doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2026.09.011

信贷资金结构优化与银行业系统性风险防范①

王 超[1,3], 马钱挺[1,3], 刘晓星[2,3*]
(1. 南京农业大学金融学院, 南京 210095; 2. 东南大学经济管理学院, 南京 211189;
3. 江苏省高校哲学社会科学实验室—东南大学金融科技大数据实验室, 南京 211189)

摘要: 尽管资本充足率监管能够增加银行业的稳定性,但也会增加银行的资金占用成本.根据银行业系统性风险的形成机制,本研究从信贷资金结构优化角度探究银行业系统性风险防控措施.基于我国银行业以信贷为主的市场特征,考虑信贷市场和同业市场交互融合的双重风险传染渠道,构建银行业系统性风险的测度模型.针对不同行业信贷资金结构进行算法优化,以达到降低银行业系统性风险目标.我国银行业2010年—2023年不同程度的压力测试结果显示,信贷资金结构优化能够有效降低银行业系统性风险,并且平均节省资本充足率监管所需资金的60%左右.银行业信贷资金结构优化使得大型银行凭借其稳定性优势分担更多市场风险,同时有助于降低银行业的共同风险敞口,因此能够有效阻止风险传染过程,从而避免出现大规模的违约级联事件.研究结果论证了信贷资金结构优化对于银行业系统性风险监管的潜在政策效果.

关键词: 系统性风险; 信贷资金结构; 资本监管; 优化算法
中图分类号: F830 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2026)09-0168-13

0 引 言

2008年全球金融危机之后宏观审慎政策监管框架得到广泛实践,成为维护银行业稳健运行的重要保障.宏观审慎政策最为核心的内容是针对银行业的资本监管. 基于《巴塞尔协议III》的宏观审慎监管框架,2012年我国金融监管部门出台《商业银行资本管理办法》,明确了更为严格的银行业资本监管要求.尽管如此,权威系统性金融风险分析机构V-Lab披露的数据显示,目前我国的系统性风险仍然处于较高水平,并且近年来呈现上升趋势.究其原因,除了银行业整体规模扩张的影响,也与我国银行业资本结构的复杂性密不可分.当前银行业资产负债结构升级的主要实现路径是以提高非传统业务范围和拓展新型业务形态为主的多元化转型.然而,多元化经营方式容易促使银行业形成更加紧密的资本结构,加剧了风险的积聚性和传染性.面对当前复杂的金融环境,我国监管部门多次提出守住不发生系统性金融风险底线的要求,构建有效的系统性风险防范体系成为健全宏观审慎政策框架的工作重点.

为了实现系统性风险的有效防控,需要同时考虑银行业资本规模和资金结构两方面特征.从资本规模的角度,应保证各类银行的资本监管要求与其系统性风险贡献相匹配.为此,我国金融监管部门于2020年发布了《系统重要性银行评估办法》,旨在为系统重要性银行匹配实施差异化的附加监管方案.在资本规模确定的前提下,针对银行业资金结构的监管成为有效降低系统性风险的

① 收稿日期: 2022-07-16; 修订日期: 2026-01-09.
基金项目: 国家社会科学基金资助项目(24&ZD117; 22FGLB094); 教育部人文社会科学研究青年基金项目(21YJC790108; 24YJC790129).
通讯作者: 刘晓星(1970—), 男, 湖南隆回人, 博士, 教授, 博士生导师. Email: jiulonghu198@seu.edu.cn

中国知网 https://www.cnki.net

潜在途径. 由于缺乏相关的系统性风险监管激励，银行业资金结构并没有按照整体最优的方式演化. 因此，本研究基于我国银行业以信贷为主的市场特征，重点从信贷资金结构优化的角度探究银行业系统性风险的防控措施，从而为银行业系统性风险的宏观审慎监管提供新的政策参考.

1　文献综述

银行业系统性风险的形成取决于风险来源和风险传染两方面因素[1-3]. 核心资本水平决定了银行业对于风险来源的承受能力，而资金结构决定了银行业对于风险传染的抵御能力. 根据银行业系统性风险的形成机制，对应的金融监管措施主要从资本规模和资金结构两个层面展开. 研究结果表明提高银行业的监管资本要求是降低系统性风险的有效途径[4-7]，并且银行的监管资本规模应与其在银行体系中的系统性风险贡献相匹配[8,9]. 然而，部分研究表明随着银行业监管资本规模的逐渐提高，极端情景下的系统性风险水平仍未明显改善[8,10]. 由此可见，银行业的资本监管虽然能够降低风险来源的影响，但是全面防范银行业系统性风险同样需要针对风险传染过程进行有效控制.

随着银行之间的联系日益紧密，风险传染已经成为当前银行业系统性风险的主要隐患[11-13]. 风险传染的前提是银行之间的共同风险敞口，而多元化经营是形成银行之间共同风险敞口的重要原因. 无序的多元化经营为风险传染提供了更多渠道，因此增加了发生银行业系统性风险的可能[14-16]. 实际上，多元化经营的系统性风险成本与非系统风险分散效应并非完全对立，多元化经营的系统性风险成本主要取决于银行业的资金结构[17-20]. 因此，如何优化银行业的资金结构成为降低银行业系统性风险的关键.

现有研究基于债券市场和同业市场分析了资金结构优化对于银行业系统性风险防控的效果，结果显示资金结构优化相比于增加系统重要性银行稳定性能够更加有效的降低系统性风险[21-23]. 我国银行市场规模最大的是信贷业务，通过信贷资金结构优化探究银行业系统性风险的防控措施更加具有实际意义[24]. 因此，本研究基于信贷市场和同业市场的双重风险传染渠道测度银行业系统性风险，通过理论推导和实证分析探究信贷资金结构优化对于银行业系统性风险的防控效果，在实现银行业稳定的同时降低风险监管成本，为推动我国金融安全和经济高质量发展提供监管参考.

2　理论分析

本研究中的银行业信贷资金结构主要指信贷资金在不同行业之间的投向分布. 完全市场化的信贷资金结构存在较高的共同风险敞口，具有引发银行业系统性风险的隐患. 因此，针对信贷资金结构进行优化，能够为银行业系统性风险防范提供政策参考.

2.1　银行业系统性风险形成机制

银行业信贷资金的主要风险来源是企业信贷违约形成的市场冲击[25]. 基于银行业的资产负债关联，市场冲击会引发银行之间的风险传染效应，包含直接的同业违约风险和间接的信贷减值风险[26,27]. 同业违约风险主要源于银行之间的同业拆借关系，而信贷减值风险主要源于共同信贷资金的集中处置，二者均会对银行的资产负债表造成损害. 本研究基于银行的资产负债表刻画上述风险传染过程，以此揭示银行业系统性风险的形成机制.

