

农村电商发展的“绿水青山”效应： 来自县域的证据

陈 苏¹,崔凯玲²,潘 丹¹



(1.江西财经大学 经济学院,江西南昌 330013;
2.厦门大学 王亚南经济研究院,福建厦门 361005)

摘要 使用2000—2019年1884个中国县域面板数据,将电子商务进农村综合示范政策视作政府支持农村电商发展的一项准自然实验,基于卫星反演技术获取农业生态环境质量数据刻画农村地区“绿水青山”状况,采用多期双重差分模型评估了农村电商发展对农业生态环境质量的影响效应,并进一步探究其作用机制和异质性效应。结果表明:农村电商发展显著提高农业生态环境质量,具有明显的“绿水青山”效应,且这一效应在长期内可持续。经过平行趋势、安慰剂、PSM-DID等一系列检验,结果依然稳健。机制分析结果表明,农村电商发展通过推动农业绿色生产、提高农村信息化程度从而提高农业生态环境质量。进一步分析表明,农村电商发展的“绿水青山”效应在平缓地势地区、年降水量200毫米以上和非贫困县地区更加显著。因此,政府应持续推进农村电商的试点政策、强化优质绿色农产品品牌建设、提高农业生产经营者的数字素养、因地制宜制定农村电商发展策略,以实现经济效益、社会效益和生态效益的共赢。

关键词 农村电子商务;农业生态环境质量;绿水青山;卫星反演数据

中图分类号:F32 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2024)06-0112-13

DOI编码:10.13300/j.cnki.hnwxb.2024.06.010

良好的农业生态环境是农业增长、农村繁荣、农民富裕的重要基础支撑,也是增进人民群众获得感、幸福感、安全感的本质要求^[1]。党的十八大以来,在“一控两减三基本”“绿色发展五大行动”等农业环境治理工程的推动下,中国农业生态环境质量得到了显著改善,但整体仍处于“治存量、遏增量”的较低关口,亟需进一步提升^[2]。据《第二次全国污染源普查公报》数据显示:2017年中国化学需氧量、总氮和总磷的农业源排放量占比分别高达49.8%、46.5%和67.2%。农业生态环境质量是现阶段农业农村现代化与乡村振兴的重要短板,其提升不仅关系到农村地区的可持续发展和人民对美好生活的向往,更是新时代加快实现人与自然和谐共生的中国式现代化的核心任务之一^[3]。《中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定》中指出,“到二〇三五年……聚焦建设美丽中国,加快经济社会发展全面绿色转型,健全生态环境治理体系,推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展,促进人与自然和谐共生”,以及“加快完善落实绿水青山就是金山银山理念的体制机制”^[4]。作为农业大国,中国面临严峻的农业生态环境问题。针对这一现状,诸多学者从农业技术进步^[5]、规模经营^[6]、社会化服务^[7]、农业机械化^[8]、气候变化^[9]等角度,深入分析其对农业生态环境质量的影响。随着乡村振兴战略全面推进与数字经济的蓬勃发展,农村地区电子商务(以下简称农村电商)作为数字经济和实体经济深度融合的时代产物,凭借其低碳环保、节能增效的绿色优势,为推动乡村经济的绿色、低碳发展,改善农业生态环境提供了新机遇。然而,现有研究较少关注农村电商发展与农业生态环境

收稿日期:2024-07-10

基金项目:国家自然科学基金项目“南方多熟制粮区小农户化肥减量化行为及干预效果的实证研究”(批准号:72063014);国家自然科学基金项目“畜禽粪肥还田利用的种植户行为响应:驱动机理、激励机制与政策仿真”(批准号:72363012);教育部人文社会科学研究项目“南方多熟制粮区化肥减量化政策效果与农户响应研究”(批准号:20YJC790014)。

质量的互动作用,亟待进一步深入探讨和研究。

农村电商的快速发展已成为中国农村进入新发展阶段的重要特征之一,对农村经济社会发展产生了深远而积极的影响。2014年,财政部和商务部联合印发《关于开展电子商务进农村综合示范的通知》,对发展农村电商进行了全面部署。电子商务进农村综合示范政策成为发展建设农村电商的一项至关重要的政策。2021年,商务部、中央网信办、发展改革委三部门联合发布《“十四五”电子商务发展规划》进一步明确,深入开展农商互联,让更多农产品通过网络走进千家万户,并深入发掘乡村生态涵养,让绿水青山变成金山银山。2024年,商务部等九部门联合印发《关于推动农村电商高质量发展的实施意见》明确提出,用五年时间,基本建成设施完善、主体活跃、流通顺畅、服务高效的农村电商服务体系,助力乡村振兴。近年来,关于农村电商发展的研究主要集中在经济效应和社会效应。在经济效应方面,陈享光等基于全国县域面板数据,理论与实证分析表明,农村电商政策减小了城乡“数字鸿沟”、促进了农民增收并缩小了城乡收入差距^[10]。展进涛等研究发现,农村电商不仅显著提高了农村居民的收入水平,且农村电商对周边地区和经济发达地区产生的溢出效应较大^[11]。赵绍阳等实证分析表明,电商示范项目使贫困发生率降低1.8个百分点,且主要通过其他农业主体带动贫困户脱贫^[12]。王奇等基于行政村网络代购点数量与家庭微观消费数据匹配,实证分析表明,每增加1个村级网络代购点,家庭人均网络消费平均提高41.23%^[13]。在社会效应方面,新农人作为“田野上的创业者”,电商发展对其发展质量贡献并不大^[14]。黄丽娟等采用多案例研究法分析农村电商创业企业及其生态系统如何作用于农村韧性发展,结果表明,农村电商创业企业通过消除信息不对称、商业模式创新应用、分工协作等方式促进农村电商创业生态系统的韧性发展^[15]。吴本健等基于随机抽样调查数据,实证分析表明,农村电子商务发展能够显著提升农民的主观幸福感^[16]。

尽管已有部分研究关注农村电商发展能改善农业生产的环境效应^[17-18],但对农村电商发展可持续性及异质性效应的影响探讨仍然不足。理论上,农村电商发展能够引导当地的农业绿色生产、促进信息化程度的提高,从而改善农业生态环境质量。然而,在实际中,农村电商发展是否真正提高了农业生态环境质量,从而保护当地的“绿水青山”?如果能,其主要作用机制是什么?这种效果是否因地理位置和经济发展基础的不同而存在差异?对这些问题的探索,不仅为进一步提高农业生态环境质量、推动农业生态文明建设提供重要指导,还为全面推进乡村振兴、实现农业农村现代化提供有益参考。基于此,借鉴现有文献的做法^[19],本文将电子商务进农村综合示范政策(以下简称电商示范政策)作为农村电商发展的准自然实验,借助于卫星反演技术获取农业生态环境质量数据,并匹配2000—2019年1884个中国县域面板数据,采用多期双重差分模型评估农村电商发展的“绿水青山”效应,系统分析其影响路径及异质性效应,探讨农村电商对农业生态环境质量提升的内在机理。

