

DOI:10.3969/j.issn.1674-8131.2025.06.003

# 实数融合对企业供应链韧性的影响

## ——兼论企业外部环境的调节效应

沈洁<sup>1</sup>, 张可云<sup>2</sup>, 费敏<sup>3</sup>

(1. 国际关系学院 经济金融学院, 北京 100091; 2. 中国人民大学 应用经济学院, 北京 100872;  
3. 中国科学院大学 经济与管理学院, 北京 100190)

**摘要:**实体经济和数字经济深度融合是把握新一轮科技革命和产业变革大趋势、推进高质量发展和中国式现代化的必然要求。在当前全球化遭遇逆流, 部分国家“脱钩断链”威胁增大的背景下, 有必要深入探究实数融合对供应链韧性的影响。本文基于复杂网络模型, 运用最强关系路径方法测度行业实数融合程度, 利用1701家上市公司2016—2020年的数据分析发现: 行业实数融合与企业供应链韧性之间呈现倒U型关系, 且主要表现为提升作用; 该倒U型关系受到企业外部环境的调节, 市场不确定性提高会强化行业实数融合的影响(倒U型曲线更陡峭、曲线拐点左移), 而企业市场地位和经济政策不确定性提高会弱化行业实数融合的影响(倒U型曲线更平缓、曲线拐点右移); 规模较小和高科技行业企业供应链韧性受行业实数融合的影响较大, 行业实数融合与东部企业供应链韧性之间存在倒U型关系, 但与非东部企业供应链韧性不存在倒U型关系。应基于企业特点制定实数融合推进策略, 并优化企业外部环境, 促进实数融合的区域协调发展。

**关键词:**实数融合; 供应链韧性; 企业外部环境; 倒U型关系; 市场不确定性; 市场地位; 经济政策不确定性

中图分类号: F062.5; F273.7 文献标志码: A 文章编号: 1674-8131(2025)06-0025-16

**引用格式:** 沈洁, 张可云, 费敏. 实数融合对企业供应链韧性的影响——兼论企业外部环境的调节效应[J]. 西部论坛, 2025, 35(6): 25-40.

SHEN Jie, ZHANG Ke-yun, FEI Min. The impact of the integration of the real economy and the digital economy on enterprise supply chain resilience: On the moderating effect of enterprise external environment[J]. West Forum, 2025, 35(6): 25-40.

\* 收稿日期: 2025-09-28; 修回日期: 2025-11-28

**基金项目:** 国际关系学院创新团队建设项目“统筹发展和安全的经济学分析: 约束条件、分析框架和实现路径”(3262024T05)

**作者简介:** 沈洁(1991), 女, 内蒙古鄂尔多斯人; 副教授, 博士, 主要从事区域经济一体化与全球经济治理研究。张可云(1964), 男, 湖南临湘人; 教授, 博导, 博士, 主要从事区域经济理论与政策研究。费敏(2004), 通信作者, 女, 安徽合肥人; 硕士研究生, 主要从事金融管理与区域经济研究; E-mail: fm13305607026@uir.edu.cn。

## 一、引言

党的二十届三中全会指出,要“健全促进实体经济和数字经济深度融合制度”,并对加快构建促进数字经济发展体制机制、完善促进数字产业化和产业数字化政策体系等作出新的部署,为我国加快发展数字经济、促进实体经济和数字经济深度融合指明了方向和路径。相比于党的二十大报告中“加快发展数字经济,促进数字经济和实体经济深度融合”的提法,党的二十届三中全会采用了新的表述,将“实体经济”放到“数字经济”前面。这并非文字排序上的简单换位,而是体现了以习近平同志为核心的党中央对当前我国经济发展问题的精准锚定和对发展路径方向的正确把握。习近平总书记强调,“不论经济发展到什么时候,实体经济都是我国经济发展、我们在国际经济竞争中赢得主动的根基”。这就意味着,实体经济和数字经济深度融合(以下简称实数融合)要以实体经济为主体和根基,数字经济发展必须依托实体经济,否则就可能脱实向虚,走偏走歪,给整个经济体系带来结构性风险。党的二十届四中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》同样强调,“坚持把发展经济的着力点放在实体经济上”“促进实体经济和数字经济深度融合”。2022年底,我国数字经济规模已突破50万亿元,占GDP比重达到41.5%,预计2025年我国数字经济规模将超过60万亿元。由此可见,近年来我国数字经济发展迅速,已成为经济增长的重要引擎,在此基础上进一步推进实数融合是把握新一轮科技革命和产业变革大趋势、推进高质量发展和中国式现代化的必然要求。

与此同时,世界经济进入深刻变化与调整阶段。一方面,全球经济整体增速明显放缓,外部需求缩减,不确定性增加;另一方面,大国关系牵动国际形势,外部环境动荡加剧,单边主义、保护主义抬头,地缘政治风险攀升,全球产业链供应链体系加速重构。双重不利因素叠加,导致我国产业链供应链处于不稳定不确定的国际环境中,面临着技术封锁、中间品断供和产业外移等多重挑战,缺链、短链、断链、堵链等问题和风险突出。在此背景下,2023年中央经济工作会议提出要“提升产业链供应链韧性和安全水平”,将产业链供应链安全提升至战略新高度。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》进一步强调要“夯实国家安全基础保障,确保粮食、能源资源、重要产业链供应链、重大基础设施安全”,明确了产业链供应链韧性和安全对社会主义现代化行稳致远的重要性。安全是发展的前提,发展是安全的保障。习近平总书记指出:“没有安全和稳定,一切都是空谈。”那么,在经济全球化明显失速、美国加大对华遏制打压并威胁“脱钩断供”的情况下,能否依托实数融合提升我国企业供应链韧性?如果答案是肯定的,实数融合又是通过何种机制提升企业供应链韧性的?本文旨在回答上述问题。具体来讲,建立行业实数融合赋能企业供应链韧性管理和安全保障的理论框架,并通过定量测度行业间实数融合程度和企业供应链韧性,实证考察行业实数融合对企业供应链韧性的影响及其作用机制,以期为挖掘实数融合潜能、夯实产业链供应链安全基础提供具有明确实践意义的对策建议。

## 二、文献综述

21世纪初,Rice和Caniato(2003)<sup>[1]</sup>首次提出了“供应链韧性”的概念。其后,Christopher和Peck(2004)<sup>[2]</sup>进一步定义了供应链韧性,将其描述为“供应链受到冲击后能够恢复到原状态或更加理想状态的能力”。当前,全球保护主义抬头、民粹主义势力兴起,供应链的复杂性和不确定性日益增加,各种突发事件频繁发生,使得供应链面临的风险和中断威胁不断加剧。在此背景下,供应链韧性已成为学术界、产业界和政府共同关注的焦点。其中,针对企业供应链韧性的实证研究大体上可分为两类:一类是对企业供应链韧性的测度。如綦方中和张磊磊(2022)<sup>[3]</sup>从不确定事件发生前、发生时和发生后3个阶

