

数字经济制造业效率评价

——基于全局DEA-Malmquist指数法

沈文睿^{**}, 张海洋

浙江理工大学经济管理学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2024年8月1日; 录用日期: 2024年11月4日; 发布日期: 2024年11月11日

摘要

数字经济以数字技术为核心驱动力, 能优化资源配置, 壮大实体经济, 促进产业转型升级, 是中国经济发展的新动力。评估数字经济制造业效率有助于我国数字经济健康发展。本文以第二产业为切入点, 运用全局DEA-Malmquist指数方法, 探究了我国27个规模以上制造业在2005~2020年间的全要素生产率, 分析了数字经济制造业的动态演化, 及其在所有制造业中的排名情况。得出以下结论: (1) 我国数字经济制造业的全要素生产率总体表现为增长趋势, 但基本只依靠技术进步带动。(2) 我国数字经济制造业的全要素生产率增长波动频繁。(3) 数字经济制造业仍有较大进步空间。由此给出如下建议: (1) 加强公共服务建设, 推进技术与效率共同进步。(2) 加大研发政策与资金支持, 稳步提升数字经济制造业TFP。(3) 持续优化营商环境, 数字赋能实体经济, 强化数字经济在全产业链的重要地位。

关键词

数字经济, 全要素生产率, DEA-Malmquist指数

Evaluation of Manufacturing Efficiency in Digital Economy

—Based on the Global DEA-Malmquist Index Approach

Wenrui Shen^{**}, Haiyang Zhang

School of Economics & Management, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou Zhejiang

Received: Aug. 1st, 2024; accepted: Nov. 4th, 2024; published: Nov. 11th, 2024

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 沈文睿, 张海洋. 数字经济制造业效率评价[J]. 电子商务评论, 2024, 13(4): 2231-2239.
DOI: 10.12677/ecl.2024.1341387

Abstract

The digital economy, with digital technology as its core driving force, can optimize resource allocation, grow the real economy and promote industrial transformation and upgrading. Assessing the efficiency of digital economy manufacturing industry helps the healthy development of China's digital economy. Taking the secondary industry as an entry point and using the global DEA-Malmquist index method, this paper explores the total factor productivity of China's 27 above-scale manufacturing industries during the period from 2005 to 2020, and analyzes the dynamic evolution of the manufacturing industries of the digital economy, and their rankings among all manufacturing industries. The following conclusions are drawn: (1) The total factor productivity of China's digital economy manufacturing industries generally shows a growth trend, but basically relies only on technological progress to drive it. (2) The total factor productivity growth of China's digital economy manufacturing industries fluctuates frequently. (3) There is still much room for progress in the digital economy manufacturing industry. The following suggestions are given: (1) Strengthen the construction of public services and promote the joint progress of technology and efficiency; (2) Increase R&D policy and financial support to steadily improve the TFP of the digital economy manufacturing industry; (3) Continuously optimize the business environment, digitally empower the real economy, and strengthen the important position of the digital economy in the whole industrial chain.

Keywords

Digital Economy, Total Factor Productivity, DEA-Malmquist Index

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国教育部部长怀进鹏指出,“数字技术正以新理念、新业态、新模式全面融入人类经济、政治、文化、社会、生态文明建设各领域和全过程,给人类生产生活带来广泛而深刻的影响”[1]。当今,世界正面临着百年未有之大变局,随着科技革命和产业变革的深刻交汇,全球经济正在以前所未有的方式重塑内部结构。数字技术和数字经济快速渗透和融入到社会各个角落,成为推动时代发展不可或缺的关键要素。全球经济数字化趋势已势不可当,这不仅是技术进步的必然结果,也是世界各国抓住发展机遇、实现高质量发展的必经之路。

