Curve 因子与基差动量因子

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

何绪纲
☎ 0755-23887993
✉ hexugang@htfc.com
从业资格号：F3069194

镇谌博
☎ 0755-23887993
✉ zhenchenbo@htfc.com
从业资格号：F3080231

摘要：

我们在本篇报告中对价格曲线进行了剖析。从价格曲线的成因以及其包含的风险溢价，进而如何影响我们的交易、盈亏做出了详实的介绍，为什么投资者愿意长期持有深度贴水的铁矿石多头，不愿意长期持有同样贴水结构的股指期货空头的逻辑也就迎刃而解。

对于使用期货做对冲的投资者，一般对冲周期较长，尤其需要关注期限结构的因素。针对具有季节性的品种，升水结构/贴水结构收到了季节性与期限结构的叠加，如果考虑改进期限结构因子策略，可以考虑剔除这部分影响后再进行截面对比。

Curve 因子通过做多远期合约、做空近期合约，由于远月合约距离到期时间较长，需要承担更大的不确定性，所以市场会在不同到期期限的期货合约内嵌入相匹配的风险溢价以补偿投资者承担到期前合约价格不确定的风险。而 Curve 因子又是基差动量因子中的一类（基差、动量都是非常重要的风险因子），基差动量因子可以拆分为曲率状态、斜率的变化两部分，帮助我们深度了解基差动量因子是怎么刻画价格曲线的。

我们将基差动量因子与动量因子、基差因子的预测效果进行对比，考察三个因子对主力连续合约与 spread（5-2 月价差）的预测效果。在预测主力时，全时间段基差动量与基差日收益率显著不为 0，夏普分别为 0.76、0.67.动量策略在 2016 年至今表现强于基差动量与基差。预测 spread 时，三个因子的 T-value 均较低，不能拒绝收益率为 0 的假设。相对来说，基差动量与基差比动量的效果更佳。有趣的是，在 Martijn Boons 与 Melissa Porras Prado 对外盘测试中[2]，基差动量是三个因子中唯一对 spread 有显著预测效果的因子。我们认为在国内市场，基于基差动量与基差因子的结合是有机会对 spread 进行预测，后续我们也将在多因子上做出更多的尝试。

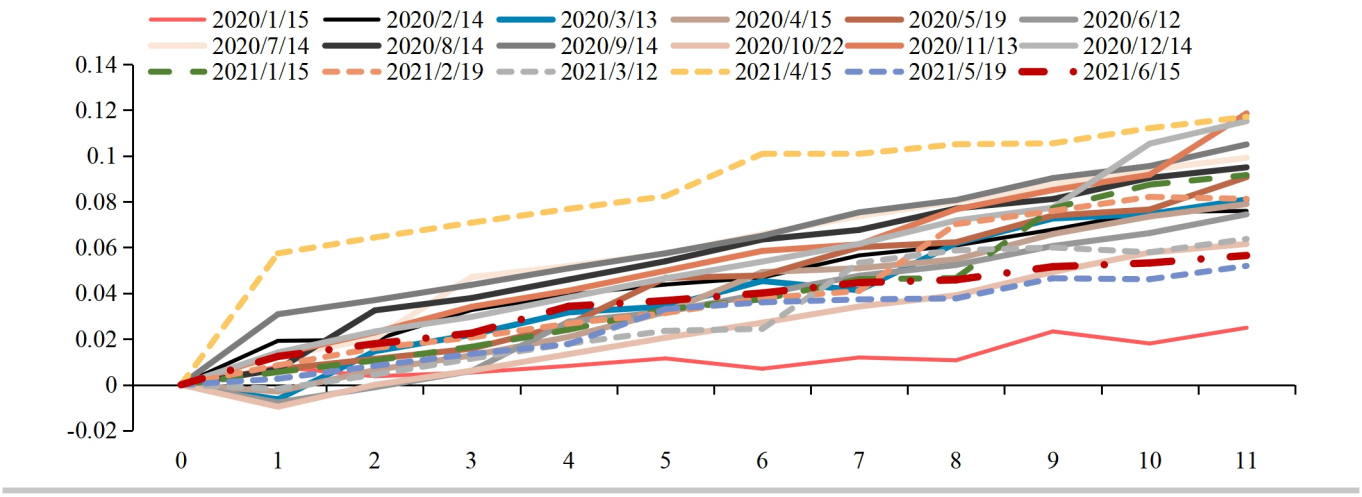
基差动量因子中包含的信息要比我们现阶段理解的更为丰富，需要叠加基差因子、动量因子、以及价格曲线的水平、斜率、曲率信息，对市场有更全面且立体的认识。

