

【区域格局与产业发展】

数字产业集群创新网络的形成机制与发展模式研究*

夏杰长 刘睿仪

摘要:数字产业集群是数字产业演进的高级形态,数字经济高质量发展的关键载体。数字产业集群形成于新发展格局下数字经济与实体经济的融合实践,以及有为政府与数字化企业的内外推动。政策环境激励、集群内行为主体对数字资源禀赋的高度依赖与共享,组织内自我驱动式创新、多元主体与头雁企业的互动,以及组织内的非平衡性与内在随机性动力构成了数字产业集群创新网络的形成机制。数字产业集群创新网络发展可以分为传统要素驱动模式、创新效率驱动模式、新型要素驱动模式这三类模式。进一步推动数字产业集群创新网络发展,需要深化链群互动与全局规划的战略协同,加强有效市场和有为政府的高度配合,优化数字产业与实体产业的良性互动,以全球化视野谋划推动集群科技创新,从而充分发掘集群网络优势,放大数据规模优势,最大程度地提升集群的创新能力。

关键词:数字产业集群;创新网络;产业集聚

中图分类号:F062.9 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-5766(2024)05-0058-11 **收稿日期:**2024-07-01

***基金项目:**国家自然科学基金面上项目“生产网络视角下服务业技术进步影响因素、机制及路径优化研究”(72073139);中国社会科学院学科建设“登峰战略”资助计划(DF2023ZD21);中国社会科学院大学校级科研专项——重大课题“数字经济:工商管理学科数字经济人才培养基地”(20220103)。

作者简介:夏杰长,男,中国社会科学院大学商学院教授,博士生导师(北京 102488);

刘睿仪,女,中国社会科学院大学商学院硕士生(北京 102488)。

一、引言

产业集群是知识生产与知识溢出并存、创新主体与资源要素高度集聚的典型空间形态和产业组织(王缉慈,2004),形成专业化分工与关联协作的产业集群已经成为一种全球性的经济现象和富有朝气的区域发展模式。随着经济发展阶段和产业结构的变化,资源、人口、投资等传统要素约束矛盾日益突出,在一定的时间和地理范围内,经济运行中作为自然人的劳动力是有限的,可撬动的

资源总量也是有限的,仅依靠传统要素驱动难以进一步提升集群产出效率,也无法形成新的竞争优势。随着行业平均规模增大、资源市场竞争加剧,传统产业集群会不可避免地陷入创新能力不足、产业生态不完善、空间布局固化、环境污染等突出困境,加快推动产业集群转型升级、实现要素驱动向效率驱动转变,已成为经济社会高质量发展的现实要求。

随着数字技术不断融入经济社会发展的各领域各环节,我国经济发展逐步从要素驱动、投资规模驱动向创新驱动转变,社会生产由地方空间向流

动空间转变,产业间创新边界不断拓展、创新主体不断涌现、创新合作不断深化(滕堂伟等,2024)。由数字化所带来的信息整合能力和生产协调能力于无形之中改变了传统产业集群的低成本逻辑和劳动力密集型特征,使之逐步向着资本密集型、技术密集型和高创新性的方向发展,开辟出了传统生产力向新质生产力涅槃重生的新路径。党的二十大报告提出,“加快发展数字经济,促进数字经济和实体经济深度融合,打造具有国际竞争力的数字产业集群”(习近平,2022),这为实现我国产业集群类型的结构性变革与整体式跃升指明了方向。党的二十届三中全会通过的《中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》再次强调了发展数字产业集群的重要性,明确指出,“加快新一代信息技术全方位全链条普及应用,发展工业互联网,打造具有国际竞争力的数字产业集群”。数字产业集群在继承传统产业集群规模优势的基础上,融入数据、平台、算法等新型资源要素,依托数据采集与流通、数字技术的应用、数字平台的搭建,集聚更广泛地理范围内的相关利益主体,既在一定程度上克服了土地资源、设备、能耗等传统有形要素的制约,也超越了传统产业集群对于特定地理区域的依赖,在强调推动区域创新的同时也注重集群内主体的自立型发展,能够推动形成更具帕累托改进效应的产业空间布局。

大力推进数字产业集群创新网络发展,是数字经济高速发展背景下推动区域经济增长、加快现代化产业体系建设的重要途径。为进一步推动创新资源在各个创新主体、创新链条、创新环节之间的通畅流转,全方位激发创新主体活力,需要深入探究数字产业集群创新网络的形成机制是什么、有哪些发展模式,这对于实现产业环节的高效对接、灵活组合、集中生产,走出一条具有中国特色和国际竞争力的数字产业集群发展之路具有重要的理论价值和实践意义。

二、文献综述

梳理学界有关产业集群的研究文献,主要集中在以下三个方面。

1. 产业集群的形成动因、概念及特征

社会化分工和产业集聚种下了产业集群发展

的种子。Adam Smith在其1776年出版的《国富论》中提出“产业专业化分工”这一概念,认为分工密切的企业会为了生产产品而联合形成企业“群体”。分工使得资源得到较为合理的配置,推动规模经济的形成。Marshall(1890)在《经济学原理》中提出,同行业企业在特定区域内的集中和汇聚能够提高产业专业化程度,企业在集聚区域内更容易获得更多的技术人员、供应商支持以及知识交流和学习机会,从而推动了技术创新(马歇尔,2010)。这种强调地理空间分布属性的同行业企业的集聚也被称为“马歇尔产业集聚”。

当产业专业化分工和产业集聚发展到一定阶段时,便会形成由各类规模的企业及其支撑机构在特定产业领域内的紧密联结,经由纵横交错的产业网络关系共同形成的紧密协作的空间组织形态,即产业集群(黄光辉,2012)。产业集群更强调各行为主体经密切沟通协作而形成的关系网络属性和经济属性,是产业集聚的更高级阶段。Porter(1985,1990)最早提出了“产业集群”这一概念,并将产业集群提升到国家战略的高度(波特,2004),认为产业集群是拥有持续竞争优势的有机整体,企业会结合市场需求开展产品创新和技术创新,以获得竞争优势(波特,2002)。从本质上看,产业集群是由企业及相关机构通过横向协作、纵向联系以及广泛的社会关系所构成的错综复杂的网络系统(马珊珊,2014),集群内各主体在形式上是分散和独立的,在实质上则是同处于一个在产业链上分工协作的生产网络中,通过开展创新活动,以寻求共生优势。从性质上看,产业集群作为一种介于微观企业与宏观经济市场之间的中观空间组织结构,兼具科层制与市场机制的优势(张辉,2004),具有多元化主体、多样化联系、多要素组合的特点,有着复杂、多层次、非线性的联系,以及日益凸显的网络化特征(Ian等,2000)。

