

债券量化系列三：

可转债定价与低估值组合构建

报告日期：2023 年 08 月 18 日

★主要内容

本文我们主要探讨可转债定价模型与低估值组合构建。定价模型构建方面我们基于 CRR 模型对转债内嵌的不同类型的期权条款进行梳理。相对单纯从价格角度找低价转债，我们基于能够综合衡量转债信用风险溢价、股价波动水平、可转债期权、可赎回期权等定价约束条件的模型估值，寻找市场交易价格相对模型价格低估的转债，可以有效剔除估值不合理的转债，发掘价格低估的转债构建投资组合。

基于模型定价，长期来看我们测算可投资范围转债的绝对价格偏离度均值位于 3%至 10%的区间震荡，反映出模型定价误差整体较低，我们可以将模型定价结果作为分析市场估值的一个锚。此外从平均偏离度走势来看，2018 年以来转债市场价格相对模型价格平均偏离度不断上升。基于 2023 年偏离度情况来看，房地产、银行、商贸零售、非银、传媒、钢铁等行业转债相对估值较低。

我们基于定价结果构建估值偏离度因子，因子对转债未来价格变化解释能力较佳，相关性方面截面 IC 均值为 0.06，Rank IC 均值为 0.05，IC IR 为 0.4，Rank IC IR 为 0.33。多空组合方面，日度调仓下年化收益 24.5%，夏普率 3.64；周度调仓下年化收益 21.6%，夏普率 2.74。

最后，我们基于寻找短期定价偏离、市场价格相对公允价格有所低估的转债组合的交易逻辑构建低估值转债组合。持有前 10 只转债的组合最为激进，持有前 30 只的组合更加平稳夏普最优，而持有前三分之一的组合年化换手率最低。基于前 30 只转债构建低估值转债组合，周度调仓组合年化收益率 27.4%、最大回撤 12.7%，夏普率 2.04；日度调仓组合年化收益率 30.2%，最大回撤 12.1%，夏普率 2.40。

★风险提示

量化模型有效性基于历史数据得出，不排除失效的可能。



东证期货
ORIENT FUTURES

王冬黎

金融工程首席分析师

从业资格号：

F3032817

投资咨询号：

Z0014348

Tel：

8621-63325888-3975

Email：

dongli.wang@orientfutures.com

目录

1. 主要内容	4
2. 可转债定价模型介绍	4
2.1. 理论模型	5
2.2. 可转债赎回条款处理	7
2.3. 模型其他输入变量	8
3. 可转债价格偏离度分析	9
3.1. 偏离度指标设定	9
3.2. 可投资范围设定	9
3.3. 转债价格偏离度趋势	10
4. 基于估值因子的策略构建	13
4.1. 估值偏离度因子构建	13
4.2. 因子分组表现	13
4.3. 低估值转债组合	16
5. 风险提示	18

图表目录

图表 1: 可转债新规增加赎回行权“冷淡期”	8
图表 2: 可转债定价模型输入变量介绍	8
图表 3: 基于不同筛选条件的平均偏离度比较分析	9
图表 4: 可投资范围内的转债数目	9
图表 5: 可转债平均绝对偏离度和平均偏离度走势	11
图表 6: 偏股型、偏债型和混合型转债平均偏离度走势	11
图表 7: 分行业转债平均偏离度分年度分析	12
图表 8: 估值偏离度因子相关性分析	13
图表 9: 基于估值偏离度因子的分组净值（日度）	14
图表 10: 基于估值偏离度因子分组净值分析（日度）	14
图表 11: 基于估值偏离度因子的多空净值（日度）	14
图表 12: 基于估值偏离度因子分组平均收益（日度）	14
图表 13: 基于估值偏离度因子的分组净值（周度）	15
图表 14: 基于估值偏离度因子分组净值分析（周度）	15
图表 15: 基于估值偏离度因子的多空净值（周度）	15
图表 16: 基于估值偏离度因子分组平均收益（周度）	15
图表 17: 基于不同调仓频率与滑点计算下的低估值转债组合净值分析	16
图表 18: 基于不同调仓频率与滑点计算下的低估值转债组合分年度收益情况	17
图表 19: 低估值转债组合净值与超额（周度调仓）	17
图表 20: 低估值转债组合净值与回撤（周度调仓）	17
图表 21: 低估值转债组合净值与超额（日度调仓）	17
图表 22: 低估值转债组合净值与回撤（日度调仓）	17

1. 主要内容

本文我们主要探讨可转债定价模型与低估值组合构建。定价模型构建方面我们基于 CRR 模型对转债内嵌的不同类型的期权条款进行梳理。相对单纯从价格角度找低价转债，我们基于能够综合衡量转债信用风险溢价、股价波动水平、可转股期权、可赎回期权等定价约束条件的模型估值，寻找市场交易价格相对模型价格低估的转债，可以有效剔除估值不合理的转债，发掘价格低估的转债构建投资组合。

基于模型定价，长期来看我们测算可投资范围转债的绝对价格偏离度均值位于 3%至 10%的区间震荡，反映出模型定价误差整体较低，我们可以将模型定价结果作为分析市场估值的一个锚。此外从平均偏离度走势来看，2018 年以来转债市场价格相对模型价格平均偏离度不断上升，反应出随着投资者关注度的提升，可转债市场整体估值不断攀升。基于 2023 年偏离度情况来看，房地产、银行、商贸零售、非银、传媒、钢铁等行业转债相对估值较低。

同时，我们基于定价结果构建进一步构建估值偏离度因子，根据市场价格相对模型价格的偏离情况选择被低估的债券进行持仓，该因子选债能力较强 IC 均值为 0.06，多空组合与多头组合均获得较佳收益。

