

数字产业集聚与制造业新质生产力

汪晓文 朱国瑞 张子豪

内容提要:新质生产力是当前的热点议题,制造业是国民经济中的重要产业。本文以2011—2022年A股制造业上市公司为研究对象,探究数字产业集聚对加快形成制造业新质生产力的影响。研究发现,数字产业集聚能够提升制造业企业的新质生产力发展水平。机制检验结果表明,实数产业技术融合、专业化分工、供应链协同和产业链效能优化是数字产业集聚加快制造业企业形成新质生产力的重要机制。异质性分析结果显示,数字产业集聚更有助于促进高数据要素利用水平企业而非战略性新兴产业企业的新质生产力发展。门槛效应检验发现,随着数字产业集聚水平的上升,其对加快制造业形成新质生产力的推动作用先增强后减弱。本文的研究为政府通过培育数字产业集群促进制造业高质量发展提供了理论依据与经验参考。

关键词:数字产业集聚 新质生产力 实数产业技术融合 产业链效能 数据要素利用水平

中图分类号:F407

文献标识码:A

文章编号:1000-7636(2025)11-0059-19

一、问题提出

全球化浪潮推进与新一轮科技革命加速演进,共同塑造了复杂多变的世界经济格局,各国竞相争夺未来科技与产业发展的制高点。长期以来,中国经济的高速增长在一定程度上依赖于资源要素的持续投入与低成本竞争优势,随着环境约束日益趋紧和人口红利的消退,这种发展模式已难以为继。推动经济发展由要素驱动向创新驱动转变,改变传统的生产力发展理念,加快培育并形成新质生产力,已成为实现中国式现代化、构筑国际竞争新优势的迫切要求和战略抉择。制造业新质生产力作为新质生产力在行业层面的重要体现,深入探究其快速发展的驱动因素,对于推动制造业转型升级、夯实实体经济根基具有重要的理论与现实意义。

数字经济既是构成新质生产力的主要内容,也是驱动新质生产力发展的关键因素^[1],数字技术的群体性突破与深度融合,能够从发展动力、生产效率和质量效益等多个维度,为新质生产力带来变革性影响。数字产业作为数字经济的重要组成部分和数字技术研发与应用的核心领域,其发展态势与空间布局受到高度

收稿日期:2025-02-28;修回日期:2025-10-07

基金项目:国家社会科学基金后期资助项目“中间产品创新赋能传统制造业低碳转型研究”(23FJLB017);兰州大学人工智能+哲学社会科学专项课题“人工智能促进先进制造业和现代服务业深度融合发展研究”(LZUAIYJZD03);甘肃省科技计划项目“加快甘肃推动河西走廊新能源产业提质增效的路径选择”(24JRZA144)

作者简介:汪晓文 兰州大学经济学院教授、博士生导师,兰州,730000;

朱国瑞 兰州大学经济学院硕士研究生,通信作者;

张子豪 国新保理(海南)有限公司中级经济师,海口,570100。

作者感谢匿名审稿人的评审意见。

重视。数字产业具有技术密集的特征,能够通过知识外溢、示范效应等多种途径赋能企业技术研发与创新活动,产业集聚则能进一步放大这种学习效应,形成协同创新的良好生态,从而为企业加快形成新质生产力提供强劲动力。制造业是中国国民经济的主体,也是创新发展的主战场^[2],本身就具有较高的数字化适应性,但近年来其关键核心技术面临较为严重的“卡脖子”问题^[3]。数字产业集聚是否会影响制造业企业新质生产力的发展?技术融合、企业内部分工和外部协同在其中发挥何种作用,这种影响是否会因企业自身的要素利用能力和产业特性而呈现异质性?影响效应是否存在最优的集聚区间?这些问题有待于深入探究。

与现有研究相比,本文的边际贡献可能存在于以下几个方面:(1)将数字产业集聚与企业新质生产力发展水平纳入同一分析框架,并构建指标体系评价企业新质生产力发展水平,为相似研究提供变量测量参考;(2)对实数产业技术融合进行衡量,为今后开展实数融合的研究提供思路,并从技术融合和产业链效能优化的视角出发讨论影响机制,丰富加快企业形成新质生产力的路径;(3)揭示数字产业集聚与制造业企业新质生产力发展间的非线性关系,对不同地区制定不同力度的数字产业集群政策具有重要参考价值。

二、文献综述

(一) 数字产业集聚相关研究

关于数字产业集聚,现有文献大多关注其区域差异、动态演化特征、影响因素和集聚效应。

首先,聚焦于数字产业集聚的区域差异和动态演化。李栋等(2023)发现数字产业集聚水平在全国范围内随时间提高,在东部地区和中西部地区却分别呈现逐年下降和逐年上升的相反变化趋势,东高西低的差距在一定程度上缩小,但基本格局未能发生扭转^[4]。

其次,聚焦于数字产业集聚的影响因素。孙娜等(2024)认为市场化水平和科技投入等因素会对数字产业集聚产生明显的驱动作用^[5]。叶堂林等(2023)发现城市间创新互动水平、城市科技资本投入和科技成果储量对数字产业集聚的正向影响在不同地区和行业间存在差距^[6]。还有学者强调创新和工业4.0政策在数字产业集聚中发挥的核心作用^[7]。

最后,聚焦于数字产业的集聚效应。焦焘等(2023)研究发现数字产业集聚有利于促进城市绿色经济效率提升^[8]。王等人(Wang et al.,2024)认为数字产业集聚对绿色创新的促进作用具有显著的正向空间溢出效应,且受到政府创新偏好的正向调节^[9]。此外,赵佳丽和吴榕(2024)研究了数字产业和制造业协同集聚与创新效率的时空分异特征,发现两产业协同集聚不仅能推动本地区创新效率提升,还对邻近地区产生正向溢出效应^[10]。

(二) 新质生产力相关研究

新质生产力相关研究可分为定性研究和定量研究。定性研究主要从新质生产力的内涵特征、形成机制、实践路径等方面展开,如李晓华(2023)将新质生产力的特征划分为数字化和绿色化的时代特征以及高发展质量、新产业链条和颠覆性创新驱动的一般性特征,并从产业基础和未来布局的角度分析了新质生产力的形成机制^[11];蒋永穆和乔张媛(2024)强调新质生产力中“新”和“质”的结合,并围绕核心技术研发、新要素培育和现代化产业体系建设等领域概括了形成新质生产力的路径^[12]。部分学者强调数字经济是推动新质生产力发展的重要引擎,如石建勋和徐玲(2024)指出新质生产力的发展必须依靠数字经济带动,主张打造数字产业集群^[13];张任之(2024)认为数字平台企业高质量发展不仅是中国数字经济发展的关键引擎,也是培育和发展新质生产力的重要驱动力^[14]。

定量研究主要是测量新质生产力的发展水平并将其纳入实证模型进行分析,如韩文龙等(2024)发现发

展新质生产力能够通过提高创新要素配置效率和产业国际竞争力促进经济增长^[15];徐波等(2024)指出新质生产力发展能够增强市场竞争力、提高劳动生产率,从而促进资源合理配置^[16]。其中部分学者定量分析了数字经济对新质生产力发展的影响,如吴文生等(2024)以长三角城市为样本,发现数字经济可以促进就业结构优化,从而提升新质生产力发展水平^[17];杨芳等(2024)认为数字化转型能够提升内控质量和绿色创新水平,进而促进企业新质生产力的发展^[18]。

(三) 文献评述

通过梳理相关文献,可以发现已有很多学者进行了新质生产力的定性和定量研究,其中大部分研究均强调了数字经济在赋能新质生产力发展过程中的重要作用,包括数字化转型、数字经济发展综合指数和数字普惠金融等数字经济相关变量对新质生产力发展水平的影响。数字产业是数字经济的关键组成部分和发展载体,已有学者定性分析了数字产业化和产业数字化对于加快形成生产力的关键作用^[13]。数字产业集聚是一种数字产业发展壮大的常见方式,现有研究主要关注其在促进绿色发展和技术创新等方面发挥的作用,却很少定量分析其与新质生产力发展之间的关系,特别是分析数字产业的集聚效应如何通过微观机制对制造业企业的新质生产力发展产生影响。因此,本文研究数字产业集聚如何加快制造业企业形成新质生产力,期望能在一定程度上丰富新质生产力的相关文献,并为地方政府因地制宜地推进数字产业集群建设、有效赋能制造业高质量发展提供有针对性的政策建议。

