



推动新一代信息技术与实体经济融合发展： 基于智能制造视角

赵剑波

(中国社会科学院 工业经济研究所, 北京 100836)

摘要:新科技革命对产业变革影响还存在不确定性,当前各国普遍存在政策焦虑,新一代信息技术与实体经济融合程度不足,对新科技革命的认知还存在误区。通过政策分析和文献综述,提出要正确理解新一轮科技革命和产业变革的本质,尤其要把促进新通用目的技术的扩散作为驱动经济动能转换的关键。对于正在发生的新科技革命与产业变革,如能在核心技术尤其通用目的技术领域取得突破,就能赢得新兴产业发展的先机。互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术的突破和广泛应用将形成这次工业革命的高潮,并成为新一轮工业革命的核心技术,重塑制造业的发展要素、生产体系、商业模式,实现社会生产力的整体跃升。然而,新一代信息技术与实体经济的融合还存在不少问题与障碍,融合实践进展缓慢。需要找准新一代通用目的技术和实体经济融合的关键,选择合适的发展范式和战略路径,积极推动两者融合发展。在工业互联网、智能制造、产业互联网等多种不同的竞争性范式中,智能制造范式最具有包容性,工业互联网作为基础设施支撑智能制造的发展,以实体经济或者制造业为实施载体,以新一代人工智能技术等为核心技术。新一代信息技术正在与制造业发生深度融合,彻底改变制造产品、过程、装备、模式、业态等,促使制造业发展步入智能化阶段。智能制造范式代表了未来新科技革命与产业变革的主要发展方向,新一代人工智能技术等是推动新科技变革的通用目的技术,智能制造是新一代信息技术与实体经济融合的重要载体之一,融合的关键在于将新一代人工智能等信息技术应用于制造业所有发展阶段、全生命周期,推动制造业数字化、网络化、智能化并联发展、同步发展。制造业企业、技术提供商和互联网企业是参与新科技革命与产业变革的主要角色,从分工来看,对于制造业企业,积极实施数字化技术改造;对于集成方案供应商,主动提供智能制造解决方案;对于互联网企业,帮助制造企业实施云平台布局。全球制造业正面临着提升效率、降低成本的强烈愿望,我国要不断挖掘新一代信息技术的通用目的属性,打造新一代智能制造模式,并发挥国内市场优势尽早形成主导应用。推进智能制造发展,需要保持高度战略定力,明确智能制造发展战略的目标、方针和路径;通过推广示范工程和示范项目建设,促进新一代信息技术向实体经济的渗透及其融合;夯实产业发展基础,制定相关行业标准,补齐行业短板,打造工业互联网体系;探索数据信息规范监管,规范网络平台治理问题,以及强化人文社科等理论研究。

关键词:新科技革命;产业变革;通用目的技术;智能制造;产业政策

中图分类号:F061.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-0241(2020)03-0003-14

0 引言

新工业革命发展到现在,有必要对其进行阶段性总结,以准确调整未来发展方向。经过前期探索,“新工业革命”或者“第四次工业革命”等概念

已经被广泛接受,各个工业国家纷纷制定相关产业发展战略,以应对新一轮的科技革命和产业变革。在这场正在发生的新工业革命过程中,一方面制造业的重要性不可替代,另一方面需要以新

收稿日期:2019-08-13

基金项目:国家社会科学基金专项(18VSJ054)

第一作者简介:赵剑波(1977—),男,河北邢台人,中国社会科学院工业经济研究所,副研究员,博士研究生,研究方向:战略管理。

通信作者:赵剑波,zhaojb@cass.org.cn

一代信息技术革新制造业发展模式,新科技需要与制造业融合发展才能带来产业变革。我国也制定了《中国制造 2025》,提出“以加快新一代信息技术与制造业深度融合为主线,以推进智能制造为主攻方向”。但是,对于新科技革命与产业变革的认识还存在不少误区,产业实践的发展也不尽如人意。例如,德国“工业 4.0”自 2011 年被提出至今已经 8 年,但实践性较强的示范项目和产品仍然有限。我国制造业企业的数字化改造、智能化发展也是任重道远。新科技革命对产业变革的影响还存在不确定性,当前各国普遍存在经济政策焦虑,新一代信息技术与实体经济融合程度不足,对新科技革命的认知还存在误区。本文认为,要重新认识新科技革命与产业变革的逻辑,必须正视新工业革命的发生背景以及各个工业化国家生产效率停滞的现实,正确理解新一轮科技革命和产业变革的本质,找准新一代通用目的技术和实体经济融合的关键,选择合适的发展范式 and 战略路径,以及策划必要的行动计划、提出适当的政策措施。

1 新科技革命的本质与范式选择

虽然有诸多不同的概念与说法,以新一代信息技术为代表的新科技革命将深刻改变世界发展格局,带来“百年未有之大变局”。在信息技术为代表的新一轮科技革命引发的产业变革中,生产方式和产业组织等将发生深刻变化,并改变国家间的比较优势和全球竞争格局。

1.1 科技革命的本质

从历次工业革命的经验看,通用目的技术(*general-purposed technology*, *GPT*)的扩散是驱动经济动能转换的关键。通用目的技术具有用途普遍性,技术动态性以及创新诱导性三个特性(*Jovanovic et al*, 2005)。通用目的技术能够被广泛应用到各个产业领域,尤其在实现某一应用领域的创新突破后,可以向多个领域扩张,并持续

促进生产率提高,还能促进其他技术领域的技术创新与管理优化(安筱鹏, 2008; 蔡跃洲等, 2015)。迄今为止人类工业化的前三个阶段都拥有明确的通用目的技术,例如蒸汽机、内燃机、电动机等广泛应用于社会生产和生活,并改变了产业结构、生产方式、管理模式,乃至国际竞争格局。因此,对于正在发生的新科技革命与产业变革,如能在核心技术尤其通用目的技术领域取得突破,就能赢得新兴产业发展的先机。

