西部论坛 West Forum
第 20卷第 1期 2010年 1月 Vol 20 No. 1 Jan. 2010

doi: 10. 3969/j. issn. 1674-8131. 2010. 01. 010

包含转股价修正条款的可转债定价研究*
——基于 AFV模型的修正

张庆华

(浙江财经学院 金融学院,杭州 310018)

摘　要:目前,国内文献对可转债的研究都是基于国外的模型并针对中国的实际情况进行修正。研究可转债定价时有必要考虑转股价修正条款,本文基于 AFV模型建立了包含转股价修正条款的可转债定价模型,并利用有限差分法进行数值求解,充分说明转股价修正条款对可转债定价的影响不容忽视。

关键字:可转换债券;AFV模型;转股价修正条款;有限差分法

中图分类号: F930. 91; F224. 0　　**文献标志码**: A　　**文章编号**: 1674-8131(2010)01-0061-07

The Valuation of Convertible Bonds with the Reset Clauses
—Modification Based on AFV Model

ZHANG Qing-hua

(School of Finance, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Currently, the research on convertible bonds in literatures is all based on foreign models and makes modification according to China's reality. When we study the pricing convertible bonds, it is necessary to consider the Reset Clauses of pricing convertible bonds. Based on AFV Model, this paper establishes pricing model of convertible bonds including reset clauses for pricing convertible bonds, uses finite difference method to solve the numerical calculation and sufficiently demonstrates that the influence of Reset Clauses of pricing convertible bonds on the pricing convertible bonds can not be ignored.

Key words: convertible bond; AFV model; Reset Clauses; finite difference method

一、引言

可转换公司债券(以下均简称为可转债)是一种极其复杂的信用衍生产品,它兼具股性和债性;同时,由于可转债集债权、股权、期权于一身,兼有筹资工具和避险工具的优势,发行人能以更低廉的价格进行融资,而投资者则能在保底收入的情况下拥有获得超额收益的机会。因此,可转债对于丰富金融市场品种、回避投资风险、减少金融市场波动、促进机构投资者发展、促进发债公司发展都有着非常重要的意义。

根据我国《可转换公司债券管理暂行办法》的规定,可转债定义为:“可转换公司债券,是指发行人依照法定程序发行、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。”因此,“可转换”是可转债的核心之所在,并且这个转换是债券持有人的权利而非义务。从这里可以看出,可转债是由普通公司债券与其股票的买入期权复合而成。但必须注意的是,可转债发行时还会设计一些约束性的

* **收稿日期**: 2009-08-26;**修回日期**: 2009-09-28
基金项目:国家自然科学基金(70771099(G0115))“期权组合非线性 VaR度量模型及数值方法研究”
作者简介:张庆华(1983—),男,广东江门人;硕士研究生,在浙江财经学院金融学院学习,主要从事金融工程与风险管理研究;Tel: 15868453836, E-mail: 4885285@qq. com。

附加条款,使得可转债的特性结构更加复杂。可转债是债券和股权之间的衍生品,它能通过条款的设定使其带有更多的债性或股性。因此,可转债的附加条款会影响可转债各项权利的实现,是影响可转债价值的主要因素之一。

由于股权分置和 A 股市场估值偏高的历史原因,上市公司普遍具有股权融资的积极性。而由于可转债票面利率很低,可转债投资者通常也更看重转股收益。在上市公司普遍具有较强转股意愿的情况下,可转债投资者与上市公司具有利益的一致性,为了促进转股,可转债的发行条款通常也对可转债投资者更为有利,这其中就包括优厚的转股价格修正条款。[1]

转股价格修正条款是指在一定时期内,若可转债发行方的股价在二级市场上表现不佳并持续低于转股价格的一定水平,公司董事会将有权或无条件修正转股价格。

转股价格的向下修正体现了发行方希望可转债投资者转股的意愿,通过修正转股价格避免了由于二级市场股价下跌而使可转债投资者无法行使转换权利的情况。发行方通过重新设定转股价格使投资者再次拥有转股的权利,增强了可转债的期权价值和股性,促使可转债持有者转股。此外,修正条款的存在也为缓解公司可能的偿债资金压力起到了缓冲作用。

