

文章编号: 1001-4098(2012) 06-0059-06

含股权稀释效应和债务杠杆作用的可转债定价*

廖萍康, 张卫国, 谢百帅, 章小莉

(华南理工大学 工商管理学院, 广东 广州 510640)

摘要: 股权稀释效应和债务杠杆作用可通过改变股权价值和风险影响可转债价值, 从而对可转债定价的产生综合影响。基于认股权证定价模型, 本文建立了含可转债稀释效应和杠杆作用的可转债定价模型, 并讨论了债务杠杆作用下基于 MM 理论的波动率修正方法。理论分析和数值算例表明, 可转债价值受稀释效应和杠杆作用综合作用影响, 稀释效应和杠杆作用对可转债价值分别产生正向和负向的影响。在可转债定价中同时考虑稀释效应和杠杆作用及其修正方式为可转债定价提供了一种新的思路。

关键词: 可转债; 定价研究; 权证定价模型; 稀释效应; 杠杆作用

中图分类号: F830 **文献标识码:** A

1 引言

可转换公司债券(简称可转债)是指发行人依照法定程序发行, 赋予其持有人在一定时间内依据约定条件将其转换成一定数量股票(通常会增发新股)权利的公司债券。可转债是一种复合型金融产品, 兼有公司债券和认股权证双重性质, 可转债的定价需要兼顾其债券性质和权证性质。可转债在行权时会增加公司股票数量, 从而改变原有股权结构, 可能导致股票价格下跌, 从而产生稀释效应。同时可转债作为一种投资性长期债务(我国可转债通常为投资性可转债), 其投资性和杠杆作用可能会改变股权预期收入, 但也加大了股权的风险。可转债的稀释效应和杠杆作用可能会对可转债价值产生影响。

可转债稀释效应和杠杆效应对其价值的影响引起了学者的关注。Lewis 等(2002)实证表明, 受债务杠杆等影响, 可转债发行后公司股权总体风险会提高, 股票波动率增加^[1]。Roland 和 Hubert(2010)认为可转债的用途决定了稀释效应和杠杆作用对可转债价值的影响, 投资性可转债的稀释效应和杠杆作用会对股票价格产生综合影响进而影响可转债价值^[2]。文献[2]及其部分参考文献对可转债稀释效应和杠杆作用作了实证研究, 验证了文献[2]的观点。然而, 已有大部分的文献定价均将可转债转换权看

作一种期权, 未考虑可转债稀释效应和杠杆作用, 包括 Ingersoll(1977)、Brennan 和 Schwartz(1980)、T siveriotis 和 Fernandes(1998)等经典定价模型^[3-5]。Galai 和 Schneller(1979)、Lauterbach 和 Schultz(1990)、Zhang 等(2009)研究了含稀释效应的权证定价模型和算法, 为含稀释效应可转债定价提供了参考^[6-8]。Kevin(1998)在专著中对基于 Galai-Schneller 的权证定价模型的含稀释效应可转债定价方法进行了阐述^[9]。Kevin 的模型虽然处理了可转债的稀释效应, 但却忽略了债务杠杆作用可能的影响。

已有研究大部分没有考虑可转债的稀释效应和杠杆作用, 或者只考虑稀释效应而未考虑债务的杠杆作用。为综合考虑可转债的稀释效应和杠杆作用, 本文建立了含股权稀释效应和债务杠杆作用的修正可转债定价单因素模型, 旨在探讨更符合市场的可转债定价模型并分析稀释效应和杠杆作用的机理。本文后续部分安排如下: 首先, 简单介绍基于 Galai-Schneller 理论考虑稀释效应的可转债定价模型; 然后, 简要分析债务的杠杆作用及其对可转债价值的影响, 并根据 MM 理论原理对基于 Galai-Schneller 理论定价模型的历史波动率进行修正, 从而建立含稀释效应和杠杆作用综合效应的可转债定价修正模型; 最后, 分别利用理论推导和数值算例和我国市场实例对不同模型的

