

数字乡村建设对产业振兴的效应

侯建¹, 赵炳旭², 闫杨¹, HALYNSKA Anhelina², 张朝阳³

(1. 河南农业大学信息与管理科学学院, 河南 郑州 450046; 2. 乌克兰苏梅国立农业大学经济与管理学院, 乌克兰 苏梅 40021; 3. 河南农业大学经济与管理学院, 河南 郑州 450046)

摘要:【目的】实证分析数字乡村建设对产业振兴的效应, 为促进乡村产业振兴提供理论支持和决策依据。

【方法】基于 2012–2022 年中国 30 个省级(西藏及港澳台地区除外)面板数据, 采用面板门槛回归模型和空间杜宾模型, 构建数字乡村发展指数和乡村产业振兴指标体系, 从农业结构合理化视角探究数字乡村建设对乡村产业振兴的影响机制。【结果】数字乡村建设能够显著提升乡村产业振兴, 在经过稳健性检验后这一结论依然成立。门槛效应分析表明, 农业结构合理化程度水平较低时, 数字乡村对乡村产业振兴影响并不显著, 随着地区农业结构合理化程度的提高并超过临界值时, 会激发数字乡村建设的驱动效应, 对乡村产业振兴具有正向促进作用, 即呈现“U”型关系。空间效应分析表明, 数字乡村建设能够产生正向的空间溢出效应, 其在助力本地乡村产业振兴发展的同时, 对周边地区的乡村产业振兴也具有促进作用。【结论】夯实农业转型基础, 加大数字技术投入, 建立跨地区数字乡村协同平台, 增强数字市场空间溢出效应, 制定差异化、动态化数字乡村发展政策, 确保数字投入与地区农业结构精准匹配。

关键词: 数字乡村建设; 农业结构合理化; 乡村产业振兴; 异质门槛效应; 空间溢出效应

中图分类号: F323

文献标志码: A

The effect of digital rural construction on industrial revitalization

HOU Jian¹, ZHAO Bingxu², YAN Yang¹, HALYNSKA Anhelina², ZHANG Chaoyang³

(1.College of Information and Management Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450046, China; 2. College of Economics and Management, Sumy National Agrarian University, 40021 Sumy, Ukraine; 3.College of Economics and Management, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450046, China)

Abstract:【Objective】To empirically analyze the effect of digital rural construction on industrial revitalization, and to provide theoretical support and decision-making basis for promoting rural industrial revitalization. 【Method】Based on the panel data of 30 provinces in China (excluding Xizang, Hong Kong, Macao and Taiwan) from 2012 to 2022, the panel threshold regression model and the spatial Durbin model were used to construct the digital rural development index and rural industry revitalization index system, and explore the influence

收稿日期: 2025-04-02

基金项目: 河南省软科学研究重大项目(232400411004); 河南省高等学校哲学社会科学创新人才支持计划资助(2025-CXRC-08); 河南省高校哲学社会科学基础研究重大项目(2025-JCZD-03)

作者简介: 侯建(1990—), 男, 河南新乡人, 教授, 博士, 主要从事数字经济、农业管理等方面的研究, Email: houjian1128@163.com; 赵炳旭(1995—), 男, 河南南阳人, 博士研究生, 主要从事管理科学工程研究, Email: 510190731@qq.com。二人为共同第一作者。

通信作者: 张朝阳(1974—), 男, 河南襄城人, 主任编辑, 博士, Email: zhangzhen2100@163.com。

mechanism of digital rural construction on rural industrial revitalization from the perspective of agricultural structure rationalization. **【Result】** Digital rural construction can significantly improve the revitalization of rural industries, and this conclusion is still valid after the robustness test. The threshold effect analysis shows that when the level of agricultural structure rationalization is low, the impact of digital villages on rural industrial revitalization is not significant, and when the rationalization degree of regional agricultural structure increases and exceeds the critical value, it will stimulate the driving effect of digital rural construction and have a positive role in promoting rural industrial revitalization, that is, it presents a "U" shaped relationship. The spatial effect analysis shows that the construction of digital villages can produce a positive spatial spillover effect, which not only helps the revitalization and development of local rural industries, but also promotes the revitalization of rural industries in surrounding areas.

【Conclusion】 It is necessary to consolidate the foundation of agricultural transformation, increase investment in digital technology, establish a cross-regional digital rural collaboration platform, enhance the spatial spillover effect of the digital market, formulate differentiated and dynamic digital rural development policies, and ensure that digital investment is accurately matched with regional agricultural structure.

Keywords: digital village construction; rationalization of agricultural structure; revitalization of rural industries; heterogeneous threshold effect; Spatial spillover effects

2025 年“中央一号”文件指出,乡村振兴是加快推进中国农业农村现代化的重大决策部署,其核心内容包括乡村产业振兴、人才振兴、文化振兴、生态振兴、组织振兴。产业振兴处于“五大振兴”的首位,是乡村振兴的重中之重,在乡村振兴中发挥统领作用^[1]。数字乡村建设是落实乡村振兴战略的重要举措,也是推动农业农村现代化发展的有力抓手,更是数字中国建设的关键突破口^[2],对中国乡村产业振兴具有深远意义。

数字乡村建设通过网络化、信息化和数字化为乡村产业振兴注入新动力。数字乡村代表了网络化、信息化与数字化技术在农业农村经济社会领域的深度融合与应用,这一过程伴随着农民现代信息技能的增强,驱动着农业农村向现代化转型^[2]。同时,它也是推动乡村产业振兴的重要战略导向。目前,乡村产业数字化、技术进步是数字乡村建设的关键,是促进农村发展提档升级的主要途径^[3]。数字经济对乡村产业振兴存在多维影响:数字经济通过优化资源配置、提升农业生产效率、促进城乡市场融合等方式,为乡村产业振兴提供了新动能^[4]。王松茂等^[5]以长江经济带为例,研究发现数字经济促进了城市资源向农村流转,也促进了农村特色资源向城市流转,从而提升了农业生产效率。同时,在推动乡村产业振兴的过程中,农业结构合理化在促进乡村产业振兴和数字乡村建设深度融合协调的过程中扮演着至关重要的角色。现有研究揭示了农业结构合理化与乡村产业振兴之间存在阈值效应或结构效应,即二者正向促进与负向制约因素并存,农业结构合理化与乡村产业振兴之间呈复杂的“U”型关系^[3,6-7]。

