

2013年11月11日

纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行

——国债期货与国泰 ETF 高频基差交易策略实证 检验

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

在《国债期货交割期权模型用途：联动国债 ETF，指导真正的基差交易》一文中，笔者指出高频基差交易的最佳现货标的并非国债现货，而是投资于可交割券的国债 ETF。做过量化的人都知道，有时候精巧的设计并不一定能够带来良好的结果，是骡子是马，拿出来溜溜才知道，因此本文即希望通过历史回测，检验该策略能否真正从理论落实到实际，为投资者赚取稳定回报。

1. 策略理念

1.1 基础策略

海通国债期货高频基差交易的核心理念在于挖掘交割券交割期权定价偏离，落实到国债 ETF 上，即希望在其经期权调整后的平均净基差偏低时，买入 ETF 并卖出适量国债期货合约，等定价回归合理范围之后，平仓头寸以获取收益。可按如下步骤执行策略：

✓ 入场条件

国债 ETF 经期权调整后的平均净基差明显低估，且小于 0；

✓ 入场操作

二级市场买入一份国债 ETF，卖空基于申赎篮子计算的平均转换因子份国债期货合约；

✓ 出场条件

国债 ETF 经期权调整后的平均净基差回到合理水平；

✓ 出场操作

二级市场卖出国债 ETF，平仓国债期货合约。

卖出基差交易可参考买入基差进行类似操作。

1.2 必要的调整

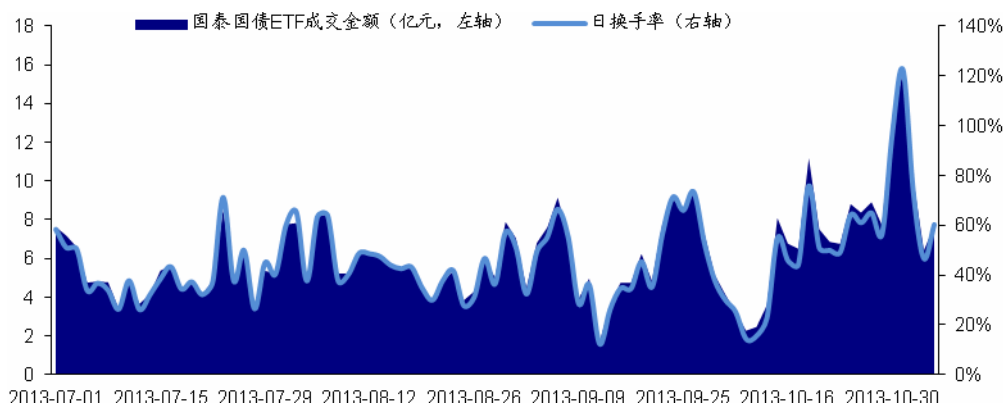
构建基差交易策略时，有以下几点值得注意：

➤ 利用现有投资工具

在上文中谈到，为了尽可能的降低碎单风险，基金公司可以开发分别替代现货和期货的主动策略国债 ETF 和迷你国债期货杠杆 ETF。但现实情况是全市场仅有 2 只指数型国债 ETF，所有的交易策略必须基于其特性。两大国债 ETF 均以

国债期货交割券为投资范围，二级市场交易模式与股票买卖完全一致，无需如银行间现券交易一般议价或点击确认，及时性较好。两者均可以实现日内 T+0 回转交易，交易效率高。作为上交所品种的国泰国债 ETF 已纳入质押回购库，可以进行杠杆放大。在回测标的的选择上，我们主要以流动性为指标，以成交更加活跃，且可使用杠杆的国泰国债 ETF 作为测试对象。

图 1 国泰国债 ETF 流动性指标 (统计区间: 2013 年 7 月 1 日到 2013 年 11 月 5 日)



资料来源: 海通证券金融产品研究中心

当然，国泰国债 ETF 的投资目标为指数跟踪，并非积极获取净基差低估交割券，成分券可能发生不利变动，譬如从净基差低估券突然转向净基差高估券，或者长期持有净基差高估券（买入基差时），都会影响策略收益。所幸的是目前来看国泰国债 ETF 成分券变动并不频繁，保持了较高的稳定性，有利于策略的实施（具体请见附录）。

➤ 只做买入基差交易

虽然双边基差交易（既做买入又做卖出）可以提升策略获益空间，但目前卖空现货（债券 ETF）仍存在较多限制，因此本策略仅参与买入基差交易，不做卖出基差交易。

➤ 不使用杠杆工具

尽管国泰国债 ETF 可以通过质押式回购来放大现货杠杆，增加资金效率，但是考虑到现货出入库时滞的不可控性可能影响策略实际应用，因此本文选择了相对保守的策略，不使用任何回购杠杆。

