

自然灾害对城市经济增长的影响研究： 以洪涝灾害为例

程时雄^{1,2}, 何宇航¹

(1. 湖北大学商学院, 湖北 武汉 430062; 2. 湖北省开放经济研究中心, 湖北 武汉 430061)

摘要: 党的二十届三中全会强调, 提高防灾减灾救灾能力, 推进国家安全体系和能力现代化。基于“防灾责任主体”视角, 构建了洪涝灾害影响经济增长的理论模型, 在此基础上利用 2000—2020 年中国城市经济面板数据与气象站逐日数据, 以洪涝灾害为例实证考察了自然灾害对城市经济增长的动态影响及其作用机制。研究发现, 洪涝灾害强度对城市当年经济增长具有非线性影响, 且城市防洪措施越强, 经济发展韧性越强。研究结论表明, 地方政府在追求经济增长目标的同时, 有效地开展自然灾害防范治理工作也是提升城市经济增长的有效途径。

关键词: 自然灾害; 洪涝灾害; 城市经济增长; 韧性

中图分类号: F061.2; F290; P429

文献标识码: A

文章编号: 1005-0566(2024)10-0109-18

Study of the impact of natural disasters on urban economic growth: The case of floods

CHENG Shixiong^{1,2}, HE Yuhang¹

(1. Business School, Hubei University, Wuhan 430062, China;

2. Open Economy Research Centre of Hubei Province, Wuhan 430061, China)

Abstract: The third plenary session of the 20th CPC Central Committee stressed the need to improve disaster prevention, mitigation and relief capabilities, and promote the modernization of the national security system and capabilities. Based on the perspective of “disaster prevention responsibility”, this paper constructs a theoretical model of the impact of flood disasters on economic growth, and empirically investigates the dynamic impact and mechanism of natural disasters on urban economic growth by using the panel data of urban economy and the daily data of meteorological stations in China from 2000 to 2020. The results show that the intensity of flood disaster has a nonlinear impact on the economic growth of the city in the current year, and the stronger the urban flood control measures, the stronger the resilience of economic development. The results show that local governments can effectively carry out natural disaster prevention and management while pursuing economic growth goals.

Key words: natural disasters; flood disasters; city economic growth; resilience

党的二十届三中全会强调, 要统筹好发展和安全, 完善自然灾害特别是洪涝灾害监测、防控措施, 织密社会安全风险防控网, 切实维护社会稳

定。近年来, 各种自然灾害强度、频率和人财物损失空前加剧。洪水、干旱、热浪、台风和野火日趋恶化, 并以惊人的频率不断刷新纪录, 对全球经济

收稿日期: 2024-06-06 修回日期: 2024-08-22

基金项目: 国家社会科学基金重点项目“数字贸易促进我国创新体系效能提升的机制及对策研究”(23AJL010)。

作者简介: 程时雄(1984—), 男, 湖北阳新人, 湖北大学商学院教授、博导, 研究方向为环境经济和技术经济。通信作者: 何宇航。

可持续发展造成严重威胁^[1]。中国地域辽阔、自然条件复杂,自古以来就是世界上遭受自然灾害影响最严重的国家之一。应急管理部统计数据显示,2019—2023 年,各种自然灾害造成我国 5.8 亿余人次不同程度受灾,总的直接经济损失高达 1.62 万亿元。2024 年上半年,我国降雨较常年同期偏多 13.9%,其引发的暴雨洪涝和地质灾害总共造成全国 1 434 万人次不同程度受灾,直接经济损失达 592 亿元,占有自然灾害直接经济损失的 64%。党中央、国务院始终高度重视防灾减灾救灾工作。2023 年第四季度,我国增发 1 万亿元国债,用于支持灾后恢复重建和弥补防灾减灾救灾短板,以整体提升我国抵御自然灾害的能力。

全面提高防灾减灾救灾能力,是建设中国式现代化的题中应有之义。当前,我国城市发展方式、产业结构和区域布局正发生深刻变化,流动人口多、高层建筑密集和经济产业集聚等特征愈发明显,自然灾害特别是洪涝灾害的经济影响日趋复杂。部分地方政府在追求“发展”目标的同时没有统筹兼顾到“安全”,体现为忽视与之相匹配的城市基础设施建设,尤其是防洪排涝设施。这种滞后现象不仅影响了居民生活,还可能给城市的经济社会安全带来潜在威胁。在各类新旧风险交织叠加的背景下,如何科学认识自然灾害的社会属性,并持续提高安全治理现代化水平,是地方政府在追求经济增长目标的同时亟需解决的重要课题。与此同时,党的二十届三中全会提出要紧紧围绕推进中国式现代化进一步全面深化改革,我国发展正面临新的战略机遇期,推进高质量发展还存在许多卡点瓶颈。利用灾害带来的“创造性破坏”,更新发展路径,重塑经济增长核心,亦成为地方政府面临的全新命题。

本文基于我国灾害管理体系特征,以洪涝灾害为例,首先通过理论建模的方式建立自然灾害影响城市经济增长的理论框架。其次,利用国家气象局公布的气象站点历史观测数据和我国城市社会经济面板数据,对自然灾害与经济增长之间的动态关系进行实证分析。再次,探究灾害冲击前后资本、劳动力与技术创新等增长要素的变动,

以考察自然灾害作用于经济增长的路径,刻画了灾害发生后以经济增长为目标导向的要素资源配置过程。最后,提出防范应对自然灾害和提升城市经济韧性的政策建议。

在我国所有自然灾害中,无论是灾害发生的频率范围、受灾人数,还是各类经济损失,洪涝灾害都位居前列。近几十年来我国城镇化工业化水平快速提升,城市下垫面覆盖类型空间分布结构发生的剧烈变化显著增加了城市排水难度和内涝风险^[2-3]。由于我国城市在过去发展中普遍存在“重建设、轻保护;重地上、轻地下”的问题,没有把生态和安全放在突出位置,导致在面对洪涝灾害时常常暴露出安全风险底数不清、安全管理手段落后、风险化解能力不强的短板^[4-5]。在气候变化与城市化的共同作用下,我国洪涝灾害将继续呈现出频率高、强度大、范围广的演化态势^[6-8],严重威胁到人民的生命财产安全与经济的可持续发展。

在洪涝灾害的量化测度方面,现有研究主要基于虚拟变量法^[9-10]、灾情损失统计^[11]和构建气候灾害指数^[12]等方式以度量洪涝灾害。虚拟变量法度量的缺陷在于,仅能判断某地区是否发生洪涝灾害,而不能刻画灾害的发生强度,无法进一步探讨自然灾害与经济增长之间的数量关系。灾情损失统计法的缺陷在于,统计数据很有可能具有较大的内生性问题,难以分离出洪涝灾害对经济增长的净影响。因为 GDP 在核算社会经济各个部门创造的价值增加值时,并没有扣除掉为弥补灾害经济损失(即灾后重建过程引起的一系列支出)而创造的价值增加值部分,使得灾害的经济影响被“内生性”,这会很大程度上影响自然灾害对经济增长影响评估结果的科学性。然而,已有研究证实,使用气象物理层面测度的灾害强度指标可以有效缓解灾损统计数据引起的内生性估计偏误更适合作为回归分析的自变量^[13-15]。在洪涝灾害的损失评估方面,现有研究集中在直接损失评估和间接损失评估上,前者主要利用巨灾仿真模拟、损失估算模型等方法,对洪涝灾害造成的实物形态的财产、资产等“存量”损失进行评估^[16-17];

后者则是利用经济学投入产出模型、可计算一般均衡模型等,对由直接经济损失导致供给瓶颈,以及需求减少引起的经济系统整体的连锁响应损失进行评估^[18-19]。由于造成了人员伤亡与各类经济损失,自然灾害会改变灾区及周边地区经济增长的原有轨迹。然而,对于灾后经济增长的路径,现有研究仍存在争论:第一类观点认为,自然灾害是一种“创造性破坏”,即均衡产出可能回到甚至高于被破坏前的路径^[20];第二类观点认为,自然灾害是一种“致命性破坏”,即均衡产出可能低于被破坏前的水平^[13];第三类观点认为,均衡产出不会发生跃迁,即经济增长总会回到原来的水平^[21]。灾害的强度与种类、经济发展阶段与社会制度等都是重要的影响因素^[13-14]。相较于地震、野火等灾害,关于洪涝灾害对经济增长影响的研究较少,并且也存在观点上的不一致。Kotz 等^[22]通过分析过去 40 年来全球 1 554 个地区的地方经济产出情况发现,经济增长率因降雨天数和强度的增加而降低。Kocornik 等^[21]使用洪涝灾害淹没地图和城市夜光遥感数据研究发现,虽然低海拔城市的洪涝灾害更频繁,但其每平方公里的经济活动更集中,且很少有经济活动因洪涝灾害而发生永久性的变化。Grames 等^[23]通过在标准 Ramsey 模型中纳入外生时变水位函数模拟了洪水冲击过后消费和投资的最佳路径。研究表明,更高的洪水频率和强度改变了投资和消费行为,在洪水更明显的情况下,贫穷经济体向资本存量更高、消费水平更高的经济状态靠拢。因此,频繁发生的洪涝灾害是否会影响经济增长以及如何影响经济增长,从现有文献中并不能得到清晰的结论。

一、理论分析

(一) 自然灾害影响长期经济增长的理论基础

随着近年来灾害经济学研究的长足进展,关于自然灾害影响(破坏)社会生产或经济增长的理论大致可总结为 3 类,分别对应着 3 种不同的影响效应。“创造性破坏”理论认为,虽然自然灾害在短期内会影响当地的生产经营,但长期来看,灾后重建过程不仅会增加对商品和服务的需求,同时也可能带来生产技术的革新和全要素生产率的提

