

数字经济背景下先进制造业发展能力评价与提升路径

闫永琴, 屈永恒

(山西财经大学 经济学院, 太原 030006)

摘要:数字经济为传统制造业转型升级注入新的动力,发展先进制造业是实现制造业高端高质高效发展的重要选择。以先进制造业发展路径分析为基础,从多角度构建指标体系测度先进制造业发展能力,探寻先进制造业提升路径。结果表明,数字基础设施的完善和科技水平的提高均可以显著提升先进制造业发展能力水平。因此应加强数字基础设施建设,加快企业数字化转型,推进先进制造业发展,释放先进制造业发展潜力。

关键词:数字经济;先进制造业;发展能力

中图分类号:F49;F427 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)03-0014-06

在第四次工业革命中,以现代化信息技术和互联网技术为基础的数字经济成为技术变革的核心,数字要素及数字技术与各行业的不断融合改变着传统生产经营方式、发展动能及产业格局。在新一轮技术革命浪潮中,发达国家积极参与以“互联网经济”为代表的数字经济建设,不断推进“再工业化”战略,抢占在核心标准和技术上的话语权。人工智能、大数据等数字技术的广泛应用催生了制造业新业态,赋能制造业升级发展新动能,改变了传统制造业发展格局。西方主要发达国家为获得未来产业发展先机,提出一系列刺激性政策和发展战略,如美国政府颁布《数据科学战略计划》,把发展数字经济作为国家战略,数字经济的生产要素甚至被视为陆海空权及外太空权之外的国家核心资产^[1]。欧盟则提出《地平线欧洲》战略,帮助欧盟在数字经济领域站在全球研究与创新前沿。德国、日本等国家也都相继制定和推出多项战略以促进本国数字经济快速发展。近年来,中国政府高度重视数字经济建设,并积极推进数字技术与传统产业的融合发展。中国信息通信研究院最新发布的报告指出,截至 2020 年,中国数字经济产业规模已达到 35.8 亿元。

在 2016 年 G20 杭州峰会上,中国首次明确提出了要大力发展数字经济,倡导企业加快实现数字化转型,强调“网络强国战略”“国家大数据战略”等

一系列行动对数字经济发展的必要性,并做出数字经济必将在中国得到蓬勃发展的展望。数字经济的发展既改变了人们的消费方式,也对社会生产环节提出新的要求。以数据化、平台化、智能化为基本特征的数字经济不仅衍生出新产业、新业态和新模式,同时也为传统产业未来发展提供了更加广阔的空间。

建设现代化经济体系,要加快发展先进制造业,推动数字经济要素与实体经济融合,提升中国制造业在全球价值链中的地位。当前,作为实体经济的重要支撑,中国制造业内外发展环境正面临着深刻变化。面对新一轮技术与产业变革,制造业行业发展必须不断优化产业结构,提升自主发展能力,抓住数字经济发展机遇,积极促进发展动能转换,提升制造业产品附加值,实现由“低端制造”向“高端创造”的转变。以微电子、智能机器人、生物制造、新材料等为代表的先进制造业在优化产业结构和加快技术扩散等方面发挥着重要作用。实现数字技术与先进制造的有机融合,将数字技术应用于生产、管理和营销等环节可以降低企业经营成本,提高资源利用效率,为传统制造业注入新的发展动力。同时,数字要素的融入将为传统产业价值链重构提供新的机会,传统制造业的数字化发展将会极大提高自身的竞争优势,形成基于数字化的优势产业网络,重新焕发生机和活力,使传统制造业

收稿日期:2022-09-13

基金项目:国家社会科学基金项目(22BJL065);山西省社会科学院(山西省人民政府发展研究中心)2022 年度规划课题一般项目(YWYB202210)。

作者简介:闫永琴(1973—),女,山西晋中人,山西财经大学经济学院,副教授,经济学博士,研究方向为经济增长与发展;屈永恒(1997—),男,河南南阳人,山西财经大学经济学院,硕士研究生,研究方向为区域经济发展。

可以得到持续性发展。

数字经济已经成为制造业以及先进制造业发展动能转换的重要力量源泉。数字要素与传统生产要素的融合将改变要素配置结构,两者的有机融合是提升制造业发展质量的重要途径,是实现传统制造业优化升级的关键。通过梳理数字经济背景下先进制造业发展机理,构建先进制造业发展能力评价体系,对中国先进制造业发展水平进行客观评价,并基于相关研究结果探讨中国先进制造业未来发展逻辑及路径选择。

