

银行资产负债中隐含期权的分解和定价

The Decomposition and Pricing of Implied Options from Liabilities and Assets of Banks

郑振龙 林海

(厦门大学金融系, 361005)

内容提要：传统的存贷利差就是贷款利率和存款利率之间的差额。本文利用金融工程学的基本原理提出了银行资产负债业务中隐含着期权的全新观点，因此银行的真实利差并不等于存贷款利率差额，还要考虑银行所承担的期权成本以及违约风险。文章对银行资产负债业务中隐含期权进行了分解，分析其隐含期权的特征以及各个因素对期权执行可能性的影响。接着通过两种方法——无套利分析和数值计算法对隐含期权进行了定价，并进行了期权价格对各个因素的敏感性分析，得出了许多具有重要创新意义的结论。分解之后可以发现银行的真实利差明显偏低，贷款动力明显不足。

关键词：定期存款、定期贷款、隐含期权、资产定价

Abstract: The traditional saving-loan interest rate spread is just the spread between the loan rate and saving rate. By the methods of financial engineering, this paper points out that the basic asset and liability of bank includes some options which are sent to the customers for free by the bank. Then the real interest rate spread is not just the saving-loan rate spread, the options cost should be also considered. This paper decomposes the implied options in the asset and liability operations of bank, analyzes their characters and the impact of different factors on the execution possibility of option. Two methods, no arbitrage analysis and numerical methods are used to price the implied options and the sensitivity test of option price on different factors is given out. By these, many constructive conclusions are drawn out.

Key Words: time deposit, time loan, implied options, asset pricing

前言

在传统的银行资产负债管理理论中，贷款和存款是银行最基本的资产负债业务。存贷款利差是银行利润的一个重要来源。这种理解没有考虑到银行资产负债业务中所承担的期权成本。这些期权隐含在银行的一般资产负债业务中，能够给债权人或者债务人带来额外的收益。银行一般都是将这些期权随资产负债业务无偿地赠送给债权人或债务人，并没有在利率中反映出这些期权的价格。而且，银行对这些期权也没有真正地关心和重视。总的来说，银行仍然将这些含有期权的资产负债业务同一般的资产负债业务等同起来。

银行对资产负债中含有期权的忽略不利于银行的经营成本管理以及业务创新。首先隐含期权的价格本身也是银行需要承担的一个成本。因此，银行的存贷款利差并不直接就是银行的利润，而是要从中减去银行承担的期权价格成本，包括作为存款银行提供给债权人的期权价格成本和作为贷款银行提供给债务人的期权价格成本，以及银行所承担的违约风险。其次，如果没有将资产负债业务中的期权剥离出来，将资产负债业务分解成几个基本的资产形式的组合，银行就无法对这些资产进行重新组合和打包，从而构造出新的金融产品，并能够准确确定它的价格，银行的金融创新业务也就无从说起。

本文对隐含在银行资产负债中的期权进行了分解，并通过模拟和无套利分析的方法对隐含期权进行了定价。其目的在于为银行重新组合和打包这些资产负债进行金融创新提供定价依据。文章总共为四个部分：第一部分是银行负债业务的分解，主要是定期存款的分解；

第二部分是对银行资产业务的分解，主要是定期贷款的分解；第三部分则是对隐含期权的定价，并在此基础上计算出银行真正的存贷款利差；第四部分则是建议和结论。

一、 银行负债业务的分解

银行最主要的负债业务是存款，包括活期存款、定期存款、通知存款以及定活两便存款等。其中除了活期存款之外，其他的三种存款中都包含期权。这里我们以定期存款为例来说明。

存款是银行最基本的负债业务，其中定期存款是银行资金的一个最稳定的来源。在传统的理论框架下，银行只是把它看作是一个银行的基本负债，主要根据相应的负债理论进行管理，定期存款的利率是银行承担的唯一成本，通过将这笔定期存款进行资产运用获得超过存款利率的收益就能够获得利润。但是这种做法实际上忽略了定期存款中隐含的期权。一般定期存款都可以提前支取，支取的利率按照新的活期存款利率。因此，对于存款人来说，最直接的利益就是他的最低收益获得了保证；如果提前支取后按照新利率存款所获得的收益超过维持这个定期存款，他就可以提前支取并转存；如果提前支取后按照新利率存款所获得的收益小于维持这个定期存款，他就可以维持定期存款，这类似于一个利率的看涨期权多头¹。相应地，对于银行来说，则意味着最低成本：如果没有提前支取并转存行为，利率维持在原先水平；如果发生了提前支取并转存行为，则利率水平要上升，这类似于利率看涨期权的空头。

