

国债期货跨品种价差研究



报告日期: 2021年3月29日

★主要内容

海外主要市场对比,中国国债收益率期限利差走势相对更为独立,国内市场短期利率绝对水平与波动性均显著高于海外市场,且利率期限结构的波动也更多由短端波动贡献。基于对利率期限利差历史上波动较大时期的回顾,期限利差的大幅波动主要由短端主导,我们在研究国债期货跨期价差的套利交易中更为关注在政策面与资金面影响下短端利率波动的影响。

我们基于国债期货五年期与十年期合约进行收益率曲线套利策略的实证,以1.8:1的比率构建久期中性组合。策略构建分为两个维度进行探讨:首先,我们研究利率变化对跨期价差变化的预测作用,短端利率波动在一定程度上包含货币政策影响与市场预期,对下一期的利差波动具有显著解释能力。其次,我们研究价差的统计规律,因市场在绝大部分时间里相对平静,统计套利则可以增加策略的胜率与适用性。最终我们将基于动量方向信号与统计套利反转信号相结合,实现一个较为系统的跨品种套利量化策略方法论。

整体而言我们设计的国债期货跨品种利差套利策略具有较好的表现且收益与固收策略相关性较低,可以考虑作为固收加策略对债券底仓进行一定的收益增量。我们简单以中债国债总指数、国开总指数、企业债总指数为债券底仓配置70%,以债券套利策略配置30%,在不同套利策略设计下,固收增强组合实现年化收益率10%左右,夏普率2.0以上,相对债券指数净值具有显著且较为稳定的收益增强。例如以国开债总指数与基于LLT模型与价差分位数的套利组合未来可实现年化收益9%,年化波动率4%,最大回撤3%,夏普率2.46。

★风险提示

量化模型失效风险,指标的有效性基于历史数据得出,不排除失效的可能。

王冬黎 高级分析师(金融工程)
从业资格号: F3032817
投资咨询号: Z0014348
Tel: 8621-63325888-3975
Email: dongli.wang@orientfutures.com

目录

1. 概述.....	5
1.1. 利率期限结构研究.....	5
1.2. 国内与海外市场概况.....	6
1.3. 利率期限利差主要波动回顾.....	8
2. 国债期货跨品种价差.....	10
3. 国债期货跨品种策略构建.....	11
3.1. 基于动量信号判断价差趋势.....	11
3.2. 结合统计规律反转信号增强择时效果.....	14
3.3. 债券底仓与套利策略增强.....	19
4. 风险提示.....	20

图表目录

图表 1: 基于 NS 模型的国债收益率曲线三因子特征.....	5
图表 2: 收益率曲线斜率因子与长短端利率走势.....	5
图表 3: 美国国债收益率曲线期限利差与道琼斯指数.....	6
图表 4: 主要市场国债收益率期限利差 (10Y-1Y)	7
图表 5: 中美国债收益率利差 (10Y 与 1Y)	7
图表 6: 主要市场短期国债收益率走势.....	7
图表 7: 主要市场长期国债收益率走势.....	7
图表 8: 主要市场短期国债收益率的波动率.....	8
图表 9: 主要市场长期国债收益率的波动率.....	8
图表 10: 主要政策信号变动与国债斜率因子走势.....	9
图表 11: 政策信号方向与国债 10-1 利差走势.....	9
图表 12: 基于政策信号的国债 10-1 利差交易盈亏.....	9
图表 13: 国债期货久期中性调整后的跨品种价差与利率期限利差走势.....	10
图表 14: 国债期货跨品种隐含到期收益率价差与对应 CTD 到期收益率利差.....	10
图表 15: 利率指标一阶差分对期限利差下一期变动的解释能力.....	12
图表 16: 价差择时效果分析 (夏普率)	13
图表 17: 国债期货套利价差与布林线.....	14
图表 18: 国债期货套利价差百分位数.....	14
图表 19: 基于 LLT 模型的利率动量与价差分位数信号等权合成夏普率.....	14
图表 20: 基于 LLT 模型的利率动量与布林通道信号等权合成夏普率.....	15
图表 21: 基于 LLKSR 模型的利率动量与价差分位数信号等权合成夏普率.....	15
图表 22: 基于 LLKSR 模型的利率动量与布林通道信号等权合成夏普率.....	15
图表 23: 基于利率动量信号与布林线信号合成净值结果 (不同平滑窗口 N)	16
图表 24: 基于利率动量信号与价差分位数信号合成择时信号 (不同平滑窗口 N)	16
图表 25: 基于 LLT 模型与价差布林线信号合成净值结果 (平滑窗口 N=40)	16
图表 26: 基于 LLT 模型与布林线信号合成择时信号 (平滑窗口 N=40)	16
图表 27: 基于 LLT 模型与价差分位数信号等权合成净值结果 (平滑窗口 N=40)	17
图表 28: 基于 LLT 模型与价差分位数信号等权择时信号 (平滑窗口 N=40)	17
图表 29: 基于 LLKSR 模型与布林线信号合成净值结果 (平滑窗口 N=20)	17
图表 30: 基于 LLKSR 模型与布林线信号合成择时信号 (平滑窗口 N=20)	17
图表 31: 基于 LLKSR 模型与价差分位数信号等权合成净值结果 (平滑窗口 N=20)	18
图表 32: 基于 LLKSR 模型与价差分位数信号等权择时信号 (平滑窗口 N=20)	18

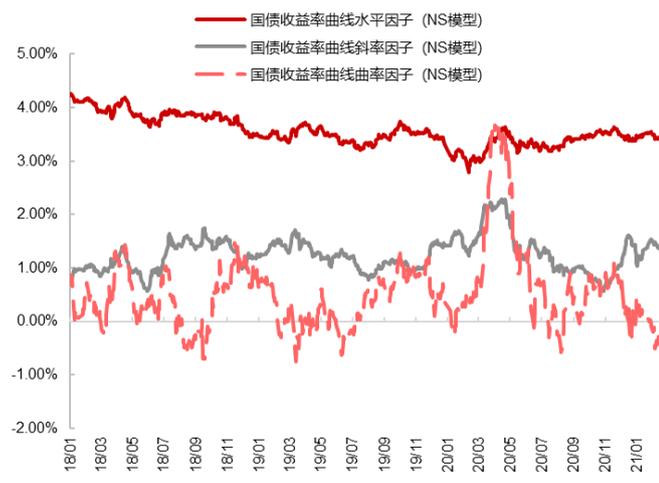
图表 33: 不同模型下净值结果分析.....	18
图表 34: 不同模型下分年度策略收益率.....	18
图表 35: 债券底仓加期债套利策略增强效果.....	19
图表 36: 债券底仓加期债套利策略 (动量与分位数) 净值表现.....	19
图表 37: 债券底仓加期债套利策略 (动量与布林线) 净值表现.....	19

1. 概述

1.1. 利率期限结构研究

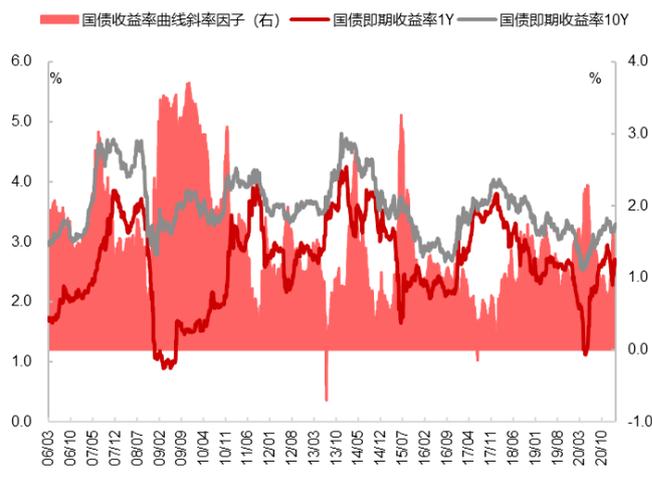
收益率曲线期限结构是固定收益投资组合回报最重要的驱动因素，我们可以因子化的形式准确描述收益率曲线的变动，即将收益率曲线拆解为水平因子、斜率因子以及曲率因子，以斜率因子为例，我们通常使用长期债券收益率与短期债券收益率（例如 10-1 年期价差）描述，但基于特定期限的价差计算的完备性仍较为有限，我们可以采用函数化的方法拟合利率期限结构进而得到曲线斜率的估计。Nelson and Siegel(1987)提出的 Nelson-Siegel 函数是较为常用的方法之一，我们以中债国债收益率曲线为例对 NS 模型进行实证测算，得到较好的拟合效果，基于模型拟合我们得到反应收益率曲线水平、斜率与曲率三个维度的特征。我们此前通过主成分分析的方法对收益率曲线进行过类似的因子化分析，相对主成分分析，NS 模型对于二阶即以上维度特征的刻画更为准确，也可作为研究期限结构的工具参照。我们本篇报告将主要深入研究收益率期限结构变化的内在驱动因素，以及如何基于国债期货跨品种策略把握收益率曲线的交易机会。

