

干旱冲击与商业银行系统性风险： 诱发机制及化解路径^{*}

• 吴成颂 庄 杉

(安徽大学商学院 合肥 230601)

【摘 要】干旱作为一种极端气候事件易波及区域经济的多个层面，商业银行作为区域经济活动的重点关注对象定会受到一定的影响。在此背景下，厘清干旱冲击对地方银行系统性风险的作用逻辑，对维护区域金融稳定、保障乡村振兴具有现实意义。本文选取 2008—2024 年中国 120 家地方性商业银行的数据并统计银行所在地的干旱程度数据进行研究，结果显示：(1)干旱冲击会显著加剧商业银行系统性风险的形成与传染，干旱程度越深，区域银行体系脆弱性越高，该结论经多重检验后保持稳定。(2)干旱一方面造成涉农、高耗水行业现金流断裂，推高银行不良贷款，从资产端削弱单家银行抗风险能力；另一方面持续抬升市场整体气候风险感知，引发银行同步收紧信贷、扩张同业业务，放大风险形成与传染效应，两条路径共同构成中介传导渠道。(3)银行资产端流动性创造存在负向调节作用，充足的流动性投放可对冲实体违约冲击、弱化干旱风险；而净利差存在正向调节效应，高净利差银行对于干旱敏感行业信贷依赖度更高，风险传染效应更强。(4)大规模银行、城商行、绿色信贷占比更高地区的银行受干旱冲击的影响更大，核心原因在于此类机构同业网络节点地位更高、气候敏感信贷敞口更集中，风险传导速度更快、范围更广。基于上述结论，本文提出分层治理方案：监管部门需搭建气象金融联动预警平台，将干旱风险纳入宏观审慎监管与银行压力测试；银行要完善气候风险全流程信贷管控，利用流动性创造对冲灾害冲击，差异化调整高收益涉农信贷投放；针对不同规模、类型、区域银行实施分类监管，高绿色信贷地区同步配套气候风险补偿基金与巨灾金融工具，阻断干旱向银行系统性风险的传导链条。

^{*} 基金项目：国家社会科学基金一般项目“‘双碳’目标下商业银行系统性风险形成、传染及化解路径研究”(项目批准号：24BGL061)。

通讯作者：庄杉，E-mail: m24201017@126.com。

作者简介：

吴成颂(1968—)，教授，主要研究绿色金融、金融风险管理。

庄杉(2001—)，硕士研究生，主要研究绿色金融、金融风险管理。

【关键词】干旱冲击 系统性风险 商业银行

中图分类号：F830.9

文献标识码：A

1. 引言

随着全球变暖加速，极端气候事件的频率、强度和持续时间均突破历史极值，其中干旱作为兼具“慢性、广覆盖、长周期、累积性”特征的气候物理风险，已成为威胁全球经济金融稳定的核心隐患。根据世界气象组织 2024 年的报告，2024 年是有记录以来最热的一年，年初就发生了影响主要流域的厄尔尼诺事件，导致南美洲北部、亚马孙盆地和南部非洲出现干旱。中非和西非、非洲维多利亚湖盆地、哈萨克斯坦和俄罗斯南部、中欧、巴基斯坦和印度北部、伊朗南部以及中国东北部的湿度均高于平均水平。与 1991—2020 年平均水平相比，过去 6 年中，全球河流集水区仅约 1/3 的流量处于正常状况，这意味着 2/3 的水量过多或过少^①。由此可见，气候风险的蔓延不可避免地会对中国各地区产生显著的影响(潘敏等，2022)。

中国是全球受干旱影响最严重的国家之一，与其他灾害不同，干旱的影响并非局限于局部区域或单一行业，而是通过农业减产、工业限水、供应链断裂、生态退化等多链条传导，对区域经济基本面形成持续性冲击。银行业作为我国金融体系的重要组成部分，在支持实体经济发展和传导货币政策方面发挥着关键作用，其风险会对整个金融系统乃至经济社会稳定造成不可估量的影响。因此，识别、防范和化解银行系统性风险是我国金融风险管理的中中之重(张琳等，2022)。特别需要指出的是，现有气候金融研究多聚焦于全国性上市银行，对地方性商业银行的关注严重不足。与国有大行和股份制银行相比，地方性商业银行具有信贷投放高度本地化、客户结构集中于涉农主体与中小微企业、资本缓冲薄弱、风险分散能力有限的典型特征，其资产质量与区域经济基本面深度绑定，对于旱等区域性气候冲击的敏感度远高于跨区域经营的大型银行。同时，地方性银行通过区域同业网络形成紧密的风险关联，单家机构的风险极易演变为区域性系统性风险，直接威胁县域金融稳定与乡村振兴战略实施。值得注意的是，目前气候金融监管框架仍处于起步阶段，多数银行尚未将干旱等极端气候风险纳入全面风险管理体系，对于旱冲击的传导路径和系统性影响缺乏清晰认知。因此，研究干旱冲击与其他气候风险对商业银行系统性风险的影响差异，既能填补气候金融细分领域的研究空白，也能为银行制定差异化风险防控策略、监管部门完善气候金融监管框架提供理论支撑，对维护金融系统稳定具有重要现实价值。

已有文献研究环境污染对经济金融市场的影响，重点集中在气候整体以及空气污染的风险管理演化路径两个角度。从气候整体角度看，气候风险会增加银行系统性风险，李守伟等(2025)研究指出保护绩效可以减缓气候变化冲击增加的银行风险承担水平，但其整体效果影响较弱；蔡源和崔婕(2024)认为极端气候与空气污染均显著增加了银行系统性风险；夏益国等学者(2023)认为

^① 资料来源：<https://wmo.int/zh-hans/news/media-centre/congganhandaozhongzaiwodebaogaotuchuqiangdiaoshuixunhuanriqiuwenluan>。

极端高温和极端强降水气候的强度对商业银行风险承担水平均无显著影响,但极端高温和极端强降水气候的频度对商业银行风险承担水平存在显著影响。Jin 等(2025)以美国非金融企业为研究对象,探讨微观企业对长期气温上升的经营适应行为与调整策略,其聚焦于实体企业在气候变化背景下的微观经营决策优化。而与之形成清晰边界的是,本文并未关注非金融企业的气候适应行为,而是以中国地方性商业银行为核心研究主体,聚焦干旱这一特定极端气候灾害事件,系统剖析其通过区域经济基本面、银行资产负债表与同业网络链条,向商业银行系统性风险转化的内在机理与传染路径,从金融稳定视角填补了细分气候物理风险与银行系统性风险关联的研究空白。

理论上讲,虽然鲜有研究确切地将“干旱冲击—商业银行系统性风险”联系起来,但两者之间的影响方向和可能机制可根据其他相关文献进行推论。一方面,干旱冲击带来的气候风险感知提升,会使其修正长期经营预期与投资决策,缩减资本开支、暂缓产能扩张,甚至主动缩减高杠杆经营规模,从而直接改变银行信贷资产的风险收益特征,加剧银行信贷定价偏差与资产质量下行压力,强化银行系统性风险的形成预期和传染力度。另一方面,干旱冲击会对地区经济基本面产生直接的负面冲击,比如农作物产品减产直接导致工业用品生产成本上升等,这些经济层面的负面效应会使地区劳动生产率下降、产业资金跨部门流动,导致无法及时弥补损失资金,最终使得商业银行坏账增加进而不良贷款增加,最终作用于商业银行系统性风险的形成与传染。

基于此,本文将检验干旱冲击对商业银行系统性风险的影响、作用机制及异质性。相对于已有研究,本文的边际贡献主要体现在以下三个方面:

一是本文区别于已有研究从气候整体风险、空气污染等角度探讨商业银行系统性风险的影响因素(Dafermos et al., 2018; 蔡源和崔婕, 2024),聚焦于干旱这一重点气候物理风险,从地区干旱冲击角度探讨了商业银行系统性金融风险形成与传染的影响因素,为干旱冲击影响商业银行系统性风险提供了新的经验证据,从气候变化角度丰富了银行系统性风险的影响因素研究。

二是在研究视角上,不同于已有文献主要关注气候风险对银行等企业的直接影响(Asma et al., 2023; 郭娜等, 2025),本文认为市场预期与资源配置效率是金融风险的形成与传染的重要影响因素,尝试从“市场—银行”维度创新性地构建了气候物理风险影响银行系统性风险的机制分析框架,从地区气候风险感知(“市场”维度)和信贷资源配置效率(“银行”维度)两个方面揭示了干旱冲击影响商业银行系统性风险形成与传染的机制“黑箱”,为气候风险影响商业银行经营行为的气候变化金融学研究提供了重要的理论支撑。

三是已有研究仅从银行或气候中的某单一维度展开讨论系统性风险形成与传染的异质性(Mendleson and Polonsky, 2013; 顾海峰和朱慧萍, 2022),而气候变化冲击的系统性风险形成与传染往往又伴随着地区经济发展和金融机构经营特征等多重因素交织的影响(蔡源和崔婕, 2024; 李守伟等, 2025)。为此,本文从宏观地区绿色金融发展、微观银行经营特征两个视角深入分析了干旱冲击影响商业银行系统性风险形成与传染的异质性关系,并认为地区金融市场发育程度和银行势力均是影响气候变化诱发系统性金融风险的重要因素,这不仅拓展了气候金融领域研究的深度与广度,而且对银行与监管部门制定有针对性的风险化解策略具有重要的启示意义。

2. 文献综述与研究假设

2.1 干旱冲击与银行系统性风险

学术界关于银行系统性风险的研究较为丰富, 现有研究指出自然灾害冲击对财政风险的传导存在直接与间接两类路径。其中直接传导路径包含三个核心维度, 分别指向税收、灾害救助与灾后恢复工作。自然灾害冲击会直接作用于这三大领域, 对税收规模、灾害救助投入力度及灾后重建进程产生显著影响(Liu et al., 2024)。银行面对干旱冲击表现出的异质性最终体现为更高的违约率和更低的信贷质量(Brown et al., 2021, 王遥和王文蔚, 2021); 而金融市场开放程度的提升与贸易制度成熟度的提高, 能够有效缓解这种冲击效应, 这一发现印证了金融系统在自然灾害与财政关系中扮演的关键调节角色。同时, 干旱还可能威胁到商业银行的流动性创造(方意等, 2026); 蒋海和易扬(2023)研究发现, 干旱对银行绩效存在显著负向影响, 且随干旱程度加深而加剧。