1 数字经济与先进制造业发展路径演进

作为一种新的经济形态,当今世界经济格局在数字经济的推动下不断变化发展。传统生产要素与数字技术相结合,各类要素的数字化使其可以借助数字网络广泛应用于经济社会的各个领域,推动传统产业优化升级,不断拓展传统产业发展空间。数字经济以数据分析为技术基础,把海量数据转化为生产要素,新资源、新要素的嵌入将改变传统产业发展生态。

Gereffi^[2]从产业和行业发展路径的角度研究了制造业以及先进制造业的演进发展路径,提出了发展中国家与发达国家的产业发展进程存在着较大差异的观点,认为发展中国家的产业可以通过模仿实现自主创新,从而实现产业升级。Humphrey 和 Schmitz^[3]则基于技术角度分析产品再造,从工艺、技术和产品等方面衡量产业升级。张洪阳^[4]将产业演化路径分为路径延展、路径更新和路径创建。其中,路径更新是核心,通过技术引进或进行技术创新实现产业的更新升级,产业间的融合可以加快路径的更新,产业发展能力也会得到明显的提高。在路径更新的基础上推动产业技术升级而产生溢出效应,产业核心能力因此得到加强,即路径延展。企业在发展到一定程度后往往会遭遇发展瓶颈,因此企业需要摆脱旧有发展模式,采用新技术、新组织和新模式进行发展路径的创新。但在通常情况下,单个或者少数企业往往难以完成路径创建,因此需要政府进行干预和引导。

技术创新的重大突破往往会推动产业链水平以及产品市场结构发生变化,一批应用新技术、新理念、新标准的新兴产业随之涌现。创新是新兴产业发展初期进入市场并保持竞争力的关键。新兴产业发展过程中的创新多数为渐进式创新,新兴技术广泛应用于产业链和产业集群,相互交融,形成良好的产业生态体系,实现产业良性循环。技术创

新和商业模式创新是产业创新的核心,其中,商业模式创新可以在一定程度上缓解技术创新型中小微企业在发展初期因技术、资金等带来的外部竞争压力,为企业未来的良性发展提供更加有利的条件,同时,商业模式上的创新也可以为技术创新提供新的方向,延伸企业发展平台。在重大技术突破和发展需求等因素的多重作用下,创新活动促进产业链从低价值环节向高价值环节升级,产业间的信息交互与融合不断优化传统制造业产品生产流程与经营模式,为新兴先进制造业拓展出巨大发展空间。

通常而言,先进制造业的发展主要有 3 条路径,即产业链延伸、价值链提升与创新链升级。所谓产业链延伸是指通过优化现有资源条件,对已有产业链条向上或向下拓展延伸,增强在产业链各个环节的控制力和市场竞争能力。在一条完整的产业链条中,知识密集型产业和技术密集型产业的融合将提高产品科技含量和技术附加值,处于前端的研发和设计环节中的技术创新活动是产业融合发展的重要推动力。价值链提升是经济体进行产品或服务的过程中引起产品新价值的增加,产品附加值得到提升,其中既包括产品自身价值的提升,还包括对社会、环境等发展环境的改善。对创新链升级的认识可以从技术突破和技术应用两个层面进行,其中技术突破就是综合运用新技术、新方法等多种新型产业创新模式,形成原始创新、二次创新和集成创新等科研活动,不断突破行业共性技术、关键技术以及核心技术^[5]。当一国在某一制造业领域掌握基础性、战略性和前沿性技术时,将获得技术转移和应用推广空间,通过产品设计、生产及销售环节实现价值增值,不断改善在产品价值链中的地位,推动传统产业升级,提升生产制造能力,在传统制造业内部不断推进技术创新,吸收现代先进技术并应用于生产与经营全过程,实现向先进制造业的产业优化升级。

发展中国家与发达国家在产业发展生产要素丰度和结构等方面均存在显著差异,因而不同国家的企业或行业以及产业的发展能力形成路径将表现出各自的特点。基于现阶段数字经济发展背景,中国先进制造业的发展能力形成路径大体可以分为内向型发展、外向型发展或者两者兼而有之。内向型发展能力的形成主要源自知识的自我积累或通过加大研发投入提升企业发展能力;外向型发展能力的形成则通过引进技术和消化吸收获取更好

