

# The Application of VaR Model in Interest Rate Risk Management of Commercial Banks in China

Jianhua Zhu Tiandi Liu

Guizhou University of Finance and Economics

## Abstract

With the reform of interest rate liberalization in China, the main risks of commercial Banks in China are gradually turned into interest rate risks. However, at present, China's commercial Banks are not aware of the risk of interest rate, avoid problems such as the lack of interest rate risk tools, and there are many risks such as repricing risk and base difference risk. Controlling interest rate risk becomes the main content of risk management of commercial Banks. This article selects 2010-2016 Shanghai overnight interest rates in the interbank market to simulate variable market interest rate, our country commercial bank interest rate risk value for empirical research, and to our country commercial bank interest rate risk management puts forward the corresponding Suggestions.

## Keywords

Commercial Banks; Interest rate risk management; The VaR model

# VaR 模型在我国商业银行利率风险管理中的应用分析

朱建华 刘甜娣

贵州财经大学, 贵州贵阳 550025, 中国

摘要: 随着我国利率市场化改革不断推进, 我国商业银行主要风险逐渐转变为利率风险。但目前我国商业银行对于利率风险存在意识浅薄, 规避和管理利率风险工具匮乏等问题, 还存在着诸多重新定价风险、基差风险等隐患。管控利率风险成为商业银行风险管理主要内容。本文选取 2010—2016 年上海同业拆借市场中的隔夜拆借利率为模拟市场利率变量, 对我国商业银行的利率风险价值进行实证研究, 并对我国商业银行利率风险管理提出了相应的建议。

关键词: 商业银行; 利率风险管理; VaR 模型

## 1.引言

巴塞尔银行监督委员会在《利率风险管理及监督原则》中将利率风险定义为利率变化使商业银行的实际收益与预期收益或实际成本与预期成本发生背离,使其实际收益低于预期收益,或实际成本高于预期成本,从而使商业银行遭受损失的可能性。利率风险可以为银行创造利润、提高股东价值,但利率风险过度也会给银行带来收益和资本的损失。

### 1.1. 文献综述

国外对商业银行利率风险管理的研究比较早,已经建立了比较完善的利率风险管理体系。J.P.Morgan 公司(1983)在其年报里将资产和负债按期限分成多种类别,计算利率缺口的数值,第一次提出了利率敏感性缺口的概念。Morgan and Smth(1997)建立了动态的利率敏感性缺口规划模型。上世纪90年代,J.P.Morgan 公司(1986)在风险管理实践中摸索出了一种新的风险度量手段—VaR 方法。1994年,G-30(1994)在《衍生产品的实践和规则》中向各国金融机构推荐了 VaR 方法。随后,Philippe Jorion(1996)出版了第一部系统介绍 VaR 概念及应用的著作《风险价值》,该书系统全面地讨论了 VaR 模型的数理基础、计算过程与应用途径。

国内对商业银行的风险管理研究起步较晚,随着利率市场化的不断深入,国内开始重视对风险管理的研究。牛昂,郑文通(1997)介绍了 VaR 产生的背景、其基本概念和算法。刘宇飞(1999)全面介绍了 VaR,指出了其出现对于金融监管的转变具有重要意义。黄金老(2001)指出利率进程化中利率风险分为阶段性风险和恒久性风险。杨锦(2007)通

