

智能制造与供应链配置多元化

颜 逢¹ 任 鹤² 赵秀云¹

(1.天津财经大学 会计学院,天津 300222;2.天津理工大学 管理学院,天津 300384)

摘要:强化供应链韧性和安全水平,推动供应链多元化对我国现代化供应链体系建设以及企业高质量发展具有重要意义。本文以我国智能制造试点示范专项行动为准自然实验,利用 2010—2022 年上市公司数据,考察了智能制造政策对企业供应链配置的影响。研究发现,智能制造能够显著促进企业供应链配置多元化,且通过降低上下游企业的沟通成本和供应链管理成本、提高企业运营效率等机制发挥作用。异质性分析发现,在高科技、非国有企业以及在市场化水平较低、经济政策不确定性较高时,智能制造的促进效应更强。拓展性检验表明,企业与客户/供应商的地理距离加强了智能制造调整供应链配置的正向作用;智能制造促进企业供应链配置多元化的同时还进一步提升了企业全要素生产率;智能制造试点政策具有行业溢出效应,且试点企业越多,促进作用越显著。文章为我国全面推行智能制造政策,助力企业供应链配置多元化发展提供了参考。

关键词:智能制造;供应链配置;交易成本;运营效率;行业溢出

中图分类号:F274 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5230(2024)05-0110-14

一、引言

自 2018 年以来,受地缘政治、贸易摩擦、新冠疫情和自然灾害等因素的影响,全球供应链断裂问题愈发明显,尤其是过于集中的供应链面临较大的风险。相比之下,多元化在分散风险方面比集中化更具优势,但供应链配置的调整难度较大。作为我国产业链供应链中的重要微观主体,上市公司如何优化供应链配置,调整其与上下游企业间的合作关系,在不断变化的市场环境中保持竞争力,已然成为一个重要的现实话题。2024 年 1 月 31 日,习近平总书记在中共中央政治局第十一次集体学习时提出:“高质量发展需要新的生产力理论来指导,而新质生产力已经在实践中形成并展示出对高质量发展的强劲推动力和支撑力”,同时还强调,要围绕发展新质生产力布局产业链,提升产业链供应链韧性和安全水平,保证产业体系自主可控、安全可靠。当前,新一轮科技和产业革命正在全球范围内孕

收稿日期:2024-04-10

基金项目:天津市财政局重点科研项目“绿色转型视角下管理者能力与企业 ESG 表现”(Y230309)

作者简介:颜 逢(1997—),女,吉林辽源人,天津财经大学会计学院博士生,本文通讯作者;

任 鹤(1994—),女,安徽淮北人,天津理工大学管理学院讲师;

赵秀云(1965—),女,天津人,天津财经大学会计学院教授。

育兴起,以人工智能、云计算和区块链等新技术为典型的生产力代表,是完全不同于传统的新质生产力,会带来不同于以往的新发展。而作为这次工业革命的主导力量^[1],智能制造融合了现代化信息技术与先进制造技术,已然成为我国制造业企业转型的重要路径。为贯彻落实智能制造发展规划,工业和信息化部等部门联合开展智能制造试点示范专项行动。在新一代技术变革下,企业应该抓住机遇,充分借助智能制造等新质生产力用更好的制造业生态助力我国从制造大国迈向制造强国,强化产业链供应链韧性,保障产业链供应链安全稳定,为助推我国经济可持续高质量发展不断积蓄新动能。

基于此,本文以智能制造政策为切入点,通过智能制造试点示范专项行动这一准自然实验,研究制造业上市公司智能制造与供应链配置之间的关系。本文可能的边际贡献有以下几点。第一,从研究视角来看,补充并丰富了关于供应链配置和智能制造经济后果的研究。当前学者们围绕供应链配置开展研究,但鲜有研究从新质生产力角度出发,本文从智能制造这一重要的新质生产力表现形式切入,探究智能制造影响企业供应链配置的机理,丰富并拓展了既有的文献。另外,区别于以往智能制造的相关文献更多地集中在规范研究和案例分析上,本文重点考察了智能制造的实践效果。第二,从微观层面考察了智能制造对企业供应链配置决策的影响。虽然智能制造是一个总括性概念,但其最终会落实至企业主体,智能制造试点项目具有“分批实施、逐步推广”的特征,其在时间和个体维度上的差异恰好为本文提供了一个良好的识别场景。本文将该试点示范专项行动视为一次准自然实验,以企业供应链集中度为落脚点,实证检验了智能制造对微观企业的作用效果,在一定程度上弥补了现有研究的不足。第三,研究为更深层次地探索我国制造业企业智能制造发展与现代化供应链体系建设提供了有益的启示和证据。文章揭示了智能制造对企业供应链配置多元化的正向促进作用以及该作用发挥的具体路径和调节因素,为相关部门出台配套措施以及企业制定管理方案提供一定的参考,同时对我国现阶段的经济增长和供应链安全维护具有现实意义。

二、文献综述

目前,供应链上的企业关系已由贸易关系转变为合作关系。企业的战略性合作需求日益增强,越来越多的企业更倾向于与较少的伙伴开展长期合作,建立供应链关系^[2]。另外,我国企业长期受到制度环境、文化习俗等影响,对关系型交易有较高倾向^[3]。因而,相较于其他国家,我国上市公司呈现出供应链集中度高的特征。既有文献从交易成本理论^[4]和契约理论^[5]出发,研究了企业的供应链配置。其中有学者指出,维持长期性的契约关系是降低交易成本的关键,但同时也可能给企业带来“敲竹杠”风险^[6]。基于价值掠夺理论,较高的供应链集中度会对企业的生产经营造成负面影响,包括增加企业经营风险和不确定性^[7]、降低企业绩效^[8]、阻碍企业创新^[3]等。还有学者从外部环境入手,讨论了高铁交通设施^[9]、行业竞争水平^[10]和环境不确定性^[11]等企业供应链配置的影响。另一方面,基于资源依赖理论,供应链集中度映射出企业社会资本的脆弱性,也反映出企业异质性资源共享渠道的多寡,而且对供应链上下游企业的高度依赖会阻碍企业健康发展。因而,如何降低企业的供应链集中度,是当前亟待解决的关键问题。

有关数字化转型等新一代信息技术对企业供应链配置影响的研究也在不断涌现。李琦等(2021)研究发现,供应链集中度在数字化转型与企业绩效的关系中充当了中介角色^[12]。张任之(2022)发现数字化转型可以提升企业供应链效率^[13]。特别值得关注的是,有研究已证实数字化转型能够改变供应链上各主体的合作模式^[14],进一步促进供应链上各企业间的信息交流与资源共享,这显然会影响企业的供应链配置。通过以上文献梳理发现数字化转型与企业供应链配置之间具有明显关联。那么,企业的供应链配置除了会受到数字化转型的影响,是否还会受到同样属于技术创新型变革的智能制造的影响,进而加强企业供应链韧性和安全水平?因此,本文将聚焦于智能制造对企业供应链配置的影响及其内在机理,且对两者关系在不同情景下展开探讨,以期对