段对企业供应链韧性进行评价;柳彩莲(2023)<sup>[4]</sup>通过区分企业供应链的上下游,分别从原材料供给的供应商韧性和产品需求的客户韧性角度衡量企业的供应链韧性;王会艳等(2024)<sup>[5]</sup>则从企业经营角度切入,基于冗余资源、财务实力、协作关系、营运能力、人力资本5个维度构建企业供应链韧性评价指标体系。另一类研究重点考察影响企业供应链韧性的因素,以及如何提升企业供应链韧性。具体而言,在企业外部环境方面,诸如大国博弈(马翠廉等,2025)<sup>[6]</sup>、外资撤出(田泽等,2025)<sup>[7]</sup>、地缘政治风险(刘璠等,2025)<sup>[8]</sup>等国际因素,重大自然灾害(魏龙等,2024)<sup>[9]</sup>、公共卫生安全事件(赵玲等,2024)<sup>[10]</sup>等国内不确定性因素,以及智能制造试点示范行动(王锋正等,2025)<sup>[11]</sup>、国家审计改革(徐玉德等,2025)<sup>[12]</sup>等政策因素,都会对企业供应链韧性产生重要影响;在企业内部因素方面,人工智能应用(宋华等,2024;王鹏等,2025)<sup>[13-14]</sup>、新质生产力发展(盛明泉等,2025)<sup>[15]</sup>、ESG表现改善(韩一鸣等,2025)<sup>[16]</sup>等都能显著增强企业供应链韧性。

随着数字时代的到来,越来越多的研究开始聚焦于数字化、数字经济等对企业供应链韧性的影响。在微观层面,葛新庭等(2024)<sup>[17]</sup>研究表明,数字化转型通过增强企业的外部资源管控能力和内部资源整合能力促进企业供应链韧性提升;李晓梅和刘姗姗(2025)<sup>[18]</sup>分析认为,数据要素作为关键的生产资料,能够通过增强供应链主体韧性和关系韧性赋能企业供应链韧性提升。在宏观层面,方福前等(2024)<sup>[19]</sup>证实了地区数字经济发展能够显著增强本地企业供应链韧性。目前,有少数研究关注到数实技术融合对企业供应链韧性或企业韧性的影响。郎旭华等(2025)<sup>[20]</sup>研究发现,数实技术融合能够通过提升企业的竞争力增强企业供应链韧性;陈磊和王慧新(2025)<sup>[21]</sup>研究表明,实数技术融合主要通过提升劳动力结构、降低行业和客户集中度增强企业韧性。但是,这些研究的“数实融合”表述未能突出实体经济在融合过程中的主体作用,且均参考黄先海和高亚兴(2023)<sup>[22]</sup>的研究,基于企业申请的数字技术专利数来衡量企业维度的实数技术融合水平,没有考察行业维度实数融合的影响。此外,既有文献大多将实数融合与供应链韧性的关系设定为线性因果,未进一步探讨实数融合不同阶段对企业供应链韧性影响的差异性。

鉴于上述,本文旨在系统探究行业维度的实数融合对企业供应链韧性的非线性影响,同时考察企业外部环境在其中发挥的调节作用。本文边际贡献主要包括以下三个方面:第一,在研究方法上,结合复杂网络理论和行业间投入产出数据,构建了一种较为新颖的实数融合程度测量方法,可以从宏观层面客观准确地综合考量实数融合的两个维度——产业数字化(实体部门对数字投入的利用水平)与数字产业化(数字部门相互之间的拉动力度),既为本文研究提供了合理切实的指标支撑,也为后续研究提供了科学可靠的方法参考。第二,在研究视角上,既分析了实数融合的积极性效应,也探究了实数融合可能引致的负面影响,为辩证看待实数融合的微观经济效应提供了新的视角。第三,在研究内容上,不仅验证了行业实数融合对企业供应链韧性的非线性影响,还考察了企业外部环境对二者关系的调节作用,并分析了企业规模、行业技术属性、地理区位等方面的异质性,为实数融合影响企业供应链韧性提供了丰富的经验证据,有助于深入认识和充分发挥实数融合促进企业供应链韧性提升的积极作用。

### 三、理论分析与研究假设

#### 1. 行业实数融合对企业供应链韧性的影响

一方面,行业实数融合程度的提高意味着该行业内企业的实数融合水平整体提升,这一过程通过影响企业内部和企业之间的资源配置、信息流动、市场交易等重塑产业链供应链结构(白新华等,



2023)<sup>[23]</sup>。另一方面,处于同一行业内的企业之间存在“同业竞争”关系,当头部企业率先推进实数融合时,其他企业会倾向于“模仿”和“追随”,从而带动整个行业的实数融合水平提升。因此,行业实数融合程度提升一定会辐射到行业内所有企业,直接体现为企业数字化水平的进步。

企业经营管理面临的供应链风险主要包括需求风险、供给风险、运营风险、物流风险、环境风险等五种类型,行业实数融合程度的提高可以通过以下渠道缓释供应链风险,从而增强企业供应链韧性:第一,改善企业的生产模式,帮助企业适应市场需求的快速变化和消费者需求的多样化,实现更为精准的生产控制,也就是降低需求风险;第二,帮助企业寻找到生产效率更高、产品质量更好的供应商和合作伙伴,有利于企业构建多元化的供应体系,从而降低供给风险;第三,帮助企业优化生产经营决策,促使企业通过改进生产计划、完善库存策略等压缩生产经营成本、提高资源配置效率,从而降低运营风险;第四,有助于畅通企业供应链,达成高效、准时、可追溯、低成本的资源和产品流动体系,降低物流风险。然而,行业实数融合也可能加剧供应链风险,削弱企业供应链韧性:一方面,数字技术和工具一旦出现故障,可能造成数据丢失、管理失控、安全事故等问题,导致运营风险增加;另一方面,由于数字空间的开放性,行业实数融合可能加剧企业面临的网络攻击、数据泄露、信息篡改等环境风险;此外,过度依赖他国的数据要素、数字技术还可能因政治风险而导致“卡脖子”问题,增加供给风险。

因此,行业实数融合对企业供应链韧性的影响存在“两面性”,也就是说,随着行业实数融合程度的加深,二者之间的关系可能呈现非线性特征:在行业实数融合程度较低时,数字化不仅能够帮助企业改进生产模式、优化生产流程、提高生产效率和资源利用率,还有助于企业搜寻更优质的合作伙伴,促进企业与供应商、客户之间的协同合作,并增强供应链的透明度和可追溯性,使得企业能够更及时、准确地掌握供应链各环节的信息,从而快速响应市场需求的变化。随着供应链各环节的信息透明度提高、决策效率提升、响应速度加快,由数据驱动的决策优化能够帮助企业在面对突发事件时更快作出反应,增强企业供应链的适应性和恢复能力。尤其在企业面对市场波动、供应中断等突发情况时,平台化作为数字经济和数字技术引领供应链韧性提升的重要模式(陈晓东等,2022)<sup>[24]</sup>,能够快速为企业提供决策支持和实时信息,供应链的上下游企业通过线上平台突破原有信息沟通的时空限制,不仅可以降低供应链中断的风险,还有助于企业协同对抗风险,实现共同“稳链”。

不过,随着行业实数融合的逐步深化,企业会面临新的挑战和风险。技术的不断升级和应用可能导致系统复杂性增加,管理难度随之上升。此时,过度依赖数据和技术可能导致企业供应链在应对不可预见的风险时变得僵化,难以快速做出灵活应对,供应链韧性反而可能降低。一旦数字系统出现故障,整个供应链可能会陷入瘫痪。同时,企业在数字化过程中可能因片面追求经营效率和成本节约而忽视对风险防控能力的建设,难以有效应对网络攻击和外部制裁等对供应链韧性造成的冲击。此外,随着数字技术水平的整体上升,企业面临的供应商数据泄露、客户信息被窃、外国技术限制等风险和威胁也迅速升级。所以,行业实数融合的持续深化可能出现边际效益递减现象,即随着实数融合的不断加深,其对企业供应链韧性的强化作用逐渐减弱,在行业实数融合达到一定程度后甚至会对企业供应链韧性产生弱化作用。

