

数字经济发展对制造业绿色全要素生产率的影响

李根忠¹ 朱洪亮²

(1. 三江学院法商学院 江苏南京 210012; 2. 南京大学工程管理学院 江苏南京 210000)

内容摘要:

数字经济发展提升了制造业技术创新能力,提高了其绿色全要素成产效率水平。文章基于中国30个省(直辖市)2014-2021年的面板数据,从制度环境与行业规模角度实证分析了数字经济对制造业绿色全要素生产率的影响及作用机制。经研究发现,数字经济能够通过优化制造业制度环境及扩大行业规模提升绿色全要素成产率,但其之间存在非线性关系,产业数字化、数字产业化发展是绿色全要素成产率提升可持续发展的动力源泉。

关键词:数字经济;绿色全要素生产率;绿色发展;门槛效应

一、引言

数字经济发展是当下经济高质量增长的新驱动力,实现了我国从“工业经济”的粗放化发展阶段向“数字经济”的绿色化阶段迈进。根据中国国家互联网信息研究院发布的《数字中国发展报告》显示,2021年中国数字经济规模达到了45.5万亿元,比2017年增长了67.28%,占国内生产总值比重也从2017年的32.9%提升到了39.8%,数字经济成为驱动经济高质量增长的重要引擎之一。数字经济通过数据要素投入、数字技术创新等路径优化产业结构,对提升制造业绿色全要素生产效率产生了积极影响。绿色全要素生产效率(GTFP)的提升主要体现在技术进步和效率改进两个方面,其影响因素包括人力资本、金融发展、环境规制政策、产业聚集等宏观经济环境。当前,我国数字经济还处于起步阶段,虽然在促进数字技术与各行各业融合以及推动经济高质量发展方面取得了巨大贡献,但由于资源要素错配导致我国目前仍未摆脱高污染、高排放和高投入的发展模式。因此,必须以数字技术生产要素为载体加大数字经济与绿色发展融合,优化资源配置作为提升绿色全要素生产效率的重要着力点。

收稿时间:2022-5-28

基金项目:国家社会科学基金项目:双循环新格局下数字经济驱动中国制造业迈向(21BJY085);江苏省科学技术厅专项资金项目:数字经济驱动江苏省制造业迈向价值链中高端策略研究(BR2021003)

作者简介:李根忠(1977-),男,山东嘉祥人,讲师,,研究方向:产业经济、生态经济;通讯作者:朱洪亮(1973-),男,江苏南京人,博士,副教授,研究方向为金融工程、产业经济。

那么，数字经济对我国制造业绿色全要素生产率提升究竟是否存在助推作用？如果该假设成立，其驱动绿色全要素生产率提升的主要因素是什么？由于扬子江城市群各级城市地理位置及经济发展水平不同，数字经济对绿色全要素提升的影响是否存在异质性？基于以上问题本文运用 DEA-SBM 模型将传统全要素生产率包括相关非期望产出并利用 GML 指数对绿色全要素生产率按区域进行分类测算。最后，借助面板门槛模型探究数字经济发展对绿色全要素生产率的“门槛效应”，并结合我国省域特点有针对性的提出数字经济赋能绿色全要素生产率提升的建议，为当下经济高质量发展理念提供参考借鉴。

二、文献综述与研究假设

（一）文献综述

数字经济在我国起步虽然较晚，但当前学术界对其研究的热度不断攀升，本文从要素错配的视角探究数字经济对绿色全要素生产效率的影响机制，相关文献整理从如下三个方面进行阐述。