对于什么是新的通用目的技术,十九大报告把互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术确定为重点领域。2019 年美国白宫科学与技术政策办公室在《美国将主宰未来的工业》报告中提出人工智能、高端制造、量子信息和 5G 四大领域。德国《国家工业战略 2030》中也包括“基础创新”技术,特别是数字化和人工智能的应用被多次提起。人工智能更是被德国政府看作是蒸汽机以来人类最重要的基础创新,此外还包括纳米和生物技术、新材料、轻量化技术和量子计算机等。可以说,以互联网、大数据、人工智能为代表的新一代信息技术正在改变传统的产业组织形态,引发新的工业革命。李伟等(2018)认为,新科技呈现出“一主多翼”的格局,“一主”就是互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术,“多翼”包括新能源、新材料和生命科技等新技术。也有专家提出“2+6”模式,“2”是指信息经济和生命经济,“6”是指新能源、新材料、智能装备、节能环保、海洋装备、航空航天,推动制造业向高端制造、绿色制造、智能制造、都市制造、服务型制造发展(吴思康, 2017)。

把握新工业革命的本质要抓住变革目的、关键技术、产业变革三大要素。首先,优化资源配置效率是新工业革命的落脚点。尤其在当前,全球经济增速下行,将保持长期较低速度增长,预计 2020—2035 年全球经济增长平均速度为 2.6%,发

达经济体大约在1.7%左右(李伟等, 2018)。对于发达工业化国家,创新是经济发展的持续动力,例如德国在新兴产业的发展上仍然不尽如人意,信息技术和生物技术未见起色,互联网平台经济已落后于美国和中国,人工智能和数字化发展缓慢,企业家精神的不足让德国缺乏产业自我革新的动力。2019年德国出台《国家工业战略2030》,力图保持其工业制造业的世界领先地位,促进新兴产业的发展。对于发展中国家,新一代信息技术和实体经济的融合不但能够提升生产效率,信息技术与数字经济的发展还将为后发经济体赶超提供机遇,助推发展中国家的工业化进程。

其次,新一代信息技术具有强大的渗透性。历史上每一次制造技术和制造系统的革命都会重塑全球产业竞争格局。新一代信息技术是数字经济时代的通用目的技术,不断推动价值链横向、纵向和纵横之间的创新资源整合。从潜在影响看,新工业革命将引发产业变革,能够提振长期低迷的生产效率;从根本动力看,是要找到新的通用目的技术,目前看是新一代信息技术的概率较大;从发展目标看,要促进新一代技术与实体经济融合,提升实体经济的生产效率,推动产业变革。单纯的技术突破和创新并不一定引发产业变革,只有当技术创新和突破导致生产方式的革命性变化,以及推进产业体系出现重大变化的情况下,才会引发产业变革,不断催生新模式新业态。一方面,信息技术提升企业创新能力。以新一代信息技术的信息化和计算能力大幅度提升为基础(谢平等, 2015),通过与传统产业的融合创新,从而提升创新能力(李海舰等, 2014;程立茹, 2013;赵振, 2015)。另一方面,信息技术为企业提供了更多有价值的信息,提升企业运营效率。通过信息技术的渗透,企业可以便捷地、低成本地获得上下游反馈的信息,从而优化供应,推动规模定制,满足上下游客户与最终用户的需求(谭松涛等, 2016)。

最后,新工业革命意味着广泛的产业变革。信息技术不是“上帝之手”,不能放之任何行业都会产生颠覆性效果。纵观历次产业革命的历史不难发现,新的通用目的技术融入各个产业都有一定的规律,新一代信息技术引发的产业变革带来“关键生产要素”的变迁。新一代信息技术向经济社会纵深不断拓展,与数字制造技术、可再生能源技术、新材料技术、生物技术之间相互融合、渗透、扩散,塑造新的技术领域,推动新兴产业诞生与发展。新科技革命将引发技术范式、生产要素、生产方式、贸易方式、国际分工的全面变革(李伟等, 2018)。新的通用目的技术或者新制造范式的出现,意味着新的人力资本投入,企业战略方向的调整,以及新的产业组织形态(黄群慧等, 2013)。新工业革命不但改变现有的生产方式、产业组织形式、商业运行模式,还将改变国家间的比较优势进而重塑全球产业格局(吕铁, 2013)。新工业革命给中国带来利用新技术“变轨”实现跨越的新机遇,必须要利用新工业革命创造出的机会窗口,做好前瞻性的战略部署和政策准备,及时调整经济的发展方向和重点产业领域。

1.2 融合范式的选择

新一代信息技术与实体经济融合发展存在三种不同的研究范式,即信息通讯研究院倡导的“工业互联网”,中国工程院提出的“智能制造”,腾讯推动的“产业互联网”。

工业互联网是“互联网+”政策的深入拓展,是将互联网技术融入工业领域,利用数据分析等技术充分释放生产潜能,从而更好地提高生产效率。工业互联网的基本定位还是基础设施,其发展空间有限。有时候,互联网的颠覆性和渗透作用可能被过渡夸大。例如《工业互联网:突破智能和机器的界限》预测,如果工业互联网如同当今消费互联网一样得到充分应用,那么,从现在到2030年,工业互联网将可能为中国经济带来累计3万亿

美元的GDP增量^①。

产业互联网则是互联网企业想把自己的优势向产业领域延伸。我国消费端互联网企业的数字化水平领先世界,在全球十大互联网企业中占据半壁江山。随着互联网经济的繁荣发展,众多独角兽企业不断出现。随着企业发展壮大,腾讯等一些互联网企业想把生活互联网领域的优势引入产业领域。整体来看,相对于德国的制造优势,美国的互联网优势,中国企业完全有可能把这两者结合起来。腾讯提出,产业互联网发展模式必将不同于消费互联网,能够协助传统零售企业进行数字化转型升级。除了腾讯,阿里巴巴集团也提出智能经济,以“数据+算力+算法”等技术帮助传统企业实现资源优化配置。一般观点认为,互联网为中国企业带来唯一引领产业发展的机会,这项革命性技术将帮助我国的实现经济赶超,以及企业乃至社会组织模式的创新,甚至加速社会文明的发展进程。然而事实上,消费互联网的带动作用并不明显,反而存在严重的挤出效应,并且还导致了数据垄断和信息安全等新的问题。