转股价格修正条款对可转债的影响非常复杂。这是因为修正条款实际上具有增强转换条款而降低回售条款的作用,这主要体现在修正条款生效的条件比回售条款的生效条件更加宽松,从而导致回售条款“准无效”。因此这是一个极大地增强了可转债股性,继而提升可转债期权价值的条款。当股票市场持续低迷时,公司股价长期低于转股价格,这使得可转债里的转换期权长期处于极度虚置状态。同时由于回售条款的存在,加重了公司未来的偿债压力,增加了公司的财务负担。此时公司为了保证转债持有者转股,公司将有可能通过该条款下调转股价格。

我国目前多数可转债修正条款规定在任意连续 30个交易日中至少有 20个交易日的收盘价不高于当期转股价的 80%,董事会有权对转股价格进行修正,每次修正幅度不超过 20%。目前市场上绝大部分可转债投资者实际上对可转债的利息收入并不敏感,而更多是期望通过转股来实现超额收益,所以修正条款是能满足投资者对可转债的价值提升要求的。

条款的复杂性使得难以对可转债进行精确的定价,而且近些年中国的可转债在条款上也有了很大的创新,例如转股价修正条款里把一年修正一次改为不限修正次数,修正幅度也不再限于 20%等。这使可转债里的股性得到了放大,也使其定价更加困难。目前,还没有人研究包含转股价修正条款的可转债的定价。因此,本文在 AFV 模型的基础上,加入转股价修正条款因素,从而得到一个新的偏微分方程,然后用有限差分对其离散化,再用 MATLAB 软件进行数值计算,以期在这方面有所突破。

二、可转债定价公式

1. 仅含违约风险 (Ayache-Forsyth-Vetzal) 的可转债定价模型[2]

Ayache等 (2003)把违约风险加入到可转债的定价模型中,他们把可转债的价值定义为:

$$V = V(S, t)$$

定义 S^+ 为公司股票在违约发生后的价格, S^- 为违约发生前的股价,并且有:

$$S^+ = S^-(1 - \eta) \qquad (1)$$

这里 $0 \leq \eta \leq 1$,并且定义 $\eta = 1$为“完全违约”情况 (当公司发生违约时,其股票价格立即变为 0);而定义 $\eta = 0$为“部分违约”情况 (当公司发生违约时,其股票价格不变)。

Ayache等人构造资产组合:

$$\Pi = V - \beta S \qquad (2)$$

在考虑信用风险 p非零的情况 (即在 t到 $t + dt$ 时间段内,违约发生的概率为 pdt),作出如下假设:

公司一旦发生违约,则公司股价按照公式 (1)运动;可转债的持有者有权选择接受 RX的金额 (其中 $0 \leq R \leq 1$为回复系数, X则可以假设为面值或违约发生前的可转债市场价格等)或价值 $\kappa S(1 - \eta)$ 的股票。

在上述假设下,资产组合在 t到 $t + dt$时间段内的改变量为:

$$d\Pi = (1 - pdt)\left[V_t + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 V_{ss}\right] dt - pdt(V - \beta S\eta) + pdt\max(\kappa S(1 - \eta), RX) + o(dt)$$

$$= [V_t + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 V_{ss}]dt - pdt(V - \beta S\eta) +$$

$$pdt\max(\kappa S(1-\eta), RX) + o(dt) \quad (3)$$

考虑到资产组合的增加量仅与 dt 有关,则其期望回报满足 $d\Pi = r\Pi dt$,同时令 $\beta = V_S$,展开得到

$$V_t + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 V_{ss} + (r + p\eta) SV_S - (r + p)V +$$
$$p\max(\kappa S(1-\eta), RX) = 0 \quad (4)$$

必须注意的是在公式 (4)中, $r+p\eta$ 出现在漂移项, $r+p$ 出现在折现项。这不同于 Tsiveriotis、Fernandes (1998)中的漂移项和折现项。因此,在考虑到可转债的回售条款、赎回条款以及期末条件的情况下, AFV 模型的可转债价格由下列方程得出:

$$V_t + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 V_{ss} + (r + p\eta) SV_S - (r + p)V +$$
$$p\max(\kappa S(1-\eta), RX) = 0$$
$$V \geq \max(B_p, \kappa S) \quad (5)$$
$$V \leq \max(B_c, \kappa S)$$
$$V(S, t = T) = F + \max(\kappa S - F, 0)$$