首先，围绕绿色全要素生产率相关研究文献。现有的研究文献指出，绿色全要素（GTFP）解决了因全要素生产率（TFP）为考虑生产中带来的环境污染等非期望产出和生态环境因素，故能够全面合理地对绿色经济发展进行评价，符合当今中国绿色经济发展的新理念^[1]。对于绿色全要素生产率的测算研究中，不同学者给出了不同的研究方法，如 Chun(1997)^[2]基于方向性距离函数（DDF）及 Malmquist-Luenberger 指数率先将污染排放引入全要素生产率的测算方法之中。但该测算方法需要考虑投入或产出的测算角度，影响了 ML 指数测算的准确性。Tone（2001）^[3]在此基础上做了改良，在松弛变量的基础上构建距离函数降低了测算偏差问题。袁茜，吴利华（2019）^[4]、李根忠（2021）^[5]、赫永达等（2022）^[6]运用利用非期望产出的 SBM-Mundesirable 模型对绿色全要素生产率进行指标测算并分析了其影响因素。

其次，数字经济的相关研究。围绕数字经济的研究文献主要涉及两个方面，第一是基于国家或省级层面对数字经济的发展水平或规模进行了定性或定量研究，如张鹏（2019）^[7]、许宪春（2020）^[8]、王军（2021）^[9]从横向对比的角度对中国数字经济发展规模及中国各省数字经济发展水平进行了测度。第二是围绕数字经济的溢出效应，如沈坤荣等（2022）^[10]、宋培等（2022）^[11]、马晓君等（2022）^[12]研究表明数字经济从宏观方面能够促进经济高质量增长，从微观层面能够激励企业创新、提高生产效率，通过技术革新推进产业结构升级。

最后，数字经济与绿色全要素生产率的相关研究。肖国安等^[13]、蔡玲等^[14]周晓辉^[15]认为数字经济发展通过数字化技术的不断创新实现了优化资源要素投入，从而推动了绿色全要素生产率提升。但也有一些研究文献如张圆（2022）^[16]、张帆（2022）^[17]认为数字经济对绿色全要素生产率的影响存在区域异质性，尤其

对中西大于东部、长江中游等城市群绿色全要素生产率的推动作用表现的更为明显。程文先等（2021）^[18]、乌静等（2022）^[19]、肖远飞等（2021）^[20]研究发现数字经济对绿色全要素生产率提升存在空间溢出效应及非线性特征。

通过数量以上文献发现，一方面，现有的研究文献虽然围绕数字经济与绿色全要素生产率进行了颇有价值的研究，但大多是基于省级层面的定性研究为主，而对于省际内城市群横向的定量研究相对较少。另一方面，虽然现有文献围绕数字经济对绿色全要素生产率的影响进行了探讨，但是其影响要素的具体来源及导致门槛效应发生的因素是什么？关于以上问题的探究有待进一步完善。鉴于此，本文基于 DEA-ML 法对绿色全要素生产率进行测，并通过构建多维度指标体系进行定量性评价数字经济对绿色全要素生产率发展水平的影响机制。重点探讨导致数字经济对绿色全要素生产率影响存在门槛效应的外部因素是什么？关于以上问题的研究不仅为发挥数字经济的绿色价值，提升绿色全要素生产率提供新思路，而且对促进制造业绿色经济高质量发展具有重要意义。

（二）研究假设

1. 数字经济对绿色全要素生产率的积极影响。

数字经济对绿色全要素生产效率的直接影响主要是体现在以下 3 个方面：一是数字经济以数据要素为核心，通过技术创新不断优化资源配置，不仅加速企业摆脱粗犷的生产方式，而且降低了企业对能源消耗和生态环境污染，从而促进了绿色全要素生产率的提升。二是，数字经济通过网络智能化的传递降低了供给双方的交易成本，解决了信息不对称问题。同时，通过数字化转型增强了企业供应链内的协作能力，加剧了企业同行间的竞争，有助于形成数字产业的“关联效应”和“竞争效应”。三是数字经济衍生出来的新业态、新产业和新模式改变了传统产业模式，降低了非期望产出，从而提高了绿色全要素生产率。综上所述，本文提出假设 1：数字经济的发展能够显著提升城市绿色全要素生产率。