* 收稿日期: 2011-12-23; 修订日期: 2012-02-16

基金项目: 国家社科基金重大(招标)项目(11&ZD156); 广东省高等学校珠江学者岗位计划项目

作者简介: 廖萍康(1987-), 男, 广东韶关人, 华南理工大学工商管理学院研究生, 研究方向: 金融工程与风险管理; 张卫国(1963-), 男, 陕西安康人, 华南理工大学工商管理学院教授, 博士生导师, 研究方向: 金融工程, 投资组合; 谢百帅(1987-), 男, 湖北天门人, 华南理工大学工商管理学院研究生, 研究方向: 金融工程, 投资组合; 章小莉(1988-), 女, 湖北襄阳人, 华南理工大学工商管理学院研究生, 研究方向: 金融工程。

定价结果进行分析和对比,以进一步揭示稀释效应和杠杆作用对可转债价值的机理。

2 含股权稀释效应可转债

G-S 定价方法

可转债转股权可视为一种美式看涨认股权证,无红利的美式看涨权证的价值与相同条件的欧式看涨权证价值相同。由于可转债的存续期一般较长,对大部分股票而言不发红利是不现实的。然而,大部分的可转债都有相应的转股价格修正条款,会对发放红利之后的转换价格进行相应的调整,基本消除了发放红利对可转债的影响。在不考虑回售条款和赎回条款的情况下,依然可以将可转债的转股权看作是一种不支付红利的美式看涨权证。

由于可转债具有与美式看涨期权类似的特征,一种常用的不考虑稀释效应和杠杆作用的可转债定价方法是将 B-S 期权定价公式^[10]直接应用于可转债定价中,将可转债价值表为一份公司债券价值与若干份转股权价值之和(简记为 B-S 方法)。受可转债定价 B-S 方法的启发, Kevin (1998)^[9]介绍了基于 Gailai-Schneller 权证定价模型^[6]含稀释效应可转债定价方法(简记为 G-S 方法)。该模型借鉴了将可转债价值分为纯债券和转换权两部分,纯债券部分受公司股票波动影响较小可以忽略,也就不受股权稀释效应的影响。我们采用风险溢价的形式反映债券部分的违约风险补偿,将债券的折现率修正为无风险利率加风险溢价。纯债券部分依然采用普通公司债券的定价公式,时间 t (以发行日为时间 $0, 0 \leq t \leq T$) 纯债券部分价值公式表示为

$$B_t = \sum_{n=0}^{T-t} \frac{I_{[t+n]}}{(1+r+r_c)^{T-t-[t+n]}} + \frac{F}{(1+r+r_c)^{T-t}} \quad (1)$$

其中, T 为可转债债券的有效期, I_n 表示第 n 年的利息, F 为可转债的面值, $[t]$ 表示不超过 t 的最大整数, r 为无风险收益率, r_c 为该公司(或同类公司)发行公司债券的风险溢价水平。

在可转债到期日(T 时刻) 权益的价值为 V_T , 在到期日可转债全部行权之后, 公司可转债的负债转化为所有者权益。若转股比例为 k , 则到期日公司的权益价值将增长到 $V_T + MF = V_T + MkX$, 股票数量也随之从 N 份增加到 $N + Mk$ 份。因此, 可转债在到期日全部行权之后

瞬间股票价格将变为 $\frac{V_T + MkX}{N + Mk}$, 故可转债持有者的真实收益为 $k \left[\frac{V_T + MkX}{N + Mk} - X \right] = \frac{Nk}{N + Mk} \left[\frac{V_T}{N} - X \right]$ 。又由于只有在行使转换权的收入为正的时候持有者才会选择行权, 故到期日每份可转债的转股权价值为

$$\max \left\{ \frac{Nk}{N + Mk} \left[\frac{V_T}{N} - X \right], 0 \right\} \quad \text{即可转债的价格是}$$

