

# 无心插柳：农村电子商务对县域碳排放的影响

湛文婷 李 博 闫佳妮 邢 斐\*

**摘要：**以往文献已经证明数字经济发展在总体上能够较好兼顾经济增长与低碳环保双重目标。然而，作为数字经济的重要分支，电子商务对碳排放的影响仍存在争议，学术界尚未形成一致结论。本文基于电子商务进农村综合示范县的准自然实验，采用多期 DID 模型考察电子商务发展对县域碳排放的影响效应。研究发现，以推动农村电商发展为目的的试点政策意外地显著降低了试点县的碳排放，经过一系列稳健性检验后该结论依然成立；而且在经济相对发达的地区、电子商务发展水平更高的省份以及交通便利程度更高的地区，试点政策的减排效果更明显；试点政策主要通过推动县域产业结构服务化和传统产业数字化转型两个渠道实现碳减排效果。本研究为准确评估电子商务发展的碳减排效应提供了新证据，为制定数字化减排政策提供了新思路。

**关键词：**电子商务；碳排放；数字经济；多期 DID

## 一、引言

2020年9月，中国在联合国大会上提出了到2030年实现碳达峰、2060年实现碳中和的“双碳”目标，这既是中国在全球气候治理中的重要承诺，也对中国经济发展的低碳转型提出了更高要求。在这一宏观目标的指引下，如何在不牺牲经济增长的前提下，实现碳排放的有效控制，成为了中国亟待解决的重要课题。近年来，数字经济作为中国经济转型升级的重要驱动力，在绿色发展和低碳经济领域展现出显著的潜力。2022年，中国数字经济规模已达到

\*湛文婷，湖北经济学院经济与贸易学院，邮政编码：430205，电子邮箱：janezhan305@163.com；李博，湖北经济学院经济与贸易学院，邮政编码：430205，电子邮箱：libo@hbue.edu.cn；闫佳妮，湖北经济学院金融学院，邮政编码：430205，电子邮箱：2271646919@qq.com；邢斐，华中科技大学经济学院，邮政编码：430074，电子邮箱：xing-fei@hust.edu.cn。

本文系湖北省高等学校哲学社会科学研究重大项目“数字化助力乡村振兴的湖北方案”(22ZD114)的阶段性成果。感谢匿名审稿专家的宝贵修改建议。文责自负。

50.2万亿元,占GDP的比重达到41.5%<sup>①</sup>。在数字经济体系中,电子商务凭借广泛覆盖的市场和创新性的商业模式,逐步成为推动经济增长的重要引擎。2022年全国电子商务交易总额达到43.83万亿元,占GDP的36.38%<sup>②</sup>。电子商务的快速发展不仅对传统产业的转型升级产生了深远影响,还对资源利用和碳排放的减少带来了显著影响。通过促进商品流通、减少库存积压和提升供应链效率,电子商务有望在经济活动中起到减排作用。然而,电子商务也带来了诸如物流扩张、包装材料使用增多等问题,这使得其对碳排放的总体影响仍存在争议。

现有关于电子商务对碳排放影响的研究结论尚不统一。部分研究认为,电子商务能够通过提高生产效率、优化资源配置等方式显著降低碳排放(Abukhader, 2008; Fan et al., 2015; Chen, 2019; Qin et al., 2021; 刘乃全等, 2021; Wang et al., 2022)。Edwards等(2010)通过比较线上和线下零售业碳排放强度,发现线上销售的碳排放量通常较低。随着电子商务的普及,相关服务的数字化和供应链的优化也对绿色发展产生了积极作用(Kong et al., 2004; Li et al., 2021)。然而,另一部分研究指出,电子商务可能增加碳排放,例如物流业的扩张和过度包装等负面因素可能抵消其减排优势(Palsson et al., 2017; Hidayatno et al., 2019; Cheba et al., 2021)。此外,有研究表明,电子商务对碳排放的影响还可能受到地理位置、经济发展水平和产业结构等异质性因素的制约,表现出复杂的非线性特征(Liang et al., 2021)。这些差异可能缘于研究方法、数据覆盖范围和政策情境的不同。一部分研究侧重于短期效应,而另一部分则强调长期效应,这进一步加剧了研究结果的分歧。因此,需要更加系统地识别这些影响因素,深入分析电子商务在不同情境下对碳排放影响的具体机制。

在中国,政府积极推进了两项促进电子商务发展的试点政策,为探讨电子商务的碳排放效应提供了理想的实验场景。其中,国家电子商务示范城市政策旨在推动城市电商发展的同时,降低物质资源和能源消耗、促进绿色经济发展,而电子商务进农村综合示范县政策则单纯聚焦于提升农村电子商务水平。已有研究主要基于前者开展,如Wang等(2023)、Dong等(2023)和别奥等(2023)等均表明该政策显著降低了城市的碳排放。然而,对电子商务进农村综合示范县的研究较少,目前仅有Du等(2023)基于农产品生产流通视角,对电子商务示范县政策进行分析,结果表明电子商务发展显著降低了农业碳排放。实际上,电子商务进农村综合示范县政策在促进县域碳减排方面发挥了重要作用。一方面,农村电子商务发展优化了生产与消费流程,提升了资源使用效率,有效减少了碳排放。电商平台通过优化物流体系和推

<sup>①</sup>资料来源:《数字中国发展报告(2022)》, [https://www.cac.gov.cn/2023-05/22/c\\_1686402318492248.htm?eqid=fde19e9500016ad30000000264701486](https://www.cac.gov.cn/2023-05/22/c_1686402318492248.htm?eqid=fde19e9500016ad30000000264701486)。

<sup>②</sup>资料来源:《中国电子商务报告(2022)》<http://images.mofcom.gov.cn/dzsws/202306/20230609104929992.pdf>。

广绿色包装,进一步降低了物流环节的碳排放。另一方面,该政策还改善了农村居民的消费结构,推动绿色消费模式普及,促进了绿色农产品流通,提高了农民收入和环保意识。此外,县域碳减排也是我国实现“双碳”目标的重要组成部分。虽然大城市和工业区的碳排放占比更高,但县域碳排放同样不容忽视。如果县域能够通过优化产业结构、推动农村低碳化发展等具体举措减少碳排放,不仅能够为自身的绿色发展提供范例,也将为实现全国“双碳”目标贡献重要力量。

已有文献为相关领域研究奠定了坚实基础,但仍存在以下不足。第一,相较于国家电子商务示范城市政策,基于电子商务进农村综合示范县政策的研究很少。前者政策本身已包含绿色发展的导向,因此难以区分电子商务对碳减排的独立贡献,而电子商务进农村综合示范县更能反映出电子商务在无其他政策干预的情况下对碳排放的真实效果。第二,基于电子商务进农村综合示范县政策的现有研究在数据采集和方法应用上存在不足。该政策选择试点时会向贫困地区倾斜,现有研究没有充分考虑试点选择的非随机性,会导致回归结果的偏差。第三,基于电子商务进农村综合示范县政策的现有研究在传导机制和异质性分析方面还需要进一步拓展。Du等(2023)仅从农业生产流通的角度解释了电子商务影响碳排放的机制,没有解释电子商务进农村综合示范县政策对县域非农地区和非农产业碳排放的影响机制,异质性分析也仅考察了地区差异、经济发展水平差异,忽视了一些可能影响地区碳减排效果的重要情境因素。

