

数字经济与农业农村现代化

——基于地级市层面的研究

覃朝晖 范振楠 余思明

(三峡大学 经济与管理学院, 湖北 宜昌 443002)

摘要:数字经济不断向“三农”领域渗透,深刻影响着农业农村现代化进程。本文基于中国 246 个地级市的面板数据,构建农业农村现代化评价指标体系,从要素配置视角分析数字经济对农业农村现代化的影响及作用机制。研究发现:数字经济对农业农村现代化具有显著的促进作用,从农业农村现代化三个维度来看,数字经济能够显著推动农业现代化和农村现代化,但对农民现代化的影响不显著;机制检验表明,数字经济能够通过农业技术创新、农村资本投入和劳动力流动等要素的优化配置,提升农业农村现代化水平;在非粮食主产区和农业农村现代化水平较高地区,数字经济推动农业农村现代化的效果更明显。为此,需加快数字经济与农业农村深度融合,优化农业农村地区要素配置,实施差异化数字经济战略。

关键词:数字经济;农业农村现代化;农业技术创新;农村资本投入;劳动力流动;要素配置

中图分类号:F323.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5230(2024)04-0108-12

一、引言

农业农村现代化是新时代“三农”工作的重要任务,也是实现中国式现代化的重要组成部分。党的二十大对全面推进乡村振兴、加快建设农业强国作出战略部署,为加快推进农业农村现代化指明了方向。近年来,我国在不断探索农业农村现代化道路过程中成果显著,但仍然面临农业综合竞争力较弱、农村发展相对滞后、农民增收动力不足等问题^[1],成为制约农业农村现代化的短板。在此背景下,找准农业农村现代化的内生动力,是破除农业农村现代化各项障碍的关键所在。当前依托数据生产要素,以信息通信技术为载体的数字经济迅猛发展。中国信息通信研究院发布的《中国数字经济发展研究报告(2023年)》显示,2022年我国数字经济规模达到50.2万亿元,同比名义增长10.3%,占GDP

收稿日期:2023-09-11

基金项目:国家社会科学基金一般项目“脱贫民族地区要素配置与乡村产业振兴耦合机制研究”(21BMZ138);湖北省高等学校哲学社会科学重大项目“数字经济创新促进高质量发展的路径及效果研究”(22ZD057)

作者简介:覃朝晖(1981—),男,湖北鹤峰人,三峡大学经济与管理学院教授,博士生导师;
范振楠(1990—),女,陕西富平人,三峡大学经济与管理学院博士生;
余思明(1989—),男,湖北鄂州人,三峡大学经济与管理学院副教授,本文通讯作者。

的比重达到 41.5%。2018—2024 年中央一号文件均提出要加强数字技术在农业农村的应用。数字经济不断向“三农”领域延伸和渗透,涉及农业升级、农村进步和农民发展等诸多方面^[2]。那么,数字经济的发展能否推动农业农村现代化?如果可以,其作用机制是什么?厘清这些问题,对于推进农业强国建设、乡村全面振兴和农民共同富裕具有重要的理论和现实意义。

现有文献关于农业农村现代化的研究主要聚焦于内涵特征、省级评价指标体系构建及水平测算、影响因素和实现路径等方面^{[3][4][5]}。随着数字经济的发展,学者们开始关注数字经济对农业农村现代化的影响,主要有两种观点。一种观点认为,数字技术转变了农业生产方式,提高了农业生产效率,使其向智能化、数字化方向变革升级^[6]。并且数字乡村建设在产业升级、乡村治理、基础设施和农民生活等方面产生积极影响,能够有效提升乡村治理效能,创新公共服务供给,显著提高农民收入和消费水平,从而加快农业农村现代化进程^{[7][8]}。而另一种观点认为,与数字经济配套的数字基础设施建设薄弱、数据分享体系不完善、数字人才培养滞后以及相关法律法规不健全等诸多障碍^[9],制约了数字经济的积极效应;Couture 等(2021)研究发现电商未能促进农业生产活动和提高农民收入^[10];张勋等(2020)的研究表明数字金融的发展无助于农民消费提升^[11];黄漫宇等(2022)指出数字鸿沟抑制了农民分享数字红利和就业增收,一部分农民由于年龄较大、数字技能不足而处于信息弱势地位,在劳动力市场被边缘化甚至被挤出,阻碍了其收入水平提高和消费结构升级^[12]。总体来看,关于数字经济对农业农村现代化影响的研究,已有部分文献进行了定性分析,还有部分文献利用省级层面的数据进行了定量研究,并且主要对农业农村现代化某一维度的局部影响进行探讨,鲜有对数字经济与农业农村现代化关系的系统分析,从地级市层面对二者关系的实证研究及机制探讨更显不足。

基于此,本文采用中国 246 个地级市的面板数据,将数字经济与农业农村现代化纳入同一研究框架,从农业、农村和农民三个维度出发,在综合考量农业农村现代化水平的基础上,从全局视野探讨数字经济对农业农村现代化的影响及作用机制。本文可能的边际贡献在于:第一,从地级市层面测算农业农村现代化水平,并从理论和实证两方面深入研究数字经济对农业农村现代化的影响;第二,从农业技术创新、农村资本投入和劳动力流动等要素配置角度,阐释数字经济对农业农村现代化的作用机制,有助于深化数字经济与农业农村现代化内在关系的理解;第三,基于不同粮食生产功能区和农业农村现代化发展水平,进一步揭示数字经济对农业农村现代化驱动效应的异质性,从而为政府差异化政策制定提供依据。

二、理论分析与研究假设

(一)数字经济对农业农村现代化的影响

根据梅特卡夫法则,互联网价值与联网用户数的平方呈正比,当联网用户数超过某一临界点后,数字经济的网络价值将呈指数增长^[13]。随着农业农村地区数字基础设施的建设与完善,参与数字经济的农村互联网用户数逐渐增长,使得数字经济对农业农村现代化的推动作用不断增强。中国的农业农村现代化是农业现代化、农村现代化和农民现代化“三化融合”的现代化^[3],数字经济对农业农村现代化的影响也体现在这三个方面。

