文章编号: 1001-0920(2003) 02-0210-03

银行资产流动性模型及预测和优化控制

张　川, 陈桂云, 潘德惠
(东北大学 工商管理学院, 辽宁 沈阳 110004)

摘　要: 根据银行资产量、偿付期信息及其相互关系建立了分布参数模型,刻画了银行资产流动性的动态规律,提出了解决流动性信息统计因费时、费力、滞后期长而不具实用价值问题的一种方法。在考虑经济波动对银行资产流动性影响的情况下,利用银行资产的分布参数模型进行了资产量、资产收益(或成本)和收益风险的预测,并在动态地平衡收益与风险的基础上探讨了资产流动性结构的优化控制。

关键词: 银行资产流动性; 分布参数模型; 经济波动; 收益与风险预测; 资产结构优化控制
中图分类号: F830.49　　文献标识码: A

Liquidity model of bank capital and its application in forecast and optimal control

ZHANG Chuan, CHEN Gui-yun, PAN De-hui
(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110004, China)

Abstract: A distributed parameter model is presented to depict the dynamic property of bank capital liquidation, according to the amount information and relationship of bank capital and the liquidation schedule. By considering the effect of fluctuation of economy to the capital liquidation, the forecasts of capital amount, capital profit and income risk are discussed based on the model. The capital liquidation structure optimization control is also considered by balancing the capital's income and risk dynamically.

Key words: Liquidity of bank capital; Distributed parameter model; Fluctuation of economy; Revenue and risk forecast; Capital structure optimization control

1　引　言

银行管理面临的最重要的任务之一就是保证充足的流动性, 使银行在需要资金时能以合理的成本取得立即可用的资金。由于银行借入与贷出的资产的到期日不匹配, 大额的负债需随时支付, 流动性又对利率变动敏感, 因而面临严重的流动性问题。流动性不足往往是一家银行财务上发生困难的征兆之一, 财务困难的银行将面临存款流失、同业拆借困难, 被迫出售资产而付出巨大成本, 直至因流动性不足而破产, 这种现象在经济波动表现尤其突出[1~3]。由于我国商业银行的资产运作效率普遍较低, 又面临着激烈的国外银行的竞争, 因而结合我国金融环境, 在平衡成本与风险的基础上, 加强流动性管理是当务之急[4~7]。现有的有关流动性研究的文章, 有的从系统风险方面进行研究, 有的从银行业的制度建设、生存环境和发展态势角度进行阐述, 缺乏从加强商业银行内部管理方面进行的研究。

本文采用分布参数系统的建模方法, 对银行资产的流动性特征作了动态描述。在考虑资产的偿付期对收益与风险影响的情况下, 利用银行资产流动

收稿日期: 2001-11-08; 修回日期: 2002-01-30。
基金项目: 国家重点科技攻关项目资助课题(97-562-03-01)。
作者简介: 张川(1971—), 男, 辽宁本溪人, 博士生, 从事经济控制论在商业银行管理中的应用研究; 潘德惠(1928—), 男, 辽宁盖县人, 教授, 博士生导师, 从事经济控制论、系统辨识和最优控制等研究。

性的分布参数模型进行了动态银行资产量及其收益波动的预测,并在动态地平衡收益与风险的基础上探讨了资产流动性结构的优化控制,为银行决策提供了一种分析方法和工具。

2 银行资产流动性模型的建立

各类银行资产,无论借入还是贷出,总需要在某一期间后进行偿付或得到偿付。银行的业务规模具有相对的稳定性,则与偿付期间相关的银行资产量及其增长情况也具有相对的稳定性。本文将某类银行资产简称为银行资产,将某时刻银行资产距偿付时刻的时间长度简称为偿付期,并用偿付期来表示流动性,以k表示,有一个变化区间。令k_0表示偿付期的最小值,k_m 表示相应的最大值,则 $k \in [k_0, k_m]$。

令$N(t)$ 表示t时刻银行资产的总量,再令$G(k,t)$ 表示t时刻偿付期小于k 的银行资产总量,并称其为银行资产偿付期分布函数,同时假定 $G(k,t)$ 对t 和k 可导,于是有

$$G(k_0,t) = 0,\quad G(k_m,t) = N(t)$$

设$g(k,t) = \dfrac{\partial G(k,t)}{\partial k}$为银行资产偿付期密度函数,并假定$g(k,t)$ 对t 和k 都有连续的一阶偏导数。因为$G(k,t)$ 是关于k 的递增函数,所以$g(k,t) \geq 0$,显然

