

数字经济发展与企业协同创新

——基于创新链升级与供应链优化视角

伍静¹, 纪祥裕²

(1. 暨南大学 产业经济研究院, 广东 广州 510632;

2. 广东金融学院 经济贸易学院, 广东 广州 510521)

摘要: 发展数字经济是把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择。着眼于企业研发合作趋势加强的基本事实, 从创新链升级与供应链优化双重视角切入, 选取中国地级市与上市公司的匹配数据, 考察数字经济发展对企业协同创新的影响效应与作用机制。研究结果显示, 数字经济发展对企业协同创新绩效具有正向影响, 且正向效应在国有企业和数字化转型企业中更为突出。机制分析结果表明, 数字经济发展促进企业协同创新绩效提升的路径主要有两条, 一是加强跨组织研发协作的广度和深度来实现创新链升级, 二是提高客户集中度和降低供应商集中度来实现供应链优化。运用面板门槛模型回归的拓展性分析结果表明, 创新链视角下企业协同创新绩效与研发合作存在门槛效应, 二者互动存在最优区间。本文研究结论为当前跨组织研发合作与企业创新绩效相关领域提供了新的经验证据。

关键词: 数字经济; 协同创新; 创新链; 供应链; 跨组织研发合作; 创新绩效

中图分类号: F492; F273.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-2700(2024)02-0003-16

一、问题提出

创新不仅是企业获取竞争优势的关键所在, 更是一国或地区实现经济高质量发展的不竭动力。然而, 技术创新并不能一蹴而就, 既要求资金支持必须具备持续性与稳定性, 又需要企业拥有开发和整合知识的能力^[1]。对于企业来说, 加大研发投入以提升自身技术创新能力是较为传统的方式, 而在技术结构日趋复杂、创新周期逐渐缩短以及新兴技术加速迭代的背景下, 单个企业的创新活动面临更高的风险。为迅速适应外部环境变化, 获取更多研发创新所需的知识与技术, 企业之间寻求协同创新已然成为生存和发展的必然选择^[2]。与单打独斗式创新方式相比, 齐心协力式创新在资源共享、优势互补、知识溢出、研发成本节约以及研发风险共担等方面均存在突出优势, 也能产生更可观的规模经济与协同效应。然而, 企业协同创新在中国的发展仍较为滞后, 其中不乏知识产权保护不足、人才流动性差、协调、沟通风险等制约因素。由此, 一个备受关注的的问题是: 到底什么因素能够促进企业协同创新呢?

现阶段对企业行为影响因素的探讨无法绕开数字经济这一新型经济形态。在新一轮科技革命和产业

收稿日期: 2023-12-23; 修回日期: 2024-02-07

基金项目: 广东省基础与应用基础研究基金项目“上市公司实施双重股权制度行为研究: 动机、方式和企业绩效”(2021A1515011729); 广东省哲学社会科学规划青年项目“‘双碳’目标下产业数字化与企业绿色转型研究: 机制、效果与对策”(GD23YYJ11); 广东省普通高校园特色创新类项目“‘双碳’目标下推动广东省产业协同融合发展的机制与对策研究”(2022WTSCX071)

作者简介: 伍静(1992—), 女, 暨南大学产业经济研究院博士研究生; 纪祥裕(1992—), 男, 广东金融学院经济贸易学院讲师, 通信作者。

变革的时代背景下,数字经济不仅凭借虚拟性、高渗透性、外部性等特质,颠覆了制造业研发模式,进而打破创新链瓶颈并优化供应链效率^[3],同时催生数字化治理、无人经济、产业平台化等新业态,重塑了产业价值链^[4-5],进而提升了传统产业在全球分工中的地位和竞争力。中国对利用数字经济的优势及创新效应非常重视,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》明确提出“打造数字经济新优势和提升企业技术创新能力”。随着数字经济的蓬勃发展,分析数字经济与企业技术创新的文献呈持续增加趋势,不少研究发现二者具有正向关系^[6-7]。然而,现有文献更多强调单个企业内部创新,关于数字经济发展如何影响不同企业之间协同创新却鲜有涉及,基于创新链和供应链视角分析二者背后作用机制的文献更是少见。鉴于此,本文尝试回答以下重要问题:当前数字经济蓬勃发展是否驱动了企业协同创新?如何从创新链升级和供应链优化双重视角解释数字经济红利对企业协同创新的赋能效应?上述效应是否存在地区或企业层面的异质性特征?显然,准确评价数字经济发展对企业协同创新绩效的提升效应及背后作用机理,有助于为完善数字经济布局提供新思路,为企业协同创新绩效的提升和政策制定提供新参考。

与既有研究相比,本文可能存在以下边际贡献:(1)在研究视角上,不同于现有文献在研究数字经济与企业创新关系时大多关注理论层面的商业模式、创新模式演化^[8-9]或经验层面的数字化转型、创新投入以及创新效率^[10-12],本文从不同企业间互动的视角入手,尝试分析数字经济发展对企业协同创新的影响效应,为相关领域提供新证据。(2)在研究内容上,一方面,现有文献分析数字经济对企业创新的作用机制大多从市场结构、创新要素配置、交易成本等角度展开^[10,13-14],本文将在既有理论基础之上,进一步考虑数字经济的技术扩散和网络外部性等多重溢出效应,强调数字经济发展通过创新链升级和供应链优化赋能企业协同创新的作用机理。另一方面,使用面板门槛模型深入考察创新链视角下企业协同创新绩效与跨组织研发协作的非线性关系,回应了现阶段诸多研究结论不尽一致的现象^[15-17]。

二、理论分析与研究假设

(一) 数字经济发展与企业协同创新

在大数据、云计算、人工智能等新一轮技术加持下,数字经济与实体经济融合程度持续加深,要素流动与资源配置呈现突破行业界限与地理空间范围的发展态势,特别是具有协同互动特征的创新体系正加速形成,随之而来的是协同创新系统价值的快速增长。数字经济所具备的数字化、平台化与智能化特征是驱动企业协同创新的关键动能。首先,从数字化特点来看,数字经济打破了传统经济时代下的“信息孤岛”桎梏,数字化的知识、信息与技术不再受到地理空间阻隔的影响,这不仅形成了便捷且高效的信息传递和交流渠道,而且扩大了创新资源的空间配置范围^[18],提高了研发创新活动所仰仗的技术流、人才流、资金流等关键要素的配置效率。在数字化技术及其外部经济性的推动下,创新资源配置的组织界限、行业壁垒与空间限制逐渐消融,信息传递障碍进一步消除,知识传播力和外溢性增强^[14],跨领域合作更为普遍,协同式创新成果不断涌现。其次,从平台化特点来看,数字经济衍生出数字化工具和平台等新型产业组织形态,有效提高了企业协同创新的意愿与效率。一方面,数字化平台的显著优势在于帮助经济系统实现全产业链条的协同与融合,在此基础上创新主体之间能够搭建研发交流平台和对接机制,构建协同创新联盟^[19],在降低传统创新模式下资产专用性水平的同时,通过信息共享、协同办公等途径大幅减少研发创新成本,提高企业协同创新的速度和效率;另一方面,数字化平台让生产者更容易识别与把握消费者需求,有利于新产品与新技术的产生,而且扁平化的网络治理结构也能够降低链条中供应商的层次性,提高信息的交流效率,进而为协同创新的高效运作和可持续发展提供平台支撑。最后,从智能化特点来看,数字技术作为数字经济创新的核心驱动力,其强大的智能化水平帮助企业在协同创新中实现精细化管理和定制化服务。通过大数据分析和智能制造等手段,企业可以在全球范围内更加快速、精准地匹配最为合适的合作伙伴,进而实现网络化协作。在此模式下,创新风险和试错成本的降低将促进企业智力活动和新知识的产生^[20],为企业发展注入新动力。由此,本文提出如下假设。

