

商业银行头寸管理的数学建模研究

吴学聪

甘肃农业大学管理学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2023年1月16日; 录用日期: 2023年4月6日; 发布日期: 2023年4月13日

摘要

本文以商业银行作为研究对象, 分析银行在头寸管理过程中遇到的问题, 根据头寸管理的实际价值提出一种合理化的数学建模框架, 对银行头寸管理展开定量分析, 从中寻找随机变量净头寸的概率分布情况, 采用“非参数核估计”, 通过矩估计法获得函数中参数估计值, 以此确定密度函数, 得出以下结论: 给定显著性水平 $\alpha = 0.05$ 的时候, 置信水平 $1 - \alpha$ 为95%, 银行在营运时间内, 实施头寸管理需要保持多少现金更加合理。

关键词

商业银行, 密度函数, 头寸管理, 数学建模

Research on Mathematical Modeling of Commercial Bank Position Management

Xuecong Wu

College of Management, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu

Received: Jan. 16th, 2023; accepted: Apr. 6th, 2023; published: Apr. 13th, 2023

Abstract

This paper takes commercial banks as the research object, analyzes the problems encountered by banks in the process of position management, proposes a rational mathematical modeling framework according to the actual value of position management, carries out quantitative analysis on the bank position management, finds the probability distribution of the net position of random variables, uses the “nonparametric kernel estimation”, obtains the parameter estimation in the function through the moment estimation method. Based on this, the density function is determined and the following conclusions are drawn: given significance level $\alpha = 0.05$ and confidence level $1 - \alpha$ is 95%, what is the most reasonable amount of cash for the bank to maintain when implementing position management during business hours?

Keywords

Commercial Bank, Density Function, Position Management, Mathematical Modeling

Copyright © 2023 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

在价格指数上涨过快、潜在通货膨胀压力持续加大的情况下，我国货币政策正在逐渐从“稳健”转为“适度从紧”。这一政策的提出旨在缓解银行体系流动性过剩现象，对货币信贷的过快增长进行有效抑制，以此达到预期的宏观调控目的。假设商业银行营业的单位时间为1天，用户存取款业务的开展是随机的，银行必须在营业时间内随时接受用户的存取款需求，同时备好充足的现金，以使用户提取。那么准备多少现金才是最适当的？过多的现金会导致资金积压，不利于银行效益的提升，而过少的现金又会无法应付大额取款要求，所以银行现金准备问题的解决需加强头寸管理。目前人们对于商业银行头寸管理的研究主要集中于货币市场融资渠道，通过银行同业拆借市场与银行间债券市场融资，经过授权的商业银行进入拆借市场完成跨系统资金拆借，当现金头寸不足时，可采用出售回购协议的方法暂时卖出证券，融入资金，随着这一管理方式有效，但对于当前商业银行发展来说，还有必要拓宽头寸管理渠道，比如向像银行申请短期阶段或出售资产等。现阶段商业银行在头寸管理工作中主要存在着预测手段与资金管理方式落后、部门间协调机制不健全、头寸管理较为分散等问题，银行如何保持合理头寸，在贯彻落实从紧货币政策的同时保持适当的流动性，这是接下来商业银行头寸管理的重点。

2. 商业银行头寸管理的价值分析

头寸原指金融机构拥有的款项，市场交易期间经常用到这些款项，即机构拥有的款项数量与金额。银行在交易时，日终清算之前需清算账户中资金余额无法继续支付交易费永师，其差额部分就是头寸缺口。对于商业银行来说，头寸管理是银行进行流动性管理的重要内容，银行头寸不足，用户的资金需求得不到满足，银行将会面临着流动性不足的问题；头寸过多，银行盈利水平下降。所以银行必须以流动性管理为前提保障资金的流动性与效益性，头寸管理就是其重要体现。

商业银行进行头寸预测至关重要，这是预测银行所需流动性资金量的重要内容，银行在经营期间常会遇到流动性风险，加强对资金头寸需求的预测，判断未来一段时间内银行资金营运的风险问题。存款与取款的变化会对资金头寸产生影响，所以银行预测头寸的同时也是在预测存取款变化的趋势，以此把握资金的来源，寻找资金应用规律，确保资金支付发生波动时能够灵活的对资金进行调整，实现银行资金的优化配置。与此同时，头寸管理还能将央行存款准备金与超额准备金维持在最佳水平，为后续银行的资金调度提供科学参考依据，防止银行在营运期间发生资金积压的问题，使资金调度更加合理[1]。

3. 商业银行在头寸管理期间遇到的问题

现阶段国内商业银行之间的金融市场正处于复杂的环境，银行经营期间资金业务模式日益多元化，且交易规模之间扩大，资产负债期限错配不断加大，一系列问题会导致银行经营压力加大，资产的流动性下降，风险隐患产生的问题不断加深。无论是利率市场化，还是人民币的国际化，金融业务发展逐渐呈现出多元化的趋势，这是造成银行流动压力增加的主要原因，银行必须着眼于流动性管理工作。随着

