

可转债市场概览及其隐含波动率策略

华泰研究

2021 年 4 月 05 日 | 中国内地

深度研究

研究员 林晓明
SAC No. S0570516010001 linxiaoming@htsc.com
SFC No. BPY421 +86-755-82080134

研究员 李子钰
SAC No. S0570519110003 liziyu@htsc.com
+86-755-23987436

研究员 何康, PhD
SAC No. S0570520080004 hekang@htsc.com
+86-21-28972039

联系人 王晨宇
SAC No. S0570119110038 wangchenyu@htsc.com
+8602138476179

本文概述了国内可转债市场现状，并测试了基于隐含波动率的低估值策略。可转债是一种特殊的公司债券，持有者能在一定期限内以转股比例转换成对应的股票，因此其具有期权属性。近年来可转债市场规模持续增长，公募基金有增大可转债投资比例的趋势。本文在合理假设下，基于 B-S 模型建立了可转债估值框架，并由此推算出可转债内含期权的隐含波动率，隐含波动率对辅助判断期权价值有关键作用。为了选出低估值的可转债，本文构建了基于隐含波动率与正股波动率差值的低估值因子，并分不同调仓频率进行分层回测。结果显示因子单调性显著，2016 年以来 TOP 组合年化收益率为 25.85%(20 天调仓)。

近年来可转债市场规模持续增长，公募基金有增大可转债投资比例的趋势。可转债市场规模近年来保持稳中有增的态势。截止 2021 年 3 月，市场上存续的可转债数量为 497 只，发行市值达到 8000 亿元左右。这一不断扩容的市场为投资者提供了新选择，公募基金有增大可转债投资比例的趋势。截至 2020 年底，偏股型基金和偏债型基金持仓可转债的总市值皆有明显增长。从持仓可转债占净值比例来看，灵活配置型基金的可转债持仓比例从最低点(2016 年底)的 1.2% 升至 2.4%，偏债型基金的可转债持仓比例从最低点(2017 年底)的 3.3%~13.2% 上升至 7.6%~23.4%。

在合理假设下，B-S 模型可计算转债内含期权的隐含波动率

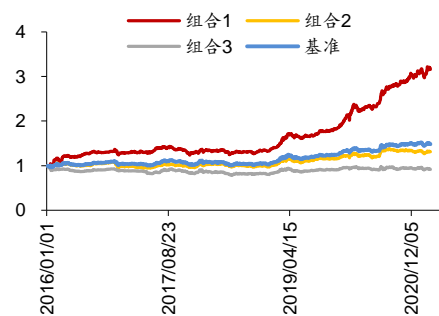
可转债的价值由纯债价值与期权价值组成，其中，纯债价值可通过现金流折现模型算得，在企业无违约风险时相对稳定。期权部分则相对复杂，其本质是一个考虑赎回，下修，回售条款的美式奇异期权。为了简化模型，我们假设下修条款使回售条款失效，且可转债持有人不会轻易转股。在此假设下，本文根据 B-S 模型给出的欧式期权定价公式，通过数值方法(二分法)求解出了转债内含期权价值的隐含波动率。隐含波动率与期权价值呈单调递增关系，是评判期权价格高低的重要指标。

本文构建了基于隐含波动率的低估值可转债策略，回测表现优秀

隐含波动率反映的是市场对近期股票波动率的预期，隐含波动率减去正股的已实现波动率，就能获得市场对于可转债期权价值的预期。本文构建了基于隐含波动率与正股波动率差值的低估值因子，并通过单因子分层回测展示了该因子在调仓周期为 20 天和 10 天的表现。在分 3 层测试中，2016 年以来 TOP 组合年化收益率为 25.85%(20 天调仓)和 43.69%(10 天调仓)，夏普比率为 1.92(20 天调仓)和 3.04(10 天调仓)，全面优于基准组合的收益。我们认为期权弹性能放大策略的超额收益。

风险提示：可转债的债权价值存在违约风险，可能对转债价值产生剧烈影响，该风险并未纳入本文模型的考量范围。通过 Black-Scholes 模型计算隐含波动率是对可转债期权价值高度简化的结果，对比真实隐含波动率存在一定的误差。本文的可转债隐含波动率策略基于历史数据构建回测，未来市场发生改变策略可能失效。本报告对基金历史数据进行梳理总结，不构成任何投资建议。

隐含波动率策略分层测试净值曲线



资料来源: Wind, 华泰研究

正文目录

可转债的基本概念.....	4
可转债的基础条款.....	4
转股条款.....	4
赎回条款.....	4
回售条款.....	4
下修条款.....	4
可转债的重要指标.....	5
平价.....	5
转股溢价率.....	5
国内可转债市场规模持续增长，公募基金持仓市值上升.....	6
近年来可转债市场规模持续增长.....	6
公募基金有增大可转债投资比例的趋势.....	6
偏股型基金可转债持仓市值呈现出增长态势.....	6
当前各类偏债型基金中，有半数或以上基金持有可转债.....	7
灵活配置型基金和偏债混合型基金的可转债持仓占净值比例出现明显抬升势头.....	7
转债型基金分析.....	7
可转债定价模型.....	9
纯债价值.....	9
期权模型的基本假设.....	9
下修条款使回售条款失效.....	9
持有人不会轻易转股.....	10
标的资产符合几何布朗运动.....	10
期权定价模型.....	10
欧式期权模型.....	10
考虑赎回的奇异期权模型.....	11
隐含波动率.....	12
选债策略：基于隐含波动率的低估值策略.....	13
希腊字母 Ω 带来的弹性.....	13
弹性系数 Ω 的市场验证.....	13
基于隐含波动率的低估值策略:TOP 组合表现优秀.....	14
调仓周期为 20 天: TOP 组合年化收益率为 25.85%.....	14
调仓周期为 10 天: TOP 组合年化收益率为 43.69%.....	16
总结.....	17
风险提示.....	17
参考文献.....	18

图表目录

图表 1: 可转债的生命周期	4
图表 2: 可转债市场规模变化	6
图表 3: 偏股型基金可转债持仓情况	6
图表 4: 偏债型基金可转债持仓情况	7
图表 5: 偏股型基金持仓可转债占净值比例	7
图表 6: 偏债型基金持仓可转债占净值比例	7
图表 7: 规模最大的 20 只转债型基金的基础信息	8
图表 8: 可转债价格变化趋势图	9
图表 9: 欧式看涨期权	11
图表 10: 可赎回转债的奇异期权	11
图表 11: 精测转债(123025.SZ)的正股已实现波动率和期权隐含波动率	12
图表 12: 期权弹性示意图	14
图表 13: 20 日调仓分层测试结果(交易成本千分之一, 回测期 20160104~20210331)	15
图表 14: 20 日调仓分层测试净值曲线	15
图表 15: 20 日调仓分层测试超额收益曲线	15
图表 16: 20 日调仓组合持仓数量	15
图表 17: 10 日调仓分层测试结果(交易成本千分之一, 回测期 20160104~20210331)	16
图表 18: 10 日调仓分层测试净值曲线	16
图表 19: 10 日调仓分层测试超额收益曲线	16

