

数字化转型对战略性新兴产业双元创新的影响： 基于“智能制造试点示范专项行动”的准自然实验

王雪璐^{1,2}

(1. 中国科学院大学中丹学院, 北京 100190; 2. 中丹科研教育中心, 北京 100190)

摘要:战略性新兴产业代表新一轮科技革命和产业变革方向,具有高科技、高效能、高质量的鲜明特征,事关社会经济全局长远发展。以2011—2022年沪深A股1248家战略性新兴产业企业为研究样本,设立智能制造试点示范专项行动为准自然实验,使用多期双重差分模型、中介效应模型实证检验数字化转型对战略性新兴产业双元创新的影响效应及作用机制。结果表明,基于智能制造试点示范专项行动的政策背书,数字化转型对战略性新兴产业双元创新具有正向推动作用,此结果经过系列稳健性检验后仍然成立。中介效应检验发现,技术扩散、人力资本升级在数字化转型驱动战略性新兴产业双元创新过程中发挥中介作用。双元创新类型和企业所属区域的异质性检验发现,数字化转型对战略性新兴产业探索式创新的驱动作用强于利用式创新,对东部地区战略性新兴产业双元创新的推动作用显著高于中部、西部及东北地区。拓展分析发现,战略性新兴产业双元创新可正向促进新质生产力发展。因此,应从全面深化专项行动覆盖范围、建立健全技术扩散服务机制、构筑区域产业协调发展网络着手,为战略性新兴产业高质量发展提供有益借鉴。

关键词:数字化转型;战略性新兴产业双元创新;智能制造试点示范专项行动;技术扩散;人力资本升级

中图分类号:F410;F276.44 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-0566(2024)11-0201-11

Impact of digital transformation on the dual innovation of strategic emerging industries: a quasi natural experiment based on the “Intelligent Manufacturing Pilot Demonstration Special Action”

WANG Xuelu^{1,2}

(1. Sino-Danish College, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2. Sino-Danish Centre for Education and Research, Beijing 100190, China)

Abstract: Strategic emerging industries represent a new round of technological revolution and industrial transformation direction, with distinctive characteristics of high technology, high efficiency, and high quality, and are related to the long-term development of the overall social and economic situation. Using 1248 strategic emerging enterprises in the Shanghai and Shenzhen A-shares from 2011 to 2022 as research samples, a pilot demonstration special action for intelligent manufacturing was established as a quasi natural experiment. Multiple period double difference models and mediation effect models were used to empirically test the impact and mechanism of digital transformation on dual innovation in strategic emerging industries. The results indicate that based on the policy endorsement of the intelligent manufacturing

收稿日期:2024-06-20 修回日期:2024-09-28

基金项目:国家社会科学基金重点项目“中国乡村水利治理体系现代化理论与路径研究”(20AJY010)。

作者简介:王雪璐(1995—),女,山东济南人,中国科学院大学中丹学院、中丹科研教育中心博士生,研究方向为创新管理、产业创新。

pilot demonstration special action, digital transformation has a positive driving effect on the dual innovation of strategic emerging industries. This result still holds true after a series of robustness tests. The mediation effect test found that technology diffusion and human capital upgrading play a mediating role in the dual innovation process of strategic emerging industries driven by digital transformation. The heterogeneity test of dual innovation types and the regions to which enterprises belong found that digital transformation has a stronger driving effect on exploratory innovation in strategic emerging industries than exploitative innovation, and its promoting effect on dual innovation in strategic emerging industries in the eastern region is significantly higher than that in the central, western, and northeastern regions. Expansion testing has found that dual innovation in strategic emerging industries can positively promote the development of new quality productivity. Therefore, we should start by comprehensively deepening the coverage of special actions, establishing and improving technology diffusion service mechanisms, and building a regional industrial coordinated development network, in order to provide useful references for the high-quality development of strategic emerging industries.

Key words: digital transformation; dual innovation of strategic emerging industries; special action for pilot demonstration of intelligent manufacturing; technology diffusion; upgrading human capital

一、引言与文献综述

在社会经济增长速度换挡期、经济结构调整阵痛期和前期刺激政策消化期的“三期叠加”冲击下,因经济潜在客观增长率的变化,逐步由高速增长进入中高速增长阶段^[1]。而这一过程中,部分发达国家在国际贸易保护主义背景下采取技术封锁和市场壁垒措施,提高国内产业原始创新能力的要求^[2]。就目前来看,全球主要发达国家均已加紧布局战略性新兴产业,包括美国的“再工业化”、“先进制造伙伴计划”等战略措施,德国推出的“工业 4.0”战略以及日本推行的“第四次工业革命”计划。并且,以美国、德国为代表的发达国家已经出台《美国人工智能研发战略规划》《国家工业战略 2030(德国)》等相关法案政策,为战略性新兴产业发展提供支持。在新的生产力发展阶段,如何持续塑造新型生产关系与完善上层建筑,成为中国当下打造新质生产力、培育新增长动能的重要研究课题。党的二十大报告在布局现代化产业体系建设时指出,“推动战略性新兴产业融合集群发展,构建新一代信息技术、人工智能、生物技术、新能源、新材料、高端装备、绿色环保等一批新的增长引擎”。随后,党的二十届三中全会再次强调“完善推动新一代信息技术、人工智能、航空航天、新能源、新材料、高端装备、生物医药、量子科技等战略性新兴产业政策和治理体系,引导新兴产业健康有序发展”。战略性新兴产业是以前沿技术突破与社会发展需求为基础,以技术知识密

集、综合效益良好、物质资源消耗为典型特征的先进产业^[3]。根据国家发展和改革委员会数据,2022 年战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重超过 13%,成为社会经济发展的重要支撑。对于中国而言,实现战略性新兴产业探索式、利用式创新,对于稳步推动经济高质量发展、实现中国式现代化具有重要推动作用。尤其是在全球新一轮科技革命和产业革命的背景下,资本、劳动力等传统要素对社会经济发展的产出份额与边际贡献渐次缩减,以战略性新兴产业二元创新为抓手,成为当下打造新质生产力、培育新增长动能的重要课题。

