

# 数字贸易对我国产业链韧性的影响研究

朴泓妤\*, 史琳#

吉林省科学技术信息研究所, 吉林 长春

收稿日期: 2025年12月27日; 录用日期: 2026年1月12日; 发布日期: 2026年2月6日

## 摘要

近年来,我国产业发展综合实力稳步提升,但在逐渐紧张的国际局势背景下,国际环境错综复杂,西方国家对我国技术遏制与产业打压升级,面对可能存在“卡链”“堵链”的风险,全球产业链开始加速调整、完善、重构。数字贸易作为一种随着数字经济的发展而产生的新的贸易形式,数字贸易利用互联网、大数据等工具,能够降低信息不对称程度、减少贸易成本,有效减少中间环节,提高贸易效率,从而对提升产业链韧性起到促进作用。为此,本文基于2010年~2021年中国259个地级市作为初始研究样本,分析数字贸易对产业链韧性的影响研究。研究发现:(1)数字贸易发展显著提升了产业链韧性水平,在经过一系列稳健性检验后,该结论依然成立。(2)数字贸易通过提升经济集聚水平、提高人力资本水平、提高运输水平来提升产业链韧性。(3)通过异质性分析可知,一线城市、创新型城市和数字基础设施水平高城市的数字贸易对增强产业链韧性的促进作用更显著。

## 关键词

数字贸易, 产业链韧性, 数字基础设施, 双向固定效应

# Research on the Impact of Digital Trade on the Resilience of China's Industrial Chain

Hongyu Piao\*, Lin Shi#

Jilin Provincial Institute of Science and Technology Information, Changchun Jilin

Received: December 27, 2025; accepted: January 12, 2026; published: February 6, 2026

## Abstract

In recent years, the comprehensive strength of China's industrial development has steadily improved. However, against the backdrop of an increasingly tense international situation, the global environment is complex, and Western countries are continuously escalating their containment of China's

\*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 朴泓妤, 史琳. 数字贸易对我国产业链韧性的影响研究[J]. 可持续发展, 2026, 16(2): 66-79.

DOI: 10.12677/sd.2026.162059

technology and suppression of its industries. Facing potential risks of “supply chain blockages” or “chain disruptions,” the global industrial chain is beginning to accelerate adjustments, improvements, and restructuring. As a new form of trade that emerged with the development of the digital economy, digital trade utilizes the Internet, big data and other tools to reduce information asymmetry, lower trade costs, effectively reduce intermediate links and enhance trade efficiency, thereby promoting the resilience of the industrial chain. Therefore, this paper takes 259 prefecture-level cities in China from 2010 to 2021 as the initial research sample to analyze the impact of digital trade on the resilience of the industrial chain. The research findings are as follows: (1) The development of digital trade significantly enhances the resilience of the industrial chain. After a series of robustness tests, this conclusion still holds. (2) Digital trade enhances the resilience of the industrial chain by improving the level of economic agglomeration, the level of human capital and the level of transportation. (3) Through heterogeneity analysis, it is found that digital trade in first-tier cities, innovative cities and cities with high levels of digital infrastructure has a more significant promoting effect on enhancing the resilience of the industrial chain.

## Keywords

Digital Trade, The Toughness of the Industrial Chain, Digital Infrastructure, Two-Way Fixed Effects

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着数字经济的迅猛发展, 贸易这一经济活动中的关键资源配置环节正在经历深刻变革, 逐渐从传统贸易转型为数字贸易。这一转型不仅改变了贸易的形式和方式, 更对全球经济格局和产业链重构产生了深远影响。2021年11月18日, 商务部正式发布《“十四五”对外贸易高质量发展规划》, 明确提出: 提升贸易数字化水平, 加快数字化发展, 推进数字化贸易强国战略工程, 提高贸易向数字化不断转变、提升。与此同时, 在逐渐紧张的国际局势背景下, 给全球产业链带来了前所未有的挑战, 面对可能存在“卡链”“堵链”的风险[1], 全球产业链开始加速调整、完善、重构。党的二十大报告指出, 着力提升产业链供应链韧性和安全水平, 推动创新链、产业链、资金链、人才链深度融合。贸易是配置资源不可或缺的一步, 同时作为外部冲击因素的重要组成部分, 贸易稳定与否对产业链的安全稳定会产生影响。数字贸易是在数字经济不断地进步与发展下出现的新型贸易, 与传统贸易模式相比, 数字贸易使上下游企业的信息差不断减小, 减少交流成本, 同时, 数字贸易能进一步减小企业参与市场活动的成本, 降低进入市场的门槛[2]。本文的研究结果有助于探索数字贸易是如何加强产业链韧性的, 深入探讨其机制路径, 继而在新一轮科技革命背景下为实现经济高质量发展提供有益的理论支持。

## 2. 文献综述

通过对现有文献分析发现, 与本文相关的研究主要集中在三个领域。

其一, 在关于数字贸易的测度的已有研究中。由于数字贸易具有虚拟性特征, 它的测度方法还处在探索阶段。根据已有研究, 学界主要分为两种测度方法, 一种是通过构建综合评价指标体系, 另一种是直接运用 UNCTAD 数据库中可数字化交付的服务贸易额进行测度。贾怀勤等(2021)建立了“二元三环”的数字贸易架构和指标体系, 对中国 2018~2019 年数字贸易进出口总额进行测度[3]。高晓雨等(2023)基于 UNCTAD 的数据, 确立数字贸易宽口径指标, 并采用数字技术融合比计算方法, 对我国 2018 年

