

基于区块链背景下商行利率风险管理研究

张怀波¹, 吴越², 马小琴²

¹哈尔滨商业大学金融学院, 黑龙江 哈尔滨

²伊犁师范大学数学与统计学院, 新疆 伊犁

收稿日期: 2024年7月23日; 录用日期: 2024年8月5日; 发布日期: 2024年9月26日

摘要

在区块链背景下, 研究如何利用区块链技术管理研究商业银行利率风险。首先回顾国内商业银行利率的演变并阐述了现状, 明确研究内容及方法。其次介绍区块链及商业银行利率风险管理的研究现状, 区块链在银行利率风险管理中的应用以及银行利率风险的形成原因, 如何识别、度量及管理。之后选用VaR模型, 选取了上海银行间同业拆借利率中的隔夜拆借利率作为样本进行建模研究, 得出利率的波动加大了利率风险的结论。最后建议加大对区块链技术的开发与应用。商业银行应利用区块链技术建设利率风险管控结构和加大银行间的风险管理。

关键词

区块链, 商业银行, 利率风险管理, VaR

Research on Interest Rate Risk Management of Commercial Banks under the Background of Blockchain

Huaibo Zhang¹, Yue Wu², Xiaoqin Ma²

¹School of Finance, Harbin University of Commerce, Harbin Heilongjiang

²School of Mathematics and Statistics, Yili Normal University, Yili Xinjiang

Received: Jul. 23rd, 2024; accepted: Aug. 5th, 2024; published: Sep. 26th, 2024

Abstract

In the context of blockchain, study how to use blockchain technology to manage and study the interest rate risk of commercial banks. Firstly, it reviews the evolution of the interest rate of domestic commercial banks and expounds on the current situation, clarifying the research content and

methods. Secondly, it introduces the research status of blockchain and interest rate risk management of commercial banks, the application of blockchain in bank interest rate risk management, the formation reasons of bank interest rate risk, and how to identify, measure and manage it. After that, the VaR model is selected, and the Shanghai interbank offered rate (SIBR) overnight offered rate is selected as the sample for modeling research, and the conclusion is drawn that the interest rate fluctuation increases the interest rate risk. Finally, it is suggested to increase the development and application of blockchain technology. Commercial banks should use blockchain technology to build interest rate risk control structure and increase risk management among banks.

Keywords

Block Chain, Commercial Bank, Interest Rate Risk Management, VaR

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

央行在 2015 年取消了存款利率浮动上限，商业银行可以自行对利率定价，中国市场化步伐迈出重大一步，开启了利率市场化的新篇章。但是，只是市场化利率的法律上的完善，在实际中，市场化利率仍然未完成深化，利率仍然不是由市场来完成把控，由市场决定高低。大型商业银行业务规模大、市场份额高，具有一定的市场定价能力，但是对于小型城市银行、村镇银行等没有市场竞争力的银行，仍然是市场定价的被动接受者，为了抑制银行业在存款业务上的低效竞争，国内银行业隐性中仍在把控利率波动，一定程度上依然在自律地设定存款利率的上限，这与国家实行利率市场化的初衷背道相驰，对政策的实施、经济运行、国家的发展造成障碍。并且国内金融市场并不十分发达，货币政策的传导机制也不通畅，市场利率的波动对存贷款利率的影响被把控在框架之内，隐形中又形成了利率“双轨”。

在如今全球经济一体化，国内利率市场化的大背景下，利率风险对于商业银行来说，在风险管控体系中占据越来越重要的地位，特别是在疫情之下美股的四次熔断以及中国银行的原油宝穿仓事件，利率风险再次给全球金融行业敲响警钟，给我国投资者带来深刻教训。利率风险相较于其他风险，仍然是商业银行面临的主要风险，由于国外发达资本国家早已形成利率市场化体系，因而他们的利率风险管理方法、工具也比我国更加成熟完善。近几年区块链技术的摸索应用，已为金融业带来实际应用成果，多年的区块链理论基础研究，已为其在金融业的应用奠定良好根基。