一、 期限结构

（一）期货价格曲线

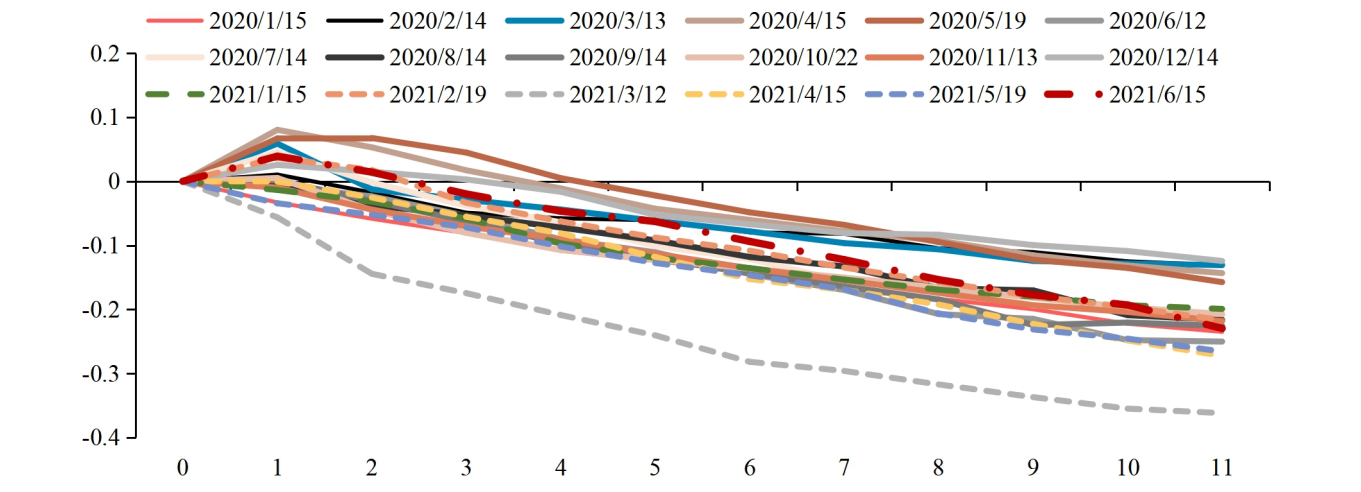
期货品种同时有多个合约上市，而合约的价格不尽相同，有的期货品种价格曲线（期限结构）是升水结构，即远月合约比近月合约更贵，如 PTA 就是升水结构；有些期货品种价格曲线是贴水结构，如铁矿石的期限结构长期处于贴水；还有些期货品种季节性较强，升贴水结构主要受季节性的影响，农产品大多属于此类，如鸡蛋在 12 月，1 月以及 8 月，9 月合约价格较高，这主要是受到春节、端午、中秋以及国庆节假日临近，鸡蛋需求上行拉动。为了方便比较，我们将所有对价格曲线做归一化处理，本文使用 ln(合约价格)/ln(当日的近月合约价格) 替换合约价格进行分析。

