

# 数字经济对黄河流域经济高质量发展的门槛和空间溢出效应研究

宋跃刚,郝夏珍

(河南师范大学 商学院,河南 新乡 453007)

**摘要:**在分析数字经济对黄河流域经济高质量发展的推动作用、边际效应递增的非线性影响以及空间效应的基础上,运用2011—2019年黄河流域57个地级市的面板数据,构建衡量经济高质量发展以及数字经济的指标体系,并运用固定效应模型、面板门槛模型和空间计量模型,实证分析数字经济对黄河流域经济高质量发展的影响。研究表明:数字经济能显著提高黄河流域经济高质量发展水平,并且这种推动作用存在“边际效应”非线性递增的趋势。空间计量实证结果表明数字经济可以显著提高本地区经济发展质量,但邻近地区数字经济发展会对本地区高质量发展产生负向影响。拓展了数字经济对黄河流域高质量发展影响的研究,对推动黄河流域实现经济高质量发展具有一定的借鉴意义。

**关键词:**黄河流域;数字经济;经济高质量发展;门槛效应;空间溢出效应

**中图分类号:**F014

**文献标志码:**A

改革开放以来,我国经济快速发展,取得了举世瞩目的成就,塑造了人类发展史上的“中国奇迹”。然而经济在快速增长的同时,也带来了一系列的问题,例如经济结构失调,产能过剩,环境破坏,经济发展差距拉大等。为解决上述问题,党的十九大报告指出,要加快形成以创新、协调、绿色、开放、共享为核心的经济高质量发展模式<sup>[1-4]</sup>。而数字经济作为经济社会的前沿技术,通过数字化、智能化转变推动整个社会实现动力和效率变革,成为驱动经济社会发展质量提升的重要动能。习近平总书记指出“5G、人工智能、智慧城市等新技术、新业态、新平台逐渐兴起,网上购物、在线医疗、远程教育等‘非接触经济’蓬勃发展,为经济发展提供新的路径,要抓住机遇,深化结构性改革,用科技和数字化变革激发新的发展动能”。数字经济以大数据为主要生产要素,以数字基础设施为根基,以互联网为主要载体,将数字化融入生活,是继农业、工业经济之后发展起来的新型经济形态,是推动现代经济高质量发展的重要动能,对新冠疫情防控和后疫情时代经济复苏有着至关重要的作用<sup>[5]</sup>。中国信息通信研究院发布的《中国数字经济白皮书(2020年)》显示,在疫情冲击和全球经济下行压力的双重叠加影响下,我国数字经济仍然保持9.7%的高位增长,数字经济发展规模达到39.2万亿元,占GDP的比重上升至38.6%,我国服务业、工业和农业数字经济占行业增加值比例分别达到40.7%、21.0%和8.9%,数字经济正在深刻影响着中国经济的整体运行,成为推动经济高质量发展的关键因素。而黄河流域作为我国北部地区重要的经济带和生态屏障,在我国经济高质量发展过程中占据重要位置。习近平总书记在2019年黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上指出,要把黄河流域生态环境保护和高质量发展上升到国家重大战略层面,并要求积极主动探索符合黄河流域特点的高质量发展新路子<sup>[6]</sup>。因此,考察数字经济对黄河流域经济高质量发展的影响,对通过发展数字经济来实现黄河流域经济高质量发展具有重要的实践意义。

## 1 机理分析与假设

经济高质量发展主要包含创新、协调、绿色、开放和共享5方面内容,数字经济从这5个方面提升区域经

收稿日期:2021-09-26;修回日期:2021-11-11.

基金项目:国家社科基金(20BJY091);河南省高校哲学社会科学创新人才(2022-CXRC-29);国家社科基金重大项目(21ZDA066);河南省重大科技专项(201300311700);河南省哲学社会科学规划项目(2021BJJ059).

作者简介(通信作者):宋跃刚(1983—),男,河南新乡人,河南师范大学副教授,博士,研究方向为跨国公司与国际投资,E-mail:2016028@htu.edu.cn.

济发展水平与质量,创新是经济高质量发展的首要动力,数字经济发展通过构建新型创新环境实现传统产业改革创新和社会技术变革,推动经济发展。“互联网+”信息技术推动互联网与传统产业融合,传统产业实现改造升级,形成新的发展技术和模式,为经济高质量发展提供动力。在区域和城乡协调方面,数字经济以网络为载体,通过数字化、信息化打破地理距离制约,为经济偏远和落后地区供给产品和服务,进而有助于缩小收入差距,实现区域和城乡协调发展。绿色方面,数字经济推动形成了绿色消费产品和绿色消费平台,如“共享单车”“滴滴出行”等,可以有效提高公众参与绿色消费的意识,传播绿色环保理念,提升全民参与绿色经济的自觉性。开放方面,传统贸易时期,信息不对称与贸易壁垒导致部分国家很难单凭产品质量进入国际市场,而数字技术和大数据的普及降低了国家间的贸易成本,从而降低了贸易门槛。此外,国际互联网平台发展帮助企业有效应对国际市场需求变化,显著提高了交易效率,有助于早日实现新发展格局。共享方面,随着数字经济技术与网络设备发展,日常生活信息转化为数据,通过数字化途径传至各个角落,降低了信息获取成本,进而有效缓解生产和消费过程中的信息不对称问题。因此,本文提出如下研究假设 H1。

