

中国产业数字化改造的机制和政策^{*}

郭克莎 杨侗龙

摘要:本文梳理了全球新技术革命背景下数字技术的发展和趋势,分析了中国二三产业数字化改造的驱动因素和作用机制、数字化改造的主要进程和特点、面临的主要挑战和政策思路建议。二三产业数字化改造的宏观机制表现为数字化改造加大或改变生产要素投入、增加生产要素种类、提高生产函数效率和提升生产效率,中观机制表现为数字化改造促进产业关联、促进产业融合、催生新兴产业以及促进产业结构升级,微观机制表现为数字化改造通过规模经济和范围经济降低企业生产成本,扩大消费端长尾效应,拓展多元需求,并通过信息精准匹配实现供求动态均衡。促进二三产业数字化改造的主要政策思路是:加强和完善顶层设计,推进新型核心数字技术攻关,加快新型数字基础设施建设,大力培育新型数字化技术人才,建立健全数据要素市场规则,积极营造良好数字生态,深入参与数字化国际合作。

关键词:新技术革命 二三产业数字化改造 驱动因素 机制

一、引言

党的十八大以来,党中央高度重视数字经济,将其上升到国家战略的高度。2016年在十八届中央政治局第三十六次集体学习时,习近平总书记强调要做大做强数字经济、拓展经济发展新空间。^①2017年3月,我国首次将数字经济写入政府工作报告。^②同年,党的十九大指出,推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合,建设数字中国。^③2021年3月,“十四五”规划纲要指出,加快数字化发展,建设数字中国,加快产业数字化改造。^④2021年10月,习近平总书记在十九届中央政治局第三十四次集体学习时指出,利用互联网新技术对传统产业进行全方位、全链条的改造,提高全要素生产率,发挥数字技术对经济发展的放大、叠加、倍增作用。^⑤2022年10月,党的二十大报告指出,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。^⑥当前,数字经济全面融入社会发展各领域全过程,发展速度之快、辐射范围之广、影响程度之深前所未有,在经济业态和经济生活中扮演了重要角色,正在成为推动全球经济增长、重组全球要素资源、重塑全球经济结构、改变全球竞争格局的关键力量。

^{*} 郭克莎、杨侗龙,华侨大学经济与金融学院,邮政编码:362021,电子邮箱:guokeshaa@263.net, ytlabc2018@163.com。基金项目:国家社会科学基金重大项目“从制造向服务转型过程中二三产业统筹协调发展的重大问题研究”(20&ZD087)。感谢匿名审稿人的宝贵意见,文责自负。

① 习近平:《不断做强做优做大我国数字经济》,《求是》2022年第2期。

② 《2017年政府工作报告》, <http://www.gov.cn/guowuyuan/2017zfgzbg.htm>。

③ 习近平:《决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告》,《人民日报》2017年10月28日。

④ 参见《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》。

⑤ 参见习近平:《习近平谈治国理政》(第四卷),外文出版社2022年版,第207页。

⑥ 习近平:《高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》,《人民日报》2022年10月26日。

为什么要研究产业数字化改造问题?新一轮技术革命带动的一个最重要趋势,就是数字技术和数字经济的快速发展。数字经济发展主要包括两个部分:一个部分是数字技术发展带动形成的数字产业或数字相关产业,另一个部分是数字技术对传统产业的改造即数字化改造(或转型)的产业。后一部分产业具有更大的规模和比例,与前一类产业同样重要和值得重视。有关数据表明,最近几年我国数字产业发展很快,引领高新技术产业的投资和增加值高速增长。据中国信息通信研究院发布的报告显示,近年来中国数字产业增加值不断提升,数字产业规模不断扩大,数字产业增速呈上升趋势,2019年、2020年和2021年我国数字产业规模分别达7.1万亿元、7.5万亿元和8.4万亿元,占GDP比重分别为7.2%、7.3%和7.3%,高于全球主要经济体平均水平。^①王俊豪和周晟佳(2021)认为,中国数字产业增加值规模不断扩大,内部结构不断优化,正处于稳定提质阶段,电信业基础支撑作用不断增强、电子信息制造业稳步推进、软件和信息技术服务业快速发展、互联网和相关服务业创新活跃。但传统产业的数字化改造(或转型)相对落后,不能对产业投资和增加值增速起到较大的拉动作用,不能有效抵制工业增速的持续下滑。史丹(2022)和史宇鹏等(2021)认为中国数字经济处于发展的初级阶段,特别是产业数字化转型与发达国家仍有一定差距。我国数字产业化发展很快而产业数字化改造相对缓慢,与高新技术产业发展迅速而传统产业技术改造相对落后的趋势是一样的,主要原因在于:前者在国民经济中所占比重较小,对高新技术的吸纳或应用较快,而后者在国民经济中所占比重较大,对高新技术的吸纳或应用较慢。因此,市场机制对前者的影响明显大于后者,政府政策对前者的推动也明显强于后者。同样道理,市场机制和政府政策对于数字产业发展有较强的促进作用,而对于传统产业数字化改造的促进作用明显较低。因此,在加强对数字经济发展研究的条件下,应更加注重对产业数字化改造的理论和政策研究。

为什么要专门研究二三产业的数字化改造?主要有以下几个方面的考虑。

第一,二三产业数字化改造关系到二三产业协调发展。我国工业化和经济发展正进入产业结构大变动的新时期,以工业为主体的第二产业增速持续回落,在GDP中的比重大幅下降,以服务业为主体的第三产业较快增长,占GDP的比重大幅上升,这种变化引起了经济增长的结构性减速。对该问题的相关研究聚焦到二三产业的发展关系上。中国作为一个仍处于上中等收入阶段的发展中大国,从经济发展的中长期趋势看,二三产业的协调发展不仅关系到经济稳定增长或中高速增长,而且关系到经济高质量发展。而二三产业的数字化改造正是一种带动产业技术投资和改造升级、促进产业协调发展的重要力量,既有利于拉动整个经济较快增长,又有利于推动经济高质量发展。因此,对二三产业的数字化改造进行深入研究,可以为促进二三产业协调发展提供一定的基础和依据。

第二,二三产业的数字化改造更具有一般性意义。二三产业即非农产业是与第一产业即农业相对而言的。随着中国社会主义市场经济体制的建立和不断完善,以及中国的工业化进入后期阶段,市场化运行的二三产业(不包括党政机关事业单位等部门)基本上实现了企业化经营,但第一产业(农业)尚未完全实现企业化经营,个体农户为主的生产发展模式仍占有较大的比重,农业产业化、市场化的程度较低。因而两类产业的主要市场主体、经营发展模式具有较大的差别,两类产业在数字化改造方面具有不同的性质和特点。在这种条件下,先研究二三产业的数字化改造比较有代表性或一般性意义,同时可以为农业的数字化改造提供经验和理论借鉴。

第三,二三产业是数字化改造的先行领域。相比于农业,二三产业对数字化改造有着迫切的需求。就工业而言,在三次工业革命的推动下,工业的生产效率得到极大提升,一直代表着先进的生产力。然而,随着经济环境的深刻调整,传统工业对高端生产要素的吸引力和黏着度减弱,工业技术创新的带动作用减弱,生产效率停滞不前,增速大幅下降,被贴上“4D”^②标签(中国社会科学院工业经济研究所课题组,2022)。从目前来看,数字化改造是工业重新获得创新活力的难得机会,也是增强

^①2018年、2019年和2020年的数据分别来源于中国信息通信研究院发布的《全球数字经济新图景(2019年)——加速腾飞 重塑增长》《全球数字经济新图景(2020年)——大变局下的可持续发展新动能》和《全球数字经济白皮书——疫情冲击下的复苏新曙光》。

^②“4D”指 dark, dirty, dangerous, declining。

发展动力的重要机遇；就服务业而言，信息化程度较高，数字化改造具备一定的天然优势。而农业数字化改造仍面临两个方面的障碍：其一，不论是政府对农业的发展要求，还是农业自身的发展状况，都以稳定作为主要前提，主动求变遭受的制约或压力较大，导致农业数字化改造意识较为滞后；其二，农业数字化改造在实践中存在基础设施短板、技术供给不足、群众数字素养缺乏、农业和数字技术融合度不够等问题，一定程度上迟滞了农业数字化改造进程（刘元胜，2020；殷浩栋等，2020）。因而先研究二三产业的数字化改造问题，可为农业数字化改造提供经验借鉴。