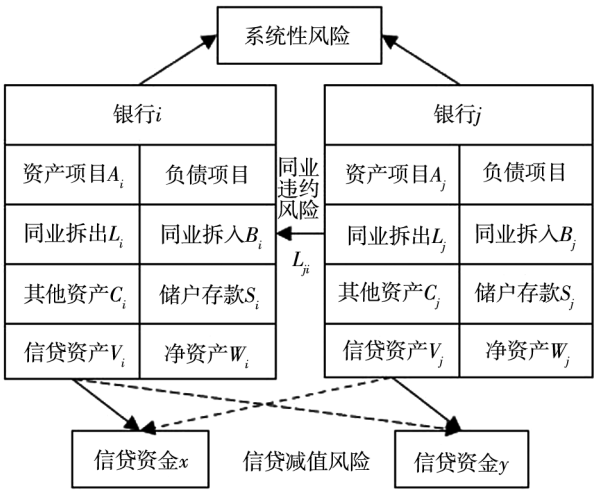

图 1　银行业系统性风险形成机制

Fig. 1 Formation mechanism of banking systemic risk

如图 1 所示，考虑银行业中的任意两家银行 i 和 j，定义其净资产分别为 W_i 和 W_j，银行 i 信贷资

中国知网　https://www.cnki.net

金面临的市场冲击为 E_i. 当 $E_i < W_i$ 时,信贷资金的市场冲击不会造成银行 i 违约,但市场冲击造成的信贷损失会使银行 i 面临流动性资金短缺,促使其通过同业市场补充流动性资金,同时逐步收缩其信贷规模或处置部分信贷资金. 当 $E_i \geqslant W_i$ 时,严重的信贷损失会直接导致银行 i 因资不抵债而发生违约. 个体银行的违约会通过直接关联和间接的业务关联将风险扩散至其他银行. 因此,基于同业市场和信贷市场形成的直接和间接业务关系都会增加银行之间的共同风险敞口,提高市场冲击下银行的违约概率. 考虑银行业中大量银行形成的共同风险敞口,同业市场的拆借违约风险以及信贷市场的资产减值风险会促使多家银行同时发生违约,在金融网络关系的作用下,上述风险迅速扩散放大,从而形成系统性风险.

2.2 银行业信贷资金结构优化原理

根据图 1 的简化金融市场,进一步探究信贷资金结构优化对银行业系统性风险防控的作用. 对于任意两家银行 i 和银行 j,假设银行 i 的总资产 A_i 大于银行 j 的总资产 A_j. 遵循《巴塞尔协议 III》关于不同资产规模银行的差异化资本监管规则,资产规模较大的银行通常存在额外的资本充足率要求. 假设银行 i 和银行 j 的资本充足率分别为 z_i 和 z_j,因此 $z_i > z_j$. 在信贷市场中,存在具有不同风险特征的信贷资金 x 和 y,二者的不良贷款率分别为 n_x 和 n_y,且 $n_x < n_y$. 银行 i 和银行 j 对于信贷资金 x 和 y 的配置比例分别表示为 e_i 和 e_j. 针对上述假设,通过设置不同信贷资金分布情景论证信贷资金结构的优化原理.

2.1.1 大型银行信贷资金风险低

信贷资金分布情景 1 初始时刻银行 i 完全配置于信贷资金 x,银行 j 完全配置于信贷资金 y. 考虑到其他情景中信贷资金需要进行相互交换,为了保证信贷资金需求得到满足,两家银行各自所配置的信贷资金总规模应相同,即 $e_iA_i = e_jA_j$. 假设银行 j 遭受的市场冲击恰好使其处于违约边界,即银行 j 的资本充足率刚好完全覆盖其信贷资金的市场冲击,表示为

$$e_jA_jn_y = z_jA_j \tag{1}$$

由此可得

$$e_j = \frac{z_j}{n_y} \tag{2}$$

此时,银行 i 面临的信贷资金市场冲击表示为 $e_iA_in_x$. 由于 $e_iA_i = e_jA_j$,结合式(2) 中 e_j 的表达式可得

$$e_iA_in_x = e_jA_jn_x = z_jA_j\frac{n_x}{n_y} \tag{3}$$

由于 $A_j < A_i$,$n_x < n_y$ 且 $z_j < z_i$,因此 $e_iA_in_x < z_iA_i$,即银行 i 遭受的信贷资金市场冲击小于其资本水平,此时银行 i 不会发生违约.

信贷资金分布情景 2 将情景 1 中两家银行的信贷资金配置对象相互交换以表示信贷资金结构优化,即银行 i 完全配置于信贷资金 y,银行 j 完全配置于信贷资金 x. 此时,银行 i 遭受的信贷资金市场冲击表示为 $e_iA_in_y$. 由于 $e_iA_i = e_jA_j$,结合式(1) 得到

$$e_iA_in_y = e_jA_jn_y = z_jA_j \tag{4}$$

由于 $A_j < A_i$ 且 $z_j < z_i$,因此 $e_iA_in_y < z_iA_i$,即银行 i 遭受的信贷资金市场冲击小于其资本水平,银行 i 不会发生违约.

同样的,银行 j 遭受的信贷资金市场冲击表示为 $e_jA_jn_x$. 结合式(2) 中 e_j 的表达式得到

$$e_jA_jn_x = z_jA_j\frac{n_x}{n_y} \tag{5}$$

由于 $n_x < n_y$,因此 $e_jA_jn_x < A_jz_j$,即通过银行业信贷资金结构优化,银行 j 也不会发生违约.

由情景 1 和情景 2 的分析可知,当大型银行配置于低风险信贷资金且小型银行配置于高风险信贷资金时,通过信贷资金结构优化可以降低系统性风险.

2.1.2 小型银行信贷资金风险低

信贷资金分布情景 3 假设初始时刻银行 i 完全配置于信贷资金 y,同时银行 j 完全配置于信贷资金 x. 令银行 j 遭受的市场冲击恰好使其处于违约边界,即银行 j 的资本充足率刚好完全覆盖其信贷资金的市场冲击,表示为

$$e_jA_jn_x = z_jA_j \tag{6}$$

由此可得

$$e_j = \frac{z_j}{n_x} \tag{7}$$

为了保证信贷资金的需求达到平衡,应满足 $e_iA_i = e_jA_j$. 据此,结合式(7) 中 e_j 的表达式,银行 i 面临的信贷资金市场冲击表示为

中国知网 https://www.cnki.net

$$e_iA_in_y = e_jA_jn_y = z_jA_j\frac{n_y}{n_x} \tag{8}$$

尽管 $A_j < A_i$ 且 $z_j < z_i$，但是 $n_y > n_x$，因此 $e_iA_in_y$ 与 z_iA_i 之间的关系无法确定，即银行 i 的违约情况由其信贷资金遭受的市场冲击水平决定.

信贷资金分布情景 4　将情景 3 中两家银行的信贷资金配置对象相互交换，即银行 i 完全配置于信贷资金 x，银行 j 完全配置于信贷资金 y. 此时，银行 i 遭受的信贷资金市场冲击表示为 $e_iA_in_x$. 由于 $e_iA_i = e_jA_j$，结合式(6) 得到

$$e_iA_in_x = e_jA_jn_x = z_jA_j \tag{9}$$

由于 $A_j < A_i$ 且 $z_j < z_i$，因此 $e_iA_in_x < z_iA_i$，即银行 i 遭受的信贷资金市场冲击小于其资本水平. 因此，通过信贷资金结构优化，银行 i 不会发生违约.

此时，银行 j 遭受的信贷资金市场冲击表示为 $e_jA_jn_y$. 结合式(7) 中 e_j 的表达式得到

$$e_jA_jn_y = z_jA_j\frac{n_y}{n_x} \tag{10}$$

由于 $n_y > n_x$，因此 $e_jA_jn_y > A_jz_j$，即此时银行 j 仍会发生违约.

通过情景 3 和情景 4 的分析可知，尽管小型银行都会发生违约，但是情景 3 中大型银行仍然存在违约的可能性，而通过信贷资金结构优化，情景 4 中大型银行不存在违约风险. 因此，在大型银行配置于高风险信贷资金而小型银行配置于低风险信贷资金时，信贷资金结构优化同样能够降低银行业系统性风险.

