第 14卷第 3期
2011年 3月
管 理 科 学 学 报
JOURNAL OF MANAGEMENT SCIENCES IN CHINA
Vol. 14 No. 3
Mar. 2011

基于银行监管资本的存款保险定价研究①

刘海龙[1]，杨继光[2]
（1. 上海交通大学安泰经济与管理学院，上海 200052; 2. 招商银行博士后科研工作站，深圳 518067）

摘要：结合存款保险定价的期权定价法和期望损失定价法，提出了利用银行破产时被保险存款的期望损失来定价存款保险的新思路，该方法的特点是存款保险定价不仅仅与银行资产的风险和收益有关，而且与银行资本持有状况和存款的参保比率有密切关系. 通过理论推导得到了存款保险定价公式. 运用极大似然估计方法与测算原理，实证研究了其敏感性、可行性与合理性. 研究结果表明：银行持有的资本越多，银行破产的概率越低，存款保险机构偿付的概率也越低，存款保险的费用则越低；存款的参保比率越高，存款费率越低，这样可以客观地反映商业银行破产时被保险存款的期望损失.

关键词：存款保险；期权定价；监管资本；期望损失
中图分类号：F830.45　　文献标识码：A　　文章编号：1007－9807(2011)03－0073－10

0 引　言

存款保险制度是为了维护存款者的利益和金融业的稳健经营，在金融体系中设立存款保险机构，要求本国的存款经营机构按吸收存款的一定比率向保险机构交纳保险金，当金融机构发生支付危机、破产倒闭或者其他经营危机时，由存款保险机构通过资金援助、赔偿保险金等方式保证其清偿能力的一项制度安排. 存款保险制度最早起源于美国，目前世界上已有 80多个国家和地区建立了此项制度，并成为国家金融安全网的重要组成部分. 我国存款保险制度建立的准备工作，也正在紧锣密鼓地进行.

存款保险费率的确定是存款保险制度的核心内容，它主要有两种形式：单一费率（flat rate premium）和风险费率（risk-based premium）. 单一费率客观上存在着低风险银行补贴高风险银行的现象，且容易引发参保银行的道德风险激励. 为降低参保银行的道德风险，存款保险机构更倾向于根据银行的实际风险状况来确定保险费率水平，这样也促进了存款保险定价的理论研究.

存款保险定价主要有两种方法，一种是基于期权的存款保险定价方法[1－5]，该方法将存款保险看成是保险人针对商业银行资产发行的一份看跌期权，它应用市场指标来评估银行资本与资产的价值，比较适合对上市银行存款保险定价的估算. 该方法已成为研究存款保险定价的经典范式，但这种方法只刻画了银行资产的波动率对存款保险费率的影响，而忽略了银行资产收益率对存款保险费率的影响. 而且它通常假定“商业银行的负债均为存款，且参加了保险”，并认为单位存款的保险费率只与银行负债总额有关，而与被保险存款的数额无关. 针对第二点不足，文献[6]进行了扩展性研究，从定量角度分析了银行债务结构（即“商业银行全部债务中，各种清偿顺序不同的债务之间的数量或比例关系”）对保险费率的影响，他们的研究发现：相对于被保险存款而言，清偿顺序优于被保险存款的负债越多、次于被

① 收稿日期：2009－08－24；修订日期：2010－04－06
基金项目：国家自然科学基金资助项目（70773076）.
作者简介：刘海龙（1959－），男，吉林人，博士，教授，博士生导师. Email: hlliu@sjtu.edu.cn

保险存款的负债越少，单位存款的费率也越高．而对第一个缺点，受理论框架的限制，至今仍没有突破．

国内学者主要采用第二种方法——期望损失定价法，对我国银行的存款保险费率进行测算[7−9]．该方法的基本思想是：首先粗略估计银行破产时的资产损失率，然后通过“存款/资产比率”换算成单位存款的损失率，再乘以估计的银行破产概率，得到存款人遭受损失的概率意义下的期望平均值，并将其作为制定存款保险费率的依据．该方法利用了银行信用评级和未保险债务的信用差价等信息来估计银行破产概率，也可用于非上市银行存款保险的定价．文献［10］研究了在噪音的信息环境下，银行利用结构化模型预测违约概率问题，文献［11］建立了反应贷款违约风险和相关性结构的多因素模型，这两篇文献对于深入研究存款保险定价问题有重要参考意义．

存款保险的期权定价方法和期望损失定价方法，从不同角度对存款保险费率进行测算，给各国存款保险定价的实践提供了参考．然而，两种定价方法均无法刻画存款保险费率与银行资本持有状况之间的关系，而商业银行的资本充足率和资产质量一样，是各国存款保险机构存款保险定价中最重要的参考指标．为此，本文在两种传统定价方法的基础上，建立了新的存款保险定价方法，并给出了其参数估计方法与测算原理，实证研究了其可行性与合理性．论文的基本思想是假设当银行监管资本消耗完毕时银行破产，即假定银行资产中除监管资本外的部分为银行负债，如果存款保险期末时刻银行资产的损失超过了监管资本数量则银行破产（资不抵债）．这时，首先支付未存款保险部分的负债，然后再偿还存款保险部分的负债，银行资产不足以偿还的参加存款保险部分的负债由存款保险结构代银行偿还，从而在对银行资产服从几何布朗运动的假设下根据存款保险的期望损失定价原理建立了部分存款保险的定价公式；然后给出了银行监管资本比率（银行持有的监管资本与银行资产价值之比）的理论测度公式，再通过银行监管资本比率的实际值等于监管资本比率的理论值反算出银行的违约临界点（也就是银行负债），并将违约临界点带入根据期望损失定价方法建立的部分存款下的定价公式，从而建立了银行持有的监管资本与存款保险单位费率的关系；由于部分存款保险下的定价公式考虑了并不是银行的全部负债都参与存款保险，所以也能考虑参加存款保险的负债占总负债的比例对存款保险定价的影响．本方法主要贡献在以下 3 方面：1）明确刻画了银行资本持有状况对存款保险费率的影响；2）综合考虑了银行资产的收益和风险对存款保险费率的影响；3）能够刻画银行的债务清偿结构、被保险存款的比例等对存款保险费率的影响．

