

# 研究报告

(2019年 第6期 总第66期)

2019年3月15日

清华大学国家金融研究院

## 对金融风险传染机制的定量研究 — 基于中国上市银行数据的模拟

金融与发展研究中心

马骏<sup>1</sup> 何晓贝<sup>2</sup>

### 摘要

本文基于中国上市银行的资产负债表数据建立了金融风险传染模型，对金融风险通过价格渠道传染的过程进行沙盘推演。模型根据金融市场数据校准了主要债券资产的需求曲线，模拟银行面临不同约束条件下的最优抛售行为，有助于解决现有文献微观基础不足的问题。模拟结果和政策含义如下。首先，金融风险的演化呈高度非线性，判断风险的阶段对于监管当局至关重要。其次，单个银行的最优行为在整个系统中可能会加剧金融风险的传染效应。最后，银行的资产结构和金融市场深度都是影响金融风险传染的重要因素。随着我国银行持有的债券资产比重增加，金融风险传染的强度有所增加。

<sup>1</sup> 清华大学国家金融研究院金融与发展研究中心主任，人民银行货币政策委员会委员

<sup>2</sup> 清华大学国家金融研究院金融与发展研究中心宏观金融项目主管

# Research Report

TSINGHUA UNIVERSITY NATIONAL INSTITUTE OF FINANCIAL RESEARCH

2019-03-15 edition

---

## **A Quantitative Study on Financial Contagion** **— A simulation based on the Chinese banking sector data**

Center for Finance and Development

Ma Jun, He Xiaobei

### **Abstract**

We present a model to study financial contagion within the Chinese banking system based on balance sheet data of listed Chinese banks. Focusing on the price channel of fire sales, we calibrate demand curves of multiple asset classes to Chinese data and model banks' optimization problem in fire sales in response to different constraints. Our simulation results show that an external shock can generate significant contagion effects within the Chinese banking sector in a non-linear fashion, and individual bank' optimal behavior ex ante may amplify financial contagion within the banking system. In addition, the increase in the proportion of fixed income assets in total bank assets and the lack of market liquidity of financial assets are major factors contributing to financial contagion risks in China.

## 一、引言和文献综述

随着我国非金融部门杠杆率的不断升高，防范系统性金融风险成了政府工作的重点。金融风险传染(financial contagion)是小的冲击演化成系统性风险甚至是金融危机的重要原因。然而，目前针对我国系统性金融风险的研究大多集中在对金融市场交易和价格数据的实证分析，而对金融机构之间的金融风险传染机制的研究较为有限或过于简化。如果缺乏对机构间风险传染机制的模拟和压力测试，决策机构就难以预判潜在的风险点以及风险传染路径，因而难以制定有效的审慎监管政策来防范危机或进行政策干预。

国际上对金融风险传染机制的理论和实证研究相对较为丰富。在国际文献中，金融风险传染分为对手方违约风险、持有共同资产的价格传染风险以及融资流动性风险等三个传染渠道。其中，对手方违约风险和融资流动性风险都通过直接的交易网络传播，持有同类资产的风险主要通过资产抛售传染（间接的网络）。早期的学术研究更关注网络效应形成的直接的风险传染，核心问题集中在金融网络的结构和关联度对金融稳定性的影响。例如 Allen 和 Gale(2000)认为，在一个“完整”的网络中，金融机构相互的关联度更高更分散（极端情况为每个金融机构与其他所有金融机构都有交易），这样可以提高金融系统的稳定性。Gai, Haldane 和 Kapadia（2010）则认为，在金融机构关联度较高的网络结构中（比较“完整”的网络），流动性冲击在系统中传播的可能性高得多，尤其是当冲击直接作用于处于网络中心的机构时。由于大多数国家都缺乏金融机构双边交易的统计数据，因此探讨

网络效应的实证研究通常侧重于对双边交易量的估计。比如，Sheldon 和 Maurer (1998)，Upper 和 Worms (2004) 基于“最大信息熵”的概念，假设银行之间是“完整网络”，根据瑞士和德国的银行资产负债表数据对银行间的双边交易量做了估算，奠定了后期许多对于网络效应的研究的基础。

2008 年金融危机后，更多学者开始关注间接的风险传染渠道，主要是资产抛售和市值计价会计方式造成金融风险通过价格渠道的传染。2007 年底金融危机爆发前夕，国际大型银行中采用公允价值的资产大约占总资产的 30-50%，这部分资产的价值与市场价格紧密挂钩。金融机构面临压力需要调整资产负债表时，倾向于出售流动性差的、风险较高的资产而持有更多流动性好的、低风险的资产（flight to quality）。资产出售的规模很大、导致资产价格大幅下跌（远低于票面价值）、卖方遭受损失的情况被称为资产抛售（fire sale）。由于许多资产在会计中以市值计价，因此资产价格的变化会影响其它持有同类资产的机构的资产负债表，导致这些机构的资产减值，并可能也被迫出售资产，使得资产价格的下跌不断自我强化，导致风险在传染中被放大。Shleifer 和 Vishny (2011) 对资产抛售的理论和实证文献进行了综述，提供了市场存在资产抛售的证据以及发生的机理。Mitchell 和 Pulvino (2012) 从套利无效的角度解释了资产抛售中价格的剧烈变化，也是提供了资产抛售的实证证据。Gorton 和 Huang (2003) 通过一个理论模型证明市场并非总是有效，在一些资产被出售的时候市场可能没有足够的资产购买需求，导致资产价格也会偏离均衡价格。

Schnabel 和 Shin (2004)认为，1763 年荷兰金融危机与现代的金融危机的内核是一致的，均是复杂的信用关系和高杠杆引发的资产抛售，最后演变成整体的流动性危机。Cifuentes, Ferrucci 和 Shin (2004)模拟了资本充足率约束条件下，市值计价法（mark-to-market）加剧资产抛售的风险传染过程。Caballero 和 Simsek（2013）认为，由于信息不对称的存在，银行难以从复杂的交易网络中判断持有资产的风险暴露，因此更有可能高估对手方风险而减少资产购买，导致资产价格加速下跌。Cont 和 Schaanning（2017）刻画了银行在被迫调整资产负债表的过程中进行的资产抛售，用欧洲的债券数据校准了资产需求曲线并计算银行的损失，结果显示价格渠道的风险传染非常显著，因此他们建议将资产抛售的机制纳入金融稳定当局的压力测试。

在政策实践层面，2008 年金融危机也促使许多国家的央行开展了在金融风险传染机制方面的研究，尤其是构建金融系统的宏观压力测试模型。这是由于传统的银行压力测试仅针对单个银行、不考虑金融风险的传染，可能导致政策制定者严重低估冲击的后果。识别金融风险传染渠道有助于监管者设计有效的宏观审慎政策来重点监管系统重要性机构，降低系统性风险爆发的概率，也有助于监管层在风险爆发后及时建立防火墙或实施其它措施防止危机进一步扩散。英格兰央行、加拿大央行、欧洲中央银行、美联储和韩国央行在该领域做了很多研究（Aikman 等，2009；Burrows 等，2012；Henry 和 Kok，2013；Gauthier 和 Souissi，2012；Cateau 和 Zhou，2015；Pyoun，2015）。这些央行模型的构建有很多

共同点，例如都通过数个模块来分别模拟金融市场面临压力时的典型事件，包括资产抛售、融资流动性收紧和违约网络效应。在结合不同传染渠道的模块的基础上，通过给定的宏观冲击对金融体系进行“宏观压力测试”。其中，资产抛售造成的价格传染渠道是各国央行都重点开发的核心模块。

国内也有不少学者探讨我国银行体系的金融风险传导渠道。其中，大部分的研究集中于银行破产对其它银行造成的损失并且在银行体系内传播。马君潞等（2007）、范小云等（2012）、高国华和潘英丽（2012）等均采用公开的资产负债表数据、通过最大化信息熵的方法估计银行之间的双边交易网络，模拟银行破产事件通过交易网络对其他银行形成的影响。但从历史上发生的风险和危机来看，尽管银行破产是金融危机的重要表现，实际发生的概率很低，而且银行破产往往已经是金融风险几经传染之后爆发后的事件。有必要深入研究其他金融风险传染的渠道或路径，以提升监管当局对金融风险的防控能力。

国内也有若干学者认识到资产抛售渠道在我国的银行体系中可能起到传染风险的作用。方意（2016）基于我国银行同业负债数据构建银行间的交易网络，模拟了银行破产以及银行去杠杆过程中抛售贷款资产造成的风险传染。方意（2017）在上述研究的基础上重点考察了房地产贷款违约和地方政府融资平台违约对我国银行造成的系统性压力。两篇文献都假设银行抛售的资产是贷款，并且假设贷款在被抛售的过程中有固定的资产折价比例。由于贷款的特性，该研究并不考虑由于公允价值计价造成的传染效

应，其风险传染效应主要来自于卖出银行间贷款对资金融出方银行造成的同样的折价损失（在文中称为负债流动性挤兑）。方意和郑子文（2016）拓展了贷款资产的种类，根据各银行持有不同行业贷款的比例、各类贷款资产的折价比率和各行业贷款资产价格的相关矩阵来构建银行间系统性风险传染路径的度量指标。王占浩等（2016）则考虑了公允价值计价的风险传染效应，根据我国的银行持有的金融资产数据分析了公允价值计价造成的风险传染，通过刻画债券价格损失和对手方违约的渠道来模拟单个银行破产引发银行破产的个数。但总体而言现有文献对资产抛售的模拟都是在较为简化的框架下进行，缺乏微观基础，尚未探讨银行面对约束条件下的最优行为方程。这些简化的处理方式使得模型结果与现实情况距离较远，也制约了其政策含义的实用性。

本文基于我国 31 家上市银行的资产负债表数据和金融市场数据，用模型刻画了银行在约束条件下的最优抛售行为，模拟了资产抛售导致的金融风险在银行间的传染路径。与现有文献相比，本文的贡献主要体现在三个方面。首先，根据我国银行间交易的特征纳入了多种可能被抛售的债券资产，基于中国债券市场的微观数据测算各资产的需求曲线，为解释银行的抛售行为提供了基础。其次，在资产分类的基础上，建立了银行的最优行为方程，分析银行的资产负债表结构和金融资产特性对银行抛售行为的影响，弥补了现有文献中微观基础不足的问题。最后，探讨银行面临资本充足率不足、流动性覆盖率不足和流动性短缺等不同约束

条件下的金融风险传染机制，有助于决策机构在风险发生初期识别风险的性质和可能的后果。

本文的研究和模拟得出了若干有意义的结论和政策含义。首先，在一定条件下，单个银行的最优行为在总体上可能造成了风险传染的加剧。尽管中小银行不属于系统性重要性银行，但一旦成为风险的源头，其同质化行为也可能加速风险的传染。其次，银行持有的金融资产结构对金融风险传染效应有显著影响。同时，资产的市场深度是影响风险传染的重要因素。最后，风险的传染呈高度非线性，初期可能被忽略，风险所处的阶段也可能被误判，监管机构应该强化监测、分析和预警能力。

本文余下的内容包括几个部分。第二节是银行数据的统计性描述；第三节建立模型，并模拟资本充足率约束下的资产抛售过程，资本充足率和流动性覆盖率两个约束条件下的资产抛售，以及流动性危机下资产抛售过程；第四节总结。

## 一、数据和参数校准

本文的模拟采用中国 31 家上市银行公开的财务数据，数据来源于万得资讯。这 31 家上市银行被分成大型国有银行（5 家）、股份制银行（12 家）和中小银行（14 家）。不同类型银行的监管规则、资产配置和业务类型方面有较大区别。下文首先根据 2018 年 12 月的财务数据，分资产结构、负债结构、贷款结构对三种类型银行的财务数据提供描述性统计（表 1-3 展示银行部分会计项目的平均余额和占比），然后根据可得的数据对银行持有的债券