过对我国商业银行面临的利率风险的现状进行分析,得出导致利率风险的主要因素使我国的制度性因素。

### 1.2. 商业银行的利率风险分类

巴塞尔银行监管委员会在《利率风险管理及监督原则》中将银行利率风险分为重新定价风险、基差风险、收益曲线风险以及期权性风险等四类,见表1。

表 1: 利率风险主要分类

风险种类	内容
重新定价风险 (Repricing Risk)	也称为期限错配风险,是最主要和最常见的利率风险形式。由银行固定利率下资产、负债及表外业务的到期时间与浮动利率下的重新定价期限不符而导致。
基准风险 (Basis Risk)	也称为利率定价基础风险,在其他重新定价条件不变的条件下,银行的资产和负债以不同的基准利率计息,即利息的收入和支出不完全匹配时,利差收入、现金流发生变动所引起的利率风险。
收益曲线风险 (Yield Curve Risk)	也称为利率期限结构变化风险,当由于重新定价的不对称性使得收益曲线发生斜率及形态上的变化时,对银行的收益或内在价值产生不利影响的可能性。
期权性风险 (Optionality Risk)	也称为选择权风险,客户拥有提前支取定期存款或提前偿还贷款的选择权,当利率发生变动时,银行因此蒙受损失的可能性。

## 2.VaR 的基本原理及计算方法

### 2.1VaR 的基本原理

VaR (Value-at-Risks),即在险价值,表示金融资产在各种风险下的暴露程度。1996年,菲利普·乔瑞定义 VaR 为在正常市场情况下,给定置信区间内,某种投资工具或者资产组合在一定的某一时期内的最大损失值。用数学式表示如下:

$$Prob(\Delta P > VaR) = 1 - c$$

在上式中  $Prob$  表示概率公式； $\Delta P$  表示某资产或资产组合在持有期内的价值损失； $c$  表示选定的置信水平； $VaR$  表示置信水平  $c$  下的风险价值，即可能达到的损失上限。

## 2.2. VaR 模型的计算方法

VaR 模型的计算通过根据模拟收益率的不同形式来划分，而其估计的结果取决于收益率的拟合的准确程度。目前比较常用的计算 VaR 的方法主要有：模拟参数收益率概率分布的参数模拟法和不需要收益率概率分布的非参数模拟法。本文研究使用参数模拟法，所以重点介绍参数法，非参数法不另做介绍。

参数法的核心是对资产价格或收益的方差协方差矩阵的估计。代表是方差——协方差法。

方差——协方差法假定了风险因子或者金融资产是线性和正态的，即在持有期限内，资产的价值变化与收益率的关系呈线性，收益率服从正态分布。对于现实中的金融资产时间序列分布中的厚尾性及异方差性该假设不能准确的描述，但其操作简单的优点使得其被广泛应用。

假设资产的初始价值为  $M_0$ ，利用金融工具进行投资，回报序列为  $\{P_t\}$ ，每期收益率为  $R_t$ ，令  $R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$ ， $R_t$  的均值为  $\mu$ ，方差为  $\sigma^2$ 。给定置信水平  $c$  及标准正态分布下相对应的取值  $\alpha$ ，则可以求出 VaR 值，具体计算如下：

$$c = \int_{-\infty}^W f(W) dW = \int_{-\infty}^{R^*} f(r) dr = \int_{-\infty}^{\alpha} \phi(\xi) d\xi$$

其中  $\frac{R^* - \mu}{\sigma} = -\alpha$ ，则

$$R^* = -\alpha\sigma + \mu。于是，$$

$$VaR = -M_0(R^* - \mu) = M_0\alpha\sigma = Z_\alpha\sigma_p\sqrt{\Delta t}$$

其中， $Z_\alpha$  为值  $\alpha$  对应的标准正态分布分位数， $\sigma_p$  为金融工具收益的标准差， $\Delta t$  为持有期限。

## 3. 我国商业银行利率风险度量实证研究

### 3.1 实证数据的选择及数据分析

利率衡量的是单位货币在单位时间内的价值。在利率市场化条件下，利率的决定是通过资金供求双方达到均衡状态时。1996 年我国建立了银行间同业拆借市场，在我国银行间同业拆借市场上，上海银行间同业拆放利率是目前市场化水平最高的利率。目前，上海银行间同业拆放利率对外公布的利率品种包括了隔夜，1 周、2 周、1 个月、3 个月、6 个月、9 个月及 1 年期限等不同期限的 8 种拆借利率，其中最为活跃利率品种为隔夜拆借利率。因此，本文选取上海银行间同业拆放利率中的隔夜拆借利率为样本，应用 Eviews7 软件对样本进行数据分析。

