

数字经济时代的产业组织创新

——以数字技术驱动产业链群生态体系为例

余东华 李云汉

摘要:数字经济时代,需要把握经济社会发展的新趋势,抓住新一轮科技产业革命带来的契机,采用数字技术推动产业数字化转型,加快产业链、价值链、供应链、创新链等融合发展,优化产业生态,推动产业组织创新。数字技术、数字经济、数字文化和数字基础设施共同构筑产业发展的数字生态,为产业链与产业集群的“多重嵌入”和融合发展提供了动力和平台,产业链与产业集群相互嵌入构建了产业生态圈,产业生态圈与创新生态链融合发展,形成产业链群生态体系。产业链群生态体系是以数字生态为平台、产业生态为核心、创新生态为动力、环境生态为背景的一种新型产业组织形态,具有互补性与合作性、根植性与聚集性、竞争性与演化性、多样性与层次性、开放性与共生性等特征。大数据、工业互联网、人工智能等数字技术能够直接驱动链群组织变革和创新,也能够通过改变企业生态位、加快组织创新、影响组织环境等途径推动产业链群生态体系演化,增强产业组织的环境适应能力。加快数字技术研发和应用,推进产业和产业组织数字化转型,构建产业链群生态体系,能够增强企业竞争优势,提升产业链供应链现代化水平和自主可控能力,提高产业国际竞争力,实现产业高质量发展。

关键词:数字化转型;产业链群生态体系;数字技术;产业组织创新

中图分类号:F49 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-7543(2021)07-0024-20

步入数字经济时代,以新一代信息技术为核心的数字技术迅猛发展,世界产业出现了数字化、网络化、智能化和绿色化发展的新趋势,高质量发展、数字化转型、突破性创新和生态化融合成为产业发展的主要方向。其中,高质量发展是主题,数字化转型是主线,突破性创新是动力,生态化融合是路径,它们之间是相互促进、相辅相成的关系。数字技术驱动的数字化革命和数字化转型,将带来经济社会发展的大变局。世界经

济大国都在抢占数字化转型的制高点,争取数字化发展的先动优势。数字经济时代,企业与企业之间、产业与产业之间的竞争形态将发生变化,从产品竞争和企业竞争逐渐转变为生态体系竞争。尤其是随着自动化、智能化和数字化的发展,产业格局和竞争态势持续转变,一个又一个在行业中占据主导地位的老牌企业相继败给初创企业,黯然退出历史舞台。出现这一现象的主要原因是,传统企业未能及时打造或融入以数

基金项目:国家自然科学基金面上项目“高质量发展导向下中国制造业转型升级的适宜性技术选择与动力变革研究”(71973083);教育部人文社会科学研究一般项目“适宜性技术选择、新旧动能转换与制造业转型升级的动力机制研究”(19YJA790016);山东省自然科学基金面上项目“制造业转型升级中的适宜性技术选择与新旧动能转换研究”(ZR2019MG018)。

作者简介:余东华,山东大学经济学院教授、博士生导师,黄河国家战略研究院副院长,中国工业经济学会副理事长;李云汉,山东大学经济学院博士研究生。

字化生态为依托的商业生态体系,“单兵作战”很难与“抱团发展”相抗衡^[1]。以信息技术产业为例,物联网、云计算、大数据、移动互联网等新增增长点的竞争,不再仅仅是产品和服务的竞争,而是由硬件、软件、平台、服务等综合实力构成的产业生态体系的竞争。在新兴产业的培育和发展中,技术创新、新要素的加入、合作伙伴关系的建立等,都是依托于产业生态体系开展的,数字经济驱动的产业生态体系成为国民经济和社会发展的新引擎。通过数字技术驱动产业数字化转型和产业组织创新,打造和优化与数字经济时代相适应的产业生态体系,是推动产业转型升级、实现高质量发展的迫切要求。

数字技术革命在带来数字产业化创新和产业数字化转型的同时,也推动了产业组织的数字化重构^[2]。在数字技术驱动下,产业链、价值链、供应链、创新链等多链融合发展,形成产业链群生态体系,成为数字经济时代打造共生共赢产业生态圈的核心组织结构形式。产业链群生态体系是具有环境适应性的动态组织,在以“云、大、物、智、移”为代表的数字技术驱动下,朝着智能化、生态化、一体化、敏捷化方向演化发展,与数字基础设施、数字资源共享、数字资源使用、数字安全保障、数字经济发展、数字服务民生、数字金融服务、数字国际贸易、数字驱动创新、数字服务管理、数字市场环境等一起,共同构筑了数字经济时代经济社会高质量发展的大厦。在数字经济大潮中,一些高新技术企业依托数字生态,推动产业链与产业集群融合发展,形成产业链群生态体系,成为制造业转型升级和高质量发展的重要推动者。产业链群生态体系是适宜于数字经济发展的产业组织形态,也是推动数字经济与实体经济融合发展的基础平台。产业链群生态体系的构建是数字思维、平台思维、生态思维和链群思维的有机结合,是产业模式、组织形式、商业关系的大胆创新,是推动产业数字化转型、生态化发展和网络化合作的有益尝试。在高质量发展

的新阶段,通过打造产业链群生态体系推动产业组织创新,提高产业链供应链现代化水平,增强产业链供应链的自主可控能力,是提升企业市场竞争优势和产业国际竞争力的重要举措。同时,产业链群生态体系是构成国内大循环的产业基础,是打通国际大循环的基础平台,是形成双循环新发展格局的重要支撑,也是提升产业竞争力、融入国际大循环的重要基础。

一、数字技术、数字化转型与多链融合

(一)数字技术、数字经济与产业数字化转型

数字技术是新工业革命时期产业发展的新引擎,是数字经济形成和发展的主动力。狭义的数字技术主要是指对数字进行编码、运算、加工、存储、传送、传播、还原、应用的技术,广义的数字技术包括二进制编码数字技术、5G通信、人工智能、区块链、大数据、云计算、物联网、先进机器人、增材制造(3D打印)、虚拟现实技术等^[3]。在数字技术的驱动下,产业发展已经由“互联网+”向“数字+”转变,产业数字化转型成为产业创新发展的主要路径之一。数字技术具有层次性,可分为基础层的大数据技术,核心层的新一代信息技术、人工智能技术和区块链技术,应用层的5G通信、云计算、物联网、先进机器人、增材制造和工业互联网技术等。

数字技术能够改变生产和消费模式,产生新的数字产品和服务,创造顾客价值并累积用户数据,最终催生数字经济。数字经济是在数字技术驱动下由数字产业化、产业数字化、数字化治理和数据价值化等经济活动带来的价值增值过程,其中数字产业化、产业数字化是数字经济的核心要素。与数字经济培育和发展相关的辅助性数字技术和服务还包括接入技术、芯片技术、嵌入式操作系统、中间件制作技术、应用软件、工具软件、信息资源建设以及数字服务等^[4]。产业数字化转型就是通过充分利用新一代信息通信技术、大数据、信息物理系统(CPS)等数字技术和手段

促进产业与技术相结合,推动产业向智能化转型。在产业数字化转型过程中,需要将数字经济与实体经济相结合,利用数字技术全方位、全角度、全链条赋能传统产业,积极探索产业转型升级新方案、新模式和新路径,培育产业发展新动能。产业数字化和数字产业化是产业数字化转型的主要路径,数字技术是产业数字化转型的主要驱动力量^[5]。产业数字化是指在新一代数字技术支撑和引领下,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。通过产业数字化发展,孕育诞生了电子商务、远程医疗、工业互联网、智能制造、工业机器人、车联网等一系列融合型新产业新模式新业态。随着数字技术的应用和普及,产业数字化转型已经由单点应用向连续协同演进,新兴产业主动拥抱数字技术,传统产业利用数字技术进行全方位、多角度、全链条的改造提升,数智融合、数据集成、平台赋能成为推动产业数字化的关键。数字技术与传统工业深度融合,推动了全产业链智能化改造和产品工艺智能化升级,重构了智慧型数字工业经济新业态,加快了传统工业转型升级和提质增效;数字技术与生活性服务业深度融合,推动了旅游、医疗、康养、教育、影视视听、游戏、电子竞技等生活性服务业的数字化转型,改善了消费用户体验,实现了价值增值;数字技术与生产性服务业深度融合,推动了研发、设计、商务、物流、检验检测、法律咨询等生产性服务业数字化转型,促进了生产性服务业的智能化和高效化发展。数字产业化就是通过数字技术催生新产业和新业态,推动数字产业的形成和发展。数字产业化能够推动生产和服务朝着小型化、高可靠性、高性价比、多功能、智能化、操作便捷等方向发展,提升产业活力和企业竞争力。数字产业化主要发生在电子信息制造业、电信业、软件和信息技术服务业、互联网等行业领域,催生的新型数字产业主要包括5G、集成电路、工业互联网、

人工智能、大数据、云计算、区块链、超高清显示器材等,形成计算机基础技术产业链、通信产业链、区块链产业链、软件产业链、电子商务产业链、互联网产业链、数字文化产业链等,在电子信息、大数据、软件服务、物联网等数字经济领域出现超大规模的数字产业集群,从而为产业链群生态体系的形成奠定组织基础。