现有研究进行完善。

三、制度背景与理论分析

(一)制度背景

我国工业和信息化部于2015年组织开展智能制造试点示范专项行动,并于同年发布了《智能制造试点示范专项行动实施方案》。方案提出要聚焦制造的关键环节,优先从符合两化(信息化和工业化)管理体系标准要求的企业中选择试点示范项目,分类开展流程制造、离散制造、智能装备和产品、智能制造新业态新模式、智能化管理和智能服务等六个方面试点示范专项行动。依据《智能制造发展规划(2016—2020年)》等文件的要求,由地方工业和信息化主管部门、中央企业集团按照是否满足基本条件推荐,经审核后发布智能制造试点示范项目名单。入选智能制造试点的企业需完成生产效率、资源及设备综合利用率、全员劳动生产率等显著提升,产品研制周期、运营成本、不良品率、单位产值综合能耗等大幅降低,产线作业人员有效优化,网络安全保障能力明显增强,整体智能化水平达到行业领先的目标。同时,企业应开展面向供应链管控与服务以及面向现代化生产制造与运营管理的新型能力建设。一方面,鼓励试点企业开展以集中采购、智能物流、互联网金融为代表的供应链管控与服务,重点关注采购、物流、生产制造和销售等供应链运营活动的数字化和集成互联。另一方面,鼓励试点企业开展以智能工厂、精细管理和智能决策为代表的现代生产制造与运营管理,重点关注工业装备和基础设施、制造过程和生产经营管理等活动的数字化及集成互联。自《智能制造试点示范专项行动实施方案》发布后,中央持续加大对智能制造的扶持力度,不断完善相关保障措施,为智能制造政策的落实保驾护航。

(二)理论分析

不同的利益主体互动协作构成了供应链网络系统,由于供需分离,链条上的需求主体与供应主体处于相互独立的状态,这也是供需矛盾产生的重要客观基础。在合作过程中,供需双方需要对地理位置、产品数量、交易时间以及交易价格等进行协商。并且,在双方进行履约时,还可能发生各种预测范围之外的因素影响交易顺利完成。因此,在供应链合作过程中,一方面,企业需要根据供需差异与合作动态与上下游主体进行沟通与协调,这体现在供应链合作中所引发的相关成本;另一方面,为了降低交易风险,提升企业价值,企业需要不断提升自身竞争力,维持并提高在供应链系统中的地位与话语权,这体现为供应链合作中企业运营效率的高低。智能制造融合了现代化信息技术与先进制造技术,赋予了企业供应链数据化共享、智能化协作等新特征,进而改变了企业供应链配置决策的外部环境。因此,基于对供应链特征的理解,本文认为,智能制造主要是通过成本降低效应和效率提升效应影响试点企业的供应链配置决策。对此,下面主要从成本和效率两个路径出发,探讨智能制造对企业供应链配置的影响机理。

1.成本降低效应

供应链布局是企业对其供应链成本与收益权衡后的战略决策。在供应链布局中,与上下游企业合作协调过程中产生的沟通成本与管理成本是企业需要考虑的重要因素。并且,企业选择集中化配置方式的主要动机也在于该方式能更直接地降低由于信息不对称和契约不完备所产生的交易成本。

第一,智能制造降低了企业供应链沟通成本,从而降低了企业供应链配置集中度。智能制造赋予企业打破信息系统与物理系统之间边界的能力,有效促进供应链信息与资源共享,提高上下游主体间的要素流动效率,有利于企业降低供应链成本。具体来说,试点企业建立了全生命周期质量管控、需求敏感感知和产销用协同的智能制造示范工厂,打造了以用户需求为中心的制造体系。同时,企业的供应链系统和网络均采用了最新的红外、激光、无线、编码、认址、自动识别、定位、无接触供电、光纤、大数据、传感器、RFID、无线传感网络和卫星定位等高新技术,这种集光、机、电和信息等技术于一体的新技术在供应链系统的集成应用帮助企业建立了具备信息化、数字化、网络化、集成化、智能化、柔性化、敏捷化和可视化等先进技术特征的供应链管理新模式。这种新型管理模式不仅能够显著提高企

业与上下游主体间的信息交换速度与效率,帮助企业减少现实生产经营活动中可能存在的信息滞后、信息失真等情况,提升沟通效率;而且还能有效压缩产业链的路径环节,在一定程度上拓展供应链主体的成长空间,推动流程信息的数据化,为更好地实现供应链配置多元化提供技术层面的支持。在新技术的支持下,企业可以根据实际生产需要与供应商、客户实时进行交流,灵活调整并反馈生产需求。供应链上的其他企业也能够迅速地完成生产计划调整,从而降低供求协调成本,削弱企业在供应链配置决策时选择集中化的动机。

第二,智能制造降低了企业供应链管理成本,进而促进企业供应链配置多元化。库存压力和物流低效一直是企业供应链管理中面临的问题,影响企业进行供应链布局等决策^[15]。试点企业从传统制造模式向智能制造平台转化,企业的原材料运输、仓储和维护等信息均可以被划入统一管理范畴,实现各环节信息互联互通,破除传统供应链管理的“信息孤岛”困境。同时,试点企业建立一个集中式平台,可帮助企业全面了解供应链管理进程,实现供需对接可视化,以便在供需失衡时迅速调整。通过深入了解供应链运营情况,企业可以根据需要(每月、每天或每小时)连续进行供应链计划和预测,实时掌握各种不同的数据源,优化物流和库存管理。例如,日日顺中德智能仓开发应用了先进的智能仓储管理系统,根据系统指令智能化管理数以千百计的传感器和设备数据,进行实时智能调度,驱动管理多个仓储作业区的智能设备集群高效协同运作,从而构建了全域全程数字孪生可视化管理系统。此外,智能供应链数据在线平台打通了企业与多级供应商、客户之间的信息渠道,确保信息及时、透明,提高供应链数据准确性,指导供应链有效备货。对能级强的供应商、客户通过供应链协同方式帮助其提高效率;对能级弱的供应商、客户通过提供系统平台和工具帮助其构建能力,进而帮助企业降低供应链管理成本。