基于上述分析,本文提出基本假设 H1:行业实数融合程度与企业供应链韧性呈现非线性的倒 U 型关系。

## 2. 企业外部环境的调节作用

随着数字技术的不断发展和更新迭代,企业面临的外部环境也在不断变化。企业外部环境可分为

社会环境系统(包括政治环境、经济环境、法律环境等)、市场环境系统(包括市场容量、市场结构、竞争对手等)和自然环境系统(赵锡斌,2004)<sup>[25]</sup>。企业作为市场竞争的主体,存在于特定的环境中,其生产和经营活动都会受到外部环境的影响。本文基于企业的市场环境和社会环境,结合微观与宏观视角,探讨市场不确定性(市场波动)、企业市场地位(竞争对手)和经济政策不确定性(经济环境)三大环境因素在行业实数融合影响企业供应链韧性中的调节作用。

(1)市场不确定性的影响。市场不确定性主要来自企业所处行业和市场不可预测的变化(王鹏飞等,2023)<sup>[26]</sup>,会引起企业核心内部业务的波动(申慧慧等,2012)<sup>[27]</sup>。面对市场不确定性的增加,企业需要具备更强的应变能力和灵活性,以确保自身供应链的持续稳定。在实数融合初期阶段,数字化能够有效提升企业效率。企业依托大数据、物联网、人工智能等数字技术及时获取和处理大量市场信息,能够更准确地预测市场波动,从而及时发现潜在的供应链风险,并快速采取应对措施以增强供应链韧性,而这种机制在市场不确定性较高时会发挥更大的功效。随着行业实数融合程度的提升,企业能够在高不确定性市场环境中更好地利用信息的实时传递和高效的数据分析能力相机决策,并结合实际情况及时调整运营策略。例如,在面对市场需求剧烈波动时,企业运用数字技术手段实时跟踪消费者偏好、竞争对手动态等信息,有助于企业及时调整生产和物流策略,减少过度库存或缺货的风险。因此,在不确定性较高的市场环境中,行业实数融合能够帮助企业更好地掌控信息流,做出更快速、更精准的决策,从而更有效地增强供应链的适应性和恢复力。然而,随着行业实数融合的不断深化,在不确定性较高的市场环境中,过于依赖数据和技术的企业也可能“矫枉过正”。例如,企业可能会对每一个小波动都作出过度反应,导致供应链策略的调整过于频繁,这不仅耗费时间和资源,还可能引发一系列的连锁反应,不利于保持稳定的供应链合作关系,从而削弱企业供应链韧性。

基于上述分析,本文提出假设 H2:市场不确定性正向调节行业实数融合与企业供应链韧性之间的关系,即市场不确定性越高,行业实数融合对企业供应链韧性的影响越大。

(2)企业市场地位的影响。企业的市场地位包括生产网络位置和市场势力两个方面,反映了企业在行业内、市场上的定价权和竞争力。市场地位高的企业拥有一定的规模优势和竞争优势,在供应链中通常占据主导地位(章铁生等,2022)<sup>[28]</sup>。市场势力越强、在产业链供应链中地位越高的企业,拥有的合作伙伴、交易机会等越多,及时洞察机会和风险的能力越强,相应的供应链韧性也就越强,因而数字技术应用对其供应链韧性的增强作用越弱(方福前等,2024)<sup>[19]</sup>。同时,市场地位高的企业具有竞争力与话语权,往往掌握着信息、技术等优势资源,能够汇聚供应链上下游的各类要素,可以通过影响供应链上游企业的渠道策略和供应链下游企业的价格策略来控制供应链利润(吉利等,2019)<sup>[29]</sup>,而企业供应链本质上也就是上游供应商和下游客户之间的关系缔结(柳彩莲,2023)<sup>[4]</sup>。因此,市场地位较高的企业原本就具备较强的供应链韧性,并拥有充足的供应链管理能力和资源,即使利用传统的供应链管理方法也能较好地对供应链进行维护,在此情形下,行业实数融合对其供应链韧性的影响较小;而市场地位较低的企业,供应链韧性和供应链管理本身较弱,行业实数融合能够对其供应链管理和供应链韧性产生较大影响。

基于此,本文提出假设 H3:企业市场地位负向调节行业实数融合与企业供应链韧性之间的关系,即企业市场地位越高,行业实数融合对企业供应链韧性的影响越弱。

(3)经济政策不确定性的影响。面对经济政策不确定性,供应链是否具备足够的韧性来应对逆境和竞争,对企业的可持续发展尤为重要(战相岑等,2021)<sup>[30]</sup>。经济政策的频繁变动可能导致企业在数据收集、存储和使用等方面面临更多的风险和监管要求,需要投入更多的资源用于供应链的合规管理,这

会在一定程度上抵消行业实数融合带来的效益提升。同时,当经济政策不确定性增强时,政策的不稳定会影响企业管理层对未来经济形势的判断。出于风险规避动机,企业进行数字化投资决策时会更加谨慎,倾向于选择在现有融资条件下短期收益明显的实数融合项目,这会制约行业实数融合对企业供应链韧性的影响。在行业实数融合的初期,由于产业改造升级的方向较难把握(王超等,2023)<sup>[31]</sup>,经济政策不确定性增强会使得企业对数字化转型更为谨慎,数字化投资也更为稳健,进而制约行业实数融合对企业供应链韧性的强化作用。当行业实数融合达到较高水平时,企业通常已经具备较高的数字化水平和数据处理能力,但经济政策不确定性增强同样会使其决策更加慎重,并在一定程度上减弱过度实数融合对企业供应链韧性的负向影响。特别是在当下波诡云谲的世界政治经济环境中,地缘政治和大国竞争无时无刻不影响着经济政策稳定性,不仅在产业链供应链发展方面会遭遇保护主义约束,数智技术发展也是处处受制于人,实数融合程度较高行业的企业必须慎重考虑对数字化的进一步投资与应用,以免受到更大的负面影响。

基于上述分析,本文提出假设 H4:经济政策不确定性负向调节行业实数融合与企业供应链韧性之间的关系,即经济政策不确定性越高,行业实数融合对企业供应链韧性的影响越弱。

四、实证研究设计

1. 模型构建

为检验行业实数融合对企业供应链韧性的非线性影响,建立如下基准回归模型:

$$RES_{c,i,j,t} = \alpha_0 + \alpha_1 RDI_{i,t} + \alpha_2 RDI_{i,t}^2 + \gamma CON_{c,i,j,t} + \mu_c + \sigma_i + \delta_t + \varepsilon_{c,i,j,t}$$

其中,下标  $c, i, j, t$  分别代表城市、行业、企业和年份,被解释变量  $RES_{c,i,j,t}$  为  $t$  年  $c$  城市  $i$  行业  $j$  企业的供应链韧性,核心解释变量  $RDI_{i,t}$  ( $RDI_{i,t}^2$  为其二次项) 为  $t$  年  $j$  企业所在  $i$  行业的实数融合程度,  $CON_{c,i,j,t}$  代表企业层面的一系列控制变量,  $\mu_c$ 、 $\sigma_i$ 、 $\delta_t$  和  $\varepsilon_{c,i,t}$  分别表示城市固定效应、行业固定效应年、年份固定效应和随机干扰项。

