

智能制造能够提升供应链韧性吗——基于工业互联网平台的准自然实验

陈永丽 周月童

重庆工商大学, 重庆市, 400067;

摘要: 当前, 国内外形势严峻, 面对供应链“断链”风险, 提升韧性对中国经济安全运行至关重要。本文以 2012—2023 年制造业 A 股上市公司为样本, 将工业互联网平台试点示范项目作为准自然实验, 采用双重差分法评估智能制造对供应链韧性的影响。实证结果表明, 智能制造能够显著增强企业供应链的抵御与恢复能力, 从而为推动制造业实现高质量的发展转型注入新的动力。进一步的中介机制检验表明, 该促进作用主要通过优化信息传递路径与强化内部控制机制来实现。异质性分析显示, 在规模较大、处于产业链下游或位于东部地区的企业中, 其促进效应更为显著。本文为工业互联网平台政策效果提供了经验证据, 也为提升供应链韧性、构建新发展格局提供了参考。

关键词: 供应链韧性; 工业互联网平台; 智能制造; 信息渠道

DOI: 10.69979/3029-2700.26.04.019

引言

党的二十大报告明确指出, 增强产业链与供应链的韧性及安全能力, 是支撑新发展格局构建、推动中国式现代化行稳致远的关键制度保障。所谓供应链韧性, 通常被界定为系统在遭遇外部扰动或突发冲击时, 仍能维持基本功能运转, 并在中断后迅速恢复到正常状态的能力。当前, 百年变局与地缘政治紧张使供应链面临严峻冲击, “断链”风险加剧, 阻碍国民经济循环, 供应链的稳定畅通关乎适应全球化新趋势及塑造核心竞争力(黄宏斌等, 2024)。因此, 增强制造业企业在供应链层面的韧性水平, 正日益成为落实创新驱动发展战略、迈向科技强国目标的一项核心战略任务。

2018 年, 工业互联网平台建设指南印发, 其首次写入政府工作报告, 成为驱动制造业数智化升级与中小微企业成长的新引擎。平台技术体系可优化业务流程与供应链管理, 实现实时化、精准化需求响应, 并通过整合制造服务、完成复杂任务, 成为实现智能制造的关键。基于此, 本文以平台建设为准自然实验, 采用双重差分法探究智能制造能否提升供应链韧性。

1 研究假设

本文认为工业互联网平台可以通过信息渠道、内部控制渠道两条路径提高企业供应链韧性。

1.1 信息渠道

实现供给与需求之间的有效匹配及总量平衡, 是维护供应链韧性并确保其安全稳定运行的基本前提。工业互联网平台能够提升供应链网络中信息节点与知识节点之间的连接广度与渗透深度, 并借助由此产生的信息传导效应, 推动上下游企业之间形成更高效的供需对接与更稳固的合作关系, 从而增强整体供应链的韧性水平。本文提出研究假设 1:

H1: 相比未接入工业互联网平台的企业, 接入工业互联网平台的企业通过信息渠道提升了供应链韧性。

1.2 内部控制渠道

传统供应链模式往往伴随着较为高昂的运营管理成本, 加之资源配置效率相对偏低, 这在客观上延缓了各节点企业面对突发风险时的响应速度, 进而对供应链整体运行的安全性与稳定性构成潜在威胁。企业接入工业互联网平台则能够提高内部控制水平, 提升供应链韧性。本文提出研究假设 2:

H2: 相比未接入工业互联网平台的企业, 接入工业互联网平台的企业通过内部控制渠道提升了供应链韧性。

2 研究设计

2.1 样本选取与数据来源

本文以 2012—2023 年制造业 A 股上市公司为样本, 数据来源于 CSMAR、Wind 及 CNRDS 数据库。剔除

ST、*ST、退市及金融类企业，删除缺失值，并对连续变量进行1%缩尾处理，最终得到20305个企业-年度观测值。

2.2 变量定义

2.2.1 被解释变量

供应链韧性是供应链与韧性的进一步外延和拓展，为系统评估制造业企业的供应链韧性水平，本文从以下四个维度展开综合测度：抵御外部冲击的抵抗能力、中断发生后的恢复能力、日常运营的稳健能力，以及供需双方的匹配协调能力。