从以上分析可以看出,产业数字化转型是以大数据、云计算、人工智能、区块链等数字技术为驱动力,推动数字技术与经济活动相结合,构建数据的采集、传输、存储、处理和反馈的闭环,着力打造智能化运营和数字化创新两大核心数字能力,实现企业的生产智能化、营销精准化、运营数据化、管理智慧化,形成数字渠道与营销、智能生产与制造、智能支持与管控、产品服务与创新、数字商业模式、数字创投与孵化等数字经济新优势,催生一批新业态、新模式、新动能,提高行业整体的运行效率,构建全新的数字经济体系。一般而言,在数字技术驱动下的产业数字化转型过程包括架构引领、数据驱动、流程贯通、生态形成四个阶段。在这四个阶段中,企业将先后实现生产投入的数字化渗透、生产关系的数字化重构、商业活动的数字化创新,进而推动数字技术与实体经济的融合发展。

(二) 数字技术驱动的多链融合与链群组织结构形成

以数字技术为支撑,以数字化转型为主线,以工业互联网为依托,推进产业链、价值链、供应链和创新链等多链融合,能够形成链群组织结构。产业链、价值链、供应链、创新链的融合与交织,将形成产品网络、技术网络、生态网络和价值网络四个子网络,各层网络都包括不同数量的节点,分别表示某种产品、技术、价值环节和生态位。在数字技术驱动下,多链融合的过程也是产业链延伸、价值链跃迁、供应链补缺和创新链提升的过程。

第一,产业链延伸。在数字技术的驱动下,产

业链能够沿着纵向和横向两个方向延伸。产业链纵向延伸就是从上游原材料、能源基础、生产环节直接向下游中间产品以及产成品产业拓展或反向延伸的过程;产业链横向延伸是在产业链的某个环节上向与之配套的关联产业延伸,通过业务拓展、横向并购、数字化融合等途径从事研发、设计、材料供应、营销、市场开拓等。产业链延伸不只是一个产业环节的延伸,而是在特定地理区域内催生大量相互联系的企业群落。

第二,价值链跃迁。价值链由不同的价值主体构成,将研发、生产、销售、售后、循环等一系列价值创造活动集合起来,包括价值发现、价值创造、价值实现、价值传递、价值增值等环节。数字技术为价值链的转型、整合和跃迁提供了动力。价值链跃迁是通过价值链数字化转型推动产品价值提升的过程,随着“微笑曲线”的提升,新产品的市场竞争能力、产品成本和质量、客户关系、市场进入渠道和成本、企业获利能力等因素都会发生变化。价值链的有序运作需要研发、技术支持、环境评估、信息、金融、法律、销售、品牌等各种服务支持,新经济时代的价值创造活动的核心正逐步由制造过程向顾客使用过程转变,因而价值链跃迁的过程也是“制造业服务化”的过程,生产、组装、制造环节通过数字化转型向“微笑曲线”两端的研发、销售等服务环节跃迁。

第三,供应链补缺。供应链是由供应商、中间商、核心企业、配套企业、分销商和消费者构成,通过对其内部和上下游的物质流、信息流、资金流的计划、组织、领导和控制,从产品研发设计、采购原材料、制成中间产品及最终产品,到通过销售网络把产品送到客户手中,并提供售后服务的一体化开放性网链状组织。我国供应链体系还存在信息标准落后、信息技术落后、管理水平落后和专业人才缺失等问题,需要在构建智慧物流的基础上强链补缺。推进供应链数字化转型是强链补缺的重要途径,通过数字化转型实现供应链

的运营优化、资源协同和模式创新,提升供应链管理的敏捷性、高质量和生产效率。供应链补缺就是通过数字化转型和强链补链,以最有竞争力的技术、最低的成本、最快的速度、最好的质量,协同共赢、可持续地为用户提供最满意的产品和服务,最大化地为用户创造价值的过程。通过供应链补缺,能够促进信息流动、知识共享和技术改进,充分整合和利用供应链已有资源,从而有效降低总成本、减少资源浪费。

第四,创新链提升。创新链是新思想萌芽、新发明产生、新技术形成、新产品设计开发以及新生产流程、新营销策略和新市场开发扩散等环环相扣的一系列职能活动的序列集合,包括研发、专利、应用、许可、产品生产等创新环节。创新链提升,需要在共性技术、关键技术、配套技术和辅助技术等各个层次取得突破,推动产业链群网络的重新整合和价值创造能力的快速提升。通过创新链提升,构建基于网络升级的协同创新联盟,搭建研发交流平台和对接机制,形成互动式创新网络,能够将消费者、供应商、合作方、行业专家和研究机构等“外脑”都纳入创新架构,提升产业链群组织的创新能力。数字经济时代的创新链包含了技术和数据两大新型生产要素,提升创新链是打造敏捷、高效、具备成本优势且可持续的创新型组织、建立高度互联互通的开放式创新生态体系的重要途径。

第五,多链融合的模式与路径。产业链是链群生态体系中的核心链条,是检验创新知识、创新技术、创新活动有效性的产业平台,也是价值链增值过程的外在表现和将从创新链中吸收的创新产出转化为产品、投入市场并获得收益的产业载体。创新链是创新知识、创新工艺、创新技术和创新要素的重要来源,是产业链延伸发展的核心动力,也是实现价值链跃迁和价值增值的基础。价值链增值是创新链和产业链融合发展的终极目标;创新链是技术创新发起者引领的创新过程,产业链为整合创新资源、生产产品提供依托,

有助于最终实现价值链增值;创新链与价值链的互动融合主要是通过资金、人力、信息流动实现,处于价值链不同环节上的主体将资金、人力等资源输送到创新链上的对应主体,为创新活动助力,而创新链将创新成果信息反馈回价值链,帮助价值链为下一阶段投入作出更准确的判断^[6]。创新链是产业链不断发展、更新、调整的驱动力,是帮助价值链预测未来资源投入量的重要信息来源。价值链对创新资源和科技信息进行有效整合并输入到创新链和产业链的相关环节,推动了创新链与产业链的融合。

第六,链群组织结构的形成。多链融合推动了产业融合,尤其是先进制造业与现代服务业的融合发展,从而推动了产业生态系统优化升级和链群组织结构的形成。多链融合的过程也是从产业功能区到产业生态圈和产业链群体系的转化过程,推动链群组织形成的载体和平台是产业链、价值链和供应链,推动链群组织形成的动力是创新链、人才链和数据链。生态学视角的链群组织结构主要是指产业生态链,产业生态链的构建就是仿照自然生态系统的结构和原理进行生产活动,强调物质的充分循环和利用,提高资源利用效率,降低环境污染和生态破坏,更好地适应数字技术创新和数字化转型,更多地创造顾客价值。多链融合的过程是物质流、资金流和信息流相互融合的过程,它强调逐步构建以客户为中心、以需求为驱动、以数据为基础、以技术为支撑的平台型网络状组织,这一组织是具有动态、协同、智能、可视、可预测、可持续发展等特点的链群组织结构。“四链”间存在映射关系,表明“四链”高级化并不能独立完成,它们的演化升级过程是一个相互交织、耦合、促进的过程,是一个以产业链优化为载体、以创新链升级为支撑、以价值链增值为动力、以供应链拓展为引领的协同动态演化过程。其中,产业链是核心,将创新链、价值链、供应链紧密地联系在一起,形成联动关系,使“四链”保持动态协调,协同促进产业链

群生态体系的形成和演化。

二、产业链群生态体系及其构成要素

链群组织结构是一种新型产业组织形式,链群生态体系是产业生态系统的一种表现形态。链群组织结构的形成为产业链群生态体系的形成提供了组织基础,在数字生态、产业生态和创新生态的共同作用下,依托互联网平台和数字技术的创新应用,互联网与产业生态圈深度融合,新型产业生态组织形式即产业链群生态体系应运而生,推动了产业转型升级和高质量发展。

(一)数字生态与产业链群生态体系形成

数字技术、数字产业、数字经济、数字文化和数字基础设施一起构成数字生态,它是新发展阶段内经济 and 产业高质量发展的新引擎和新平台。完整的数字生态包括创造用户价值所需要的基本业务活动和实现用户价值传递和维护的其他辅助性活动。数字技术是数字生态的核心,5G、人工智能、工业互联网和大数据等数字新技术的发展为数字生态的形成注入了动力和活力。数字技术支撑的新产品、新服务、新业态、新模式成为产业组织创新的主要推动力量,新型组织模式从消费领域向生产领域扩张,链接产业链、价值链、供应链和创新链,构成链群组织结构。依托数字生态和链群组织结构,在数字技术驱动下,从事基本业务活动的核心企业逐步打通生产制造过程中的全要素、全环节、全流程数据链,通过在系统内部开放生产要素和知识产权等资源的方式建立合作关系,推动产品与服务、硬件与软件、应用与平台相互交融,促进产业链和供应链的各环节及不同产业链、价值链、供应链、创新链的跨界融合,搭建形成信息互通、资源共享、能力协同、开放合作、价值共创的产业链群生态体系。在链群生态体系内部,核心企业具有引导价值创造以及决定要素分配的主导地位,并且要承受生态体系运行中的各项风险,而辅助者则要遵循核心企

业的引导、承担相应的业务职责,创造碎片化的价值。

数字生态是一种具有虚拟特征的平台,可以为技术、知识、信息和物品的流动和共享提供虚拟场所,连接生产、流通、分配、消费等环节。数字技术可以形成电子商务平台、社交平台、交易和支付平台、小额贷款平台,综合协调运用交易调节机制、信用评价机制、信息资源共享机制,整合上下游的商家、消费者、金融机构、政府、线下平台等外部利益相关者,为消费者提供一体化、全方位、综合性的商品或服务。从消费互联网到工业互联网的演化,为数字生态的形成提供了平台。数字生态为产业发展提供创新成果、知识要素、应用技术,在数字生态中,产业链、价值链、供应链和创新链的融合会推动产业生态系统的整合和重构。在产业链群生态体系中,数字生态是基础,技术体系是动力,产业体系是支撑,企业群落是细胞,供应体系是经脉,价值体系是骨架。

