

企业数字化转型可以增强供应链韧性吗？

——基于2013~2023年我国A股非金融类上市公司的经验证据

程 柯, 郭龄晔, 周禹丞

南京信息工程大学商学院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年7月1日; 录用日期: 2025年7月18日; 发布日期: 2025年8月28日

摘 要

作为企业信息化建设发展新阶段, 数字化转型是企业实现与供应商、采购商及其他渠道客户深度协同合作、促进供应链成员企业整体高效联动的重要途径, 但现实中企业存在“重数字技术应用、轻供应链韧性构建”现象, 数字化转型能否提升供应链韧性存有疑议, 亟需理论逻辑的解构和经验证据的检验。文章选取2013~2023年我国A股非金融类上市公司有关数据, 实证检验企业数字化转型对供应链韧性影响。研究发现: 数字化转型能够显著增强企业供应链韧性; 中介机制检验表明, 数字化转型可以通过增强持续绿色创新水平、降低融资约束来增强企业供应链韧性; 异质性分析表明, 相对于重污染企业和民营企业而言, 数字化转型对非重污染行业和国有企业的供应链韧性增强效果更为明显。

关键词

数字化转型, 供应链韧性, 融资约束, 绿色创新水平

Can Digital Transformation of Enterprises Enhance Supply Chain Resilience?

—Based on the Empirical Evidence of Non-Financial Listed Companies in China's A-Share Market from 2013 to 2023

Ke Cheng, Lingye Guo, Yucheng Zhou

School of Business, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing Jiangsu

Received: Jul. 1st, 2025; accepted: Jul. 18th, 2025; published: Aug. 28th, 2025

Abstract

As a new stage of enterprise information construction development, digital transformation is a

crucial approach for enterprises to achieve in-depth collaborative cooperation with suppliers, purchasers, and other supply chain clients, as well as to promote the overall efficient interaction among all member enterprises in the supply chain. However, there is a phenomenon of “emphasizing digital technology application and neglecting supply chain resilience construction” in enterprises. Whether digital transformation can enhance supply chain resilience urgently needs the deconstruction of theoretical hypotheses and empirical evidence testing. The paper selects relevant data from non-financial listed companies on China’s A-share market from 2013 to 2023 to empirically test the impact of digital transformation on supply chain resilience. Research has found that digital transformation can significantly enhance the resilience of enterprise supply chains; Mechanism testing shows that digital transformation can enhance the resilience of enterprise supply chains by enhancing sustained green innovation levels and reducing financing constraints; Heterogeneity analysis shows that compared to heavy polluting enterprises and private enterprises, digital transformation has a more significant effect on enhancing the supply chain resilience of non-heavy polluting industries and state-owned enterprises.

Keywords

Digital Transformation, Supply Chain Resilience, Financing Constraints, Green Innovation Level

Copyright © 2025 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

近年来，全球以数字化技术为核心的信息化进程发展迅猛，企业赖以生存与发展的环境正经历着前所未有的深刻变革。在全球供应链面临地缘政治冲突、自然灾害频发及需求波动加剧等多重不确定性的背景下，企业供应链韧性已成为应对商务环境中诸如“黑天鹅”与“灰犀牛”等潜在风险的核心能力。2018年4月，习近平总书记在全国网络安全和信息化工作会议上强调指出[1]，“应加快推动数字产业化，依靠信息技术创新驱动，不断催生新产业新业态新模式”，“要推动产业数字化，利用互联网新技术新应用对传统产业进行全方位、全角度、全链条的改造，提高全要素生产率，释放数字对经济发展的放大、叠加、倍增作用。”数字化转型作为企业信息化转型的“迭代升级版本”，其以物联网、大数据、区块链及数字孪生等具体技术重塑供应链运作模式，从实时数据监测到智能决策优化，数字化转型被视为企业利用信息化手段提升供应链韧性与抗风险能力的关键路径。然而，实践中不少企业仍存在“重数字技术应用、轻供应链韧性构建”的现象，数字化转型能否提升供应链韧性存有疑议。“拒绝转型面临淘汰、盲目转型招致失败”的两难困境严重影响企业在数字经济背景下供应链的构建与优化。数字化转型如何系统性影响供应链韧性的内在机制亟需相关理论的科学解构和经验证据的充分检验。

尽管“数字化转型”与“供应链韧性”是近年来电子商务研究领域的热点议题，但现有文献多聚焦于单一技术或特定环节。例如谷城等(2025) [2]解构供应链韧性后发现，企业数字化转型可以提高供应链抵抗力和供应链恢复力，且对供应链恢复力的影响更显著；宋冬林等(2025) [3]发现数字化转型从供应链的预防能力、适应能力和恢复能力三个方面显著增强供应链韧性。鲜有文献对“数字化技术－供应链韧性提升”传导链条进行系统分析，关于数字化转型在商务网络协同、风险预警及资源配置中的动态作用机制，以及不同产权性质、规模企业的差异化路径，仍存在未尽领域。此外，在“双碳”目标与全球产业链重构的战略背景下，企业供应链韧性的内涵已从传统的“抗冲击恢复能力”拓展至“可持续发展与风

