

我国商业银行外汇资产的汇率风险测量与最优组合选择

张静, 周超

(中国农业银行湖南省分行)

摘要:利用模型和结构函数改进 VaR 模型,对外汇资产的汇率风险进行了测量并进行了实证研究。研究结论显示,在所选择本期间,美元和日元的最优组合为:投资总额的 33% 是日元币种,67% 是美元币种,这说明该预测模型能够对我国商业银行汇率风险进行较为精确的测量。

关键词:分布函数;汇率风险;风险管理;VaR

中图分类号:F830.33

文献标识码:A

文章编号:1672-3104(2006)06-0715-05

现代商业银行的核心功能是利用规模经济效益与先进的金融技术进行金融风险管理。管理风险不是消除风险,相反,是在可承受的能力范围内承担风险并获得风险溢价。这种风险收益已成为现代商业银行的重要盈利来源,并决定商业银行竞争力强弱。随着入世后金融开放进程加快和人民币汇率形成机制日趋市场化,汇率波动加剧使商业银行外汇资产汇率风险增加。对外汇资产的风险进行测量、选择最优资产组合,是我国商业银行风险管理亟须解决的问题。

一、商业银行外汇资产汇率风险构成

我国商业银行外汇资产汇率风险的构成分为两个方面:一是风险敞口,商业银行在从事外汇存贷款、外币兑换、结汇售汇、外币有价证券的发行与买卖等影响资产负债的业务时形成的即、远期外汇暴露头寸(称为风险敞口,即银行经营中外币资产大于或小于外币负债的部分,或者表现为商业银行外汇投资和借贷中外币资产与外币负债在期限上不一致的部分,在外汇买卖中则表现为外汇持有额中多头或者空头部分);二是汇率波动,汇率变化导致商业银行资产和负债价值发生变化,使风险敞口形成风险盈利或亏损。

外汇资产汇率风险可以通过套期保值、消除风

险敞口来回避,也可以在预测汇率波动的基础上对风险进行计量,主动保持风险敞口来实现风险盈利。例如:在对预测汇率和远期汇率进行比较的情况下买卖远期外汇,并对外汇资产组合的期限结构进行调整;根据不同币种汇率的预测来调整外币资产的结构。国外一些商业银行外汇资产组合的模式就有“五五制”(即 50% 的头寸进行保值,其 50% 头寸处于敞口状态)和“三三制”等。

无论是否消除风险敞口,对外汇汇率波动预测和相应风险测量是银行外汇风险管理的基础。而每日监控和管理外汇汇率风险技术首要的是 IMF 强烈推荐的 VaR 管理技术。

二、外汇资产汇率风险 VaR 测量模型及其局限性

VaR 的含义是“处于风险中的价值”,是指市场正常波动下,某一外汇资产或其组合的最大可能损失,更确切的是指在一定概率水平(置信度)下,某一外汇资产或其组合在未来特定的一段时间内的最大可能损失。用公式表述为:

$$\text{风险值 VaR} = W_0 [E(R) - R^*]$$

注: W_0 为相关期限开始时外汇暴露头寸的价值, R 为持有期内暴露头寸的收益率, R^* 为设定置信度 α 下的最低回报率, VaR 则是满足损益分布的

某一指定概率的分位点,如图1中的 VaR_1 、 VaR_2 。

图1 VaR 与外汇资产组合损益分布

资料来源:国际货币基金组织网站

风险价值的确定依赖于外汇资产组合损益的概率分布、给定的置信水平以及模型测算结果准确性等方面。

1) 置信度的设定:反映管理者的风险偏好以及风险承受能力。一般地,作为管理外汇资产汇率风险的商业银行基本是风险厌恶者,为了尽量降低外汇汇率风险,应选择较高的置信水平。通过调节置信水平,得到不同置信水平上的 VaR 值,使管理者能客观地了解到银行在不同概率水平上的外汇资产汇率风险状况,大大增加了风险管理系统的科学性。

