

基于 VaR 约束的商业银行资产负债组合配给模型探讨

袁乐平,黄博文

(中南大学商学院,湖南长沙,410083)

摘要:以商业银行各项资产和负债的组合收益最大化为目标函数,以贷款组合的 VaR 约束及法律法规约束和经营管理约束为条件,综合应用运筹学中的非线性规划理论,探讨了商业银行资产负债最优化管理问题,系统地提出了基于 VaR 约束的商业银行资产负债组合配给模型体系。该模型在引入 VaR 约束的同时兼顾资产和负债两个方面的业务和管理,体现了高度重视资产和负债的内在关联性的基本要求。

关键词:资产负债管理;风险价值;组合收益

中图分类号:F830

文献标识码:A

文章编号:1672-3104(2005)02-0217-05

资产负债管理(ALM: Asset Liability Management)是现代银行依据比较成本和比较风险,从总体上对资金来源(负债)和资金运用(资产)进行综合管理,以最大限度地实现其经营目标的管理手段。现代商业银行资产负债管理的主题是银行经营的盈利性、安全性和流动性。但是,最终实现上述目标的基础是银行必须具有一个合理的资产负债结构。国内外学者对资产负债管理方法进行了大量研究。其中 Gierde 和 Semmen(1995)利用线性规划方法,在风险资本约束、资本充足率约束和可用头寸约束的前提下,求解银行收益最大化,建立了满足资本需求的银行组合风险决策模型;陈道斌(2001)以资产负债比例管理指标为条件、银行收益最大化为目标,线性规划为工具,建立了银行资产负债优化模型;Li 和 Ng(2000)在组合风险小于目标值的情况下,追求组合收益的最大化,建立了多阶段的均值——方差组合优化模型。这些方法都把收益率视为常量,未考虑其不确定性,这与新的巴塞尔协议的原则和监管要求并不一致。而迟国泰等(2002)虽在银行资产负债管理中引入风险价值(value at risk, VaR)方法,但其未在收益最大化目标中考虑负债成本,违背了资产负债综合管理核心思想的基本要求:同时重视资产和负债两个方面的业务和管理,高度重视资产和负债的内在关联性。

本文在考虑上述因素的基础上,在商业银行资

产负债组合配给模型中引入风险价值(value at risk, VaR)方法,兼顾资产和负债两个方面的业务和管理,以资产负债组合收益最大化为目标,以贷款组合的 VaR 约束及法律法规约束和经营管理约束为条件,拟建立基于 VaR 约束的商业银行资产负债组合配给模型。

一、考虑负债成本的资产负债管理模型

(一) 商业银行资产负债管理基本决策变量选择

银行资产、负债及所有者权益最优化管理决策变量设置如表1所示。

其中, x_i ($i=1, 2, \dots, 10$) 指各资产类项目占银行现有资金头寸的比例; z_i ($i=1, 2, 3, 4$) 和 y_i ($i=1, 2, \dots, 6$) 指各负债类项目占银行现有资金头寸的比例。

(二) 目标函数确定

取商业银行当期净收益(V)最大为资产负债组合配给模型的目标函数,即:

$$\text{Max } V = \sum_{i=1}^8 r_i x_i + \sum_{i=1}^9 R_i w_i - \sum_{i=1}^4 k_i z_i - \sum_{i=1}^6 c_i y_i \quad (1)$$

表 1 资产、负债及所有者权益最优化管理决策变量设置

资产类项目及决策变量设置			负债类项目及决策变量设置		
变量	名称	备注	变量	名称	备注
x_1	拆出资金		z_1	企业活期存款	已知条件
x_2	现金		z_2	企业定期存款	已知条件
x_3	存放同业款项		z_3	活期储蓄存款	已知条件
x_4	存款准备金		z_4	定期储蓄存款	已知条件
x_5	存放央行一般款项		y_1	拆入资金	
x_6	债券与投资		y_2	向央行借款	
x_7	其他资产		y_3	发行有价证券	
x_8	坏账准备与折旧		y_4	其他负债	
x_9	短期贷款		y_5	实收资本(核心资本)	
x_{10}	中长期贷款		y_6	上年利润	已知条件

其中： $r_i (i=1 \dots 8)$ 为第 i 种资产平均盈利水平，相当于贷款利率； $R_i (i=1 \dots 9)$ 为第 i 家企业 1 a 后贷款收益率的期望值； $k_i (i=1 \dots 4)$ 为第 i 种存款平均成本水平，等于存款利率； $C_i (i=1 \dots 6)$ 为第 i 种负债平均成本水平，相当于存款利率； $w_i (i=1 \dots m)$ 为第 i 家企业的贷款比例。在迟国泰等人的模型中只考虑了资产收益没有考虑负债成本，实际上是把银行的经营目标描述为资产总收益的最大化。本目标函数在银行资产总收益中剔除了负债成本，把银行的经营目标描述为净收益最大化，更符合商业银行运行的本质规定。