第四，二三产业数字化改造关系到产业融合发展。近几年，我国经济理论界和政策部门对于二三产业的发展关系存在不同看法，对服务业比重快速上升而制造业比重持续下降的问题存在较大争议，这是涉及二三产业协调发展、关系经济发展速度和质量的重大问题。但是，对于二三产业融合发展特别是制造业与服务业融合发展，各方面的认识比较一致。产业数字化改造是二三产业融合发展的桥梁，数字化加速了二三产业融合的过程，特别是产业数字化改造加速了制造业服务化，这是二三产业融合发展的重要表现方式。制造业服务化使制造业出现从“微笑曲线”到“武藏曲线”的反转，可能使传统制造业上升为高附加值行业，为中国政府提出的“保持制造业比重稳定”提供理论依据。总体来看，二三产业的数字化改造有利于支持两大产业融合发展，有利于促进制造业与服务业融合发展，可以为产业协调发展提供重要的技术基础和产业链支撑。

二、全球新技术革命背景下数字技术发展和应用趋势

从2013年德国汉诺威工业展览会“工业4.0”受到极大关注开始，“新技术革命”“新一轮科技革命”“新科技革命”和“第四次工业革命”的表述频繁出现在报刊上。我国的国家政策和领导人讲话中也多次使用以上词汇。2016年9月，习近平同志在“二十国集团工商峰会(B20)开幕式”的演讲中指出要“把握创新、新科技革命和产业变革、数字经济的历史性机遇，提升世界经济中长期增长潜力”^①。习近平同志在《求是》杂志上发表文章指出：“发展数字经济意义重大，是把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择。”^②新科技革命与新技术革命的含义基本上是等同的。什么是新一轮科技革命？新科技革命指的是以数字技术、生物技术、新能源技术和虚拟现实等交叉融合引起的科技革命，是区别于传统意义上蒸汽机革命、电力革命、计算机革命的第四次科技革命。数字技术是新技术革命中的核心和引领技术，这里的数字技术并非指传统意义上的信息技术，而是指以物联网、云计算、雾计算、大数据以及工业互联网技术为代表的新一代数字技术。

新技术革命背景下数字技术发展和应用具有以下趋势：

1. 数字技术驱动数字经济快速增长，产业数字化成为数字经济发展的主要领域。数字经济分为数字产业化和产业数字化两个部分，数字产业是主要依靠数字技术和数据要素而形成的经济形态，产业数字化则是传统产业利用新一代数字技术对自身进行改造后形成的经济形态。新冠肺炎疫情使全球经济遭受巨大冲击，贸易、投资大幅萎缩，然而数字经济却逆势增长，展现出强劲的发展韧性。据统计，全球数字经济从2018年的30.2万亿美元扩张到2019年的31.8万亿美元，即使在2020年遭受了疫情的影响，全球数字经济规模依然逆势增长，达32.6万亿美元，占全球GDP比重达43.7%，在增速方面高出GDP增速5.8个百分点，数字经济的持续、逆势增长成为缓解经济下行压力和带动经济复苏的关键力量。另外，有数据表明，2019年和2020年，全球产业数字化占数字经济比重分别为84.3%和84.4%，占全球GDP比重分别为35.0%和36.8%。^③这说明产业数字化正在

①《中国发展新起点 全球增长新蓝图——在二十国集团工商峰会开幕式上的主旨演讲》，http://www.xinhuanet.com/world/2016-09/03/c_129268346.htm?from=singlemessage。

②习近平：《不断做强做优做大我国数字经济》，《求是》2022年第2期。

③2018年、2019年和2020年的数据分别来源于中国信息通信研究院发布的《全球数字经济新图景（2019年）——加速腾飞 重塑增长》《全球数字经济新图景（2020年）——大变局下的可持续发展新动能》和《全球数字经济白皮书——疫情冲击下的复苏新曙光》。

成为数字技术应用和数字经济发展的主体领域。

2. 数字技术处于创新裂变释放阶段,成为全球各国科技创新的核心领域。数字技术正处于全面创新的重大变革时期,人工智能、物联网、大数据、云计算等技术已经较为成熟,量子通信、新型密码和未来网络等技术正从纸面走向实践,数字技术已经成为推动现代创新的关键领域。在编程算法方面,随着信息和数据数量规模的快速增长,科学和商业计算需要处理海量数据,自身IT架构显然无法满足,因此,传统编程算法正在被云计算所替代,云计算极大地拓展了算法模式,目前处于该领域创新的前沿。在数据存储、管理、获取和分析方面,传统模式无法满足当前商用和科研需求,而大数据则拥有更强的存储、管理、发现和优化能力,大数据技术成为当前该领域的前沿。同样,人工智能和物联网在传感感知方面也处于创新裂变释放阶段,量子技术和超级计算机技术也取得不断突破。

3. 数字技术在各个领域的广泛应用和深度融合,创造了多种产业形态和商业模式。数字技术与生物科学领域融合,发展出战略新兴产业生物芯片产业,是21世纪科技的制高点之一(李丫丫、赵玉林,2016)。数字技术与能源领域融合,发展出能源互联网技术,优化了全球的整体产业结构,同时转变了能源消费结构,推动经济绿色发展(杨锦春、孙欣欣,2019)。数字技术与医疗领域结合,衍生出一系列新医疗科技,使就医方式、就医体验、资源调配和就医效率得到了极大改善。特别是在疫情期间,融合了数字技术的新型医疗技术发挥了巨大作用,在疫情监测、病毒溯源、物资调配和防控救治方面取得卓越成效。同样,数字技术和材料、交通、城市、教育、文旅、社区、家居、政务和制造等领域融合,发展出智能材料、智能交通、智慧城市、智慧教育、智慧文旅、智慧社区、智慧家居、智慧政务以及智能制造等新型模式和形态,引发了多领域、多层次、系统性和全面性的变革。

综上,新技术革命是引起和带动数字化改造的主要动因,数字化改造所依赖的数字技术属于新技术范畴。数字化改造发生在新技术革命的大背景下,由于数字技术是新技术革命中具有引领性质的新技术,没有新技术革命的推动,就没有数字化改造的进程。因此,新技术革命和数字化转型的基本趋势是一致的,正是新技术革命将二三产业领进数字化改造的潮流和大道。

三、二三产业数字化改造的驱动因素和机制

(一)二三产业数字化改造的驱动因素

一些学者对我国传统产业数字化改造的驱动因素做了研究。杨卓凡(2020)依据产业结构变迁理论,提出我国产业数字化改造的动力分为两类,一是社会动因,二是创新动因,其中,社会动因倒逼产业数字化改造,创新动因为数字化改造带来增值。戚聿东等(2021)发现,国有企业数字化变革动力分为公共导向型、市场导向型和能力导向型三类。王永贵和汪淋淋(2021)认为,效率提升、客户体验、业务变革和商业模式创新是驱动传统产业数字化改造的动力。祝合良和王春娟(2021)认为,数字技术赋能、经济模式变革、治理模式创新和基础保障支撑是产业数字化转型的转换动力。还有一些学者对我国制造业(肖静华等,2021;孔存玉、丁志帆,2021)、服务业(江小涓,2020)和农业(阮俊虎等,2020)数字化改造的驱动因素分别做了研究,一致认为技术进步推动了以上产业的数字化改造,特别是新一代信息技术的快速发展发挥了重要作用。潘玮和沈克印(2022)研究了体育产业数字化转型的驱动因素,认为政策环境、经济环境和消费环境构成体育产业数字化转型的外部动力,而产业变革、技术变革和业态创新构成体育产业数字化转型的内部动力。以上研究均侧重于某个方面,还需要进行综合性的分析。同时,已有研究缺乏对二三产业数字化改造驱动因素的系统研究。二三产业与农业数字化改造的驱动因素有着显著的不同,正如以上所指出,由于农业领域受产业化、企业化、市场化程度较低的制约,以及受稳定为主的发展观念和政策的影响,市场、政策、技术、环境等因素对农业数字化改造的驱动作用明显较弱,而二三产业数字化改造则受到更多内部和外部因素的影响,从市场到政府、微观到宏观等方面因素的综合影响看,可以将二三产业数字化改造的主要驱动因素概括为以下四个方面:一是消费需求升级的驱动,二是市场环境变化的驱动,三是技术进步的驱动,四是政府政策的驱动。我国二三产业数字化改造的进程,主要是以上四个方面共同推动的结果。

