

数字普惠金融对中国绿色全要素生产率的影响分析

刘 丹, 陈家帅

武汉科技大学法学与经济学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2025年5月8日; 录用日期: 2025年5月27日; 发布日期: 2025年6月26日

摘 要

随着社会和经济的发展, 绿色发展是我国实现高质量发展的关键。推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。本文首先构建绿色全要素生产率(GTFP)指标体系, 选用北京大学金融中心发布的数字普惠金融指数作为研究对象, 构建空间面板模型, 对我国数字普惠金融和绿色全要素生产率的关系作进一步研究, 并探讨数字普惠金融对本地区GTFP的直接影响和相邻区域的空间溢出影响。研究结果表明: 数字普惠金融对GTFP具有显著的推动作用。进一步的空间效应分解显示数字普惠金融可以积极促进本地区绿色全要素生产率的发展, 并对邻近地区的绿色全要素生产率产生积极的空间影响。

关键词

数字普惠金融, 绿色全要素生产率, Stata模型

The Impact of Digital Financial Inclusion on China's Green Total Factor Productivity

Dan Liu, Jiashuai Chen

School of Law and Economics, Wuhan University of Science & Technology, Wuhan Hubei

Received: May 8th, 2025; accepted: May 27th, 2025; published: Jun. 26th, 2025

Abstract

With the development of society and economy, green development is the key to achieving high-quality development in China. Promoting green and low-carbon economic and social development is the key to achieving high-quality development. This paper first constructs the green total factor productivity (GTFP) index system, selects the digital inclusive finance index released by the Peking University Financial Center as the research object, constructs a spatial panel model, further studies the

relationship between digital inclusive finance and green total factor productivity in China, and explores the direct impact of digital inclusive finance on GTFP in the region and the spatial spillover impact of adjacent regions. The results show that digital financial inclusion has a significant role in promoting GTFP. Further spatial effect decomposition shows that digital financial inclusion can actively promote the development of green total factor productivity in the region, and have a positive spatial impact on the green total factor productivity in neighboring regions.

Keywords

Digital Financial Inclusion, Green Total Factor Productivity, Stata Model

Copyright © 2025 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. 研究背景

在 2016 年 G20 峰会上, 数字普惠金融被视为时代的必然结果, 是利用数字化技术来实现普惠金融的一种创新性发展, 其通过大数据技术建立了一个整体的信息存储系统, 节省了人力, 提高了金融服务的准确性。数字普惠金融的出现对缓解绿色全要素生产率发展过程中资金紧张问题起到了至关重要的作用。近年来为实现“双碳”目标, 推动经济绿色发展, 国家对发展数字普惠金融给予了极大的关注, 并制定了多项相关政策, 指出了数字普惠金融的发展方向和重点。

在此背景下, 我国数字普惠金融的发展状况是否适应生态文明绿色发展的要求, 能否利用数字普惠金融的数字技术等优势减轻我们国家的资源与环境限制, 加速经济转型与现代化, 提升 GTFP, 以及数字普惠金融对 GTFP 产生怎样的影响, 都是本文需要研究的重点。

