

DOI:10.3969/j.issn.1674-8131.2026.02.005

数智技术对专精特新企业创新效率和质量的影响研究

赵甜¹,张发²

(1. 山东科技大学 经济管理学院,山东 青岛 266400;2. 南京林业大学 经济管理学院,江苏 南京 210037)

摘要:数智技术的应用和普及正从创新能力、创新方式、创新环境三个层面系统性重塑企业创新活动,深刻变革了企业的创新发展模式。用三阶段DEA法评估企业创新效率,以专利知识宽度衡量企业创新质量,基于云计算、大数据、人工智能、区块链、数字技术应用5个维度测度企业数智技术水平,采用沪深A股非金融专精特新企业2014—2023年的数据分析发现:数智技术显著提升了专精特新企业的创新效率和质量;数智技术通过改善人力资本结构和增强知识吸收能力提升创新能力,通过促进合作创新和突破式创新优化创新方式,通过提高分析师和媒体关注度改善创新环境,进而提升专精特新企业的创新效率和质量;数智技术显著提升了非国有专精特新企业的创新效率和质量,但对国有专精特新企业创新效率和质量的影响分别为不显著和显著负向;相比东部地区、非制造业专精特新企业,数智技术对中西部地区、制造业专精特新企业创新效率和质量的提升作用更大。应加快数智化转型,构建数智技术驱动、制度与技术良性互动的企业创新体系。

关键词:专精特新;创新能力;创新方式;创新环境;数智化

中图分类号:F273.1;F276.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-8131(2026)02-0055-14

引用格式:赵甜,张发.数智技术对专精特新企业创新效率和质量的影响研究[J].西部论坛,2026,36(2):55-68.

Zhao Tian, Zhang Fa. The impact of digital-intelligent technology on the innovation efficiency and quality of “specialized, refined, distinctive, and innovative” enterprises[J]. West Forum, 2026, 36(2): 55-68.

一、引言

创新是引领发展的第一动力,企业是创新的核心主体,因而促进企业创新是实现创新驱动发展的关

* 收稿日期:2025-06-03;修回日期:2025-12-22

基金项目:国家社会科学基金一般项目(23BGL052);山东省自然科学基金面上项目(ZR2024MG016)

作者简介:赵甜(1985),女,山东济南人;教授,博士,主要从事创新发展研究;E-mail:skd996099@sdust.edu.cn。张发(1997),男,安徽合肥人;博士研究生,主要从事金融创新研究;E-mail:2857054752@qq.com。

键路径。中小企业在我国经济体系中占据重要地位,但普遍面临因技术基础薄弱而导致核心技术突破与持续创新能力不足等问题(江胜名等,2022)^[1]。为促进中小企业的高质量创新,2013年工信部出台《关于促进中小企业“专精特新”发展的指导意见》,引导中小企业向专业化、精细化、特色化、新颖化方向发展(刘昌年等,2015)^[2]。专精特新企业的成长目标通常是向“隐形冠军”^①迈进(Simon,1992)^[3],往往聚焦于具有高度专业化需求的细分客户群体(Schenkenhofer,2022)^[4],并通过长期协作形成稳定的客户黏性(Audretsch et al.,2020)^[5]。作为中小企业中的佼佼者,专精特新企业的灵魂便是创新(董志勇等,2021)^[6]。为实现持续的技术领先和市场稳固,专精特新企业在初创期需要依靠颠覆性创新形成差异化竞争优势,在后续发展阶段也须围绕主业进行持续的突破式创新,以巩固其在细分领域的领先地位。自2011年7月工信部提出“专精特新”的概念以来,已评选出六批次万余家国家级专精特新企业。根据《2024年中国“专精特新”企业科创力报告》,截至2024年底,专精特新“小巨人”企业拥有39.5万件有效发明专利,占全国有效发明专利总量的8.4%。但国家统计局的数据表明,我国芯片、半导体等产品的进口依赖度仍超70%,暴露出微观层面的策略性创新和宏观层面的“质量跛脚”等问题(陈强远等,2020)^[7]。因此,如何进一步促进专精特新企业创新发展,尤其是切实提升其创新质量,是值得深入探究的重大课题。

先进技术既是创新的成果,又是进一步创新的基础,并能改善创新条件、提升创新能力。在新一轮科技革命和产业变革中,数智技术不仅是科技创新的重要方向,也是推动企业创新的关键因素。“数智”最早是以“数智化”出现在2015年北京大学“知本财团”课题组提出的思索引擎课题报告中,该报告将数智化定义为数字智慧化和智慧数字化的有机融合。尽管学术界对数智技术的概念尚未形成统一的界定,但普遍认为数智技术不仅是数字技术的简单延伸,更是数字技术与智能技术在技术、流程和战略层面的深度融合。与数字技术相比,数智技术更强调人工智能、深度学习等智能技术在数据处理与决策中的作用,并突出数据作为核心生产要素的价值转化与反馈功能(王秉,2023)^[8]。在技术水平及技术应用影响企业创新方面,现有实证研究大多从数字技术或智能技术的单一技术视角出发探讨数字化转型或智能化转型对企业创新的影响(冀云阳等,2023;Wang et al.,2025)^[9-10],且主要考察对企业创新产出的影响。而创新产出多以专利数量为衡量指标,忽视了创新成果的结构差异与创新质量,可能引发“创新假象”问题(谭小芬等,2020;竺李乐等,2021)^[11-12]。部分企业为了获得政策补贴或资质认定,采取低质量的策略性创新行为(杨国超等,2020)^[13],而且专利的价值分布极不均衡,约10%的高价值专利占据了全部专利80%以上的价值(Scherer et al.,2000)^[14]。因此,仅用专利数量来刻画企业创新发展状况存在局限性,尤其对于以创新为生存根基和发展动力的专精特新企业,有必要进一步从创新效率和创新质量的角度展开研究。