数字经济以数字技术为核心驱动力,能优化资源配置,壮大实体经济,促进产业转型升级,是中国经济发展的新动力。而其关键不仅在于技术创新,更重要的是怎样从底层逻辑进行资源优化与配置效率,培育实体经济新的活力和实力。通过广泛应用前沿的新一代信息技术,包括但不限于大数据、人工智能、云计算等,数字经济能够更加准确地获取市场需求,精准定位客户群体,使资源精准高效匹配,从而提高经济整体效率。在此过程中,数字经济已成为发展实体经济的重要增长引擎。利用数字化改造,数字经济有助于推动传统产业实现转型和现代化,降本增效,增强市场竞争力。与此同时,数字经济也催生了一大批新产业、新业态,如电子商务、智能制造、数字金融等。这类新兴领域不仅自身发展迅速,而且也经济结构升级提供了新路径。本文以第二产业为切入点,运用全局 DEA-Malmquist 指数方法,探究了我国 27 个规模以上制造业在 2005~2020 年间的全要素生产率,分析了数字经济制造业的动态演化,及

其在所有制造业中的排名情况。最后根据研究结论提出了相关政策建议,冀望为我国数字经济蓬勃发展提供理论与实践启示。

2. 文献综述

作为中国经济高质量发展的主要支柱,制造业一直以来都是学界深切关注的关键领域。随着信息技术的日新月异,特别是大数据、人工智能、云计算等新一代信息技术的蓬勃发展,为推动我国传统制造业转型、产业结构升级注入了强劲动力,为提升国际竞争力做出巨大贡献。

Tapscott 认为数字经济是一种创新的经济模式,其核心在于以数字方式高效呈现信息流[2]。经过更为细致地探究与分析后,国内学术界普遍认同并采纳了中国国家统计局对数字经济的权威定义。本文亦将遵循该共识,将数字经济的概念做出如下阐释,即数字经济是指以数字化的知识和信息为关键生产要素,以现代信息网络为重要载体,以信息通信技术的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动[3][4]。这一定义涵盖了信息技术产业、互联网产业、电子商务、数字金融等多个领域[4][5],详细的概念阐述为界定数字经济产业内涵、明确数字经济产业统计分类与衡量数字经济产业效率提升打下坚实基础。

当前,国内外众多组织及学者已就数字经济产业的统计测度制定了详尽的标准与框架,为定量分析数字经济产业打下坚实基础,同时也极大地推动了该产业研究的规范化与科学化进程。国际经济合作与发展组织基于数字经济核心经济活动的深入洞察,将数字经济产业细分为六大领域:数字驱动行业、电子零售商、数字中介平台、其他数字业务行业、依赖中介平台的行业以及其他行业。中国国家统计局在《数字经济及其核心产业统计分类(2021 年)》文件中,对数字经济产业进行了详细、系统的细分,形成了由 5 个大类、32 个中类、156 个小类组成的庞大框架。尤其是,该分类中的前四大类直接对应于数字经济核心产业,精准锁定了计算机、通信和其他电子设备制造业,互联网和相关服务业,电信广播电视和卫星传输服务业,以及软件和信息技术服务业。苏日古嘎在衡量数字经济产业的全要素生产率时,就选取了这四个行业的统计数据,并通过数据包络分析法(下文统称 DEA)进行研究,其中以从业人员数、资本存量为投入指标,以产业增加值为产出指标,来体现数字技术在经济活动中的应用水平[6]。

值得注意的是,数字经济产业效率衡量的文献并不多见,而 DEA 方法正是多数学者在研究数字经济产业效率时所采用的评价工具。如,蔡昌和林高怡等依托于覆盖 2008 至 2016 年间 29 个省份的广泛面板数据,巧妙地运用 DEA 模型,对中国数字经济产出效率进行了深入而细致的评价。其研究发现,我国西部地区反而超越了中部与东部地区,位列效率榜首,形成逆向排名格局,为理解我国数字经济区域发展差异提供了新的视角[7]。祁红梅则利用 DEA 方法,对我国数字经济的贡献率进行了深入探究,研究结果显示了中国数字经济产出效率指数变化的总体趋势[8]。