2. 文献综述

关于金融发展与 GTFP 的关系的研究, 学者们各执己见。Zhu & Ye [1]、纪建悦和孙亚男[2]分别得到国内 R&D 资本存量、研发投入能够促进绿色技术进步的结论。Liu 等(2021) [3]测算了我国制造业 GTFP 和技术进步, 认为研发投入对技术进步的促进作用显著, 弓媛媛和刘章生[4]认为创新投入对绿色技术进步水平的提升也起到了正向影响。徐红和赵金伟[5]采用 GTFP 衡量 276 个城市的绿色技术进步, 认为研发投入可以促进绿色技术进步, 但该促进作用随着研发投入增加而减弱, 另外, 该促进作用由我国西部地区到东部地区逐渐减弱。万伦来和朱琴[6]研究发现自主研发抑制了企业绿色技术进步, 在低 R&D 投入行业更为显著, 邓峰和贾小琳[7]则认为自主研发还未产生明显的正向效应。李双燕等[8]发现研发投入对 GTFP 具有促进作用, 师博等[9]认为创新投入产生的促进作用只在高端技术制造业显著, 全良等[10]却认为当期研发投入强度抑制了工业 GTFP 的提高。Jiang 等[11]以我国首批智慧城市试点为基础, 利用 174 个地级城市 2005~2016 年的面板数据, 得到人力资本越丰富的城市对 GTFP 和绿色技术进步的正向影响越强的结论。马淑琴等[12]认为人力资本对绿色技术进步有正向影响, 韩科振[13]则认为高质量人力资本具有对绿色技术进步的推动作用。Wang 等[14]运用 Super-SBM-ML 模型测算了我国省级 GTFP 进行实证研究, 发现不同水平的人力资本对 GTFP 的影响程度不同。具体表现为, 高等教育人力资本促进地方 GTFP, 小学教育人力资本则抑制地方 GTFP。张桅和胡艳[15]研究发现, 创新型人力资本对 GTFP 的影响存在区域异质性。杨明海等[16]认为人力资本投资显著促进绿色技术创新, 王鹏和郭淑芬[17]还发现人力资本可以通过减小资本要素错配程度的路径实现对 GTFP 促进。颜青和殷宝庆[18]发现绿色研发投入

入和人力资本均显著促进绿色技术进步, 陈昭和张嘉欣[19]则发现自主研发与高级人力资本可以协同促进绿色技术进步。

学者们从数字普惠金融的内涵出发, 大致构建了 3 个分析维度, 分别是区域全要素生产率、企业全要素生产率和农业全要素生产率。研究发现, 在区域全要素生产率方面, 金融发展在促进经济发展的同时, 能促进全要素生产率的提升。作为金融的新型发展模式, 数字普惠金融对区域全要素生产率增长率的影响具有显著的促进作用[20]-[24]; 在企业全要素生产率方面, 主要通过融资约束的中介机制检验, 明确了数字普惠金融对企业全要素生产率的影响[25] [26]; 在农业全要素生产率的研究方面, 通过门槛效应, 明确了数字普惠金融对农业全要素生产率的影响[27] [28], 同时, 突出强调了技术效率对农业全要素生产率的影响[29]。

综上所述, 国内外关于数字普惠金融与绿色技术进步的文献较为丰富, 但多是两两之间进行分析, 且人力资本和研发投入对绿色技术进步的作用路径较为简单。同时对三者之间的关系进行探讨的文献较少, 基于空间层面探讨技术溢出推动技术进步的研究也并不常见。因此, 本文将人力资本、研发投入及二者交互项同时作为核心解释变量进行模型设定; 考虑到人力资本在对绿色技术进步产生作用时, 会受到研发投入的干扰, 将研发投入作为门槛变量, 探讨其对人力资本的调节作用; 另外, 各省份之间人员流动会促进技术扩散与转移, 但该技术流通渠道受到地理位置的限制及经济发展水平的约束, 因此, 结合地理属性和经济属性并设定经济地理嵌套空间权重矩阵, 考察空间溢出效应。

3. 数字普惠金融对绿色全要素生产率影响的实证分析

随着特大、超大城市的产生, 城市的集聚和辐射功能得到了加强, 一些中心城市对邻近城市产生了辐射效应, 这有助于这些城市迅速发展, 形成互动和相互依存的积极协同作用。那么数字普惠金融的发展是否能够通过辐射效应带动邻近城市发展呢? 本节将通过构建数字普惠金融与绿色全要素生产率的空间面板模型, 对二者间的具体影响和空间效应进行深入研究。

3.1. 模型选择

随着空间经济学的发展, 1988 年 Anselin 在研究经济行为时, 将空间因素代入计量模型, 考虑到数据的空间非匀质性。在此基础上 Anselin 在 1997 年将空间计量模型运用到面板数据中, 此后空间计量经济学模型逐渐形成分析主流。常见空间计量模型有以下三种:

