华南农业大学学报(社会科学版)
2024年第3期　　JOURNAL OF SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY
(第23卷)　　(SOCIAL SCIENCE EDITION)

迈向农业现代化之路:数字乡村建设的路径检验

李　露,赵　巍

(无锡学院 数字经济与管理学院,江苏 无锡 214105)

摘　要: 根据2011—2021年的中国省际面板数据,实证检验了数字乡村建设对中国式农业现代化的作用机制。结果显示:数字乡村建设显著正向促进中国式农业现代化,尤其在乡村经济和生活的数字化方面作用显著,但数字基础设施还需加强;数字乡村建设对产前、产中的农业现代化影响更为显著,其中,数字乡村建设最显著地影响了产中阶段的农业经营体系现代化,其次是产前阶段的农业产业体系现代化,对产后阶段的影响尚显不足。此外,数字乡村建设的影响随时间、空间和农业现代化水平而异。大数据战略实施后,数字乡村建设对农业现代化的影响效应更加显著;在高水平地区,数字乡村建设对农业现代化的助推效应更强;区域上,东部地区的数字乡村建设对农业现代化的作用最为明显,南北差异表现为南高北低,粮食主销区的数字乡村建设影响最为显著。

关键词: 数字乡村建设;中国式农业现代化;产前-产中-产后;异质性检验

中图分类号: F303.3　　**文献标识码:** A　　**文章编号:** 1672-0202(2024)03-0012-11

一、引言

加快农业与农村现代化的步伐不仅是实现全面进步的关键一环,更是推动全方位现代化进程中最为核心的任务之一[1]。随着人工智能、5G、物联网、大数据等数字技术的快速发展,在推进中国式农业现代化进程中,数字乡村建设通过广泛运用数字核心技术于农业、农村和农民领域,正推动中国农业发展模式的深刻变革。基于此,我国农业现代化逐渐转向以技术、知识和信息为驱动的经济增长方式,形成了一个以高新技术为支柱、以信息化为纽带的数字农业新兴模式[2]。数字乡村建设作为数字中国建设的重要组成部分,已成为推动中国乡村振兴和加快农业现代化发展的关键着力点。

目前,关于数字乡村建设与农业农村关系的研究,国内外学者主要聚焦以下3个方面:一是数字乡村对农业生产的影响。已有研究发现,数字乡村建设主要通过数字技术赋能农业生产经营方式[3],实现机械化生产[4]、数字化监控[5]与数字化治理[6],将生产经营由劳动集约型向技术集约型转变。二是数字乡村对农村居民的影响。首先,现有研究基于数字乡村的内涵,从信息化[7-8]、数字平台[9]、电子商务[10]等方面探讨其对农村居民收入的影响。其次,有研究从农村居民的主体行为探讨数字乡村对农户创业的影响,认为数字乡村主要通过缓解信贷约束、破解数字鸿沟来提升社会信任水平,从而影响农民创业决策[11-12]。此外,由于区域资源禀赋、经济发展水平等差异,数字乡村建设的增收效应存在异质性[13]。三是数字乡村对农业高质量发展的影响。学者普遍认可数字乡村可以通过数字技术[14-15]、网络信息建设[16]、数字普惠金融[17]等为人赋能、为农服务,实

收稿日期: 2024-01-23　　**DOI:** 10.7671/j.issn.1672-0202.2024.03.002

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(18ZDA045);江苏省社会科学基金一般项目(23GBL003);江苏省高校哲学社会科学一般项目(2022SJYB0974)

作者简介: 李　露(1993—),女,江苏扬州人,无锡学院数字经济与管理学院讲师,主要研究方向为产业经济与城镇化。E-mail:2495735890@qq.com

现乡村产业振兴。也有学者从实现路径的视角切入，发现农业技术进步[18]、劳动力转移[19]以及农村人力资本的提升[20]是数字乡村建设推动农业高质量发展的核心途径，这些要素贯穿于农业高质量发展全过程，对加快农业农村现代化具有重要作用。

综上所述，当前学术界对数字乡村建设与农业现代化之间关系的直接研究尚显薄弱。现有的研究更多聚焦于数字经济对农业现代化的推动作用，或是从单一数字技术如电子商务、信息化等角度探讨其对农业现代化的影响。同时，在探讨数字乡村建设促进农业现代化的机制时，大多数研究主要基于农业现代化的内涵进行分维度检验，而较少从农业产业链的全过程出发，进行分阶段的深入检验。鉴于此，本文基于数字乡村建设和农业现代化的内涵及主要特征，构建数字乡村和中国式农业现代化指标体系，并从产前、产中、产后 3 个维度对数字乡村建设的影响效应进行分维度和分阶段检验，从而为政府部门优化数字乡村助推农业现代化的政策提供决策依据。

二、理论机制分析

（一）数字乡村建设与中国式农业现代化的核心内容

数字乡村建设不仅是对传统农业信息化的延伸和拓展，更是对农村资源要素进行全面数字化整合的创新实践[21]。数字乡村建设不仅涵盖了乡村数字基础设施的建立，为多样化的乡村数字应用场景提供坚实的支持和物质基础，而且还包含了农业和农村各个领域与数字技术深度融合的应用场景[12]。在数字乡村建设过程中，产业的数字化转型成为其中的核心内容，它激发了推动乡村经济高质量发展和包容性增长的新动力。同时，乡村生活的数字化转型是数字乡村建设的关键目标，旨在通过打造更加智能化的服务体系，满足村民不断增长的个性化需求。此外，乡村治理的数字化转型是数字乡村建设的重要保障，通过对国家治理体系中基层单元的数字化改造，实现治理过程的公开、透明、开放和共享，从而提升治理效能。