在智能技术驱动的数智化背景下,人与人、人与物、物与物之间的链接方式变得更加复杂、多样和高效。而企业部门作为微观经济主体,适应数智化要求、顺利实现组织变革和创新是助力经济高质量发展的关键所在。2015 年 3 月,工业和信息化部印发《关于开展 2015 年智能制造试点示范专项行动的通知》,开展以企业为单位的“智能工厂”“数字化车间”“信息技术深度嵌入”系列试点行动,以数字化转型为抓手为战略性新兴产业二元创新提供政策支持。具体而言,以智能制造试点示范专项行动为代表的数字化转型基于政策红利,可通过缓解创新融资约束、引进先进设备等多重手段,助力战略性新兴产业二元创新。针对当今产业生态、科技创新、人力资源供给以及国际环境变化给企业带来的冲击,研究数智转型的要素与模式、数智企业的组织逻辑与运作方式、领导者

和组织成员的能力模型与提升策略,有助于推动形成扎根中国数字化转型实践的企业组织变革和管理理论,对推动企业成功实现数字化转型和助力国家经济高质量发展具有重要意义。由此,本文将以智能制造试点示范专项行动为准自然实验,应用双重差分模型实证检验数字化转型对战略性新兴产业双元创新的影响,为推进战略性新兴产业高质量发展提供经验证据。

自智能制造试点示范专项行动提出以来,关于该政策的净效应研究就成为学界的研究重点。已有研究证实,智能制造试点示范专项行动可通过降低经营成本、增加创新投入和缓解融资约束为渠道提高企业绩效^[4]。同时,智能制造试点示范专项行动可通过提高研发投入、提升人力资本水平推进企业创新^[5]。另外,智能制造试点示范专项行动可有效提高企业全要素生产率、提升管理者能力,进一步助力企业出口规模扩增^[6]。战略性新兴产业作为中国持续发展、国际竞争的新赛道与新领域,已有研究多是围绕战略性新兴产业创新的影响因素展开研究。相关研究证实,技术并购^[7]、数字创新^[8]、数字经济发展^[9]、生产性服务业集聚^[10]均可助力战略性新兴产业创新。另外,也有学者从政策视角出发,检验得知税收优惠政策^[11]、财税补贴政策^[12]可驱动战略性新兴产业创新。

综上所述,学界已经围绕智能制造试点示范专项行动的政策效应、战略性新兴产业创新的影响因素展开广泛研究。不可忽略的是,智能制造试点示范专项行动作为数字化转型的重要支撑政策,却鲜少学者关注智能制造试点示范专项行动对战略性新兴产业创新的具化影响。同时,多数学者在研究战略性新兴产业创新内容时,少以探索式、利用式在内的双元创新作为切入点。在一定程度上,深度探讨以智能制造试点示范专项行动为代表的数字化转型同战略性新兴产业双元创新的联系,可为剖析战略性新兴产业创新复杂且矛盾的本质提供独特见解。研究可能的边际贡献如下:第一,以智能制造试点示范专项行动为准自然实验,拓展智能制造试点示范专项行动政策效应的研究范式,充实有关研究文献;第二,以战略

性新兴产业双元创新为被解释变量,拓宽战略性新兴产业创新“理论黑箱”的研究边界,为扎实推动战略性新兴产业发展提供理论指导;第三,研究额外开展了战略性新兴产业双元创新与新质生产力二者关系的拓展研究,为验证战略性新兴产业推动新质生产力发展提供经验证据。

二、理论假设

(一)数字化转型与战略性新兴产业双元创新

基于智能制造试点示范专项行动的政策实施背景,数字化转型可释放资源配置效应与风险分担效应,助力战略性新兴产业探索式创新与利用式创新。

一方面,数字化转型具有资源配置效应,助力战略性新兴产业探索式创新。探索式创新为根本性和激进型的创新活动,以原始创新为策源突破关键核心技术壁垒,拓展新兴市场。也就是说,战略新兴产业探索式创新属于高投入、长周期、高风险的复杂流程,在单纯依靠市场力量推动战略性新兴产业创新的过程中,会因融资约束、信息不对称造成的市场失灵引致资源配置扭曲。而以智能制造试点示范专项行动为代表的数字化转型政策,通过遴选一批智能制造示范工厂和典型场景给予资金奖补,能够有效缓解战略性新兴产业探索式创新的高投入资金约束情况,为战略性新兴产业探索式创新提供资金支撑。如广东、江苏、江西等省份均按照《智能制造能力成熟度模型》(GB/T 39116-2020)不同等级设置差异化奖补方案,最高金额可达5 000万元。同时,以智能制造试点示范专项行动为代表的数字化转型政策除采取财税优惠手段分摊战略性新兴产业探索式创新成本、风险以外,也会对外释放数字化转型的积极信号,引导社会人才与资本流入,弥补战略性新兴产业探索式创新的外部性,加速推动战略性新兴产业探索式创新^[13]。

另一方面,数字化转型具有风险分担效应,助力战略性新兴产业利用式创新。利用式创新是指市场主体基于已有的知识与经验,侧重完善和优化现有流程、产品和服务,以此获取市场竞争优势的创新行为。在智能制造试点示范专项行动的政策实施背景下,数字化转型有利于推动战略性新

兴产业原有设备、技术升级与智能化改造,实现战略性新兴产业利用式创新。同时,数字化转型利于战略性新兴产业通过大数据等技术准确获取、分析动态外部信息,明晰市场的现实需求,加速推动产品、服务的迭代改进^[14],驱动战略性新兴产业利用式创新。

