

2013年11月05日

 基金核心分析师：单开佳
 SAC 执业证书编号：S0850511010029
 电话：021-23219448
 Email: shankj@htsec.com

 联系人：孙志远
 电话：021-23219443
 Email: szy7856@htsec.com

中外国债期货交割期权的差异

在《国债期货空头交割期权价值估计方法》一文中，笔者分析了一般化的国债期货交割期权构成，并推导了其理论定价公式。由于撰文之时中金所国债期货交易和交割规则尚未出台，前文主要基于海外，尤其是美国国债期货相关制度进行分析。本文则将视角拉回至国内，首先剖析了哪些制度造就了中国国债期货的交割期权，然后就差异点与国外进行比较，最后将各项权利进行组合，基于前文的理论基础构建中国国债期货交割期权的估值公式，为后续系列报告中的高频基差交易策略提供理论依据。

1. 中国国债期货交割期权的组成和来源

典型的国债期货合约交割期权由 5 项细分权利构成：1) 质量期权；2) 时机期权；3) 月末期权；4) 百搭牌期权；5) 新发国债期权。中国 5 年期国债期货合约的交割制度提供了上述权利来源。

1.1 质量期权：一篮子可替代实物交割制度

为了降低单一实物交割制度下的交割风险，中国国债期货采用了一篮子可替代实物交割制度。在交割月首日剩余期限 4~7 年期的国债，均可作为该国债期货的实物交割标的。不同可交割券的剩余期限和息票利率各有不同，造成其市场价格的差异。转换因子虽可从空头收入端（期货发票价格）作出一定的修正，但只要交割时点市场利率不等于 3% 的虚拟券息票利率，或收益率曲线存在斜率，就无法完全抹平各个交割券之间交割收益的差距。存在差距，即存在选择，空头就有权利在一系列可交割券中选择一个对自己最为有利的个券（CTD 券）用于交割，这种交割券选择权提供了国债期货的质量期权。

值得注意的是，质量期权并非当前 CTD 券的专利，无论价格多高，每个可交割券都有成为 CTD 券的可能性，差异仅在于可能性高低。每个券都可以计算其隐含质量期权大小，而质量期权大小衡量的是该交割券在交割时点不成为 CTD 券的可能性。越可能成为交割日 CTD 券的交割券（典型代表如当前 CTD 券），其质量期权处于平价状态，相对便宜；反之，越不可能成为交割日 CTD 券的交割券，其质量期权处于价外状态，相对较贵。理解这点，对于我们在之后报告中要提到的基差交易策略非常重要。

1.2 时机期权：滚动交割制度

中国 5 年期国债期货采用滚动交割制度，交割月首日到交割月的第二个周五，交易方每天都可以提交交割申请。滚动交割制度最大的好处在于交割券可以循环使用，t 日交割的可交割券，在 t+n 日上市流通后还可以被其他的空头买入，再次用于交割，大大提升了实物使用效率，也降低了交割失败的概率。滚动交割制度与集中交割制度的对比可见下表：

表 1 滚动交割制度和集中交割制度优劣对比

交割方式	滚动交割	集中交割
方法	<ul style="list-style-type: none"> 交割月第一日到第二个周五 交割期内每天申请 	在指定一天交割
适用对象	<ul style="list-style-type: none"> 易变质 存储费用高 	<ul style="list-style-type: none"> 不易变质 存储成本低
特点	<ul style="list-style-type: none"> 交割券循环使用，效率高 	<ul style="list-style-type: none"> 多方无需长期备款