三、理论分析与研究假设

新经济地理理论认为,产业并不独立存在,产业集聚的地区通常存在一定的区位优势,而产业集聚又能进一步带动地区要素的集中,区位优势和产业集聚之间存在着相互促进的循环因果积累关系^[19]。数字产业集聚往往会增强地区的人才和基础设施建设优势,从而影响新质生产力的发展。同时,外部性理论认为产业集聚会产生技术溢出效应和信息传递效应,其中技术溢出效应能促进产业间的技术融合,信息传递效应则能降低交易成本,促进专业化分工和供应链协同,从而优化产业链效能,数字产业集聚作为产业集聚的一种特定形式,也会通过技术溢出和信息传递等外部性促进实数产业技术融合和产业链效能优化,进而影响新质生产力发展水平。因此本文以新经济地理理论和外部性理论为基础,从区位优势、技术溢出和信息传递的角度入手展开理论分析。

(一) 数字产业集聚影响制造业形成新质生产力

新质生产力是以科技创新为主导的先进生产力质态。制造业作为实体经济的主体,其新质生产力的形成,本质上是企业利用新技术对劳动者、劳动资料与劳动对象进行系统性重塑的过程。数字产业集聚构建富含的数据资源以及先进技术与高端人才的区域性创新生态,这为制造业企业形成新质生产力提供有利的条件,具体体现在以下方面:

首先,数字产业集聚降低制造业企业获取与利用数字技术关键要素的门槛和成本。新质生产力的形成高度依赖对外部信息的挖掘与清洗,以支持精准的创新决策与高效的研发过程^[20],但传统制造业企业通常缺乏独立构建大规模数据处理与分析能力的内在动力和资源。数字产业在地理空间上的集聚,为邻近的制造业企业提供近在咫尺、选择多元的“信息技术服务池”,极大降低寻求技术合作过程中的信息不对称、谈判监督与物流协调成本^[21],使其便捷、低成本地获取生产与技术研发所需的关键外部信息,并帮助企业将沉睡的原始数据资源转化为可驱动决策、可参与生产的高价值数据资产,为制造业企业开展以数据驱动为特征的技术创新提供支撑,提升新质生产力的发展水平。

其次,数字产业集聚会产生显著的“人才池”效应,为制造业发展新质生产力注入核心的“新劳动者”要素。数字产业是知识和技术密集型产业,其发展不仅依赖信息通信技术人才,更离不开进行技术创新、商业模式探索与管理变革的创新型与管理型人才。数字产业集聚的地区会成为高素质、高技能人力资本的“引力中心”^[19],而人力资本积累是促进技术进步与提升全要素生产率的关键途径,邻近制造业企业更容易“共享”宝贵的人才资源,一方面吸纳创新型人才,专注于研发新技术、新工艺与新产品,在关键核心技术领域进行攻坚,解决“卡脖子”难题;另一方面引入管理型人才,构建现代化的企业治理体系与精益运营模式,全面提升生产效率和产品质量。制造业企业对高端人力资本可获得性与利用效率的提升,强化了新质生产力中最活跃的“劳动者”维度。

再次,数字产业集聚强化面向制造业的知识溢出效应,加速创新思想的碰撞与融合。根据集聚经济理论,产业集聚能够通过正式与非正式的交流渠道,加强企业间的知识溢出。这种溢出不仅存在于同一产业内部(MAR 外部性),也发生在不同产业之间(Jacobs 外部性),二者均对技术创新具有重要推动作用^[22]。数字产业集聚作为一种高技术的多样化集聚,能够在一定程度上拉近数字企业与制造业企业间的地理和心理距离。数字企业通过技术交流、知识共享、联合研发、人员流动等方式,向制造业企业渗透先进的企业管理理念、敏捷开发经验和用户导向的互联网思维。这种跨界知识的注入,有助于激发制造业企业的工艺创新灵感与产品创意,推动其研发活动从传统的技术改进迈向模式创新,提升其新质生产力的“创新内涵”。

最后,数字产业集聚倒逼并提升区域数字基础设施能级,为制造业新质生产力提供坚实的“新劳动资料”基础。数字产业的生存与发展高度依赖高速宽带网络、云计算平台、大数据中心和物联网等先进的设施,这类设施是数字产业发展的“硬环境”与先决条件。数字产业规模化集聚形成的强大的市场需求与政策诉求,将推动地区大幅提升信息化建设水平。完善的数字基础设施具有强大的正外部性,有助于制造业企业装备新质生产力发展所需的“新劳动资料”,增强市场信息与技术信息可得性,拓展创新边界、提高创新质量与效率,为企业数字化转型提供底层支撑^[23]。同时,高效的通信技术还能改善制造业企业间的资源配置效率,赋能关键核心技术的协同攻关与突破。基于此,本文提出如下假设。

H1:数字产业集聚能够提升制造业企业新质生产力的发展水平。

(二) 影响机制分析

1. 技术融合效应

技术融合是不同部门共享技术基础的过程,主要发生在信息通信技术领域,其实质是技术扩散。已有研究发现产业集聚能够畅通技术扩散渠道、提升技术扩散意愿并增加技术扩散的可能性,从而改善技术扩散的效果^[24],且技术扩散不仅局限于同一产业,产业间技术溢出也是产业集聚条件下技术扩散的一种重要形式。产业的发展需要空间,但地区的发展空间有限,因此产业集聚会增大城市产业密集度,拉近相同产业和不同产业企业之间的距离,造成企业间的地理邻近,而地理邻近有助于产业内外技术人员相互沟通学习,推广和运用各类新技术,促进产业间技术扩散^[25]。

实数产业技术融合是指实体经济产业与数字经济产业在技术层面的深度结合,数字产业集聚会让制造业和数字产业间出现地理邻近,制造业企业更容易通过研发合作、技术培训、技术互换、技术咨询和技术并购等技术扩散方式主动向数字产业学习计算机辅助设计、远程监控和在线维护等先进数字技术,并将其应用到产品设计、生产、管理和服务环节,实现数字化设计、智能化生产和个性化定制服务等多种实数产业技术融合形式,提升实数产业技术融合水平。而实数产业技术融合可以提升企业的创新质量和产品竞争力,推动企业创新变革,从而加快制造业企业形成新质生产力。基于此,本文提出如下假设。

H2:数字产业集聚能够促进实数产业技术融合,从而加快制造业企业形成新质生产力。

2. 产业链效能优化效应

(1)专业化分工。产业链是相关企业共同参与生产某种产品或提供某种服务的过程,企业可以通过垂直一体化的方式协调其内部产业链结构,将业务向产业链上游或下游延伸,也能通过专业化分工的方式调整内部产业链结构,将业务集中于产业链上某一环节,在擅长的领域发挥优势,两种方式的目的都是优化企业内部产业链的运作效能,从而提升竞争优势。交易费用理论认为,企业选择专业化分工还是垂直一体化,取决于市场交易成本和内部管控成本之间的比较,前者更大时企业愿意进行垂直一体化,而后者更大时企业倾向于进行专业化分工^[26]。

数字产业集聚将会带动数字基础设施建设,增强地区信息储存、传播和扩散的能力,让制造业企业在更大范围内筛选交易对象,增强订立合约时对另一方信息的了解程度,降低市场交易的搜寻成本和合约成本^[27],同时帮助企业实时关注交易对象的履约情况,及时制止对方可能产生的失信行为,降低市场交易的监督成本,这些成本的降低会让外部交易成本小于内部管控成本,使制造业企业在优化产业链协同时更倾向于选择专业化分工而非垂直一体化。而专业化分工能够让制造业企业专注于细分市场,更好地理解客户需求并提供更高质量的定制化产品和服务,增加特定领域和相应生产环节的创新投入^[28],从而实现技术创新和工艺改进,提升新质生产力的发展水平。基于此,本文提出如下假设。