基于此,本文采用全局参比 DEA-Malmquist 指数方法,对我国 27 个规模以上制造业进行效率测度。而作为数字经济产业在第二产业中的唯一核心产业,计算机、通信和其他电子设备制造业(以下统称数字经济制造业)的效率评估则是本文重点研究对象。当前,国内外学者对数字经济的研究主要集中在以下几个方面。一是数字经济的影响因素分析,探讨政策环境、技术创新、市场需求等因素对数字经济发展的作用[6]。二是数字经济的区域差异研究,分析不同区域数字经济发展的特点和差异[3]。不同于此,本文将聚焦行业层面,以第二产业视角探究数字经济的基础性贡献变化。

相较于以往文献,本文创新性包括:(1) 首次将拓展后的方向性距离函数引入数字经济领域,利用全局 DEA-Malmquist 指数方法,评估数字经济产业生产率。经过拓展后的生产率是在两个产出都存在的情况下重点关注单个产出的进步。即新产品产出与老产品产出同时增长或下降时,聚焦新产品的产出增长变化,这有利于更好地观测数字经济产业的新动能变化。(2) 首次对 2005~2020 年数字经济制造业生产率

及其技术进步和技术效率进行测算与分析,发现我国数字经济制造业的全要素生产率总体表现为增长趋势,而这一增长在多数情况下主要由技术进步带动。(3) 首次比较了数字经济制造业在我国所有制造业中的生产率及排名变化情况,发现数字经济制造业仍有较大进步空间。

3. 研究设计

3.1. 研究方法

目前常用的工业效率测算方法可以分为参数方法与非参数方法。参数方法一般指使用柯布道格拉斯函数计算索洛残值,或者使用前沿生产函数,如随机前沿法(SFA)、自由分布法(DFA)、厚前沿方法(TFA),以投入、产出值为解释变量、被解释变量,将得到的回归系数作为效率值。非参数方法指通过数据包络分析(DEA),使用距离函数计算生产点到前沿面的距离,将这一距离作为各个生产点的相对效率值。参数方法虽然简单易行,需要提前设定生产函数,约束较为严格,而非参数方法不受限于具体生产函数,对投入产出的单位不要求统一,但其前沿面的构造需要多个生产单元,因此无法测度单个生产单元的效率。

参数方法与非参数方法各有千秋。尽管参数方法因其实施简便而广泛应用,但其对生产函数的依赖性可能导致评估结果受预设模型合理性的限制。相反,DEA方法通过避免这一预设条件,有效减少了因生产函数选择不当而产生的误差,因此在近年来的研究中愈发受到学者们青睐。本文也将使用全局 DEA-Malmquist-Luenberger Index (GML)方法[9][10]来测算全行业及数字经济制造业的全要素生产率。

针对新产品的方向性全局 DEA-Malmquist 指数,将借鉴张海洋和金则杨的定义[11]:

新产品方向全局 Malmquist 指数(即本文的全要素生产率)定义如下:

$$NTFP_{t,t+1} = \frac{1 + D_0^G(x^t, y_i^t, 0)}{1 + D_0^G(x^{t+1}, y_i^{t+1}, 0)} \quad (1)$$

依据 Oh 的分解,NTFP 指数可以进一步分解为效率进步与技术进步,如下:

$$\begin{aligned} NTFP^{t,t+1}(x^t, y_i^t, 0, x^{t+1}, y_i^{t+1}, 0) &= NEF^{t,t+1} \times NTG^{t,t+1} \\ &= \frac{1 + D^t(x^t, y_i^t, 0)}{1 + D^{t+1}(x^{t+1}, y_i^{t+1}, 0)} \times \left[\frac{1 + D_0^G(x^t, y_i^t, 0)}{1 + D^t(x^t, y_i^t, 0)} \times \frac{1 + D^{t+1}(x^{t+1}, y_i^{t+1}, 0)}{1 + D_0^G(x^{t+1}, y_i^{t+1}, 0)} \right] \end{aligned} \quad (2)$$

基于 shepherd 距离函数和方向性函数,全局 DEA-Malmquist 指数测量方法能够测量并分析新产品方向上的产出贡献率,也就是所求全要素生产率。因此,本文也将利用该方法实现进一步研究。