本文样本选取的时间跨度为 2010 年 1 月 4 日至 2016 年 12 月 30 日，样本容量为 1748 个，用于样本内模型估计。数据来源于上海同业拆借利率网站。在模型估计前，选取置信水平为 95%，持有期为 1 天来进行预测。

#### (1) 平稳性检验。

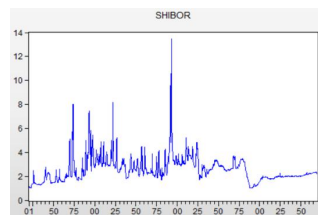


图 1：隔夜拆借利率时间序列图

由图 1 可以发现其波动频繁，数值变动不平稳，具有趋势性，为了消

除隔夜拆借利率的趋势性，对其取对数收益率，令

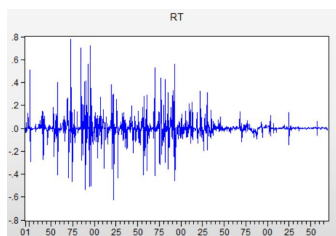
$$r_t = \log(shibor_t) - \log(shibor_{t-1})。$$


图 2：对数收益率时间序列图

从图 2 可以看出，收益率序列围绕着一一定的均值波动，不存在明显的趋势，利用 ADF 平稳性检验，证明其平稳性，结果如表 1。可以看出，该序列的  $t$  值在 1%、5% 及 10% 的置信水平下，均明显小于  $t$  统计量的临界值，因此拒绝单位根假设，即认定序列是平稳的。因此，后续分析均基于对数收益率序列展开。

表 2：ADF 检验结果

ADF 检验值	1% 检验值	5% 检验值	10% 检验值
-37.75897	-3.433892	-2.862991	-2.567590

### (2) 正态性检验。

若收益率服从正态分布，则可以直接由分位数求出相应置信区间下的收益率，因此，先用 Q-Q 图法检验时间序列是否具有正态性，由图 3 可知出现左下方向上弯曲，右上方向下弯曲的情况，则说明数据存在厚尾现象。

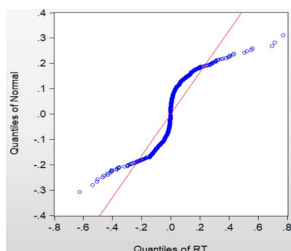


图 3：时间序列 Q—Q 图

进一步，采用直方图法对数据进行处理，如图 4：

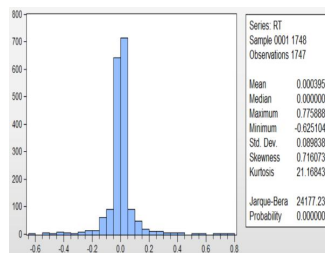


图 4：时间序列直方图

由图 4 可知，该序列的偏度为 0.72，峰度为 21.17，Jarque-Bera 统计量为 24177，均远大于正态分布的参数估计。因此拒绝正态分布的原假设，认定该序列并非正态分布，存在尖峰厚尾现象。

### (3) 自相关检验。



Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.100	0.100	17.550	0.000
		2 -0.037	-0.048	20.004	0.000
		3 0.013	0.022	20.320	0.000
		4 -0.037	-0.043	22.745	0.000
		5 -0.054	-0.045	27.871	0.000
		6 -0.033	-0.027	29.807	0.000
		7 -0.036	-0.033	32.087	0.000
		8 -0.087	-0.084	45.536	0.000
		9 -0.079	-0.069	56.506	0.000
		10 -0.079	-0.079	67.419	0.000
		11 -0.010	-0.006	67.603	0.000
		12 -0.018	-0.035	68.152	0.000
		13 -0.035	-0.048	70.311	0.000
		14 -0.020	-0.038	71.050	0.000
		15 -0.046	-0.067	74.797	0.000