2.1.3　不同规模银行信贷风险不确定

考虑更一般化的情况，定义初始时刻银行 i 配置于 x 的信贷资金比例为 e_{ix}，银行 j 配置于 x 的信贷资金比例为 e_{jx}，通过调整不同信贷资金配置比例探究信贷资金结构的优化过程. 基于违约概率模型，定义银行 i 和银行 j 的联合违约概率为银行业系统性风险. 为了方便计算系统性风险的显式解，通过 Laplace 分布刻画信贷资金的不良贷款率[28]. 定义 $n(x)$ 和 $n(y)$ 如下

$$n(x) = \begin{cases}\dfrac{1}{2}e^{x}, x < 0\\ \dfrac{1}{2}e^{-x}, x \geqslant 0\end{cases} \tag{11}$$

$$n(y) = \begin{cases}\dfrac{1}{4}e^{\frac{y}{2}}, y < 0\\ \dfrac{1}{4}e^{-\frac{y}{2}}, y \geqslant 0\end{cases} \tag{12}$$

其中 $n(x)$ 的尺度参数为 1，$n(y)$ 的尺度参数为 2，即信贷资金 y 的不良贷款率高于信贷资金 x.

当银行的资本缓冲不足以覆盖其信贷资金的损失时，银行会发生违约. 据此，银行 i 和银行 j 的联合违约边界可以表示为

$$\begin{cases}e_iA_i[e_{ix}n(x) + (1 - e_{ix})n(y)] = z_iA_i\\ e_jA_j[e_{jx}n(x) + (1 - e_{jx})n(y)] = z_jA_j\end{cases} \tag{13}$$

定义 $z_i/e_i = r_i$ 且 $z_j/e_j = r_j$. 大型银行通常具有额外的资本充足率要求，因此其资本缓冲与信贷资金的比例通常更高，即 $r_i > r_j$. 据此，式(13) 化简为

$$\begin{cases}e_{ix}n(x) + (1 - e_{ix})n(y) = r_i\\ e_{jx}n(x) + (1 - e_{jx})n(y) = r_j\end{cases} \tag{14}$$

根据上述联合违约边界，在以 $n(x)$ 和 $n(y)$ 组成的坐标系中，计算银行 i 和银行 j 同时违约的概率 P，通过对 $n(x)$ 和 $n(y)$ 进行积分，得到的银行业系统性风险可以表示为关于银行 i 和银行 j 的信贷资金配置比例的函数 $g(e_{ix}, e_{jx})$. 特别的，为了保证信贷资金需求达到平衡，两家银行的信贷资金需满足 $e_iA_i = e_jA_j$. 在此基础上，进一步满足信贷资金结构调整过程中始终保持需求平衡的要求，则 $e_ie_{ix}A_i = e_je_{jy}A_j$. 由此可知，银行 i 和银行 j 信贷资金之间的关系符合 $e_{ix} + e_{jx} = 1$. 据此，$g(e_{ix}, e_{jx})$ 可以表示为 $g(e_{ix})$.

假设 $r_i = 0.2$ 且 $r_j = 0.1$，据此进行数值实验，得到银行 i 配置于信贷资金 x 的比例 e_{ix} 与对应的银行业系统性风险 $g(e_{ix})$，结果见图 2. 由图 2 可知，在两家银行具有完全相同的信贷资金配置时，系统性风险达到最高水平，而银行之间的信贷资金结构调整会对系统性风险产生影响，并且在两家银行逐渐进行差异化信贷资金配置时，系统性风险降低. 该结果与 Beale 等[29]的理论分析一致. 实际市场信贷资金结构通常难以达到信贷资金配置完全差异化的极端情景，因此通过信贷资金结构优化有助于降低系统性风险. 此外，图 2 结果显示，大型银行信贷资金风险低而小型银行信贷资金风险高的极端情景下，银行业系统性风险达到最低水平约 0.26，大型银行信贷资金风险高

中国知网　https://www.cnki.net

而小型银行信贷资金风险低的极端情景下,银行业系统性风险接近 0.28. 因此,大型银行信贷资金风险高而小型银行信贷资金风险低时,可以通过信贷结构优化降低银行业系统性风险,这验证了2.1.2 部分的理论分析. 反之,图 2 显示大型银行信贷资金风险低而小型银行信贷资金风险高的极端情景下,银行业系统性风险达到最低水平,即此时无法通过信贷结构优化降低银行业系统性风险. 但是结合 2.1.1 部分的理论分析可知,在面临不同水平的信贷市场冲击时,若大型银行信贷资金风险低而小型银行信贷资金风险高,仍可以通过信贷资金结构优化降低系统性风险,说明外部冲击水平会影响信贷资金结构优化的效果.

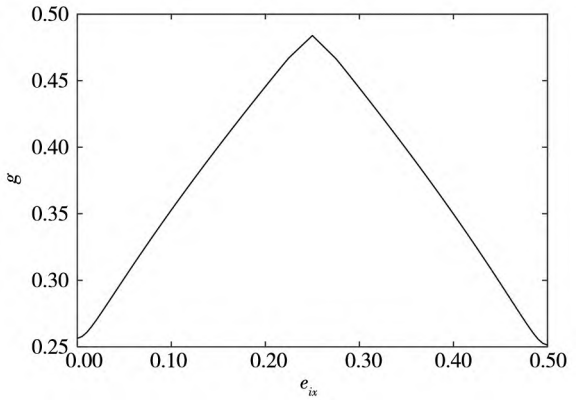

图 2 信贷资金结构优化与银行业系统性风险

Fig. 2 Optimization of credit fund structure and banking systemic risk

3 模型构建

本研究的银行业系统性风险测度同时考虑同业市场和信贷市场的双重传染渠道. 一方面,通过同业业务的资金总量构建同业拆借网络;另一方面,针对不同行业信贷资金总量构建信贷网络. 重点针对银行业信贷网络进行重构,以探究银行业信贷资金结构优化对系统性风险的防控效果.

3.1 同业拆借网络构建

为了刻画同业拆借网络对银行业系统性风险形成的作用,本研究模拟生成具有不同结构特征的同业拆借网络,包括最小密度网络[30](DN)、随机生成网络[31](RN) 和最大熵网络[32](EN). 此外,以上市银行的尾部风险溢出网络[33-35](TN)刻画同业拆借关系,实证检验研究结果的稳健性.

3.2 信贷资金市值估计

大量信贷资金的集中处置会加剧银行业存量信贷资金价值下跌. 为了刻画上述影响,本研究根据期权定价方法估计银行业信贷资金的市值[36],进而通过供需均衡模型定义信贷资金减值过程[37]. 定义 r_f 为无风险利率,D_{ij} 表示银行 i 对任意行业 j 的信贷资金总额,T 为信贷资金的到期日,行业 j 的初始杠杆率为 g_j. 将银行业信贷资金看作信用违约债券,则银行 i 对行业 j 信贷资金的市值可以表示为基于信贷资金 D_{ij} 的欧式看跌期权的价值,由 BS 期权定价公式对其进行求解,得到

$$V_{ij} = D_{ij}\mathrm{e}^{-r_f T}N(d_2) + D_{ij}(1-g_j)^{-1}N(-d_1) \quad (15)$$

其中 $d_1 = [\ln(1/(1-g_j)) + (r_f + \sigma_{V_j}^2/2)T]/(\sigma_{V_j}\sqrt{T})$,且 $d_2 = d_1 - \sigma_{V_j}\sqrt{T}$,$\sigma_{V_j}$ 表示行业 j 信贷资金市值波动率. 根据伊藤引理可得 $\sigma_{V_j} = \sigma_{E_j} g_j / N(d_1)$,其中 σ_{E_j} 表示行业 j 的权益价值波动率,通过行业指数价格数据计算,从而 σ_{V_j} 可以通过数值迭代得到.