部分文献关注到了数字化(数字技术)和智能化(人工智能技术)对企业创新效率的影响(贺正楚等,2023;杨鹏等,2024;许玉云等,2024;钞小静等,2025)^[15-18],以及数字化(数字技术)对企业创新质量的影响(张国胜等,2022;丛昊等,2022)^[19-20],但鲜有文献从数字技术和智能技术融合的角度探讨数智化(数智技术)对企业创新效率和创新质量的影响。王莉娜和郭誉森(2023)^[21]以发明专利授权数衡量企业的创新质量,考察了数字化转型对制造业企业创新质量的非线性影响,但仅探讨了研发投入和人力资本的调节作用,未进一步探究影响路径。有鉴于此,本文对企业创新进行效率与质量的双维刻画,以专精特新企业为研究对象,探究数智技术影响其创新效率和创新质量的作用机制,并采用沪深A股专

^① Simon(1992)^[3]将专注于小众市场,在细分领域居于领先地位的企业称为“隐形冠军”。

专精特新上市公司 2014—2023 年的数据进行实证检验。

本文的边际贡献包括:第一,立足高质量发展的内在要求,从创新效率和创新质量两个维度刻画企业的创新发展水平,其中,创新效率反映研发投入转化为创新产出的能力与速度(采用三阶段 DEA 方法测算),创新质量聚焦创新成果的真实价值(以专利的知识宽度衡量),为相关研究提供了思路借鉴与方法参考;第二,从数智技术角度拓展了专精特新企业创新的影响因素研究,并为数智技术的创新促进效应提供了新的经验证据;第三,从创新能力、创新方式和创新环境 3 个维度对数智技术影响企业创新发展的机制进行了系统探究,并考察了企业产权性质、地理区位、行业属性(制造业与非制造业)三方面的异质性,有助于深入认识数智技术驱动企业高质量创新的内在机理和有效路径。

二、理论分析与研究假说

在数字经济时代,企业的创新发展模式发生了深刻变革,尤其是数智技术的应用和普及正在从创新能力、创新方式、创新环境三个层面系统性重塑企业创新活动。从创新能力来看,数智工具与高技能劳动的结合,加之流程自动化对低附加值工序的替代,推动企业的人力资本结构向高端化转变;同时,知识可视化与智能知识管理提高了知识识别、吸收与转化效率,加速外部异质知识的内化与再创造,推动企业创新能力的整体跃升。从创新方式来看,数字协同平台显著降低跨组织的知识搜索、流动与匹配的成本,智能化研发使外部知识得以更高效地被企业吸收整合,并在边界跨越中形成更加开放、更注重突破性的协同创新模式。从创新环境来看,数智技术通过结构化披露、过程留痕与智能风控等提升企业信息透明度和可观测性,吸引分析师与媒体关注,缓解研发活动的信息不对称,从而改善企业创新的外部环境。根据资源基础理论(Barney, 1991)^[22],企业获得持续竞争优势的关键在于对异质性资源的获取与整合。对于专精特新企业而言,高度专业化使其岗位与技能呈现“窄而深”的特征,因而对数智技术的敏感性更强。具体而言,数智技术能够通过以下三条路径提升专精特新企业的创新效率和创新质量:

一是增强创新能力。在数智经济背景下,技术迭代与市场需求的快速变化,迫使专精特新企业在动态环境中持续重构核心竞争力。较高的人力资本水平与较强的知识吸收能力是专精特新企业应对环境不确定性、获取并转化外部知识、实现创新能力跃升的关键基础。从创新效率来看,自动化程序和智能设备取代了大量低技能岗位,提升了专精特新企业员工知识和技能结构,并促使企业更多地引进培育高水平研发和管理人才,推动企业人力资本结构向高端化演进。同时,可视化模块、智能知识管理平台与数据分析工具通过降低知识识别与整合成本,缩短异质性知识消化与再创造周期,从而减少专精特新企业的技术研发路径偏误和资源浪费(马橙等,2024)^[23],提升其创新效率(赵宸宇等,2021)^[24]。从创新质量来看,数字平台、智能协作工具和知识管理系统深度嵌入专精特新企业研发和生产经营全流程,加快知识的传递、共享与重组,推动知识再创造;同时,知识吸收能力的增强进一步降低知识整合摩擦,外部多样化知识深度内化为企业的突破式创新能力(王军等,2025)^[25],从而显著提升创新质量。

二是优化创新方式。资源依赖理论认为,由于资源禀赋差异和资源流动受限,企业需要通过与外部机构的互动获取关键资源(Pfeffer et al., 1978)^[26]。专精特新企业具有高度的产业嵌入性与技术专业特征,是深度依托区域和产业链生态、通过持续互动实现协同创新的企业(王伟楠等,2023)^[27]。数智技术通过降低协作成本与知识匹配摩擦,为跨组织资源交换与组合创新提供了高效工具支撑,显著促进了专精特新企业的合作创新和突破式创新。从创新效率来看,大数据、知识图谱与数字化协作平台打破了封闭的线性创新模式,专精特新企业能够快速捕捉并拆解来自高校、科研院所以及产业链伙伴的异质性知识资源,缩短技术搜索与验证周期,从而有效弥补内部资源的不足,降低研发投入(王海绒等,

2018)^[28]。更重要的是,重组后的知识模块能够快速反哺专精特新企业内部研发流程,配合 AI 辅助设计与数字孪生工具,加速内部试验迭代,从而提升创新资源配置效率并降低试错风险,实现创新效率的跃升。从创新质量来看,数智技术通过合作专利引入外部多样化知识,经过内部深度融合与重组后,显著拓宽专精特新企业的技术边界与可行解空间(Fleming et al., 2001)^[29],并为关键核心技术攻关注入全新的路径与方法论,使企业在更高认知起点上实现原始性突破,从而催生出更高价值和更具竞争力的创新成果(Wang, 2024)^[30]。