数字经济对农业现代化的影响,主要体现为数字经济对产业现代化、生产现代化和绿色现代化三个维度的影响。在产业现代化维度,舒尔茨(2006)在《改造传统农业》一书中提出传统农业向现代农业转变的主要方式之一是现代生产要素的参与^[14],数据要素是数字经济时代的核心生产要素,通过与农业全产业链深度结合,将各环节串联,形成从源头到消费的农业全链条数字一体化^[15],使传统农业向数字化、智能化与绿色化的现代化农业转变。农业经营主体能够利用农业大数据信息掌握市场需求,借助农村电商、直播带货等经营方式打破农产品市场地理局限,拓展农产品销售渠道,实现产销有机衔接,供需精准匹配。此外,农业经营主体还可通过经营数据分析减少非必要生产消耗,扩大对需求旺盛产品的生产,研发新产品,进而优化农业产业结构,延伸农业产业链条。在生产现代化维度,依靠数字经济可以实现产前科学分析,精准播种;产中进行生长监测,病虫害监测预警,高效追肥灌

溉;产后自动化收割测产等,从而有效促进农业生产效率提高,保障农产品产量稳定增长,品质稳步提升。数字经济还促进了农业社会化服务提质增效^[16],带动多元服务主体加强合作,推动传统农业生产体系向现代化转变。在绿色现代化维度,通过数字技术加持,农业生产经营能够利用更精准的要素投入和更先进的生产技术,降低生产加工能耗,减少农药化肥薄膜等污染,促进农业畜禽粪污的循环利用,从而实现农业绿色可持续发展。

数字经济对农村现代化的影响,主要体现为数字经济对环境现代化、文化现代化和治理现代化三个维度的影响。在环境现代化维度,数字经济能够有效促进农村环境现代化。具体地,地方政府或相关企业在农村地区安装环境监测设备,结合数字化平台对农村环境进行实时监控和反馈,可以推动当地环境治理和现代化水平提高。此外,通过远程医疗、在线教育和社会保障等公共服务的提供,农村地区的社会环境明显改善,公共服务更加普惠均等。在文化现代化维度,数字经济为农村文化现代化注入新的活力,借助数字技术推动文化娱乐设施建设,提高其可视性、娱乐性与可参与性;同时,数字乡村建设为农村优秀传统文化的保护、传承和创新赋予了数字化生机。在治理现代化维度,通过将数字技术融入农村基层治理主体和治理要素,依托数字政务平台,可以简化审批流程,降低治理成本,使政府治理效率和能力得到提升,从而提高农村地区现代化治理水平。同时,各种智慧平台的广泛应用,有助于促进村级信息更加公开透明,畅通村民参与治理的渠道,并充分调动村民自治积极性,使农村治理呈现出服务在线化、数据运营化和全流程数字化等特点^[17],从而形成政府与村民共建共治共享的现代化治理体系。

数字经济对农民现代化的影响,主要体现为数字经济对收入消费水平和生活现代化两个维度的影响。在收入消费水平维度,数字经济拓宽了就业渠道,增加了就业机会,农民还能够利用互联网创新创业^[18],实现增收的同时也提高了消费能力。此外,线上消费形式以及便利的数字金融支付方式,不仅满足了农民多样化的消费需求,也降低了消费成本,激发了农民的消费潜力^[19]。在生活现代化维度,随着收入水平的提高,农村居民对住房、教育和医疗等方面的需求不断升级,更加重视改善房屋条件,提升个人能力,以及加强健康管理等。事实上,农民也可以通过在线教育、远程医疗等方式获取相关信息来提高自身素质技能和健康水平,使其更好地享受数字经济红利,从而提高生活质量,实现生活方式现代化。

在数字经济蓬勃发展背景下,数字技术不断辐射和下沉到农村地区,能够重塑农村产业发展模式,提高农产品附加值,延长产业链条,促进产业结构升级;同时,数字经济能够降低资源流通成本,促进发达地区资源流入农村地区,改善生产、生活和治理环境,赋予农民更多的创收途径与方式,分享数字经济发展带来的红利,提高农民收入和生活质量,从而在农业现代化、农村现代化和农民现代化三个方面,为推进农业农村现代化提供新的内生动力。基于上述分析,本文提出如下研究假设。

H1:数字经济能够提升农业农村现代化水平。

(二)数字经济影响农业农村现代化的作用机制

林毅夫提出的新结构经济学认为,改变要素禀赋及其结构是实现经济快速发展、缩小收入差距的关键因素^[20],因此,合理配置技术、资本和劳动力等要素是促进农业农村发展的有效途径。我国要素市场发育不健全造成要素市场分割和要素流动受阻^[21],减缓了农业农村现代化进程。数字经济能够推动要素跨区域、跨部门自由流动,促进要素优化配置^[22],进而推动农业农村现代化。

首先,数字经济通过推动农业技术创新促进农业农村现代化发展。数字经济对农业技术创新的促进作用主要体现在边际成本递减效应、溢出效应和供需匹配效应三个方面。在边际成本递减效应方面,数字经济能够打破信息不对称造成的技术扩散壁垒,降低农业技术创新的研发、人工和搜寻等成本^[23],并对农业新技术研发进行精准投入,通过大数据分析优化技术创新的要素配置,有效降低成本。在溢出效应方面,数字经济加快了创新要素的自由流动,有利于创新主体通过数字化平台获取、学习和吸收创新资源,从而获取溢出效应并促进农业技术创新。在供需匹配效应方面,数字经济增强了创新活动与农产品需求端的联系,缓解了农业技术创新成果与市场需求脱节的问题。熊彼特