H1:数字经济对经济高质量发展有显著正向促进作用。

基于以上假设,数字经济可以推动经济实现高质量发展,而数字经济本身包含网络外部性和高度的产业关联性,因此数字经济对高质量发展的影响并非简单线性关系,在数字经济发展到一定阶段后,其对经济高质量发展的推动作用更为明显且呈现边际效应递增的趋势<sup>[7]</sup>。一方面,数字经济相关的互联网平台和数字技术具有高度的网络外部性,导致经济中各个部门之间的联系更加便捷和紧密,社会分工更加明确,数字经济的发展推动了市场规模的扩大,经济效率的提升,进而提升经济发展质量;另一方面,数字经济发展初期,需要投入大量数字化基础设施、数字技术与数字化人才,数字经济发展存在着较高的启动成本,在初期可能会出现“生产率悖论”现象,数字经济发展无法有效提升经济效率,进而不能实现经济高质量发展。而在数字经济发展积累到一定阶段后,随着数字设备的大规模投入,数字技术应用到各个产业部门,降低了部门间的边际成本,即梅特卡夫法则在区域经济高质量发展中发挥作用<sup>[8]</sup>。据此,提出研究假设 H2。

H2:数字经济对经济高质量发展具有边际效应递增的非线性特征。

数字经济本身具有较高的成长性和高度的渗透性,数字经济发展会改善本地区基础设施、技术水平、发展环境,提高地区经济发展质量。但根据累计因果过程思想,数字经济带来一些地区经济发展质量提升,会使得先进生产要素流入该地区,进一步提升该地区经济发展质量,而周边地区由于缺少先进的数字基础设施和数字技术,导致资本和劳动力大量流出,不利于周边地区提升经济发展质量,从而带来更大的经济发展差距。文献<sup>[9]</sup>运用美国48个州的相关数据进行分析,研究结果表明信息化会存在一定的空间溢出效应。基于中国互联网、数字经济发展背景,文献<sup>[10-12]</sup>研究了中国互联网发展水平并从不同方面展开论证也得出互联网发展对经济发展具有空间溢出效应的结论。基于此,本文提出研究假设 H3。

H3:数字经济具有空间外溢性,会对周边地区经济发展水平产生影响。

随着黄河流域经济的快速发展,数字经济能否推动黄河流域经济高质量发展?数字经济对黄河流域经济高质量发展是否存在非线性溢出效应?数字经济对黄河流域经济高质量发展的作用在空间规律上有哪些差异?鲜有文献对其进行系统研究。因此研究数字经济对黄河流域经济高质量发展的影响,对于推动黄河流域数字经济新业态发展、改善黄河流域经济发展质量具有一定的借鉴意义,为黄河流域经济发展相关政策的制定提供新的依据和思路。本文的边际贡献包括:(1)研究视角方面,借鉴现有文献,从地级市层面对黄河流域数字经济以及高质量发展水平进行较为全面的测度,分析两者的时空分布与影响关系;(2)研究方法方面,运用面板门槛模型和空间计量模型,分析数字经济对黄河流域经济高质量发展的边际递增效应与空间效应,丰富相关实证研究;(3)数据选择方面,本文选取2011—2019年黄河流域57个地级市的面板数据进行分析,与省域数据相比,分析结论会更加真实可靠。

## 2 实证分析

### 2.1 模型设定

为检验上述研究假设,首先构建如下基本模型:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 D_{it} + \alpha_2 C_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

其中,  $Y_{it}$  表示城市  $i$  在  $t$  时期的经济高质量发展水平,  $D_{it}$  表示城市  $i$  在  $t$  时期的数字经济发展水平, 而  $C_{it}$  为本文的控制变量包括产业结构、教育发展水平、规模以上工业企业数量、地区经济发展水平、地区政府支出规模、就业水平,  $\mu_i$  表示个体固定效应,  $\lambda_t$  表示时间固定效应,  $\varepsilon_{it}$  是随机扰动项。

其次数字经济对黄河流域经济高质量发展存在着“梅特卡夫法则”, 为了检验数字经济对经济高质量发展可能存在的门槛效应, 将门槛模型设定为:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 D_{it} \times I(D_{it} \leq \pi) + \beta_2 D_{it} \times I(D_{it} > \pi) + \beta_3 C_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}, \quad (2)$$

(2)式中,  $D_{it}$  为数字经济门槛变量,  $\pi$  为待估的门槛值,  $I(\cdot)$  表示取值为 1 或 0 的示性函数, 若满足括号内条件则示性函数取值为 1, 否则取值为 0。

