

数字乡村建设对粮食安全的影响研究： 基于县域层面的实证分析

朱 杰¹, 彭浩瀚¹, 张 志², 王 军², 高远卓²

(1. 西南财经大学中国西部经济研究院, 四川 成都 611130;

2. 西南财经大学经济学院, 四川 成都 611130)

摘 要:从数字技术效应和数字治理效应来分析数字乡村建设对粮食安全的直接赋能效应,从产业结构优化效应、农业科技创新效应、农民数字素养提升效应来探讨间接赋能机制,以此来构建数字乡村建设促进粮食安全的理论机制。基于此,采用2018—2022年1238个县的数据对其影响水平、作用机制、时空演变特征等进行实证检验。实证结果表明:数字乡村建设对粮食安全具有显著的积极效应,且该效应时间上具有“二次飞跃”特征,空间上存在极化效应,亟须政策予以扭转;从数字乡村建设的子维度来看,数字基础设施与数字治理具有明显的促进作用;产业结构优化和农业科技创新两条重要路径的作用已经凸显,农民数字素养提升带来的挤出效应大于其促进作用;从区域异质性来看,数字乡村对粮食安全的促进作用在长江经济带和粮食主产区表现得更为显著。

关键词:数字乡村建设;粮食安全;双重赋能;现代农业三大体系

中图分类号:F323.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-0566(2025)05-0079-13

Study on the impact of digital rural development on food security: an empirical analysis at the county level

ZHU Jie¹, PENG Haohan¹, ZHANG Zhi², WANG Jun², GAO Yuanzhuo²

(1. Institute of Western China Economic Research, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 611130, China;

2. School of Economics, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 611130, China)

Abstract: This paper analyzes the direct enabling effects of digital village construction on food security through digital technology and digital governance effects. It also explores indirect enabling mechanisms through the optimization of industrial structure, agricultural scientific and technological innovation, and the enhancement of farmers' digital literacy, thereby constructing a theoretical mechanism for digital village construction to promote food security. Based on this, using data from 1,238 counties from 2018 to 2022, empirical tests are conducted on its impact level, mechanisms of action, and spatiotemporal evolution characteristics. The empirical results show that digital village construction has a significant positive effect on food security, characterized by a “second leap” over time and polarization effects in space, urgently requiring policy intervention. Looking at the sub-dimensions of digital village construction, digital infrastructure and digital governance play an obvious promoting role; the significant roles of industrial structure optimization and

收稿日期:2025-01-10 修回日期:2025-04-28

基金项目:国家社会科学基金青年项目“数字经济促进共同富裕的创造效应与分配效应的政治经济学研究”(24CJL004);国家资助博士后研究人员计划项目(GZC20241397)。

作者简介:朱杰(1996—),男,四川南充人,经济学博士,讲师,研究方向为数字经济。通信作者:高远卓。

agricultural technological innovation are already evident, while the enhancement of farmers' digital literacy has adverse effects; from the perspective of regional heterogeneity, the promotion effect of the digital economy on food security is more pronounced in the Yangtze River Economic Belt and major grain-producing areas.

Key words: digital village construction; food security; dual empowerment; three major systems of modern agriculture

粮食安全是中国式农业农村现代化最本质的要求,是统筹发展和安全两个大局的重大战略部署。2024 年,全国粮食产量达到 7 065 亿 kg,实现 21 连丰,总产量连续 10 年保持在 6 500 亿 kg 以上^①,口粮自给率 100% 以上,谷物自给率 95% 以上,人均粮食占有量超 500 kg,高于国际公认的 400 kg 的粮食安全线。“谷物自给、口粮绝对安全”的粮食安全观基本得到保障。但与发达国家“吃好饭”相比,我国粮食安全仍旧存在总产量和单产率相对较低、粮食供给结构不优、供求局部失衡、自然资源约束加剧等内部问题^[1],面临着国际形势复杂多变影响粮食进出口的稳定性等外部矛盾^[2]。在此背景下,党中央、国务院高度重视国家粮食安全,2025 年《政府工作报告》中就首次提出 1.4 万亿斤粮食产量新目标,强调要“稳定粮食播种面积,主攻单产和品质提升”。

保障粮食安全,摆脱粮食安全困境,要牢牢把握“藏粮于地、藏粮于技”战略。近年来,随着以互联网、大数据、人工智能等为内核的数字经济迅猛发展,成为社会变革和经济高质量发展的关键性力量。实际上,数字经济嵌入农业农村也引发了农村内部生产、生活与生态的深层次变革。就农业生产经营来讲,农业农村数字化持续深化,有利于优化耕地资源,同时为农业生产经营注入新技术以提升农业科技水平,进而增加粮食产量、提高粮食质量及改善粮食结构,从而确保粮食安全。以此来看,作为数字经济与农业农村现代化融合发展的“综合体”——数字乡村为保障粮食安全提供了新机遇,有望成为摆脱目前粮食安全困境的“金钥匙”。在此背景下,党和政府高度重视数字乡村建设,相继出台了《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《数字乡村发展行动计划 2022 年—2025 年》《数字乡村

发展战略纲要》《乡村全面振兴规划(2024—2027 年)》等系列政策举措,勾勒了数字乡村发展蓝图。2025 年中央一号文件提出,支持发展智慧农业,拓展人工智能、数据、低空等技术应用场景,进一步明确了未来数字乡村建设中的重点任务。在大力建设数字乡村的进程中,对粮食安全的作用几何以及何以影响粮食安全成为亟须探索的关键性问题,对于保障粮食安全,实现农业现代化发展,打造农业强国极具现实与理论意义。

现有文献围绕粮食安全、数字乡村两大主题开展了深入研究,并形成了丰富的研究成果。粮食安全层面,研究主要聚焦于概念内涵、水平测度、影响因素和治理对策。国外学者认为粮食安全要保障的粮食包括谷物、肉类、奶类、蛋类、海产品等 18 类,国内学者将谷物、淀粉块茎和豆类认定为粮食,粮食安全的衡量也以口粮安全、谷物自给为主要参考^[3]。步入新发展阶段,中国的粮食安全正在向更大口径的食物安全概念拓展^[4]。杨川等^[5]基于大食物观从生产、生态、经济、消费与流通 5 个方面测度粮食安全水平。从概念内涵和水平测度研究中可知,粮食安全既包含生产供给问题,也涉及需求消费问题。在供给端,气候条件、资源禀赋、农业科技、粮食交易市场、农业政策体系等是影响粮食安全的重要因素^[6-9]。对此,有学者认为需要加快农业科技创新和应用、发展新型农业经营、强化农业基础设施建设、改善国际粮食贸易环境^[10-12]。在消费端,居民恩格尔系数、贫困人口占比、人口增长、消费结构升级、城市化水平提高等均会影响居民对粮食需求的数量、质量及种类^[6]。张志新等^[13]提出在保证粮食供给总量和供给能力的同时,还应提高供给结构对消费结构变化的适应性。数字乡村层面,有学者从数字基础设施、数字治理、经济数字化、生活数字

