

基于理论价差的国债期货跨期策略

国投安信期货研究院

王锴 期货投资咨询号 Z0016176

国债期货跨期价差运行情况一直是套利和套保市场关注的焦点。究其原因，一方面，在 10 年期合约长期贴水的大背景下，合理地规避跨月波动风险，减少对冲成本是套期保值的重要前提和考虑因素。另一方面，在非移仓阶段，价差偏离过大时可以寻找合适的套利机会。由于跨期操作对远月合约的流动性有较高要求，本文主要考虑 10 年期合约。

国债期货跨期价差的计算方法大同小异，业内普遍认同的重要因素有两个：(1)远近月的持有收益之差 (2)交割期权的价值。如果未来货币政策宽松，未来 3 个月资金利率下行概率较大，远月合约的持有收益上升幅度将更大，导致跨期价差上升。反之如果未来货币政策紧缩，跨期价差较有可能下降。

针对持有收益之差，本文分别采用模拟指标法和精确拟合插值法对所得结果进行论证。我们在同一拟合方法下分别以考虑交割期权价值和不考虑期权价值的理论价差为基础构建策略逻辑，当实际价差在理论价差上方（下方）时，认为价差被高估（低估），可能会修复至理论价差中枢。

空头展期的策略逻辑与跨期套利有所不同，一方面套期保值的资金量普遍较大，需要通过历史的持仓和成交判断合理的移仓区间，减少流动性影响导致的冲击成本。另一方面，随着当季合约到期，成交量不断减少，移仓存在时间成本，如果始终没有交易信号，需要在必要时间点进行强制移仓。

实证研究显示，理论价差与实际价差整体走势相近，受 CTD 券切换和市场交易影响，实际价差波动幅度相对更大。具体来看，相较于利用估算指标进行拟合的方法，利用插值法计算融资收益率曲线后进行精确拟合的理论跨期价差与实际价差偏差更小。考虑转换期权价值的套利策略和展期策略相对择时胜率更高，收益表现更好，以此为基础的展期成本大幅降低。

一、跨期价差主要影响因素

国债期货合约理论价格为对应的最廉可交割券 CTD 券的净价与持有收益之差除以转换因子：

$$F_0 - F_1 = \frac{P_1 - Y_1}{C_1} - \frac{P_0 - Y_0}{C_0} \quad (1)$$

根据净基差的定义，

$$BNOC_0 = P_0 - F_0 C_0 - Y_0, \quad BNOC_1 = P_1 - F_1 C_1 - Y_1$$

通过进一步转化可得，

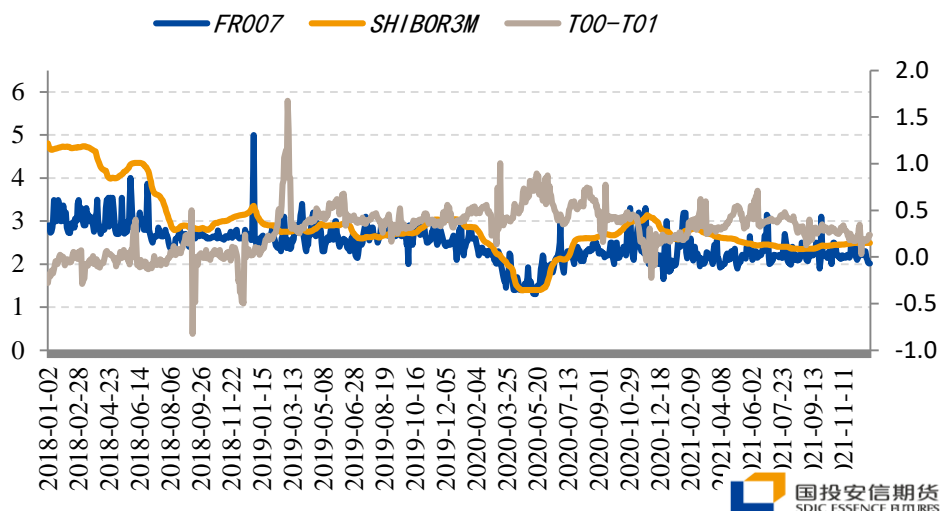
$$C_0 F_0 - C_1 F_1 = (BNOC_1 - BNOC_0) + (Y_1 - Y_0)$$

$$F_0 - F_1 = \frac{1}{C_0} [(BNOC_1 - BNOC_0) + (Y_1 - Y_0) + (C_1 - C_0) F_1] \quad (2)$$

