

供应链数字化与企业绩效*

——机制与经验证据



刘海建¹ 胡化广² 张树山³ 孙磊³

(1. 南京大学商学院, 江苏 南京 210008;

2. 南京大学数字经济与管理学院, 江苏 苏州 215129;

3. 东北师范大学经济与管理学院, 吉林 长春 130117)

内容提要:在数字技术加速与供应链融合的背景下,厘清数字技术赋能供应链的机制及效果是深入推进现代供应链体系建设的前提,对促进供给侧结构性改革和加快构建双循环新发展格局具有重要意义。借助供应链创新与应用试点工作构建的外生冲击环境,本文基于2013—2020年A股上市公司数据,系统考察了供应链数字化对企业绩效的影响。研究发现:供应链数字化显著提升了企业绩效,管理赋能和创新赋能是供应链数字化驱动企业绩效提升的具体路径机制,较高的公司治理水平和政府营造的良好供应链运营环境是不可或缺的支撑条件。异质性分析结果表明,供应链数字化对产业链中游企业和非国有企业的绩效驱动作用更显著。进一步研究中,利用新冠肺炎疫情构造风险危机的外生冲击,通过事件研究法和三重差分模型研究发现,供应链数字化提高了企业对危机风险的事前防范能力和事后化解能力,增强了风险冲击下企业绩效的稳定性,实现了有韧性的增长。本文不仅为加快构建现代供应链体系提供了经验支撑,更对提升产业链供应链韧性以及推动经济实现质的有效提升和量的合理增长具有重要的政策启示。

关键词:供应链数字化 企业绩效 支撑条件 风险防范 风险化解

中图分类号:F272 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2023)05—0078—21

一、引言

近年来,数字技术的迅猛发展推动了对供应链流程、结构和管理的再思考和再设计,催生了新的供应链业态——数字供应链(Buyukozkan和Gocer,2018^[1];Yang等,2021^[2])。数字供应链是由现代数字技术赋能而产生的互联商业系统(Ishfaq等,2022)^[3],广义而言,其与智慧供应链、供应链4.0等概念完全等价(Meindl等,2021^[4];Lerman等,2022^[5]),本质上都是通过现代数字技术影响供应链管理决策与运营。作为现代供应链的典型表征,数字供应链正受到学界和业界的广泛关注。与此同时,受国际贸易摩擦、供应链本地化趋势加速、客户个性化需求增多以及新冠肺炎疫情冲击等的影响,中

收稿日期:2022-08-01

* 基金项目:国家自然科学基金面上项目“行善亦须真心向善:负溢出情境下企业社会责任真诚性解读研究”(71972099);国家社会科学基金一般项目“物流产业智慧化绩效生成机理与智慧物流体系构建对策研究”(18BJY180)。

作者简介:刘海建,男,教授,博士生导师,管理学博士,研究领域为战略管理,电子邮箱:liuhj@nju.edu.cn;胡化广,男,博士研究生,研究领域为战略管理,电子邮箱:448156696@qq.com;张树山,男,教授,博士生导师,工学博士,研究领域为物流与供应链管理,电子邮箱:zhangss591@nenu.edu.cn;孙磊,男,博士研究生,研究领域为物流与供应链管理,电子邮箱:sunl861@nenu.edu.cn。通讯作者:张树山。

国传统供应链暴露出复杂、昂贵、脆弱等缺陷,已不能满足社会发展的要求(中国社会科学院工业经济研究所课题组,2021)^[6],数字供应链成为传统供应链转型升级的必由之路。为加快发展现代数字供应链,2018年4月,商务部等八部门联合开展了供应链创新与应用试点工作,以一批城市和企业作为试点单位,积极探索数字技术与供应链融合发展的新道路,为中国供应链数字化转型积累了丰富的实践经验。

供应链数字化能否为企业创造价值,现有研究对此尚无定论。一部分研究认为供应链数字化能够驱动企业价值跃升,例如 Lizette Garay-Rondero 等(2020)^[7]从供应链的管理模式、流程和结构三个方面系统阐述了技术变革的颠覆性影响,并认为拒绝接受变化的企业将被淘汰。进一步地,部分学者通过案例或模型仿真等方法分析了数字技术对采购(Kosmol 等,2019^[8];Hallikas 等,2021^[9])、生产(Tziantopoulos 等,2019)^[10]和分销(Li,2020)^[11]等不同供应链流程的赋能作用。然而,与上述观点不同,亦有部分学者对供应链数字化的有效性提出了质疑。从成本角度,Dolgui 和 Ivanov(2022)^[12]指出供应链数字化伴随的高技术投资成本可能使企业得不偿失。从竞争优势角度,Bhattacharya 和 Chatterjee(2022)^[13]认为供应链数字化的技术投资容易被模仿,因而难以形成长期的竞争优势。从风险角度,供应链数字化可能导致组织结构与组织文化的割裂(Buyukozkan 和 Gocer,2018)^[1],破坏组织战略的一致性(Ho 等,2022)^[14]以及利益分配模式重构致使新冲突的形成等(Wu 等,2016)^[15]。综上,现有研究仍未对供应链数字化的效果形成一致的结论,一个重要的原因是相关研究多停留于理论阐释,经验研究还十分匮乏(Ali 和 Govindan,2021^[16];Zouari 等,2021^[17];Srai 和 Lorentz,2019^[18])。此外,Kosmol 等(2019)^[8]和 Hallikas 等(2021)^[9]均在研究中强调了未来在该领域开展经验研究的必要性。中国庞大的市场使供应链研究具备了丰富的信息含量(Dubois 和 Salmi,2016)^[19],但遗憾的是,国内关于供应链数字化的经验研究还十分鲜见。

现代供应链体系是畅通国民经济循环和增强内外双循环稳定性与可靠性的重要保障,随着数字技术与供应链融合趋势的加快,数字技术如何赋能供应链以及效果如何,作为推进现代供应链体系建设亟待解答的现实研究命题,关乎“双循环”新发展格局的构建进程。有鉴于此,本文将结合中国情境,对供应链数字化的经济后果进行系统的量化评估,旨在回答如下问题:供应链数字化是否影响了企业绩效?其作用机制和支撑条件是什么?进一步地,供应链数字化能否在风险冲击下保持企业绩效的稳定性?对上述问题的回答将为推进现代供应链体系建设和加快构建“双循环”新发展格局提供重要的经验借鉴。综上,本文将供应链创新与应用试点工作视为企业建设现代数字供应链的一项准自然实验,通过双重差分方法系统考察供应链数字化对企业绩效的影响效果、作用路径以及支撑条件。拓展分析中,本文借助新冠肺炎疫情构筑的外生风险冲击环境,探究了供应链数字化对企业供应链韧性能力的影响,发现负面冲击下供应链数字化能够使企业绩效保持稳定。

本文可能的边际贡献在于:第一,突破了已有文献在研究方法和研究视角上的局限,利用上市公司数据并通过双重差分方法对供应链数字化的经济后果进行了系统的量化评估。现有对供应链数字化经济后果的研究多停留于理论层面的逻辑推演(Lizette Garay-Rondero 等,2020^[7];Bhattacharya 和 Chatterjee,2022^[13]),且结论尚不统一。本文为供应链数字化的绩效驱动作用提供了直接的经验证据,回应了 Srai 和 Lorentz(2019)^[18]、Kosmol 等(2019)^[8]、Hallikas 等(2021)^[9]对加强供应链数字化经验研究的呼吁。第二,从管理赋能和创新赋能两方面剖析了供应链数字化驱动企业绩效提升的机制,并从内部的公司治理和外部的政府支持视角分析了数字技术赋能供应链的支撑条件,研究深化了对供应链数字化赋能机制的理解。此外,本文还从产业链位置和产权性质角度对供应链数字化的影响进行解构,从而为加快建设现代供应链体系确定了具体的政策参考方向。第三,基于新冠肺炎疫情构建的外生风险冲击环境,考察了供应链数字化对企业供应链韧性能力的影响,研究结论对扎实推进二十大报告中提出的“提升产业链供应链韧性”具有借鉴意义,同时也为推动经济实现质的有效提升和量的合理增长提供了重要的政策启示。

二、制度背景与研究假设

1. 制度背景

近年来数字技术的迅猛发展正在重塑供应链结构和管理逻辑,并推动传统供应链向数字技术深度嵌入下的现代数字供应链迈进。为加快在现代供应链上培育新增长点,发挥好供应链对供给侧结构性改革的推进作用,国务院办公厅于2017年10月发布了《关于积极推进供应链创新与应用的指导意见》(下简称《意见》),这是中央层面关于供应链的首份政策文件。《意见》指出数字技术推动供应链进入智慧化的新发展阶段,并提出了构建智慧供应链体系的目标。为贯彻落实《意见》的要求和目标,商务部等八部门于2018年4月联合发布了《关于开展供应链创新与应用试点的通知》(下称《通知》),《通知》指出将以一批城市和企业为试点单位开展为期两年的供应链创新与应用试点工作,最终有266家企业从1359家申报单位中脱颖而出成为试点企业,同时有55座城市被选为试点城市。

供应链创新与应用企业试点工作具有高度的“供应链数字化”内涵,具体表现在发展目标、重点任务和实现路径三个方面:从发展目标看,《意见》在发展目标和指导思想中均明确指出,试点工作的目标是为了打造大数据支撑、网络化共享、智能化协作的智慧供应链体系。智慧供应链与数字供应链在内涵上高度一致(Meindl等,2021^[4];Lerman等,2022^[5]),均表现为现代数字技术与供应链的深度融合,由此可见,推进供应链数字化是对试点企业的内在要求。

从重点任务看,供应链数字化是试点工作为试点企业确立的必须任务。《通知》在规定试点企业的任务时多次强调试点企业要推进供应链数字化,例如“试点企业的主要任务是应用现代信息技术……”“促进整个产业供应链数字化、智能化……”等。此外,在2020年4月商务部等八部门发布的《关于进一步做好供应链创新与应用试点工作的通知》中,亦明确将“加快推进供应链数字化和智能化发展”列为试点企业的重点任务。

从实现路径看,供应链数字化是供应链创新与应用工作的着力点,对各项目标的实现发挥了基础性和先导性作用。《意见》明确指出,供应链创新与应用的实现路径是“供应链与互联网、物联网深度融合”。2020年4月商务部等八部门公布了试点企业典型经验做法^①,从中可以看出,几乎所有试点企业目标的实现都依托于供应链数字化的赋能效果。例如超威电池以大数据、智能设备等为支撑构建产品全程可追溯的绿色供应链。