(1999)提出的创造性破坏理论认为经济创新过程是改变经济结构的“创造性破坏过程”^[24],农业技术创新对农业农村现代化发展兼具创造和破坏的双重效应,其能够打破我国传统小农生产经营方式,创新以家庭农场、专业大户、农民合作社、龙头企业和经营性服务组织等为主体的现代化农业生产经营方式。同时,农业技术创新通过提高资源利用效率促进农业价值链跃升,通过减少能源消耗和污染物排放促进农业绿色转型^[25],实现农村人居环境改善以及农民生活质量提高。

其次,数字经济通过推动农村资本投入促进农业农村现代化发展。传统金融服务交易成本高、服务效率低、覆盖范围窄,造成“三农”领域的金融有效供给不足,无法满足农业农村现代化的融资需求^[26]。数字普惠金融凭借门槛低、成本低、速度快、服务好等优势,弥补了传统金融的缺陷,有效破除了农村地区长期面临的金融排斥问题,提高了农业农村地区资本要素的可得性和配置效率^[27],从而有助于增加农村资本投入。此外,数字普惠金融还可通过为社会资本提供风险分担的金融工具,提升各类资本对农业农村发展的投资意愿和规模。资本作为农业农村现代化的关键要素之一,通过推动传统农业机械化和自动化,带来农业生产效率提升^[28],从而有利于推动农业农村现代化。

最后,数字经济通过推动劳动力流动促进农业农村现代化发展。刘易斯二元经济理论认为,二元经济结构的存在,会造成农村劳动力向非农产业部门流动^[29]。多年以来,我国存在劳动力从第一产业向第二、第三产业流动的趋势,但我国的户籍制度与市场分割等在一定程度上限制了农村劳动力的自由流动,扭曲了劳动力市场。近年来,随着数字经济的不断发展,全国统一大市场建设逐步推进,地域和行业限制逐渐减少,这改变了劳动力要素配置方式,加快了劳动力非农就业趋势^[30]。农民通过数字化平台即时了解就业信息,使农村地区的剩余劳动力向非农部门流动,从而可以获得更高的收入。非农就业劳动力获得的收入、技术和数字化管理经验进一步渗透到农业部门,使农村产业向附加值高的现代化产业转型^[31]。基于上述分析,本文提出如下研究假设。

H2:数字经济能够通过农业技术创新、农村资本投入和劳动力流动等要素的优化配置,提升农业农村现代化水平。

三、研究设计

(一)变量选取

1.被解释变量:农业农村现代化(Arm)

立足于《“十四五”推进农业农村现代化规划》对农业农村现代化的总体要求,参考蓝红星等(2023)对农业农村现代化内涵的界定^[3],以及国务院发展研究中心农村经济研究部课题组等(2021)、中国社会科学院农村发展研究所课题组等(2024)对农业农村现代化指标体系构建与指标选取的原则^{[4][32]},结合地级市层面可获得的数据,本文从农业、农村和农民三个方面全面考察农业农村现代化水平,构建包含农业现代化、农村现代化和农民现代化3个一级指标、8个二级指标以及可量化的28个三级指标的农业农村现代化水平评价指标体系。根据已有研究及上文理论分析,农业现代化主要体现在产业现代化、生产现代化和绿色现代化三个方面,具体用农林牧渔服务业产值占比、养殖业产值占比、农林水事务支出水平、农业机械化程度、亩均粮食产量、农业劳动生产率、农田水利化水平、单位面积化肥使用量、单位面积农药使用量、单位面积农膜使用量和畜禽粪污综合利用率等指标来衡量。农村现代化主要体现在环境现代化、文化现代化和治理现代化三个方面,具体用对生活污水进行处理的行政村占比、对生活垃圾进行处理的行政村占比、农村绿化率、村庄道路硬化率、文体娱投入水平、乡镇文化站覆盖率、文明村镇数、已编制村庄规划的行政村占比、已开展村庄整治的行政村占比、民主自治水平和人均村卫生室数等指标来衡量。农民现代化主要体现在收入消费水平和生活现代化两个方面,具体用农村居民人均收入水平、农村居民人均消费水平、农村居民恩格尔系数、农村居民人均住房面积、农村居民平均受教育年限和农村每千人拥有卫生技术人员数等指标来衡量。需要说明的是,限于数据可得性,文体娱投入水平测度数据不直接对应农村,其合理性在于,随着精准扶贫和乡村振兴战略实施,国家非常重视农村的文化建设,以至于各地级市对农村地区文化体育与传媒的财政

支出占比一般不会低于整个地级市的平均水平,因此该相对指标可以在一定程度上代表农村情况。另外,根据熵值法确定指标权重,在一定程度上可避免人为主观因素造成的偏差,因此,本文采用熵值法对农业农村现代化水平进行综合测度。具体指标的测度说明与权重如表 1 所示。