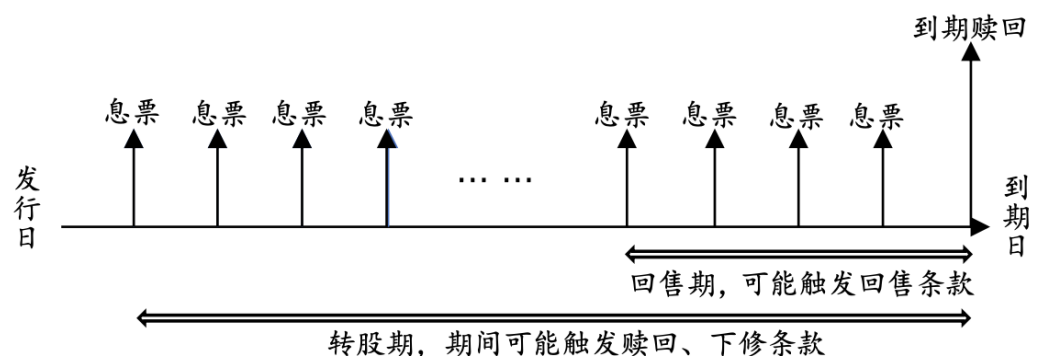
可转债的基本概念

可转换债券(可转债)是一种特殊的公司债券,持有者能在一定期限内以转股比例转换成对应的股票。可转债是一种复杂的金融衍生品,它同时由债券和期权两部分组成。在我国可转债市场,可转债的期权部分是一个同时包含了赎回、回售、下修等限制的复杂奇异期权,这给可转债的估值、定价与择券带来了一定的难度。

可转债的基础条款

可转债的价值主要由债券价值和期权价值两部分组成,而期权价值又与可转债的各项条款密切相关,分别是转股条款、赎回条款、回售条款和转股价向下修正条款(下修条款),这其中下修条款是中国可转债市场和少数亚洲国家市场特有的条款(转股价修正条款价值与可转债定价研究,张庆华和王春发,2009)。

图表1: 可转债的生命周期



资料来源: 华泰研究

转股条款

在转股期内,可转债持有人可通过执行转股条款,在 T+1 日获得相应数量的股票。通常转股期从发行日之后 6 个月开始,直至到期日结束。转股条款赋予了可转债美式期权属性。

赎回条款

赎回条款分为有条件赎回与到期赎回两种。有条件赎回为提前赎回,即当股票在任何连续三十个交易日中有十五个及以上交易日的收盘价格不低于当期转股价格的 130% 时,公司有权赎回该转债,赎回价格为面值加上应计利息。赎回条款的目的在于,当股票价格较高时督促投资者转股,减少公司的财务成本。

回售条款

在回售期内,当任何连续三十个交易日的收盘价格低于当期转股价格的某比例时,投资者有权利将转债按照面值加应计利息回售给公司。回收条款的目的在于保护投资者的利益。然而回售期相对较短,一般为最后两年。同时一般情况下,每年回售条件满足时,投资者只有一次提出回售的机会,使得回售条件更为苛刻。

下修条款

下修条款定义为:当股票在任意三十个连续交易日中至少十五个交易日的收盘价低于当期转股价格某比例时,公司有权利向下修正转股价。下修条款的目的在于当公司股票价格较低时,目前以及将来的转股可能性较低,公司通过下修转股价格增加转股价值,使得投资者更倾向于转股,减少转债到期的财务支出。然而,下修条款的行使会影响其他期权的行使,转股权、赎回权、回售权以及下修条款只要执行了其中一项,另外三项就会随之消失或受影响。所以在对可转债进行定价的过程中需要考虑各个条款的触发条件以及各条款之间的相互联系。因此,下修条款大大提高了可转债的定价难度。

可转债的重要指标

平价

平价又称为转股价值，即每 100 面值的转债执行转股之后得到的股票价值：

$$\text{平价} = \frac{100}{\text{转股价}} \times \text{目前股价}$$

转股溢价率

转股溢价率是可转债市场价格相对于其转股价值的溢价水平，计算方法如下：

$$\text{转股溢价率} = \frac{\text{转债价格} - \text{平价}}{\text{平价}}$$

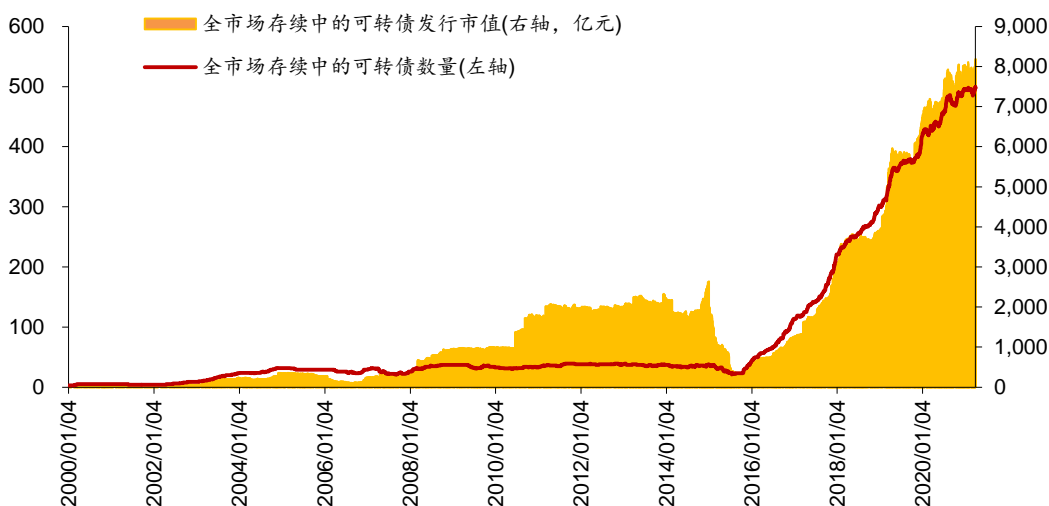
若转股溢价率较低，说明转债价格接近转股价值，主要受到股价影响，股性较强；若转股溢价率较高，说明转债价格远离转股价值，转债的债性较强或者期权的时间价值较大，此时转债的价格受股价的影响较小。

国内可转债市场规模持续增长，公募基金持仓市值上升

近年来可转债市场规模持续增长

1992 年我国第一只可转债发行，在之后很长一段时间，市场存续的可转债总量都在 100 只以下，是一个体量小且不受重视的市场。然而在过去的 4 到 5 年时间里，可转债市场的发行数量及其总市值呈现出高速增长的态势，截至 2021 年 3 月，市场上存续的可转债数量为 497 只，发行市值达到 8000 亿元左右。

图表2： 可转债市场规模变化



资料来源：Wind, 华泰研究

公募基金有增大可转债投资比例的趋势

随着可转债的市场容量的显著提升，可转债投资标的增多，流动性也在增强。另外由于可转债向下有债底保护，向上则有博取收益的空间，因此逐渐受到公募基金的青睐。

偏股型基金可转债持仓市值呈现出增长态势

自 2015 年开始，可转债在偏股混合型基金、灵活配置型基金和普通股票型基金中的持仓规模呈现出增长态势。过去 5 年，可转债的持仓市值扩大了数倍。与此同时，持仓可转债的偏股型基金数量增速也明显快于偏股型基金总数的增速。

