

商业银行流动性： 风险测度、影响因素和对策研究¹

郭立仑² 周升起³

摘要 2016年以来,我国金融市场“钱荒”现象频发,个别银行甚至因流动性危机破产。本文通过LMI模型,计算上市银行流动性错配指数,并以流动性错配指数体现的流动性风险状况为被解释变量,通过随机森林模型,分析流动性风险影响因素,为有效防控流动性风险提供理论依据。研究显示,同业净利差等经营环境因素,存款结构、收入结构等业务结构因素,以及业务发展、风险管理、财务管理等内部管理因素都会影响银行流动性风险。本文最后结合流动性风险影响因素,从经营环境、业务结构、内部管理3个维度提出防范化解建议,形成较为完善的银行流动性风险对策框架。

关键词 商业银行;流动性风险;流动性错配指数;随机森林模型

0 引言

近年来,金融安全成为关乎国家安全的热点问题。国家高度重视金融安全问题,把维护金融安全作为治国理政的一件大事,要求统筹做好重大金融风险防范化解工作,以经济高质量发展化解系统性金融风险。银行是我国金融的主导力量,一旦银行出现危机,将危害金融体系平稳运行,甚至危及金融安全。根据现有案例,流动性风险是引发银行破产并最终导致金融危机的重要原因之一,例如英国北岩银行、美国印地麦克银行、比利时富通银行、西班牙宝培拉银行等(郭立仑,2020)。因此,深入研究银行流动性风险意义重大。

立足新的发展阶段,我国银行面临日益复杂的经营环境。从全球看,中美贸易摩擦逐步升级,国际贸易、国际金融发展受到诸多约束;从国内看,经济结构升级空间较大,经济增长呈现中低速趋势;货币政策导向收紧,货币供给增速

¹ 作者感谢国家自然科学基金青年项目(71803122)、山东省青创科技支持计划项目(2020RWE006)的资助。

² 郭立仑,青岛大学经济学院博士研究生,E-mail:guolilun2009@126.com。

³ 周升起(通讯作者),青岛大学经济学院教授,E-mail:zhoushengqi@qdu.edu.cn。

高位回落,并呈现逐年下滑特点;监管政策全面落地,加大对同业和理财业务规范力度,并将流动性风险管理作为重要监督领域。在此背景下,银行流动性紧缺局面时有发生,流动性风险管理难度进一步加大。从宏观看,金融市场“钱荒”事件频发,例如,2017年12月下旬、2018年4月中旬、2018年12月下旬、2021年2月下旬银行间7日回购利率R007均出现快速攀升情况,表明流动性趋紧、恐慌情绪蔓延。从微观看,部分资产负债匹配程度较差、流动性状况堪忧的银行风险突出,如包商银行,其资产端违规放款导致资金无法回笼、负债端过度依赖同业造成兑付压力加大,最后破产清算。流动性风险是导致包商银行风险暴露的直接原因。

为防范化解流动性风险、维护金融安全,许多学者致力于银行流动性的研究。一方面,对于银行流动性风险如何衡量尚未形成一致看法:基本指标法、现金流量法、VaR损失法等传统工具在度量银行流动性风险时较为常见,而流动性错配指数(LMI)模型等创新工具的有效性虽然在一定范围内得到检验(Brunnermeier et al., 2012; Bai et al., 2018),但目前应用范围和深度仍有待提升。另一方面,对于银行流动性风险影响因素的研究尚不系统:有的学者指出,银行在复杂的经营环境中容易产生流动性风险(徐梅, 2010; Gertler and Kiyotaki, 2013; 刘宇和彭方平, 2016);但也另有学者指出,银行流动性风险主要来自银行自身(Acharya and Naqvi, 2012; 孙东升等, 2015; 高士英等, 2016)。那么,银行流动性风险如何精确度量?受什么因素影响?需要采取哪些举措防范化解?为统一回答这些问题,本文综合LMI模型和随机森林模型,在量化流动性风险基础上分析影响因素,并根据影响因素在经营环境、业务结构、内部管理等层面提出对策建议,指导银行有效防范化解流动性风险。

文本主要创新如下:首先,进一步完善流动性风险度量模型设置。根据我国宏观政策、金融市场和银行经营实际,对Bai et al. (2018)设计的LMI模型进行了细化、参数进行了优化,确保计算出的流动性错配指数能够更准确反映银行流动性状况。其次,将随机森林模型作为流动性风险影响因素研究工具。结合银行流动性风险影响因素体系庞大、复杂的特点,运用随机森林模型分析影响因素,并通过迭代对影响因素进行精简、对重要性进行排序。最后,探索构建较为完整的流动性风险对策框架。结合银行流动性影响因素分析,从经营环境、业务结构、内部管理3个层面提出建议,形成相对系统、全面的对策工具箱。

文本接下来的章节安排如下:第1部分为文献综述,系统梳理了当前学者在度量银行流动性风险、分析影响因素、提出对策建议等方面的研究成果,论证了运用LMI模型和随机森林模型的合理性和有效性。第2部分为模型设计,结合我国商业银行经营实际,设定LMI模型的参数,并确立随机森林模型解释变量。第3部分为实证分析,通过模型计算结果,分析我国银行流动性风险特点,

提炼流动性风险主要影响因素,并对影响因素重要程度进行排序。第4部分为进一步讨论,主要包括模型性能评价、稳健性检验、因果关系分析等内容。第5部分为对策框架研究,从经营环境、业务结构、内部管理3个层面提出对策建议,以指导银行有效防范化解流动性风险。最后是本文结论。

1 文献综述

1.1 运用LMI模型测度银行流动性风险

错配是引发银行流动性风险的根本原因,错配程度是衡量流动性风险的重要变量。Diamond and Dybvig (1983)在研究银行流动性风险时指出,银行以盈利为目的,一方面融入高流动性的存款作为资金来源,另一方面融出低流动性的贷款作为资金用途,因流动性转换导致的错配是银行发生流动性风险的内在原因。

2008年全球金融危机爆发后,学者们在传统资产负债错配研究的基础之上开始从流动性角度研究银行整体错配情况,关注银行系统流动性风险,即金融市场流动性状况对单一银行流动性安全的影响,以期寻求更加完善和合理的方式度量流动性风险。Brunnermeier et al. (2012)定义了流动性错配指数(LMI),认为流动性错配不等同于期限错配,提出在度量银行流动性风险时要考虑面临的金融市场环境,即资产的变现能力和负债的融入能力,通过流动性错配指数(LMI)来综合度量银行的流动性错配状况,进而衡量流动性风险,实证研究发现与杠杆率指标相比,流动性错配指数(LMI)作为银行风险和金融危机的预警变量更为合理。

中外学者进一步研究了流动性错配指数(LMI)模型应用效果和具体方法。王兆旭等(2013)充分借鉴流动性错配指数(LMI)构建思路,从宏观角度分析了我国金融市场流动性错配情况,实证研究发现流动性错配水平与流动性总量扩张及资产价格膨胀同步变化。裘翔(2015)运用流动性错配指数(LMI)衡量我国银行流动性风险,实证结果与银行业整体流动性变动趋势接近。Bai et al. (2018)结合美国银行内部管理实际,进一步明确了流动性错配指数(LMI)的计算过程,对银行资产负债表内外每一个细分科目赋予流动性权重,建立了涵盖全表信息的动态流动性错配指数模型,并在计算单一银行流动性错配指数(LMI)基础上,通过简单加总得到并分析整个市场流动性状况,研究结果表明金融危机爆发前美国金融市场流动性风险不断集聚。朱紫薇和张庆君(2018)认为流动性错配指数(LMI)既考虑了资产的流动性折价,也考虑了资金的融入成本,与实际经营中运用金融工具解决流动性错配场景较为接近。黄哲和邵华明(2018)、刘精山等(2019)认为与传统的基本指标法、现金流量法、VaR损失法