假设 H_1 : 数字经济发展推动企业协同创新。

(二) 创新链视角: 跨组织研发协作的广度和深度

在技术结构日趋复杂的背景下, 从创意产生到商业化生产销售的完整创新链往往需要多个创新主体参与, 这对跨越组织界限的研发协作活动所要达到的广度与深度提出了更高的要求。在数字化技术与平台的加持下, 具备高渗透性与价值增值性的数字经济将客户、供应商、行业专家、高等院校、公共服务机构等组织作为一个外部智囊团融入创新系统, 进而形成协同创新联盟^[19]。在集中各方优势资源的有利条件下, 齐心协力式创新更有可能突破关键核心技术瓶颈。需要强调的是, 创新活动一般可划分为创意产生、转化和产品扩散三阶段^[21], 本文聚焦于创新活动中期的研发环节, 并尝试分析数字经济发展如何通过深化跨组织研发协作的广度与深度, 进而作用于企业协同创新。

人才、信息与技术是企业创新活动的三大关键要素, 对于协同创新来说更是如此。一方面, 得益于数字平台对市场需求与供给信息的高效匹配能力, 数字经济发展可促进更多创新主体参与到同一或多个项目的研发, 不仅企业开展广泛的合作创新有了人力资源保障, 而且创新主体的多元化也为研发活动带来更多新知识与新技术, 进而拓宽创新链上研发协作的广度^[18]。另一方面, 数字经济下实时交互的数据流和信息流极大地满足了企业研发创新的需求。与传统创新模式下“信息孤岛”现象相比, 数字经济不仅促进了信息与技术的自由流动, 实现创新资源的高效连接和动态优化, 为不同地区企业的信息共享和交流提供现实可能性, 而且通过在线协作工具、云计算、区块链、人工智能等数字化技术与社区网络等数字化平台, 或催生众多关联密切的新兴产业, 或实现知识、信息与技术在企业间快速流通, 进而实现了更大范围的创新链协同合作。

在拓宽跨组织研发协作广度的基础上, 数字经济在挖掘协同创新深度方面也不容小视, 原因在于其为企业开展深度研发合作提供了更多的机会和手段。在传统经济时代, 组织界限与地理空间等多重因素容易导致企业在寻求研发合作过程中无法找到心仪伙伴, 进而使得协同创新难以为继。而在数字经济时代, 企业间研发合作不再局限于传统的人力资源与资金等交易模式, 而是借助数字化平台加强数据和信息的共享与利用, 在多维度协作网络中凭借更频繁的合作来实现产品研发、专利合作以及供应链管理等领域的深度协同。需要强调的是, 在创新合作主体进行深度信息分享与交换的过程中, 容易出现商业机密与核心技术泄露等问题, 甚至引发合作主导地位衰落的严重后果, 而日渐成熟的数字化技术能够有效保护用户的隐私和安全^[22], 这为持续深度合作提供坚实的技术支撑, 进而增强协同创新和价值共享。由此, 本文提出如下假设。

假设 H_{2a} : 数字经济通过拓宽创新链上研发合作的广度来促进企业协同创新。

假设 H_{2b} : 数字经济通过挖掘创新链上研发合作的深度来促进企业协同创新。

(三) 供应链视角: 客户和供应商的集中度

数字技术将传统的线性供应链转变成一体化的生态系统, 越来越多供应商和客户涌入其中, 进而改变了供应链上下游的集中度。一般来说, 供应链集中度有两个方面, 一是上游供应商集中度, 二是下游客户集中度。由于二者在供应链上的位置和扮演的角色有所不同, 供应商集中度与客户集中度对企业协同创新的影响具有异质性。

数字经济发展降低了上游供应商集中度, 增强了供应链柔性, 进而促进了企业协同创新。在传统经济模式下, 受制于有限的信息搜寻与整合能力, 企业只能接触到市场上数量有限的供应商, 在讨价还价上处于被动局面, 其生产成本自然水涨船高。而在数字经济时代, 数字化平台使得更多供应商参与到供应链当中, 这打破了供应链上合作伙伴间信息不对称的局面, 不仅减少了核心供应商价格垄断现象, 而且降低了企业对特定供应商的刚性需求, 保障了供应链成员的整体利益, 这使得协同创新活动得以高效开展。与此同时, 对于已经形成合作关系的供应商来说, 他们在考量共同利益和价值创造的基础上, 将摒弃短期利益导向^[23]以加强合作, 这进一步降低了供应商集中度, 提高了供应链成员协同竞争优势。数字经济下信息高速流动和动态匹配促进了企业间的互联互通, 供需市场有效性得以大

幅度提升, 供应链朝着多元化与丰富化的方向发展, 企业选择供应商的弹性得以增强^[24]。在避免过高的供应商集中度侵蚀创新资源的情况下, 企业能够配置更多的创新资源开展协同创新, 进而提升协同创新绩效。

数字经济发展提高了下游客户集中度, 进而促进了企业协同创新活动的开展。在数字技术与数字平台的加持下, 企业更有动力在组织边界内安排各类活动, 最大限度提高与客户交易的频率, 更愿意与大客户建立高质量关系, 这提高了客户集中度。与此同时, 质量、速度和灵活性也是企业及其客户关注的重点。数字经济为企业与客户提供了有效的沟通平台和便捷的物流^[25], 数字技术应用有利于企业提供丰富的个性化定制服务和提高客户体验, 增强客户满意度和忠诚度^[26], 使得客户集中度得到进一步提升。其次, 价值创造理论认为, 较高的客户集中度具有协同效应, 有利于企业进行信息整合和资源共享, 进而巩固客户关系^[27], 提高供应链协作效率。在代表性案例中, 华为与全球各大电信运营商进行合作, 而运营商的需求和反馈加快了华为在 5G 技术、网络安全和云服务等方面的进程, 最终体现为二者共同推进网络基础设施和通信领域的协同创新。例如, 2018 年初中国电信为打破传统的订单采购模式, 与华为成立商业联合创新中心, 逐步形成合作制度与文化。2021 年, 双方进一步签署“云网核心能力”战略合作协议, 开创“1+1>2”的协同共创新范式。最后, 数字平台和数字技术为企业与客户开展协同创新提供更低的交易成本、更高的运营质量以及更可靠的交付, 进而带来更高的客户黏性和集中度, 据此企业将更有动力与大客户进行协作研发, 以保持其集成供应链优势, 进而提高了企业协同创新绩效。由此, 本文提出如下假设。

假设 H_{3a}: 数字经济通过降低供应商集中度促进协同创新。

假设 H_{3b}: 数字经济通过提高客户集中度促进协同创新。

三、研究设计

(一) 计量模型设定

为考察数字经济发展对企业协同创新的影响, 本文的计量模型设计如下:

$$Sg_{ict} = \beta_0 + \beta_1 De_{ct} + \gamma X_{ct} + \varphi Z_{it} + \varepsilon_{ict} \quad (1)$$

其中, 下标 i 、 c 、 t 分别表示企业、城市、年份; Sg 为上市公司合作创新产出, 以专利授权总数的对数表征; De 衡量数字经济发展水平; X 和 Z 分别表示城市和企业层面的控制变量; 系数 β_1 考察数字经济对企业协同创新的影响效应。

为进一步检验企业跨组织研发合作和供应链集中度在数字经济与企业协同创新关系中的渠道作用机制, 本文借鉴唐松等 (2020)^[28] 的做法, 构建如下模型:

$$M_{ict} = \alpha_0 + \alpha_1 De_{ct} + \gamma X_{ct} + \varphi Z_{it} + \varepsilon_{ict} \quad (2)$$

$$Sg_{ict} = \theta_0 + \theta_1 M_{ict} + \theta_2 De_{ct} + \gamma X_{ct} + \varphi Z_{it} + \varepsilon_{ict} \quad (3)$$