高。当灾后资本替代的生产效益大于生产力损失时,企业会用先进的资本和生产技术替代损失的落后且陈旧的资本,因而均衡产出可能回到甚至高于被破坏前的路径。“致命性破坏”理论认为,灾后重建过程增加的投资并不会都流向生产性资本,在恢复生产和生活的过程中,更新后的生产性资本所带来的经济效益无法弥补灾害造成的总损失。此外,为了尽快复工复产,企业可能来不及也不考虑使用新的技术,从而并未带来创造性破坏。两种因素的叠加导致长期均衡产出可能低于被破坏前的水平。“回趋性破坏”理论认为,经济增长仅在灾后的有限时间内受到影响,但总会回到原均衡路径上。由于灾害破坏导致资本和劳动力变得相对稀缺,此时资本的边际产出会增加,从而劳动力和资金向受灾地流入以获得高额回报率,因此经济增长会恢复到原均衡。

(二) 洪涝灾害影响经济增长的路径与结果

洪涝灾害是一类特殊的自然灾害,其发生的时空分布、风险程度、影响范围有极强的不确定性,防御难度大。图 1 显示了洪涝灾害的自然生成过程以及其与经济系统之间的联系。

为了进一步说明洪涝灾害影响经济增长的内在机制,并剥离洪涝灾害的净影响效应,本文参考 Grames 等^[23]的理论框架,构建一个简化 Ramsey 模型以模拟洪涝灾害影响经济系统的情景。该模型基于“中央计划者”视角,模拟了水文系统与经济系统之间的反馈,并刻画了洪涝灾害灾后社会消费与投资的动态变化和最优路径,已被广泛应用于洪水的经济影响评估与适应性研究。从以往的灾害应急管理实践上看,我国的应急管理模式可概括为“一体多元”,即优先考虑协同一体化,次而考虑参与主体多元性,政府因为其集中化程度较高,掌握资源多,实现一体化相对容易,故在灾害应急管理中起到核心作用^[25]。这为该理论模型提供了本土化的现实支撑,即政府在保证经济发展的同时,也要兼顾灾害的防范与治理。

首先,对于经济发展目标而言,政府考虑的是社会效益的最大化,即:

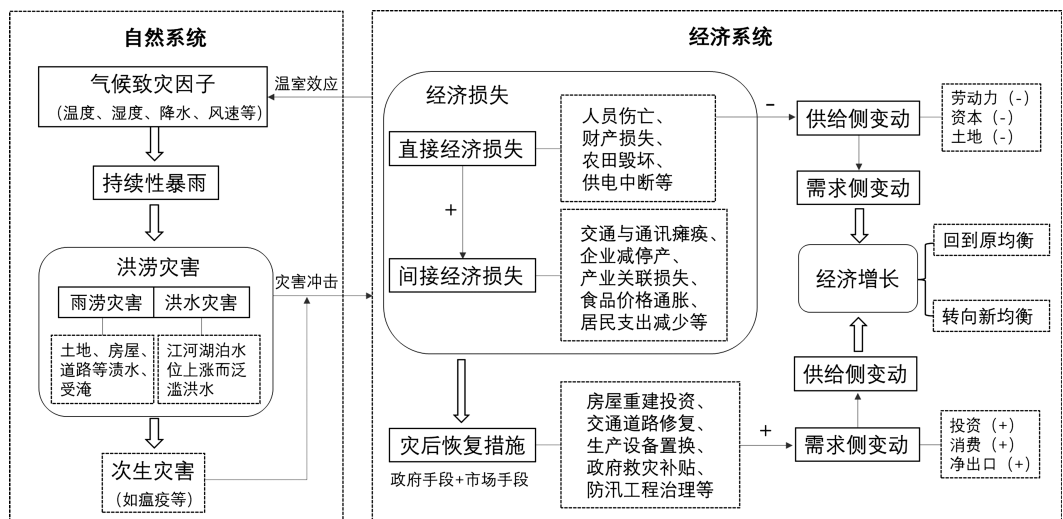


图1 洪涝灾害影响经济增长的理论路径

$$\max_{\{C(t) \in [0, Y(t)], I(t) \in [0, Y(t) - C(t)]\}} \int_0^{\infty} U(C(t)) e^{-\rho t} dt \quad (1)$$

式(1)中, $C(t)$ 表示消费, $I(t)$ 表示实际投资, $U(C(t))$ 代表效用函数(为了便于求解,假设其形式为 $\ln(C(t))$); ρ 为贴现因子。由于一定规模的洪涝灾害可能会对资本和劳动力造成直接性冲击^[18], 因此会对经济增长供给端造成短期不利影响。为了进一步说明洪涝灾害与经济增长之间的关系, 构建以下规模报酬不变的柯布—道格拉斯(Cobb-Douglas)生产函数:

$$Y(t) = AK_y(t)^{\alpha} L(t)^{1-\alpha} \quad (2)$$

式(2)中, $K_y(t)$ 为生产性资本存量, $L(t)$ 为劳动力, $\alpha \in (0, 1)$ 代表资本要素弹性。然而, 除生产性资本外, 还存在防洪基础设施等公共防御性资本, 该类资本不直接产生经济价值, 却能够有效抵御洪水等自然灾害对社会的损害, 记防御性资本存量为 $K_d(t)$ 。不考虑进出口, 社会总产出在消费、生产性资本投资与防御性资本投资之间分配^[23]:

$$Y(t) = C(t) + I_y(t) + I_d(t) \quad (3)$$

从增长要素看, 洪涝灾害可能会直接引起劳动力与资本在时空上的动态变化。首先, 对于劳动力而言, 由于洪涝灾害造成生存风险、家庭财产损失、收入下降以及农作物产量损失等沉重负担, 不少家庭(特别是收入来源主要依赖于农业生产

的农村家庭)可能会选择外出流动应对冲击^[26-27], 从而导致当地劳动力数量减少。然而, 已有研究却发现, 在非严重灾害情形下, 如果受灾家庭选择了灾后信贷、非农就业或农业生产方式转变等应对策略, 那么他们可能不会轻易做出劳动供给外流决策^[28]。同时, 政府赈灾重建等政策的实施、较强的社会与宗族网络关系也会为家庭抵御灾害提供保障机制^[29]。因此, 为简化分析, 本文在分析过程中将劳动力要素标准化为 1。

其次, 洪涝灾害会给现有资本存量造成损失, 例如对原材料、库存品、厂房、设备、基础设施等有形物质资本的损毁。然而, 并不能在生产函数中直接纳入灾害因子进行灾损分析。Hallegatte 等^[30]认为, 直接将 $(K - \Delta K)$ 代入生产函数中会导致对其经济影响的估计造成偏差。这是因为, 第一, 该假设相当于将灾后经济等同于过去投资较低的经济, 这也意味着只有效率较低的资本会被损坏; 第二, 没有区分生产性投资和防御性投资; 第三, 没有考虑到减缓重建进程的制约因素。就现实情况而言, 一方面, 灾后受灾企业的恢复生产过程会导致对原材料、劳务、新设备等的大量投资与购买需求, 对应着大量的生产性资本投入缺口^[18]; 另一方面, 在“防灾责任主体”身份下, 政府有义务动员社会力量对被破坏的水利、农业、交通和市政等基础设施进行灾后恢复重建^[6]。在市场和政府的双重作用下, 灾后生产性资本和防御性

资本投资均会增加。因此,资本的动态变化可以表示如下:

$$\dot{K}_y(t) = I_y(t) - d(K_d(t), W(t)) K_y(t) - \delta_y K_y(t) \quad (4)$$

$$\dot{K}_d(t) = I_d(t) - \kappa_d d(K_d(t), W(t)) K_d(t) - \delta_d K_d(t) \quad (5)$$

式(4)、式(5)中, $d(K_d(t), W(t))$ 代表灾害对资本的损害程度,是防御性资本存量 $K_d(t)$ 和洪涝灾害强度 $W(t)$ 的函数^[31], $W(t)$ 与洪水最大水位和发生频率有关; κ_d 为大于0小于1的常数,用于区分洪涝灾害对生产性资本与防御性资本的不同损害程度, δ_y 、 δ_d 分别为两种资本的折旧率。与 Grames 等^[23]的设定不同,本文假设 $I_d(t)$ 是 $W(t)$ 的凸函数,且单调递增,形式为 $I_d(t) = \tau_1 W(t)^{\tau_2}$, 有 $\tau_1 > 0$ 且 $\tau_2 \in (0, 1)$ 。这是因为在我国,相较于由市场主导的生产性资本投资而言,防御性投资主要由中央拨款和地方政府主导,拨款量与投资额根据当年洪涝灾害强度、地方经济状况等进行综合裁定。

综上所述,式(1)所代表的社会终生效用最大化与式(4)、式(5)所代表的预算约束构成了一个标准的最优控制问题,可构造 Hamilton 方程求解:

$$H = U(C(t)) + \lambda_y(t) \dot{K}_y(t) + \lambda_d(t) \dot{K}_d(t) \quad (6)$$

根据 Pontryagin 原理有:

$$\begin{cases} \frac{\partial H}{\partial C(t)} = 0 \\ \frac{\partial H}{\partial K_y(t)} = \rho \mu_y(t) - \dot{\lambda}_y(t) \\ \frac{\partial H}{\partial K_d(t)} = \rho \mu_d(t) - \dot{\lambda}_d(t) \\ \frac{\partial H}{\partial \lambda_y(t)} = \dot{K}_y(t) \\ \frac{\partial H}{\partial \lambda_d(t)} = \dot{K}_d(t) \end{cases} \quad (7)$$

基于式(1)~式(7)可求得消费和投资的运动方程:

$$\frac{\dot{C}(t)}{C(t)} = A\alpha K_y(t)^{\alpha-1} - d(K_d(t), W(t)) - \delta_y -$$

$$\rho \quad (8)$$

$$\frac{\dot{K}_y(t)}{K_y(t)} = A\alpha K_y(t)^{\alpha-1} - \frac{C(t)}{K_y(t)} - \frac{\tau_1 W(t)^{\tau_2}}{K_y(t)} - d(K_d(t), W(t)) - \delta_y \quad (9)$$

$$\frac{\dot{K}_d(t)}{K_d(t)} = \frac{\tau_1 W(t)^{\tau_2}}{K_d(t)} - \kappa_d d(K_d(t), W(t)) - \delta_d \quad (10)$$

