

# 企业数字化转型与颠覆性技术创新

——来自专利网络与SBERT模型的微观证据

黄先海, 孙涌铭, 陈梦涛

**[摘要]** 企业数字化转型发挥突破市场圈层、颠覆业务分布的作用,改变了传统技术创新范式,有利于催生颠覆性技术创新。本文基于专利间引用与被引用信息构建专利网络,利用自然语言处理领域前沿的SBERT模型对专利文本进行嵌入,并基于对已有技术的突破性和对后续技术发展的影响力双向维度刻画颠覆性技术创新。在此基础上,本文实证检验了上市企业数字化转型对颠覆性技术创新的影响。结果表明,企业数字化转型通过正向的市场重塑效应与治理整合效应推动颠覆性技术创新。异质性分析结果显示,国有企业、战略性新兴产业企业以及高竞争压力企业能够更好地利用数字化转型推进颠覆性技术创新。进一步分析表明,颠覆性技术创新的重塑与规范效应随企业数字化转型呈现正向调节作用,即数字化水平更高的企业发展颠覆性技术创新,会对规范研发操纵、促进持续创新等产生积极影响。本文研究为探索数字经济时代推动颠覆性技术创新、加速发展新质生产力的有效路径提供了理论与经验证据。

**[关键词]** 数字化转型; 颠覆性技术创新; 专利网络; SBERT模型

**[中图分类号]** F276 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-480X(2024)10-0137-18

## 一、引言

随着中国经济发展进入新阶段,传统生产力与经济发展涌现的新需求不匹配的矛盾显现,急需颠覆性技术创新为中国的现代化进程赋能。2023年9月,习近平总书记指出要以科技创新推动产业创新,特别是以颠覆性技术和前沿技术催生新产业、新模式、新动能。同年,中央经济工作会议进一步强调颠覆性技术创新的重要战略意义,旨在通过科技创新引领经济结构优化升级,从而实现新型要素有效配置和全要素生产率显著提升。然而,科学突破的偶然性、技术创新的不确定性和社会

**[收稿日期]** 2024-06-11

**[基金项目]** 国家自然科学基金专项项目“数字化变革、数据要素化与经济高质量发展”(批准号72141305);教育部哲学社会科学重大课题攻关项目“新发展格局下数字产业链发展战略研究”(批准号21JZD022);浙江省习近平新时代中国特色社会主义思想研究中心一般课题“数字经济赋能新质生产力培育的机制与对策”(批准号24CCG54)。

**[作者简介]** 黄先海,浙江大学经济学院教授,博士生导师,经济学博士;孙涌铭,浙江大学经济学院博士研究生;陈梦涛,浙江财经大学金融学院讲师,经济学博士。通讯作者:陈梦涛,电子邮箱:hzcmt@zju.edu.cn。感谢《中国工业经济》第七届管理学前沿论坛与会专家的有益建议,感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见,文责自负。

发展的复杂性等多重因素导致企业在推动颠覆性技术创新发展时面临“产业链不稳定”“市场环境不匹配”等难题(何郁冰等,2024)。为此,如何在当前经济发展阶段有效推动企业颠覆性技术创新,成为企业、政府部门等多方主体亟须解决的一个关键问题。

随着全球新一轮科技革命和产业变革的纵深推进,数字经济蓬勃发展,企业数字化转型作为数字经济与实体经济有机融合的重要途径(陈雨露,2023),成为推动产能升级、经济高质量发展的重要引擎。企业数字化转型通过将大数据、云计算、人工智能及区块链等技术与业务、管理流程深度耦合,有效地拓宽了信息渠道,提高了技术知识流通效率,进而改善了企业经营绩效(Guo et al., 2023)。同时,数字化本身具有全流程、全场景、全解析、全价值等颠覆性特征,有利于企业形成核心竞争力。基于此,企业数字化转型不仅优化了运营效率,还为颠覆性技术创新提供了强大动能。数字化转型打破了传统业务流程的局限,为新技术的应用和创新提供了空间。数字化转型的颠覆性技术创新赋能效应主要体现在两个方面:①企业数字化转型颠覆了市场原有消费、竞争格局和资源配置方式。企业数字化转型通过数字技术对企业优化生产效率、突破市场圈层限制进行赋能,激发创新需求,最终推动颠覆性技术创新发展。②企业数字化转型增加了企业对外源性创新资源的获取能力和资源整合能力,也增加了企业在传统技术上实现颠覆性技术创新的可能性(黄先海等, 2023)。然而,这一可能存在的积极影响目前仍没有得到验证。

纵观现有文献,围绕颠覆性技术创新的研究主要有三类:第一类文献侧重讨论颠覆性技术创新的概念与识别,但并未针对颠覆性技术创新的概念界定与指标测算形成统一标准。从理论层面看,颠覆性技术创新应具备突破性、外部性、变革性与前瞻性等特征(王康等,2022;曲冠楠等,2023)。Acemoglu et al.(2022)指出,颠覆性技术创新是兼具突破性和重要影响力“双向性”特征的节点式创新成果。部分文献侧重刻画颠覆性技术创新在专利网络中的突破性地位。基于专利引用网络突破性节点的测算方法被广泛应用于相关研究中(Wu et al., 2019),但是存在受限于专利引用数据时间窗口特征、领域间引用模式差异等问题,导致测算结果难以被泛化推广。部分文献则基于专利文本信息进行识别与挖掘,根据词库对专利文本与IPC信息进行自然语言处理,以识别颠覆性技术创新(杨武等,2022)。然而,仅通过专利文本新颖性或专利间耦合度测算颠覆性技术创新的方法忽视了技术进步的非竞争性和可延展性。在微观层面准确刻画颠覆性技术的困难制约了相关研究的深入推进,使得大量基础性、前沿性问题难以得到深入探索,而且关于数字技术如何影响颠覆性技术创新的经验证据尚不足。第二类文献围绕企业颠覆性技术创新的实现路径与影响因素展开,多为定性研究。颠覆性技术创新的过程主要分为技术萌生、技术丛生、技术递归、应用推广与持续创新迭代等多项过程(Kumaraswamy et al., 2018)。现有文献多从组织关系与动态创新能力匹配视角讨论颠覆性技术创新的路径与驱动因素。随着数字技术研究的深入,一些学者利用案例研究等定性分析方法考察数字技术、平台数据能力等因素对企业颠覆性技术创新的影响(束超慧等,2022;黄昊等,2023)。第三类文献则探讨了颠覆性技术创新的经济后果,分别探索了颠覆性技术创新的价值效应(Zach et al., 2020),以及市场重塑效应(Hopp et al., 2018)。随着中国步入新质生产力变革的重要转型阶段,颠覆性技术创新作为新质生产力发展的关键动力,受到广泛关注。

既有研究讨论了颠覆性技术创新的内涵界定、路径范式及经济影响,但仍存在以下不足:①鲜有研究在指标测度方面考虑颠覆性技术创新在技术路径传播上的双向性,也缺乏关于颠覆性技术创新驱动要素的经验证据;②尽管目前已有研究从数字化转型视角探讨其对颠覆性技术创新的影响,但是未能通过实证研究揭示企业数字化转型赋能颠覆性技术创新的独特作用机制;③尚未有研究基于颠覆性技术创新重塑效应的视角讨论颠覆性技术创新在规范企业研发操纵行为、重塑创新

环境等方面的影响。

基于此,本文以2008—2021年中国A股非金融上市公司为研究样本,利用SBERT模型与专利网络数据构建颠覆性技术创新测算指标,进而围绕企业数字化转型的创新赋能效应展开分析。本文研究发现,企业推进数字化转型使其取得颠覆性技术创新的概率显著提升,背后的作用机制在于,数字化转型帮助企业突破原有市场约束、拓展市场交易圈层、提高经营治理的能力与效率,从而为颠覆性技术创新提供了良好的内外部保障。异质性分析结果表明,国有企业、战略性新兴产业企业以及面临较强市场竞争压力企业借助数字化转型所能获得的颠覆性技术创新效应更为显著。此外,拓展分析表明,企业数字化转型能够正向调节颠覆性技术创新的重塑效应,发挥激励企业加大研发投入、抑制研发操纵的功能,为企业持续性创新赋能,有利于实现可持续的高质量经济发展。