针对现有研究的不足,本文利用2010—2021年中国2039个县的面板数据,基于电子商务进农村综合示范县的准自然实验,采用多期DID模型考察电子商务发展对县域碳排放的影响效应、传导机制和异质性。本文的边际贡献主要体现在三个方面:第一,基于电子商务进农村综合示范县政策的准自然实验,能够更准确地评估电子商务的碳减排效应,因为该政策初衷是推动农村电商发展,其碳减排效果具有“无心插柳”的特点;第二,在回归模型中控制了电子商务示范县的关键选择标准,有效修正了政策倾斜对贫困地区的选择性偏差,从而提高了实证结果的可靠性;第三,揭示了电子商务发展如何通过推动县域产业结构服务化和传统产业数字化实现碳减排,并进一步考察了电商发展外部环境和县域交通便利性在电子商务影响碳排放过程中的差异化作用,从而拓展了影响电子商务碳减排效应的情境因素研究,为政府优化数字化减排政策提供了新的思路。

## 二、政策背景和理论框架

### (一)政策背景

2014年7月,为了扩大县域电子商务应用,促进县域经济发展,财政部、商务部和原国务院扶贫办共同组织开展电子商务进农村综合示范工作。该项示范工作自2014年启动后每年

公布入选示范县名单,截至2021年试点县已由最初的56个扩大到1489个<sup>①</sup>。国家对每个示范县拨付2000万元建设资金,主要用于农村电子商务相关服务体系的建立和完善。

相较于国家电子商务示范城市政策,该政策聚焦于农村地区的电子商务普及和物流网络建设,目标在于促进经济发展和缩小城乡差距,而非直接针对碳减排或绿色发展。其政策初衷更偏向于经济发展层面的提升,因而电子商务在提高资源使用效率、促进物流效率提升和改善居民消费结构中所带来的碳减排效果,可谓“无心插柳”。

政策的试点选择是基于农村市场基础、区域经济水平等经济和社会因素,并未将地区的环境治理能力和碳排放水平作为核心考量。这种选择方式使得电子商务进农村综合示范县政策具备较强的外生性,试点地区与非试点地区在政策实施前在环境治理和碳排放表现方面并不存在系统性差异,为后续的因果识别提供了合理依据。但是在开展电子商务进农村综合示范工作时,会优先在贫困地区实施<sup>②</sup>。本文将在实证部分对由此产生的选择性偏差进行修正。综上,本文利用电子商务进农村综合示范县政策作为外生冲击,通过多期DID方法探讨其对县域碳排放的影响。

## (二)理论框架

电子商务进农村综合示范县政策是我国在县域层面开展的推动电子商务发展的试点政策,电子商务发展通过促进产业结构服务化和传统产业数字化,进而降低了地区碳排放水平。

### 1.产业结构服务化

服务业(尤其是知识密集型的现代服务业)的能耗和碳排放强度明显低于资本和能源密集型产业(Cao et al., 2021)。因此,以第二产业占比下降、服务业占比上升为主要特征的产业结构升级,以及以现代服务业占比上升为特征的第三产业内部结构升级,可以有效降低二氧化碳排放(Zhou et al., 2013; Zhang et al., 2014)。作为现代服务业的重要组成部分,电子商务的发展显著增加了客户服务、商品分销、运营管理等服务业就业需求(Biagi & Falk, 2017)。电子商务发展也促进了物流、金融、旅游和酒店等传统服务业的数字化转型和规模扩张(Wymbs, 2000; Liu et al., 2021),明显改变了服务业的原有格局,扩大了服务业在国民经济中的比重。电子商务发展还会改变不同产业间的生产率差异格局,进而导致生产要素从低生产率产业向高生产率产业转移,进一步提高社会资源配置效率,推动产业结构升级(刘乃全等, 2021)。

### 2.传统产业数字化

数字技术在优化资源配置、提高生产效率等方面具有显著优势(董康银等, 2023)。例如

<sup>①</sup>资料来源:中华人民共和国商务部, <https://www.mofcom.gov.cn/>。

<sup>②</sup>资料来源:《国务院办公厅关于促进农村电子商务加快发展的指导意见》, [https://www.gov.cn/zhengce/content/2015-11/09/content\\_10279.htm](https://www.gov.cn/zhengce/content/2015-11/09/content_10279.htm)。

企业依托大数据、物联网等技术,可以建立能源管理系统,统一整合生产过程中各方面的信息和资源,优化生产流程,有效降低生产成本和能耗。因此,利用数字技术对传统产业进行改造升级,已经成为促进经济绿色低碳发展的有效途径(Song et al., 2021)。电子商务进农村综合示范县政策能通过以下三个途径有效促进传统产业数字化转型。第一,电子商务进农村综合示范县政策使试点地区进入电子商务快速发展期,县域内数字技术的应用场景不断增多,企业一方面感受到数字经济带来的巨大竞争压力,另一方面也希望能享受到更多政策红利,因此有动机主动加大数字化转型投入力度,以更好地融入本地新经济发展趋势。第二,电子商务进农村综合示范县政策要求试点县营造有利于电子商务发展的支撑环境,如推动物联网、云计算、移动互联网等数字技术在本地应用,这将促进地区数字基础设施建设水平提升,并为产业数字化转型提供必需的基础设施条件。第三,电子商务进农村综合示范县政策的实施伴随着大量数字化项目建设工程,如搭建信息服务平台、培育数据托管服务等,会以电子商务为纽带推动相关联的数字行业快速发展,创造更多数字技术岗位需求,壮大当地数字人才队伍,进而促进产业数字化转型。

综合以上分析,电子商务进农村综合示范县政策对碳排放的影响是多方面的,既包含显著的减排效应,也可能带来一定的增排风险。在减排方面,该政策通过优化农村经济活动和资源配置,推动传统产业数字化转型,有效提升了生产和消费效率,从而减少了碳排放。同时,电子商务发展促进了以低能耗为特征的现代服务业扩张,带动了产业结构服务化转型,降低了高能耗行业比重,从整体上降低了碳排放水平。在增排方面,电子商务发展增加了物流运输需求,而在物流网络尚未完全绿色化的背景下,可能导致运输环节碳排放的上升。此外,电子商务活动中广泛使用的包装材料,若缺乏有效的回收机制,也可能导致资源浪费和碳排放增加。但总体而言,该政策在推动产业结构升级和优化资源配置方面的减排效应显著高于其潜在的增排风险。基于此,本文提出以下假说:

H1:电子商务进农村综合示范县政策会降低试点地区碳排放量。

H2:电子商务进农村综合示范县政策会促进试点地区产业结构服务化,进而降低碳排放量。

H3:电子商务进农村综合示范县政策会促进试点地区传统产业数字化转型,进而降低碳排放量。

### 三、模型设定与指标选择

#### (一)模型设定

商务部自2014年起每年发布电子商务进农村综合示范县名单,基于此,可以使用双重差分法(DID)检验电子商务进农村综合示范县政策实施对示范县和非示范县的差异,以及示范

县建设前后的差异。此外,由于该项政策是逐年分批实施,不同示范县的政策实施时点不一致,因此本文采用多期 DID 的方法评估电子商务进农村试点政策的政策效果,计量模型设置如下:

$$\ln CO2_{it} = \beta_0 + \beta_1 DID_{it} + \beta_2 X_{it} + \beta_3 (P_i \times f(t)) + \gamma_i + \mu_t + \delta_p \times \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $i$ 表示县域, $t$ 表示年份; $\ln CO2_{it}$ 为县域碳排放水平; $DID_{it}$ 为实施电子商务进农村综合示范县的政策冲击变量,如果 $i$ 县在 $t$ 年及以后成为示范县,则取值为1,否则取值为0; $X_{it}$ 为县域特征控制变量, $P_i \times f(t)$ 为政策选择变量与时间函数的交互项, $\gamma_i$ 为县域固定效应, $\mu_t$ 为年度固定效应, $\delta_p \times \mu_t$ 为省份固定效应与年度固定效应的交互项, $\varepsilon_{it}$ 为误差项。

## (二) 指标选择和数据来源

### 1. 被解释变量

本文的被解释变量为县域碳排放水平,用县域碳排放量的对数值来衡量。参考Chen等(2020)、黄贇琳和蒋鹏程(2023)的方法,本文首先整合DMSP/OLS和NPP/VIIRS的夜间灯光数据,分别得到2010—2021年省级层面和县级层面的夜间灯光总值;其次,基于CEADs数据库中的省级碳排放总量数据,将省级CO<sub>2</sub>排放量对省级夜间灯光总值进行回归分析,估算省级CO<sub>2</sub>排放量和夜间灯光总值之间的回归系数;最后,根据第一步获得的县级夜间灯光总值和第二步估算的回归系数,采用从上至下的方法估算县域CO<sub>2</sub>排放量。

### 2. 解释变量

本文的解释变量为电子商务进农村综合示范县政策,如果某个县在当年及以后年度成为电子商务进农村综合示范县,该变量取值为1,否则取值为0。其中,示范县名单和政策实施年份来源于商务部每年公布的信息,本文选择2014—2020年的示范县作为处理组。

### 3. 控制变量

本文从三个层面对控制变量进行选择。首先,控制可能影响碳排放的县域特征变量。经济发展水平,用县域GDP的对数值衡量;人口规模,用县域总人口的对数值衡量;农业发展水平,用县域第一产业增加值占GDP的比重衡量;政府支出,用县域地方政府公共财政一般预算支出的对数值衡量;投资规模,用县域固定资产投资总额的对数值衡量;金融发展水平,用年末金融机构各项贷款余额的对数值衡量;基础教育水平,用在校中、小学生人数的对数值衡量。以上县域层面控制变量数据来源于《中国县(市)经济社会统计年鉴》以及中经网统计数据库。

其次,控制电子商务进农村示范县的样本选择标准。有关建设农村电子商务的相关政策文件明确指出,电子商务进农村综合示范优先在贫困地区实施<sup>①</sup>。对贫困地区的政策倾斜可

<sup>①</sup>资料来源:《国务院办公厅关于促进农村电子商务加快发展的指导意见》, [https://www.gov.cn/zhengce/content/2015-11/09/content\\_10279.htm](https://www.gov.cn/zhengce/content/2015-11/09/content_10279.htm)。

能会造成选择性偏差,导致回归结果出现偏差,为解决该问题本文参考Li等(2016)、Chen等(2018)和王奇等(2021)的方法,在式(1)中控制电子商务进农村示范县的选择标准与时间函数的交互项  $P_i \times f(t)$ 。如果  $i$  县是国家级贫困县或集中连片特殊困难县,则  $P_i$  取值为1,否则取值为0。 $f(t)$  为时间函数,时间函数分为两种形式:第一种是时间趋势的一次项( $t$ )、二次项( $t^2$ )、三次项( $t^3$ )形式,第二种是政策实施前后的虚拟变量( $Post$ )。在后文的计量估计过程中分别将政策选择变量与两种类型的时间函数做交互。其中,国家扶贫开发工作重点县和集中连片特殊困难县均来源于原国务院扶贫办发布的区县名单。

最后,控制固定效应。在式(1)中除了控制常规的县域固定效应( $\gamma_i$ )和年度固定效应( $\mu_t$ )外,还进一步控制了省份固定效应与年度固定效应的交互项( $\delta_p \times \mu_t$ ),这是考虑到不同地区的自然资源禀赋存在差异,矿产资源丰富的地区所辖县域的生态环境可能较差。此外,不同省份的环境规制强度可能存在差异,因此用  $\delta_p \times \mu_t$  来控制省级层面随时间变化的不可观测因素。

以上控制变量中与产出相关的变量均使用以2010年为基期的各省CPI数据进行平减处理,CPI数据来源于《中国统计年鉴》。在剔除缺失样本后,本文基准回归样本包含2039个县2010—2021年的非平衡面板数据,共计24425个观测值。表1是各变量的描述性统计。

表1 基本变量描述性统计

变量符号	变量名称	均值	最小值	最大值	标准差	观测值
$\ln CO_2$	碳排放水平	18.8960	16.5144	21.1602	0.8122	24425
$DID$	电子商务进农村综合示范县政策	0.2386	0	1	0.4262	24425
$\ln GDP$	经济发展水平	13.8374	9.3272	18.2055	1.0695	24425
$\ln pop$	人口规模	12.8413	9.2103	15.1905	0.8273	24425
$agr$	农业发展水平	0.1954	0	0.8076	0.1181	24425
$\ln exp$	政府支出	12.3283	8.3758	15.8588	0.6488	24425
$\ln inv$	投资规模	13.6583	6.3502	17.7496	1.0788	24425
$\ln fin$	金融发展水平	13.3144	3.1674	19.1374	1.2718	24425
$\ln edu$	基础教育水平	10.6766	6.9939	13.0453	0.8852	24425

## 四、实证结果

### (一)基准回归

表2汇报的是电子商务进农村试点政策对县域碳排放影响的基准回归结果,表2各列是在式(1)的基础上选择不同控制变量的回归结果。表2列(1)只控制了三类固定效应(县域固定效应、年度固定效应、省份固定效应与年度固定效应交互项),回归结果显示,电子商务进农村试点政策在1%的水平上显著降低了县域碳排放总量,该试点政策使县域碳排放量下降了0.26%。