2. 可转债定价模型介绍

可转债是一类兼具债券与股票属性的混合产品，持有可转债的投资者有权利按照约定的比率进行转股，通过转股权的引入也帮助发行人降低融资成本。可转债的定价可以拆解为债券加标的股票的看涨期权，但由于可转债本身具有大量特殊条款，我们很难将股票期权的价值从可转债中剥离出来，因而分离式定价可行性不高，文献普遍做法是对转债的债券部分与股票期权部分进行同步定价，也就是**将可转债作为标的股票和利率双重标的衍生品**。其次，可转债的**违约风险度量**在定价模型中也尤为重要，我们在可转债定价中需引入信用利差调整折现率，然而可转债的双重属性给信用利差的运用带来一定难度，我们计算债性现金流是需考虑信用利差，计算股权价值仅需基于无风险利率折现，**行业简化做法是基于可转债当前的价格判断转债属性再对应到不同的折现率**（比如高于 130 主要是股性则基于无风险利率折现；小于 70 主要债性以无风险利率加信用利差进行折现；介于两者之间则进行某种差值计算等），然而这种做法误差较大，我们基于 Tsiveriotis & Fernandes (1998) 对于可转债定价中信用利差的处理方法进行优化，其**通过**在定价中引入**可转债现金部分价值（除股票之外的全部现金流）与转债总体价值结合定价的方式，以实现股权价值以无风险折现，并不影响其他包括票息、赎回、回售等现金流引入信用利差折现**。此外，海外对于可转债定价研究文献资源非常丰富，但其产品设计与国内可转债产品有诸多重要不同，在实证部分我们仍需要基于国内可转债产品的条款情况，对模型运用进行改进与拓展。当然，我们首篇定价模型初探的报告也存在一些关于路径依赖问题与部分较难定价的条款进行简化处理的假设，这些问题我们也将在今后进一步进行优化。

2.1. 理论模型

我们基于 Tsiveriotis & Fernandes (1998) 给出的加入信用风险的可转债定价框架进行分析，可转债作为对标的股票内嵌转换期权的衍生品，我们将可转债简称 CB 其价值记为 u ，其满足下述 BS 模型的约束：

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\sigma^2 S^2}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial S^2} + r_g S \frac{\partial u}{\partial S} - (r + r_c)u + f(u, S, t) = 0$$

其中， S 是标的股票价格； r 是无风险利率； r_g 是股票增长率； r_c 是信用利差； $f(u, S, t)$ 是其他可以提前确定的现金流收入（例如票息等）。

进一步地，为解决对于转股价值与债券现金流折现率不同的问题，文献引入一个虚拟的产品：**可转债现金部分价值**（cash only part of the convertible bond, COCB），代表剥离出除权益部分后的转债全部现金流价值，我们将其记为 v ，其定价同样基于可转债价值（ u ）、股票价格（ S ）和时间（ t ），即 COCB 亦可以看作基于转债标的股票的衍生基于 BS 模型进行定价。此外，由于 COCB 仅包含现金部分价值，其折现率需基于无风险利率加信用利差进行折现。由此，我们将可转债价值拆分为考虑信用利差折现的 v 和仅基于无风险利率折现的权益部分现金流（ $u - v$ ）。因而我们得到两组具有连接关系的两组 BS 公式共同组成加入信用利差的可转债定价模型：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\sigma^2 S^2}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial S^2} + r_g S \frac{\partial u}{\partial S} - r(u - v) - (r + r_c)v + f(t) &= 0 \\ \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\sigma^2 S^2}{2} \frac{\partial^2 v}{\partial S^2} + r_g S \frac{\partial v}{\partial S} - (r + r_c)v + f(t) &= 0 \end{aligned}$$

其中，第一个公式是 CB 定价公式，第二个是 COCB 定价公式，二者主要差异在于折现部分。其边界条件为，到期时 u 和 v 满足如下条件：

$$\begin{aligned} u(S, T) &= \begin{cases} aS \cdots S \geq B/a \\ B \cdots elsewhere \end{cases} \\ v(S, T) &= \begin{cases} 0 \cdots S \geq B/a \\ B \cdots elsewhere \end{cases} \end{aligned}$$

可转股权利限制下， u 和 v 满足如下边界条件：

$$\begin{aligned} u &\geq aS \cdots t \in [0, T] \\ v &= 0, \text{ if } (u \leq aS) \cdots t \in [0, T] \end{aligned}$$

赎回权限制转债的上方边界， u 和 v 满足如下条件：

$$\begin{aligned} u &\leq \max(B_c, aS) \cdots t \in [T_c, T] \\ v &= 0, \text{if } (u \geq B_c) \cdots t \in [T_c, T] \end{aligned}$$

回售条件限制转债的下方边界， u 和 v 满足如下条件：

$$\begin{aligned} u &\geq B_p \cdots t \in [T_p, T] \\ v &= B_p, \text{if } (u \leq B_p) \cdots t \in [T_p, T] \end{aligned}$$

因而对于任意特定时间，通常有两个股票价格 S_d 和 S_u 使得模型的下方约束和上方约束开始生效。尽管上述转债定价公式是线性偏微分方程，但其约束条件是非线性的。

我们采用数值解法对上述模型进行求解，即将上述偏微分方程中的 S 和 t 离散化，常用的方法包括如有限差分、二叉树模型等。我们基于 CRR 模型进行数值解法的算法实现，从到期日不同情景的合约终值逆向推算不同时间步上的合约价值，具体而言每一次逆向推算我们需要进行转换概率测算、信用利差调整、合约价值折现、条件赎回权调整、票息调整以及转换期权调整几个步骤。首先，设定临界条件，到期日 T 上，先设定合约价值的初始值 u_T 均为债券面值（利率补偿计入最后一期票息）。

对于每一个节点的合约价值 $u_{t,j}$ ，需要进行条件赎回权调整、票息调整以及转换期权调整的公式。记 CP 为赎回价格， a 为转股数目，如果时间 t 属于条件赎回日期范围，则基于条件赎回权对合约价值进行调整：

$$u_{t,j} = \min \left[\max \left[CP_{t,j}, a_{t,j} S_{t,j} \right], u_{t,j} \right]$$

添加票息调整后合约价值为：

$$u_{t,j} = u_{t,j} + C_{t,j}$$

如果转换期权为美式期权，则在属于转换期权起止时间内的每个时间步上均进行转换期权调整，否则按规定日期进行转换期权调整，添加转换期权调整后合约价值和转换概率为：

$$\text{if } (u_{t,j} \leq a_{t,j} S_{t,j}) : u_{t,j} = a_{t,j} S_{t,j}; P^c = 1$$