基于上述理论分析,提出假设 H1:基于智能制造试点示范专项行动的政策背景,数字化转型可正向驱动战略性新兴产业二元创新。

(二)数字化转型、技术扩散与战略性新兴产业二元创新

MAR 外部性理论在解析产业集聚时指出,资源共享与技术合作可以辅助市场主体迅速完成先进知识、技术的引进与消化,实现技术应用、模仿创新、自主创新的流程转化^[15]。而数字化转型作为生产、营销、组织等多背景下的技术与方法集合体,是以数据和需求创新驱动市场和经济高质量发展的粘合剂和催化剂,通过智能技术与经济发展的深度融合以及科技创新到市场增长的可持续动态闭环转化,加速推动战略性新兴产业二元创新。基于智能制造试点示范专项行动的政策背景,数字化转型有利于产生溢出效应,以技术扩散为作用路径推动战略性新兴产业二元创新。具体而言,以智能制造试点示范专项行动为代表的数字化转型政策通过纵向串联、横向并联打破战略性新兴产业上下游“信息孤岛”,强化战略性新兴产业之间显性、隐性知识的溢出,进一步促进技术扩散,对战略性新兴产业二元创新产生指数级催化效应^[16]。同时,智能制造试点示范专项行动通过构建点、线、面为一体的试点示范体系,可充分发挥先进典型带动作用,全面深化新技术、新装备、新模式推广应用,以此实现技术扩散。另外,智能制造试点示范专项行动也可通过塑造开放包容、良性互动的营商环境,吸引战略性新兴产业领域外资涌入国内,为国内战略性新兴产业获取先进生产技术提供支撑,促进国外技术向内扩散。而技术扩散可以促使战略性新兴产业承接上下游溢出的技术资源,为战略性新兴产业二元创新提供支撑。不仅如此,技术扩散也会倒逼战略性新兴产业

产业的学习、吸收能力不断提升,并凭借技术本身的增值性加速推动战略性新兴产业二元创新。进一步地,战略性新兴产业创新效率与绩效提升也会吸引各类资源加速转移,促进资源优化配置并实现有限资源最大限度应用^[17],借此加速技术扩散,进而驱动战略性新兴产业二元创新。

基于上述理论分析,提出假设 H2:基于智能制造试点示范专项行动的政策背景,技术扩散在数字化转型驱动战略性新兴产业二元创新过程中发挥中介作用。

(三)数字化转型、人力资本升级与战略性新兴产业二元创新

数字化转型是覆盖人力资源、系统科学、组织战略等多学科理论的转型过程,是数智时代原创性组织变革与创新体现。其中,人力资源是数字化转型的基本支撑。根据“资本—技能互补”假说,相对于非技能劳动,技能劳动与物质资本的互补性更强^[18]。基于智能制造试点示范专项行动的政策背景,数字化转型势必推动战略性新兴产业持续引入机器、机械及电子信息类智能装备等固定资产,增加高端设备配套的高精尖人才需求,进一步倒逼战略性新兴产业扩大技能劳动员工占比,驱动人力资本升级。此外,在智能制造试点示范专项行动背景下,战略性新兴产业对设备操作、维护及升级等工作人员提出更高技术能力与操作水平要求,要求相关人员深入学习专业知识、提高专业能力,以适配战略性新兴产业技术性要求,实现人力资本升级^[19]。而根据经济学家卢卡斯的人力资本模型所指,人力资本的外部效应可以克服其他生产要素的边际递减效应,以技术进步促进生产实现边际效益递增。在一定程度上,战略性新兴产业人力资本升级之后具有更强的技术学习与吸收能力,能够将智能制造试点示范专项行动产生的技术溢出更好吸纳,并将其投入至战略性新兴产业的生产经营环节,驱动战略性新兴产业二元创新。另外,人力资本升级也可将自身具备的高水平知识要素融入战略性新兴产业创新过程,促进战略性新兴产业二元创新提质增效。

基于上述理论分析,提出假设 H3:基于智能制

造试点示范专项行动的政策背景,人力资本升级在数字化转型驱动战略性新兴产业双元创新过程中发挥中介作用。

三、研究设计

(一)模型构建

1. 多期双重差分模型

研究以智能制造试点示范专项行动为准自然实验,检验数字化转型对战略性新兴产业双元创新的影响。考虑到2015—2018年,工业和信息化部连续遴选4批智能制造试点示范专项行动企业,故需使用多期双重差分模型开展检验。由此,构建多期双重差分模型如下:

$$DISEI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DID_{it} + \alpha_2 Control_{it} + \gamma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)中, $DISEI$ 为被解释变量战略性新兴产业双元创新, DID 为解释变量数字化转型, $Control$ 为系列控制变量集合, α_0 为截距项, γ_i 为解释变量的影响系数, γ_i 为控制变量的影响系数, γ_i 为个体固定效应, λ_t 为年份固定效应, ε_{it} 为随机扰动项。

2. 中介效应模型

前文理论分析述及,技术扩散与人力资本升级在数字化转型促进战略性新兴产业双元创新的过程中发挥中介效应。为检验对应中介效应是否存在,根据江艇^[20]的处理思路构建如下中介效应模型:

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 DID_{it} + \beta_2 Control_{it} + \gamma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式(2)中, M 为中介变量,包括技术扩散与人力资本升级,其余变量含义均同式(1)。

(二)变量设计

1. 解释变量:数字化转型(DID)

考虑到智能制造试点示范专项行动实施时间分布于2015—2018年,本文构建数字化转型的代理变量(DID)为“是否属于试点示范企业”与“时间处于政策实施之后”的交互结果。若该企业为智能制造企业且时间为政策实施之后,该变量赋值为1,否则为0。

2. 被解释变量:战略性新兴产业双元创新($DISEI$)

专利审批数量作为一项量化指标,可较为客

观地反映一国或企业的科技创新能力与科技发展水平。因此,遵循学界一般研究思路^[21],使用企业实用新型、外观设计专利授权数量之和的自然对数作为利用式创新的代理变量;选取发明专利授权数量的自然对数作为探索式创新的代理变量。在此基础上,使用二者加权平均数衡量战略性新兴产业双元创新,记为 TD 。

3. 中介变量:技术扩散(TD)与人力资本升级(UHC)