1. 消费需求升级驱动二三产业数字化改造。消费需求升级驱动二三产业数字化改造主要表现在两个方面：一是随着经济和收入持续增长，人们对美好生活追求不断上升，对产品和服务质量的要求越来越高，成为驱动二三产业进行数字化改造的重要动力。需求变动本质上由经济发展水平和人民生活水平决定。党的十九大报告指出，我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。2019年我国人均GDP首次突破1万美元大关，2020年我国成为世界主要经济体中唯一GDP正增长的国家。随着生活水平不断提高，居民消费结构升级不断加快，越来越追求产品和服务的个性化、便捷化和高品质，对美好生活的向往和追求意愿更加强烈。根据发达国家的经验，在进入上中等收入和高收入国家后，居民对低端产品和服务的需求比例不断降低，而对高端产品和服务的需求持续增加。这成为驱动二三产业数字化改造的重要市场力量。二是随着互联网和通信设施的普及，人们养成了更趋于便捷化、智能化和数字化的支付消费方式，这种消费方式的升级也驱动了二三产业的数字化改造。据中国互联网络信息中心发布的报告显示，截至2020年3月，我国网民数达到9亿人，手机网民数和通信网络用户数分别为8.97亿人和8.96亿人，网络购物用户数和网络支付用户数分别为7.1亿人和7.68亿人，这说明我国不仅有庞大、活跃的网络用户，而且形成了稳定的线上支付消费习惯。庞大消费者的线上支付和消费习惯，也是驱动二三产业进行全方位、全链条数字化改造的重要动力。

2. 市场环境变化驱动二三产业数字化改造。市场环境变化是二三产业数字化改造的外部动力，其驱动作用主要表现在：一是企业需要通过数字化改造应对错综复杂的经济环境。本轮国际金融危机以来，世界经济持续低迷，逆全球化和贸易保护主义抬头，国际贸易和国内循环受阻。同时，受疫情影响，人员物资流动困难、原材料价格上涨，导致生产成本急剧上升，传统产业陷入增长乏力状态，全球产业链和供应链受到严重冲击，使全球经济雪上加霜。在国内外市场环境日益复杂的形势下，企业迫切希望通过数字化改造应对复杂的经济环境。二是企业需要通过数字化改造把握数字经济发展机遇。在国内外市场低迷、传统产业增长乏力的条件下，数字经济却实现了逆势增长，展现出强劲的发展韧性。如前所述，全球数字经济实现连续多年的增长，全球范围的数字经济规模呈现不断扩大的趋势。同样，我国2018年、2019年和2020年数字经济规模分别为31.3万亿元、35.8万亿元和39.2万亿元，保持了较快的增长态势。无论在国外还是国内，数字经济成为缓解经济下行压力和带动经济复苏增长的关键力量。因此，企业需要通过数字化改造适应数字经济发展的环境，并充分利用数字经济发展的重要机遇。

3. 技术进步驱动二三产业数字化改造。技术进步是驱动二三产业数字化改造的最直接和最根本动力，特别是以5G通信、人工智能、物联网、大数据、云计算、工业互联网、量子通信、新型密码和未来网络等技术为代表的数字技术正在快速发展，重构全球版图、重塑产业形态，促进新模式、新业态、新产业发展，直接推动了二三产业的数字化改造。5G通信不仅超越了传统网络速度和延迟卡顿的现象，更是在网络连接上实现了突破。作为新一代网络通信技术，5G不仅仅是人与人之间的通信，更是解决人与物以及物与物之间的通信。同时5G在虚拟现实、超高清等领域也取得突破。目前，我国5G网络技术走在世界前列，已经进入商用阶段，6G技术正在加紧布局中。5G网络技术的快速发展为我国二三产业数字化改造提供了网络技术上的支撑。云计算极大地拓展了算法模式，其软件基础可靠、网络资源丰富、构建和管理成本较低以及便捷、按需访问等特点，为二三产业数字化改造提供了网络架构方面的支撑。大数据则拥有更强的数据存储、管理、发现和优化能力，解决了传统数据在存储、管理、获取和分析方面无法满足科研、商用需求的难题，其具备的容量巨大、种类丰富、存取速度快、处理效率高和使用价值高等特点，为二三产业数字化改造提供了数据方面的支撑。同样，物联网在传感感知方面为二三产业数字化改造提供支持，而新型密码技术在安全方面为二三产业数字化改造提供支持。总体来看，新一代数字技术正在快速发展，引发一场新的科技革命和产业革命，给产业数字化改造带来了越来越强的技术支撑和前所未有的机遇，对我国二三产业数字化改造的促进作用在不断增强。

4. 政府政策驱动二三产业数字化改造。政府是中国二三产业数字化改造的重要推动者,这是中国长期发展战略的基本框架决定的。首先,数字化是我国实现经济高质量发展的必然要求,对二三产业进行数字化改造有利于实现高质量发展。我国经济已经从高速增长阶段转向高质量发展阶段,这是一个更为长期和艰难的阶段,意味着发展理念和方式的重大转变,而数字化改造有利于推动传统生产方式变革,促进现代化经济体系建设,是经济高质量发展的引擎和动力。其次,数字化是我国构建新发展格局的必然要求,对二三产业进行数字化改造有利于推动构建新发展格局。构建以国内大循环为主体和国内国际双循环相互促进的新发展格局,最重要的基础和机制是畅通国民经济循环。对二三产业进行数字化改造有利于支持各种要素合理流动和全国统一大市场发展,突破区域市场的狭小格局和产业发展的空间限制,促进国内外双循环的畅通和拓展。最后,数字化是抓住未来先机、抢占未来优势的必要条件,对二三产业进行数字化改造有利于推动构筑国家竞争新优势。目前数字化成为各国的核心战略,成为各个国家竞争的新高地,抓住数字化则意味着抓住了未来先机,抢到了未来优势。因此,各国政府都对二三产业数字化转型进行了多角度、全方位的推动。2015年以来,中央通过实施长期规划、产业政策和改革开放政策,为二三产业数字化改造提供战略导向、政策支持和体制环境,极大地推动了我国二三产业数字化改造进程。

(二)二三产业数字化改造的作用机制

部分学者研究了传统产业数字化改造的作用机制。李辉和梁丹丹(2020)分析了企业数字化转型的机制,认为业务流程转向集成化、产品理念转向个性化、思维模式转换为互联网思维、组织结构转向平台化是企业数字化转型的机制。肖旭和戚聿东(2019)认为,产业数字化转型可以提升产业效率、推动产业融合、重构产业竞争以及推动产业转型升级。还有部分学者分别研究了制造业、服务业和农业数字化改造的作用机制。史丹(2022)认为,数字化改造使制造业出现从“微笑曲线”到“武藏曲线”的反转,使制造业成为高附加值产业,也是近年来全球制造业占比一改下降趋势而逐步上升的核心原因。江小涓(2019)认为,数字化改造后的服务业与传统服务业存在本质上的差异,数字化改造将重新定义服务业,使服务业由低效率行业转变为高效率行业。罗千峰等(2022)认为,农业数字化改造重点是解决生产效率、发展动力、主体培育、经营效益以及资源配置和产品供给问题。但是,已有文献缺乏对二三产业和农业数字化改造区别的研究,也缺乏对二三产业数字化改造机制系统的研究。本文认为,二三产业与农业的数字化改造机制可能存在着本质性的区别,数字化改造对二三产业发展的改变是快速的、颠覆性的,而对农业生产方式的改变是相对平缓和渐进的。本文基于产业增长理论,从宏观、中观和微观三个层面分析二三产业数字化改造的作用机制。