稳态条件下,可求得平衡增长路径:

$$r^* = \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} = \frac{\dot{C}(t)}{C(t)} = A\alpha K_y(t)^{\alpha-1} - d(K_d(t), W(t)) - \delta_y - \rho \quad (11)$$

进一步地,洪涝灾害对经济增长的影响效应可表示为:

$$\frac{\partial r^*}{\partial W(t)} = -d'(K_d(t), W(t)) \quad (12)$$

由式(12)可知,洪涝灾害对经济增长的影响效应不仅于其自身强度有关,还跟当地防御性资本强弱有关。此外,从长期发展来看,地方政府更加重视教育资源和人力资源的投入,以及推动新技术的应用和普及,有效地提高了社会生产效率,促进了经济的增长。虽然关于 $-d'(K_d(t), W(t))$ 的具体形式目前仍没有一致定论,但存在一个临界值 $W^*(t)$, 该临界值由 $K_d(t)$ 决定,当 $W(t) < W^*(t)$ 时, $-d'(K_d(t), W(t)) = 0$ 。

基于上述分析,本文提出以下3条假说:

假说1:自然灾害对城市经济增长具有非线性影响,这种影响不仅与灾害强度有关,还与防洪措施强度有关。

假说2:自然灾害达到一定强度时对经济增长具有“破窗效应”,能通过消费和投资等“需求刺激”渠道持续影响经济增长。

假说3:由于社会生产力与灾害脆弱性的不同,自然灾害对经济增长的影响在不同地区和产业之间具有异质性。

二、指标构建

根据定义,洪涝灾害通常指由暴雨引起的雨涝或洪水灾害^[2],超标准降雨是城市洪涝灾害的主要成因。故本文从形成洪涝灾害的“因”出发,基于极端降水阈值计算的雨涝指数作为本文洪涝

灾害强度的代理变量。在具体的指标合成过程中,参考 Wang 等^[12],首先按照不同阈值范围的日降雨量将城市日洪涝灾害强度按下式划分为以下 4 个等级:

$$R_d(x) = \begin{cases} 0, 0 \text{ mm} \leq x < 50 \text{ mm} \\ n^{1/2}, 50 \text{ mm} \leq x < 100 \text{ mm} \\ 2n^{1/2}, 100 \text{ mm} \leq x < 200 \text{ mm} \\ 3n^{1/2}, x \geq 200 \text{ mm} \end{cases} \quad (13)$$

式(13)中, x 为城市日降雨量(mm), $R_d(x)$ 为日洪涝灾害强度,是日降雨量的函数; n 表示在相同阈值内持续降雨的天数。随后,将 $R_d(x)$ 依次汇总到月度及年度层面^①,并将年洪涝灾害强度 R_y 进行以下标准化处理得到最终的年平均洪涝灾害强度 CR_y ^[11]:

$$CR_y = 10 \times (R_y - R_{ymin}) / (R_{ymax} - R_{ymin}) \quad (14)$$

根据本文的理论假设,当城市有足够的防洪基础设施时,持续高强度的降雨可能不足以引发洪涝灾害;同时,城市所处的地理位置、气候和地表特征(如地形、地貌、土壤类型和质量等)也决定了最终涝灾实际发生强度^[32],故本文所构建的雨涝指数能否反映真实的洪涝灾害强度有待进一步验证。对此,本文将各城市的 CR_y 平均加总到国家层面,得到中国每年的洪涝灾害强度。随后,将其与中华人民共和国水利部《中国水旱灾害防御公报》每年公布的洪涝调查统计数据作比对。图2表明,基于外生极端降雨事件构建的 CR_y 能够较好拟合我国历史洪涝灾害事件。

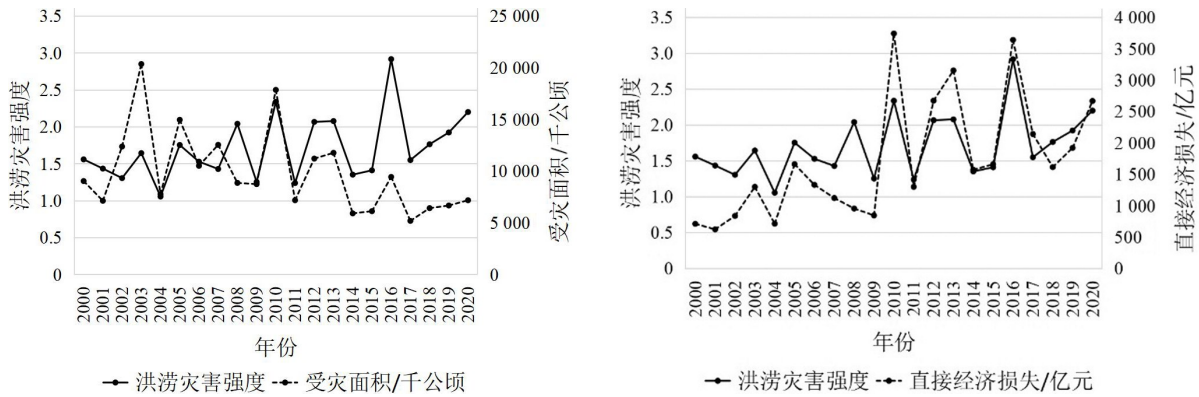


图2 2000—2020年中国洪涝灾害强度的动态演变

三、实证策略

(一)模型设定

基于式(11),本文参考 Lobell 等^[33],构建以下非线性模型:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \beta_2 X_{it}^2 + \beta_K K_{it} + \beta_L L_{it} + \beta_Z Z_{it} + \alpha_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

式(15)中, i 表示地区, t 表示年份,被解释变量 Y_{it} 表示经济增长,核心解释变量 X_{it} 代表洪涝灾害强度, X_{it}^2 为 X_{it} 的平方项。 β_1 与 β_2 是本文主要关注的系数,衡量的是洪涝灾害的经济增长效应。 K_{it} 和 L_{it} 分别代表资本和劳动力, Z_{it} 为控制变量组,

ε_{it} 为随机扰动项,假设其服从独立同分布。 α_i 、 μ_t 分别代表个体与时间固定效应,目的在于克服遗漏变量问题和捕捉经济周期等的变化。

洪涝灾害虽然在一定程度上破坏了原有的社会和经济基础,但同时灾后恢复重建也刺激了投资和消费等需求。洪涝灾害的发生造成了资本存量减少和设备的损毁等问题,导致物质资本存量减少,使得短期内灾区经济增长受阻。而灾后恢复重建过程中,随着需求刺激下资本的投入和新旧设备的更替等,促进了资本积累和技术进步,使灾后经济快速恢复。为了探明洪涝灾害是否通过

① 月洪涝灾害强度和年洪涝灾害强度可分别表示为 $R_m(x) = \sum_{i=1}^{day} R_{di}(x)$, $R_m(x) = \sum_{i=1}^{12} a_j R_{mj}(x) / 12$ 。其中, a_j 是月份权重,若 $j=6, 7, 8$,则 $a_j=2$,反之为1。式(14)中, $R_{ymin(max)}$ 表示某城市在整个样本期间内 R_y 的最小(大)值。

造成灾后“需求刺激”效应影响当年经济增长,本文构建以下模型:

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1' X_{it} + \beta_2' X_{it}^2 + \beta_3' Z_{it} + \alpha_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

式(16)中, M_{it} 表示投资、消费、政府支出等变量, β_1' 与 β_2' 是需要关注的系数,若显著,说明洪涝灾害可能通过需求刺激效应影响城市当年经济增长。

(二) 变量选取

1. 被解释变量(Y):城市经济增长。城市经济增长包括社会产品和生产能力增长两种内涵。其中,社会产品的增长内涵通常认为是城市地区生产总值(GDP)的增加,而生产能力的增长内涵通常是全要素生产率(TFP)的提高。由于 TFP 是影响 GDP 增长诸因素中更为深远和深层次的因素,因此本文在基准回归中仅考虑社会产品的增长(即 GDP),并在机制检验中考察生产能力的增长。参考 Dell 等^[34],将城市的年末名义地区生产总值(GDP)(亿元)取对数作为社会产品增长水平的度量指标。

2. 核心解释变量(X):洪涝灾害强度。选择基于极端降水事件致灾阈值构建的涝灾强度指数作为洪涝灾害强度的代理变量。

3. 机制变量(M):实物资本投资。以当年固定资产投资总额(亿元)取对数来衡量城市实物资本投资的力度;社会消费。由于社会消费品零售总额(亿元)是表现社会消费需求最直接的数据,故选取其对数形式来表示城市消费水平;其他财政支出。将地方政府一般预算内支出减去科学与教育支出(亿元)并且取对数衡量其他财政支出;对外贸易。参考常见做法,将每单位 GDP 货物出口与进口总额作为对外贸易水平的代理变量;生产效率。采用以随机前沿生产函数法(SFA)计算的城市全要素生产率(产出指标为实际 GDP ,投入要素为从业人员数和固定资本存量)作为城市生产效率的替代指标。

4. 控制变量(Z):城市规模。一般用城市年末总人口(万人)取对数表示;资本存量。本文利用“永续盘存法”测算地级市的固定资本存量(亿

元),然后以其对数形式来表示存量;研发水平。以城市每万人中 $R\&D$ 人员数(人)+1 取对数来衡量城市的创新研发水平;金融发展。以每万人金融业从业人数(人)+1 取对数来衡量金融发展水平;教育水平。以每万人中在校大学生数(人)+1 取对数来衡量教育水平。