图表3： 偏股型基金可转债持仓情况

	偏股混合型 (可转债持仓市值, 亿元)	偏股混合型 (持仓可转债的基金 数量/基金总数)	灵活配置型 (可转债持仓市值, 亿元)	灵活配置型 (持仓可转债的基金 数量/基金总数)	普通股票型 (可转债持仓市值, 亿元)	普通股票型 (持仓可转债的基金 数量/基金总数)
2015 半年报	7.21	69/473	8.9	90/526	0.43	15/126
2015 年报	5.96	62/499	20.61	135/792	1.15	12/160
2016 半年报	6.39	65/521	20.34	190/1040	0.73	16/182
2016 年报	4.31	48/534	25.11	277/1473	0.66	12/215
2017 半年报	6.01	56/562	21.91	273/1724	0.9	20/246
2017 年报	9.47	208/607	44.31	535/1875	2.73	89/294
2018 半年报	12.12	119/675	58.06	445/1980	1.15	46/333
2018 年报	16.82	174/752	55.17	492/1882	1.82	72/355
2019 半年报	17.46	162/914	80.55	514/1900	2.25	68/387
2019 年报	13.46	274/1023	114.38	636/1941	2.43	118/417
2020 半年报	24.11	298/1272	153.01	741/1990	4.48	130/468
2020 年报	23.79	498/1689	169.98	790/2053	3.73	164/556

资料来源：Wind, 华泰研究

当前各类偏债型基金中，有半数或以上基金持有可转债

对于偏债型基金而言，在经历 2015、2016 年可转债市场触底反弹后，持仓可转债的市值不断提升。截至 2020 年底，各类型偏债型基金中，有半数或以上基金持有可转债。

图表4： 偏债型基金可转债持仓情况

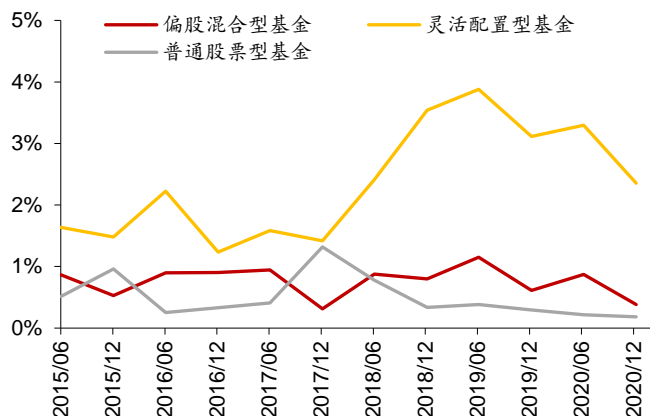
	偏债混合型 (可转债持仓市值, 亿元)	偏债混合型 (持仓可转债的基金 数量/基金总数)	混合债券型一级 (可转债持仓市值, 亿元)	混合债券型一级 (持仓可转债的基金 数量/基金总数)	混合债券型二级 (可转债持仓市值, 亿元)	混合债券型二级 (持仓可转债的基金 数量/基金总数)
2015 半年报	17.28	30/90	53.17	84/193	158.99	136/255
2015 年报	16.91	31/105	22.58	86/187	164.92	151/279
2016 半年报	14.72	42/145	34.31	69/184	124.72	170/340
2016 年报	18.66	67/210	63.5	98/180	158.25	220/437
2017 半年报	21.33	64/297	44.68	94/180	145.67	232/501
2017 年报	23.95	118/349	38.21	89/171	162.97	273/511
2018 半年报	34.87	162/360	45.28	91/162	297.82	324/500
2018 年报	77.3	160/354	55.19	80/156	343.6	347/507
2019 半年报	83.12	207/385	78.76	100/158	476.17	376/525
2019 年报	115.17	225/410	145.26	107/164	829.34	444/549
2020 半年报	197.09	271/548	197.96	113/165	1043.71	466/570
2020 年报	245.19	348/731	172.44	104/158	1235.48	493/608

资料来源：Wind，华泰研究

灵活配置型基金和偏债混合型基金的可转债持仓占净值比例出现明显抬升势头

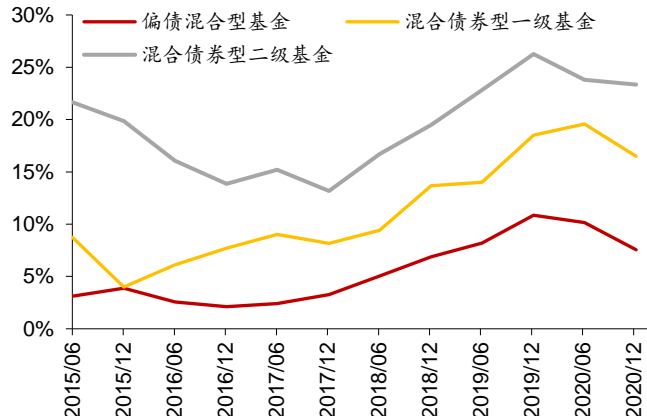
对于偏股混合型基金和普通股票型基金，可转债持仓占净值比例处于平稳且相对较低的状态，并无明显提升。而灵活配置型基金和偏债混合型基金的可转债持仓占净值比例则出现明显抬升的势头。

图表5： 偏股型基金持仓可转债占净值比例



资料来源：Wind，华泰研究

图表6： 偏债型基金持仓可转债占净值比例



资料来源：Wind，华泰研究

转债型基金分析

目前以可转债为主要投资标的的公募基金(转债型基金)共有 71 只。下表为规模最大的 20 只转债型基金的基础信息，基金类型多为混合债券型二级基金。

图表7：规模最大的20只转债型基金的基础信息

基金名称	基金代码	基金类型	设立日	基金规模，亿元
汇添富可转债 A	470058.OF	混合债券型二级基金	2011/6/17	68.66
兴全可转债	340001.OF	偏债混合型基金	2004/5/11	36.10
长信可转债 A	519977.OF	混合债券型二级基金	2012/3/30	34.48
长信可转债 C	519976.OF	混合债券型二级基金	2012/3/30	33.56
富国可转债	100051.OF	混合债券型二级基金	2010/12/8	29.47
南方希元可转债	005461.OF	混合债券型二级基金	2018/3/14	17.60
汇添富可转债 C	470059.OF	混合债券型二级基金	2011/6/17	17.03
中欧可转债 A	004993.OF	混合债券型二级基金	2017/11/10	15.45
鹏华可转债	000297.OF	混合债券型二级基金	2015/2/3	12.73
博时转债增强 A	050019.OF	混合债券型二级基金	2010/11/24	10.73
博时中证可转债及可交换债券 ETF	511380.OF	被动指数型债券基金	2020/3/6	10.30
工银瑞信可转债	003401.OF	混合债券型二级基金	2016/12/14	9.18
中欧可转债 C	004994.OF	混合债券型二级基金	2017/11/10	8.94
中银转债增强 A	163816.OF	混合债券型二级基金	2011/6/29	6.19
鹏华可转债 C	010964.OF	混合债券型二级基金	2020/12/17	5.45
华夏可转债增强 A	001045.OF	混合债券型二级基金	2016/9/27	4.72
长盛可转债 A	003510.OF	混合债券型二级基金	2016/12/7	3.92
博时转债增强 C	050119.OF	混合债券型二级基金	2010/11/24	3.59
海富通上证投资级可转债 ETF	511180.OF	被动指数型债券基金	2020/7/13	3.16
国泰可转债	005246.OF	混合债券型二级基金	2017/12/28	2.76