相比,流动性错配指数(LMI)不仅考虑了银行资产结构、负债结构、资产与负债匹配情况,还考虑了宏观金融市场对于微观金融机构流动性的影响,实证研究发现流动性错配指数(LMI)变化趋势与银行实际流动性实际状况较为一致。Silva(2019)认为流动性错配指数(LMI)不仅可以有效度量金融机构现有流动性状况,还可以通过分析其他金融机构流动性资源配置倾向预测未来流动性变化趋势。张晓明等(2021)指出与其他模型相比,流动性错配指数(LMI)之所以能够更准确反映金融机构的流动性水平,是因为其包含了金融机构全部公开数据和金融行业相关数据,实证研究发现流动性错配指数较好拟合各类银行流动性特征。Legroux et al. (2018)运用流动性错配指数(LMI)分别衡量了宏观和微观层面的流动性错配程度,并将差值作为中央银行提供流动性的衡量标准。

可见,流动性错配是银行产生流动性风险的根本原因,流动性错配指数(LMI)模型既考虑了资产负债不匹配的影响,也考虑了整个金融市场环境资产变现和资金融入能力的影响,因此成为度量流动性风险水平的有效工具。但该模型在我国银行流动性风险管理领域的研究还不够深入,应用也不够普遍,如何结合我国实际优化流动性错配指数(LMI)模型参数仍需进一步探索。

1.2 运用随机森林模型分析影响因素

Breiman(2001)将随机抽样和决策树相结合,建立随机森林模型。首先,形成决策树集合,即通过多轮随机抽取样本数量和特征;其次,以多数决策树作出的结论作为最终决策;最后,可以通过特征削减实现模型迭代,进一步提升模型预测能力。

从当前学者们研究成果看,银行流动性风险的影响因素繁多,主要集中在经营环境、业务结构、内部管理等多个层面。从研究方法看,在实证分析银行流动性风险影响因素时一般运用回归分析等传统工具,在模型设定时一般需要通过主观判断限制解释变量数量(一般不超过10个),这与银行庞大、复杂的流动性风险影响因素体系相比存在一定冲突,难以系统、真实地反映银行流动性产生机理。需要指出的是,与传统的回归模型相比,一些前沿的机器学习方法,例如随机森林模型信息运用更加充分、数据分析更加深入、预测表现更加优异,在学术研究和实践管理领域应用越来越广泛(例如,苏振兴等,2022;曹桃云,2022;王琴英等,2022),因此较为适合分析流动性风险影响因素问题。

1.3 银行流动性风险影响因素和对策

分析影响因素是提出银行流动性管理对策的前提,如上文所述,影响因素主要集中在经营环境、业务结构、内部管理等多个领域。有的学者分析宏观经

济、货币政策、市场和同业等经营环境层面因素对银行流动性风险的影响。宏观经济方面:Gertler and Kiyotaki(2013)指出宏观经济下行是激发银行流动性危机的唯一条件。货币政策方面:刘晓等(2011)指出银行流动性风险受存款准备金制度影响。刘宇和彭方平(2016)研究表明紧缩的货币政策显著加剧了流动性错配行为。张晓明等(2019)研究发现美联储加息和缩表均造成我国金融市场整体流动性收紧,显著提高了银行流动性风险水平。市场和同业方面:徐梅(2010)研究发现利率或汇率发生剧烈变动时银行业面临流动性风险可能性加大。孙国峰和蔡春春(2014)、孙东升等(2015)研究发现货币市场利率特别是同业拆借市场利率与银行流动性风险正向相关。曾嵘欣(2018)分析指出金融系统脆弱和银行业行为协同是导致流动性风险爆发的重要因素。李学彦和李泽文(2019)认为股市活跃加剧了我国上市银行流动性风险程度。

有的学者关注银行收入结构、资产与负债匹配、资产或负债结构等业务结构层面因素对银行流动性风险的影响。收入结构方面:高士英等(2016)研究显示非息收入比例增加有助于降低银行流动性风险。黄哲和邵华明(2018)发现银行非息收入对于不同规模的银行影响呈现异质性。资产与负债匹配方面:廖岷和杨元元(2008)、彭建刚等(2014)分析指出期限错配是导致我国金融市场出现资金面紧张局面,进而导致银行流动性风险上升的主要原因。资产或负债结构方面:孙东升等(2015)、高士英等(2016)研究发现存款特别是活期存款规模和结构变动对银行流动性产生较大影响。崔婕和李凯(2017)研究发现银行运行金融衍生工具会直接影响流动性风险。钱崇秀等(2018)研究发现银行资产多元化可以有效抵御流动性风险。吴成颂和张文睿(2018)分析指出影子银行业务会加剧银行流动性风险。郭晔等(2018)、钱崇秀等(2020)研究发现同业业务参与度越高产生流动性风险可能性越大。

有的学者还研究了银行业务管理、财务管理、风险管理等内部管理层面因素对流动性风险的影响。业务发展方面:钱崇秀等(2018)研究发现银行贷款规模超常规增长会导致流动性风险上升。财务管理方面:邹克(2015)、裘翔(2015)、高士英等(2016)发现银行流动性风险与利差水平反映的财务管理状况相关。风险管理方面:Acharya and Naqvi(2012)指出,资产质量管理质效与流动性风险水平相关。楼文龙(2015)建议银行加大流动性比例等指标监测力度。周凡等(2017)发现银行资本充足水平与流动性存在因果关联。

可见,银行流动性影响因素涵盖多个层面(表1),但目前多数学者仅从其中某个层面开展分析,并在此基础上提出对策,因此要系统研究银行流动性风险影响因素并提出对策框架,就必须综合当前研究成果,将研究视野拓展至银行经营管理各环节、体制机制各层面。

表1 银行流动性风险影响因素梳理

影响领域	影响因素	文献依据
经营环境	宏观经济,如国内生产总值增速等	Gertler and Kiyotaki(2013)
	货币政策,如货币供给增速等	刘宇和彭方平(2016)
	市场和同业,如利率、汇率、股价变化等	徐梅(2010)、孙国峰和蔡春春(2014)、孙东升等(2015)、李学彦和李泽文(2019)
业务结构	收入结构,如非息收入比例等	高士英等(2016)、黄哲和邵华明(2018)
	资产与负债匹配,如资产负债比、存贷比等	廖岷和杨元元(2008)、彭建刚等(2014)
	资产结构,如衍生资产、影子银行比例等	崔婕和李凯(2017)、吴成颂和张文睿(2018)
	负债结构,如同业业务比例等	郭晔等(2018)、钱崇秀等(2020)
内部管理	业务管理,如贷款增速等	钱崇秀等(2018)
	财务管理,如净利差等	袁翔(2015)、高士英等(2016)
	风险管理,如资本充足水平等	Acharya and Naqvi(2012)、楼文龙(2015)、周凡等(2017)

注:根据影响因素举例,仅列示部分文献。

2 模型设计

本文将 LMI 模型与随机森林模型相结合,运用 LMI 模型测度银行流动性风险,并以此为基础,运用随机森林模型,分析银行流动性风险影响因素及其重要程度,为构建流动性风险管理框架奠定基础。

2.1 LMI 模型设计

根据 Brunnermeier et al. (2012)、Bai et al. (2018) 的研究成果,流动性错配指数的定义式为:

$$\text{LMI}_t^i = \sum_k \lambda_{t,ak} a_{t,k}^i + \sum_{k'} \lambda_{t,lk'} l_{t,k'}^i \quad (1)$$

其中, $a_{t,k}^i$ 与 $l_{t,k'}^i$ 代表资金运用端和资金来源端的金额, $\lambda_{t,ak} > 0$, 代表各项资金运用端的流动性权重, $\lambda_{t,lk'} < 0$, 代表各项资金来源端的流动性权重。

在资产端,有:

$$\lambda_{t,ak} = \omega(1 - m_{t,k}) \quad (2)$$

其中, $0 < \omega < 1$, 是根据资产项目的期限等因素确定的流动性敏感系数, $m_{t,k}$ 是资产在回购市场上的折算比例,用来反映市场流动性状况。