2) 持有期的选择:考虑到商业银行外汇资产的流动性较强,外汇资产的调整频率也较快,因此一般也以巴塞尔委员会所要求的银行业以10个营业日为持有期。

3) 外汇资产汇率风险损益率的边缘密度函数:作为 VaR 计量模型的核心内容,边缘密度函数能否客观上反映资产损益的分布特征,决定了模型计量的 VaR 值的准确程度。理论研究和应用上我们运用 VaR 值计量的分布函数有:① 正态分布函数。因为当且仅当资产组合的损失呈正态分布时, VaR 计量方法才能求得最小风险的资产组合^[1]。但是大量文献表明金融序列不是正态的,而是有偏的、厚尾的。因此,在正态分布假设下进行的外汇资产 VaR 计算与实际情况会有较大偏差。② t -分布。研究表明,单个外汇资产汇率的日收益率服从 student- t 分布,但对于外汇组合资产而言,除非它们的自由度非常接近,否则很难用一个现有的二元 student- t 分布来描述两个汇率系列的联合分布。

对我国商业银行外汇资产汇率风险测量而言, VaR 模型的局限性是:

1) 作为一种基于历史数据对未来风险进行预测的方法, VaR 假设各外汇资产与相应的市场因素之间的关系在未来保持不变。我国外汇市场发展处于

初级阶段,外汇汇率市场形成机制正处于不断变革、完善之中,使建立在历史数据基础上的 VaR 模型难以恰当反映外汇资产组合风险的未来情况。

2) 由于我国外汇市场客观存在信息不对称,过度投机和市场操纵等市场不规范因素也使 VaR 模型的风险预测能力受到很大影响。

3) 我国外汇市场客观上存在信息不对称。一些非理性的外汇投机行为会使汇率的日收益率分布出现非正态、非对称的厚尾部和有偏性特征,而且中心部位和尾部所对应的情形发生的概率更大。如果利用正态分布函数计算外汇资产 VaR 则会低估实际风险,也不适宜用 t -分布函数来计算。

三、运用 EGARCH 模型和 copula 函数改进 VaR 模型

传统的 VaR 测量有较大的缺陷,理论界提出了三种对 VaR 模型的改进思路:

1) 在参数模型基础上辅助以历史模拟法和 Monte-Carlo 等非参数法。历史模拟方法的核心是根据历史样本变化模拟外汇资产组合的未来收益分布,可以较好地处理非对称和厚尾问题,有效地处理非线性、汇率波幅大的情况。Monte-Carlo 模拟与历史模拟方法类似,不同之处在于市场因子的变化不是来自于历史观测值,而是通过随机模拟得到的。

2) 建立能直接处理资产损益分布的厚尾性和有偏性的模型或方法。如 EGARCH 模型、极值分析模型和以 rockafellor 为首的诸多经济学家提出的 CVaR 模型。极值分析法是利用伯雷托分布(pareto)估算尾部风险的均值,从而有助于解决厚尾性带来的风险估算偏差,但稳定的帕雷托分布存在着不连续性和方差无穷大的缺陷,理论建模也很困难。CVaR 是指在外汇资产组合的损失大于某个给定的 VaR 值条件下的期望损失。它不是一个单一的分位点,而是尾部损失的均值,只有将所有大于 VaR 的损失值都考虑到才能计算。而 EGARCH 模型能较好地处理资产损益分布的厚尾性和有偏性。

3) 引入不同的资产损益分布函数(如混合正态分布、student- t 分布、广义双曲线分布、有偏型 Laplace 函数^[2]、函数等)。并在此基础上对计算出来的 VaR 进行检验,以优选最能反映一国外汇市场实际特征的分布函数。student- t 分布和混合正态分布不能够拟合偏斜特征,同时也缺乏正态分布的良好

统计特性,利用它们计算出的在险价值误差较大;广义双曲线分布的密度函数形式复杂,参数估计非常困难,且无法解决资产组合的结构优化问题^[3];函数是优化外汇组合资产汇率风险的重要工具。

根据以上模型改进思路,本文在对历史数据进行处理的基础上,利用 EGARCH 模型与函数建立商业银行外汇资产汇率风险的测算模型。

1) 商业银行单一外汇资产汇率风险的 VaR 模型。模型用其它分布误差过程取代正态分布处理峰度问题,通过增加一个非对称项解释了负向冲击大于正向冲击对波动率的影响,处理暴露头寸损益分布的厚尾性和有偏性。于是,我们常常会看到用模型来刻画金融系列波动的概率分布^[4]。