干旱作为典型气候物理风险, 对银行系统性风险的影响已形成多维度研究框架。现有研究证实, 干旱通过直接与间接渠道推动风险形成(Dafermos et al., 2018), 直接路径体现为农业减产导致农户还款能力下降; 间接路径则通过企业经营恶化传导, 干旱引发的现金流收缩与盈利下滑会推升信贷违约率, 进而提升银行风险承担水平。风险传染层面, 干旱冲击通过金融网络加速扩散: 一方面借助同业业务关联形成跨机构传染, 中小型银行因抗风险能力弱成为风险净输入方; 另一方面通过投资者恐慌情绪放大流动性危机, 引发系统性风险的连锁反应。目前研究仍侧重单一区域实证, 跨区域传染机制与政策对冲效应有待深化。基于此本文提出以下假设:

假设 1: 干旱冲击增加商业银行系统性风险形成与传染。

2.2 地区气候风险感知水平与不良贷款的中介作用

干旱冲击作为持续性、广覆盖的极端气候物理风险, 其发生频次、持续时长与影响强度的提升, 会通过现实的经济损失冲击与持续的舆情信号传递, 提高区域内企业、居民、金融机构等各类微观市场主体的气候风险感知水平, 而市场主体气候风险感知的系统性变化, 最终会通过信贷市场行为调整与金融市场预期传染, 作用于商业银行系统性风险的形成与传染(Antoniuk and Leirvik, 2021)。这种感知的变化并非局限于直接受灾的市场主体, 更会通过区域产业链与金融市场形成全范围的预期扩散效应, 对于区域内企业而言, 干旱冲击带来的气候风险感知提升, 会使其修正长期经营预期与投资决策, 缩减资本开支、暂缓产能扩张, 甚至主动缩减高杠杆经营规模, 这不仅会直接降低企业有效信贷需求, 还会通过产业链上下游的预期传导, 引发区域整体信贷需求的收缩与企业经营现金流的趋紧, 而这类企业正是地方商业银行的核心对公信贷客群, 其经营预期的恶化与偿债意愿的转变, 会直接改变银行信贷资产的风险收益特征, 加剧银行信贷定价偏差与资产质量下行压力, 为系统性风险的形成埋下隐患(蔡源和崔婕, 2024)。而在居民与资本市场层面, 干旱冲击会显著提升

居民与投资者的气候风险感知,一方面,居民部门基于提升的气候风险预期,会增加预防性储蓄、缩减消费与信贷支出,导致个人信贷需求下滑、还款意愿出现波动,个人经营性贷款、涉农消费信贷的风险敞口显著抬升(沈沛龙和李志楠,2020);另一方面,资本市场投资者气候风险感知的提升,会加剧对银行板块的避险情绪,对于干旱敏感区域的银行形成估值压力与融资成本上升压力,直接加剧银行负债端的不稳定性,最终形成银行资产端与负债端的双重压力共振(Dafermos et al., 2018)。市场主体气候风险感知的系统性抬升,会直接改变商业银行管理层的经营决策与风险偏好,银行基于高企的气候风险预期,会对涉农、高耗水等干旱敏感行业实施信贷收紧,这不仅会进一步加剧区域实体企业的融资困境与产业链违约风险,形成信贷收缩与实体违约的恶性循环,还会持续侵蚀银行盈利水平与资本缓冲,降低银行流动性储备与风险抵御能力,为系统性风险的形成埋下核心隐患(严春晓等,2025)。而银行间基于同质化气候风险感知形成的一致性经营行为调整,会驱动区域内银行普遍扩大同业业务规模以对冲盈利缺口与流动性压力,并通过同业拆借、交叉信贷敞口形成更紧密的网络关联,这会加速个体银行的风险跨机构传染。

干旱冲击下微观主体表现出的异质性,最终会体现为信贷质量下降。对于地方企业而言,面对灾害冲击影响其融资成本会上升、现金流下降,从而导致银行的信贷质量下降,最终演化为银行不良贷款上升。这种冲击并非局限于直接受灾主体,更会沿区域产业链形成上下游连锁违约效应,对于农业主产区而言,干旱引发的农作物减产减收,会快速传导至农资供应、农产品深加工、商贸流通等上下游中小微企业,而这类企业正是地方商业银行的核心对公信贷客群,其偿债能力的系统性下滑会直接提高贷款违约概率,形成不良贷款的集中暴露(潘敏等,2022)。而在个人层面,干旱冲击会使地区劳动生产率下降、产业资金跨部门流动,导致无法及时弥补损失资金,最终使得商业银行坏账增加进而不良贷款提高。同时,干旱冲击下农业就业岗位缩减、高耗水行业限产关停带来的非农用工需求下降,会持续弱化居民可支配收入与还款能力,个人经营性贷款、涉农消费信贷的逾期率显著抬升,最终形成对公与零售不良贷款的双重攀升(王遥和王文蔚,2021)。不良贷款率攀升会侵蚀银行资本缓冲,降低流动性储备,削弱单个银行风险抵御能力,为系统性风险形成埋下隐患。不良贷款核销持续消耗银行核心一级资本,会迫使银行被动收紧信贷投放,进一步加剧实体企业融资困境,形成实体违约与银行不良贷款上升的恶性循环(崔建军等,2021)。而银行间通过同业拆借、交叉信贷敞口形成的紧密关联,会加速个体银行的不不良贷款风险跨机构传染,增加区域内银行面临的同质化干旱冲击与不良压力,极易引发同业市场信心崩塌与流动性挤兑,引发市场恐慌与流动性挤兑,最终推动局部风险向系统性风险演化扩散(徐喆等,2023)。基于此本文提出以下假设:

假设 2: 干旱冲击通过提高地区气候风险感知水平增加商业银行系统性风险形成与传染。

假设 3: 干旱冲击通过提高银行不良贷款增加商业银行系统性风险形成与传染。

3. 理论模型

本文引入公共部门、私营部门、保险部门,探究干旱冲击对各部门的影响。将公共部门、私营部门、保险部门纳入干旱冲击与商业银行系统性风险的分析模型。从传导逻辑来看,三部门分别在

风险生成、传导与缓冲中扮演关键角色,构成干旱冲击向金融系统扩散的核心链条。私营部门作为商业银行主要信贷投放对象,干旱直接冲击私营部门中农业、高耗水制造业等气候敏感行业,导致企业生产中断、偿债能力下降,其违约风险直接转化为银行信用风险,是风险传导的初始载体。公共部门的政策干预会显著调节风险演化,如灾后信贷支持政策可能限制银行风险对冲空间,而水利基建投入则会缓解冲击强度,其政策导向直接影响银行风险暴露程度。保险部门作为风险分担机制,其赔付能力与覆盖范围决定风险缓冲效果,当保险“安全网”失效时,抵押品贬值风险将直接传导至银行,而保险行业自身偿付压力也可能通过金融关联溢出至银行体系。三者的互动效应是系统性风险形成的关键,忽略任一部门都将导致风险传导路径刻画不完整,考虑三个部门可以提升模型解释力与预测准确性。

3.1 模型假设

本文参考 Dell'Ariccia (2016)、Gustavo (2021)、Mandel (2021) 等的模型构建干旱损失函数: $B_i = S(s_i, t_i, \varepsilon) \varphi_i^a$, 其中 $S(s_i, t_i, \varepsilon)$ 为地区对干旱的反应程度, s_i, t_i, ε 分别为干旱程度、干旱持续时间、其他干扰因素, φ 代表干旱在该地区发生的可能性, a 为干旱造成破坏的参数值。目前遭受干旱冲击的主体分别为公共部门、私营部门以及保险部门,而系统性风险的形成与传染是由债务、信贷所导致,于是本文设置公共部门债务总额为 N_i , 而干旱具有时效性,设公共部门在时间 t 内的债务为 tN 在受到极端外部影响时国家会进行调控,设货币调控为 ηm_2 , 其中参数 η 的范围为 $[0, 1]$, 私营部门的债务设为 M_i , 而公共部门和私营部门的信贷总额分别为 G_i^{pub} 、 G_i^{prv} , 保险部门的偿还能力为 L_i 。

3.2 模型设计及求解

上文提到干旱会对公共部门、私营部门、保险部门造成冲击。首先考虑保险部门,本文设参数 α 为保险部门在干旱造成的损失中所占的比例,那么干旱对保险部门造成的冲击为:

$$P_i^{\text{in}} = S(L_i, \alpha S_i) \quad (1)$$

其次考虑公共部门,公共部门会受到宏观调控,设 β 为公共部门所受损失比例,那么干旱对公共部门造成的冲击为:

$$P_i^{\text{pu}} = S(\beta S - P_i^{\text{in}}, \eta m_2) \quad (2)$$

由于私营部门较多,且难以测量,本文将剩余的冲击分到私营部门:

$$P_i^{\text{pr}} = B_i - P_i^{\text{in}} - P_i^{\text{pu}} \quad (3)$$

最后考虑本文研究的银行业,无论是公共部门还是私营部门在受到冲击后都必然导致资产负债表恶化而影响银行,用公式表示公共部门在违约情况下对银行造成的信贷损失为 $\left(\frac{tN - B_i - P_i^{\text{pu}}}{tN - B_i} \right) G_i^{\text{pub}}$ 。同理私营部门在违约情况下对银行造成的信贷损失为 $\left(\frac{M_i - P_i^{\text{pr}}}{M_i} \right) G_i^{\text{prv}}$, 而数据统计显示中国保险业目前承保干旱损失较少,这一部门影响可以忽略,根据推导干旱冲击对银行部

门的信贷影响为:

$$P_i^{\text{bak}} = \left(\frac{P_i^{\text{pr}}}{tN - N_i} \right) G_i^{\text{pub}} + \frac{P_i^{\text{pr}}}{M_i} G_i^{\text{prv}} \quad (4)$$