险应对的协同平衡”。数字化转型作为驱动供应链绿色化、智能化升级的核心动力，其对供应链韧性的影响已超越单个企业运营效率层面，涉及环境适应性、生态协同性等商务环境多元主体。基于此，本文结合绿色创新、资金约束等因素考察企业数字化转型对供应链韧性的影响机制，既有助于丰富数字化电子商务理论的应用场景，也为企业在复杂环境中增强供应链韧性提供实践指引。

余文结构安排如下：第二部分从理论层面分析数字化转型影响供应链韧性机制，提出相应的研究假设；第三部分为研究设计；第四部分报告实证结果；第五部分总结全文。

2. 理论分析与研究假说

企业在信息化建设提档升级过程中，首先，通过数字化转型依托物联网、大数据与 AI 技术，企业可实时采集供应链全环节数据，如库存水平、物流轨迹、供应商产能和客户订单，实现从需求预测到产能调配的动态优化，提前识别诸如原材料短缺、物流不畅等供应中断风险并生成替代方案。其次，借助区块链与协同平台，企业与上下游合作伙伴形成数据共享网络，打破信息孤岛，使采购、生产、配送环节的决策同步化，例如在零部件供应波动时，通过智能排产系统快速调整生产计划并联动物流资源，降低牛鞭效应(bullwhip effect)影响。再次，数字化转型还可赋能供应链资源的弹性配置，通过云平台整合闲置产能、仓储等资源，形成可动态调用的“资源池”，当突发事件导致某节点失效时，系统可自动激活备用供应商或物流渠道，缩短恢复周期。综上，这种“数据驱动、智能协同、弹性响应”的运行机制使供应链在面对需求波动、自然灾害或地缘政治风险时，既能通过实时监测与预测提前缓冲，又能借助网络协同与资源弹性快速恢复运营连续性，从而实现供应链韧性的系统性提升。基于此，本文提出假设 1。

H1：企业数字化转型有助于增强企业供应链韧性。

我国政府提出的“双碳”目标为制造企业数字化转型指明方向，制造企业通过大数据、技术与平台的融合驱动绿色创新。物联网、大数据等技术实时监测供应链环境数据，精准识别绿色改进点；数字化平台促进上游供应商和下游客户绿色技术共享与协同创新，加速低碳技术商业化；绿色创新成果如可再生能源应用、智能物流系统，降低对传统资源依赖，数字化系统还能评估供应商 ESG 绩效，提前布局应对风险。由此，数字化转型以绿色创新为桥梁，优化供应链资源与风险应对模式，实现供应链韧性提升。基于此，本文提出假设 2。

H2：企业数字化转型可通过提高绿色创新水平增强企业供应链韧性。

企业数字化转型能够降低信息不对称、拓展融资渠道与优化资金配置。借助大数据分析与区块链技术，企业可实时披露财务状况、运营数据及供应链交易信息，降低金融机构尽调成本与信用评估风险，从而提升信贷可得性；数字技术推动数据资产化与供应链金融创新，例如通过物联网追踪存货价值、以区块链确权应收账款，将传统难以抵押的流动资产转化为融资载体，缓解中小企业抵押不足的困境；同时，数字化运营系统可精准预测现金流需求，减少资金闲置与错配，通过动态调整采购、生产节奏降低营运资金压力。当融资约束缓解后，企业得以通过储备安全库存、布局多元化供应商、投入供应链数字化改造等方式增强抗风险能力，而供应链金融平台的协同还能帮助上下游企业同步改善资金状况，产生核心企业信用外溢效应，从而增强链条资金韧性提升，最终使供应链在面对市场波动或突发事件时具备更强的缓冲与恢复能力。基于此，提出假设 3。

H3：企业数字化转型可通过缓解融资约束增强企业供应链韧性。

3. 研究设计

3.1. 样本选取与数据来源

本文的主要数据来自于马克集数网，供应链韧性水平数据参考苏桔芳等(2025) [4]的研究整理得到，

数字化转型数据来自万得(Wind)数据库整理得出,统计检验所使用软件为 Stata18.0。参考有关文献,本文研究选取沪深 A 股非金融类上市公司的样本数据,选取时间范围为 2013 年至 2023 年。笔者按下列顺序清洗样本:剔除所有金融类企业;剔除所有 ST 和*ST 企业;删除缺失关键数据;对所有连续性变量使用 Winsorize 命令进行上下 1%的缩尾,最终得到 12365 个可观样本面板数据集。

3.2. 变量说明

3.2.1. 被解释变量

供应链韧性(Supply Chain Resilience)。本文借鉴相关文献,选取我国沪深两市 A 股非金融类上市公司相关数据,从抵抗能力、运营能力、恢复能力、创新能力、供需匹配能力五个维度,使用熵值法构造企业供应链水平。抵抗能力用应收账款与主营业务收入的比值并取自然对数衡量;运营能力用应付账款周转率和应收账款周转率衡量,使用熵值法求得总分;恢复能力用回归残差衡量;创新能力用发明专利授权数量加 1 后取自然对数来衡量;供需匹配能力表示供应链上企业间相互合作,在应对不确定性冲击扰动时,能够迅速响应供需变化,提高供需匹配水平,调整企业库存,并适应冲击变化的能力。