2 包含信用风险和转股价修正条款的可转债定价模型 (修正模型)

如果没有转股价修正条款($\lambda = 0$),并且令 $\beta = V_S$,则可转债的价格由方程 (5)给出。

在考虑具有转股价修正条款的情况下 (假设在 t 到 $t + dt$ 时间段内,转股价修正条款生效的概率为 λdt),并且有如下假设:

转股价修正条款一旦生效,发行公司将立即修正其转股价格;发行公司将把转股执行价格下调 20% (转股价格下调 20%相当于同样的可转债,可多转换 25%的股票,从而同样的可转债可增加 25%的转股权 c);转股价修正条款仅生效一次。

这里需要补充说明的是,由于发行公司在转股价修正条款生效时就立即修正其转股价格,这将使得多增加的转换权为平值期权,即新的转股价格等于股价($X = S$)。因为在修正前后可转债中的其他条款不变,仅仅是增加了转换权 c。所以若修正前可转债的价值为 V,则修正后可转债的价值为 $V + c$。同样由于其他条款不变的原因,修正后新增加的转股权与普通的看涨期权无异,为简化计算,新增加的转换权的价值将用布莱克—斯科尔斯期权定价公式计算。因此这里有:

$$c = SN(d_1) - Xe^{-r(T-t)}N(d_2)$$
$$= S[N(d_1) - e^{-r(T-t)}N(d_2)]$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - t)}{\sigma\sqrt{T - t}} \quad (6)$$
$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T - t}$$

在上述假设下,资产组合 (2) 在 t 到 dt 时间段内的改变量为:

$$d\Pi = (1 - \lambda dt)[(V_t + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 V_{ss})dt -$$
$$pdt(V - \beta S\eta) + pdt\max(\kappa S(1-\eta), RX)] +$$
$$\lambda dt[V - \beta S + \frac{1}{4}\kappa c] + o(dt)$$
$$= \left(V_t + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 V_{ss}\right)dt - pdt(V - \beta S\eta) +$$
$$pdt\max(\kappa S(1-\eta), RX) + \quad (7)$$
$$\lambda dt\left[V - \beta S + \frac{1}{4}\kappa c\right] + o(dt)$$
$$= \left[V_t + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 V_{ss} - (p - \lambda)V + (p\eta - \lambda)\beta S +\right.$$
$$\left.p\max(\kappa S(1-\eta), RX) + \frac{1}{4}\lambda\kappa c\right]dt + o(dt)$$

因此,资产组合的增加量同样仅与 dt 有关,则其期望回报同样满足 $d\Pi = r\Pi dt$,因而得到:

$$r[V - \beta S]dt = [V_t + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 V_{ss} - (p - \lambda)V +$$
$$(p\eta - \lambda)\beta S + p\max(\kappa S(1-\eta), RX) +$$
$$\frac{1}{4}\lambda\kappa c]dt + o(dt) \quad (8)$$

令 $\beta = V_S$,展开得到:

$$V_t + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 V_{ss} - (r + p - \lambda)V +$$
$$(r + p\eta - \lambda) SV_S + \frac{1}{4}\lambda\kappa c +$$
$$p\max(\kappa S(1-\eta), RX) = 0 \quad (9)$$

在公式 (9)中,漂移项为 $(r + p\eta - \lambda)$,折现项为 $(r + p - \lambda)$。因此,考虑可转债的其他条款以及期末条件,包含转股价修正条款的可转债定价模型为:

$$V_t + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 V_{ss} - (r + p - \lambda)V + (r + p\eta - \lambda) \times$$
$$SV_S + \frac{1}{4}\lambda\kappa c + p\max(\kappa S(1-\eta), RX) = 0 \quad (10)$$
$$V \geq \max(B_p, \kappa S)$$
$$V \leq \max(B_c, \kappa S)$$
$$V(S, t = T) = \max(F, \kappa S_T)$$

3. 参数估计(关于修正概率 λ的估计)