最后, 为了验证数字经济对经济高质量发展的空间溢出效应, 在模型(1)的基础上引入经济高质量发展指数、数字经济以及控制变量的空间交互项, 建立如下空间计量模型:

$$Y_{it} = \varphi_0 + \rho WY_{it} + \phi_1 WD_{it} + \varphi_1 D_{it} + \phi_2 WC_{it} + \varphi_2 C_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}, \quad (3)$$

(3)式中,  $\rho$  表示空间自回归系数,  $W$  为空间权重矩阵,  $\phi_1$  和  $\phi_2$  分别表示数字经济以及其他控制变量的空间溢出效应系数。模型(3)为同时包括被解释变量以及解释变量空间交互项的空间杜宾模型(SDM)。

## 2.2 变量说明

### 2.2.1 被解释变量

经济高质量发展测度方法主要包括单一指标测度与综合指标测度两种。单一指标测度方面, 部分学者认为经济发展质量的测度主要是看效率是否提升, 使用全要素生产率、劳动生产率等指标来测算经济高质量发展水平<sup>[13-14]</sup>。文献[15]运用劳动生产率来测度经济高质量发展水平, 分析中国地级市雾霾污染对中国经济发展质量的影响及传导机制。单一指标测算方法仅考虑了要素的利用效率, 未能体现其配置效率, 存在一定的局限性, 因此不能全面反映经济高质量发展水平。综合指标测度, 文献[16]从经济增长和社会成果两个方面来测度经济高质量发展, 而文献[17]进一步考虑了环境保护指标来构建适合中国国情的经济高质量发展测度指标。文献[18]从经济活力、创新效率、绿色发展、人民生活、社会和谐 5 个方面构建综合评价指标来测度高质量发展水平。但上述文献多是强调经济“增长质量”而并非“发展质量”。基于此, 设计了表 1。

表 1 黄河流域经济高质量发展测度指标体系

Tab. 1 Index system for measuring high-quality economic development of the Yellow River Basin

一级指标	二级指标	二级指标	三级指标	指标属性	
经济高质量发展指数	创新投入	创新投入	科学技术财政支出/一般公共财政支出	正向指标	
		协调发展	各市实际 GDP/各省实际 GDP	负向指标	
	绿色环保	城乡协调	城乡协调	城镇人均可支配收入/农村人均可支配收入	负向指标
			年末城镇常住人口/地区总人数	正向指标	
		绿色发展	污染排放	污水处理集中处理率	正向指标
				生活垃圾无害化处理率	正向指标
				一般工业固体废物综合利用率	正向指标
				森林覆盖率	正向指标
		贸易开放	对外贸易	建成区绿化覆盖率	正向指标
				工业废水排放量	负向指标
				工业 SO <sub>2</sub> 排放量	负向指标
				工业烟(粉)尘排放量	负向指标
	实际利用外商直接投资额/GDP			正向指标	
	进出口总额/GDP			正向指标	
	居民生活	失业消费	失业率	负向指标	
			消费者价格指数	正向指标	
		基础设施	公路里程	正向指标	
			人均拥有图书馆藏书量	正向指标	
	健康医疗	健康医疗	人均医院床位数	正向指标	
			城镇职工基本养老保险参保率	正向指标	
			城镇职工基本医疗保险参保率	正向指标	

本文从“创新、协调、绿色、开放和共享”五大发展理念出发,综合考虑黄河流域城市层面数据,选取创新投入、协调发展、绿色环保、贸易开放、居民生活 5 个二级指标 21 个具体指标构建黄河流域经济高质量发展评价体系,并采用熵值法对相关指标进行赋权(详见表 1).具体计算步骤为:

假设共有  $m$  个评价样本与  $n$  个指标,构成本文的原始数据矩阵  $(x_{ij})_{mn}$ ,其中  $x_{ij}$  则表示城市  $i$  在年份  $t$  的第  $j$  个指标数值,其中  $m$  最大为 57, $n$  最大为 21.

首先,运用极差法对数据进行初始值处理,以来消除因计量单位差异产生的不可比性问题.正向指标的转化公式为  $y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}$ ,负向指标的转化公式为  $y_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}$ ;

其次,计算第  $j$  个指标的具体熵值,  $Q_j = -a \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}$ ,其中,  $p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T y_{ij}}$ ,  $a = \frac{1}{\ln nt}$ ;

然后,计算第  $j$  个指标的权重,  $w_j = \frac{1 - Q_j}{\sum_{j=1}^m Q_j}$ ;

最后,计算黄河流域地级市  $i$  第  $t$  年的经济高质量发展指数,  $Y_{it} = \sum_{j=1}^n w_j p_{ij}$ . 测算结果见表 2.