接下来明确逆向推算的通项公式，以基于时间 $t+1$ 逆向推算 t 时刻的合约价值为例，假设股票价格 $S_{t,j}$ 下一个时间步上行至 $S_{t+1,j+1}$ 概率为 P_u 下行至 $S_{t+1,j}$ 概率为 P_d ，网格结构中时间每增加一个时间步数值区间长度增加 1。

转换概率 P_t^c 可表示为：

$$P_t^c = P_d \times P_{t+1,j}^c + P_u \times P_{t+1,j+1}^c$$

基于转换概率进行折现率 $r_{t,j}^{adj}$ 的调整：

$$r_{t,j}^{adj} = P_{t,i}^c \times r_f + (1 - P_{t,j}^c) \times (r_f + r_c)$$

对合约价值进行折现得到当期现值：

$$u_{t,j} = P_d \times u_{t+1,j} / (1 + r_{t+1,j}^{adj} \Delta t) + P_u \times u_{t+1,j+1} / (1 + r_{t+1,j+1}^{adj} \Delta t)$$

2.2. 可转债赎回条款处理

可转债特殊条款包括赎回条款、回售条款、下修条款等。其中赎回条款是最为重要对可转债价格影响较大，同时设计也较为复杂的条款；回售权行使数量较少，且一般条件回售权可行权时间往往在最后两个计息年度，对定价影响较小；下修条款对可转债价格是具有较为显著的潜在影响的，但下修空间往往的不确定性使得对其定价难度较大。因而，我们本文主要研究赎回条款的建模处理。

赎回条款含到期赎回和条件赎回两种，到期赎回条款对于定价模型较易实现，到期赎回价格为票面加补偿利率加最后一期票息。对于条件赎回条款定价模型实现难度较大，条件赎回条款一般约束标的股票在 n 个交易日中 m 日收盘价不低于转股价格的 a 倍（ a 一般为 120%~130%），是一个路径依赖的含触发条件的赎回条款。在本文使用的二叉数模型框架下不适用路径依赖问题，因而我们对赎回条款中的“在 n 个交易日中 m 日收盘价不低于”简化为基于“ t 日收盘价不低于”，对于可以进行条件赎回的区间的节点均进行条件判断，若股票价格不低于触发价格则认为触发赎回条件。

同时赎回条款还可能对赎回次数和频率进行规定，触发赎回条件但发行人不选择赎回的情况下，如果发行条款可能约束了每个付息区间最多只能赎回一次，则该区间后续日期不具备赎回权；此外还会受到可转债新规对赎回权的约束，三个月内不再具备赎回权，即我们对于 2022 年 7 月 1 日之后满足条件但未行使赎回条款的转债额外增加三个月不具备赎回条件的约束。

此外，条件赎回条款也存在不同计息年度条件赎回触发价格倍数不同，且不同转债合约赎回价格机制不同，主要分为票息加应计利息和含当期应计利息的固定赎回面值两种，需要在计算赎回触发条件和赎回价格是进行特殊处理。

图表 1：可转债新规增加赎回行权“冷淡期”

可转债新规赎回权约束
<p>2022 年 7 月 1 日，沪深交易所发布《可转债指引》强化了可转债信息披露、明确短线交易监管要求等 6 个方面。明确了上市公司预计可能触发赎回条件的，应当在赎回条件触发日 5 个交易日前至少发布一次风险提示公告。同时，要求公司在满足赎回条件的当日召开董事会审议决定是否行使赎回权，并在次一交易日开市前发布公告，明确披露是否行使赎回权，并充分披露公司实际控制人、控股股东、持有 5%以上股份的股东、董事、监事、高级管理人员在赎回条件满足前的 6 个月内交易该可转债的情况。如果上市公司未及时履行审议程序及信息披露义务，视为不行使本次赎回权；上市公司决定不行使赎回权的，还应当充分披露不赎回的具体原因以及上述人员未来 6 个月内减持可转债的计划。增加赎回权行使的“冷淡期”规定，即上市公司决定不行使赎回权的在未来至少 3 个月内不得再次行使赎回权，并在公告中说明下一满足赎回条件期间的起算时间。</p>

资料来源：东证衍生品研究院

2.3. 模型其他输入变量

除对可转债的赎回条款进行特殊处理外，我们同时整理了定价所需其他参数，具体数据处理方式如下图所示，其中转债主要合约条款数据来自米匡数据接口，部分补充指标从原始条款中进行数据提取得到。

图表 2：可转债定价模型输入变量介绍

变量名称	数据处理说明
股票价格	标的股票原始收盘价
信用评级	该转债评级数据，无评级不进行定价
转股价格	初始转股价格以及转股价格变化情况数据，按估值日选择最新转股价
赎回价格	赎回价格分票息加应计利息和含当期应计利息的固定赎回面值两种形式，我们基于条款进行梳理
含权信息	转股权、条件赎回权基本信息提取输入模型，估值日赎回公告、行权价等数据发生更新变化进行模型输入更新
分红率	取标的股票历史现金分红，计算平均分红率（近三年分红率之和除以 3），若历史分红数据缺失则即为 0
波动率	标的股票基于复权价格计算的滚动 20 日历史波动率
票息率	固定利率或累进利率，按付息年份构建票息序列
无风险利率	基于中债国债利率构建无风险利率曲线，期限选择（0, 0.25, 0.75, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30）进行线性差值计算
信用利差	查询转债评级对应的中债企业债收益率曲线，基于关键利率求利差平均值作为信用利差参数输入
行权类型	美式期权，即在可转债期限内可随时行权

资料来源：东证衍生品研究院

3. 可转债价格偏离度分析

3.1. 偏离度指标设定

我们通过定价模型对全部可转换债券历史价格进行估值，且进一步对比不同类型、不同行业转债市场价相对模型估值的偏离度情况。首先我们对衡量偏离度指标进行设定，基于价格偏离度（以下 deviation 公式）与绝对价格偏离度（以下 abs_deviation 公式）分别代表具有方向信号与绝对偏离度情况。

$$deviation = (P^{actual} - P^{eval}) / P^{actual}$$

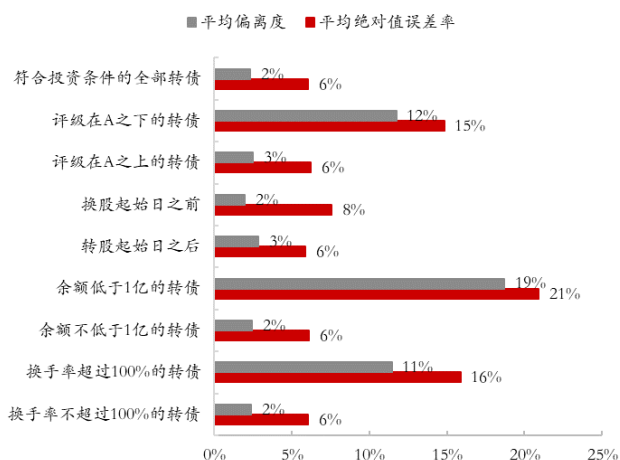
$$abs_deviation = abs(P^{actual} - P^{eval}) / P^{actual}$$