① 数据来源:国家统计局。

化等多维度开展了测度研究^[14],也有学者^[15-16]关注数字乡村对农业农村农民现代化转型的积极作用。例如,数字乡村建设有利于促进农户创业^[17]进而实现增收共富^[18],依托数字技术突破农业及其相关产业发展的时空限制,加速农业产业体系转型升级。并且,数字技术发展也有助于丰富农民精神世界,提升农民生活现代化水平^[19]。此外,数字化发展给乡村治理带来了新的机遇,通过数字技术重塑乡村治理机制的规则供给、规则执行和规则维护全面赋能乡村治理,推进乡村治理体系和治理能力现代化^[20]。

综上所述,现有研究对粮食安全问题进行了系统的探讨,但不难发现,数字乡村作为数字经济与农业农村深度融合的产物,目前关于其与粮食安全的相关研究较为稀缺,数字乡村建设代表着数字经济时代的农业农村现代化、粮食安全是国家安全的重要基础,在统筹发展和安全两个大局的重大战略安排下,如何以数字技术推动农业现代化发展,加快形成农业新质生产力,夯实国家粮食安全根基,亟须填补这一理论研究的不足。故而,本文围绕数字乡村建设对粮食安全的影响进行解析,试图在理论上对二者关系进行拓展与丰富,在实证上对二者关系进行测度。

一、理论机制与研究假说

粮食安全应是在粮食总量稳步增长、质量有效提升的基础上,涵盖生产安全、生态安全、结构安全等多维度的综合性指标。数字乡村作为以现代信息网络为重要载体,以现代信息技术为重要推动力,重构乡村经济发展的一种手段、过程和状态,具有催生、激活、乘数效应、匹配效应、溢出效应的特征,对粮食安全及其各内在维度产生了深刻影响。

(一)数字乡村建设对粮食安全的直接赋能

1. 数字技术效应

数字基础设施作为数字乡村建设的基石,为互联网、大数据、人工智能等数字技术接入、渗透并作用于粮食生产、供应、销售等全产业链搭建起了桥梁,使得数字乡村建设对粮食结构优化升级产生了深刻影响。具体从两个方面来看:一是数

字乡村建设通过数字技术的应用促进了粮食生产数据的可得性、流通性和共享性,从而产生协同效应提升粮食生产效率。具体地,数字乡村建设可以实现粮食生产链中涉及的数据信息化,相关数据要素经过加工、流通、共享和使用,从而推动粮食生产链中的农业新型经营主体生产需求与农业社会化服务主体的服务供给精准高效对接^[21],进而提高粮食生产链中的要素配置效率^[22]及分工协作效率。二是数字乡村建设能增强粮食生产适应消费需求变化的调适与匹配能力,优化粮食生产结构,实现粮食供给质量与效率提升。具体地,数字化平台能够将复杂多变的粮食供给市场与庞大的粮食需求市场对接,通过收集、整理、分析粮食供求数据,并借助大数据平台将其集中化、可视性、共享化,有助于降低交易过程中的信息搜寻成本,提高粮食的有效供给率。

2. 数字治理效应

数字乡村建设不仅体现为数字技术在乡村的下沉应用,也蕴含了由技术渗透所带来的乡村治理模式与格局的数字化革新,通过智能化的流程管理与资源配置,促进粮食多维度安全。首先,数字乡村建设带来的信息化有助于建立粮食安全数字监测预警系统,推动粮食安全治理信息化,强化政策实施的精准性和及时性。其次,数字乡村建设促进粮食生产过程数字化管理,通过运用生产监控、环境监控以及大数据分析等数字技术实现粮食生产精准化、智慧化、智能化管理,从而加强生产各个环节中的劳动过程控制^[23],降低粮食生产中的不确定性。数字化管理模式还能够对土地、劳动、生态等资源进行更为合理的配置,确保粮食生产供给能力的稳定性及生态可持续发展^[19]。最后,与粮食生产密切相关的环境、气象、水利、电力等公共数据信息,通过开放共享将会进一步强化粮食生产治理,实现从传统依靠经验的种粮模式向以大数据为核心的数字化治理方式转变,切实提升粮食生产效率。

总而言之,数字乡村建设对于实现粮食生产安全、供给安全、结构安全及生态安全具有重要现实意义。基于上述分析,提出假设 H1:从直接赋能

效应来看,数字乡村建设通过数字技术效应和数字治理效应来对粮食安全产生积极的促进作用。

(二)数字乡村建设对粮食安全影响的间接赋能

农业现代化发展是保障粮食安全的前提,而构建现代化产业体系、生产体系及经营体系是推动农业现代化发展的必由之路。其中,生产体系是动力,产业体系是骨架,经营体系是保障。具体地,生产体系以提升农业生产力为重点,经营体系以完善农业生产关系为核心,二者共同支撑现代农业产业体系发展。数字乡村建设背景下,通过互联网、大数据、人工智能等数字技术嵌入及数字治理赋能现代农业三大体系建构,助力农业现代化发展,从而夯实粮食安全根基。

1. 产业体系:产业结构优化效应

数字乡村建设有利于延长农业产业链供应链,优化农业产业结构,推动农业产业体系现代化。一方面,数字乡村建设体现的是数字技术在农业农村的深度参与,其中,数字技术在农业生产经营环节的内嵌,有利于优化农、林、牧、副、渔的结构,合理地配置农业内部产业所需劳动、资本、管理等资源^[24],在追求更大经济利益基础上,兼顾粮食产量提升。另一方面,数字治理提升了政府治理效能,使得政府角色向“赋能型+服务型”数字政府转变,通过推动区域数据协作、强化公共服务能力^[25],优化区域农业市场发展,激励农业市场主体间的协调互动,实现以农业生产为核心向前与农资市场、向后与农产品市场有机衔接。同时,借助数字治理强化农业生产前、产中及产后良性互动与正向反馈机制,打造更为完整的农业产业链,助推现代农业产业体系建构^[26],通过现代化产业体系反向倒逼农业产业结构动态调整至最优均衡,实现粮食高质量生产与供给。

2. 生产体系:农业科技创新效应

新经济增长理论认为,技术进步是推动经济增长的核心动力。数字乡村建设为农业科技创新提供了契机:首先,借助数字技术能打破时空局限,更快速、更便捷、更有效率地将农业技术创新主体集聚起来,从而形成连续、复合、稳定的数字农业创新生态系统,而且数字普惠金融发展也为

农业科技创新提供了资金支持,助力农业创新活动开展^[27];其次,农业科技创新也需要政策保障,利用数字治理可以通过问题意见线上收集、大数据分析、政策制度高效落实等构建推进农业科技创新的快速反馈响应机制^[28],使得制定的体制机制政策能更好地贴合农业科技创新实际需求,助力农业科技成果大面积推广;最后,数字技术具备较高的泛用性,数字乡村建设过程中所发生的数据技术创新突破,如数据存储改良、算力网络升级、大语言模型迭代等,能够很好地交叉应用于农业技术研发,从而推动农业技术创新^[29]。不难看出,数字乡村建设背景下,数字技术和数字治理均能激励农业科技创新,而其最终目的是推动粮食安全。更有效的农业科技创新,有利于制造符合农业实际生产需求的农机设备,通过智能化农业设备赋能农业生产经营,实现“科学种田”“高效种田”,既能节约人力成本还提高了粮食生产效率,为保障粮食安全提供了技术支撑。