$\frac{Nk}{N + Mk}$ 份基于 $\frac{V}{N}$ 的看涨期权的价格(V 为公司权益价值)。假定公司股票价值完全体现公司权益的价值, 即在到期日前有 $V = NS$ 。由于 $k = F/X$, 于是得到每份可转债转股权的定价公式为

$$C_t^{GS} = \frac{NF}{NX + MF} \{ S_t \Phi(d_1) - X e^{-r(T-t)} \Phi(d_2) \}$$
$$d_1 = \frac{\ln \frac{S_t}{X} + \left(r + \frac{\sigma_s^2}{2} \right) (T-t)}{\sigma_s \sqrt{T-t}}$$
$$d_2 = d_1 - \sigma_s \sqrt{T-t} \quad (2)$$

其中, $\Phi(x)$ 为标准正态分布的累积分布函数, 即 $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ 。

结合纯债券价值(1)和转换价值(2)就得到了可转债的整体价值, 即

$$CB_t^{GS} = B_t + C_t^{GS} \quad (3)$$

G-S 方法与 B-S 方法的不同之处在于转股权价值 C_t 部分, 纯债券部分相同。B-S 方法转股权价值为

$$C_t^{BS} = \frac{F}{X} \{ S_t \Phi(d_1) - X e^{-r(T-t)} \Phi(d_2) \} \quad (4)$$

相应地可以得到 B-S 方法计算的可转债价值 C_t^{BS} 。容易看出, G-S 方法实质上是在原有 B-S 方法的框架下对转股权部分价值进行股权稀释效应的修正, 而纯债券部分的价值由于不受稀释效应的影响故无须修正。这种思想和修正方法同样可以扩展到可转债的双因素定价模型中, 此处不作详细讨论。

3 债务杠杆作用及 G-S 方法的波动率修正

第2节介绍了含股权稀释效应的可转债定价模型, 尚未考虑债务的杠杆作用。负债的增加会改变财务杠杆(提高了负债比例), 增加公司权益的风险, 从而改变公司权益价值的波动率, 进而对公司股票收益的波动产生影响。由于风险改变会对波动率产生影响, 这启发我们通过修正波动率反映债务的杠杆作用对可转债定价的影响。跟稀释效应相似, 债务杠杆作用几乎不会影响纯债券价值, 而只影响转股权价值。因此, 基于 G-S 模型定价公式中的波动率应该使用发行可转债后的股票波动率, 或者对发行前的股票历史波动率进行适当调整。

MM 理论^[11-12]关于债务杠杆对公司资本成本和风险影响的讨论为我们提供了参考。为讨论简便且不失一般性, 在 B-S 理论基本假设的基础上添加以下假定:

①不考虑可转债发行费用, 可转债存续期间负债水平保持不变;

②可转债按票面价值平价发行, 且发行可转债之后公司的经营效率和风险不变, 公司募集的资金的收益水平和

风险与发债前相当;

③该可转债存续期间不存在已发行和新发行的其他可转债或者认股权证;

④市场为有效市场, 即股票价值完全反映当前股权总价值, 总负债完全反映当前债务市场价值。

基于上述假定和MM理论的原理及其推导, 得到历史波动率如下简化调整方式

命题1 设 E, D_0 分别为发债前的公司权益市场价值、公司债务市场价值, D_1 为可转债总额, 假定公司发行可转债前后股票收益波动率分别为 σ_m, σ_h , 企业所得税税率为 ρ ($0 < \rho < 1$), 则

$$\begin{aligned} \sigma_m &= \frac{E + (D_0 + D_1)(1 - \rho)}{E + D_0(1 - \rho)} \sigma_h \\ &= \frac{NS_0 + (D_0 + MF)(1 - \rho)}{NS_0 + D_0(1 - \rho)} \sigma_h \end{aligned} \quad (5)$$