2.2.2 解释变量

本文将工业互联网平台的建设与推广视为一项准自然实验，采用企业分组虚拟变量与政策实施时点虚拟变量的乘积项 ($Treat \times Time$) 来识别并估计该政策所产生的净影响效应。具体而言，若某家制造业上市公司已成功接入工业互联网平台，则将其归入处理组并赋予 $TREAT$ 变量取值为1，反之则划入对照组，相应取值为0。在时间维度的设定上，将政策正式启动的年份(2018)及其后续各年的 $Time$ 变量记为1，此前年份则记为0。本文最终采用 $Time$ 与 $TREAT$ 的交互乘积项 ($Time \times Treat$) 作为核心解释变量。

2.2.3 控制变量

本文选取一系列影响制造业企业供应链韧性的控制变量，具体包括企业规模 ($Size$)、资产负债率 (Lev)、经营性现金流 ($Cash$)、企业年龄 (Age)、股权集中度 ($Top1$)、盈利能力 (ROA)、托宾 Q 值、投资支出率 (inv) 等企业层面变量。

3 实证分析

3.1 描述性统计

基于主要变量的描述性统计结果可知，供应链韧性 ($Resil$) 的样本最大值为0.885，最小值为0.246，标准差为0.085。该统计分布表明，不同企业之间的供应链韧性水平存在一定程度的差异，样本数据在绩效区分方面呈现出较为理想的识别效果。

3.2 基准回归

基准回归结果表明，无论模型中是否纳入控制变量，交互项 ($Time \times Treat$) 的估计系数均在1%的统计水平上显著为正。这一发现说明，企业接入工业互联网平台能够有效促进其供应链韧性水平的提升，从而验证了本

文所提出的研究假说。

3.3 稳健性检验

3.3.1 平行趋势检验

图1显示，在政策实施前的各期观测中，相对时间虚拟变量的估计系数均未呈现统计显著性，这表明处理组与对照组在供应链韧性方面不存在系统性差异，从而满足平行趋势假设的前提条件。自政策落地后的首个考察期开始，该系数转为显著正值，并呈现持续走高态势，这充分印证了工业互联网平台政策对增强供应链韧性具有切实有效的促进作用。

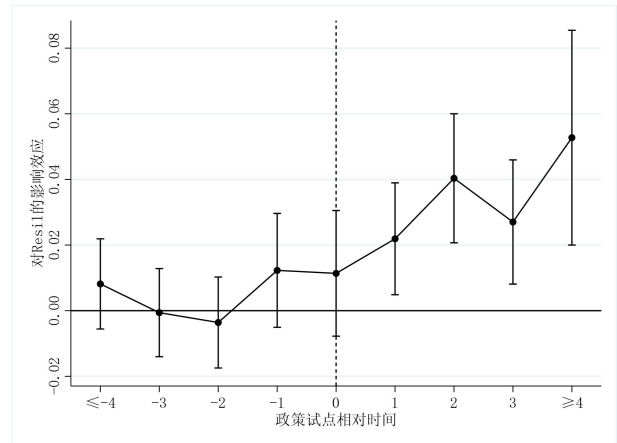


图1 平行趋势检验结果

3.3.2 安慰剂检验

为排除未知因素干扰，确保结论由政策引致，本文进行安慰剂检验。参考余长林等(2023)，随机抽取企业作为处理组并赋予假想政策时间，重复回归500次。结果显示估计系数集中于0且P值多大于0.1，证实供应链韧性提升确由工业互联网平台政策所致，基准回归结论可靠。