1 存款保险定价模型

借鉴存款保险定价的期权理论，假设银行资产价值 V_t服从如下的几何布朗运动

$$dV_t = \mu V_t dt + \sigma V_t dW_t \tag{1}$$

其中，μ为银行资产的瞬间期望收益率，简称资产收益率；σ为资产收益率的波动率，简称资产波动率；W_t为标准维纳过程；$t \in [0, T]$，这里，0表示存款保险期初，T表示存款合同的到期时间．

由会计恒等式“资产 ＝负债 ＋所有者权益”知，银行资产价值 V_T可分解为股权价值和负债价值之和，其中，银行负债根据清偿顺序的不同，又可进一步细分为清偿顺序优于存款的债务、存款类债务和银行次级债[6]．由于次级债较之其他债务的绝对后偿性，银行能将其当作“资本”来使用②；对存款类债务来说，也并非所有存款都给予保险③，因此以被保险的存款类负债为界，将银行资产价值划分为 3大部分：被保险的存款负债（以“B”表示）、未保险的存款和其他负债（以“〈DP〉

② 参照《巴塞尔资本协议》和《商业银行资本充足率管理办法》，我国商业银行的资本分为核心资本和附属资本，核心资本包括实收资本、资本公积、盈余公积、未分配利润；附属资本包括贷款呆账准备、坏账准备、投资风险准备和 5年期以上的长期债券，本文中的“次级债”也包括除“5年期以上的长期债券”外的其他附属资本．

③ 为了发挥银行同业和政府对参保银行风险的监督作用，多数国家将政府存款和银行间存款排除在外，仅对居民和部分企业存款进行保险．

－B”表示）、监管资本（包含股权资本和次级债），⟨DP⟩表示不包括次级债的全部负债．各部分与银行资产价值的关系为：当银行资产发生损失时，股权资本作为第1道防线，首先缓冲银行的损失；如果银行资产的损失较大，超过了股权资本，则次级债作为第2道缓释防线；如果两者都消耗完毕了，即银行资产价值低于其违约临界点（以“⟨DP⟩”表示）[4]，则银行进入破产清算阶段．这时，“未保险存款和其他负债”的偿还顺序优于被保险存款，也即，当银行资产价值大于⟨DP⟩－B时，银行资产将足以清偿其“未保险的存款和其他负债”，并能偿还部分被保险存款，此时存款保险机构仅承担不足以偿还的被保险存款；当银行资产价值小于⟨DP⟩－B时，银行将只能偿还部分“未保险的存款和其他负债”，此时被保险存款将全部由存款保险机构代银行偿还．

于是，银行的清偿额 G_1 为

$$G_1=\begin{cases}V_T & \text{若 } V_T<\langle DP\rangle-B\\ (\langle DP\rangle-B)+[V_T-(\langle DP\rangle-B)]=V_T & \text{若 } \langle DP\rangle-B\leqslant V_T<\langle DP\rangle\\ \langle DP\rangle & \text{若 } V_T\geqslant\langle DP\rangle\end{cases}\tag{2}$$

存款保险机构的“代位”清偿额 G_2 为

$$G_2=\begin{cases}B & \text{若 } V_T<\langle DP\rangle-B\\ \langle DP\rangle-V_T & \text{若 } \langle DP\rangle-B\leqslant V_T<\langle DP\rangle\\ 0 & \text{若 } V_T\geqslant\langle DP\rangle\end{cases}\tag{3}$$

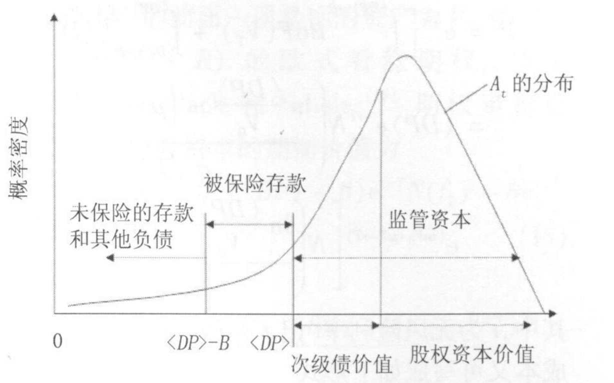

图 1　银行资产价值分解图

Fig.1　The decomposition map of Commercial bank's asset value

由式（3）知，存款保险机构实际清偿额的期望值 $E(G_2)$ 为

$$\begin{aligned}E(G_2)&=\int_0^{\langle DP\rangle-B}B\,dF(V_T)+\int_{\langle DP\rangle-B}^{\langle DP\rangle}(\langle DP\rangle-V_T)\,dF(V_T)\\&=B\int_0^{\ln(\langle DP\rangle-B)}f(x)\,dx+\langle DP\rangle\int_{\ln(\langle DP\rangle-B)}^{\ln\langle DP\rangle}f(x)\,dx-\int_{\ln(\langle DP\rangle-B)}^{\ln\langle DP\rangle}e^x f(x)\,dx\end{aligned}\tag{4}$$