2. 数字经济对城市绿色全要素生产率存在门槛效应。

数字经济对绿色全要素生产率的作用机制较为复杂，受区域的内行业规模及制度环境的外部影响。一个地区的行业规模越大，与之相匹配的数字化基础设施就越完善，数字经济发展水平也越高^[23]。但本文认为，当行业规模达到一定程度后才能推动数字经济设施建设，当其低于某个门槛时可能导致资金要素被投入到其他事项中去，对提升绿色全要素生产率产生负面效应。而且，数字经济的快速发展离不开良好的制度环境，如日本在 2013 年和 2018 年分别出台了推动数字经济发展的相关政策，为数字经济快速发展提供了有力保障。制度环境不完善时将导致数字要素得不到充分发挥，不利于企业依托数字经济实现传统供应链转型，阻碍了绿色全要素生产率提升。综合上述，本文提出假设 2：数字经济行业规模和制度环境条件影响下对绿色全要素生产率提升存在门槛效应。

三、研究设计

(一) 模型构建

1. 动态面板模型

基于前文对现有的研究文献梳理,本文构建如下模型来探究数字经济发展对绿色全要素的影响。

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Dig_{it} + \alpha_2 RD_{it} + \alpha_3 FIN_{it} + \alpha_4 GOV_{it} + \alpha_5 POP + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

公式(1)中, i 表示地区, t 表示年份, $GTFP_{it}$ 表示被解释变量绿色全要素生产率, α_0 为常数项, Dig 表示数字经济发展水平; RD_{it} 代表研发规模; μ_i 表示 i 地区的个体固定效应; FDI_{it} 表示外商投资; GOV_{it} 表示 i 地区的财政支持, POP_{it} 表示人口规模; ε_{it} 代表随机扰动项。由于绿色全要素生产率在时间上呈现连续性特征,但在公式(1)中仅仅反映的是静态面板模型,不仅无法克服模型的内生性相关问题,而且也不能被解释变量的动态特征。为此,将滞后一期的绿色全要素生产率加入后使其成为具有时间特征的动态面板模型,其模型公式如下:

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GTFP_{it-1} + \alpha_2 Dig_{it} + \alpha_3 RD_{it} + \alpha_4 FIN_{it} + \alpha_5 GOV_{it} + \alpha_6 POP + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

在公式(2)中, $GTFP_{it-1}$ 表示滞后一期的绿色全要素生产率,其他符合的变量与公式(1)的含义相同。在动态面板模型测算中主要包含差分 GMM 估计和系统 GMM 估计两种方法,但为了避免在最小二乘法在动态面板模型测算中出现的误差问题,故本文采用系统 GMM 方法进行测算。

2. 门槛效应模型

基于前文中的假设 2 本文将设定门槛效应模型,并借鉴 Hansen (1999)^[24] 的研究方法对相关假设进行验证。在该研究方法中把地区行业规模和制度环境设定为门槛变量,深入探究数字经济对绿色全要素生产率的非线性影响,构建面板效应模型如下:

$$GTFP_{it} = \alpha_1 Dig_{it} \cdot I(HYGM_{it} \leq \gamma_1) + \alpha_2 Dig_{it} \cdot I(\gamma_1 < HYGM_{it} \leq \gamma_2) + \dots + \alpha_n \cdot Dig_{it} \cdot I(\gamma_{n-1} < HYGM_{it} \leq \gamma_n) + \alpha_{n+1} (HYGM_{it} > \gamma_n)_- + \theta Z_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$GTFP_{it} = \alpha_1 Dig_{it} \cdot I(INS_{it} \leq \gamma_1) + \alpha_2 Dig_{it} \cdot I(\gamma_1 < INS_{it} \leq \gamma_2) + \dots + \alpha_n \cdot Dig_{it} \cdot I(\gamma_{n-1} < INS_{it} \leq \gamma_n) + \alpha_{n+1} (INS_{it} > \gamma_n)_- + \theta Z_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

在模型(3)、(4)中 $HYGM_{it}$ 和 INS_{it} 分别代表变量地区行业规模和制度环境, γ 和 μ_i 分别代表相关的门槛值和个体固定效应, $I(\bullet)$ 表示指标函数, 当括号内不成立时取值为 0, 否则为 1。

