

乡村产业数字化对AGTFP的影响研究

张浩林, 林盟, 凌健翔

安徽财经大学统计与应用数学学院, 安徽 蚌埠

收稿日期: 2026年2月9日; 录用日期: 2026年3月6日; 发布日期: 2026年3月18日

摘要

本文探究乡村产业数字化对农业绿色全要素生产率(*AGTFP*)的影响。首先采用熵权-TOPSIS、SBM-GML模型分别测算数字化水平与*AGTFP*; 经Hausman检验, 建立固定效应模型; 检验技术效率的中介效应、数字化的门槛效应, 并开展异质性分析与Bootstrap稳健性检验。结果表明: (1) 数字化通过技术效率间接影响*AGTFP*; (2) 存在单门槛效应, 低数字化阶段正向影响在1%水平显著, 高阶段仅10%水平显著; (3) 影响存在区域异质性, 中西部显著, 东南沿海与北部地区较弱。(4) 在对*AGTFP*的影响作用中, 数字化存在显著正向的空间溢出效应, 受灾面积存在显著负向的空间溢出效应。

关键词

AGTFP, SBM-GML, 熵权-TOPSIS, 中介效应, 门槛效应

The Impact of Rural Industrial Digitalization on *AGTFP*

Haolin Zhang, Meng Lin, Jianxiang Ling

School of Statistics and Applied Mathematics, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu Anhui

Received: February 9, 2026; accepted: March 6, 2026; published: March 18, 2026

Abstract

This study examines the impact of rural industrial digitalization on Agricultural Green Total Factor Productivity (*AGTFP*). The levels of digitalization and *AGTFP* are measured using the entropy weight-TOPSIS method and the SBM-GML model, respectively. Based on the Hausman test, a fixed-effects model is established. The mediating effect of technical efficiency, the threshold effect of digitalization, heterogeneity analysis, and Bootstrap robustness tests are conducted. The results indicate that: (1) Digitalization indirectly affects *AGTFP* through technical efficiency; (2) A single threshold effect exists, with a significant positive impact at the 1% level in the low digitalization stage, but only at

the 10% level in the high stage; (3) The impact shows regional heterogeneity, being significant in central and western regions but weaker in southeastern coastal and northern regions; (4) Digitalization exhibits a significant positive spatial spillover effect on *AGTFP*, while the disaster-affected area shows a significant negative spatial spillover effect.

Keywords

AGTFP, SBM-GML, Entropy-Weighted TOPSIS, Mediation Effect, Threshold Effect

Copyright © 2026 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

2025 年是“十四五”规划收官之年，我国农业现代化进入提质增效关键阶段。面对资源环境约束、绿色生产水平不高等问题，农业绿色化、数字化、高效化转型成为国家战略重点。当前乡村产业数字化正由基础建设转向系统集成，但数字基础设施不均、技术推广不足等问题，制约了数字技术与农业全链条的深度融合。作为农业绿色高质量发展核心指标，农业绿色全要素生产率(*AGTFP*)面临环境压力与边际收益递减双重约束，而现有研究对数字化影响 *AGTFP* 的机制、区域差异与门槛效应缺乏系统探究，深化该研究具有重要理论与现实意义。

2. 理论基础与研究假设

2.1. 数字化水平对 *AGTFP* 的直接影响

从理论渊源看，内生增长理论将技术进步与知识积累内生，为理解数字化作为新型生产要素驱动增长提供了核心框架[1]。数字化，特别是其承载的数据要素，通过降低信息不对称、加速知识溢出与重组，直接优化资源配置效率，成为提升全要素生产率的内生动力[2]。诱致性技术创新理论[3]进一步指出，要素相对价格变化会引致技术变迁。数字化改变了传统要素的相对稀缺性与组合方式，诱发出资源节约、环境友好的技术创新路径，从而直接提升包含环境约束的农业绿色全要素生产率。