表 1 农业农村现代化水平评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标说明(单位)	属性	权重
农业现代化	产业现代化	农林牧渔服务业产值占比	农林牧渔服务业产值/农林牧渔业总产值(%)	+	0.0304
		养殖业产值占比	(牧业产值+渔业产值)/农林牧渔业总产值(%)	+	0.0399
		农林水事务支出水平	农林水事务财政支出/第一产业增加值(%)	+	0.1319
		农业机械化程度	农用机械总动力/农作物总播种面积(%)	+	0.0274
	生产现代化	亩均粮食产量	粮食产量/粮食作物播种面积(kg/hm ²)	+	0.0302
		农业劳动生产率	第一产业增加值/第一产业从业人员数(元/人)	+	0.0271
		农田水利化水平	有效灌溉面积/农作物总播种面积(%)	+	0.0270
		单位面积化肥使用量	化肥使用量/农作物总播种面积(kg/hm ²)	-	0.0270
		单位面积农药使用量	农药使用量/农作物总播种面积(kg/hm ²)	-	0.0271
		单位面积农膜使用量	农用塑料薄膜使用量/农作物总播种面积(kg/hm ²)	-	0.0270
绿色现代化	畜禽粪污综合利用率	(粪便处理量+沼气发电量+生物肥料产量+其他利用量)/畜禽粪便产生量(%)	+	0.0284	
环境现代化	对生活污水进行处理的行政村占比	对生活污水进行处理的行政村个数/行政村总数(%)	+	0.0298	
	对生活垃圾进行处理的行政村占比	对生活垃圾进行处理的行政村个数/行政村总数(%)	+	0.0307	
	农村绿化率	农村绿化覆盖面积/区域绿化覆盖面积(%)	+	0.0291	
	村庄道路硬化率	农村硬化道路里程/农村道路总里程(%)	+	0.0302	
文化现代化	文体投入水平	文化体育与传媒财政支出/财政一般公共预算支出(%)	+	0.0292	
	乡镇文化站覆盖率	乡镇文化站机构数/农村人口(个/万人)	+	0.0322	
	文明村镇数	认定为全国文明村镇的个数(个)	+	0.0326	
治理现代化	已编制村庄规划的行政村占比	已编制村庄规划的行政村个数/行政村总数(%)	+	0.0308	
	已开展村庄整治的行政村占比	已开展村庄整治的行政村个数/行政村总数(%)	+	0.0300	
	民主自治水平	村委会数/农村人口(个/万人)	+	0.0756	
	人均村卫生室数	村卫生室个数/农村人口(个/万人)	+	0.0438	
收入消费水平	农村居民人均收入水平	农村居民人均可支配收入(元)	+	0.0299	
	农村居民人均消费水平	农村居民人均消费支出(元)	+	0.0373	
	农村居民恩格尔系数	农村居民食品支出/家庭总支出(%)	-	0.0271	
	农村居民人均住房面积	农村居民住宅建筑面积/农村人口(平方米/人)	+	0.0298	
农民现代化	生活现代化	农村居民平均受教育年限	(农村未上过学人数×0+农村小学学历人数×6+初中学历人数×9+农村高中和中专学历人数×12+农村大专及以上学历人数×16)/6岁以上农村人口总数(年)	+	0.0300
		农村每千人拥有卫生技术人员数	农村卫生技术人员数/农村人口(人)	+	0.0285

2. 核心解释变量:数字经济(De)

本文参考赵涛等(2020)的方法,选取互联网普及率、相关从业人员比重、人均电信业务量、移动电话普及率和数字普惠金融指数 5 个指标^[18],采用熵值法对地级市层面的数字经济发展水平进行测度。其中,互联网普及率用百人中互联网宽带接入用户数衡量,相关从业人员比重用计算机服务和软件业从业人员占城镇单位从业人员的比重衡量,人均电信业务量用人均电信业务总量衡量,移动电话普及率用百人中移动电话用户数衡量,数字普惠金融指数用北京大学数字金融研究中心和蚂蚁金服集团共同编制的指数衡量。

3. 机制变量

(1)农业技术创新(Pat)。学者们对于技术创新的衡量指标并不统一,主要包括规模以上工业企

业研究人员全时当量、专利申请数或专利授权数等。专利数据能够比较准确、直观地将技术创新活动归纳到农业领域,因此本文参照胡川等(2018)的方法^[33],用农业发明专利、实用新型和外观设计三类专利数量总和衡量农业技术创新,单位为万个。

(2)农村资本投入(Cap)。农村资本投入用农村人均资本存量表示,地级市相关统计年鉴等资料中农村固定资产投资数据缺失严重,因此本文根据省级固定资产投资计算地级市农村人均固定资本存量,计算方法如下:首先,使用永续盘存法计算省级农村固定资本存量,公式为 $K_{it} = (1 - \delta_{it})K_{it-1} + I_{it}$,其中, K_{it} 表示省级农村固定资本存量, I_{it} 表示省级农村固定资本形成总额, δ_{it} 表示资本折旧率,根据张军等的界定,资本折旧率统一为 9.6%^[34],基期资本存量通过 2011 年农村固定资产投资除以固定资产投资价格指数得到;其次,用各地级市 GDP 占各省 GDP 的比重与省级农村固定资本存量相乘,得到地级市农村固定资本存量;最后,根据地级市农村人口数计算各地级市农村人均固定资本存量,并对其取自然对数。

(3)劳动力流动(Labtf)。本文参考李谷成等(2018)的做法,采用第二、第三产业就业人数占总就业人数的比重表征劳动力流动^[35],该数值越大,说明劳动力流动规模越大。

4.控制变量

本文基于已有文献设定控制变量。(1)人口密度(Pop):地区人口的多少直接影响该地区的劳动力供给,进而影响该地区的生产、消费、创新等活动,参考王兵等的方法,以每平方公里人口数来表示^[36]。(2)基础设施(Infras):基础设施建设是数字经济助力农业农村现代化发展的基石,数字技术的使用及数字红利的分享都要以基础设施的完善为前提,采用人均道路面积来表示。(3)政府参与度(Gov):政府在农业农村现代化进程中能够引导各方科学统筹发展,实现共建共享,采用政府财政一般预算支出占 GDP 的比重来表示。(4)市场化水平(Market):较高的市场化水平有利于农产品供需匹配,增强农民市场参与度,拓宽增收渠道等,参照樊纲等的方法计算地级市的市场化指数来反映市场化水平^[37]。(5)金融发展水平(Finan):金融发展水平提升有利于促进金融产品的流动、金融服务的完善,从而改善农业生产条件、促进农村发展,本文用金融机构存贷款之和占 GDP 的比重来表示。(6)经济增长程度(Lightm):参考秦蒙等的方法^[38],用地区夜间灯光亮度均值表示,为了尽可能消除异方差,对其取自然对数。以上控制变量用地级市层面数据测算,主要考虑到这些控制变量不仅对城区有影响,也对农村地区存在重要影响。