3. 经营体系:农民数字素养提升效应

农民数字素养是指数字经济时代背景下农民获取数字红利的能力。粮食生产的经济效益远低于非农生产收益,受城市非农部门高收入的吸引,大量的原有粮食生产者加速向城市转移,使得粮食生产的“增量”与“提质”目标受阻。随着数字乡村建设持续深化,农民数字素养即人力资本水平不断提高。一方面,网络学习、在线培训等数字化学习新业态成为农民学习知识技能的主要渠道,根据对现代农业经营主体的技能要求,进行灵活的专项化自发性研学,从而提升自身数字素养水平^[30]。另一方面,农业新型经营主体培育需要政府建立相关支持政策体系,而治理数字化强化了政府“看得见的手”的作用,通过跨层级、跨地域、跨系统、跨部门、跨业务政务数据共享分析来精准识别各类型农业新型经营主体在教育培训方面的需求和偏好,从而提供更有针对性的培训内容和方式^[31]。充分利用公共数据开放平台优势,构建城乡教育融合发展体系、完善乡村人才长效引进机制、优化人力资本提升保障制度等,助力农民数字素养提高。凭借数字乡村建设提高农民数字素

养有利于形成一批懂农业、懂技术、懂管理的“新农人”进入粮食生产领域,实现对粮食生产的“善治”,从根本上推动农业生产经营由传统向现代化“跃升”,从而提高粮食生产效率和优化粮食生产结构。但是,农业本身的弱质性与低回报性,数字素养较高的农民倾向于从事农村电子商务、直播带货、乡村物流等高收入岗位,导致实际粮食从业农民没有增加,甚至出现减少,即数字技术发展促进了农民转移就业^[32]。在这个意义上,就可能出现对粮食安全的负向影响,在种粮比较效益较低的情况下,保障粮食安全和促进农民增收存在目标冲突。

综上所述,数字乡村建设可通过优化产业结构、农业技术创新以及提升农民数字素养夯实粮食安全根基,确保我国粮食安全。基于此,提出假设 H2:从现代农业的产业体系、生产体系和经营体系等 3 大体系出发,产业结构优化、农业科技创新以及农民数字素养提升是数字乡村建设影响粮食安全的 3 条主要路径。

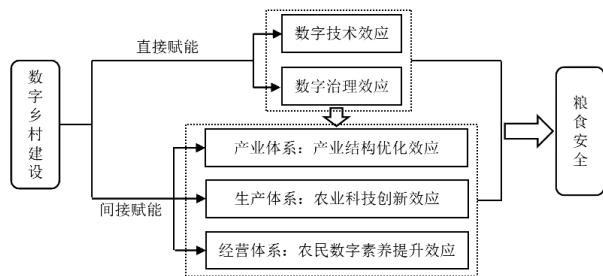


图1 数字乡村建设对粮食安全的影响效应

(三)进一步分析:时间与空间的多维拓展

1. 数字乡村建设对粮食安全的时间效应

数字经济具有显著的规模效应已经成为学界共识,在数字经济发展后期,数字技术使用水平高、覆盖范围广、使用强度高,极大地改善社会各部门运行效率,成本降低的同时收益却呈现几何式增长,并且随着数字经济与社会深度融合,提升作用会愈加明显。从本质上来看,这体现了数字经济的时间维度,即发展水平与时间成正比。同时,互联网普及是数字经济发展的基础,二者联系紧密,因此还需考虑互联网发展的“梅特卡夫定律”与“网络效应”,即当网络用户超过某一临界点后,其价值则

呈爆发式增长,其实也蕴含了时间特征,学界对数字经济发展的时间特性即“边际效应”递增的非线性进行了验证^[33]。进言之,数字乡村建设归根到底是数字经济在乡村中的融合应用,那么对粮食安全的影响有可能具有相应的时间特质,即数字乡村建设对粮食安全存在非线性溢出效应。

2. 数字乡村建设对粮食安全影响的空间效应

因地制宜地实施差异化政策制度是推动经济发展的行为准则,其前提条件就是要明晰空间上的独特性。关于空间特性研究主要分为两个方面:一是区域间的差异性即区域异质性,二是区域间的关联性即空间溢出效应。

其一,数字乡村建设对粮食安全影响的区域异质性。数字乡村建设水平取决于当地的数字经济发展状况,而数字经济发展水平具有明显的区域差异^[34]。因而,数字乡村建设也应存有典型的区域差异,譬如在四大区域(东、中、西、东北)地区及三大粮食功能区(粮食主产区、粮食主销区、粮食产销平衡区)就存在明显的发展水平梯度^[35],从而产生区域异质性效应。

其二,数字乡村建设对粮食安全影响的空间溢出效应。数字技术作为数字经济的重要内核,能够削弱要素流动的地理距离约束,具备特殊的网络扩散效应和外部效应^[36]。数字经济能极大提高农业生产要素流动速度和空间范围,加深区域之间的相互影响,不仅促进本地区产业结构升级,还能促进周边地区产业结构升级^[37]。以此而言,数字经济对农业产业发展存在空间溢出效应的推论为真,粮食生产作为农业部门重要产业之一,数字经济也有可能对粮食生产具有空间外溢性,进而影响当地与周边地区的粮食安全水平。

综上所述,数字乡村建设对粮食安全的影响作用在理论上存在时间与空间两个维度的效应,故在此提出假设 H3:结合数字经济的特性,从时间和空间维度的拓展来看,数字乡村建设对粮食安全具有非线性溢出、区域异质性及空间外溢效应。

二、模型与数据

(一)模型设定

为检验数字乡村建设对粮食安全影响,同时

缓解县域和年份层面不可观测因素干扰,本文构建个体时间双重固定效应基本模型,并采用最小二乘法(OLS)方法进行估计。

$$\ln Isaq_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Dige_{i,t} + \alpha_c Z_{i,t} + \mu_i + \sigma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

式(1)中, $\ln Isaq_{i,t}$ 表示第 i 个地区在 t 期的粮食安全水平对数; $\ln Dige_{i,t}$ 为第 i 个地区在 t 期的数字乡村建设水平对数; $Z_{i,t}$ 是控制变量; σ_t 是时间固定效应; μ_i 为个体固定效应; ε_i 是随机扰动项。

据前文分析,进一步建立模型对产业结构优化效应、农业科技创新效应及农民数字素养提升效应进行检验。参考现有文献^[38],在满足式(1)中系数 α_1 显著的情况下,构建如下模型。通过式(2)、式(3)中的系数 β_1 、 δ_1 、 δ_2 的显著性来验证中介效应是否成立。

$$Med_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln Dige_{i,t} + \beta_c Z_{i,t} + \mu_i + \sigma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$\ln Isaq_{i,t} = \delta_0 + \delta_1 \ln Dige_{i,t} + \delta_2 Med_{i,t} + \delta_c Z_{i,t} + \mu_i + \sigma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