图表 1: 基于 NS 模型的国债收益率曲线三因子特征



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 2: 收益率曲线斜率因子与长短端利率走势



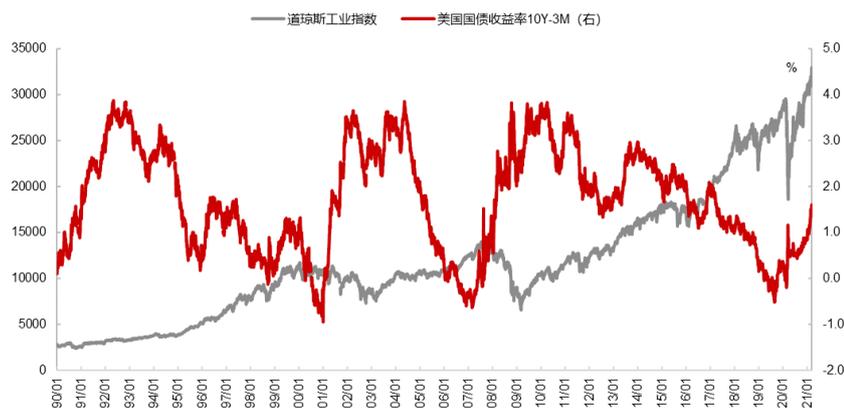
资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

海外文献对于远期利率期限结构的研究较多，经典理论包括纯预期假说、债券风险溢价理论等。基于纯预期假说，所有的债券无论期限长短具有相同的预期回报，不同期限收益率的差异来源于市场对收益率变动的预期。例如，利率向上倾斜的收益率曲线反应市场对利率上升的预期，预期未来利率上行对长期债券更为不利，因而需要更高的初始收益率以弥补预期资本损失，从而收益率曲线呈现向上倾斜的特征，即在纯预期假说的框架下债券风险溢价为零。债券风险溢价定义为长期债券的短期收益超过短期债券回报率的部分，不少研究基于实证数据论证债券风险溢价的存在性以及可预测性(Campbell, Shiller (1991); Cochrane 和 Piazzesi (2005)等)，我们在此前的研究中也基于我国国债市场进行了债券超额收益的实证研究，基于远期利率线性组合构建因子对零息债券的超额回报进行预测得到较佳的预测效果。在 Understanding the Yield Curve, Antti Ilmanen(1995)中，

作者对远期利率曲线期限结构进行细致研究，其将影响收益率曲线形态归结为市场利率预期、债券风险溢价和凸性偏差多种因素相结合的结果。

此外，收益率期现结构也在不少研究中作为一项重要的宏观因子，在较早的研究中 Estrella & Hardouvelis (1991) 对美债收益率期限结构的预测能力进行研究，结果表明收益率曲线向上倾斜预示着未来经济活动走强，且收益率期现结构对实际短期利率、经济增长与通货膨胀等指标均具有较好的预测能力。Azamat Abdymomunov (2011) 则基于 Nelson Siegel 三因子框架下的动态收益率曲线模型，使用整条收益率曲线进行对实际产出进行预测，发现收益率曲线的预测能力主要集中在斜率因子上，而加入曲率因子也有一定的增强作用。此外 IMF(1993) 年基于 G7 国家的研究发现收益率期限利差低于经济增长均具有显著预测作用。市场对收益率利差的关注主要源于经济衰退与股市危机往往在期限利差倒挂一段时间后出现，因此期限利差倒挂被视作经济危机的信号，基于 NBER 对美国经济衰退的定义，利差倒挂后平均一年左右出现经济衰退。

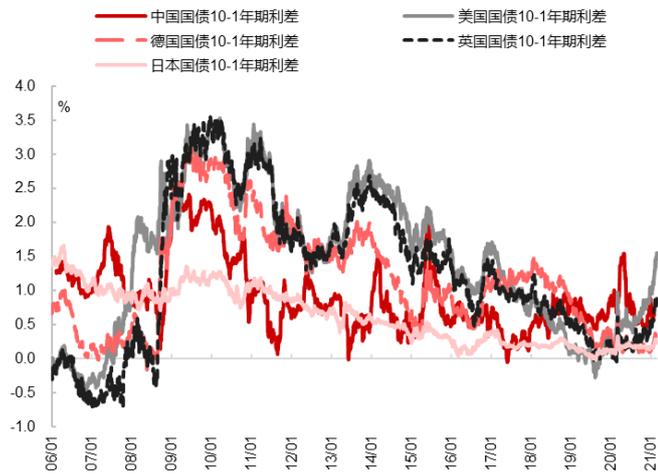
图表 3：美国国债收益率曲线期限利差与道琼斯指数



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

1.2. 国内与海外市场概况

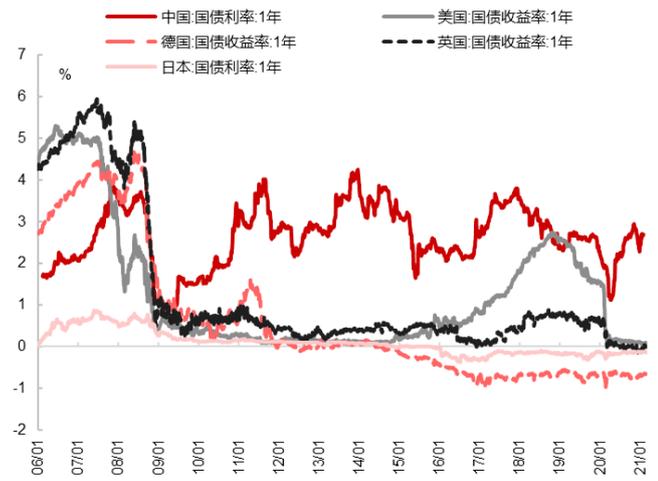
我们将中国与海外主要市场国债收益率曲线利差进行对比分析，从期限利差（10Y-1Y）走势来看，海外主要市场期限利差趋势一致性较高，而中国国债收益率期限利差相对而言走势更为独立。基于 2006 年至 2021 年的数据统计，中美十年期国债收益率利差的波动区间大致是 -2% 至 2.5%，而中美一年期国债收益率利差的波动区间是 -3.5% 至 4.1%。从波动率的维度，以近十年为例中国国债短期利率的波动率中枢长期位于 6% 左右震荡，显著高于美国、德国、英国与日本等主要海外市场，而长债波动率的运行中枢在 3% 左右，与海外主要市场大致持平（除日本）。国内市场短期利率绝对水平与波动性均显著高于海外市场，且利率期限结构的波动也更多由短端波动贡献，因而使得我们对中国国债收益率期限结构研究与交易的逻辑出发点与海外市场研究有较大不同，海外更偏重长债的影响因而期限结构更多反映宏观经济，国内短债的影响权重更大因而利差研究更侧重政策面与资金面的方向信号。

图表 4: 主要市场国债收益率期限利差 (10Y-1Y)