- 提供时机期权
- 资金市场和现券市场集中冲击
- 仅控制现货 1 日，逼仓容易

应用范围 美国、英国、上期所

欧洲、日本、郑商所

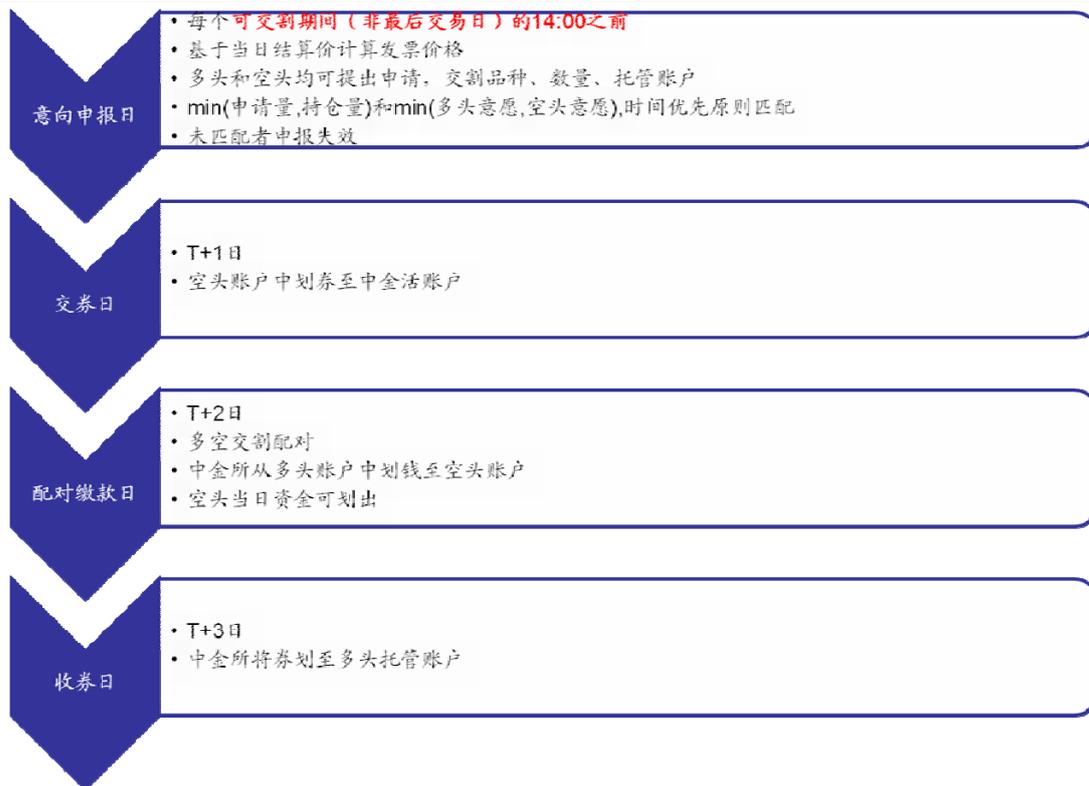
资料来源：海通证券金融产品研究中心

滚动交割制度提供了时机期权，交易方可选择一个对自己最为有利的时点发起交割申请。就空头而言，如果市场利率没有趋势性变化，其可根据现货持有收益以及融资成本的对比（收益率曲线的形状）来作出交割决策。如果现货息票利率高于短期融资成本（收益率曲线正斜率），越晚交割，其所获得的持有期收益更大；反之，如果现货息票利率低于融资成本（收益率曲线负斜率）。越早交割，收取现金后融出资金，所得到的收益更高。对于多头来说，其决策方向与空头相反。

1.3 月末期权：交割申请日和交券日的时间差

目前中国国债期货交割流程分为 4 个工作日：1) 意向申报日：多空双方提出交割申请，中金所以最小值原则进行总量匹配，确定期货价格；2) 交券日：空头交券至中金所账户；3) 配对缴款日：中金所对多空双方进行逐一配对，多头资金划入空头账户；4) 收券日：中金所将交割券划入多头账户。最后交易日和普通交易日只在交割申请截止时点和结算价格取样范围上不同。普通交割日的交割申请时点为每日下午 2 点之前，最后交易日为上午 11 点 30 分之前。普通交易日期货结算价取最后 1 小时期货成交均价，由于最后交易日剩余持仓量已经较低，期货价格操纵难度下降，所以该日的期货结算价取当日全部成交均价。

图 1 普通交易日交割流程



资料来源：海通证券金融产品研究中心

从交割流程上看，从期货价格确定到空头实际划券，存在 1 个工作日的时滞。此时空头收入价格基本确定（由于交割券尚未确定，所以发票价格中的转换因子和应计利息尚未确定），支出价格可根据交券日之前买卖情况决定，其可挑选一个现货相对便宜的时点买入，从而提升交割收益。这为交割方带来了月末期权。

1.4 百搭牌期权：日内交割申请结点和期、现货收盘的时间差

如果滚动周期内每日交割申请的截止时点晚于期货和现货收盘，由于此时期货价格已经确定，空头可以根据现货的买卖情况决定当天是否提交交割申请。如果认为现货价格合适，则可以在期货收盘到现货收盘这段时间内买入现货，再提交交割申请。根据 Marcelle Arak 和 Laurie S. Goodman 的研究，美国国债期货收盘时点为纽约时间下午 3 点，现货活跃