空间杜宾模型(SDM)基本形式:

$$Y_{it} = \rho W_{it} Y_{it} + \beta X_{it} + \theta W_{it} X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.1)$$

空间误差模型(SEM)基本形式:

$$\begin{aligned} Y_{it} &= \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \\ \varepsilon_{it} &= \rho W_{it} \varepsilon_{it} + \mu_{it} \end{aligned} \quad (3.2)$$

空间滞后模型(SAR)基本形式:

$$y_{it} = \gamma W_{it} y_{it} + \beta X_{it} + \mu_{it} \quad (3.3)$$

其中, W 为空间权重矩阵, 本文选择空间经济距离矩阵, ρ 为空间相关系数, β 为解释变量的回归系数, ε 为随机误差项。

3.2. 变量选取和数据说明

1) 变量选取

根据前面的分析, 本文选择了第三章所测度的 **GTFP** 作为被解释变量; 以数字普惠金融作为核心解释变量, 选取北京大学数字普惠金融指数进行衡量。该指标体系涵盖覆盖广度、使用深度和数字支付服务程度 3 个一级维度指标, 能够反映我国数字普惠金融发展程度和地区均衡程度[30]。要使被忽视的变数最小化, 以保证对模型的估算更精确, 本文借鉴已有研究, 引入经济发展(lgdp)、科技创新(techn)、人力资本(educa)、政府研发投入(rd)、城镇化水平(urban)、产业结构(ins)等控制变量。各控制变量的具体说明如表 1:

Table 1. Descriptions of variables
表 1. 各变量说明

变量类别	变量名称	符号	指标选取
被解释变量	绿色全要素生产率	GTFP	非期望 SBM 模型测算
解释变量	数字普惠金融	index	北大数字金融研究中心
控制变量	经济发展	lgdp	人均地区生产总值
	科技创新	techn	科技支出与财政支出的比值
	人力资本	educa	人均受教育年限
	政府研发投入	rd	研发机构 R&D 总支出
	城镇化水平	urban	人均道路面积
	产业结构	ins	第二产业值与总产业值比值

表 2 的描述性统计显示, 我国不同地区的数字普惠金融和 **GTFP** 发展不均衡, 区域之间其它影响因素如经济发展、产业结构等方面也均存在着较大的差异变化。

Table 2. Descriptive statistics for each variable
表 2. 各变量描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
index	300	216.9116	96.6539	18.33	431.93
lgdp	300	54081.19	27739.97	16,165	164,889
techn	300	0.1962	1.1519	1.1770	4.7768
educa	300	0.4028	0.8891	1.2328	4.1789
rd	300	0.3958	1.2989	0.6857	6.6268
urban	300	0.6435	1.0365	2.0824	3.3842
ins	300	21.2467	22.3204	0.6478	97.3292

2) 数据说明

以上数据均来源于北大数字金融研究中心、国家统计局网站和各省市统计年鉴, 数据区间为 2011~2020 年。为消除可能的量纲影响, 在模型估计时对所有变量做标准化处理。

3.3. 空间面板模型估计

1) 全局空间自相关检验

采用 Stata15 软件, 依据莫兰指数的公式, 对 2011~2020 年的 GTFP 和数字普惠金融的莫兰指数进行了测算, 得到了对应的 P 值, 见表 3。由表 3 可以看出, 2011~2020 年的 GTFP 和数字普惠金融的莫兰指数均为正值, 且均通过了显著性检验, 具有相对显著的正空间相关性。因此, 在建立数字普惠金融和 GTFP 的影响模型时, 应客观地考虑到空间效应。并且整体上看两者的 Moran's I 均呈现升降波动的趋势, 表明当前地区的绿色全要素生产率与数字普惠金融的发展会受到相邻地区影响, 呈现不稳定状态, 导致区域发展不平衡。