本文的边际贡献主要体现在以下几个方面:①拓展了数字化转型赋能企业颠覆性技术创新的作用机制。现有研究侧重讨论企业数字化转型对企业投资效率、一般性创新的效应及影响机制,针对性地讨论数字化转型赋能颠覆性技术创新的实证研究不足。此外,现有研究多从融资赋能、信息披露等维度揭示数字化转型赋能机制(何青等,2024),鲜有研究围绕数字技术自身颠覆性特征带来的市场突破与业务颠覆视角展开。本文基于市场突破、业务颠覆以及供应链金融资源整合等视角,进一步打开数字化转型赋能颠覆性技术创新的作用机制的“黑箱”,丰富了数字化转型的经济价值研究。②充实了企业颠覆性技术创新在微观层面的经验证据。现有研究成果多数基于定性分析方法讨论颠覆性技术创新的概念界定与实现路径(黄昊等,2023;刘海兵等,2023),缺少来自企业层面的实证研究。本文尝试基于企业数字化转型视角来丰富颠覆性技术创新影响因素的经验证据。同时,鲜有研究检验颠覆性技术创新重塑效应的影响。本文聚焦颠覆性技术创新对创新环境的影响,实证检验了数字化转型与颠覆性技术创新的协同作用,进一步拓展了颠覆性技术创新相关文献。③基于自然语言前沿SBERT模型与专利网络,优化了颠覆性技术创新的测度方式。本文借鉴Funk and Owen-Smith(2017)、徐照宜等(2023)的研究思路,构建专利引用网络,利用SBERT模型处理专利文本信息,将兼具对于前向技术的突破性以及对后向技术沿革的影响力的关键节点技术定义为颠覆性技术创新。本文将后向专利的技术研发中对前向技术的知识吸收程度纳入分析框架中,进一步弥补了现有研究在颠覆性技术创新测度上的不足,优化了识别方法。

## 二、文献综述与理论分析

### 1. 颠覆性技术创新

(1)颠覆性技术创新的内涵。颠覆性技术创新是指“从低端市场或新市场切入,逐渐取代原有技术,占领主流市场”的技术创新,该种技术的出现将颠覆现有的商业模式或市场格局。作为一种“自下而上”的创新形式,颠覆性技术创新应该具有技术新颖性、技术优越性和技术外部性。不同于渐进式创新、突破式创新等创新形式,颠覆性技术创新还会对利益相关者产生正外部性。王康等(2022)认为,针对颠覆性技术创新的概念,可以从商业模式、技术突破和国家战略三个维度拆解,并将颠覆性技术定义为在现有技术基础上实现革命性突破的技术群。更重要的是,颠覆性技术创新应具有突破性和影响力的双向性特质(Dotsika and Watkins, 2017)。具体而言,在技术演化网络中,颠覆性技术创新的双向性特质可以被表达为对现有技术轨迹的突破和对未来技术进步路径产生偏移。其中,前者表明颠覆性技术创新应涵盖突破性技术的特征,即形成实质性的技术突破;后者则

表明颠覆性技术创新应对该细分技术领域未来的技术发展产生重大影响,甚至改变现有技术路径。因此,本文所关注的颠覆性技术创新,与聚焦于单一侧技术演化的突破式创新和渐进式创新等概念有着较为明显的区分。

(2)颠覆性技术创新的识别。已有研究主要是基于颠覆性创新的边界重构视角,如 Funk and Owen-Smith(2017)利用专利引用网络构造 CD-Index 识别颠覆性技术创新。随着数字技术的进步,文本分析、机器学习、大语言模型等新兴方法为颠覆性技术创新的识别与测算提供了有力的分析工具,如武建龙等(2024)利用 Gompertz 模型,基于专利之间的引证关系对颠覆性技术创新进行识别,将颠覆性技术创新定义为与后向专利耦合度较低且对前向专利研发产生显著影响的专利。然而,这种完全基于专利之间引证关系的方法难以准确地刻画技术进步水平。还有部分研究基于专利术语和自然语言处理模型识别了特定领域内的颠覆性技术创新(徐硕等,2024),然而上述方法难以被拓展至全领域专利技术的识别上。总之,已有研究基于理论角度探讨了如何刻画颠覆性技术创新,但是能够较为科学地衡量颠覆性技术创新这一指标并将其用于实际应用的研究仍然很有限。

## 2. 企业数字化转型与颠覆性技术创新

企业数字化转型是以数字技术为手段、以数据要素为核心的新发展模式,通过数字技术与实体经济有机融合,驱动企业优化整合资源、提高运行效率,不断赋能企业转型升级(Guo et al., 2023)。而颠覆性技术创新往往需要全新技术或现有技术的融合应用,从而实现创新的突破性、前瞻性、正外部性。在此过程中,颠覆性技术创新的孕育也需要市场环境基础、技术积累以及资金支持(Khanagha et al., 2018)。企业数字化转型则可以通过数字技术推动跨领域技术融合、培育市场环境、优化资源效率,为颠覆性技术创新提供保障与支持。

具体而言,企业数字化转型能够通过数字技术带来的信息连接效应与信息溢出效应,有效地破除企业内部与企业间的“信息孤岛”,从而提升企业的信息加工处理能力。这一过程不仅重构了传统生产—消费关系,还为企业拓展市场、突破业务瓶颈提供了坚实的技术支撑(陶锋等,2023)。商业模式的突破性重塑有利于企业更精准地识别市场需求和创新机遇,促进跨领域技术知识的交流融合,使得企业能够跳出既定的技术创新范式,进而催生颠覆性技术创新(Kumaraswamy et al., 2018)。数字技术作为一种颠覆性技术,通过缓解信息不对称,有效提升了企业的资源整合能力,加强了供应链流程各环节间的资金协调效率,降低了交易管理成本,从而有力地推动了企业竞争力的提升,为颠覆性技术创新的实现创造了条件。此外,数字化转型还推动了企业组织结构变革,克服了组织惰性(戚聿东和肖旭,2020),通过组织文化影响管理层的行为,抑制短视倾向,从而有效促进颠覆性技术创新的发展。基于此,本文提出:

假说 1:企业数字化转型有助于促进颠覆性技术创新。

基于对现有文献的梳理,本文认为,企业数字化转型主要通过以下两项机制促进企业颠覆性技术创新:

(1)企业数字化转型的市场重塑效应。企业数字化转型能够通过数字技术赋能商业模式变革与跨领域的技术知识流动,助力市场突破与业务颠覆,为颠覆性技术创新提供技术基础与市场潜力。①从市场突破的角度看,数字化转型弱化了行业壁垒,降低了企业跨区域交易成本,打破了市场增长的地域限制,有利于企业突破固有地理限制与行业界限(董松柯等,2023)。在进入新市场、新领域的过程中,企业能够利用数字技术进一步识别未被充分满足的需求空间,为突破现有技术与跨领域技术融合创造市场条件,有效促进颠覆性技术创新。同时,数字化转型促进了市场合作网络

的变革与拓展,打破了传统交易圈层,进而有利于促进颠覆性技术创新。企业利用数字技术降低潜在合作者之间的搜寻、协商成本,便于企业在业务拓展时快速定位新的供应链节点,推动供应链结构变革与稳定,有利于促进颠覆性技术创新(陶锋等,2023)。<sup>②</sup>从业务颠覆角度看,得益于数字技术的信息流通效应,数字化转型大幅降低了企业生产与市场消费者之间的信息不对称,有利于企业捕捉市场潜在的增长点,驱动产品创新与业务模式变革,实现自身的颠覆性技术突破。企业通过数字化转型,利用数字技术颠覆传统经营模式,加速创新要素资源的整合与流动,提高创新效率(Appio et al., 2021),有利于推动颠覆性技术创新。此外,得益于业务模式变革,市场从传统业态向数字化业态转变,进一步激发了颠覆性技术创新的需求。基于此,本文提出:

假说2:企业数字化转型通过市场重塑效应促进颠覆性技术创新。

(2)企业数字化转型的治理整合效应。企业通过数字化转型整合生产资源,增强治理能力,有效支撑颠覆性技术创新的开展:<sup>①</sup>借助大数据分析、云计算和人工智能等数字技术,企业加速了部门之间的信息流通,推动数据驱动的经营决策,显著提升了管理效率,优化了治理决策过程(Feliciano-Cestero et al., 2023),有助于企业实现颠覆性技术创新。基于竞争激励理论,商业模式变革、要素再分配等因素导致的市场竞争加剧,会迫使企业改善经营理念,提升治理效率,推动产业创新和技术进步。因此,数字化转型带来的竞争压力能够有效抑制管理层短视行为,减少其对企业创新决策的干预影响,有利于推动颠覆性技术创新。<sup>②</sup>企业数字化转型为供应链资源管理与整合提供了模式上的创新,促进了供应链体系内的正向溢出效应(何青等,2024)。通过运用数字技术,企业有效整合供应链资源,增强供应链资金管理能力,显著提升了从产业链上下游企业获得贸易信贷的能力,并以此作为传统融资渠道的补充,缓解企业面临的外部融资压力,为企业开展颠覆性技术创新提供资金支持(Ersahin et al., 2024)。基于此,本文提出:

假说3:企业数字化转型通过治理整合效应促进颠覆性技术创新。

### 三、研究设计

#### 1. 样本选取与数据来源

本文研究样本为沪深A股上市公司,样本区间为2008—2021年<sup>①</sup>。企业财务数据来源为WIND数据库、CSMAR数据库。颠覆性技术创新采用国家知识产权局专利数据库的微观专利数据,包括上市公司与非上市公司的专利摘要文本信息、专利引用网络数据。本文保留了具有较强技术含量的发明专利,剔除了实用新型和外观设计专利。为避免极端值与异常值的干扰,本文对研究样本做如下处理:剔除金融类与保险类企业;剔除关键变量连续缺失3年及以上的样本;剔除ST企业、\*ST企业与PT企业;剔除专利信息不规范、不完整的专利数据。此外,本文对企业层面连续变量进行1%和99%缩尾处理。最终得到样本期内共计24719项“企业一年份”观测样本。

#### 2. 变量构建与说明<sup>②</sup>

(1)颠覆性技术创新( $DT_{it}$ )。本文的核心被解释变量是企业层面的颠覆性技术创新水平。相较于现有研究大多单独考虑突破性或重要影响力单一维度来测算颠覆性技术创新,本文综合了专利

<sup>①</sup> 研究样本始于2008年是考虑到企业数字化转型行为在2008年前相关数据披露较少,而且《中华人民共和国专利法》于2008年修订,导致专利文本数据质量在2008年前后存在明显差异。研究样本截至2021年是出于数据可得性考虑。本文需通过事后窗口期计算专利被引与前沿性。

<sup>②</sup> 主要变量描述性统计与变量定义参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

网络“双向性”特征,并利用SBERT模型<sup>①</sup>测算,主要通过突破性技术创新识别与重要影响力技术创新识别两个维度,共同估计企业颠覆性技术创新水平。主要思路如下:基于专利的引用与被引用信息构建专利网络,将每一项专利作为独立的技术节点,并分别从该节点的前向和后向考察该细分技术路径上的技术演进趋势。参考Funk and Owen-Smith (2017),构建细分技术路径上的专利网络: $N = (P_b, P_n, P_f)$ ,其中, $P_b$ 、 $P_n$ 和 $P_f$ 分别表示专利网络中的后向专利、中心专利和前向专利的集合。基于前向专利的视角,本文将颠覆性技术创新节点定义为在现有技术 $P_f$ 存在突破性的中心专利 $P_{Inno}$ ;基于后向专利的视角,本文将颠覆性技术创新节点定义为在该技术路径上具有较高影响力的中心专利 $P_{Impact}$ 。本文最终选取前后双向视角下的交集,构成本文测算的颠覆性技术创新节点 $P_{dt}$ 。图1展示了本文分别从突破性专利节点与高影响专利节点两个维度识别企业颠覆性技术创新专利的具体路线。

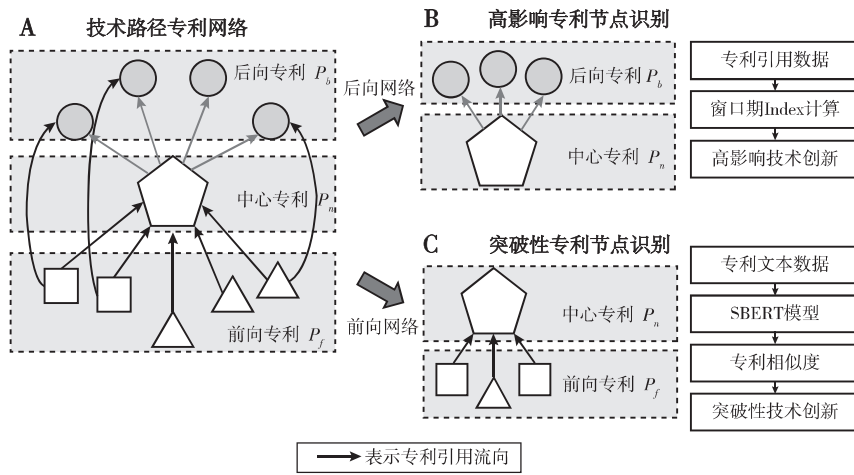


图1 企业层面颠覆性技术创新识别路线

本文进一步按照企业一年份加总,得到样本期内上市企业每年实现的颠覆性技术创新数量,并以此为基础,构建 $DT\_Dummy$ (企业当年是否有颠覆性技术创新)以及 $DT$ (当年颠覆性技术创新的自然对数)两个变量,作为本文的被解释变量。在样本区间内,上市公司相关专利数据总计为1090493项。通过本文“双向识别”方法,识别得到11387项颠覆性技术创新,占据上市公司专利比例为1.04%<sup>②</sup>。

(2)企业数字化转型( $digtrans_{it}$ )。本文的核心解释变量是企业数字化转型程度。部分研究采用企业年报中数字化转型相关关键词的出现频率来衡量(吴非等,2021),但事实上,年报文本相关信息可能是企业出于迎合市场、改变自身形象等目的所进行的操纵、包装等行为,无法有效反映企业数字化转型的实际水平(彭俞超等,2023)。基于此,本文借鉴陶锋等(2023)的研究方法,利用财报附注中企业数字化无形资产占企业总资产比重作为企业数字化程度的代理变量。一方面,数字化无形资产可以较好地数字化转型投入角度出发,反映企业数字化转型的水平;另一方面,相较于于

① 关于SBERT模型说明与颠覆性技术创新测算的具体步骤参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。  
 ② 本文根据前20%分位数的界限分别识别重要影响力与突破性,理论上,最终颠覆性技术创新的识别要求应至少为4%,或更为严格(离散数据导致)。在专利被引网络中,识别重要影响力技术创新基于中国专利全样本数据。

年报文本信息,无形资产披露较难被操纵,能更为客观、真实地反映企业数字化水平。

(3)控制变量。本文选取了一系列企业层面的控制变量,包括杠杆率(*lev*)、资产收益率(*roa*)、收益增长率(*growth*)、股东结构(*topten*)、企业规模(*size*)、独立董事占比(*inddirector*)、机构投资者(*institution*)等变量<sup>①</sup>。

### 3.模型设定

本文采用固定效应的面板计量模型,实证检验企业数字化转型对颠覆性技术创新的促进效应,基准模型设定如下:

$$y_{i,t+1} = c + \beta_1 digtrans_{it} + \sum \alpha_j Controls + \mu_t + \theta_j + \tau_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $y_{i,t+1}$ 为被解释变量,包含  $DT\_Dummy_{i,t+1}$  和  $DT_{i,t+1}$  两个变量,分别代表企业  $i$  在  $t+1$  期是否有颠覆性技术创新,以及在  $t+1$  期的颠覆性技术创新数量的自然对数。被解释变量相较于解释变量、控制变量做提前一期处理,以消除互为因果等内生性问题的潜在影响。 $digtrans_{it}$  是核心解释变量,代表企业数字化转型,用企业数字化无形资产占比来测算。 $Controls$  表示控制变量,包括企业规模、绩效表现、杠杆率、股东结构等变量。 $\mu_t$  表示年份固定效应, $\theta_j$  表示行业固定效应, $\tau_i$  表示个体固定效应。 $i$  表示企业, $t$  表示年份, $j$  表示行业。若无特殊说明,实证结果均在企业层面进行聚类标准误调整。

