

欢迎按以下格式引用:吴学兵,刘蓝溪.数字经济能有效抑制环境污染吗?——基于长江经济带的实证研究[J].长江大学学报(社会科学版),2023,46(4):54-60.

# 数字经济能有效抑制环境污染吗?

## ——基于长江经济带的实证研究

吴学兵 刘蓝溪

(长江大学 经济与管理学院,湖北 荆州 434023)

**摘要:**数字技术深刻变革了生产、生活和治理方式,但是否符合大众的绿色“期待”还有待检验。论文基于2011~2020年长江经济带11省(市)数据,采用空间计量模型探究数字经济对环境污染的影响效应,并通过空间中介模型检验了其作用机理。研究发现,数字经济发展对环境污染具有显著的抑制作用,但数字经济对环境污染的空间溢出效应存在一定的“数字隔离”。通过变换核心自变量和空间权重矩阵,结论依然稳健。机制分析表明,数字经济主要通过赋能技术创新对环境污染产生影响。异质性分析表明,长江经济带下游地区数字经济发展能显著改善周边地区环境状况,但对本地影响不明确,中游地区数字经济发展改善了本地环境状况,但加剧了周边地区环境污染,上游地区数字经济发展对本地和周边地区的影响均不明确。因此,应完善数字基础设施建设,以数字经济引导绿色创新,促进区域数字共享和环境共治。

**关键词:**数字经济;环境污染;空间效应;影响机制

**分类号:**X321;F49 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-1395(2023)04-0054-07

### 一、引言

改革开放以来,以要素驱动的发展方式导致了我国过多的能源消耗和加剧了环境污染(邓荣荣等,2021)<sup>[1]</sup>。为此,十九届五中全会提出要在2035年“生态环境根本好转”。与此同时,得益于数字技术革命,中国数字经济逐渐成为最具活力的新增长点,在消费、投资和就业等领域发挥重要作用(鲁玉秀等,2021;赵涛等,2020)<sup>[2,3]</sup>。《中国数字经济发展报告(2022年)》显示,2021年,我国数字经济规模达到45.5万亿元,占GDP比重达到39.8%,表明数字经济对国民经济支撑作用更加凸显。2022年国务院颁布的《“十四五”数字经济发展规划》提出我国数

字经济转向深化应用、规范发展、普惠共享的新阶段。作为新兴技术,数字技术变革生产、生活和治理方式,相比传统制造业,数字产品和服务被大众普遍认为更加低碳(渠慎宁等,2022)<sup>[4]</sup>。那么,数字经济发展是否能有效改善环境污染状况?作用机制是什么?是否存在空间溢出效应?以上问题的探讨对于推进经济高质量发展具有重要的理论和现实意义。

已有研究侧重分析数字经济对碳排放的影响,但尚未形成统一结论。一部分学者认为,数字经济发展对碳排放起到显著抑制作用。例如,邓荣荣等(2022)研究发现数字经济发展显著降低了城市各类环境污染物的排放<sup>[5]</sup>,霍晓谦等(2022)和余群芝等(2022)研究发现数字经济发展能显著降低城市碳排

收稿日期:2022-12-18

基金项目:国家社会科学基金项目“绿色农业补贴促进农户绿色生产的机制、效应与政策优化研究”(22CGL028)

第一作者简介:吴学兵(1980-),男,湖北监利人,副教授,博士,主要从事农业经济研究。

通信作者:刘蓝溪(1999-),女,湖北荆门人,主要从事农业经济研究,E-mail:1184875838@qq.com。

放强度<sup>[6,7]</sup>。但有部分学者得出不同结论。例如，渠慎宁等(2022)通过数字经济碳排放测算发现中国数字经济产生的碳排放尚未展现出绿色低碳的发展特质，与大众对数字经济自带“绿色光环”的认知形成了较大偏差<sup>[4]</sup>。缪陆军等(2022)研究发现城市数字经济对碳排放强度起到“先促进、后抑制”的作用<sup>[8]</sup>，肖仁桥等(2023)认为数字化建设、应用和发展水平均与企业碳绩效之间呈先抑后扬的 U 型关系<sup>[9]</sup>，余星辉等(2023)基于门限模型分析发现，数字经济对碳排放的影响呈现出先增后降的非线性特征<sup>[10]</sup>。