Satoshi Nakamoto (2018) [1]介绍了比特币的产生、由来以及发展历程，尤其是区块链在不同应用场景中的工作方式，区块链在数字货币中的应用。Michael Chak Sham Wong (2003) [2]通过数据研究对 VaR 模型根据以往数据估计未来风险的预测精度进行了研究分析，建议商业银行积极运用 VaR 模型的计算结果，调整资产负债的配比，降低风险损失，满足国际监管要求。Guillaume Vuilleme (2019) [3]探讨了银行面对利率波动的冲击如何平稳净息差，建议利用利率衍生品对冲利率风险。崔树贤(2008) [4]建立 GARCH 模型，发现银行间同业拆借存在正的杠杆效应且利空的影响要大于利好的影响，提出同业拆借利率具有一定程度的风险，具有市场化特征。李艳珍(2016) [5]用 GARCH 模型拟合结果，认为同业拆借利率序列不存在明显杠杆性，建议商业银行选择 99%的置信水平，用 VaR 模型预测风险。李响(2020) [6]采用 AR(1)-EGARCH(1,1)-t-VaR 复合模型进行拟合，发现利率风险呈现波动聚集特征，利率风险所带来的损失最大值是最小值的 9 倍。胡明国(2020) [7]建议商业银行建设系统内单链，利用区块链信息共享这一特征，改

善银行间信息不对称的“硬伤”，减少风险冲击。

国内外学者普遍采用久期缺口、利率敏感性缺口、VaR 度量、在线价值测算利率风险，但这其中，久期模型忽略了短期利率的风险，对风险的衡量不全面。利率敏感性缺口对利率的衡量过于简单，不能细致刻画出利率风险的波动及动态变化，只能静态衡量利率风险。采用 VaR 方法能够动态测量利率风险的变动，及时警示商业管控利率风险，对于商业银行管控利率风险具有更高的实践价值。

2. 模型构建与数据检验

(一) 样本选取及数据来源

在我国银行间同业拆解利率市场上，SHIBOR 相比于 CHIBOR，更加具有代表性，其隔夜拆借利率(O/N)相比于 1W、2W 等更加活跃，敏感。因此本文数据选取了 2019 年 1 月至 2024 年 6 月 SHIBOR 隔夜拆借利率作为样本数据(数据来源：上海银行间同业拆放利率网站)，共 1368 期数据。在模型实证过程中应用的操作软件为 Eviews10。

