

可转换债券投资策略研究分析

张宁，冯芸

（上海交通大学安泰经济与管理学院 上海 200030）

摘要：可转换债券是一种兼具债券性质和股票期权性质的金融衍生产品。本论文从研究可转债条款因素入手，主要运用蒙特卡洛模拟方法建立了可转债定价的理论模型。根据模型的假设前提和每个关键时点的最优策略，建立理论模型，并构建了定价偏差指标，采用均值回复模型以及可转债股性价值指标，深入分析不同条款下的可转债投资空间。得到对于偏债型且没有回售条款、偏股型且派息不进行转股价格调整和偏股型且没有强制进行特别向下修正条款的可转债而言，在具有均值回复能力时，存在较大的投资套利空间。最后基于以上分析，选取样本可转债作为投资标的。提出分别在可卖空不可卖空下的投资策略，并对样本可转债进行投资策略收益的测算，证明策略有效。

关键词：可转换债券，定价偏差，均值回复，股性价值，投资策略

中图分类号：F830 **文献标识码：**A

一、引言

可转换债券（convertible bond，下简称可转债）是公司发行的含有转股期权的债券。2006年5月6日，《上市公司证券发行管理办法》对可转债进行了具体的定义：“发行公司依法发行，在一定期间内依据约定的条件可以转换成股份的公司债券”。从上述定义来看，可转债是一种混合金融衍生产品，介于普通公司债券和公司股票之间。因此，可转债具备了一般债券所没有的看涨期权和股票所没有的固定收益特征，可以实现融资、避险和投资三重功能。

基于其是在普通公司债券的基础上衍生发展起来的一种介于债券和股票之间的混合金融衍生产品，可转债在条款设计上较为复杂。可转债发行条款的主要可以分为债券条款、转换条款以及附加的赎回条款和回售条款。

对于债券条款中的票面利率设计，我国正在摸索中前进。从2000-2002年票面利率普遍在0.5%-1.8%之间，到2003年-2004年新增24只递增浮动利率和15只利率补偿条款，再到目前日益增多的随基准利率浮动而浮动的利率支付方式。这些都体现出了票面利率条款的设计多样性。

同时，赎回条款以保护发行公司和原有股东的权益为设立初衷而设置。但是，在发行公司发出赎回通知时，可转债持有者必须面临选择是将手中的可转债转股还是卖回，因为通常情况下投资者会选择转股，所以该条款从某种程度上加速了转股过程。可见，赎回条款在某种程度上能强制可转债持有者行使其转股权。回售条款与赎回条款相类似，出发点为保护投资者的利益。发行公司通常试图通过该条款以投资者降低投资风险，来吸引更多的投资者。赎回条款主要由赎回保护期、赎回时间、赎回条件、赎回价格构成，回售条款的设置和赎回条款类似，同样分为回售保护期、回售时间、回售条件和回售价格。这些要素都是通过发行

公司依照自己公司的实力和需要而设定，虽然现在在中国市场上的变化还不太多，但并不妨碍其本身的复杂性和多样性。

在我国可转债市场上，最不可忽略的条款是转股价格向下修正条款。该条款实质上是一种反稀释条款，旨在保障可转债持有人的权益不会因为新股的发行、股本的扩张等被稀释。我国发行的可转债多数在股份和权益变化情况下都会进行相应地转股价格调整。对于股份变动，我国相关政策规定必须要同步调整转股价格。对于权益变化，尤其在派发现金红利时，我国多数可转债会将转股价格同等数额下调，成为国内许多企业吸引投资者的一个亮点。

同时，我国多数可转债基本都设有特别向下修正条款，允许发行公司在约定时间内，董事会提议，股东大会决议通过后，并且在修正后转股价格不低于前项股东大会召开日前二十个交易日均价和前一交易日均价的前提下，将转股价格向下修正，为促使调整后的转股价格较能接近目前标的的股票市场价格水平。从而保障投资人在持有期内顺利转股的转换权利，不会因为原定的转股价格远远高出当前正股价格而无法进行转股。

而美国的向下修正条款一般只发生于发行公司股份发生实质性变化(如导致公司股本增加的送股、转增股、增发新股和配股等)，而对发行公司股东权益发生变化(最为典型的是现金股利的派发)不做转股价格向下调整。

从上面的梳理来看，我国可转债的条款设计中有很多保护投资者权益的部分，也有保护发行人权益的条例。但是，我国虽然推出可转债已经超过 10 年，与发达国家相比，我国可转债市场的发展还处在初级阶段。这些复杂条款的价值是否被市场充分认识，是否因为存在定价上的偏差而存在投资的机会是本文重点要研究的内容。

在可转债条款的研究中，在考虑税负的情况下，根据不同的票面利率约定，可能存在相应的最适发行期限。其中，以研究赎回条款为最多，主要得到如下结论：赎回条款可以是公司发射高品质项目的信号，并且此条款的设计与短期融资需求相符。漆晓均等人在 2006 年进一步对可转债赎回条款中的设计变量对赎回条款价值影响进行了研究，主要研究了面值、触发比例、转换价格以及转换期等对赎回权的价值的影响。另外，我国可转债条款的设计中有很特殊的特别向下修正条款，刘大巍等人在 2010 年对此条款进行研究，发现该条款的目的不仅简单的为规避回售压力，还能更大程度的实现债券持有者的转股行为。并通过模型和实证检验说明特别向下修正条款在一定程度上表现出公司希望最大化转股概率的愿望。

在我国可转债市场上，由于还处于初级阶段，可转债具体条款的设计存在明显的雷同。这使得投资者群体不易很好的辨认发行人的融资意图，还款能力等，不能很好的确定可转债的内在价值，不利于发现市场上存在的套利机会。同时，中国的金融市场在不断放开的过程中，2013 年连续两次的融资融券标的券扩容，股票的卖空机制逐渐形成，为投资策略的形成提供了更广阔的空间。在此背景下，本文将从投资者的角度梳理可转债条款及其理论价格，发现可转债的投资套利机会，使得市场上信息更加对称，市场的运转更加成熟和有效。在美国、欧盟、日本和东南亚等国的金融市场上，可转债已经成为了不可或缺的金融工具，为提升企业竞争力和金融繁荣起到了积极地推动作用。