由此可见跨期价差主要由三部分构成，净基差之差、持有收益之差和转换因子之差。这里将 CTD 券的净基差、持有收益、转换因子和净价分别记为 BNOC、Y、CF、P。除了极少数临近交割的时间，近月和远月合约通常对应的是同一只 CTD 券，因此影响跨期价差的因素主要是当季末至次季末即未来三个月的收益水平，以及两季合约的净基差之差。

持有期收益方面，当季末至次季末的持有期收益等于持有现券未来 3 个月获得的票息收入减去需付出的 3 个月资金成本。因此，当预期资金成本水平将明显抬升时，持有期收益将会受到压缩而拉低跨期价差的水平；当资金成本水平显著下行时，持有期收益将会提升而推高跨期价差中枢。从历史数据来看，资金成本的走高/走低基本对应了跨期价差中枢的下行/抬升。

图：资金水平与跨期价差



资料来源：Wind，国投安信期货

1.1 模拟计算跨期价差

从历史数据来看，除了移仓前后的少数交易日，超过 90%的情况下远近月合约对应的 CTD 券为同一只现券，可以统一 P 和 CF，

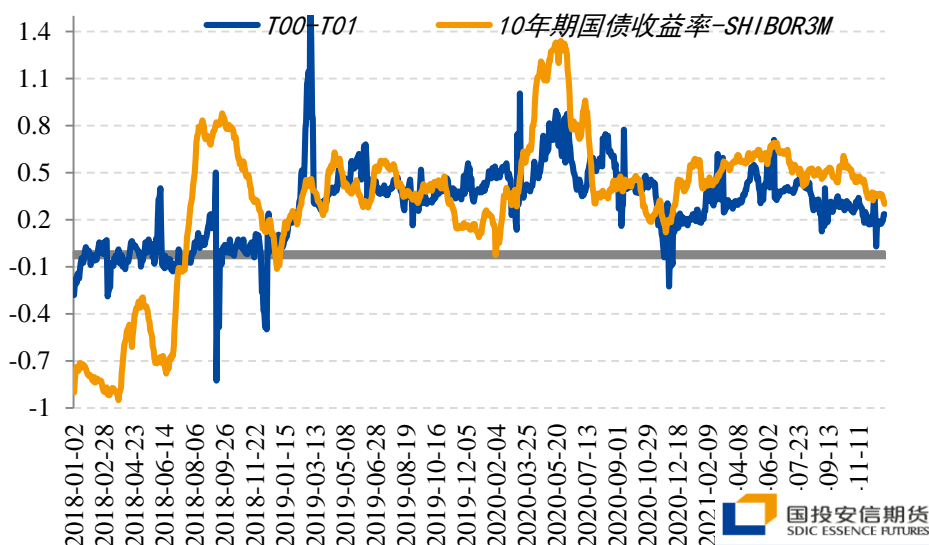
$$C_1 = C_0, P_1 = P_0$$

由 (1) 式得：

$$F_0 - F_1 \approx \rho(C) * (Y_0 - Y_1)$$

这里 $\rho(C)$ 是关于转换因子的一个函数，持有收益 Y 由持有收益和持有成本之差构成，利息收入部分等于对应远近合约交割日之间的利息收入；资金成本方面则等于对应交易日债券全价的资金成本。需要注意的事，这里计算成本是用对应的利率乘以远近合约交割日之间的天数，而远近合约之间的天数对应的利率应该是一个远期概念，如果用即期利率来描述并不完全合理。因此市场上一个可以近似模拟持有成本的方式就是通过 SHIBOR3M 理论互换曲线，由于新的国债票面利率发行往往是参考当前利率水平，可以用对应的收益率来替换票面利率。因此最后的远近合约价差可以看作 SHIBOR3M 与十年期国债收益率之差再乘以一个系数(2)。