其中，$F(V_T)$表示银行资产价值 V_T的累积概率分布函数；$x=\ln V_T$，$f(x)$表示 x的概率密度函数．根据文献[12]可知，$\ln V_T$服从正态分布，且均值和方差分别为

$$E[\ln(V_T)]=\left[\ln V_0+\left(\mu-\frac{\sigma^2}{2}\right)T\right]$$
$$\mathrm{Var}[\ln(V_T)]=\sigma^2T\tag{5}$$

将式（5）带入式（4）可得（证明见附录）

$$\begin{aligned}E(G_2)=&\langle DP\rangle N\left(\frac{\ln\left(\frac{\langle DP\rangle}{V_0}\right)-\left(\mu-\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)+(B-\langle DP\rangle)N\left(\frac{\ln\left(\frac{\langle DP\rangle-B}{V_0}\right)-\left(\mu-\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)-\\&e^{\ln V_0+\mu T}\left[N\left(\frac{\ln\left(\frac{\langle DP\rangle}{V_0}\right)-\left(\mu+\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)-N\left(\frac{\ln\left(\frac{\langle DP\rangle-B}{V_0}\right)-\left(\mu+\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)\right]\end{aligned}\tag{6}$$

其中，$N(\cdot)$为标准正态累积分布函数．

国际上一般将存款保险基金投资于无风险债券，可获得相当于无风险利率的投资收益．考虑到存款保险基金的投资收益，为了弥补期末清偿额的期望值，存款保险机构期初征收的保费总额 P 应为

[4] 本文假设当银行的监管资本（股权资本和次级债）都消耗完毕时，银行破产．因此，银行的违约临界点⟨DP⟩，也表示存款合同期末，银行负债的理论价值．

$$
\begin{aligned}
P=&\ e^{-rT}\left[\int_0^{\langle DP\rangle-B} B\,\mathrm{d}F(V_T)+\int_{\langle DP\rangle-B}^{\langle DP\rangle}(\langle DP\rangle-V_T)\,\mathrm{d}F(V_T)\right]\\
=&\ \langle DP\rangle e^{-rT}N\left(\frac{\ln\dfrac{\langle DP\rangle}{V_0}-\left(\mu-\dfrac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)+(B-\langle DP\rangle)e^{-rT}N\left(\frac{\ln\left(\dfrac{\langle DP\rangle-B}{V_0}\right)-\left(\mu-\dfrac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)-\\
&\ e^{(\ln V_0+\mu T-rT)}\left[N\left(\frac{\ln\dfrac{\langle DP\rangle}{V_0}-\left(\mu+\dfrac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)-N\left(\frac{\ln\left(\dfrac{\langle DP\rangle-B}{V_0}\right)-\left(\mu+\dfrac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)\right]
\end{aligned}
\tag{7}
$$

其中，r为无风险利率. 记 $g=P/(Be^{-rT})$，则 g为每单位被保险存款的期望担保成本. 根据式(7)，该担保成本又可写成如下形式

$$
\begin{aligned}
g=&\ \frac{\langle DP\rangle}{B}N\left(\frac{\ln\dfrac{\langle DP\rangle}{V_0}-\left(\mu-\dfrac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)+\frac{(B-\langle DP\rangle)}{B}N\left(\frac{\ln\left(\dfrac{\langle DP\rangle-B}{V_0}\right)-\left(\mu-\dfrac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)-\\
&\ e^{(\ln V_0+\mu T)}\left[N\left(\frac{\ln\dfrac{\langle DP\rangle}{V_0}-\left(\mu+\dfrac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)-N\left(\frac{\ln\left(\dfrac{\langle DP\rangle-B}{V_0}\right)-\left(\mu+\dfrac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)\right]
\end{aligned}
\tag{8}
$$

式(8)即为基于银行监管资本的存款保险定价公式，测算共需要5个参数：期初银行资产价值V_0、资产收益率μ、资产波动率σ、参保存款的期末价值B和银行违约临界点$\langle DP\rangle$，其中，V_0可从银行的资产负债表中获得，B可根据银行的实际存款和存款保险制度的相关规定测算，本文在测算时假设其与$\langle DP\rangle$成一定比例，因此μ、σ和$\langle DP\rangle$的估计是该模型测算的关键.

2　模型估计方法

2.1　资产收益率和波动率的估计方法

结合式(5)，易得

$$
E_{t-1}\left[\ln\frac{V_t}{V_{t-1}}\right]=\left(\mu-\frac{1}{2}\sigma^2\right)h
$$

$$
\mathrm{Var}_{t-1}\left[\ln\frac{V_t}{V_{t-1}}\right]=\sigma^2 h \tag{9}
$$

其中 h表示时间间隔，一般以年为单位.

那么，$\ln(V_t)$的似然函数为

$$
L_{\ln V_t}(V_t;\mu,\sigma)=-\frac{n-1}{2}\ln(2\pi)-\frac{n-1}{2}\ln(\sigma^2 h)-\sum_{t=2}^{n}\frac{\ln\dfrac{V_t}{V_{t-1}}-\left(\mu-\dfrac{\sigma^2}{2}\right)h}{2\sigma^2 h} \tag{10}
$$

然而，$V_t(t=1,\cdots,n)$无法观测到，因此不能直接利用式(10)得到μ和σ的估计值. 但是，可以观测到上市银行股权价值的时间序列$S_t(t=1,\cdots,n)$，并且S_t和V_t间满足一一映射的关系，即

$$
S_t=V_tN(d_{1,t})-De^{-r(T-t)}N(d_{1,t}-\sigma\sqrt{T-t}) \tag{11}
$$

其中，$d_{1,t}=\dfrac{\ln(V_t/D)+(r+\sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$；$D$表示$T$时刻银行负债的账面价值.