二、仿真模拟

20 世纪 70 年代中期以前，可转债定价受限于理论方法与研究工具的落后，研究仅限于

对可转债价值特征的描述上，基本思路是现金流贴现。70 年代中后期-80 年代中后期 BS 期权定价理论诞生，逐渐有人将其应用于可转债的定价上，以更好的确定可转债中期权的价值。80 年代以后，随着计算机的应用趋于广泛，蒙特卡洛模拟方法在金融产品定价中的应用也越来越频繁，可转债的定价研究也不例外。

从 Poensgen (1965), Baumol, Malkiel & Quandt (1966) 等对可转债定价方法采用的是折现方法计算可转债价值开始，可转债定价研究日渐成为学术界关注的问题。Black & Scholes (1973) 首先在推导期权的公式基础上，提出了无风险套利定价原理，为后人所普遍的应用。Ingersoll (1977) 将该无风险套利期权定价模型应用于可转债定价上，利用求解偏微分方程求解更复杂的问题，比如债券付息模式，信用风险等，推导出可赎回可转债的价值为不可赎回可转债价值与赎回权价值之和。然后，发展出了树图定价方法，Cheung & Nelken (1994) 最先将二叉树定价方法应用于可转债定价，对由股价和利率两个因子组成的模型进行求解。Carayannopoulos & Kalimipalli (2003) 率先提出了三叉树模型，对可转债进行定价分析。当前，随着计算机的普及与发展，模拟定价方法由于能很好地描绘路径依赖特征而受到学术界研究的青睐。Buchan (1998) 最早引入蒙特卡洛模拟方法对简单的可转债进行定价。在此基础上，Longstaff & Schwartz (2001) 发展了最小二乘蒙特卡洛模拟方法。

在我国目前的研究中，部分学者将 B-S 期权定价模型运用于我国可转债定价。张德华、陶融 (1999) 运用 B-S 期权定价模型进行可转债的定价，综合考虑了债券的票面利率、市场无风险利率、转换价格等因素。他们将可转债的价值看作是由一般债券的价值和一个看涨期权价值所组成。张鸣 (2001) 将可转债价值分解为普通债券价值和期权价值两个部分，采用 B-S 模型确定可转债中的期权价值，并结合上海机场转债实例，对可转债的定价理论和应用做了一些探讨。其后，赖其男、姚长辉和王志诚 (2005) 利用二叉树模型对国内可转债进行定价。定价模型的假设：无风险利率和股价波动率为常数，引入相同评级公司债的信用利差，模型设定了非路径依赖的选择权触发条件。模型结果显示市场价格略高于平均理论价值。最后，陈盛业和王义克 (2007) 对信用风险进行处理，并利用最小二乘蒙特卡洛模拟 (LSM) 方法对可转债进行定价。刘大巍和陈启宏 (2011) 分别利用有限差分法和基于最小二乘蒙特卡洛模拟方法对可转债进行定价研究，研究得出蒙特卡洛模拟方法更有效性，实证结果表明国内可转债价格存在普遍大幅高估。

从文献出发，本文发现无风险套利为可转债定价的核心，蒙特卡洛模拟因为计算机的发展以及其独特的路径依赖特征受到了广泛的应用和发展。这里，本文即将采用的定价方法即为蒙特卡洛模拟方法。

根据文献，尽管目前蒙特卡洛模拟计算效率不高，但由于其能充分模拟出可转债价格对股价依赖的特性，本文将采用蒙特卡洛模拟为可转债进行理论定价。并且，在学术界，蒙特卡洛定价法已经被广泛的接受和采纳，并不断完善和更新，由普通的蒙特卡洛模拟逐渐发展成为了最小二乘蒙特卡洛模拟。出于计算效率考虑，本文将采取普通蒙特卡洛模拟方法在对国内可转债进行理论模型的建立，并进行相应的理论定价。

理论模型的基本假设如下：

假设一：关于资本市场主要有以下四个假设：资本市场无摩擦；无风险利率为常数，期限结构曲线水平；不存在无风险套利机会；标的股价服从如下扩散过程

$$dS = \mu S dt + \sigma S dW^P$$

W^P 是一个定义在完备概率空间下的服从标准维纳过程的随机变量。

尽管风险中性世界在现实中并不存在，但是风险中性世界的衍生证券定价在风险偏好的现实世界中仍然成立。因为在对衍生证券进行定价时，从风险中性回到风险偏好时，标的资产价格的增长率会发生变化，对未来预期损益进行贴现的贴现率也会发生改变，这两种变化对衍生证券理论价值的影响正好相互抵消。

假设二：可转债发行者和投资者完全理性，并总追求财富最大化。持有者寻求可转债投资价值最大化，发行者寻求股东财富最大化。

假设三：发行者和投资者都有对称市场理性。该假设表明他们在资本市场上能够理性预期到彼此的最优决策。

假设四：当前标的股价已充分反映出稀释效应。该假设表明当持有者进行转股时，不会引起标的股价的骤然波动。因为市场上投资者具有对称市场理性，能理性预期可转债转股情况，因此股价不会骤然波动，如此假设是基本合理的。

在这样的前期假设下，本文提出投资者和发行者在关键时点的最优策略如下：

策略一：在未触发回售约束条件之前，当标的股价正好触发赎回条件时，普通可转换债券发行者立即宣告执行赎回权是最优的。

策略二：在发行者宣告执行赎回时，持有者的最优策略为选择赎回价值和转股价值较大者。在我国的可转债市场上，目前为止，持有者执行转股是最优的。

策略三：在未触发赎回条件之前，对于可转债持有者而言，一旦回售软约束条件得到满足，立即执行回售权是最优的。

策略四：在前述基本假设下，对于可转债持有者而言，在到期前任意时刻，最优策略为不主动执行转换权。

在这样的前提假设和最优策略下，建立理论模型，并模拟 10000 条股票路径来得到可转债理论价值。本文使用 matlab 实现上述模型，设置路径，设定约束条件以及各项参数，从而对每一只样本可转债在转股后的每一天都得到一个理论价值。其中，基本参数为票面金额、债息率、转换价格、赎回触发条件及赎回价格、回售触发条件及回售价格、债券剩余期限以及标的股价。基本参数均来源于真实的可转债募集说明书。在模型当中，除去基本参数以外，还有三个估计参数，波动率预测、预期收益率预测以及信用利差的预测。