以共同富裕为目标的中国式农业现代化，注重数字化、科技化、机械化以及人与自然和谐共生，致力于改变过去传统的农业耕作方式，推动中国式现代化进程[22]。农业产业体系现代化是中国式农业现代化的基础，也是农业现代化的重要表现形式；农业生产体系现代化是衡量现代农业生产力发展的重要标志，体现了先进科学技术融入农业生产过程的结果；农业经营体系现代化反映了小农户与现代农业有机衔接的程度，推动了现代农业组织化、市场化；农业现代化产出水平是农业现代化的一项重要内容，最终目标是产出高水平高质量的农产品，提升农业整体竞争力；农业现代化的可持续发展是中国式农业现代化的应有之义，通过新兴技术和机制加强农村生态文明建设，推进农业生产方式绿色低碳转型，建设美丽乡村[23]。总体上，中国式农业现代化的核心内容涵盖了多个维度，既包括农业产业体系、生产体系和经营体系的现代化，也注重提升农业现代化产出水平以及促进可持续发展。这些方面既各自独立，又相互关联。

（二）数字乡村建设赋能中国式农业现代化的机制分析

数字乡村建设对农业现代化的影响贯穿农业产业链各个阶段。在产前阶段，数字乡村建设解决农户信息不对称问题，实现农业要素市场数字化，促进农村产业融合，实现生产科学化；在产中阶段，数字乡村建设解决农业发展动力和生产效率问题，同时创新合作平台与合作模式，提高经营管理水平，实现农业生产经营精准化、智慧化；在产后阶段，数字乡村建设解决农业可持续发展问题，有效配置农业资源，促进农业生产经营的绿色化、集约化，实现农产品绿色高质化。

（1）产前，数字乡村建设能解决信息不对称问题，实现农业要素市场数字化，促进农村产业融合，赋能农业产业体系现代化。首先，数字乡村建设实现了消费者与生产者之间的零距离，借助互联网、大数据及电商平台等技术手段，推进农产品的数字化改造与高效流通。这一进程不仅帮助农户克服了信息不对称的难题，使他们能够依据市场信息和自身资源优势作出科学决策，还允许

农户根据大数据分析结果及时调整决策信息，精准确定农业生产对象，从而进一步优化农业生产结构，提升经济效益。其次，数字乡村平台通过农业物联网技术高效配置农业要素资源，助推农业要素市场数字化，农业生产资料在流通环节依托新型物流体系可以降低运输成本及提升循环效率，农户能够在第一时间以最优价格确定农业生产资料[24]，推进农业产业区域布局以及农产品产业结构等不断优化。最后，数字乡村建设通过农业大数据平台深入挖掘农业的多功能价值，将农业的生态价值、文化价值和休闲价值相融合。这不仅能够推动农村产业的深度融合，还能催生农业发展的新业态和新模式[25]，进一步推动农业多功能性的发展，为农业产业体系的现代化赋能。

（2）产中，数字乡村建设不仅能解决农业发展动力和生产效率问题，还能创新合作平台与模式、培育新型农业经营主体，从而赋能农业生产体系和经营体系现代化。在数字乡村建设过程中，农业可以通过数字技术实现机械化、自动化和智能化，并借助智能管控和科学管理来应对劳动力短缺和人口老龄化等挑战。数字技术和“三农”的融合推动了数字智能化设备和技术的广泛应用，可以实时监控农业生产全过程，确保各个环节的精细化运作，从而降低监管成本，提升农业生产的效率，并为农业生产体系的现代化注入新动力。同时，数字乡村平台作为知识、信息和新观念的孵化器，不仅可以培育出一批懂技术、懂市场、懂管理的新型农业经营主体[26]，还能孕育出新的农业生产经营模式和互助合作机制。这不仅加速了农业创新的步伐，更为农村社会经济的发展注入了新的活力。通过数字乡村建设，小农户与现代农业得以有机衔接，农业经营管理水平得到显著提升，从而有效赋能农业经营体系的现代化。

（3）产后，数字乡村建设能高效配置农业资源，促进农业生产经营的集约化、绿色化，实现农产品绿色高质化，赋能农业现代化产出水平提升和农业现代化可持续发展。一方面，数字乡村基础设施的应用促进了农业生产的专业化、标准化、品牌化以及规模化，从而培育出符合生态及绿色标准的农产品。在此基础上，数字乡村平台可以通过构建完善的农产品追溯系统，确保农产品从源头到消费端的全链条可追溯性，提高农产品的质量，为提升农业现代化的产出水平提供强有力的支撑。另一方面，数字乡村建设将数字技术深度融入农业生产要素的配置体系中，数字技术的嵌入实现了水资源、化肥、农药和劳动力等关键资源的优化配置，推动了农业资源的绿色化利用，促进了农业生产的绿色可持续发展，为农业现代化的持续进步提供了新的动能。