定义行业 j 的初始市场冲击为 ε_j,遭受冲击之后信贷资金的预期违约损失增加,此时银行 i 对行业 j 的信贷资金市值重估为

$$\tilde{V}_{ij} = D_{ij}\mathrm{e}^{-r_f T}N(d_2') + (1-\varepsilon_j)(1-g_j)^{-1}D_{ij}N(-d_1') \quad (16)$$

其中 $d_1' = [\ln((1-\varepsilon_j)/(1-g_j)) + (r_f + \sigma_{V_j}^2/2)T]/(\sigma_{V_j}\sqrt{T})$,且 $d_2' = d_1' - \sigma_{V_j}\sqrt{T}$.

市场冲击可能会造成部分银行因经营压力而违约,违约银行会处置其信贷资金用于偿还债务. 假设银行 i 发生违约并进行资产清算,对于任意行业 j 来说,银行 i 处置的信贷资金在行业 j 的占比表示为

$$s_{ij} = \frac{\tilde{V}_{ij}}{\sum_{i=1}^{N} V_{ij}} \quad (17)$$

大量信贷资金的集中处置会加剧存量信贷资金市值下跌. 通过供需均衡模型描述信贷资金的减值过程,则行业 j 的信贷资金市值变化可以表示为行业 j 整体信贷资金抛售比例的函数[37]. 据此定义减值函数如下

$$f_j = \exp\left(-\beta_j \sum_{i \in F}^{N} s_{ij}\right) \quad (18)$$

其中参数 β_j 用于度量行业 j 的信贷资金价格弹性,F 表示所有违约银行的集合. 此时,银行 i 对行

中国知网 https://www.cnki.net

业 j 的信贷资金市值重估为

$$\overline{V}_{ij}=f_j(D_{ij}\mathrm{e}^{-r_jT}N(d_2^{'})+(1-\varepsilon_j)\ (1-g_j)^{-1}D_{ij}N(-d_1^{'})) \tag{19}$$

该信贷资金市值即银行进行资产清算时信贷资金的实际价值.

3.3　银行业系统性风险测度

基于信贷市场外部冲击形成的银行业风险来源,考虑同业市场和信贷市场相互作用引发的风险传染过程. 假设任意行业面临市场冲击,对该行业存在信贷资金配置的银行均会遭受不同程度的信贷损失. 当银行的信贷损失超过其净资产时,会因资不抵债而发生违约. 违约银行需要进行资产清算以偿还其负债. 基于图 1 中简化的银行资产负债表,违约银行需要同时对同业拆出和信贷资金进行清算. 由于违约银行资不抵债,因此扣除储户存款后通常无法完全偿还同业拆入资金,由此导致的同业违约形成银行业的直接风险传染效应. 此时,由同业违约造成的银行 i 资金缺口表示为

$$q_i^0=L_i^0-\sum_{s=1}^{N}\pi_{is}B_s^0 \tag{20}$$

其中 $\pi_{is}=l_{is}/b_s$ 表示银行 i 对银行 s 的同业拆出金额占银行 s 同业拆入总额的比例.

不仅如此,违约银行信贷资金的集中处置还会加剧行业危机. 对于持有共同行业信贷的其他银行而言,由此导致的信贷减值形成银行业的间接风险传染效应. 此时,由信贷资金减值造成的银行 i 资金缺口表示为

$$q_i^0=\sum_{j=1}^{M}V_{ij}^0-\sum_{j=1}^{M}\overline{V}_{ij}^0 \tag{21}$$

上述两轮风险传染过程均会造成银行资产负债表的动态更新及恶化. 新增的违约银行会加剧风险的传染和扩散. 假设 t 时刻银行业的违约过程达到平衡状态,可以确定银行业的实际同业拆入偿还规模以及信贷资金市场价值. 结合式(20)和式(21)的资金缺口,此时银行 i 的实际同业拆入偿还规模表示为

$$\overline{L}_i^t=\min\left\{B_i^0,W_i^0+B_i^0+\sum_{j=1}^{M}\overline{V}_{ij}^t-\sum_{j=1}^{M}V_{ij}^0+\sum_{s=1}^{N}\pi_{is}B_s^t-L_i^0\right\} \tag{22}$$

根据实际同业拆入偿还规模,银行 i 按其债权银行同业拆入比例分配实际偿还资金.

基于同业债务偿还、信贷资金贬值以及净资产之间的数量关系,参考 DebtRank 方法定义遭受市场冲击之后银行业的净资产损失测度系统性风险[38]. 据此,银行 i 累积净资产损失表示为

$$h_i^t=\min\left\{W_i^0,\sum_{s=1}^{N}(\overline{L}_{is}^t-L_{is}^0)+\sum_{j=1}^{M}(\overline{V}_{ij}^t-V_{ij}^0)\right\} \tag{23}$$

在累积损失超过其净资产时银行发生违约. 将平衡状态时所有个体银行的累积净资产损失相加,得到整个银行业的系统性风险 $H=\sum_{i=1}^{N}h_i^T$.

3.4　信贷资金结构优化

假设银行 i 对于不同行业的信贷资金通过矩阵 $\boldsymbol{V}_i$ 表示,矩阵元素 V_{ij} 表示银行 i 对于行业 j 的信贷规模,则银行 i 对所有行业的信贷资金总额为 $\boldsymbol{V}_i=\sum_{j=1}^{M}V_{ij}$,行业 j 获得所有银行的信贷资金总额为 $\boldsymbol{U}_j=\sum_{i=1}^{N}V_{ij}$. 银行业信贷资金结构优化是在满足各类行业信贷资金供需稳定的前提下,达到银行业系统性风险最小的目标. 根据以上优化目标和约束条件,银行业信贷资金结构的优化问题概括为

$$\begin{aligned}&\min_{V_{ij}^{'}\geqslant 0}H(V_{ij}^{'})\\&\text{s.t. }\boldsymbol{V}_i=\sum_{j=1}^{M}V_{ij}^{'},\\&\boldsymbol{U}_j=\sum_{i=1}^{N}V_{ij}^{'},\\&\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}V_{ij}^{'}\sigma_{V_j}^2\leqslant\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}V_{ij}\sigma_{V_j}^2\end{aligned} \tag{24}$$

其中 $V_{ij}^{'}$ 表示优化后银行 i 对行业 j 的信贷规模,$\sigma_{V_j}^2$ 刻画行业 j 的市场风险水平.

在最小化银行业系统性风险的目标下,线性约束 $\boldsymbol{V}_i=\sum_{j=1}^{M}V_{ij}^{'}$ 保证信贷资金的供给总量稳定;$\boldsymbol{U}_j=\sum_{i=1}^{N}V_{ij}^{'}$ 保证信贷资金的需求总量稳定. 非线性约束 $\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}V_{ij}^{'}\sigma_{V_j}^2\leqslant\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}V_{ij}\sigma_{V_j}^2$ 意味着信贷资金结构优化之后所有个体银行的信贷资金市场风险之和不会增加. 对于式(24)的 NP-hard 问题,可以通过粒子群优化算法实现求解.

