

第四次工业革命的内涵与经济效应

2021年05月10日 10:39 来源：《人民论坛》 作者：张其仔 贺俊

打印 推荐

摘要

面对第四次工业革命带来的机遇与挑战，我国要从五个方面强化战略部署：要加快高性能运算前沿技术突破和国家工程数据库建设；根据中国独特市场需求特征定义技术和产品，形成以我为主的主导技术路线；根据第四次工业革命产业融合的要求强化产业的垂直部署；根据中国产业全球化布局的战略需要推动产业组织优化调整；强化关键模块和核心零部件的前沿技术和共性技术攻关。

关键词

第四次工业革命；模块化；经济增长；产业链升级

进入“后疫情时代”，未来全球经济增长和产业分工格局究竟如何？对这一重大问题，国际主流机构众说不一。生产力是经济活动中最活跃的因素，决定着生产关系，因此，要厘清各种说法的真伪，对此重大问题作出科学判断，则必须充分考虑第四次工业革命这一因素的影响。自德国发布《德国工业4.0》报告以来，有关第四次工业革命发生机理及其经济社会影响的研究就大量涌现，但迄今为止也没有就此达成广泛共识。第四次工业革命对产业发展最深刻的影响是促进了产品架构和产业组织在更大范围、更大程度上的模块化，模块化创新和基于模块的重组式创新成为经济结构调整新的主导模式。未来中国能否充分利用第四次工业革命打开的机会窗口，取决于中国的战略和政策是否与这种主导模式相适应。

运用模块化思维分析第四次工业革命，就是把第四次工业革命视为创造新的积木和对积木进行重新组合的过程

“第四次工业革命”概念的提出，引发了大量有关何为第四次工业革命的讨论，形成了界定第四次工业革命的不同视角。任何一次工业革命，都会涉及到技术、要素、经济运行逻辑和经济结构的变化，对第四次工业革命的分析，也可从不同的层面出发加以把握。从“技术”的角度可将其视为数字化、网络化、智能化等多种技术族群的涌现。从“要素”的角度可将其看作是数字要素、新能源等新型要素的产生。从经济运行逻辑的角度，美国著名趋势学家杰里米·里夫金曾尝试用边际成本为零的逻辑理解它。边际成本为零在一定程度上可以解释第四次工业革命中的信息化和服务化内容，但对于第四次工业革命涉及的大规模研发和固定资产投资缺乏解释力。有学者强调机器人革命或人工智能革命是新一轮工业革命的核心特征，为此，曾试图从学习的视角理解第四次工业革命的经济逻辑。但对此仍需深入探讨，因为在工业社会发展的任何时期学习都是重要的，第四次工业革命背景下的学习过程到底与前几次工业革命有何根本不同？这可能需深入理解第四次工业革命的经济结构逻辑。这一轮工业革命伴随着大量新的技术经济现象，如大量技术、产品、服务和产业跨界融合现象的发生，以及在职能、企

业、产业不同层面、意义不同的跨界融合现象的发生，所以，从经济结构层面分析把握第四次工业革命，传统的产业结构分析方法已不再适用，需要引入模块化的思维。只有引入模块化思维，用模块化的分析方法，才能深入刻画大量涌现的跨界融合现象。从模块化的角度来理解第四次工业革命，就是将第四次工业革命带来的变化视为模块化的创新与重组。

由于突破性技术簇群的涌现是第四次工业革命的核心特征，因而对第四次工业革命技术创新本质的理解是洞悉新工业革命经济学本质的逻辑起点。数字时代的两位前沿思想家布莱恩约弗森和麦卡菲的有关创新的类型化研究对此极具启发性。他们在研究机器革命时指出，创新包括果实类创新和重组式创新两种类型。其中，果实类创新即为通用目的技术的不断应用和再创新。在果实类创新范式下，新的通用目的技术在形成初期，因为技术和商业成熟度低，只能创造微薄的经济价值，但随着通用目的技术的技术成熟度、商业成熟度的提升以及更大规模的扩散应用，其创造的经济价值进入爆发式增长阶段，此后随着技术机会的消失，通用目的技术创造的经济价值再次进入衰落阶段。如果说果实类创新的特征是价值创造呈现出周期性特征的话，重组式创新的特征则是价值创造的持续升级。Weitzman提出，知识生产的过程是对人类既有知识的重新拓展和组合过程，基于此类技术创新基础上的经济增长被他称之为“组合式增长”。布莱恩约弗森和麦卡菲认为，数字经济时代的根本特征就是创新范式从果实类创新的主导范式转向重组式创新主导范式。而这种转换发生的机理，就在于第四次工业革命的核心特征是基于数字化、网络化、智能化的新型信息化，新型信息化大大拓展了技术架构的模块化范围和深度。