技术扩散的路径、形态、特征均存在明显的隐蔽性,并无直接衡量的量化指标。而专利引用数量可有效反映技术的传播范围与影响力,以及技术在不同领域和地区的应用情况。因此,使用实用新型、外观设计专利与发明专利引用数量的自然对数作为技术扩散的代理变量,记为 TD 。

通常,衡量企业微观层面的人力资本结构,普遍以雇佣劳动力的知识、经验与技能为标准。因此,沿袭刘啟仁等^[22]的人力资本结构测算方式,依据员工工作性质进行分类,将技术部门、研发部门定义为高技能劳动力,将生产部门、财务部门、销售部门等其他部门定义为低技能劳动力,并以二者的雇佣比例衡量人力资本升级,记为 UHC 。

4. 控制变量

为避免其他外生变量对研究结果产生干扰,控制如下变量:公司规模(CS),使用企业资产总值的自然对数衡量;企业年龄(EA),使用企业成立年份+1的自然对数衡量;负债规模(DS),使用企业负债总额的自然对数衡量;企业成长(EG),使用营业收入增长率表示;盈利能力(PR),使用总资产利润率作表示;企业性质(EN),国有企业赋值为1,民营企业赋值为0;流动资产(CK),使用流动资产占企业资产的比重衡量;研发投入(RD),使用企业R&D研发经费支出的对数衡量。

(三)样本选择与数据来源

基于研究需要,选择2011—2022年沪深A股上市战略性新兴产业作为研究样本。其中,68家上市战略性新兴产业属于智能制造试点示范专项行动范围,界定为处理组企业;1180家上市战略性新兴产业属于非智能制造试点示范专项行动范围,界定为控制组企业。为避免统计偏

差,确保回归结果的科学性与准确度,对研究样本作如下处理:第一,剔除样本期内被标记为ST、*ST的上市企业;第二,剔除有关变量数据缺失严重的样本;第三,对连续变量做1%、99%的

缩尾处理。由此,最终获得1248个企业样本,共计14976个观测值。所有变量数据主要来源于CNRDS、CSMAR及Wind数据库。变量描述性统计如表1所示。

表1 变量描述性统计

变量类型	变量名称	变量符号	最大值	均值	最小值	标准差	样本量
解释变量	数字化转型	<i>DID</i>	1.000	0.329	0.000	0.972	14 976
被解释变量	战略性新兴产业二元创新	<i>DISEI</i>	4.673	2.359	0.902	1.035	14 976
中介变量	技术扩散	<i>TD</i>	2.475	1.368	0.849	0.833	14 976
	人力资本升级	<i>UHC</i>	3.976	2.122	1.354	1.172	14 976
控制变量	公司规模	<i>CS</i>	6.375	4.139	2.158	1.039	14 976
	企业年龄	<i>EA</i>	4.132	3.176	2.129	1.248	14 976
	负债规模	<i>DS</i>	8.588	4.296	2.134	1.049	14 976
	企业成长	<i>EG</i>	5.137	2.368	1.305	0.982	14 976
	盈利能力	<i>PR</i>	4.368	2.153	1.199	0.836	14 976
	企业性质	<i>EN</i>	1.000	0.659	0.000	1.029	14 976
	流动资产	<i>CK</i>	4.175	3.685	2.642	1.038	14 976
	研发投入	<i>RD</i>	8.329	4.129	2.785	1.132	14 976

四、实证分析

(一) 平行趋势检验

应用双重差分模型开展因果检验,必须满足平行趋势假设,即处理组、控制组具有相同变化趋势,否则可能产生处理效应估计偏误。有鉴于此,以智能制造试点示范专项行动冲击前一年为基期,采用面板事件研究法开展平行趋

势检验,结果如图1所示。根据图示结果,在受到智能制造试点示范专项行动冲击之前,属于试点范围与非试点范围的战略性新兴产业二元创新发展趋势并无显著差异,满足平行趋势假设。而受到智能制造试点示范专项行动冲击之后,数字化转型可充分驱动战略性新兴产业二元创新发展。

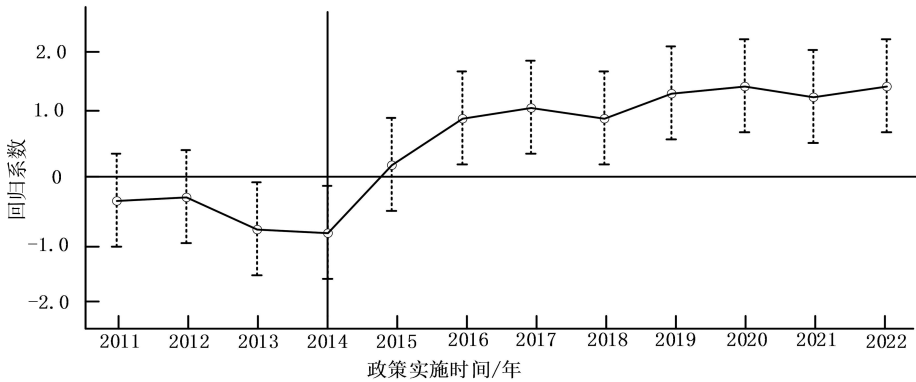


图1 平行趋势检验结果

(二) 基准回归分析

表2为数字化转型影响战略性新兴产业二元创新的基准回归结果。其中,列(1)为仅控制固定效应的回归结果,列(2)为仅考虑控制变量的回归结果,列(3)为同时纳入固定效应与控制变量的回归结果。综合各列回归系数可知,数字化转型对战略性新兴产业二元创新的影响系数分别为2.012、1.935与1.724,且均在1%水平上显著,说明数字化转型可推动战略性新兴产业二元创新,预期假

设H1成立。究其根本,在智能制造试点示范专项行动政策背景下,数字化转型可基于财政补贴、技术示范等优势条件,助力战略性新兴产业购置先进技术设备、推进创新成果转移转化,为战略性新兴产业二元创新提供动力。同时,基于智能制造试点示范专项行动的数字化转型亦可凭借数字平台的跨时空特性,强化战略性新兴产业价值共创,强化资金、人才、信息、知识各类创新要素资源共享,加速推动战略性新兴产业二元创新。