大量实证研究证实，数字基础设施建设与 *AGTFP* 存在显著正相关[3] [4]。物联网、大数据、人工智能等数字技术赋能精准农业，通过对土壤、气象、作物生长的实时感知与智能分析，实现水、肥、药等投入品的减量化与精准施用，从源头减少资源浪费与面源污染，直接促进 *AGTFP* 增长[4] [5]。

然而，数字技术存在潜在的环境负外部性。一方面，数字硬件设备的全生命周期会产生额外的能源消耗与电子废物[6]。另一方面，数字技术通过提高传统生产效率、降低产品相对价格而引发“回弹效应”，导致总体资源消耗量不降反增[7]。在农业领域，若数字化仅聚焦于产量最大化而忽视生态成本，或数字设备的运行能耗抵消了其带来的资源节约效益，则会削弱其对 *AGTFP* 的净正向贡献。因此，数字化对 *AGTFP* 的最终影响，是其绿色增效作用与潜在新增环境成本两者权衡的结果。

假设 1：数字化水平对 *AGTFP* 具有显著正向的直接影响。

2.2. 技术效率的中介效应

数字化对 *AGTFP* 的影响并非仅有直接路径，通过提升技术效率产生间接驱动是另一关键机制。资源基础观认为，数字化赋能农业经营主体获取、处理与利用信息的能力，这种信息化能力成为其改进生产

效率、优化资源配置的战略性资源[8]。农业智能化与机械化设备的应用,能够优化农事操作流程、减少人力与物力的错配与浪费,从而直接提升技术效率[9]。

在生产率测算方法论上,基于数据包络分析的SBM方向性距离函数与GML指数的结合,已成为测度并分解AGTFP的主流方法[10]。该方法可将AGTFP的增长分解为技术效率变化(*Efficiency Change, EC*)与技术进步(*Technical Change, TC*)。针对中国农业的众多研究表明,技术效率改善是过去一段时期AGTFP增长的主要贡献来源[11][12]。数字化通过提升生产过程的精细化管理水平和资源利用效率,驱动技术效率(*EC*)的进步。中介效应模型的实证检验显示,数字化首先作用于农业生产过程的组织管理和要素配置,提升技术效率,进而将这一效率增益传导至最终的AGTFP增长[13]。这一路径在资源约束紧、技术效率提升空间大的西部地区作用更为凸显[14]。多项研究证实,技术效率在数字化与AGTFP之间扮演了中介角色,数字化必须依托于运营和管理效率的实质性改善,才能有效转化为农业绿色转型的成果[15]。

假设2:数字化通过提升技术效率间接促进AGTFP增长。

2.3. 数字化水平对AGTFP影响的门槛效应

数字化对AGTFP的影响呈现显著的非线性门槛特征[16]。门槛效应理论指出,核心解释变量对被解释变量的影响会在其自身达到特定临界值时发生结构性变化。在数字化发展初期,即其水平低于某一临界阈值时,数字技术作为一种新兴的通用目的技术,其初步引入与应用能迅速克服农业生产经营中的基础性障碍,对AGTFP表现出强劲的边际推动力[17]。然而,一旦数字化水平跨越该门槛值,其推动效应可能相对减弱[18],这源于两方面理论预期:其一,根据技术吸收能力理论,当数字化从普及应用迈向深度融合时,其对组织流程、人力资本和协同网络提出了更高要求,若这些互补性要素未能同步升级,则进一步数字化投入的边际收益可能递减。其二,网络效应在达到一定规模后,其增量提升对系统整体效率的改善速度可能放缓。此时,数字化对AGTFP的促进作用将更多地取决于技术与组织、制度的复杂协同,而非单纯的技术水平提升[19]。这种非线性影响特征表明,数字化驱动农业绿色转型的效能存在阶段性差异。

假设3:数字化水平对AGTFP的影响存在门槛效应,以数字化水平为门槛变量。

3. 研究设计

3.1. 指标选取

3.1.1. 控制变量

参考侯宇等人的研究成果,选取粮食产量、受灾面积、农产品价格指数和灌溉碳排放量作为控制变量。

粮食产量(*Gro*):其对AGTFP存在双重影响[20]。增产可通过规模效应、资源集约提升AGTFP;但过度追求产量易引发化肥农药滥用、面源污染,进而抑制AGTFP。

