

数字时代的技术-经济新范式及全球竞争新格局

梁正, 李瑞

清华大学公共管理学院, 清华大学中国科技政策研究中心, 北京 100083

摘要 以新一代信息技术持续突破为主导, 融合新能源、新材料等先进技术的新一轮科技革命将会带来制造范式、组织模式和产业结构的深刻变革。概述了数字时代新科技革命和产业变革的特征, 分析了数字技术和现代制造技术相融合带来的全球竞争新格局, 探索中国“平台型”数字经济产业创新生态的实现路径。

关键词 数字时代; 技术-经济范式; 全球竞争; 产业创新生态系统

当下, 以新一代信息技术持续突破为主导, 融合新能源、新材料等先进技术的新一轮科技革命将会带来制造范式、组织模式和产业结构的深刻变革。为抢占全球产业科技竞争制高点, 世界各国均将融合了数字技术和先进制造技术的“智能制造”作为战略重点加强部署, 以产学研协同为核心的产业创新生态系统构建是各国竞争的焦点。立足于本国政治、经济、文化的独特背景, 世界各国形成了不同的制造范式和生态系统模式, 中国凭借在互联网时代积累的市场和技术基础, 逐渐探索出了“平台型”产业创新生态系统模式, 并有望在“新基建”布局和传统产业数字化转型的推动下, 迎接数字化时代的真正到来。

1 数字经济时代的技术-经济新范式

技术-经济新范式是指在通用技术获得关键性突破后, 相互关联的“技术族群”大规模涌现, 以革命性的速度产业化、商业化, 并大规模向各个产业渗透扩散, 引发生产方式、组织模式、商业模式等一系列变化, 并最终导致整个社会-制度结构的变迁。自此, 人类社会进入新产业革命时期^[1]。

当前, 超级计算、人工智能、生物科技、清洁能源等领域颠覆性技术层出不穷, 前沿技术领域呈现多源爆发、交汇叠加的“浪涌”现象^[2]。全球新一轮科技革命和产业变革呈加速趋势, 并呈现出“一主多翼”的演进格局。所谓“一主”, 就是以信息技术

收稿日期: 2020-05-20; 修回日期: 2020-06-20

基金项目: 国家社会科学基金重大研究专项(18VZL005); 清华大学自主科研计划领军人才支持专项(2019THZW)

作者简介: 梁正, 教授, 研究方向为科技创新政策, 电子信箱: liangzheng@tsinghua.edu.cn; 李瑞(共同第一作者), 助理研究员, 研究方向为科技创新政策, 电子信箱: ruilichn@outlook.com

引用格式: 梁正, 李瑞. 数字时代的技术-经济新范式及全球竞争新格局[J]. 科技导报, 2020, 38(14): 142-147; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2020.14.015

深度和全面应用为特征的技术革命迅猛发展,带动应用领域的创新突破以及新业态的不断出现,数字化、网络化、智能化纵深发展。所谓“多翼”,就是新能源技术、材料技术和生物技术等新技术创新发展^[3]。

新一轮科技革命和产业变革源于数字技术的突破。在生产制造领域,由于在节约生产成本、促进动态效率以及提升创新能力等方面带来的巨大“使能”作用,新一代信息技术迅速在各个领域中得以应用。与此同时,众多先进制造技术不断涌现,结合新一代信息技术,制造技术系统得以重塑,与经济社会条件相适应的新的制造范式出现。伴随着人力资本投入、企业战略方向调整以及产业组织形态革新,一场关于技术、管理、制度协同变革的“新技术-经济范式”正在孕育。当前这场在全世界范围内正在发生的新科技革命和产业变革呈现以下特征。

第一,数据成为一种关键性生产要素全面嵌入经济体系中。数据资源被称为“21世纪的新石油”,由于具有可复制、易传播、跨时空等特性,在各个部门中呈现出前所未有的应用潜力^[4]。随着5G、物联网、智能终端等数字基础设施的发展,数据要素的流动性和可获得性日益增强,呈现爆炸式增长态势,蕴藏着巨大的潜力和价值。海量、低成本的数据资源结合大规模数据挖掘、机器学习、可视化等多种技术,数据价值持续得到提升、叠加和倍增。数据作为关键性生产资料,能够有效驱动劳动力、资本、技术等要素网络共享、协作开发及高效利用,提升全要素生产率,为经济社会发展提供新动能。