Table 3. Global Moran index
表 3. 全局莫兰指数

年份	绿色全要素生产率		数字普惠金融	
	Moran's I	P 值	Moran's I	P 值
2011	0.299	0.001	0.431	0.000
2012	0.160	0.040	0.412	0.000
2013	0.121	0.080	0.129	0.065
2014	0.123	0.078	0.365	0.000
2015	0.099	0.144	0.298	0.001
2016	0.171	0.068	0.286	0.002
2017	0.179	0.053	0.320	0.001
2018	0.095	0.121	0.323	0.001
2019	0.312	0.001	0.330	0.000
2020	0.307	0.001	0.326	0.001

2) 空间计量模型选择

本文选择拉格朗日检验即 LM 检验来检验面板数据中是否存在空间误差和空间滞后效应, 根据计量结果进行模型选择。使用 Stata15 软件进行检验, 结果见表 4。

Table 4. Model selection tests
表 4. 模型选择检验

Test	Statistic	P-value
Spatial error		
Moran's I	8.802	0.000
Lagrange multiplier	66.90	0.000
Robust Lagrange multiplier Spatial lag	29.612	0.000
Lagrange multiplier	41.298	0.000
Robust Lagrange multiplier	4.010	0.045
LR_Spatial_lag	40.42	0.000
LR_Spatial_error	30.20	0.000
Wald_Spatial_lag	65.23	0.000
Wald_Spatial_error	60.70	0.000

表 4 结果显示, 经典 LM 检验在 1% 的显著性水平下显著, 表明存在空间误差效应和空间滞后效应。此时, 无法判断哪种模型更优, 在此情形下, 我们可以假定它是一个空间的杜宾模型。另外, LR 似然比检验和 Wald 检验的结果也表明该模型并未退化为空间滞后模型及空间误差模型。从表 4 中可以看出, LR 检验和 Wald 检验都通过了 1% 的显著性检验, 即在考虑空间因素的前提下, 空间杜宾模型更适合本文。同时豪斯曼结果显示 Hausman Test = 36.60, P = 0.001 在 1% 的显著性水平下显著, 因此选用固定效应模型。为此, 本章选择了具有双固定效应的空间杜宾模型作为研究模型。

3) 模型结果分析

表 5 表明, 空间杜宾模型的空间自相关系数为 0.4173, 在 1% 的显著性水平下显著, 这表明了我国各省市的 GTFP 存在着明显的正向空间相关性, 地区之间的 GTFP 存在着明显的空间集聚效应。模型的拟合优度为 0.7316, 表明空间杜宾模型(SDM)拟合良好。下面依照空间杜宾模型的参数估计结果, 分别对核心解释变量——数字普惠金融和控制变量进行具体分析。

Table 5. Spatial Durbin regression results
表 5. 空间杜宾回归结果

	变量	符号	系数/统计量值	z 值	P 值
影响系数	数字普惠金融	index	0.7915**	2.35	0.019
	经济发展	lgdp	0.9659***	4.21	0.000
	科技创新	techn	0.0894	1.22	0.221
	人力资本	educa	-0.0506	-0.32	0.747
	政府研发投入	rd	0.0562	0.69	0.491
	城镇化水平	urban	0.2411**	2.34	0.019
	产业结构	ins	-0.0486***	-4.97	0.000
空间滞后项	数字普惠金融	index	6.4538***	5.71	0.000
	经济发展	lgdp	0.8946**	-1.97	0.049
	科技创新	techn	-0.4047*	-1.78	0.075
	人力资本	educa	-1.1767***	-2.99	0.00
	政府研发投入	rd	0.0908	0.4	0.691
	城镇化水平	urban	-0.4184	-1.14	0.255
	产业结构	ins	0.0142	0.37	0.713
	空间自回归系数		0.4173***	5.83	0.000
	拟合优度		0.7316	-	-