证明 设 r_0, r_1 分别为公司发债前后权益收益率, r_u, σ_u 为同条件无负债企业的收益和波动率, r_d 为公司债务的平均利率, 公司发债瞬间权益资本不发生改变。根据MM理论原理及其推导, 在存在公司所得税的情况下, 发债前收益率有如下关系:

$$\begin{aligned} r_0 &= r_u + \frac{D_0}{E}(r_u - r_d)(1 - \rho) \\ &= \frac{E + D_0(1 - \rho)}{E} r_u - \frac{D_0(1 - \rho)}{E} r_d \end{aligned}$$

两边取方差, 由于 r_d 为常量, 故

$$\begin{aligned} \sigma_h^2 &= Var[r_0] \\ &= \left[\frac{E + D_0(1 - \rho)}{E} \right]^2 Var[r_u] \\ &= \left[\frac{E + D_0(1 - \rho)}{E} \sigma_u \right]^2 \end{aligned}$$

同理得到可转债发行后波动关系:

$$\begin{aligned} \sigma_m^2 &= Var[r_1] \\ &= \left[\frac{E + (D_0 + D_1)(1 - \rho)}{E} \sigma_u \right]^2 \\ &= \left[\frac{E + (D_0 + D_1)(1 - \rho)}{E + D_0(1 - \rho)} \sigma_h \right]^2 \end{aligned}$$

于是得到发债前后的波动率关系:

$$\begin{aligned} \sigma_m &= \frac{E + (D_0 + D_1)(1 - \rho)}{E + D_0(1 - \rho)} \sigma_h \\ &= \frac{NS_0 + (D_0 + MF)(1 - \rho)}{NS_0 + D_0(1 - \rho)} \sigma_h \end{aligned}$$

于是, 可以得到同时考虑了股权稀释效应和债务杠杆作用的可转债定价修正模型(简称MG-S方法)

$$\begin{aligned} CB_t^{MGS} &= B_t + C_t^{MGS} \\ B_t &= \sum_{n=0}^{[T-t]} \frac{I_{[t+n+1]}}{(1+r+r_c)^{T-t-[T-t]+n}} + \frac{F}{(1+r+r_c)^{T-t}} \\ C_t^{MGS} &= \frac{NF}{NX + MF} \{ S_t \Phi(d_{m1}) - X e^{-r(T-t)} \Phi(d_{m2}) \} \\ d_{m1} &= \frac{\ln \frac{S_t}{X} + \left(r + \frac{\sigma_m^2}{2} \right) (T-t)}{\sigma_m \sqrt{T-t}} \\ d_{m2} &= d_{m1} - \sigma_m \sqrt{T-t} \\ \sigma_m &= \frac{NS_0 + (D_0 + MF)(1 - \rho)}{NS_0 + D_0(1 - \rho)} \sigma_h \end{aligned} \quad (6)$$

上市公司的历史交易股价可以通过交易系统记录信息读取, 而债务信息则可以通过近期财务公报或者可转债发行公告读取(这些信息可能与发债时真实值存在一定偏差), 然后可以近似计算基于历史波动率的修正波动率。如果股价数据即包含了发行之前和发行之后的股价数据, 则分别计算出发行前后的波动率, 发行前的波动率进行修正, 发行之后波动率不需要修正, 然后按照所占时间比例为权重取两者的加权平均值作为模型的波动率。

值得注意的是, 以上修正模型仅仅是对使用于历史波动率方法确定股票波动率而言的。若使用隐含波动率, 则由于隐含波动率往往已经是发行之后的动态波动率, 通常无须对隐含波动率进行包含杠杆作用的修正。