表 2 基准回归结果

变量	(1) DISEI	(2) DISEI	(3) DISEI
DID	2.009 *** (0.334)	1.905 *** (0.308)	1.738 *** (0.257)
CS	—	0.418 *** (0.066)	0.409 *** (0.067)
EA	—	0.547 * (0.316)	0.463 * (0.276)
DS	—	-0.202 ** (0.083)	-0.309 ** (0.155)
EG	—	0.354 *** (0.058)	0.342 *** (0.045)
PR	—	0.283 ** (0.139)	0.124 ** (0.058)
EN	—	0.367 *** (0.058)	0.351 *** (0.056)
CK	—	0.415 * (0.226)	0.364 ** (0.167)
RD	—	0.128 *** (0.021)	0.136 *** (0.022)
控制变量	否	是	是
常数项	11.342 *** (1.671)	12.436 *** (1.898)	13.732 *** (2.562)
个体固定效应	是	否	是
时间固定效应	是	否	是
样本量	14 976	14 976	14 976
R ²	0.749	0.728	0.793

注:()内为稳健性标准误,***、**、*依次表示在 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.10$ 时具有统计学意义。下同。

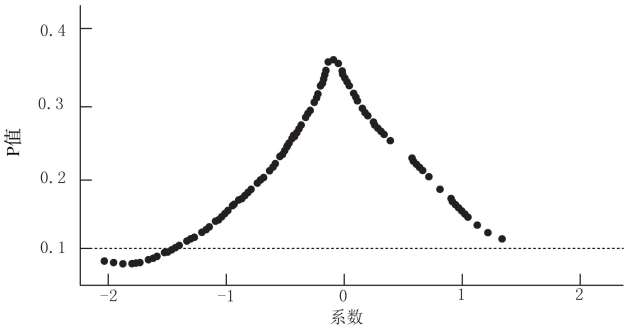
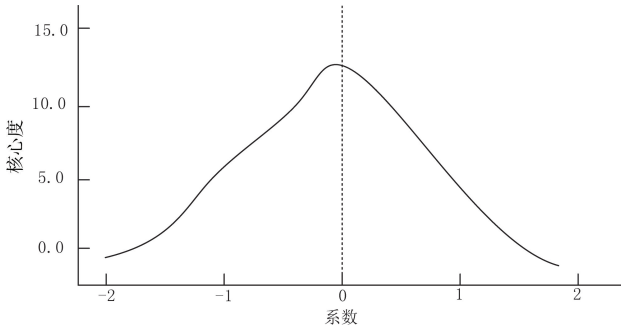


图 2 安慰剂检验

2. 异质性效应处理

研究在基准回归部分使用多期双重差分模型,并同步控制个体固定效应与时间固定效应。然而,当样本受到处理时间存在差异时,传统估计系数是各时间点上政策效应的加权平均和,可能存在权重为负的情况,导致回归结果有偏^[23]。有鉴于此,使用培根分解法处理可能存在的异质性效应,结果如表 3 所示。结果显示,合适处理效应估计值为 2.128,权重占比为 85.12%;不合适处理效应的估计值为 0.309,权重占比仅为 8.13%。比较二者结果来看,合适处理效应权重占比远高于不合适处理效应,可以断定研究结论较为稳健。

(三) 稳健性检验

1. 安慰剂检验

前文基准回归结果以智能制造试点示范专项行动为准自然实验,初步验证数字化转型可促进战略性新兴产业创新。而智能制造试点示范专项行动具有指向性,并非严格意义上的自然实验。因此,为避免基准回归结果是由其他因素推动,使用安慰剂检验验证基准回归结果的稳健性。具体流程包括:随机分配智能制造试点示范专项行动的企业样本与实施年份,在此基础上开展 500 次的蒙特卡洛模拟,结果如图 2 所示。观察图中系数分布情况可知,随机设立处理组样本与政策冲击时间点后,数字化转型的估计系数均分布于 0 值附近,绝大多数估计结果 p 值均大于 0.1,同基准回归结果具有明显差异,排除其他随机因素对基准回归结果产生的干扰,充分验证假设 H1 成立。

表 3 异质性效应处理结果

单位:%

系数比较	系数	权重占比
先处理组与后处理组	0.135	2.22
后处理组与先处理组 (不合适处理效应)	0.309	8.13
处理组与未处理组 (合适处理效应)	2.128	85.12
处理组与长处理组	0.173	3.48

3. 倾向得分匹配(PSM—DID)

考虑到“智能制造试点示范专项行动”并非严格意义上的准自然实验,样本可能均是经过遴选、效益较好且本身具有良好创新能力的战略性新兴产业,可能会因实验组、控制组样本差异导致结果有偏。因此,为避免实验组、控制组样本存在系统性差异导致回归结果偏误,采用倾向得分匹配

(PSM) 寻求合适的对照组,在此基础上开展 DID 检验。具体流程如下:以公司规模、企业年龄、负债规模等全部控制变量为匹配变量,依次进行 1:1 最近邻、1:4 最近邻以及核匹配,随后应用匹配样本做参数再估计处理。匹配平衡性检验结果显示,匹配后样本偏差范围为 10%~20%,样本选取有效。倾向得分匹配结果见表 4 列(1)~列(3)。综合各列系数可知,经倾向得分匹配处理后的检验结果依然在不同水平上显著为正,说明研究结果具有稳健性。

表 4 稳健性检验结果

变量	(1) 1:1 最近邻	(2) 1:4 最近邻	(3) 核匹配	(4) 增加省份—时间 联合固定效应
<i>DID</i>	1.723 ** (0.790)	1.675 *** (0.241)	1.711 ** (0.725)	1.548 *** (0.222)
控制变量	是	是	是	是
常数项	10.419 *** (1.731)	11.418 *** (1.890)	13.472 *** (2.190)	12.409 *** (2.017)
个体固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
省份—时间 联合固定效应	否	否	否	是
样本量	12 758	13 572	13 646	14 976
<i>R</i> ²	0.724	0.736	0.711	0.695