定理 1：对存款人而言，定期存款可以分解成一个固定债权和若干个美式利率看涨期权多头；对银行而言，定期存款可以分解成一个固定债务和若干个利率美式看涨期权空头²。

假设在时刻 0，一个投资者在银行预先存了期限为 T 的定期存款，连续复利存款利率为 $r_{0,T}$ ，存款金额标准化为 1。如果没有发生提前支取行为，它的期末收益为 $e^{r_{0,T}T}$ 。同时为了说明问题的需要，假设投资者投资期间不变，为 0——T，投资者的投资目标就是要使期间的收益最大化。

假设在时刻 t，中央银行突然宣布改变利率水平，改变后的活期利率为 $r_{t,t}$ ，T-t 时期的定期存款利率为 $r_{t,T}$ 。此时，

(1) 如果 $e^{r_{0,T}T} \geq e^{r_{t,t}t+r_{t,T}(T-t)}$ ，则维持原有定期存款的收益超过转存，存款人选择维持原有定期存款；

(2) 如果 $e^{r_{0,T}T} \leq e^{r_{t,t}t+r_{t,T}(T-t)}$ ，则提前支取转存的收益超过维持原有定期存款，存款人选择提前支取并转存，此时转存的金额为 $e^{r_{t,t}t}$ 。

综合起来，在时刻 t，存款人的期末收益函数³可以表示为：

¹ 如果从债券价格的角度分析，则是一个债券的看跌期权，因为债券价格是利率的减函数。

² 在笔者早期所作的研究中，曾从债券的角度进行分解。因为债券是利率的减函数，因此对存款人而言，定期存款可以分解成一个固定债权和若干个美式债券看跌期权的多头；对银行而言，定期存款可以分解成固定债务和若干个美式债券看跌期权的空头。两种分解方法原理一样，主要区别在于期权执行价格。如果从利率入手，则执行价格保持不变，就是原来的定期存款利率；如果从债券入手，则执行价格 = $(1 + R_{\text{活期}} \times 0.8 \times t)$ ，是一个可变价格。因此比较两种方法，前面一种方法显得更为简洁、直观。

³ 由于在这边，利率是固定的，因此选择哪一种存款方式的期末收益也是固定的，所以这边没有采用“预期收益”而直接使用收益。

$$\begin{aligned} \max(e^{r_{i,t}t+r_{i,T}(T-t)}, e^{r_{0,T}T}) &= e^{r_{0,T}T} + \max(e^{r_{i,t}t+r_{i,T}(T-t)} - e^{r_{0,T}T}, 0) \\ &= e^{r_{0,T}T} + \max[e^{r_{0,T}T} (e^{r_{i,t}t+r_{i,T}(T-t)-r_{0,T}T} - 1), 0] \\ &\approx e^{r_{0,T}T} + e^{r_{0,T}T} \max[r_{i,t}t + r_{i,T}(T-t) - r_{0,T}T, 0] \end{aligned}$$

其中， $e^{r_{0,T}T}$ 代表一个基本的债券合同，到期能够确定性地获得。

而 $e^{r_{0,T}T} \max[r_{i,t}t + r_{i,T}(T-t) - r_{0,T}T, 0]$ 则表示一个利率看涨期权，执行价格为

$K = r_{0,T}T$ 。期权执行的条件是：

$$\begin{aligned} r_{i,t}t + r_{i,T}(T-t) &\geq r_{0,T}T, \\ \frac{r_{i,t}t + r_{i,T}(T-t)}{T} &\geq r_{0,T} \end{aligned}$$