(三) 商业银行资产负债比例管理基本监控指标分析

根据中国人民银行下发的《关于对商业银行实行资产负债比例管理的通知》(银发[1994]38 号)和《关于印发〈商业银行资产负债比例管理考核暂行办法〉的通知》(银发[1994]171 号，以下统称《办法》)商业银行资产负债比例管理监控、监测指标如下。

a. 资本充足率指标：资本总额与加权风险资产总额的比例不得低于 8%，其中核心资本不得低于 4%。附属资本不能超过核心资本的 100%。即：

$$\frac{\text{核心资本} + \text{附属资本}}{\sum(\text{资产} \times \text{风险权重})} \geq 8\%$$

$$\frac{\text{核心资本}}{\sum(\text{资产} \times \text{风险权重})} \geq 4\%$$

式中分子项的核心资本是指实收资本、资本公积、盈余公积、未分配利润，附属资本包括呆账准备。分母项即为风险权重资产，它根据各项资产与所对应的风险权重相乘后求和而得。根据《办法》，暂时认定资产项目中现金和存放中央银行款项的风险度

等于零。用数学公式表示资本充足率约束，即：

$$\frac{y_5 + y_6 + x_8}{\sum_{i=1}^{10} \beta x_i} \geq 8\% \quad (2)$$

$$\frac{y_5 + y_6}{\sum_{i=1}^{10} \beta x_i} \geq 4\% \quad (3)$$

b. 存贷款比例指标：各项贷款与各项存款之比不超过 75%。即：

$$\frac{\text{各项贷款余额}}{\text{各项存款余额}} \leq 75\% \quad \text{即：} \frac{x_9 + x_{10}}{\sum_{i=1}^4 z_i} \quad (4)$$

c. 中长期贷款比例指标：一年期以上(含一年期)的中长期贷款与一年期以上的存款之比不得超过 120%。即：

$$\frac{\text{余期一年以上贷款余额}}{\text{余期一年以上存款余额}} \leq 120\%$$

$$\text{即：} \frac{k_1 x_{10}}{k_2 z_2 + k_3 z_4 + k_4 y_3} \leq 120\% \quad (5)$$

其中： k_1 为余期一年以上的中长期贷款占全部中长期贷款比重； k_2 为余期一年以上的企业定期存款占全部企业定期存款比重； k_3 为余期一年以上的定期储蓄存款占全部定期储蓄存款比重； k_4 为余期一年以上的债券与投资占全部债券与投资的比重。

d. 资产流动性比例指标：流动性资产与各项流动性负债的比例不得低于 25%。即：

$$\frac{\text{流动性资产余额}}{\text{流动性负债余额}} \geq 20\%$$

$$\text{即：} \frac{\sum_{i=1}^{10} a_i x_i}{\sum_{i=1}^4 a_{i+10} z_i + \sum_{i=1}^6 a_{i+14} y_i} \geq 25\% \quad (6)$$

其中： a_i 为一个月内到期的拆出资金占全部拆出资金的比重； a_2 为现金项目的系数，一般取 $a_2 = 1$ ； a_3 为一个月内到期的存放同业占全部存放同业款项比重； a_4 为存款准备金系数，一般取 $a_4 = 1$ ； a_5 为一个月内到期的存放央行款项占全部存放央行款项的比重； a_6 为一个月内到期的债券与投资占全部债券与投资的比重； a_7 为一个月内到期的其他资产占全部其他资产的比重； a_8 为坏账准备与折旧系数，一般取 $a_8 = 1$ ； a_9 为一个月内到期的短期贷款占全部短期贷款的比重，一般取 $a_9 = 1$ ； a_{10} 为一个月内到期的中长期贷款占全部中长期贷款的比重； a_{11} 为企业活期存款系数，一般取 $a_{11} = 1$ ； a_{12} 为一个月内到期的企业定期存款占全部企业存款的比重； a_{13} 为活期储蓄存款系数，一般取 $a_{13} = 1$ ； a_{14} 为一个月内到期的定期储蓄