由此,在中国不同区域农业结构合理化程度水平不同的情况下,目前数字乡村如何赋能乡村产业振兴的发展?农业结构合理化在数字乡村建设驱动乡村产业振兴的机制中起到何种作用?如何有效利用数字乡村建设的空间溢出效应加速乡村振兴战略的进程?基于以上问题,本研究的创新与贡献体现在以下方面:首先构建了包含“数字基础设施-数字农业发展-数字农村建设-数字农民培育”4个子系统和14个指标在内的数字乡村评价指标体系。其次,运用非线性面板门槛模型,创新性地将数字乡村建设这一动力来源引入乡村产业振兴的影响机制框架,验证了农业结构合理化差异对数字乡村建设驱动乡村产业振兴的门槛作用机制。最后,从空间溢出效应角度出发,探索数字乡村对本地和邻近地区乡村产业振兴发展的影响,为农业农村高质量发展提供借鉴。

1. 理论分析与研究假说

1.1 数字乡村建设对乡村产业振兴的直接影响

数字乡村建设是指以数字化技术赋能乡村,推动经济、治理、服务、文化等领域转型升级,实现城乡融合发展^[8]。乡村产业振兴则指以现代农业为核心,通过产业链专业化、城乡布局优化和组织创新,推动经济多元化和可持续发展,实现农民增收^[9]。具体来说:一是数字乡村建设提升农业数智化水平,利用信息通信技术帮助农民了解农产品的市场供求状况,为农业生产决策提供重要信息,实现农业生产的自动化和实时监控^[10],推动传统农业向以数字化、智能化为特征的现代农业转型^[11]。二是农村产业的深度融合得益于数字技术的广泛运用与推广,加快了农业农村产业结构优化^[12]。三是数字基础设施的发展缩小了城乡的时空距离^[10],促进了资金、人才、技术等生产要素在城乡间的流动,从而增强了乡村产业振兴的内生动力^[13]。基于此,提出假说 H_1 。

H_1 : 数字乡村建设能够显著促进乡村产业振兴。

1.2 农业结构合理化的异质门槛效应

农业结构合理化指优化产业比例与资源配置,提升效益,适应市场需求与环境,实现可持续发展^[14]。从间接的影响来看,数字经济能够推动技术创新,但是会受到农业结构合理化的影响。在农业结构合理化程度较低时,由于产业比例失调、乡村数字化基础薄弱、技术创新不足及农民数字化知识和技能缺乏等方面的限制,在乡村推广数字技术对促进乡村振兴的作用是有限的;当农业结构合理化程度达到一定的水平,能够充分激发数字技术活力,发挥对乡村产业振兴的促进作用。综上,数字乡村建设和乡村产业振兴之间存在非线性影响关系,且对乡村产业振兴的提升作用可能存在特定的门槛值,故提出以下假说 H_2 :

H_2 : 数字乡村建设对乡村产业振兴的影响存在农业结构合理化异质门槛效应,农业结构合理化程度在适度的区间内对数字乡村建设赋能乡村产业振兴的提升具有显著的促进作用。

1.3 数字乡村建设对乡村产业振兴的空间溢出效应

数字乡村建设作为驱动乡村产业振兴的重要力量,能够促进不同区域间的关联性,加强区域间的交流与合作^[15]。一方面,数字乡村建设发展良好的地区凭借其技术优势和产业创新能力,通过技术转移、产业合作等多种形式,释放知识和先进技术的溢出效应,有效促进区域联动和一体化发展,带动周边地区乡村产业的发展^[16]。另一方面,数字乡村建设的不断发展,也激发了不同地区乡村产业的活力和潜力,这些地区的乡村产业通过积极学习借鉴邻近地区的发展经验和科技成果,在示范效应和涓滴效应的双重作用下,相邻地区的数字技术也会得到相应提升,地区间的产业发展差距逐渐缩小,乡村产业呈现出协调发展的良好态势^[15]。综上,本研究提出假说 H_3 :

H_3 : 数字乡村建设不仅有利于促进本地区乡村产业振兴,而且能够通过空间溢出效应促进周边地区乡村产业振兴的发展。

2. 研究设计

2.1 模型构建

2.1.1 基准回归模型

由于基准回归模型以简洁性和直观性为核心,系数直接反映变量边际效应,计算高效且易解释,为复杂模型提供基准:

$$RIR_{it} = \beta_0 + \beta_1 DIC_{it} + \beta_j Contril_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中：i 表示城市；t 表示时间；*RIR* 乡村产业振兴为被解释变量；*DIC* 数字乡村建设为核心解释变量； β_1 表示数字乡村建设对乡村产业振兴的影响效果；*Control* 表示一组可能影响乡村产业振兴的其他控制变量； β_j 表示控制变量的系数； β_0 代表常数项； ε_{it} 表示随机误差项；基准回归模型采用省份和时间双固定效应。

2.1.2 面板门槛模型构建

面板门槛模型通过门槛值捕捉非线性关系，揭示经济现象的阶段性特征，增强模型灵活性与现实解释力，以单一门槛为例：

$$RIR_{it} = \theta + \alpha_j Control_{it} + \beta_1 DIC_{it} I(RDA_{it} \leq \gamma) + \beta_2 DIC_{it} I(RDA_{it} > \gamma) + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \tag{2}$$

式中： $I(\square)$ 为指示函数； γ 为变量门槛值； μ_i 为个体的特定效应； ν_t 为时间的特定效应； ε_{it} 是随机扰动项。

2.1.3 空间计量模型

空间计量模型则引入空间权重矩阵，刻画区域间溢出效应与空间异质性，适用于分析地理交互作用，提升估计精度，深化对空间经济机制的理解。以空间杜宾模型为例：

$$RIR_{it} = \rho WRIR_{it} + \eta_1 DIC + \eta_2 Control_{it} + WX\delta + \varepsilon_{it} \tag{3}$$

式中：*WX* 为解释变量的空间滞后项； ρ 为空间相关系数；*W* 为空间权重；*WRIR* 为乡村产业振兴滞后项。

2.2 变量选取

被解释变量：乡村产业振兴。在借鉴现有研究的基础上，本研究构建乡村产业振兴评价指标体系，其中包括“乡村产业高效化-乡村产业增值化-乡村产业科技化”3个子系统和8个指标，如表1所示。本研究对各指标进行无量纲化处理、计算指标比重、评估信息熵冗余度，最后确定指标权重，运用熵值法对乡村产业振兴进行赋权，下同。