图：10 年期国债收益率-SHIBOR3M



资料来源：Wind，国投安信期货

在一段时间点上，实际的价差曲线与近似的持有收益Y曲线间存在一定的拟合趋势，当实际价差曲线在近似理论曲线上方时，认为价差被高估将会回落；在近似理论曲线下方时，认为被低估将会回升。将所得的预测结果与实际变化结果比较，统计胜率为 51.45%，检验效果并不理想。

从另一方面来看，我们还可以通过格兰杰因果检验来验证 10 年期国债收益率-SHIBOR3M 与跨期价差间是否存在领先滞后关系，我们首先通过 AIC 准则寻找最佳滞后阶数为 3，然后运用格兰杰因果测试(Granger Test)进行检验。结果显示 10Y 收益率-SHIBOR3M 不能通过重要性水平 0.01 的格兰杰因果检验。

图：格兰杰因果检验

滞后阶数	10Y 收 益 率 - SHIBOR3M 是跨期价差的格兰杰原因	格兰杰因果检验 P 值	跨期价差是 10Y 收益率-SHIBOR3M 的格兰杰原因	格兰杰因果检验 P 值
3	不是 ($\alpha=0.01$)	0.043	不是($\alpha=0.01$)	0.096

资料来源：Wind，国投安信期货

1.2 精确计算跨期价差

将前文 (1) 式展开,

$$Y_1 = \left(100 \times r_1 - P_1' \times r_t\right) \times \frac{t}{365}, \quad Y_2 = \left(100 \times r_2 - P_2' \times r_{t+3M}\right) \times \frac{t+3M}{365}$$

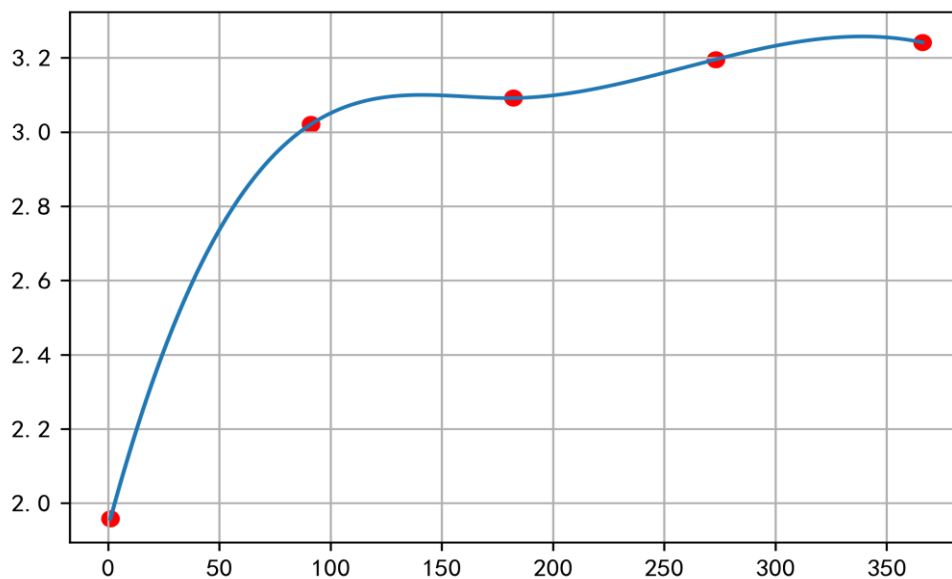
$$F_1 - F_2 = \frac{P_1 - \left(100 \times r_1 - P_1' \times r_t\right) \times \frac{t}{365}}{CF_1} - \frac{P_2 - \left(100 \times r_2 - P_2' \times r_{t+3M}\right) \times \frac{t+3M}{365}}{CF_2}$$