三是改善创新环境。根据信息不对称理论,当交易双方掌握的信息不均衡时,往往会导致市场失灵或资源配置低效。由于专精特新企业规模较小、信息披露不充分、市场知名度不高,外部投资者往往难以全面评估其创新潜力,而数智技术的应用显著改善了其信息环境。从创新效率来看,大数据、云计算与智能报表系统能够将企业研发进度、专利产出和经营数据转化为可比、可验证的结构化信息,并以更加透明、实时的方式向外部市场传递,显著降低了媒体与分析家的信息搜寻与验证成本,从而缓解了信息不对称问题(Chang et al., 2021)^[31]。外部信息环境的改善降低了融资门槛和交易成本,使专精特新企业能够获得更稳定、更低成本的资金与资源支持,进而提升创新效率。从创新质量来看,高质量信息披露吸引分析师与媒体的共同关注,形成外部监督与声誉激励机制。分析师关注通过矫正市场预期、引导资源精准匹配,媒体关注则通过放大企业创新信号、强化声誉约束,促使企业在更高标准下开展持续研发并追求突破性技术创新与市场差异化,从而全面提升创新成果的质量和市场竞争能力(Liao et al., 2018)^[32]。

基于上述分析,本文提出以下假设:

H1:专精特新企业数智技术水平提升会促进其创新效率和创新质量提升。

H2:数智技术水平提升通过增强创新能力、优化创新方式、改善创新环境 3 条路径促进专精特新企业创新效率和创新质量的提升。

三、实证研究设计

1. 基准模型设定

为检验数智技术水平对专精特新企业创新效率和创新质量的影响,本文构建基准模型如式(1)和(2)所示:

$$IE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Dig_{i,t} + \sum \alpha Controls_{i,t} + \sum Industry + \sum Year + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

$$IG_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Dig_{i,t} + \sum \beta Controls_{i,t} + \sum Industry + \sum Year + \varphi_{i,t} \quad (2)$$

其中,下标 i 和 t 分别代表企业和年份, $Controls$ 表示控制变量, $Industry$ 和 $Year$ 分别表示行业固定效应和年份固定效应, $\varepsilon_{i,t}$ 和 $\varphi_{i,t}$ 为随机误差项。

(1)被解释变量的测度。本文从创新效率和创新质量两个方面刻画企业创新发展状态。“创新效率”(IE)变量采用三阶段 DEA 方法进行测度,其中,投入变量包括研发投入金额和研发人员数量,产出变量包括主营业务收入和专利总数,环境变量包括企业成立年限、所有权性质、资产规模及政府补贴。借鉴张杰和郑文平(2018)^[33]、曹虹剑等(2022)^[34]的研究,“创新质量”(IG)用基于 IPC 分类号计算的经行业调整的专利知识宽度衡量。首先,计算企业每个授权专利(包括发明专利和实用新型专利)的知识宽度,知识宽度为 1 减去专利涉及的知识领域集中度(赫芬达尔指数);然后计算经行业调整的专利知识

宽度,即企业专利的知识宽度与其所属行业(GICS 二级行业)专利的知识宽度均值之比;最后,加总企业每个专利的知识宽度后进行对数化处理(减少异方差对模型估计的影响),得到变量“创新质量”。专利层面的知识宽度反映了企业创新过程中整合不同知识要素与技术领域的广度与能力,其值越大专利质量往往越高(张杰等,2018)^[33]。

(2)解释变量的测度。参考陈剑和刘运辉(2021)^[35]、张秀娥等(2025)^[36]的研究,从云计算、大数据、人工智能、区块链、数字技术应用5个维度构建数智技术关键词词库,用企业年报中5个维度的关键词频数进行多分格主成分分析(根据特征根不小于1以及累计方差贡献率不低于85%的原则确定主成分个数),计算得到样本企业的数智技术水平指数,并进行对数化处理作为解释变量“数智技术”(Dig)。同时,分别用5个维度关键词的词频(对数化处理)衡量企业分维度的数智技术水平,即“云计算”(Cloud)、“大数据”(Big Data)、“人工智能”(AI)、“区块链”(Block)、“数字技术应用”(DT)。需要特别说明的是,在具体企业的数智技术关键词筛选时,剔除了带有否定表述和与企业业务无关的词汇。

(3)控制变量的选取。参考董松柯等(2023)^[37]的研究,并结合专精特新企业的特性,选取以下控制变量:一是“股权集中度”,用第一大股东持股比例衡量;二是“董事会规模”用在职董事会成员数衡量;三是“市场集中度”,用企业所在行业的赫芬达尔指数衡量;四是“资产周转率”,用营业收入净额与平均资产总额之比衡量;五是“营业周期”,用从取得存货到销售存货并收回现金的时间衡量;六是“现金流水平”,用经营活动产生的现金流量净额的自然对数值衡量;七是“总资产报酬率”,用息税前利润与平均资产总额之比衡量。

2. 机制检验方法

借鉴江艇(2022)^[38]、李金叶和李仟茜(2025)^[39]的研究,构建机制检验模型如式(3)所示:

$$M_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 Dig_{i,t} + \sum \gamma Controls_{i,t} + \sum Industry + \sum Year + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

其中, $M_{i,t}$ 代表中介变量,其他变量同式(1)。根据理论分析,选取以下三类中介变量:一是创新能力。借鉴李鑫等(2023)^[40]和杨林等(2020)^[41]的方法,采用“人力资本结构”(本科及以上学历员工占比)与“知识吸收能力”(研发支出与营业收入之比)两个变量,用以检验创新能力的中介作用;二是创新方式。借鉴贺小刚等(2025)^[42]、徐照宜等(2023)^[43]、徐翔等(2023)^[44]的研究,采用“合作创新”(企业与其他主体合作申请的专利数量,并进行对数化处理)与“突破式创新”(企业发明专利的技术分散度^①)两个变量衡量,用以检验创新方式的中介效应;三是创新环境,借鉴杨浩昌等(2025)^[45]的研究,采用“分析师关注度”(关注企业的分析师人数加1取自然对数,反映企业的外部信息环境)与“媒体关注度”(企业被报刊媒体报道频次加1取自然对数,反映企业的媒体监督环境)两个变量,用以检验创新环境的中