3.2. 数据来源

本文为了评估 2005~2021 年 27 个规模以上制造业的全要素生产率(TFP),搜集了劳动人数及 R&D 劳动人数、资本及 R&D 资本存量、工业增加值、工业总产值、新产品产值等数据。由于笔者以 2005 年为基期平减后续数据,并且通过全局 DEA-Malmquist 测算全要素生产率会缩短一年数据,因此数据最终的时间跨度范围为 2006~2020 年。其中数据来源均来源于以下年鉴:国家统计局、中国工业经济统计年鉴、中国工业统计年鉴、中国科技统计年鉴、中国统计年鉴以及企业研发情况统计年鉴。

当然,部分数据会进行以下处理。合并或删除因统计口径波动的产业、利用工业增加值增长率推算缺少年份的增加值数据,利用永续盘存法(公式为: $R_t = E_{t-1} + (1 - \delta)R_{t-1}$, $\delta = 15\%$)核算固定资本存量,至于其他数据估算的技术细节,包括 R&D 支出的双重核算处理、R&D 资本与生产资本及中间投入的估算方法,本文均遵循研究范式执行[12],鉴于这些方法已在前述文献中详尽阐述,故本文在此不再重复说明。

3.3. 指标构建

综合考虑全局 DEA-Malmquist 指数测量方法可运用性、数据的可获得性，本文测量全要素生产率一共涉及五个投入指标和两个产出指标，即劳动力投入 X_1 、资本投入 X_2 、中间产品投入 X_3 、研发资本投入 X_4 、研发劳动力投入 X_5 与老产品产值 Y_1 、新产品产值 Y_2 。所构建的制造业全要素生产力评价体系如下(见表 1)。

Table 1. Manufacturing efficiency assessment system

表 1. 制造业效率评估体系

类型	变量名称	单位
投入	从业人员年平均量	万人
	固定资本存量	亿元
	中间投入	亿元
	R&D 从业人员	万人
	R&D 固定资本存量	亿元
产出	老产品产值	亿元
	新产品产值	亿元

4. 实证分析

从产业结构变化角度出发，构建了上述测量生产率指标体系，接下来将使用 Lingo17 及相关代码运算进行实证研究，我们报告了 2005~2020 年 27 个规模以上制造业的年均全局 Malmquist 指数(见表 3)，以及 2005~2020 年数字经济制造业的全局 Malmquist 指数及其两方面的分解指数(见表 2 和图 1)。利用全局 DEA-Malmquist 指数测量全要素生产率，能够直观地看到行业贡献率变化以及贡献率来源。那么，本节重点不仅在于解释与分析各行业新生产率变化，还要聚焦于计算机、通信和其他电子设备行业以第二产业视角探究数字经济发展状况。

4.1. 全局 Malmquist 指数测度分析

将代表数字经济制造业发展情况的计算机、通信和其他电子设备行业从 27 个制造业中抽离，我们得到了表 2 和图 1。从表 2 中得知，数字经济制造业全局 Malmquist 指数均值超过 100%，总体呈上升趋势，技术进步成为全局 Malmquist 指数提升的最重要来源。

在 2005~2020 年的 16 年间，数字经济制造业全局 Malmquist 指数为正增长的有十年，仅有六年为负向增长，平均贡献率为 1.4%。效率变化和技术进步指数的平均贡献率分别为-0.2%和 1.7%。同时，除 2008~2010 的全局 Malmquist 指数由技术效率变化和技术进步一起推动外，其他年份的全局 Malmquist 指数受技术进步指数影响更大。2005~2008 年与 2010~2020 年，数字经济制造业的技术进步指数与全局 Malmquist 指数相差无几。尤其是 2019~2020 年，技术进步独自拉动全局 Malmquist 指数呈现正增长态势。

通过观察图 1 得到，数字经济制造业的全局 Malmquist 指数在 2016 年前趋势较不稳定，整体表现为先增后降再增再降的波动变化特征。而技术进步指数不论是变动方向还是变动幅度都与全局 Malmquist 指数近乎一致。总之，从第二产业视角来看，我国数字经济产业的 TFP 整体为上升状态，分解指数中的技术进步成为全局 Malmquist 指数提升的最重要来源。这体现了我国在实体产业自主创新研发方面的极大进步，同时也表明我国数字经济产业仍需有较大进步空间，改善管理、优化配置等方面的进步或许能