数字乡村建设有可能对粮食安全产生非线性动态溢出影响,故门槛效应模型为:

$$\ln Isaq_{i,t} = \rho_0 + \rho_1 \ln Dige_{i,t} \times I(Th_{i,t} \leq \xi) + \rho_2 \ln Dige_{i,t} \times I(Th_{i,t} > \xi) + \rho_c Z_{i,t} + \mu_i + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

式(4)中, $Th_{i,t}$ 为数字经济的门槛变量, $I(\cdot)$ 为指数函数其取值有两种情况,如果满足括号内的条件则取 1,否则取 0。

(二) 变量选取

1. 数字乡村指数($\ln Dige$)

参考北京大学新农村发展研究院对数字乡村指数的构建方法,尝试从乡村数字基础设施和乡村数字治理两个维度构建数字乡村发展水平指标体系。其中,乡村数字基础设施包括外部接入条件和内部应用深度两个方面。考虑到县域数据的可获得性和代表性,构建了如表 1 所示的数字乡村基础指标体系。本文在对基础指标进行标准化后,采用熵值法测算 2018—2022 年 1 238 个县的

数字乡村指数,在实证分析部分做了对数化处理。

表 1 数字乡村建设基础指标体系

目标	一级指标	二级指标	基础指标	单位	属性
数字乡村建设	乡村数字基础设施	外部接入条件	移动电话接入用户数	户	+
			固定宽带接入用户数	户	+
		内部应用深度	淘宝村数量	个	+
			智慧农业企业数	个	+
			农业大数据企业数	个	+
			农业物联网企业数	个	+
	乡村数字治理	—	政府工作报告中关于乡村数字治理频次	次	+

2. 粮食安全指数($\ln Isaq$)

本文立足新发展阶段,从总量安全、结构安全、生产安全与生态安全 4 个维度刻画县域粮食安全水平指数,相较于目前文献在省际层面测算粮食安全的文献而言,测度县域粮食安全水平更具有针对性,并考虑县域数据的可获得性,选取了粮食总产量作为总量安全维度的基础指标,结构安全维度包含油类产量和肉类产量 2 个基础指标,生产安全维度用农业机械总动力、全社会用电量、农作物播种面积 3 个基础指标,生态安全维度以化肥施用量来衡量,共 7 个基础指标。本文在对基础指标进行标准化后,采用熵值法测算了县域粮食安全指数,在实证分析部分做了对数化处理。

3. 中介变量

数字乡村建设具有产业结构优化、农业科技创新及农民数字素养提升效应。选取合适指标对其衡量:产业结构优化($\ln Struc$),参照田云等^[39]的做法,用种植业与畜牧业增加值之和占农业总产值之比来衡量,并做对数化处理;农业科技创新($\ln Tech$),基于国家知识产权局公布的专利申请信息,按照国际专利分类(IPC)方法,筛选分类号为 A01(农业、林业、畜牧业、狩猎、诱捕、捕鱼)的农业专利申请数据,在县域层面汇总后做对数化处理;农民数字素养提升($\ln hum$),基于 CFPS 2018 年、CFPS 2020 年的数据,用是否使用移动设备上网作为农民数字素质的代理指标^②,并将其匹配到县域层面,并做对数化处理。

4. 控制变量

本文选取的控制变量包括:城镇化率($Urban$),

② CFPS 2018 年、CFPS 2020 年是否使用移动设备对应的代码均是 qu201。

用年末城镇人口占总人口比重来表示;对外开放度 (*Open*), 用出口额金额占 GDP 比重来替代;政府干预 (*lnGov*), 用地方财政一般预算支出占 GDP 比重的对数来衡量;农业生产率 (*lnAlpro*), 用农林牧渔总产值与农林牧渔从业人员之比的对数表示;农业劳动投入水平 (*lnLab*), 用农林牧渔从业人员的对数表示;人口密度 (*Popden*), 用年末总人口占行政区域总面积之比来衡量。

(三)数据来源与描述性统计

本文所使用的数据大多来源于县域统计年鉴、县域统计公报。其中,农作物播种面积、粮食总产量来源于布瑞克数据库,农民数字素养代理指标来自 CFPS 2018 年、CFPS 2020 年数据库,智慧农业企业数、农业大数据企业数、农业物联网企业数来源于天眼查数据库,农业专利申请数据来源于国家知识产权局网站,数字乡村治理衡量指标来自运用 Python 提取 1 238 个县 2018—2022 年政府工作报告中与数字农业、乡村治理、智慧乡村、智慧农业等相关的词汇。

三、实证结果与分析

(一)基准回归结果与分析

表 2 为基准回归结果。结果显示,数字乡村建设的估计系数在 1% 的显著水平上为正,意味着数字乡村建设 (*lnDige*) 对粮食安全具有积极效应。具体地,数字乡村建设每增加 1%,粮食安全提升 0.018%,假设 H1 得到验证。究其原因在于:一方面,数字技术促进了粮食生产数据的可得性和农业生产信息的自由传播而产生协同效应,增强了粮食生产适应消费需求变化的调适与匹配能力,有利于提升粮食生产效率,优化粮食产业结构。另一方面,乡村数字化治理推动了粮食生产全过程的智能化、精准化管理,借助大数据分析、生产监控、环境监控等能对土地、劳动、资本等资源进行合理化配置,也能对粮食生产风险即时预警,提高粮食供给的稳定性和可持续性。综上,数字乡村建设能通过数字技术和数字治理两个直接途径助力粮食安全。

控制变量层面,城镇化率 (*Urban*) 对粮食安全具有一定程度的抑制效应,随着城镇化不断推

进,大量的农村劳动力、土地等生产要素向城市流动,土地撂荒、耕地质量下降等问题频现,无疑对粮食生产有负面影响。政府干预 (*lnGov*) 对粮食安全具有反作用,罗海平等^[3]在理论上说明了政府政策的干预对粮食安全的影响,本文从实证层面进行了验证。经济发展是地方政府主要目标和工作重点,财政资金和行政资源可能更多被用于非农部门,进而对粮食生产造成挤出效应,不利于保障粮食安全。农业生产效率 (*lnAlpro*) 能显著促进粮食安全,毋庸置疑,农业生产效率提升是促进粮食安全最为重要的维度,通过生产效率提升既能增加粮食产量,也利于改善产业内部结构,实现粮食总量与结构安全。农业劳动力投入水平 (*lnLab*) 对粮食安全具有积极影响,从农业现代化理论来看,增加劳动力投入是推动农业现代化发展的重要途径,因此农业劳动力投入水平提升对于粮食安全具有促进作用。人口密度 (*Popden*) 能推动粮食安全,地区人口密度持续提升会增加粮食需求量,从而增加了地方粮食供给压力,那么有可能会倒逼出本地内生粮食生产动力,促进粮食安全保障水平提升。