2. 产业集群创新网络的形成机制、特征及影响因素

在对产业集群的产生逻辑、概念及其特征有了较为清晰的认识和研究后,学者们开始围绕产业集群的创新演化、网络化特征等方面展开研究。Freeman在1991年提出了创新网络的概念,认为创新网络是企业之间进行系统性创新的一种制度安排(Freeman,1991)。创新网络的提出为产业集群

的发展提供了全新的视角。在创新网络概念的基础之上,学者们在研究产业集群时,其视角从传统的线性模式逐渐演进至网络范式,对产业集群创新网络的形成机制、特征以及影响因素展开了深入探讨。

从产业集群创新网络的形成机制来看,产业集群创新网络是在创新主体及其支撑机构之间长期的正式与非正式创新关系之中形成与发展的(李文博等,2010;Choi等,2013)。其中,正式的创新关系主要是基于普通合约或协议而形成的长期稳定的合作创新关系;非正式的创新关系主要是基于社会网络关系,指的是集群内各行为主体通过非市场活动建立起人际关系,进而形成关系资本(薛卫等,2010),以实现知识的高效转移与共享,有效促进了隐性知识的扩散。产业集群创新网络是一个不断演化的动态系统(Xiaotao等,2010),能够为产业集群创新提供内生动力。产业集群演化升级的过程是集群创新网络结构和关系等不断优化、由无序向有序发展的过程(吉敏等,2011)。

从产业集群创新网络的特点上看,创新网络具有聚集、非线性和多样性等特征,资源在创新网络中的流动将促进产业集群的有效演进(龚艳萍等,2010)。李健等(2006)运用生态学视角,深入分析了产业集群创新网络的独特性质,指出产业集群中行为主体的资源竞争和协同合作与生物种群中优胜劣汰、共享生存空间的生存状态存在相似性,集群内各主体间形成开放的、分工协作的网络关系并保持一定的差异化能够推动集群的均衡发展(李健等,2006)。

从产业集群创新网络的影响因素来看,学者们的研究主要集中在两个方面,一方面是基于地理空间视角的产业集群区域创新网络发展研究。部分学者采用知识溢出理论研究集群创新网络构建、知识流动和技术转移机制,认为创新主体间的知识共享在创新网络中占据着战略性的位置(Baptista,2001;Tallman等,2004;),集群内的知识溢出效应使得集群内的企业能在最短的时间内最大化地利用集群内的知识和资源,高效地进行创新活动,并产出新的知识溢出,实现知识的共同持有和增值(Cooke,2002;钟书华,2008)。随着全球化的深入发展,学者们开始重视全球产业集群网络的结构与演化、全球价值链中政府的角色以及全球价值链视

角下的产业集群升级等问题,Bathelt等基于跨界网络的全球知识获取,以及不同空间尺度之间的知识网络耦合研究,提出集群创新发展既要重视本地知识溢出,也要重视跨区域的知识获取,依托外商投资和人才引进等机遇嵌入全球集群创新网络,实现全球化布局(Bathelt等,2004;Bathelt等,2014);另一方面是基于社会网络理论、结构洞理论、弱连接理论等探讨集群创新的影响因素。学者们认为产业集群的知识溢出并非一直由地理邻近带来正外部性(Audretsch等,1996),更多地依赖于创新环境的建设与改善。其中,信任是知识共享的基石,能够降低企业间的交易成本,提高合作效率和创新效率(石培哲等,2011)。推动产业集群创新网络的可持续发展既包括创新政策制度、社会服务系统、创新人才培养和市场环境(桂黄宝等,2024)等外部因素,也包括生产要素、网络结构(Xianhua等,2010)、研发能力、管理能力等内部因素(张学伟等,2010)。

3.数字产业集群创新网络的运行机制与发展趋势

在全球化深入发展和开放式创新背景之下,科技创新的跨地域组织和网络化特征愈发凸显(熊鸿儒,2024),数字技术的应用灵活性和高渗透性使其赋能跨行业、跨领域交叉融合的优势不断放大,一系列具有开放性、扁平化、去中心化等特征的平台组织加速崛起,通过提升创新网络综合水平、创新网络链接方式,实现区域创新效率的显著提升(欧阳娟等,2024)。数字产业集群集聚大量以互联网、电子科技、信息服务等行业为核心的数字技术企业,通过广泛运用大数据、云计算等新兴技术实现集群内资源要素数字化、产业数据共享化、创新服务集约化和平台治理协同化,具有数字技术企业高密度集聚、高强度分工协作、数字资源高效共享、高频联合技术创新性、多技术融合性、多产业跨界、开放跨国际性等特征(王定祥等,2024)。数字产业集群增强了集群内行为主体参与社会分工的适配性与选择广度,改变了集群内各主体间契约关系和权力分配关系,推动构建了以“链主”企业引领带动、上下游“专精特新”中小企业紧密配套、“产学研用”高效合作的高度灵活、柔性化的发散状网络形态,进一步稳固了集群内产业链、供应链和价值链,为科技创新与产业创新对接提供了更为丰厚的土壤(宋霖霖等,2024),提高了生产活动效率(王如玉,2018),是具有网络化、虚拟集聚和生态边界开放特

征的新型产业组织形态(王定祥,2024)。数字产业集群创新网络以新发展理念为引领,是以实现数据、知识、技术、资本等要素优化配置和高效利用为目的而建立起的复杂合作关系,旨在通过知识共享、技术转移、资金融通等方式,实现优势互补和协同发展,形成强大的创新合力。