第二,新一代信息技术的突破式创新与先进制造技术深度融合,新的生产制造范式出现。21世纪以来,以5G为代表的通信技术、以物联网为代表的网络连接技术,和以人工智能、云计算为代表的计算技术和处理技术持续取得突破性进展。这些数字技术具有典型的通用目的技术(general purpose technology, GPT)属性,发展呈现网络经济特征^[5]。随着GPT技术的日渐成熟和成本下降,进一步促进了前沿制造技术在大规模流水线和柔性制造系统中应用,并通过与新材料、新能源等技术的

深度融合,催生了工业机器人等可重构生产系统和3D打印等新型制造系统。多层次、多领域的技术创新相互融合、渗透、拓展,孕育形成了新的技术系统,成为促进设计、工艺、装备、管理、服务全面升级的重要力量。制造活动不断向智能化、网络化、绿色化方向发展,催生了以精益生产、柔性生产、敏捷生产为代表的新制造范式,实现生产效率、产品质量及经济效益极大提升。

第三,数字经济改变了传统的生产组织与社会分工模式,产业科技创新生态被重塑^[6]。数字技术与新一代信息技术、先进制造技术等融入产品研发、设计、制造过程,生产方式由传统的大批量、标准化逐渐被数字经济时代智能化、个性化定制所取代。随着网络化、平台化、众包化的新型企业组织模式的发展,基于网络平台的新的协作分工体系正在形成,产业组织方式将会由产业链条式向网络协同式转变。随着制造经济向服务经济转型升级,基于互联网的平台经济体作为资源整合者(上游)、基础设施供给者(中游)、需求创造者(下游)正在加速重塑整个产业链,形成以最终用户需求为导向的数字化产业创新生态系统。新产业创新生态系统类似于进化论中的“生态群落”,是以数字化、网络化、智能化为核心,聚合众多创新企业、为满足最终用户差异化需求形成自组织共同体。在新型产业创新生态系统中,上下游产业(企业)群落间更多的是共生协作的关系,而不仅仅是企业分层或供应链管理关系或者集群关系。随着产业界限日渐模糊,产业深度融合,新业态不断涌现,全新的产业体系逐步出现,成为新的经济增长点。

2 数字经济中的全球竞争新格局

新一轮科技革命和产业变革使20世纪中后期以来支撑全球经济平衡的全球价值链和产业分工体系面临重大调整。数字技术和现代制造技术在生产中的大规模、深度应用,有望极大提高边际生产率、提升产品性能、缩短研发周期,为产品赋予更加丰富的竞争要素。随着制造环节的价值创造能力提升,产业价值链“微笑曲线”将逐步向两端拓

展,全球产业竞争格局面临重塑。

此外,全球性金融危机使制造业的价值被重新认知。2008年全球性的金融危机使世界经济遭受了重创,这场源于美国的全球金融危机的实质是结构性失衡问题,预示了当前美国以金融为主导的经济增长方式问题突出。越来越多的国家认识到以制造业为核心的实体经济才是保持国家核心竞争力和实现经济健康发展的根基。

2.1 全球“智能制造”战略布局

面临新科技革命和产业变革的带来的重大机遇,充分体现新一代信息技术与传统制造业深度融合的“智能制造”作为重要突破口,逐步成为全球产业竞争制高点重塑的重要方向。世界主要经济体均在智能制造领域加强战略部署,利用科技创新进一步推动产业升级,提高国家竞争力。基于产业基础、经济发展水平及社会文化体系的差异,各国推进“智能制造”战略的路径有所不同。

2.1.1 美国“先进制造”发展战略

美国注重发挥互联网、信息通信、软件等优势,通过国家战略“自上而下”重塑制造业。在2018年颁布的《美国先进制造业领导战略》中,明确提出“技术、劳动力、供应链”是保障先进制造业领导地位的核心内容;同时聚焦开发和转换新型制造技术,将数字技术、前沿领域技术与经济要素紧密挂钩,为市场提供有价值的产品和服务。可以看出,这是一项涉及构思、设计、制造、分配的全生命周期的活动。2019年,白宫发布《未来工业发展规划》,重点关注人工智能、先进制造业技术、量子信息科学和5G技术。美国“先进制造”国家战略的核心落脚点在于通过开发新技术、启用新产品、创造新产业,以此扩大就业,确保有弹性的供应链和强大的国防工业基础。

2.1.2 德国“工业4.0”发展战略

德国作为传统的工业国,“工业4.0”战略的支点是制造研发领域的强劲优势。区别于美国利用互联网对制造业支配的战略模式,德国希望用“信息物理技术”升级智能工厂中的生产设备,“自下而上”改造制造业。德国相继于2016年和2019年发布《数字化战略2025》和《国家工业战略2030》等,

