

The Debt and Stock Property Indicators of Convertible Bonds and the Discount Arbitrage Model Based on the Indicators

Zeyu Qu

Florida International University, Miami, Florida, 33199, USA

Abstract

From the perspective of the debt property and stock property of convertible bonds, this paper takes the “Dianqi Convertible Bond (113008.SH)” in China as the object, and explores the debt property and stock property of convertible bonds in the same period from the perspective of the convertible premium rate, the pure debt premium rate and the Delta value. In addition, it explores the debt and equity strength of each convertible bond on the time cross section. Taking the convertible premium rate as the trigger condition, the construction of convertible bond discount arbitrage was carried out, and the arbitrage model and the actual investment amount formula were calculated.

Keywords

convertible bond; debt property; stock property; discount arbitrage; short selling

可转换债券债股性衡量指标及基于指标的折价套利模型

曲泽宇

佛罗里达国际大学, 美国·佛罗里达 迈阿密 33199

摘要

从可转债债性和股性的角度出发, 以中国可转债“电气转债(113008.SH)”为对象, 从转股溢价率、纯债溢价率和 Delta 值三方面对其同一时段的债性及股性做出探究。另外, 在探究在时间截面上各转债的显示出的债性与股性强度。以转股溢价率做为触发条件, 进行可转债折价套利的构建, 计算套利模型和投资实际金额公式。

关键词

可转债; 债性; 股性; 折价套利; 卖空

1 引言

可转债是上市公司以其发行的股票做为标的资产的可转换债券, 是发达的资本市场中重要的金融工具之一。中国资本市场起步较晚, 可转债发展尤为滞后, 直至 2016 年, 中国可转债市场迎来了繁荣发展。可转换债券, 以债券的形式被购买, 投资者可在其到达约定的转股期限之后, 将持有的可转债以一定比例转换为标的股票。也可以将其以债券形式持有至到期, 获得本金和债息的收益。根据这种特殊设计, 可转债同时具有债性和股性, 论文引入转股溢价率、纯债溢价率和 Delta 值做为衡量可转债债性和股性的衡量指标, 同时介绍了根据其指标进行可转债折价套利操作的方法。

【作者简介】曲泽宇(1994-), 男, 硕士研究生学历, 从事金融工程、金融量化、二级市场套利等研究。

2 可转债的基本条款和概念

2.1 可转债的基本条款

表 1 可转债的基本条款

转股条款	可转债可在约定时间内按照一定比例由债转股。
下修条款	当正股股价 (stock price) 在一段时间内低于转股价格额定比例时 (一般为 80%), 触发下修条款, 董事会提请股东大会审议决定下修转股价格。当通过审议, 则可转债的转股价格将会下修到额定比例。保护持有方。
回售条款	当正股股价在一段时间内低于转股价格额定比例时, 债券持有人有权讲可转债按照可转债面值加利息以一个回售价格卖给债券发行人。
赎回条款	当正股股价发生一定变化时, 触发赎回条款, 债券发行方有权以一定价格赎回未转股的可转债。该条款主要目的是为了强制债券持有人进行转股, 缩短可转换债券的期限。

可转债 (convertible bond) 包含转股条款、下修条款、回售条款与赎回条款等四个主要条款, 在整个可转债发行、持有、转股、到期的过程中分别发挥着作用。可转债的基本条款如表 1 所示。

2.2 可转债中的术语概念

可转债中, 因涉及由债转股, 因此存在多个术语概念对可转债进行描述, 具体概念如表 2 所示。

表 2 可转债中的术语概念

可转债价格 (转债价格)	债券发行的价格, 与可转债债券面值 (面值 face value 通常为 100 元) 有所区别。面值是固定的, 而可转债的转债价格是根据市场供求关系 利率等变化而产生变化的。
正股股价	可转债所对应的每股标的股票的市场价格。
转股价格 (转股价)	区别于正股股价, 是指可转债转换每股股票所需支付的价格。
转换比率	每张可转债转换成对应股票的数量, 等于可转债面值除以转股价。
转股价值	每张可转债转换成股票后的实际价值
纯债价值	即债底, 指未来固定现金流的折现的现值 (present value), 由票面利率、赎回价格、到期收益率来决定。相当于一个具有相同期限、票面利息而不具有转股权利的普通债券的价值。另, 可转债的票面利息一般较同信用等级的普通债券低, 因为可转债具有含权价值。