资产结构进行估计（表 4），最后基于债券资产的特性，建立资产需求曲线并根据我国金融市场的数据进行校准。

### （一）描述性统计

从资产结构来看，整体而言“发放贷款及垫款”是我国银行资产端占比最高的一类资产。但相对而言，大型国有银行持有的现金和贷款的占比都较高，而股份制银行和中小银行持有的交易性金融资产比重较高。将“以公允价值计量且其变动计入当期损益的金融资产”以及“以公允价值且其变动计入其他综合收益的金融资产”作为受市场价格影响的金融资产，2018 年末大型国有银行、股份制银行和中小银行持有的这类资产占总资产的比重分别为 7%、8.3%和 16.8%。这与 2008 年金融危机前国际大型银行 30%-50%的比重仍然较低。在负债方面，大型国有银行的存款占比较高，而股份制银行和中小银行的同业业务占比较高。另外，虽然本文重点探讨可交易的金融资产的抛售，但作为银行的风险来源，还需要特别关注房地产业贷款的情况。这是因为房地产行业杠杆率高、周期性强，是潜在的银行坏账的来源。如果将建筑业和房地产业贷款统称为房地产企业贷款，可以看出大型国有银行持有的房地产企业贷款比重较低（7.3%），股份制银行（11.5%）和中小银行（11.2%）较高。个人住房贷款占比则反之，中小银行最低，股份制银行居中，大型国有银行最高。

**表 1 2018 年 12 月上市银行的资产结构**

	平均值（单位：十亿元）			占总资产的比重		
	大型国有银行	股份制银行	中小银行	大型国有银行	股份制银行	中小银行
现金及存放中央银行款项	2548	451	70	13.0%	8.5%	8.4%
存放同业和其它金融机构款项	261	79	27	1.3%	1.5%	3.2%
拆出资金	473	107	15	2.4%	2.0%	1.8%
以公允价值计量且其变动计入当期损益的金融资产	404	108	24	0.1%	0.0%	0.8%
以摊余成本计量的金融资产	2644	430	91	13.5%	8.1%	11.0%
以公允价值且其变动计入其他综合收益的金融资产	1347	441	133	6.9%	8.3%	16.0%
买入返售金融资产	378	56	13	0.9%	0.6%	0.6%
发放贷款及垫款	10357	2577	317	53.0%	48.7%	38.1%
长期股权投资	12	2	1	0.1%	0.0%	0.1%
应收款项类投资	441	798	118	2.3%	15.1%	14.2%
固定资产	182	27	4	0.9%	0.5%	0.4%

数据来源：Wind 资讯及作者整理

**表 2 负债结构**

	平均值（单位：十亿元）			占负债余额比重		
	大型国有银行	股份制银行	中小银行	大型国有银行	股份制银行	中小银行
同业和其它金融机构存放款项	1252	849	88	6.9%	17.3%	11.4%
向中央银行借款	516	252	19	2.9%	5.1%	2.5%
拆入资金	368	147	24	2.0%	3.0%	3.0%
以公允价值计量且其变动计入当期损益的金融负债	256	9	1	1.4%	0.2%	0.1%
衍生金融负债	67	25	4	0.4%	0.5%	0.6%
卖出回购金融资产款	359	128	26	2.0%	2.6%	3.4%
吸收存款	14075	2896	472	78.1%	58.9%	61.0%
零售存款	6465	557	107	35.9%	11.3%	13.8%
企业存款	7609	2338	365	42.2%	47.6%	47.2%
应付债券	477	486	121	2.6%	9.9%	15.6%

数据来源：Wind 资讯及作者整理

**表 3 贷款结构**

	平均值（单位：十亿元）			占贷款余额比重		
	大型国有 银行	股份制 银行	中小银 行	大型国有 银行	股份制 银行	中小银 行
农、林、牧、渔业	15.0	5.8	3.3	0.1%	0.2%	1.0%
采矿业	238.6	52.2	1.7	2.2%	2.0%	0.5%
制造业	1296.3	288.6	40.9	12.2%	10.9%	12.5%
<b>建筑业</b>	214.2	86.7	13.9	2.0%	3.3%	4.2%
批发和零售业	373.4	200.2	27.0	3.5%	7.5%	8.2%
交通运输、仓储和邮政业	1229.4	113.9	7.7	11.6%	4.3%	2.3%
信息传输、计算机服务和软件业	5.2	16.0	4.7	0.0%	0.6%	1.4%
住宿和餐饮业	7.0	2.3	1.8	0.1%	0.1%	0.5%
金融业	214.6	40.5	2.8	2.0%	1.5%	0.9%
<b>房地产业</b>	568.6	217.3	23.1	5.3%	8.2%	7.0%
票据贴现	198.7	73.9	17.0	1.9%	2.8%	5.2%
个人住房贷款	3056.7	473.7	41.4	28.7%	17.8%	12.6%
个人消费贷款	120.2	37.5	25.1	1.1%	1.4%	7.7%
个人经营性贷款	92.6	121.7	17.7	0.9%	4.6%	5.4%

数据来源：Wind 资讯及作者整理

由于本文重点考察银行抛售债券资产形成的风险传染效应，因此银行持有的债券资产结构是至关重要的。不同类型债券资产的风险权重、流动性和会计准则不同，银行对资产的处理偏好也不同。因此本文从流动性和会计计价方式两个维度来分析银行的金融资产结构。从会计计价角度，金融资产分为以公允价值计量且其变动计入当期损益的金融资产（交易性金融资产）、以公允价值计量且其变动计入其它综合收益（可供出售金融资产）的金融资产和以摊余成本计量的金融资产（持有到期投资）。会计记账方式的不同使得上述金融资产在银行间风险传染的作用有所不同：以公允价值计价的资产受到市场价格变化的影响，银行需要根据市场价格变化来更新资产负债表；而以摊余成本计价的金融

资产则不受短期资产价格变化的影响。从流动性风险和监管规则的角度，将银行持有的债券分为利率债（包括国债、地方政府债和政策性金融债），同业存单、票据（包括中期票据及短融）以及信用债（包括企业债、金融债等）四种大类。虽然银行还投资其他证券产品和权益类资产，但总量很小，本文暂且忽略。虽然个别上市银行没有公布完整的各类资产持有量的数据，本文根据公布数据的银行的持有量作为样本，推算 2018 年底各类资产分别在三种会计项目中的占比。

**表 4 四类债券资产的占比**

会计科目	银行类型	利率债	信用债	同业存单	票据	其余
以公允价值计量且其变动计入当期损益的金融资产	大型国有银行	14%	12%	4%	35%	35%
	股份制银行	12%	11%	6%	28%	43%
	中小型银行	28%	8%	8%	24%	32%
以公允价值且其变动计入其它综合收益的金融资产	大型国有银行	55%	10%	1%	33%	1%
	股份制银行	36%	16%	3%	35%	10%
	中小型银行	35%	8%	9%	23%	25%
以摊余成本计量的金融资产	大型国有银行	86%	3%	0%	8%	3%
	股份制银行	59%	7%	0%	12%	32%
	中小型银行	70%	5%	5%	14%	6%

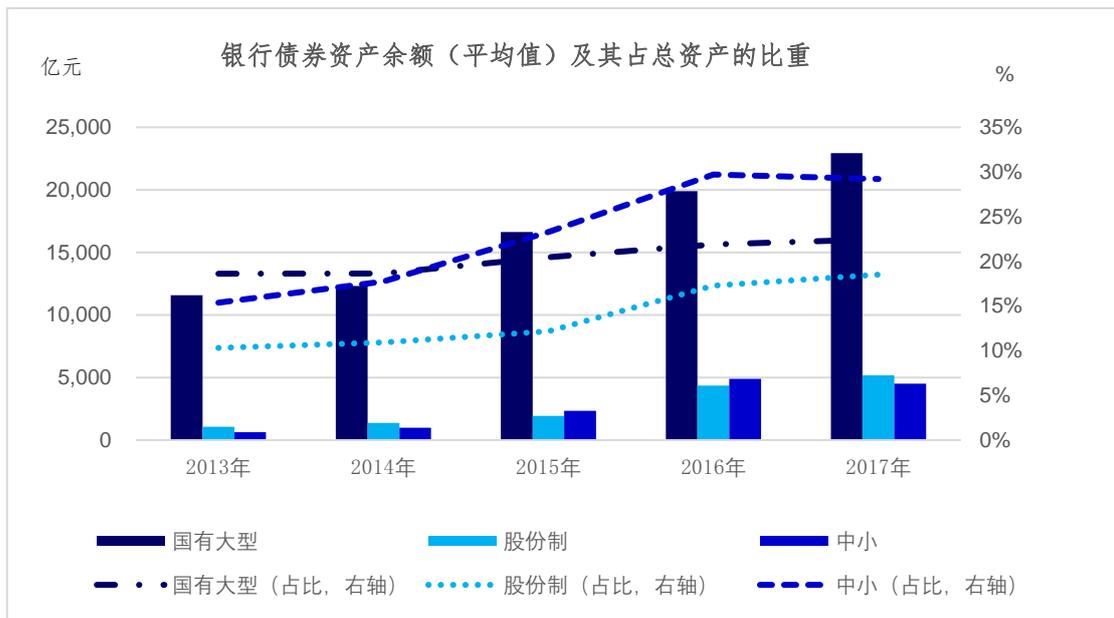
注：每一行加总等于 100%

数据来源：Wind 资讯及作者估算

在时间维度上，随着金融市场的发展我国的银行持有的资产也逐渐多元化，可能也是影响金融风险传染的因素，有必要对这一特征事实做一梳理。图 1 展示了 2013-2017 年间的三类银行的

债券资产占比<sup>3</sup>。可以看出，大型国有银行持有的债券资产余额最高，但从资产占比而言，中小银行最高。2013 年以来三类银行的债券资产余额和占比都稳步上升，其中股份制银行和中小银行的债券资产占比在 2016 年都出现显著增长。

图 1 2013 年至 2017 年间的债券资产占比变化



数据来源：Wind 资讯及作者估算

## （二）资产需求曲线和市场深度

要定量分析资产抛售造成的风险传染，一个核心的内容是对市场价格弹性（该弹性描述抛售量对价格的影响）的估算。根据金融危机的实证经验，资产价格的变化幅度与抛售量是正相关的关系。许多文献对市场压力情况下的资产需求和价格弹性进行了研究，提出了有实证证据基础的需求曲线方程。本文借鉴 Cifuentes, Ferrucci 和 Shin (2005), Bouchaud (2010), 和

<sup>3</sup>由于 2018 年的银行会计统计口径发生了变化，与 2017 年以前的数据口径不完全可比，因此在此统计中只比较了 2013-2017 年的数据。

Cont 和 Schaanning (2017) 的方法，采用线性模型和指数模型两种不同形式的资产需求曲线，以相互印证，减少采用单一模型造成的结果偏差。

### 1) 线性函数形式的资产需求曲线

相关文献中最常用的资产需求曲线的形式是线性函数的形式。用  $P$  表示资产的初始价格， $\Delta P$  表示价格下降幅度（绝对值）， $Q$  表示抛售资产的量， $D$  表示市场深度。市场深度的直观含义是大规模交易时资产价格不出现大幅波动的能力，下文会具体讨论。线性的资产需求函数指的是资产价格下跌的幅度表示为资产抛售量和市场深度的线性方程，如下

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{Q}{D} \quad (1)$$

### 2) 指数函数形式的资产需求曲线

线性函数的优点在于简单，容易获得解析解，但劣势也很明显：如果抛售量达到一定程度，资产价格会下跌到零以下，与现实不符。因此，现有文献在讨论大规模资产抛售的情况下，通常采用指数形式的资产需求函数，如下

$$\frac{\Delta P}{P} = 1 - e^{-\frac{Q}{D}} \quad (2)$$

根据指数函数的性质，资产价格变化率  $\frac{\Delta P}{P} \in [0,1)$ 。当  $Q$  趋近于无穷大的时候， $\Delta P$  趋近于  $P$ ，意味着价格下跌到无限接近于零。同时根据方程 (2)，资产价格是随着抛售量的增加而减速下降