对式(4)进行求导, $\frac{\partial P_i^{\text{bak}}}{\partial S(s_i, t_i, \varepsilon)} > 0$, 即银行被影响的信贷水平与干旱冲击强度正相关, 此时银行业受到干旱冲击的损失为: $G_i = S(s_i, t_i, \varepsilon) \varphi_i^a - q P_i^{\text{bak}}$, 其中 q 代表银行贷款成功收回概率等级。(1) 在理性经济人假设的分析框架下, 银行体系由 n 家银行共同构成, 所有银行均秉持风险中立的风险态度, 且以有限责任为责任承担形式。银行的核心经营目标为实现利润最大化, 其中定义 S 为银行贷款规模, R 为银行存款准备金, D 为银行吸收的存款总额, K 为银行自有资本金, 由此可得到银行的资产负债恒等式为: $S+R=D+K$ 。(2) 银行承担有限责任的基础假设。以银行 i 的贷款成功收回概率作为其贷款违约风险的代理变量, 二者呈明确的负向关联: 贷款成功收回的概率越高, 对应的贷款违约概率就越低。与此同时, 银行在展业过程中需承担相应的管理成本, 此处仅考虑银行贷款业务所产生的管理成本。基于成本函数为凸性趋势同时二阶函数连续可导的核心特征, 单位贷款的管理成本可通过以下成本函数刻画: $c = 1/2 c_i q_i^2$, 其中 c_i 为监管成本系数。(3) 资金来源假设。设定银行 i 发放的贷款规模 $S_i = 1$, 其运营所需资金主要来自两大核心渠道: 其一为银行 i 的自有资本金, 其二为家庭与企业部门存入的居民储蓄存款, 两类资金在总资金中的占比分别为 k_i 和 $1 - k_i$ 。鉴于我国存款保险制度已实现广泛覆盖, 且存款利率市场化改革仍在推进、尚未完成完全市场化定价, 本文将存款利率设定为无风险利率 $\bar{r}$, 即存在等式关系: $\dot{r} = \bar{r}$ 。此外, 银行股东对其投入的单位权益资本所要求的预期收益回报满足公式 $r_E = [\bar{r}/(1 - \sigma) + \varepsilon]/q_i$ 。其中 ε 为股权风险溢价, 该指标用于刻画股东因承担银行经营过程中的不确定性风险而要求获得的超额收益补偿。(4) 引入风险传染机制展开分析。银行 i 的资产组合主要由两类资产构成: 一是自身持有的信贷类资产, 二是对银行 j 投放的同业资产。其中, 信贷资产占比设定为 $1 - \theta_i$, 对应收益率为 r_L ; 同业资产占比设定为 θ_i , 对应收益率为 r_K , 且参数满足 $0 < \theta < 1$ 的约束条件。由于银行同业业务可通过错综复杂的同业关联网形成风险传染效应, 在此情形下, 银行 i 的收益水平并非仅由自身独立的业务经营状况决定, 同时还与交易对手银行 j 的系统性风险水平 q_j 存在显著的关联性。据此, 在纳入同业业务风险传染效应的分析框架中, q_i 可作为衡量银行 i 针对系统性风险的核心指标: q_i 的取值越高, 代表银行在风险管理环节投入更多且能成功收回贷款的概率越大, 对应银行 i 自身的系统性风险水平也就越低。由上述假设可得, 在遭受干旱冲击后, 银行利润可用以下公式计算:

$$\pi = q_i \left[\theta_i q_j r_K + (1 - \theta_i) r_L - \dot{r} (1 - k_i) / 1 - \sigma - k_i r_E - \frac{1}{2} c q_i \right] P_i - \alpha \left[\left(\frac{P_i^{\text{pr}}}{tN - N_i} \right) G_i^{\text{pub}} + \frac{P_i^{\text{pr}}}{M_i} G_i^{\text{prv}} \right] \quad (5)$$

其中, P_i 代表银行信贷总额, 银行在受到影响后会拥有 q 的概率处理后获得了 r_k 的回报, 在受到影响后银行拥有 q 的概率获得报酬的处理监督成本为 $1/2 c q^2$, 银行在遭受干旱冲击下信贷总额的损失准备金率为 α 。

干旱冲击作为强外生性的气候物理风险, 会通过影响地区人们气候风险感知水平与银行不良贷款的双重传导路径, 显著降低地方商业银行信贷本息的成功回收概率, 成为银行系统性风险形成与传染的核心诱因。一方面, 干旱直接冲击区域涉农产业、高耗水行业经营现金流, 引发企业与居民

偿债能力系统性下滑,增加了银行不良贷款规模,从本源上削弱信贷本息回收能力,持续侵蚀银行资本缓冲与风险抵御能力,为系统性风险形成埋下隐患。另一方面,干旱冲击抬升全市场气候风险感知水平,既会引发银行一致性信贷收缩,加剧实体违约与银行不良贷款上升的恶性循环,进一步降低信贷本息回收概率;也会驱动银行同业业务扩张,强化银行间风险关联,加速个体风险的跨机构传染,最终推动局部风险演化为银行体系系统性风险。

为求得干旱冲击与银行系统性风险的关系,首先用经营成本除以利润求得单位利润的经营管理成本。经营管理成本的增加会使银行内部风险消解,进一步降低银行系统性风险。一方面,管理成本提升往往对应风控技术升级、合规体系完善及专业人才储备,能够强化银行对信用风险、流动性风险的识别与处置能力,减少内部操作失误与资产质量恶化,从源头消解个体银行的风险敞口。另一方面,优化的内部管理可提升银行资产负债结构的稳健性,增强其抵御外部冲击的“缓冲垫”效应,而系统性风险的核心成因之一是单家银行脆弱性的累积与传染,个体银行风险抵御能力的提升能有效阻断风险传导链条,进而降低整个银行体系的系统性风险水平,这契合风险管理投入的成本与收益理论与系统性风险的传导机制。本文用 Z 表示经营管理成本并求偏导:

$$Z = \frac{q_i [\dot{r}(1-k)/1 - \sigma + k_i r_E + 1/2cq_i] P_i}{\pi} \quad (6)$$

$$\frac{Z}{S(s_i, t_i, \varepsilon)} = \frac{q\dot{r}(1-k) + (\dot{r} + \varepsilon)k + 1/2cq^2}{-\alpha\varphi_i^a \frac{\sigma G_i^{\text{pub}}}{tN - N_i} + \frac{(1-\sigma)G_i^{\text{priv}}}{M_i}} < 0 \quad (7)$$

从式(6)、式(7)可知干旱冲击与银行经营管理成本呈现反方向趋势,干旱冲击提高造成了商业银行经营管理成本减少,而经营管理成本减少,会进一步提高银行系统性风险,证明本文假设 1 成立。下面对于干旱冲击与银行可以成功收回贷款 q 进行讨论,干旱冲击对商业银行的影响会受到 q 的影响,于是由公式 $G_i = S(s_i, t_i, \varepsilon)\varphi_i^a - qP_i^{\text{bak}}$ 可知, $\partial G/\partial q < 0$, 即干旱冲击程度上升会导致地方商业银行成功收回贷款的概率下降,与此同时,将式(5)整理为关于 q 与 c 的函数发现,其存在正值解满足 $\partial q/\partial c > 0$, 干旱冲击使地方商业银行成功收回贷款概率下降,由此造成了银行经营管理成本下降,而本文描述政府干预与环境规制的提高会造成银行收回贷款概率下降,即证明假设 2、假设 3 成立。

4. 实证研究设计

4.1 模型构建

为检验上述假设,构建以下面板固定效应基准模型:

$$\text{riskfo}_{i,t}/\text{riskin}_{i,t} = \bar{\alpha} + \beta \text{scpd}_{i,t} + \chi C_{i,t}^{\text{mic}} + \delta C_t^{\text{mac}} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (8)$$

其中: $\text{riskfo}_{i,t}$ 表示第 i 家银行在时间 t 的系统性风险形成。 $\text{riskin}_{i,t}$ 表示第 i 家银行在时间 t 的系统性风险传染。 $\text{scpd}_{i,t}$ 表示第 i 家银行所在城市第 t 年所面临的干旱冲击指数。 $C_{i,t}^{\text{mic}}$ 和 C_t^{mac} 分别表示银行微观层面的控制变量和银行所在地区的宏观经济变量, μ_i 和 η_t 分别表示个体和年份固定效应,

$\varepsilon_{i,t}$ 表示残差项。

4.2 变量定义

4.2.1 被解释变量: 商业银行系统性风险(riskfo/riskin)

目前, 商业银行系统性风险的传统评估方法多依赖于基于市场的度量指标, 如 Z-score、VaR 和 NPL 等。但本文样本中包含大量非上市银行, 若直接采用上述市场法指标, 不仅会因数据可得性受限而削弱样本的广泛性和代表性, 亦难以精准刻画系统性风险的形成与传染机制。鉴于此, 本文借鉴廉永辉(2016)的研究, 采用一种创新性方法, 基于银行间同业交易数据, 结合网络分析技术构建系统性风险度量指标。该方法不仅弥补了传统度量方法在数据可得性上的不足, 更可通过实证计量考察中国银行同业业务的风险传染效应, 同时兼顾系统性风险的形成与传染两个维度。

本文运用最大熵法^①对商业银行网络结构进行建模。参考吴文洋(2024)与黄玮强(2019)等的做法, 在约束条件下追求系统熵值的最大化, 从而在信息不完全的环境中合理推测银行间交易关系, 构建起商业银行网络的初步框架。需要特别注意的是, 作为国内外面板数据下银行同业风险传染研究的主流方法, 最大熵法的核心优势在于通过银行同业资产与同业负债的合计数据完成网络构建与风险测度, 可最大程度保留样本覆盖面, 避免因中小银行同业敞口明细数据不可得导致的样本选择偏误, 这对于本文覆盖城商行、农商行的面板样本的完整性与代表性至关重要。

首先, 构建矩阵 Z 来表示银行间借贷关系, 满足以下约束条件:

$$\sum_j Z_{ij} = x_i, \quad \sum_j Z_{ij} = y_j, \quad \text{其中 } Z_{ij} \geq 0 \quad (9)$$

其中 x_i 为银行 i 的借出金额, y_j 为银行 j 的借入金额, 通过最大化信息熵目标函数:

$$E(Z) = - \sum_i Z_{ji} \ln Z_{ji} - \sum_j Z_{ij} \ln Z_{ij} \quad (10)$$

$$\text{解得} \quad \sum_j Z_{ij} = x_i \times y_j \quad (11)$$

其次, 将矩阵 Z 的主对角线元素置为零, 得到更新矩阵 Z^* , 即满足 $Z^*_{ji} = 0$ 。本研究明确了同业资产和负债的具体构成, 同业资产包括存放同业款项、拆出资金净额、买入返售金融资产净额; 同业负债则涵盖同业及其他金融机构存放款项、拆入资金、卖出回购金融资产款项。

$$Z^*_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & X_{li} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{jl} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (12)$$

最后, 构建系统性风险指标。本研究借鉴了苏帆等(2019)的研究成果, 专注于商业银行网络中风险传染的机制, 进而构建了两个关键指标: 系统性风险形成指标 riskfo 与系统性风险传染指标

^① 最大熵法最大化了银行同业网络的无序程度, 其暗含的一个前提假设是: 银行间市场为完全型网络, 各银行同业头寸充分分散。由于地域等因素的限制, 现实中银行同业网络节点间联系相对稀疏, 但在无法获悉银行间双边同业敞口信息的条件下, 采用最大熵法估计商业银行网络特征仍是目前文献采取的普遍做法。

riskin。这两个指标分别针对债务银行危机对债权银行的影响,以及债权银行危机对债务银行的潜在风险传播,具体公式如下:

$$\text{riskfo}_{i,t} = \text{ain}_t \sum_{a=1 \text{ 且 } a \neq b}^N X_{ab,t} \times \text{break}_{a,t} \quad (13)$$

$$\text{riskin}_{i,t} = \text{los}_t \sum_{a=1 \text{ 且 } a \neq b}^N X_{ab,t} \times \text{break}_{a,t} \quad (14)$$

