

# 黄河流域数字经济对生态韧性的空间溢出和门槛效应分析

刘同超

(许昌学院商学院, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 黄河流域生态韧性提升是生态保护和高质量发展的重要内容。采用空间计量模型分析黄河流域2011—2020年66个城市数字经济对生态韧性的影响。结果表明:黄河流域生态韧性整体水平较低、发展缓慢,区域间差距进一步增大;数字经济对生态韧性的作用存在明显非线性特点,对全流域和上游的影响较为明显,而对中游的影响则不太明显;数字经济对生态韧性的影响存在显著空间溢出效应,全流域存在直接效应和间接效益,中下游则以直接效应为主,上游空间溢出效应不显著;经济发展、政府干预和外商投资的差异是数字经济对生态韧性呈现非线性作用的主要原因。

**关键词:** 黄河流域; 数字经济; 生态韧性; 空间计量; 门槛效应

**中图分类号:** X321; F299.27 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)10-0193-06

生态韧性是黄河流域生态保护和高质量发展的重要组成部分,数字经济发展为生态韧性提升提供发展动力。生态韧性是指生态系统在外部冲击下抵抗、适应和恢复其特征和功能的能力。黄河流域在经济发展过程中造成固废堆积、污水排放等生态问题,导致黄河流域生态韧性遭到破坏,减缓了生态系统可持续发展进度。由此可见,提升生态韧性对于黄河流域生态保护和高质量发展具有至关重要的作用。

生态韧性是黄河流域现阶段需重点考虑的内容。从生态韧性内容来看,在20世纪90年代生态韧性主要包括稳定性和恢复力,21世纪初则注重对抗干扰力的研究,之后随着社会的发展生态韧性更加关注外部的交互作用。从生态韧性的研究对象来看,生态韧性的研究对象包括区域、省份、城市等地区。吕添贵等<sup>[1]</sup>对长三角地区的城市生态韧性进行时空演化规律分析。蒋文鑫等<sup>[2]</sup>运用压力-状态-响应(pressure-state-response, PSR)模型对江苏省城市生态韧性进行评价。杨航等<sup>[3]</sup>对宁夏的生态系统韧性的脆弱性进行分析。薛飞等<sup>[4]</sup>对北京通州区的生态韧性进行评估。从生态韧性与其他因素的关系来看,随着外部环境的变

化,生态韧性与其他因素的关系越来越紧密,李苏和刘浩南<sup>[5]</sup>认为干旱地区的城市化与生态韧性协调发展至关重要,但干旱地区城市化与生态韧性的协调程度还不够。张明斗和任衍婷<sup>[6]</sup>认为环境规制能够提高生态韧性,但在不同区域的影响结果不同。郭海红和刘新民<sup>[7]</sup>认为生态韧性与新型城镇化的耦合协调度逐年提升,经济城镇化具有推动作用。周成等<sup>[8]</sup>认为生态效率与韧性协同发展十分重要,黄河流域城市生态韧性处于下降阶段。朱晏君等<sup>[9]</sup>认为乡村社会生态系统韧性对于乡村振兴具有推动作用。

上述文献丰富了生态韧性的研究内容,但仍存在一定局限性。一方面缺乏分析数字经济对生态韧性的影响作用。产业高级化能够提高生态韧性,数字经济能够推动产业高级化,因此,数字经济能够影响生态韧性。另一方面大多分析其他因素对生态韧性线性作用,忽略了数字经济对生态韧性可能存在非线性作用。因此,本文尝试突破生态韧性研究的局限性,首先分析数字经济对生态韧性的影响作用,然后构面板门槛回归模型探索数字经济对生态韧性的非线性作用,最后提出推动生态韧性提升的相关措施。

**收稿日期:** 2024-11-15

**基金项目:** 河南省哲学社会科学规划年度项目(2023BJJ082)

**作者简介:** 刘同超(1989—),男,河南封丘人,博士,讲师,研究方向为区域经济管理。

## 1 研究方法

### 1.1 数字经济与生态韧性水平测度

数字经济的相关指标参考梁琦等<sup>[10]</sup>的做法,将数字经济指数分为数字金融和互联网发展水平两个方面,其中数字金融采用北京大学数字金融指数(2011—2020年),互联网发展水平如表1所示。

生态韧性的具体内容包括生态的抵御恢复能力、适应调整能力和创新转型能力。选择通过园林、面积和污染三个层面体现生态的抵御恢复能力、适应调整能力和创新转型能力,如表2所示。