资料来源：Wind，华泰研究

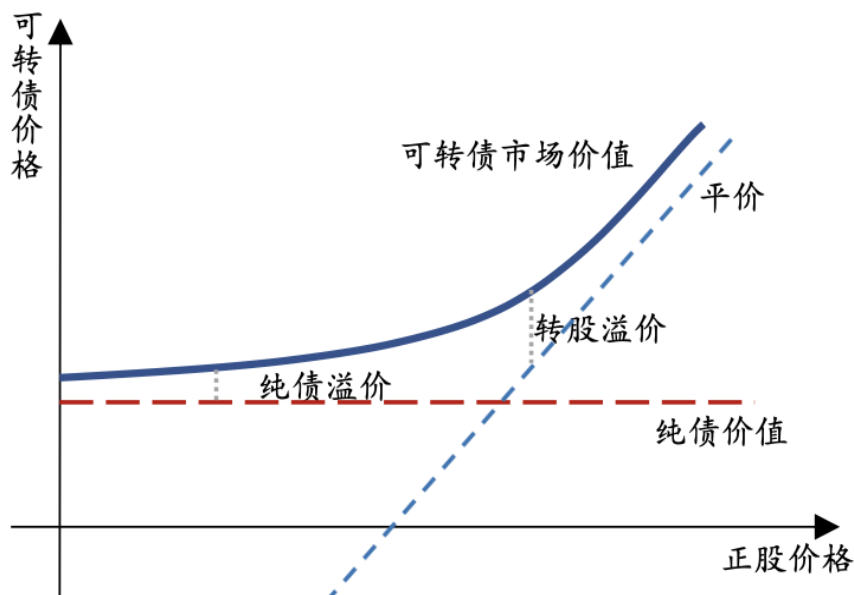
可转债定价模型

为了对可转债进行定价，基于可转债的价值组成与特点，本文对可转债的定价模型提出如下假设：

$$V_{convbond} = V_{bond} + V_{option}$$

其中 $V_{convbond}$ 是可转债价值， V_{bond} 是可转债的纯债价值，即不考虑转股可能的债券价值； V_{option} 是期权价值，即可转债的美式奇异期权的价值。

图表8：可转债价格变化趋势图



资料来源：华泰研究

纯债价值

忽略可转债赎回、回售和转股的可能，将其视作一般债券由现金流折现模型算得现值：

$$V_{bond} = \sum_{t=1}^T c_t / (1+r)^{t_i} + FV / (1+r)^T$$

其中 r 为可转债对应评级的到期收益率， c_t 为转债每一期的票面利率， FV 为最后得到的债券面值， T 为可转债距到期日的时间。

期权模型的基本假设

为了对可转债模型中的期权价值进行度量，本文首先基于对各个条款的分析以及Black-Scholes-Merton(Black F, Scholes M, 1973)模型的基本框架提出如下假设。

下修条款使回售条款失效

在进入回售期后，下修条款和回售条款均是在正股价格低于一定程度并维持一段时间才被触发，因为下修条款的执行条件相对回售条款比较宽松，所以总是先被触发。此时，为了避免投资者将可转债回售给发行公司带来的财务成本，发行公司通常会选择向下修正转股价格以提高可转债的持有价值至不低于回售价格的水平，以鼓励投资者继续持有可转债。故而，下修条款的存在使得回售条款不会被轻易触发。

持有人不会轻易转股

转股条款使得可转债表现为美式期权。然而大多数情况下可转债具有正的转股溢价，这意味着对于理性投资者，当他们不看好某可转债时，通常会选择直接在转债市场上出售，而非转股之后在股票市场出售。也就是说，在没有行权压力时，不考虑标的公司分红，通常投资者不会主动行权，该美式期权定价问题也因此能简化为一个欧式期权定价问题。

标的资产符合几何布朗运动

本文将可转债对应正股视为期权标的资产。此处假设在风险中性世界中，投资者的期望收益是无风险利率 r ，标的资产的价格符合如下几何布朗运动：

$$dS_t = (r - \delta)S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

其中， S_t 是 t 时刻标的资产的价格， δ 是股票分红率， σ 是股票的年化波动率， W_t 是一个方差为 t 均值为0的正态随机变量。为了更好地刻画标的资产的波动情况，此处将 σ 的估计量 $\hat{\sigma}$ 定义为：

$$\hat{\sigma} = \sigma_t * \sqrt{250}$$

其中， σ_t 为过去60天，股票收益率的日波动率。又因为我国二级市场中股票的分红率一般都极低，故而该模型可以简化为：

$$dS_t = rS_t dt + \sigma S_t dW_t$$

根据该偏微分方程，可以推出标的资产价格的显示表达式为：

$$S_t = S_0 \exp(rt + \sigma\sqrt{t}Z)$$

其中， Z 是标准正态分布随机变量。

期权定价模型

一直以来，美式期权都没有显式的定价公式，针对美式期权的定价问题，常用的方法有二叉树法、Nested simulation 和最小二乘蒙特卡洛模拟法，这其中又以最小二乘蒙特卡洛模拟法(Longstaff F, Schwartz E, 2001)凭借其较高的执行速度最受业界的欢迎。尽管最小二乘蒙特卡洛模拟法已很大程度简化了可转债定价的过程，但该方法仍旧需要花费大量的时间来计算美式期权的价格。

考虑到上述方法的复杂性，以及本文关注的择券问题更加注重可转债价格相对高低而非绝对高低，本文依据“持有人不会轻易转股”的假设与中国股票分红率较低的事实，认为该美式期权不会提前行权，故而可以采用 Black-Scholes-Merton 提出的欧式期权模型对可转债期权价值进行衡量。

欧式期权模型

基于上述假设，在风险中性测度下，通过 B-S 公式可以给出欧式看涨期权的显示表达式：

$$C = S_t \cdot N(d_1) - K \cdot N(d_2)$$

其中， $d_1 = (\ln(S_t/K) + (r + 0.5\sigma^2)(T - t))/\sigma\sqrt{(T - t)}$ ， $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T - t)}$ ， K 为可转债设定的转股价， S_t 为当前股价， T 为可转债到期日， C 为期权当前价格。需要说明的是，该模型是现实简化抽象后获得的，且没有考虑赎回、下修等条款的影响，并非完美的估值模型。尽管如此，根据学者对下修等条款的研究(向下修正条款对中国可转债定价的影响，王茵田和文志瑛，2018)，该欧式期权已经能在很大程度上反映可转债期权价值与其他各个变量之间的关系了，纳入下修条款仅使得模型的定价误差减小0.3%。

考虑赎回的奇异期权模型

在欧式看涨期权的基础上，带赎回条款的可转债其实就是有收益上界的奇异期权。它可以通过买入一个敲定价为 K_1 的欧式期权，再卖出一个敲定价为 K_2 的欧式期权，复制而来，其中 $K_1 < K_2$ 。该奇异期权价格的显示表达式如下：

