

· 经济观察 ·

数字产业集群创新与演化研究

夏杰长¹, 陶 鹄²

(1. 中国社会科学院 财经战略研究院, 北京 100006; 2. 中国社会科学院大学 商学院, 北京 102488)

摘 要: 数字技术在很大程度上打破了传统产业集群对地理集聚的依赖, 企业可以通过远程协作和虚拟网络参与集群活动, 实现跨越地理边界的协同创新, 形成数字产业集群这一新兴产业生态系统。但数字产业集群在学理上并没有被充分地探讨, 不同类型的数字产业集群在演化路径和竞争优势形成机制上的差异性有待进一步研究。本文将数字产业集群分为产业数字化集群和数字产业化集群两类, 分析这两类集群在核心企业与主导逻辑、平台镜像映现方式、创新网络结构特征、数据要素创造价值方式等关键演化要素上的差异, 并从创新过程的视角尝试构建不同类型数字产业集群的差异化演化路径。其中, 产业数字化集群的演化以渐进式的数字赋能为主, 经历了从基础数字化阶段的流程优化和效率提升, 到多元创新阶段的跨行业协作, 再到生态系统构建阶段的全球化整合与生态稳定, 展现了传统产业在技术驱动下稳步提升的特点。数字产业化集群则呈现更强的动态性和非线性, 其演化路径从数字平台的搭建到动态创新, 再到生态系统优化, 充分体现了平台经济和网络效应的主导作用。基于数字产业集群差异化演化路径, 本文提出了强化数字基础设施建设、培育一批竞争力强的核心企业及实施差异化数字产业集群发展支持政策等促进数字产业集群发展的措施, 对厘清数字产业集群内涵、促进数字产业集群高质量发展和优化相关支持政策具有启示意义。

关键词: 数字产业集群; 集群创新; 集群演化; 数实融合

中图分类号: F276.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-176X(2025)01-0003-12

一、引 言

随着全球数字经济的迅速发展, 信息通信技术快速普及, 尤其是云计算、大数据和物联网等新兴技术广泛应用^[1], 产业集群迎来新的发展机遇和挑战。数字技术的发展不仅打破了地理邻近性在产业集群形成中不可或缺的作用, 还重新定义了集群内的资源整合范围、创新模式和价值创造方式。党的二十大报告强调: “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。”可见, 数字产业集群的建设已经成为推动经济发展的重要力量之一。

产业集群理论自波特提出以来, 一直是经济学和管理学研究的热门话题。传统产业集群理论

收稿日期: 2024-11-26

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“基于‘数实深度融合’的数字产业集群创新理论与实践研究”(24&ZD074)

作者简介: 夏杰长 (1964-), 男, 湖南新宁人, 研究员, 博士, 博士生导师, 主要从事服务经济、数字经济与产业发展研究。E-mail: xiajiechang@126.com

陶 鹄 (通讯作者) (1997-), 男, 湖南益阳人, 博士研究生, 主要从事创新管理与组织变革研究。E-mail: taojiu0412@163.com

关注产业集聚的原因及集群优势如何存续^[2]，认为产业集群依赖地理邻近性而存在^[3-4]，在促进知识溢出、专业化分工和资源共享等方面起到了重要作用。地理邻近性使企业通过面对面的互动和紧密的上下游合作获得竞争优势^[5]。然而，随着数字技术的迅猛发展，企业可以通过远程协作和虚拟网络参与集群活动，实现跨越地理边界的协同创新，地理集聚不再是产业集群形成的必要条件^[6]。在这一背景下，数字产业集群作为一种全新的产业生态系统应运而生^[7]。它依赖于数字平台、数据共享和虚拟协作来实现分工协作、产生竞争优势，不再受物理空间的限制^[8]，集群内企业可以通过数字基础设施和开放式创新网络实现跨空间的资源整合与创新扩展^[1]。因此，学者们提出产业集群升级应朝着数字产业集群的方向发展^[6, 9]。

学术界对数字产业集群的形成和发展给予了广泛关注，学者们围绕传统产业集群与数字产业集群之间的差异进行理论建构，重点分析了数字产业集群的内涵特征^[9]、创新能力^[10]及潜在竞争优势^[11-12]，并形成了以下三点共识。首先，数字产业集群是数字经济背景下的产业集聚现象，集群在“地理空间+网络空间”集聚的基础上依赖数字平台和数据驱动的资源，实现企业之间的资源高效共享^[13]。其次，数字产业集群在创新模式上更加开放^[10]，能够通过开放API和模块化设计推动技术快速迭代和协同创新^[14]。最后，现有文献还探讨了数字平台在增强集群企业间协作网络效应的作用，强调了平台企业在集群治理中的主导地位^[15]。尽管现有文献为理解数字产业集群提供了重要的理论支撑，但对于不同类型的数字产业集群在演化路径和竞争优势形成机制上的差异性探讨相对有限^[9]。例如，数字原生企业主导的集群和传统企业数字化转型主导的集群在资源整合和创新机制上的表现有何不同，这一问题尚未得到充分研究^[6, 16]。

现有文献强调，仅为节约成本而形成的产业集群无法长期保持竞争优势，集群内的企业创新是决定集群企业竞争优势的关键^[17]，但现有文献未能形成将创新过程作为解释数字集群演化的整体性框架^[9]。由于创新过程研究的角度从单个企业内部转向了企业与外部环境的交流互动，产业集群创新活动的研究开始兴起^[18]。而在数字时代，“数字创新”（Digital Innovation）具有可溯源性、可寻址性、可编程性、可感知性、可记忆性、可交流性和可关联性等特性，成为产业集群演化升级的主要手段^[19]。因此，本文拟基于创新过程视角，探讨不同类型数字产业集群的运行机制、演化过程及路径。