此外，数字经济对碳排放影响的异质性和空间效应也存在较大争议。异质性方面，邓荣荣等(2022)认为东部地区数字经济发展的污染减排效应比中西部地区更大<sup>[7]</sup>，而霍晓谦等(2022)认为，数字经济在中西部地区、外围城市和中小规模城市发挥的碳减排效应更显著<sup>[6]</sup>。谢云飞等(2022)认为数字经济的碳减排效应在中西部地区及碳排放强度较高的地区表现更明显<sup>[11]</sup>。江三良等(2023)认为，数字经济发展强的地区对碳排放强度和碳排放效率的影响远大于数字经济发展弱的地区<sup>[12]</sup>。空间效应方面，邓荣荣等(2022)认为数字经济发展对周边城市各类环境污染物的存在负向空间溢出效应<sup>[7]</sup>。江三良等(2023)认为，本地数字经济发展对邻地碳排放效率存在正向溢出效应<sup>[12]</sup>。李治国等(2022)发现数字经济对邻地碳排放呈现“先抑制、后促进”的 U 型关系<sup>[13]</sup>。

通过上述梳理发现，已有研究主要采用数字普惠金融作为数字经济水平的替代变量，数字经济内涵需要进一步扩展；已有研究主要基于标准计量经济学进行机制检验，但空间中介效应模型结果更加可靠；已有研究主要分析碳排放受数字经济的影响，但基于工业三废测算的环境污染指数可以从其他视角进行检验。基于此，本文基于工业三废测算的环境污染指数，采用空间计量模型和空间中介效应模型，探究数字经济发展对环境污染的影响效应及作用机理，并探究数字经济发展对环境污染的空间效应及异质性，以期政府促进数字经济发展和改善生态环境研究提供政策参考。

二、理论分析与研究假设

(一)数字经济对环境污染的直接影响

数字经济改变了生产、消费和分配方式，在改善环境污染方面扮演着重要角色(王旭霞等,2023)<sup>[14]</sup>。

一是衍生了新的生产和生活方式。一方面，随着数字经济与实体经济在越来越多领域深度融合，先进的数字技术已经渗透到生产的各个环节，例如线上消费和共享经济，节约了能源消耗(Shehzad 等,2022)<sup>[15]</sup>。另一方面，在现实中，大量的能源消耗和碳排放都是在线下环节产生，但数字技术引导线上消费和共享经济，降低环境污染物排放(李广昊等,2021)<sup>[16]</sup>。二是数字经济发展了碳交易市场。而依托数字技术构建起来的碳交易市场，通过配额管理制度，充分发挥市场配置资源的作用，推动企业加强碳排放管理，在降低全社会减排成本的同时带动绿色低碳产业发展(霍晓谦等,2022)<sup>[6]</sup>。三是优化碳排放监管管理和公众的监督。数字技术的发展促进了对环境污染的检测和预警能力(邓荣荣等,2021)<sup>[1]</sup>，而数字金融平台降低了政府的信息搜寻成本，有利于政府出台针对性强的管理制度(陈晓红等,2021)<sup>[17]</sup>，此外，数字技术为公众提供了较为便捷的网络化平台，方便群众对各主体碳减排落实情况进行动态监督。基于上述分析，本文提出以下假设：