如上所述,智能制造帮助企业打造了具备新技术特征的供应链管理模式,强化了供应链协同效应,提升了供应链管理的透明度,帮助企业降低供应链沟通成本和管理成本。进而,一方面帮助企业更好地掌握其上游供应商与下游客户的动态变化,消除企业间的协同阻滞,实现与上下游主体间的高效对接。另一方面,倒逼企业调整和优化自身组织架构以适应智能制造要求,强化信息管理部门职能,将智能制造落实任务分至各部门,同时,供应链各参与方的组织架构也会随之优化。而企业供应链布局多元化的决策过程,也是供应链结构调整的过程,多个企业之间尽力追求供应链沟通、管理等成本的降低以快速建立合作关系。由此,智能制造主要削弱了企业在供应链配置决策时选择集中化的动机,助推试点企业建立新的供应链网络,进而促使企业的供应链布局架构调整优化,最终促进了企业供应链配置多元化。

2.效率提升效应

在传统制造业的经营模式下,为了扩大生产规模,企业通常需要购置和调配大量资源。当内外部冲击导致业务量下降时,企业往往会出现因资源冗余所引致的资源闲置情况,进而降低了企业的运营效率。试点企业依据新型管理模式能够充分调配使用企业各个环节的资源,优化传统的资源使用方式,同时改善了企业人力资源与生产模式的不匹配,对企业的运营效率产生了积极影响。而运营效率的提升是影响企业供应链配置的关键性因素,其提升有利于进一步促进企业供应链配置多元化。

一方面,智能制造有助于提升企业的资源利用率。试点企业积极探索并应用 AR/VR、数字孪生、可重构生产等新技术以及网络协同制造、柔性制造、预测性维护等新模式,实现企业全流程透明生产、全链条数据集成互通和供应链高效弹性管控。因而,智能制造生产模式赋予企业生产链智能化、柔性化等特征,使得企业能够根据生产计划和需求变化对生产设备进行及时调整,充分利用或及时处置闲置资源,提高资源利用率。同时,试点企业还开展了基于信息网络的大宗物资集中采购、基于物联网的智能物流管理、基于互联网的用户实时互动与敏捷服务以及基于互联网金融平台的供应链融资租赁等供应链管控与服务。这些均有助于提高企业的资源利用率和运营效率,进而提升了企业在产品质量、价格等方面的新标准,如对上下游企业在需求认识上的准确性、对需求变化响应的及时性

以及对产品供给的多层次个性化等方面的标准。因此,如果既有的合作企业不能满足其需求标准,实现供需精准匹配,试点企业则有动机重新搜寻与智能制造生产模式更为契合的合作伙伴,从而更新企业的供应链布局,促进供应链配置多元化。

另一方面,智能制造有助于提升企业的人力资本利用率。试点企业积极探索人机高效协作、大批量定制、数字孪生等新制造模式,实现生产全流程智能决策、产供销一体化管控和产业链协同优化。基于此,智能制造生产模式扩张了企业的经济活动空间,给企业带来了更加复杂、可替代性更小的技术和思维,而高级人力资本在这种新型生产模式下对于提高企业运营效率更具优势。因此,试点企业的这种变化将直接体现在对人力资本的需求上。从某种程度来讲,每一次的技术革命或多或少都会造成“技术性失业”,而智能制造引发“机器换人”的同时也带来了与新技术相适配的工作岗位,增加了与其相匹配的人才需求。与此同时,在新型生产模式下,企业的分工化程度会逐渐提高,现有的人力资源很难完成对生产要素的充分利用。而基于资本—技能互补性这一特点,智能化资产与高技能型劳动力更能起到互补作用,即诱发了企业对劳动力技能的高需求,比如智能化操作人员、智能系统维修人员等。在这种情况下,企业将对现有员工的技能和数字素养提出更高的要求,同时增加对高学历、高技术等人才的需求。不仅如此,还会对低学历、低技术人员产生挤出效应,从而不断优化企业的人力资本结构。如此一来,企业的人力资源与生产要素之间的匹配度将得到提高,促进企业人力资本利用率的提升,赋予企业较高的资源调配率,丰富企业对潜在合作者选择的可能性,助推企业顺利开展供应链配置多元化决策。

如上所述,供应链关系的维系取决于双方在长期规划中的战略匹配度,当内外部环境发生变化时,企业则有动机对供应链配置进行调整以满足新的发展需求,实现价值最大化。运营效率的提升为企业提供了拓展业务的机会,吸引了更多的供应链伙伴。随着业务范围的不断扩大,企业有机会建立更广泛的合作伙伴关系,增加了企业更新供应链布局的动机,降低企业对特定供应商和客户的过度依赖,从而促进供应链配置多元化。

综上,成本和效率是影响企业供应链关系的重要因素^[16],随着企业供应链沟通和管理成本的降低以及运营效率的提高,企业在资源整合方面将具备更强的能力,进一步促进企业供应链配置多元化。

因此,本文提出如下研究假设:智能制造有助于推动企业供应链配置多元化。

四、研究设计

(一)样本选取与数据来源

本文以我国 2010—2022 年的 A 股制造业上市公司为研究样本,数据来源如下:智能制造的数据根据我国工业和信息化部 2015—2018 年连续发布的《工业和信息化部关于公布智能制造试点示范项目名单的通告》手工收集、整理得到;其他数据均来自 CSMAR 数据库。样本筛选过程如下:剔除了金融业、ST 和 *ST 类以及上市不足一年的上市公司;剔除了所有资不抵债(即资产负债率大于 1)和关键性变量缺失的样本;为了消除极端值影响,对所有的连续变量进行上下 1% 的 Winsorize 缩尾处理。经上述处理后共得到 24980 个观测值。其中,有 108 家企业在样本期内入选为智能制造试点企业,3444 家企业在样本期内没有入选为智能制造试点企业。

(二)PSM 倾向得分匹配法

企业入选智能制造示范名单时,存在一定的非随机性,可能由某些企业特征因素所决定。因此,为了缓解样本的自选择偏误,本文参考相关政策性文件^①以及相关研究^{[17][18]},选取了企业规模、资产负债率、盈利能力、第一大股东持股比例、管理层持股比例、主营业务收入增长率和审计质量等作为匹配变量,进行 1:3 最近邻匹配。经匹配后,得到实验组企业 106 家,886 个企业一年度样本;对照组企业 309 家,2502 个企业一年度样本。且经过 PSM 处理后的协变量在处理组与控制组中均不存在显著差异。

(三)变量设定与说明

1.智能制造

本文旨在考察智能制造的实践效果,因此设置交互项 $Treat \times Post$ 变量,其中, $Treat$ 变量表示“上市公司是否属于智能制造试点企业”,如果属于, $Treat$ 取值为 1,否则 $Treat$ 取值为 0; $Post$ 变量表示“上市公司所处年份是否位于试点入选年份及以后”,如果在试点入选年份及以后, $Post$ 取值为 1,否则 $Post$ 取值为 0。