模块化理论进入经济学和管理学视野发端于麻省理工学院Ulrich教授于1995年开创的产品架构研究。在Ulrich教授将产品架构分为模块化和一体化的基础上，哈佛商学院的鲍德温和克拉克提出了完整、成熟的模块化理论，他们认为，复杂系统是由功能相关的子系统所构成的，将复杂的产品设计、软件开发或生产制造流程不断分解为标准化的、具有特定功能的模块过程就是模块化的过程。由于模块化具有节约成本、提升产品多样性的内在优势，因此，经济系统本身具有模块化的内在驱动力，而以数字化、网络化、智能化为核心特征的第四次工业革命则会大大深化模块化水平，这是因为新型信息化大大降低了模块化设计的技术成本，同时也大大降低了模块交易的制度成本。与此同时，模块化的技术架构不仅推动了产品本身的模块化，同时也会推动产业组织结构的模块化，即模块化技术架构和产业组织结构存在“映射关系”，从而导致知识的分散化。

因此，在第四次工业革命的背景下，伴随着全球化和信息化所带来的交易成本的下降，全球产业加速进入模块化设计、模块化生产和模块化消费的模块化大发展时期，企业为了能更好适应模块化的竞争环境和分散化的知识分布特征，就要能够更有效地利用重组式创新。在既有企业 and 新创企业不断“组合”和“包络”既有技术和产品模块的过程中，第四次工业革命呈现出加速裂变和颠覆的蓬勃发展态势。

要基于技术变革的本质理解第四次工业革命对经济增长和全球产业竞争带来的深刻影响

第四次工业革命对经济增长的影响。影响经济增长的因素很多，从投入要素的角度看，传统的经济增长要素主要是劳动、资本和技术。第四次工业革命对经济增长的影响机制，首先表现在对传统生产要素的影响上。一个国家劳动投入对经济增长的影响与其人口数量和人口素质相关，第四次工业革命可以通过提高教育质量进而提升劳动者的素质，从而促进经济增长。在投资领域，与新技术革命相关的新产业、新业态、新模式的发展加大了对新型信息基础设施投资的需求，从而对经济增长形成投资拉动作用。最重要的是，第四次工业革命还会通过技术进步带来劳动生产率的显著提升，进而推动经济增长。第四次工业革命至少有两个因素有助于劳动生产率的提升，一是第四次工业革命为扩大市场规模、降低交易成本提供了技术基础，市场规模的扩大、交易成本的降低有助于社会分工的发展，社会分工的发展有利于技术进步；二是第四次工业革命推动着企业组织和产业组织的模块化发展，知识的模块化大大增强了不同创新主体“并行”创新的效率，从而能够加速全球技术进步的步伐。

第四次工业革命对全球分工格局的影响。过去二十年全球产业分工格局的调整主要是基于生产成本的“雁阵式”转移，即由于全球化的发展大大降低了国际贸易的成本，技术进步大大提高了制造品的可贸易性，使得发达国家的制造业向发展中国家进行梯度转移。仅仅从模块化的角度看，第四次工业革命进一步强化了产品的模块化，有利于各国根据比较优势进行产业间、产业内甚至产品内的分工和贸易，从而进一步强化产业的国际梯度转移。但是由于智能化、网络化、数字化对传统劳动力的大规模替代，高效的通用软件平台对专用性重资产的大规模替代，第四次工业革命也使得传统的生产要素对产业区位的影响力下降，无人化、智能化工厂的快速发展有可能促进制造业、特别是高新技术制造业在发达工业国家的本地化生产，甚至有可能随着新型生产制造范式效率的提高，出现传统制造业向发达工业国家回溯的可能性。与此同时，由于发达市场经济体拥有更高收入的群体和更加挑剔的领先用户等市场需求侧的优势，也会遏制、甚至反转全球产业“雁阵式”梯度转移趋势。