由式(11)可得

$$
\frac{\partial S_t(V_t,T)}{\partial\ln(V_t)}=V_tN(d_{1,t})
$$

再由似然函数式(10)的雅克比变换可得，银行股权价值的似然函数为

$$
L^S(\mu,\sigma;S_1,\cdots,S_n)=L_{\ln(V_t)}(\hat{V}_t(\sigma);\mu,\sigma)-\sum_{t=2}^{n}\ln\left[N\left[\hat{d}_t(\sigma)\right]\right]-\sum_{t=2}^{n}\ln\left[\hat{V}_t(\sigma)\right] \tag{12}
$$

其中，$\hat{d}_t(\sigma)=\dfrac{\ln\left[\hat{V}_t(\sigma)/D\right]+\left(r+\dfrac{\sigma^2}{2}\right)(T-th)}{\sigma\sqrt{T-th}}$；

$\hat{V}_t(\sigma)=S^{-1}(S_t;\sigma)$，是在给定$\sigma$初值时，根据式(11)反算出的与$S_t$相对应的隐含资产的价值.

极大似然估计法(MLE)的计算步骤为：首先对资产波动率的初值赋值$\bar{\sigma}$，由式(11)计算出隐含资产价值的时间序列$\hat{V}_t(\sigma)$；再将$\hat{V}_t(\sigma)$带入最大化似然函数式(12)，并将式(12)分别对μ和σ进行最值优化，即可分别获得μ和σ的第一次估计μ_1和σ_1；然后，再将σ_1作为资产波动率的初

值，重复前述过程，直到 μ 和 σ 收敛为止．文献[13]证明了上述估计的一致性和有效性．

2.2　基于监管资本的银行违约临界点的估计方法

本部分给出了银行监管资本比率（银行持有的监管资本与银行资产价值之比）的理论公式，通过银行监管资本比率可反算出〈DP〉，从而将式（8）的存款保险定价公式与银行持有的监管资本联系起来．

根据对银行资产价值的划分，银行监管资本（包括股权资本和次级债）⑤在存款保险合同期初的价值等于银行资产的期初价值减去“被保险存款”和“未保险存款和其他负债”的期初价值

$$C = V_0 - e^{-rT}E^Q\min\{V_T, \langle DP\rangle - B\} - Be^{-rT} \tag{13}$$

其中，C 表示银行监管资本在存款保险合同期初的价值；$e^{-rT}E^Q\min\{V_T, \langle DP\rangle - B\}$ 表示“未保险存款和其他负债”的期初价值，这里 E^Q 为风险中性下求期望；Be^{-rT} 表示被保险存款的期初价值，未参加存款保险的负债（$\langle DP\rangle - B$）是根据市场均衡的方法进行定价，即根据期权定价的原理进行定价，这是因为当银行破产时，银行首先需要偿还未参加存款保险的负债，当银行资产价值 $V_T >$（$\langle DP\rangle - B$）时，此时银行只需要偿还（$\langle DP\rangle - B$），而当 $V_T <$（$\langle DP\rangle - B$），银行只能偿还 V_T，因此银行对未参加存款保险负债的支付结构与银行卖出了以 V_T 作为标的资产，以（$\langle DP\rangle - B$）作为行权价的欧式看跌期权的支付结构相同，对它的定价可根据或有权的定价原理，即可根据期权定价的原理对其进行折现，这里假设银行负债中参加了存款保险部分的融资成本等于无风险利率 r，由于参加了存款保险，因此对存款人来说，无论何种情况发生，都能获得自己存款的本息，因而无投资风险，对银行来说其融资成本也就等于无风险利率．

对式（13）进行变换，可得

$$\begin{aligned} C &= V_0 - e^{-rT}E_t^Q\times \\ &\quad \{V_T - \max[V_T - (\langle DP\rangle - B), 0]\} - Be^{-rT} \\ &= V_0 - e^{-rT}E_t^Q(V_T) + e^{-rT}E_t^Q\times \\ &\quad \max[V_T - (\langle DP\rangle - B), 0] - Be^{-rT} \\ &= e^{-rT}E_t^Q\max[V_T, (\langle DP\rangle - B)] - Be^{-rT} \end{aligned} \tag{14}$$

式（14）的前面一项是标的资产为 V_T，执行价格为（$\langle DP\rangle - B$）的欧式看涨期权，应用 Merton[14] 与 Black和 Scholes[15] 期权定价公式[16]，可得监管资本的期初价值为

$$C = V_0N(d_1) - (\langle DP\rangle - B)e^{-rT}N(d_2) - Be^{-rT} \tag{15}$$

其中

$$d_1 = \frac{\ln[V_0/(\langle DP\rangle - B)] + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

则银行期初的监管资本比率 C_R 为

$$C_R = C/V_0 = N(d_1) - \frac{\langle DP\rangle - B}{V_0e^{rT}N(d_2)} - \frac{B}{V_0e^{rT}} \tag{16}$$

将式（1）简化定义为 $C_R = F(\langle DP\rangle; B, V_0, \sigma, r)$，如果已知银行的监管资本比率 C_R、被保险存款的价值 B、资产初值 V_0 和资产的波动率 σ，以及无风险率 r，就可反算出违约临界点

$$\langle DP\rangle = F^{-1}(C_R; B, V_0, \sigma, r)$$

总体上来说，基于银行监管资本的存款保险定价过程为：1）利用银行股权价值数据和资产负债表中的负债数据，使用极大似然估计方法测算 μ 和 σ；2）利用相关数据测算银行实际的监管资本比率；3）确定了被保险存款的数量 B 后，利用式（16）反算出〈DP〉，然后利用式（8）测算基于监管资本的单位存款的保险费率．

