

上海大学

---

硕士学位论文

---

可转换债券定价模型的实证研究

---

姓名：戴广平

---

申请学位级别：硕士

---

专业：金融学

---

指导教师：陈湛匀

---

20051101

## 摘 要

近年来,可转换债券发展十分迅速,已成为我国上市公司一种重要融资工具和二级市场上的主要投资品种之一。正确定价可转换债券对于投资者和发行人及可转换债券市场今后的健康发展都具有重大的意义。

本文首先介绍了可转换债券的基本概念、特征及发展状况,然后从可转换债券的定价方法入手,分析可转换债券的债性和股性,并从理论上论证了使用 Black-Scholes 模型计算其中的期权价值的可行性。转入实证分析后,本文以与可转债具有相同到期期限的国债到期收益率作为折现收益率,先用传统的可转债定价模型进行了定价计算,在传统模型偏差较大的情况下,对模型进行了修正。实证结果表明,修订后的模型能有效弥补传统定价模型的不足,使理论价值的分析更加贴近实际情况。

实证研究中,笔者选用了代表性较强的两支可转债的数据进行实证研究,其中机场转债选取了 2002-2003 年的数据,首钢转债则选取的是 2004-2005 年的数据,样本的选取充分考虑了代表性和新颖性。通过对实证数据与实际市价进行比较,证明了本文所运用的定价方法和修正过程的合理性;另外,通过对这两支可转债的价格变化的比较分析,研究了可转债价值构成中各影响因子所起的不同作用。最后笔者就股权分置改革对可转债市场造成的影响进行了分析。

本文在结构上层层演进,整体思路一目了然。在研究方法上注重将理论研究和实证研究相统一:在对可转换债券的定价模型进行探讨后,将理论模型运用于机场转债和首钢转债的实证分析,并以此检验模型的可用性。同时,对可转债的债权性和期权性进行研究时采用定性分析方法;而对于模型的定价结果则采用定量分析,以比较模型得出的结果与市价的差异,从而进一步分析造成偏差的原因,为可转债的价值评估及投资者投资服务。文章采用最新的市场数据,结合我国证券市场的发展,并与股权分置改革对证券市场和债券市场所造成的影响相联系进行研究,从而使文章具有浓厚的现实意义。

由于笔者在修改传统模型时仍然遵循了传统模型的假设条件,虽然简化了

模型的计算，但也忽略了其他影响可转换债券价值的因素。同时，由于可转债价值的构成和影响因素的多样性和复杂性，再加上中国证券市场的股权分置问题以及其弱有效性市场的特性，修正模型尚不能使估值达到最准确的程度。笔者相信，随着可转债市场上市交易品种的继续增加，市场的继续发展，法规的进一步完善，影响模型定价的人为因素的进一步减少，对可转债进行更为准确的定价将成为可能。

**关键词：**可转换债券；期权定价；B-S 模型；价值评估

## Abstract

In recent years, the convertible bonds developed very fast. It has been the main financing tools of listed company and main investment breed in the market. Pricing convertible bond accurately is important to investor, publisher and future healthy development of convertible bonds market. It will be better to serve to the investor and the financing market decision behavior.

First, the paper introduced basic concept, characteristic and developing condition of convertible bonds and review domestic and overseas relevant theory. Next, the paper analyzed bond character and stock character of convertible bonds with its pricing method, and demonstrate feasibility of calculating option value with B-S model. In case analysis, the paper selected earnings rate of treasury bonds which has same maturity as convertible bonds as discount rate. Then evaluate the value of convertible bonds with application of traditional pricing method and adjusted model in order to explore a reasonable pricing method to evaluate the value of convertible bonds and serve investors. The research findings demonstrated that adjusted model could make up for the weakness of traditional pricing model effectively to make theoretical analysis more practical.

In case research, the author selected two selected two convertible bonds-Jichang(Airport) and Shougang(Shou Steel), and make comparison between research data and real price, which indicated the reasonability of pricing method and adjusted process. Meanwhile, the paper did research on different variables comprising of convertible bond value after comparative analysis of price change of these two convertible bonds. The paper also analyzes the influence of reform on convertible bonds value because of Chinese securities market stockholder's rights question. Finally, the author proposed useful suggestion for investors with evaluation of convertible bonds.

The author also sticks to the default of traditional model when adjusting

traditional model, so some other aspects which has influence on convertible bonds value would be neglected, although the model is easier to calculate. Meanwhile, because of the diversity and complexity of variables of convertible bonds value, Chinese securities market stockholder's rights question and weak-effective of Chinese capital market, adjusted model couldn't make evaluated conclusion totally accurate. But, the author trusts, it is possible for accurate pricing of convertible bonds with continued increase of transaction breed in convertible bonds market perfection of law and regulation; and further decrease of the gap between stock market and bond market.

**Keywords: Convertible bonds; The options pricing; The Black-Scholes Pricing Model; Evaluation**

## 图表索引

图 1-1 1998 年-2004 年我国企业再融资方式比例图.....	2
图 2-1 可转换债券的股性、债性及中间状态.....	10
图 2-2 可转换债券的纯券价值和转换价值.....	12
图 2-3 可转换债券的价值与收益率关系图.....	13
图 2-4 回售条款对可转债价值的提升作用.....	14
图 2-5 可转债与股票价格的变动关系理论图.....	16
图 2-6 可转债的价格与波动率的关系图.....	17
图 2-7 可转换债券溢价情况示意图.....	18
图 2-8 期权理论价格和标的债券价格.....	20
表 1-1 1997 年以来我国可转债发行基本情况一览表.....	3
表 3-1 可转换债券内含的各项期权列表.....	29
表 4-1 机场转债发行条款一览表.....	33
表 4-2 首钢转债发行条款一览表.....	37

## 原创性声明

本人声明：所呈交的论文是本人在导师指导下进行的研究工作。除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已发表或撰写过的研究成果。参与同一工作的其他同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

签名： 戴平 日期： 2006.2.27

## 本论文使用授权说明

本人完全了解上海大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留论文及送交论文复印件，允许论文被查阅和借阅；学校可以公布论文的全部或部分内容。

（保密的论文在解密后应遵守此规定）

签名： 戴平 导师签名： 陈 日期： 2006.2.27

# 第一章 绪论

## 1.1 选题背景

可转换债券 (Convertible Bond) 是当今极具生命力的金融衍生品, 最早兴起于美国市场。自 1843 年美国纽约 Erie 铁路公司发行世界上第一张可转换债券起, 距今已经有超过 150 年的历史。此后美国铁路公司和电话公司开始利用可转换债券融资, 可转换债券作为一种新的融资工具出现。到了 20 世纪 70 年代由于通货膨胀, 可转换债券由于其内含的股票增长的特性开始盛行, 并平稳发展。90 年代以后, 利率相对较低的环境下, 可转换债券稳定的利息收入和内嵌的股票期权为投资者提供了很好的投资回报, 而可转换债券的融资成本大幅下降同时也吸引了更多公司采用可转债融资, 可转换债券就此得到了蓬勃发展。目前每年新发行的可转换债券规模早已超过 1000 亿美元。全球可转换债券市场现已占到所有股本融资的 25%。

日本的可转换债券对我国的影响很大, 现在我国市场上占主导地位的可重新确定转股价格的可转换债券, 大多数人认为其名称和特征是在 1995 年至 1998 年随着多达 10 种巨额日本银行转债的发行而形成的。目前日本银行可转换债券的重设和强制转换特征在可转换债券品种中已经变得很普遍。中国国内的可转换债券从试点至今还只有短短 10 多年的历史, 但其发展势头非常迅猛。

从目前我国可转债市场的发展来看, 大体可分为三个阶段。

第一阶段: 初步尝试阶段 (1991 年—1995 年)。1991 年到 1995 年, 可以说是我国企业最早尝试可转换公司债券的阶段, 琼能源 (000502) 和工益股份 (600804) 先发行可转换债券, 而后 A 股股票才分别在深交所上交所上市。两者转股都比较顺利。深宝安 (000009) 向社会公开发行了中国第一只 A 股上市的可转换公司债券。由于转股价格过高没有向下修正条款, 以及过度的市场投机, 使得宝安转债转股失败, 转换部分仅占发行总额的 2.7%。其后近两年的时间, 中国证券市场都没有再发行过可转换公司债券。另外也有在国际资本市场上通过可转换债券募集资金的上市公司, 如中纺机 (600610)、深南玻 (000012)。

第二阶段: 试点阶段 (1997 年—2001 年)。1997 年 3 月, 国务院发布《可

转换公司债券管理暂行办法》，同年 12 月，南宁化工、吴江丝绸和茂名石化，成为国务院批准的进行可转换债券发行试点的第一批企业。市场对这三只新的投资品种相当关注，发行相当顺利。2000 年开始，虹桥机场、鞍钢新轧两家上市公司顺利发行可转换债券。这些债券的发行为我国发展可转换公司债券市场积累了相当宝贵的经验。

第三阶段：上市公司实施和重点发展阶段(2002 年始)。2001 年 4 月底，国务院证券委员会出台了《上市公司发行可转换公司债券实施办法》，中国证监会出台了《上市公司发行可转换债券申请文件》、《可转换债券募集说明书》、《可转换债券上市公告书》三个配套文件。随后，我国可转债进入了一个飞速发展时期。

可以预见，随着中国证券市场的发展，可转换债券市场规模将继续扩大。作为股票的衍生品种，如何对可转换债券进行合理定价以及价值评估，在具有债权性和期权性双重属性的可转换债券中投资和套利，也将是投资中的一个重要问题。

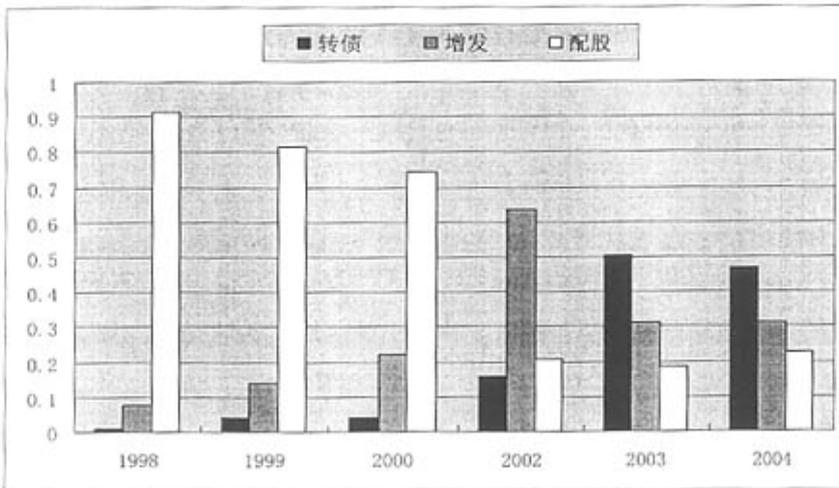


图 1-1 1998 年-2004 年我国企业再融资方式比例图<sup>①</sup>

图 1-1 反映了利用可转债融资在我国企业再融资方式中所占比重不断增加，其重要性不断上升的趋势。

表 1-1 则是对 1997 年以来，我国可转债发行情况所作的总结<sup>②</sup>：

<sup>①</sup> 数据来源：国务院发展研究中心信息网

<sup>②</sup> 我国可转债的转债情况见附录一

表 1-1 1997 年以来我国可转债发行基本情况一览表<sup>①</sup>

转债名称	转债代码	期限(年)	发行量(亿元)	发行日期	上市时间	转债价格(元)
南化转债		5	1.5	1998-08-03	1998-08-17	
茂炼转债	125302	5	15.0	1999-07-28	1999-08-17	128.86
机场转债	100009	5	13.5	2000-02-25	2000-03-26	130.00
阳光转债	100220	3	8.3	2002-04-12	2002-05-16	100.91
万科转债	125002	5	15.0	2002-06-07	2002-06-18	116.22
水运转债	100087	5	3.2	2002-08-13	2002-08-28	133.88
丝绸转债	126301	5	8.0	2002-09-09	2002-09-24	97.90
燕京转债	125729	5	7.0	2002-10-16	2002-10-31	102.00
钢钒转债	125629	5	16.0	2003-01-22	2003-02-17	133.00
民生转债	100016	5	40.0	2003-02-27	2003-03-18	125.05
雅戈转债	100177	3	11.9	2003-04-03	2003-04-12	106.10
丰源转债	125930	5	5.0	2003-04-24	2003-05-21	103.45
铜都转债	125630	5	7.6	2003-05-21	2003-06-04	133.94
龙电转债	100726	5	8.0	2003-06-03	2003-06-18	112.50
山鹰转债	100567	5	2.5	2003-06-16	2003-07-01	108.46
桂冠转债	100236	5	8.0	2003-06-30	2003-07-15	106.16
国电转债	100795	5	20.0	2003-07-18	2003-08-01	118.10
西铜转债	100117	5	4.9	2003-08-11	2003-08-26	104.24
华西转债	125936	5	4.0	2003-09-01	2003-09-16	99.50
云化转债	100096	3	4.1	2003-09-10	2003-09-25	110.51
复星转债	100196	5	9.5	2003-10-28	2003-11-07	101.60
邯钢转债	110001	5	16.0	2003-11-26	2003-12-11	105.77
首钢转债	125959	5	20.0	2003-12-16	2003-12-31	99.19
侨城转债	125069	3	4.0	2003-12-31	2004-01-16	158.00
江淮转债	110418	5	8.8	2004-04-15	2004-04-29	130.46
营港转债	110317	5	7.0	2004-05-20	2004-06-03	108.50
歌华转债	110037	5	12.5	2004-05-12	2004-05-28	103.88
创业转债	110874	5	12.0	2004-07-01	2004-07-19	102.62
华菱转债	125932	5	20.0	2004-07-16	2004-08-03	101.64
金牛转债	125937	5	7.0	2004-08-11	2004-08-26	114.34
晨鸣转债	125488	5	20.0	2004-09-15	2004-09-30	106.30
海化转债	125822	5	10.0	2004-09-17	2004-09-23	107.26
招行转债	110036	5	65.0	2004-11-10	2004-11-29	105.85
钢联转债	110010	5	18.0	2004-11-10	2004-11-25	104.42
南山转债	110219	5	8.83	2004-10-19	2004-11-03	100.04

① 数据来源: [www.hexun.com](http://www.hexun.com)

## 1.2 课题研究的目的是和意义

我国资本市场上引进可转换债券具有重要的现实创新意义:

(1)可转换债券是我国资本市场金融创新的需要。

目前,金融创新在世界范围内如火如荼地展开,金融创新的发展是金融市场波动加剧,投资者力求有效控制投资风险内在需求的体现。金融创新为不同类型的投资者提供了可供选择的投资工具,并能进一步动员社会闲散资金进入投资领域。可转换债券作为一种颇具特色的融资工具,是我国证券市场深化发展的必然选择。可转换债券的发行与上市是证券市场金融品种的创新,可为证券市场的投资者提供新的投资品种,为机构投资者的成长创造必要的空间,为上市公司开创新的融资模式。将可转换债券引入我国证券市场,有其重要的现实意义。

(2)可转换债券能满足制度创新的需要

我国资本市场缺乏“卖空机制”,可转换债券可以在一定程度上弥补这样的市场缺陷。可转换债券将股权和债权结合,将稳定性与赢利性相结合,具有转股期权的衍生性,为投资者和融资者提供新的机会,投资者可以凭借对市场的理解和把握取得收益,通过可转换债券和基础股票的组合来实现保值。

(3)可转换债券定价的研究有利于衍生产品的定价技术及其价值评估手段的发展。

可转换债券是一种复合金融衍生品,包含了选择权、回售期权、赎回期权等,对这种复合期权定价技术的研究,必将有利于期权定价技术的发展。同时,对于可转债的价值评估有利于投资者对其内含价值的解剖,以指导投资实践。

(4)可转换债券可以应用于融资并购、股权分置改革之中

可转换债券集债权、股权和期权等多重性质于一身,上市公司利用这种杠杆方式募集资金,不仅融资成本低、融资规模大,同时使投资者也获得了一定的选择权,容易受到融资方和投资方的欢迎,从而提高并购的成功率。同时,商业银行可以运用发行可转换债券,提高资本充足率。就股权分置改革而言,国有股权在竞争部门的逐步退出是必然的趋势,经营者的股权、期权激励问题也终将提上议事日程,可转换债券在以上这些方面都大有可为。

## 1.3 国内外研究概述

### 1.3.1 国外研究

早在 20 世纪 60 年代, 可转换债券的定价模型就出现了。Brigham(1962)首先给出了关于可转换债券定价的一般框架。他指出, 可转换债券的价值不应小于转换价值, 同时也不小于纯债券部分的价值。Jenning(1964)则在 Brigham 的研究框架下从基准股票价格的随机分布、提前转换等各个方面对可转换债券的定价进行了一些完善。Posengen(1965), Baumol, Malkiel & Quandt(1966), Weil, Segal&Green (1973), Walter&Que(1974)的研究则是建立在有较大主观性的期望效用理论的基础上的, 但他们没有对可转换债券价值产生很大影响的赎回条款因素进行考虑, 也没有找到选择补偿因子的理想办法。

1973 年 Black 和 Scholes 以及 Merton 为包括可转换债券在内的所有衍生证券的定价提供了最一般的研究范式。可转换债券的研究情况自此得到极大的改观。Ingersoll(1977)首先把 Black-Scholes 提出的衍生证券定价方法运用到可转换债券的定价上: 在不考虑赎回条款的情况下, 可转换债券的价格被分解为一个与可转换债券具有相同的到期期限和本金的贴现债券的价格加上行使价格等于债券面值的认股权证的价格。在考虑赎回条款时, 可转换债券的价格被分解为普通贴现债券价格与认股权证价格之和减去公司的赎回期权的价格。最后他提出的模型给出了可转换债券价格的解析解。

Brennan & Schwartz(1977)在此基础上考虑了股利支付和票息支付等条款限制给出了全新的定价模型, 并使用差分法给出了偏微分方程的数值解。同时他们还证明, 利率波动情况下的可转换债券理论价值和利率为常数下的理论价值并没有明显的差异。

Ho & Pheffer(1996)建构了双因素模型, 同时考虑股价和利率的变化对可转换债券价值的影响。同 Brennan & Schwartz (1980)的模型相比, 他们模型的利率结构可以根据初始的利率值进行调整。转换债券的价值 = 投资价值 + 欧式认股权证价值 - 强制转换权价值, 从而使该定价理论适合有条件赎回的情景。

Tsiveriotis & Fernandes(1998)提出了一种新颖的基于股票价格的单因素模型。他们的创新处在于按信用风险暴露的不同对可转换债券进行了划分。即不

再将可转换债券看作是普通债券和看涨期权的组合，而是将可转换债券的价格分解为现金部分和权益部分。现金部分是指未来可转换债券持有者可以得到的所有的现金流，权益部分是指将可转换债券转换成股票的转换价值。这一时期有一个重要的发展，那就是 Monte Carlo 模拟方法以及 Monte Carlo 与 GA(Genet Algorithms)遗传算法的结合在金融产品定价中的运用。

尽管可转换债券的定价理论研究已经取得了非常大的进展，但是由于债券结构、基准资产定价以及证券市场交易的复杂性等因素的限制，可转换债券定价问题并没有根本解决。例如，可转换债券的最优策略高度依赖于市场环境，不容易找到统一范式；投资者偏好以及可转换债券条款的具体设计，很难从数学上精确刻画；定价还需要对具有期权性质的信用风险进行更加细致考虑等等。总体来说，国外由于有规模非常庞大的可转换债券市场，理论研究已经有了相当的进展，但其实证研究仍然十分有限。

### 1.3.2 国内研究

由于我国可转换债券市场发展较晚，理论界关于可转换债券的研究也比较有限。只是在近几年才出现了一些理论研究和实证研究的尝试。

华夏证券研究所(1998)<sup>①</sup>认为，在证券市场为弱式有效性的条件下，可转换债券不会稀释公司股票价格。

林义湘<sup>②</sup>等(1998)在我国对可转换债券的定价研究做了较早尝试。他们的定价模型与 Ho 和 Pfeffer 的有些相似，即认为可转换债券的价值等于纯债券投资价值加美式买入期权的价值，最后减去发行人美式买入期权的价值。这样的处理充分考虑到了赎回条款和回售条款的价值，使得可转换债券的价值构成更全面。而且他们把赎回条款和回售条款的价值作为美式期权来处理，使其更加符合现实情况。