(三) 数据来源

本文选取 2000—2020 年我国所有地级市(州)(不含港澳台地区)作为初始研究样本。各气象站点每日降水数据来源于国家气象信息中心;地级市(州)的宏观经济统计指标数据来源于《中国城市统计年鉴》;灾害损失统计数据从水利部每年发布的《中国水旱灾害防御公报》中获得。根据城市与省份代码按年份将以上数据相匹配,并剔除 2000—2020 年期间从未发生过洪涝灾害或洪涝灾害实际发生强度微乎其微(CR_y 等于 0)的城市样本以免对实证结果产生干扰。最终得到 5 082 个实际观测值,共 242 个地级市(州)。相关变量原始数据的描述性统计见表 1。

四、实证结果分析

(一) 基准回归

本文首先采用双向固定效应模型对式(15)进行回归。表 2 中显示了基准回归结果。其中,第(1)列和第(2)列是只加入核心解释变量一次项的回归结果,可以看出核心解释变量系数为负但均不显著;第(3)列和第(4)列是包含了核心解释变量二次项的回归结果,此时一次项的系数显著为负,二次项的系数显著为正,初步说明洪涝灾害对城市当年 GDP 的影响是非线性的。进一步地,通过 U -test 检验得知,当洪涝灾害强度小于 4.68 时,洪涝灾害强度每增加 1 个单位($0 \leq CR_y \leq 10$),城市当年 GDP 总量会下降约 0.36%;而当跨过该阈值时,洪涝灾害强度每增加 1 个单位,城市当年 GDP 总量会提高约 0.04%。因此,二值之间呈现“U 型”关系。在本文的研究样本中,洪涝灾害强度低于 4.68 的样本占比超过 80%,年平均洪涝灾害强度低于 4.68 的样本占比超过 90%,因此,从整体上来看,洪涝灾害对我国城市当年经济增长产生负面影响。

表 1 变量原始数据的描述性统计

变量类型	变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		观测值	均值	标准差	最小值	最大值
核心解释变量	洪涝灾害强度 CR_t	5 082	2.098	3.069	0	10
	当年是否发生洪涝灾害(是=1;否=0)	5 082	0.444	0.497	0	1
	样本期内发生过洪涝灾害的年数	5 082	9.331	6.088	1	21
	样本期内平均洪涝灾害强度	5 082	2.10	1.08	0.48	5.75
	所在省洪涝灾害直接经济损失(亿元)	5 082	75.56	112.63	0	750.6
	所在省洪涝灾害受灾人口(万人)	5 082	378.8	469.7	0	2 866
被解释变量	名义地区生产总值(亿元)	5 082	1 815	3 034	17.93	38 701
	实际地区生产总值(亿元)	5 082	1 120	1 706	17.93	20 207
	当年第三季度生产总值(亿元)	1 878	869.5	1114.5	39.41	9 945
	地区生产总值增长率(%)	5 082	10.47	4.538	-25.71	37.69
机制变量	全要素生产率	5 061	1.498	0.702	0.276	2.768
	固定资产投资总额(亿元)	5 082	1 266	1 961	0.920	27 415
	社会消费品零售总额(亿元)	5 082	704.2	1 227	5.580	15 933
	其他财政一般预算内支出(亿元)	5 082	214.4	432.5	1.572	7 007
	货物进口额(亿元人民币)	5 082	572.5	2 290	0.0001	23 505
	货物出口额(亿元人民币)	5 082	635.5	1 942	0.0014	25 698
控制变量	资本存量(亿元)	5 019	4 131	6 189	49.83	78 442
	年末总人口数(万人)	5 082	460.2	318.4	15.96	3 416
	每万人金融业从业人数(人)	5 082	38.97	37.95	4.274	506.7
	每万人在校大学生数(人)	5 082	181.6	205.7	2	1 271
	每万人 R&D 人数(人)	5 082	74.59	904.7	0.0413	49 034

表 2 全样本基准回归结果

变量名	(1)	(2)	(3)	(4)
	名义 GDP 对数值	名义 GDP 对数值	名义 GDP 对数值	名义 GDP 对数值
洪涝灾害强度	-0.000 3 (-0.39)	-0.000 2 (-0.26)	-0.005 1 * (-1.78)	-0.003 6 * (-1.69)
洪涝灾害强度 ²	-	-	0.000 5 * (1.75)	0.000 4 * (1.67)
资本存量	-	0.33 *** (39.14)	-	0.32 *** (12.11)
城市规模	-	0.72 *** (25.87)	-	0.72 *** (8.30)
研发水平	-	0.05 *** (9.49)	-	0.05 *** (3.51)
教育水平	-	0.02 ** (2.15)	-	0.02 (1.62)
金融发展	-	0.06 *** (6.62)	-	0.07 *** (2.68)
常数项	6.80 *** (2 316.55)	-0.35 * (-1.87)	6.80 *** (2 064.22)	-0.35 (-0.56)
样本量	5 082	5 019	5 082	5 019
R^2	0.981	0.988	0.981	0.988
城市固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
聚类稳健标准误	否	否	否	是

注:***、**、* 分别代表统计量在 $p < 0.01$, $p < 0.05$, $p < 0.10$ 有统计学意义,括号内为 t 统计量。下同。

由基准回归结果可知,在考虑“强度”这一重要维度后,自然灾害对城市经济增长的影响并不一定体现为“完全负面”。这与李书娟等^[9]、卢现祥等^[24]、郭静等^[35]现有关于我国自然灾害冲击文献的发现一致,即灾害本身虽然造成了负面的经济损失,但由灾害引发的一系列经济支出的提高可能会对冲掉这种不利影响(对冲效应的大小取决于灾害自身强度以及这种强度造成的实际经济损失大小),甚至促进短期内的经济增长,体现出“破窗效应”。以上结论不仅为自然灾害经济影响提供了我国城市层面的经验证据,还进一步回答了灾害经济学研究中长期以来存在争议的经典问题,即自然灾害影响经济增长没有一个统一的路径,不仅跟灾害种类相关,还跟灾害实际发生强度和制度等社会经济因素相关。

(二) 稳健性检验

采用以下 4 种方法进行基准回归结果的稳健性检验。

1. 替换被解释变量衡量指标。参考胡晨光等^[36],将不受价格变化影响的城市实际 GDP(以

2000 年为基期)、GDP 增长率与受洪涝灾害影响最大的当年第三季度生产总值分别取对数作为新的被解释变量。

2. 替换核心解释变量衡量指标。采用以下两种方法更换核心解释变量。①参考李淑娟等^[9],使用灾害虚拟变量。将城市当年是否发生洪涝灾害视为二元虚拟变量,若发生了洪涝灾害(即 $CR_t > 0$),则将核心解释变量赋值为 1,反之赋值为 0。②参考郭静等^[35],使用灾损统计指标。将《中国水旱灾害防御公报》公布的洪涝灾害直接经济损失(亿元)、受灾人口(万人)的对数值作为洪涝灾害强度的替代变量。

3. 剔除可疑样本。发生过洪涝灾害但频次、强度较低的城市可能防洪基础设施也较弱,这些

样本的存在可能导致洪涝灾害对经济增长的影响被高估。对此,采用两种方法剔除可能对回归结果产生干扰的样本:①按照城市洪涝灾害发生的次数,将 2000—2020 年内洪涝灾害发生次数 3 次及以下的城市样本(低涝灾风险城市)剔除;②按照城市洪涝灾害发生的强度,将 2000—2020 年内平均洪涝灾害强度低于 1 的城市样本剔除。

4. 控制省份—时间交互固定效应。为了充分考虑到现实经济中存在的其他多维冲击,以及不同个体对这些冲击反应力度的异质性,参考现有文献的常用做法,进一步在回归式的基础上控制省份—时间交互固定效应。

稳健性检验结果见表 3。

表 3 稳健性检验结果

变量名	1. 替换被解释变量衡量指标			2. 替换解释变量衡量指标			3. 剔除可疑样本		4. 控制交互 FE
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	实际 GDP 对数值	GDP 增长率	第三季度 GDP 对数值	灾害虚拟变量	直接经济损失	受灾人口数量	名义 GDP 对数值	名义 GDP 对数值	名义 GDP 对数值
洪涝灾害强度	-0.003 6 * (-1.69)	0.019 (0.46)	-0.011 ** (-2.31)	-	-	-	-0.003 5 * (-1.70)	-0.003 6 * (-1.78)	-0.004 0 ** (-2.11)
洪涝灾害强度 ²	0.000 4 * (1.67)	-0.005 (-0.97)	0.000 9 * (1.91)	-	-	-	0.000 4 * (1.90)	0.000 4 * (1.88)	0.000 4 ** (2.13)
灾害替代指标	-	-	-	-0.008 * (-1.82)	-0.002 (-0.21)	0.000 4 (0.08)	-	-	-
灾害替代指标 ²	-	-	-	-	0.000 6 (0.53)	-0.000 9 (-1.01)	-	-	-
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是
常数项	是	是	是	是	是	是	是	是	是
样本数	5 019	5 019	1 842	5 019	375	375	3 906	3 990	5 019
R^2	0.984	0.618	0.959	0.988	0.994	0.994	0.989	0.989	0.991
城市固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
省—年份固定效应	否	否	否	否	否	否	否	否	是
聚类稳健标准误	是	是	是	是	是	是	是	是	是

其中,第(1)列和第(3)列说明,洪涝灾害强度与城市当年名义 GDP(特别是第三季度 GDP)呈非线性关系;第(4)列说明,当年发生洪涝灾害的城市,其 GDP 较未发生洪涝灾害城市的有明显降低,说明在不考虑灾害强度的前提下,洪涝灾害对经济增长确实会造成显著负面影响;第(5)列和第(6)列表明,虽然灾损统计指标能一定程度上反映洪涝灾害强度,但因为其内生性较强,因此并不适用于探究灾害与经济增长之间的数量关系;第(7)

列和第(9)列说明,在缩减样本与控制了更严格的固定效应后,回归结果依旧显著。

(三)内生性讨论

由于经济系统与自然系统之间存在紧密关联,故城市当年洪涝灾害强弱有可能会受到其经济活动的影响。这就意味着,即使本文的核心解释变量洪涝灾害强度完全基于外生气象数据构建,也不能忽视潜在的双向因果问题。对此,本文尝试通过工具变量法进一步解决内生性问题。具