其中 F_1 和 F_2 分别表示近月合约和远月合约国债期货的价格; P_1 和 P_2 分别表示近月和远月合约对应的 CTD 券的净价; CF_1 和 CF_2 分别表示近月和远月合约 CTD 券对应的转换因子; R_1 和 R_2 分别表示近月和远月合约 CTD 券的票面利率; P_1' 和 P_2' 分别表示近月和远月合约的 CTD 券的全价; t 表示当前日距离近月合约第二交割日的剩余天数; $t+3M$ 表示当前日距离远月合约第二交割日的剩余天数。

由于国债期货的 CTD 券已经确定, 影响国债期货跨期价差的主要因素是 T 日后的 3 个月远期利率。如果未来货币政策宽松, 未来 3 个月的资金利率会下行, 国债期货的跨期价差较有可能上升; 如果预期未来货币政策收紧, 未来 3 个月的资金利率上行, 国债期货的跨期价差则较有可能下行。这一结论也与前文从持有成本角度的分析相一致。

由于 t 和 $t+3M$ 大部分情况下都不属于市场上标准期限的收益率, 如果要建立完整的融资利率期限结构, 涉及到两种拟合方法, 最优拟合法和精确拟合法。最优拟合法即用一个函数的形式来表达, 我们在跨品种套利中使用的 Nelson-Siegel 模型就属于这一类。另一种精确拟合法则是使用金融工具确定关键期限的即期收益率, 对于标准期限之间的收益率则采用插值法进行计算。

图：根据标准期限 SHIBOR0N、3M、6M、9M、1Y 插值法计算的融资收益率曲线



资料来源：Wind，国投安信期货

举例来看，在 2020 年 11 月 20 日，近月合约 T2012，远月合约 T2103，对应的 CTD 券分别为 2000004.IB 和 2000003.IB，票面利率分别为 2.86% 和 2.77%，其中当前日距离 T2012 合约的第二交割日 剩余天数为 25 天，距离 T2103 合约第二交割日 剩余天数为 116 天。根据当日的 SHIBOR 期限结构，利用插值法得出 25 天和 116 天的资金利率分别为 2.41% 和 3.09%。

图：主要中间变量信息

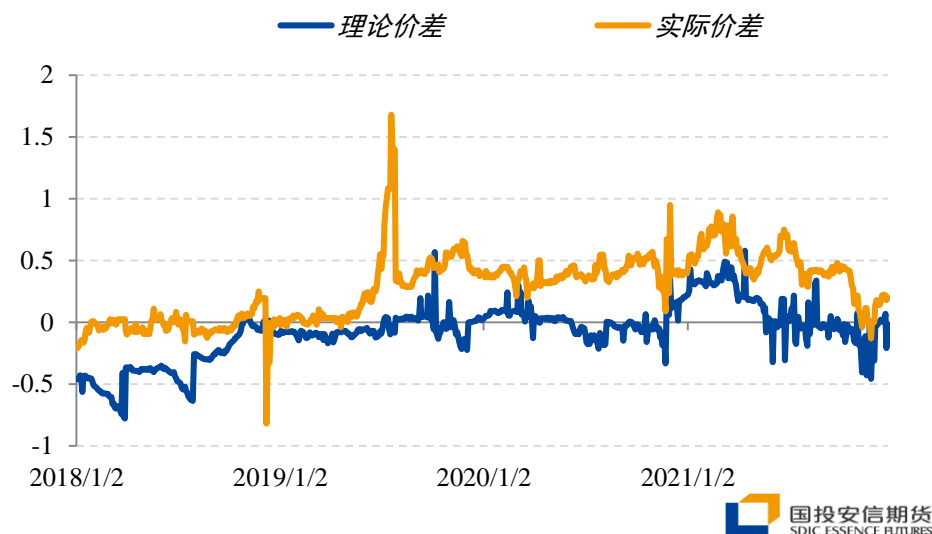
期货合约	合约价格	CTD 券	现券净价	现券全价	票面利率	资金利率	转换因子
T2012	97.21	2000004.IB	96.1	97.1	2.86	2.41	0.988
T2103	97.02	2000003.IB	95.2	96.3	2.77	3.09	0.982