提出通过数字化基础设施建设、更新和优化生产、提升信息通信软件方面的能力等,充分挖掘新一代信息技术在经济发展中的潜能以确保经济活力,并通过与传统竞争优势相衔接确保工业长期领先地位。

2.1.3 日本“互联工业”发展战略

日本对于未来工业的愿景构想,是与整个社会变革联系在一起。2017年,日本提出“互联工业”(connected industries)战略。“互联工业”采用“平行关联”,将人、数据、技术、设备相互连接,提高附加价值创造,在人才不足情况下保持现场力,构建“以解决社会问题为导向”“以人为本”的新型产业社会。2017年,日本东京大会提出了自动驾驶和移动服务、制造业和机器人、智能生活等五大优先领域。通过实现网络空间与物理空间的深度融合,日本社会正在朝着以人为核心的“超智能社会”,即“社会5.0”方向迈进。

2.2 中国融合范式选择及现实困境

以2015年国务院发布《中国制造2025》作为开端,“信息化与工业化深度融合”战略被正式提出,自此中国按下了数字技术融合实体经济的快车键。为加速融合步伐,社会各界进行了热烈探讨,形成了多种未来制造范式和产业形态的规划及构想,包括中国信息通信研究院倡导的“工业互联网”、中国工程院提出的“智能制造”及腾讯公司推动的“产业互联网”等。经过近些年的实践探索,目前中国制造业的转型路径日渐明朗,即以掌握GPT技术的平台企业为核心,布局物联网、大数据中心、工业互联网等新型信息基础设施建设(“新基建”),为制造企业数字化转型提供必要的智能化支持与服务,实现生产运营全过程数据贯通(短链)、生产资源全要素网络协同(中链)以及生产活动全场景智能应用(长链)。

数字经济的巨大潜力目前已在国民经济众多产业领域显露,有助于推动传统产业优化资源配置、调整产业结构、实现转型升级。当前,中国正处在制造业转型升级、提质增效的重要关口,面对制造业成本高企、高端要素支撑不足的挑战,数字化、智能化在某种程度上是中国制造业发展的唯一出

路。然而,当前中国数字经济与实体经济融合的深度和广度不足,瓶颈亟需突破。具体表现在:第一,实体经济发展整体水平不高,融合基础薄弱。实体经济发展的根本性问题无法仅仅依靠数字化、智能化的方式解决。实体经济的发展和壮大,从根本上要靠科技创新和体制变革。此外,由于所处的发展阶段不同,各行业面临的转型升级短板和瓶颈并不相同,智能化应用要考虑到各产业的实际情况。第二,核心技术缺失,存在受制于人风险。当前,中国发展数字经济的基础理论和关键技术较为薄弱,如传感器、芯片、控制器等核心元器件,设计开发工具、仿真测试工具、制造执行系统等工业软件,工业互联网、工业云、工业大数据等网络应用方面的核心技术实力与发达国家相比还有很大差距。核心技术的缺失,导致在面对数字经济和实体经济的深度融合时容易受制于人。第三,现有数据难以支撑数字经济发展需要。目前中国工业大数据采集能力薄弱,数据标准化难度大、成本高,数据开放、共享和交易机制缺失是制约大数据行业应用及技术提升的主要原因。种类少、低质量的数据以及数据预处理能力不足会直接导致建模分析结果无法利用或者产生更为严重的后果^[7]。第四,法律法规标准、保障制度滞后于产业发展。业界对数字经济概念、内涵、应用模式、智能化水平等难以达成共识,不同行业既有的标准化和法律法规与快速发展的数字经济不衔接,包括无人驾驶、AI医疗等在内的多个领域均没有现行制度可供参考。

3 数字时代产业竞争核心——产业生态塑造能力

数字经济时代是知识创造的专业化分工时代^[8],产业生态能够高效实现知识的迁移、互动、扩大和演进,是孕育科技创新的肥沃土壤。同时,生态系统内主体间良性竞争、协同创新能够导致生态系统不断迭代演进,进而提升整体竞争力和韧性水平。产业生态系统是按照知识经济规律“进化”而来,是多元主体协同共生的“最大公约数”,具有生态经济性和环境适应性。

3.1 世界各国产业生态系统构建模式

数字经济时代的特征属性要求将产业生态塑造能力作为国家核心竞争力的重要组成部分。近年来,围绕产业生态系统能力塑造的竞争日益成为大国博弈的焦点,是世界主要国家在实施数字技术与传统产业融合战略中的普遍做法。