中国知网　https://www.cnki.net

4 结果分析

4.1 数据来源

以 2023 年我国银行业实际数据为例进行信贷资金结构优化和系统性风险分析，样本包含 216 家银行. 其中，选择 2010 年之前上市的 16 家银行构建尾部风险溢出网络以保证数据的一致性. 基于个体银行的资产负债数据构建同业拆借网络并确定其净资产规模. 构建尾部风险溢出网络所需的微观变量选取银行规模、权益乘数、市帐率和期限错配，宏观变量选择股市收益率、股市波动率、国债收益率、TED 利差、信用价差和期限利差[33-35]，相关季度数据通过样条插值法转换成月度数据. 根据个体银行针对不同行业的信贷数据构建信贷网络. 不同行业的股权价值波动率根据证监会一级行业指数的价格计算. β 取值使得银行出售 10% 外部投资时资产价格下降 10%[36]，即 $\beta = 1.05$. 不同行业的杠杆水平根据该行业上市企业的财务数据的平均值计算. 财务数据及银行的不良贷款率均来源于 CSMAR 数据库，股价数据和宏观数据来自 Wind 数据库和中国债券信息网. 此外，参考上海银行间同业拆借利率确定无风险利率为 0.02，参考《巴塞尔协议》设置信贷资金的平均期限为 2.50 年.

4.2 银行业系统性风险水平分析

信贷市场的外部冲击是银行业重要的风险来源，本研究的理论分析表明，不同程度的市场冲击会对信贷资金结构优化效果产生差异. 表 1 以不同行业的不良贷款率为基数，给出了不同程度市场冲击所形成的银行业系统性风险. 结果显示，银行业系统性风险随着市场冲击的增加而逐渐提高，并且在 $\varepsilon > 3$ 时出现相变特征，此时系统性风险急剧增加，在 $\varepsilon = 5$ 时达到全部银行违约的极端情景. 为了体现信贷资金结构优化在银行业系统性风险防控中的作用，本研究根据发生相变阶段的市场冲击水平进行基准实验，此时 $\varepsilon = 4$.

对银行业系统性风险进行分解，从风险来源和风险传染两个角度分析其特征. 风险来源主要指市场冲击风险，风险传染包括同业违约风险和信贷减值风险. 表 1 进一步对比了市场冲击风险、同业违约风险以及信贷减值风险. 从风险水平来看，信贷减值风险明显高于同业违约风险，二者的差异主要与银行业中同业资金和信贷资金的规模有关. 其中，同业资金约占银行业总资产规模的 3.64%，信贷规模占比约为 31.34%. 尽管同业违约风险相对较低，但是在银行业系统性风险发生相变之后，同业违约风险对于系统性风险的贡献均高于同业资金规模在银行业的占比. 这说明在发生大规模的银行违约级联效应时，同业违约风险能够促进信贷减值风险，二者相互作用加速了银行之间的风险传染过程[11].

表 1 不同冲击下的银行业系统性风险(百亿元)

Table 1 Banking systemic risks under different shocks (10 billion CNY)

ε	1	2	3	4	5
系统性风险	413.09	648.48	904.13	1 608.91	2 592.41
市场冲击风险	223.07	443.19	663.18	881.76	1 097.25
同业违约风险	0.62	0.82	1.48	75.30	352.28
信贷减值风险	189.40	204.47	239.46	651.85	1 142.88

4.3 银行业信贷资金结构优化特征

基于银行业系统性风险的形成过程，从风险来源和传染风险两个角度分析信贷资金结构优化特征，表 2 在各类同业网络结构下分别呈现了不同类型银行的风险降低比例. 其中，系统性风险的数据表明，信贷资金结构优化之后不同类型银行的系统性风险都有所降低. 最大熵网络、随机网络和最小密度网络中，信贷资金结构优化之后不同类型银行的系统性风险平均降低比例均在 30% 以上. 尾部风险溢出网络的银行数量较少，且均为经营状况较好、资本水平相对充足的上市银行，因此信贷资金结构优化对于系统性风险的降低效果相对较弱. 上述结果的差异表明，大量农村商业银行和城市商业银行是决定信贷资金结构优化效果的关键，因此这些银行是系统性风险防控的重点目标. 表 2 中不同类型银行的系统性风险降低幅度也验证了上述结论. 具体而言，随着银行资产规模的增加，其系统性风险的降低幅度基本呈现变弱的趋势，说明目前中小银行的信贷资金结构仍然具有较大的优化空间.

从风险来源角度分析信贷资金结构优化之后个体银行遭受市场冲击的变化，具体见表 2 中市场冲击风险降低比例. 结果显示，银行业信贷资金结构优化之后，全国性股份制商业银行、城市商业银行和农村商业银行的市场冲击风险都有所降

中国知网 https://www.cnki.net

低，并且随着银行规模增加，市场冲击风险的降低幅度迅速变弱. 此外，尽管尾部风险溢出网络中大型国有银行的市场冲击风险平均降低比例为正，但是考虑更大规模的样本时，最大熵网络、随机网络和最小密度网络中大型国有银行市场冲击风险的平均降低比例均为负，即信贷资金结构优化之后大型国有银行遭受的市场冲击风险上升. 上述结果说明以降低系统性风险为目标进行银行业信贷资金结构优化未能达到帕累托最优状态. 尽管对于大部分银行来说可以同时实现系统性风险及市场冲击风险的降低，但在一定程度上增加了少数大型国有银行的市场风险因素. 当然，大型国有银行的资本缓冲能力相对较强，因此能够在分担更多其他中小银行市场冲击风险的同时保持自身稳定，从而降低银行业系统性风险，这也是通过银行业信贷资金结构优化实现系统性风险防控的重要原因.

表 2　个体银行不同类型风险的降低效果

Table 2 Effectiveness of reducing different types of risks for individual banks

风险类型	网络类型	A	B	C	D
系统性风险/%	EN	30.38	38.14	41.88	45.47
	RN	35.36	43.50	45.64	47.42
	DN	30.22	38.74	40.13	45.40
	TN	5.12	7.84	6.62	—
市场冲击风险/%	EN	-3.62	2.04	14.55	33.63
	RN	-3.62	2.04	14.55	33.63
	DN	-3.62	2.04	14.55	33.63
	TN	6.22	11.47	22.76	—
同业违约风险/%	EN	96.87	96.83	96.88	96.87
	RN	99.02	99.71	98.31	92.86
	DN	96.46	94.05	94.11	100.00
	TN	19.47	35.04	25.01	—
信贷减值风险/%	EN	29.26	37.72	46.48	57.07
	RN	34.97	42.87	50.98	60.30
	DN	29.41	37.86	46.60	57.15
	TN	2.82	12.70	24.54	—

注： A ~ D 分别表示大型国有商业银行、全国性股份制商业银行、城市商业银行和农村商业银行；由于尾部风险溢出网络的样本未包含农村商业银行，相应数值为空，下同.

进一步从风险传染角度分析信贷资金结构优化之后同业违约风险和信贷减值风险的变化. 表 2结果显示，银行业信贷资金结构优化之后，信贷减值风险降低幅度与系统性风险的变化特征一致. 其中，不同类型银行同业违约风险的降低比例较为接近，并且在不同类型的风险中降低幅度最高，尤其是最大熵网络、随机网络和最小密度网络中同业违约风险的降低比例均在 90% 以上，说明进行信贷资金结构优化之后违约银行数量有效降低. 综上所述，银行业信贷资金结构优化不仅能够缓解信贷资金集中处置造成的减值风险，也能降低银行违约造成的同业违约风险，因此通过信贷资金结构优化能够有效阻止系统性风险的传染过程，从而降低银行业系统性风险.