^①该指标通过计算企业专利在不同技术类别上的分散程度来反映企业是否倾向于开展跨领域、探索性或重组式的突破式创新。本文仅计算发明专利的技术分散度,具体计算公式为 $1 - \sum_{j=1}^n S_{ij,t}^2$ 。其中, $S_{ij,t}$ 为企业*i*在*t*年属于技术类别*j*的专利数量占其当年专利总数的比例, n 为其专利涉及的不同技术类别数,技术类别基于IPC分类号前4位划分。 $\sum_{j=1}^n S_{ij,t}^2$ 为基于技术类别的HHI指数(集中度),其值越大,表示企业专利在不同技术类别上的分布越集中,进行1减HHI指数(集中度)处理则转化为技术分散度(其值越大则突破式创新越多)。值得注意的是,该指标与前文的“知识宽度”存在本质区别:虽然二者都使用了专利的IPC分类号,但“知识宽度”是先计算每个专利的知识宽度(只用了大组信息),再加总到企业层面,且进行了行业调整,反映的是企业创新所涉及的知识领域广度(不能反映不同领域知识的分布情况);而技术分散度指标是基于企业所有专利涉及的技术类别计算的技术分布状况,反映的是企业创新分散于不同技术领域的程度。

介效应。

3. 样本选取与数据处理

本文以沪深 A 股非金融上市公司中的专精特新企业为研究样本,样本期间为 2014—2023 年。剔除样本期内 * ST 和 ST 及退市的样本、当年上市的样本、关键变量严重缺失的样本,最终得到 11 620 个有效观测值。企业财务数据来自 CSMAR 数据库和同花顺 iFinD 金融数据库,专利数据来自国家知识产权局,行业划分参照 GICS 行业分类标准。表 1 为主要变量的描述性统计结果。

表 1 主要变量描述性统计结果

变量类型	变量名称	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	创新效率	11 620	0.096	0.109	0.001	1.000
	创新质量	11 620	1.461	1.276	0.000	7.081
解释变量	数智技术指数	11 620	-0.083	0.321	-0.221	3.298
	云计算	11 620	0.501	0.980	0.000	5.403
	人工智能	11 620	0.355	0.806	0.000	5.529
	大数据	11 620	0.435	0.882	0.000	5.545
	区块链	11 620	0.062	0.301	0.000	4.673
	数字技术应用	11 620	0.619	1.009	0.000	6.073
中介变量	人力资本结构	11 620	0.293	0.214	0.001	1.000
	知识吸收能力	11 620	0.068	0.056	0.007	0.354
	合作创新	11 620	0.319	0.751	0.000	7.975
	突破式创新	11 620	0.5774	0.8536	0.000	5.463 8
	分析师关注度	11 620	0.633	0.961	0.000	3.989
	媒体关注度	11 620	1.735	2.089	0.000	14.201
控制变量	股权集中度	11 620	34.580	15.410	0.818	95.980
	董事会规模	11 620	7.001	2.484	0.000	13.000
	市场集中度	11 620	0.126	0.136	0.000	1.000
	资产周转率	11 620	0.681	0.440	0.000	12.370
	营业周期	11 620	5.398	0.639	0.857	13.150
	现金流水平	11 620	20.160	1.148	13.470	26.270
	总资产报酬率	11 620	8.526	9.926	-192.1	140.900

四、实证结果与分析

1. 基准回归

Hausman 检验结果支持采用年份行业双固定效应模型进行回归分析。基准回归结果如表 2 所示,“数智技术”对“创新效率”和“创新质量”的回归系数均在 1% 的水平上显著为正,表明专精特新企业数智技术水平提升对其创新效率和创新质量均产生了显著的正向影响。进一步分析不同维度数智技术对专精特新企业创新效率和创新质量的影响,结果见表 3。5 个维度的数智技术均显著促进了专精特新企业创新效率和质量的提升,其中云计算的促进作用最为显著。由此,本文提出的假说 H1 得到验证。

表2 基准回归结果

变量	创新效率		创新质量	
	数智技术	0.060 0 ^{***} (17.92)	0.031 0 ^{***} (9.41)	0.447 9 ^{***} (11.30)
股权集中度		0.000 4 ^{***} (5.63)		0.003 1 ^{***} (4.06)
董事会规模		0.001 6 ^{***} (3.80)		0.039 5 ^{***} (7.69)
市场集中度		-0.034 2 ^{***} (-2.82)		-1.075 4 ^{***} (-7.27)
资产周转率		0.029 9 ^{***} (11.58)		-0.207 6 ^{***} (-6.60)
营业周期		0.010 1 ^{***} (5.39)		0.124 6 ^{***} (5.43)
现金流水平		0.031 8 ^{***} (32.53)		0.264 4 ^{***} (22.19)
总资产报酬率		-0.000 6 ^{***} (-6.22)		0.005 1 ^{***} (4.18)
常数项	0.048 1 ^{***} (3.03)	-0.650 9 ^{***} (-23.09)	-0.123 0(-0.65)	-5.836 2 ^{***} (-16.96)
行业和年份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	11 620	11 620	11 620	11 620
R ²	0.182	0.280	0.165	0.221

注: *、**、***分别表示 10%、5%和 1%的显著性水平,括号内为 *t* 值。下表同。

表3 不同维度数智技术对企业创新效率和创新质量的影响

变量	创新效率				
	云计算	0.013 2 ^{***} (12.20)			
人工智能		0.008 7 ^{***} (6.69)			
大数据			0.009 2 ^{***} (7.66)		
区块链				0.008 5 ^{***} (2.76)	
数字技术应用					0.012 2 ^{***} (11.91)
观测值	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620
R ²	0.284	0.277	0.278	0.275	0.283
变量	创新质量				
	云计算	0.103 9 ^{***} (7.86)			
人工智能		0.098 5 ^{***} (6.23)			
大数据			0.059 5 ^{***} (4.07)		
区块链				0.061 8 [*] (1.66)	
数字技术应用					0.074 6 ^{***} (5.96)
观测值	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620
R ²	0.222	0.220	0.220	0.222	0.222

注:所有模型均纳入了控制变量以及行业和年份固定效应,限于篇幅,控制变量和常数项估计结果略,下表同。

2. 内生性处理

(1)工具变量法。为缓解基准模型可能存在的双向因果关系等内生性问题,本文采用工具变量法进行内生性处理。采用同行业其他专精特新企业年报中数智技术关键词总频数的均值作为“数智技术”的工具变量,进行 2SLS 回归,结果见表 4。KP-LM 统计量和 CD-Wald F 统计量表明工具变量通过了不可识别和弱工具变量检验;第一阶段的回归结果显示,工具变量与“数智技术”显著正相关;第二阶段的回归