鉴于此，首先，本文回顾了产业集群创新升级和数字产业集群的相关文献，为分析数字创新在产业集群创新升级和数字产业集群涌现中的关键作用奠定了理论基础。其次，本文进一步界定数字产业集群类型，并探析其演化的关键要素。最后，基于创新过程视角，本文分析数字创新推动数字产业集群演化的机制，提出以创新驱动数字产业集群的差异化演化路径，为政策制定者和企业管理者推动数字产业集群建设提供参考。

二、文献回顾与理论基础

（一）产业集群及产业集群创新升级研究

产业集群是具有较强经济联系的企业及相关机构在“时空压缩”“区位黏结”等因素驱动下于特定区域内高度集中并形成竞争优势的现象^[3, 18]。产业集群理论最早由波特提出，重点强调了集群在促进企业间知识溢出、专业化分工、资源共享及提升整体创新能力等方面的关键作用^[3, 18]。然而，在历经数次大规模扩张阶段后，集群会出现同质化竞争加剧、劳动力要素成本上升等问题^[20]，从而导致集群陷入发展停滞、衰弱甚至消亡的困境^[21]。因此，要突破低端锁定、避免衰落，产业集群必须进行创新升级。

较多学者对产业集群升级的内涵和途径进行了研究。其中，以Porter^[3]为代表的竞争优势理论和以Kaplinsky和Morris^[22]为代表的外部价值链攀升理论成为了集群升级研究的重要理论基础。具体而言，Porter^[3]认为，集群升级是保障集群竞争优势的有效手段，并提出了产品升级、

效率升级和生产环节升级三种路径。Kaplinsky 和 Morris^[22] 则基于价值链理论, 认为集群升级是集群从价值链的低附加值环节向高附加值环节攀升的过程, 包括工艺流程升级、产品升级、功能升级和链条升级等方式。其中, 工艺流程升级是通过引入高新技术或更新生产设备、重新组织产品系统, 提升投入产出效率; 产品升级涵盖新产品的研发及采用更复杂的产品线, 旨在实现质量的显著提升; 功能升级意味着从现有的制造功能向设计功能或市场功能转型; 链条升级则是从当前的产业链向新的产业链转变。尽管这两种产业集群升级理论均认识到应将创新作为集群升级的本质内容, 并从中观和宏观层面分析了创新与集群竞争及价值效率间的关系^[23], 但现有文献对集群创新升级的本质内涵、具体途径等问题的研究缺乏微观、动态的视角^[24]。

(二) 数字创新与数字产业集群兴起

创新是集群升级的本质基础, 以集群创新推动产业集群转型演化, 是强化集群核心竞争力、提升可持续发展能力的关键^[25]。集群理论正处于从成本视角向创新视角转变的发展阶段, 缺乏将企业创新过程作为解释集群创新能力的整体性框架^[17]。近年来, 随着数字技术的迅速发展, 数字创新为困扰传统产业集团发展的产业链上下游联系偏弱、技术创新能力不足、产品附加值较低、产业竞争力不够、协同创新效应偏弱等问题提供了多种数字化解决方案。数字创新是不同主体对数字化资源进行重新组合的活动, 旨在产生新的产品、服务、流程和商业模式^[14], 其极大地丰富了传统意义上的产品与服务创新的功能、意义和内涵, 是集群升级的主要手段^[9]。数字技术和数字创新的兴起也使数字产业集群成为产业集群演化研究的新议题^[7]。

数字产业集群通常被定义为通过数字平台和技术, 将物理空间中的企业与全球各地的合作伙伴、客户、供应链无缝连接起来的一种集群形式^[11]。相比于传统产业集群, 数字产业集群依赖数字平台、数据驱动的资源整合协作网络, 通过数字工具实现跨越物理空间的资源整合与创新扩展, 突破了传统的物理空间限制, 实现了跨越地理边界的协作与创新^[1]。而产业和地理边界约束的打破使影响集群创新的环境更为复杂, 也进一步丰富了集群创新机制。现有文献提出了数据资源、数字技术及在线平台化组织架构等数字产业集群创新手段^[14], 并在中观和宏观层面探讨了这些创新手段在促进集群演化过程中的一般性作用。然而, 这些文献并未细化分析集群异质性, 对不同类型的数字产业集群演化过程讨论较少, 难以深入理解数字技术在不同集群类型中的作用差异及其如何影响各类集群的演化路径, 未来需要特别关注不同数字产业集群的具体实践路径^[9]。因此, 本文尝试基于创新过程视角, 分析数字产业集群的具体类型、演化的关键要素特征, 并构建不同类型数字产业集群的差异化演化路径。

三、数字产业集群类型划分及其演化的关键要素分析

(一) 数字产业集群类型划分

产业集群是一种企业空间集聚现象, 集群中主导企业的创新活动是集群演化的主要驱动力^[25]。基于集群内数字创新主体及其数字创新方式, 数字产业集群可以分为产业数字化集群和数字产业化集群^[9]。前者是传统产业集团推进数字化转型的产物, 其演化主要依靠集群内链主企业数字化转型和传统产业链平台化跃迁^[26]; 后者则是围绕具有竞争力的数字原生企业集聚形成, 数字创新是集群升级与演化的主要驱动力^[27]。

1. 产业数字化集群

在以产品生产为主要活动的行业, 地理邻近性依然是影响供应链协作与生产效率提升的重要因素^[3]。产业数字化是传统企业在工业互联网和智能制造技术等数字技术的支撑和引领下, 以数据为关键要素, 以价值释放为核心, 以数智赋能为主线, 对产业链上下游的全要素进行数字化升级、转型和再造的过程^[26]。产业数字化集群则是以集群内核心传统企业数字化转型为契机, 利用数字技术全方位、全角度、全链条赋能传统集团而形成的产业协同模式^[5]。这种协同模式