在负债端,有:

$$\lambda_{t,lk'} = -e^{-\mu T_{k'}} \quad (3)$$

其中, μ 表示资金来源端所面临的融入压力,通常使用金融市场利率与无风险利率间的差额来衡量, $T_{k'}$ 表示负债项目的期限。

我国银行和国外银行面临的市场环境、制度环境有许多不同,主要表现在:一是由于金融市场发达程度较低,银行相应的金融资产折算比例数值不易获取;二是银行间资金交易是金融市场的交易主体,隔夜拆借利率具有较强代表性;三是我国存款保险制度包含全部存款,对存款安全提供坚实保障;四是我国央行同时承担金融稳定职责,对于在维护流动性安全时发挥重要作用。因此,本文在充分借鉴 Bai et al. (2018)设计的 LMI 模型前提下,紧密结合我国宏观政策、金融市场和银行经营实际,对资产负债项目分类进行了细化、对流动性参数进行了优化,确保计算出的流动性错配指数能够更准确反映银行流动性状况。

(1) 资产流动性敏感系数 ω 。本文流动性敏感系数 ω 设定与 Bai et al. (2018)设计的 LMI 模型基本一致,即现金类资产流动最好、金融资产流动性较好、贷款流动性一般、固定资产及其他流动性最差。同时,根据最新会计准则和银行实际作进一步细化:其一,对于金融资产而言,流动性由好到差依次为以公允价值计量且计入当期损益、以公允价值计量且计入综合收益、以摊余成本计量;其二,对于贷款而言,流动性由好到差依次为有第二还款来源作为补充的抵质押贷款和保证贷款、无第二还款来源的信用贷款(表 2)。

表 2 资产流动性敏感系数

大类	细项	ω 赋值
现金	现金及存款中央银行款项	1
	存放同业款项	1
	拆出资金	1
	买入返售金融资产	1
	衍生金融资产	1
金融资产	以公允价值计量且计入当期损益	1
	以公允价值计量且计入综合收益	0.75
	以摊余成本计量	0.5
贷款	抵质押贷款	0.5
	保证贷款	0.5
	信用贷款	0.25
固定资产及其他	固定资产及其他	0

(2) 资产折算比例 $m_{i,k}$ 。本文资产折算比例 $m_{i,k}$ 设定与 Bai et al. (2018)设计的 LMI 模型基本一致,即假定现金的折算比例为 0,固定资产的折算比例为 1,金融资产的折算比例取决于所对应债券折算比例(表 3)。同时,根据银行实际将各类贷款与金融资产进行对应,其中抵质押贷款参照公司债折算比例,保证贷款参照非债券类投资折算比例,投向信用程度较高企业的信用贷款参照金融机构债折算比例。

表 3 金融资产折算比例

项目	$m_{t,k}$ 赋值
国债	1-政府类标准券折算比例均值
公共实体及准政府债券	1-政府支持机构标准券折算比例均值
金融机构债	1-金融企业标准券折算比例均值
公司债	1-非金融企业标准券折算比例均值
非债券类投资	1-外资企业标准券折算比例均值

(3) 资金来源端所面临的融入压力 μ 。用隔夜 Shibor 代表金融市场利率, 用 0 天期限国债收益率代表无风险利率。

(4) 负债项目期限 $T_{k'}$ 。本文负债项目期限 T_k 与 Bai et al. (2018) 设计的 LMI 模型基本一致, 特别考虑到我国存款保险制度覆盖全部存款, 对存款期限赋值作相应扩大处理。同时, 结合银行实际作了以下调整: 其一, 充分考虑我国央行存款对于维持银行流动性稳定的重要意义, 认为其期限较长; 其二, 根据存款实际期限, 细化为 6 类, 以提升流动性计算准确性(表 4)。

表 4 负债项目的期限

大类	细项	T 赋值
向央行借款	向央行借款	10
高流动性负债	同业存款款项	0
	拆入资金	0
	卖出回购金融资产	0
	衍生金融负债	0
以公允价值计量且计入当期损益	以公允价值计量且计入当期损益	1-非债券类投资折算比例
吸收存款	即时偿还	$1/365 * 10$
	1 个月内	$1/52 * 10$
	1 个月~1 年	$1/12 * 10$
	1 年~5 年	$1 * 10$
	5 年以上	$5 * 10$
	已逾期	$10 * 10$
其他负债	应付和递延类负债	1
	预计负债	5
	其他负债	10
总 股 本	总 股 本	30
或有负债	信贷承诺	5
	资本性承诺	10
	经营租赁承诺	10
	证券承销及债券承兑承诺	5

2.2 随机森林模型设计

为研究银行流动性风险影响因素,将模型的被解释变量设定为银行流动性风险高低(即0-1变量)。根据 Brunnermeier et al. (2012)的研究成果,LMI 大于或等于0则表明银行资产端流动性足以覆盖负债端流动性,反之亦然。因此,不妨假设当LMI 大于或等于0时,银行流动性风险隐患较小,被解释变量取0;当LMI 小于0时,银行流动性风险隐患较大,被解释变量取1。

参考当前研究成果(表1),将银行流动性风险的一级影响因素设定为经营环境、业务结构、内部管理3个层面。进一步地,经营环境因素通过宏观经济、货币政策、市场和同业3个二级指标细化,业务结构因素通过收入结构、资产负债匹配、资产负债结构3个二级指标细化,内部管理因素通过财务管理、业务管理、风险管理3个二级指标细化。

其一,分解经营环境二级指标。实体经济增长情况、融资情况、定价情况分别以国内生产总值增速(X01)、社会融资额增速(X02)、居民消费价格水平(X03)描述;货币政策变化和对银行影响以央行存放利率(X04)及增速(X05)、存款准备率(X06)、货币供给增速(X07)描述(为体现个性化影响,这里央行存放利率及增速、存款准备率均采用各银行实际数值);股、债、汇市场变化和对银行影响以市盈率(X08)、同业净利差(X09)、汇兑损益增速(X010)描述(为体现个性化影响,上述指标均采用各银行实际数值),其中同业净利差用同业资产收益率与同业负债成本率差额表示。

其二,分解业务结构二级指标。收入结构以非息收入比例(X11)、中收比例(X12)、同业板块税前利润比例(X13)描述,上述收入与银行流动性密切相关;银行资产、负债、存款、贷款整体结构以资产负债比率(X14)和存贷比(X15)分别描述;对流动性影响较大的资产以金融投资业务占比(X16)、影子银行业务占比(X17)描述,对流动性影响较大的负债以同业负债(X18)、活期(X19)和储蓄存款(X110)比例描述,从而描述资产和复杂各自结构,其中影子银行业务用买入返售金融资产、应收款项类投资、理财资金加总表示。

其三,分解内部管理二级指标。财务管理水平以净息差(X21)、净资产收益率(X22)、成本收入比(X23)分别描述,反映盈利能力、净资产运作效率、投入产出关系;收入规模变化以营业收入增速(X24)、净利润增速(X25)描述,业务规模变化以资产增速(X26)、贷款增速(X27)描述,从而体现业务管理水平;流动性风险抵补能力以流动性覆盖率(X28)、资本充足水平(X29)、杠杆率(X210)描述,从而体现风险管理水平。

此外,在设计随机森林模型时,需要确立两个参数:

初始随机选取轮数。随机森林模型决策的错误概率即误分率会因随机选

取轮数上升而收敛,不妨假设初始随机选取轮数较多,比如 5000。

初始随机选取特征个数。根据实证分析,不妨假设初始随机选取的特征个数为被解释变量总数的二分之一次方,即约为 6。

3 实证分析

3.1 流动性风险测度分析

本文对 Bai et al. (2018)设计的 LMI 模型进行了优化,特别是将贷款按抵押担保模式细化为 3 类、将存款按期限细化为 6 类,结合公开数据可得性,并借鉴现有文献实证分析(裘翔,2015;刘宇和彭方平,2016;朱紫薇和张庆君,2018),度量区间为 2016—2019 年 4 个连续整年,基准日为年末,研究样本为当年在 A 股上市的银行,数据来源为银行定期报告。