其中，波动率预测采用较为常用的是 GARCH (1,1)模型，具体可以将之表示为：

$$\sigma_n^2 = \gamma V_L + \alpha u_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$$

其中， V_L 代表长期平均方差， u_{n-1} 代表时间序列上前一交易日的收益率，通常采用对数收益率， σ_{n-1} 代表时间序列上前一交易日收益率均方差。一个平稳 GARCH 模型需要保证长期均方差的权重为正，即 $\gamma > 0$ 且 $\alpha + \beta < 1$ 。

在近期文献当中，Garch(1, 1)模型主要被用于通过高频交易数据进行日波动率的预测，并取得了很好的预测效果。但是对于可转债的波动率而言，由于预测是长期的波动率，如果将日波动率进行年化，波动率本身的波动性太大，不适合作为长期波动率。本文为了使预测的波动率平稳，选用周收益率（5 天收益率），以 100 天为窗口期，进行预测。每日滚动一次，即每天都会得到由前 100 天内的周收益率预测出来的周波动率，再进行年化。

Matlab 实现过程为先采用 garchfit 进行 GARCH 模型参数的估计，再使用 garchpred 预

测下一个波动率，最后根据 48 个交易周，乘以 $\sqrt{48}$ 进行年化。

预期收益率的预测本文采用 100 个交易日的复权对数收益率均值，作为正股价格的路径参数。因为正股价格的预期收益率随着不同的股票而有所区别，所以本文做了这样的处理。

由于我国可转债发行门槛较高，而且都有全额担保条款，债券违约在市场上并不多见，因此我国可转债的信用风险一般比较小。为此，本论文直接参考郑振龙和林海（2003）和赖其男等（2006），将与每个定价日对应的未来每个现金流的信用利差统一粗略估计为 60 个基点，即 $R_c=0.6\%$ 。

在得到可转债的理论价值之后，需要和实际市场进行对比分析，才能进一步进行数据分析。虽然对数处理可以使数据更加平滑，可以克服数据本身的异方差，但是，诸如像 $(P_t-P_{t-1})/P_{t-1}$ 这样的定义式，其表示的内含意义还是不容忽视的。本文类比日收益率的定义式，采用吴雷雷（2009）在对权证市场价格与理论价格偏离分析时采用的指标：

$$\text{定价偏差}=(\text{市场价格}-\text{理论价格})/\text{理论价格}\times 100\%$$

结果显示，可转债的定价偏差因不同的可转债之间的差异而有所差别，但绝大部分的可转债都曾经出现过价格偏差的绝对值大于 10% 的情况。

三、数据分析与投资建议

3.1 数据分析

1) 均值回复

虽然目前文献研究的多为股票收益率的均值回复，但根据均值回复的定义，其内涵为价格围绕价值的波动，当价格偏离价值时，价格会出现向价值回归的趋势，从而呈现成自相关关系。本文第三章通过理论模型，计算出了每只可转债的内在价值，而在市场上，每只可转债都有其收盘价作为市场价格的衡量。本文欲探究在转债市场上，市场价格是否会向理论价值回归，进而探索均值回复背后的逻辑和套利机会。

只有当时间序列平稳时，才能将过去数据得到的统计特征用于未来时间序列变化的估计，从而建立有效的时间序列数据分析基础。平稳的时间序列是指该时间序列的均值和方差在时间过程上为常值，同时，任意两个时期之间的协方差仅与该时期间隔有关。

本文将采用 ADF 检验来检验每只可转债的价格偏离度是否平稳。

ADF 检验结果如下：

表 1:ADF 检验结果分析表

转债代码	ADF 检验值	转债代码	ADF 检验值	转债代码	ADF 检验值	转债代码	ADF 检验值
100009	-4.27***	110011	-3.26*	110398	-10.06***	125729	-4.78***
100016	-2.42	110012	-4.12***	110418	-2.87	125731	-3.13*
100087	-4.15***	110013	-5.76***	110423	-4.18**	125822	-9.02***
100096	-12.31***	110015	-6.25***	110488	-4.08**	125887	-3.38*
100117	-6.70***	110016	-4.32***	110567	-2.60	125898	-5.07***
100177	-14.98***	110017	-5.77***	110598	-1.98	125930	-6.14***
100196	-5.19***	110018	-3.51**	110874	-3.56**	125932	-8.67***

100220	-12.85***	110019	-2.81	110971	-4.27***	125936	-4.10***
100236	-4.98***	110020	-4.98***	113001	-4.27***	125937	-5.46***
100567	-6.042***	110021	-5.38***	113002	-5.57***	125959	-8.64***
100726	-5.57***	110022	-6.27***	113003	-5.92***	125960	-2.87
100795	-3.35*	110023	-4.99***	125002	-5.40***	125969	-0.07
110001	-5.25***	110026	-3.23*	125024	-5.36***	126002	-4.34***
110002	-1.16	110036	-4.72***	125069	-5.98***	126301	-4.07***
110003	-4.20***	110037	-3.24*	125089	-5.61***	126630	-5.59***
110004	-4.18***	110078	-3.32*	125488	-12.59***	126729	-3.69**
110005	-4.64***	110219	-1.52	125528	-6.69***	127001	-3.69**
110006	-4.90***	110227	-2.58	125572	-2.36	128001	-4.97***
110007	-1.99	110232	-5.95***	125629	-1.88	128031	-5.50***
110008	-0.90	110317	-6.10***	125630	-8.90***	128233	-3.99**
110009	-3.07	110325	-3.23*	125709	-6.62***	129031	-4.30***
110010	-5.16***	110368	-2.37	125717	-5.75***		

注：***，**，*分布表示变量在 1%，5%和 10%水平上显著，下文情况相同，不再赘述。

从上表可以得出，在 87 只数据完整的样本可转债中，日偏离度在 10%以内显著的样本可转债为 71 只，即这 71 只可转债的日偏离度时间序列平稳。因为数据平稳为分析时间序列的前提条件，本文将样本可转债范围缩小为这 71 只，作为均值回归的样本，对它们进行均值回归的检验。本文采取了自相关系数方法对所有平稳时间序列样本可转债进行均值回归检验，构造自相关系数进行均值回归检验：

$$\rho_k=\frac{\sum_{t=k+1}^T(X_t-\bar{X})(X_{t-k}-\bar{X})}{S^2}$$

T 为样本数量， S^2 为样本方差， k 为时滞的阶数， X_t ， X_{t-k} 为时间序列的变量值。当 T 为大数时， $\sqrt{T}\rho_k$ 为正态分布，如果 ρ_k 的绝对值大于 $2T^{-1/2}$ 就可以被认为显著地不同于 0。如果 $\rho_k < 0$ ，即呈现显著的负相关，则说明该时间序列呈均值回归趋势。