进而我们通过基于不同子样本转债或不同时间区间进行转债市场定价分析。从价格偏离度的走势我们可以纵向分析转债市场估值中枢的变化，从绝对偏离度可以对模型定价误差进行系统性评价。

3.2. 可投资范围设定

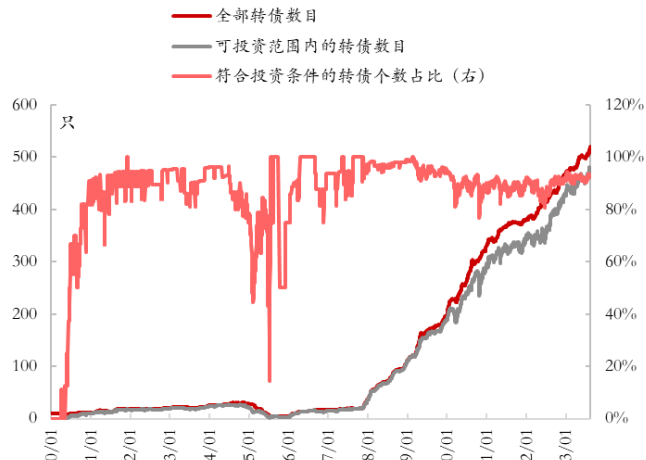
部分转债由于其特殊原因可能导致炒作成分较大，从而使得交易价格与模型估值偏离较大，我们基于不同评级、余额、换手率等条件对全部可转债进行分组，经验证评级较低、换手率较高以及余额较低的转债价格偏离度远高于其对应分组。因而，我们对可投资转债的范围进行如下约束：1) 转债标的非 ST 股票；2) 转债非停牌；3) 转债余额不低于 1 亿；4) 转债换手率不超过 100%；5) 转债评级在 A 以上；6) 发行人未发布强赎公告。2018 年以前可转债发行数目较少，此后可转债发行量不断扩大，近年来符合上述条件的可转债数目占比约 90% 左右，绝对数目也达到近 480 只。

图表 3：基于不同筛选条件的平均偏离度比较分析



资料来源：东证衍生品研究院

图表 4：可投资范围内的转债数目



资料来源：东证衍生品研究院

3.3. 转债价格偏离度趋势

从转债价格偏离度结果来看，基于 2010 年至今的数据统计，全部符合投资条件的转债平均价格偏离度为 2%，平均绝对价格偏离度为 6%，其中绝对价格偏离程度较大的时间区间为 2011 年、2015 年和 2017 年，主要由于转债数目较少与市场波动较大的影响。我们主要基于 2018 年以来进行分析，从时序趋势的角度，该区间内可投资转债**绝对价格偏离度均值位于 3%至 10%的区间震荡**，反映出**模型定价误差整体较低**，我们可以将模型定价结果作为分析市场估值的一个锚。此外从平均偏离度走势来看，2018 年以来转债市场价格相对模型价格平均偏离度不断上升，反应出随着投资者关注度的提升，可**转债市场整体估值不断攀升**。其次，从不同债券类型的角度，我们基于转债转股溢价将其分为偏股型转债、偏债型转债和平衡型转债三种——具体划分方法为，定义平底溢价率=转股价值/纯债价值-1，平底溢价率低于-20%被认为是债性偏强；平底溢价率高于 20%被认为是股性偏强；介于两者之间的则属于平衡型可转债——不同类型转债平均价格偏离度差异较小，整体来看**偏债型转债价格偏离度波动较大**，2021 年初偏债型与平衡型转债偏离度回落幅度较大，或由于当时信用风险事件影响，**偏股型转债则近年来估值抬升的幅度更强**。

此外，我们基于中信一级行业对可转债价格偏离度进行分析，计算**各行业分年度平均偏离度均值**，并展示其趋势变化，得出以下主要结论：1) 长期来看，不同行业转债价格**偏离度长期均值普遍为正**，这一定程度上与我们对转债定价模型的简化处理有关；2) 基于 2018 年以来分年度均值来看，**不同行业转债平均估值逐年抬升趋势较为显著**，2020 年之前转债价格偏离度普遍为负，一定程度上或由于转债价值未被充分发掘，2020 年以来转债偏离度逐渐转为正值；3) **不同行业转债偏离度波动差异较大**，例如房地产、银行、非银、商贸零售等行业转债偏离度较低，国防军工、通信、交运、化工等板块波动较大；4) 基于 2023 年偏离度情况来看，**房地产、银行、商贸零售、非银、传媒、钢铁等行业转债相对估值较低**。