(二)产业链群生态体系的构成要素

生态体系是一个生物学概念,具有多样性、互补性、关联性特征^[7]。产业链群生态体系是为了将生态学理念和原则引入经济学用以分析人

类的经济活动而构建的经济组织形式。产业链群生态体系的构成要素可以从微观、中观、宏观三个层次进行分析(见图1)。

从微观视角看,链群生态体系的构成要素主要包括:处于不同生态位的企业、具有不同偏好的消费者、具有讨价还价能力的供应商、生产替代品的竞争者和其他风险承担者。它们在生态体系内部承担着不同的功能,各司其职,形成互依、互赖、共生的生态关系^[8]。生态学中的生态因子是指自然环境中对生物的生长、行为和分布产生直接或间接作用的要素,所有生态因子共同构成生物的自然生态环境。产业链群生态体系中的生态因子主要是指与产品的研发、生产与应用有关的大学、科研机构、原材料供应商、核心生产者、互补投入生产者、互补品生产者、公共品和公共政策供给者、中介组织、消费者等产业发展的各类参与者。企业具有类生命性,它与生物体一样也具有生命的五个共同属性:新陈代谢、生长发育、遗传变异、应激性、进化。因此,企业在产业生态系统也具有特定的生态位。企业生态位是指每个企业在链群结构中的时空位置、功能作用及其机能关系,或者说生态体系内一个企业与其他企业的相对位置。企业所处的环境状态、自

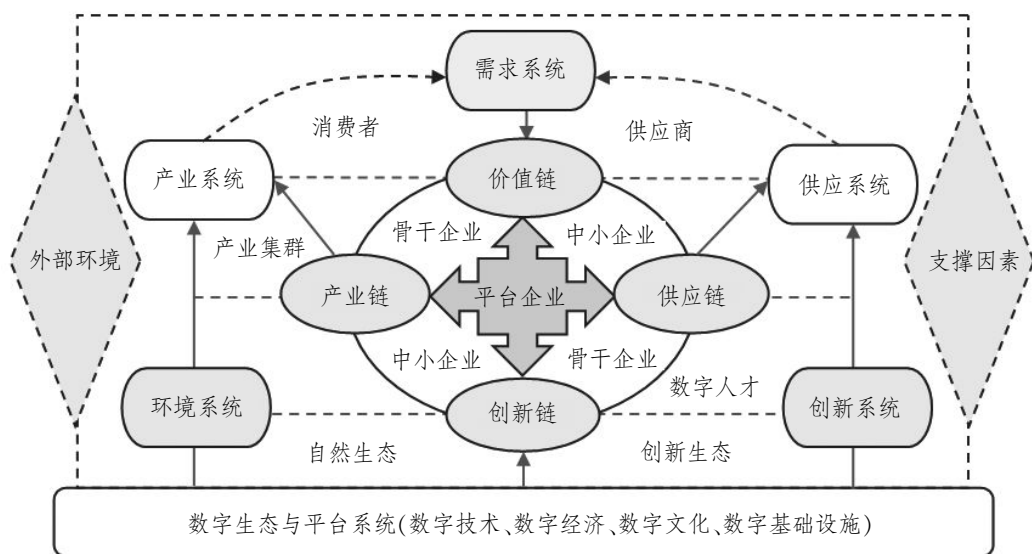


图1 产业链群生态体系及其构成要素

身资源禀赋以及生态系统中的竞争关系都会影响企业的生态位。按照企业在链群生态体系中的生态位和作用,可以分为基石型、食利型、主导型、缝隙型四种类型,它们通过捕食、竞争、互利和寄生等关系不断成长^[9]。

从中观视角看,链群生态体系的构成要素主要包括链式产业组织和群落产业组织。链式产业组织主要是产业链、供应链、创新链、价值链、人才链、资金链、政策链等链式结构,群落产业组织主要是指产业集群。产业集群是从生态学中引入的一个交叉学科概念,主要是指在某一特定领域内具有相互关联性的企业、供应商、相关厂商以及有关机构构成的产业空间组织,是一种联系紧密、空间集聚、结构完整、功能完备、合作共生、创新活跃的企业群落有机体。随着产业集群的网络化发展,企业与中介组织、政府机构等一起构成网络节点,不同规模的企业之间,企业与中介组织、地方政府、科研院所等相关机构之间,形成相互合作的关系构成网络链条,网络中的物质、能量、信息通过网络链条得以运输、共享,促进了知识流动、信息扩散和技术创新。

从宏观视角看,链群生态体系的构成要素主要是指产业发展的支撑因素与外部环境等构成的产业赖以生存和发展的有机系统,包括营商环境、体制机制等制度体系、创新创业文化氛围、市场成熟度等宏观因素。从产业组织形式的视角考察,产业链群生态体系包括产业链、产业集群和产业生态圈。产业链强调的是企业主体间形成上下游协作配套和投入产出关系,产业集群强调的是产业各环节在地理空间上的集聚和协同关系,而产业生态圈关注的不只是产业本身,还包括其他各个支撑产业发展的多维体系,包括生产维、科技维、服务维、劳动维、基础设施维和公共政策维等^[10]。从生态系统的视角考察,产业链群生态体系的宏观构成要素包括自然生态、创新生态、数字生态和产业生态。产业链群生态体系就是以自然生态为环境、以产业生态为基础、以数

字生态为平台、以创新生态为动力的链群式的产业生态系统。

(三)产业链群生态体系中“链主”与“链长”的关系

为了提高产业链供应链现代化水平,提升产业链供应链自主可控能力,部分地区开始推行“链长制”。“链长制”是政府在掌握与顺应产业发展自身规律的前提下,对区域产业链供应链发展进行精准化引导和宏观调控,是地方政府通过强链、补链、稳链等措施切实维护产业链供应链安全稳定的重要抓手。从先进省份的经验来看,“链长制”由“链主”和“链长”两个部分组成。其中,“链主”是在产业链发展过程中由市场自发形成的、能够协调产业链上各个节点活动的龙头企业。“链主”在产业链协调中会通过自身实力在市场竞争中逐步获得产业链中的话语权和领导权,并利用其主导地位实现自身利益最大化,淘汰产业链的落后环节,引领产业链发展;“链长”是产业链的倡导者、支持者、调控者、维护者和守望者,往往由地方政府高级官员和行业协会负责人担任。“链长”通过实施产业政策引导产业链做大做强和转型升级,牵头组织产业链招商引资,促进产业链协同发展,协调解决产业链发展中的重大困难和问题。“链长”与“链主”的关系是政府与市场的关系,即政府调控与市场调节的关系。“链长”需要在培育和扶持本地区“链主”企业的同时,维护市场秩序和公平竞争,尤其是在产业链出现过度集中和垄断经营时,“链长”会引导和推动产业链“链主”及关键控制者公开技术秘密或让渡市场份额,提升产业链的创新活力、竞争活力和发展活力。“链主”与“链长”要严守各自的行为边界:“链主”企业通过自身努力在市场竞争中得到发展;“链长”要严守中立角色,维护和发展产业链,梳理重点产业链,找准产业链缺失和薄弱环节,为产业链“链主”企业和核心配套企业提供常态化服务,推动产业链到产业集群、产业集群到产业生态体系的演化发展。

三、产业链群生态体系的基本特征与竞争优势

产业链群生态体系能够推动产业系统各个环节的合理优化耦合,是推动产业数字化转型和高质量发展的新支撑。一般而言,产业生态系统具有系统性、循环性、多维性、层次性、开放性、本土性、经济性、演进性、调节性等特点。产业链群生态体系除了具有一般产业生态系统的特点之外,还能够应用数字技术从中观或宏观层面对众多发展要素进行高阶有机整合,使之适合高新技术产业的培育和发展。

(一) 产业链群生态体系的基本特征

第一,互补性与合作性。产业链群生态体系的互补性是指处于不同生态位的企业之间具有相互补充和投入产出关系,通过功能互补,实现自我组织、自我设计和自我调节,并根据组织发展需要吸引要素集聚,产生规模经济和范围经济,通过企业之间在类别、规模、方位上相互匹配和相互补充形成链群生态体系特有的生态系统经济性。产业链群生态体系内部的市场主体基于生态位和架构创新,从技术、供应、产品与服务、市场、信息等维度进行内部“统合互补”,并通过这些维度与生态体系外部的公共权力者、研究者、供应商、经销商、客户、融资者、信息技术商等群落互利共生。数字经济时代是自组织崛起的时代,人人都是价值创造者和分享者,人人都是规则的制定者、执行者和管理者,市场主体自主进化、自主生长、自我修复、自我升级,但其核心要素依然是共创、共享、共治,合作性是链群生态体系的基本特征。产业链群生态体系的合作性主要表现为企业之间的一种共生关系,能够在链群生态内部推动资源整合和优化配置,互惠互利、共同发展、优势互补,产生链群协同效应^[1]。产业链群生态体系内部市场主体之间的合作主要包括基于投入产出关系的合作、基于研发创新的合作、基于共同开发市场的合作等,通过合作形成相互依赖和相互制约的关系,服务与被服务、供