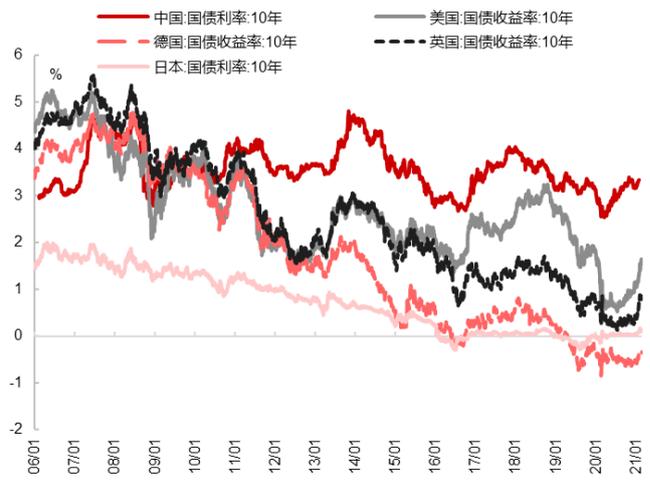
资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 5: 中美国债收益率利差 (10Y 与 1Y)

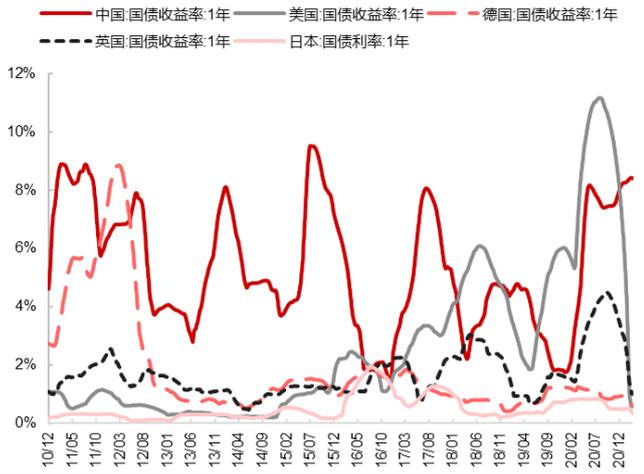

资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 6: 主要市场短期国债收益率走势


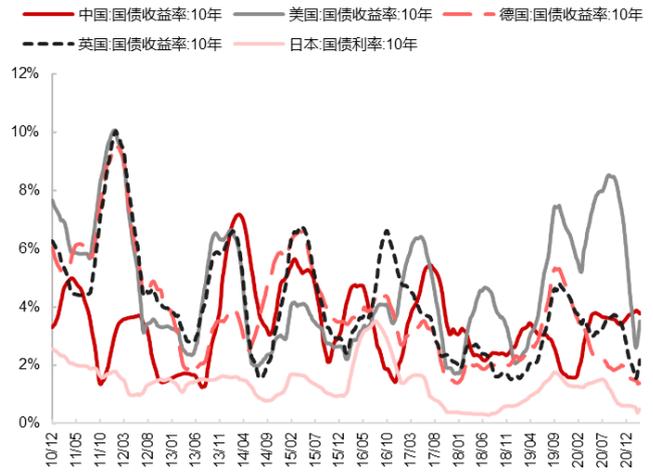
资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 7: 主要市场长期国债收益率走势


资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 8：主要市场短期国债收益率的波动率


资料来源：Wind，东证衍生品研究院

图表 9：主要市场长期国债收益率的波动率


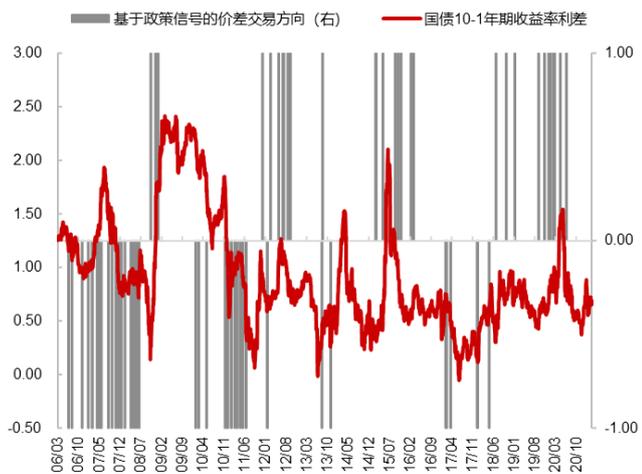
资料来源：Wind，东证衍生品研究院

1.3. 利率期限利差主要波动回顾

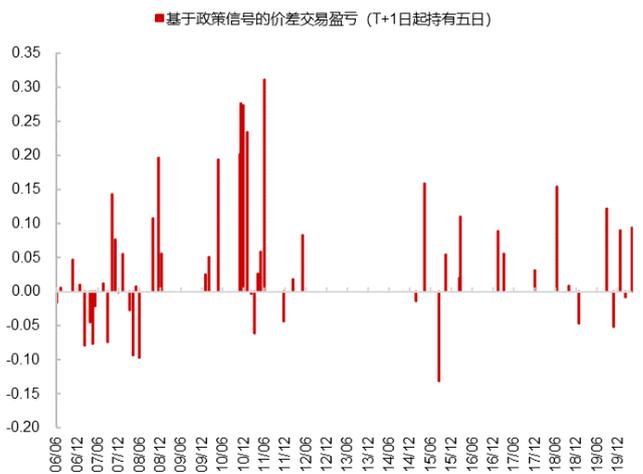
我们将 2007 年至今利率期限价差波动较大的时段与动因进行简要回顾。2007 年上半年在经济增长与通胀的双重影响下长端利率开启上行带动国债 10-1 利差从年初的 1% 左右上行至 1.96%，下半年加息落地短端利率上行使得利差迅速收窄至年底最低 0.7% 左右。2008 年在金融危机影响下，国债 10-1 利差降至三季度最低的 0.14% 左右，后随着降准降息开启短端利率快速回落期限利差一度升至 09 年初 2.4% 左右的高位，至 2010 年高通胀率触发的加息下打破利差的高位震荡，在短端利率趋势上行长端利率高位震荡磨顶的格局下利差年底回落至 0.5% 左右的低位，并于 2011 年底降准方带动利差走势逆转。2012 年利差相对区间震荡，2013 年著名的“钱荒”事件中的隔夜利率飙升推动利差与 6 月底和 12 月底分别触及和 -0.2% 和 0.4% 左右的低位。2015 年 2 月与 4 月降息降准下短端利率大幅下行，利差于 0.3% 左右的低位大幅上行至 6 月份的 2.1% 左右。2017 年，跟随美国加息央行不断上调 OMO 与 MLF 利率，叠加资管新规冲击 6 月期限利差再度跌入负值区间（最低至 -0.06% 左右）。2018 至 2019 年利差大体区间震荡，至 2020 年 4 月新冠疫情与全球通缩冲击下 MLF 降息推动利差升至 1.5% 左右的高位。基于我们对利率期限利差历史上波动较大时期的回顾，我们得到与上文从波动率维度分析类似的结论，即国债期限利差的大幅波动主要由短端利率的波动贡献，我们在研究国债期货跨期价差的套利交易中需关注在政策面与资金面影响下短端利率的大幅波动。

图表 10: 主要政策信号变动与国债斜率因子走势


资料来源: Wind, 东证衍生品研究院;