首先, 运用模型 (1) 估计数字经济对企业协同创新影响的总效应; 其次, 运用模型 (2) 分析数字经济对中介变量 M 的影响; 最后, 在模型 (1) 的基础上进一步引入中介变量 M , 即对模型 (3) 进行估计。

(二) 指标构建

1. 被解释变量: 企业协同创新绩效 (Sg)

专利是刻画创新绩效的常见做法^[29-30]。由于许多地方政府以专利申请作为企业创新的衡量标准, 可能出现大量虚假或不合格的专利申请, 也就是说, 申请数量指标不能实质性地体现企业创新水平, 因此本文采用专利授权量表表征企业创新。进一步地, 共同拥有的专利是研发联盟的潜在产出, 在管理学和组织管理相关文献中通常将其作为协同创新成果的代表^[23, 31-34]。此外, 也有学者采用世界银行 2012 年对中国企业调查问卷数据中的协同研发决策和协同研发密度表征企业协同创新^[1, 35]。该数据为 2011 年的截面数据, 无法适用于本文的上市公司面板数据, 但究其本质, 该测量思路同样是基于研发这一角度以体现协同创新。原因在于: 一方面, 共同专利申请需要企业在与其他创新主体发挥互补优势以及分担创新风

险的情况下,充分实现资源共享,促进信息和技术的外溢,而这正是协同创新的体现;另一方面,由于协同这一内涵本身难以量化,专利联合申请是现阶段研究协同创新的实证文献中最具代表性的衡量指标。基于此,本文采用企业与其他实体联合专利授权数来刻画企业协同创新。

2. 核心解释变量: 数字经济发展水平 (*De*)

数字经济是以融合为特征的经济,信息技术带来的增产增效和其他行业向数字化转型是数字经济的主体^[36]。已有研究主要从互联网发展规模、数字普惠金融指数、数字基础设施、产业设施等层面测量区域数字经济发展水平^[10,37],难以全面反映数字经济内涵。基于此,本文将城市层面的数字经济发展水平和微观层面的企业数据要素开发及利用相结合,构建企业数字经济发展水平指标体系(见表1)。

一方面,基于数字产业化和产业数字化两个维度构建数字经济发展水平指标,在考虑数据可得性的情况下,进一步测算次级指标。由于部分数据(如软件业务出口收入、电子信息制造业工业增加值)只统计到省份层面,本文借鉴文磊和李宏兵(2022)^[38]的做法,以城市生产总值占所在省份生产总值的比重为权重,乘以省份指标进而得到城市层面指标数据。最后,将上述指标进行标准化,并运用熵值法获得各级指标的权重,得到282个地级市数字经济发展水平(*del*)。另一方面,基于企业数字化转型角度从数字技术应用、大数据技术、云计算技术、区块链技术和人工智能技术五个层面反映企业数据要素开发及利用情况,参照吴非等(2021)^[39]的研究,本文利用Python的Jieba分词功能,对上市公司年报文本中的每一维度细分指标进行分词,并依据分词结果进行频次统计,对总词频加1后取自然对数,最后得到4114家上市公司的数据要素开发及利用水平(*dsl*)。进一步参考唐要家等(2022)^[40]将企业与省份层面数字经济指数合并的思路,本文通过对*del*和*dsl*进行加权平均得到用于实证分析的数字经济发展指数^①。

表1 数字经济发展水平指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	单位	
数字经济 发展水平	数字产业化	通信业	电信业务总量占生产总值的比重	%
			移动电话普及率	%
		互联网和相关服务	IPv4 地址数	个
			长途光缆线路长度	公里
		软件和信息技术服务业	信息技术服务收入	亿元
			软件业务出口收入	亿美元
		电子信息制造业	工业增加值	亿元
		平均用工人数	万人	
	产业数字化	农业数字化	农村宽带接入用户数占比	%
			开通物联网的行政村比重	%
		工业数字化	规模以上工业企业技术改造经费支出	万元
			工业企业每百人使用计算机数	台
		数字金融	数字普惠金融	%
		电子商务	电子商务销售额	亿元
			有电子商务交易活动的企业比重	%

① 具体地,企业所属城市数据从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上市公司基本信息表获取企业-城市-年份相应信息,将城市-年份的数字经济水平数据与之匹配,进而将城市层面数据统一到企业层面,最后将企业-年份-城市的*dsl*和*del*指标进行加权平均,得到本文的核心解释变量*De*。

表1(续)

一级指标	二级指标	三级指标	单位
企业数据要素 开发及利用	数字技术应用	电子商务、移动互联网、工业互联网、智能家居、智能电网等	次
	大数据技术	大数据、数据挖掘、征信、虚拟现实、数据可视化等	次
	云计算技术	物联网、云计算、信息物理系统、融合架构、流计算	次
	区块链技术	分布式计算、去中心化、数字货币、共识机制、联盟链等	次
	人工智能技术	人工智能、智能机器人、人脸识别、自动驾驶、深度学习等	次

注: 企业数据要素开发及利用三级指标细分词条根据出现的频次从大到小排序, 在此仅列示前5条。

3. 中介变量: 跨组织研发合作广度 (*Breadth*) 与深度 (*Depth*)、客户 (*Cchain*) 和供应商集中度 (*Schain*)

对于前者, 从北京合享智慧科技有限公司 Incopat 专利数据库中获取申请人信息, 按申请日期使用年度专利数据。借鉴开放式创新理论中对企业外部知识搜索广度和深度的定义^[15,32], 以及马艳艳等 (2014)^[16] 对企业跨组织研发合作广度和深度的测量, 本文采用上市公司专利联合申请的不同申请人总数来衡量合作广度, 采用联合申请专利的平均次数度量合作深度^①, 即企业在某一年度与不同申请人合作总频数与总申请人数的比值。客户和供应商集中度分别采用前五大客户销售额和前五大供应商采购额占营业总收入的比重来衡量。

4. 企业和城市层面的控制变量

为缓解遗漏变量对企业协同创新的估计偏误, 基于已有研究^[12,32,35], 企业层面的控制变量包括: 企业规模 (*Size*), 使用资产总计的对数值进行衡量; 企业年龄 (*Age*), 采用当前年份减去企业成立时间进行刻画; 资本密集度 (*Dzb*), 以总资产与营业收入的比值进行衡量。城市层面的控制变量包括人均地区生产总值 (*Pgdp*)、非农业人口的比重 (*Fny_ratio*) 以及第三产业占地区生产总值的比重 (*Ser*)。

(三) 数据说明与描述性统计

考虑到数字经济的蓬勃发展发生在 2010 年以后, 本文以 2011—2019 年中国 A 股上市公司为研究对象。跨组织研发合作数据来源于 Incopat 专利数据库, 数据收集截至 2019 年底; 地级市数据来源于历年《中国城市统计年鉴》; 企业层面数据来源于 CSMAR 中国经济金融研究数据库。为了将城市层面数据加总到企业层面, 本文运用 Stata 17.0 中的 *merge* 命令, 依据城市-年份进行多对一匹配, 进而得到完整的企业-城市-年份数据。结合本文研究需要, 对数据进行如下筛选: (1) 剔除研究期间数据缺失严重的城市、公司样本 (3 年及以上数据缺失), 其余缺失值采用移动平均法进行插值处理; (2) 剔除样本中经营状况出现异常的上市公司 (如 ST、PT、SST 等)。此外, 为消除极端值影响, 本文对所有连续型变量进行上下 1% 的缩尾处理。变量的描述性统计结果见表 2。