表 2 黄河流域经济高质量发展水平

Tab. 2 High-quality economic development level of the Yellow River Basin

城市	黄河流域经济高质量发展指数			城市	黄河流域经济高质量发展指数		
	2011 年	2019 年	增幅/%		2011 年	2019 年	增幅/%
平均值	0.209	0.239	14.17	开封市	0.177	0.212	19.77
太原市	0.405	0.435	7.41	洛阳市	0.257	0.265	3.11
大同市	0.170	0.194	14.12	安阳市	0.217	0.215	-0.92
阳泉市	0.160	0.167	4.38	鹤壁市	0.163	0.171	4.91
长治市	0.157	0.171	8.92	新乡市	0.221	0.267	20.81
晋城市	0.185	0.185	0.00	焦作市	0.237	0.251	5.91
朔州市	0.131	0.129	-1.53	濮阳市	0.184	0.202	9.78
晋中市	0.169	0.183	8.28	三门峡市	0.140	0.176	25.71
运城市	0.200	0.210	5.00	商丘市	0.165	0.207	25.45
忻州市	0.128	0.135	5.47	西安市	0.433	0.630	45.50
临汾市	0.160	0.179	11.88	铜川市	0.112	0.158	41.07
吕梁市	0.169	0.143	-15.38	宝鸡市	0.177	0.182	2.82
呼和浩特市	0.260	0.262	0.77	咸阳市	0.214	0.219	2.34
包头市	0.264	0.254	-3.79	延安市	0.111	0.157	41.44
乌海市	0.155	0.157	1.29	榆林市	0.185	0.194	4.86
鄂尔多斯市	0.256	0.217	-15.23	商洛市	0.103	0.114	10.68
巴彦淖尔市	0.157	0.168	7.01	兰州市	0.288	0.313	8.68
乌兰察布市	0.097	0.120	23.71	白银市	0.163	0.131	-19.63
济南市	0.355	0.496	39.72	天水市	0.116	0.151	30.17
青岛市	0.613	0.647	5.55	武威市	0.180	0.260	44.44
淄博市	0.313	0.348	11.18	平凉市	0.162	0.179	10.49
东营市	0.290	0.424	46.21	庆阳市	0.088	0.113	28.41
济宁市	0.279	0.307	10.04	定西市	0.113	0.157	38.94
泰安市	0.254	0.289	13.78	陇南市	0.126	0.134	6.35
德州市	0.250	0.278	11.20	银川市	0.341	0.372	9.09
聊城市	0.253	0.281	11.07	石嘴山市	0.198	0.171	-13.64
滨州市	0.289	0.342	18.34	吴忠市	0.120	0.157	30.83
菏泽市	0.220	0.289	31.36	固原市	0.098	0.142	44.90
郑州市	0.378	0.572	51.32	中卫市	0.118	0.132	11.86

数据来源:作者计算所得.

本文对黄河流域 57 个城市 2011—2019 年的经济高质量发展指标进行测算,表 2 报告了 2011 年和

2019 年黄河流域经济高质量发展指数.总体而言,样本期间黄河流域各地级市经济高质量发展水平处于上升的趋势,均值从 2011 年的 0.209 上升到 2019 年的 0.239,增幅达到 14.17%.黄河流域内大部分城市的经济高质量发展指数都有一定程度的增长,且不同城市间经济高质量发展水平存在着明显差距.2019 年经济高质量发展水平处于领先地位的城市是青岛、西安、郑州、济南.此外,黄河流域东部各城市的经济高质量发展水平较高,西部城市普遍较低,区域内各地市间经济发展水平存在显著差异.造成这种现象的可能原因是经济发展水平较高的城市其基本交通设施、地理位置在黄河流域内更具优势,且政府对这些城市的优惠政策扶持力度更大,覆盖范围更广,进而这些城市可以吸引优秀人才和引进国内外先进技术,推动这些城市实现高质量发展.对黄河流域内那些经济发展水平较低的陇南、白银、中卫等西部城市,由于经济结构单一、优秀科技人才缺乏、交通不便利、基础设施匮乏,导致这些地区的经济高质量发展水平相对较低且增长速度缓慢.

2.2.2 解释变量

数字经济核心生产要素是数字化的知识和信息,其发展的重要载体是现代信息网络,通过技术发展推动经济社会实现动力和效率变革,为经济高质量发展注入新动能.已有的数字经济研究以定性研究为主,且为数不多的定量研究主要从省级层面测度数字经济,城市层面数字经济指数的测度相对较少.本文借鉴文献[19—21]的研究,结合黄河流域各地级市数据的可获得性,从数字化基础设施、数字化产业、数字普惠金融三个方面构建综合指标来测度数字经济发展水平(详见表 3).本文运用主成分分析法,把相关指标数据进行标准化、降维处理,得到数字经济综合发展指数,记为  $D$ .

