强调的，替代套保成败的关键

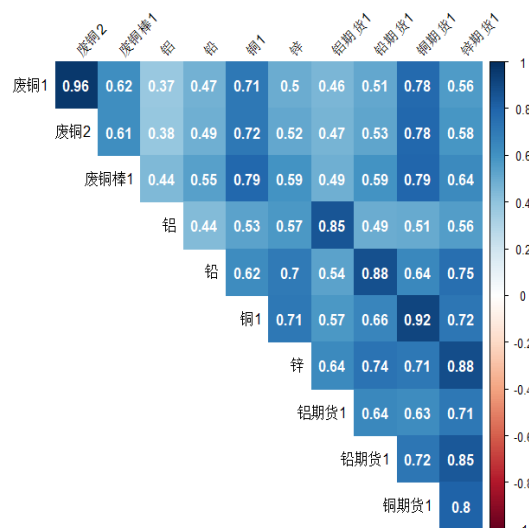
由替代物与标的物之间的稳定相关性决定，而这种相关性需要具备较强且稳定的经济学联系或者化学成分相似性作为支撑；并能够在数据角度，用替代套保品的替代能力（解释力），给出定量验证。我们将看到选取的测试对象如何满足（或不完全满足）上述条件。

图1：期现相关性（2011-03至2020-06）



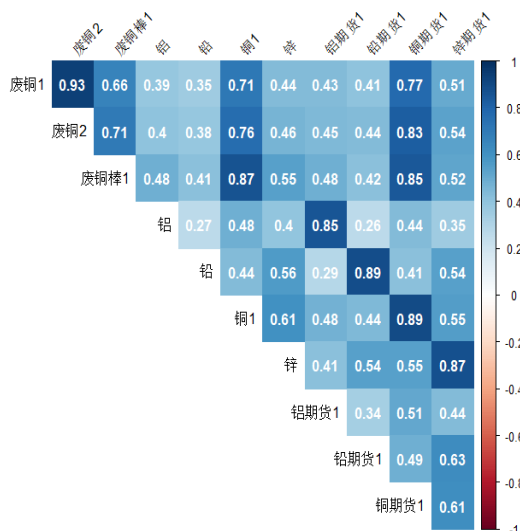
数据来源：天软 华泰期货研究院

图2：期现相关性（2011-03至2015-11）



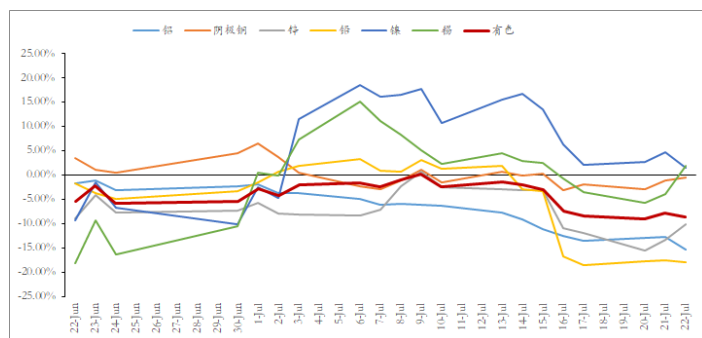
数据来源：天软 华泰期货研究院

图3：期现相关性（2015-10至2020-06）



数据来源：天软 华泰期货研究院

图4：有色金属持仓量变动图



数据来源：Ricequant 华泰期货研究院

我们看到，有色金属板块内的期/现货之间的相关性近几年比较稳定。而从交易层面来看，我们也能看到不同品种虽然活跃度有所不同，但是场内资金的流动却保持了高度一致性。这也是我们认为有色金属板块中不同品种间价格波动特征目前较为趋同的一个佐证。