基于以上现实,同时参考张树山等(2021)^[20]的做法,本文将供应链创新与应用企业试点工作视为企业建设数字供应链的有益尝试,在此基础上对供应链数字化的绩效驱动作用进行深入而系统的分析。

2. 研究假设

Yang等(2021)^[2]指出供应链数字化不仅改变了供应链结构,促进了供应链的可持续性,更为重要的是对供应链管理效率以及创新产生了深刻影响。基于此,本文将从管理赋能和创新赋能视角分析供应链数字化对企业绩效的影响。

(1)管理赋能。首先,供应链数字化精简了管理对象。供应链数字化能利用“机器换人”减少非必要的人力参与(Wu等,2016)^[15],例如,近年来出现了越来越多的无人车、无人仓、无人港。其次,供应链数字化提高了企业决策速度。从可视化视角看,在基于物联网的供应链虚拟网络中,企业能迅速捕获各个节点的需求信息,从而在最短的时间内做出关键决策(Gupta等,2019)^[21]。从自动化视角看,供应链自动化免去了决策过程中的大量中介干预,例如,智能合约技术能自动推进供应链中所有权转移和支付进程,提高了供应链运营效率(Chang等,2019)^[22]。从智能化视角看,

① <http://www.mofcom.gov.cn/article/h/d/202004/20200402955469.shtml>。

以食品供应链为例,嵌入物联网技术的智能包装系统能自动监控食品状态,并通过自主决策即时做出反应(例如吸收食品的化学衍生物),从而使突发食品安全问题能在第一时间得到处理(Chen等,2020)^[23]。最后,供应链数字化通过提高信息的质和量提升了决策质量。从信息的数量来看,传统供应链普遍存在企业信息孤岛现象,有限的信息容易导致物流、资金流、商品流和服务流的错配(Bhattacharya和Chatterjee,2022)^[13]。物联网技术的嵌入挖掘了大量供应链底层沉淀数据,丰富了企业决策时的可用信息量,从而提高了供应链资源配置效率(Ivanov,2021^[24];Dolgui和Ivanov,2022^[12])。从信息的质量来看,区块链技术不可篡改性和分布式的交叉验证方式为确保链条内信息的真实性提供了解决方案,而真实信息提高了企业决策的准确性(Queiroz等,2020)^[25]。

通过简化管理对象、提高决策速度和决策质量,供应链数字化有效提升了企业管理效率。进一步地,管理效率的提升使企业能以更有效的方式配置资源,有助于降低企业经营成本,减弱环境风险,同时激发企业成长潜力,最终提高企业经营绩效(任佩瑜,1998)^[26]。

(2)创新赋能。企业创新能力提升有助于改进生产流程,提高新产品开发速度,提升产品质量,进而使企业在快速变化的需求市场和激烈的竞争环境中保持竞争优势,创造更多利润(吴超鹏和唐葑,2016)^[27]。此外,企业还能通过商业模式创新对落后的经营模式和组织结构进行重构,从而开拓新的价值增值路径,提高企业绩效。

然而,创新活动周期长、投入高、风险大等特点形成了企业参与创新的天然障碍,供应链数字化有助于克服创新的障碍,提高企业的创新能力。从企业的上游视角来看,一方面,供应链数字化允许企业通过挖掘深层次的上游经营数据挑选更加优质的供应商(Wu等,2016)^[15],而与优质的供应商接触能够激发企业对创新知识搜寻的积极性(Azadegan,2011)^[28];另一方面,供应链数字化为企业协调供应商联合参与新产品开发创造了条件(Chavez等,2017)^[29],进而,企业能利用供应商的产品和技术知识来提高新产品开发效率。同时,联合研发还能减少供应链中断,降低新产品开发的失败率,增强了企业创新能力(Pero等,2010^[30];Zimmermann等,2016^[31])。从下游客户来看,物联网、区块链等技术增加了供应链的透明度,从而减少了供应链中的“牛鞭效应”(Hofmann和Ruesch,2017)^[32],大数据、先进分析等技术甚至可以帮助企业预测未来的需求趋势(Wu等,2016)^[15]。总之,供应链数字化能够使企业洞察真实的客户需求,从而降低了企业的创新风险,提高了创新成功率(Buyukozkan和Gocer,2018)^[1]。从全链条视角来看,供应链数字化赋予了企业灵活进行商业模式创新的能力,Ishfaq等(2022)^[3]以美国零售企业为研究对象,发现数字技术颠覆了传统零售供应链的交互结构,消费者、零售商以及供应商之间形成了非线性的互连网络,改善了消费者购物体验。

因此,本文提出如下假设:

H₁:供应链数字化提升了企业绩效。

(3)供应链数字化转型的内外部支撑条件。供应链数字化转型不是一个孤立的过程,其必然与内外部条件存在着联动(Lizette Garay-Rondero等,2020^[7];Lopez-Morales等,2022^[33])。从企业内部看,Ishfaq等(2022)^[3]指出,供应链数字化的关键不在于技术,而在于对技术的管理,这就要求管理者能主动承担转型责任并付出努力。具体包括积极学习数字化知识或技能使自己具备“数字能力”(Zouari等,2021)^[17],为转型调配必要的人力或财务资源(Kosmol等,2019)^[8],引导与数字技术相匹配的组织和文化变革等(Chen等,2015)^[34]。然而,根据代理理论,外部投资者所获信息与管理者之间存在不对称,这为管理者采取懒惰或自利动机决策提供了操作空间(周茜等,2020)^[35]。因此,懒惰的管理者可能会减少其本应付出的努力,从而导致转型效果不佳。在此背景下,公司治理对供应链数字化转型就显得尤为关键(Zouari等,2021)^[17]。良好的公司治理能对管理者起到监督和激励作用,减少管理者决策的自利倾向,督促管理者为实现企业价值最大化而积极承担转型责任。因此,本文提出如下假设:

H_2 :公司治理水平越高,供应链数字化对企业绩效的提升作用越大。

从企业外部来看,供应链数字化转型的既有研究多聚焦于企业自身因素,较少将外部的政府因素纳入分析框架(Kosmol等,2019^[8];Lopez-Morales等,2022^[33])。政府对企业供应链的支持主要表现在通过完善现代供应链治理体系(如强化监督、优化服务、完善配套要素供给等)为供应链运营创造良好的外部环境,这与企业供应链数字化转型既可能形成互补也可能形成替代的关系。从互补的角度来看,良好的供应链运营环境中企业能获得更高质量的供应链要素供给,例如供应链相关人才、供应链产学研基地以及供应链帮扶项目等,从而极大弥补了企业建设数字供应链过程中的资源要素短缺问题,加速了转型进程。从替代的角度来看,管理赋能和创新赋能有赖于信息流的畅通(Wu等,2016)^[15],但信息畅通的边际作用递减,亦即供应链节点企业信息孤岛现象越严重,畅通信息流所带来的管理效率和创新能力提升效果越明显,进而绩效驱动作用越强。良好的供应链运营环境意味着政府能更有效地对节点企业进行监督,完备的供应链公共服务平台还能充当联通上下游企业的桥梁,因此供应链节点企业间的信息壁垒更低。进而,供应链数字化缓解信息不对称的空间相对较小,企业绩效的提升有限(张树山等,2021)^[20]。综上,政府支持对供应链数字化转型发挥了互补作用抑或是替代作用仍有待实证检验。因此,本文提出如下竞争性假设:

H_{3a} :政府所营造的供应链运营环境越好,供应链数字化对企业绩效的提升作用越大。

H_{3b} :政府所营造的供应链运营环境越好,供应链数字化对企业绩效的提升作用越小。

三、研究设计

1. 模型设定

本文基于供应链创新与应用企业试点工作构建的外生冲击条件,设定式(1)所示的双重差分模型估计供应链数字化对企业绩效的因果效应。

$$ROE_{it} = \alpha + \beta Treat_i \times Time_t + \lambda X_{it} + \sum Year + \sum Firm + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, ROE 为企业绩效的代理变量。 $Treat$ 为试点企业虚拟变量, $Time$ 为试点前后虚拟变量,交乘项 $Treat \times Time$ 是本文所关心的核心解释变量,若 β 显著为正,则说明供应链数字化提高了节点企业绩效。 X 为其他可能的绩效影响因素所构成的向量,模型中还包含了企业和年份固定效应, ε 为误差项。

2. 变量定义

企业绩效(ROE)。当前学界主要以会计财务绩效 ROA 、 ROE 或市场绩效托宾 Q 来表征企业的绩效水平。由于当前中国资本市场发展尚不成熟,股价对企业真实经营状况的标尺作用并不稳定,同时, ROA 容易受到受企业经营杠杆率的影响。因此本文参考郝健等(2021)^[36]的研究,以净资产收益率(ROE)测度企业绩效。但同时为确保结果的可靠性,本文也在稳健性检验中考察了供应链数字化对其他两类指标的影响。

试点企业虚拟变量($Treat$)。当企业为供应链创新与应用试点企业时,则被归入处理组, $Treat$ 赋值为1,否则,视为对照组样本, $Treat$ 赋值为0^①。

试点前后虚拟变量($Time$):根据供应链创新与应用试点工作的开展时间,若样本的观测期处于2018年及以后,则 $Time$ 取值为1,反之为0。

公司治理(Gov):参考周茜等(2020)^[35]的做法,以董事会规模、独董比例、机构持股和第二至

① 需要指出的是,本文并不认为试点企业在入选试点之前或非试点企业未尝试开展轻度的供应链数字化转型。事实上,一些智能化程度较低的数字技术如ERP等与供应链的融合由来已久。但本文认为,入选企业在试点期间会投入更多的资源和精力去发展数字供应链,亦即数字化转型的程度会高于非试点企业或入选试点之前的阶段,从而为本文观察供应链数字化的影响创造了绝佳的条件。

第五大股东持股比例与控股股东之比衡量公司治理的监督维度,以高管薪酬及其持股比例刻画公司治理的激励维度,以董事长与总经理两职合一衡量公司治理的决策维度,对上述变量进行主成分分析获得的第一主成分即为公司治理水平的代理变量。