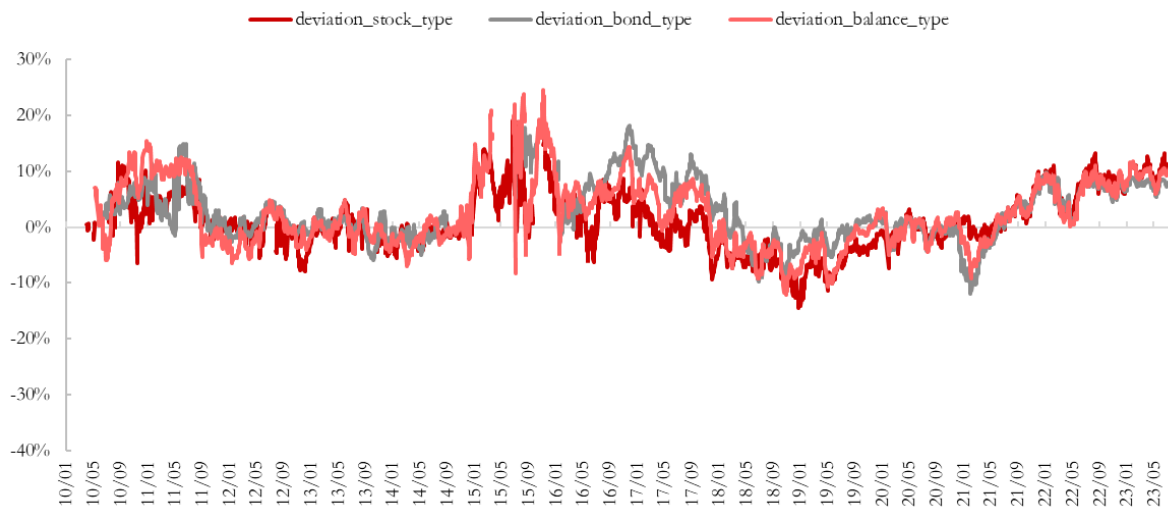
最后我们进一步分析定价模型的简化处理对偏离度影响的方向。我们对于模型定价的简化处理包括：1) 条件赎回权未考虑路径问题，简化为如果股票收盘价高于触发价则可满足条件赎回条件；2) 未考虑下修条款；3) 未考虑回售条款。因而，从方向上来讲，我们对于转债定价模型的简化处理对转债模型估值的影响均为可能导致模型价格被低估，因而尽管目前转债市场价格相对模型价格偏离度中枢为正，因模型定价存在偏低的情况，这并不意味着绝对意义上的转债市场价格高估，我们主要基于偏离度进行历史纵向比较与行业横向比较，基于统一客观的定价框架可以辅助我们对转债市场估值的变化有一定判断依据。

图表 5：可转债平均绝对偏离度和平均偏离度走势



资料来源：东证衍生品研究院；统计可投资范围内的转债

图表 6：偏股型、偏债型和混合型转债平均偏离度走势



资料来源：东证衍生品研究院；统计可投资范围内的转债

图表 7：分行业转债平均偏离度分年度分析

中信一级行业	平均偏离度							2018年以来趋势
	2010年 至今	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	
交通运输	1.2%	-19.9%	-4.8%	0.9%	2.4%	3.6%	7.8%	
传媒	0.0%	-11.5%	-7.5%	-3.0%	-5.5%	0.7%	5.6%	
农林牧渔	0.7%	-4.6%	-1.8%	-1.5%	0.3%	5.4%	9.5%	
医药	3.0%	-2.4%	-4.2%	1.2%	1.8%	5.9%	9.4%	
商贸零售	0.0%	-5.0%	-4.8%	-1.4%	-0.9%	1.9%	3.9%	
国防军工	0.7%	-10.0%	-1.0%	-1.2%	2.9%	10.3%	12.3%	
基础化工	2.9%	-5.5%	-2.2%	-1.2%	1.1%	9.0%	11.2%	
家电	2.6%	0.0%	-5.9%	-2.3%	3.4%	10.3%	10.2%	
建材	3.0%	-2.4%	-0.8%	1.9%	4.5%	6.0%	7.8%	
建筑	-0.9%	-7.1%	-5.2%	-2.3%	-3.2%	3.8%	7.2%	
房地产	3.6%	0.0%	0.2%	0.0%	-3.6%	-0.5%	1.9%	
有色金属	-1.3%	-2.7%	-4.1%	-1.2%	-1.9%	5.4%	8.5%	
机械	2.0%	-4.2%	-5.7%	0.0%	2.2%	8.5%	11.5%	
汽车	1.0%	-6.1%	-5.9%	-2.0%	1.9%	8.0%	10.4%	
煤炭	1.6%	0.0%	-0.9%	-0.7%	-2.4%	4.0%	8.5%	
电力及公用事业	1.8%	-3.9%	-3.9%	0.6%	0.1%	5.5%	7.3%	
电力设备	1.5%	-5.1%	-4.5%	-1.7%	-0.6%	7.0%	8.7%	
电子元器件	2.7%	-5.8%	-4.9%	-0.3%	3.5%	9.0%	11.3%	
石油石化	-0.7%	-11.5%	-2.8%	-0.5%	1.3%	6.0%	7.8%	
纺织服装	-0.6%	-5.9%	-4.8%	-4.3%	-1.6%	5.3%	7.7%	
计算机	2.9%	-6.1%	-3.8%	1.0%	1.0%	8.4%	10.1%	
轻工制造	2.4%	-3.3%	-4.6%	-0.7%	2.0%	7.2%	8.8%	
通信	-1.6%	-15.8%	-9.3%	-1.4%	0.1%	5.9%	9.1%	
钢铁	-1.2%	-5.9%	-3.7%	-3.9%	-11.5%	3.4%	6.9%	
银行	1.2%	-2.9%	-0.7%	1.7%	2.4%	1.5%	2.7%	
非银行金融	2.2%	-0.7%	2.4%	2.7%	3.4%	4.8%	4.7%	
食品饮料	1.9%	-6.3%	-2.1%	-0.1%	2.5%	6.7%	9.4%	
餐饮旅游	-1.8%	-6.9%	-2.2%	-2.8%	1.7%	5.4%	--	

资料来源：东证衍生品研究院；统计可投资范围内的转债；2023 年基于 1-7 月数据统计

4. 基于估值因子的策略构建

4.1. 估值偏离度因子构建

基于定价模型的转债价格偏离度指标同时也可用来筛选低估值的转债构建 alpha 组合，策略因子构建方法与前文偏离度因子构建基本类似，只是为了分组顺序我们取其相反数，即估值偏离度因子计算公式为：

$$factor = -(P^{actual} - P^{eval}) / P^{actual}$$

基于前文分析，不同类型转债（偏股、偏债、平衡型）偏离度趋势较为接近我们没有进一步对因子进行基于债券类型的标准化，同时基于不同行业划分转债数目并不多因而不适合基于行业进行标准化，故策略构建基于因子值本身。

