

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2026.04.008

折价出售传染与货币市场基金行业系统性风险^①

——基于“基金-资产”二分网络视角

姚晨安¹, 张卫国², 王超^{3*}

(1. 华南理工大学工商管理学院, 广州 510641; 2. 深圳大学管理学院, 深圳 518055;
3. 广东工业大学经济学院, 广州 510520)

摘要: 货币市场基金管理人在所持资产价格遭受负向冲击后往往通过折价出售风险资产来预防投资者集中赎回, 这种折价出售行为可能会引起货币市场基金行业发生风险传染, 从而导致系统性风险. 本文基于“基金-资产”二分网络, 构建了货币市场基金的资产折价出售风险传染模型, 在统一框架下度量了货币市场基金行业总溢出损失、基金个体的系统脆弱性和系统重要性, 刻画了基金特征、变现策略和风险资产价格对货币市场基金系统性风险的重要影响作用. 使用我国债券市场和货币市场基金数据进行实证分析, 结果表明: 货币市场基金与债券市场的联动性是系统性风险生成的核心要素, 忽略货币市场基金间资产折价出售的传染效应会严重低估货币市场基金行业系统性风险; 资产组合相似度越高, 货币市场基金的系统脆弱性和重要性越高; 货币市场基金的规模亦与其系统重要性显著正相关; 不同变现策略造成的风险资产传染冲击是形成基金系统性风险差异的重要因素. 研究结果为金融监管部门采取适当干预措施阻断货币市场基金间风险传染提供决策依据, 对于完善我国重要货币市场基金评估体系与监管框架具有重要意义.

关键词: 货币市场基金; 折价出售; 风险传染; 系统性风险

中图分类号: F832.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2026)04-0128-27

0 引言

得益于产品创新和渠道创新, 近年来我国货币市场基金(简称货币市场基金)资产管理规模高速增长, 目前已成为世界第二大资产管理市场^②. 货币市场基金虽然主要投资于标准化资产, 信用风险较低, 但也不是绝对安全的“避风港”. 2008年9月, 雷曼兄弟债券的违约导致美国货币市场基金 Reserve Primary Fund 跌破净值, 触发了投资者挤兑, 基金管理人减持资产, 资产价格下跌加剧投资者恐慌情绪, 使危机在整个货币市场基金行业中扩散. 一周内, 投资者从货币市场基金市场总共赎回约 3 000 亿美元, 占市场总规模的 14%. 危机时期中, 货币基

金减持了 2 003 亿美元高信用评级商业票据(占总持有量的 29%), 商业票据市场陷入流动性枯竭. 我国也发生过相似的危机事件, 如, 2016年12月, 由于国内货币市场短期资金价格攀升, 货币市场基金面临连续多日日赎回额超过 500 亿元的赎回压力, 使大量货币市场基金管理人选择变现同业存单、债券等资产以满足资金需求. 这对于日交易量约 1 000 亿元的同业存单市场和 5 000 亿元的债券市场产生了一定的价格冲击, 诱发“基金赎回→变现损失→加剧赎回”的恶性循环. 受此影响, 1 个月内货币市场基金规模环比下降 13%. 这两个事件表明, 一旦货币市场基金折价出售资产对短期融

① 收稿日期: 2021-09-16; 修订日期: 2023-07-18.

基金项目: 科技部资助科技创新 2030“新一代人工智能”重大项目(2020AAA0108404); 广东省自然科学基金资助项目(2023A1515012494).
通讯作者: 王超(1991—), 男, 陕西商洛人, 博士, 讲师. Email: sharpe_wang@163.com

② 数据来源: Financial Stability Board, Global monitoring report on non-bank financial intermediation 2020(Basel: FSB, 2020), p69.

资市场产生较大冲击,基金个体的流动性风险将在货币基金行业内传染、叠加和共振并最终演化为系统性风险。

尽管资产折价出售通常是货币基金应对流动性冲击的主要措施^[1],它在危机时期却成为外生冲击的放大器.原因在于资产折价出售会产生负外部性:一个市场参与者的资产折价出售将触发其他市场参与者的杠杆约束或资本约束条件,诱发更多资产出售和更大幅度的资产减值,而金融机构之间的资产关联会使更多的市场参与者陷入危机^[2,3].资产折价出售的溢出效应被视为金融系统不稳定性的重要来源^[4],因此厘清其作用机理对防范和化解系统性风险至关重要。

2016年以来,监管部门陆续出台《货币市场基金监督管理办法》和《公开募集开放式证券投资基金流动性风险管理规定》等规定,严格限制货币基金投资范围,提高流动性与安全要求,防止资金空转,推动货币基金回归流动性管理工具和低风险投资产品的本源.可是目前针对货币基金的压力测试主要集中在微观层面,更多关注基金个体的资产负债匹配问题,并没有全面评估基金之间的风险传染效应及整体损失.从更广泛的角度来看,包括微观金融产品及宏观货币市场的金融系统面临的动荡来源和风险点增多,因此,迫切需要将复杂系统的管理思想融入宏观政策制定与金融风险防控之中,从而更好地化解系统性风险^[5,6].如何能够全面评估货币基金间流动性风险传染演化为系统性风险损失的结果,以及如何预防系统性风险的发生和在爆发后尽量降低其损失,这是本研究试图回答的问题。

本文研究目的是探究我国货币基金行业系统性风险识别、传染机理及损失度量方法.首先,对相关风险传染渠道进行识别和刻画.现有文献证实持有共同资产(common asset holdings)的价格关联传染渠道在银行系统性风险扩散方面发挥了关键作用,资产折价出售在中间起到了流动性冲击演变加速器的作用^[7,8].鉴于此,为了克服以往学者使用计量模型检验货币基金资产组合特征与个体收益及风险的因果关系而无法反映其风险生成机制的难题^[9],本文利用我国货币基金十大重

仓债券数据构建了“基金-资产”二分网络,便于呈现货币基金的系统性风险演变过程。

其次,以资产端外生冲击为风险来源,以应对负债端资金需求为管理目标,剖析货币基金经理人采用一致策略前提下的折价出售传染机制.与Greenwood等^[2]考虑资产同质化的折价出售传染机制不同,本文引入了资产折价出售行为对不同类别资产价格冲击的异质性效应,探讨了该异质性效应对基金管理人资产组合变现一致策略选择的影响,并进一步分析了引起货币基金间风险传染在广度与深度上的差异,更准确地反映了现实情况下系统性风险的累积程度。

再次,在资产折价出售溢出损失的统一框架下,本文构建3个系统性风险度量指标,包括行业总溢出损失、个体基金的系统脆弱性与系统重要性.这些度量指标可以捕捉货币基金根据外生冲击变化而进行资产调整决策形成新的市场均衡后的动态损失,弥补了现有压力测试只能测量单一时点的静态损失的不足.并结合货币基金的脆弱性与重要性得分特征来厘定重要货币基金的标准,提出了一种识别重要货币基金的新方法。

最后,通过对危机期间我国货币基金真实数据进行分析,得出持有资产的相似程度及变现策略对系统性风险的影响规律.已有文献证实,基金的资产组合相似度越高可能导致自身难以抵抗系统性风险^[10].本文结合货币基金所持债券品种众多、债务关系相似的特点,构建资产组合相似度指标以衡量货币基金间关联程度,并通过实证检验表明资产组合相似度对货币基金的系统脆弱性具有解释性,为研究基金网络结构领域提供了基金间关联程度与系统性风险存在联系的经验证据。

本文的贡献主要包括以下几个方面:第一,通过构建“基金-资产”二分网络,厘清了从外生冲击到货币基金经理人策略调整、资产市场再平衡直至所有基金个体资产负债表脆弱性增加的风险演变过程,为研究非银行金融机构间风险传染提供了新的视角;第二,基于网络视角构建的系统性风险度量模型考虑了不完备市场中机构一致性行为和流动性对资产组合价值的影响,反映了系统性风险的传导路径、影响范围和程度.与传统

的基于尾部风险依赖的系统性风险度量模型相比,新的网络视角下的风险度量模型对金融监管部门实施自上而下的宏观审慎压力测试有很强的借鉴意义;第三,本文提出以货币基金的脆弱性与重要性得分矩阵作为重要货币基金的识别方法,能够同时衡量单个货币基金的风险敞口与边际贡献,从而为监管部门实施差异化监管提供了评估方法;第四,本文将“基金-资产”二分网络中资产组合的相似程度映射到货币基金的关联程度,更加准确地刻画货币基金受资产价格波动影响的大小,对进一步完善货币基金流动性风险管控指标体系具有重要的参考价值。

1 文献综述

与本文相关的研究工作主要包括以下三方面:第一,关于货币基金流动性风险的来源、传染与管理措施研究。国内外学者普遍认为,在利益搜寻机制下,货币基金管理人往往倾向于配置低流动性资产,以获取更高收益,同时吸引投资者资金流入。这一做法会使期限错配程度加剧,使自身更容易出现挤兑现象,并给整个行业带来更高的流动性风险^[9, 11, 12]。Rizi等^[13]构建向量误差修正模型后发现货币基金的流动性风险具有跨市场传染性,即货币基金和相关商业票据市场、回购协议市场存在短期和长期协整关系。Parlatore^[14]、Strahan和Tanyeri^[1]探讨了危机时期货币基金管理人进行折价出售高流动性资产以控制流动性风险的结果,理论和实证的证据均表明资产折价出售行为导致货币基金的脆弱性增加。国际监管机构认为,货币基金行业所面临的压力可能会威胁基础资产市场的稳定,从而导致系统性金融危机。因此,关注焦点转向如何制定新的政策举措以提高货币基金行业抵御风险的能力^③。从实证研究角度来看,Baghai等^[15]发现针对2008年“跌破面值”事件提出的监管改革措施增加了美国优质型货币基金的风险承担, Li等^[16]认为这些措施在2020年动荡

事件中加剧了美国优质型货币基金的挤兑恐慌。总体而言,现有文献着眼于微观审慎视角的货币基金流动性风险管理,主要研究基金个体流动性风险的形成、积聚和控制,但未揭示单体风险如何转移到资产市场、最终扩散成整个行业系统性风险的内在机理。

第二,系统性风险相关研究。当前度量系统性风险的方法主要有基于金融市场传染方法和基于资产负债网络传染方法。基于金融市场传染方法主要利用金融市场资产日度数据来度量金融体系之间的尾部关系,主要有基于增量条件在险价值(ΔCoVaR)^[17]、边际期望损失(MES)与系统期望损失(SES)^[18]、系统性风险指数(SRISK)^[19]等方法构建的系统风险度量模型。Banulescu和Dumitrescu^[20]、陈国进等^[21]、张冰洁等^[22]和王纲金等^[23]展开了关于测度金融机构对整体系统性风险贡献度的研究。涂晓枫^[24]将 ΔCoVaR 与 $\text{Exposure-}\Delta\text{CoVaR}$ 方法应用于测度我国货币基金的系统重要性与系统脆弱性。然而基于金融市场传染方法的系统性风险度量存在以下缺点:一是尾部依赖模型对数据有效性要求较高,而我国基金公司未上市,其数据还不能满足要求;二是该模型无法展示系统性风险的生成与传染过程。基于资产负债网络传染方法通常采用网络模型计算金融机构间的风险敞口,研究系统性风险的传导路径、影响范围以及程度,代表性研究包括隋聪等^[25]、方意^[26]、邓超和陈学军^[27]。从节点异质性的角度出发,欧阳红兵和刘晓东^[28]、黄岩渠等^[29]、范小云等^[30]以及宫晓莉等^[31]采用不同方法构建同业拆借关联网络或方差分解网络,用以识别我国金融网络风险传染中的系统重要性金融机构。已有的度量金融机构对整体系统性风险边际贡献的网络模型并不完善,一方面侧重于机构间或市场与机构间的两两(业务或波动)相关性,忽视了整个系统因资产特征而形成的关联性;另一方面,较少研究在统一框架下评估系统重要性和系统脆弱性。

③ Financial Stability Board 提出了摆动定价、资本缓冲、限制合格投资品等一系列政策举措,从降低破坏性赎回的发生概率和降低巨额赎回的价格冲击两方面以提高货币基金行业的抗风险能力。具体可参见 Policy Proposals to Enhance Money Market Fund Resilience (Basel: FSB, 2021), pp. 16-36.

第三,基于持有共同资产渠道的风险传染研究.非银行金融机构的存在,是当前金融风险扩散的主要源头之一.例如,马亚明和胡春阳^[32]通过网络关联法测度非银行金融机构的风险关联程度,结果显示,在风险聚集期,其极端风险网络关联度显著增长.学者们发现银行与非银行金融机构间因持有共同资产而产生关联,即银行和保险公司、投资基金之间存在资产价格传染渠道^[33,34].作为非银行金融机构最重要的子部门之一,开放式基金有易于遭受挤兑风险的特点,因此Fricke和Fricke^[35]以及Baranova等^[36]将投资者挤兑约束作为传染触发条件,用来度量基金间共持资产风险传染的溢出损失.非银部门间接风险传染的研究主要集中于在相对简单的市场环境中进行模拟分析,而银行部门风险传染的研究则考虑了更为复杂的市场环境和行为变化.根据被动管理和主动管理策略的不同,银行间因所持共同资产遭受价格冲击后的损失程度不尽相同.假设银行管理者对资产价格变化采取被动管理时,Caccioli等^[37]讨论了不同市场环境下分散化投资对系统性风险传染的发生概率和范围的影响.从主动管理的角度,Greenwood等^[2]和Duarte和Eisenbach^[38]研究了银行管理者以维持恒定杠杆为目标而进行按比例变现的资产折价出售所引发的风险传染问题,Cont和Schaanning^[39]探讨了当资本损失超出阈值后金融机构进行资产折价出售所造成的金融系统溢出损失的影响范围和程度.

近年来,国内不少学者基于银行间持有共同资产渠道分析了传染机制、宏观经济因素、间接关联程度、资产抛售规则等因素对风险传染效果的影响.例如,通过分离银行间债务和持有共同资产渠道,隋聪等^[40]研究了两种风险传染机制的叠加效应.姜闪闪和范宏^[41]通过引入宏观经济波动来改进银行风险传染网络模型.王超等^[42]利用折价出售机制和银行风险偏好刻画银行投资组合之间的关联,提出了新的银行系统间接关联网络模型.方意和黄丽灵^[43]在Greenwood等^[2]间接关联网络模型上,比较了四种不同资产抛售规则下银行体系系统性风险的差异.方意等^[44]在改进多轮传染的银行持有共同资产间接关联模型的基础上,

进一步探究了房地产市场通过不同渠道导致的银行业系统性风险差异.需要指出的是,银行与基金、保险等其他金融机构在资本约束和投资结构等方面有着本质的区别,如果将以维持恒定杠杆为策略目标的银行间资产折价出售传染机制直接应用于其他金融机构的风险管理,就会产生适用性问题.

综上,国内外学者对资产折价出售传染与系统性风险的关联性问题已有一定的研究成果,但研究对象大多集中在银行部门,对货币基金尤其是我国货币基金的系统性风险缺乏深入研究.此外,现有关于货币基金流动性风险的研究未涉及流动性冲击如何触发资产折价出售进而演变成系统性风险,因此与之匹配的货币基金流动性风险压力测试忽略了因资产组合调整决策而造成的溢出损失.鉴于此,本文针对货币基金提出的资产折价出售风险传染机制克服了上述问题,运用基于持有共同资产关系的“基金-资产”二分网络模型,从资产价格溢出效应角度研究了货币基金行业的系统性风险传染触发条件、渠道、传播链条和扩散结果.