在三大范式中,本文认为智能制造范式最具有包容性,也最接近中国制造业企业发展的基本国情。智能制造与工业互联网存在包含关系,工业互联网作为基础设施支撑智能制造的发展,智能制造的发展依赖于工业互联网等基础设施的配套升级;智能制造的实施载体明确,那就是实体经济或者制造业;智能制造的核心技术明确,那就是新一代人工智能技术。作为通用目的技术,新一代人工智能技术的使用可以为全社会带来重大的社会和经济效益(邓洲, 2018)。有了人工智能,计算机可以比人类更准确、更快地分析和学习信息,例如从药物研发到物流,人工智能为大多数或所有行业部门提供了巨大的效率和性能提升可能。近年来,人工智能加速发展,新一代人工智能正在成

为新一轮产业变革的核心驱动力,带给制造业最大的变革是以往难以发掘价值的海量数据变得可处理、可识别、可使用。数据要素的开发利用将决定产业竞争优势,并促使人类生产生活方式向智能化发展,思维模式向人工智能思维转变。新一代人工智能的应用促使制造业发展步入新阶段,即新一代智能制造——数字化网络化智能化制造发展阶段,全球制造业有望进入一个颠覆性革命的新时期。因此,智能制造模式以新一代人工智能技术为核心技术,新一代智能制造技术的突破和广泛应用将形成此次工业革命的高潮,并重塑制造业的技术体系、生产模式、发展要素及价值链。

2 新科技与实体经济融合的障碍

广义的实体经济包括制造业、工业、农业,以及部分服务业。以制造业为例,全球制造业面临着提升效率、降低成本的强烈愿望,我国要不断挖掘新一代信息技术的通用目的属性,打造新一代智能制造模式,并发挥国内市场优势尽早形成主导应用。但是,新一代信息技术与实体经济的融合还存在不少问题与障碍,融合实践进展缓慢。

2.1 现存问题

面对新一代信息技术引发的产业变革,我国企业还未做好准备。首先,大部分企业仍旧存在认知障碍。中国的制造业企业呈现出加剧分化的特征。一方面,中国拥有不少具有国际竞争力的大型企业,这些企业的制造生产过程已经实现了高度自动化;行业龙头和冠军企业通过智能化改造,大部分都已经增加了互联网、云平台的技术内容,一些人工智能技术,如图像识别、语音识别等,也已经在机器人上下料、质量检查等环节得到较为普遍的应用,帮助解决企业的实际问题。有的企业虽然只实现了部分的数字化改造,也同样通过采用云计算、大数据、工业互联网等技术不断创新

^①转引自2012年美国通用电气发布的《工业互联网:突破智能和机器的界限》,工业和信息化部国际经济技术合作中心编译。

制造模式,提高了发展质量和效益。另一方面,大部分企业包括中小企业由于资源条件的局限,在数字化进程上可能会出现一些障碍,这些企业对“工业4.0”的接受和吸收程度仍然不高。从“造词”和“玩概念”这些说法可看出,广大企业在新一代信息技术和实体经济融合发展的理性认识、发展方向、工作重点、路径选择、实施策略等方面还存在许多困惑和误区(周济, 2019)。在政策层面,我国存在“智能制造”和“工业互联网”两种发展范式,在业界也引发了一些混乱,众多的范式在实践中也给企业造成困扰。尤其《中国制造2025》等政策并没有关注企业的投资回报和创新收益,大部分企业还在权衡投入和产出是否成比例。例如智能制造、工业互联网、服务型制造、“双创”平台等示范项目很多,企业要么是无所适从,要么热衷申请示范工程。要知道,智能制造从技术走向市场,根本目的在于提升企业的经营绩效,即智能制造是促进新业态发展的手段,而不是目的。因此,如何提升企业投资智能制造的收益率是决定新业态发展程度最为核心的问题。只有提高企业创新性投资的回报率,才能激励广大企业参与到智能制造行动中来(黄群慧等, 2015)。

其次,企业实践还处于数字化阶段。现有的战略都是对于前景的美好描绘,智能制造也不例外。当前有些企业已经开始成为智能产品和服务的先行者,但大多数都还是小规模验证,投入回报水平相对较低。如果把智能制造分为数字化、网络化、智能化三个阶段,国内制造企业大部分还处于数字化改造发展阶段。近年来,一批数字化生产线、数字化车间、数字化工厂建立起来,国内企业如宁煤集团煤制油基地的“两智一数”项目、中航工业基于三位数据信息的大飞机研制项目、美的集团的智能制造项目等,都是通过数字化和网络化手段优化企业的资源配置和运营效率。不可否认的是,这些企业的做法还停留在数字化阶段,

在现实中还很难看到智能化应用的成熟案例。更重要的是,广大中小企业还没有完成数字化制造转型,为数众多的中小企业在自动化和数字化发展方面仍然十分落后。对中小企业来说,数字化能力是其进一步提高竞争力的保障,但是数字化技术在中小企业价值链流程中的应用还比较少,中小企业实施数字化改造意识还不强,并且缺少实施智能制造的技术资源,包括软硬件设备不足,以及专业人员缺失等。

最后,示范项目的引领作用不突出。随着国家相关政策的出台,一批企业申请成为示范项目。示范项目本应起到向行业内其他企业传递信息、引导方向的作用,但目前看,示范效应并不突出。例如工业互联网示范项目有海尔 COSMOPlat、三一重工树根互联、阿里云等。从实际效果看,它们离“智能制造”还有一定的差距,与国外通用电气 Predix、西门子 MindSphere、微软 Azure 等相比也有不小差距。制造业有其独特的技术和经济规律,尤其在离散型制造领域,很难实现消费互联网和工业互联网的完全融合,从而实施智能化运营和大规模定制。2018年6月以来,通用电气先后经历从道琼斯工业平均指数中被剔除(GE在该指数中已有110年历史)、信用降级、股价暴跌、GE Digital 寻求出售等重大事件,标志着通用电气所提出的“工业互联网”现实发展远非白皮书设想的那样美好(李晓华, 2018)。通过对以上企业的调研发现,有的企业虽做出一定自动化改进,但并不是如其宣传的“代表了全球工业的未来”、“工业互联网第三极”那样,距离智能化目标还很遥远,还需不断努力提升生产的智能化水平。

