

DOI:10.19361/j.er.2025.01.05

数智化转型平抑了 制造企业供应链风险吗？

——基于供需关系的视角

郭家琛 赵景峰 刘 珊 王智新*

摘要：数智化是数字技术和现代智能化生产组织方式相融合的结果，对于强化供应链稳定性至关重要。本文选取 2008—2022 年制造业上市企业作为研究样本，探究数智化转型对制造企业供应链风险的影响。研究发现，数智化转型对企业供应链风险具有平抑效应。当企业未发生海外投资以及面临较高的环境不确定性时，数智化转型对企业供应链风险的平抑效应更强，并且这种平抑效应在资本密集型企业的成长期和技术密集型企业的成熟期中尤为显著。机制检验表明，数智化转型主要通过信息流、实物流和资金流平抑了企业供应链风险，且三条路径在供应链上游供应商、下游客户的供需关系中均发挥边际效应。本文可为理解企业灵活防范供应链风险提供理论线索，对整体提升供应链自主可控能力和构建数智化时代制造企业核心竞争力具有重要的现实意义。

关键词：数智化转型；供需关系；供应链风险；平抑效应

中图分类号：F274；F425

一、引言

供应链是推进现代产业体系形成的源动力，提高供应链安全水平已成为健全推动经济高质量发展体制机制的重要内容。《中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》指出，健全提升产业链供应链韧性和安全水平制度，建立产业链供应链安全风险评估和应对机制。现阶段，贸易保护主义抬头、中美贸易摩擦等各类突发事件导致供应链格外脆弱，供应链过度集中将对企业生产运营带来巨大的冲击和风险，甚至会由单一局部风险扩散引致全链条连锁风险。党中央多次强调要构建内循环为主、外循环赋能的新发展格局，

* 郭家琛，西北大学经济管理学院，邮政编码：710127，电子信箱：denmarkchen@163.com；赵景峰，西北大学经济管理学院，邮政编码：710127，电子信箱：171545892@qq.com；刘珊（通讯作者），西北大学经济管理学院，邮政编码：710127，电子信箱：nwu_liushan@163.com；王智新，河北大学经济学院，邮政编码：071002，电子信箱：wang37960628@163.com。

本文获得国家社会科学基金重点项目“数字产业价值空间集聚及其对区域经济发展影响的统计测度研究”（20ATJ004）、国家社会科学基金一般项目“新贸易保护下中国对外贸易高质量发展的产业逻辑”（20FJLB008）、西北大学研究生创新项目“数智化对制造业碳减排的影响研究”（CX2024011）的资助。感谢匿名评审专家提出的宝贵意见，作者文责自负。

保障供应链稳定性比以往任何时期都更加紧迫。同时,同一产业链的上游供应商和下游客户高度依存。制造业作为中国产业的核心元素,是新一轮科技革命中创新最活跃、交叉最紧密、渗透性最强的领域,形成了以供需为核心的网链结构,风险联动特征更为显著,可谓“牵一发而动全身”(史金艳等,2019)。因此,在新发展格局背景下,以供需关系的视角探究制造企业如何最大程度地化解供应链风险,保持供应链安全畅通,对提升中国供应链自主可控能力极具现实意义。

事实上,在数智化时代,数智技术正在不断重塑企业的业务生态场景与价值创造方式。尤其中国作为数智化基础应用完备的大国,推进企业数智化转型是实现供应链安全、自主、可控的关键抓手。根据中国互联网协会发布的《中国互联网发展报告(2024)》,2023 年中国算力总量位居世界第二,云计算、人工智能的市场规模分别同比增长 35.5%、13.9%。《国务院办公厅关于积极推进供应链创新与应用的指导意见》(国办发[2017]84 号)指出,促进制造协同化、服务化、智能化,推动感知技术在制造供应链关键节点的应用,提高全球供应链风险管理水平。由于数智技术的开发和应用需要与供应链运营场景和业务逻辑相适应,从外部强行灌输数智技术难以平衡和协调核心企业和供应链合作伙伴行为决策。为了更好地促使数智技术在企业内部“生根发芽”,企业整体数智化转型远比单个生产环节、单个部门运用数智技术更为有效。数智化转型推动企业从传统封闭式技术更迭模式向内部各生产运营系统、供应链各节点企业共同参与的开放式、网络化的协同发展新模式转变。因此,企业数智化转型可以通过精准捕捉市场信息、优化业务流程、增强供应链协作效率的方式(Fantazy and Tipu, 2024),重构供应链上下游协同关系,形成产销之间、供需之间的高效协同与动态匹配,进而提高供应链的抗风险能力。

与本文研究相关的文献主要有两类。一是关于数智化转型的研究。从内涵要义来看,数智化是数字技术与现代智能化生产组织方式相融合、升级和再配置的高级形态,具有高创新性、强渗透性、广覆盖性的特征(张云、柏培文,2023)。数智化转型是指企业利用数据驱动、智能认知、动态决策等突破性应用和策略来改变其传统生产运营模式、流程和价值创造方式,是引领新一轮技术革命与产业革命的新型战略组织形态(余东华、张恒瑜,2022)。相较而言,数智化内涵更为丰富,既包含以数字化、智能化为代表的不同技术范式的迭代演进,也包含数智技术在产业系统中的广泛扩散和应用过程;数智化转型更强调企业广泛且深远的战略性变革,运用数智技术改变传统业务模式和优化生产决策。从经济效益来看,数智化为社会知识传播、产业形态构建、企业运营场景变革创造了条件。在宏观层面,数智化以新的信息系统、新的供需模式、新的产业价值链,激活要素与产品市场(陈国青等,2022),推动国内大循环与国内国际双循环(张云、柏培文,2023),赋能经济高质量发展(戚聿东、肖旭,2020)。在微观层面,少数文献指出数智化转型提升了企业大数据综合预测能力、重塑信息共享能力和智能仓储系统水平,引致供需成员协同联动(Ghobakhloo and Fathi, 2019),推动供需关系之间的信任和协作能力的提升(唐松、谢雪妍,2021)。既有研究兼具广泛性与综合性,但针对企业数智化转型的微观效益研究还需进一步延伸扩展。

二是涉及供应链风险影响因素的相关研究。供应链风险作为企业经营中不可忽视的问题,在学术领域引起了广泛关注和深入探讨,覆盖环境风险、供需风险、过程风险等方面(Ivanov et al., 2019; Singh et al., 2021; 李敬子等, 2023)。既往学者大多关注供需关系视角下企业供应链风险的影响因素和决定机制,主要包括以下几大类:经济波动和政策体制(Leung

and Sun, 2021; 魏龙等, 2024)、贸易与全球化(段文奇等, 2023; 刘啟仁等, 2024)、基建与商业网络(陈胜蓝、刘晓玲, 2020; 包群、但佳丽, 2021), 以及企业治理与创新(李姝等, 2021; 傅立立等, 2022)。可见, 学者们对企业数智化转型和供应链风险的影响因素这两类主题做了深入探索。遗憾的是, 目前针对数智化转型能否对平抑供应链风险发挥作用, 以及通过何种渠道对企业供应链风险产生影响, 仍缺乏深入剖析与解答。为此, 在既有文献的研究基础上, 本文深入探究数智化转型与供应链风险之间的理论逻辑, 有利于定位企业数智化转型平抑供应链风险的具体路径, 充分发挥“数智赋能、供应链畅通”的双引擎作用, 为构筑数智化时代中国企业现代供应链核心竞争优势提供新的政策思路。