H1：数字经济能显著改善区域环境污染状况。

(二)数字经济对环境污染的作用机制

数字经济通过赋能技术创新改善环境污染状况。首先，数字经济能够实现低污染和低耗能的技术创新，传统行业能源效率使用低下是环境污染的重要原因，而通过数字化手段可以实现生产流程优化、工作效率提高和交易成本降低，从而改善环境污染状况(邢小强等,2019)<sup>[18]</sup>。企业借助数字化平台和数字化技术，获得准确的市场信息，并及时调整生产方向，减少库存，提高资金和材料的利用效率，从而达到改善环境的目的(谢雄标等,2015)<sup>[19]</sup>。第二，数字经济能够缓解技术创新的融资约束。企业技术创新离不开金融支持，传统企业长期以来一直面临融资约束，而数字普惠金融的发展，增加了企业融资渠道，降低了融资成本，为企业技术研发创新提供了资金支持(聂秀华等,2021)<sup>[20]</sup>。同时，数字经济的发展，增强了金融机构对企业生产活动、资金往来和利用现状进行动态监督的能力，提高了资金利用水平，从而促进企业绿色技术创新(汪亚楠等,2020)<sup>[21]</sup>。第三，数字经济发展打破了区域间行政壁垒。在传统经济中，森严的行政壁垒阻碍了资源效率的优化配置，不利于技术水平提高(Kohli 等,2019)<sup>[22]</sup>，而数字经济具有共享等外部性，可以打破壁垒，推动各主体协作，从而提高绿色技术水平(洪

银兴,2018)<sup>[23]</sup>。因此,可提出如下假设:

H2:数字经济通过赋能技术创新改善环境污染状况。

(三)数字经济对环境污染影响的溢出效应

首先,数字经济具有明显的空间溢出效应。互联网所推动的数字经济,由于其高效的信息传递速度,拉近了时空距离,增强了经济社会各个领域的深度融合(赵涛等,2020)<sup>[3]</sup>。与传统的资本、劳动等生产要素不同,数字资源的边际生产成本较低,容易被复制,因此数字技术的外部性很强,具有明显的空间溢出效应(霍晓谦等,2022)<sup>[6]</sup>。其次,数字经济对环境污染的影响也具有空间溢出效应。数字经济发展促进了当地技术创新和产业结构的提升,一方面对周边地区产生示范效应,有利于周边地区改善环境污染状况;另一方面,数字经济的发展,在促进当地产业结构升级的同时,也会将传统高污染高耗能的产业向周边地区转移,从而恶化了周边地区环境污染状况。最后,环境污染也具有空间溢出效应。从好的方面看,地区间可实现环境监测数据共享和环境污染联防联控(刘华军等,2021)<sup>[24]</sup>,而不好的方面是,当地的废水、废弃和废渣等污染物的排放可能会通过大气、河流等途径向周边地区扩散,从而加剧了周边地区环境污染程度。因此,可提出如下假设:

H3:数字经济对环境污染存在显著的溢出效应。

### 三、研究设计

(一)变量选取及说明

1.被解释变量。环境污染(*envp*),环境污染指数是由工业废水排放量、工业 SO<sub>2</sub> 排放量以及工业烟尘排放量计算而来:首先将上述三种污染物进行标准化;其次,求取每种污染物的权重;最后通过权重和标准化的乘积得出环境污染综合指数。

2.核心解释变量。数字经济(*dige*),借鉴赵涛等(2020)<sup>[3]</sup>的研究,将移动电话普及率(每百人部数)、互联网上网人数、电信业务量(亿元)、数字金融覆盖广度、数字金融覆盖深度、数字金融数字化程度等 6 种指标,通过主成分法合成数字经济水平指数。

3.控制变量。借鉴龚朝俊等(2023)<sup>[25]</sup>的研究,选择外贸依存度(*ftd*)、城镇化率(*urbr*)、存贷款余额占比(*dlr*)以及环境规制强度(*guiz*)作为控制变量。外贸依存度:用进出口额与 GDP 的比值表征。城镇化率:用城镇人口占地区总人口的比重来表示。存贷款余额占比:用存贷款之和与 GDP 的比值表示。环境规制强度:用工业污染治理完成投资与第

二产业增加值的比值表示。

4.中介变量。技术创新(*teci*):用专利申请数量表示。

(二)模型选择

1.数字经济对环境污染影响的实证模型

为充分考虑空间因素的影响,借鉴黎翠梅等(2021)的文献<sup>[26]</sup>,构建空间计量模型探究数字经济对环境污染的影响。具体模型如下:

$$envp_{it} = \rho Wenvp_{it} + X\beta + \theta WX + \mu_{it} \tag{1}$$
$$\mu_{it} = \lambda W\mu_{it} + \epsilon_{it}, \epsilon \in N[0, \sigma^2 I] \tag{2}$$