蒋殿春和张新(2002)<sup>③</sup>介绍了以基准股票价格为驱动因素，同时考虑赎回条款、回售条款和修正条款的二叉树定价模型，在很大程度上提高了理论模型的估价精度。但在实证检验时，他们只做了一个样本的定价分析就试图对我国可

<sup>①</sup>华夏证券研究所. 有效市场, 公司资本结构与可转债稀释效应. 中国证券报, 1998年11月30日

<sup>②</sup>林义湘等. 可转换债券投资分析和运作[M]. 上海: 上海远东出版社, 1998年

<sup>③</sup>蒋殿春, 张新. 可转换公司债定价问题研究. 国际金融研究[J], 2002年第4期, 第16-22页

转换债券市场的总体状况进行评说,似乎欠妥当。

范辛亭和方兆本(2002)<sup>①</sup>在考虑了企业市场价值波动、利率期限结构的波动及两种波动之间的相关性的基础上,提出了一种可转换债券无套利定价的离散时间模型。

魏刚和刘孝红(2002)<sup>②</sup>按 Brennan 与 Schwartz 1980 年的方法,提出了基于公司价值和利率的可转换债券定价的“双因素模型”。

此外,秦学志和吴冲锋(2002)将博弈论运用于二叉树定价方法中对可赎回的可转换债券进行定价。王晓东(2003)对中国可转债投资价值进行了分析。郑振龙和林海(2003)对可转债发行公司的决策进行了分析,并将其结论应用于中国可转债的定价。黄健柏和钟美瑞(2003)<sup>③</sup>还运用了信用风险债券定价方法,把信用风险增加到可转换债券定价模型中去。

总体而言,我国可转换债券定价的理论和实证研究水平同国外还有一定差距。在理论研究上,建立的模型对我国可转换债券市场都没有较好的针对性:或者是没有考虑到我国利率没有完全市场化这一特点;或者就是选用以公司价值这一难于计量的因素作为驱动变量;还有就是对可转换债券的相关条款考虑不充分,对信用风险因素考虑不足等等。在实证研究领域,研究者普遍意识到了我国可转换债券价格存在着不合理的成分,而且个别可转换债券的价值同理论价格偏差的情况也曾经被研究,但就整个市场而言,尚未被系统的研究过。

## 1.4 篇章结构设计和创新点

本文从可转换债券的价值构成入手,分析了可转换债券同时具有的债性和股性,对可转换债券的债券部分和期权部分的定价分别进行研究,进而讨论可转换债券的三种形式的价值,即:纯粹债券价值、转换价值和期权价值,在此基础上运用传统模型和修正模型进行定价研究及实证分析。本文的主要特点及创新之处在于:

- 1、结构上的层层演进。文章循序渐进,整体思路一目了然,连贯而清晰。
- 2、理论研究和实证研究相统一。在对可转换债券的定价模型进行探讨后,

<sup>①</sup>范辛亭,方兆本.一种随机利率条件下企业可转换债券定价的离散时间方法.系统工程理论与实践[J],2002,22(8):29-40.

<sup>②</sup>魏刚,刘孝红.可转换债券定价的理论与实证研究.国际金融研究[J],2002年第4期,第16-22页

<sup>③</sup>黄健柏,钟美瑞.考虑了信用风险的可转换债券定价模型.系统工程[J],2003年第4期,第77-81页

将理论模型运用于机场转债和首钢转债的实证分析,并以此检验模型的可用性。

3、定量分析和定性分析相结合。本文主要采用定性分析方法对可转债的债权性和期权性进行研究;对于模型的定价结果,则采用定量分析,比较模型得出的结果与市价的差异,并分析其原因,为可转债的价值评估及投资者投资服务。

4、以最新的市场数据,结合我国证券市场的发展,并与股权分置问题的改革对证券市场和债券市场所造成的影响相联系进行研究,从而使文章具有浓厚的现实意义。

本文主要运用布莱克-斯科尔斯模型对可转换债券的定价问题进行探讨。在传统模型定价误差较大的情况下,采用修正方法对机场转债和首钢转债进行定价,并且与实际的结果相比较,以期使定价更切合实际。本文希望通过对理论定价与市场价格的实证研究来探求我国金融市场自身的运行规律,并据此来修正更符合我国具体情况的价值评估理论,使其更好地服务于投资者和融资者的市场决策行为。

## 第二章 可转换债券的要素构成

可转换债券(Convertible Bond)是一种特殊的公司债券,持有人有权在债券发行后一定时间内,依据本身的意志,选择是否依约定的条件将持有的债券转换为普通股股票。应此,可转换公司债券持有人可以选择持有至债券到期,要求公司还本付息,也可选择在约定的时间内将债券按既定的转换率换成普通股股票,享受股利分配或资本增值。

根据国务院证券委颁布的《可转换公司债券管理暂行办法》第三条规定:可转换公司债券“是指发行人依照法定程序发行、在一定时间内依据约定的条件可以转换成股份的公司债券”,这里“发行人”包括国内上市公司和重点中大型企业整体改制或部分改制后设立的股份有限公司。

### 2.1 可转换债券的债性和股性

可转换债券是同时具有股性和债性的金融工具。它既有固定收益特征(债权性),又有股权收益特征(股权性)。因此,可转债的价格既受债券市场利率影响,又受证券市场股价波动的影响。可转换债券的持有者可以看作是期权的持有者,有权在约定的时期内按一定的价格购买一定数量的公司股票。

#### 1、债权性质

可转换债券首先是一种公司债券,具有确定的债券期限和定期息率,这为可转换债券投资者提供了稳定利息收入和还本保证,因此可转换债券具有较充分的债权性质。但与股票投资者不同,可转换债券持有人虽可以享有还本付息的保障,但他不是企业的拥有者,不能获取股票红利,不能参与企业决策。在转换成股票之前,可转换债券仍然属于企业的负债资产,只有在可转换债券转换成股票以后,投资可转换债券才等同于投资股票。一般而言,可转换债券的票面利率总是低于同等条件和同等资信的公司债券,这是因为可转换债券赋予投资人转换股票的权利,作为补偿,投资人所得利息相对较低。

#### 2、股票期权性质

可转换债券为投资者提供了转换成股票的权利,投资者既可以行使转换权,将可转换债券转换成股票,也可以放弃这种转换权,持有债券至到期日。因此,

可转换债券包含了股票买入期权的特征，投资者通过持有可转换债券可以获得股票上涨的收益。因此，可转换债券是股票期权的衍生，往往将其看作为期权类的二级金融衍生产品。

### 3、股性和债性的区分

可转换债券是同时具有股性和债性的金融工具，区分股性和债性的一般方法是：

①考虑转股的可能性

②考虑对特定投资者的吸引力，转股的可能性越大，股性越强，反之股性越弱；

③如果从需求的角度来考虑，一种可转换债券更能吸引风险偏好强的投资人，则它更具有股性，反之则债性较强。

根据以上这些标准，不同证券所具有的的股性、债性的强弱可用如下示意图来表示：

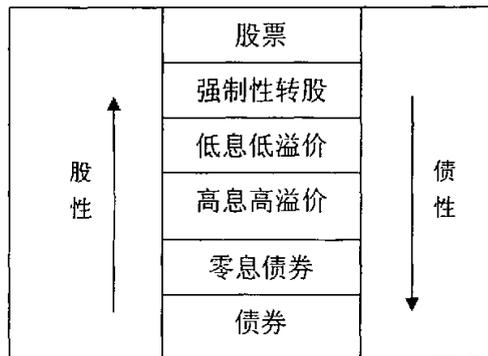


图 2-1 可转换债券的股性、债性及中间状态

## 2.2 可转换债券的基本要素

可转换债券有若干重要要素，这些要素基本决定了可转换债券的转换条件、转换价值、市场价格等总体特征。

### 1、有效期限和转换期限

可转换债券的有效期限与一般债券相同，指债券从发行之日起至偿清本息之日止的存续时间。转换期限是指可转换债券转换为普通股票的起始日至结束日的期间。大多数情况下，发行人都规定一个特定的转换期限，在该期限内，

允许可转换债券的持有人按转换比例或转换价格转换成发行人的股票。我国《可转换公司债券管理办法》规定，可转换公司债券的期限最短为 3 年，最长为 5 年，自发行之日起 6 个月内可转换为公司股票。可转换债券发行公司通常根据自己的偿债计划、偿债能力以及股权扩张的步伐来制定可转换债券的期限，国际市场上可转换债券期限通常较长，一般在 5-10 年左右，但我国发行的可转换债券的期限规定为 3-5 年，发行公司调整余地不大。

## 2、票面利率和本金

可转换债券的票面利率是指可转换债券作为一种债券的票面年利率，由发行人根据当前市场利率水平、公司债券资信等级和发行条款确定，一般低于相同条件的不可转换公司债券。可转换债券应半年或 1 年付息一次，到期后 5 个工作日内应偿还未转股债券的本金及最后一期利息。《可转换债券管理办法》规定：可转换债券的票面利率不得超过银行存款同期利率水平。因此，我国上市公司已发行的可转换债券的票面利率都设计的较低，低于同期银行存款利率。但上市公司为了增加发行的可转换债券的吸引力，也在利率设计上颇下功夫。大多数票面利率设计是逐年递增，也有的采用盯住央行指导利率的浮动利率。另外，在本金的偿付方面，部分转债有时点回售条款，该条款规定，投资者在一定的时限内，可以要求以高于面值一定比例对债券进行偿付。

## 3、转换比例或转换价格

转换比例是指一定面额可转换债券可转换成普通股的股数。用公式表示为：

$$\text{转换比例} = \text{可转换债券面值} / \text{转换价格}$$

转换价格是指可转换债券转换为每股普通股份所支付的价格。用公式表示为：

$$\text{转换价格} = \text{可转换债券面值} / \text{转换比例}$$

我国《可转换公司债券管理办法》规定，上市公司发行可转换公司债券的转换价格应以公布募集说明书前 30 个交易日公司股票的平均收盘价格为基础，并上浮一定幅度。

可见，转换价值是由转换比率和普通股价格两个因素所决定的。通常情况下，转股比率随时间的延长会递减。因为，随着公司的增发股、配股、部分转股等，股东权益会发生稀释，就应调整转股价格，导致转股比率的变化。持有

者究竟在什么时候行使转换权最优，完全取决于对以后普通股票市场价格的预测。一般来说，转换价值高于债券面值时，进行转债是可取的；但如果债券持有者预测，普通股票市价的上涨可弥补转换率的下降，则不急于行使转换权也是对的。

可转换债券的纯券价值和转换价值关系如图 2-2 所示。

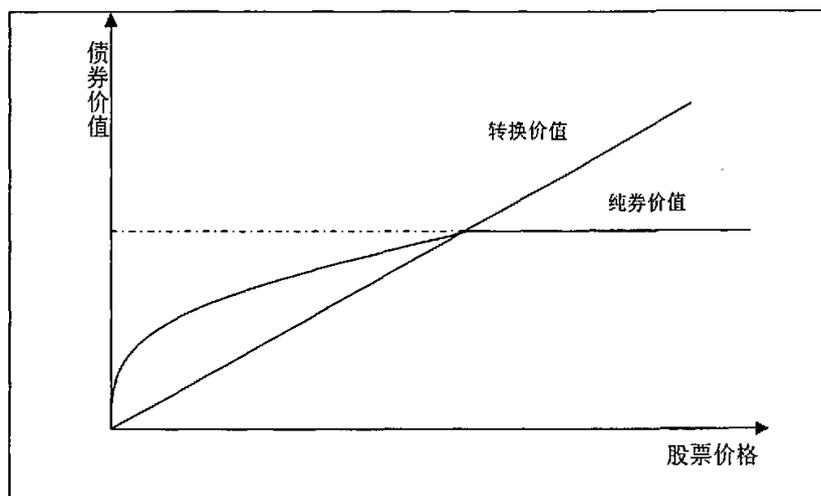


图 2-2 可转换债券的纯券价值和转换价值

值得注意的是：图中代表转换价值和纯券价值的曲线分别代表两个最小的套利边界。当可转债的价格低于两者中最高的一个套利边界时，套利者就可以在买进债券的同时卖出股票，从而实现套利。当股票价格比较低时，债券的纯券价值随股票价格的降低而迅速降低。这是由于当股票的价格很低时，债券的违约风险急剧增大，导致债券的纯券价值急剧下跌。

#### 4、赎回条款

赎回是指发行人在发行一段时间后，可以提前赎回未到期的发行在外的可转换债券。赎回条件一般是当公司股票价格在一段时间内连续高于转换价格达到一定幅度时，公司可按照事先约定的赎回价格买回发行在外尚为转股的可转换公司债券。赎回条款最主要的功能是强制可转换债券持有者行使其转股权，从而加速转换，减轻发行公司财务压力。赎回条款还可以降低发行公司的发行成本，避免因市场利率下降而造成的利率损失。

按照赎回条件的不同，赎回可以分为无条件赎回(即硬赎回)和有条件赎回(即软赎回)。无条件赎回是指公司在赎回期内按事先约定的价格买回未转股的

可转换债券，它通常和定时赎回有关；有条件赎回是指在基准股票价格上涨到一定幅度(如 130%)，公司按事先约定的价格买回未转股的可转换债券，它通常和不时赎回有关。我国发行的可转换债券一般附有的都是有条件赎回条款。赎回条款实际是一项买权，它减少了可转换债券的价值。

一般来说，可赎回和不可赎回可转换债券的价值和其收益率存在如图 2-3 所示的关系：

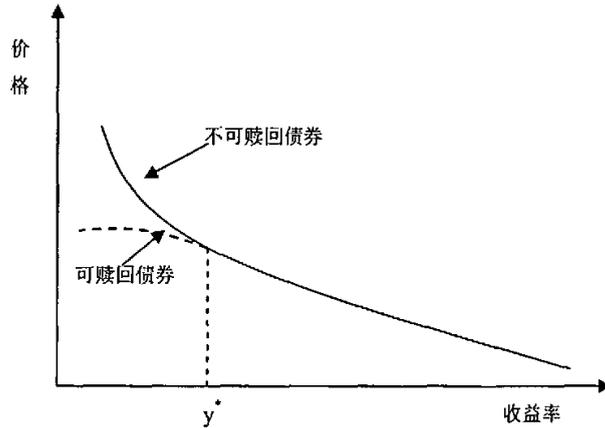


图 2-3 可转换债券的价值与收益率关系图

## 5、回售条款

回售条款<sup>①</sup>是保护投资者利益的保护性条款，在一定条件下，可转换债券持有者有按某一事先决定的价格和日期卖出其持有债券给发行人的权力。回售条款是为投资者提供的一项安全性保障，当可转换债券的转换价值远低于债券面值时，持有人必定不会执行转换权利，此时投资人依据一定的条件可以要求发行公司以面额加计利息补偿金的价格收回可转换债券。

回售条款具有如下几个特征：（1）回售条款实际是一项卖权，它增加了可转换债券的价值。（2）设计了回售条款的可转换债券，保护了投资人的利益，即在纯债券价值的基础上再一次承诺保留较高的投资回报的机会。为了补偿发行公司的利益损失，投资人所支付的代价是获得票面利率更低；（3）回售条款是发行人为投资者提供了一种重新选择投资的机会；（4）回售条款是发行的促销手段，对投资人更有吸引力。图 2-4 直观的显示了回售条款对可转债价值的提升作用：

<sup>①</sup>埃兹·内尔肯：《混合金融工具手册》[M]，北京：机械工业出版社，2002:90-95

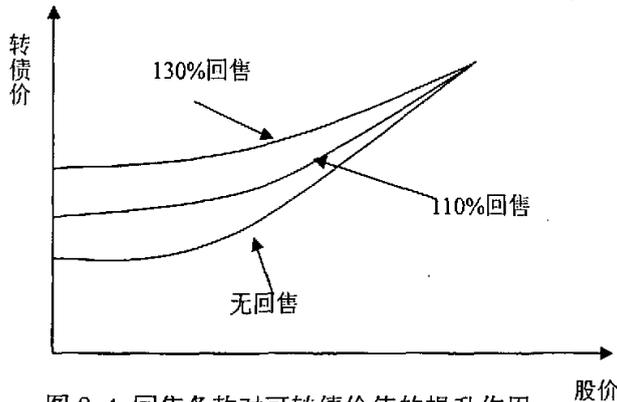


图 2-4 回售条款对可转债价值的提升作用

## 6、转换价格修正条款

转换价格修正是指发行公司在发行可转换债券后，由于公司的送股、配股、增发股票、分立、合并、拆细及其他原因导致发行人股份发生变动，引起公司股票名义价格下降时而对转换价格所做的必要调整。

修正条款包括自动修正和有条件修正。可转换债券的价值会因为向股东派息、送红股、公积金转增资本、增发新股或配售、公司合并或分立等情况而发生变化。如果发行公司的股权遭到稀释，转债的转换价值必然发生贬值。此时就必须引入自动修正条款，对转股价格进行修正。此条款是对可转换债券投资者的一种保护，也有利于提高可转换债券的投资价值。发行公司设置此条款的目的是为了保证转股成功。

我国发行可转换债券的上市公司设置的自动修正条款基本一致，一般设定的条款是，股票价格连续 30 个(或 20 个)交易日股价均低于转股价的 80%(或 70%、75%)时，发行人有权将转股价向下调整一定幅度，以保证可转换债券转换价值。

另外，还有有条件的修正条款，它是指当发行公司的股票价格连续数日低于转股价，发行人以一定的比例修正转股价格。该条款的目的是维持可转换债券的吸引力，使转债能够顺利地转换成股权，修正的幅度越大，给可转换债券持有人带来的好处越多，转股权的价值也就越大。

转股价格的向下调整主要保障投资人于持有期内，因基准股票价格持续下滑乃至无法执行转换权利时，仍能按约定的时点进行转股价格的重新设定，促使调整后的转股价格较能接近目前的股票市价水平，否则原定的转股价格就会

远远高出当前的股价，使得转股不能进行。因此，转换调整条件是可转换债券设计中一个非常重要的保护投资者利益的条款，它增加了可转换债券的价值。

## 2.3 影响可转换债券的其他因素

可转换债券的各项条款对可转换债券的价值有直接的影响，除此之外，影响可转换债券价值的因素还包括以下几个重要方面：

### 1、发行规模

发行规模不仅影响企业的偿债能力，而且要影响未来企业的股本结构，因此发行规模是影响可转换债券价值很重要的因素。我国规定可转换债券的发行额不少于 1 亿元，发行后资产负债率不高于 70%。发行规模对可转换债券的价值影响是通过发行公司的未来盈利水平间接作用的。当发行规模越大，发行公司获得了资金越多，就越有可能从中获得更高的利润，股票和可转换债券就越有升值的可能；而发行规模越小，可转换债券转股所增加的股本对未来业绩稀释就越小，可转换债券的价值就越高。

### 2、基准股票价格

基准股票的价格走势对可转换债券的市场价格具有决定性的作用。以转股价格为分水岭，当股价远低于转股价格时，可转换债券价值主要体现为其债权属性，它对可转换债券的价格起到了较好的支撑作用；当股价远高于转股价格时，可转换债券价格主要体现为股权属性，即转换期权价值；当股价处于转股价格附近时，由于可转换债券间条款设计的差异，可转换债券价格行为的差异性也较大。

由于可转换债券的基准股票价格是影响可转换债券价值最重要的因素，可转债价格同股票价格的关系如下：

我们以横轴表示股票价格，纵轴表示可转债价格，从而我们可以得到可转债的价格走势图。如图 2-5 所示，股票价格与可转债价格的走势一致，可转债价格随股票价格的变动而变动；当股票价格处于较低行情时，可转债价格下跌幅度明显小于股票价格下跌的幅度。可转债具有固定收益属性，当股价下跌，可转债转股受阻时，可转债的票面利率提供了下跌支撑力，阻止其价格的继续下跌。