政府支持 (*City_SC*):政府部门能够通过营造良好的供应链运营环境为企业供应链发展提供支持。参考张树山等(2021)^[20]的做法,本文以企业注册所在地是否位于供应链创新与应用试点城市来衡量政府营造的供应链运营环境的优劣。一方面,供应链创新与应用试点城市的任务包含出台支持性政策、优化公共服务等,有助于补充企业建设数字供应链的资源要素;另一方面,试点城市的任务还包括促进供应链的跨区域治理,有助于减轻节点企业间的信息壁垒,因而可能挤出供应链数字化的赋能效果。此外,城市试点工作与企业试点工作同期开展,这为观察政府支持的交叠影响创造了条件。

控制变量:参照既有研究,本文的控制变量包括资产负债率 (*Lev*)、固定资产比例 (*Ta*)、资产规模 (*Size*)、营业收入增长率 (*Growth*)、董事会规模 (*Board*)、独董比例 (*Indep*) 以及企业年龄 (*Age*),具体变量定义如表 1 所示。

表 1 变量定义

变量符号	变量名称	变量说明
<i>ROE</i>	净资产收益率	净利润/净资产
<i>Treat</i>	试点企业虚拟变量	当企业为供应链创新与应用试点企业时取值为 1,反之为 0
<i>Time</i>	试点前后虚拟变量	样本处于 2018 年及以后时取值为 1,反之为 0
<i>Gov</i>	公司治理	通过主成分分析法获得,具体构造方法见正文
<i>City_SC</i>	政府支持	若企业注册所在地位于供应链创新与应用试点城市则取值为 1,反之为 0
<i>Size</i>	资产规模	总资产的自然对数
<i>Lev</i>	资产负债率	总负债/总资产
<i>Growth</i>	营业收入增长率	(当年营业收入 - 上年营业收入)/上年营业收入
<i>Ta</i>	固定资产比例	固定资产/总资产
<i>Board</i>	董事会规模	董事会人数总和
<i>Indep</i>	独董比例	独立董事人数/董事会人数总和
<i>Age</i>	成立年限	当年年份减去成立年份并取对数

3. 样本选择与数据来源

本文以 2013—2020 年所有 A 股上市公司为初始研究样本,并参考周茜等(2020)^[35]、黄俊威和龚光明(2019)^[37]的做法,对样本进行如下筛选:①剔除被标记为 ST、*ST 的企业样本;②剔除金融行业企业;③剔除关键变量数据缺失的样本观测;④剔除资不抵债样本。最终本文获得了 21550 个企业 - 年度样本观测。本文的企业创新专利数据来自于 CNRDS 数据库,地区层面数据来源于 EPS 数据库,并通过各省份统计公报进行补充,其他变量数据均来自于 CSMAR 数据库。连续变量均在前后 1% 分位进行了缩尾处理。

4. 描述性统计

表 2 列示了主要变量的描述性统计结果。*ROE* 的最小值为 -0.865,最大值为 0.322,标准差为 0.147,说明不同企业的净资产收益率存在较大差异,绩效的区分效度较好。*Treat* 的均值为 0.019,表明在全样本中参与供应链创新与应用试点工作的样本仅占 1.9%,后续本文对小样本估计偏误问题进行了检验。*Time* 的均值为 0.448,表明位于 2018 年及以后的样本占比为 44.8%。

表 2 描述性统计结果

变量	样本量	均值	标准差	中位数	最小值	最大值
<i>ROE</i>	21550	0.051	0.147	0.066	-0.865	0.322

续表 2

变量	样本量	均值	标准差	中位数	最小值	最大值
<i>Treat</i>	21550	0.019	0.136	0.000	0.000	1.000
<i>Time</i>	21550	0.448	0.497	0.000	0.000	1.000
<i>Gov</i>	18420	-0.077	1.325	-0.297	-3.667	5.888
<i>City_SC</i>	21550	0.531	0.499	1.000	0.000	1.000
<i>Size</i>	21550	22.274	1.297	22.095	19.809	26.190
<i>Lev</i>	21550	0.427	0.204	0.417	0.057	0.914
<i>Growth</i>	21550	0.166	0.442	0.095	-0.606	2.923
<i>Ta</i>	21550	0.212	0.160	0.180	0.002	0.696
<i>Board</i>	21550	8.515	1.695	9.000	3.000	20.000
<i>Indep</i>	21550	0.377	0.054	0.364	0.333	0.571
<i>Age</i>	21550	2.850	0.334	2.890	1.792	3.466

四、实证分析

1. 基准回归结果

表 3 列示了基准回归的结果。列(1)为单变量检验结果,列(2)和列(3)分别在列(1)的基础上纳入了企业、年份固定效应和控制变量,列(4)为式(1)的完整估计结果。列(1)~列(4)中, $Treat \times Time$ 的系数均在 5% 水平上显著为正,说明供应链数字化显著提高了企业的绩效水平,假设 H_1 成立。如前所述,供应链数字化不仅能够通过精简管理对象、提高决策速度和决策质量来增强管理效率,还能通过加强与上游供应商合作、洞察下游客户需求等提高企业创新能力,进而,管理效率和创新能力的提升推动企业实现了更高的绩效。就经济显著性而言,以列(4)为例,考虑到试点企业的平均绩效水平为 0.096,因而供应链数字化使企业绩效平均提高了 23.96% (0.023/0.096)。

表 3 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
$Treat \times Time$	0.026 ** (0.010)	0.027 ** (0.013)	0.019 ** (0.009)	0.023 ** (0.010)
<i>Size</i>			0.029 *** (0.001)	0.044 *** (0.005)
<i>Lev</i>			-0.268 *** (0.011)	-0.430 *** (0.021)
<i>Growth</i>			0.070 *** (0.003)	0.068 *** (0.003)
<i>Ta</i>			-0.058 *** (0.009)	-0.146 *** (0.023)
<i>Board</i>			0.002 * (0.001)	-0.002 (0.002)
<i>Indep</i>			-0.024 (0.028)	-0.025 (0.043)
<i>Age</i>			-0.013 *** (0.004)	0.010 (0.025)
常数项	0.053 *** (0.001)	0.069 *** (0.003)	-0.451 *** (0.029)	-0.692 *** (0.121)
企业/年份固定效应	否	是	否	是
观测值	21550	21550	21550	21550
R^2	0.000	0.014	0.138	0.162

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 水平上显著;括号内为企业层面聚类的稳健标准误,下同

2. 稳健性检验

(1) 平行趋势检验。为获得更加清晰的因果关系估计,排除事前趋势对本文结果的替代性解释,本文设定式(2)所示的模型进行平行趋势检验。

$$ROE_{it} = \alpha + \sum_{n=-5}^2 \beta_n Treat_i \times Year_t^n + \lambda X_{it} + \sum Year + \sum Firm + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, n 代表样本相对于供应链数字化转型冲击年份的时间距离, $Year^n$ 为年份虚拟变量, $Year^{-5}$ 赋值为 1 表示样本位于供应链数字化转型冲击年份(2018 年)的前五年,即 2013 年,其他依次类推,本文将试点工作的前一年设定为基期。系数 β_n 反映了在试点工作的第 n 年供应链创新与

应用试点企业与对照组企业的绩效差异,图1展示了平行趋势检验的估计结果。从图1可知,在试点工作开展之前, β_n 的系数在95%置信区间上均不与0差异显著,从而支持了平行趋势假设,前述因果关系成立。

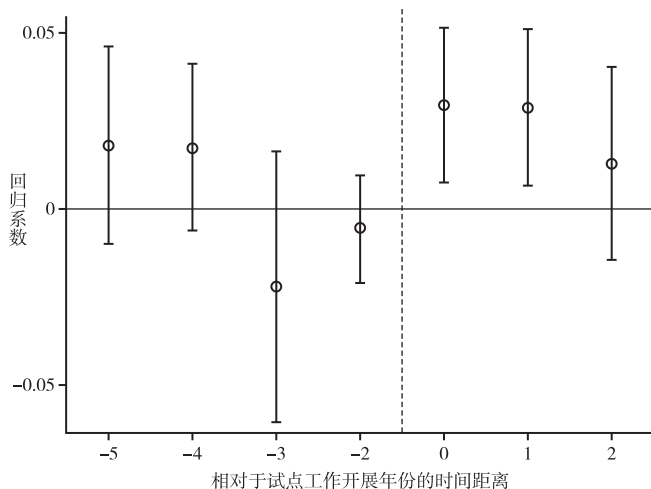


图1 平行趋势检验

(2)安慰剂检验。第一,人为地将供应链数字化转型时间提前两年和四年,若基准回归的结果来自于组间固有差异,那么在设置虚假的转型年份后,也应当能观察到供应链数字化的绩效驱动作用。表4列(1)和列(2)列示的结果排除了组间固有差异对本文结果的解释。第二,本文通过计算机随机赋值产生包含54家企业的供应链创新与应用试点企业名单,继而采用式(1)估计参与转型的净影响,重复以上过程2000次。图2展示了由此获得的 $Treat \times Time$ 估计系数的分布情况,估计系数均值为0.00026,分布态势集中于0附近,远小于真实值0.023。以上结果表明,非观测因素未对本文估计结果产生实质性影响,结论稳健。

表4 稳健性检验1

变量	外生冲击提前两年	外生冲击提前四年	更换因变量测度	更换因变量测度
	(1)	(2)	(3)	(4)
	ROE	ROE	ROA	Tobin's Q
$Treat \times Time$	0.009 (0.012)	-0.009 (0.011)	0.010* (0.005)	0.913*** (0.155)
控制变量	控制	控制	控制	控制
企业/年份固定效应	是	是	是	是
观测值	21550	21550	21550	21033
R ²	0.162	0.162	0.190	0.348

(3)更换因变量测度。将企业绩效的衡量指标替换为总资产净收益率(ROA)和托宾Q,回归结果如表4列(3)和列(4),结果显示 $Treat \times Time$ 的系数均显著为正,结论不变。

(4)小样本估计偏差。本文中处理组观测值仅占全部样本观测的1.9%,因而有必要考察本文结果是否受小样本估计偏差影响。具体做法:第一,随机从处理组中挑选45家企业,并将其与对照组进行回归,以上过程重复2000次后本文获得了2000个核心解释变量的估计系数,图3和图4分别展示了系数的分布情况和t值分布情况。图3显示估计系数聚集于真实值(0.023)附近,图4说明估计系数大部分通过了至少10%的统计显著性测试。综上说明,本文的结果并非源于小样本的偶然因素。第二,Arkhangelsky等(2021)^[38]提出的合成双重差分方法(synthetic difference in differences, DID)在处理组观测值较少的情况下具有良好的估计效力。借助该方法在Stata中的专用程序sdid,合成双重差分法估计的结果显示平均处理效应为0.028,在5%水平上显著,结论稳健。

