

突发公共卫生事件下跨境电商物流韧性的测度研究

余金艳, 王文俊, 张瀚之*

北京第二外国语学院, 北京 100024

DOI: 10.61369/SSSD.2025160020

摘要 : 突发公共事件给全球化进程带来巨大冲击, 流动性被切断是其中重要原因, 尤以物流延滞造成的物资短缺影响最为严重。作为供应链的重要组成部分, 国际物流时效性和格局在突发公共事件冲击下发生了重要变化。本文通过对全球突发公共事件及跨境电商物流大数据的挖掘、计算和分析, 对物流韧性的测度展开研究, 分析物流受冲击变化特征。研究创新地将“物流配送时长变化幅度的时间轴积分”这一综合了时长变化和时间积累的指标, 定义为韧性表征量, 基于此构建物流韧性测度模型。研究发现, 在突发公共事件冲击下, 物流时效性呈现“衰减波”特征, 表现出明显的抵抗力、恢复力阶段及韧性提升。

关键词 : 突发公共事件; 跨境电商物流; 物流韧性

Research on the Measurement of Cross-border E-commerce Logistics Resilience under Public Health Emergencies

Yu Jinyan, Wang Wenjun, Zhang Hanzhi*

Beijing International Studies University, Beijing 100024

Abstract : Public health emergencies have had a tremendous impact on the process of globalization, with the severance of mobility being a key factor, particularly the severe consequences of material shortages caused by logistics delays. As critical components of the supply chain, the timeliness and structure of international logistics have undergone significant changes under the impact of public health emergencies. This indicator study investigates the measurement of logistics resilience by mining, calculating, and analyzing global public health emergency data and cross-border e-commerce logistics big data, analyzing the characteristics of changes in logistics under impact. Innovatively, the study defines the "time-axis integral of the variation range of logistics delivery duration," an indicator that combines duration changes and time accumulation, as a representation of resilience, and constructs a logistics resilience measurement model based on this indicator. The research finds that under the impact of public health emergencies, logistics timeliness exhibits a "decay wave" characteristic, demonstrating distinct stages of resistance, recovery, and resilience enhancement.

Keywords : public health emergencies; cross-border e-commerce logistics; logistics resilience

2020年突发公共卫生事件对全球经济造成严重冲击, 国际生产与流通体系受阻, 物流停滞进一步引发全球性物资短缺, 加剧了危机影响。多重压力之下, 用工紧张、成本上升与产业链传导困难共同导致物流效率下降、仓储压力增大, 行业复苏缓慢, 并拖累其他经济部门恢复进程。跨境电商物流作为国际物流的新兴形态, 具有体量灵活、时效敏感等特征, 更能灵敏反映突发事件冲击; 其完善的运单追踪与数据系统也为研究提供了可靠基础。跨境电商不仅是国际贸易发展的重要方向, 更在疫情期间实现逆势增长, 凸显其物流环节的战略价值。本文基于物流韧性视角, 将其定义为系统应对外部扰动并恢复稳定的能力。韧性是衡量区域或行业在冲击中维持运行并持续演进的重要概念。在疫情与跨境电商需求增长的双重背景下, 物流韧性差异可能重构全球竞争格局。识别其时空特征、解析关键影响因素, 既有助于应对当前与未来风险, 也可拓展韧性理论与物流地理学的研究深度。

一、理论综述

韧性是近年来各领域的研究热点, 其概念已从“维持稳定、恢复原状”深化为“更新转型、构建新成长路径、抵御风险”。当前研究多聚焦区域与城市层面的经济或网络韧性, 全球尺度及产

业层面(如物流)的探讨较少, 中国^[1]、美国^[2]、欧洲^[3-4]及地震灾区^[5]、珠三角等区域^[6], 佛山^[7]、南京^[8]等城市(群), 以及产业集群、农业^[9]、旅游业^[10]等产业的韧性均有涉及, 但全球尺度与物流行业研究近乎空白, 凸显本研究的独特价值。

当前指标测度主要有两类: 一是通过就业、GDP等核心变量

项目信息: 教育部人文社会科学研究“(21YJC790146)突发公共卫生事件下跨境电商物流韧性的测度及影响机制研究”项目资助。

反映冲击反应；二是构建指标体系，如借鉴改进 Martin 方法测度区域韧性，或参考樊雪梅等针对供应链构建评价体系，结合 ISM 模型与熵权-TOPSIS 法分析影响因素及评价汽车企业韧性，为物流韧性研究提供启示。