➤ 需要考虑 ETF 折溢价偏离

基于策略逻辑，我们应当根据组合构成，计算国债 ETF 整体经期权调整后净基差，大幅低估时应当入场。但是这种策略忽略了国债 ETF 折溢价对收益的影响。如果其折溢价长期不收敛，甚至出现不利变动，将抵消基差交易所得，因需要对策略的入场条件进行适当调整。

为了将 ETF 市场价格引入模型，我们希望利用国债期货价格来表示国债 ETF 理论价格，通过比较两者的价差关系，来构建高频交易策略。该策略不同于计算国债 ETF 与国债期货简单价差，进行低买高卖的策略，这种策略没有考虑 CTD 券的切换，价差中枢趋势性偏离时无法及时识别。

假设市场对于国债期货交割期权定价无偏，则净基差应当等于转换因子乘以交割期权理论价，即，

$$CF_i \cdot OP_i = B_i - CF_i \cdot P_f - (A_{i,t_0} - (B_i + A_{i,t_0})) \cdot ((1+r)^{T-t} - 1)$$

其中，

CF_i : i 交割券的转换因子;

OP_i : i 交割券的交割期权理论价值;

B_i : i 交割券的当前净价;

$AI_{t,0 \rightarrow T}$: i 交割券从当前时点到交割日应计利息;

$AI_{t,0 \rightarrow t}$: i 交割券从上一付息日到当前时点应计利息;

r : 从当前时点到交割日融资成本;

T : 国债期货交割时点;

t : 当前时点;

P_f : 国债期货当前市价。

如果我们把交割券价格放到式左, 其他部分移动到式右, 整理有,

$$B_i + AI_{t,0 \rightarrow t} = \frac{CF_i \cdot P_f + AI_{t,0 \rightarrow T} + CF_i \cdot OP_i}{(1+r)^{T-t}}$$

由此就可以得到用期权价格表示的现货全价。

利用债券 ETF 每日公布的申赎篮子, 即可加权得到用国债期货价格表示的国债 ETF 理论价格。

$$NAV_{ETF}^f = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i + AI_{t,0 \rightarrow t}) \times N_i}{10000}$$

其中,

NAV_{ETF}^f : 用国债期货价格表示的国债 ETF 理论价值;

N_i : 国债 ETF 一篮子申赎券中 i 券张数。

将债券 ETF 实际价格减去理论价值, 即得两者价差,

$$Spread_{ETF} = P_{ETF} - NAV_{ETF}^f$$

调整后的策略如下:

✓ 入场条件

债券 ETF 实际价格减去国债期货价格反推国债 ETF 理论价触到下界 (均值减下阈值);

✓ 入场操作

买入一份国债 ETF, 卖空平均转换因子份国债期货合约;

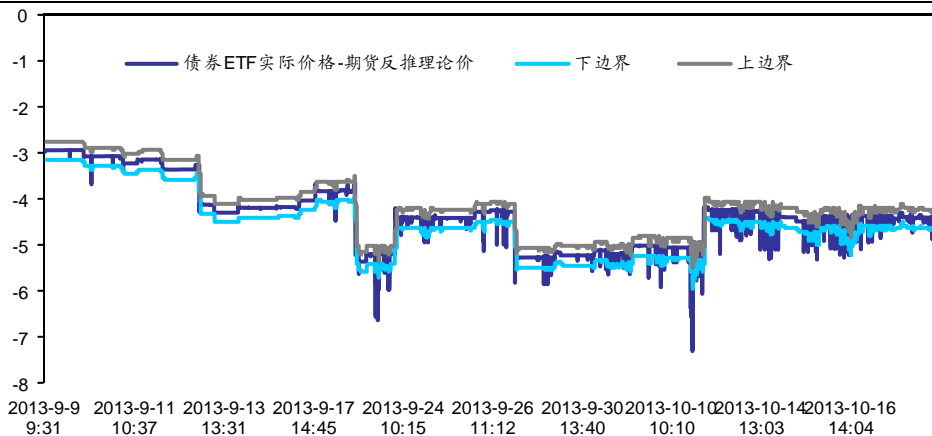
✓ 出场条件:

债券 ETF 实际价格减去国债期货价格反推国债 ETF 理论价触到上界 (均值加上阈值);