表1 乡村产业振兴评价指标体系

Table 1 Evaluation index system for rural industry revitalization				
一级指标		二级指标		具体指标
权重		权重		权重
一级指标	Weights	二级指标	具体指标	Weights
First level indicator	of	Secondary indicators	Specific metrics	for
	first-level indicators			specific indicators
乡村产业高效化 Efficient rural industries	0.403	劳动生产率	第一产业增加值/第一产业就业人数(万元*人) ^[17]	0.114
		土地生产率	农业总产值/农作物播种面积(万元/公顷) ^[18]	0.147
		人均第一产业产值	人均第一产业产值(亿元) ^[18]	0.093
		粮食产量	粮食产量(千克/公顷) ^[18]	0.049
乡村产业增值化 Value-added rural industries	0.095	农产品加工业发展水平	农产品加工业营业收入/农业总产值 ^[19]	0.095
乡村产业科技化 Technological development of rural industries	0.502	农业发明专利申请	农业发明专利申请数/农村人口(个*万人) ^[17]	0.388
		有效灌溉面积	有效灌溉面积(千公顷) ^[17]	0.063
		农林机械总动力	农林机械总动力(万千瓦) ^[18]	0.051

核心解释变量：数字乡村建设。本研究从数字基础设施、数字农业发展、数字农村建设、数字农民培育四个一级指标来构建数字乡村发展评价体系，如表 2 所示。限于篇幅，详细算结果及依据来源请联系作者。

表 2 数字乡村评价指标体系
Table 2 Evaluation index system of digital villages

一级指标	权重	二级指标	具体指标	具体指标 权重
First level indicator	Weights of first-level indicators	Secondary indicators	Specific metrics	Weights for specific indicators
数字基础设施 Digital infrastructure	0.322	农村宽带接入占比	农村宽带接入用户与乡村总人口的比值 ^[20]	0.062
		农村人均用电量	农村用电量与乡村总人口数的比值 ^[20]	0.184
		光缆线路长度	光缆线路总长度 ^[20]	0.061
		农村移动电话普及率	农村居民家庭平均每百户移动电话拥有量 ^[21]	0.015
数字农业发展 Digital agriculture development	0.441	农产品数字化交易量	农产品网上零售额 ^[22]	0.163
		农村网络支付水平	数字普惠金融指数 ^[21]	0.027
		农业数字基地数量	淘宝村数量 ^[21]	0.251
数字农村建设 Digital Rural Construction	0.122	财政支农水平	农林水务支出与财政总支出的比值	0.022
		数字生活服务水平	农村投递路线长度 ^[21]	0.043
		乡村生活质量	农村居民恩格尔系数 ^[22]	0.011
		绿色生态乡村水平	生态修复治理投资金额 ^[22]	0.046
数字农民培育 Digital farmer cultivation	0.115	农业技术人员数量	所属地区农业技术人员总和 ^[22]	0.043
		农民信息消费水平	农村居民交通与通讯消费支出占比 ^[21]	0.027
		农村高等教育人数	农村居民家庭大专及大专以上文化程度的劳动力 ^[22]	0.045

门槛变量：农业结构合理化。农业产业结构合理化(tl) 此指标是衡量农业产业系统中各个子产业间协调程度与资源利用效率的一个重要工具, 通常研究采用泰尔指数作为其具体量化手段^[23]。农业产业结构合理化的测算公式为:

$$tl=\sum_{i=1}^n(\frac{y_i}{y}) \ln(\frac{y_i / y}{l_i / l}) \tag{4}$$

在此, y 代表农林牧渔业的整体产出价值, 而 y_i 则分别指代农业、林业、畜牧业及渔业等

各具体分支产业的产值。 l 代表农业系统内劳动力的总量, li 则代表各分支产业内的劳动力数目。 tl 值的大小反映了农业系统内各分支产业间的协调程度: tl 值越小, 意味着各分支产业的协同性越高, 也即农业产业结构更为合理。尤为值得注意的是, 当 tl 达到 0 时, 各产业的劳动生产率恰好等于农业的平均劳动生产率, 此时, 农业产业系统达到了一种内在的平衡状态。

控制变量主要包括: 农民收入水平、城镇化、农业产业结构、农村经济发展水平。具体如下:

农民收入水平。农民收入水平是数字乡村建设的经济基础, 收入提升增强农民对数字服务的支付能力, 激活数字消费潜力。本研究利用农村居民人均可支配收入表示农民收入水平^[24]。

城镇化。城镇化推动人口与资源集聚, 促进基础设施数字化升级, 催生智慧农业等应用场景。本研究采用各省城镇人口占总人口的比重来计算城镇化^[25]。

农业产业结构。农业产业结构优化提升数字化需求, 加速物联网、大数据等技术渗透, 体现各分支在整体农业中的关联与分配。本研究以农业总产值占农林牧渔业总产值的比例来衡量农业产业结构^[26]。

农村经济发展水平。农村经济发展水平的提升意味着区域经济实力的增强, 农村地区得以吸引更多的投资, 推动农业技术的引进与创新, 提升农产品的附加值。本研究以农村居民从各个来源得到的家庭总收入扣除有关费用性支出后, 最终归农村居民所有的收入总和来衡量经济发展水平^[27]。

2.3 数据来源

本研究选取 2012-2022 年中国 30 个省级地区经不变价修正后的面板数据(不含西藏及港澳台地区)。原始数据来源于中国国家统计局、CEIC 中国统计数据库、中国研究数据服务平台、EPS 数据库、中国县域数字乡村指数数据库、中国涉农研究数据库(CCAD)以及国泰安 CSMAR 数据库等。本研究剔除关键变量缺失数据, 利用线性插值法补充缺失值, 并对连续变量进行 1%和 99%的分位数缩尾处理, 处理后, 共获得 330 个观测值。本研究数据处理与实证分析均借助 STATA18.0 完成。

3. 实证分析

3.1 数字乡村建设对乡村产业振兴的直接影响

本研究将数字乡村作为核心解释变量, 分别构建了随机效应、固定效应模型, 通过 Hausman 检验, 拒绝原假说, 最终采用固定效应模型, 相关结果如表 3 所示。其中, 表 3 第(1)列在控制省份固定效应和年份固定效应时, 只加入核心解释变量, 发现数字乡村的系数在 1%水平上显著为正。第(2)列在此基础上进一步加入控制变量, 结果显示, 数字乡村的系数为 0.061, 且在 5%的水平上显著为正, 说明无论是否加入控制变量, 数字乡村建设均能显著提升农业产业结构, 且 R^2 值随着控制变量的加入而逐渐增大, 表明数字乡村建设与乡村产业振兴之间的相关性仍为强相关。因此, H_1 得到验证。

表 3 基准回归结果

Table 3 Baseline regression results

变量 Variable	未加入控制变量 (1) Control variable not included (1)	加入控制变量 (2) Add control variables (2)
数字乡村建设	0.395***	0.061**

Digital village construction	(15.12)	(2.21)
农民收入水平		0.088***
The level of peasant income		(3.45)
城镇化		-0.525***
Urbanization		(-7.82)
农业产业结构		0.078**
Agricultural industrial structure		(2.04)
农村经济发展水平		0.049***
The level of rural economic development		(2.27)
省份固定效应	控制	控制
Fixed effects of provinces		
年份固定效应	控制	控制
Fixed year effect		
常数项	0.198***	-1.064***
Constant term	(38.11)	(-12.80)
决定系数	0.433	0.622
Determining the coefficient		
观测值	330	330
Observations		

注:*表示在 10%水平上显著，**表示在 5%水平上显著，***表示在 1%水平上显著，(t)内为标准误差，下同。

Note: * indicates significant at the 10% level, ** indicates significant at the 5% level, *** indicates significant at the 1% level, and the standard error in (t) is the same below.