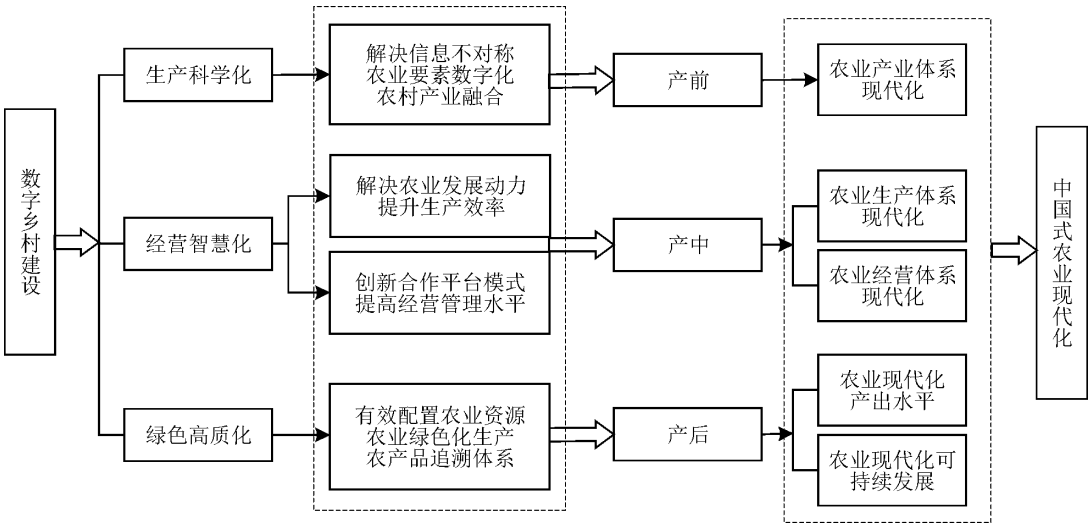


图1　数字乡村建设助推中国式农业现代化的影响机制

三、研究设计与变量说明

（一）基准模型设定

为检验数字乡村建设对中国式农业现代化的直接效应，构建如下基本模型：

$$agrm_{it} = \alpha_0 + \alpha digr_{it} + \alpha_i control_{it} + \lambda_i + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中，$agrm_{it}$表示地区 i 在时期 t 的农业现代化发展水平；$digr_{it}$表示地区 i 在时期 t 的数字乡村发展水平；$control_{it}$表示可能影响省域农业现代化的其他控制变量；λ_i 和 δ_t 分别表示个体固定效应和时间固定效应；ε_{it}表示随机扰动项。

（二）指标选取

（1）核心解释变量：数字乡村建设（digr）。目前关于数字乡村建设水平的测度还存在争议，少数学者采用单一指标法，如农民移动电话拥有量来测度。大多数学者采用综合指标法来衡量数字乡村建设水平。本文借鉴北京大学新农村发展研究院和阿里研究院联合发布的县域数字乡村指数指标体系[27-28]，从乡村数字基础设施、乡村经济数字化、乡村治理数字化和乡村生活数字化 4 个维度出发，构建包含 13 个二级指标的数字乡村建设综合评价指标体系（表 1）。

表 1　数字乡村建设综合评价指标体系

一级指标	二级指标	指标解释	单位	指标权重
乡村数字基础设施建设	农村物流覆盖率	农村投递路线	千米	0.0662
	物流基础设施投资	交通运输、仓储和邮政业固定资产投资	亿元	0.1512
	数字乡村人才建设	农经机构具有专业技术职称的人数	人	0.0902
	农业气象观测站	农业气象观测站	个	0.0421
乡村经济数字化	电子商务基础设施投资	地方财政交通运输支出	亿元	0.0507
	涉农金融投资	涉农贷款余额	亿元	0.1149
	数字资金投入	农林牧渔业固定资产投资	亿元	0.1039
乡村治理数字化	数字乡村治理资金供给	地方财政城乡社区事务支出	亿元	0.0859
	电视普及率	农村电视节目综合人口覆盖率		0.0094
	广播普及率	农村广播节目综合人口覆盖率		0.0082
乡村生活数字化	信息服务消费水平	农村居民人均交通和通讯消费支出	元	0.0634
	信息技术服务	电信业务总量	亿元	0.1919
	智能手机普及率	农村居民家庭平均每百户移动电话拥有量	部	0.0219

（2）被解释变量：中国式农业现代化（agrm）。①农业产业体系现代化体现在多个方面。首先，它表现为产业内部结构的优化与调整，本文通过农业种植结构的多样化以及农林牧渔业产业结构表征农业现代化产业向多元化、高附加值的发展趋势。其次，农业产业体系现代化表现为农业与其他产业的深度融合及多功能方向的拓展，本文采用休闲农业营业收入占比表示农业的多功能性。此外，本文选取农副食品加工业主营业务收入占比表示农产品产地加工程度，以反映农业产业链的完善和现代化进程。②农业生产体系现代化包含农业机械化水平、农田水利化水平、农业劳动生产率和农膜覆盖面积比重等 4 个二级指标。其中机械化率和有效灌溉率直观体现了农业机械化和资源利用水平；薄膜作为现代农业的生产辅助资料，具有提高农产品产量和调节生产时间等作用；农业劳动生产率反映了农业科技水平对现代化生产效率的贡献。③农业经营体系现代化主要通过单位畜禽产品率、农业防灾率、农业生产合作化程度以及农业生产性服务发展水平来体现。单位畜禽产品率反映了农产品转换率；农业防灾率体现了农业在发展过程中应对自然灾害