表 3 数字经济测算的指标体系

Tab. 3 Index system for digital economy measurement

综合指标	指标类别	指标名称
数字经济指数	数字化基础设施	每千人移动电话用户数
		每千人互联网宽带接入用户数
	数字化产业	邮电从业人员数占就业人数比例
		信息从业人员数占就业人数比例
		邮政业务总量占 GDP 比例
		电信业务总量占 GDP 比例
数字普惠金融		数字金融覆盖广度
		数字金融使用深度
		普惠金融数字化程度

本文运用 ArcGIS10.2 软件,把黄河流域 57 个地级市的数字经济指数根据自然间断点分级法分为 5 个等级,并运用可视化地图来呈现黄河流域数字经济发展情况的的空间分布(见图 1).

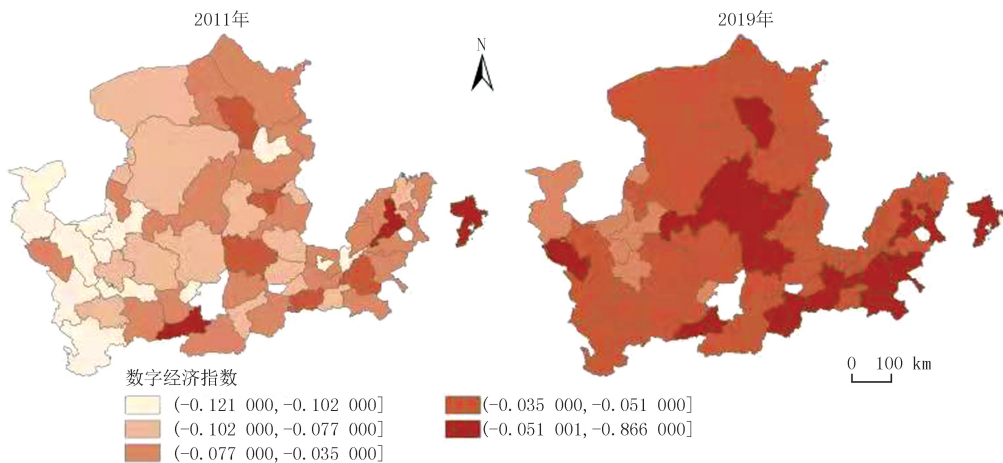


图1 2011和2019年黄河流域各地级市数字经济指数

Fig.1 2011 and 2019 digital economy index of all-level cities in the Yellow River Basin

根据图 1 可知,2011 年济南、西安、郑州、太原、呼和浩特等省会城市的数字经济发展处于领先地位,相对发展较快的地区主要分布于山东省其他地级市和河南省的南部城市,处于中等偏下的地区是山西省和内蒙古的东部地区,相对落后的地区为甘肃省、山西西部地区、宁夏回族自治区、内蒙古自治区西部地区.与 2011 年相比,2019 年整个黄河流域数字经济发展水平虽然明显提高,但各地级市的数字经济发展水平仍存在显著差异.

### 2.2.3 控制变量

为更加全面分析数字经济对黄河流域经济高质量发展的影响,借鉴文献[22—23]设定如下控制变量:产业结构( $S_I$ )、教育发展水平( $J_E$ )、规模以上工业企业数量( $Q_X$ )、地区经济发展水平( $P_G$ )、地区政府支出规模( $\ln G$ )、就业水平( $E_M$ ),具体定义详见表 4。

表 4 控制变量说明与测度

Tab. 4 Control variable description and measurement

变量类型	变量名称	测度
控制变量	产业结构	第三产业产值占地级市生产总值的比重
	教育发展水平	地区在校大学生人数与地级市总人口数之比
	规模以上工业企业	规模以上工业企业数量
	经济发展水平	人均实际人均生产总值
	政府支出规模	$\ln(\text{地方财政支出占地级市生产总值的比例})$
	就业水平	各地区就业总人数

表 5 列出了主要变量的描述性统计分析结果,黄河流域经济高质量发展指数( $Y$ )的均值为 0.223,最大值为 0.647,最小值为 0.088 0,标准差为 0.110。而数字经济综合指数的均值较小,标准差为 0.099。

### 2.3 数据来源

本文以黄河流域 57 个地级市为研究样本,时间跨度为 2011—2019 年,相关数据主要来自于各年度《中国城市统计年鉴》、《中国统计年鉴》、中国经济与社会发展统计数据库、北京大学数字金融研究院以及腾讯研究院。

## 3 实证结果和分析

### 3.1 基准回归结果

表 6 报告了基于固定效应模型得出的数字经济对黄河流域高质量发展的基准估计结果,从表 6 中第(1)列可知,总体上解释变量的回归系数显著为正,表明数字经济发展对黄河流域各地级市的经济高质量发展具有显著的促进作用,验证了前文提出的研究假设 1。随着逐步加入控制变量,列(2)~列(7)中的核心解释变量数字经济的