为检验企业外部环境的调节效应,在基准模型中引入调节变量及其与核心解释变量的交乘项:

$$RES_{c,i,j,t} = \alpha_0 + \alpha_1 RDI_{i,t} + \alpha_2 RDI_{i,t}^2 + \alpha_3 RDI_{i,t} \times M + \alpha_4 RDI_{i,t}^2 \times M + \gamma CON_{c,i,j,t} + \mu_c + \sigma_i + \delta_t + \varepsilon_{c,i,j,t}$$

其中,  $M$  为调节变量,其他符号同基准模型。在引入交乘项前,对  $M$  和  $RDI$  的一、二次项进行中心化处理,以减轻多重共线性问题。

2. 变量测度

(1)被解释变量“企业供应链韧性”(RES)。借鉴王会艳等(2024)<sup>[5]</sup>的研究,从冗余资源、财务实力、协作关系、营运能力、人力资本 5 个维度选取 7 个定量指标(见表 1),采用因子分析法测度样本企业的供应链韧性水平,其值越大则韧性越强。

表 1 供应链韧性测度指标体系

一级指标	二级指标	测算方式
冗余资源	沉淀性冗余资源	管理费用与营业收入的比值
	净资产收益率	净利润与股东权益余额的比值
财务实力	总资产净利润	净利润与总资产余额的比值



续表 1

一级指标	二级指标	测算方式
协作关系	供应链集中度	向前五大供应商采购占比与向前五大客户销售占比的均值
营运能力	应付账款周转率	营业成本与应付账款平均占用额的比值
	应收账款周转率	营业收入与应收账款平均占用额的比值
人力资本	本科及以上学历人数占比	本科及以上学历人数占总员工人数的比例

(2) 核心解释变量“行业实数融合程度”(RDI)。本文运用复杂网络理论,基于行业间投入产出网络测度行业节点的实数融合水平。之所以采用这种衡量方式,是考虑到实体经济与数字经济的深度融合具有二重性,即包括数字产业化(数字经济自身的发展)和产业数字化(实体经济对数字要素、技术和模式的融合利用)两个方面(沈洁等,2025)<sup>[32]</sup>。具体而言,实数融合表现在以下三个环节:一是技术应用。数字基础设施的建设和数字技术的应用,为实体产业的数字化转型提供了基础条件和技术支持,也直接决定了实数融合的深度。二是业务融合。电子商务、数字贸易以及共享经济等新兴经济业态,通过平台化和网络化的运营模式,打破传统经济的时空限制,优化资源配置。三是价值创造。不同于传统的实体经济主要依托物质资源的投入与加工来创造价值,实数融合通过充分利用数据资源与分析技术探索新的价值增长点,推动培育新质生产力。综合而言,实数融合的实践过程离不开各行各业增加对数字基础设施、数字技术、数据要素等数字投入的使用,表现为数字行业节点对投入产出网络中所有节点拉动力度的不断提升。其中,数字行业对数字行业的拉动力度增强即“数字产业化”,而数字行业对实体行业的拉动力度提升即“产业数字化”,二者均为实数融合的组成部分。投入产出数据能够真实地体现行业间要素流动情况,直接反映各部门对来自数字部门的资源利用水平。不同于直接消耗系数和完全消耗系数,最强依赖度在连接两个行业的所有可能路径中找出拉动力最强的路径,更适用于反映实体部门与数字部门的融合深度(Xu et al., 2019)<sup>[33]</sup>。因此,本文基于最强依赖度衡量行业实数融合程度:首先,以国家统计局于2021年发布的《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》为依据对数字经济部门进行筛选,确定“计算机、通信和其他电子设备制造业”“电信、广播电视和卫星传输服务业”“互联网和相关服务业”以及“软件和信息技术服务业”为数字经济部门;然后,基于直接消耗系数矩阵,计算行业间的最强依赖度(两个行业之间技术经济联系最为紧密的路径),即  $G_{mn} = \max \prod_{m \neq k_1 \neq k_2 \neq \dots \neq n} a_{mk_1} a_{k_2 k_3} \dots a_{k_p n}$ ,  $G_{mn}$  为行业  $n$  对行业  $m$  的最强依赖度(最强关系路径值),  $a_{mn}$  为行业  $n$  对行业  $m$  的直接消耗系数;最后,借鉴张晴和于津平(2021)<sup>[34]</sup>的方法,采用行业的数字投入(对数字行业的最强依赖度之和)与总投入(对所有行业最强依赖度之和)之比衡量实数融合程度。

(3) 控制变量(CON)。参考现有相关文献,选取能综合反映企业关键特征且与企业供应链韧性密切相关的5个指标作为控制变量:一是“上市年龄”(Age),用当年年份与企业上市年份之差加1的自然对数值衡量;二是“资产规模”(Size),用企业总资产的自然对数值衡量;三是“股权集中度”(Top1),用第一大股东持股比例衡量;四是“成长性”(Growth),用营业收入增长率衡量;五是“董事会规模”(Dire),用企业董事会人数的自然对数值衡量。

(4) 调节变量(M)。根据理论分析,选取以下3个调节变量:一是“市场不确定性”(MU),采用经行业调整的过去五年企业营业收入的变异系数来衡量;基于企业过去五年的数据,以营业收入为因变量对年份作OLS回归,所得残差作为企业的异常收入;用过去五年异常收入的标准差除以过去五年正常收入的均值,得到未经行业调整的市场不确定性;用未经行业调整的市场不确定性除以行业市场不确定性

(同年度同行业所有企业未经行业调整的市场不确定性的中位数),得到经行业调整的市场不确定性。二是“市场地位”(MS),借鉴徐星美等(2022)<sup>[35]</sup>的方法,用勒纳指数衡量,具体计算公式为“(营业收入-营业成本-管理费用-销售费用-财务费用)/营业收入”,其值越大则企业的市场地位越高。三是“经济政策不确定性”(EPU),采用“中国经济政策不确定性指数”(数据来源:[http://www. policyuncertainty. com/china\\_monthly. html](http://www.policyuncertainty.com/china_monthly.html))衡量,以该指数一年内 12 个月的算术平均值除以 100 表征年度经济政策不确定性。

### 3. 样本选择与数据处理

本文研究样本包括两部分:一是基于国家统计局发布的投入产出表编制形成的 149 个行业节点。由于原始投入产出表不连续,借鉴李宝瑜和张靖(2012)<sup>[36]</sup>提出的 RAS 方法,编制缺失年份的投入产出表,得到 2016—2020 年的数据。二是 2016—2020 年 1 701 家沪深 A 股上市公司,通过剔除观察期内被 ST、\*ST 等特殊处理的样本和重要数据缺失严重的样本后得到。由于核心解释变量为行业维度,而被解释变量和控制变量为企业维度,根据投入产出表行业代码及证监会行业分类代码,将上市企业分别与其所处行业进行数据匹配。企业数据来源于国泰安数据库(CSMAR),主要变量的描述性统计结果见表 2。“企业供应链韧性”最大值为 2.350,最小值为-2.320,中位数为-0.020,说明企业间的供应链韧性差异较大,且样本期间过半数的样本企业供应链韧性为负,有较大提升空间;“行业实数融合程度”的均值为 0.116,最大值为 0.793,最小值为 0.001,标准差为 0.233,整体分布和发展较为稳定,但行业间存在显著差异。