的，这意味着在价格跌到一定程度会有更多机构愿意在低价买入，这也与现实比较相符。

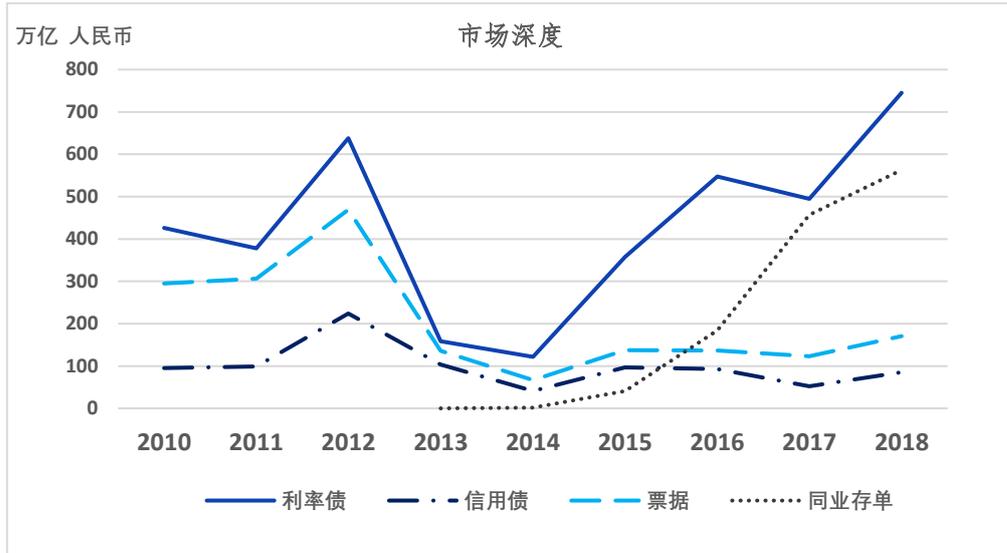
### 3) 市场深度和资产需求曲线的校准

在上述两个资产需求曲线的公式中，市场深度  $D$  是需要校准的参数。在资产抛售规模不变的情况下，市场深度与资产价格变化幅度呈负相关的关系。借鉴 Cont 和 Schaanning (2017) 的做法，本文根据现券市场的日均交易量以及各类资产价格的日度波动率来估算各类资产的市场深度，将市场深度  $D$  定义为：

$$D = c \frac{ADV \sqrt{\tau}}{\sigma} \quad (3)$$

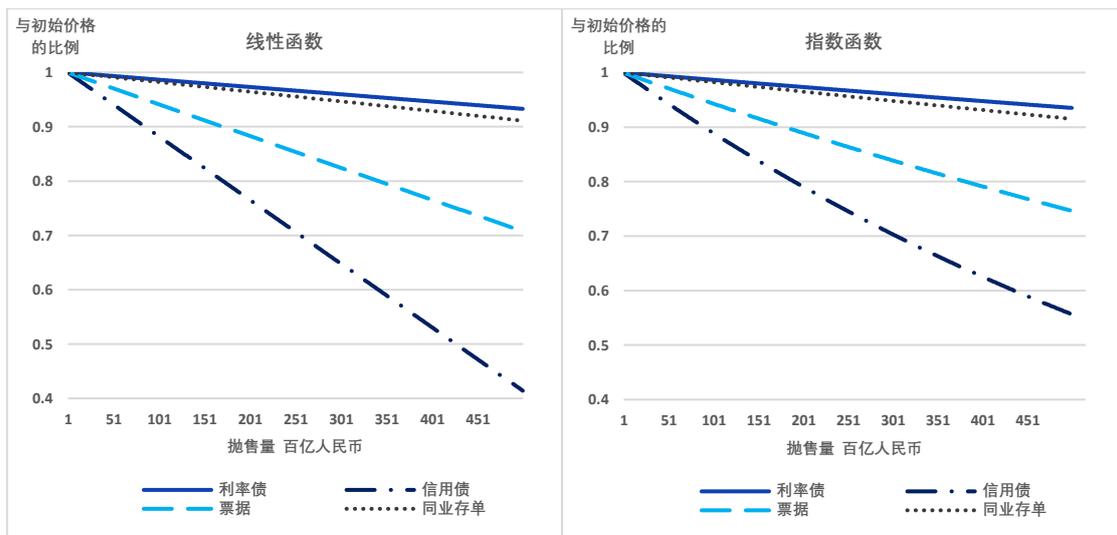
其中， $ADV$  表示资产的日均成交量， $\sigma$  表示资产的日度波动率， $\tau$  表示抛售资产的时间跨度，通常按日计算。与同类文献一致，将常数  $c$  设为 0.4。本文用中债指数日均波动率在一年内的年平均均值作为  $\sigma$ ，银行间市场现券一年内的日均成交量作为  $ADV$ ，将  $\tau$  设为 5，意味着抛售的过程 5 天，以此计算的各类资产的市场深度。如图 2 可以看出，各类资产的市场深度在不同的年份差距很大，但总体而言，近三年来的资产市场深度从高到低分别为利率债、同业存单、票据、信用债。

**图 2 2010-2018 年间资产的市场深度**



根据 2018 年我国金融市场的市场深度数据，本文通过公式 (1) 和公式 (2) 描绘两种形式的函数下的资产需求曲线，显示在图 3。图 3 的左轴表示  $1 - \frac{\Delta P}{P}$ ，即新价格占初始价格的比例。可以看出，在市场深度较高或者抛售量较小的情况下，线性函数和指数函数形式的曲线的区别不大；但当市场深度较低且抛售量较大的情况下，根据线性函数计算的价格变化会显著大于指数函数。

图 3 资产需求曲线



数据来源：作者测算

### 三、资产抛售模型和模拟结果

本节基于我国上市银行的资产负债表等微观数据，建立描述银行间金融风险传染机制的模型，并模拟资产抛售造成的金融风险传染过程。本节分为三小节，分别讨论三种情景下资产抛售及其导致的金融风险传染的机制：第一，当某银行受到信贷损失冲击而导致资本损失时，由于面临资本充足率的约束而产生的资产抛售行为，及其对其它银行的风险传染；第二，当某银行预期净现金流恶化时，由于同时面临流动性覆盖率和资本充足率的约束而产生的资产抛售行为，及其对其它银行的风险传染；第三，当银行体系面临（由于恐慌而导致的）融资冻结的情况时，银行为填补流动性缺口而产生资产抛售行为，及其对其它银行的风险传染。

#### （一）情形一：资本充足率约束下的资产抛售

##### 1. 资产抛售的直接效应和间接效应

金融危机的典型特征是银行的剧烈去杠杆，其中资产抛售是去杠杆的一个重要表现，2008年金融危机就是一个典型的例子。银行由于偿付能力降低而去杠杆的过程可以抽象为资本充足率监管指标的硬约束引发的资产负债表收缩。虽然在实践中资本充足率是个相对滞后的指标，但用其作为模型中银行面临的外部约束与现实中银行由于受监管约束而调整资产负债表的情况吻合。在资本充足率不达标的情况下，银行很难在短期内通过增加资本（例如增发二级资本债）的方式提升资本充足率，贷款由于期限

一般较长也难以在短期内调整，因此资产抛售往往是银行收缩资产规模以提升资本充足率的主要的方式。假设对银行的某个外部冲击（如突发的信贷损失）在第 0 期发生。本文将该冲击对银行的影响分成直接效应和传染效应两类。

(1) 直接效应（第 0 期）

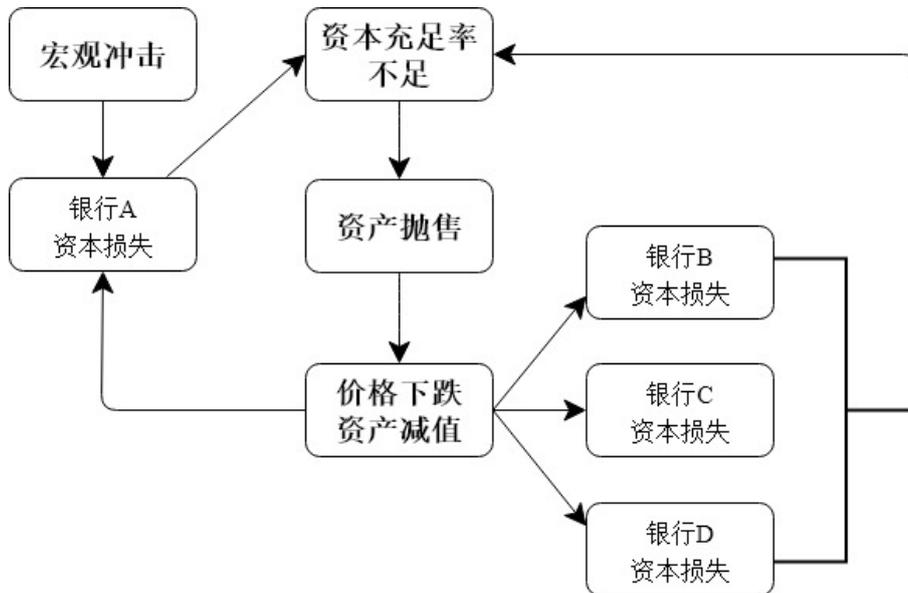
- i. 假设某银行受到一个外部冲击，例如银行信贷损失上升。根据上市银行公开的财务数据，可以推算在其它条件不变的情况下，贷款违约损失对本银行造成的资本金损失，即直接效应。

(2) 传染效应（第 1 期及以后）

- ii. 受冲击的银行的资本减计可能造成更多的银行的资本充足率（CAR）不达标。这些银行抛售资本占用的资产（风险权重较高的资产）来满足监管规则的要求。
- iii. 如果抛售完一类资产仍然不足以覆盖资本缺口，则抛售另一类资产；
- iv. 抛售导致资产价格下跌。资产价格的变化由资产抛售量和资产的市场深度决定（具体见下文）。由于抛售资产而导致的损失为投资损失（即投资收益为负）。
- v. 对于按公允价值计价的资产项目，持有同类资产的其它银行也会面临资产价格下降、资本减计。

- vi. 由于资产减值损失、投资损失或公允价值变动损失等三种因素的叠加，第1期可能有银行因为资本充足率不足也开始资产抛售，导致资产价格进一步下跌。
- vii. 如此循环，直到达到新的价格均衡点。

图4 资本充足率不足与资产抛售



## 2. 资本充足率的计算

资本充足率是宏观审慎政策的核心监测指标。与资产负债率或杠杆率的定义不同，资本充足率采用风险加权资产，不同资产的风险权重不同（不同资产用*i*表示），如公式（4）所示。因此，在用资产充足率（而非杠杆率）作为银行的约束条件的情况下，银行对于不同风险权重的资产的处置方式会有所不同。在各类资产细分的基础上，本文根据风险权重规则计算各银行的资本充足

率。用 $N$ 表示净资产， $A^i$ 表示资产 $i$ ， $w^i$ 表示资产 $i$ 的风险权重，资本充足率(capital adequacy ratio, CAR)表示为

$$CAR = \frac{N}{\sum_i A^i w^i} \quad (4)$$

根据银保监会的要求，系统性重要性银行的资本充足率不得低于11.5%，其他银行不得低于10.5%。本文根据2018年12月的数据估算各个银行的资本充足率。需要说明的是，由于银行不需要公开披露部分财务数据，因此本文估算的结果与银保监会掌握的资本充足率数据会存在一定偏差，但这不影响本文对传染机制的模拟分析。考虑到市场的敏感性，本文仅用代号表示各个银行，不列出各银行的名字。

表5 银保监会规定的风险权重

资产	风险权重
现金及现金等价物	0%
国债	0%
同业存单	20%-25%
信用债	100%
个人住房贷款	50%
贷款（除个人住房贷款）	100%
票据	100%
其它投资	400% - 1250%