(二)模型构建

1.基准回归模型

为检验数字经济对农业农村现代化的影响效果,本文构建如下双向固定效应模型:

$$Arm_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 De_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \nu_t + \epsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)中, Arm_{it} 代表农业农村现代化水平; De_{it} 代表数字经济水平; X_{it} 代表控制变量集合; i 代表地级市, t 代表年份, μ_i 和 ν_t 分别表示地区固定效应和时间固定效应; ϵ_{it} 表示误差项。

2.机制检验模型

为进一步验证农业技术创新、农村资本投入和劳动力流动在数字经济影响农业农村现代化过程中的作用机制,本文借鉴江艇(2022)有关机制分析的建议和做法^[39],设定如下机制检验模型:

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 De_{it} + \beta_2 X_{it} + \mu_i + \nu_t + \epsilon_{it} \quad (2)$$

式(2)中, M_{it} 代表机制变量,包括农业技术创新(Pat_{it})、农村资本投入(Cap_{it})和劳动力流动($Labtf_{it}$)。其他变量说明同模型(1)。

(三)数据来源

地级市层面农业农村现代化相关数据存在缺失,本文在删除缺失值后得到 2011—2020 年 246 个地级市的面板数据,共有 2460 个观测值。数字普惠金融指数来源于北京大学数字金融研究中心和蚂蚁金服集团共同编制的《北京大学数字普惠金融指数(2011—2020)》,专利数据来源于国家知识产权局中国专利数据库,夜间灯光亮度数据是由美国国家海洋与大气管理局(NOAA)的 DMS/OLS 传

感器所收集的影像灯光数据。其他数据来源于《中国城市统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国农产品加工业年鉴》《中国城乡建设统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》《中国教育统计年鉴》《中国城乡统计年鉴》《中国社会统计年鉴》《中国民政统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》，以及各省份统计年鉴、各地级市统计年鉴和统计公报、中国经济社会大数据研究平台、Wind 资讯数据库等。

根据表 2 的描述性统计结果可知,农业农村现代化水平平均值为 0.217,标准差为 0.027,最小值为 0.129,最大值为 0.350;数字经济水平平均值为 0.115,标准差为 0.079,最小值为 0.010,最大值为 0.744,这说明我国地级市在农业农村现代化水平和数字经济发展程度上呈现较大差异。从控制变量来看,不同地区的人口密度、基础设施、政府参与度、市场化水平、金融发展水平和经济增长程度也存在显著差异,在此不再一一赘述。

表 2 变量描述性统计

变量类型	变量名	变量含义	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	Arm	农业农村现代化	2460	0.217	0.027	0.129	0.350
核心解释变量	De	数字经济	2460	0.115	0.079	0.010	0.744
	Pat	农业技术创新	2460	0.018	0.048	0.000	1.272
机制变量	Cap	农村资本投入	2460	-4.111	0.813	-6.311	0.599
	Labtf	劳动力流动	2460	0.979	0.061	0.442	1.067
	Pop	人口密度	2460	0.043	0.032	0.001	0.265
	Infras	基础设施	2460	0.016	0.025	0.003	0.380
控制变量	Gov	政府参与度	2460	0.202	0.103	0.044	0.916
	Market	市场化水平	2460	11.987	2.315	4.960	19.694
	Finan	金融发展水平	2460	0.025	0.012	0.006	0.213
	Lightm	经济增长程度	2460	-0.859	1.352	-4.697	2.919

四、实证分析

(一) 基准回归与分维度回归分析

表 3 列(1)报告了数字经济影响农业农村现代化的估计结果。结果显示,数字经济的估计系数为 0.012,在 5%水平上对农业农村现代化具有显著正向影响。这一结果表明 H1 得到验证,即数字经济显著促进了农业农村现代化。为进一步识别数字经济对农业农村现代化的影响,本文分别以农业现代化、农村现代化和农民现代化三个维度作为被解释变量进行回归。表 3 列(2)一(4)的回归结果显示,数字经济对农业现代化和农村现代化的影响均通过了显著性水平检验,估计系数分别为 0.012 和 0.014,数字经济对农民现代化的估计系数为 0.007,虽然为正但不显著。综合来看,数字经济对农村现代化的推动作用最大,其次是农业现代化,对农民现代化未产生显著的推动作用。可能的解释是,因国家在政策和基础设施建设专项资金等方面的支持,数字经济向农村地区的延伸渗透较快,能够直接作用于乡村治理、人居环境和公共服务等方面,从而对农村现代化的促进效果最为明显。同时,我国农业生产“大国小农”的基本国情在相当长一时期内不会发生根本性改变^[1],所以数字经济推动小农户衔接现代农业,实现适度规模经营,提高农业生产效率的进程相对较为缓慢。此外,数字经济的发展不可避免地带来数字鸿沟,一方面,部分农民由于数字技能不足而无法有效且深入地使用数字技术,一定程度上阻碍了农民共享数字红利;另一方面,虽然农村电商、直播带货等蓬勃发展,但受益的主体主要为数字平台、头部网红、渠道商、投资方或专业大户等少数群体,数字红利暂未惠及更广大的农民群体。

(二) 内生性讨论与稳健性检验

1. 内生性讨论

本文旨在探究数字经济对农业农村现代化的影响,虽然已尽可能地控制了影响农业农村现代化的因素,但仍可能存在影响农业农村现代化水平的遗漏变量,并且农业农村现代化也可能反向影响数字经济发展,造成估计偏误。因此,本文借鉴黄群慧等(2019)的方法^[40],采用各城市在 1984 年每万人

表 3

基准回归及分维度回归结果

变量	基准回归	农业现代化	农村现代化	农民现代化
	(1)	(2)	(3)	(4)
De	0.012 ** (0.005)	0.012 ** (0.005)	0.014 * (0.008)	0.007 (0.010)
常数项	0.213 *** (0.006)	0.250 *** (0.006)	0.127 *** (0.008)	0.311 *** (0.012)
控制变量	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制
N	2460	2460	2460	2460
R ²	0.949	0.932	0.939	0.951

注：*、** 和 *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 水平上显著，括号内为稳健标准误。下表同。