2 “基金-资产”网络与资产折价出售传染机制

在债券市场利率上升的情景下,我国证券投资基金业协会使用编制的货币基金压力测试模型测算了货币基金所持债券组合影子价值的偏离程度,以衡量基金个体的风险损失.但是,由于货币基金压力测试报告采用频率较低的季度报告形式,因此直接损失的测算结果是基于单一时点的静态损失,忽略了后续的潜在损失,没有考虑风险的传染范围和传染强度.在现实情形中,货币基金的投资者在观测到市场冲击信号之后,可能会采取赎回份额操作.如2016年在市场利率高企、资金面紧张等多重因素影响下,国内机构投资者大规模赎回货币基金.如果货币基金经理人折价出售资产以应对赎回压力,那么会对债券市场的流动性造成冲击,进而导致货币基金面临流动性危机.通过持有共同资产的风险传染渠道,资产折价

出售使基金与资产的净值相互影响,从而加剧货币基金系统性风险传染.本节基于“基金-资产”二分网络模拟资产折价出售过程,研究外生冲击对货币基金行业造成的风险传染及系统性风险.

2.1 “基金-资产”二分网络及其投影网络

2.1.1 “基金-资产”二分网络

基金之间因持有共同资产而相互联系,二分网络可表征基金市场与资产市场的连接关系^[9, 11, 12, 45].定义图 $B = \{U, V, E\}$ 为一个“基金-资产”二分网络(bipartite network),其中 U 为货币基金节点集合, V 为风险资产节点集合, E 为基金节点指向资产节点的边的集合.图 B 的边记为 $e = (i, j)$,其中 $i \in U, j \in V$,而 $U = \{1, \dots, N\}$, $V = \{1, \dots, M\}$.由基金-资产节点构成的邻接矩阵记为 $W_{N \times M}$,矩阵中的元素 w_{ij} 表示代表基金 i 持有资产 j 的价值.图1直观描述“基金-资产”二分网络 B 中连接的几种可能形式.其中基金 f_1 的资产组合与其余基金无重叠,基金 f_2 和 f_3 持有共同资产 a_2 和 a_3 ,基金 f_3 和 f_4 持有共同资产 a_4 .

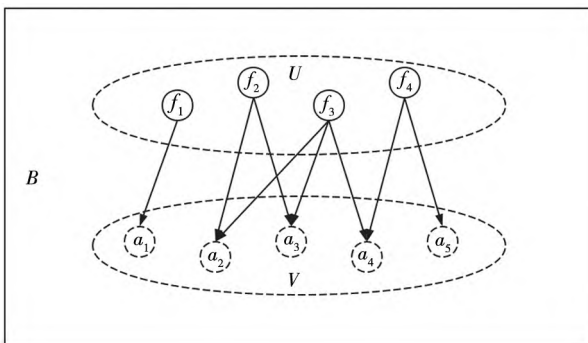


图1 “基金-资产”二分网络 B 示意图

Fig.1 Stylized representation of the “fund-asset” bipartite network B

从基金与资产的节点特征来看,以基金持有资产价值作为边权时,基金 i 的节点强度 s_i^f 代表基金 i 持有的总资产价值,资产 j 的节点强度 s_j^a 代表资产 j 的总市场价值

$$s_i^f = \sum_j w_{ij} \text{ 和 } s_j^a = \sum_i w_{ij} \quad (1)$$

其中 $i = \{1, \dots, N\}; j = \{1, \dots, M\}$.

以基金持有资产关系作为边权时, W 可转化为 0-1 邻接矩阵 \bar{W} .如果 $w_{ij} > 0$,那么 \bar{W} 中的元素 $\bar{w}_{ij} = 1$,否则 \bar{w}_{ij} 为 0.由此,二分网络 B 中基金和资产节点的度分别为

$$d_i^f = \sum_j \bar{w}_{ij} \text{ 和 } d_j^a = \sum_i \bar{w}_{ij} \quad (2)$$

从经济学意义上讲, s_i^f 代表每只基金 i 持有 V 中的风险资产总和, s_j^a 代表每个风险资产 j 被 U 中的基金持有的总和.而 d_i^f 代表每只基金 i 持有 V 中的风险资产个数, d_j^a 代表每个风险资产 j 连接 U 中的基金数量. s_i^f 和 d_i^f 分别从持有资产规模和持有数量角度体现基金节点的重要性, s_j^a 和 d_j^a 分别从资产总规模和连接基金数量反映资产节点的重要性.

如果两只基金同时持有较多的某个风险资产,意味着两只基金的资产组合相似度越高,且间接关联性越强,基金抛售资产给其他基金带来的溢出损失就会越大,从而系统性风险就越高.本文使用余弦相似度来定义两只基金之间的资产组合相似度

$$CosSimilarity_{ik} = \frac{\sum_j w_{ij} w_{kj}}{\sqrt{\sum_j w_{ij}^2} \times \sqrt{\sum_j w_{kj}^2}} \quad (3)$$

其中 $i, k \in U$ 且 $k \neq i, j \in V, U = \{1, \dots, N\}, V = \{1, \dots, M\}; w_{ij}$ 代表基金 i 持有的风险资产 j 的价值. $CosSimilarity$ 取值范围为 $[0, 1]$, 该值越接近 1, 说明基金 i 和基金 j 的资产组合相似程度越高.

进而,单只基金与其余基金资产组合相似度的均值代表了该基金的资产组合在整个网络中的特异程度(称为狭义资产组合相似度)

$$Mean_CosSimilarity_i = \frac{1}{N-1} \sum_k CosSimilarity_{ik} \quad (4)$$

同样, $Mean_CosSimilarity_i \in [0, 1]$, 该值越高,说明基金 i 的资产组合在整个网络中与其余基金的组合越相似,那么基金 i 的总资产价值越容易受其余基金调整持有资产所造成的价格冲击影响. $Mean_CosSimilarity$ 值越低说明基金 i 的资产组合与其余基金的组合重叠度越低,那么基金 i 的总资产价值遭受溢出效应的影响越小.

2.1.2 “基金-资产”投影网络

将“基金-资产”的二分网络 B 通过 0-1 法投影到由基金集合 U 构成的单分网络(unipartite network) $G = \{U, E'\}$ ^[46],其中集合 E' 为网络 G 中

所有边构成的集合,称该图为“基金-资产”投影网络.图2(a)为图1的投影网络,该投影网络 G 中,基金节点 f_1 为孤立点,而节点 f_2 与 f_3 之间、 f_3 与 f_4 之间存在连边.

为避免网络过于稀疏而弱化基金间关联程度,本文把共同资产 j 延伸为同一个发行人发行的同类别资产^④,得到广义“基金-资产”投影网络 $G' = \{U, E'\}$.假设图1中的资产 a_1 和资产 a_3 属于同一发行人发行的同类资产,而其余资产属于不同发行人发行的非同类资产,那么图1的广义投影网络可如图2(b)所示.与图2(a)相比,图2(b)中的基金节点 f_1 却与节点 f_2 、 f_3 相连.如果资产 a_4 遭受负向外生冲击且基金 f_3 、 f_4 一致采取折价出售资产 a_3 、 a_4 ,那么与资产 a_4 无连接的基金 f_1 、 f_2 也会因资产 a_3 的深幅折价而遭受溢出损失.广义投影网络增强了基金网络的连通性,更能反映真实世界的风险关联特征.

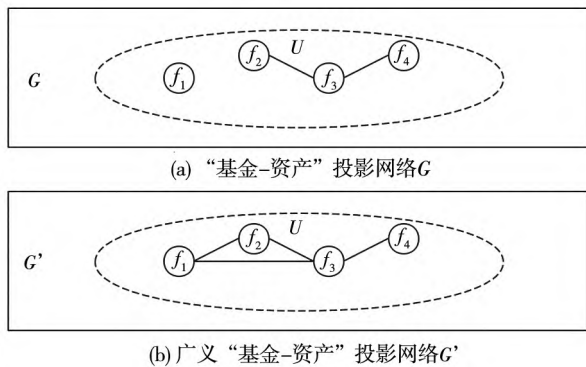


图2 “基金-资产”投影网络 G 和广义投影网络 G' 示意图

Fig. 2 Stylized representation of the “fund-asset” bipartite projection network G and generalized projection network G'

对于网络 G ,边权重可定义为

$$w_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{if } \exists j, \bar{w}_{ij} = \bar{w}_{kj} = 1, \\ 0, & \text{否则.} \end{cases} \quad (5)$$

其中 $i, k \in U$ 且 $k \neq i, j \in V, U = \{1, \dots, N\}, V = \{1, \dots, M\}$; \bar{w}_{ij} 为二分网络 B 中节点 i 与 j 的0-1邻接矩阵元素值.

对于网络 G' 而言,边权重定义为

$$w'_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{若 } \exists q, \bar{w}_{iq} = \bar{w}_{kq} = 1, \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad (6)$$

其中 $i, k \in U$ 且 $k \neq i, U = \{1, \dots, N\}, q \in V'$,代表同一发行人发行的同类资产, $V' = \{1, \dots, Q\}$, V' 中的元素是同一发行人发行的同类资产集合; \bar{w}_{iq} 为基金节点 i 与资产节点 q 的0-1邻接矩阵元素值.

从经济学意义上讲, $w'_{ik} = 1$ 意味着两只基金配置高度相似的同类风险资产 q .由此,可得广义投影网络 G' 中基金节点 i 的度(称为广义资产组合相似度)

$$p_i^f = \sum_k w'_{ik} \quad (7)$$

基金 i 的广义资产组合相似度反映了原二分网络 B 中基金 i 与所属集合 U 中其它邻域点的关系. p_i^f 越大,表明与基金 i 持同发行人同类资产的基金越多.

2.2 资产折价出售传染机制

从“基金-资产”二分网络可知,如果所持资产遭受冲击发生减值,固定净值型货币基金可能跌破面值.为避免投资者恐慌,货币基金通过抛售资产以增加现金储备.然而当货币基金与资产价格由于资产折价出售形成负反馈循环时,风险将在货币基金行业和资产市场中交叉传染,最终演变成系统性风险.图3给出了本文提出的资产折价出售风险传染机制,可分为如下四个阶段.

第一阶段:“基金-资产”二分网络中某一类资产或所有资产遭受初始负向冲击,每只货币基金管理人评估直接损失.如果某一类资产或所有资产受到初始负向冲击,那么货币基金所持的同类资产或所有资产将遭受冲击,导致货币基金的影子价值发生偏离,由于基金间通过“基金-资产”二分网络邻接矩阵存在关联,使得货币基金管理人对每只货币基金的直接损失进行评估.

第二阶段:部分投资者观察到市场的负面信号后,担心货币基金的直接损失变为账面损

④ 假如维持狭义定义,那么 p_i^f 和 $Mean_CosSimilarity$ 将高度相关.在后续实证部分,两者的相关性高达0.90.同一发行人发行的同类别资产,虽然证券代码不同,但发行人相同且债券类别相同.从经济意义上讲,它们在债务债权关系上高度相似,可作近似处理.因此,为了避免多重共线性,本文扩大了共同持有资产的定义.需要指出的是,出于模型通用性的考虑,本文的资产折价出售传染机制建立在“基金-资产”二分网络的基础上,广义“基金-资产”投影网络仅作为资产组合相似度的衡量指标,并未用于更新网络节点的连接关系和可用资源状态.

失,选择先行赎回基金份额以避免亏损;另一部分投资者等待货币基金的直接损失随市场的调整恢复至零,不采取任何行动.为应对投资者可能提出的赎回请求,遭受直接损失的货币基金经理人对资产进行折价出售,估计每只货币基金的预期抛售资产总额.权衡风险暴露的程度和范围后,货币基金经理人计划按原有资产比例变现它的部分资产(pro-rata liquidation)或先变现流动性最高的资产(waterfall liquidation),确定每只货币基金对每个资产的预期抛售总额.在货币基金持有共同资产渠道的作用下,始于流动性冲击的单体风险将转移到资产市场,并传染给其他货币基金.

第三阶段:货币基金经理人一致选择资产折

价出售的策略,作出实际抛售决策.尽管货币基金经理人一致抛售资产满足了个体理性原则,但超规模的折价出售会造成资产价格冲击进一步放大,致使其他基金经理人加入到资产出售行列,从而引发更大的和更多的资产价格冲击,最终使所有货币基金陷入资产折价出售循环.因此,考虑各基金独立决策的结果影响到整个基金行业层面的表现,货币市场形成新的均衡.

第四阶段:在基金经理人实施资产抛售后,每个资产的总抛售量对该资产价格造成新的冲击,使资产市场形成新的均衡,资产价格的折扣程度随资产流动性的变化而变化.由于所持有未出售资产的影子价值面临偏离压力,每只货币基金经理人评估自身遭受的溢出损失.

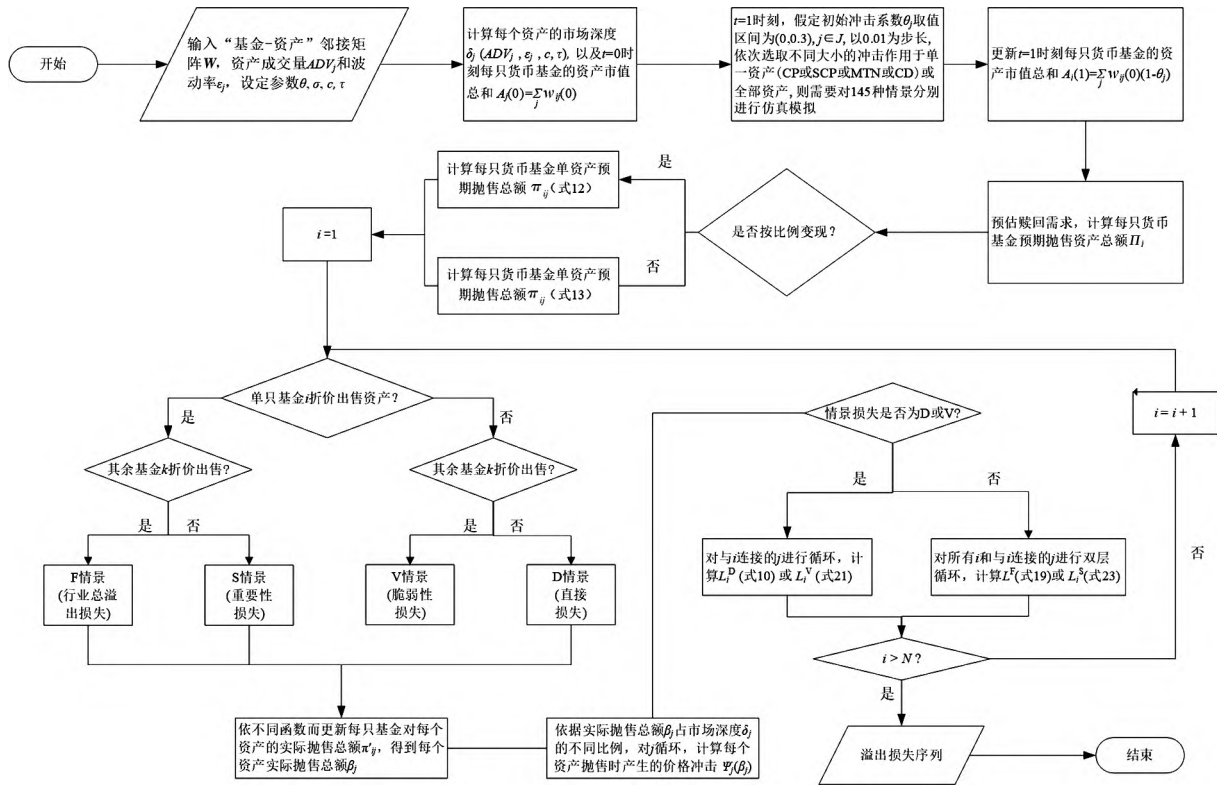


图3 资产折价出售传染机制流程图

Fig.3 Flowchart of contagion mechanism of asset fire sales

具体流程描述如下:

2.2.1 传染触发因素——初始冲击与直接损失

$t = 0$ 时,基金 i 初始总持仓为

$$A_i(0) = \sum_j w_{ij}(0) \quad (8)$$

针对某一资产类别 J 或所有资产引入初始负向冲击 $\theta_j, J \in \{$ 同业存单,超短期融资券,短期融

资券,中期票据 $\}$.若资产 $j \in J$,则资产 j 遭受减值损失,否则不受影响.由此, $t = 1$ 时,基金 i 的总持仓债券的市场价值更新为

$$A_i(1) = \sum_j w_{ij}(0)(1 - \theta_j) \quad (9)$$

基金 i 遭受初始冲击后,持有资产价值下降,进而导致基金影子定价净值遭受损失,记为直接

损失

$$L_i^{Direct} = \sum_j w_{ij}(0) \theta_j \quad (10)$$

特别地,直接损失等价于所有货币基金遭受资产负向冲击后,出于集体理性而均不采取管理策略的结果.大部分货币基金采用摊余成本法定价,只有当直接损失比例连续两个工作日大于0.5%时,直接损失才有可能被记为账面损失.因此,对货币基金而言,较小的直接损失具有可恢复性,无需采取管理行动.然而,若直接损失比例较大,投资者有可能观测到市场信号而发起大额赎回请求,进一步加剧货币基金的资产净值损失,产生风险传染效应.