2.供应链配置

企业供应链配置集中化还是多元化,主要看其采购/销售主体是否集中于少量且占比较高的供应商/客户。如果企业供应商/客户的集中度较低,表示企业采购/销售于多个不同的供应商/客户,则视为该企业的供应链配置较多元化。基于此,我们借鉴已有研究^[8],构建了三个变量:(1)上游供应商集中度(PT),等于企业前五大供应商的采购额与全年采购总额的比例;(2)下游客户集中度(CT),等于企业前五大客户的销售额与全年销售总额的比例;(3)供应链整体集中度(ST),等于企业当年前五大供应商采购占比与前五大客户销售占比的均值。

3.控制变量

借鉴已有研究^[13],本文进一步控制了企业规模(Size)、资产负债率(Lev)、资产收益率(Roa)、企业成长性(Growth)等可能对企业供应链配置产生影响的变量以消除可能存在的遗漏变量偏误,同时控制了年度(Year)、个体(Id)层面固定效应。关键变量定义及说明如表 1 所示。

表 1 主要变量定义及说明

类型	变量名称	变量符号	定义及说明
被解释变量	供应链配置	PT	上游供应商集中度:前五大供应商的采购额/全年采购总额
		CT	下游客户集中度:前五大客户的销售额/全年销售总额
		ST	供应链整体集中度:前五大供应商采购占比与前五大客户销售占比的均值
解释变量	智能制造	$Treat \times Post$	企业入选智能制造试点当年及以后年份定义为 1,否则为 0
	企业规模	Size	总资产的自然对数
	资产负债率	Lev	负债总额/资产总额
	资产报酬率	Roa	净利润/总资产
	企业成长性	Growth	营业收入增长率
	两职合一	Dual	董事长与总经理为同一人取 1,否则为 0
	控制变量	账面市值比	Mb
股权制衡度		Balance	第二至第五大股东持股比例/第一大股东持股比例
管理费用率		MER	管理费用/主营业务收入
企业年龄		Age	企业成立年限的自然对数
产权性质		Equity	国有企业定义为 1,否则为 0
研发投入		RD	研发投入/营业收入

4.模型设定

为了检验智能制造对其供应链配置的影响,本文采用 PSM-DID 方法,构建模型如下:

$$PT/CT/ST = \beta_0 + \beta_1 Treat \times Post + \beta_2 Size + \beta_3 Lev + \beta_4 Roa + \beta_5 Growth + \beta_6 Dual + \beta_7 Mb + \beta_8 Balance + \beta_9 MER + \beta_{10} Age + \beta_{11} Equity + \beta_{12} RD + Year + Id + \epsilon \quad (1)$$

式(1)中,PT、CT、ST 代表企业供应链配置的三个指标,其值越小表示企业供应链配置越多元化; $Treat \times Post$ 表示企业是否实施智能制造,如果企业入选为智能制造试点企业,则 $Treat \times Post$ 在入选当年及以后的年份均为 1,否则为 0; Year 及 Id 代表年度和个体固定效应。实证过程中主要观测 $Treat \times Post$ 的回归系数 β_1 ,我们预期系数 β_1 的符号显著为负,代表智能制造对供应链配置的净效应,即智能制造能够显著促进企业供应链配置多元化。

五、实证结果

(一)描述性统计分析

描述性统计结果如表 2 所示,样本企业中上游供应商集中度的均值为 30%,下游客户集中度的

均值为 29%，说明我国上市公司的上游供应商和下游客户的集中水平普遍不低，且前者略微高一些；供应链集中度的均值为 30%，表明样本公司供应链上、下游的前五大合作商交易额约等于整体的三分之一。Treat 的均值为 0.26，说明处理组的企业占 26%，对照组企业占 74%。Treat×Post 的均值为 0.15，标准差为 0.36，表明样本中有 15% 的上市公司被选入智能制造试点企业，从分布来看，样本中企业实施智能制造的情况存在较大差异，为智能制造的研究提供可行性。其余控制变量分布和现有研究成果一致。

表 2 描述性统计分析

变量	样本量	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
PT	3388	0.30	17.20	0.06	0.26	0.88
CT	3388	0.29	20.48	0.03	0.23	0.89
ST	3388	0.30	14.92	0.07	0.27	0.74
Treat	3388	0.26	0.44	0.00	0.00	1.00
Treat×Post	3388	0.15	0.36	0.00	0.00	1.00
Size	3388	22.92	1.31	20.34	22.73	26.19
Lev	3388	0.46	0.18	0.07	0.47	0.86
Roa	3388	0.05	0.07	-0.04	0.09	0.34
Growth	3388	0.17	0.32	-0.41	0.12	1.74
Dual	3388	0.29	0.45	0.00	0.00	1.00
Mb	3388	1.18	1.10	0.12	0.80	5.95
Balance	3388	0.36	0.29	0.02	0.28	0.99
MER	3388	0.07	0.05	0.01	0.06	0.26
Age	3388	2.96	0.31	1.95	3.00	3.53
Equity	3388	0.36	0.48	0.00	0.00	1.00
RD	3388	4.56	3.85	0.08	3.78	23.82

(二) 基准回归结果

表 3 列示了智能制造影响企业供应链配置的多元回归结果。列(1)、列(3)和列(5)为仅包含解释变量和被解释变量控制了年份和个体固定效应的基准回归结果，列(2)、列(4)和列(6)为进一步添加了控制变量的回归结果，Treat×Post 的回归系数均在 1% 的水平上显著为负。以上结果说明，相比未入选智能制造试点示范项目的企业，已入选的试点企业其上游供应商、下游客户以及供应链整体的集中度均显著降低，表明智能制造能够促进企业供应链配置多元化。究其原因，本文认为智能制造试点企业所建立的智能制造示范工厂与新型供应链管理模式不仅能有效促进企业的供应链优化与协同，显著降低企业在供需合作中所产生的交易成本，还能优化企业的资源配置，促进企业运营效率改善，最终推动供应链配置多元化。这初步证实了文章假设。

表 3 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	CT	CT	PT	PT	ST	ST
Treat×Post	-5.325*** (-5.57)	-3.487*** (-3.75)	-5.952*** (-7.06)	-4.843*** (-5.85)	-5.639*** (-7.89)	-4.166*** (-6.03)
控制变量	否	是	否	是	否	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	3388	3388	3388	3388	3388	3388
R ²	0.126	0.202	0.032	0.094	0.092	0.184

注：括号中为 t 值；***、** 和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著，下表同。

(三) 稳健性检验

1. 平行趋势检验

为了避免 PSM-DID 模型检验结果产生偏差，需要保证实验组与控制组在政策实施前的发展趋势相同。具体地，构造交乘项，其中，Treat×Post_B(n) 表示企业入选智能制造试点前第 n 年的虚拟