4 模型的分析与比较

对于欧式看涨期权定价的B-S公式, 其确定的期权价值是股票波动率的增函数, 股票风险较大的期权其价值要比相同条件下风险较小的期权高。在采用股票历史数据计算波动率的情形下, G-S方法直接采用历史波动率计算可转债转换权的价值, 即 $\sigma_s = \sigma_h$ 。而又由于

$$\begin{aligned} \sigma_m &= \frac{NS_0 + (D_0 + MF)(1 - \rho)}{NS_0 + D_0(1 - \rho)} \sigma_h \\ &= \left[1 + \frac{(1 - \rho)MF}{NS_0 + D_0(1 - \rho)} \right] \sigma_h \\ &> \sigma_h \\ &= \sigma_s \end{aligned}$$

故可以得到不同方法确定的可转债价值的不等关系:

$$\begin{aligned} S_t \Phi(d_1) - X e^{-r(T-t)} \Phi(d_2) &< S_t \Phi(d_{1m}) - X e^{-r(T-t)} \Phi(d_{2m}) \\ C_t^{MGS} &> C_t^{GS}, CB_t^{MGS} > CB_t^{GS} \end{aligned} \quad (7)$$

又由于

$$\frac{NF}{NX + MF} = \frac{N}{N + \frac{MF}{X}} \frac{F}{X} < \frac{F}{X}$$

故容易证明

$$C_t^{GS} < C_t^{BS}, CB_t^{GS} < CB_t^{BS} \quad (8)$$

通过式(7)和式(8)容易发现, 在均采用历史波动率的

情形下, G-S 方法确定的可转债价值要低于 B-S 方法确定的可转债价值, 而 MG-S 方法确定的可转债价值要高于 G-S 方法, 而 MG-S 方法和 B-S 方法之间则难以比较。稀释效应对可转债价值产生了负作用, 而杠杆作用则对可转债价值产生正作用, 两者的共同作用决定了可转债的最终价值。稀释效应和杠杆作用彼此强弱直接决定了 MG-S 方法确定的可转债价值与 B-S 方法确定的可转债价值之间的偏移量。也就是说, MG-S 方法确定的可转债价值受到稀释效应和杠杆作用综合效用的影响, 两者的强弱直接决定了可转债价值。同时也表明, 不考虑稀释效应可能会高估可转债的价值, 而只考虑稀释效应而不考虑杠杆作用又可能低估可转债价值。

接着考察可转债的对冲策略变化, 这里采用期权类金融衍生工具套期保值中最常用的 delta-对冲策略。由期权 delta 值的定义, 可以得到可转债 delta 值的定义

$$\Delta = \frac{\partial CB_t}{\partial S_t}$$

根据定义可以计算得到各方法的可转债 delta 值及其关系:

$$\begin{aligned} \Delta_{BS} &= \frac{F}{X} \Phi(d_1) \\ \Delta_{GS} &= \frac{NF}{NX + MF} \Phi(d_1) \\ \Delta_{MGS} &= \frac{NF}{NX + MF} \Phi(d_{1m}) \\ \Delta_{BS} &> \Delta_{GS} \end{aligned} \quad (9)$$

由于 Δ_{MGS} 表达式的非线性性和非单调性, 难以从表达式中推导出 Δ_{MGS} 与 Δ_{BS} 、 Δ_{GS} 之间的大小关系。然而, 可以推断出这三者之间在除少数点外是两两不相等的。因此, 如果我们选择的方法不当, 不但会面临错误估计可转债价值的可能, 而且将可能面临套保不充分而达不到套期保值目标的风险。

再考察使用历史波动率情形下可转债价值随历史波动率 σ_h 变化的差异, 即考察导数

$$v = \frac{\partial CB_t}{\partial \sigma_h}$$

的差异。类似于期权 Vega 值的计算, 可以推导得到

$$\begin{aligned} v_{BS} &= \frac{FS_t}{X} \frac{T - t \Phi(d_1)}{X} \\ v_{GS} &= \frac{NFS_t}{NX + MF} \frac{T - t \Phi(d_1)}{NX + MF} \\ v_{MGS} &= S_t \frac{T - t \Phi(d_{m1})}{NX + MF} \frac{NS_0 + (D_1 + MF)(1 - \rho)}{NS_0 + D_0(1 - \rho)} \end{aligned} \quad (10)$$