国际上来看,全球范围内数字产业集群主要分布在美国、亚洲及欧洲等地,例如,美国旧金山的硅谷作为全球科技创新和数字经济的核心区域之一,聚集了谷歌、苹果、Meta、思科等众多世界领先的科技公司,在云计算、人工智能、大数据等领域具有强大的研发实力和市场影响力。印度科技之都班加罗尔被誉为“亚洲硅谷”“软件之都”,在软件产业形成了包括软件开发、测试、维护和咨询等环节的完整产业链;英国伦敦科技城作为欧洲最大的科技创新中心之一,聚集了大量的初创企业、投资机构、孵化器和创新加速器,在金融科技、人工智能等领域具有突出的优势。国内来看,我国政府先后出台了《“十四五”数字经济发展规划》《数字中国建设整体布局规划》《关于深入实施“东数西算”工程加快构建全国一体化算力网的实施意见》等政策,为打造具有国际竞争力的数字产业集群提供了强有力的宏观政策指引。我国数字产业集群快速发展,形成了京津冀、长三角、大湾区等较为发达的产业经济带,涌现出了中关村科技园区、张江科学城、光谷光电子信息产业园、深圳湾科技园区等一大批极具时代特色和地域特色的数字产业集群发展案例。但由于我国产业集群起步较晚,在发展过程中还面临着一定的挑战,一方面,尽管集群内主体拥有的数据资源十分丰富,但因数据采集、存储、分析能力的不足,致使数据价值尚未得到充分发挥;另一方面,自主可控的产业生态尚未形成,创新主体联系不紧密,资源、技术和数据流动不畅,集而不群,产业联动性较弱。因此,加快打造具有国际竞争力的数字产业集群,推动形成具有集聚优势、知识溢出优势和技术转移优势的数字产业集群创新网络,成为数字经济高速发展的背景下推动区域经济增长、加快现代化产业体系建设的重要途径。

综合相关研究文献来看,学者们在数字产业集群和创新网络发展方面的研究成果日益增多,而将数字产业集群与创新网络相结合起来的研究较为少见;对于产业集群的研究经历了由地域观向网络

观、由单集群向多集群的转变,关于产业集群创新网络的研究大多关注某个特定产业创新网络的演化过程,真正结合我国国情,探寻数字产业集群创新网络的形成机制与发展模式的文献研究非常少。在梳理总结学者们相关研究成果及国内外数字产业集群创新网络发展趋势的基础上,本文深入研究数字产业集群创新网络的形成机制与发展模式,以期充分发掘利用集群网络优势、放大数据的规模优势,最大程度提升集群的创新能力和为政府制定相关政策提供新的思路和参考。

三、数字产业集群创新网络发展的时代背景

数字产业集群创新网络的形成和发展映射了全球经济格局深刻调整与中国经济发展模式创新的时代需求。从宏观经济战略层面来看,数字产业集群创新网络的发展是对国家加快构建新发展格局这一时代要求的积极响应;从产业融合发展的视角来看,数字经济与实体经济深度融合为数字产业集群创新网络的形成提供了坚实的产业基础;从治理机制与市场主体的互动关系来看,有为政府与数字化企业的内外联动为数字产业集群创新网络的发展提供了强大的制度保障和市场活力。数字产业集群创新网络的形成与发展不仅是当代经济社会转型的重要标志,也是全球经济数字化、网络化、智能化发展的重要趋势。

1. 数字产业集群创新网络形成于加快构建新发展格局的时代要求

构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局,是在我国经济发展进入新阶段、面临新挑战的背景下提出的重大战略决策。从外部环境来看,当前,外部环境复杂性、严峻性、不确定性上升,外需导向型的产业集群发展模式面临挑战,需要将过去以外贸导向的集群转变到双循环导向的集群,形成我国参与国际竞争和合作的新优势。从内部环境来看,随着我国经济向高质量发展迈进,产业集群建设亟待加快实现从依赖外需驱动到内外协同共进的发展模式转型。一方面,针对国内市场中的信息不对称、信息错配问题,数字产业集群创新网络以数字化平台组织赋能为着力点,通过汇聚各类创新资源,促进数字技术、数据等生产要素的流动和共享,加强产业链上下游企业的协同

创新和合作,推动集群更为广泛地嵌入国内价值链分工网络,更为精准地对接超大规模市场需求,从供给和需求双侧驱动产业集群融入国内大循环;另一方面,国内国际双循环相互促进的新发展格局也要求产业集群创新网络具备更强的开放性和国际化能力。全球化背景下,数字经济的发展为各国提供了新的竞争平台,必须积极用好国际资源,引导先进制造业和高新技术产业外资进入国内市场、嵌入产业集群、融入产业体系,推进产业集群发展的质量变革、动力变革,更好地融入全球价值链体系。

2.数字产业集群创新网络形成于数字经济与实体经济的融合实践

数字经济以信息和通信技术为基础,跨越了以往集群和企业重组的物理条件,越来越多的传统企业结合区位优势和资源禀赋,依托互联网、数字化平台和数据资源进行数字化转型,利用区域内闲置的设备、人才和资本组织生产、加强技术攻关,加强与区域内周边企业、产业链上下游企业之间的交流合作,推动链主企业孵化,实现聚链成群、集群成势,使产业集群的创新活动具备了向外延伸的条件与空间(夏杰长等,2024)。数实融合实践中,不同领域的企业和机构的技术交流促进了创新资源的共享和流动,为数字产业集群的创新网络构建提供了丰富的创新资源,数字产业集群内部逐渐形成了紧密的创新网络。数字产业集群通过技术创新作用于实体产业链、产业结构、产业要素供需以及产业应用场景等多个方面,推动了产业数字化进程,拓展了实体产业组织分工边界、降低了交易成本,促进了新兴产业的发展和传统产业的优化(陈晓东等,2021),实现了对实体产业的高效赋能。同时,数字产业集群能够形成以数字技术为核心的高质量场景生态圈,促进新技术、新应用、新业态的涌现,为数字经济和实体经济融合提供示范应用的土壤。实体产业是数字产业集群数字产品与服务的重要运用场域,数字产业集群发展离不开实体经济的坚实基础(杨慧梅等,2021;夏杰长等,2024)。数字产业集群所产出的数据、技术等成果,需要实体产业进行消化吸收,转化为实际的生产力。数字产业集群所生产的数字产品和服务,其核心价值深深植根于经济社会的发展之中(王定祥等,2023),在推动经济社会前进的同时,集群也实现了自身滋养与成长。