的能力;农业生产合作化程度是衡量能否通过农业合作社促进小农户与现代农业有机衔接的重要指标;农林牧渔服务业总产值占比反映了农业生产性服务发展水平。④农业现代化产出水平包括4个二级指标,其中,耕地产出率指单位耕地面积的农林牧渔业增加值,反映的是土地产出水平;农业产值占GDP的比重反映的是农业产出水平;单位耕地面积的粮食产量可以直观体现农业发展水平;设施农业是现代农业生产方式的代表。⑤农业现代化可持续发展水平包括4个二级指标,森林覆盖率表示的是森林资源和林地的覆盖面积,一定程度上反映当地的生态农业水平,是正向指标;水土流失治理面积从反面体现当地的生态情况,为负向指标;化肥和农药使用强度表示的是单位播种面积化肥和农药施用量,其过度使用会对农业生态环境造成破坏,与现代化农业所要求的绿色农业理念相违背,是负向指标。具体指标说明见表2。

表2 中国式农业现代化指标体系

一级指标		二级指标	指标解释	单位	指标权重
产前	农业产业体系现代化	农产品产地加工程度	农副食品加工业主营业务收入/农林牧渔业总产值		0.0752
		农业多功能性	休闲农业营业收入/农林牧渔业总产值		0.1205
		农业种植结构	非粮作物播种面积/农业总播种面积		0.0257
		农林牧渔业产业结构	林牧渔业总产值/农林牧渔业总产值		0.0196
产中	农业生产体系现代化	农业机械化水平	单位耕地面积农业机械动力	千瓦/公顷	0.0453
		农田水利化水平	农业有效灌溉面积/农作物总播种面积		0.0448
		农业劳动生产率	农林牧渔业总产值/第一产业就业人数	万元/人	0.0414
		农膜覆盖面积比重	农膜覆盖面积/农作物播种总面积		0.0825
	农业经营体系现代化	单位畜禽产品率	畜牧业总产值/肉类总产值		0.0508
		农业防灾率	1-(成灾面积/受灾面积)		0.0145
		农业生产合作化程度	农业产加销一体化合作社数量	个	0.0890
		农业生产性服务水平	农林牧渔服务业总产值/农林牧渔业总产值		0.0245
产后	农业现代化产出水平	耕地产出率	农林牧渔业增加值/耕地面积	万元/公顷	0.0616
		农业生产总值比重	农业产值/GDP总产值		0.0465
		粮食产量	全年粮食总产量/耕地面积	吨/公顷	0.0201
		设施农业面积	设施农业面积	公顷	0.1602
	农业现代化可持续发展水平	化肥使用强度	化肥施用折纯量/农作物总播种面积	吨/公顷	0.0143
		农药使用强度	农药使用量/农作物总播种面积	吨/公顷	0.0066
		水土流失治理面积	水土流失治理面积	公顷	0.0098
		森林覆盖率	森林覆盖率		0.0471

(3)控制变量:产业结构(indu),采用地区第一产业增加值占地区GDP的比重来衡量;财政支农(fisc),采用农林水事物支出占财政支出比重来反映财政支农水平;城镇化水平(urb),采用城镇人口占年末常住人口的比重来表征;农村人力资本(educ),选取农村各地区6岁及以上人口的平均受教育年限来测度[29]。

(三)数据来源

基于数据的科学性、连续性和可获得性,选择2011—2021年为研究时段,以我国30个省(市、区)为研究对象,使用的数据主要来自《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国农业年鉴》《中国农产品加工业发展报告》《中国农村经营管理统计年报》,以及wind数据库、全国温室数据系统、农业发展报告与政府网站信息等。农村人力资本数据来自《中国人口和就业统计年鉴》中的人口变动情况抽样调查。

四、数字乡村建设助推中国式农业现代化的实证检验

(一)基准回归结果

在进行回归前为避免多重共线性,首先对各个解释变量进行了共线性诊断,结果显示方差膨胀因子 VIF 平均值为 2.21,远小于 10,因此认为不存在多重共线性。研究首先选取最小二乘法(OLS)和固定效应(FE)回归方法实证检验数字乡村建设对中国式农业现代化的影响效应,回归结果如表 3 所示。结果表明,数字乡村建设显著正向促进中国式农业现代化,Hausman 检验进一步验证了相较于 OLS 模型,采用固定效应模型进行参数估计更为合理[30]。基于数字乡村建设的指标体系,本文进行了分维度检验,结果显示,乡村数字基础设施(dig_pub)、乡村经济数字化(dig_eco)、乡村治理数字化(dig_gov)以及乡村生活数字化(dig_life)均对中国式农业现代化产生了显著正向影响。其中,乡村经济数字化、乡村生活数字化对农业现代化的影响效应更大,乡村数字基础设施建设还需进一步完善。

固定效应的控制变量结果显示,农村人力资本水平(educ)的回归系数为 0.019,并在 1% 置信水平下显著,说明人力资本积累有助于实现乡村产业兴旺,提高农业科技成果转化率,推动农业现代化发展;产业结构(indu)的回归系数为 0.095,但未通过显著性检验,说明乡村发展第一产业是基础性产业,与农民生活息息相关,但是对农业现代化的推动作用还不够显著;城镇化水平(urb)对农业现代化的影响显著为正,主要是因为城镇化的推进有助于实现农业生产的规模化经营进而助推农业现代化发展;财政支农(fisc)对农业现代化水平的影响为负,这主要归因于当前财政支农资金多流向农业补助、扶贫支出等方面,资金配置不够均衡,对农业现代化发展反而起到负向作用。