表 5 变量描述性统计分析结果

Tab. 5 Variable descriptive statistical analysis results

	变量	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	$Y$	513	0.223	0.110	0.088 0	0.647
解释变量	$D$	513	0.002	0.099	-0.121	0.866
控制变量	$P_G$	513	0.450	0.300	0.064 0	1.866
	$S_I$	513	0.992	0.594	0.256	5.248
	$Q_X$	513	0.615	0.113	0	0.850
	$E_M$	513	3.503	0.787	1.631	5.353
	$\ln G$	513	-0.154	0.065 5	-0.270	0.135
	$J_E$	513	0.132	0.096 4	0	0.619

的回归系数始终显著为正,上述结论在控制其他影响因素后依然成立。

### 3.2 非线性效应分析

前文假设 2 提出数字经济对经济高质量发展影响存在“边际效应”递增的作用,为了验证该假设,本文运用面板门槛模型进行实证分析。在运用门槛模型进行估计之前,首先运用 bootstrap 抽样法对面板门槛的存在性进行检验并确定门槛数量,由表 7 的门槛效应检验结果可知,单一门槛  $F$  统计值为 33.39,在 1% 的水平上通过了显著性检验,但双重和三重门槛的  $F$  统计值不显著,因此选择数字经济指标作为门槛变量、选择单一门槛模型,进行实证检验。

门槛效应检验结果表明数字经济在黄河流域内存在单一门槛效应,并通过了显著性检验,图 2 给出了似然比(LR)图,用来判断单一门槛值和相对应的置信区间。图 2 中平行于  $X$  轴的红色虚线是 95% 的置信值,红色线与 LR 图有两个交点,其对应的横坐标分别为置信区间的上下限,对应的置信区间为(0.199, 0.252)。其中图形的最低点即为估计的单一门槛值为 0.223。

数字经济对经济高质量发展水平的影响会因门槛区间的不同而存在差异,因此本文针对数字经济的不

同门槛值设定虚拟变量,然后进行回归分析数字经济对经济高质量发展的非线性影响.根据门槛效应检验结果得到数字经济的门槛值,将数字经济分为两个区间:区间 1( $q_1$ )为  $D \leq 0.223$ ,区间 2( $q_2$ )为  $D > 0.223$ ,然后分析在不同的区间中,数字经济对经济高质量发展的影响.

表 6 基准回归结果

Tab. 6 Benchmark regression results

变量	经济高质量发展指数(Y)						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
$D$	0.122 8*** (0.022)	0.120 5*** (0.022)	0.105 6*** (0.019)	0.107 4*** (0.019)	0.104 0*** (0.020)	0.106 0*** (0.020)	0.106 9*** (0.022)
$S_I$		0.015 9*** (0.004)	0.017 4*** (0.005)	0.018 0*** (0.005)	0.017 9*** (0.005)	0.018 9*** (0.005)	0.019 0*** (0.005)
$P_G$			0.055 0 (0.052)	0.052 1 (0.052)	0.052 0 (0.052)	0.047 7 (0.051)	0.047 5 (0.051)
$Q_X$				0.054 3* (0.031)	0.048 0* (0.028)	0.046 8* (0.027)	0.046 4* (0.027)
$E_M$					0.008 2 (0.012)	0.008 1 (0.011)	0.007 8 (0.011)
$\ln G$						-0.051 2 (0.048)	-0.050 5 (0.046)
$J_E$							0.011 2 (0.035)
常数项	0.216 9*** (0.003)	0.205 8*** (0.004)	0.183 4*** (0.022)	0.151 7*** (0.031)	0.127 7** (0.053)	0.120 7** (0.056)	0.125 6** (0.051)
城市固定	是	是	是	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是	是	是	是
观测值	513	513	513	513	513	513	513
$R^2$	0.262 2	0.305 2	0.321 1	0.326 6	0.327 9	0.329 9	0.330 3

注:括号中是标准误,\*\*\*, \*\*和\* 分别表示回归结果在 1%,5%和 10%置信水平下通过显著性检验,下同.

表 7 门槛效应检验

Tab. 7 Threshold effect test

检验	F 统计值	P 值	BS 次数	调节变量		
				10%	5%	1%
单一门槛检验	33.39	0.008 0	1 000	15.870 3	19.780 8	29.474 4
双重门槛检验	4.77	0.629 0	1 000	16.687 2	24.046 8	37.197 9
三重门槛检验	2.31	0.849 0	1 000	14.387 6	19.586 9	31.497 9

表 8 报告了不同门槛区间下,数字经济和经济高质量发展的回归结果.当  $D \leq 0.223$  时,数字经济对经济高质量发展的影响为负,这表明,在数字经济初创阶段,其未能有效提升黄河流域经济高质量发展水平.即在数字经济发展初期,相应的数字基础设施建设所需的资金多,成本高,建设周期长,且数字技术的发展具有不确定性和风险性,加之黄河流域城市多处于内陆地区,经济基础薄弱,且缺乏国家优惠政策扶持,导致地方企业数字投入积极性不高,短期内难以实现推动经济高质量发展的目的.在数字经济更高的区间内( $D > 0.223$ ),数字经济对黄河流域各地级市高质量发展的影响