的发展机会,在干中学中提升企业发展能力。

2 先进制造业发展能力评价的行业选取与指标体系构建

2.1 行业的选取

尽管国内外学者对先进制造业的概念及内涵进行了大量的讨论并形成了丰富的研究成果,但对先进制造业的界定并未形成统一认识。借鉴朱森第^[6]对先进制造业的定义,认为先进制造业是对把先进生产技术和现代管理技术应用于制造业产品的研发、生产、营销和管理的全过程,是对实现信息化、智能化、柔性化、生态化生产的制造业的总称。当前,中国的先进制造业大致包括两类:一类是将时代前沿科技如信息技术、人工智能等融入传统制造业升级为先进制造业,即传统产业高新化;另一类是对新兴技术进行深度研发,加速科技成果转化,成长为具有引领性的产业,即高新技术产业化。考虑到数据的可得性以及先进制造业行业的发展趋势,将先进制造业分为医药制造业、电子及通信设备制造业、计算机及办公设备制造业、医疗仪器设备及仪器仪表制造业等 4 个类别^[7]。

2.2 评价指标体系构建

基于已有研究成果,并根据先进制造业的发展特点,选取创新能力、盈利能力和可持续发展能力等指标对中国先进制造业发展水平进行评价^[8]。

1)创新能力。在数字经济时代,任何一个行业的发展都离不开科学技术的支撑,科技的不断创新和突破是企业保持竞争力的重要因素。对于先进

制造业而言,因其智能化、信息化和个性化等特点而区别于传统制造业,因此,对高新技术发展水平提出了更高的要求。选取有效发明专利数、R&D 人员总量和 R&D 经费衡量先进制造业的创新能力。

2)盈利能力。盈利能力既是一个企业持续发展的前提,也是衡量企业或行业未来发展潜力的重要指标。以新产品研发经费支出、规模以上电子信息制造业营业收入和新产品销售收入规模以上等指标衡量盈利能力。

3)可持续发展能力。先进制造业的发展除了能够带来较高的经济收益之外,还表现出低能耗、低排放以及低污染的特点,先进制造业这一特点决定了此产业符合中国当前制造业绿色可持续发展的要求。选取单位产出废水、单位产出废气和单位 GDP 能耗衡量先进制造业的可持续发展能力。

3 先进制造业发展能力测算

根据不同的研究目的和不同的研究内容,产业或行业发展能力评价方法也会有所差异。现有研究成果中对先进制造业发展能力的评价方法主要包括因子分析法、灰色关联度分析法、BP 神经网络法等。研究中应根据不同的研究目标、研究重点、数据特征以及应用前景选择相应的评价方法。基于前文构建的先进制造业发展能力评价指标体系,运用熵值法测算先进制造业发展能力水平。评价指标体系及指标权重见表 1。

表 1 先进制造业发展能力评价指标体系及指标权重

目标层	一级指标	二级指标	指标属性	权重
先进制造业发展能力	创新能力	有效发明专利数/件	正	0.1
		RD 人员总量/人	正	0.17
		RD 经费/万元	正	0.11
	盈利能力	新产品研发经费支出/万元	正	0.11
		规模以上电子信息制造业营业收入/亿元	正	0.17
		新产品销售收入规模以上/万元	正	0.09
	可持续发展能力	单位产出废水/(t/万元)	负	0.09
		单位产出废气/(m ³ /万元)	负	0.07
		单位 GDP 能耗/(万元/t)	负	0.09

借鉴国内外对于产业发展能力指标体系研究成果,考虑统计数据的可获得性和有效性选择研究评价分析指标。先进制造业发展能力的研究数据主要来自国家统计局公布的 2016—2020 年的面板数据,各项指标数据来源主要为历年《中国高技术产业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》以及《中国统计年鉴》等,表 2 为主要变量

的描述性统计。

表 2 中,XJNL 表示先进制造业的发展能力;SZJC 表示数字经济基础设施发展程度,用互联网普及率衡量;RLZB 表示国民的平均受教育年限,通过公式(文盲人数×1+小学学历人数×6+初中学历人数×9+高中与中专学历人数×12+大专与本科及以上学历人数×16)/6 岁以上人口总数^[9]计

算得出;DWKF 表示中国与外商的联系紧密度,用外商直接投资额衡量,为了消除异方差的影响,对外商直接投资取对数处理;政府参与度(ZFCY)以地方政府公共财政支出与地区生产总值的比重(%)表示;KJCX 表示企业的创新能力,以万人平均专利拥有数来衡量。

表 2 主要变量描述性统计

变量	变量符号	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
先进制造业发展能力	XJNL	180	0.11	0.14	0.01	0.82
数字经济基础设施	SZJC	180	0.26	0.08	0.10	0.45
人力资本水平	RLZB	180	9.40	0.90	7.68	12.83
对外开放度	DWKF	180	14.6	1.71	7.99	16.63
政府参与度	ZFCY	180	0.28	0.12	0.03	0.91
科技创新水平	KJCX	180	2.51	4.09	0.33	28.90