H3:数字产业集聚能够促进专业化分工,从而加快制造业企业形成新质生产力。

(2)供应链协同。作为优化产业链效能的方式之一,供应链协同是指企业通过资源配置优化、流程管理和技术应用,以最低的物流成本和时间成本快速响应市场需求,从而增强自身竞争优势。数字产业集聚能够带动地区网络快速发展,并向企业传递先进的数字技术,从而促进供应链协同,具体表现在以下几个方面:

首先,制造业企业可以利用数字技术收集和分析下游企业的历史交易数据,实时监控下游企业的库存水平和物流信息,准确预测下游市场的需求变化并及时调整生产计划,从而优化库存管理并有效降低库存容量^[29],并及时向更上游的制造业供应商传递需求信息,减弱传统模式下供需信息不匹配造成产能偏移量向供应链上游逐渐放大的“牛鞭效应”^[30],提高制造业整体的供应链协同水平。

其次,高速网络的发展让供应链中各参与方随时共享信息并高效沟通,制造业企业的客户能够快速搜寻潜在供应商的资质信息并比较不同厂商的产品价格,降低搜寻成本,还可以通过数字技术实时检查上游制造业企业的产品质量并评估交易对象的信用状况,从而降低监督成本^[31]。交易成本的降低让客户不愿轻易更换其认为合适的制造业供应商,这些企业同样不愿轻易更换更上游的制造业供应商,为整个供应链带来稳定的供需关系。而稳定的供应链关系能够加深各环节间的合作,提高供应链的响应速度和灵活性,从而提升供应链协同水平。

最后,不同于供应链同一环节企业的横向竞争关系,上下游企业为了共同满足最终客户的需求,通常在供应链中扮演不同角色,上游企业通过向下游提供产品的方式传递自身的技术知识,下游企业为了实现产品技术的协同和兼容,也会向上游供应商传递技术知识^[32]。信息技术的渗透将进一步加深制造业企业与上下游企业间的技术交流,还能帮助下游企业精准刻画终端客户并将其个性化定制需求逐级传递给上游供应商,对制造业企业的生产技术水平提出考验^[33],逼迫其与上下游企业进行更紧密的产品技术对接和纵向合作创新,提高供应链协同水平。

供应链协同水平的提升有助于制造业企业灵活调整生产,在提高资源利用效率的同时稳定现金流量,为生产技术研发和新兴业务拓展提供资金支持,推动新技术的创新和应用,从而加快形成新质生产力。基于此,本文提出如下假设。

H4:数字产业集聚能够促进供应链协同,从而加快制造业企业形成新质生产力。

数字产业集聚不仅使制造业企业通过专业化分工实现产业链单一环节的提质增效,还利用数字技术对产业链上下游关系进行系统性重塑,使产业链整体效能增强,为技术创新和要素组合方式跃迁奠定基础,有助于企业发展新质生产力。基于此,本文提出如下假设。

H5:数字产业集聚能够优化产业链效能,从而加快制造业企业形成新质生产力。

四、实证设计

(一) 样本选取与数据来源

本文选择 2011—2022 年 A 股制造业上市公司为观测对象,剔除计算机、通信和其他电子设备制造业等属于数字产业的企业,剔除 ST、*ST 公司以及上市状态为终止、暂停和退市的公司,并将剩余企业的数据按照其所属城市和年份与中国 285 个地级市历年的数字产业集聚水平进行匹配,最终得到 16 587 条研究样本数据。本文的数据主要来源于深圳希施玛数据科技有限公司 CSMAR 中国经济金融研究数据库、《中国城市统计年鉴》和《中国高技术产业统计年鉴》。

(二) 模型设定

1. 基准回归模型

为了验证假设 H1,设定基准回归模型如下:

$$Force_{i,r,t} = \alpha + \beta Agglo_{r,t} + X'_{i,r,t} \delta + \mu_i + \nu_t + \psi_r + \varepsilon_{i,r,t} \quad (1)$$

式(1)中, $Force$ 代表被解释变量新质生产力, $Agglo$ 代表解释变量数字产业集聚,下标 i 、 r 和 t 分别代表企业、城市和年份, X' 代表全部控制变量向量, μ 为个体固定效应, ν 为年份固定效应, ψ 为城市固定效应, ε 为随机误差项。

2. 机制效应模型

为了研究解释变量对被解释变量的影响机制,参考已有文献^[34]的做法,重点识别解释变量对机制变量的影响,设定模型如下:

$$Mediator_{i,r,t} = \alpha + \beta Agglo_{r,t} + X'_{i,r,t} \delta + \mu_i + \nu_t + \psi_r + \varepsilon_{i,r,t} \quad (2)$$

式(2)中, $Mediator$ 代表不同的机制变量,其他变量的名称与衡量方式与前文一致。

(三) 变量说明

1. 被解释变量

本文的被解释变量为新质生产力发展水平($Force$)。构成生产力体系的三个要素是劳动者、劳动资料和劳动对象,因此本文从这三个维度构建指标体系,采用熵值法衡量企业的新质生产力发展水平。具体过程如下:第一步,选择制造业企业作为计算新质生产力发展水平的样本。第二步,确定不同维度的指标构成。其中,劳动者由新劳动力比例、新劳动力结构和新劳动力素质组成,劳动资料由新生产工具研发、物质生产资料 and 无形生产资料组成,劳动对象由生态环境和物化劳动组成。基于新质生产力的创新内涵^[35],选择研发人员作为新劳动力在企业层面的代理变量,用其占比及学历结构衡量新劳动力比例和结构,并用其受教育程度、创新能力和薪酬水平衡量新劳动力素质。考虑到新生产工具研发在劳动资料上的费用主要是研发过程中的硬件投入,用研发折旧摊销占比、租赁费占比和直接投入占比对其进行衡量;物质生产资料主要包括机械加工设备和运输工具等固定资产,因此用固定资产占比来衡量;无形生产资料主要包括知识产权等

无形资产和企业的技术专利,分别用无形资产占比和发明专利授权来衡量。制造业企业在生产中能够通过绿色创新、增强环保意识和减少碳排放对环境造成改变,所以分别用绿色创新质量、环境保护力度和碳排放量衡量劳动对象中的生态环境指标,其中碳排放量越高,企业的环境保护能力越弱,故在衡量时使用其倒数;同时本文将物化劳动作为劳动对象的一项子指标,并用制造费用占比来衡量。第三步,用熵值法计算获得各指标权重并形成指标体系,结果如表 1 所示。

表 1 新质生产力发展水平指标体系 1

维度	要素	分项指标	指标说明	权重/%
劳动者	新劳动力比例	研发人员占比	研发人员数/员工人数	9.253 2
		研发人员学历结构	研发人员中研究生及以上学历占比	6.948 3
		受教育程度	研发人员平均受教育年限	6.548 7
		创新能力	研发人员人均发明专利申请量	9.753 0
		薪酬水平	研发人员平均薪酬/员工平均薪酬	8.247 3
劳动资料	新生产工具研发	研发折旧摊销占比	研发费用-折旧摊销/营业收入	5.551 4
		研发租赁费占比	研发费用-租赁费/营业收入	3.948 8
		研发直接投入占比	研发费用-直接投入/营业收入	6.245 5
	物质生产资料	固定资产占比	固定资产/资产总额	4.752 1
	无形生产资料	无形资产占比	无形资产/资产总额	4.248 4
劳动对象	生态环境	发明专利授权	获得授权的发明专利数+1 后取自然对数	8.753 7
		绿色创新质量	绿色发明专利申请数+1 后取自然对数	6.851 6
		环境保护力度	华证 ESG 评级中的 E 得分	6.398 6
	物化劳动	碳排放量倒数	行业主营成本/(企业主营成本×行业能源消耗总量×二氧化碳折算系数)	4.951 0
		制造费用占比	制造费用总额/总成本	7.548 4

2. 解释变量

本文的解释变量为数字产业集聚(*Agglo*)。由于数字经济具有高渗透性,目前学术界对数字产业具体边界的认定并未达成一致,但多数学者认为数字产品制造业和数字技术服务业是数字经济的主要产业^[36]。本文借鉴《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》的划分标准,用信息传输、计算机服务和软件业以及计算机、通信和其他电子设备制造业代表数字产业,在此基础上使用区位熵测量城市的数字产业集聚水平:

$$Agglo_{i,t} = \frac{Dig_{i,t}/Emp_{i,t}}{\sum Dig_{i,t} / \sum Emp_{i,t}}$$

(3)