应与被供应的关系,非线性的网络化企业运作的竞合关系。链群生态体系的这种合作关系有利于形成内部信任机制,降低交易成本。

第二,根植性与聚集性。在数字经济发展环境中,产业链群生态体系是一种带有区域特性的产业综合体,能够结合特定地域的区位特点、资源优势和环境承载能力,通过提高产业发展的根植性和聚集性应对逆全球化所导致的产业被动迁移。产业链群生态体系内部的多种要素交叉连接,企业与类企业等网络节点根植于链群网络,而链群网络又深深根植于特定的政治、经济、科技、文化和生态环境中,形成错综复杂的本地网络关系,在强化产业根植性的同时提升区域品牌竞争力,共同提高系统企业的生存能力和获利能力。产业链群生态体系的根植性要求其创新和发展以产业关联性为基础,以地理邻近性为特征,以数字技术为基础动力,以基础设施配套、服务机构完善为支撑条件,以地缘、亲缘、学缘和文化融合为连接纽带,以链群企业和相关机构的紧密合作来共同实现顾客价值。根植性增强了链群生态体系的竞争优势。产业链群生态体系的聚集性表现为产业发展相对集中于某一特定地理区域的空间特性,依托产业链群生态体系的空间集聚性可以形成特色产业体系支撑的经济圈。在区域上的空间集聚性要求产业链群生态体系必须与其所处地域的自然环境条件和区位优势相协调耦合,并与周围的产业组织、社会组织和政府机构进行协作。

第三,竞争性与演化性。产业链群生态体系内部竞争性遵循的是优胜劣汰的生存法则,通过竞争推动技术创新,提升整个体系的竞争能力。链群生态体系内部企业生态位重叠必然产生竞争,处于相同生态位的企业之间如同生物个体一样存在着生存竞争,在特定的企业群落之中提高生存概率并争夺主导权。根据生态学中“高斯假说”,生态位完全相同的两个物种不能共存,在群落成员是竞争关系的前提下,系统保持平衡的条

件是集群内成员必须保持一定的差异性,不能完全同质^[12]。链群生态体系内部差异化生态位的企业之间存在合作关系,有利于形成稳定的产业链结构,但这并不意味着它们之间没有竞争关系。这是因为生态系统中具有差异化生态位的企业之间相互依赖、相互协作,构成了密切联系的产业链和产业关联网;同时,由于物资、技术、资金、市场、信息和人力等经济资源具有稀缺性,企业间也要为争夺区域资源和市场需求而开展适度的内部竞争。企业间竞争关系表现出新陈代谢作用、自适应作用和非线性突变等特征。产业链群生态体系外部竞争性不再是企业的个体间竞争,也不再是供应链的链条间竞争,而是众多企业联结成的产业生态系统之间的竞争。竞争推动演化,与链群生态体系的竞争性密切相关的是其演化特征。产业链群生态体系内部遵循的是“适者生存”和“优胜劣汰”的演化法则,即能够适应环境的企业向高层次演化,而一些不适应环境的企业则被淘汰出局。产业链群生态体系的演化性表现为内部产业结构转型升级和竞争力提升。在产业链群生态体系中,技术进步、企业生态位演变、外部环境因素的变化,都会推动生态体系的演化,从而催生新技术、新产业、新业态,为生态体系注入活力和动力,提高整个链群生态体系的市场竞争能力。产业链群生态体系可以通过演化形成自我修复能力,依靠自身力量来修补某些局部损伤或外部破坏,以恢复到原来的活性状态或实现新的生态平衡。产业链群生态体系的演化性还表现为产业生态系统在结构和功能上的整合,包括纵向闭合、横向耦合、多维融合和系统整合等多种方式。

第四,多样性与层次性。链群生态体系的多样性是指系统各个元素、各个层面和各种关系链条具有多样性特点,主要表现为要素多样性、产品多样性、企业多样性、产业多样性、链条多样性和集群多样性等物质和主体多样性,还表现为管理多样性、创新多样性、渠道多样性、政策多样性

等活动多样性。为了能够相互借鉴和相互补充,不仅要考虑系统产业链条和网络的多样性,为适应纷繁复杂的内外环境提供多种选择,而且要考虑系统内各个层次的耦合关系多样性。在打造产业链群生态体系时,需要根据当地的资源、能源、交通等状况,设计和生产多种产品、构建多样化的产品结构,产品结构越复杂,市场适应能力越强,越有利于链群生态体系的稳定。产业链群生态体系的层次性表现为链群结构的大小规模和相关关系,包括企业内部、企业之间、链群内部、链群之间的各种组织关系。从生态视角分析,链群生态体系分为种群(population)、群落(community)和生态系(ecosystem)三种不同层次^[8]。种群是由从事相同业务的企业组成的群体,群落是在一个生境中所有种群组成的群体,生态系是群落生物以及无生命的自然环境所组成的体系。产业链群生态体系的层次性表现为从企业生态位、产业链条、产业集群、产业园区到产业生态系统的演进。链群生态体系可以分为企业与产品层面和产业与系统层面两大层面。产业链群生态体系可以分为核心层、支持层和系统环境层三大界面,具体而言,核心层的成员主要是链群生态体系的主体成员,包括领导企业和核心企业,它们处于整个系统的核心地位,各种资源都输入该层进行运作;支持层主要包含为核心层成员提供资源和信息的各种利益相关者,它们的行为能够影响对核心层的资源输入输出状况;系统环境层包括政府政策、经济状况、技术发展、社会文化、法律法规等环境因素,系统环境能够间接影响核心层的业务抉择以及支持层对于核心层的要素投入。

第五,开放性与共生性。产业链群生态体系的开放性是指链群生态体系与其他产业生态系统之间存在相互交换关系,链群生态体系的各个节点企业不断与区域外的网络节点发生多方位、多层次的联结,寻找新的合作伙伴,开辟新的市场,拓展区域发展空间,以获取远距离的知识和互补性资源,完成与产业链群生态体系外部节点

的合理链接和合作。产业链群生态体系是一个嵌入城市群和经济圈等大系统的开放系统,新企业等市场主体可凭借自身优势随时加入,大中小企业之间致力于营造一种以诚信为本、互惠互利、协同合作的良好发展环境。推动产业链群生态体系参与国际分工与合作是未来发展大势,也是我国培育跨国企业集团的重要战略要求。共生性是自然生态系统的基本特征,既包括生物体之间相互依赖从而更好生存的合作关系,又包括共生系统中为了共同进化而产生的竞争关系。链群生态体系的共生性是指企业之间的资源利用和利益关系既存在竞争关系,又存在互补、协同、合作关系,资源合理分配利用、供应链互通、销售网共享、技术信息相互交流,形成环境合理、经济高效、行为协调、共享发展的产业共生系统。产业链群生态体系内部的公共品供给者、科研机构、供应商、经销商、消费者、融资者、信息提供商等群落之间也是互利共生的关系。在相互协调、竞争合作的活动中,各类主体之间相互依存、相互限制、相互协调,通过挖掘有利资源和优势能力,取长补短、整合资源、优化配置、加强协作,在提高自身能力的同时促进系统各项能力共同进步,更好地服务于用户,创造更丰富的价值,维持产业链群生态体系的高效与持续发展。企业与其所在的产业链群生态体系是共生进化的关系,参与企业负面影响增加或参与程度下降,都有可能导致链群生态体系内部出现重大的负面变化,并最终会降低其性能,甚至导致系统走向衰败。产业链群生态体系与外部利益相关者之间的相互协调,有助于形成与外部环境要素之间的共生关系。生态系统具有时间和空间概念,各市场主体之间借助物资流动、信息流动、价值流动、货币流动、人员流动和互相联系、互相影响、互相依存,形成具有自组织和自调节功能的共生有机整体。良性的互利共生关系既能够实现资源优势互补,又能够推动各类市场主体充分发挥自身的优势,实现共同演化,增强市场竞争能力。

(二)产业链群生态体系的竞争优势

产业链群生态体系是一种产业平台组织,是产业生态系统的支撑和架构,是产业共生发展和群体竞争的新载体,也是为了满足特定顾客需求而进行的价值联系和组织安排。产业链群生态体系能够形成生态竞争力,为企业赢得竞争优势。微软、苹果、英特尔等企业一直在行业中保持领先地位的原因之一,就是凭借其链群生态体系获得竞争优势。谷歌、阿里巴巴、华为等企业也一直在打造自己的链群生态体系,优化组织结构,通过提升产业生态竞争力赢得竞争优势。一般而言,链群生态体系的竞争优势体现在以下方面:

第一,产生协同效应。产业链群生态体系内部子系统之间在演化发展过程中出现联接、合作、协调与同步的联合作用和集体行为就是协同行为。在原有产业链、产品链、供应链的基础上,模仿自然生态系统,搭建价值链、生态链和创新链,链群生态体系内的企业间建立一种由生产者、消费者和服务者组成的新产业体系,可以通过协同行为产生协同效应。产业链群生态体系中的协同行为包括研发创新协同、生产规模协同、市场行为协同、公共关系协同、公司治理协同等,系统内的企业之间优势互补、资源共享、风险共担,共同维护生态系统的运行,提高资源利用效率,使系统总产出超过个体产出的总和,为顾客提供整体解决方案,共同创造顾客价值。由于产业链群生态体系是一种网络型组织,其带来的协同效应也表现为网络经济效应。企业参与产业链群生态体系的深度决定了其获得的规模经济效应,企业参与产业链群生态体系的广度决定了其获得的范围经济效应,规模经济效应与范围经济效应共同构成网络经济效应。产业链群生态体系是复杂自适应系统,能够通过自行组织、自行创生、自行演化自主地从无序走向有序,形成有序结构。自组织和自适应是系统内部协同演化机制,组织成员通过功能耦合和协同形成超循环,共同