表 1 数字经济指标体系

层面	指标	含义	单位
数字金融	数字金融指数	中国数字普惠金融发展指数	点
	产业占比	互联网产业人员占比	%
互联网发展水平	产业产出	电信业务量	元
	互联网指数	互联网宽带用户数	万户
	移动电话指数	移动电话用户数	万户

表 2 生态韧性指标体系

层面	指标	作用	单位	简称
生态韧性	园林绿地面积	正向	km <sup>2</sup>	YL
	建成区绿化率	正向	%	JC
	区域总面积	正向	km <sup>2</sup>	ZM
	建成区面积比例	正向	%	JB
	工业废水	负向	万 t	GF
	工业 SO <sub>2</sub>	负向	t	GS

首先对指标进行归一化处理,然后运用熵权法对不同指标赋权,最后对不同指标进行加权求和,得到数字经济指数和生态韧性指数。

### 1.2 数据来源

黄河流域主要包括陕西、山西、青海、四川、河南、内蒙古、甘肃、宁夏和山东 9 个省份,9 省份中地级市并非完全属于黄河流域,且部分城市数据存在缺失情况(四川仅甘孜藏族自治州和阿坝藏族自治州属于黄河流域,二者数据难以获取,故舍去),参考已有相关研究成果<sup>[11-14]</sup>,选择 66 个地级市作为研究对象<sup>①</sup>。同时考虑时间的影响和数据的获得性,选取 2011—2020 年对黄河流域数字经济与生态效率耦合协调度进行研究。本文所涉及的数据主要来源于《中国城市统计年鉴》,缺失部分主要来源于各省份统计年鉴,个别无法查询的数据缺失采

用插值法予以补充。

### 1.3 回归模型

#### 1.3.1 基准回归模型

构建基准回归模型分析数字经济对生态韧性的影响。

$$\ln er_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln sz_{it} + \beta X_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

式中: $i$ 为城市; $t$ 为年份; $\ln er$ 为生态韧性指数; $\ln sz$ 为数字经济指数; $X$ 为控制变量; $\epsilon$ 为随机误差。

#### 1.3.2 空间计量模型

构建空间计量模型分析数字经济对生态韧性的空间效应<sup>[15-16]</sup>。

$$\ln er_{it} = \eta + \zeta \sum_{j=i}^N w_{ij} \ln sz_{it} + \beta X_{it} + \xi \sum_{j=i}^N w_{ij} X_{ij} + \sigma_i + \tau_t + \nu \sum_{j=i}^N w_{ij} \epsilon_{it} + \delta_{it} \quad (2)$$

式中: $\sigma_i$ 、 $\tau_t$ 分别为时间效益和地区效应; $\zeta$ 和 $\xi$ 分别为空间自相关和空间自回归系数; $w_{ij}$ 为邻接空间权重矩阵。

#### 1.3.3 门槛回归模型

采用 Hansen 面板门槛回归模型分析数字经济对生态韧性的非线性作用,主要构建单一门槛、双重门槛、三重门槛回归模型<sup>[17]</sup>。

$$\ln er_{it} = \chi_{it} + \mu X_{it} + \beta_1 \ln sz_{it} \times I(\text{th}_{it} \leq \gamma) + \beta_2 \ln sz_{it} \times I(\text{th}_{it} > \gamma) + \epsilon_{it} \quad (3)$$

$$\ln er_{it} = \chi_{it} + \mu X_{it} + \beta_1 \ln sz_{it} \times I(\text{th}_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 \ln sz_{it} \times I(\gamma_2 \geq \text{th}_{it} > \gamma_1) + \beta_3 \ln sz_{it} \times I(\text{th}_{it} > \gamma_2) + \epsilon_{it} \quad (4)$$

$$\ln er_{it} = \chi_{it} + \mu X_{it} + \beta_1 \ln sz_{it} \times I(\text{th}_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 \ln sz_{it} \times I(\gamma_2 \geq \text{th}_{it} > \gamma_1) + \beta_3 \ln sz_{it} \times I(\gamma_3 \geq \text{th}_{it} > \gamma_2) + \beta_4 \ln sz_{it} \times I(\text{th}_{it} > \gamma_3) + \epsilon_{it} \quad (5)$$