用图可以表示为：

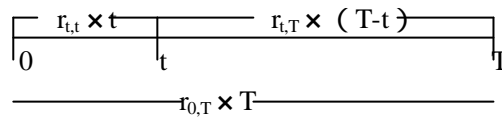


图 1：银行定期存款利率的比较

这类似于一个亚式期权，但是又不同于亚式期权，因为亚式期权在期末执行，而这可以在期间执行。

此外，在期权执行之后，存款人获得一个 $T-t$ 的定期存款，自然又获得了一个期权，即在 $T-t$ 期间又可以进行提前支取并转存，此时的执行价格为 $r_{i,T}$ 。因此，对存款人来说，一个定期存款可以分解成一个基本的债权和若干个美式期权。不过随着时间的推移，期权被执行的可能性逐渐缩小，其价值也就逐渐降低了。定期存款中隐含期权最主要的价值体现在合同签订不久的一段时间内。

推论 1：期权执行的必要条件是利率上升。

证明：

期权执行的条件为：

$$\begin{aligned} r_{i,t}t + r_{i,T}(T-t) &\geq r_{0,T}T, \\ r_{i,T} &\geq \frac{r_{0,T}T - r_{i,t}t}{(T-t)} \end{aligned}$$

因为在正常情况下， $r_{i,t} < r_{0,T}$ ，所以

$$r_{i,T} \geq \frac{r_{0,T}T - r_{i,t}t}{(T-t)} > \frac{r_{0,T}T - r_{0,T}t}{T-t} = r_{0,T}。$$

也就是说，存款人提前支取的即期收益是负数，这种损失需要靠将来获得的超额收益来

补偿。

推论 2：利率上涨得越多，提前支取的可能性就越大。

证明：

因为利率上涨多，表明提前支取的即期损失相对较少，将来获得的超额收益相对比较多，因此未来收益弥补即期损失的可能性就越大，就越可能提前支取。

推论 3：t 越大，提前支取的可能性就越小。

证明：期权执行的条件为：

$$r_{i,T} \geq \frac{r_{0,T}T - r_{i,t}t}{(T-t)} = \frac{(r_{0,T} - r_{i,t})t}{T-t} + r_{0,T} ,$$

因此，最低执行利率水平为 $\bar{r}(t) = \frac{(r_{0,T} - r_{i,t})t}{T-t} + r_{0,T}$ 。

$$\frac{\partial \bar{r}(t)}{\partial t} = (r_{0,T} - r_{i,t}) \frac{T}{(T-t)^2} \geq 0 , \text{ 所以最低执行利率水平随着时间的延长而不断上升，}$$

期权执行的可能性也就随之下降。

二、银行资产的分解

银行最主要的资产是贷款，其主要形式是定期贷款，是银行的主要利润来源。在进行资产业务管理时，银行一般都直接将定期贷款利率视为不变，将定期贷款固定利息作为银行贷款业务的收入。这种做法同样忽略了定期贷款中隐含的期权。一般而言，定期贷款都没有规定不允许提前偿还，只是在提前偿还时需要缴纳违约金。对于贷款人来说，最直接的利益就是他的最大成本获得了保证；如果提前偿还、缴纳违约金后按照新利率贷款所承受的成本超过维持这个定期贷款，他就可以维持这个定期贷款；提前偿还、缴纳违约金后按照新利率贷款所承受的成本小于维持这个定期贷款，他就可以提前偿还、缴纳违约金并按照新利率贷款，这类似于一个利率的看跌期权多头。相应地，对于银行来说，则意味着最大收益：如果没有提前偿还、缴纳违约金并签订新贷款合同行为，利率维持在原先水平；如果发生了提前偿还、缴纳违约金并签订新贷款合同行为，利率水平就要下跌。这类似于利率看跌期权的空头。

定理 2：对贷款人而言，定期贷款可以分解成一个基本债务和若干个美式利率看跌期权的多头；对贷款银行而言，定期贷款可以分解成一个基本债权和若干个美式利率看跌期权的空头。

假设在时刻 0，一个投资者同银行签订了期限为 T 的定期贷款合同，连续复利贷款利率为 $r_{0,T}$ ，贷款金额标准化为 1。违约金为 a 。如果没有发生提前偿还行为，他在期末需付出的总成本为 $e^{r_{0,T}T}$ 。假设贷款人贷款期间不变，为 0—T，目标是要使期间的成本最小化。贷款人的信用等级在贷款期间没有发生变化。

假设在时刻 t，中央银行突然宣布改变利率水平，改变后的 T-t 时期的定期贷款利率为 $r_{i,T}$ 。此时，

(1) 如果 $e^{r_{0,T}T} \geq (e^{r_{0,T}t} + a)e^{r_{i,T}(T-t)}$ ，则维持原有定期贷款的成本超过提前偿还、缴纳违约金并签订新合同，贷款人选择提前偿还、缴纳违约金并签订新合同，新合同的贷款金额