3.2.2. 解释变量

数字化转型(DX)。借鉴吴非等(2021) [5]的研究方法,通过确定数字化转型的关键词,从企业年报中爬取关键词的频数(可从 CSMAR 中直接获取),最后将频数加总,构建数字化转型的指标,考虑到这类原始数据方差大并且有可能为 0,因此本文对其加 1 后取自然对数处理,用以度量数字化转型程度。需要解释的是,现有文献将“数字化转型”译作 Digital Transformation,英语中以 Trans 开头的单词常用 X 来代替,即 Digital Xformation,简记为 DX,见 Erik Stolterman (2004) [6]。

3.2.3. 中介变量

绿色创新水平(Inov)和融资约束(KZ)。企业数字化转型既有来自双碳目标实现的政策动力,同时也受到企业融资约束的影响。本文从政策压力和资金压力两个角度考察数字化转型对供应链韧性影响可能存在的中介效应,分别选取企业持续绿色创新水平(Inov)和融资约束(KZ)作为中介变量。参考何郁冰、张思(2017) [7]做法,本文用企业持续绿色创新水平来衡量企业绿色可持续发展水平,计算绿色创新水平;借鉴 Kaplan 和 Zingales(1997) [8],使用 KZ 指数衡量融资约束程度,其核心逻辑是,融资约束程度与内部资金充裕度、外部负债能力、投资机会等财务特征密切相关,通过选择关键财务变量并赋予权重,可构建一个综合指数反映约束水平,该指数越大表征企业受到的融资约束程度越高。

3.2.4. 控制变量

借鉴已有文献,本文选取的控制变量包括:企业年龄(Age)、管理费用率(Admin)、两权分离率(Sepa)、管理层持股比例(Mshare)、独立董事占比(Indep)、是否为重污染企业(Pol)和产权性质(Owner)。

以上变量定义如表 1 所示:

Table 1. Definition and explanation of main variables

表 1. 主要变量定义与说明

变量名称	符号	变量定义
供应链韧性	Resil	采用熵值法构建企业供应链水平
数字化转型	DX	$\ln(\text{关键词词频加总} + 1)$
企业年龄	Age	企业上市年限, 年报年份 - 企业成立年份 + 1
是否重污染企业	Pol	重污染企业和非重污染企业划分

续表

管理费用率	Admin	管理费用占营业收入的比重
两权分离率	Sepa	1 减现金流权比例除以表决权比例的占比
管理层持股比例	Mshare	管理层持股总数占公司总股本的比例
独立董事占比	Indep	独立董事人数占董事会总人数的比例
产权性质	Owner	国有控股企业赋值为 1，非国有控股企业赋值为 0
绿色创新	Inov	企业持续绿色创新水平
融资约束	KZ	Kaplan 和 Zingales(1997)

3.3. 模型构建

3.3.1. 基准回归模型

本文构建检验模型(1)检验数字化转型对企业供应链韧性的影响：

$$\text{Resil}_{it} = \partial_0 + \beta \text{DX}_{it} + \text{Controls}_{it} + \text{Industry}_{it} + \text{Year}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， Resil_{it} 为 i 企业在 t 年度的供应链韧性水平； DX_{it} 表示 i 企业在 t 年度的数字化转型， β 为回归系数，用于判断企业数字化转型对供应链的影响程度； Controls_{it} 为控制变量； Industry_{it} 表示行业固定效应， Year_{it} 表示年份固定效应， ε_{it} 表示随机干扰项。

3.3.2. 中介效应模型

本文选取企业持续绿色创新水平 Inov 、融资约束 KZ 指标作为被解释变量的替代变量，构建基准模型(2)和(3)、中介效应模型(4)和(5)：

$$\text{Resil}_{it} = \partial_0 + \beta_1 \text{DX}_{it} + \beta_2 \text{Inov}_{it} + \text{Controls}_{it} + \text{Industry}_{it} + \text{Year}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$\text{Resil}_{it} = \partial_0 + \beta_1 \text{DX}_{it} + \beta_2 \text{KZ}_{it} + \text{Controls}_{it} + \text{Industry}_{it} + \text{Year}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$\text{KZ}_{it} = \partial_0 + \beta \text{DX}_{it} + \text{Controls}_{it} + \text{Industry}_{it} + \text{Year}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$\text{Inov}_{it} = \partial_0 + \beta \text{DX}_{it} + \text{Controls}_{it} + \text{Industry}_{it} + \text{Year}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