4.2. 现货 vs. 期货

进一步，我们分析交割品与期货价格之间的相关性，并计算最小波动率套保比例。这里我们依然使用全部数据进行测试，同时分成接近等分的前期/后期两部分，从而观察算法稳定性（这里并非套保比例的稳定性，套保比例一般会根据市场行情变化而变化）。并且将其作为参考组结果，与下文中有缺失数据的情况做对比。

需要说明，我们这里采用最小波动率公式计算套保比率，并非意味着该方法一定是最优（甚至是可执行）对冲方案，而只是方便我们介绍替代套保的方法论，在后续的报告我们将给出更多应用实例。

表格 1：目标套保商品对冲比例

期货品种	时段	废铜 1	废铜 2	废铜棒
铝期货	2011-03 至 2020-06	0.7424	0.7621	0.5725
	2011-03 至 2015-11	0.9308	0.9919	0.6790
	2015-10 至 2020-06	0.6538	0.6546	0.5238
铅期货	2011-03 至 2020-06	0.5607	0.5886	0.4338
	2011-03 至 2015-11	0.6736	0.7239	0.5313
	2015-10 至 2020-06	0.4778	0.4896	0.3631
铜期货	2011-03 至 2020-06	0.9076	0.9469	0.6847
	2011-03 至 2015-11	0.8291	0.8725	0.5861
	2015-10 至 2020-06	1.0207	1.0567	0.8218
锌期货	2011-03 至 2020-06	0.6147	0.6641	0.4711
	2011-03 至 2015-11	0.7038	0.7551	0.5422
	2015-10 至 2020-06	0.5503	0.5644	0.4229

数据来源：天软 华泰期货研究院

明显，废铜、废铜棒因为其相关性接近于铜期货，同时，我们注意到其他有色品种因为价格走势接近，也能在一定程度上作为对冲工具使用。这样的测试结果表明，经济学和化学性质的接近程度将是我们选择替代套保工具的重要判断依据。

这一点也可以从回归分析中看到。我们将废铜 1 价格波动对不同品种的期货做回归分析。得到不同期货的 Rsq 分别为：{0.1887; 0.1623; 0.5828; 0.2449}。铜和锌对废铜 1 的价格波动具有最好的解释力，替代套保的成功率更高，能够覆盖的风险敞口更完整。

进一步，我们看到，即使是使用铜期货作为对冲工具，由于市场行情的变化（此处为若干年的较长周期），最小波动率头寸也有了一定程度的变化。比如对于废铜 1，最小波动率

对冲比例就由前期的 0.83 上升到了近期的 1.02，提升了约 23%。废铜 2 和废铜棒的对冲比例变化趋势于此相似。是否能捕捉到这样的定量特征也是验证我们替代套保是否可行的重要依据之一。

4.3. 铜现货替代套保

现在，我们假设：废铜、废铜棒数据存在缺失，缺失比例为：{50%，60%，70%，80%，90%}。使用长江有色市场:平均价:铜:1# 为替代套保品，其历史数据记录完整。最终估算出针对原套保标的物的套保比例。

计算/估算过程根据公式 (3) 进行：1.公式右边第一项通过铜交割现货和铜期货直接计算，不存在数据缺失；2.公式右边第二项为估算部分，将做估算处理。估算方式如下：

- 1) 按数据缺失比例，随机剔除目标套保商品的日度价格数据，然后计算公式 (3) 第二项协方差部分的贡献值。在实际情况下，数据缺失一定比例，如此处的 50%，更多的数据缺失比例可以使用同样的随机剔除法得到。
- 2) 重复计算过程 1)若干次 (Bootstrap^[3])，得到在数据缺失一定比例时，公式 (3) 第二项协方差部分的统计分布，从而得到该分布的均值和方差（分布满足高斯统计分布——均可通过 Kolmogorov-Smirnov test，统计建模只需使用均值和方差）。
- 3) 对缺失数据情况下的协方差均值和方差对缺失比例做线性拟合，进而外推至数据无缺失（缺失比例 0%），情况下的协方差均值和方差估算值。
- 4) 使用蒙特卡洛方法，利用估算值生成模拟数据，得到无数据缺失情况下协方差部分的估算值。
- 5) 结合公式 (3) 第一项结果，给出套保标的物对应对冲比例。