进一步激发数字经济产业发展潜能。

Table 2. Global Malmquist index for manufacturing in the digital economy
表 2. 数字经济制造业全局 Malmquist 指数

年份	NEF	NTG	NTFP
2005~2006	1	0.9970	0.9970
2006~2007	1	0.9653	0.9653
2007~2008	1	1.0040	1.0040
2008~2009	0.9819	0.9910	0.9730
2009~2010	1.0184	1.0880	1.1080
2010~2011	1	1.1015	1.1016
2011~2012	1	0.9635	0.9635
2012~2013	1	1.0119	1.0118
2013~2014	1	0.9990	0.9989
2014~2015	1	0.9967	0.9967
2015~2016	1	1.0183	1.0183
2016~2017	1	1.0199	1.0198
2017~2018	1	1.0196	1.0196
2018~2019	1	1.0180	1.0180
2019~2020	0.9599	1.0641	1.0214
均值	0.9973	1.0172	1.0145

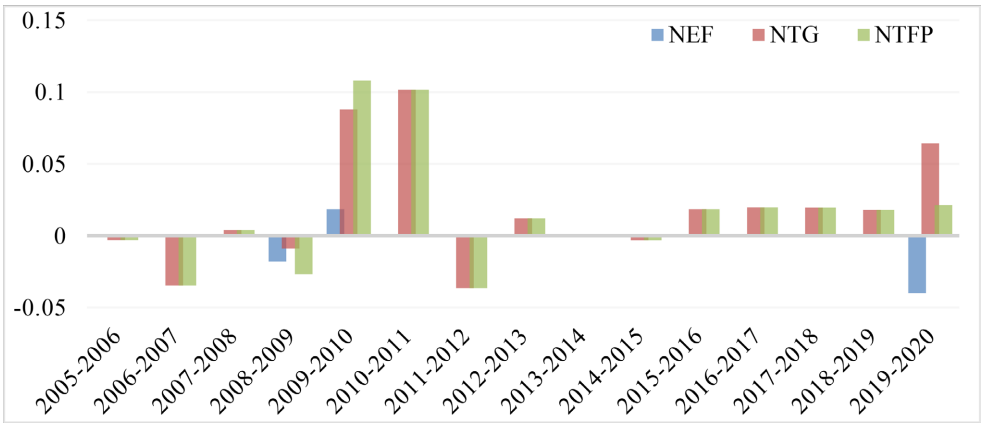


Figure 1. Global Malmquist index and its indicator decomposition for manufacturing in the digital economy
图 1. 数字经济制造业全局 Malmquist 指数及其指标分解

4.2. 综合技术效率变化分析

在 2005~2020 年间，该产业有十二年的综合技术效率显示为正增长，超过平均综合技术效率指数的共有十三年，整体表现良好。具体来看，2005~2008 年与 2011~2019 年内，数字经济制造业处于相对稳定状态，综合技术效率指数均为 1，即在保持已有技术不变的情况下，数字经济制造业通过管理优化、资源配置改善等方式提高生产效率的能力并没有显著变化，效率提升需寻找新突破。同时，2009~2010 年间该

指数由上一时期的 0.982 转为 1.018，效率提升取得显著进步；2019~2020 年间综合技术效率指数突然略有下降，可能是因为受到了政策调整、疫情冲击等外部环境影响。