4. 实证结果与分析

4.1. 描述性统计

基于 2013~2023 年沪深两市 A 股制造类上市公司的有关数据，企业供应链韧性、企业数字化转型以及其他相关变量的描述统计如表 2 所示。被解释变量 Resil 最小为 0.077，最大为 0.53，均值为 0.175，样本企业供应链水平整体偏低且差距较大，符合我国多数企业现况。核心解释变量 DX 最高值为 5.753，最低值为 0，平均值约为 1.071，说明本样本企业间之间的 DX 表现有较大的差异，数字化转型程度还有待提高。融资约束指标(KZ)差距不大，较为平衡，但总体较高，表明样本企业融资难度整体偏难。

4.2. 相关性分析

从表 3 中的分析结果可以看出，样本变量之间的相关系数均低于 0.6，且回归系数多数在 1%的水平上显著，表明样本变量之间的相关性虽然显著，但相关系数较小，样本数据的多重共线性问题并不严重。

Table 2. Descriptive statistics of main variables
表 2. 主要变量描述性统计

变量名称	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
Resil	12,635	0.175	0.044	0.077	0.53
DX	12,635	1.071	1.154	0	5.753
Inov	12,635	19.314	43.831	0	232.806
KZ	12,635	0.754	0.027	0.672	0.818
Age	12,635	14.373	6.947	2	34
Pol	12,635	0.301	0.459	0	1
Admin	12,635	0.081	0.056	0.009	0.329
Sepa	12,635	5.206	7.734	0	29.317
Mshare	12,635	10.037	16.191	0	62.538
Indep	12,635	37.573	5.479	33.33	57.14
Owner	12,635	0.361	0.48	0	1

Table 3. Correlation Analysis
表 3. 相关性分析

变量	Resil	DX	Age	Pol	Admin	Sepa	Mshare	Indep	Owner	Inov	KZ
Resil	1										
DX	0.274***	1									
Age	0.214***	-0.025***	1								
Pol	-0.061***	0.00700	0.061***	1							
Admin	-0.187***	-0.140***	-0.226***	-0.192***	1						
Sepa	0.071***	0.0130	0.158***	0.060***	-0.097**	1					
Mshare	-0.113***	0.066***	-0.509***	-0.059***	0.151**	-0.314***	1				
Indep	0.016*	0.054***	-0.0130	-0.039***	0.041**	-0.072***	0.044***	1			
Owner	0.198***	0.076***	0.473***	0.075***	-0.121**	0.016*	-0.432***	-0.021**	1		
Inov	0.494***	0.189***	0.122***	-0.075***	-0.152**	0.029***	-0.081***	0.037***	0.107***	1	
KZ	-0.066***	-0.248***	0.169***	0.0120	0.038**	-0.022**	-0.202***	0.028***	0.145***	0.052***	1

4.3. 基准回归结果

本文采用的样本数据为面板数据，可选用模型有随机效应模型检验、固定效应模型检验和混合效应模型，为此笔者进行 Hausman 检验，结果显示采用固定效应模型为最优(检验过程从略)。表 4 列示数字化转型对供应链韧性影响的回归结果：在不对时间和行业进行控制的情况下，数字化转型对供应链韧性的回归系数在 1%的水平上正向显著，即使加入诸多控制变量后，回归系数仍然在 1%的水平上显著为正。在控制时间和行业固定效应后，数字化转型对供应链韧性的回归系数同样是 1%的正向显著，调整后的 R²

也有所增大，说明控制时间和行业固定效应，回归结果仍然显著，即数字化转型程度(DX)越高，越能增强企业供应链韧性，假设 1 得到支持。

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

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
变量	Resil	Resil	Resil	Resil	Resil	Resil
DX	0.012*** (32.036)	0.012*** (33.310)		0.011*** (29.823)		0.011*** (30.982)
Age			0.001*** (12.515)	0.001*** (14.653)	0.001*** (7.841)	0.001*** (10.188)
Pol			-0.011*** (-12.881)	-0.010*** (-12.607)	-0.008*** (-9.673)	-0.008*** (-9.634)
Admin			-0.130*** (-18.553)	-0.098*** (-14.345)	-0.129*** (-18.297)	-0.099*** (-14.404)
Sepa			0.000*** (6.283)	0.000*** (4.981)	0.000*** (7.889)	0.000*** (6.507)
Mshare			0.000*** (4.949)	0.000* (1.939)	0.000*** (4.364)	0.000 (1.346)
Indep			0.000*** (2.932)	0.000 (1.209)	0.000*** (3.649)	0.000** (1.978)
Owner			0.014*** (14.574)	0.010*** (11.165)	0.014*** (15.713)	0.011*** (12.184)
截距项	0.124*** (75.784)	0.087*** (38.334)	0.161*** (54.516)	0.117*** (36.495)	0.128*** (39.456)	0.082*** (23.970)
Year	NO	YES	NO	NO	YES	YES
Industry	NO	YES	NO	NO	YES	YES
观测值	12,635	12,635	12,635	12,635	12,635	12,635
Adj-R ²	0.075	0.168	0.093	0.153	0.167	0.226
F	1026.310	98.150	185.989	285.364	78.776	111.289