4. 其他稳健性检验

第一,增加省份—时间联合固定效应。为避免样本所处省份的差异对战略性新兴产业二元创新产生影响,在回归过程中加入省份—时间联合固定效应开展回归,对应结果列于表 4 第(4)列。结果显示,增加省份—时间联合固定效应以后数字化转型的影响系数为 1.548,依然在 1% 水平上显著为正,再次验证数字化转型促进战略性新兴产业二元创新的结果成立。第二,评估遗漏变量的影响。除基准回归中选择的控制变量以外,仍有可能存在遗漏变量对估计结果产生影响。有鉴于此,参照余林徽和马博文^[24]的处理方式,通过调整控制变量数量建立受约束组(增加部分控制变量)与非约束组(增加所有控制变量),分别记为 D_r 、 D_c ,并在此基础上计算按 $D_c/|D_r - D_c|$ 计算比重。若最终计算大于 1,说明遗漏变量对回归结果不会产生显著影响。结果显示最终比重为 1.232,说明遗漏变量并不会对回归结果产生显著影响。

(四) 中介效应检验

根据前文理论分析推断,基于智能制造试点示范专项行动的政策背景,技术扩散、人力资本升级在数字化转型驱动战略性新兴产业二元创新过程中均发挥中介作用。为验证上述作用机制是否存在,应用前文所构中介效应模型进行检验,结果如表 5 所示。根据列(1)结果显示,数字化转型对技术扩散的影响系数为 0.625,在 1% 水平上显著为正,说明技术扩散在数字化转型促进战略性新兴产业二元创新的过程中发挥中介作用,假设 H2 得到经验证据支持。深度分析这一现象背后的经济学原因可能在于,在智能制造试点示范专项行动的背景下,数字化转型助推企业组织整合能力、资源配置能力不断增强,可充分利用政策服务平台及其他数字基础设施畅通技术要素流动渠道,助力各类先进技术扩散。而技术扩散既可为战略性新兴产业“学习”“模仿”的利用式创新提供技术底座,也可为战略性新兴产业突破技术壁垒的探索式创新提供技术要素支撑。

表 5 中介效应检验结果

变量	(1) <i>TD</i>	(2) <i>UHC</i>
<i>DID</i>	0.625 *** (0.104)	0.618 *** (0.095)
控制变量	是	是
常数项	9.436 *** (1.459)	10.275 *** (1.669)
个体固定效应	是	是
时间固定效应	是	是
样本量	14 976	14 976
<i>R</i> ²	0.718	0.737

根据列(2)结果显示,数字化转型对人力资本升级的影响系数为 0.618,在 1% 水平上显著为正,证实人力资本升级在数字化转型促进战略性新兴产业二元创新的过程中发挥中介作用,假设 H3 得到经验证据支持。细究其因,基于智能制造试点示范专项行动的实施背景,数字化转型显著促进战略性新兴产业引入先进技术与设备与其他机械固定资产。依据资产与技能劳动力互补的理论前提,固定资产升级扩容必然倒逼人力资本升级,以此适应企业生产需求。而人力资本升级是企业科技创新、生产率提高和社会效益增长的源泉和动力,可充分发挥人力资本所具有的知识获取、消

化、转化与利用能力,为战略性新兴产业双元创新提供人力资本支撑。

(五)异质性检验

1. 双元创新类型的异质性检验

根据前文所述,战略性新兴产业双元创新包括探索式创新与利用式创新。其中,探索式创新是颠覆性、突破式的创新行为,可有效提升战略性新兴产业的技术竞争力,而利用式创新是小幅度、改进式的创新行为,对战略性新兴产业的技术竞争力提升作用可能略低。为厘清在智能制造试点示范专项行动背景下数字化转型对战略性新兴产业双元创新的影响差异,按照探索式创新与利用式创新进行分类检验,结果如表6列(1)、列(2)所示。对比回归结果可知,数字化转型对战略性新兴产业探索式创新的驱动作用更为显著。为进一步确认双元创新类型的异质性检验结果是否成立,使用费舍尔组合检验组间系数差异,结果显示组间系数差异在1%的水平上显著为正,说明数字化转型对战略性新兴产业探索式创新的驱动作用强于利用式创新。究其根本,在智能制造试点示范专项行动的政策实施背景下,数字化转型可通过政策补贴、金融支持等多方面举措降低战略性新兴产业创新成本。而战略性新兴产业会受到探索式创新所产生的高额收益吸引,开展系列探索式创新活动,加速推动探索式创新发展。

2. 企业所属区域的异质性检验

随着中国经济社会迅速发展,区域社会经济发展不平衡不充分的问题也逐渐显现^[25]。与之相应的是,各地区企业创新能力也因区域属性出现差异。有鉴于此,将样本注册地址按照国家统计局方式划分为东部地区和中部、西部及东北地区,开展企业所属区域的异质性检验,结果如表6列(3)、列(4)所示。回归系数显示,在智能制造试点示范专项行动的实施背景下,数字化转型对东部地区战略性新兴产业双元创新的推动作用显著高于中部、西部及东北地区。进一步地费舍尔组合检验组间系数差异表明,组间系数差异在1%的水平上显著为正,企业所属区域的异质性检验结果成立。可能原因在于,由于经济基础、创新要素存

量等条件差异,东部地区战略新兴产业的创新环境明显优于中部、西部及东北地区,可促使智能制造试点示范专项行动充分落地,充分发挥数字化转型对战略性新兴产业双元创新的推动作用。反观中部、西部及东北地区仍然存在创新资源稀缺、基础设施短板等问题,智能制造试点示范专项行动所产生的示范作用更多促进中部、西部及东北地区战略性新兴产业提高生产效率,并未对上述地区战略性新兴产业双元创新产生明显推动效果。