2.2.2 传染链条——预期抛售与变现策略

货币基金遭受冲击后,投资者观测到市场负面信号可能采取赎回份额操作,基金管理人先进行资产折价出售以满足预期资金需求.结合基金所选择的变现策略,得出基金所需抛售的每个资产的总额.

在货币基金行业里,基金业绩与资金流量存在显著的相关性^[9, 47].具体而言,投资者普遍对基金业绩作出积极反应,表现为业绩较好的货币基金吸引资金净流入,业绩较差的货币基金面临资金净流出.本文假设投资者集体理性,投资者的赎回资金总需求仅与基金业绩有关.那么,基金*i*预期抛售资产总额为

$$\Pi_i = \sigma_i A_i(1) \times \frac{L_i^{Direct}}{A_i(0)} \quad (11)$$

其中 σ_i 表示基金业绩-流量的敏感性参数,意味着当基金收益下降1%时,投资者可能赎回的资金比例;右式的第二项表示基金(遭受直接损失后)的实际收益率.

下面考虑两种情景的资产变现策略:第一种是按比例变现,即基金管理人按原有资产组合的权重对各个资产进行出售;第二种是按流动性顺序变现,即基金管理人首要考虑出售流动性高的资产.

出于保护投资组合流动性的目的,在压力情景下,按比例变现是常用的方法^[37].记 π_{ij} 为基金*i*预期抛售资产*j*的金额,若采取按比例变现策略,对每类资产*j*有

$$\pi_{ij} = \frac{w_{ij}}{A_i(1)} \Pi_i \quad (12)$$

其他学者指出公募基金在现实市场中更倾向于变卖高流动性资产^[48],本文以此为依据设计按流动性顺序变现策略.在按流动性顺序变现策略下,基金管理人对资产按流动性从大到小排序,先出售流动性最好的资产,待该资产完全出清,若仍未满足资金缺口,则继续按流动性顺序出售资产.此时,基金*i*按资产流动性从大到小顺序抛售所持资产

$$\text{sort} \{ \delta_1, \dots, \delta_M \} \quad (13)$$

其中 δ_j 表示资产*j*的市场深度,该值越大,说明资产流动性越好.

2.2.3 传染渠道——资产价格冲击

大笔资产抛售会对资产市场产生较大的价格冲击,导致价格往反方向变动,从而使共同资产的其余持有人承担较高的市场冲击成本.根据单个资产的实际抛售额对相应资产市场流动性的影响,确定每个资产遭受的价格下跌程度.令 β_j 为所有机构实际抛售资产*j*的金额总和

$$\beta_j = \sum_i \pi'_{ij} \quad (14)$$

其中 π'_{ij} 为基金*i*实际抛售资产*j*的金额.

令 S_j 为折价出售前资产*j*的价格, ΔS_j 为折价出售后资产*j*价格与折价出售前资产*j*价格的差.资产*j*的实际抛售额对该资产的价格影响存在如下负向关系

$$\frac{\Delta S_j}{S_j} = -\Psi_j(\beta_j) \quad (15)$$

其中 Ψ_j 是资产*j*的价格冲击函数.本文选取单调递增且收敛的价格冲击函数^[49],设定债券在仅发生流动性折价而非违约的情形下价格变化相对值不会高于50%

$$\Psi_j(\beta_j) = 0.5 \times \left(1 - \exp\left(-\frac{\beta_j}{0.5 \times \delta_j} \right) \right) \quad (16)$$

债券交易不如股票活跃,实证研究指出债券流动性与其成交量有关,因此本文沿用Cont和Schaanning^[39]的做法,使用交易数据估计每个资产的市场深度

$$\delta_j(\tau) = c \frac{ADV_j}{\varepsilon_j} \times \sqrt{\tau} \quad (17)$$

其中 ADV_j 表示资产*j*的日均成交量, ε_j 表示资产*j*

的年化波动率, c 表示市场深度与右项第二式的相关系数, τ 表示清算时间窗口. 由于清算时间窗口是证券变现策略重要的影响因素^[50], 本文选取长度适中的时间窗口以平滑价格冲击.

所有资产折价出售实现后, 将单个资产的传染冲击转化为每类资产的平均价格冲击, 按债券余额进行加权, 则每类资产的传染冲击为

$$\theta_j' = \frac{\sum_{i=1, j \in J}^M (s_j^a - \beta_j) \Psi(\beta_j)}{\sum_{j=1, j \in J}^M (s_j^a - \beta_j)} \quad (18)$$

3 资产折价出售传染损失度量

“基金-资产”二分网络基金节点的状态信息在资产折价出售风险传染过程中起关键作用. 脆弱节点是网络的脆弱性中心, 受到外部冲击后可能最先面临跌破固定净值风险; 重要节点的稳定与否决定着系统性风险是否发生. 现行的货币基金压力测试停留在微观审慎监管层面, 仅测度了外生冲击给基金个体带来的直接风险敞口, 既忽略了基金个体的系统性风险贡献, 又难以评估整个金融体系的健康状况和稳定性.

第二节“基金-资产”二分网络和资产折价出售传染机制揭示了基金行业系统性风险的传染过程: 在应对负向外部冲击时, 基金经理人一致采取相同资产出售策略, 但基金剩余未出售资产由于资产价格下跌而偏离公允价值, 导致基金遭受溢出损失. 借鉴 Greenwood 等^[2] 和 Caccioli 等^[37] 的研究方法, 本节首先估算货币基金行业在遭受初始负向冲击后由资产折价出售形成的总溢出损失, 然后分别从风险敞口和边际贡献的角度评估货币基金个体的系统脆弱性与重要性.

3.1 基金行业总溢出损失

首先, 从全局来看, 将行业总溢出损失定义为所有基金的资产溢出损失之和

$$L^{\text{Firesales}} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (w_{ij}(1) - \pi'_{ij}) \Psi_j(\beta_j) \quad (19)$$

其中 $i \in U, j \in V$, 如果 $L_i^{\text{Direct}} > 0$, 那么存在 $\pi'_{ij} > 0$. 特别地, $L^{\text{Firesales}}$ 仅衡量溢出损失, 无需考虑初始冲击造成的直接损失(式(10)的 L^{Direct}). 行业总

溢出损失是所有基金采取折价出售资产一致策略的结果.

出于可比性考虑, 本文提供了系统性风险的归一化指标以便评估跨时间和跨行业的系统性风险大小. 行业总溢出损失指数(记为 FSI) 定义为行业总溢出损失与行业所持风险资产总规模之比

$$FSI = \frac{L^{\text{Firesales}}}{\sum_{i=1}^M s_i^f} \quad (20)$$

3.2 基金的系统脆弱性

其次, 在系统性风险指标基础上, 对系统脆弱性和系统重要性进行定义, 它们都是单只基金与系统性风险相关的测度指标. 基金个体的系统脆弱性可用脆弱性损失或脆弱性得分表征. 具体而言, 假设基金 i 自身不出售任何资产, 而其余基金都选择折价出售资产, 此时基金 i 因资产折价出售引起的溢出损失之和记为脆弱性损失

$$L_i^{\text{Vulnerability}} = \sum_{j=1}^M (w_{ij}(1) - \pi'_{ij}) \times \Psi_j(\beta_j) \quad (21)$$

式中 $\pi', \Psi_j(\beta_j)$ 需要更新, 满足 $\pi'_{ij} = 0$ 和 $\pi'_{kj, k \neq i} = \pi_{kj, k \neq i} \geq 0, i, k \in U, j \in V$.

脆弱性损失指标度量了单只基金对货币基金系统的风险敞口. 与 Greenwood 等^[2] 不同, 本文的个体系统性风险指标测度源于基金管理人不同的行动策略组合, 能够更好地刻画系统性风险传染演变过程中基金主体的决策过程对系统损失的影响.

利用单只货币基金的脆弱性损失与自身所持风险资产总规模之比作为脆弱性得分指标(记为 $Vulnerability$), 它反映了货币基金参与“基金-资产”二分网络而被传染的风险大小. 其计算公式为

$$Vulnerability_i = \frac{L_i^{\text{Vulnerability}}}{s_i^f} \quad (22)$$

3.3 基金的系统重要性

最后, 计算单只货币基金 i 对行业总溢出损失的边际贡献. 基金个体的系统重要性可用重要性损失或重要性得分测量. 特别地, 假设基金 i 是唯一出售资产的基金, 即其余基金都不出售, 此时基金 i 对货币基金系统中其余基金造成的溢出损失记为重要性损失

$$L_i^{Systemicness} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (w_{ij}(1) - \pi'_{ij}) \Psi_j(\beta_j) \quad (23)$$

式中 $\pi', \Psi_j(\beta_j)$ 需要更新, 满足 $\pi'_{ij} = \pi_{ij} \geq 0$ 和 $\pi'_{kj, k \neq i} = 0, i, k \in U, j \in V$.

类似地, 将重要性得分 (记为 *Systemicness*)

定义为单只货币基金的重要性损失与行业所持风险资产总规模之比, 它刻画了单只货币基金在“基金-资产”二分网络中将其风险传染给网络中其他基金的行为特征. 其测算方法如下

$$Systemicness_i = \frac{L_i^{Systemicness}}{\sum_{i=1}^N s_i^f} \quad (24)$$

表1 变量定义与说明

Table 1 Variable definition and explanations

变量名称	变量说明
<i>Fire_Sales_Loss</i>	资产折价出售传染引起的货币基金行业总溢出损失/元
<i>Direct_Loss</i>	货币基金行业直接损失总额/元
<i>FSI</i>	基金一致按比例变现策略得到的货币基金行业总溢出损失指数, 见式(20)
<i>W_FSI</i>	基金一致按流动性顺序变现策略得到的货币基金行业总溢出损失指数, 见式(20)
<i>Vulnerability</i>	基金一致按比例变现策略得到的单只货币基金的脆弱性得分, 见式(22)
<i>W_Vulnerability</i>	基金一致按流动性顺序变现策略得到的单只货币基金的脆弱性得分, 见式(22)
<i>Systemicness</i>	基金一致按比例变现策略得到的单只货币基金的重要性得分, 见式(24)
<i>W_Systemicness</i>	基金一致按流动性顺序变现策略得到的单只货币基金的重要性得分, 见式(24)
<i>Mean_CosSimilarity</i>	货币基金的平均余弦相似度, 见式(4)
<i>Projected_Degree</i>	货币基金的广义“基金-资产”投影网络节点度, 见式(7), 在回归方程中采取标准化处理
<i>ln AUM</i>	货币市场基金的重仓风险资产总规模/元的自然对数, 在回归方程中采取离差标准化处理
<i>Initial_Shock</i>	初始价格冲击系数
<i>CD_Spillover_B^A</i>	基金折价出售资产对同业存单资产形成的传染冲击, 见式(18); A 指代行业总溢出损失 (F)、脆弱性损失 (Vul)、重要性损失 (Sys)、直接损失 (D) 中的一种情景, B 指代按比例变现 (Pro) 或按流动性变现策略 (Wat)
<i>SCP_Spillover_B^A</i>	基金折价出售资产对超短期融资券资产形成的传染冲击, 见式(18), A 和 B 的含义同上
<i>CP_Spillover_B^A</i>	基金折价出售资产对短期融资券资产形成的传染冲击, 见式(18), A 和 B 的含义同上
<i>MTN_Spillover_B^A</i>	基金折价出售资产对中期票据资产形成的传染冲击, 见式(18), A 和 B 的含义同上

4 货币基金间资产折价出售传染实证分析

本部分在前文理论模型和风险指标基础上, 利用真实市场数据进行仿真实验, 同时对风险传染机制进行定量研究以检验理论模型的合理性. 具体而言, 首先对仿真实验数据来源、变量计算方法与参数设定进行介绍, 并简要地描述数据的分布特征. 其次, 对比不同初始冲击、不同变现策略引起的系统性风险差异, 总结系统性风险传染的机理与内在规律. 再次, 回溯系统性风险的影响因

素, 主要从基金关联特征和资产市场特征两个层面进行探究. 然后, 以一个代表性危机时期的压力测试情景为例, 讨论系统性风险个体测度的实际应用价值. 此外, 进一步放松理论模型的基金行动策略假设, 比较基金非一致变现策略引起的行业系统性风险差异. 最后, 更换参数进行稳健性检验.

4.1 数据、模型参数及描述性统计

4.1.1 数据说明

2016 年末, 部分货币市场基金出现流动性危机, 发生资产折价出售, 引起了学术界和业界的广泛关注. 因此, 本文以此危机事件为例分析

资产折价出售传染对整个行业系统性风险的影响程度及广度. 本文研究样本限定为发行日期早于2016年的货币基金, 选取2016年第四季度作为样本区间, 时间跨度为整个季度. 由于全市场数据获取受限, 本文采用所有基金季报披露的前十名重仓债券作为持有债券组合的代理指标. 此外, 对代码不同但十大重仓债券完全一致且名称相同的货币基金(例如易方达天天理财货币A、易方达天天理财货币B、易方达天天理财R)进行合并处理, 只保留第一条数据以确保真实连接关系, 最终获得229只货币基金的截面数据.

表2 仿真实验的参数设定

Table 2 Parameter setting of simulation experiment

参数	符号	取值范围	理由及参考来源
初始冲击系数大小	θ	(0, 0.3)	借鉴 Calimani 等 ^[51] 的方法, 与国际流动性监管要求保持一致 ^⑥ .
“业绩-流量”敏感性参数	σ	0.496	与中国人民银行 ^[52] 测算轻度压力情景下的净赎回率保持一致 ^⑦ .
相关性	c	0.3	借鉴 Cont 和 Schaanning ^[39] 的方法, 本文利用我国债券交易数据估算波动率调整的交易量与市场深度的相关性约为0.3.
清算窗口	τ	20	对于股票市场, 清算窗口可默认为1d; 然而对于流动性较低的债券市场, 所有资产完成清算可能需要1个月, 可视为20个交易日.