* p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01。

4.4. 中介机制检验

从表 5 中可以看出，在控制时间和行业固定效应以及加入诸多控制变量下，数字化转型程度(DX)对供应链韧性在 1%水平是显著的，且数字化转型对持续绿色创新水平回归系数高达 7.738，在 1%水平上显著。在加入持续绿色创新水平 Inov 作为中介变量后，其结果显示数字化转型对企业供应链韧性回归系数

仍然在 1%水平上正向显著, 调整 R^2 从 0.266 增大到 0.358, 显著性增强, 且持续绿色创新水平 $Inov$ 对企业供应链韧性显著正向促进作用。即企业能够通过提高持续绿色创新水平来提高数字化转型程度(DX), 从而增强企业供应链韧性, 假设 2 得到支持。

Table 5. Regression results of intermediary mechanism

表 5. 中介机制回归结果

变量	持续绿色创新水平			融资约束		
	Resil	Inov	Resil	Resil	KZ	Resil
DX	0.011*** (30.982)	7.738*** (20.096)	0.008*** (24.515)	0.011*** (30.982)	-0.007*** (-29.023)	0.010*** (27.603)
Age	0.001*** (10.188)	0.433*** (5.821)	0.001*** (8.535)	0.001*** (10.188)	0.000*** (3.063)	0.001*** (10.498)
Pol	-0.008*** (-9.634)	-4.631*** (-5.274)	-0.006*** (-8.177)	-0.008*** (-9.634)	0.004*** (8.170)	-0.007*** (-8.918)
Admin	-0.099*** (-14.404)	-93.633*** (-13.049)	-0.062*** (-9.832)	-0.099*** (-14.404)	0.034*** (7.807)	-0.094*** (-13.730)
Sepa	0.000*** (6.507)	0.058 (1.143)	0.000*** (6.626)	0.000*** (6.507)	-0.000*** (-7.209)	0.000*** (5.876)
Mshare	0.000 (1.346)	-0.080*** (-2.823)	0.000*** (2.757)	0.000 (1.346)	-0.000*** (-14.903)	0.000 (0.019)
Indep	0.000** (1.978)	0.264*** (3.938)	0.000 (0.386)	0.000** (1.978)	0.000*** (4.923)	0.000** (2.423)
Owner	0.011*** (12.184)	3.149*** (3.373)	0.010*** (11.843)	0.011*** (12.184)	0.004*** (7.623)	0.011*** (12.884)
Inov			0.000*** (50.899)			
KZ						-0.141*** (-10.034)
截距项	0.082*** (23.970)	-45.251*** (-12.575)	0.100*** (31.820)	0.082*** (23.970)	0.763*** (351.010)	0.190*** (16.887)
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES
观测值	12,635	12,635	12,635	12,635	12,635	12,635
Adj-R ²	0.226	0.133	0.358	0.226	0.172	0.232
F	111.289	58.768	206.411	111.289	79.135	111.831

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

融资约束一定程度上反映了企业供应链的稳定性，KZ 指数越高，代表企业的融资难度越大，资源的获取与整合越难，对供应链的稳定性影响较大。因此采用融资约束作为中介变量对数字化转型程度(DX)回归后，数字化转型对企业供应链韧性的回归系数依然在 1%水平上显著为正，调整 R² 也有增大，显著性增强；融资约束对企业供应链韧性的回归系数为-0.141，显著性水平为 1%，呈负相关。数字化转型对融资约束的回归系数为-0.007，也是 1%水平的负向显著。说明数字化转型越能缓解融资约束、降低企业的融资约束水平进而降低融资难度，越低的融资约束能够增强企业的供应链韧性。即企业数字化转型可以通过降低融资约束来增强其供应链韧性，假设 3 也得到经验证据支持。

4.5. 稳健性检验

笔者采取增加和替换变量、将自变量数字化转型滞后一期(LDX)分别进行稳健性检验。

4.5.1. 增加和替换变量

首先加入其他控制变量，如表 6 所示，在加入了账面市值比(BM)、赫芬达尔指数(HHI)和前十大股东持股比例(Tpo10)控制变量后，数字化转型对供应链韧性的回归系数仍然在 1%水平上显著为正，调整 R² 增大，表明其正向影响显著。其次替换因变量。本文采用企业前五大供应商采购额占比作为被解释变量的替代变量来衡量供应链韧性，记为 Resil2，在个体、时间和固定效应的控制下回归系数为 0.011，且在 1%水平上显著。T 值与基准回归系数一致，区别于原被解释变量 Resil，没有加入 DX 的回归结果略有差异，说明替代变量是可用的。再次替换自变量。企业净资产收益率(Roe)一定程度上可以反映企业的综合实力水平，是供应商以及其他相关利益者关注的重点之一，一定程度上能对供应链稳定性产生较大影响，因此采用 Roe 来替代解释变量。回归结果显示 Roe 对供应链韧性的显著水平为 1%，回归系数依然显著。以上三项检验增强了研究假说 1 可靠性。