到 2020 年数字贸易规模进行测度[4]。这种测度方法大多数用于测量我国的数字贸易水平, 但用得更多的测度方法是构建综合评价指标体系, 采用熵值法测度城市数字贸易[5] [6], 还有部分研究直接用跨境电子商务综合试验区这一政策来衡量区域的数字贸易发展水平, 运用多期 DID 评估数字贸易对经济的影响[7] [8]。

其二, 在产业链韧性的测度与影响因素相关研究中。关于产业链韧性, 大多数学者从其内涵定义出发, 选择不同的方法和指标来衡量。一部分学者通过构建指标体系, 例如从冲击抵抗能力、冲击适应能力和恢复重组能力三方面来定义流通业的产业链韧性[9]。大部分学者沿用李胜会和戎芳毅(2022)的测度方法, 认为要以适应能力和创新能力作为核心, 才能增强产业链韧性, 用产业多样化和创新能力作为衡量韧性的指标[10]。除了建立指标体系的方法, 还有很多学者运用投入产出表、页面排序算法来测度产业链韧性[11] [12]。现有研究对影响制造业产业链韧性的因素主要分为人力资源、财物资源、技术和国家政策四大方面进行研究, 段浩(2020)认为想要提升产业链韧性, 在短期内, 要从人力、资金和物资等基础要素入手[13]。在已有研究中, 研究最多的主题就是数字化转型、数字经济对产业链韧性的影响, 陈晓东等(2022)认为在数字经济时代, 数字经济的快速发展为维护产业链安全稳定提供了强大动力, 同时也为突破关键核心技术打下夯实的基础, 进一步提升我国产业链韧性[14]。

其三, 在数字贸易对产业链韧性的影响研究。本文从贸易对产业链韧性和数字经济对产业链韧性两方面进行梳理。肖兴志和李少林(2022)认为在全球经济数字化的背景下, 外部冲击因素主要包含贸易壁垒、产业链结构重塑以及国际关系不稳定等, 这一系列冲击对链条上下游的各企业和产业链韧性的影响最为直观[15]。江英等(2023)将自贸试验区建立与数字贸易联系起来, 认为自贸试验区的设立使贸易更加方便, 有利于吸收优质的人、财、物等, 从而增强产业链韧性[16]。在数字经济、数字技术的不断发展下, 数字经济对提升产业链韧性的促进作用也是各位学者研究的重点。陈晓东和刘洋等(2022)认为我国产业链韧性想要得到快速的提升, 要先解决产业基础能力薄弱、创新能力低、要素市场化水平低等问题, 这些问题都会导致产业链不强、不稳、不完整[17]。数字贸易作为数字经济的延伸和应用, 会使传统贸易变得更加便利、稳定, 贸易成本降低, 提高物流效率, 增强人力资本水平, 从而对提升产业链韧性起到促进作用。

通过对文献的整理和归纳, 可以发现学界的已有研究对于理解数字贸易和产业链韧性之间的关系具有很大的借鉴作用, 但仍存在局限性与不足之处。第一, 数字贸易带来的社会经济效应很少, 尤其是利用已有数据的实证研究更少, 研究结论支撑力不足。第二, 国内已有的实证研究对产业链韧性的测度大多测量的是省级层面的数据, 而针对地级市这一更微观层面的研究较少, 难以深入分析区域经济下产业链韧性的特征与影响因素, 还存在较大的可研究空间。

### 3. 理论分析与研究假设

本文基于交易成本理论、人力资本理论、集聚经济理论, 系统剖析数字贸易对产业链韧性的影响机制与作用路径, 为理解数字经济时代产业链韧性提升的内在逻辑提供理论支撑。

#### 3.1. 数字贸易与产业链韧性

在全球化与数字化交织的经济格局中, 贸易活动作为产业链的关键纽带, 其形式与特性的演变对产业链塑造具有深远意义。数字贸易本质是借助数字技术升级传统贸易的新型贸易方式, 早期比较优势理论、要素禀赋理论等为贸易产生提供了理论解释, 其中比较优势理论更是为数字贸易发展提供重要支撑, 阐释了数字贸易打破地理限制进而提升资源配置效率, 推动企业竞争与合作, 影响产业链结构与韧性的内在逻辑。数字贸易对提升产业链韧性具有重要促进作用: 一方面, 掌握核心技术是产业链韧性的关键, 数字贸易通过促进信息共享, 提升产业链协同研发能力, 助力破解关键核心技术受限的难题; 另一方面,

数字贸易依托互联网等技术优化劳动、资本等物质要素分配效率, 推动经济集聚从单纯地理集聚转向地理与线上双集聚协同模式, 既促进产业深度融合, 又推动灵活就业、打破地理限制, 有效减弱产业链上下游长鞭效应; 此外, 数字贸易能显著降低交易成本, 让产业链资源更精准地投向关键环节, 减少交易障碍与摩擦, 为增强产业链韧性提供坚实支撑。

综上, 数字贸易发展能驱动产业链更稳、更安全, 有效提升产业链韧性, 主要体现在三个关键维度: 一是提高贸易效率, 强化产业链基础控制能力, 最大限度降低外界冲击带来的损害; 二是发挥集聚效应, 节约贸易成本、减少不必要资金消耗, 优化产业链资源配置; 三是促进科技型人才自由流动, 提升人力资本水平与技术创新能力, 破解核心技术困境。以此, 本文提出如下假设:

H1: 数字贸易促进了产业链韧性的提升。

### 3.2. 数字贸易、集聚效应与产业链韧性

经济地理学理论认为, 集聚效应是区域经济发展的关键, 也是城市形成和繁荣的核心动力。在数字化时代, 数字技术虽然对经济有一定冲击, 但并没有让生产者的地理集聚消失, 反而借助数字经济发展放大了集聚优势, 形成了多中心集聚的地理格局。数字贸易作为新时代的贸易模式, 有着强大的信息整合和资源配置能力, 能推动要素、信息流动和资源合理配置, 让人才、资源实现线上线下集聚, 促进产业规模经济形成, 成为推动集聚效应的重要引擎。数字贸易通过大数据、互联网平台等技术, 实现市场要素精准对接和高效流动, 大幅降低交易成本, 吸引相关企业地理集聚; 同时带来的知识溢出效应, 加速了技术创新与扩散, 让人才、资本等要素向特定区域汇聚, 推动产业规模经济发展和集群式创新, 降低企业生产成本、提升产业竞争力。另外, 产业链存在长鞭效应, 上游的一点点波动都会放大到下游, 而数字贸易能推动集聚网络发展, 缓解产业链信息不畅、协调困难的问题, 弱化长鞭效应的负面影响, 让上下游企业紧密交流合作、及时反馈需求, 快速调整生产供应策略, 增强产业链应对市场变化的灵活性, 减少产业链中断风险、提升韧性。综上, 本文提出以下假设:

H2: 数字贸易通过集聚效应促进产业链韧性的提升。

### 3.3. 数字贸易、人力资本水平与产业链韧性

在数字经济背景下, 有了数字技术的支撑, 数字贸易能打破时间和空间限制, 它和人力资本之间形成了相互促进、协同发展的紧密关系, 既给经济主体提供了更便捷高效的学习途径, 让大家能从知识中获得更多收益, 也激发了社会对专业技术人才的需求, 推动高校培养相关人才, 进而提高人力资本水平。本文基于人力资本理论分析, 数字贸易对数字技术依赖度高, 它的发展不仅需要完善数字基础设施, 更离不开高素质劳动力队伍[18]。为了适应数字贸易发展需求, 企业和社会会加大数字技能培训与教育投入, 推动劳动力提升数字素养和创新能力, 加速人力资本积累升级, 培养出数字化创新型、技术型人才。这些高质量人力资本在产业链内聚集并协同创新, 能为突破核心技术提供智力支持, 解决产业链“堵链”问题, 提升产业链自主可控能力、增强韧性。同时, 人力资本水平提升还能优化生产流程、提高生产力、降低成本、改善生产环境, 提升产业链纵向和横向韧性, 而且通过人员流动实现产业链内信息分享调控, 促进上下游深度合作, 增强产业链抗风险能力。综上, 数字贸易能推动人力资本提升, 进而助力攻克核心技术、提升产业链自主可控能力。根据前文分析推断, 本文提出如下假设:

H3: 数字贸易通过提升人力资本的质量显著增强了产业链的韧性。

### 3.4. 数字贸易、贸易效率与产业链韧性

数字贸易是一种新型贸易方式, 不仅依靠数字设施是否完善, 还依靠交通运输水平的支撑与协同, 而这种新型贸易方式能够提高运输水平和交通通达程度, 节约资源配置中产生的不必要的成本浪费[19]。



数字贸易的兴起推动了物流运输模式的数字化转型, 通过构建与培育数字物流运输模式, 实现了物流信息的实时采集、分析与优化调度, 不仅提升了运输效率, 还减少了物流成本, 利用智能化平台统筹物流枢纽布局, 提高物流数字化服务水平, 从而增强了产业链的整体协同性与响应速度[20]。数字贸易通过优化物流配送路径、提供库存周转率等方式, 降低了产业链对外部环境不确定性的敏感度, 减少了因突发事件导致的供应中断风险。交通运输水平的提升则确保了产业链各环节之间的物资流通顺畅, 使得产业链能够在冲击下迅速调整生产与配送计划, 降低因物资短缺导致产业链中断风险, 及时“强链”“补链”, 增强产业链灵活性与适应性, 维持产业链的稳定性与连续性。通过数字技术设施的不断完善、数字产业化贸易的不断增多和产业数字化贸易能力的不断增强, 对产业链中尚存在的痛点和问题产生缓解作用, 进一步提升整体运行效率, 不断提高产业链自身的优化升级能力, 当链条受到冲击时发挥出自身强大的抵抗能力, 进而增强产业链韧性[21]。因此, 本文提出如下假设:

H4: 数字贸易通过提高贸易效率促进产业链韧性的提升。

## 4. 样本选择及数据说明

### 4.1. 样本选择与数据来源

考虑到数据的可获得性及完整性, 本文选用 2010~2021 年中国 259 个地级市作为初始研究样本, 数据来源于《中国城市统计年鉴》、各省市统计年鉴和国泰安数据库(CSMAR)。

### 4.2. 模型设定与变量定义

#### 4.2.1. 基准模型设定

本文考察的是数字贸易对产业链韧性的影响, 采用同时控制城市和年份的双向固定效应的面板数据回归, 模型设定如下:

$$ICR_{it} = \delta_0 + aTRADE_{it} + \delta_1 \sum Controls_{it} + \omega_i + \sigma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,  $i$  代表城市,  $t$  代表时间,  $\beta_0$  为常数项, 被解释变量  $ICR_{it}$  表示各城市的产业链韧性;  $TRADE_{it}$  表示各城市的数字贸易水平;  $\beta_1$  代表各城市数字贸易对产业链韧性的影响程度,  $Controls_{it}$  表示一系列的控制变量,  $\omega_i$  为个体固定效应,  $\sigma_t$  为时间固定效应,  $\varepsilon_{it}$  为随机扰动项。