图表 11: 政策信号方向与国债 10-1 利差走势


资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

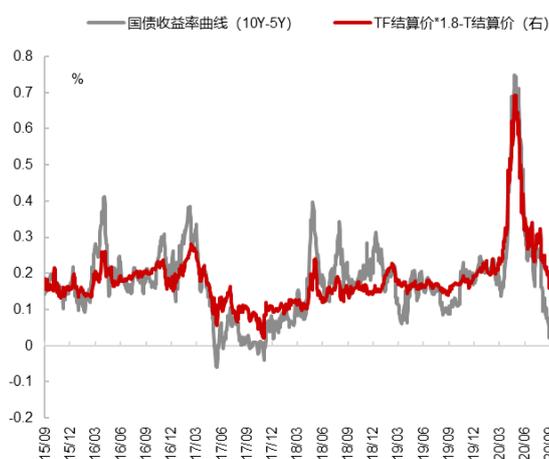
图表 12: 基于政策信号的国债 10-1 利差交易盈亏


资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

2. 国债期货跨品种价差

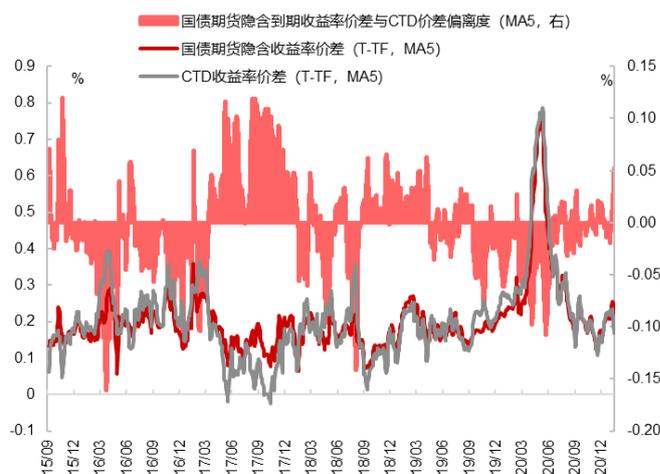
我们基于国债期货五年期与十年期合约进行收益率曲线套利策略的实证，首先我们考察基于期货合约如何构建久期中性组合，并比较组合价格走势与利率期限利差走势的同步性。国债期货跨期套利组合构建方面，我们基于流动性与持仓量考虑选择五年期与十年期合约构建组合，由于五年期国债期货最便宜可交割债久期约为 3.5 至 4.5 年，十年期国债期货最便宜可交割债久期约为 6 年至 8 年，为测算便捷性考虑我们采取固定的 1.8:1 的配比构建久期中性组合，即当我们看多利率期限利差则做多 1.8 个单位的 TF 做空 1 个单位的 T，反之则反。其次，我们将久期中性的期货跨品种价差走势（或期货隐含到期收益率价差）与利率期限利差走势进行对比，基于 2015 年至今的数据，期债价差与利率利差趋势基本一致，但波动幅度不尽相同，主要原因在于两个方面，第一，中债利率曲线是基于样本券用 Hermite 多项式插值法得到的，与我们基于期债 CTD 计算的到期收益率利差存在固有差异；第二，受期债基差影响，基于国债期货价格与 CTD 计算得到的隐含到期收益率与 CTD 到期收益率也不完全相同，期债基差反应转换期权的价值、持有收益以及市场情绪与多空力量等多方面因素的综合，不同品种基差波动或有差异。我们暂不对现券收益率价差与曲线利差的差异展开分析，仅探讨期货与现货价差背离的原因，因为在实际交易中现券是基准，曲线主要在研究中有更多应用。期货与现货对比方面，国债期货跨品种隐含到期收益率价差与对应 CTD 到期收益率利差波动也存在较为明显的周期震荡的特征，且与利率期限利差存在一定的负相关性，即期货利差波动性相对现货偏小，基差波动对跨品种利差波动起到一定的缓冲作用，使得期债跨品种交易空间弱于现货但稳定性高于现货。

图表 13: 国债期货久期中性调整后的跨品种价差与利率期限利差走势



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 14: 国债期货跨品种隐含到期收益率价差与对应 CTD 到期收益率利差



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

3. 国债期货跨品种策略构建

基于前文的分析，国债期货跨品种价差走势与利率期限利差存在一定差异，我们进行策略研究时为策略效果考虑基于期债价差（1.8TF-T）进行研究。策略构建部分，我们分为两个维度进行探讨：首先，我们研究利率变化对跨期价差变化的预测作用，本文第一部分指出中国国债收益率期限利差主要由短端波动贡献，短端利率也可以在一定程度上包含货币政策影响与市场的政策预期，且若我们拉长时间周期会发现期限利差并非是有顶下有底的区间震荡，在明确的放松或收紧的政策方向下会出现时间较长幅度较大的趋势行情。其次，我们仍需研究价差的统计规律，因市场在绝大部分时间里相对平静，基于反转策略进行价差的区间套利可以增加策略的胜率与适用性。最后我们将基于动量方向信号与统计套利反转信号相结合，实现一个较为系统的跨品种套利量化策略方法论。

策略构建与数据处理方面，我们首先需要对国债期货进行移仓换月处理，因五年期合约流动性较十年期合约低，我们以五年期合约持仓量连续两日最大且不回切为选择进行主力合约定义，并且为保持套利头寸合约月份的一致性，将十年期合约月份定义为跟随五年期合约的切换而切换，并除去价差因合约切换带来的波动，由此得到移仓换月处理后的价差时序。数据频率我们基于日度数据进行信号生成与调仓，主要由于我们本文对于价差的研究并非基于宏观低频数据，基于动量与统计套利维度可以实现更为灵活的信号调整。

3.1. 基于动量信号判断价差趋势

我们基于常用货币市场利率尝试对期债跨期价差下一期变动的解释能力进行验证，利率指标主要包含利率互换市场、回购市场、同业存单以及国债国开债收益率，检验方法上我们基于 OLS 回归验证利率的变化（一阶差分）对久期中性的跨品种价差（1.8TF-T）下一期变化（差分）的全样本单因子回归效果，利率指标的一阶差分均为 ADF 检验下平稳时序。基于 2015 年至今的日频数据单因子验证结果发现，利率互换（FR007、SHIBOR3M）、国债国开利率（1Y、5Y）以及 SHIBOR3M 具有显著的解释能力，市场关注度较高的 R 与 DR 解释能力反而并不显著。在关系显著的指标中，回归系数均为负，意味着我们基于利率方向动量的思路发现短端利率与下一期价差变化具有显著负相关关系，这与我们前文分析的短端利率为价差起到主要影响作用的观察相一致。

基于预测回归我们得到对价差具有显著解释能力的利率指标，基于此进一步研究价差择时效果，全样本显著的指标主要是短端利率，且对价差的解释系数为负，因而我们将指标的影响称之为短端利率的动量效应。我们采用不同平滑模型对指标进行平滑处理，主要实测的模型包括 LLT、LLKSR、Kalman 滤波与移动平均，我们在此前的报告中专门针对不同平滑模型的构建方法、择时效果等方面均进行过深入探讨，因此本文暂省略对平滑模型方法论的深入介绍。我们基于平滑后的时间序列的一阶差分的符号取负号作为期债价差（5*TF-T）的择时信号方向，不同参数在不同平滑模型下择时效果，整体看来基于一年期国债国开债利率在不同平滑参数下的择时效果相对较为稳定，我们主要将基于国开债一年期利率对期债价差择时策略进行进一步的细化。

图表 15: 利率指标一阶差分对期限利差下一期变动的解释能力

	回归系数	回归系数显著性P值	回归解释能力R2
FR007IRS3M	-0.01	0.73	0.0%
FR007IRS1Y	-0.28	0.00	0.6%
FR007IRS5Y	-0.12	0.17	0.1%
SHIBOR3MIRS1Y	-0.20	0.01	0.5%
SHIBOR3MIRS5Y	-0.21	0.00	0.7%
R007	0.00	0.91	0.0%
DR007	-0.01	0.71	0.0%
SHIBOR1W	0.02	0.69	0.0%
SHIBOR1M	-0.06	0.56	0.0%
SHIBOR3M	-0.29	0.04	0.3%
NCDAAA1Y	-0.01	0.94	0.0%
NCDAAprus1Y	-0.02	0.79	0.0%
GZ1Y	-0.43	0.00	1.7%
GK1Y	-0.18	0.01	0.5%
GZ5Y	-0.53	0.00	2.4%
GK5Y	-0.24	0.00	0.6%
GZ10Y	-0.16	0.12	0.2%
GK10Y	-0.12	0.16	0.2%