相较于现有研究, 本文的边际贡献有以下几点: 第一, 从微观企业视角拓展了数智化转型对供应链风险的影响研究。本文通过改进的微观文本识别法构建制造企业数智化转型指标, 全面考察制造企业数智化转型对供应链风险的重要作用。这不仅拓宽了企业数智化转型的相关研究内容, 同时也为平抑企业供应链风险的难题提供新视角。第二, 为厘清企业数智化转型与供应链风险提供理论机制创新。本文从供需关系视角揭示了企业数智化转型的供应链风险平抑效应, 围绕信息流、实物流和资金流探索了其影响机制, 进一步剖析了这三条作用路径在供应链上下游供需关系中的边际作用, 更能厘清企业数智化转型平抑供应链风险的逻辑链条。这为探究数智化时代背景下企业数智化转型与供应链安全的逻辑耦合性提供有力的证据支持。第三, 以扎根企业实际的研究结论提供明确有益的启示。本文从微观企业出发, 从中间传导路径、多角度的异质性分析扩展了数智化转型与供应链风险内在关系的理论边界。基于“从外部着眼, 从内部着手”的原则寻求企业“稳定、安全、畅通”的供应链优化路径, 为加快推动数智化赋能和建设现代供应链的协同, 有效平衡企业“发展和安全”的辩证关系提供有益参考。

二、理论分析与研究假说

(一) 数智化转型与制造企业供应链风险

单一的供应商或客户关系意味着供应链集中度过高可能会引发供应链风险。数智化转型的平抑效应主要体现在企业运用数字技术和人工智能等科技手段与生产业务相结合, 通过精准捕捉市场信息、优化业务流程和增强供应链协作效率实现供应链风险的分散化。在供给端: 随着企业与数智化环境互动性的增强, 企业逐渐有意识地应用数据要素识别终端市场需求、完善产品种类和质量, 促使车间和工作区现有的智能互联系统有效集成。在数智技术的支持下, 企业对供应商的选择需求反映在虚拟和现实世界之间的直接交互, 并且有效畅通与供应商之间知识交换、产品反馈、渠道优化的时空阻隔, 能够增加与潜在的供应商成功建立新合作关系的可能性(Bier et al., 2020)。在需求端: 企业数智化转型能够强化系统内部生产制造、服务运营、客户需求等内容的衔接, 通过增强企业对客户需求的感知, 建立敏捷响应的动态客户评价管理体系, 防范较高的客户集中度触发的风险危机。数据和智能设备的综合运用重构企业—产品—客户的多元连接的价值创造模式(Ghadge et al., 2020), 实现从预订到交付全流程的精准服务, 提升客户需求和全生命周期响应能力(孙新波等, 2019)。制造企业对数智化环境更为敏感, 该类企业善于运用传感器和无线技术从生产环节中提取数据, 再传递回智能设备以指导生产制造, 提高制造性能和运输力。自动化的生产线与异构网络的结合使得生产车间由集中控制转变为分散式自适应的智能网络控制(陈剑等, 2020), 成为响应客户个性化需求的新途径。在客户契约缔结的联盟关系中, 数智化转型有助于企业

通过共享商业网络、拓展客户定位、分散经营风险等方式发展客户资源,形成流动协同的扩散效果,从而降低客户风险。基于此,本文提出:

假说 1:数智化转型平抑制造企业供应链风险。

(二) 影响机制分析

1. 信息披露效应

根据信息传递理论,企业披露的信息会在利益相关者之间传递(唐松、谢雪妍,2021),且信息质量高低会对企业的最优行为决策产生影响。由于市场信息摩擦成本的存在,企业通常难以对碎片化的供应商和客户信息进行系统性识别,导致过度依赖原有的供应商或客户结构,阻碍了对新供应链关系的开拓与更新(包群、但佳丽,2021)。数智化转型能够通过增强企业信息资源在供应链中的流通速度与准确性,产生正向信息披露效应。以数智技术为核心的新型数据资源使得数据传递打破传统组织边界,“摆脱”信息边际价值递减的问题。企业数智化转型将供应链中的海量信息进行捕捉、筛选和管理,转变为具有普遍规律性和相对特殊性的优质信息资源并存储在价值互联网之中。同时依托云计算、人工智能等数字技术将储存的信息资源进行解构、重组和计算,通过加快供应链分布式发展和结构性平衡挖掘信息资源背后蕴藏的优质供应商和客户资源,以数据共享的方式有效降低供应链成员的信息搜寻成本。此外,企业综合运用联机定位、命令调度、安全维保等数字化手段提高信息管理能力,降低供应链信息资源泄露发生的概率(陶锋等,2023),充分化解潜在供应链信息危机传染风险(包群、但佳丽,2021)。得益于企业信息披露质量的提升,企业可以消除供应链上下游的信息阻隔和信息扭曲,及时掌握供应商和客户更加全面准确的信息,缓解与供应商和客户之间供需波动偏离度的“长鞭效应”(杨志强等,2020),使整个供应链体系更加透明化,从而实现在商业信用供给过程中建立更加稳定的供应链网络并平抑供应链风险。基于此,本文提出:

假说 2a:数智化转型增强信息资源流通速度与准确性,通过信息披露效应平抑制造企业供应链风险。

2. 市场匹配效应

经验主义和信息不对称可能会导致企业需求信息扭曲传递,甚至引发供应链生产结构失衡、供需两端呼应失真。一旦企业长期陷入“供需失衡—产能过剩—资源浪费”的恶性循环,供应链系统将不可避免地面临持续上升的断裂风险。企业通过数智化转型有利于提高市场供需匹配的效率和准确性,促使企业更为灵活地调整原有市场份额。随着制造业与数智技术深度融合催生出网络化协同共享的新模式,企业能够实现内部生产运营和供应链管理体系的有机结合,提升市场响应能力和管理效率,打破单一的供应链结构。一方面,大范围应用数字技术和智能制造有助于企业优化供应链弹性系统,促进供应商或客户市场信息和商业声誉在各部门之间的交流与协同运作,帮助企业根据市场供需变化及时发掘新合作伙伴,提高供应商或客户与企业自身业务的市场匹配度,从而降低企业对单一供应链合作伙伴的依赖度,增强企业供需的动态平衡能力。另一方面,企业数智化转型重构原有服务模式和分工体系,从资源调度、库存控制、物流运输、货物交付等方面促进市场空间优化和有机整合,精简供应链层级架构,提升协同效率(Belhadi et al., 2022),扩大市场匹配的范围。为应对市场需求变异放大或库存水平变异波动的“牛鞭效应”(Ghadge et al., 2020),企业在运营、仓储、配送和物流等多个业务场景运用数智化技术,快速掌握供应链底层的实际运输、库存和运营数据,提高

供应链各主体间跨界多向合作流程的集成化、可视化与自动化。基于此,本文提出:

假说 2b:数智化转型优化供需结构与交付全流程,通过市场匹配效应平抑制造企业供应链风险。

3.资金成本效应

从金融和安全的角度来看,缺乏信任将导致供应链各个行为主体决策不一致,特别是当资金无法正常流通时,企业供应链风险也会随之不断攀升。数智化转型所内嵌的数字智能技术通过处理和整合企业内部的非结构化、非标准化财务数据,提升企业财务稳定性,加快探索现有资源的附加收益(李琦等,2021)。区块链技术通过在企业交易过程中使用加密算法和散列算法确保多个交易正常进行,大大提高资金的可追溯性和全交易流程的信息可视化,有助于协同联动各交易主体,并为供应链内流动资金的质量和提供安全保障。此外,企业数智化转型还会通过技术替代、业务流程自动化、信息灵敏度提升等途径帮助企业自身降低成本粘性,实现企业内部资金成本“瘦身”(赵玲、黄昊,2022),减少资金波动性和脆弱性,推动企业与合作伙伴建立良好的资金运作纽带关系与新合作关系。在资金流管理层面,由数字和智能技术孕育的智能合约能够重塑交易规则,减少外部强制执行契约内容的潜在成本,实现资金流向管控、回款路径锁定和合约自动执行。同时,智能合约的运用还有助于减少企业间不完全契约与资产专用性引致的违约风险(杜勇等,2023),其主要体现在提高供应链资金交易速率、可视化和可追溯性,有针对性地识别、开拓和革新供应链关系,减少对在位供应链关系的依赖性。基于此,本文提出:

假说 2c:数智化转型提高供应链资金交易效率、安全性和信任程度,通过资金成本效应平抑制造企业供应链风险。

基于上述分析,整体的理论分析框架如图 1。

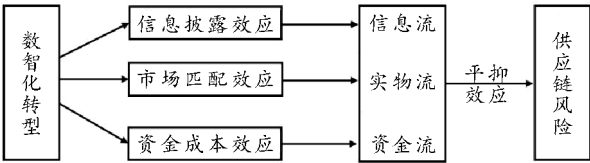


图 1 理论分析框架

三、研究设计

(一)数据说明

本文样本选取于国泰安(CSMAR)数据库中 2008—2022 年披露前五大供应商和客户的 A 股制造业上市企业。由于 ST、PT、资不抵债的样本以及相关变量严重缺失的样本会产生较大偏误,予以剔除。企业财务数据主要来源于 CSMAR 数据库和 Wind 数据库,地区层面数据主要来源于历年《中国城市统计年鉴》,并进行了交叉核对数据。本文对涉及的所有连续变量在 1%和 99%水平上进行缩尾处理,并在回归分析中对标准误进行企业层面的聚类调整。

(二)关键变量选取和度量

1.供应链风险

财务会计准则委员会(FASB)和美国证券交易委员会(SEC)要求上市企业披露其主要客户的信息,因为这些客户至少占其年度总收入的 10%,代表“重大风险集中”。本文主要

关注供应链集中度引发的风险,其表现在制造企业向极少数的大供应商(客户)采购(销售)较大比例的产品。如果在短时期内难以找到合适的新供应商或客户,那么这种供应链集中度将对企业生产运营带来巨大的冲击和风险。参考已有文献的方法(李雪松等,2022),选用上市企业向前五大供应商采购比例与向前五大客户销售比例的均值作为供应链风险(SSC)的代理指标^①。同时,本文用上市企业向前五大供应商的采购额占总采购额的比例度量供应商风险($SSC_{supplier}$),用上市企业向前五大客户的销售额占总销售额的比例度量客户风险($SSC_{customer}$),更深入分析企业与供应链上下游的供需关系。

2. 数智化转型

本文使用文本分析法构建一个较为全面反映中国上市企业数智化转型指标。首先,参考已有文献和借鉴数字领域国家政策语义,扩充数智化转型的相关词库^②。基于 Python 软件从上市企业年报有效推断词库词语出现频率,用于反映企业数智化经营的战略意图和对该问题的关注程度和意图表达。然后,通过企业年报文本识别并与语气停用词匹配,将上述数智化转型的相关词库扩充到 Python 软件包中的“Jieba”分词库,基于机器学习方法对制造企业年报内容进行提取,统计企业数智化转型相关术语出现的频次^③。最后,本文采用企业数智化相关词汇频数衡量微观企业数智化程度(DIT)。

(三) 模型设定

借鉴袁淳等(2021),构建如下计量模型:

$$SSC_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 DIT_{i,t} + \alpha_2 Controls + \sum Firm + \sum Industry + \sum Province + \sum Year + \mu_{i,t} \quad (1)$$

(1)式中:被解释变量 $SSC_{i,t}$ 表示 i 企业在 t 年的供应链风险,核心解释变量 $DIT_{i,t}$ 为 i 企业在 t 年的数智化转型程度, $Controls$ 为一系列控制变量。参考已有学者的研究(唐松、谢雪妍,2021;魏龙等,2024),企业层面控制变量包括盈利能力(净资产收益率 ROE 、账面市值比 MB)、代理问题(两职合一 $Dual$ 、股权制衡度 $Balance$ 、独立董事占比 $INDEP$)、生产效率(全要素生产率 TFP)、产权性质(若为国有企业,则 $SOE=1$,否则为 0);地区层面控制变量包括企业所在地级市经济发展增速(GDP_{sp})和互联网普及率($Ainternet$)。此外, $\sum Firm$ 、 $\sum Industry$ 、 $\sum Province$ 和 $\sum Year$ 分别表示企业、行业、地区和年度固定效应。

(四) 描述性统计

表 1 列示了描述性统计结果。在被解释变量方面,样本中供应链风险(SSC)的均值为 3.3867,标准差为 0.4851,说明样本期间内的企业供应链风险处于中等偏上的水平;供应商风险($SSC_{supplier}$)和客户风险($SSC_{customer}$)均呈现出与供应链风险相类似的数据特征。在解释变量方面,数智化转型(DIT)的均值为 2.8960,代表大部分企业都已开始重视数智化转型。其

①鉴于数据分布存在偏态,将其对数化处理,使其更接近于正态分布特征并得到更加稳健的估计结果。

②数智化转型的相关词库包括数字化赋能、智能化升级、数智化应用三个层面共 168 个关键词。数字化赋能层面分为 2 个方向:技术赋能,包括数字货币、智能合约等关键词;组织赋能,包括云实验室、云平台等关键词;智能化升级层面分为 2 个方向:技术升级,包括人工智能、商业智能等关键词;制造升级,包括高端智能、工业制造等关键词;数智化应用层面包括数字孪生、元宇宙等关键词。限于篇幅,留存备案。