3　实证研究

对我国深发展、浦发、华夏、民生和招行 5家股份制银行，2004～2007年度的单位存款保险费率进行了测算，计算数据均取自 Wind数据库．首先利用上市银行数据估算了各家银行的资产收益率和波动率，其次测算了各家银行监管资本比率，最后对各家银行每年的存款保险费率进行了估算．

3.1　资产收益率和波动率的估计

由极大似然估计方法可知，资产收益率与波动率的估计需要 3方面的数据：银行每个交易日

⑤　为简便，本文将以次级债为代表的附属资本等同于股权资本，忽略了两者在定价及对银行风险缓冲上的区别．

的股权价值、每年年末的负债价值和每年的无风险利率. 其中, 每个交易日的股权价值等于总股本与当日收盘价的乘积; 负债取每年年末总负债的账面价值; 无风险利率取 1年期存款基准利率与持续时间的加权平均, 则 2004 ~2007年的无风险利率分别为 2. 05%、2. 25%、2. 36% 和 3. 09%. 具体测算结果见表 2.

3. 2 监管资本比率的估算

银行监管资本比率等于“银行实际持有的监管资本与银行总资产之比”, 其估算公式为:

$$监管资本率 = \frac{监管资本}{期末总资产} = \frac{资本充足率 \times 核心资本 \ / 核心资本率}{期末总资产} \tag{17}$$

具体计算步骤如下: 首先、加总银行资产负债表中的实收资本、资本公积、盈余公积和未分配利润, 得到各家银行的核心资本; 第 2步、将核心资本除以对应年份的核心资本率, 得到各银行相应年份的风险加权资产⑥; 第 3步、将风险加权资产乘以年末的资本充足率, 得到各银行每年年末的监管资本数量; 最后, 将每年年末的监管资本除以年末总资产, 得到各银行年末的“监管资本比率”.

需要说明的是, 这里计算的监管资本比率为期末指标, 故本年年末的监管资本比率应是下一年年初的对应指标, 银行监管资本比例的测算结果见表 1. 表 1中资本充足率、核心资本率、核心资本和实际的期末总资产均取自 Wind数据库; 监管资本比率是利用上述数据根据式 (17) 测算得出的; 测算的期末总资产是在资产收益率和波动率估计时, 根据极大似然估计方法估算的隐含资产的价值, 与实际的期末总资产相比略大, 说明极大似然估计方法基本合理.

3. 3 存款保险定价

由前面测算的各银行每年的资产收益率、资产波动率和监管资本比率, 估算了 5家股份制银行 2004 ~2007年度, 不同参保比例条件下的存款保险费率, 具体测算结果如表 2. 表 2中的年初总资产和期末负债均取自万德数据库中各银行的资产负债表; 违约临界点是利用式 (16) 计算的, 因为期末负债中包含了一部分属于监管资本的部分, 因此其略小于期末负债, 说明测算的违约临界点有其合理性; 资产收益率和资产波动率是利用相关数据根据极大似然估计方法的步骤计算; 不同参保比例下的定价费率是在得到资产收益率、资产波动率、监管资本比率和违约临界点估计的基础上, 根据式 (8) 测算的, 分别计算了 50%、80% 和 100% 参保比例下的存款保险定价.

表 1 银行监管资本比率的估算结果

Table 1 The calculation result of the regulatory capital ratio for bank

行名	年度	资本充足率	核心资本率	核心资本	期末总资产	监管资本比率
深发展	2003	6 96	3. 24	4 18E+09	1. 94E+11	**4 64**
深发展	2004	2 30	2. 32	4 41E+09	2 04E+11	**2 14**
深发展	2005	3 70	3. 71	4 61E+09	2 29E+11	**2 00**
深发展	2006	3 71	3. 68	4 92E+09	2 61E+11	**1 90**
浦发	2003	8 60	5. 60	1. 09E+10	3 71E+11	**4 50**
浦发	2004	8 00	4. 20	1. 15E+10	4 56E+11	**4 81**
浦发	2005	8 00	4. 10	1. 22E+10	5 73E+11	**4 16**
浦发	2006	9 27	4. 05	1. 99E+10	6 89E+11	**6 62**
华夏	2003	10 30	6. 90	8 53E+09	2 47E+11	**5 16**
华夏	2004	8 60	5. 30	9. 51E+09	3 04E+11	**5 07**
华夏	2005	8 20	5. 10	9. 58E+09	3 56E+11	**4 32**
华夏	2006	8 28	4. 82	9. 74E+09	4 45E+11	**3 76**
民生	2003	8 60	6. 40	9. 65E+09	3 61E+11	**3 59**
民生	2004	8 60	5. 00	1. 29E+10	4 45E+11	**4 99**
民生	2005	8 30	4. 80	1. 43E+10	5 57E+11	**4 45**
民生	2006	8 12	4. 35	1. 59E+10	7. 25E+11	**4 10**
招行	2003	9 50	6. 20	1. 83E+10	5 04E+11	**5 55**
招行	2004	9 60	5. 40	2 09E+10	6 03E+11	**6 16**
招行	2005	9 10	5. 60	2 17E+10	7. 34E+11	**4 80**
招行	2006	11. 40	9. 58	4 87E+10	9. 34E+11	**6 20**

由表 2可以发现: 1) 各银行的存款保险费率存在较大差异, 即使是同一银行、在不同年份的存

⑥ 风险加权资产是根据银行持有资产的风险权重 (从小到大依次为 0, 20%、50% 和 100%) 与各类资产余额相乘计算得到, 属于银行内部数据, 直接测算比较繁琐. 本文采用间接测算方法, 因为银行公布的核心资本率等于核心资本除以风险加权资产, 因此用持有的核心资本除以核心资本率可间接测算得到银行的风险加权资产.