Table 6. Add and replace variables
表 6. 增加和替换变量

	增加控制变量		替换因变量		替换自变量	
变量	Resil	Resil	Resil2	Resil2	Resil	Resil
Age	0.001*** (8.658)	0.001*** (10.788)	0.010 (0.292)	0.001*** (10.188)	0.001*** (7.841)	0.001*** (7.990)
Pol	-0.009*** (-10.177)	-0.009*** (-10.071)	6.375*** (16.386)	-0.008*** (-9.634)	-0.008*** (-9.673)	-0.008*** (-9.527)
Admin	-0.115*** (-15.734)	-0.089*** (-12.490)	-6.743** (-2.134)	-0.099*** (-14.404)	-0.129*** (-18.297)	-0.127*** (-17.851)
Sepa	0.000*** (4.978)	0.000*** (4.077)	-0.107*** (-4.779)	0.000*** (6.507)	0.000*** (7.889)	0.000*** (7.887)
Mshare	0.000* (1.847)	-0.000 (-0.745)	-0.042*** (-3.379)	0.000 (1.346)	0.000*** (4.364)	0.000*** (4.253)
Indep	0.000*** (2.843)	0.000 (1.331)	0.002 (0.075)	0.000** (1.978)	0.000*** (3.649)	0.000*** (3.706)

续表

Owner	0.012*** (12.771)	0.009*** (9.819)	-2.882*** (-7.020)	0.011*** (12.184)	0.014*** (15.713)	0.014*** (15.697)
BM	0.014*** (8.205)	0.012*** (7.293)				
Top10	0.000*** (11.024)	0.000*** (9.322)				
HHI	-0.037*** (-9.567)	-0.034*** (-9.122)				
Roc						0.000*** (3.856)
DX		0.011*** (30.000)		0.011*** (30.982)		
截距项	0.114*** (30.826)	0.074*** (19.289)	30.457*** (20.462)	0.082*** (23.970)	0.128*** (39.456)	0.127*** (39.275)
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES
观测值	12,635	12,635	12,635	12,635	12,635	12,635
Adj-R ²	0.184	0.239	0.051	0.226	0.167	0.168
F	81.290	109.672	20.069	111.289	78.776	76.923

*p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01。

4.5.2. 时间效应检验

考虑到数字化转型的时间效应，本年度数字化转型可能会影响到次年的供应链韧性水平，本文将数字化转型程度滞后一期(LDX)对供应链韧性水平进行回归，结果如表 7 所示。回归结果表明，在控制个体、时间和行业固定效应的情况下，滞后一期的数字化转型程度(LDX)对企业供应链韧性的回归结果在1%的水平上显著，表明数字化转型对供应链韧性的影响具有一定的持续性和长期性。

Table 7. Time effect test

表 7. 时间效应检验

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
变量	DX	DX	Resil	Resil	Resil	Resil
LDX	0.786*** (133.417)	0.788*** (134.431)		0.011*** (25.770)		0.011*** (27.454)
Age			0.001*** (12.515)	0.001*** (12.712)	0.001*** (7.841)	0.001*** (10.189)

续表

Pol			-0.011***	-0.011***	-0.008***	-0.009***
			(-12.881)	(-12.478)	(-9.673)	(-9.371)
Admin			-0.130***	-0.111***	-0.129***	-0.112***
			(-18.553)	(-14.540)	(-18.297)	(-14.554)
Sepa			0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
			(6.283)	(4.544)	(7.889)	(5.730)
Mshare			0.000***	0.000**	0.000***	0.000*
			(4.949)	(2.204)	(4.364)	(1.732)
Indep			0.000***	0.000	0.000***	0.000**
			(2.932)	(1.196)	(3.649)	(2.318)
Owner			0.014***	0.011***	0.014***	0.011***
			(14.574)	(11.115)	(15.713)	(11.376)
截距项	0.882***	0.835***	0.161***	0.122***	0.128***	0.082***
	(35.738)	(23.606)	(54.516)	(34.958)	(39.456)	(21.978)
Year	NO	YES	NO	NO	YES	YES
Industry	NO	YES	NO	NO	YES	YES
观测值	12,635	12,635	12,635	12,635	12,635	12,635
Adj-R ²	0.620	0.629	0.093	0.145	0.167	0.221
F	17799.965	737.908	185.989	230.222	78.776	96.303

*p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01。

4.6. 异质性分析

4.6.1. 行业性质分类

为进一步考察在“双碳”目标要求背景下数字化转型对企业供应链韧性的深度影响，本文借鉴程柯等(2024) [9]将样本根据污染程度划分为重污染企业和轻污染两类。如表 8 所示，在没有控制个体、时间和行业效应下，轻污染样本企业的数字化转型对供应链韧性的回归系数均显著大于重污染企业；加入以上控制方式和变量其回归系数仍然大于重污染企业，说明轻污染企业数字化转型对其供应链韧性的正向作用更强。本文对此解释是，重污染企业受限于技术以及本身行业性质等原因，数字化转型上难度较大，转型成本高、时间周期长，在供应链合作链条中为获得合作利益承受着巨大压力，产业绿色转型、数字化转型的有效升级还需假以时日。