模型(10)中的新参数 λ的估计是基于股票价格服从几何布朗运动的假设。王承炜、吴冲锋(2001)就用过这样的方法去估计回售条款以及赎回条款生效的概率。[3]首先假设公司股价服从几何布朗运动,并通过对股票的历史数据估计出该股票的漂移率以及波动率,然后利用蒙特卡罗模拟方法对股票未来的路径进行模拟,再观察其中满足条款的次数。例如文中就曾对鞍钢转债的赎回条款生效概率进行估计,作者对鞍钢转债的股票价格进行了 1 000次的模拟发现,赎回条款的生效概率达到 91.2%。使用过类似方法的还有周其源、吴冲锋等(2007)。[4]但总的来说他们对股价进行模拟时并没有考虑到可转债条款的生效条件,导致估计出来的概率过度依赖于漂移率。

其实对于条款概率的估计必须根据条款的生效条件。如我国多数可转债中转股价修正条款中的规定是:在任意连续 30个交易日中至少有 20个交易日的收盘价不高于当期转股价的 80%,董事会有权对转股价格进行修正。因此,更精确的估计方法应该是对公司股价的 20日移动平均线进行模拟,也就是先假设公司股价的 20日移动平均值服从几何布朗运动,然后根据历史数据统计出其漂移率和波动率,再利用蒙特卡罗模拟方法对其路径进行模拟(在这样的修正下,只要其 20日均线一旦触及转股价的 80%就表明条款生效),然后找出其中使条款生效的次数,这样就能提高概率估计的精确度以及计算效率。

三、离散化

为了估计上述偏微分方程的解,这里将使用有限差分法,即用外推的差分方法对方程(10)进行离散化,以便结合边界条件进行数值计算。

1. 有限差分法

有限差分法的使用能为衍生证券所满足的偏微分方程进行估值。其思路主要是将微分方程转化为差分方程后,再用秩代法求解这些差分方程。有限差分法主要有外推的有限差分方法和内含的有限差分方法。

外推的有限差分公式包括:

$$\frac{\partial f}{\partial s}=\frac{f_{i+1,j+1}-f_{i+1,j-1}}{2\Delta s}$$

$$\frac{\partial f}{\partial t}=\frac{f_{i+1,j}-f_{i,j}}{\Delta t}$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial s^2}=\frac{f_{i+1,j+1}+f_{i+1,j-1}-2f_{i+1,j}}{\Delta s^2} \tag{11}$$

内含的有限差分公式包括:

$$\frac{\partial f}{\partial s}=\frac{f_{i,j+1}-f_{i,j-1}}{2\Delta s}$$

$$\frac{\partial f}{\partial t}=\frac{f_{i+1,j}-f_{i,j}}{\Delta t}$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial s^2}=\frac{f_{i,j+1}+f_{i,j-1}-2f_{i,j}}{\Delta s^2} \tag{12}$$

把上述方程代入偏微分方程就能使其转化为差分方程。

有限差分方法能解决很多衍生证券定价问题,它们既能处理欧式又能处理美式衍生证券。此外,有限差分法还可用于有多个标的变量的情况。

2. 离散化(修正模型)

只要把方程(11)代入(10)就能实现其离散化(为以后计算的简便起见,这里同样假设回复率 $R=0$),最后得到差分方程为:

$$\begin{aligned}f_{i,j}=&\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}\Big[\frac{1}{2}\sigma^2 j^2\Delta t-\\&\frac{1}{2}(r+p\eta-\lambda)j\Delta t\Big]f_{i+1,j-1}+\\&\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}\big[1-\sigma^2 j^2\Delta t\big]f_{i+1,j}+\\&\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}\Big[\frac{1}{2}\sigma^2 j^2\Delta t+\\&\frac{1}{2}(r+p\eta-\lambda)j\Delta t\Big]f_{i+1,j+1}+\\&\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}kj\Delta t\Delta s\Big\{\frac{1}{4}\lambda\big[N(d_1)-\\&e^{-r(T-t)}N(d_2)\big]+p(1-\eta)\Big\}\end{aligned} \tag{13}$$

