

# 国内发行可赎回债券和可回售债券的定价探讨

郑振龙 康朝锋

(1. 厦门大学经济学院, 福建厦门361005; 2. 富国基金管理公司, 上海200001)

摘要: 可赎回债券可以分解成普通债券和债券看涨期权的组合, 可回售债券可以分解成普通债券和债券看跌期权的组合。本文使用BDT模型对国家开发银行自2001年以来发行的可赎回债券和可回售债券定价, 结果发现可赎回债券被高估, 而可回售债券被低估。

关键词: 可赎回债券; 可回售债券; BDT模型; 债券定价

作者简介: 郑振龙, 经济学博士, 厦门大学经济学院金融系教授、博导。康朝锋, 经济学博士, 富国基金管理公司固定收益分析师。

中图分类号: F830.9 文献标识码: A

Abstract: Callable bonds can be decomposed into bond and bond's call option, while puttable bonds can be decomposed into bond and bond's put option. We use BDT model to price the callable and puttable bonds issued by China Development Bank since 2001. It is found out that callable bonds are overvalued, while puttable bonds are undervalued.

Key words: callable bonds; puttable bonds; BDT model; pricing of bonds

## 可赎回(可回售)债券

### 与普通债券关系

债券中经常会包含一种或数种内

嵌期权(Embedded Options), 当债券中包含的期权和债券无法分割时, 称为“内嵌期权”。可提前赎回债券(Callable Bonds)就是属于这种类型。

这种债券允许发行人根据一组预先设定的赎回价格(Callable Price)来赎回债券, 即内嵌了一个赎回权。可回售债券(Putable Bonds)也是如此, 这种

内发生分红是确定性事件, 而发生分红时由于只调整行权价格不调整行权比例, 又一定会影响其权证内在价值, 故在长电权证定价中不考虑分红是不合理的。由于考虑分红的B-S模型中不涉及行权价格的修正, 故在前面提到的所有B-S模型中, 我们忽略了分红时内在价值的变化。下面我们将用蒙特卡罗模拟的方法, 考虑分红以及到期股本摊薄的影响对长电权证进行定价。

我们假设股票价格S遵循几何布朗运动:  $dS = \mu S dt + \sigma S dz$ , 应用Itô定理构造股票价格的运行轨迹。期间预期2006年6月发生分红0.31元, 分红时根据当时股价调整权证的行权价格。认股证到期日考虑股本摊薄影响, 由公式(5)可知, 期末投资者收益为  $\max[(N_r / (N - Mr))(S - X), 1.8]$ 。

通过50000次模拟, 我们以8月29日G长电收盘价7.70元计算, 得到的长电权证价值为2.60元。见表5。

我们认为, MC模拟与修正股本摊薄B-S模型所得结果的差异是由MC模拟考虑分红带来的。事实上, 由表6第4行可以看出, 在我们的MC模拟中如果不考虑期间分红, 所得结果正与我们的修正股本摊薄B-S模型结果基本一致, 正好印证了这一结论。

## 结束语

本文从模型角度, 以长电权证为例探讨了公司认股证的定价理论以及针对国内具体情况的修正。但是我们必须看到, 即使是最合理的假设、最合适的模型, 在宝钢权证(580000)上市前也无法估计出其上市后被热炒的程度以及目前仍然高企的溢价。

我们始终认为, 在供给充分的市场中, 即使权证上市初期价格脱离其理论值, 未来供需平衡后, 炒作资金的离场和投资资金的进入也必然会使权证价格走上价值回归之路。

## 参考文献:

[1] F. Black and M. Scholes, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *Journal of Political Economy*, 81(May-June 1973).

[2] D. Galai and M. Schneller, "Pricing Warrants and the Value of the Firm", *Journal of Finance*, 33(1978).

[3] B. Lauterbach and P. Schultz, "Pricing Warrants: An Empirical Study of the Black-Scholes Model and its Alternatives", *Journal of Finance*, 45(1990).

[4] C. Hull, "Options, Future and other Derivatives", 华夏出版社2000.1.