#### 4.2.2. 中介模型设定

除了基准回归模型体现的直接效应, 为了进一步探究数字贸易能否通过创新效应、提高物流水平和提高外资水平来影响产业链韧性, 验证假设 H2~H4, 本文参照温忠麟(2014) [22]中介模型设定如下:

$$ICR_{it} = \delta_0 + aTRADE_{it} + \delta_1 \sum Controls_{it} + \omega_i + \sigma_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$M_{it} = \delta_0 + bTRADE_{it} + \delta_1 \sum Controls_{it} + \omega_i + \sigma_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$ICR_{it} = \delta_0 + aTRADE_{it} + cM_{it} + \delta_1 \sum Controls_{it} + \omega_i + \sigma_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中,  $M_{it}$  代表中介变量, 其余变量定义同式(1)相同。

### 4.3. 变量定义

#### 4.3.1. 核心解释变量

数字贸易水平( $TRADE$ )。从前文已阐述的定义出发, 参考了张凯等(2023)、李胜会等(2022)、赵春明等(2024)等研究[23]-[25], 本文结合地级市数据的可获得性建构指标体系, 如表 1 所示, 最后通过熵权 TOPSIS 法进行综合测算, 得到各地级市的综合数字贸易水平。

Table 1. Index system for the development level of digital trade  
表 1. 数字贸易发展水平指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标属性
数字贸易基础设施水平	信息网络基础	互联网宽带接入用户数	正向
		移动电话普及度	正向
	创新要素基础	科学技术支出占地方一般公共预算支出比重	正向
		信息传输计算机服务和软件业从业人员	正向
	数字化产出	电子商务交易额	正向
		软件业务收入	正向
贸易潜力	贸易开放度	进出口贸易总额占 GDP 比值	正向
	物流运输环境	邮政业务收入	正向
		交通运输、仓储及邮政业从业人数	正向
	消费能力	信息传输、软件和信息技术服务业上市公司数量 <sup>1</sup>	正向
		电信业务总量	正向
政策环境	跨境电子商务综合试验区	是否为跨境电子商务综合试验区	正向
	自由贸易试验区	是否为自贸试验区	正向

4.3.2. 被解释变量

产业链韧性(ICR)。根据已有研究对产业链韧性的概念界定以及测度方法，结合本文对产业链韧性的概念解读，本文借鉴陈晓东等、李胜会等的研究([14] p. 28, [24] p. 46)，从产业多样化和创新能力两个维度综合测度产业链韧性，利用熵权法测算出产业多样化和创新能力的综合发展指数，即产业链韧性。其中，创新能力利用地区专利授权数衡量；产业多样性采用赫芬达尔 - 赫希曼指数(Herfindahl-Hirschman Index, HHI)的倒数测度，公式如下：

$$Indiv = \frac{1}{HHI} = 1 / \sum_i^N S_i^2 \tag{5}$$

其中， $S_i^2$  表示  $i$  产业产值占地区生产总值的比重。

4.3.3. 控制变量

为了更全面分析数字贸易对产业链韧性的影响机制，本文聚焦于城市发展差异方面进行深入剖析，本文选取如下控制变量：① 基础设施水平(*Infras*)：采用人均城市道路面积取对数来衡量；② 消费潜力(*Consume*)：采用城镇居民人均收入取对数来衡量消费潜力；③ 失业风险(*Unemployment*)：利用城镇登记失业人员数(万人)取对数来衡量城市的失业风险；④ 城镇化率(*Urban*)：采用城镇人口与地区总人口之比来表示城镇化率；⑤ 金融发展水平(*Finance*)：利用年末金融机构人民币各项存款余额占 GDP 的比重来衡量。

4.4. 描述性统计

表 2 展示了变量的描述性统计结果，各变量的观测值均正常。

Table 2. Descriptive statistics  
表 2. 描述性统计

变量	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
ICR	3108	0.412	0.856	0.012	6.976

<sup>1</sup> 信息传输、软件和信息技术服务业由电信、广播电视和卫星传输服务，互联网和相关服务，软件和信息技术服务业构成

续表

<i>TRADE</i>	3108	0.555	1.248	0.013	7.658
<i>Infras</i>	3108	2.786	0.438	0.315	4.096
<i>Consume</i>	3108	10.243	0.346	9.242	11.513
<i>Unemployment</i>	3108	0.653	0.825	-4.791	6.653
<i>Urban</i>	3108	0.558	0.148	0.181	1
<i>Finance</i>	3108	1.434	0.688	0.371	20.101

## 5. 实证结果分析

### 5.1. 多重共线性检验

在进行基准回归前先对各个变量进行多重共线性检验，多重共线性是在多元线性回归中，用于检测变量之间是否存在线性相关关系，可能会因为数据收集局限性、变量测度、经济现象的内在联系等原因产生该问题。本文借助 Stata 对样本数据进行方差膨胀因子(VIF)检验，当方差膨胀因子低于 10 的时候可以认为不存在多重共线性问题，由表 3 可知，本文变量的 VIF 值在 1.22~2.34 之间，因此可以说明变量不存在多重共线性问题，可以继续进行基准回归实证检验。