资料来源：银保监会

### 3. 银行的最优行为方程

如上所述，当银行 $j$ 无法满足资本充足率的监管要求 $CAR_{reg}$ 时，即 $\frac{N_{j,t+1}}{A_{j,t}^i w^i} < CAR_{reg}$ ，银行选择抛售一些类别的资产来提升资本充足率。用 $q_{j,t}^i$ 表示银行 $j$ 对资产 $i$ 的抛售量，用 $I_j$ 表示银行 $j$ 持有的资产类别的集合， $I_j^F$ 表示银行 $j$ 持有的以公允价值计价的资产类别

的集合。银行j的目标函数是在 $I_j$ 集合中选择 $q_{j,t}^i$ 来最小化抛售造成的相对损失，即：

$$\min_{q_{j,t}^i} \sum_{i \in I_j^F} (A_{j,t}^i - q_{j,t}^i) \frac{\Delta p_j^i}{p^i} + \int_0^{q_{j,t}^i} \frac{\Delta \tilde{p}_j^i(q)}{p^i} dq \quad (5)$$

公式(5)表示的抛售损失由两部分构成。资产价格的变化会对剩余资产中以公允价值计价的资产 ( $I_j^F$ ) 造成损失，即会计准则中的公允价值变化损失，体现在公式 X 的第一项。公式的第二项表示抛售资产  $q_{j,t}^i$  的过程中由于价格下跌而形成的投资损失

(会计准则中的投资收益为负)，其中  $\frac{\Delta \tilde{p}_j^i(q)}{p^i}$  是抛售量  $q$  的函数，当  $q$  达到最优抛售量  $q_{j,t}^i$  时， $\frac{\Delta \tilde{p}_j^i(q_{j,t}^i)}{p^i} = \frac{\Delta p_j^i}{p^i}$ 。在不同资产需求函数的

设定下，累积的投资损失  $\int_0^{q_{j,t}^i} \frac{\Delta \tilde{p}_j^i(q)}{p^i} dq$  的具体形式不同。考虑到线性资产需求函数与指数资产需求函数的区别仅在大规模抛售时才有体现，为简化计算，本文假设银行目标函数中的投资损失与抛售量是线性关系，整个抛售的过程中价格是均匀下滑的，因此抛售损失可以简化为  $\sum_{i \in I_j} \frac{1}{2} q_{j,t}^i \frac{\Delta p_j^i}{p^i}$ 。简化后的目标函数如下：

$$\min_{q_{j,t}^i} \sum_{i \in I_j^F} (A_{j,t}^i - q_{j,t}^i) \frac{\Delta p_j^i}{p^i} + \sum_{i \in I_j} \frac{1}{2} q_{j,t}^i \frac{\Delta p_j^i}{p^i} \quad (6)$$

需要强调的是，本文假设任何一家银行无法知道其他银行的资产抛售量，因此也无法准确预测事后(ex post)资产价格下跌的幅度，因而仅根据自身的抛售量来判断价格的变化幅度。

银行抛售行为的最优方程需要满足如下资本充足率的约束条件，即保证在抛售之后的预期资本金规模达到监管要求：

$$\frac{\mathbb{E}\{N_{j,t+1}\}}{\sum_j (A_{j,t}^i - q_{j,t}^i) \left(1 - \frac{\Delta p_j^i}{p^i}\right) w^i} = \text{CAR}_{\text{reg}} + \delta \quad (7)$$

其中， $\mathbb{E}\{N_{j,t+1}\}$ 表示银行j预期 t+1 期的净资本，银行预期抛售过程中的投资损失会体现为净资本的下降。实际的 $N_{j,t+1}$ 和 $\mathbb{E}\{N_{j,t+1}\}$ 的差异主要体现在银行对抛售价格预期的偏差，两者的演化方程在下文具体解释。等式（7）中的 $\delta > 0$ 表示银行的抛售规模会略高于监管要求。因为如果银行 j 严格按照监管要求的资本充足率目标抛售资产，由于公允价值计价损失的缘故（ $N_{j,t+1}$ 低于预期）可能会导致抛售后资本充足率仍然不达标。为了避免由于这个原因造成单个银行连续几期抛售资产仍然无法达标，本文设置 $\delta$ 略大于 0。这个假设也与现实相符，因为通常情况下的银行的资产充足率会高于监管要求。

如上文所述，每个银行仅决定当期自身抛售的资产量，而事后的资产价格的变化由所有银行的抛售总量和资产需求曲线确定。在确定资产i的整体抛售量后，可以根据资产需求曲线计算资产i的价格变化率 $\frac{\Delta P^i}{P^i}$ ，分别用指数函数和线性函数表示：

$$\frac{\Delta P^i}{P^i} = 1 - e^{-\frac{\sum_j q_j^i}{D^i}} = 1 - e^{-\frac{Q_t^i}{D^i}} \quad (8)$$

或，

$$\frac{\Delta P^i}{P^i} = \frac{\sum_j q_j^i}{D^i} = \frac{Q_t^i}{D^i} \quad (9)$$

从资本充足率的约束（公式 7）可以看出，资产抛售的过程虽然可以降低风险加权资产（分母缩小），但过程中的损失也可能造成资本减计（分子缩小）。因此，取决于银行初始的资本充

足率和资产负债表结构，理论上银行抛售资产的过程也可能使得资本充足率下降。如果银行预期抛售某种资产后仍无法提高资本充足率，则不会选择抛售该资产。

总体而言，银行在选择抛售资产的类型和抛售量时主要受以下几个因素的影响：1. 资产的风险权重。在其它条件不变的情况下，出售风险权重越高的资产越有助于提升资本充足率。2. 资产需求曲线。在其它条件不变的情况下，资产价格弹性越大，投资收益损失和公允价值计价损失越大。3. 银行的资产负债表结构。在其它条件不变的情况下，银行在公允价值计价的会计项目中持有某类资产的余额越大，抛售该资产形成的损失也就越大。以上三种因素的共同作用构成银行的最优抛售行为。

#### 4. 各期资产负债表的演变方程

用每一轮资产抛售代表一期，需要跟踪测算每一期内所有银行的资产负债表的演变过程。根据会计计算方式， $t+1$  期的银行净资本的滚动公式为

$$N_{j,t+1} = N_{j,t} - \sum_i CL_{j,t}^i - \sum_i FL_{j,t}^i - \sum_{i \in I_j^F} ML_{j,t}^i + \sum_i NIM_{j,t}^i - \sum_i RI_{j,t}^i \quad (10)$$

其中， $CL_{j,t}$ 表示银行的资产减值， $FL_{j,t}$ 表示抛售时形成的投资损失， $ML_{j,t}$ 表示公允价值计价损失， $NIM_{j,t}$ 表示银行的净利息收入， $RI_{j,t}$ 表示再投资。在本文的模拟里，资产减值 $CL_{j,t}$ 主要指的是期初的宏观冲击造成的信贷损失，用 $A_j^i$ 表示银行j持有的各项资产i的余额（例如表3的各项贷款和表4的各项债券资产）， $CL_{j,t}$ 主要受违约概率（PD）和违约损失率(LGD)影响：

$$\sum_i CL_{j,t}^i = \sum_i A_j^i * PD_{j,t}^i * LGD \quad (11)$$

PD 和 LGD 的取值与资产类型  $A^i$  相关。在贷款方面，根据文献中的常用做法，用不良贷款率作为违约概率的代理变量。本文根据银监会公布的 2018 年各行业不良贷款率作为各行业的 PD。本文假设贷款违约损失率为 50%（抵押物价值），表示由于银行持有抵押物，在发生违约的情况下可以收回 50% 的资产价值。在债券方面，本文采用 2018 年末债券市场的违约率 0.95%，作为债券类资产的 PD，并假设违约损失率为 100%。

投资收益损失指银行  $j$  抛售的金融资产过程中的损失。根据上文所述，为简化计算，本文用线性资产需求曲线来计算投资收益损失：

$$\sum_i FL_{j,t}^i = \sum_i \frac{1}{2} q_{j,t}^i \frac{\Delta p^i}{p^i} \quad (12)$$

公允价值计价损失的大小取决于各银行的资产负债表结构，包括资产的种类和会计计量方式。例如，如果某银行持有的企业债全部记在以摊余成本计价的会计项目中，那么企业债价格变化并不会通过公允价值计价的方式对银行的资产形成影响。当资产价格变化后，可以根据各个银行的资产负债表项目计算其公允价值损失  $\sum_{i \in I_j^F} ML_{j,t}^i$ ：

$$\sum_{i \in I_j^F} ML_{j,t}^i = \sum_{i \in I_j^F} (A_{j,t}^i - q_{j,t}^i) \frac{\Delta p^i}{p^i} \quad (13)$$

公式 (10) 中的  $NIM_{j,t}^i$  是银行的净利息收入。本文将银行资产 ( $A^i$ ) 分为贷款和债券，其中债券包括利率债、企业债、票据、

同业存单，用债券资产在 2018 年全年的平均收益率数据作为债券资产利率，用人民银行公布的贷款加权平均利率作为贷款的利息，计算总体的利息收入  $\sum_i A_t^i R_t^i$ 。同时将银行负债 ( $L^k$ ) 分为存款、同业负债，其中将同业负债分为拆入资金和卖出回购，根据各项在 2018 年全年的平均利率数据作为负债的利息，计算利息支出  $\sum_k L_t^k R_t^k$ 。

$$NIM_{j,t+1}^i = \sum_i A_t^i R_t^i - \sum_k L_t^k R_t^k \quad (14)$$

本文假设银行每期用于再投资  $\sum_i R I_{j,t}^i$  的利润比重以及对各类资产的配资比重，即未分配利润中再投资于各个资产中的资金占未分配利润的比例，均维持在期初的比例，即 2018 年 12 月各银行的资产持有情况。

公式 (7) 中银行  $j$  预期的  $E\{N_{j,t+1}\}$  与公式 (10) 中的  $N_{j,t+1}$  可以不同，因为银行在抛售债券时并不掌握整个市场的抛售信息，因此预期的  $t+1$  期期初净资本是根据  $q_{j,t+1}^i$  计算的价格变化  $\frac{\Delta p_j^i}{p^i}$ 。

## 1. 模拟结果

如上文所述，初始期所有银行都满足资本充足率的要求。本文设计的冲击为房地产贷款违约造成的信贷损失上升。由于个人住房按揭贷款的风险相对较低（因为首付比例较高），本文暂不考虑个人住房贷款违约的变化，而将房地产业和建筑业的贷款加总，统称为房地产业贷款，作为受房地产市场变化影响最大的贷款类别。假设宏观冲击是，第 0 期全部银行的房地产贷款的不良率在最新数据 1.1%<sup>4</sup> 的基础上升一倍。因为用不良率代表违约概

<sup>4</sup>最新数据为 2017 年底。

率，在其它条件不变的情况下信贷损失率也相应上升一倍，体现在公式（11）中房地产贷款出现资产减值，对银行形成净资本减计。根据计算，冲击发生后一家股份制银行资本充足率不达标，需要抛售资产。下文展示基准模型的模拟结果，以及调整了参数设置、变换数据年份后的模拟结果。