4.4　银行业信贷资金结构优化机制

根据银行业系统性风险的形成过程，通过分析信贷资金结构优化前后银行业的风险来源特征和风险传染特征探究通过信贷资金结构优化降低银行业系统性风险的机制（结果见表 3）. 其中，风险来源特征主要指信贷资金面临的市场冲击风险，通过信贷资金的不良贷款率和资产波动率刻画；风险传染特征主要指由信贷资金形成的共同风险敞口，通过信贷资金的集中度和相似性刻画. 表 3 仅呈现了最大熵网络的统计结果，其他同业拆借网络的结果相似. 为了准确刻画信贷资金结构的优化特征，表 3 计算了优化前后银行业不同风险特征的 t 检验统计量，并根据其 P 值对优化后的结果进行显著性标注.

表 3　银行业的不同类型风险特征

Table 3 Characteristics of different types of risks for the banking

系统性风险形成机制		风险来源		风险传染	
		不良贷款率/%	资产波动率/%	信贷集中度	信贷相似性
优化前	A	2.03	0.44	0.14	0.39
	B	2.23	0.44	0.16	0.34
	C	2.71	0.44	0.22	0.34
	D	3.64	0.45	0.30	0.38
优化后	A	2.08	0.44	0.16*	0.25***
	B	2.14	0.44	0.19***	0.25***
	C	2.16***	0.43	0.17***	0.23***
	D	2.20***	0.43**	0.16***	0.22***

注： *、**、*** 分别代表 10%、5%、1% 显著性水平.

从表 3 的风险来源特征可以看出，经过银行业信贷资金结构优化之后，大型国有银行信贷资金的不良贷款率略有增加，而其他银行信贷资金的不良贷款率均有所降低，并且中小银行不良贷款率的降低幅度更加显著. 资产波动率的优化特

中国知网　https://www.cnki.net

征整体显著性较弱,其中大型银行资产波动率相对维持稳定,中小银行的资产波动率略有降低,但基本规律与不良贷款率相似. 结果表明,通过信贷资金结构优化之后大型国有银行利用其个体稳定性优势分担了其他中小银行在高风险行业的信贷损失,从而提高了银行业的稳定性. 尽管如此,统计结果表明信贷资金结构优化并不会引起大型国有银行信贷风险状况的显著恶化,而中小银行的信贷风险状况明显得到改善,这体现了通过信贷结构优化降低银行业系统性风险的优势. 此外,信贷资金结构优化前后,不良贷款率均随着银行资产规模增加而逐渐降低. 尽管信贷资金结构优化之后大型国有银行承担了更多市场冲击,但是不良贷款率仍然符合上述特征. 说明大型国有银行具有更高的风险应对能力,信贷资金结构优化能够发挥其风险应对能力的系统性优势.

银行业信贷资金结构优化的本质是个体银行信贷资金集中度的调整,信贷资金集中度决定了银行之间的共同风险敞口,而共同风险敞口为系统性风险的形成提供了传染渠道. 本研究的风险传染特征包括信贷资金的集中度和相似性两个方面,以赫芬达尔指数计算信贷集中度,以信贷相似性表示共同风险敞口. 根据表 3 结果可知,当前不同类型银行之间的信贷资金集中度存在较大差异. 针对银行业信贷资金结构进行优化之后,中小银行的信贷资金集中度显著降低,说明中小银行的多元化信贷策略有助于促进银行业稳定. 此外,表 3 显示信贷资金结构优化后不同类型银行之间的信贷资金相似性均显著降低,说明此时银行业信贷资金的共同风险敞口减少,有效阻止了系统性风险的传染过程,这也是通过信贷资金结构优化降低银行业系统性风险的重要原因.

前文的分析表明,利用大型国有银行在风险应对方面的优势能够有效分担中小银行的信贷市场冲击,从而增加银行业的稳定性. 据此,进一步探究个体银行相对资产规模和相对系统性风险差额与银行业系统性风险的关系,以验证上述结论,结果见表 4. 数据显示,经过信贷资金结构优化之后,除大型国有银行以外,其他类型银行的相对资产规模与相对系统性风险差额均有所增加,而大型国有银行相对资产规模与相对系统性风险差额大幅降低且均为负值. 这说明信贷资金结构优化之后大型国有银行承担了更多超出自身资产规模市场份额的系统性风险,而其他类型银行承担的相对系统性风险均小于自身的相对资产规模. Pichler 等[22]研究指出,个体银行相对资产规模与其相对系统性风险差额越小越有利于银行业稳定. 本研究的实证结果表明,个体银行的资产规模与系统性风险承担完全匹配并不是对银行业最有利的市场结构,通过大型银行的稳定性优势分担更多市场风险有利于降低系统性风险. 上述研究结果进一步验证了通过信贷资金结构优化降低银行业系统性风险的机制.

表 4 银行业相对资产规模和相对系统性风险的差额

Table 4 Difference between the relative asset size and systemic risk

系统性风险形成机制		A	B	C	D
优化前/%	EN	-0.09	0.22	-0.02	-0.01
	RN	-0.03	0.21	-0.02	-0.01
	DN	-0.04	0.20	-0.02	-0.01
	TN	0.10	-0.06	-0.01	—
优化后/%	EN	-1.18	0.39	0.01	0.00
	RN	-1.18	0.39	0.01	0.00
	DN	-1.18	0.39	0.01	0.00
	TN	-0.05	0.04	-0.01	—

4.5 银行业信贷资金结构优化效果

4.5.1 信贷资金结构优化的资金成本

当前银行业系统性风险的监管措施主要依赖《巴塞尔协议 III》的核心资本监管. 核心资本监管的基本原则是个体银行的资本缓冲水平与其风险资产相一致. 为了分析银行业信贷资金结构优化对于系统性风险防控的资金成本优势,假设个体银行根据其资金缺口增加核心资本以满足统一的资本充足率监管要求,据此计算对应的系统性风险水平,并与信贷资金结构优化得到的结果进行对比. 针对上述情景,压力测试结果显示当资本充足率要求达到 14%时,银行业系统性风险降至最低水平,此时的系统性风险水平趋近于银行业所面临的外部市场冲击. 若要达到通过信贷资金结构优化后的系统性风险水平,需要银行业的资本充足率要求为 13% ~ 14%. 进一步计算银行业实际增加的监管资金,发现要达到与银行业信贷资金结构优化相同水平的系统性风险,至少需要增加当前银行业核心资本监管所需资金的 63.50% 左右. 因此,基于信贷资金结构优化的银行业系统性风险监管措施具有明显的资金成本优势.

中国知网 https://www.cnki.net

4.5.2　优化效果的稳健性分析

本研究以 2023 年为例，在特定水平的外部冲击下研究了银行业信贷资金结构优化对于系统性风险防控的资金成本优势. 在此基础上，针对不同水平外部冲击以及不同年份数据进行优化效果的稳健性分析.

表 5　不同冲击水平的系统性风险降低效果

Table 5 Effectiveness of reducing banking systemic risk under different shocks

ε	1	2	3	4	5
最大风险降低幅度/%	24.25	17.68	16.48	33.73	49.67
最低节省监管资金/%	138.50	88.50	38.50	63.50	101.00

表 5 从风险降低幅度和节省监管资金两个方面比较了不同程度市场冲击的影响. 由表 5 可知，银行业系统性风险的降低幅度随着外部市场冲击的增加整体呈现先下降后上升的趋势. 结合表 1 可知，$\varepsilon \leqslant 3$ 时尚未发生大规模违约级联现象，此时通过信贷资金结构优化降低的银行业系统性风险主要是市场冲击风险，对于风险传染过程的控制作用相对较弱. 因而随着市场冲击风险逐渐增加，银行业系统性风险降低程度相对降低. $\varepsilon > 3$ 之后，银行业发生大规模的违约级联现象，信贷资金结构优化对于风险传染的控制作用逐渐显现，并且这种作用随着外部市场冲击增加而逐渐变大，在整个银行业全部发生违约时信贷资金结构优化对系统性风险的降低幅度达到最大. 研究结果验证了信贷资金结构优化效果的稳健性，并且信贷资金结构优化不仅能够分散银行业的风险来源，还能有效阻止风险传染过程. 因此，相比于传统的银行业核心资本监管措施，基于信贷资金结构优化的相关监管措施能够实现全过程的系统性风险防控.