3.3.3 PSM-DID

为了减小样本的选择性偏误问题，本文采用PSM-DID方法进行稳健性检验。PSM-DID回归结果见表1中列(1)和列(2)所示，两种匹配方式下的 $Time \times Treat$ 的系数显著为正，研究结论依然成立。

3.3.4 更换供应链韧性测度方法

参照张树山等人所采用的评估思路，本研究对供应链韧性的测度范围进行了适当收窄，仅聚焦于供应链的抵御扰动能力与供需匹配能力两个核心维度，并借助熵权法对上述两个维度加以赋权整合，最终实现对供应链韧性水平的综合测算。表1第(3)列的回归结果显示，在对被解释变量的衡量方式进行更换之后，基准回归核

心结论依然稳健，原有的研究假设继续获得经验证据的支持。

3.3.5 排除其他政策干扰

为排除同期其他政策干扰，本文在基准模型中加入智能制造试点政策效应虚拟变量 (smart)。表 1 列 (4)

显示，控制该变量后，从表 1 第 (3) 列的回归结果可以看出，当变更被解释变量的测度方法后，基准回归所得到的主要发现并未发生实质性改变，研究假设仍然得到了实证结果的有力支撑。

表 1 稳健性检验

	(1)	(2)	(3)	(4)
	(马氏距离匹配) Resil	(1:1 近邻匹配) Resil	(更换被解释变量测度方法) Resil2	(排除其他政策干扰) Resil
Time×Treat	0.022*** (3.911)	0.022*** (3.965)	0.023*** (5.219)	0.021*** (3.712)
smart				0.007* (1.700)
_cons	1.191*** (35.524)	1.168*** (34.602)	0.987*** (37.661)	1.192*** (35.555)
N	20305	19594	20305	20305
R2	0.712	0.714	0.625	0.712
F	226.247	205.608		

4 进一步分析

4.1 机制检验

在前文的理论分析部分，本文已就工业互联网平台对企业供应链韧性产生作用的两条路径展开了系统论述，即信息渠道和内部控制渠道。这一部分，本文将检验上述机制是否成立。

4.1.1 信息渠道

为验证信息渠道机制，本文采用盈余质量、信息披露考评、分析师跟踪人数与预测准确度、是否由“四大”审计五个指标，经百分等级均值处理后衡量企业信息透明度，数值越高透明度越高。结果显示，Time×Treat 系数显著为正，表明工业互联网平台提升了企业信息透明度，缓解供应链信息不对称，进而增强供应链韧性，假设 1 得以验证。

4.1.2 内部控制渠道

为验证该机制，本文采用迪博内部控制与风险管理数据库中的企业内部控制指数作为衡量指标，指数值越大，表示内部控制水平越高。结果显示，Time×Treat 的系数显著为正，表明工业互联网平台显著提升了企业内部控制水平，进而增强了供应链韧性，假设 2 得以验证。

4.2 异质性分析

4.2.1 企业所在地区

依据国家统计局 2022 年 2 月公布的《统计制度及分类标 (17)》，将中国划分为东部、中部和西部三个经济地带，本文在此基础上划分东部和中西部地区。检验结果显示，相较于中西部地区，处于东部地区的企业工业互联网平台显著提升了供应链韧性。东部地区经济基础相对更加厚实，且具备更加完善的市场机制和良好的竞争环境，能降低企业接入工业互联网平台过程中受到的约束，更有利于工业互联网平台在构建协同高效稳定的高韧性供应链系统中发挥作用。

4.2.2 企业规模

本研究依据企业规模的平均取值，将全部样本划分为大型企业组与小型企业组两个子样本，并分别进行回归检验。分组回归的结果表明，在规模较大的企业中，工业互联网平台对供应链韧性展现出显著的正向促进作用；相比之下，该影响在规模较小的企业群体中并未通过统计显著性检验。大型企业通常在技术储备、资金实力及人才资源方面具备显著优势，这使其能够更敏锐地把握市场动向，并实现资源的高效配置与优化调度，从而有效增强供应链的运行效率与稳定性。相比之下，小型企业受限于相对薄弱的技术基础与资源条件，致使工业互联网平台在提升其供应链韧性方面难以发挥出显著的促进作用。