根据违约情况的不同,有完全违约的修正模型($\eta=1$)和部分违约的修正模型($\eta=0$),完全违约($\eta=1$)的修正模型差分方程为:

$$\begin{aligned}f_{i,j}=&\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}\Big[\frac{1}{2}\sigma^2 j^2\Delta t-\\&\frac{1}{2}(r+p-\lambda)j\Delta t\Big]f_{i+1,j-1}+\\&\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}\big[1-\sigma^2 j^2\Delta t\big]f_{i+1,j}+\end{aligned}$$

$$\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}\left[\frac{1}{2}\sigma^2 j^2\Delta t+\frac{1}{2}(r+p-\lambda)j\Delta t\right]f_{i+1,j+1}+\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}kj\Delta t\Delta s\left\{\frac{1}{4}\lambda\left[N(d_1)-e^{-r(T-t)}N(d_2)\right]\right\} \tag{14}$$

而部分违约 ($\eta=0$) 的修正模型差分方程为:

$$f_{i,j}=\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}\left[\frac{1}{2}\sigma^2 j^2\Delta t-\frac{1}{2}(r-\lambda)j\Delta t\right]f_{i+1,j-1}+\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}\left[1-\sigma^2 j^2\Delta t\right]f_{i+1,j}+\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}\left[\frac{1}{2}\sigma^2 j^2\Delta t+\frac{1}{2}(r-\lambda)j\Delta t\right]f_{i+1,j+1}+\frac{1}{1+\Delta t(r+p-\lambda)}kj\Delta t\Delta s\left\{\frac{1}{4}\lambda\left[N(d_1)-e^{-r(T-t)}N(d_2)\right]+p\right\} \tag{15}$$

四、数值计算例子

下面将利用一个比较现实和普遍性的例子来测试在转股价修正条款下可转债的价值。

为了能精确确定回售条款和赎回条款的影响,这里还必须考虑票息的支付和应计利息的作用,因此可转债的期末条件 ($t=T$)应为:

$$V(S,t=T)=\max(F+K_T,\kappa S_T) \tag{16}$$

其中 K_T 为第 T 年的付息。但在一般情况下,期末时刻可转债的还本付息额会小于或等于回售价格,所以前述的期末条件仍有效。

必须注意的是,对于边界条件里的赎回价格和回售价格,应计利息会提高转债持有人的转股成本,因此必须对真实的赎回价格和回售价格进行修正。

首先应计算应计利息,如果假设 t 为当前时刻, t_p 为上次付息日, t_n 为下次付息日, K_n 为第 n 年的利息,则应计利息为:

$$AccI(t)=K_n\frac{t-t_p}{t_n-t_p} \tag{17}$$

在此基础上,真实的回售价格和赎回价格应该为其分别的净价加上应计利息,即:

$$B_c(t)=B_c^{clean}(t)+AccI(t)$$
$$B_p(t)=B_p^{clean}(t)+AccI(t) \tag{18}$$

表 1给出了一个简化了的例子,假设可转债刚好还有一年到期,这样假设的目的是为了可以忽略可转债由于每年的付息而造成计算的复杂化。而在这一年里,应计利息、真实的回售价格和赎回价格将按照 (17)和 (18)计算。

根据表 1给出的数据,运用 matlab计算软件对修正模型进行数值计算。对结果的纵向比较如表 2和图 1所示。在图 1中的两根线从上到下分别是在不同的条款生效概率下部分违约的修正模型和完全违约的修正模型,即在相同的生效概率下部分违约的修正模型得到的可转债价值更高。特别是当条款生效概率为 0%时,修正模型的价值就是其所对应的 AFV模型的价值,即 AFV模型是修正模型的一个特例。可以看出,修正模型得到的可转债价值也比 AFV高,这就说明了转股价修正条款对投资者来说具有正的价值。

表 1 数值计算的例子

到期日 T	1年
回购价格 B_c	110
回售价格 B_p	105
无风险利率 r	0.1
违约概率 p	0.02
波动率 σ	0.4
转换率 κ	1
回复率 R	0
可转转面值 F	100
票面利率	0.05
利息支付	每年 1次
完全违约	$\eta=1$
部分违约	$\eta=0$