根据公式(1)~(3),可以得到样本银行度量基准日的流动性错配指数(绝对值)。为消除规模影响,将流动性错配指数(绝对值)与资产规模作商,可以得到流动性错配指数(相对值)。对比具有 4 年数据的银行可知,银行之间流动性错配程度存在差异,流动性最充裕的为 2019 年的南京银行,资金盈余是资产的 23.802 倍;流动性最紧迫为 2017 年的浦发银行,资金缺口是资产的 7.020 倍。同一银行流动性错配也在变化,变化最大的为兴业银行,流动性错配指数均方差为 8.570,流动性风险状况不够稳定;变化最小的为工商银行,流动性错配指数均方差为 1.101,流动性风险状况保持稳定。

进一步地,本文用流动性错配指数为基础,展示流动性风险状况,并与银行经营实际配比,从而对计量结果准确性进行检验。为确保可比性,对比分析选取具有 4 年数据的银行。

其一,从时间层面看。根据 Bai et al. (2018)研究结论,将单一银行机构流动性错配指数(绝对值)进行加总,可以得到相应范围内银行整体流动性错配情况。将流动性错配指数(绝对值)在 2016—2019 年期间依次加总,得到上市银行为代表的银行业流动性错配指数,分别为 555 万亿元、322 万亿元、355 万亿元、1129 万亿元。可以看出,2017 年银行业流动性错配指数较 2016 年明显收窄,且 2018 年未出现明显好转,这与 2017 年以来监管部门为引导银行回归业务本源,强化资管和同业业务管控,出台流动性风险管理新规,金融市场在个别时段出现流动性趋紧的情况相一致。2019 年流动性错配指数较 2018 年大幅提升,这与包商银行被接管后,为防范恐慌情绪蔓延,人民银行扭转货币供给量货币供给增速连年下降(2015 年 13.30%、2016 年 11.30%、2017 年 8.10%、2018 年 8.10%、2019 年 8.70%),确保市场流动性合理充裕情况相一致。

其二,从银行性质层面看。上述上市银行可以分为4类,即国有银行、股份制银行、城商银行、农商银行。将流动性错配指数(绝对值)均值按银行性质进行加总,得到4类银行2016年至2019年流动性错配指数均值,分别为454万亿元、137万亿元、89万亿元、6万亿元,表现出依次降低态势。这与银行经营实际相符:在现有金融体系下,银行是货币供给的重要环节。但从银行内部结构看,受银行规模和性质等因素影响,银行流动性呈现分层特征,即与中央银行联系较为紧密的国有银行、股份制银行可以直接获得流动性支持,流动性相对充裕;而城商银行、农商银行则需要通过国有银行、股份制银行与中央银行间接产生联系,流动性相对紧缺。

其三,从银行个体实际水平看。2016年至2019年,我国大部分上市银行流动性错配指数(相对值)为正,但个别银行特别是股份制银行多次出现流动性错配指数为负的情况,说明资产端流动性不足以覆盖负债端流动性,存在发生流动性风险的可能性。分别是2017—2019年的华夏银行(-3.184、-1.321、-1.187)、2016—2018年的兴业银行(-8.946、-7.014、-2.293)、2016—2018年的招商银行(-1.078、-3.726、-4.277)、2016年和2018年的民生银行(-3.275、-0.531)、2016年和2017年的中信银行(-2.356、-2.611)、2016年和2017年的浦发银行(-1.979、-7.020)。相关银行均因同业和理财业务违规、资产负债匹配程度相对较低、风险持续暴露等原因遭到监管部门巨额处罚^①,考虑到风险暴露、监管处罚具有滞后性,这与银行经营实际相符。

其四,从银行个体波动情况看。兴业银行流动性错配指数均方差最高,为8.570,说明流动性状况变化较大,这与兴业银行经营实际较为吻合。历史上兴业银行同业和市场业务占比较高(2016年占比57.78%),近年来监管部门加大对同业和市场业务管控力度,兴业银行逐步调整业务结构(2019年同业与市场业务占比44.75%),进一步改善流动性状况。

综上所述,运用LMI模型得到的流动性错配指数能够较好地反映银行流动性风险状况。

3.2 流动性风险影响因素分析

以2016—2018年样本为训练集,以2019年样本为测试集。将训练集数据代入随机森林模型运行,通过误分率变化趋势可知,随机抽取1000轮时,模型

^① 2021年年中和年末华夏银行先后被处以9830万元、1010万元罚款;2018年和2019年兴业银行分别被处以5870万元、2250万元罚款,2020年又分别被银保监会、人民银行处以1596万元、2470万元罚款;2018年和2021年招商银行分别被处以6570万元、7170万元罚款;2020年至2022年民生银行分别被处以1.13亿元、1.15亿元、1710万元罚款;2018年至2021年中信银行分别被处以2280万元、2224万元、2020万元、2890万元罚款;2018年和2020年浦发银行分别被处以4.62亿元、2100万元罚款。

误分率最低且保持稳定(图 1)。

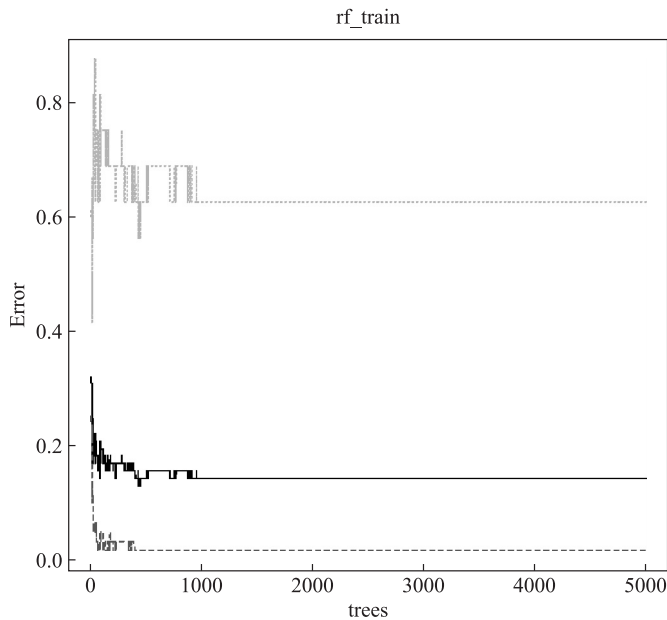


图 1 误分率走势图

(图例:图中曲线表示误分率随随机抽取轮数变化趋势,黑色曲线代表整体误分率,浅色曲线表述对于存在风险样本的误分率,深色曲线代表对于不存在风险样本的误分率)

接着,将 6 附近的整数(即 4~8)作为每次随机抽取特征个数,进行遍历运算,通过比较误分率可知,每次随机抽取 6 个特征值时,模型精确程度最高(14.29%)(表 5)。

表 5 初始模型误分率

真实值/预测值	无风险隐患	有风险隐患	分项误分率	整体误分率率
无风险隐患	55	3	5.17%	14.29%
有风险隐患	8	11	42.11%	

此时,初始随机森林模型已经确定,可以分析当前解释变量重要性排序(图 2)。

根据准确率平均递减指标分析解释变量重要性排序可知,在解释变量中 X04 影响程度最小。接下来,将 X04 进行删减,以剩余解释变量、按上文规则重新建立随机森林模型,并不断删减对模型影响最小的解释变量。通过持续迭代模型可知,当解释变量为 10 个、随机选取轮数为 5000 次、随机选取特征为 4 个时,模型误分率降至最低水平(11.69%)。通过模型迭代,随机森林模型预测能力得以进一步优化(表 6)。