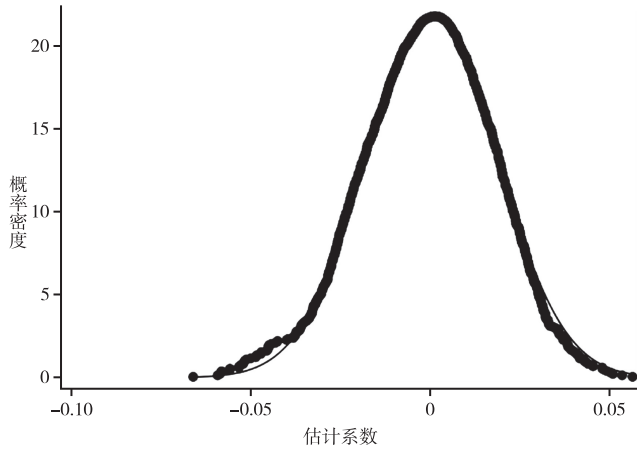


图2 安慰剂检验

注:粗线为估计系数的分布点,细线为根据样本的均值和标准差绘制的正态分布曲线,下同;均值 0.00026,标准差 0.01831

(5)倾向得分匹配。为减小样本的选择性偏误问题,本文在回归前先通过倾向得分匹配对样本进行筛选。具体而言,在供应链数字化转型的前一年(2017年),以 *Treat* 对式(1)中的控制变量进行 Logit 回归,并根据由此获得的条件概率,进一步通过核匹配的方法进行样本配对,基于匹配后样本的回归结果如表 5 列(1)所示,结论依然成立。此外,为排除行业因素对本文结果的影响,本文还基于冲击前一年的数据,通过逐行业进行核匹配的方式挑选对照组企业,列(2)的结果说明结论不变。

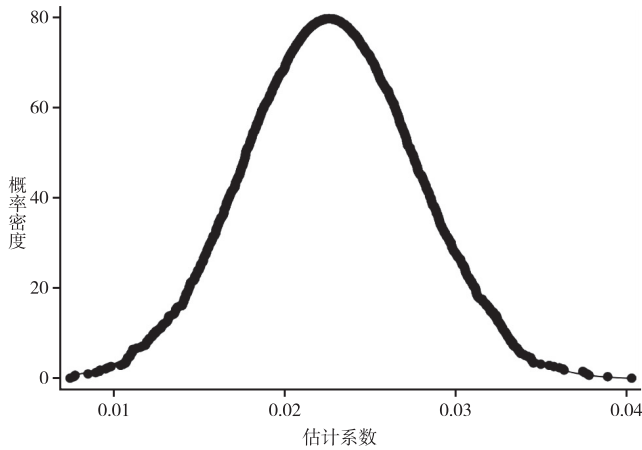


图3 小样本估计偏差的系数分布图

注:均值 0.023,标准差 0.005

表 5

稳健性检验 2

变量	倾向得分匹配	区分行业的倾向得分匹配	控制智能制造的影响	控制试点城市的影响	同时控制智能制造和试点城市影响
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Treat</i> × <i>Time</i>	0.033 ^{***} (0.010)	0.042 ^{**} (0.019)	0.021 ^{**} (0.010)	0.024 ^{**} (0.010)	0.022 ^{**} (0.010)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
智能制造 × 年份	否	否	是	否	是
试点城市 × 年份	否	否	否	是	是
企业/年份固定效应	是	是	是	是	是
观测值	13607	824	21550	21550	21550
R ²	0.173	0.183	0.162	0.163	0.163

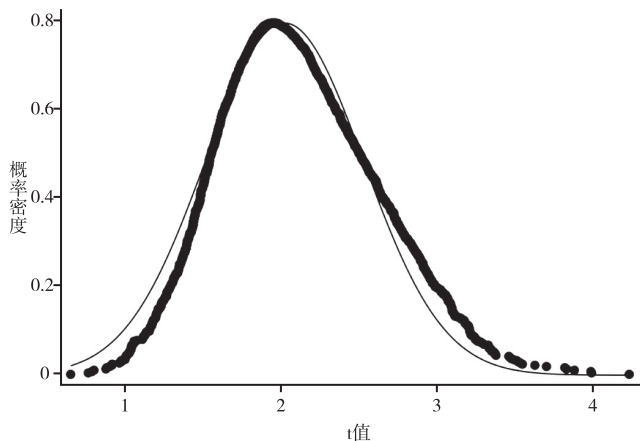


图 4 小样本估计偏差的 t 值分布图

注:均值 2.023, 标准差 0.506

(6) 排除其他替代性解释。第一, 工信部自 2015 年起连续四年开展了智能制造试点示范专项行动, 试点工作成效明显。本文处理组中有 12 家企业为智能制造试点企业, 因而不能排除本文的结果源于智能制造试点影响的可能。为此, 本文在表 5 列(3)中引入了是否为智能制造企业与年份的联合固定效应, $Treat \times Time$ 的系数无明显变化。第二, 供应链创新与应用城市试点工作将通过系列措施营造良好的供应链运营环境, 因此, 企业绩效水平的提升可能源于外部供应链运营环境的改善, 而与企业是否开展供应链数字化转型无关。为排除这一替代性解释, 本文在回归中引入了是否位于试点城市与年份固定效应的交乘项, 回归结果如表 5 列(4), 列(4)中主要估计结果保持不变。此外, 表 5 列(5)同时控制了智能制造和城市试点工作的影响, 结果依然稳健。

(7) 其他稳健性检验。①剔除 2020 年数据以排除疫情影响; ②仅采用入选试点前后一年样本进行差分估计; ③进一步控制各省的人均 GDP 和交通固定资产投资增长率。④将回归聚类到行业、省份 - 行业层面以考察不同层次聚类的影响。⑤剔除中期评估中不合格的处理组企业^①。表 6 列示了以上方法处理后的回归结果, $Treat \times Time$ 的系数均显著为正, 从而进一步支持了供应链数字化的绩效驱动作用。

表 6 其他稳健性检验方法

变量	排除疫情影响	采用前后两期样本	添加区域层面控制变量	聚类到行业层面	聚类到省份 - 行业层面	剔除考评不合格企业
	(1)	(2)	(4)	(5)	(6)	(7)
$Treat \times Time$	0.028*** (0.010)	0.021* (0.012)	0.022** (0.010)	0.023** (0.011)	0.023** (0.011)	0.020** (0.010)
区域层面变量	未控制	未控制	控制	未控制	未控制	未控制
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
企业/年份固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	18177	5853	21547	21344	21344	21542
R ²	0.152	0.319	0.162	0.413	0.413	0.162

五、机制分析与异质性研究

1. 机制分析

(1) 管理赋能与创新赋能。供应链数字化转型能够通过“机器换人”来精简管理对象(Lin,

① <http://scjss.mofcom.gov.cn/article/cx/202003/20200302947054.shtml>。

2022)^[39],同时,人工智能、区块链等自动化技术缩短了决策流程,提高了决策的速度(Dolgui 和 Ivanov,2022)^[12]。最后,数字技术丰富了供应链中信息流的质量和数量,进而提高了决策质量(Wu 等,2016)^[15]。可见,供应链数字化通过多维度赋能企业管理决策,提高了企业的管理效率,进而驱动企业绩效提升。本文通过两阶段回归的方式对上述路径机制进行检验,其中企业管理效率借鉴潘怡麟等(2018)^[40]的研究,以LP法计算的企业全要素生产率(TFP)来衡量,估计结果如表7列(1)和列(2)所示。列(1)结果说明,供应链数字化转型提高了企业管理效率,列(2)中TFP和交乘项的系数都显著为正,从而印证了作用机制:供应链数字化通过改善企业管理效率进而提高企业绩效。

理论上,供应链数字化能够发挥创新赋能效应,进而提高企业绩效。首先,供应链数字化能够打破信息孤岛,提升了供应商知识和技术的可获性,同时,一些具有创新意识的供应商还能成为激励企业创新的动力(Azadegan,2011)^[28]。其次,供应链数字化提高了企业对下游需求信息的敏感度,从而降低了新产品开发的风险。此外,供应链数字化还给予了企业商业模式创新的灵活性。本文用企业专利申请数的对数值来度量企业创新能力(LnPatent),回归结果如表7列(3)和列(4)所示。列(3)的结果表明,供应链数字化增强了企业的创新能力,列(4)中LnPatent和交乘项的系数均显著为正,从而意味着创新赋能是供应链数字化发挥绩效驱动作用的一个重要机制。

表7 机制检验

变量	管理赋能		创新赋能	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	TFP	ROE	LnPatent	ROE
Treat × Time	0.117**(0.056)	0.017*(0.010)	0.222**(0.111)	0.022**(0.010)
TFP		0.059*** (0.006)		
LnPatent				0.003** (0.001)
控制变量	控制	控制	控制	控制
企业/年份固定效应	是	是	是	是
观测值	21064	21064	21534	21534
R ²	0.503	0.176	0.069	0.162

(2)供应链数字化转型的内外部支撑条件。首先,基于内部视角,验证公司治理的支撑作用,具体模型如下:

$$ROE_{it} = \alpha + \beta_1 TreatGovH_{it} \times Time_t + \beta_2 TreatGovL_{it} \times Time_t + \beta_3 TreatGovH_{it} + \lambda X_{it} + \sum Year + \sum Firm + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中,TreatGovH和TreatGovL为由Treat分拆的变量。具体而言,若样本为处理组企业,且其公司治理水平大于(小于等于)观测年度处理组公司治理水平的中位数,则TreatGovH(TreatGovL)取值为1,反之为0。表8列(1)展示了式(3)的回归结果,TreatGovH × Time的系数在1%的置信水平上显著为正,相比之下,TreatGovL × Time的系数则并不显著,说明在开展供应链数字化转型后,公司治理水平更高的企业相比于对照组企业更多地提高了绩效水平,从而印证了公司治理的支撑作用,假设H₂得到验证。