体而言,将城市上期洪涝灾害强度与所在省当期洪涝灾害平均强度作为核心解释变量的工具变量,并使用两阶段最小二乘法进行估计。二阶段回归结果见表 4。其中,奇数列显示的是线性关系的结果,偶数列显示的是非线性关系的回归结果。

表 4 2SLS-IV 回归结果

变量名	(1) GDP 总量	(2) GDP 总量	(3) 第三季度 GDP 总量	(4) 第三季度 GDP 总量
洪涝灾害强度	-0.001 4 (-1.08)	-0.027 1 *** (-2.86)	-0.008 1 ** (-2.50)	-0.064 6 *** (-2.83)
洪涝灾害强度 ²	-	0.002 9 *** (2.75)	-	0.006 2 ** (2.47)
控制变量	是	是	是	是
常数项	是	是	是	是
样本数	4 780	4 780	1 847	1 847
R ²	0.970	0.969	0.583	0.564
K-P rk Wald F 统计量	670.61 ***	56.88 ***	272.55 ***	30.25 ***
K-P rk LM 统计量	503.36 ***	142.04 ***	190.41 ***	64.97 ***
Hansen J 统计量	0.015	1.063	-	-
城市固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
异方差 稳健标准误	是	是	是	是

从二阶段回归结果可以看出,采用工具变量进行回归后核心解释变量一次项与二次项系数的符号仍保持不变,并且均在 5% 的水平上统计显著,这说明即使考虑了双向因果问题,洪涝灾害强度与经济增长总量之间的非线性关系依旧显著。同时,在系数的大小上,第(4)列的回归系数明显大于第(2)列回归系数,说明洪涝灾害对当年经济增长的影响在第三季度表现得最为明显,这也与现实情况相吻合。

(四)城市防洪措施的调节效应

本文进一步分析城市防灾减灾基础设施对自然灾害经济增长影响的调节作用。对于洪涝灾害而言,防灾减灾措施又可分为工程措施和非工程措施,前者主要以挡洪、泄洪、蓄滞洪、排涝及泥石流防治为目标,通过建设和运用堤防、排水、蓄洪等工程,扩大河道泄量、分流疏导和拦蓄洪水,以达到防洪目的;后者主要指洪水预警预报、行洪通道管制、蓄滞洪区管理、防洪工程设施保护以及相

关法令、政策、经济等防洪工程以外的手段,能够更好地发挥防洪工程的效益,减轻洪灾损失。本文以地级市建成区排水管道密度、防洪堤长度、雨水和雨污合流管道长度作为等城市防洪工程措施的代理变量;以市政公用设施建设维护与管理支出、建成区公园绿地面积占比、水利环境和公共设施管理业从业人员数占比作为非工程措施的代理变量,并采用交互项模型进行估计。

由表 5 可知,防灾措施在一定程度上能够缓解自然灾害对城市当年经济增长造成的冲击。以洪涝灾害为例,城市建成区排水管道密度越大,地方政府防洪设施维护与管理力度越强,洪涝灾害对城市经济增长的负面冲击就越弱。而雨水(污)管道长度与城市公园绿地面积占比虽然对洪涝冲击的缓解作用不明显,但可以通过其他方式促进城市经济增长。此外,由于大多数城市早年就已经修筑了足够长的防洪堤,以抵御五十年一遇或百年一遇的特大洪水,因此其存量的增加对于一般城市内涝的缓解作用不明显。最后,水利、环境和公共设施管理业从业人员数量或占比的提高也不会明显改善城市经济增长面对洪涝时的韧性,这也在一定程度上表明,在应对自然灾害方面,资本和技术水平的提高可能比人力投入的增加更为有效。以上实证结果验证了假说 1。

表 5 防灾措施的作用

变量名	1. 工程措施			2. 非工程措施		
	(1) 排水管道 密度	(2) 防洪堤 长度	(3) 雨水(污) 管道长度	(4) 防洪设施 维护与 管理力度	(5) 城市公园 绿地面积 占比	(6) 水利和公共 设施管理业 从业人员 占比
防洪措施× 涝灾强度	0.002 7 * (1.90)	-0.000 6 (-1.06)	0.000 8 (0.96)	0.001 3 *** (3.30)	-0.000 1 (-0.83)	0.024 9 (0.28)
涝灾强度	-0.000 3 (-0.34)	0.000 1 (0.17)	-0.000 7 (-0.73)	-0.001 1 (-1.44)	0.000 0 (0.03)	-0.000 2 (-0.27)
防洪措施	0.001 7 (0.12)	0.006 7 (0.86)	0.031 6 ** (2.21)	-0.001 6 (-0.44)	0.002 2 ** (2.57)	-0.474 3 (-0.50)
常数项	是	是	是	是	是	是
样本量	3 569	2 242	2 148	930	4 521	5 019
R ²	0.988	0.992	0.988	0.997	0.988	0.988
城市 固定效应	是	是	是	是	是	是
年份 固定效应	是	是	是	是	是	是
聚类稳健 标准误	是	是	是	是	是	是

(五)灾后的“需求刺激”效应

本文从经济增长需求侧出发,考察洪涝灾害是否会影响当期的投资、消费、政府支出与进出口。表 6 显示了式(16)形式下核心解释变量对机

制变量的回归结果。其中,奇数列显示的是二者线性关系的结果,偶数列显示的是二者非线性关系的结果。

从投资来看,洪涝灾害强度与城市当年的固定资产投资总额之间具有显著的正向关系,表现为洪涝灾害强度越高,社会固定资产投资总额越大。主要原因在于:一方面,洪涝灾害损坏的房屋、道路、水利设备等固定资产与基础设施,需要在灾后进行快速翻修或者重建,从而带来大量投资缺口;另一方面,洪涝灾害发生后当地政府会对城市防洪短板高度重视,势必需要进行额外的基建投资以增强防洪能力,如修建大坝、完善城市排水系统等,这些都会在一定程度上增加投资,从而对后期经济增长起到相应的支撑作用。但一般而言,每年地方政府的基础设施投资额在年初政府工作报告中已经确定,不会轻易变动,故洪灾对下半年政府基建投资规模产生实质影响有限。而在来年政府预算编制过程中,政府可能会将上一年度洪灾所暴露的水利、交通等基础设施短板考虑进去,出现所谓“补短板”性质的工程投资。因此,洪涝灾害导致当年社会固定资本的变化主要由社会资本带来,这也进一步说明,社会力量在我国的救灾工作中发挥着同样关键的作用。从消费来看,

洪涝灾害与社会消费之间存在非线性相关关系,说明社会消费需求随着洪涝灾害强度的大小发生改变。在低强度洪涝灾害下,企业和家庭资产受到的经济损失较小。为了尽快维持生计或及时止损,企业可能还是按原有生产资料力图快速恢复原来的生产活动,而家庭一般也不会考虑重置受洪涝灾害轻微损坏的物品。但当灾害强度较大时,企业和家庭可能不得不重置毁坏的资产(如遭受雨水严重腐蚀的家具、水泡车、完全毁坏的生产原材料等),此时社会整体消费品零售额会上升。从进出口与政府支出看,洪涝灾害对货物进出口与政府其他财政支出的促进作用不明显。首先,从货物进出口贸易来说,由于洪涝灾害对劳动力数量的影响不明显,且实物资本也能够灾后快速调整,故洪涝灾害对货物进出口的影响不显著。其次,虽然当地政府通常需要在灾后转移支付一笔赈灾费用,以帮助灾区快速地从破坏中恢复,但通常情况下救灾支出在地方政府一般财政预算内支出中占比相当小。因为在面临较为严重的洪涝灾害时,主要救灾资金由中央按一定比例拨付,而不是完全由地方政府承担,但由其导致的财政支出的变化主要在后期而不是当期体现。

表 6 灾后需求刺激效应

变量名	1. 投资		2. 消费		3. 进出口		4. 政府其他财政支出	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
洪涝灾害强度	0.005 4 *** (3.85)	-0.004 3 (-0.79)	0.001 0 (1.19)	-0.009 *** (-3.01)	0.021 4 (1.03)	0.026 5 (1.04)	0.001 0 (1.50)	0.000 8 (0.33)
洪涝灾害强度 ²	-	0.001 1 * (1.68)	-	0.001 1 *** (3.70)	-	-0.000 6 (-0.42)	-	0.000 0 (0.10)
常数项	是	是	是	是	是	是	是	是
样本数	5 082	5 082	5 082	5 082	5 082	5 082	5 082	5 082
R ²	0.965	0.965	0.987	0.987	0.619	0.619	0.990	0.990
城市固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
市一年固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
聚类稳健标准误	是	是	是	是	是	是	是	是

五、进一步讨论

洪涝灾害对城市当年经济增长总量有负面冲击,但这种冲击具有强度上的“非对称性”,即当灾害强度跨过一定阈值时对经济增长反而有促进作用,体现为一种“破窗效应”。本文进一步从经济增长的动力源泉——资本、劳动力和技术水平出

发,探究洪涝灾害对不同增长要素生产率的影响。

(一) 资本生产率与劳动力生产率变动

基于式(15),将被解释变量分别替换为城市当期资本存量对数和每单位资本产生的 GDP(即资本生产率)进行重新估计。同时,由于资本存量的年度关联性较高,故在估计时分别将城市上一

年的资本存量和资本生产率加入到解释变量之中,并额外采用系统广义矩估计作为固定效应估计结果的对照(见表 7)。可以看出,无论是使用面板固定效应模型估计还是系统 GMM 估计,洪涝灾害强度都对当期资本存量的影响系数均显著为正,说明灾后投资和消费的提高确实显著地提升了当期资本存量。然而,关于资本生产率的结果均表明,洪涝灾害只是增加了资本存量但并没有促进资本生产率的提高。