表1 国开行可赎回债券的定价结果

债券简称	02国开06	02国开15	02国开18	03国开02	03国开13	03国开14
起息日	2002-6-16	2002-10-26	2002-12-10	2003-3-31	2003-7-29	2003-7-29
普通债券价值	105.07	114.94	117.31	103.43	108.80	108.80
赎回权价值	10.79	15.26	15.59	12.68	13.08	13.08
可赎回债券价值	94.28	99.68	101.72	90.76	95.72	95.72

表2 国开行可回售债券的定价结果

债券简称	01国开20	02国开05	03国开15	03国开16	04国开02
起息日	2001-12-21	2002-5-9	2003-8-28	2003-9-4	2004-2-25
普通债券价值	104.96	122.61	106.50	130.58	108.32
回售权价值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
可回售债券价值	104.96	122.61	106.50	130.58	108.32

债券允许投资者根据一组预先设定的回售价格(Putable Price)把债券回售给发行人。

国家开发银行从2001年至2004年6月共发行了90多只金融债,其中有一部分是可以赎回的或可以回售的。下面我们将对这些具有赎回(回售)性质的债券进行定价。

首先我们要确认可赎回债券和可回售债券与普通债券的关系:

### 1. 可赎回债券

可赎回债券给予发行人以事先规定的价格提前买回债券的权利,这种情况一般出现在利率下降、债券价格上升的时候。由此可知,发行人持有的赎回权是一个在标的价格上升的时候购买标的资产的权利,所以它是一个看涨期权。在发行人持有赎回权的情况下,会限制投资者因为债券价格上涨而获得的利润。

在可赎回债券与对应的普通债券之间,存在一种重要的关系。所谓“对应”是指除了赎回条款之外,两种债券的其他性质完全相同。设 $P_C$ 和 $P_{NC}$ 分别代表可赎回债券和普通债券的价格, $C$ 代表赎回权的价格,则理论上应该有:

$$P_C = P_{NC} - C$$

也就是说发行人持有期权的多头,投资者持有期权的空头。

### 2. 可回售债券

可回售债券则给予投资人以事先规定的价格将债券提前卖还给发行人的权利,这种情况一般出现在利率上升、债券价格下降的时候。由此可知,投资者持有的回售权是一个在标的价格下跌的时候出售标的资产的权利,所以它是一个看跌期权。在存在回售条款的情况下,投资者有权根据设定的价格出售债券,这将限制投资者因为利率上升而遭受的损失。

此时在可回售债券与对应的普通债券之间,也存在一种重要的关系。设 $P_P$ 和 $P_{Np}$ 分别代表可回售债券和普通债券的价格, $P$ 代表投资者持有的回售权的价格,则:

$$P_P = P_{Np} + P$$

也就是说发行人持有期权的多头,投资者持有期权的多头。

## 运用二叉树模型为

### 可赎回(回售)债券定价

我们可以通过二叉树模型来给含权债券定价,用 $P_{NC}$ 代表普通债券在

某一个节点的价值, $r$ 代表该节点对应的利率, $P_C$ 为可赎回债券的价格, $X$ 代表赎回价格, $C^u$ 和 $C^d$ 代表上行和下行状况下赎回权的价值,而 $C$ 代表该节点的选择权的价值。由于在发行人持有赎回权的情况下,理性的发行人会通过最大化赎回权的价值以降低投资者持有的可赎回债券的价值,所以计算每个节点上可赎回债券价值的一般法则是:

$$C_{持有} = (0.5C^u + 0.5C^d) / (1+r)$$

$$C_{执行} = \text{Max}(0, P_{NC} - X)$$

$$C = \text{Max}(C_{持有}, C_{执行})$$

$$P_C = P_{NC} - C$$

从后面的节点回溯,就可以得到某节点可赎回债券的价值。

同理,计算可回售债券价值的一般法则是:

$$P_{持有} = (0.5P^u + 0.5P^d) / (1+r)$$

$$P_{执行} = \text{Max}(0, P_{NC} - X)$$

$$P = \text{Max}(P_{持有}, P_{执行})$$

$$P_P = P_{Np} + P$$

根据上述原理,我们尝试给2001年以来国开行的具有代表性的可赎回债券和可回售债券进行定价。按照目前中国的税法规定,除国债投资的利息所得免征利息税

外,其他的债券品种都要按照20%的税率征收利息税,因而在对金融债券进行收益分析时要考虑到税收的因素给债券收益带来的影响,我们在定价中把利息税剔除。定价中使用的软件为Matlab和Excel。

