

可转换债券发行公司的最优决策¹

Optimal Decision-Making of Issuers of Convertible Bonds

郑振龙 林海
(厦门大学金融系, 361005)

联系方式：

郑振龙：电话：0592-5920923，Email: zlzheng@xmu.edu.cn。通讯地址：厦门大学金融系。邮编：361005。个人网址：<http://efinance.nease.net>。

林海：电话：0592-2194794，13616036900。Email: xmulh2@163.com，通讯地址：厦门大学 2073 信箱。邮编：361005。

第 1 稿

2003.5.18

Comments are welcome!

¹ 本项研究得到厦门大学国家级金融重点学科研究基金资助。

可转换债券发行公司的最优决策

Optimal Decision-Making of Issuers of Convertible Bonds

内容提要：本文从公司和投资者之间的博弈入手，研究可转债发行后，发行公司在行使调整转股价格的权利和赎回的权利时的决策目标和最优决策行为。分析表明，发行公司的决策目标是以尽可能高的转股价格尽可能早地实现转股，除非面临回售的压力，公司不会主动调整转股价格，调整的幅度仅以保证回售日投资者不回售为限。只要满足赎回条件，公司通常会行使赎回权，以便实现强制性转股，实现尽可能早转股的决策目标。论文得到的 5 个重要推论对于可转债的准确定价和可转债发行条款的设计均有重大指导意义。

关键词：可转换债券 赎回权 转股价调整权 回售权

Abstract: By gaming between the issuing company and the investors, this paper analyzes the decision objectives and the optimal behaviors for the company to exert the options of adjusting the strike price and the option of redemption after the issuing of convertible bonds. It is shown that, the decision objectives for the issuing company is to convert the bonds into stocks with the prices as high as possible at the time as early as possible. The company will not adjust the strike price unless it faces the pressure of selling back. The percentage of adjustment is just to prevent the investors from selling back the CBs. If the redemption condition is satisfied, the company will usually exert the redemption option to realize the forced conversion and achieve the goal of conversion as early as possible.

Key Words: Convertible Bond, Option of Redemption, Option of Adjusting Strike Price, Option of Selling Back.

可转换债券是一种极其复杂的信用衍生产品。除了一般的债权之外，它包含着很多的期权。这些期权主要有：投资者按照一定价格在一定期限内将债券转换成公司股票的期权（转股权），投资者在一定条件下将债券按照一定价格回售给公司的期权（回售权），公司在一定条件下调整转股价格的期权（转股价调整权），以及公司在一定条件下赎回可转债的期权（赎回权）。条款的复杂性决定了可转债定价的复杂性。而且，这种复杂性更体现在发行者和投资者之间在行使各自期权时存在着一种十分复杂的博弈过程。这种博弈结果对可转债的价值有相当复杂的影响。本文的研究就是主要从公司和投资者之间的博弈入手，研究公司决策的主要目标以及在行使期权时的最优决策行为，从而为可转债准确定价和可转债条款设计奠定基础。文章总共分为五部分。第一部分简单的文献回顾；第二部分是对中国可转换债券发行公司形式转股价调整权和赎回权决策目标的分析；第三部分是对公司行使转股价调整权决策行为的分析；第四部分是对公司行使赎回权决策行为的分析；第五部分则是一些简单的结论。

一、文献回顾

可转换债券在近年获得了迅猛的发展，成为机构投资者和养老基金组合的一个重要的资产工具（Kariya and Tsuda，2001）。许多学者和研究人员力图从不同的角度对可转债的价值

进行分析。Ingersoll(1977), Brennan and Schwartz(1977,1979,1980,1988)等从公司价值的角度分析了可转换债券的价值。Kariya and Tsuda(2001)通过一个时间依赖的马尔可夫 (Time Dependent Markov) 模型对可转债进行定价。Greiner, Kalay and Kato(2001)通过对日本可转债的分析,发现日本可转债存在着比较严重的价格低估 (underpricing) 现象。Yigitbasioglu(2001)对存在外汇风险的可转债价格进行了分析。