上述计算过程中，有两个关键部分，我们需进一步给出明确的测试结果：Bootstrap 方法获得的分布规律和线性拟合及其外推至无数据缺失情形。我们依然以废铜 1 为例，给出测试结果。

图5: 数据缺失比例为 50%, 协方差部分统计分布

Skewness: 0.83; Excess Kurtosis: -0.54

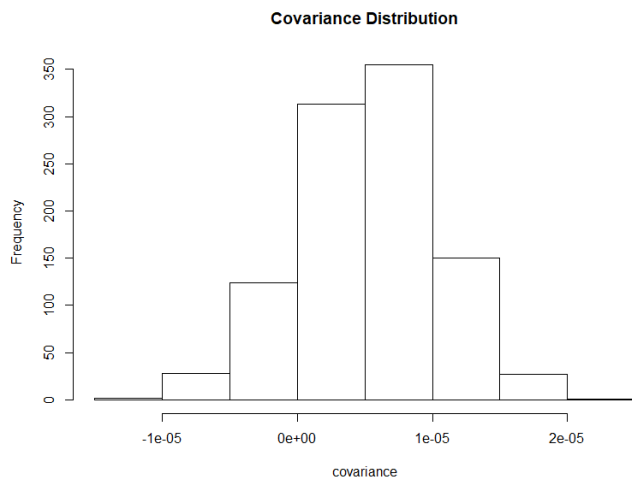
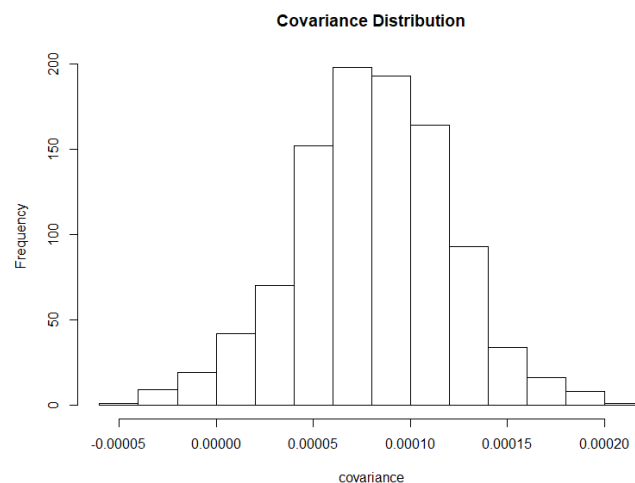


图6: 数据缺失比例为 90%, 协方差部分统计分布

Skewness: 0.07; Excess Kurtosis: 0.03



数据来源: 华泰期货研究院

数据来源: 华泰期货研究院

从上图可知, 统计分布无肥尾尖顶等特征, 接近高斯统计分布。Kolmogorov-Smirnov 测试, 在 $D\text{-statistic} < 0.05$ 的条件下均不能推翻统计分布为高斯统计分布的原假设。所以, 我们所需的统计模型为高斯分布, 所需模型参数也简化为协方差的均值和方差。