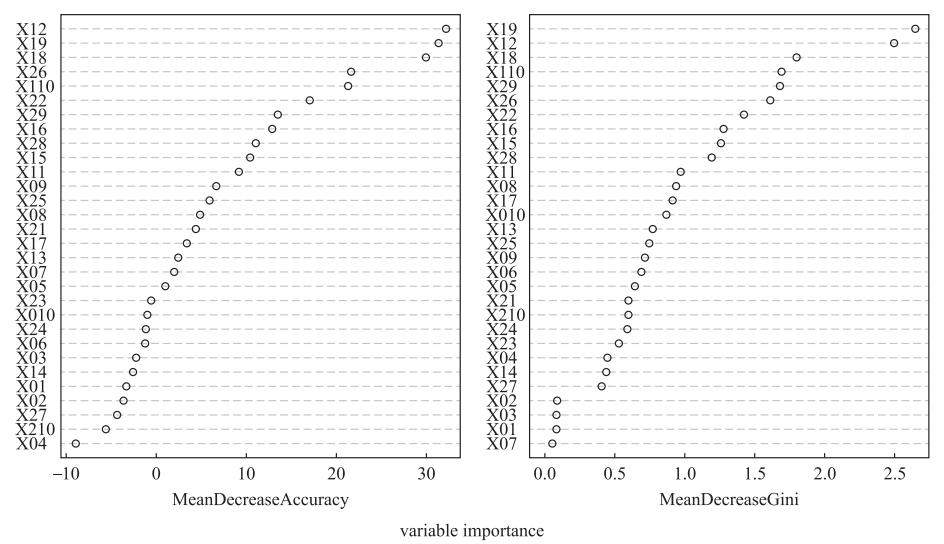


图 2 初始模型指标重要性排序

表 6 最终模型误分率

真实值/预测值	无风险隐患	有风险隐患	分项误分率	整体误分率
无风险隐患	50	2	3.86%	11.69%
有风险隐患	7	18	28%	

此时,最终随机森林模型已经确定,包含 10 个解释变量,按重要性排序分别是:活期存款比例、中收比例、同业负债比例、资产增速、储蓄存款比例、资本充足水平、金融投资比例、净资产收益率、流动性覆盖率、同业净利差(图 3)。

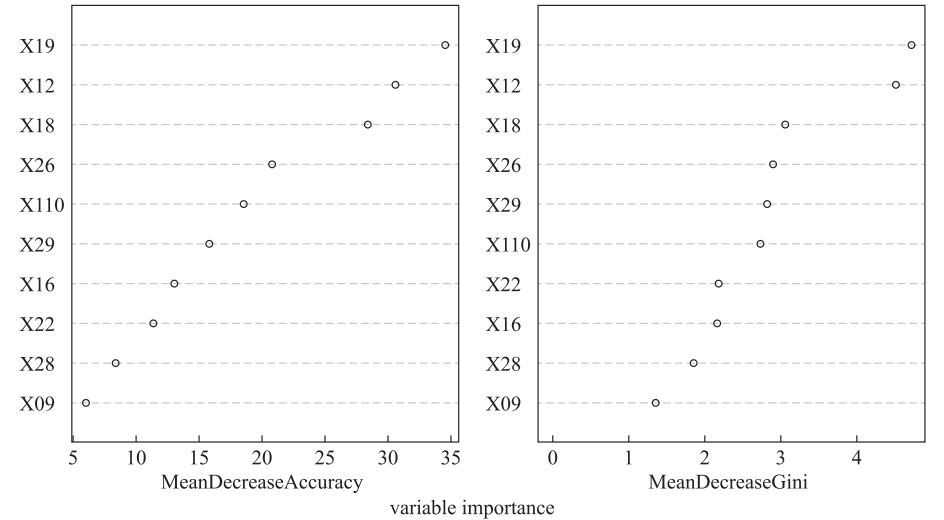


图 3 最终模型指标重要性排序

综合实证结果,可知:

其一,活期存款比例、中收比例、同业负债比例、资产增速、储蓄存款比例、资本充足水平、金融投资比例、净资产收益率、流动性覆盖率、同业净利差 10 个指标构成银行流动性风险主要影响因素,重要性依次降低,从而建立银行流动性风险的影响因素体系。

其二,影响因素体系包含了银行经营环境、业务结构、内部管理 3 个层面,即同业净利差为经营环境因素,活期存款比例、中收比例、同业负债比例、储蓄存款比例、金融投资比例为业务结构因素,资产增速、资本充足水平、净资产收益率、流动性覆盖率为内部管理因素。因而在各层面因素共同作用下,银行流动性风险暴露可能性增加。

其三,在影响因素体系中,业务结构层面指标为首要影响因素,因为相关指标个数最多且重要性排序靠前;内部管理层面指标为次要影响因素,因为相关指标个数较多且重要性排序较为靠前;而经营环境层面指标为最弱影响因素,因为仅涉及 1 个指标且重要性最小。

4 进一步讨论

4.1 模型性能评价

运用 Predict 函数,将最终确立的随机森林模型应用于测试集,通过检验预测准确性,评价模型性能。实证结果表明,基于 LMI 和随机森林模型构建的流动性风险影响因素体系预测准确率为 94.45%,其中对于流动性风险较低的银行预测准确率为 94.29%,对流动性风险较高的银行预测准确率为 100%(表 7)。

表 7 随机森林模型预测误分率

真实值/预测值	无风险	有风险	分项误分率	整体误分率
无风险	33	2	5.71%	5.55%
有风险	0	1	100%	

为进一步验证上述方法构建的随机森林模型的性能,将随机森林模型与传统 Logit 模型预测结果进行对比,发现随机森林模型在预测银行是否存在流动性错配方面,整体具有较好的表现(表 8)。

表 8 Logit 模型预测误分率

真实值/预测值	无风险	有风险	分项误分率	整体误分率
无风险	31	4	11.42%	11.11%
有风险	0	1	100%	

4.2 稳健性检验

根据 Brunnermeier et al. (2012) 的研究成果,本文假设流动性错配指数 LMI 小于 0 的银行存在较大的流动性风险隐患,但正如 Bai et al. (2018) 分析指出的,LMI 模型在部分参数设定时存在一定主观性。本文调整相关假设,并以此检验模型稳健性。不妨假设存在较大流动性风险隐患即为流动性错配指数小于 1 或-1(相关参数设为 j),分别建立随机森林模型并进行模型迭代。可以发现,活期存款比例、中收比例、同业负债比例、资产增速、储蓄存款比例、资本充足水平、金融投资比例、净资产收益率、流动性覆盖率、同业净利差等解释变量均出现在最终的随机森林模型中,重要性顺序出现微调,但对于银行流动性风险而言,上述指标仍旧是主要影响因素(表 9)。说明上述 10 个解释变量包含银行流动性风险的主要影响因素,模型具有较好的稳健性。

表 9 不同假设下银行流动性风险主要影响因素

	X19	X12	X18	X26	X110	X29	X16	X22	X28	X09
$j=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$j=1$	1	2	3	4	7	6	11	12	9	10
$j=-1$	1	2	4	7	3	6	11	8	9	10

4.3 因果关系分析

本文借鉴 Athey and Wager(2019)关于因果森林的构建思路,进一步分析上述随机森林模型最终确定的 10 个解释变量与被解释变量之间是否存在因果关系。因果森林实际是将因果推断与随机森林相结合,即用随机森林的方法进行因果推断,但与随机森林侧重预测不同,因果森林侧重分析某个变量是否存在对于因变量是否会产生明显的影响:如果影响明显,则存在因果关系,反之亦然。结合本文研究内容,因果森林构建步骤如下:首先,运用 rbinom 函数,生成由二项分布随机数构成的向量,即为处理变量(记作 W)。其次,将 W 与某个解释变量(例如 X19)相乘,并与初始随机森林模型确定的其他被解释变量组成新的矩阵,即为自变量(记作 X),被解释变量即为因变量(记作 Y),此时数据已随机分为实验组与对照组。再次,运用 causal_forest 函数,以 X 、 Y 、 W 为参数,构建因果森林模型,即对实验组和对照组分别构建随机森林模型。最后,运用 average_treatment_effect 函数,考察某个解释变量(例如 X19)存在与不存在时,因变量取值差额的均值,即平均处理效应(记作 ATE),并通过 ATE 的显著程度判断是否存因果关系。进一步地,将其他解释变量(例如,X12、X18、X26...)按照上述步骤依次代入因果森林模型,通过实证分析可见,随机森林模型最终确

定的 10 个解释变量对被解释变量的 ATE 估计值均显著不等于 0,说明上述解释变量与被解释变量存在因果关系(表 10)。

表 10 解释变量的平均处理效应

	X19	X12	X18	X26	X110	X29	X16	X22	X28	X09
ATE Estimate	0.3200	0.4072	1.8211	2.6970	-2.2629	1.6090	-0.8835	0.8633	-0.3213	0.5070
Std. err	0.0283	0.0623	0.0228	0.1643	0.03801	0.0386	0.0370	0.0433	0.0217	0.0426