变量, $Treat \times Post_C$ 表示企业入选智能制造试点当年的虚拟变量, $Treat \times Post_A(n)$ 表示企业入选智能制造试点后第 n 年的虚拟变量。检验结果如表 4 所示, 在企业入选智能制造试点之前年份, 交乘项系数均不显著, 在企业入选智能制造试点当年, 交乘项系数显著为负, 且该显著性具有一定的持续性。该结果表明, 试点企业在未入选期间, 其供应链集中度与非试点企业不存在显著差异, 而在企业入选智能制造试点当年及以后, 其供应链集中度均有所下降, 总体满足平行趋势假设。

表 4 平行趋势检验结果

	(1)	(2)	(3)
	CT	PT	ST
$Treat \times Post_B(3)$	-0.679 (-0.29)	-0.103 (-0.21)	-1.460 (-1.15)
$Treat \times Post_B(2)$	-2.827 (-1.04)	-0.580 (-1.35)	-1.571 (-1.55)
$Treat \times Post_B(1)$	-2.288 (-0.99)	-0.574 (-1.48)	-1.192 (-1.10)
$Treat \times Post_C$	-4.293* (-1.78)	-0.753* (-1.95)	-2.191* (-1.93)
$Treat \times Post_A(1)$	-4.293** (-1.99)	-1.105*** (-2.87)	-2.738*** (-2.70)
$Treat \times Post_A(2)$	-3.634* (-1.67)	-0.772* (-1.87)	-1.819* (-1.78)
$Treat \times Post_A(3)$	-3.161 (-1.49)	-0.957** (-2.52)	-1.943* (-1.94)
控制变量	是	是	是
年份固定效应	是	是	是
个体固定效应	是	是	是
样本量	3388	3388	3388
R^2	0.186	0.075	0.191

2. 安慰剂检验

我们采取安慰剂检验方法进一步排除外界偶然因素, 以免其对结果产生影响。具体地, 利用配对样本随机生成一个伪处理组, 构建新的样本组对模型再次进行回归, 如果回归系数不显著偏离原点, 说明随机产生的智能制造试点企业样本的供应链集中度并未下降。如图 1、图 2、图 3 所示, 横轴表示随机生成的交乘项系数, 纵轴表示估计系数的 P 值和密度分布情况。由此可知, 估计系数均在 0 两侧呈正态分布, P 值绝大部分均大于 0.1, 表示智能制造对“伪处理组”的供应链集中度没有显著作用。图中的垂直虚线表示模型的真实回归系数, 安慰剂检验的回归系数主要分布区域距离真实回归系数较远。由此可见, 其他潜在未观测因素降低企业供应链集中度的猜想并不成立, 智能制造的确降低了供应链上下游集中度, 推动企业供应链配置多元化。

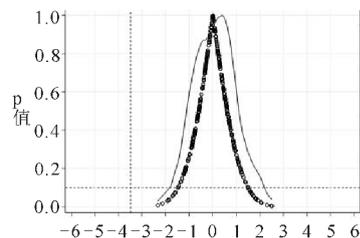


图 1 安慰剂检验—客户

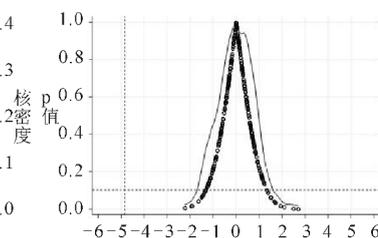


图 2 安慰剂检验—供应商

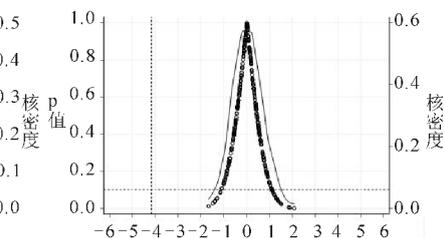


图 3 安慰剂检验—供应链

3. 改变事件窗口期

“数字中国”在 2017 年党的十九大报告中首次出现, 报告明确提出建设“网络强国、数字中国、智慧社会”, 自此数字经济得以快速发展。为避免与之相关的战略规划紧密出台对结果可能产生影响,

我们剔除了 2017 年的观测样本重新进行回归。另外,我国于 2015 年开始选取智能制造试点企业,基于此,我们将样本观测期重新设置为 2015—2022 年再次进行回归。结果如表 5 的列(1)~(6)所示, $Treat \times Post$ 的回归系数均显著为负。这些结果表明,在改变样本期后,智能制造促进企业供应链配置多元化这一结论依旧稳健。

4. 更换被解释变量

变量测度偏误会扭曲估计系数的真实性,因此,本部分将在替换被解释变量后重新检验。我们选取了企业第一大供应商的采购额与全年采购总额的比例(CT1)、企业第一大客户的销售额与全年销售总额的比例(PT1)、企业当年第一大供应商采购占比与第一大客户销售占比的均值(ST1)作为替换的新指标,再次检验智能制造对企业供应链集中度的影响。结果如表 5 的列(7)~(9)所示, $Treat \times Post$ 的回归系数均显著为负,再次证实了基准回归结果是稳健的。

表 5 改变事件窗口期、更换被解释变量的回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	剔除 2017 年			2015—2022 年			更换被解释变量		
	CT	PT	ST	CT	PT	ST	CT1	PT1	ST1
$Treat \times Post$	-3.449*** (-3.48)	-5.308*** (-5.97)	-4.379*** (-5.93)	-3.624*** (-3.85)	-4.911*** (-5.93)	-4.268*** (-6.13)	-1.688** (-2.04)	-3.383*** (-4.22)	-0.742*** (-2.93)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	否	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
样本量	3074	3074	3074	2908	2908	2908	2381	2381	2381
R^2	0.201	0.094	0.183	0.204	0.099	0.187	0.108	0.047	0.057

六、进一步检验

(一) 机制分析

1. 成本降低效应

依据上文分析可知,智能制造通过降低试点企业的供应链沟通成本和供应链管理成本进而促进企业供应链配置多元化。为此,我们借鉴相关研究^{[13][19][20]},使用(固定资产+在建工程净值+无形资产+长期待摊费用)/总资产(AS)以及供需偏离度(Matching)作为企业供应链沟通成本的代理变量,以存货周转天数作为供应链管理成本(Management)的代理变量,以上指标的数值越大,表示企业的供应链沟通成本和管理成本越高。检验结果如表 6 的列(1)~(3)所示,智能制造对供应链沟通成本和管理成本的回归系数均显著为负,表明智能制造显著降低了试点企业的供应链沟通成本和管理成本,进而促进企业供应链配置多元化。可能的原因是,试点企业所建立的供产销协同式的智能制造示范工厂、以用户需求为核心的新制造体系以及先进的供应链管理模式,加速了数据要素在各个环节中的流通和集聚,强化了供应链整体的透明度,消除企业间的协同阻滞,加强了企业与上游供应商、下游客户间的沟通与协作,实现与上下游主体间的高效对接,进而影响企业供应链结构调整,为促进企业供应链配置多元化贡献力量。