3. 2 稳健性与内生性检验

3. 2. 1 改变时间窗口

为验证回归结果的可靠性，本研究采取调整时间窗口进行回归分析，将回归时间由 2012—2022 年设定为 2013—2021 年，结果见表 4 列（1），数字乡村的系数为正且在 10%水平上显著，与基准回归结果一致。

3. 2. 2 调整样本量

由于直辖市的经济发展水平相对较高，可能会显著扩大区域间的差异，因此，在稳健性检验时剔除了发展水平较高的直辖市样本，结果如表 4 列（2）所示。由此得出，数字乡村建设在显著程度及数值表现上均未发生实质性变动，保持了与基准回归结果的一致性。

3. 2. 3 内生性检验

鉴于核心解释变量与被解释变量可能潜存的内生性问题，本研究采用系统 GMM 进行估算，相关结果如表 4 列（3）所示。据此可见，乡村产业振兴的滞后一期呈现为正向显著性，表明前期乡村产业振兴会对后期乡村产业振兴产生影响，从而验证了乡村产业振兴的演进是一个动态变化的过程。另外，从两步系统 GMM 回归结果来看，数字乡村的系数符号与基准回归结果一致。

表 4 稳健性检验与内生性检验
Table 4 Robustness test and endogeneity test

变量	改变时间窗口（1）	调整样本（2）	GMM 回归（3）
Variable	Change the time window (1)	Adjustment Sample(2)	GMM regression (3)

数字乡村	0.026*	0.464***	0.097**
Digital Village	(1.820)	(3.610)	(2.13)
被解释变量滞后项			0.886***
The lagged term of the explanatory variable			(13.07)
控制变量	控制	控制	控制
Control variables			
省份固定效应	控制	控制	控制
Fixed effects of provinces			
年份固定效应	控制	控制	控制
Fixed year effect			
常数项	-0.501***	-0.629***	-0.180*
Constant term	(-2.830)	(-3.550)	(-1.920)
决定系数	0.645	0.766	
Determining the coefficient			
一阶自相关检验			0.068
First-order autocorrelation test			
二阶自相关检验			0.376
Second-order autocorrelation test			
Sargan 检验			0.000
Sargan test			
观测值	270	286	300
Observations			

4. 农业结构合理化的异质门槛效应

4. 1 门槛效应的估计结果

首先，根据表 5 门槛效果检验表明，农业结构合理化的单重门槛在 5%的水平上显著，双重门槛在 1%的水平上显著。由此可知，数字乡村建设与乡村产业振兴之间存在显著的农业结构合理化水平双重门槛效应。

表 5 门槛效果检验
Table 5 Threshold effect test

			临界值 Critical value		
	<i>F</i> 值 <i>F</i> -value	<i>BS</i> 次数 <i>BS</i> times	1%	5%	10%
单一门槛 Single threshold	4.736**	300	7.358	7.358	7.358
双重门槛 Double threshold	28.130***	300	13.911	13.911	13.911
三重门槛 Triple threshold	3.191	300	10.015	10.015	10.015

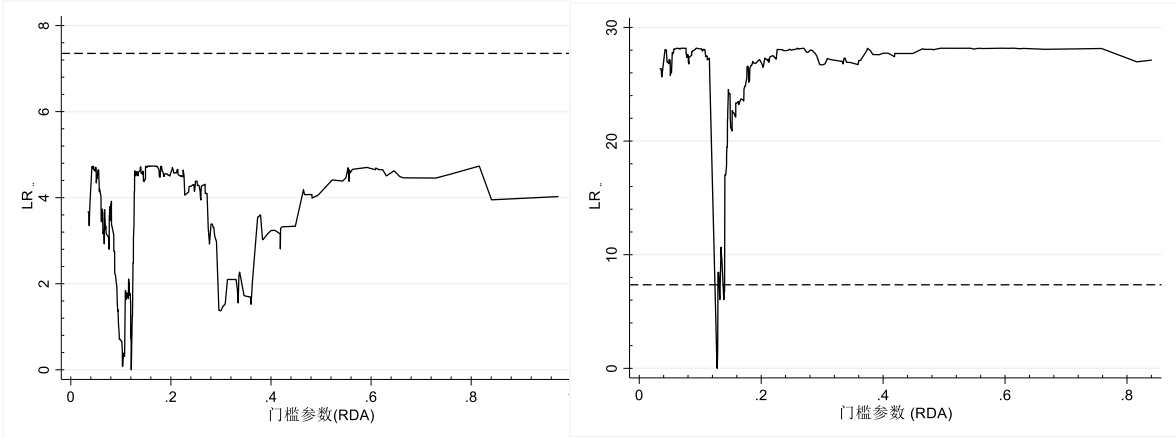
其次，表 6 中，双重门槛的估计值分别为 0.128 和 0.121，各自位于 95%置信区间[0.128，

0.140]和[0.121, 0.121]内。由此，根据门槛阈值可以将样本数据分为初级农业结构合理化（ $RDA \leq 0.121$ ）、中级农业结构合理化（ $0.121 < RDA \leq 0.128$ ）和高级农业结构合理化（ $RDA > 0.128$ ）三类。图 1 较为清晰反映了门槛的估计值及置信区间。

表 6 门槛值估计结果

Table 6 Estimated thresholds

门槛	门槛估计值	95% 置信区间
Model	Threshold estimates	95% CI
单一门槛	0.121	[0.034, 0.974]
Single Threshold		
双重门槛	0.128	[0.128, 0.140]
Double Threshold	0.121	[0.121, 0.121]
三重门槛	0.300	[0.034, 0.974]
Triple threshold		



第一个门槛

第二个门槛

图 1 农业结构合理化门槛置信区间

Fig. 1 Confidence interval of the threshold for rationalization of agricultural structure