资料来源：Wind，国投安信期货

$T2012 - T2103$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{96.1 - (100 * 2.86\% - 97.1 * 2.41\%) * 25/365}{0.988} \\
 &- \frac{95.2 - (100 * 2.77\% - 96.3 * 3.09\%) * 116/365}{0.982} = 0.077
 \end{aligned}$$

图：理论跨期价差与实际跨期价差

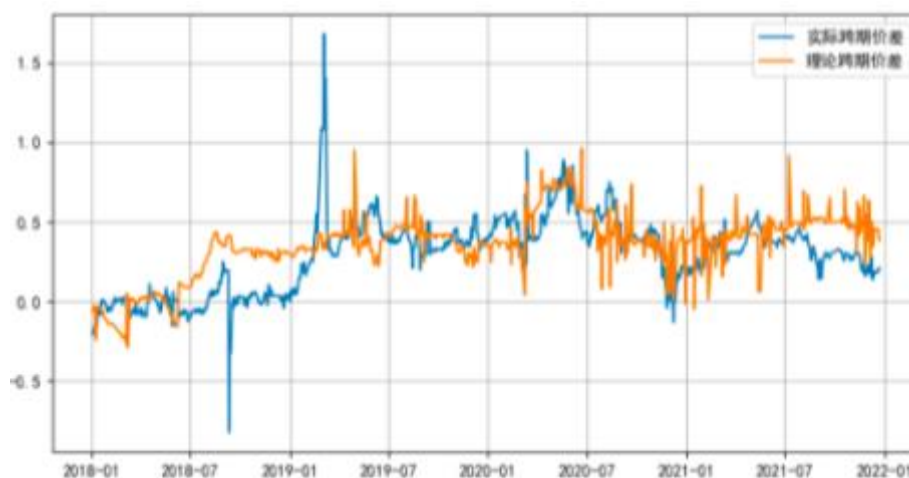


资料来源：Wind，国投安信期货

国债期货的转换期权也称为质量期权，其本质是卖方有权选择对自己有利的可交割券进行交割。近月合约和远月合约由于转换期权价值的不同，会对跨期价差产生影响。不考虑转换期权计算得到的理论价差与实际价差的平均相差 0.35 左右，部分原因也可以归结于此。转换期权作为国债期货定价中的组成部分，主要受收益率水平、曲度、新发行国债等因素影响，对于同一 CTD 券的合约来说，远月合约的存续期比近月合约多 3 个月，因此远近月合约期权价值的差异主要在于时间价值。

$$F_1 - F_2 = \frac{P_1 - \left(100 \times r_1 - P_1' \times r_t\right) \times \frac{t}{365} - Options1}{CF_1} - \frac{P_2 - \left(100 \times r_2 - P_2' \times r_{t+3m}\right) \times \frac{t+3M}{365} - Options2}{CF_2}$$

图：考虑转换期权价值的理论价差和实际价差



资料来源：Wind，国投安信期货

由于新发行国债等数据较难进行量化计算，而转换期权代表了在到期日将手中持有的期货转化为现券的价值，且我们以 18 年以来近月和远月合约的平均净基差来代表转换期权价值。将平均净基差代入（3）式，理论价差和实际价差的平均差异为 0.03，整体偏差有所减小。