③需要说明的是,根据上市企业年报语气词词库,调用语气停用词,对否定或者模棱两可的关键词停用,不计入词频统计。

他变量为控制变量,均与已有研究的变量分布相近。

表 1 主要变量定义与描述性统计					
变量	变量定义	平均值	标准差	最小值	最大值
SSC	上市企业向前五大供应商采购比例与向前五大客户销售比例的均值(%),并做对数处理	3.3867	0.4851	1.6233	4.4031
SSC _{supplier}	上市企业向前五大供应商采购额占总采购额比例(%),并做对数处理	3.3817	0.5389	1.5748	4.5354
SSC _{customer}	上市企业向前五大客户销售额占总销售额比例(%),并做对数处理	3.2583	0.6933	1.2975	4.5813
DIT	制造企业数智化相关词汇频数,并做对数处理	2.8960	1.1461	0	6.9088
ROE	净利润/股东权益余额	0.0619	0.1162	-0.6036	0.3195
TFP	LP 法测算的全要素生产率	7.0539	2.1804	1.6386	11.0210
Dual	总经理和董事长是否两职合一,是为 1,否则为 0	0.3316	0.4708	0	1
MB	市场价值与总资产的比值	0.3342	0.1615	0.0144	0.7660
Balance	第 2—5 大股东持股比例/第一大股东持股比例	0.7785	0.6089	0.0366	2.8682
INDEP	独立董事占董事人数的比例(%)	5.9696	13.4165	0.3333	44.4400
SOE	实际控制人性质为国有企业,取值为 1,否则为 0	0.2441	0.4296	0	1
GDP _{sp}	各地区国内生产总值(GDP)的增长率(%)	8.1659	2.4610	2.4000	16.1000
Ainternet	各地区互联网用户数量与总人口数的比值	0.4077	0.1702	0.0724	0.8730

四、实证研究

(一) 基准回归分析

表 2 报告了制造企业数智化转型与供应链风险的基准回归结果。其中,第(1)列仅控制固定效应,可以看到数智化转型(*DIT*)的系数为-0.0269 并在 1%的水平上显著。第(2)列加入了企业及地区层面控制变量后,*DIT* 的系数为-0.0276 并在 1%水平上显著,这说明企业数智化转型对供应链风险具有显著的平抑效应。第(3)列和第(4)列更加纵深地考察企业数智化转型与供应链上游供应商、供应链下游客户的供需关系变动过程,结果显示,*DIT* 的系数均在 1%水平上显著为负,表明企业数智化转型对供应商或客户风险具有平抑效应。

表 2 基准回归结果				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	SSC	SSC	SSC _{supplier}	SSC _{customer}
<i>DIT</i>	-0.0269 *** (0.0057)	-0.0276 *** (0.0057)	-0.0336 *** (0.0073)	-0.0235 *** (0.0081)
控制变量	否	是	是	是
企业/行业/地区/年度固定效应	是	是	是	是
观测值	14410	14410	14410	14410
Adj. R ²	0.0430	0.0464	0.0470	0.0340

注:括号内为企业层面聚类调整后的标准误,***、** 和 * 分别表示在 1%、5%和 10%的水平上显著。下表同。

(二) 内生性问题

从企业数智化转型与供应链风险间的识别逻辑来看,数智化转型这一看似外生给定的战略决策,事实上可能存在反向因果和遗漏变量而导致的内生性问题:一方面,供应链风险较低的企业更倾向于主动数智化转型;另一方面,防控供应链风险能力越强的企业可能是由于前期数字技术、智能应用的积累。本文将用工具变量法、Heckman 两步法和双重差分法缓解内生性导致的估计偏差。

1.工具变量法

为缓解潜在的反向因果问题对估计结果的干扰,本文借鉴黄群慧等(2019)、易恩文等(2024),分别构造 1984 年各地区每万人固话数与企业自身同其他企业数智化转型差距^①的交互项(IV1)和各地区到杭州市之间的球面距离与企业自身同其他企业数智化转型差距的交互项(IV2)作为数智化转型的工具变量。从相关性来看,企业对数智技术的接受和应用程度往往依赖于所在地早期通信方式的使用习惯和技术基础(黄群慧等,2019);同样,杭州作为数字经济发展的的重要起源地和数智技术中心,拥有众多的高新技术企业和互联网企业,企业距离杭州越近越容易获取当地企业的数智技术和数智化转型经验,从而有利于数智化转型。而企业实施数智化转型战略又是一个风险较高、投入较大且涉及范围较广的重要变革,多数企业普遍面临“想转”但又“不会转”或“不敢转”的难题,这时企业会倾向于在邻近地区搜寻可模仿可比较的同类企业,汲取相应的数智化转型经验和教训以提高自身的转型成功率。因此,这两个工具变量均满足相关性要求。从外生性来看,1984 年每百万人固话量是历史变量,企业所在地与杭州距离是地理变量,二者均具有良好的外生性。目前也尚未有研究表明同地区或同行业的企业数智化转型决策会影响供应链风险,故工具变量满足外生性要求。上述基于理论分析论证了工具变量的合理性,本文进一步从统计学角度进行检验,回归结果如表 3 所示。从第(1)列和第(2)列可以看出,将工具变量与解释变量同时纳入基准回归后,DIT 的估计系数未发生明显变化,两个工具变量系数均不显著且接近于 0。同时第(3)列和第(4)列报告了工具变量与 DIT 的回归结果,结果发现两个工具变量系数均在 1%水平上显著,这为本文选取的工具变量的外生性和相关性特征提供了经验证据。此外,第(5)列和第(6)列汇报了工具变量检验的第二阶段估计结果,DIT 的估计系数均在 1%水平上显著为负,且不存在工具变量识别不足和弱工具变量的问题。综上,本文选取的工具变量是合理且有效的。

表 3 工具变量法的检验结果

变量	IV 排他性		第一阶段		第二阶段	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	SSC	SSC	DIT	DIT	SSC(IV1)	SSC(IV2)
IV1	-0.0001 (0.0004)		0.0380*** (0.0073)			
IV2		0.0004 (0.0020)		0.1850*** (0.0116)		
DIT	-0.0270*** (0.0064)	-0.0284*** (0.0069)			-0.0306*** (0.0107)	-0.0265*** (0.0091)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业/行业/地区/年度固定效应	是	是	是	是	是	是
Kleibergen-Paap rk LM statistic					127.613***	262.510***
Cragg-Donald Wald F statistic					27.016 [16.38]	253.594 [16.38]
观测值	13549	14408	13549	14408	13549	14408
Adj. R ²	0.0451	0.0464	0.5576	0.6721	0.0451	0.0464

注:方括号内为在 10%的显著性水平上 Stock-Yogo 弱工具变量识别 F 检验的临界值。

①企业自身同其他企业数智化转型差距具体计算方法为:企业数智化转型指数与按省份及二位数行业分类的数智化转型指数均值差额的三次方。

2.排除样本选择性偏误

考虑到样本选择性偏误也可能影响估计结果,本文进一步使用 Heckman 两步法纠正偏差。企业数智化转型是数字化技术赋能、数字化组织赋能、智能化技术升级和智能化制造升级 4 个子指标不断成熟的极佳表现,这用来评估企业“是否数智化转型”。具体来说,第一阶段,将是否数智化转型作为被解释变量,纳入一系列控制变量,运用 Probit 选择模型进行回归,估计得到的逆米尔斯比(λ)放入第二阶段的模型进行回归。表 4 第(1)列和第(2)列估计结果表明,控制样本选择性偏误后, DIT 的系数均在 1%水平上显著为负,与基准回归结果一致。

表 4 Heckman 两步法检验结果

变量	SSC	
	(1)	(2)
DIT	-0.0255 *** (0.0063)	-0.0251 *** (0.0064)
λ	0.0023 (0.0063)	0.0010 (0.0062)
控制变量	否	是
企业/行业/地区/年度固定效应	是	是
观测值	10894	10894
Adj. R^2	0.0485	0.0521