结果显示,工具变量拟合的“数智技术”的回归系数显著为正。上述结果表明,在缓解模型内生性问题后,基准回归的结论依然成立。

表 4 工具变量法检验结果

变量	第一阶段	第二阶段	
	数智技术	创新效率	创新质量
工具变量	0.005 4*** (17.85)		
数智技术'		0.045 8** (2.06)	2.292 9*** (7.61)
KP-LM 统计量	253.007		
CD-Wald F 统计量	257.125 [16.38]		
观测值	11 620	11 620	11 620
R^2	0.280	0.279	0.039

注:中括号内为 Stock-Yogo 弱工具变量检验 10%显著水平上的临界值。

(2) 准自然实验检验。为缓解遗漏变量等内生性问题,借鉴孙伟增等(2023)^[46]的做法,将“国家大数据综合试验区”的设立作为一项准自然实验,构建双重差分(DID)模型进行检验。具体而言,构建政策虚拟变量 *Policy* (企业位于试验区所在城市赋值为 1, 否则赋值为 0) 与时间虚拟变量 *post* (2016 年之前赋值为 0, 2016 年及之后赋值为 1) 的交乘项 (*DID*); 同时,考虑到 *DID* 的设定忽略了企业数智技术水平的影响,借鉴吴非等(2021)^[47]、胡洁等(2023)^[48]的做法,进一步构建 *DID* 与“数智技术” (*Dig*) 的交乘项。分别检验的回归结果见表 5, *DID* 和 *DID*×*Dig* 对“创新效率”的回归系数均显著为正,表明国家大数据综合试验区建设促进了试验区专精特新企业创新效率的提升,且企业数智技术水平的提升会强化这种提升效应;*DID* 对“创新质量”的回归系数为正但不显著,而 *DID*×*Dig* 对“创新质量”的回归系数显著为正,表明虽然国家大数据综合试验区建设对专精特新企业创新质量的提升作用不明显,但企业数智技术水平的提高可以增强该提升作用。国家大数据综合试验区建设有助于试验区企业的数智技术应用和数智化转型,因此,上述结论一定程度上印证了本文基准回归结果的可靠性。

表 5 准自然实验检验结果

变量	创新效率	创新质量	创新效率	创新质量
<i>DID</i>	0.005 0** (2.42)	0.009 1 (0.36)		
<i>DID</i> × <i>Dig</i>			0.040 0*** (9.97)	0.190 0*** (3.88)
观测值	11 620	11 620	11 620	11 620
R^2	0.275	0.219	0.281	0.220

3. 稳健性检验

为进一步验证基准回归结果的可靠性,进行以下稳健性检验:一是替换变量(见表 6 的 Panel A)。第一,重新衡量专精特新企业的数智技术水平,采用对数化处理的数智技术关键词总频数作为“数智技术”的代理变量(“数智技术 1”);第二,重新测量专精特新企业的创新效率和创新质量,用对数化处理的专利申请数与对数化处理的研发投入之比(“创新效率 1”)替代“创新效率”,用对数化处理的企业发明专利授权数(“创新质量 1”)替代“创新质量”。二是增加交互固定效应(见表 6 的 Panel B)。为进一步控制地区差异与时间变化的潜在影响,分别在基准模型中引入省份与年份交互固定效应和行业与年份

交互固定效应。三是解释变量滞后处理(见表6的Panel C)。考虑到企业数智技术应用对其创新发展的影响可能具有滞后性,参考张梦雨和马晓钰(2025)^[49]的做法,对解释变量进行滞后一期和二期处理。四是删除特殊样本(见表6的Panel D)。为排除新冠疫情的干扰,剔除2020—2022年的样本。上述稳健性检验结果均支持数智技术显著促进了专精特新企业创新效率和创新质量提升的结论,表明本文的研究结论是稳健的。

表6 稳健性检验结果

Panel A: 替换变量				
变量	创新效率	创新质量	创新效率 1	创新质量 1
数智技术 1	0.011 0***(13.77)	0.076 4***(7.84)		
数智技术			0.017 4***(8.61)	0.258 0***(8.20)
观测值	11 620	11 620	11 620	11 620
R ²	0.286	0.223	0.277	0.246
Panel B: 增加交互固定效应				
变量	创新效率	创新质量	创新效率	创新质量
数智技术	0.033 2***(9.66)	0.178 7***(4.26)	0.031 4***(9.50)	0.186 8***(4.62)
行业×年份	控制	控制		
省份×年份			控制	控制
观测值	11 620	11 620	11 620	11 620
R ²	0.302	0.243	0.306	0.245
Panel C: 解释变量滞后处理				
变量	创新效率	创新质量	创新效率	创新质量
L1. 数智技术	0.030 1***(8.63)	0.188 0***(4.32)		
L2. 数智技术			0.030 0***(7.55)	0.188 9***(3.96)
观测值	10 458	10 458	9 296	9 296
R ²	0.310	0.200	0.282	0.187
Panel D: 删除 2020—2022 年样本				
变量	创新效率	创新质量		
数智技术	0.022 7***(5.43)	0.111 9**(2.11)		
观测值	8 134	8 134		
R ²	0.261	0.186		

4. 机制检验

机制检验的结果见表7。“数智技术”对“人力资本结构”和“知识吸收能力”的回归系数在1%的水平上显著为正,表明数智技术水平的提升显著增强了专精特新企业以人力资本结构升级和知识吸收能力提升为代表的创新能力,进而为创新效率和创新质量提升创造了条件;“数智技术”对“合作创新”和“突破式创新”的回归系数在1%的水平上显著为正,表明数智技术水平的提升显著促进了专精特新企业的合作创新和突破式创新,有助于实现开放式创新与自主创新双轮驱动的创新方式升级,进而为创新效率和创新质量提升拓展了路径;“数智技术”对“分析师关注度”和“媒体关注度”的回归系数在1%的水平上显著为正,表明数智技术水平的提升通过吸引分析师关注显著改善了专精特新企业的信息环境、通