借鉴 Athey et al. (2019)提供的思路,绘制部分依赖图,将单个解释变量对变被解释变量的影响趋势和路径进行进一步分析。需要指出的是,与传统回归模型得到的结论不同,单个解释变量对被解释变量的影响不再是线性的,而是非线性的。由部分依赖图可知:同业净利差越高,流动性风险越低,当同业净息差高于 5%时,流动性风险大幅降低;活期存款比例越高,流动性风险越低,当活期存款比例超过 60%时,流动性风险大幅下降;同业负债比例越高,流动性风险越高,当同业负债比例超过 25%时,流动性风险大幅上升;储蓄存款比例越高,流动性风险越低,当储蓄存款比例超过 55%时,流动性风险大幅下降;金融投资比例越高,流动性风险越高,当金融投资超过 20%时,流动性风险大幅上升;中收比例越高,流动性风险越低,当中收比例超过 25%时,流动性风险大幅下降;资产增速越高,流动性风险越高,当资产增速超过 8%时,流动性风险大幅上升;资本充足水平、流动性覆盖率越高,流动性风险越低,当资本充足水平大于 16%或者流动性覆盖率大于 110%时,流动性风险大幅下降;净资产收益率越高,流动性风险越低,当净资产收益率大于 15%时,流动性风险大幅下降(表 11)。

表 11 解释变量对被解释变量影响

	X19	X12	X18	X26	X110	X29	X16	X22	X28	X09
与流动性风险关系	反向	反向	正向	正向	反向	反向	正向	反向	反向	反向
关键节点	60%	25%	25%	8%	55%	16%	20%	15%	110%	5%

5 对策框架研究

对照银行流动性风险主要影响因素,本文结合银行经营管理实际,从经营环境、业务结构、内部管理 3 个层面,以及市场和同业、宏观经济和货币政策、负债结构、资产结构、收入结构、业务管理、风险管理、财务管理 8 个维度提出流动性风险管控建议,形成较为系统、全面的流动性风险对策框架,指导银行有效防范化解流动性风险。

5.1 经营环境层面管理对策

市场和同业维度。同业净利差是影响银行流动性风险的因素之一,相关指标反映了银行面临的金融市场环境。因此银行要降低流动性风险,应综合运用风险管理前沿工具,将市场风险与流动性风险通盘考虑,科学预测并有效应对金融市场环境变化,合理利用自身在货币政策传导中枢的地位和作用,不断探索金融产品和服务创新,提升资金的运用收益、降低资金的融入成本,拓宽资金“安全垫”,做大流动性“蓄水池”,从而有效应对金融市场波动对自身流动性带来的冲击。

宏观经济和货币政策维度。受经营环境变化影响,尤其是经济发展进入新常态、货币政策回归常态等,近年来银行流动性风险开始显现。因此银行要降低流动性风险,应积极应对经营环境变化,持续加大对国际、国内两个层面的宏观经济、货币政策监测强度和相关趋势研判力度,关注流动性从国际向国内,从宏观经济、货币政策向金融市场、银行同业的传导路径和作用方式,合理运用各类金融衍生工具,提前做好资产和负债布局,有效规避市场流动性趋紧可能带来的隐患。

5.2 业务结构层面管理对策

负债结构维度。活期存款比例、储蓄存款比例、同业负债比例是影响银行流动性风险的首要因素,相关指标反映了银行通过不同渠道获取负债的能力。因此银行要降低流动性风险,应适应利率市场化改革背景下竞争态势,通过搭建金融生态场景、优化内部管理流程等方式,提升金融服务能力,有效吸纳客户资金,形成活期存款、储蓄存款等低成本存款自然沉淀,并逐步降低对同业和市场资金等稳定性较差、成本率较高资金的依赖程度,从而降低流动性风险发生可能性。

资产结构维度。金融投资比例是影响银行流动性风险的重要因素,相关指标反映了流动性较高的金融资产对银行整体流动性的影响。因此银行要降低流动性风险,应合理利用金融市场投资工具,在综合金融负债规模和结构基础上,统筹配置金融投资业务规模和结构,科学规划各类金融资产的期限和利率,合理持有流动性较强的金融资产,科学评估未来可能出现的金融资产流动性恶化,确保银行在遇到流动性冲击时,可以通过资产变现获取流动性支持,从而降低流动性风险。

收入结构维度。中收比例是影响银行流动性风险的重要因素,相关指标反映了非传统类业务对银行经营业绩的贡献情况。因此银行要降低流动性风险,

应充分发挥银行在资金融通链条中的纽带作用,不断打造创新领域专业能力,全面提升金融产品和服务供给质效,持续发挥支付结算、投资银行、资产管理、财务顾问等中间业务对盈利的支撑作用,逐步调整客户和业务结构,切实改变对资产负债业务过度依赖的经营模式,确保安全性、盈利性、流动性有效平衡。

5.3 内部管理层面管理对策

业务管理维度。资产增速是影响银行流动性风险的重要因素,相关指标反映了银行在业务扩张过程中对资金的需求强度。因此银行要降低流动性风险,合理规划业务规模扩张速度,要将资产端业务扩张与负债端能力提升相匹配,既要考虑规模,也要考虑增速,既要避免在资产荒背景下业务发展跟不上资金供给水平,造成银行整体经营质效不高,也要避免为了提升短期经营绩效而盲目发展业务,造成业务过度扩张导致的资产端流动性难以覆盖负债端流动性状况。

风险管理维度。资本充足水平、流动性覆盖率是影响银行流动性风险的重要因素,相关指标反映了银行有效应对流动性风险冲击能力。因此银行要降低流动性风险,应有效提升上述指标,增强流动性风险抵补能力,一方面,合理利用政策窗口期,多渠道补充经济资本,提升银行资本实力,及时吸纳流动性风险可能造成的损失;另一方面,提升流动性管理质效,合理配置并科学预计各期限、各层级资金流入流出状况,统筹安排流动性供给,确保长短期流动性有效覆盖。

财务管理维度。净资产收益率是影响银行流动性风险的因素之一,相关指标反映了银行资金运作效率。因此银行要降低流动性风险,应立足长远发展,合理布局财务资源配置,在现有业务结构基础上,通过不断优化展业模式和经营手段,将有限的资金投入回报率相对高的行业、区域、领域,在确保资产质量相对可控的前提下,持续提升资金投入产出水平,确保形成资金沉淀和积累,从而确保银行有充足的资金实力有效抵御可能发生的流动性风险隐患。

综上所述,银行流动性对策框架涵盖经营环境、业务结构、内部管理3个层面,以及市场和同业、宏观经济和货币政策、负债结构、资产结构、收入结构、业务管理、风险管理、财务管理8个维度管理建议,涉及银行经营管理各环节、体制机制各层面(图4)。