上式中,*envp* 为环境污染指数;*X* 包括数字经济水平和控制变量;*W* 为空间经济权重矩阵;*β* 为 *X* 的系数;*ρ* 和 *θ* 为空间相关系数;*λ* 为空间误差系数;*μ* 和 *ε* 为随机误差,且 *ε* 遵循正态分布。当 *ρ* ≠ 0 且 *λ* = 0 时,应选择空间自回归模型(SAR);当 *ρ* = 0、*θ* = 0 且 *λ* ≠ 0 时,应选择空间误差模型(SEM);当 *ρ* ≠ 0、*θ* ≠ 0 且 *λ* = 0 时,应选择空间杜宾模型(SDM)。

2.空间中介效应模型

为检验数字经济是否能通过技术创新或产业升级影响环境污染,本文借鉴温忠麟等(2014)<sup>[27]</sup>对中介效应的检验方法,构造如下计量模型:

$$envp_{it} = \alpha_1 Wenvp_{it} + \pi_1 dige_{it} + \alpha_2 Wdige_{it} + \gamma X_{it} + \tau WX_{it} + \mu_{it} \tag{3}$$
$$teci_{it}/inds_{it} = \varphi_1 Wteci_{it}/inds_{it} + c_1 dige_{it} + \varphi_2 Wdige_{it} + \partial X_{it} + \sigma WX_{it} + \mu_{it} \tag{4}$$
$$envp_{it} = \rho_1 Wenvp_{it} + \beta_1 dige_{it} + \beta_2 teci_{it}/inds_{it} + \rho_2 Wdige_{it} + \rho_3 Wteci_{it}/inds_{it} + \omega X_{it} + \theta WX_{it} + \mu_{it} \tag{5}$$

中介效应的检验步骤为:第一步,若方程(3)中 *π*<sub>1</sub> 显著,说明数字经济对环境污染影响的总效应存在,继续检验;第二步,若方程(4)和方程(5)中的回归系数 *c*<sub>1</sub> 和 *β*<sub>2</sub> 均显著,则存在中介效应;若有一个系数不显著,则还需进行 Sobel 检验;第三步,若通过 Sobel 检验则存在中介效应,反之亦然。

(三)数据来源与空间权重选择

数字普惠金融指数参考北大互联网金融中心,其他数据来自《中国环境统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国卫生统计年鉴》、国家统计局以及各省统计年鉴。基准回归模型选择基于平均 GDP 和经纬度的空间经济距离矩阵,稳健性检验时选择 0-1 邻接矩阵和反距离矩阵。描述性统计分析见表 1。



四、实证结果与分析

(一)空间相关性检验

1.全局莫兰指数和局部莫兰指数

首先运用全局莫兰指数进行空间自相关检验。表 2 显示,2011~2020 年,数字经济水平和环境污染指数的 *Moran's I* 指数为正,除个别年份外,基

本通过 5%的显著性检验,少数达到 1%的显著性水平,表明数字经济水平和环境污染指数具有显著的空间正相关的特征,适合选择空间计量模型。局部莫兰指数显示,长江经济带省份之间呈现出“高一高”和“低—低”聚集特征,但“低—低”特征表现更为明显。

表 1 描述性统计

变量名称	变量符号	均值	标准差	最小值	最大值
环境污染	<i>envp</i>	0.489	0.523	0.001	2.585
数字经济	<i>dige</i>	0.001	1.382	−2.498	5.856
外贸依存度	<i>ftd</i>	0.253	0.267	0.007	1.458
城镇化率	<i>urbr</i>	0.59	0.122	0.35	0.896
存贷款余额占比	<i>dlr</i>	3.231	1.161	1.518	8.131
技术创新	<i>teci</i>	10.15	14.36	0.073	96.72
人均 GDP	<i>gdpi</i>	5.64	2.73	1.641	16.489
环境管制强度	<i>guiz</i>	0.002	0.003	0.001	0.025