公式中 $\text{riskfo}_{i,t}$ 代表商业银行 i 在 t 时期的系统性风险形成指标, ain_t 为 t 时期所有商业银行的同业资产总和, $\text{ain}_t \times X_{ab,t}$ 表示商业银行 a 通过矩阵 Z 受到的来自其债务商业银行 b 的传染损失,再考虑到债务商业银行 a 的破产风险因素 break ,从而得到商业银行 a 遭受的期望风险损失 $\text{ain}_t \times X_{ab,t} \times \text{break}_{a,t}$ 。同理, $\text{riskin}_{i,t}$ 代表商业银行 i 在 t 时期的系统性风险传染指标, los_t 为 t 时期所有商业银行的同业负债之和, $\text{los}_t \times X_{ab,t}$ 则表示当商业银行 a 通过矩阵 X^* 给其债务商业银行造成的损失,再考虑到商业银行 a 的破产风险因素 break ,从而得到商业银行 a 传染给其债务银行的期望风险损失 $\text{los}_t \times X_{ab,t} \times \text{break}_{a,t}$ 。其中,银行破产风险 break 使用银行风险指标 zscore 的倒数表示^①。

4.2.2 解释变量: 干旱冲击 (scpdsi)

目前对于干旱的权威测度方法,学界主要有三种:帕尔默干旱指数 PDSI、标准化降水指数 SPI 和标准化降水蒸散指数 SPEI (Ogunrinde et al., 2025)。一些经济学文献采用 SPEI 对干旱严重程度进行测度,但有研究表明,近年来提出的 PDSI 指数既继承了 SPI 指数多时间尺度的特征,又考虑了对潜在蒸散发的响应优势,能从多时间尺度较好地评估干旱的时空变化特征,已被广泛应用于中国的干旱监测研究中 (Liu et al., 2024)。为了克服这一局限性, Wells 等在 2004 年提出了 SCPDSI。SCPDSI 通过自动校正 PDSI 计算中的经验常数,使其更适应每个站点的气候特征。

参考朱烨等 (2021) 构建 SCPDSI 的计算模型,自校正帕尔默干旱指数 (SCPDSI) 的测算框架可划分为水文核算模块与标准化修正模块两大核心环节。首先,水文核算模块聚焦于构建简化的动态水量平衡模型,通过逐月量化关键水文变量 (如降水、蒸散、径流及土壤储水量),解析流域或区域水分收支的动态平衡状态 (即水分亏缺或盈余量):

$$d = P - \bar{P} - (\mu_i P_\omega + \chi_i P_\theta + \sigma_i P_\nu - \pi_i P_n) \quad (15)$$

式 (15) 中, d 为水分的亏缺或盈余; P 为实际降水量; $\bar{P}$ 为气候适宜降水量; P_ω 、 P_θ 、 P_ν 、 P_n 分别为潜在蒸散发量、土壤潜在补水量、潜在径流量、土壤潜在失水量; μ_i 、 χ_i 、 σ_i 、 π_i 为各指标第 i 月 (周) 的权重因子。帕尔默干旱指数 (PDSI) 及其自校正指数 (SCPDSI) 在潜在蒸散发 (PET) 计算中均采用 Thornthwaite 单因子模型,该模型仅以气温为驱动变量,导致指数对热力因子存在过度敏感性。为突破这一局限,本研究引入联合国粮农组织提出的多要素耦合 Penman 模型对 PET 算法进行优化,模型如下:

$$P_\omega = \frac{0.408\Delta(R_M - G) + \varepsilon \frac{900}{T + 273} u_m (e_a - e_b)}{\Delta + \lambda(1 + 0.34u_m)} \quad (16)$$

^① $\text{break} = 1/\text{zscore} = (\text{roa} + \text{car})$, 其中 roa 为商业银行总资产收益率, car 为资本充足率。

式(16)中 R_m 代表地表净辐射, G 代表土壤热通量, T 为日平均气温, e_a 、 e_b 分别为饱和水汽压和实际水汽压, Δ 代表饱和水汽压曲线的斜率, ε 代表干湿表常数, u_m 为高速风速。

在标准化修正阶段, SCPDSI 对初始水分偏差量 d 进行动态校准, 以消除区域气候背景差异与时间尺度依赖性, 提升指数的跨时空可比性。其核心在于通过气候响应权重与时滞效应系数的双重调控机制实现归一化处理。SCPDSI 通过构建不同月(周)滑动累计水分异常指数 Z 的最小值与相应累计滑动月(周)的线性关系计算历时因子, 拟合的直线代表极端干旱:

$$\sum_{i=1}^t Z_i = (a_i + b)Y_t/C \tag{17}$$

$$p = 1 - \frac{a}{a + b} \tag{18}$$

$$q = \frac{C}{a + b} \tag{19}$$

式中: a 、 b 分别为线性方程的截距和斜率; t 为滑动累计月(周)数; Y_t 为对水分异常值进行时间尺度为 t 的滑动累计; C 为 -1、-2、-3、-4 中的任一常数。本文选取 t 按照月份累计 Z 值点计算历时因子, 得到 SCPDSI, 用以分析干旱的时空演变特征。SCPDSI 干旱等级划分标准与 PDSI 一致。自校正帕尔默干旱指数为正时代表地区湿润, 且系数越大地区越湿润。指数为负时代表地区干旱, 且系数绝对值越大代表地区越干旱。

4.2.3 控制变量

为有效识别极端天气对商业银行系统性风险的影响, 借鉴已有文献的研究(郭晔和赵静, 2017), 在模型中加入了一系列控制变量。具体的控制变量包括: 资本充足率(car)、银行规模(ln_size)、成本收入比(cir)、净息差(nim)、地区 gdp(gdp)、消费者价格指数增长率(cpigr)、地区银行集中度(hhi)、地区金融监管强度(econ1)以及地区市场化水平(mkt)。具体变量的定义如表 1 所示。

表 1 变 量 定 义

变量类型	变量名称	变量符号	变 量 定 义
被解释变量	商业银行系统性风险	riskfo	基于同业网络模型测算
		riskin	基于同业网络模型测算
解释变量	干旱冲击	scpdsi	NOAA 测算
机制变量	不良贷款率	np1l	ln 银行不良贷款
	气候风险感知指数	perp	全球变暖、气候变化等 23 个词频生成气候风险感知指数
调节变量	银行净利差	nis	(利息收入-利息支出)/生息资产
	银行资产端流动性创造	lz1	银行资产端流动性创造占总资产百分比
控制变量	资本充足率	car	资本总额/风险加权资产
	银行规模	ln_size	ln 银行总资产
	成本收入比	cir	营业成本/营业收入

续表

变量类型	变量名称	变量符号	变 量 定 义
控制变量	净息差	nim	净利息收入/生息资产
	地区 gdp	gdp	ln 地区年度 gdp 实际值
	消费者价格指数增长率	cpigr	当年全国 cpigr 指数增速
	地区银行集中度	hhi	地级市的银行分支机构数量的对数
	地区金融监管强度	econ1	地方财政金融监管支出/地区金融业增加值
	地区市场化水平	mkt	gdp/一般公共预算支出

4.3 样本选择与数据来源

4.3.1 数据来源与处理

本文的研究样本为全国 120 家地方性商业银行，包括 87 家城市商业银行和 33 家农村商业银行，样本银行涵盖全国 28 个省级行政区，具有较高的代表性，收集它们 2008—2024 年共 1912 个非平衡面板数据。银行个体特征数据来自 CSMAR 数据库和 Wind 数据库，并从各商业银行年度报告中手工收集数据进行补充，宏观经济数据来自国家统计局年鉴和国家统计局数据库。干旱冲击等原始气象数据来自美国国家海洋和大气管理局（NOAA）。

4.3.2 描述性统计

表 2 的描述性统计显示，riskfo 的最大值、最小值分别为 71.911、0.001，riskin 的最大值、最小值分别为 71.036、0.000，标准差均超过均值的 2 倍，说明各银行的系统性风险相差较大。各城市遭受的干旱冲击也有较大差异，最大值为 11.633，最小值为-9.992。资本充足率、银行净息差、地区市场化水平方差较大，在样本中波动性较大。而银行规模等银行微观及宏观控制变量的统计结果与已有学者的研究一致，符合客观实际。

表 2 描述性统计

变量	样本量	均值	方差	最小值	中位数	最大值
riskfo	1912	1.338	3.404	0.001	0.429	71.911
riskin	1912	2.032	5.218	0.000	0.635	71.036
riskfow	1912	0.625	1.208	0.001	0.232	16.659
riskin	1912	0.980	2.153	0.000	0.336	27.864
sepdsi	1912	0.680	2.455	-9.992	0.569	11.633
pdsi	1912	0.609	1.914	-5.442	0.383	11.993

续表

变量	样本量	均值	方差	最小值	中位数	最大值
car	1912	13.660	2.625	0.122	13.255	59.610
nim	1912	2.705	1.087	-0.251	2.578	13.416
ln_size	1912	25.510	1.257	20.433	25.560	29.054
gdp	1912	10.382	0.876	7.606	10.476	11.818
cpigr	1912	102.115	1.732	97.650	102.160	110.090
cir	1912	34.005	8.927	-11.750	33.360	206.077
hhi	1912	0.111	0.044	0.051	0.101	0.270
econ1	1912	0.170	0.299	-0.679	0.065	2.707
m ₂	1912	12.555	4.771	7.600	11.800	27.680
npp	1912	0.251	2.632	-78.561	0.173	78.583
cpri	1912	33.354	11.859	0.340	31.200	97.920
perp	1912	4.404	0.377	1.513	4.527	4.874
np11	1912	0.613	0.512	-1.000	0.229	1.000
lz1	1912	0.240	0.223	-1.581	0.246	4.026
nis	1912	2.635	1.060	0.060	2.470	9.201
green	1912	0.453	0.139	0.067	0.435	0.963
mkt	1912	1.563	1.562	0.035	1.119	18.966

5. 实证结果与分析

5.1 基准回归

表 3 描述了干旱冲击与商业银行系统性风险的回归结果。其中, 列(1)、列(3)为未加入控制变量的结果, 列(2)、列(4)为加入全部微观和宏观控制变量后的结果, 所有回归结果均使用控制了银行个体固定效应和年份固定效应的聚类稳健标准误。列(1)~列(4)的结果显示, 干旱冲击的回归系数均为负, 且系统性风险形成在 1%的水平上显著, 系统性风险传染在 1%的水平上显著, 表明干旱冲击显著增大了商业银行系统性风险形成与传染。加入控制变量后的结果比未加入控制变量时的拟合度更高, 说明其对商业银行系统性风险的解释能力更强, 因此将其作为解释干旱冲击对商业银行系统性风险影响的基础回归结果。上述结果表明, 干旱冲击显著增加商业银行系统性风险, 与前文理论假设一致。