第四次工业革命对创新链和产业链升级的影响。传统的产业链升级通常包括以下四种模式：一是工艺升级，即对生产制造技术的改进和生产组织管理效率的提升；二是产品升级，即通过改进产品设计、甚至提供突破性的产品，提高产品的竞争力；三是功能升级，即通过占领产业链上更高附加值的价值链环节实现升级；四是跨产业升级，即通过进入技术壁垒或资本投资壁垒更高的产业，提升盈利能力和竞争力。一般认为，全球价值链视角的产业升级遵循从工艺流程升级到产品升级、再到功能升级、最后到跨产业升级的次序。第四次工业革命将引致技术系统、生产方式和产业组织的深刻变革，从而为后发企业和国家在生产、产品、功能和新产业等各个维度打开丰富的“机会窗口”，因而大大提升后发国家和企业产业链升级的可能性。更重要的是，由于模块化的加强和重组式创新的涌现，技术融合、产品融合、服务融合和产业融合可能成为产业链升级的最重要的形式。从创新链的角度看，第四次工业革命推进的模块化大大降低了技术创新对模块之间默会性知识的依赖，显著降低了对默会性知识学习的成本，使创新链更具开放性和跨边界性，基于更加开放的资源合作和技术市场的重组式创新将成为主导的技术创新模式，传统的线性创新结构将被打破，产业链与创新链的关系将呈现出非线性、开放式关系。

如何应对第四次工业革命

加快高性能运算前沿技术突破和国家工程数据库建设。由于人工智能、数字制造等第四次工业革命的主导技术都是基于信息通信技术（ICT）发展起来的，因此，新一代信息技术将成为现代制造技术体系中最为重要的通用目的技术。信息的存储、传输和处理能力将成为决定一国先进制造体系技术成熟度和应用效率的关键因素，工业大数据资产将成为新的影响一国制造业竞争力的战略性资产。早在2011年，美国竞争力委员会就将高性能运算定义为“改变全球制造业游戏规则引擎”，并提出系统的战略规划部署，协调和整合美国计算资源，加快推动美国的计算能力转化为先进制造业竞争力。对标美国的战略和政策实践，德国、日本等工业强国也纷纷出台推动高性能运算研发和应用加快发展的政策。例如，德国通过在斯图加特大学等高校设立高性能运算中心的方式，为德国企业的研发和产品开发提供运算服务。面对发达工业国家针对现代制造技术在高性能运算方面的积极部署，我国应加快建立国家层面的高性能运算研发中心以及地区层面的高性能运算服务中心，在加快高性能运算共性技术和前沿技术突破的同时，推动提升相关服务对广大企业、特别是中小企业的支撑能力。此外，还应针对我国工程数据库建设落后、甚至缺失的问题，加快通用和专业性的工程数据库建设。从体制国情和经济发展需求出发，我国工程数据库建设可以采取政府出资、独立非盈利性社会组织运营的组织方式，数据采集采取会员企业自愿提供、共同分享的工作方法，形成持续投入、有效运营的可持续发展机制，通过基础技术进步促进我国工业产品质量和性能的大幅度提升。

根据中国独特市场需求特征定义技术和产品，形成以我为主的主导技术路线。新工业革命涉及的技术和产业总体上处于探索期，主导技术路线尚未形成，这为我国利用国内市场和需求规模，形成独特的技术能力和技术路线优势提供了机会。例如，我国作为制造业大国，将是未来工业互联网应用的最大市场，其需求方向能够对国际

工业互联网技术路线发展产生重要影响。目前，我国企业工业互联网多数采用“现场—控制—操作”的多层架构，但其中现场层和控制层的核心装备与技术多由西门子等外企掌控。建议在各类新型基础设施的部署中，通过合理规划和顶层设计，推动更多企业转向建设全光网底座与工业互联网架构融合的扁平架构，将我国5G和F5G的局部技术优势嫁接到工业互联网上，从根本上消除我国工业互联网体系现场层和控制层装备及技术的对外依赖，进而颠覆目前由德国西门子、博世等企业主导的基于数字物理系统的智能制造技术路线。