式中: $\gamma_i$ 为待估门槛值; $\text{th}_{it}$ 为门槛变量,分别选取经济发展、政府干预和外商投资作为门槛变量。

被解释变量为生态韧性( $\ln er$ )。

解释变量为数字经济( $\ln sz$ )。

控制变量为经济发展( $\text{gdp}$ ),选择各地的国内生产总值作为代理变量;政府干预( $\text{dc}$ )选择地方财政支出来衡量;产业结构( $\text{cy}$ )以第二产业占比来表示;环境规制( $\text{fs}$ )以各地区的废水处理率来衡量;外商投资( $\text{ws}$ )以各地区实际使用外资金量为代理变量。

①太原、大同、阳泉、长治、晋城、朔州、晋中、运城、忻州、临汾、吕梁、呼和浩特、包头、乌海、赤峰、通辽、鄂尔多斯、济南、青岛、淄博、东营、潍坊、济宁、泰安、德州、聊城、滨州、菏泽、郑州、开封、洛阳、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳、三门峡、商丘、西安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南、延安、汉中、榆林、安康、商洛、兰州、嘉峪关、金昌、白银、天水、武威、张掖、平凉、酒泉、庆阳、定西、陇南、西宁、银川、石嘴山、吴忠、固原、中卫。

## 2 实证结果分析

### 2.1 生态韧性测度与演变趋势

通过对 2011—2020 年黄河流域 66 个城市的生态韧性进行测度,将全流域划分上游、中游、下游三个地区,绘制不同地区的生态韧性演变趋势如图 1 所示,黄河流域在 2011—2020 年的城市生态韧性呈现整体水平较低、增长速度较慢,城市生态韧性存在较大上升空间。其中,下游地区城市生态韧性高于其他区域,上游和中游地区城市生态韧性低于全流域平均水平,中游地区城市生态韧性处于最低,这可能与中游地区城市发展过程中破坏生态环境有关,区域间的差异存在进一步加大的趋势。从不同地区来看,下游地区城市生态韧性明显具有较高的得分,与上游和中游相比差别比较大,下游地区城市生态韧性较高可能与该地区城市数字经济发展较好有关。上游和中游地区城市生态韧性从整体来看中游地区城市生态韧性较低与上游,但在 2019 年和 2020 年中游地区城市生态韧性出现高于上游地区城市生态韧性的情况,这可能与中游地区城市保护生态环境策略和发展数字经济有关。

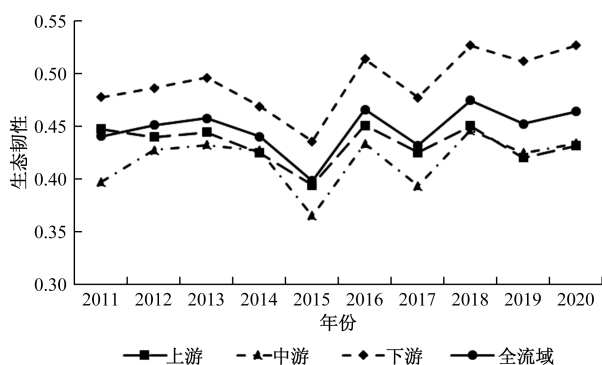


图 1 黄河流域城市生态韧性演变趋势

从不同年份来看,不同地区在 2013 年、2014 年和 2015 年的生态韧性演化规律相似,呈现逐年下降的趋势。而在 2015—2020 年的生态韧性演化趋势表现为偶数年增加奇数年减少的趋势,随着年份的递增偶数年与奇数年的差异正逐步缩小,不同地区的生态韧性随时间变化的波动性逐渐减少,不同地区的生态韧性逐渐趋于稳定,但整体生态韧性不高,说明不同地区的生态韧性演化动力不足,缺乏足够有效的办法提高生态韧性,可能存在数字经济保证生态韧性的下限而对生态韧性的提升作用较小的可能性。根据黄河流域不同区域生态韧性演化规律的分析,数字经济可能对生态韧性具有一定