3.数字产业集群创新网络形成于有为政府与数字化企业的内外推动

政府不仅要为传统实体经济、数字产业集聚提供良好的基础设施、公共服务和营商环境,还要积极培育本土有影响力的数字技术企业,并通过这些企业的带动,引导与之关联的合作企业、服务供应商、相关产业厂商和相关机构在周边集聚,推动形成具有完整的、强大的和有国际竞争力的数字产业生态链、价值链的产业集群。近年来,我国政府先后出台了《“十四五”数字经济发展规划》《数字中国建设整体布局规划》《关于深入实施“东数西算”工程加快构建全国一体化算力网的实施意见》等政策,各地围绕人工智能、大数据、电子信息等数字产业,制定了支持数字经济的政策,在税收、金融等方面出台了相应扶持措施,深入推进集群化发展,通过自上而下地加强战略、制度和政策供给等宏观调控,为打造具有国际竞争力的数字产业集群创造了良好的政策环境和贸易环境。我国数字经济全面发力,高质量发展的数字经济成为建设数字产业集群创新网络的重要支撑。根据第七届数字中国建设峰会发布的《数字中国发展报告(2023年)》显示,2023年,我国数字经济实现稳健增长,数据要素市场日趋活跃,数字经济占GDP比重超过40%,数字经济核心产业增加值占GDP比重达到10%,5G网络、千兆光网等数字基础设施不断扩容提速,人工智能、5G/6G等关键核心技术不断取得突破^①。在政府的政策引导和制度框架下,数字化企业积极响应社会治理数字化进程中对数据要素和数字技术的多元化需求,通过建链、融链、补链和强链,不断深化与国内实体经济、金融经济以及政府等部门的协作与互动,从而形成强大的竞争力优势,有力推动了数字产业化的蓬勃发展。

四、数字产业集群创新网络的形成机制

数字产业集群创新网络的形成不仅体现了产业内部的协作与竞争关系,还涵盖了知识、技术、资本等要素的流动与整合,是一个复杂且多维度的过程。在形成过程中,创新主体通过初步结网、加强联系、完善结构和寻求突破,逐渐形成稳定且高效的创新网络,这一过程对于推动数字经济高质量发展、提升区域综合竞争力具有重要意义。

1.对数字资源禀赋的高度依赖与共享是数字产业集群创新网络的形成功能

数字产业集群创新网络对新型基础设施和数字技术、新型生产要素等数字资源禀赋具有高度依赖性和共享性。数字产业集群内行为主体在依托集群所在区域独特的产业专业化条件和自然资源禀赋基础上,依靠集群内微观主体对于云计算、大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术的快速发展和创新应用进行创新活动。例如,通过技术转移平台的建设,围绕创新链、产业链、人才链、资金链进行深度融合与创新,促进知识流动和技术成果的转化与应用,有助于产业链上下游企业之间的协同创新。上游企业的技术创新可以推动下游企业进行产品升级和服务优化,而下游企业的需求反馈又能为上游企业提供新的创新方向,推动数字产业集群内的企业与其他行业进行跨界融合,从而加速区域知识网络和创新生态系统形成,促使集群自身的先发优势不断自我积累和强化。

2.政策环境激励是数字产业集群创新网络形成的有力推手

政策环境激励在数字产业集群建设中发挥着重要作用。传统产业群的数字化转型具有外部性特征,单个企业的转型能否成功往往依赖于生态系统的整体发力。需要立足产业链和区域集群的整体角度,在标准、技术上做好顶层设计和长远规划,通过不断深化改革,确定集群的定位和发展方向,建立符合集群自身发展的区域资源配置体系、基础设施供给体系。要持续优化营商环境,完善产权保护、市场准入、公平竞争等市场经济基础制度,在数字产业集群规划用地、数字信息基础设施建设、数据要素市场建设等方面给予政策扶持,为集群内企业提供更多的税收优惠政策和金融政策支持,帮助集群内形成公平竞争的市场环境,引导集群形成对经济和社会关系网络等特定区域环境的根植性,强化集群主体对区域品牌和地理标识的认同感,从而推动创新生态的形成。

3.组织内自我驱动式创新是数字产业集群创新网络形成与发展的重要源泉

传统生产型产业集群的创新行为主要聚焦于提升生产效率,受市场力量驱动,呈现出一种渐进式的边际创新模式。而数字产业集群创新转向了产业前沿和核心技术能力的提升,追求系统性的突

破式创新。创新不再是知识溢出下的随机行动,而是由集群内专业性创新部门引导的、组织内自我驱动且目的明确的研发行为(邵军,2024)。为应对内外部环境的动态变化,集群内各行为主体以产品、资金、人才为载体,以数据共享平台、数据交换中心等数字化资源整合平台为依托,通过技术转移、技术合作等方式,与外部环境持续不断进行数据、物质、信息、资金等交换活动,实现先进技术的引进、消化、吸收和再创新,进一步激活数据要素价值,推动构建良性的技术生态循环,使创新网络呈现出高度的弹性和灵活性。各主体之间通过共享数据和技术资源的方式,既可以利用彼此的优势和专长,在各自的领域内实现相互促进和共存共赢的局面,也能在共性方面寻求合作和互相借鉴,有效促进产品创新、降低研发成本,形成自我强化的价值创造循环系统,促进产业链上下游不断延伸拓展、关联产业耦合发展,逐渐依靠产业生态优势吸引更多企业集聚,推动众多企业裂变成长,共同推动集群创新和产业发展。