图 1： PTA 期限结构



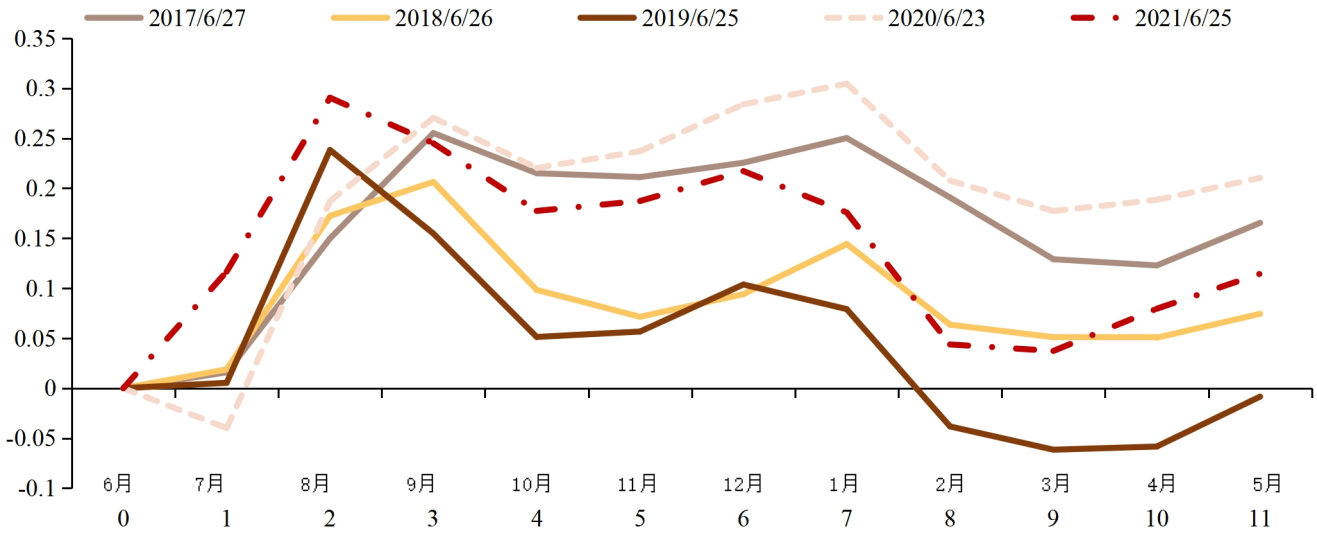
数据来源：天软，华泰期货研究院

图 2： 铁矿石期限结构



数据来源：天软，华泰期货研究院

图 3： 鸡蛋季节性期限结构（统计每年的 6 月合约到期日期的曲线）



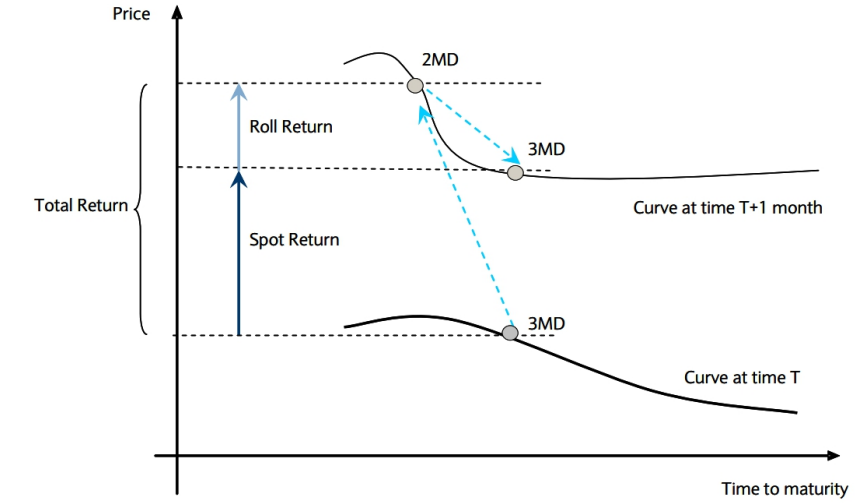
数据来源：天软，华泰期货研究院

（二）期货价格曲线对期货交易的影响

期限结构是如何影响我们的交易、盈亏的呢，跟着本文的脉络将为你解答这个疑惑。

巴克莱将这一过程非常形象的用一张图展示出来，假设我们持有单一品种的期货主力合约多头（距离到期还有 3 个月），并且价格曲线是贴水结构，持有一个月期间不换月，而此时持仓收益率 total return 不但与品种自身的趋势有关，还受到期限结构的影响，下图很好的解释了这一过程，在持仓的一个月期间，合约距离到期月份从 3 个月缩减为 2 个月，合约沿着价格曲线从右往左移动一个月，获得了贴水带来的 Roll return，同时价格曲线也会随着市场上下移动，距离同样到期日的合约之间的价格变化率称为 Spot return，虽然两个价格都不是现货价格，但是基于距离到期时间相同，近似于现货收益率[1]。

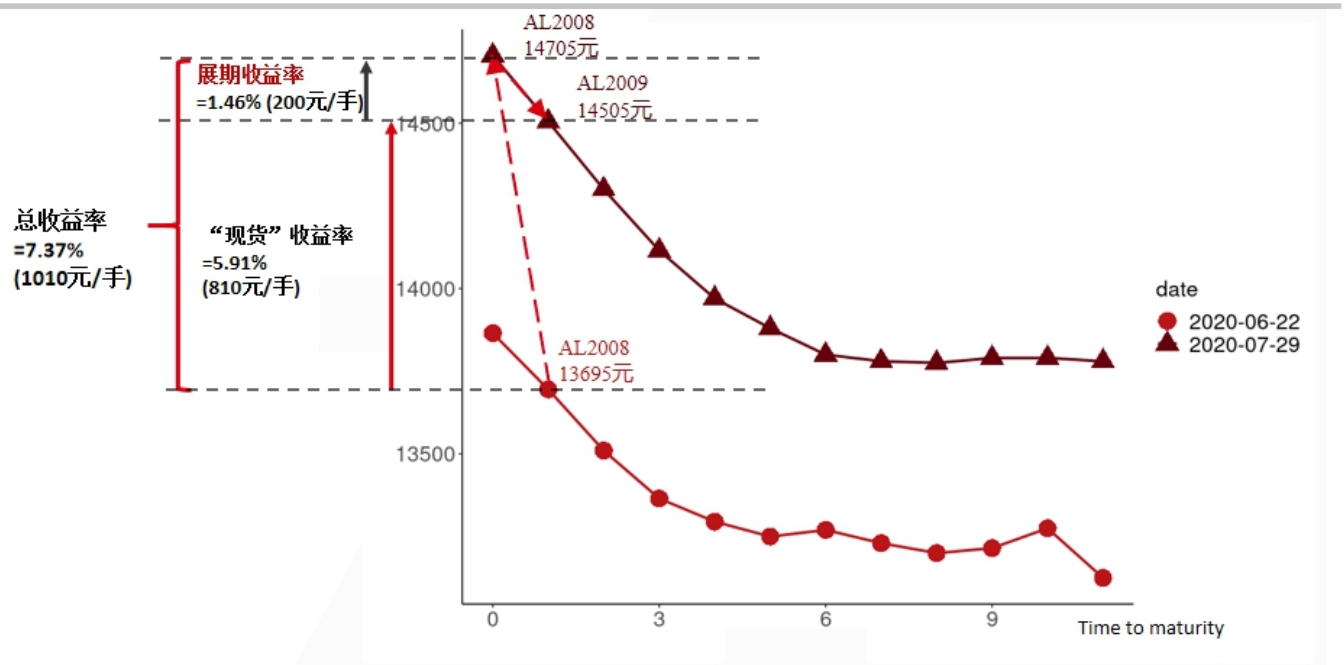
图 4： 持仓一个月期货合约多头的收益率与期限结构的关系



数据来源：Barclays，华泰期货研究院

同样我们也带入国内期货的真实交易数据，通过铝期货合合约多头换月的收益率更好的展示上述过程。在换月的过程中 Roll return 逐步的累计，从而对总体收益产生较大的影响，这也就可以解释为什么投资者愿意长期持有深度贴水的**铁矿石多头**，贴水利好做虚拟库存的投资者。作为多头的对手方，持有空头则会持续损失 Roll return，也解释了投资者为什么不愿意长期持有同样贴水结构的**股指期货空头**，贴水利空做对冲的投资者，对冲周期较长客户尤其需要关注期限结构的因素。