4.2. 因子分组表现

基于前文限定的可投资范围，我们对估值偏离度因子选债效果进行分析。首先我们基于常用的 IC、Rank IC 以及 IC IR 和 Rank IC IR 指标对因子值与收益率进行相关性分析。具体计算方法为：1) IC 和 Rank IC 的计算方法为在每个截面计算因子值与下一期转债收益率（下一日建仓持有一周）的相关系数与秩相关系数；2) IC IR (Rank IC IR) 为 IC (Rank IC) 均值除以标准差。接下来再基于该因子对转债进行分组收益测算，具体方法为我们基于因子值等将可投资范围的转债组合等分成三组，测算其分组累计收益以及第三组与第一组的多空收益，在分组测算中我们只计算万三手续费不计算滑点，而将在下一部分构建转债组合回测中进一步探讨滑点的影响。

从因子相关性结果来看，估值偏离度因子对转债未来价格变化解释能力较佳，IC 均值为 0.06，Rank IC 均值为 0.05，IC IR 为 0.4，Rank IC IR 为 0.33。因而我们考虑基于模型估值偏离度因子构建转债“低价策略”，相对单纯从价格角度找低价转债，我们基于能够综合衡量转债信用风险溢价、股价波动水平、可转股期权、可赎回期权等定价约束条件的模型估值，寻找市场交易价格相对模型价格低估的转债，可以有效剔除估值不合理的转债，发掘价格低估的转债构建投资组合。

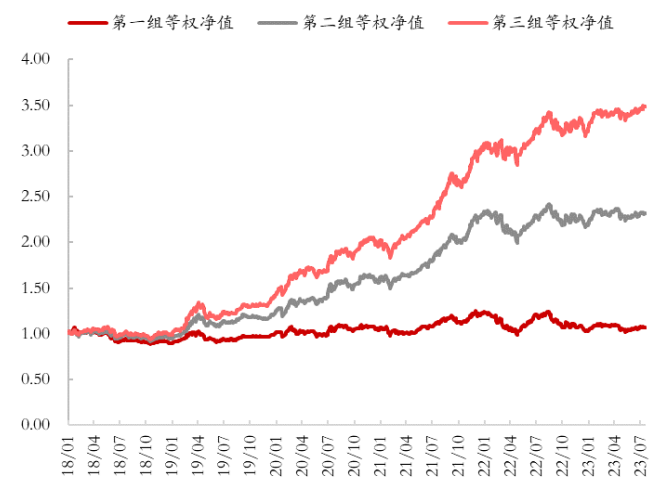
从分组净值与多空净值结果来看，估值偏离度因子选债能力较强，日度调仓下第三组年化收益 26% 远高于第一组的 1.3%，多空组合年化收益 24.5%，年化波动率 6.7%，夏普率 3.64。周度调仓下第三组年化收益 22% 第一组 0.5%，多空组合年化收益 21.6%，年化波动率 7.9%，夏普率 2.74。

图表 8：估值偏离度因子相关性分析

Rank IC 均值	IC 均值	IC IR	Rank IC IR
0.05	0.06	0.40	0.33

资料来源：东证衍生品研究院

图表 9：基于估值偏离度因子的分组净值（日度）



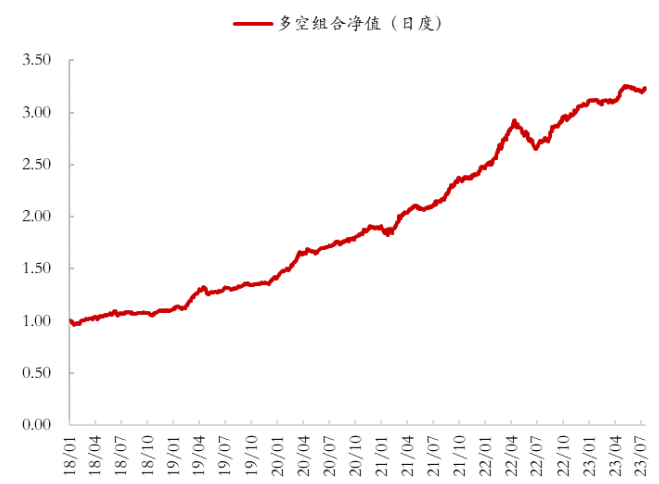
资料来源：东证衍生品研究院

图表 10：基于估值偏离度因子分组净值分析（日度）

	第一组	第二组	第三组	多空
累计收益率	6.5%	129.7%	244.8%	221.9%
年化收益率	1.2%	16.8%	26.1%	24.5%
年化波动率	11.7%	12.3%	12.6%	6.7%
最大回撤率	-21.0%	-15.2%	-13.7%	-9.3%
胜率(D)	51.7%	53.7%	56.5%	58.4%
盈亏比	0.96	1.08	1.07	1.24
夏普比率	0.10	1.37	2.06	3.64
Calmar 比	0.06	1.11	1.90	2.64
换手率	47.20	83.19	47.18	47.18

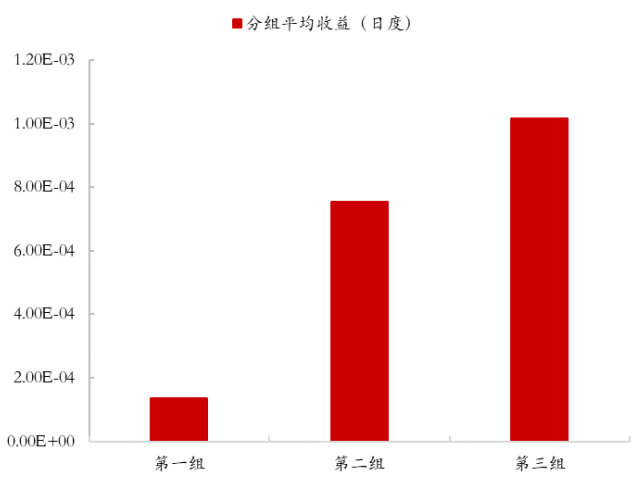
资料来源：东证衍生品研究院

图表 11：基于估值偏离度因子的多空净值（日度）



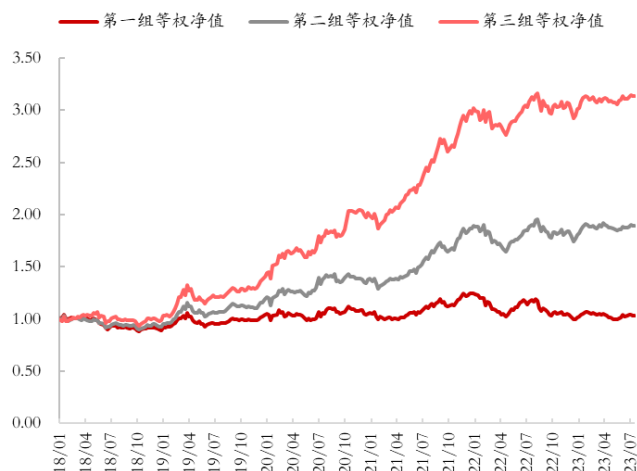
资料来源：东证衍生品研究院

图表 12：基于估值偏离度因子分组平均收益（日度）



资料来源：东证衍生品研究院

图 表 13: 基于估值偏离度因子的分组净值 (周度)