3 债性与股性的指标: 转股溢价率

转股溢价率是指可转债市价相对于其转换后价值的溢价

水平, 是用来衡量可转债的股性的指标。转股溢价率越低, 可转债的股性就越强。其计算公式如下:

$$\text{转股溢价率} = (\text{可转债价格} - \text{转股价值}) / \text{转股价值} * 100\%$$

以电气转债 (113008.SH) 为对象, 提取其自上市日期 2015/2/16-2019/9/18 的转股溢价率如图 1 所示。

4 债性与股性的指标: 纯债溢价率

可转债价格相对纯债价值的溢价水平, 是另一个用来衡量可转债债性和股性的指标。纯债溢价率越小, 债性越大; 纯债溢价率越大, 股性越大。其计算公式如下:

$$\text{纯债溢价率} = (\text{转债现价} - \text{纯债价值}) / \text{纯债价值} * 100\%$$

以同一时间段内的电气转债 (113008.SH) 为对象, 提取其自上市日期 2015/2/16-2019/9/18 的纯债溢价率如图 2 所示。

提取上交所可转债数据, 分析 2015/2/16-2019/9/18 所有可转债的转股溢价率和纯债溢价率, 在图 3 中进行对比, 以此直观地观察整个市场中可转债在不同时段的股性和债性表现。

当转股溢价率低时, 可转债显债性; 当纯债溢价率低时, 可转债显股性。选取 2019/09/02 上交所所有可转债的转股溢价率和纯债溢价率, 通过散点图的比对, 能验证两种指标的反向关系。同时, 也可以通过转股溢价率 / 纯债溢价率的比值在不同的可转债中对比债性和股性。如图 4 所示, 可知坐标系中越向西北方向, 可转债债性越强 (2019/09/02 参林转债债性最强); 越向东南方向, 可转债股性越强 (2019/09/02 航信转债股性最强)。

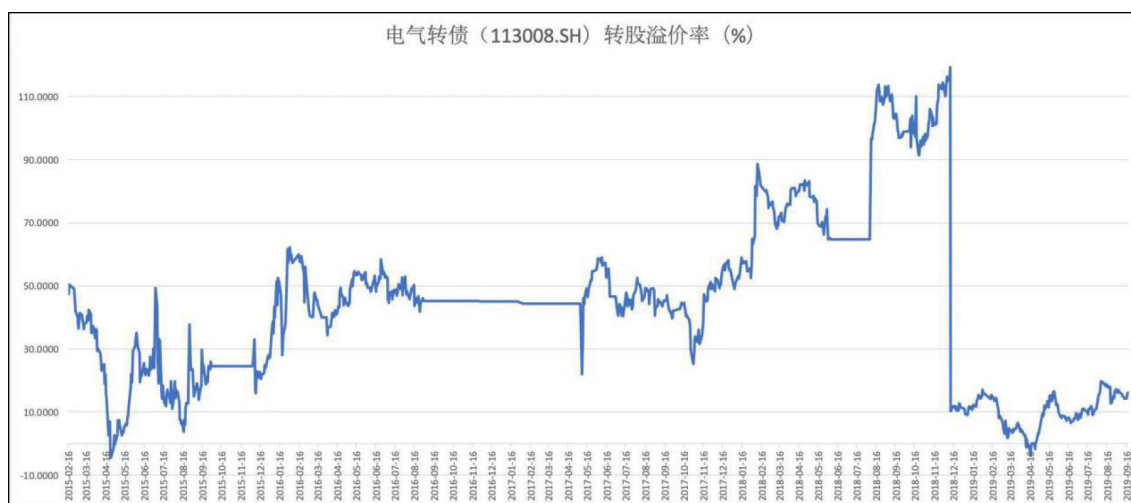


图 1 电气转债 (113008.SH) 转股溢价率 (%)