表2 描述性统计结果

变量	均值	标准差	最小值	最大值	样本量
<i>De</i>	1.234	1.334	0	5.236	2 008
<i>Sg</i>	4.472	1.669	0.693	8.854	2 024
<i>Breadth</i>	3.023	5.349	1	56	2 213
<i>Depth</i>	4.053	6.110	0.75	55.983	2 213

① 考虑到一项专利联合申请人中有多个上市公司的情况, 本文将申请人一栏中的若干个申请人分离成多列, 进行数据的纵向追加, 使该专利同时属于申请人中的多个上市公司。

表2(续)

变量	均值	标准差	最小值	最大值	样本量
<i>Cchain</i>	0. 273	0. 189	0. 007	1	2 115
<i>Schain</i>	0. 277	0. 161	0. 010	1	1 689
<i>Size</i>	13. 599	1. 483	10. 003	18. 886	2 209
<i>Age</i>	15. 812	5. 187	2	34	2 213
<i>Dzb</i>	2. 015	1. 204	0. 418	11. 461	2 209
<i>Pgdp</i>	11. 347	0. 537	9. 431	13. 056	2 213
<i>Ser</i>	53. 465	13. 652	21. 320	80. 980	2 213
<i>Fny_ratio</i>	0. 992	0. 014	0. 811	1. 025	2 213

四、数字经济发展对企业协同创新影响的实证检验

(一) 基准回归结果

表 3 报告了数字经济发展水平影响企业协同创新绩效的基准估计结果。根据列 (1) , 在不加入控制变量的情况下, 数字经济发展水平的回归系数在 1% 水平上显著为正。根据列 (2) 一列 (4) , 在依次加入控制变量后, 数字经济发展水平对企业协同创新绩效仍然在 1% 的显著性水平上产生正向影响, 假设 H_1 得到验证。可能的原因在于, 数字经济所形成的数字化、平台化与智能化特征增强了企业与其他创新主体的互动, 进而提升了企业协同创新绩效。

表 3 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>De</i>	82. 997 ^{***} (5. 980)	53. 685 ^{***} (11. 278)	46. 088 ^{***} (13. 855)	53. 682 ^{***} (16. 882)
<i>Size</i>		346. 707 ^{***} (55. 721)	347. 171 ^{***} (55. 387)	350. 400 ^{***} (56. 715)
<i>Ser</i>		-7. 215 ^{**} (3. 563)	-6. 757 [*] (3. 629)	-5. 664 (3. 471)
<i>Fny_ratio</i>			-2 032. 115 ^{**} (868. 517)	-1 827. 277 [*] (944. 524)
<i>Age</i>				-6. 880 [*] (4. 156)
<i>Dzb</i>				-12. 479 (22. 280)
<i>Pgdp</i>				-82. 970 (52. 626)
\bar{R}^2	0. 087	0. 552	0. 553	0. 554
样本量	2 010	2 002	2 002	2 002

注: ***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著; 小括号内为稳健标准误。所有回归均控制了省份、行业和年份固定效应, 且聚类至城市层面。后表同。

(二) 稳健性检验

1. 更换解释变量

正如上文所述, 数字经济涉及数字技术、数字化转型等层面, 本文采用上市公司数字化转型指数 (dt_index) 和数字创新论文数量 ($dt_article$) 来重新衡量企业数字经济发展水平, 以期得出更为稳健的结论, 具体结果见表 4。在更换数字经济发展水平的测量指标后, 无论是否加入控制变量, 数字经济发展水平的回归系数始终显著为正, 表明了基准回归的稳健性。

表 4 更换解释变量的回归结果

变量	数字化转型指数		数字创新论文数量	
	(1)	(2)	(3)	(4)
dt_index	13.925*** (1.677)	12.915*** (4.028)		
$dt_article$			691.204*** (58.815)	188.092*** (58.951)
控制变量	未控制	控制	未控制	控制
$\overline{R^2}$	0.035	0.585	0.096	0.640
样本量	1 854	1 848	1 299	1 296

2. 内生性问题

创新活动受众多因素影响, 模型可能由于缺失重要解释变量而导致内生性偏误。本文借鉴黄群慧等 (2019)^[10]的做法, 采用 1984 年城市邮局数量 ($post$) 和 2000—2008 年城市互联网宽带接入用户数 (ibc) 作为数字经济发展水平的工具变量。一方面, 数字经济以传统通信技术为基础, 邮局数量分布和互联网宽带用户活跃数显然会影响地区数字经济发展程度, 满足相关性要求; 另一方面, 邮局核心业务是为公众提供基础通信服务, 其与早期的互联网宽带接入并不直接作用于企业协同创新, 满足排他性要求。由于本文的研究样本为面板数据, 而 1984 年城市邮局数量为截面数据, 本文采用地区移动电话普及率与之交互项 ($mobpost$) 作为数字经济发展水平的工具变量。表 5 列 (1) 和列 (2) 报告了工具变量回归结果, Kleibergen-Paaprk LM 统计量均拒绝了工具变量不可识别的原假设, 且通过了 1% 水平的显著性检验; Kleibergen-Paaprk Wald F 统计量在 15% 水平的 Stock-Yogo 弱识别检验中均大于 8.96 的阈值, 拒绝了弱工具变量的原假设, 故本文所选取的工具变量是较为合理的。在使用工具变量估计后, 数字经济发展水平的回归系数仍显著为正, 基准回归结论依然成立。

3. 制造业样本的检验

现阶段制造业转型升级速度快、规模大, 相关产业蓬勃发展, 对经济增长起着至关重要的作用。根据中国证券监督管理委员会《上市公司行业分类指引》(2012 年修订), 研究样本中直接反映数字经济的信息传输、软件和信息技术服务业样本 (门类为 I) 较少, 而在实施创新驱动的大环境下, 制造业的创新行为更具现实意义, 且单行业样本有利于削弱行业间差异对样本估计效应的影响, 本文选择门类为 C 的制造业样本进行稳健性检验, 结果见表 5 列 (3)。稳健性检验结果显示, 数字经济发展依然对企业协同创新具有正向影响。值得注意的是, 在仅保留制造业企业样本时, 数字经济发展水平的回归系数数值有所下降 (由全样本下的 53.682 降为 43.842), 原因可能是未包含数字化程度较高的信息通信、软件等产业, 该结果与王可和李连燕 (2018) 以制造业为样本, 强调互联网有效地促进了制造业创新成果产出^[41]的结论一致。

表 5 内生性处理及制造业样本回归结果

变量	工具变量		制造业样本	
	<i>mobpost</i>	<i>ibc</i>		
<i>De</i>	448.754*** (133.606)	682.773** (293.425)	61.687*** (6.141)	43.842*** (13.486)
控制变量	控制	控制	未控制	控制
Kleibergen-Paap rk LM	36.793***	12.613***		
Kleibergen-Paap rk Wald F	76.120 [8.96]	12.594 [8.96]		
$\overline{R^2}$	0.2441	0.4247	0.508	0.463
样本量	1191	1183	1612	1612