本文的边际贡献主要体现在以下三方面:第一,拓展了农村电商发展的研究视角。现有研究多侧重分析农村电商发展的经济效应和社会效应,本文从“绿水青山”维度评估农村电商发展影响的生态效应,丰富了农村数字经济发展与农业生态文明建设互动关系的研究。第二,揭示了农村电商发展对农业生态环境质量的影响机制。从农业生产绿色化和农村信息化水平两方面,系统剖析了农村电商发展提高农业生态环境质量的内在机制,为相关理论研究提供了补充与拓展。第三,为农村电商发展的推广与政策设计提供了政策启示。充分考虑了农村电商发展对农业生态环境质量影响的地形、气候及经济发展基础等异质性特征,提出因地制宜、因时施策的精准扶持策略,为提高农业生态环境质量、推进农业农村高质量发展提供了切实的政策参考。

一、理论分析与研究假说

1. 农村电商发展与农业生态环境质量

电商示范政策在农业现代化、信息化、公共服务和生态资源等多个方面实施了一系列具体措施,从而影响农业生态环境质量。第一,在农业现代化方面,农村电商发展可以带动农业生产的组织化与标准化,支持优质绿色农产品质量认证和追溯,拓展优质绿色农产品的网络销量,有利于推进农业生产绿色化转型。与此同时,农村电商发展促进电子商务与特色农业、低碳环保产业融合发展,直接

促进农业发展方式转变,从农业生产源头减少污染量,有助于提高农业生态环境质量。第二,在信息化方面,农村电商发展能够有效提高地区信息化水平和农户使用信息化设备的能力,借助数据驱动建立“大数据”,提高政府对农业生产监管的覆盖面与精确度,实现对农业生态污染的有效治理。信息化设备的使用也将大幅度提高农业生产监测的动态性和溯源性,实现全过程监管与分析,有利于政府与农户合力探索绿色、现代、高效农业,提升农业生态污染治理能力。第三,在公共服务方面,农村电商发展致力于构建完备的县、乡、村物流配送网络,全方位完善农村电商综合服务体系,助推优质高效的农资产品下乡,促使农民使用新型农用化肥和新型农业机械设备,从而实现减量增效,降低农业面源污染^[20]。同时,农村电商发展也有助于农产品“出村进城”,实现优质有机农产品生产端和需求端的快速对接,助力现代规模农业发展,提升农业绿色效率。第四,在生态资源方面,农村电商发展从资源禀赋、产业特色、经济发展水平等条件出发,深入挖掘地区资源潜力与发展优势,从而有助于种养业、服务业、加工业的盘活与延伸,构建高效、安全、资源节约、环境友好的生态低碳农业。基于以上分析,本文提出以下假说:

假说 H₁:农村电商发展有利于提高农业生态环境质量。

2. 农村电商发展与农业生态环境质量机理分析

以农村电商为代表的数字交易平台具有透明性、方便性和快捷性等特征,可以提高农产品供给的绿色化含量,推动农业绿色生产,从而提高农业生态环境质量。第一,农村电商发展通过搭建电商销售平台,将农产品的绿色和有机属性直接生动地展示给消费者,促使消费者愿意对绿色农产品进行溢价支付^[21],实现“优质优价”,增强农业生产者对绿色农产品的价格预期,诱导农业生产者进行绿色生产^[22]。第二,农村电商发展能够促进农产品供应链扁平化^[18],提供了良好的对接渠道和营销整合平台,促使生产端与线上线下渠道直接对接,打通初级农产品和深加工农产品的销售渠道,突破了传统市场的时空限制,将农产品小市场扩展为全国性大市场^[21],为订单农业和绿色农产品市场奠定基础,从而加快推进农产品完成品牌化、规范化建设。第三,电商示范政策实施促进农业经营主体采纳农村电商^[23],实现规模化和品牌化的农业经营主体更愿意和有能力采纳先进的农业绿色生产设施和技术,从而有利于推广和完善肥水管理、绿色防控、质量追溯等多种农业生态环境保护措施,使得农业生产方式从传统高排放、高污染向清洁化、精细化转变,提高农业生态环境质量^[24]。据此,本文提出以下假说:

假说 H₂:农村电商发展通过促进农业绿色生产,从而提高农业生态环境质量。

农村电商发展不仅促进农村地区数字基础设施、数字公共服务体系等信息化基础设施的建设和完善,还提高农户的信息技术素养,从而有利于保护农村地区的“绿水青山”。在农村电商发展的大力推动下,据《中国数字乡村发展报告(2022年)》显示,截至2022年,全国县城城区在2022年底已实现5G全覆盖,构建了相对完备的三级智慧物流体系,提升了商业网点信息化水平,并通过定期向农民开展电商培训增强了农民利用信息技术的能力,综合提高了农村地区的信息化程度。第一,农村信息化程度的提高可以促进农业生产端的农业绿色全要素生产率水平的增加。一方面,农村信息化程度的提高能缓解农业生产的信息不对称问题^[25],使农民可以更容易地购买高效绿色的农资产品,优化资源利用水平,提升农业的经济与生态效益^[26]。另一方面,农村信息化程度的提高能够显著促进农民的信息技术利用能力,促使农民更便捷地学习先进的农业技术,精准、节约、动态地把控农业生产要素和资源投入,根据作物的需水、需肥、生长期特点及土壤条件使用水肥一体化、水药一体化等智能精细化方法进行节水、高效地科学种植、给药。不仅改善传统农业中由于技术水平低下所导致的过度依赖农药化肥的粗放式生产,提高了农业生产效率,还有利于减轻农业的碳排放污染与面源污染^[27]。第二,农村信息化程度的提高有助于政府打造“精准、科学、有效”的农业生态环境监管体系,提升政府环境治理效能,强化政府环境规制执行力度,推动农业生态环境治理体系高效运转,从而有利于农业生态环境质量提高^[28]。据此,本文提出以下假说:

假说 H₃:农村电商发展通过提升农村信息化程度,从而提高农业生态环境质量。

二、模型构建、变量说明和数据来源

1. 模型构建

(1) 基准回归模型。由于各地区农村电商示范县的入选时间并不完全一致,因此借鉴Beck等^[29]的做法,采用多期双重差分模型评估农村电商发展对农业生态环境质量的影响效应。具体模型如下:

$$NDVI_{it} = \alpha_1 + \beta_1 REDC_{it} + \gamma_1 X_{it} + \delta_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中: i 表示县(市、区、旗,不含市辖区,以下简称县), t 表示年份; $NDVI$ 为被解释变量,表示农业生态环境质量; $REDC$ 为核心解释变量,表示农村电商发展,即电商示范政策的虚拟变量; X 表示一系列控制变量; α_1 是常数项; δ_i 和 θ_t 表示个体固定效应和时间固定效应; ε_{it} 代表随机误差项。核心解释变量的估计系数 β_1 表示农村电商发展对县域农业生态环境质量的影响,若显著为正,说明农村电商发展对农业生态环境质量具有正向提升效应。

(2) 动态效应模型。基准回归模型是基于静态视角评估农村电商发展对农业生态环境质量的平均影响效应,无法揭示农村电商发展对农业生态环境质量的动态影响效应。因此,参考以往研究^[30-31],进一步考察农村电商发展的动态处理效应,具体模型为:

$$NDVI_{it} = \alpha_2 + \sum_{k=0}^{k=4} \beta_k REDC_{it}^k + \gamma_2 X_{it} + \delta_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中: $REDC_{it}^k = 1$ 表示实施政策后的县,否则 $REDC_{it}^k = 0$ 。 $REDC_{it}^k$ 的系数 β_k 代表在政策实施 k 年后的效果。其他变量与式(1)一致。

(3) 机制检验模型。为进一步分析农村电商发展对农业绿色生产及农村信息化程度的影响机制,在式(1)基础上,参考江艇^[32]的研究,引入式(3)的机制检验模型,具体模型如下:

$$M_{it} = \alpha_3 + \beta_3 REDC_{it} + \gamma_3 X_{it} + \delta_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中: M_{it} 代表两个中介变量,分别为农业绿色生产和农村信息化程度。 β_3 代表农村电商发展对各个中介变量的影响效应。其他变量含义与式(1)一致。

2. 变量说明

(1) 被解释变量。本文的被解释变量为农业生态环境质量。参照孙瑞等^[33]的做法,通过基于卫星数据计算所得的归一化植被指数(Normalized difference vegetation index, NDVI)表示农业生态环境质量。NDVI可以准确反映地表的植被繁茂程度,是表征作物生长和养分信息的重要参数之一,其与植被生产力及生物量具有较好的相关性,是生态环境监测和农田分析的常用指标。NDVI的数值范围为 $[-1, 1]$ 之间,数值随着覆盖率的增加而增加。其中,负值表示地表覆盖物可能为云、水或雪等;0表示地表覆盖物可能为岩石或裸土等;正值则表示地表有植被覆盖。

(2) 核心解释变量。本文的核心解释变量为农村电商发展。参照尹志超等^[19]的做法,如果某个地区在某一年实施了电商示范政策,则该变量赋值为1;否则,赋值为0。因此,将农村电商示范县和非示范县在政策实施前后的农业生态环境质量差异进行划分,以检验农村电商发展对农业生态环境质量的影响。

(3) 机制变量。本文使用农业绿色全要素生产率作为农业绿色生产的代理变量。囿于县域数据的限制,参照杜建军等^[34]的思路,以2000年农业绿色全要素生产率为基期,将其设为1,使用SBM-GML模型计算2001—2019年中国30个省(自治区、直辖市,不含西藏及港澳台地区,以下简称省份)的农业绿色全要素生产率,再以省份、年份为单位匹配县级面板。因此,各县域农业绿色全要素生产率在同一个省份相同。借鉴唐跃桓等^[23]的研究,使用每万人本地电话用户数的对数作为农村信息化程度的代理变量。

(3) 控制变量。为更准确地评估农村电商发展对农业生态环境质量的影响,并尽量减少多重共线性带来的估计误差,还需控制影响农业生态环境质量的其他变量。农业生态环境质量通常受气候变化和人类活动共同影响^[35],因此,本文控制了以下6个变量:气温和降水量是影响植物生长发育的

关键因素^[36],对当地农业生态环境有重要影响。温度,使用区域年平均气温温度(℃)定义温度。降水量,使用区域年平均降水量(mm)对数定义降水量。经济发展水平,使用地区生产总值(万元)与该地区年末总人口(万人)之比的对数衡量。根据环境EKC假说,经济发展水平对农业生态环境质量可能存在“U”型的影响,即在经济发展水平较低时,农业生态环境较容易受到破坏,农业生态环境质量较低;但是当经济发展水平逐渐升高时,人们对农业生态环境问题越发重视,农业生态环境质量得以提升^[37]。金融发展水平,用地区年末金融机构各项贷款余额(万元)与该地区生产总值(万元)的比率衡量。公共财政支出,用地区一般预算支出(万元)与该地区生产总值(万元)的比率衡量,财政是政府治理环境污染的一项重要经济手段^[38],能够有效促进当地农业生态环境质量的提升。农业机械化水平,使用农业机械总动力(万千瓦时)对数衡量。

3. 数据来源

综合考虑数据的可用性、数据结构的完整性以及政策的实施周期,本文手动收集了2000—2019年中国1884个县域的平衡面板数据。其中1231个电商示范县作为处理组(覆盖2014年的56个、2015年的200个、2016年的240个、2017年的260个、2018年的260个和2019年的215个),其余653个未试点地区作为对照组。电子商务进农村综合示范县名单来自中华人民共和国商务部网站。其他相关数据主要来自历年《中国县域统计年鉴》、国家气象科学数据共享服务平台,以及中国科学院地理科学与资源研究所发布的栅格数据。上述变量的描述性统计见表1。

三、实证估计结果

1. 农村电商发展对农业生态环境质量的平均处理效应

农村电商发展对农业生态环境质量的影响效应结果见表2。列(1)汇报了控制年份和县域固定效应的估计结果,列(2)至列(7)报告了加入其他控制变量的估计结果。从结果来看,不管是否加入控制变量,农村电商发展的估计系数均在1%的水平上显著为正,即农村电商发展能够显著提高农业生态环境质量,假说H₁得到初步验证。具体来说,列(7)结果表明,农村电商发展能够使农业生态环境质量提高0.009个单位。根据表1的描述性统计分析可知,样本期间农业生态环境质量的均值为0.709,意味着农村电商发展对农业生态环境质量影响的平均处理效应提高1.3%(即将0.009除以0.709),具有较大的改善。该结论也与现实观察一致。据资料显示,在涉农直播电商实践中注重持续发展,鼓励采用绿色农业生产方式,提高农产品的质量与安全性,保护农业生态环境,促进农业产业可持续发展,为乡村振兴提供全面支撑^①。