根据上述检验方法进行检验，结果在这 71 只样本可转债中，有 47 只可转债出现均值回归现象，无均值回归现象的可转债只数为 24 只。有均值回归现象的 47 只可转债的行业分布，对比之前数据完整的 87 只样本可转债的行业分布，本文得到下表：

表 2:可转债行业对比分析表

可转债行业	总只数	有均值回归
钢铁	9	3
化工	9	4
交通运输	9	4
公用事业	8	3
机械设备	7	6
有色金属	7	3
房地产	5	5

轻工制造	5	1
银行	5	2
纺织服装	4	4
采掘	3	2
汽车	3	0
医药生物	3	2

注：由于篇幅所限，本文列出了可转债只数大于3的行业。

从上表中，可以发现房地产以及纺织服装业的可转债均存在均值回归现象，机械设备、采掘、生物医药大部分可转债会存在均值回归的现象。同时，公用事业、轻工制造、银行和汽车业所发行的可转债多数没有出现均值回归的现象。其次，因为融资融券的引入和不断的扩容，本文猜想标的股票属于融资融券范畴之内的可转债更容易出现均值回复现象。于是，本文进行了简单的一元线性回归：

$$MR_k = C_1 + B_1 MD_k + U_1$$

其中， U_1 包含了其他影响因素， MR 为是否出现均值回复现象， MD 为是否属于融资融券范畴，得到 B_1 为 0.2471， t 检验值为 1.88，在 90% 水平上显著。故而，是否属于融资融券对是否出现均值回复有显著正明显，即当标的股票属于融资融券范畴时，其更倾向于出现均值回复的现象。

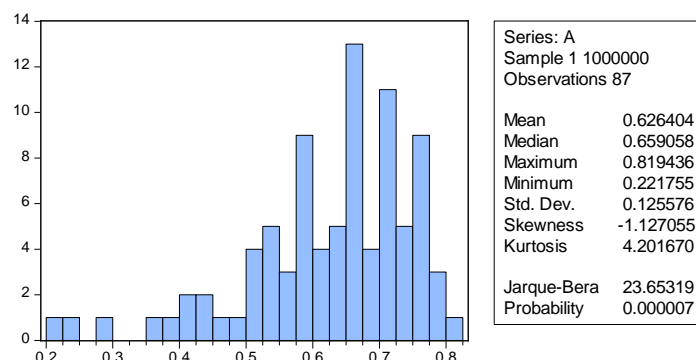
2) 股性价值

本文开始提到可转债兼具股性和债性。Burlacu（2000）提到可转债对其正股的敏感性是对可转债股性的一种衡量方式。它同时表现为可转债进行转股的概率，即在可转债持续期间转股的可能。Ingersoll（1977）提出可转债的各个部分的价值是相互影响的，不能用统一的方法对其进行分割定价。之后，很多学者都在致力于将可转债进行拆分，以便更好的研究其每个部分的影响。从最开始的 Beatty & Johnson（1985）的赎回价格除以转换价值来衡量可赎回可转债潜在的转股可能，到 Davidson et al.（1995）用可转债到达平价状态的期望时间来衡量可转债的股性，再到 Barlacu（2000）用可转债对其标的股票的敏感程度 Δ 来衡量可转债中的股性部分，并提出当 Δ 落于 $[0, 0.33]$ 时，可转债属于偏债型，落于 $[0.66, 1]$ 时，可转债属于偏股型，其间属于混合型。 Δ 的计算方式如下：

$$\Delta = e^{-\delta T} N\left\{\frac{\ln\left(\frac{S}{B}\right) + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma T^{1/2}}\right\}$$

其中， S 表示所计算的时点的标的股票价格， B 表示所计算时点的转股价格， r 为无风险收益率，这里本文取一年整存整取利率， δ 为股息率，因为我国分红比较不稳定，本文选取计算时点前三年的平均股息率， σ 为标的股票连续复利的收益率的标准差，这里选取计算时点前一年的数据进行计算， T 为可转债发行期限， $N\{.\}$ 表示返回正态分布的累积概率。

本文选取可转债上市交易日期进行计算，得到每只可转债的 Δ 值，对 Δ 值进行了分区间统计。其中，属于 $[0, 0.33]$ 的偏债型可转债有 4 只，占 4.60%，属于 $[0.33, 0.66]$ 的混合型可转债有 40 只，占 45.98%，属于 $[0.66, 1]$ 的偏股型可转债有 43 只，占 49.43%。具体的描述性统计如下图所示，可见在我国可转债的股性较强，债性较弱。



数据来源：WIND

图 1：可转债股性分布图

下面本文分别将 72 只平稳的可转债的 Delta 值与其发行额、定价偏差、定价偏差的绝对值、定价偏差的标准差、滞后阶数 k 和自相关系数 ρ_k 做了相关性统计，得到相关系数如下表所示。

表 3：Delta 值与各因素的相关系数表

	发行额	定价偏差	定价偏差	标准差	k	ρ_k
Delta 值	-0.46489	0.514581	-0.25716	0.197315	-0.08053	0.557162

数据来源：WIND，国泰安数据库

如表所示，Delta 值与发行额呈现出中度负相关关系，与定价偏差呈现中度正相关关系，与定价偏差的绝对值呈现弱负相关关系，与定价偏差的标准差呈现弱正相关关系，与滞后阶数无明显相关关系，与自相关系数呈现较为明显正相关关系，即可转债股性越大，发行额越小，定价偏差越大，定价偏差的绝对值越小，定价偏差的波动越小，均值回复时的自相关系数越大。

3) 条款分析

回售条款：在目前市场上存在过的数据齐全，且偏离度平稳的 72 只样本可转债中，有 4 只可转债没有传统意义上的回售条款，即正股价格远低于转股价格时，持有者可以将手中的可转债回售给发行人。