表 3　基准回归估计结果

变量	OLS	固定效应	乡村数字基础设施建设	乡村经济数字化	乡村治理数字化	乡村生活数字化
digr	0.399***(16.18)	0.169***(4.47)				
dig_pub			0.054*(1.84)			
dig_eco				0.086***(2.74)		
dig_gov					0.085***(5.10)	
dig_life						0.086***5.20)
educ	0.016***(3.43)	0.019***(3.63)	0.020***(3.58)	0.019***(3.50)	0.017***(3.19)	0.021***(3.89)
indu	0.148**(2.05)	0.095 (0.73)	0.066(0.50)	0.070(0.53)	0.174(1.33)	0.090(0.71)
urb	0.246***(8.67)	0.576***(12.58)	0.706***(19.93)	0.640***(14.59)	0.599***(14.74)	0.566***(12.86)
fisc	-0.218**(-2.02)	-0.126*(-1.81)	-0.217**(-2.04)	-0.145(-1.36)	-0.129(-1.26)	-0.183*(-1.79)
_cons	-0.088**(-2.41)	-0.264***(-5.73)	-0.280***(-5.85)	-0.274***(-5.80)	-0.257***(-5.61)	-0.237***(-5.10)
state	NO	YES	YES	YES	YES	YES
year	NO	YES	YES	YES	YES	YES
N	330	330	330	330	330	330
R^2	0.655	0.740	0.725	0.729	0.745	0.746

注:*、**、***分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平上显著;括号内数值为 *t* 值。下同。

为进一步检验数字乡村建设对中国式农业现代化的影响机制,本文针对农业现代化的不同维度进行了回归,结果如表 4 所示。从具体维度来看,数字乡村建设对产中阶段的农业经营体系现代化影响最为显著,其影响系数为 0.350,其次是产前阶段的农业产业体系现代化,影响系数为 0.269,两者均通过了 1% 水平的显著性检验。数字乡村建设对产后阶段的影响效应尚显不足,农业现代化产出水平和农业现代化可持续发展的系数分别为 0.044、0.045。这说明数字乡村建设对农业现代化的驱动效应更多地表现在产前、产中环节。随着消费者对农产品需求的转变,数字乡村建设促进了农业生产的多功能拓展,增加了农产品供给的多样化。

表4 基于农业现代化不同维度检验结果

变量	产前	产中		产后	
	农业产业体系现代化	农业生产体系现代化	农业经营体系现代化	农业现代化产出水平	农业现代化可持续发展
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
digr	0.269***(3.21)	0.121**(2.06)	0.350***(4.21)	0.044*(1.81)	0.045*(1.90)
_cons	-0.279***(-2.74)	-0.352***(-4.92)	-0.734***(-7.27)	-0.359*(-1.82)	0.468***(16.41)
controls	YES	YES	YES	YES	YES
state	YES	YES	YES	YES	YES
year	YES	YES	YES	YES	YES
N	330	330	330	330	330
R^2	0.300	0.476	0.757	0.293	0.213

(二)稳健性检验

1. 替换核心解释变量

关于核心解释变量的替换,本文采用两种方法。一种方法是以主成分分析方法替换熵值法。结果见表5模型(1)。数字乡村建设对中国式农业现代化的影响系数为0.058,依然显著。另一种方法是利用阿里研究院和南京大学空间规划研究中心的"淘宝村"统计数据替换核心解释变量数字乡村,结果见表5模型(2)。数字乡村建设的影响系数为0.071,在1%水平上显著。

2. 剔除直辖市样本

由于直辖市在中国经济社会地位上的特殊性,国家对其农业政策扶持方面有所区别,再加上撤县设区等行政区划的调整,直辖市的农业经济和农业人口占比越来越小,因此本文剔除北京、重庆、上海、天津4个直辖市,将剩下的样本数据重新回归,结果得到表5中模型(3)。数字乡村对农业现代化的影响系数为0.114,通过了1%水平的显著性检验。

3. 工具变量方法

本文借鉴前人研究,使用1984年固定电话数量和邮电业务量作为数字乡村的工具变量[31],以满足"相关性"和"排他性"的假设。为了满足面板数据的要求,将经过滞后一期处理的互联网用户数与1984年每万人固定电话数量、每百人邮电业务量相乘,结果如表5模型(4)所示。数字乡村建设对中国式农业现代化的影响在考虑内生性后依然显著为正,系数为0.269。

4. 外生冲击检验

本文将数字乡村战略的提出作为一个外生政策冲击,以东部地区作为实验组,中西部地区作为控制组。结果如表5模型(5)所示。数字乡村建设对中国式农业现代化的影响系数为0.102,且在5%的水平下显著;treat × policy 的系数显著为正,说明数字乡村战略的实施对东部地区的政策效应显著。