列(2)—(3)在控制固定效应的基础上分别增加控制示范县选择标准和两种时间函数的交互项,回归结果均显示,电子商务进农村试点政策在1%的水平上显著降低了县域碳排放总量。列(2)—(3)中 *DID* 估计系数的绝对值与列(1)相比,均出现不同程度的下降,说明如果不考虑电子商务进农村试点政策的选择性偏差问题,会高估试点政策的县域碳减排效应。

列(4)在控制固定效应的基础上进一步控制县域特征变量,回归结果显示,电子商务进农村试点政策在1%的水平上显著降低了县域碳排放总量。与列(1)相比,列(4) *DID* 估计系数的绝对值下降了约3.8%,说明如果不考虑县域特征变量,会高估电子商务试点政策的碳减排效应。列(5)在列(4)的基础上增加控制了示范县选择标准和时间函数 (*Post*) 的交互项,回归结果显示,电子商务进农村试点政策仍在1%的水平上显著降低了县域碳排放总量。与列(4)相比,列(5) *DID* 估计系数的绝对值下降了约12%,说明即使控制了县域特征变量,如果不考虑电子商务进农村试点的政策倾斜问题,也会高估电子商务进农村试点政策对县域碳减排的影响效应。

综上所述,对选择不同控制变量的模型进行回归,表2列(1)—(5)的结果均显示,电子商务进农村试点政策在1%的水平上显著降低县域碳排放,H1得到验证。此外,对比表2列(1)—(5)的回归结果,可以发现,同时控制县域特征变量、试点选择标准、三类固定效应的模型设定更加严谨,回归结果更加稳健,因此,在后文分析中我们主要围绕列(5)模型展开研究。

表2 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>DID</i>	-0.0026*** (0.0004)	-0.0018*** (0.0005)	-0.0023*** (0.0004)	-0.0025*** (0.0004)	-0.0022*** (0.0004)
常数项	18.8966*** (0.0001)	18.8966*** (0.0001)	18.8969*** (0.0001)	18.7676*** (0.0238)	18.7651*** (0.0239)
县域特征变量	否	否	否	是	是
试点选择变量×时间趋势	否	是	否	否	否
试点选择变量× <i>Post</i>	否	否	是	否	是
省份固定效应×年度固定效应	是	是	是	是	是
县域固定效应	是	是	是	是	是
年度固定效应	是	是	是	是	是
观测值	24425	24425	24425	24425	24425
R <sup>2</sup>	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%的水平上显著,括号内为聚类到县域层面的稳健性标准误; *Post* 为政策试点前后的虚拟变量,2014年及以后取值为1,其他为0。下表同。



(二)平行趋势检验

平行趋势假设成立是DID模型有效的前提条件,需要满足在试点政策实施前,示范县和非示范县碳排放量的变化趋势相同;在政策实施后,示范县和非示范县碳排放量存在显著不同的变化趋势。参考Beck等(2010)、刘乃全等(2021)的做法,本文使用事件研究法进行平行趋势检验,模型设定如下:

$$\ln CO2_{it} = \alpha_0 + \theta_k \sum_{k=-5}^5 did_{i,k} + \alpha_2(P_i \times Post) + \alpha_3 X_{it} + \gamma_i + \mu_t + \delta_p \times \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中,  $did_{i,k}$  为  $i$  县是否为电子商务进农村综合示范县与政策实施前后期数的虚拟变量,如果  $i$  县是非示范县,则该项取值为0。下标  $k$  代表第  $t$  年距离试点政策实施初始年份的期数,取值范围为 $[-5, 5]$ <sup>①</sup>。  $\theta_k$  衡量了试点政策实施前后示范县和非示范县碳排放量的差异,其他变量的含义与式(1)相同,对式(2)进行估计时,以试点政策实施前一期(-1期)为基期。图1是平行趋势检验图,描绘了  $\theta_k$  在政策实施前后的变化趋势与置信区间,横轴是试点政策实施前5期到后5期的时间轴,纵轴为  $\theta_k$  的估计值和95%的置信区间。图1的结果显示,试点政策实施前2—5期,  $did_{i,k}$  的估计系数在5%的水平上与0没有显著差异,试点政策实施当期及后1—5期,  $did_{i,k}$  的估计系数在5%的水平上显著为负。说明在电子商务进农村试点政策实施前,示范县与非示范县的碳排放水平不存在显著差异,在试点政策实施后,示范县与非示范县的碳减排水平存在显著差异,且差异随时间推移逐渐扩大,即满足平行趋势检验。

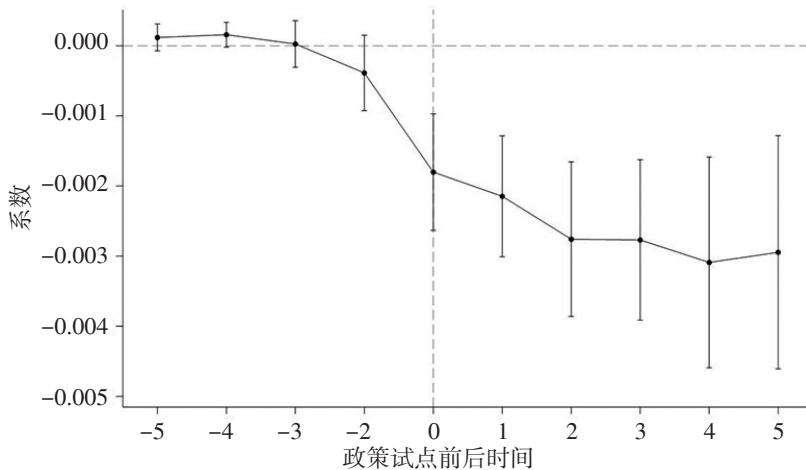


图1 CO<sub>2</sub>排放总量平行趋势检验

①  $k$  的取值范围原本为 $[-10, 7]$ ,由于“事件冲击”前后的时间范围较长,参考别奥等(2023)、卢盛峰和洪靖婷(2023)的做法,做如下处理:当  $k \leq 5$  时,  $k$  统一设定为-5,当  $k \geq 5$  时,  $k$  统一设定为5。以电子商务进农村综合示范县政策实施前1期( $k=-1$ )为基期,故式(2)中  $k$  的取值范围为 $[-5, 5]$ ,且不包含-1。

### (三)稳健性检验

#### 1.安慰剂检验

参考Chetty等(2009)、Li等(2016)、方师乐等(2024)的做法,本文利用同时随机产生试点时间和试点地区的方法做安慰剂检验,将该随机过程循环1000次,随机结果如图2所示,可以看出估计值的均值为0,基准回归模型中DID的估计系数(-0.0022)在随机估计结果之外,随机产生的试点地区和试点时间对碳减排没有影响,说明本文的基准回归结果较为稳健。