然后, 我们对目标参数进行拟合 (log~log)。这里我们给出后半段数据的结果, 因为不同时段结果差异不大, 而我们更关心方法在近期的有效性。

表格 2: Bootstrap 估算&回归模型外推估算协方差

数据缺失比例	协方差均值(Bootstrap)	协方差方差(Bootstrap)	协方差均值(回归模型估算)	协方差方差(回归模型估算)
0.90	1.47E-04	6.74E-05	1.47E-04	6.92E-05
0.80	5.95E-05	2.81E-05	5.87E-05	2.75E-05
0.70	3.08E-05	1.66E-05	3.14E-05	1.60E-05
0.60	1.93E-05	1.10E-05	1.93E-05	1.09E-05
0.50	1.30E-05	7.77E-06	1.30E-05	8.12E-06
0.40	9.27E-06	5.76E-06	9.22E-06	6.37E-06
0.30	6.89E-06	4.15E-06	6.84E-06	5.19E-06
0.20	5.30E-06	3.00E-06	5.24E-06	4.34E-06
0.10	4.33E-06	1.87E-06	4.12E-06	3.71E-06
0.00	3.48E-06	0.00E+00	3.31E-06	3.23E-06

数据来源: 华泰期货研究院

从上表中，我们可以看出不仅估算值的方差随着数据缺失量的增大而持续变大；协方差的估算均值会随着数据量的减少而发生较大变化（跨过了两个数量级）。方差的变化表现了估算误差的增大，这是比较容易理解的，因为数据量缺失必然带来估算值与真实值之间的偏离度增大。

但是，估算值均值单调增大则说明了另一个关键问题。从数据采样尺度的角度来看，当我们缺失 50% 数据时，平均采样频率就已经下降为 2 个交易日一次；当数据缺失 80% 时，平均采样频率已经接近为周度采样。这里可以结合我们之前的报告中提出的多周期尺度研究金融数据的结果^[4]，把数据缺失理解为等同于拉长观察时间尺度之后的相关性变化结果。一般认为，数据的高频率波动性包含一定程度的噪音（低频角度来看），所以，当我们拉长了采样时间之后，就在一定程度将短线上价格走势的背离当作噪音剔除。但是，现在我们的研究目标是估算出日度数据体现的相关性，所以，我们利用模型对缺失数据量更少的情況外推，直至获得相当于无数据缺失的相关性估值。

上图蓝色部分是用于建模的数据，红色部分是模型外推结果。协方差均值最终的估算结果与真值接近（偏小约 4.9%）；真实值在无数据缺失情况下不存在误差，所以方差为 0，但是估算值则保持随缺失量减少而递减，但终不为 0，这为我们后续利用蒙特卡洛技术提供了模型参数。

4.4. 替代套保对冲比例

现在我们使用蒙特卡洛技术，生成模拟数据。

图7：协方差模拟数据统计分布

Skewness: 0.03; Excess Kurtosis: 0.04

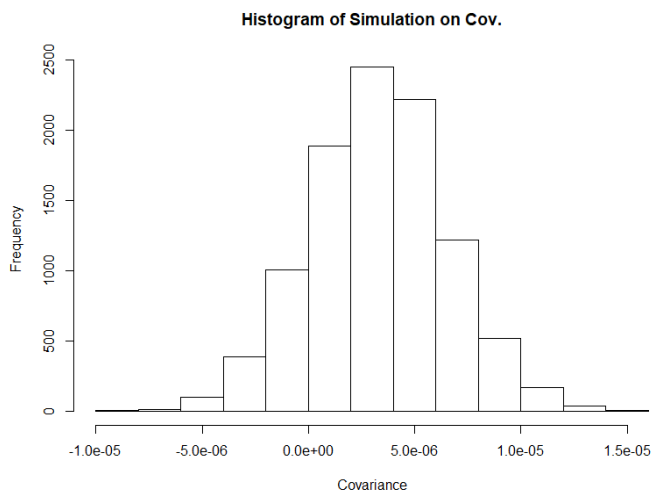
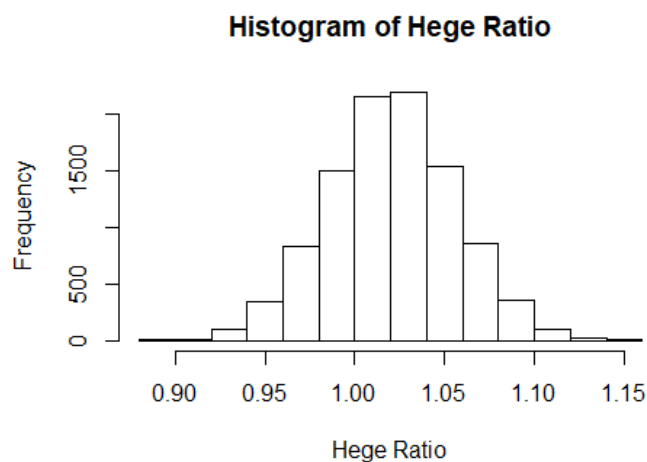