4 实证分析

4.1 模型构建

通过建立模型进行回归分析以检验各项指标对中国先进制造业发展能力产生的直接效应。

$$XJNL_{it} = \beta_0 + \beta_1 SZJC_{it} + \beta_2 RLZB_{it} + \beta_3 ZFCY_{it} + \beta_4 KJCX_{it} + \beta_5 DWKF_{it} + \epsilon$$

(1)

式中:XJNL_{it}表示*i*省在*t*年的先进制造业发展能力;SZJC表示中国数字经济基础设施发展水平;DWKF表示中国的对外开放水平;ZFCY表示政府参与度;RLZB

表示中国国民的平均受教育年限;ε为随机扰动项。

4.2 回归结果分析

为排除变量之间多重共线性对分析结果的影响进行多重共线性检验,结果表明各变量方差膨胀因子小于10,即不存在多重共线性。由Hausman检验结果,选择固定效应模型分析各项影响因素对中国先进制造业发展能力产生的影响,并选择最优的发展路径。经过Hausman检验,运用stata软件进行回归分析,结果见表3。

表 3 回归分析结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	XJLJ	XJLJ	XJLJ	XJLJ	XJLJ
SZJC	0.195*** (0.0394)	0.164*** (0.0466)	0.155*** (0.0498)	0.133*** (0.0490)	0.136*** (0.0493)
RLZB		0.022 (0.0175)	0.021 (0.0178)	0.009 (0.0177)	0.011 (0.0181)
ZFCY			-0.025 (0.0499)	-0.014 (0.0488)	-0.013 (0.0489)
KJCX				0.009*** (0.0031)	0.009*** (0.0031)
DWKF					0.005 (0.0066)
常数项	0.055*** (0.0106)	-0.144 (0.1588)	-0.124 (0.1644)	-0.030 (0.1630)	-0.123 (0.2067)
样本量	180	180	180	180	180

数据来源:历年《中国高技术产业统计年鉴》。
注:括号中为*t*值;*、**、***分别表示*P*<0.1、*P*<0.05、*P*<0.01。

从表3的回归结果可以看出,在逐步增加控制变量进行回归分析后,虽然数字经济基础设施的回归系数有所降低,但是其对先进制造业发展能力的影响始终是正向显著的,说明数字经济基础设施水平这一解释变量对先进制造业的发展能力有较大的正向影响。其中,数字基础设施水平每提升一个单位,先进制造业发展能力可以显著增加0.136个单位,说明在先进制造业的发展过程中,从数字经济基础设施中所获得的收益超过其所付出的成本,

所以,加大对数字经济基础设施的建设很有必要。同时,科技创新水平对先进制造业发展能力的影响在10%的显著性水平上也是正向显著的,这一结果表明,科技水平每提升一个单位,先进制造业的发展能力会增加0.009个单位。科学技术对于任何一个国家或地区的发展都是非常重要的,在推动社会全面进步、提升生产能力、提高国家综合国力上有着不可忽视的作用。所以,各地政府和企业要重视科学技术创新活动,提高科研能力,促进新技术的

应用和开发,为先进制造业的发展提供不竭的动力。在其他的控制变量中,政府参与、人力资本和对外开放对中国先进制造业发展能力的影响均不显著。其中,政府的过度参与会阻碍先进制造业发展水平的提高,人力资本水平的提升和对外开放度则会产生一定正向影响。

5 研究结论及发展对策

当前,中国经济发展已经进入新阶段,更加关注发展质量与发展方式。在经济转型发展背景下,数字经济无疑为传统经济注入新的活力与动力。虽然数字经济在中国发展的时间较短,但是与传统产业的深度融合极大提升了经济的发展速度与质量,为传统产业的进一步发展提供了更多的机遇。大数据、人工智能等新技术为制造业发展、数字经济要素在传统制造业中的应用与创新引领着中国先进制造业进入快速发展通道。

5.1 研究结论

为探索数字经济背景下中国先进制造业的发展路径,首先分析了数字经济和先进制造业的路径演进,然后以中国30个省份的面板数据为基础进行实证分析,得到以下结论:①数字经济可以显著提升先进制造业发展能力,在逐步增加控制变量之后,数字经济的推动作用仍然是正向显著的。②科技发展在一定程度上也可以正向显著的促进先进制造业发展能力的进步。上述研究表明,中国先进制造业要跻身世界一流发展水平,成为经济高质量发展的重要支撑力量,要科学认识先进制造业的内涵与基本特征,突破创新发展中的制约性因素,从影响制造业发展的主要因素出发,遵循其发展规律,不断优化发展路径。