3.1.1 美国:联盟组织为着力点

美国在推进“先进制造”国家战略中,采用联盟方式推动“制造伙伴计划”(advanced manufacturing partnership, AMP),通过公私部门合作,从基础研究中找出具有长远竞争力的技术,大规模整合价值链上相关企业,促进更高效的技术转移转化;同时,通过联盟的力量提供测试场域、影响各组织制定标准的流程和走向,形成整个产业的强劲竞争力。

3.1.2 德国:龙头企业为核心

德国“工业4.0”战略实施中,龙头企业是战略推进的核心。博世、西门子等大型制造企业提供技术与解决方案,占绝大多数的德国中小企业以联合方式参与创新研发并分享成果,工业4.0标准化委员会(SCI4.0)则负责4.0技术与理念的推广、国际标准化的推进。

3.1.3 日本:行业协会为特色

为了推动“工业互联”战略,日本政府和企业共同建立了支援体系——行业协会,实现产学研深度融合。其中,具有代表性的行业协会包括:机器人革命协会(Robot Revolution Initiative, RRI)、物联网IoT推进实验室、工业价值链(Industrial value-chain Initiative, IVI)。此外,日本还建立了“智能制造声援团”,对中小企业进行外部声援,提供技术、人员、工具等支撑。

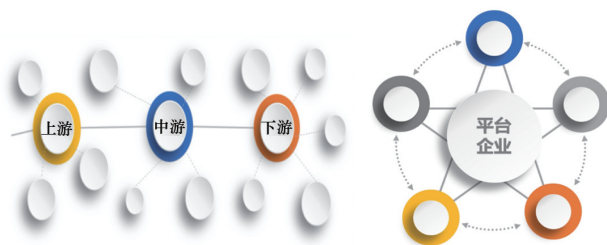
3.2 中国产业数字化转型的生态建设及现实基础

在数字经济和实体经济融合发展的背景下,近年来,中国也在不同层面进行了一系列构建产业生态系统的探索实践,以此推动实体经济向数字化、网络化、智能化方向转型。在工业互联网领域,为了贯彻落实《中国制造2025》,2016年成立了工业互联网产业联盟(AII),该联盟由中国信息通信研究院牵头发起成立,聚集工业界和信息通信界中坚力量,联合开展技术研发、标准化建设及公共服务

平台,促进技术应用推广和产业发展,推进广泛国际合作。在汽车制造领域,2017年成立“中国智能网联汽车产业创新联盟”,联盟协同政产学研用多元创新力量,进行关键共性技术研发、标准法规制定、产业化推广和国际交流合作。在促进数字化转型方面,2020年5月,国家发改委联合17部委和145家单位共同发起“数字化转型伙伴行动(2020)”。通过为数字化转型提供评估服务、在线为企业数字化转型问诊,引导行业龙头企业、平台企业、高校、行业协会等伙伴共同参与并精准提供数字化转型服务支持,重点解决中小企业“不会转、不能转、不敢转”的难题。

在不断探索实践中,一条不同于美、德、日等国的产业数字化道路已在中国初现,即由消费互联网龙头企业向产业互联网领域延伸拓展为先导,以5G、物联网、工业互联网、人工智能等为代表的“新基建”布局为支撑,以行业龙头企业为工业互联网构建主体,以“一个(或多个垂直)平台+大量小而美企业”为主要架构的“平台型”产业生态系统(图1)。

这是中国以互联网企业为引领的众多企业,在移动互联网浪潮中常年扎根中国市场摸索出的中



(a) 传统产业链范式 (b) 新型“平台型”产业生态范式

图1 产业组织范式变革

国特色“数字经济融合实体经济之路”,是符合经济规律、适应中国现实需求的产业组织结构。过去十余年,消费互联网在中国得到了爆发性增长,平台型经济体占据了生态链塔尖的位置。随着越来越多的平台企业选择通过分包、众包等方式组织生产和改进创新模式,形成了以百度、阿里、腾讯等平台企业为核心、连接众多企业的产业创新生态系统。目前,华为工业互联网平台 FusionPlant 已向石油、

化纤、钢铁、汽车制造等众多领域渗透,为传统行业数字化、智慧化提供解决方案。海尔 COSMOPlat 作为一个以用户驱动、大规模定制的平台,打通了包括交互定制、开放研发、模块采购、智慧物流等众多业务环节,形成开放的平台生态。