邮电局数作为数字经济的工具变量进行回归^①。一方面，数字经济与互联网技术密切相关，互联网是传统通信技术的延续。邮电局作为传统信息沟通的主要方式，其分布能够反映当地电信基础设施建设情况，一定程度上影响互联网的接入，即历史上邮电局分布较密集的地区数字经济发展水平可能会较高，从而满足相关性原则；另一方面，相对于互联网技术和信息技术的发展变革，历史上每万人邮电局数对于现阶段农业农村现代化的影响微乎其微，故满足外生性原则。但 1984 年每万人邮电局数是截面数据，不能直接用于面板数据分析。所以，本文参考 Nunn 等(2014)的处理方法^[41]，引入随时间变化的滞后一期互联网用户数与 1984 年每万人邮电局数的交互项，作为数字经济发展水平的工具变量。表 4 列(1)–(2)的回归结果显示，无论是否纳入控制变量，数字经济对农业农村现代化的促进效应均显著为正，并且工具变量通过了不可识别检验和弱工具变量检验，表明考虑了内生性后基准回归结果依然成立。

2. 稳健性检验

本文采用替换回归模型、缩尾处理和增加控制变量三种稳健性检验方式，进一步增强基准回归结论的可信度。(1)替换回归模型。农业农村现代化水平指标是取值在 0 和 1 之间的受限连续变量，故可使用面板 Tobit 模型进行估计。(2)缩尾处理。为消除异常值对估计结果的影响，对所有连续变量进行 5% 分位上双边缩尾处理。(3)增加控制变量。在控制变量中加入产业结构和城镇化率，产业结构采用第三产业增加值占 GDP 的比重表示，城镇化率采用城镇人口占年末总人口的比重表示。表 4 列(3)–(5)的回归结果显示，数字经济的估计系数始终显著为正，验证了基准回归结果的稳健性。

表 4

内生性讨论与稳健性检验

变量	工具变量法		替换回归模型	缩尾处理	增加控制变量
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
De	0.152 *** (0.052)	0.143 *** (0.050)	0.008 * (0.004)	0.018 *** (0.007)	0.012 ** (0.005)
常数项	0.284 *** (0.008)	0.285 *** (0.010)	0.138 *** (0.003)	0.210 *** (0.006)	0.217 *** (0.007)
控制变量	不控制	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
Kleibergen-Paap rk LM 统计量	134.049 [0.000]	62.593 [0.000]			
Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量	202.740 {16.38}	64.453 {16.38}			
N	1740	1740	2460	2460	2460
R ²	0.915	0.919		0.924	0.949

注：[]中数值为 LM 统计量的 P 值，{}中的数值为 Stock-Yogo 弱识别检验 10% 水平上的临界值。

(三)数字经济对农业农村现代化的影响机制检验

表5列(1)表明数字经济对农业技术创新的估计系数为0.039,且通过5%的显著性水平检验,说明数字经济对农业技术创新具有显著的正向影响。可能的解释是,数据要素的高流动性有助于数字知识、技术等跨区域流动,为农业农村现代化提供技术创新激励。所以,数字经济能够促进农业技术创新。根据上文理论分析,农业技术创新是促进农业农村现代化的重要驱动力之一。农业技术创新有助于提高农业生产效率和农产品附加值,降低污染排放和能源消耗,促进农村生态宜居和农民增收,进而推动农业农村现代化。表5列(2)表明数字经济对农村资本投入的估计系数为0.323,且在5%的水平上显著,说明数字经济发展显著促进了农村资本投入增加。可能的解释是,数字普惠金融发展提高了农村地区金融服务的覆盖面、可得性和便利性,有效破解了金融排斥问题,为农村先进生产经营技术、机械设备等的采购提供资金支持,而扩大农村资本投入有利于农业农村现代化。因此,数字经济可以通过提高农村资本投入,进而提升农业农村现代化水平。表5列(3)表明数字经济对劳动力流动的估计系数为0.030,且在5%的水平上显著,说明数字经济显著促进了劳动力流动。可能的解释是,数字经济为农民提供更多就业机会和渠道,推动农民非农就业,由上文理论分析可知,非农就业劳动力通过将数字红利获得的收入、技术与管理经验反哺到农业农村部门,从而推动农业农村的现代化转型与发展。综合以上结果可知,H2得到验证。

表5 机制检验结果

变量	Pat	Cap	Labtf
	(1)	(2)	(3)
De	0.039** (0.019)	0.323** (0.142)	0.030** (0.014)
常数项	-0.009 (0.024)	-2.927*** (0.182)	0.962*** (0.023)
控制变量	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制
N	2460	2460	2460
R ²	0.637	0.973	0.899

五、异质性分析

(一)粮食生产功能区异质性

保障粮食和重要农产品供给安全是关乎国家粮食安全的大事,研究数字经济对不同粮食生产功能区农业农村现代化影响效应的差异性,有助于各地区精准施策,引导生产部门发挥比较优势,加快实现农业农村现代化。因此,本文根据《国家粮食安全中长期规划纲要(2008—2020年)》划分标准,将样本分为粮食主产区和非粮食主产区两组,分析数字经济对不同粮食生产功能区农业农村现代化的影响是否存在差异。表6列(1)和列(2)的估计结果显示,相对于粮食主产区,非粮食主产区的数字经济对农业农村现代化的促进效果更为明显。

(二)农业农村现代化发展水平异质性

为了进一步探讨数字经济对不同农业农村现代化发展水平的影响差异,本文采用面板分位数回归模型,选取农业农村现代化的第25、50和75百分位点,考察数字经济对不同农业农村现代化水平地区影响的异质性。表6列(3)—(5)的结果表明,数字经济对不同分位数的农业农村现代化均具有正向影响,且至少在10%的水平上显著。从影响系数的大小来看,随着农业农村现代化分位数的提高,数字经济的影响系数呈逐渐增加趋势,说明数字经济对农业农村现代化的影响存在边际效应递增的特点。也就是说,相对于农业农村现代化发展水平较低地区,数字经济对农业农村现代化发展水平较高地区的推动效应更大。