其次,基于外部视角,验证政府支持的影响,构造的回归模型如下:

$$ROE_{it} = \alpha + \beta_1 TreatCityY_{it} \times Time_t + \beta_2 TreatCityN_{it} \times Time_t + \beta_3 TreatCityY_{it} + \lambda X_{it} + \sum Year + \sum Firm + \sigma_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中,TreatCityY和TreatCityN由Treat分拆而来,分别指示了位于和不位于供应链创新与应用试点城市的处理组企业。需要注意的是,根据是否位于试点城市分拆Treat需要在回归中控制城市试点工作的直接影响,否则难以解释结果是来自于试点城市影响还是来自于供应链数字化转型影响,为此,本文在式(4)中引入了城市与年份的联合固定效应σ,其他变量定义与式(1)一致。表8

列(2)列示了回归结果, $TreatCityY \times Time$ 的系数显著为正, 而 $TreatCityN \times Time$ 的系数则并不显著, 表明相比于位于非试点城市的处理组企业, 位于试点城市的处理组企业其绩效水平提升更为明显, 从而印证了政府支持的互补作用, 假设 H_{3a} 验证成立。

供应链数字化转型不是一个孤立的过程, 企业内外部条件亦不会独立产生影响 (Kosmol 等, 2019)^[8], 本文进一步通过模型(5)考察内外部条件的交互效应。

$$ROE_{it} = \alpha + \beta_1 TreatGovCity_{it} \times Time_t + \beta_2 TreatGovonly_{it} \times Time_t + \beta_3 TreatCityonly_{it} \times Time_t + \beta_4 TreatGovCityNo_{it} \times Time_t + \beta_5 TreatGovCity_{it} + \beta_6 TreatGovonly_{it} + \beta_7 TreatCityonly_{it} + \lambda X_{it} + \sum Year + \sum Firm + \sigma_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

根据是否位于试点城市及处理组公司治理水平的年度中位数, $Treat$ 被分拆为四个变量, 如表 9 所示。表 8 列(3)列示了回归结果, 列(3)中 $TreatGovCity \times Time$ 的系数显著为正, 同时有趣的是, $TreatGovonly \times Time$ 和 $TreatCityonly \times Time$ 的系数均不显著, 说明只有当企业同时满足公司治理水平较高且位于试点城市时, 建设现代数字供应链才能显著提高企业绩效。由此可见, 在转型的过程中兼顾内外部条件才能最大化发挥出供应链数字化对实体经济的赋能价值。

表 8 供应链数字化的内外部支撑条件

变量	公司治理	政府支持	内外条件的交互效应
	(1)	(2)	(3)
$TreatGovH \times Time$	0.046 *** (0.016)		
$TreatGovL \times Time$	0.002 (0.013)		
$TreatGovH$	-0.033 * (0.020)		
$TreatCityY \times Time$		0.026 ** (0.013)	
$TreatCityN \times Time$		0.004 (0.023)	
$TreatCityY$		-0.426 * (0.233)	
$TreatGovCity \times Time$			0.045 ** (0.021)
$TreatGovonly \times Time$			0.047 (0.030)
$TreatCityonly \times Time$			0.010 (0.016)
$TreatGovCityNo \times Time$			-0.026 (0.025)
$TreatGovCity$			-0.472 ** (0.234)
$TreatGovonly$			-0.058 * (0.034)
$TreatCityonly$			-0.449 * (0.233)
控制变量	控制	控制	控制
城市 × 年份	否	是	是
企业/年份固定效应	是	是	是
观测值	21534	20438	20422
R^2	0.162	0.475	0.476

表 9 处理变量 $Treat$ 的分拆

	位于试点城市	不位于试点城市
大于公司治理水平中位数	$TreatGovCity$	$TreatGovonly$
小于等于公司治理水平中位数	$TreatCityonly$	$TreatGovCityNo$

2. 异质性研究

(1) 产业链位置异质性。本文借鉴 Antras 等 (2012)^[41] 提出的行业上游度指数 ($Upstreamness$) 来测度各细分行业的产业链位置, 具体计算模型如下:

$$Upstreamness_i = 1 \times \frac{F_i}{Y_i} + 2 \times \frac{\sum_{j=1}^N d_{ij} F_j}{Y_i} + 3 \times \frac{\sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N d_{ik} d_{kj} F_j}{Y_i} + \dots \quad (6)$$

其中, F_i 为 i 行业的最终消费, Y_i 为 i 行业的总产出, d_{ij} 表示 i 行业生产单位价值的 j 行业产品所投入的产值。本文使用世界投入产出数据库(WIOD)中最新的2014年中国投入产出数据计算了各个行业的上游度指数,并与上市公司行业分类进行匹配。根据行业上游度指数的三分位数,将样本企业分为了上游、中游和下游三类,并据此将 $Treat$ 拆分为了 $TreatUp$ 、 $TreatMid$ 、 $TreatDown$ 。在式(1)的基础上引入 $TreatUp$ 、 $TreatMid$ 、 $TreatDown$ 各自与 $Time$ 的交乘项,回归结果如表10列(1)所示。结果显示,仅 $TreatMid \times Time$ 的系数显著为正,表明供应链数字化主要提高了产业链中游企业的绩效。可能的解释是,上游企业主要从事原料的生产和供应,因此上游企业对新产品开发的需求相比于中下游企业而言较弱,供应链数字化的创新效应作用有限。下游企业的产品大多直接面向个体消费者,尽管已有技术能记录消费者的数字足迹并刻画消费者特征,但现下消费者个性化需求的陡增依然为前端供应链整合增加了难度。与位于产业链两端的企业相比,位于产业链中游的企业既能通过供应链数字化加强与上游供应商的协作,获取创新所需的知识或技术,也能通过数字技术及时洞察下游客户企业的需求变化,因而最大化发挥了供应链数字化的绩效驱动作用。

(2) 产权性质异质性。产权性质是企业异质性的主要来源,根据产权性质的不同,本文将样本分为国有企业和非国有企业两类,分类回归的结果如表10列(2)和列(3)所示。列(2)和列(3)的结果表明,供应链数字化对非国有企业的绩效驱动作用更显著。可能的解释是:其一,从转型动力来看,与国有企业相比,非国有企业在资源获取上处于劣势地位,在“不进则退”的竞争压力驱使下,非国有企业有更强烈的主观意愿探索数字技术使能供应链高质量发展的机制。其二,从公司治理角度来看,相比于非国有企业,国有企业由于所有者缺位,公司治理水平往往较低(钱颖一,1999)^[42]。由此,缺乏监督的情况下,国有企业管理者可能对供应链数字化转型消极怠惰,进而导致管理者数字能力与供应链数字化转型的现实相割裂,降低了转型成效。

表 10 异质性研究结果

变量	产业链位置异质性		产权性质异质性	
	(1)	(2)	(3)	
	上中下游企业	国有企业	非国有企业	
$TreatUp \times Time$	0.011 (0.021)			
$TreatMid \times Time$	0.034*** (0.013)			
$TreatDown \times Time$	0.002 (0.024)			
$Treat \times Time$		0.006 (0.014)	0.041** (0.017)	
控制变量	控制	控制	控制	
企业/年份固定效应	是	是	是	
观测值	21550	7607	13467	
R ²	0.162	0.125	0.180	

注: $TreatUp$ 、 $TreatMid$ 、 $TreatDown$ 被企业固定效应吸收

六、拓展分析:供应链数字化提高了增长质量吗

前文结论表明,供应链数字化提高了企业绩效,推动实现了“量的合理增长”。进而,一个自然

的担忧是,这种增长是否“外强中干”难以持续?换言之,供应链数字化是否促进了“质的有效提升”?韧性能力是降低风险发生概率以及通过即时有效的反应从突发的破坏性事件中快速恢复的能力(Kamalahmadi 和 Parast,2016)^[43],它使企业在面对负面冲击时依然能保持绩效增长的稳定性,是增长质量的重要评价标准(Chowdhury 和 Quaddus,2017)^[44]。在当今 VUCA 时代趋势下,韧性能力已经成为企业高质量发展的应有之义(史丹和李少林,2022)^[45]。近年来,新冠肺炎疫情的爆发使供应链中断或延误风险明显增加,从而为观测企业和供应链韧性能力提供了绝佳的实验环境(Ivanov,2021)^[24]。综上,本文拟利用新冠肺炎疫情构建的外生冲击环境,从风险防范和风险化解两个视角切入,探究供应链数字化能否推动实现有韧性的增长^①。

1. 风险防范

风险防范能力是指企业减小危机爆发几率的能力,体现为对风险的事前控制能力。本文以2020年初新冠肺炎疫情作为研究事件,通过事件研究法检验供应链数字化的风险防范作用。具体而言,根据有效市场假说,股价是企业历史信息 and 内在价值的综合反映(Fama,1970)^[46],若供应链数字化使企业具备了风险防范能力,那么在疫情初露端倪之时,市场应当能够根据历史信息判断企业能减小因疫情而导致经营危机的可能。因而可以预期,相比于非试点企业,参与供应链数字化转型的企业此时应当获得更积极的市场反应。

首先,将2020年1月16日确定为市场对疫情信息进行反应的最初时间。原因在于:第一,自1月16日起开始出现每日新增病例。第二,1月15日官方首次提出“不能排除有限人传人的可能”,从而释放出了疫情可能外溢的信号^②。

其次,确定研究样本。遵循肖土盛等(2020)^[47]的研究逻辑,利用企业注册所在地的疫情严重程度来区分疫情对企业影响的大小。因此首先依据企业的注册所在地是否位于湖北将样本分为两组^③,继而采用如下两种方式在每组中分别筛选样本:方法一:参考Hendricks 和 Singhal(2005a)^[48]的研究,选择与处理组企业同一行业(二级行业分类)且资产差值最小的企业作为对照组。方法二:借鉴Hendricks 和 Singhal(2005b)^[49]的方法,通过式(7)构造变量 Gap :

$$Gap_{ij} = \frac{|Sales_i - Sales_j|}{\max(Sales_i, Sales_j)} + \frac{|Size_i - Size_j|}{\max(Size_i, Size_j)} \quad (7)$$

其中, i 为处理组企业, j 为备选企业, $Sales$ 为企业的主营业务收入, $Size$ 表示资产规模。在与处理组企业*i*同一行业且资产不比*i*高或低40%的备选企业中,使 Gap 取值最小的备选企业即为*i*的对照组。重复配对过程直到所有处理组参与完毕。上述基础上,本文设定了如下的检验模型:

$$CAR = \alpha_0 + \alpha_1 Treat + \lambda Controls + \sum Industry + \varepsilon \quad (8)$$