表5 稳健性检验与内生性缓解

变量	重新测算	变量替换	剔除直辖市	工具变量	政策效应
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
digr	0.058*(1.82)	0.071***(4.64)	0.114***(3.20)	0.269***(2.50)	0.102***(2.24)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES
treat × policy					0.032***(2.57)
_cons	-.0299***(-6.40)	-0.277***(-6.08)	-0.100***(-2.04)	-0.091***(-2.45)	-0.284***(-3.31)
state	YES	YES	YES	YES	YES
year	YES	YES	YES	YES	YES
Kleibergen-Paap rk LM 统计量				64.090***[0.000]	
Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量				56.561{19.930}	
N	330	330	286	330	
R^2	0.725	0.741	0.783	0.654	

注:小括号内数值为 *t* 值,中括号内数值为 *P* 值,大括号内数值为 Stock-Yogo 弱识别检验10%水平上的临界值。

五、数字乡村建设对中国式农业现代化影响的异质性分析

(一)时间异质性检验

为验证数字乡村建设在不同阶段对中国式农业现代化的影响差异,本文参考前人研究[32],以2015 年国家提出实施大数据战略为关键时间节点,把数字乡村建设分为 2011—2015 年和 2016—2021 年两个阶段,考察大数据战略实施前后数字乡村建设对农业现代化的影响。从表 7 可以看出,大数据战略实施前,数字乡村对农业现代化的影响系数为 0.124,在 10% 水平上显著;大数据战略实施后,数字乡村对农业现代化的回归系数为 0.336,表明大数据战略实施后,数字乡村建设对农业现代化的影响效应更加显著。在国家大数据战略实施之前,数字乡村建设往往在经济发达的省份先行启动,而在欠发达的省市则起步较晚。然而,随着大数据战略的深入实施,互联网技术得到了广泛普及,为全国各地农民提供了便捷的信息获取渠道。这一战略也为相对落后地区的信息网络基础设施建设提供了坚实的硬件支持,极大地推动了数字乡村建设的进程,从而有助于数字乡村建设助力中国式农业现代化的实现。

(二)结构异质性检验

本文通过熵值法计算出各省市农业现代化水平,再取均值进行分类,将其划分为“高水平”“中高水平”“中等水平”“低水平”4 个组别。从表 6 可以看出,高水平组别的省市主要分布在东部地区,中高水平以上的省市大多集中于沿海地区和中部省市,中等水平和低水平省市大部分集中于西部地区。在此基础上,按照不同水平分类检验数字乡村对农业现代化影响的结构异质性。如表 7 所示,总体上,数字乡村建设对中国式农业现代化的影响效应在不同水平区域均为正,其中高水平区域影响系数最高,为 0.221,中高水平和中等水平地区次之,分别为 0.097、0.098,低水平区域影响系数为 0.050,且未通过显著性检验。这说明,在农业现代化水平较高的地区,数字乡村建设对农业现代化的推动作用表现得更为显著。相对而言,低水平地区的数字乡村建设还未能有效发挥其赋能农业现代化的作用。这其中的原因可能在于,农业现代化高水平地区本身就具备优越的区位条件,交通便利,数字乡村基础设施相对完善。此外,这些地区往往拥有丰富的特色农产品资源或处于区域物流中心的重要位置,因此数字乡村建设对这些地区而言,更像是在已有优势基础上“锦上添花”,进一步提升了农业现代化的发展水平。

表 6　农业现代化水平分类

区间范围	类型	省份
0.301 ~ 1.000	高水平	北京、河北、辽宁、江苏、浙江、福建、山东
0.251 ~ 0.300	中高水平	天津、河南、安徽、湖北、湖南、四川、上海、海南
0.201 ~ 0.250	中等水平	新疆、内蒙古、黑龙江、吉林、甘肃、陕西、重庆、广东、江西、广西
0.000 ~ 0.200	低水平	青海、宁夏、山西、云南、贵州

表 7　时间及结构异质性检验

变量	时间差异		结构差异			
	2011—2015	2016—2021	高水平	中高水平	中等水平	低水平
digr	0.124*(1.66)	0.336***(9.36)	0.221*(1.85)	0.097*(1.88)	0.098**(2.52)	0.050(1.08)
control	YES	YES	YES	YES	YES	YES
constant	-2.800***(-3.97)	-0.788*(-1.78)	-1.168**(-3.03)	-0.406***(-4.74)	-0.350***(-6.53)	-0.099**(-2.35)
state	YES	YES	YES	YES	YES	YES
year	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	150	150	77	88	110	55
R^2	0.695	0.767	0.642	0.899	0.872	0.934

（三）区域异质性检验

考虑到各省域在地理区位上存在的显著差异可能导致的异质性影响，本文将中国划分为三大主要区域，即“东部”、“中部”和“西部”区域。此外，为更细致地分析不同地域特色，本文还依据“秦岭－淮河”分界线将中国划分为“南方”和“北方”两个区域。同时，为了探究不同农业功能区的特性，本文进一步对三大粮食功能区进行了区域异质性检验，以期全面揭示数字乡村建设在不同地理背景下的农业现代化效应。表8结果显示，东部地区数字乡村建设对农业现代化的影响效应最为明显，验证了前文政策效应的结果，中部和西部地区数字乡村建设还未能直接显著地推动农业现代化发展；南方和北方数字乡村建设对农业现代化的影响均在1%水平上通过了显著性检验，并且南方的影响系数比北方高；三大粮食功能区因其人地关系、城乡关系的调整表现出显著的区域异质性。粮食主销区数字乡村建设助推农业现代化的影响效应最显著，系数为0.172；粮食主产区影响效应低于粮食主销区，系数为0.071，且在5%水平上显著；粮食产销平衡区影响系数最低，且未通过显著性检验。