发展各自的管理能力、技术水平和营销水平。在自我调整过程中,组织结构和运行模式不断地自我完善,从而不断提高其对于环境的适应能力。当环境改变时,产业链群生态体系通过突变性、协同进化和自我组织去适应外部环境,市场主体根据学到的经验有意识地改变自身结构和行为方式,从而产生协同变异,适应动态环境。产业链群生态体系内部治理也能产生协同效应,链群治理的数字化转型就是通过现代信息技术、人工智能等手段提升生态治理数字化、智能化水平和治理绩效,着力解决信息孤岛、数字壁垒和数字鸿沟问题,以工业互联网、大数据等数字技术为支撑,努力促使链群内部不同市场主体治理的优化协同高效,实现从不同主体、数据、资源、平台、网络、系统、技术和功能的简单相加向深度融合、智慧融合、智慧治理和智慧服务转变,提高企业治理能力和治理效能。

第二,降低企业成本。借助于产业链群生态体系内部的互联网平台和数字技术,企业可以打通线上和线下,成员企业对商业活动所产生的数据进行共享、整合、利用,信息不对称问题能得到充分缓解,从而降低研发和生产环节的平均成本和交易环节的搜寻成本、谈判成本和契约成本。一是通过数字化转型和数据驱动提高生产效率,降低生产成本。产业链群生态体系是数字化组织,可通过数据的自动流动消除复杂系统的不确定性,提高制造环节的资源配置效率。通过技术手段打通供、产、销等板块,实现管理制度与流程的重组再造,提升产业链群生态体系的管理能力和治理水平。产业链群生态体系内部企业能够将人机、设备、工具、工单、产品、车间、客户等核心数据全部连接至智能制造系统(CIMS),实现全产业链信息管理,优化制造流程,降低运营成本,提高服务效率和质量。数字化转型中蕴含着丰富的大数据信息,为数据挖掘与组织优化提供了广阔空间,链群企业可利用数据要素和新一代数字技术突破部门阻碍,促进内部专业化分工,

推动跨部门分工协作,最终实现组织提质增效目标。世界经济论坛在《第四次工业革命对供应链的影响》白皮书中指出,数字化变革使制造企业成本降低 17.6%、营收增加 22.6%;使物流服务业成本降低 34.2%、营收增加 33.6%。二是通过信任机制和外部经济内化效应降低交易成本。产业链群生态体系所拥有的嵌入性资源、网络效应、共生性和共同进化等特点有助于解决信息不对称、多级决策和信任问题,企业之间通过相互信任、信守承诺建立保持企业间长期合作关系的信任机制,从而降低交易成本。产业链群生态体系内部的数字技术应用能够形成泛在、及时、准确的信息流动通道,大幅降低信息、评价、决策、控制、监督、违约等交易成本。以信任为基础的社会资本降低了企业间的信息不对称,提高了链群内部信息流动效率,有利于节约产业链群生态体系内部的交易成本。同时,链群生态体系为了共同应对外部环境不确定性,建立了维持参与者之间持续合作共赢关系的信任机制,这一机制能够减少市场、技术、竞争对手行为等外部现象干扰,降低因环境不确定性而带来的产业链群生态体系外部市场交易成本。

第三,增强创新能力。产业链群生态体系的创新能力表现在产生新技术、新产业、新业态、新模式、新组织、新要素等方面,通过创造新的价值、产生新的需求、提供新的供给保持竞争优势。产业链群生态体系能够以数字生态为平台,整合创新资源和要素,实现协同创新,并能够以长期稳定交易结构降低创新成本,实现持续创新。产业链群生态体系内部的各类群落之间的社会交往、互动关系能够促进相互学习、积累知识和创新溢出,从而有利于企业之间的知识积累和技术创新。链群生态中的企业能够获得创新的溢出效应,重构企业内部价值网络,实现在价值链中的地位跃迁,从而增强对价值链的控制能力。工业互联网平台能够通过工业软件、大数据等数字技术将行业原理、基础工艺、业务流程、专家经验等

共性技术知识代码化、组件化和模型化,促进工业知识的复用、共享和价值再造,同时推动不同企业主体的创新资源要素的泛在连接、弹性供给和高效配置,促使创新协作在时空上交叉、重组和优化,实现创新主体多元化、创新流程并行化、创新体系开放化,提升协同研发效率和融合创新水平^[1]。在产业链群生态体系中,基于产品数据管理(PDM)、集成产品开发(IPD)、产品过程项目管理(PPM)、三维数字模型设计(MBD)等系统的研发创新,能够提高创新的精准化和高效化,基于工业互联网平台的协同研发、众包设计等创新模式,大幅提升创新资源利用范围和降低资源利用成本,提高研发资源集约化程度。

第四,扩大市场容量。产业链群生态体系以数字生态为平台,强化产业之间密切的经济、政治、文化、社会等多维联系,能够通过人流、物流、资金流、信息流和技术流等实现空间流动,从而扩大市场容量,形成生态体系的买方势力或卖方势力,产生数字经济领域特有的“赢家通吃、跨界竞争和长尾市场”三重市场规模倍增效应。随着产业链群生态体系在地理空间和网络空间维度上的扩张,市场规模也在相应拓展,链群组织内部企业可以在完善原有业务的基础上开拓新业务,通过用户数量增加、用户黏性增强、市场容量扩大、企业边界拓展实现快速成长。随着生态系统中核心企业自身的快速成长,以及系统内主宰型企业、缝隙型企业和消费者数量的不断增长,链群生态体系的规模将持续扩大,从而获得明显的规模收益和范围经济性^[13]。腾讯公司打造的即时通信链群生态体系以即时通信软件QQ为起点,以数字生态为平台,以数字技术为驱动力,构建了以社交为核心,集金融、娱乐、资讯、工具、平台和人工智能为一体的庞大的产业链群生态体系。该生态体系以消费者需求为中心,通过与主宰型企业的合作来不断改善其运营模式、产品和服务品质,吸引了众多消费者,生态系统得到快

速发展,生态系统的边界进一步扩大,生态系统中生产者和消费者的数量持续增加,在不到10年的时间内,业务已经覆盖我国95%以上的智能手机,月活跃用户超过10亿,用户覆盖200多个国家和地区、超过20种语言。

第五,形成制度优势。产业链群生态体系在政策环境、技术标准、制度规则等方面的协调统一,能够形成有利于企业孵化和产业发展的制度优势。信任机制是产业链群生态体系内部最为明显的制度优势。链群生态体系内部能够通过企业声誉、信息共享、相互依赖和合作经验等路径建立起能够促进相互信任产生的机制,形成和维护企业之间良好的信任机制,建立起市场主体之间的相互信任关系,促进成员企业有效沟通,从而实现知识的跨组织转移和扩散,提高生态体系的学习能力,以适应外在环境的快速变动。产业链群生态体系的制度优势还表现在其通过演化形成了生态系统的非线性、自组织、自淘汰、反馈调节、协同共生、循环再生等特殊机制,能够更好地适应市场竞争。以信贷融资为例,产业链群生态体系内部的资金流动成本低、效率高、覆盖广、速度快,通过资金链与产业链的相互融合,借助产业链群生态体系提供的产业优势和制度优势,能够实现实体经济和金融体系的深度合作,助力企业资金链循环流动,为中小企业提供良性资金,通过建立统一产业生态圈平台,解决企业信誉担保和融资难问题。产业链群生态体系不仅是信息、物质、能量的交换体系,而且是耦合了经济、生态和社会系统中各类因素的有机复合体,是经济系统、生态系统和社会系统相互作用、协同演进而形成的产业综合体。企业借助于产业链群生态体系的制度优势,能够更精准定义用户需求、更大范围动态配置资源、更高效提供个性化服务,实现远程诊断维护、全生命周期管理、总集成总承包、精准供应链管理新模式和新服务。同时,企业与员工、客户、供应商、合作伙伴等利益相关者更加紧密互动,共享技术、资源和能力,实现以产

业生态构建为核心的价值创造机制、模式和路径变革。

四、数字技术驱动的产业组织演化

产业生态体系演化的过程就是产业组织创新的过程。产业链群生态体系是数字技术驱动、产业平台承载、多链融合发展、要素相对集聚的产业生态系统,是采用数字思维、融合思维和生态思维构建而成的一种社会—经济—环境复合组织形态。在数字技术驱动下,产业链群生态体系内部的物质流、能量流、资金流、人才流和信息流通过链群结构进行整合和调节,实现自我再生、自我复制、自我选择、自我优化,从而向更高的有序状态演化。产业链群生态体系演化不是单一主体的个别进化,而是整个生态系统的协同演化,企业通过相互竞争与协同,互相驱使对方提高自身的性能和复杂性,求得在一定时空条件下相互之间的生存平衡和持续发展,从而实现协同演化。数字技术变革、企业生态位变化、产业组织创新、与产业直接关联的各种要素及其相互作用关系的变化、产业生态链和产业生态圈的变革等都会推动产业链群生态体系的演化。产业链群生态体系内部的研发创新系统、投入产出系统、生产制造系统、应用服务系统等链群生态子系统的变化,链群生态体系外部的要素配套供给、软硬基础设施、社会文化环境、国际市场环境、公共政策体系等环境因素的变化,都会推动产业链群生态体系的演化与创新。