其中,*Dig_{i,t}* 表示 *i* 城市 *t* 时期数字产业从业人数,*Emp_{i,t}* 表示 *i* 城市 *t* 时期就业人数。

3. 机制变量

(1)实数产业技术融合。相比数实融合,实数融合强调实体经济应充分发挥主观能动性,更积极主动与数字经济相结合。本文在实数融合基础上,用实数产业技术融合表示实体产业主动与数字产业进行技术融合的行为。

本文采用如下步骤衡量实数产业技术融合:第一,根据《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》明确

数字产品制造业的统计范围,将其从A股制造业上市企业中剔除,确保仅以实体经济产业为主体进行专利数据统计,以此来凸显实体企业进行“实数产业技术融合”的主动性。第二,使用国际专利分类号(IPC)的四级分类号对企业专利数据库中的技术专利申请数据进行识别,并将识别结果与《关键数字技术专利分类体系(2023)》进行对照,筛选出属于量子信息、元宇宙、区块链、工业互联网、人工智能、物联网和高端芯片等7个关键数字技术领域的专利申请。第三,将各实体企业在关键数字技术领域的专利申请量汇总到年份层面,得到实数产业技术融合数量,加1取自然对数后作为实数产业技术融合指标(*Conver*)。

(2)专业化分工。本文参考范子英和彭飞(2017)^[37]的研究,用修正的价值增值法衡量企业的垂直一体化水平(*VAS*),并剔除超出 $[0,1]$ 范围的测量结果:

$$\begin{aligned} VAS &= \frac{\text{增加值} - \text{税后净利润} + \text{正常利润}}{\text{主营业务收入} - \text{税后净利润} + \text{正常利润}} \\ &= \frac{\text{增加值} - \text{税后净利润} + \text{净资产} \times \text{平均净资产收益率}}{\text{主营业务收入} - \text{税后净利润} + \text{净资产} \times \text{平均净资产收益率}} \end{aligned} \quad (4)$$

其中,增加值为销售额减去采购额:

$$\begin{aligned} \text{增加值} &= \text{主营业务收入} - (\text{购买商品、接受劳务支付的现金} + \text{期初预付款} - \text{期末预付款} + \\ &\quad \text{期末应付款} - \text{期初应付款} + \text{期末应付票据} - \text{期初应付票据}) \div \\ &\quad (1 + \text{采购商品的增值税率}) + \text{期末存货} - \text{期初存货} \end{aligned} \quad (5)$$

本文设定专业化分工(*SDL*)是垂直一体化的反向指标,计算方式如下:

$$SDL = 1 - VAS \quad (6)$$

(3)供应链协同。本文参考莫迪和马贝尔(Modi & Mabert, 2010)^[38]的研究,使用存货周转率衡量供应链协同(*SCC*):

$$SCC = \frac{\text{营业成本}}{\text{存货净额平均余额}} \quad (7)$$

(4)产业链效能。专业化分工和供应链协同水平的提升都能帮助企业优化产业链效能,因此本文用二者相乘的结果来衡量产业链效能(*ICE*):

$$ICE = SDI \times SCC \quad (8)$$

4. 控制变量

本文选择企业规模(*Size*)、年龄(*Age*)、成长性(*Growth*)、资产收益率(*Roa*)、资产负债率(*Lev*)、现金流量(*Cashflow*)、流动比率(*Liquid*)、股权集中度(*Top10*)、董事会独立性(*Indep*)和股权性质(*Nature*)为企业层面控制变量,选择城市经济发展水平(*GDP*)为地区层面控制变量。各变量的衡量方式如表2所示。

(四)描述性统计

主要变量的描述性统计结果^①显示,新质生产力发展水平(*Force*)的均值为5.3673,与现有文献的计算结果差别不大,说明本文被解释变量的测量指标体系具备一定合理性。*Force*的标准差为2.5137,最小值为0.4556,最大值为27.6341,最值差异明显且标准差较大,说明中国不同企业间新质生产力发展不均衡,大部分制造业企业具备很大的新质生产力发展空间。其余变量大多呈现最大值高、均值低、标准差高的特征,说明所选的样本覆盖范围较广,满足研究条件。

① 限于篇幅,省略描述性统计具体结果,留存备案。

表 2 控制变量的测量方式

变量类别	变量	衡量方式
企业层面	Size	年末总资产的自然对数
	Age	当前日期与企业初始日期的差值取对数
	Growth	营业收入增长率
	Roa	净利润/总资产平均余额
	Lev	总负债/总资产
	Cashflow	经营活动现金流量净额/总资产
	Liquid	流动资产/流动负债
	Top10	前十大股东持股量/总股数
	Indep	独董人数/董事人数
	Nature	国有企业记为 1, 否则为 0
	GDP	城市实际地区生产总值的自然对数
地区层面		

表 3 基准回归结果

变量	(1)	(2)
Agglo	0.334 2*** (0.019 3)	0.231 6*** (0.052 1)
Size	0.251 3*** (0.018 6)	0.128 2*** (0.019 4)
Age	-0.200 4*** (0.030 1)	-0.308 2*** (0.029 5)
Growth	0.347 4*** (0.047 0)	0.295 0*** (0.043 6)
Roa	-3.764 2*** (0.338 0)	-2.553 9*** (0.323 1)
Lev	-1.663 8*** (0.137 1)	-1.011 5*** (0.135 3)
Cashflow	4.207 1*** (0.295 3)	2.995 4*** (0.284 6)
Liquid	-0.088 5*** (0.007 7)	-0.063 0*** (0.008 1)
Top10	-0.014 7*** (0.001 2)	-0.013 5*** (0.001 4)
Indep	0.012 1*** (0.002 8)	0.011 5*** (0.003 0)
Nature	0.440 7*** (0.043 0)	0.568 1*** (0.045 8)
GDP	0.128 1*** (0.018 0)	-0.082 0 (0.456 5)
常数项	-0.475 7 (0.410 2)	1.343 2 (2.485 0)
个体固定效应	未控制	控制
时间固定效应	未控制	控制
城市固定效应	未控制	控制
样本量	16 587	16 587
$\overline{R}^2$	0.828 5	0.807 2

注：*、**和***分别代表 10%、5%和 1%的显著性水平，小括号内为稳健标准误。后表同。

五、实证结果与分析

(一) 基准回归

本文采用固定效应模型进行基准回归,结果如表 3 所示。表 3 列(1)未控制固定效应,列(2)控制企业、时间和城市固定效应,Agglo 的回归系数都在 1%的水平上显著为正,说明数字产业集聚能提升制造业企业新质生产力的发展水平,初步验证了 H1。

(二) 内生性分析

1. 工具变量法

本文研究城市层面的数字产业集聚对企业新质生产力发展水平的影响,并进一步缩小样本范围,将观测对象锁定为制造业企业,能在一定程度上削弱内生性问题,但新质生产力发展水平较高的企业所在城市通常也拥有较高的经济发展水平,容易吸引数字产业进入该城市形成集聚,因此不能完全排除解释变量与被解释变量间的反向因果关系。

光缆线路主要用于长距离通信,是信息网络的组成部分和连接不同地区的通信设施,其密度能在一定程度上代表地区的信息传递水平,历史上光缆线路密度较大的城市也可能是信息流通程度较高的城市,而信息快速流通是数字产业发展的基础条件,也是吸引数字产业集聚的区位因素之一,从这个角度看,光缆线路密度符合作为工具变量的相关性条件。同时,光缆线路密度发生变化的时间基本集中于 2010 年以前,在 2015 年后中国大部分城市的光缆线路覆盖率已接近饱和水平并基本定型,目前各城市间的光缆线路密度差异也并不明显,而企业新质生产力的形成和发展主要出现于 2015 年之后,其与光缆线路