表 3 基准主回归表				
	(1) riskfo	(2) riskfo	(3) riskin	(4) riskin
scpdsi	-0.149*** (-3.155)	-0.163*** (-3.278)	-0.244*** (-4.250)	-0.263*** (-3.403)
car		0.052* (1.785)		0.043 (1.074)
nim		-0.049 (-0.531)		0.103 (0.907)
ln_size		0.180 (0.890)		0.184 (0.448)
gdp		0.017 (0.012)		-1.993 (-0.779)
cpigr		-0.018 (-0.216)		-0.055 (-0.430)
cir		-0.014 (-1.507)		-0.034 (-1.634)
hhi		5.381 (0.620)		23.529 (1.466)
econ1		0.721 (1.533)		1.164** (2.175)
mkt		-0.190 (-1.526)		-0.285 (-1.605)
_cons	1.439*** (44.899)	-1.980 (-0.123)	2.197*** (21.203)	21.719 (0.727)
个体固定	YES	YES	YES	YES
年份固定	YES	YES	YES	YES
N	1912	1912	1912	1912
Adj. R ²	0.479	0.485	0.544	0.553

注：解释变量与各控制变量 ***、**和* 分别表示系数在 1%、5%和 10%的显著性水平上显著，括号内为 *t* 值，后续回归中均聚类到省级层面。

5.2 内生性处理

本文为缓解内生性采用同纬度带全球非中国区域国家的年度平均 pdsi，在全球同一纬度区间内除中国以外的国家和地区中剔除与中国经贸关联度极高的经济体，仅保留内陆、与中国经济联动性极弱的国家，计算该区域国家的年度平均 pdsi。对本文核心解释变量的相关性而言，同一纬度带的

区域, 太阳辐射总量、纬向大气环流规律高度一致, 决定干旱程度的核心气象要素具有显著的纬向同质性; 气候学已证实, 中纬度地区的干旱变化受全球纬向环流、海气相互作用共同驱动, 同纬度带的 $pdsi$ 具有显著的全球协同性, 因此域外同纬度 $pdsi$ 与中国对应区域的 $scpdsi$ 高度正相关, 全球非中国区域的同纬度 $pdsi$, 完全由当地自然气象条件决定, 不受中国经济活动、商业银行行为、地方政策、金融监管等任何因素的影响, 彻底杜绝反向因果关系; 无其他影响渠道: 域外同纬度的干旱状况, 无法对中国商业银行系统性风险产生直接影响; 通过剔除高经贸关联区域, 已彻底切断贸易、资本流动的潜在间接渠道; 此工具变量与中国区域的经济禀赋、政府治理等不可观测遗漏变量无关, 仅能通过全球大气环流的纬向传导, 影响中国对应区域的气温、降水, 进而改变区域 $scpdsi$, 满足排他性约束。如表 4 所示, 在第一阶段回归中 Kleibergen-Paap rk LM 统计量的 p 值小于 0.1, 拒绝“工具变量识别不足”的原假设; Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量大于 10% 水平下 Stock-Yogo 的临界值, 通过弱相关检验。第二阶段结果表明干旱冲击对商业银行系统性风险的影响在 1% 与 5% 的水平上显著。

表 4

内生性检验：工具变量法

	(1) First $scpdsi$	(2) Second $riskfo$	(3) Second $riskin$
$pdsi$	0.667 ^{***} (23.273)		
$scpdsi$		-0.131 ^{**} (-2.122)	-0.266 ^{***} (-3.296)
car	-0.009 (-0.725)	0.053 ^{***} (2.634)	0.043 (1.539)
nim	-0.026 (-0.564)	-0.047 (-0.949)	0.103 (1.367)
$\ln_size$	0.360 ^{***} (4.192)	0.162 (1.253)	0.186 (0.875)
gdp	1.080 ^{**} (2.069)	0.047 (0.083)	-1.995 ^{**} (-2.196)
$cpigr$	-0.185 ^{***} (-3.058)	-0.014 (-0.199)	-0.055 (-0.645)
cir	0.002 (0.414)	-0.014 [*] (-1.926)	-0.034 ^{**} (-2.352)
hhi	1.692 (0.473)	5.731 (1.488)	23.503 ^{***} (4.096)
$econ1$	0.259 (1.409)	0.691 ^{***} (3.443)	1.166 ^{***} (3.780)
mkt	0.002 (0.069)	-0.189 ^{***} (-2.768)	-0.285 ^{***} (-3.578)

续表			
	(1) First scpdsi	(2) Second riskfo	(3) Second riskin
_cons	0.224 (0.030)	-0.923 (-0.104)	18.931 (1.529)
N	1912	1912	1912
Adj R ²		0.524	0.587
个体固定	YES	YES	YES
年份固定	YES	YES	YES
Kleibergen-Paap rk LM		236.098	
Kleibergen-Paap rk Wald F		541.619	

5.3 稳健性检验

5.3.1 替换被解释变量

借鉴廉永辉(2016)的研究,使用 sharp 比率替换银行破产风险 break,重新计算商业银行系统性风险指标并进行回归。表 5 列(1)、(2)的结果表明,在替换被解释变量后,干旱冲击对商业银行系统性风险的影响系数仍为负且在 1%与 5%的水平上显著。

5.3.2 滞后解释变量

考虑到干旱冲击对商业银行系统性风险的影响通常不会立即显现,干旱冲击可能需要一定的时间才能在银行运营、风险管理和整体金融体系中发挥作用。故在稳健性检验中,本文对核心解释变量干旱冲击进行了时间序列的滞后处理,如表 5 列(3)、(4)所示,分别考察了滞后一期对系统性风险形成和传染的影响。结果显示,解释变量滞后一期,其对 riskfo 和 riskin 的负面影响均保持稳健,这表明干旱冲击与系统性风险之间存在稳定的相关关系。

表 5 稳健性检验：替换核心被解释变量、核心解释变量滞后

	(1) riskfow	(2) riskinw	(3) riskfo	(4) riskin
scpdsi	-0.035** (-2.680)	-0.075*** (-2.973)		
L. scpdsi			-0.138** (-2.508)	-0.250** (-2.572)

续表

	(1) riskfow	(2) riskinw	(3) riskfo	(4) riskin
car	0.006 (0.711)	-0.000 (-0.015)	0.095** (2.342)	0.093* (1.874)
nim	-0.064 (-1.226)	-0.011 (-0.175)	-0.004 (-0.036)	0.197 (1.437)
ln_size	0.028 (0.536)	0.058 (0.473)	0.118 (0.553)	0.056 (0.131)
gdp	0.228 (0.459)	-0.608 (-0.544)	-0.411 (-0.280)	-2.337 (-0.820)
cpigr	0.012 (0.411)	0.005 (0.114)	0.031 (0.273)	-0.007 (-0.049)
cir	-0.007* (-1.949)	-0.016* (-1.840)	-0.015 (-1.183)	-0.044 (-1.589)
hhi	2.184 (0.624)	11.040 (1.559)	7.163 (0.719)	30.559 (1.658)
econ1	0.244* (1.983)	0.399** (2.657)	0.420 (0.845)	0.729 (1.307)
mkt	-0.033 (-1.302)	-0.080 (-1.626)	-0.186 (-1.490)	-0.271 (-1.530)
_cons	-3.564 (-0.620)	4.789 (0.406)	-1.727 (-0.086)	22.664 (0.650)
N	1912	1912	1782	1782
Adj. R^2	0.647	0.637	0.505	0.578

5.3.3 增加控制变量

在对模型进行进一步的稳健性检验时, 本文引入了三个额外的控制变量: 其他气候风险加权(cpri)、贷款增长率(npp)和货币供应量增长率(m_2gr)。三个控制变量分别代表气候、银行微观、宏观经济方面的变化。其中其他气候风险加权的具体含义为极端低温、空气质量的影响, 它们可能会影响整体气候风险造成的冲击; 货币供应量增长率会影响银行的风险承受能力; 而贷款增长率直接关联银行的盈利水平, 三者可能干扰干旱冲击对系统性风险的独立效应。因此, 加入这三个变量有助于确保模型结果的可靠性与准确性。如表6所示, 即使在加入了这些新的控制变量后, 核心解释变量对系统性风险形成和传染的影响在1%的显著性水平上保持显著。这表明, 无论是否考虑其他气候风险、贷款增长率和货币供应量增长率, 干旱冲击会增加系统性风险的作用都是稳健的。

表 6 稳健性检验：增加控制变量

	(1) riskfo	(2) riskin
scpdsi	-0.164 *** (-3.259)	-0.263 *** (-3.416)
car	0.052 * (1.781)	0.042 (1.055)
nim	-0.046 (-0.504)	0.108 (0.937)
ln_size	0.181 (0.893)	0.186 (0.451)
gdp	0.005 (0.004)	-2.035 (-0.801)
cpigr	-0.020 (-0.237)	-0.056 (-0.439)
cir	-0.014 (-1.513)	-0.034 (-1.641)
hhi	5.423 (0.629)	23.773 (1.499)
econ1	0.728 (1.542)	1.176 ** (2.212)
mkt	-0.189 (-1.550)	-0.289 (-1.640)
npp	0.020 * (1.785)	0.020 (1.495)
cpri	0.000 (0.039)	-0.007 (-1.076)
m2gr	-0.026 (-0.994)	-0.036 (-0.722)
_cons	-2.885 (-0.187)	18.293 (0.643)
个体固定	YES	YES
年份固定	YES	YES
N	1912	1912
Adj. R ²	0.228	0.208

5.3.4 剔除农业大省干扰

为排除农业大省本身农业占比高、产业结构对于干旱冲击敏感度高的内生性干扰, 排除核心结论由高农业占比样本驱动的替代性解释, 本文剔除黑龙江、河南、山东、安徽、吉林、内蒙古 6 个全国核心农业大省样本重新进行回归。结果如表 7 列 (1)、(2) 所示, 干旱冲击 (scpsdi) 对商业银行系统性风险形成 (riskfo) 的回归系数为 -0.171, 在 1% 的统计水平上显著为负; 对风险传染 (riskin) 的系数为 -0.259, 在 1% 水平上显著为负, 与基准回归结论保持一致, 验证了核心结果的稳健性。