其中, CAR 为采用市场调整模型或市场模型计算的累计超额收益率^④,市场模型的估计窗口为 $[-200, -21]$,事件窗口为 $[0, 1]$ 。 $Treat$ 用于区分处理组与对照组, $Controls$ 为一组控制变量,具体包括资产规模($Size$)、资产净利润率(ROA)、资本结构(Lev)、成长性($Growth$)、现金流($Cash$)、市值账面比(MB)以及行业虚拟变量,变量均取2019年末值^⑤。

表11列示了式(8)的估计结果,列(1)~列(4)的结果显示,无论采用何种方法筛选样本,以及无论采取何种模型计算 CAR 、 $Treat$ 的系数均显著为正,说明供应链数字化与疫情初期

① 新冠肺炎病例数据来自于国家卫健委和武汉市卫健委。

② 本文通过市场模型计算企业的累计超额收益发现,16日是累积超额收益率的转折点,16日后企业累计超额收益率开始出现连续的下跌,从而更加印证了16日作为事件日期的合理性。

③ 仅根据行业进行样本筛选亦支持本文的结论。

④ 采用三因子和五因子计算 CAR 结果依然稳健。

⑤ 限于篇幅,描述性统计结果留存备索。

的累积超额收益率存在正相关关系,结果与预期一致,证明了供应链数字化转型具有风险防范的作用。

表 11 供应链数字化转型的风险防范作用

变量	方法 1 筛选样本		方法 2 筛选样本	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	市场模型	市场调整模型	市场模型	市场调整模型
	CAR[0,1]	CAR[0,1]	CAR[0,1]	CAR[0,1]
<i>Treat</i>	0.010 ** (0.005)	0.011 ** (0.005)	0.012 ** (0.006)	0.013 ** (0.006)
控制变量	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	是	是	是	是
观测值	112	112	90	90
R ²	0.186	0.204	0.192	0.211

注:括号内为稳健标准误,其他同上

2. 风险化解

风险化解能力是指企业在危机发生后能迅速从危机中恢复的能力,体现为对风险的事后控制能力(Ali 等,2017)^[50]。若供应链数字化提高了节点企业的风险化解能力,则在遭受疫情冲击后,试点企业相较于非试点企业的绩效降幅应当更小。

(1)基于 2020 年初新冠肺炎疫情的考察。首先设立式(9)所示的双重差分模型衡量新冠肺炎疫情对企业绩效的影响:

$$ROE_{it} = \alpha_1 + \beta_1 TreatCOVID_{jt} \times Time20_t + \lambda X + \gamma_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

其中,*j*、*i*、*t* 分别为省份、企业和季度, *TreatCOVID* 为处理变量,用于衡量企业受到新冠肺炎疫情冲击的程度,本文用企业所在省份季度末的累计确诊人数占总确诊人数的比例来测度。 *Time20* 为时间效应变量,在 2020 年之前赋值为 0,否则为 1, γ 为企业固定效应, η 为时间固定效应。其他变量定义与式(1)一致。 β_1 反映了疫情对企业绩效的影响,基于客观现实,预期 β_1 显著为负。在式(9)的基础上,本文进一步设定如下的三重差分模型考察试点企业的风险化解能力:

$$ROE_{it} = \alpha_2 + \beta_2 TreatCOVID_{jt} \times Time20_t \times Treat_i + \lambda X_{it} + \gamma_i + \eta_t + \mu_{it} + \nu_{jt} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

其中, *Treat* 用于区分是否为试点企业, μ 为 *Treat* 与季度联合固定效应, ν 为省份与季度联合固定效应, γ 和 η 的定义与式(9)一致。 β_2 衡量了受疫情影响后试点企业与非试点企业绩效的变化差异,若 β_2 显著为正,则说明受到疫情冲击后,相比于非试点企业,试点企业能迅速通过数字技术修复供应链网络,提高复工复产效率,从而减小了疫情对企业绩效的负面影响,即供应链数字化提高了企业的风险化解能力。

回归结果如表 12 所示。表 12 列(1)和列(2)为基于 2018 年第一季度至 2020 年第二季度样本的估计结果, *TreatCOVID* × *Time20* 的系数显著为负,结果与客观事实一致。三重交叉项 *TreatCOVID* × *Time20* × *Treat* 的系数显著为正,说明供应链数字化提高了企业的风险化解能力。列(3)和列(4)将观测区间延长至 2020 年第四季度。列(5)和列(6)采用了 2018—2020 年的年度数据,列(7)和列(8)则采用了 2018—2021 年的年度数据。列(3)~列(8)的结果均支持了供应链数字化的风险化解作用^①。

① 本文还尝试根据企业是否位于湖北、期末累积确诊人数的对数值以及企业所处的行业来刻画疫情影响的程度,结论不受影响。此外,在控制政府补贴的影响后,结论依然成立。

表 12 基于武汉新冠肺炎疫情的考察

变量	季度数据 1		季度数据 2		年度数据 1		年度数据 2	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>TreatCOVID</i> × <i>Time20</i>	-0.017 *** (0.003)		-0.016 *** (0.003)		-0.024 *** (0.006)		-0.029 *** (0.006)	
<i>TreatCOVID</i> × <i>Time20</i> × <i>Treat</i>		0.020 * (0.011)		0.035 ** (0.014)		0.077 ** (0.030)		0.090 *** (0.030)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
企业/季度固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
<i>Treat</i> × 季度	否	是	否	是	否	是	否	是
省份 × 季度	否	是	否	是	否	是	否	是
观测值	34367	34367	41618	41618	10688	10688	15195	15195
R ²	0.474	0.484	0.468	0.478	0.634	0.642	0.589	0.596

注:括号内为经省份、季度层面 cluster 调整的稳健标准误,其他同上

(2) 基于零散爆发疫情的考察^①。在建立计量模型之前,需要解答三个问题:第一是企业何时遭受疫情冲击? 日新增确诊的峰值反映了观测区间内城市遭受疫情冲击最严重的时间点,因此,本文以此为界划分疫情冲击的前后时间。第二是疫情冲击是否有效? 在精准防疫的背景下,如果新增确诊的峰值大于 0 即认为城市内企业遭受了严重冲击显然脱离了现实。考虑到各城市日新增确诊峰值的中位数为 2,因此,若城市的日新增确诊峰值大于 2,则将其视为有效的疫情冲击事件。第三是确定研究样本。考虑到疫情冲击与城市特征存在相关性(如境外航班多、有冷链港口、边境城市等爆发疫情的风险往往较高),为降低样本的选择性偏误,本文仅将观测期间内日新增确诊峰值大于 2 的城市纳入观察。综上,本文基于 2020 年第三季度至 2021 年第四季度的数据,通过设定式(11)和式(12)的渐进式差分模型来分析供应链数字化的风险化解作用。

$$ROE_{it} = \alpha_3 + \beta_3 TreatCOVID'_{kit} + \lambda X_{it} + \gamma_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \tag{11}$$

$$ROE_{it} = \alpha_4 + \beta_4 TreatCOVID'_{kit} \times Treat_i + \lambda X_{it} + \gamma_i + \eta_t + \mu_{it} + \nu_{kt} + \varepsilon_{it} \tag{12}$$

其中,*k*、*i*、*t* 为城市、企业和季度。当企业遭受疫情冲击时,*TreatCOVID'* 在该季度及以后取值为 1,反之则为 0,*ν* 为城市与季度联合固定效应,其他变量定义与前文相同。

表 13 列示了回归的结果。列(1)中 *TreatCOVID'* 的系数显著为负,说明零散爆发的疫情对企业产生了负面影响,满足客观事实,结果也在一定程度上证明了本文对疫情冲击时点和有效性的判断是准确的。列(2)结果说明遭受疫情冲击后,试点企业能充分发挥数字供应链的资源调配作用修复供应网络,促进产能复苏,降低了疫情的负面影响,结果支持供应链数字化的风险化解作用。表 13 列(3)和列(4)剔除了位于北京的样本,结论不变。列(5)和列(6)将疫情严重程度和城市防疫能力纳入有效疫情冲击的考虑范畴,具体而言,将新增确诊峰值大于 2 且从峰值到 0 新增之间至少间隔两天的疫情冲击视为有效冲击,列(5)和列(6)的结果依然支持供应链数字化的风险化解作用。

表 13 基于零散爆发疫情的考察

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>TreatCOVID'</i>	-0.005 * (0.003)		-0.005 * (0.003)		-0.007 ** (0.003)	
<i>TreatCOVID'</i> × <i>Treat</i>		0.038 * (0.022)		0.048 ** (0.023)		0.043 ** (0.020)

① 选择从第三季度开始是因为武汉在第二季度宣布解封,因而从第三季度开始可以认为疫情进入零散爆发状态。

续表 13

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
企业/季度固定效应	是	是	是	是	是	是
<i>Treat</i> × 季度	否	是	否	是	否	是
城市 × 季度	否	是	否	是	否	是
观测值	14846	14785	12769	12708	14846	14785
R ²	0.592	0.610	0.590	0.611	0.592	0.610

注:括号内为经城市、季度层面 cluster 调整的稳健标准误,其他同上

除上述的动态双重差分方法外,本文还通过线性回归模型来验证上述结论,具体模型如下:

$$ROE_{it} = \alpha_5 + \beta_5 TreatCOVID''_{kit} + \lambda X_{it} + \eta_t + \tau_i + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

$$ROE_{it} = \alpha_6 + \beta_6 TreatCOVID''_{kit} \times Treat_i + \beta_7 TreatCOVID''_{kit} \times TreatNo_i + \beta_8 Treat_i + \lambda X_{it} + \eta_t + \tau_i + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

其中,*TreatCOVID''*为虚拟变量,若企业*i*所在的城市*k*在季度*t*出现了确诊病例则取值为1,反之为0。与*Treat*变量表示企业为试点企业相反,*TreatNo*表示企业为对照组企业, τ 为行业固定效应,其他变量定义与式(12)一致。 β_5 反映了疫情对城市内企业绩效的影响, β_6 和 β_7 分别衡量了疫情对城市内参与供应链数字化转型企业和未参与企业的影响。表14列示了回归结果,列(1)的结果说明,总体上,疫情降低了城市内企业绩效,与客观事实相符。列(2)的结果说明,疫情主要降低了城市内非试点企业的绩效,而并未对参与供应链数字化转型企业产生显著负面影响,结果支持供应链数字化转型的风险化解作用。