密度之间存在即时影响关系的可能性很小,且相对于数字产业集聚带来的知识和技术溢出效应,历史上光缆线路密度难以直接影响当前制造业企业的新质生产力发展水平;此外,本文的研究对象为剔除计算机、通信和其他电子设备制造业等同属于数字产业样本后的制造业企业,这些企业多采用传统的生产技术,在受到数字产业集聚带来的技术扩散效应影响前并不依赖信息技术开展主营业务,也基本不受到光缆线路密度的影响,从这个角度看,长途光缆线路密度符合作为工具变量的外生性条件。2006年以后中国数字产业数量逐渐增加并开始形成集聚,且历史上各城市的长途光缆线路密度是截面数据,因此本文参考纳恩和钱(Nunn & Qian, 2014)^[39]的研究,使用2006年各城市长途光缆线路密度(和个体有关)与全国数字经济企业数量(和时间有关)的交互项,作为数字产业集聚的工具变量(记为 IV),并用工具变量-两阶段最小二乘(IV -2SLS)法进行检验,结果见表4。

表4列示了第一阶段和第二阶段的回归结果。第一阶段 IV 的回归系数显著为正,说明工具变量符合相关性条件,同时 F 值、Kleibergen-Paap rk LM 、Kleibergen-Paap Wald rk F 的结果通过了弱工具变量和工具变量识别不足的测试。第二阶段 $Agglo$ 的回归系数显著为正且通过了工具变量外生性检验,证明考虑内生性问题后假设H1依然成立。

2. 动态面板广义矩估计分析

为了进一步解决内生性问题,本文引入被解释变量的一阶滞后项作为解释变量,构建动态面板回归模型并使用两步系统-广义矩估计(SYS - GMM)估计方法进行检验,具体模型如下:

$$Force_{i,j,r,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Force_{i,j,r,t-1} + \beta Agglo_{r,t} + \delta X_{i,j,r,t} + \mu_i + \nu_t + \eta_j + \psi_r + \varepsilon_{i,j,r,t} \tag{9}$$

其中, $Force_{i,j,r,t-1}$ 为被解释变量的一阶滞后项, $\varepsilon_{i,j,r,t}$ 为随机误差项,该模型的回归结果如表4所示。最后一列中 $LForce$ 和 $Agglo$ 的回归系数在1%水平下显著为正,进一步验证了假设H1;AR(1)检验的 P 值小于0.1,AR(2)检验和Sargan检验的 P 值大于0.1,说明存在二阶序列相关和过度识别问题的可能性较小。

表4 内生性分析回归结果

变量	2SLS		动态面板 GMM
	第一阶段	第二阶段	
$Agglo$		0.432 6 *** (0.042 0)	0.121 1 *** (0.040 0)
IV	36.446 2 *** (4.459 6)		
常数项	-0.684 6 (0.688 6)	2.031 9 (0.461 6)	1.063 3 (0.370 0)
$LForce$			0.922 4 *** (0.055 7)
控制变量	控制	控制	控制
第一阶段 F 值	66.780 2		
Kleibergen-Paap rk LM	0.001 9	0.002 2	
Kleibergen-Paap Wald rk F	66.780 0 [16.380 0]	66.775 0 [16.380 0]	
AR(1)			0.007 4
AR(2)			0.145 2
Sargan 检验			0.242 5
样本量	16 538	16 538	13 898

注:方括号内为弱工具变量检验在10%水平下的临界值。

(三) 稳健性检验

1. 替换被解释变量

人工智能是新质生产力发展的重要引擎,可以通过模拟、延伸和拓展人的智能来辅助或替代员工进行各种自动化重复性的生产活动,提升企业的生产效率。因此,本文在表 1 的基础上,在劳动资料维度增加人工智能这一要素,用年报关注度、管理层关注度和人工智能专利三项指标对其进行衡量,同时用污染排放量倒数代替生态环境要素中的碳排放量倒数,构建新指标体系如表 5 所示,利用熵值法重新计算各指标权重并测量制造业企业的新质生产力发展水平(*Force2*)。

表 5 新质生产力发展水平指标体系 2

维度	要素	分项指标	指标说明	权重/%
劳动者	新劳动力比例	研发人员占比	研发人员数/员工人数	12.116 3
	新劳动力结构	研发人员学历结构	研发人员中本科及以上学历占比	12.261 8
	新劳动力素质	受教育程度	研发人员平均受教育年限	2.990 5
		创新能力	研发人员人均发明专利申请量	4.586 4
		薪酬水平	研发人员平均薪酬/员工平均薪酬	7.905 1
劳动资料	新生产工具研发	研发折旧摊销占比	研发费用-折旧摊销/营业收入	5.444 6
		研发租赁费占比	研发费用-租赁费/营业收入	4.901 2
		研发直接投入占比	研发费用-直接投入/营业收入	3.972 8
	物质生产资料	固定资产占比	固定资产/资产总额	6.718 1
	无形生产资料	无形资产占比	无形资产/资产总额	4.527 7
	人工智能	发明专利授权	获得授权的发明专利数+1 后取自然对数	4.396 2
		年报关注度	年报中人工智能关键词总词频对数	1.888 3
		管理层关注度	管理层讨论与分析(MD&A)中人工智能总词频对数	1.765 7
		人工智能专利	人工智能专利数量+1 后取对数	2.448 2
	劳动对象	生态环境	绿色创新质量	绿色发明专利申请数+1 后取自然对数
环境保护力度			华证环境、社会与治理(ESG)评级中的 E 得分	4.764 1
污染排放量倒数			将四种污染物排放量折算成统一的污染当量数加总后+1 取对数 ^[40] ,再取倒数	3.967 4
物化劳动		制造费用占比	制造费用总额/总成本	10.257 6

新质生产力以全要素生产率的大幅提升为核心标志,因此本文参考鲁晓东和连玉君(2012)^[41]的方法,分别使用 OP、LP 和 GMM 法测量企业全要素生产率(*TFP_OP*、*TFP_LP* 和 *TFP_GMM*),并与重新测量后的新质生产力发展水平(*Force2*)一同替换原被解释变量,再次回归结果如表 6 所示,进一步证明了假设 H1。

表 6 替换被解释变量的稳健性检验回归结果

变量	<i>Force2</i>	<i>TFP_OP</i>	<i>TFP_LP</i>	<i>TFP_GMM</i>
<i>Agglo</i>	0.339 5 ***	0.012 3 ***	0.008 2 ***	0.008 7 ***
	(0.025 1)	(0.003 4)	(0.003 0)	(0.003 2)

表6(续)

变量	Force2	TFP_OP	TFP_LP	TFP_GMM
常数项	0.136 8 [*] (0.065 2)	1.1552 [*] (0.062 3)	0.975 9 ^{**} (0.029 7)	0.955 3 [*] (0.061 1)
控制变量	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制	控制
样本量	16 393	16 393	16 393	16 393
$\overline{R^2}$	0.702 1	0.729 3	0.837 8	0.852 2

2. 替换核心解释变量

主营业务收入能够在一定程度上代表特定行业企业的经济活动强度,本文在原有对数字产业边界认定的基础上,将式(3)中的从业人数替换为主营业务收入,并使用区位熵重新测量城市的数字产业集聚水平(*Concent*):

$$Concent_{i,t} = \frac{DMBI_{i,t}/MBI_{i,t}}{\sum DMBI_{i,t}/\sum MBI_{i,t}}$$

(10)

其中,*DMBI_{i,t}*表示*i*城市*t*时期数字产业的主营业务收入,*MBI_{i,t}*表示*i*城市*t*时期所有产业的主营业务收入。本文用重新测算后的结果替代原解释变量再次进行回归,结果如表7所示,结论与前文一致。

表7 替换解释变量的稳健性检验回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Concent</i>	0.101 2 ^{***} (0.003 1)	0.053 5 ^{***} (0.005 0)	0.082 3 ^{***} (0.003 1)	0.052 0 ^{***} (0.004 7)
常数项	4.875 0 ^{**} (0.017 9)	2.634 2 (0.653 5)	-0.103 5 (0.404 3)	-1.490 1 (2.496 0)
控制变量	未控制	未控制	控制	控制
个体固定效应	未控制	控制	未控制	控制
时间固定效应	未控制	控制	未控制	控制
城市固定效应	未控制	控制	未控制	控制
样本量	16 592	16 592	16 592	16 592
$\overline{R^2}$	0.755 1	0.842 8	0.798 0	0.860 4

(四) 机制检验

本文利用式(2)实证检验实数产业技术融合(*Conver*)、专业化分工(*SDL*)、供应链协同(*SCC*)和产业链效能(*ICE*)的机制作用,回归结果如表8所示。*Conver*的回归系数显著为正,说明数字产业集聚能够促进实数产业技术融合,从而加快制造业企业形成新质生产力,验证了假设H2。*SDL*的回归系数显著为正,说明数