在中国,可转换债券市场则刚刚起步,对它的市场认识明显不足,导致了可转债价值的严重低估。由于可转债的发展尚在初级阶段,国内对它的研究也是严重不足。Wu(2002)对可转债发行在政府国有股减持中的作用进行了分析。杨如彦等(2002)对可转换债券的融资特点以及定价方法做了一个比较系统的阐述。此外还有王晓东(2003)对中国可转债投资价值的分析等。但是这些定价分析都是站在投资者的角度,没有考虑到公司在可转债过程中的决策行为,比如赎回期权的执行行为,受到回售压力而调整转股价格的行为等。本文则是在这方面作一个尝试,力求对公司在可转债中的决策行为作一个比较深入全面的分析,为最终的可转债准确定价奠定基础。

二、可转债发行公司的决策目标分析

在研究中国可转债发行公司的目标时,我们要注意中国资本市场的两个特殊性。

首先,中国的股票市场是一个以非流通国有股、法人股占主导地位的特殊市场。国有股、法人股股东在公司中拥有控股权地位,但其股票不能在市场上按照市场价格买卖,只能根据股票的每股净资产作为自身价值的一个标准。因此,公司控股股东的最终目标是实现公司每股净资产价值的最大化。

其次,中国的股票价格存在较大的泡沫,市场股票价格大大高于公司价值。因此,转股对控股股东是非常有利的。

在这种背景下,我们就可以得到有关可转债发行公司决策目标的一个重要结论。

推论 1: 可转债发行公司的决策目标是以尽可能高的转股价格、尽可能早地实现转股。

证明:假设公司在发行可转债之前的每股净资产为 A , 总股本为 N_2 。发行可转债的数量为 N_1 , 发行价格为 P , 转股价格为 X , 可转债的面值为 FV 。由于中国可转债均按面值发行,因此 $P=FV$ 。如果没有转股发生,则公司的每股净资产仍然为 A , 控股股东没有从发行可转债中获得任何好处²。如果转股发生,则公司的每股净资产变成:

$$A' = \frac{A \times N_2 + FV \times N_1}{N_2 + (FV / X) \times N_1}$$

要使得 $A' > A$, 则必须满足条件:

$$X > A$$

也就是说,发行公司的控股股东要想从可转债发行中获利,可转债的转股价格必须高于每股净资产。这也正是许多可转债条款中所规定的。

而且, $\frac{\partial A'}{\partial X} > 0$, 也就是说,转股价格越高,公司控股股东的每股净资产增加得就越多。

² 这边没有考虑公司发行可转债所节省的利息支出,因为它比起转股给公司价值带来的增长相比是微不足道的。

因此，公司的一个决策目标就是要以尽可能高的转股价格转股。

由于转股价只能调低，不能调高。越早转股，公司被迫调低转股价的可能性就越小。因此公司的控股股东必然追求尽可能早地实现转股。（证毕）

可转债发行公司的决策目标直接影响到他们行使期权时的决策行为。而且这种决策行为不是独立的，而是根据和投资者之间的复杂博弈作出的一个多层次决策行为。投资者的投资目标函数是收益最大化，他们将根据转股价值 $(FV \times S) / X$ 和可转债持有价值孰大来决定是转股还是继续持有可转债。公司的决策行为就是要通过影响可转债持有价值进而影响投资者的行为，从而顺利实现自身的目标。

三、公司行使转股价调整权的决策行为分析

大部分可转债都规定，当公司股票收盘价连续 n_1 个交易日低于转股价的一定比例（如 80%），公司董事会有权在一定的幅度内下调转股价。董事会一般 1 年内只能调整 1 次。但股东大会通常有权超过上述幅度和次数进行调整。因此这里包含两个选择权：第一就是是否调整；第二就是调整的幅度³。由于公司决策的目标之一是按照尽可能高的转股价格转股。因此，我们也可以推出可转债发行公司调整转股价格的一个重要推论。