表 14 基于零散爆发疫情的考察(更换回归模型)

变量	(1)	(2)
<i>TreatCOVID''</i>	-0.005** (0.002)	
<i>TreatCOVID''</i> × <i>Treat</i>		0.002 (0.011)
<i>TreatCOVID''</i> × <i>TreatNo</i>		-0.005** (0.002)
<i>Treat</i>		0.001 (0.008)
控制变量	控制	控制
行业/季度固定效应	是	是
观测值	23966	23966
R ²	0.169	0.169

七、结论与政策启示

近年来,环境不确定性的增加使现代数字供应链的战略价值日益凸显,厘清数字技术赋能供应链的机制及效果关乎供给侧结构性改革和“双循环”新发展格局的推进进程。然而,由于数字供应链尚属前沿,现有对供应链数字化经济后果的研究多停留于理论阐述,研究结论也莫衷一是。本文基于供应链创新与应用试点工作构筑的外生冲击环境,利用A股上市公司数据分析了供应链数字化对企业绩效的影响。研究发现,供应链数字化能够提高企业绩效,而发生机制在于:一方面,供应链数字化通过精简管理对象、提高决策速度和决策质量进而增强了企业管理效率;另一方面,供应链数字化通过增加企业外部创新资源的可及性和降低企业创新风险进而提高了企业创新能力。同

时,本文还发现供应链数字化发挥绩效驱动作用有赖于较高的公司治理水平和政府营造的良好供应链运营环境。异质性分析结果表明,供应链数字化对产业链中游企业和非国有企业的绩效驱动作用更显著。进一步研究中,本文利用2020年初的疫情以及2020年第三季度至2021年第四季度在全国零散爆发的疫情所构造的外生风险冲击环境,从事前预防和事后化解两个视角系统证实了供应链数字化能够增强企业供应链韧性,推动实现了有韧性的增长。

本文提供了供应链数字化转型经济后果的直接经验证据,不仅丰富了数字供应链的相关文献,更具有重要的政策启示。

第一,应充分把握供应链数字化转型机遇,加快数字技术与供应链的深度融合进程,为推动经济实现量的合理增长提供关键支撑。中国情境下,企业建设数字供应链可以大幅提升绩效水平。因此一方面要加强对企业开展供应链数字化转型的引导,培养企业的现代供应链管理思维,鼓励企业将物联网、区块链、边缘计算、大数据等现代数字技术深度嵌入供应链的各个环节中,推动采购、研发、生产、运输等流程变革再造,全方位提升供应链管理效率和创新能力;另一方面,在稳步扩大试点范围的同时,要发挥优秀试点企业的标杆作用,及时对供应链数字化转型成功经验进行总结、复制和推广,加快对供应链数字化可操作化标准的制定,进而由点及面在更大范围内形成供应链数字化转型的发展势能,为促进实体经济高质量发展夯实基础。

第二,以供应链数字化为抓手推进企业供应链韧性能力建设,进而为推动经济实现质的有效提升发挥支撑作用。环境的高度不确定性使提高供应链韧性已上升到国家战略高度,二十大报告明确指出,要着力提升产业链供应链韧性和安全水平。本文发现供应链数字化能够提高企业供应链韧性能力,推动实现了有韧性的增长。因此,首先,要继续发挥现代数字技术的信息治理作用,通过将数字技术深度嵌入供应链全流程,打破节点企业间的信息孤岛,建立动态的采购、仓储、运输管理系统,强化对供应链中商流、资金流的跟踪和监控,通过大数据分析实时输出各个供应链节点的延误和中断风险,并据此建立供应链中断的预警系统。其次,可以通过建立数字供应链平台等方式强化供应链节点企业间的协同与合作,增进企业间互信,建立和完善资源共享、风险共担的危机应对机制。最后,通过供应链数字化提高供应链网络的覆盖面,打造非线性的交互结构,避免因某一环节中断而导致整个供应链瘫痪。

第三,内外兼顾创造供应链数字化转型条件。从内部来看,企业要积极提高公司治理水平,一方面要授予高管必要的权利,供应链数字化转型需要一系列财务、人力资源的支撑,必须保证高管能调动上述资源以支持数字供应链建设;另一方面要设置合理的监督和激励机制,优化考核指标,将数字供应链建设成效纳入管理层考核范畴,并据此对高管实施奖惩。做好信息披露,为董事会发挥监督职权创造条件。从外部来看,政府要勇担责任,做“有为政府”。政府要着力疏通和解决企业在建设数字供应链中的难点和堵点,加强对数字供应链领域专业人才的培养和引进,对供应链前沿技术的研发、应用和推广应给予资金和政策扶持。完善配套的供应链基础设施,优化供应链公共服务举措,推动形成跨部门、跨区域的政府供应链治理机制。

第四,供应链数字化转型对企业的影响存在明显的异质性,因此政府在引导企业参与供应链数字化转型时,应因企制宜,多措并举,精准施策。一方面,要进一步加强对产业链两端企业的关注和引导,鼓励一批对供应链有较强控制力的核心零售商和原料供应商开展数字供应链建设,总结不同产业链位置企业建设数字供应链的特点及困难,进而形成差异化的政策扶持标准;另一方面,要加强对国有企业管理者的监督,优化外部董事遴选标准,完善董事会监督机制,将转型绩效与薪资挂钩,从而抑制管理者懒惰和短视倾向,激发国有企业的转型动力。

与企业数字化的研究相比,供应链数字化的研究仍略显微薄,本文认为后续的研究可以从下述方面展开和深化:(1)当前对供应链数字化的研究仍以理论阐释为主,随着供应链数字化转型实践经验的增多,有必要结合实践数据对既有的供应链数字化转型理论框架进行实证检验,进而丰富数字供应

链的研究体系。(2)区别于企业内部的数字化转型,供应链数字化涉及链条企业间复杂的关系交互和利益再分配,供应链数字化对除核心企业外的其他企业存在何种影响,这是未来需要深入思考的问题。

参考文献

- [1] Buyukozkan, G., and F. Gocer. Digital Supply Chain: Literature Review and a Proposed Framework for Future Research [J]. *Computers in Industry*, 2018, 97: 157 – 177.
- [2] Yang, M., M. Fu, and Z. Zhang. The Adoption of Digital Technologies in Supply Chains: Drivers, Process and Impact [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, 169, 120795.
- [3] Ishfaq, R., E. Davis-Sramek, and B. Gibson. Digital Supply Chains in Omnichannel Retail: A Conceptual Framework [J]. *Journal of Business Logistics*, 2022, 43, (2): 169 – 188.
- [4] Meindl, B., N. F. Ayala, J. Mendonca, and A. G. Frank. The Four Smarts of Industry 4.0: Evolution of Ten Years of Research and Future Perspectives [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, 168, 120784.
- [5] Lerman, L. V., G. B. Benitez, J. M. Muller, P. R. De Sousa, and A. G. Frank. Smart Green Supply Chain Management: A Configurational Approach to Enhance Green Performance through Digital Transformation [J]. *Supply Chain Management-An International Journal*, 2022, 27, (7): 147 – 176.
- [6] 中国社会科学院工业经济研究所课题组. 提升产业链供应链现代化水平路径研究 [J]. *北京: 中国工业经济*, 2021, (2): 80 – 97.
- [7] Lizette Garay-Rondero, C., J. Luis Martinez-Flores, N. R. Smith, S. O. Caballero Morales, and A. Aldrette-Malacara. Digital Supply Chain Model in Industry 4.0 [J]. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2020, 31, (5): 887 – 933.
- [8] Kosmol, T., F. Reimann, and L. Kaufmann. You'll Never Walk Alone: Why We Need a Supply Chain Practice View on Digital Procurement [J]. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2019, 25, (4), 100553.
- [9] Hallikas, J., M. Immonen, and S. Brax. Digitalizing Procurement: The Impact of Data Analytics on Supply Chain Performance [J]. *Supply Chain Management-An International Journal*, 2021, 26, (5): 629 – 646.
- [10] Tziantopoulos, K., N. Tsolakis, D. Vlachos, and L. Tsironis. Supply Chain Reconfiguration Opportunities Arising from Additive Manufacturing Technologies in the Digital Era [J]. *Production Planning & Control*, 2019, 30, (7): 510 – 521.
- [11] Li, X. Reducing Channel Costs by Investing in Smart Supply Chain Technologies [J]. *Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review*, 2020, 137, (101927).
- [12] Dolgui, A., and D. Ivanov. 5g in Digital Supply Chain and Operations Management: Fostering Flexibility, End-to-End Connectivity and Real-Time Visibility through Internet-of-Everything [J]. *International Journal of Production Research*, 2022, 60, (2): 442 – 451.
- [13] Bhattacharya, S., and A. Chatterjee. Digital Project Driven Supply Chains: A New Paradigm [J]. *Supply Chain Management-An International Journal*, 2022, 27, (2): 283 – 294.
- [14] Ho, W. R., N. Tsolakis, T. Dawes, M. Dora, and M. Kumar. A Digital Strategy Development Framework for Supply Chains [J/OL]. *Ieee Transactions on Engineering Management*, 2022, DOI:10.1109/tem.2021.3131605.
- [15] Wu, L., X. Yue, A. Jin, and D. C. Yen. Smart Supply Chain Management: A Review and Implications for Future Research [J]. *International Journal of Logistics Management*, 2016, 27, (2): 395 – 417.
- [16] Ali, I., and K. Govindan. Extenuating Operational Risks through Digital Transformation of Agri-Food Supply Chains [J/OL]. *Production Planning & Control*, 2021, DOI:10.1080/09537287.2021.1988177.
- [17] Zouari, D., S. Ruel, and L. Viale. Does Digitalising the Supply Chain Contribute to Its Resilience? [J]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2021, 51, (2): 149 – 180.
- [18] Srari, J. S., and H. Lorentz. Developing Design Principles for the Digitalisation of Purchasing and Supply Management [J]. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2019, 25, (1): 78 – 98.
- [19] Dubois, A., and A. Salmi. A Call for Broadening the Range of Approaches to Case Studies in Purchasing and Supply Management [J]. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2016, 22, (4): 247 – 249.
- [20] 张树山,胡化广,孙磊,夏铭璐. 供应链数字化与供应链安全稳定——一项准自然实验 [J]. *北京: 中国软科学*, 2021, (12): 21 – 30, 40.
- [21] Gupta, S., V. A. Drave, S. Bag, and Z. Luo. Leveraging Smart Supply Chain and Information System Agility for Supply Chain Flexibility [J]. *Information Systems Frontiers*, 2019, 21, (3): 547 – 564.
- [22] Chang, S. E., Y.-C. Chen, and M.-F. Lu. Supply Chain Re-Engineering Using Blockchain Technology: A Case of Smart Contract Based Tracking Process [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, 144: 1 – 11.