✓ 出场操作

二级市场卖出国债 ETF, 平仓国债期货合约。

图2 高频基差交易中价差变化（计算区间：2013年9月9日9点31分到2013年10月18日15点30分）



资料来源：海通证券金融产品研究中心

➤ 不过度挖掘数据，重视参数敏感性分析

该模型本质上仍属于基于价差的统计模型，因此存在参数设置，例如价差上下界设置，以及价差均值计算时间。目前市场上绝大多数高频交易模型都或多或少存在数据挖掘，而过于依赖这点对于指导实际投资意义不大。真正基于合理逻辑，具有经济意义的模型，应当对于参数变动不敏感，后文也将检验各参数的敏感性强弱。

2. 策略模型参数

模型是用到以下参数：

➤ 样本区间

2013年9月9日到2013年10月18日，每日9点30分到15点的1分钟成交数据。回测于2013年10月21日进行，所以取之前周五作为区间截止点。国债期货于2013年9月6日上市，剔除首日可能存在的非理性因素，取其第二个交易日作为回测起点。以国债ETF和国债期货重合交易时段作为每日有效测试时段。考虑到数据来源最高只能提供分钟级别高频数据，所以取价间隔为1分钟。

➤ 取价规则

除了国债期货和国债ETF的价格外，为了计算交割期权理论价值，必须对每个交割券进行取价。市场上不少机构使用估值机构提供的个券估值价作为计算依据，这样做至少有两方面不妥：第一，债券流动性较差，估值价并非投资者可以买入或卖出的价格；第二，交割期权定价时需要用到各个券之间的相关系数和波动率，个券估值价则基于收益率曲线上的点贴现得到，而机构在估计收益率曲线时，多会使用平滑技术使其尽量光滑，从而高估了各个券之间价格的联动性，人为降低了交割期权价值。

鉴于此，在取价时应尽量使用可得价格，对于买入基差交易，现货应使用卖出报价，期货应使用买入报价。计算相关系数和波动率时尽量使用报价或收盘价，最后使用估值价。

此外，一些交易所国债长期没有成交，无法取到最新价格，不少人会选择将其删除，但我们认为这种债券并非没有成交潜力，而只是价格不具有足够的吸引力，只要在估值价上加上一个能被市场认可的流动性阈值，就可以作为其可得价格。

➤ 融资成本

国债期货及交割期权定价中的融资成本指的是从买入时点到交割日的融资成本，而目前市场上大多数机构均使用买入时点之前一段时间内的短期利率均值作为代理变量。这样做的问题是忽略了短期利率的季节性，举例来看，如果在10月计算交割日在12月中旬的TF1312国债期货价格，以向后最近一个月（9月）短期利率均值作为融资成本，将会高估

国债期货价格。原因在于 9 月在银行季末揽存效应作用下，市场利率会畸高，而 10 月到 11 月间不存在该效应。

更加合理的做法是加入季节性和趋势性参数。可以计算最近 3 年从计算时点到交割时点的市场利率均值，作为季节因素，并将今年以来市场利率与同期历史利率进行回归，得到趋势因素，两相结合即能得到更加合理的融资成本估计。

➤ 均线回溯时间

为了不陷入数据挖掘，本文以当前时点的 10 分钟作为均线回溯时间。

➤ 出入场价差

同理，结合成本的考虑，本文以未经任何数据挖掘的 0.20 元作为上下界阈值，并在后文中检验其敏感性。

➤ 交易费用

交易费用主要涉及到国泰国债 ETF 和国债期货的买卖。与国泰基金沟通后，目前券商对其产品收取的交易佣金存在差异，大部分券商按照债券交易佣金标准收取，即十万分之一。少数券商免佣金，也有券商按照股票标准收取。在此我们取较为常见的十万分之一作为国债 ETF 交易成本。

根据中金所细则，目前国债期货的交易费用为 3 元/手，每手合约面值为 100 万元，这样其交易费用只有 0.03bps，基本可以忽略不记。

3. 实证结果

2013 年 9 月 9 日 9 点 31 分到 2013 年 10 月 18 日 15 点 30 分中存在 5340 个交易单元，基差交易策略共取得了 0.7881% 的累计回报，年化收益为 7.5774%。在 36 次买入基差信号中，共有 27 次交易没有亏损，胜率达到 75%。基差头寸最长持有时间为 12 天，最短为 1 分钟。