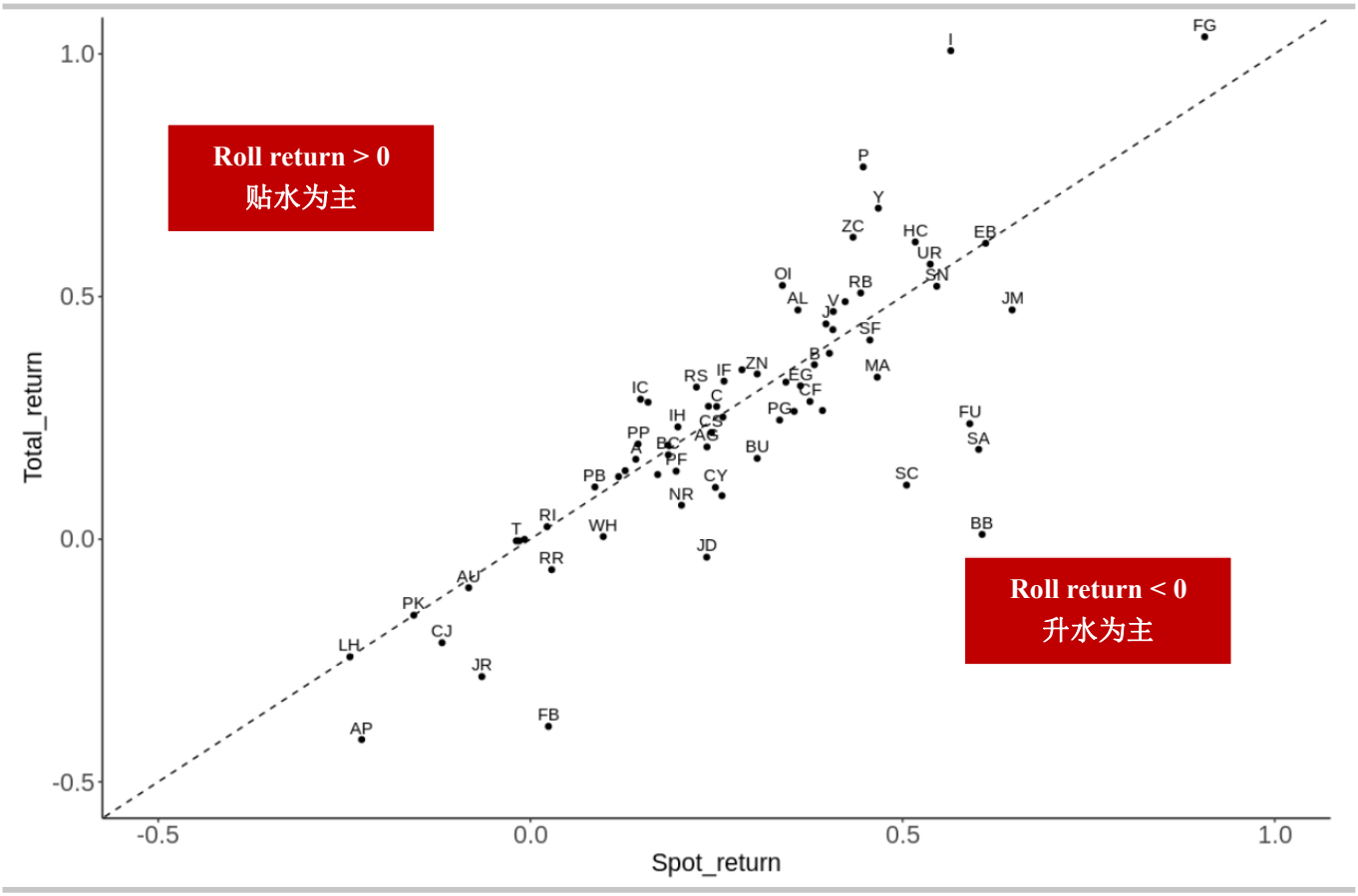
图 5： 持仓一个月铝期货合约多头的收益率与期限结构的关系）



数据来源：天软，华泰期货研究院

通过对比全品种在过去一年的 Total return 与 Spot return，可以看到相对而言黑色板块与股指期货 Roll return 大多为正，有色金属 Roll return 集中在 0 附近，农产品 Roll return 大多为负。

图 6： 2020-07 至 2021-06 各期货品种主力连续的 Total return 与 Spot return 对比



数据来源：天软，华泰期货研究院

（三）季节性对期限结构的影响

期限结构的因子是用过主力合约于近月合约价格计算得到，而从鸡蛋的价格曲线季节性，我们发现不同于有色、黑色的期限结构受市场环境影响，针对具有季节性的品种，升水结构/贴水结构收到了季节性与期限结构的叠加，例如 6 月时观察到鸡蛋升水结构，9 月份观察到贴水结构，这来源于季节性的影响，所以我们在改进期限结构因子策略时，可以考虑剔除这部分影响后再进行截面对比。