图 5：时间序列相关图

由图 5 可以看出，时间序列的各阶自相关系数与偏自相关系数均不为 0，且在 5% 的置信水平下，可以拒绝其不存在一阶自相关的原假设，即可以认定其存在序列自相关。

### (4) 条件异方差性检验。

先通过最小二乘法用 AR(1) 模型估计方程，然后对残差序列进行一阶滞后的 ARCH—LM 检验，得到表 2，发现其  $F$  统计量及  $R^2$  统计量都是显著的，说明序列存在着 ARCH 效应。

表 3: 时间序列的 ARCH-LM 检验

F-statistic	120.4847	Prob. F(1, 1743)	0.0000
Obs*R-squared	112.8240	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

是否存在 ARCH 效应也可以应用残差平方的自相关图来验证。

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.254	0.254	113.08	0.000	
2	0.080	0.016	124.27	0.000	
3	0.100	0.081	141.88	0.000	
4	0.054	0.009	147.01	0.000	
5	0.111	0.096	168.55	0.000	
6	0.107	0.054	188.77	0.000	
7	0.083	0.016	195.65	0.000	
8	0.080	0.046	207.00	0.000	
9	0.086	0.044	220.04	0.000	
10	0.068	0.022	228.12	0.000	
11	0.105	0.066	247.66	0.000	
12	0.071	0.012	256.63	0.000	
13	0.052	0.012	261.39	0.000	
14	0.019	-0.029	262.00	0.000	
15	0.045	0.027	265.62	0.000	

图 6: 残差平方相关图

由图 6 可以看出, 收益率序列是存在条件异方差性的, 其各阶的自相关 (AC)、偏自相关 (PAC) 系数均不为 0, 且 Q 统计量均是显著的, 表明了残差平方序列具有较强的相关性。

### 3.2 建立 GARCH 模型求得 VaR 值

本文使用 GARCH(1,1)模型对利率的波动性进行分析, 建立条件均值方程为  $r_t = c + c(1)r_{t-1} + u_t$ , 结果如下:

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.000840	0.001330	0.631990	0.5274
RT(-1)	0.272427	0.025583	10.64860	0.0000

Variance Equation				
C	0.000289	7.03E-06	41.10554	0.0000
RESID(-1)^2	0.367513	0.018346	20.03257	0.0000
GARCH(-1)	0.739796	0.006677	110.8037	0.0000

R-squared	-0.019690	Mean dependent var	0.000397
Adjusted R-squared	-0.020275	S.D. dependent var	0.089864
S.E. of regression	0.090771	Akaike info criterion	-2.620502
Sum squared resid	14.36931	Schwarz criterion	-2.604852
Log likelihood	2292.698	Hannan-Quinn criter.	-2.614716
Durbin-Watson stat	2.303258		

图 7: GARCH (1, 1) 估计结果

图 7 为估计的 GARCH (1, 1) 模型, 估计结果为:

条件均值方程:

$$r_t = 0.0008 + 0.2724r_{t-1} + u_t$$

条件方差方程:

$$\sigma_t^2 = 0.0003 + 0.3675u_{t-1}^2 + 0.7398\sigma_{t-1}^2 + \varepsilon_t$$

由表 3 可以看出, 均值方程中滞后项的相伴概率为 0。残差、ARCH 项、GARCH 项的相伴概率均为 0, 低于 0.05 的置信水平, 这可以看出方差方程是显著的, 模型能够较好地拟合数据。对方差方程进行条件异方差检验, 取滞后阶数为 2, 得到 F 统计量的伴随概率为 0.9680, 可以认为模型已经充分消除了条件异方差效应。

$$\text{由 } VaR = -M_0(R^* - \mu) = M_0\alpha\sigma = Z_\alpha\sigma_p\sqrt{\Delta t},$$