图2 电气转债 (113008.SH) 纯债溢价率 (%)



图3 2015/2/16 - 2019/9/18 转股溢价率和纯债溢价率

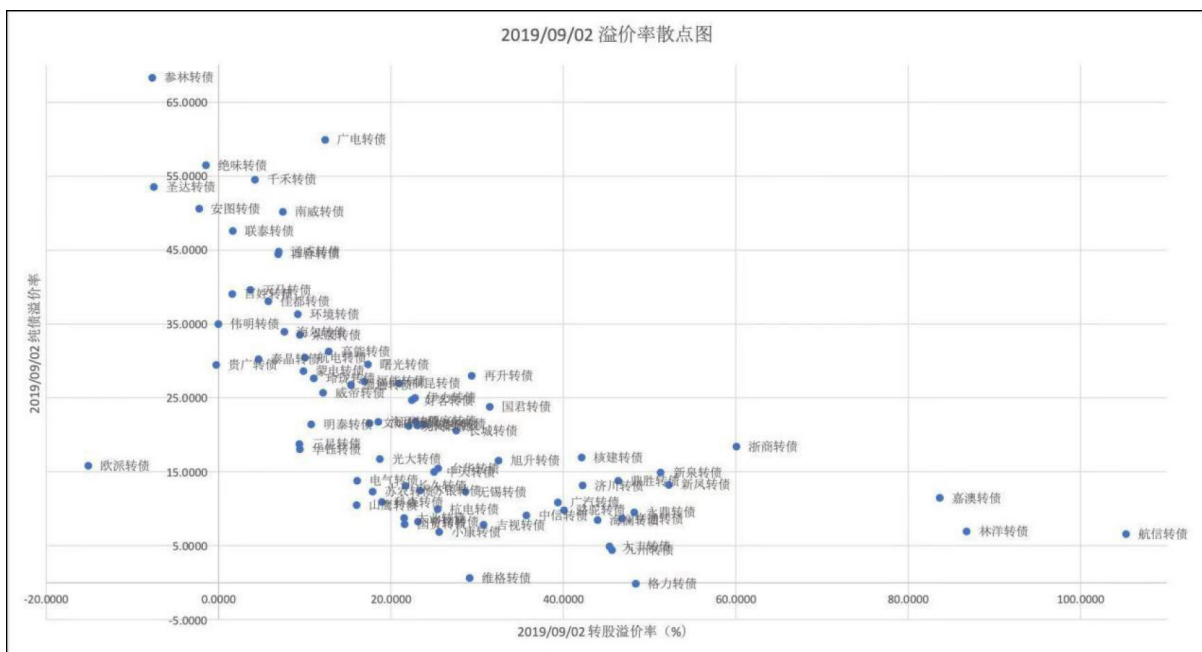


图4 2019/09/02 转股溢价率和纯债溢价率散点图

5 债性与股性的指标：Delta 值

根据郑振龙、林海（2004）^[1]指出可转债可以看做是由纯债内嵌的关于标的股票的看涨期权构成。Black & Scholes（1973）^[2]提出的 B-S Model 为期权的定价提供了工具，同时代的 Merton（1976）^[3]也发展出了相似的期权定价模型，与 B-S 模型合并在一起被称为 BSM 模型，其看涨期权定价公式为：

$$C = SN(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)$$

其中 $N(d_1)$ 是标的资产为 numeraire 对应的概率测度下的期末资产价格大于敲定价格的概率， $N(d_2)$ 为风险中性世界中期权被行权的概率。 d_1 和 d_2 的计算公式如下：