表 2 数字经济水平和污染水平的全局莫兰指数

年份	环境污染			数字经济		
	<i>Moran's I</i>	Z 值	P 值	<i>Moran's I</i>	Z 值	P 值
2011	0.186	2.138	0.033	0.418	4.485	0.000
2012	0.163	1.912	0.056	0.425	4.511	0.000
2013	0.161	1.899	0.058	0.363	3.938	0.000
2014	0.168	1.975	0.048	0.329	3.604	0.000
2015	0.167	1.980	0.048	0.299	3.319	0.001
2016	0.103	1.468	0.142	0.274	3.046	0.002
2017	0.162	1.954	0.051	0.244	2.780	0.005
2018	0.307	3.313	0.001	0.188	2.244	0.025
2019	0.166	1.969	0.049	0.165	2.006	0.045
2020	0.151	1.905	0.057	0.141	1.764	0.078

2.空间计量模型选择

首先进行 *LM* 检验,根据表 3,空间误差模型和空间滞后模型的 *P* 值均小于 0.01,说明既可选择空间误差模型 (*SEM*),也可以选择空间滞后模型 (*SAM*),因此,选择两者结合的空间杜宾模型 (*SDM*) 更为合适。第二,进一步采用豪斯曼检验,发现采用个体固定效应最为合适。第三,*LR* 检验发现空间杜宾模型不会退化为空间自回归模型和空间误差模型。

(二)空间计量回归结果分析

为了便于比较,表 4 显示了 *SAR*、*SEM* 和 *SDM* 三种空间计量模型的回归结果。对数似然值分别为 81.167、80.884 和 89.892,其中空间杜宾模型对数似

表 3 LM 检验

检验	<i>LM</i> 值	<i>P</i> 值
<i>LM-Lag</i> 检验	34.290	0.007
稳健的 <i>LM-Lag</i> 检验	3.125	0.007
<i>LM-Error</i> 经验	42.481	0.000
稳健的 <i>LM-Error</i> 经验	11.316	0.000

然值最大,进一步验证了空间杜宾模型更为合适。因此,本文以 *SDM* 模型的回归结果进行解读。表 4 显示,环境污染的空间自回归系数为正,且通过了 1%水平的显著性检验,意味着本省的环境污染对其他省份的环境污染存在显著的正向空间溢出效应,特别是污染物容易扩散到邻近地区,环境污染行为存

表 4 空间计量模型回归结果

变量名称	SAR	SEM	SDM
<i>dige</i>	−0.053 * (−1.67)	−0.066 * (−1.81)	−0.127 *** (−3.01)
<i>ftd</i>	−0.304 (−1.26)	−0.383 (−1.49)	−0.275 (−1.06)
<i>urbr</i>	0.866 (1.24)	0.635 (0.65)	−1.544 * (−1.03)
<i>dlr</i>	−0.029 (−0.73)	−0.011 (−0.25)	−0.090 (−1.59)
<i>guiz</i>	2.753 (0.63)	0.953 (0.22)	1.850 (0.43)
<i>gdpi</i>	0.020 (0.95)	0.016 (0.69)	0.004 (0.14)
<i>Wxdige</i>	— —	— —	0.046 (0.65)
<i>Log − L</i>	81.167 0.543 *** (8.65)	80.884 — —	89.892 0.499 *** (7.24)
控制变量	—	—	已控制
$\sigma^2$	0.032 *** (11.97)	0.032 *** (11.94)	0.030 *** (11.99)
<i>N</i>	110	110	110

注:括号中的数字表示 *t* 统计量;\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10%概率水平下显著。下同。

在“局域俱乐部集团”现象。数字经济水平的系数为

负,且在 1%的水平下通过了显著性检验,表明数字经济水平对环境污染具有显著的抑制作用。数字经济改变了生产、生活和治理方式,可能通过绿色技术创新和产业结构升级等机制降低了环境污染水平。数字经济水平的空间滞后项系数为正值,但不显著,意味着数字经济水平对邻近省份环境污染的影响尚不明确。一方面,本地数字经济水平的提高,为周边地区提供了模仿学习的机会,这有利于周边地区改善环境污染状况,另一方面,随着数字经济水平发展,当地政府可能会将传统的“高污染、高耗能”产业向周边地区转移,从而加剧了周边地区环境污染状况。两方面的结果可能导致数字经济对环境污染的空间效益不明确,从而存在一定程度的“数字隔离”。