受灾面积(*Da*):灾害扩大会直接损失生产要素、降低技术效率,显著抑制AGTFP[21];灾后短期过度投入还会加重环境压力,进一步制约其绿色提升。

农产品价格指数(*API*):通过市场机制影响生产决策[22]。价格上涨可带动规模经济、提升AGTFP,但若引发化学品过度投入,则会加剧污染、产生负向作用。

灌溉碳排放量(*ICE*):反映农业能源消耗与环境压力[23],高碳排放代表生产模式不可持续,作为非期望产出显著抑制AGTFP。

3.1.2. AGTFP 测算指标体系

本研究参考侯宇等人的做法,选取投入、产出指标,构建AGTFP指标体系,并引入非期望产出[24]。

完整的指标体系见表 1。其中，农业碳排放量采用 IPCC 系数法，按各类农业投入品排放系数加权核算农业碳排放量。

Table 1. Agricultural green TFP indicator system

表 1. AGTFP 指标体系

一级指标	二级指标	说明	单位
投入	土地投入	农作物播种面积	千公顷
	劳动投入	第一产业就业人数	万人
	机械投入	农业机械总动力	万千瓦
	能源投入	农用柴油使用量	万吨
		农村用电量	亿千瓦时
	水资源投入	耕地灌溉面积	千公顷
	农业化学品投入	化肥使用量	万吨
		农药使用量	万吨
塑料薄膜使用量		万吨	
产出	期望产出	第一产业增加值	亿元
	非期望产出	农业碳排放	万吨

3.1.3. 乡村产业数字化测算指标体系

本研究依据宋婷等人的研究成果，选取网络覆盖与质量、物流与能源设施等 7 个一级指标，并适配相应的二级指标[25]。构建数字化程度指标体系如表 2。

Table 2. Indicator system for rural industrial digitalization

表 2. 乡村产业数字化指标体系

一级指标	三级指标	单位
网络覆盖与质量	移动电话覆盖率	%
	光缆线路长度	万公里
	县域网络投资水平	亿元
物流与能源设施	农村投递线路	万千米
	已通邮的行政村比重	%
	农民交通通讯水平	千元/人
	农村总人口	万人
智慧农业应用	农村数字化基地数量	个
	环境与农业气象观测站个数	个
	企业网站数	万个
企业数字化运营	企业参加电子商务活跃度	—
	电子商务采购额	亿元
新业态与产出效益	第三产业增加值	亿元

续表

	农村消费品零售水平	万元/人
	农村网络支付数量及规模	亿元
科技创新能力	专利有效率	%
资金投入保障	数字产业固定资产投资	亿元
	数字服务固定资产投资	亿元

3.2. 数据来源

本研究采用 2011~2023 年共 13 年省级面板数据,剔除数据缺失较多的西藏、港澳台后,覆盖全国 30 个省份。乡村产业数字化数据来源于《中国统计年鉴》、各省市统计年鉴及工信部统计数据; *AGTFP* 投入产出数据取自《中国农村统计年鉴》,农业碳排放采用 IPCC 系数法测算。控制变量数据分别来自《中国农村统计年鉴》、国家发改委、《中国水资源公报》及能源消耗数据。

3.3. 研究方法

3.3.1. SBM-GML 模型

SBM-GML 模型测算 *AGTFP*。先确定决策单元,选取投入、期望产出与非期望产出指标,整合全期数据构建全局生产可能集;再求解当期和全局的 SBM 非径向距离函数,据此计算 GML 指数,并将其分解为技术效率(*EC*)和技术进步指数(*TE*)。

3.3.2. 熵权-TOPSIS 模型

本研究运用熵权-TOPSIS 模型测算乡村数字化水平。先对数据标准化预处理,用熵权法计算各指标客观权重,再通过 TOPSIS 法测算评价对象与正负理想解的贴近度,依此完成综合排序与评价。