5.3.5 剔除常年干旱省份干扰

为排除常年干旱地区经济结构、银行信贷体系已长期适配干旱环境, 进而产生的样本自选择偏差问题, 本文剔除新疆、甘肃、青海 3 个全域常年干旱省份的样本重新进行回归。结果如表 7 列 (3)、(4) 所示, 干旱冲击对银行系统性风险形成的系数为 -0.170, 在 1% 水平上显著为负; 对风险传染的系数为 -0.285, 在 1% 水平上显著为负, 与基准回归结果无实质性差异, 说明核心结论并非由常年干旱省份的样本特征驱动, 进一步夯实了研究结论的普适性。

表 7 稳健性检验: 剔除农业大省、剔除常年干旱省份

	(1) riskfo	(2) riskin	(3) riskfo	(4) riskin
scpsdi	-0.171 *** (-3.443)	-0.259 *** (-3.499)	-0.170 *** (-3.165)	-0.285 *** (-3.476)
car	0.070 * (1.971)	0.067 (1.501)	0.057 * (1.835)	0.051 (1.203)
nim	-0.070 (-0.672)	0.064 (0.531)	-0.054 (-0.577)	0.095 (0.831)
ln_size	0.436 * (2.067)	0.682 ** (2.189)	0.189 (0.912)	0.200 (0.480)
gdp	-0.586 (-0.304)	-4.671 (-1.459)	-0.062 (-0.040)	-2.430 (-0.848)
cpigr	0.011 (0.120)	0.027 (0.205)	-0.046 (-0.557)	-0.118 (-0.989)
cir	-0.021 (-1.533)	-0.047 (-1.610)	-0.014 (-1.434)	-0.034 (-1.590)
hhi	5.877 (0.496)	30.118 (1.397)	5.269 (0.606)	22.584 (1.397)
econl	0.648 (1.164)	1.041 * (1.814)	0.722 (1.508)	1.151 ** (2.113)

续表

	(1) riskfo	(2) riskin	(3) riskfo	(4) riskin
mkt	-0.247 (-1.411)	-0.363 (-1.448)	-0.204 (-1.566)	-0.309 (-1.680)
_cons	-5.037 (-0.251)	28.041 (0.777)	1.494 (0.082)	32.506 (0.978)
个体固定	YES	YES	YES	YES
年份固定	YES	YES	YES	YES
N	1637	1637	1861	1861
Adj. R ²	0.486	0.557	0.485	0.555

6. 进一步分析

6.1 作用机制检验

从上述检验结果可知，干旱冲击会增加商业银行系统性风险，本部分将从地区气候风险感知、银行不良贷款两个视角探究干旱冲击对商业银行系统性风险的作用机制，同时借鉴江艇(2022)的研究构建如下模型：

$$pcrp_{i,t}/np\!ll_{i,t} = \alpha + \beta_1 scpdsi_{i,t} + \beta_2 Z_{i,t}^{mic} + \beta_3 Z_{i,t}^{mac} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{i,t} \tag{20}$$

其中 $pcrp_{i,t}$ 代表地区气候风险感知指数， $np\!ll_{i,t}$ 代表银行不良贷款对数，其余变量含义与式(8)相同。

6.1.1 地区气候风险感知

本文将地区气候风险感知指数 $pcrp$ 作为代理变量。伴随互联网搜索引擎的普及与深度应用，网络搜索行为大数据具备了刻画资本市场投资者注意力分布与关注焦点的天然优势。鉴于百度搜索引擎在国内市场的高渗透率与本土化属性，其检索数据能够更精准地捕捉中国本土投资者的信息检索行为与关注偏好。在此基础上，本文借鉴 Baker(2016)的经典研究设计与指标构建范式，最终筛选确定 23 个气候与环境变化维度的核心关键词指标^①，通过对上述全部关键词对应的日均百度指数进行加总合成，最终构建得到投资者气候风险感知综合指数。结果如表 8(1) 显示， $pcrp$ 的系数在 1% 的水平上显著为负，说明干旱冲击强度的提高能提高地区气候风险感知水平。本文参考蔡源和崔婕(2024)、Antoniuk 和 Leirvik (2021) 等的研究，分析地区气候风险感知提高如何增加商业银行系统性风险。当干旱冲击增加了人们的地区气候风险感知时，气候风险感知指数的攀升会从风险形成与传

^① 全球变暖、气候变化、台风、暴雨、暴雪、寒潮、大风、沙尘暴、地震、野火、高温、洪水、干旱、雷电、冰雹、霜、大雾、雾霾、PM2.5、空气污染、应急、二氧化碳、中央气象台。

染两个维度同步放大银行体系脆弱性。在风险形成端，银行管理层会基于高企的气候风险感知修正信贷定价模型，对涉农、高耗水等干旱敏感行业实施全面信贷收紧，加剧区域实体企业融资困境与产业链连锁违约，直接扩大银行不良贷款规模、侵蚀资本缓冲，筑牢系统性风险的生成基础；在风险传染端，风险感知的提升会驱动银行被动扩大同业业务规模以对冲流动性缺口，显著强化银行间网络的风险关联性，同时改变存款人与投资者的市场预期，加剧银行负债端不稳定性，使个体干旱风险敞口通过同业链条与市场情绪形成跨机构传染，最终显著放大商业银行系统性风险。上述分析表明，干旱冲击通过提高地区人们气候风险感知增加商业银行系统性风险的形成与传染。这验证了假设 2。

6.1.2 银行不良贷款

如表 8(2)检验结果显示，np11 的系数在 5%的水平上显著，说明干旱冲击强度的提高能显著增加商业银行不良贷款。本文参考崔建军和张佩瑶(2021)以及徐喆(2023)等的研究分析不良贷款上升如何影响银行系统性风险。干旱冲击作为强外生性的实体负面冲击，核心是通过不良贷款的中介传导路径推高商业银行系统性风险，其内在逻辑分为两个递进的核心环节。第一，干旱冲击直接恶化银行信贷资产质量，推动不良贷款规模与比率增加。干旱灾害直接造成涉农经营主体减产减收、偿债能力大幅下滑，同时沿产业链传导至农资供应、农产品加工、商贸流通等上下游中小微企业，引发企业经营现金流断裂、信贷违约概率显著上升。实体部门的偿债压力向金融体系传导，直接导致银行对应信贷资产形成不良，持续侵蚀银行拨备储备与盈利水平。第二，不良贷款攀升是触发系统性风险的核心传导节点。不良贷款持续上升会直接消耗银行核心一级资本，削弱单家机构的风险抵御能力；同时，区域同质性的不良冲击会通过同业业务、交叉持有金融资产、市场信心传染等渠道，引发跨机构的流动性紧缩与风险共振，放大银行体系的整体脆弱性，最终显著提升商业银行系统性风险水平。上述分析表明，干旱冲击通过提高商业银行不良贷款增加商业银行系统性风险形成与传染。这验证了假设 3。

表 8 机制检验：地区气候风险感知、银行不良贷款

	(1) pcrp	(2) np11
scpdsi	-0.013 *** (-3.247)	-0.022 ** (-2.528)
car	0.003 (0.827)	0.006 (0.751)
nim	-0.013 (-1.074)	-0.006 (-0.280)
ln_size	0.015 (1.134)	0.064 ** (2.264)

续表

	(1) pcrp	(2) np11
gdp	-0.555* (-1.807)	0.608 (1.562)
cpigr	0.020* (1.948)	0.012 (0.943)
cir	-0.000 (-0.288)	-0.004 (-1.483)
hhi	-1.629 (-1.216)	2.758** (2.114)
econ1	0.011 (0.381)	0.013 (0.131)
mkt	-0.001 (-0.094)	-0.022 (-1.496)
_cons	7.980** (2.423)	-9.126** (-2.092)
个体固定	YES	YES
年份固定	YES	YES
N	1912	1912
Adj. R ²	0.809	0.433

6.2 调节机制检验

为进一步检验银行资产端流动性创造与银行净利差在干旱冲击与商业银行系统性风险中的调节作用，本文构建以下模型：

$$\text{riskfo}_{i,t}/\text{riskin}_{i,t} = \pi_0 + \pi_1 \text{scpdsi}_{i,t} + \pi_2 M_{i,t} + \pi_3 \text{scpdsi} \times M_{i,t} + \pi_4 Z_{i,t}^{\text{mac}} + \pi_5 Z_{i,t}^{\text{mic}} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{i,t}$$

(21)

其中， $M_{i,t}$ 代表银行资产端流动性创造和银行净利差两个调节变量。由于银行系统性风险形成与传染的调节存在异质性，本文将形成与传染分开进行调节。

6.2.1 银行资产端流动性创造

表 9 列(1)的结果显示，干旱冲击与银行资产端流动性创造交互项的回归系数为-0.175，在 5%的水平上显著，说明银行资产端流动性创造越大，干旱冲击对商业银行系统性风险形成的促进作用越小。干旱冲击作为外生自然风险冲击，会侵蚀银行资产负债表的稳健性，加剧个体风险的跨机构

溢出与系统性风险的集聚。银行资产端流动性创造对该风险传导链条具有显著的负向调节效应：资产端流动性创造是银行通过期限转换功能向实体经济注入流动性的核心体现，其规模提升不仅能通过信贷平滑机制为受干旱冲击的市场主体提供流动性支持，对冲实体违约风险向银行体系的传导，还能为银行带来更充裕的风险缓冲与更优化的资产配置结构，有效抑制风险的形成，进而显著弱化干旱冲击对商业银行系统性风险的形成作用。

6.2.2 银行净利差

从表9列(2)的回归结果可见，银行净利差(nis)对干旱冲击(scpdsi)与银行系统性风险传染存在显著正向调节作用。首先，nis与scpdsi的交互项系数为0.087，且在1%的水平上显著，较高的净利差往往对应银行更高的风险偏好与信贷投向集中度，这类银行更依赖高收益的涉农、县域中小微企业信贷业务获取利差收益，而此类主体恰好是干旱冲击下偿债能力受损最严重的群体。干旱冲击发生时，高净利差银行信贷资产质量恶化幅度更大，不良贷款攀升更快，进而显著放大干旱冲击对商业银行系统性风险的助推作用。

表9 调节效应检验

	(1) riskfo	(2) riskin
scpdsi	-0.113 ** (-2.212)	-0.479 *** (-5.075)
lz1	-1.163 ** (-2.481)	
scpdsi×lz1	-0.175 ** (-2.112)	
nis		0.195 (1.483)
scpdsi×nis		0.087 *** (3.257)
car	0.051 * (1.822)	0.043 (1.066)
nim	-0.032 (-0.346)	-0.068 (-0.592)
ln_size	0.209 (1.060)	0.180 (0.438)
gdp	0.076 (0.057)	-2.525 (-0.994)