2. 农村电商发展对农业生态环境质量的动态处理效应

上述结果表明,农村电商发展可以在短期内显著提高县域农业生态环境质量。然而,对于中国而言,实现农业生态环境质量持续提高是一个长期的任务,上述回归结果还未能说明这种积极效果的长期性是否存在。因此,本文进一步考察了农村电商发展对农业生态环境质量的动态处理效应,估计结果见表3。

列(1)至列(5)结果显示:农村电商发展对农业生态环境质量的正向效应基本呈现逐年增加的趋势,具有良好的可持续性。具体说来,无论是否加入控制变量,从实施电商示范政策当年到实施电商

表1 变量定义及描述性统计

变量	定义	均值	标准差
农业生态环境质量	县域归一化植被指数	0.709	0.160
农村电商发展	如果某县当年实施了“电商示范政策”,则农村电商发展=1;否则=0	0.090	0.286
温度	地区年均气温	13.495	5.339
降水量	地区年均降水量的对数	6.721	0.509
经济发展水平	地区生产总值/年末总人口数的对数	9.525	1.007
金融发展水平	地区年末金融机构各项贷款余额/地区生产总值	0.581	0.371
公共财政支出	地区财政一般预算支出/地区生产总值	0.249	0.284
农业机械化水平	农业机械总动力的对数	3.118	1.001

① 资料来源:《深耕农村电商产业“生态圈”乡村振兴插上“金翅膀”》,https://topics.gmw.cn/2024-04/11/content_37257278.htm.

表2 农村电商发展对农业生态环境质量影响的估计结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
农村电商发展	0.016*** (0.001)	0.016*** (0.001)	0.015*** (0.001)	0.013*** (0.002)	0.013*** (0.002)	0.012*** (0.002)	0.009*** (0.002)
温度		-0.003*** (0.001)	0.0001 (0.001)	0.002** (0.001)	0.002** (0.001)	0.001* (0.001)	0.001 (0.001)
降水量			0.035*** (0.002)	0.039*** (0.002)	0.039*** (0.002)	0.039*** (0.002)	0.034*** (0.002)
经济发展水平				0.012*** (0.002)	0.011*** (0.002)	0.014*** (0.002)	0.017*** (0.002)
金融发展水平					-0.005*** (0.002)	-0.006*** (0.002)	-0.006*** (0.002)
公共财政支出						0.022*** (0.004)	0.028*** (0.005)
农业机械化水平							0.010*** (0.002)
常数项	0.659	0.702	0.424	0.280	0.294	0.275	0.255
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
县域固定效应	是	是	是	是	是	是	是
样本量	37680	36380	36360	33359	33026	33021	30336
R ²	0.396	0.401	0.411	0.420	0.421	0.425	0.430

注:(1)*、**、***分别表示10%、5%和1%的显著性水平;(2)括号内为稳健标准误。下同。

表3 农村电商发展对农业生态环境质量的动态处理效应估计结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
实施电商示范政策当年	0.011*** (0.001)	0.011*** (0.001)	0.011*** (0.001)	0.011*** (0.001)	0.011*** (0.001)	0.010*** (0.001)	0.007*** (0.001)
实施电商示范政策后1年	0.017*** (0.002)	0.018*** (0.002)	0.017*** (0.002)	0.014*** (0.002)	0.014*** (0.002)	0.013*** (0.002)	0.011*** (0.002)
实施电商示范政策后2年	0.017*** (0.002)	0.018*** (0.002)	0.017*** (0.002)	0.013*** (0.002)	0.013*** (0.002)	0.012*** (0.002)	0.010*** (0.003)
实施电商示范政策后3年	0.022*** (0.003)	0.022*** (0.003)	0.021*** (0.003)	0.018*** (0.003)	0.018*** (0.003)	0.018*** (0.003)	0.012** (0.005)
实施电商示范政策后4年	0.022*** (0.004)	0.022*** (0.004)	0.021*** (0.004)	0.019*** (0.005)	0.019*** (0.005)	0.018*** (0.005)	0.024*** (0.008)
温度		-0.003*** (0.001)	0.0001 (0.001)	0.002*** (0.001)	0.002** (0.001)	0.001* (0.001)	0.001 (0.001)
降水量			0.035*** (0.002)	0.039*** (0.002)	0.039*** (0.002)	0.038*** (0.002)	0.034*** (0.002)
经济发展水平				0.012*** (0.002)	0.010*** (0.002)	0.014*** (0.002)	0.017*** (0.002)
金融发展水平					-0.005*** (0.002)	-0.006*** (0.002)	-0.006*** (0.002)
公共财政支出						0.022*** (0.004)	0.028*** (0.005)
农业机械化水平							0.010*** (0.002)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
县域固定效应	是	是	是	是	是	是	是
样本量	37680	36380	36360	33359	33026	33021	30336
R ²	0.396	0.402	0.412	0.420	0.422	0.426	0.431

示范政策后第4年的估计系数均显著为正,且呈现明显增加趋势,说明伴随着政策实施时间推移,农村电商发展对农业生态环境质量的正向影响越来越明显。

3. 稳健性检验

(1) 平行趋势检验。运用多期双重差分模型的一个重要前提是:农村电商示范县(处理组)与非示范县(对照组)的农业生态环境质量在电商示范政策实施之前具有相同或不存在显著差异的变化趋势。参考Beck等^[29]的研究,对电商示范县与非示范县进行平行趋势检验。具体形式如下所示:

$$NDVI_{it} = \alpha_4 + \sum_{k=-18}^{k=4} \beta_k REDC_{it}^k + \gamma_4 X_{it} + \delta_t + \theta_i + \epsilon_{it} \quad (4)$$

其中: $REDC_{i,t}^k$ 为各县确立为电商示范县第前 k 年、当年、第后 k 年的虚拟变量,非示范县的虚拟变量均为0。 $REDC_{it}^{k<0}=1$ 表示电商示范政策开始实施前的县。 $REDC_{it}^{k>0}=1$ 表示电商示范政策实施后的县。如果 $REDC_{it}^{k<0}$ 的系数没有通过显著性检验,则表明平行趋势假设成立。其他变量与式(1)的定义相同。本文将电商示范政策实施前的第19年($REDC_{it}^{-19}$)作为基期,并在回归中剔除它以避免多重共线性的干扰。

图1显示了平行趋势的检验系数,垂直线代表95%的置信区间。可以看出,在电商示范政策实施前,回归系数的上、下置信区间均包括0,说明回归系数均不显著,即在电商示范政策实施之前,电商示范县和非示范县的农业生态环境质量之间不存在显著差异,满足平行趋势假设,平行趋势检验通过。