存款占全部定期储蓄存款的比重; a_5 为一个月内到期的拆入资金占全部拆入资金的比重; a_6 为一个月内到期的向央行借款占全部央行借款的比重; a_7 为一个月内到期的发行债券占全部发行债券的比重; a_8 为一个月内到期的其他负债占全部其他负债的比重。

e. 备付金比例指标:具体由人民银行根据各行情况核定,此处假设为不低于5%。

$$\frac{\text{拆入资金平均余额}}{\text{各项存款余额}} \leq 4\%$$

$$\frac{\text{拆出资金平均余额}}{\text{各项存款平均余额} - \text{存款准备金平均余额}} \leq 8\%$$

(7)

f. 单个贷款比例指标:对同一借款客户的贷款余额与银行资本余额的比例不得超过15%。

$$\frac{w_i}{y_5 + y_6 + x_8} \leq 15\% \quad (8)$$

g. 拆借资金比例指标:拆入资金余额与各项存款余额之比不得超过4%;拆出资金余额与各项存扣(除存款准备金、备付金、联行占款)余额之比不得超过8%。

$$\frac{\text{拆入资金平均余额}}{\text{各项存款余额}} \leq 4\%$$

$$\frac{\text{拆出资金平均余额}}{\text{各项存款平均余额} - \text{存款准备金平均余额}} \leq 8\%$$

$$\text{即:} \frac{y_i}{z_1 + z_2 + z_3 + z_4} \leq 4\% \quad (9)$$

$$\frac{x_i}{z_1 + z_2 + z_3 + z_4 - x_4} \leq 8\% \quad (10)$$

另外该模型中还有以下几个平衡关系式:

$$\sum_{i=1}^{10} x_i = \sum_{i=1}^6 y_i + \sum_{i=1}^4 z_i \quad (11)$$

$$x_9 + x_{10} = \sum_{i=1}^9 w_i \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^{10} x_i = 1 \quad (13)$$

$$x_i \geq 0, y_i \geq 0 \quad (14)$$

上述(1)-(14)式构成了资产负债组合配给模型。

二、在资产负债组合配给模型中引入风险价值(VaR)约束

在 Gierde 和 Semmen、Li 和 Ng、陈道斌等人的模型中虽然考虑了负债成本,但他们把收益率视为常量,未考虑其不确定性,仍然不能准确的描述商业

银行经营过程中的实际情况,有可能对商业银行的经营决策造成误导。为此我们在资产负债组合配给模型中进一步引入风险价值(VaR)约束。风险价值(VaR)是指在一定的置信水平上,银行的资产或负债在一段给定的时间内预期的最大损失。在银行贷款组合决策中引入 VaR 约束,通过对各单项贷款进行组合优化,使信用等级的变迁以及各等级的违约挽回率直接对组合贷款价值产生影响,在满足组合收益率最大化的同时求解出考虑信用等级发生变化的最佳贷款权重。基于 VaR 的资产负债组合配给原理通过企业贷款收益率的历史数据计算出各企业贷款收益率的相关系数,给出求解贷款组合方差的新方法。同时将资产负债管理的技术引入到 VaR 模型中,使银行在满足相应监管要求的前提下,以资产负债组合收益最大化为目标,给出在针对市场风险的资本要求范围内的资产负债分配比重。

(一) 企业信用等级转移产生的贷款收益率及其期望值和方差

商业银行或评级机构通常会对各企业进行信用评级,并做定期检查,根据企业的真实状况进行信用等级调整。本文中用转移概率矩阵来描述企业信用等级变化的可能性。假定转移概率遵循马尔柯夫过程,即企业在这时期内移往任何特定信用等级的概率与过去时期的结果无关。基于这一假定,即可认为过去一段时期里(比如 20a)统计出的一年期转移概率相互独立。将这些数据进行平均,得出 1a 期转移概率矩阵。以当前信用等级为 AAA 级的企业为例,1a 后它有 90.81% 的保持在 AAA 级,8.33% 的可能性变为 AA 级,0.68% 的可能性变为 A 级,0.06% 的可能性变为 BBB 级如此等等。

由于企业的信用等级发生变化,其相应的贷款利率也要调整。每一种未来的信用等级状态都要有相应的信用利率。这可以由一条零息票收益曲线来表示,知道了零息票利率就可以用来折现未来现金流得出贷款的市场价值。给出贷款利率为 R ,期限为 n ,贷款本金为 P_0 ,1a 期后信用等级发生变化,则可求得贷款的市场价值如下:

$$P = P_0 R + \frac{P_0 R}{1 + r_{01}} + \frac{P_0 R}{(1 + r_{02})^2} + \dots + \frac{P_0 + P_0 R}{(1 + r_{0,n-1})^{n-1}} \quad (15)$$