表 6 针对我国银行业不同年份的数据，给出了系统性风险达到最大降低幅度时对应的市场冲击水平、风险降低幅度以及节省监管资金比例. 数据显示，自 2010 年以来我国银行市场的稳定性普遍较高，能够承受 5 倍以上不良贷款率的市场冲击. 信贷资金结构优化能够最高将银行业系统性风险降低 40%左右，这种作用效果接近核心资本监管所能达到的系统性风险最低水平，同时能够平均节约银行业核心资本监管所需资金的 60%左右. 总而言之，表 6 验证了研究结果的稳健性，即银行业信贷资金结构优化能够有效降低银行业系统性风险，并且能够节省更多监管资金. 因此，通过信贷资金结构优化，从风险来源和风险传染两个方面同时进行银行业系统性风险防控具有潜在的成本优势，与此相对应的银行系统性风险宏观审慎监管措施值得在实践中进行探索.

表 6　不同年份的系统性风险降低效果

Table 6 Effectiveness of reducing banking systemic risk in different years

年份	ε	最大风险降低幅度/%	最低节省监管资金/%
2022	5	49.53	57.80
2021	6	49.14	73.60
2020	8	37.41	98.00
2019	7	50.19	138.20
2018	7	44.54	67.40
2017	7	47.60	275.00
2016	10	40.88	121.40
2015	7	46.91	136.00
2014	9	39.44	40.80
2013	11	37.79	114.40
2012	11	41.29	154.40
2011	11	34.20	97.80
2010	7	49.49	41.80

5　结束语

当前银行业系统性风险的主要监管措施基本依赖于《巴塞尔协议 III》提出的资本充足率要求，然而随着银行业核心资本水平的不断提升，其系统性风险隐患并未从根本上得到解决. 针对系统性风险的高度传染特征，银行业资本结构优化为降低系统性风险提供了可能. 据此，本研究基于我国银行市场以信贷为主的经营特征，综合考虑信贷市场和同业市场的双重风险传染效应，重点从信贷资金结构优化的角度探究银行业系统性风险的监管措施.

本研究主要得到了以下结论：首先，通过银行业信贷资金结构优化基本能够将银行业系统性风险降低至当前核心资本监管所能达到的最低水平，并且银行业信贷资金结构优化能够大幅节省用于满足核心资本监管要求所需的资金，因此更加具有成本优势；其次，基于信贷资金结构优化进行银行业系统性风险防控的过程中，少数大型国

中国知网　https://www.cnki.net

有银行分担了更多源自中小银行的市场风险因素,通过发挥大型国有银行的稳定性优势避免了大规模的违约级联效应,从而增加了银行业的整体稳定性;最后,信贷资金结构优化能够减少银行业信贷资金的共同风险敞口,极大阻止了风险的传染过程,有助于全方位实现银行业系统性风险防控. 上述研究结果论证了信贷资金结构优化对于银行业系统性风险防控的政策潜质,这能够作为当前银行业资本监管的有效补充,为系统性风险宏观审慎监管提供重要的政策参考.

本研究结论对于银行业系统性风险的宏观审慎监管具有以下实践和政策启示:首先,加强针对银行业信贷资金结构的宏观审慎监管,通过信贷资金结构优化逐步降低银行业的共同风险敞口. 其次,鼓励大型银行承担高风险行业的信贷供给,适当增加中小银行在低风险行业的信贷供给. 最后,在保持目前大型银行严格资本监管要求的基础上,建议大量中小银行采取多元化信贷策略,充分发挥大型银行的个体稳定性优势增加银行业的安全稳定.

参 考 文 献:

[1]Poledna S, Bochmann O, Thurner S. Basel III capital surcharges for G-SIBs are far less effective in managing systemic risk in comparison to network-based, systemic risk: Dependent financial transaction taxes[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2017, 77: 230 – 246.

[2]Acharya V V, Pedersen L H, Philippon T, et al. Measuring systemic risk[J]. The Review of Financial Studies, 2017, 30(1): 2 – 47.

[3]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 – 46 + 71.
Fang Yi, Jing Zhongbo. The formation mechanism of systemic financial risk under external shocks[J]. Journal of Management World, 2022, 38(5): 19 – 46 + 71. (in Chinese)

[4]DeYoung R, Distinguin I, Tarazi A. The joint regulation of bank liquidity and bank capital[J]. Journal of Financial Intermediation, 2018, 34: 32 – 46.

[5]杨子晖, 李东承. 我国银行系统性金融风险研究——基于"去一法"的应用分析[J]. 经济研究, 2018, 53(8): 36 – 51.
Yang Zihui, Li Dongcheng. An investigation of the systemic risk of Chinese banks: An application based on leave-one-out [J]. Economic Research Journal, 2018, 53(8): 36 – 51. (in Chinese)

[6]Qiu Y, Sun X, Xiong X, et al. Systemic financial risk analysis of the US based on the complex network[J]. Journal of Management Science and Engineering, 2025, 10(3): 414 – 433.

[7]苏 帆, 于寄语, 熊 劼. 更高资本充足率要求能够有效防范金融风险吗? ——基于双重差分法的再检验[J]. 国际金融研究, 2019, (9): 76 – 86.
Su Fan, Yu Jiyu, Xiong Jie. Does higher capital adequacy requirements effectively decrease financial risks? A reexamination based on Difference-in-Difference[J]. Studies of International Finance, 2019, (9): 76 – 86. (in Chinese)

[8]Diem C, Pichler A, Thurner S. What is the minimal systemic risk in financial exposure networks? [J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2020, 116: 103900.

[9]宋凌峰, 王治强. 风险传染下的银行业系统性风险防范与资本配置结构化应对[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2020, 40(1): 71 – 83.
Song Lingfeng, Wang Zhiqiang. Systemic risk prevention and structured capital allocation in banking industry under risk contagion[J]. Modern Finance and Economics (Journal of Tianjin University of Finance and Economics), 2020, 40(1): 71 – 83. (in Chinese)

[10]Brownlees C, Engle R F. SRISK: A conditional capital shortfall measure of systemic risk[J]. The Review of Financial Studies, 2017, 30(1): 48 – 79.

[11]Caccioli F, Farmer J D, Foti N, et al. Overlapping portfolios, contagion, and financial stability[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2015, 51: 50 – 63.

[12]方 意, 荆中博, 曾艳琪. 跨境借贷冲击下的中国银行业系统性风险[J]. 管理科学学报, 2024, 27(12): 139 – 154.

中国知网 https://www.cnki.net

Fang Yi, Jing Zhongbo, Zeng Yanqi. China's banking systemic risk under the shock of cross-border lending[J]. Journal of Management Sciences in China, 2024, 27(12): 139 – 154. (in Chinese)

[13]徐国祥, 吴　婷, 王　莹. 基于共同冲击和异质风险叠加传导的风险传染研究——来自中国上市银行网络的传染模拟[J]. 金融研究, 2021, (4): 38 – 54.
Xu Guoxiang, Wu Ting, Wang Ying. A study of risk contagion based on the interaction between common shocks and idiosyncratic risks: Evidence from the simulation of listed banks in China[J]. Journal of Financial Research, 2021, (4): 38 – 54. (in Chinese)

[14]张　琳, 廉永辉. 债券投资如何影响商业银行系统性风险? ——基于系统性风险分解的视角[J]. 国际金融研究, 2020, (2): 66 – 76.
Zhang Lin, Lian Yonghui. How does bond investment affect the systemic risk of commercial banks? From the perspective of systemic risk decomposition[J]. Studies of International Finance, 2020, (2): 66 – 76. (in Chinese)

[15]Wang C, Chen B, Liu X. Credit diversification and banking systemic risk[J]. Journal of Economic Interaction and Coordination, 2024, 19(1): 59 – 83.