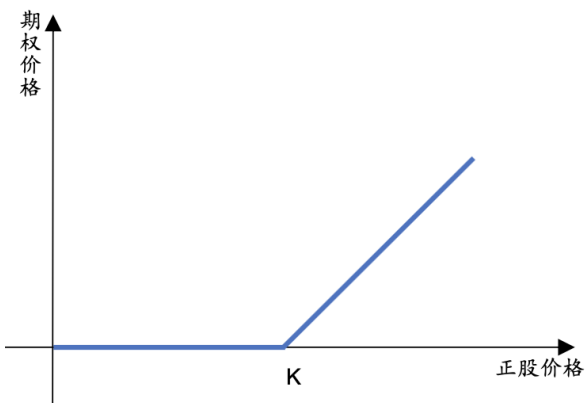
$$C_1 = S_t \cdot N(d_1) - K_1 \cdot N(d_2)$$

$$C_2 = S_t \cdot N(d_3) - K_2 \cdot N(d_4)$$

$$C_{convbond} = C_1 - C_2$$

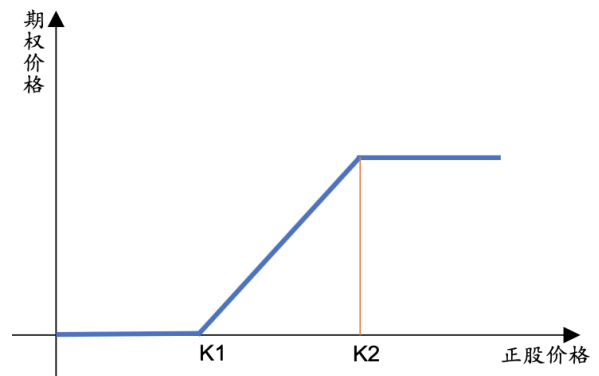
其中， $d_1 = (\ln(S_t/K_1) + (r + 0.5\sigma^2)(T-t))/\sigma\sqrt{(T-t)}$ ， $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}$ ， $d_3 = (\ln(S_t/K_2) + (r + 0.5\sigma^2)(T-t))/\sigma\sqrt{(T-t)}$ ， $d_4 = d_3 - \sigma\sqrt{(T-t)}$ ， $C_{convbond}$ 为奇异期权当前价格。换言之，赎回条款的存在削弱了转债投资者攫取更高回报的可能性，降低了可转债的总体价值。

图表9： 欧式看涨期权



资料来源：华泰研究

图表10： 可赎回转债的奇异期权



资料来源：华泰研究

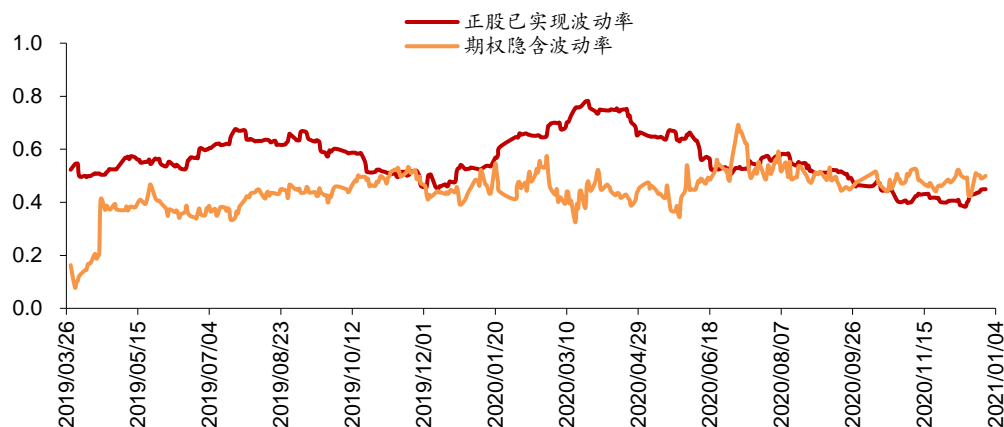
隐含波动率

期权价值由标的价格、敲定价、到期时间、无风险利率和波动率决定，现实中标的波动率并无统一的衡量标准，但却可以获取期权价格，因此通过价格可以倒推出标的波动率。我们将从价格倒推出的波动率称为隐含波动率。在其他因素不变的情况下，隐含波动率唯一确定期权价格，且期权价格随隐含波动率增大而升高。在成熟的海外期权市场中，交易员通常会根据隐含波动率的大小来进行交易，因为它真实反映了期权昂贵与否。

欧式看涨期权的公式是不可逆的，因此不可能导出隐含波动率的显示表达式。然而，据期权价值与隐含波动率的单调性，可以引入二分法、牛顿法等数值方法，使用欧式期权公式来反解隐含波动率。该指标虽然没有将可转债的赎回、下修等条款纳入考量范围，但却能相对反映可转债的市场价格是否便宜，是一个有效的指标。

考虑到隐含波动率计算效率的问题，此处计算隐含波动率时仅采用最为简单的欧式期权公式利用二分法求解。计算隐含波动率时，以转债收盘价除以转股比例为敲定价，转债收盘价减去纯债价值再除以转股比例为期权价格，当天正股收盘价(不复权)为标的价格，到期时间为到期日减去当前时间，假设模型中无风险利率 r 为 1%。正股已实现波动率的计算方式为正股过去 60 个交易日的年化波动率。下图为精测转债(123025.SZ)的正股已实现波动率和期权隐含波动率。

图表11： 精测转债(123025.SZ)的正股已实现波动率和期权隐含波动率



资料来源：Wind, 华泰研究

选债策略：基于隐含波动率的低估值策略

低估值策略一直以来都是投资各类风险资产的经典策略，也是最为简单易行的策略。作为兼具了股性和债性的可转债而言，这一策略理当适用，其原因如下。

一般认为可转债是由一份债券和奇异期权组合而成，债券的价值主要受到时间的影响(假设无风险利率不发生明显变化，且公司无违约风险)，这一价值在短期内很难发生明显的改变，对可转债市场价格影响较小。期权价值的部分则主要受到标的股票价格变动的影响，也是可转债市场价格变动的主要成因。

可转债的期权属性使投资者对正股的预期包含在了转债的市场价值里，对于高估值可转债来说，可认为是“可转债市场价值”减去“纯债价值”得到“虚值期权”的价格很高。在其他条件不变的情况下，如果高估值的预期反转或未能在股票市场兑现，这份“虚值期权”的价值就会快速贬值，反映在市场上就是可转债下跌。另一方面，即使高估值预期顺利兑现，因为转股溢价的存在，投资者也很难通过转股获得高额收益，只能寄希望于正股的股价继续上涨，通过出售可转债获得回报。

而购买低估值的可转债则不同，在公司无信用风险的情况下，对应正股的价格一旦上涨，由于希腊字母 Ω 的存在，可转债的期权价值会成倍增长，这一特点使得低估值转债的价格有较大提升空间。

希腊字母 Ω 带来的弹性

可转债期权与债权的架构不仅使其兼具了防守的债性与进攻的股性，还使它获得了期权带来的相较正股的额外弹性。期权的这一弹性系数(option elasticity)一般用希腊字母 Ω 表示：

$$\Omega = (\varepsilon \Delta / C) / (\varepsilon / S_t) = S_t \Delta / C$$

其中 ε 为正股价格微小变动， Δ 为希腊字母 Delta 即期权价格关于标的价格的一阶导数，无分红情况下 $\Delta = N(d_1)$ ， S 为正股价格， C 为期权价格。该公式刻画了正股价格的微小变动会对期权价格带来多大比例的影响。根据期权价格公式，进一步推知，