二、研究数据与方法

本研究基于跨境电商物流的海量运单数据，运用大数据挖掘与智能清洗技术，建立了覆盖全球的物流信息采集体系。系统采用分布式爬虫架构，结合正则表达式与机器学习方法，动态生成符合区域特征的虚拟运单序列，并通过长度校验、校验码匹配及服务商数据库比对等多重机制，实现有效订单的精准识别。在物流轨迹解析方面，系统利用多模态数据处理引擎，自动提取包括运输渠道、地理位置、时间节点及异常事件在内的23类关键信息，涵盖从揽收到派送的全流程动态。

在数据应用层面，研究通过构建时空分析模型对清洗后的数据进行聚合计算，生成物流渠道效能指标，并基于历史数据训练预测模型，实现包裹量预警与时效优化。系统引入区块链技术对关键节点信息进行存证，通过智能合约确保数据不可篡改，增强信息可信度并支持跨境纠纷处理。数据处理流程采用模块化设计，支持物流服务商的动态扩展，并通过可视化看板实时监控数据质量，形成从采集到分析的全流程闭环。

研究数据覆盖2019年7月至2022年10月，涉及全球213个国家及地区，共采集9.6余亿条物流单号，涵盖邮政小包、快递及专线等多种渠道，聚焦于跨境电商寄递行为。基于配送时长与国家、地区及月度维度的统计，筛选出159个样本区域，未纳入样本区域主要分布于国际包裹较少的非洲中部和北部，所选样本对解析全球跨境电商物流韧性具有较强代表性。

三、韧性测度模型构建

本研究在经济韧性分析框架下，创新性地构建了物流领域的测度方法。通过借鉴周侃等学者^[1]提出的经济韧性量化模型，研究团队将物流系统在突发冲击下的动态响应特征进行数学抽象，最终提炼出“物流配送时长变化幅度的时间轴积分”这一关键指标。该指标融合了配送时长波动的幅度大小与时间维度的累积效应，能够全面刻画物流系统在干扰下的抗压与恢复过程，可作为韧性表征量。基于这一核心指标构建的物流韧性测度模型，其基本表达式为：

$$R = \frac{S'}{(S + \Delta S)} = \frac{\int_{t1}^{t2} f(t) dt}{\int_{t1}^{t2} f(t) dt} \quad \dots \dots (I)$$

对公式 I 的构成要素进行详细解析：其中 R 作为核心的韧性指数，直观反映了物流系统抵御冲击并维持功能的能力水平；S' 代表无突发公共事件干扰时，系统正常运行轨迹的时间轴积分，是“理想状态”下物流配送时长变化过程的累计度量； ΔS 则是实际运行轨迹与理想预测轨迹的差值在时间维度上的累积，集中体

现了突发冲击带来的偏离程度。公式中的 t 为连续时间变量， $f(x)$ 特指未受突发公共事件影响的基准配送时长变化曲线， $f(x)$ 则对应实际发生冲击时的动态配送时长变化曲线， $t1$ 与 $t2$ 分别标记所考察时间段的开端与结束时刻。

这一通用测度公式在不同时间窗口的应用中，能够衍生出具有特定指向性的韧性指数：当选取某次突发公共事件从爆发到平息的完整时间跨度时，计算得到的 R 值即为该波次事件的物流韧性综合指数，全面反映系统在整次冲击中的整体表现；若聚焦于配送时长持续增加的时间段，则对应的是抵抗力指数，重点衡量系统在冲击初期的抗压能力；针对配送时长逐步缩短的恢复阶段，所得指数为恢复力指数，主要评估系统从扰动中修复的速度与效率；而以事件起点到某一关键时间节点（如应急响应启动后72小时）为区间计算的指数，则被称为时间截面指数，可用于动态追踪系统在不同阶段的韧性演变趋势。

一般而言，R 值越大意味着韧性表征量 ΔS 越小，说明实际运行轨迹与理想轨迹的偏离程度越低，物流系统的韧性表现越强劲；反之，R 值越小则反映系统受冲击后偏离正常状态更显著，韧性水平较弱。特别地，当 $R=1$ 时，表明突发冲击未对物流配送时长产生实质性影响，系统稳定性极佳；若 $R>1$ ，则意味着实际配送时长较预测值更短，这种超预期的表现可能源于重大技术革新（如自动化分拣设备的紧急投用）、管理模式优化（如智能路由算法的动态调整）等驱动因素，促使物流系统在冲击下开辟了新的高效运行路径。

为进一步刻画物流系统韧性的动态演进特征，本研究针对不同波次的冲击事件，特别定义了“韧性提升指数”，用于量化系统在连续冲击中适应性与抗逆能力的进步程度，其计算公式为：

$$P_w = \frac{R_w}{R_{w-1}} \quad \dots \dots (II)$$

在此公式中，参数 w 表示具体的冲击波次（需满足 $w>1$ 以保证比较基准的存在）， P 作为韧性提升指数，通过相邻两次冲击的韧性指数比值，直观呈现系统应对能力的改进情况。通常观测到，当 $P>1$ 时，说明本波次冲击下系统的韧性表现较前一周期有所增强，反映出应急管理策略优化或基础设施升级等措施取得了积极成效；若 $0<P<1$ ，则提示本次冲击中系统韧性出现下滑，可能需要针对暴露的薄弱环节进行调整； P 值的大小直接对应韧性提升的强度，数值越高表明系统从过往经验中学习并改进的能力越突出。