$$G(k,t) = \int_0^k g(\zeta, t)\,\mathrm{d}\zeta$$

假定在t 时刻单位时间内的银行资产减少量函数为$\mu_1(k,t)$,令$M_1(k,t)$ 表示在t 时刻单位时间内与偿付期k 相关的银行资产减少的密度函数,则在$[k, k+\Delta k]$ 区间内减少的银行资产量为

$$\int_k^{k+\Delta k} M_1(y,t)\,\mathrm{d}y \approx M_1(k,t)\Delta k$$

而此时在此区间的银行资产总量为

$$\int_k^{k+\Delta k} g(y,t)\,\mathrm{d}t \approx g(k,t)\Delta k$$

故有

$$\mu_1(k,t) = \lim_{\Delta k\to 0}\frac{M_1(k,t)\Delta k}{g(k,t)\Delta k} = \frac{M_1(k,t)}{g(k,t)}$$

即

$$M_1(k,t) = \mu_1(k,t)g(k,t) \tag{1}$$

同理,假设在t 时刻单位时间内的银行资产增加量函数为$\mu_2(k,t)$,在t 时刻单位时间内与偿付期k 相关的银行资产增加的密度函数为$M_2(k,t)$,则与推导式(1) 相仿,有

$$M_2(k,t) = \mu_2(k,t)g(k,t) \tag{2}$$

由于银行资产的偿付期随着时间的推移而缩短,当经过Δt 时间后,在偿付期为k 的银行资产将推移到$k-\Delta k'$,而在$k+\Delta k$ 处的将在$k+\Delta k-\Delta k'$处出现。所以,在$t+\Delta t$ 时刻,原来在区间$[k, k+\Delta k]$ 内的银行资产推移到了区间$[k-\Delta k', k+\Delta k-\Delta k']$,在这一区间的银行资产的数量应为

$$\int_{k-\Delta k'}^{k+\Delta k-\Delta k'} g(y, t+\Delta t)\,\mathrm{d}y \approx g(k-\Delta k', t+\Delta t)\Delta k$$

则在Δt 时间内,在这一区间内增加的银行资产为

$$g(k-\Delta k', t+\Delta t)\Delta k - g(k,t)\Delta k$$

在不考虑银行资产人为调整的影响时,则由式(1) 可知,在Δt 时间内减少的银行资产为

$$M_1(k,t)\Delta t\Delta k = \mu_1(k,t)g(k,t)\Delta t\Delta k$$

由式(2) 可知,在Δt 时间内这一区间增加的银行资产为

$$M_2(k,t)\Delta t\Delta k = \mu_2(k,t)g(k,t)\Delta t\Delta k$$

所以,在Δt 时间内,偿付期k 在与$k+\Delta k$ 之间的银行资产的改变量可写成

$$g(k-\Delta k', t+\Delta t)\Delta k - g(k,t)\Delta k = \mu(k,t)g(k,t)\Delta t\Delta k \tag{3}$$

式中$\mu(k,t) = \mu_2(k,t) - \mu_1(k,t)$。上式两端同除以$\Delta k\Delta t$,得

$$\frac{g(k-\Delta k', t+\Delta t) - g(k,t)}{\Delta t} = \mu(k,t)g(k,t) \tag{4}$$

式(4) 可写成

$$\frac{g(k-\Delta k', t+\Delta t) - g(k-\Delta k', t)}{\Delta t} + \frac{g(k-\Delta k', t) - g(k,t)}{\Delta k'}\cdot\frac{\Delta k'}{\Delta t} = \mu(r,t)g(r,t) \tag{5}$$

一般情况下,偿付期k 的时间单位可以与t 相同或呈整数倍关系,这里取$\Delta t = \Delta k'$,则由式(5),当$\Delta k' = \Delta t \to 0$ 时,可得银行资产流动性分布参数模型为

$$\frac{\partial g(k,t)}{\partial t} - \frac{\partial g(k,t)}{\partial k} = \mu(k,t)g(k,t) \tag{6}$$

如设$f(k,t)$ 表示t 时刻偿付期为k 的区段的银行资产调控速率密度函数(或在该处的银行资产人为改变速率密度函数),$f(k,t) < 0$ 时,表示银行资产减少密度,则可得银行资产流动性分布模型

$$\partial g(k,t)/\partial t - \partial g(k,t)/\partial k = \mu(k,t)g(k,t) - f(k,t) \tag{7}$$

初始条件为

$$g(k,0) = g_0(k) = \Psi(k) \tag{8}$$

边界条件为

$$g(k_0,t)=\varphi(t) \tag{9}$$

这样,便得到了银行资产流动性分布满足的发展方程。这是一个偏微分方程的初边值问题,给出式(8)和(9)的条件下,存在唯一解。为了符合实际情况,给定 $k>k_m$ 后 $g(k,t)=0$。