- [23] Chen, S., S. Brahma, J. Mackay, C. Cao, and B. Aliakbarian. The Role of Smart Packaging System in Food Supply Chain [J]. *Journal of Food Science*, 2020, 85, (3): 517 – 525.
- [24] Ivanov, D. Digital Supply Chain Management and Technology to Enhance Resilience by Building and Using End-to-End Visibility During the Covid – 19 Pandemic [J/OL]. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2021, DOI: 10. 1109/TEM. 2021. 3095193.
- [25] Queiroz, M. M. , R. Telles, and S. H. Bonilla. Blockchain and Supply Chain Management Integration: A Systematic Review of the Literature [J]. *Supply Chain Management-An International Journal*, 2020, 25, (2): 241 – 254.
- [26] 任佩瑜. 论管理效率中再造组织的战略决策 [J]. 成都: 经济体制改革, 1998, (3): 98 – 101.
- [27] 吴超鹏, 唐葳. 知识产权保护执法力度、技术创新与企业绩效——来自中国上市公司的证据 [J]. 北京: 经济研究, 2016, (11): 125 – 139.
- [28] Azadegan, A. Benefiting from Supplier Operational Innovativeness: The Influence of Supplier Evaluations and Absorptive Capacity [J]. *Journal of Supply Chain Management*, 2011, 47, (2): 49 – 64.
- [29] Chavez, R. , W. Yu, M. A. Jacobs, and M. Feng. Data-Driven Supply Chains, Manufacturing Capability and Customer Satisfaction [J]. *Production Planning & Control*, 2017, 28, (11 – 12): 906 – 918.
- [30] Pero, M. , N. Abdelkafi, A. Sianesi, and T. Blecker. A Framework for the Alignment of New Product Development and Supply Chains [J]. *Supply Chain Management-An International Journal*, 2010, 15, (2): 115 – 128.
- [31] Zimmermann, R. , L. M. D. F. Ferreira, and A. C. Moreira. The Influence of Supply Chain on the Innovation Process: A Systematic Literature Review [J]. *Supply Chain Management-An International Journal*, 2016, 21, (3): 289 – 304.
- [32] Hofmann, E. , and M. Ruesch. Industry 4. 0 and the Current Status as Well as Future Prospects on Logistics [J]. *Computers in Industry*, 2017, 89: 23 – 34.
- [33] Lopez-Morales, B. , L. Gutierrez, F. Javier Llorens-Montes, and A. Rajo-Gallego-Burin. Enhancing Supply Chain Competences through Supply Chain Digital Embeddedness: An Institutional View [J]. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 2022, 38, (3): 533 – 552.
- [34] Chen, D. Q. , D. S. Preston, and M. Swink. How the Use of Big Data Analytics Affects Value Creation in Supply Chain Management [J]. *Journal of Management Information Systems*, 2015, 32, (4): 4 – 39.
- [35] 周茜, 许晓芳, 陆正飞. 去杠杆, 究竟谁更积极与稳妥? [J]. 北京: 管理世界, 2020, (8): 127 – 148.
- [36] 郝健, 张明玉, 王继承. 国有企业党委书记和董事长“二职合一”能否实现“双责并履”? ——基于倾向得分匹配的双重差分模型 [J]. 北京: 管理世界, 2021, (12): 195 – 208.
- [37] 黄俊威, 龚光明. 融资融券制度与公司资本结构动态调整——基于“准自然实验”的经验证据 [J]. 北京: 管理世界, 2019, (10): 64 – 81.
- [38] Arkhangelsky, D. , S. Athey, D. A. Hirshberg, G. W. Imbens, and S. Wager. Synthetic Difference-in-Differences [J]. *American Economic Review*, 2021, 111, (12): 4088 – 4118.
- [39] Lin, W. Automated Infrastructure: Covid – 19 and the Shifting Geographies of Supply Chain Capitalism [J]. *Progress in Human Geography*, 2022, 46, (2): 463 – 483.
- [40] 潘怡麟, 朱凯, 陈信元. 决策权配置与公司价值——基于企业集团的经验证据 [J]. 北京: 管理世界, 2018, (12): 111 – 119.
- [41] Antras, P. , D. Chor, T. Fally, and R. Hillberry. Measuring the Upstreamness of Production and Trade Flows [J]. *American Economic Review*, 2012, 102, (3): 412 – 416.
- [42] 钱颖一. 激励与约束 [J]. 北京: 经济社会体制比较, 1999, (5): 7 – 12, 6.
- [43] Kamalahmadi, M. , and M. M. Parast. A Review of the Literature on the Principles of Enterprise and Supply Chain Resilience: Major Findings and Directions for Future Research [J]. *International Journal of Production Economics*, 2016, 171: 116 – 133.
- [44] Chowdhury, M. M. H. , and M. Quaddus. Supply Chain Resilience: Conceptualization and Scale Development Using Dynamic Capability Theory [J]. *International Journal of Production Economics*, 2017, 188: 185 – 204.
- [45] 史丹, 李少林. 新冠肺炎疫情冲击下企业生存韧性研究——来自中国上市公司的证据 [J]. 北京: 经济管理, 2022, (1): 5 – 26.
- [46] Fama, E. Efficient Market Hypothesis: A Review of Theory and Empirical Work [J]. *Journal of Finance*, 1970, 25, (2): 383 – 417.
- [47] 肖土盛, 孙瑞琦, 袁淳. 新冠肺炎疫情冲击下企业现金持有的预防价值研究 [J]. 北京: 经济管理, 2020, (4): 175 – 191.
- [48] Hendricks, K. B. , and V. R. Singhal. An Empirical Analysis of the Effect of Supply Chain Disruptions on Long-Run Stock Price Performance and Equity Risk of the Firm [J]. *Production and Operations Management*, 2005, 14, (1): 35 – 52.
- [49] Hendricks, K. B. , and V. R. Singhal. Association between Supply Chain Glitches and Operating Performance [J]. *Management Science*, 2005, 51, (5): 695 – 711.
- [50] Ali, A. , A. Mahfouz, and A. Arisha. Analysing Supply Chain Resilience: Integrating the Constructs in a Concept Mapping Framework Via a Systematic Literature Review [J]. *Supply Chain Management-An International Journal*, 2017, 22, (1): 16 – 39.

Supply Chain Digitalization and Firm Performance: Mechanism and Empirical Evidence

LIU Hai-jian¹, HU Hua-guang², ZHANG Shu-shan³, SUN Lei³

(1. Business School, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu, 210008, China;

2. School of Digital Economics and Management, Nanjing University, Suzhou, Jiangsu, 215129, China;

3. Business School, Northeast Normal University, Changchun, Jilin, 130117, China)

Abstract: Modern supply chain is a strategic tool for enterprises to obtain competitive advantages, a powerful starting point for promoting supply-side structural reform, and an inevitable measure to build a modern circulation system and a new pattern of dual-cycle development. In order to accelerate the development of modern digital supply chain, in April 2018, the Ministry of Commerce and eight other departments jointly launched pilot work on supply chain innovation application. With many cities and enterprises as pilot units, the work actively explores new ways of digital technology and supply chain innovation and development, and has accumulated rich practical experience for China's supply chain digital transformation. Under the background of digital transformation, to clarify the mechanism and effect of supply chain digitalization is the premise of promoting the construction of modern supply chain system. Unfortunately, as the digital transformation of supply chain is still in the forefront, most of the current studies on the proposition of whether supply chain digitalization can create value are only logical deduction at the theoretical level, and no consistent conclusions have been reached. Few studies provide empirical evidence of the economic consequences of supply chain digitalization.

Considering the shortcomings of the above studies, this paper aims to use secondary data to deeply and systematically analyze the mechanism and effect of digital technology enabling supply chain. Specifically, based on the external impact environment constructed by supply chain innovation and application pilot work, based on the data of A-share listed companies from 2013 to 2020, the impact of supply chain digitalization on enterprise performance is systematically investigated. It is found that supply chain digitization significantly improves enterprise performance. Mechanism analysis results show that management enablement and innovation enablement are the specific path mechanisms to improve enterprise performance driven by supply chain digitalization, a good supply chain operating environment created by the government and a higher level of corporate governance are indispensable supporting conditions for successful transformation. The results of heterogeneity analysis show that supply chain digitalization has a more significant driving effect on the performance of midstream enterprises and non-state-owned enterprises. In the further study, the exogenous impact of risk crisis is constructed by the novel coronavirus outbreak, and the event study method and difference-in-difference-in-difference model are used to study and find that the digitalization of supply chain improves enterprises' pre-prevention ability and post-resolution ability to risk crisis, enhances the stability of enterprise performance under the risk impact, and promotes resilient growth.

The contributions of this paper are as follows: Firstly, it breaks through the limitations of existing literatures in research methods and perspectives, and makes a systematic quantitative evaluation of the effect of the digital transformation of supply chain by using the data of listed companies. Existing studies on the effect of supply chain digital economy mostly stay in the logical deduction of theoretical level, and the conclusion is not unified. This paper provides direct empirical evidence for the performance driving effect of supply chain digitization. Based on the data of listed companies, this paper provides direct empirical evidence for the performance-driven role of supply chain digitalization. Secondly, it deeply reveals the potential paths and supporting conditions of supply chain digitalization affecting enterprise performance, and deepens the understanding of supply chain digitalization enabling mechanism. The conclusion has important practical significance. Third, explore whether digitizing supply chains can promote resilient growth in the context of the exogenous risk shock environment created by the COVID - 19 pandemic. The research conclusions not only have reference value for improving the resilience of industrial chain and supply chain, but also provide important policy implications for promoting the effective improvement of quality and reasonable growth of quantity of economy.

Key Words: supply chain digitization; firm performance; support condition; risk prevention; risk defuse

JEL Classification: D81, G32, L25

DOI:10.19616/j.cnki.bmj.2023.05.005

(责任编辑:闫 梅)