## 四、实证分析

### 1.企业数字化转型与颠覆性技术创新

表1汇报了企业数字化转型对颠覆性技术创新影响的基准回归结果。其中,第(1)、(2)列汇报了企业数字化转型对颠覆性技术创新影响的回归结果,控制了行业固定效应及年份固定效应。第(3)、(4)列则展示了控制行业、年份与企业固定效应后企业数字化转型对颠覆性技术创新的影响。结果表明,企业数字化转型回归系数至少在5%置信度下显著为正,说明企业数字化转型总体上促进了颠覆性技术创新的发展。因此,基准分析结果说明,企业数字化转型增加了企业实现颠覆性技术创新的概率,有效推动了企业颠覆性技术创新发展,与本文理论分析的预期一致。

表1 数字化转型对颠覆性技术创新的影响

变量	<i>DT_dummy</i>	<i>DT</i>	<i>DT_dummy</i>	<i>DT</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>digtrans</i>	0.0129*** (0.0019)	0.0059*** (0.0010)	0.0054** (0.0023)	0.0020** (0.0010)
控制变量	是	是	是	是
企业固定效应	否	否	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	24719	24719	24719	24719
R <sup>2</sup>	0.1262	0.0917	0.3421	0.3772

注:括号内为聚类标准误,聚类在企业层面;\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%、10%置信度下显著;回归模型为OLS模型。以下各表同。

① 控制变量定义参见《中国工业经济》网站([ciejournal.ajcass.com](http://ciejournal.ajcass.com))附件。

## 2. 异质性分析

接下来分析数字化转型对颠覆性技术创新的异质性作用。本文分别从产权结构、战略产业定位和市场竞争压力等多个维度讨论企业数字化转型对颠覆性技术创新的异质性效应。

(1) 产权异质性。国有企业在经济中扮演着“压舱石”“稳定器”的角色,在推动市场变革、培育新质生产力中发挥“顶梁柱”作用。根据本文提出的治理整合效应,企业数字化转型能够有效优化国有企业经营效率,整合市场资金资源,为颠覆性技术创新提供物质基础。表2中第(1)、(2)列回归结果显示,国有企业虚拟变量与数字化转型的交互项估计系数显著为正,即企业数字化转型对国有企业颠覆性技术创新的促进效应更为明显。虽然国有企业可能存在管理时滞,但其能够通过数字化转型优化组织架构、提升管理能力来弥补这一不足,从而有利于国有企业整合和利用数字技术资源,发挥规模效应,推动颠覆性技术创新。此外,国有企业的数字化转型与国家战略安排紧密相连,使其在颠覆性技术创新方面更具优势。

表2 数字化转型与颠覆性技术创新:异质性分析

变量	H:国有企业		H:战略性新兴产业企业		H:高市场竞争压力企业	
	DT_dummy	DT	DT_dummy	DT	DT_dummy	DT
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>digtrans</i>	0.0027 (0.0025)	0.0010 (0.0011)	0.0011 (0.0030)	0.0015 (0.0013)	0.0021 (0.0025)	0.0011 (0.0011)
<i>H</i>	-0.0562*** (0.0153)	-0.0191*** (0.0059)	-0.1157*** (0.0262)	-0.0254** (0.0101)	-0.0743*** (0.0224)	-0.0115 (0.0089)
<i>digtrans</i> × <i>H</i>	0.0074*** (0.0025)	0.0025** (0.0010)	0.0130*** (0.0036)	0.0033** (0.0016)	0.0119*** (0.0029)	0.0033** (0.0013)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	24719	24719	20409	20409	24719	24719
R <sup>2</sup>	0.3426	0.3775	0.3569	0.3875	0.3427	0.3775

注:H表示分组变量,取值为1分别表示属于国有企业、战略性新兴产业企业、面临高市场竞争压力企业。

(2) 战略性新兴产业异质性。培育新能源、新材料、先进制造、电子信息等战略性新兴产业是实现技术突破、开展颠覆性技术创新的关键。战略性新兴产业有更强的动力参与新产品研发、新业务拓展,推动市场开拓,有利于颠覆性技术创新。同时,战略性新兴产业的创新行为对资金支持与内部效率的影响尤为敏感(陆国庆等,2014)。因此,由于行业技术创新导向存在异质性,其对数字化转型赋能颠覆性技术创新的影响可能存在差异。表2中第(3)、(4)列回归结果显示,在战略性新兴产业中,企业数字化转型对颠覆性技术创新的促进效应更加显著<sup>①</sup>。这表明,战略性新兴产业企业能更好地利用数字技术开拓新市场、颠覆原有商业模式,进而催生颠覆性技术创新。

(3) 市场竞争压力异质性。市场竞争压力会通过融资约束等渠道直接影响企业的创新意愿与创新

<sup>①</sup> 战略性新兴产业分类参考国家统计局《战略性新兴产业分类(2018)》。



效率(Abbas et al., 2022)。在高度竞争的环境压力下,企业往往需要通过颠覆性技术创新打破现有市场格局,实现跨越式发展。为实证检验这一假说,本文通过构建行业层面的HHI衡量企业面临的市场竞争压力。表2中第(5)、(6)列回归结果表明,企业数字化转型对颠覆性技术创新的促进效应在高市场竞争压力行业的企业中更为显著,即市场竞争压力进一步强化了数字化转型对颠覆性技术创新的赋能效应。这是因为,市场竞争加剧进一步提高了价格竞争门槛,倒逼企业推动转型升级,进一步加速企业数字化转型进程,从而有效提升数字化转型对颠覆性技术创新的促进效应。

### 3. 内生性检验<sup>①</sup>

(1)工具变量(IV-2SLS)。为缓解反向因果、遗漏变量等内生性问题的影响,本文采用工具变量解决内生性问题。参照董松柯等(2023),基于异方差的工具变量构建思路,本文以行业数字化转型均值与城市数字化转型均值之差的三次方作为企业数字化转型的工具变量。同时,选择企业注册地址所在地级市雷暴天气数量作为企业数字化转型的工具变量。从相关性看,若地级市频繁发生雷暴天气,势必对当地的数字基础设施运作产生影响,进而影响企业的数字化转型策略,因此满足相关性。从外生性看,某地的天气条件属于自然的外生条件,对企业的颠覆性技术创新没有直接影响,从而满足外生性。结果显示,工具变量系数在1%置信度水平下显著,验证了工具变量(*DigIV*)与企业数字化转型的相关性。本文构建的工具变量既满足外生性,又保证了工具变量的相关性。同时,工具变量第二阶段回归结果显示,企业数字化转型能促进企业颠覆性技术创新。

(2)倾向得分匹配(Propensity Score Matching, PSM)。样本选择问题可能干扰企业数字化转型与颠覆性技术创新的因果关系。为解决样本选择带来的估计偏误问题,本文采用倾向得分匹配对计量模型进行再估计(田利辉和王可第, 2017),从而更直接地对比数字化转型较弱的企业与数字化转型较强的企业在颠覆性技术创新上的差异。本文采用基准模型中的控制变量作为PSM的匹配变量,以及企业上一年是否开展数字化转型(*digtrans\_dummy*)作为匹配根据,分别采用全样本1:2近邻匹配与全样本1:1近邻匹配方法进行样本匹配。从匹配结果看,经由PSM匹配后处理组与控制组之间的差异显著缩小。随后,本文基于PSM后的样本来重新估计基准模型。回归结果显示,在利用PSM方法控制了样本偏差问题后,企业数字化转型对颠覆性技术创新的影响仍显著为正。

(3)Heckman两阶段模型。本文的样本是基于上市公司专利引用数据构建的,而部分企业在样本期内没有开发专利或专利未获得引用,导致本文的基准回归样本存在自选择问题。对此,本文采用Heckman两阶段模型来检验可能存在的样本选择偏差问题。Heckman两阶段模型结果显示,*digtrans*与*IMR*估计系数均通过5%水平置信度检验,表明不存在明显的选择性偏误,即企业数字化转型赋能颠覆性技术创新的效应仍然成立。综上,在处理解释变量的内生性问题后,本文的基准估计结果依然保持稳健。