(一)数据驱动、数字技术创新与产业链群生态体系演化

数据驱动是产业数字化转型的核心动力,也是新兴工业体系区别于传统工业生产体系的本质特征。数字经济时代,数据作为基础性战略资源的地位日益凸显,数据确权、数据质量、数据安全、隐私保护、流通管控、共享开放等都会影响产业发展的方向。产业链群生态体系内部产生的数据具有可复制性强、流量规模大、迭代速度快、复

用价值高、无限增长和瞬时供给等禀赋特征,数据规模越大、维度越多、更新越快,数据边际价值越会成倍增加,从而能够打破传统要素有限供给的束缚,为产业链群生态体系演化提供充分的要素支持和驱动力量。通过链群创新系统和辐射网络,数据会对经济、社会、环境、资源等系统资源要素产生强大的聚集力和配置力,有效增加人才、技术、信息、设施等核心资源存量,实现资源共享,提高使用效率,提升资源供给能力,消除资源结构性短缺。在流程数字化所实现的数据积累基础上,从数据战略、数据治理、数据整合、数据建模、数据架构、数据标准、数据质量、数据安全、数据应用、数据生存周期等方面提升产业链群生态体系的数据治理能力,能够盘活数据资产,打通从数据、信息、知识到智慧的整个价值链,从而提升产业链和供应链现代化水平和自主可控能力,推动企业从数字化、网络化走向智能化,驱动技术进步、业务变革和管理创新。通过数据治理控制信息流,调节产业生态链上物质流和能量流的流速、流向和流动方式,实现资源流动的优化循环,并通过对其他系统的信息集中和控制,为产业数字化转型提供信息平台,产生数字创新的倍增效应,驱动产业链群生态体系演化发展。

工业大数据推动数字技术创新,数字技术创新又能反过来提升数据价值。信息物理系统的推广、智能装备和智能终端的普及以及各种各样传感器的广泛使用,带来了无所不在的感知和无所不在的连接,所有的生产装备、感知设备、传递设备、联网终端,包括生产者和消费者都在源源不断地产生工业大数据,这些数据将会渗透到企业运营、价值链乃至产品的整个生命周期,成为推动数字技术创新的基石。近年来,数字技术创新步伐不断加快,正步入泛在、智能、集成、融合的新阶段,从数据产生、计算、传输到处理,从接触、感知、传感到智能,泛在连接和普适计算已经无所不在,云计算、大数据、人工智能、机器学习等数字技术正驱动人类智能迈向更高境界,虚拟化

技术、3D 打印、工业互联网、大数据等新兴数字技术正在重构制造业技术体系。数字技术创新能够改变原有产业秩序,提升企业生态位,推动产业链群生态体系内部结构的生态化重构;同时,数字技术和数字创新能够开拓新的资源领域和使用方式,实现资源更大范围、更高层次的循环利用,形成产业链群生态体系演化的不竭动力。随着数据量能和用户数量的迭代增加,工业大数据成为驱动数字技术创新和产业数字化转型的引擎,推动产业链群生态体系内部实现资源共享和优势互补,进一步强化生态系统的盈利模式和可持续发展。发展工业大数据,推动大数据在工业研发设计、生产制造、经营管理、市场营销、售后服务等产品全生命周期、产业链全流程等各环节应用,促进大数据、物联网、云计算、智能制造等数字技术在制造业全产业链集成运用,推动制造模式变革和工业转型升级,是推动产业数字化转型和产业链群生态体系演化的重要途径。

(二) 工业互联网与产业链群生态体系演化

工业互联网是新一代数字技术、现代工业技术与工业系统全方位深度融合的产物,是制造业朝着数字化、网络化、智能化方向转型的重要载体,也是满足工业数字化发展需求,具有低时延、高可靠、广覆盖等特点的关键数字基础设施。基于数字技术构建的工业互联网能够推动产业链和供应链的解构、链接、整合、协同和集聚发展,成为推动产业链群生态体系演化的重要力量。工业互联网通过将大量工业技术原理、行业知识、基础工艺、模型工具等进行规则化、软件化、模块化处理,并封装为可重复使用的服务组件,第三方应用软件开发人员可以面向特定工业场景开发不同的工业应用软件,进而构建基于工业互联网平台的产业生态。工业互联网通过互联网技术,将设备信息、产品信息、管理信息、流程信息与人有机结合起来,并收集大量数据,通过大数据和人工智能等技术,支撑有效决策,从而提升与改变企业的成本、效率和产品品质,最终提升

企业自身与整个产业生态的竞争力。工业互联网具有全局协同、泛在感知、敏捷响应、动态优化和智能决策等核心能力,能够连接用户、产品、供应商、设备、开发者,为产业数字化转型和产业链群生态体系演化赋能赋智。工业互联网为智能制造提供了关键数字技术的基础设施,涉及人、物品、机器、车间等全要素,通过跨设备、跨系统、跨厂区、跨地区的全面互联互通,实现全要素与全产业链和全价值链的全面连接,涵盖设计、研发、生产、管理等各个环节,通过数字技术驱动工业数据充分流动,以数据流带动技术流、资金流、人才流、物资流,实现工业全系统、全产业链、全价值链的泛在深度互联,从而构建起数据驱动的网络化工业生产制造体系和服务体系,有效提升产业发展质量与效益,推动产业链群生态体系演化发展。

集现代信息技术、物联网、云计算、大数据、人工智能、数字孪生等数字技术的工业互联网发展正是推动产业链群生态体系演化的中坚力量。工业互联网作为各种要素流动的枢纽,能够以大数据、数字创新和数字化转型构建数字生态,以数字生态驱动创新生态,以创新生态支撑链群生态,以链群生态优化产业生态,从而重新塑造产业链群生态体系的结构、终端、平台和应用。工业互联网加快了数据价值化过程,为产业链群生态体系的演化注入新型要素。数据价值化包括数据采集、数据标准、数据确权、数据标注、数据定价、数据交易、数据流转、数据保护等系列活动。工业互联网为数据采集、数据标注、数据要素供应、时序数据库管理、商业智能处理、数据挖掘与分析、数据存储、数据安全、数据交换等环节提供了操作平台,也为加快数据确权、数据定价、数据交易等数据要素市场化进程提供了基础设施。工业互联网能够将数据汇集在一起,不仅连接数据,而且能充分发挥数据驱动功能,实现资源优化配置与智能分析,从而有效引导和协调产业链群生态体系内部多方群体之间的互动和协同。工业互联

网改变了传统的信息不对称和物理区域屏障,通过整合产业链群生态资源,改变了产业发展模式和业态,使知识资源、数据要素、技术能力、制度创新、战略协同发展和产业链合作等宏观要素在产业链群生态体系演化发展中的作用越来越大。

(三)企业生态位演进与产业链群生态体系演化

生态位是生物学中的概念,一般是指种群中物种位置、各物种的功能和物种间的相互关系。企业生态位是指企业以其资源要素、核心能力和成长能力为支撑,通过与产业生态体系中其他企业共享知识和信息,促进企业的内生增长、学习和创新活动,在既竞争又合作的关系中而获取的企业环境适应能力与相互作用关系。生态位包含“态”和“势”两方面,“态”是生物体单元目前的状态,是在过去期间生长发育、学习、经济社会发展以及与环境等诸多因素互相影响作用所积累的结果;“势”是指生物体单元受环境的现实影响或支配力^[13]。企业生态位中的“态”指的是企业所处的地点、时间,企业的规模和生命周期,企业的物力、财力、人力等资源,企业的核心技术与能力等;企业生态位中的“势”指的是企业控制的环境资源和对环境的主动适应性,产业链群生态体系中的企业之间存在着既竞争又合作的关系,在这种竞合博弈中,企业受自身资源条件、其他企业及链群环境的影响,形成企业自身对链群以及链群中其他企业的影响和支配能力。影响企业生态位的资源包括资金、供应、市场、技术、人力、物流,可以从维度、宽度、重叠度和密度等方面来测度衡量企业生态位。企业生态位的变化意味着企业可以在链群内部向价值链中高端迈进,改变企业之间的均衡关系。企业在“态”与“势”上的力量对比影响着产业链群生态体系中的资源配置状况,为生态体系更好更快更持续成长创造条件,形成良性的成长循环,为产业链群生态体系的协同演化奠定良好的基础。

商业生态环境孕育了企业生态因子,激励着

大众通过创新创业成立企业。企业融入商业环境形成企业生态位,不同生态位上的企业通过分工合作形成产业生态链,不同产业生态链之间相互交织形成产业生态圈,产业生态圈之间构筑网络状分工系统形成产业链群生态体系。企业的能力边界决定了企业的生态位,能够优化企业生态位的企业能力包括企业组织能力、企业运作能力、战略管理能力、市场营销能力、改革与创新能力、共享信息能力、资源利用能力、界面管理能力、学习能力等。企业生态位的演进会推动产业链群生态体系的演化,企业生态位演进过程包括创生、发展、成熟三个阶段,进入成熟阶段后,企业生态位可能向着自我更新、重新配置、并购重组、复制、衰退、隐退等不同方向发展演化。从价值创造的视角可以将产业链群生态体系内部的企业分为价值依附型、价值共享型、价值平衡型、价值独享型和价值回报型等类型,按照在生态体系内部的控制力可以将企业分为主宰型企业、骨干企业 and 缝隙型企业;按照企业规模、地位和作用可以将企业分为龙头企业、骨干企业和中小企业三种类型。