二、 Curve 因子与基差动量因子

（一）Curve 因子

在年报中，我们使用了 Curve 因子，本文将进一步剖析该因子背后的经济学逻辑。

Curve 因子构建：做通过多远期合约、做空近期合约获得风险溢价[1]。

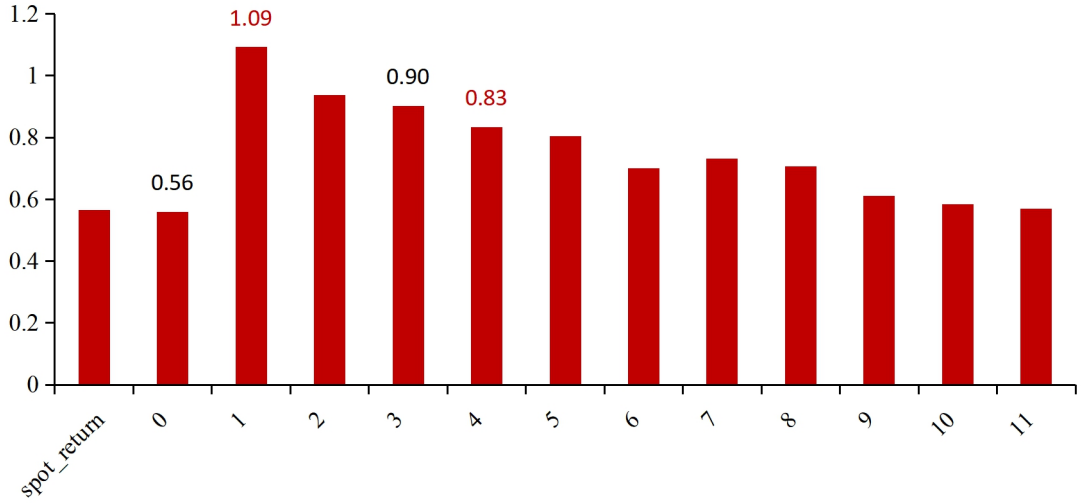
$$R_t^c = R_t^{c,futures} - R_t^{c,spot}$$

其中 $R_t^{c,futures}$ 和 $R_t^{c,spot}$ 分别为期货品种 c 在 t 时刻的远月合约收益率和近月合约收益率。

巴克莱指出由于远月合约距离到期时间较长，需要承担更大的不确定性，所以市场会在不同到期期限的期货合约内嵌入相匹配的风险溢价以补偿投资者承担到期前合约价格不确定的风险，巴克莱提出的 Curve 策略是通过看多价格曲线上远月与近月价差，获得曲线上的 Roll return 收益，这与我们的因子暴露排名再多空品种主力的因子策略有一定区别，近远月合约使用的是近月合约及其之后三个月的合约。同时，巴克莱也指出通常在价格下跌行情中，大概率出现近月下跌幅度 > 远月下跌幅度，升水结构的升水程度会增强，贴水结构的贴水程度会减弱，会增强 Curve 策略的收益，相反在价格上涨行情中，则会削弱 Curve 策略的收益。通过在 Curve 策略的基础上增加升贴水程度、变化以及季节性因素来选择相应合约，可以提升策略的收益[1]。

以铁矿石为例，在 2020-07 至 2021-06 期间价格上涨，而各个期限连续合约走势如下，按照 Curve 策略通过做多第三个合约，做空近月合约可以获得 34%的收益，但是基于在图 2 中铁矿石的贴水结构，0-1 之间的升贴水结构并不稳定，我们推测近月合约受现货影响更大，不适合作为 Curve 策略的合约选择（在后文中将提到另一篇文献将合约 2 作为近月合约分析）。如果我们考虑 1、4 两个合约，Curve 策略的收益率为-26%，这与上文中提到的价格上涨时，近月上涨幅度 > 远月上涨幅度，贴水结构的贴水程度会增强，从而削弱 Curve 策略的收益逻辑一致。

图 7： 2020-07 至 2021-06 铁矿石主力连续的 Spot return 与不同期限连续合约 Total return 对比



数据来源：天软，华泰期货研究院

（二）基差动量因子

进一步 Martijn Boons 与 Melissa Porras Prado 针对基差动量因子进行了论证[2]，而基差动量因子（basis-momentum，BM）的定义如下：

$$BM_t = \prod_{s=t-11}^{t}(1+R_{fut,s}^{T_1}) - \prod_{s=t-11}^{t}(1+R_{fut,s}^{T_2}).$$

可以理解为在过去一年持续做多 T_1 合约、做空 T_2 合约的收益率，这里两个累乘的项代表着“动量”，同时期不同合约的动量相减称为“基差动量”，这与传统意义上的基差定义有一定的差别。