### 4. 其他稳健性检验<sup>②</sup>

本文除了通过工具变量检验与倾向匹配得分方法对基准回归结果进行内生性检验外,还通过其他方法做稳健性检验,以保证基准回归结果的稳健性。

(1)替换估计模型。一方面,本文的被解释变量*DT\_Dummy*是二元离散变量,利用OLS回归可能造成估计系数偏差;另一方面,本文用离散的专利数据刻画被解释变量*DT*的观测结果均为非负

① 内生性检验结果参见《中国工业经济》网站([ciejournal.ajcass.com](http://ciejournal.ajcass.com))附件。

② 稳健性检验结果参见《中国工业经济》网站([ciejournal.ajcass.com](http://ciejournal.ajcass.com))附件。

数,不符合标准的正态分布假设。因此,本文分别利用 Logit 模型、Probit 模型以及 Poisson 模型对计量模型进行再估计。回归结果显示,在替换了估计模型后,企业数字化转型对颠覆性技术创新的估计系数均显著为正,通过 1% 置信度检验。这一结果表明,替换估计模型后,企业数字化转型对颠覆性技术创新的促进效应仍显著。

(2)控制高维固定效应。考虑到部分行业层面随时间变化的不可观测因素可能对本文的基准估计结果形成干扰,本文进一步控制了行业×年份层面的固定效应。此外,地区层面随时间变化的因素同样可能影响企业数字化转型与颠覆性技术创新的因果关系,如地区层面实施的特定政策、突发事件等。为控制上述因素,本文在回归中还包含了城市×年份层面的固定效应。回归结果表明,企业数字化转型的估计系数仍显著为正。

(3)子样本回归。参考 Chen(2024)的研究,本文对原始样本做了处理,仅使用平衡面板观测样本进行回归。考虑突发公共卫生事件的影响,本文剔除了 2020 年及以后的观测样本并对基准模型进行重新估计。回归结果显示,在平衡面板样本与剔除突发公共卫生事件影响的子样本中,企业数字化转型对颠覆性技术创新的影响系数均显著为正,与基准结果一致。

(4)替换关键变量。为避免单一测算指标造成的估计偏差,本文采用企业数字化转型关键词在年报中的词频(*dig*)作为企业数字化转型的代理变量(吴非等,2021)。在颠覆性技术创新的测度方面,本文分别构建了 1%、5%、10% 与 15% 不同识别门槛下的颠覆性技术创新指标,即后向专利被引数与前向专利相似度分别处于行业一年份层面不同阈值下的专利,可以被认定为高影响力专利与突破性技术创新专利。将上述不同门槛下测算得到的颠覆性技术创新作为被解释变量再进行回归,回归结果表明,企业数字化转型能有效赋能不同识别精度下的颠覆性技术创新。此外,本文还参考 Funk and Owen-Smith(2017)的研究方法,通过计算 CD-Index 识别颠覆性技术创新,并汇总为企业层面颠覆性技术创新的变量(*DT\_CD*)。回归结果表明,数字化转型对颠覆性技术创新的促进效应仍保持显著。

(5)增加控制变量。本文可能存在因遗漏变量而导致的估计有偏问题。参考 Chen et al.(2021),本文在基准模型中进一步控制企业研发投入(*lnrd*,企业研发投入对数值)、研发占比(*rdratio*,企业研发支出占总资产比重)以及行业创新压力(*inno\_pressure*,除企业 *i* 外,同行业其他企业 *t* 期研发投入均值)等变量,尽可能减少遗漏关键变量对本文估计结果的影响。回归结果表明,在包含上述额外的控制变量后,本文基准回归结果仍保持稳健,即数字化转型赋能颠覆性技术创新效应显著。

## 五、机制分析

在基准分析中,本文为探究企业数字化转型赋能颠覆性技术创新的整体效应提供了经验证据,但尚未分析其中的作用机制。本部分主要讨论数字化转型对颠覆性技术创新的促进效应背后的相关机制。参考诸竹君等(2024)的做法,构建如下回归模型:

$$M_{i,t} = c + \beta_1 digtrans_{it} + \sum \alpha_j Controls + \mu_i + \theta_j + \tau_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, $M_{i,t}$ 代表机制变量,相关变量设定见后文,其余变量设定与基准模型保持一致。

### 1. 市场重塑效应

理论分析部分指出,企业数字化转型可以通过优化商业模式、拓展市场交易圈层与突破固有限制等渠道推动市场重塑,进而通过“数字化转型—颠覆市场格局—颠覆性技术创新增加”路径

影响颠覆性技术创新。其中,市场重塑主要包括市场突破与业务颠覆两个维度。

本文参照赵颖等(2024)的方法,基于上市公司与前五大供应商、客户的交易数据<sup>①</sup>以及工商注册数据构建机制变量。在市场突破方面:①当年是否新增分公司(*NB*),反映了企业当年是否存在市场扩张;②当年因设立分公司而新进入的地级市数量(*GE*),反映了企业在地理层面的市场突破;③前五大客户(供应商)销售(采购)占比(*Top\_cus*和*Top\_sup*),反映了企业对主要客户(供应商)的依赖程度;④前五大客户(供应商)销售(采购)额占比标准差(*Cus\_dev*和*Sup\_dev*),反映了企业整体供应链的稳定与突破。在业务颠覆方面:①当年新增分公司与总公司主营业务相似度(*NB\_sim*)<sup>②</sup>,反映了企业的业务颠覆程度;②前五大客户(供应商)间的主营业务相似度(*Cus\_sim*和*Sup\_sim*),反映了企业是否突破原有市场圈层,实现多元化的市场格局。

表3汇报了市场重塑效应的实证结果。第(1)—(6)列展示了企业数字化转型对市场突破的影响。第(1)、(2)列结果表明,企业数字化转型会提升企业开展市场扩张的概率,并帮助企业突破地理边界的限制,实现行政区划层面的市场突破。第(3)—(6)列结果显示,数字化转型可以降低企业对主要供应商和客户的依赖度,同时有效降低重要客户(供应商)销售额的波动水平。这表明,企业数字化转型可以通过拓宽产品市场、优化商业模式等方式帮助企业改变供应链固有格局,增加供应链上下游企业的可替代性与灵活性,有利于增强企业议价能力,缓解利益相关者压力,进一步赋能颠覆性技术创新。第(7)—(9)列报告了企业数字化转型对业务颠覆影响的估计结果。第(7)列结果表明,企业数字化转型降低了总公司与分公司的主营业务相似度,表明企业通过数字技术丰富业务领域,开展更为多元化的业务,从而对原有业务范围形成颠覆,有利于推动颠覆性技术创新。第(8)、(9)列结果进一步表明,企业数字化转型降低了其主要客户(供应商)之间的主营业务相似度,表明企业数字化转型在拓展经营业务的同时相应拓宽了企业客户(供应商)渠道,突破原有交易网络限制,允许企业进行跨行业、跨市场间的技术信息交流,有利于孵化颠覆性技术创新。上述分析表明,企业数字化转型可以通过业务颠覆与市场突破,重塑企业的市场格局,以多样性的市场需求刺激企业开展颠覆性技术创新。

表3 机制分析:市场重塑效应

变量	市场突破						业务颠覆		
	<i>NB</i>	<i>GE</i>	<i>Top_cus</i>	<i>Cus_dev</i>	<i>Top_sup</i>	<i>Sup_dev</i>	<i>NB_sim</i>	<i>Cus_sim</i>	<i>Sup_sim</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
<i>digtrans</i>	0.0035** (0.0017)	0.0028** (0.0014)	-0.0079*** (0.0025)	-0.0143* (0.0083)	-0.0066*** (0.0023)	-0.0218*** (0.0071)	-0.0038** (0.0018)	-0.0016* (0.0009)	-0.0020*** (0.0007)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	24027	24027	19366	19005	18008	18005	24022	19005	18005
R <sup>2</sup>	0.1284	0.1301	0.8400	0.8460	0.7686	0.7714	0.1291	0.7881	0.7596