4.多元主体与头雁企业是数字产业集群创新网络发展的关键力量

数字产业集群创新网络的形成和发展需要企业、高校、科研机构、政府、金融机构以及地方政府等多个主体的共同参与,以及产业链各环节企业的紧密协作。头雁企业作为产业的龙头,在整个产业链中处于核心位置,对提升产业集群竞争力起着关键作用。而集群内数量众多、相互联系的主体作为网络结构中的重要节点,各自具备独特的资源和能力,以追求规模经济和集聚经济为目的而汇聚到一定的地理空间内,并在网络中形成互补关系。数字经济时代,头雁企业能够引领中小企业群雁创新发展,形成基于数字化的新雁阵生态体系,通过平等的合作关系进行长期性的创新合作,实现知识学习、技术共享,获得由集群企业的运输成本、互动成本和信任成本大幅降低而带来的“内部经济”,以及因技术外溢等资源共享带来的“外部经济”(Porter, 1998;刘芬等,2007),进一步改进集群内部主体之间、集群与社区之间、集群与外部市场之间的交流,大大提高了集群总体生产效率,推动集群创新在更大规模范围内展开。

5.非平衡性与内在随机性动力是数字产业集群创新网络形成与发展的核心特征

数字产业集群成员之间的创新能力和发展水

平存在不平衡,创新所需信息和资源的分布各有差异,创新投入和产出以及创新成果在创新网络中的分布均存在不平衡性。创新成果的传播加速了知识的传播,但不同企业吸收和应用创新成果的能力不同,根据市场需求调整创新策略的速度和效果也存在差异,创新网络的中心度、节点数量、节点密度等要素各不相同,因此形成了非平衡的发展态势。产业集群理论认为,集群内各种类型的主体具有不同的特征和优势,基于对集群整体优势的依赖和寻求自身发展利益最大化的目标追求,通过内部共生机制提高自身的市场竞争力,共同推动产业体系的演进和产业的发展(魏守华等,2002);在集群创新网络中,信息、人员、资金等要素在节点企业间频繁流动变化,创新主体在与外部环境进行信息、能量、物质交换时,某一主体的微小变动经网络作用的放大,会破坏网络创新系统的平衡,同时推动创新网络寻求再平衡,最终促使集群创新网络系统由无序状态向有序状态发展演进。

五、数字产业集群创新网络的发展模式

索洛经济增长模型深刻揭示了产业规模增长的多维驱动力,其中既包括劳动力、资本、土地等传统生产要素的支撑,也强调全要素生产率提升的重要性(刘强,2001)。数字经济时代,数据进入生产过程,成为新型生产要素(谢康等,2020),带来了知识积累和技术进步的全新方式。传统生产要素、数据资源要素以及生产要素效率共同构成了驱动数字产业集群创新网络形成的核心框架,这一框架衍生出三种发展模式:传统要素驱动型、创新效率驱动型以及数据要素驱动型。这些发展模式并非相互排斥,而是各有侧重,共同推动着数字产业集群创新网络向更高层次、更广领域的发展。

1. 传统要素驱动模式

随着数字技术的不断发展和渗透,传统产业逐渐开始向数字化、智能化方向转型。传统要素驱动模式下的数字产业集群创新网络发展侧重于通过本地的劳动力、资本积累、土地资源及独特的区位条件等先天优势,结合政策扶持和要素成本优势,将数字技术嵌入集群中的每一个企业、机构和业务流程之中,从而拓展产业链空间、形成自主创新体系,推动数字产业集群的创新网络构建,是产

业数字化的重要途径。以我国早期的高端装备产业集群为例,其主要依托国家工业布局的战略优势,结合本地劳动力、土地等传统要素优势,形成了具有一定规模的主导性传统产业。随着数字化转型的深入推进,集群主体开始全面实施全要素、全链条的数字化转型战略,吸引大量数字化转型相关企业集聚,共同搭建一体化的数字平台。在此基础上,集群内部发展了一系列体系化的数字化转型技术、产品和服务,为行业提供了成熟的解决方案和丰富的应用场景,有效推动了集群竞争力的提升。

传统要素驱动模式又可以细分为市场导向型模式和政策资本驱动型模式。其中,市场导向型模式指的是区域经济范围内率先出现了专业化市场,为产业集聚的形成创造了重要的市场交易条件和信息条件。义乌模式是典型的市场导向型模式。义乌早期的交通和自然资源劣势明显,工业基础薄弱,从“鸡毛换糖”开始就明确了利用市场的先发优势和集聚功能,发展以小商品流通为主的商贸业。在此过程中,市场始终是推动义乌经济发展的核心动力。中国加入世贸组织后,义乌迅速从内贸转向外贸,围绕中小微企业电商产业完善物流系统、展会经济等配套服务,形成了跨境电商智能化综合物流服务基地。进入数字化时代,义乌又通过培育信息光电、新能源汽车制造产业集群,半导体、生命健康产业集群,形成数字技术的产业链体系,助力传统商贸业再上新台阶。2023年,义乌市战略性新兴产业占规上工业总产值比重达45.8%，“十四五”以来年均增速为30.5%，远高于浙江省10.5%的平均水平^②。通过“兴商建市”的战略,义乌实现了市场与产业、城市的联动发展,推进了区域经济工业化、城市化、国际化的进程。政策资本驱动模式是在市场驱动力偏弱的情况下,通过加大基础设施建设力度或投资招商政策等手段,引入外部资本和产业资源发展起来。苏州工业园是典型的政策资本驱动模式。作为中国和新加坡两国政府间合作的旗舰项目,苏州工业园区在发展中高度借鉴新加坡等国际先进城市规划建设经验,以数字技术的新引擎驱动实体经济转型升级,依托已有的数字政府建设和数字化创新成果,通过引入东亚发达地区的金融资本和产业资源,围绕生物医药、人工智能、纳米技术应用三大产业创新集群,大力推广“工业大脑+智能工厂”模式,依托数字园区经济大脑、企服枢纽、一

网通办等25个系统平台建设成果和智能中枢300余项数据资源,形成了一套完整的感知企业动态、赋能企业发展的集成化信息系统,从而实现了企业全生命周期的动态感知监测,不断推动产业高端化、智能化、绿色化发展^③。