为 $e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a}$;

(2) 如果 $e^{r_{0,T}T} \leq (e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})e^{r_{t,T}(T-t)}$, 则维持原有定期贷款的成本超过提前偿还、缴纳违约金并签订新合同, 贷款人维持原有贷款合同。

综合起来, 在时刻 t , 存款人的期末成本付出函数可以表示为⁴ :

$$\begin{aligned} & -\min((e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})e^{r_{t,T}(T-t)}, e^{r_{0,T}T}) = -e^{r_{0,T}T} - \min((e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})e^{r_{t,T}(T-t)} - e^{r_{0,T}T}, 0) \\ & = -e^{r_{0,T}T} + \max(0, e^{r_{0,T}T} - (e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})e^{r_{t,T}(T-t)}) \end{aligned}$$

其中, $-e^{r_{0,T}T}$ 代表一个基本的含有信用风险的债务合同。

而 $\max(0, e^{r_{0,T}T} - (e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})e^{r_{t,T}(T-t)})$ 则表示一个利率看跌期权, 期权的执行价格为

$K = e^{r_{0,T}T}$ 。期权执行的条件是 :

$$e^{r_{0,T}T} \geq (e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})e^{r_{t,T}(T-t)} .$$

$$r_{t,T} \leq [r_{0,T}T - \ln(e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})]/(T-t)$$

推论 1 : 期权执行的必要条件是利率下调。

证明 : 利率执行的条件为 :

$$e^{r_{0,T}T} \geq (e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})e^{r_{t,T}(T-t)} ,$$

如果利率上调, 则 $r_{t,T} \geq r_{0,T}$, 此时 $e^{r_{0,T}T} \leq e^{r_{0,T}t + r_{t,T}(T-t)} < (e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})e^{r_{t,T}(T-t)}$, 期权不会被执行。用数学表示,

$$r_{t,T} \leq [r_{0,T}T - \ln(e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})]/(T-t) < (r_{0,T}T - r_{0,T}t)/(T-t) = r_{0,T} .$$

也就是说, 对贷款人而言, 执行期权增加了即期成本 (违约金), 需要靠将来利息的减少来弥补这个成本。

推论 2 : \mathbf{a} 越大, 期权被执行的可能性就越小。

证明 : 期权执行的最高利率是 $\bar{r} = r_{0,T}T - \ln(e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})/(T-t)$,

$$\frac{\partial \bar{r}}{\partial \mathbf{a}} = -\frac{1}{e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a}} < 0 .$$

因此, \mathbf{a} 越大, 利率需要降到更低的水平, 期权才有可能被执行。

推论 3 : t 越大, 提前偿还的可能性就越小。

证明 : 同理, 期权执行的最高利率是 $\bar{r} = r_{0,T}T - \ln(e^{r_{0,T}t} + \mathbf{a})/(T-t)$,

⁴ 负数表示贷款人需要付出。

$$\frac{\partial \bar{r}}{\partial t} = -\frac{\ln(e^{r_0 T} + a)}{(T-t)^2} < 0。$$

在期权执行之后,存款人获得一个 $T-t$ 的定期贷款,自然又获得了一个期权,即在 $T-t$ 期间又可以进行提前偿还、缴纳违约金并签订新合同。此时的执行价格为 $e^{r_{t,T}(T-t)}$ 。因此,对贷款人来说,一个定期贷款可以分解成一个基本的债务和若干个美式期权。不过随着时间的推移,期权被执行的可能性逐渐缩小,其价值也就逐渐降低了。定期贷款中隐含期权最主要的价值体现在合同签订不久的一段时间内。

三、银行资产负债中隐含期权的定价

根据上面的分析,银行中的许多资产和负债中都包含着期权。这些期权对银行客户来说,都是期权多头;对银行而言都是空头。因此,银行的存贷款利差并不能直接作为银行利润的基础,因为它没有考虑银行承担的期权成本。考虑期权,银行的真正利差为:

贷款利率—存款利率 - 美式利率看涨期权价格 - 美式利率看跌期权价格

如果考虑违约风险溢酬,则银行的真正利差变为:

贷款利率—存款利率 - 美式利率看涨期权价格 - 美式利率看跌期权价格 - 违约风险溢酬

因此,要确定银行的真正利差,需要计算出银行资产负债中隐含期权的价格以及违约风险溢酬。违约风险溢酬可以通过相应信用级别的公司债券进行估计(郑振龙和林海(2003)),本文主要分析对隐含期权价格的计算。

对这些期权价格的确定是银行经营管理和业务创新的一个重要内容。对隐含期权的定价有两种方法:第一种是无套利分析方法,即通过对债权人和债务人的无套利分析中估计出隐含期权的价格;第二种方法则是数值方法,通过对将来利率变动进行模拟,计算各种利率变动条件下的期权收益,并进行平均,计算出期权价格。

(一) 无套利分析

1、利率看涨期权的定价

对存款人而言,除了定期存款以外,他还可以有另外一种选择:购买相同信用等级的定期债券,两种选择所获得的收益率应该一样。因此,在无套利条件下,

定期债券税后收益率 = 定期存款税后利率 + 看涨期权价格

看涨期权价格 = 定期债券税后收益率 - 定期存款税后利率

比如,假设某投资者的投资期限是5年,他面临两种选择:购买5年期相同信用等级的不可赎回、不可回售的定期债券,到期单利年收益率为3.49%;或者存5年定期,年利率为2.79%,利息税率为20%,此时,

看涨期权价格 = (3.49% - 2.79%) × 0.8 = 0.56% (年率)

2、利率看跌期权的定价

对贷款人而言,除了定期贷款之外,他还有另外一种选择:发行相同期限的不可赎回、不可回售公司债券。如果没有考虑定期贷款的灵活性⁵,这两种选择对公司的成本负担应该一样。定期贷款的成本等于定期贷款利率减去看跌期权价格,公司债券的成本等于公司债券利率加上发行费用。因此,在无套利条件下,

定期贷款利率 - 看跌期权价格 = 公司债券利率 + 发行费用

看涨期权价格 = 定期贷款利率 - 公司债券利率 - 发行费用

假设公司需要一笔5年的资金,面临两种选择:可以发行5年期不可赎回、不可回售定期债券,债券利率为3.22%,发行费用和担保费用为0.5%;或者直接贷款5年,贷款利率

⁵ 即可以提前偿还并不再贷款。

为 5.58%，此时，

看跌期权价格 = 5.58% - 3.22% - 0.5% = 0.86%。

(二) 数值计算方法

使用数值计算方法首先要模拟政府利率的将来变动。林海和郑振龙 (2003) 对此进行了研究。这边直接使用他们的研究成果，即政府利率的变动服从一个单纯的可变波动率跳跃过程：

$$dr_t = K_t dP$$

其中， K_t 服从正态分布 $N(0, (\mathbf{s} r_t)^2)$ ， dP 是参数为 I 的泊松分布。使用月数据， I 参数的估计结果为 0.063。1 年期，3 年期，5 年期估计的 \mathbf{s} 为：

	1 年	3 年	5 年
$\hat{\mathbf{s}}$	19.75%	19.73%	21.05%

为了计算定期存款中隐含期权的价格，我们可以根据参数模拟出未来政府利率的变动（一般是 10 万次），计算每次利率变动路径下的期权收益，最后求出收益的均值并按照原先利率进行贴现，就可以得到隐含期权的价格。

目前 5 年期存款年利率为 2.79%，折合成连续复利年利率为 2.61%。因为其隐含期权一般在前期才有一定价值，即执行的时刻 t 一般较小，所以我们可以假设用 $r_{t,T+t}$ 来代替 $r_{t,T}$ 。

而且一般活期存款利率和定期存款利率的比率相对稳定。中国根据历史数据，活期存款和 5 年期存款利率的比率大部分在 18% - 34% 之间，我们选取其均值 25%。因此， $r_{t,t} = 0.25r_{t,T} \approx 0.25r_{t,T+t}$ 。5 年期存款利率服从一个单纯的跳跃过程，参数为：

$I = 0.063, K_t \rightarrow N(0, 0.2105r_{t,T+t})$ 。模拟次数为 10 万次，使用程序为 MATLAB6.1。在模拟过程中只考虑期权在 1 年内执行的可能性，即只考虑 $t \leq 12$ 。计算出来的价格为：