(二) 相关指标测度及数据来源

1. 核心解释变量

现如今关于数字经济的研究文献多数是定性和描述研究, 但对数字测度的研究相对较少。在现有的文献中一些学者结合我国互联网设施规模、经济制度等要素构建数字经济评价体系, 但未能形成统一的评价体系, 仍处于探索阶段。鉴于此, 本文参照现有的数字经济发展报告以及现有的研究文献王军(2021)^[21], 紧紧围绕产业数字化和数字产业化两个核心数字经济载体, 进而构建中国省市级层面的数字经济发展指标(见表1)。

目前, 在我国数字经济指标在学术界未形成统一的评价标准, 因此, 相关数据主要来源于《中国城市统计年鉴》、《中国数字经济发展白皮书 2021》、《数字中国指数报告》、胡润独角兽榜单、各省城市统计公报、同花顺 iFind 数据库。为了保证数据的准确性, 本文对数据做了两个方面的处理, 包括剔除了数据严重缺失的城市以及对个别数据指数进行测算。如数字金融发展水平指数借鉴国峰(2020)^[22]的测算方法对北京大学数字普惠金融指数进行测算后得出。

表 1 数字经济发展水平指标体系

一级指标	二级指标	指标说明
数字经济载体	数字基础设施	大数据中心
		移动电话基站
		云平台
	传统基础设施	每百万人拥有手机数量 每百万人互联网用户数量
数字产业化	产业规模	电信和邮政业务收入
		互联网相关服务收入
		软件谢谢服务收入
	产业种类	ICT 上市公司数量
互联网百强企业数量 独角兽企业数量		
产业数字化	工业数字化	企业每百万人计算机数量
		工业应用互联网比重
		两化融合指数
	服务数字化	电子商务交易额
数字金融水平 电子政务服务平台		

2. 被解释变量。

基于现有的绿色全要素生产率文献研究,本文参照李金克等(2021)^[24]的研究方法采用费期望产出的 SBM 距离函数和 GML 指数进行测度。该测度方法不仅能够测算非期望产出与负方向最小化前沿的距离,而且能够测算期望产出与正向效率最大化前沿的距离。同时, GML 指数的优势在于它比 ML 指数更具有科学性,解决了非方向性函数无解的问题。GML 指数法的计算方法如下:

$$GML_t^{t+1} = \left[\frac{1 + D^t(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \right] \times \left[\frac{1 + D^G(x^t, y^t, u^t)}{1 + D^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \times \frac{1 + D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{1 + D^t(x^t, y^t, u^t)} \right] \quad (5)$$

公式(5)中的 $D^G(x^t, y^t, b^t)$ 代表全局方向性距离函数, $D^t(x^t, y^t, b^t)$ 代表当期方向性距离函数; GML_t^{t+1} 表示 t 到 $t+1$ 期间内的绿色全要素生产率变化率指数。x 代表投入要素,包括资本、劳动力及能源三个方面, y 和 b 分表表示期望产出和非期望产出。当 $GML > 0$ 时,说明绿色全要素生产率是上升,反之其是下降。具体指标说明如表(2)所示。

表 2 各变量指标说明

类别	变量	指标说明
投资要素	资本投入	采用永续盘存法对资本进行测算
	劳动投入	采用各省市的从业人数进行测算
	能源投入	基于 IPCC 公布的数据采用阈值法构建排放综合指标
期望产出	地区总产值 (GDP)	各省市的实际 GDP (万元) 来衡量
非期望产出	废水排放量	环境污染综合指数: 废水排放总量、二氧化硫排放量和固体废弃物产生量的数值。
	二氧化碳排放量 固体废弃物	

3. 控制变量

本研究中使用的控制变量主要包括财政支持 (GOV)、科技研发规模 (RD)、外商投资 (FDI) 以及人口规模 (POP), 所有数据来源均参照《中国城市统计年鉴》以及各城市统计公报。其中, 财政支持 (GOV) 选取当地政府财政支出金额在全年工业总产值中的占比来表示; 科技研发规模 (RD) 选取各城市研发经费支出占地区总产值比重 (%) 来表示; 外商投资 (FDI) 选取城市实际使用外资金额 (亿元) 表示; 人口规模 (POP) 采用城市常驻总人口数 (万人) 表示。