5.2 发展对策

1)加强数字基础设施建设,提高对基础设施的使用效率,打造数字经济产业链。数字基础设施的建设和完善是数字经济发展的首要前提,是先进制造业发展的重要支撑,加快推进数字基础设施的建设和更新,完善数字网络是先进制造业得以持续发展的基本条件。未来需要进一步加大5G技术、人工智能等新型基础设施的建设和应用,发挥区域优势,科学布局基础网络体系,加强对区块链、大数据等技术的开发,以数字新技术带动先进制造业全面发展。提高对数字技术的应用,打破固有思维,改变传统的生产方式,解放劳动力,减少企业的劳动力资本投入,使其可以有更多的资金进行科技研发,从而进一步巩固自身优势,实现企业发展的良

性循环。

2)企业是先进制造业发展的基本单元,应重视对先进制造技术的研发和应用,提高企业的数字化水平。对于企业而言,需要充分利用新型数字技术和现有数字设施加快实现企业数字化转型。加大对科技创新的投入,攻克关键核心技术,集中力量打好关键核心技术攻坚战,牢牢掌握产品自主研发的主动权。坚持以市场为导向,围绕信息技术、低碳环保以及新材料等发展领域,不断推出高新技术产品。在产品的研发过程中,充分利用自身优势,将数字技术应用于产品生产全过程,提高上中下游的生产和销售效率,降低企业经营成本,增强企业的市场竞争力。同时,政府应根据中国制造业发展现状,借鉴其他国家的经验并使之本土化,通过资源整合、科学规划等,培育具有较大竞争力的产业,推进一批企业率先进行企业数字化转型,推动制造业迈向中高端行列。

3)重视对科技创新成果的法律保护,解决创新成果的产权问题,营造良好的创新环境,保护创新主体合法权益,努力实现创新产品从无到有再到优的突破。同时也需要加快对科技成果的转化与应用,不断丰富、拓展和创新数字技术的场景应用,整合现有资源,形成一条完整的科技产业链,降低企业的转型成本。

参考文献

- [1] 刘昭洁. 数字经济背景下的产业融合研究:基于制造业的视角[D]. 北京:对外经济贸易大学,2018.
- [2] GEREFFI G. A commodity chains framework for analyzing global industries[J]. Institute of Development Studies, 1999, 8(12): 1-9.
- [3] HUMPHREY J, SCHMITZ H. Governance and upgrading: linking industrial cluster and global value chain research[M]. Brighton: Institute of Development Studies, 2000.
- [4] 张洪阳. 区域创新系统下的产业路径演化分析[J]. 工业技术经济, 2015, 34(4): 59-68.
- [5] 刘振元. 先进制造业生成机理及演化成长动力研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2018.
- [6] 中国机械工业联合会特别顾问朱森第教授谈先进制造业[J]. 表面工程资讯, 2013, 13(3): 25.
- [7] 尹丽琴. 我国高技术制造业行业异质性与发展能力研究[D]. 太原:山西财经大学,2017.
- [8] 闫丽平, 谷立霞, 陈晔. 创新驱动战略下高技术产业发展能力评价[J]. 企业经济, 2016(6): 54-58.
- [9] 魏敏, 李书昊. 新时代中国经济高质量发展水平的测度研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2018, 35(11): 3-20.

Evaluation and Promotion Path of Advanced Manufacturing Development
Ability under the Background of Digital Economy

YAN Yongqin, QU Yongheng

(School of Economics, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006, China)

Abstract: Digital economy injects new impetus into the transformation and upgrading of traditional manufacturing industry, and developing advanced manufacturing industry is an important choice to realize the high-end high-quality and efficient development of manufacturing industry. Based on the analysis of the development path of advanced manufacturing industry, constructs an index system to measure the development capability of advanced manufacturing industry from various angles, explore the promotion path of advanced manufacturing industry. The results show that the improvement of digital infrastructure and the improvement of scientific and technological level can significantly improve the development capability of advanced manufacturing industry. Therefore, we should strengthen the construction of digital infrastructure, speed up the digital transformation of enterprises, promote the development of advanced manufacturing industry and release the development potential of advanced manufacturing industry.

Keywords: digital economy; advanced manufacturing industry; developing ability