基差动量还可以拆分为曲率状态、斜率的变化两部分，为方便计算，文中使用了对数收益率：

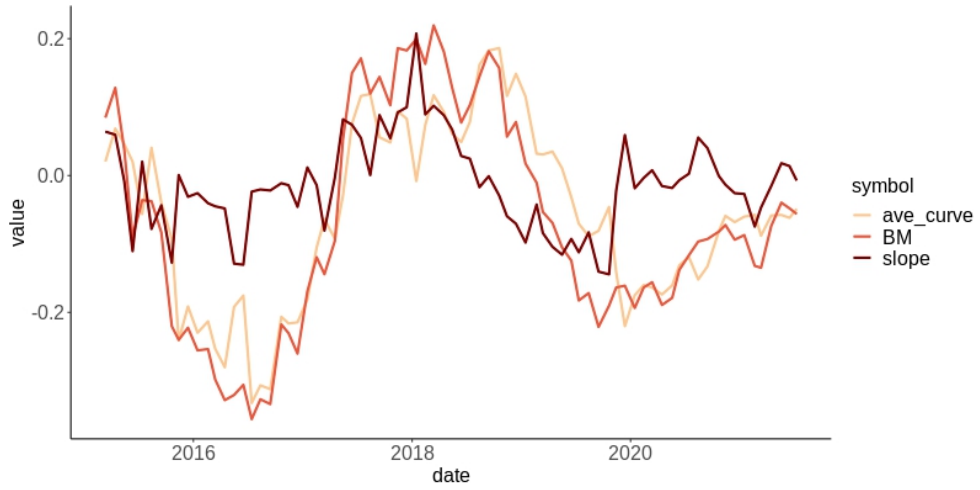
$$\sum_{s=t-11}^{t} r_{fut,s}^{T_1} - \sum_{s=t-11}^{t} r_{fut,s}^{T_2}$$
$$= \sum_{s=t-11}^{t} (f_s^{T_1-1} - f_{s-1}^{T_1}) - \sum_{s=t-11}^{t} (f_s^{T_2-1} - f_{s-1}^{T_2})$$
$$= \sum_{s=t-11}^{t} (f_s^{T_1-1} - f_s^{T_2-1}) - \sum_{s=t-11}^{t} (f_{s-1}^{T_1} - f_{s-1}^{T_2})$$
$$= \sum_{s=t-11}^{t} b_s^{T_1-1,T_2-1} - \sum_{s=t-11}^{t} b_{s-1}^{T_1,T_2}$$
$$= \sum_{s=t-11}^{t-1} (b_s^{T_1-1,T_2-1} - b_s^{T_1,T_2}) + (b_t^{T_1-1,T_2-1} - b_{t-12}^{T_1,T_2})$$

其中 $r_{fut,s}^{T}$ 表示 t=s 所在月份距离到期 T 个月合约的收益率；f_s^T 表示 t=s 所在月份最后一个交易日距离到期 T 个月合约的 ln(收盘价)；$b_s^{T_1,T_2}$ 代表 T_1、T_2 两个合约的价差。$\sum_{s=t-11}^{t-1} (b_s^{T_1-1,T_2-1} - b_s^{T_1,T_2})$ 衡量的是曲率状态(average curvature)；$b_t^{T_1-1,T_2-1} - b_{t-12}^{T_1,T_2}$ 衡量的是斜率的变化(change in slope)。通常价格曲线在近月更为陡峭，即 $\left|b_s^{T_1-1,T_2-1}\right| > \left|b_s^{T_1,T_2}\right|$，在**原文中选取的 $T_1<T_2$，通常贴水品种 $b_s^{T_1-1,T_2-1}$、$b_s^{T_1,T_2}$ 均为正数，所以贴水品种的曲率为正数，同理升水的品种曲率为负（$T_1>T_2$ 时相反）**。而持续且稳定的斜率变化(陡峭或者平坦)，也有助于预测未来两个合约的相对收益。

（三）因子表现

而巴克莱的 Curve 策略等价于 $T_1=3$，$T_2=0$ 的基差动量。文中使用两个月之后到期的合约作为近月合约，本文我们使用 $T_1=5$，$T_2=2$ 进行测试：

图 8： $T_1=5$，$T_2=2$ **铁矿石**的基差动量、曲率状态以及斜率的变化

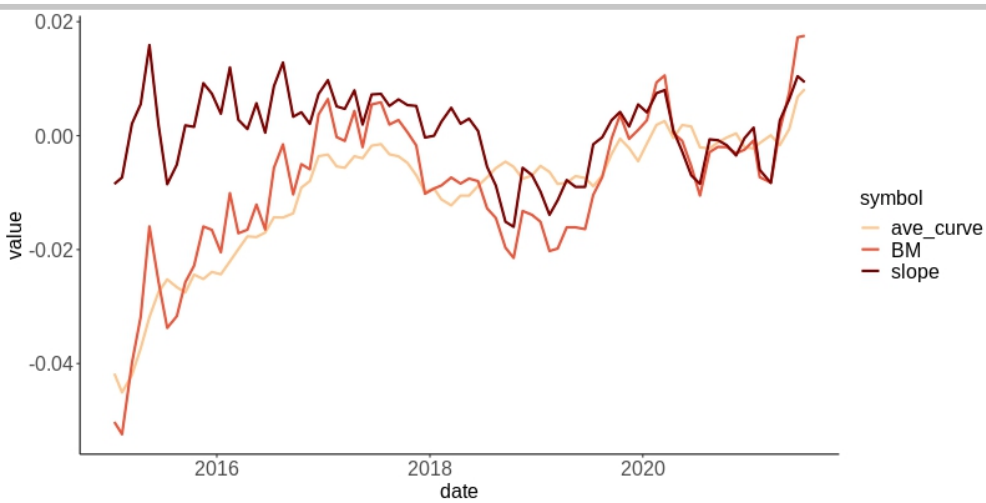


数据来源：天软，华泰期货研究院

简单理解，上图可以看出铁矿石 BM 受曲率影响较大，斜率变化在 0 附近波动，$T_1>T_2$ 贴水品种的曲率为负。在 2019 年下半年左右，BM 逐渐增大，伴随着贴水程度减弱，Roll return 逐步降低。