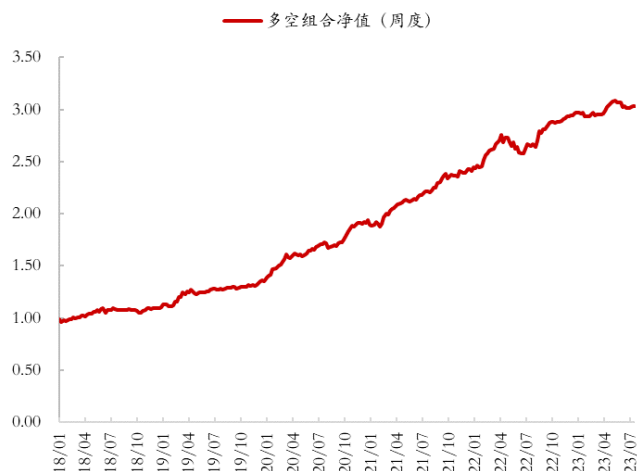
资料来源: 东证衍生品研究院

图 表 14: 基于估值偏离度因子分组净值分析 (周度)

	第一组	第二组	第三组	多空
累计收益率	2.7%	88.4%	215.8%	207.3%
年化收益率	0.5%	11.7%	22.2%	21.6%
年化波动率	12.7%	13.1%	14.9%	7.9%
最大回撤率	-20.4%	-13.5%	-13.4%	-6.4%
胜率(D)	53.7%	55.8%	61.4%	63.5%
盈亏比	0.90	1.12	1.08	1.55
夏普比率	0.04	0.89	1.48	2.74
Calmar 比	0.02	0.86	1.66	3.36
换手率	18.03	31.60	18.27	18.15

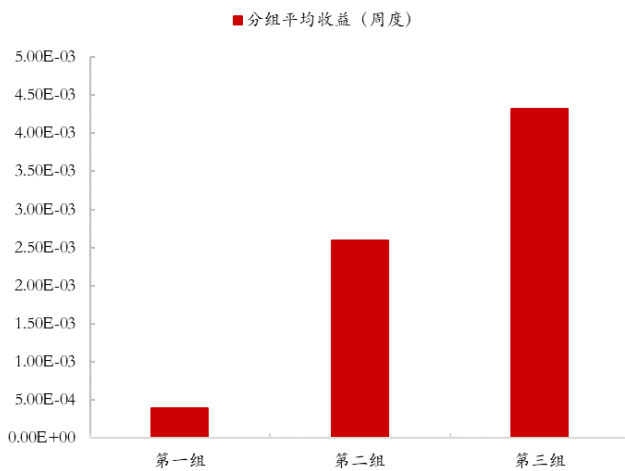
资料来源: 东证衍生品研究院

图 表 15: 基于估值偏离度因子的多空净值 (周度)



资料来源: 东证衍生品研究院

图 表 16: 基于估值偏离度因子分组平均收益 (周度)



资料来源: 东证衍生品研究院

4.3. 低估值转债组合

我们定义**低估值转债组合**为基于前文**估值偏离度因子值排序较高的转债组合**，也就是市场价格相对模型定价的估值最低的组合，通过引入定价模型和偏离度因子的筛选低估值组合的交易逻辑为**寻找短期定价偏离、市场价格相对公允价格有所低估的转债组合**进行持仓。我们基于不同持仓数目、调仓频率以及交易滑点设置分析低估值转债组合（1-5）的净值表现，首先，组合1-3基于周度调仓，每周四给出因子排序，周五基于开盘价进行建仓，分别基于可投资转债池持有因子值前10、前30以及前三分之一的转债组合，基于双边万三手续费和万五滑点测算交易成本，比较来看**持有前10只转债的组合最为激进年化收益、波动与最大回撤均更高，持有前30只的组合更加平稳夏普最优，而持有前三分之一的组合年化换手率最低**。其次，组合4-5基于日度换仓，每日给出因子排序，次日开盘价建仓，基于万五与千一滑点测算下，日度组合年化收益率分别为30.2%和26.6%，夏普率分别为2.4和2.12，**日度调仓组合夏普率整体由于周度调仓组合**。基于分年度收益情况来看，转债组合2018年和2022年收益波动较大，2019年至2021年收益较高，2023年也普遍录得正收益，**日度组合基于不同年份的收益情况更为平稳，今年以来周度组合收益更优**，或由于交易摩擦对日度组合不利影响有所增加。综合来看，基于前30只转债构建低估值转债组合的方法较优，基于双边万三手续费与万五滑点的设定下，周度调仓组合年化收益率27.4%、年化波动率13.4%，最大回撤12.7%，夏普率2.04；日度调仓组合年化收益率30.2%、年化波动率12.6%，最大回撤12.1%，夏普率2.40。

图表 17：基于不同调仓频率与滑点计算下的低估值转债组合净值分析

	低估值转债组合1 (top10, 周度换 仓, 双边万三手 续费和万五滑点)	低估值转债组合2 (top30, 周度换 仓, 双边万三手 续费和万五滑点)	低估值转债组合3 (前1/3, 周度换 仓, 双边万三手 续费和万五滑点)	低估值转债组合4 (top30, 日度换 仓, 双边万三手 续费和万五滑点)	低估值转债组合5 (top30, 日度换 仓, 双边万三手 续费和千一滑点)
累计收益率	379.0%	264.3%	189.0%	309.0%	253.1%
年化收益率	34.1%	27.4%	22.0%	30.2%	26.6%
年化波动率	18.1%	13.4%	13.1%	12.6%	12.6%
最大回撤率	-15.7%	-12.7%	-13.0%	-12.1%	-12.4%
胜率(D)	55.9%	57.5%	56.3%	58.1%	57.4%
盈亏比	1.08	1.05	1.02	1.08	1.07
夏普比率	1.88	2.04	1.68	2.40	2.12
Calmar 比	2.17	2.15	1.69	2.50	2.15
平均换手率	34	28	20	72	72