不仅提升了供应链管理的自动化水平与协作效率,优化了生产流程与资源配置,还促进了集群内的协作^[11]。此外,数字技术与集群内实体产业链的深度融合也为现有价值创造方式的更新提供了契机^[16],推动传统产业集群持续演化。因此,产业数字化集群的优势主要体现在生产效率和资源整合的持续优化,如何强化数字技术对产业创新的支撑和赋能是其面临的关键挑战。

2. 数字产业化集群

数字产业化集群指一家或几家数字原生企业,在其数字创新基础上开发数字应用新场景,并设置合作伙伴角色,借助平台化资源实现业务扩展,最终催生出新产业和新业态^[26]。数字产业化集群通过融通各企业数据形成数据库,在集群内形成具有资源整合和数据共享能力的数字平台,为帮助集群内现有企业迅速适应市场变化奠定了基础^[16]。此外,这一产业生态系统还可以通过优化数据流动渠道和平台规则吸引互补创新企业参与数字创新,开发新产品,拓展新市场,并利用共享知识和技术资源加速创新成果的传播与应用,创造新的市场需求,大幅提升集群内企业竞争力^[14]。因此,数字产业化集群的优势主要体现在集群强大的数字创新和需求引领能力,其面临的关键挑战是在其形成数字竞争优势的同时,如何加快向实体产业链的拓展深化、创造更大的数据价值。

(二) 不同类型数字产业集群演化的关键要素差异

数字创新生态系统是由相互作用的组织和个人共同参与,依托数字技术,为推进产品与服务协同创新而建立起来的复杂经济结构。数字产业集群也一样,集群内各种主体以数字平台为基础,以利用数据要素实现数字价值创造为目的,形成了复杂的多边协同互补创新结构^[10]。然而,不同类型数字产业集群在核心企业与主导逻辑、平台镜像映现方式、创新网络结构特征、数据要素创造价值方式等集群创新关键要素上存在差异。

1. 核心企业与主导逻辑

理解产业集群的创新能力来源对于指导集群转型和演化至关重要^[17]。核心企业因其自身极强的创新能力和对集群内其他企业超强的影响力,是整个集群内部创新发展内方向的风向标^[25]。处于集群中心位置的核心企业是集群创新的主要发起者,其主导逻辑决定了集群中各种关键资源的流动及战略的实施^[17]。产业数字化集群和数字产业化集群内核心企业行为逻辑的差异是造成两种类型数字产业集群演化路径差异的关键。

产业数字化集群由传统产业集群发展而来,集群内传统企业仍遵循工业生产逻辑,认为以更低成本制造产品与提供服务或是以更高的效率促进产品和服务的流通是集群竞争优势的关键来源。因此,这种集群试图利用数字技术改进原有技术和工艺,提升生产效率和产品质量,而数字技术被视为强化传统集群生产的辅助手段。

数字产业化集群是数字原生企业在虚拟空间和实体空间的聚集。在数字逻辑主导下,数字原生企业行为规范遵循数字逻辑,其试图用信息流、算法计算和自动化流程取代企业内各种知识、行为和关系,构筑了一个更可计算、更优化、更适应智慧互联的世界^[27]。因此,数字产业化集群更倾向于提升集群内企业数字连接、数字协调和智能决策能力,促进集群内数据价值共创,并强化集群整体生态价值^[28]。数字技术创新和突破被视为这种集群发展的核心驱动力,而向实体产业链的拓展深化是其获取数字创新价值的手段。

2. 平台镜像映现方式

平台是集群成员集聚并开展经济活动的载体,数字产业集群内各主体在平台内进行资源互动、协同合作以推动价值创新。两种数字产业集群都通过构建数字平台来实现集群整体的协同演化,二者都是实体系统与虚拟系统互为镜像的产业组织形式。然而,由于不同类型的数字产业集群拥有不同核心企业及主导逻辑,其平台生成和利用方式也存在差异,即不同数字产业集群的实体系统与虚拟系统在平台内生成镜像的方式有所不同。

在产业数字化集群中, 虚拟系统是实体系统在数字平台上的镜像映现。其通过将实体集群的组织、组织间联系及集群整体特征等进行数据化建模处理后形成虚拟系统, 以加强企业间技术、资源和知识等方面的关联共享, 显著提升集群实体系统的整体协作能力和创新能力。这种方式强化了数据要素与传统要素的融合, 使企业间的实时连接、产能共享和智能协同成为可能^[5]。但集群内企业地理邻近和面对面的线下交互仍十分重要, 因为企业间在线虚拟聚集仍需要以实体系统交互产生的信息、生产要素、知识等作为现实支撑, 而数字化主要作为强化传统集群生产和组织协同的手段来提升集群内产业链整体效率^[6]。

在数字产业化集群中, 线上虚拟平台是实体系统的镜像原型, 集群内通过数据聚集的数字原生企业利用已有数据流动关系, 布局线下数据终端, 最终形成虚拟聚集的实体镜像。即在数字虚拟空间中具有协同创新关系的企业依据其数据要素融通创新需求, 线下布局相关企业, 以方便共同进行数据采集、传输和深度挖掘。先天虚拟集聚的数字原生企业间的价值创造活动不需要以地理邻近和面对面的线下交互为基础, 数据基础设施等相关现实配套系统的布局需要以保障虚拟集聚空间内活动正常运行为目的。因此, 数字产业化集群的目的是通过数字创新将集群动态迁移到数字世界。