4.3. 技术进步分析

观察所得数据，技术进步指数的 15 年均值为正，虽然其在六个时期内呈现下降趋势，但另有九个时期显示为正向增长，技术进步趋势良好。其中，2005~2015 年指数波动不定，表现为有增有减的双“W”形变化。在此期间，我国政府对数字经济产业的认识与政策支持开始逐渐深化，但前期可能存在政策不确定性，如“互联网+”的提出和实施需要逐步且长期的推进，而这就可能导致不同年份对数字经济产业的政策支持力度不同，从而影响该行业的整体表现。除此之外，网络宽带、数据中心等基础设施建设也得到迅猛发展，但各个地区建设水平与进度存在差异。基础设施水平的不一致将直接影响到数字经济制造业的效率与贡献，在数据上呈现出波动状态。值得注意的是，自 2015 年至今，技术进步指数持续为正，结果令人欣喜。代表着我国在人工智能、大数据、云计算、物联网等关键领域，取得了技术进步。一大批具有国际竞争力的数字经济企业，通过加大研发投入、加强产学研合作等方式，不断提升自身的技术创新能力，为数字经济产业的发展注入了新的活力。

4.4. 排名分析

Table 3. Manufacturing global Malmquist index
表 3. 制造业全局 Malmquist 指数

年份	ANEF	ANTG	ANTFP	RNEF	RNTG	RNTFP
2005~2006	1.0083	1.0223	1.0292	7	14	15
2006~2007	1.0038	1.0286	1.0305	6	22	20
2007~2008	1.0001	1.0336	1.0312	5	12	12
2008~2009	0.9989	1.0396	1.0362	20	18	18
2009~2010	0.9921	1.0444	1.0354	3	5	4
2010~2011	0.9933	1.0382	1.0304	5	3	4
2011~2012	0.9930	1.0278	1.0196	5	22	20
2012~2013	0.9927	1.0250	1.0165	5	10	11
2013~2014	0.9945	1.0206	1.0139	5	15	15
2014~2015	0.9919	1.0209	1.0116	5	17	17
2015~2016	1.0098	1.0094	1.0128	5	9	10
2016~2017	1.0098	1.0302	1.0337	5	7	8
2017~2018	1.0098	1.0444	1.0477	5	7	8
2018~2019	1.0105	1.0447	1.0488	5	10	11
2019~2020	1.0098	1.0412	1.0445	19	5	7

表 3 报告了 2005~2020 年 27 个规模以上制造业的全局 Malmquist 指数及其两方面的分解指数均值(第 2~4 列)与数字经济制造业在其中的排名情况(第 5~7 列)。由此可知，除 2008~2009 年、2019~2020 年外，数字经济制造业的技术效率表现稳定，保持较好水平；技术进步指数整体波动较大，但有向好趋势。相对整体行业而言，该产业全局 Malmquist 指数在多数年份超过制造业整体行业水平，2004~2011 年的排

名为 4, 2016~2018 年的排名为 8, 2019~2020 年的排名为 7, 大体趋势与技术进步指数相近, 仍有很大进步空间。综上, 数字经济制造业的技术进步是全局 Malmquist 指数的主要贡献来源, 这与各行业平均情况相同, 包括数字经济制造业在内的各制造业既要改善管理效率、优化资源配置, 又要重视技术创新、自主创新, 以便更好地推动全要素生产率的持续进步。

5. 结论与展望

5.1. 研究结论

通过分析 2005~2020 年中国规模以上数字经济制造业以及其他 26 个规模以上制造业的发展情况, 本文利用全局 DEA-Malmquist 指数方法评估了其效率变化, 该视角鲜有出现在过往的文献中。主要结论如下: (1) 我国数字经济制造业的全要素生产率总体表现为增长趋势, 但是这一增长在多数情况下只由技术进步带动, 甚至与技术进步指数一致, 而仅有少数年份依靠技术进步与综合技术效率得到提升。(2) 我国数字经济制造业的全要素生产率在 2015 年之后才展现出稳定增长态势, 此前的增长波动频繁。(3) 在样本制造业中, 我国数字经济制造业的全要素生产率排名不算领先, 有较大进步空间。