$$d_1 = [\ln(S/K) + (r + \sigma^2/2)(T - t)] / (\sigma\sqrt{T - t})$$

$$d_2 = [\ln(S/K) - (r - \sigma^2/2)(T - t)] / (\sigma\sqrt{T - t})$$

其中所使用的各个参数含义为（为计算一致和实际使用，皆采用连续年化复利形式）：

C：看涨期权价格；

S：标的股票价格（即正股价）；

K：期权执行价格（转股价格）；

T：期权到期日（自愿转股终止日期）；

t：当前日期；

r：连续复利年化无风险收益率，其中选用对应日期的中国国债到期收益率：1年；年化连续复利 = $\ln(1+R)$ ；

σ ：标的股票的年化波动率。

期权中的 delta 指的是期权价值变化（ ΔC ）相对于正股价格变化（ ΔS ）的比率。Delta 值常介于区间 [0,1] 内，当 Delta 值偏向 0 时，债性大于股性；当 delta 值由 0 向 1 逐渐变大时，可转债的价格与正股价格的变动相关性越来越强，对正股价格变动越来越敏感，可转债的股性慢慢增强。

$$\Delta(\Delta) = e^{-p(T-t)}N\{[\ln(S/K) + (r + \sigma^2/2)(T - t)] / (\sigma\sqrt{T - t})\}$$

其中，参数 p 为股利年化连续复利率。同样选用同一时间段内的电气转债（113008.SH）为对象，提取其自上市日期 2015/2/16-2019/9/18 的 delta 值如图 5 所示。

在计算 Delta 的过程中，自 2015/02/16 可转债发行至自愿转股起始日 2015/08/03，其中期权部分的价值保持不变，没有随时间变动而减少。在进入自愿转股期之后，期权价值随时间而变动，在公式中使用 T（自愿转股终止日期）-t（当天时间）= 剩余行权时间来对期权价值进行计算。将上述三



图 5 电气转债（113008.SH）Delta 值



图 6 电气转债（113008.SH）转股溢价率、纯债溢价率和 Delta 值对比

种股性债性判断指标放入同一坐标轴中观察转股溢价率、纯债溢价率和 delta 值三者的相互关系, 进行比对, 如图 6 所示。

6 可转债折价套利

6.1 折价转股套利原理

周建(2011)^[4]认为中国可转债市场规模小、流动性差, 并不利于短期套利操作。但随着可转债市场的发展, 张馨方(2020)^[5]使用最小二乘蒙特卡洛模拟法对可转债进行定价发现可转债存在实际价格低于理论价格的首日折价现象。门宁等(2019)^[6]提出基于中国情况的可转债套利方法^[8], 即在可转债允许转股期内, 当转股溢价率指标突破 0 时, 于 T 日买入可转债, 将可转债转股, 同时做空对应数量的股票, 锁定折价收益。T+1 日, 将收到转股得到的股票, 用来偿还所借股票。其收益率公式为:

$$\text{目标收益率} = (\text{转股价值} - \text{可转债价格}) / \text{可转债价格} = (\text{转换比例} * \text{正股股价} - \text{可转债价格}) / \text{可转债价格}$$

根据公式, 可以得知, 只有当转股价值大于购债成本的时候, 才会存在套利机会。因此我们根据转股溢价率小于 0 时, 判断认为出现了套利机会进行套利操作。但在实际操作中, 还需要考虑交易费用等。因此, 套利的成功与否, 在于收益能否足够覆盖成本。其中, 这里的成本包括可转债的购债成本和完成套利所需要的所有交易费用。