2.2 融合障碍

无论互联网还是人工智能技术,与实体经济之间还存在“两张皮”问题,各发展各的,也造成新一代信息技术与制造业等融合程度不深。

首先,新的通用目的技术发展本身还存在一些

问题。在新一代信息技术领域,存在有产业上游原创理论缺乏、底层技术不足等问题,但在技术层和应用层面具有优势。我国工业领域的“四基”短板需要补齐,在人工智能的基本算法、芯片、传感器等方面,我国人工智能产业在基础元器件、基础工艺等方面差距尤其大。美国的商业模式创新更多以底层技术创新为基础,超前布局工业互联网、人工智能、能源互联网等领域,我国的互联网创新主要通过模仿,依赖市场规模效应实现快速成长(钟春平等, 2017)。与德国相比,目前中国企业的差距主要表现为,尽管中国在工业机器人、智能工厂解决方案等细分领域出现了不少掌握先进技术的企业,但缺乏像德国西门子、博世、SAP等能够架构整体的数字物理系统和全流程数字化解决方案的综合集成企业。再以机器人产业为例,创新产品大都是面向终端市场的智能消费类产品,面向制造业升级的智能机器人、智能机床等“大国重器”太少。包括在新一代人工智能等领域内,出现了大量的独角兽企业。虽在某些环节拥有先进技术,但是这些独角兽企业缺乏落地能力,繁荣的动力是资本支撑而不是需求拉动,并未建立在产业融合基础之上,与实体经济关联不大。例如在人脸识别、无人驾驶等领域,企业有时过于追求流量和估值,一旦以资本力量维持的潮涌退去,就会从盛极一时跌入停摆或裁员困境。

其次,新的通用目的技术尚未突破自身行业范畴。新一代信息技术的渗透性尚未完全发挥,通用目的技术在自身领域的应用潜力是有限的,但与生产制造、企业经营相结合就能产生巨大社会和经济效益。作为核心技术,新一代信息技术还未能大规模带动机器人及智能装备等相关产业发展,与实体经济融合发展还仅仅停留在在典型、示范、部分制造环节或者部分制造领域。新一代信息技术的革命性归根到底要体现在企业智能转型和生产力提升中,帮助实体经济获得更高的生产

效率,不能本末倒置。目前看,这些技术依然没有突破自己的行业范畴。很多企业关注生产过程的稳定性,对数字化升级改造顾虑较多,造成企业数字化水平普遍不高。工业互联网的成熟应用场景较少,且相互隔离,很难连接现实并广泛应用,再加上工业互联网应用难以实现标准化,实现工厂之间的复制。最大的难题还是人才的缺乏,新一代信息技术创新领域高端人才较少,理解实体经济实践的人才更少,严重制约着两者的融合发展,制约着我国制造业、新科技产业的高端化发展。

3 新科技与实体经济融合的关键

作为新的通用目的技术,只有当新一代信息技术远远超出它所缘起的产业领域或者部门界限,扩散到更加广泛的领域,才是新科技革命和产业变革真正发生的时候。本文认为,智能制造是新科技与实体经济融合的主要载体之一,融合的关键在于促进新一代信息技术尤其新一代智能制造技术在实体经济领域的扩散应用。

3.1 融合载体

智能制造是新科技与实体经济融合的主要载体之一。新一代人工智能技术只有与先进制造技术的深度融合,并广泛应用于国民经济各行业中,才能成为新一轮工业革命的核心驱动力。根据中国工程院2017年发布的《中国智能制造发展战略》,智能制造模式可以归纳为三个基本范式,即数字化制造、网络化制造、智能化制造。数字化制造是指数字化技术和制造技术融合,通过数字化建模把所有的生产信息实现数字化。网络化则把这些数字化信息和工作状态通过网络连接起来,实现信息共享与集成。网络化制造促进了服务型制造的发展,个性化定制、远程运维服务、网络协同制造等新模式兴起,大数据技术在制造业领域也开始得到应用。智能制造则是更高级阶段,实现了生产系统的决策优化和自我调整,使制造业创新能力极大提高。

智能制造的三个技术范式既是不断进步的递进的过程,又是相互融合的关系。一方面,三者并联发展,也就是数字化、网络化、智能化同步发展。数字化制造是智能制造的基础,其贯穿三个范式始终,并不断演进发展;网络化制造是新一代智能制造的技术支撑,它为新一代智能制造提供必要的硬件和软件基础设施,以及能够采集海量信息的环境;而新一代智能制造包含制造业的数字化、网络化、智能化,在前两个范式的基础上,通过人工智能等新技术在制造业的创新应用,推动制造业向更高水平发展。另一方面,三者融合发展。三范式并行不是简单孤立的并行发展,我国应利用互联网、大数据等技术的领先地位和提前布局人工智能的优势,在智能制造发展过程中瞄准高端方向,积极探索全球前沿技术及其产业化应用,力争占据全球智能制造的制高点。在智能制造发展过程中,企业根据自身发展的实际需要,

在发展数字化制造阶段,应用网络化、智能化的各种技术,更好的解决制造过程中的问题。

除了三个层次递进的基本技术范式维度,还可以从价值创造和组织方式两个维度理解智能制造,如图1所示。在价值创造维度,产品本身的智能化、制造过程(包括设计、生产、管理等过程)的智能化以及服务的智能化是新一代智能制造实现价值创造的主要方向,并使制造企业从主要提供产品向提供产品和服务转变,价值链得以延伸。组织方式维度主要包括智能单元、智能工厂和智能企业三个层次。智能单元是指构建智能制造系统或智能产品所需的核心构成要素,是发展智能制造必须具备的基础条件;智能工厂是集成相关关键技术、核心单元等,形成满足具体目标 and 需求的智能制造工厂;智能企业是指企业边界打破后,汇聚企业内部及外部的供应链、价值链和产业链资源,形成资源协同的生态型智能制造企业。