的影响,但具体影响尚不明确,需要进一步采取其他方法分析数字经济对生态韧性的作用。

### 2.2 基准回归分析

经过对模型数据的  $F$  检验和 Hausman 检验,结果显示运用随机效应模型进行回归分析,具体回归结果如表 3 所示。

表 3 基准回归结果

变量	全流域	上游	中游	下游
lnsz	0.097*** (2.89)	0.079** (2.00)	0.080 (0.66)	0.316** (2.42)
(lnsz) <sup>2</sup>	0.015*** (2.61)	0.015* (1.85)	0.202 (0.63)	0.074 (1.16)
gdp	$-1.12 \times 10^{-9}$ *** (-2.06)	$-2.91 \times 10^{-9}$ ** (-1.82)	$-1.40 \times 10^{-9}$ (-0.89)	$-8.41 \times 10^{-10}$ (-1.65)
dc	$2.46 \times 10^{-8}$ *** (3.21)	$-4.52 \times 10^{-8}$ * (-1.77)	$7.39 \times 10^{-8}$ ** (2.50)	$1.54 \times 10^{-8}$ ** (2.21)
cy	-0.001 (-0.44)	-0.001 (-0.54)	-0.001 (-0.75)	-0.004** (-2.44)
fs	0.001 (0.26)	0.001 (1.50)	-0.001 (-0.92)	-0.002* (-1.62)
ws	$1.34 \times 10^{-7}$ (1.34)	$1.15 \times 10^{-7}$ ** (2.21)	$-2.26 \times 10^{-8}$ (-0.08)	$2.96 \times 10^{-8}$ (0.34)
常数项	-0.757*** (-10.56)	-0.761*** (-8.29)	-0.881*** (-5.72)	-0.102 (-0.51)
R <sup>2</sup>	0.242	0.15	0.14	0.41

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平;括号内为  $t$  值。

在全流域中数字经济一次项和二次项均为正值且显著,说明数字经济对于黄河流域城市生态韧性具有正向的非线性作用。但数字经济对于黄河流域城市生态韧性具有一定的区域异质性。对于上游城市而言,数字经济的一次项和二次项均显著且为正,说明数字经济对于上游城市生态韧性具有正向的非线性作用。而对于中游城市而言,数字经济的一次项和二次项均为正但不显著,说明数字经济对于中游城市生态韧性的作用较弱。对于下游城市而言,数字经济的一次项和二次项均为正,但一次项显著而二次项不显著,说明数字经济对于下游城市生态韧性具有较强的正向线性作用,非线性作用较弱。城市发展模式和产业结构不同可能是产生这种差异的主要原因。

在控制变量中,对于全流域、上游、下游而言,城市经济发展对于城市生态韧性的作用为负向,说明城市经济发展对于生态韧性提升具有负作用,但对于中游城市不显著,说明中游城市经济发展对于

生态韧性无影响。对于全流域、中游、下游而言,政府干预对于城市生态韧性的作用为正,说明政府干预能够促进生态韧性提升,但对上游城市生态韧性却是负向作用,说明上游城市政府干预能够阻碍生态韧性提升。对于全流域、上游、中游而言,产业结构对生态韧性影响不显著,说明全流域、上游、中游的产业结构对于生态韧性无影响,产业结构对于下游城市生态韧性的作用为负,说明目前的产业结构不利于城市生态韧性提升。对于全流域、上游、中游而言,环境规制对于生态韧性的影响不显著,说明全流域、上游、中游的环境规制对于生态韧性无影响,环境规制对于下游城市生态韧性的作用为负,说明目前的环境管理制度不利于城市生态韧性提升。对于全流域、中游、下游而言,外商投资对于生态韧性的影响不显著,说明外商投资对于生态韧性的无影响,外商投资对于上游城市生态韧性的作用为正,说明加强外商投资能够提升上游城市生态韧性。

## 2.3 空间溢出效应分析

### 2.3.1 空间相关性

通过对黄河流域城市生态韧性空间相关性分析,得出黄河流域城市生态韧性全局莫兰指数(表 4),结果显示黄河流域城市生态韧性具有较为明显的正向空间相关性,有必要对黄河流域城市生态韧性进行空间计量分析。

表 4 黄河流域城市生态韧性全局莫兰指数

年份	Moran's I	年份	Moran's I
2011	0.037**	2016	0.034**
2012	0.047**	2017	0.002*
2013	0.042**	2018	0.018*
2014	0.030**	2019	0.031**
2015	0.012*	2020	0.062**

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平。

### 2.3.2 空间计量分析

运用空间杜宾模型(SDM)进行黄河流域城市数字经济对生态韧性的空间效应分析,结果如表 5 所示。从表 5 不难发现黄河流域城市数字经济对生态韧性具有较强的空间溢出效应,即本地区数字经济对生态韧性的提升能够间接促进邻近地区数字经济对生态韧性的提升。全流域中数字经济对生态韧性具有明显的空间溢出效应,直接效益和间接效益均为正向促进作用。上游区域数字经济对生态韧性的空间溢出效应较弱。中游区域数字经济对生态韧性的影响以直接效应为主,空间溢出效应