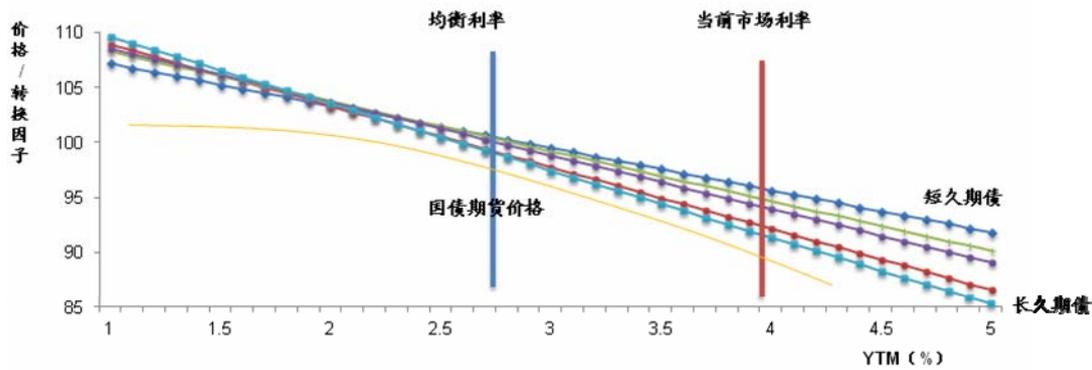
成交时间结束于纽约时间下午 5 点，国债期货交割申请结点为纽约时间晚上 9 点，所以美国国债期货交割制度提供了百搭牌期权。

中国国债期货现行制度使得中国国债期货不具有百搭牌期权。普通交割日交割申请提交截止时点为下午 2 点，最后交割日为上午 11 点 30 分，所以空头无法基于事后交易信息来决策交割申请。

1.5 新发国债期权：定期发行 7 年期国债

当市场利率远高于国债期货虚拟券均衡利率（3%附近）时，长久期国债价格下行幅度高于短久期国债，其成为 CTD 券的概率较大。相对于已发行交割券，新发 7 年期国债在剩余期限上具有优势，所以其发行后成为新 CTD 券的概率较大。对于持有旧 CTD 券的空头来说，将偏贵的旧券换为更便宜的新券，能够提升其交割收益，为其带来了新发国债期权。

图 2 不同利率环境下 CTD 券的切换



资料来源：海通证券金融产品研究中心

表 2 中国关键期限国债发行计划（节选自 2012 年 12 月初财政部公布的《2013 年关键期限国债和储蓄国债发行计划》）

期限（年）	招标日期	新发/续发
5	1月9日	新发
5	3月6日	续发
5	5月29日	新发
5	7月24日	续发
5	11月6日	新发
5	12月4日	续发
7	1月23日	新发
7	2月27日	续发
7	3月13日	续发
7	4月17日	新发
7	5月15日	续发
7	6月5日	续发
7	7月10日	新发
7	8月7日	续发
7	9月11日	续发
7	10月16日	新发
7	11月13日	续发
7	12月11日	续发

资料来源：海通证券金融产品研究中心

2. 与海外国债期货交割期权间的差异

与海外国债期货，尤其是美国国债期货交割制度相比，中国交割制度存在以下几点差异：

- ✓ 多空双方共同举手，系统性降低空头交割期权，倒逼交割时点延后

海外国债期货空头具有交割的无限主导权，空头在滚动交割周期中提出交割申请，多头必须无条件满足。而中国采用多空双方共同举手制度，多头和空头在滚动交割周期内都有权提交交割申请，意向申报日实际确认交割量为当日多空累计交割申请总量的较小值。

这就意味着空头无法完全按照自身意愿完成交割，将系统性降低空头的各项交割权利。多空双方交割利益互斥，若当前为空头最优交割时点，则意味着其可能是多头的非最优交割时点，空头意愿的交割申请将无法得到多头的配合。

就时机期权而言，多空共同举手制度可能倒逼交割时点延后。举例来看，如果收益率曲线斜率为正，交割券息票利率大于融资成本，越晚交割，空头获得的持有收益越高，因此空头倾向于晚交割。多头则更希望越早交割，收到现券后获取票息收益。两者博弈结果将导致空头意愿得到满足，交割时点位于滚动交割周期后期。值得注意的是，如果收益率曲线为负，交割券息票利率低于融资成本，空头倾向于早交割，收到现金后融出，以获得短期资金回报。相应的，多头则希望晚交割。此时空头交割意愿将会受到多头的抵制，其早期提交的交割申请可能不会有足够的多头进行匹配，从而倒逼交割时点延后。

✓ 交券时滞过短，大大降低月末期权

美国国债期货的最后交易日和最后交割日存在 7 个交易日的时滞，所以空头具有充足的时间在期货价格确定的前提下在现货市场备券。但是中国国债期货无论是普通交易日还是最后交易日，其空头交券时滞仅有 1 个交易日，备券时间非常短，大大降低了月末期权价值。