3.3.3. 固定效应、随机效应模型与 Hausman 检验

本研究以农业绿色全要素生产率(*AGTFP*)为被解释变量、乡村产业数字化程度(*Dig*)为核心解释变量,粮食产量(*Gro*)、受灾面积(*Da*)、农产品价格指数(*API*)和灌溉碳排放量(*ICE*)为控制变量,构建固定效应与随机效应模型,结合 Hausman 检验优选模型,考察数字化对 *AGTFP* 的总体影响。

3.3.4. 中介效应模型

由于 *AGTFP* 可分解为技术效率(*EC*)和技术进步指数(*TE*)的乘积,故本研究检验 *EC* 和 *TE* 在数字化水平对 *AGTFP* 影响中的中介效应。先验证核心解释变量对中介变量(*EC*、*TE*)的显著影响,然后将核心解释变量与中介变量同时纳入模型,判断中介效应的存在性、类型与强弱。

3.3.5. 门槛效应模型

将数字化程度(*Dig*)作为门槛变量,检验门槛效应的存在性与具体门槛个数,确定门槛估计值并验证其显著性;再根据门槛值划分区间,分区间拟合回归模型。经检验,存在一个显著门槛。设门槛值为 *M*,本研究设置单门槛模型。

3.3.6. 空间杜宾模型

空间杜宾模型(SDM)通过同时纳入被解释变量(*AGTFP*)的空间滞后项与解释变量的空间滞后项,能够有效捕捉农业绿色全要素生产率存在的空间依赖性,并识别乡村产业数字化等变量对邻近地区的溢出效应。在本研究中,该模型不仅能够估计数字化对本地 *AGTFP* 的直接影响,更能通过效应分解,量化其通过空间互动产生的间接影响,从而揭示数字化驱动农业绿色发展的区域协同机制。

4. 实证分析

4.1. 乡村产业数字化与 AGTFP 测算结果

图 1 显示, 2011~2023 年我国数字化水平呈稳步上升态势, 整体波动较小, 数值多集中在 0.08~0.15 区间, 变异系数维持在较低水平。这一平稳增长得益于数字基建投入与技术积累的路径依赖特征, 受短期因素干扰较弱, 也反映出国家数字经济战略的持续推进。与之相对, 图 2 中同期农业绿色全要素生产率(*AGTFP*)波动较为明显, 在 0.95~1.05 区间内震荡起伏, 部分年份还出现阶段性回落。