① 前五大供应商与客户数据来源于上市公司年报,其主营业务文本由工商注册数据库匹配得到;在样本期内,部分观测值存在注册信息变更的情况,本文为此做了主营业务调整。

② 相似度计算在对原始主营业务文本进行基本的正则清洗的基础上,剔除与主营业务无关的文本,使用SBERT模型嵌入清洗后的文本中,计算主营业务间的余弦相似度。

2. 治理整合效应

前文理论分析揭示了企业数字化转型通过优化运营流程、提高治理效率、整合资源等方式促进企业颠覆性技术创新。本文通过盈余管理、资产周转率与管理层短视三个指标刻画企业治理能力 (Huang et al., 2020)。其中, 盈余管理水平 (*REM*) 主要通过 DA-jones 方法测算 (杜勇等, 2021), 用于衡量企业财务报表透明度与准确性, 若企业存在较高水平的盈余管理, 则会损害公司治理效率; 资产周转率 (*TAT*) 为销售收入/资产平均总额, 数值越大, 表明运行效率越高; 管理层短视 (*MM*) 主要参照胡楠等 (2021), 通过对上市公司 MD&A 文本数据进行词频统计, 计算符合短视词典的句子频率。数字化转型有利于优化经营效率, 提升治理表现。公司治理能力提升能改善资源分配效率, 鼓励企业加大研发投入, 同时提高企业对市场变化的适应能力, 为颠覆性技术创新提供稳定的支持环境。进一步地, 本文基于供应链金融视角构造贸易信贷指标, 来刻画企业资源整合能力。参考 Ersahin et al. (2024) 的研究, 本文分别构造供应商信贷占销售支出比重 (*TCC*) 与客户信贷占销售收入比重 (*TCS*), 来刻画企业的贸易信贷情况。

表 4 中, 第 (1) — (3) 列结果显示, 企业数字化转型 (*digtrans*) 的估计系数至少通过 5% 置信度检验, 表明数字化转型降低了盈余管理水平, 提高了资产周转率, 降低了管理层短视行为。这表明, 企业可以通过数字技术赋能内部治理水平, 有效缓解管理层短视主义, 提高决策有效性, 并帮助企业关注长期价值投资而非短期盈利行为。治理效率的提高为企业开展高质量创新提供了内部基础与资源保障 (Gao and Zhang, 2019), 进而有效推动企业颠覆性技术创新。第 (4)、(5) 列结果表明, 企业数字化转型 (*digtrans*) 对来自供应商的贸易信贷以及为客户提供的贸易信贷的影响的估计系数均显著为正, 即企业数字化转型能够有效改善供应链上下游财务管理能力, 缓解供应链企业整体资金压力, 通过供应链金融渠道获取贸易信贷, 为企业开展颠覆性技术创新活动提供资金支持 (张馨月和武力超, 2018)。综上, 企业数字化转型能够有效提升企业治理效率, 抑制管理层短视行为, 强化供应链金融融资属性, 为企业提供充足的资源保障, 进而促进颠覆性技术创新发展, 假说 3 得以验证。

表 4 机制分析: 治理整合效应

变量	<i>REM</i>	<i>TAT</i>	<i>MM</i>	<i>TCC</i>	<i>TCS</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>digtrans</i>	-0.0065** (0.0028)	0.0157*** (0.0042)	-0.0036*** (0.0017)	0.0310** (0.0147)	0.0151* (0.0079)
控制变量	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是
观测值	20409	24719	24589	19310	19271
R <sup>2</sup>	0.4910	0.8200	0.4160	0.7387	0.7243

六、进一步分析

由前文理论分析可知, 企业的数字化转型对其开展颠覆性技术创新有正向的促进效应, 而颠覆性技术创新的发展作为经济增长新动能, 又能够以“新”提“质”、以“质”催“新”, 重塑研发环境, 为发

展新动能新优势提供良好土壤。在研发环境中,企业的研发投入与操纵行为无疑是关键因素(孟元和杨蓉,2024),涉及企业如何配置研发资源以及如何通过研发活动提升其竞争力与市场地位。企业通过数字化转型和颠覆性技术创新的技术协同改变其对研发资源的配置策略,同时会调整其研发重点以适应市场的变化。此外,颠覆性技术创新带来的重组效应与治理效应可能促使企业更加注重研发的质量和效率,从而有效抑制企业的研发操纵行为。综上,本文预期,颠覆性技术创新能为创新环境带来正向循环效应,有利于增加研发投入,减少研发操纵行为,优化创新环境,助力高质量发展。

本文构建以下计量模型,检验颠覆性技术创新及数字化转型对创新环境的协同效应:

$$F_{i,t+1} = c + \beta_1 digtrans_{it} + \beta_2 DT_{dummy\ i,t} + \beta_3 digtrans_{it} \times DT_{dummy\ i,t} + \sum \alpha_j Controls + \mu_t + \theta_j + \tau_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, $F_{i,t+1}$ 分别表示企业*i*在*t*+1期的研发创新投入 $RD_{i,t+1}$ 和研发操纵行为 $RDM_{i,t+1}$ 。 $RD_{i,t+1}$ 以研发支出/总资产测算, $RDM_{i,t+1}$ 以(管理费用-研发支出)/销售收入测算(Chen et al., 2021);企业通过虚假标记管理费用进行研发操纵,该数值越大,则表明企业研发操纵行为越少。其他模型设定与基准模型一致。

表5汇报了数字化转型、颠覆性技术创新与企业持续创新投入的关系。第(1)、(2)列中 $DT$ 与 $DT\_dummy$ 的估计系数均显著为正,说明实现颠覆性技术创新能够有效激励企业加大研发投入,持续深耕研发领域,有利于企业通过持续创新来最大化颠覆性技术创新的正向外外部性。第(3)、(4)列中企业数字化转型与颠覆性技术创新的交互项的估计系数均显著为正,表明企业数字化转型进一步强化了颠覆性技术创新对企业增加研发创新的激励效应。数字化技术赋能颠覆性技术创新,激发市场主体创新活力。

表5 进一步分析:颠覆性技术创新与企业持续创新

变量	$RD_{t+1}$	$RD_{t+1}$	$RD_{t+1}$	$RD_{t+1}$
	(1)	(2)	(3)	(4)
$DT\_dummy$	0.0106** (0.0046)		-0.0186 (0.0172)	
$digtrans$			0.0041 (0.0029)	0.0043 (0.0029)
$DT\_dummy \times digtrans$			0.0042* (0.0023)	
$DT$		0.0212* (0.0125)		-0.0806 (0.0595)
$DT \times digtrans$				0.0132* (0.0073)
控制变量	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	24718	24718	24718	24718
R <sup>2</sup>	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767

表6汇报了数字化转型、颠覆性技术创新与企业研发操纵的关系。第(1)、(2)列结果表明,有颠覆性技术创新的企业,其研发操纵虚假标记行为显著低于无颠覆性技术创新企业,且随着颠覆性技术创

新的增加,企业的研发操纵行为会进一步减少,即企业颠覆性技术创新发挥了正向外部效应,减少虚增研发费用等行为。第(3)、(4)列中交互项估计系数在1%的水平下显著为正,企业数字化转型有利于进一步强化颠覆性技术创新对研发操纵的抑制效应,表明企业数字化转型与颠覆性技术创新能有效发挥协同作用,通过缓解企业研发操纵等不当行为进一步优化创新环境。

表6 进一步分析:颠覆性技术创新与企业研发操纵

变量	$RDM_{i,t+1}$	$RDM_{i,t+1}$	$RDM_{i,t+1}$	$RDM_{i,t+1}$
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>DT_dummy</i>	0.0087*** (0.0014)		-0.0050 (0.0045)	
<i>digtrans</i>			0.0039*** (0.0009)	0.0040*** (0.0009)
<i>DT_dummy</i> × <i>digtrans</i>			0.0020*** (0.0007)	
<i>DT</i>		0.0204*** (0.0037)		-0.0130 (0.0119)
<i>DT</i> × <i>digtrans</i>				0.0043*** (0.0016)
控制变量	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	20765	20765	20765	20765
R <sup>2</sup>	0.7807	0.7807	0.7821	0.7821

对于上述结果,可能的经济学解释是:颠覆性技术创新通过开辟新的市场机遇和革新生产模式,为企业注入了更为广阔的增长动力,进而激发企业加大研发投入的积极性。在此过程中,数字化转型起到了关键的催化作用,通过优化信息处理和资源分配效率,放大了颠覆性技术创新对企业研发投入的促进作用,从而持续推动创新活动。此外,颠覆性技术创新作为一种明确的正面信号,向市场传递了企业创新的强烈意愿与能力,有效降低了企业通过研发操纵等手段虚增研发投入的动机。企业数字化转型进一步加强了这一正面影响,通过提升透明度和监管效能优化创新生态,为实体经济的高质量发展奠定了坚实的社会支撑。