由表 7 可知，在农业结构合理化程度水平较低时（ $RDA \leq 0.121$ ），数字乡村建设对于乡村产业振兴起到了显著的抑制作用；当农业结构合理化程度处于中等水平时（ $0.121 < RDA \leq 0.128$ ），数字乡村建设对于乡村产业振兴呈现正向促进作用，随着农业结构合理化程度的逐渐提高（ $RDA > 0.128$ ），数字乡村建设对于乡村产业振兴表现为持续地正向影响。上述结果反映了数字乡村建设赋能乡村产业振兴路径机制中存在显著的农业结构合理化门槛效应。因此， H_2 得到验证。

表 7 参数值估计结果

Table 7 Results of threshold regression

变量	系数	标准误差	Z 值	95%置信区间
Variable	Coef.	Std. Err.	Z-value	95% CI
农民收入水平	0.096 445 9***	0.031 208 7	3.09	[0.035 024 3 0.157 867 5]
The level of peasant income				
城镇化	-0.537 484 7***	0.081 313 7	-6.61	[-0.697 517 7 -0.377 451 7]
Urbanization				

农业产业结构					
Agricultural industrial structure	0.094 474 3**	0.046 485 9	2.03	[0.002 985 7	0.185 962 9]
农村经济发展水平					
The level of rural economic development	0.079 959 6***	0.026 332 2	3.04	[0.028 135 3	0.131 783 9]
数字乡村建设					
Digital Village (RDA≤0.121)	-0.009 287 5	0.029 403 4	-0.32	[-0.067 156 3	0.048 581 2]
数字乡村建设 (0.121<RDA≤0.128)	0.173 535***	0.043 656 3	3.98	[0.087 615 4	0.259 454 7]
数字乡村建设 (RDA>0.128)	0.009 496 3	0.028 489 9	0.33	[-0.046 574 6	0.065 567 2]
_cons	-1.129 588***	0.087 552 7	-12.90	[-1.301 899	-0.957 275 7]

图 2 反映了农业结构合理化门槛的变化趋势。总体来说，中国多数区域的农业结构合理化程度相对来看较低，但在整体上呈现逐年上涨趋势。目前，中国正值转变发展方式的关键时期，在经济发展过程中面临产业结构不尽合理、经济发展方式稍显粗放以及在一定程度上陷入“低端锁定”等挑战。作为现代经济增长的内生变量，最大程度发挥农业结构合理化对数字乡村建设的促进作用，以实现乡村产业振兴与数字乡村建设的“双赢”格局。因此，根据乡村产业振兴与数字乡村建设之间存在的农业结构合理化门槛效应，本研究可以利用农业结构合理化机制，积极发挥乡村产业振兴对数字乡村建设强有力的推动作用。具体来说，中国相当省份的农业结构合理化程度水平相对较低，各地亟需深化对资源、技术、人才等关键要素的挖掘与高效配置，以充分发挥农业结构合理化的“蓄水池效应”，从而为数字乡村建设的稳健和快速发展提供有力支撑。

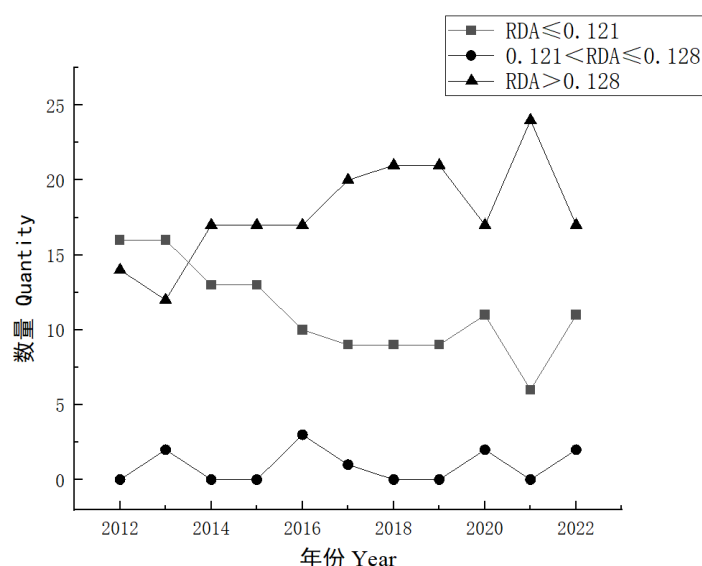


图 2 农业结构合理化门槛变化

Fig.2 Changes in the threshold for rationalization of agricultural structure

4. 2 讨论

之所以出现这种情况，理论上来说，一方面，当地区农业结构合理化水平偏低时，数字乡村建设对乡村产业振兴的推动作用受限。劳动技能层面，此类地区居民长期集中于第一产业，导致其在接纳新知识、掌握新技能方面存在局限，难以融入乡村新业态。再者，经营理念层面，农业结构不合理加剧了农村居民思维认知的局限性，共同阻碍了数字乡村建设的步伐及乡村产业结构向现代化、多元化转型的进程。

另一方面，农业结构合理化水平的提升，则显著增强了数字乡村建设的赋能效应，有力推动了乡村产业的全面振兴。在劳动技能方面，高合理化程度的农业结构促使农村居民更多参与二三产业，具备较高的文化素养与综合技能，将数字技术深度融合于乡村产业生产实践。从经营理念层面看，高度合理化的农业结构赋予农村居民更强的认知与非认知能力，掌握分工深化与“成本—效益”分析等市场化策略，精准捕捉产业分工深化带来的“福利剩余”。

以样本代表性江苏省经验为例，近几年来，江苏省以创新思维奋发探索并积极实践，逐渐在乡村产业振兴的新路径上行稳致远。在产业结构方面，通过数字化技术如物联网、人工智能、大数据等优化农业产业结构，大力发展特色农业、高效农业，培育出了一大批具有地域特色的农产品品牌，如声名远扬的“水韵苏米”、盱眙龙虾和阳澄湖大闸蟹等正是学好用活“千万工程”经验，因地制宜、因类施策的标准案例，不仅提升了农产品的市场竞争力，也帮助农民走上了一条独辟蹊径的富裕之路。在产业联动方面，以第一产业为依托，一二三产业紧密结合，创新协同的发展模式，发展农产品加工业，积极推动农村一二三产业融合发展，实现产业链条的延长，提升农产品附加值从而促进价值链的跃升。在产业创新方面，以乡村文旅、休闲农业为代表的新产业新业态蓬勃发展，乡村旅游以“地域特色+文化元素”为引擎蓬勃发展，为乡村注入了新的活力，江苏省政府还出台了一系列政策措施，推动文旅全面复苏和乡村产业蝶变，不仅为乡村经济发展开辟了新路径，也为乡村旅游的发展提供了有力的政策支持和资金保障。在基础设施建设方面，充分利用人工智能、云计算、物联网等技术加快农村基础设施数字化转型，构建农村道路交通网络体系、改善乡村水电气供应等条件，为推动乡村产业高质量发展筑牢根基。