款保险费率，也有较大差异，存款保险费率随着各行的资产收益率、波动率、以及监管资本比率的变化而变化，但总体来说，各行的存款保险费率均在合理的范围内变动，与国际惯例基本一致．根据文献［17］的统计，当计费基础为受保存款时，实行风险费率国家或地区费率标准的变动范围是 0.5‰ ~ 50‰；实行单一费率国家或地区的费率标准的变动范围是 0.15‰ ~ 20‰．当计费基础为银行存款总额时，实行风险费率国家或地区的费率标准为 0 ~ 27‰；单一费率的标准为 0.05‰ ~ 12.5‰．2）存款保险费率随“被保险存款占银行负债比例”的提高而降低．

表 2　存款保险定价

Table 2 The deposit insurance pricing

行名	年度	年初资产	资产收益率	资产波动率	不同参保比例下的定价费率（‰）		
					50% 参保	80% 参保	100% 参保
深发展	2004	1.93E + 11	0.18	2.36	2.57	1.61	1.29
深发展	2005	2.04E + 11	2.19	2.14	3.72	2.33	1.86
深发展	2006	2.29E + 11	8.65	2.78	0.02	0.01	0.01
深发展	2007	2.61E + 11	18.87	9.00	1.82	1.14	0.91
浦发	2004	3.71E + 11	－0.95	2.18	5.91	3.69	2.95
浦发	2005	4.56E + 11	4.59	1.74	0.00	0.00	0.00
浦发	2006	5.73E + 11	9.84	3.30	0.00	0.00	0.00
浦发	2007	6.89E + 11	16.57	8.36	0.46	0.29	0.23
华夏	2004	2.47E + 11	－1.15	2.77	7.25	4.53	3.62
华夏	2005	3.04E + 11	2.90	1.27	0.00	0.00	0.00
华夏	2006	3.56E + 11	4.23	1.92	0.01	0.00	0.00
华夏	2007	4.45E + 11	11.62	6.32	1.28	0.80	0.64
民生	2004	3.61E + 11	0.48	2.57	6.12	3.82	3.06
民生	2005	4.45E + 11	2.45	2.36	0.20	0.13	0.10
民生	2006	5.57E + 11	11.84	2.95	0.00	0.00	0.00
民生	2007	7.25E + 11	14.52	9.43	4.14	2.59	2.07
招行	2004	5.04E + 11	1.11	2.47	0.52	0.32	0.26
招行	2005	6.03E + 11	3.95	2.06	0.00	0.00	0.00
招行	2006	7.34E + 11	18.51	5.84	0.00	0.00	0.00
招行	2007	9.34E + 11	24.67	12.11	0.99	0.62	0.49

3.4　算例分析

为了使分析更加直观，通过数值算例分析的方式，来讨论定价方法的一些性质．假定某家商业银行期初的资产价值 V_0 = 2 275亿元，无风险利率 r = 1.98%，存款保险的合同期限为 1年．

图 2、图 3分别给出了监管资本比率和存款参保比率对存款保险费率的影响规律．从图 2可知，随着监管资本比率的提高，银行存款保险费率存在明显的下降趋势．这是因为银行的监管资本比率越高，银行破产的风险越小，从而存款保险费率越低．从图 3可知，在其它条件给定的情况下，存款保险费率随存款参保比率的提高而下降．因为银行资产价值越低（即银行的损失越大），其发生的概率越小（由图 1可直观看出，银行的资产价值越接近于 0，其概率越小），从而在存款保险费率计算中所占的权重就越小．

另外，图 2、图 3还揭示，银行资产的风险越大（即 σ 越大），资产收益率越低（即 μ 越低），费率变化的幅度越明显．这意味着资产收益率较低、资产风险较高银行的监管资本比率和存款参保比率，更可能影响其存款保险费率．所以对存款保险机构而言，重视资产收益率较低、且资产风险较高银行的监管资本比率和存款参保比率尤为重要．