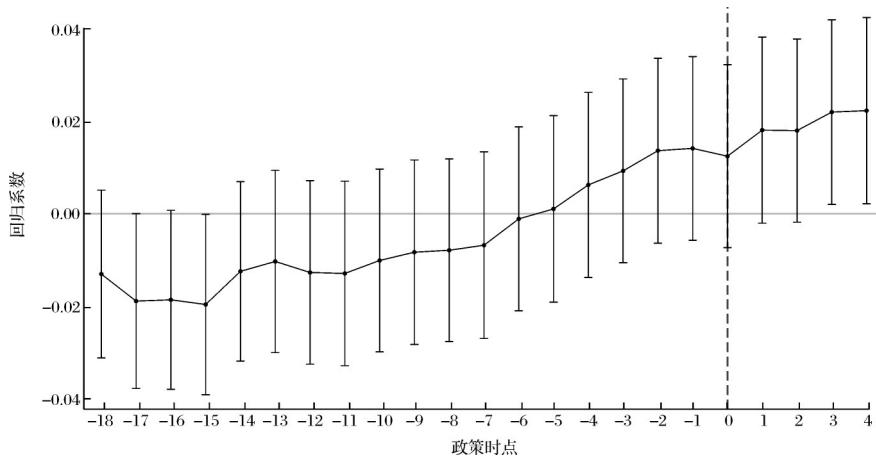
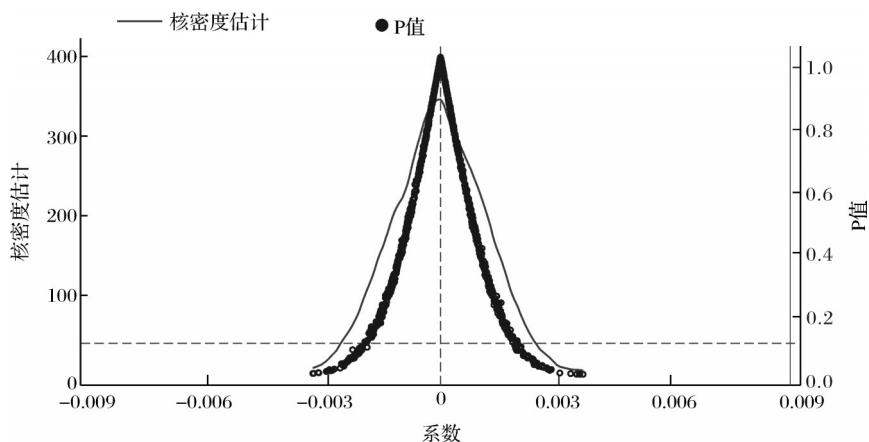


图1 平行趋势检验

(2) 安慰剂检验。为确保上述基准结果不受遗漏变量的影响,本文参照前人研究^[30-31],通过随机匹配实验组进行安慰剂检验。首先,从1884个样本县随机选择1231个县作为虚拟处理组,其余县设为对照组。其次,再为每个虚拟处理组随机抽取一个时间作为试点时间,从而生成安慰剂检验的政策虚拟变量。由于虚拟处理组是随机抽取的,所以预计其对农业生态环境质量没有明显的影响,估计系数应接近于0。最后,用伪样本对基准模型进行回归,并将上述生成过程重复1000次,虚拟系数估计值的核密度图如图2所示。可以看出,大部分虚拟政策估计值集中分布在0附近,而表2的真实估计值(0.009)则远离整个分布,也就是说,随机选择的虚拟处理组并未对农业生态环境质量产生影响。综上所述,本文基准回归结果不存在明显的遗漏变量,即电商示范政策对农业生态环境质量的正向影响是真实的,几乎不受时间和地区的非观测因素影响。

(3) PSM-DID的估计。采用多期双重差分方法能够分离电商示范政策的平均处理效应,但可能会因电商示范县的非随机选择性设立而导致基准回归结果出现偏差。为解决这一问题,本文进一步使用多期的PSM-DID模型进行稳健性检验。具体来说,首先,将表1所述的四个控制变量设为协变量。其次,通过两种方式生成数据集:一是构建截面PSM,将面板数据视为横截面数据,采取最近邻匹配方法找到符合所有共同支持条件的最优控制组,并剔除不符合共同支持条件的部分;二是参考Böckerman等^[39]的方法,逐期匹配县域样本后将各期匹配数据纵向合并成回归所需的面板数据。



注:(1)垂直实线为基准回归真实的估计系数值0.009;(2)水平虚线为p值,取值为0.1;(3)垂直虚线为虚拟估计系数,取值为0。

图2 安慰剂检验

并对生成的两套数据分别进行平衡性检查和匹配效果分析。最后,根据匹配的样本,使用基准回归模型重新评估政策对农业生态环境质量的影响。

表4列(1)和列(2)显示了不同匹配方法获得的PSM-DID估计结果。可以看出,不同匹配方法的政策估计系数均显著为正,这与基准结果吻合。上述分析表明,农村电商发展能显著提高农业生态环境质量,假说H₁再一次得到验证。

表4 稳健性检验结果

变量	截面PSM (1)	逐期PSM (2)	排除其他政策 (3)	控制变量滞后一期 (4)	缩短时间窗口 (5)	缩尾处理 (6)
农村电商发展	0.009*** (0.002)	0.009*** (0.002)	0.009*** (0.002)	0.010*** (0.001)	0.004*** (0.001)	0.009*** (0.002)
生态文明建设示范市县政策			-0.002 (0.005)			
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
县域固定效应	是	是	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是	是	是
样本量	30313	30336	30336	29740	14204	30336
R ²	0.423	0.422	0.422	0.387	0.209	0.422

(4)排除其他政策的影响。除电商示范政策外,在本文的研究期间还有其他政策的实施也可能对农业生态环境质量产生影响,使结果出现偏差。例如,2017—2019年国家环保部先后颁布了四批生态文明建设示范市县计划,其主要任务之一是增加造林面积、保护森林生态系统,从而有可能影响农业生态环境质量。该政策的实施时间不仅与电商示范政策接近,且样本县多有重合,因而可能对本文的基准评估结果造成影响。为提高估计结果的准确度,有必要排除该政策的影响。根据Zheng等^[40]的做法,在基准回归模型中加入生态文明建设示范市县的政策虚拟变量,重新进行估计,结果如表4列(3)所示。可以看出,加入生态文明建设示范市县政策虚拟变量后,农村电商发展估计系数与基准回归模型结果一致,说明该政策的实施并没有干扰电商示范政策的影响,进一步证明了假说H₁的可靠性。