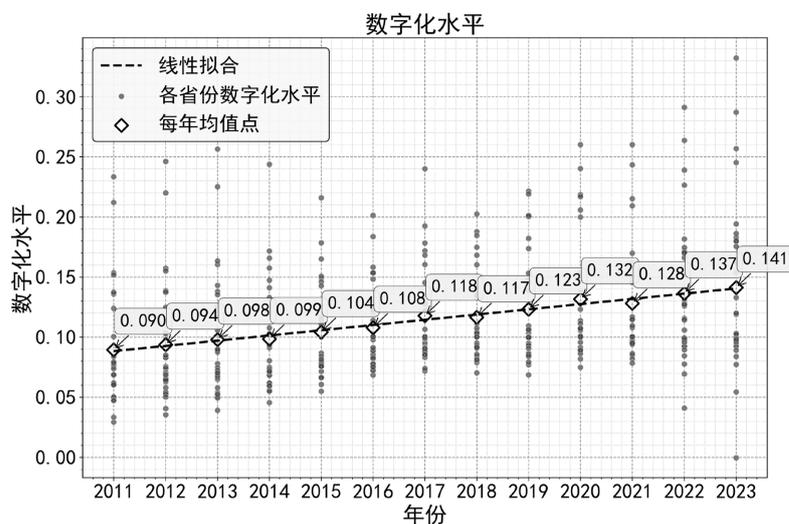


Figure 1. Digitalization level

图 1. 数字化水平

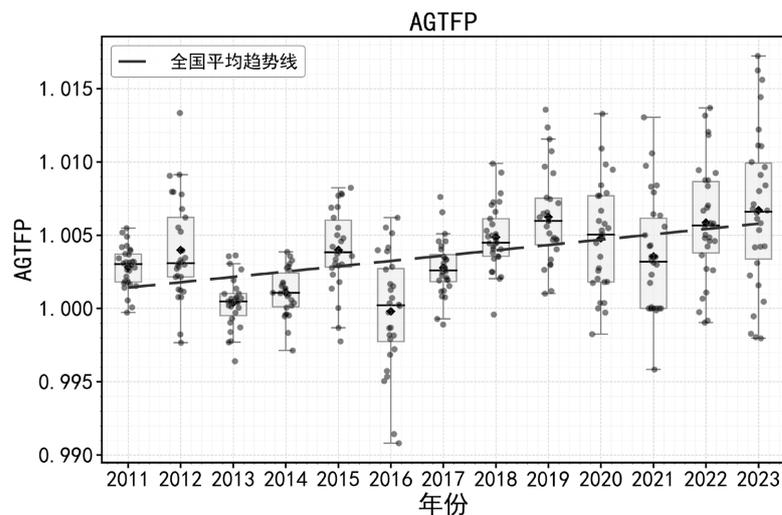


Figure 2. AGTFP

图 2. AGTFP

4.2. 基准回归和中介效应检验结果

表 3 中, 主效应显示, 随机效应模型(1)中数字化水平(*Dig*)对 *AGTFP* 影响不显著, 固定效应模型(2)

显著正向；Hausman 检验 $p = 0.010$ ，故选用固定效应模型，*Dig* 显著促进 *AGTFP* 增长。中介效应方面，*Dig* 通过技术效率(*EC*)对 *AGTFP* 产生完全正向间接效应：模型(3)中 *Dig* 系数为 0.253 且显著，纳入 *EC* 的模型(6)中 *Dig* 直接效应不显著，*EC* 系数为 0.588，在 1%水平下显著；技术进步指数(*TE*)无中介作用，*Dig* 对 *TE* 无显著影响，未形成传导路径。

Table 3. Benchmark regression and mediating effect

表 3. 基准回归与中介效应

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
变量	<i>AGTFP</i>	<i>AGTFP</i>	<i>EC</i>	<i>TE</i>	<i>AGTFP</i>	<i>AGTFP</i>
<i>Dig</i>	0.063 (0.286)	0.237** (0.026)	0.272** (0.011)	-0.045 (0.678)	0.253** (0.010)	0.077 (0.375)
<i>TE</i>					0.367*** (0.000)	
<i>EC</i>						0.588*** (0.000)
控制变量	引入	引入	引入	引入	引入	引入
时间固定效应	未控制	控制	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	未控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测数	390	390	390	390	390	390
R^2	0.043	0.071	0.101	0.028	0.201	0.395

4.3. 门槛效应估计

Table 4. Significance of the threshold effect

表 4. 门槛显著性

检验类型	RSS	MSE	F 统计量	p 值	10%临界值	5%临界值	1%临界值
Single	267.9	0.840	26.27	0.004	13.4	16.6	22.8
Double	259.9	0.815	9.89	0.141	11.5	15.1	26.3

本研究将数字化程度(*Dig*)作为门槛变量，采用 Bootstrap 抽样方法检验门槛效应的显著性，共进行 1000 次随机抽样，门槛效应显著性检验结果见表 4。在表 4 中，单一门槛(Single)对应的 p 值为 0.004，在 5%水平下显著，而双重门槛(Double)的 p 值为 0.141，未通过显著性检验，因此可确定模型仅存在 1 个门槛。