4. 门槛变量

(1) 制度环境

制度环境作为外部要素对制造业技术创新水平会产生重要的影响。因此，制度环境可以作为影响制造业绿色全要素生产率（任思雨，2019；张占等，2020）。制度环境包括市场环境制度和行业制度两个方面，结合研究内容本文选取行业制度作为制度环境的门槛变量，其中包括财政支出和外资利用。财政与外资投入越多说明该区域的制度优势就越明显，越能促进行业发展。

（2）行业规模

行业规模既可以用地区行业 GDP，也可以用地区行业增加值表示，但目前现有的研究文献没有衡量的统一标准。故本文选取大型工业增加值占全部工业增加值的比重作为该衡量指标。究其原因，大型工业企业在技术研发和资金方面拥有显著优势，企业规模越大其表现得就越明显。

四、实证结果分析

（一）基准模型回归分析

为了探究绿色全要素生产率的动态特征，本研究采用上文中的方程（2）动态面板模型，为了消除异方差因素导致的检验结果出现误差，故本研究中对统计量 Z 值进行了修正。如表 3 所示，通过 *Hausman* 检验判断检验结果看不能拒绝在 10%水平下模型变量过度识别性问题，而且 AR（2）结果显示出自相关问题并不存在。所以，该模型设定的各个变量是有效的，且内生性问题在一定程度上得到了控制。

表 3 基本回归检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>GML</i>	0.8962*** (16.2177)	0.8873**** (23.5676)	0.8669*** (18.9221)	0.8347*** (10.6450)	0.8156*** (11.3576)
<i>Dig</i>	1.4216*** (4.1231)	1.8675**** (1.0765)	1.8891*** (4.9831)	1.6172*** (6.2116)	1.7011*** (5.4351)
<i>RD</i>		0.5076** (2.2166)	0.8214*** (3.0711)	0.3761*** (4.2165)	0.5421*** (3.1613)
<i>Pop</i>			-0.4211* (-1.8244)	-0.7161* (-1.7091)	-0.4089* (-1.9046)
<i>Gov</i>				0.9211** (2.3897)	0.7814** (2.4914)
<i>FDI</i>					-0.0631 (-1.0711)
<i>Cons</i>	0.2134** (2.3471)	0.1657** (2.4157)	0.1813** (2.2066)	0.2541** (2.3531)	0.1867** (2.2764)

<i>Hansen</i>	29.65	29.41	27.76	28.45	29.21
检验	(0.973)	(0.991)	(0.945)	(0.921)	(0.974)
<i>AR(2)</i>	-0.37	-0.03	0.08	0.57	0.56
	(0.881)	(0.921)	(0.927)	(0.572)	(0.571)
<i>N</i>	400	400	400	400	400

注：括号内为修正后的 Z 值；*，**，***分别表示在 10%、5%和 1%水平下的显著性。AR(2)和 Hansen 检验括号内均为 P 值。

从回归结果表（3）来看，数字经济 *Dig* 对绿色全要素生产率的影响呈现显著的且回归系数为正，说明核心解释变量数字经济能够提升绿色全要素生产率。数字经济通过技术创新促进产业低碳化发展，是“两山理论”背景下我国经济持续增长的新驱动力。从控制变量来看，科技研发水平（*RD*）和财政支出（*Gov*）对绿色全要素生产率增长具有积极的正向影响，体现了二者对提升绿色全要素生产率的重要性。但是，外商投资（*FDI*）抑制了绿色全要素生产率的增长，该研究结果证明了李斌等（2016）提出的“污染天堂假说”^[26]的存在性。同时，人口规模（*Pop*）与绿色全要素生产率提升之间也存在负相关关系，其原因是因为人口规模的扩大带来不同产业或制造业聚集，不仅导致资源消耗，而且增加了各种污染排放的可能，导致对生态环境与经济协调发展带来不利影响，进而阻碍了绿色全要素生产率的提升。