表 2 基准回归结果

变量	被解释变量: <i>lnIsaq</i>		
	(1)	(2)	(3)
<i>lnDige</i>	0.035 *** (0.003)	0.011 *** (0.002)	0.018 *** (0.002)
<i>Urban</i>	—	—	-0.149 *** (0.010)
<i>Open</i>	—	—	0.056 (0.046)
<i>lnGov</i>	—	—	-0.052 *** (0.005)
<i>lnAlpro</i>	—	—	0.095 *** (0.004)
<i>lnLab</i>	—	—	0.109 *** (0.005)
<i>Popden</i>	—	—	0.228 *** (0.030)
控制变量	未控制	未控制	控制
常数项	-1.622 *** (0.014)	-1.729 *** (0.011)	-2.709 *** (0.042)
年份固定效应	未控制	控制	控制
地区固定效应	未控制	控制	控制
<i>R</i> ²	0.025	0.662	0.731
样本数	6 190	6 190	6 190

注:括号内为聚类到区县的聚类标准误;*、**、*** 分别表示在 $p < 0.10$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$ 时有统计学意义。下同。

(二) 稳健性检验

为确保基准回归结果的可靠性,本文从变更固定效应、替换自变量、替换因变量、工具变量法、剔除极端值、延长观测窗口 6 个方面开展了稳健性检验。①调整固定效应,控制省份层面固定效应;②替换自变量,运用北大数字乡村指数替换本文自变量^③;③替换因变量,考虑到政策文本的词频统计可能无法准确衡量数字乡村治理的真实水平,本文选用县域内拥有的全国乡村治理示范村数量作为数字治理水平的代理变量进行稳健性分析^④;④对模型的内生性进行处理,参考刘冲等^[40]的处理方法,以县级平均地形起伏度与上一年全国互联网用户数的交互项作为工具变量^⑤,从内生性检验结果来看工具变量的选取满足相关性和外生性,故工具变量的选取是合理的;⑤剔除极端值,同时剔除粮食安全、数字乡村建设上下 5% 样本和杭州市样本^[41];⑥延长观测窗口,对数字乡村建设指数取滞后一期。稳健性检验结果与基准回归结果相差无几,证明本文主要结论是稳健可靠的。

(三) 基于数字乡村的准自然实验

本文尝试结合政策冲击构造准自然实验,进一步检验基准回归的稳健性。2020 年,中央网信办等七部门联合印发《关于开展国家数字乡村试点工作的通知》公布了第一批数字乡村试点县(市、区)^⑥。试点县需要将数字乡村建设作为未来工作的重点方向,其数字乡村发展水平要在全国处于领先水平。基于此,本文构建式(5)所示的双重差分模型。

$$\ln Isaq_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Policy_{i,t} + \alpha_c Z_{i,t} + \mu_i + \sigma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

式(5)中, $Policy_{i,t}$ 表示县域是否受到数字乡村政策冲击,当县域 i 入选数字乡村示范县则 $Policy_{i,t} = 1$, 否则为 0; 系数 α_1 则反映了数字乡村政策对粮食安全的影响。

确保实验组和对照组在政策冲击前具有一致的变化趋势是建立 DID 模型的前提。本文构造式(6)进行平行趋势检验。

$$\ln Isaq_{i,t} = \alpha_0 + \sum_{p=-2}^2 \beta_p D_{i,t}^p + \alpha_c Z_{i,t} + \mu_i + \sigma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

式(6)中, $D_{i,t}^p$ 为一组虚拟变量, $p > 0$ ($p < 0$) 表示实验组县 i 在时间 t 处于数字乡村试点之前(之后)的第 p 年,其系数 β_p 反映了实验组和对照组的粮食安全在政策前后不同时期的差异。

估计结果显示(见图 2),相较于政策作用当期,政策作用前各期实验组和对照组县的粮食安全并不存在显著差异,说明双重差分模型满足平行趋势假定。同时观察到,政策实施后,实验组城市的粮食安全水平提升,并具有持续性。

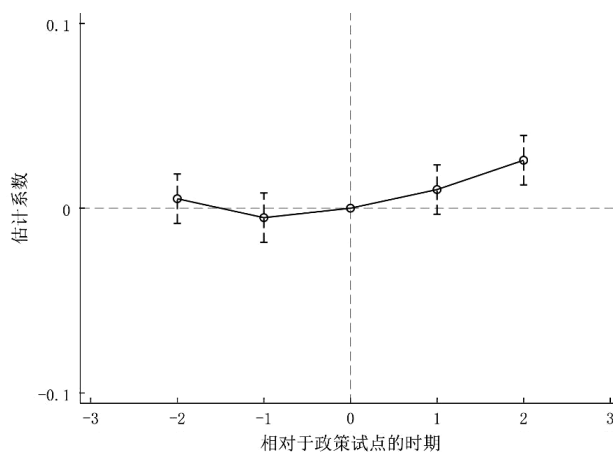


图2 “数字乡村”平行趋势检验

③ 需要说明的是目前公布的数字乡村指数只有 2018—2020 年,本文与此窗口期数据进行了匹配回归。

④ 农业农村部分别于 2019 年和 2021 年公布了两批全国乡村治理示范村镇名单,合计 199 个乡(镇)、1 993 个村,评选标准中,数字化赋能(即利用数字化技术开展乡村治理)是重要评价维度。因此,县域内被评选为全国乡村治理示范的村数量越多,数字乡村治理水平越高。

⑤ 由于工具变量为县域层面,为避免产生多重共线性,进行 2SLS 回归时将县域固定效应调整为所在城市固定效应。在工具变量选取上,地形起伏度与基站建设具有高度相关性,地势平坦的地区数字基础设施的架设与安全难度更低,而数字基础设施建设与数字经济发展休戚相关。因此,在这里地形起伏度与数字乡村建设有相关性。

⑥ 试点县参见 https://www.cac.gov.cn/2020-10/23/c_1605022250461079.htm?eqid=b89b9cc60003a0da0000000264743ca1。

回归系数 α_1 通过了 1% 的显著性水平,则说明“数字乡村”政策提升了试点地区粮食安全水平。这意味着,采用外生冲击缓解内生性后,数字乡村建设仍然具备显著的粮食安全效应,基准回归结果稳健。

(四)数字乡村建设的子维度分析

数字乡村建设指数包含了乡村数字基础设施、乡村数字治理两个子维度。为进一步拓展基准回归结果,本文分别从两个子维度考察了对粮食安全的影响,回归结果如表 3 所示。结果表明,乡村数字基础设施建设对粮食安全具有明显的促进作用,佐证了前文的理论分析。具体而言,乡村数字基础设施建设为数字技术应用与推广提供可能,通过赋能产业链各环节,提升粮食生产效率。此外,乡村数字化治理推动了粮食生产全过程的智能化、精准化管理,借助大数据分析、生产监控、环境监控等能够对土地、劳动、生态等资源进行合理配置,即时预警粮食生产风险,提高粮食供给的稳定性和可持续性。同时,数字化治理模式在一定程度上增进了农业市场机能,有利于打造粮食生产、运输、加工、销售全产业链,形成粮食供求有效反馈响应机制。此外,数字化治理模式有利于释放公共数据要素潜能,为粮食生产提供便利性。