2. 创新效率驱动模式

创新效率驱动模式下的数字产业集群创新网络发展是以提升创新效率为核心,通过整合创新资源、优化创新流程、加强创新合作等方式,推动数字产业集群高质量发展的模式,可细分为数字产业化发展模式和技术创新牵引模式。数字产业化发展模式依靠数字技术、数据要素和数字平台而发展起来,通过对大数据、云计算、物联网、区块链、人工智能等先进数字技术的广泛应用,以及对数据、算法、平台等数字要素的充分整合,实现数字产业集群内企业间的高效协作与创新,不断推出具有创新性和竞争力的数字产品和数字设备,满足市场需求。数字产业化发展模式下,数字产业集群创新网络呈现出显著的数字化特质,不仅成为推动数字技术和数字要素发展的核心力量,还是培育数字产品和数字设备的重要组织形式,是推动数字产业化深入发展的关键途径。技术创新牵引模式以前沿技术多路径探索、交叉融合和颠覆性技术源头供给为核心,集群中的头雁企业掌握着关键数字技术,通过在数字经济核心产业领域持续投资、深入研究与创新,不断发挥科技创新的增量器作用,推动形成特定方向的数字产业链及相关配套能力,主导集群产业发展方向。由硬件企业吸引带动软件企业集聚发展,通过技术共同研发、升级和扩散形成集群核心竞争力,发挥全产业链优势,建立创新链产业链高效协同的机制和生态,促进技术创新链和产业链深度融合,释放驱动高质量发展的新动能,推动数字产业集群的创新和发展,逐步向价值链中高端位置攀升。

3. 数据要素驱动模式

数字经济时代,数据要素具有基础性战略资源和关键性生产要素的双重属性,成为产业集群数据融汇互通的桥头堡、扶持企业创新成长的孵化器。数据要素驱动模式以人工智能、区块链、大数据等依赖于数据要素的数字产业为代表,以推动数据要素流通作为推动产业集群变革发展的关键内容。通过运用数字技术对集群发展的各类信息数据进

行汇集、整合与分析研究、跟踪评价,充分发挥数据的可复制、可共享、可无限增值特性,以数据流的自由流动带动技术流、资金流、人才流、物资流的高效配置,实现模块化、虚拟化、社区化的生产经营,以及集群内产能、渠道等资源的高效共享。由此,原本不易集聚的相关企业上下链接贯通,实现了集群内外部资本、技术、人才等要素资源的交流合作,形成了配套更好、辐射性更广、带动力更强的产业共同体。以“中国视谷”杭州数字安防产业集群为例,其通过构建以数据为核心的创新网络,围绕杭州“数字安防—视觉智能—智能物联”产业跃升路径,集群聚焦高端数字安防制造领域,全力突破高端芯片制造,发展关键器件,进一步延伸产业链条,积极培育新产品新业态,实现了新型要素驱动下的创新发展。

六、数字产业集群创新网络发展的推进策略

集群不是经久不衰的,其发展会经历形成、成长、成熟、衰退过程。面对全球数字经济浪潮的深刻变革,应把握时代脉搏,既要深化制度创新与全局规划,深化链群互动,畅通集群网络内外循环,构建更加灵活高效的监管机制,加强有效市场和有为政府的高度配合,优化数字产业与实体产业的良性互动,为数字产业集群提供宽松自由的发展空间。同时,更要以全球化视野谋划推动集群科技创新,提升我国数字产业集群在全球创新网络中的核心竞争力和影响力。

1. 深化链群互动与全局规划的战略协同

产业链是产业集群发展的重要纽带,要建立健全全产业链融合发展机制,畅通集群内部产业链网络微循环。进一步完善大中小企业融通发展机制,聚焦重点产业链,围绕支撑构建现代化产业体系、实现经济高质量发展的战略性新兴产业和未来产业,引进和培育一批生态主导力、国际竞争力强的链主企业和龙头骨干企业。中小企业量大面广,是实现数字产业集群产业链供应链数字化协同的重要力量。要完善中小企业梯度培育机制,着力培育创新型中小企业,细分领域“专精特新”企业和“独角兽”企业等,构建头部企业带动中小企业协同发展的雁阵式格局。鼓励龙头企业和关键核心配套企业通过强强联合,打造技术创新联合体,组建一批产业

技术研究院等新型研发机构。在国家、省、市等层面研究设立先进制造业集群技术攻关专项,推动国家级集群与国家级创新平台同步建设,建立链长与链主常态化互动机制,鼓励中小微企业融入龙头和链主企业协作配套链条,形成产业链企业协作共同体,打造一批具有技术突破功能、产业带动作用、结构示范效应、细分领域特色鲜明的数字产业集群。在此基础上,进一步建立健全规划布局引领机制,做强“一极两核多强”的发展布局,畅通集群内外产业创新网络大循环。京津冀、长三角、珠三角等地区要依托自身的经济、人才、技术等方面综合优势,形成全国数字产业集群发展的标杆案例和典型示范区;中西部地区要把握好“西部大开发”“东数西算”战略机遇,依托产业基础、资源禀赋、比较优势和发展特点,明确产业链发展主阵地、协作区功能定位,制定实施差异化的发展路径举措,确保数字产业集群建设与发展中资源获取的便利性,进一步聚焦主导产业和首位产业,依托区域优势实体产业向细分领域延伸,培育壮大具有地域特色的数字产业优势集群,强化区域分工和优势互补,构建先进数字产业集群创新网络空间布局。

2. 加强有效市场和有为政府的高度配合

政府要主动引导数字产业集群高质量发展,以国家高新区、产业园区建设为依托,引导各地发挥比较优势、制度优势,持续优化营商环境,在数字产业集群规划用地、数字信息基础设施建设、数据要素市场建设等方面成立专项基金,提供更多的税收优惠政策和金融政策支持。健全科技金融体系,完善产学研政融合的科技创新平台、物流服务平台和金融支持平台,为入驻数字产业集群的国内外数字领先企业在产业链对接、研发投入、场景应用创新等方面提供全方位政策支持。促进产业集群内组织和企业协调合作,加大对中小企业的数字化转型支持,推动园区平台、产业服务平台和工业互联网平台等对中小企业延展服务边界,为中小企业创新发展赋智赋能。通过构建产学研协同人才培养模式,畅通企业与高校的人才输送渠道,形成具有广泛吸引力的人才评价和激励制度。进一步完善企业数字技术培训体系,促进科研成果转化,以数字领先企业为牵引、以数字化平台为载体,鼓励企业跨集群、跨区域开展合作与创新活动,建立创新平台及研发中心,推动产业链上下游网络化协作和跨