2) 商业银行组合外汇资产汇率风险的 VaR 模型。由于组合的外汇暴露头寸存在不同程度的相关性,而且汇率上涨与下跌时外汇暴露头寸损益分布的上尾部和下尾部的相关性是非线性的和不对称的。因此,无法采用单一外汇暴露头寸汇率风险损益密度函数相乘的方法获得联合密度函数。于是我们需要一个结构函数将单一外汇暴露头寸汇率风险损益密度函数连接起来,即 copula 函数。按照 Rockinger, M. (2001) 的研究, copula 函数不但具有时变、偏斜、尖峰、厚尾等特性,尤其能处理单一外汇暴露头寸汇率风险损益密度组合后出现的非对称尾部相关问题^[5]。这样可以帮助商业银行选择尾部相关性小的单一外汇暴露头寸进行组合,以降低组合外汇暴露头寸的汇率风险。copula 结构函数可用联合分布函数 $F(X_1, \dots, X_n) = C[F_1(X_1), \dots, F_n(X_n)]$ 描述,其中随机变量 $(X_1, \dots, X_n)$ 分别代表 n 种外汇暴露头寸的损益, $F(X_1), \dots, F(X_n)$ 为它们的边缘分布。为了更好地说明 copula 结构函数与边缘密度函数之间的关系,我们将联合密度函数 $f(X_1, \dots, X_n)$ 拆分成单维的边际函数及相关的结构函数两个部分。即:

$$d(X_1, \dots, X_n) = \partial F(X_1, \dots, X_n) \div (\partial X_1 \dots \partial X_n) = \\ \partial C[F_1(X_1), \dots, F_n(X_n)] \div (\partial X_1 \dots \partial X_n) = \\ [\partial C(\mu_1, \dots, \mu_n) \div (\partial \mu_1 \dots \partial \mu_n)] \cdot$$

$$\prod_i [\partial F_i(X_i) \div \partial X_i] = C(\mu_1, \dots, \mu_n) \cdot \prod_i f_i(X_i)$$

其中, $\mu_i = F_i(X_i)$, $i = 1, \dots, n$; $C(\mu_1, \dots, \mu_n)$ 为 copula 的密度函数。

copula 函数主要有二元正态分布、Frank、Gumbel 和 Clayton 四种类型。另外,后三个 copula 函数的线性组合也可以构造出混合 copula 函数,记为 M-copula 函数。

Gumbel copula 为 $C_g(\mu, v, \rho) = \exp\{-[(- \log \mu) + (- \log v)^{1/\rho}]^\rho\}$ 其中, $\rho \in (0, 1]$ 为相关参数。

(1)

Clayton copula 为 $C_c(\mu, v, \theta) = (\mu^{-\theta} + v^{-\theta} - 1)^{-1/\theta}$ 其中, $\theta \in (-1, \infty)$, $\theta \neq 0$ 为相关参数。

(2)

Frank copula 为 $C_f(\mu, v, \lambda) = -1/\lambda \log\{1 - (1 - e^{-\lambda \mu})(1 - e^{-\lambda v}/(1 - e^{-\lambda}))\}$ 其中, λ 为相关参数。

(3)

四、外汇资产汇率风险测量与最优组合选择的实证研究

下面以商业银行的美元和日元外汇暴露头寸的相关性分析为例简要说明 copula 理论的建模方法及应用。选取美元和日元的每日卖出收盘价为样本,将价格 $\{P_t\}$ 定义为外汇市场每日卖出收盘价。为了方便研究和使计算结果更为直观,将原始数据作对数的变换。两个样本的收益序列 R_t 分别用 R_m 和 R_j 表示,则收益 R_t 为: $R_t = \ln P_t - \ln P_{t-1}$, 这样可以把原始数据由非平稳变成平稳。选取样本时间段为: 2000 - 01 - 01 - 2004 - 01 - 01。所有人民币兑美元和人民币对日元的日汇率数据来自中国银行网站提供的历史牌价数据。

1) 确定边缘分布。根据上面的讨论,由于外汇日汇率时间序列的分布多呈现时变、偏斜、尖峰、厚尾等特性,我们采用 student-t 分布来描述这些分布特性。EGARCH 模型(即指数型 GARCH 模型)在预测短期的汇率波动区间也具有较强的使用价值^[4],能较好地反映外汇市场上短期汇率波动的非对称现象和克服由于外汇暴露头寸组合币种较少使外汇暴露头寸组合损益率一般不服从正态分布的缺陷。因此选取 t-EGARCH 模型来刻画人民币兑美元和人民币对日元汇率波动的边缘分布。下面是 EGARCH(1,1) 模型的主要计量方程:

$$\text{条件均值方程: } Y_t = c + X_t' \theta + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\text{条件方差方程: } \log(\hat{\sigma}_t^2) = w + \beta \sum_{j=1}^n \log(\hat{\sigma}_{t-j}^2) + \alpha$$

$$\sum_{i=1}^n |\varepsilon_{t-i}| \div \hat{\sigma}_{t-i} + \gamma \sum_{k=1}^n [\varepsilon_{t-k} \div \hat{\sigma}_{t-k}] \quad (5)$$