以数据的经验分布估计分位数  $Z_{0.005}^{\wedge} = 1.644854$ , 由模型估计

$$\sigma_t^{\wedge} = 1.1076, \text{ 假设银行每日投放在同}$$

业拆借市场的资金为  $10^7$  元人民币,

则根据可得  $R_t = \frac{r_t}{365}$ , 可的

$$\sigma_p^{\wedge} = 3034.54, \text{ 令持有期 } \Delta t = 1, \text{ 则}$$

可以计算出 VaR, 即银行投放于同业拆借市场的一千万元人民币, 在 95% 的置信水平下由于利率波动所导致的损失不超过 10 万元。

### 4. 小结

(1) 我国的银行同业拆借市场跟股票市场类似, 都存在波动聚集性, 具有尖峰厚尾的特征。同业拆借市场的收益率受到前一天的影响, 即存在自相关性。

(2) GARCH 模型存在对条件分布的假设不正确的问题, 所以没有完全解决同业拆借收益率序列中“尖峰厚尾”的问题, 这种情况主要是由于  $\varepsilon_t$  的无条件分布存在厚尾现象, 而且在大多数情况下  $\varepsilon_t$  的条件分布也是非



正态的。利用 VaR 模型进行正态分布假设计算时, 收益率分布厚尾现象越突出, 其数值的估计偏差越大, 对商业银行的风险管理会产生影响。

## 5. 结论与展望

运用 VaR 方法测度利率风险可以在一定程度上提高我国金融市场整体的监管水平。监管部门可以以风险评估作为基础, 选择适合的风险水平, 利用 VaR 方法对市场风险进行有效监管。对于银行业来说, 加强 VaR 模型应用于利率风险管理, 对商业银行利率风险的管理具有重要意义。

### 5.1 数据信息系统创建

VaR 模型的运用需要大量的数据来作数据支撑, 数据的缺乏容易造成不准确的参数估计, 进而影响估计得损失值。如果想利用 VaR 方法进行利率风险管理, 就需要大量数据作建模基础。为了更好的做好风险控制, 商业银行要积极主动的积累利率变动的数据, 能够利用历史模拟与方差一协方差法两种方法相互配合, 发挥其各自优势, 进而度量利率风险。

### 5.2 置信水平、持有期长度的选择要量身定做

我国商业银行在利用 VaR 模型时, 会有一些不利因素, 实际能力的制约和数据的不足。结合现有实际情况, 持有长度选取 1 个交易日, 置信水平选择 95%, 是目前较好的选择。但是, 随着我国进行金融体制的改革、经济结构调整, 金融市场变幻莫测, 其他利率、汇率、金融资产价格波动等可能带来的风险, 商业银行也应该加以度量和预防。

## 参考文献

- [1] Morgan J.P. RiskMetrics-Technical Document[M].New York:Morgan Guaranty Trust Co,pany Global Research.1996
- [2] Jakobsen S.Measuring value-at-risk for mortgage backed securities[M].Springer US.1996.
- [3] Jorion P.How informative are value-at-risk disclosures?[J].The Accounting Review,2002,77(4):911-931.
- [4] 巴塞尔银行监管委员会.利率风险管理与监管原则.来源: 银监会官方网站, 2004,7.
- [5] 高铁梅.计量经济分析方法与建模: Eviews 应用及实例(第二版)[M].清华大学出版社.2009.
- [6] 黄金老.利率市场化与商业银行风险控制[J].经济研究.2001(1):19-28.
- [7] 武剑.利率市场化进程中的利率风险管理[J].经济研究.2003(2):58-63.
- [8] 朱霞, 刘松林.利率市场化背景下商业银行利率风险管理[J].金融理论与实践, 2010年第2期.
- [9] 张宁.VaR 在我国商业银行利率风险衡量中的应用分析[D].西南财经大学.
- [10] 张慧琳.基于 ARCH 模型族的 VaR 方法在商业银行利率风险管理中的应用[D].山东大学.