6.2 基于套利公式进行回测

为确认根据折价转股套利原则的确会出现套利机会, 因此选取上交所所有可转债进行数据回测以验证套利可行性。

“可转换公司债券的期限最短为 1 年, 最长为 6 年, 自发行结束之日起 6 个月方可转换为公司股票”根据此规则,

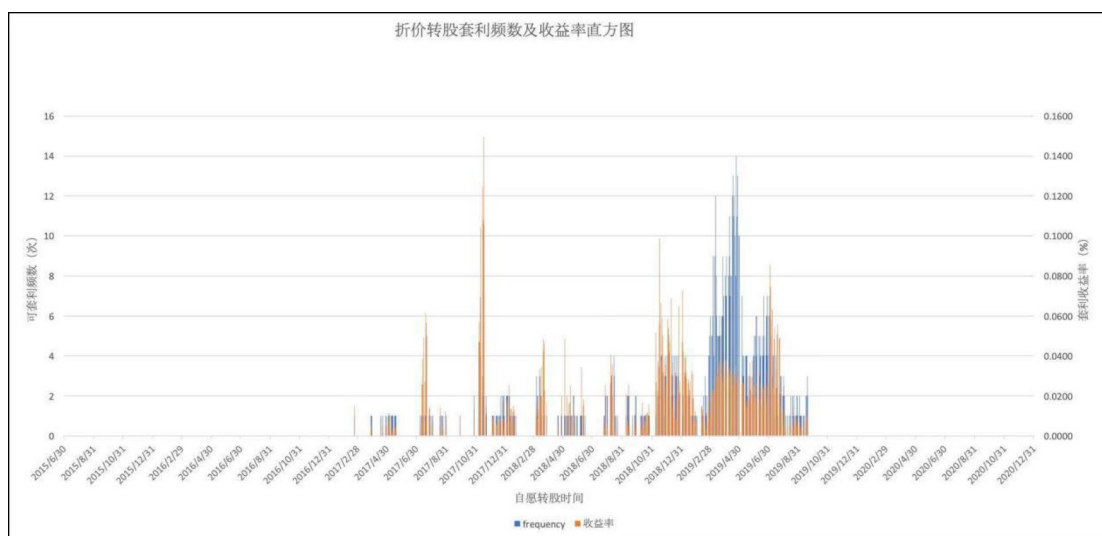


图 7 套利机会频次及对应套利收益

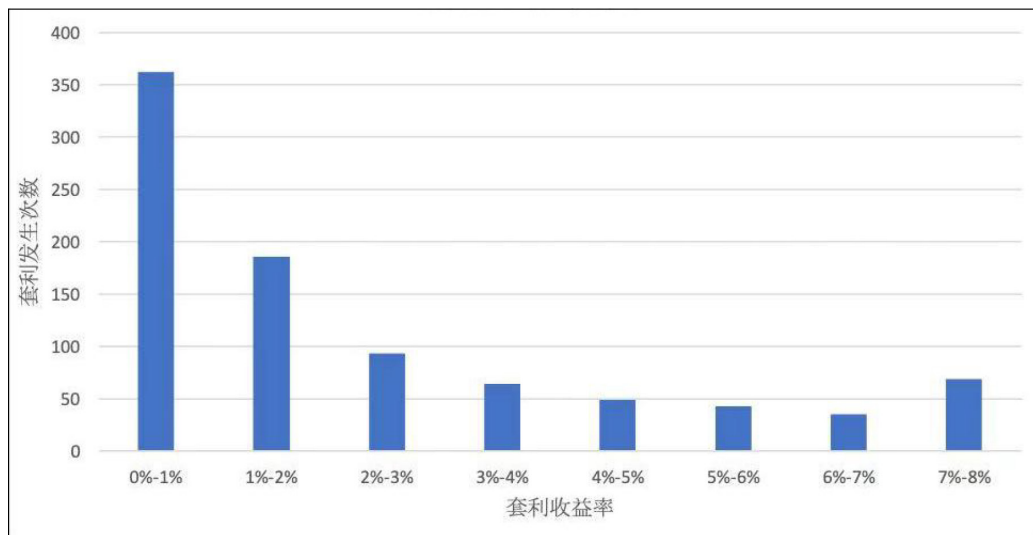


图 8 套利收益区间内频次

经统计“自愿转股起始日期”到“自愿转股终止日期”，针对出现的溢价率低于0时的可转债进行了套利收益率的计算。经过计算，出现了901次大于0的正套利收益率，统计发生频次和收益率如图7所示。