推论 2：在没有回售压力的条件下，公司不会主动向下调整转股价格。

证明：首先向下调整转股价格会稀释公司控股股东的每股净资产，这在上面已经证明。

其次，它会降低控股股东的控制权。假设公司发行的可转换债券数量为 N_1 ，初始转股价格为 X ，则此时转成的股票为 $(FV \times N_1) / X$ ，可能只占公司总股本的一个有限比例，对公司原有的控股股东的控制权并没有产生威胁。但是如果降低 X 至 X' ，则此时可以转成股票的数量为：

$$(FV \times N_1) / X' > (FV \times N_1) / X ,$$

在公司总股本中的比例就会上升，就会影响到公司原先的控制权。

因此，公司绝对不会主动调低转股价格。（证毕）

但是由于可转债规定了回售条款，即在可回售期内，当公司股票价格连续 n_2 个交易日低于转股价格的一定比例（如 75%）时，投资者有权在若干个交易日后按照一定的价格（比如债券面值加上当年利息）将债券回售给公司⁴。因此，为了避免投资者将债券回售给公司，以便能够实现转股的目标，公司控股股东这时要调低转股价格。

推论 3：当面临回售压力时，公司会调低转股价，使回售日该债券的价值超过赎回价，从而诱使投资者放弃回售权。

证明：当回售条件满足且可转债价格低于回售价时，如果公司不调低转股价，投资者就

³ 一些特殊的可转债，比如新钢钒转债，规定满足一定条件时公司必须调整转股价格，调整幅度不低于 10%，调整后的转股价格不低于每股净资产。这时公司就只有一个选择权，那就是调整幅度。

⁴ 新钢钒转债是一个特例。它规定在可转债的最后 1 年的任何时刻，投资者都有权按照 103 元的价格将可转债回售给公司。

会行使回售权，这样就会使控股股东失去净资产增值的机会。因此，只要转股价不降到每股净资产之下，控股股东就会作出降低转股价的决定。同时，由于所有可转债回售的条件都比降低转股价的条件苛刻，因此，公司回售条件满足时，公司也有权调低转股价。

接下来分析调整的幅度。假设在可回售期内 T_1 时刻满足了回售条件，则在回售日 $T_1 + L$ 时刻，该可转债的收益函数为：

$$\max(P_{T_1+L}, K_1)$$

其中 K_1 表示回售价格。要使得投资者不回售，只能通过降低转股价从而提高 P_{T_1+L} 来实现。

(证毕)

四、公司行使赎回权的决策行为分析

大部分可转债都规定，在可赎回期内，当股票价格连续 n_3 个交易日超过转股价的 130% 时，公司有权按照一定的价格（如债券面值加上当年利息）在一定的时期内赎回（如 5 日内公告，30 日内赎回）该债券。由于赎回价通常大大低于转股价，因此投资者会在赎回日之前行使转股权。因此公司行使赎回权实际上是要迫使投资者尽早行使转股权。

假设可转换债券的期限为 T ，公司股票价格 S_t 服从几何布朗运动，即

$$dS_t / S_t = \mathbf{m}dt + \mathbf{s} dz_t, \text{ 或者}$$

$$d \ln S_t = (\mathbf{m} - \mathbf{s}^2 / 2) dt + \mathbf{s} dz_t^5,$$

在风险中性定价中， $\mathbf{m} = r$ 。在离散形式下，股票价格的变化可以表示为：

$$S_{t+\Delta} = S_t \exp[(r - \mathbf{s}^2 / 2)\Delta + \mathbf{s}\sqrt{\Delta}e_t], e_t \sim N(0,1)$$

在可赎回期内，如果股票价格在 T_2 到 T_3 期间满足条件：

$$S_t \geq 1.3X_t, t = T_2, T_2 + 1, \dots, T_3 - 1, T_3, X_t \text{ 表示时刻 } t \text{ 的执行价格。}$$

此时，公司可以在赎回日 $T_3 + M$ 时刻按照 K_2 的价格赎回公司的可转换债券。

推论 4：公司是否在时刻 T_3 提出赎回，取决于赎回日转股价值是否有足够把握大于赎回价格。

证明： $T_3 + M$ 时刻可转债转股价值为 $(FV \times S_{T_3+M}) / X_{T_3+M}$ ，赎回价格为 K_2 。

如果， $(FV \times S_{T_3+M}) / X_{T_3+M} > K_2$ ，则公司在时刻 T_3 提出赎回，在 $T_3 + M$ 时刻，投资者肯定会进行转股，公司就达到了以尽可能高的转股价尽早转股的目标。

但是如果 $(FV \times S_{T_3+M}) / X_{T_3+M} < K_2$ ，则如果公司在时刻 T_3 提出赎回，在 $T_3 + M$ 时刻，