图8：对冲比例统计分布



数据来源：华泰期货研究院

数据来源：华泰期货研究院

代入公式 (3) 的第二项，我们得到对冲比例的统计分布——均值为 1.0210，方差为 0.0356，与真实值接近。

同样的方法，再应用到废铜 2 和废铜棒上，我们有如下结果：

表格 3：铜期货替代套保的套保比例对比（数据缺失比例 > 50%）

	数据有缺失:套保比例（标准差）			完整数据:套保比例		
	2011-03 至 2020-06	2011-03 至 2015-11	2015-10 至 2020-06	2011-03 至 2020-06	2011-03 至 2015-11	2015-10 至 2020-06
废铜 1	0.9308 (0.0211)	0.7522 (0.0278)	1.0210 (0.0356)	0.9076	0.8291	1.0207
废铜 2	0.9586 (0.0207)	0.8888 (0.0279)	1.0542 (0.0344)	0.9469	0.8725	1.0567
废铜棒	0.7002 (0.0182)	0.6102 (0.0276)	0.8254 (0.0288)	0.6847	0.5861	0.8218

数据来源：Wind 华泰期货研究院

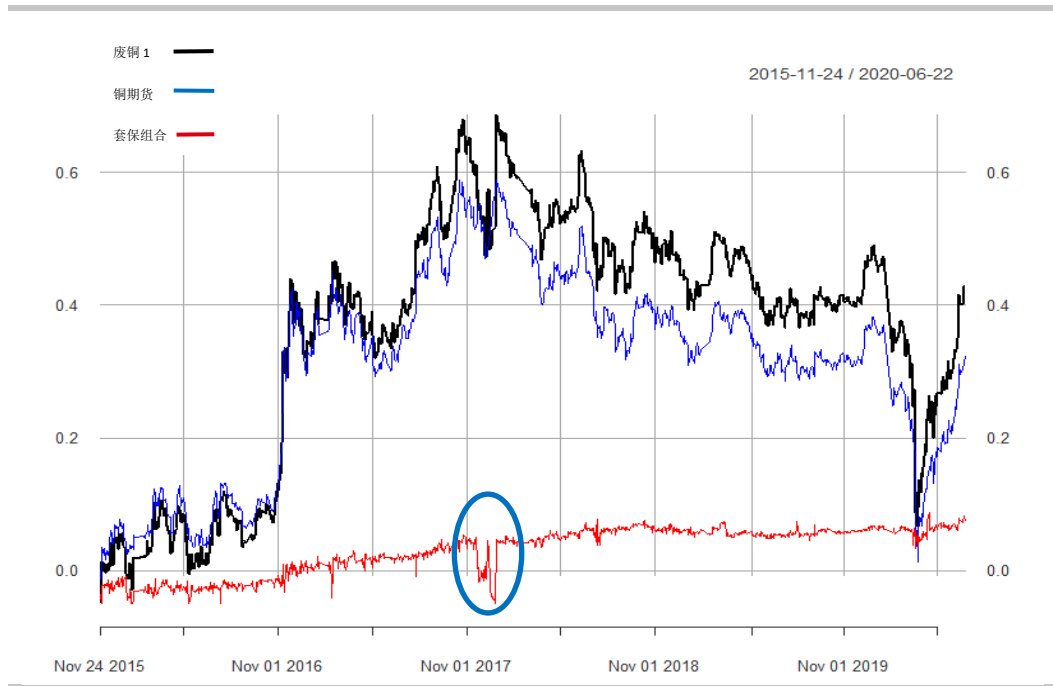
整体来看，替代套保均能达到较好的估算结果。时间演变的规律得以复现--均为近期最小波动率对冲比例高于前期。替代套保的目标可以达成。