**Table 3.** Multicollinearity test  
**表 3.** 多重共线性检验

Variable	VIF	1/VIF
<i>TRADE</i>	1.59	0.6281
<i>Infras</i>	1.32	0.7557
<i>Consume</i>	2.34	0.4273
<i>Unemployment</i>	1.22	0.8202
<i>Urban</i>	1.83	0.5474
<i>Finance</i>	1.34	0.7462
<i>Mean VIF</i>	1.61	

### 5.2. 基准回归

考虑到可能存在不随时间变化的遗漏变量问题，本文采用双向固定效应模型，根据前文的基准回归模型设定进行基准回归，该模型能够有效控制个体差异和时间趋势，从而更准确地揭示数字贸易与产业链韧性之间的关系，回归结果如表 4 所示。

**Table 4.** Benchmark regression results  
**表 4.** 基准回归结果

变量	ICR	ICR	ICR	ICR	ICR	ICR
	(模型 1)	(模型 2)	(模型 3)	(模型 4)	(模型 5)	(模型 6)
<i>TRADE</i>	0.601*** (0.016)	0.600*** (0.015)	0.600*** (0.015)	0.600*** (0.015)	0.599*** (0.015)	0.599*** (0.015)
<i>Infras</i>		-0.067***	-0.068***	-0.068***	-0.065***	-0.066***

续表

		(0.022)	(0.023)	(0.023)	(0.022)	(0.022)
<i>Consume</i>			0.033	0.032	0.032	0.024
			(0.067)	(0.068)	(0.068)	(0.070)
<i>Unemployment</i>				-0.001	-0.001	-0.001
				(0.012)	(0.012)	(0.012)
<i>Urban</i>					-0.214	-0.214
					(0.156)	(0.156)
<i>Finance</i>						-0.008
						(0.010)
<i>Constant</i>	0.042***	0.214***	-0.105	-0.098	0.002	0.087
	(0.009)	(0.055)	(0.641)	(0.643)	(0.622)	(0.640)
<i>Observations</i>	3108	3108	3108	3108	3108	3108
<i>R-squared</i>	0.935	0.935	0.935	0.935	0.936	0.936
个体固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES

注：\*\*\*、\*\*、\*表示在 1%、5%、10%的水平上显著性，标准误差经城市层面聚类调整，以下各表同。

本文采取逐步回归法，在不引入控制变量的情况下，回归系数为 0.601，且在 1%的水平下显著，这说明数字贸易不断发展会对产业链韧性产生显著的促进作用，初步证实了前文的研究假设。加入控制变量后系数依旧在 1%水平下显著为正，系数变化不明显，这说明数字贸易发展对增强产业链韧性的影响不受其他控制变量的显著干扰，数字贸易有助于增强产业链各环节之间的协同性和稳定性，从而提升产业链韧性，假设 1 得以验证。

5.3. 稳健性检验

为了证明前文研究结果的可靠性，本文通过替换变量、剔除省会和直辖市、核心解释变量滞后一期、剔除极端值、调整样本期、利用工具变量解决内生性问题检验和门槛效应检验来进行稳健性检验，进一步说明前文基准回归的结果的准确性、可靠性。

5.3.1. 替换核心解释变量

为了确保数字贸易发展能够提高产业链韧性结论的可靠性，本文采用跨境电子商务综合试验区政策作为核心解释变量进行回归。已有研究用该政策变量测度数字贸易[26] [27]，表 5 中的模型 1 汇报了以跨境电子商务综合试验区为解释变量时的回归结果，数字贸易对产业链韧性的影响系数为 0.193 且在 1%的水平下显著，原解释变量的回归系数为 0.599，系数虽然降低，但都在 1%的水平下显著为正，说明数字贸易对提高产业链韧性具有促进作用，证明了结论依旧具有稳健性。

5.3.2. 剔除省会、直辖市

为了防止地级市之间存在较大差异产生的特殊样本问题，本文在原有样本的基础上剔除了省会城市和直辖市，回归结果如表 5 中的模型 2，当剔除省会和直辖市后，数字贸易对产业链韧性的影响系数是 0.541，且在 1%的水平下显著，和前文的基准回归结果一致，证明研究结论具有稳健性。



5.3.3. 核心解释变量滞后

前文在探究数字贸易对产业链韧性关系时，基准回归以当期地级市数字贸易发展水平进行回归，然而数字贸易对产业链韧性的影响可能存在滞后性，为了更准确地捕捉提高数字贸易水平能否对产业链韧性产生积极影响，排除数字贸易的滞后性问题，本文对数字贸易发展进行了滞后一期的处理后再回归。回归结果如表 5 中的模型 3，结果显示数字贸易对产业链韧性的影响系数为 0.552 且在 1%水平下显著，进一步证实了数字贸易与产业链韧性之间存在紧密的关联。

5.3.4. 排除极端值

为避免异常值对估计结果产生的误导性影响，本文对所有连续变量进行上下 1%的缩尾处理，然后重新进行回归分析。回归结果如表 5 中模型 4 所示，在排除极端值后，解释变量的系数符号与前文的基准回归结果一致，且仍然在 1%的水平上显著，这表明在排除极端值的干扰后，数字贸易的促进作用依然存在，说明本文的基本结论具有稳健性，进一步增强了前文基准回归的可信度。