(5)其他稳健性检验。除此之外,本文还进行了以下三个方面的稳健性检验:第一,为处理内生性问题,将所有控制变量滞后一期再进行实证估计,结果见表4列(4);第二,对样本期间进行调整,将本文选定的2000—2019年调整为2010—2019年,再次进行实证估计,结果见表4列(5);第三,为排除可能的极端值干扰,对被解释变量进行了1%的缩尾处理,结果见表4列(6)。可以看出,无论进行何种稳健性检验,农村电商发展的估计系数均显著为正,说明农村电商发展能够显著促进农业生态环境质量的提高。

4. 机制分析

经过上述分析可知,农村电商发展对农业生态环境质量具有显著的促进作用。然而,这种促进作用是如何产生的呢?理论分析发现,一方面,农村电商发展有可能通过促进农业绿色生产影响农业生态环境质量。另一方面,农村电商发展可能通过提升农村信息化程度影响农业生态环境质量。据此,展开农村电商发展影响农业生态环境质量的内在机理的探究。

农村电商作为数字交易平台,一方面,通过搭建电商销售平台,有助于绿色农产品实现“优质优价”,推进农产品完成品牌化、规范化建设,促使农业生产者进行绿色生产。另一方面,还可以增加农户的信息技术素养,提升农村地区信息化程度,从而有利于保护农村地区的“绿水青山”,机制分析结果见表5。由表5可知,农村电商发展对农业绿色生产的系数显著为正,对农村信息化程度的系数也显著为正。这说明,在其他变量不变的情况下,农村电商发展显著促进农业绿色生产,也显著提升农村信息化程度。因此研究假说H₂和H₃得到了验证。上述结论也与现实观察一致。例如,吉林省白城市通榆县属于典型的农业大县,通榆县政府以创建国家级电子商务进农村综合示范县为契机,与吉林云飞鹤舞农牧业科技有限公司合作,为丰富的农产品量身打造“三千禾”品牌,发展绿色食品园区,推动通榆县农业绿色生产。通榆县委书记和县长还联名写下“致淘宝网民的一封公开信”,发布在淘宝聚划算首页,很大程度上打消了消费者的顾虑,借助电商把通榆县农产品“原产地直销”卖往全国。此外,通榆县还携手和阿里巴巴研究院、淘宝大学举办了“通榆县首期电子商务培训班”,吸引了大约2万人参训,显著提升了当地农户的信息技术素养,培育新农业新农人^①。

同时,本文进一步采用Bootstrap法进行1000次抽样检验,结果如表6所示,置信区间均在0的右侧,且均在1%的水平上显著,验证了该效应的存在。其中,农业绿色生产和农村信息化程度间接效应均为0.002。在Sobel检验中,间接效应均在1%的水平上显著,系数大小分别为0.002和0.005。综上所述,农业绿色生产、农村信息化程度的中介效应稳健可靠,假说H₂和H₃进一步得到验证。

表6 Bootstrap和Sobel中介效应检验

变量	效应	Bootstrap	置信区间	Sobel
农业绿色生产	间接效应	0.002*** (9.850)	[0.002, 0.003]	0.002*** (8.357)
	直接效应	0.047*** (17.630)	[0.042, 0.052]	0.047*** (17.296)
农村信息化程度	间接效应	0.002*** (3.410)	[0.001, 0.004]	0.005*** (6.130)
	直接效应	0.034*** (9.120)	[0.026, 0.041]	0.047*** (16.089)

注:(1)*、**、***分别表示10%、5%和1%的显著性水平;(2)括号内为Z值。

5. 异质性分析

电子商务作为一种新型贸易技术,是数字经济的重要表现形式,现已成为推动中国经济增长的新生力量^[13],对农业生态环境质量的提高往往受制于地形条件、气候条件和经济发展层面固有因素的影响,本文将从这三个方面进行考量。

(1)不同地形条件的异质性。理论上,农村电商发展能够突破传统市场的时间和空间约束,通过增加产品可及性,降低交易成本,促进农业绿色生产^[18]。但是实际上,因地形条件不同导致的交易成本也存在明显差异,进而影响农业生态环境质量。为检验不同地形条件的政策效果差异,依据县域平均坡度,将样本县划分为平缓地势县和陡峭地势县。表7列(1)和列(2)结果显示,农村电商发展对平缓地势县的估计系数为0.008,在1%的水平上显著,而对陡峭地势县的估计系数不显著,这说明农村电商发展对平缓地势地区的农业生态环境质量促进效应更强。可能的原因是,尽管农村电商发展

表5 农村电商发展对农业生态环境质量的机制分析

变量	农业绿色生产	农村信息化程度
	(1)	(2)
农村电商发展	0.006*** (0.001)	0.090*** (0.023)
年份固定效应	是	是
县域固定效应	是	是
控制变量	是	是
样本量	30857	29859
R ²	0.217	0.424

^① 资料来源于“又是一个丰收年”通榆电子商务大爆发,http://www.tongyu.gov.cn/zwgk/gsgg/201707/t20170705_326793.html。

在一定程度上削弱了农村地区在资源交换和信息服务领域对地形条件的依赖性,促进农业农村走向绿色化、现代化,但由于政策资金和针对性有限,地势较陡峭地区在发展农村电商时仍然面临物流成本、交通运输、人才等方面的制约,从而削弱了农村电商发展对地势较陡峭地区的农业生态环境质量的提高作用。

(2)不同气候的干湿程度的异质性。一个地区的降水量可以影响其地表的植被繁茂程度^[33],而农业生态环境质量的发展在一定程度上依赖地表的植被繁茂程度。降水量较高的县域,其农业生态环境质量相对也较高。为检验不同干湿地区的政策效果差异,按照县域年降水量造成的不同植被类型,将样本县划分为干旱区、半干旱区、半湿润区和湿润区^①。列(3)至列(6)结果显示,农村电商发展对半干旱区、半湿润区和湿润区的农业生态环境质量促进效应更为明显,而对干旱区的农业生态环境质量不明显。可能的原因是,中国自2005年开始推广测土配方施肥技术主要覆盖范围为半干旱区和半湿润区,农村电商发展促进了这些地区测土配方施肥技术的普及,而湿润区测土配方施肥技术采用率不高,且该区域面源污染的治理面临较大挑战^[41],因此,在降水量高于200毫米的地区,农村电商发展对其生态环境质量的促进效应更明显。