本文界定了货币基金的三种系统性风险测度: 行业总溢出损失 (*Fire_Sales_Loss*)、基金系统脆弱性 (*Vulnerability*) 和基金系统重要性 (*System-icness*). 行业总溢出损失刻画了整个行业的总体受影响程度, 系统脆弱性解释了单只基金容易受其他基金间接影响的程度, 系统重要性则描述的是单只基金对其他基金的溢出效应.

核心自变量包括货币基金的平均余弦相似度 (*Mean_CosSimilarity*) 和广义投影网络节点度 (*Projected_Degree*), 以及风险资产传染冲击 $CD_Spillover_B^A$ 、 $SCP_Spillover_B^A$ 、 $CP_Spillover_B^A$ 、 $MTN_Spillover_B^A$. 控制变量为基金规模 ($\ln AUM$).

4.1.2 变量定义

本文使用的货币基金数据和债券数据均来自 Wind 数据库. 货币基金数据包括报告期期末基金资产净值和上一报告期期末重仓债券特征(如证券代码、持仓市值、持仓数量). 因为货币基金一般采取持有到期、分摊利息计算净值的投资策略, 所以本文对其持仓组合进行简化处理, 认为基金维持上一季度末公开披露的持仓组合直至债券到期, 并且后续不对组合进行更新^⑤. 因此在实际建模中, 以2016年第三季度末其季报披露的前十名重仓债券代表货币基金在第四季度期间持续持有的债券组合. 债券数据包括债券区间成交量和年化波动率.

所有变量说明参见表1.

4.1.3 模拟过程及参数设定

第一步, 输入“基金-资产”邻接矩阵 \mathbf{W} , 资产成交量 ADV_j 和波动率 ε_j , 设定参数 θ, σ, c, τ . 各参数的取值及原因参见表2. 计算每个资产的市场深度 $\delta_j(ADV_j, \varepsilon_j, c, \tau)$, 以及 $t=0$ 时刻每只货币基金的资产市值总和 $A_i(0) = \sum_j w_{ij}(0)$.

第二步, $t=1$ 时刻, 假定初始冲击系数 θ 取值区间为(0, 0.3), 以0.01为步长, 依次选取不同大小的冲击作用于单一资产(CP或SCP或MTN或CD)或全部资产, 则需要对145种情景分别进行

⑤ 另一种持仓组合的估计方法可以考虑结合上一期和当期报告期末重仓债券特征进行近似处理, 因为当期的重仓债券买入时点未知, 可能会产生较大偏差, 所以未采取这种方法.

⑥ Calimani 等^[51]根据巴塞尔协议 III 规定的流动性覆盖率(LCR), 设置了银行面临的最大外部冲击为25%. 从流动性的角度考虑, 本文参考美国证监会对货币基金的流动性监管要求, 将最大外部冲击设定为30%.

⑦ 为简化计算, 本文依照既有实证文献假设每只基金的“业绩-流量”敏感程度与市场平均水平一致^[35, 36]. 参照中国人民银行发布的《中国金融稳定报告(2019)》, 设业绩-流量敏感性参数等于0.496, 以代表轻度压力测试情景.

仿真模拟. 更新每只货币基金遭受冲击后的资产市值总和 $A_i(1)$.

第三步, 每只货币基金为预防资产市值下跌引发的赎回需求, 根据资产市值与赎回的敏感系数 σ 来预估抛售资产总额 II_i . 此时依次模拟 2 种变现情景, 基金按比例变现或按流动性顺序变现, 每个情景下所有货币基金选择相同变现策略. 由此计算每只货币基金对每个资产的预期抛售总额 π_{ij} .

第四步, 对于第 i 只基金, 继续依次模拟 4 种情景, 行业总溢出损失情景 (基金 i 折价出售资产, 其余基金折价出售资产), 重要性损失情景 (基金 i 折价出售资产, 其余基金不折价出售资

产), 脆弱性损失情景 (基金 i 不出售资产, 其余基金折价出售资产), 直接损失情景 (基金 i 不出售资产, 其余基金不出售资产). 依照不同的情景, 更新每只基金对每个资产的实际抛售总额 π'_{ij} , 得到每个资产实际抛售总额 β_j .

第五步, 依据实际抛售总额 β_j 占市场深度 δ_j 的不同比例, 计算每个资产被折价出售时产生新的价格冲击 $\psi_j(\beta_j)$.

第六步, 对于直接损失情景或脆弱性损失情景, 将与基金 i 连接的资产 j 进行循环, 计算基金 i 的直接损失或脆弱性损失; 对于行业总溢出损失情景或重要性损失情景, 将所有基金及其连接的资产 j 进行循环, 从而得到基金 i 的溢出损失或重要性损失.

表 3 主要变量描述性统计

Table 3 Descriptive statistics of main variables

变量名	观测值	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
<i>Vulnerability</i>	33 205	0.031	0.050	0	0.007	0.311
<i>W_Vulnerability</i>	33 205	0.019	0.036	0	0.002	0.301
<i>Systemicness</i>	33 025	0.002	0.002	0.001	0.001	0.035
<i>W_Systemicness</i>	33 205	0.001	0.001	0.001	0.001	0.007
<i>Mean_CosSimilarity</i>	33 205	0.005	0.004	0	0.004	0.024
<i>Projected_Degree</i>	33 205	0.489	0.278	0	0.497	0.972
<i>ln AUM</i>	33 205	0.498	0.183	0	0.518	1

4.1.4 描述性统计

表 3 是主要变量的描述性统计结果. 按比例变现策略下, 2016 年四季度里, 基金的脆弱性得分 (*Vulnerability*) 均值为 0.031, 重要性得分 (*Systemicness*) 均值为 0.002, 即单只基金对货币基金系统的风险敞口平均为 3.1%, 对整个系统的风险溢出平均为 0.2%. 而按流动性顺序变现策略下, 两个得分均值都更小, 且波动也 smaller. 资产组合相似度方面, 从 *Projected_Degree* 标准化变量来看, 每只基金几乎与整个市场中一半的基金有相似资产组合, 但标准差为 0.28 说明个体间差异很大; 从 *Mean_CosSimilarity* 来看, 考虑资产品种和权重后, 每只基金与其他所有基金的平均相似度为 0.005, 最大为 0.024, 说明基金间资产组合存在差异. 从基金规模 *ln AUM* 标准化变量来看, 基金间管理资产规模存在差异.

4.2 “基金-资产”二分网络

图 4 是根据 2016 年第四季度初货币基金的十大重仓债券信息构建的“基金-资产”二分网络结构图, 图中剔除了国债和政策性金融债等安全资产. 该网络共有 229 个货币基金节点、1 144 个风险资产节点和 1 664 条边, 网络密度为 0.006 4, 说明整个网络结构比较稀疏. 由于网络连接关系源自基金十大重仓债券信息, 所以基金节点的节点度取值上限为 10, 而风险资产的节点度则没有上限限制. 风险资产节点度序列呈现出厚尾特征 (峰度 = 29.04 > 3). 约 70% 的风险资产仅由 1 只货币基金重仓持有, 而至多有 12 只基金同时重仓持有同一个资产, 说明风险资产分布非常不均匀. 风险资产的资产价格波动作为货币基金间流动性风险传染渠道, 如果它连接的基金越多, 那么折价出售传染的范围就越广.

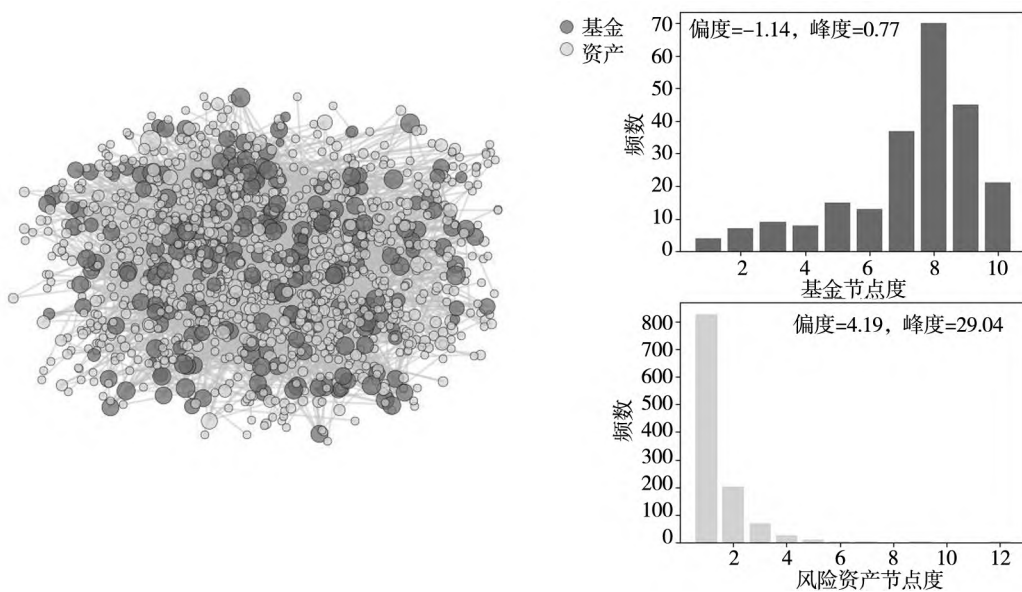


图4 2016年第四季度“基金-资产”二分网络结构特征

Fig.4 Structure of “fund-asset” bipartite network in 2016 Q4

注：深灰色圆圈代表货币基金节点，浅灰色圆圈代表风险资产节点；节点的面积大小代表节点度大小。

4.3 资产折价出售传染损失度量结果

4.3.1 货币基金行业总溢出损失

图5展示了按比例变现和按流动性变现两种策略下货币基金行业的总溢出损失。其中，蓝色虚线表示的是货币基金行业的直接损失，代表所有

货币基金均采用被动管理策略。此时，尽管所持资产市值下降，货币基金并不出售资产，仅承受基金影子定价净值的下跌损失。监管规定，若影子定价净值的下跌损失连续两个工作日超过0.5%时，基金管理人应当对持有投资组合的账面价值进行

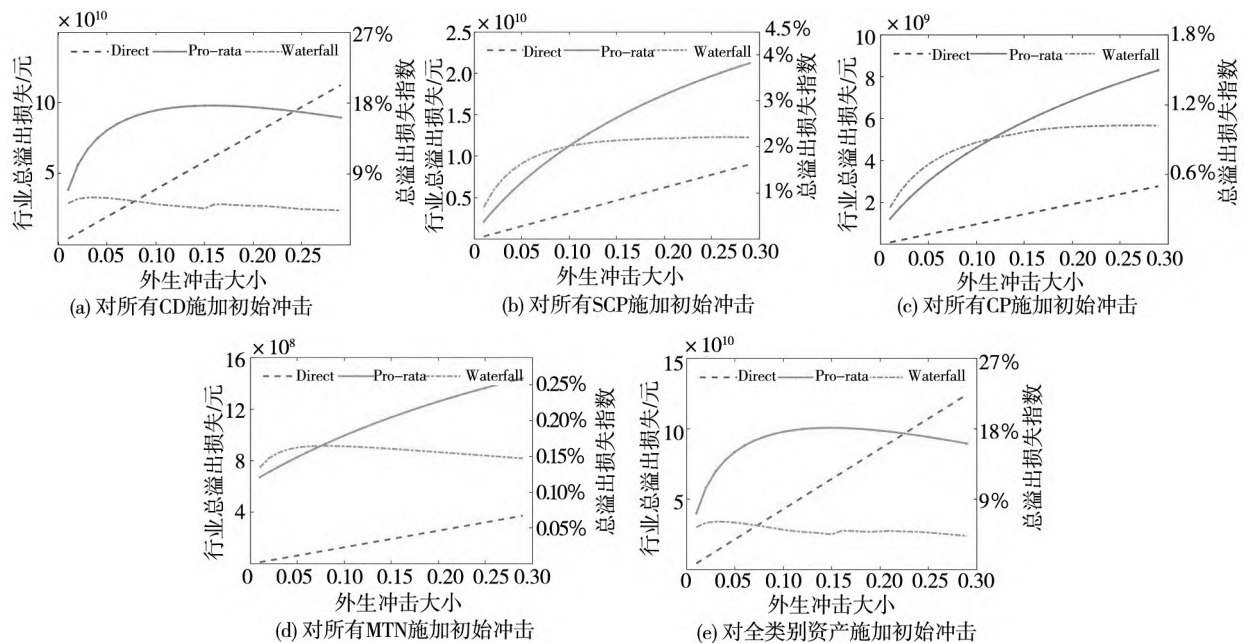


图5 不同冲击情景下的2016年第四季度货币行业总溢出损失

Fig.5 Total fire sales loss in the MMF industry under different initial shock scenarios in 2016 Q4

注：Direct表示遭遇初始冲击的货币基金均不实施变现策略，Pro-rata表示遭遇初始冲击的货币基金一致采取按比例变现策略，Waterfall表示遭遇初始冲击的货币基金一致采取按流动性顺序变现策略。

调整.因此,直接损失可以作为有效的参考基准,便于衡量折价出售的主动策略对货币基金自身影响程度的大小.通过与直接损失作比较,可得出本文最重要的结论:大多数情形下,货币基金行业的总溢出损失远超出直接损失;因而,如果忽略前者,那么货币基金行业的系统性风险将被严重低估.这同时表明,现行压力测试测算的直接损失仅衡量了货币基金遭受负向冲击的瞬时影子价格偏离度,而实际上货币基金经理人采取风险管理策略后遭受的动态溢出损失更加严重,须引起监管部门重视.

基金经理人一致采取按比例变现策略的情形中,假设全类别或高流动性资产受到初始冲击,货币基金行业遭受的总溢出损失随初始价格冲击的增大而增大.即使初始冲击仅为0.01时,总溢出损失也占有货币基金持有风险资产总和的0.7%,已经超过了前述监管规定的0.5%的偏离阈值.但随着初始价格冲击的增大,资产市值下跌的直接损失的影响更为严重,使折价出售的边际效应变得有限.然而假如低流动性资产(如SCP、CP和MTN)受到初始冲击,基金遭受的溢出损失远超出单类资产市值下跌造成的直接损失.假如按原有的投资组合比例出售资产,折价出售溢出损失将从初始遭受冲击的资产类别扩大到基金持有债券的所有类别,对整个金融系统造成冲击.

基金经理人一致采取按流动性变现策略的情形中,总溢出损失的趋势依照初始遭受价格冲击资产类别的不同而有所差异.假设初始遭受外生冲击的资产流动性高,整体折价出售溢出损失有限,因而施加大于0.1的初始冲击时,所有基金资产市值下跌的直接损失总和大于整体折价出售溢出损失.假设初始遭受外生冲击的资产流动性低,由于需要出售高流动性资产以应对可能的赎回,基金遭受的整体折价出售溢出损失远超出初始资产市值下跌造成的直接损失.

溢出损失由剩余资产数量和抛售资产价格冲击所决定.随着初始冲击的增加,所需抛售资产总额增加,从而抛售资产价格冲击增加,剩余资产数量不断减少.若资产数量降幅小于抛售价格冲击增幅,则溢出损失增加;若抛售价格冲击增幅小于

资产数量降幅,则溢出损失下降.又因抛售资产价格冲击为收敛的非线性函数,初始冲击大小超过一定阈值后,造成的抛售资产价格冲击水平不变,因而溢出损失增加至最大水平后将下降.