3 银行资产流动性分布方程在银行决策中的应用

对商业银行而言,具有不同偿付期的银行资产需要付出的成本或可能得到的收益及其相伴的风险是有差异的。在经济景气循环中,不同偿付期的资产的成本或收益的波动情况也是有差异的,亦即风险的变动具有差异性。本模型以偿付期为特征变量对银行资产的结构进行描述,可用于进行经济波动中银行资产量及其收益波动的预测,并在考虑经济波动中收益与风险平衡的基础上探讨资产流动性结构的优化控制。

3.1 在银行资产量和成本或收益预测中的应用

对于由式(7)～(9)组成的初边值问题,令银行资产人为调整速率密度 $f(k,t)$ 为零,并据给定的 $\mu(k,t)$ 求解,则可得到银行资产总量 $N(t)$ 的预测值 $\hat{N}(t)$ 为

$$\hat{N}(t)=\int_0^{1}g(k,t)\,\mathrm{d}k \tag{10}$$

再设偿付期为 k 的银行资产的平均收益率函数(或成本率函数)为 $r(k,t)$,则在时期[0, T]内的资产预期收益(或成本) R_T 为

$$R_T=\int_0^T\int_0^1 r(k,t)g(k,t)\,\mathrm{d}k\mathrm{d}t \tag{11}$$

3.2 在风险预测中的应用

在与经济景气循环相伴的通货膨胀或紧缩时期内,处于不同偿付期的资产收益(或成本)的平均波动率是有差异的,亦即相对于最优收益(或成本)水平的风险损失的大小具有差异性。设此平均风险率函数为 $p(k,t)$,则在金融环境变动中的风险预测值 $R_p(t)$ 为

$$R_p(t)=\int_0^1 p(k,t)g(k,t)\,\mathrm{d}k\mathrm{d}t \tag{12}$$

3.3 在资产结构优化控制方面的应用

商业银行在进行资产规划时,既要考虑收益(或成本)水平,又要保持足够的支付能力;即要兼顾长期和短期资产负债结构,保持良好的赢利能力和流动性水平,同时还要考虑经济波动中的风险因素对上述量值的影响。

设 $g^*(k,t)$ 为符合商业银行长期发展要求的最佳资产流动性分布密度。$f^*(k,t)$ 为综合考虑成本和环境因素的最佳资产流动性调控速率密度,可用 $|f(k,t)-f^*(k,t)|$ 刻画资产流动性的调节能力,则得到如下目标泛函

$$\min_{f(k,t)\in D}J[f(k,t)]=\int_0^T\int_0^1\{W(k,t)[g(k,t)-g^*(k,t)]^2+Q(k,t)[f(k,t)-f^*(k,t)]^2\}\mathrm{d}k\mathrm{d}t \tag{13}$$

其中: $W(k,t)$ 为因银行资产配置不合理而造成的经济损失权值, $Q(k,t)$ 为银行调控资产结构能力过剩或不足而产生的费用权值, D 为可行政策下资产流动性调控速率密度函数的集合。由式(7)可知, $g(k,t)$ 的确定依赖于 $f(k,t)$,优化目标为求出最优控制 $\tilde{f}^*(k,t)$,使得这两项费用之和最小。该优化问题的解法文献[9]已讨论过了,这里不再介绍。

4 结 语

1) 在遵从银行资产发展的一般规律的基础上,用分布参数模型刻画了银行资产的流动性动态变化情况。

2) 利用银行资产流动性的分布参数模型,实现了对资产流动性的预测。

3) 在考虑经济波动对收益(或成本)和风险影响的情况下,利用银行资产流动性的分布参数模型探讨了资产结构的优化控制,提出了进行流动性管理的一种方法。

参考文献(References):

[1] 彼得 S R. 商业银行管理[M]. 唐旭,王丹译. 北京: 经济科学出版社, 1999. 264-298.

[2] Diamond D W, Rajan R G. A theory of bank capital [J]. *The J of Finance*, 2000, 55: 2431-2465.

[3] Mandell R A. A reconsideration of the twentieth century[J]. *The American Economic Review*, 2001, 90 (3): 327-340.

[4] Bhattacharya S, Nicodano G. Insider trading, investment, and liquidity: A welfare analysis[J]. *The J of Finance*, 2001, 56(3): 1141-1156.

[5] Park C. Monitoring and structure of debt contracts[J]. *The J of Finance*, 2000, 55(5): 2157-2195.

[6] Strömberg P. Conflicts of interest and market illiquidity in bankruptcy auctions: Theory and test[J]. *The J of Finance*, 2000, 55(6): 2641-2692.