过吸引媒体关注强化了专精特新企业的外部监督,进而为创新效率和创新质量提升提供了信息支持与外部压力。由此,本文提出的假说 H2 得到验证,数智技术能够通过增强创新能力、优化创新方式、改善创新环境 3 条路径提升专精特新企业的创新效率和创新质量。

表 7 机制检验结果

变量	Panel A:增强创新能力		Panel B:优化创新方式		Panel C:改善创新环境	
	人力资本结构	知识吸收能力	合作创新	突破式创新	分析师关注度	媒体关注度
数智技术	0.069 2*** (9.46)	0.016 0*** (8.32)	0.068 2*** (2.69)	0.064 4*** (6.56)	0.264 6*** (9.31)	0.538 5*** (10.71)
观测值	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620	11 620
R ²	0.079	0.067	0.102	0.115	0.310	0.544

5. 进一步分析:异质性检验

(1)所有权异质性。将样本划分为“国有企业”和“非国有企业”两组,分组检验结果见表 8 的 Panel A。数智技术水平提升显著促进了非国有专精特新企业的创新效率和创新质量提升,但对国有专精特新企业创新效率的影响并不显著,甚至抑制了国有专精特新企业创新质量的提升。这一差异的产生可能源于两类企业的制度逻辑和创新路径不同:相比国有企业,非国有企业往往面临更加激烈的市场竞争环境,拥有强烈的创新动机,制度上的灵活性也使其在数智技术的应用上更具主动性,能够更有效地借助数智技术实现创新驱动发展。而国有企业通常承担更多的社会责任和政策任务,经营策略和创新机制较为稳健,加上数智化转型和高质量创新面临较高的风险和成本,导致数智技术对创新效率的提升作用未能充分发挥,甚至在一定程度上抑制了创新质量提升。

(2)区域异质性。根据企业的地理位置将样本划分为“中西部地区”和“东部地区”两组,分组检验结果见表 8 的 Panel B。数智技术水平提升对两大区域专精特新企业的创新效率和创新质量均产生了显著的促进作用,其中,对中西部地区专精特新企业的促进作用更大。这可能是由于不同区域的经济发展阶段和政策措施存在显著差异:中西部地区经济发展总体落后于东部地区,一方面,专精特新企业的数智化发展和创新水平相对滞后,数智技术对创新效率和创新质量的提升空间较大;另一方面,专精特新企业发展对地方经济的贡献相对突出,会受到地方政府更多关注和更大支持;因此,数智技术水平提升能够产生较大的创新效率和创新质量提升效应。而东部地区专精特新企业在数智技术的应用上已进入相对成熟的阶段,数智技术对其创新的边际改善趋于平缓。

(3)行业异质性。将样本划分为“非制造业”和“制造业”两组,分组检验结果见表 8 的 Panel C。数智技术水平提升对创新效率的提升作用在制造业和非制造业专精特新企业中均显著,其中,对制造业企业的提升作用更大;数智技术水平提升对创新质量的提升作用在制造业专精特新企业中显著,而在非制造业专精特新企业中不显著。这可能与本文对企业创新质量的刻画指标(基于专利的知识宽度)有关:制造业企业通常将数智技术嵌入产品研发与工艺改进等过程,数智技术能够直接推动技术层面的突破与专利积累,从而显著提升创新效率与创新质量。而非制造业企业的数智技术应用更侧重于服务创新、流程优化和商业模式重构,这类创新更多体现为商业秘密或市场层面的动态优势,难以通过专利数据进行有效捕捉。同时,非制造业企业的专利通常具有较强的行业专注度,技术跨度相对有限,限制了其知识宽度的拓展。因此,数智技术对非制造业专精特新企业以知识宽度表征的创新质量的影响不显著。

表 8 异质性分析结果

变量	创新效率		创新质量		
	国有企业	非国有企业	国有企业	非国有企业	
Panel A	数智技术	-0.001 0(-0.13)	0.040 4*** (11.02)	-0.279 9***(-2.87)	0.335 9*** (7.51)
	观测值	1 410	10 210	1 410	10 210
	R^2	0.393	0.279	0.214	0.237
Panel B		中西部地区	东部地区	中西部地区	东部地区
	数智技术	0.034 4*** (4.81)	0.029 8*** (8.08)	0.258 4*** (2.84)	0.203 9*** (4.56)
	观测值	2 160	9 460	2 160	9 460
	R^2	0.279	0.294	0.288	0.219
	组间系数差异 P 值	0.000		0.000	
Panel C		非制造业	制造业	非制造业	制造业
	数智技术	0.009 4** (2.43)	0.047 8*** (10.44)	-0.065 7(-1.03)	0.399 8*** (7.31)
	观测值	1 620	10 000	1 620	10 000
	R^2	0.544	0.257	0.296	0.206
组间系数差异 P 值	0.000		0.000		

五、结论与启示

本文采用沪深 A 股专精特新上市公司 2014—2023 年的数据分析发现:第一,专精特新企业数智技术水平的提升显著促进了其创新效率和创新质量提升,该促进作用具有持续性和稳健性,说明随着传统要素红利逐步减弱,数据要素与智能算法正成为驱动专精特新企业高质量创新的新动能。第二,数智技术通过增强创新能力、优化创新方式和改善创新环境 3 条路径促进专精特新企业创新效率和创新质量提升。具体而言,数智技术通过推动人力资本结构高端化和增强知识吸收能力为专精特新企业创新能力提升提供人才支撑与知识转化基础,通过促进合作创新和突破式创新为专精特新企业创新方式优化提供双轮驱动,通过提高分析师和媒体关注度改善专精特新企业的信息环境和外部监督,进而显著提升专精特新企业的创新效率和创新质量。第三,数智技术显著提升了非国有专精特新企业的创新效率和创新质量,但对国有专精特新企业创新效率的影响不显著,甚至对国有专精特新企业创新质量产生了负向影响;相比东部地区和非制造业专精特新企业,数智技术对中西部地区和制造业专精特新企业创新效率和创新质量的提升作用更大。