### 1) 基准（深度）参数设置： $\tau = 5$

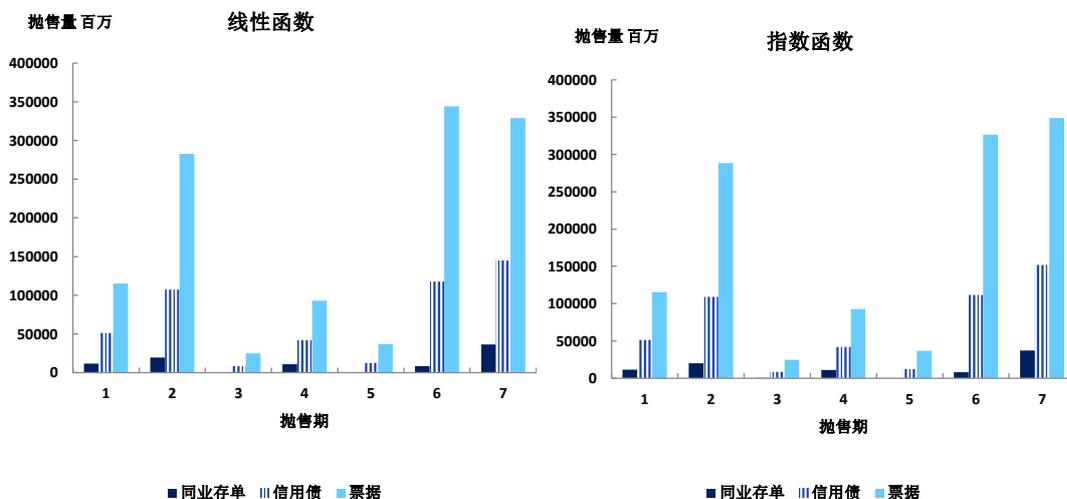
假设每一轮抛售为一期。参考现有文献的做法，本文用 $\tau = 5$ ，即每期抛售为 5 天（一周）作为基准模型，同时报告线性函数和指数函数作为资产需求曲线方程的模拟结果。图 5-7 分别显示各期的资产抛售量、资产价格以及资本充足率不足的银行个数。总体而言，单个银行资产抛售引发的传染效应非常明显，且在两种资产需求函数的设置下的金融风险传染路径都比较接近，表明模型的结果比较稳健。

从图 5 可以看出，我们的模拟显示，在面临资本充足率约束时各银行选择抛售的资产中票据占比最高，其次是企业债，最后是同业存单，而利率债没有遭到抛售。可以推断，银行抛售最多票据的主要原因是因为市场流动性好，因此预期抛售不会造成明显折价。企业债虽然风险权重高但市场流动性差，因此是次优选项。尽管票据在以公允价值计价的资产类比中占比较高，意味着银行受到公允价值计价损失较高，但由于银行预期票据价格下降幅度较低，因此仍选择抛售更多票据。而同业存单市场虽然流动性好，但风险权重较低、对提升资本充足率的作用有限，因此抛售量较小。利率债风险权重为零，抛售利率债无助于提升资本充足率，因此抛售量为零。

从图 6 可以看出，由于票据的抛售量最大，因此票据的价格下跌幅度最大。尽管单个银行预期票据市场深度较高、抛售不会造成明显折价，但事实上所有银行的最优行为加总造成了票据抛售量最高，票据价格跌幅更甚于企业债。由于票据在三类银行的公允价值计价的资产中的比重比企业债和同业存单高，因此票据价格下跌加剧了金融风险的传染。这个结果说明，由于信息不对称，单个银行的最优行为可能会放大风险。

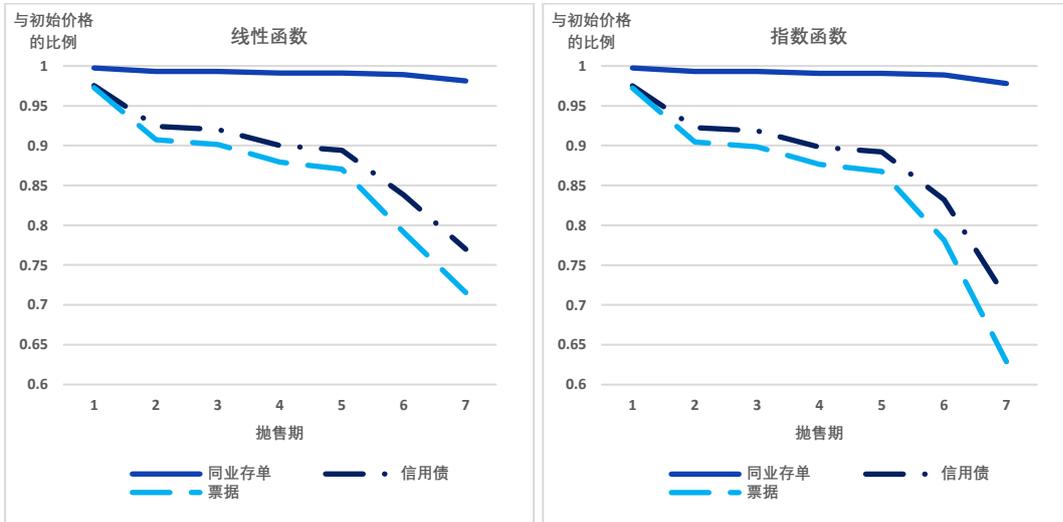
图 7 可以看出，资产抛售过程呈显著的非线性。第 1 期只有 1 家股份制银行抛售资产，很快传染至 3 家。第 5、6 期的时候资本充足率不足的银行数量减少，但在第 7 期突然增加。这是因为在第 6 期的时候一家大型国有银行陷入资本充足率不足，由于其抛售的资产规模很大，许多其他银行受到公允价值计价的损失也陷入资本金不足。因此，尽管第 5、6 期的抛售规模明显下降，但实际上金融风险传染并未结束，而风险在第 6、7 期重新开始加大。

图 5 资产抛售总量（资本充足率约束）



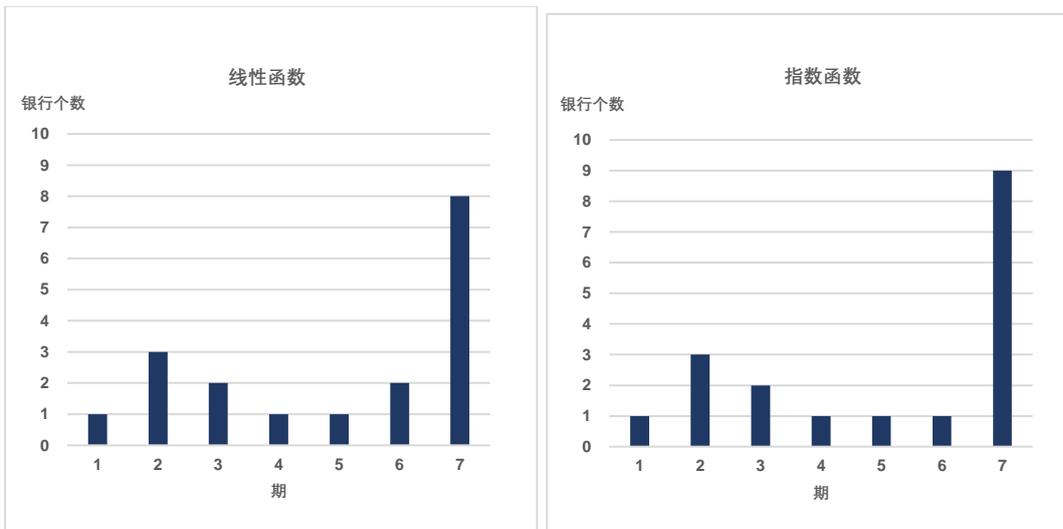
数据来源：课题组模型模拟

图 6 资产价格曲线（资本充足率约束）



数据来源：课题组模型模拟

图 7 资本金不足的银行个数（资本充足率约束）



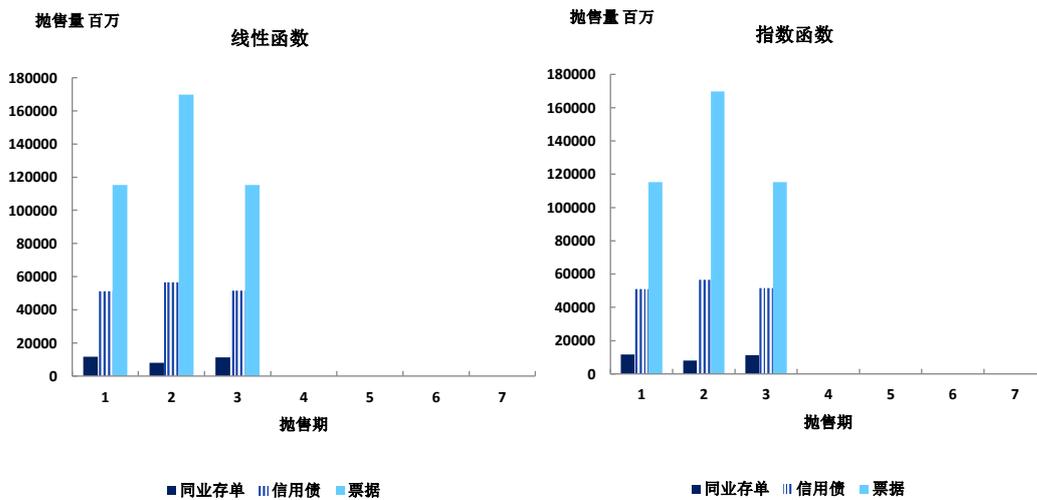
数据来源：课题组模型模拟

## 2) 高（深度）参数设置： $\tau = 20$

虽然资产抛售函数形式的设置对模拟的结果影响有限，但不同的参数设置尤其是市场深度的设置对模拟结果的影响值得检验，其中影响市场深度的最重要的因素是抛售期 $\tau$ 。上文的基准模型建立在抛售期 $\tau = 5$ 天的条件下，表示所有抛售量集中在 5 天内的

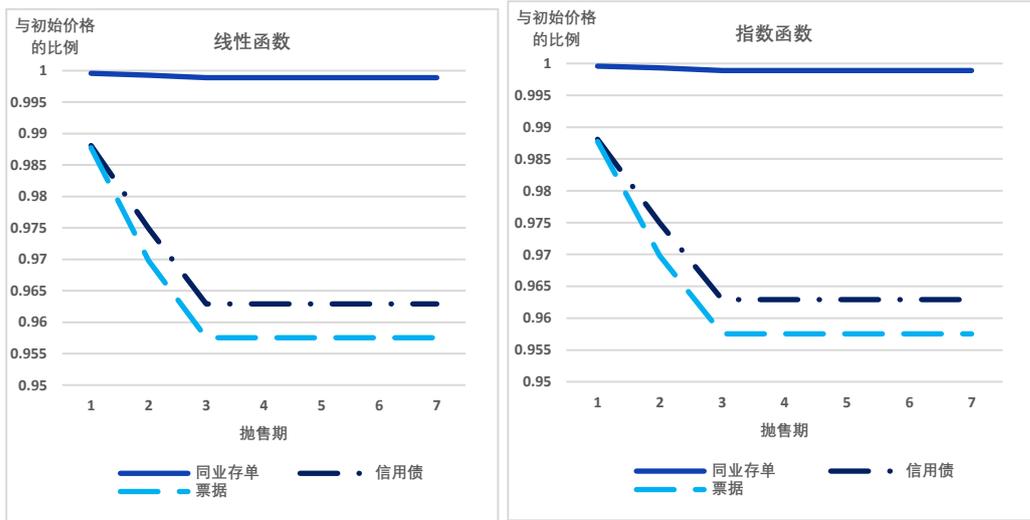
抛售强度。当抛售的期间延长，通过公式（3）可以看出相当于某一时点上的市场深度的增加。为了检验市场深度对风险传染的影响，在维持其它参数不变的情况下，将抛售区间延长到 $\tau = 20$ （相当于近1个月的抛售期）的情形作为参照模型。图8-10展示参照模型的模拟结果。可以看出，给定同样的冲击，在市场深度较深的情况下，传染效应大大降低。资产抛售仅发生了三期就自动停止，资产价格的变化也非常缓和。另外，由于抛售规模较小，线性函数和指数函数下的结果非常接近。可见，市场深度是影响金融风险传染效应的重要因素。