⁵推导过程主要利用 Ito 引理。

投资者不会进行转股，公司只能赎回，公司的强制性转股就没有达到目的，反而大大加重自身的财务负担。因此，在满足赎回条件的时刻 T_3 ，公司要预期时刻 $T_3 + M$ 的转股价值。因为转股价值等于 $(FV \times S) / X$ ，在未来 M 个交易日内可以假定转股价保持不变。其主要原因在于赎回条件和转股价调整条件的差异巨大，股票价格不可能在满足赎回条件之后在很短的时间内又满足转股价调整条件。所以，对转股价值的预期主要是对股票价格的预期。为了尽可能避免未来股票价格的变动风险，我们这边不使用期望值的概念，而使用 VAR 的概念，即计算出使得时刻 $T_2 + M$ 股票价格有一定（如 95%）的概率高于它的股票价格预期最低临界值 $E_{T_3} S_{T_3+M} \downarrow$ 。如果 $(FV \times E_{T_3} S_{T_3+M} \downarrow) / X_{T_3+M} > K$ ，则公司如果时刻 T_3 提出赎回，在时刻 $T_3 + M$ ，投资者有 95% 的可能性会进行转股⁶。这在公司可以承受的风险之内，因此，公司应该提出赎回，迫使投资者提早转股。

$$\begin{aligned} E_{T_3} S_{T_3+M} &= E_{T_3} S_{T_3} \exp[(r - s^2/2)M + s\sqrt{M}e_{T_3+M}] \\ &= S_{T_3} \exp[(r - s^2/2)M] \exp(s^2 M/2 + s\sqrt{M}E_{T_3}e_{T_3+M}) = S_{T_3} \exp(rM) \end{aligned}$$

在 95% 的置信区间内，该期望值的下限为：

$$E_{T_3} S_{T_3+M} \downarrow = S_{T_3} \exp(rM - 1.96s\sqrt{M})。 (证毕)$$

推论 5：在正常情况下，公司会在满足赎回条件时立即行使赎回权。

证明：

在现在通常情况下， $r \approx 2.5\%$ ， $s \approx 30\%$ ， $M \approx 0.12$ ，假设 S_{T_3} 为满足赎回条件的最低水平，即 $S_{T_3} = 1.3 X_{T_3}$ 。则

$$E_{T_3} S_{T_3+M} \downarrow = S_{T_3} \exp(rM - 1.96s\sqrt{M}) \approx 1.3 X_{T_3} \exp(0.025 \times 0.12 - 1.96 \times 0.30 \times \sqrt{0.12}) \approx 1.06 X_{T_3}$$

所以 $(FV \times E_{T_3} S_{T_3+M} \downarrow) / X_t \approx 106 > K$ 。因为在正常情况下， $K \leq 105$ 。(证毕)

从上面分析可以看出，影响股票价格 VAR95% 临界水平并进而影响提出赎回可能性的影响因素有无风险利率、波动率、满足条件时的股票价格以及赎回期限。

1、无风险利率

$$\frac{\partial E_{T_3} S_{T_3+M} \downarrow}{\partial r} = S_{T_3} M \exp(rM - 1.96s\sqrt{M}) > 0，$$

因此 r 越大，公司在满足赎回条件时进行赎回的可能性就越大。

2、波动率

⁶ 如果公司觉得 5% 的可能性太大，则可能将 VAR 的水平进行提高，比如提高至 99%。

$$\frac{\partial E_{T_3} S_{T_3+M} \downarrow}{\partial s} = S_{T_3} \exp(rM - 1.96s\sqrt{M})(-1.96\sqrt{M}) < 0,$$

因此 s 越大，公司在满足赎回条件时进行赎回的可能性就越小。

3、满足条件时的股票价格

$$\frac{\partial E_{T_3} S_{T_3+M} \downarrow}{\partial S_{T_3}} = \exp(rM - 1.96s\sqrt{M}) > 0$$

所以， S_{T_3} 越高，公司在满足赎回条件时进行赎回的可能性就越大。

4、赎回期限

$$\frac{\partial E_{T_3} S_{T_3+M} \downarrow}{\partial M} = S_{T_3} \exp(rM - 1.96s\sqrt{M}) \left(r - \frac{1.96s}{2\sqrt{M}} \right),$$