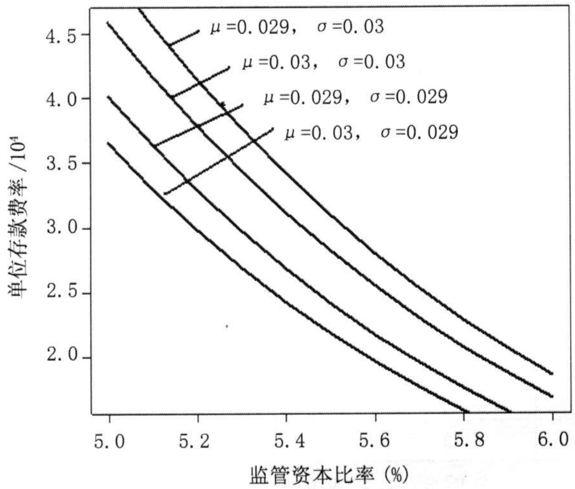

图 2 监管资本比率对存款保险定价的影响

Fig. 2 The impact of regulatory capital ratio on deposit insurance pricing

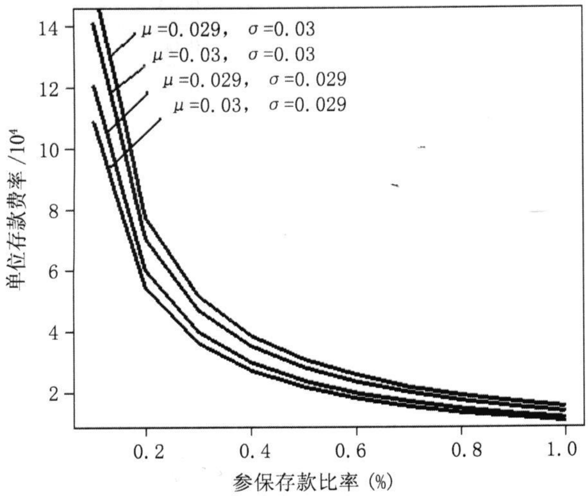

图 3 存款参保比率对存款保险定价的影响

Fig. 3 The impact of insurance deposit ratio on deposit insurance pricing

4 结束语

本文结合存款保险的期权定价理论, 描述了商业银行资产价值的随机运动过程, 并利用其市场价格信号等信息估计了银行资产价值的收益率与波动率; 同时, 还结合存款保险定价期望损失定价方法, 利用其银行破产时被保险存款的期望损失来定价保险存款的思路, 提出了新的商业银行存款保险定价方法, 其主要特点是: 1)它直接刻画了银行资本持有状况对存款保险定价的影响. 当商业银行破产时, 存款保险承担的只是商业银行损失中超过银行监管资本的那部分损失. 银行持有的资本越多, 银行破产的概率越低, 存款保险机构偿付的概率也越低, 存款保险的费用则越低. 当采用本模型对银行进行存款保险定价时, 将有助于银行满足或提高资本监管要求, 进而改善或提高其资本持有状况. 2)与存款保险定价的期权方法不同, 该模型综合考虑了银行资产的风险和收益, 比较全面地反映了银行的资产质量, 从而有助于降低银行资产风险. 3)考虑了存款的参保比率对存款保险费率的影响. 随着存款参保比率的上升, 存款费率有所降低, 比较客观地反映了商业银行破产时被保险存款的预期损失, 考察了银行负债的清偿结构对存款保险定价的影响. 另外, 该方法也提醒存款保险机构, 存款保险费率并非与存款承保额度无关, 当存款保险机构降低承保存款的保险额度时, 需要适当提高单位存款的保险费率, 才能弥补存款未来的预期损失.

通过以上分析可以提出的建议是: 未来我国存款保险机构在确定存款保险费率时, 要综合考虑银行的资产质量和商业银行的资本充足率, 并且在确定承保存款的比例和类型时, 要注意承保存款占负债的比例对存款保险费率的影响. 由于相关参数的估计需要银行股权和负债价值的相关信息, 该方法比较适合上市银行存款保险的定价. 对于非上市银行, 可仿照资产质量和信用评级相似的上市银行, 确定其存款保险费率. 毫无疑问, 随着我国上市银行的增加和资本市场的发展, 该方法将能为我国商业银行存款保险费率的估价提供有意义的参考.

参 考 文 献:

[1] Merton R. An analytical derivation of the cost of deposit insurance and loan guarantees: An application of modern option pricing theory[J]. Journal of Banking and Finance, 1977, 1(1): 3−11.

[2] Marcus A J, Shaked I. The valuation of FDIC deposit insurance using option pricing estimates[J]. Journal of Money, Credit and Banking, 1984, 16(4): 446−460.

[3] Ronn E, Verma A. Pricing risk-Adjusted deposit insurance: An option-based model[J]. Journal of Finance, 1986, 41(4): 871—895.

[4] Boyd J H, Chang C, Smith B D. Deposit insurance: A reconsideration[J]. Journal of Monetary Economics, 2002, 49(6): 1235—1260.

[5] Giammarino R, Schwartz E, Zechner J. Market valuation of bank asset and deposit insurance in Canada[J]. Canadian Journal of Economics / Revue Canadienne d Economique, 1989, 22(1): 109—127.

[6] 张金宝，任若恩. 基于银行债务的清偿结构存款保险定价[J]. 金融研究，2007，(6): 35—43.
Zhang Jin-bao, Ren Ruo-en. The studies on the cost of deposit insurance based on the structure of bank' s debt[J]. Journal of Financial Research, 2007, (6): 35—43. (in Chinese)

[7] Maccario A, Sironi A, Cristiano Z. Applying credit risk models to deposit insurance pricing: Empirical evidence from the Italian banking system[J]. Journal of International Banking Regulation, 2004, 6(1): 10—32.

[8] 张金宝，任若恩. 基于商业银行资本配置的存款保险定价方法研究[J]. 金融研究，2007，(1): 53—60.
Zhang Jin-bao, Ren Ruo-en. The studies on the cost of deposit insurance based on the allocation of bank' s capital[J]. Journal of Financial Research, 2007, (1): 53—60. (in Chinese)

[9] 魏志宏. 中国存款保险定价研究[J]. 金融研究，2004，(5): 99—104.
Wei Zhi-hong. The studies on the cost of deposit insurance in China[J]. Journal of Financial Research, 2004, (5): 99—104. (in Chinese)

[10] 程　功，张　维，熊　熊. 信息噪音、结构化模型与银行违约概率度量[J]. 管理科学学报，2007，10(4): 38—48.
Cheng Gong, Zhang Wei, Xiong Xiong. Noisy information, structural model and bank evaluation of default probability[J]. Journal of Management Sciences in China, 2007, 10(4): 38—48. (in Chinese)

[11] 张　维，邱　勇. 多银行贷款池的组合违约风险研究[J]. 管理科学学报，2008，11(4): 134—141.
Zhang Wei, Qiu Yong. Portfolio default risks of multi-bank loan pools[J]. Journal of Management Sciences in China, 2008, 11(4): 134—141. (in Chinese)

[12] 王春峰. 金融市场风险管理[M]. 天津：天津大学出版社，2001.
Wang Chun-feng. Financial Risk Management[M]. Tianjin: Tianjin University Press, 2001. (in Chinese)

[13] Duan J C. Maximum likelihood estimation using price data of the derivative contract[J]. Mathematical Finance, 1994, 4(2): 155—167.