1. 宏观层面的作用机制。在宏观层面,影响产业增长的因素主要是生产要素和生产效率,二三产业数字化改造推动产业增长要么是优化产业要素,要么是提升生产效率。本文以索洛模型 $Y = AF(K, L)$ 为分析框架,认为二三产业数字化改造的宏观作用机制体现为数字化改造加大或改变生产要素投入、增加生产要素种类、提高生产函数效率和提升生产效率。从本质上来讲,数字化改造的宏观作用机制不仅仅体现为改变生产要素投入和增加生产要素种类,更体现在数字化改造促进生产要素之间形成更为密切和协调的相互关系(谢康等,2020),改变生产函数和提升生产效率。

首先,数字化改造加大或改变了生产要素投入。索洛模型表明,当投入要素只有劳动(L)和资本(K)时,通过增加劳动和资本的数量,或提高劳动和资本的质量,或者调整劳动和资本的比例,都可以增加产出(Y)。增加投入要素或者调整投入要素比例,这是传统产业增长的主要手段,数字化改造亦是如此。运用物联网、云计算、大数据以及工业互联网等新一代数字技术不仅具备规模效应,同等条件下增加了生产要素的数量和质量(荆文君、孙宝文,2019),而且可以通过市场数据的分析和定位,用更宽阔的视角和更长远的立场统筹协调各经济部门要素的配置比例,制定有效的经济发展战略,从而改变要素的投入、组合以及分配方式,能更精准地将要素按需投入生产部门,保证了生产要素投入的精准性和稳定性。

其次,数字化改造增加了生产要素种类。一个经济体的传统生产要素是有限的,要素投入不可

能无限增加。更重要的一点是,传统生产要素受到边际收益递减规律的约束,无法成为生产长期增加的源泉。然而在新经济时代,随着互联网、云计算和大数据等技术的广泛应用,经济的共享特性不断增强,具备共享特性的数据被纳入生产函数,成为新的生产要素。数据要素与传统生产要素的一个本质区别,是具备可持续性。杨汝岱(2018)认为,新时代的经济增长生产函数应当加入数据这一关键要素,即生产函数可表示为 $Y=AF(K,L,D)$,其中 D 指的是数据。目前,数据已普遍成为一种全新的、关键的生产要素,其重要性可能已经超过土地和石油,成为劳动、资本之后的第三大生产要素。当然,这里的数据指的是对生产具有促进作用的关于供需和定位的数据。因此,对产业进行数字化改造可增加生产函数中生产要素的种类,有利于提高产出。

再次,数字化改造提高了生产函数效率。数据在生产中要发挥出真正的作用,必须通过生产函数才能表现出来,即模型中的 F 。以传统产出函数柯布一道格拉斯函数 $Y=A(t)L^\alpha K^\beta$, $\alpha+\beta=1$,且 $0<\alpha,\beta<1$ 为例,劳动和资本同时增加多少倍,则产出增加多少倍,即规模报酬不变原则。经过数字化改造之后,随着数据流动性增强,数据将各个经济部门有机连接起来,杂乱的数据成为重要的生产要素,数字技术使得资源配置效率提高,改变了生产函数,也意味着生产可能性曲线扩张,带来边际产出递增效应,使产出呈现指数级的增长,即柯布一道格拉斯函数中 $\alpha+\beta>1$,也就是存在规模报酬递增效应。

最后,数字化改造推动了技术进步,提升了生产效率。根据索洛模型,产出的增长如果只依靠劳动、资本和自然资源的投入而不是技术进步,那么该产出必不可持续。因为要素投入有限且边际收益递减,无法成为产出增长的根本源泉。而技术进步是无限的,不受边际收益递减规律的影响,故而技术进步是推动产出持续增长的源泉。因此,二三产业数字化改造的根本性宏观效应在于推动技术进步,提升生产效率。数字化改造提升生产效率体现在三个方面:一是数字化改造能够提升劳动效率。数字化改造通过推动人力资源和劳动岗位的匹配,实现劳动效用的最大化,还可以利用大数据、人工智能等技术,为劳动者提供更加智能的工具和技术,增强劳动者劳动效率,使其更高效地完成工作。另外,数字技术还可以为劳动者培训提供更有利的体系,提升培训的效率和针对性。二是数字化改造能够提升资本效率。数字技术提高了信息的收集、处理、分析效率以及信息的准确性,进而能够合理定位产业的时空布局,大大提高资本的投入产出效率。三是数字化改造提升全要素生产率。数字化改造可以通过激发创新和提高市场调控效率来提升全要素生产率。创新是驱动全要素生产率提升的重要因素,而数字技术以数据为关键生产要素,将技术流、资金流和人才流全面整合,与其他行业进行深度融合,推进社会分工协作,不仅能够激发技术创新,而且能够激发模式创新、体系创新、管理创新和制度创新。提高市场调控效率也是驱动全要素生产率提升的重要因素,市场调控效率的提高依赖于大数据的支持,而数字化改造的重要方式就是促进大数据的有效运用。大数据的广泛使用使市场宏观调控更具科学性和系统性。

2. 中观层面的作用机制。从中观层面来看,二三产业数字化改造的作用机制主要体现为数字化改造促进产业关联和产业融合,催生新产业、新业态和新模式,推动产业结构升级。

首先,数字化改造促进产业关联。产业关联是产业链、供应链运行的基础,指经济活动中各产业之间存在的内在联系,主要分为供需关联和技术关联。供需关联指的是不同行业之间的供给和需求存在相互影响关系,即如果一个产业的产品是其他产业的生产要素,那么这个产业和其他产业存在供需关联关系。在供需关联方面,生产分工条件下各产业之间并非完全隔离,但不同产业之间存在的数字孤岛可能造成产业运行的断层现象,导致传统产业之间的供需关联受限,一个产业所生产的产品难以成为其他产业的生产要素。这使得传统产业的产业链不能有效延伸,产品一旦被售出之后,除了售后服务之外基本上意味着产品周期的结束。而产业数字化改造能够消除数字孤岛,促进数据流通和循环,全面展示产品信息,减小搜寻配对时间和成本,推动生产要素的精准匹配,打破产业关联壁垒,使一个产业的产品更可能成为其他产业的中间生产要素,推动产业之间的供需关联,从上下游分别延伸产业链长度。技术关联指的是不同行业之间的技术存在相互影响和相互补充关系,

即如果一个产业的生产需要其他产业的技术支撑,那么这个产业和其他产业存在技术关联关系。数字化改造通过数字技术的使用,使传统产业之间的技术关联更加紧密,并使产业间的技术关联得到不同程度的扩展。

其次,数字化改造促进产业融合。产业融合指在时间和结构上处于不同统计口径的各个产业,如农业、工业、服务业在同一产业链、同一产业网中相互渗透、相互融合、共同发展的产业形态。学者们普遍认为,产业融合以农业为基础,以工业为中介,以服务业为核心,信息业是诱发动因。推动产业融合的因素很多,而技术创新无疑是最重要的推动力。产业融合是在信息业发展到一定程度下催生出的新经济现象,在不同阶段有不同特征。作为更高级的信息技术,大数据、云计算等数字技术的迅速发展,进一步促进了数字产业对其他产业的渗透效应,产业融合成为数字化改造下产业结构调整升级的重要方式。数字技术作为一种全新的技术创新,具备高渗透性的特点,与传统二三产业具有天然的融合性,为产业融合提供了桥梁,使传统产业资源配置更有效。目前,二三产业数字化改造已经使产业融合呈现良好趋势,催生出了多种新的生产经营模式,如智能制造、服务型制造以及个性化定制等,制造业服务化和服务业制造化成为产业深度融合发展的新潮流。产业融合不仅抑制了经济发展中的过度服务化,同时还提升了制造业附加值率,有利于缓解制造业占比的持续下降。

再次,数字化改造催生新产业、新业态、新模式。随着数字技术发展和数字化改造的推进,出现了大量适应新经济环境和新技术环境的新兴产业,如数字产业、数字技术关联产业、数字技术渗透产业。数字产业指以数字技术为核心技术、以数据为加工对象、以意识产品为成果的产业。数字产业涉及数据收集、处理、存储和分析等,其本身并无明显利润但能极大提升相关产业效益。数字技术关联产业是服务数字技术直接产业的其他上下游产业。数字技术渗透产业是数字技术与其他产业结合后形成的产业。以上产业直接依靠数字技术提升管理和生产效率。二三产业数字化改造主要催生出的新兴产业为数字技术关联产业和数字技术渗透产业。