3.双重差分法①

本文采用供应链创新与应用试点(以下简称“供应链创新试点”)这一政策冲击进一步克服内生性问题。2018 年《商务部等 8 部门关于开展供应链创新与应用试点的通知》(商建函[2018]142 号),决定在全国范围内开展供应链创新与应用城市试点和企业试点。确定了北京等 55 个试点城市 and TCL 集团股份有限公司等 266 家试点企业。如果一个城市^②位于供应链创新试点地区, $Group$ 为 1,否则为 0。 $Time$ 在 2018 年以后为 1,否则为 0。 $Group \times Time$ 的系数捕获的是试点地区在政策期间相对于非试点地区的企业供应链风险的平均变化。表 5 第(1)列和第(2)列 $Group \times Time$ 交互项系数均在 5%以上的水平上显著为负,表明供应链创新试点政策对供应链风险的平抑效应成立。本文进一步采用多时点倾向得分匹配-双重差分(PSM-DID)模型,即使用最近邻 1:1 的截面匹配和逐期匹配两种方法给处理组样本匹配对照组,第(3)列和第(4)列 $Group \times Time$ 交互项系数均在 5%以上的水平上显著为负,表明供应链创新试点政策对制造企业供应链风险的平抑效应成立。双重差分法检验结果与本文核心结论保持一致。

表 5 双重差分法检验结果

变量	DID 结果		截面 PSM	逐年 PSM
	(1)	(2)	(3)	(4)
$Group \times Time$	-0.0252 *** (0.0087)	-0.0221 ** (0.0091)	-0.0225 ** (0.0091)	-0.0240 *** (0.0094)
控制变量	否	是	是	是
企业/行业/地区/年度固定效应	是	是	是	是
观测值	13458	13458	13440	12883
Adj. R^2	0.7788	0.7792	0.7791	0.7806

①限于篇幅,此部分中平行趋势检验和安慰剂检验的实证结果留存备索。

②需要说明的是,剔除了企业跨地级市搬迁到试点城市以及从试点城市迁出的样本。

(三) 稳健性检验

本文通过改变核心变量指标和变更模型设定进行稳健性检验,结果如表 6 所示。

表 6 稳健性检验结果

Panel A:改变主要变量的衡量			
变量	(1)	(2)	(3)
	SSCH	SSC	SSC
DIT	-0.1857 *** (0.0678)		
DIT _{std}		-0.0021 *** (0.0008)	
DIT _{inn}			-0.0180 *** (0.0040)
控制变量	是	是	是
企业/行业/地区/年度固定效应	是	是	是
观测值	14410	13410	14410
Adj. R ²	0.0659	0.0370	0.0455
Panel B:模型设定变更			
变量	(1)	(2)	(3)
	改变聚类层级	遗漏变量检验	控制反向因果关系
DIT/L.DIT	-0.0276 *** (0.0083)	-0.0280 *** (0.0058)	-0.0275 *** (0.0061)
控制变量	是	是	是
企业/行业/地区/年度固定效应	是	是	是
年份×行业固定效应	否	是	否
观测值	13652	14410	11112
Adj. R ²	0.7767	0.0946	0.0509

1. 替换核心变量指标

考虑到变量测度偏误会扭曲估计系数的真实性,本文替换核心变量后重新回归。(1) 在被解释变量方面,参考 Leung 和 Sun (2021),采用供应链的赫芬达尔指数(SSCH)构建方式重新计算被解释变量,表 6 中 Panel A 第(1)列的 DIT 估计系数在 1%水平上显著为负,表明在替换被解释度量方式后,回归结果与前文结论保持一致。(2) 在解释变量方面,使用 CSMAR 数据库中数字化转型指数(DIT_{std})^①替换解释变量,表 6 中 Panel A 第(2)列结果显示,DIT_{std} 系数在 1%水平上显著为负,回归结果与前文结果保持一致。(3) 考虑到年报词频数体现出的经营理念和战略意图,企业不一定付诸行动,本文还以企业实际的创新产出替代以文本识别方法得到的指标。选取企业当年的专利数量(包括发明专利、实用新型和外观设计专利的总授权量)的对数值(DIT_{inn}),作为新的企业数智化转型变量度量指标重新估计。表 6 中 Panel A 第(3)列结果显示,DIT_{inn}的估计系数在 1%水平上显著为负,结论依然稳健。

2. 模型设定变更

模型设定变更的检验主要包括:(1)改变聚类层级。考虑到同一行业内的企业经营决策行为可能存在共性,不同行业间的企业经营决策行为可能存在差别,本文将标准误的聚类层

^①包括战略引领、技术驱动、组织赋能、环境支撑、数字化成果和数字化应用六个细分指标进行分年度离差标准化处理后赋权加总。

级提高到行业层面后再次进行回归。表 6 中 Panel B 第(1)列结果显示, DIT 的回归系数依然显著为负,说明结论是稳健的。(2)遗漏变量检验。尽管在基准回归中考虑了企业、地区及行业固定效应,但仍可能遗漏不同年份在特定行业层面发生的冲击。因此,本文进一步纳入年份-行业交互固定效应,有效控制了行业层面随时间变动的因素。表 6 中 Panel B 第(2)列结果显示, DIT 估计系数依然显著为负,结果具有稳健性。(3)控制反向因果关系。取企业数智化转型滞后 1 期项($L.DIT$)作为核心解释变量重新回归,表 6 中 Panel B 第(3)列结果显示,数智化转型滞后一期的估计系数在 1%水平上显著为负,表明在考虑反向因果关系后,回归结果与前文结论保持一致。

3.敏感性分析

参照 Oster(2019)的做法,对潜在的遗漏变量问题做进一步检验。该部分的具体做法如下:首先,根据 $\beta^* = \beta^*(R_{\max}, \delta)$ 得到真实估计系数的一致估计量,式中 $R_{\max}$ 代表不可观测的遗漏变量能够被观测时的最大拟合优度, δ 表示选择比例,用以说明可观测和不可观测变量与内生变量之间的相关关系强弱。其次,采用以下两种方法进行稳健性检验:(1)当 $\beta = 0$, $R_{\max} = 1.3R$ 时,可得 $|\delta| > 1$,表明通过检验;(2)当 $\delta = 1$, $R_{\max} = 1.3R$ 时,由 β^* 构成的内生变量回归系数的取值范围不包括 0,表明通过检验。据表 7 可知,本文估计结果均较好地通过了敏感性检验,故可认为基准结果不存在遗漏变量导致的估计偏差,所得结论是稳健且可靠的。

表 7 敏感性分析结果

检验方法	判断标准	计算结果	是否通过检验
(1)	$ \delta(\beta = 0, R_{\max} = 1.3R) > 1$	1.15788	是
(2)	取值范围不包括 0	[0.018, 0.046]	是

五、异质性分析

为了与理论分析部分的逻辑相呼应,本文考察在样本异质性、企业所处不同生命周期和行业属性下,数智化转型的风险平抑效应是否呈现出差异化特征,建立如下回归模型:

$$SSC_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 HG_{i,t} + \gamma_2 HG_{i,t} \times DIT_{i,t} + \gamma_3 (1 - HG_{i,t}) \times DIT_{i,t} + \gamma_4 Controls +$$
$$\sum Firm + \sum Industry + \sum Province + \sum Year + \varepsilon_{i,t} \tag{2}$$