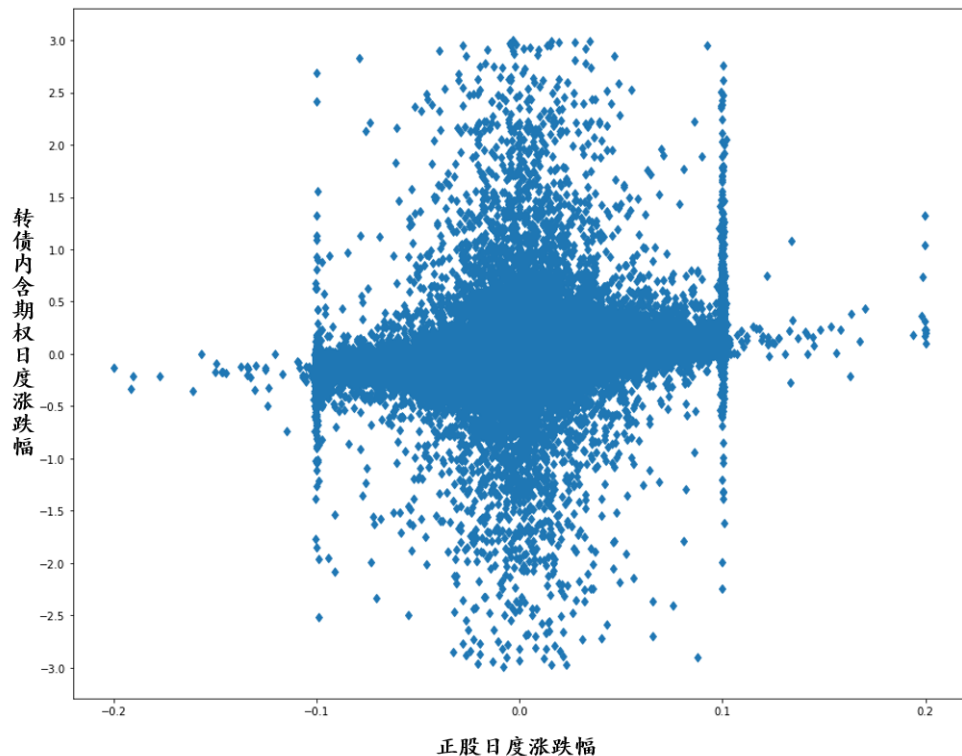
$$\Omega = S_t \Delta / (S_t \cdot N(d_1) - K_1 \cdot N(d_2)) = S_t N(d_1) / (S_t \cdot N(d_1) - K_1 \cdot N(d_2))$$

上式表明，看涨期权的 Ω 通常大于1，且随敲定价 K_1 的升高而升高。对于“深度虚值期权”， K_1 远大于正股股价， Ω 会非常大，股价的轻微受挫会对可转债价格带来较大的下跌，这也是购买高估值可转债并非明智决策的原因。与此同时，这一系数使得购买低估值可转债时，有更大的可能获得超额收益，因为股票价格的小幅上涨，会对可转债的期权价值有明显提振。

弹性系数 Ω 的市场验证

为了验证期权的弹性系数在可转债市场是否仍然适用，本文使用可转债市场价格减去纯债价值，再除以转股比例获得对应一份正股的期权的当前价值。根据期权价格与正股股价，可以获得期权与正股对应的每日涨跌幅，在异方差 T 检验之后，每日期权涨跌幅与正股涨跌幅存在显著差异，p-value 小于 0.01。剔除异常值后，其分布如下图，可知大部分样本点的期权日度涨跌幅远大于正股日度涨跌幅，即 $\Omega > 1$ 。

图表12： 期权弹性示意图



资料来源：Wind, 华泰研究

基于隐含波动率的低估值策略:TOP 组合表现优秀

相较于转股溢价率、纯债溢价率等简单估值指标，隐含波动率不受平价、债底和正股价格相对高低的影响，这一特点使隐含波动率成为反映转债估值相对高低的有效指标。但需要注意的是，仅依靠隐含波动率来选债会忽略正股自身波动所带来的影响。较高的正股波动率会反映在可转债的期权价值当中，导致更高的隐含波动率，因此我们也需要考虑正股波动率。

隐含波动率反映的是市场对近期股票波动率的预期，隐含波动率减去正股的已实现波动率，就能获得市场对于转债期权价值的预期因子，我们将该因子命名为**隐含波动率低估值因子**，长期来看该因子有均值回复的特征，因此买入该因子较低的可转债应当能获得超额收益。为了验证这一思路，我们对该因子进行了调仓周期为 20 天和 10 天的分层测试。

调仓周期为 20 天: TOP 组合年化收益率为 25.85%

我们对隐含波动率低估值因子进行单因子分 3 层测试。测试方法如下：

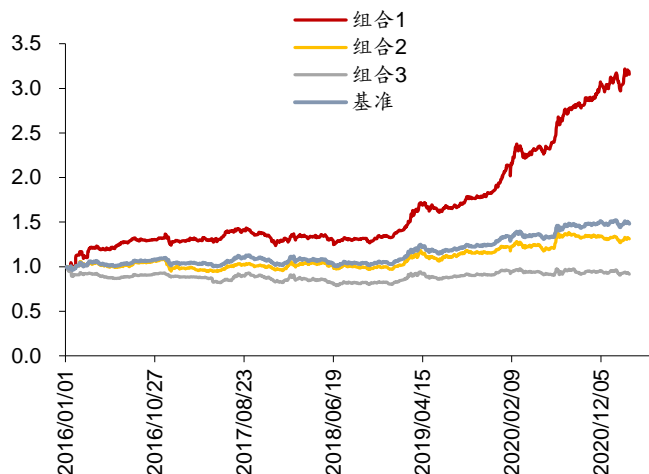
1. 可转债池：考虑到公募基金投资的可转债发行方式主要为“优先配售，网上定价和网下配售”，“优先配售和上网定价”，“优先配售，网下配售”，“网下发行”四种类别，我们只选取这四种可转债，以余量大于 0 且可交易的可转债作为可转债池。
2. 回测区间：2016 年 1 月 4 日到 2021 年 3 月 31 日。
3. 截面期：每 20 个交易日。
4. 换仓：在每个截面期利用前一个交易日的信息计算因子，并构建分层组合，在截面期按当日收盘价换仓，交易费用为单边千分之一。
5. 分层方法：将可转债池内所有可转债按因子值从小到大排序，等分 3 层，每层内部的个债以余量大小为权重配置。分层测试中的基准组合为可转债池内所有可转债按余量加权的组合。

图表 13~图表 16 展示了因子的分层测试结果及持仓变化情况。当交易成本为单边千分之一时，TOP 组合年化收益率为 25.85%，夏普比率为 1.92。

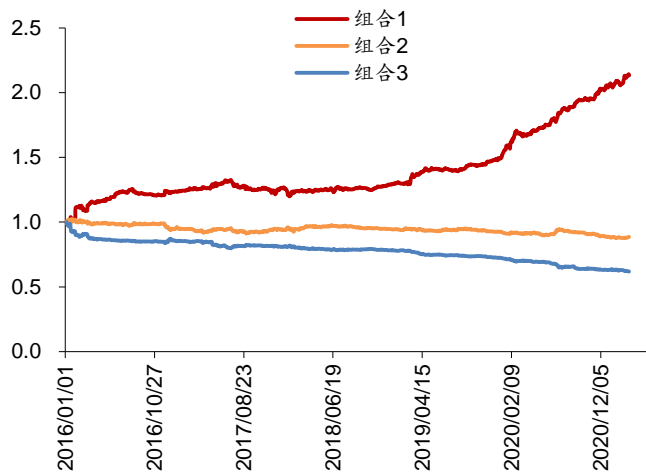
图表13： 20日调仓分层测试结果(交易成本千分之一，回溯期 20160104~20210331)