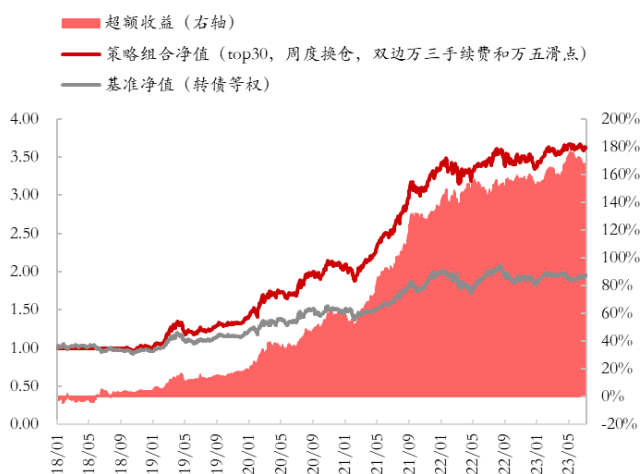
资料来源：东证衍生品研究院

图表 18：基于不同调仓频率与滑点计算下的低估值转债组合分年度收益情况

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
低估值转债组合 1	-3.1%	61.4%	52.6%	92.1%	0.8%	18.6%
低估值转债组合 2	-0.2%	42.3%	50.1%	64.9%	0.0%	16.4%
低估值转债组合 3	-1.7%	39.5%	43.9%	47.4%	-2.7%	11.4%
低估值转债组合 4	-0.4%	44.7%	52.0%	64.2%	12.7%	11.7%
低估值转债组合 5	-0.7%	41.5%	46.6%	58.8%	8.3%	8.3%

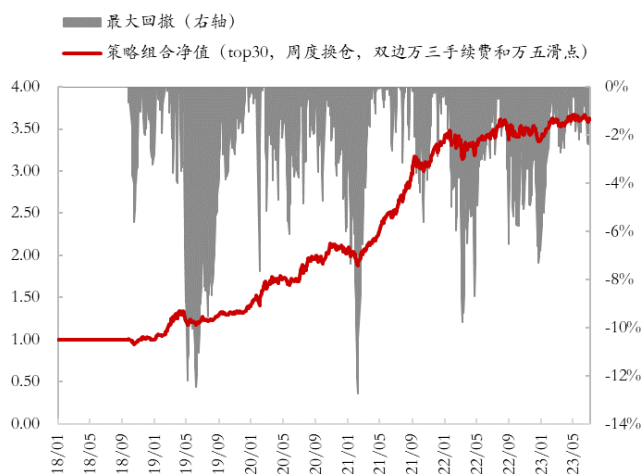
资料来源：东证衍生品研究院

图表 19：低估值转债组合净值与超额（周度调仓）



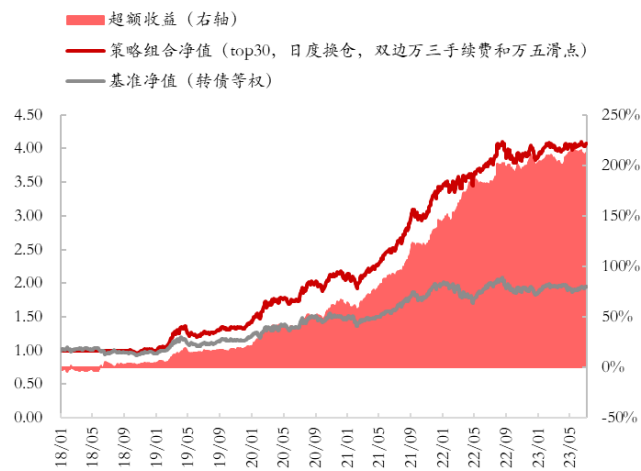
资料来源：东证衍生品研究院

图表 20：低估值转债组合净值与回撤（周度调仓）



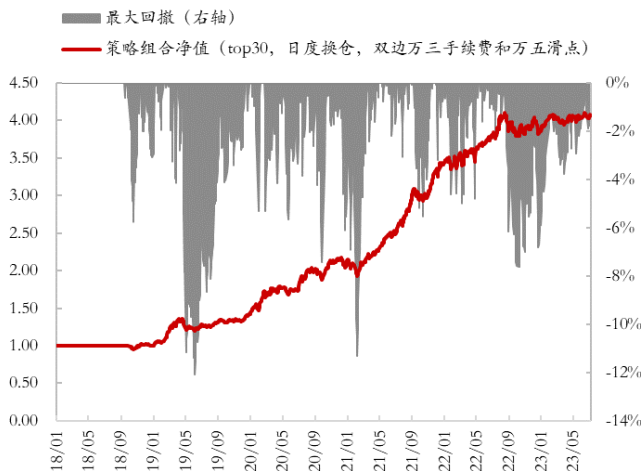
资料来源：东证衍生品研究院

图表 21：低估值转债组合净值与超额（日度调仓）



资料来源：东证衍生品研究院

图表 22：低估值转债组合净值与回撤（日度调仓）



资料来源：东证衍生品研究院

5. 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。公司主要从事商品期货经纪、金融期货经纪、期货交易咨询、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、上海国际能源交易中心和广州期货交易所会员资格，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。

自成立以来，东证期货秉承稳健经营、创新发展的宗旨，坚持以金融科技助力衍生品发展为主线，通过大数据、云计算、人工智能、区块链等金融科技手段打造研究和技术两大核心竞争力，坚持市场化、国际化、集团化发展方向，朝着建设一流衍生品服务商的目标继续前行。

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。

本公司已取得期货投资咨询业务资格，投资咨询业务资格：证监许可【2011】1454号。

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21楼

联系人：梁爽

电话：8621-63325888-1592

传真：8621-33315862

网址：www.orientfutures.com

Email：research@orientfutures.com