续表

	(1) riskfo	(2) riskin
cpigr	-0.011 (-0.138)	-0.006 (-0.050)
cir	-0.015 (-1.580)	-0.032 (-1.558)
hhi	6.184 (0.710)	24.953 (1.575)
econ1	0.709 (1.480)	1.169** (2.210)
mkt	-0.187 (-1.544)	-0.291 (-1.654)
_cons	-3.863 (-0.237)	22.131 (0.750)
个体固定	YES	YES
年份固定	YES	YES
N	1912	1912
Adj. R ²	0.488	0.554

6.3 异质性分析

6.3.1 银行规模大小异质性

借鉴顾海峰和朱慧萍(2022)的研究,以银行总资产的中位数为阈值将样本分为大规模和小规模两组,分别对系统性风险形成和传染指标进行回归。回归结果如表 10 所示,在风险形成维度,由列(1)、(3)可知,干旱冲击对大规模银行系统性风险的影响系数分别为-0.286 与-0.408 且均在 1%水平上显著,对小规模银行系统性风险影响系数分别为-0.032 与-0.024 且不显著。说明干旱冲击对大规模银行的系统性风险有较大冲击,究其原因可能是,其一,大规模银行在银行间同业网络中处于核心节点地位,干旱冲击引发的资产质量恶化会通过同业拆借、资产负债表关联等渠道形成极强的网络传染效应,其个体风险对银行体系整体系统性风险的边际贡献度高于小规模银行。其二,大规模银行跨区域信贷布局更广,而干旱冲击具有空间溢出与长周期尾部特征,理论上的风险分散效应失效,反而使其面临更广范围的气候敏感行业违约敞口。其三,市场对大规模银行的隐性政府担保预期,导致其事前气候风险定价不足,冲击发生时资产价格重估带来的尾部风险暴露更为剧烈,进一步放大了其系统性风险。

表 10

银行规模异质性

	(1) 大规模 riskfo	(2) 小规模 riskfo	(3) 大规模 riskin	(4) 小规模 riskin
scpsdi	-0.286*** (-4.398)	-0.032 (-0.941)	-0.408*** (-4.070)	-0.024 (-0.852)
car	0.173** (2.143)	0.006 (0.420)	0.170 (1.286)	-0.014 (-1.705)
nim	-0.426* (-1.872)	-0.008 (-0.293)	0.022 (0.072)	0.003 (0.070)
ln_size	0.786 (0.673)	-0.168 (-1.157)	4.167*** (3.338)	-0.332 (-1.600)
gdp	2.808 (0.950)	-1.104 (-1.598)	0.011 (0.002)	-1.040 (-1.694)
cpigr	-0.342 (-0.870)	0.078** (2.680)	-0.018 (-0.036)	-0.009 (-0.394)
cir	-0.033 (-1.113)	0.001 (0.185)	-0.042 (-0.764)	-0.000 (-0.117)
hhi	31.904 (0.581)	3.286 (1.193)	165.329** (2.228)	1.851 (0.672)
econ1	0.922 (0.925)	0.193 (1.334)	1.465 (1.353)	0.096 (0.582)
mkt	-0.231 (-1.370)	-0.087 (-1.396)	-0.307 (-1.374)	-0.103 (-1.219)
_cons	-16.368 (-0.255)	7.469 (0.874)	-122.895 (-1.402)	20.317** (2.226)
个体固定	YES	YES	YES	YES
年份固定	YES	YES	YES	YES
N	953	949	953	949
Adj. R ²	0.507	0.550	0.603	0.816

6.3.2 银行类型异质性

本文为探究干旱冲击对不同类型的银行系统性风险是否有差异, 将样本分为城商行与农商行进行异质性回归, 从表 11 列(1)、(3)可以看出, 干旱冲击对城商行的系统性风险均造成影响, 影响系数分别为-0.217 与-0.372, 且均在 1%水平上显著。同理, 从列(2)、(4)可以看出, 干旱冲击对农商行系统性风险的影响系数分别为-0.071 与-0.041 且不显著。干旱冲击无论是对城商行系统性风险

形成还是对其风险传染的影响均大于农商行。从系统性风险形成来看,城商行跨区域经营布局更广,信贷敞口集中于区域产业链核心企业、地方基建项目,相较于客户群体高度本地化、以小额涉农信贷为主的农商行,干旱冲击会通过产业链传导形成更广范围的资产质量恶化,加速个体风险向系统性风险的转化。从风险传染来看,城商行在银行间同业市场的网络中心度显著更高,同业负债与债券投资占比更大,干旱引发的流动性压力与资产减值会通过同业网络形成更强的风险溢出,其风险传染效应远高于处于同业网络边缘的农商行。

表 11

银行类型异质性

	(1) 城商行 riskfo	(2) 农商行 riskfo	(3) 城商行 riskin	(4) 农商行 riskin
scpsi	-0.217*** (-3.039)	-0.071 (-0.900)	-0.372** (-2.719)	-0.041 (-0.745)
car	0.022 (0.794)	0.133 (1.739)	0.034 (0.651)	0.071 (1.499)
nim	-0.114 (-1.430)	0.021 (0.157)	-0.019 (-0.127)	0.064 (0.755)
ln_size	0.024 (0.115)	0.527 (1.745)	-0.058 (-0.120)	0.321 (1.580)
gdp	0.208 (0.177)	-2.329 (-0.688)	-1.182 (-0.401)	-2.428 (-0.972)
cpigr	0.026 (0.186)	-0.115 (-0.643)	0.075 (0.395)	-0.166 (-1.761)
cir	-0.013 (-1.228)	-0.056 (-1.422)	-0.039 (-1.546)	-0.039* (-2.047)
hhi	10.532 (1.132)	-12.514 (-0.919)	36.522* (1.750)	-7.976 (-0.985)
econ1	0.971** (2.055)	-0.318 (-0.556)	1.469** (2.471)	-0.421 (-1.159)
mkt	-0.234* (-1.808)	0.028 (0.083)	-0.425* (-2.005)	0.171 (0.566)
_cons	-4.520 (-0.234)	25.790 (0.693)	5.756 (0.159)	36.558 (1.468)
个体固定	YES	YES	YES	YES
年份固定	YES	YES	YES	YES
N	1395	517	1395	517
Adj. R ²	0.479	0.578	0.570	0.555

6.3.3 地区绿色信贷水平异质性

本文基于省份绿色信贷发展水平,开展干旱冲击对商业银行系统性风险影响的异质性检验,将样本按照绿色信贷水平中位数划分为高、低绿色信贷水平两组,分别考察干旱冲击对银行系统性风险形成与传染的差异化影响,结果如表12所示。回归结果显示,干旱冲击的系数在两组回归中均显著为负,表明无论省份绿色信贷水平高低,干旱程度加剧均会显著增加商业银行系统性风险的形成与传染水平,基准结论具备稳健性。从异质性特征来看,在风险形成维度,高绿色信贷水平组的干旱冲击系数绝对值与显著性均高于低水平组,说明干旱冲击对高绿色信贷地区银行系统性风险形成的影响更具统计显著性。在风险传染维度,高绿色信贷水平组的干旱冲击更具有显著性,表明干旱冲击对高绿色信贷省份银行系统性风险传染的边际放大效应更强。究其原因,一是高绿色信贷省份的信贷投放更集中于农林生态、节水设施、气候适配型项目等对于干旱高度敏感的绿色领域,干旱冲击会直接侵蚀这类项目的经营现金流与偿债能力,加速银行信贷风险暴露,直接推升系统性风险形成水平。二是高绿色信贷地区金融市场对气候风险的定价敏感度更高,干旱冲击的负面信号会通过同业市场、预期传导快速扩散,并提供更充分的气候信息披露,使得干旱冲击对银行体系的风险影响更为显著。

表 12 地区绿色信贷水平异质性

	(1) 绿色水平高 riskfo	(2) 绿色水平低 riskfo	(3) 绿色水平高 riskin	(4) 绿色水平低 riskin
scpdsi	-0.142 ** (-2.464)	-0.145 ** (-1.990)	-0.152 *** (-2.699)	-0.245 ** (-2.051)
car	0.053 (1.546)	0.045 * (1.711)	0.011 (0.284)	0.063 (1.502)
nim	-0.183 ** (-2.118)	0.002 (0.027)	-0.029 (-0.288)	0.171 (1.344)
ln_size	0.054 (0.276)	0.273 (1.340)	0.027 (0.120)	0.291 (0.730)
gdp	0.687 (1.096)	-3.288 (-0.839)	-1.636 ** (-2.090)	-3.216 (-0.508)
cpigr	0.028 (0.363)	-0.152 (-0.923)	0.060 (0.682)	-0.390 * (-1.746)
cir	-0.002 (-0.205)	-0.019 (-1.434)	-0.004 (-0.349)	-0.060 * (-1.857)
hhi	18.937 ** (2.377)	0.903 (0.168)	52.871 *** (5.515)	-0.807 (-0.074)

续表

	(1) 绿色水平高 riskfo	(2) 绿色水平低 riskfo	(3) 绿色水平高 riskin	(4) 绿色水平低 riskin
econ1	1.569 *** (3.212)	0.006 (0.020)	1.941 *** (3.874)	0.067 (0.155)
mkt	-0.226 * (-1.727)	-0.172 (-1.639)	-0.342 *** (-2.610)	-0.227 (-1.640)
_cons	-12.201 (-1.227)	46.074 (0.949)	4.752 (0.391)	70.991 (1.028)
个体固定	YES	YES	YES	YES
年份固定	YES	YES	YES	YES
N	962	943	962	943
Adj. R ²	0.441	0.544	0.529	0.601

7. 结论与建议

本文以 2008—2024 年 120 家商业银行数据为样本，实证分析干旱冲击对商业银行系统性风险的影响及作用机制并进行异质性分析，得出以下结论：(1)干旱冲击增加了商业银行系统性风险，经过一系列内生性、稳健性检验后结论依然成立。(2)从机制分析上看，干旱冲击通过增加地区气候风险感知、商业银行不良贷款等途径加剧了商业银行系统性风险。(3)银行流动性创造与净利差能够调节干旱冲击对商业银行系统性风险的影响。(4)干旱冲击对规模较大的银行系统性风险形成与传染的作用较大；相较于农商行，干旱冲击对城商行的系统性风险影响更明显；干旱冲击对于绿色信贷水平较高地区的商业银行系统性风险的影响较大。基于上述结论，本文提出如下建议：