隐含波动率低估因子	分层组合 1~3(从左到右)年化收益率			TOP 组合夏普比率	TOP 组合最大回撤	TOP 组合胜率
	25.85%	5.58%	-1.74%	1.92	-6.75%	55.60%

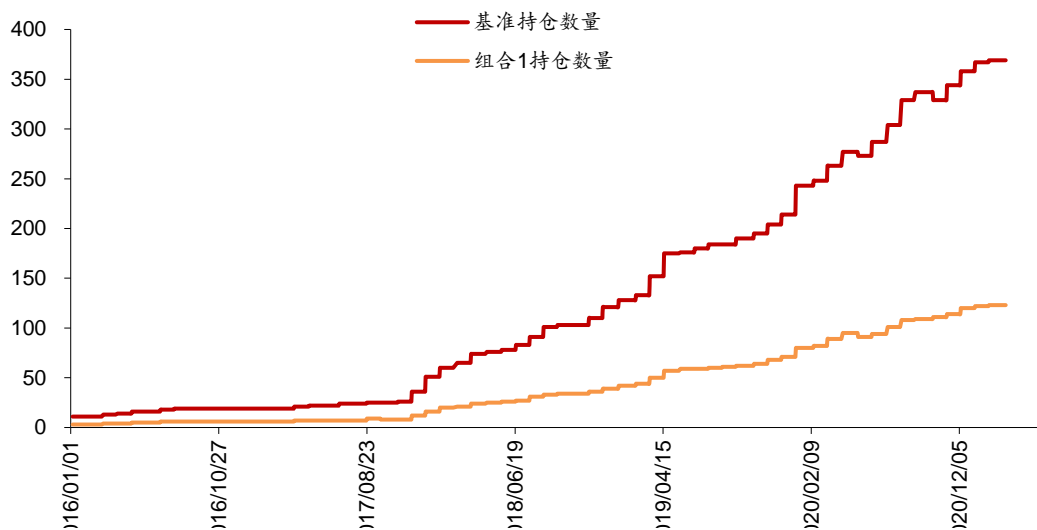
资料来源：Wind, 华泰研究

图表14： 20日调仓分层测试净值曲线


资料来源：Wind, 华泰研究

图表15： 20日调仓分层测试超额收益曲线


资料来源：Wind, 华泰研究

图表16： 20日调仓组合持仓数量


资料来源：Wind, 华泰研究

调仓周期为 10 天：TOP 组合年化收益率为 43.69%

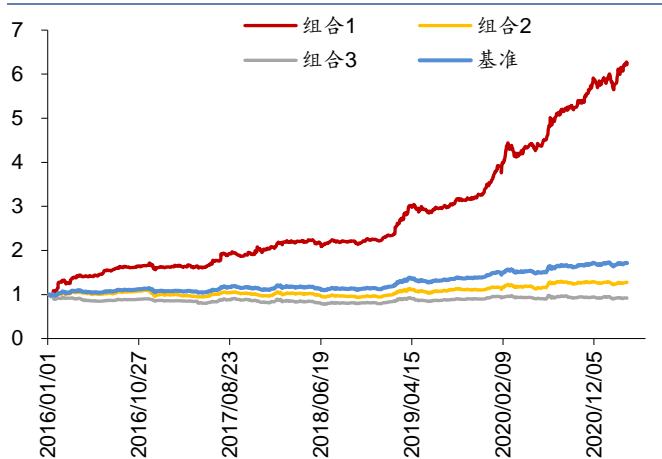
图表 17~图表 19 展示了隐含波动率低估值因子 10 日调仓的分层测试结果。TOP 组合年化收益率为 43.69%，夏普比率为 3.04。

图表 17： 10 日调仓分层测试结果(交易成本千分之一，回溯期 20160104~20210331)

隐含波动率低估值因子	分层组合 1~3(从左到右)年化收益率			TOP 组合夏普比率	TOP 组合最大回撤	TOP 组合胜率
	43.69%	4.92%	-1.67%	3.042	-6.70%	56.42%

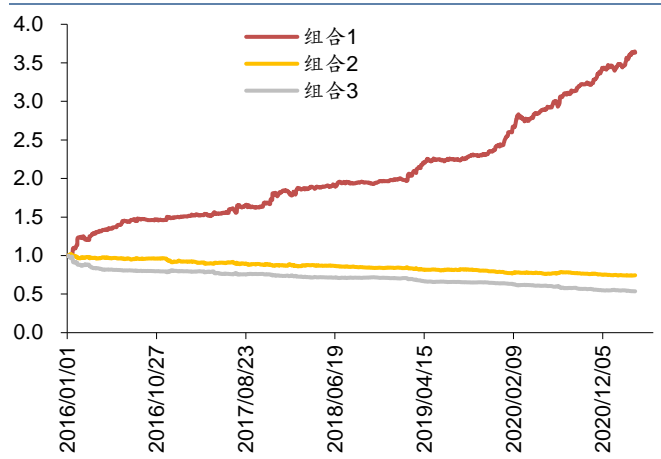
资料来源：Wind，华泰研究

图表 18： 10 日调仓分层测试净值曲线



资料来源：Wind，华泰研究

图表 19： 10 日调仓分层测试超额收益曲线



资料来源：Wind，华泰研究

总结

本文总结如下：

1. 近年来可转债市场规模持续增长，公募基金有增大可转债投资比例的趋势。可转债市场规模近年来保持稳中有增的态势。截止 2021 年 3 月，市场上存续的可转债数量为 497 只，发行市值达到 8000 亿元左右。这一不断扩容的市场为投资者提供了新选择，公募基金有增大可转债投资比例的趋势。截至 2020 年底，偏股型基金和偏债型基金持仓可转债的总市值皆有明显增长。从持仓可转债占净值比例来看，灵活配置型基金的可转债持仓比例从最低点(2016 年底)的 1.2% 升至 2.4%，偏债型基金的可转债持仓比例从最低点(2017 年底)的 3.3%~13.2% 上升至 7.6%~23.4%。
2. 在合理假设下，B-S 模型可计算转债内含期权的隐含波动率。可转债的价值由纯债价值与期权价值组成，其中，纯债价值可通过现金流折现模型算得，在企业无违约风险时相对稳定。期权部分则相对复杂，其本质是一个考虑赎回，下修，回售条款的美式奇异期权。为了简化模型，我们假设下修条款使回售条款失效，且可转债持有人不会轻易转股。在此假设下，本文根据 B-S 模型给出的欧式期权定价公式，通过数值方法(二分法)求解出了转债内含期权价值的隐含波动率。隐含波动率与期权价值呈单调递增关系，是评判期权价格高低的重要指标。
3. 本文构建了基于隐含波动率的低估值可转债策略，回测表现优秀。隐含波动率反映的是市场对近期股票波动率的预期，隐含波动率减去正股的已实现波动率，就能获得市场对于可转债期权价值的预期。本文构建了基于隐含波动率与正股波动率差值的低估值因子，并通过单因子分层回测展示了该因子在调仓周期为 20 天和 10 天的表现。在分 3 层测试中，2016 年以来 TOP 组合年化收益率为 25.85%(20 天调仓)和 43.69%(10 天调仓)，夏普比率为 1.92(20 天调仓)和 3.04(10 天调仓)，全面优于基准组合的收益。我们认为期权弹性能放大策略的超额收益。