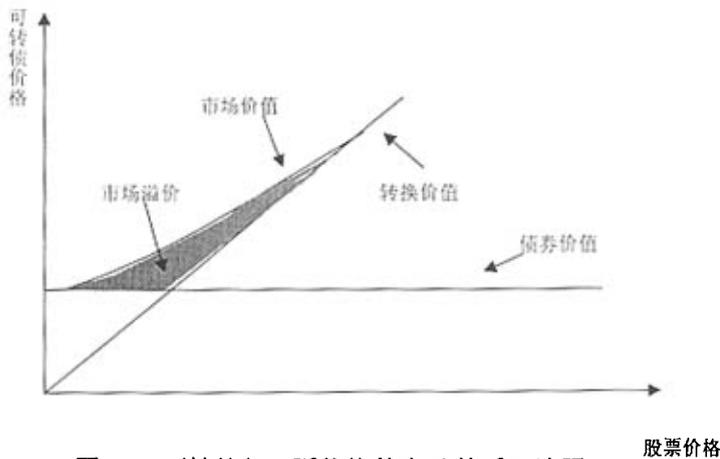


图 2-5 可转债与股票价格的变动关系理论图

### 3、无风险利率

无风险利率是指投资者能够按此利率进行无风险借贷的利率。无风险利率对可转换债券价值的影响也是两方面的。对于可转换债券价值中包含的股票买权价值而言，无风险利率增加意味着整个经济中的利率增加，此时，股票价格的预期增长率也倾向于增加，因此可转换债券价值中包含的股票买权的价值就增加。然而无风险利率的增加同时也意味着股票买权持有者收到的未来现金流的现值将减少，这将减少股票买权的价值。理论上已经证明，前者的影响将起主导作用，即随着无风险利率的增加，股票买权的价格总是随之增加，拥有股票买权性质的可转换债券的价值也增加。就可转换债券价值中的债券价值而言，无风险利率增加可以导致可转换债券所有者现金流现值的减少。

### 4、基准股票波动率

从数学角度来看，股价波动率是股票价格变动的标准偏差，股价波动率反映的是某段时间股价偏离其平均价格的价格程度。较高的股价波动率意味股价有更多的不确定性。

同无风险利率一样，股票价格波动率是决定可转换债券价值的一个非常重要的因素。根据期权定价理论，对于任何类型的期权产品，股价的波动性始终是与期权价值成正相关关系。随着波动率的增加，股票上升的很高或下降很低的机会也会随着增加。对于股票的持有者来说，这两种趋势将相互抵消。但对于可转换债券的持有者来说，当股价上升时，可转换债券的持有者将通过转换期权从股价上升中获利，但当股价下跌时，由于可转换债券作为纯粹债券价值的

抵消效应和可转换债券对股票下跌的保护机制，投资者损失的可能性被非常好的控制了，也就是可转换债券所包含的各种期权使得它的价值同波动率有正的相关关系。在全球可转换债券市场，高风险行业的可转换债券往往受到投资者的欢迎，与这些行业较高的股票价格波动率有很大关系。

图 2-6 反映了可转债价值随标的股票波动率的增大而上升的趋势。图中  $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ ，标的股票价格的波动率越大，可转换债券中包含的期权部分价值就越大，因此可转债的价格就越高。

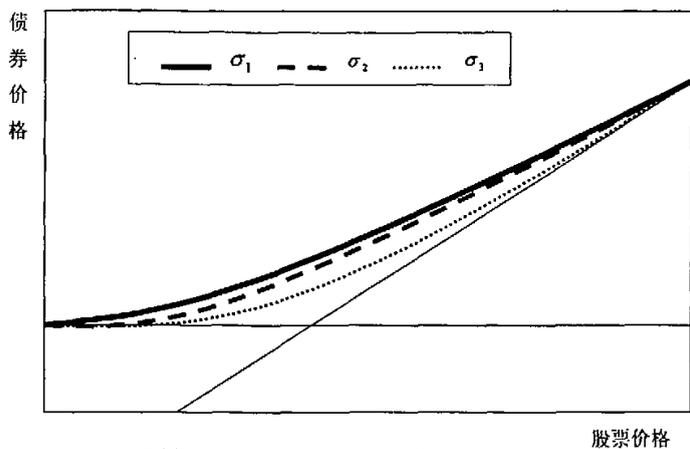


图 2-6 可转债的价格与波动率的关系图 ( $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ )

#### 4、到期期限

从纯债券来看，对于相同的票面利率、相同的信用等级的两只可比债券来说，期限越长，其折现到现在的价值越低；从可转换债券赋予投资者把可转换债券转换成股票的权利这个角度，一只期限还有几年的可转换债券肯定比期限只有几个星期的可转换债券有更多价格上涨机会，可转换债券的期限越长，获得转换的机会以及股票增长的机会就越大，其股票期权的价值也就越大。

#### 5、股票红利

一般情况下，可转换债券的转股价格不因股票红利而作调整，因此在正常情况下，可转换债券的持有人不能直接享受股票所带来的红利。但是股票红利越高，除息日后股票价格因红利因素下降得也越多，可转换债券的价值就越低。可转换债券的价值，与预期红利的大小成反向变动关系。

## 2.4 可转换债券的价值和价格

由于可转换债券既有债券或优先股的特征，又有转化成普通股的潜在可能，所以在不同的条件下具有不同的价值，主要有转换价值、理论价值及市场价格。

### 1、可转换债券的转换价值<sup>①</sup>

转换价值是可转换债券实际转换时按转换成普通股的市价计算的理论价值，等于每股普通股的市价乘以转换比例。因为可转换债券在普通股票价格上涨时转换较为有利，所以它的转换价值与所转换得股票价格有关，股票价格越高，转换价值越大。

转换溢价，是指转股价格超过可转换债券的转换价值的部分；转换溢价率则指转换溢价与转换价值的比率，即：

$$\text{转换溢价率} = (\text{转股价格} - \text{股票价格}) / \text{股票价格}$$

按照转换溢价情况，可转债价值大致可以分为三个区域，如图 2-7 所示：

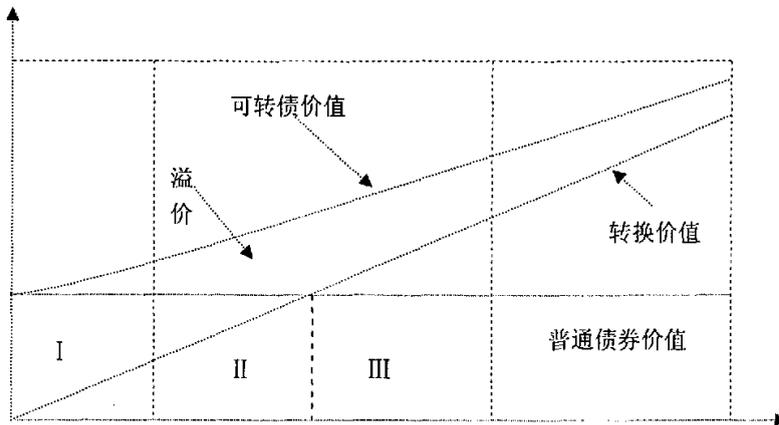


图 2-7 可转换债券溢价情况示意图

①高溢价率区域（I 区）。如果股票的价格下降，以至于可转债的转换价值远远低于纯券价值，那么可转债走势就较接近于普通债券的走势，但永远不会低于普通债券的价格，此时该可转债被称为固定收入等价券。

②中溢价率区域（II 区）。如果股票价格逐步上扬，以至于可转债的转换价值逐步逼近甚至超过纯券价值，那么可转债的走势既取决于股票走势又取决于利率的变化，此时该可转债被称为混合证券。可转债大多数是在这一区域内发行的。

<sup>①</sup>杨如彦、魏刚、刘孝红. 可转换债券及其绩效评价[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2002 年 7 月

③低溢价率区域(III区)。如果股票的价格非常高,以至于可转债的转换价值远远大于纯券价值,那么可转债的走势就非常接近于普通股票的走势。此时,该可转债就被称为普通股票等价券。

## 2、可转换债券的理论价值<sup>①</sup>

### ①投资价值

将可转换债券视为一般的债券所具有的价值称为投资价值。这一价值相当于将未来一系列债息或股息收入加上面值按一定市场利率折成的现值,即不可转换债券的投资价值。

### ②理论价值

购买可转换债券的投资者并不希望债券还本,而是希望实现普通股的转换。因此,可转换债券的理论价值应为未来一系列债息收入与转换价值的现值。

## 3、可转换债券的市场价格

可转换债券的市场价格以理论价值为基础并受供求关系的影响。在可转换债券到期以前,只要投资者对所转换普通股票的价格看涨,可转换债券的市场价格就会高于它的转换价值。从理论上说,当市场价格与转换价值相同时,称为转换平价;如果市场价格高于理论价值,称为转换升水;市场价格低于转换价值,成为转换贴水。

但可转换债券的市场价格至少应相当于一下两者中的较高者:债券的转换价值和投资价值。通常以一种具有相同信用等级和相似投资特征的不可转换债券的收益率来贴现可转换债券的未来现金流。

## 4、期权理论价格和标的债券的关系

当标的债券的价格远远小于执行价格时,期权处于深度虚值状态;此时,切线的斜率几乎等于零,期权的价格就等于时间价值,标的债券价格的变化对期权价格的影响很小。当标的债券的价格远远大于执行价格时,期权处于深度实值状态;此时,切线的斜率几乎等于1,期权的内在价值很大,标的债券价格的变动几乎就等于期权价格的变动。

期权理论价格和标的债券的关系如图 2-8 所示。

<sup>①</sup>财务成本管理,2005年注册会计师全国统一考试指定辅导教材

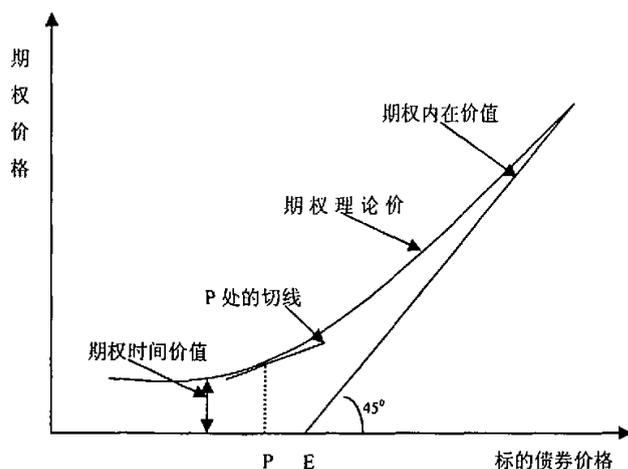


图 2-8 期权理论价格和标的债券价格

## 2.5 可转换债券与参与者

对于发行公司来说,可转换债券主要有这样一些有利之处:可以降低利息成本,由于可转换债券为投资者提供了未来股票价格增长的机会,可转换债券的发行者能够以相对于普通债券较低的利率及较少的条款限制发行可转换债券。在市场高估公司未来权益的增长时,发行可转换债券可以较低的成本筹资。较高的发行价格,一般来说,转股价格总是高出当前股价水平的价格(溢价发行),就同等股本扩张来说,发行可转换公司债券比直接发行股票所得到的公司资本要多。这是因为,即使一家公司可以有效运用新的筹集资金,这些资金要产生回报需要一定的时间,直接发行新股一般会在短期内造成业绩的稀释,因此该公司股票发行价格通常会低于市场价格。相比之下,发行可转换公司债券赋予投资者在未来可转可不转的权利,且可转换债券转股有一个过程,因此业绩的稀释,避免股票市场的波动。

当然,如果标的股票的市场价格大幅上涨,当初采用普通债券融资对于发行公司来说更为有利。相反若股价下跌,已发行的可转换债券若无法强迫转股,将加大公司的债务压力。

对于投资者来说,购买可转换债券可以获得以下的好处:第一,相对于普通股其收益更有保障。这体现在债券利息支付固定且一般会高于红利,以及在破产清算时,可转换债券具有一定的优先权。第二,兼顾安全性和成长性。在股

票价格上升时，可转换债券的市场价格也在增长，不需要转股也能通过卖出债券获益；在股票价格下跌时，可转换债券只会下跌到具有相应利息的普通债券的价格水平。因此，可转换债券在与普通股同样享有企业业绩增长的收益的同时，提供了在经济形势不好时的抗跌保护。第三，可以作为收购兼并的筹码。可转换债券为持有者提供了间接购买股票的手段，并且这种加大企业控制权的手段较为隐蔽。此外，通常情况下，这样的成本低于公开收购。

可转换债券可以获取较普通股红利更吸引人的债券即期收益和潜在的股票价格上涨的收益，因此，可转换债券适合那些既想获得较高的成长收益，又想承担比股票风险更低的投资者。

## 第三章 可转换债券的价值分解

### 3.1 可转换债券的债券部分定价研究

可转换债券是一种包含转换权的债券，可转换债券的合约条款规定，每年要支付固定的票息给投资者，这一点与固定利率的普通公司债相同。一般而言债券定价从每期现金流和该期期限入手考虑定价问题。

#### 1、债券定价的一般方法

债券的收益取决于债券的利率，利率越高债券的收益越高，利率代表了资金的机会成本，它的本质是货币的时间价值。对债券的定价就是将债券在不同时点上形成的收益转化为时间上可比的值，即现值。为此，我们首先需要有一个适当的折现率，这个折现率反映了准备进行投资的投资人的投资机会成本。对于固定收入证券，假定现金流是固定的，我们通常取同期国库券利率来折现。因为国库券利率可以看作是无风险的利率，也可以看作是资金的机会成本。

债券估价的基本模型。其用公式可以表示为：

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{C}{(1+i)^t} + \frac{V}{(1+i)^n} \quad (3-1)$$

其中，PV 代表债券价值，C 是年利息额，V 是债券面值，n 是债券到期年限，i 是债券的市场利率。

通过该模型可以看出，影响债券定价的因素有必要报酬率、付息率、计息期和到期时间。

#### 2、流通债券的价值

流通债券是指已发行并在二级市场上流通的债券。它们不同于新发债券，已经在市场上流通了一段时间，再估价时需要考虑现在至下一次利息支付的时间因素。

流通债券的特点是：1、到期时间小于债券发行在外的时间。2、估价的时点不在发行日，可以是任何时点，会产生“非整数计息期”问题。

流通债券的估价方法有两种：1、以现在为折算时间点，历年现金流量按非整数计息期折现。2、以最近一次付息时间为折算时间点，计算历次现金流量现

值，然后将其折算到现在时点。

### 3、可转换债券的债券部分定价

可转换债券是一种有息票支付的企业债，纯粹债券价值是指在未转换成普通股而是被投资者当作一般持有的情况下能以何价格出售的价值。可以用贴现现金流量法来计算。

$$PV = \frac{C_1}{(1+i)^1} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n} + \frac{V}{(1+i)^n} \quad (3-2)$$

PV - 债券价值

I - 每期利息收入

V - 到期本金收入

i - 无风险利率

n - 期数

其中C和V表示了未来各期的现金流，i表示投资者对该债券要求的折现率，受到市场利率和公司信誉等级的影响。债券票面利率与市场收益率之间的高低比较决定了债券价值与其面值之间的关系。一般情况下，由于可转债发行的票面利率都非常低，所以可转债的债券价值一般都要低于其面值。当然如果发行转债的票面利率越高，其债券的价值就越大。

影响可转债的债券部分定价的因素有票面利率、利率的支付方式、票面金额、债券的折现利率和债券的年限。

其中，票面利率和债券年限的变化都会对债券的价值产生较大的影响。当期限一定时，利率提高，债券的价值增加。并且这种增加的幅度随着期限的延长而不断的扩大。当利率一定时，债券期限增加，债券价值下降。

## 3.2 可转换债券的期权部分定价研究

期权作为一种派生金融产品，其价格是以所对应的标的股票的价格为基础，受股票价格波动率及无风险收益率等参数影响。期权定价模型的推导则是基于偏微分方程。如何确定可转债的期权价格，目前国际上流行的方法主要有四种，即 Black-Scholes 模型、二叉树模型、蒙特卡罗模拟和有限差分法。

这四种方法都基于如下假定：

①股价变动比例遵循一般化的维纳过程，该假定等价于股票价格服从对数正态分布；

- ②允许使用全部所得卖空派生证券；
- ③没有交易费用和税收；
- ④不存在无风险套利机会；
- ⑤无风险利率为常数且所有到期日都相同。

可转换债券的定价目前比较成熟的方法有二项树模型和数值求解 Black-Scholes 期权模型两种。二项树模型是将时间离散化，假设股票价格两种运动状态，模拟出可转换债券的价值变化的树型结构。Black-Scholes 期权模型的实现则依赖数值模拟的方法。运用微分、差分方程的数值解法，主要包括有限差分方法（显式差分方法和隐式差分方法）、网格方法、有限元方法；还有适用于欧式期权的 Monte Carlo 方法。

### 3.2.1 二叉树模型

二叉树期权定价模型也就是二项式期权定价模型(The Binomial Option Pricing Model, BOPM)，其理论要点最初见诸于考克斯、罗斯以及鲁宾斯泰因(Cox, Ross & Rubinstein)于 1979 年所著的一篇论文之中，也被称为 CRR 模型。理论上，二叉树定价模型不过是 B-S 模型的离散型版本，但二叉树定价模型具有简单直观、无须太多的数学知识就可以加以应用的优点。目前，二叉树定价模型已成为金融界最基本的期权定价方法之一。1985 年考克斯和鲁宾斯泰因又将他们的研究成果以更加精细化的范式提出。

由于影响期权价值的最关键因素是作为标的资产的价格。对于欧式的股票期权来说，就是期权到期时的股票市场价格。因此，任何一种期权定价模型必须对其基础资产的价格在自交易日起至到期日止这一段时期里的运动状况做一个合理的假设。二项式期权假定模型就是将这一时期细分成若干个时间区间，并假设在这一特定时段里基础资产的价格运动将出现两种可能的结果，然后在此基础上构筑现金流动的模型并推导期权的价格。

二项式期权定价模型涉及到其它一系列限制性的假设条件，主要有：

- 1、最基本的模型为不支付股利的欧式股票看涨期权定价模型；

2、股票市场和期权市场是完全竞争的，市场运行是非常有效率的，即股票的卖空不受限制，套购的利润并不存在；

3、股票现货与期权合约的买卖不涉及交易成本，而且也不存在税收问题；

4、市场参与者可按已知的无风险利率无限制地借入资金和贷出资金，利率在期权有效期内保持不变，而且不存在信用风险或违约风险。

二项式期权定价公式为：

$$C = e^{-r \times \Delta t} \sum_{j=0}^n \left[ \frac{n!}{j!(n-j)!} p^j (1-p)^{n-j} \max(S_0 u^j d^{n-j} - K, 0) \right] \quad (3-3)$$

式中：

$C$  - 看涨期权的价格，即期权费(Option premium)；

$S_0$  - 基础资产的现行市价；

$K$  - 期权合约的执行价格；

$i$  - 以年利率来表示的无风险利率；

$\Delta t$  - 期权合约的剩余期限；

$e^{-r \times \Delta t}$  - 幂是  $x$  的自然指数函数；

$u, d$  - 下标号，表示股价上升或下降为原数值的倍数，且  $u > 1, d < 1$ 。

$n$  - 二叉树骑数；

$j$  - 表示股价上升次数。

### 3.2.2 蒙特卡洛模拟

蒙特卡洛模拟属欧式期权的一种数值方法。该方法的基本思路在于，已知股票价格的分布函数及参数，把期权的有效期限分成  $N$  个时间间隔，借助计算机的帮助，可以从标准正态分布的样本中随机抽样来模拟每个时间间隔股价的变动和股价一个可能的运动路径，并由此得到时刻  $T$  股票的价格和期权的收益。如此重复多次，得到  $T$  时刻期权价格的集合，对所有的这些随机样本进行简单的算术平均，就可求出  $T$  时刻期权的预期收益。运用风险中性定价的概念，把未来  $T$  时刻期权的  $C_T$  用无风险利率折现就可以得到当前时刻期权的价格。

$$C = e^{-rxT} E(C_T) \textcircled{1} \quad (3-4)$$

其中,  $E(C_T)$  为  $T$  时刻期权的预期收益。

股价路径的数目决定了估计的“质量”，这里所说的“质量”并不是说估计值与实际值的接近程度，而是指估值模型本身的质量。路径越多，理论价值越容易求解。这是一个统计抽样问题，大多数蒙特卡洛模拟模型采用某种方差缩减技术，以减少高质量统计样本所需要的样本路径数目。