龙头企业是产业链群生态体系中的“关键种企业”,一般是技术先进、理念创新、社会责任感强的大型集团或跨国公司,能够引领产业链群生态体系的演化。产业链群生态体系中龙头企业的业务配套需求和市场开拓能力能够为大量相关中小型企业提供巨大市场机会,从而有能力和资格主导链群生态网络的运行,决定了共生网络能否持续发展的技术可行性;龙头企业具有市场敏感性,一旦经营环境发生变化,就能带领链群生态体系及时调整发展战略,适应市场需求变化。作为链群生态体系核心的龙头企业的顾客价值主张和商业模式,将决定生态系统的吸引力、扩张力和影响力,生态体系的繁荣在一定程度上又保障了龙头企业的发展空间和利润水平。

骨干企业是链群生态体系中的“价值平衡型企业”,骨干企业协同共生、抱团发展也能影响产

业链群生态体系演化方向。移动互联网产业生态系统是由多个产业主体共同组成的链群生态体系,骨干企业包括网络运营商、软件服务商、终端供应商等多个产业主体,共同组建了一个产业系统。各产业主体之间不仅存在互相合作、互相依存的关系,而且存在互利共赢的关系,骨干企业的创新和变革将推动链群生态体系的演化。

加入链群生态体系的中小企业也是链群生态企业,能在获得稳定的市场需求、创新溢出效应和信贷联动效应的同时,通过技术创新、协同合作改变生态位,从而为产业链群生态体系的演化提供动力。市场主体生态位的变化会推动组织创新,通过技术、知识、服务、制度等系统创新,利用创新的传导、对接、协调机制,推动产业链群生态体系的演化。产业链群生态体系为子系统制造商、模块制造商和零部件制造商搭建了一个价值创造和价值共享平台,此价值平台将大量中小企业、中介组织和政策环境编织成一个生产网络,中小企业为龙头企业或骨干企业供应原材料或零部件形成协作共生关系,产业链群生态体系通过战略需求与响应过程使生产网络中各层次企业间的制造战略实现协调一致。产业链群生态体系内部的龙头企业、骨干企业和中小企业之间相互协作与相互嵌入,各个市场主体有机融合,形成了一个具有生态功能的网络系统,企业、产业链和产业集群在执行生态功能的同时,避免了同质化竞争。规模大、技术强、品牌响的“领航型”龙头企业发挥示范作用,启动并引领着骨干企业和中小企业的专业化能力提升工程,促进大中小企业协同创新、配套合作,共建产业链、攀升价值链、互通供应链、激活创新链,共同推动产业链群生态体系演化升级。

(四)组织创新、环境变化与产业链群生态体系演化

产业链群生态体系内部的组织创新包括链条升级、集群嵌入与链群融合等多种形式,在数字技术驱动下的组织创新会推动链群组织内部

结构合理、层次多样、功能完善和自我演化。产业链延伸、价值链跃迁、供应链补缺和创新链提升都是链条升级的具体形式。在数字经济时代,集群嵌入产业链群生态体系的方式较多,包括企业嵌入、产业链嵌入、产业集群嵌入和混合嵌入等。产业链和产业集群模仿自然生态系统的运行方式,通过不同产业流程和不同行业之间的横向融合和纵向嵌入,以及不同企业或工艺流程间的多维耦合、资源共享和优化配置,能够使产业链群生态体系内部的能量和物质消费得到优化,从而提升链群组织的环境适应能力和市场竞争力。产业链群生态体系的组织创新表现出由链到网、由静态到动态、由配置到博弈、由正向到逆向、由物质流到价值流和知识流、由纵向集成到横向整合等多种趋势。纵向集成包括现场级别、控制级别、生产级别、运营级别、企业计划级别等纵向层次结构的集成,利用包容性更强的系统将相关的模块、通信系统、传感器以及用户界面相互构架起来,形成合理化的链条组织结构。横向整合是利用数字化界面,对客户需求 and 供应商关系进行整合,包括端到端的价值链整合、产品开发和生产阶段的流程整合、信息流系统和IT系统的系统整合、从物流到客户的市场整合等。

内部企业之间的竞争与协作等自组织作用,也能够推动产业链群生态体系的协同演化。链群企业会为了获得更好的生态位而竞争,竞争可以增强企业活力,激发企业创新能力,提高企业运行效率,防止系统进入“平衡态”和“内卷化”,促进其动态有序演化;产业链群生态体系内部处于不同生态位的企业将相互协作,以实现资源、品牌、资金、信息等要素的共享,优势互补、强强联合、共同创新,取得协同效应,从而推动链群生态体系演化。同时,承担新系统功能的新企业加入,将进一步拓展链群网络结构,增强系统的自组织能力,从而推动产业链群生态体系演化。产业链群生态体系演化的动力来自系统内部各个子系

统之间的竞争和协同:竞争推动了系统远离“平衡态”,为系统实现自组织演化创造了条件;协同推动系统向有序结构和更高级层次演化,为系统实现自组织演化指明了方向。产业链群生态体系演化中的竞争和协同相互促进、缺一不可;若只有竞争,没有协同,新系统将处于“失衡态”,系统就会越来越不稳定,内斗不止,最后就会在内部相互竞争中解体;若只有协同,没有竞争,系统处于“平衡态”,系统就会越来越缺乏活力,遏制创新,最后也会在市场竞争中败北。

环境选择、市场压力和资源要素供给状况的变化是推动产业链群生态体系演化的外部动力。产业链群生态体系的演化和发展在很大程度上还会受环境、技术、信息、市场机制、政策导向等的影响和制约。演化过程是人类在认识产业系统的过程中不断改变系统自身的进化过程,也是组织按照产业进化规律自我演化的过程。产业链群生态体系的演化表现出周期性特征,会经历不同生命阶段:一是开拓阶段,主要是探索或创造具有市场潜力的新产品或服务,并初步建立起新的商业网络;二是扩展阶段,成功的商业模式必须在系统内部被推广应用,以便获得更多资源,得到更快发展,并能吸收更多的新顾客成员、相关风险承担者、相关利益者和关注者加入生态体系;三是领导阶段,随着商业生态系统的快速稳定发展,系统成员经过竞争选择以正确的时间和地点,出现在适当的位置,核心企业成为链群组织的关键成员,协议和关系则成为产业链群生态体系运行的自组织机制;四是自我更新或死亡阶段,主导企业需要寻找方法为生态体系注入新的思想与活力,通过变化或通过有效的变革,包括成员的不断更迭和生态位的变化等来维持链群组织的正常运行^[8-9]。产业链群生态体系是自适应循环的产业生态系统,能够随着内部突变和环境变化而发生演化,演化机制包括竞争机制、驱动机制、导向机制、协同机制和反馈机制等;链群生态体系的演化路径包括:遗传、变异与自然选

择、模仿、竞合和知识传导、复制、重组和相互融合,自由繁殖、相互竞争和协同共生等。演化与平衡之间是辩证统一的关系,不同演化机制和演化路径交互作用,促使系统内产业群落间物质流、资金流、能量流和信息流的横向耦合和系统整合,优化产业群落间的资源配置,最终实现产业链群生态体系的动态平衡。

五、研究结论与政策建议

数字技术驱动的产业数字化转型是人类由工业文明向数字文明跃迁的必经过程,也是形成产业链群生态体系和推动产业组织创新的重要动力。数字化转型就是利用数字技术推动企业的业务模式创新、管理模式变革、商业模式重构与核心能力提升,进而促进产业链、价值链、供应链和创新链的数字化融合,以构建更加开放的数字生态的过程。数字经济时代,主动抓住数字技术革命带来的机遇,超前部署,推动产业链与产业集群融合发展,形成以数字经济为依托的产业链群生态体系,能够获取先动优势和成本优势,实现“数字致富”;被动应对数字革命带来的挑战,后知后觉就会陷入“索洛悖论”,被迫接受“数字脱贫”。产业链群生态体系是一种以数字生态为平台、产业生态为核心、创新生态为动力、环境生态为背景的新型产业组织形式,具有互补性与合作性、根植性与聚集性、竞争性与演化性、多样性与层次性、开放性和共生性等特征。数字经济时代,企业依托链群生态体系,能够产生协同效应、降低综合成本、增强创新能力、扩大市场容量、形成制度优势,从而增强企业的综合竞争优势。产业链群生态体系是一种自适应、自调节的扁平化产业组织形态,能够在数字技术、数据驱动、工业互联网、企业生态位演进、生态环境进化等内外力量的推动下演化发展。打造产业链群生态体系是一项系统工程,需要政府和市场主体在把握产业数字化转型大趋势的基础上协同行动,共同推动数字经济时代的产业组织创新。具体而言,应

从如下方面着手:

第一,继续强化新型基础设施建设,提升产业数字化转型的支撑能力。支撑数字技术研发、孕育和发展数字经济,需要打造融数字化、智能化、集约化、绿色化为一体的新型基础设施体系。新型基础设施体系包括:以5G、物联网、工业互联网、卫星互联网为代表的通信网络基础设施;以人工智能、云计算、区块链等为代表的信息技术基础设施;以数据中心、智能计算中心为代表的算力基础设施;以智能交通基础设施、智慧能源基础设施为代表的深度应用互联网、大数据、人工智能等数字技术,支撑传统基础设施转型升级的融合类基础设施;以重大科技基础设施、科教基础设施、产业技术创新基础设施为代表的支撑科学研究、技术开发、产品研制的具有公益属性的科技基础设施等。在新型基础设施建设中,要继续重点打造面向产学研用协同发展的多层次工业互联网体系。围绕工业互联网的网络、平台、安全三大子体系,从工业互联网顶层设计、技术标准、测试设备、产业发展、国际合作、产融推进等方面开展工作,组织骨干企业和重点产业通过合力打造联合实验室、共建网络技术与工业融合的测试床等方式,加快网络技术产业发展,推进工业互联网平台应用技术研发与产业化。