4.2.3 企业产业链位置

本文参考 Antràs (2012) 的行业上游度指数，基于

WIOD中国数据测算,以中位数划分产业链上下游。工业互联网平台对下游企业供应链韧性提升更显著。当前国内市场呈“上游国企主导、下游民企竞争”的垂直结构。上游企业因掌握核心资源而谈判地位强,供应链韧性较高、“中断”风险较低;下游企业处于末端,市场竞争激烈、外部风险高,故更需借助工业互联网平台增强供应链韧性。

5 结论与政策启示

5.1 研究结论

本文以工业互联网平台示范项目为准自然实验,采用双重差分法探究智能制造对供应链韧性的影响。研究发现:平台接入显著提升了企业供应链韧性,主要通过促进供需匹配与优化控制流程实现。异质性分析表明,在规模较大、处于产业链下游及位于东部地区的企业中,促进效应更为显著。

5.2 政策启示

基于上述结论,本文得到如下启示:

第一,释放智能制造在提升制造业企业供应链韧性方面的潜力,依托工业互联网平台“赋能”供应链安全与稳定。企业需把握契机,加大智能制造技术研发与人力投入,推动组合式创新,并增强数据要素全链条应用能力,优化供需匹配;政府需营造良好环境,完善数字知识产权与市场监管,聚焦数据确权与安全;加快传统设施智能化改造,推动工业互联网平台优化升级。

第二,以工业互联网平台为突破口,推动数字化供应链生态系统建设。企业需加强与上下游的信息传递与知识共享,降低信息不对称,形成相互协作的供应链关系,发挥协同优势,以应对外部冲击。同时,企业应根据行业与自身特征,构建数字化协同关系,整合资源、数据与服务,推动数字化供应链全链条升级。

第三,应依据工业互联网平台作用于不同制造业企业供应链韧性的差异化特征,制定分类施策的政策方案,从而提升政策干预的针对性与精准度。本研究的实证结果表明,工业互联网平台在增强供应链韧性方面所产生的促进效应,会随着企业所属区域、自身经营规模以及

在产业链中所处环节的不同而表现出明显的差异。因此,相关部门应充分考虑这三方面的差异性,避免“一刀切”。首先,应加大对中西部基础设施投资,完善市场机制,缩小数字鸿沟,推进工业互联网平台建设;其次,需加强对小规模企业的政策扶持,通过税费减免或财政补贴缓解其转型资金压力;最后,下游企业面临较高外部风险,应因地制宜引入智能制造技术,替换低效生产装备,增强核心竞争力,从而提升供应链韧性。

参考文献

- [1]白仲林,金琼. 工业企业互联网平台赋能决策的机理与实证研究——基于结构化离散博弈模型的分析[J]. 南开经济研究, 2022, (08): 3-21.
- [2]任保平. 工业互联网发展的本质与态势分析[J]. 人民论坛, 2021, 30(18): 88-91.
- [3]黄群慧,余泳泽,张松林. 互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验[J]. 中国工业经济, 2019, No. 377(08).
- [4]陶锋,王欣然,徐扬,等. 数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率[J]. 中国工业经济, 2023, (05): 118-136.
- [5]张树山,谷城. 供应链数字化与供应链韧性[J]. 财经研究, 2024, 50(07): 21-34.
- [6]辛清泉,孔东民,郝颖. 公司透明度与股价波动性[J]. 金融研究, 2014, (10): 193-206.
- [7]苏桂芳,王婷伟,白雨露,等. 数字金融与制造业企业供应链韧性提升[J]. 经济评论, 2025, (01): 87-101.
- [8]Dolgui A, Ivanov D. 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.

基金资助:重庆市研究生科研创新项目《智能制造能够提升供应链韧性吗——基于工业互联网平台的准自然实验》,项目编号:CYS240550。