图8 资产抛售总量（资本充足率约束， $\tau = 20$ ）



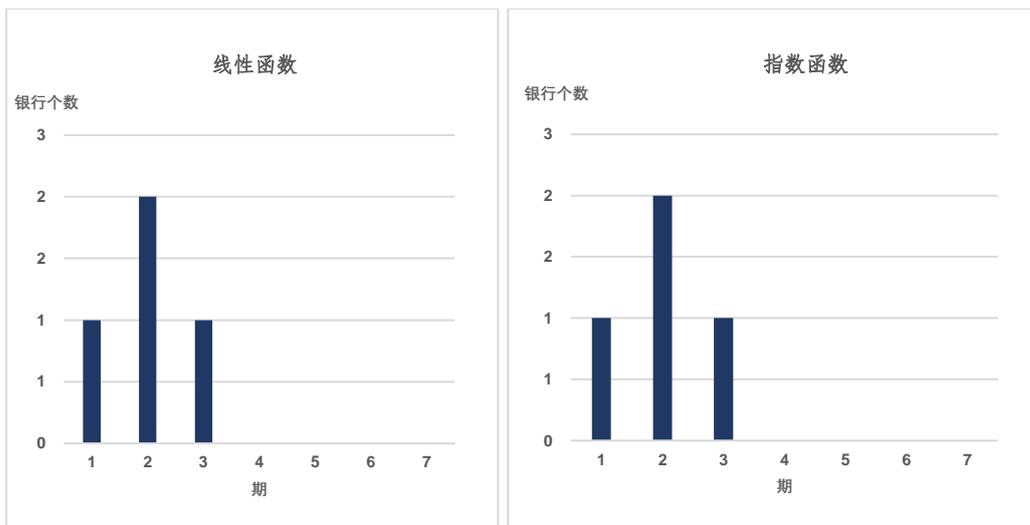
数据来源：课题组模型模拟

图9 资产价格曲线（资本充足率约束， $\tau = 20$ ）



数据来源：课题组模型模拟

图 10 不满足资本充足率要求的银行个数（资本充足率约束,  $\tau = 20$ ）



数据来源：课题组模型模拟

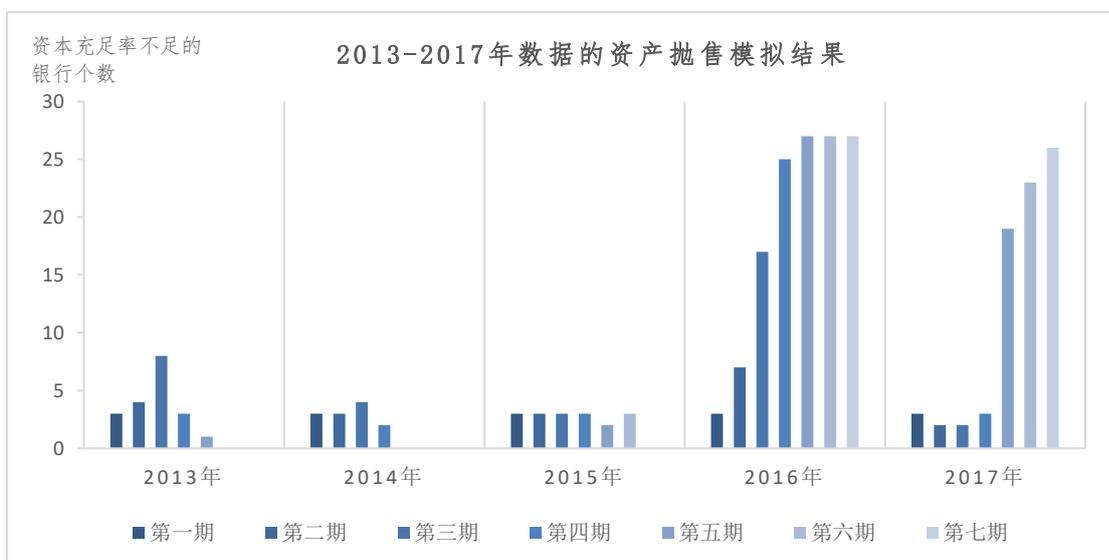
### 3) 不同年份数据的模拟比较

除了资产需求曲线的校准，银行的资产结构也是影响银行抛售行为的重要因素。如前文所述（图 1），2013 年以来的 5 年间银行的债券资产占比有所增加，尤其是在 2016 年有明显增长。因此对不同时间点上的银行数据进行模拟，可以观察银行资产结构对金融风险传染的影响。上文的基准模型采用的是 2018 年 12 月

的财务数据，下面基于 2013-2017 年的银行财务数据进行资产抛售模拟。在各年数据的模拟的过程中采用同样的市场深度和其它参数设置。为了重点观察银行债券资产占比对金融风险传染强度的影响，本文在对各年份数据的模拟中调整各年份的初始冲击的大小（信贷损失的大小），使得每个模拟的初始期都有三个银行的资本充足率不足，以此更好地观测金融风险传染的效应。

图 11 可以看出，对 2013-2015 年间的银行数据的模拟结果显示金融风险传染力度比较有限，最多传染到 5-8 家银行，其中 2013 年和 2014 年的银行抛售行为在第 5、6 期就自行停止。而 2016 年和 2017 年的模拟结果则显示 3 家银行的资产抛售传染到 20 余家银行，引发了更大规模的资产抛售，并且没有自动停止，抛售延续到所有银行都陷入资本充足率不足。因此可以推断，债券资产占比的上升明显提高了银行的资产抛售行为通过价格渠道形成的风险传染强度。

**图 11 不同年份的模拟结果（基于 2013-2017 年数据的模拟）**



(二) 情形二：资本充足率和流动性覆盖率约束下的资产抛售模拟

在现实中，除了资本充足率，银行还面临许多其它的监管约束，其中比较重要的是流动性覆盖率(LCR)。本节研究银行在受到外部冲击情况下，由于必须同时满足资本充足率和流动性覆盖率监管要求而导致的抛售行为及其传染效应。流动性覆盖率的定义为优质流动资产与未来 30 天内的净现金流出的比值：

$$LCR = \frac{\sum A_{j,t}^i \gamma^i}{NF_{j,t}} \quad (15)$$

其中，优质流动资产根据一级资产（现金、国债等）、2A 资产（同业存单、信用评级 AA-以上的信用债和票据）、2B 资产（信用评级 BBB-到 A+的信用债和票据）三项汇总计算，折算率  $\gamma^i$  分别 100%、85%和 50%。 $NF_{j,t}$  是预期正常履约的净现金流出。本文根据各银行 2018 年年报公布的 30 天内到期的现金流入和现金流出数据来计算  $NF_{j,t}$ 。银保监会要求银行的流动性覆盖率  $LCR_{reg}$  达到 100%。

银行在面临外部冲击的情况下，如果要同时满足资本充足率和流动性覆盖率的监管要求，会选择一种最优的抛售策略。银行行为的目标函数仍然是

$$\min_{q_{j,t}^i} \sum_{i \in I_j^F} (A_{j,t}^i - q_{j,t}^i) \frac{\Delta p_j^i}{p^i} + \sum_{i \in I_j} \frac{1}{2} q_{j,t}^i \frac{\Delta p_j^i}{p^i} \quad (16)$$

银行选择抛售  $q_{j,t}^i$ ，需要同时满足资本充足率和流动性覆盖率两个约束条件，

$$\frac{E\{N_{j,t+1}\}}{\sum_{i \in I^F} (A_{j,t}^i - q_{j,t}^i) (1 - \frac{\Delta p_j^i}{p^i}) w^i} = CAR_{reg} + \delta \quad (17)$$

$$\frac{\sum A_{j,t}^i \gamma_{j,t}^i}{NF_{j,t}} = LCR_{reg} + \delta \quad (18)$$

根据 2018 年 12 月的数据计算的各银行的初始资本充足率均达标。作为引发资产抛售的外部冲击，本节假设某银行在第 0 期无法满足流动性覆盖率（原因可能是该银行的贷款客户突然违约，或该银行发行票据或债券失败等）。具体的做法是，在根据 2018 年年报的数据计算了所有银行的流动性覆盖率水平后，调低流动性覆盖率的最低的一家银行的净现金流出，使其降至流动性覆盖率的监管要求（ $LCR_{reg}$ ）之下。下文展示由一家银行流动性覆盖率不达标引起的资产抛售效应，依然采用基准设置，即抛售期  $\tau = 5$  情形下的市场深度。

从图 12-13 可以看出，银行抛售的资产仍然是同业存单、信用债和票据。其中抛售量最大的、价格下跌幅度最大的仍然是票据。由于利率债的折算率为 100%，无论是资本充足率还是流动性覆盖率不足，都不会引发利率债的抛售。从图 14 可以看出，一家银行的流动性覆盖率不足导致的资产抛售和资产价格下跌可能会造成其他银行的资本充足率不足，因此形成金融风险传染。但在随后的几轮抛售过程中，抛售的原因均为资本充足率不足，而流动性覆盖率不足的情况没有再出现。这是因为流动性覆盖率并不受资本减计的影响，只要不出现融资流动性的变化或违约的情况，即  $NF_{j,t}$  维持不变，资产价格下跌就不会影响其它银行的流动性覆盖率。但是，流动性覆盖率不足引发的抛售资产会通过价格渠道影响其它银行的净资本，从而形成金融风险传染。

图 12 资产抛售量 (CAR 和 LCR 监管约束)

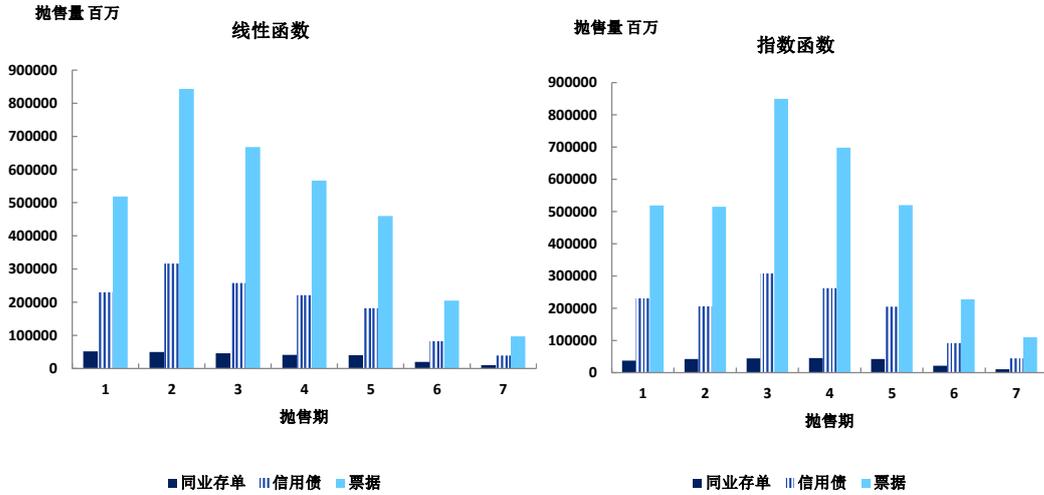


图 13 资产价格曲线 (CAR 和 LCR 监管约束)