$p = 0.0036 = 0.36%$ ，约为定期存款利率的 13.79%。也就是说，银行实际承担的成本大约是 2.61% + 0.36% = 2.97%。存款人的实际税后利率大约为 $2.61\% \times 0.8 + 0.36\% \approx 2.45\%$ 。根据同样方法，1 年期和 3 年期定期存款中隐含期权的估计价格为 0.01% 和 0.13%。

通过变动不同的参数，我们可以研究期权价格对各个参数变动的敏感性。这些参数主要是初始利率水平、波动率、到期时间和 I 。

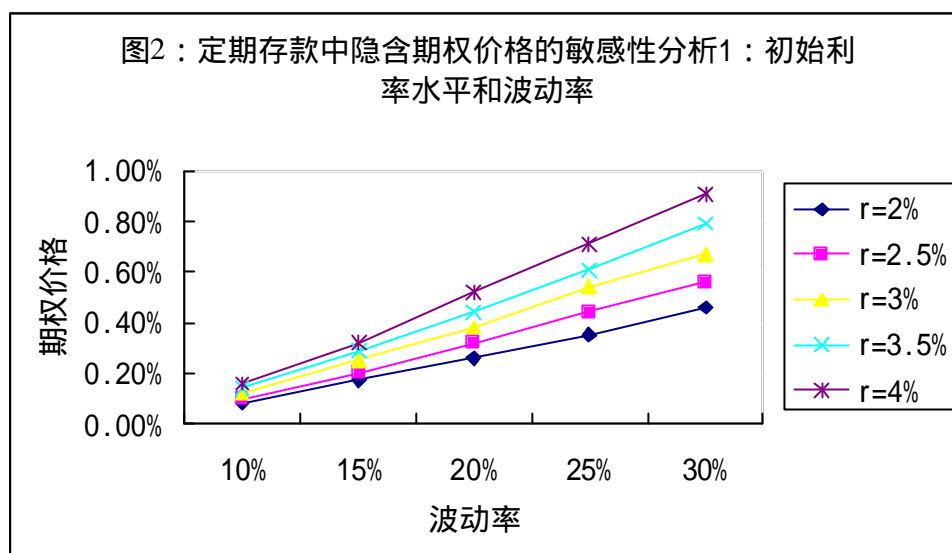
首先考察期权价格对初始利率水平和波动率的敏感性。假定 $I = 0.063$ ， $T=5$ 。我们分析 5 年期存款利率从 2% - 4%， \mathbf{s} 从 10% - 30% 的期权价格变动情况。分析的结果见表 1 和图 3。

表 1：定期存款中隐含期权的敏感性分析 1：初始利率水平和波动率

r	10%	15%	20%	25%	30%
2.00%	0.08%	0.17%	0.26%	0.35%	0.46%
2.50%	0.10%	0.20%	0.32%	0.44%	0.56%
3.00%	0.12%	0.25%	0.38%	0.54%	0.67%
3.50%	0.14%	0.29%	0.44%	0.61%	0.79%
4.00%	0.16%	0.32%	0.52%	0.71%	0.91%