易得

$$v_{BS} > 0, v_{GS} > 0, v_{MGS} > 0 \text{ 且 } v_{BS} > v_{GS}, v_{MGS} > v_{GS}$$

但 v_{BS} 和 v_{MGS} 难以分辨大小, 稀释效应和杠杆作用的综合影响表现较为复杂, 但三种方法确定的可转债价值均为历史波动率的增函数, 差异只是在于随历史波动率变化的剧烈程度。

5 数值算例

下面通过一个普通的数值算例和结果比较给出稀释效应和杠杆作用对可转债影响更全面、更直观的结果和模型比较。首先给出可转债部分基础的数据(列于表1), 这些数据在本节数值算例中保持不变。接着, 通过若干不同方法定价轨迹比较来剖析稀释效应和杠杆作用对可转债价值的影响。

表1 可转债基础数据

可转债面值	100元/份	可转债年利率	2%
无风险利率	3%	公司债券风险溢价	1%
存续期	3年	剩余期限	2年
发债前股价	10元/股	发债前总债务	600万元
发债前股数	100万股	所得税税率	25%

图1给出了股价变动时(图下方为其它不变参数)各方法确定的可转债价值变化轨迹。从图中可以看出, 各方法下可转债价值变动趋势相似, 均为股价的增函数。MG-S 方法确定的可转债价值要高于 G-S 方法的价值, 并随着股价的增大而趋于一致。MG-S 方法确定的可转债价值在股价处于低位时要稍高于 B-S 方法, 股价处于高位时则要低于 B-S 方法, 并且可转债价值差异及其差异程度随股价增大而增大。这说明股价处于低位时稀释效应要弱于杠杆作用, 相反, 股价处于高位时稀释效应要强于杠杆作用。

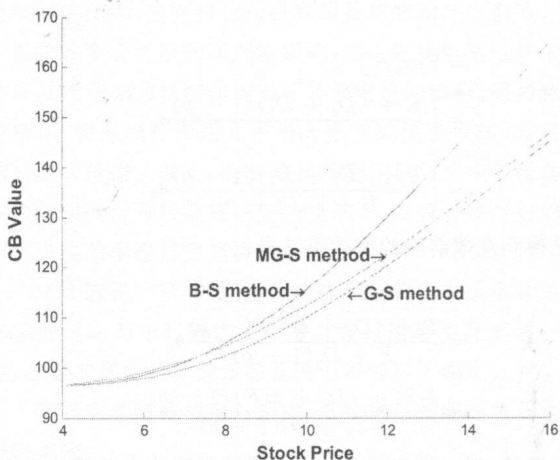


图1 $\sigma_h = 0.30, X = 10, M = 4 \times 10^4$

图2揭示了历史波动率与各方法确定的可转债价值的关系。历史波动率较小时, 波动率修正对转换权的影响较小, 故MG-S方法确定的可转债价值在波动率较小时与G-S方法差异不太明显, 而波动率越大差异越显著, 但变化剧烈程度降低。因此, 历史波动率越高, 稀释作用和杠杆作用就表现得越显著。