表 4：无回售条款可转债统计表

证券代码	证券名称	发行额	k	ρ_k	股息率	Delta 值	股性
100009	机场转债	13.5	N	N	0.00%	0.697	偏股
113001	中行转债	400	144	-0.079	7.45%	0.235	偏债
113002	工行转债	250	86	-0.077	4.09%	0.313	偏债
110015	石化转债	230	82	-0.082	2.13%	0.534	混合

数据来源：WIND，国泰安数据库

没有设置的回售条款的四只可转债中，有两只是偏债型的，占据了偏债型股票的 50%。除了机场转债以外，其余三只可转债均出现了均值回复的现象。同时，这四只可转债的发行额都较大，中行转债是目前中国转债市场上发行额最大的一只可转债。下面本文分别对设置有回售条款和没有设置回售条款进行分析，将平稳的样本可转债的 Delta 值与其发行额、定

价偏差、定价偏差的绝对值、定价偏差的标准差、滞后阶数 k 和自相关系数 ρ_k 做了相关性统计，得到相关系数如下表所示。

表 5：对比有无回售条款的相关系数表

		发行额	定价偏差	定价偏差	标准差	k	ρ_k
Delta 值	无回售	-0.92397	-0.02178	0.021776	-0.5244	-0.74072	-0.78906
	有回售	-0.22233	0.524976	-0.25679	0.192154	0.003952	-0.17825

数据来源：WIND，国泰安数据库

对比以上结果，发现在没有回售条款的情况下，可转债股性越弱，定价偏差波动越大，均值回复时间越长，有回售条款的可转债则正好相反。所以，对于偏债型且没有回售条款的可转债而言，由于较大的定价偏差波动，在具有均值回复能力时，存在较大的投资套利空间。

派息下调转股价格条款：在目前市场上存在过的数据齐全，且偏离度平稳的 72 只样本可转债中，有 6 只可转债没有派息进行转股价格向下调整，即当发行人对标的股票派发现金红利时，转股价格相应的随之向下调整，该项条款意为保护可转债持有者的权利，但在美国的可转债条款中较为少见。这六只可转债的统计特征如下：

表 6：派息不进行转股价格向下调整的可转债统计表

证券代码	证券名称	发行额	k	ρ_k	股息率	Delta 值	股性
126301	丝绸转 2	8	124	-0.066	0.91%	0.660	偏股
100795	国电转债	20	N	N	0.56%	0.667	偏股
100196	复星转债	9.5	122	-0.098	1.68%	0.536	混合
110001	邯钢转债	20	N	N	1.90%	0.594	混合
110036	招行转债	65	129	-0.117	0.87%	0.598	混合
125709	唐钢转债	30	186	-0.066	1.39%	0.772	偏股

数据来源：WIND，国泰安数据库

派息不进行转股价格向下调整的六只可转债中，有三只是偏股型的，并且 Delta 值都相对较高。除了国电转债和邯钢转债以外，其余四只可转债均出现了均值回复的现象。下面本文分别对派息下调转股价格和派息不下调转股价格进行分析，将平稳的样本可转债的 Delta 值与其发行额、定价偏差、定价偏差的绝对值、定价偏差的标准差、滞后阶数 k 和自相关系数 ρ_k 做了相关性统计，得到相关系数如下表所示。

表 7：对比有无派息向下调整转股价格的相关系数表

		发行额	定价偏差	定价偏差	标准差	k	ρ_k
Delta 值	无调整	0.038635	0.718909	0.940179	0.58131	0.873166	0.737361
	有调整	-0.47295	0.513201	-0.29115	0.179372	-0.17529	-0.3202

数据来源：WIND，国泰安数据库

如表所示，对比以上结果，发现在派息不进行转股价格下调的情况下，可转债股性越强，定价偏差绝对值越大，定价偏差波动越大，均值回复时间越长，派息进行转股价格下调的可转债则正好相反。所以，对于偏股型且派息不进行转股的可转债而言，由于较大的价格偏差和波动，在具有均值回复能力时，存在较大的投资套利空间。

特别向下修正条款：在目前市场上存在过的数据齐全，且偏离度平稳的 72 只样本可转债

债中，有 8 只可转债规定有强制特别向下修正条款，即当正股价格远低于转股价格时，董事会必须决议通过将转股价格向下调整，旨在保护可转债投资者的转股权益，避免回售的发生。这 8 只可转债的统计特征如下：

表 8：有强制特别向下修正条款的可转债统计表

证券代码	证券名称	发行额	k	ρ_k	股息率	Delta 值	股性
125002	万科转债	15	61	-0.09	1.35%	0.671	偏股
125629	钢钒转债	16	N	N	3.25%	0.497	混合
110001	邯钢转债	20	N	N	1.90%	0.594	混合
125069	侨城转债	4	45	-0.164	0.98%	0.664	偏股
110418	江淮转债	8.8	N	N	4.38%	0.415	混合
125932	华菱转债	20	N	N	2.18%	0.500	混合
126002	万科转 2	19.9	87	-0.152	0.61%	0.671	偏股
110010	钢联转债	18	55	-0.143	5.73%	0.351	混合

数据来源：WIND，国泰安数据库

在没有设置强制特别向下修正条款的 8 只可转债中，有 3 只是偏股型的，Delta 值处于中等水平。除了钢钒转债、邯钢转债、江淮转债和华菱转债以外，其余 4 只可转债均出现了均值回复的现象。下面本文分别对设置有强制特别向下修正条款和没有设置强制特别向下修正条款进行分析，将平稳的样本可转债的 Delta 值与其发行额、定价偏差、定价偏差的绝对值、定价偏差的标准差、滞后阶数 k 和自相关系数 ρ_k 做了相关性统计，得到相关系数如下表所示。

表 9：对比有无强制特别向下修正条款的相关系数表

		发行额	定价偏差	定价偏差	标准差	k	ρ_k
Delta 值	无强制	-0.50747	0.500579	-0.23262	0.211822	-0.10807	-0.29203
	有强制	-0.09657	0.417363	-0.41736	-0.30662	0.275093	0.13166

数据来源：WIND，国泰安数据库

如表所示，对比以上结果，发现在强制进行特别向下修正条款的情况下，可转债股性越强，定价偏差波动越小，均值回复时间越长，不强制进行特别向下修正条款的可转债则正好相反。所以，对于偏股型且没有强制进行特别向下修正条款的可转债而言，由于其具有较大的价格偏差，在具有均值回复能力时，存在较大的投资套利空间。