5.3.5. 调整样本期

政策的实时变化对产业链韧性会产生极大的影响，所以在研究过程中，考虑到政策变动和外部冲击等因素可能对研究结果产生影响调整样本期。2018 年 4 月，湖南省率先实行产业链链长制并取得了一定的成绩，随后各省开始执行。同时，2020 年全球性的突发事件对贸易产生了不小的冲击，调整样本期剔除 2020 年以后的样本，排除了其他外部影响因素，更好地解释数字贸易对产业链韧性的影响。本文将样本期调整为 2010~2017 年，回归结果如表 5 中模型 5 所示，数字贸易对产业链韧性的影响系数为 0.613 且在 1%的水平上显著，较基准回归系数变大，说明 2010~2017 年的产业链韧性水平受数字贸易的影响程度大，2018 年后因有关保障产业链安全稳定的政策的出台，数字贸易对产业链韧性的影响程度有所降低，确保了研究结果能够真实反映数字贸易对产业链韧性的影响。

Table 5. Robustness test  
表 5. 稳健性检验

变量	替换核心解释变量	剔除省会、直辖市	核心解释变量滞后一期	1%缩尾处理	调整样本期
	(模型 1)	(模型 2)	(模型 3)	(模型 4)	(模型 5)
TRADE		0.541*** (0.044)		0.580*** (0.013)	0.613*** (0.029)
Did	0.193*** (0.008)				
L1.TRADE			0.552*** (0.018)		
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES
个体固定效应	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	3108	1848	2849	3108	2072
R-squared	0.775	0.917	0.754	0.945	0.931

5.4. 内生性检验

本文利用工具变量法来解决内生性问题，参考韦志文和冯帆(2023) [28]的研究以及韩承斌等(2024)

[29]的研究，选取滞后一期的数字贸易发展水平、各市到“八纵八横”光缆骨干网节点城市的球面距离与跨境电子商务综合试验区政策实施的虚拟变量的交互项作为工具变量，并用两阶段最小二乘法进行回归检验。“八纵八横”光缆骨干网节点城市的选址核心依据是全国通信网络的拓扑结构、早期电信骨干网基础、地理区位、人口与经济的宏观分布，而非单个城市的数字贸易水平、产业链韧性或短期产业波动。球面距离是地理固有属性，不受人为政策调整、产业发展等因素影响，测量结果客观且稳定，不会因产业链韧性或数字贸易活跃度的变化而改变。结果如表 6 所示，说明在考虑内生性问题的情况下，本文在前文得出的结论具有稳健性。

Table 6. Endogeneity test  
表 6. 内生性检验

变量	TRADE	ICR	TRADE	ICR
	(1) first	(2) two	(3) first	(4) two
TRADE		0.636*** (0.019)		0.421*** (0.026)
L.TRADE	0.985*** (0.012)			
Distance			0.015*** (0.001)	
控制变量	YES	YES	YES	YES
个体固定效应	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES
Observations	2849	2849	3108	3108
R-squared	0.734	0.940	0.216	0.908

5.5. 机制分析

本文在上述部分通过实证分析验证了本文的研究假设，即数字贸易的发展能够不断增强产业链韧性，但其内部传导机制仍需进一步证实，接下来将探讨研究假设提及的内在机制是否成立。

5.5.1. 数字贸易对产业链韧性的集聚效应机制

本文以各地级市生产总值与行政区域面积的比值衡量[30]。表 7 中模型(1)和模型(2)汇报了集聚效应内在机制的回归结果，数字贸易对经济集聚水平的影响系数为 0.093，在 1%水平下显著，这表明数字贸易能够提升经济集聚水平，同时通过了 Bootstrap 检验，95%的置信区间为[0.1645~0.2869]，不包含 0。证明数字贸易的发展能够有效提升城市的经济集聚水平，从而促进产业链韧性的提升，假设 H2 得到证据支持。

5.5.2. 数字贸易对产业链韧性的人力资本机制

本文选取每万人普通高等学校在校学生数来衡量人力资本水平[31]。表 7 中模型(3)和模型(4)汇报了提升人力资本水平的内在机制，数字贸易对人力资本水平的影响系数为 0.839，在 1%水平下显著，这表明数字贸易能够显著提升人力资本水平，人力资本水平对产业链韧性的影响系数为 0.007，在 5%水平下显著，同时通过了 Bootstrap 检验，95%的置信区间为[0.011~0.016]，检验通过，说明数字贸易的发展能够显著推动提高人力资本水平，从而促进产业链韧性的提升，假设 H3 得到实证检验支持。

5.5.3. 数字贸易对产业链韧性的贸易效率机制

本文以公路货运量与公路里程数的比值来衡量运输水平[32]，结果如表 7 中模型(5)和模型(6)所示，汇报了提高运输水平的内在机制，数字贸易对运输水平的影响系数为 0.018，在 1%水平下显著，这表明数字贸易能够提升运输水平，经济集聚水平对产业链韧性的影响系数为 0.133，在 5%水平下显著，同时通过了 Bootstrap 检验，95%的置信区间为[0.201~0.516]，贸易效率机制检验通过，说明数字贸易能够显著提升运输水平，从而减少贸易成本，增强产业链韧性，假设 H4 得到实证检验支持。

Table 7. Test results of mediating mechanism  
表 7. 中介机制检验结果

	Ag	ICR	Hr	ICR	Transportation	ICR
	(模型 1)	(模型 2)	(模型 3)	(模型 4)	(模型 5)	(模型 6)
TRADE	0.093*** (0.027)	0.575*** (0.014)	0.839*** (0.218)	0.593*** (0.016)	0.018*** (0.007)	0.596*** (0.015)
Ag		0.255*** (0.075)				
Hr				0.007** (0.005)		
Transportation						0.133** (0.064)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	3108	3108	3108	3108	3108	3108
R-squared	0.234	0.946	0.243	0.936	0.019	0.937
Boot 95% CI	[0.1645~0.2869]		[0.011~0.016]		[0.201~0.516]	
个体固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES

5.6. 异质性分析

前文中我们通过基准回归、稳健性检验和中介机制检验对数字贸易的影响效应进行了实证分析，并证实了数字贸易对增强产业链韧性的促进作用以及两者之间的间接传导机制。本节将继续区分城市等级、创新型城市以及数字基础设施水平来考察数字贸易对产业链韧性的异质性影响。

5.6.1. 城市等级异质性

本文将依据第一财经·新一线城市研究所发布的 2023《城市商业魅力排行榜》对地级市进行划分，分为一线城市、二线城市、三线城市和其他城市。结果如表 8 所示，在区分城市等级后，无论哪个级别城市的数字贸易对产业链韧性的影响系数依旧为正，即对增强韧性有促进作用，由一线城市到其他城市的系数依次为 0.677、0.554、0.498 和 0.487，呈递减趋势，这说明一线城市的数字贸易水平对产业链韧性的影响最明显，三线以下的其他城市的影响程度最小。

Table 8. Heterogeneity of city level  
表 8. 城市等级异质性

	一线城市	二线城市	三线城市	其他城市
TRADE	0.677***	0.554***	0.498***	0.487***

续表

	(0.021)	(0.016)	(0.018)	(0.020)
<i>Observations</i>	216	348	780	1764
<i>Contrals</i>	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES
个体固定效应	YES	YES	YES	YES
<i>R-squared</i>	0.976	0.960	0.963	0.951

5.6.2. 创新型城市异质性

本文根据科技部和中国科技信息研究所公开发布的《国家创新型城市创新能力评价报告》将样本分为创新型城市和非创新型城市，分类进行回归分析，深入讨论数字贸易在不同创新能力城市中对产业链韧性的异质性。结果如表 9 中的模型 1 和模型 2 所示，模型 1 为创新型城市，模型 2 为非创新型城市，两类城市的影响系数都在 1% 水平下显著为正，但创新型城市的系数略大于非创新型城市，说明创新型城市的数字贸易发展对增强产业链韧性的力度更大。

5.6.3. 数字基础设施水平异质性

本文采用各城市年度互联网宽带接入用户规模与当地年末户籍人口数的比值作为数字基础设施建设水平的衡量指标，通过年度中位数将各市分为数字基础设施建设水平高、低两组进行异质性检验。结果如表 9 中模型(3)~(4)所示，不同数字基础设施水平下，数字贸易对产业链韧性的促进作用存在差异，高水平地区对产业链韧性提升的促进作用更强。

Table 9. Innovative cities and heterogeneity of digital infrastructure level  
表 9. 创新型城市及数字基础设施水平异质性

	创新型城市异质性		数字基础设施水平异质性	
	(模型 1)	(模型 2)	(模型 3)	(模型 4)
<i>TRADE</i>	0.638*** (0.015)	0.490*** (0.016)	0.620*** (0.016)	0.511*** (0.021)
控制变量	YES	YES	YES	YES
<i>Observations</i>	688	2420	1576	1532
<i>R-squared</i>	0.951	0.953	0.939	0.956
时间固定效应	YES	YES	YES	YES
个体固定效应	YES	YES	YES	YES

6. 研究结论与建议

党的二十大报告强调要提升产业链供应链韧性，数字贸易作为数字经济的重要延伸，当前关于其对产业链韧性的影响研究仍不充分。本文以 2010~2021 年中国 259 个地级市为样本，通过双向固定效应模型实证分析发现，数字贸易能显著提升产业链韧性，经多种稳健性检验后该结论依然成立，进一步拓展了相关研究领域。同时验证了数字贸易通过提升经济集聚、人力资本和运输水平三条路径赋能产业链韧性，异质性分析显示，一线城市、创新型城市和数字基础设施水平高的城市，数字贸易对产业链韧性的促进作用更显著，而低等级、非创新型及数字基建薄弱城市的促进作用不明显。该研究为推动数字贸易

发展、提升产业链韧性提供了理论和实践支撑, 也为制定差异化政策提供了参考。

基于上述结论, 提出三方面建议: 一是提升数字贸易发展水平, 加大核心数字技术研发投入, 推动产学研协同创新, 完善数字人才培养体系, 加强网络基础设施和数据中心建设, 健全信息安全法律法规与监管机制, 优化数字贸易发展环境。二是强化产业链自身韧性, 加快建设现代化产业体系, 推动产学研融合和技术转化, 打造优势产业集群、布局未来产业, 推进产业数字化转型; 实施区域差异化战略, 加强政策引导和财政支持, 促进区域间数字基建互联互通与产业合作, 提升产业链协同创新能力。三是应对外部环境影响, 积极开拓国内外市场, 扩大数字贸易应用领域, 借助“一带一路”倡议推动数字贸易国际化, 企业加强品牌建设和市场调研, 政府保护企业合法权益, 推动我国数字贸易标准走向国际。

## 基金项目

吉林省财政厅基本科研经费项目“吉林省加快发展新质生产力研究”(JX-JBKY-2025-12); “人工智能驱动下吉林省低空经济发展路径研究研究经费”(JX-JBKY-2026-13)。