产业合作,打造自主可控、高效协同、共赢共生、融通发展的产业生态。维持公平开放的市场竞争秩序,加强数字经济领域反垄断竞争规则制定,鼓励技术创新与适度竞争,强化知识产权保护体系建设,加快国家数据安全管理制度有效落地。

3. 优化数字产业与实体产业的良性互动

推动数字产业集群发展必须从数字产业本身和上下游产业的数字化上发力。在数字产业化方面,要建立健全创新引领机制,深化产业链科技创新联合体改革,发挥市场活力与制度优势,围绕重点产业链优化创新资源配置。加强对关键共性技术的研发创新支持,实现核心技术联合攻关,加快推动代表国家战略方向、创新密度高、市场潜力大的产业集群化发展,突破一批关键共性技术,促进一批重大技术创新成果产业化,补齐发展短板,发挥科技创新的“增量器”效应,前瞻谋划布局战略性新兴产业和未来产业,实现产业、科研与创新活动的互融互嵌。在产业数字化方面,要完善大数据、人工智能、物联网、云计算、区块链、跨境支付等数字技术基础设施建设和生活场景搭建,集约高效建设5G、卫星互联网等新型信息基础设施,为产业集群数字化转型提供基本支撑。通过建立不同地区、行业、企业的数据共享平台,最大化数据价值,缩小数据鸿沟,形成线上线下相结合的合作方式,推动数字技术向传统产业渗透拓展,实现产业全链条、全流程的数字化改造,促进数字产业和数字技术的更新迭代与创新扩散。要推动集群绿色化、可持续发展,以数字化创新赋能生态环境改善,降低数字产业对资源的依赖,强化产业绿色低碳技术攻关,大力开发推广绿色低碳工艺、技术、装备和材料,建设绿色工厂、绿色园区,培育绿色供应链,推动产业集群绿色化、低碳化发展。

4. 以全球化视野谋划推动集群科技创新

构建数字化产业集群创新网络需要以全球化视野谋划和推动科技创新,营造与国际接轨、更加便利规范的高水平开放创新生态。要围绕重点领域加快培育引进一批具有国际竞争力的头部领军企业,优化政策框架,提供税收优惠、资源倾斜、资金扶持及市场准入便利,构建具有竞争力的国际化营商环境,有效吸引外资数字技术企业入驻,引入先进的国际服务标准与模式,实现集群数字化服务水平的全面提升。积极推进国家数字经济创新发

展试验区、国家区块链创新应用试点及国家人工智能创新应用先导区等项目,扶持培育一批龙头企业、“群主”企业及“链主”企业,积极挖掘并培育具有潜力的新兴数字企业,通过提供创新孵化、资本对接及市场拓展等全方位服务,助力其成长为具有国际影响力的标杆企业。完善国际间科技创新合作项目的资助和激励机制,鼓励数字领先企业和创新机构牵头实施重大技术攻关项目,构建创新联合体和新型研发机构,持续加强基础科学和前沿领域的资金投入力度,提高自主研发能力。努力增进与更广泛发达经济体之间的科技联系及创新交流,探索基础前沿领域国际合作的新模式、新机制,积极开展与国际衔接的技术标准和监管治理体系规则的制定,深度参与国际数字经济规则的制定与讨论,为数字技术企业公平、有序地参与国际贸易及投资,提供技术服务创造良好的制度氛围。加强与国际市场的对接与合作,促进国内外数字企业间的技术交流、业务合作与资本融通,推动集群优势数字产品、数字技术、数字企业“走出去”,培育壮大内外互补的集群创新双循环通道。

注释

①新华社:《2023年我国数字经济核心产业增加值占GDP比重达到10%》, <http://www.xinhuanet.com/20240524/23abcd1ecad54b36aa550cf8d16c1d0d/c.html>。②义乌市科技局:《义乌:向绿向新加速培育新质生产力》, https://www.yw.gov.cn/art/2024/4/30/art_1229129468_59478497.html。③苏州市人民政府:《以数字化改革赋能苏州工业园区新型工业化》, <https://www.suzhou.gov.cn/szsrnzf/qxkx/202401/66f0a4188258417a8de7a84988c79d81.shtml>。

参考文献

- [1] IAN R G, PHILIP M. Industrial cluster: complex, agglomeration and / or social network[J]. *Urban studies*, 2000 (3): 513-538.
- [2] FREEMAN C. Networks of innovators: a synthesis of research issues[J]. *Research policy*, 1991(91):499-514.
- [3] CHOI J, SANG-HYUN A, CHA M S. The effects of network characteristics on performance of innovation clusters[J]. *Expert systems with applications*, 2013(11): 4511-4518.
- [4] XIAO TAO L. Industrial cluster innovation from the perspective of complexity science management, computer and communication technologies in agriculture

engineering (CCTAE) [C]. 2010 IEEE International Conference, 2010(3):342-345.