（二）稳健性检验

本文从三个方面对回归结果进行稳健性检验，第一，控制宏观环境因素的影响。考虑到宏观环境可能对绿色全要素生产率产生不同程度的影响，尽可能减少变量的误差，本研究对样本进行调整后再次做相同的实证回归分析。第二，为了克服非随机性对模型结果带来的干扰，采用剔除被解释变量绿色全要素生产率的极大值和极小值后重新回归。第三，通过提出核心解释变量 *Dig* 的极大值和极小值进行再次估计。上述所有回归结果与前文实证结果基本一致，说明数字经济对绿色全要素生产率的提升作用显著，研究结论比较稳健。

（三）门槛检验

在前文实证分析数字经济对绿色全要素生产率的影响因素过程中，忽略了数字经济发展水平受经济基础、环境制度等诸多因素的影响所导致的资源禀赋存在异质性特征。为了呼应前文中假设 2 提出的数字经济对绿色全要素生产率的非线性影响，本研究以环境制度和行业规模作为变量指标进行门槛效应回归分析。其检验结果如见表（4）所示，制度环境及行业规模门槛变量都通过了单门槛检验，其门槛值分别为 5.7212 及 0.4268。在此基础上，本研究进行面板门槛模型（3）和（4）进行门槛检验，其检验结果如表（5）所示。

表 4 门槛效应检验结果

门槛变量	门槛数	F 值	P 值	BS 次数	1% 临界值	5% 临界值	10% 临界值	估计值
制度环境	单门槛	24.51*	0.0721	350	32.1164	23.7966	19.8679	0.4268
行业规模	单门槛	45.72**	0.0251	350	55.2761	33.2887	24.5761	5.7212

首先,通过表(5)的门槛回归结果可以看出,当制度环境低于表(4)门槛值0.4268时,数字经济对制造业绿色全要素生产率的影响系数为-4.1272,通过对异方差修正后的 t 值看通过了5%的显著性水平检验。由此说明在第一门槛区间内数字经济对制造业绿色全要素生产率存在负的影响。当制度环境高于门槛值0.4268时,数字经济对制造业绿色全要素生产率的影响系数为3.1583,通过修正异方差后的 t 值通过了1%的显著性水平检验,说明良好的外部制度环境下数字经济对制造业绿色全要素生产率的提升具有积极的促进作用。因此,积极改善外部环境使其超过门槛值就能充分发挥外部制度优势,激发制造业自主研发和创新活力,推动数字经济提升对制造业绿色全要素生产率的正向影响。

其次,如表(5)门槛回归结果显示,当行业规模低于5.7212时数字经济的估计系数值为3.1874,从修正异方差后的 t 值来看通过了1%的显著性水平检验。故在第一门槛区间内,数字经济对制造业绿色全要素生产率提升具有显著的正向影响;当行业规模高于5.7212时数字经济的估计系数值为14.7688,也通过了1%显著性水平检验,再次证明,在第二门槛区间内数字经济对制造业绿色全要素生产率提升同样具有积极的正向影响。而且,由于第二门槛区间内的影响力高于第一门槛区间,这说明行业规模越大对数字技术的需求就越高,从而进一步拉动数字化基础设施建设投入。通过技术创新不断提高数字化水平以此推动制造业发挥数字要素优势淘汰落后产能,不仅能够提升制造业绿色全要素生产率,而且可以通过自主研发推动产业链向高端迈进。

表5 门槛模型回归结果

门槛变量	(6)	(7)
	制度环境	行业规模
<i>Dig_1</i>	-4.1272** (2.4883)	3.1874*** (3.5965)
<i>Dig_2</i>	3.1583*** (7.1672)	14.7688*** (6.9426)
<i>RD</i>	0.9793*** (6.1415)	1.8764*** (4.6361)