在采用均值回复和股性价值计量之后，主要得到结论：对于偏债型且没有回售条款的可转债而言，由于较大的定价偏差波动，在具有均值回复能力时，存在较大的投资套利空间；对于偏股型且派息不进行转股的可转债而言，由于较大的价格偏差和波动，在具有均值回复能力时，存在较大的投资套利空间；对于偏股型且没有强制进行特别向下修正条款的可转债而言，由于其具有较大的价格偏差，在具有均值回复能力时，存在较大的投资套利空间。

3.2 投资建议

在可转债策略研究方面，Darwin Choi, Mila Getmansky, Heather Tookes (2009) 研究显示卖空套利诱导来源于发行，并与股票流动性高度相关。我国在这个领域研究还相对较少，乔

培峰（2006）将 BS 公式用于可转债定价，得出市场价值低于理论价值，并简要提出五种情况下的可转债操作策略。王敬、赵宇芳（2006）分别计算每只可转债的债券溢价率和转换溢价率，并通过这两个指标将可转债分为债性强、股性强以及股债混合三个区域，分别提出投资策略。舒灏（2007）提出在不同市场环境下的可转债不同投资策略，分别为牛市、熊市和混合市。

在前面分析的结论下，本文发现中国市场上的可转债存在套利的空间。并进一步提出投资策略模型的假设：投资者具有充足的资金实力；交易成本只考虑账户的佣金；短期资金利息忽略不计；不考虑投资策略的冲击成本。

在这样的假设前提下，本文分别对可以卖空和不可以卖空提出了投资策略，

可以卖空：测算 T 日套利空间，存在套利空间时，以 T 日收盘价的价格买入可转换债券，再转换成普通股，同时融券卖出标的股票。在 T+1 日开盘时用转股获得的股票偿还。

转股价格为 P，当日标的股票价格 P_s ，可转债价格为 P_B ，融券每日利率为 0.024%。

在不考虑交易成本的情况下，策略成本： $C=P_B$

策略收益率： $(P_s*(100/P)-C)/C*100\%$

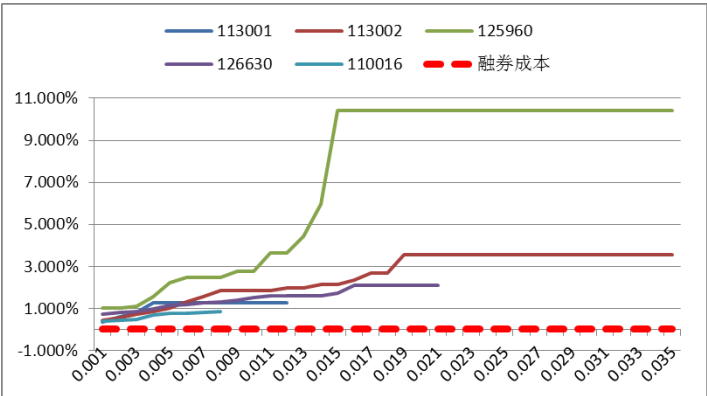
首先，对采用样本的可转债进行套利空间的测算，公式如前一节定义，得到每只样本可转债的套利空间个数如下：

表 10：可融资融券样本可转债套利空间统计表

110011	110016	113001	113002	125709	125887	125960	126630
0	28	11	97	0	0	24	27

数据来源：WIND，国泰安数据库

上表说明在中国的转债市场上，有套利空间的存在。由于卖空交易机制，可以将股票卖出价格锁定在当天的正股价格，而不必承担股价隔夜的风险。因此，对于有卖空机制的可转债，其套利空间即为其收益。对于有卖空机制并且存在套利空间的可转债进行收益率的测算，得到下图。横坐标为阈值，纵坐标为投资收益率。



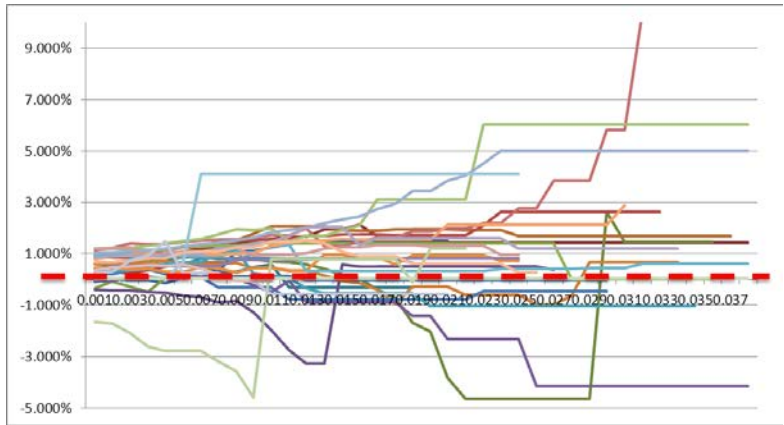
数据来源：WIND，国泰安数据库

图 2：可卖空策略收益图

从上表中可以看出，对于可卖空的可转债而言，只要套利空间可以覆盖掉融券成本和交易成本，即可实现盈利。而如上图所示，这几只样本可转债的当日套利收益远远大于其策略本身的费用，是有效的可转债投资策略。

不可以卖空：如果在 T 日接近收盘时，套利空间大于阈值 λ ，则以接近 T 日收盘价的价

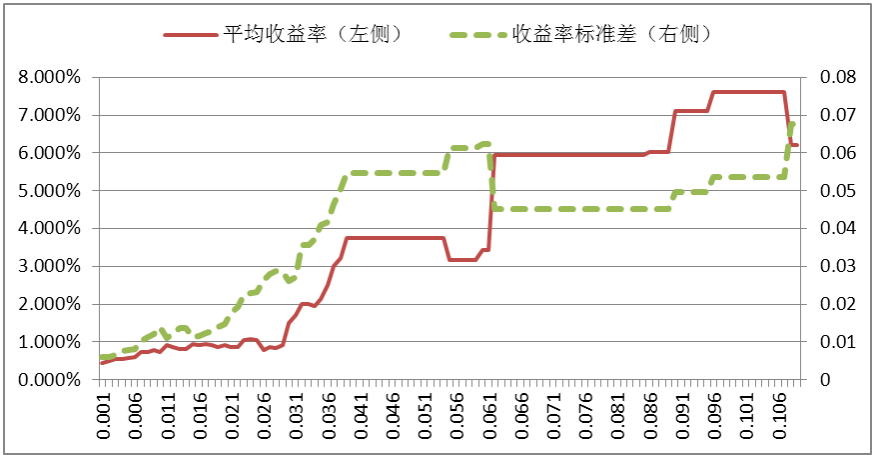
格买入可转换债券，再转换成普通股，在 T+1 日开盘时以开盘价卖出，此时的套利收益为：
未融券套利收益率=(次日股票开盘价—转股平价)/转股平价—交易成本费用率