3. 创新网络结构特征

在数字生态中, 各主体依靠数字平台形成了多边协同互补关系^[29], 但在不同数字产业集群中, 主体间的关系呈现出不同特征。

在产业数字化集群中, 集群系统间的竞争是企业产品竞争与服务竞争的拓展, 集群内企业需要共同生产以保持集群竞争力^[29]。集群需要增加平台参与者数量, 促进集群参与者间的协同, 以提升集群内各企业的生产效率。因此, 相比于新产品研发或新价值创造的主张, 传统集群更关心在既定价值主张下如何优化现有价值链条。在形成产业数字化集群的过程中, 集群内企业仍遵循工业逻辑, 集群网络仍以基于产业链的交易关系为主。集群内企业主要致力于提升其中心地位和议价能力, 并未形成紧密的联合研发或创新关系, 而这种基于产业链形成的经济共同体仍可以分解成多个简单的双边关系^[29]。

在数字产业化集群中, 从数字平台形成和数据完整性角度看, 数字平台的构建需要数据产生、储存、集成和应用等多流程参与者的共同努力^[10], 数字产业化集群存在跨二元关系的关键相互作用, 这意味着主体间关系不可分解为简单的双边关系^[29]。例如, 在由A、B、C、D四家企业构成的数字平台系统中, 从平台完整性来讲, 这四家企业缺一不可; 从合作关系来讲, A和B合作可能因A和C或C和D之间的数据不协同而失败。因此, 这种以协同创新为基础的联盟关系不可分解成多个简单的双边关系, 如果孤立地分析A和B的关系, 而不考虑其他企业的数据支持, 可能会导致创新本身不复存在。

4. 数据要素创造价值方式

在数字产业集群中, 数据成为新的重要战略性资源和主要价值增长点^[7], 在集群演化过程中扮演着重要角色。但在两种不同类型的数字产业集群中, 数据要素创造价值的方式存在差异。

在注重产品与服务制造的产业数字化集群中, 企业通过数实深度融合改进生产流程, 提高生产效率, 从而优化集群内现有价值创造方式。具体而言, 数字技术通过优化“研发—生产—销售”各环节的串联过程、将客户引入数字平台等手段, 提升了新产品和服务的开发和上市速度, 更加快速、精准地响应用户需求, 实现全流程的价值增值^[28]。在数据要素“以数强实”的推动下, 传统生产要素价值创造向更高效、更有价值的方向发展^[7]。因此, 在这种集群中, 传统生产要素与数据要素二者缺一不可^[7]。

在以数字创新为目标的数字产业化集群中, 数字技术通过预测或实时更新用户需求等方式帮助企业开发新的数字产品和服务, 以增强客户体验和服务并促进数字创新, 从而在一定程度上产

生数据要素对传统生产要素的替代效应。例如，数字原生企业遵循“数据—信息—知识”的核心逻辑构建其商业模式，通过深入洞察并挖掘数据潜力，借助云计算、人工智能等先进的数字技术处理数据要素，从而创造出可供市场交易的数字产品和服务，引领市场需求，实现从数据到价值创造的转化过程^[27]。因此，在数字产业化集群中，数据要素本身成为剩余价值的重要源泉。两种类型数字产业集群演化的关键要素对比如表1所示。

表1 两种类型数字产业集群演化的关键要素对比

关键要素	传统产业集群	产业数字化集群	数字产业化集群
集群定位	生产系统	以数字平台为基础，以利用数据要素实现数字价值创造为目的而形成的协同互补创新结构	
核心企业	传统企业	传统企业	数字原生企业
主导逻辑	工业逻辑	工业逻辑	数字逻辑
平台镜像映现方式	邻近在线集聚	实体聚集的数字镜像	虚拟聚集的实体镜像
创新网络结构特征	基于产业链的交易关系	基于产业链的经济共同体	不可分割的多边协同创新联盟
数据要素创造价值方式	传统生产要素创造价值	传统要素+数据要素创造价值	数据要素创造价值

四、数字产业集群演化的差异化路径

数字创新是不同主体对数字化资源进行重新组合的活动，以优化现有生产流程、产生新的产品和服务，或是彻底改变现有商业模式^[30]。数字创新作为产业集群升级的主要驱动力，主要包括效率提升、融合创新和数字价值生成三种方式^[31]。具体而言，效率提升是数字创新的初级方式，旨在保持原有资源要素不变的情况下，企业可以通过缩短研发周期、节省资源等过程升级提升生产效率；融合创新是企业通过数字化能力重组用户体验、不同行业知识等现有资源，旨在实现产品和功能升级；数字价值生成则是在融通现有资源的基础上，充分利用创新尾迹，使用户可以根据自己的理解和体验进行创作，旨在彻底改变企业现有价值创造方式，并形成新的商业模式^[32]。

数字产业集群演化历经基础数字化、多元创新和生态系统构建三个阶段^[18]。其中，基础数字化阶段以工艺流程升级和产品升级为基础，以效率提高为目的；多元创新阶段以产品和系统功能升级为基础，以数字创新和数字价值创造为目标；生态系统构建阶段则是以平台共享和跨平台价值共创为基础，注重整个链条和系统的升级。数字创新作为数字产业集群演化的关键驱动动力^[9]，在遵循不同主导逻辑的数字产业集群演化过程中，效率提升、融合创新和数字价值生成这三种数字创新方式表现出不同的核心特征，并形成不同的集群创新模式和协作方式。

（一）产业数字化集群的演化路径

产业数字化集群的形成与发展通常是传统产业在数字技术赋能下的渐进式转型结果，其基础数字化、多元创新和生态系统构建等三个主要演化阶段都有其核心特征与创新模式，同时展现出协作方式、技术应用和市场适应能力逐步提升的演化趋势。

1.基础数字化阶段:以流程优化和效率提升为核心

产业数字化集群的演化开始于数字技术对传统生产流程与业务模式的优化。在这一阶段，企业主要关注如何利用数字化工具提升效率、优化资源配置和提升供应链协作能力。基础数字化阶段的核心特征是工具驱动，企业通过引入ERP系统、智能制造技术等优化内部运营流程^[11]。

数字技术通常被集中应用于生产和供应链管理环节，企业通过实时数据采集与分析，对资源进行动态分配，从而优化资源配置，提升生产效率^[33]。此外，地理邻近性作为传统产业集群的