注: **、*、*分别表示在 1%、5%、10% 的水平下显著。

a) 核心解释变量

核心解释变量的空间相关系数满足 1% 的显著性水平, 说明数字普惠金融对绿色全要素生产率在空间上具有显著的空间相关性。数字普惠金融的影响系数为正, 数字普惠金融每增加一个单位, 就对应着 GTFP 增加 0.7915 个单位。这表明, 数字普惠金融对该地区 GTFP 的发展具有积极影响, 随着数字普惠金融规模的扩大, 我国绿色全要素生产率水平也将进一步提升。

b) 控制变量

控制变量中经济发展、城镇化水平和产业结构三个变量通过了显著性检验,说明经济发展、城镇化水平和产业结构对我国 GTFP 的发展产生显著影响。其中,经济发展和城市化率的系数为正,因为城市经济增长,人们的生活水平提高,迫使环境向绿色节能环保方向发展,使得绿色经济得以发展。地区城镇化率的提高能够推动城市企业绿色发展,使得绿色全要素生产率水平升高;而产业结构系数为负,由于产业结构的影响方向为负向,所以对我国绿色全要素生产率也表现出一定的正向影响。科技创新、人力资本和政府研发投入未能通过显著性检验,本研究没有证据表明这三个变量能够对我国绿色全要素生产率产生显著影响。

上述空间杜宾模型显示,数字普惠金融对 GTFP 的影响显著为正,说明普惠金融对 GTFP 发展有显著的推动作用,由于 GTFP 本身便具有较强的空间集聚性,上述模型不能完全反映每个变量对 GTFP 的影响。为了克服空间计量经济学模型的系数难以解释的问题,借鉴 Lesage 等人的研究成果,以此为基础利用偏微分法进行了空间效应分解。用效率分解法来分析某地区自变量分别对本地区因变量、邻近地区因变量和所有地区因变量的具体影响。空间杜宾模型直接效应、间接效应和总效应的结果如表 6 所示:

Table 6. Spatial effect decomposition
表 6. 空间效应分解

变量	直接效应	间接效应	总效应
index	0.5515*	6.3127***	6.8677***
lgdp	0.9294***	-0.8134*	0.1159*
techn	0.0833	-0.4374*	-0.3542
educa	-0.0954	-1.4129***	-1.5083***
rd	0.0596	0.1550	0.2146
urban	0.2311**	-0.4486	-0.2174
ins	0.0483***	0.0075	-0.0408***

注: **、*、***分别表示在 1%、5%、10%的水平下显著。

根据表 6 的结果,下面分别对核心解释变量和各控制变量的效应进行分析:

1) 核心解释变量

通过对数字普惠金融这一核心解释变量的影响分析,我们可以看出,它的直接效应、间接效应和总效应均在 10%的显著性水平下显著。

从总效应来看,我国 30 个省市数字普惠金融对绿色全要素生产率的影响系数为 6.8677,表明个体数字普惠金融对整体区域 GTFP 水平具有明显的正向影响。对于某省市来说,本地区数字普惠金融的发展,在平均意义上会导致区域整体的 GTFP 水平上升,推动所有地区绿色经济的进一步发展。

整体而言,当一个省市的数字普惠金融规模不断扩张时,其区域内的 GTFP 也将随之提升,从而推动区域内的绿色经济向更高层次发展;此外,一个省市的数字普惠金融发展规模扩张,也会对其邻近区域的 GTFP 产生正向作用;积极的直接效应和空间溢出效应共同作用,因此当一个省市的数字普惠金融水平提高时,我国整体的绿色全要素生产率也会提高,验证了假说一。

2) 控制变量

从对控制变量——人力资本、城镇化水平、经济发展、政府研发投入、科技创新和产业结构的效应分解结果中可以看到,直接效应中,经济发展、城镇化水平和产业结构通过了显著性检验;间接效应中