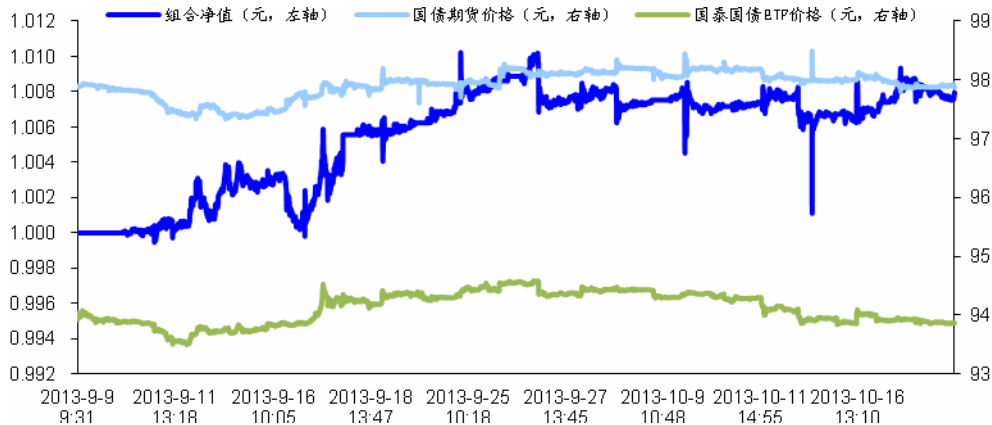
表 1 基差交易策略收益表现

累计收益（未年化）	0.7881%
累计收益（年化）	7.5774%
发出信号次数	36 次
胜率	75.00%
最长持有时间（天）	12 天
最短持有时间	1 分钟
平均持有时间（天）	0.82

资料来源：海通证券金融产品研究中心

下图显示的是基差交易组合在 1 个月的回测时间内所取得的累计回报走势，整体来看，策略收益是稳定向上的，部分针型回撤来自于国债 ETF 或国债期货隔夜跳空开盘。9 月中上旬收益表现较好，之后持续处于小幅震荡状态，其原因主要有两点：1) 期间国债发行量大，供给放量导致现货价格下跌；2) 拥有大量筹码的银行及保险尚未入场，导致市场以投资盘为主，套利盘偏少，限制期货价格向现货价格收敛。不过随着参与机构范围的扩大，该现象并不会长期维持。

图3 基差交易组合累计收益走势 (计算区间: 2013年9月9日9点31分到2013年10月18日15点30分)



资料来源: 海通证券金融产品研究中心

我们对出入场价差测试了参数敏感性,以 0.005 元为步长测试策略收益变化。不难看出,在 0.20 元加减 0.05 元的参数区间内,策略累计收益变化较小,且全部实现正收益,主要分布于 0.50%~0.85%之间。相较之下,出场价差对收益的影响程度更大,收益率纵向变动范围明显大于横向,如何选择出场成为进一步提高策略收益的突破口。

表2 参数敏感性分析

策略扣费后收益		入场价差 (元)										
		0.050	0.075	0.100	0.125	0.150	0.175	0.200	0.225	0.250	0.275	0.300
出场价差 (元)	0.050	-0.15%	-0.01%	0.12%	0.26%	0.21%	0.05%	0.16%	0.12%	0.08%	-0.16%	-0.21%
	0.075	-0.20%	-0.02%	0.10%	0.22%	0.21%	0.04%	0.09%	-0.05%	-0.11%	-0.33%	-0.36%
	0.100	-0.09%	0.05%	0.04%	0.16%	0.17%	0.18%	0.15%	-0.06%	0.01%	-0.13%	-0.11%
	0.125	0.03%	0.17%	0.18%	0.31%	0.32%	0.34%	0.29%	0.07%	0.00%	-0.10%	-0.04%
	0.150	0.48%	0.58%	0.52%	0.72%	0.52%	0.53%	0.43%	0.22%	0.14%	0.03%	0.06%
	0.175	0.75%	0.85%	0.86%	1.06%	0.87%	0.87%	0.80%	0.58%	0.51%	0.40%	0.46%
	0.200	0.57%	0.64%	0.65%	0.84%	0.84%	0.87%	0.79%	0.83%	0.80%	0.77%	0.77%
	0.225	0.45%	0.52%	0.53%	0.73%	0.73%	0.75%	0.67%	0.69%	0.66%	0.62%	0.62%
	0.250	0.39%	0.46%	0.45%	0.65%	0.65%	0.67%	0.59%	0.60%	0.59%	0.54%	0.54%
	0.275	0.10%	0.11%	0.11%	0.31%	0.31%	0.33%	0.29%	0.30%	0.28%	0.24%	0.24%
0.300	0.07%	0.08%	0.08%	0.28%	0.28%	0.30%	0.26%	0.28%	0.26%	0.21%	0.21%	