注：中括号内数值为 Stock-Yogo 弱识别检验在 15% 水平下的临界值。

(三) 异质性分析

1. 是否为数字经济上市公司异质性分析

本文根据 CSMAR 数字经济数据库对数字经济上市公司的收录情况，识别数字经济企业与非数字经济企业，据此进一步考察数字经济发展对企业协同创新赋能效应的异质性特征。根据表 6 列 (1) 一列 (3)，数字经济对数字类型上市公司产生了促进作用，而对非数字经济上市公司无明显影响。为考察两组样本的差异，本文引入数字企业虚拟变量（记为 *Slc*，数字经济上市公司为 1，否为 0）及其与数字经济发展水平的交互项。交互项系数在 5% 的水平上显著为正，进一步的组间系数差异检验结果验证了以下结论：数字经济发展对企业协同创新的促进作用在数字经济企业中强于非数字企业。原因可能是，尽管数字经济有效赋能企业协同创新活动，但需以企业自身的劳动、技术、资本等要素为前提^[42]。与非数字企业相比，数字经济公司技术水平较高，能够抓住数字经济发展新契机，善于利用外部信息环境和技术基础设施，实现锦上添花，为企业协同创新提供不竭动力。同时应认识到，上市公司之间对数字经济的利用还存在一定程度的“数字鸿沟”，需进一步强化和落实数字经济的普惠效应。

2. 产权性质异质性分析

数字经济带来的知识溢出增值在不同类型的公司可能具有差异性。在中国情境下，数字经济的赋能效应在国有企业和非国有企业又具有怎样的异质性？根据表 6 列 (4) 一列 (6)，与以往研究^[43]认为国有企业进行互联网化对创新无推动作用不同的是，数字经济发展提升了国有企业与非国有企业的协同创新绩效，其中对前者的驱动作用更强。进一步地，考察产权性质虚拟变量（记为 *Property*，国有企业为 1，否为 0）与数字经济发展水平交互项，可以发现，数字经济发展对国有企业协同创新具有更强的影响效应。原因可能在于，在数字经济逐步成为国家重要发展导向的形势下，国有企业能够更好地契合国家战略，凭借其在资源和市场领域的优势地位，持续提升协同创新水平，而非国有企业所拥有的创新资源往往难以满足数字经济转型所需的长周期、高成本投入，对创新风险的承受能力也较弱。

3. 城市等级异质性分析

当前中国地级及以上城市按行政等级包括直辖市、副省级城市、非副省级省会城市和普通地级市。资金、优惠政策等要素资源一般从上级到下级城市依次分配，即城市级别越高，其能够得到更多的财政资金投入以及吸引更多的优秀人才，这有利于优化本地区的创新环境^[44]。鉴于此，本文引入城市级别虚拟变量（记为 *Level*，普通地级市以上的高等级城市为 1，否为 0）及其与数字经济发展水平的交互项。根据表 6 列 (7) 一列 (9)，数字经济发展促进了位于不同等级城市的企业协同创新。同时，交互项的回归系数为负且不显著，这说明数字经济对企业协同创新的驱动作用不存在城市等级差异。原因可能在于，

一方面, 高等级城市凭借级别优势, 形成了多样化创新资源的集聚优势, 与数字经济对创新的溢出效应存在较大重叠, 导致数字经济的边际效应有限; 另一方面, 针对中西部地区不同类型及发展程度的城市群, 国家因地制宜地实施了一系列差异化扶持政策, 普通地级市在财政、投资等层面获得了政策支持, 创新要素配置更加完善, 这在一定程度上改善了普通地级市在创新发展上的等级劣势, 缩小了数字经济对企业创新溢出效应在城市等级上的异质性。

表6 异质性检验结果

变量	是否为数字经济企业			产权性质			城市等级		
	数字经济	非数字经济	交互项	国有	非国有	交互项	高等级城市	普通地级市	交互项
<i>De</i>	98.363*** (33.996)	10.014 (6.726)	45.975*** (15.243)	127.034*** (28.087)	19.207* (11.002)	48.373*** (13.119)	80.859*** (23.888)	29.420* (17.403)	90.705*** (24.463)
<i>De×Slc</i>			49.176** (21.240)						
<i>De×Property</i>						47.085*** (15.240)			
<i>De×Level</i>									-25.939 (17.957)
组间系数差异检验	-88.349***			-107.826***			-51.439***		
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
$\overline{R^2}$	0.465	0.114	0.410	0.451	0.271	0.411	0.448	0.163	0.402
样本量	838	1172	2010	967	1043	2010	1218	792	2010

注: 组间系数差异检验报告 *P* 值, 采用费舍尔组合检验 (抽样 1 000 次) 计算得到。

五、基于创新链和供应链视角的作用机制探讨

(一) 创新链视角: 跨组织研发合作

表7报告了创新链视角下渠道作用机制的检验结果。为便于比较, 本文将表3列(4)即数字经济发展影响企业协同创新的总效应列为表7最后一列。表7结果显示, 数字经济发展正向影响企业参与外部组织的研发合作, 其中对合作深度的影响更为明显。在此基础上, 将二者同时纳入回归模型, 跨组织研发合作(广度及深度)和数字经济发展水平的回归系数均显著。值得注意的是, 在加入了中介变量后, 数字经济发展水平的回归系数有所降低, 一是在研发合作广度的机制路径中由53.682(总效应)下降到35.167(直接效应), 二是在研发合作深度作用路径中下降到35.545(直接效应)。这表明研发合作广度和深度是数字经济发展提升企业协同创新的重要作用路径。

(二) 供应链视角: 客户和供应商集中度

表8报告了供应链视角下渠道作用机制的检验结果。同样为便于比较, 本文将表3列(4)即数字经济发展影响企业协同创新的总效应列为表8最后一列。表8结果显示, 数字经济发展提高了客户集中度, 但是降低了供应商集中度, 回归系数均通过显著性检验。在纳入供应链集中度变量后, 数字经济发展的回归系数均有所减小。这表明数字经济发展不仅在供应链上游促进了企业间信息的高效流动, 降低了供应商集中度, 而且在下游加强了与大客户保持紧密联系, 为企业更精确快速地捕捉市场需求, 提高非正规融资能力提供平台支撑, 由此增强了供应链柔性。也就是说, 数字经济通过提高客户集中度、降低供应商集中度来提升企业

协同创新。该结论也证实了分别探讨客户和供应商集中度在数字经济与企业协同创新中的渠道作用机制的必要性，区别于以往研究笼统考察供应链集中度在企业创新中的作用机理^[45]。

表 7 渠道作用机制检验结果 I

变量	中介作用				主效应
	<i>Breadth</i>	<i>Sg</i>	<i>Depth</i>	<i>Sg</i>	
<i>De</i>	0.189 [*] (0.113)	35.167 ^{**} (17.610)	0.238 ^{**} (0.120)	35.545 ^{**} (14.511)	53.682 ^{***} (16.882)
<i>Breadth</i>		48.358 ^{***} (10.243)			
<i>Depth</i>				29.437 [*] (17.140)	
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
$\overline{R^2}$	0.222	0.488	0.062	0.457	0.554
样本量	2 195	2 010	2 195	2 010	2 002

表 8 渠道作用机制检验结果 II

变量	中介作用				主效应
	<i>Cchain</i>	<i>Sg</i>	<i>Schain</i>	<i>Sg</i>	
<i>De</i>	0.191 ^{***} (0.071)	33.174 ^{**} (15.481)	-0.284 [*] (0.147)	20.419 ^{**} (10.159)	53.682 ^{***} (16.882)
<i>Cchain</i>		0.027 ^{**} (0.012)			
<i>Schain</i>				-0.041 ^{**} (0.019)	
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
$\overline{R^2}$	0.356	0.543	0.421	0.537	0.554
样本量	2 102	1 929	1 675	1 511	2 002

六、跨组织研发合作与企业协同创新的进一步讨论

激烈的市场竞争增加了技术复杂性并加快了技术迭代速度，单个企业拥有的知识、技术等创新资源难以满足创新活动的全部需求，而跨界协作通过改变组织边界功能和形态，实现了组织内部的高效沟通和外部资源的有效整合^[2]。何郁冰和伍静（2020）基于技术协同创新模式角度，认为技术交易和技术联盟通过共享知识、拓展知识网络、促进隐性知识跨界流通等方面提升了合作企业的创新绩效^[46]。但王等人（Wang et al., 2012）认为，由于交易成本及搜索成本的存在，企业跨组织合作可能对创新绩效产生负效应，甚至过度的开放会引起其内部知识的泄露^[47]。