表 2 主要变量描述性统计结果

变量类型	变量名称	变量符号	观测数	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
被解释变量	企业供应链韧性	RES	8 505	-0.012	0.458	-2.320	-0.020	2.350
核心解释变量	行业实数融合程度	RDI	8 343	0.116	0.233	0.001	0.013	0.793
控制变量	上市年龄	Age	8 490	2.985	0.276	1.946	2.996	3.989
	资产规模	Size	8 146	22.372	1.225	18.393	22.245	27.855
	股权集中度	Top1	8 505	0.331	0.145	0.000	0.307	0.855
	成长性	Growth	8 125	0.997	51.511	-1.000	0.086	4 610.628
	董事会规模	Dire	8 489	2.115	0.198	1.099	2.197	2.833
	市场不确定性	MU	8 312	2.375	8.578	0.001	1.000	337.741
调节变量	市场地位	MS	8 505	4.116	2.025	0.950	4.722	6.876
	经济政策不确定性	EPU	8 490	0.131	0.175	-7.421	0.120	0.816

## 五、实证结果与分析

### 1. 基准回归

基准模型的检验结果见表 3。*RDI* 一次项的系数在 1%水平上显著为正,*RDI* 二次项的系数在 1%水



平上显著为负,符合倒 U 型关系特征,即随着行业实数融合程度的不断提升,其对行业内企业供应链韧性的影响方向由增强转变为削弱,假设 1 得到验证。当行业实数融合程度处于较低水平时,实数融合促进了企业之间的信息交换和资源共享,能够显著提升行业内企业供应链韧性水平。在这一阶段,企业加快数字化转型产生的技术创新和资源整合效应使企业在面对行业竞争、外部冲击和市场变化时,能够更加灵活地调整策略,迅速适应,从而提高供应链韧性。随着行业实数融合不断深化,过度依赖数字工具和外部数字资源反而可能导致企业灵活性下降,对企业供应链韧性产生负面影响。此时,虽然企业仍能通过数字化实现规模效应和效率提升,但企业的决策和运行可能会因过度依赖数字系统而缺乏自主应变能力,在面对突发事件(如平台发生故障、系统出现安全问题、外部供应链中断等)时失去灵活调整的空间,致使企业供应链体系的脆弱性增加。

表 3 基准回归结果

变 量	RES	RES	RES	RES	RES
<i>RDI</i>	1.470 *** (0.298)	1.468 *** (0.300)	1.536 *** (0.299)	1.567 *** (0.300)	1.594 *** (0.303)
<i>RDI</i> <sup>2</sup>	-1.693 *** (0.367)	-1.767 *** (0.368)	-1.872 *** (0.366)	-1.906 *** (0.368)	-1.931 *** (0.373)
<i>Age</i>		-0.076 *** (0.019)	-0.069 *** (0.019)	-0.058 *** (0.020)	-0.063 *** (0.020)
<i>Size</i>		-0.050 *** (0.004)	-0.055 *** (0.004)	-0.052 *** (0.004)	-0.052 *** (0.005)
<i>Top1</i>			0.348 *** (0.036)	0.358 *** (0.036)	0.361 *** (0.037)
<i>Growth</i>				-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
<i>Dir</i>					-0.002 (0.033)
常数项	-0.072 *** (0.013)	1.268 *** (0.107)	1.248 *** (0.106)	1.131 *** (0.109)	1.153 *** (0.123)
固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>	8 343	8 032	8 032	7 853	7 403
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.212	0.226	0.235	0.231	0.239

注:括号内为标准误,\*、\*\*和\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%的水平上显著,固定效应包括城市、行业、年份固定效应,后表同。

仅根据基准回归模型中核心解释变量一次项和二次项的系数符号和是否显著,就确定是否存在 U 型或倒 U 型关系是不够严谨的。为此,进一步进行 Utest 检验,检验结果见表 4,可以看出,斜率范围为 [-1.216,1.466],且先为正后为负。同时,计算出 *RDI* 的极值点为 0.434,在样本取值范围[0.001,0.793]之内,进一步验证了行业实数融合程度与企业供应链韧性之间存在倒 U 型关系。此外,根据对 *RDI* 的分位点统计(见表 5),*RDI* 的拐点 0.434(即极值点)位于其 75%与 90%分位点之间,表明多数样

本落在拐点左侧,即行业实数融合对企业供应链韧性的作用以增强为主。由此可知,当前我国大多数企业的行业实数融合还处于起步阶段,提升行业实数融合程度将增强企业供应链韧性。但仍有部分样本落在拐点右侧,且距离拐点位置较远。对五年数据进行整理统计发现,落在 90%~99%分位点范围的企业多属于 C39 行业(计算机、通信设备、视听设备、电子元器件等高科技制造业),这些行业大多属于数字经济部门,其实数融合程度更多的是体现“数字产业化”。可见,数字产业化程度的加深,或者说数字行业数字化程度的不断提高并不利于本行业企业供应链韧性提升,这也从侧面印证了“实体经济是立国之本”的正确性。

表 4 Utest 检验结果

	下界	上界
区间	0.001	0.793
斜率	1.466	-1.216
t 值	4.928	-4.045
P 值	0.000	0.000

表 5 行业实数融合程度的分位数统计

分位数	1%	5%	10%	25%	75%	90%	95%	99%
RDI	0.001 162	0.001 618	0.002 581 9	0.003 558	0.152 128	0.788 366	0.789 997	0.792 993

2. 稳健性检验

(1)工具变量法。为缓解基准模型可能存在的逆向因果关系等内生性问题,采用工具变量法进行内生性处理。参考沈洁等(2025)<sup>[32]</sup>的方法,使用 1984 年企业所在城市每万人固定电话数与滞后两期 RDI 的交乘项作为工具变量(IV),进行 2SLS 回归,检验结果见表 6 的 Panel A。Kleibergen-Paap rk LM 检验结果(统计量为 21.600)在 1%的水平上拒绝“工具变量识别不足”原假设,Cragg-Donald Wald F 检验结果(F 值为 28.850,远超 Stock-Yogo 弱工具变量识别检验 10%显著性水平上的临界值 7.030)拒绝“存在弱工具变量”的原假设,表明工具变量选择合理。第一阶段的回归结果显示,IV 和 IV<sup>2</sup> 系数均显著且符号符合预期,表明工具变量与核心解释变量具有显著的相关性;第二阶段的回归结果显示,工具变量拟合的行业实数融合程度与企业供应链韧性存在倒 U 型关系,表明在缓解内生性问题后,本文的基本假设依然成立。

(2)替换被解释变量。采用以下两种方法重新测算企业供应链韧性:一是参考张树山和谷城(2024)<sup>[37]</sup>的方法,从稳固供应链关系角度采用应收账款与收入之比的自然对数值(RES1)来反映企业的资金占用情况,其值越小表明客户对供应商的资金占用越少,供应链关系的稳定性越高。二是参考杨水清和孔颖(2024)<sup>[38]</sup>的方法,采用供需偏离度(Cost\_Coor)衡量企业供应链韧性<sup>①</sup>,其值越大意味着企业供应链韧性越弱。分别以上述两个变量为被解释变量的检验结果见表 6 的 Panel B,RDI 的系数显著为负,RDI<sup>2</sup> 的系数显著为正,同样表明行业实数融合程度与企业供应链韧性之间存在倒 U 型关系。