根据上述实证结论得到以下建议: (1) 加强公共服务建设, 推进技术与效率共同进步。在数字经济时代中, “有为政府”和“有效市场”的紧密结合尤为重要, 政府应致力于打造更智能、更便捷的公共服务平台, 利用大数据、云计算等先进技术, 优化资源配置, 提高服务效率和质量。通过网络应用打破时间和空间的限制, 让企业享受到更高效、更精准的资源配置, 实现技术和管理的溢出。同时, 鼓励数字经济制造业反哺公共服务, 促进技术创新与模式创新, 形成技术与效率并进的良好生态, 持续提升社会整体福祉。(2) 加大研发政策与资金支持, 稳步提升数字经济制造业 TFP。要针对数字经济制造业出台一系列长期性优惠政策, 激励企业加大研发投入, 协调企业合作研发, 共担风险。在重大创新、关键核心领域, 可以利用专项基金设立、创新补贴、税收减免等措施, 为数字经济制造企业提供资金支持, 降低研发风险。同时, 要推动“官产学研用”深度融合, 推动科技成果快速转化, 稳步提高数字经济制造业 TFP, 大力推动经济转型和现代化建设。(3) 持续优化营商环境, 数字赋能实体经济, 强化数字经济在全产业链的重要地位。要完善数字经济的发展战略与规划, 明确数字经济融入全产业链的整体方向、方式与主要任务, 为全产业链的数字化转型提供指导性建议。此外, 还要推动数字经济与实体经济深度融合, 这不仅有助于促进传统产业转型升级, 还能催生新产业、新业态与新模式, 推动新质生产力发展。

5.2. 不足与展望

本文对数字经济制造业展开的研究也有局限。首先, 本文对数字经济制造业的定义使研究聚焦于制造业与数字经济的基础性变化。然而, 受到资料缺失的影响, 我们忽略了服务业在数字经济领域的贡献。数字经济制造业生产率并不能完全等同于数字经济产业生产率, 实际数字经济产业可能会发展得更好。未来研究应尽可能多方收集更加细化数据开展验证研究。其次, 全局 DEA-Malmquist 指数方法虽然能够测算出生率增长量, 且避免 LP 产生不可行解的问题, 但是“黑箱”仍需要进一步探索。未来可以尝试利用全局视角的并行网络 DEA 方法来测算生产率。最后, 数字经济制造业发展很有可能受地区限制, 而本研究以行业层面展开, 无法探究数字经济制造业的区域差异性。因此, 数字经济制造业的后续研究可以在省际层面展开。

基金项目

本文为国家社科基金一般项目“积极发挥国有企业对中国式现代化的创新引领作用研究”(项目号: 23BJL007)阶段性成果。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育部部长怀进鹏在 2024 世界数字教育大会上的主旨演讲: 携手推动数字教育应用、共享与创新[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_176/202402/t20240201_1113761.html, 2024-02-01.
- [2] Tapscott, D. (1996) *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*. McGraw-Hill.
- [3] 许宪春, 张美慧. 中国数字经济规模测算研究——基于国际比较的视角[J]. 中国工业经济, 2020(5): 23-41.
- [4] 高伯任, 杨敏, 陈泽明. 数字经济内生增长效率测度[J]. 技术经济与管理研究, 2024(1): 72-78.
- [5] 李蓉. 数字经济发展效率的测度及区域差异研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州财经大学, 2024.
- [6] 苏日古嘎. 中国数字经济产业全要素生产率测度及其区域差异研究[D]: [博士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2023.
- [7] 蔡昌, 林高怡, 李劲微. 中国数字经济产出效率: 区位差异及变化趋势[J]. 财会月刊, 2020(6): 153-160.
- [8] 祁红梅. 中国数字经济产出效率的动态测度及区域差异分析[J]. 经济体制改革, 2022(3): 112-118.
- [9] Oh, D. (2010) A Global Malmquist-Luenberger Productivity Index. *Journal of Productivity Analysis*, **34**, 183-197. <https://doi.org/10.1007/s11123-010-0178-y>
- [10] Pastor, J.T. and Lovell, C.A.K. (2005) A Global Malmquist Productivity Index. *Economics Letters*, **88**, 266-271. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2005.02.013>
- [11] 张海洋, 金则杨. 中国工业 TFP 的新产品动能变化研究[J]. 经济研究, 2017, 52(9): 72-85.
- [12] 张海洋, 史晋川. 中国省际工业新产品技术效率研究[J]. 经济研究, 2011(1): 83-96.