关键要素, 依然发挥着重要作用。企业通过空间聚集实现资源共享与协同创新, 但数字化工具进一步强化了地理邻近性的功能, 使其能够与虚拟网络结合, 打破单纯依赖物理空间的局限。

这一阶段的创新主要体现在业务流程的优化上, 创新活动多为数字技术的简单应用式创新。数据分析工具的使用、实时供应链监控及生产自动化技术的引入帮助企业快速提升运营效率, 企业间的合作模式仍然以传统的纵向供应链为主。

2. 多元创新阶段: 以跨行业协作为核心

随着产业数字化集群的发展, 企业开始通过平台化协同创新拓展其商业模式, 演化为更为复杂的多元创新阶段。这一阶段的核心特征是在企业间的渐进式数字技术应用与创新过程中, 线性的供应链逐渐向数字价值网络方向演化, 数字技术的应用范围从生产领域扩展到市场营销、客户服务和产品开发等领域^[11]。

这一阶段的创新模式具有多样性和开放性特点, 但仍以渐进式数字应用创新为主。在形成产业链数据库的基础上, 集群中的核心企业开始利用这些基础数据在平台中构建实体集群的虚拟镜像, 并以数据要素赋能传统要素的方式提高产品附加值、提升供应链上下游资源协同效率及促进企业间跨行业的创新合作。例如, 制造业企业可以利用平台与物流、金融或技术服务等企业跨行业协同, 开发新型产品和服务, 并形成多维的创新网络^[33]。

产业数字化集群在此阶段的主要目标是通过跨行业协作优化资源整合和拓展商业模式^[16]。工业互联网平台在这一阶段扮演了重要角色, 平台的功能不再局限于资源共享, 而是通过开放式数据接口促进企业间互动和创新。供应链协同在这一阶段仍然占据重要地位, 但其功能逐步向多行业价值链整合和生态网络创新延伸。

3. 生态系统构建阶段: 以全球化整合与生态稳定为核心

在生态系统构建阶段, 产业数字化集群中的企业间协作方式从供应链协同转向更广泛的生态系统整合^[15]。集群内外的企业通过长期协作, 打造更具弹性和开放性的生态系统, 以应对全球市场的动态变化。这一阶段的标志是集群内线性价值链向复杂生态网络全面转型。

在此阶段, 数字平台的功能进一步增强, 成为支持企业跨行业协作与跨区域扩展的关键工具。企业通过使用工业互联网、区块链和人工智能技术, 不仅实现了供应链的全链条透明化, 还在全球范围内优化资源配置, 提升了集群的整体竞争力^[5]。这种生态化的协作方式, 支持企业通过开放的数据共享和创新成果共用等方式进一步提升集群的可持续发展能力。

在此阶段, 创新模式也表现出显著的生态化特征, 企业通过生态系统的整合, 将单一的价值链活动转变为基于价值网络的经济共同体。例如, 平台企业通过连接多行业、多领域的创新主体, 形成一个动态的、闭环的生态圈^[1]。这一阶段的创新目标是实现全球化协作与集群的长期发展, 强调集群内外企业的共生与价值共创。

(二) 数字产业化集群的演化路径

数字产业化集群的形成与发展以数字原生企业为核心, 其演化路径展现出高度的动态性和非线性特征, 可以分为数字平台搭建、动态创新和生态系统优化三个主要阶段, 充分体现了数字技术、平台经济与网络效应深度融合的过程。

1. 数字平台搭建阶段: 以数字基础设施建设为核心

数字产业化集群开始于数字原生企业的数字融合或数字价值生成式创新, 这些创新具有颠覆性和可扩展性等特征^[30], 是集群形成的技术基础。数字原生企业在这一阶段扮演着创新引领者的角色, 其在核心数字创新基础上, 利用数字平台与创新组件企业 and 创新互补企业实现在线聚集^[29], 并初步完成数字价值创造。为保障虚拟集聚的有效运行, 数字产业化集群在线下布局数字基础设施, 吸收数据要素提供者及数据要素使用者等异质性数字主体, 形成虚拟集聚的实体镜像, 以获取数字原生企业所创造的数字价值。

这一阶段的创新特征主要体现在数字基础设施的优化与数字平台的构建上。数字平台不仅为企业间的资源共享提供了基础设施,还通过标准化接口和开放API推动了企业间协作^[15]。平台的模块化设计和技术灵活性允许企业迅速接入集群生态系统,参与集群内部的创新或根据其理解、体验进行各种创作、修改和分享^[30]。

围绕数字原生企业核心数字创新的生成与落地,集群内数字平台和数字价值创造过程基本形成。与此同时,通过共享数据资源和标准化的技术工具,平台内以共同创新为目的的多边协作体系初步形成,为集群的后续发展奠定了重要基础。

2. 动态创新阶段:以平台功能多元化为核心

在动态创新阶段,数字产业化集群依赖高度的创新活力和动态协作能力而发展。这一阶段的显著特征是网络效应的放大与技术迭代的加速。集群内企业既通过现有业务的数字化发展获得短期效益,又通过技术迭代探索新的商业模式和市场机会。

这一阶段的创新模式依赖于数据驱动,企业通过大数据分析更快地响应市场需求,创新特征表现为渐进式创新与突破性创新的结合,并同时推动技术成果的快速转化与商业化。数字原生企业借助已构建或正在构建的多功能平台推动集群向周围产业辐射,加速推动数字产业化集群建设^[25]。例如,以阿里巴巴和腾讯为例,这些数字平台从电子商务和社交网络起步,通过技术迭代不断扩展到支付、物流和云服务等多个领域,最终形成了覆盖多行业的数字产业集群^[11]。