货币基金对同业存单的持有量占比高,因此对全类别资产施加初始冲击和对同业存单施加初始冲击的结果基本一致.从图5(a)和图5(e)来看,对于同业存单和全类别资产遭受冲击,初始冲击大小超过0.16后,大多数同业存单的抛售价格冲击系数已达到最大水平0.5,随着剩余资产数量的减少,基金溢出损失出现下降.而对于其他资产,大部分资产的抛售冲击系数未达到最大水平,资产数量降幅小于抛售价格冲击增幅,因此基金溢出损失不断增加.

对比两种变现策略,假设高流动性资产遭受初始冲击,按比例变现造成的行业总溢出损失传染范围更广,远超出按流动性变现的结果;假设低流动性资产遭受初始冲击,当初始冲击大于0.15时,按比例变现造成的行业总溢出损失均大于按流动性变现的结果.因此,在多数情形下,所有货币基金按流动性顺序变现的折价出售策略组合优于按比例变现的策略组合,引发的系统性风险水平更低,与方意和黄丽灵^[43]发现先抛售流动性资产的“宏观审慎抛售”能够缓解系统性风险的结论基本一致.

4.3.2 货币基金的系统脆弱性

图6比较了两种变现策略导致的基金脆弱性损失均值的差异.脆弱性损失反映的是单个基金不进行主动出售时,由于其他基金折价抛售资产而遭受的溢出效应的大小.假如同一资产连接的基金越多,那么该资产遭受价格冲击时,持有它的基金即使不抛售资产,遭受其他基金抛售该资产带来的资产市值下降的影响也越严重.从总趋势来看,随着初始价格冲击的增大,基金的脆弱性损失也会增大.一致按比例变现策略的情形中,随着初始冲击系数的增大,初始冲击发生于低流动性资产的脆弱性损失的边际效应比发生于高流动性资产的边际效应更强.相较于按比例变现策略,按流动性顺序变现策略造成脆弱性损失的边际效应更弱,且随着低流动性资产的初始冲击的增大而变得有限.

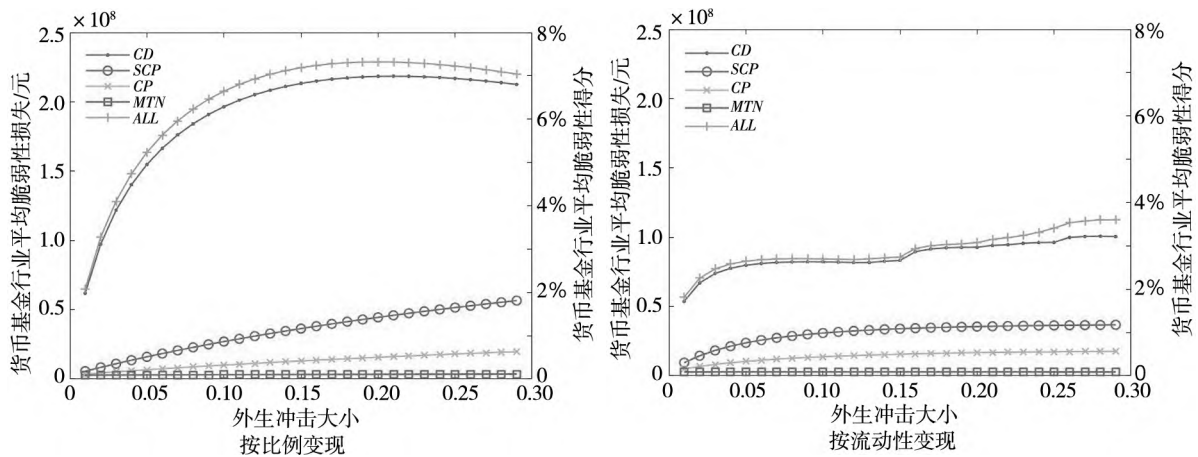


图6 货币基金脆弱性损失与得分
Fig.6 MMF vulnerability loss and score

4.3.3 货币基金的系统重要性

除了脆弱性外,本文还考虑了每只基金对行业总溢出损失的边际贡献.此时,假设只有一只基金进行积极管理并主动抛售资产,而其他基金均采用被动管理.图7显示了不同异质冲击下的单只基金的重要性损失的均值.显然,对于高流动性资产,按比例变现策略造成的重要性损失远比按

流动性顺序变现策略的损失严重;而对于低流动性资产,两者的差别较小.值得注意的是,一致按流动性顺序变现策略的情形中,假如高流动性资产遭受初始价格冲击,当初始冲击小于0.15时,折价出售溢出损失的平均边际效应逐渐减弱;然而当其大于0.15后,基金需要出售更多类别的资产,此时折价出售溢出损失的平均边际效应增强.

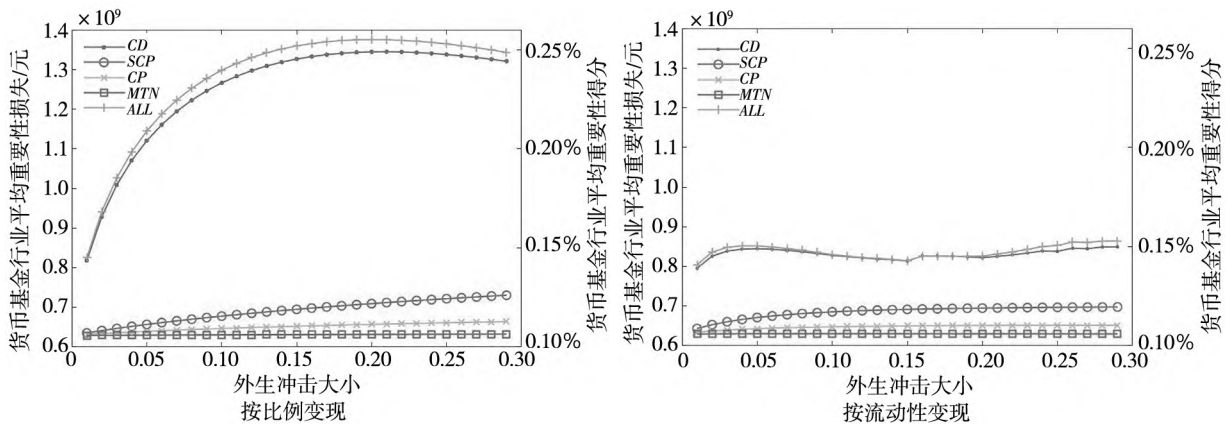


图7 货币基金重要性损失与得分
Fig.7 MMF systemicness loss and score

4.4 折价出售传染损失与资产组合特征关系

4.4.1 脆弱性得分与资产组合特征

前文已讨论了压力测试仿真分析的结果,本部分将研究基金异质特征和风险资产价格变动对它自身间接脆弱性的贡献.由图6的分析推测,同一资产连接的基金越多时,持有它的基金遭受其他基金抛售该资产引起的脆弱性损失也越严重,因而共同持有资产特征能否有效地解释基金样本的脆弱性得分是本研究的关键.由于货币基金截

面特征是静态的,而脆弱性得分与初始冲击情景类别密切相关,本文综合方意和荆中博^[53]以及Alanyali等^[54]的做法,通过分析所有初始冲击情景下 Spearman 秩相关系数的分布来量化货币基金截面特征与基金脆弱性得分的关系.

本文首先计算了每个初始冲击情景下脆弱性得分与基金特征之间的相关性,然后对相关系数序列是否与0有显著差异进行假设检验,结果见表4. $Mean_CosSimilarity_{t-1}$ 和 $Projected_Degree_{t-1}$

分别指代狭义加权共持关系和广义 0-1 共持关系,脚标 t 指代样本季度 2016 Q4. 在 1% 的显著性水平下,货币基金间资产组合相似程度与不同策略下货币基金脆弱性之间存在显著的正相关关系. 现代投资组合理论支持这个结论,即投资组合越分散越安全,相反地,投资组合越集中,越容易受到冲击^[35]. 按比例变现策略下,基金规模与基金脆弱性得分显著正相关. 通过对比两种资产折价出售策略可知,按流动性变现策略下基金特征与系统性风险的相关关系变弱.

进一步地,对同一基金在不同变现策略下的系统性风险差异进行影响因素分析. 由表 5 给出的统计检验结果可知,总体来看,同一基金在不同变现策略下的风险敞口存在差异,且基金按流动

性变现造成的脆弱性比按比例变现造成的脆弱性更小,这与上一节的仿真结果吻合. 根据式(12)~式(16)可推断,同一基金在不同变现策略下的脆弱性得分差异来自于其余基金的折价出售策略选择对风险资产价格的影响. 接着对不同变现策略形成的风险资产价格作差,表 5 说明在 5% 的显著性水平下,按比例变现策略造成的传染冲击显著高于按流动性变现策略造成的传染冲击. 进一步地, Pearson 相关系数说明两种策略形成的抛售价格冲击差异与两种策略的脆弱性得分差异呈正相关. 这些证据共同表明,在危机时期,货币基金遭受负向冲击后按比例变现会对短期融资市场造成更大的抛售价格冲击,导致货币基金的风险敞口越大.

表 4 基金脆弱性得分与影响因素之间相关系数的统计检验

Table 4 Statistic tests for the correlation between MMF vulnerability score and its determinants

	显著观测数	相关系数中位数	相关系数平均值	z 统计量	p 值
$(Mean_CosSimilarity_{t-1}, Vulnerability)$	118	0.44	0.40	8.01	0.00
$(Projected_Degree_{t-1}, Vulnerability)$	102	0.48	0.27	6.10	0.00
$(\ln AUM_{t-1}, Vulnerability)$	86	0.25	0.14	6.30	0.00
$(Mean_CosSimilarity_{t-1}, W_Vulnerability)$	116	0.04	0.05	4.64	0.00
$(Projected_Degree_{t-1}, W_Vulnerability)$	87	0.16	0.08	6.17	0.00
$(\ln AUM_{t-1}, W_Vulnerability)$	27	-0.13	-0.06	-2.34	0.99

注: 第 1 列 (x, y) 指代每个固定冲击情景下 x 与 y 的 Spearman 秩相关系数, 145 种冲击情景分别计算从而获得 145 个 Spearman 秩相关系数值所组成的序列, 第 2 列表示在 0.05 的显著性水平下相关系数显著的观测数, 第 3 列代表相关系数序列的中位数, 第 4 列代表相关系数序列的平均值. 为测试每个影响因素与脆弱性得分是否显著正相关, 使用 Wilcoxon 符号秩检验的单侧检验以验证每组相关系数中位数是否与 0 有显著差异, 即原假设 H_0 为 $Me = 0$. 第 5 列的 z 统计量为标准化后的 Wilcoxon 统计量, 第 6 列为单侧检验的 p 值.

表 5 基金脆弱性得分差异与影响因素的统计检验

Table 5 Statistic tests of the difference in MMF vulnerability scores derived from different methods and its determinants

	观测数	均值	t 统计量	p 值	Pearson 相关系数
$Vulnerability - W_Vulnerability$	33 205	0.010 6	60.67	0.00	1.00
$CD_Spillover_{pro}^{Val} - CD_Spillover_{wat}^{Val}$	33 205	0.065 3	166.96	0.00	0.35***
$SCP_Spillover_{pro}^{Val} - SCP_Spillover_{wat}^{Val}$	33 205	0.073 3	237.83	0.00	0.29***
$CP_Spillover_{pro}^{Val} - CP_Spillover_{wat}^{Val}$	33 205	0.034 7	200.51	0.00	0.25***
$MTN_Spillover_{pro}^{Val} - MTN_Spillover_{wat}^{Val}$	33 205	0.029 5	47.13	0.03	0.22***

注: 第 1 列指代按比例变现策略情景与按流动性变现策略情景的各指标差异, 第 2 列表示观测数. 为测试两总体均值是否有显著差异, 使用配对样本 t 检验以验证两总体均值差是否与 0 有显著差异, 即原假设 H_0 为 $\mu_1 - \mu_2 = 0$. 第 3 列表示配对样本均值差, 第 4 列表示配对样本 t 检验的 t 统计量, 第 5 列为单侧检验的 p 值. 第 6 列表示第 1 列的各指标与 $Vulnerability - W_Vulnerability$ 的 Pearson 相关系数, 而***指代在 0.01 水平下显著.

4.4.2 重要性得分与资产组合特征

进一步地,本部分将检验基金异质特征以及风险资产价格变动能否有效地解释样本基金对整个行业重要性损失的边际贡献.分析方法与上一节类似,通过分析所有初始冲击情景下 Spearman 秩相关系数的分布来量化货币基金截面特征与基金重要性得分的关系.

表 6 给出了每个初始冲击情景下重要性得分与基金特征之间相关系数所组成的序列是否与 0 有显著差异的假设检验结果. $Mean_CosSimilarity_{t-1}$ 和 $Projected_Degree_{t-1}$ 分别指代狭义加权共持关系和广义 0-1 共持关系, t 指代样本季度 2016Q4. 在 1% 的显著性水平下,货币基金间资产组合相似程度与货币基金的重要性呈正相关.但相较于资产组合相似程度,基金规模对货币基金的重要性具有更明显的积极作用,这与客观事实相符.管理资产规模越庞大的基金一旦折价出售资产,其溢出效应对整个金融系统的稳定性具有

严重的破坏作用.

本文继续从风险资产价格的角度对同一基金在不同变现策略下的系统性风险差异进行分析.表 7 的结果表明两种变现策略对基金重要性得分造成的差异非常小,均值相差 3bp,这是因为此时仅一只基金主动进行资产出售,其抛售量占债券市场深度的比例较小,其他基金遭受影子价值下跌的间接影响较弱,但基金按流动性变现造成的重要性得分仍然显著小于按比例变现造成的重要性得分.这一点与图 7 的结论保持一致.根据配对样本 t 检验结果可知,对于 CD、SCP、CP 三类资产,单只基金按比例变现策略造成的抛售价格冲击显著高于按流动性变现策略造成的抛售价格冲击.进一步地, Pearson 相关系数表明,货币基金对整个行业的风险贡献差异主要取决于其不同变现策略对同业存单市场造成的抛售价格冲击差异.而基金采用不同策略对其他资产市场造成的抛售价格冲击差异,并非是关键的决定因素.

表 6 基金重要性得分与影响因素之间相关系数的统计检验

Table 6 Statistic tests for the correlation between MMF systemicness score and its determinants

	显著观测数	相关系数中位数	相关系数平均值	z 统计量	p 值
$(Mean_CosSimilarity_{t-1}, Systemicness)$	116	0.15	0.13	4.64	0.00
$(Projected_Degree_{t-1}, Systemicness)$	116	0.18	0.20	4.63	0.00
$(\ln AUM_{t-1}, Systemicness)$	87	0.84	0.47	6.26	0.00
$(Mean_CosSimilarity_{t-1}, W_Systemicness)$	116	0.05	0.08	4.64	0.00
$(Projected_Degree_{t-1}, W_Systemicness)$	116	0.10	0.13	4.63	0.00
$(\ln AUM_{t-1}, W_Systemicness)$	87	0.73	0.42	6.26	0.00

注:第 1 列(x, y)指代每个固定冲击情景下 x 与 y 的 Spearman 秩相关系数,145 种冲击情景分别计算从而获得 145 个 Spearman 秩相关系数值所组成的序列,第 2 列表示在 0.05 的显著性水平下相关系数显著的观测数,第 3 列代表相关系数序列的中位数,第 4 列代表相关系数序列的平均值.为测试每个影响因素与脆弱性得分是否显著正相关,使用 Wilcoxon 符号秩检验以验证每组相关系数中位数是否与 0 有显著差异,即原假设 $H_0: Me = 0$. 第 5 列的 z 统计量为标准化后的 Wilcoxon 统计量,第 6 列为单侧检验的 p 值.