字产业集聚能够促进专业化分工,从而加快制造业企业形成新质生产力,验证了假设 H3。*SCC* 的回归系数显著为正,说明数字产业集聚能够促进供应链协同,从而加快制造业企业形成新质生产力,验证了假设 H4。*ICE* 的回归系数显著为正,说明数字产业集聚能够优化产业链效能,从而加快制造业企业形成新质生产力,验证了假设 H5。

表 8 机制检验回归结果

变量	基准回归	技术融合效应		产业链效能优化效应	
	<i>Force</i>	<i>Conver</i>	<i>SDL</i>	<i>SCC</i>	<i>ICE</i>
<i>Agglo</i>	0.277 1*** (0.068 5)	0.022 0*** (0.007 3)	0.014 3*** (0.001 6)	0.278 2*** (0.050 5)	0.100 1*** (0.019 4)
常数项	-0.415 4 (0.559 6)	-3.677 8 (0.173 1)	0.976 3* (0.053 1)	0.318 1 (0.749 2)	1.950 4 (0.264 6)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
样本量	10 608	10 608	10 608	10 608	10 608
$\overline{R^2}$	0.815 2	0.602 3	0.792 2	0.577 1	0.748 5

六、进一步讨论

(一) 异质性分析

1. 数据要素利用水平异质性

数据要素是能够为用户带来经济效益的数据资源,也是数字化基础。数字产业集聚能够推动地区数据要素的增加,让企业获得更多数据,而消费者意见和市场趋势等数据,能够激发创新的正反馈效应^[42],从而加快企业形成新质生产力。企业的数据要素利用水平不同,所能引起正反馈效应的强弱也不同,因此本文尝试检验数据要素利用水平的异质性对研究结论的影响。

本文参考史青春等(2023)^[43]的研究,汇总人工智能、云计算和大数据等五个维度的分类指标在年报中出现的频率,对其加 1 后取自然对数来衡量企业的数据要素利用水平(记为 *Data*),并将样本划分为低数据要素利用水平和高数据要素利用水平两组,分别进行回归,结果如表 9 所示。高数据要素利用水平列 *Agglo* 的回归系数更显著,进一步加入交乘项后回归,全样本列中 *Agglo*×*Data* 的回归系数显著为正,证明数字产业集聚对制造业企业新质生产力发展水平的促进效果在高数据要素利用水平的样本中更加明显。这是因为相比于数据要素利用水平低的企业,数据要素利用水平高的企业能够更充分地利用数字产业集聚带来的区域信息,通过深度加工将无价值的原始数据转化为有价值的数据资产,将数据资源优势变为实际竞争优势,准确分析市场导向并及时调整生产,深度挖掘客户个性化和多样化的需求并为其推出快速迭代的创新型产品,从而更有效地加快新质生产力的形成。

2. 产业异质性

战略性新兴产业是培育和发展新质生产力的主阵地。相比于传统产业,战略性新兴产业具有更高的新质生产力发展起点,这一差异可能对研究结果造成影响。本文将样本企业所在行业代码与《工业战略性新兴产业分类目录(2023)》中的行业代码匹配,划分战略性新兴产业($SE=1$)和非战略性新兴产业($SE=0$),分别进行回归,结果如表9所示。

非战略性新兴产业列中 *Agglo* 的回归系数更显著,进一步加入交乘项后回归,*Agglo*×*SE* 的回归系数显著为负,证明数字产业集聚对制造业企业新质生产力发展水平的促进效果在非战略性新兴产业中更加明显,这可能是因为战略性新兴产业本身具有较高的新质生产力发展水平,且多位于经济发达和数字产业高度密集的地区,受数字产业集聚的影响已处于边际递减阶段,而非战略性新兴产业的发展起步较晚,存在进步潜力,新质生产力发展水平具备更大的提升空间。

表9 异质性分析回归结果

变量	数据要素利用水平			产业性质		
	低数据要素 利用水平	高数据要素 利用水平	全样本	战略性新兴产业	非战略性新兴产业	全样本
<i>Agglo</i>	0.392 8 (0.492 9)	0.547 3 *** (0.030 8)	0.340 1 *** (0.020 1)	0.110 7 (0.871 0)	0.273 5 *** (0.031 8)	0.240 2 *** (0.019 2)
<i>Agglo</i> × <i>Data</i>			0.012 0 *** (0.003 0)			
<i>Agglo</i> × <i>SE</i>						-0.204 4 *** (0.030 0)
常数项	0.393 5 (0.493 8)	0.110 9 (0.684 3)	-0.225 0 (0.415 3)	0.068 4 (0.752 5)	-0.333 5 (0.459 6)	-0.475 9 (0.409 6)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
$\overline{R^2}$	0.810 3	0.758 5	0.660 1	0.780 1	0.752 6	0.759 3

(二) 门槛效应检验

规模效应和拥挤效应是集聚经济的两个不同侧面,其在不同程度的集聚下以不同的强度表现出来,产业集聚的总体外部性取决于这两种效应的权衡,当集聚水平由低到高逐渐增加,经历起始、适中和过渡三个阶段时,其外部性呈现出由正向积累到正向减弱,再到负向积累的趋势^[44]。因此,本文有理由怀疑数字产业集聚的外部性会随着集聚水平的增加而改变,从而出现对制造业企业的新质生产力发展水平的非线性影响。

1. 门槛检验

为研究数字产业集聚对制造业企业新质生产力发展水平的非线性影响,本文选择数字产业集聚(*Agglo*)及其滞后一期(*LAgglo*)作为门槛变量,参考汉森(Hansen, 1999)^[45]的研究,假设存在 n 个门槛,构建面板门

槛回归模型如下：

$$\begin{aligned}
 Force_{i,j,r,t} = & \alpha + \beta_1 Agglo_{r,t} (Agglo_{r,t} \leq \lambda_1) + \beta_2 Agglo_{r,t} (\lambda_1 < Agglo_{r,t} \leq \lambda_2) + \dots + \\
 & \beta_n LAgglo_{r,t} (\lambda_n < Agglo_{r,t}) + \delta X_{i,j,r,t} + \mu_i + \nu_t + \eta_j + \psi_r + \varepsilon_{i,j,r,t}
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

式(11)中, λ_1 、 λ_2 、...、 λ_n 表示待计算的门槛值。

为确定是否存在门槛效应,对两种门槛变量进行检验,结果如表 10 所示。由表 10 可知, $Agglo$ 和 $LAgglo$ 通过了单一门槛和双重门槛检验,但未通过三重门槛检验,说明仅存在两个门槛。

表 10 门槛检验回归结果

门槛变量	模型	F 值	P 值	10%临界值	5%临界值	1%临界值	自助抽样次数
<i>Agglo</i>	单一门槛	106.120 0***	0.003 3	40.386 9	50.704 1	75.599 0	300
	双重门槛	79.560 0***	0.003 3	47.251 7	53.357 8	66.235 2	300
	三重门槛	68.870 0	0.670 0	154.921 0	178.304 1	225.593 3	300
<i>LAgglo</i>	单一门槛	107.650 0***	0.000 0	34.237 9	41.672 8	58.382 8	300
	双重门槛	50.700 0*	0.086 7	49.495 1	54.996 8	79.701 8	300
	三重门槛	76.880 0	0.766 7	152.547 3	172.131 1	198.752 6	300

各门槛值的结果如表 11 所示,其中 $Agglo$ 的两个门槛值分别为 9.244 0 和 9.530 7, $LAgglo$ 的两个门槛值分别为 8.690 8 和 9.426 1。

表 11 门槛估计值结果

门槛变量	门槛类型	估计值	95%置信区间下界	95%置信区间上界
<i>Agglo</i>	第一个门槛	9.244 0	9.212 7	9.284 1
	第二个门槛	9.530 7	9.477 5	9.564 2
<i>LAgglo</i>	第一个门槛	8.690 8	8.658 2	8.727 7
	第二个门槛	9.426 1	9.392 2	9.477 5