资料来源: Wind, 东证衍生品研究院; 数据频率: 日度

通过对动量趋势信号择时效果的研究, 我们发现基于动量信号长期可以取得较为理想的收益, 但主要收益来源于价差几次较大的趋势波动, 策略盈亏比较高但在波动相对平缓的震荡行情下难以持续盈利。此外, 动量信号本身具有一定的参数敏感性, 即我们基于不同时间窗口进行平滑所得到信号对整体择时效果有一定的影响。从主要利率指标与模型在不同参数下的择时效果夏普率矩阵中可以看出, 普遍表现较好的参数选取是 20 日至 40 日左右, 即基于一至两个月的时间窗口进行平滑所得的趋势信号对期债利差的预测能力较强。我们在后文的测算中, 主要选取一个月与两个月的平滑窗口进行动量信号生成, 并结合统计套利方法对价差位置与反转信号的描述进行策略优化, 进而可以做到在概率较低但趋势性影响幅度较大时不与趋势背离, 同时在波动环境下基于价差的统计反转进行长期稳定的统计套利。

图表 16: 价差择时效果分析 (夏普率)

指标代码	平滑模型	平滑期数 (N)						
		5	10	20	30	40	50	60
FR007IRS1Y	LLT	-0.05	0.26	0.62	0.75	0.70	0.37	0.38
FR007IRS1Y	Kalman	0.23	0.66	0.33	0.02	0.29	0.52	0.41
FR007IRS1Y	LLKSR	-0.09	0.57	1.10	0.56	0.17	0.28	0.17
FR007IRS1Y	MA	0.14	0.60	0.90	0.36	0.20	-0.08	0.25
SHIBOR3MIRS1Y	LLT	0.17	0.06	0.68	1.03	0.69	0.45	0.36
SHIBOR3MIRS1Y	Kalman	0.05	0.69	0.78	0.53	0.28	0.29	0.11
SHIBOR3MIRS1Y	LLKSR	0.14	0.30	1.06	0.52	0.26	0.28	0.29
SHIBOR3MIRS1Y	MA	-0.10	1.09	0.54	0.32	0.06	0.08	0.14
SHIBOR3MIRS5Y	LLT	-0.10	-0.26	0.83	1.15	0.66	0.36	0.39
SHIBOR3MIRS5Y	Kalman	-0.40	0.51	0.83	0.47	0.41	0.34	0.15
SHIBOR3MIRS5Y	LLKSR	-0.33	0.28	0.95	0.56	-0.17	0.24	0.36
SHIBOR3MIRS5Y	MA	-0.15	1.02	0.49	0.48	-0.02	0.26	-0.05
SHIBOR3M	LLT	-0.05	0.17	0.51	0.43	-0.09	0.20	0.00
SHIBOR3M	Kalman	0.59	0.17	0.28	0.00	0.08	0.11	0.03
SHIBOR3M	LLKSR	0.02	0.54	0.74	0.05	0.03	-0.02	-0.04
SHIBOR3M	MA	0.59	0.67	0.36	0.00	0.23	0.02	0.08
GZ1Y	LLT	0.53	1.54	0.82	1.09	0.84	0.64	0.51
GZ1Y	Kalman	0.96	1.01	1.01	0.64	0.60	0.41	0.15
GZ1Y	LLKSR	0.68	0.93	1.14	0.55	0.69	0.35	0.23
GZ1Y	MA	1.04	0.69	0.90	0.33	0.24	0.25	0.32
GK1Y	LLT	0.59	0.53	0.95	1.06	1.65	1.41	1.03
GK1Y	Kalman	0.94	1.14	1.68	1.36	0.98	0.43	0.41
GK1Y	LLKSR	0.39	0.74	1.72	1.13	0.82	0.34	0.50
GK1Y	MA	0.25	0.82	1.07	0.98	0.38	0.38	0.35
GZ5Y	LLT	0.31	0.72	1.03	0.76	0.67	0.27	0.25
GZ5Y	Kalman	0.77	0.86	0.65	0.28	0.45	0.29	0.31
GZ5Y	LLKSR	0.55	0.80	0.56	0.26	0.17	0.10	0.22
GZ5Y	MA	0.61	0.52	0.06	0.43	0.29	0.21	0.20
GK5Y	LLT	-0.50	0.50	0.85	1.00	1.18	0.95	0.61
GK5Y	Kalman	0.52	0.65	0.80	0.58	0.54	0.40	0.43
GK5Y	LLKSR	0.10	0.64	0.89	0.73	0.64	0.56	0.34
GK5Y	MA	0.21	1.05	0.88	0.35	-0.04	0.22	0.66

资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

3.2. 结合统计规律反转信号增强择时效果

在利率方向动量可以解释的趋势行情之外，多数情况下期限利差具有较为明显的统计收敛特性，而这部分均值回复属性也是价差套利所取得长期稳定收益的主要来源。我们采用两种方法捕捉反转信号，首先是基于历史均值与方差构建布林线，主要信号生成是基于价差的突破反转信号，即价差向下突破布林带上轨做空价差，向上突破布林带下轨做多价差，至均值位置进行平仓；其次是参考价差的滚动历史分位数，对于统计套利滚动分位数也较为直观地反应了价差估值的高低，我们以三十和七十分位数作为条件，当价差高于70%分位数进行空配当价差低于30%分位数进行多配。由此，我们分别将基于布林线与滚动百分位数法得到的统计反转信号与基于国开一年期利率动量信号进行合成，进行择时效果与参数稳定性检验。

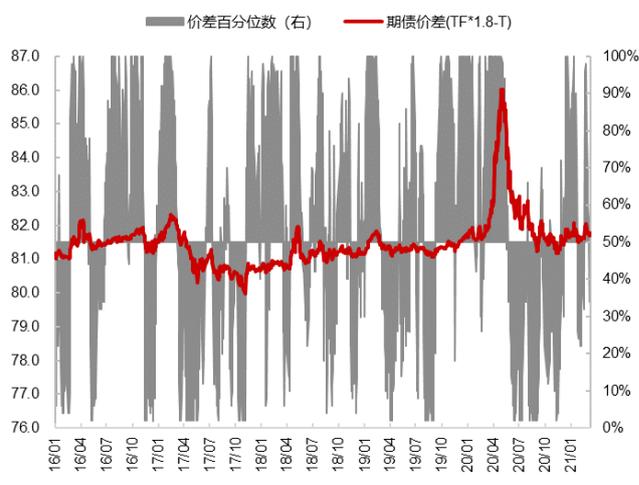
基于合成信号的回测结果发现，基于布林带与百分位数的统计反转信号参数稳定性较高，在统计模型窗口参数从至五十日至五百日的区间范围内择时净值夏普率变化不大，合成效果也同样对动量信号的参数设置更为敏感，在一定程度上反应了价差均值回复的统计规律与波动区间长期而言具有较强稳定性，在经过动量信号调整后，价差的统计套利是较为有效的。基于十倍杠杆（最大边保证金政策下20%左右资金占用）的设置，我们通过LLT动量模型与价差分位数信号合成，实现年化收益率21%，年化波动率11%，胜率79%，夏普比率1.86，月度换手率2.48；通过LLT动量模型与价差布林线信号合成，实现年化收益率29%，年化波动率17%，胜率62%，夏普比率1.70，月度换手率2.18；通过LLKSR动量模型与价差分位数信号合成，实现年化收益率22%，年化波动率12%，胜率78%，夏普比率1.88，月度换手率2.54；通过LLKSR动量模型与价差布林线信号合成，实现年化收益率33%，年化波动率17%，胜率63%，夏普比率1.94，月度换手率2.18。

图表 17: 国债期货套利价差与布林线



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 18: 国债期货套利价差百分位数



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 19: 基于LLT模型的利率动量与价差分位数信号等权合成夏普率