(三)空间效应分解

当空间效应存在时,空间杜宾模型的回归系数无法得到完全解释(徐胜等,2023)<sup>[28]</sup>,借鉴 LeSage 等(2009)提出的偏微分方法<sup>[29]</sup>,将数字经济对环境污染的影响分解为直接效应和间接效应。表 5 显示,数字经济水平的直接效应显著为负,表明数字经济发展对本省环境污染有显著的抑制作用。间接效应不显著,说明数字经济发展对其他地区环境污染的影响尚不明确。总体效应显著为负,表明总体而言,数字经济水平对本省环境污染呈负向影响,且在 10%水平下显著。

表 5 空间效应分解

变量	直接效应	<i>p</i> 值	间接效应	<i>p</i> 值	总效应	<i>p</i> 值
<i>dige</i>	−0.137	0.001	−0.079	0.978	−0.216	0.065
<i>inds</i>	−0.148	0.042	−0.143	0.255	−0.291	0.371
<i>ftd</i>	−0.187	0.532	0.036	0.979	−0.151	0.920
<i>urbr</i>	−2.257	0.177	6.520	0.013	4.263	0.055
<i>dlr</i>	−0.096	0.137	−0.113	−0.627	−0.209	0.389
<i>guiz</i>	5.378	0.233	41.387	0.035	46.735	0.031
<i>gdpi</i>	0.018	0.524	0.154	0.235	0.172	0.217

(四)机制检验

表 6 显示了技术创新是否存在中介效应的检验结果。首先,在公式(3)中数字经济对环境污染的总影响系数为−0.128,在 1%的水平下通过了显著性检验。进一步检验发现,公式(4)中数字经济对技术创新的影响系数为 12.270,在 1%的水平下显著,公式(5)中技术创新对环境污染的影响系数为 0.008,且通过了 5%的显著性检验。数字经济对环境污染的系数为−0.223,且通过 1%的显著性水平,因此存

在中介效应,即存在“数字经济→技术水平→环境污染”的传导机制。

(五)稳健性检验

本文采用替换核心自变量和空间权重矩阵进行稳健性检验。首先,使用数字金融指数(*dfi*)替代数字经济水平指数。根据表 7,数字金融总指数的系数显著为负,空间滞后项不显著,直接效应显著为负,间接效应和总效应不显著,这与基准回归模型基本一致。当采用 0-1 邻接空间矩阵以及基于空间距

离的反距离矩阵后，数字经济水平对环境污染的影响均显著为负，空间滞后项不显著， $\rho$  和  $\sigma^2$  显著为正，这与基准回归模型基本一致。表明基准回归具有较强的稳健性。

表 6 中介效应检验			
变量名称	环境污染	技术创新	环境污染
$dige$	−0.128*** (−3.030)	12.27*** (−15.940)	−0.223*** (−3.81)
$teci$	—	—	0.008** (−2.490)
控制变量	已控制	已控制	已控制
$\rho$	0.492*** (−7.090)	0.356*** (−3.870)	0.499*** (−7.260)
$Log-L$	90.896	−775.323	94.503

表 7 稳健性经验结果			
变量名称	环境污染	环境污染 (0-1 邻接矩阵)	环境污染 (反距离矩阵)
$dfi$	−0.011*** (−5.190)	—	—
$dige$	—	−0.117* (−1.860)	−0.179*** (−2.730)
$W \times jinr$	0.007 (1.350)	—	—
$W \times deg$	—	0.005 (0.060)	−0.158 (−1.500)
控制变量	已控制	已控制	已控制
$\rho$	0.272*** (2.780)	0.465*** (8.120)	0.305*** (4.290)
$N$	110	110	110

(六)异质性分析

由于我国各地区地理区位、经济水平和资源禀赋存在较大差异，因此，本文将长江经济带 11 个省(市)按经济发展水平分为上中下三个区域，分析数字经济水平对环境污染影响的异质性，结果见表 8。观察表 8 中的结果可以发现：