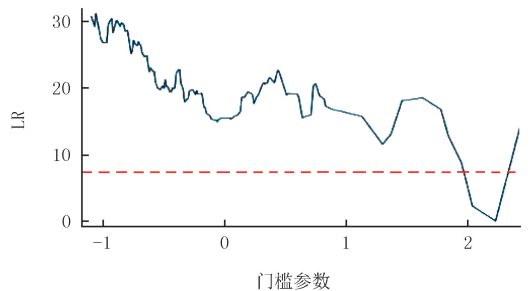


图2 LR趋势图

Fig. 2 LR trend chart

显著为正.这意味着,当数字经济水平不断提高时,对黄河流域各地级市的经济高质量发展水平的影响呈现边际递增的非线性特征,进一步验证了研究假设 2.其可能的原因是,新一轮科技革命爆发以及政府相关支持政策的出台,激励地方企业加大数字经济投资规模,加之数字经济基础设施逐步完善,提升了黄河流域的经济发展质量.

### 3.3 空间溢出效应分析

为了验证研究假设 3,本文使用空间计量模型进行实证检验.首先需要对黄河流域各地级市的经济高质量发展指数进行空间相关性检验,在地理距离矩阵下,计算 2011—2019 年黄河流域各地市经济高质量发展指数的莫兰指数(见表 9),结果显示,黄河流域各地级市经济高质量发展指数的全局莫兰指数均大于 0 且至少在 5%的水平下通过了显著性检验,表明黄河流域各地级市的经济高质量发展指数在空间分布上具有正向空间相关性,即经济高质量发展存在着显著的空间异质性和空间依赖性.如在实证分析中忽略经济高质量发展指标的空间相关性,则很可能导致回归结果存在偏差.另外,在进行回归之前,本文依次进行了 LM 检验、LR 检验、Wald 检验,最终选择时间空间双向固定的空间杜宾模型为最终模型.

表 8 数字经济影响经济高质量发展门槛模型的回归结果

Tab. 8 The regression results of the threshold model of digital economy affecting high-quality economic development

变量	经济高质量发展指数(Y)	
	(1)	(2)
$q1 * D$	-0.048 2 (0.034)	-0.057 5* (0.034)
$q2 * D$	0.115 8*** (0.021)	0.103 1*** (0.021)
控制变量	否	是
常数项	0.206 2*** (0.003)	0.112 3*** (0.032)
城市固定	是	是
时间固定	是	是
观测值	513	513
$R^2$	0.321 6	0.383 6

表 9 莫兰检验

Tab. 9 Moran test

年份	Moran's I	P 值
2011	0.052	0.000
2012	0.047	0.001
2013	0.045	0.002
2014	0.033	0.012
2015	0.022	0.047
2016	0.021	0.057
2017	0.026	0.029
2018	0.036	0.007
2019	0.056	0.000

考虑到回归结果是否稳健,本文同时报告了双向固定效应的 SAR 模型、SEM 模型以及 SDM 模型的回归结果(详见表 10).如前文所述,实证分析结果以 SDM 模型为基准,从表 10 可知,无论是采用哪种模型进行估计,黄河流域数字经济发展水平(D)和经济高质量发展水平的关系为正向的,且在 1%的水平上通过了显著性检验,表明黄河流域内数字经济发展的确提升了区域经济高质量发展水平.从结果可知,经济高质量发展的空间滞后项的系数在 5%的水平上显著为正,表明经济高质量发展存在显著的空间溢出效应,主要是由于各地区之间的经济高质量发展存在明显的竞争效应.而数字经济的空间滞后项的系数为负,表明邻近地区的数字经济水平提高对黄河流域内各地级市的经济高质量发展产生一定的负向影响,验证了假设 3.这可能的解释是,黄河流域邻近地区数字经济水平提高带来经济高质量发展时,更多的丰富且廉价的生产要素会流向该区域,会对黄河流域内各地级市的经济发展水平会产生一定的负向影响,这就是“虹吸效应”.

### 3.4 稳健性检验

前文基于地理距离矩阵检验了数字经济对黄河流域经济高质量发展的影响,研究结果表明数字经济发展能够显著提升黄河流域城市经济高质量发展水平,但邻近地区数字经济水平的提高对黄河流域高质量发展产生一定的负向影响.为保证研究结论的可靠性,本文进一步使用经济距离以及邻接矩阵对上述结论进行稳健性检验,表 11 的结果表明,在两种空间矩阵下的空间滞后系数始终显著为正,而数字经济的空间滞后项的系数为负,与前文结论一致,表明本文的结论是稳健和可靠的.