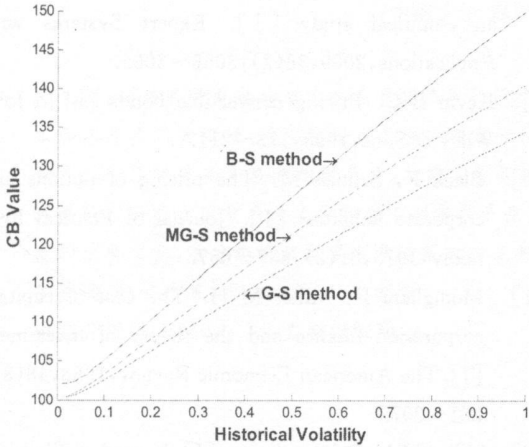


图2 $S_t = 10, X = 10, M = 4 \times 10^4$

图3和图4体现了可转债发行数量与可转债价值的关系。两者共同说明, 不同方法确定的可转债价值随可转债发行数量的增大而增大, 这种差异变化剧烈程度则随可转债数量增大而变小。并且MG-S确定的可转债价值随可转债数量的变化速度要稍慢与G-S方法。由于可转债直到到期未转换则会成为公司的债务, 故可转债发行数量对可转债的影响又可看作是未来可能债务负担对可转债价值的影响。因此, 未来可能增加债务越高, 稀释效应和杠杆作用对可转债的价值影响就越显著。

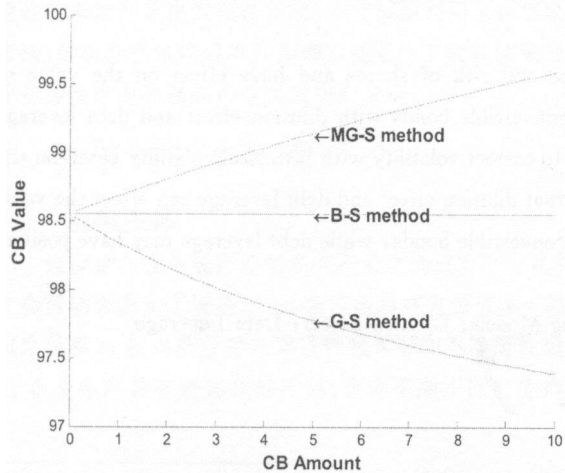


图3 $S_t = 10, \sigma_t = 0.30, X = 10$

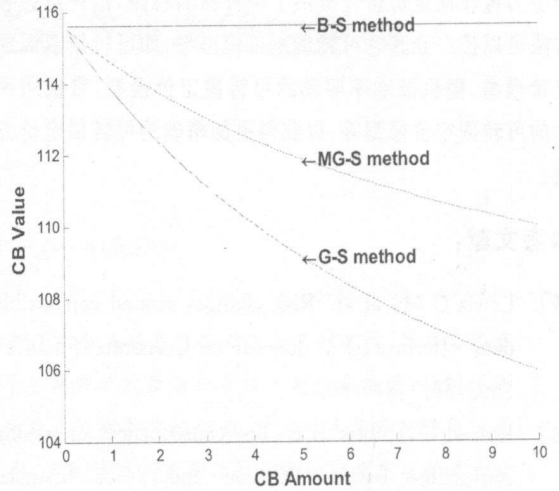


图4 $S_t = 10, \sigma_t = 0.30, X = 10$

此外, 图3和图4也可看作是对图1高低价位的可转债价值的放大, 印证了图1中可转债价值比较分析的结果。

从该算例的分析可以发现, 各种方法确定的可转债价值的趋势是类似的。G-S方法确定的可转债价值要低于B-S方法确定的可转债价值, 而MG-S方法确定的可转债价值则要高于G-S方法确定的可转债价值, 与前面的理论分析一致。然而MG-S方法确定的可转债价值与B-S方法确定的可转债价值之间并无明确单一的大小关系, 但呈现为低价位时MG-S方法价值高而高位时B-S方法价值高。同时, 也体现出修正模型中稀释效应和杠杆作用对可转债价值影响的综合性和复杂性。