这种测度体系的构建，不仅为物流系统韧性的量化评估提供了可操作的工具，也为后续深入分析不同类型冲击对物流网络的影响机制奠定了坚实基础。

四、验证与结论

基于韧性测度模型，对2019年月至2022年10月的数据进行计算，测度跨境电商物流韧性，可以发现跨境电商物流在突发公共事件冲击下呈现出明显的韧性特征。全球物流配送时长变化呈

“衰减波”形态：首波冲击下配送时间延长，但展现出一定的抵抗与恢复能力；后续冲击影响逐步减弱，持续时间缩短，反映系统适应能力的提升。具体来看，2020年1月至2022年10月间全球物流共经历六次明显波动，波峰分别出现在2020年3月、7月、10月和12月、2021年6月、2022年7月。相较于2019年下半年均值，首波配送时长平均延迟达131%，持续约6个月；后续波次延迟幅度依次，持续时间也逐步缩短。

各样本波动趋势总体相似但细节有别：62% 样本波次时段与全球趋势一致，但峰值时间及幅度存在差异。包裹量前十样本中，除中国香港外，其余9国（中、美、法、英、德、日、荷、加、西）首波波峰滞后且恢复慢于全球平均，呈现“惯性滞后”。包裹量超20万样本，蒙古因疫情较轻（20年底确诊1215例）且物流主要短距直运俄罗斯（94%），变化幅度小，仅11月随俄疫情加剧出现延滞；秘鲁因海运发达且物流方向简单（中、新合计占79%），首波未受影响甚至提速；卢森堡作为欧洲航空枢纽，

虽首波延滞84%但恢复后稳定高位，二次冲击轻微，展现“强者恒强”；韩国、南非首波冲击大但无后续波次，得益于政府有效干预（如韩不封城保运转、南加强基建数字建设），呈现“韧性升级”；瑞典因初期“群体免疫”政策致疫情严峻（感染率近10%）、公权弱，首次延滞分别达218%、189%且恢复慢，甚至引发物资短缺，凸显政策与治理对韧性的关键影响。这些案例为解析韧性影响因素提供了典型参照。

当然，物流韧性不仅取决于基础设施与技术能力，也与系统应对冲击的学习与适应机制密切相关。未来，应进一步加强对物流韧性影响因素的识别，尤其是在政策支持、技术应用（如智能路由、自动化分拣）与多式联运协同等方面的作用机制。此外，随着全球供应链不确定性加剧，构建具备高韧性的跨境电商物流体系，将成为提升国家经济安全与国际贸易竞争力的关键。后续研究可拓展至不同区域、不同物流模式的韧性比较，为全球供应链风险治理与可持续发展提供理论支持与实践路径。

参考文献

- [1] 谭俊涛,赵宏波,刘文新,张平宇,仇方道.中国区域经济韧性特征与影响因素分析[J].地理科学,2020,40(02):173-181.
- [2] Han Y, Goetz S J. The economic resilience of U.S. counties during the great recession[J]. Review of Regional Studies, 2015, 45.
- [3] Davies S. Regional resilience in the 2008–2010 down turn: comparative evidence from European countries[J]. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 2011, 4(3):369 – 382.
- [4] Rizzi P, Graziano P, Dallara A. A capacity approach to territorial resilience: The case of European regions[J]. The Annals of Regional Science, 2018, 60(2):285–328.
- [5] 周侃,刘宝印,樊杰.汶川Ms 8.0地震极重灾区的经济韧性测度及恢复效率[J].地理学报,2019,74(10):2078–2091.
- [6] 杜志威,金利霞,刘秋华.产业多样化、创新与经济韧性——基于后危机时期珠三角的实证[J].热带地理,2019,39(02):170–179.
- [7] 林耿,徐昕,杨帆.佛山市产业专业化、多样化与经济韧性关系研究[J].地理科学,2020,40(09):1493–1504.
- [8] 孙鸿鹤,甄峰.居民活动视角的城市雾霾灾害韧性评估——以南京市主城区为例[J].地理科学,2019,39(05):788–796.
- [9] 于伟,张鹏.中国农业发展韧性时空分异特征及影响因素研究[J].地理与地理信息科学,2019,35(01):102–108.
- [10] 王倩,赵林,于伟,贾建琦.中国旅游经济系统韧性的时空变化特征与影响因素分析[J].地理与地理信息科学,2020,36(06):113–118.