为了捕捉劳动力结构的变化对经济增长变化的作用机制,本文分别采取以下做法。首先,分别以城市每年第一、二、三产业的从业人数占比作为被解释变量,并在式(15)中加入其一阶滞后项进行系统 GMM 估计,以此考察洪涝灾害是否引起了劳动力部门间的流动。其次,分别以城市每年第一、二、三产业的劳动力生产率(每单位从业人数产生的该产业增加值(万元/人)+1 取对数)作为被解释变量,同时将当期该产业人数占比作为控制变量加入式(15)并采用交互固定效应模型进行估计,主要目的是捕捉洪涝灾害对不同产业个体劳动力生产率的影响程度。

表 8 列出了核心解释变量对三次产业劳动力

结构与个体劳动力生产率影响的估计系数。结果显示,洪涝灾害并未导致城市劳动力结构发生明显变动,但会对第二产业和第三产业的劳动力生产率产生显著的非线性影响。

(二)全要素生产率的变动

由于经济增长达到新的稳态,因此洪涝灾害冲击导致资本存量变动的同时很可能伴随着熊彼特“创造性破坏”过程,即灾后新旧设备的更替在一定程度上促使了灾区技术进步,提高了全要素生产率,进而促进了灾区经济水平增长。本文使用全要素生产率作为技术进步的替代指标,以探究洪涝灾害是否会通过技术进步渠道促进经济内生增长。

表 9 可以看出,洪涝灾害在影响城市经济增长过程中并未体现出技术水平上的“创造性破坏”,即灾害所引起的资本存量的动态变化并没有促使城市生产率的提升。可能的原因在于,受损的旧资本并没有被技术含量更高的新资本所替代,所谓的投资增加导致资本存量的提升更多的是直接用来弥补灾害对原有物质资本造成的损失。对于绝大部分企业而言,为了尽快复工复产,它们来不及也不考虑采用价格和学习成本更高昂的新设备和新技术。

表 7 洪涝灾害对资本生产率的影响

变量	1. 固定效应估计量				2. 系统 GMM 估计量			
	当期资本存量的对数		当期资本生产率		当期资本存量的对数		当期资本生产率	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
洪涝灾害强度	0.000 5 ** (2.08)	-0.000 1 (-0.13)	-0.000 3 ** (-2.03)	-0.000 6 (-1.06)	0.000 7 ** (2.43)	0.002 7 ** (2.50)	-0.000 1 (-0.84)	0.000 5 (0.67)
洪涝灾害强度 ²	-	0.000 1 (0.80)	-	0.000 0 (0.51)	-	-0.000 2 ** (-2.09)	-	-0.000 1 (-0.95)
上期资本存量	0.943 7 *** (81.16)	0.943 5 *** (81.31)	-	-	0.971 1 *** (157.17)	0.970 1 *** (152.04)	-	-
上期资本生产率	-	-	0.801 5 *** (14.04)	0.801 5 *** (14.03)	-	-	0.901 3 *** (56.27)	0.901 1 *** (56.25)
常数项	是	是	是	是	是	是	是	是
样本数	4 780	4 780	4 780	4 780	4 780	4 780	4 780	4 780
R ²	0.999	0.999	0.958	0.958	-	-	-	-
AR(2)统计量	-	-	-	-	-2.44 ***	-2.49 ***	0.79	0.79
Hansen 统计量	-	-	-	-	230.86	230.33	229.45	229.46
城市固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
市—年份固定效应	是	是	是	是	否	否	否	否
稳健标准误	是	是	是	是	是	是	是	是

表 8 洪涝灾害对劳动力生产率的影响

变量	1. 第一产业		2. 第二产业		3. 第三产业	
	(1) 当期从业人员占比	(2) 个体劳动力生产率	(3) 当期从业人员占比	(4) 个体劳动力生产率	(5) 当期从业人员占比	(6) 个体劳动力生产率
洪涝灾害强度	-0.057 9 (-0.90)	-0.006 3 (-0.64)	0.070 6 (1.33)	-0.007 4 * (-1.84)	-0.074 0 (-1.17)	-0.009 1 *** (-3.23)
洪涝灾害强度 ²	0.004 5 (0.68)	0.000 4 (0.36)	-0.008 6 (-1.51)	0.000 8 ** (1.97)	0.010 2 (1.52)	0.001 0 *** (3.34)
上期从业人员占比	0.794 1 *** (13.42)	-	0.973 1 *** (98.86)	-	0.954 5 *** (50.64)	-
当期从业人员占比	-	-0.087 2 *** (-12.63)	-	-0.028 2 *** (-9.60)	-	0.001 2 (0.53)
常数项	是	是	是	是	是	是
样本数	4 840	5 075	4 840	5 082	4 840	5 082
R ²	-	0.926	-	0.926	-	0.966
AR(2)统计量	1.49	-	0.70	-	1.32	-
Hansen 统计量	241.43 ***	-	228.51	-	217.83	-
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
市—年固定效应	否	是	否	是	否	是
稳健标准误	是	是	是	是	是	是

表 9 洪涝灾害对全要素生产率的影响

变量名	t 期全要素生产率		t+1 期全要素生产率	
	(1)	(2)	(3)	(4)
t 期洪涝灾害强度	-0.001 5 (-0.40)	-0.002 4 (-0.21)	-0.000 1 (-0.02)	-0.008 4 (-0.72)
t 期洪涝灾害强度 ²	-	0.000 1 (0.09)	-	0.000 9 (0.75)
常数项	1.501 4 *** (199.22)	1.502 0 *** (158.66)	1.499 7 *** (213.19)	1.504 2 *** (164.02)
样本数	5 061	5 061	4 820	4 820
R ²	0.234	0.234	0.290	0.290
城市固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
市—年固定效应	是	是	是	是
聚类稳健标准误	是	是	是	是

以上结果为假说 2 提供了支撑。虽然洪涝灾害会在前期对经济增长要素造成直接性破坏,但不会引起当年劳动力数量和结构的明显变化,甚至还会在后期通过刺激社会投资与消费需求间接提高城市资本存量。但同时,本文也发现,灾害引起的生产要素变动并没有带来城市后期全要素生产率的显著提升,灾后城市短期内经济恢复增长更多的由要素投入驱动,这种要素投入变动并未显著增加后期的全要素生产率。

(三)异质性分析

为增强本文研究假说的可信度,本文尝试通过产业异质性与区域异质性分析进一步打开洪涝灾害影响城市经济增长的“黑箱”。

1. 产业异质性。从三次产业出发,分别考察洪涝灾害对第一产业、第二产业以及第三产业的不同影响。回归结果见表 10。

从第一产业上看,洪涝灾害可能并不会显著影响城市第一产业产出。首先,从现实生产能力上看,我国在农业基础设施建设上投入了大量资金,在全国范围建成了大量灾害地面监测站网,对自然灾害预警能力大幅增强,各地粮食生产抵御风险的能力显著提高^[37];其次,从统计数据上看,虽然近年来我国涝灾强度与其造成的经济损失有上升趋势,但每年因洪涝农作物受灾面积、绝收面积占种植面积的比重都呈下降趋势,这得益于水利部及城市防灾责任主体逐年加强的防御减灾措施,能够最大限度地降低涝灾给农业生产带来的损失;最后,从已有研究来看,相较于高温或旱灾而言,涝灾对农业的影响较小^[38]。主要原因在于,虽然我国涝灾发生的频率较高,但千年一遇或百年一遇的极端涝灾较为少见,并且发生的范围通常较小。随着我国农业生产现代化水平不断提高,一般强度的涝灾很难导致农作物的大量倒伏或农田的淹没。此外,即使大洪灾可能会通过食品价格影响通胀水平,但从正常年份与大洪灾年份的 CPI 环比情况看,洪灾虽对 CPI 短期带来边际扰动,但并不是构成 CPI 价格变化趋势的主导因素。

从第二产业上看,虽然洪涝灾害会导致城市交通基础设施破坏、室外进行生产的企业暂时减产停工、工厂机器设备损坏等间接经济损失,但不同于第一产业不可避免地因灾害导致的不可逆增收变化,第二产业在灾后可以快速地进行人为干预,例如恢复工业正常生产、加大灾后新设备与技术投资等,都能在一定程度上尽可能地减少经济损失,甚至对后期工业经济产出产生拉动作用。从第三产业上看,洪涝灾害可能不会通过冲击金融行业对第三产业产值造成负面影响,而是更多是影响交通运输业等城市流通部门,以及餐饮业、

旅游业等实体经济行业影响社会需求,进而传导到第三产业增加值的变化^[18]。

2. 区域异质性。我国疆域辽阔,各区域呈现出不一样的气候特征、地理特征以及社会经济发展特征,故洪涝灾害影响各区域城市经济增长的影响效应与作用路径也可能各不相同。基于此,本文分别将研究样本按 800 mm 等降水线、城市所在流域类型(长江流域、黄河流域和珠江流域)以及经济区划进行分样本回归,以此讨论洪涝灾害对城市经济增长影响的区域间差异。回归结果如表 11 所示。