在公式中, $\varepsilon_{t-i} > 0$ 代表有利事件冲击, $\varepsilon_{t-i} < 0$ 代表不利事件冲击, $\gamma_k \neq 0$ 反映汇率波动的尾部不对称的相关性。

2) 确定 copula 函数。选用 M-copula 函数来描

述美元和日元外汇暴露头寸组合的相关结构。M-copula 的表达式为: $MC = W_g C_g + W_c C_c + W_f C_f$ 。其中 $W_g, W_c, W_f \geq 0$, $W_g + W_c + W_f = 1$ 。MC 表示由 3 个 copula 函数的线性组合组成的混合 copula 函数, C_g, C_c, C_f 分别表示 Frank、Gumbel 和 Clayton copula 函数, W_g, W_c, W_f 为相应 copula 函数的权重系数。由式(1) - (3) 可知, MC 包含 6 个参数, 其中的相关参数向量 (ρ, θ, λ) 可以度量变量间的相关程度, 而线性组合的系数即权重参数向量 (W_g, W_c, W_f) 则反映了变量间的相关模式, 不同的权重参数可以反映不同的相关模式。

3) 参数估计结果与讨论。选用极大似然估计对边缘分布模型进行估计, 得到结果见表 1。由结果可以看出, 边缘分布模型均通过了 $k-s$ 检验, 因此 t-

EGARCH(1,1) 用模型来描述人民币兑美元和人民币对日元日汇率序列的边缘分布是充分的。将表中参数代入(4)(5) 式即可得出边缘分布函数。然后根据得到的边缘分布函数对原序列进行概率积分变换后得到两个新序列, 并用 M-copula 函数来描述新序列间的相关结构, 可以得到表 2 所示的参数估计结果。其中, 权重系数 W_f 很小, 而系数 W_g 和 W_c 均显著不为零, 说明暴露头寸两币种汇率序列之间存在显著的非对称尾部相关关系, 而各相关参数的估计值则表明暴露头寸币种汇率系列之间存在较强的正相关关系。

4) 风险较小的暴露外汇头寸的组合选择。我们具体计算美元和日元外汇暴露头寸的组合 VaR

表 1 边缘分布模型的参数估计及检验结果

样本	C	ω	α	β	γ	似然对数值	k-s 统计值
美元资产	0.019 4 (0.041 9)	0.158 3 * (0.031 6)	0.201 5 * (0.036 7)	0.812 1 * (0.030 5)	7.165 * (0.611)	- 3 305.14	0.015 6 (0.773 5) ①
日元资产	0.001 4 (0.039 6)	0.173 1 * (0.029 8)	0.191 6 * (0.023 3)	0.799 2 * (0.015 8)	7.843 * (0.572)	- 2 926.91	0.019 7 (0.801 1) ②

注: 括号中的值为相应的标准差; * 表示在 0.05 水平下显著; ①②均为概率值。

表 2 函数的参数估计结果

参数组合	ρ	θ	λ	w_g	w_c	w_f
暴露头寸	0.256 8 * (0.011 4)	5.162 1 * (0.273 9)	14.963 * (3.114 4)	0.568 9 * (0.042 1)	0.219 3 * (0.044 8)	0.001 1 (0.000 9)
似然对数值	1 805.6					
统计量	198.5					
自由度	92					

注: 括号中的值为相应的标准差; * 表示在 0.05 水平下显著。

值, 可假设组合暴露头寸的权重系数为 s , μ 代表日元暴露头寸, v 代表美元暴露头寸, 且将表 2 中的系数代入(1)(2)(3) 式就可计算出 copula 函数 ($MC = W_g C_g + W_c C_c + W_f C_f$)。于是, 将代表不同比例 s 组合的暴露外汇头寸变量 $[s\mu + (1-s)v]$ 代入 copula 函数, 在置信度为 0.05 下可以计算出不同 s 组合的 VaR 值(见表 3)。从表中可以看出, 当 s 取 0.33 时, 组合的 VaR 值最小。则最小风险的外汇暴露头寸组合就是: 外汇暴露头寸中 33% 是日元币种, 67% 则应该是美元币种。