关于跨组织研发合作广度和深度与企业创新的关系，既有文献未能达成一致结论。卡蒂拉和阿胡贾（Katila & Ahuja, 2002）运用专利引用信息计算搜寻广度和搜寻深度，发现前者正向促进企业创新绩效，企业创新绩效与后者则呈现倒 U 型关系^[48]。劳尔森和索尔特（Laursen & Salter, 2006）基于英国创新调查数据的研究表明，企业创新绩效与外部搜寻的广度和深度均呈现倒 U 型关系^[15]。马艳艳等（2014）结合中国工业企业和专利数据研究发现，企业创新绩效与研发合作广度具有倒 U 型关系，而与研发合作深

度则表现为U型关系^[16]。佛洛尔等(Flor et al., 2018)认为,外部搜索的广度和深度均对高技术企业突破性创新无影响^[17]。综上,已有研究虽然未能形成一致结论,但是普遍认为合作广度和深度对企业创新绩效的影响为非线性关系。本文借鉴汉森(Hansen, 1999)^[49]提出的非线性面板门槛模型,试图回应当前研究结论不一致的现象。单一面板门槛模型见模型(4),双门槛模型以此类推。

$$Sg_{it} = \mu + \beta_1' x_{it} I(q_{it} \leq \gamma) + \beta_2' x_{it} I(q_{it} > \gamma) + e_{it} \quad (4)$$

其中, $I(\cdot)$ 为指标函数, q_{it} 为门槛变量, γ 为门槛值。由门槛回归模型的原理可知, 门槛变量既可以选择模型中的解释变量, 也可是其他独立变量, 具体估计结果见表9和图1。

表9 研发合作程度对企业协同创新绩效的门槛效应检验及回归结果^①

自变量	门槛效应检验				门槛回归结果	
	门槛个数	门槛值	F	P	变量	回归系数
合作广度	单门槛	30	5.659	0.058	区间1 ($Breadth \leq 30$)	35.860***
	双门槛	45	11.753	0.016	区间2 ($30 < Breadth \leq 45$)	23.236***
	三门槛				区间3 ($45 < Breadth$)	-1.038
合作深度	单门槛	1.333	5.295	0.042	区间1 ($Depth \leq 1.333$)	27.192*
	双门槛	16.241	4.603	0.086	区间2 ($1.333 < Depth \leq 16.241$)	21.294**
	三门槛				区间3 ($16.241 < Depth$)	39.553

注: 门槛效应检验中, 采用自助(Bootstrap)法反复抽样500次得到P值。

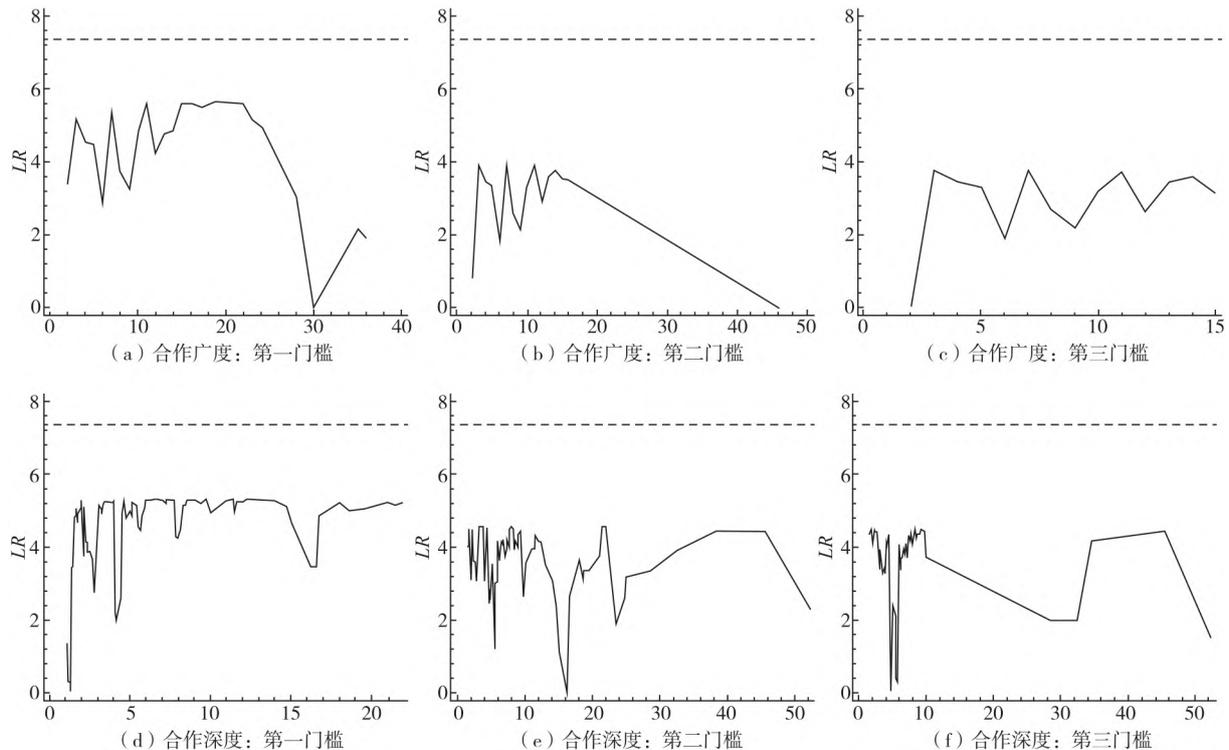


图1 跨组织研发合作与企业协同创新关系的各重门槛值估计结果

^① 由于面板门槛模型要求数据结构为平衡面板数据, 在此采用2015—2019年企业-年份层面的数据, 并删除变量中含有缺失值的样本, 最终432个样本进入回归模型。

由表9可知,当合作广度为门槛变量时, F 统计量拒绝存在三门槛的假设($P>0.1$),且在5%的水平上拒绝不存在门槛效应的原假设,因此,双门槛模型对合作广度与企业协同创新关系具有较好的拟合效果。从门槛数值来看,研发合作广度门槛值分别为30和45。这说明当企业在一个自然年度内与不同数量的创新主体进行专利联合申请时,合作主体个数对企业协同创新确实存在异质性影响。当合作深度为门槛变量,单门槛和双门槛模型均通过显著性检验,门槛值分别为1.333、16.241。此外,结合图1各门槛值估计结果,双门槛模型能够较好地拟合研发合作广度和深度与企业协同创新的关系。

根据表8,当门槛变量为 $Breadth$ 时,不同的 $Breadth$ 取值对企业协同创新的影响有较大差异。当企业与外部创新主体的合作数量偏少时($Breadth \leq 30$), $Breadth$ 的回归系数为35.860;当合作数量增加时($30 < Breadth \leq 45$),回归系数降为23.236;随着合作单位数量的增加,回归系数变为-1.038;前两个区间的系数在1%的水平下显著为正,而在区间3中,虽未通过显著性检验,但其系数为负。这表明,随着企业与外部合作主体数量的增加,其对创新的正向影响效应下降,当越过门槛值45时,对企业协同创新产生负向影响,假设 H_{3a} 得证。产生该现象的原因可能在于:(1)当不同创新主体参与合作时,企业可通过共享、匹配和学习效应,以低成本搜索创新所需的知识、技术等资源以及获取知识溢出;(2)随着合作单位的增加,企业同其他参与主体间的沟通成本、交易成本等逐渐上升,导致合作伙伴数量过多反而对企业协同创新产出具有抑制作用^[16]。