最后,数字化改造促进产业结构升级。产业结构升级指产业结构形态从低级向高级转变的过程,主要分为产业结构合理化和产业结构高级化(左鹏飞等,2020)。产业结构合理化指在一定经济水平下,对不符合经济需求的产业进行调整,实现资源优化配置,提升生产效率、平衡产业关系,使产业发展更协调。产业结构合理化主要体现为产业间的素质协调、比例协调、关联协调以及区位协调。产业结构高级化指产业结构从高耗能、低效率、低附加值、劳动密集型的低级低端结构,向以低耗能、高效率、高附加值、知识和技术密集型的高级高端结构迈进和调整的过程。产业数字化改造通过技术支撑、模式创新和提升效率促进产业结构升级。新发展阶段的产业结构升级离不开新一轮数字技术的支撑,将数字技术融入生产的各个环节,可促进资源有效利用,提升工作效率,提高产品质量,使生产过程从低效向高效转变,产品从低附加值转向高附加值。数字化改造通过商业模式创新推动产业结构升级,促进产业跨业态、多元化发展。数字技术与网络平台相结合,创造出新的商业模式平台经济,平台经济的搜索成本和交易成本得到了极大降低,资源配置效率得到了极大提升,促进产业结构升级,优化了经济结构,使整个产业向高端智能化迈进,成为经济增长的重要驱动力。数字化改造还可以通过提升生产效率,促进产业结构升级。

3. 微观层面的作用机制。在微观层面,数字化改造通过规模经济和范围经济降低企业的生产成本,在此基础上形成消费端的长尾效应,拓展多元需求,再通过信息的精准匹配实现供求的动态均衡。

规模经济指企业通过扩大生产和服务规模实现经济效益增加的现象,在一定范围内,随着产量和服务的增加,长期平均成本下降。从理论上讲,工业时代的企业可以将长期平均成本调到最低点以实现经济效益最大化。但由于企业最优生产规模受到企业管理能力、企业资产存量、内部交易成本等因素的限制,企业的长期平均成本呈现先降后升的特点,这决定了企业的规模不能无限扩张(裴长洪等,2018)。然而,数字化改造使得大数据、云计算等新型数字技术被广泛运用于企业生产,产品生产和服务成本更低且更容易复制,使企业边际成本出现大幅下降,甚至零边际成本。荆文君和孙

宝文(2019)认为,数字技术融入企业生产使企业成本存在高固定成本和低边际成本的特性。高固定成本指的是企业前期投入的产品技术研发、基础设施建设、员工工资和福利补贴等,是一种几乎无法收回的成本。低边际成本是数字化改造引起的,当生产规模突破一定界限后,会触发正反馈效应,实现生产规模越大成本越低的马太效应。高固定成本和低边际成本使得企业倾向于扩大生产规模以降低长期平均成本,带来规模效应,促进企业产量和效益增加。

范围经济指企业同时生产多种产品的平均成本低于分别生产某种产品的成本。产业数字化改造不仅可以通过规模经济降低企业生产成本,还能通过范围经济降低成本。范围经济颠覆了传统生产模式下牺牲个性化换取规模化的做法,证明了差异化生产依然可以是经济可行的(江小涓,2017)。传统企业由于技术和信息缺乏等因素,只能生产一类产品或者相关性较强的其他类产品,在数字化改造之后,随着技术和信息的增强,企业可以依托主营业务生产多种类型的产品和服务,以此降低长期平均成本,增加经济效益。有学者研究表明,企业在数字经济时代极大扩展了主营业务之外的利润来源,这或许是因为数字化改造将范围经济发挥到了极致(杨汝岱,2018)。

长尾效应指多数需求集中于“头部”的产品和服务,而分布在“尾部”的产品和服务是个性化的、需求量较小的,但在产品和服务的成本非常低的情况下,那些小众、个性和孤僻的产品和服务汇聚起来的市场需求等于甚至大于“头部”产品和服务所占据的市场份额。长尾效应向我们展示,一方面应当重视消费者差异化和个性化的需求,扩大产品和服务种类,另一方面应当降低生产成本。数字化改造通过规模经济和范围经济降低企业的生产成本、扩大生产种类。其中,规模经济体现的是产量与平均成本的关系,范围经济体现的是种类与平均成本的关系,可以发现,长尾效应是规模经济和范围经济结合所体现出的现象。因此,数字化改造通过规模经济和范围经济降低企业的生产成本,在此基础上形成消费端的长尾效应,拓展多元需求。

数字化改造通过规模经济和范围经济降低了企业的生产成本,通过长尾效应促进了市场的多样性需求,多样的市场需求带来了烦冗复杂的信息,企业亟须通过数字技术解决信息匹配的难题,而云计算、大数据和人工智能等数字技术能够为市场信息匹配提供最优解决方案。一是数字技术本身具有网络性、虚拟性、连接性、可复制性和精准匹配性,产生出新的经济模式,如平台经济、共享经济等可以将商品供求等信息转化为数据,再进行有效整合与精准匹配,提高资源配置效率。二是数字技术的广泛应用降低了生产者 and 消费者之间的价格不对称。总而言之,数字化改造通过信息精准匹配机制减少了信息不对称造成的信息成本、决策成本和交易成本,实现产品和服务供需的动态均衡。

四、中国二三产业数字化改造的进程和特点

(一)中国二三产业数字化改造的演进历程

从广义上来说,我国二三产业数字化改造的演进历程可主要分为三个阶段,即信息化阶段(information digitization,1956—2003年)、业务数字化阶段(business digitization,2003—2015年)和数字化转型阶段(digital transformation,2015年至今)。^①这种分类方法依据 Legner et al(2017)的观点,认为只要利用信息技术对企业进行改造就可视为数字化改造。

从狭义上来说,我国二三产业数字化改造的新进程主要指数字化转型阶段。从依赖的技术来讲,二三产业数字化改造必须采用新一代数字技术,而不是传统信息技术。从面临的国内外形势来讲,二三产业数字化改造是在国内外经济环境发生深刻变化的情况下进行的。从内容来讲,数字化改造应当是全方位的创新和重构,不仅仅是业务流程方面,还需要对组织、战略、结构、管理、框架、边界和路径进行整体变革。我国二三产业数字化改造的新进程,可以进一步分为四个阶段:

1. 数字化改造试点阶段。2015年以后,我国二三产业逐渐步入了数字化改造试点阶段。在改造主体上,此阶段主要以数字技术条件较强的企业和行业为主。在转型内容上,此阶段主要以企业

^①工信部根据信息技术发展程度,将我国数字化改造分为这三个阶段(陈堂等,2022)。

IT转型为主,全面推进新型数字基础设施建设,部署新型IT架构,提升企业数据收集、处理能力,以新型数字技术全面代替传统信息技术,广泛使用传感器、云计算、大数据、工业互联网等新数字技术应对业务发展需求。在政策推动上,为了深入贯彻国务院发布的制造业互联网数字化改造政策,工信部从2017年开始多次发布配套类型政策,扶持一些数字化改造示范项目和产业。同时,设立了一批推动数字经济创新发展的国家级试验区和示范区。当前,我国二三产业数字化改造依然处于试点阶段,二三产业数字化改造工作正在全面展开。

2. 中小企业数字化改造阶段。随着我国在典型公司和行业的数字化改造试点不断深入、新型数字基础设施不断完善,数字化改造试点阶段取得一定的成效,具备了中小企业数字化改造的初步条件。2020年3月,工信部办公厅发布了《中小企业数字化赋能专项行动方案》。随后2020年5月,国家发改委发布了《数字化转型伙伴行动》。我国中小企业数字化改造拉开序幕。这个阶段数字化改造的主体是外部条件较为成熟的中小型企业,改造的内容主要是对中小型企业业务流程、组织战略、管理结构、边界框架等进行整体变革。目前我国中小企业数字化改造已取得初步成果,部分汽车、信息、石化、家电、设备和医疗等行业的中小企业数字化改造比较成功,但总体上中小企业数字化改造仍处于探索阶段。据调查,中小企业数字化改造处在探索阶段、践行阶段和应用阶段所占比例分别为89%、8%和3%^①。