铜的 BM 比铁矿石要低一个量级，主要源于铜的升贴水幅度较小。

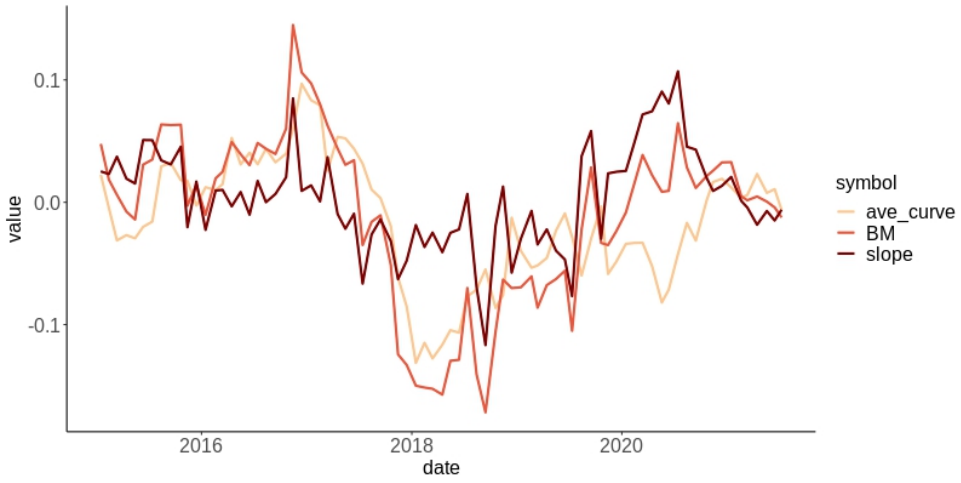
图 9： $T_1=5$，$T_2=2$ **铜**的基差动量、曲率状态以及斜率的变化



数据来源：天软，华泰期货研究院

同样，近期 PTA 的 BM 变小并逐渐接近 0，伴随着升水程度的减弱，Roll return 逐步增加或由负转正。

图 10： $T_1=5$，$T_2=2$ PTA 的基差动量、曲率状态以及斜率的变化



数据来源：天软，华泰期货研究院

显然，基差动量因子中包含的信息要比我们现阶段理解的更为丰富，需要叠加基差因子、动量因子、以及价格曲线的水平、斜率、曲率信息，对市场有更全面且立体的认识。

三、 预测效果

我们筛选每个交易日均有距离到期日 2、5 个月合约上市的品种，共选出 38 个品种：

表格 1： 样本空间

期货品种样本空间
铝，乙二醇，焦煤，螺纹钢，纸浆，纤维板，聚乙烯，粳米，不锈钢，豆二，玻璃，甲醇，PTA，胶合板，燃料油，镍，纯碱，尿素，热轧卷板，20 号胶，原油，聚氯乙烯，铜，铁矿石，棕榈油，硅铁，线材，棉纱，焦炭，铅，锰硅，动力煤，白银，苯乙烯，鸡蛋，聚丙烯，锡，锌

资料来源：天软 华泰期货研究院

接着我们将基差动量因子与动量因子、基差因子的预测效果进行对比，其中 $T_1=5$，$T_2=2$：

基差因子：
$$B_t=\frac{F_t^{T_2}}{F_t^{T_1}}-1$$

动量因子：
$$M_t=\prod_{s=t-11}^{t}(1+R_{fut,s}^{dom})-1$$

每月底计算因子值并排名，排名作为下个月多空品种的判定依据，多空各 5 个品种，等权

配置。其中动量和基差因子做多排名靠前的 5 个品种，做空排名靠后的 5 个品种；基差动量相反，做多后 5 个品种，做空前 5 个品种。

我们分别考察三个因子对主力连续合约与 spread（5-2 月价差）的预测效果：

表格 2: 基差动量因子与动量因子、基差因子的预测效果（截至 2021-06-24 数据）

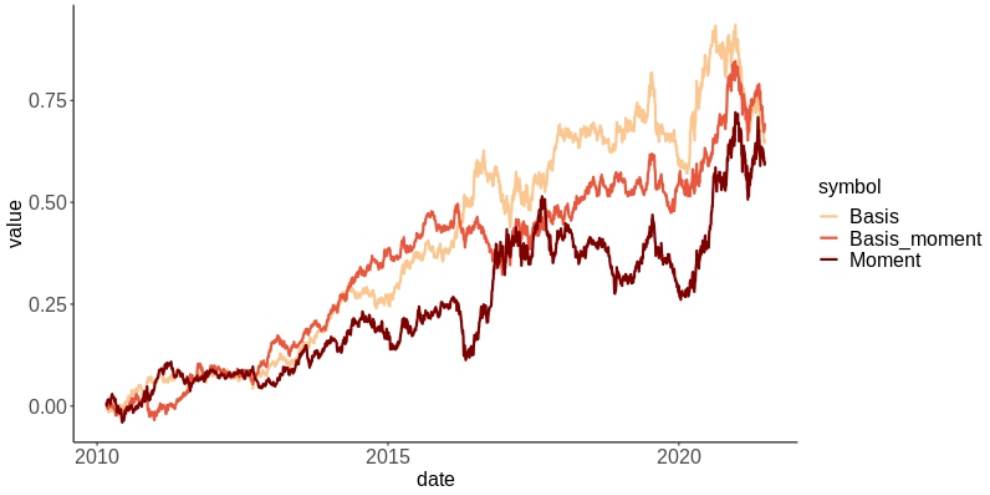
	预测主力			预测 spread		
	基差动量	动量	基差	基差动量	动量	基差
		2010-至今			2010-至今	
年化收益率	5.05%	4.68%	4.88%	1.01%	0.13%	1.59%
日收益率 T-value	**2.50**	1.80	**2.22**	0.51	0.06	0.80
夏普	0.76	0.54	0.67	0.15	0.02	0.24
		2010-2015			2010-2015	
年化收益率	6.61%	4.04%	5.89%	0.93%	1.59%	0.70%
日收益率 T-value	**3.04**	1.68	**2.79**	0.43	0.74	0.32
夏普	1.28	0.71	1.17	0.18	0.31	0.13
		2016-至今			2016-至今	
年化收益率	3.38%	5.37%	3.81%	1.08%	-1.43%	2.54%
日收益率 T-value	0.97	1.14	0.96	0.32	-0.41	0.76
夏普	0.42	0.49	0.42	0.14	-0.18	0.33