表 2 零时刻不同转股价修正条款生效概率下的可转债价值

转股价修正条款生效概率	修正模型(完全违约)	修正模型(部分违约)
0%	112.10	112.82
5%	114.89	115.70
10%	118.06	118.97
20%	125.64	126.74
30%	134.99	136.28

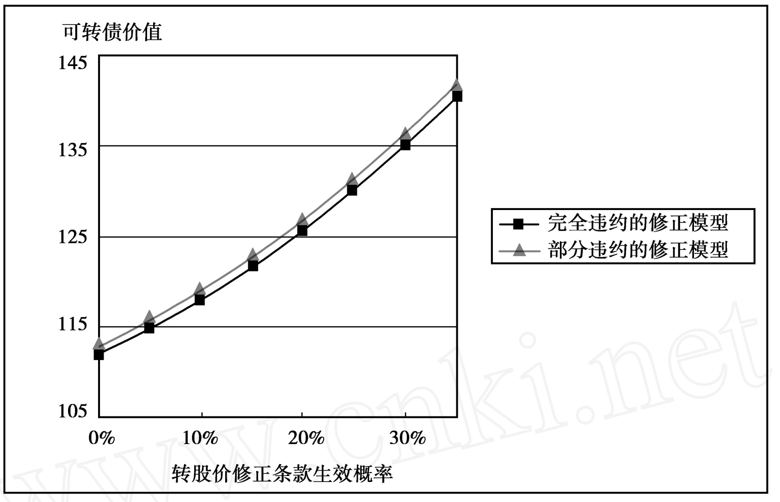

图 1　零时刻不同转股价修正条款生效概率下的可转债价值

对结果的横向比较如表 3和图 2所示。在图 2中的四根线从上到下分别是不同股票价格下的部分违约的修正模型和完全违约的修正模型、部分违约 AFV模型和完全违约 AFV模型。即在相同的股票价格下,修正模型得到的结果比对应的 AFV模型要高,相差的高度就是转股价修正条款的价值。

从表 2可以看出,当转股价修正条款生效的概率为 0%时,AFV的解和对应的修正模型的解相同。而随着转股价修正条款生效的概率的增加,修正条款的价值也在增加。因此,可转债的价值与转股价修正条款生效概率具有正相关关系。

根据 TF模型(Tsiveriotis和 Fernandes)的思想,把修正模型与 AFV模型进行比较,得到表 3。其中现金部分就是可转债的纯债券价值,权益部分就是可转债的理论价值减去现金部分,修正条款价值等于修正模型得到的解减去对应的 AFV解。这主要是因为 AFV模型就是修正条款生效概率为 0的修正模型,即 AFV模型是修正模型的一个特例。

从表 3可以看出,当转股价修正条款生效的概率为 0%时,AFV的解和对应的修正模型的解相同。随着转股价修正条款生效的概率的增加,修正条款的价值也在增加,并且修正条款的价值占权益部分的比重也在以边际递减的形式增加,如修正条款价值占权益部分比重 (部分违约)分别为 0%、14.22%、26.15%、44.49%、57.46%以及 66.77% (对应概率分别为 0%、5%、10%、20%、30%、40%)。可见,当转股价修正条款生效的概率达到 40%时,修正条款价值占权益部分比重已超过 60%,已成为可转债权益部分的主要价值载体。因此,对于包含转股价修正条款的中国可转债来说,忽略此条款将会导致不能有效地定价。

表 3　修正模型与 AFV模型的数值计算结果比较

转股价修正条款生效概率/%	AFV (部分违约)	AFV (完全违约)	修正模型 (部分违约)	修正模型 (完全违约)	现金部分	转股价修正条款价值 (部分违约)	转股价修正条款价值 (完全违约)	权益部分 (部分违约)	权益部分 (完全违约)	条款价值占权益部分比重/% (部分违约)	条款价值占权益部分比重/% (完全违约)
0	112.82	112.10	112.82	112.10	95.45	0	0	17.37	16.65	0	0
5	同上	同上	115.70	114.89	同上	2.88	3.60	20.25	19.44	14.22	18.52
10	同上	同上	118.97	118.06	同上	6.15	5.96	23.52	22.61	26.15	26.36
20	同上	同上	126.74	125.64	同上	13.92	13.54	31.29	30.19	44.49	44.85
30	同上	同上	136.28	134.99	同上	23.46	22.89	40.83	39.54	57.46	57.89
40	同上	同上	147.72	146.28	同上	34.90	34.18	52.27	50.83	66.77	67.24