类似地,当门槛变量为 $Depth$ 时,随着合作深度逐步增加(由1.333到16.241),其对协同创新的促进作用愈加明显;而当合作深度达到门槛值16.241后,其对企业协同创新的推动作用在统计上不显著,假设 H_{3b} 得证。原因可能在于,当企业与外部主体进行更加密切的合作时,不仅面临着更高的核心技术与商业机密泄露的风险,而且企业间的重复合作会限制企业获取外部知识,抑制该阶段创新产出^[50],进而削弱数字经济发展对企业协同创新的溢出效应。总的来看,长期持久的网络互动仍然能够增进联盟成员间的信任,缩短社会距离,进而促进协同创新的达成。

七、研究结论与政策建议

数字经济是中国经济实现高质量发展的新兴动力^[37-51]。在此背景下,企业单体内部的创新已无法满足创新活动对技术、知识等资源的需求,跨组织协同已成为新常态。本文借助A股上市公司2011—2019年企业-城市-年份的非平衡面板数据,在构建企业数字经济发展指数基础上,从创新链和供应链视角,实证分析数字经济影响企业协同创新的赋能效应及传导机制。研究结果显示:(1)数字经济发展提升了企业协同创新绩效,该结论在更换解释变量刻画指标、考虑内生性问题、保留制造业样本等一系列稳健性检验后,仍保持不变。(2)数字经济发展在数字类型企业和国有企业中对企业协同创新的带动作用更强,在城市行政等级上无差异。(3)数字经济发展通过增强研发合作的广度和深度、提高客户集中度和降低供应商集中度间接驱动企业协同创新,但间接效应弱于直接效应。(4)研发合作的广度和深度均与协同创新产出呈现动态演化关系,具体表现为:当企业在某一年的合作单位数由30增加至45时,数字经济发展的创新溢出效应减小,而当数量大于45时,表现为负向影响,即合作单位的数量超过一定阈值时,会抑制企业协同创新产出;随着合作的深入,其对企业协同创新的促进作用不断凸显;平均合作次数大于16.241时,伴随着机会主义、核心技术泄露等风险,深入合作对企业协同创新的推动作用变得不明显。

基于以上研究结论,本文提出四点政策建议:第一,大力发展数字化基础产业,形成数字化产业集群。重点加强对大数据、云计算、物联网、人工智能等数字化核心技术领域的研发投入力度,在补齐数字化基础设施短板的基础上,培育新型数字化产业集群,依托数字化资源与跨界融合机制,最大限度破除创新资源配置的组织界限、行业壁垒与空间限制,提升协同式创新水平。第二,推进产业数字化以及数字化平台建设。不仅要利用数字技术对传统产业生产方式进行数字化变革,以数字经济新业态、新模式打通上下游的业务流与数据流,提升全产业链的资源协同与集成应用能力,而且要搭建跨领域的产业

数字化平台体系,充分利用知识图谱、扁平化网络治理结构等平台优势促进跨行业创新资源流动,降低信息共享与协同办公等研发成本,为企业协同创新提速增效。第三,企业应重视地区数字经济发展与自身数字化转型对协同创新的强大促进作用。一方面,要充分利用数字技术与数字化平台,突破组织界限和地理空间的约束,与更多不同背景的企业实现信息、知识与技术的快速交流,进而在创新链上达到协作广度与协同深度的双重提升;另一方面,借助数字经济的信息流通与动态匹配机制推动供应链协同机制建设,不仅要与上游供应商建立供需匹配与供应质量双重优化的稳定合作伙伴关系,而且要利用数字技术与平台准确追踪和深挖下游客户需求,进而促进上下游企业开展技术共享、研发创新等协同式活动。第四,企业应遵循跨组织研发合作的广度和深度与协同创新的动态演化规律,保持适度规模的合作伙伴数量及合作频次,抓住协同创新的契机,形成一个不断动态发展、呈螺旋式上升的内外部良好循环的协同模式。

参考文献:

- [1]周开国,卢允之,杨海生.融资约束、创新能力与企业协同创新[J].经济研究,2017,52(7):94-108.
- [2]张骁,吴琴,余欣.互联网时代企业跨界颠覆式创新的逻辑[J].中国工业经济,2019(3):156-174.
- [3]BALDWIN C, VON HIPPEL E. Modeling a paradigm shift: from producer innovation to user and open collaborative innovation[J]. Organization Science, 2011, 22(6): 1399-1417.
- [4]OLIVEIRA L, FLEURY A, FLEURY M T. Digital power: value chain upgrading in an age of digitization[J]. International Business Review, 2021, 30(6): 101850.
- [5]李雪松,党琳,赵宸宇.数字化转型、融入全球创新网络与创新绩效[J].中国工业经济,2022(10):43-61.
- [6]朱小刚,刘博,刘春年.数字化提升企业绿色创新质量的机制研究[J].首都经济贸易大学学报,2024,26(1):18-33.
- [7]胡山,余泳泽.数字经济与企业创新:突破性创新还是渐进性创新? [J].财经问题研究,2022(1):42-51.
- [8]罗兴武,张皓,刘洋,等.数字平台企业如何从事件中塑造数字创新能力?——基于事件系统理论的钉钉成长案例研究[J].南开管理评论,2023,26(4):234-247.
- [9]张新民,陈德球.移动互联网时代企业商业模式、价值共创与治理风险——基于瑞幸咖啡财务造假的案例分析[J].管理世界,2020,36(5):74-86.
- [10]黄群慧,余泳泽,张松林.互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验[J].中国工业经济,2019(8):5-23.
- [11]JAFARI-SADEGHI V, GARCIA-PEREZ A, CANDELO E, et al. Exploring the impact of digital transformation on technology entrepreneurship and technological market expansion: the role of technology readiness, exploration and exploitation[J]. Journal of Business Research, 2021, 124: 100-111.
- [12]汪文璞,徐蔼婷.数字经济能驱动企业创新效率吗[J].现代经济探讨,2022(12):79-90.
- [13]赵星,李若彤,贺慧圆.数字技术可以促进创新效率提升吗? [J].科学学研究,2023,41(4):732-743.
- [14]党琳,李雪松,申烁.数字经济、创新环境与合作创新绩效[J].山西财经大学学报,2021,43(11):1-15.
- [15]LAURSEN K, SALTER A. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms[J]. Strategic Management Journal, 2006, 27(2): 131-150.
- [16]马艳艳,刘凤朝,姜滨滨,等.企业跨组织研发合作广度和深度对创新绩效的影响——基于中国工业企业数据的实证[J].科研管理,2014,35(6):33-40.
- [17]FLOR M L, COOPER S Y, OLTRA M J. External knowledge search, absorptive capacity and radical innovation in high-technology firms[J]. European Management Journal, 2018, 36(2): 183-194.
- [18]张昕蔚.数字经济条件下的创新模式演化研究[J].经济学家,2019(7):32-39.
- [19]余东华,李云汉.数字经济时代的产业组织创新——以数字技术驱动的产业链群生态体系为例[J].改革,2021(7):24-43.
- [20]BERGER E S C, VON BRIEL F, DAVIDSSON P, et al. Digital or not—the future of entrepreneurship and innovation: introduction to the special issue[J]. Journal of Business Research, 2021, 125: 436-442.
- [21]HANSEN M T, BIRKINSHAW J. The innovation value chain[J]. Harvard Business Review, 2007, 85(6): 121-130.
- [22]HIRSCHPRUNG R S, TAYRO S, REZNIK E. Optimising technological literacy acquirement to protect privacy and security[J]. Behaviour & Information Technology, 2022, 41(5): 922-933.
- [23]黄宏斌,孙雅妮,许晨辉.客户—供应商稳定关系促进了双方的协同创新吗? [J].中南财经政法大学学报,2023(6):16-28.