第二,转换产业发展思维,夯实产业链群生态体系的产业基础。“十四五”期间,我国政策的出台,需要树立生态思维、数字思维、融合思维和网络思维,把握科技和产业发展大势,前瞻性布局未来产业发展,创新产业组织形式,推动产业链和产业集群融合发展,打造产业链群生态体系。在产业链发展方面,通过实施“锻链、延链、强链、补链”工程,加快产业基础高级化、产业链现代化进程,推动产业链、价值链、供应链、创新链等多链融合,提升产业链供应链现代化水平和自主可控能力^[4]。在产业集群发展方面,要通过“数字化改造、生态化整合、高新化跃迁”等方式加快推动传统产业集群的转型升级,通过“聚链

成群、多重嵌入、链群融合”等方式做大做强新兴产业集群,推动产业链和产业集群融合发展,逐步形成产业共生网络。以技术创新为引领,以新技术、新产业、新业态、新模式为核心,以知识、技术、信息、数据等新生产要素为支撑,激发产业创新活力、发展潜力和转型动力,全面提升全要素生产率,构建实体经济、科技创新、现代金融、人力资源协同发展的现代产业体系,为构建产业链群生态体系夯实产业基础。

第三,加快数字人才培养和数字技术研发,在前沿技术领域实现突破。在大科学与大技术交叉融合的时代,原有技术体系正在解耦、分化、重组、再封装,迫切需要构建崭新的人才体系和技术体系。推动产业数字化转型更加依赖“数字人才红利”,构建产业链群生态体系、发展数字经济,需要加快培养数字战略管理、深度分析、产品研发、先进制造、数字化运营和数字营销等领域的数字人才。实施“人才强国、科技兴国”战略,在集成电路、传感器、操作系统、互联网、计算机、网络设备等领域加大研发投入,抢占数字技术先机,塑造前沿技术领域的竞争优势。“十四五”期间,需要重点发展新一代通信网络、物联网、大数据、云计算、人工智能、工业互联网、网络安全等数字技术产业,处理好创新链与产业链的关系,将数字生态、创新生态、产业生态等子系统融入产业链群生态体系之中。促进信息化与工业化的深度融合,采用软硬件一体化的平台思维和数字技术改造升级传统制造业,通过直面最终用户的产品开发和服务供给获得创新的原动力。

第四,加快体制机制创新,优化产业链群生态体系发展制度环境。通过体制机制创新,推进政务生态系统、创业生态系统、创新生态系统和自然生态系统的优化和协调,为产业链群生态体系提供良好的外部环境和内部动力。科学实施“链主制”和“链长制”,处理好市场调节和政府调控的关系,构建完善的产权制度体系、市场法律体系和司法服务体系,使市场主体的行为符合政

府宏观调控目标和市场经济规律的内在要求,为产业链群生态体系发展营造优良的制度环境。优化区域分工机制,引导产业转型,根据地理区域的经济联系和产业协同关系,构建跨行政区划的经济发展带和产业协同区。加快区域经济的数字化转型,强化数字基础设施建设,为数字经济发展提供支撑和保障,减少链群生态体系发展的时空限制。

第五,实施严格的环境保护政策,推动产业链群生态体系绿色发展。在打造链群生态、优化发展环境和构建产业链群生态体系中,要实施严格的生态保护政策,通过生态规划、生态设计、生态控制、生态工程和生态管理,将单一的生物环节、物理环节、经济环节和社会环节有机结合起来,构建成一个有强大生命力的产业生态系统。从技术革新、体制改革、组织创新和行为诱导等环节入手,调节生态系统的主导性与多样性、开放性与自主性、灵活性与稳定性之间的关系,使生态学的竞争、共生、再生和自生原理在链群组织发展中得到充分的体现,资源得以高效利用,人与自然高度和谐。以数字文化为主题,培育良好的链群文化生态。遵循一种内在的自组织规律,以自上而下的方式培养利益相关者的信任和社会责任,构筑良好的崇尚创新创业的链群生态文化氛围,形成知识共享、交流学习、协同创新、敢冒风险的主流价值观。

第六,鼓励企业开展商业模式创新,通过融入产业链群生态体系推动数字化改造升级。数字经济时代,企业需要主动采用数字技术开展组织创新、流程创新和商业模式创新,掌握核心技术,形成核心能力,主动融入以数字生态为依托的链群结构,借助生态体系的数字化技术推动自身实现数字化转型发展。企业要重视数据要素的驱动作用,以提升数字技术核心软硬件创新能力为引领,围绕产品、生产装备、设计工具、客户资源、供应链等智能制造系统改造升级,突破底层操作系统、工业大数据、平台管理、核心工业软件、智能

传感器、建模分析等关键核心技术瓶颈,加快工业互联网平台建设与应用推广,形成多层次、系统化的数字平台发展体系,构建跨平台操作系统、芯片解决方案、网络解决方案,促进全要素连接,优化资源配置,提升智能工厂系统解决方案、智能装备创新能力和基础产业创新能力。**Reform**

参考文献

- [1] KAPOOR R, AGARWAL S. Sustaining superior performance in business ecosystems: Evidence from application software developers in the IOS and Android smartphone ecosystems [J]. *Organization Science*, 2017, 28(3): 531-551.
- [2] 肖旭, 戚聿东. 产业数字化转型的价值维度与理论逻辑[J]. *改革*, 2019(8): 61-70.
- [3] 刘平峰, 张旺. 数字技术如何赋能制造业全要素生产率[J]. *科学学研究*, 2020(9): 36-53.
- [4] 李晓华. 数字经济新特征与数字经济新动能的形成机制[J]. *改革*, 2019(11): 40-51.
- [5] 邢小强, 周平录, 张竹, 等. 数字技术、BOP 商业模式创新与包容性市场构建[J]. *管理世界*, 2019(12): 116-136.
- [6] 中国社会科学院工业经济研究所课题组. 提升产业链供应链现代化水平路径研究[J]. *中国工业经济*, 2021(2): 80-98.
- [7] 韩炜, 邓渝. 商业生态系统研究述评与展望[J]. *南开管理评论*, 2020(3): 14-27.
- [8] MOORE J F. Predators and prey: A new ecology of competition[J]. *Harvard Business Review*, 1993(3): 79-113.
- [9] MOORE J F. The death of competition: Leadership and strategy in the age of business ecosystems[M]. New York: Harper Business. 1996: 291-298.
- [10] CLARYSSE B, WRIGHT M, BRUNEEL J, et al. Creating value in ecosystems: Crossing the

- chasm between knowledge and business ecosystems[J]. Research Policy, 2014, 43(7): 936-961.
- [11] HANNAH D P, EISENHARDT K M. How firms navigate cooperation and competition in nascent ecosystems[J]. Strategic Management Journal, 2018, 39(12): 3163-3192.
- [12] ZAHRA S, NAMBISAN S. Entrepreneurship and strategic thinking in business ecosystems[J]. Business Horizons, 2012, 55 (3): 219-229.
- [13] GRAEDEL T E. Evolution of industrial ecology[J]. Environmental Science and Technology, 2000, 34(1): 28-31.
- [14] 盛朝迅. 推进我国产业链现代化的思路与方略[J]. 改革, 2019(10): 45-56.

The Innovation of Industrial Organization in the Era of Digital Economy: Research on Industrial Chain-Cluster Ecosystem Driven by Digital Technology

YU Dong-hua LI Yun-han

Abstract: In the era of digital economy, we need to grasp the new trend of economic and social development, seize the opportunity brought by the new round of scientific and technological industrial revolution, use digital technology to promote the digital transformation of industry, accelerate the integrated development of industrial chain, value chain, supply chain and innovation chain, optimize the industrial ecology, and promote the innovation of industrial organization. Digital technology, digital economy, digital culture and digital infrastructure jointly construct the digital ecology of industrial development, which provides a driving force and platform for the "multiple embeddedness" and integrated development of industrial chain and industrial cluster. Industrial chain and industrial cluster are embedded in each other to build an industrial ecosystem. Industrial ecosystem and innovation ecosystem are integrated to form an industrial chain-cluster ecosystem(ICCE). ICCE is a new industrial organization form with digital ecology as the platform, industrial ecology as the core, innovation ecology as the driving force and environmental ecology as the background. It has the characteristics of complementarity and cooperation, embeddedness and aggregation, competitiveness and evolution, diversity and hierarchy, openness and symbiosis. Big data, industrial internet, artificial intelligence and other digital technologies can directly drive the organizational change of industrial chain group, and can also promote the evolution of ICCE and enhance the environmental adaptability of industrial organizations by changing enterprise niche, accelerating organizational innovation, and influencing organizational environment. Speeding up the R&D and application of digital technology, promoting the digital transformation of industry, and constructing the ICCE can enhance the competitive advantage of enterprises, enhance the modernization level and independent controllable ability of industrial chain supply chain, improve the international competitiveness of industry, and realize the high-quality development of industry.

Key words: digital transformation; industrial chain-cluster ecosystem; digital technology; industrial organization innovation

(责任编辑:罗重谱)