1.3 成交量与持仓量

一般来说，多头持仓中投机成分占比较大因此很少进入交割，而空方存在转换期权进入交割对其有利，多头应会尽量择机离场，或提前布局移仓从而导致跨期价差收窄，但实际中还要结合具体的市场环境来看。当 IRR 较低、基差较大时期货深贴水，空头承压不愿意进入交割会提前布局移仓，其买入当季卖出次季的行为将造成次季净基差走阔、当季净基差修复，因此跨期价差将走阔，待后期空方移仓力度减弱，跨期价差将重新收窄，这在 T1706 前的合约中都有所体现。而当 IRR 较高、基差较小时期货升水，空方交割意愿强，多头或将提前主导移仓，这会导致次季净基差收窄、当季净基差走阔，那么跨期价差将收窄后再走阔。

图：格兰杰因果检验结果

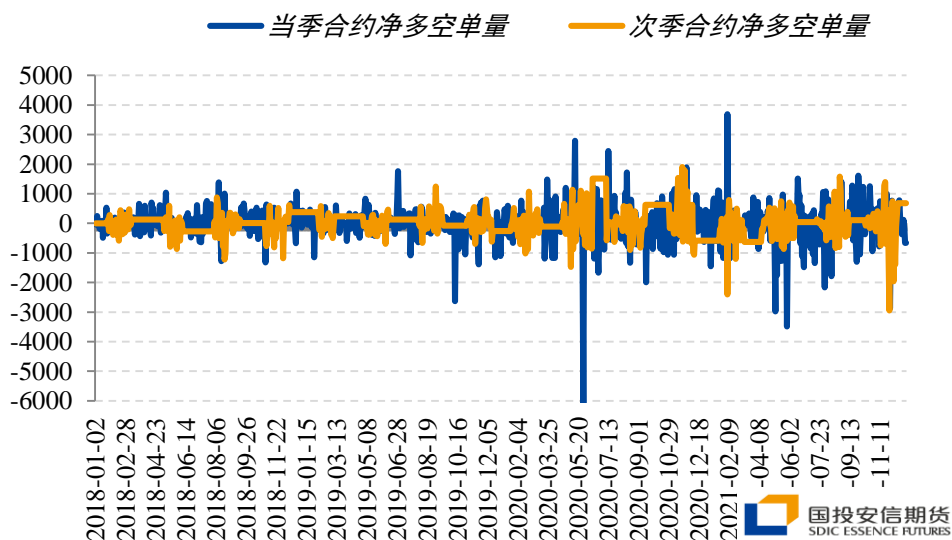
最优滞后阶数	成交量之差是跨期价差的格兰杰原因	格兰杰因果检验 p 值	最优滞后阶数	持仓量之差是跨期价差的格兰杰原因	格兰杰因果检验 P 值
3	>0.05	0.07	4	>0.05	0.06

资料来源：Wind，国投安信期货

成交量之差和持仓量之差进行一阶差分后均为平稳序列，根据 AIC 准则得出的最优滞后阶数，格兰杰因果检验显示无论是成交量之差还是持仓量之差，均不是导致跨期价差的显著原因。从实际交易行为上看，成交量与持仓量作为判断合约活跃程度的指标，对于价差的具体预测作用有限。

如前文所述，多头空头主导的移仓行为有助于判断下一步价差变化趋势。为了消除合约持仓基数的影响，我们以当季合约和次季合约持多单和持空单的变化量作为指标，将每个合约持多单量的增减与持空单量的增减做差，就可以显示当天该合约上多空力量的强弱。如果合约的多空指标为负，次季合约多空指标为正，这里认为目前由多头主导移仓，跨期价差在当季合约到期前将先走阔后收窄。如果该交易日当季合约的多空指标为正，次季合约的多空指标为负，这里认为目前由空头主导移仓，跨期价差在当季合约到期前将先收窄后走阔。该方法可以作为合理判断移仓换月区间的工具。