2. 门槛模型回归

门槛变量为 $Agglo$ 和 $LAgglo$ 时,都仅存在双重门槛效应,因此本文用式(11)进行双重门槛检验,结果如表 12 所示。当 $Agglo \leq 9.244 0$ 时,其回归系数为 0.590 1 且在 5%水平上显著,当 $9.244 0 < Agglo \leq 9.530 7$ 时,其回归系数为 0.924 6 且在 1%水平上显著,当 $Agglo > 9.530 7$ 时,其回归系数为 0.474 2 且在 1%水平上显著。随着 $LAgglo$ 超过第一门槛值(8.690 8)和第二门槛值(9.426 1), $Agglo$ 的回归系数先增大后减小。以上检验结果说明,随着数字产业集聚程度的增加,其对制造业企业新质生产力发展水平的促进作用呈现先增强后减弱的非线性趋势。

数字产业的适度集聚能够通过知识溢出和技术扩散帮助制造业企业发展新质生产力,因此当 $Agglo$ 超过某一门槛,达到最佳集聚区间时,其对 $Force$ 的影响相比之前提高,但产业发展依赖空间和资源,土地和劳动力是所有产业共需的生产要素,数字产业集聚水平过高会造成房地产价格上涨、交通拥堵和劳动力

表 12 门槛回归结果

变量	(1)	(2)
<i>Agglo</i> (<i>Agglo</i> ≤9.244 0)	0.590 1** (0.256 5)	
<i>Agglo</i> (9.244 0< <i>Agglo</i> ≤9.530 7)	0.924 6*** (0.184 0)	
<i>Agglo</i> (<i>Agglo</i> >9.530 7)	0.474 2*** (0.173 8)	
<i>Agglo</i> (<i>LAgglo</i> ≤8.690 8)		0.325 4** (0.147 9)
<i>Agglo</i> (8.690 8< <i>LAgglo</i> ≤9.426 1)		0.649 3*** (0.186 8)
<i>Agglo</i> (<i>LAgglo</i> >9.426 1)		0.397 4** (0.183 0)
常数项	4.924 4 (0.587 7)	3.925 1 (0.326 7)
控制变量	控制	控制
样本量	1 166	1 060
<i>R</i> ²	0.445 3	0.378 0
$\overline{R^2}$	0.438 7	0.369 2

了这一点,因此假设 H1 是合理的。但中国部分地区的数字产业集聚程度已达到较高水平,超出了适度集聚的门槛,对制造业企业新质生产力发展水平的正向影响已呈现出减弱的趋势,这同样需要引起重视。

七、结论与建议

本文研究数字产业集聚对制造业企业新质生产力发展水平的影响和作用机制,结果显示:一是数字产业集聚能提升制造业企业的新质生产力发展水平;二是实数产业技术融合、专业化分工、供应链协同和产业链效能优化是数字产业集聚加快制造业企业形成新质生产力的传导机制;三是在高数据要素利用水平和非战略性新兴产业中,数字产业集聚对新质生产力发展的促进效果更明显;四是随着数字产业集聚水平的上升,其对制造业企业新质生产力发展水平的推动作用先增强后减弱。基于上述结论,本文提出如下几点建议。

第一,数字产业集聚超过一定限度时,其对制造业企业新质生产力发展的影响虽然有所减弱,但促进效果依然明显。因此应进一步加快数字产业化进程,积极引导数字产业在地区形成集中增长,巩固制造业企业新质生产力的发展条件,同时北京、上海、广州和深圳等数字产业集聚水平排名全国前列的城市应当统筹数字产业的数量及质量,在坚持鼓励数字产业成长前提下,将数字产业集群的发展重心从扩大规模上转移到提高竞争力上,使其能够以较高的水平赋能制造业企业新质生产力的发展。

第二,数字产业集聚能够通过促进实数产业技术融合提高制造业企业新质生产力的发展水平。因此应深化实体产业与数字产业在技术层面的融合,筑牢企业新质生产力的形成途径。具体而言,政府应鼓励实数产业间的项目合作、技术共享和协同创新,支持实体产业引入数字技术进行流程优化和智能制造,并按照

成本上升等问题,增加制造业企业的生产成本,且数字产业带来的创新外溢效应也会在集聚超过一定限度时逐渐减弱并最终达到饱和。同时,数字产业能够利用数字平台汇聚海量用户并垄断地区消费流量,并通过大数据分析精确刻画用户需求,以更具竞争力的价格提供个性化和多样化的产品服务,给其他产业带来强烈的技术冲击,部分制造业企业可能还未完成转型就被挤出市场^[46],这无疑会减弱制造业进行转型升级的积极性,对新质生产力的发展产生不利影响,所以当 *Agglo* 超出适度集聚区间时,其对 *Force* 的影响相比之前明显下降。

中国目前高度重视发展数字产业,并将其视为推动经济社会发展和转型的关键力量,党的二十大报告明确指出要打造具有国际竞争力的数字产业集群,这说明中国整体的数字产业集聚水平远未达到产生负面效应的门槛,门槛回归结果同样验证

业务模式融合、市场融合、文化融合和技术融合等形式对实数融合进行全面划分和清晰界定,特别是要完善实数产业技术融合的认定标准和服务规范,确保融合技术应用的兼容性和安全性。此外,还应加强跨学科教育,培养具备数字技术和实体产业知识的复合型人才,同时为技术融合成果转化提供高效便捷的政务服务并适度降低其市场准入门槛。

第三,专业化分工和供应链协同是数字产业集聚加快制造业企业形成新质生产力的重要路径。因此应让企业在自身最擅长的领域扩大优势并强化其与上下游厂商间的交流合作,畅通企业新质生产力的发展渠道。具体而言,企业应将非核心业务外包给服务提供商,通过流程再设计、岗位再培训和职责再明确等方式推出一套服务于核心竞争力的生产工序,提高资源配置水平和工作效率,并根据客户反馈了解市场需求,及时调整和优化专业化分工策略。此外,企业还应与产业链上的合作伙伴建立长期联系,制定明确的风险共担和激励机制,通过市场调研成果共享、技术联合研发和质量协同控制来确保产品在工艺上兼容性和服务方向上的一致性,并定期举行供应商和客户会议,让信息能够准确地在各方向传递,同时利用大数据分析来优化库存管理、需求预测和运输路线以减少相关成本,提升产业链的整体效能。

第四,数据要素高效利用能够提高数字产业集聚对制造业企业新质生产力发展的促进效率。因此应鼓励企业更高效地利用数据要素,具体而言,企业应建立统一的数据仓库,实施严格的数据质量控制流程,采用先进的数据挖掘手段和妥善的数据储存备份方案,实时跟踪数据的使用情况,确保数据要素的可寻性、准确性和一致性。此外,企业还应加强数据团队建设,明确数据在企业战略中的地位,培养数据驱动的决策文化,并运用可视化分析工具来加深员工对数据价值的理解,同时在遵循安全和合规性原则的基础上,与合作伙伴共享数据处理能力,协同探索数据要素的新用途。

参考文献:

- [1] 刘英,陈运平. 数字经济驱动新质生产力发展的理论逻辑、作用机制及战略举措[J]. 首都经济贸易大学学报,2025,27(2):3-12.
- [2] 付晨玉,杨艳琳. 数字赋能与制造业企业绿色转型——基于“宽带中国”示范城市政策的分析[J]. 经济与管理研究,2025,46(3):94-111.
- [3] 张伟,张思齐. 数实融合对企业创新质量的影响研究——基于制造业上市公司的经验证据[J]. 经济与管理研究,2025,46(7):128-144.
- [4] 李栋,张映芹,李开源. 中国省际数字经济核心产业集聚度、非平衡性与动态演进[J]. 统计与决策,2023,39(18):103-108.
- [5] 孙娜,陶克涛,杨世伟,等. 中国数字产业集聚水平的演变特征与提升策略[J]. 区域经济评论,2024(1):31-42.
- [6] 叶堂林,刘哲伟,张京亮. 数字产业空间集聚影响因素探析[J]. 科技进步与对策,2023,40(15):75-82.
- [7] FERNANDEZ-ESCOBEDO R, CUEVAS-VARGAS H. The Digital Industrial Cluster (DIC) in a post-pandemic era: exploring its theoretical deployment and potential benefits[J]. Procedia Computer Science, 2023, 221: 1131-1138.
- [8] 焦巍,郭金花,赵国浩. 数字产业集聚、地方政府竞争与城市绿色经济效率[J]. 经济经纬,2023,40(6):51-60.
- [9] WANG X J, DIAO Y X, HAN D R. Does digital industry agglomeration bring substantive green innovation? —Empirical analysis of SPDM and PTR models based on spatiotemporal dual fixation[J]. Managerial and Decision Economics, 2024, 45(3): 1379-1394.
- [10] 赵佳丽,吴榕. 数字产业与制造业协同集聚对区域创新效率的影响研究[J]. 管理学刊,2024,37(5):113-127.
- [11] 李晓华. 新质生产力的主要特征与形成机制[J]. 人民论坛,2023(21):15-17.
- [12] 蒋永穆,乔张媛. 新质生产力:逻辑、内涵及路径[J]. 社会科学研究,2024(1):10-18.
- [13] 石建勋,徐玲. 加快形成新质生产力的重大战略意义及实现路径研究[J]. 财经问题研究,2024(1):3-12.
- [14] 张任之. 数字平台企业高质量发展驱动形成新质生产力的内在逻辑和实现路径[J]. 理论学刊,2024(4):122-130.
- [15] 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.