不明显,即中游区域本地数字经济正向影响本地生态韧性。下游区域数字经济对生态韧性的影响以直接效应为主,空间溢出效应不明显,直接效应为负说明中游区域本地数字经济阻碍本地生态韧性提升。

表 5 空间效应结果分析

变量		全流域	上游	中游	下游
本地	lnsz	0.145* (1.85)	-0.002 (-0.05)	0.656*** (3.91)	0.464** (2.14)
	(lnsz) <sup>2</sup>	0.017 (1.42)	-0.001 (-0.07)	0.119*** (2.91)	0.203** (2.24)
邻地	lnsz	-0.066*** (-5.20)	-0.019 (-1.26)	-0.126*** (-3.00)	0.190** (2.34)
	(lnsz) <sup>2</sup>	-0.018*** (-5.40)	-0.006** (-2.20)	-0.030** (-2.1)	0.110*** (2.96)
rho		0.251*** (132.25)	0.276*** (27.89)	0.222*** (19.65)	0.317*** (38.42)
直接效益	lnsz	0.028*** (1.67)	0.025 (0.57)	0.615*** (4.24)	-0.551** (-1.24)
	(lnsz) <sup>2</sup>	0.317*** (4.50)	0.008 (1.12)	0.124*** (3.15)	-0.331*** (-1.51)
间接效益	lnsz	0.098*** (4.79)	0.092 (1.03)	-0.145 (-0.48)	-1.320 (-3.44)
	(lnsz) <sup>2</sup>	0.028*** (1.67)	0.030* (1.80)	0.013 (0.13)	-0.689 (-3.68)
总效益	lnsz	0.317*** (4.50)	0.118 (1.21)	0.470 (1.38)	-1.871*** (-3.33)
	(lnsz) <sup>2</sup>	0.098*** (4.79)	0.038** (2.04)	0.137 (1.14)	-1.020*** (-3.84)

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平;括号内为 t 值。

## 2.4 门槛效应

选择经济发展、政府干预、外商投资为门槛变量,分析数字经济对生态韧性的非线性作用,采用门槛效应检验变量的门槛数量,具体结果如表 6 所示。

从表 6 不难发现采用经济发展和外商投资为门槛变量时,单门槛效应显著,双门槛效应不显著;采用政府干预为门槛变量时,三门槛效应不显著,双门槛效应显著。运用门槛回归模型分析以经济发展、政府干预、环境规制为门槛变量时数字经济对生态韧性的非线性作用,具体结果如表 7 所示。

表 6 门槛数量检验结果

	经济发展	政府干预	外商投资
单门槛	16.85*(0.063)	8.73*(0.078)	3.77*(0.088)
双门槛	9.76(0.267)	9.45*(0.095)	9.44(0.203)
三门槛		12.14(0.220)	

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

表7 门槛回归模型结果分析

	门槛变量	lnsz 系数	Z
经济发展	$gdp \leq 9\ 202\ 336$	-0.011	-1.08
	$gdp > 9\ 202\ 336$	0.038**	2.32
政府干预	$dc \leq 1\ 384\ 809$	-0.003	-0.32
	$1384809 < dc \leq 2\ 533\ 169$	0.171***	2.87
	$dc > 2\ 533\ 169$	-0.097***	-2.86
外商投资	$ws \leq 1\ 563$	0.003	0.23
	$ws > 1\ 563$	0.095*	2.64

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示10%、5%、1%的显著性水平。

从表7中可知,当经济发展超过门槛值9 202 336时,数字经济对生态韧性的影响由负转正,说明经济发展水平超过一定程度后数字经济有利于生态韧性的提升,经济发展水平较低情况下数字经济对生态韧性的作用不清晰。当外商投资低于门槛值1 563时,此时外商投资下数字经济对生态韧性的影响不显著,表明在此外商投资条件下数字经济对生态韧性的影响方向不清晰,当外商投资超过门槛值1 563时,数字经济对生态韧性的影响为正向,表明越高的外商投资越有利于数字经济提升生态韧性。当政府干预低于第一门槛值1 384 809时,由于此时不显著,无法表明政府干预对数字经济助力生态韧性提升的关系,当政府干预超过第一门槛值1 384 809小于第二门槛2 533 169时,数字经济对生态韧性的作用为正,说明在此区间范围内,政府干预有助于数字经济促进生态韧性提升,然而当政府干预超过第二门槛值2 533 169时,数字经济对生态韧性的作用由正转负,在此情况下政府干预阻碍了数字经济促进生态韧性提升,说明适当的政府干预有利于数字经济提升生态韧性,过高或过低的政府干预不利于数字经济提升生态韧性。