通过回测，确定在可转债的转股期间，可以通过折价转股进行套利。其中收益率处于0%~1%之间的次数占据了 $362/901=40.18\%$ 。但在回测中没有将手续费和融资成本以及税费纳入考虑，应该构建更加贴合实际和精确的模型。套利收益区间内频次如图8所示。

6.3 将交易费用等纳入考虑

根据折价转股套利执行流程，明确所需成本费用组成为：

总成本 = 购债成本 + 可转债购债费用 + 融券利息 + 手续费

(1) 购债费率：购买可转债，支付购债费用，费率0.02%。

(2) 借股利率：做空股票，获得做空收益，支付借股利息，费率0.02%。

(3) 过户费率：股票过户，支付过户费，费率0.02%。

(4) 股票交易费率：卖出股票，支付股票交易费，费率0.10%。

(5) 过户费率：将转得的股票归还给借出方，支付过户费，费率0.02%。

因为都是在T或T+1内进行交易，因此利率皆采用日化利率。同时在实际购买的过程中，因为可转债和股票只能进行整数买卖，实际投资金额与估算投入金额会有一定误差。在下列公式计算中，设置“余数”用来解释这种误差。

投资金额 = 债数 * 可转债价格 * (1 + 购债费率) + 正股股价 * 转换比例 * 债数 (借股利率 + 过户费率 * 2 + 股票交易费率) + 余数

7 结语

论文论述了衡量可转债债性和股性的三个指标，投资者可以根据其持有的可转债表现的债性股性强度来决定是保持债券形式或是转换为标的股票来获取更高的收益。同时，论文根据转债溢价率来套利指标，介绍了可转债折价套利的原理和方法，并在该套利理论的基础上进行了回测以验证理论

可行性。在前人的基础上进一步加入了交易费用的考量以缩小套利机会的锁定区间，并根据加入套利操作成本的套利公式得到每次操作中预计投入金额中可投入至套利行为的实际金额的计算公式，提出了花费剩余的概念，对中国可转债折价套利的实践具有参考意义。

此外，论文仍有不足之处。中国的资本市场仍在发展中，自2010年中国正式开通了上市股票的融资融券服务，截至2020年，中国上市A股中仍有超过一半的股票尚未开通融资融券业务，使其做空标的股票来进行可转债折价套利的方法受限。周铭山等(2013)^[7]年指出投资者有限信息或不完全理性是导致中国可转债定价效率低的原因。套利机制的存在，可以增加市场资本流通性，增强异质性信息的传播^[8]，可转债市场定价效率将会有所改善。中国应进一步放开融资融券的限制，同时鼓励上市公司发行可转债，以提高资本市场中金融产品的定价效率，提高市场效率。

参考文献

- [1] 郑振龙,林海.中国可转换债券定价研究[J].厦门大学学报(哲学社会科学版),2004(02):93-99.
- [2] Fisher.Black and Myron.Scholes.The Pricing of Options and Corporate Liabilities [J].Journal of Political Economy,1973(03): 637-654.
- [3] Merton R.Option pricing when underlying stock returns are discontinuous[J].Journal of Financial Economics,1976(03):125-144.
- [4] 周建.基于套利模型的我国可转债市场分析[J].改革与战略,2011(12):78-80+114.
- [5] 张馨方.可转债首日折价及影响因素分析[J].工程经济,2020(04):55-61.
- [6] 门宁,吕建军.中国上市公司可转债折价套利研究[J].金融理论与实践,2019(09):26-33.
- [7] 周铭山,董志勇,方旭赞.黄伟.我国可转债定价效率可以提高吗?——基于套利交易成本的视角[J].经济学(季刊),2013(03):1277-1298.
- [8] 熊熊,高雅,冯绪.卖空交易与异质信念:基于中国股票市场的证据[J].系统工程理论与实践,2017(08):1937-1948.