<i>Pop</i>	-0.0542 ^{***} (1.9544)	-0.7471 [*] (-1.9213)
<i>Gov</i>	0.1775 (1.2143)	0.4990 [*] (1.9090)
<i>FDI</i>	0.4987 ^{***} (8.4766)	0.3574 ^{***} (4.4072)
常数项	1.0965 ^{***} (9.7470)	1.3452 ^{***} (11.2767)

注：*，**，***分别表示在 10%、5%和 1%水平下的显著性。

五、研究结论与启示

后疫情时代大力发展数字经济符合习近平主席在党的二十大中提出的绿色生态理念。数字经济与实体经济深度融合是数据成为新型生产要素的基础，也是发展“双循环”背景下建设现代化产业体系的内在要求，有助于传统制造业向绿色生态可持续发展产业转型。根据《2022 年度中国数字经济发展报告》显示，截止到 2021 年中国数字经济规模达到了 45.5 万亿元，占 GDP 的 39.8%，产业数字化已成为中国经济发展的主要引擎，为提升制造业绿色全要素生产率奠定了基础。鉴于此，深入探究数字经济发展对制造业绿色全要素生产率的影响，将关乎我国经济能否可持续发展。本文运用动态模型和 GML 指数围绕数字经济对制造业绿色全要素的影响展开研究并得出以下两个结论。第一，数字经济发展对制造业绿色全要素生产率提升具有显著的正向作用，是实现“两山理论”引领的绿色生态经济可持续发展的新动能。第二，数字经济对制造业绿色全要素生产率的影响存在制度环境和行业规模变量的单一门槛效应，说明数字经济对制造业绿色全要素生产率提升存在非线性特征。一方面，优越的制度环境能够虹吸更多的人才和资本流入，有助于实现为产业创业和数字经济融合。另一方面，行业规模越大就越能够加速数字化基础设施的聚集性建设，从而能够更好地获得数字要素带来的绿色创新优势，并以技术创新与数字要素双轮驱动实现制造业绿色发展。

经济-生态协调发展一直以来是我国经济发展的总指导方针之一，发展经济与保护生态两者之间并不矛盾。数字经济也是如此，发展数字经济就是使其更好地为实体经济服务。习近平总书记（2022）在党的二十大报告强调，建设我国现代化产业体系就是要着力发展实体经济，并要求加快促进数字经济和实体经济深度融合^[29]。因此，要充分发挥数字经济赋能绿色价值，使其更好地为传统制造业创造新动能。

参考文献:

- [1]陈超凡. 中国工业绿色全要素成产率及影响因素——基于 ML 成产率指数及动态面板模型的实证研究[J]. 统计研究, 2016, 33 (3) : 53-62.
- [2]Chung Y H,Fare R,Grosskopf S.Productivity and undesirable outputs a directional distance function approach[J]Journal of Environmental Economics and Management,1997(51):229-240.
- [3]Tone k.A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis [J].European Journal of operational Research,2001,130(3):498-509.
- [4]袁茜, 吴利华. 国家三大区域发展战略对城市经济绿色增长的影响评估[J]. 华东经济管理, 2019(11):5-14
- [5]李根忠, 朱洪亮. 长江经济带产业结构升级与绿色全要素生产率研究[J]. 运筹与管理, 2021, 30(5) :227-231.
- [6]赫永达, 王俏茹. 中国绿色生产效率测度及时空演变特征研究——基于非期望投入改进的 SBM[J]. 数理统计与管理, 2022, (09) :39-58.
- [7]张鹏. 数字经济的本质及其发展逻辑[J]. 经济学家, 2019, (02) :25-33.
- [8]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, (05) :23-41.
- [9]刘军, 张三峰. 中国数字经济测度与驱动因素研究[J]. 上海经济研究, 2020, (06) :81-96.
- [10]沈坤荣, 乔刚. 数字经济促进经济增长的机制研究[J]. 华东经济管理, 2022, (09) :64-73.
- [11]宋培, 李琳, 白雪洁. 中国数字经济创新发展的技术选择与效果评估 [J]. 科学学研究, 2022, (09) :116-127.
- [12]马晓君, 李艺婵, 刘淑敏. 空间效应视角下数字经济对产业结构升级的影响[J]. 统计与信息论坛, 2022, (10) :19-31.
- [13]肖国安, 张琳: 数字经济发展对中国区域全要素生产率的影响研究[J]. 合肥工业大学学报, 2019 (5) :6-12.
- [14]蔡玲, 汪洋. 数字经济与城市绿色全要素生产率: 影响机制与经验证据[J]. 经统计与决策, 2022, (09) :11-16.
- [15]周晓辉, 刘莹莹, 彭留英. 数字经济发展与绿色全要素成产率提高[J]. 上海经济研究, 2021, (12) :51-63.