(3)不同经济发展水平的异质性。不同经济条件的农村电商发展水平不同,导致各地区农业生态环境质量存在系统性差别。如果不考虑经济发展水平差异造成的农村电商发展的异质性,会低估农村电商发展对农业生态环境质量的促进作用。为检验不同经济发展水平的政策效果差异,依据国家级贫困县名单,将样本县划分为非贫困县和脱贫县。列(7)和列(8)结果显示,农村电商发展对非贫困县的农业生态环境质量有积极显著的提升作用,而对脱贫县的农业生态环境质量存在一定负面影响。可能的原因是,非贫困县的数字经济发展程度较高,信息基础设施建设较好,交通基础设施较健全,这为农村电商发展对其农业生态环境质量促进效应提供了有利条件。而脱贫县一方面以脱贫攻坚和收入提高为首要任务,根据马斯洛需求理论,更可能以破坏农业生态环境为代价追求“短平快”的经济增长形式,如大量毁林等,政策对农业生态环境质量改善的驱动较弱^[42];另一方面,相较于非贫困县,脱贫县的地方政府在环境治理方面的投入会更少,生态环境治理技术也比较不成熟^[43],使得农村电商发展对农业生态环境质量提高的边际作用有限,最终造成政策效果不明显。

表7 异质性分析结果

变量	地形条件异质性		气候的干湿程度				经济条件异质性	
	平缓地势	陡峭地势	干旱区	半干旱区	半湿润区	湿润区	非贫困县	脱贫县
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
农村电商发展	0.008*** (0.002)	0.003 (0.002)	-0.0004 (0.009)	0.014* (0.008)	0.012*** (0.003)	0.005*** (0.002)	0.005** (0.002)	-0.004** (0.002)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
县域固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
样本量	15505	14831	316	1505	12147	16368	18528	11808

四、结论和政策建议

本文综合运用中国县域统计年鉴数据和卫星反演数据,以电商示范政策构造准自然实验,采用多期双重差分模型评估了农村电商发展对农业生态环境质量的影响效应,并深入研究了其作用机制以及异质性效应。研究发现:第一,农村电商发展显著提高农业生态环境质量,且这种正向影响效应随着时间的推移呈现上升的趋势,表明农村电商发展可以守护电商示范县的“绿水青山”。平行趋势检验、安慰剂检验、PSM-DID分析、排除其他政策干扰以及其他稳健性检验证明了这一结论的可靠

① 见中华人民共和国中央人民政府网,将年降水量高于800毫米的区域定义为湿润区,年降水量高于400毫米且低于800毫米的区域定义为半湿润区,年降水量高于200毫米且低于400毫米的区域定义为半干旱区,年降水量低于200毫米的区域定义为干旱区。https://www.gov.cn/test/2005-06/24/content_9220.htm.

性。第二,机制分析结果显示,农村电商发展主要通过促进农业绿色生产、提高农村信息化程度两条途径提高农业生态环境质量。第三,异质性分析表明,农村电商发展的农业生态环境质量促进效应在平缓地势地区、年降水量 200 毫米以上和非贫困地区更加显著。

根据上述结论,提出以下政策建议:

第一,持续推进农村电商的试点政策,强化县域电商扶持力度。一方面,鉴于试点政策在提升农业生态环境质量方面已取得显著成效,建议逐步扩大政策覆盖范围,将更多县纳入试点范围,进一步发挥其在推动乡村生态文明建设中的积极作用。另一方面,加大财政资金投入,系统总结和推广已实施试点政策的电商示范县的成功经验。优化激励机制,将农业生态环境质量纳入农村电商发展的政策考核体系,并根据考核结果分阶段发放财政资金,以此引导电商示范县在发展过程中更加注重生态环境保护,全面提升农产品流通效率与农业生态效益。

第二,强化优质绿色农产品品牌建设,提高农业生产的数字素养。一方面,以有机、无公害等绿色理念为核心,打造优质农产品品牌,积极应用电商直播等新型营销模式,拓展市场渠道,提升产品影响力,使绿色农产品获得更多消费者的青睐,成为绿色可持续农业发展的新动能。另一方面,重视农业生产的数字素养提高,缩小“数字鸿沟”,增强其绿色生产理念和对电商技术的应用能力,从生产端实现降耗减排,促进农业生态环境质量的持续改善。同时,健全农村电商带头人培训机制,发挥其示范引领和辐射带动作用,推动农业生产者实现高效、绿色、智能化发展。

第三,因地制宜制定农村电商发展策略。一方面,着力加强地形复杂地区、干旱地区和脱贫地区的农村电商基础设施和配套服务体系建设,持续优化电商发展环境,推动绿色农产品的高效流通,促进经济与生态效益的协同发展。另一方面,充分利用电商平台的推广优势,鼓励地方政府依托地形复杂地区、干旱地区和脱贫地区的资源禀赋,因地制宜培育特色生态产业,以资源环境承载力为基准,提升绿色经济发展水平。同时,加大农业生态环境治理投入,探索“绿水青山就是金山银山”的可持续发展路径,推动形成经济效益、社会效益和生态效益共赢的局面。

参 考 文 献

- [1] 叶兴庆.迈向 2035 年的中国乡村:愿景、挑战与策略[J].管理世界,2021,37(4):98-112.
- [2] 张林秀,白云丽,孙明星,等.从系统科学视角探讨农业生产绿色转型[J].农业经济问题,2021(10):42-50.
- [3] 李周.中国农业绿色发展:制度演化与实践行动[J].求索,2022(5):97-105.
- [4] 中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定[N].人民日报,2024-07-22(01).
- [5] 马贤磊,车序超,李娜,等.耕地流转与规模经营改善了农业环境吗?——基于耕地利用行为对农业环境效率的影响检验[J].中国土地科学,2019,33(6):62-70.
- [6] WU Y, XI X, TANG X, et al. Policy distortions, farm size, and the overuse of agricultural chemicals in China[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2018, 115(27):7010-7015.
- [7] 程永生,张德元,汪侠.农业社会化服务的绿色发展效应——基于农户视角[J].资源科学,2022,44(9):1848-1864.
- [8] 马晓冬,胡颖,黄彪.江苏省乡村绿色发展的时空特征及影响因素[J].经济地理,2022,42(4):159-167.
- [9] 代明慧,于法稳.气候变化背景下农业绿色发展能力提升研究[J].中州学刊,2024(4):49-56.
- [10] 陈享光,汤龙,唐跃桓.农村电商政策有助于缩小城乡收入差距吗——基于要素流动和支出结构的视角[J].农业技术经济,2023(3):89-103.
- [11] 展进涛,周静鑫,俞建飞.汇聚涓涓细流:农村电商的收入效应与溢出效应研究——基于全国 1809 个县的证据[J].南京农业大学学报(社会科学版),2024,24(2):136-147.
- [12] 赵绍阳,周博,周作昂.电商发展能降低贫困发生率吗?——来自电子商务进农村综合示范县的证据[J].统计研究,2023,40(2):89-100.
- [13] 王奇,李涵,赵国昌,等.农村电子商务服务点、贸易成本与家庭网络消费[J].财贸经济,2022,43(6):128-143.
- [14] 彭超,段晋苑,马彪.新农人发展质量及其影响因素研究[J].宏观质量研究,2021,9(4):15-27.
- [15] 黄丽娟,谢国杰,郑雁玲,等.乡村振兴背景下农村电商创业企业促进农村韧性发展的案例研究[J].江西财经大学学报,2023,5(5):78-90.
- [16] 吴本健,李哲,巩蓉蓉,等.农村电子商务发展能否提升农民主观幸福感?[J].中国农业大学学报(社会科学版),2023,40(2):

129-146.