第一，下游地区间接效应和总效应均为负，且分别通过了 10% 和 1% 的显著性检验，这表明在下游地区，数字经济发展对周边环境污染起到显著的抑制效应，可能原因是本省数字经济发展对周边地区起到较好的示范效应。直接效应为负，但未通过显著性检验，其原因可能是，下游地区数字经济和传统经济发展水平较高，“数字红利”已呈边际递减之势，对本地环境污染的抑制效应不太显著。

第二，中游地区直接效应显著为负，间接效应和总效应显著为正，这表明，在中游地区，数字经济发展对本地环境污染具有显著的抑制作用，但对周边地区环境污染具有显著的正向作用。其原因可能是：随着数字经济快速发展，在推动技术创新和优化产业结构的同时，还会对外转移高能耗、高排放行业，从而致使周边地区环境污染水平增加。

第三，上游地区直接效应、间接效应和总效应均不显著。可能的解释是：上游地区经济发展水平相对落后，存在“数字鸿沟”问题，对环境污染还未起到显著的抑制作用。上游地区数字经济水平还处于发展阶段，与传统产业还处于磨合期，对环境污染的抑制作用尚未显现<sup>[10]</sup>。

表 8 上中下游异质性分析				
地区	变量	直接效应	间接效应	总效应
上游	$dige$	0.018	0.253	0.271
中游	$dige$	−0.409**	0.737***	0.329***
下游	$dige$	−0.113	−0.186*	−0.298***

## 五、研究结论及政策启示

### (一)研究结论

数字技术推动生产、生活和治理方式深刻变革，但是否符合人们绿色“期待”还有待实证检验。本文基于长江经济带 11 个省(市)2011~2020 年的面板数据，采用空间计量模型探究数字经济对环境污染的影响效应，并通过空间中介模型检验了其作用机理。其结论如下：

第一，数字经济水平对环境污染具有显著的抑制作用，但对周边地区环境污染的影响尚不明确，本地区环境污染对其他地区环境污染存在显著的正向空间溢出效应。空间效应分解表明数字经济发展对本地区环境污染有显著的抑制作用，但对周边地区环境污染的影响不明确，总体而言，数字经济水平对环境污染呈负向影响。采用替换核心自变量和空间权重矩阵进行稳健性检验发现，结论依然稳健。

第二，机制分析表明，数字经济通过赋能技术创新对环境污染产生影响，即存在“数字经济→技术水平→环境污染”的传导机制。

第三，从区域异质性来看，在下游地区，数字经济发展对周边地区环境污染起到显著的抑制效应，但对本地区影响不明确。在中游地区，数字经济发展对本地环境污染具有显著的抑制作用，对周边地

区环境污染有显著的正向作用。上游地区直接效应、间接效应和总效应均不显著。

(二)政策启示

第一,完善数字基础设施建设。数字经济对环境污染具有显著的抑制作用,因此,应进一步加快信息基础设施建设,建设统一大市场的数字基础设施,夯实数字经济发展底座。同时,各地政府应加快出台数字人才培育的落地政策,促进数字经济和实体经济深度融合,充分发挥数字经济的减排效应。此外,在巩固发达地区数字经济优势的基础上,将数字基础设施建设适当向落后地区倾斜。

第二,以数字经济引导企业绿色创新。加速数字产业化发展,赋能传统产业转型升级,催生新产业、新业态、新模式,助力高质量发展。借助互联网数字化平台,优化资源配置,一方面,引导企业通过数字化技术优化生产流程,提高资源利用效率;另一方面,引导金融机构的贷款资金流向拥有绿色创新技术的环境友好型企业。

第三,促进数字技术和环境治理的区域协作。一方面,数字经济外溢性强,引导数字经济强省对弱省进行一对一帮扶,填补区域间的“数字鸿沟”,引导区域间通过数字平台进行技术合作与交易;另一方面,引导不同地区通过数字平台共享污染检测与预警数据,进行环境污染联防联控,实现区域污染协同减排。

参考文献:

[1]邓荣荣,张翔祥.中国城市数字金融发展对碳排放绩效的影响及机理[J].资源科学,2021(11).