基于上述研究结论,本文得出如下启示:第一,企业应加快数智化转型,构建以数智技术驱动的创新体系。积极将数智技术深度嵌入研发、生产与管理全链条,推动数字化、智能化与主营业务的有机融合;完善高技能人才引进与培养机制,通过优化人力资本结构形成技术与人才的双向协同,提升自主创新能力与知识转化效率;依据自身规模、产业属性与技术基础,探索差异化的数智技术应用路径,推动创新模式由“要素驱动”向“技术驱动”转变。第二,行业发展应重视企业协作,完善数智协同与知识共享机制。行业协会和龙头企业应积极构建开放共享的数据生态体系,加快制定统一的数据接口与数据标准,推动行业内的数据开放与共享;建立跨组织协同创新平台,形成“知识共创、技术共享、创新协同”的行业创新生态;强化多主体的技术合作与信息互通,降低中小企业创新成本与试错风险,促进行业整体数智技术水平提升,为企业的持续创新提供制度化支持。第三,政府应优化制度供给,营造良好的数智化创新环境。进一步加大新型基础设施建设投入,完善 5G、工业互联网和算力平台等底层支撑;建立健全数据安全、隐私保护与跨区域数据流通制度体系,促进数据要素在安全合规条件下高效流动和合理配置;实施

差异化的创新支持政策,聚焦“卡脖子”技术与前沿领域,引导专精特新企业积极参与国际标准与全球创新网络建设,推动形成制度与技术良性互动的协同机制,充分释放数智技术对创新发展的赋能作用。

参考文献:

- [1] 江胜名,张本秀,江三良.“专精特新”中小企业发展的态势与路径选择[J].福建论坛(人文社会科学版),2022(8):78-91.
- [2] 刘昌年,梅强.“专精特新”与小微企业成长路径选择研究[J].科技管理研究,2015,35(5):126-130.
- [3] Simon H. Lessons from Germany's midsize giants[J]. Harvard Business Review, 1992, 70(2): 115-123.
- [4] Schenkenhofer J. Hidden champions: A review of the literature & future research avenues[J]. Management Review Quarterly, 2022, 72(2): 1-66.
- [5] Audretsch D B, Lehmann E E, Schenkenhofer J. A context-choice model of niche entrepreneurship[J]. Entrepreneurship Theory and Practice, 2020, 45(5): 1276-1303.
- [6] 董志勇,李成明.“专精特新”中小企业高质量发展态势与路径选择[J].改革,2021(10):1-11.
- [7] 陈强远,林思彤,张醒.中国技术创新激励政策:激励了数量还是质量[J].中国工业经济,2020(4):79-96.
- [8] 王秉.何为数智:数智概念的多重含义研究[J].情报杂志,2023,42(7):71-76.
- [9] 冀云阳,周鑫,张谦.数字化转型与企业创新——基于研发投入和研发效率视角的分析[J].金融研究,2023(4):111-129.
- [10] Wang Z, Liu H. Can intelligent transformation enhance corporate green innovation performance? [J]. Finance Research Letters, 2025: 81107426.
- [11] 谭小芬,钱佳琪.资本市场压力与企业策略性专利行为:卖空机制的视角[J].中国工业经济,2020(5):156-173.
- [12] 竺李乐,吴福象,范衍玮.“专利泡沫”与“创新假象”——国有企业民营化改革及其真实创新产出[J].山西财经大学学报,2021,43(12):82-95.
- [13] 杨国超,芮萌.高新技术企业税收减免政策的激励效应与迎合效应[J].经济研究,2020,55(9):174-191.
- [14] Scherer F M, Harhoff S D. Technology policy for a world of skew-distributed outcomes[J]. Research Policy, 2000, 29(4): 559-566.
- [15] 贺正楚,潘为华,潘红玉,等.制造企业数字化转型与创新效率:制造过程与商业模式的异质性分析[J].中国软科学,2023(3):162-177.
- [16] 杨鹏,尹志锋,孙宝文.企业数字技术应用与创新效率提升[J].外国经济与管理,2024,46(11):51-67.
- [17] 许玉云,王军,王霄飞.智能化转型对制造企业技术创新效率的影响[J].统计与决策,2024,40(10):184-188.
- [18] 钞小静,沈路.创新价值链视角下人工智能技术对制造业企业绿色创新效率的影响[J].经济学动态,2025(4):50-67.
- [19] 张国胜,杜鹏飞.数字化转型对我国企业技术创新的影响:增量还是提质?[J].经济管理,2022,44(6):82-96.
- [20] 丛昊,张春雨.数字技术与企业高质量创新[J].中南财经政法大学学报,2022(4):29-40.
- [21] 王莉娜,郭誉森.数智化和制造企业创新质量——来自中国上市企业的经验证据[J].工业技术经济,2023,42(4):13-23.
- [22] Barney J B. Firm resources and sustained competitive advantage[J]. Journal of management, 1991, 17(1): 99-120.
- [23] 马橙,任曙明,冉晨阳.数据要素对制造业企业创新的影响研究[J].管理学报,2024,21(11):1642-1650.
- [24] 赵宸宇,王文春,李雪松.数字化转型如何影响企业全要素生产率[J].财贸经济,2021,42(7):114-129.
- [25] 王军,周效宇.大数据应用对企业突破性技术创新的影响——知识资源优化路径与知识产权保护的调节作用[J].西部论坛,2025,35(05):45-60.
- [26] Pfeffer J, Salancik G R. The external control of organizations: a resource dependence perspective[M]. New York: Harper and Row, 1978.
- [27] 王伟楠,王凯,严子淳.区域高质量发展对“专精特新”中小企业创新绩效的影响机制研究[J].科研管理,2023,44(2):32-44.
- [28] 王海绒,苏中锋.整合独立研发与合作研发:基于知识治理观点的研究[J].科学学与科学技术管理,2018,39(5):65-75.