(2)式中: HG 为异质性变量,具体包括海外投资和环境不确定性。(2)式引入 HG 与 DIT 、 $(1-HG)$ 与 DIT 的交互项,其他变量的含义与(1)式保持一致。本文构建企业是否设立海外关联企业($Foreign_r$)或者是否进行海外并购决策($Foreign_m$)^①,作为企业发生海外投资的代理变量。企业业绩波动可侧面体现出环境不确定性状况,本文采用经行业调整后的过去 5 年总销售收入的标准差来表征企业所面临的环境不确定性(EU),以样本中位数作为划分界限,位于样本中位数以上的指数, EU 赋值为 1,反之为 0。本文重点关注系数 γ_2 和 γ_3 的大小以判断差异化效果。

①海外关联企业数据来源于国泰安数据库,海外并购数据来源于 Zephyr 全球并购交易分析库,海外关联企业/被并购方均剔除注册地为中国香港,以及维京群岛、开曼群岛、泽西岛等“避税天堂”的情况。

(一) 海外投资的影响

制造企业发生海外投资会对供应链产生何种影响? 数智化赋能企业生产运营各个环节,形成“生产—分配—流通—消费”全链条高效贯通体系,企业寻求多元投资目的地的趋势也愈加明显,通过广泛的空间布局(海外并购)来获取技术补充以实现市场多元化。据表 8 第(1)列和第(2)列结果可知, $Foreign_r \times DIT$ 系数的绝对值小于 $(1 - Foreign_r) \times DIT$, $Foreign_m \times DIT$ 系数的绝对值小于 $(1 - Foreign_m) \times DIT$,且四项均在 5% 以上的水平上显著为负,相较于发生海外投资的制造企业样本,数智化转型对未发生海外投资的企业供应链风险平抑效应更强。其原因在于:一方面,进行海外投资时,企业需考虑社会、政治等因素,因为偏离基于效益目标的决策,往往会带来额外的固定成本支出,同时增加投资风险;另一方面,发生海外投资的企业可能会利用国内外要素成本差异进行“套利”,导致国际国内两种资源配置失调,难以满足国内生产经营活动需求,进而降低企业在供应链中的核心竞争力。

(二) 环境不确定性的影响

由于企业的生产经营活动会受到生存环境的干扰,而这种环境不确定性的根源多为外部环境变化,引起制造企业核心业务活动的波动,进而导致供应链关系市场份额变动引发的风险增加。鉴于此,以下探讨数智化转型对供应链风险的影响效果是否因环境不确定性而呈现显著差异。据表 8 第(3)列可知, $EU \times DIT$ 和 $(1 - EU) \times DIT$ 的系数均在 1% 的水平上显著为负,但前者系数的绝对值大于后者,表明在环境不确定性较高时,数智化转型对企业供应链风险平抑效应越强。这意味着在高环境不确定性下,市场偏好极具敏感性,由此产品淘汰速度加快,核心企业凭借原有产品、技术和服务构建起的相对优势,极有可能因边缘企业推出的新产品而迅速消散,原有的利益机制也随之面临瓦解风险。外部环境的迅速变化也加大了企业经营业绩的不确定性,这种环境不确定性带来的危机感倒逼边缘企业提升生存能力和追赶能力并获取更多市场份额。

表 8 异质性检验:海外投资与环境不确定性的影响

变量	SSC		
	(1)	(2)	(3)
$Foreign_r \times DIT$	-0.0269*** (0.0057)		
$(1 - Foreign_r) \times DIT$	-0.0283*** (0.0057)		
$Foreign_m \times DIT$		-0.0266** (0.0100)	
$(1 - Foreign_m) \times DIT$		-0.0276*** (0.0057)	
$EU \times DIT$			-0.0271*** (0.0064)
$(1 - EU) \times DIT$			-0.0195*** (0.0068)
异质性变量	是	是	是
控制变量	是	是	是
企业/行业/地区/年度固定效应	是	是	是
观测值	14410	14410	12242
Adj. R^2	0.0485	0.0464	0.0512

(三) 基于不同生命周期和行业属性的考虑^①

首先,根据要素密集度将制造企业划分为劳动密集型、资本密集型和技术密集型企业。从回归结果可以看出,在三种密集型行业的子样本中,数智化转型的估计系数均显著为负,且系数绝对值大小依次为技术密集型>劳动密集型>资本密集型。这表明在技术密集型行业,制造企业数智化转型对供应链风险的平抑效应最强,其次是劳动密集型行业的企业。可见,在技术密集型行业,制造企业通过数字化技术和智能化设备的前期累积效应已经取得了比较优势。

其次,除上述不同截面差异的影响外,企业在时间维度上也可能存在差异化特征,即处于供应链上不同生命周期阶段的制造企业汲取外部资源和展开自主创新的能力具有明显的非对称性。现将企业生命周期嵌入行业异质性分析中,并根据经营、投资、筹资现金的净流量组合将全样本制造企业划分为成长期、成熟期和衰退期企业。从检验结果来看,当企业处于成长期时,资本密集型的制造企业数智化转型估计系数在 1%的水平上显著为负,表明对于处在成长期的资本密集型企业而言,数智化转型的风险平抑效应更加突出。处于成熟期时,仅技术密集型行业的数智化转型估计系数显著为负,而资本、劳动密集型行业数智化转型系数不显著。出现这一现象可能的原因是,成熟期的制造企业拥有充足的资金流用于研发和创新工艺,加快数智化转型,以及在长期生产经营过程中积累了丰富的市场经验和需求经验,能够应对供应链关系变动所引发的风险,而处于成熟期的资本密集型企业容易满足当前现状,缺乏数智化变革动力。在衰退期,劳动、资本、技术密集型行业的数智化转型估计系数均不显著,符合预期。可见,处于衰退期的制造企业生产经营活动逐渐萎缩,导致盈利困难。综合可得,企业数智化转型的供应链风险平抑效应集中体现在资本密集型行业的成长期和技术密集型行业的成熟期,其他生命周期阶段均无明显变化。

六、机制检验

(一) 渠道检验

本文在基准回归的基础上将机制变量作为新的被解释变量构建以下回归模型:

$$Med_{i,t} = \varphi_0 + \varphi_1 DIT_{i,t} + \varphi_2 Controls + \sum Firm + \sum Industry + \sum Province + \sum Year + \vartheta_{i,t} \tag{3}$$

(3)式中:Med 为机制变量,具体包括信息披露指数(ICDA)、存货周转天数(ITR)、财务费用率(RD)。信息披露指数采用“迪博·内部控制信息披露指数”加 1 的自然对数值表示,存货周转天数和财务费用率均来自国泰安(CSMAR)数据库。其他变量的含义与(1)式保持一致。

1. 信息披露效应

前文理论分析表明,数智化转型增强信息资源流通速度与准确性,可能通过信息披露效应平抑制造企业供应链风险。鉴于此,表 9 第(1)列对上述机制进行检验。DIT 的估计系数在 1%水平上显著为正,表明数智化转型指数越大,制造企业信息披露质量越高。可以看出,数智化转型驱动了信息披露质量的正向提升,使得制造企业在搜寻成本减少的同时获取更