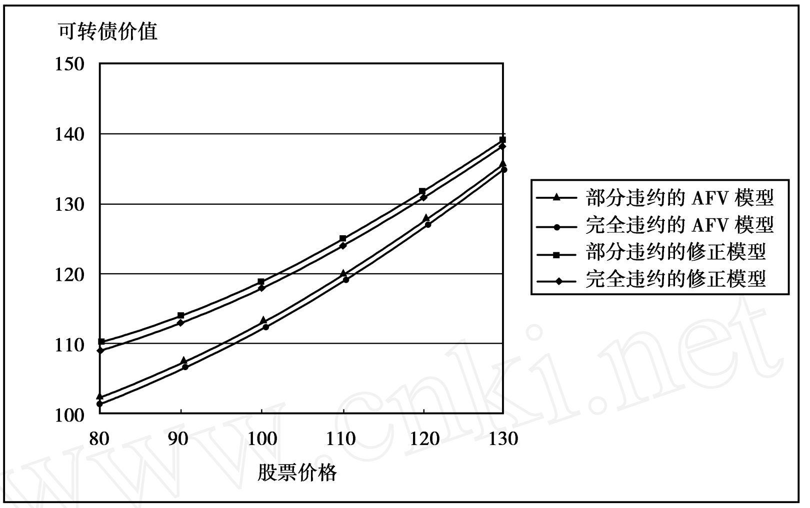

图 2 不同股票价格下 AFV 模型与修正模型的结果比较

五、结论

自从布莱克—斯科尔斯期权定价公式问世后,国外对可转转定价理论的研究日渐成熟。而在国内,由于可转债市场发展起步较晚,对可转债的研究都是基于国外的模型,再针对性地考虑中国的实际情况。由于中国股票市场的波动较大,可转债发行人的转股意愿强烈,转股价修正条款对可转债的影响不容忽视,而且该条款的存在弱化了回售条款的生效。特别是在 2008 年 A 股的熊市中,多只可转债的扎堆修正转股价使得回售现象鲜有发生更是体现了修正条款的价值以及其对投资者的保护作用。本文也是基于这样的情况,对 Ayache、Forsyth 和 Vetzal 模型 (2003) 进行修正,使其能适用于广泛包含转股价修正条款的中国可转债。

本文通过对 AFV 模型修正得到一个新的偏微分方程,再利用外推的有限差分方法进行数值计算,并进行横向与纵向的比较,得出转股价修正条款对可转债价值的贡献不容忽视的结论。

在各种假设下,本文考虑了在转股价修正条款生效后的可转债的价值,并且检验了两个特殊例子:部分违约的修正模型和完全违约的修正模型。在信用风险确定的情况下,可转债的价值,特别是其权益价值随着转股价修正条款生效的概率增大而增加;转股价修正条款价值占权益价值的比重也以边际递减的方式增加,在 40% 的条款生效概率下,转股价修正条款价值占权益价值的比重已超过 60%。这再一次说明转股价修正条款对可转债的影响不容忽视。

参考文献:

[1] 杨彦如. 中国金融工具创新报告 (2005) [R]. 北京:社会科学文献出版社, 2005: 156-189.

[2] E Ayache, P A Forsyth, K R Vetzal The valuation of convertible bonds with credit risk [J]. The Journal of Derivatives, 2003, 11: 9-30.

[3] 王承炜, 吴冲锋. 上市公司可转换债券价值分析 [J]. 系统工程, 2001 (7): 47-53.

[4] 周其源, 吴冲锋, 陈湘鹏. 付息可赎回可转换债券定价解析式:完全拆解法 [J]. 中国管理科学, 2007 (2): 1-8.

[5] Tsiveriotis K, Fernandes C. Valuing convertible bonds with credit risk [J]. Journal of Fixed Income, 1998, 8: 95-102.

[6] John Hull Options Futures and Other Derivatives [M]. Prentice Hall, 2002.

(编辑:南 北;校对:段文娟)