表 7 基金重要性得分差异与影响因素的统计检验

Table 7 Statistic tests of the difference in MMF systemicness scores derived from different methods and its determinants

	观测数	均值	t 统计量	p 值	Pearson 相关系数
$Systemicness - W_Systemicness$	33 205	0.000 3	36.28	0.00	1.00
$CD_Spillover_{pro}^{Sys} - CD_Spillover_{wat}^{Sys}$	33 205	0.000 4	29.19	0.00	0.84 ***
$SCP_Spillover_{pro}^{Sys} - SCP_Spillover_{wat}^{Sys}$	33 205	0.000 4	33.02	0.00	0.08 ***
$CP_Spillover_{pro}^{Sys} - CP_Spillover_{wat}^{Sys}$	33 205	0.000 2	12.81	0.00	0.01 **
$MTN_Spillover_{pro}^{Sys} - MTN_Spillover_{wat}^{Sys}$	33 205	0.000 2	6.42	0.00	0.00

注:第 1 列指代按比例变现策略情景与按流动性变现策略情景的各指标差异,第 2 列表示观测数.为测试两总体均值是否有显著差异,使用配对样本 t 检验以验证两总体均值差是否与 0 有显著差异,即原假设 $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$. 第 3 列表示配对样本均值差,第 4 列表示配对样本 t 检验的 t 统计量,第 5 列为单侧检验的 p 值.第 6 列表示第 1 列的各指标与 $Systemicness - W_Systemicness$ 的 Pearson 相关系数,***、** 分别指代在 0.01 和 0.05 水平下显著.

4.5 重要货币基金识别

在分析完系统性风险个体测度差异及驱动因素后,继续探讨系统性风险个体测度的应用价值.当前,监管部门对金融系统总体风险贡献最大的金融机构,即系统重要性金融机构^⑧,倍加关注.现行的系统重要性银行业机构的评估方法侧重于运用基于金融市场传染方法度量风险大小^[18, 22],忽略了资产关联网络对整体系统性风险水平的传染影响.本文从关联度的视角出发,利用持有共同资产关系重新构建定量评估指标.货币基金脆弱性与重要性得分矩阵的散点图可以直观地反映单只基金对整个系统的风险敞口与边际

贡献.一方面,脆弱性得分较高,意味着这些重要货币基金即使不抛售资产,由于与其余基金的投资组合相似度较高,所持投资组合受资产折价出售的价格冲击较高而使得影子价值有较高的偏离风险;另一方面,重要性得分较高,意味着这些重要货币基金如果抛售资产,折价出售的溢出效应将对债券市场产生较大的价格冲击,继而导致其他基金发生下一轮折价出售.因此,本文将同时具有较高的系统重要性与系统脆弱性的货币基金定义为重要货币基金^⑨,要求重要货币基金的重要性得分和脆弱性得分均位于前 10%.

表 8 重要货币基金名单

Table 8 List of important MMFs

基金名称	(脆弱性,重要性)	基金规模排名	基金名称	(脆弱性,重要性)	基金规模排名
A 组: 重要货币基金			B 组: 规模排名前七名货币基金		
易方达天天理财货币	(0.275 0, 0.013 3)	58	天弘余额宝货币	(0.078 7, 0.012 3)	1
华夏财富宝货币	(0.236 6, 0.016 7)	27	华夏现金增利货币	(0.081 1, 0.034 9)	2
易方达易理财货币	(0.310 6, 0.008 8)	59	工银货币	(0.040 6, 0.005 3)	3
华夏薪金宝货币	(0.223 8, 0.009 5)	70	广发货币	(0.137 4, 0.015 6)	4
招商现金增值货币	(0.240 1, 0.009 4)	23	中银货币	(0.136 6, 0.006 6)	5
南方现金增利货币	(0.227 1, 0.009 4)	11	华宝现金添益	(0.011 4, 0.001 7)	6
招商招钱宝货币	(0.198 2, 0.007 7)	20	工银薪金货币	(0.006 3, 0.005 1)	7

本文给出了一个代表性情景下的货币基金行业压力测试结果加以说明.由图 5 可知,相较于其它冲击水平,全类别资产遭受 0.15 的冲击且货币基金采取按比例变现策略时货币基金行业总溢出损失最大,所以将其设置为压力测试的极端情景.假设 2016 年第四季度初货币基金持有已披露的重仓债券直至到期,以全类别资产遭受系数为 0.15 的初始冲击为压力测试情景,计算 2016 年第四季度货币基金网络的重要性和脆弱性得分,如图 8 所示.与图 4 所述一致,“基金-资产”二分网络具有稀疏特征,说明基金的投资组合比较

分散,可见大部分的货币基金呈现重要性低、脆弱性低的特点.其中,满足本文重要货币基金标准的货币基金共有 7 个,见表 8.这 7 个重要货币基金的规模排名位于前 5% ~ 30% (基金总数为 229),说明重要货币基金也具有“规模效应”.与此不同的是,规模排名靠前的货币基金具有较高的重要性,但受其他基金溢出效应影响较小,说明其基金管理人具有较强的风险管理能力,资产配置观念更稳健.从整体上来看,与规模排名靠前的货币基金相比,脆弱性与重要性得分靠前的货币基金的系统重要性相当,但风险抵御能力较弱,应

⑧ 中国人民银行、银保监会与证监会于 2018 年联合发布的《关于完善系统重要性金融机构监管的指导意见》从规模、关联度、可替代性和复杂性四个维度确立了我国系统性重要金融机构的评估指标体系,同时中国人民银行与银保监会于 2020 年联合发布的《系统重要性银行评估办法》做出了具体的补充.其中,评估参评银行关联度时,采用金融机构间资产、负债以及融资工具余额作为定量指标分析.

⑨ 本文所称“重要货币基金”与 2023 年我国证监会、中国人民银行联合发布《重要货币市场基金监管暂行规定》所称“重要货币基金”概念相近,但标准不同.后者所称“重要货币基金”是指“因基金资产规模较大或者投资者人数较多、与其他金融机构或者金融产品关联性较强,如发生重大风险,可能对资本市场和金融体系产生重大不利影响的货币市场基金”.评估标准仍然关注基金资产净值(规模)、关联度、可替代性、复杂性等指标.

引起监管部门的高度重视.

4.6 非一致策略

受研究方法和数据获取能力的限制,关于金融机构流动性风险传染及资产折价出售的研究,往往采用简化的情景分析(即所有机构一致采取同一策略).本小节从金融机构策略互动行为的角度进行拓展研究,通过放松理论模型的基金行动策略假设,比较基金非一致变现策略引起的行业系统性风险差异,并将其与一致变现策略的基准结果进行对比,以期为金融监管部门提供更多元的应对思路.

每只货币基金的溢出损失与资产价格有关,而资产价格由所有基金抛售策略决定,因此每只货币基金评估自身的溢出损失必须事先了解其余基金的策略集.如果每只货币基金的抛售策略选择是独立且随机的,那么资产价格会难以测算.为了延续4.3节的情景分析以及增强一致策略与非一致策略损失结果的可比性,本文简化了基金抛售策略博弈的条件.货币基金抛售策略博弈考虑以下两个基本假设:

假设 1 所有基金的持仓信息公开,基金面临负向冲击时会卖出资产,不考虑新买入资产.

假设 2 基金行业根据过往经验达成一个共识,即所有基金采取一致变现策略.

根据以上2条假设,所有基金可以利用公开信息,测算在不同资产类别发生负向冲击的情景下,自身遭受溢出损失的大小.每只货币基金认为遭受负向冲击后其余基金采取按比例变现策略的先验概率为 q_i ,其余基金按流动性变现策略的概率为 $1 - q_i$,而自身选择按比例变现策略的概率为 p_i ,自身按流动性变现策略的概率为 $1 - p_i$.

探究每只基金是否有违背共识中约定的动机,即假设其余基金采取一致变现策略,而自身选取溢出损失更小的出售策略,即根据溢出损失最小化确定 $p_i = 0$ 或 1 .分为所有基金采取一致按比例变现策略($q = 1$)和所有基金采取一致按流动性变现策略($q = 0$)两种情景,分别探讨货币基金行业系统性风险.

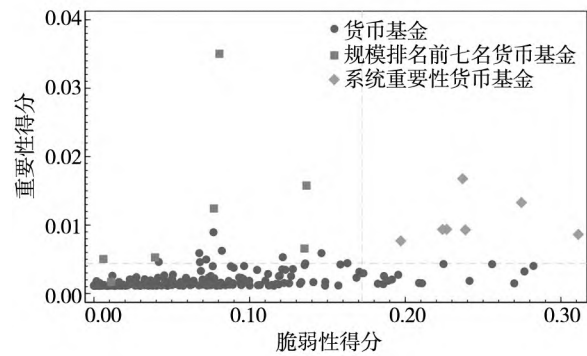


图8 代表性压力测试情景下的货币基金脆弱性与重要性得分矩阵
Fig. 8 Matrix of vulnerability and systemicness score for MMF under the typical stress test scenario

注:菱形代表重要货币基金,方块代表规模排名前七名的货币基金,圆点代表货币基金行业中其余基金;灰色虚线代表脆弱性得分(或重要性得分)的90分位数.

每只货币基金预计其余基金均遵守共识,资产抛售总额和抛售价格冲击大小将由自身的策略选择所决定.表9给出了货币基金折价出售策略博弈的损失矩阵.即在给定 $q = 0$ 或 $q = 1$ 的条件下,每只基金可以通过比较 $E(L_{i,prorata}^{Firesales})$ 和 $E(L_{i,waterfall}^{Firesales})$ 的大小确定最优策略 f_i^* .所有基金都做出决策后,得到最优策略集 F^* ,实际的资产抛售总额和抛售价格冲击大小才真正实现,得到每只基金的实际溢出损失 $l_i^{Firesales}$ 以及行业总溢出损失 $L^{Firesales}$.

表9 货币基金折价出售策略博弈的损失矩阵

Table 9 Loss matrix of MMFs under the fire sale strategy game

		其余基金	
		按比例变现(q_i)	按流动性变现($1 - q_i$)
某基金	按比例变现(p_i)	$l_{i,prorata}^{Firesales}, l_{k \neq i, prorata}^{Firesales}$	$l_{i,prorata}^{Firesales}, l_{k \neq i, waterfall}^{Firesales}$
	按流动性变现($1 - p_i$)	$l_{i,waterfall}^{Firesales}, l_{k \neq i, prorata}^{Firesales}$	$l_{i,waterfall}^{Firesales}, l_{k \neq i, waterfall}^{Firesales}$

一致按比例变现策略情景 $q = 1$ 下,部分货币基金为了实现自身溢出损失最小化的目标而更改抛售决策,选择 $p_i = 0$ 即按流动性变现策略.由图9可知,初始冲击较小时,非一致行动的货币基金行业总溢出损失($q = 1$)小于一致行动的行业总溢出损失(Pro-rata 或 Waterfall);然而随着初始冲击的增加,非一致行动的行业总溢出损失越接近一致按流动性变现的行业总溢出损失.进一步分析可知,随着初始冲击的增加,非一致行动率越

高,表明更改成按流动性变现策略的货币基金数量越多(见图10)。

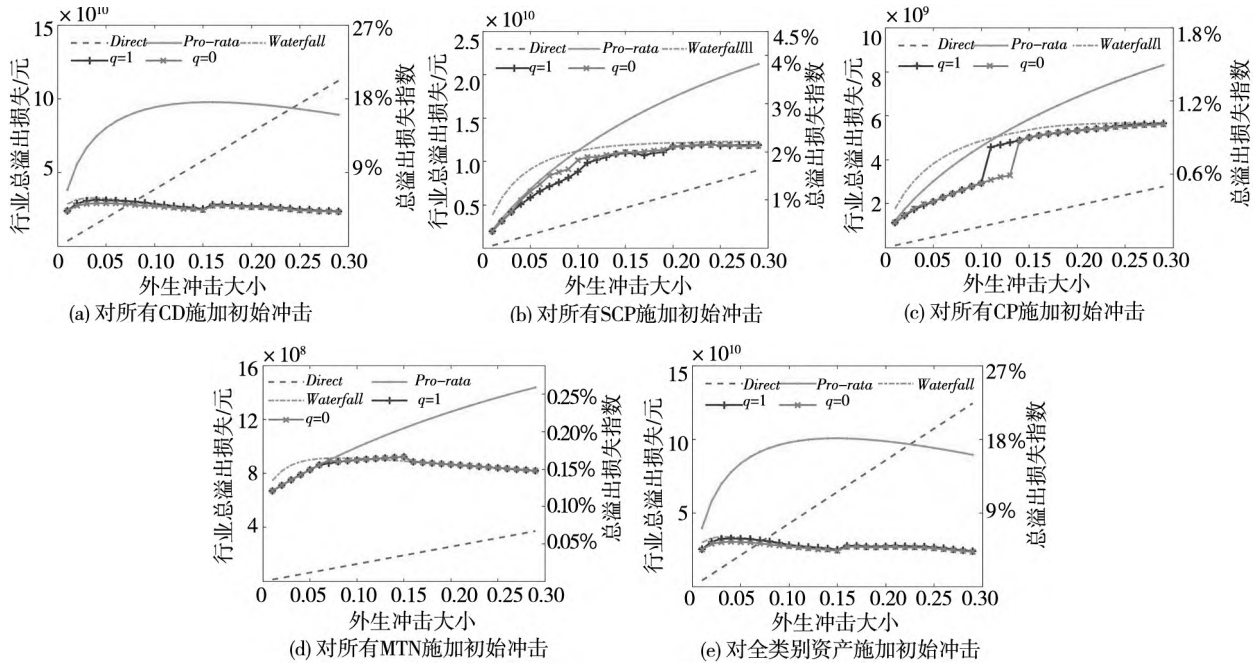


图9 放松一致变现策略假设后的2016年第四季度货币基金行业总溢出损失

Fig. 9 Total fire sales loss of the MMF industry under different initial shock scenarios in 2016 Q4 after relaxing the coordinated action assumptions
 注: Direct 表示遭遇初始冲击的货币基金均不实施变现策略, Pro-rata 表示遭遇初始冲击的货币基金一致采取按比例变现策略, Waterfall 表示遭遇初始冲击的货币基金一致采取按流动性顺序变现策略, $q=1$ 表示一致按比例变现策略下货币基金的非一致行动, $q=0$ 表示一致按流动性顺序变现策略下货币基金的非一致行动。