表6 异质性检验结果

变量	(1) 战略性新兴产业 探索式创新	(2) 战略性新兴产业 利用式创新	(3) 东部地区	(4) 中部、西部及 东北地区
<i>DID</i>	1.824 *** (0.296)	1.683 ** (0.716)	1.927 *** (0.313)	1.675 ** (0.707)
控制变量	是	是	是	是
常数项	10.942 *** (1.777)	12.310 *** (1.997)	12.349 *** (1.936)	11.376 *** (1.853)
个体固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
样本量	14 976	14 976	9 734	5 242
<i>R</i> ²	0.739	0.747	0.716	0.728
费舍尔组合 检验系数	0.324[0.001]		0.336[0.000]	

注:[]内为费舍尔组合检验系数p值。下同。

五、拓展分析

经济学家约瑟夫·熊彼特提出的创造性破坏理论,充分揭示技术创新可创造出新型生产要素组合,推动产业结构升级。而要素组合配置优化与产业深度转型均是催生新质生产力的重要条件。同时,习近平总书记曾经指出,“要整合科技创新资源,引领发展战略性新兴产业和未来产业,加快形成新质生产力”。根据这一逻辑推断,战略新兴产业是催生新质生产力的重要载体,而战略新兴产业双元创新可有效催动新质生产力发展。为此,研究通过构建如下固定效应模型,对战略新兴产业双元创新与新质生产力的关系开展检验:

$$DNQP_{it} = \delta_0 + \delta_1 DISEI_{it} + \delta_2 Control_{it} + \gamma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式(3)中,*DNQP*代表新质生产力,其余变量含义均同上。在新质生产力衡量方面,主要参照已有研究^[26-27],以“高素质”劳动者、“新介质”劳动资料 and “新料质”劳动对象为切入维度构建指标评价体系,并利用熵权法测算对应指数,详见表7。

表 7 新质生产力指标评价体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标单位
“高素质” 劳动者	“高素质” 劳动者数量	全部员工数量	人
		R&D 人员全时当量	人年
	“高素质” 劳动者结构	本科及以上学历员工占比	%
		技术部门员工占比	%
“新介质” 劳动资料	资产规模	无形资产规模	万元
		固定资产规模	万元
	生产工具	工业机器人存量	个
	基础设施	企业网络带宽	Mbps
“新料质” 劳动对象	数据要素	云存储数据规模	GB
	发展环境	市场化指数	—

注:发展环境是将企业注册地址归集为省份,以樊纲编制的市场化指数作为代表。

在此基础上,应用式(3)检验战略新兴产业二元创新与新质生产力之间的关系,结果如表 8 所示。当中,列(1)、列(2)、列(3)分别为仅控制固定效应、仅考虑控制变量、同时考虑固定效应与控制变量的回归结果。根据回归结果显示,战略性新兴产业二元创新可正向推动新质生产力发展。细究其因,战略性新兴产业二元创新持续推动原创性与颠覆性技术发展,具有技术密集、知识密集的显著特点,可推动全产业链优化与价值链跃升,加速推动新质生产力发展。同时,战略性新兴产业二元创新促使资源配置方式、要素结构及价格形成机制得以转变,为新质生产力发展提供充足动力。

表 8 战略新兴产业二元创新与新质生产力的关系检验

变量	(1) <i>DNQP</i>	(2) <i>DNQP</i>	(3) <i>DNQP</i>
<i>DISEI</i>	2.551 *** (0.401)	2.334 *** (0.362)	2.139 *** (1.330)
控制变量	否	是	是
常数项	11.398 *** (1.657)	12.463 *** (1.921)	16.947 *** (2.457)
个体固定效应	是	否	是
时间固定效应	是	否	是
样本量	14 976	14 976	14 976
<i>R</i> ²	0.749	0.718	0.813

六、研究结论与政策建议

(一)研究结论

研究发现,基于智能制造试点示范专项行动的政策背景,数字化转型对战略性新兴产业二元创新具有正向推动作用,该结果经过安慰剂检验、异质性效应处理、倾向得分匹配(PSM—DID)等稳健性检验后仍然成立。中介效应检验结果证实,技术扩散、人力资本升级在数字化转型驱动战略性新兴产业二元创新过程中均发挥中介作用。异质性检验结果证实,数字化转型对战略性新兴产业

业探索式创新的驱动作用强于利用式创新;数字化转型对东部地区战略性新兴产业二元创新的推动作用显著高于中部、西部及东北地区。进一步地拓展检验发现,战略性新兴产业二元创新可促进新质生产力发展。

(二)政策建议

第一,全面深化专项行动覆盖范围,夯实战略性新兴产业二元创新基底。基准回归结果证实,以智能制造试点示范专项行动为政策背景,数字化转型可正向驱动战略性新兴产业二元创新。对此,政府部门应全面深化智能制造试点示范专项行动覆盖范围,夯实战略性新兴产业二元创新基底。一方面,横向拓宽智能制造试点示范专项行动覆盖范围。政府部门应以智能制造试点示范专项行动为战略抓手,在场景、车间、工厂等示范项目基础上,推进技术创新、生产应用等多层级的应用示范试点建立。在此基础上,逐步将试点范围横向延伸至行业、产业及区域,拓宽智能制造试点示范专项行动覆盖广度,为战略性新兴产业二元创新提供更广层面的政策支持。另一方面,纵向深化智能制造试点示范专项行动制度支持。政府部门应在智能制造试点示范行动有序开展的基础上,建立健全试点税收优惠、财政补贴及金融服务等制度支持,打造全维度支持生态,深入实施智能制造试点示范行动,夯实战略性新兴产业二元创新基底。

第二,建立健全技术扩散服务机制,打造战略性新兴产业二元创新路径。前文中介效应结果表明,技术扩散在数字化转型驱动战略性新兴产业二元创新的过程中发挥中介作用。有鉴于此,政府部门应建立健全技术扩散服务机制,打造战略性新兴产业二元创新路径。具体而言,政府部门、战略性新兴产业应当依托智能制造试点示范专项行动的政策便利建立技术示范平台、技术转移机构,以平台机构为载体开展技术概念验证、价值潜力评估、技术供需对接、技术投融资等系统服务,支持战略性新兴产业各类共性、前沿技术的交易扩散。当然,这一过程中知识产权局也需发挥技术转移的服务效能,强化技术权益确权、确价、竞价、结算、增信等全链条交易服务功能,为交易主