平滑模型 窗口参数	统计模型窗口参数									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
5	0.74	0.68	0.63	0.75	0.76	0.61	0.87	0.71	0.88	0.93
10	0.84	0.76	0.62	0.69	0.81	0.67	0.93	0.71	0.84	0.83
20	1.17	1.13	0.91	0.96	1.11	0.85	1.23	1.04	1.09	1.08
30	1.21	1.08	0.77	0.92	1.03	0.78	1.11	1.02	1.10	1.16
40	1.86	1.74	1.44	1.42	1.44	1.15	1.42	1.38	1.50	1.56
50	1.86	1.65	1.38	1.32	1.39	1.16	1.34	1.28	1.40	1.44
60	1.69	1.38	1.15	1.03	1.11	0.86	1.06	1.03	1.20	1.21

资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 20: 基于 LLT 模型的利率动量与布林通道信号等权合成夏普率

平滑模型 窗口参数	统计模型窗口参数									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
5	0.78	0.73	0.75	0.83	1.00	0.77	0.73	0.62	0.51	0.54
10	0.92	0.80	0.74	0.89	1.12	0.89	0.94	0.84	0.74	0.77
20	1.24	1.07	0.92	1.08	1.27	1.04	0.99	0.98	0.92	0.99
30	1.07	0.95	0.82	1.00	1.22	0.93	0.88	0.76	0.68	0.70
40	1.70	1.61	1.32	1.49	1.54	1.22	1.12	1.11	1.16	1.17
50	1.68	1.54	1.24	1.40	1.43	1.09	1.07	1.05	1.14	1.16
60	1.30	1.06	0.77	1.01	0.98	0.65	0.65	0.66	0.75	0.77

资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 21: 基于 LLKSR 模型的利率动量与价差分位数信号等权合成夏普率

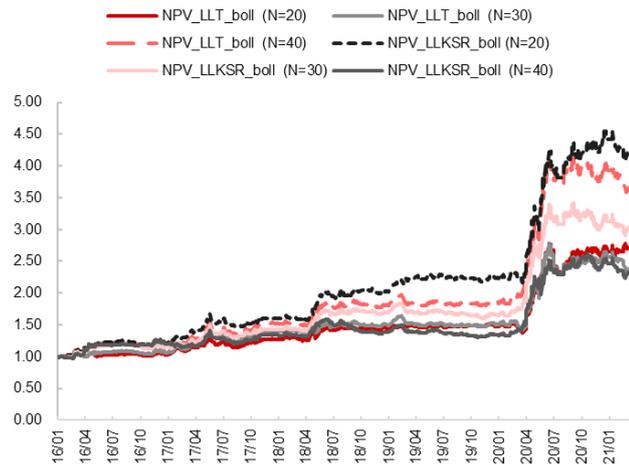
平滑模型 窗口参数	统计模型窗口参数									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
5	0.72	0.66	0.67	0.76	0.79	0.69	0.89	0.66	0.84	0.81
10	0.99	0.97	0.76	0.84	0.97	0.79	1.10	0.90	0.97	0.96
20	1.88	1.87	1.49	1.56	1.64	1.36	1.67	1.59	1.74	1.77
30	1.41	1.42	1.07	1.07	1.11	0.85	1.09	1.04	1.17	1.23
40	1.01	0.99	0.92	0.86	0.93	0.72	0.80	0.70	0.80	0.83
50	0.57	0.80	0.68	0.59	0.63	0.39	0.48	0.45	0.55	0.57
60	0.88	1.02	0.89	0.77	0.83	0.64	0.81	0.80	0.89	0.83

资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

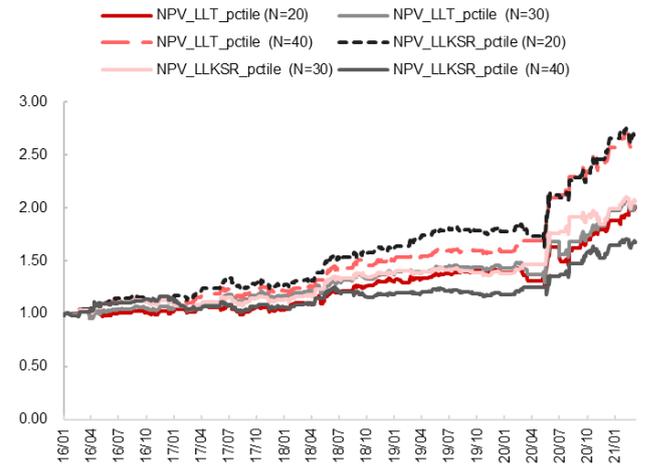
图表 22: 基于 LLKSR 模型的利率动量与布林通道信号等权合成夏普率

平滑模型 窗口参数	统计模型窗口参数									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
5	0.71	0.62	0.56	0.59	0.78	0.60	0.57	0.55	0.48	0.51
10	1.13	1.00	0.86	1.02	1.22	0.99	1.05	0.96	0.89	0.92
20	1.94	1.85	1.40	1.58	1.67	1.34	1.20	1.14	1.24	1.25
30	1.43	1.29	1.04	1.21	1.14	0.88	0.82	0.83	0.87	0.91
40	1.07	0.90	0.63	0.85	0.80	0.45	0.50	0.50	0.54	0.56
50	0.80	0.56	0.23	0.49	0.34	0.03	0.07	0.11	0.16	0.18
60	0.97	0.70	0.39	0.61	0.52	0.24	0.27	0.33	0.48	0.52

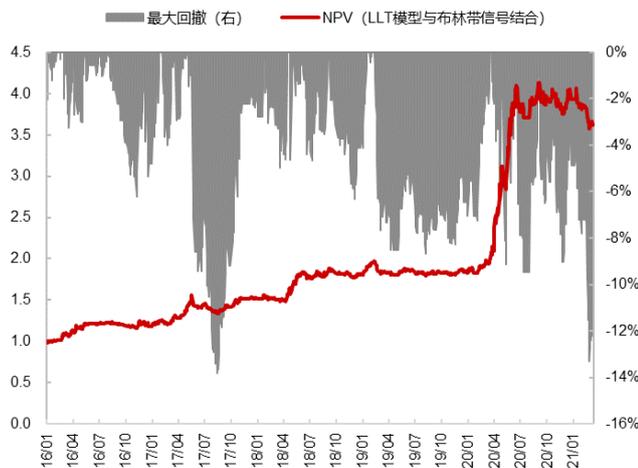
资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 23: 基于利率动量信号与布林线信号合成净值结果 (不同平滑窗口 N)


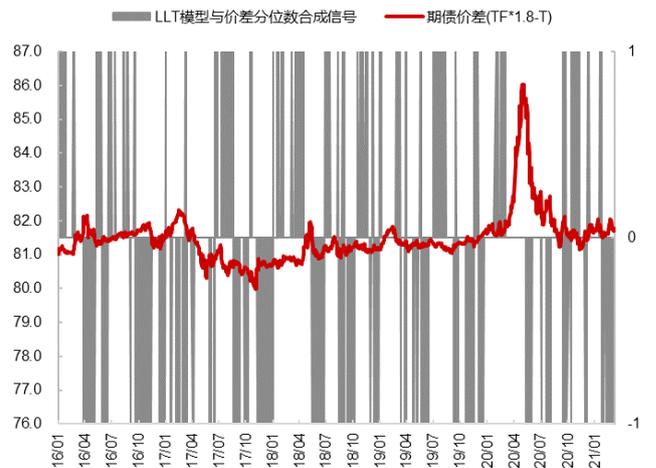
资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 24: 基于利率动量信号与价差分位数信号合成择时信号 (不同平滑窗口 N)