表 3 数字乡村建设子维度分析结果

变量	乡村数字基础设施	乡村数字治理
	(1)	(2)
lnInfras	0.057 *** (0.003)	—
lnGovern	—	0.083 * (0.047)
控制变量	控制	控制
常数项	-2.529 *** (0.043)	-2.429 *** (0.087)
年份固定效应	控制	控制
地区固定效应	控制	控制
R ²	0.743	0.707
样本数	6 190	6 190

(五)内在机制检验

中介效应检验结果如表 4 所示。从回归结果来看,数字乡村建设对粮食安全的产业结构升级效应、农业科技创新效应和农民数字素养提升效应均显著,表明数字乡村建设通过现代农业三大体系作用于粮食安全。其中,产业结构升级和农业科技创新对粮食安全具有积极正向作用,而农

民数字素养提升不利于粮食安全。

从产业结构优化效应来看,数字乡村建设通过数字技术嵌入农业产业全链条,充分发挥数字技术在农业生产要素配置中的优化与集成作用,并于农业生产、经营、管理、服务等环节实行深度融合,推动农业产业链数字化变革,以此优化农业产业结构,实现农业高效化、合理化、绿色化生产与经营,从而夯实粮食安全的根基。证明了本文提出的产业结构优化效应假说 H1。

农业科技创新效应显著说明了数字乡村建设促进了数字技术在农业生产全过程的应用,使得传统粮食生产方式发生改变,有利于保障粮食安全。一方面,数字化工具可以更有效率、更便捷地将创新主体联系起来,形成主体多元的数字农业创新生态系统,并为其提供数字金融支撑;另一方面,乡村数字治理有助于优化政策制度实施路径,既能加速农业科技创新,又能推动农业科技成果转化,更好地赋能农业生产经营。

农民数字素养的中介效应显著,但从结果来看,并没有出现前文理论分析中农民数字素养提升对粮食安全的具有积极效应,反而存在不利影响。其可能原因在于:一方面,数字乡村建设的确有利于提升农民数字素养,通过数字知识渗透和数字教育强化农民的数字认知和数字技能;另一方面,农业生产相对收益较低,使得具备数字素养的农民更多从事农村电子商务、直播带货、乡村物流等,导致从事粮食生产经营农民减少。即互联网发展促进了农民转移就业,由此产生粮食安全的负向影响。

表 4 内在机制检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lnStruc	lnIsaq	lnTech	lnIsaq	lnHum	lnIsaq
lnDige	0.024 ** (0.009)	0.017 *** (0.002)	0.084 *** (0.000)	0.013 *** (0.000)	0.001 ** (0.000)	0.018 *** (0.004)
lnStruc	—	0.008 *** (0.002)	—	—	—	—
lnTech	—	—	—	0.034 *** (0.000)	—	—
lnHum	—	—	—	—	—	-0.407 *** (0.148)
控制效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	-0.587 *** (0.188)	-2.704 *** (0.042)	5.281 *** (0.309)	-2.836 *** (0.052)	0.567 *** (0.009)	-2.409 *** (0.109)
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
R ²	0.221	0.731	0.535	0.727	0.963	0.735
样本数	6 190	6 190	4 819	4 819	2 476	2 476

(六)进一步分析

1. 数字乡村建设对粮食安全的时间效应——
门槛效应检验

参考 Hansen^[42]的检验方法,经过“自助法”反复抽样 500 次以后,通过了双门槛检验,但是未通过三门槛检验,因此采用双门槛回归模型,表 5 为回归结果。由此可知,数字乡村建设对粮食安全的影响存在非线性动态影响。①虽然数字乡村建设水平不同对粮食安全的影响作用存有差异,但均为正向显著,与基准回归结果相呼应;②数字乡村建设对粮食安全的影响呈现阶段性特征,在数字乡村建设水平较低阶段,对粮食安全的边际贡献最大,可能是由于该时期粮食安全处于较低位,具有很大提升空间。随着数字乡村建设的持续深入推进,其对粮食安全的影响会出现“瓶颈期”,体现为数字乡村效力下降,可能为数字乡村建设侧重于某一方面或是不全面导致。全面深化数字乡村建设,推进数字治理在农业生产经营中的应用深度与广度,会迎来促进粮食安全的“二次飞跃”,即数字乡村建设对粮食安全具有“二次飞跃”效应,进而也说明了大力建设数字乡村的必要性和政策指向。

表 5 门槛效应检验结果

变量		lnIsaq
门槛值	q_1	0.003
	q_2	0.006
$\ln Dige \cdot I(Th_{i,t} \leq \xi_1)$		0.005 *** (0.000)
$\ln Dige \cdot I(\xi_1 < Th_{i,t} < \xi_2)$		0.002 ** (0.000)
$\ln Dige \cdot I(Th_{i,t} \geq \xi_2)$		0.005 *** (0.001)
控制变量		控制
R^2		0.126
时期数		5
区县数		1 238

2. 数字乡村建设对粮食安全的空间效应检验

(1)区域异质性分析。本文选取两组不同的划分方式进行验证:一是黄河经济带和长江经济

带;二是粮食主产区和非粮食主产区^⑦。从回归结果(见表 6)来看,数字乡村建设对粮食安全的影响的确存在区域异质性。第一,在长江与黄河流域,数字乡村建设对粮食安全具有明显的促进作用,水资源是粮食生产的关键要素,在数字乡村建设赋能下对粮食生产具有更加明显的积极效应。长江的水资源更为丰富,多年平均水资源总量约 9 958 亿 m³,约占全国水资源总量的 35%,居全国各大江河之首,为黄河的 20 倍^⑧,这可能是长江经济带数字乡村建设对粮食安全作用更加明显的原因所在。第二,从是否为粮食主产区来看,数字乡村建设在粮食主产区对粮食安全具有更为显著的正向影响,原因在于粮食主产区多为平原地区且土壤条件优质,具备粮食生产天然优势,数字乡村建设的积极效应更易体现。

总之,通过对数字乡村建设对粮食安全的异质性分析可知,要因地制宜地实施粮食生产计划与政策,针对不同地区的资源条件和技术水平,依托数字乡村建设,尝试不同的粮食生产方案和产业发展模式,在确保全国粮食安全基础上,推动农村地区经济高质量发展。

表 6 异质性分析结果

变量	黄河经济带	长江经济带	粮食主产区	非粮食主产区
	(1)	(2)	(3)	(4)
lnDige	0.012 *** (0.002)	0.036 *** (0.005)	0.024 *** (0.003)	0.012 *** (0.002)
控制变量	控制	控制	控制	控制
常数项	-2.197 *** (0.060)	-3.260 *** (0.121)	-2.844 *** (0.062)	-2.572 *** (0.052)
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制
R^2	0.763	0.726	0.721	0.575
样本数	2 975	1 375	3 610	2 580