蒙特卡洛模拟方法的优点在于它能用于股票的预期收益率和波动率的函数形式比较复杂的情况，而且，模拟运算的时间随变量个数的增加呈线性增长，其运算相当有效率，而且可以通过调整模拟运算次数来控制结果的精确度。但是，该方法的局限性在于只能用于欧式期权的估价。

### 3.2.3 Black-Scholes 模型<sup>②</sup>

如果说二项式期权定价模型是最著名的数字式模型的话，那么，最著名的分析式模型当属“Black-Scholes 模型”。Fisher Black 曾是芝加哥大学的教授，后就职于高盛公司；Myron Scholes 原是斯坦福大学的教授，后加盟长期资本公司。这两位教授于 1973 年在《政治经济学》上发表了一篇题为“期权定价与公司债务”的文章，提出了一个影响力极为深远、堪称金融理论经典之一的期权定价模型，并很快在业内被广泛应用。

与任何一个理论模型一样，Black & Scholes 在建立模型的过程中也设定了一系列的假设条件，这个关于欧式的股票看涨期权的定价模型的主要假设条件有：

1、期权交易的基础资产的价格呈对数正态分布。从动态的角度来看，基础资产的价格遵从几何学上的布朗运动或扩散进程，即价格随时间的推移而发生随机变化，而每次变化的量都很小。

2、在期权的有效期内，除价格变动而形成的资本损益外，基础资产本身不产生收益（如果是股票期权基础资产的股票，那么在有效期内是不支付红利）。

3、基础资产及与期权合约的买卖不涉及交易成本，不考虑税收问题，且基

<sup>①</sup>  $E(C_T)$  为  $T$  时刻期权的预期收益

<sup>②</sup> 1973 年，美国芝加哥大学教授 Fisher Black 与 Myron Scholes 在《Journal of Political Economy》上发表《The Pricing of Options and Corporate Liabilities》，提出了期权定价模型

础资产的卖空不受限制。

4、投资者可按已知的、并在期权合约有效期内保持不变的无风险利率不受限制地进行借贷。

基于上述假设，布莱克和斯克尔斯提出的欧式看涨期权的定价公式如下：

$$C = SN(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2) \quad (3-5)$$

$$\text{上式中的 } d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_2 + \sigma\sqrt{T}; \quad (3-6)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}。 \quad (3-7)$$

式中：

C - 看涨期权的价格，即期权费(Option premium)；

S - 基础资产的现行市价；

K - 期权合约的执行价格；

R - 以年利率来表示的无风险利率；

T - 期权合约的期限；

$\sigma$  - 由基础资产收益率的标准差来衡量的基础资产价格的波动性；

$e^x$  - 幂是 x 的自然指数函数；

$\ln(x)$  - 自然对数函数；

$N(x)$  - 为在 X 处的累积正态分布函数或累积正态分布概率。

### 3.2.4 运用 Black-Scholes 模型进行可转换债券定价的可行性分析

从 Black-Scholes 模型的假设条件我们可以看出，它是对标的资产没有收益的欧式期权的定价。可转换债券中所包含的买入期权的标的资产是股票，发行股票的企业在可转换债券的续存期间或多或少会发放一定的股利；可转换债券投资者可以在规定的转换期间内选择任意时间行使转换权，即可转换债券所包含的期权可以是欧式期权，也可能是美式期权(即不一定必须到转换日才能行使转换权)。因此，严格的说 Black-Scholes 模型并不完全适用于对可转换债券所

包含的买入期权的定价。

但是我们应该认识到, Black-Scholes 模型之所以要做出不考虑其他收益的欧式期权的假设, 是要确保该模型在推理上的严谨性。因为, 无论是股利收益或投资人在何时会行使期转换权, 都是高度不确定性的因素。但是如果市场上实际的股利率很低, 而且只有当股票价格与转换价格之间的差额最大时, 投资者才会行使期转换权的话, 那么欧式期权与美式期权是可以通用的, 或者讲, 只要对该模型的两条假设稍加修改, 即假设期权标的资产的股利等收益很低, 对整个期权定价的影响时微乎其微的: 而且投资人只有当期权内在价值最大时才会行使转换权, 这个时期就是该期权理论上的权利时期。确实, 我们在许多理论研究中都会发现, 初创的模型往往是很严格的, 随着其假设条件的调整, 其实际的应用价值就会有较大的增强, 这是因为实际经济环境与其研究者的纯试验条件下的理想环境有很大差异, 只有做出适应性调整, 才能使这些理论模型具有真正的实际应用价值。

结合我国可转换债券期权定价的实际情况来看, 我国绝大部分上市公司股利支付率很低, 而且较长时期不发股利的公司占有相当比例。从本质上讲, 投资者购买公司可转换债券的根本目的, 不是为了获取这种投资形式本身的利息或股利等利益, 而是期望将来能获得这种期权投资的内在价值。而且对于那些不支付利息或者股利支付率极低的期权, 投资者也不会提前行使其转换权。所以我们完全可以运用 Black-Scholes 模型, 来确定可转换债券期权部分的理论价值。

### 3.2.5 可转换债券的期权价值构成

可转换公司债券的期权价值, 是由于可转换公司债券赋予投资者一种选择权, 即在规定时间内投资者可以事先协议的转股价格把公司债券转换成发行企业股票, 作为对这种权利的对价, 投资者应该向发行企业支付一定费用(期权费)。期权费主要反映了人们对合约项下的基础资产的市场价格变化趋势的预期心理以及期权合约至期满日所剩的时间的长度, 它主要由内在价值和时间价值两部分构成。

结合可转换债券的具体条款设计, 我们可以发现: 它的期权部分价值主要

包括：转股权价值、特别向下修正条款价值、回售条款价值和赎回条款价值。如果可转债条款上设有上述的向下修正条款、赎回条款与回售条款，则其期权价值必定受到这些条款的影响。其中向下修正条款与回售条款作为提供给投资者的额外期权性质，会对期权的价值有正面影响；而赎回条款作为发行公司获得的期权就具有限制或降低可转债期权价值的作用。

表 3-1 可转换债券内含的各项期权列表

期权名称	种类	定义	受益方	对可转债期权部分价值影响
转股期权	看涨	在规定条件下债券持有人有权将公司债券转换为公司普通股票	投资者	视具体条款设计而定
向下修正期权	看跌	赋予上市公司在对应股价连续一段时间低于股价时，对转股价格进行向下调整的权力	投资者	加强
赎回期权	看涨	赋予上市公司在对应股价连续上升到一定幅度时，向投资者赎回可转债的权力	发行人	削弱
回售期权	看跌	在股价大幅下跌时，投资者有权把可转债以一定价格卖回给上市公司	投资者	加强

## 第四章 Black-Scholes模型下传统定价方法实证分析

### 4.1 可转换债券的传统定价模型

#### 1、传统的定价公式

作为一种债券性质的金融衍生产品，与普通的企业债券一样，它首先受到本身的票面利率、到期期限、市场利率水平及利率期限结构以及违约风险的影响。在简化的定价分析中，一般先假设利率固定并忽略违约风险的存在。对预期的和新的转股权，它应该是公司资本结构、破产风险、股利支付政策、公司赎回策略、转股条款、回售条款、向下修正条款和标的股票价格的函数。但是，由于我国我国可转换债券市场起步不久，尚不成熟，目前传统的定价模型还是以方便计算为前提，对于并非核心影响因素则暂不讨论。其基本思路就是：可转债是兼有债性和期权性的一种复合金融产品，可视为公司债券和期权的组合体。当可转债对应的标的股票不支付现金红利或支付的现金红利足够小时，可转债不会被提前转股，由此可转债的价值等价于纯债券价值和欧式股票期权价值之和，如果可转债的发行条款上有可赎回条款、回售条款和向下修正条款，可同样将这些条款视为附加在可转债上的期权，只要对期权价值部分进行相应的调整就行了，所以，最终的定价公式为：

可转换债券价值=纯债券价值+转股权价值+特别向下修正条款价值+回售条款价值 - 赎回条款价值

对于纯债券价值的计算，可采用贴现现金流量的方法，因为可转换债券这时被视为普通的企业债券投资工具，投资者可定期收取利息和到期收回本金。将这些各期的收益采用适当的贴现率来进行贴现，一般来说，贴现率首先应该体现无风险报酬率。在正常的资本市场条件下，各种资产投资中政府债券通常被认为是低微风险甚至无风险的投资项目，而其他投资方式都存在一定得违约风险，其收益都具有一定的不确定性，所以，其风险要高于政府债券。因此政府债券的收益率通常被视为无风险报酬率，它是投资者权衡投资报酬时必须考

虑的基本因素。政府债券和可转债性质相同，都是以承诺到期还本付息为条件的一种融资工具，两者具有较大的可比性。但是，可转换债券的贴现率还应体现风险溢价，而政府债券则不存在风险溢价的因素。由于目前我国企业债券市场规模太小，很难找到性质相近的可比较企业债作为参照，而可转换债券的发行主体是信誉较高的大型国有企业为主，风险溢价很低，所以从整体上讲，可转换债券市场与国债市场的利率差别不大。

在此特殊情况下，要计算可转债的纯债券价值，采用相近到期日的国债收益率作为其贴现率在理论上和实践上都较为可行<sup>①</sup>。

计算期权部分的价值必须以发行条款为基础。一般标准的可转换债券发行条款中包含转股条款、向下修正条款、赎回条款和回售条款，但并不是所有的可转换债券条款都必须设有这些条款，而且具体条款下的触发条件也可能不一样。所有这些都影响各条款下期权的价值，所以只能根据具体的可转债条款来作具体分析。

## 2、Black-Scholes 公式的应用

利用 Black-Scholes 公式来计算这些条款下的期权价值，只要能确定影响期权价值大小的五个变量：

- (1) 标的资产的执行价格，对于股票期权而言是普通股票的价格
- (2) 执行价格，这里指转股价格
- (3) 距到期日的时间，现在至期权到期日的剩余年限
- (4) 标的资产的方差，统计时段前一年的股价波动率
- (5) 无风险利率，一般采用相近到期日的国债利率

在以下的分析中，为突出定价模型的主要影响因素，我们假设市场无风险利率、国债收益率和股价的波动率在模型中及在一定的时间段中是常数。其中无风险利率等于具有相近到期日、每年付息一次的国债的到期收益率（取月平均数）；而股票价格、离到期日期限则按日变动。股价波动率在一年中是固定不变的，其计算原则是以统计时段前后一年的每日股票价格为基础，设  $n+1$  为观察次数， $S_i$  为第  $i$  天某股票的收盘价，令  $U_i = \ln(S_i / S_{i-1})$ ，则  $U_i$  是第  $i$  天某股票的连续复利收益率， $U_i$  的标准差则为该段时间内股票价格的日波动率  $\sigma$ ：

<sup>①</sup> 实证部分采用了国债 000696 和国债 010115 的到期收益率

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (U_i - \bar{U})^2} \quad (4-1)$$

其中  $U$  为收益率  $U_i$  的均值, 计算出日波动率后, 可以利用以下公式计算股票的年波动率  $\sigma^*$ :

$$\sigma^* = \sigma \times \sqrt{T} \quad (4-2)$$

其中  $T$  为每年的交易天数。

## 4.2 机场转债的实证分析

本文选取了两支处于不同行业的可转换债券样本—机场转债(2002年2月1日—2003年1月29日)和首钢转债(2004年7月21日—2005年6月30日), 对它们在不同时间区间的市场价格表现进行分析。由于可转换债券在中国市场尚处于起步阶段, 目前在市场上交易的大多数可转债上市交易的时间较短, 所以不适宜对整个市场的所有可转换债券进行统计分析和实证研究。选取几支有代表性的可转债来进行研究是一个较可行的办法。由于机场转债发行时间比较早, 在早期发行的一批可转债中, 其转股条款的制定相对较为标准, 成为后期其它上市公司发行可转换债券时设计条款的重要参考。同时, 由于机场转债已经在可转债市场上经历了试点期与发展期两个阶段, 其在市场上的表现充分反映了可转债在中国从最初被认识到逐步了解, 到被广泛认同的过程。另外, 机场转债的发行公司是上海国际机场股份有限公司, 曾被《上市公司》杂志评为2002年度上市公司50强; 公司发行的股票“上海机场”入选上证50指数样本股, 从而在其所处行业中具有很强的代表性, 在可转换债券市场上有较大的影响力。而首钢转债2003年底才发行, 公司所处行业为钢铁行业, 在国民经济中占有重要的基础地位。作为一家国有大型钢铁企业, 公司主营业务发展稳定, 企业管理水平高, 具备良好的资产状况、盈利状况和现金流状况, 在证券市场上有着较为稳定的表现, 目前已经进行了股改, 有较强的时代特征。

因此, 本文以这两支可转换债券作为研究对象, 应该具有较强的代表性和新颖性。笔者希望, 随着市场状况和理论研究的不断推进, 从不同的角度进行研究和创新, 以体现证券市场的最新变化趋势。另外, 通过对这两支转债的不同市场表现进行比较研究, 对影响可转换债券价值的各因子进行分析, 同时结

合中国的股权分置改革, 研究股改的实施对可转换债券价值的影响。

### 1、公司基本面分析

上海机场(600009)是一家经营机场建设、施工、运营管理以及国内外航空运输有关的地面服务等业务的民航运输企业, 经上海市人民政府批准, 由上海机场控股集团公司独家发起, 采用募集方式设立的一家股份有限公司, 于 1998 年 2 月 28 日在上海证券交易所上市。经中国证券监督管理委员会批准, 于 2000 年 3 月 2 日公开上网发行总额人民币 13.5 亿元的可转换公司债券。

上海机场(600009)将运用该笔资金购买上海浦东国际机场候机楼及相关资产。国家民航总局已经把上海航空港列为 2020 年我国建成民航强国所需打造的三大国际枢纽机场之一, 浦东国际机场则是上海航空港将成为亚太地区航空枢纽的重要一环, 今后浦东机场接纳航空业务量的显著上升可以带来上海机场较大幅度的业绩增长, 上海机场品牌影响力将明显扩大。公司较强的盈利能力和健康的现金流, 为本次可转换债券的偿付提供了有力的保证。

### 2、机场转债的基本条款<sup>①</sup>

上海机场(集团)有限公司本次拟发行 13.5 亿元的可转换公司债券, 扣除有关发行费用, 预计实际可募集资金 13.27 亿元左右。公司将运用该笔资金购买上海浦东国际机场候机楼及相关资产。配售对象为 2000 年 2 月 24 日下午收市后在上海证券中央登记结算公司登记在册的发行人所有社会公众股股东。老股东的配售优先权得到了很好的保护, 这一点体现了《可转换公司债券管理暂行办法》的相关规定, 也和境外成熟市场的做法相接轨。其基本条款参见下表:

表 4-1 机场转债发行条款一览表

可转债名称	发行额	面值	发行期间
机场转债	13.5 亿	100 元	2000/2/25-2005/2/24
票面利率	初始转股价	付息登记日	转换期
0.8%	10	2001/2/24 2002/2/24 2003/2/24 2004/2/24	2000/8/25-2005/2/24

<sup>①</sup> 数据来源: 机场转债发行可转换公司债券募集说明书, <http://finance.sina.com.cn>

		2005/2/24	
--	--	-----------	--

3、根据基本条款，我们首先可以计算出机场转债的纯债券价值和转股期权价值。

以 2002 年 11 月 21 日的数据为例，我们要计算机场转债纯债券部分的价值，首先要确定贴现率。针对机场转债的到期日，与其相对应的国债是 96 国债（06）（代码 000696），转债距离到期日的期限是 2.3479，当时的国债收益率是 2.56%，因此无风险利率取 2.56%。至于每年支付的利息和本金，我们可以从机场转债的发行条款中找到相应的数据，从而计算机场转债的纯债券价值：

$$\begin{aligned}
 PV &= \sum_{t=1}^n \frac{C}{(1+i)^t} + \frac{V}{(1+i)^n} \\
 &= \frac{100 \times 0.8\%}{(1+2.56\%)^{0.2630}} + \frac{100 \times 0.8\%}{(1+2.56\%)^{1.2630}} + \frac{100 \times 0.8\%}{(1+2.56\%)^{2.2630}} + \frac{100}{(1+2.56\%)^{2.2630}} \\
 &= 96.7652
 \end{aligned}$$

机场股票 2002/2/1-2003/1/31 期间每天的波动率<sup>①</sup>

$$\begin{aligned}
 &\sqrt{\frac{1}{236-1} \times 0.0405 - \frac{1}{236(236-1)} (0.1775)^2} \\
 &= 1.31\%
 \end{aligned}$$

该股票价格这段时间的波动率  $\sigma = \sigma_{\text{天}} \times \sqrt{236} = 0.2013 = 20.13\%$

这个估计数的年标准误差为  $\frac{\sigma}{\sqrt{2n}} = \frac{0.2013}{\sqrt{2 \times 236}} = 0.0093 = 0.93\%$

对于转股期权，我们已知转股期权的执行价格是 10 元，无风险利率是对应期限国债的到期收益率 2.56%，标的物价格是机场股票当日收盘价 9.61 元，波动率等于一年内机场股票价格各交易日的收益率标准差 20.13%。根据以上已知条件和 Black-Scholes 期权定价公式，可计算转股期权的单位价值为：0.9807 元/股，每份可转债的转股权价值为  $0.9807 \times \left(\frac{100}{10}\right) = 9.8067$

除此之外，其他条款对可转债的价值产生的影响如下：

赎回条款：

当公司股票在任何连续 40 个交易日中至少有 30 个交易日的收盘价不低于

<sup>①</sup> 机场股票波动率计算见附录三

该 30 个交易日内生效转股价格的 130%时, 公司有权按面值加在赎回日当日的应计利息赎回全部或部分未转股的债券。

执行价格是  $10 \times 130\% = 13$  元, 波动率、标的物、无风险利率的取值与转股权一样。所以赎回权的单位价值是 0.28174 元/股, 每份可转债的赎回权价值为  $0.28174 \times (100/10) = 2.8174$  元。

回售条款: 可转债持有人有权在 2004 年 8 月 25 日“回售日”向本公司回售其持有的全部或部分转债, 每张回售价格为面值的 107.18%。

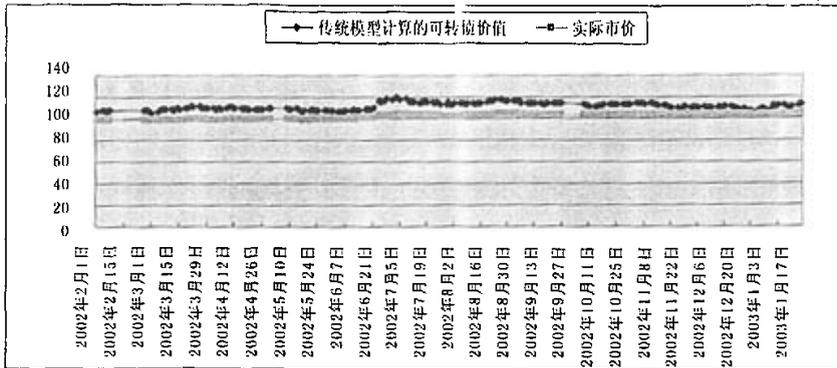
此回售条款下的回售权是一个很明显的欧式期权, 可转债持有者只有在回售日才能行使回售权, 回售日 2004 年 8 月 25 日便是回售卖权的到期日, 比转股买权的到期日提早了半年。因此在计算回售期权价值时, 有效期限应比转股权的期限少 0.5 年。执行价格是债券面值的 107.18%, 即  $100 \times 107.18\% = 107.18$  元, 对应的标的物价格则应是可转债的市场价格, 但由于可转债的价值是我们最终要预测的结果, 因此其市场价格是未知数。在此情况下我们假设投资者在回售日当天只可选择转股或者回售, 因为市场可转债价值根据无风险套利原理被投资者推断为不会低于 107.18 元, 即只有股票价格高于 10.718 元/股 ( $107.18/10$ ) 投资者才会选择转股, 所以, 从表面上看此条款属于看跌期权, 但实质上我们仍可以将其视为以 10.718 元为执行价格, 标的物为普通股股票的看涨期权。如果要计算机场转债 2002 年 11 月 21 日的回售权价值, 则可利用 Black-Scholes 公式计算以 10.718 元为执行价格, 9.61 元为股票价格, 2.56% 为无风险利率, 20.13% 为波动率, 1.7630 (即  $2.2630 - 0.5$ ) 为有效期限的看涨期权价格, 结果为 0.57366 元, 再乘以转换率 10, 则每份转债的回售权价格为 5.7366 元。