(3)增加控制变量。为缓解漏变量的影响,增加“托宾 Q 值”(TobinQ)、“资产负债率”(Lev)、“独立董事比例”(IDD)和“存货周转天数的自然对数值”(Inv)4 个企业层面的控制变量,重新进行检验,回归结果见表 6 的 Panel C。行业实数融合程度与企业供应链韧性的倒 U 型关系依然显著,表明控制更多影响因素后基准回归的结论依然成立,本文的研究结论非常稳健。

① 计算公式如下: $Cost\_Coor_{c,i,j,t} = \frac{\sigma(Production_{c,i,j,t})}{\sigma(Demand_{c,i,j,t})} - 1$ 。其中,  $Production_{c,i,j,t}$  为企业生产量,  $Demand_{c,i,j,t}$  为企业需求量,  $\sigma(*)$  表示变量的标准差。

表 6 稳健性检验结果

变 量	Panel A:工具变量法			Panel B:		Panel C:
	第一阶段		第二阶段	替换被解释变量		增加控制变量
	<i>RDI</i>	<i>RDI</i> <sup>2</sup>	<i>RES</i>	<i>RES1</i>	<i>Cost_Coor</i>	<i>RES</i>
<i>RDI</i>			13.380 *** (5.176)	-1.016 * (0.590)	-1.062 *** (0.329)	1.209 *** (0.283)
<i>RDI</i> <sup>2</sup>			-17.240 ** (6.776)	1.393 * (0.727)	1.281 *** (0.405)	-1.555 *** (0.348)
<i>IV</i>	0.591 *** (0.069)	0.444 *** (0.059)				
<i>IV</i> <sup>2</sup>	-0.192 *** (0.022)	-0.141 *** (0.019)				
<i>TobinQ</i>						0.055 *** (0.003)
<i>Lev</i>						-0.883 *** (0.030)
<i>IDD</i>						0.005 *** (0.001)
<i>Inv</i>						-0.010 ** (0.005)
<i>N</i>	4 643	4 643	4 643	7 401	7 359	7 283
<i>R</i> <sup>2</sup>				0.459	0.048	0.356

注:所有模型均控制了控制变量和固定效应,限于篇幅,控制变量和常数项估计结果略,后表同。

3. 调节效应检验

参考王鹏飞等(2023)<sup>[26]</sup>的分析思路,从以下三方面考察非线性调节效应:第一,通过核心解释变量与调节变量交乘项的系数是否显著考察调节变量是否具有调节效应;第二,考察调节变量对曲线形态的影响, $\alpha_4$ 显著为正(负)则曲线随调节变量的增大而趋于平缓(陡峭);第三,考察调节变量对曲线拐点的影响, $\alpha_1\alpha_4$ 与 $\alpha_2\alpha_3$ 之差若大于0,拐点右移,反之则拐点左移。根据表7的回归结果可知,三个调节变量均产生了显著的调节效应,具体分析如下。

(1)市场不确定性的调节效应。根据表7的Panel A,市场不确定性的提高显著强化了*RDI*对*RES*的正向影响,同时也加剧了*RDI*<sup>2</sup>对*RES*的负向影响,并使倒U型曲线变得更陡峭、拐点左移。可见,当市场不确定性较高时,行业实数融合对企业供应链韧性的影响更大,验证了本文的假设H2。同时,高市场不确定性还会导致行业实数融合的边际效益递减加速,过早进入对企业供应链韧性产生负向影响的阶段。

(2)市场地位的调节效应。根据表7的Panel B,企业市场地位的提高同时弱化了*RDI*对*RES*的正向影响和*RDI*<sup>2</sup>对*RES*的负向影响,表明市场地位越高的企业供应链韧性受行业实数融合的影响越小,本文的假设H3得到验证。市场地位高的企业可能已具备较强的供应链韧性,行业实数融合对其的边际提升空间较小。同时,随着企业市场地位的提高,企业的各种资源更为充裕,能更稳健地应对过度数字



化带来的不利影响,避免行业实数融合过早对企业供应链韧性产生负向影响,从而导致倒 U 型曲线更平缓 and 拐点右移。

(3) 经济政策不确定性的调节效应。根据表 7 的 Panel C,经济政策不确定性的提高削弱了  $RDI$  对  $RES$  的正向影响,同时也弱化了  $RDI^2$  对  $RES$  的负向影响,假设 H4 得到验证。经济政策频繁变动(如数据监管规则变化)会增加企业数字化的成本和风险,从而弱化行业实数融合对企业供应链韧性的提升作用;同时,经济政策不确定性提高也会使企业推进数字化转型更加谨慎,有助于延缓过度数字化对供应链韧性的不利影响,从而使倒 U 型曲线更平缓,拐点也向右移动。

表 7 调节效应检验结果

变 量	Panel A:市场不确定性	Panel B:市场地位	Panel C:经济政策不确定性
	$RES$	$RES$	$RES$
$RDI$	1.471 *** (0.298)	1.575 *** (0.307)	1.466 *** (0.304)
$RDI^2$	-1.692 *** (0.367)	-1.922 *** (0.377)	-1.739 *** (0.375)
$RDI \times MU$	0.159 *** (0.037)		
$RDI^2 \times MU$	-0.149 *** (0.051)		
$MU$	0.009 *** (0.003)		
$RDI \times MS$		-1.544 ** (0.705)	
$RDI^2 \times MS$		1.469 * (0.848)	
$MS$		0.158 *** (0.035)	
$RDI \times EPU$			-0.239 *** (0.056)
$RDI^2 \times EPU$			0.258 *** (0.069)
$EPU$			-0.029 *** (0.002)
$N$	7 854	7 256	7 557
$R^2$	0.236	0.245	0.234

#### 4. 进一步讨论:异质性分析

(1) 企业规模异质性。按照企业总资产的中位数将样本划分为大型企业和中小企业两组,分组检验结果见表 8 的 Panel A。无论企业规模大小,行业实数融合与企业供应链韧性之间均存在倒 U 型关系,其中,大型企业组系数的显著性和绝对值均小于中小企业组,表明相对于规模较大的企业,行业实数融合对规模较小企业供应链韧性的影响更大。

(2) 行业技术属性异质性。借鉴杨兴哲和周翔翼(2020)<sup>[39]</sup>的研究,将代码属于 C25~C29、C31~C32、C34~C41、I63~I65 和 M73 的企业划归高科技行业,其他企业划归非高科技行业,分组检验结果见表 8 的 Panel B。无论是高科技行业还是非高科技行业,行业实数融合与企业供应链韧性之间均存在倒 U 型关系,其中,高科技行业组系数的显著性和绝对值均大于非高科技行业组,表明相对于非高科技行业的企业,行业实数融合对高科技行业企业供应链韧性的影响更大。

(3) 地理区位异质性。按照企业所在地将样本划分为东部企业和非东部企业两组,分组检验结果见表 8 的 Panel C。对于东部企业,行业实数融合与企业供应链韧性之间存在倒 U 型关系;而对于非东部企业,行业实数融合与企业供应链韧性既不是倒 U 型关系也不是普通线性关系。可能的原因在于,东部