图：当季和次季合约净多空单量

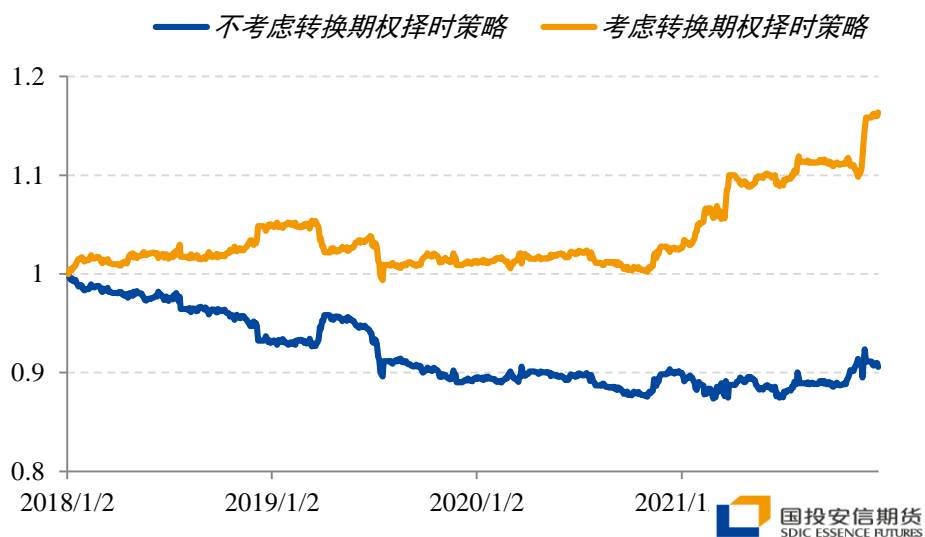


资料来源：Wind，国投安信期货

二、跨期价差策略

我们将公式(3)推导的理论价差作为基准中枢，当实际价差位于理论价差上方时，认为价差被高估，实际价差将下行回归；当实际价差位于理论价差下方时，认为价差被低估，将上升回归至中枢附近。考虑到当季合约流动性的问题，到期前5个交易日默认平仓不进行交易。冲击成本 1%%，手续费 1%%。

图：回测收益表现



资料来源：Wind，国投安信期货

图：收益表现统计

策略名称	累计收益率	年化收益率	最大回撤	夏普比率	波动率	胜率	交易次数
不考虑转换期权价值	-7.21%	-2.61%	10.23%	-0.48	0.29%	50.03%	12
考虑转换期权价值	18.67%	6.13%	4.31%	1.38	0.27%	56.04%	64

资料来源：Wind，国投安信期货

整体而言，考虑转换期权价值的的价差策略交易次数更频繁，胜率也更高，对收益表现有显著提升的同时，也较为有效地控制了回撤。因此，实证分析也从侧面佐证了转换期权价值与理论跨期价差和实际价差之间偏差值的关系。