## 参考文献

- [1] 中国社会科学院工业经济研究所课题组, 张其仔. 提升产业链供应链现代化水平路径研究[J]. 中国工业经济, 2021(2): 80-97.
- [2] 刘洪愧, 赵文霞, 邓曲恒. 数字贸易背景下全球产业链变革的理论分析[J]. 云南社会科学, 2022(4): 111-121.
- [3] 贾怀勤, 高晓雨, 许晓娟, 等. 数字贸易测度的概念架构、指标体系和测度方法初探[J]. 统计研究, 2021, 38(12): 30-41.
- [4] 高晓雨, 王梦梓, 贾怀勤. 数字贸易测度研究——从聚焦数字实际交付服务到数字贸易全覆盖[J]. 统计研究, 2023, 40(11): 17-28.
- [5] 段丁允, 冯宗宪. 中国城市群数字贸易发展水平测度[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2023, 43(3): 44-60.
- [6] 姚战琪. 数字贸易、产业结构升级与出口技术复杂度——基于结构方程模型的多重中介效应[J]. 改革, 2021(1): 50-64.
- [7] 贺梅, 王燕梅. 数字贸易与制造业就业——来自中国 A 股上市公司的证据[J]. 经济与管理研究, 2023, 44(9): 66-84.
- [8] 戴艳娟, 沈伟鹏. 跨境电商改革与出口企业数字技术创新——基于跨境电子商务综合试验区的准自然实验[J]. 西部论坛, 2024, 34(1): 47-62.
- [9] 刘月, 郭亚红. 数字经济、产业链韧性与流通业高质量发展[J]. 商业经济研究, 2022(19): 176-179.
- [10] 李胜会, 戎芳毅. 产业链现代化的渐进逻辑: 破解锁定与韧性提升[J]. 广东社会科学, 2022(5): 37-47.
- [11] 贺正楚, 李玉洁, 吴艳. 产业协同集聚、技术创新与制造业产业链韧性[J]. 科学学研究, 2024, 42(3): 515-527.
- [12] 李萌, 何宇, 潘家华. “双碳”目标、碳税政策与中国制造业产业链韧性[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(9): 22-34.
- [13] 段浩. 新冠疫情对我国产业链韧性的压力测试及应对举措[J]. 中国工业和信息化, 2020(3): 94-96.
- [14] 陈晓东, 杨晓霞. 数字化转型是否提升了产业链自主可控能力? [J]. 经济管理, 2022, 44(8): 23-39.
- [15] 肖兴志, 李少林. 大变局下的产业链韧性: 生成逻辑、实践关切与政策取向[J]. 改革, 2022(11): 1-14.
- [16] 江英, 隋广军, 杨永聪. 自贸试验区建设助推产业链供应链韧性提升的机理及路径——以粤港澳大湾区为例[J]. 国际贸易, 2023(6): 55-63.
- [17] 陈晓东, 刘洋, 周柯. 数字经济提升我国产业链韧性的路径研究[J]. 经济体制改革, 2022(1): 95-102.
- [18] Paunov, C. and Rollo, V. (2016) Has the Internet Fostered Inclusive Innovation in the Developing World? *World Development*, 78, 587-609. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.029>
- [19] 韩民春, 张霄. 数字贸易赋能制造业出口产品升级——基于技术复杂度视角的研究[J]. 工业技术经济, 2023, 42(2): 106-114.
- [20] 刘英杰. 数字物流、供应链弹性与流通产业链韧性[J]. 商业经济研究, 2023(2): 30-33.
- [21] 张正荣, 刘丹, 邬关荣. 数字经济对制造业产业链韧性的空间溢出效应[J]. 浙江理工大学学报(社会科学), 2023,



- 50(5): 531-538.
- [22] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
- [23] 张凯, 刘冬媛, 于世海. 数字贸易对出口技术复杂度的影响研究——基于金融发展有调节的中介效应模型检验[J]. 经济问题探索, 2023(2): 144-159.
- [24] 李胜会, 戎芳毅. 知识产权治理如何提升产业链韧性?——基于国家知识产权示范城市政策的实证检验[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2022, 44(5): 92-107.
- [25] 赵春明, 杨宏举. 数字贸易如何影响统一大市场建设: 基于中国 272 个地级市的经验证据[J]. 世界经济研究, 2024(2): 3-17, 135.
- [26] 姚战琪. 创新驱动政策对数字贸易国际竞争力的影响——以国家自主创新示范区试点为准自然实验[J]. 改革, 2024(3): 48-62.
- [27] 李翠妮, 崔卫杰, 董超, 等. 自由贸易试验区设立对中国数字贸易发展的促进效应研究[J]. 国际贸易, 2023(4): 19-30.
- [28] 韦志文, 冯帆. 数字贸易对碳排放的影响——基于“一带一路”沿线 48 国的经验证据[J]. 现代经济探讨, 2023(8): 65-77.
- [29] 韩承斌, 王智新. 数字经济能否缓解企业金融资源错配?——基于“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 南京财经大学学报, 2024(6): 89-99.
- [30] 李丰雅文, 赵诚, 周均霞. 金融开放对商贸流通业结构升级的影响——基于贸易开放与技术进步的中介作用[J]. 商业经济研究, 2024(14): 10-14.
- [31] 巩艳红, 肖昱玲. 科技金融政策对碳中和技术创新的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2024, 34(10): 66-79.
- [32] 陈雨生, 孙召发, 韩杨, 等. 农村土地制度改革促进城乡融合发展路径与机制[J]. 经济地理, 2023, 43(5): 36-45.