4.6.2. 产权性质分类

根据企业的产权性质，笔者将样本划分为国有控股和民营企业(非国有控股企业)进行回归分析。如表 9 所示，国有企业和民营企业的数字化转型对供应链韧性显著水平都是 1%，区别是回归系数国有企业的为 0.013，大于民营企业的 0.01，且在控制年份和行业后国有企业的调整 R² 为 0.273，也大于民营企业的 0.169，回归结果更加显著，说明数字化转型对国有企业的供应链韧性体现更强的增强作用。可能的原因是，国有企业在数字化转型方面具有民营企业无法比拟的技术优势，在实现双碳目标方面受到更多监

管、承担更多的责任和义务，在融资方面拥有更多政策优势。而民营企业数量多，发展水平参差不齐，受到政府的支持力度对比国有企业处于劣势。

Table 8. Industry classification regression results
表 8. 行业分类回归结果

变量	重污染企业				非重污染企业			
	Resil	Resil	Resil	Resil	Resil	Resil	Resil	Resil
DX	0.010*** (15.384)	0.011*** (16.908)	0.011*** (17.110)	0.010*** (16.264)	0.014*** (28.387)	0.013*** (29.171)	0.013*** (27.994)	0.012*** (26.499)
Age			0.001*** (5.629)	0.000*** (3.038)			0.001*** (15.700)	0.001*** (10.324)
Admin			-0.124*** (-9.117)	-0.119*** (-8.776)			-0.095*** (-11.764)	-0.094*** (-11.692)
Sepa			0.000** (2.328)	0.000*** (3.261)			0.000*** (4.071)	0.000*** (5.923)
Mshare			-0.000 (-0.354)	0.000 (1.356)			-0.000** (-2.442)	0.000 (0.635)
Indep			0.000*** (3.096)	0.000*** (3.190)			0.000 (0.530)	0.000 (0.633)
Owner				0.009*** (5.958)				0.012*** (10.872)
截距项	0.129*** (46.271)	0.088*** (22.085)	0.075*** (12.283)	0.075*** (12.347)	0.121*** (60.560)	0.084*** (30.803)	0.081*** (19.373)	0.081*** (19.508)
Year	NO	YES	YES	YES	NO	YES	YES	YES
Industry	NO	YES	YES	YES	NO	YES	YES	YES
观测值	3801	3801	3801	3801	8834	8834	8834	8834
Adj-R ²	0.059	0.171	0.207	0.214	0.084	0.170	0.226	0.236
F	236.653	35.320	36.461	36.749	805.849	69.361	82.914	85.086

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

Table 9. Regression results of property rights classification
表 9. 产权性质分类回归结果

变量	国有企业			民营企业		
	Resil	Resil	Resil	Resil	Resil	Resil
DX	0.015*** (20.036)	0.014*** (20.937)	0.013*** (19.126)	0.010*** (23.735)	0.010*** (24.554)	0.010*** (23.774)

续表

Age			0.000*** (2.889)			0.001*** (9.073)
Pol			-0.012*** (-8.180)			-0.007*** (-6.789)
Admin			-0.171*** (-12.347)			-0.066*** (-8.593)
Sepa			0.000 (0.528)			0.000*** (7.667)
Mshare			-0.001*** (-5.189)			0.000*** (3.508)
Indep			0.000*** (4.171)			-0.000* (-1.815)
截距项	0.125*** (39.904)	0.083*** (20.548)	0.083*** (13.419)	0.126*** (69.260)	0.092*** (35.524)	0.095*** (22.912)
Year	NO	YES	YES	NO	YES	YES
Industry	NO	YES	YES	NO	YES	YES
观测值	4555	4555	4555	8080	8080	8080
Adj-R ²	0.081	0.228	0.273	0.065	0.139	0.169
F	401.440	61.005	60.563	563.370	52.002	52.969

*p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01。

5. 结语

本文选取 2013~2023 年我国 A 股非金融类上市公司有关数据，实证检验企业数字化转型对供应链韧性影响。经验证据表明：数字化转型能够显著增强企业供应链韧性；中介机制检验表明，数字化转型可通过增强持续绿色创新水平、降低融资约束来增强企业供应链韧性；异质性分析表明，相对于重污染企业和民营企业而言，数字化转型对非重污染行业和国有企业的供应链韧性增强效果更明显。由此得到以下启示。

首先，政府应完善数字化转型政策支持体系。政府出台规范和支持企业数字化转型的相关政策时，一方面加大对数字技术基础设施建设的投入，如工业企业电子商务平台的普及，为企业数字化转型筑牢数字技术基础；另一方面，针对重污染企业和民营企业在转型中的薄弱环节，设立专项扶持资金，制定绿色技术改造补贴政策，同时推动金融机构开发适配民营企业的数字化转型融资产品，缓解企业融资约束，助力不同类型企业提升供应链韧性。