2. 效率提升效应

基于上文分析可知,智能制造对企业供应链配置多元化的促进作用还可通过提升企业生产运营效率实现。为了检验该机制,我们参考已有研究^[21],使用劳动生产率(Labor,即企业销售额与员工人数的比值)以及资本利用率(Capital,即营业收入占总资产的比重)作为企业运营效率的代理变量。从表 6 的列(4)~(5)结果可知,智能制造提升了试点企业的劳动生产率和资本利用率,进而促进供应链配置多元化。可能的原因是,试点企业所使用的新技术和新模式帮助企业塑造了智能、高效和具有弹性的生产链,改变了传统资源的使用方式,优化了企业的生产资源配置以及人力资本结构,降低了生产过程中的资源损耗率,提升了人力资本要素与生产要素间的匹配度,最终提高了企业的运营效

率,为企业提供了建立更广泛合作伙伴关系的机会,强化了企业更新供应链布局的动机,从而促进企业供应链配置多元化。

表 6 机制分析回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	AS	Matching	Management	Labor	Capital
Treat×Post	-0.015** (-2.07)	-0.452** (-2.03)	-20.528*** (-2.65)	0.072** (2.40)	0.054** (2.00)
控制变量	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是
样本量	3388	3388	3388	3388	3388
R ²	0.221	0.208	0.159	0.916	0.240

(二)异质性分析^②

智能制造对企业供应链配置的作用效果在企业不同属性特征方面可能存在异质性。本部分将进一步考察企业特征对二者之间的关系是否会产生非对称影响。具体地,我们选取企业的行业属性、产权属性和外部环境等方面进行检验。

1.按企业属性分类

(1)是否为高科技行业。高科技行业高度重视科学技术的创新发展以及技术人员的培养^[22],能更好地抓住和适应智能制造带来的契机。另外,相较于非高科技企业,高科技企业在资金、人才和技术等资源上具有一定优势,这种优势有利于企业与智能制造相结合,更好地借助新一代信息技术完成供应链管理和搜寻。而非高科技企业不具备这种客观条件,且这类企业对智能化转型的敏感度也不高,这也导致他们无法合理利用智能制造相关技术促进供应链效率的提高。基于此,我们认为智能制造对企业供应链配置的优化作用在高科技行业中更为显著。我们按照《上市公司行业分类指引(2012年修订)》,将样本分为高科技组和非高科技组。对三种供应链配置的回归系数均仅在高科技组中显著为负,且通过组间差异检验,验证了我们的猜想,即智能制造促进了高科技企业供应链配置多元化,对非高科技企业的供应链配置并未产生显著影响。

(2)产权属性。国有企业具备政策优势且享受资源倾斜^[23],这有利于其提升竞争力。一方面,国有企业凭借其与政府之间的联结关系更易获得发展所需的资金、人才等资源,获取竞争优势。另一方面,由于信息技术存在较高的不确定性,国有企业对信息技术的应用采取较为严格的控制管理。这些均导致国有企业在智能制造发展上动力不足。与国企相比,民营企业有着较强的自主性,从自身盈利、为地方创收等角度出发,能够更好地借助智能制造等相关技术开源节流,将新技术应用至企业的生产经营中,提升企业的库存管理、运营效率等。因此,我们预期非国有企业更易通过智能制造促进供应链配置多元化。我们将样本按产权性质划分为两组,结果显示,智能制造对非国有企业的供应链配置产生显著影响,而对国有企业并不产生显著影响,且均通过了组间差异检验,验证了我们的逻辑。相比国有企业,非国有企业在智能制造发展上的动力更强,促使智能制造对其供应链配置多元化的作用更显著。

2.按企业外部环境分类

智能制造对企业供应链配置的作用除了受到企业属性特征的影响外,还会受到企业所处外部环境的影响。为此,我们选取了市场化水平和经济政策不确定性两个特征变量进行分析。

(1)市场化水平。市场化水平较高的地区经济发展水平也相对较高,这为企业营造了更为良好的市场环境。相比之下,处于低市场化水平地区的企业面临的市场风险更高^[14],更容易引起不同市场主体间的机会主义行为。为了应对这种风险,企业更倾向于加速智能化转型,进一步降低供应链集中度,促使供应链配置多元化。因此,我们预期在市场化水平较低的地区,智能制造对企业供应链配置的作用更明显。我们使用《中国分省份市场化指数报告(2021)》中的“市场化指数评分”来衡量企业所

在地区的市场化水平,并按照其行业年度中位数划分为两组,结果显示,在市场化水平较低组别中系数均显著为负,而在市场化水平较高组别中系数均不显著,且均通过了组间差异检验,结果符合我们的预期,即当企业所处地区的市场化水平较低时,智能制造对其供应链配置多元化的影响更加显著。

(2)经济政策不确定性。宏观经济政策会影响地方政府的行为决策,可能导致不确定性冲击扩大,恶化企业所处的供求市场环境,企业的经营风险会明显增加。此时,同一供应链上的各主体均会受到负面影响,相互间将很难维持既有的合作关系,供应链上的每家企业都可能发生经济损失。当企业的供应链集中度较高时,一旦供应链上的某个重要的供应商或者客户遭受风险冲击,将显著增加企业的交易成本,甚至会中断合作关系^[24]。因此,我们认为在面对更高的风险不确定性时,企业利用智能化转型推动供应链配置多元化的意愿将更强烈。基于此,我们使用 Baker 等(2016)计算的经济政策不确定性指数来衡量经济政策不确定性的大小^[25],按照其行业年度中位数进行划分。结果显示,对供应商集中度和供应链集中度的回归系数仅在经济政策不确定性较高时显著为负,而对客户集中度的回归系数在两组中均显著为负,但在经济政策不确定性较高组别中系数更大,且均通过组间差异检验,与我们的预期相符。当经济政策不确定性较高时,为了降低风险成本,企业倾向于借助智能制造优化供应链配置,促进企业供应链配置多元化。