[17] 刘平养,李东轩.电子商务能改善农业生产的环境负效应吗?——来自上海青浦的证据[J].中国环境科学,2019,39(11):4921-4928.

[18] 王翠翠,夏春萍,童庆蒙,等.电商参与促进农户绿色生产吗?——基于3省4县812户果农的实证研究[J].中国人口·资源与环境,2022,32(5):132-143.

[19] 尹志超,吴子硕.电商下乡能缩小农村家庭消费不平等吗——基于“电子商务进农村综合示范”政策的准自然实验[J].中国农村经济,2024(3):61-85.

[20] 王翌秋,徐丽,曹蕾.“双碳”目标下农业机械化与农业绿色发展——基于绿色全要素生产率的视角[J].华中农业大学学报(社会科学版),2023(6):56-69.

[21] 蒋玉,于海龙,丁玉莲,等.电子商务对绿色农产品消费溢价的影响分析——基于产品展示机制和声誉激励机制[J].中国农村经济,2021(10):44-63.

[22] 李晓静,陈哲,夏显力.参与电商对猕猴桃种植户绿色生产转型的影响[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2021,21(4):150-160.

[23] 唐跃桓,杨其静,李秋芸,等.电子商务发展与农民增收——基于电子商务进农村综合示范政策的考察[J].中国农村经济,2020(6):75-94.

[24] 赵晓颖,郑军,张明月.乡村振兴战略下新型农业经营主体绿色生产行为研究——基于资本禀赋的水平、结构和互补性视角[J].农村经济,2022(1):89-97.

[25] TAPSCOTT D, WILLIAMS A D. *Wikinomics: how mass collaboration changes everything* [M]. London: Penguin Press, 2008.

[26] 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.

[27] 卢京宇,郭俊华.数字经济赋能农业绿色发展的碳减排效应[J].江西财经大学学报,2024(3):78-90.

[28] 李伯涛,马海涛,龙军.环境联邦主义理论述评[J].财贸经济,2009(10):131-135.

[29] BECK T, LEVINE R, LEVKOV A. Big bad banks? The winners and losers from bank deregulation in the United States [J]. The journal of finance, 2010, 65(5): 1637-1667.

[30] PAN D, HONG W, HE M. Can campaign-style enforcement facilitate water pollution control? Learning from China's environmental protection interview[J]. Journal of environmental management, 2022, 301: 113910.

[31] 王薇,金美玲,吕金娜.碳排放权交易提升了我国制造业企业绿色创新质量水平吗?[J].宏观质量研究,2023,11(6):88-101.

[32] 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.

[33] 孙瑞,张方敏,翁升恒,等.2001—2021年中国NDVI时空格局变化及对气候的响应[J].中国环境科学,2023,43(10):5519-5528.

[34] 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,2023,33(2):165-175.

[35] SHI S, YU J, WANG F, et al. Quantitative contributions of climate change and human activities to vegetation changes over multiple time scales on the Loess Plateau [J]. Science of the total environment, 2021, 755: 142419.

[36] 金凯,王飞,韩剑桥,等.1982—2015年中国气候变化和人类活动对植被NDVI变化的影响[J].地理学报,2020,75(5):961-974.

[37] GROSSMAN G M, KRUEGER A B. Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement [J]. National bureau of economic research working paper series, 1991: 3914.

[38] 周尚思.地方财政能力与环境污染治理:来自中国城市的证据[J].财政科学,2022(10):82-97.

[39] BÖCKERMAN P, ILMAKUNNAS P. Unemployment and self-assessed health: evidence from panel data[J]. Health economics, 2009, 18(2): 161-179.

[40] ZHENG Q, WAN L, WANG S, et al. Does ecological compensation have a spillover effect on industrial structure upgrading? Evidence from China based on a multi-stage dynamic DID approach[J]. Journal of environmental management, 2021, 294: 112934.

[41] 葛继红,周曙光.环境友好型技术对水稻种植技术效率的影响——以测土配方施肥技术为例[J].南京农业大学学报(社会科学版),2012,12(2):52-57.

[42] 任保平.双重目标下数字经济赋能我国农业农村现代化的机制与路径[J].东岳论丛,2024,45(1):41-48.

[43] 陈浩天,李金城.区域差异、绩效差距与农村人居环境治理效能评价——来自全国30个省份的经验证据[J].农村经济,2024, (4):68-76.

The “Lucid Water and Lush Mountains” Effect of Rural E-commerce Development: Evidence from County-Level Data

CHEN Su, CUI Kailing, PAN Dan

Abstract Using panel data covering 1 884 Chinese counties from 2000 to 2019 and considering the comprehensive demonstration policy for E-commerce in rural areas as a quasi-natural experiment supported by the government to promote the development of rural e-commerce, this study characterizes the “lucid water and lush mountains” condition in rural areas by employing satellite inversion technology to obtain data on agricultural ecological environment quality. The time-varying difference-in-differences (DID) model is used to assess the impact of rural e-commerce development on agricultural ecological environment quality, while further exploring its mechanism and heterogeneity effect. The results indicate that rural e-commerce development significantly improves the agro-ecological environment quality, demonstrating a significant “lucid water and lush mountains” effect that is sustainable over the long term. Robustness checks, including parallel trend test, placebo test, and PSM-DID test, confirm the stability of the results. Mechanism analysis presents that rural e-commerce development improves the agro-ecological environment quality by promoting green agricultural production and enhancing the degree of informatization in rural areas. Further analysis shows that the “lucid water and lush mountains” effect of rural e-commerce development is more pronounced in areas with gentle terrain, annual precipitation exceeding 200 millimeters, and non-poor counties. Therefore, the government should continue to advance the pilot policies for rural e-commerce, strengthen the branding of high-quality green agricultural product, enhance the digital literacy of agricultural producers, and formulate rural e-commerce development strategies tailored to local conditions, so as to achieve a win-win situation in terms of economic, social, and ecological benefits.

Key words rural e-commerce; agro-ecological environment quality; lucid water and lush mountains; satellite inversion data

(责任编辑:王 薇)