因此, 在传统定价模型下, 机场转债的理论价值是:

$$\begin{aligned} \text{可转债价值} &= \text{纯债券价值} + \text{转股权价值} + \text{回售权价值} - \text{赎回权价值} \\ &= 96.7652 + 9.8067 + 2.8174 - 5.7366 \\ &= 109.49 \end{aligned}$$

当天机场转债的价格为 103.30, 理论价格比实际价格高估 5.99%

将 2002/2/1-2003/1/31 期间按模型测算的理论价格与当天机场转债的实际价格进行比较, 可以发现, 理论价格平均高估程度为 6.47%: 如下图所示:



### 4.3 首钢转债的实证分析

#### 1、公司基本面分析

首钢股份(600959)目前主要从事钢铁冶炼, 钢材轧制, 销售高碳、中碳、低碳、低合金线材产品, 以及生产、销售其他金属制品, 公司是目前国内规模最大的线材生产企业之一。公司 2003 年主营业务中钢产量较去年有较大幅度增长, 钢材产量与去年基本持平, 而生铁产量则较去年有一定程度的下降。

本次发行可转债募集资金用于 150 万吨冷扎薄板生产线建设项目, 总投资为 541828 万元。该项目建成后, 将有助于公司产品结构的完善, 提高盈利能力, 但是, 薄板市场将面临更加激烈的竞争格局, 目前包括宝钢、武钢、华菱等公司都在扩大薄板产量, 随着薄板生产能力的逐步实现, 薄板市场竞争将愈加激烈。

作为一家主营业务发展稳定, 企业管理水平高的大型钢铁企业, 首钢股份一直保持了良好的资产状况、盈利状况和现金流状况, 这为公司本次可转换债券的偿付提供了有力的保障。同时, 本次募集资金项目良好的盈利前景为公司发展增添了新的发展动力。首钢股份的销售收入和净利润一直非常稳定地保持了一个较高的水平, 产品的毛利率和净利率也稳定地维持在 10%和 5%左右的水平, 而净资产收益率保持在 13%左右的较高水平, 充分说明了公司现有业务的盈利情况非常稳定, 这为公司本次可转债的偿付和公司未来的发展奠定了坚实的基础。本次募集资金投资项目的内部收益率达到 14.27%, 项目达产后, 每年将新增税后利润 6.28 亿元, 公司的盈利能力将得到巨大的提升。

由于首钢股份主营业务的经营情况比较稳定, 所以公司经营性现金流的情况非常健康, 这为公司本次可转换债券的偿付提供了有力的保证。优良的资产

质量、较强的盈利能力和健康的现金流状况使首钢股份拥有了很强的偿债能力。

## 2、首钢转债的基本条款<sup>①</sup>

首钢转债的发行采取向发行人原股东优先配售，原股东优先配售后余额部分采用网下对机构投资者配售和通过深圳证券交易所交易系统上网定价发行相结合的方式。本次共发行 200,000 万元首钢转债，每张面值为 100 元人民币，共 2000 万张，发行价格为每张人民币 100 元。基本条款见下表：

表 4-2 首钢转债发行条款一览表

可转债名称	发行额	面值	发行期间
首钢转债	20 亿	100 元	2003/12/16-2008/12/15
票面利率	初始转股价	付息登记日	转换期
1.5%（略低于同期发行的大多数转债 <sup>②</sup> ）	5.76	2004/12/14	2004/6/16-2008/12/15
		2005/12/14	
		2006/12/14	
		2007/12/14	
		2008/12/14	

3、根据首钢转债的基本条款，我们可以计算出首钢转债的纯债券价值和转股权价值。

这里我们选取 2005 年 6 月 23 日的数据作为样本进行分析：

要计算首钢转债纯债券部分的价值，首先要确定贴现率。与首钢转债的到期日相对应的 21 国债 15(代码 010115)。转债距离到期日的期限是 3.4794，选取 12 月份的日加权到期收益率的平均数作为预测值，其收益率是 2.95%。因此无风险利率取 2.95%。至于每年支付的利息和本金，我们可以从首钢转债的发行条款中找到相应的数据，所以首钢转债 2005 年 6 月 23 日的纯债券价值是：

$$\begin{aligned}
 PV &= \sum_{t=1}^n \frac{C}{(1+i)^t} + \frac{V}{(1+i)^n} \\
 &= \frac{100 \times 1.5\%}{(1+2.95\%)^{0.4794}} + \frac{100 \times 1.5\%}{(1+2.95\%)^{1.4794}} + \frac{100 \times 1.5\%}{(1+2.95\%)^{2.4794}} + \frac{100 \times 1.5\%}{(1+2.95\%)^{3.4794}} + \frac{100}{(1+2.95\%)^{3.4794}} \\
 &= 96.0464
 \end{aligned}$$

<sup>①</sup> 数据来源：北京首钢股份发行可转换公司债券募集说明书摘要，证券时报，2003 年 12 月 16 日

<sup>②</sup> 2003 年发行转债的利率条款一览表见附录七

首钢股票 2004/7/1-2005/6/30 期间每天的波动率<sup>①</sup>

$$\sqrt{\frac{1}{242-1} \times 0.0607 - \frac{1}{242(242-1)} (0.3329)^2}$$

$$=1.58\%$$

该股票价格这段时间的波动率  $\sigma = \sigma_{\text{天}} \times \sqrt{242} = 0.2210 = 24.58\%$

这个估计数的年标准误差为  $\frac{\sigma}{\sqrt{2n}} = \frac{0.2458}{\sqrt{2 \times 242}} = 0.0100 = 1.12\%$

对于转股期权，我们已知转股期权的执行价格是 4.03 元，无风险利率是对应期限国债的到期收益率 2.95%，标的物价格是首钢股票当日收盘价 3.43 元，波动率等于一年来首钢股票价格各交易日的收益率标准差 24.58%。根据以上已知条件和 Black-Scholes 期权定价公式，可计算转股期权的单位价值为：0.5478 元/股，每份可转债的转股权价值为  $0.5478 \times \left(\frac{100}{4.03}\right) = 12.3659$

除此之外，其他条款也会对可转债的价值产生影响：

赎回条款：首钢转债的赎回条款相对来说比较复杂，分阶段有不同的调整办法。自首钢转债发行之日起 24 个月后至首钢转债到期日止为首钢转债的赎回期：

①自本次可转债发行首日起 24 个月后至 36 个月期间内，如公司 A 股股票任意连续 30 个交易日内有 20 个交易日的收盘价高于当期转股价格的 150%，公司有权赎回未转股的公司可转债。在此期间当赎回条件首次满足时，公司有权按本公司可转债票面金额的 105%（含当期利息）赎回全部或部分在“赎回日”（在赎回公告中通知）之前未转股的公司可转债。

②自本次可转债发行首日起 36 个月后至 48 个月期间内，如公司 A 股股票任意连续 30 个交易日内有 20 个交易日的收盘价高于当期转股价格的 140%，公司有权赎回未转股的公司可转债。在此期间当赎回条件首次满足时，公司有权按本公司可转债票面金额的 105%（含当期利息）赎回全部或部分在“赎回日”（在赎回公告中通知）之前未转股的公司可转债。

③自本次可转债发行首日起 48 个月后至 60 个月期间内，如公司 A 股股票任意连续 30 个交易日内有 20 个交易日的收盘价高于当期转股价格的 130%，公

<sup>①</sup>首钢股票波动率计算见附录六

司有权赎回未转股的公司可转债。在此期间当赎回条件首次满足时,公司有权按本公司可转债票面金额的 105%(含当期利息)赎回全部或部分在“赎回日”(在赎回公告中通知)之前未转股的公司可转债。本公司在赎回条件首次满足后不实施赎回的,当年不再行使赎回权。

由于目前处于第一阶段,因此须按第一阶段的赎回条款进行处理。赎回买权的价值同样可根据 Black-Scholes 期权定价公式获得,执行价格是  $4.03 \times 150\% = 6.045$ ,波动率、标的物、无风险利率的取值与计算转股权一样,无风险利率为对应国债(010115)的收益率 2.95%,波动率为 24.58%,期限为 3.4794 年,当日的股票价格为 3.43 元,所以赎回权的单位价值是 0.1610 元/股,每份可转债的赎回价值为  $0.1610 \times \left(\frac{100}{4.03}\right) = 3.6339$

#### 回售条款:

在本次可转债到期日前一个计息年度内,如果公司股票任意连续 30 个交易日中至少 20 个交易日的收盘价低于当期转股价格的 80%时,可转债持有人有权将其持有的全部或部分可转债以面值 107%(含当年期利息)的价格回售予公司。可转债持有人在本次可转债到期日前一个计息年度内可在上述约定条件首次满足时行使回售权一次,但若首次不实施回售的,将不得再行使回售权。

我们利用 Black-Scholes 期权定价公式计算以  $4.03 \times 80\% = 3.224$  为卖出期权执行价格,3.43 为股票价格,2.95%为无风险利率,24.58%为波动率,3.4794 为有效期限的卖出期权价格,结果为 0.3476,再乘以转换率 24.81,则每份可转债的回售权价格为 7.8471 元。

#### 修正权限与修正幅度:

在可转债的存续期间,当公司 A 股股票在任意连续 30 个交易日中至少 20 个交易日的收盘价低于当期转股价格的 90%时,公司董事会有权在不超过 10%(含)的幅度内向下修正转股价格。修正幅度为 10%以上时,由公司董事会提议,经公司股东大会通过后实施,修正后的转股价格不得低于公司普通股的每股净资产。

作为一个提升可转债期权价值的条款,它是发行公司拥有的一个卖出期权,修正股价的幅度,以公司的每股净资产为底线,即每股净资产 2.49 元可视为期权的执行价格,标的物是首钢转债的股票价格,其他条件的确定都与转股权一

样。可以计算出修正权价格为 2.6966 元。实际上,该修正条款对首钢转债的价值提升作用较为有限。

因此,在传统定价模型下,计算出的首钢可转债的理论价值是:

$$\begin{aligned}\text{可转债价值} &= \text{纯债券价值} + \text{转股权价值} + \text{回售权价值} + \text{修正权价值} - \text{赎回权价值} \\ &= 96.0464 + 12.3659 + 7.8471 + 2.6966 - 3.6339 \\ &= 115.32\end{aligned}$$

当天首钢转债的价格为 99.16,理论价格比实际价格高估 16.29%。将 2004/7/1-2005/6/30 期间按模型测算的理论价格与当天首钢转债的实际价格进行比较,可以发现,理论价格平均高估程度为 14.41%:如下图所示:

## 第五章 Black-Scholes 模型下修正定价方法的实证研究

上一章的理论分析与案例实证表明，传统的可转债定价思路将可转换债券的价值分成纯债券价值与期权价值的因素分解法并不切合实际，也相当粗略，因此以其为基础的定价模型不能有效地预测可转债的价值，为投资者与发行者提供准确的价值参考。鉴于此，笔者认为有必要先对传统定价思路的理论进行修正。

### 5.1 传统定价方法的缺陷及修正

首先，传统的定价理论认为可转换债券的价值底限是纯债券部分的价值。根据可转债最小价值理论的分析，我们已经明确知道，其实可转换债券的价值底限取决于其纯债券价值与转换价值的比较，两者中取价值较高者作为价值底限。纯债券价值反映可转债的固定收益大小，转换价值则反映标的股票价格对转债价值的影响力。对于投资者来说，如果标的股票的价格越高，可转债中纯债券的价值保护作用就相对越小，这时其价值的底限更体现为转换价值；如果标的股票的价格越低，转换特性带来的价值就越低，普通债券的保护作用就相对越强，这时纯债券的价值更能体现其价值底限的作用。从市场的角度来看，当上市公司的普通股价格较低时，可转债的价值主要受其基本价值如纯债券价值的影响，当上市公司的普通股价格比较高时，可转债的价值主要受其转换价值的影响。

所以，可转债的价值底限应等于其纯债券价值和转换价值二者之间的较大值。即：可转债价值底限=MAX（纯债券价值，转换价值）

其次，传统的定价理论认为可转换债券期权部分的价值应等于各条款下赋予投资者的期权价值之和，再减去发行者取得的期权价值。但我们不能忘记的是，除了向下修正期权以外，其它三个主要条款下的权利—转股权、回售权和赎回权—并不是可以同时执行的，只要其中一个权利的条件满足，权利者执行

期权，其他两个权利就会自动解除并消失。我们称这样的权利为捆绑式的权利。因此将它们简单地相加或相减并不十分合理。为此，笔者认为可转债期权部分的价值应是转股权、回售权和赎回收益三者价值中的最大值者，而修正期权的执行不会终止转债持有者对另外三个权利的实施，所以可直接从转股权价值中减去修正期权价值。可转债的期权价值=Max[（转股权价值 - 修正期权价值），赎回权收益，回售权价值]

其中赎回收益是指持有者在赎回时获得的收益与赎回期权价值的差额。但此公式的问题在于赎回收益难以确定，同时赎回权掌握在发行公司手中，即使赎回触发条件得以启动，发行公司也不一定会执行赎回权。实际上，赎回条款的设置目的一般是希望加速投资者转股，上市公司不会轻易执行，其实际作用只是降低转股期权价值的最高价限。因此，当赎回权价值较小时，可直接将赎回权价值从转股权价值中减去，以便明确赎回期权的限制顶值作用。这样，可转债期权部分的公式可表达为：

可转债的期权价值=Max[（转股权价值 - 修正期权价值 - 赎回权价值），回售权价值]

## 5.2 修正模型下机场转债的实证研究

为了于传统模型的测算结果进行比较，这里仍然以时点 2002 年 11 月 21 日为例，用修正的模型计算首钢转债的价值。

根据上一章已经得出的相应结果，可知：

纯粹债券价值=96.7652 元

转换价值=转股比例×股票价格=(100/10)×9.15=91.50 元

用数值模拟程序计算期权价值，结果为：

转股权价值=9.8067 元

赎回权价值=2.8174 元

回售权价值=5.7366 元

可转债价值底限=Max（纯债券价值，转换价值）=纯粹债券价格=96.76 元

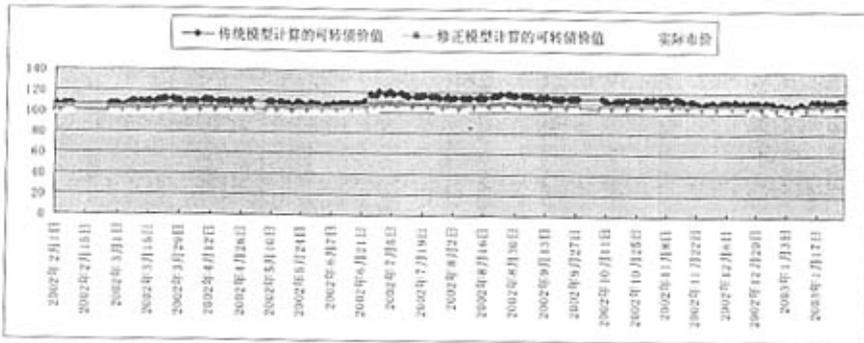
可转债的期权价值=Max[（转股权价值-修正权-赎回权价值），回售权价值]

=Max[（9.8067-2.8174），5.7366]=6.9893 元

在修正后的定价模型下，转债的理论价值是：

$$\text{可转债价值} = 96.76 + 6.98 = 103.74 \text{ 元}$$

此理论价值与市场当天的价格 103.2 更接近了，两者偏差按百分比计只有 0.52%。我们采用机场转债 2002 年 2 月 1 日到 2003 年 1 月 31 日的数据来计算修正定价模型下可转债的价格，发现模型价格平均高估的幅度是 1.94%。参见下图：



### 5.3 修正模型下首钢转债的实证研究

为了于传统模型的测算结果进行比较，这里仍然以时点 2005 年 6 月 23 日为例，用修正的模型计算首钢转债的价值。

根据上一章已经得出的相应结果，可知：

$$\text{纯粹债券价值} = 96.0464 \text{ 元}$$

$$\text{转换价值} = \text{转股比例} \times \text{股票价格} = (100/4.03) \times 3.43 = 85.11 \text{ 元}$$

用数值模拟程序计算期权价值，结果为：

$$\text{转股权价值} = 12.3659 \text{ 元}$$

$$\text{修正权价值} = 2.6966 \text{ 元}$$

$$\text{赎回权价值} = 3.6399 \text{ 元}$$

$$\text{回售权价值} = 7.8471 \text{ 元}$$

$$\text{可转债价值底限} = \text{Max}(\text{纯粹债券价值}, \text{转换价值}) = \text{纯粹债券价格} = 96.05 \text{ 元}$$

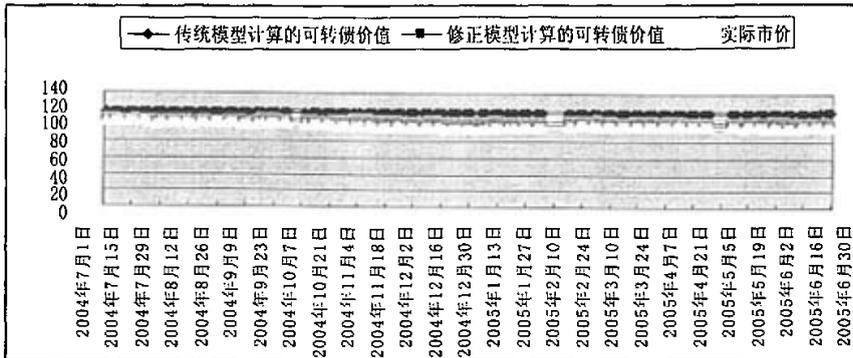
$$\text{可转债的期权价值} = \text{Max}[(\text{转股权价值} - \text{修正权} - \text{赎回权价值}), \text{回售权价值}]$$

$$= \text{Max}[(12.3659 - 2.6966 - 3.6399), 7.8471] = 7.84 \text{ 元}$$

在修正后的定价模型下，转债的理论价值是：

$$\text{可转债价值} = 96.05 + 7.84 = 103.89 \text{ 元}$$

此理论价值与市场当天的价格 99.16 更接近了，两者偏差按百分比计只有 4.77%。我们采用首钢转债 2004 年 7 月 1 日到 2005 年 6 月 30 日的数据来计算修正定价模型下可转债的价格，发现模型价格平均高估的幅度是 4.93%。参见下图：



## 5.4 模型影响因子的敏感性分析

以上实证结果表明，修正模型定价与市场实际价格虽然仍存在着一定的偏差，但偏差程度已大为缩小，较为接近实际市价。因此修正模型已具有较大的可用性。笔者认为，是以下一些因素对模型估值的准确性造成了影响：

### 1、波动率的影响

对股价波动率的研究表明，波动率是不断变化的，而 Black-Schols 定价模型对波动率所隐含的假设是在期权存续期内价格波动率水平不变，这使得模型计算出的可转债价格和实际价格存在一定的差距。实证经验表明，使用近 90 至 360 个交易日的收盘价来估计波动率是比较恰当的。同时，如果基础股票价格的波动率较小，则对可转债的定价会相对准确。

### 2、缺乏做空机制

由于我国证券市场并不存在卖空机制，这使得通过卖空股票并买入可转换债券的套利行为不能发生。而模型假设允许卖空，并且卖空股票所得金额能享有利息收入，由此也造成了理论期权定价与市场定价的偏离。

### 3、流动性问题。

一般可转换债券的流动性比股票差，这必然会对期权定价产生影响，使理论定价略高于实际价格。

#### 4、股权分置改革的影响

股权分置改革导致转债市场价值重心下移。目前可转换债券市场绝大部分转债在股改预期下均有所调整，尤其是前期转股溢价与纯债溢价均相对较高的转债，在暂时无法受股价支撑的情况下，转债价值逐渐向纯债底价靠拢，随着大多数转债寻求底价支撑，可转债市场的债性逐渐增强，部分可转债价值可能被低估。