资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

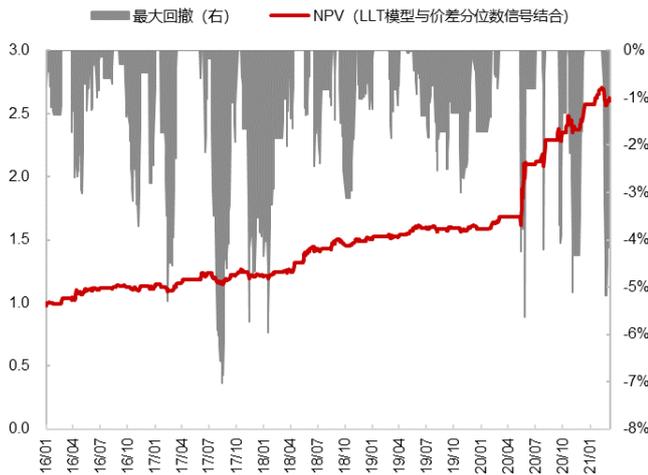
图表 25: 基于 LLT 模型与价差布林线信号合成净值结果 (平滑窗口 N=40)


资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 26: 基于 LLT 模型与布林线信号合成择时信号 (平滑窗口 N=40)


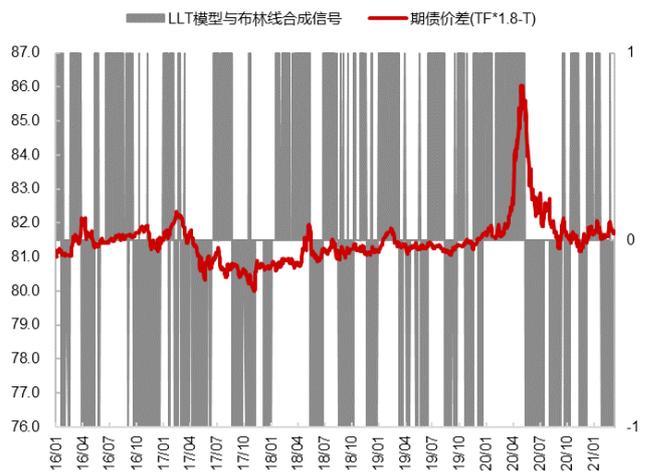
资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 27: 基于 LLT 模型与价差分位数信号等权合成净值结果 (平滑窗口 N=40)



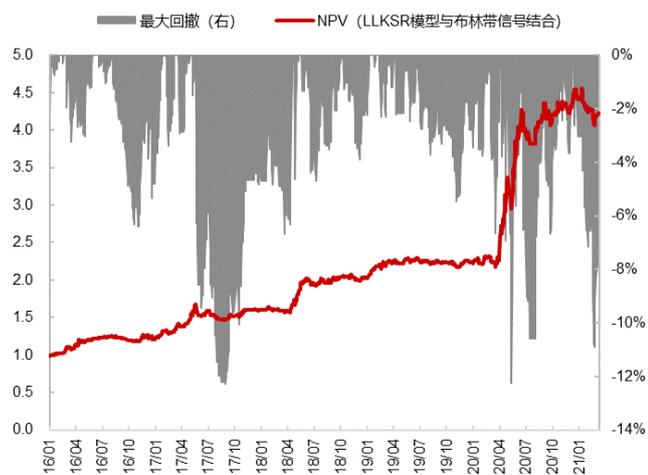
资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 28: 基于 LLT 模型与价差分位数信号等权择时信号 (平滑窗口 N=40)



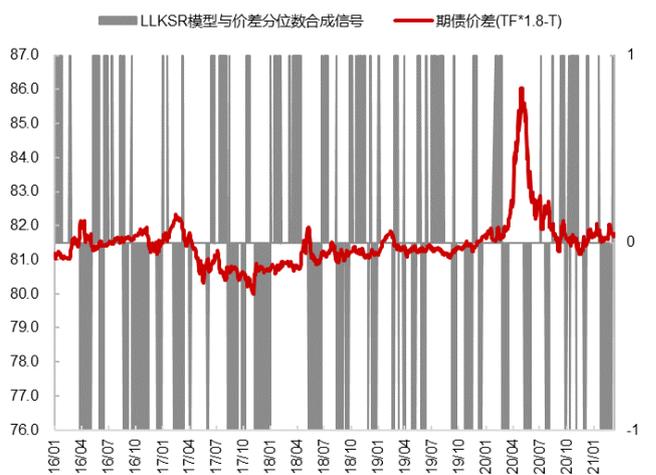
资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 29: 基于 LLKSR 模型与布林线信号合成净值结果 (平滑窗口 N=20)



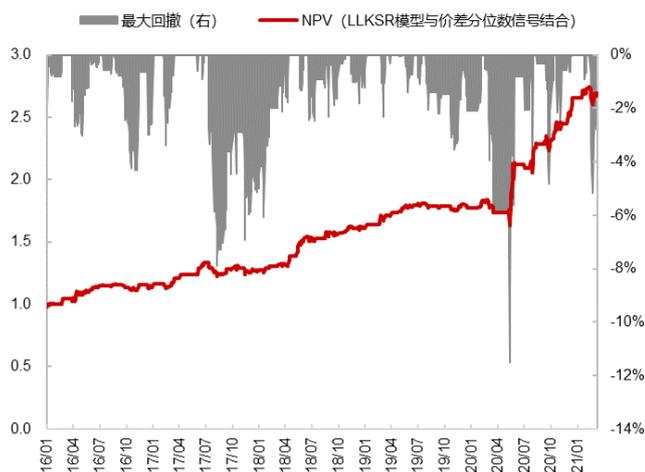
资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 30: 基于 LLKSR 模型与布林线信号合成择时信号 (平滑窗口 N=20)



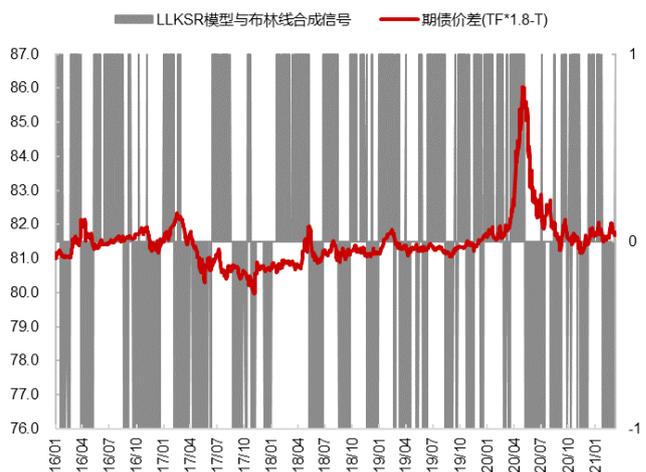
资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 31: 基于 LLKSR 模型与价差分位数信号等权合成净值结果 (平滑窗口 N=20)



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 32: 基于 LLKSR 模型与价差分位数信号等权择时信号 (平滑窗口 N=20)



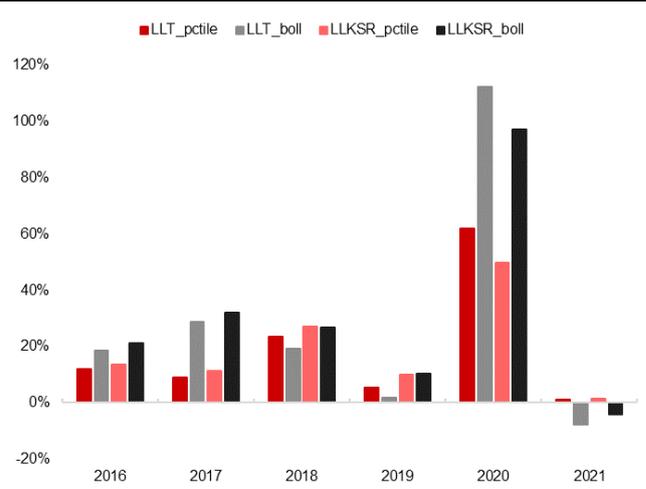
资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 33: 不同模型下净值结果分析

	LLT pctile	LLT boll	LLKSR pctile	LLKSR boll
累计收益率	1.60	2.62	1.69	3.23
年化收益率	0.21	0.29	0.22	0.33
年化波动率	0.11	0.17	0.12	0.17
最大回撤率	-0.07	-0.14	-0.12	-0.12
胜率(D)	0.79	0.62	0.78	0.63
盈亏比	1.35	1.24	1.29	1.23
夏普比率	1.86	1.70	1.88	1.94
Calmar比	2.99	2.12	1.90	2.71
换手率(M)	2.48	2.18	2.54	2.18