表 3 不同组合的 VaR($\alpha = 0.05$)

S	VaR
0	0.009 53
0.1	0.009 50
... ..	
0.32	0.009 43
0.33	0.009 40
0.34	0.009 41
0.35	0.009 46
... ..	
1	0.010 1

五、结论与展望

考虑到我国汇率改革给2004年前后样本数据带来的影响,为了简化起见,本文选取了汇率改革前2000-01-01—2004-01-01时间段的日元和美元汇率作为样本数据。不过,上述组合外汇资产风险计量与组合选择的分析工具和思路也同样适合对汇改后其它不存在转折点的时间段日元、美元等其他外汇汇率之间两种样本数据的分析和研究,因为汇率市场化程度提高使各种外汇汇率波动的边缘密度函数更可用 $t\text{-EGARCH}(1,1)$ 模型来描述。

本文在分析中获得的重要结论是在商业银行的外汇暴露头寸中33%应该是日元币种,67%则应该是美元币种。事实上,就样本数据来看,美元汇率波动幅度要小于日元,美元汇率的基本走势也比日元要坚挺。但是,从实践来看,基于两种主要结算货币的组合分析得出的结论对于结算货币多元化的商业银行具有一定的局限性,因为模型没有考虑与欧元等其他货币的组合形态。如果在本文所提供的模型中引入多元copula函数来构造多个外汇资产收益率的联合分布,那么就可以满足商业银行对两种以上货币组合外汇汇率风险的计量与最优组合选择的需要。其基本分析工具和思路如下:首先,确定好组合外汇资产各币种汇率波动的边缘密度函数(是否可用 $t\text{-EGARCH}(1,1)$ 模型来描述),利用样本数据估计相关参数并进行检验。然后,引入多元copula

结构函数,估计相关参数并进行检验。最后,将相应币种的不同比例组合暴露外汇头寸变量代入多元copula函数,在一定置信度下计算出不同组合的VaR值,以确定最小风险的多元外汇资产组合。

此外,虽然VaR测算模型能揭示不同资产组合的风险大小,在预设银行管理者风险偏好的情况下使银行可以选择最优外汇资产组合来实现资产汇率风险最小化,但这是以模型运行的有效性为前提的。在我国并不完善的浮动汇率制度下,VaR方法无法计算汇率制度转轨风险、战略风险等。这些影响到利用上述商业银行外汇资产汇率风险计量模型获得分析结论的精准性。对此,我们可以通过对预测模型进行有规律的事后检验,建立银行相关部门的风险约束和激励机制以及重视中长期汇率风险预测来予以改进。

参考文献:

- [1] 田新民. 基于条件 VaR 的投资组合优化模型及比较研究[J]. 数学的实践与认识, 2004, (7): 40.
- [2] 黄海. VaR 的主要计算方法述评[J]. 管理评论, 2003, (7): 31-32.
- [3] 郭海燕. 广义双曲线分布模型在我国证券市场风险度量中的应用研究[J]. 运筹与管理, 2004, (8): 106.
- [4] 韦艳华. 金融市场的相关性分析——Copula-GARCH 模型及其应用[J]. 系统工程, 2004, (4): 8-9.
- [5] Rockinger, M, E. Jondeau. Conditional Dependency of Financial Series: an Application of Copulas[M]. Groupe HEC-Department Finance Economics and Banquede France-Economic Study and Research Division, 2001.

Exchange rate risk measure of foreign assets and optimal portfolio selection in China's commercial banks

ZHANG Jing, ZHOU Chao

(Hunan University, Changsha 410005, China)

Abstract: This paper modifies VaR model with $t\text{-EGARCH}$ model and Copula function. Then we conduct empirical analysis on the measure of foreign assets' exchange-rate risk in commercial banks. The research demonstrates that, 33 percent of total investment is one Japanese Yen and 67 percent is US dollar, which is the optimal foreign currency portfolio in the sample period. It explains that this forecast model can accurately measure the foreign exchange rate risk of the commercial banks in our country.

Key words: distribution function; exchange rate risk; risk management; VaR

[编辑:汪晓]