式中: r_{0i} ($i = 1, 2, \dots, n-1$) 为信用等级发生变化后第 i 年新信用等级的零息票利率。例如:有一个 5a 期一亿元贷款每年利率为 6%,1a 期后,信用等级由 BBB 级上升到 A 级,则贷款的市场价值:

$$P = 0.06 + 0.06/(1 + 0.0372) + 0.06/(1 + 0.0432)^2 + 0.06/(1 + 0.0493)^3 + 1.06/(1 + 0.0532)^4 = 1.0866 (\text{亿})$$

还有一种极端的情况是贷款违约,此时将不会产生承诺的现金流。但各信用等级的贷款将有不同的挽回价值。

由1a期转移概率矩阵、不同信用等级的1a期零息票利率和不同信用等级贷款的挽回率的数据,可以按式(15)的方法求得各信用等级贷款在信用等级发生变化时的贷款的价值。得出了1a后信用等级发生变化时的贷款价值,可以用下式算出1a后信用等级发生变化时的贷款收益率。

$$R_{kj} = \frac{V_{kj} - V_i}{V_i} \quad (16)$$

其中, V_{kj} 表示1a后信用等级由第 k 等级变为第 j 等级时的贷款价值, V_i 表示贷款本金。利用转移概率矩阵,可以计算出每项贷款1a后的期望收益率以及收益率的方差:

$$E(R) = \sum_{i=1}^8 P_{kj} - R_{kj} \quad (17)$$

$$\sigma^2 = \sum_{j=1}^8 P_{kj} (E(R) - R_{kj})^2 \quad k = 1, 2, 3 \dots 8; \quad (18)$$

其中, $E(R)$ 表示1a后的期望收益率, P_{kj} 表示1a后信用等级由第 k 等级变为第 j 等级的概率, σ^2 为收益率的方差。上例中一亿元信用等级为BBB级的贷款,1a后信用等级由BBB级上升到A级贷款收益率为:

$$R_{43} = (V_{43} - V_i)/V_i = (1.0866 - 1)/1 = 0.0866$$

一亿元信用等级为BBB级的贷款1a后期期望收益率以及收益率的方差分别为:

$$\begin{aligned} E(R) &= 0.02\% \cdot (1.0937 - 1) + 0.33\% \cdot (1.0919 - 1) + \dots + 0.18\% \cdot (0.53 - 1) = 0.0709 \\ \sigma^2 &= 0.02\% \cdot (0.0709 - 0.0937)^2 + 0.33\% \cdot (0.0709 - 0.0919)^2 + \dots + 0.18\% \cdot (0.0709 - 0.47)^2 = 0.002323063 \end{aligned}$$

(二) 各贷款组合的相关系数矩阵

如果银行准备对 n 个企业进行贷款,则银行可根据企业贷款收益率的历史数据算出各企业贷款收益率的相关系数矩阵。已知 n 个企业 m 年的贷款收益率,就可用以下相关系数公式求得各企业贷款收益率的相关系数矩阵。

$$\rho_{xy} = \frac{\text{Cov}(x, y)}{\sqrt{D(x)} \sqrt{D(y)}} \quad (19)$$

当 x 和 y 的协方差 $\text{Cov}(x, y)$ 及各自的方差 $D(x)$ 、 $D(y)$ 未知时,可用样本协方差 S_{xy} 和样本方差 S_x^2 、 S_y^2 分别代替,这时相关系数的估计值为:

$$\hat{\rho} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x^2 S_y^2}} = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}} \quad (20)$$

这样就可以利用 n 个企业 m 年的贷款收益率的数据计算出这 n 个企业贷款收益率的相关系数矩阵:

$$\rho = \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \dots & \rho_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \dots & \rho_{nn} \end{bmatrix} \quad (21)$$

其中 ρ_{ij} 代表第 i 个企业和第 j 个企业贷款收益率的相关系数。当 $i = j$ 时, $\rho_{ij} = 1$ 。

(三) 风险价值约束的计算

设 $w_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 为对第 i 个企业贷款的金额占所有资金头寸的比重。则用于对企业贷款的总金额为:

$$V = V_0 (w_1 + w_2 + \dots + w_n) \quad (22)$$

其中 V_0 为银行现有的资金头寸。1a以后贷款组合的市场价值为:

$$V_1 = V_0 \left[1 + \sum_{i=1}^n w_i R_{ikj} \right] \quad (23)$$

其中 R_{ikj} 是指第 i 个企业1a后信用等级由第 k 等级变为第 j 等级时的贷款收益率。根据(17)~(20)式可以计算出 V_1 的期望值和方差为:

$$E(V_1) = V_0 \left[1 + \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) \right] \quad (24)$$

$$D(V_1) = V_0^2 D \left[\sum_{i=1}^n w_i R_{ikj} \right] = V_0^2 (W^T \sigma \rho \sigma W) \quad (25)$$