地区通常具备较好的基础设施、信息技术和经济网络,企业发展容易受行业实数融合的影响;而中部和西部数字经济发展相对滞后,企业多属于劳动密集型产业和资源开发型产业,且不同行业、企业间的发展差异较大,导致行业实数融合对企业供应链韧性的影响更为复杂多样。

表 8 异质性分析结果

变 量	Panel A:企业规模异质性		Panel B:行业技术属性异质性		Panel C:地理区位异质性	
	大型企业	中小企业	高科技行业	非高科技行业	东部企业	非东部企业
	RES	RES	RES	RES	RES	RES
<i>RDI</i>	0.977 ** (0.409)	1.767 *** (0.443)	1.895 *** (0.470)	0.939 ** (0.398)	1.673 *** (0.355)	-2.673 (1.911)
<i>RDI</i> <sup>2</sup>	-1.033 ** (0.502)	-2.241 *** (0.545)	-2.195 *** (0.560)	-1.267 ** (0.555)	-1.998 *** (0.433)	21.387 * (11.235)
<i>N</i>	3 965	3 579	4 643	4 643	4 739	2 817
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.304	0.284	0.273	0.323	0.211	0.333

六、结论与启示

本文考察了行业实数融合对企业供应链韧性的非线性影响,主要结论如下:第一,行业实数融合与企业供应链韧性之间存在显著的倒 U 型关系,对于大部分样本(75%以上)来讲,行业实数融合有利于供应链韧性提升。适度的行业实数融合能显著提升企业供应链韧性,但过度融合反而会抑制企业供应链韧性提升。第二,企业外部环境对行业实数融合与企业供应链韧性之间的关系具有调节作用。企业面临的市场不确定性提高会强化行业实数融合对企业供应链韧性的影响,并加速行业实数融合的效益递减,从而导致倒 U 型曲线更陡峭和曲线拐点左移;企业市场地位提高和经济政策不确定性提高则会弱化行业实数融合对企业供应链韧性的影响,导致倒 U 型曲线更平缓 and 曲线拐点右移。第三,行业实数融合程度与企业供应链韧性之间的关系会因企业规模、行业科技属性和地理区位的不同而表现出异质性。规模较小的企业灵活性和适应性较强,且对行业变化更为敏感,其供应链韧性受行业实数融合的影响较大;相比之下,规模较大的企业组织结构和业务流程相对复杂,供应链本身较为完善但又面临更多的协调和管理问题,因而其供应链韧性受行业实数融合的影响较小。相比非高科技行业企业,高科技行业企业通常具有较高的技术创新能力和数字化水平,能够更好地利用数字技术优化供应链管理,同时也可能因过度依赖先进技术而面临更大风险,导致其供应链韧性受行业实数融合的影响较大。在东部地区,行业实数融合与企业供应链韧性之间存在倒 U 型关系;而在非东部地区,行业实数融合对企业供应链韧性的影响较为复杂,既不是简单的倒 U 型关系,也不是普通的线性关系。目前,无论是行业实数融合的发展,还是企业供应链韧性的提升,都处于关键时期,未来还将面临诸多挑战。根据本文研究结论,得到如下启示:

第一,在行业层面,应结合行业特质与实数融合发展阶段实施分类指导。要构建行业层面的实数融合监测体系,并设定差异化的发展路径。对于实数融合程度较深的行业,如部分电子设备制造业,应推动其从技术应用向韧性建构转型,通过构建行业数字孪生平台和完善供应链风险预警系统,实现从效率优先向韧效平衡的战略转向。对于尚处于实数融合初期的行业,则应避免简单复制高科技行业的融合模式,开展模块化、可替代的数字化改造,在关键环节部署柔性制造系统与分布式供应链网络,为后续的

融合深化预留调整空间与转型弹性。同时,要建立和完善行业协同创新平台,促进高融合行业与低融合行业之间的技术扩散与能力嫁接,通过组织产业链对接、共享实验场景等方式,形成以大带小、以强促弱的良性互动机制,推动构建梯次衔接、韧性强化的产业生态体系。

第二,在企业层面,政府和市场应共同努力,降低企业面临的不确定性与竞争压力,从而延缓实数融合的边际效益递减,延展实数融合的韧性提升区间。市场应完善价格形成机制和供求信息发布制度等,提高市场透明度和稳定性,帮助企业更准确地预测市场变化,减少市场波动对企业生产经营的不利影响。政府应保持经济政策的稳定性,减少政策变动对企业的负面影响。在制定和调整政策时,应充分考虑不同行业、不同类型企业的特点和需求,实施精准化的政策支持。如2019年多方联合发布的《关于促进中小企业健康发展的指导意见》,通过预留采购份额、价格评审优惠等方式,支持中小企业在政府采购活动中获得更多的订单,鼓励中小企业与大企业建立稳定的配套协作关系,增强其供应链弹性与韧性。此外,还应持续推进全国统一大市场建设,尽可能提升企业的市场地位和竞争力,帮助企业稳链固链。

第三,在区域层面,政府应加强区域间的合作与协同,推动数字技术、人才、资金等资源向中西部地区流动,促进区域间实数融合的均衡发展。对于东部地区,鼓励其在实数融合领域先行先试,积累经验,发挥示范引领作用,带动中西部地区的数字化转型和产业升级。对于中西部地区,政府应加大政策扶持和资源倾斜力度,帮助其提升实数融合水平。2018年发布的《关于建立更加有效的区域协调发展新机制的意见》和2020年发布的《关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》,均强调缩小中西部地区与东部地区的数字鸿沟。要加快在西部地区建设一批数字经济基础设施,提高网络带宽、数据中心等基础设施的服务能力,为实数融合的深化提供坚实基础。要鼓励东部数字产业向中西部梯度转移,强化区域产业链协同,保障全国供应链的安全与稳定。

#### 参考文献:

- [1] RICE J, CANIATO F. Supply chain response to terrorism: Creating resilient and secure supply chains (Chapter 1) [R]// Supply chain response to terrorism project interim report. Cambridge, MA: MIT Centre for Transportation and Logistics, 2003: 1-11.
- [2] CHRISTOPHER M, PECK H. Building the resilient supply chain[J]. The International Journal of Logistics Management, 2004, 15(2): 1-14.
- [3] 慕方中, 张磊磊. 基于改进灰色预测模型的供应链韧性评价与预警研究[J]. 工业技术经济, 2022, 41(12): 100-107.
- [4] 柳彩莲. 数字化转型对流通企业供应链韧性的影响研究[J]. 商业经济研究, 2023(4): 29-32.
- [5] 王会艳, 陈优, 谢家平. 数字赋能中国制造业供应链韧性机理研究[J]. 软科学, 2024, 38(3): 8-13.
- [6] 马翠廉, 李冰, 杨少鲜. 大国博弈、数字化转型与企业供应链韧性——基于专精特新“小巨人”企业的实证研究[J]. 供应链管理, 2025, 6(6): 44-53.
- [7] 田泽, 张丽敏, 任阳军. 外资撤出对企业供应链韧性的影响——基于融资约束与技术双溢出的视角[J]. 工业技术经济, 2025, 44(7): 100-110.
- [8] 刘璠, 秦续天. 美国对华科技“脱钩”政策如何影响企业供应链韧性——基于双重差分法的准自然实验分析[J/OL]. 科技进步与对策, 1-10(2025-03-31). <https://link.cnki.net/urlid/42.1224.G3.20250328.1534.002>.
- [9] 魏龙, 蔡培民, 潘安. 供应链冲击、多元化战略与企业发展韧性——来自中国重大自然灾害的证据[J]. 中国工业经济, 2024(9): 118-136.
- [10] 赵玲, 黄昊. 不确定性冲击、数字技术创新与供应链韧性[J]. 中南财经政法大学学报, 2024(4): 148-160.
- [11] 王锋正, 刘曦萌. 智能制造政策、知识重构与供应链韧性[J]. 经济管理, 2025, 47(4): 154-170.
- [12] 徐玉德, 邓扬, 刘晓颖. 国家审计改革何以促进国有企业供应链韧性提升——基于组建党委审计委员会的准自然实