资料来源: 海通证券金融产品研究中心

总体来看,在没有进行数据挖掘的前提下,我们提出的利用国泰国债 ETF 与国债期货之间进行基于期权价值偏离的高频基差交易策略,仍然取得了不错的回测收益,一定程度上印证了策略的有效性。从可操作性的角度来说,该策略使用交投便利、低参与门槛的国债 ETF 作为现货标的,实际应用价值要远远好于市场上所推崇所谓找 CTD 券做基差套利策略。当然,本策略没有经过数据挖掘,仅仅作为抛砖引玉之作提出一种交易思路,存在着较大的优化空间,各位投资者可以基于我们提出的交割期权估值模型,构造出更加有效的高频交易策略。

附录：国泰国债 ETF 申赎清单信息

表 3 国泰国债 ETF 申赎清单信息（2013 年 9 月 6 日到 2013 年 10 月 18 日）

日期	证券 1		证券 2		证券 3		证券 4		证券 5		预估现 金	前日现 金差额
	名称	张数	名称	张数	名称	张数	名称	张数	名称	张数		
2013-09-06	13 国债 01	207	13 国债 03	230	13 国债 08	184	13 国债 13	194	13 国债 15	187	-1,165	-197
2013-09-09	13 国债 01	207	13 国债 03	230	13 国债 08	184	13 国债 13	194	13 国债 15	187	-1,371	-1,100
2013-09-10	13 国债 01	207	13 国债 03	230	13 国债 08	184	13 国债 13	194	13 国债 15	187	-1,158	-1,068
2013-09-11	13 国债 01	207	13 国债 03	230	13 国债 08	184	13 国债 13	194	13 国债 15	187	-1,092	-1,002
2013-09-12	13 国债 01	207	13 国债 03	229	13 国债 08	184	13 国债 13	194	13 国债 15	187	26	-866
2013-09-13	13 国债 01	207	13 国债 03	229	13 国债 08	184	13 国债 13	194	13 国债 15	187	-5	86
2013-09-16	13 国债 01	207	13 国债 03	229	13 国债 08	184	13 国债 13	194	13 国债 15	187	-219	52
2013-09-17	13 国债 01	207	13 国债 03	229	13 国债 08	184	13 国债 13	194	13 国债 15	187	-92	-2
2013-09-18	13 国债 01	201	13 国债 03	222	13 国债 08	178	13 国债 13	188	13 国债 15	211	987	-91
2013-09-23	13 国债 01	197	13 国债 03	217	13 国债 08	175	13 国债 13	184	13 国债 15	228	-84	1,211
2013-09-24	13 国债 01	197	13 国债 03	217	13 国债 08	175	13 国债 13	184	13 国债 15	228	180	270
2013-09-25	13 国债 01	197	13 国债 03	217	13 国债 08	175	13 国债 13	184	13 国债 15	228	166	257
2013-09-26	13 国债 01	197	13 国债 03	217	13 国债 08	174	13 国债 13	184	13 国债 15	228	1,113	230
2013-09-27	13 国债 01	197	13 国债 03	217	13 国债 08	174	13 国债 13	184	13 国债 15	228	1,079	1,170
2013-09-30	13 国债 01	197	13 国债 03	217	13 国债 08	174	13 国债 13	184	13 国债 15	228	894	1,165
2013-10-08	13 国债 01	197	13 国债 03	217	13 国债 08	174	13 国债 13	184	13 国债 15	228	407	1,129
2013-10-09	13 国债 01	197	13 国债 03	217	13 国债 08	174	13 国债 13	184	13 国债 15	228	932	1,022
2013-10-10	13 国债 01	195	13 国债 03	216	13 国债 08	176	13 国债 13	184	13 国债 15	230	14	1,023
2013-10-11	13 国债 01	195	13 国债 03	216	13 国债 08	176	13 国债 13	184	13 国债 15	230	-2	89
2013-10-14	13 国债 01	195	13 国债 03	216	13 国债 08	176	13 国债 13	184	13 国债 15	230	-183	88
2013-10-15	13 国债 01	195	13 国债 03	216	13 国债 08	176	13 国债 13	184	13 国债 15	230	-14	76
2013-10-16	13 国债 01	195	13 国债 03	216	13 国债 08	176	13 国债 13	184	13 国债 15	230	-14	76
2013-10-17	13 国债 01	195	13 国债 03	216	13 国债 08	176	13 国债 13	184	13 国债 15	230	-19	72
2013-10-18	13 国债 01	195	13 国债 03	216	13 国债 08	176	13 国债 13	184	13 国债 15	230	-22	68

资料来源：海通证券金融产品研究中心

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。