后期的替代结果好于前期，估算结果与均值的差异都小于一个 sigma。我们认为这说明国内市场的发展越发成熟，市场效率在提高，行业内价格传导效应，和化学属性接近的商品

之间价格的趋同效应越来越显著。这为我们利用期货进行跨现货品种套保带来了市场基础。

对于套保效果，我们展示废铜1近年来套保组合的净值曲线。这里使用对冲比例为1.021（在第3位有效数字上，估算值与无数据缺失的理论值相同）。

图9：废铜1套保组合收益率净值曲线（替代品--长江有色金属市场:平均价:铜:1#）



数据来源：天软 华泰期货研究院

套保组合的风险管控效果十分明显。蓝圈中的套保组合波动特征与期现价格出现了短期背离，但迅速恢复，长期来看也不影响套保组合效果。

据我们所知，废铜市场尽管有了长足发展，但是价格的传导速度依然有所滞后。在市场刚发生一些较极端状况时，大量废铜企业并未选择套保，现货交易也选择捂盘、观望。但是，侥幸心理难以抵抗市场大势，蓝圈时段过后，废铜中长期价格再未持续走强，直到非常近期的反弹；而与此形成鲜明对比的是，套保组合基本上完全锁定了价格。

4.5. 更多替代套保结果

这促使我们思考，是否在有色金属板块内，可以在其他期货品种中挑选对冲工具？为此，我们假设并无铜期货可以使用，而改用铝，铅和锌期货作为对冲工具。注意，我们这里依然不是寻找最优套保工具，而是假设针对某一套保标的物，没有直接对应的场内期货可以使用，所以不得不考虑利用其他品种期货实施套保。这一类情况其实是实际操作中，我们

最常见的情况，且不限于有色金属板块，在黑色板块，农产品等板块中也普遍存在。所以，我们这里考虑的问题具有一般意义。

1) 使用铝现货替代，并利用铝期货作为对冲工具：

表格 4：铝期货替代套保的套保比例对比（数据缺失比例 > 50%）

	数据有缺失:套保比例（标准差）			完整数据:套保比例		
	2011-03 至 2020-06	2011-03 至 2015-11	2015-10 至 2020-06	2011-03 至 2020-06	2011-03 至 2015-11	2015-10 至 2020-06
废铜 1	0.6961 (0.0365)	2.2506 (0.0771)	0.5868 (0.0460)	0.7424	0.9308	0.6538
废铜 2	0.7120 (0.0367)	2.3487 (0.0775)	0.5901 (0.0453)	0.7621	0.9919	0.6546
废铜棒	0.5013 (0.0361)	0.6377 (0.0561)	0.4496 (0.0474)	0.5725	0.6790	0.5238

数据来源：Wind 华泰期货研究院

可以看出，对于废铜 1&2，在较早期并不能给出合理的替代套保头寸。而到了近期，则有了更好的替代基础。

2) 使用铅现货替代，并利用铅期货作为对冲工具：

表格 5：铅期货替代套保的套保比例对比（数据缺失比例 > 50%）

	数据有缺失:套保比例（标准差）			完整数据:套保比例		
	2011-03 至 2020-06	2011-03 至 2015-11	2015-10 至 2020-06	2011-03 至 2020-06	2011-03 至 2015-11	2015-10 至 2020-06
废铜 1	0.5472 (0.0324)	1.0684 (0.0482)	0.4477 (0.0454)	0.5607	0.6736	0.4778
废铜 2	0.5680 (0.0325)	1.1362 (0.0482)	0.4627 (0.0455)	0.5886	0.7239	0.4896
废铜棒	0.4262 (0.0303)	0.5259 (0.0353)	0.3393 (0.0483)	0.4338	0.5313	0.3631