## 七、结论与启示

本文基于专利网络和SBERT模型,利用A股上市公司样本,实证检验了企业数字化转型对颠覆性技术创新的促进效应。研究发现:①企业数字化转型促进了上市企业的颠覆性技术创新,并且这一研究结论在一系列稳健性检验后仍然成立。②机制分析发现,企业数字化转型主要通过市场颠覆与治理整合等机制赋能企业颠覆性技术创新,即企业通过数字化转型实现对市场格局的突破及业务范围的颠覆,同时带来内部的治理效率提升以及外部的供应链溢出效应,从而共同促进颠覆式技术创新。③异质性分析显示,对国有企业、战略性新兴产业企业以及面临高竞争压力企业而言,

企业数字化转型对颠覆性技术创新的赋能效应更显著。④进一步分析指出,颠覆性技术创新可以优化市场创新环境,为企业开展高质量、可持续创新提供正向激励,抑制研发操纵行为。颠覆性技术创新是发展新质生产力的基础,本文的研究发现为加速推进颠覆性技术创新、培育发展新质生产力提供了如下政策参考与经验启示:

(1)围绕发展新质生产力需求导向,优化企业数字化转型政策体系;围绕供应链全过程,培育颠覆性技术创新。本文的结论表明,企业颠覆性技术创新会受到供应链稳定、市场环境情况等因素影响。为此,建议数字化转型政策体系应重点关注供应链与市场环境塑造,充分发挥市场需求作用,实现“自下而上”的颠覆性技术创新。一方面,要支持传统制造业利用数字技术优化产品质量,推动业务模式升级,改善商业模式与运行流程,提高技术创新决策效率;另一方面,要围绕供应链、市场环境推动数字化转型,加速上下游企业协同推进数字化转型,打破供应链不同企业间的数字技术屏障与“信息孤岛”,加速供应链全面数字化转型升级。此外,本文的研究结果表明,数字化转型能有效促进企业开拓新市场和新业务,进而有利于推动颠覆性技术创新。鉴于此,政策制定者可以考虑优化企业跨省、跨行业经营的行政审批流程,降低企业运营的制度性成本,激发企业创新活力与市场适应性,充分释放市场主体的突破潜力和颠覆性潜力。

(2)发挥企业在数字化转型中的主体作用,针对性制定差异化政策,加快关键颠覆性技术创新突破。数字化转型在不同行业、不同企业间的进展与成效均存在较大差异。本文研究结论表明,企业数字化转型对颠覆性技术创新的促进效应,随着产权属性、战略产业定位、市场竞争压力等因素而变化。因此,在数字化转型政策制定与执行过程中,需要考虑到不同产权属性、不同行业以及不同政策认定企业的差异性与特殊性,避免“一刀切”。结合本文研究结论,可以发现:①国有企业能更好地发挥数字化转型对颠覆性技术创新的正向效应,因而在数字化转型政策中可以有所侧重、分阶段地扶持有潜质的国有企业,发挥好国有企业在经济发展中的“压舱石”作用与示范作用。②政策应注重对民营企业的重点帮扶,为民营企业提供技术指导、资金支持等,解决民营企业“不敢转、不想转、不会转”问题。③战略性新兴产业企业能够更好地依托数字技术赋能颠覆性技术创新,因此,针对数字化转型政策,可以考虑加大对典型优质企业的政策补贴与支持,并搭建颠覆性技术创新交流平台,缓解企业间信息流通障碍,鼓励不同领域的企业和研究机构参与,以促进跨学科的创新合作。

(3)建立和完善创新生态系统,充分发挥颠覆性技术创新的正外部性。机制分析表明,数字化转型能够通过业务颠覆、市场突破等路径促进颠覆性技术创新。因此,数字化转型政策应保持持续与稳定,减少由政策不确定性带来的风险,为企业提供一个更加稳定和可预测的经营环境。同时,应建立有效的监测和评估机制,定期评估政策的效果,确保政策能够适应不断变化的技术和市场条件。进一步分析表明,颠覆性技术创新对创新领域的重塑与规范效应随着企业数字化水平的提高而增强。一方面,制定相应的政策来管理与颠覆性技术创新相关的风险,并加强知识产权保护,以激励创新并保护创新者的权益;另一方面,重视培育良好的创新文化,通过教育和培训项目加强企业对创新的认识水平。

本文在现有颠覆性技术创新相关文献的基础上,深入探索了数字化转型赋能颠覆性技术创新的正向效应,揭示了数字化转型在市场重塑与治理整合过程中的重要作用,从而拓展了颠覆性技术创新发展路径的研究视野。出于数据完备性考虑,本文以上市公司为研究样本展开实证研究。但不可忽视的是,那些以技术创新、商业模式变革为核心竞争力的“独角兽企业”在推动颠覆性技术创新方面同样扮演着举足轻重的角色。这些企业以其迅猛的规模扩张和卓越的创新能力,持续突破传统产

业技术演进的框架,重塑产业组织结构,显著增强了产业的核心竞争力。如谷歌、Facebook、阿里巴巴等科技巨头在其成长初期均曾是“独角兽企业”中的佼佼者。因此,未来可以进一步将研究视野拓展至“独角兽企业”样本或“瞪羚企业”样本,以丰富对颠覆性技术创新的理解,更全面地把握数字化转型在不同企业类型中的具体表现,提供更具针对性和实践指导意义的研究结论。

#### 〔参考文献〕

- [1]陈雨露.数字经济与实体经济融合发展的理论探索[J].经济研究,2023,(9):22-30.
- [2]董松柯,刘希章,李娜.数字化转型是否降低企业研发操纵[J].数量经济技术经济研究,2023,(4):28-51.
- [3]杜勇,孙帆,邓旭.共同机构所有权与企业盈余管理[J].中国工业经济,2021,(6):155-173.
- [4]何青,琚望静,庄朋涛.如何缓解企业投融资期限错配?基于数字化转型视角[J].数量经济技术经济研究,2024,(5):113-133.
- [5]何郁冰,叶瀚峰,王志玮,林齐心.创业企业如何成功开展颠覆性创新?——生态系统合法性视角的案例研究[J].科学学研究,2024,(10):2216-2227.
- [6]胡楠,薛付婧,王昊楠.管理者短视主义影响企业长期投资吗?——基于文本分析和机器学习[J].管理世界,2021,(5):139-156.
- [7]黄昊,宋伟,王国红,林欢.制造业中小企业平台数据化能力对颠覆式创新的影响研究[J].科研管理,2023,(11):32-40.
- [8]黄先海,王瀚迪,孙涌铭,虞柳明.数字技术与企业出口质量升级——来自专利文本机器学习的证据[J].数量经济技术经济研究,2023,(12):69-89.
- [9]刘海兵,刘洋,黄天蔚.数字技术驱动高端颠覆性创新的过程机理:探索性案例研究[J].管理世界,2023,(7):63-81.
- [10]陆国庆,王舟,张春宇.中国战略性新兴产业政府创新补贴的绩效研究[J].经济研究,2014,(7):44-55.
- [11]孟元,杨蓉.大数据时代的政府治理:数字政府与企业研发操纵[J].世界经济,2024,(1):118-149.
- [12]彭俞超,王南萱,顾雷雷.企业数字化转型、预判性信息披露与股价暴跌风险[J].财贸经济,2023,(5):73-90.
- [13]戚聿东,肖旭.数字经济时代的企业管理变革[J].管理世界,2020,(6):135-152.
- [14]曲冠楠,陈凯华,陈劲.颠覆性技术创新:理论源起、整合框架与发展前瞻[J].科研管理,2023,(9):1-9.
- [15]束超慧,王海军,金姝彤,贺子桐.人工智能赋能企业颠覆性创新的路径分析[J].科学学研究,2022,(10):1884-1894.
- [16]陶锋,王欣然,徐扬,朱盼.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,(5):118-136.
- [17]田利辉,王可第.社会责任信息披露的“掩饰效应”和上市公司崩盘风险——来自中国股票市场的DID-PSM分析[J].管理世界,2017,(11):146-157.
- [18]王康,陈悦,宋超,王玉奇.颠覆性技术:概念辨析与特征分析[J].科学学研究,2022,(11):1937-1946.
- [19]吴非,胡慧芷,林慧妍,任晓怡.企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J].管理世界,2021,(7):130-144.
- [20]武建龙,刘禹彤,陈劲,王今,鲍萌萌.基于专利挖掘和Gompertz模型的颠覆性技术识别方法研究[J].科研管理,2024,(4):62-72.
- [21]徐硕,李静鸿,安欣.基于专利术语的颠覆性技术识别及实证研究[J].图书情报工作,2024,(2):62-72.
- [22]徐照宜,巩冰,陈彦名,成程.金融科技、数字化转型与企业突破性创新——基于全球专利引用复杂网络的分析[J].金融研究,2023,(10):47-65.
- [23]杨武,陈培,Gad David.专利引证视角下技术轨道演化与技术锁定识别——以光刻技术为例[J].科学学研究,2022,(2):209-219.
- [24]张馨月,武力超.贸易信贷对企业技术创新的影响研究[J].国际贸易问题,2018,(8):149-162.
- [25]赵颖,鲁元平,杨国超.税收激励如何影响企业内分工[J].管理世界,2024,(1):61-78.