### 5.5 股权分置改革的影响

目前对转债市场影响最大的就是股权分置改革。由于目前股权分置改革未能兼顾转债持有人的利益，因此对可转债持有人带来了不利影响。股权分置改革中没有涉及到可转债价格条款的调整，如转股价、修正转股价和回售价条款等，使得转债投资者无保护工具。因为如果不修正转股价条款，就会降低转债的期权价值；在发行公司股价因除权而降低，股价与转股价间之间差价加大的情况下，如果没有触发修正条款，或已经触发修正条款，但是没有触及回售条款，上市公司不愿意修正转股价，转股的可能性和收益预期都会相应降低。这样，可转债的投资价值有可能受到损失，部分可转债内涵期权价值会下降。

目前进行的股权分置改革一般采用以下两种形式：

一种是送股、派现方式。对于股性较强的转债来说，只要流通股东所支付的对价能够弥补股价下跌的损失，那么方案实施可以起到转股的作用。对于债性较强的转债来说，在高溢价率的前提下转股意味着较大幅度的损失。而这一类型的公司原本调整转股价的意愿就比较小，预计其在支付对价的时候下调转股价的可能性更低，如果其债券收益率不高则持有这类转债可能面临较高的机会成本。

另一种是权证方式。目前转债的价格主要受纯债价值和转股价值的影响，而理论上所计算出来的期权价值对转债价格的指导作用很微弱，股票市场价格所体现出来的期权价格很低。作为一个试点推出的产品，其出现的目的是解决历史遗留问题，其定价含有很大程度的人为因素，权证的投资人不应简单地

运用海外权证定价的理论来评论它。既然权证价格主要由股票价格和行权的差额来决定,那么很有可能出现股票价格受到市场波动和人为影响(操纵)的情况,而不由公司行业前景和经营状况所反映出来的内在价值决定,所以转债的期权价格会受到权证定价的影响。由于权证的发行和流通会导致标的股票的波动,从而间接地影响到了转债的期权价值。

股权分置试点的破题打破了市场原有的运行状态:由于采取不同流通方案对股票投资价值产生的差异巨大,市场现存的“估值”体系一下子失去了意义,在新的价值平衡点尚未明朗情况下,市场陷入混乱状态。因此被认为是制约国内市场发展重要因素的股权分置的试点并未引起市场的上涨,相反混乱局面以及由此带来的恐慌效应使得股指大幅下跌。由于可转债标的股票的价格呈现整体下跌态势,这促成了整个转债市场表现为债性强,股性弱,偏股型转债<sup>①</sup>受到较大冲击,转债市场已经成为债性为主导的市场。较低的转债价格使得转债的纯债收益率提升,就偏债性转债<sup>②</sup>而言,如果不考虑转债的期权价值,将其视为纯债而计算出各转债品种的到期收益率,则现时一部分转债的收益率水平已经超出了同期限的国债甚至企业债<sup>③</sup>的水平。转债以债性为主的投资价值得以普遍体现。因此短期内,应选取那些基本面相对优良,债性保护较好的转债作为主要投资对象;同时,由于股性较强的可转债价值存在着一定被低估的因素,其长期投资价值依然存在,两者做适当的配比将是较为理想的投资策略。

<sup>①</sup> 转换溢价率在 5%附近以及 5%以下,到期收益率为负的品种我们定义为偏股性转债

<sup>②</sup> 转换溢价率在 20%以上,到期收益率大于 2%的品种我们定义为偏债性转债

<sup>③</sup> 目前国债市场收益率已经下降到 2002 年年初的水平,而企业债 3 年期的利率水平大约在 3%左右

## 第六章 结论

可转换债券作为一种兼具债券和股票特点的金融工具，经过不断的发展和  
创新，已经成为全球资本市场上相当成熟普遍的融资工具，在我国有广阔的  
发展前景。本文在基本理论分析和实证研究的基础上，得出以下结论：

1、我国可转换债券市场的价格表现在整体上与传统理论相符，基本体现了  
可转债所应有的特点与优势，已经成为当前我国上市公司再融资的主要工具。  
其条款设计、风险收益特征、流动性以及与其它投资工具的相关性等方面与国  
外成熟市场具有相似性，也体现出一定的独立性。。

2、可转债模型定价所需的一个重要参数是标的股票的预期的收益波动率，  
中国股票市场庄家操纵价格的现象比较普遍，其主要表现是股价短期内暴涨或  
暴跌，这会给出大多数股票价格较高的波动率估计，所以可转债价格也会被高  
估。

3、从股票和可转债的价格规律来看，股票价格从理论上讲不存在上下限—  
—通过控制买卖数量，“庄家”可以将一只股票的价格任意拉抬或打压；相形之  
下，可转债价格却受标的股票价格的牵制——在标的股票价格不变的情况下，  
可转债价格可能在一个相当狭小的箱形区域内运动(由于套利规律作用)。这意  
味着，除非先操纵标的股票的价格，任何人无法大幅度地拉升或打压可转债价  
格。

4、由于非流通股的存在，市场的有效性被大大削弱了，价格信息不能及时  
准确的反映全部信息。随着可转债市场的发展，它与股票市场相关性进一步紧  
密，所以股权分置的弊病也进一步显现。由于股权分置条件下发行的可转债没  
有涉及到股改的问题，随着股改的不断推进，转债投资者却没有得到合理的补  
偿。这也是造成理论定价与实际价格差异的重要原因。因此，应当建立流通股  
股东类别表决机制，并在可转换债券发行中提高流通股股东可转换债券配售比  
例。

5、股权分置改革改变了股票市场及可转债市场运行的基础，带来不确定性。  
由于股权分置改革的影响，转债市场目前进入以债性为主导的阶段，可以发现

绝大部分转债都集中在低纯债溢价部分，因此在当前债性保护好的转债中以收益率为参考来配置投资策略将是目前转债市场的主要投资策略。同时，由于部分股性较强的转债价值存在着一定被低估的因素，其长期投资价值依然存在，综合收益和风险两方面考虑，笔者建议适当增加平衡型和偏债型品种的配置比例，偏股型:平衡型:偏债型=1:2:3 的配置。

6、随着上市交易的可转债品种的增加，机构投资者的不断进入，市场的进一步完善，股权分置改革的进一步推进，影响模型定价的人为因素将逐渐减少。在对模型的自变因子做进一步的修订后，理论定价的准确性应该能得到进一步的提高。

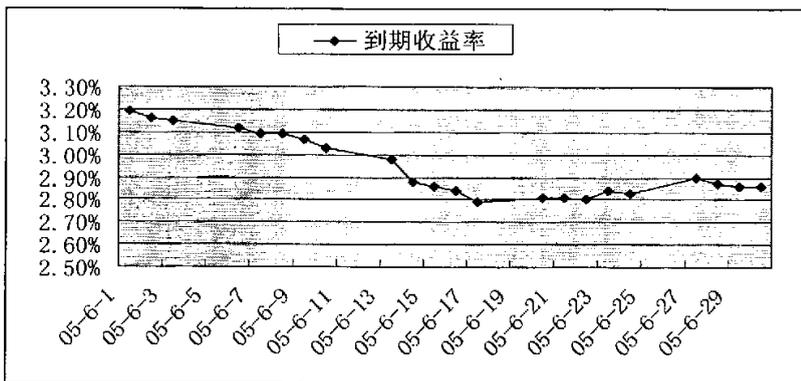
## 附 录

附录一：我国可转债的转债情况

简称	转股价	当日转股 数量 (万股)	当日转股 户数 (万股)	累计转股 数量 (万股)	累计转股 比例 (%)	交易日
南化转债	4.56	564	16.69	3289.03	99.99	2001-5-25
虹桥转债	7.69	205	658.18	14962.71	97.97	2004-4-22
民生转债	4.64	6	50.62	48075.25	92.42	2005-8-11
水运转债	5.86	2	0.26	3705.14	69.59	2004-6-10
云化转债	6.8	6	201.28	4123.96	80.77	2005-8-15
西钢转债	5.34	0	0	4791.73	52.22	2005-4-21
雅戈转债	3.35	6	54.93	9825.07	59.59	2005-8-10
复星转债	5.03	0	0	4115.31	36.1	2005-8-15
阳光转债	3.8	1	0.03	12644.29	96.73	2005-4-14
桂冠转债	12.58	1	0.01	0.06	0	2005-6-14
山鹰转债	4.15	1	0.05	769.63	18.64	2005-3-9
华电转债	6.43	1	0.03	523.34	4.25	2004-10-14
国电转债	6.59	5	0.36	2337.48	8.71	2005-6-30
邯钢转债	3.36	1	0.33	2214.55	5.63	2005-8-15
钢联转债	4.15	52	3225.9	7625.16	17.58	2005-8-15
招行转债	6.23	2	0.16	13.4	0.02	2005-8-15
歌华转债	19.76	2	1.21	1.44	0.02	2005-8-15
南山转债	6.5	0	0	0.11	0	2005-6-27
营港转债	10.25	0	0	19.58	0.29	2005-7-25
江淮转债	5.62	1	0.12	7350.66	47.33	2005-8-15

附录二：国债（010115）到期收益率（2005/6）的加权平均计算

日期	到期收益率	日期	到期收益率
05-6-1	3.19%	05-6-16	2.84%
05-6-2	3.16%	05-6-17	2.79%
05-6-3	3.15%	05-6-20	2.81%
05-6-6	3.12%	05-6-21	2.81%
05-6-7	3.09%	05-6-22	2.80%
05-6-8	3.09%	05-6-23	2.84%
05-6-9	3.07%	05-6-24	2.83%
05-6-10	3.03%	05-6-27	2.90%
05-6-13	2.98%	05-6-28	2.87%
05-6-14	2.88%	05-6-29	2.86%
05-6-15	2.86%	05-6-30	2.86%
平均到期收益率		2.95%	



附录三：机场股票波动率计算（2002/2/1-2003/1/31）

日期	收盘价	股价对比 (S <sub>t</sub> /S <sub>t-1</sub> )	U <sub>t</sub> (ln(S <sub>t</sub> /S <sub>t-1</sub> ))	U <sub>t</sub> <sup>2</sup>	日期	收盘价	股价对比 (S <sub>t</sub> /S <sub>t-1</sub> )	U <sub>t</sub> (ln(S <sub>t</sub> /S <sub>t-1</sub> ))	U <sub>t</sub> <sup>2</sup>
2002-2-1	8.45				2002-8-9	9.75	1.01246	0.001238	0.00015
2002-2-4	8.5	1.00502	0.0058997	0.0000348	2002-8-12	9.67	0.99478	-0.002300	0.0000572
2002-2-5	8.55	1.00471	0.0046948	0.0000220	2002-8-13	9.53	0.98555	-0.0041451	0.0000179
2002-2-6	8.4	0.86361	-0.1165263	0.0002732	2002-8-14	9.77	1.01454	0.0144332	0.0002083
2002-2-7	8.49	1.01071	0.0108573	0.0001138	2002-8-15	9.74	0.99993	-0.0030753	0.0000295
2002-2-8	8.55	1.00707	0.0070423	0.0000466	2002-8-16	9.69	0.98487	-0.0051467	0.0000263
2002-2-25	8.63	1.00936	0.0093132	0.0000687	2002-8-19	9.8	1.01335	0.013260	0.0000174
2002-2-26	8.63	1.00600	0.0060000	0.0000000	2002-8-20	10.04	1.02448	0.0241947	0.0005854
2002-2-27	8.64	1.00118	0.0011581	0.0000013	2002-8-21	10.01	0.99701	-0.0029923	0.0000060
2002-2-28	8.51	0.98495	-0.0151608	0.0002285	2002-8-22	10.04	1.00300	0.0029925	0.0000099
2002-3-1	8.44	0.89177	-0.1082559	0.0006962	2002-8-23	10.13	1.00886	0.0088242	0.0000798
2002-3-4	8.45	1.00118	0.0011841	0.0000014	2002-8-26	10.13	1.00900	0.0090000	0.0000090
2002-3-5	8.69	1.02340	0.0230055	0.000544	2002-8-27	10.09	0.98905	-0.0039566	0.0000157
2002-3-6	8.65	1.01841	0.0182445	0.0003329	2002-8-28	10.01	0.99207	-0.0079902	0.0000634
2002-3-7	8.9	1.00565	0.0056338	0.0000315	2002-8-29	10.01	1.00000	0.0000000	0.0000000
2002-3-8	8.85	0.98775	-0.0022487	0.0000051	2002-8-30	9.99	0.98900	-0.0020000	0.0000040
2002-3-11	8.65	1.00563	0.0056148	0.0000315	2002-9-2	9.58	0.99900	-0.0010015	0.0000016
2002-3-12	8.76	0.98096	-0.0192205	0.0003894	2002-9-3	10.03	1.00501	0.0049975	0.0000248
2002-3-13	8.82	1.00685	0.0068260	0.0000466	2002-9-4	10	0.99701	-0.0029955	0.0000090
2002-3-14	9.03	1.02381	0.0235305	0.0005537	2002-9-5	9.98	0.98800	-0.0020040	0.0000040
2002-3-15	8.95	0.98114	-0.0086985	0.0000792	2002-9-6	9.78	0.97998	-0.0202436	0.0004098
2002-3-18	8	1.00559	0.0055910	0.0000315	2002-9-9	9.75	0.98993	-0.0020722	0.0000094
2002-3-19	9.11	1.01222	0.0121481	0.0001476	2002-9-10	9.79	1.00410	0.0040904	0.0000168
2002-3-20	9.19	1.00878	0.0087432	0.0000764	2002-9-11	9.69	0.98979	-0.0102670	0.0001059
2002-3-21	9.32	1.01415	0.0140467	0.0001973	2002-9-12	9.8	1.01125	0.0112880	0.0001274
2002-3-22	9.27	0.99484	-0.0053792	0.0000289	2002-9-13	9.78	0.99796	-0.0020429	0.0000042
2002-3-25	9	0.99320	-0.0032910	0.0000110	2002-9-14	9.76	0.99182	-0.00492136	0.0000249
2002-3-26	9.11	0.87967	-0.1206417	0.0004281	2002-9-17	9.68	0.98568	-0.0059471	0.0000371
2002-3-27	9.1	0.99890	-0.0010983	0.0000012	2002-9-18	9.8	0.99379	-0.0069305	0.0000328
2002-3-28	9.05	0.99451	-0.0055097	0.0000304	2002-9-19	9.77	1.01771	0.0175304	0.0003081
2002-3-29	8.99	0.98937	-0.0066519	0.0000442	2002-9-20	9.71	0.99284	-0.0071906	0.0000517
2002-3-31	8.93	0.99117	-0.0011117	0.0000011	2002-9-23	9.7	1.00163	0.0016300	0.0000011
2002-4-2	9.01	0.99000	-0.0100503	0.0001010	2002-9-24	9.73	1.00296	0.0029648	0.0000142
2002-4-3	8.91	1.00000	0.0000000	0.0000000	2002-9-25	9.75	1.00290	0.0029034	0.0000042
2002-4-4	9.02	1.01235	0.0123701	0.0001508	2002-9-28	9.7	0.99487	-0.0051414	0.0000264
2002-4-6	8.84	0.99113	-0.0089087	0.0000794	2002-9-27	9.78	1.00619	0.0061685	0.0000380
2002-4-7	9	0.11798	0.0017388	0.0000047	2002-10-8	9.69	0.98975	-0.0102988	0.0001081
2002-4-9	9.23	0.11429	0.0148948	0.0002032	2002-10-9	9.8	0.98738	-0.0125093	0.0001485
2002-4-10	9.21	0.98783	-0.0021682	0.0000047	2002-10-10	9.48	0.98371	-0.0083082	0.0000368
2002-4-11	9.08	0.98588	-0.0142157	0.0002021	2002-10-11	9.34	0.98523	-0.0148781	0.0002214
2002-4-12	9.11	1.00330	0.0032885	0.0000109	2002-10-14	9.39	1.00335	0.0033380	0.0000285
2002-4-15	8.99	0.99122	-0.00868203	0.0000776	2002-10-15	9.38	0.99381	-0.0032000	0.0000102
2002-4-16	8.88	0.98525	-0.0094565	0.0000308	2002-10-16	9.38	1.01816	0.0179949	0.0003010
2002-4-17	8	1.00223	0.0022247	0.0000049	2002-10-17	9.48	0.98475	-0.0052904	0.0000277
2002-4-18	8.94	0.89333	-0.0060880	0.0000447	2002-10-18	9.8	1.01266	0.0126788	0.0001582
2002-4-19	8.94	1.00000	0.0000000	0.0000000	2002-10-21	9.61	1.00104	0.0010411	0.0000011
2002-4-22	8.91	0.99664	-0.0033813	0.0000113	2002-10-22	9.64	1.00312	0.0031169	0.0000097
2002-4-23	8.89	0.98778	-0.0022472	0.0000012	2002-10-23	9.6	1.00000	0.0000000	0.0000000
2002-4-24	8.85	0.99550	-0.0045096	0.0000203	2002-10-24	9.6	0.99585	-0.0041380	0.0000173
2002-4-25	8.88	1.00339	0.0033841	0.0000115	2002-10-25	9.62	1.00208	0.0020810	0.0000043
2002-4-26	8.92	1.00450	0.0044944	0.0000202	2002-10-28	9.62	1.00000	0.0000000	0.0000000
2002-4-29	9.02	1.01794	0.0177782	0.0003181	2002-10-29	9.87	1.00920	0.0091840	0.0000289
2002-4-30	9.09	0.99110	-0.0011037	0.0000012	2002-10-30	9.8	0.99897	-0.0010347	0.0000011
2002-5-8	9.05	0.99560	-0.0044102	0.0000194	2002-10-31	9.67	1.00104	0.0010347	0.0000011
2002-5-9	8.99	0.98337	-0.0066519	0.0000442	2002-11-1	9.7	1.00310	0.0030976	0.0000096
2002-5-10	8.97	0.99778	-0.0022272	0.0000050	2002-11-4	9.78	1.00619	0.0061685	0.0000380
2002-5-13	9.01	1.00448	0.0044884	0.0000198	2002-11-5	9.78	1.00205	0.0020471	0.0000042
2002-5-14	8.88	0.98557	-0.0145436	0.000145	2002-11-6	9.77	0.98968	-0.0101320	0.0000610
2002-5-15	8.78	0.98874	-0.0113251	0.0001283	2002-11-7	9.78	1.00102	0.0010230	0.0000011
2002-5-16	8.8	0.97950	-0.0207142	0.0004291	2002-11-8	9.66	0.98773	-0.0123458	0.0001524
2002-5-17	8.8	1.02328	0.0239895	0.0005285	2002-11-11	9.73	1.00725	0.0072200	0.0000521
2002-5-20	8.89	0.98750	-0.0125778	0.0001582	2002-11-12	9.75	1.00206	0.0020534	0.0000042
2002-5-21	8.99	1.03337	0.0332899	0.0011078	2002-11-13	9.67	0.99179	-0.0082390	0.0000679
2002-5-22	8.77	0.97661	-0.0238631	0.0005889	2002-11-14	9.6	0.98927	-0.0040588	0.0000167
2002-5-23	8.84	1.00798	0.0079501	0.0000832	2002-11-15	9.53	0.98271	-0.0073184	0.0000536
2002-5-24	8.82	0.98843	-0.0130676	0.0001868	2002-11-18	9.49	0.99589	-0.0042061	0.0000177
2002-5-27	8.73	1.01281	0.0128358	0.0001571	2002-11-19	9.48	0.99896	-0.0010543	0.0000011
2002-5-28	8.78	0.99434	-0.0058798	0.0000332	2002-11-20	9.37	0.98840	-0.0116712	0.0001362
2002-5-29	8.89	0.98975	-0.0103035	0.0001062	2002-11-21	9.15	0.97852	-0.0158961	0.0001941
2002-5-30	8.84	0.99425	-0.0057704	0.0000333	2002-11-22	9.15	1.00000	0.0000000	0.0000000
2002-5-31	8.69	1.00570	0.0057004	0.0000333	2002-11-25	9.18	1.00328	0.0032733	0.0000107
2002-6-3	8.52	0.98844	-0.0157568	0.0003993	2002-11-26	9.12	0.99346	-0.0065574	0.0000430
2002-6-4	8.60	1.00332	0.0033162	0.0000110	2002-11-27	9.14	1.00219	0.0021908	0.0000048
2002-6-5	8.55	0.99534	-0.0046875	0.0000218	2002-11-28	9.17	1.00218	0.0021828	0.0000010
2002-6-6	8.65	1.01287	0.0127834	0.0001670	2002-11-29	9.39	1.00213	0.0021322	0.0000045
2002-6-7	8.71	1.01732	0.0135530	0.0001837	2002-12-2	9.22	0.98190	-0.0182703	0.0003358
2002-6-10	8.88	0.99650	-0.0034110	0.0000116	2002-12-3	9.28	1.00651	0.0064885	0.0000421
2002-6-11	8.66	1.00911	0.0090704	0.0000823	2002-12-4	9.34	1.00847	0.0084447	0.0000415
2002-6-12	8.79	0.99210	-0.0076321	0.0000626	2002-12-5	9.27	0.99251	-0.0073289	0.0000510
2002-6-13	8.8	1.00114	0.0011370	0.0000013	2002-12-6	9.3	1.00324	0.0032310	0.0000104
2002-6-14	8.78	0.99773	-0.0022753	0.0000052	2002-12-9	9.41	1.01163	0.0117686	0.0001383
2002-6-17	8.92	1.01595	0.0158195	0.0002503	2002-12-10	9.3	0.98331	-0.0117586	0.0001383
2002-6-18	8.92	1.00000	0.0000000	0.0000000	2002-12-11	9.22	0.99140	-0.0088394	0.0000748
2002-6-19	8.93	1.00112	0.0011204	0.0000013	2002-12-12	9.17	0.98458	-0.0054378	0.0000296
2002-6-20	8.93	1.00000	0.0000000	0.0000000	2002-12-13	9.25	1.00472	0.0046863	0.0000755
2002-6-21	9.11	1.02018	0.0188663	0.0003983	2002-12-16	9.32	1.00757	0.0075591	0.0000566
2002-6-24	10.02	1.09889	0.0982104	0.0089050	2002-12-17	9.35	1.00322	0.0032137	0.0000103
2002-6-25	9.98	0.98703	-0.0120590	0.0001205	2002-12-18	9.32	0.98679	-0.0032137	0.0000103
2002-6-27	9.99	1.01011	0.0101012	0.0001012	2002-12-19	9.33	1.00107	0.0010724	0.0000012
2002-6-28	10.28	1.02903	0.0286157	0.0008159	2002-12-20	9.35	1.00214	0.0021413	0.0000046
2002-7-1	10.12	0.98444	-0.0156666	0.0002461	2002-12-23	9.4	1.00535	0.0053333	0.0000284
2002-7-2	10.21	1.00889	0.0088784	0.0000784	2002-12-24	9.32	0.99149	-0.0085471	0.0000731
2002-7-3	10.								