^①限于篇幅,此部分的实证结果留存备索。

高质量的信息内容,降低企业自身供需波动放大比率及其“长鞭效应”,从而有更强的能力平抑供应链风险。

2. 市场匹配效应

存货周转代表着企业资金→原材料→产品→销售→资金链的循环速度,即生产和需求的匹配程度。表 9 第(2)列展示了数智化转型通过降低存货周转天数平抑制造企业供应链风险的实证结果,*DIT* 的估计系数在 10%水平上显著为负,表明数智化转型程度降低了制造企业的短期存货周转天数,其存货的流动性及存货资金占用量越合理,越能够体现出制造企业实现连续性生产经营能力和产品市场需求程度,这有利于企业利用需求信息来匹配更为相似的供应商或客户。

3. 资金成本效应

企业通过数智化转型降低了财务费用负担,帮助企业自身降低成本粘性,进而平抑供应链风险。对应的检验结果如表 9 第(3)列所示,*DIT* 的估计系数在 5%水平上显著为负,说明制造企业数智化转型降低了其财务费用率,有助于企业调整筹资渠道,改善资金结构,增加与潜在合作伙伴建立新关系的成功概率。

表 9 作用机制检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>ICDA</i>	<i>ITR</i>	<i>RD</i>
<i>DIT</i>	0.0157 *** (0.0041)	-0.0136 * (0.0080)	-0.0009 ** (0.0004)
控制变量	是	是	是
企业/行业/地区/年度固定效应	是	是	是
观测值	14410	14410	14410
<i>Adj. R</i> ²	0.6180	0.0711	0.1871

(二) 内在机制的进一步剖析:与供应链上下游互动关系^①

本文将继续考察三条路径在制造企业与供应链上下游互动关系中的影响效果。在信息流、实物流和资金流方面均表现优异的企业往往是那些具有行业引领作用的“前沿企业”,这部分企业的内部管理能力、产品竞争力和资源配置能力已经较为完善,依托数智化转型来分散供应链关系市场份额的动机和效果不如综合实力表现较差的“后发企业”。数智化转型形成的信息、实物和资金优势为“后发企业”拓宽上下游供应商或客户市场重塑了差异化优势和市场竞争力,同时也向潜在供应商和客户传递出企业竞争实力增强、价值提高的有利信号。

在供应链上游供应商关系方面:回归结果显示,与中高信息披露质量、中低存货周转天数和中低财务费用率组相比,低信息披露质量、高存货周转天数和高财务费用率组的企业数智化转型对供应商风险发挥了更大的边际效应。这是因为,“后发企业”的危机感激发创新型企业家精神以缓解“在位者约束”,倒逼其加大数智化转型力度,使信息流、实物流和资金流贯穿于生产—销售全流程,抢占更多供应商群体,并通过提供更加新颖的产品和服务,建立竞争优势,有效弱化供应链上游供应商较高的“卖方市场”地位和资源掌控力。类似地,上述结论在供应链下游客户关系中同样成立,即“后发企业”数智化转型对客户风险也发挥了

^①限于篇幅,此部分的实证结果留存备案。

边际效应。相较于以往,“后发企业”通过数智技术应用增加了识别潜在市场和先进技术的机会,开拓蓝海市场,取得“后发者优势”,在同业竞争下有能力吸引更多的下游客户,推动在位客户群体重组,打破高集中核心客户结构所带来的风险隐患。此外,客户的信息感知是连接企业与下游客户群体之间的桥梁,客户通过接收和评估信息流、实物流和资金流等可识别性信息,感知企业长期发展潜力。风险感知度的下降会大幅增加多元客户群体与企业的合作意愿,以“聚沙成塔”的形式降低对核心客户的依赖风险。

七、研究结论与政策建议

(一) 研究结论

本文从数智化转型这一新颖的研究视角对制造企业供应链风险进行考察,得到主要结论如下:本文证实了制造企业数智化转型在平抑供应链风险中的重要作用,为了避免内生性问题,尝试采用工具变量法、Heckman 两步法和双重差分法缓解,估计结果进一步支持了核心结论。在制造企业未发生海外投资和环境不确定性较高的情况下,制造企业更易于通过数智化转型分散供应链风险。进一步发现在资本密集型行业的成长期和技术密集型行业的成熟期,制造企业数智化转型对供应链风险的影响更加显著。最后考察了制造企业数智化转型主要通过信息流、实物流和资金流平抑供应链风险,且信息流、实物流和资金流越不畅通的企业更倾向于借助数智化转型平抑供应商或客户风险。

(二) 政策建议

首先,应加大对企业数智化转型的资金投入和人才引进,积极推动数字技术、智能技术与供应链管理的融合。以数据要素和智能算力为关键要素,利用数智技术加快培育新质生产力,推进企业数智化转型“一把手工程”建设,形成内部组织协同化、业务流程敏捷化、管理决策智能化,抢抓数智化转型所带来的发展新机遇。积极构建和夯实数智化底座平台体系,利用一站式、集成化的数据集成、智能算法应用等管理系统,提取数据、自动匹配、精准推荐以优化供应链关系。不断扩大与更多供应链上下游企业的互联互通与交流合作,打破传统供应链垂直线性结构的现状,加速企业数智化转型走深向实,打造稳定、安全、畅通的现代供应链体系。

其次,应积极利用与优化政策推进企业数智化转型,增强政策对不同企业或行业的针对性。正如本文研究所揭示的,尤其是对于那些未发生海外投资和环境不确定性较高的企业而言,数智化转型是它们间接获取国际前沿技术和抵御环境危机的重要渠道,从而达到降低供应链风险的作用。因此,对于海外投资和环境不确定性较低的企业,各级政府应因企施策,不搞“一刀切”,弥补其特定短板来加快企业数智化转型,并通过国家先进制造业数字化“智改数转”示范工程等方式提高企业数智化转型的积极性和主动性。此外,对于处在资本密集型行业成长期的企业,应格外重视数智化战略的长期规划,通过基础数智能力的构建弥补资源不足;对于处在技术密集型行业成熟期的企业,应重点推动对传统资源和能力的再开发,将数智化战略与原有市场和技术等方面的优势相结合。

最后,应充分发挥企业数智化转型在加快信息流通、优化交付流程、提高资金安全性方面的作用,为保障供应链安全提供更多思路。积极构建信息聚合网络体系,采用物联网等数字化手段自动采集输入相关信息,减少人工干预,增强供应链信息传递的可靠性和准确性,同时在区块链等人工智能系统的支持下,可以实现全链条信息流的实时查看和监管,为供应

链上下游企业互联互通奠定基石。持续推进企业在物流运输领域的跨系统集成和模拟,利用数智化的集成整合航运、铁运等多种运输方式,帮助企业寻求物流运输的最优解,再通过人机协同对供应链风险预案做出最优选择。综合运用区块链、智能合约和分布式共享账本等数智手段,搭建企业资金交易可信可视化平台,有效弥补传统纸件签收单缺陷,实现资金流运作的快速敏捷和无感连接,切实提高企业供应链的资金安全性。

参考文献:

- 1.包群、但佳丽,2021:《网络地位、共享商业关系与大客户占比》,《经济研究》第 10 期。
- 2.陈国青、任明、卫强、郭迅华、易成,2022:《数智赋能:信息系统研究的新跃迁》,《管理世界》第 1 期。
- 3.陈剑、黄朔、刘运辉,2020:《从赋能到使能——数字化环境下的企业运营管理》,《管理世界》第 2 期。
- 4.陈胜蓝、刘晓玲,2020:《中国城际高铁与银行贷款成本——基于客户集中度风险的视角》,《经济学(季刊)》第 5 期。
- 5.杜勇、娄靖、胡红燕,2023:《供应链共同股权网络下企业数字化转型同群效应研究》,《中国工业经济》第 4 期。
- 6.段文奇、景光正、綦建红,2023:《贸易便利化与企业供应链安全——基于多元化和本土化视角》,《国际贸易问题》第 4 期。
- 7.傅立立、陈震、吴风云,2022:《大股东股权质押与供应链风险》,《中南财经政法大学学报》第 3 期。
- 8.黄群慧、余泳泽、张松林,2019:《互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验》,《中国工业经济》第 8 期。
- 9.李敬子、高重阳、何祚宇,2023:《新发展格局下产业链安全构建路径探索——基于供需风险分散的视角》,《中国工业经济》第 12 期。
- 10.李琦、刘力钢、邵剑兵,2021:《数字化转型、供应链集成与企业绩效——企业家精神的调节效应》,《经济管理》第 10 期。
- 11.李姝、李丹、田马飞、杜亚光,2021:《技术创新降低了企业对大客户的依赖吗》,《南开管理评论》第 5 期。
- 12.李雪松、党琳、赵宸宇,2022:《数字化转型、融入全球创新网络与创新绩效》,《中国工业经济》第 10 期。
- 13.刘啟仁、吴绍永、叶承辉,2024:《自由贸易试验区建设与企业供应链风险——基于供需平衡视角》,《国际贸易问题》第 2 期。
- 14.戚聿东、肖旭,2020:《数字经济时代的企业管理变革》,《管理世界》第 6 期。
- 15.史金艳、杨健亨、李延喜、张启望,2019:《牵一发而动全身:供应网络位置、经营风险与公司绩效》,《中国工业经济》第 9 期。
- 16.孙新波、钱雨、张明超、李金柱,2019:《大数据驱动企业供应链敏捷性的实现机理研究》,《管理世界》第 9 期。
- 17.唐松、谢雪妍,2021:《企业持股金融机构如何服务实体经济——基于供应链溢出效应的视角》,《中国工业经济》第 11 期。
- 18.陶锋、王欣然、徐扬、朱盼,2023:《数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率》,《中国工业经济》第 5 期。
- 19.魏龙、王翼祥、蔡培民,2024:《制造强国战略能否提升供应链安全稳定水平——基于风险分散视角》,《经济学家》第 5 期。
- 20.杨志强、唐松、李增泉,2020:《资本市场信息披露、关系型合约与供需长鞭效应——基于供应链信息外溢的经验证据》,《管理世界》第 7 期。
- 21.易恩文、姚常成、杨慧玲,2024:《数字经济发展何以塑造城市网络——基于社会分工的视角》,《经济评论》第 3 期。
- 22.余东华、张恒瑜,2022:《制造业企业如何通过数智化转型突破“服务化困境”?》,《甘肃社会科学》第 6 期。
- 23.袁淳、肖土盛、耿春晓、盛誉,2021:《数字化转型与企业分工:专业化还是纵向一体化》,《中国工业经济》第 9 期。
- 24.赵玲、黄昊,2022:《企业数字化转型、供应链协同与成本粘性》,《当代财经》第 5 期。

25.张云、柏培文,2023:《数智化如何影响双循环参与度与收入差距——基于省级—行业层面数据》,《管理世界》第10期。

26.Belhadi, A., S. Kamble, S. Fosso Wamba, and M. M. Queiroz. 2022. “Building Supply-chain Resilience: An Artificial Intelligence-based Technique and Decision-making Framework.” *International Journal of Production Research* 60(14):4487-4507.

27.Bier, T., A. Lange, and C. H. Glock. 2020. “Methods for Mitigating Disruptions in Complex Supply Chain Structures: A Systematic Literature Review.” *International Journal of Production Research* 58(6):1835-1856.

28.Fantasy, K., and S. A. A. Tipu. 2024. “Linking Big Data Analytics Capability and Sustainable Supply Chain Performance: Mediating Role of Knowledge Development.” *Management Research Review* 47(4):512-536.

29.Ghadge, A., M. Er Kara, H. Moradlou, and M. Goswami. 2020. “The Impact of Industry 4.0 Implementation on Supply Chains.” *Journal of Manufacturing Technology Management* 31(4):669-686.

30.Ghobakhloo, M., and M. Fathi. 2019. “Corporate Survival in Industry 4.0 Era, the Enabling Role of Lean-digitized Manufacturing.” *Journal of Manufacturing Technology Management* 31(1):1-30.

31.Ivanov, D., A. Dolgui, and B. Sokolov. 2019. “The Impact of Digital Technology and Industry 4.0 on the Ripple Effect and Supply Chain Risk Analytics.” *International Journal of Production Research* 57(3):829-846.

32.Leung, W. S., and J. Sun. 2021. “Policy Uncertainty and Customer Concentration.” *Production and Operations Management* 30(5):1517-1542.

33.Oster, E. 2019. “Unobservable Selection and Coefficient Stability: Theory and Evidence.” *Journal of Business & Economic Statistics* 37(2):187-204.

34.Singh, S., R. Kumar, R. Panchal, and M. K. Tiwari. 2021. “Impact of COVID-19 on Logistics Systems and Disruptions in Food Supply Chain.” *International Journal of Production Research* 59(7):1993-2008.

Does the Digital-intelligence Transformation Stabilize the Supply Chain Risk of Manufacturing Enterprises? From the Perspective of Supply and Demand

Guo Jiachen¹, Zhao Jingfeng¹, Liu Shan¹ and Wang Zhixin²

(1: School of Economics and Management, North West University;

2: School of Economics, Hebei University)

Abstract: Digital-intelligence is the result of integrating digital technology with modern intelligent production organization methods, which is crucial for strengthening supply chain stability. Research has found that digital-intelligence transformation mitigates supply chain risks for Manufacturing enterprises. When enterprises have not made overseas investments and face high environmental uncertainty, digital-intelligence transformation has a stronger stabilizing effect on supply chain risks. This stabilizing effect is particularly significant during the growth period of capital-intensive enterprises and the maturity period of technology-intensive enterprises. Mechanism testing shows that digital-intelligence transformation primarily mitigates supply chain risks through information flow, physical flow, and capital flow, with all three paths playing a marginal role in the supply and demand relationship between upstream suppliers and downstream customers in the supply chain. This paper can provide theoretical insights for understanding the flexible prevention of supply chain risks by enterprises and has important practical significance for improving the overall independence and controllability of the supply chain, as well as building the core competitiveness of manufacturing enterprises in the digital-intelligence age.

Keywords: Digital-intelligence Transformation, Supply-Demand Relationship, Supply Chain Risk, Stabilizing Effect

JEL Classification: D22, D81, L60

(责任编辑:彭爽)