3. 数字化改造从点线面向全生态渗透阶段。在试点企业和行业以及大部分中小企业进行数字化改造之后,我国产业数字化改造进入从点线面向全生态渗透阶段。在这个阶段,数字基础设施建设不断推进,企业拥有较强的数据采集、处理能力,新型数字技术如云计算、大数据、物联网等被广泛使用。企业内部各部门之间数据流通隔阂基本消除,数据要素贯穿企业整个周期,从业务、组织、战略、结构和管理,到框架、边界和路径,形成了数据闭环。在行业中,数据流动障碍大幅度减小,行业合规数据共享机制建立,企业能够清楚认识到自身定位以及行业需求分布,进而消除信息不对等,提升企业资源利用效率。在行业之间,数据孤岛基本消除,跨行业平台建立使得行业间数据可自由流动,企业能够精准识别客户需求并进行匹配性生产,实现精细化分工,极大提高生产效率。总体上看,目前我国二三产业数字化改造已经呈现从点线面向全生态渗透的发展势头。

4. 构建完整数字化生态系统阶段(最终目标)。构建完整数字化生态系统是我国二三产业数字化改造的最终目标,也是二三产业数字化改造的最后阶段。当数字基础设施全面完善且中小企业数字化改造总体完成,企业内、企业间、行业内、行业间的数据孤岛完全被消除,各类资源要素可以自由流动,各类市场主体加速融合,市场主体组织模式被彻底重构,市场主体可自由跨界发展,国内外循环就可以实现畅通。

整体上研判,我国二三产业数字化改造的各个进程并没有明确的时间界限,各个阶段并非完全独立,而是相互交织共同演进的。我国二三产业数字化改造目前处在试点阶段末期和中小企业数字化改造阶段初期,同时数字化改造从点线面向全生态渗透已经初具势头。我国二三产业主动响应国家数字化改造战略,行业和企业积极对自身进行数字化改造,虽然数字化改造起步较晚,且面临一些障碍和挑战,但数字化改造总体上取得了初步成效,局部领域和行业数字化改造走在世界前列。

(二) 中国二三产业数字化改造的主要特点

产业数字化改造依赖于数字技术发展、数字战略思路、国家政策推动、产业发展架构等因素。不同国家产业数字化表现出不同特征,我国二三产业的数字化改造过程具有一定的中国特色。

1. “政企学研融”协同推进二三产业数字化改造。我国二三产业数字化改造的一个突出特点是“政企学研融”协同推进,即政府、企业、大学、研究机构和金融机构合作。作为数字化改造的“两翼”,政府和企业数字化改造中扮演着最为重要角色,但各自的定位有所不同。政府在推进产业数字化

^①引自中国电子技术标准化研究院发布的《中小企业数字化转型分析报告(2020)》。

改造中居于中心地位,通过制定数字化政策、搭建数字化平台、建设数字基础设施、把握数字科技新动向以及推进自身数字化建设,来引导趋势走向、提供公共服务和协调主体,对数字化改造的方向和趋势进行宏观调控。企业作为产业数字化改造的微观主体,落实政府制定的政策、推进或承接技术创新,在数字化改造实践中运用数字技术对自身进行全方位改造。学校和科研机构发挥技术支撑作用,而金融机构则提供资金支持。在这个过程中,政府、企业、高校、研究机构和金融机构需要凝聚共识、厘清界限、优势互补,才能形成较强的合力,有效推进我国二三产业数字化改造。

2. 我国产业数字化改造在数据和平台方面具备优势。数据在二三产业数字化改造过程中发挥着至关重要的作用,是二三产业数字化改造的关键要素。一方面,数据流引领物资流、技术流、资金流和人才流,数据要素通过驱动社会生产要素的集约化、网络化、共享化、协作化和高效化,进而改变产业分工合作的发展模式,推动生产方式创新,提高生产效率,实现高质量发展。另一方面,数据本身具有重要价值。我国在数据要素方面具备先天优势。首先,我国数据体量巨大。我国人口众多,同时我国智能手机使用非常普及,拥有世界上规模最庞大活跃的互联网网络用户和移动通信用户。在这种条件下,我国形成了一个巨大的数据仓库。其次,我国数据来源和种类丰富。我国经济体量大,农业、制造业、服务业发展较为均衡,各行业门类齐全,新兴产业和业态层出不穷,这为我国数据来源提供了良好基础。同时,我国一些数据类关联产业如电子商务、智能制造、网络直播、短视频、移动支付发展速度居于世界前列,这些产业背后的数据库为我国提供了丰富的数据种类。

平台是二三产业数字化改造的重要载体和中介,这里的平台主要分为网络综合平台和工业互联网平台,其通过技术研发、技术应用、技术共享和培育产业等功能推进企业技术、人力、资本和数据等要素的全面联通和优化配置,促进服务链、技术链、数据链和资金链上下游更加协同,加快产业数字化改造进程。一方面,平台在企业数字化改造中扮演助推器作用。由于企业数字化改造需要数字技术的支持,而多数企业初始阶段自身无法满足数字化改造的技术需求,因此,在数字化改造过程中需要租用平台,以此达到搭建桥梁和联通要素,实现生产流程优化、效率提升、产品供给创新和变革模式的作用。另一方面,平台在行业数字化改造中扮演助推器作用。平台具有更为精确的信息匹配能力、更为高效的运作效率和更为快速的信息反馈能力,通过数据融合共享推动行业上下游资源协同整合,促进行业数字化改造进程。得益于国家政策支持等条件,我国在平台方面同样具备先天优势。目前,我国已经形成两大类平台共存局面。一类是国家类平台,主要包括国家重大科技基础设施、国家重点实验室、国家工程技术研究中心、国家工程实验室、国家工程研究中心,以及一系列国家科技试点平台。另一类是企业类平台,特别是大中型企业建立的平台。

3. 制造业成为产业数字化改造的核心领域。制造业数字化改造有利于提高生产效率、优化资源配置和推动绿色发展,对制造业进行全方位全链条数字化改造成为制造业高质量发展的必要条件。我国非常重视制造业数字化改造,在政策上对制造业数字化有所倾斜,制造业数字化改造政策不断加速迭代、应用落地。以2015年我国印发的《中国制造2025》和《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》为起点,我国拉开了制造业数字化改造的序幕。随后,我国出台多项政策对制造业数字化改造予以支持。在国家政策的大力支持下,我国制造业数字化改造取得初步预期效果,特别是在工业互联网和智能制造领域。史宇鹏等(2021)通过调研相关企业发现,我国工业领域的数字化转型整体水平较高,经过工业互联网与多种新数字技术融合以及智能设备取代传统设备之后,制造业实现了从各个环节的效率提速。郑琼洁和姜卫民(2022)调研发现,我国制造业数字化改造领域较为广泛,有61.28%的制造业企业使用了数字技术改善企业生产,有38%的企业租用或引进了智能生产线。目前,制造业数字化改造已经步入快车道,成为我国产业数字化改造的核心部门。

4. 服务业数字化改造得到了快速推进。我国服务业数字化改造速度快于制造业,据中国信息通信研究院发布的《中国数字经济发展与就业白皮书(2019年)》显示,2018年我国制造业和服务业数字经济占行业增加值比重分别为18.3%和35.9%。随着我国移动互联网的快速发展和普及,零售、教育、医疗、金融、外卖、直播等服务行业纷纷抓住机遇拥抱互联网,依靠网络平台进行业务创新、管

理变革和需求对接等方式,推进全方位数字化改造。我国服务业数字化改造速度超前具有深层次的原因:一是服务业具有固定成本低而交易成本高的行业属性,且在数字化改造成功之后能获得丰厚利润,这使得服务业数字化改造的意愿更为迫切,能更快进行数字化改造。二是平台经济拉动内需、促进供需精准对接。我国具备平台经济发展的优良环境和条件,近年来平台经济依托互联网和移动通信迅速崛起,连续多年位居世界第二位,服务质量和服务水平不断提升。三是疫情加快了传统服务业数字化转型。近两年受疫情影响,我国传统服务业,特别是教育、医疗、咨询、中介服务等行业纷纷进行线上活动,全面开展数字化改造,取得了较快进展。