在此阶段,平台功能多元化为集群内企业跨领域动态协作奠定了基础,集群内企业依托平台的技术共享与联合创新模式促使集群从支持单一行业扩展至整合多个行业,进一步提升了集群的协作能力和市场适应性。与此同时,通过用户数据的收集与分析,平台企业吸引更多合作伙伴与用户加入,逐步形成自我强化的创新循环。

3. 生态系统优化阶段:以全球化协作与生态开放为核心

在生态系统优化阶段,数字产业化集群呈现高度复杂与动态的协作模式。企业间的关系不再局限于平台内部,而是通过生态系统的整合扩展到更广泛的行业与领域。这一阶段的标志是从单一的平台驱动转向多边协同的生态系统。

生态系统管理者通过持续的技术升级和功能优化,吸引更多合作伙伴加入生态系统,推动生态系统的动态平衡与多样化。例如,小米公司通过生态系统连接全球开发者、硬件制造商和消费者,形成高度开放的创新网络,同时通过严格的审核机制保持生态系统的稳定性。

在此阶段,创新模式也从单一的技术驱动转向以生态系统为中心的多元化创新。企业不再仅仅依赖平台技术的迭代,而是通过生态系统协作将单一的价值链活动转化为多边协同的创新活动^[14]。例如,一些电动汽车厂商通过其充电网络和能源管理平台,整合汽车制造、能源存储和可再生能源等多个领域,主导形成了基于创新生态的数字产业集群。

(三) 两种演化路径的对比与总结

产业数字化集群和数字产业化集群展现出两种不同的演化路径,既有彼此的独特性,又表现出一定的互补性。产业数字化集群的演化以渐进式的数字赋能为主,经历了从基础数字化阶段的流程优化和效率提升,到多元创新阶段的跨行业协作,再到生态系统构建阶段的全球化整合与生态稳定,展现了传统产业在技术驱动下稳步提升的特点^[3, 11]。而数字产业化集群则呈现更强的动态性和非线性,其演化路径从数字平台的搭建到动态创新,再到生态系统优化,充分体现了平台经济和网络效应的主导作用。

两类集群的演化路径均以数字技术为基础,但各自的核心特征、创新模式和协作方式有所不同。产业数字化集群注重从内部效率提升到跨行业价值整合的逐步推进,创新模式以渐进式为主;数字产业化集群则通过平台技术和生态协作实现市场适应的快速化和创新成果的商业化,体现出更高的灵活性和更成熟的生态化特征。两类集群的最终阶段均以生态系统为中心,强调生态

整合与协同, 揭示了数字经济时代产业集群演化的多样性与复杂性^[5, 8]。两种类型数字产业集群演化路径对比如表2所示。

表2 两种类型数字产业集群演化路径对比

类 型		产业数字化集群	数字产业化集群
阶段一	分阶段	基础数字化阶段	数字平台搭建阶段
	核心特征	引入数字化工具, 以供应链效率提升为目标	构建开放式数字平台, 支持企业快速接入生态系统
	创新模式	企业内的简单数字技术应用, 业务流程优化与供应链效率提升	基础设施优化与技术整合, 平台与协作工具创新
	协作方式	纵向供应链协作为主, 地理邻近性与虚拟协作结合	平台支持初步协作, 资源共享与技术集成
阶段二	分阶段	多元创新阶段	动态创新阶段
	核心特征	工业互联网推动跨行业协作, 商业模式从单行业向多行业延展	平台功能扩展至多行业, 网络效应增强用户与合作伙伴的协作
	创新模式	企业间的数字技术应用创新, 跨行业协作优化资源整合与商业模式	数据驱动下渐进式创新与突破性创新结合, 新商业模式快速成型
	协作方式	多维网络协作初具规模, 开放式数据接口推动互动	跨领域动态协作增强, 企业通过平台进行技术共享与联合创新
阶段三	分阶段	生态系统构建阶段	生态系统优化阶段
	核心特征	更开放与灵活的生态系统, 企业协作模式转向生态网络整合	平台企业主导生态管理, 技术升级吸引更多合作伙伴, 多边协作网络形成
	创新模式	从单一价值链转向基于价值网络的经济共同体, 生态化创新特征显著增强	创新模式从平台驱动转向生态协作, 闭环创新生态圈形成
	协作方式	企业合作超越行业与地域边界, 强调长期协作与共生关系	生态协作增强, 区块链和AI支撑更大范围资源整合与透明性

五、研究结论与管理启示

(一) 研究结论

本文在现有产业集群、数字创新和数字产业集群实践和研究的基础上, 将数字产业集群分为产业数字化集群和数字产业化集群, 分析了不同类型数字产业集群演化的关键要素差异, 并从创新过程视角尝试提出了数字产业集群演化的差异化路径。

第一, 现有数字产业集群基本可以分为产业数字化集群和数字产业化集群两类, 二者的核心企业与主导逻辑、平台镜像映现方式、创新网络结构特征、数据要素创造价值方式等集群演化的关键要素存在一定差异。具体来讲, 产业数字化集群以传统企业为核心, 遵循工业逻辑, 利用数字平台实现实体聚集的数字镜像, 围绕与产业链焦点交易形成经济共同体。而数字产业化集群则是以数字原生企业为核心, 遵循数字逻辑, 利用数字平台构建虚拟聚集的实体镜像, 形成了以数字价值共创为中心的多边协同互补关系。

第二, 在分析产业数字化集群和数字产业化集群创新结构差异的基础上, 本文进一步提出了二者差异化的演化路径。其中, 传统产业集群经过以流程优化和效率提升为核心的基础数字化阶段、以跨行业协作为核心的多元创新阶段、以全球化整合与生态稳定为核心的生态系统构建阶段, 最终演化成产业数字化集群, 其演化目标是利用数字技术强化集群外部性。而数字原生企业则是经过以数字基础设施建设为核心的数字平台搭建阶段、以平台功能多元化为核心的动态创新阶段、以全球化协作与生态开放为核心的生态系统优化阶段, 最终演化成数字产业化集群, 其演