根据第四次工业革命产业融合的要求强化产业的垂直部署。建立跨部门协同和对话机制，加强对各类数字产业和制造系统所涉及的底层架构、技术标准等软件基础设施的统一部署，形成协同发展的新工业“大生态”。5G、人工智能、工业互联网、车联网等数字基础设施具有鲜明的商业模式平台化、产业组织生态化的特征，相互之间又具有高度的技术经济协同性，且底层架构、技术标准等软件基础系统在其协同中发挥着重要作用。这意味着，要充分发挥工业互联网等技术的赋能作用，不仅要形成统一的产业内部技术标准，而且要形成统一的产业间技术接口；不仅各产业自身的技术要达到足够的成熟度，而且要预防个别产业技术成熟度不足制约其他产业的技术可应用性。因此，第四次工业革命应以“网络泛在”为基本原则，加强各层次产业以及下游垂直应用行业的融合建设。政府部门应在我国新一代信息技术和工业互联网规划建设初期建立起紧密的工作衔接机制，有效解决部门协调问题，前瞻性的统一各类网络标准和技术接口，切实建立起我国新工业体系的网络效应和数字经济的协同生态优势。

根据中国产业全球化布局的战略需要推动产业组织优化调整。中国的制造业企业要摒弃大而全、小而全的一体化产品开发模式，通过产业重组和流程重组，形成专注于核心模块开发的品牌制造商和能为国内外品牌厂商提供专业化服务的合同制造商。有声誉、信息、知识和资本优势的大企业应把自己定位于模块整合者或产业标准的制定者，通过柔性契约网络在全球整合资源。大企业要努力控制“显性信息”，并处理一些关键的“隐性信息”，通过模块化设计充分利用外部资源，进行“行路图”设计并成为模块化系统开拓者，力争成为模块化网络中的旗舰型企业。广大的中小企业则应定位于产业生态中核心模块的前沿技术提供者、标准制定者和产品提供者，通过控制核心模块占领全球产业链的有利位势。

强化关键模块和核心零部件的前沿技术和共性技术攻关。首先，针对战略性行业和领域的共性技术（竞争前技术）需求，建设一批行业共性技术平台，加快战略性行业和新兴产业重大共性、关键技术的攻关和推广应用。建议综合借鉴美国制造业创新中心和台湾工研院的组织运营模式，采取公私合营和准市场化投入的形式，提高共性技术的开发效率。其次，推动本土大型制造企业加大在核心价值模块上的研发投入力度，鼓励互联网头部企业在基础软件领域加快替代性创新，争取在底层技术和基础软件领域形成非对称竞争优势。通过发展产业投资基金、鼓励公司创业等形式，提高对前沿性、战略性、原创性技术领域的研究和开发投资，将产业政策的重心从物质资本投资转向知识资本投资，这一点对于电子、通信、汽车、机械装备等技术密集型模块化产业进入全球产业链、参与更多高附加值经济活动、实现产业功能升级尤为重要。再次，针对创新链衔接不畅的问题，加快发展多种形式的科技中介服务机构，加强产学研用结合，大力发展高新技术、专业性技术领域的中介服务机构，促进企业之间、企业与大学和科研院所之间的知识流动和技术转移转化，真正建立以市场化应用为导向的科技成果转移、扩散机制。最后，鼓励企业基于开放式创新开展积极的重组式创新，即一方面加大在欧洲、日本、韩国等领先市场的研发机构建设和产学研合作，另一方面将边缘性的模块进行外包，以充分利用国外的低成本知识要素和生产资源，强化我国制造业在全球的综合竞争优势。

参考文献

[1][美]杰里米·里夫金著、赛迪研究院译：《零边际成本社会》，北京：中信出版社，2017年。

【本文系国家社科基金重点项目“新技术革命背景下全球创新链的调整及其影响研究”（项目编号：19AJY013）的阶段性成果。】

（作者单位：中国社会科学院工业经济研究所）

分享到：

转载请注明来源：[中国社会科学网](#)（责编：闫琪）

相关文章



今日热点

高标准加快建设全国统一大市场

全面提升我国金融业服务实体经济能级

【时评】建设统一大市场 提升经济运行效率

（时评）建设全国统一大市场 提升市场经济运行效率

漫话元宇宙@艺术

国内首家文学地理学研究院在广州大学成立

[回到频道首页](#)

值班电话：010-65393398 E-mail: zgshkxw_cssn@163.com 京ICP备11013869号

中国社会科学网版权所有，未经书面授权禁止使用

Copyright © 2011-2022 by www.cssn.cn. all rights reserved