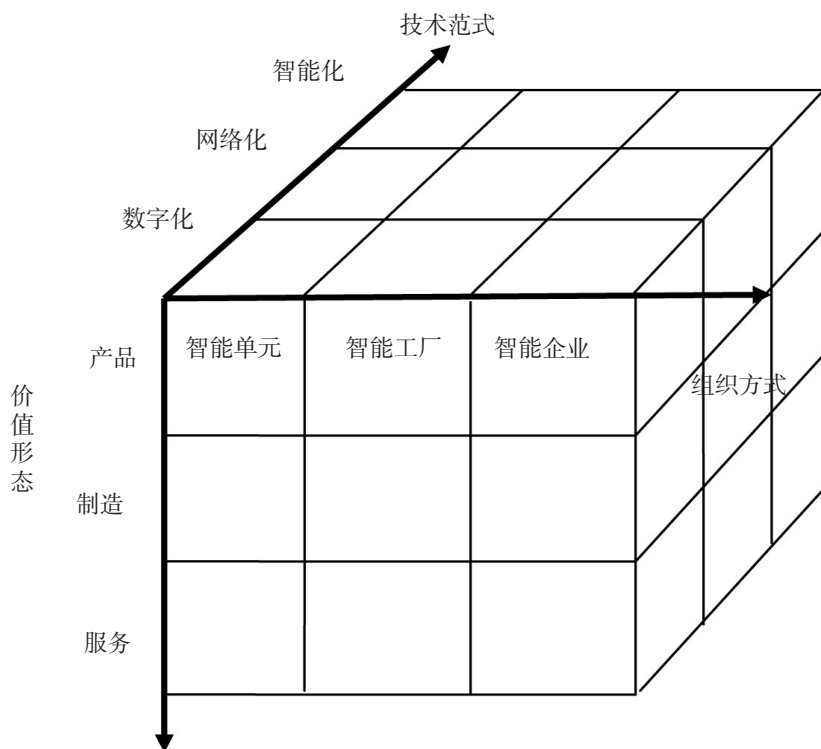


图1 智能制造体系^②

②模型参考了中国工程院2017年发布的《中国智能制造发展战略研究报告》以及2016年机械工业出版社出版的《三体智能革命》等,具体细节有所调整。

智能制造是新一代人工智能等信息技术与制造业的深度融合,涵盖制造业所有发展阶段、全生命周期,形成了柔性制造、云制造、分布式制造等十几种制造范式^③,这些范式都体现出信息技术和制造业的不断融合与发展,在不同程度、不同层次上反映出制造业的数字化、网络化、智能化特征。总之,新一代信息技术能够优化制造业产业结构,提高制造业生产效率,并重塑全球制造业产业链。

3.2 重点做法

德国“工业4.0”的参与者分为三类:西门子等提供关键产品的技术供应方、德国电信和SAP等基础设施供应方,大众汽车等工业用户。从国内业态看,新科技革命与产业变革的参与者可以分为制造业企业、技术提供商和互联网企业。

对于制造业企业,要积极实施数字化技术改造。企业必须认识到数字资产是未来最大的财富,构建一套搜集数据的数字化体系,然后利用智能化工具从数据资产中挖掘出数据洞察,梳理和判断用户需求,这是企业实现智能化转型的关键点。我国大部分制造业企业还没有完成数字化转型,应积极推动制造业产业链从材料、零部件、整机、成套装备到生产线的数字化改造。按照智能制造范式的要求,借助机器学习、人机混合智能等新一代人工智能技术,制造能力以智能单元和智能工厂为载体,不断提升生产效率和创新能力。利用智能机器人、智能装备等改变制造过程,一些制造业过去的技术难题,如复杂系统的优化控制、设备健康状态的预测维护、大型产品装配的质量控制等,都将得到新的解决方案。信息互联互通将从企业内部延伸至全供应链和全产业链,实现制造过程的柔性和高效,质量、成本、效率等竞争要素显著提升,产品实现高度智能化。互联网技术与制造技术的融合已经引发出大规模个性化制

造、协同设计研发、协同制造、服务型制造等一批新制造模式。例如基于服务型制造模式,向用户提供远程诊断、故障预测、远程维修等系列服务,并结合运营过程积累的数据,进行数据挖掘和商业智能分析,主动给用户提供精准、高效的服务。

对于集成方案供应商,要主动提供智能制造解决方案。从技术服务商的角度看,国外软件服务商如Oracle、Salesforce、SAP等已经形成巨大市场规模,而我国还没有主流互联网企业的主营业务是企业级SaaS服务。因此,要大力发展智能制造系统解决方案供应商,支持产业创新联盟、生产装备制造企业向系统解决方案供应商转变,培育一大批国际知名的系统集成企业。引导发展智能制造系统解决方案供应商,支持生产装备制造企业向系统解决方案供应商转变,通过业务升级逐步发展成为智能制造系统解决方案供应商。鼓励企业与装备制造商、软件供应商、智能制造系统解决方案供应商联合,形成可复制、可推广的经验与模式。例如浙江中控、和利时等民营高科技企业已经开始把握这一需求所创造出的市场机会。以和利时HiaCloud平台为例,通过不断将现有工业应用向云端迁移,尤其将成熟的工业知识、经验和模型进行封装与复用,构建应用服务平台,实现云应用的灵活部署与调用。

对于互联网企业,要帮助制造企业实施云平台布局。鼓励互联网企业利用“云服务”为制造业企业提供个性化解决方案。通过“数据+算力+算法”的结合助力制造企业实现产业链各个环节的数字化转型,或者向中小企业提供云服务,通过基础设施、设备产品、业务应用、制造能力的云化,不断打造企业应用。例如阿里云、腾讯云等,基于云平台帮助中小企业综合集成与优化资源配置,积极实现产品、机器、数据、人的全面互联互通。