表8 区域异质性检验

变量	东西方向划分			南北方向划分		粮食产销方向划分		
	东部	中部	西部	南方	北方	主产区	主销区	产销平衡区
digr	0.184***(2.98)	0.069(0.69)	0.067(1.26)	0.263***(4.05)	0.101**(2.34)	0.071**(2.03)	0.172**(2.30)	0.041(1.36)
control	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
constant	-0.424***(-2.70)	-0.143(-1.42)	-0.111*(-1.84)	-0.300***(-4.65)	-0.176***(-2.82)	-0.227**(-2.38)	-0.693***(-2.88)	-0.191***(-3.18)
state	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	121	88	121	165	165	143	77	110
R^2	0.702	0.767	0.853	0.832	0.673	0.748	0.730	0.852

六、结论与启示

本文基于2011—2021年的中国省级面板数据，探究了数字乡村建设助推中国式农业现代化的作用机理。结果显示：第一，数字乡村建设显著正向促进中国式农业现代化，乡村经济数字化、乡村生活数字化对中国式农业现代化产生的影响最大，乡村数字基础建设还需要进一步完善。第二，从具体维度来看，数字乡村建设对产中阶段的农业经营体系现代化影响效应最显著，其次是产前阶段的农业产业体系现代化，数字乡村建设对产后阶段的影响效应尚显不足。第三，数字乡村建设对农业现代化的影响效应存在时间、空间以及农业现代化水平的异质性。时间异质性检验显示，数字乡村建设对中国式农业现代化的影响效应在2015年大数据战略实施后更加显著。结构异质性分析显示，高水平地区的数字乡村建设对中国式农业现代化起到了“锦上添花”的作用，而低水平地区尚未能充分发挥其赋能作用。在区域异质性检验中，东部地区数字乡村建设对农业现代化的影响效应相较于中西部更为显著。南北经济差异也导致数字乡村赋能农业现代化的程度南高北低。针对粮食功能区的异质性分析表明，粮食主销区的数字乡村建设对农业现代化的推动作用更为突出，而粮食产销平衡区的影响系数最低且未通过显著性检验。

本文的研究结论具有以下政策启示：第一，积极推进数字乡村发展战略，以此推动中国式农业现代化发展。首先应持续提高乡村经济和生活的数字化水平，其次应针对那些数字基础设施建设薄弱的地区，进一步增加农村光纤、通信等基础设施的投资，从而弥补数字乡村建设的不足，为推进中国式农业现代化奠定坚实基础。同时，面对数字乡村建设在农业现代化产后阶段影响有限的问题，需要切实将农村的生态资源转化为实际的经济效益，以此提升农业现代化的可持续发展能力。第二，充分考虑各地区资源禀赋、发展阶段的差异，因地制宜实施数字乡村建设战略。首先针对农业现代化发展相对较好的地区，要继续发挥数字乡村建设的赋能效应，强化发达地区数字化

发展的“溢出效应”,建设区域之间数字资源共享机制,将优惠政策进一步向农村创新创业倾斜,使经济发达的乡村地区尽早实现农业产业结构现代化升级。针对低水平地区,逐渐补齐欠发达地区之间的基建短板,不断填补乡村数字化领域的“空白”,通过基建拉动提升农业现代化水平。第三,针对区域发展不平衡状况,中西部地区要进一步完善涉农基础设施建设,除了系统布局还要进行合理的政策性托底,通过农业数字化转型提高农业劳动生产效率,加强农业综合生产能力,从而进一步释放数字乡村建设对农业现代化的驱动效应。对于粮食功能区的区域异质性,粮食主销区应着重在流通领域深化数字乡村建设,以优化农产品流通体系;粮食主产区则要通过数字技术在生产领域的应用,提高粮食产量、夯实粮食安全根基,确保粮食和重要农产品的稳产保供,以此提升中国式农业现代化水平。

参考文献:

[1]杨志良. 中国式农业现代化的百年探索、理论内涵与未来进路[J]. 经济学家,2021(12):117 - 124.

[2]曾亿武,宋逸香,林夏珍,等. 中国数字乡村建设若干问题刍议[J]. 中国农村经济,2021(4):21 - 35.

[3]KAREN G,JAWWAD Z,ISABELLE F N. Decoding technological frames:an exploratory study of access to and meaningful engagement with digital technologies in agriculture [J]. Technological forecasting and social change,2023,190: 122405.

[4]万宝瑞. 我国农村又将面临一次重大变革—— “互联网 + 三农”调研与思考[J]. 农业经济问题, 2015(8):4 - 7.

[5]梁琳. 数字经济促进农业现代化发展路径研究 [J]. 经济纵横, 2022(9): 113 - 120.

[6]沈费伟,袁欢. 大数据时代的数字乡村治理:实践逻辑与优化策略[J]. 农业经济问题,2020(10):80 - 88.

[7]LÖFVING L, KAMUF V, HELENIAK T, et al. Can digitalization be a tool to overcome spatial injustice in sparsely populated regions? The cases of Digital Västerbotten (Sweden) and Smart Country Side (Germany)[J]. European planning studies, 2022(5): 917 - 934.