4.3 门槛效应的稳健性检验

为保证研究结果的信度和稳健性，本研究对数字乡村建设与乡村产业振兴之间的门槛效应进行了稳健性检验。第一，本研究对部分控制变量进行更换，将城镇化（*URB*）、经济发展水平（*EDL*）分别替换为农业自然灾害（*NZR*）和农民知识水平（*NHC*）。基于一阶差分 GMM 对不同门槛值分区间估计系数进行再次估计检验，结果见表 8。总体上，在不同的农业内部结果门槛区间内，估计结果稳健，模型构建合理。

表 8 门槛效应稳健性检验

Table 8 Threshold effect robustness test					
变量	系数	标准误	Z 值	95% 置信区间	
Variable	Coef.	Std. Err.	Z-value	95% CI	
乡村产业振兴滞后一期	0.533***	0.017	30.80	[0.499	0.567]
The revitalization of rural industries is lagging behind in the first phase					
乡村产业振兴滞后二期	-0.195***	0.013	-14.78	[-0.221	-0.169]
The revitalization of rural industries lagged behind the second phase					
农民知识水平	-0.082*	0.043	-1.89	[-0.167	0.003]
The level of knowledge of the					

peasants					
农民收入水平	0.109***	0.002	40.04	[0.103	0.115]
The level of peasant income					
农业自然灾害	0.009**	0.004	2.25	[0.001	0.017]
Agricultural natural disasters					
农业产业结构	-0.033***	0.007	-4.80	[-0.046	-0.020]
Agricultural industrial structure					
数字乡村建设	-0.105***	0.010	-10.34	[-0.125	-0.085]
Digital Village					
(ISA≤0.630)					
数字乡村建设	-0.139***	0.022	-6.25	[-0.182	-0.095]
Digital Village					
(0.630<ISA≤0.832)					
数字乡村建设	0.023**	0.023	1.02	[-0.022	0.069]
Digital Village					
(ISA>0.832)					
_cons	-0.732***	0.036	-20.21	[-0.803	-0.661]

5. 空间溢出效应

5.1 空间相关性检验

本研究采用全局莫兰指数对 2012 年至 2022 年期间对中国 30 个省份的乡村产业振兴进行了空间自相关检验，具体结果参见表 9。全局莫兰指数始终为正，且多数在 1%显著性水平下通过检验，表明各地区乡村产业振兴存在显著正向空间相关性。

表 9 乡村产业振兴全局莫兰指数

Table 9 Overall Moran index of rural industry revitalization		
年份	莫兰指数	Z 值
year	Moran Index	Z-value
2012	0.104***	3.652
2013	0.075***	3.027
2014	0.066***	2.704
2015	0.071***	2.906
2016	0.082***	3.066
2017	0.012	1.294
2018	0.060**	2.546
2019	0.075***	2.838
2020	0.067***	2.716
2021	0.060**	2.537
2022	0.059**	2.538

5.2 空间计量模型的选择

依据表 10 的结果，最终确定采用时空双固定效应的空间杜宾模型。

表 10 乡村产业振兴的莫兰指数

Table 10 Moran Index for Rural Industry Revitalization

检验 Inspection	数值 numeric value	P 值 P-value
稳健拉格朗日乘数检验 Robust Lagrangian multiplier test	8.823 ^{***}	0.003
拉格朗日乘数检验用于空间误差模型 The Lagrangian multiplier test is used in spatial error models	30.555 4 ^{***}	0.000
空间残差相关稳健拉格朗日乘数检验 Robust Lagrangian multiplier test for spatial residuals	35.342 ^{***}	0.000
空间杜宾退化为空间自回归似然比检验 Spatial Doberman degenerates into a spatial autoregressive likelihood ratio test	43.32 ^{***}	0.000
空间杜宾退化为空间误差似然比检验 Spatial Doberman degenerates into a spatial error likelihood ratio test	38.38 ^{***}	0.000
空间自回归模型的 Wald 检验 Wald's test for spatial autoregressive models	47.4 ^{***}	0.000
空间误差模型的 Wald 检验 Wald's test for a spatial error model	42.54 ^{***}	0.000
空间自回归与空间误差联合效应的似然比检验 Likelihood ratio test of the combined effect of spatial autoregression and spatial error	64.35 ^{***}	0.000
空间与时间效应模型的似然比检验 Likelihood ratio test for spatial and temporal effect models	631.18 ^{***}	0.000
Hausman	-13.13	

5. 3 空间杜宾模型回归结果分析

根据表 11 中空间杜宾模型(SDM)的回归结果, 数字乡村建设的系数显著为正, 且本地区乡村产业振兴的提高会通过空间溢出效应对邻近区域产生负向影响, 即当本地区城市的乡村产业振兴每增加 1%时, 相邻地区的碳生产率将相应减少 0.406%。这一发现表明, 各地区乡村产业振兴的空间分布并非孤立存在, 而是呈现出复杂的空间相互作用模式, 因此, H_3 得到验证。

表 11 空间杜宾模型的回归结果

Table 11 Regression results for the spatial Durbin model

变量 variable	SDM	Wx
数字乡村建设 Digital village construction	0.024 0 ^{**} (2.39)	0.137 5 ^{***} (3.55)
农民收入水平 The level of peasant income	0.134 9 [*] (1.88)	1.755 0 ^{***} (4.28)
城镇化	-0.476 9 ^{***}	-0.680 2

Urbanization	(-5.68)	(-1.56)
农业产业结构	0.067 7	0.426 5
Agricultural industrial structure	(1.63)	(1.36)
农村经济发展水平	-0.004 4	-0.424 8*
The level of rural economic development	(-0.16)	(-1.95)
Variance sigma2_e	0.000 3***	
	(13.03)	
rho	-0.406 2**	
	(-2.24)	
R ²		
样本量	0.226	
number of samples	330	