- 验[J]. 财政研究,2025(9):33-46.
- [13] 宋华,韩梦玮,沈凌云.人工智能在供应链韧性塑造中的作用——基于迈创全球售后供应链管理实践的案例研究[J]. 中国工业经济,2024(5):174-192.
- [14] 王鹏,陈蝶欣.人工智能技术应用与企业韧性——来自机器学习构建 AI 词典的经验证据[J]. 经济学动态,2025(9):98-117.
- [15] 盛明泉,裴彩霞,许绍双.企业新质生产力发展与供应链韧性——基于全要素生产率和 ESG 视角的分析[J]. 改革,2025(4):73-86.
- [16] 韩一鸣,胡洁,于宪荣.企业 ESG 表现与产业链供应链韧性——基于信号传递的视角[J]. 经济与管理研究,2025,46(9):3-20.
- [17] 葛新庭,谢建国,杨洪娜.数字化转型与企业供应链韧性——来自中国上市公司与供应商的证据[J]. 中南财经政法大学学报,2024(3):136-150.
- [18] 李晓梅,刘姗姗.数据要素赋能企业供应链韧性:理论机制与实证检验[J]. 科技进步与对策,2025,42(5):1-11.
- [19] 方福前,杨宏,陈光兴.数字经济对企业供应链韧性的影响及其机制研究——基于企业供应商数目变化的视角[J]. 经济纵横,2024(4):62-72.
- [20] 郎旭华,冒睿嘉,周亚虹.实数技术融合对我国企业供应链韧性影响研究[J]. 上海经济研究,2025(8):43-54.
- [21] 陈磊,王慧新.实数技术融合与企业韧性——兼论环境不确定性的调节作用[J]. 工业技术经济,2025,44(6):68-78.
- [22] 黄先海,高亚兴.数实产业技术融合与企业全要素生产率——基于中国企业专利信息的研究[J]. 中国工业经济,2023(11):118-136.
- [23] 白新华,李国英.以数实融合提升产业链供应链韧性的现实思考[J]. 区域经济评论,2023(6):63-68.
- [24] 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.
- [25] 赵锡斌.企业环境研究的几个基本理论问题[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版),2004(1):12-17.
- [26] 王鹏飞,刘海波,陈鹏.企业数字化、环境不确定性与全要素生产率[J]. 经济管理,2023,45(1):43-66.
- [27] 申慧慧,于鹏,吴联生.国有股权、环境不确定性与投资效率[J]. 经济研究,2012,47(7):113-126.
- [28] 章铁生,张承吉.供应链集中度、市场地位与商业信用传递[J]. 会计之友,2022(14):29-35.
- [29] 吉利,陶存杰.供应链合作伙伴可以提高企业创新业绩吗?——基于供应商、客户集中度的分析[J]. 中南财经政法大学学报,2019(1):38-46,65,159.
- [30] 战相岑,荣立达,张峰.经济政策不确定性与垂直整合——基于供应链视角的传导机制解释[J]. 财经研究,2021,47(2):49-63.
- [31] 王超,余典范,龙睿.经济政策不确定性与企业数字化——垫脚石还是绊脚石?[J]. 经济管理,2023,45(6):79-100.
- [32] 沈洁,杨飞洋,张可云.数实融合对中国企业碳排放的影响及其机制——基于网络协同效应视角[J]. 资源科学,2025,47(9):2047-2061.
- [33] XU M, LIANG S. Input-output networks offer new insights of economic structure[J]. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 2019, 527: 121178.
- [34] 张晴,于津平.制造业投入数字化与全球价值链中高端跃升——基于投入来源差异的再检验[J]. 财经研究,2021,47(9):93-107.
- [35] 徐星美,权小锋,朱姗姗.供应链集中度与企业创新——基于中国制造业上市公司的实证研究[J]. 商业经济与管理,2022(4):5-16.
- [36] 李宝瑜,张靖. GDP 核算口径下投入产出表调整与预测方法研究[J]. 数量经济技术经济研究,2012,29(11):149-160.
- [37] 张树山,谷城.供应链数字化与供应链韧性[J]. 财经研究,2024,50(7):21-34.
- [38] 杨水清,孔颖.数字经济对企业供应链韧性的影响及对策研究[J]. 中国物价,2024(10):31-36.
- [39] 杨兴哲,周翔翼.治理效应抑或融资效应? 股票流动性对上市公司避税行为的影响[J]. 会计研究,2020(9):120-133.

# The Impact of the Integration of the Real Economy and the Digital Economy on Enterprise Supply Chain Resilience: On the Moderating Effect of Enterprise External Environment

SHEN Jie<sup>1</sup>, ZHANG Ke-yun<sup>2</sup>, FEI Min<sup>3</sup>

(1. School of Economics and Finance, University of International Relations, Beijing 100091, China;

2. School of Applied Economics, Renmin University of China, Beijing 100872, China;

3. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

**Summary:** The deep integration of real economy and digital economy is an inevitable requirement for grasping the major trend of the new round of scientific and technological revolution and industrial change, and for promoting high-quality development and Chinese-style modernization. In the context of the current globalization backlash and the increasing threat of “decoupling and chain breakage” in some countries, can the integration of real economy and digital economy help to improve the resilience of China’s supply chain? Based on a complex network model, this paper uses the strongest-relationship path method to quantitatively measure the degree of industrial integration of real economy and digital economy. It also constructs a measurement system for supply-chain resilience using data from 1,701 Chinese listed enterprises from 2016 to 2020. Empirical tests have revealed that there is an inverted U-shaped relationship between the degree of industrial real-digital integration and enterprise supply chain resilience. At present, this integration mainly plays a role in enhancing supply chain resilience. This inverted U-shaped relationship is regulated by the characteristics of the external environment of the enterprise, and is enhanced or weakened with the changes in different attributes and different levels of the environment. The relationship between real-digital integration and supply chain resilience is heterogeneously influenced by firm size, industry characteristics, and the regions where enterprises are located. The above research conclusions provide new evidence for exploring the impact of the degree of integration of the real economy and the digital economy on supply chain resilience. The conclusions suggest that at the policy level, strategies for promoting the integration of the real economy and the digital economy should be formulated based on enterprise characteristics, the enterprise external environment should be optimized, and coordinated development among the eastern, central, and western regions should be promoted. The findings suggest that policies should be formulated based on enterprise characteristics, with the aim of promoting real-digital integration, thereby optimizing the external business environment and ultimately fostering coordinated development across the eastern, central, and western regions.

**Keywords:** integration of real economy and digital economy; supply chain resilience; enterprise external environment; inverted U-shaped relationship; market uncertainty; market position; economic policy uncertainty

**CLC number:** F062.5; F273.7

**Document code:** A

**Article ID:** 1674-8131(2025)06-0025-16

(编辑:朱德东;吴倩)