资料来源：天软 华泰期货研究院

在预测主力时，全时间段基差动量与基差日收益率显著不为 0，夏普分别为 0.76、0.67.动量策略在 2016 年至今表现强于基差动量与基差。值得注意的是，我们在之前测试中动量策略可以获得更好的收益，主要是基于样本空间的覆盖面相比更大（覆盖全商品期货品种），因此我们认为通过扩充样本空间有机会获得更好的收益。

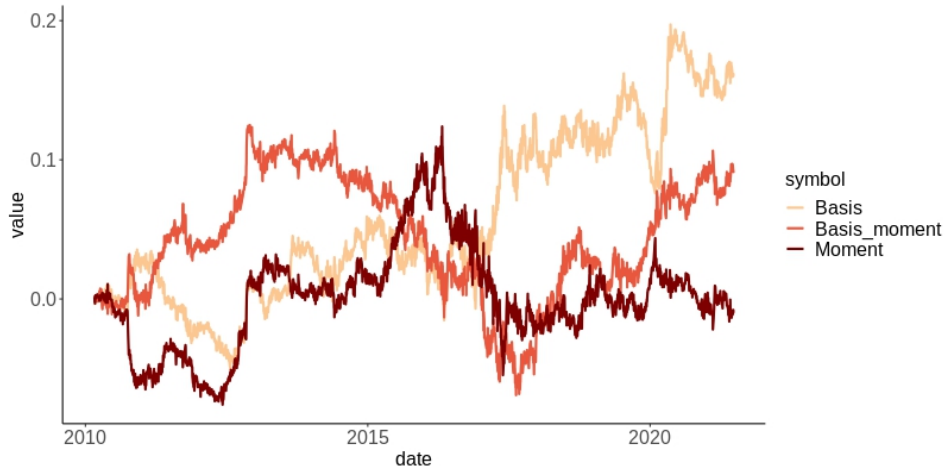
预测 spread 时，三个因子的 T-value 均较低，不能拒绝收益率为 0 的假设。相对来说，基差动量与基差比动量的效果更佳。有趣的是，在 Martijn Boons 与 Melissa Porras Prado 对外盘测试中[2]，基差动量时三个因子中唯一对 spread 有显著预测效果的因子。我们认为在国内市场，基于基差动量与基差因子的结合是有机会对 spread 进行预测，后续我们也将在多因子上做出更多的尝试。

图 11： 三个因子预测主力的因子收益率



数据来源：天软，华泰期货研究院

图 12： 三个因子预测 spread 的因子收益率



数据来源：天软，华泰期货研究院

四、 总结

我们在本篇报告中对价格曲线进行了剖析。从价格曲线的成因以及其包含的风险溢价，进而如何影响我们的交易、盈亏做出了详实的介绍，为什么投资者愿意长期持有深度贴水的铁矿石多头，不愿意长期持有同样贴水结构的股指期货空头的逻辑也就迎刃而解。

对于使用期货做对冲的投资者，一般对冲周期较长，尤其需要关注期限结构的因素。针对具有季节性的品种，升水结构/贴水结构收到了季节性与期限结构的叠加，如果考虑改进期限结构因子策略，可以考虑剔除这部分影响后再进行截面对比。

Curve 因子通过做多远期合约、做空近期合约，由于远月合约距离到期时间较长，需要承担更大的不确定性，所以市场会在不同到期期限的期货合约内嵌入相匹配的风险溢价以补偿投资者承担到期前合约价格不确定的风险。而 Curve 因子又是基差动量因子中的一类（基差、动量都是非常重要的风险因子），基差动量因子可以拆分为曲率状态、斜率的变化两部分，帮助我们深度了解基差动量因子是怎么刻画价格曲线的。

我们将基差动量因子与动量因子、基差因子的预测效果进行对比，考察三个因子对主力连续合约与 spread（5-2 月价差）的预测效果。在预测主力时，全时间段基差动量与基差日收益率显著不为 0，夏普分别为 0.76、0.67.动量策略在 2016 年至今表现强于基差动量与基差。预测 spread 时，三个因子的 T-value 均较低，不能拒绝收益率为 0 的假设。相对来说，基差动量与基差比动量的效果更佳。有趣的是，在 Martijn Boons 与 Melissa Porras Prado 对外盘测试中[2]，基差动量时三个因子中唯一对 spread 有显著预测效果的因子。我们认为在国内市场，基于基差动量与基差因子的结合是有机会对 spread 进行预测，后续我们也将在多因子上做出更多的尝试。

基差动量因子中包含的信息要比我们现阶段理解的更为丰富，需要叠加基差因子、动量因子、以及价格曲线的水平、斜率、曲率信息，对市场有更全面且立体的认识。

五、 参考文献

[1] B.R. Marcela, C. Marco, G. Kartik, S. Arne and L. Anthony，“Commodity Markets Investment Insight: Structural Sources of Excess Return” Barclays Capial working paper (2011)

[2] Boons M， Prado M P . Basis-Momentum[J]. Journal of Finance, 2019, 74(1):239-279.

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