资金头寸管理难度的加大，以及银行每日经营的工作量增加，要求银行必须以合理的头寸管理手段，迎合利率市场化的发展需求。

为保证资金安全，银行会设置偏高的“超额备付金”，这一行为会造成大量低效资金存在。此外，单一的管理模式会涉及到大量头寸管理人员，整体工作量庞大，且会消耗大量人力资源，工作效率较低，容易引发资金违约的问题发生。当商业银行的资金情况紧张时，银行资金流动情况比较严重，银行必须采用完善且科学的头寸管理手段，全方位的开展资金管控工作，而合理的头寸管理方式与数据分析至关重要，这是银行资金管理人员必须关注的重点[2]。

4. 商业银行头寸管理的定量研究

4.1. 核密度估计

人们通常会采用直方图来体现估计方法，将所有数据按照从小到大的顺序排列，再将数据覆盖区域的间隔划分为不相交的 k 组，计算每组数据密度，以其所在组的频率来表示密度。核函数是最简单且直接的核密度估计法，每个等待估计 x 处的密度都有以 x 为中心的 Parzen 窗内点的个数决定，可以以 k_n 表示落入 x 邻域的样本数，纳入的点越多， k_n 的值就会越大，此时密度也会偏大，相关定义如下所示：假设数据 $x_1 - x_n$ 取自连续分布 $f(x)$ ， $h_n > 0$ 为和 n 相关联的阐述，可满足 $n \rightarrow \infty$ ， $h_n \rightarrow$ 无穷大，那么：

$$f_n(x) = \frac{1}{nh_n} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{X_i - x}{h_n}\right)$$

上述公式当中， h_n 指的是每组的组距，即带宽；直方图相对应的分布函数属于阶梯函数，有着单调递增的特点。分组间隔 h_n 缩小到每组只剩下 1 个数据的时候，此时直方图分布函数被称作经验分布函数。 h_n 指的是带宽与窗宽， n 是样本容量， $x_1 - x_n$ 为独立分布的离散随机样本。常见的核函数当中， $K(u)$ 为均匀核，通常取值 0.5；高斯核 $K(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}$ ；Epanechnikov 核 $K(u) = 0.75(1-u^2)_+$ ；三角形核 $K(u) = (1-|u|)_+$ ；四次方核 $K(u) = \frac{15}{16} \left((1-|u|^2)_+ \right)^2$ 。一般情况下，核函数的形状并不是进行密度估计的主要影响因素，而带宽会对模型的光滑度产生一定的影响。选择最优 h_n 值需要降低积分均方误差，因此本文在对银行头寸管理研究时将会以高斯核为研究对象，完成核函数的估计与分析。

4.2. 数学建模

掌握银行在一年内所有经营日的存取款额度情况，寻求其中一部分数据：1月1日收款金额 310217.00 元，取款金额 939297.30 元；1月2日收款金额 1402732.43 元，取款金额 1838852.85 元；1月3日收款金额 898757.00 元，取款金额 887292.50 元；1月4日收款金额 1993037.57 元，取款金额 2409282.06 元等。假设 X_t 为银行实际存款额， Y_t 为取款额，其样本观测数据为 $x_t, y_t, t=1, 2, \dots, 366$ ，存款额与取款额的差值即令日净头寸为 Z_t ，即 $Z_t = X_t - Y_t$ ， $z_t = x_t - y_t$ ， $t=1, 2, \dots, 366$ 。根据实际计算结果绘制直方图，发现统计量不服从正态分布[3]。其中 Z 指的是日净头寸的实际概率分布情况，采用核密度估计方法，在软件编程的作用下进行数据统计分析，此时以正态分布为前提的概率密度函数的表达方式如下所示：

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

概率密度函数的表达方式如下：

$$f(z) = \frac{e^{-\frac{z-\mu}{\sigma}}}{\sigma \left(1 + e^{-\frac{z-\mu}{\sigma}}\right)^2}$$

对数值计算结果展开曲线拟合分析，假设自变量为 x_1 ，因变量为 y_1 ，如果采取正态分布的情况，最终的拟合数据结果为：

$$y_1 = \frac{1}{1.3346} e^{-\frac{(x_1-0.1443)^2}{2 \times 1.3346^2}}$$

经过调整之后，样本决定系数就 R^2 为 0.985931，此时残差平方和的结果是 0.134164，基于 logistic 分布情况下，最终的拟合计算结果如下所示：

$$y_1 = \frac{e^{-\frac{x_1-0.14699}{0.464}}}{0.464 \left(1 + e^{-\frac{x_1-0.14699}{0.464}}\right)^2}$$