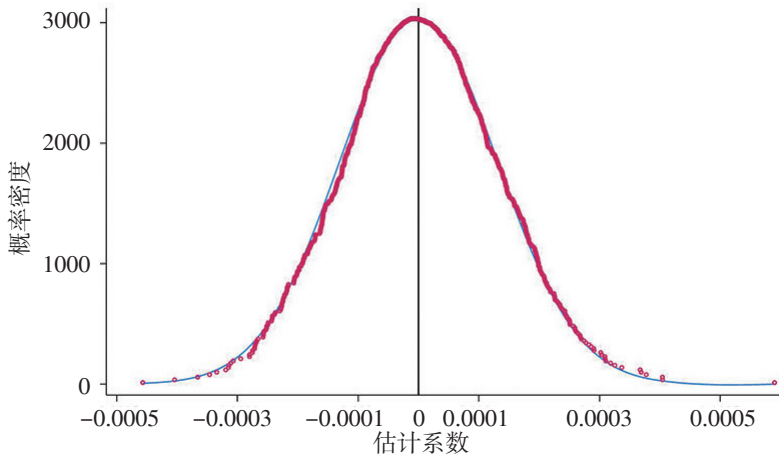


图2 安慰剂检验

#### 2.排除干扰性政策

在电子商务进农村试点政策实施的同时,县域碳排放也会受到其他类似政策的影响,如果不排除类似政策的影响效应,可能会高估电子商务进农村试点政策的碳减排效应。本文选取三类跟电子商务进农村试点政策类似的政策,分别为国家电子商务示范城市试点政策、信息进村入户工程政策、低碳城市试点政策,在式(1)的基础上加入上述三类政策的虚拟变量<sup>①</sup>。表3列(1)显示,控制其他相关政策后,电子商务进农村试点政策仍在1%的水平上显著减少了县域碳排放总量。

#### 3. PSM-DID

电子商务进农村试点政策是由地区政府组织申报,再由上级相关部门评审后公布示范县名单,该筛选过程可能存在样本自选择偏差的情况。为解决该政策实施过程中的选择性偏差问题,使用PSM-DID方法进行稳健性检验。首先,使用卡尺近邻匹配的方法( $k=3$ ,半径为

<sup>①</sup>感谢审稿人的意见。我们将上述三类政策的虚拟变量分别加入式(1)进行回归估计,回归结果均与表3列(1)的结果相同,即试点政策均在1%的水平上显著减少了县域碳排放总量,进一步说明基准回归的结果是稳健的。

0.05,有放回匹配)对处理组和控制组进行逐年匹配,删除未匹配成功的样本。然后,使用匹配成功的样本对式(1)进行回归。表3列(2)显示,重新匹配控制组样本后,电子商务进农村试点政策仍在1%的水平上显著减少了县域碳排放总量。

#### 4.多期DID异质性处理效应检验

De Chaisemartin和D'Haultfoeuille(2020)指出在多期DID模型中,使用双向固定效应模型计算的平均处理效应(ATE)是加权平均的结果,可能存在“负权重”导致加权后的估计结果偏离真实ATE。参考胡洁等(2023)的方法检验异质性处理效应,结果显示,在所有5828个权重中,正权重为5599个,负权重为229个,负权重之和为-0.0078,占比较小,说明异质性处理效应影响较小,基准回归结果是稳健的。

#### 5.其他稳健性检验

(1)更换被解释变量。第一步,根据全球大气研究排放数据库(Emissions Database for Global Atmospheric Research,EDGAR)中的栅格数据估计县域碳排放量,替换基准回归中用灯光数据测算的县域碳排放量。第二步,将解释变量滞后一期后回归。考虑到电子商务进农村试点政策的实施可能具有时滞性,将解释变量滞后一期后再做回归。第三步,将被解释变量更换为人均二氧化碳排放总量的对数。

(2)剔除部分电子商务发展快速的城市所辖县域样本后回归。这样做的原因在于,该类城市所辖县域可能在电子商务进农村试点政策之前(即2014年前),已经具备较高的电子商务发展水平。具体而言,剔除了直辖市(北京、上海、天津、重庆)、超一线城市(广州、深圳)、电商之都(杭州)所辖县域样本。

(3)排除政策实施时长差异的干扰。基准回归的时间区间为2010—2021年,而该政策的有效实施时长为3~4年,截至2021年末,只有2014—2017年入选的四批示范县基本完成了政策实施工作,如果包含2018—2020年入选的试点县样本,可能造成估计结果有偏。因此,剔除2018—2020年入选的试点地区后再进行回归。

(4)排除极端值的干扰。由于我国地区间资源禀赋差异较大,有的地区化石资源丰富可能导致碳排放量远超其他地区,而另一些以服务业为支柱产业的地区碳排放量则可能远低于平均水平。为减少以上原因导致的极端值干扰,对被解释变量进行上下2.5%的缩尾处理后再进行回归。

表3和表4列(3)—(8)分别是上述稳健性检验的回归结果,结果均显示电子商务进农村试点政策至少在10%的水平上显著减少了县域碳排放总量,进一步说明前文基准回归结果是稳健的。

表 3 稳健性检验结果 I

	排除 干扰性政策	PSM-DID	更换碳排放 数据	解释变量 滞后一期
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>DID</i>	-0.0022*** (0.0004)	-0.0015*** (0.0005)	-0.0100* (0.0054)	-0.0019*** (0.0004)
常数项	18.7658*** (0.0238)	18.7734*** (0.0257)	14.3729*** (0.3353)	18.7655*** (0.0252)
干扰性政策	是	否	否	否
县域特征变量	是	是	是	是
试点选择变量 × <i>Post</i>	是	是	是	是
省份固定效应×年度固定效应	是	是	是	是
县域固定效应	是	是	是	是
年度固定效应	是	是	是	是
观测值	24425	16775	24425	22385
R <sup>2</sup>	0.9999	0.9999	0.9873	0.9999

表 4 稳健性检验结果 II

	人均碳排放 总量	剔除部分 城市数据	排除政策实施 时长差异	缩尾处理
	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>DID</i>	-0.0022*** (0.0004)	-0.0020*** (0.0004)	-0.0032*** (0.0005)	-0.0018*** (0.0003)
常数项	27.9754*** (0.0239)	18.8139*** (0.0238)	18.7809*** (0.0273)	18.7902*** (0.0207)
县域特征变量	是	是	是	是
试点选择变量 × <i>Post</i>	是	是	是	是
省份固定效应×年度固定效应	是	是	是	是
县域固定效应	是	是	是	是
年度固定效应	是	是	是	是
观测值	24425	23453	18540	24425
R <sup>2</sup>	1.0000	0.9999	0.9999	0.9999

## 五、进一步讨论

### (一) 异质性分析

#### 1. 地理位置

中国幅员辽阔,位于不同地区的县域在资源禀赋、发展环境等方面存在较大差异,因此电子商务进农村试点政策的碳减排效应也可能存在地理区域的差异。本文根据国家统计局的标准将县域划分为东部、中部、西部和东北地区四个区域,以西部地区为基准组,分别构建东部、中部和东北地区三个虚拟变量与解释变量(*DID*)的交互项,并将三个交互项加入式(1)进