- [5] BAPTISTA R. Geographical clusters and innovation diffusion [J]. *Technological forecasting and social change*, 2001(1):31-46.
- [6] TALLMAN S, JENKINS M, HENRY N, et al. Knowledge cluster and competitive advantage [J]. *The academy of management review*, 2004(2):258-271.
- [7] COOKE P. Regional innovation systems: general findings and some new evidence from biotechnology[J]. *Journal of technology transfer*, 2002(2):133-145.
- [8] BATHELT H, MALMBERG A, MASKELL P. Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation [J]. *Progress in human geography*, 2004(1):31-56.
- [9] BATHELT H, Li P F. Global cluster networks: foreign direct investment flows from Canada to China [J]. *Journal of economic geography*, 2014(1):45-71.
- [10] AUDRETSCH D B, FELDMAN M P. Innovative clusters and the industry life cycle [J]. *Review of industrial organization*, 1996(2):253-273.
- [11] XIANHUA W, Ji G. Dynamic evaluation on the innovation capabilities of industrial clusters [J]. *Information science and engineering*, 2010(2):56-60.
- [12] POTER M. Clusters and the new economics of competition[J]. *Harvard business review*, 1998(6):78-89.
- [13] 王缉慈.关于发展创新型产业集群的政策建议[J]. *经济地理*, 2004(4).
- [14] 滕堂伟, 史磊, 鲍涵, 等.三大城市群数字技术专利创新网络演化比较研究[J]. *经济地理*, 2024(4).
- [15] 习近平.高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[M].北京:人民出版社, 2022.
- [16] 阿尔弗雷德·马歇尔.经济学原理(上)[M].朱志泰, 陈良璧, 译.北京:商务印书馆, 2010.
- [17] 黄光辉, 林龙飞.基于因子分析的旅游产业集群评价体系研究[J]. *数理统计与管理*, 2012(2).
- [18] 迈克尔·波特.竞争优势[M].陈小悦, 译.北京:华夏出版社, 2004.
- [19] 迈克尔·波特.国家竞争优势[M].李明轩, 邱如美, 译.北京:华夏出版社, 2002.
- [20] 马珊珊.产业集群创新网络研究[D].天津:天津大学, 2014.
- [21] 张辉.全球价值链理论与我国产业发展研究[J]. *中国工业经济*, 2004(5).
- [22] 李文博, 张永胜, 李纪明.集群背景下的知识网络演化研究现状评介与未来展望[J]. *外国经济与管理*, 2010(10).

- [23]薛卫,雷家骥,易难.关系资本、组织学习与研发联盟绩效关系的实证研究[J].中国工业经济,2010(4).
- [24]吉敏,胡汉辉.技术创新与网络互动下的产业集群升级研究[J].科技进步与对策,2011(15).
- [25]龚艳萍,陈艳丽.企业创新网络的复杂适应系统特征分析[J].研究与发展管理,2010(1).
- [26]李健,金占明.基于生态学理论的产业集群发展[J].科学学研究,2006(2).
- [27]钟书华.创新集群:概念、特征及理论意义[J].科学学研究,2008(1).
- [28]石培哲,张明玉.信任与全球价值链中产业集群的创新网络构建[J].河南社会科学,2011(6).
- [29]桂黄宝,李文静,王梦蕾,等.创新氛围对创新型企业根植的影响机制研究[J].科研管理,2024(6).
- [30]张学伟,刘志峰.产业集群创新机制的形成机理和影响因素研究[J].科技管理研究,2010(2).
- [31]熊鸿儒.我国融入全球创新网络的位势评估、拓展框架与政策建议[J].经济纵横,2024(3).
- [32]欧阳娟,唐开翼,任浩,等.数字化如何赋能区域创新效率提升:基于创新网络的作用机制[J/OL].科技进步与对策,2024(6).
- [33]王如玉,梁琦,李广乾.虚拟集聚:新一代信息技术与实体经济深度融合的空间组织新形态[J].管理世界,2018(2).
- [34]王定祥,李雪萍,李伶俐.打造有国际竞争力的数字产业集群[J].上海经济研究,2024(3).
- [35]宋林霖,陈志超.创新性共生:数字产业集群营商环境治理的方向与进路[J].天津师范大学学报(社会科学版),2024(2).
- [36]邵军.新发展格局下的产业集群转型升级[J].人民论坛,2024(2).
- [37]李飞,陈岩,王海智.海外资源整合、全球网络嵌入路径与知识溢出[J].科学学研究,2019(4).
- [38]刘芬,邓宏兵,李雪平.增长极理论、产业集群理论与我国区域经济发展[J].华中师范大学学报(自然科学版),2007(1).
- [39]魏守华,王缉慈,赵雅沁.产业集群:新型区域经济发展理论[J].经济经纬,2002(2).
- [40]夏杰长,田野.数实融合培育和壮大制造业产业集群的理论逻辑与实施路径[J].企业经济,2024(6).
- [41]陈晓东,杨晓霞.数字经济发展对产业结构升级的影响:基于灰关联熵与耗散结构理论的研究[J].改革,2021(3).
- [42]夏杰长,苏敏.以数实融合推动现代化产业体系建设[J].改革,2024(5).
- [43]杨慧梅,江璐.数字经济、空间效应与全要素生产率[J].统计研究,2021(4).
- [44]王定祥,吴炜华,李伶俐.数字经济和实体经济融合发展的模式及机制分析[J].改革,2023(7).
- [45]刘强.中国经济增长的收敛性分析[J].经济研究,2001(6).
- [46]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).

Research on the Formation Mechanism and Development Mode of Digital Industrial Cluster Innovation Network

Xia Jiechang Liu Ruiyi

Abstract: The digital industry cluster is an advanced form of digital industry evolution and a key carrier for high-quality development of the digital economy. The formation of digital industry clusters is based on the integration practice of digital economy and real economy under the new development pattern, as well as the internal and external promotion of government and digital enterprises. The formation mechanism of the innovation network in the digital industry cluster is composed of policy environment incentives, high dependence and sharing of digital resource endowments by actors within the cluster, self driven innovation within the organization, interaction between diverse actors and leading enterprises, as well as non-equilibrium and inherent randomness dynamics within the organization. The development of innovation networks in digital industry clusters can be divided into three types: traditional factor driven models, innovation efficiency driven models, and new factor driven models. To further promote the development of innovation networks in digital industry clusters, it is necessary to deepen the strategic coordination between chain cluster interaction and global planning, strengthen the high cooperation between effective markets and proactive governments, optimize the benign interaction between digital and physical industries, plan and promote cluster technological innovation from a global perspective, fully tap into the advantages of cluster networks, amplify the advantages of data scale, and maximize the innovation capabilities of clusters.

Key Words: Digital Industry Cluster; Innovation Network; Industrial Agglomeration

(责任编辑:文 锐)