[8]朱秋博,朱晨,彭超,等. 信息化能促进农户增收、缩小收入差距吗? [J]. 经济学(季刊), 2022(1): 237 - 256.

[9]昝梦莹,王征兵. 农产品电商直播:电商扶贫新模式[J]. 农业经济问题,2020(11): 77 - 86.

[10]曾亿武,郭红东,金松青. 电子商务有益于农民增收吗? ——来自江苏沭阳的证据[J]. 中国农村经济,2018(2):49 - 64.

[11]张雷,孙光林. 数字乡村对农户创业的影响机理[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2023(3):69 - 82.

[12]赵佳佳,魏娟,刘天军. 数字乡村发展对农民创业的影响及机制研究[J]. 中国农村经济, 2023(5): 61 - 80.

[13]齐文浩,李明杰,李景波. 数字乡村赋能与农民收入增长:作用机理与实证检验——基于农民创业活跃度的调节效应研究[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版),2021(2):116 - 125.

[14]唐文浩. 数字技术驱动农业农村高质量发展:理论阐释与实践路径[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2022(2):1 - 9.

[15]罗千峰,赵奇锋,张利庠. 数字技术赋能农业高质量发展的理论框架、增效机制与实现路径[J]. 当代经济管理,2022(7): 49 - 56.

[16]SARAH R,EVAN G,IAN M,et al. Automated pastures and the digital divide:how agricultural technologies are shaping labour and rural communities [J]. Journal of rural studies computers in human behavior, 2019,68: 112 - 122.

[17]申云,李京蓉. 数字普惠金融助力乡村产业融合发展的共富效应及空间分异[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2023(4):82 - 95.

[18]雷泽奎,祁春节,王刘坤. 数字乡村建设能驱动农业经济高质量增长吗? [J]. 华中农业大学学报(社会科学版),2023(3):54 - 66.

[19]傅华楠,李晓春. 数字经济驱动中国农业现代化的机制与效应[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2023(3):18 - 31.

[20]李媛,阮连杰. 数字经济赋能中国式农业农村现代化:理论逻辑与经验证据[J]. 经济问题,2023(8):25 - 32.

[21]王胜,余娜,付锐. 数字乡村建设:作用机理、现实挑战与实施策略[J]. 改革, 2021(4): 45 - 59.

[22]毛飞,孔祥智. 中国农业现代化总体态势和未来取向 [J]. 改革, 2012(10): 9 - 21.

[23]国务院发展研究中心农村经济研究部课题组, 叶兴庆, 程郁,等. 中国农业现代化与农村现代化协调发展战略研究[J]. 农业经济问题, 2023(4): 13 - 27.

[24]MARIA E M,AVTAR R,DIAZ H L B,et al. Digitalization to achieve sustainable development goals: steps towards a smart green planet[J]. Science of the total environment,2021,794:148539.
[25]邹利林,李裕瑞,刘彦随,等. 基于要素视角的耕地"三生"功能理论建构与实证研究[J]. 地理研究, 2021(3): 839-855.
[26]苏岚岚,彭艳玲. 数字乡村建设视域下农民实践参与度评估及驱动因素研究[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2021(5):168-179.
[27]杜建军,章友德,刘博敏,等. 数字乡村对农业绿色全要素生产率的影响及其作用机制[J]. 中国人口·资源与环境, 2023(2): 165-175.
[28]朱红根,陈晖. 中国数字乡村发展的水平测度、时空演变及推进路径[J]. 农业经济问题,2023(3):21-33.
[29]李露,徐维祥. 农村人口老龄化效应下农业生态效率的变化[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2021(2): 14-29.
[30]黄永春,宫尚俊,邹晨,等. 数字经济、要素配置效率与城乡融合发展[J]. 中国人口·资源与环境, 2022(10): 77-87.
[31]郝爱民,谭家银. 数字乡村建设对我国粮食体系韧性的影响[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2022(3):10-24.
[32]岳书敬,董迪妮,赖晓冰. 数字创新如何影响城市经济差距——"数字鸿沟"还是"数字红利"[J]. 财经科学, 2023(9): 76-88.

Mechanism and Path of Digital Rural Construction Boosting the Modernization of Chinese-style Agriculture

LI Lu, ZHAO Wei
(*School of Digital Economy and Management*, *Wuxi University*, *Wuxi* 214105, *China*)

Abstract: Based on China's provincial panel data from 2011-2021, we empirically examined the mechanism of digital rural construction on China's modernization. The results show that, digital rural construction has a significantly positive contribution to Chinese-style agricultural modernization; it has an obvious strong impact on the the rural economy and rural life; however, the role of rural digital infrastructure needs to be further enhanced. Digital rural construction has a stronger impact on the pre-production and mid-production phases, it affects most strongly the agri-operation system, followed by the agri-industrial system. The impact on post-production period is still insufficient. In addition, the influence of digital rural construction varies with spatio and/or temporal levels of agri-modernation. Digital rural construction has an even greater impact on agri-modernation ever since the implementation of big data strategy; its boosting effect is higher in 'high-level'(developed) regions——it has the strongest effects on the estern regions; modernation level in the south is higher than that in the north; and it has the most significant in the major grain consumption areas.

Key Words: digital village construction; Chinese-style agricultural modernization; pre-production, mid-production and post-production; heterogeneity test