[2]鲁玉秀,方行明,张安全.数字经济、空间溢出与城市经济高质量发展[J].经济经纬,2021(6).

[3]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).

[4]渠慎宁,史丹,杨丹辉.中国数字经济碳排放:总量测算与趋势展望[J].中国人口·资源与环境,2022(9).

[5]邓荣荣,张翔祥.中国城市数字经济发展对环境污染的影响及机理研究[J].南方经济,2022(2).

[6]霍晓谦,张爱国.数字经济对碳排放强度的影响机制及空间效应[J].环境科学与技术,2022(12).

[7]余群芝,吴柳,郑洁.数字经济、经济聚集与碳排放[J].统计与决策,2022(21).

[8]缪陆军,陈静,范天正,等.数字经济发展对碳排放的影响——基于 278 个地级市的面板数据分析[J].南方金融,2022(2).

[9]肖仁桥,王冉,钱丽.数字化水平对企业碳绩效的非线性影响——

绿色技术创新的中介作用[J].科技进步与对策,2023(5).

[10]余星辉,卜亚.数字经济发展对城市碳排放的影响[J].金融与经济,2023(1).

[11]谢云飞.数字经济对区域碳排放强度的影响效应及作用机制[J].当代经济管理,2022(2).

[12]江三良,贾芳芳.数字经济何以促进碳减排——基于城市碳排放强度和碳排放效率的考察[J].调研世界,2023(1).

[13]李治国,车帅,王杰.碳排放权交易试点政策的实施效果考察[J].统计与决策,2022(18).

[14]王旭霞,雷汉云,王珊珊.环境规制、技术创新与绿色经济高质量发展[J].统计与决策,2022(15).

[15]Shehzad K., Zaman U., Ahmad M., et al.Asymmetric impact of information and communication technologies on environmental quality: Analyzing the role of financial development and energy consumption[J].Environment, Development and Sustainability, 2022(2).

[16]李广昊,周小亮.推动数字经济发展能否改善中国的环境污染——基于“宽带中国”战略的准自然实验[J].宏观经济研究,2021(7).

[17]陈晓红,胡东滨,曹文治,等.数字技术助推我国能源行业碳中和目标实现的路径探析[J].中国科学院院刊,2021(9).

[18]邢小强,周平录,张竹,等.数字技术、BOP 商业模式创新与包容性市场构建[J].管理世界,2019(12).

[19]谢雄标,吴越,严良.数字化背景下企业绿色发展路径及政策建议[J].生态经济,2015(11).

[20]聂秀华,江萍,郑晓佳,等.数字金融与区域技术创新水平研究[J].金融研究,2021(3).

[21]汪亚楠,谭卓鸿,郑乐凯.数字普惠金融对社会保障的影响研究[J].数量经济技术经济研究,2020(7).

[22]Kohli R., Melville N.P.Digital innovation: A review and synthesis[J].Information Systems Journal,2019(1).

[23]洪银兴.基于完善要素市场化配置的市场监管[J].江苏行政学院学报,2018(2).

[24]刘华军,邵明吉,吉元梦.中国碳排放的空间格局及分布动态演进——基于县域碳排放数据的实证研究[J].地理科学,2021(11).

[25]龚朝俊,谭晶荣.数字经济对经济韧性的影响研究[J].科技与经济,2023(2).

[26]黎翠梅,周莹.数字普惠金融对农村消费的影响研究——基于空间计量模型[J].经济地理,2021(12).

[27]温忠麟,叶宝娟.中介效应分析:方法和模型发展[J].心理科学进展,2014(5).

[28]徐胜,梁靓.数字经济对区域创新效率的空间溢出效应——基于创新价值链视角[J].中国流通经济,2023(2).

[29]LeSage J., Pace R.K.Introduction to spatial econometrics[M]. New York: CRC Press, 2009.

特约编辑 吴爱军  
责任编辑 刘玉成 E-mail:770533213@qq.com