^③资料来源:美国国家标准与技术研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)2016年发布的《Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems》报告。

4 研究结论与政策建议

当前,全球经济发展的动力不足,传统的增长模式难以为继。面对生产力的停滞,各个国家都希望通过新科技革命,提振本国的产业竞争力。各界普遍认为,以大数据和人工智能为代表的新一代信息技术是此次新科技革命的主要通用目的技术,通过不断与传统经济融合发展,打造新的经济增长动能。

4.1 研究结论

本文认为,新科技革命与产业变革的本质是推动通用目的技术的跨领域应用与扩散。互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术的突破和广泛应用将形成这次工业革命的高潮,并成为新一轮工业革命的核心技术,重塑制造业的发展要素、生产体系、商业模式,实现生产力的整体跃升。

在这场新的工业革命中,实体经济必然会在新思维和新技术的引领下走出一条创新发展的道路。考察现有的工业互联网、智能制造、产业互联网三种发展范式,本文认为,智能制造范式最具有包容性,工业互联网作为基础设施支撑智能制造的发展,实体经济或者制造业作为重要的实施载体之一,新一代人工智能技术等则作为核心技术。新一代信息技术正在与制造业发生深度融合,彻底改变制造产品、过程、装备、模式、业态等,促使制造业发展进入智能化阶段。

当前还存在有新科技与实体经济融合程度不深等问题。从制造业企业来看,企业现有的数字化水平较低,技术发展范式不清晰,创新性投资的回报率较低等;对于信息技术企业,底层技术创新不足,新的通用目的技术尚未突破自身行业范畴。这些问题造成新一代信息技术与实体经济存在“两张皮”问题,两者融合程度不深。

促进两者融合发展的关键在于以智能制造为主要载体,将新一代人工智能等信息技术应用于制造业所有发展阶段、全生命周期,推动制造业数

字化、网络化、智能化并联发展、同步发展。制造业企业、技术提供商和互联网企业是参与新科技革命与产业变革的主要角色,从分工来看,制造业企业要积极实施数字化技术改造,集成方案供应商要主动提供智能制造解决方案,互联网企业要帮助制造企业实施云平台布局。

4.2 政策建议

产业赶超的机会只有当突变式的颠覆性创新引发技术变革时才会出现,所谓面临百年未有之大变局,在科技创新领域正是如此。对于正在发生的新科技革命和产业变革,我国应采取各种措施,以智能制造为重要载体,积极推动新一代信息技术与实体经济的融合发展。

4.2.1 坚持发展先进制造

纵观从机器到电气,再到信息和智能时代的历次工业革命,只有那些真正能够改变制造产业的关键性技术、代表性技术才能影响和推动人类的进步。当前科技革命的前途还存在着不确定性,作为一个制造业大国,我国一定要保持战略定力。从德国的政策经验看,德国工业4.0的战略意图是,对内德国需要尽快实现产业升级,促进数字技术等新兴行业的发展,尽快摆脱“路径依赖”的负面效应;对外又要同时面对美国等发达国家和以中国为代表的新兴国家在国际市场上的竞争。如果回溯近年来德国的经济政策就可以发现,2019年的《国家工业战略2030》并非孤立提出,而是具有一定的政策连续性,是对国内产业变革需求和国际环境变化的一个最新回应,背后则反映了德国经济的焦虑以及对未来本国国际竞争力受到威胁的担忧,尤其在作为“游戏规则改变者”的突破性创新和创新速度竞争中,德国有掉队的危险。德国企业在营业收入、盈利,雇员数量以及市值方面,都远远落后于新兴的、以数字技术和互联网技术为基础的中美企业。国内有些研究在夸大德国制造优势的同时,很少认识到德国制造业存在的

劣势,“工业4.0”的出发点正是基于这些劣势而提出的,《国家工业战略2030》也是如此。当前,全球制造业的进一步发展面临巨大瓶颈和困难,各国都在积极采取行动,期待成为新一代通用目的技术的发现者,抢占未来发展战略制高点。作为制造大国,我国还是需要有战略定力,坚持发展先进制造业,不断促进制造业转型升级,这一决心不可动摇。

以智能制造为例,从国家层面的战略规划到相关行动计划,再到创新平台和产业联盟建设,从人才培养到创新园区建设,我国已经初步形成了政产学研用的融合创新政策体系。在人工智能领域,我国的产业聚集不断形成与成熟,中小企业和创业企业大量增长,例如在视觉识别领域的创业科技企业就有100多家(杨丹辉等,2018)。在新一代人工智能这一通用目的技术以及智能制造这一产业变革的主要载体等方面,我国不但与发达国家处在同一起跑线上,而且自身优势还很突出。虽然我国在核心技术方面稍显落后,但随着中国成为全球最大消费市场,中国企业在商业模式创新方面又非常大胆、超前(赵剑波,2019)。很多先进核心技术到最后一定会到中国来,在中国市场得到应用,因此必须利用好巨大市场空间所创造出的“中国机会”。只要继续保持开放,国内外的先进技术都能够在“中国机会”中找到发展和成熟的空间,最终带动我国制造业从大到强。因此,应把推动发展智能制造放在国家战略层面,系统布局、主动谋划,进一步统一对发展智能制造的认识,科学制定和实施未来中国智能制造发展战略,明确战略目标、方针和路径,策划必要的行动计划、推出适当的政策措施。

4.2.2 重点实施示范工程

推广各个领域的示范工程。经过多年的实践,在新兴产业领域采用“探索一试点一推广一普及”的分步推进模式是合理和有效的。以示范企业为切入点,通过做好示范项目,在示范企业取得一定