- [24]CAVALCANTE I M , FRAZZON E M , FORCELLINI F A , et al. A supervised machine learning approach to data-driven simulation of resilient supplier selection in digital manufacturing[J]. *International Journal of Information Management* , 2019 , 49: 86-97.
- [25]CHENG Z , NAULT B R. Relative industry concentration and customer-driven IT spillovers[J]. *Information Systems Research* , 2012 , 23(2) : 340-355.
- [26]KOPALLE P K , KUMAR V , SUBRAMANIAM M. How legacy firms can embrace the digital ecosystem via digital customer orientation[J]. *Journal of the Academy of Marketing Science* , 2020 , 48(1) : 114-131.
- [27]GOSMAN M , KELLY T , OLSSON P , et al. The profitability and pricing of major customers[J]. *Review of Accounting Studies* , 2004 , 9(1) : 117-139.
- [28]唐松 伍旭川 祝佳.数字金融与企业技术创新——结构特征、机制识别与金融监管下的效应差异[J].*管理世界* 2020 36(5) : 52-66.
- [29]GUO D , GUO Y , JIANG K. Government-subsidized R&D and firm innovation: evidence from China[J]. *Research Policy* , 2016 , 45(6) : 1129-1144.
- [30]ZHOU K Z , GAO G Y , ZHAO H X. State ownership and firm innovation in China: an integrated view of institutional and efficiency logics[J]. *Administrative Science Quarterly* , 2017 , 62(2) : 375-404.
- [31]ARORA A , ATHREYE S , HUANG C. The paradox of openness revisited: collaborative innovation and patenting by UK innovators[J]. *Research Policy* , 2016 , 45(7) : 1352-1361.
- [32]BROCKMAN P , KHURANA I K , ZHONG R. Societal trust and open innovation[J]. *Research Policy* , 2018 , 47(10) : 2048-2065.
- [33]夏丽娟 谢富纪 王海花.制度邻近、技术邻近与产学研协同创新绩效——基于产学研联合专利数据的研究[J].*科学学研究* 2017 35(5) : 782-791.
- [34]杨蕙馨 孙芹 王海花.知识网络动态性对高校协同创新绩效的影响研究: 合作网络的调节作用[J].*经济与管理研究* 2022 43(10) : 68-80.
- [35]冉戎 聂军 谢懿.地区社会资本对企业协同创新的影响研究[J].*科研管理* 2020 41(12) : 82-92.
- [36]马化腾 孟昭莉 闫德利.数字经济: 中国创新增长新动能[M].北京: 中信出版集团 2017.
- [37]徐星 惠宁 崔若冰 等.数字经济驱动制造业高质量发展的影响效应研究——以技术创新效率提升与技术创新地理溢出的双重视角[J].*经济问题探索* 2023(2) : 126-143.
- [38]文磊 李宏兵.城市制造业出口升级加剧了技能溢价吗? ——来自中国劳动力动态调查数据的微观证据[J].*经济与管理研究* 2022 , 43(5) : 77-94.
- [39]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.
- [40]唐要家 王钰 唐春晖.数字经济、市场结构与创新绩效[J].*中国工业经济* 2022(10) : 62-80.
- [41]王可 李连燕.“互联网+”对中国制造业发展影响的实证研究[J].*数量经济技术经济研究* 2018 35(6) : 3-20.
- [42]谢康 夏正豪 肖静华.大数据成为现实生产要素的企业实现机制: 产品创新视角[J].*中国工业经济* 2020(5) : 42-60.
- [43]沈国兵 袁征宇.企业互联网化对中国企业创新及出口的影响[J].*经济研究* 2020 55(1) : 33-48.
- [44]江艇 孙鲲鹏 聂辉华.城市级别、全要素生产率和资源错配[J].*管理世界* 2018 34(3) : 38-50.
- [45]ZHANG W , WANG L F. Research on the impact of supply chain relationship on enterprise innovation under the background of digital economy [C]//Institute of Electrical and Electronics Engineers. 2021 International Conference on E-Commerce and E-Management (ICECEM) . Dalian: IEEE , 2021: 494-501.
- [46]何郁冰 伍静.企业生态位对跨组织技术协同创新的影响研究[J].*科学学研究* 2020 38(6) : 1108-1120.
- [47]WANG Y D , ROIJAKKERS N , VANHAVERBEKE W , et al. How Chinese firms employ open innovation to strengthen their innovative performance[J]. *International Journal of Technology Management* , 2012 , 59(3/4) : 235-254.
- [48]KATILA R , AHUJA G. Something old , something new: a longitudinal study of search behavior and new product introduction[J]. *Academy of Management Journal* , 2002 , 45(6) : 1183-1194.
- [49]HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation , testing , and inference [J]. *Journal of Econometrics* , 1999 , 93(2) : 345-368.
- [50]FU X L. How does openness affect the importance of incentives for innovation? [J]. *Research Policy* , 2012 , 41(3) : 512-523.
- [51]杨佩卿.数字经济的价值、发展重点及政策供给[J].*西安交通大学学报(社会科学版)* 2020 40(2) : 57-65.

Digital Economy Development and Enterprise Collaborative Innovation —From the Perspectives of Innovation Chain Upgrading and Supply Chain Optimization

WU Jing¹, JI Xiangyu²

(1. Jinan University, Guangzhou 510632;

2. Guangdong University of Finance, Guangzhou 510521)

Abstract: Digital economy is a new driving force for China's high-quality economic development. This paper focuses on the basic facts of the strengthening trend of enterprises' R&D cooperation, from the dual perspectives of innovation chain upgrading and supply chain optimization, and uses the matching data of China's prefecture-level cities and listed companies to investigate the effect and mechanism of digital economy development on enterprises' collaborative innovation.

The results are as follows. (1) The digital economy has a significantly positive effect on collaborative innovation performance of enterprises, which is particularly significant in digital economy companies and state-owned enterprises. (2) The mechanism test shows that the digital economy improves collaborative innovation performance of enterprises through two ways: one is to strengthen the breadth and depth of cross-organizational R&D collaboration to realize the upgrading of innovation chain; the other is to improve the concentration of customers and reduce the concentration of suppliers to realize the optimization of supply chain. (3) From the perspective of innovation chain, the expansion analysis results based on panel threshold regression show that there is a significant threshold effect between the breadth and depth of R&D cooperation and collaborative innovation performance of enterprises, and the interaction between the two exists an optimal interval.

This paper makes contributions in the following two aspects. (1) This paper, from the perspective of interaction between different enterprises, tries to analyze the inherent mechanism and impact of the development of the digital economy on the coordinated innovation of enterprises, so as to provide new evidence for related fields. (2) In terms of research content, on one hand, based on the existing theoretical basis, this paper further considers the multiple spillover effects of digital economy, such as technology diffusion and network externalities, and emphasize the mechanism of enabling enterprises to collaborate on innovation through innovation chain upgrading and supply chain optimization. On the other hand, the panel threshold model is used to investigate the nonlinear relationship between the breadth and depth of cross-organization R&D collaboration and enterprise collaborative innovation from the perspective of innovation chain, responding to the phenomenon of inconsistent research conclusions at present. At the same time, the conclusions of this article provide practical guidance for enterprises to effectively carry out R&D cooperation under the digital economy, and provide policy implications for the government to formulate appropriate digital economy development strategy.

Keywords: digital economy; collaborative innovation; innovation chain; supply chain; cross-organizational R&D collaboration; innovation performance

(责任编辑: 李叶; 周斌)