表 6

异质性分析结果

变量	粮食主产区	非粮食主产区	25%	50%	75%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
De	0.004 (0.008)	0.016 ** (0.007)	0.011 * (0.006)	0.012 *** (0.005)	0.013 ** (0.006)
常数项	0.215 *** (0.009)	0.203 *** (0.008)			
控制变量	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
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
N	1508	952	2460	2460	2460
R ²	0.949	0.949			

注：粮食主产区包括辽宁、河北、山东、吉林、内蒙古、江西、湖南、四川、河南、湖北、江苏、安徽和黑龙江等 13 个省份所辖地市，其余为非粮食主产区。

六、结论与政策建议

本文基于中国 246 个地级市面板数据，在测度农业农村现代化水平的基础上，运用双向固定效应模型系统考察了数字经济对农业农村现代化的影响，得出以下主要研究结论：(1) 数字经济发展能够显著提升农业农村现代化水平，并且数字经济的这一促进效应主要作用于农业现代化和农村现代化，而对农民现代化不存在显著影响；(2) 数字经济推动农业农村现代化的内在机制是，数字经济赋能要素配置，促进农业技术创新、农村资本投入和劳动力流动，进而推动农业农村现代化；(3) 异质性分析表明，在非粮食主产区以及农业农村现代化发展水平较高地区，数字经济对农业农村现代化的促进作用更明显。基于上述研究结论，本文提出如下政策建议。

第一，推动数字经济与农业现代化融合发展。具体地，一是加快农业全产业链数字化改造，构建农业发展大数据服务平台，推动一二三产业融合发展，培育农业新业态，延伸农业产业链，提升农业附加值；二是加快数字技术在农业生产领域的推广应用，构建农业智慧生产系统，提供智能化农业生产器具；三是通过数字化转型提高农业绿色全要素生产率，减少污染排放，促进传统农业向绿色农业转型。

第二，促进数字经济与农村现代化协调发展。具体地，一是对生活污水、垃圾等的处置进行数字化管理，对农村环境进行实时监测、分析、评估，推动农村环境现代化提档升级；二是因地制宜开发农村数字文化资源，打造数字文化品牌，通过数字手段保护和传承农村优秀传统文化，提高农民文化生活质量；三是建立健全农村数字治理相关法律法规，提高农村地区数字化治理意识，推动形成多元主体共治的现代化治理格局。

第三，发展数字经济助推实现农民现代化。首先，为从事电子商务的农民提供相关技术培训和指导，完善电子商务平台，帮助农民增收致富；其次，开展数字技术培训，提高农民网络消费平台的操作能力和消费意愿；最后，构建数字化信息服务平台，为农村生态环境保护、教育和医疗等公共服务提供数据支撑，扩展数字技术在农村公共服务中的应用场景，增加农村公共服务数量和覆盖面，提升农民数字技术使用意愿和能力，打造互联互通的数字经济生态圈，引领农民数字化生活。

第四，优化农业农村地区要素配置。通过数字平台积极为农业农村引进高水平技术，鼓励农业科研单位、农业企业、高校等利用数字技术加速农业关键技术的原始创新和供给。完善农村地区数字普惠金融服务，引导财政资金与社会资本流入数字农业、数字乡村建设和农村数字经营主体。通过发展数字经济加速破除市场分割，促进农村劳动力非农就业。搭建有利于农民共享收益的互联网新型数字平台，提高农民收入及消费能力，进而提升农民生活水平。

第五，实施差异化数字经济战略。针对不同区域，实施差异化数字经济发展措施，努力缩小地区间数字经济发展差距，充分激活和释放农业农村发展的内生动力。在粮食主产区，高效协同数字经济与粮食生产资源禀赋，促进粮食高质精细化生产及安全稳定供给。在农业农村现代化水平较低的地

区,加快对传统基础设施的数字化改造,以及5G网络、人工智能和大数据等数字基础设施的建设,因地制宜健全数字人才培养体系。

注释:

①少部分城市1984年的邮电局数和总人口数存在缺失情况,但不影响回归结果。

参考文献:

- [1] 唐华俊,吴永常,陈学渊.中国式农业农村现代化:演进特征、问题挑战与政策建议[J].农业经济问题,2023(4):4—13.
- [2] 温涛,陈一明.数字经济与农业农村经济融合发展:实践模式、现实障碍与突破路径[J].农业经济问题,2020(7):118—129.
- [3] 蓝红星,王婷昱,施帝斌.中国农业农村现代化:生成逻辑、内涵特征与推进方略[J].改革,2023(7):105—115.
- [4] 国务院发展研究中心农村经济研究部课题组,叶兴庆,程郁.新发展阶段农业农村现代化的内涵特征和评价体系[J].改革,2021(9):1—15.
- [5] 张俊婕.中国农业农村现代化发展水平的时空特征及障碍因子分析[J].经济体制改革,2022(2):87—94.
- [6] 易加斌,李霄,杨小平,等.创新生态系统理论视角下的农业数字化转型:驱动因素、战略框架与实施路径[J].农业经济问题,2021(7):101—116.
- [7] 吴理财,李佳莹.从“文字下乡”到“数字下乡”的百年乡村建设——基于政府治理的视角[J].中国农村观察,2023(2):2—15.
- [8] 汪亚楠,徐枫,叶欣.数字乡村建设能推动农村消费升级吗? [J].管理评论,2021(11):135—144.
- [9] 殷浩栋,霍鹏,汪三贵.农业农村数字化转型:现实表征、影响机理与推进策略[J].改革,2020(12):48—56.
- [10] Couture, V., Faber, B., Gu, Y., et al. Connecting the Countryside via E-Commerce: Evidence from China [J]. American Economic Review: Insights, 2021, 3(1): 35—50.
- [11] 张勋,杨桐,汪晨,等.数字金融发展与居民消费增长:理论与中国实践[J].管理世界,2020(11):48—63.
- [12] 黄漫宇,窦雪萌.城乡数字鸿沟会阻碍农村居民消费结构升级吗? ——基于中国家庭追踪调查(CFPS)数据的分析[J].经济问题探索,2022(9):47—64.
- [13] 裴长洪,倪江飞,李越.数字经济的政治经济学分析[J].财贸经济,2018(9):5—22.
- [14] 西奥多·W·舒尔茨.改造传统农业[M].梁小民,译.北京:商务印书馆,2006:28—29.
- [15] 韩旭东,刘闯,刘合光.农业全链条数字化助推乡村产业转型的理论逻辑与实践路径[J].改革,2023(3):121—132.
- [16] 张永奇,单德朋.县域数字经济、农业社会化服务与小农户受益——基于宏微观数据的经验考察[J].上海财经大学学报,2024(1):94—107.
- [17] 沈费伟,诸靖文.数据赋能:数字政府治理的运作机理与创新路径[J].政治学研究,2021(1):104—115.
- [18] 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(10):65—76.
- [19] 贺建风,吴慧.数字金融、数字鸿沟与居民消费[J].山西财经大学学报,2023(3):43—55.
- [20] 林毅夫.新结构经济学的理论基础和发展方向[J].经济评论,2017(3):4—16.
- [21] 戴魁早,刘友金.要素市场扭曲与创新效率——对中国高技术产业发展的经验分析[J].经济研究,2016(7):72—86.
- [22] 曾祥炎,魏蒙蒙,周健.数字经济、要素配置与区域技术收敛[J].经济经纬,2023(1):3—13.
- [23] Proeger, T., Runst, P. Digitization and Knowledge Spillover Effectiveness: Evidence from the "German Mittelstand" [J]. Journal of the Knowledge Economy, 2020(11):1509—1528.
- [24] 约瑟夫·A·熊彼特.资本主义、社会主义与民主[M].吴良健,译.北京:商务印书馆,1999:144—150.
- [25] 姚延婷,陈万明,李晓宁.环境友好农业技术创新与农业经济增长关系研究[J].中国人口·资源与环境,2014(8):122—130.
- [26] 黄卓,王萍萍.数字普惠金融在数字农业发展中的作用[J].农业经济问题,2022(5):27—36.
- [27] 星焱.农村数字普惠金融的“红利”与“鸿沟”[J].经济学家,2021(2):102—111.
- [28] 刘魏,张应良,李国珍,等.工商资本下乡、要素配置与农业生产效率[J].农业技术经济,2018(9):4—19.
- [29] 威廉·阿瑟·刘易斯.二元经济论[M].北京:经济学院出版社,1989:8.
- [30] 姚毓春,张嘉实.数字经济赋能城乡融合发展的政治经济学分析[J].内蒙古社会科学,2023(2):117—125.
- [31] 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):

- [32] 中国社会科学院农村发展研究所课题组,魏后凯,崔凯,等.农业农村现代化:重点、难点与推进路径[J].中国农村经济,2024(5):2—20
- [33] 胡川,韦院英,胡威.农业政策、技术创新与农业碳排放的关系研究[J].农业经济问题,2018(9):66—75.
- [34] 张军,吴桂英,张吉鹏.中国省际物质资本存量估算:1952—2000[J].经济研究,2004(10):35—44.
- [35] 李谷成,李焯阳,周晓时.农业机械化、劳动力流动与农民收入增长——孰因孰果? [J].中国农村经济,2018(11):112—127.
- [36] 王兵,徐霞,吴福象.研发要素流动的时空特征及对中国经济高质量发展的影响[J].经济地理,2021(11):9—18.
- [37] 樊纲,王小鲁,马光荣.中国市场化进程对经济增长的贡献[J].经济研究,2011(9):4—16.
- [38] 秦蒙,刘修岩,李松林.城市蔓延如何影响地区经济增长? ——基于夜间灯光数据的研究[J].经济学(季刊),2019(2):527—550.
- [39] 江艇.因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J].中国工业经济,2022(5):100—120.
- [40] 黄群慧,余泳泽,张松林.互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验[J].中国工业经济,2019(8):5—23.
- [41] Nunn, N., Qian, N. US Food Aid and Civil Conflict [J]. American Economic Review, 2014, 104(6): 1630—1666.

The Digital Economy and the Agriculture and Rural Modernization: A Study Based on Prefecture Level Cities

QIN Zhaohui FAN Zhennan YU Siming

(College of Economics and Management, China Three Gorges University, Yichang 443002, China)

Abstract: The digital economy is continuously integrating production activities in the rural areas and farmers' lives which deeply affects the process of agricultural and rural modernization. Based on the panel data of 246 prefecture-level cities in China, this paper constructs an evaluation index system for agricultural and rural modernization. The study also analyzes the impact of the digital economy on agricultural and rural modernization from the perspective of factor allocation and its internal mechanisms. The results show that the digital economy has a positive and significant role in promoting agricultural and rural modernization. From the three dimensions of agricultural and rural modernization, the digital economy can significantly promote agricultural and rural modernization, but its impact on the modernization of farmers is not significant; Mechanism testing indicates that, the digital economy can improve the level of agricultural and rural modernization by optimizing the allocation of technology, capital, and labor factors. This study has found that the effect of the digital economy in promoting agricultural and rural modernization is more evident in non-grain producing areas and areas with higher levels of modernization in agriculture and rural areas. Therefore, accelerating the full integration of the digital economy in the agricultural sector and rural areas is of utmost importance. At the same time, it is necessary to optimize the allocation of factors in agricultural and rural areas and implement differentiated digital economy strategies.

Key words: Digital Economy; Agriculture and Rural Modernization; Agricultural Technology Innovation; Rural Capital Investment; Labor Mobility; Factor Allocation

(责任编辑:易会文)