单门槛检验显示，数字化水平(*Dig*，已标准化)门槛值为-1.22。门槛回归结果(表 5)揭示了数字化对 *AGTFP* 的影响存在显著的边际效益递减特征。在数字化水平较低的初级阶段，其提升能快速弥补基础能力短板，整合生产要素，因而对 *AGTFP* 的拉动作用尤为显著。当数字化跨越一定门槛后，基础效能已充分释放，其边际促进作用趋于平缓。这反映了不同发展阶段资源禀赋与技术应用效率的内在经济规律：在低基数阶段，投资能产生更高回报；而进入较高水平后，增长则更依赖于技术深化、要素重组等复杂系统性创新。

Table 5. Threshold effect regression**表 5.** 门槛效应回归

变量	<i>AGTFP</i>
$Dig < -1.22$	2.123*** (0.000)
$Dig > -1.22$	0.199* (0.051)
控制变量	引入
时间固定效应	控制
个体固定效应	控制

4.4. 异质性分析

本研究对表 3 中的模型(5)通过分组回归分析其异质性。将所有样本按照地区划分, 将各省份分类为“东部沿海”、“中部”、“西部”和“北部”, 分别对每个子样本进行回归, 结果如表 6 所示。

Table 6. Regional heterogeneity analysis**表 6.** 区域异质性分析

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	东部沿海	西部	北部	中部
	<i>AGTFP</i>	<i>AGTFP</i>	<i>AGTFP</i>	<i>AGTFP</i>
<i>Dig</i>	0.227 (0.117)	1.285*** (0.005)	0.014 (0.975)	1.349** (0.022)
<i>TE</i>	0.249* (0.078)	0.439*** (0.000)	0.376*** (0.004)	0.430*** (0.000)
控制变量	引入	引入	引入	引入
个体固定效应	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制
观测数	104	130	91	65
R^2	0.121	0.344	0.184	0.434

据表 6, 数字化对 *AGTFP* 的影响存在显著的区域差异。中西部地区的驱动作用显著, 这体现了数字化在基础薄弱区域纠正资源错配的“追赶效应”。东部沿海地区作用不显著, 因其数字化应用趋近饱和且农业结构偏向高附加值产业, 数字化处于边际效益递减阶段。北部地区效果微弱且不显著, 这是因为其以大规模旱作农业为主的生产模式, 与当前数字技术的适配性较低, 导致技术渗透与转化效率不足。技术进步(*TE*)在各区域均显著, 证实其是绿色转型的通用路径, 但数字化的赋能效果则高度依赖区域特定的发展阶段与生产结构。

进一步, 我们构建空间杜宾模型来研究数字化对 *AGTFP* 影响的空间溢出效应。将地理距离矩阵作为空间权重矩阵, 空间溢出效应分解结果见表 7。

表 7 结果显示, 数字化(*Dig*)的直接与空间溢出效应均显著为正, 表明其可通过本地技术优化与跨区域知识外溢双重渠道提升 *AGTFP*。技术效率(*TE*)的溢出效应不显著, 可能受技术适配性限制, 扩散存在

壁垒。受灾面积(*Da*)的负向空间溢出效应显著高于本地效应,说明农业灾害会通过要素流动与市场联动产生强烈的区域传染性。

Table 7. Spatial Durbin model

表 7. 空间杜宾模型

变量名称	直接效应	空间溢出效应	总效应
<i>TE</i>	0.346*** (0.000)	0.377 (0.204)	0.723** (0.018)
<i>Dig</i>	0.156** (0.023)	0.352** (0.031)	0.508*** (0.012)
<i>Gro</i>	1.203* (0.087)	4.423 (0.456)	5.626 (0.366)
<i>Da</i>	-0.192** (0.016)	-1.604** (0.015)	-1.796*** (0.008)
<i>API</i>	-0.029 (0.684)	0.268 (0.127)	0.239 (0.176)
<i>ICE</i>	0.854 (0.138)	0.473 (0.935)	1.327 (0.825)

4.5. Bootstrap 稳健性检验

本研究对表 3 中模型(2)、(3)、(5)进行 Bootstrap 稳健性检验,通过有放回抽样拟合回归,得到稳健标准误与置信区间,检验核心变量 *Dig* 系数的显著性,结果见表 8。