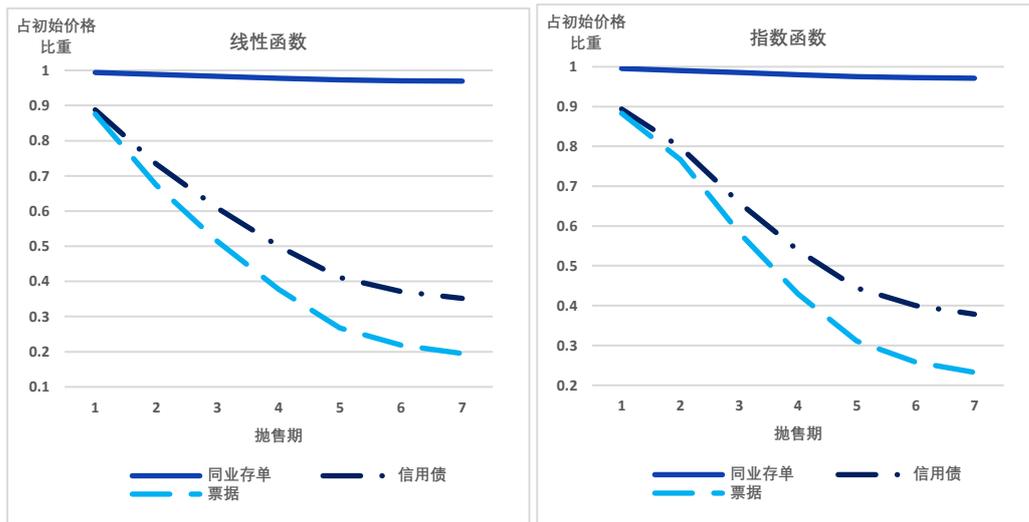
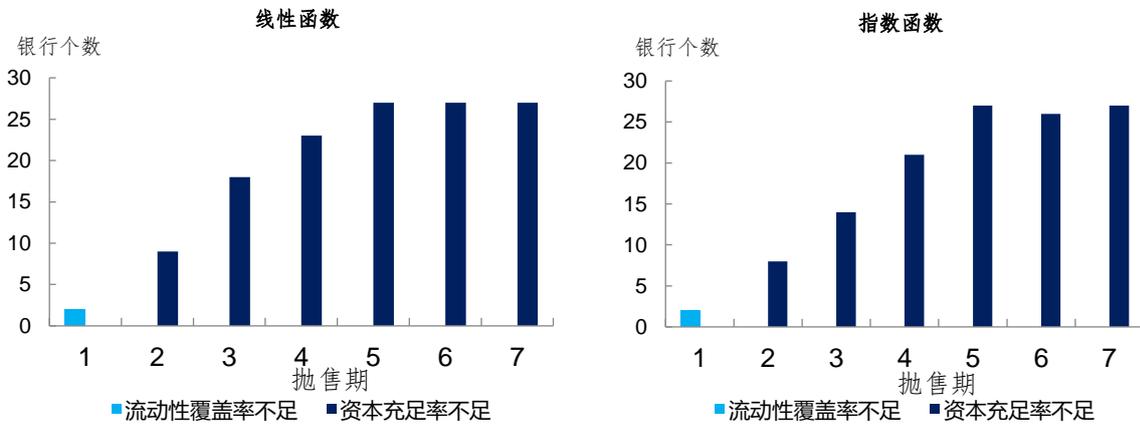


图 14 不满足监管要求的银行个数 (CAR 和 LCR 监管约束)



### （三）情形三：流动性危机下的资产抛售模拟

上文对资本充足率和流动性覆盖率约束情景下的抛售模拟没有考虑可能出现的银行融资困难和其它银行对本银行违约的可能性。在现实中，一旦某银行出现流动性困难，市场往往会认为各家银行对手风险普遍上升，导致银行间流动性全面收紧，因此许多银行都可能会面临融资困难（比如，银行无法续发债券、大额存单或票据，银行客户挤兑等）。另外，某银行违约也会造成被违约银行现金流入下降（和净现金流出上升）。本文把这些情景称为“流动性危机”。本节对银行在面临流动性危机情况下进行资产抛售的过程进行模拟。

与情景一和情景二不同，本节对流动性危机的模拟不考虑监管约束。为了刻画流动性短缺的情形，本节着重模拟银行每期的“现金流入”和“现金流出”，以跟踪银行的流动性缺口（盈余）。具体而言，将银行2018年12月年报里公布的30天内到期的资产和30天内到期的负债作为银行在初始期（第0期）的现金流入和现金流出。根据2018年12月的财务数据，31家银行中的大部分银行30天内预期的现金流出都高于现金流入。但在正常的市场情况下，银行的短期负债一般可以通过不断滚动融资（roll over）来满足偿债需求，因此某一时点上财务报表上的“净现金流入”为负并不意味着银行必然面临流动性危机。但在特殊情况下（如由于某银行出现坏消息而导致市场恐慌），银行可能无法从市场上获得新的融资或将现有的负债展期，甚至发生赎回或挤兑，就会出现现金流入无法覆盖现金流出的情况。在这种情况下，

银行需要通过抛售未到期的资产来满足支付需求。

本文假设银行资产和负债期限结构不随时间变化而变化，意味着在其它条件不变的情况下，每家银行固定的现金流入占总资产的比重不变（用 $\beta^A$ 表示），且固定的现金流出占总负债的比重不变（用 $\beta^L$ 表示）。本文根据各家银行的财务数据计算各家银行的 $\beta^A$ 和 $\beta^L$ ，并假设这两个比例在模拟的抛售期内维持不变。银行 $j$ 在 $t$ 期的现金流入( $\text{inflow}_{j,t}$ )和现金流出( $\text{outflow}_{j,t}$ )由银行的资产和负债结构决定，

$$\text{inflow}_{j,t} = \beta_j^A A_{j,t} - \text{CL}_{j,t} \quad (19)$$

$$\text{outflow}_{j,t} = \beta_j^L L_{j,t} \quad (20)$$

$$\text{gap}_{j,t} = \text{outflow}_{j,t} - \text{inflow}_{j,t} \quad (21)$$

其中， $\text{CL}_{j,t}$ 表示银行（作为债权人）由于其它银行违约而承担的损失。 $\text{gap}_{j,t}$ 表示流动性缺口（盈余）。如果 $\text{gap}_{j,t} < 0$ ，银行的现金流入大于现金流出，盈余将用于偿还负债。在模拟的过程假设银行偿还负债的顺序为拆入资金、同业存放、卖出回购、存款，剩余的盈余进入资本金。当 $\text{gap}_{j,t} > 0$ ，银行需要选择抛售资产来满足支付需求。银行的目标函数是选择最优的 $q_{j,t}^i$ 组合来最小化抛售损失，

$$\min_{q_{j,t}^i} \sum_{i \in I_j^F} (A_{j,t}^i - q_{j,t}^i) \frac{\Delta p_j^i}{p^i} + \sum_{i \in I_j} \frac{1}{2} q_{j,t}^i \frac{\Delta p_j^i}{p^i} \quad (22)$$

抛售量需要足以覆盖流动性缺口，

$$q_{j,t} = \sum_i q_{j,t}^i = \text{gap}_{j,t} + \delta, \text{ if } \sum A_{j,t}^i \geq \sum_i q_{j,t}^i \quad (23)$$

$$q_{j,t} = \sum A_{j,t}^i, \quad \text{if } \sum A_{j,t}^i < \sum_i q_{j,t}^i$$

如果银行预期卖完了所有金融资产都无法支付现金流出，就形成违约，违约造成的损失为  $\text{gap}_{j,t} - \sum_i q_{j,t}^i$ 。无法满足支付需求而造成的违约也会通过网络效应对其它银行形成传染。在缺乏精确的银行双边交易数据的情况下，本文假设银行之间是完全的交易网络，即假设每个银行都向其它所有银行借款，借款规模与各银行的资产规模呈正比，因此违约造成的损失在不同银行之间的分布与各银行的资产规模成正比。具体而言，银行  $h$  的违约会造成银行  $j$  的信贷损失，而银行  $j$  遭受的信贷损失是全部违约的银行（用  $h \in \text{default}$  集合表示）的违约金额乘以银行  $j$  的资产占整个银行体系的资产的比重。

$$CL_{j,t} = \left[ \sum_{h \in \text{default}, j \neq h} (\text{gap}_{h,t} - q_{h,t}) \right] * \frac{A_{j,t}}{\sum_j A_{j,t}} \quad (24)$$

资产减值 ( $CL_{j,t}$ ) 将计入下一期的现金流入。一家银行的违约使得其它银行下一期的“现金流入”减少，可能导致原本流动性充足的银行陷入流动性短缺。当被违约的银行由于流动性短缺开始抛售资产，资产抛售造成的资产价格下跌会使得出售资产获得的现金收入下降。如果抛售了所有流动性资产都无法满足支付需求，这些银行也陷入违约。银行一旦违约则无法再通过市场融资来偿付债务。银行的资产持有量的演化方程为

$$A_{j,t+1} = \sum_{i \in I_j^F} (A_{j,t}^i - q_{j,t}^i) \left( 1 - \frac{\Delta p_j^i}{p^i} \right) \quad (25)$$

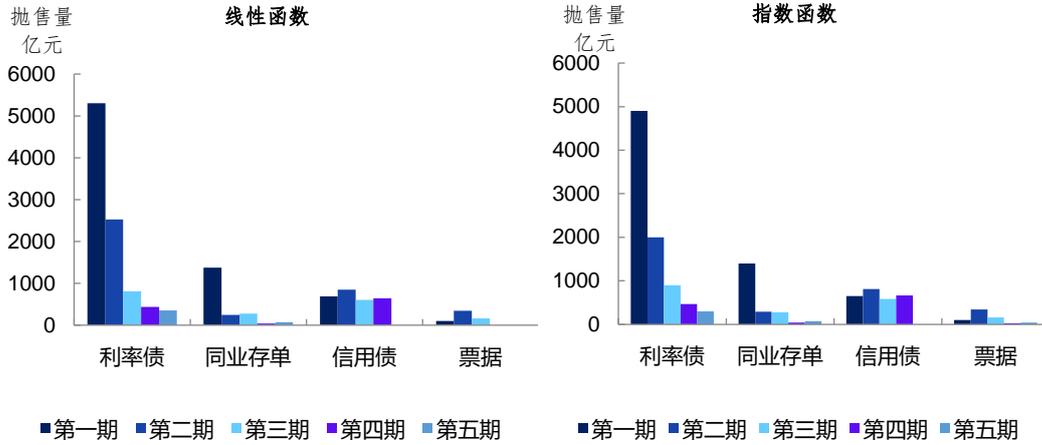
简言之，在这个模型中，价格渠道和对手方违约两个金融风险传染渠道都发挥作用。首先，资产抛售的价格效应会加剧流动

性短缺。资产价格下跌会使得可变现的资产价值缩水，降低偿还债务的能力，通过公式（25）和公式（19）体现。其次，违约通过银行间交易网络形成传染效应。当某银行变现了所有流动性资产后仍然无法偿还其到期的负债，就可能出现对其它银行的违约。违约损失体现为对手方银行下一期现金流入的减少，影响这些银行对其自身债务的偿付能力，通过公式（24）和公式（19）体现。

作为流动性危机的模拟，假设初始冲击是各银行突然丧失从银行间市场融资的能力，即整个银行体系的流动性冻结，银行需要通过资产抛售来满足支付需求<sup>5</sup>。根据 2018 年 12 月的各银行的财务数据计算各银行在模拟初始期（第 0 期）“流动性缺口/盈余”（gap）。由于银行无法在市场上融资，因此需要抛售资产。模拟的结果显示在图 15-17。可以看出，与前文监管约束触发的资产抛售不同，流动性冲击下银行抛售最多的资产是利率债和同业存单。这是因为在没有资产风险权重和优质流动资产折算率的情况下，银行抛售任何资产获得的流动性都是等价的，因此更倾向于抛售流动性好的资产以减少抛售损失。然而，尽管利率债和同业存单的市场深度比较高，由于各家银行持有的利率债和同业存单的比重比信用债和票据高很多，受价格下跌影响的资产份额比较大，违约的银行从第 1 期的 1 家很快发展到 10 余家。根据本文的设置，违约的银行自动退出银行间市场并停止抛售，因此随着越来越多的银行退出市场，抛售自动停止。