(2)空间溢出效应分析。本文通过构建空间计量模型,来检验数字乡村建设对粮食安全是否存在空间溢出效应。首先,本文采用莫兰指数(Moran's I)对两者进行空间自相关检验,见表 7。

⑦ 黄河经济带包括山东、河南、陕西、山西、甘肃、内蒙古、青海、宁夏、四川 9 个省份,长江经济带包括上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、贵州、云南 11 个省份;粮食主产区包括黑龙江、河南、山东、四川、江苏、河北、吉林 安徽、湖南、湖北、内蒙古、江西、辽宁 13 个省份。

⑧ 数据来源:https://cjjjd.ndrc.gov.cn/zhongshuochangjiang/xsyj/202109/t20210917_1296992。

结果显示,2018—2022 年数字乡村建设和粮食安全的莫兰指数均在 1% 水平下显著,说明二者都具备显著的空间自相关性,在空间分布上呈现集聚特征。

表 7 数字乡村建设和粮食安全的莫兰指数

年份	lnDige		lnIsaq	
	Moran's I	Z 值	Moran's I	Z 值
2018	0.674 ***	35.058	0.536 ***	27.868
2019	0.692 ***	35.959	0.486 ***	25.271
2020	0.692 ***	35.992	0.603 ***	31.319
2021	0.693 ***	36.017	0.599 ***	31.111
2022	0.692 ***	35.964	0.604 ***	31.391

表 8 是空间回归结果,在确定最优的空间模型之前,使用 LM 检验、LR 检验、Wald 检验、Hausman 检验等方法确定了固定效应的空间杜宾模型 (SDM) 为最佳选择。此外,为了比较估计结果的稳健性,表 8 还列出裸回归和替换空间矩阵的回归结果。从列(2)的结果来看,在邻接矩阵下的 SDM 中,数字乡村建设对粮食安全的影响仍旧为正,但对周边粮食安全具有负向效应。说明数字乡村建设对粮食安全具有极化效应,可以解释的是,数字乡村建设是作为重要战略指向,地方政府在推进县域数字乡村建设中难以均匀地分配数字资源,县域之间在向上争取政策和资金支持时存在竞争,导致县域间资源挤压,从而产生负向的粮食安全外溢效应。要破解数字乡村建设对粮食安全的空间极化效应,就需要构建区域协同发展体系,

表 8 空间效应回归结果

模型设定	(1)	(2)	(3)
	邻接矩阵	邻接矩阵	地理矩阵
ρ	0.759 *** (0.008)	0.759 *** (0.008)	2.688 *** (0.006)
lnDige	0.032 *** (0.003)	0.032 *** (0.003)	0.035 *** (0.003)
$W \times \ln Dige$	-0.025 *** (0.003)	-0.025 *** (0.003)	-0.083 *** (0.017)
控制变量	未控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制
直接效应	0.032 *** (0.003)	0.032 *** (0.003)	0.036 *** (0.011)
间接效应	-0.004 (0.008)	-0.004 (0.008)	-0.008 (0.014)
总效应	0.028 *** (0.009)	0.028 *** (0.009)	0.029 *** (0.009)
样本数	6 190	6 190	6 190
R^2	0.021	0.021	0.014

通过发挥各地区优势互补,形成区域发展合力,扭转空间极化效应,转为空间扩散效应。至此,假设 H3 得以证实,数字乡村建设对粮食安全具有显著的非线性溢出、区域异质性及空间外溢效应。

四、研究结论与政策意涵

(一) 研究结论

本文的研究结论包括:(1)数字乡村建设对粮食安全具有显著的正向影响,且该影响随着数字乡村建设的深化呈“二次飞跃”的特征,数字技术与数字治理作为直接内嵌于粮食生产经营过程中的数字化手段,对粮食总量、结构、生产及生态安全产生积极效应,进而保障粮食安全。

(2)在对现代农业三大体系作为传导中枢的机制检验中,数字乡村建设可通过现代农业三大体系对粮食安全产生影响效应,即产业结构优化效应、农业科技创新和农民数字素养提升中介效应成立。其中,产业结构优化和农业科技创新是数字乡村建设赋能粮食安全的主要抓手。农民数字素养提升目前具有负向影响,挤出效应大于促进效应,亟须政策和财政支持引导高素质农民从事农业生产经营活动。

(3)资源禀赋、技术条件、政策实施等不同将会影响赋能效应,在区域异质性分析中,长江流域及粮食主产区的数字乡村建设对粮食安全的促进作用尤其凸显。此外,数字乡村建设对粮食安全在空间地理视域下具有极化效应,即由于地方政策和资金的竞争,本地数字乡村建设对周边地区粮食安全有抑制作用。

(二) 边际贡献

(1)在理论上系统地分析了数字乡村建设对粮食安全的双重赋能效应,从直接赋能来看,数字乡村建设通过数字技术效应和数字治理效应来提升粮食安全水平;从间接赋能来看,数字乡村建设通过赋能现代农业的产业体系、生产体系、经营体系等三大体系,来加速农业现代化发展步伐,从而夯实粮食安全根基。

(2)根据粮食安全的科学内涵以及县域层面数据的可得性,在县域层面构建了可以反映数字乡村建设和粮食安全水平的综合性指标体系,并

进行了有效测度。

(3)定量分析了数字乡村建设对粮食安全的影响力度、作用机制,并进一步对数字乡村建设影响粮食安全的非线性效应、区域异质性及空间外溢性进行实证检验。

(三)政策建议

一是进一步推进数字乡村建设,强化其在粮食安全中的赋能效应。重点发展智能农机、智能终端与制造装备,构建农田全天候数据监测系统和粮食数据产品体系,实现精准管理与智能决策。特别是在长江流域和粮食主产区,应优先配置基础设施,加大政策与资金倾斜,打造数字赋能“示范带”。推动数字治理机制建设,建立“乡镇—县域”协同体系,明确数据责任,提升空间治理精准度。加强粮食产业链数据流通体系建设,提升生产主体协同效率。加快公共数据制度建设与算力平台搭建,高质量整合乡村数据信息。可在具备基础的地区设立“粮食安全数据联合实验区”,探索数字要素对粮食安全的治理效应,为全国复制推广提供范式路径。

二是以现代农业三大体系为抓手,深化粮食安全的多重实现路径。首先,以数字乡村建设为契机,加速利用数字化工具形成“政府—企业—科研院所”农业科技创新生态链,提高农业科技成果产出与转化效率,促进农业生产经营的科技水平。其次,政府部门通过政策引导和财政支持加快农业新型经营主体数字化转型,加强农民数字认知能力和智慧应用能力培训。尤其应针对农民数字素养提升对粮食安全存在部分负向影响,通过设立“数字农业训练营”与“智慧农场实训基地”,提供实操型培训资源,防止数字化转型过程中的“技术挤出效应”。最后,通过数字乡村建设,广泛运用数字技术颠覆式创新农业生产消费场景,积极支持大模型在粮食生产垂直领域的开发和应用,赋能农业新质生产力。还要推动地方因地制宜制定“农业数字创新试点清单”,明确技术落地场景与支持政策,推动“场景—要素—制度”系统融合发展。