- [26] 诸竹君, 袁逸铭, 许明, 柴斌锋. 数字金融、路径突破与制造业高质量创新——兼论金融服务实体经济的创新驱动路径[J]. 数量经济技术经济研究, 2024, (4): 68–88.
- [27] Abbas, S., S. Adapa, A. Sheridan, and M. M. Azeem. Informal Competition and Firm Level Innovation in South Asia: The Moderating Role of Innovation Time off and R&D Intensity [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121751>, 2022.
- [28] Acemoglu, D., U. Akcigit, and M. A. Celik. Radical and Incremental Innovation: The Roles of Firms, Managers, and Innovators [J]. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2022, 14(3): 199–249.
- [29] Appio, F. P., F. Frattini, A. M. Petruzzelli, and P. Neirotti. Digital Transformation and Innovation Management: A Synthesis of Existing Research and an Agenda for Future Studies [J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2021, 38(1): 4–20.
- [30] Chen, M. ESG Performance and Firm Misconduct: Evidence from R&D Manipulation [J]. *Economics Letters*, <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2024.111668>, 2024.
- [31] Chen, Z., Z. Liu, J. C. Suárez Serrato, and D. Y. Xu. Notching R&D Investment with Corporate Income Tax Cuts in China [J]. *American Economic Review*, 2021, 111(7): 2065–2100.
- [32] Dotsika, F., and A. Watkins. Identifying Potentially Disruptive Trends by Means of Keyword Network Analysis [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, 119: 114–127.
- [33] Ersahin, N., M. Giannetti, and R. Huang. Trade Credit and the Stability of Supply Chains [J]. *Journal of Financial Economics*, <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2024.103830>, 2024.
- [34] Feliciano–Cestero, M. M., N. Ameen, M. Kotabe, J. Paul, and M. Signoret. Is Digital Transformation Threatened? A Systematic Literature Review of the Factors Influencing Firms’ Digital Transformation and Internationalization [J]. *Journal of Business Research*, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113546>, 2023.
- [35] Funk, R. J., and J. Owen–Smith. A Dynamic Network Measure of Technological Change [J]. *Management Science*, 2017, 63(3): 791–817.
- [36] Gao, P., and G. Zhang. Accounting Manipulation, Peer Pressure, and Internal Control [J]. *Accounting Review*, 2019, 94(1): 127–151.
- [37] Guo, X., M. Li, Y. Wang, and A. Mardani. Does Digital Transformation Improve the Firm’s Performance? From the Perspective of Digitalization Paradox and Managerial Myopia [J]. *Journal of Business Research*, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113868>, 2023.
- [38] Hopp, C., D. Antons, J. Kaminski, and T. Oliver Salge. Disruptive Innovation: Conceptual Foundations, Empirical Evidence, and Research Opportunities in the Digital Age [J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2018, 35(3): 446–457.
- [39] Huang, S., S. Roychowdhury, and E. Sletten. Does Litigation Deter or Encourage Real Earnings Management [J]. *Accounting Review*, 2020, 95(3): 251–278.
- [40] Khanagha, S., M. T. Ramezan Zadeh, O. R. Mihalache, and H. W. Volberda. Embracing Bewilderment: Responding to Technological Disruption in Heterogeneous Market Environments [J]. *Journal of Management Studies*, 2018, 55(7): 1079–1121.
- [41] Kumaraswamy, A., R. Garud, and S. Ansari. Perspectives on Disruptive Innovations [J]. *Journal of Management Studies*, 2018, 55(7): 1025–1042.
- [42] Wu, L., D. Wang, and J. A. Evans. Large Teams Develop and Small Teams Disrupt Science and Technology [J]. *Nature*, 2019, 566: 378–382.
- [43] Zach, F. J., J. L. Nicolau, and A. Sharma. Disruptive Innovation, Innovation Adoption and Incumbent Market Value: The Case of Airbnb [J]. *Annals of Tourism Research*, <https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.102818>, 2020.

## Digital Transformation and Disruptive Technovation: Evidence from Patent Networks and the SBERT Model

HUANG Xian-hai<sup>1</sup>, SUN Yong-ming<sup>1</sup>, CHEN Meng-tao<sup>2</sup>

(1. School of Economics, Zhejiang University;

2. School of Finance, Zhejiang University of Finance and Economics)

**Abstract:** Disruptive technovation has emerged as a pivotal driver for sustained economic growth and remains a primary focus within academic and policy circles. While recent studies have underscored the role of digital transformation in enhancing firms' innovation capabilities, empirical analyses specifically linking digital transformation to disruptive technovation remain limited. Existing literature has concentrated on identifying disruptive technovation by assessing the breakthrough level of patents or their influence on future technological pathways, yet such methodologies often fail to capture the multidimensional nature of disruptive technovation. Several qualitative studies have advanced understanding by exploring the phases and drivers of disruptive technovation, but they frequently overlook the mechanisms through which digital transformation supports and catalyzes disruptive innovation. Moreover, while there is acknowledgment of the economic impact of disruptive technovation, few studies have comprehensively examined how digital transformation and disruptive innovation jointly reshape the innovation ecosystem.

This study addresses these research gaps by employing a sample of listed firms in China from 2008 to 2020. This paper develops an innovative strategy for identifying disruptive technovation, characterizing patents with bidirectional properties—those that are both breakthroughs over existing technologies and influential in shaping future technological trajectories—as instances of disruptive technovation. Leveraging the SBERT model and patent network data, this paper creates robust metrics for measuring disruptive technovation. The results reveal that digital transformation significantly enhances firms' capacity for disruptive technovation primarily through mechanisms of market restructuring and governance standardization. The heterogeneity analysis shows that the positive effects of digital transformation on disruptive technovation are particularly pronounced in state-owned enterprises (SOEs), firms within strategic emerging industries, and those operating in highly competitive environments. Further exploration highlights that disruptive technovation not only influences firms' R&D resource allocation by boosting quality and efficiency but also curbs manipulative R&D practices and fosters continuous innovation, driving new quality productive forces.

This paper makes several key contributions to existing literature. Methodologically, this paper advances the measurement of disruptive technovation by integrating internal technological features derived from patent text data with external characteristics from patent citation networks, providing a comprehensive framework that captures the dual-directional impact of innovation. Compared to existing metrics such as the CD—Index, this approach enables a nuanced assessment of knowledge absorption across patents, covering both forward and backward knowledge flows. Mechanistically, this paper elucidates how digital transformation acts as an enabler for disruptive technovation through market reshaping and governance standardization, which is confirmed by market data, supply chain networks, and financial indicators. This mechanism analysis demonstrates the transformative potential of digital capabilities to reshape market structures and enhance governance, fostering disruptive technovation. The findings offer empirical support for the synergistic relation between digital transformation and disruptive technovation, highlighting how this interaction promotes high-quality, efficient innovation and continuous technological advancement. This paper enriches the discourse on innovation strategy and provides critical insights for optimizing the innovation environment and advancing industrial modernization.

**Keywords:** digital transformation; disruptive technovation; patent networks; SBERT model

**JEL Classification:** F21 O36 M15

[责任编辑:覃毅]