- [16]张圆. 城市数字经济对绿色全要素生产率的空间效应研究——理论机理与实证检验[J]. 经济体制改革, 2022, (04):43-50.
- [17]张帆, 施震凯, 武戈. 数字经济与环境规制对绿色全要素生产率的影响[J]. 南京社会科学, 2022, (06):12-20+29.
- [18]程先文, 钱雪锋. 数字经济与中国工业绿色全要素生产率增长[J]. 经济问题探讨, 2021, (08):124-140.
- [19]乌静, 肖鸿波, 陈兵. 数字经济对绿色全要素生产率的影响研究[J]. 经金融与经济, 2022, (01):55-63.
- [20]肖远飞, 姜瑶. 数字经济对地区绿色全要素生产率的影响[J]. 科技和产业, 2021, (12):21-25.
- [21]王军, 朱杰, 罗茜. 中国数字经济发展水平及测度[J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38, (07):26-42.
- [22]郭峰, 王靖一, 王芳, 孔涛. 测度中国数字普惠金融: 指数编制与空间特征[J]. 国际贸易问题, 2020, 19(04):1401-14018.
- [23]徐金海, 夏杰长. 全球价值链视角的数字贸易发展: 战略定位与中国路径[J]. 改革, 2020, 1315(05):58-67.
- [24]HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2):345-368.
- [25]李金克, 张荣, 李伯钧. 环境动态性视角下大数据能力对制造业绿色竞争力的影响机制研究——基于 SBM-GML 指数模型[J]. 技术进步与对策, 2021, 38(23):67-75.
- [26]任思雨, 吴海涛, 冉启英. 对外直接投资、制度环境与绿色全要素生产率——基于广义分位数与动态门限面板模型的实证研究[J]. 国际商务, 2019, (03):83-96.
- [27]张建, 李占风. 对外直接投资促进了中国绿色全要素生产率增长吗——基于动态系统 GMM 估计和门槛模型的实证检验[J]. 国际贸易问题, 2020, (07):159-174.
- [28]李斌, 祁源, 李倩. 财政分权、FDI 与绿色全要素生产率——基于面板数据动态 GMM 方法的实证检验[J]. 国际贸易问题, 2016, (07):119-129.
- [29]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》. 北京: 人民出版社, 2022, 第 30 页。

Research on Human Capital Structure in Jiangsu of Digital Economy Development

Li Genzhong¹, Zhu hongliang²

¹School of Law and Business, Sanjiang University, Nanjing 210012, China;

²School of Engineering Management, Nanjing University, Nanjing 210039, China;

Abstract:

The development of the digital economy has enhanced the technological innovation capability of the manufacturing industry and improved its green all-factor production efficiency. Based on the panel data of 30 provinces (municipalities directly under the Central Government) in China from 2014 to 2021, this paper empirically analyzes the impact of digital economy on green total factor productivity of manufacturing industry and its mechanism from the perspective of institutional environment and industry scale. It is found that the digital economy can improve the green total factor yield by optimizing the institutional environment of the manufacturing industry and expanding the scale of the industry, but there is a nonlinear relationship between them. The development of industrial digitalization and digital industrialization is the driving force for the sustainable development of green total factor yield.

Keywords:

Digital economy; High-quality economic development; advanced human capital structure; human capital dividend