总之,数字经济对生态韧性具有正向非线性效应。数字经济对生态韧性的作用路径大致可以分为以下几类:①数字经济产品制造。譬如智能传感器和监测设备可以实时收集和分析环境数据,从而及时发现和解决生态问题,提高生态系统的自我修复和适应能力。②数字经济产品软件。通过开发环境管理系统软件,可以实现对环境数据的集中管理和分析,提高生态管理的效率和准确性。③数字技术应用。人工智能技术可以模拟和预测生态系统的变化,为生态恢复和重建提供智能决策支持。④数字资源要素。通过对环境数据的采集和分析,可以了解生态系统的健康状况和变化趋势,从而制定针对性的生态保护和恢复措施。

### 3 结论与建议

通过采用空间计量模型对2011—2020年黄河流域的数字经济影响生态韧性机制研究,得出如下结论。

(1)黄河流域城市生态韧性整体发展水平较低且发展速度缓慢,黄河下游城市生态韧性整体发展水平高于上中游城市生态韧性整体发展水平,黄河流域区域间发展差距逐渐加大,区域间发展不平衡现象较为明显。

(2)数字经济对生态韧性的影响存在明显空间溢出效应。黄河流域城市生态韧性的空间溢出效应中直接效益和间接效益均为正向促进作用,但不同地区的空间溢出效应具有异质性。

(3)经济发展、政府干预、外商投资条件下数字经济影响生态韧性具有显著非线性作用。较低的经济水平下数字经济阻碍生态韧性提升,较高的经济水平下数字经济促进生态韧性提升,适当的政府干预有利于数字经济促进生态韧性提升,不当的政府干预则数字经济阻碍生态韧性提升,越高的外商投资越有利于数字经济提升生态韧性。

基于以上结论,提出以下几点建议:

(1)打造城市群发展格局,充分发挥城市生态韧性空间溢出效应。黄河流域城市生态韧性发展具有正向的空间溢出效应,在城市发展过程中应加强城市关系建设,重点突出省会城市作用,加大省会城市与其他省会城市联系,健全省会城市与省内其他城市联系制度,化竞争为合作,突出重点区域生态韧性建设,从而带动周边区域生态韧性发展,充分发挥城市生态韧性的溢出效应,实现黄河流域生态韧性的快速提升。

(2)重视数字经济对生态韧性的提升作用。数字经济对生态韧性具有较为显著的非线性作用,对于黄河流域不同地区的作用不同,对于黄河流域上游和下游应大力发展数字经济建设,着重建设数据基础设施,吸引数字技术优秀人才,加大数字技术研发创新,提升数字经济建设水平,从而助力生态韧性提升,实现黄河流域生态韧性高质量发展。

(3)促进经济发展以提升数字经济对生态韧性的正面效应:国家和地区努力推动经济发展,确保经济水平超过关键门槛值(如9 202 336),以最大化数字经济对生态韧性的正面影响。制定和执行有利于经济增长的政策,如税收优惠、创新激励等,以吸引投资和技术进步。优化外商投资结构以强化数字经济对生态韧性的贡献:鼓励外商投资,特别

是那些能够促进数字经济和绿色技术发展的投资,确保外商投资超过门槛值(如1 563)。建立外商投资筛选机制,优先引入对生态友好和数字经济有积极贡献的投资项目。实施适度的政府干预政策:政府应根据经济发展水平、外商投资和数字经济状况,灵活调整干预力度,保持在第一门槛值(如1 384 809)和第二门槛值(如2 533 169)之间的适度范围。在此范围内,可以通过提供政策支持、资金补助等方式,促进数字经济与环境保护的融合发展。避免过度干预,以免阻碍数字经济对生态韧性的正面作用;同时,也要防止干预不足,导致数字经济和生态韧性之间的协同效应未能充分发挥。