表 10 产业异质性分析结果

变量名	1. 第一产业			2. 第二产业			3. 第三产业		
	(1) 第一产业 增加值	(2) 增加值占 GDP 比重	(3) 粮食 总产量	(4) 第二产业 增加值	(5) 增加值占 GDP 比重	(6) 规模以上企 业工业产值	(7) 第三产业 增加值	(8) 增加值占 GDP 比重	(9) 金融机构 存贷款额
洪涝灾害强度	-0.001 6 (-0.72)	0.028 7 (0.74)	0.003 6 (1.00)	-0.003 7 (-1.35)	0.044 4 (0.76)	-0.011 8 *** (-2.90)	-0.006 0 *** (-2.93)	-0.073 7 (-1.59)	0.002 9 (1.61)
洪涝灾害强度 ²	0.000 3 (1.09)	-0.000 8 (-0.19)	-0.000 5 (-1.24)	0.000 4 (1.21)	-0.006 8 (-1.07)	0.001 3 *** (2.91)	0.000 7 *** (2.93)	0.007 7 (1.49)	-0.000 3 (-1.44)
资本产量	0.140 0 *** (3.11)	-4.207 1 *** (-7.55)	0.070 7 ** (2.05)	0.486 0 *** (13.54)	8.144 8 *** (10.16)	0.750 2 *** (10.64)	0.193 1 *** (5.89)	-3.943 3 *** (-5.49)	0.146 6 *** (6.00)
城市规模	0.491 3 * (1.92)	10.477 5 *** (7.37)	0.731 5 *** (3.97)	0.444 9 *** (3.92)	-8.274 9 *** (-3.75)	0.195 5 (0.90)	0.523 2 *** (6.51)	-2.266 6 (-1.07)	0.291 8 *** (3.47)
其他控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是
常数项	是	是	是	是	是	是	是	是	是
样本数	5 019	5 019	5 019	5 019	5 019	5 019	5 019	5 019	5 019
R ²	0.967	0.907	0.958	0.976	0.837	0.956	0.987	0.854	0.992
城市固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
省一年固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
聚类稳健标准误	是	是	是	是	是	是	是	是	是

表 11 区域异质性分析结果

变量	1. 按 800 mm 等降水线分组		2. 按城市所在流域类型分组			3. 按城市经济区划分组		
	(1) 南方	(2) 北方	(3) 长江流域	(4) 黄河流域	(5) 珠江流域	(6) 东部	(7) 中部	(8) 西部
洪涝灾害强度	-0.001 3 (-0.65)	-0.006 9 ** (-1.99)	-0.002 5 (-1.00)	-0.001 4 (-0.35)	-0.004 3 (-0.85)	-0.001 5 (-0.58)	-0.009 0 ** (-2.35)	-0.001 7 (-0.44)
洪涝灾害强度 ²	0.000 1 (0.57)	0.000 9 ** (2.38)	0.000 3 (0.91)	0.000 0 (0.04)	0.000 3 (0.75)	0.000 2 (0.77)	0.000 9 ** (2.14)	0.000 3 (0.77)
资本存量	0.229 0 *** (6.47)	0.372 7 *** (10.35)	0.229 2 *** (4.81)	0.181 4 *** (3.29)	0.228 8 *** (3.48)	0.383 3 *** (10.97)	0.278 1 *** (5.36)	0.225 5 *** (4.02)
城市规模	0.475 5 *** (4.88)	0.818 5 *** (4.97)	0.347 6 ** (2.14)	1.005 4 *** (6.59)	0.656 8 *** (11.37)	0.692 1 *** (5.41)	0.480 4 *** (3.15)	0.709 5 *** (8.42)
其他控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
常数项	是	是	是	是	是	是	是	是
样本数	2 877	2 142	1 806	987	735	2 079	1 869	1 071
R ²	0.994	0.988	0.994	0.989	0.991	0.991	0.987	0.991
城市固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
省一年固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
聚类稳健标准误	是	是	是	是	是	是	是	是

首先,从气候条件上看,洪涝灾害对我国北方地区城市的经济增长影响更为明显。常规认知里,我国南北气候条件差异的特点是“南涝北旱”,南方的暴雨无论是强度还是频率都显著高于北方,但其经济影响受到洪涝灾害的影响反而较小。其实不然,从自然因素上看,大部分北方河流为季节性河流,许多中小河流源短流急。由于季节性河流周边环境变化大,加之地质条件脆弱,同等量级的雨落在南方可能只是小雨,落在北方则可能带来较大冲击;从社会因素上看,由于长期以来我国南方地区的降水和洪涝灾害较北方而言更加频繁,这就导致了南方城市防汛基础设施的完善程度更高。而常年少雨的北方城市在防汛排涝工程建设上仍存在很多短板,并且由于其河道数量偏少,很容易导致其汛期来水后河道行洪不畅、城市内涝持续时间较长等现象,因此其经济增长更容易受到洪涝灾害影响。

其次,从地理特征上看,洪涝灾害对我国不同流域内城市的影响均不显著,进一步说明这些常年发生洪涝灾害的城市相较于其他城市抵御灾害的能力更强。这是因为:第一,我国常年受洪涝灾害威胁的流域内城市在早年都制定了较为完善的城市防洪规划,并按计划修建了城市防洪工程和大量流域防洪工程,使得其洪涝灾害防御能力不断增强;第二,长江流域地区通常是我国涝灾泛滥最为严重的区域,但1998年特大洪涝灾害过后,我国加快了长江及支流上的大型水利枢纽工程,平垸行洪、退田还湖、移民建镇等一系列措施也显著增加了长江流域的蓄洪与行洪能力,导致长江流域城市经济发展面对洪涝灾害时的脆弱性不断降低。

最后,从经济发展条件上看,相较于我国经济发展水平较高的东部沿海地区城市与经济发展水平较低的西部内陆地区城市,我国中部地区城市的经济增长受洪涝灾害的影响最为明显。主要原因在于:第一,由于气候、海拔、地形以及流域河段特征的不同,中部地区大部分城市(特别是长江中

游城市群城市)相较于西部地区城市往往面临着更高的洪涝灾害风险,在人口数量与产业结构类似的情况下,其经济产出受涝灾影响的短期波动程度也越大;第二,由于中部地区城市的现代化、市场化水平较东部城市仍有较大差距,即便洪涝灾害造成的直接经济损失相同,其经济增长的结果也会随着社会资源配置效率的不同而体现出明显差异。

以上结果不仅为本文的假说3提供了证据支撑,同时也侧面揭示了洪涝灾害影响经济增长的渠道,进一步增强了假说1和假说2的可信度。首先,就洪涝灾害而言,其可能更多地通过影响第二和第三产业而不是第一产业影响经济增长;其次,洪涝灾害对较高涝灾风险城市经济增长的影响程度更小,因为这些城市已经具备较为完善的防洪基础设施、流域防洪工程体系以及较高的市场化水平。而对于涝灾风险或市场化水平不那么高的城市,洪涝灾害可能会对其经济增长造成较大冲击;最后,虽然具有不同特征的城市其经济增长受洪涝灾害的影响程度各异,但都体现出非线性相关特征,即当洪涝灾害强度超过某一潜在阈值时会改变对经济增长作用的方向,再次说明了考虑灾害强度的重要性。

六、拓展分析

自然灾害对我国造成的人员伤亡和经济损失逐年递减。但这种缓解作用可能更多地来自于国家层面对防灾减灾资源的联合调度和统筹规划,例如对区域间防洪堤、水库、蓄滞洪区等的联合调度。对于城市自身而言,存在一个经济发展与生态治理的权衡,导致其在追求经济增长的目标过程中忽视了对自然灾害的治理,经济增长面对外部冲击的韧性仍有待提升。同时,为了尽快复工复产,促使经济回到正常运行轨道,地方政府在灾后恢复重建的过程中可能也没有充分利用灾害冲击带来的“创造性破坏”,提高全要素生产率。

本文进一步检验干旱、低温冻害、地震、森林火灾等其他自然灾害是否会对城市发展路径造成影响

响。具体而言,以各地区当年按城市层面加总平均的全要素生产率分别与当年和上一年的自然灾害的发生强度回归。干旱、低温冻害、地震、森林火灾的强度分别用旱灾受灾面积(千公顷)、低温冷冻和雪灾受灾面积(千公顷)、地震灾害伤亡人数(人)、火场总面积(公顷)加 1 取对数来衡量。

从表 12 看出,低温冻害和雪灾、森林火灾会对城市的全要素生产率造成显著负面影响,而干旱在后期可能会促进全要素生产率。对于地震而言,因为其对生产要素造成的直接破坏较其他几种灾害更大,故需要更新的资本更多,更容易提高资本生产率和全要素生产率。由拓展性分析可

知,虽然大部分自然灾害为我国带来了灾后重建资本的增加,但对城市全要素生产率的促进不明显,低温冻害和森林火灾甚至会降低全要素生产率。说明在灾害引致的新物质资本替代旧物质资本的过程中,技术水平没有提高。由于新设备的学习需要时间和成本,企业即使知道使用新设备会提高生产率,还是会使用维持现状的设备开展生产活动。换言之,城市可能并没有利用自然灾害带来的“创造性破坏”更新经济发展路径,而更多的是弥补灾害对旧资本造成的损失。物质资本不是在“质”而是在“量”方面发生了变化,使得经济总量增长。

表 12 其他自然灾害对城市全要素生产率的影响

变量	干旱		低温冻害和雪灾		地震		森林火灾	
	(1) TFP_t	(2) TFP_{t+1}	(3) TFP_t	(4) TFP_{t+1}	(5) TFP_t	(6) TFP_{t+1}	(9) TFP_t	(10) TFP_{t+1}
灾害强度	-0.000 4 (-0.05)	0.004 5 (1.01)	-0.001 4 (-0.17)	-0.012 3 * (-1.72)	0.011 5 (1.13)	0.011 4 (1.17)	-0.024 7 * (-1.92)	-0.010 9 (-0.87)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
常数项	是	是	是	是	是	是	是	是
样本数	467	439	467	439	467	439	467	439
R^2	0.374	0.463	0.374	0.466	0.376	0.465	0.383	0.464
地区固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
省一年交互固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
聚类稳健标准误	是	是	是	是	是	是	是	是

七、结论与对策

(一) 结论

第一,自然灾害对城市当年经济增长总量(即 GDP)整体呈负面冲击,但这种冲击具有强度上的“非对称性”,即当灾害强度跨过一定阈值时对 GDP 反而有促进作用,体现为“破窗效应”。

第二,防灾减灾措施能够有效抵御自然灾害对城市经济增长的负面冲击。防灾基础设施越强和对防灾基础设施维护力度越大的城市,其经济增长受当年自然灾害的负面冲击越弱。同时,常年位于自然灾害风险较大的行业和地区,其经济增长受当年自然灾害的负面冲击也越弱,因为在与自然灾害长期斗争的过程中建立了较为完善的防灾减灾体系。