风险提示

可转债的债权价值存在违约风险，可能对转债价值产生剧烈影响，该风险并未纳入本文模型的考量范围。通过 Black-Scholes 模型计算隐含波动率是对可转债期权价值高度简化的结果，对比真实隐含波动率存在一定的误差。本文的可转债隐含波动率策略基于历史数据构建回测，未来市场发生改变策略可能失效。本报告对基金历史数据进行梳理总结，不构成任何投资建议。

参考文献

- [1]Black F, Scholes M. The Pricing of Options and Corporation Liabilities [J]. Journal of Political Economy, 1973(81): 637-659.
- [2]Longstaff F, Schwartz E. Valuing American Options by Simulation: A Simple Least-Squares Approach [J]. The Review of Financial studies, 2001, 14(1): 113- 147.
- [3]张庆华, 王春发。转股价修正条款价值与可转债定价研究[J]。区域金融研究, 2009(12):33-38。
- [4]张卫国, 史庆盛, 许文坤。基于全最小二乘拟蒙特卡罗方法的可转债定价研究[J]。管理科学, 2011(1):82-89。
- [5]王茵田, 文志瑛。向下修正条款对中国可转债定价的影响[J]。清华大学学报(自然科学版), 2018 (1):108-112。
- [6]罗鑫, 张金林。基于蒙特卡罗方法的含转股价向下修正条款的可转债定价研究[J]。金融理论与实践, 2020(10):45-53。

免责声明

分析师声明

本人，林晓明、李子钰、何康，兹证明本报告所表达的观点准确地反映了分析师对标的证券或发行人的个人意见；彼以往、现在或未来并无就其研究报告所提供的具体建议或所表达的意见直接或间接收取任何报酬。

一般声明及披露

本报告由华泰证券股份有限公司（已具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格，以下简称“本公司”）制作。本报告所载资料是仅供接收人的严格保密资料。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司及其关联机构（以下统称为“华泰”）对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。

本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，华泰可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，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。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。华泰不保证本报告所含信息保持在最新状态。华泰对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司不是 FINRA 的注册会员，其研究分析师亦没有注册为 FINRA 的研究分析师/不具有 FINRA 分析师的注册资格。

华泰力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成购买或出售所述证券的要约或招揽。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，华泰及作者均不承担任何法律责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。华泰不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。

华泰及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，华泰可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，为该公司提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务或向该公司招揽业务。

华泰的销售人员、交易人员或其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。华泰没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。华泰的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。投资者应当考虑到华泰及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。有关该方面的具体披露请参照本报告尾部。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布的机构或人员，也并非意图发送、发布给因可得到、使用本报告的行为而使华泰违反或受制于当地法律或监管规则的机构或人员。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人（无论整份或部分）等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并需在使用前获取独立的法律意见，以确定该引用、刊发符合当地适用法规的要求，同时注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。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。

中国香港

本报告由华泰证券股份有限公司制作，在香港由华泰金融控股（香港）有限公司向符合《证券及期货条例》及其附属法律规定的机构投资者和专业投资者的客户进行分发。华泰金融控股（香港）有限公司受香港证券及期货事务监察委员会监管，是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。在香港获得本报告的人员若有任何有关本报告的问题，请与华泰金融控股（香港）有限公司联系。

香港-重要监管披露

- 华泰金融控股（香港）有限公司的雇员或其关联人士没有担任本报告中提及的公司或发行人的高级人员。更多信息请参见下方“美国-重要监管披露”。

美国

在美国本报告由华泰证券（美国）有限公司向符合美国监管规定的机构投资者进行发表与分发。华泰证券（美国）有限公司是美国注册经纪商和美国金融业监管局（FINRA）的注册会员。对于其在美国分发的研究报告，华泰证券（美国）有限公司根据《1934年证券交易法》（修订版）第15a-6条规定以及美国证券交易委员会人员解释，对本研究报告内容负责。华泰证券（美国）有限公司联营公司的分析师不具有美国金融监管（FINRA）分析师的注册资格，可能不属于华泰证券（美国）有限公司的关联人员，因此可能不受FINRA关于分析师与标的公司沟通、公开露面和所持交易证券的限制。华泰证券（美国）有限公司是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。任何直接从华泰证券（美国）有限公司收到此报告并希望就本报告所述任何证券进行交易的人士，应通过华泰证券（美国）有限公司进行交易。

美国-重要监管披露

- 分析师林晓明、李子钰、何康本人及相关人士并不担任本报告所提及的标的证券或发行人的高级人员、董事或顾问。分析师及相关人士与本报告所提及的标的证券或发行人并无任何相关财务利益。本披露中所提及的“相关人士”包括FINRA定义下分析师的家庭成员。分析师根据华泰证券的整体收入和盈利能力获得薪酬，包括源自公司投资银行业务的收入。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或不时会以自身或代理形式向客户出售及购买华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或其高级管理层、董事和雇员可能会持有本报告中所提到的任何证券（或任何相关投资）头寸，并可能不时进行增持或减持该证券（或投资）。因此，投资者应该意识到可能存在利益冲突。

评级说明

投资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力（含此期间的股息回报）相对基准表现的预期（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500指数），具体如下：

行业评级

增持：预计行业股票指数超越基准

中性：预计行业股票指数基本与基准持平

减持：预计行业股票指数明显弱于基准

公司评级

买入：预计股价超越基准15%以上

增持：预计股价超越基准5%~15%

持有：预计股价相对基准波动在-15%~5%之间

卖出：预计股价弱于基准15%以上

暂停评级：已暂停评级、目标价及预测，以遵守适用法规及/或公司政策

无评级：股票不在常规研究覆盖范围内。投资者不应期待华泰提供该等证券及/或公司相关的持续或补充信息

法律实体披露

中国: 华泰证券股份有限公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格, 经营许可证编号为: 91320000704041011J

香港: 华泰金融控股(香港)有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格, 经营许可证编号为: AOK809

美国: 华泰证券(美国)有限公司为美国金融业监管局(FINRA)成员, 具有在美国开展经纪交易商业业务的资格, 经营业务许可编号为: CRD#:298809/SEC#:8-70231

华泰证券股份有限公司**南京**

南京市建邺区江东中路228号华泰证券广场1号楼/邮政编码: 210019

电话: 86 25 83389999/传真: 86 25 83387521

电子邮件: ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区益田路5999号基金大厦10楼/邮政编码: 518017

电话: 86 755 82493932/传真: 86 755 82492062

电子邮件: ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同28号太平洋保险大厦A座18层/
邮政编码: 100032

电话: 86 10 63211166/传真: 86 10 63211275

电子邮件: ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路18号保利广场E栋23楼/邮政编码: 200120

电话: 86 21 28972098/传真: 86 21 28972068

电子邮件: ht-rd@htsc.com

华泰金融控股(香港)有限公司

香港中环皇后大道中99号中环中心58楼5808-12室

电话: +852-3658-6000/传真: +852-2169-0770

电子邮件: research@htsc.com

<http://www.htsc.com.hk>

华泰证券(美国)有限公司

美国纽约哈德逊城市广场10号41楼(纽约10001)

电话: +212-763-8160/传真: +917-725-9702

电子邮件: Huatai@htsc-us.com

<http://www.htsc-us.com>

©版权所有2021年华泰证券股份有限公司