七、拓展性检验^③

(一)供应链地理距离的调节效应

基于传统的供应商选择理论,企业在对供应商进行选择时,除了要考虑价格、质量等最基本的因素,还会考虑供应商的地理位置。研究显示,地理邻近有助于降低企业的交易成本、沟通成本和监督成本^[26],缓解因地理距离较远导致的信息不对称问题,这是因为私有信息成本会随着地理距离的加大而上升。随着智能制造与制造业的深度融合,企业的边界被逐渐打破,供应商与客户的角色边界也日益模糊,供应链上企业之间的关系由链条状向网络状变化,因而对供应链地理邻近时产生的影响甚微。与此同时,智能制造重塑了企业的生产流程,增强了企业的供需响应敏锐度^[27],提高了信息传递速度和效率,一定程度上缓解了因地理距离导致的约束。基于以上分析,我们认为当地理距离越大时,智能制造对企业供应链配置的影响越明显。借鉴已有研究^[28],本文使用企业和前五大供应商/客户之间的平均地理距离加 1 的自然对数作为衡量指标,将其与解释变量的交互项引入模型。回归结果显示,从客户地理距离来看,交乘项系数显著为负,即企业与客户的地理距离在智能制造和供应链配置多元化之间产生了正向调节作用,企业与客户间的地理距离越大,智能制造对企业供应链配置多元化的促进作用越大。从供应商地理距离来看,交乘项系数也显著为负,即企业与供应商地理距离越大,越有利于企业通过智能制造调整供应链配置,促进企业供应链配置多元化。

(二)经济后果分析

供应链特征会对企业的全要素生产率产生重要影响。研究发现,客户集中度过高会引发供应链风险集聚效应,进一步降低企业的生产效率^[3];供应商占据重要生产要素会抑制企业创新,进而阻碍企业生产率提高^[29]。新质生产力是创新起主导作用,以全要素生产率大幅提升为核心标志,摆脱传统经济增长方式,推动社会生产与经济增长的质量和效益全面提升,最终实现高质量发展的生产力新形态。为此,发展新质生产力与推动高质量发展具有逻辑一致性。基于上文分析可知,智能制造能够促进企业供应链配置多元化,由此也引发了一个思考:智能制造引起企业供应链配置多元化对企业全要素生产率会产生何种影响?我们参考鲁晓东和连玉君(2012)的做法^[30],用 OP 方法计算了企业全要素生产率,取其对数(TFP)作为最终的代理变量。回归结果显示,智能制造降低了企业供应链集中度的同时还促进了企业全要素生产率提升。

(三)行业溢出效应

树立标杆、发挥示范引领作用是开展智能制造试点示范专项行动的重要目标之一,由此引发了一个思考:试点企业能否发挥示范作用?为了检验上述示范效应,我们继续探讨该示范行动在行业内是

否存在溢出效应。具体地,我们在原有样本基础上去掉已入选为试点的企业,仅保留未被选为试点的企业作为新的研究样本。设置新的虚拟变量 $Treat \times Post'$,在行业内首次有企业被选为试点的当年及以后赋值为 1,否则为 0。回归结果证实了该示范行动确实存在行业溢出效应,即试点企业能够发挥示范引领作用,带动行业内其他非试点企业朝供应链配置多元化方向发展。在此基础上,我们还进一步检验了行业内入选为试点的企业数量对上述示范效果的影响。因此,我们计算并整理了行业内入选为试点企业的数量(m),构造交乘项 $Treat \times Post' \times m$,重新对上述新样本进行回归。回归结果表明,行业内试点企业的数量对示范效果起到了正向促进作用,即试点企业越多,对同行业内非试点企业的供应链配置多元化的促进作用越显著。

八、结论与建议

在以智能制造为代表的新一轮科技和产业革命背景下,智能制造是我国建设制造强国的必然之路。本文验证了智能制造的正面效应,即智能制造能促进企业供应链配置多元化。机制分析发现,智能制造通过降低成本和提升效率两种渠道促进企业供应链配置多元化。异质性分析表明,在高科技、非国有企业以及市场化水平较低、经济政策不确定性较高时,智能制造对供应链配置多元化的促进作用更显著。拓展性检验表明,企业与客户/供应商的地理距离越大,越有利于企业通过智能制造调整供应链配置,促进企业供应链配置多元化;智能制造促进企业供应链配置多元化的同时还能促进企业全要素生产率提升。另外,我们发现智能制造试点政策存在行业溢出效应,且试点企业越多,对供应链配置多元化的促进作用越显著。文章拓展了智能制造和供应链配置领域的相关研究,为完善智能制造实施与促进企业供应链配置多元化,助推我国制造业行稳致远发展、提升供应链韧性和安全水平提供了一定参考。同时,也得出以下启示。

第一,各级政府要科学合理地落实智能制造政策,准确引导并帮助企业完成智能制造转型。根据企业自身的产权、行业以及所处地区发展水平的异质性,“因材施教”“因地制宜”实施区域化、差异化战略,推动企业供应链配置多元化。具体地,要加大对市场化水平较低地区智能化转型的支持力度,加强相关人才的引进和培养,因势利导营造有利的发展氛围和空间,帮助该地区利用后发优势缩小与高市场化水平地区之间的差距;同时,应注意到部分传统产业(如非高科技行业等)和国有企业在智能化转型道路上的阻碍和难题,增加对国有企业和非高科技企业的支持,帮助他们在现有基础上完成智能制造转型,赋能企业供应链配置多元化。

第二,充分发挥智能制造在强化供应链韧性和安全水平方面的积极作用。企业的经济活动具有较高的不确定性,一旦受到外部冲击,企业的供应链将遭受不利影响,甚至存在断裂风险。因此,要增强断链风险意识,提高供应链风险承担能力,利用智能制造帮助企业实现成本降低和效率提升,降低供应链集中度,促进供应链配置多元化。

第三,对于智能制造落实基础条件较好的企业,应树立行业标杆和地区典范,发挥带头作用和引领作用。鼓励智能制造先行企业依托现有的资源优势,形成解决方案,总结成功经验,扩大行业溢出效应,以供智能制造落实基础薄弱的企业学习借鉴。同时,政府应提供配套措施,充分发挥行业标杆的示范作用和溢出效应,为企业供应链配置的调整和优化提供有利的环境支持。此外,政府还应全面加强数据安全保障与网络监管,避免因盲目、过分追求智能化转型升级而损害企业生产效率。

第四,在建立供应链体系时,应基于企业战略层面全面考量供应链上下游企业间的合作价值。在将智能制造作为提升供应链韧性和安全水平重要抓手的同时,激活并释放智能制造对企业供应链配置的潜在驱动力,不断优化供应链配置,建立健全高效的供应链管理体系,有效发挥供应链上下游企业间的资源互补效应,促进企业全要素生产率有效提升。

注释:

①智能制造发展规划(2016—2020年)《智能制造工程实施指南(2016—2020年)》。

②异质性分析回归结果因篇幅限制,留存备案。

③拓展性检验回归结果因篇幅限制,留存备案。

参考文献:

- [1] Karabegovic, I., Husak, E. The Fourth Industrial Revolution and the Role of Industrial Robots with Focus on China[J]. *Journal of Engineering and Architecture*, 2018,6 (1): 67-75.
- [2] Papatoukas, P.N. Customer-Base Concentration: Implication Firm Performance and Capital Markets[J]. *The Accounting Review*, 2012, 87(2): 363-392.
- [3] 孟庆玺,白俊,施文.客户集中度与企业技术创新:助力抑或阻碍——基于客户个体特征的研究[J].*南开管理评论*,2018(4):62-73.
- [4] Grossman, M., Helpman, E. Integration versus Outsourcing in Industry Equilibrium[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2002, 117(1): 85-120.
- [5] Antras, P., Helpman, E. Contractual Frictions and Global Sourcing[J]. *The Organization of Firms in a Global Economy*, 2008, 17(2): 9-54.
- [6] 聂辉华,李金波.资产专用性、敲竹杠和纵向一体化——对费雪-通用汽车案例的全面考察[J].*经济学家*, 2008(4):44-49.
- [7] Ma, X., Wang, W., Wu, J., Zhang, W. Corporate Customer Concentration and Stock Price Crash Risk[J]. *Journal of Banking and Finance*, 2020, 119: 105903.
- [8] 唐跃军.供应商、经销商议价能力与公司业绩——来自2005—2007年中国制造业上市公司的经验证据[J].*中国工业经济*,2009(10):67-76.
- [9] 陈胜蓝,刘晓玲.中国城际高铁与公司客户集中度——基于准自然实验的证据[J].*南开经济研究*,2020(3): 41-60.
- [10] Larkin, Y. Reliance on Major Customers and Product Market Competition[J]. *Finance Research Letters*, 2020, 38(6): 101-136.
- [11] Leung, S., Sun, J. Policy Uncertainty and Customer Concentration[J]. *Production Operations Management*, 2021, 30(5): 1517-1542.
- [12] 李琦,刘力钢,邵剑兵.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[J].*经济管理*,2021(10):5-23.
- [13] 张任之.数字技术与供应链效率:理论机制与经验证据[J].*经济与管理研究*,2022(5):60-76.
- [14] 袁淳,肖土盛,耿春晓,等.数字化转型与企业分工:专业化还是纵向一体化[J].*中国工业经济*,2021(9):137-155.
- [15] Awaysheh, A., Frohlich, M.T., Flynn, B.B., Flynn, P.J. To Err Is Human: Exploratory Multilevel Analysis of Supply Chain Delivery Delays[J]. *Journal of Operations Management*, 2021, 67(7): 882-916.
- [16] Hammami, R., Temponi, C., Frein, Y. A Scenario-Based Stochastic Model for Supplier Selection in Global Context with Multiple Buyers, Currency Fluctuation Uncertainties, and Price Discounts[J]. *European Journal of Operational Research*, 2014, 233(1): 159-170.
- [17] Chen, X.C., Lu, H., Sougiannis, T. The Agency Problem, Corporate Governance, and the Asymmetrical Behavior of Selling, General, and Administrative Costs[J]. *Contemporary Accounting Research*, 2012, 29(1): 252-282.
- [18] 权小锋,李闯.智能制造与成本粘性——来自中国智能制造示范项目的准自然实验[J].*经济研究*,2022(4): 68-84.
- [19] 郑颖,齐欣.长期贸易关系下劳动力成本对出口价格的影响——兼论专用性资产的调节效应[J].*当代财经*, 2021(11):112-124.
- [20] 巫强,姚雨秀.企业数字化转型与供应链配置:集中化还是多元化[J].*中国工业经济*,2023(8):99-117.
- [21] 张树山,张佩雯,谷城.企业数字化转型与供应链效率[J].*统计与决策*,2023(18):169-173.
- [22] 刘运国,刘雯.我国上市公司的高管任期与 R&D 支出[J].*管理世界*,2007(1):128-136.
- [23] 刘文俊,彭慧.区域制造企业数字化转型影响绿色全要素生产率的空间效应[J].*经济地理*,2023(6):33-44.
- [24] Crosignani, M., Macchiavelli, M., Silva, A.F. Pirates without Borders: The Propagation of Cyberattacks through Firms' Supply Chains[J]. *Journal of Financial Economics*, 2023, 147(2): 432-448.
- [25] Baker, S.R., Bloom, N., Davis, S.J. Measuring Economic Policy Uncertainty[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2016, 131(4): 1593-1636.
- [26] Serpa, J.C., Krishnan, H. The Impact of Supply Chains on Firm-Level Productivity[J]. *Management Sci-*

ence, 2018, 64(2): 511—532.

[27] 陈剑,刘运辉.数智化使能运营管理变革:从供应链到供应链生态系统[J].管理世界,2021(11):227—240.

[28] Kang, J.K., Kim, J.M. The Geography of Block Acquisitions[J]. Journal of Finance, 2008, 63(6): 2817—2858.

[29] 杨玥,江春,聂聪.上游行业垄断对企业全要素生产率的影响——来自中国制造业企业的微观证据[J].海南大学学报(人文社会科学版),2022(5):191—200.

[30] 鲁晓东,连玉君.中国工业企业全要素生产率估计:1999—2007[J].经济学(季刊),2012(2):541—558.

Intelligent Manufacturing and Enterprise Supply Chain Configuration Diversification

YAN Feng¹ REN He² ZHAO Xiuyun¹

(1.School of Accounting, Tianjin University of Finance and Economics, Tianjin 300222, China;

2.School of Management, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China)

Abstract: Strengthening supply chain resilience and safety level, and promoting the diversification of the supply chain are of great significance to the construction of China's modern supply chain system and the high-quality development of enterprises. This paper takes China's intelligent manufacturing pilot demonstration special action as a quasi-natural experiment to investigate the impact of intelligent manufacturing policies on the supply chain configuration of enterprises by using the data of listed companies from 2010 to 2022. The study finds that intelligent manufacturing can significantly promote the diversification of enterprise supply chain configuration by reducing the communication cost and supply chain management cost of upstream and downstream enterprises and improving the operational efficiency of enterprises. Heterogeneity analysis finds that the promotion effect of intelligent manufacturing is stronger in high-tech, non-state-owned enterprises, and when the marketization level is low and the economic policy uncertainty is high. The expansion test shows that the geographical distance between enterprises and customers/suppliers strengthens the positive role of intelligent manufacturing in adjusting supply chain configuration. Intelligent manufacturing promotes the diversification of supply chain configuration and further improves the total factor productivity of enterprises. The intelligent manufacturing pilot policy also has an industry spillover effect, and the more pilot enterprises there are, the more significant the promotion effect is. This paper provides a theoretical reference for the comprehensive implementation of intelligent manufacturing policy in China and the diversified development of supply chain configuration.

Key words: Intelligent Manufacturing; Supply Chain Configuration; Transaction Cost; Operational Efficiency; Industry Spillover

(责任编辑:姜晶晶)