数据来源：Wind 华泰期货研究院

与使用铝类似，利用铅来替代时，近期比早期效果好。

上文中计算的 Rsq 解释力强弱，与替代套保的成功率保持了较好的一致性。

3) 使用锌现货替代，并利用锌期货作为对冲工具：

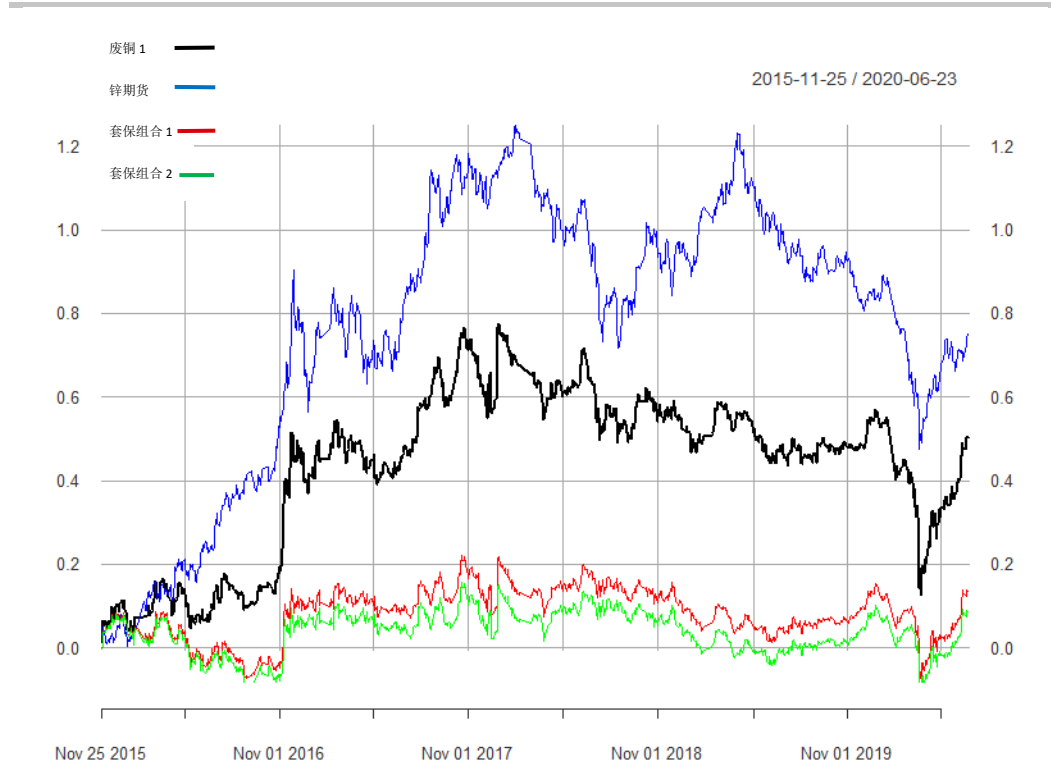
表格 6：锌期货替代套保的套保比例对比（数据缺失比例 > 50%）

	数据有缺失:套保比例（标准差）			完整数据:套保比例		
	2011-03 至 2020-06	2011-03 至 2015-11	2015-10 至 2020-06	2011-03 至 2020-06	2011-03 至 2015-11	2015-10 至 2020-06
废铜 1	0.6125 (0.0263)	0.7329 (0.0438)	0.4820 (0.0350)	0.6147	0.7038	0.5503
废铜 2	0.6416 (0.0264)	0.8222 (0.0439)	0.5007 (0.0341)	0.6441	0.7551	0.5644
废铜棒	0.4426 (0.0241)	0.5661 (0.0374)	0.3610 (0.0330)	0.4711	0.5422	0.4229