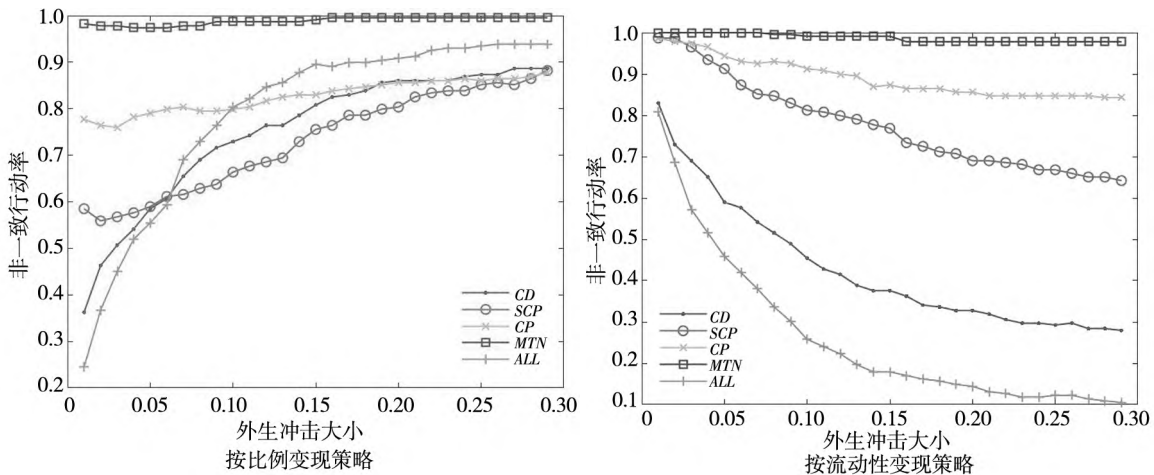


图10 放松一致变现策略假设后的货币基金行业非一致行动率

Fig. 10 Ratio of uncoordinated action in the MMF industry after relaxing the coordinated action assumptions

注: 非一致行动率 = 采取与一致策略情景不同行动的货币基金数量/货币基金总数量。

一致按流动性变现策略情景 $q=0$ 下,部分货币基金为了实现自身溢出损失最小化的目标而更改抛售决策,选择 $p_i=1$ 即按比例变现策略.由图9可以得出相似的结论,即非一致行动的货币

基金行业总溢出损失非常接近一致按流动性变现的行业损失.进一步分析后发现,随着初始冲击的增加,非一致行动率越低,表明更改成按比例变现策略的货币基金数量越少(见图10)。

综合两种情景来看,初始冲击较小时,货币基金的非一致行动明显降低了行业总溢出损失,表明货币基金管理人合作对总体更有利;但高流动性资产遭受负向冲击或低流动性资产遭受较大冲击时,货币基金管理人更倾向于采取一致策略,这亦表明4.3节的结论仍然有效。

4.7 参数敏感性分析

由于表2给出的基准参数会影响货币基金行业系统性风险绝对数值大小,有必要分析上述结论是否严格依赖于某些参数值,以验证结论稳健性。参数变化分析有利于了解各参数对系统性风险生成的影响,进而有助于探讨与目标参数相匹配的政策工具的选择与运用。参考方意^[26]的做法,本文采用以固定步长对参数取值区间进行遍历迭代的方式来进行敏感性分析。为简化问题,每个情景只变动某个参数,其他参数保持基准数值。具体的参数区间和步长设定如下:1)外生性冲击 θ ,参数区间为 $[0.01, 0.6]$,步长为0.01;2)“业绩-流量”敏感性参数 σ ,取值区间为 $[0.2, 0.8]$,步长为0.01;3)交易量相关系数 c ,取值区间为 $[0.2, 0.8]$,步长为0.01;4)清算窗口 τ ,取值为 $[1, 30]$,步长为1 d。每个参数的取值上限需要满足分数形式表示的系统性风险指标不超过1。

和图5相比,图11-1(a)和图11-1(e)表明外生冲击大小从0.3提升至0.6的过程中,对于同业存单和全类别资产遭受冲击的情形,大多数同业存单的抛售价格冲击系数已达到最大水平,因此货币基金溢出损失随着剩余资产数量的减少而下降。对于信用债资产遭受冲击,多数资产的抛售冲击系数未达到最大水平,资产数量降幅小于抛售价格冲击增幅,货币基金溢出损失呈缓慢增加的趋势。当外生冲击超出0.47后,按流动性变现策略的资产抛售范围扩大,货币基金行业溢出损失出现跳跃式上升。通过扩大外生性冲击的范围,说明大多数情形下按流动性变现策略的行业总溢出损失小于按比例变现策略的行业总溢出损失的结论仍然稳健。

后续三个参数变动分析均以0.29的外生冲

击为基准,外生冲击不变,基金直接损失保持不变。图11-2(a)~图11-2(e)给出了行业总溢出损失随“业绩-流量”敏感性参数 σ 变动的演进趋势。 σ 反映投资者对基金业绩的敏感程度,基金管理人借助该指标估计资金流出量从而影响资产折价出售决策。 σ 从0.2提升至0.8的过程中,预期资金流出量增加,所需抛售资产总额增加。按比例变现策略的资产抛售价格冲击增幅大于资产减幅,因此货币基金行业总溢出损失不断增加。而按流动性变现策略下,资产减幅效应与资产抛售价格冲击增幅效应“此消彼长”,因此货币基金行业总溢出损失的变化较小。这表明按比例变现策略下的系统性风险对 σ 敏感,按流动性变现策略下的系统性风险对 σ 较不敏感。 σ 的参数变动分析验证直接损失、按流动性变现策略的行业总溢出损失与按比例变现策略的行业总溢出损失的数量关系保持稳健。

图11-3(a)~图11-3(e)给出了行业总溢出损失随交易量相关系数 c 变动的演进趋势。 c 影响资产市场深度的估计,决定了资产抛售造成的价格冲击大小。 c 越大,资产流动性越好,资产抛售的冲击越小。按比例变现策略下,资产抛售价格冲击具有边际递减效应,而按流动性变现策略下资产抛售价格冲击呈阶梯式小幅下降。 c 的参数变动分析表明相较于按流动性变现策略,按比例变现策略下的系统性风险对 c 更敏感。

图11-4(a)~图11-4(e)给出了行业总溢出损失随清算窗口 τ 变动的演进趋势。对于清算相同数量投资组合所需要的 τ 越大,对资产市场深度的影响越小,资产抛售造成的价格冲击越小。不同变现策略下,清算窗口对货币基金行业总溢出损失的影响与交易量相关系数的影响相当。

综合以上敏感性分析可知,外生性冲击、清算窗口、交易量相关系数、“业绩-流量”敏感性参数对行业总溢出损失的影响逐渐减小,且对按流动性变现策略行业总溢出损失的影响小于对按比例变现策略损失的影响。

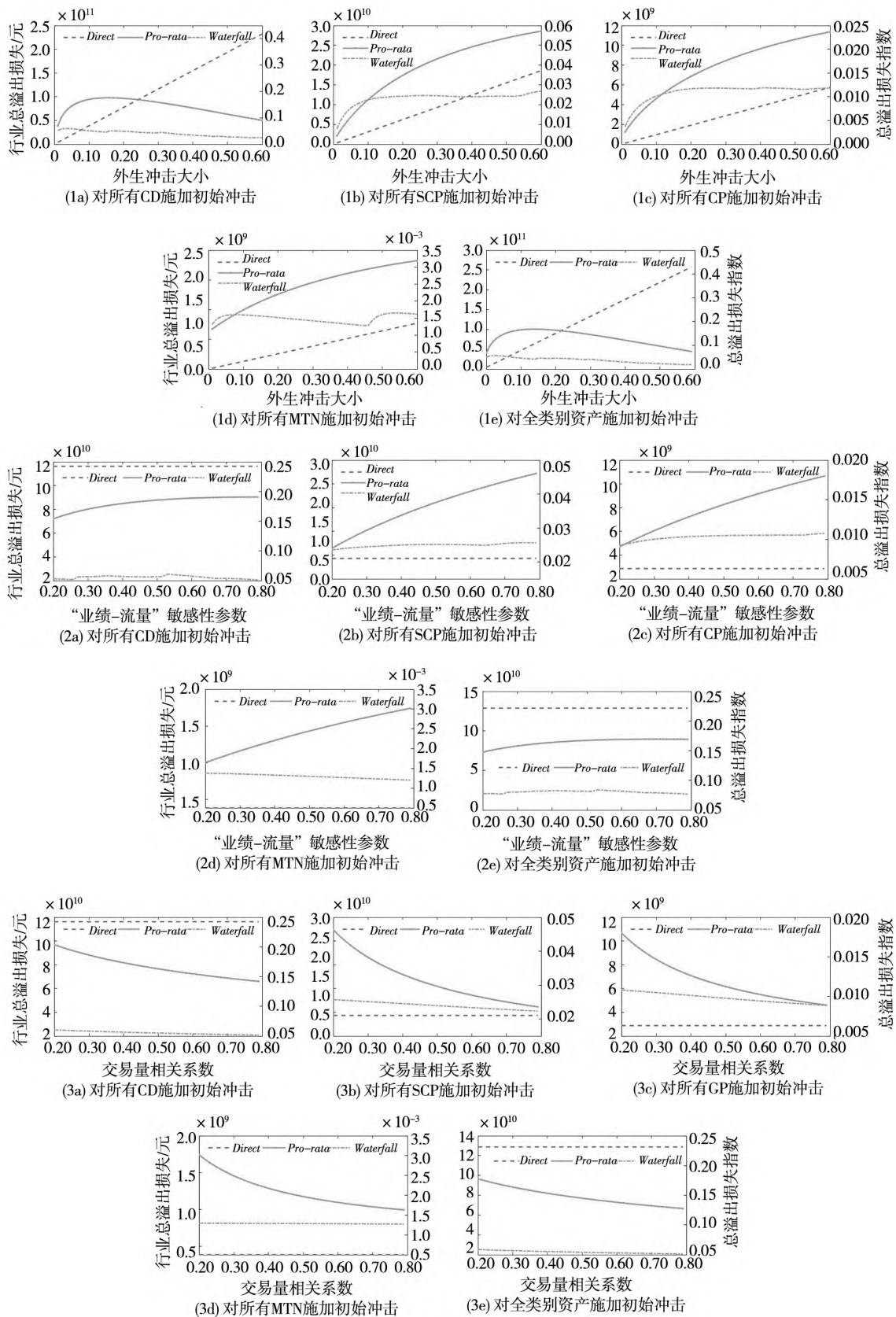
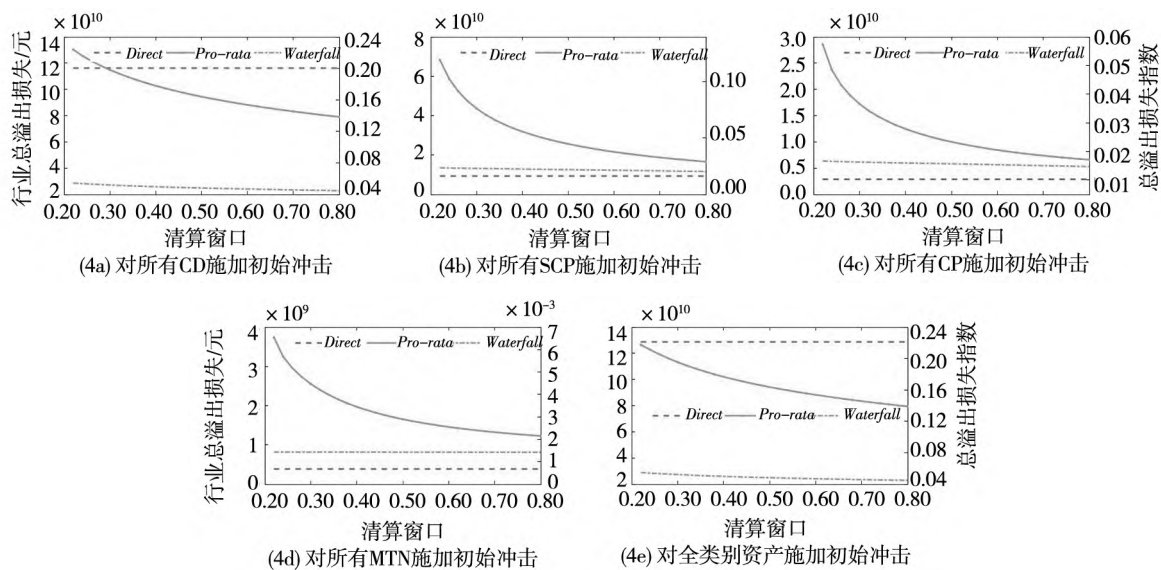


图 11 参数敏感性分析

Fig. 11 Parameter sensitivity analysis



续图 11

Fig. 11 Continues

注：子图(a)列~子图e)列分别代表同业存单、超短期融资券、短期融资券、中期票据、全类别资产遭受冲击的情形。左纵坐标轴表示行业总溢出损失(元)，右纵坐标轴表示总溢出损失指数。图例 *Direct* 表示遭遇初始冲击的货币基金均不实施变现策略，*Pro-rata* 表示遭遇初始冲击的货币基金一致采取按比例变现策略，*Waterfall* 表示遭遇初始冲击的货币基金一致采取按流动性顺序变现策略。

5 结束语

在债务违约常态化的大背景下，债券市场波动加剧，即使是持有高评级信用债的货币基金行业，也可能存在较大的风险，因此从间接关联的角度考察系统性风险的传染效应显得尤为必要。本文利用“基金-资产”二分网络构建了资产折价出售风险传染机制，并引入变现策略选择和资产价格冲击异质性，借助仿真模拟方法度量我国货币基金行业的系统性风险，同时对危机时期货币基金行业的总体特征和个体表现进行实证分析。

研究表明：1) 货币基金的行业总溢出损失远超过于直接损失。溢出损失由剩余资产数量和资产传染冲击所决定。在非线性价格冲击假设下，一旦初始冲击大小超出一定阈值，溢出损失会先增加到最高水平，然后开始下降；2) 按比例变现和按流动性顺序变现分别造成的溢出损失是缩小影响广度和降低影响深度间不同权衡的结果。按比例变现会对风险资产价格造成更大的传染冲击，从而扩大货币基金的风险敞口；3) 从基金特征来看，在危机时期的单个截面维度上，资产组合相似

程度显著提升了货币基金的系统脆弱性和重要性，基金规模则显著提升了货币基金的系统重要性。因此在危机发生前，可降低资产组合相似度，以减少风险关联和避免触发风险传染；4) 当占货币基金持仓比重较高的同业存单遭受外生冲击时，如果货币基金管理人选择按流动性顺序进行变现，可以有效降低系统性风险。对于其他债券，小规模冲击时，货币基金应采用按比例变现策略以减少损失；大规模冲击下，货币基金则应选择按流动性顺序变现。

本文实证结果有如下几点启示。

第一，本文对货币基金行业的系统性风险传染触发条件、渠道、传播链条和扩散结果展开的深入分析，可作为金融监管部门在事前、事中、事后阶段采取必要干预工具来阻断风险传染的决策依据。1) 在债券市场利率上行时期，监管部门应当引导货币基金提交赎回管理工具实施方案，以防范投资者集中赎回而触发货币基金的折价出售传染循环。2) 当货币基金已面临较大流动性管理压力时，监管部门应当利用压力测试测算行业总溢出损失，然后采取适宜的宏观审慎政策促使货币基金管理人选择降低整体损失的抛售行为。例如，监管部门可以在危机发生前实施“窗口指导”政

策激励货币基金管理人合作,以阻断风险传播链条。3)当货币基金的流动性风险已转移到资产市场之后,监管部门可实施“流动性注入”政策,即直接购买低流动性资产以缓解债券市场流动性压力和防止折价出售传染范围的进一步扩大。

第二,本文的系统性风险度量方法及其应用有助于监管部门加强货币基金宏观审慎管理。监管部门测算货币基金在极端不利情况下的流动性变化时,需要考虑货币基金管理人的资产组合调整行为所引起的连锁反应,对净值损失进行全面、