6. 研究结论与建议

第一，数字乡村建设对乡村产业振兴的影响具有显著的正向作用，这一结论与已有研究基本一致^[28]，但不同的是，本研究将研究对象聚焦于农业高效、产业和科技化方面，从而更具针对性。且该结论在进行一系列稳健性检验后仍旧成立。第二，异质门槛效应结果表明，数字乡村建设和乡村产业振兴之间存在“临界效应”，农业结构合理化程度一旦突破临界规模，将有效发挥数字乡村建设赋能乡村产业振兴的提升机制。与邱书钦^[29]不同的是，本研究创新性地将数字乡村建设与农业结构合理化纳入乡村产业振兴理论机制框架，回答了乡村全面振兴目标下如何有效利用农业结构合理化实现数字乡村建设、推动乡村产业振兴发展进程，验证了区域农业结构合理化差异对数字乡村建设与乡村产业振兴关系造成的非线性“门槛”异质性特征因素。第三，空间效应分析表明，数字乡村建设能够产生正向的空间溢出效应，其在助力本地乡村产业振兴发展的同时，对周边地区的乡村产业振兴也具有促进作用。与李燕凌等不同的是，本研究在多模型结合、非线性门槛与空间交互、差异化路径设计等方面更具优势，为促进乡村产业振兴提供理论支持和决策依据。

基于以上研究结论，提出如下建议：

第一，数字乡村建设对产业振兴的影响具有显著的正向作用，能够作为核心驱动力引领产业向智慧化、绿色化、高效化发展。在推进数字乡村建设过程中，需宏观优化政策设计，构建系统性政策框架，强化数字基础设施建设。在“新基建”战略下，加速农村宽带、5G、物联网部署，拓宽网络覆盖，提升传输速度，为产业转型提供坚实平台。

第二，农业结构合理化门槛的异质性作用显著，需因地制宜规划发展路径。对于合理化水平较低的青海等地，应加大农业科技投入，建立科研与生产的对接机制，推广高附加值作物与高效农业技术，完善市场信息体系，引导农民灵活调整种植结构，加强农业职业教育与培训，培养新型职业农民。对于合理化水平高的区域，要强化政策与资金支持，优化农业结构，促进生态振兴。

第三，空间效应分析表明，数字乡村建设不仅对本地区影响显著，而且还能够惠及邻近地区。为此，应加速农村数字基础设施建设，加强农民数字技能培训，推动数字技术融入农业生产，提升生产效率，增加农民收入。同时，优化数字经济空间布局，促进区域协调发展，发挥空间溢出效应。加强交通基建，促进要素流动，加大教育投入，提升人力资本，为乡村产业振兴提供坚实支持。

参考文献 References:

- [1] 刘亚娟, 艾世杰, 邢晟. 数字普惠金融对农业企业高质量发展的影响及作用路径[J]. 河南农业大学学报, 2024, 58(6): 1065-1074.
- LIU Y X, AI S J, XING S. The influence of digital inclusive finance on the high-quality development of agricultural enterprises and its action path[J]. Journal of Henan Agricultural University, 2024, 58(6): 1065-1074.
- [2] 周子渭, 严颖峥, 陈臻鹏, 等. 中国数字乡村建设赋能下农户创业行为研究: 基于资源禀赋效应视角[J]. 世界农业, 2025(3): 94-105.
- ZHOU Z W, YAN Y Z, CHEN L P, et al. Research on entrepreneurial behavior of rural households empowered by the construction of digital rural in China: based on the perspective of resource endowment effect[J]. World Agriculture, 2025(3): 94-105.
- [3] SHANMUGAN K, BARIA B P. Agricultural labour productivity and its determinants in India[J]. The Indian Journal of Labour Economics, 2019, 62(3): 431-449.
- [4] 刘震, 张晓星, 魏威岗. 农村数字经济发展对农业碳排放的影响: 基于 29 个省份的面板数据分析[J]. 江苏大学学报(社会科学版), 2023, 25(3): 20-32.
- LIU Z, ZHANG X X, WEI W G. The impact of rural digital economic development on agricultural carbon emissions: Based on the panel data of 29 provinces in China[J]. Journal of Jiangsu University (Social Science Edition), 2023, 25(3): 20-32.
- [5] 王松茂, 尹延晓, 徐宣国. 数字经济能促进城乡融合吗: 以长江经济带 11 个省份为例[J]. 中国软科学, 2023(5): 77-87.
- WANG S M, YIN Y X, XU X G. Can digital economy promote urban-rural integration? : taking 11 provinces and cities in the Yangtze River Economic Belt as an example[J]. China Soft Science, 2023(5): 77-87.
- [6] 毕文泰, 梁远, 陈素云, 等. “双碳”目标下农业企业数字化转型与绿色发展的耦合协调关系[J/OL]. 河南农业大学学报, 2024: 1-13(2024-11-28). <https://link.cnki.net/doi/10.16445/j.cnki.1000-2340.20241127.002>.
- BI W T, LIANG Y, CHEN S Y, et al. Coupled and coordinated relationship between digital transformation and green development of agribusiness under “dual-carbon” target[J/OL]. Journal of Henan Agricultural University, 2024: 1-13(2024-11-28). <https://link.cnki.net/doi/10.16445/j.cnki.1000-2340.20241127.002>.
- [7] LUO H T, HU Q. A re-examination of the influence of human capital on urban-rural income gap in China: College enrollment expansion, digital economy and spatial spillover[J]. Economic Analysis and Policy, 2024, 81: 494-519.
- [8] 吴婧, 王影, 刘春成, 等. 数字乡村建设赋能农业高质量发展的实现机理与组态路径[J]. 统计与决策, 2025, 41(5): 86-91.
- WU J, WANG Y, LIU C C, et al. Realization mechanism and configuration path of digital village construction enabling high-quality development of agriculture[J]. Statistics & Decision, 2025, 41(5): 86-91.
- [9] 逢红梅, 侯广文. 新质生产力赋能乡村产业振兴的现实挑战和实践路径[J]. 农业经济, 2025(4): 60-62.
- PANG H M, HOU G W. Realistic challenges and practical paths of new quality productivity empowering rural industry revitalization[J]. Agricultural Economy, 2025(4): 60-62.
- [10] 李晓慧, 李谷成. 数字乡村建设与农户收入不平等: 基于技能溢价机制的分析[J/OL]. 农林经济管理学报, 2025: 1-13(2025-03-14).

<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=JNDS20250313001&dbname=CJFD&dbcode=CJFQ>.

LI X H, LI G C. Digital rural development and income inequality among farmers: an analysis of the role of the skill premium mechanism[J/OL]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2025: 1-13(2025-03-14).
<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=JNDS20250313001&dbname=CJFD&dbcode=CJFQ>.

[11] 蒋三庚, 成思思, 庄严. 电商进村赋能乡村振兴研究: 基于“电子商务进村示范县”的准自然实验[J]. *经济问题探索*, 2025(3): 172-190.

JIANG S G, CHENG S S, ZHUANG Y. Research on e-commerce entering rural areas empowering rural revitalization: a quasi-natural experiment based on the “national e-commerce demonstration county” initiative[J]. *Inquiry into Economic Issues*, 2025(3): 172-190.