资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 34: 不同模型下分年度策略收益率



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

3.3. 债券底仓与套利策略增强

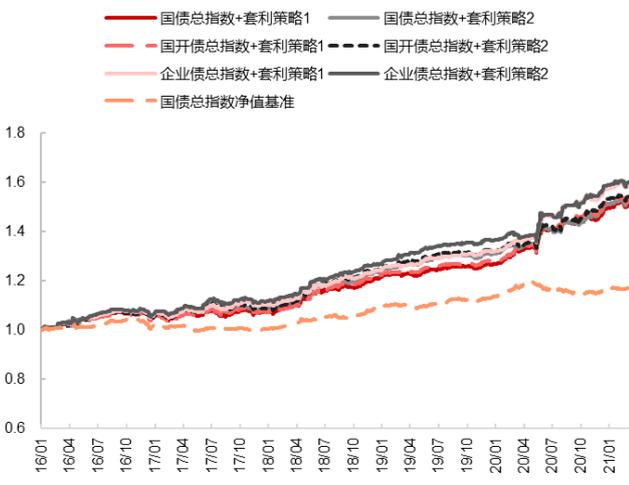
整体而言我们设计的国债期货跨品种利差套利策略具有较好的表现且收益与固收策略相关性较低，可以考虑作为固收加策略对债券底仓进行一定的收益增量。我们简单以中债国债总指数、国开债总指数、企业债总指数为债券底仓配置70%，以债券套利策略配置30%，在我们套利策略设计的十倍杠杆即20%的资金占用下，组合构成为70%债券、6%保证金与24%的现金。在不同套利策略设计下，固收增强组合实现年化收益率10%左右，夏普率2.0以上，相对债券指数净值具有显著且较为稳定的收益增强，例如以七成国开债总指数为底仓与三成基于LLT模型与价差分位数的套利组合下可实现年化收益9%，年化波动率4%，最大回撤3%，夏普率2.46。

图表 35：债券底仓加期债套利策略增强效果

债券底仓加期债套利策略增强效果												
底仓指数 (70%)	国债总指数	国债总指数	国债总指数	国债总指数	国开债总指数	国开债总指数	国开债总指数	国开债总指数	企业债总指数	企业债总指数	企业债总指数	企业债总指数
价差套利 (30%)	LLT模型与价差分位数套利	LLKSR模型与价差分位数套利	LLT模型与布林线信号套利	LLKSR模型与布林线信号套利	LLT模型与价差分位数套利	LLKSR模型与价差分位数套利	LLT模型与布林线信号套利	LLKSR模型与布林线信号套利	LLT模型与价差分位数套利	LLKSR模型与价差分位数套利	LLT模型与布林线信号套利	LLKSR模型与布林线信号套利
累计收益率	51%	52%	68%	76%	53%	54%	70%	78%	59%	60%	77%	85%
年化收益率	9%	9%	11%	12%	9%	9%	11%	12%	10%	10%	12%	13%
年化波动率	4%	4%	5%	5%	4%	4%	5%	5%	3%	4%	5%	5%
最大回撤率	-4%	-3%	-4%	-4%	-3%	-3%	-4%	-4%	-3%	-3%	-4%	-4%
胜率(D)	57%	57%	56%	57%	59%	59%	57%	57%	66%	66%	59%	60%
盈亏比	1.24	1.23	1.16	1.16	1.20	1.20	1.16	1.18	0.98	0.97	1.11	1.12
夏普比率	2.33	2.33	2.07	2.27	2.47	2.46	2.13	2.34	2.76	2.75	2.31	2.51
Calmar比	2.37	2.68	2.84	2.66	2.72	3.16	2.95	2.78	3.18	3.26	3.20	3.34
套利策略代码	套利策略1	套利策略2	套利策略3	套利策略4	套利策略1	套利策略2	套利策略3	套利策略4	套利策略1	套利策略2	套利策略3	套利策略4

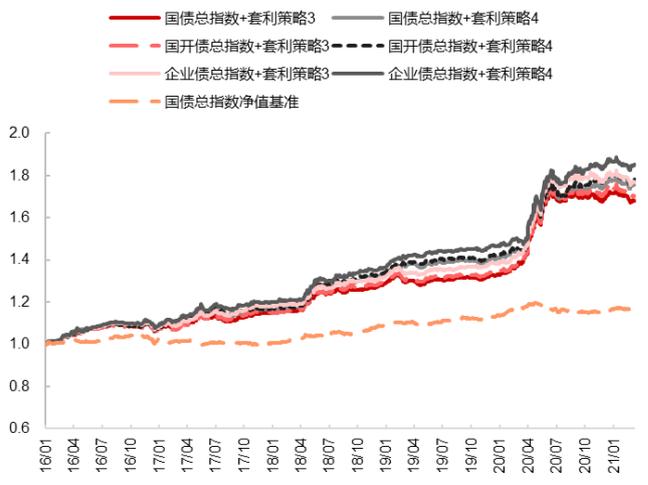
资料来源：Wind，东证衍生品研究院

图表 36：债券底仓加期债套利策略（动量与分位数）净值表现



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

图表 37：债券底仓加期债套利策略（动量与布林线）净值表现



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

4. 风险提示

量化模型失效风险，指标的有效性基于历史数据得出，不排除失效的可能。

期货走势评级体系（以收盘价的变动幅度为判断标准）

走势评级	短期（1-3个月）	中期（3-6个月）	长期（6-12个月）
强烈看涨	上涨 15%以上	上涨 15%以上	上涨 15%以上
看涨	上涨 5-15%	上涨 5-15%	上涨 5-15%
震荡	振幅-5%-+5%	振幅-5%-+5%	振幅-5%-+5%
看跌	下跌 5-15%	下跌 5-15%	下跌 5-15%
强烈看跌	下跌 15%以上	下跌 15%以上	下跌 15%以上

上海东证期货有限公司

上海东证期货有限公司成立于 2008 年，是一家经中国证券监督管理委员会批准的经营期货业务的综合性公司。东证期货是东方证券股份有限公司全资子公司，注册资本金 23 亿元人民币，员工近 600 人。公司主要从事商品期货经纪、金融期货经纪、期货投资咨询、资产管理、基金销售等业务，拥有上海期货交易所、大连商品交易所、郑州商品交易所和上海国际能源交易中心会员资格，是中国金融期货交易所全面结算会员。公司拥有东证润和资本管理有限公司，上海东祺投资管理有限公司和东证期货国际（新加坡）私人有限公司三家全资子公司。

东证期货以上海为总部所在地，在大连、长沙、北京、上海、郑州、太原、常州、广州、青岛、宁波、深圳、杭州、西安、厦门、成都、东营、天津、哈尔滨、南宁、重庆、苏州、南通、泉州、汕头、沈阳、无锡、济南等地共设有 33 家营业部，并在北京、上海、广州、深圳多个经济发达地区拥有 134 个证券 IB 分支网点，未来东证期货将形成立足上海、辐射全国的经营网络。

自 2008 年成立以来，东证期货秉承稳健经营、创新发展的宗旨，坚持市场化、国际化、集团化的发展道路，打造以衍生品风险管理为核心，具有研究和技术两大核心竞争力，为客户提供综合财富管理平台的一流衍生品服务商。

分析师承诺

王冬黎

本人具有中国期货业协会授予的期货执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收到任何形式的报酬。

免责声明

本报告由上海东证期货有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本研究报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本研究报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的报告之外，绝大多数研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。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，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买投资标的的邀请或向人作出邀请。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为东证衍生品研究院，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

东证衍生品研究院

地址：上海市中山南路318号东方国际金融广场2号楼22楼

联系人：梁爽

电话：8621-63325888-1592

传真：8621-33315862

网址：www.orientfutures.com

Email：research@orientfutures.com