有 3 个变量通过了显著性检验, 分别是经济发展、科技创新和人力资本; 总效应中经济发展、人力资本和产业结构通过了显著性检验。

从总效应来看, 我国 30 个省市的经济发展、人力资本和产业结构的总效应显著, 其影响系数分别为 0.1159、-1.5083 和-0.0408, 且均在 10%的水平下显著, 说明某省市的经济发展、人力资本和产业结构的变动, 平均而言能够带动整个区域绿色全要素生产率水平的变化。其中, 人力资本的总效应系数为负, 即随着某地区人力资本水平的提高, 在平均意义上会导致所有地区绿色全要素生产率水平下降; 经济发展和产业结构水平的总效应为正, 即某地区经济发展和产业结构水平的提高, 在平均意义上会带动所有地区绿色全要素生产率的提升。

总体而言, 在控制变量中, 我国 30 个省市的经济发展、人力资本和产业结构对绿色全要素生产率的影响是显著的, 这三个因素既对本地区有直接影响, 也对邻近的省市有空间效应。其中, 产业结构对 GTFP 增长的作用是正向的, 这一方面与第三产业转型有关, 部分省份第三产业完成绿色转型, 一定程度上节能减排, 对 GTFP 产生正向影响。经济发展水平具有正向效应, 一方面, 随着经济水平的提高, 政府和企业对绿色低碳发展也愈发重视, 原本粗放发展模式逐步转向绿色集约发展, 推动 GTFP 发展。而在另一种情况下, 在人均收入到达某一程度后, 居民对良好的生活环境有更大的需求, 这又会促进污染治理, 从而提高 GTFP。

3.4. 稳健性检验

1) 核心解释变量滞后一阶

从上表中的回归结果来看, 空间杜宾模型的回归结果的系数基本上达到了显著性水平, 这表明了空间计量模型的估计结果是稳健的。为了对空间杜宾模型的结果进行稳健性检验, 避免因变量的内生性而引起的估计误差, 将核心解释变量和控制变量滞后一期再进行空间计量模型分析, 结果见表 7。如表 7 列(1)所示, 结果表明核心解释变量在 10%的显著性水平下显著, 通过了稳健性检验。

2) 缩尾处理

不管是一手数据还是二手数据, 都有可能出现异数。为防止不合理数值的影响, 我们将 GTFP 作为被解释变量, 在 1%的水平下对其进行了缩尾处理, 以剔除不合理数值, 从而体现出数字普惠金融对 GTFP 效应的稳健性, 空间计量结果如下表 7 列(2)所示。结果显示, 绿色全要素生产率进行 1%的缩尾处理后的系数为 0.6517 与上文的符号一致, 通过了 10%的显著性检验, 显著性水平和系数值大小没有发生明显变化。因此, 说明本文构建的模型是稳健的。

3) 更换空间权重矩阵

为了进一步检验上述 SDM 模型估计结果与溢出效应的稳健性, 本文利用空间邻接矩阵来替换经济距离矩阵并基于上述指标体系进行重新估计。表 7 列(3)为空间邻接矩阵下的空间计量分析, 结果显示模型的回归效果、显著性与符号和前文的回归结果大体一致; 由此可见, 所估计结果通过了稳健性检验。

Table 7. Robustness test results
表 7. 稳健性检验结果

变量	(1)		(2)		(3)	
	GTFP	W·x	GTFP	W·x	GTFP	W·x
index	0.3010*	4.6497***	0.6517**	7.6723***	0.6208*	1.0865**
	(1.73)	(3.81)	(2.35)	(5.00)	(1.80)	(2.18)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制

续表

地区效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	300	300	300	300	300	270
R-squared	0.333	0.333	0.356	0.356	0.349	0.349
Number of id	30	30	30	30	30	30

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10%的水平下显著。

4. 结论与建议

4.1. 结论

通过空间自相关检验发现我国数字普惠金融和绿色全要素生产率具备空间上的相关性，空间杜宾模型的结果显示，空间相关系数为正，并通过了 1%的显著性检验，表明数字普惠金融对 GTFP 发展的贡献很大。通过对空间效应的深入分解发现，数字普惠金融可以促进区域内的 GTFP 增长，并对周边区域产生积极的空间溢出作用，即一个地区的数字普惠金融发展可以直接提高该地区以及邻近地区的 GTFP 水平。在控制变量中，经济发展、人力资本和产业结构对 GTFP 有显著影响，表现为对本区域的直接影响以及对周边区域的空间溢出作用。