注： r 代表初始利率水平； \mathbf{s} 代表波动率。

图2：定期存款中隐含期权价格的敏感性分析1：初始利率水平和波动率



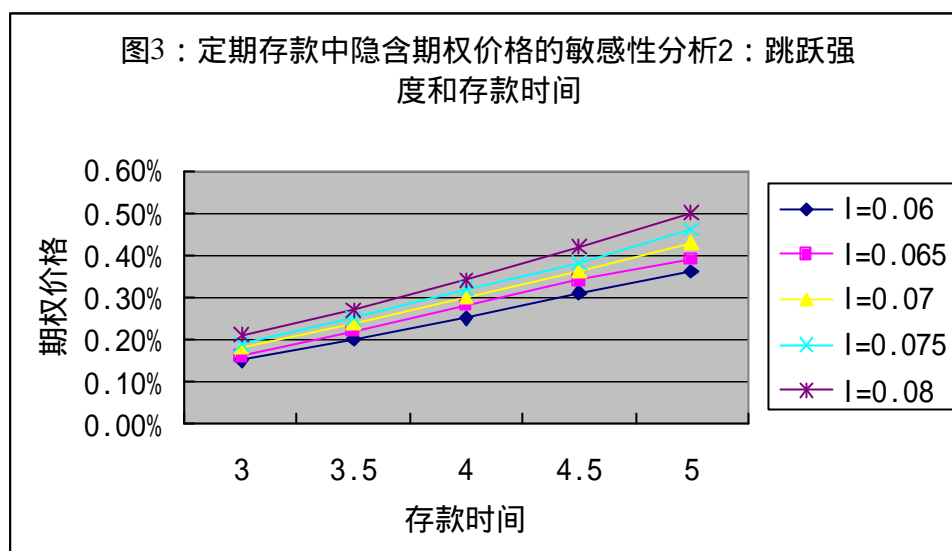
从表1和图2中可以明显的看出，定期存款中隐含期权的价格随着波动率的上升而上升，随着初始利率水平的上升也有所上升。波动率对期权价格的影响随着初始利率的上升不断上升，表现在图中就是随着利率的上升，曲线的斜率不断上升。当利率水平为2%时，波动率为30%的期权价格只高出20%的期权价格0.38%；而当利率水平为4%时，波动率为30%的期权价格要高出20%的期权价格0.75%。初始利率水平对期权价格的影响程度也随着波动率的上升而不断扩大，在图中表现为随着波动率的增加，不同曲线之间的间隔逐渐增大。当波动率为10%时，利率为4%的期权价格只比利率为2%的期权价格高出0.08%；而当波动率达到30%时，二者则要相差0.45%。

其次，我们还可以考虑期权价格对跳跃强度和存款期限的敏感性。假设初始利率为3%，波动率为20%。我们分析 I 从0.06—0.08， T 从3年—5年的期权价格变动情况。分析的结果参见表2和图3。

表2：定期存款中隐含期权的敏感性分析2：跳跃强度和存款时间

$I \backslash T$	3	3.5	4	4.5	5
0.06	0.15%	0.20%	0.25%	0.31%	0.36%
0.065	0.16%	0.22%	0.28%	0.34%	0.39%
0.07	0.18%	0.24%	0.30%	0.36%	0.43%
0.075	0.19%	0.25%	0.32%	0.38%	0.46%
0.08	0.21%	0.27%	0.34%	0.42%	0.50%

图3：定期存款中隐含期权价格的敏感性分析2：跳跃强度和存款时间



从表 2 和图 3 也可以明显的看出，期权价格随着存款期限的延长而上升，是存款期限的一个增函数。同时，期权价格也随着跳跃强度的上升而上升，也是跳跃强度的一个增函数。存款期限对期权价格的影响随着跳跃强度的上升而不断扩大：当跳跃强度为 0.06 时，5 年的期权价格比 3 年的期权价格只高出 0.21%；而当跳跃强度为 0.08 时，5 年的期权价格比 3 年的期权价格要高出 0.29%。同时跳跃强度对期权价格的影响随着存款期限的延长而不断扩大。当存款期限为 3 年时，跳跃强度为 0.08 时的期权价格只比跳跃强度为 0.06 时的期权价格高出 0.06%；而当存款期限为 5 年时，跳跃强度为 0.08 的期权价格要比跳跃强度为 0.06 的期权价格高出 0.14%，影响幅度扩大了 1 倍多。

必须指出的是，由于在模拟过程中，全部用 $r_{i,T+t}$ 来代替 $r_{i,T}$ ，实际上二者之间有稍微的差距，即 $r_{i,T+t}$ 要稍稍大于 $r_{i,T}$ ，所以估计的价格可能会稍稍大于真实的价格，但是相差幅度很小。

同样，这种模拟方法也可以用于对定期贷款中隐含利率看跌期权的定价。贷款利率的变动幅度远远小于存款利率，其 s 大约在 10% 左右。 l 仍用 0.063。目前 5 年期贷款年利率为 5.58%，折合成连续复利年利率为 5.43%。用同样的模拟方法算出 $a = 0$ 情况下定期贷款隐含期权价值为 1.53%。

根据郑振龙和林海（2003）的计算结果，AAA 级违约风险溢酬均值为 0.98%。因此对 AAA 级企业的 5 年期银行存贷款的真实利差为：

$$5.43\% - 2.61\% - 0.36\% - 1.53\% - 0.98\% = -0.05\%$$

真实利差竟然为负数！利差水平显然是过低了。特别对于低信用级别的企业来说，市场的违约风险溢酬很大，即使银行将贷款利率上浮 30%，存贷款真实利差更是很大的负数了。这也可以部分解释中国国有商业银行存在的“惜贷”、“惧贷”等行为。