行回归。表5列(1)结果显示,相对西部地区而言,东部、中部和东北地区电子商务进农村综合示范县政策的碳减排效果更显著。其中,东北地区的碳减排效果要优于东部地区和中部地区的碳减排效果。可能原因是:东部、中部和东北地区的电子商务发展起步较早,相关基础设施已经比较完善。因此,该地区试点县主要将电子商务进农村项目的财政资金投向物流配送体系的智能化升级、供应链企业的数字化转型等有利于减少碳排放的领域。而西部地区的电子商务发展相对落后,不少试点县将电子商务进农村项目的资金优先用于物流仓储中心和配送网点等硬件建设领域,使电子商务发展的碳减排效应被新增固定资产投资产生的碳排放抵消了一部分。东北地区的产业以重工业和能源密集型产业为主,相对而言,东、中部地区的产业类型更加多元化。因此,在东北地区的电子商务发展推动产业结构转型降低碳排放的效果会更显著。

表5 异质性分析结果

	(1)	(2)	(3)
<i>DID</i>	0.0587*** (0.0101)	0.1409*** (0.0151)	0.0573*** (0.0124)
东部地区 × <i>DID</i>	-0.1149*** (0.0127)		
中部地区 × <i>DID</i>	-0.0424** (0.0195)		
东北地区 × <i>DID</i>	-0.1260*** (0.0222)		
先导省份 × <i>DID</i>		-0.2186*** (0.0194)	
中坚省份 × <i>DID</i>		-0.1506*** (0.0164)	
是否开通高铁 × <i>DID</i>			-0.0610*** (0.0146)
常数项	22.6430*** (0.3943)	22.4721*** (0.3821)	22.6210*** (0.3932)
县域特征变量	是	是	是
试点选择变量 × <i>Post</i>	是	是	是
县域固定效应	是	是	是
年度固定效应	是	是	是
观测值	24425	24425	24425
R <sup>2</sup>	0.9616	0.9619	0.9613

## 2.外部环境

外部环境可能会对县域电子商务发展及其碳减排效应产生影响。本部分将进一步讨论试点县所在省份的电子商务发展水平差异是否会影响电子商务进农村试点政策的碳减排效

应。根据清华大学、中央财经大学、中国社会科学院、商务部等机构联合发布的《中国电子商务发展指数报告(2014—2015)》,将我国31个省(市、区)(不含港澳台地区)按照电子商务发展水平从高到低分为三类:先导省份、中坚省份和潜力省份<sup>①</sup>。以潜力省份为基准组,分别构建先导省份和中坚省份两个虚拟变量与解释变量(*DID*)的交互项,将两个交互项加入式(1)进行回归。表5列(2)结果显示,相较于潜力省份所辖区县样本而言,先导省份和中坚省份所辖区县的电子商务进农村试点政策均在1%的水平上显著降低县域二氧化碳排放,并且先导省份的碳减排效果(-0.2186)要优于中坚省份(-0.1506),进一步验证了在电子商务发展水平更高的地区,试点政策的碳减排效果往往会更好。

### 3.交通便利性

电子商务进农村试点政策实施会吸引与数字经济相关的人才、资金、技术等生产要素向试点县集聚,加快县域产业结构服务化和产业数字化转型的进度,从而降低县域碳排放。在这个传导机制中,试点县的交通便利性也很重要。试点县的交通越便利,就越有利于从其他地区吸纳与数字经济相关的生产要素,碳减排的政策效果可能就会更好。为检验这一假设,本文以样本县隶属城市是否开通高铁将县域分为两类:高铁县和非高铁县。以非高铁县为基准组,构建高铁县虚拟变量与解释变量(*DID*)的交互项,将该交互项加入式(1)进行回归。表5列(3)结果显示,相对于非高铁县,电子商务进农村试点政策在高铁县的碳减排效果更显著,说明高铁的运营对电子商务示范县的碳减排有显著的正向促进作用。

## (二)机制检验

本文的机制检验模型设定如下:

$$M_{it} = \delta_0 + \delta_1 DID_{it} + \delta_2 X_{it} + \delta_3 (P_i \times Post) + \gamma_i + \mu_t + \delta_p \times \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中,  $M_{it}$  表示机制变量,具体用县域第三产业与第二产业增加值比值作为产业结构服务化的机制变量;用县域数字经济水平作为传统产业数字化的机制变量。需要说明的是,由于缺乏准确衡量县域数字经济水平的数据,参考张勋等(2023)的方法,使用北京大学数字金融研究中心和蚂蚁科技集团研究院联合发布的“北京大学数字普惠金融指数”作为县域数字经济水平的代理变量。其余变量与式(1)相同。

机制检验结果见表6。表6列(1)显示,电子商务进农村试点政策在1%的水平上提升了试点县的产业结构服务化水平,电子商务试点县的产业结构服务化水平比非试点县高0.1181个单位,说明电子商务发展可以推动县域产业结构服务化转型。此外,有研究表明产业结构

<sup>①</sup>先导省份包括:广东省、浙江省、北京市、上海市、江苏省。中坚省份包括:四川省、福建省、山东省、陕西省、安徽省、湖北省、海南省、河北省、天津市、重庆市、辽宁省、河南省、江西省、贵州省、山西省、湖南省、西藏自治区、广西壮族自治区、黑龙江省、云南省。潜力省份包括:吉林省、宁夏回族自治区、内蒙古自治区、新疆维吾尔自治区、青海省、甘肃省。

向服务化转型可以有效降低区域碳排放(王修华、王翔,2012;原嫒等,2016;Zhu,2022)。因此,H2得到验证,即电子商务进农村综合示范县政策可以通过促进产业结构服务化转型降低县域碳排放量。表6列(2)结果显示,电子商务进农村综合示范县政策在1%的水平上显著提高了试点县的数字经济水平,电子商务试点县的数字经济水平比非试点县高1.7242个单位。较多文献研究发现,数字经济发展有显著的碳减排效应(Yi et al.,2022;杨刚强等,2023),王元彬等(2022)也发现数字金融可以显著降低地区碳排放量。进一步说明电子商务进农村综合示范县政策可以通过推动县域产业数字化转型间接减少县域二氧化碳排放,H3得到验证。

表6 机制检验结果<sup>①</sup>

	产业结构服务化水平	产业数字化转型
	(1)	(2)
<i>DID</i>	0.1181*** (0.0307)	1.7242*** (0.1898)
常数项	2.0659 (2.2988)	127.0582 *** (16.0042)
县域特征变量	是	是
试点选择变量 × <i>Post</i>	是	否
省份固定效应×年度固定效应	是	是
县域固定效应	是	是
年度固定效应	是	是
观测值	24425	15515
R <sup>2</sup>	0.7717	0.9730

## 六、结论与政策启示

在保障经济稳定增长的同时又能有效减少碳排放是当今发展中国家正在探索的可持续发展模式。本文基于电子商务进农村综合示范县政策的准自然实验,使用2010—2021年县域面板数据,研究电子商务发展对碳减排的影响效应及影响机制,得到如下研究结论。