6 总结

股权稀释效应和债务杠杆作用可能通过改变股权价值和风险影响可转债的价值。本文首先探讨了稀释效应和杠杆作用对可转债价值的影响方式, 说明了在可转债定价中考虑稀释效应和杠杆作用的必要性。接下来, 在考虑可转债稀释效应和杠杆作用的情况下, 基于修正Galai-Schneller权证定价方法建立了考虑可转债稀释效应和杠杆作用的单因素模型。通过对历史波动率修正的方法给出了将杠杆作用加入到定价模型中的方法。并通过理论推导和数值算例对修正的可转债定价模型进行简要的比较和分析。分析结果表明, 股权稀释效应和债务杠杆作用对可转债综合影响的复杂性。总体而言, 股权稀释效应对可转债价值产生消极影响, 而债务杠杆作用对可转债价值产生积极影响。稀释效应的存在会降低可转债价值, 而杠杆作用则会部分抵消稀释效应的不利影响, 两者彼此的强弱共同决定了对可转债价值的影响方式和程度。

本文基于 M-M 理论利用修正波动率的方法提出了一种综合考虑可转债稀释效应和杠杆作用的方法。本文的模型为可转债定价研究提供了一种新的思路,这种思想和方法可以推广到其它可转债定价模型中,如可转债双因素定价模型、随机波动率驱动的可转债定价模型、带信用风险的可转债定价模型等,以获得更加精确的可转债定价方法。

参考文献:

- [1] Lewis C M, et al. Risk changes around convertible debt offerings [J]. Journal of Corporate Finance, 2002, 8(1): 67 ~ 80.
- [2] Roland G, Hubert L B. The consequences of issuing convertible bonds: Dilution and / or financial restricting? [J]. European Financial Management, 2010, 16(4): 552 ~ 584.
- [3] Ingersoll J E. A contingent claims valuation of convertible securities [J]. Journal of Financial Economics, 1977, 4(3): 289 ~ 322.
- [4] Brennan M J, Schwartz E S. Analyzing convertible bonds [J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1980, 15(4): 907 ~ 929.
- [5] Tsiveriotis K, Fernandes C. Valuing convertible bonds with credit risk[J]. Journal of Fixed Income, 1998, 8(2): 95 ~ 102.
- [6] Galai D, Schneller M I. Pricing of warrants and the value of the firm [J]. Journal of Finance, 1978, 33(5): 1333 ~ 1342.
- [7] Lauterbach B, Schultz P. Pricing warrants: An empirical study of the Black-Scholes model and its alternatives [J]. Journal of Finance, 1990, 45(4): 1181 ~ 1209.
- [8] Zhang W G, Xiao W L, He C X. Equity warrants pricing model under fractional Brownian motion and an empirical study [J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(2): 3056 ~ 3065.
- [9] Kevin B C. Pricing convertible bonds [M]. John Wiley & Sons, 1998: 173 ~ 211.
- [10] Black F, Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities [J]. Journal of Political Economy, 1973, 81(3): 637 ~ 657.
- [11] Modigliani F, Miller M H. The cost of capital, corporation finance and the theory of investment [J]. The American Economic Review, 1958, 48(3): 261 ~ 297.
- [12] Miller M H. Debt and taxes [J]. Journal of Finance, 1977, 48(2): 261 ~ 275.
- [13] 马超群, 唐耿. 引入信用风险的可转债定价模型及其实证研究[J]. 系统工程, 2004, 22(8): 69 ~ 73.
- [14] 陈胜业, 王义克. 奇异期权与中国可转债定价[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2007, 47(6): 991 ~ 994.

Pricing Convertible Bonds with Dilution Effect and Debt Leverage

LIAO Ping-kang, ZHANG Wei-guo, XIE Bai-shuai, ZHANG Xiao-li

(School of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Dilution effect and debt leverage may change the price and risk of shares and have effect on the value of convertible bonds. This paper builds up two models to price the convertible bonds with dilution effect and debt leverage based on some models of warrants value. It also proposes a method to correct volatility with historical volatility based on the M-M models. The theoretical and numerical analysis taken argues that dilution effect and debt leverage can affect the value of convertible bonds. Dilution effect may have a negative effect on convertible bonds, while debt leverage may have positive effect. This model offers a new idea of pricing convertible bonds.

Key words: Convertible Bonds; Pricing Research; Warrants Pricing Models; Dilution Effect; Debt Leverage