Table 8. Robustness checks

表 8. 稳健性检验

	(1)		(2)		(3)	
变量	<i>AGTFP</i>		<i>EC</i>		<i>AGTFP</i>	
<i>Dig</i>	0.237*	(0.073)	0.272*	(0.052)	0.253**	(0.048)
<i>TE</i>					0.367***	(0.000)
控制变量	引入		引入		引入	
个体固定效应	控制		控制		控制	
时间固定效应	控制		控制		控制	
观测数	390		390		390	
R^2	0.071		0.101		0.201	

表 8 显示,核心解释变量 *Dig* 的系数符号与显著性基本稳定:模型(1)和(2)中 *Dig* 系数 10%水平显著;模型(3)中系数在 5%水平显著,说明数字化对 *AGTFP* 和 *EC* 的正向影响稳健可靠。

5. 结论与建议

5.1. 研究结论

(1) 乡村产业数字化(*Dig*)通过技术效率(*EC*)间接提升 *AGTFP*。

(2) *Dig* 对 *AGTFP* 存在单门槛效应:低数字化阶段正向影响在 1%水平显著,高阶阶段仅 10%水平显著。

(3) 该影响存在区域异质性,中西部显著,东南沿海与北部地区不显著。数字化存在显著正向的空间溢出效应,受灾面积存在显著负向的空间溢出效应。

5.2. 建议

(1) 强化技术效率的中介传导。政策应聚焦于推广智能农机、精准灌溉等适配技术，并配套技能培训与成本补贴，旨在优化农业生产管理流程，从而有效强化数字化(Dig)通过提升技术效率(TE)这一关键路径间接促进农业绿色全要素生产率(AGTFP)的传导机制。

(2) 依据数字化阶段的精准施策。针对数字化影响存在的单门槛特征，政策需进行差异化投入。在低数字化水平地区，应优先加大基础设施投资与普惠性补贴，助力其快速跨越门槛，释放数字化的强劲带动作用；在高水平地区，则应着力推动数字技术与农业产业链的深度融合，激发协同创新，以缓解其边际促进作用减弱的趋势。

(3) 推动区域协同与风险联防。面对影响的区域异质性，应实施协同发展策略。对促进作用显著的中西部地区，予以适度的政策与资源倾斜，加速弥合“数字鸿沟”；对作用不显著的东部及北部地区，重点在于优化数字应用场景、促进其成熟模式与经验向中西部扩散。同时，需建立跨区域的灾害信息共享与应急联动机制，以抑制灾害负向空间溢出的放大效应，共同提升区域农业韧性。