- [16] 徐波,王兆萍,余乐山,等.新质生产力对资源配置效率的影响效应研究[J].产业经济评论,2024(4):35-49.
- [17] 吴文生,荣义,吴华清.数字经济赋能新质生产力发展——基于长三角城市群的研究[J].金融与经济,2024(4):15-27.
- [18] 杨芳,张和平,孙晴晴,等.企业数字化转型对新质生产力的影响[J].金融与经济,2024(5):35-48.
- [19] 曹雄飞,霍萍,余玲玲.高科技人才集聚与高技术产业集聚互动关系研究[J].科学学研究,2017,35(11):1631-1638.
- [20] WAMBA S F, GUNASEKARAN A, AKTER S, et al. Big data analytics and firm performance: effects of dynamic capabilities[J]. Journal of Business Research, 2017, 70: 356-365.
- [21] 谢其军,宋伟.地理邻近性影响合作网络及区域创新绩效的机理研究[J].管理学报,2020,17(7):1016-1023.
- [22] 柳卸林,杨博旭.多元化还是专业化?产业集聚对区域创新绩效的影响机制研究[J].中国软科学,2020(9):141-161.
- [23] 王磊,李吉.网络基础设施建设与企业数字化转型:理论机制与实证检验[J].现代经济探讨,2024(1):77-89.
- [24] 肖灵机,汪明月,万玲,等.新兴产业技术扩散路径优化研究[J].中国科技论坛,2016(4):37-42.
- [25] TANG C H, QIU P, DOU J M. The impact of borders and distance on knowledge spillovers—evidence from cross-regional scientific and technological collaboration[J]. Technology in Society, 2022, 70: 102014.
- [26] 袁淳,肖士盛,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.
- [27] CHEN J V, SU B C, HIELE T M. The impact of IT-coordination costs on firm size and productivity: transaction cost perspective[J]. International Journal of Electronic Commerce, 2017, 21(1): 99-127.
- [28] 戴魁早,方杰炜.垂直专业化对出口技术复杂度的影响及其机制——基于中国高技术产业的经验证据[J].中南财经政法大学学报,2019(4):100-110.
- [29] 王永进,匡霞,邵文波.信息化、企业柔性 with 产能利用率[J].世界经济,2017,40(1):67-90.
- [30] CACHON G P, RANDALL T, SCHMIDT G M. In search of the bullwhip effect[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2007, 9(4): 457-479.
- [31] GOLDFARB A, TUCKER C. Digital economics[J]. Journal of Economic Literature, 2019, 57(1): 3-43.
- [32] DA SILVA V L, KOVALESKI J L, PAGANI R N. Technology transfer in the supply chain oriented to Industry 4.0: a literature review[J]. Technology Analysis & Strategic Management, 2019, 31(5): 546-562.
- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] 周文,许凌云.论新质生产力:内涵特征与重要着力点[J].改革,2023(10):1-13.
- [36] 关会娟,许宪春,张美慧,等.中国数字经济产业统计分类问题研究[J].统计研究,2020,37(12):3-16.
- [37] 范子英,彭飞.“营改增”的减税效应和分工效应:基于产业互联的视角[J].经济研究,2017,52(2):82-95.
- [38] MODI S B, MABERT V A. Exploring the relationship between efficient supply chain management and firm innovation: an archival search and analysis[J]. Journal of Supply Chain Management, 2010, 46(4): 81-94.
- [39] NUNN N, QIAN N. US food aid and civil conflict[J]. American Economic Review, 2014, 104(6): 1630-1666.
- [40] 毛捷,郭玉清,曹婧,等.融资平台债务与环境污染治理[J].管理世界,2022,38(10):96-118.
- [41] 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),2012,11(2):541-558.
- [42] 史丹,孙光林.大数据发展对制造业企业全要素生产率的影响机理研究[J].财贸经济,2022,43(9):85-100.
- [43] 史青春,牛悦,徐慧.企业数据要素利用水平影响投资效率机理研究——利用数据要素激活冗余资源的中介作用[J].中央财经大学学报,2023(11):105-115.
- [44] 沈能,赵增耀,周晶晶.生产要素拥挤与最优集聚度识别——行业异质性的视角[J].中国工业经济,2014(5):83-95.
- [45] HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2): 345-368.
- [46] 许恒,张一林,曹雨佳.数字经济、技术溢出与动态竞争政策[J].管理世界,2020,36(11):63-84.

Digital Industry Agglomeration and New Quality Productive Forces in the Manufacturing Sector

WANG Xiaowen¹, ZHU Guorui¹, ZHANG Zihao²

(1. Lanzhou University, Lanzhou 730000;

2. China Reform Commercial Factoring (Hainan) Co., Ltd., Haikou 570100)

Abstract: In the era of the digital economy, digital industry agglomeration has emerged as a significant regional economic phenomenon, while the cultivation of new quality productive forces (NQPF) is pivotal for achieving innovation-driven growth. This paper investigates the impact of digital industry agglomeration on accelerating the cultivation of NQPF in the manufacturing sector and its underlying mechanisms by utilizing a panel dataset of A-share listed manufacturing firms in China from 2011 to 2022.

The findings demonstrate that digital industry agglomeration can enhance the development of NQPF in manufacturing firms. To ensure the robustness of the results, this paper conducts a series of tests to address potential endogeneity, including an instrumental variable approach and dynamic panel GMM estimation. The results remain consistent after replacing the measurement methods for variables. Mechanism analysis reveals that digital industry agglomeration facilitates the development of NQPF through the four key channels: (1) promoting technology convergence of real and digital economy industries, which enables manufacturing firms to actively adopt and integrate advanced digital technologies; (2) encouraging specialized division of labor by reducing external transaction costs, which allows firms to focus on their core competencies; (3) enhancing supply chain coordination through improved information sharing, stable partner relationships, and deepened technical exchanges, which leads to better inventory management and demand responsiveness; and (4) optimizing overall industrial chain efficiency. Further heterogeneity analysis indicates that the positive effect of digital industry agglomeration on NQPF is more pronounced in manufacturing firms with higher levels of data element utilization and in non-strategic emerging industries. This suggests that firms better equipped to leverage data and those with greater potential for catch-up benefit more substantially. Moreover, threshold effect tests uncover a non-linear relationship. As the level of digital industry agglomeration increases, its marginal effect on NQPF in the manufacturing sector first increases and then decreases, suggesting optimal agglomeration intervals where benefits are maximized before potential congestion effects might attenuate the positive impact.

This paper examines how digital industry agglomeration accelerates the cultivation of NQPF in manufacturing firms, thereby enriching the relevant literature on NQPF. The findings offer valuable policy implications, suggesting that the government should foster digital industry clusters appropriately, deepen real-digital technology integration, encourage specialized division of labor and supply chain collaboration, and support enhanced utilization of data elements to effectively empower the high-quality development of the manufacturing sector.

Keywords: digital industry agglomeration; new quality productive forces; technology convergence of real and digital economy industries; industrial chain efficiency; data element utilization level

责任编辑:姜 莱