[16]夏文珂, 刘　冲, 刘莉亚. 宏观审慎政策与商业银行风险承担——基于宏观情景压力测试的实证研究[J]. 管理科学学报, 2025, 28(7): 173 – 190.
Xia Wenke, Liu Chong, Liu Liya. Macroprudential policy and bank risk-taking: An empirical study based on macro scenario stress tests[J]. Journal of Management Sciences in China, 2025, 28(7): 173 – 190. (in Chinese)

[17]Cai J, Eidam F, Saunders A, et al. Syndication, interconnectedness, and systemic risk[J]. Journal of Financial Stability, 2018, 34: 105 – 120.

[18]Li S, Wang C. Network structure, portfolio diversification and systemic risk[J]. Journal of Management Science and Engineering, 2021, 6(2): 235 – 245.

[19]王　超, 何建敏, 刘晓星. 多元化经营、业务相似性与银行系统性风险[J]. 中国管理科学, 2025, 33(11): 1 – 13.
Wang Chao, He Jianmin, Liu Xiaoxing. Investment diversification, business similarity and systemic risk[J]. Chinese Journal of Management Science, 2025, 33(11): 1 – 13. (in Chinese)

[20]马传慧, 方军雄. 贷款跨行业多元化是否降低了银行系统性风险? ——基于中国上市银行的证据[J]. 会计研究, 2024, (5): 143 – 155.
Ma Chuanhui, Fang Junxiong. Does cross-industry loan diversification reduce bank systemic risk? Evidence from listed banks in China[J]. Accounting Research, 2024, (5): 143 – 155. (in Chinese)

[21]Ramadiah A, Caccioli F, Fricke D. Reconstructing and stress testing credit networks[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2020, 111: 103817.

[22]Pichler A, Poledna S,Thurner S. Systemic risk-efficient asset allocations: Minimization of systemic risk as a network optimization problem[J]. Journal of Financial Stability, 2021, 52: 100809.

[23]Wang C, Liu X, Chen B, et al. Topological properties of reconstructed credit networks and banking systemic risk[J]. The North American Journal of Economics and Finance, 2023, 66: 101913.

[24]Wang C, Ma J, Liu X. Optimizing systemic risk through credit network reconstruction[J]. Emerging Markets Review, 2023, 57: 101060.

[25]Zheng Z, Wu H. Endogenous mechanism of money creation in China's real estate market: Financial accelerator effect[J]. Journal of Management Science and Engineering, 2025, 10(4): 587 – 622.

[26]马家丽, 庞小川, 朱书尚, 等. 我国银行体系系统性风险测度与评估[J]. 管理科学学报, 2023, 26(12): 85 – 118.
Ma Jiali, Pang Xiaochuan, Zhu Shushang,et al. Measurement and evaluation of systemic risk for China's banking system [J]. Journal of Management Sciences in China, 2023, 26(12): 85 – 118. (in Chinese)

[27]方　意, 刘江龙. 银行关联性与系统性金融风险: 传染还是分担? [J]. 金融研究, 2023, (6): 57 – 74.
Fang Yi, Liu Jianglong. Bank interconnectedness and systemic risk: Contagion or sharing? [J]. Journal of Financial Research, 2023, (6): 57 – 74. (in Chinese)

[28]姚　鸿, 王　超, 何建敏, 等. 银行投资组合多元化与系统性风险的关系研究[J]. 中国管理科学, 2019, 27(2): 9 – 18.
Yao Hong, Wang Chao, He Jianmin,et al. Study on the relationship between investment portfolio diversification and systemic risk[J]. Chinese Journal of Management Science, 2019, 27(2): 9 – 18. (in Chinese)

中国知网　https://www.cnki.net

[29] Beale N, Rand D G, Battey H, et al. Individual versus systemic risk and the regulator's dilemma[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2011, 108(31): 12647 – 12652.
[30] Anand K, Craig B, von Peter G. Filling in the blanks: Interbank linkages and systemic risk[J]. Quantitative Finance, 2015, 15: 625 – 636.
[31] Hałaj G, Kok C. Assessing interbank contagion using simulated networks[J]. Computational Management Science, 2013, 10: 157 – 186.
[32] Upper C, Worms A. Estimating bilateral exposures in the German interbank market: Is there a danger of contagion? [J]. European economic review, 2004, 48(4): 827 – 849.
[33] Härdle W K, Wang W, Yu L. Tenet: Tail-event driven network risk[J]. Journal of Econometrics, 2016, 192(2): 499 – 513.
[34] Wang G J, Feng Y, Xiao Y, et al. Connectedness and systemic risk of the banking industry along the Belt and Road[J]. Journal of Management Science and Engineering, 2022, 7(2): 303 – 329.
[35] Zhou S, Yuan D, Zhang F. Multiscale systemic risk spillovers in Chinese energy market: Evidence from a tail-event driven network analysis[J]. Energy Economics, 2025, 142: 108151.
[36] Reinders H J, Schoenmaker D, Dijk M V. A finance approach to climate stress testing[J]. Journal of International Money and Finance, 2023, 131: 102797.
[37] Cifuentes R, Ferrucci G, Shin H S. Liquidity risk and contagion[J]. Journal of the European Economic Association, 2005, 3(2 – 3): 556 – 566.
[38] Battiston S, Puliga M, Kaushik R, et al. Debtrank: Too central to fail? Financial networks, the fed and systemic risk[J]. Scientific Reports, 2012, 2(1): 541.

Optimized reconstruction of credit allocation and systemic risk prevention

WANG Chao[1,3], *MA Qian-ting*[1,3], *LIU Xiao-xing*[2,3*]

1. School of Finance, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;
2. School of Economics and Management, Southeast University, Nanjing 211189, China;
3. Laboratory of Philosophy and Social Sciences at Universities in Jiangsu Province-Fintech and Big Data Laboratory of Southeast University, Nanjing 211189, China

Abstract: Although capital adequacy regulation can increase the stability of banking, it requires a high capital costs. Based on the formation of systemic risks in banking, this study explores the measures to prevent systemic risks from the perspective of the optimized reconstruction of credit funds. Given the features of China's banking sector, which is dominated by the credit market, a measurement model for systemic risk in banking is constructed by considering the dual risk contagion channels in both the credit market and interbank market. An optimization algorithm for the reconstruction of credit funds in different sectors is developed to achieve the goal of reducing systemic risks in banking. The stress test results of China's banking sector from 2010 to 2023 show that the optimized reconstruction of credit funds can effectively reduce systemic risks and save an average of about 60% of the funds required for capital adequacy regulation. The optimized reconstruction of credit funds in banking enables large banks to share more market risks with their stability advantages, while also helping to reduce the common risk exposure of the banking. Thus, it prevents the contagion process of risks and avoids large-scale default cascading events. The research results confirm the potential policy relevance of the optimized reconstruction of credit funds for systemic risk regulation in banking.

Key words: systemic risk; credit fund structure; capital supervision; optimization algorithm

中国知网 https://www.cnki.net