五、中国二三产业数字化改造面临的挑战及促进思路

(一)中国二三产业数字化改造面临的主要挑战

新技术革命为二三产业数字化改造提供了新发展机遇,数字技术的快速发展为二三产业数字化改造创造了技术条件,但我国由于数字化改造起步时间较晚、要素储备不足、技术基础较弱、以及外部竞争激烈等影响,推进二三产业数字化改造的过程仍面临不少问题和挑战。

1. 部分企业数字化改造的思路不清晰。数字化改造不仅仅是针对业务的技术改进,更是经营理念、组织、战略和整体架构的全方位变革。数字化改造既是技术性问题,更是思维和意识的问题。企业是二三产业数字化改造的主体和最小单位,但目前我国部分企业存在数字化改造意识不强、思路不清晰的问题。多数企业的认识还停留在信息化转型阶段,他们认为信息化转型等同于数字化改造,对企业进行信息化转型就是数字化改造。还有的将企业 IT 系统集成视为数字化改造,更多地是在生产端引入先进 IT 系统,认为只要在硬件和系统上投入便可取得立竿见影的效果,而没有从企业发展战略和整体变革角度谋划。另外,部分企业在短期内没有取得显著成效,便左摇右摆,意志不够坚定。部分企业缺乏对数字化改造的系统性思考,往往只在业务端等局部进行数字化改造,导致整体成效不大。

2. 新型数字基础设施建设相对滞后。二三产业数字化改造所依赖的数字基础设施包括新型数字基础设施和传统基础设施,我国在传统基础设施建设方面处于全球领先地位,而新一代数字基础设施建设不完善。虽然我国拥有全球规模最大的 5G 和工业互联网,但在云计算、物联网、雾计算、大数据、人工智能以及数据迁徙宽带等基础设施方面与发达国家存在一定差距。如在云计算方面,我国目前缺乏能够整合资源、统一架构的 PaaS 云平台,导致数据孤岛问题依然严重,企业 IT 应用研发分散,使得数字化改造技术成本很高。目前,由于我国新型数字基础设施建设起步较晚,综合实力仍较为薄弱,限制了二三产业数字化改造的进度。

3. 数字化改造的核心技术存在瓶颈。物联网、云计算、雾计算、大数据、人工智能、工业互联网和 5G 网络等新一代数字技术成为产业数字化改造的核心。数字化改造中的核心问题,如实现物理世界和数字世界的连接、打破数据孤岛促进数据融合、实现传统数据处理中心云化、解决在海量数据库中挖掘价值数据等问题,都需要运用新一代数字技术来解决。在新一代数字技术中,我国除了 5G 网络技术处于世界领先之外,其他技术与发达国家还存在一定差距。核心数字技术受制于人导致我国二三产业数字化改造成本较高,产业链供应链升级容易受到外部冲击,对产业数字化改造产生了一定阻碍。

4. 数字化改造人才供给明显不足。数字化人才是产业数字化改造的核心驱动力。当前,我国数字化人才供给不足,主要表现在三个方面(张琳等,2021):一是数量短缺问题长期存在。产业数字化快速推进使得数字人才需求呈现爆炸式增长态势,而数字人才在供给端总量趋于平缓,供不应求的矛盾将长期存在。据有关报告显示,2020 年我国数字领域人才缺口约为 1246 万人^①,到 2025 年缺

^①引自中国软件行业协会、信息技术新工科产学研联盟、华为技术有限公司 2018 年发布的《中国 ICT 人才生态白皮书》。

口依然达到1000万人左右^①。二是素质型短缺问题日渐加剧,特别是既有行业背景又有数字化素养的复合型人才更为短缺。在人工智能领域我国人才缺口较大,“人工智能+制造”的复合型人才尤为稀缺。三是结构型短缺问题加速显现。在产业分布上第三产业占据的数字化人才偏多,而第二产业占据的数字化人才偏少,数字化人才不均衡表现突出;地区分布上,数字化人才集中于东部发达地区,而中部、西部和东北地区数字化人才流失严重。总体来看,数字化人才供给不足对我国产业数字化改造形成了较大制约。

5. 数字化改造过程缺乏规范和监管。数字化改造规范和监管不足突出表现为平台垄断问题,特别是数字平台垄断问题。由于我国一直以来对数字平台采取包容审慎的态度,数字平台在快速发展的同时却没有受到对应、及时的监管,引发了一系列经济问题,尤其是数字平台垄断问题更为突出(孙晋,2021)。部分创立较早的平台企业在激烈的竞争中脱颖而出,逐步积累了雄厚的实力,拥有的技术、人脉、数据和资本远远超过竞争对手,在数字效应、网络效应、跨界经营和寡头竞争等的作用下形成垄断地位,对市场秩序的破坏日趋严重。同时,平台经济领域衍生出的价格歧视、限定交易、算法合谋、拒绝交易、强制“二选一”、“大数据杀熟”、扼杀式并购和“自我优待”等垄断行为隐蔽、复杂、频发,损害了市场竞争、抑制了市场创新、侵害了消费者权益。数字平台拥有资本、用户、技术和数据聚集效应,同时具备强大的资源配置功能,其发展走势对产业数字化改造产生了很大影响。

(二) 促进二三产业数字化改造的主要政策思路

随着新科技革命和产业变革的深入发展,需要不断完善促进产业数字化改造的体制机制。这样才能加快解决我国产业数字化改造中的问题和矛盾,使产业数字化改造健康发展,有利于推动构建新发展格局,推动建设现代化经济体系,推动构筑国家竞争新优势。

1. 加强和完善顶层设计,优化二三产业数字化改造的战略指导。二三产业数字化改造是一项复杂、持久的系统工程,做好顶层设计至关重要。顶层设计要突出前瞻性、战略性和全局性,以长远发展视角来研究设计产业数字化转型的重大问题,综合考虑数字化转型对经济发展,以及社会、科技、安全和国家战略等方面的影响。加强和完善顶层设计要重点考虑以下三个方面:一是客观定位二三产业数字化改造在促进新发展格局、推动高质量发展、推动建设现代化经济体系、构筑国家竞争新优势中的重要意义。二是制定二三产业数字化改造的发展战略规划,加强对产业数字化的战略和政策导向。三是完善二三数字化改造的治理体系,为规范产业数字化转型发展提供基本保障。

2. 推进新型核心数字技术攻关,补齐二三产业数字化改造短板。新一代数字技术是二三产业数字化改造的核心。新型数字关键核心技术能否自主创新不仅关系到二三产业数字化改造的成本,更是关系到二三产业数字化改造的成败。要发挥我国社会主义制度优势、新型举国体制优势、超大规模市场优势,提高数字技术基础研发能力,打好关键核心技术攻坚战,尽快实现高水平自立自强,把发展数字经济主动权牢牢掌握在自己手中。要为核心数字技术攻关创造有利的条件和环境,深化科技体制和高校体制改革,激发自主创新的动力和活力,发挥好多领域、多部门、多形式联合攻关的作用,进一步处理好政府与市场的关系,加快解决二三产业数字化改造的短板问题。

3. 加快新型数字基础设施建设,夯实二三产业数字化改造的基础。新一代数字基础设施是数字化改造的基石。重点是建设高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性数字信息基础设施。要加快建设大数据综合平台、工业互联网平台,加快改造升级城乡网络宽带,推进全国网络基础设施建设,全面提升互联网基础设施水平和运行效率,合理规划数据中心选址布局。要加速推进国家类科技平台建设,全面推进国家重大科技基础设施、国家重点实验室等的建设和布局,全面打通产业数字化改造的“大动脉”。

4. 大力培育新型数字化技术人才,为二三产业数字化改造输入内生动力。数字化人才是产业数字化改造的核心驱动力。在这一过程中,既要统筹数字化人才的培养规划,加快核心技术、重点行

^①《新职业打开就业“新窗口”》,《人民日报》2020年7月31日。

业、重要领域等卡脖子类技术人才的自主培养,还要发挥用人主体在人才需求、培养、引进和使用的主导作用,培育适应需求的紧迫和高端人才;既要深化政产学研用相结合的协同人才培育模式,加强职业教育培训模式,注重人才创新意识和能力培育,还要发挥认定机构、行业协会、咨询机构、培训机构等第三方作用,促进形成综合性的数字化人才培育体系。