## 附录四：Blak-Scholes 模型计算 2002 年 11 月 21 日机场转债期权部分的价值

布莱克-斯科尔斯期权定价模型下机场转债期权部分价值分解计算		2002-11-21	
输入值	转股权	赎回权	回售权
股票现在的价格 ( $S_0$ )	9.15	9.15	9.15
年度标准差( $\sigma$ )	20.13%	20.13%	20.13%
年度无风险利率( $r$ )	2.56%	2.56%	2.56%
执行价格( $X$ )	10	13	10.718
到期时间-----年( $T$ )	2.2630	2.2630	2.2630
输出值			
d1	0.049377221	-0.81702053	-0.28927146
d2	-0.25344474	-1.11984249	-0.55655463
N(d1)	0.519690659	0.206958349	0.386186825
N(d2)	0.399962279	0.131390445	0.288915879
看涨期权价格 ( $C_0$ )	0.9807	0.281735512	0.573661424

附录五：传统模型、修正模型及实际市价下的机场转债价值比较

日期	2002-2-1	2002-2-4	2002-2-5	2002-2-6	2002-11-19	2002-11-20	2002-11-21	2002-11-22	2002-11-25	2003-1-21	2003-1-22	2003-1-23	2003-1-24	2003-1-27	2003-1-28	2003-1-29
内在价值																
d1	-0.07803321	-0.06334802	-0.03038933	-0.09777123	0.16700376	0.128173934	0.049377221	0.04891968	0.003669184	0.117504884	0.091484722	0.072600522	0.116439793	0.191485316	0.216197414	0.208772333
d2	-0.43139428	-0.41532031	-0.40222108	-0.44944487	-0.13618248	-0.17483128	-0.25344474	-0.25384653	-0.24341866	-0.17382116	-0.19975859	-0.21839439	-0.17441408	-0.09979523	-0.07389204	-0.08112571
N(d1)	0.468543273	0.471744688	0.479509989	0.461058975	0.566312877	0.550994338	0.519806519	0.519531192	0.523392198	0.548769594	0.538148277	0.529857182	0.54634910	0.575927366	0.585583065	0.582627016
N(d2)	0.332090655	0.338847497	0.343761665	0.326555346	0.445389514	0.430610616	0.399882278	0.399882278	0.403849545	0.430883712	0.420878705	0.413589917	0.430770231	0.460590628	0.470546144	0.467670991
看涨期权价值(C <sub>0</sub> )	0.8197	0.9010	0.9194	0.8528	1.1818	1.0994	0.9807	0.9797	0.9926	1.0551	1.0162	0.9886	1.0521	1.1670	1.2066	1.1939
转股期权	8.751073681	9.010414595	9.13377685	8.52758293	11.61841873	10.99416	9.806733799	9.797001449	9.925751635	10.55139054	10.16234714	9.88186302	10.52149393	11.66957538	12.06590601	11.98719391
日期	2002-2-1	2002-2-4	2002-2-5	2002-2-6	2002-11-19	2002-11-20	2002-11-21	2002-11-22	2002-11-25	2003-1-21	2003-1-22	2003-1-23	2003-1-24	2003-1-27	2003-1-28	2003-1-29
内在价值																
d1	-0.82330609	-0.80872374	-0.79609943	-0.84381575	-0.68834487	-0.73765984	-0.81702053	-0.81793071	-0.80083403	-0.78277329	-0.80952624	-0.82860366	-0.78660363	-0.71234386	-0.68822758	-0.69625021
d2	-1.157707016	-1.16071302	-1.14793097	-1.19508948	-1.00153282	-1.04070505	-1.13884249	-1.12856193	-1.11192187	-1.07419812	-1.10681754	-1.11985157	-1.07848249	-1.0062846	-0.97831741	-0.98614825
N(d1)	0.205166406	0.209337034	0.212387124	0.199386168	0.242480714	0.230348436	0.206698349	0.206698371	0.209017786	0.21688013	0.209147658	0.203366553	0.216048403	0.238129536	0.245584621	0.243138074
N(d2)	0.119843387	0.122878312	0.125498531	0.11594792	0.158284545	0.14908623	0.13190445	0.13125818	0.130085871	0.141366722	0.135531573	0.131388823	0.140860234	0.15902101	0.163959889	0.16039184
看涨期权价值(C <sub>0</sub> )	0.293294352	0.302201033	0.310154181	0.28808871	0.357112871	0.330444479	0.281735812	0.28143306	0.285591626	0.298912229	0.281363643	0.270423598	0.294969162	0.340614446	0.358631131	0.3512212
赎回期权	2.932913522	3.022010026	3.101541606	2.808807871	3.57112871	3.30444788	2.81785117	2.811433051	2.85916258	2.981222872	2.813636431	2.704235977	2.946918173	3.406144623	3.588313306	3.512212005
日期	2002-2-1	2002-2-4	2002-2-5	2002-2-6	2002-11-19	2002-11-20	2002-11-21	2002-11-22	2002-11-25	2003-1-21	2003-1-22	2003-1-23	2003-1-24	2003-1-27	2003-1-28	2003-1-29
内在价值																
d1	-0.37244097	-0.36588346	-0.34181324	-0.39384772	-0.155523	-0.19975457	-0.28927146	-0.28969594	-0.27877605	-0.2811986	-0.29528896	-0.28017312	-0.23025583	-0.14500921	-0.11891828	-0.12570089
d2	-0.6948827	-0.6718003	-0.66382582	-0.71542753	-0.42423031	-0.46724514	-0.59655429	-0.57104235	-0.54622721	-0.48247829	-0.53403557	-0.46389952	-0.3979955	-0.30386808	-0.27382517	-0.2765517
N(d1)	0.354788276	0.360953836	0.366223144	0.348464734	0.43800825	0.42008228	0.38618828	0.38520763	0.389824654	0.409753027	0.39809152	0.39667242	0.408946492	0.442351801	0.453462011	0.449981503
N(d2)	0.245584206	0.249846624	0.253464979	0.237174252	0.33663618	0.320162143	0.28819497	0.292454882	0.292454882	0.314272368	0.304196052	0.294658672	0.314222653	0.345316109	0.355808208	0.352392732
看涨期权价值(C <sub>0</sub> )	0.553344688	0.569082723	0.582897544	0.532285771	0.71180289	0.683398969	0.573861424	0.571278633	0.581544542	0.619412785	0.584122682	0.583429622	0.610336759	0.696581149	0.728884273	0.716692732
回售期权	5.533446884	5.69827227	5.828979443	5.322857706	7.116502988	6.833989688	5.738614244	5.72756332	5.81544542	6.134127658	5.84122882	5.834282705	6.103167591	6.965114387	7.288382734	7.168827321
传统模型下转股部分价值	11.39760804	11.8782315	11.92121639	11.04215354	15.16378482	14.3237049	12.72992933	12.71323471	12.8652781	13.71638113	13.89376312	13.61622905	13.6751698	15.22914341	15.76587744	15.59045462
传统债券价值	95.62016557	95.64003495	95.64665965	95.65328283	98.75181749	98.75961382	98.76821937	98.7711921	98.7920287	97.1748897	97.18159971	97.18833019	97.19506113	97.21525674	97.22198555	97.22872282
传统模型计算的可转债价值	107.0177734	107.3192864	107.567875	106.6954384	111.9150124	111.0822231	109.4912123	109.4951557	109.6773077	110.8912858	110.3715373	110.0045532	110.8702209	112.4444001	112.981827	112.8221774
修正模型计算的可转债价值	101.843287	101.6284352	101.7388956	101.3727187	104.7950195	104.4682334	103.764589	103.7576894	103.4618823	104.757138	104.5303104	104.3702895	104.7668833	105.4787887	105.1195842	105.0552501
实际市价	98.86	98.88	99.00	99.42	103.3	103.3	103.2	103.21	103.23	103.43	103.47	103.5	103.68	103.7	103.78	103.89

附录六：首钢股票波动率计算 (2004/7/1-2005/6/30)

日期	收盘价	股价对比 (S <sub>t</sub> /S <sub>t-1</sub> )	U <sub>t</sub> (ln(S <sub>t</sub> /S <sub>t-1</sub> ))	U <sub>t</sub> <sup>2</sup>	日期	收盘价	股价对比 (S <sub>t</sub> /S <sub>t-1</sub> )	U <sub>t</sub> (ln(S <sub>t</sub> /S <sub>t-1</sub> ))	U <sub>t</sub> <sup>2</sup>
2004-7-1	5.2				2004-12-27	4.380000	1.002283	0.022283	0.000095
2004-7-2	5.17	0.984231	-0.005786	0.000033	2004-12-28	4.360000	0.992166	-0.006834	0.000047
2004-7-5	5.16	0.998066	-0.001938	0.000004	2004-12-29	4.170000	0.956422	-0.043566	0.001885
2004-7-6	5.2	1.007752	0.007722	0.000060	2004-12-30	4.190000	1.004796	0.004785	0.000023
2004-7-7	5.14	0.988462	-0.011806	0.000135	2004-12-31	4.180000	0.997913	-0.002087	0.000006
2004-7-8	5.11	0.994183	-0.005854	0.000034	2005-1-4	4.050000	0.971280	-0.028713	0.000843
2004-7-9	5.08	0.994129	-0.005888	0.000035	2005-1-5	4.100000	1.009852	0.009804	0.000096
2004-7-12	5	0.984252	-0.015873	0.000252	2005-1-6	4.040000	0.985366	-0.014742	0.000217
2004-7-13	4.89	0.978000	-0.022248	0.000465	2005-1-7	4.070000	1.007246	0.007238	0.000055
2004-7-14	4.99	1.029450	0.029244	0.000849	2005-1-10	4.120000	1.012285	0.012285	0.000149
2004-7-15	5.03	1.039810	0.037964	0.001426	2005-1-11	4.130000	1.002247	0.002247	0.000008
2004-7-16	5.14	1.021869	0.021833	0.000466	2005-1-12	4.130000	1.000000	0.000000	0.000000
2004-7-19	5.11	0.994183	-0.005854	0.000034	2005-1-13	4.110000	0.995157	-0.004854	0.000024
2004-7-20	5.06	0.990215	-0.008833	0.000097	2005-1-14	4.090000	0.995134	-0.004878	0.000024
2004-7-21	4.9	0.980442	-0.019229	0.000442	2005-1-18	4.170000	1.027305	0.027305	0.000896
2004-7-22	4.89	0.978000	-0.022248	0.000465	2005-1-18	3.930000	0.987437	-0.012842	0.000160
2004-7-23	4.89	1.000000	0.000000	0.000000	2005-1-20	3.870000	0.984733	-0.016386	0.000337
2004-7-26	4.80	0.993885	-0.006154	0.000038	2005-1-21	4.000000	1.033390	0.033390	0.001092
2004-7-27	4.81	0.989712	-0.013441	0.000197	2005-1-24	4.080000	1.019000	0.019000	0.000222
2004-7-28	4.86	1.019995	0.019995	0.000400	2005-1-25	4.010000	0.987585	-0.012392	0.000154
2004-7-29	4.88	1.004115	0.004107	0.000017	2005-1-26	3.980000	0.992519	-0.007500	0.000056
2004-7-30	4.88	0.995902	-0.004107	0.000017	2005-1-27	3.920000	0.984825	-0.015190	0.000331
2004-8-2	4.85	0.997942	-0.002060	0.000004	2005-1-28	3.880000	0.992347	-0.007682	0.000050
2004-8-3	4.81	0.991753	-0.008292	0.000089	2005-1-31	3.820000	0.982005	-0.018158	0.000396
2004-8-4	4.96	1.017503	0.017503	0.000307	2005-1-31	3.830000	0.992718	-0.007282	0.000029
2004-8-5	4.89	0.985887	-0.014213	0.000202	2005-2-2	4.020000	1.049600	0.049600	0.002344
2004-8-6	4.91	1.004000	0.004002	0.000017	2005-2-3	3.940000	0.980100	-0.020101	0.000404
2004-8-6	4.93	1.004073	0.004085	0.000017	2005-2-4	4.050000	1.027919	0.027919	0.000758
2004-8-10	4.95	1.004957	0.004949	0.000018	2005-2-16	4.070000	1.004938	0.004938	0.000026
2004-8-11	4.89	0.997845	-0.011385	0.000257	2005-2-17	4.050000	1.002457	0.002454	0.000006
2004-8-12	4.76	0.973415	-0.028945	0.000828	2005-2-18	4.090000	1.000000	0.000000	0.000000
2004-8-13	4.78	1.000000	0.000000	0.000000	2005-2-21	4.130000	1.012255	0.012188	0.000148
2004-8-16	4.74	0.985738	-0.014211	0.000218	2005-2-22	4.270000	1.033398	0.033336	0.001111
2004-8-17	4.79	1.004212	0.004211	0.000018	2005-2-23	4.020000	0.997548	-0.002448	0.000026
2004-8-18	4.8	1.008403	0.008368	0.000070	2005-2-24	4.280000	1.000000	0.000000	0.000000
2004-8-19	4.81	1.002083	0.002081	0.000004	2005-2-25	4.260000	1.000000	0.000000	0.000000
2004-8-20	4.77	0.981684	-0.028251	0.000870	2005-2-28	4.210000	0.988263	-0.011807	0.000139
2004-8-23	4.88	0.981132	-0.019048	0.000393	2005-3-1	4.150000	0.985748	-0.014354	0.000306
2004-8-24	4.94	1.018950	0.018950	0.000358	2005-3-2	4.120000	0.989723	-0.010464	0.000073
2004-8-25	4.74	0.965798	-0.042111	0.001698	2005-3-3	4.300000	1.056511	0.054972	0.003022
2004-8-26	4.73	0.987890	-0.022112	0.000504	2005-3-4	4.220000	0.981395	-0.018780	0.000353
2004-8-27	4.71	0.995772	-0.004237	0.000018	2005-3-7	4.220000	1.000000	0.000000	0.000000
2004-8-30	4.7	0.997877	-0.002125	0.000005	2005-3-8	4.230000	1.007109	0.007054	0.000026
2004-8-31	4.8	1.007777	0.021053	0.000445	2005-3-8	4.240000	0.997674	-0.002358	0.000006
2004-9-1	4.82	1.004167	0.004158	0.000017	2005-3-10	4.100000	0.986981	-0.033578	0.001127
2004-9-2	4.85	1.006224	0.006205	0.000038	2005-3-11	4.090000	0.997561	-0.002442	0.000006
2004-9-3	4.83	0.995870	-0.004132	0.000017	2005-3-14	4.040000	0.987275	-0.012300	0.000051
2004-9-6	4.8	0.990000	0.000000	0.000000	2005-3-15	4.050000	0.990500	0.000500	0.000003
2004-9-7	4.81	0.995859	-0.004149	0.000017	2005-3-16	4.020000	1.000000	0.000000	0.000000
2004-9-8	4.78	0.989605	-0.010449	0.000109	2005-3-17	3.980000	0.985075	-0.015038	0.000226
2004-9-8	4.98	1.083193	0.083193	0.007028	2005-3-18	3.930000	0.982424	-0.007682	0.000058
2004-9-10	4.84	0.991453	-0.008584	0.000074	2005-3-21	4.090000	1.030634	0.030677	0.000995
2004-9-13	4.85	1.002153	0.002153	0.000009	2005-3-22	4.090000	0.989247	-0.010981	0.000309
2004-9-14	4.75	1.021505	0.021277	0.000453	2005-3-23	3.960000	0.997481	-0.002522	0.000006
2004-9-15	4.92	1.035769	0.035184	0.001237	2005-3-24	4.050000	1.022727	0.022717	0.000855
2004-9-16	5.06	1.028455	0.028056	0.000787	2005-3-25	4.070000	1.004938	0.004938	0.000024
2004-9-17	5.11	1.009881	0.009883	0.000097	2005-3-28	4.020000	0.992629	-0.007369	0.000029
2004-9-20	5.17	1.023483	0.023212	0.000536	2005-3-28	4.050000	1.002475	0.002472	0.000008
2004-9-21	5.27	1.007848	0.007819	0.000058	2005-3-30	3.950000	0.975300	-0.025001	0.000825
2004-9-22	5.09	0.965844	-0.034753	0.001208	2005-3-31	3.880000	1.007595	0.007586	0.000027
2004-9-23	5.15	1.011788	0.011719	0.000137	2005-4-1	4.120000	1.035476	0.034671	0.001185
2004-9-23	5.15	1.011788	0.011719	0.000137	2005-4-1	4.120000	1.035476	0.034671	0.001185
2004-9-27	5.03	0.990157	-0.009891	0.000088	2005-4-8	3.980000	0.990500	-0.010000	0.000100
2004-9-28	5.04	1.001888	0.001886	0.000004	2005-4-8	4.000000	1.005025	0.005013	0.000025
2004-9-29	5.01	0.994048	-0.005970	0.000038	2005-4-7	4.040000	1.010000	0.010000	0.000039
2004-9-30	4.92	0.982036	-0.018127	0.000329	2005-4-8	4.040000	1.000000	0.000000	0.000000
2004-10-8	4.98	1.012129	0.012129	0.000149	2005-4-11	4.060000	1.002472	0.002472	0.000008
2004-10-11	4.91	0.995944	-0.014156	0.000200	2005-4-12	4.050000	1.000000	0.000000	0.000000
2004-10-12	4.81	0.979633	-0.020577	0.000423	2005-4-13	4.110000	1.014815	0.014706	0.000216
2004-10-13	4.78	0.993763	-0.006257	0.000039	2005-4-14	4.070000	0.990288	-0.009789	0.000048
2004-10-14	4.61	0.964438	-0.036213	0.001311	2005-4-15	3.990000	0.980244	-0.019853	0.000384
2004-10-15	4.63	1.000432	0.000432	0.000018	2005-4-15	3.950000	0.980975	-0.007076	0.000026
2004-10-18	4.65	1.004320	0.004310	0.000019	2005-4-19	3.860000	1.002532	0.002528	0.000006
2004-10-19	4.64	0.997849	-0.002153	0.000005	2005-4-20	3.870000	0.977273	-0.022990	0.000529
2004-10-20	4.61	0.993534	-0.006467	0.000042	2005-4-21	3.820000	0.987289	-0.013004	0.000189
2004-10-21	4.5	0.990630	-0.009370	0.000040	2005-4-21	3.840000	0.982387	-0.007613	0.000029
2004-10-21	4.32	0.960000	-0.040822	0.001666	2005-4-26	3.710000	0.988146	-0.034440	0.001188
2004-10-25	4.37	1.011574	0.011508	0.000132	2005-4-29	3.760000	1.013477	0.013387	0.000179
2004-10-26	4.41	1.009153	0.009112	0.000083	2005-4-27	3.700000	0.984043	-0.018086	0.000269
2004-10-27	4.43	1.004535	0.004525	0.000020	2005-4-28	3.770000	1.018819	0.018742	0.000331
2004-10-28	4.45	1.004503	0.004515	0.000019	2005-4-29	3.770000	1.000000	0.000000	0.000000
2004-10-29	4.43	0.999292	-0.004296	0.000179	2005-5-9	3.710000	0.984085	-0.016943	0.000237
2004-11-1	4.2	0.976744	-0.023530	0.000554	2005-5-10	3.890000	0.994609	-0.005405	0.000029
2004-11-2	4.17	0.992867	-0.007168	0.000051	2005-5-11	3.720000	1.008130	0.008087	0.000066
2004-11-3	4.24	1.016187	0.016187	0.000267	2005-5-12	3.700000	0.994924	-0.008381	0.000029
2004-11-4	4.19	0.989132	-0.010848	0.000083	2005-5-19	3.860000	0.994588	-0.005420	0.000029
2004-11-5	4.18	1.000000	0.000000	0.000000	2005-5-16	3.830000	0.988413	-0.013880	0.000187
2004-11-8	4.19	1.007212	0.007186	0.000052	2005-5-17	3.880000	1.013774	0.013660	0.000187
2004-11-9	4.21	1.004773	0.004762	0.000023	2005-5-18	3.850000	1.000000	0.000000	0.000000
2004-11-10	4.33	1.028504	0.028105	0.000780	2005-5-19	3.730000	1.013587	0.013485	0.000182
2004-11-11	4.33	0.985381	-0.004630	0.000021	2005-5-20	3.730000	1.00000		