中国“平台型”数字经济产业创新生态的形成及未来发展有两个重要的基础性因素:第一,互联网规模全球领先,数字科技位于全球前列且潜力巨大。网民连续多年稳居世界第一,5G、云计算均已进入全球领先梯队,2019年《福布斯》发布的全球数字经济100强名单中,互联网平台企业阿里、腾讯分别位列全球第10、14位^[9],具有带动中小企业转型升级的能力条件。第二,中国是全世界唯一拥有联合国产业分类目录中所列全部门类的国家。然而近年来中小企业创新资源匮乏,创新环境支撑不足,转型需求迫在眉睫,通过推广普及工业互联网应用成为加速中小企业数字化转型的重要途径。基于此,顺应未来场景需求,以互联网平台为核心“连接”众多中小企业的产业创新生态系统已经成为中国数字经济与实体经济融合的雏型,是数字经济时代塑造全球竞争力的重要力量。此外,不容忽视的是,互联网平台企业具有天然垄断性,如何通过合理的制度设计确保良性有序竞争、消除攫取垄断利润行为是发展数字经济同时需要重点关注问题之一。

4 结论

新一轮科技革命和产业变革源于新一代信息技术的突破,并与不断涌现的数字技术、先进制造技术相融合,制造方式转变与重塑的特征日益明显。伴随着人力资本投入、企业战略方向调整,一种关涉技术、管理、制度协同变革的“新技术-经济范式”正在孕育,而这场变革最终会带来产业组织结构、产业竞争范式和全球经济竞争格局的重大调整和变革。

从某种意义上说,新工业革命的实质就是范式变迁。回顾历史上的历次工业革命,真正能够有效推动范式变迁的国家,往往会在新工业革命中占据

有利地位,通过充分利用新工业革命所蕴藏的巨大生产力,升级、重塑全球产业链、价值链,最终走向世界强国。同时,新科技革命意味着大量前沿技术亟待突破,是生产要素、生产方式、发展动能的“创造性毁灭”过程,也是后发国家从追赶跃迁至领先行列的“机会之窗”。

机遇伴随挑战。作为一场系统性变革,如何牢牢抓住新科技革命和产业变革带来的机遇窗口,不仅需要颠覆性创新和技术突破,更需要全面深化改革,着力推进人力资本培育、前瞻布局基础研究与基础设施、提高关键生产要素配置效率,破除体制障碍,孕育发展新动能^[10]。

参考文献(References)

- [1] 卡罗塔·佩雷斯. 技术革命与金融资本:泡沫与黄景时代的动力学[M]. 田方萌,译. 北京:中国人民大学出版社, 2007.
- [2] 李万. 范式变革与规律涌现:世界科技发展新趋势[N]. 学习时报, 2019-12-04(006).
- [3] 国务院发展研究中心课题组. 未来国际经济格局变化和中国战略选择[N]. 经济日报, 2018-12-20(013).
- [4] 梁正, 吴培熠. 数据治理政策的国际比较:历史、特征与启示[J]. 科技导报, 2020, 38(5): 36-41.
- [5] 安筱鹏. “全球产业技术革命视野下的信息化与工业化融合”之二基于通用目的技术的能量转换工具的智能化信息化与工业化融合的物质基础[J]. 中国信息界, 2008(3): 28-31.
- [6] 国务院发展研究中心课题组. 未来15年国际经济格局变化和中国战略选择[J]. 管理世界, 2018, 34(12): 1-12.
- [7] 国务院发展研究中心“我国数字经济发展与政策研究”课题组. 我国制造业数字化转型的特点、问题与对策[J]. 发展研究, 2019(6): 9-13.
- [8] 阿里研究院. 智能经济:迈向知识分工的2.0[R/OL]. (2019-04-01)[2020-06-01]. <https://i.aliresearch.com/img/20191224/20191224192008.pdf>.
- [9] 福布斯. 2019福布斯全球数字经济100强榜[EB/OL]. (2019-08-14)[2020-06-02]. <http://www.forbeschina.com/lists/1724>.
- [10] 薛澜. 第四次工业革命来临,中国准备好了吗[N]. 光明日报, 2018-07-15.

New techno-economic paradigm and global competition pattern in digital age

LIANG Zheng, LI Rui

School of Public Policy & Management, Tsinghua University; China Institute for Science and Technology Policy at Tsinghua University, Beijing 100083, China

Abstract Currently, driven by breakthroughs in the new-generation information and communication technology, and merged by advanced manufacturing technology including new energy and new materials technology, a new science and technology revolution is expected to bring radical changes in the manufacturing paradigm, organizational pattern and industrial construction. This paper summarizes the characteristics of the new technological revolution and industrial transformation in the digital era, analyzes the new pattern of global competition brought about by the integration of digital technology and modern manufacturing technology, and explores the realization path of the "platform" digital economy industrial innovation ecology in China.

Keywords digital age; techno-economic paradigm; global competition; industrial innovation eco-system ●



(责任编辑 刘志远)