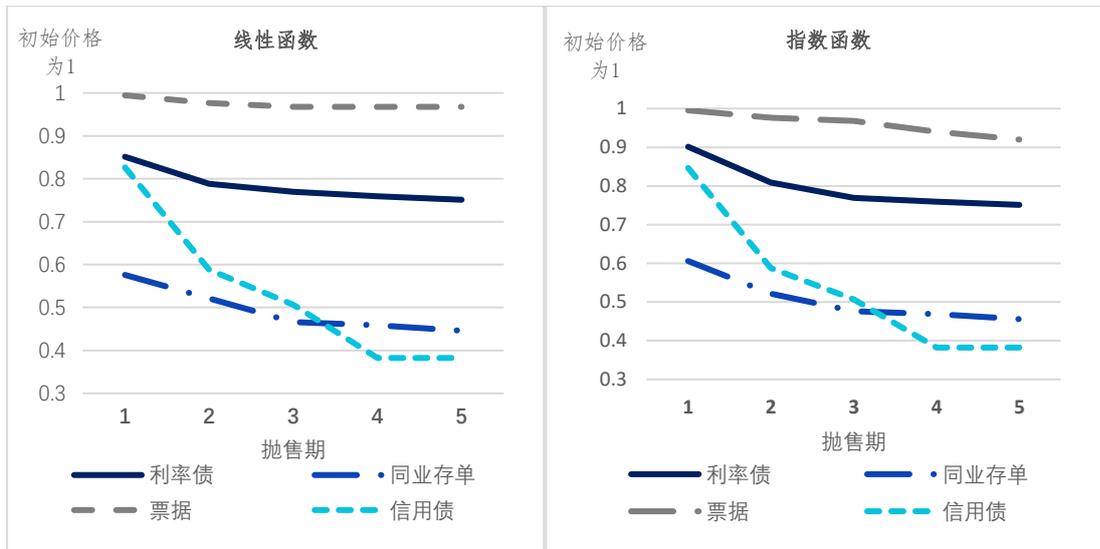
<sup>5</sup> 这是为了简化模拟设置所做的一个比较极端的假设。下一步研究中可以尝试“部分银行（如中小银行）丧失融资能力，大型银行仍能融资”的假设。

图 15 资产抛售量（流动性短缺）



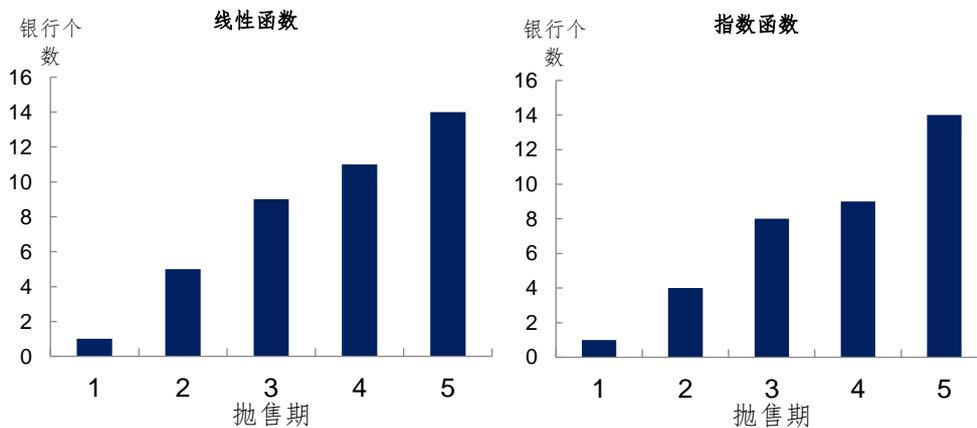
数据来源：课题组模型模拟

图 16 资产价格曲线（流动性短缺）



数据来源：课题组模型模拟

图 17 每期累计违约银行个数（流动性短缺）



数据来源：课题组模型模拟

#### (四)小结

上文分别模拟了银行较为典型的三种金融风险传染情景，即在信贷损失、净现金流恶化和融资冻结三种冲击下，银行面临不同的外部约束条件下的最优行为，较为详细地刻画了金融风险在不同银行之间传染的过程和机制。模型重点考察了由于资产抛售而导致的价格传染机制，也描述了银行违约通过网络效应所形成的传染。表 6 总结了三种情景中所采用的外部冲击的类型、对监管约束条件的假设和所刻画的传染机制的类别。从表中可以看出，本文的研究的三种情景只是对冲击类型、监管假设和传染机制进行了几种“典型”组合，不可能穷尽全部的组合和选项，但这个分析框架为以后将研究扩展到其它情景提供了重要的基础。

**表 6 三种情景的小结和比较**

	情景一	情景二	情景三
冲击	信贷损失	净现金流恶化	融资冻结
外部约束	资本充足率	资本充足率和流动性覆盖率	无
传染机制	资产抛售	资产抛售	资产抛售和网络效应

来源：作者整理

#### 四、结论

本文根据 31 家中国上市银行的资产负债表数据，对银行系统资产抛售传染的过程进行了沙盘推演。本文分别刻画了信贷损失、净现金流恶化和融资冻结三种冲击情景下，银行面临不同外部监

管约束条件下的最优资产抛售行为，重点考察了价格渠道形成的风险传染机制，并根据市场深度参数和各年份数据进行了稳健性检验。通过三种情形的模拟，本文得出以下结论和政策含义。

首先，金融风险的演化呈高度非线性。一个较小的冲击在初期可能只影响个别银行，资产抛售规模也不显著，但很可能会通过价格渠道的传染演化成大的危机。因此，对于监管当局而言，识别金融风险的类型、风险发生的信号和判断危机的阶段都是至关重要的。其次，由于信息不对称，单个银行的最优行为加总后可能成为放大风险传染的因素。这体现在银行均选择抛售流动性好的资产，反而造成该资产价格下降过大对持有同类资产的银行造成公允价值计价损失。最后，银行的资产结构和债券市场深度都是影响金融风险传染效应的重要因素。随着我国银行持有的债券资产比重升高，金融风险传染效应更加明显。

这项研究还有许多扩展、改进和运用的空间。与流动性风险和违约的网络效应相关的传染机制都值得更深入的研究，同时也应该关注中国特有的影子银行体系的风险传染特征。监管部门也应该考虑将风险传染因素纳入金融机构压力测试模型并对金融危机的演进进行沙盘推演，为审慎监管政策和危机干预政策的制定提供依据。

参考文献:

[1]Aikman, D., P. Alessandri, B. Eklund, P. Gai, S. Kapadia, E. Martin, N. Mora, G. Sterne and M. Willison, 2009, "Funding Liquidity Risk in a Quantitative Model of Systemic Stability".

[2]Allen, F. and D. Gale D., 2000, " Financial Contagion", Journal of Political Economy, Vol: 108, Pages: 1-33, ISSN: 0022-3808

[3]Allen, F., and Gale, D., 2000. "Financial contagion". Journal of political economy. 108(1), 1-33.

[4]Allen, F., and Gale, D., 2004b. "Financial fragility, liquidity, and asset prices". Journal of the European Economic Association. 2, 1015 - 1048.

[5]Allen, F., Babus A, Carletti E, 2012, "Asset Commonality, Debt Maturity and Systemic Risk", Journal of Financial Economics., vol: 104, pages: 519-534, ISSN: 0304-405X

[6]Anand, K., G. Bédard-Pagé and V. Traclet, 2014, "Stress Testing the Canadian Banking System: A System-Wide Approach", Financial System Review, 61.

[7]Bouchaud, Jean-Philippe, 2010. "The endogenous dynamics of markets: price impact and feedback loops,"Papers 1009.2928, arXiv.org.

[8]Burrows, O., D. Learmonth, J. Mckeown and R. Williams, 2012, "RAMSI: A Top-Down Stress-Testing Model Developed at the Bank of England". Bank of England Quarterly Bulletin, Bank of England, vol. 52(3), pages 204-212.

[9]Caballero, R. and A. Simsek, 2013. "Fire Sales in a Model

of Complexity,” *Journal of Finance*, American Finance Association, vol. 68(6), pages 2549–2587, December.

[10]Caballero, R., and A. Simsek, 2013. “Fire Sales in a Model of Complexity,” *Journal of Finance*, American Finance Association, vol. 68(6), pages 2549–2587, December.

[11]Cateau, G., T. Roberts and J. Zhou, 2015, “Indebted Households and Potential Vulnerabilities for the Canadian Financial System: A Microdata Analysis”, *Financial System Review*, Bank of Canada.

[12]Churm, R., 2017, “Stress Test Modeling at the Bank of England: Past, Present and Future”.

[13]Cifuentes, R., G. Ferrucci and H. S. Shin, 2005, “Liquidity Risk and Contagion”, *Journal of the European Economic Association*, 3(2-3): 556–566.

[14]Cifuentes, R., G. Ferrucci and H. S. Shin, 2005, “Liquidity Risk and Contagion”, *Journal of the European Economic Association*, 3(2-3): 556–566.

[15]Cifuentes, R., H.S.Shin and G. Ferrucci, 2005. “Liquidity Risk and Contagion,” *Journal of the European Economic Association*, MIT Press, vol. 3(2-3), pages 556–566, 04/05.

[16]Cont, R. and E. Schaanning, 2017, “Fire Sales, Indirect Contagion and Systemic Stress Testing”.

[17]Freixas, X., B. Parigi and J. Rochet, 2000, “What Should Central Banks Do ”, *Journal of Money, Credit and Banking*. Vol. 32, No. 3, Part 2:, pp. 611–638

[18]Gauthier, C. and M. Souissi, 2012, “Understanding

Systemic Risk in the Banking Sector: A Macrofinancial Risk Assessment Framework”, Bank of Canada Review, 2012(Spring): 29–38.

[19]Gorton, G. and L. Huang, 2004. “Liquidity, Efficiency, and Bank Bailouts,” American Economic Review, American Economic Association, vol. 94(3), pages 455–483, June.

[20]Gorton, H., and Huang, L., 2004. “Liquidity, efficiency and bank bailouts”. American Economic Review. 94, 455 – 483.

[21]Henry, J., C. Kok, A. Amzallag, P. Baudino, I. Cabral, M. Grodzicki, M. Gross, G. Halaj, M. Kolb and M. Leber, 2013, “A Macro Stress Testing Framework for Assessing Systemic Risks in the Banking Sector”. Occasional Paper Series152, European Central Bank.

[22]Mitchell, M. and T. Pulvino, 2012. “Arbitrage crashes and the speed of capital,” Journal of Financial Economics, Elsevier, vol. 104(3), pages 469–490.

[23]Oura, H. and L. Schumacher, 2012, “Macrofinancial Stress Testing–Principles and Practices”.

[24]Pyoun, D., 2015, “Systemic Risk Assessment Model for Macroprudential Policy (SAMP)”.

[25]Schnabel, I., and H. S. Shin, 2004. “Liquidity and Contagion: The Crisis of 1763,” Journal of the European Economic Association, MIT Press, vol. 2(6), pages 929–968, December.

[26]Sheldon, G. and M. Maurer, 1998. “Interbank Lending and Systemic Risk: An Empirical Analysis for Switzerland,” Swiss

Journal of Economics and Statistics (SJES), Swiss Society of Economics and Statistics (SSES), vol. 134(IV), pages 685-704, December.

[27] Shleifer, A. and R. Vishny, 2011. "Fire Sales in Finance and Macroeconomics," Journal of Economic Perspectives, American Economic Association, vol. 25(1), pages 29-48, Winter.

[1] 范小云, 王道平, 刘澜飏. 规模、关联性与中国系统重要性银行的衡量[J]. 金融研究, 2012(11):16-30.

[2] 方意, 郑子文. 系统性风险在银行间的传染路径研究——基于持有共同资产网络模型[J]. 国际金融研究, 2016(06):61-72.

[3] 方意. 系统性风险的传染渠道与度量研究——兼论宏观审慎政策实施[J]. 管理世界, 2016(08):32-57+187.

[4] 方意. 中国银行业系统性风险研究——宏观审慎视角下的三个压力测试[J]. 经济理论与经济管理, 2017(02):48-66.

[5] 高国华, 潘英丽. 基于资产负债表关联的银行系统性风险研究[J]. 管理工程学报, 2012, 26(04):162-168.

[6] 黄秀路, 葛鹏飞. 债权激励降低了银行系统性风险吗?[J]. 财经研究, 2018, 44(01):47-60.

[7] 马君潞, 范小云, 曹元涛. 中国银行间市场双边传染的风险估测及其系统性特征分析[J]. 经济研究, 2007(01):68-78+142.

[8] 王占浩, 郭菊娥, 薛勇. 资产负债表关联、价格关联与银行间风险传染[J]. 管理工程学报, 2016, 30(02):202-209

---

报 送:

---

联系人:

电话: 62797519

---