第一,以推动农村电商发展为目的的电子商务进农村综合示范县政策“无心插柳”——显著降低了试点县的碳排放水平,在进行安慰剂检验、排除干扰性政策等一系列稳健性检验后,结论依然稳健。第二,异质性分析发现,在经济相对发达地区(东部、中部和东北地区)、电子商务发展水平更高的省份、交通便利性更高的地区(开通高铁的城市),电子商务进农村试点县的碳减排效应更显著。第三,电子商务进农村综合示范县政策可以有效促进试点地区产业

<sup>①</sup>北京大学数字普惠金融指数中的县域指数时间跨度为2014—2021年,因此表5列(2)的样本时间跨度为2014—2021年,样本量有所减少。表5列(2)在进行回归估计时没有控制“试点选择变量 × *Post*”的原因是:*Post*变量的定义是2014年及以后取值为1,*Post*在整个样本期间取值均为1,导致该交互项在样本期间不随时间变化,与个体效应存在完全共线性问题,故回归估计时没有控制。

结构服务化转型和传统产业数字化转型,进而显著降低县域碳排放量。基于本文研究结论,提出如下政策建议:

第一,进一步扩大电子商务进农村示范县的试点地区,提高财政资金支持力度。本文研究结论表明,电子商务进农村综合示范县政策可以显著降低试点县碳排放水平,电子商务发展可以有效缓解经济增长和低碳环保之间的矛盾,因此可以在全国更广泛的地区推广电子商务试点政策,增加政策试点地区,提高中央财政资金支持力度,深入探索数字化减排路径。电子商务进农村综合示范县政策在前期实施中增加了对贫困地区的政策倾斜,自我国2020年全面脱贫以后,此项政策可以在全国更大范围内进行试点。通过总结现有示范县工作经验、推广优秀示范县案例,形成一批可复制、可借鉴、可推广的电子商务促减排模式,在全国推广实施,助力我国早日实现“双碳”目标。

第二,加大对电子商务发展相对落后地区的政策扶持。本文研究结论表明,电子商务进农村综合示范县政策在西部地区、电子商务发展水平较低省份和交通便利度较低城市的碳减排效应相对较差。究其原因是电子商务发展落后地区尚处于基础设施建设初期,此发展阶段的碳排放水平相对较高,而电子商务发展中后期主要是数字化和智能化建设,此发展阶段的碳排放水平相对较低。因此要加大对落后地区的资金和技术支持,推动此类地区的电子商务从基础设施等硬件建设向更高水平的数字化物流、数字化供应链管理等方向逐步转型,更好发挥电子商务的数字化减排效果。此外,考虑到我国当前的财政现状,各试点地区应根据自身实际情况和发展需求,将财政拨款用在“刀刃”上,因地制宜地制定地区电子商务建设方案。

第三,以促进农村电子商务发展为抓手,加快推进县域产业结构服务化转型和传统产业数字化转型,打通电子商务发展的数字化减排路径。本文研究结论表明,产业结构服务化转型和传统产业数字化转型是电子商务发展影响碳排放的主要途径,因此可以通过加快产业转型、打通堵点,提高电子商务发展的碳减排效率。一方面,以推动农村电子商务发展为契机,统筹衔接电商、物流、商贸流通等现有资源,拓展提升农村电商服务功能,加强电子商务与农业深度融合,促进农村一二三产业融合发展,推动农村产业结构服务化转型。另一方面,以发展农村电子商务为契机,加速电子商务模式与传统产业融合,促进传统产业数字化转型,推动传统产业向高端化、智能化、绿色化方向发展。

## 参考文献:

[1] 别奥,杨上广,束云霞.城市电商化转型能否促进碳减排?——来自国家电子商务示范城市试点的经验证据[J].产业经济研究,2023(4):1-14.

[2] 董康银,王建达,蒋庆哲.数字技术创新对碳排放强度的影响——基于数字技术专利检索的分析[J].环境经济研究,2023,8(02):1-20.

[3] 方师乐,韩诗卉,徐欣南.电商发展与农村共同富裕[J].数量经济技术经济研究,2024(2):89-108.



- [4] 胡洁,于宪荣,韩一鸣. ESG评级能否促进企业绿色转型? ——基于多时点双重差分法的验证[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(07): 90-111.
- [5] 黄毓琳,蒋鹏程. 数字低碳之路:工业机器人与城市工业碳排放[J]. 财经研究, 2023(10): 34-48.
- [6] 刘乃全,邓敏,曹希广. 城市的电商化转型推动了绿色高质量发展吗? ——基于国家电子商务示范城市建设的准自然实验[J]. 财经研究, 2021(4): 49-63.
- [7] 卢盛峰,洪靖婷. 乡村电子商务建设与区域协调发展——来自中国电子商务进农村试点的证据[J]. 经济评论, 2023(5): 71-88.
- [8] 王奇,牛耕,赵国昌. 电子商务发展与乡村振兴:中国经验[J]. 世界经济, 2021(12): 55-75.
- [9] 王修华,王翔. 产业结构升级与低碳经济发展的耦合研究[J]. 软科学, 2012, 26(03): 29-32.
- [10] 王元彬,张尧,李计广. 数字金融与碳排放:基于微观数据和机器学习模型的研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(06): 1-11.
- [11] 杨刚强,王海森,范恒山,等. 数字经济的碳减排效应:理论分析与经验证据[J]. 中国工业经济, 2023(05): 80-98.
- [12] 原媛,席强敏,孙铁山,等. 产业结构对区域碳排放的影响——基于多国数据的实证分析[J]. 地理研究, 2016, 35(01): 82-94.
- [13] 张勋,杨紫,谭莹. 数字经济、家庭分工与性别平等[J]. 经济学(季刊), 2023(01): 129-145.
- [14] Abukhader, S. M. Eco-Efficiency in the Era of Electronic Commerce—Should ‘Eco-Effectiveness’ Approach Be Adopted?[J]. Journal of Cleaner Production, 2008, 16(7): 801-808.
- [15] Beck, T., R. Levine, A. Levkov. Big Bad Banks? The Winners and Losers from Bank Deregulation in the United States[J]. The Journal of Finance, 2010, 65(5): 1637-1667.
- [16] Biagi, F., M. Falk. The Impact of ICT and E-commerce on Employment in Europe[J]. Journal of Policy Modeling, 2017, 39(1): 1-18.
- [17] Cao, X. G., M. Deng, H. K. Li. How Does E-Commerce City Pilot Improve Green Total Factor Productivity? Evidence from 230 Cities in China[J]. Journal of Environmental Management, 2021, 289: 112520.
- [18] Cheba, K., M. Kiba-Janiak, A. Baraniecka, et al. Impact of External Factors on E-Commerce Market in Cities and Its Implications on Environment[J]. Sustainable Cities and Society, 2021, 72: 103032.
- [19] Chen, J. D., M. Gao, S. L. Cheng, et al. County-Level CO<sub>2</sub> Emissions and Sequestration in China During 1997—2017[J]. Scientific Data, 2020, 7(1): 391.
- [20] Chen, L. Green Certification, E-Commerce, and Low-Carbon Economy for International Tourist Hotels[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2019, 26: 17965-17973.
- [21] Chen, Y. J., P. Li, Y. Lu. Career Concerns and Multitasking Local Bureaucrats: Evidence of a Target-Based Performance Evaluation System in China[J]. Journal of Development Economics, 2018, 133: 84-101.
- [22] Chetty, R., A. Looney, K. Kroft. Saliency and Taxation: Theory and Evidence[J]. Social Science Electronic Publishing, 2009, 99(4): 1145-1177.
- [23] De Chaisemartin, C., X. D’Haultfoeuille. Two-way Fixed Effects Estimators with Heterogeneous Treatment Effects[J]. American Economic Review, 2020, 110(9): 2964-2996.
- [24] Dong, K., S. Yang, J. Wang. How Digital Economy Lead to Low-Carbon Development in China? The Case of E-Commerce City Pilot Reform[J]. Journal of Cleaner Production, 2023, 391: 136177.
- [25] Du, L., X. Wang, S. Zhang. Can Rural E-Commerce Contribute to Carbon Reduction? A Quasi-Natural Experiment Based on China’s E-Commerce Demonstration Counties[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2023, 30(47): 104336-104349.
- [26] Edwards, J. B., A. C. Mckinnon, S. L. Cullinane. Comparative Analysis of the Carbon Footprints of Conven-