(下转第 220 页)

持有该项资产初始头寸 5 M 股,欲在一周内(5 个交易日) 变现 2 M 股。从而确定参数值

$$\mu = P_0\bar{\mu} = 10 \times 0.20/250 = 0.008$$

$$\sigma = P_0\bar{\sigma} = 10 \times 0.5/\sqrt{250} = 0.316$$

$$\alpha = 0.01/(2 \times 10^6 \times 2\%) = 2.5 \times 10^{-7}$$

下面用图例分别给出最优变现策略对风险偏好系数λ,资产波动率σ,流动性系数α和超额收益率μ的敏感性。

图 1(a) 在 $\sigma = 0.316, \alpha = 2.5 \times 10^{-7}, s = 1, \mu = 0.008$ 的假设下,分别给出了 $\lambda = 10^{-7}$(实线), $\lambda = 10^{-8}$(点线) 和 $\lambda = 10^{-9}$(折线) 3 种情况下最优变现策略随时间的变化规律; (b) 在 $\lambda = 10^{-8}, \alpha = 2.5 \times 10^{-7}, s = 1, \mu = 0.008$ 的假设下,分别给出了 $\sigma = 0.616$(实线), $\sigma = 0.316$(点线) 和 $\sigma = 0.016$(折线) 3 种情况下最优变现策略随时间的变化规律; (c) 在 $\lambda = 10^{-8}, \sigma = 0.316, s = 1, \mu = 0.008$ 的假设下,分别给出了 $\alpha = 2.5 \times 10^{-7}$(实线), $\alpha = 2.5 \times 10^{-9}$(点线) 和 $\alpha = 2.5 \times 10^{-11}$(折线) 3 种情况下最优变现策略随时间的变化规律; (d) 在 $\lambda = 10^{-8}, \sigma = 0.316, \alpha = 2.5 \times 10^{-7}, s = 1$ 的假设下,分别给出了 $\mu = 0.08$(实线), $\mu = 0.008$(点线) 和 $\mu = 0.0008$(折线) 3 种情况下最优变现策略随时间的变化规律。

从图 1 可以看出,风险偏好系数λ越大,资产管理者越厌恶风险,变现的速度就越快;反之,变现的速度就越慢。资产波动率σ越大,资产的波动性也越大,变现的速度就越快,以降低波动性风险。流动性系数α越大,最优变现策略就越接近线性策略;反之,最初资产管理者将很快出售资产到最理想的水平(本例为 $x^* \approx 4.0 \times 10^6$,即变现所需变现资产的一半),并在大部分时间内保持这种状态,直到最后快速完成变现。超额收益率μ越大,变现的速度就越慢;当μ较小时,其变化对最优变现策略的影响不敏感。

6 结 语

本文在一定的假设前提下,得出了可使变现行为对基金资产净值影响最小的最优变现策略,并对有关参数进行了敏感性分析,得出一些初步的结论。最优控制策略的有关特性依赖于严格的假设前提,而一旦变现期较长,证券价格的前后差异就会过大。价格服从几何布朗运动假设下的最优控制策略会更符合现实情况。

参考文献(References):

[1] Perold A. The implementation shortfall: Paper versus reality[J]. *J Portfolio Management*, 1988, 14: 4-9.

[2] Bertsima D, Lo A W. Optimal control of liquidation costs[J]. *J Financial Markets*, 1998, 1(1): 1-50.

[3] Almgren R, Chriss N. Optimal liquidation[R]. Chicago: The University of Chicago, 1998.

[4] Jarrow R A. Market manipulation bubbles, corners and short squeeze[J]. *J Financial Quantity Analysis*, 1992, 27(2): 311-336.

(上接第 212 页)

[7] 姚长辉. 我国商业银行竞争力分析与对策选择[J]. 经济科学, 2001, (4): 46-61.
(Yao C H. Competition analyzing of our national commercial banks' competition power and their counter selection[J]. *Economic Science*, 2001, (4): 46-61.)

[8] 陈桂云, 潘德惠. 流域水资源的模型及其合理利用[J]. 东北大学学报, 1999, 20(5): 552-554.
(Chen G Y, Pan D H. Water resources model of river valley and its application in the optimal use of the river [J]. *J of Northeastern University*, 1999, 20(5): 552-554.)

[9] 潘德惠. 经济管理中非线性分布参数系统的模型辨识与控制[J]. 东北大学学报, 1997, 18(增刊): 385-389.
(Pan D H. Model identification and control of nonlinear distributed parameter system in economics and management [J]. *J of Northeastern University*, 1997, 18(S): 385-389.)

[10] 杜拉克 P F. 杜拉克论管理[M]. 孙忠译. 海口: 海南出版社, 2000. 1-125.