为了提高银行的真实利差水平，提高罚息是一个重要的工具。罚息对真实利差的影响体现在两个方面：第一方面，它降低了定期贷款中隐含期权的价值，从而提高了真实利差；第

二方面，它在期权执行条件下可以为银行带来罚息收入。但是两个因素制约了罚息收入对真实利差的影响。第一个因素是它需要在整个贷款期内进行平均，而在有罚息条件下期权一般都是在贷款前期执行，平均化对罚息水平的影响比较大，第二个因素则是期权执行的可能性。因为罚息只有在期权执行条件下才能获得，罚息水平越高，期权执行的可能性就越低，给贷款银行带来的期望罚息收入也就会受到限制。表3列出了 a 从0.5%—2%的期权价格、罚息预期收入以及真实利差。从中可以明显的看出，罚息对真实利差的影响主要在降低期权价格方面，而对增加罚息收入则几乎没有影响。

表3：不同罚息条件下的定期贷款隐含期权价格及真实利差

罚息： a	期权价格	罚息预期收入	真实利差
0.5%	0.98%	0.06%	0.56%
1%	0.74%	0.07%	0.81%
1.5%	0.57%	0.07%	0.98%
2%	0.48%	0.07%	1.07%

从银行的资产和负债中分解出期权的意义不仅仅在于计算银行的真实利差，更重要的意义在于指出可以从期权的角度分析银行面临的利率风险，从而为银行的风险管理提供全新的思路，它还可以为中央银行制定利率水平和利率结构提供重要的参考。

四、结论

利用金融工程的基本原理，通过将银行资产负债业务中隐含期权的分解，我们可以得出一系列对银行业务的发展具有重大意义的创新性结论：

(一) 银行的负债业务对存款人而言，可以看作一个基本债券和美式利率看涨期权多头的资产组合。这个基本债券可以是一个纯粹的定期债权（定期存款），或者是一个活期债权（通知存款和定活两便）。对银行而言，则可以看成是一个基本债务加上美式利率看涨期权的空头。

(二) 对存款人而言，定期存款可以分解成一个固定债权和若干个美式利率看涨期权多头；对银行而言，定期存款可以分解成一个固定债务和若干个利率美式看涨期权空头。期权执行的必要条件是利率上升，而且利率上升越多，期权执行的可能性就越大。而且，期权执行的可能性随着时间的不断推移而不断下降，一般只会在早期执行。

(三) 对贷款人而言，定期贷款可以分解成一个基本债务和若干个美式利率看跌期权的多头；对贷款银行而言，定期贷款可以分解成一个基本债权和若干个美式利率看跌期权的空头。期权执行的必要条件是利率下跌，而且利率下跌越多，期权执行的可能性就越大；罚金越大，期权执行的可能性就越小。 t 越大，期权执行的可能性也越小，一般只会在早期执行。

(四) 如果考虑期权成本以及信用风险，银行的真正利差为：贷款利率—存款利率 - 美式利率看涨期权价格 - 美式利率看跌期权价格 - 违约风险溢酬。

(五) 对银行资产负债业务中隐含期权的定价，可以采取无套利分析或者数值计算方

法。在现有的利率水平以及相应的政府调整利率频率和幅度的条件下，5 年期定期存款中隐含期权的价格大约为 0.36%。5 年期定期贷款中隐含期权的价格约为 1.53%。

（六）定期存款中隐含期权的价格随着初始利率水平、波动率、存款期限、跳跃强度的上升而上升。

（七）在目前的利率水平和利率管理体制下，中国银行的真实利差明显偏低，甚至还可能出现负数。这个结论可以部分解释中国国有商业银行的一些行为。

（八）银行资产负债业务中隐含期权的分解对银行的经营管理以及金融创新业务的开展具有重大的战略性意义。

参考文献：

郑振龙，林海，2003，“中国违约风险溢酬研究”，《证券市场导报》第 6 期。

林海，郑振龙，2003，“中国利率动态模型研究”，厦门大学研究报告。
<http://efinance.nease.net>.