[14] Merton R. On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest Rates[J]. Journal of Finance, 1974, 29(2): 449—470.

[15] Black F, Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities[J]. Journal of Political Economy, 1973, 81(3): 637—659.

[16] 刘海龙，吴冲锋. 期权定价方法综述[J]. 管理科学学报，2002，5(2): 67—73.
Liu Hai-long, Wu Chong-feng. Survey of option pricing methods[J]. Journal of Management Sciences in China, 2002, 5(2): 67—73. (in Chinese)

[17] Demirgüç-Kunt A, Baybars K, Luc L. Deposit insurance around the world: A comprehensive database[R]. Policy Research Working Paper #3628. Washington, DC: World Bank, 2005.

Study of deposit insurance pricing based on the regulatory capital of commercial banks

LIU Hai-long, YANG Ji-guang

1. Antai Economics & Management College, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, China;
2. Postdoctoral Programme, China Merchants Bank, Shenzhen 518067, China

Abstract: Firstly, based on the option pricing method and the expected cost pricing method, we propose to price the deposit insurance using expected loss of the insured deposits when a bank goes bankrupt. In our model, the price of deposit insurance is not only related to the risks and benefits of bank assets, but also to the bank's capital position and the ratio of insured deposits. Then, we give the pricing formula of deposit insurance through theoretical derivation. Finally, the empirical studies using the maximum likelihood estimation method prove the feasibility and rationality. The results show that the more the capital a bank has, the lower the probability of bank bankruptcies and the lower of the fees of deposit insurance. The higher the ratio of insured deposits, the lower the fee of deposit insurance. Our model can better reflect the expected loss of insurance deposit when banks go bankrupt.

Key words: deposit insurance; option pricing; regulatory capital; expected cost

附录:

公式(6)的证明

令 $y=\dfrac{x-E(\ln(V_T))}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}$, 那么 y服从标准正态分布, 则式(4)可表示为

$$E(G_2)=B\int_{\frac{0-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}}^{\frac{\ln(\langle DP\rangle-B)-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}} f(y)\,dy+\langle DP\rangle\int_{\frac{\ln(\langle DP\rangle-B)-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}}^{\frac{\ln\langle DP\rangle-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}} f(y)\,dy-$$
$$\int_{\frac{\ln(\langle DP\rangle-B)-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}}^{\frac{\ln\langle DP\rangle-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}} e^{y\sqrt{Var(\ln V_T)}+E(\ln V_T)} f(y)\,dy \tag{A1}$$

因为 y服从标准正态分布, 将标准正态分布的概率密度函数及 $E(\ln(V_T))=\left[\ln V_0+\left(\mu-\dfrac{\sigma^2}{2}\right)T\right]$; $Var(\ln V_T)=\sigma^2 T$

带入(A1)可得

$$E(G_2)=B\left[N\left(\frac{\ln(\langle DP\rangle-B)-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}\right)-N\left(\frac{0-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}\right)\right]+$$
$$DP\left[N\left(\frac{\ln\langle DP\rangle-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}\right)-N\left(\frac{\ln(\langle DP\rangle-B)-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}\right)\right]-$$
$$e^{(\ln V_0+\mu T)}\int_{\frac{\ln(\langle DP\rangle-B)-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}}^{\frac{\ln\langle DP\rangle-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(y-\sigma\sqrt{T})^2}{2}}dy \tag{A2}$$

再令 $z=y-\sigma\sqrt{T}$, 则式(A2)的第3项可变形为

$$e^{(\ln V_0+\mu T)}\int_{\frac{\ln(\langle DP\rangle-B)-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}}^{\frac{\ln\langle DP\rangle-E(\ln V_T)}{\sqrt{Var(\ln V_T)}}}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(y-\sigma\sqrt{T})^2}{2}}dy$$
$$=e^{(\ln V_0+\mu T)}\int_{\frac{\ln(\langle DP\rangle-B)-\left[\ln V_0+\left(\mu-\frac{\sigma^2}{2}\right)T\right]-\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}}}^{\frac{\ln\langle DP\rangle-\left[\ln V_0+\left(\mu-\frac{\sigma^2}{2}\right)T\right]-\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}}}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(z)^2}{2}}dz$$
$$=e^{(\ln V_0+\mu T)}\left[N\left(\frac{\ln\left(\frac{\langle DP\rangle}{V_0}\right)-\left(\mu+\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)-N\left(\frac{\ln\left(\frac{\langle DP\rangle-B}{V_0}\right)-\left(\mu+\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)\right] \tag{A3}$$

将式(A3)带入式(A2)可得

$$E(G_2)=B\left[N\left(\frac{\ln\left(\frac{\langle DP\rangle-B}{V_0}\right)-\left(\mu-\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)-N\left(\frac{\ln\left(\frac{0}{V_0}\right)-\left(\mu-\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)\right]+$$
$$\langle DP\rangle\left[N\left(\frac{\ln\left(\frac{\langle DP\rangle}{V_0}\right)-\left(\mu-\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)-N\left(\frac{\ln\left(\frac{\langle DP\rangle-B}{V_0}\right)-\left(\mu-\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)\right]-$$
$$e^{(\ln V_0+\mu T)}\left[N\left(\frac{\ln\left(\frac{\langle DP\rangle}{V_0}\right)-\left(\mu+\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)-N\left(\frac{\ln\left(\frac{\langle DP\rangle-B}{V_0}\right)-\left(\mu+\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)\right] \tag{A4}$$

因为 $N\left(\dfrac{\ln\left(\frac{0}{V_0}\right)-\left(\mu-\frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)=0$ 所以式(6)得证.