数据来源：WIND，国泰安数据库

图 3：不可卖空策略收益图

如图所示为所有样本可转债在不同阈值区域的收益率情况，其中粗虚线为融券成本和交易成本。发现，在大概率意义上，一旦存在套利空间就进行套利交易的投资策略还是可以实现盈利的。其中，当阈值较小时，可转债投资策略收益率较小，但是集中，风险比较小；当阈值大于 0.005 时，收益率曲线开始慢慢发散，意味着收益率的波动变大，需要承担更多的风险。因此，本文对在不同阈值下的平均收益率和收益率标准差进行了测算和统计，得到下图，其中横坐标为阈值。



数据来源：WIND，国泰安数据库

图 4：不可卖空策略收益率均值与标准差统计图

如图所示，符合高风险高收益的金融理论。如果考虑到收益率与风险对等的前提，阈值在曲线前段较为合适，即套利空间属于[0, 0.04]的区域进行投资比较合适。

在对上述两种投资策略选取样本可转债进行投资策略收益的测算，发现这样的投资策略均有可能获得正向的收益。但在此基础上投资策略在实际操作中存在潜在的风险，需要特别注意防范。比如实际套利时的冲击成本可能比较大，会对可转债价格和股票价格造成较大的扰动；可转债的流动性不强，在市场上买到足额债券比较困难；T+1 日股价波动风险，如果价格猛然向不利方向跳跃，则会带来利润的损失甚至亏损。因此，在实际操作中的可转债投

资策略都并非严格意义上的无风险套利，由于交易机制的限制，投资者在进行可转债套利时要考虑权衡其中潜在的风险。

四、结语

目前我国可转债市场还处于较为初级的发展阶段。相较于美国成熟的可转债市场，我国可转债市场相对规模较小，产品种类较为单一，在可转债的设计、价值评估等诸多方面仍处于相对滞后的状态。但是，并且随着融资融券不断的扩容，卖空机制正在慢慢形成。在卖空机制逐渐形成的背景下，可转债或将成为新的风险对冲金融工具。

本论文从研究可转债条款因素入手，给定了前提假设和最优策略，主要运用蒙特卡洛模拟方法建立了可转债定价的理论模型。本文构建了定价偏差指标，并对定价偏差进行统计分析，对于绝大多数可转债而言，出现过定价偏差的绝对值大于 10% 的情况，即明显的价值偏离。

在对定价偏差的数据进行分析和归纳时，采用均值回复和股性价值的方法，就目前可转债之间区分较为明显的三种条款：回售、派息向下调整转股价格以及强制特别向下修正转股价格进行了分类分析，主要得到结论：对于偏债型且没有回售条款的可转债、偏股型且派息不进行转股的可转债和偏股型且没有强制进行特别向下修正条款而言，在具有均值回复能力时，存在较大的投资套利空间。

在这样的分析结论下，本文选取符合上述条件的可转债挑选出来作为样本，在测算中国市场上的可转债套利空间的前提下，并进一步建立可以卖空和不可以卖空的投资策略，并对样本可转债进行投资策略收益的测算，发现投资策略有效。然而，在实际操作过程中，任何投资策略都绝非完全无风险。在投资策略实际操作中的风险，需要投资者特别注意防范。比如流动性风险，T+1 日股价波动风险，交易规则限制风险等。

参考文献

- [1] Adrian R. Pagan, Kirill A.. Sossounov, A simple framework for analysing bull and bear markets, [J]. Journal of Applied Econometrics, 2003, 18(1): 23-46.
- [2] Balvers, R., Wu, Y., Gilliland, E.. Mean reversion across national stock markets and parametric contrarian investment strategies, [J]. Journal of Finance, 2000, 55: 745-772.
- [3] Burlacu, R.. New Evidence on the Pecking Order Hypothesis: the Case of French Convertible Bonds, [J]. Journal of Multinational Financial Management, 2000, 10: 439-459.
- [4] Baumol, Malkiel, Quandt. The valuation of convertible securities, [J]. Quarterly Journal of Economics, 1966, 80: 48-59.
- [5] Beatty, R., Johnson, B.. A market based method of classifying convertible securities, [J]. Accounting Auditing Finance, 1985, 8: 112-124.
- [6] Black, F., Scholes, M.. The pricing of options and corporate liabilities, [J]. Journal of Political Economy, 1973, 81: 637-654.