三、展期策略

图：18 年至今当季-次季合约平均价差

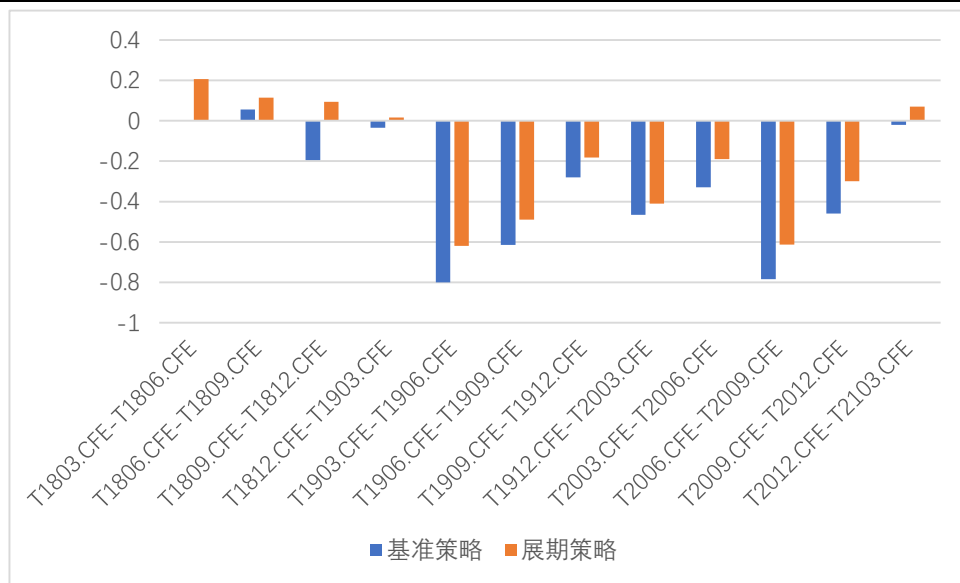


资料来源：Wind，国投安信期货

我们以合约距交割月首日天数为时间轴回顾历史平均价差，在距交割月 15-20 天的时间点上，价差会逐步呈现上行的趋势，这反映出当前国债期货市场仍然以空头套期保值为主的一个格局，由于空头多选择平仓展期，当季合约在市场做多的情况进一步，提高了跨期价差。进一步观察当季合约与次季合约的成交量和持仓量，近月合约到期前 30 天远月合约逐渐成为主力合约，在考虑双边流动性的情况下，我们以国债期货单边持仓上限 4000 手来评估整体市场容量，将合约前 35-10 天作为套期保值展期的观测区间。

进入观测区间后，当实际价差位于理论价差下方，且近月合约净空单量为正，远月合约净多单量为正时，预期价差存在被低估的可能，同时由于空头主导移仓，后期将向上拉升。因此选择在下一交易日进行移仓操作，即多近月合约空远月合约。如果上述移仓条件始终未能满足，则固定在到期前第 10 个交易日进行展期，即基准策略。

图：移仓点位实际收益



资料来源：Wind，国投安信期货

图：收益表现统计

策略名称	累计移仓收益	最大单次移仓收益	最大回撤
基准策略	-3.93%	0.05%	0.80%
展期策略	-2.30%	0.11%	0.62%

资料来源：Wind，国投安信期货

18年以来10年期国债期货远月合约长期处于贴水状态，在固定时间点，如到期前10天进行展期，即便规避了流动性问题，仍然会因为跨期价差过高产生展期成本。实证分析显示，将理论价差结合近月、远月合约的净挂单量作为移仓指标，可以使展期成本下降31%左右，相比基准策略具有良好的稳定性。

四、实证结论

1. 模拟跨期价差法的结果与实际价差存在较大偏离，择时胜率较低，策略运用上不具备可操作性和实用性。精确计算跨期价差法从理论价差的组成成分角度出发，能够比较准确地跟踪跨期价差波动。其中，考虑转换期权价值的方法能够较好地解释原有理论价差与实际价差的偏差值，以此为中枢构建的价差套利策略，具有良好的解释性，在样本外可以实现有效跟踪，收益表现稳定。
2. 近月和远月合约净多空单量可以作为辅助指标判断移仓换月阶段多空力量的强弱，结合

理论跨期价差作为移仓指标，在保证合约流动性的前提下，可以有效降低空头套期保值的对冲成本，选择合理的价差区间进行展期。

参考文献

[1]戎志平.国债期货交易实务 P225-230

[2]Robert J.Shiller,John Y.Campbell,Kermit L.Schoenholtz.Forward Rates and Future Policy:Interpreting the Term Structure of Interest Rates[J].Brookings Papers on Economics Activity,1983(1):173-223

免责声明

本研究报告由国投安信期货有限公司撰写,研究报告中所提供的信息仅供参考。报告根据国际和行业通行的准则,以合法渠道获得这些信息,尽可能保证可靠、准确和完整,但并不保证报告所述信息的准确性和完整性。本报告不能作为投资研究决策的依据,不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证,无论是否已经明示或者暗示。国投安信期货有限公司将随时补充、更正和修订有关信息,但不保证及时发布。对于本报告所提供信息所导致的任何直接的或者间接的投资盈亏后果不承担任何责任。

本报告版权仅为国投安信期货有限公司所有,未经书面许可,任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用发布,需注明出处为国投安信期货有限公司,且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。国投安信期货有限公司对于本免责声明条款具有修改权和最终解释权。