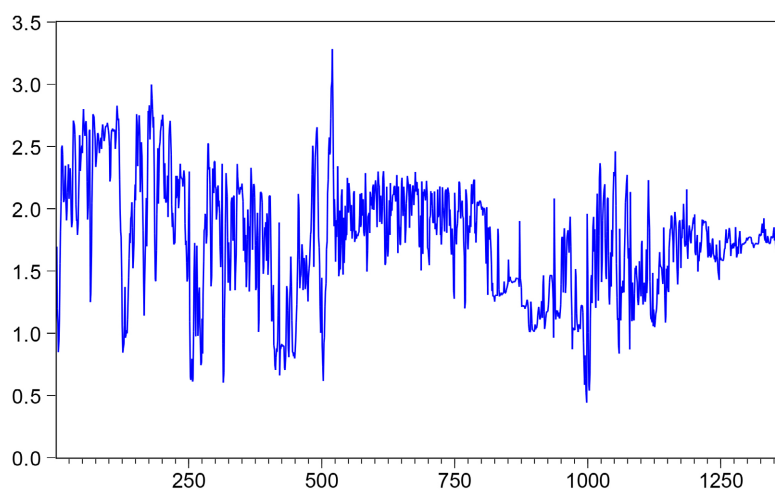


Figure 1. O/N volatility

图 1. O/N 波动率

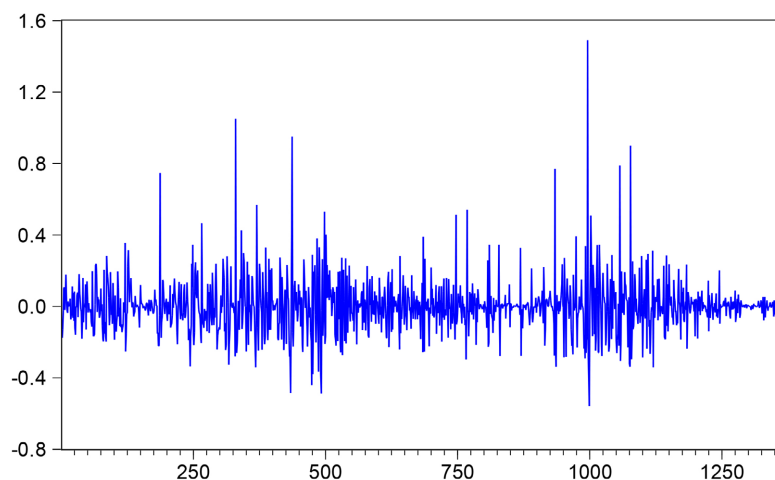


Figure 2. O/N fluctuation after first-order difference processing

图 2. 一阶差分处理后的 O/N 波动

2019年1月至2024年6月, SHIBOR隔夜拆借利率序列见图1。如图所示,隔夜拆借利率整体波动较大,数据的波动影响分布结果的准确度,因此采用对数收益率的形式进行分析,避免隔夜拆借利率数据的强烈波动。

$$r_t = \ln \text{Shibor}_t - \ln \text{Shibor}_{t-1} \quad (1)$$

公式中, r_t 为对 Shibor 数据取对数后, 再进行一阶差分处理的 t 日的收益率, Shibor_t 为第 t 日的加权平均 O/N 利率; Shibor_{t-1} 第 $t-1$ 日的加权平均 O/N 利率。

经过处理后的隔夜拆借利率收益率的时间序列见图2, 可以观察到 O/N 收益率序列的集群现象: 数据波动在一定时期内较小(如从第500个观测值到800个观测值), 而在其他特定时期内数据波动较大(如从第900个观测值到第1000个观测值)。

(二) 数据检验分析

为了选出最合适的模型, 在模型建立之前, 首先检验处理后的收益率序列的性质, 下面分别进行正态性检验、平稳性检验、自相关性检验以及条件异方差性检验。

1) 正态性检验

对时间序列进行正态分布检验是对数据进行下一步度量的前提条件, 若数据呈现正态分布则应用方差-协方差法, 但是数据呈现正态分布只是一个理想的状态, 这与实际情况往往并不相符。对于正态分布可以用时间序列柱状统计图来检测, 柱状图统计结果见表1:

Table 1. Histogram of time series

表 1. 时间序列柱状统计图

| Observations | Skewness | Median | Maximum | Minimum | Std.Dev. | Kurtosis | Probability |
|--------------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|-------------|
| 1368 | 1.819002 | -0.00096 | 1.49012 | -0.55812 | 0.14611 | 16.8911 | 0.00 |

O/N 的收益率序列均值(Median)为-0.00096, 标准差为(Std.Dev.)为 0.14611, 偏度(Skewness)为 1.819002 > 0, 说明图像左偏, 有长的右拖尾, 峰度值为(Kurtosis) 16.8911, 大于正态分布值 3, 说明收益率序列具有“尖峰厚尾”的特征, P 值为 0, 因而拒绝该收益率序列为正态分布的假设。

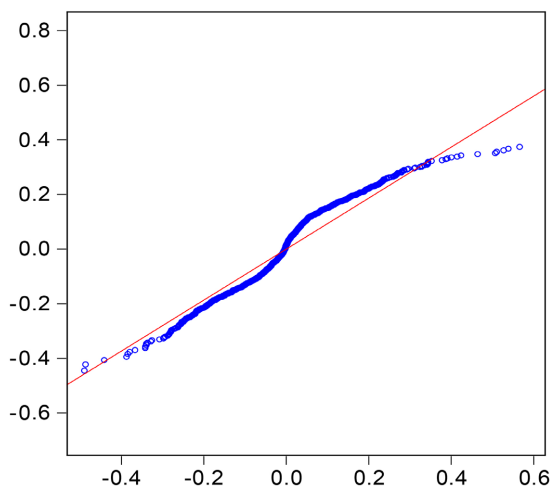


Figure 3. Quantile-Quantile normal distribution statistical diagram

图 3. Q-Q 正态分布统计图

同时也可用 Q-Q 图(Quantile-Quantile)来检验,若数据环绕正态分布直线,则说明收益率序列服从正态分布;反之,若不环绕正态分布直线,则收益率序列不服从正态分布。收益率 Q-Q 图见图 3,在中间环绕正态分布直线,而在两端却逐渐分离,从整体看,收益率序列不服从正态分布。