### 参考文献

- [1] 吕添贵, 胡晗, 付舒斐, 等. 长三角地区城市生态韧性时空分异特征及影响因素[J]. 地域研究与开发, 2023, 42(1): 54-60.
- [2] 蒋文鑫, 吴军, 徐建刚. 城市生态韧性与经济发展水平耦合协调关系研究——以江苏省为例[J]. 资源开发与市场, 2023, 39(3): 299-308.
- [3] 杨航, 侯景伟, 马彩虹, 等. 黄河上游生态脆弱区复合生态系统韧性时空分异——以宁夏为例[J]. 干旱区研究, 2023, 40(2): 303-312.
- [4] 薛飞, 张念慈, 夏楚瑜, 等. 城市生态韧性水平空间评估及其驱动力分析——以北京市通州区为例[J/OL]. 生态学报: 1-14[2023-11-01]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2031.Q.20230413.1737.034.html>.
- [5] 李苏, 刘浩南. 干旱区城市化与生态韧性耦合协调的时空格局演化分析——以宁夏为例[J]. 干旱区地理, 2022, 45(4): 1281-1290.
- [6] 张明斗, 任衍婷. 环境规制对生态韧性的影响——基于“本地-邻地”效应的视角[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2022, 24(6): 16-29.
- [7] 郭海红, 刘新民. 沿黄地区中心城市新型城镇化与生态韧性的耦合协调机制研究[J]. 华东经济管理, 2023, 37(4): 101-109.
- [8] 周成, 赵亚玲, 张旭红, 等. 黄河流域城市生态韧性与效率时空演化特征及协调发展分析[J]. 干旱区地理, 2023, 46(9): 1514-1523.
- [9] 朱晏君, 李红波, 胡晓亮, 等. 欠发达地区县域乡村社会-生态系统韧性研究——以山西省静乐县为例[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2022, 45(1): 11-19.
- [10] 梁琦, 肖素萍, 李梦欣. 数字经济发展提升了城市生态效率吗? ——基于产业结构升级视角[J]. 经济问题探索, 2021(6): 82-92.
- [11] 郭付友, 佟连军, 仇方道, 等. 黄河流域生态经济走廊绿色发展时空分异特征与影响因素识别[J]. 地理学报, 2021, 76(3): 726-739.
- [12] 王文彬, 唐德善. 黄河经济带空间结构及影响因素研究——与长江经济带的比较分析[J]. 地域研究与开发, 2021, 40(5): 25-30.
- [13] 陈小宁, 白永平, 宋龙军, 等. 黄河流域中上游四大城市群经济联系和网络结构比较分析[J]. 地域研究与开发, 2021, 40(4): 18-23.
- [14] 张仲伍, 畅田颖, 高鑫. 黄河流域生态经济协调发展研究[J]. 地域研究与开发, 2021, 40(3): 25-30.
- [15] HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2): 345-368.
- [16] VEGA S H, ELHORST J P. The SLX Model[J]. Journal of Regional Science, 2015, 55(3): 339-363.
- [17] QU X, LEE L F, YU J. QML Estimation of spatial dynamic panel data models with endogenous time varying spatial weights matrices[J]. Journal of Econometrics, 2017, 197(2): 173-201.

## Analysis of Spatial Spillovers and Threshold Effects of Digital Economy on Ecological Resilience in the Yellow River Basin

LIU Tongchao

(School of Business, Xuchang University, Xuchang 461000, Henan, China)

**Abstract:** Improving the ecological resilience of the Yellow River Basin is an important aspect of ecological protection and high-quality development. A spatial econometric model was used to analyze the impact of digital economy on ecological resilience in 66 cities in the Yellow River Basin from 2011 to 2020. The results indicate that the overall level of ecological resilience in the Yellow River Basin is relatively low, with slow development and further widening regional disparities. The role of digital economy in ecological resilience has obvious nonlinear characteristics, with a more significant impact on the entire watershed and upstream, while the impact on the midstream is less significant. The impact of the digital economy on ecological resilience has a significant spatial spillover effect, with direct and indirect benefits across the entire watershed. The direct effect is dominant in the middle and lower reaches, while the spatial spillover effect in the upstream is not significant. The main reasons for the non-linear effect of digital economy on ecological resilience are the differences in economic development, government intervention, and foreign investment.

**Keywords:** Yellow River Basin; digital economy; ecological resilience; spatial metrology; threshold effect