tional and Online Retailing[J]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2010, 40(1/2): 103–123.

[27] Fan, L., H. Niu, X. Yang, et al. Factors Affecting Farmers' Behavior in Pesticide Use: Insights from a Field Study in Northern China[J]. *Science of The Total Environment*, 2015, 537: 360–368.

[28] Hidayatno, A., A. R. Destyanto, M. Fadhil. Model Conceptualization on Ecommerce Growth Impact to Emissions Generated from Urban Logistics Transportation: A Case Study of Jakarta[J]. *Energy Procedia*, 2019, 156: 144–148.

[29] Kong, S. C. W., H. Li, T. P. L. Hung, et al. Enabling Information Sharing Between E-Commerce Systems for Construction Material Procurement[J]. *Automation in Construction*, 2004, 13(2): 261–276.

[30] Li, B., C. Xu, Z. Zhu, et al. Does E-Commerce Drive Rural Households Engaged in Non-Timber Forest Product Operations to Adopt Green Production Behaviors?[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 320: 128855.

[31] Li, P., Y. Lu, J. Wang. Does Flattening Government Improve Economic Performance? Evidence From China[J]. *Journal of Development Economics*, 2016, 123: 18–37.

[32] Liang, C., Z. Liu, Z. Geng. Assessing E-Commerce Impacts on China's CO<sub>2</sub> Emissions: Testing the CKC Hypothesis[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021, 28(40): 56966–56983.

[33] Liu, W., J. Zhang, S. Wei, et al. Factors Influencing Organizational Efficiency in a Smart-Logistics Ecological Chain Under E-Commerce Platform Leadership[J]. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2021, 24(4): 364–391.

[34] Palsson, H., F. Pettersson, L. W. Hiselius. Energy Consumption in E-Commerce Versus Conventional Trade Channels—Insights into Packaging, the Last Mile, Unsold Products and Product Returns[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 164: 765–778.

[35] Qin, J. J., H. P. Fu, Z. P. Wang, et al. Financing and Carbon Emission Reduction Strategies of Capital-Constrained Manufacturers in E-Commerce Supply Chains[J]. *International Journal of Production Economics*, 2021, 241: 108271.

[36] Song, M., C. Zheng, J. Wang. The Role of Digital Economy in China's Sustainable Development in a Post-Pandemic Environment[J]. *Journal of Enterprise Information Management*, 2021, 35(1): 58–77.

[37] Wang, H., L. Fang, H. Mao, et al. Can E-Commerce Alleviate Agricultural Non-Point Source Pollution? — A Quasi-Natural Experiment Based on a China's E-Commerce Demonstration City[J]. *Science of The Total Environment*, 2022, 846: 157423.

[38] Wang, H., Li, Y., Lin, W., et al. How Does Digital Technology Promote Carbon Emission Reduction? Empirical Evidence Based on E-Commerce Pilot City Policy in China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2023, 325: 116524.

[39] Wymbs, C. How E-Commerce Is Transforming and Internationalizing Service Industries[J]. *Journal of Services Marketing*, 2000, 14(6): 463–477.

[40] Yi, M., Y. F. Liu, M. Y. Sheng, et al. Effects of Digital Economy on Carbon Emission Reduction: New Evidence from China[J]. *Energy Policy*, 2022, 171: 113271.

[41] Zhang, Y. J., Z. Liu, H. Zhang, et al. The Impact of Economic Growth, Industrial Structure and Urbanization on Carbon Emission Intensity in China[J]. *Natural Hazards*, 2014, 73: 579–595.

[42] Zhou, X., Z. Jie, J. Li. Industrial Structural Transformation and Carbon Dioxide Emissions in China[J]. *Energy Policy*, 2013, 57: 43–51.

[43] Zhu, X. Have Carbon Emissions Been Reduced Due to the Upgrading of Industrial Structure? Analysis of the Mediating Effect Based on Technological Innovation[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, 29

(36): 54890–54901.

## A Serendipitous Outcome: The Impact of Rural E-commerce on County-Level Carbon Emissions

Zhan Wenting<sup>a</sup>, Li Bo<sup>a</sup>, Lv Jiani<sup>b</sup>, Xing Fei<sup>c</sup>

(a: School of Economics and Trade, Hubei University of Economics; b: School of Finance, Hubei University of Economics; c: School of Economics, Huazhong University of Science and Technology)

**Abstract:** Previous literature has demonstrated that the development of the digital economy can effectively balance the goals of economic growth and low-carbon environmental protection. However, as an important branch of the digital economy, the impact of e-commerce on carbon emissions is still controversial, and the academic community has not reached a consensus conclusion. This paper examines the effect of e-commerce development on county-level carbon emissions based on a quasi-natural experiment in “Comprehensive Demonstration Counties for E-commerce in Rural Areas”, using a multi-period DID model. The study finds that pilot policies aimed at promoting rural e-commerce development inadvertently yet significantly reduced carbon emissions in the pilot counties, and the conclusion remained valid after a series of robustness tests. Moreover, the emission reduction effects of these pilot policies were more pronounced in economically developed regions, provinces with better e-commerce infrastructure, and areas with higher transportation accessibility. The pilot policies primarily achieved carbon reduction through two channels: promoting the service-oriented transformation of county industrial structures and the digital transformation of traditional industries. This paper provides new evidence for accurately assessing the carbon reduction effects of e-commerce development and offers new perspectives for formulating digital carbon reduction policies.

**Keywords:** E-commerce; Carbon Emissions; Digital Economy; Multi-period DID

**JEL Classification:** Q51, Q56

(责任编辑:朱静静)