6 研究结论

我国金融市场的“钱荒”事件,反映了在经营环境变化背景下,我国银行流动性整体趋紧,特别是以包商银行、锦州银行等为代表的少数银行因流动性错

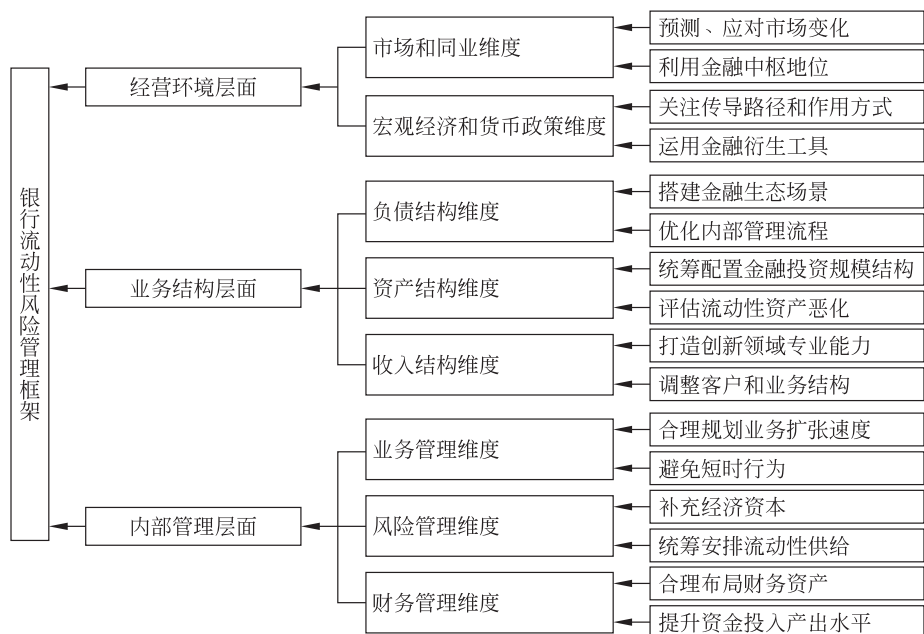


图4 银行流动性风险对策框架

配程度过大,导致风险暴露,最终被监管部门接管、被动引入纾困机构甚至破产,从而给金融市场甚至宏观经济稳定带来了一定程度的威胁。

本文运用LMI模型测度银行流动性风险,实证研究显示,我国银行流动性呈现以下特点:受监管政策和货币政策影响,2016年至2019年银行业整体流动性水平呈现先下降后上升态势;受货币供给分层机制影响,国有银行、股份制银行、城商银行、农商银行流动性水平逐级下降;个别银行特别是股份制银行,由于业务扩张速度较快、业务结构不够合理,多次出现资产端流动性不足以覆盖负债端流动性情况,且个别对同业和市场业务依存度较高的银行流动性状况波动较大。

本文运用随机森林模型对银行流动性风险影响因素进行分析,实证研究发现,经营环境、业务结构、内部管理等层面因素都会影响银行流动性风险,其中业务结构和内部管理因素影响更为显著。一方面,同业净利差等反映的金融市场环境因素对银行流动性风险产生一定影响,市场流动性充裕成为银行维持流动性稳定的经营环境。另一方面,活期存款比例、中收比例、同业负债比例、储蓄存款比例、金融投资比例等反映的业务结构因素,以及资产增速、资本充足水平、净资产收益率、流动性覆盖率等反映的内部管理因素都对银行流动性风险产生较大影响。

本文在分析银行流动性风险主要因素基础上,研究银行流动性风险对策框

架,主要涵盖经营环境、业务结构、内部管理3个层面,以及市场和同业、宏观经济和货币政策、负债结构、资产结构、收入结构、业务管理、风险管理、财务管理8个维度的管理建议,涉及银行经营管理各环节、体制机制各层面本文形成了较为系统、全面的流动性风险对策工具箱,可以指导银行有效防范化解流动性风险。

参考文献

- 曹桃云. 2022. 基于随机森林的变量重要性研究[J]. 统计与决策, 38(4): 60-63.
- Cao T Y. 2022. Study on the importance of variables based on random forest[J]. *Statistics and Decision*, 38(4): 60-63. (in Chinese)
- 崔婕, 李凯. 2017. 上市银行表外业务存在流动性风险吗——后危机时期嵌套信用风险的 HLM 检验[J]. 宏观经济研究(12): 57-71.
- Cui J, Li K. 2017. Does the off balance sheet business of listed banks have liquidity risk? HLM test of nested credit risk in post crisis period[J]. *Macroeconomics*, (12): 57-71. (in Chinese)
- 高士英, 许青, 沈娜. 2016. 经济“新常态”下的商业银行流动性研究与压力测试[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 36(2): 77-86.
- Gao S Y, Xu Q, Shen N. 2016. Commercial banks' liquidity and stress testing under the economic new normal[J]. *Modern Finance and Economics-Journal of Tianjin University of Finance and Economics*, 36(2): 77-86. (in Chinese)
- 郭立仑. 2020. 商业银行系统性风险:类别、机制与管理[J]. 经济与管理, 34(5): 60-67.
- Guo L L. 2020. Systemic risk in commerical bank: Caterories, mechanisms and management[J]. *Economy and Management*, 34(5): 60-67. (in Chinese)
- 郭晔, 程玉伟, 黄振. 2018. 货币政策、同业业务与银行流动性创造[J]. 金融研究, 455(5): 65-81.
- Guo Y, Cheng Y W, Huang Z. 2018. Monetary policy, interbank business and bank liquidity creation[J]. *Journal of Financial Research*, 455(5): 65-81. (in Chinese)
- 黄哲, 邵华明. 2018. 商业银行非利息收入对流动性风险的影响[J]. 财经科学, (8): 44-55.
- Huang Z, Shao H M. 2018. Research on the influence of non-interest income of commercial banks on liquidity risk[J]. *Finance & Economics*, (8): 44-55. (in Chinese)
- 李学彦, 李泽文. 2019. 我国上市商业银行流动性风险外部影响因素的实证分析[J]. 经济学家, (12): 89-99.

- Li X Y, Li Z W. 2019. An empirical analysis of external influencing factors of liquidity risk of China's listed commercial banks[J]. *Economist*, (12): 89-99. (in Chinese)
- 廖岷, 杨元元. 2008. 全球商业银行流动性风险管理与监管的发展状况及其启示[J]. *金融研究*, (6): 69-79.
- Liao M, Yang Y Y. 2008. On the liquidity risk management of commercial banks and supervisory challenges[J]. *Journal of Financial Research*, (6): 69-79. (in Chinese)
- 刘精山, 赵沛, 田静. 2019. 基于时变模型的商业银行流动性风险度量研究[J]. *财经理论与实践*, 40(6): 16-23.
- Liu J S, Zhao P, Tian J. 2019. Study on measurement of liquidity risk of commercial banks based on time-varying model[J]. *The Theory and Practice of Finance and Economics*, 40(6): 16-23. (in Chinese)
- 刘晓, 薛红红, 赵雅雯. 2011. 法定存款准备金率调整对商业银行流动性的影响[J]. *内蒙古财经学院学报*, (6): 55-57.
- Liu X, Xue H H, Zhao Y W. 2011. The influence of the adjustment of legal deposit. reserve ratio on the liquidity of commercial banks[J]. *Journal of Inner Mongolia University of Finance and Economics*, (6): 55-57. (in Chinese)
- 刘宇, 彭方平. 2016. 宽松性货币政策是否加剧了流动性错配: 基于公司视角[J]. *广东财经大学学报*, 31(2): 57-66.
- Liu Y, Peng F P. 2016. Has loose monetary policy exacerbated liquidity mismatch: A corporate perspective[J]. *Journal of Guangdong University of Finance and Economics*, 31(2): 57-66. (in Chinese)
- 楼文龙. 2015. 利率市场化进程中的商业银行流动性管理[J]. *金融论坛*, 20(9): 3-8.
- Lou W L. 2015. The liquidity management of commercial banks in the process of the liberalization of interest rates[J]. *Finance Forum*, 20(9): 3-8. (in Chinese)
- 彭建刚, 王佳, 邹克. 2014. 宏观审慎视角下存贷期限错配流动性风险的识别与控制[J]. *财经理论与实践*, 35(4): 2-8.
- Peng J G, Wang J, Zou K. 2014. The recognition and control on liquidity risk of deposit and loan maturity mismatch from the macro-prudential perspective[J]. *The Theory and Practice of Finance and Economics*, 35(4): 2-8. (in Chinese)
- 钱崇秀, 宋光辉, 许林. 2018. 信贷扩张、资产多元化与商业银行流动性风险[J]. *管理评论*, 30(12): 13-22.
- Qian C X, Song G H, Xu L. 2018. Credit expansion, asset diversification and liquidity risk of commercial banks[J]. *Management Review*, 30(12): 13-22. (in Chinese)

Chinese)

钱崇秀, 邓凤娟, 许林. 2020. 商业银行期限错配缺口与流动性调整策略选择[J]. 国际金融研究, (8): 66-76.