化目标是通过数据融通将集群动态性迁移到数字世界。两类集群的演化路径均以数字技术为基础,以生态系统为中心,强调生态整合与协同,但各自的核心特征、创新模式和协作方式有所不同,既有彼此的独特性,又表现出一定的互补性。

(二) 管理启示

当前,我国数字产业集群大都处于发展阶段,数字技术应用和创新水平有限、对实体产业的赋能和提升效应不足、区域发展不平衡和资源整合不充分等问题十分突出^[9]。未来需要大力发展数字基础设施、培育数字产业集群“领头羊”企业及制定差异化数字产业集群支持政策等,充分释放数字产业集群的创新潜力,打造具有国际竞争力的数字产业集群。

第一,进一步强化数字基础设施建设和数字平台搭建,提升产业数字化转型和数字产业化支撑能力。通过不断优化升级网络基础设施、数据中心、云计算平台等,保障集群内企业数字应用和数字创新活动,从而为解决传统产业集群产业链上下游间联系偏弱、技术创新能力不足、产品附加值较低等问题提供数字化解决方案。因此,未来应加速建设和完善数字基础设施和数字平台,鼓励企业和社会资本参与数字基础设施建设,加大对创新企业和硬科技企业的培育和支持力度,打通数字基础设施大动脉,畅通数据资源大循环,促进实体经济和数字经济深度融合,支持一系列新业态和价值增长点涌现,为经济社会发展注入强劲的新动能。

第二,培育一批竞争力强的核心企业,释放其示范效应和引领作用。精准锚定并培育一批在数字技术应用、产品创新及商业模式变革等方面具有显著优势和核心竞争力的核心企业,使其成为“领头羊”和增长极。这些企业具有极强的数字应用和创新能力,可以通过创新网络辐射助力集群内其他企业的数字化进程,从而提升集群整体竞争力。传播和推广“领头羊”企业的数字化实践是丰富数字逻辑内涵的重要手段,也是集群转换产业发展思维的主要动力。因此,未来应加速培育数字产业集群核心企业,以链主企业等核心企业引领数字产业集群的生态建设和创新发展。突破数字产业集群内外演化关键要素流动壁垒,以核心企业为核心探索构建协同创新的集群创新模式,促进技术、知识等要素在集群内主体间充分流动、传递和共享。

第三,实施差异化、动态化的数字产业集群发展支持政策,保障不同类型数字产业集群高质量发展。不同类型的数字产业集群拥有差异化的创新结构和演化路径。因此,应根据不同类型集群的资源禀赋、发展目标和演化动力给予相应的政策支持,以更加有效地促进数字产业集群的形成和发展。具体来说,对于产业数字化集群而言,在保障核心企业数字化转型和数字平台构建的基础上,应积极推动数字基础建设的普及和应用,总结典型企业数字化实践的成功经验,形成可复制、可实行的数字化发展模板,并通过数字产业集群网络传播和推广,提升中小企业数字应用能力,加速技术市场化,形成数字化产业合作集群组织体,以提升集群数字竞争力,推动集群相关主体共享数字红利。对于数字产业化集群而言,在重点扶持数字原生企业数字创新的基础上,应加快数字应用场景对接,不断探索和丰富数字技术的应用场景,完善数字产业集群的生态系统,充分利用数字产业集群虚拟集聚的优势,形成线下空间和虚拟空间的生产、研发协同,构建虚实共生、协同并行的新型集群发展模式。

参考文献:

- [1] AUTIO E, NAMBIAN S, THOMAS L D W, et al. Digital affordances, spatial affordances, and the genesis of entrepreneurial ecosystems[J]. Strategic entrepreneurship journal, 2018, 12(1): 72-95.
- [2] TALLMAN S, JENKINS M, HENRY N, et al. Knowledge, clusters, and competitive advantage[J]. Academy of management review, 2004, 29(2): 258-271.
- [3] PORTER M E. The competitive advantage of nations[J]. Harvard business review, 1990, 68(3): 77-90.
- [4] MASKELL P. Knowledge creation and diffusion in geographic clusters [J]. International journal of innovation