2) 自相关性检验

通过自相关性检验,我们可以检验样本数据是否会受前期数据的影响。一般来说后期数据往往受前期数据的影响。通过检验自相关系数(Autocorrelation),与偏自相关系数(Partial Correlation),或 Q 统计量(Q-Stat)来验证隔夜拆借利率的相关性。若 O/N 时间序列不相关,则各阶滞后的相关系数趋于零,同时偏自相关系数也趋于零,P 值较大;若 O/N 时间序列相关,此时 P 值较小,趋于零。检验结果见表 2:

Table 2. Autocorrelation test

表 2. 自相关性检验

| | AC | PAC | Q-Stat | Prob |
|---|--------|--------|--------|-------|
| 1 | 0.021 | 0.021 | 0.5805 | 0.446 |
| 2 | -0.205 | -0.206 | 58.515 | 0.000 |
| 3 | -0.18 | -0.178 | 103.06 | 0.000 |
| 4 | -0.008 | -0.052 | 103.15 | 0.000 |
| 5 | 0.032 | -0.045 | 104.6 | 0.000 |
| 6 | 0.012 | -0.035 | 104.81 | 0.000 |
| 7 | -0.044 | -0.063 | 107.5 | 0.000 |

由图所示,Q 统计值在滞后 2 阶时达到 58.515,且 Q 统计值随滞后阶数的增加而增加,大于一定置信水平(95%)的临界值,且 P 检测值等于 0,小于 0.05,说明 O/N 序列存在自相关性。

3) 异方差性检验

条件异方差性检验主要是对误差项的相关性进行检验,与一般的时间序列相比,金融时间序列往往存在条件异方差,通过观察时间段与方差函数间的关系,可以估计当时间变化,方差也会变化。检验条件异方差性有残差平方自相关检验与 ARCH-LM 检验,本文采取 ARCH-LM 检验,对时间序列的异方差检验见表 3:

Table 3. Conditional heteroscedasticity test

表 3. 条件异方差性检验

| Heteroskedasticity Test: ARCH | | | | |
|-------------------------------|-------------|-------------|--------------------|--------|
| F-statistic | 12.98119 | | Prob.F (3, 1360) | 0.0000 |
| Obs*R-squared | 37.97082 | | Prob.ChiSquare (3) | 0.0000 |
| Dependent Variable: RESID^2 | | | | |
| Variable | Coefficient | Coefficient | t-Statistic | Prob. |
| C | 0.01574 | 0.002458 | 6.403138 | 0 |
| RESID^2(-1) | 0.081721 | 0.02696 | 3.0312 | 0.0025 |
| RESID^2(-2) | 0.073035 | 0.026979 | 2.707165 | 0.0069 |
| RESID^2(-3) | 0.107223 | 0.026961 | 3.977031 | 0.0001 |

在 ARCH-LM 检验中, F 统计值为 12.98, Obs*R-squared 统计值为 37.97, 且 P 值小于 0.05, 因而小于 0.05 的犯错概率, 即拒绝自相关假设犯错概率低于 0.05。从而残差平方存在相关性, 时间序列存在异方差性。

3. 实证分析

根据对样本数据的特征分析可知, 数据具有平稳性、非正态分布、自相关性、异方差性特征, 为了解决数据自相关性及残差平方自相关性对结果产生的影响, 同时为了更好地研究时间序列的波动性, 这里将采用 GARCH(1,1)模型进行拟合。

(一) 建立 GARCH 模型

对时间序列在 GED 分布下, 用 GARCH(1,1)模型进行拟合, 同时对拟合后的模型进行 ARCH 效应检验。结果见表 4、表 5:

Table 4. GARCH(1,1) fitting results

表 4. GARCH(1,1)拟合结果

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|----------|
| R(-1) | -0.072724 | 0.029255 | -2.485882 | 0.0129 |
| Variance Equation | | | | |
| C | 0.001011 | 6.55E-05 | 15.43697 | 0 |
| RESID(-1)^2 | 0.479344 | 0.026416 | 18.14624 | 0 |
| GARCH(-1) | 0.594658 | 0.013539 | 43.9203 | 0 |
| R-squared | 0.008289 | Adjusted R-squared | | 0.008289 |
| Durbin-Watson stat | 1.84502 | Mean dependent var | | 0.000113 |

Table 5. ARCH effect Test

表 5. ARCH 效果检验

| Heteroskedasticity Test: ARCH | | | |
|-------------------------------|----------|--------------------|--------|
| F-statistic | 1.099239 | Prob.F(3, 1360) | 0.3483 |
| Obs*R-squared | 3.299415 | Prob.Chi-Square(3) | 0.3477 |

根据结果可知, $\alpha = 0.479344$, $\beta = 0.594658$, 调整后 R 的平方为 0.008289。说明在 GED 分布下能较好回归, 即 GARCH 模型与回归系数拟合较好。

同时由 ARCH-LM 检验结果可知, F 统计量下, P 值等于 0.3483, 大于 0.05 的犯错概率, 接受时间序列的异方差通过 GARCH 模型得到了解决的原假设。我们可以确定 GARCH(1,1)模型的回归方差为:

均值方程:

$$r_t = 0.008289r_t + \mu_t \quad (2)$$

条件异方差方程:

$$\delta_t^2 = 0.00101 + 0.479344\mu_{t-1}^2 + 0.594658\delta_{t-1}^2 \quad (3)$$

在 GARCH(1,1)模型的拟合结果中, $\alpha = 0.479344$, $\beta = 0.594658$, 且 $\alpha + \beta = 1.074002 > 1$, 说明利率

波动存在长时间的大幅波动，在时间序列中样本数据的波动具有持续性。

(二) 计算 VaR 值

根据 GARCH(1,1)模型的拟合数据，计算 VaR 值公式如下：

$$\text{VaR} = P_{t-1} Z \sigma_t \sqrt{\Delta t} \quad (4)$$

其中， P_{t-1} 为资产价值，设定隔夜拆借头寸 P 为单位资产，隔夜拆借交易期 $\Delta t = 1$ ，同时若置信水平取 95%，则临界值 $Z = 1.652739$ ， σ_t 为收益率波动。VaR 计算结果见表 6：

Table 6. VaR Statistic
表 6. VaR 统计值

| | 均值 | 标准差 |
|-----|----------|----------|
| VaR | 0.333550 | 0.277824 |

运用 GARCH(1,1)模型度量利率风险，并根据 GARCH(1,1)模型拟合结论，计算 VaR 值。研究发现，商业银行面对的利率风险在我国利率市场化加深的背景下，逐渐增加，面对的风险损失也会越来越大，但是相比之下，银行对利率风险的度量及管理工具仍非常有限，利率敏感性资产缺口仍然是传统的衡量利率风险的工具，资产负债表管理是主要的管理方法。在区块链技术逐渐发展，在金融领域获得良好应用的前景下，商业银行应该主动学习研究区块链，在各方面条件成熟时，将之用于利率风险识别与管理方面，将会大大提升商业银行对利率风险的管理能力。

(三) 实证结果分析

本文应用 EViews10 进行实证研究，同时应用 GARCH(1,1)模型在 GED 分布下对所选数据进行拟合，通过 VaR 模型的计算定量地测算了 2019 年至 2024 年 6 月我国 O/N 的利率风险，所得结论如下：

1. 从我国 Shibor 市场上的隔夜拆解利率波动图发现在特定的时间段利率波动明显，再对数据进行一阶差分处理后，发现数据具有一定的持续波动性特征。这说明我国商业银行面临的利率风险呈上升趋势。

2. 利用 EViews 对 O/N 进行分析，发现数据在一阶差分处理后呈现平稳性特征，具有显著的自相关性，残值平方具有异方差性。在正态检验中，数据呈现“尖峰厚尾”特征，在条件异方差检验中，数据具有“波动聚集”效应。且通过 GARCH(1,1)模型拟合后发现 $\alpha + \beta = 1.074002 > 1$ ，说明隔夜拆解利率市场波动具有持续性特征，随着利率市场化进程的加深，利率风险波动愈发从阶段性转变为持续性，市场信息对利率波动的冲击越来越大。