我们使用流行的BDT模型(Black, Derman和Toy, 1990)估计利率动态, BDT模型的基本结构如下:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{l}
 1/2 \\
 \nearrow \\
 re^{m\tau + \sigma\sqrt{\tau}} \\
 \searrow \\
 1/2
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 1/2 \\
 \nearrow \\
 re^{(m+m^*)\tau + \sigma\sqrt{\tau} + \sigma\sqrt{\tau}} \\
 \searrow \\
 1/2
 \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{l}
 r \\
 \nearrow \\
 re^{m\tau - \sigma\sqrt{\tau}} \\
 \searrow \\
 1/2
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 1/2 \\
 \nearrow \\
 re^{(m+m^*)\tau + \sigma\sqrt{\tau} - \sigma\sqrt{\tau}} \\
 \searrow \\
 1/2
 \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{l}
 1/2 \\
 \nearrow \\
 re^{m\tau - \sigma\sqrt{\tau}} \\
 \searrow \\
 1/2
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 1/2 \\
 \nearrow \\
 re^{(m+m^*)\tau - \sigma\sqrt{\tau} + \sigma\sqrt{\tau}} \\
 \searrow \\
 1/2
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 1/2 \\
 \nearrow \\
 re^{(m+m^*)\tau - \sigma\sqrt{\tau} - \sigma\sqrt{\tau}} \\
 \searrow \\
 1/2
 \end{array}
 \end{array}$$

其中 $r$ 是短期利率,  $\sigma$ 是利率的波动率,  $m$ 是利率的漂移率。BDT模型实际上是假设利率服从对数正态分布。

要估计利率动态首先要有利率期限结构的数据。我们沿着林海、郑振龙(2004)<sup>[3]</sup>和Lin、Zheng(2003)<sup>[2]</sup>的方

法,使用多元回归样条估计上交所2001年至2004年6月每天的国债交易数据,并估计了上交所在此期间每个交易日的利率期限结构,然后在此基础上根据BDT模型来估计利率的二叉树图。

我们最终选定的样本包括6只可赎回债券(02国开06, 02国开15, 02国开18, 03国开02, 03国开13, 03国开14)和5只可回售债券(01国开20, 02国开05, 03国开15, 03国开16, 04国开02)。下面是这些债券中含权条款的例子:

可赎回债券:02国开06, 10年期,起息日2002-6-16;本期债券仅设定一次发行人选择提前赎回的权利,即发行人可选择在2007年6月16日以前全部赎回债券。发行人选择赎回前,将至少提前一个月,即于2007年5月16日之前告知全体债券持有人,

同时通知中央国债登记结算有限责任公司。

可回售债券:01国开20, 10年期,起息日2001-12-21;本期债券的任何持有人均可选择在2006年的付息日由发行人以本金全部或部分赎回债券,但需至少提前一个月,即于2006年11月21日之前告知中央国债登记结算有限责任公司托管部。本期债券不设定发行人主动赎回事项,仅设定持有人有选择赎回的权利。

### 定价结果与结论

我们选择起息日为定价日,因为所选样本债券都是按面值100发行的。所以,如果债券的理论价格高于100,说明债券被低估;反之,则说明债券被高估。

从表1、表2可以看出,可赎回债券的价值被高估,说明投资人没有认识到赎回权对投资收益带来的限制。可回售债券的价值被低估,原因可能是当时市场处于降息通道,从国债数据估计出来的利率动态上升的概率很小,几乎不会触发回售,同时也造成投资者没有充分认识到回售权对规避利率上升风险的好处。

此外,金融债是在银行间交易的,但银行间国债采用柜台交易,数据的有效性比较低,因此我们没有用银行间国债的利率期限结构作为定价基准,而是采用了上海证券交易所的国债数据估计利率期限结构。这样做的一个隐含假定是上交所的利率期限结构是合理的。由于我国债券市场还处于发展初期,其利率期限结构有不合理之处,这可能会对上述结论造成一定的影响。



金融债券发行的实践证明,我国债券市场利率期限结构需不断探索完善。

图/Photoex