在正常情况下， $r < 10\%$, $s \approx 30\%$, $M \approx 0.2$ ，所以

$$r - 0.98 \frac{s}{\sqrt{M}} < 0.10 - 0.98 \frac{0.30}{\sqrt{0.12}} < 0, \text{ 所以,}$$

$$\frac{\partial E_{T_3} S_{T_3+M} \downarrow}{\partial M} < 0.$$

所以，在正常情况下，如果可转债条款对赎回日没有硬性规定，则公司会尽量缩短 M 以减少变数。

五、结论

根据上面的分析，我们可以得出公司在可转债发行后行使调整权和赎回权决策行为的几个重要结论：

(一) 发行公司的决策目标是以尽可能高的转股价格、尽可能早地实现转股。这些决策行为是在和投资者的博弈过程中通过影响投资者的收益函数作出的。

(二) 由于转股价格的调整会直接影响到公司控股股东的利益，所以公司不会自动调整股价。调整转股价格的目的是为了避免投资者的回售而给公司带来的更大损失。而且，公司在选择转股价格调整幅度时也是尽可能的小，目标是能够保证投资者在回售日不选择回售而选择持有可转债。

(三) 公司是否行使赎回权，取决于赎回日转股价值是否有足够把握大于赎回价格。在目前中国正常市场情况下，只要满足赎回条件，公司就会行使赎回权，并选择在尽可能短的时间内赎回，从而迫使投资者尽可能早地转股，以实现公司的决策目标。

(四) 公司是否行使赎回权的决策行为会受到满足赎回条件时的股票价格、无风险利率、波动率、赎回期限等因素的影响。其中，满足赎回条件时的股票价格和无风险利率的影响是正向的，而波动率和赎回期限的影响则是反方向的。

(五) 在目前正常的市场条件下，可以无限制地连续赎回的期权价值并不低于只在首次满足条件时赎回的期权价值，但它会给投资者造成可转债赋予公司太多选择权的假象，降低可转债的吸引力。对于可转债来说，关键的不在于允许使用赎回权利的次数，而在于提出赎

回之后的期限。期限越短，对公司越有利。因此公司应该在这方面规定相应的条款，力求使公司能够在提出赎回之后尽可能短的时间内赎回，而不应该拘泥于可以有几次赎回的权利。

上述结论对于可转债的准确定价和可转债发行条款的设计均有重大指导意义。

参考文献：

Brennan, M.J. and E.S. Schwartz, 1977, “Convertible Bonds: Valuation and Optimal Strategies for Call and Conversion”, *Journal of Finance* 32, 1699-1715.

Brennan, M.J. and E.S. Schwartz, 1979, “A Continuous Time Approach to the Pricing of Bonds”, *Journal of Banking and Finance* 3, 133-155.

Brennan, M.J. and E.S. Schwartz, 1980, “Analyzing Convertible Bonds”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 15, 907-929.

Brennan, M.J. and E.S. Schwartz, 1988, “the Cases for Convertibles”, *Journal of Applied Corporate Finance* 1, 55-64.

Greiner, D., A. Kalay and H.A. Kato, 2002, “The Market for Callable Convertible Bonds: Evidence from Japan”, *Pacific-Basin Finance Journal* 10, 1-27.

Ingersoll, J., 1977, “A Contingent Claims Valuation of Convertible Securities”, *Journal of Financial Economics* 4, 289-322.

Kariya, Takeaki and Hiroshi Tsuda, 2001, “CB-Time Dependent Markov Model for Pricing Convertible Bonds”, Working Paper of Kyoto University.

Wu, Qianli, 2002, “The Convertible Bond: A Possible Solution to the Problem of Reducing State Ownership in the Chinese Stock Market”, *Perspectives*, vol.3, No.4.

Yigitbasioglu, A.B., 2001, “Pricing Convertible Bonds with Interest Rate, Equity, Credit and FX Risk”, Working Paper of ISMA.

王晓东，2003，“可转债的价值分析与投资策略”，载《2003年开放格局下的中国证券市场投资策略》，社科文献出版社。

杨如彦，魏刚，刘孝红，孟辉，2002，《可转换债券及其绩效评价》，中国人民大学出版社。