数据来源：Wind 华泰期货研究院

锌在远期和近期都能实现一定的替代功效，而且缺失数据估算基本上都能得到合理的结果。实际上，我们认为这正是锌期货走势对废铜 1 解释力强于铝和铅，在最后替代套保结果中的表现，我们比较一下净值表现：

图10： 废铜 1 套保组合收益率净值曲线（替代品--长江有色金属市场:平均价:锌:0#）



数据来源：天软 华泰期货研究院

套保组合 1 使用替代套保计算的对冲比例（数据缺失>50%）；套保组合 2 使用完整数据并直接使用锌期货和废铜 1 数据计算得到。

我们看到，对冲组合平均波动率大于使用铜期货套保，但是也达到了一定的风险对冲效果。同时，我们的替代方法得到了非常逼近于无数据缺失情况的结果，替代策略的有效性获得了验证。

五、总结

本文提出替代套保方案应对我们在套期保值研究和服务过程中遇到的两个关键性问题：1. 如何挑选非标品的对冲工具；2. 真实环境下如何处理现货数据缺失。首先，在我们的企业风控咨询业务中，90%以上是针对非标品进行。而这些品种则往往因为各种原因无法获取完整现货数据。这类现象十分普遍，即使是一些大型上市企业一般也只记录成交/采购价格，鲜有全品种日常报价的完整记录。

这两个问题的难度在于，通常情况下，如果数据缺失就很难对期现相关性做合理估算，更不用说在此基础上，通过合理标准挑选合适的对冲工具。

我们从**定性**和**定量**两个角度来考虑：

首先，定性分析是前提。替代套保品需要在经济学意义和/或化学意义上与被替代标的物接近，才能保证存在足够的相关性，或则相关性的稳定性得到保证。

其次，我们必须从数据角度，用替代套保品的替代能力（解释力），给出定量验证及应用方法。因为化学成分接近，经济学上有直接替代意义的废铜，我们也可以看到废铜-铜与铜期货之间的协方差随着数据的缺失，协方差计算值可以相差 2 个数量级（~100 倍差异）。直接使用缺失数据必然导致替代套保方案失败。

为此，我们使用 Bootstrap 和蒙特卡洛方法。通过对数据进行反复采样，估算缺失数据情况下的协方差，然后利用回归方法建模，反推出无数据缺失时可能的协方差值。因为这样的估算方法总是存在误差，所以，最后再使用蒙特卡洛技术，生成模拟数据估算协方差及其标准差。

对于废铜和废铜棒，铜期货毫无疑问是最好的套保工具，即使**数据缺失 50%**，也能保持对冲比例**估算误差在 5% 以内**；而无数据缺失情况下出现的对冲比例变化规律，也可以准确复现。然而，在假设无铜期货可用的条件下，我们使用有色板块内其他品种期货进行替代套保。近期的结果显示，替代套保策略均可实现。锌因为其较好的解释力（ R_{sq} ）和较高的替代套保成功率，表现较为突出。后续，我们将继续研究替代套保的更多案例，丰富我们的模型应用。

六、参考文献

- [1] 华泰期货套期保值系列（九）20200402：套期保值成本与风险预算
- [2] Stephen Figlewski, “*Hedging with Stock Index Futures: Theory and Application in a New Market*”, The Journal of Futures Markets, Val. 5, No. 2, 183-199 (1985)
- [3] B. Efron, “*Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife*”, The Annals of Statistics, Vol. 7, No. 1, pp. 1-26 (Jan., 1979)
- [4] 华泰期货金融时序专题：金融科技赋能投研系列：多尺度金融数据分析(一至五)

● 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

地址：广东省广州市越秀区东风东路761号丽丰大厦20层

电话：400-6280-888

网址：www.htfc.com