- [7] Bollerslev, T.. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity, [J]. Journal of Econometrics, 1986, 31: 307-327.
- [8] Brennan, Schwartz. Convertible bonds: valuation and optimal strategies for call and conversion, [J]. Journal of Finance, 1977, 32: 1699-1715.
- [9] Brennan, Schwartz. Analyzing convertible bonds, [J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1980, 15, 4: 907-920.
- [10] Brick, I., Ravid, A.. The Relevance of Debt Maturity Structure, [J]. Journal of Finance, 1985, 40: 1423-1437.
- [11] Buchan, M.J.. The pricing of convertible bonds with stochastic term structures and corporate default risk, Working paper, 1998.
- [12] Carayannopoulos, P., Kalimipalli, M.. Convertible bonds prices and inherent biases, Working paper, 2003.
- [13] Cheung, W., Nelken, L.. Costing the converts, [M]. RISK, 1994, 7: 47-49.
- [14] Darwin Choi, Mila Getmansky, Heather Tookes. Convertible Bond Arbitrage, Liquidity Externalities and Stock Prices, [J]. Journal of Financial Economics, 2009, 91: 227-251.
- [15] Davidson, W.N., Glascock, L.J., Schwarz, T.V.. Signaling with convertible debt, [J]. Financial Quant. Anal, 1995, 3: 425-441.
- [16] Fama, E., French, K.. Permanent and temporary components of stock prices, [J]. Journal of Political Economy, 1988, 96: 246-273.
- [17] Hull, J.. Options, Futures, and Other Derivative Securities, 5th ed. 北京, 清华大学出版社, 2006.
- [18] Ingersoll. A contingent claim valuation of convertible securities, [J]. Journal of Financial Economics, 1977, 4: 289-322.
- [19] Kish, R.J., Livingston M.. Determinants of the call option on corporate bonds, [J]. Journal of Banking and Finance, 1992, 16(4): 687-730.
- [20] Kiseok Nam, Chong Soo Pyun, Stephen L.Avard. Asymmetric reverting behavior of short-horizon stock returns: an evidence of stock market overreaction, [J]. Journal of Bank & Finance, 2001, 25: 807-824.
- [21] Kraus A.. An Analysis of Call Provisions and the Corporate Refunding Decision, [J]. Midland Corporate Finance Journal, 1983, spring: 46-60.
- [22] Longstaff, F.A., Schwartz, E.S.. Valuing American options by simulation: A simple least-squares approach, [J]. The Review of Financial Studies, 2001, 14(1): 113-147.
- [23] Mark, C., Hutchinson & Liam A., Gallagher.. Simulating convertible bond arbitrage portfolios, [J]. Applied financial economics, 2008, 18: 1247-1262.
- [24] McConnell, J.J., Schwartz, E.S., LYON taming, [J]. The Journal of Finance, 1986, 41(3): 561-576.
- [25] Ogden, J.. Determinants of the Ratings and Yields on Corporate-Bonds-Tests of the Contingent Claims Mode. [J]. Journal of Financial Research, 1987,10: 329-339.
- [26] Peter Carayannopoulos, Valuing Convertible Bonds under the Assumption of Stochastic

- Interest Rate, [J]. Quarterly Journal of Business and Economics, 1996, 35: 17-31.
- [27] Poensgen, O.H., The valuation of convertible bonds, [M]. Industrial Management Review, 1965, Fall: 77-92.
- [28] Poterba, J.M., Summers, L.H.. Mean reversion in stock prices: Evidence and implications [J]. Journal of Financial Economics, 1988, 22: 27-59.
- [29] Robbins, E., Schatzberg, J.. Callable bonds: A risk-reducing signaling mechanism, [J]. Journal of Finance, 1986, 41: 935-949.
- [30] Robert, A., Robert Irons. The Market P/E Ratio: Stock Returns, Earnings, and Mean Reversion, working paper, 2005.
- [31] Timo, P., Korkeamaki & William, T.. Convertible Bond Design and Capital Investment: The Role of Call Provisions, [J]. The Journal of Finance, 2004, LIX(1): 391-405.
- [32] 陈盛业, 王义克.. 奇异期权与中国可转债定价, [J]. 清华大学学报(自然科学版), 2007, 47: 881-884.
- [33] 黄昌闽. 可转债市场投资策略研究, [D]. 北京, 清华大学, 2012.
- [34] 赖其男, 姚长辉, 王志诚. 关于我国可转换债券定价的实证研究, [J]. 金融研究, 2005, 9:105-121.
- [35] 李运, 石建民. 可转换债券及其定价研究, [J]. 投资与合作, 1998, 6: 11-12.
- [36] 刘大巍, 陈启宏. 对我国可转债特别向下修正条款的研究, [J]. 系统工程学报, 2010, 25(3): 340-345.
- [37] 刘大巍, 陈启宏, 张翀. 关于我国可转债定价修正模型的实证研究, [J]. 管理工程学报, 2011, 25: 184-191.
- [38] 马瑞瑞. 关于均值回归理论的实证研究, [D]. 大连, 东北财经大学, 2007.
- [39] 漆晓均, 田宏刚. 可转债设计变量对赎回条款价值的影响, [J]. 商业研究, 2006, 344: 13-16.
- [40] 乔培峰. 中国可转换债券价值分析及投资策略研究, [D]. 四川, 四川大学, 2006.
- [41] 舒灏. 中国可转换债券定价及投资策略研究, [D]. 上海, 华东师范大学, 2007.
- [42] 宋玉臣, 寇俊生. 沪深股市均值回复的实证检验, [J]. 金融研究, 2005, 12: 59-65.
- [43] 宋玉臣, 宋硕. 股票收益率可预测问题研究, [N]. 中国证券期货, 2011, 03: 10-11.
- [44] 孙力强, 陈小悦. 风险不对称下的最优资本结构, [J]. 南开管理评论, 2008, 14: 29-34.
- [45] 唐莉, 张永娟. 西安交通大学经济与金融学院, [N]. 上海证券报, 2005
- [46] 王敬, 赵宇芳. 基于矩阵分区的可转债投资价值及其投资策略分析, [J]. 价值工程, 2006, 4: 33-35.
- [47] 王铁锋, 吕继宏, 卜永强. 沪深股市异常波动停牌制度有效性分析, [N]. 中国证券报, 2005-03-22.
- [48] 吴雷雷, 沪深证券市场权证市场价格与理论价格的偏离分析, [J]. 宁波工程学院学报, 2009, 21(2): 31-36.
- [49] 张德华, 陶融. 布莱克-斯科尔斯期权定价模型在可转换债券定价中的应用, [J]. 财经理论与实践, 1999, 6: 52-54.
- [50] 张鸣. 可转换债券定价理论与案例研究, [J]. 上海财经大学学报, 2001, 5: 29-35.

- [51] 张绍林. 可转债套利策略研究, [D]. 上海, 华东师范大学, 2011.
- [52] 郑振龙,林海. 中国可转换债券定价研究, [J]. 厦门大学学报, 2004, 2: 93-99.
- [53] 郑振龙,林海. 中国违约风险溢价研究, [M]. 证券市场导报, 2003, 6.
- [54] 郑振龙, 康朝锋. 上海股市惯性策略与均值回复策略实证分析, Working paper, 2001.
- [55] 郑振龙, 康朝锋. 可转债投资对股票投资的绝对占优: 中国可转债市场效率的一个反例, [J]. 当代财经, 2005, 5: 38-39.
- [56] 周其源. 可转换债券定价与分析研究, [D]. 上海, 上海交通大学, 2007.