体高效对接、合规交易、合同履行提供专业服务,筑牢技术扩散的知识产权保护基础。

第三,构筑区域产业协调发展网络,助推战略性新兴产业双元创新增效。在回归部分,研究将样本按照注册区域归类,开展了企业所属区域的异质性检验,发现数字化转型对东部地区战略性新兴产业双元创新的推动作用优于中部、西部及东北地区。对此,需着力构筑府际战略性新兴产业协调发展网络,助推战略性新兴产业双元创新增效。具体而言,东部地区战略性新兴产业应充分明晰中部、西部及东北地区的要素价格与资源存量优势,利用智能制造试点示范专项行动的示范公开信息,寻求中部、西部及东北地区产业链上下游的优质企业建立合作,在降本增效的同时带动中部、西部及东北地区战略性新兴产业创新发展。而中部、西部及东北地区也可建立区域战略性新兴产业创新联盟,通过区域合作高效配置技术、资金、平台和人才等资源,联合攻关战略性新兴产业技术瓶颈,助推战略性新兴产业双元创新增效。

参考文献:

- [1] 裴长洪. 习近平经济思想理论内涵研究述要[J]. 经济研究, 2024, 59(2): 4-22.
- [2] 谢富胜, 匡晓璐. 以问题为导向构建新发展格局[J]. 中国社会科学, 2022(6): 161-180, 208.
- [3] 黄先海, 张胜利. 中国战略性新兴产业的发展路径选择: 大市场诱导[J]. 中国工业经济, 2019(11): 60-78.
- [4] 张树山, 胡化广, 孙磊, 等. 智能制造如何影响企业绩效?: 基于“智能制造试点示范专项行动”的准自然实验[J]. 科学学与科学技术管理, 2021, 42(11): 120-136.
- [5] 韩龙艳, 涂玉晖, 庄芹芹. 智能制造试点与企业创新: 基于“智能制造试点示范专项行动”的准自然实验[J]. 中国科技论坛, 2024(6): 77-86.
- [6] 辛大楞, 季存睿, 辛立国. 智能转型对企业出口规模的影响研究: 基于“智能制造试点示范专项行动”的准自然实验[J]. 世界经济研究, 2024(6): 45-59 + 136.
- [7] 刘凤芹, 苏美丽. 战略性新兴产业突破性创新路径: 技术并购还是自主研发[J]. 科学学与科学技术管理, 2022, 43(8): 117-136.
- [8] 王宏起, 李雨晴, 李晓莉, 等. 数字创新能力对战略性新兴产业突破性创新的影响研究: 环境动态性的调节作用[J]. 管理评论, 2024, 36(5): 89-100.
- [9] 潘冬. 数字经济赋能战略性新兴产业创新发展研究[J]. 理论探讨, 2022(5): 168-172.
- [10] 王欢芳, 王娇蕊. 生产性服务业集聚对战略性新兴产业创新惰性的空间溢出效应研究[J]. 湖南科技大学学报(社会科学版), 2022, 25(2): 61-73.
- [11] 陈洋林, 宋根苗, 张长全. 税收优惠对战略性新兴产业创新投入的激励效应评价: 基于倾向评分匹配法的实证分析[J]. 税务研究, 2018(8): 80-86.
- [12] 胡吉亚. 财税政策激发战略性新兴产业创新能力: 效应问题及优化路径[J]. 深圳大学学报(人文社会科学版), 2020, 37(5): 76-86.
- [13] 谷城, 张树山. 智能制造何以实现企业绿色创新“增量提质”[J]. 产业经济研究, 2023(1): 129-142.
- [14] 李黎, 雍会, 王磊, 等. 数据要素嵌入、双元创新与制造业转型升级[J]. 统计与信息论坛, 2024, 39(4): 31-45.
- [15] 韩峰, 姜竹青. 集聚网络视角下企业数字化的生产率提升效应研究[J]. 管理世界, 2023, 39(11): 54-77.
- [16] 曹玉平, 侯迎信. 智能制造计划可以跨越“生产率悖论”吗: 来自智能制造试点示范项目的准自然实验[J]. 中国软科学, 2024(6): 23-32.
- [17] 温科, 李常洪, 曾建丽. 数字化转型、研发国际化与企业创新绩效[J]. 技术经济, 2023, 42(10): 49-67.
- [18] 段巍, 舒欣, 吴福象, 等. 无形资产、资本—技能互补与技能溢价[J]. 经济研究, 2023, 58(3): 116-134.
- [19] 颜逢, 赵秀云. 智能制造推动了企业绿色全要素生产率提升吗?: 基于智能制造示范点企业的研究[J]. 商业研究, 2024(3): 41-49.
- [20] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.
- [21] 朱艳丽, 刘丽丽. 市场分割是否抑制双元创新: 基于区域特征的调节作用[J]. 中国科技论坛, 2024(2): 82-93.
- [22] 刘啟仁, 赵灿. 税收政策激励与企业人力资本升级[J]. 经济研究, 2020, 55(4): 70-85.
- [23] GOODMAN-BACON A. Difference-in-differences with variation in treatment timing[J]. Journal of econometrics, 2021, 225(2): 254-277.
- [24] 余林徽, 马博文. 资源枯竭型城市扶持政策、制造业升级与区域协调发展[J]. 中国工业经济, 2022(8): 137-155.
- [25] 石明明, 张小军. 中国式现代化视域中的经济改革与制度建构[J]. 中国社会科学, 2023(9): 4-23, 204.
- [26] 王珏, 王荣基. 新质生产力: 指标构建与时空演进[J]. 西安财经大学学报, 2024, 37(1): 31-47.
- [27] 韩文龙, 张瑞生, 赵峰. 新质生产力水平测算与中国经济增长新动能[J]. 数量经济技术经济研究, 2024, 41(6): 5-25.

(本文责编: 希 文)