成果之后,积极采取措施进行成果的推广应用。因此,发展智能制造,一方面,积极开展智能制造技术创新应用示范。通过验证智能制造技术的可行性,逐步开展企业试点示范,形成推广条件后,推动人工智能技术应用于智能制造的成果转化、重大产品集成创新和示范应用,形成可复制、可推广的经验,进而探索出一条可操作性强、成功率高的新一代智能制造的实施路径。不断加快重点突破,开展数字化车间/智能工厂的集成创新与应用示范。发挥大中型企业智能化改造示范作用,支持中小企业聚焦关键环节,抓住见效快的项目先行示范和突破,及时总结经验,做好推广应用,促进大批企业智能化转型升级。完善示范项目管理机制,设立评价和淘汰制度,让示范项目具有真正引领作用。另一方面,加快培育智能制造产业领军企业。推动智能制造在制造业重点领域的应用深度及广度,在优势领域加快打造智能制造领军企业和品牌,支持领军企业牵头或参与国际标准制定,支持龙头骨干企业形成集聚各类资源的创新生态。通过协同创新,推动智能制造示范、专项项目实施企业不断总结经验,与装备制造商、软件开发商联合向行业提供系统集成服务,培育一批行业知名的专业化系统集成服务供应商。加大对典型集成服务案例、模式的宣传推广,分行业开展智能化改造诊断、方案设计、项目实施等专业指导和服务。

4.2.3 夯实产业发展基础

新一代人工智能制造范式的发展,将使智能制造云和工业互联网实现质的飞跃,为生产力和生产方式变革提供发展空间和可靠保障。在加快推动5G、大数据、计算中心等数字化、网络化信息基础设施建设之外,还应重点关注以下四方面的内容。

首先,制定相关行业标准。互联网、大数据、人工智能三者相互关联,建立统一科学的数据标准是进行广泛数据分享和实现系统间交互操作的重

要前提条件。依托云平台、创新平台或安全平台,制定行业标准及国家标准。推动智能制造国家标准上升成为国际标准,提高我国在国际标准制定过程中的话语权。基于市场规模优势,在与中文语言相关的数据规范制定方面,我国也应起到主导作用。例如大数据领域的相关规范,虽然本文并没有把大数据作为研究重点,但是无论智能制造还是工业互联网,实现更加智能高效发展的基础必定是把数据作为新的生产要素。规模巨大的数据量和日益强大的计算能力是提升人工智能技术水平的基础,因此需要在更广泛的领域增加获取数据的便利性,包括发展数据信任、分享数据,并将非格式化的数据进行规范,为支持文本和数据挖掘提供研究标准和必要工具。

其次,补齐行业技术短板。推进智能关键零部件与核心软件的自主研发与产业化。重点突破控制器、伺服电机、传感器、控制系统等核心关键部件,突破人工智能基本算法、芯片等等底层技术和基础工艺,支持关键零部件、核心软件的首批应用,支持高精度工业控制传感器开发并实现集成应用。开发应用于人工智能领域的通用系统、数据库、知识软件等,使国产人工智能软件大规模、成体系、高可靠地应用于智能制造。

最后,打造工业互联网体系。构建跨行业、跨领域的工业互联网平台,构建数字经济的行业主导权。支持骨干制造业企业、大型互联网企业、知名科研机构联合建设,建成一批国家级、区域级、行业级、企业级的工业互联网平台。加速工业互联网数据采集、网络传输、云端数据存储和使用等全方位各环节安全防护产品的技术研发、测试检测、产业化推广,围绕工业互联网与云平台建设开展安全评估。建设符合国情、适合我国制造业的数字化转型平台,尽快形成国家工业互联网标准,占据全球制高点,推进中国智造的升级发展,提升国际话语权和影响力(赵剑波, 2019)。

4.2.4 规范相关管理问题

探索数据信息规范监管。在数字经济领域,尤其是数据隐私和安全方面的法律框架滞后于新技术发展水平。探索数字安全立法,明确数字资产产权,构建数字化标准,鼓励数字资产交易和流动。主张“数据权力”,强调数据主体对于数据的控制权、同意权、获利权,建立个人信息保护法。通过数据安全立法,重点明确数据安全管理机制、完善数据全生命周期管理规范。通过个人信息保护立法,构建更加系统、全面的个人信息保护法律体系。在利用数据资源方面,以法律为依据,厘清数据产权以及平台企业的收益边界,引导企业遵守竞争规范。此外,在人工智能、区块链等领域的立法工作也应该加快推进,避免重蹈“先发展,后治理”的困境。

规范网络平台治理问题。新一代信息技术与实体经济的融合发展,推动形成了众多平台型企业,数据竞争、算法价值观、平台垄断等治理难题也在不断出现。当数据成为关键生产要素,平台之间的数据归属争议越来越多,平台之间的数据流动壁垒越来越高。数据流动和数据保护将决定未来信息技术与实体经济的融合的程度,决定数字经济领域商业模式创新的合法性,这一问题如何解决并没有成熟的经验。算法是平台创新和人工智能应用的主要领域,平台的信息推送深刻影响信息传播的方式,但是也有可能侵犯用户的个人隐私。算法作为新型生产力,还可能涉及商业机密,如何规范算法的价值观,并对其进行有效监管,现在并未形成一套行之有效的办法。此外还有平台责任的界定与划分、平台信用的构建与共享等等,新一代信息技术与实体经济融合发展在催生新模式新业态的同时,也带来了新的问题,而这些问题是传统的监管方式难以解决的。因此,在网络平台监管方面,充分发挥政府、企业、社会组织、消费者及专家的作用,在政策制定和监管

实施中形成开放协同机制,采用立法手段为平台发展立规矩,逐步提高监管的科学性和精准度。

加强理论创新研究。人工智能等对人类社会的影响远远不止经济方面的,越来越多的社会问题会随着新科技的普及不断出现(江飞涛等,

2018)。对于新科技革命与产业变革的影响,社会学、哲学、心理学等方面的学者发声不多,应从人文与社会科学层面进一步加强对人工智能等的研究,准确评估人工智能发展带来的伦理道德、法律问题及社会影响。

参考文献:

- 安筱鹏. 2008. “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,(3):28-31.
- 蔡跃洲,张钧南. 2015. 信息通信技术对中国经济增长的替代效应与渗透效应[J]. 经济研究,50(12):100-114.
- 程立茹. 2013. 互联网经济下企业价值网络创新研究[J]. 中国工业经济,(9):82-94.
- 邓洲. 2018. 把握人工智能对制造业的多重影响[N]. 经济日报,09-28(015).
- 李伟,隆国强,张琦,等. 2018. 未来15年国际经济格局变化和中国战略选择[J]. 管理世界,34(12):1-12.
- 黄群慧,贺俊. 2013. “第三次工业革命”与中国经济发展战略调整:技术经济范式转变的视角[J]. 中国工业经济,(1):5-18.
- 黄群慧,贺俊. 2015. 中国制造业的核心能力、功能定位与发展战略:兼评《中国制造2025》[J]. 中国工业经济,(6):5-17.
- 李海舰,田跃新,李文杰. 2014. 互联网思维与传统企业再造[J]. 中国工业经济(10):135-146.
- 李晓华. 2018. 产业互联网的内涵探析[EB/OL]. 产经快评公众号, <https://mp.weixin.qq.com/s/9VBLbc7Y8cpUopLxVOesBw>.
- 江飞涛,邓洲,李晓萍. 2018. 发展人工智能应作为国家战略[N]. 经济参考报,10-17(006).
- 吕铁. 2013. 第三次工业革命对我国制造业提出巨大挑战[J]. 求是杂志(6):23-24.
- 谭松涛,阚铎,崔小勇. 2016. 互联网沟通能够改善市场信息效率吗?基于深交所“互动易”网络平台的研究[J]. 金融研究(3): 174-188.
- 吴思康. 2017. 深圳如何占领世界制造高地? [J]. 财经国家周刊,(4).
- 谢平,邹传伟,刘海二. 2015. 互联网金融的基础理论[J]. 金融研究(8):1-12.
- 杨丹辉,邓洲. 2018. 人工智能发展的重点领域和方向[J]. 人民论坛,(2):22-24.
- 赵剑波. 2019. 数字经济的崛起与规范[J]. 清华管理评论,(Z1):88-92.
- 赵振. 2015. “互联网+”跨界经营:创造性破坏视角[J]. 中国工业经济(10):146-160.
- 钟春平,刘诚,李勇坚. 2017. 中美比较视角下我国数字经济发展的对策建议[J]. 经济纵横,(4):35-41.
- “新一代人工智能引领下的智能制造研究”课题组,周济. 2019. 中国智能制造的发展路径[J]. 中国经济报告,(2):36-43.
- Jovanovic B, Roussau P. 2005. General purpose technologies // Aghion P, Durlauf S. Handbook of Economic Growth[C]. Amsterdam: North-Holland:1182-1224.

The Integration of the New Generation of Information Technology with the Real Economy: Based on the Paradigm of Smart Manufacturing

ZHAO Jianbo

(Institute of Industrial Economics CASS, Beijing 100836, China)

Abstract: There are still uncertainties about the impact of the new technological revolution on industrial change. Actually, there is widespread policy anxiety in many countries, and the integration of the new generation of information technology with the real economy is insufficient. Based on the policy analysis and literature review, it is proposed to correctly understand the nature of the new round of technological revolution and industrial transformation, especially to promote the diffusion of new general-purpose technologies as the key factor to drive the economic and industrial transformation. For the ongoing new technological revolution and industrial transformation, if we can make a breakthrough in the core technology, especially in the field of general-purposed technology, we can take the opportunity for the development of emerging industries. The breakthrough and wide application of the new generation of information technology such as Internet, big data and artificial intelligence will form the landscape of industrial revolution and become the core technology of the new-round industrial revolution, reshape the innovative factors, production system and business model of manufacturing industry, and realize overall improvement of social productivity. However, there are still many problems and obstacles in the integration of the new generation of information technology and real economy. It is necessary to find the key to the integration of the new generation of general-purposed technology and real economy, choose the appropriate development paradigm and strategic path, and actively promote the integration both of them. Among various competitive paradigms such as industrial Internet and smart manufacturing, the paradigm of smart manufacturing is the most inclusive. The industrial Internet supports the development of smart manufacturing as its infrastructure, with the real economy or manufacturing industry as the main field and the new generation of artificial intelligence technology as the core technology. The new generation of information technology is deeply integrating with the manufacturing industry, completely changing the manufacturing products, processes, equipment, models, and promoting the development of the manufacturing industry into an intelligent stage. The paradigm of smart manufacturing represents the future and the development direction of new technological revolution and industrial transformation, such as new generation of artificial intelligence is the new general-purposed technology, and smart manufacturing is one of the important fields integrating with real economy. The key of integration is to apply the new generation of artificial intelligence in manufacturing industry into its life cycle and all stages of development, and promote the development of digitalization and networking, intelligent simultaneously. Manufacturing enterprises, technology providers and Internet enterprises are the main players in the new technological revolution and industrial transformation. For manufacturing enterprises, to digitalize their process, equipment, and products; for technology providers, to take the initiative to provide smart manufacturing solutions; for Internet enterprises, to help manufacturing enterprises to implement cloud platform layout. The global manufacturing industry is facing a strong desire to improve efficiency and reduce costs. China government should constantly explore the general purpose attributes of the new generation of information technology; build a

new generation of smart manufacturing model, and utilizing the domestic market advantages to form a leading application as soon as possible. To promote the development of smart manufacturing, we need to maintain a high level of strategic focus, adhere to the development of advanced manufacturing, and make clear the goals, principles and paths of smart manufacturing development strategy. To promote the penetration and integration of the new generation of information technology into the real economy through the promotion of demonstration projects and the construction of demonstration projects; consolidate the foundation of industrial development, formulate relevant industry standards, make up for the shortcomings of the industry, and build an industrial Internet system; explore the regulation of data information, regulate the governance of network platform, and strengthen the theoretical research of humanities.

Keyword: new industrial revolution; industrial change; general-purposed technology; smart manufacturing; industrial policy