第一，将干旱等气候物理风险全面纳入金融稳定治理框架，构建系统性气候风险防控长效机制。监管部门应加快完善气候风险宏观审慎监管体系，将气候风险指标纳入商业银行资本充足率、流动性覆盖率等核心监管要求的评估体系。建立全国统一的气候风险监测预警平台，整合气象、农业、水利、金融等多部门数据资源，实现对干旱等极端气候事件的实时监测、风险评估与早期预警。督促商业银行将气候风险纳入全面风险管理体系，在战略规划、风险偏好设定、信贷审批、资产负债管理等全流程嵌入气候风险考量，定期开展气候风险压力测试，重点评估不同强度干旱情景下银行体系的脆弱性与风险传染路径，提升金融体系抵御气候物理风险的韧性。

第二，精准阻断干旱冲击向商业银行系统性风险传导的关键渠道，强化风险源头治理。针对气候风险感知传导渠道，应建立强制性气候风险信息披露制度，要求商业银行定期披露其气候风险敞口、风险管理策略及气候相关财务影响，提高市场透明度，引导市场参与者形成合理的气候风险预期。加强气候风险教育与宣传，提升金融机构、企业及社会公众对气候物理风险的认知水平与应对

能力。针对不良贷款传导渠道, 商业银行应优化信贷资产结构, 逐步降低对农业、水利、能源等气候敏感行业的风险敞口, 加强对受干旱影响地区 and 企业的贷后管理与风险监测。政府部门可设立气候风险补偿基金, 向受干旱等极端气候事件影响严重的企业和农户提供适当的信贷贴息与风险补偿, 降低商业银行不良贷款生成压力。同时, 鼓励发展气候保险、巨灾债券等金融工具, 构建多元化的气候风险分担与转移机制。

第三, 实施差异化的气候风险监管政策与支持措施, 兼顾风险防控与区域金融协调发展。对于系统重要性大型银行, 应实施更为严格的气候风险监管标准, 要求其建立专门的气候风险管理部门与团队, 提升跨区域、跨机构的气候风险传染防控能力, 充分发挥其在维护金融稳定中的“压舱石”作用。针对城商行与农商行的异质性特征, 监管部门应根据其业务范围、资产规模与风险承受能力制定差异化的气候风险监管要求, 重点加强对城商行的气候风险监管力度, 引导其立足本地市场, 优化信贷投向, 避免过度集中于气候高风险领域。对于绿色信贷水平较高的地区, 应在继续鼓励绿色信贷发展的同时, 高度关注绿色信贷项目面临的气候物理风险, 建立绿色信贷气候风险评估标准与风险分担机制, 支持金融机构创新绿色金融产品与服务, 推动绿色金融与气候风险管理深度融合, 实现经济绿色转型与金融稳定的协同发展。

◎ 参考文献

- [1] 蔡源, 崔婕. 气候和环境变化对商业银行系统性风险的影响研究——来自中国上市银行的经验证据[J]. 金融论坛, 2024, 29(1).
- [2] 崔建军, 张佩瑶. 系统性金融风险的动态演进——一个制度金融学的分析范式[J]. 经济学家, 2021(5).
- [3] 方意, 唐琦蕊, 赵阳, 等. 气候金融风险与金融的人民性: 以商业银行流动性创造为视角[J]. 中国软科学, 2026(3).
- [4] 顾海峰, 朱慧萍. 经济政策不确定性是否会影响银行系统性风险? [J]. 系统工程理论与实践, 2022, 42(9).
- [5] 郭娜, 刘岩, 冯慧群. 气候信息披露能够提高企业信贷可得性吗[J]. 会计研究, 2025(7).
- [6] 郭晔, 赵静. 存款竞争、影子银行与银行系统风险——基于中国上市银行微观数据的实证研究[J]. 金融研究, 2017(6).
- [7] 黄玮强, 范铭杰, 庄新田. 基于借贷关联网络的我国银行间市场风险传染[J]. 系统管理学报, 2019, 28(5).
- [8] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5).
- [9] 蒋海, 易扬. 干旱冲击与银行绩效——基于绿色信贷视角的实证研究[J]. 金融论坛, 2023, 28(7).
- [10] 李守伟, 伍鑫, 潘志磊, 等. 气候变化冲击与银行风险承担: 理论分析与经验证据[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2025, 27(1).
- [11] 廉永辉. 同业网络中的风险传染——基于中国银行业的实证研究[J]. 财经研究, 2016, 42(9).

- [12] 潘敏, 刘红艳, 程子帅. 极端气候对商业银行风险承担的影响——来自中国地方性商业银行的经验证据[J]. 金融研究, 2022(10).
- [13] 沈沛龙, 李志楠. 投资者恐慌情绪对银行间风险传染影响研究[J]. 财贸研究, 2020, 31(3).
- [14] 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).
- [15] 王遥, 王文蔚. 环境灾害冲击对银行违约率的影响效应研究: 理论与实证分析[J]. 金融研究, 2021(12).
- [16] 吴文洋, 蒋海, 唐绅峰. 数字化转型、网络关联性与银行系统性风险[J]. 中国管理科学, 2024, 32(3).
- [17] 夏益国, 张一鸣, 刘丽萍. 极端气候与商业银行风险承担: 基于中国 152 家区域性商业银行实证研究[J]. 保险研究, 2023(6).
- [18] 徐喆, 雷汉云, 李艳艳, 等. 资管新规、影子银行与系统性金融风险[J]. 金融论坛, 2023, 28(5).
- [19] 严春晓, 袁晓冬, 朱迪星. 气候政策调整强度与商业银行系统性风险[J]. 金融监管研究, 2025(6).
- [20] 杨子晖, 林师涵, 熊熊. 系统性关联、个体尾部风险与影子银行[J]. 经济学(季刊), 2024, 24(2).
- [21] 张琳, 廉永辉, 方意. 政策连续性与商业银行系统性风险[J]. 金融研究, 2022(5).
- [22] 朱烨, 刘懿, 王文, 等. 基于土壤含水率的骤发干旱和缓慢干旱时空特征分析[J]. 农业工程学报, 2021, 37(2).
- [23] Antoniuk Y, Leirvik T. Climate change events and stock market returns[J]. Journal of Sustainable Finance & Investment, 2021(1).
- [24] Asma N, Subhan U, Ryong J K, et al. Energy shocks and bank efficiency in emerging economies[J]. Energy Economics, 2023(126).
- [25] Baker S R, Bloom N, Davis S J. Measuring economic policy uncertainty[J]. The Quarterly Journal of Economics, 2016, 131(4).
- [26] Brown J R, Gustafson M T, Ivanov I T. Weathering cash flow shocks[J]. The Journal of Finance, 2021, 76(4).
- [27] Dafermos Y, Nikolaidi M, Galanis G. Climate change, financial stability and monetary policy[J]. Ecological Economics, 2018(152).
- [28] Dell'Ariccia G, Laeven L, Suarez G A. Bank leverage and monetary policy's risk-taking channel: Evidence from the United States[J]. Journal of Finance, 2016(72).
- [29] Gustavo N, Carmelo C, Lorenzo M, et al. Increased economic drought impacts in Europe with anthropogenic warming[J]. Nature Climate Change, 2021, 11(6).
- [30] Jin Z, Li F W, Lin Y, et al. How firms adapt to rising temperatures: Evidence from US establishments[J]. Journal of Business Ethics, 2026(205).

- [31] Liu Q, Yang S, Li S, et al. The optimal applications of scPDSI and SPEI in characterizing meteorological drought, agricultural drought and terrestrial water availability on a global scale[J]. *The Science of the Total Environment*, 2024(952).
- [32] Liu Z, Li J, Sun H. Climate transition risk and bank risk-taking: The role of digital transformation[J]. *Finance Research Letters*, 2024(61).
- [33] Mandel A, Tiggeloven T, Lincke D, et al. Risks on global financial stability induced by climate change: the case of flood risks[J]. *Climatic Change*, 2021(166).
- [34] Mendleson N, Polonsky M J. Using strategic alliances to develop credible green marketing[J]. *Journal of Consumer Marketing*, 2013, 12(2).
- [35] Ogunrinde A T, Adigun P, Xue X, et al. Spatiotemporal analysis of drought patterns and trends across Africa: A multi-scale SPEI approach (1960-2018)[J]. *International Journal of Digital Earth*, 2025, 18(1).

Drought Impact and Systemic Risk of Commercial Banks:

Inducing Mechanism and Resolution Path

Wu Chengsong Zhuang Shan

(School of Business, Anhui University, Hefei 230601)

Abstract: As an extreme climatic event, drought ripples across multiple layers of regional economies, and commercial banks, as core participants in regional economic activities, are inevitably exposed to its adverse impacts. Against this backdrop, unpacking the functional logic linking drought shocks to systemic risks of local banks carries practical significance for safeguarding regional financial stability and advancing rural revitalization. Accordingly, this paper collects panel data covering 120 local commercial banks in China from 2008 to 2024, paired with drought severity metrics of the regions where these banks operate. The empirical results are summarized as follows: (1) Drought shocks significantly exacerbate the buildup and cross-institutional contagion of systemic risks in commercial banks; the more severe the drought, the higher the fragility of the regional banking system, and this finding remains robust after a battery of endogeneity and stability tests. (2) Drought operates through two mediating transmission channels. On one hand, it triggers cash flow disruptions in agriculture and high water-consuming industries, driving up banks' non-performing loans and eroding individual banks' risk resistance capacity from the asset side. On the other hand, it elevates the overall market perception of climate risks, prompting banks to synchronously tighten credit supply and expand interbank businesses, which amplifies the formation and contagion of financial risks. (3) Liquidity creation on banks' asset side exerts a negative moderating effect: adequate liquidity injection can offset default risks from the real economy and mitigate drought-induced financial hazards. By contrast, net interest margin plays a positive moderating role. Banks with wider net interest margins rely more heavily on lending to drought-vulnerable sectors, resulting in stronger risk contagion effects. (4) Drought shocks exert more

pronounced impacts on large-sized banks, urban commercial banks, and banks operating in regions with a higher proportion of green credit. The underlying reason is that such institutions occupy more central positions in the interbank network and hold more concentrated credit exposures to climate-sensitive sectors, enabling faster and wider transmission of risks. Drawing on the above findings, this paper proposes a tiered governance framework. Regulators should establish an integrated meteorology-finance early warning platform and incorporate drought risks into macroprudential supervision and banks' climate stress tests. Banks need to implement full-process credit risk management for climate hazards, leverage liquidity creation to counteract disaster shocks, and adjust high-yield agriculture-related credit allocation in a differentiated manner. Regulators shall adopt categorized supervision standards tailored to banks of varying sizes, types and geographic locations. Regions with abundant green credit should launch supporting instruments such as climate risk compensation funds and catastrophe financial tools to fully block the transmission chain through which drought evolves into systemic banking risks.

Key words: Drought impact; Systemic risk; Commercial banks

专业主编：潘红波