致 谢

感谢安徽财经大学庄科俊教授为本论文提出宝贵的修改意见。

基金项目

本项目由安徽财经大学大学生创新创业训练计划资助，项目编号：202510378235。

参考文献

- [1] 吴亚奇, 刘倩倩, 郭思凡, 等. 农地流转、种植结构与农业绿色全要素生产率[J/OL]. 农业现代化研究: 1-15. <https://doi.org/10.13872/j.1000-0275.2025.1006>, 2026-02-17.
- [2] 史浩, 戴小红. 推动内需主导、消费拉动、内生增长的发展——第二十八次全国消费经济理论与实践研讨会综述[J]. 消费经济, 2026, 42(1): 138-140.
- [3] 薛捷, 郭苏瑶, 梁诗敏, 等. 创业生态系统促进区域创业绩效的多重路径研究——基于资源、网络与数字化赋能的组合视角[J/OL]. 研究与发展管理: 1-14. <https://doi.org/10.13581/j.cnki.rdm.20241104>, 2026-02-17.
- [4] 温雪, 黄立军, 杨海娟. 数字农业发展对农业绿色全要素生产率影响的实证检验: 以西部地区为例[J]. 统计与决策, 2026, 42(1): 61-65.
- [5] 王火根, 何茜, 肖小玮. 数字化转型对农业上市公司全要素生产率的影响[J]. 农林经济管理学报, 2025, 24(6): 859-869.
- [6] 张军伟, 杜建军. 从传统农业到智慧农业: 低空经济赋能发展的理论机制与实证检验[J]. 上海财经大学学报, 2025, 27(6): 107-121.
- [7] 马玉婷, 曹淑雯, 潘春阳. 数字金融何以促进农业绿色全要素生产率?——兼论数字金融的益贫式绿色增长效应[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2025, 25(6): 164-175.
- [8] 李豪杰, 汪文雄, 胡宜之, 等. 高标准农田建设对农业高质量发展的影响——基于农业绿色全要素生产率视角[J]. 中国土地科学, 2025, 39(11): 98-108.
- [9] 周伊佳, 陈军. 农业数字化、数据要素配置与中国农业绿色全要素生产率——基于数据价值链视角[J]. 中国农业资源与区划, 2025, 46(11): 167-184.
- [10] 王静. 数字化转型对饲料产业技术创新效率的影响及空间效应[J]. 饲料研究, 2025, 48(16): 190-194.
- [11] 马国群, 秦知余, 崔叶辰, 等. 考虑数据要素的中国农业绿色全要素生产率测算: 理论框架与实证分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2025, 35(5): 155-165.
- [12] 王晶晶, 周发明, 刘忠秀. 农旅融合对农业绿色全要素生产率的影响——基于动态空间杜宾模型与门槛效应的检验[J]. 经济地理, 2025, 45(6): 161-172.

- [13] 陈海龙, 李宛淞, 徐倩, 等. 数字乡村建设对农业绿色全要素生产率提升效应与机制研究[J]. 农业经济与管理, 2025(2): 38-51.
- [14] 王利荣, 杨婷. 数农融合能促进农业绿色发展吗?——基于农业绿色全要素生产率的视角[J]. 农业资源与环境学报, 2025, 42(6): 1687-1700.
- [15] 黄和平, 周桂明, 李国民. 产业数字化对绿色全要素生产率的影响机制研究——兼议环境规制的门槛效应[J]. 中国环境科学, 2025, 45(3): 1713-1730.
- [16] 杨军, 孙杰刚. 数字经济对农业绿色全要素生产率的影响研究[J]. 东岳论丛, 2024, 45(11): 139-148.
- [17] 付伟, 易昌民, 李梦柯. 基于 EBM-GML 模型的数字经济对农业绿色全要素生产率影响分析[J]. 科技管理研究, 2024, 44(18): 136-144.
- [18] 刘素荣, 徐文昊, 霍江林. 环境战略升级能否提升企业绿色全要素生产率?——基于数字化转型的驱动与赋能[J]. 西部论坛, 2025, 35(1): 65-83.
- [19] 王凤婷, 王浩, 孔凡斌. 农村数字化发展对农业全要素碳生产率的提升效应[J]. 中国人口·资源与环境, 2024, 34(3): 79-90.
- [20] 刘煦, 陈垚彤. 黄河流域农业绿色全要素生产率的时空差异及收敛性分析[J]. 科学决策, 2024(2): 122-131.
- [21] 郭海红. 数字乡村建设、资源要素错配与农业绿色全要素生产率[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2024, 24(1): 102-116.
- [22] 杨秀玉, 全锦涛. 农产品贸易对农业绿色全要素生产率的空间溢出效应——基于农业产业集聚的调节作用[J]. 中国农业资源与区划, 2023, 44(11): 15-27.
- [23] 郭永奇, 侯林岐. 中国粮食主产区粮食农业绿色全要素生产率测度及影响因素研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(19): 223-229.
- [24] 侯宇, 耿芳艳, 袁媛, 等. 中国粮食绿色全要素生产率测度、动态演进及收敛性分析[J]. 中国农机化学报, 2025, 46(10): 335-345.
- [25] 宋婷, 邵琳. 农业与旅游业融合对农业绿色全要素生产率的影响[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2025, 47(10): 74-86.