第三,虽然灾后恢复重建过程引起的投资与

消费增加对冲了灾害造成经济增长损失的一部分并提高了城市资本存量,但并没有促进后期的全要素生产率提升。

(二) 建议

第一,地方政府需统筹好发展与安全,在追求经济增长目标的同时需要时刻增强城市自然灾害治理的能力。一是在综合考虑城市发展规模、人口密度、地形地貌、水资源状况等因素的基础上,参照国内外先进的防洪排涝技术和经验,制定出既符合实际又具有前瞻性的防治标准;二是有针对性地逐步调整和改善城市防灾减灾体系,如防洪蓄洪、排水防涝系统设计等,提高防灾工程措施强度,确保将自然灾害的潜在风险损失降至最低;三是加强极端气候监测、灾害预警预报和紧急调度等非工程措施力度,发挥科技在城市灾害治理

中的作用,利用5G、无人机、人工智能等数字化技术,充分加强城市智慧防灾减灾救灾力度。

第二,地方政府需坚持系统思维,持续提升城市基础设施与产业链供应链安全水平,打造宜居、韧性、智慧城市。一是城市建设布局应与城市洪涝相协调、相适应,如通过建设海绵城市、公园绿地等生态系统,提高城市的自我调节能力,使城市在规模扩大、经济发展的同时,也能有效地减轻洪涝灾害的影响;二是深刻认识到自然灾害治理的长期性,着力实施河湖水系和生态空间治理与修复,补齐城市内涝治理工程体系短板,持续优化城市基础设施韧性,加强智能化改造,增强城市交通、电力、供排水、应急物资储备等生命线系统的抗冲击和快速修复能力;三是持续增强城市产业结构的多元性,优化重大生产力布局,多层次提升城市支柱产业的产业链、供应链的安全可靠性,大力推进韧性城市、智慧城市建设。

第三,防灾减灾不仅是应急之举,更应是长久之计。地方政府应充分利用气候变化或外部风险冲击带来的破窗效应加快发展新质生产力,更新原有发展路径,重塑经济增长核心,以高质量发展促进高水平安全。一是充分发挥人才第一资源的作用,通过组建高端人才智库或设置高校相关学科等方式,造就一批高水平的防灾减灾科技人才,以城市人力资本水平提高赋能高质量发展;二是加强防灾减灾基础理论研究和关键技术攻关,强化以重大灾害事故风险防控关键技术为代表的科技创新在城市高质量发展中的支撑作用;三是以外生冲击带来的创造性破坏为契机,通过加速新旧设备的置换和先进技术的落地运用等途径提高全要素生产率,稳步提高经济增长质量。

参考文献:

- [1] CANTELMO A, MELINA G, PAPAGEORGIOU C. Macroeconomic outcomes in disaster-prone countries [J]. *Journal of development economics*, 2023(161): 103037.
- [2] 蔡翼飞. 城镇化进程中的城市人口扩张与土地扩张: 特征事实与协调机制[J]. *中国软科学*, 2023(1): 84-93.
- [3] 王永明, 郑姗姗. 地方政府应急管理效能提升的多重

困境与优化路径: 基于“河南郑州‘7·20’特大洪涝灾害”的案例分析[J]. *管理世界*, 2023, 39(3): 83-96.

- [4] 张楚汉, 王光谦, 李铁键. 变化环境下城市暴雨致灾防御对策与建议[J]. *中国科学院院刊*, 2022, 37(8): 1126-1131.
- [5] 杨宇涵, 殷杰, 王丹丹, 等. 基于ABM的城市暴雨洪涝灾害应急疏散仿真研究: 以河南郑州“7·20”特大暴雨洪涝灾害为例[J]. *中国科学: 地球科学*, 2023, 53(2): 267-276.
- [6] DOTTORI F, SZEWCZYK W, CISCAR J, et al. Increased human and economic losses from river flooding with anthropogenic warming[J]. *Nature climate change*, 2018(8): 781-786.
- [7] 胡畔, 陈波, 史培军. 中国洪涝灾害灾情时空格局及影响因素[J]. *地理学报*, 2021, 76(5): 1148-1162.
- [8] 李萌. 基于自然的解决方案与社会制度手段的防洪综合效益: 以鄱阳湖流域为例[J]. *中国软科学*, 2023(3): 178-191.
- [9] 李书娟, 陈邱惠, 徐现祥. 不利冲击下经济增长恢复的经验: 基于中国经济目标管理实践[J]. *经济研究*, 2021, 56(7): 59-77.
- [10] PAN X, QIU B. The impact of flooding on firm performance and economic growth[J]. *PLoS one*, 2022, 17(7): e0271309.
- [11] 杨子晖, 李东承, 陈雨恬. 金融市场的“绿天鹅”风险研究: 基于物理风险与转型风险的双重视角[J]. *管理世界*, 2024, 40(2): 47-67.
- [12] WANG Y, SONG L, YE D, et al. Construction and application of a climate risk index for China[J]. *Journal of meteorological research*, 2018(32): 937-949.
- [13] NOY I. The macroeconomic consequences of disasters [J]. *Journal of development economics*, 2009(88): 221-231.
- [14] BOTZEN WJW, DESCHENES O, SANDERS M. The economic impacts of natural disasters: a review of models and empirical studies[J]. *Review of environmental economics and policy*, 2019, 13(2): 167-188.
- [15] PAULINE E, KNOX J, SEYMOUR L, et al. Revising NCEI's climate extremes index and the CDC's social vulnerability index to analyze climate extremes vulnerability across the United States [J]. *Bulletin of the American meteorological society*, 2020(102): 1-42.
- [16] SCHUBERT J E, BURNS M J, FLETCHER T D, et al. A

framework for the case-specific assessment of green infrastructure in mitigating urban flood hazards [J]. *Advances in water resources*, 2017(108): 55-68.

[17] WANG S, MU L, QI M, et al. Quantitative risk assessment of storm surge using GIS techniques and open data: a case study of Daya Bay Zone, China [J]. *Journal of environmental management*, 2021(289): 112514.

[18] 李春华. 洪涝灾害间接经济损失评估理论与实证研究[M]. 北京: 科学出版社, 2018: 46-57.

[19] GERTZ A B, DAVIES J B, BLACK S L. A CGE framework for modeling the economics of flooding and recovery in a major urban area [J]. *Risk analysis*, 2019, 39(6): 1314-1341.

[20] HORNBECK R, DANIEL K. Creative destruction: Barriers to urban growth and the Great Boston Fire of 1872 [J]. *American economic review*, 2017, 107(6): 1365-98.

[21] KOCORNIK-MINA A, THOMAS K. J. M, GUY M, et al. Flooded cities [J]. *American economic journal: Applied economics*, 2020, 12(2): 35-66.

[22] KOTZ M, LEVERMANN A, WENZ L. The effect of rainfall changes on economic production [J]. *Nature*, 2022(601): 223-227.

[23] GRAMES J, PRSKAWETZ A, GRASS D, et al. Modeling the interaction between flooding events and economic growth [J]. *Ecological economics*, 2016(129): 193-209.

[24] 卢现祥, 王素素. 不利冲击下中国经济为何具有强劲韧性?: 基于制度适应性效率的经验研究 [J]. *财经研究*, 2023, 49(11): 4-18.

[25] 张海波, 童星. 中国应急管理效能的生成机制 [J]. *中国社会科学*, 2022(4): 64-82, 205-206.

[26] PAJARON M C, VASQUEZ G N A. Weathering the storm: weather shocks and international labor migration from the Philippines [J]. *Journal of population economics*, 2020(4): 1419-1461.

[27] MCNAMARA K, BRONEN R, FERNANDO N, et al. The complex decision-making of climate-induced relocation: adaptation and loss and damage [J]. *Climate policy*, 2018, 18

(1): 111-117.

[28] 钱龙, 缪书超, 钱文荣, 等. 福兮、祸兮: 自然灾害冲击对农户非农创业的影响: 来自 CFPS 的经验证据 [J]. *中国软科学*, 2022(11): 47-56.

[29] 盛亦男, 杨旭宇. 自然灾害冲击、政府赈灾重建与农村劳动力流动 [J]. *人口研究*, 2021, 45(6): 29-44.

[30] HALLEGATTE S, HOURCADE J C, DUMAS P. Why economic dynamics matter in assessing climate change damages: Illustration on extreme events [J]. *Ecological economics*, 2007, 62(2): 330-340.

[31] VIGLIONE A, DI BALDASSARRE G, BRANDIMARTE L, et al. Insights from socio-hydrology modelling on dealing with flood risk: roles of collective memory, risk-taking attitude and trust [J]. *Journal of hydrology*, 2014(518): 71-82.

[32] ZHOU F, BOTZEN W. Firm level evidence of disaster impacts on growth in Vietnam [J]. *Environmental and resource economics*, 2021(79): 277 - 322.

[33] LOBELL D B, SCHLENKER W, COSTA-ROBERTS J. Climate trends and global crop production since 1980 [J]. *Science*, 2011, 333(6042): 616-620.

[34] DELL M, BENJAMIN F J, BENJAMIN A O. What do we learn from the weather? the new climate-economy literature [J]. *Journal of economic literature*, 2014, 52(3): 740-98.

[35] 郭静, 张连增. 自然灾害对经济增长影响研究: 基于制度、政府救灾支出的调节视角 [J]. *财经理论与实践*, 2021, 42(1): 41-47.

[36] 胡晨光, 厉英珍, 张迪, 等. FDI 的基础设施偏好与城市经济增长: 来自中国东部沿海 3 大都市带的证据 [J]. *中国软科学*, 2023(7): 89-101.

[37] CHEN X, CUI X, GAO J. Differentiated agricultural sensitivity and adaptability to rising temperatures across regions and sectors in China [J]. *Journal of environmental economics and management*, 2023(119): 102801.

[38] 丁宇刚, 孙祁祥. 气候风险对中国农业经济发展的影响: 异质性及机制分析 [J]. *金融研究*, 2022(9): 111-131.

(本文责编: 希 文)