其中 W^T 为贷款金额占所有资金头寸的比重 w_i 所构成的向量:

$$W^T = (w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_n) \quad (26)$$

σ 为对角线元素是各项贷款收益率的标准差 σ_i 所组成的对角矩阵:

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{bmatrix} \quad (27)$$

为了控制市场风险,规定在 95 %的置信水平上贷款组合的损失(VaR) 不得超过现金 C 与备付金存款 R 之和,即:

$$VaR = E(V_1) - V_1 - 7R + C$$

即: $P(V_1 < E(V_1) - (R - C)) < 0.05$

$$P\left[\frac{V_1 - E(V_1)}{\sqrt{D(V_1)}} < \frac{-(R + C)}{\sqrt{D(V_1)}}\right] < 0.05 \quad (28)$$

由中心极限定理可知当贷款企业数量 n 足够大时, $[V_1 - E(V_1)] / \sqrt{D(V_1)}$ 近似的服从标准正态分布。则当 n 足够大时,由式(28)可知:

$$D(V_1) \leq (R + C)^2 / 1.65^2 \quad (29)$$

即: $V^2(W^T \Phi^0 W) \leq (x_2 + x_4 + x_5)^2 / 1.65^2 \quad (30)$

此式即为所求的 VaR 约束条件。将此式作为一个非线性约束条件加入资产负债组合配给模型就构成了基于 VaR 约束的商业银行资产负债组合配给模型。由于(30)式是一个含未知数的矩阵运算的非线性不等式,在对模型求解时,可运用 matlab 计算软件将含未知数的矩阵运算部分展开为一个 n 次多项式。再将此含非线性约束的模型用 matlab 的非线性最优化函数求得最优解。本模型体系中所涉及的一切管理参数都可从商业银行的业务活动信息中提取到,决策变量即为现行商业银行资产负债表中的项目,因而本文提出的资产负债最优化管理方法在技术实现上不存在困难。

三、 结语

基于 VaR 约束的商业银行资产负债组合配给

模型以银行各项资产负债的组合收益最大化为目标函数,以贷款组合的 VaR 约束及法律法规约束和经营管理约束为条件,既综合考虑了资产和负债两个方面的业务和管理,又避免了不考虑收益率的不确定性的缺点。该模型一方面更符合新的巴塞尔协议的原则和监管要求,另一方面更符合资产负债综合管理的核心思想中同时重视资产和负债两个方面的业务和管理,高度重视资产和负债的内在关联性的基本要求。

参考文献:

- [1] 陈道斌. 商业银行资产负债最优化管理方法研究[J]. 金融论坛, 2001, (1): 8-14.
- [2] 迟国泰. 基于 Var 约束的银行资产负债管理优化模型[J]. 大连理工大学学报, 2002, (6): 750-758.
- [3] Shing C, Nagasawa H. Interactive decision system in stochastic multiobjective portfolio selection[J]. International Journal of Production Economics, 1999, (60-61): 187-193.
- [4] Walker D A. A Behavioral model of bank asset management [J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 1997, 32: 413-431.
- [5] Li Duan, Ng Wan-Lung. Optimal dynamic portfolio selection: Multi-period mean-variance formulation[J]. Mathematical Finance, 2000, 10: 387-406.
- [6] Sheedy E, Trevor R, Wood J. Asset-allocation decisions when risk is dingling[J]. Journal of Financial Research, 1999, 22: 301-315.
- [7] Gjerde O, Semmen K. Risk-based capital requirement and bank portfolio risk[J]. Journal of Banking & Finance, 1995, 19: 1159-1173.

Combination model of asset-liability management based on constraint of VaR technology

YUAN Le-ping, HUANG Bo-wen

(College of Business, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Considering the constrain on VaR, laws, regulations and operations, using portfolio profits maximum of commercial bank's asset-liability as objective function, using non-linear programming technique, the combination model of asset-liability management based on VaR technology is set up in order to provide decision-making method for commercial bank's risk management. The characteristic is that the constrain on VaR and asset-liability management are simultaneously considered at the same time, attaching importance to the internal relations of asset and liability.

Key words: asset-liability management; value at risk; portfolio yields

[编辑:汪晓]