- [29] Fleming L, Sorenson O. Technology as a complex adaptive system: evidence from patent data[J]. *Research Policy*, 2001, 30 (7): 1019-1039.
- [30] Wang F. Does the recombination of distant scientific knowledge generate valuable inventions? An analysis of pharmaceutical patents[J]. *Technovation*, 2024, 135: 103085.
- [31] Chang T, Yuan X, Yu H, et al. What is the role of telecommunications infrastructure construction in green technology innovation? A firm-level analysis for China[J]. *Energy Economics*, 2021, 103: 105576.
- [32] Liao X, Shi X R. Public appeal, environmental regulation and green investment: evidence from China[J]. *Energy Policy*, 2018, 119: 554-562.
- [33] 张杰, 郑文平. 创新追赶战略抑制了中国专利质量么? [J]. *经济研究*, 2018, 53 (5): 28-41.
- [34] 曹虹剑, 张帅, 欧阳晓, 等. 创新政策与“专精特新”中小企业创新质量[J]. *中国工业经济*, 2022 (11): 135-154.
- [35] 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, 37 (11): 227-240, 14.
- [36] 张秀娥, 王卫, 于泳波. 数智化转型对企业新质生产力的影响研究[J]. *科学学研究*, 2025, 43 (5): 943-954.
- [37] 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, 40 (4): 28-51.
- [38] 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.
- [39] 李金叶, 李仟茜. 数智化转型如何提升制造业企业竞争力? ——对产业链供应链价值链的赋能机制[J]. *西部论坛*, 2025, 35 (4): 68-82.
- [40] 李鑫, 徐琼, 王核成. 企业数字化转型与绿色技术创新[J]. *统计研究*, 2023, 40 (9): 107-119.
- [41] 杨林, 和欣, 顾红芳. 高管团队经验、动态能力与企业战略突变: 管理自主权的调节效应[J]. *管理世界*, 2020, 36 (06): 168-188, 201, 252.
- [42] 贺小刚, 李婧文, 陈元. 单干还是合作? 家族企业研发决策偏好——来自医药上市公司发明专利的证据[J]. *管理科学学报*, 2025, 28 (5): 20-37.
- [43] 徐照宜, 巩冰, 陈彦名, 等. 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.
- [44] 徐翔, 赵墨非, 李涛, 等. 数据要素与企业创新: 基于研发竞争的视角[J]. *经济研究*, 2023, 58 (2): 39-56.
- [45] 杨浩昌, 刘贤雯, 李廉水. 数智化与企业绿色创新“低质低效”困境破解[J/OL]. *科学学研究*, 1-12 [2025-09-18]. <https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20250918.001>.
- [46] 孙伟增, 毛宁, 兰峰, 等. 政策赋能、数字生态与企业数字化转型——基于国家大数据综合试验区的准自然实验[J]. *中国工业经济*, 2023 (9): 117-135.
- [47] 吴非, 胡慧芷, 林慧妍, 等. 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, 37 (7): 130-144, 10.
- [48] 胡洁, 于宪荣, 韩一鸣. ESG评级能否促进企业绿色转型? ——基于多时点双重差分法的验证[J]. *数量经济技术经济研究*, 2023, 40 (7): 90-111.
- [49] 张梦雨, 马晓钰. 数字基建和创新型产业促进政策如何推动新质生产力发展——“宽带中国”示范城市建设和创新型产业集群试点的政策效应[J]. *西部论坛*, 2025, 35 (1): 1-21.

The Impact of Digital-Intelligent Technology on the Innovation Efficiency and Quality of “Specialized, Refined, Distinctive, and Innovative” Enterprises

ZHAO Tian¹, ZHANG Fa²

(1. School of Economics and Management, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266400, Shandong, China; 2. College of Economics and Management, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Summary: Against the backdrop of high-quality development and the deepening of the Fourth Industrial

Revolution, implementing an innovation-driven strategy has become the primary force leading development. Specialized, refined, distinctive, and innovative (SRDI) enterprises constitute the most dynamic and innovation-oriented group of small and medium-sized enterprises (SMEs) in China's market economy. Their innovation development is directly related to the formation of new quality productive forces and the enhancement of manufacturing competitiveness. However, existing literature is notably scarce in understanding the impact of digital-intelligent technologies on corporate innovation from the dual-dimensional perspectives of efficiency and quality. There is a particular lack of in-depth research on how these technologies exert their influence through the three pathways of influencing enterprise innovation capability, innovation modes, and the innovation environment.

This paper takes SRDI SMEs among Shanghai and Shenzhen A-share listed companies from 2014 to 2023 as a sample to investigate how digital-intelligent technologies affect their innovation development. Empirical findings reveal that the application of digital-intelligent technologies significantly enhances both the innovation efficiency and quality of SRDI enterprises. Specifically, a higher degree of application of cloud computing and artificial intelligence technologies is more conducive to corporate innovation development. The regression results remain robust after considering the substitution of the explained variables, endogeneity concerns, and the policy shock of the national big data comprehensive pilot zones. Further analysis indicates that the promoting effect of digital-intelligent technologies on innovation development exhibits heterogeneous impacts concerning property rights nature, industry attributes, and regional location.

Compared with existing literature, this study advances research in three aspects. First, it refines the conceptualization and measurement of digital-intelligent technologies by constructing a multidimensional technology lexicon and employing multi-block principal component analysis, thereby establishing a tailored and comprehensive measurement system for SRDI enterprises that overcomes prior limitations in index construction. Second, grounded in the intrinsic requirements of high-quality development, it characterizes the corporate innovation performance from both efficiency and quality perspectives, revealing the differentiated effects of digital-intelligent technologies on these two dimensions. Third, it empirically verifies three mediating mechanisms of innovation capability, innovation modes, and the innovation environment, incorporates heterogeneity tests across ownership, industry, and region to uncover the internal logic through which digital-intelligent technologies shape enterprise innovation.

Overall, this study sheds light on the underlying mechanisms through which digital-intelligent technologies drive the innovation development of SRDI enterprises. The findings aid government departments in formulating more targeted policies and measures for digital-intelligent transformation in the process of developing new quality productive forces. This study also provides differentiated digital-intelligent support for enterprises with varying property rights, industry attributes, and regional locations, thereby better guiding SRDI enterprises towards achieving high-quality development.

Keywords: specialized, refined, distinctive and innovative (SRDI); innovation capability; innovation mode; innovation environment; digital-intelligent transformation

CLC number: F273. 1; F276. 3

Document code: A

Article ID: 1674-8131(2026)02-0055-14

(编辑:刘仁芳;朱 艳)