按照上述方法对拟合结果进行调整，随后 R^2 为 0.996593，此时残差平方和的结果是 0.032485，从样本数据来看，最终函数的分布均属于正态分布形式。得知商业银行的 Z 分布概率与密度函数相似，

$Z \sim L(\mu, \sigma)$ ， $E(Z) = \mu$ ； $D(Z) = \frac{\pi^2}{3} \sigma^2$ ，采用上文计算提到的矩估计法，对 μ, σ 的参数估计予以确定，具体如下：

$$\hat{\mu} = \bar{Z} = \frac{1}{n} \sum Z_i$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{3}{\pi^2 n} \sum (Z_i - \bar{Z})^2$$

经过软件计算后得知， $\hat{\mu} = -17939.45$ 元； $\hat{\sigma}^2 = 1255447.45$ 元，如果 $Z \sim L(0,1)$ ，那么 Z 落于区间 $[a, b]$ 中的概率情况如下所示：

$$P(a \leq Z < b) = P\left(\frac{a-\mu}{\sigma} \leq \frac{Z-\mu}{\sigma} < \frac{b-\mu}{\sigma}\right) = L\left(\frac{b-\mu}{\sigma}\right) - L\left(\frac{a-\mu}{\sigma}\right)$$

$$P\left(-\ln \frac{2-\alpha}{\alpha} \leq \frac{Z+17939.45}{1255447.45} < \ln \frac{2-\alpha}{\alpha}\right) = 1-\alpha$$

对 α 进行取值，当 α 为 0.05 的时候 $P(-4617348.576 \leq Z < 4581469.676) = 0.95$ 。

当 α 为 0.01 的时候 $P(-6663405.494 \leq Z < 6627526.594) = 0.99$ 。

当 α 为 0.1 的时候 $P = 0.95$ 。

$\alpha = 0.05$ ，置信水平处于 95% 以下，此时银行每天的日净头寸需要保持在 $-4617348.576 \sim 4581469.676$ 范围内， Z 为日取款额超出存款额或存款额超出取款额的部分，因此 4617348.576 就是银行头寸管理需保持的现金数额。 $\alpha = 0.01$ 时，此时置信水平处于 99% 以下，银行的头寸管理要求保持 6663405.494 元的现金； $\alpha = 0.1$ 时，此时置信水平处于 90% 以下，银行的头寸管理要求保持 3,714,527,858 元的现金[4]。

4.3. 资金头寸管理措施

要求商业银行的资金头寸管理必须遵循“统一调度”、“头寸集中”以及“分级管理”的原则，银

行设置专门的资金管理部门,完善资金统一调度制度,各营业机构以满足日常业务所需的头寸为基础,将所有富余的资金头寸集中于总行,实施分级管理措施,总行进行头寸的集中管控,谨防头寸过于分散,支行负责辖内的资金头寸管理工作,保障资金流动性管理举措的合理性与科学性。资金营运部需要根据数学建模的实际情况对资金头寸情况加以预测分析,明确相关责任人,头寸预测包含每日或每周的预测,头寸尺寸需及时上报。在每周预测环节,预测人员可对下一周的资金变化情况加以分析,在周五的下午4点前上报预测结果,以单笔在300万元以上的人民币金额为预测标准。每日预测环节,需对银行当日资金变动情况加以分析,在上午9点之前上报,以单笔100万元以上的人民币金额为标准。对资金流动情况加以预算估计,通常以季度、半年为预算期,要求头寸管理人员按照营业日可用的资金数额,获得资金流预报数据,完成头寸调度,依据资金的余缺情况加以安排,确保资金调动的灵活性,以便合理备付资金,防止银行内账户遇到透支风险问题,避免资金头寸的过度积压,全方位保障银行经济效益的提升,降低风险发生几率。

5. 结语

总而言之,本文以商业银行作为研究对象,对银行的头寸管理手段加以数学建模分析,采用量化的方式,凭借密度函数中非参数核估计方法,寻找净头寸分布概率密度函数的最佳表达方式,从而获得参数估计值,经过合理的推断与分析,保证样本容量充足,提高数据计算结果的准确性。利用商业银行营业日中存取款额进行建模分析,解决以往资金头寸管理中的局限性问题,综合各项数据信息,确立资金流动管理系统,使头寸管理手段更加科学,最大程度上提高商业银行的经济效益与社会效益。

参考文献

- [1] 陈喜权. 农商银行日间流动性风险管理研究与实践[J]. 经济师, 2021(6): 93-94.
- [2] 葛奇. 从国际经验看如何构建现代中央银行财务预算管理制度[J]. 国际金融, 2021(1): 28-44.
- [3] 石嵩, 刘斌. 电力企业财务公司资金计划与头寸管理研究[J]. 企业管理, 2020(S2): 60-61.
- [4] 项质略, 孔志伟, 李文妍. 农村商业银行外汇头寸风险管理现状、问题及对策分析[J]. 市场周刊, 2018(11): 169-170.