4.2. 建议

1) 加快构建数字普惠金融的基础设施建设，侧重数字化程度普及

加强区域互联网基础设施建设，完善支付、信贷和金融管理等数字普惠金融功能。提高数字系统、设备和技术在数字普惠金融服务中的运用，降低普惠金融交易成本。聚焦客户群体、微型企业和经济较落后的省份，在偏远地区推广普惠金融服务和数字化服务。在覆盖范围方面，完善线上线下多样化服务，充分发挥金融和实体数字网络的作用，推进数字普惠金融基础设施的建设进程。

2) 政府加大宏观调控，政策偏好倾斜

政府可以通过政策对传统金融机构进行引导，在推动普惠金融发展的同时大力整合应用新型数字化技术，推动数字普惠金融在优化区间上深入发展，继而有效提升全要素生产率。政府应加强对实体企业的金融支持，重点发展高新技术企业。支持具有低污染，高效能，市场竞争能力强的高新技术企业。对耗能高，没有市场竞争能力的重污染企业，要采取有针对性的措施，促进工业现代化。要对绿色发展保障机制的制度进行健全，并进一步推进有关法律法规的落实，为提高绿色全要素生产率创造良好的制度环境。

3) 加强东中西三大区域合作，推进区域协同发展进程

我国东、西、中三个区域在绿色全要素生产率的整体水平上存在着一定的差别，因此，应根据区域特征谋求破局之策，在东部数字普惠金融发展状况较好的地区，数字普惠金融发展的侧重应是开发新型数字普惠金融产品与服务；中部地区应在推动普惠金融发展的同时，加强数字技术的结合运用；而西部地区则应侧重于完善基础设施建设和数字普惠金融宣传，有效减少金融排斥，促进各地区全要素生产率的增长。

参考文献

- [1] Zhu, S. and Ye, A. (2018) Does the Impact of China's Outward Foreign Direct Investment on Reverse Green Technology Process Differ across Countries? *Sustainability*, **10**, Article 3841. <https://doi.org/10.3390/su10113841>