Qian C X, Deng F J, Xu L. 2020. Commercial bank maturity mismatch gap and liquidity adjustment strategy selection[J]. *Studies of International Finance*, (8): 66-76. (in Chinese)

裘翔. 2015. 期限错配与商业银行利差[J]. 金融研究, (5): 83-100.

Qiu X. 2015. Maturity mismatch and bank interest margin[J]. *Journal of Financial Research*, (5): 83-100. (in Chinese)

苏振兴, 扈文秀, 夏元婷. 2022. 基于机器学习的地方政府隐性债务风险先导预警模型[J]. 统计与决策, 38(7): 20-25.

Su Z X, Hu W X, Xia Y T. 2022. A leading early warning model of implicit debt risk of local government based on machine learning[J]. *Statistics and Decision*, 38(7): 20-25. (in Chinese)

孙东升, 谢兰, 翟颖慧. 2015. 存款结构变动与我国商业银行流动性准备——基于10家上市银行面板数据的实证分析[J]. 财经科学, (5): 11-20.

Sun D S, Xie L, Zhai Y H. 2015. Structural changes of deposits and liquidity reserve of commercial banks in China—Based on empirical analysis of the data of 10 listed banks[J]. *Finance & Economics*, (5): 11-20. (in Chinese)

孙国峰, 蔡春春. 2014. 货币市场利率、流动性供求与中央银行流动性管理——对货币市场利率波动的新分析框架[J]. 经济研究, 49(12): 33-44, 59.

Sun G F, Cai C C. 2014. Money market interest rates, liquidity supply and demand, and central bank liquidity management: New analytic framework of money market interest rates fluctuation[J]. *Economic Research Journal*, 49(12): 33-44, 59. (in Chinese)

王琴英, 王诗雨, 刘聪. 2022. 基于Relief F算法和随机森林模型的P2P平台风险识别[J]. 统计与决策, 38(8): 184-188.

Wang Q Y, Wang S Y, Liu C. 2022. Risk identification of P2P platform based on Relief F algorithm and random forest model[J]. *Statistics and Decision*, 38(8): 184-188. (in Chinese)

王兆旭, 王媛, 楚晓光. 2013. 流动性管理的指标构建与政策工具选择[J]. 山东社会科学, (8): 65-69.

Wang Z X, Wang Y, Chu X G. 2013. Index construction and policy tool selection of liquidity management[J]. *Shandong Social Sciences*, (8): 65-69. (in Chinese)

吴成颂, 张文睿. 2018. 价格竞争、影子银行业务与商业银行风险——基于利率市场化改革的视角[J]. 江南大学学报(人文社会科学版), 17(4): 51-58.

- Wu C S, Zhang W R. 2018. Price competition, shadow banking and commercial bank risk—From the perspective of interest rate liberalization [J]. *Journal of Jiangnan University (Humanities & Social Sciences)*, 17(4): 51-58. (in Chinese)
- 徐梅. 2010. 略论汇率冲击下我国银行业的货币错配和期限错配——基于银行资产负债表的分析[J]. *经济问题*, (6): 84-87.
- Xu M. 2010. Analysis on currency and maturity mismatch's effect to Chinese banks [J]. *On Economic Problems*, (6): 84-87. (in Chinese)
- 曾嵘欣. 2018. 银行系统流动性风险的冲击、传染和响应[J]. *上海金融* (10): 41-47.
- Zeng R X. 2018. Impact, contagion and response of liquidity risk in the banking system[J]. *Shanghai Finance*, (10): 41-47. (in Chinese)
- 张晓明, 隗群林, 贾江帆, 等. 2019. 美联储货币政策正常化对中国商业银行系统流动性风险的影响[J]. *金融论坛*, 24(9): 36-45.
- Zhang X M, Kui Q L, Jia J F, et al. 2019. The impacts of the normalization of the U. S. federal reserve's monetary policy on the systemic liquidity risks of China's commercial banks[J]. *Finance Forum*, 24(9): 36-45. (in Chinese)
- 张晓明, 贾江帆, 孙士猛. 2021. 货币政策与银行系统流动性风险: 基于时变流动性错配指数(LMI)的研究[J]. *财经科学*, (3): 28-42.
- Zhang X M, Jia J F, Sun S M. 2021. Monetary policy and banking system liquidity risk: Research based on time-varying LMI model[J]. *Finance & Economics*, (3): 28-42. (in Chinese)
- 周凡, 齐天翔, 周伟峰. 2017. 资本充足率会降低商业银行流动性创造吗? ——基于中国商业银行的实证研究[J]. *金融论坛*, 22(4): 42-53, 67.
- Zhou F, Qi T X, Zhou W F. 2017. Does capital adequacy ratio reduce the liquidity creation of commercial banks? —An empirical study based on Chinese commercial banks[J]. *Finance Forum*, 22(4): 42-53, 67. (in Chinese)
- 朱紫薇, 张庆君. 2018. 货币政策、企业资本结构与流动性错配——基于房地产业上市公司的数据[J]. *金融理论与实践*, (10): 7-15.
- Zhu Z W, Zhang J Q. 2018. Monetary policy, enterprise capital structure and liquidity mismatch—Based on the data of listed companies in real estate industry [J]. *Financial Theory & Practice*, (10): 7-15. (in Chinese)
- 邹克. 2015. 商业银行“安全性、盈利性、流动性”平衡状况分析[J]. *金融论坛*, 20(2): 46-53.
- Zou K. 2015. An analysis of the balance among the safety, profitability and liquidity of commercial banks[J]. *Finance Forum*, 20(2): 46-53. (in Chinese)
- Acharya V, Naqvi H. 2012. The seeds of a crisis: A theory of bank liquidity and risk

- taking over the business cycle [J]. *Journal of Financial Economics*, 106(2): 349-366.
- Athey S, Tibshirani J, Wager S. 2019. Generalized random forests [J]. *The Annals of Statistics*, 47(2): 1148-1178.
- Athey S, Wager S. 2019. Estimating treatment effects with causal forests: An application [J]. *Observational Studies*, 5(2): 37-51.
- Bai J, Krishnamurthy A, Weymuller C H. 2018. Measuring liquidity mismatch in the banking sector [J]. *The Journal of Finance*, 73(1): 51-93.
- Breiman L. 2001. Random forests [J]. *Machine Learning*, 45(1): 5-32.
- Brunnermeier M K, Gorton G, Krishnamurthy A. 2012. Risk topography [J]. *NBER Macroeconomics Annual*, 26(1): 149-176.
- Diamond D W, Dybvig P H. 1983. Bank runs, deposit insurance, and liquidity [J]. *The Journal of Political Economy*, 91(3): 401-419.
- Legroux V, Rahmouni-Rousseau I, Szczerbowicz U, et al. 2018. Stabilising virtues of central banks: (Re) matching bank liquidity [R]. Banque de France Working Paper No. 667.
- Gertler M, Kiyotaki N. 2013. Banking, liquidity and bank runs in an infinite-horizon economy [R]. National Bureau of Economic Research Working Paper, No. 19129.
- Silva A F. 2019. Strategic liquidity mismatch and financial sector stability [J]. *The Review of Financial Studies*, 32(12): 4696-4733.

Bank Liquidity: Risk Measurement, Influencing Factors and Countermeasures

Lilun Guo Shengqi Zhou

(School of Economics, Qingdao University)

Abstract Since 2016, the phenomenon of “money shortage” in China’s financial market has occurred frequently, and some banks even went bankrupt due to liquidity crisis. In order to provide theoretical basis for effective prevention and control of liquidity risk, the liquidity mismatch index of listed banks is calculated through LMI model, and the influencing factors of liquidity risk are analyzed through random forest model, in which the liquidity risk situation reflected by the liquidity mismatch index is taken as the explanatory variable. The research shows that business environment factors such as inter-bank net interest margin, business structure factors such as deposit structure and income structure, as well as internal management factors such as business development, risk

management and financial management will all affect bank liquidity risk. Finally, combined with the liquidity risk factors, the paper puts forward prevention and resolution suggestions from three dimensions of business environment, business structure and internal management, then forms a relatively complete countermeasure framework of liquidity risk for commercial banks. .

JEL Classification C49, G21, M21