5. 建立健全数据要素市场规则,为二三产业数字化改造提供安全性保障。数据市场有效运行是数字化改造的重要条件。要建立健全的数据要素市场规则,规范数据市场发展。根据“十四五”规划有关内容,要通过合理有效的市场规则,规范数据市场发展。“十四五”时期,既要统筹数据开发利用、隐私保护和公共安全,加快建立基础制度和标准规范,又要建立健全数据产权交易和行业自律机制,培育规范数据交易平台和市场主体,特别是要完善数据分类分级保护制度,加强数据安全评估,推动数据跨境安全有序交流,从而为产业数字化改造提供制度性保障。

6. 积极营造良好数字生态,为二三产业数字化改造提供良好政策环境。应当积极构建与产业数字化改造相适应的政策环境,制定、健全、规范平台经济、共享经济运营和管理规则。首先,依法支持工业互联网平台、消费互联网平台技术创新,增强平台企业的国际竞争能力。其次,依法对平台企业,特别是消费互联网平台进行包容审慎的反垄断监管,依法制定平台企业运行和监管规则,完善垄断认定法律法规,特别是完善《反垄断法》修订,积极构建以《反垄断法》为核心的数字化改造监管法律基石。同时,还应探索、完善各数字化应用场景领域的法律监管框架,完善相关法律法规和伦理审查规则。最后,还应当加强网络安全保护,建立健全国家网络安全法律、法规。

7. 深入参与数字化国际合作,为二三产业数字化改造打通外部通道。要密切跟踪数字化发展的世界潮流,特别是一些数字强国,如美国、英国、日本、韩国等国家的数字技术、数字化转型、数字治理和数字经济的发展趋势。要加强数字技术、数字经济、数字化改造等领域国际合作,依托 G20 峰会和“一带一路”倡议等,积极参与国际相关的议题和会议,科学提出中国方案,有效发出中国声音。要强化数字治理方面或相关的国际合作,维护完善国际数字治理的组织和机制,推动建立多边、民主、透明的数字经济命运共同体。

参考文献:

- 陈堂 陈光 陈鹏羽,2022:《中国数字化转型:发展历程、运行机制与展望》,《中国科技论坛》第 1 期。
- 杨汝岱,2018:《数字经济时代数据性质、产权和竞争》,《财经问题研究》第 2 期。
- 荆文君 孙宝文,2019:《数字经济促进经济高质量发展:一个理论分析框架》,《经济学家》第 2 期。
- 江小涓,2017:《高度联通社会中的资源重组与服务业增长》,《经济研究》第 3 期。
- 江小涓,2019:《数字经济将重新定义服务业》,《支点》第 8 期。
- 江小涓,2020:《数字经济提高了服务业效率》,《山东经济战略研究》第 11 期。
- 孔存玉 丁志帆,2021:《制造业数字化转型的内在机理与实现路径》,《经济体制改革》第 6 期。
- 李辉 梁丹丹,2020:《企业数字化转型的机制、路径与对策》,《贵州社会科学》第 10 期。
- 李丫丫 赵玉林,2016:《全球生物芯片产业技术发展阶段比较研究》,《科技进步与对策》第 10 期。
- 刘元胜,2020:《农业数字化转型的效能分析及应对策略》,《经济纵横》第 7 期。
- 罗千峰 赵奇锋 张利庠,2022:《数字技术赋能农业高质量发展的理论框架、增效机制与实现路径》,《当代经济管理》第 7 期。
- 潘玮 沈克印,2022:《数字经济助推体育产业高质量发展的理论基础、动力机制与实施路径》,《体育学刊》第 3 期。
- 裴长洪 倪江飞 李越,2018:《数字经济的政治经济学分析》,《财贸经济》第 9 期。
- 戚聿东 杜博 温馨,2021:《国有企业数字化战略变革:使命嵌入与模式选择——基于 3 家中央企业数字化典型实践的案例分析》,《管理世界》第 11 期。
- 阮俊虎 刘天军 冯晓春 乔志伟 霍学喜 朱玉春 胡祥培,2020:《数字农业运营管理:关键问题、理论方法与示范工程》,《管理世界》第 8 期。
- 史丹,2022:《数字经济条件下产业发展趋势的演变》,《中国工业经济》第 11 期。
- 史宇鹏 王阳 张文韬,2021:《我国企业数字化转型:现状、问题与展望》,《经济学家》第 12 期。
- 孙晋,2021:《数字平台的反垄断监管》,《中国社会科学》第 5 期。

- 王俊豪 周晟佳,2021:《中国数字产业发展的现状、特征及其溢出效应》,《数量经济技术经济研究》第3期。
- 王永贵 汪淋淋,2021:《传统企业数字化转型战略的类型识别与转型模式选择研究》,《管理评论》第11期。
- 肖静华 吴小龙 谢康 吴瑶,2021:《信息技术驱动中国制造转型升级——美的智能制造跨越式战略变革纵向案例研究》,《管理世界》第3期。
- 肖旭 戚聿东,2019:《产业数字化转型的价值维度与理论逻辑》,《改革》第8期。
- 谢康 夏正豪 肖静华,2020:《大数据成为现实生产要素的企业实现机制:产品创新视角》,《中国工业经济》第5期。
- 杨锦春 孙欣欣,2019:《能源互联网制度创新研究》,《上海经济研究》第9期。
- 杨卓凡,2020:《我国产业数字化转型的模式、短板与对策》,《中国流通经济》第7期。
- 殷浩栋 霍鹏 汪三贵,2020:《农业农村数字化转型:现实表征、影响机理与推进策略》,《改革》第12期。
- 张琳 王李祥 胡燕妮,2021:《我国数字化人才短缺的问题成因及建议》,《信息通信技术与政策》第12期。
- 郑洁洁 姜卫民,2022:《数字经济视域下制造业企业数字化转型研究——基于企业问卷调查的实证分析》,《江苏社会科学》第1期。
- 中国社会科学院工业经济研究所课题组,2022:《工业稳增长:国际经验、现实挑战与政策导向》,《中国工业经济》第2期。
- 祝合良 王春娟,2021:《“双循环”新发展格局战略背景下产业数字化转型:理论与对策》,《财贸经济》第3期。
- 左鹏飞 姜奇平 陈静,2020:《互联网发展、城镇化与我国产业结构转型升级》,《数量经济技术经济研究》第7期。
- Legner, C. et al(2017), “Digitalization: opportunity and challenge for the business and information systems engineering community”, *Business & Information Systems Engineering* 59(4):301—308.

The Mechanism and Policy of Digital Transformation of China's Industries

GUO Kesha YANG Tilog
(Huaqiao University, Quanzhou, China)

Abstract: This paper summarizes the trend of development and application of digital technology in the context of the global new technological revolution, and analyzes the drivers and mechanisms of digital transformation of China's secondary and tertiary industries, the main process and characteristics of digital transformation, as well as the main challenges and policy suggestions. The macro mechanism of the digital transformation of secondary and tertiary industries is shown as the digital transformation increases or changes the input of production factors, increases the types of production factors, and improves the efficiency of production function and production efficiency. The meso mechanism is shown as the digital transformation promotes industrial association, promotes industrial integration, spawns new industries, and promotes the upgrading of industrial structure. The micro mechanism is shown as the digital transformation reduces the production cost of enterprises through economies of scale and scope, expands the long tail effect at the consumer level, expands diversified demand, and achieves dynamic balance between supply and demand through accurate matching of information. The main policy implications for promoting the digital transformation of the secondary and tertiary industries are: strengthening and improving the top-level design, promoting the research of new core digital technologies, accelerating the construction of new digital infrastructure, vigorously cultivating new digital technology talents, establishing and improving data factor market rules, actively creating a good digital ecology, and deeply participating in international digital cooperation.

Keywords: New Technological Revolution; Digital Transformation of Secondary and Tertiary Industries; Driving Factors; Mechanisms

(责任编辑:何伟)

(校对:刘洪愧)