其次，链主企业应强化数字化创新驱动意识。2025 年 7 月，在以“链接世界、共创未来”为主题的第三届中国国际供应链促进博览会上，来自 41 个工业大门类、666 个小门类的中国制造商和 1500 余家跨国企业一致认为，过去只追求“低成本 + 高效率”的供应链逻辑已经走到尽头，韧性、绿色、创新正成为新的评价坐标，真正强化供应链韧性的是技术融合、绿色持续、共赢共生的产业与市场[10]。数字化

转型已然成为链主企业(Chain Master)打破红海竞争、实现高质量发展的核心密码。企业需将数字化战略融入供应链管理全流程。国有企业和非重污染企业应发挥示范引领作用,加大在绿色创新研发和数字化供应链管理系统投;重污染企业和民营企业则需以绿色可持续发展为导向,通过产学研合作提升绿色创新能力,借助数字化手段优化供应链资源配置,增强供应链抗风险能力。

再次,配套机构应强化协同合作与服务支撑。科研机构应聚焦供应链韧性提升的关键技术瓶颈,联合链主企业与配套企业共建产学研用创新平台,针对智能生产、绿色工艺、市场预测等领域开展联合攻关。行业协会、咨询机构等应积极搭建信息共享数字平台,建立覆盖全供应链的信息共享机制,制定和优化行业标准,为企业提供技术咨询与经验借鉴;金融机构可创新绿色金融产品,支持企业绿色创新与数字化转型项目,如可推出“低碳技术改造”贷款产品,对配套企业的节能设备更新、清洁能源替换等项目给予利率优惠,通过金融杠杆推动供应链向绿色化转型,与链主企业数字化转型形成互补合力。

本文不足之处主要在于,企业供应链韧性受多种复杂因素的影响,本文虽探讨主要影响因素,但一些难以量化、但又不可或缺的因素,如企业文化、宏观经济景气预警指标对数字化转型和供应链韧性的影响等未予探讨。《哈佛商业评论》2018年曾发表一项由 Thomas H. Davenport 和 George Westerman 所做的调查报告[11],发现多数企业数字化转型并未成功,高管将企业文化挑战列为数字化转型工作的最大障碍。未来将进一步关注影响企业供应链韧性的潜在因素并构建更完善的测度与评价体系,可将宏观经济环境变化、行业竞争格局演变等外部因素,企业文化、企业战略调整等内部因素纳入研究范围,进一步考察数字化转型影响企业供应链韧性的作用机制。

基金项目

2024 年教育部产学合作育人项目(合作单位:档档(北京)数字技术有限公司);2024 年教育部第三期供需对接就业育人项目(申请编号:2024033162470);2024 年度安徽省新时代育人质量工程项目(研究生教育);2022 年江苏高校哲学社会科学研究重大项目(项目编号:2022SJD007);江苏省教育强省建设专项资金(2025 年双一流课程思政建设专项;项目编号:2024KCSZZ04)。

参考文献

- [1] 《中国网信》编辑部. 习近平总书记指引我国数字经济高质量发展纪实[J]. 中国网信, 2022(4): 4-13.
- [2] 谷城, 张树山, 袁天荣, 张佩雯. 新质生产力如何保障供应链韧性与安全稳定——基于抑制供应链依赖视角的研究[J]. 经济问题探索, 2025(6): 44-67.
- [3] 宋冬林, 曾昭懿. 数智化转型对制造企业全要素生产率的影响及机制研究——中国制造业上市公司的经验证据[J]. 科技进步与对策, 2025, 42(7): 91-102.
- [4] 苏桔芳, 王婷伟, 白雨露, 李嘉政. 数字金融与制造业企业供应链韧性提升[J]. 经济评论, 2025(1): 87-101.
- [5] 吴非, 胡慧芷, 林慧妍, 任晓怡. 企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J]. 管理世界, 2021, 37(7): 130-144.
- [6] Quant.show. DX (数字化转型) [EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/517349891>, 2022-05-23.
- [7] 何郁冰, 张思. 技术创新持续性对企业绩效的影响研究[J]. 科研管理, 2017, 38(9): 1-11.
- [8] Kaplan, S.N. and Zingales, L. (1997) Do Investment-Cash Flow Sensitivities Provide Useful Measures of Financing Constraints? *The Quarterly Journal of Economics*, 112, 169-215. <https://doi.org/10.1162/003355397555163>
- [9] 程柯, 金典, 汪娱辉. 演化博弈视角下环境规制影响企业全要素生产率路径研究——基于面板门槛模型的经验证据[J]. 电子商务评论, 2024, 13(3): 4142-4157.
- [10] 林迪. 世界产业正值再平衡, 中国供应链必须抓住绿色窗口期[EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1838221243232822733&wfr=spider&for=pc>, 2025-07-21.
- [11] Davenport, T.H. and Westerman, G. (2018) Why So Many High-Profile Digital Transformations Fail. <https://hbr.org/2018/03/why-so-many-high-profile-digital-transformations-fail>