3. 通过 VaR 计算结果发现商业银行面对的利率风险在我国利率市场化加深的背景下，逐渐增加。风险波动变得更具有持续性，波动更具有聚集性，面对的风险损失也会越来越大，但是相比之下，银行对利率风险的度量及管理工具仍非常有限。商业银行在传统的利率管理基础上，不仅要利用好 GARCH 模型度量风险，VaR 模型计算风险，也要积极利用好区块链技术及时识别风险因子、风险来源，构建一个更加全面、健康的利率风险管理体系，以更好地适应未来利率的市场化。

4. 政策建议

(一) 加大对区块链技术的开发应用

目前区块链已经发展到 3.0 时代，而在金融领域区块链技术已经应用到保险、基金、股权交易、票据等方面。由于区块链去中心化、可追溯性、分布式记账等特点，应用在金融领域，可在节省交易费用、缩短交易周期、降低信用风险及系统风险、信息回溯等方面发挥巨大优势。但是其本身又有着许多的缺陷。区块链的应用淡化了法律监管，应用区块链犯罪的可能性增加，这需要政府及时出台相关法律文件，弥

补区块链体系的监管漏洞。区块链交易中灵活性较差，信息一旦写入，不可更改，交易如果发生，不能回撤，因此交易双方需要预先设置追索机制，为交易设置一道“阀门”，在双方同意的情况下，回撤交易等等。

(二) 商业银行要加大对区块链的创新研究

商业银行要积极加强对加密货币支撑技术的创新研究，加强理论研究，积极适应互联网金融引领下的新经济形势。一方面银行可以与区块链相关的科技公司加强合作，应用其创新成果，走在技术前列，或则加强自身的研发，扩展区块链应用场景，更好的服务商业银行，促进商业银行的发展；另一方面，商业银行应积极与世界接轨，而不是一直处于观望状态，学习借鉴先进的区块链应用技术，加强自身，积极参与国际准则的制定，增强银行地位。

(三) 商业银行利用区块链技术建设利率风险管控结构

商业银行方面应积极探索区块链在银行方面的应用，可以利用其去中心化、分布式记账存储等特点，构建一套利率风险识别、度量的体系，及时为银行预警利率风险。在银行内部构建的区块链系统上，各个部门及时将资产负债的变化情况上传，通过计算机的计算整理，可以及时预算出相应的资产负债缺口，银行内部管理人员根据资产负债及时做出决策，使得利率敏感性资产管理更具有及时性，更能根据利率的波动进行主动性的调整，动态地管理利率敏感性资产，这在一定程度上也改变了利率敏感性资产管理模式，克服了静态管理的缺点。同时，各个部门也可以将非利率性收入，中间业务收入上传至区块链，使其及时反映在资产负债表中，动态反映资产负债的变化。这两种方式都可以使商业银行动态的管理利率敏感性缺口以及资产负债表，对于建设利率风险管控结构更具有积极意义。

参考文献

- [1] Nakamoto, S. (2018) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- [2] Wong, M.C.S., Cheng, W.Y. and Wong, C.Y.P. (2003) Market Risk Management of Banks: Implications from the Accuracy of Value-at-Risk Forecasts. *Journal of Forecasting*, **22**, 23-33. <https://doi.org/10.1002/for.842>
- [3] Vuillemeys, G. (2019) Bank Interest Rate Risk Management. *Management Science*, **65**, 5933-5956. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2018.3125>
- [4] 崔树贤. 基于 VaR 测度我国商业银行利率风险的实证研究[J]. 金融经济, 2008(12): 107-108.
- [5] 李艳珍, 李莉. 基于 VaR 模型的我国商业银行利率风险度量[J]. 金融经济, 2016(16): 69-71.
- [6] 李响. 我国商业银行市场利率风险度量研究——基于银行间同业拆借利率[J]. 西部金融, 2020(11): 32-37.
- [7] 胡明国. 基于区块链思维共建商业银行风险管理新机制[J]. 现代商业银行, 2020(21): 65-69.