- [2] 纪建悦, 孙亚男. 环境规制、研发投入与绿色技术进步——基于中国省级面板数据的实证分析[J]. 河南师范大学学报(哲学社会科学版), 2021, 48(6): 52-59.
- [3] Liu, W., Du, M. and Bai, Y. (2021) Mechanisms of Environmental Regulation's Impact on Green Technological Progress—Evidence from China's Manufacturing Sector. *Sustainability*, **13**, Article 1600. <https://doi.org/10.3390/su13041600>
- [4] 弓媛媛, 刘章生. 金融结构与绿色技术进步: 理论模型、影响效应及作用机制[J]. 经济经纬, 2021, 38(5): 151-160.
- [5] 徐红, 赵金伟. 研发投入的绿色技术进步效应——基于城市层面技术进步方向的视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(2): 121-128.
- [6] 万伦来, 朱琴. R&D 投入对工业绿色全要素生产率增长的影响——来自中国工业 1999~2010 年的经验数据[J]. 经济学动态, 2013(9): 20-26.
- [7] 邓峰, 贾小琳. 贸易开放、多渠道 FDI 与高技术产业绿色技术进步——基于中国省际数据的空间计量及 VAR 脉冲分析[J]. 科技进步与对策, 2020, 37(23): 71-80.
- [8] 李双燕, 谈笑, 斯宏浩. 普惠金融与绿色全要素生产率——基于 R&D 投入视角[J]. 当代经济科学, 2021, 43(6): 77-88.
- [9] 师傅, 姚峰, 李辉. 创新投入、市场竞争与制造业绿色全要素生产率[J]. 人文杂志, 2018(1): 26-36.
- [10] 全良, 张敏, 赵凤. 中国工业绿色全要素生产率及其影响因素研究——基于全局 SBM 方向性距离函数及 SYS-GMM 模型[J]. 生态经济, 2019, 35(4): 39-46.
- [11] Jiang, H., Jiang, P., Wang, D., et al. (2021) Can Smart City Construction Facilitate Green Total Factor Productivity? A Quasi-Natural Experiment Based on China's Pilot Smart City. *Sustainable Cities and Society*, **69**, Article 102809.
- [12] 马淑琴, 戴军, 温怀德. 贸易开放、环境规制与绿色技术进步——基于中国省际数据的空间计量分析[J]. 国际贸易问题, 2019(10): 132-145.
- [13] 韩科振. 自主创新与技术溢出对我国绿色技术进步的影响研究——基于面板门限模型的实证分析[J]. 价格理论与实践, 2020(7): 149-153.
- [14] Wang, M., Xu, M. and Ma, S. (2021) The Effect of the Spatial Heterogeneity of Human Capital Structure on Regional Green Total Factor Productivity. *Structural Change and Economic Dynamics*, **59**, 427-441. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2021.09.018>
- [15] 张桅, 胡艳. 长三角地区创新型人力资本对绿色全要素生产率的影响——基于空间杜宾模型的实证分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(9): 106-120.
- [16] 杨明海, 刘凯晴, 谢送爽. 教育人力资本、健康人力资本与绿色技术创新——环境规制的调节作用[J]. 经济与管理评论, 2021, 37(2): 138-149.
- [17] 王鹏, 郭淑芬. 正式环境规制、人力资本与绿色全要素生产率[J]. 宏观经济研究, 2021(5): 155-169.
- [18] 颜青, 殷宝庆. 环境规制工具对绿色技术进步的差异性影响[J]. 科技管理研究, 2020, 40(12): 248-254.
- [19] 陈昭, 张嘉欣. 国际技术溢出、自主研发与绿色技术进步——基于异质性人力资本的调节效应分析[J]. 晋阳学刊, 2020(1): 84-96.
- [20] 惠献波. 数字普惠金融发展与城市全要素生产率: 来自 278 个城市的经验证据[J]. 投资研究, 2021(1): 4-15.
- [21] 侯层, 李北伟. 金融科技是否提高了全要素生产率: 来自北京大学数字普惠金融指数的经验证据[J]. 财经科学, 2020(12): 1-12.
- [22] 惠献波. 数字普惠金融与城市绿色全要素生产率: 内在机制与经验证据[J]. 南方金融, 2021(5): 20-31.
- [23] 贺茂斌, 杨晓维. 数字普惠金融、碳排放与全要素生产率[J]. 金融论坛, 2021(2): 18-25.
- [24] 胡歆韵, 杨继瑞, 郭鹏飞. 数字经济与全要素生产率测算及其空间关联检验[J]. 统计与决策, 2022(4): 10-14.
- [25] 顾宁, 吴懋, 赵勋悦. 数字普惠金融对小微企业全要素生产率的影响: “锦上添花”还是“雪中送炭”[J]. 南京社会科学, 2021(12): 35-47.
- [26] 张树果. 数字金融对企业全要素生产率的影响研究: 基于融资约束的中介效应[J]. 浙江金融, 2022(1): 70-80.
- [27] 葛和平, 高越. 数字普惠金融发展对农业全要素生产率的影响[J]. 财会月刊, 2021(24): 144-151.
- [28] 沈洋, 唐海英, 周鹏飞. 数字普惠金融能提高农业全要素生产率吗? 基于省级面板数据的实证检验[J]. 上海立信会计金融学院学报, 2021(2): 15-27.
- [29] 刘艳. 数字普惠金融对农业全要素生产率的影响[J]. 统计与决策, 2021(21): 123-126.
- [30] 陈清华, 王艳, 贺静宜. 数字普惠金融、企业技术创新与经济增长质量[J]. 当代金融研究, 2022, 5(1): 38-49.