三是根据区域资源禀赋条件,实施差异化粮

食生产策略。数字乡村建设对粮食安全影响存在空间异质性,应因地制宜制定粮食发展路径。长江流域和粮食主产区应优先推动适度规模化经营,聚焦科技创新、数据共享与政策联动,提升产能效率。中西部及丘陵山区可探索“特色粮食品类+数字平台”模式,发展多样化种植与数字品牌。推进区域协同,建设县域大数据中心,构建“县—乡—村”共享平台,规范跨区域数据流动,提升要素利用效率,缓解空间极化效应,扩大数字乡村对粮食安全的正向溢出。

参考文献:

- [1]高鸣,赵雪. 农业强国视域下的粮食安全:现实基础、问题挑战与推进策略[J]. 农业现代化研究,2023,44(2): 185-195.
- [2]卜林,赵轶薇. 进口贸易对粮食安全的影响研究:基于财政支农与农业保险的调节效应分析[J]. 保险研究,2023(3):87-104.
- [3]罗海平,王佳铖,胡学英,等. 我国粮食功能区粮食安全水平的时空差异及障碍诊断[J]. 农业经济与管理,2023(2):23-34.
- [4]孔祥智,何欣玮. 筑牢建设农业强国的基础:大食物观下中国的粮食安全[J]. 河北学刊,2023,43(3):120-130.
- [5]杨川,卢新海,许进龙. 基于“大食物观”的中国粮食安全水平评价与动态演进[J]. 经济地理,2024,44(2): 166-174.
- [6]李英,陈立华. 我国粮食安全的影响因素及其对策[J]. 中国流通经济,2011,25(12):85-89.
- [7]程国强,朱满德. 新冠肺炎疫情冲击粮食安全:趋势、影响与应对[J]. 中国农村经济,2020(5):13-20.
- [8]高帆. 中国粮食安全的测度:一个指标体系[J]. 经济理论与经济管理,2005(12):5-10.
- [9]林珊,于法稳,代明慧. 化肥“零增长”政策会影响粮食安全吗:基于准自然实验的 RD 检验[J]. 中国软科学,2024(1):12-23.
- [10]黄季焜,杨军,仇焕广. 新时期国家粮食安全战略和政策的思考[J]. 农业经济问题,2012,33(3):4-8.
- [11]尹成杰. 后疫情时代粮食发展与粮食安全[J]. 农业经济问题,2021(1):4-13.
- [12]魏后凯. 中国农业发展的结构性矛盾及其政策转型[J]. 中国农村经济,2017(5):2-17.
- [13]张志新,李成,靳玥. 数字技术赋能农业高质量发展:基于现代农业三大体系分析框架[J]. 宏观经济管理,2022(3):63-69.

- [14]毛军,梁沐哈,谢嘉豪.中国数字乡村发展统计测度与时空异质性研究[J].中国软科学,2024(5):80-89.
- [15]朱秋博,白军飞,彭超,等.信息化提升了农业生产率吗?[J].中国农村经济,2019(4):22-40.
- [16]夏显力,陈哲,张慧利,等.农业高质量发展:数字赋能与实现路径[J].中国农村经济,2019(12):2-15.
- [17]邹美凤,高云凤,马华,等.数字乡村建设影响农户创业吗?[J].中国软科学,2024(2):201-211.
- [18]杨大鹏.数字赋能乡村振兴实现共同富裕的实践路径和对策[J].中国软科学,2022(增刊1):71-75.
- [19]李丽莉,曾亿武,郭红东.数字乡村建设:底层逻辑、实践误区与优化路径[J].中国农村经济,2023(1):77-92.
- [20]王亚华,李星光.数字技术赋能乡村治理的制度分析与理论启示[J].中国农村经济,2022(8):132-144.
- [21]李健.数字经济助力农业产业链供应链现代化:理论机制与创新路径[J].经济体制改革,2023(3):80-88.
- [22]DAVID P A, WRIGHT G. General purpose technologies and productivity surges: historical reflections on the future of the ICT revolution [C]. Oxford: Oxford university press, 1999:1-22.
- [23]张在一,毛学峰.“互联网+”重塑中国农业:表征、机制与本质[J].改革,2020(7):134-144.
- [24]马述忠,贺歌,郭继文.数字农业的福利效应:基于价值再创造与再分配视角的解构[J].农业经济问题,2022(5):10-26.
- [25]辛璐璐.数字政府建设与城乡共同富裕:理论机制与实证检验[J].统计与决策,2024,40(2):23-28.
- [26]李本庆,岳宏志.数字经济赋能农业高质量发展:理论逻辑与实证检验[J].江西财经大学学报,2022(6):95-107.
- [27]王妍霏,叶举,曹杰.数字金融提升粮食体系韧性的机理及效应研究[J].经济经纬,2023,40(5):48-60.
- [28]苏岚岚.数字治理促进乡村治理效能提升:关键挑战、逻辑框架和政策优化[J].农业经济问题,2024(6):58-75.
- [29]李海艳.数字农业创新生态系统的形成机理与实施路径[J].农业经济问题,2022(5):49-59.
- [30]张蕴萍,栾菁.数字经济赋能乡村振兴:理论机制、制约因素与推进路径[J].改革,2022(5):79-89.
- [31]曾亿武,李丽莉,郭红东.从传统农业到数字农业:演进逻辑与实现路径[J].经济学家,2024(8):119-128.
- [32]魏滨辉,罗明忠.数字经济对农业生产性服务业的影响:基于非农就业和要素供给视角[J].南京农业大学学报(社会科学版),2024,24(1):154-166.
- [33]赵涛,张智,梁上坤.数字经济、创业活跃度与高质量发展:来自中国城市的经验证据[J].管理世界,2020,36(10):65-76.
- [34]钞小静,沈路,薛志欣.基于形态属性的中国省域数字经济发展水平再测算[J].经济问题,2023(2):23-34.
- [35]孙淑惠,刘传明,陈晓楠.数字乡村、网络溢出和农业绿色全要素生产率[J].中国农业资源与区划,2023,44(9):45-59.
- [36]肖静,曾萍.数字经济赋能地区低碳转型:内在机制与空间溢出[J].现代经济探讨,2023(7):23-33.
- [37]马晓君,李艺婵,傅治,等.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,2022,37(11):14-25.
- [38]张志,易恩文,王军.中国城市数字经济发展的资源配置效应[J].中国软科学,2024(7):110-121.
- [39]田云,尹忞昊.中国农业碳排放再测算:基本现状、动态演进及空间溢出效应[J].中国农村经济,2022(3):104-127.
- [40]刘冲,周黎安.高速公路建设与区域经济发展:来自中国县级水平的证据[J].经济科学,2014(2):55-67.
- [41]王海,闫卓毓,郭冠宇,等.数字基础设施政策与企业数字化转型:“赋能”还是“负能”?[J].数量经济技术经济研究,2023,40(5):5-23.
- [42]HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference[J]. Journal of econometrics, 1999,93(2):345-368.

(本文责编:希文)