[12] 朱红根, 周柏樊. 数字乡村建设与农业绿色发展: 理论与实证[J]. *世界农业*, 2025(3): 42-54.

ZHU H G, ZHOU B F. Digital rural construction and green agricultural development: theory and empirical research[J]. *World Agriculture*, 2025(3): 42-54.

[13] 朱盼盼, 高甜村, 张颖, 等. 数字农业建设对农业碳排放的影响[J]. *河南农业大学学报*, 2024, 58(4): 708-716.

ZHU P P, GAO T C, ZHANG Y, et al. The impact of digital agriculture construction on agricultural carbon emission[J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 2024, 58(4): 708-716.

[14] 范东寿. 农业技术进步、农业结构合理化与农业碳排放强度[J]. *统计与决策*, 2022, 38(20): 154-158.

FAN D S. Agricultural technology progress, agricultural structure rationalization and agricultural carbon emission intensity[J]. *Statistics & Decision*, 2022, 38(20): 154-158.

[15] 李剑, 常青. 数字经济赋能乡村产业振兴: 作用机理、国际经验与发展路径[J]. *世界农业*, 2024(12): 97-106.

LI J, CHANG Q. Digital economy empowers rural industrial revitalization: Mechanisms, foreign experience and development path[J]. *World Agriculture*, 2024(12): 97-106.

[16] 彭晖, 张墨. 数字经济赋能乡村产业振兴: 效应检验与机理分析[J]. *农村金融研究*, 2023(5): 44-56.

PENG H, ZHANG Z. Digital economy empowers rural industry revitalization: Effect test and mechanism analysis[J]. *Rural Finance Research*, 2023(5): 44-56.

[17] 徐雪, 王永瑜. 中国乡村振兴水平测度、区域差异分解及动态演进[J]. *数量经济技术经济研究*, 2022, 39(5): 64-83.

XU X, WANG Y Y. Measurement, regional difference and dynamic evolution of rural revitalization level in China[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2022, 39(5): 64-83.

[18] 张旺, 白永秀. 数字经济与乡村振兴耦合的理论构建、实证分析及优化路径[J]. *中国软科学*, 2022(1): 132-146.

ZHANG W, BAI Y X. Theoretical construction, empirical analysis and optimization path of the coupling of digital economy and rural revitalization[J]. *China Soft Science*, 2022(1): 132-146.

[19] 梁盛凯, 陈池波, 田云, 等. 中国乡村产业振兴: 时空分异、动态演进及共富效应[J]. *农业技术经济*, 2024(1): 75-95.

LIANG S K, CHEN C B, TIAN Y, et al. Rural industry revitalization in China: spatiotemporal differentiation, dynamic evolution and common prosperity effect[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2024(1): 75-95.

[20] 潘光曦, 郭冰, 侯冠宇. 新质生产力赋能数字乡村建设的多元路径: 基于省域面板数据的动态 QCA 分析[J]. *华东经济管理*, 2025, 39(7): 106-116.

PAN G X, GUO B, HOU G Y. Multiple pathways of new quality productive forces empowering digital rural construction: a dynamic QCA analysis based on provincial panel data[J]. *East China Economic Management*, 2025, 39(7): 106-116.

[21] 刘红, 陈红, 王飞. 数字乡村建设是否提升了农民获得感、幸福感和安全感?[J]. *世界农业*, 2025(1):

5-17.

LIU H, CHEN H, WANG F. Has the construction of digital countryside enhanced farmers' sense of access, happiness and security?[J]. *World Agriculture*, 2025(1): 5-17.

[22] 王刘坤, 祁春节, 曾光, 等. 中国数字乡村建设发展水平评价与时空特征分析[J]. *统计与决策*, 2024, 40(22): 65-69.

WANG L K, QI C J, ZENG G, et al. Evaluation and spatiotemporal characteristics analysis of the development level of China's digital village construction[J]. *Statistics & Decision*, 2024, 40(22): 65-69.

[23] HU Q N, ZHANG T, JIAO Z Q, et al. The impact of fishery industrial transformation on rural revitalization at village level: A case study of a Chinese fishing village[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2022, 227: 106277.

[24] 杨文溥, 李照晗. 农业新质生产力、农民收入增长与收入分配效应[J]. *郑州大学学报(哲学社会科学版)*, 2024, 57(6): 56-63.

YANG W P, LI Z H. The new quality of agricultural productive forces, farmers' income growth, and the impact on income distribution[J]. *Journal of Zhengzhou University (Philosophy and Social Sciences Edition)*, 2024, 57(6): 56-63.

[25] 王业强, 罗杨帆. 县城新型城镇化建设能否促进县域经济高质量发展?[J]. *农村经济*, 2025(2): 47-56.

WANG Y Q, LUO Y F. Can the construction of new urbanization in county town promote the high-quality development of the county economy?[J]. *Rural Economy*, 2025(2): 47-56.

[26] 杨紫依, 马凤才. 农业产业结构调整影响农业生产效率的空间效应研究[J/OL]. *中国农业资源与区划*, 2025: 1-16(2025-01-10).

<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=ZGNZ20250109004&dbname=CJFD&dbcode=CJFQ>.

YANG Z Y, MA F C. Study on the spatial impact of agro-industrial restructuring on the efficiency of agricultural production[J/OL]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2025: 1-16(2025-01-10).
<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=ZGNZ20250109004&dbname=CJFD&dbcode=CJFQ>.

[27] 黄伟华, 祁春节, 黄炎忠, 等. 财政支农投入提升了农业碳生产率吗? : 基于种植结构与机械化水平的中介效应[J]. *长江流域资源与环境*, 2022, 31(10): 2318-2332.

HUANG W H, QI C J, HUANG Y Z, et al. Does financial support for agriculture improve agricultural carbon productivity? : analysis on the mediating effects of planting structure and mechanization level[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2022, 31(10): 2318-2332.

[28] 曹菲, 聂颖. 产业融合、农业产业结构升级与农民收入增长: 基于海南省县域面板数据的经验分析[J]. *农业经济问题*, 2021, 42(8): 28-41.

CAO F, NIE Y. Industrial convergence, upgrading of agricultural industry structure and farmers' income increase: an empirical analysis of county panel data in Hainan Province[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2021, 42(8): 28-41.

[29] 邱书钦, 潘晓, 刘松竹. 数字乡村建设对农业农村现代化影响的实证检验[J]. *统计与决策*, 2025, 41(5): 80-85.

QIU S Q, PAN X, LIU S Z. Empirical test of the impact of digital village construction on agricultural and rural modernization[J]. *Statistics & Decision*, 2025, 41(5): 80-85.