## 附录七：2003年发行的可转债的利率条款一览表

2003年发行转债的利率条款<sup>①</sup>

可转债名称	转债期限	票面利率(%)	到期偿还额/元
民生	5	1.5	100
钢钒	5	1.5-2.7	103
雅戈	3	1-2.5	100
丰原	5	1.8-2.5	100
铜都	5	1.2	107.9
龙电	5	1.5	101.5
山鹰	5	1.5-2.5	102.5
桂冠	5	1.1-2.5	108
国电	5	0.8-2.5	110
西钢	5	1.2-2.6	103.8
华西	5	1.6-2.7	102.9
云天化	5	1.6-2.2	100
复星	5	1.6-2.7	103
邯钢	5	1.0-2.7	106.8
首钢	5	1.5	105.5

<sup>①</sup>到期偿还额不含当期利息；资料来源：中信证券研究所

## 附录八：Blak-Scholes 模型计算 2005 年 6 月 23 日首钢转债期权部分的价值

布莱克-斯科尔斯期权定价模型下首钢转债期权部分价值分解计算				2005-6-23
输入值				
转股权	修正权	赎回权	回售权	
股票现在的价格 ( $S_0$ )	3.44	3.44	3.44	3.442
年度标准差( $\sigma$ )	32.6841%	32.6841%	32.6841%	32.6841%
年度无风险利率( $r$ )	2.95%	2.95%	2.95%	2.95%
执行价格(X)	4.03	4.46	6.045	3.224
到期时间-----年(T)	3.4794	3.4794	3.4794	3.4794
输出值				
d1	0.10787198	1.158004848	-0.7764617	0.594555942
d2	-0.3506259	0.699506995	-1.2349596	0.136058089
N(d1)	0.54295138	0.876568971	0.2187382	0.723929831
N(d2)	0.36293452	0.757882378	0.10842277	0.55411232
看涨期权价格 ( $C_0$ )	0.5478	1.3124	0.1610	0.8781
-d1	-0.10787198	-1.1580048	0.776461729	-0.5945559
-d2	0.350625872	-0.699507	1.234959583	-0.1360581
N(-d1)	0.457048622	0.12343103	0.781261795	0.27607017
N(-d2)	0.637065478	0.24211762	0.891577227	0.44588768
看跌期权价格 ( $P_0$ )	0.7447	0.1195	2.1763	0.3476

附录九：传统模型、修正模型及实际市价下的首钢转债价值比较

日期	2004-7-1	2004-7-2	2004-7-5	2004-7-6	2005-4-5	2005-4-7	2005-4-8	2005-4-11	2005-5-21	2005-5-22	2005-5-23	2005-5-24	2005-5-27	2005-5-28	2005-5-29	2005-6-30
内在价值	0.41684975	0.407510586	0.40204826	0.417018317	0.29058986	0.271489159	0.271343423	0.275714886	0.16827208	0.20255568	0.10787189	0.101559595	0.135808654	0.087155704	0.091579556	0.047684871
d	0.10016045	0.1118434	0.1151122	0.10024099	0.22169795	0.20070031	0.2007394	0.19574236	0.27193145	0.25541266	0.35082597	0.35711171	0.33219429	0.3704397	0.38898955	0.40544916
r(d)	0.66233077	0.65918349	0.655601225	0.66195954	0.59885355	0.60985982	0.60688091	0.608249431	0.574141178	0.58053938	0.542851378	0.540366378	0.54968818	0.534782128	0.528013724	0.519016105
r(z)	0.46013062	0.45185538	0.454178459	0.4607685	0.4127451	0.42048206	0.42240312	0.42240312	0.392837355	0.396202197	0.382934522	0.380540689	0.368871279	0.35552782	0.348955413	0.341068716
看涨期权价值(C)	1.841402425	1.811043979	1.813103463	1.286953719	0.758000163	0.781723491	0.781319068	0.786165111	0.880389317	0.89732658	0.540388058	0.562782085	0.579888144	0.513817355	0.495806465	0.475868465
转债期权	22.73820815	22.36473222	22.18801251	22.60222305	11.11081676	11.64612693	11.63959155	11.74464009	15.39585343	15.4707098	12.9687429	12.9611547	13.14853595	12.71475342	12.34699105	12.0498105
日期	2004-7-1	2004-7-2	2004-7-5	2004-7-6	2005-4-6	2005-4-7	2005-4-8	2005-4-11	2005-5-21	2005-5-22	2005-5-23	2005-5-24	2005-5-27	2005-5-28	2005-5-29	2005-6-30
内在价值	0.38246181	0.37404122	0.37906897	0.36458858	0.5074972	0.5871857	0.58718122	0.58214485	0.69871082	0.68072008	0.71645173	0.70247648	0.76014871	0.75922398	0.81991618	0.8590969
d	0.06111624	0.09283614	0.09738508	0.08275499	1.08000512	1.05938824	1.0597859	1.05705689	1.15558165	1.13898841	1.23495868	1.24179279	1.2152395	1.2561583	1.2763287	1.2832913
r(d)	0.35603478	0.354186825	0.35216325	0.357705336	0.271694199	0.276535949	0.278343289	0.278370887	0.24291862	0.248024313	0.218738275	0.223828251	0.21216747	0.20641124	0.200707593	0.19621059
r(z)	0.189046285	0.185972484	0.184152737	0.186884332	0.140058592	0.144711274	0.144822871	0.145551302	0.12929813	0.12728509	0.106422715	0.107158327	0.11628438	0.104464045	0.100919503	0.097310868
看涨期权价值(C)	0.50870582	0.455589077	0.458284556	0.506489778	0.520187689	0.2638682	0.262561071	0.26425462	0.209416826	0.216857843	0.18086648	0.19873259	0.19887886	0.15377263	0.1489765	0.140653838
转债期权	9.280330519	9.076626171	9.094162551	9.241919013	5.892272443	5.33926535	5.328696468	5.358972061	4.72858378	4.89438901	3.833974804	3.93482264	4.135976813	3.60587424	3.644581898	3.48788245
日期	2004-7-1	2004-7-2	2004-7-5	2004-7-6	2005-4-6	2005-4-7	2005-4-8	2005-4-11	2005-5-21	2005-5-22	2005-5-23	2005-5-24	2005-5-27	2005-5-28	2005-5-29	2005-6-30
内在价值	0.34683857	0.33782958	0.3372715	0.34685834	0.7230835	0.74408801	0.74398779	0.74920077	0.87222846	0.88979813	0.93455584	0.93455584	0.9888128	0.9888128	1.03303316	1.03303316
d	0.3298214	0.31683465	0.31540505	0.33040654	0.25005558	0.27186534	0.27187043	0.27752972	0.21438975	0.23107901	0.18058039	0.18276397	0.15525732	0.11720613	0.09733815	0.07848263
r(d)	0.197986119	0.201119387	0.202219095	0.182061599	0.234820437	0.228420959	0.22844193	0.220822343	0.250408972	0.24517315	0.21670768	0.22823887	0.235827207	0.282131	0.28027077	0.28677113
r(z)	0.37744509	0.37492847	0.375227035	0.37054594	0.401024739	0.382882783	0.382821379	0.390888894	0.415129265	0.40826402	0.4388788	0.44878984	0.49930984	0.453343553	0.460590704	0.468722075
看涨期权价值(C)	0.390342985	0.396213008	0.397883294	0.389761677	0.35324268	0.25986194	0.257558811	0.23132851	0.345912254	0.33936018	0.34765897	0.350294847	0.336022075	0.35549521	0.36394478	0.37285222
转债期权	1.149138551	1.25659461	1.28723815	1.23495907	7.587635844	7.25983744	7.253408883	7.29431184	7.80840322	7.637841705	8.19217893	8.41245843	8.82128805	9.001634759	9.01634759	9.21027032
日期	2004-7-1	2004-7-2	2004-7-5	2004-7-6	2005-4-5	2005-4-7	2005-4-8	2005-4-11	2005-5-21	2005-5-22	2005-5-23	2005-5-24	2005-5-27	2005-5-28	2005-5-29	2005-6-30
内在价值	1.93182671	1.90982589	1.91804503	1.93222342	1.47038957	1.49157771	1.49178512	1.49785284	1.44841026	1.45930025	1.5600468	1.5175214	1.7773148	1.7353188	1.7013629	1.607232
d	1.4128728	1.40215771	1.39972892	1.41506701	0.99793795	1.01083603	1.0107775	1.02818179	0.98361158	1.0082421	0.6959507	0.6934384	0.71958625	0.66178748	0.6427277	0.60734879
r(d)	0.026689449	0.02738836	0.02752651	0.02680341	0.070739468	0.08780483	0.08787744	0.08711735	0.07458073	0.07224994	0.12431029	0.12471468	0.11522832	0.13127847	0.135908646	0.135908646
r(z)	0.07880664	0.08043407	0.080191255	0.078524625	0.159151429	0.15010104	0.15391911	0.152407863	0.15655327	0.158504821	0.24018253	0.24018253	0.25588811	0.24788296	0.23754052	0.236982843
看涨期权价值(C)	0.033346576	0.034113876	0.034280263	0.033160175	0.07243065	0.06895335	0.068827448	0.068857527	0.073085781	0.070793893	0.11945886	0.120816732	0.11548478	0.122803418	0.12658284	0.130510031
向下修正期权	0.010743145	0.024906159	0.027853909	0.00739208	1.635000387	1.57035717	1.569468302	1.54860132	1.64934063	1.59805206	2.68688847	2.982971028	2.865827293	3.141366237	3.23881188	3.23881188
日期	2004-7-1	2004-7-2	2004-7-5	2004-7-6	2005-4-5	2005-4-7	2005-4-8	2005-4-11	2005-5-21	2005-5-22	2005-5-23	2005-5-24	2005-5-27	2005-5-28	2005-5-29	2005-6-30
传统模型	94.62384884	94.84140282	94.88408875	94.87182524	95.45150239	95.45910586	95.44870884	95.48952512	96.03108119	96.03873056	96.05003129	96.07898893	96.08464033	96.19223974	96.19223974	96.09994606
修正模型	116.048882	116.0107945	116.0071024	116.0377544	116.078882	116.0883075	116.0966291	116.1111916	116.1187795	116.1256606	115.3202648	117.2544095	117.1629113	117.2955729	117.3554481	117.4440093
实际市价	104.94	104.82	104.0	105.12	98.7	99.49	99.33	95.3	95.08	99.17	99.16	99.19	99.5	99.09	98.6	98.24

## 参考文献

- 【1】. Ingersoll J E. A Contingent-Claims Valuation of Convertible Securities [J]. *Journal of Financial Economics*, 1977, 4(3): 289-321
- 【2】. Brennan M, Schwartz E. Savings Bonds, Retractable Bonds and Callable Bonds [J]. *Journal of Financial Economics*, 1977, 5(1): 67-88
- 【3】. Cornelli F, Yosha O. Stage financing and the role of convertible debt [J]. *Review of Economic Studies*, 2003, 70(1): 1-26
- 【4】. Fields L, Moore W. Equity Value of Forced Warrants Exercise [J]. *Journal of Financial Research*, 1995,(18): 157-170
- 【5】. Mikkelsen W. Capital Structure Changes and Decrease in Stockholders' Wealth: A Cross-Sectional Study of Convertible Security Calls [C]. In: Friedman B M. Corporate Capital Structure in the United States. Chicago: University of Chicago Press, 1985: 234-265
- 【6】. Campbel C J, Ederington L H, Prashant V. Tax Shields, Sample-Selection Bias, and the Information Content of Conversion Forcing Bond Calls [J]. *Journal of Finance*, 1991, (46): 1291-1324
- 【7】. Singh A K, Cowan A R, Nayar N. Underwritten Calls of Convertible Bonds [J]. *Journal of Financial Economics*, 1991, (29): 173-196
- 【8】. Jensen M C. Meckling W H. Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure [J]. *Journal of Financial Economics*, 1976, (3): 305-360
- 【9】. Jensen M C. Agency costs of free cash flow, corporate finance and takeovers [J]. *American Economic Review*, 1986, (76): 233-254
- 【10】. Nobuyuki Isagawa. Convertible debt: An effective financial instrument to control managerial opportunism [J]. *Review of Financial Economics*, 2000, (9): 321-332
- 【11】. Jaffee D, Shleifer A. Cost of Financial Distress, Delayed Calls of Convertible Bonds, and the Role of Investment Banks [J]. *Journal of Business*, 1990, (63): 107-123

- 【12】. Byrd A K, Moore W T. On the Information Content of Calls of Convertible Securities [J], *Journal of Business*, 1996, (69): 89-101
- 【13】. 郑小迎, 陈金贤. 关于可转换债券定价模型的研究[J]. 预测, 1999, (3): 40-43
- 【14】. 黄建兵. 我国的可转换债券与市场价格有效性研究[J]. 系统工程理论方法应用, 2002, (1): 63-67
- 【15】. 秦学志, 应益荣. 基于鞅和熵原理的资本资产定价方法[J], 系统工程理论方法应用, 2004, 13(5): 460-462
- 【16】. 秦学志, 吴冲锋. 可赎回的可转换债券的博弈定价方法[J]. 系统工程, 2000, (9): 1-5
- 【17】. 顾勇, 吴冲锋. 可换股债券的设计及其定价[J], 系统工程, 2000, (5): 20-24
- 【18】. 周洛华. 资产定价学[M]. 上海财经大学出版社. 2004 年版.
- 【19】. 周洛华. 金融工程学[M]. 上海财经大学出版社. 2004 年版.
- 【20】. 财政部注册会计师考试委员会, 2005 年注册会计师全国统一考试指定辅导教材——财务成本管理
- 【21】. 李延喜, 公司理财, 大连理工大学出版社
- 【22】. 肯尼斯, 尤西, 《现金流量与证券分析》, 华夏出版社, 2001
- 【23】. 刘李胜, 《公司财务报表分析》中国金融出版社, 2001
- 【24】. 汪平, 《财务估价论——现金流量与企业价值研究》, 上海财经大学出版社, 2001
- 【25】. 郑小迎, 陈军, 陈金贤. 可转换债券定价模型探讨[J], 系统工程理论与实践, 2000, (8): 24-28
- 【26】. 周琳. 我国证券市场可转换债券定价法探讨. 郑州轻工业学院学报[C], 第3卷第4期, 2002, (12): 55-75
- 【27】. 范辛亨. 离散时间条件下企业可转换债券的最优赎回策略[J], 管理工程学报, 2001, (3): 46-50
- 【28】. 梁定邦. 在国有股减持过程中创造双赢局面[J], 当代经济科学, 2001, (12): 1-3
- 【29】. 樊纲. 社会保障体制改革、国有资产重组与国有投资公司的作用[J], 经济研究参考, 2001, (1): 14-17
- 【30】. 埃兹·内尔肯. 《混合金融工具手册》[M], 北京: 机械工业出版社. 2002: 90-95
- 【31】. 黄健柏, 钟美瑞. 考虑了信用风险的可转换债券定价模型[J], 系统工程, 2003, (7): 77-81
- 【32】. 王春峰, 李吉栋. 可转换债券与风险投资[J], 系统工程理论方法应用, 2003, (4): 289-292
- 【33】. 杨如彦. 可转换债券及其绩效评价[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2002. (7)
- 【34】. 陈谦, 陈煦男, 崔霞丽. 运用 B- S 模型对可转换债券评估应注意的几个问题[J], 广西经济管理干部学院学报, 2004, (1): 11-14

## 作者在攻读学位期间公开发表的论文及所作的项目

- 【1】. 为产业整合点穴 《上海经济》 2004. 5
- 【2】. 企业进行套期保值的框架性分析 《科学与管理》 2005. 3
- 【3】. 行为金融学对中国证券市场投资者行为的分析 《商场现代化》 2005. 7
- 【4】. 中国资本外逃的规模测算与防范研究 《商场现代化》 2005. 9

## 作者在攻读学位期间所作的项目

- 【1】. 上海市科委重点课题：《德国弗朗霍夫模式对上海产学研联合的启示》
- 【2】. 上海市科委重点课题：《政府推进产学研政策研究 B》

## 致 谢

在我的硕士论文终于可以装订成册的时候，我才蓦然发觉我的研究生生涯已近尾声。在此，我要特别感谢我的导师陈湛匀教授。在论文写作的整个过程中，我自始至终都得到了陈老师的悉心指导。从论文的选题、查找资料、修改到最终定稿，陈老师都倾注了大量的心血。陈老师不仅在学术上给予我专业的指导，而且在生活中给了我无微不至的关怀。陈老师严谨的治学态度和一丝不苟的学术作风使我深深受益，他对学术永无止境的探索精神将鞭策我在今后的工作和生活中继续前行。

在两年多的学习生活中，上海大学国际工商与管理学院的各位领导、老师和同学都给了我无私的关怀和帮助。学校环境的熏陶、各位老师的为人师表和严格要求都使我受益匪浅，在此深表感谢！我还要感谢我的同窗好友靳晓龙、马继洲、姚中立同学在论文写作以及日常生活中给我提供的热情帮助，同时也向所有支持和帮助我的同学表示最真诚的谢意！

感谢我的父母长期以来的支持和关怀，是他们为我创造了如此优良的学习条件，使我能取得今天的成绩；是他们默默地支持和无私的爱护，使我能一步一步继续前行。在未来的学习和工作中，我会更加努力，以更优异的成绩来报答你们！

戴广平

2005年11月