✓ 交割申请截止时点早于期现收盘，无百搭牌期权

正如前一部分所言，中国国债期货每日交割申请截止时点早于期货和现货收盘，所以不存在百搭牌期权。

3. 结论：行权日在最后交易日的欧式奇异期权

中国国债期货合约中月末期权价值极低，且不存在百搭牌期权。由于国债发行计划相对固定，且在年初即可确知，因此可以计算新发国债在其发行前的剩余期限，并通过同期限旧券的收益率对其进行模拟定价，进而提前纳入可交割券范围来综合计算质量期权价值。多空双方共同举手制度可能倒逼交割时点延后，质量期权+时机期权可以视为一个行权日在最后交易日的欧式一篮子最小值看涨期权。如果假设收益率小幅波动，该期权可以进一步简化为基于二元资产的欧式交换看涨期权。对于当前 CTD 券来说，其可交换标的可视为当前次便宜交割券；对于当前非 CTD 券来说，其可交换标的可视为当前 CTD 券。

表 3 中国国债期货交割期权价值分析

交割期权类型	权利来源	价值
质量期权	一篮子可替代实物交割制度	交割期权的核心。因个券所异，越不可能成为 CTD 券的交割券，质量期权价值越大；越可能成为 CTD 券的交割券，质量期权价值越小。
时机期权	滚动交割制度	被多空共同举手制度限制。交割时点恐被动后延
月末期权	意愿交割日和空头交券日时滞	仅相隔 1 天，价值较低
百搭牌期权	日内申请截止时点与期、现收盘时点关系	申请截止时点较早，无价值。
新发国债期权	国债定期发行制度	具有一定价值，可通过模拟定价的方式提前纳入可交割券范围，与质量期权一起估计

资料来源：海通证券金融产品研究中心

交割券交割期权理论估值公式（采用简单复利方式）：

$$C = \frac{B_1 + AI_{1,0 \sim T} - \frac{AI_{1,0 \sim T}}{(1+r)^{T-t}}}{CF_1} \cdot N(d_1) - \frac{B_2 + AI_{2,0 \sim T} - \frac{AI_{2,0 \sim T}}{(1+r)^{T-t}}}{CF_2} \cdot N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln \left(\frac{(B_1 + AI_{1,0 \sim T}) \times (1+r)^{T-t} - AI_{1,0 \sim T}}{CF_1} \right)}{\sigma \times \sqrt{T-t}} + 0.5 \times \sigma^2 \times (T-t)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \times \sqrt{T-t}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2 \cdot \rho \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2}$$

其中，

B_1 : 当前持有现券净价；

B_2 : 当前持有现券所对应可交换券净价，对于当前 CTD 券，其为当前次便宜交割券，对于当前非 CTD 券，其为当前 CTD 券；

$AI_{1,0 \sim t}$: 持有现券到当前时点的应计利息；

$AI_{1,0 \sim T}$: 持有现券到交割时点的应计利息；

$AI_{2,0 \sim t}$: 可交换券到当前时点的应计利息；

$AI_{2,0 \sim T}$: 可交换券到交割时点的应计利息；

r : 当前时点到交割时点融资成本估计值；

CF_1 : 现券转换因子；

CF_2 : 可交换券转换因子。

信息披露

分析师声明

单开佳：金融产品研究

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人不保证该等信息的准确性或完整性。分析逻辑基于作者的职业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

金融产品研究中心声明

海通证券金融产品研究中心（以下简称本中心）具有证监会和证券业协会授予的基金评价业务资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告所有信息均来源于公开资料，本中心力求准确可靠，但对这些信息的准确性及完整性不做任何保证。评价结果不受任何第三方的授意或影响。基金评价结果不是对基金未来表现的预测，也不应视作投资基金的建议。本报告不构成个人投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。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。本中心所属的海通证券股份有限公司控股海富通基金管理公司，参股富国基金管理公司，本中心秉承客观、公正的原则对待所有被评价对象，并对可能存在的利益冲突制定了相关的措施。本声明及其他未尽事宜的详细解释，敬请浏览海通证券股份有限公司网站（<http://www.htsec.com>），特此声明。

法律声明

本报告仅供海通证券股份有限公司（以下简称“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客户。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。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。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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。

市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。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。在法律许可的情况下，海通证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经海通证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。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。如欲引用或转载本文内容，务必联络海通证券研究所并获得许可，并需注明出处为海通证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可，海通证券股份有限公司的经营范围包括证券投资咨询业务。