- management, 2001, 5(2): 213-237.
- [5] SUSSAN F, ACS Z J. The digital entrepreneurial ecosystem[J]. Small business economics, 2017, 49(1): 55-73.
- [6] FERNANDEZ-ESCOBEDO R, EGUÍA-PEÑA B, ALDAZ-ODRIOZOLA L. Economic agglomeration in the age of industry 4.0: developing a digital industrial cluster as a new policy tool for the digital world[J]. Competitiveness review: an international business journal, 2024, 34(3): 538-558.
- [7] 夏杰长. 基于数实融合的数字产业集群创新发展研究[J]. 价格理论与实践, 2024(7): 18-22+35.
- [8] 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, 34(2): 13-21.
- [9] 郭爱其, 王节祥, 吴汪波. 数字产业集群: 内涵特征与创新机制[J]. 新型工业化理论与实践, 2024, 1(4): 47-59.
- [10] 焦豪, 马高雅, 张文彬. 数字产业集群: 源起、内涵特征与研究框架[J]. 产业经济评论, 2024(2): 72-91.
- [11] HERVÁS OLIVER J L, DI MARIA E, BETTIOL M. Industry 4.0 in firms, clusters and regions: the new digital imperative[J]. Competitiveness review(online): an international business journal, 2021, 31(1): 1-11.
- [12] GÖTZ M. Cluster role in industry 4.0—a pilot study from Germany[J]. Competitiveness review: an international business journal, 2021, 31(1): 54-82.
- [13] 夏杰长, 刘睿仪. 数字产业集群创新网络的形成机制与发展模式研究[J]. 区域经济评论, 2024(5): 58-68.
- [14] NAMBISAN S, WRIGHT M, FELDMAN M. The digital transformation of innovation and entrepreneurship: progress, challenges and key themes[J]. Research policy, 2019, 48(8): 1-9.
- [15] GAWER A, CUSUMANO M A. Industry platforms and ecosystem innovation[J]. Journal of product innovation management, 2014, 31(3): 417-433.
- [16] WICHMANN R L, EISENBART B, GERICKE K. The direction of industry: a literature review on industry 4.0 [C]//Proceedings of the design society: international conference on engineering design. Cambridge: Cambridge University Press, 2019: 2129-2138.
- [17] 尤树洋, 白景坤, 贾良定. 集群企业知识地方性创新过程研究——吸收能力和制度复杂性的整合视角[J]. 南大商学评论, 2023(1): 17-36.
- [18] 张雅俊. 数字产业集群创新行为与创新系统演化研究[J]. 江西社会科学, 2024(10): 194-204.
- [19] YOO Y, HENFRIDSSON O, LYYTINEN K. Research commentary—the new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research[J]. Information systems research, 2010, 21(4): 724-735.
- [20] 叶笛, 林峰, 刘震宇. 我国制造业集群升级的影响因素研究[J]. 财经问题研究, 2015(7): 30-39.
- [21] 齐宇, 刘汉民. 产业集群数字化治理: 一个理论框架[J]. 湖湘论坛, 2022(4): 116-128.
- [22] KAPLINSKY R, MORRIS M. A handbook for value chain research[R]. Institute of Development Studies Working Paper No.110, 2000.
- [23] 刘军, 郭立宏, 张武康. 创新型产业集群对城市全要素生产率的影响研究[J]. 科研管理, 2024(5): 105-113.
- [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): 57-60.
- [25] 陶鸪, 张雅俊, 刘奕. 链主企业引领产业集群升级的机理、模式与路径[J]. 中国流通经济, 2024(12): 71-81.
- [26] 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.
- [27] HININGS B, GEGENHUBER T, GREENWOOD R. Digital innovation and transformation: an institutional perspective[J]. Information and organization, 2018, 28(1): 52-61.
- [28] 王钦. 数字原生企业的成长逻辑和发展策略[J]. 人民论坛, 2024(15): 74-78.
- [29] ADNER R. Ecosystem as structure: an actionable construct for strategy[J]. Journal of management, 2017, 43(1): 39-58.
- [30] 谢卫红, 林培望, 李忠顺, 等. 数字化创新: 内涵特征、价值创造与展望[J]. 外国经济与管理, 2020(9): 19-31.
- [31] 曹伟遐, 高文婧. 企业创新生态系统结构发凡[J]. 改革, 2015(4): 135-141.
- [32] 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): 57-60.
- [33] AUTIO E. Strategic entrepreneurial internationalization: a normative framework[J]. Strategic entrepreneurship journal, 2017, 11(3): 211-227.

Innovation and Evolution of Digital Industry Clusters

XIA Jiechang¹, TAO Jiu²

(1. National Academy of Economic Strategy, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100006, China;

2. Business School, University of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China)

Summary: As emphasized in the report to the 20th CPC National Congress, “we will accelerate the development of the digital economy, further integrate it with the real economy, and build internationally competitive digital industry clusters”, which has become a significant driving force in economic development. Although existing research has provided crucial theoretical underpinnings for understanding digital industrial clusters, digital industrial clusters have not been fully explored in the academic domain, and the differences in evolution paths and competitive advantage formation mechanisms of various types of digital industrial clusters need to be studied.

This paper conducts a systematic review of literature on industrial cluster upgrading and digital industrial clusters and divides digital industrial clusters into industrial digitalization clusters and digital industrialization clusters. Industrial digitalization clusters refer to the industrial cooperation model formed by leveraging digital technology to comprehensively and fully empower traditional clusters in all aspects, angles, and links. The traditional enterprises in the cluster follow the industrial logic and take traditional factors and data factors as the basis, forming a digital mirror image of physical aggregation in digital platforms and establishing an economic community based on the industrial chain. Digital industrialization clusters are new industries and business models generated by one or several digital native enterprises based on their digital innovation, developing new digital application scenarios, setting partner roles, and further expanding by leveraging platform resources. Such clusters are centered on digital native enterprises that follow the logic of digital innovation, take traditional factors and data factors as the basis, and reference the virtual aggregation organization of digital entities as a mirror image of the physical entity, forming an inseparable multi-sided collaborative innovation alliance.

From the perspective of the innovation process, it tries to construct the evolution path of different types of digital industry clusters. The evolution of industrial digital cluster is mainly based on progressive digital empowerment, which has experienced from the supply chain optimization in the basic digital stage, to the cross-industry collaboration in the stage of multiple innovation, and then to the full chain integration in the stage of ecosystem construction, showing the characteristics of the steady improvement in traditional industries under the drive of technologies. The digital industrialization clusters are more dynamic and non-linear, and the evolution path is from the construction of a digital platform to dynamic innovation and then to the optimization of the ecosystem, which fully reflects the leading role of platform economy and network effect. Further, it puts forward some measures to promote the development of digital industrial clusters, such as developing digital infrastructure, cultivating leader enterprises of digital industrial clusters and formulating differentiated support policies for digital industrial clusters, which has enlightenment significance for clarifying the connotation of digital industrial clusters, promoting high-quality development of digital industrial clusters, and optimizing relevant support policies.

Key words: digital industry clusters; cluster innovation; cluster evolution; integration of digital and real economy

(责任编辑: 徐雅雯)

[DOI]10.19654/j.cnki.cjwtyj.2025.01.001

[引用格式]夏杰长, 陶鸢. 数字产业集群创新与演化研究[J]. 财经问题研究, 2025(1): 3-14.