准确的评估。除基金管理规模和投资者集中度外,货币基金的资产组合相似程度、风险溢出和风险关联也应被纳入重要货币基金的评估指标体系中。“基金-资产”二分网络模型能够直观展示货币基金与资产市场的风险交叉传染,为基金持仓的发行方、类别与规模的限制阈值提供了合理依据。基金脆弱性与重要性得分矩阵是刻画基金微观个体地位和宏观整体表现的重要工具,监管部门可按得分矩阵对货币基金进行分组,实施差异化监管举措,维护金融系统稳定。

参 考 文 献:

- [1] Strahan P E, Tanyeri B. Once burned, twice shy: Money market fund responses to a systemic liquidity shock[J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2015, 50(1-2): 119-144.
- [2] Greenwood R, Landier A, Thesmar D. Vulnerable banks[J]. *Journal of Financial Economics*, 2015, 115(3): 471-485.
- [3] Feinstein Z. Capital regulation under price impacts and dynamic financial contagion[J]. *European Journal of Operational Research*, 2020, 281(2): 449-463.
- [4] Shleifer A, Vishny R. Fire sales in finance and macroeconomics[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 2011, 25(1): 29-48.
- [5] 汪寿阳, 胡毅, 熊熊, 等. 复杂系统管理理论与方法研究[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(8): 1-9.
Wang Shouyang, Hu Yi, Xiong Xiong, et al. Complex systems management: Theory and methods[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(8): 1-9. (in Chinese)
- [6] 陈晓红, 唐立新, 余玉刚, 等. 全球变局下的风险管理研究[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(8): 115-124.
Chen Xiaohong, Tang Lixin, Yu Yugang, et al. Research on risk management in the context of global change[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(8): 115-124. (in Chinese)
- [7] Cifuentes R, Ferrucci G, Shin H S. Liquidity risk and contagion[J]. *Journal of the European Economic Association*, 2005, 3(2-3): 556-566.
- [8] Huang X, Vodenska I, Havlin S, et al. Cascading failures in bi-partite graphs: Model for systemic risk propagation[J]. *Scientific Reports*, 2013, (3): 12-19.
- [9] Kacperczyk M, Schnabl P. How safe are money market funds? [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2013, 128(3): 1073-1122.
- [10] 闫新国, 谢赤, 朱玉国, 等. 基于余弦相似度(CS)和最小生成树(MST)的基金市场复杂网络研究[J]. *财经理论与实践*, 2020, 41(2): 55-61.
Yan Xinguo, Xie Chi, Zhu Yuguo, et al. The study of fund market complex network based on cosine similarity and MST method[J]. *The Theory and Practice of Finance and Economics*, 2020, 41(2): 55-61. (in Chinese)
- [11] Jank S, Wedow M. Sturm und drang in money market funds: When money market funds cease to be narrow[J]. *Journal of Financial Stability*, 2015, (16): 59-70.
- [12] 刘京军. 货币市场基金的市场集中度影响了其风险承担吗?[J]. *金融研究*, 2018, (7): 90-107.
Liu Jingjun. Does the market concentration of MMF affect their risk-taking? [J]. *Journal of Financial Research*, 2018, (7): 90-107. (in Chinese)
- [13] Rizi M H, Kishor N K, Marfatia H A. The dynamic relationship among the money market mutual funds, the commercial paper market, and the repo market[J]. *European Journal of Finance*, 2019, 25(5): 395-414.
- [14] Parlato C. Fragility in money market funds: Sponsor support and regulation[J]. *Journal of Financial Economics*, 2016, 121(3): 595-623.
- [15] Baghai R P, Giannetti M, Jäger I. Liability structure and risk taking: Evidence from the money market fund industry[J].

- Journal of Financial and Quantitative Analysis, 2022, 57(5): 1771 – 1804.
- [16] Li L, Li Y, Macchiavelli M, et al. Liquidity restrictions, runs, and central bank interventions: Evidence from money market funds[J]. Review of Financial Studies, 2021, 34(11SI): 5402 – 5437.
- [17] Adrian T, Brunnermeier M K. CoVaR[J]. American Economic Review, 2016, 106(7): 1705 – 1741.
- [18] Acharya V V, Pedersen L H, Philippon T, et al. Measuring systemic risk[J]. Review of Financial Studies, 2017, 30(1): 2 – 47.
- [19] Brownlees C, Engle R F. SRISK: A conditional capital shortfall measure of systemic risk[J]. Review of Financial Studies, 2016, 30(1): 48 – 79.
- [20] Banulescu G D, Dumitrescu E I. Which are the SIFIs? A component expected shortfall approach to systemic risk[J]. Journal of Banking & Finance, 2015, (50): 575 – 588.
- [21] 陈国进, 钟 灵, 张 宇. 我国银行体系的系统性关联度分析: 基于不对称 CoVaR[J]. 系统工程理论与实践, 2017, 37(1): 61 – 79.
Chen Guojin, Zhong Ling, Zhang Yu. Systemic linkages in the Chinese banking system: The asymmetric CoVaR approach [J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2017, 37(1): 61 – 79. (in Chinese)
- [22] 张冰洁, 汪寿阳, 魏云捷, 等. 基于 CoES 模型的我国金融系统性风险度量[J]. 系统工程理论与实践, 2018, 38(3): 565 – 575.
Zhang Bingjie, Wang Shouyang, Wei Yunjie, et al. Measuring the systemic risk contribution of financial institutes in China based on CoES model[J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2018, 38(3): 565 – 575. (in Chinese)
- [23] 王纲金, 徐梓双, 谢 赤. 中国金融机构关联性与系统性风险贡献研究——基于尾部风险溢出网络视角[J]. 管理科学学报, 2022, 25(5): 109 – 126.
Wang Gangjin, Xu Zishuang, Xie Chi. Connectedness and systemic risk contribution of Chinese financial institutions: A perspective from tail risk spillover network[J]. Journal of Management Sciences in China, 2022, 25(5): 109 – 126. (in Chinese)
- [24] 涂晓枫. 中国货币市场基金系统性风险研究[J]. 金融与经济, 2019, (6): 29 – 36.
Tu Xiaofeng. Systemic risk of Chinese money market funds[J]. Finance and Economy, 2019, (6): 29 – 36. (in Chinese)
- [25] 隋 聪, 迟国泰, 王宗尧. 网络结构与银行系统性风险[J]. 管理科学学报, 2014, 17(4): 57 – 70.
Sui Cong, Chi Guotai, Wang Zongyao. Network structure and systemic risk by banks[J]. Journal of Management Sciences in China, 2014, 17(4): 57 – 70. (in Chinese)
- [26] 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, (8): 32 – 57.
Fang Yi. Study on the transmission channel and measure of systematic risk: For macro-prudential policy implementation [J]. Management World, 2016, (8): 32 – 57. (in Chinese)
- [27] 邓 超, 陈学军. 基于多主体建模分析的银行间网络系统性风险研究[J]. 中国管理科学, 2016, 24(1): 67 – 75.
Deng Chao, Chen Xuejun. Study on multi-agent models analyses for systemic risk from the interbank network[J]. Chinese Journal of Management Science, 2016, 24(1): 67 – 75. (in Chinese)
- [28] 欧阳红兵, 刘晓东. 中国金融机构的系统重要性及系统性风险传染机制分析——基于复杂网络的视角[J]. 中国管理科学, 2015, 23(10): 30 – 37.
Ouyang Hongbing, Liu Xiaodong. An analysis of the systemic importance and systemic risk contagion mechanism of China's financial institutions based on network analysis[J]. Chinese Journal of Management Science, 2015, 23(10): 30 – 37. (in Chinese)
- [29] 黄岩渠, 胡宗义, 喻采平. 改进的 DebtRank 算法与系统重要性、系统脆弱性研究[J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39(2): 311 – 318.
Huang Yanqu, Hu Zongyi, Yu Caiping. Systemic important institutions, systemic vulnerable institutions based on revised DebtRank algorithm[J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2019, 39(2): 311 – 318. (in Chinese)
- [30] 范小云, 荣宇浩, 王 博. 我国系统重要性银行评估: 网络层次结构视角[J]. 管理科学学报, 2021, 24(2): 48 – 74.

- Fan Xiaoyun, Rong Yuhao, Wang Bo. Identifying systemically important banks in China: A network hierarchy structure perspective[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(2): 48-74. (in Chinese)
- [31] 宫晓莉, 熊 熊, 张 维. 我国金融机构系统性风险度量与外溢效应研究[J]. *管理世界*, 2020, 36(8): 65-83.
Gong Xiaoli, Xiong Xiong, Zhang Wei. Research on systemic risk measurement and spillover effect of financial institutions in China[J]. *Management World*, 2020, 36(8): 65-83. (in Chinese)
- [32] 马亚明, 胡春阳. 金融强监管与非银行金融机构极端风险的演化[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(2): 75-98.
Ma Yaming, Hu Chunyang. Strong financial supervision and evolution of extreme risk of non-bank financial institutions[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(2): 75-98. (in Chinese)
- [33] Barucca P, Mahmood T, Silvestri L. Common asset holdings and systemic vulnerability across multiple types of financial institution[J]. *Journal of Financial Stability*, 2021, (52): 100810.
- [34] Caccioli F, Ferrara G, Ramadiah A. Modelling Fire Sale Contagion Across Banks and Non-Banks[R]. London: Bank of England, Staff Working Paper No. 878, 2020.
- [35] Fricke C, Fricke D. Vulnerable asset management? The case of mutual funds[J]. *Journal of Financial Stability*, 2021, 52 (SI): 100800.
- [36] Baranova Y, Coen J, Lowe P, et al. Simulating Stress Across The Financial System: The Resilience of Corporate Bond Markets and The Role of Investment Funds[R]. London: Bank of England, Financial Stability Paper No.42, 2017.
- [37] Caccioli F, Shrestha M, Moore C, et al. Stability analysis of financial contagion due to overlapping portfolios[J]. *Journal of Banking & Finance*, 2014, (46): 233-245.
- [38] Duarte F, Eisenbach T M. Fire-sale spillovers and systemic risk[J]. *The Journal of Finance*, 2021, 76(3): 1251-1294.
- [39] Cont R, Schaanning E. Fire Sales, Indirect Contagion and Systemic Stress Testing[R]. Oslo: Norges Bank, Working Paper 2/2017, 2017.
- [40] 隋 聪, 于洁晶, 宗计川. 银行间债务违约诱发资产减价出售——基于债务与资产关联的风险叠加传染研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2017, 37(11): 2753-2764.
Sui Cong, Yu Jiejing, Zong Jichuan. Fire sales of assets triggered by interbank debt default: Amplification of risk contagion based on debt and asset similarity[J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2017, 37(11): 2753-2764. (in Chinese)
- [41] 姜闪闪, 范 宏. 双渠道风险传染下银行系统稳定性分析[J]. *中国管理科学*, 2020, 28(11): 51-60.
Jiang Shanshan, Fan Hong. Stability analysis of banking system under dual channel risk contagion[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2020, 28(11): 51-60. (in Chinese)
- [42] 王 超, 何建敏, 马 静. 基于共同持有资产的银行间接关联网络研究[J]. *中国管理科学*, 2019, 27(11): 23-30.
Wang Chao, He Jianmin, Ma Jing. Indirect correlation network between banks based on common assets[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2019, 27(11): 23-30. (in Chinese)
- [43] 方 意, 黄丽灵. 系统性风险、抛售博弈与宏观审慎政策[J]. *经济研究*, 2019, 54(9): 41-55.
Fang Yi, Huang Liling. Systemic risk, the fire sale game and macroprudential policy[J]. *Economic Research Journal*, 2019, 54(9): 41-55. (in Chinese)
- [44] 方 意, 赵胜民, 黄丽灵, 等. 房地产市场与银行业系统性风险[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(11): 26-43.
Fang Yi, Zhao Shengmin, Huang Liling, et al. The real estate market and systemic risk in the banking system[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(11): 26-43. (in Chinese)
- [45] 陈 静. 我国货币市场基金流动性风险问题研究[J]. *上海金融*, 2013, (10): 80-84.
Chen Jing. Study on liquidity risk of China's money market fund[J]. *Shanghai Finance*, 2013, (10): 80-84. (in Chinese)
- [46] Vasques Filho D, O' Neale D R J. Degree distributions of bipartite networks and their projections[J]. *Physical Review E*, 2018, 98(2): 22307.
- [47] La Spada G. Competition, reach for yield, and money market funds[J]. *Journal of Financial Economics*, 2018, 129(1): 87-110.

- [48] Chernenko S, Sunderam A. Liquidity Transformation in Asset Management; Evidence from The Cash Holdings of Mutual Funds[R]. MA Cambridge: National Bureau of Economic Research, No. w22391, 2016.
- [49] Cont R, Wagalath L. Fire sales forensics; Measuring endogenous risk [J]. *Mathematical Finance*, 2016, 26(4): 835 – 866.
- [50] 王春峰, 林碧波, 房振明, 等. 中国股票市场最优清算策略研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2007, 27(5): 42 – 47. Wang Chunfeng, Lin Bibo, Fang Zhenming, et al. The research on optimization liquidation strategies in Chinese stock market[J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2007, 27(5): 42 – 47. (in Chinese)
- [51] Calimani S, Hałaj G, Zochowski D. Simulating fire sales in a system of banks and asset managers[J]. *Journal of Banking & Finance*, 2022, (138): 105707.
- [52] 中国人民银行. 中国金融稳定报告(2019)[M]. 北京: 中国金融出版社, 2019. The People's Bank of China. *China Financial Stability Report 2019*[M]. Beijing: China Financial Publishing House, 2019. (in Chinese)
- [53] 方 意, 荆中博. 外部冲击下系统性金融风险的生成机制[J]. *管理世界*, 2022, 38(5): 19 – 35. Fang Yi, Jing Zhongbo. The formation mechanism of systemic financial risk under external shocks[J]. *Management World*, 2022, 38(5): 19 – 35. (in Chinese)
- [54] Alanyali M, Moat H S, Preis T. Quantifying the relationship between financial news and the stock market[J]. *Scientific Reports*, 2013, 3(1): 35 – 78.

Fire sale contagion and systemic risk in the money market fund industry: From the perspective of the “fund-asset” bipartite network

YAO Chen-an¹, ZHANG Wei-guo², WANG Chao^{3*}

1. School of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China;
2. School of Management, Shenzhen University, Shenzhen 518055, China;
3. School of Economics, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510520, China

Abstract: In response to adverse shocks, managers of money market funds (MMFs) typically resort to fire sales to prevent concentrated redemptions. However, such behavior may trigger risk contagion among MMFs, potentially leading to a systemic crisis. This paper proposes a fire sales risk contagion model based on the “fund-asset” bipartite network and measures the total spillover loss, systemic vulnerability and systemic importance of MMFs under a unified framework. Meanwhile, this paper examines the effects of fund characteristics, fund liquidation strategies, and risky asset prices on systemic risk. Using bond market transaction data and Chinese MMFs’ financial data, our findings reveal that the interconnectedness between MMFs and the bond market serves as a core driver of systemic risk generation. Ignoring spillover effects caused by fire sales significantly underestimates the systemic risk. Higher similarity in asset portfolios leads to increased vulnerability and systemicness of the MMFs. Fund size significantly contributes to the systemicness of the MMF. The price levels of risky assets arising from different liquidation rules account for the disparities in systemic risk exposure among MMFs. These results provide crucial insights for financial regulatory authorities to implement appropriate interventions against risk contagion among MMFs, and enhance the evaluation and supervision framework for important MMFs.

Key words: money market funds; fire sales; risk contagion; systemic risk