其次,采用替换解释变量的衡量方法对模型进行稳健性检验.腾讯研究院发布的“中国互联网+数字经济指数”,包括了国内各个省份、自治区、地级市的数据.本文在稳健性检验中选用腾讯研究院发布的 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 年的地级市数字经济发展指数作为数字经济的替换变量.回归结果表明,在地理距



离、经济距离和邻接矩阵三种情况下,数字经济仍然可以显著提升黄河流域经济高质量发展水平,但周边地区的数字经济水平提高会对黄河流域经济高质量水平产生负向影响,研究结果和前文的结果保持一致,本文研究得出的结论具有稳健性(详见表 12)。

表 10 不同空间计量模型的估计结果

Tab. 10 Estimation results of different spatial measurement models

变量	空间自回归模型(SAR)	空间误差模型(SEM)	空间杜宾模型(SDM)	变量	空间自回归模型(SAR)	空间误差模型(SEM)	空间杜宾模型(SDM)
$D$	0.426 0*** (0.037)	0.420*** (0.036)	0.382 0*** (0.036)	$J_E$	0.276 0*** (0.038)	0.277*** (0.037)	0.226 0*** (0.037)
$S_I$	0.034 7*** (0.005)	0.033 8*** (0.005)	0.031 2*** (0.005)	$W * D$			-0.114 (0.341)
$P_G$	0.089 2*** (0.009)	0.083 2*** (0.009)	0.058 6*** (0.009)	$\rho$	0.140* (0.07)		0.376 0** (0.163)
$Q_X$	0.305 0*** (0.038)	0.279 0*** (0.035)	0.297 0*** (0.036)	$\sigma^2$	0.002 1*** (0.000)	0.002 1*** (0.000)	0.001 8*** (0.000)
$E_M$	0.015 5** (0.006)	0.022 4*** (0.006)	0.030 6*** (0.006)	城市固定	是	是	是
$\ln G$	-0.050 4 (0.071)	-0.052 0 (0.068)	-0.063 9 (0.067)	时间固定	是	是	是
				$r^2$	0.817	0.812	0.445
				$N$	513	513	513

表 11 不同空间权重下的空间计量模型结果

Tab. 11 Results of spatial measurement model under different spatial weights

变量	地理距离矩阵	经济距离矩阵	邻接矩阵	变量	地理距离矩阵	经济距离矩阵	邻接矩阵
$D$	0.382*** (0.036)	0.377*** (0.033)	0.303*** (0.029)	$r^2$	0.445	0.830	0.745
$W * D$	-0.114 (0.341)	-0.368*** (0.125)	-0.236*** (0.058)	$N$	513	513	513
$\rho$	0.376** (0.163)	0.127* (0.064)	0.375*** (0.057)	控制变量	是	是	是
				城市固定	是	是	是
				时间固定	是	是	是

表 12 替换数字经济变量后的估计结果

Tab. 12 Estimated results after replacing digital economic variables

变量	地理距离矩阵	经济距离矩阵	邻接矩阵	变量	地理距离矩阵	经济距离矩阵	邻接矩阵
$D$	0.495*** (0.130)	0.477*** (0.121)	0.328** (0.103)	控制变量	是	是	是
$W * D$	-2.763* (1.450)	-0.073 1 (0.259)	-0.034 0 (0.218)	城市固定	是	是	是
$\rho$	0.383* (0.213)	0.081 9* (0.041)	0.291*** (0.068)	时间固定	是	是	是
$\sigma^2$	0.001 9*** (0.000)	0.002 0*** (0.000)	0.001 4*** (0.000)	$r^2$	0.476	0.838	0.820
				$N$	285	285	285

## 4 结论和建议

本文运用 2011—2019 年黄河流域 57 个地级市的面板数据,构建衡量经济高质量发展以及数字经济的

指标体系,并运用固定效应模型、面板门槛模型和空间计量模型,实证分析数字经济对黄河流域经济高质量发展的影响。本文主要结论如下:首先,数字经济对黄河流域各地级市经济高质量发展的影响显著为正,表明随着经济的快速发展,数字经济逐渐成为提升黄河流域经济发展质量的重要动力;其次,数字经济发展对黄河流域经济发展质量提升呈现出一种非线性的“边际效应”递增的趋势,当数字经济跨越一定门槛值后,其对黄河流域经济高质量发展的促进作用更为明显;最后,空间计量模型分析结果也表明数字经济发展能够提升本地区的经济高质量发展水平,且存在空间溢出效应,但邻近地区数字经济发展会对本地区经济高质量发展产生负向影响。

基于实证结果,本文提出推动黄河流域经济高质量发展的建议:(1)高度重视数字经济对黄河流域高质量发展的推动作用,把握发展机遇,加大数字经济在各个领域的推广应用力度,为实现黄河流域经济高质量发展增势赋能。(2)加大数字化基础设施建设,增加对以人工智能、物联网、5G等为代表的新型数字化基础设施的投资规模。加快推动数字经济平台建设,打造一大批工业互联网平台,充分发挥数字经济聚集资源的优势,带动行业经济发展。(3)根据黄河流域各地区数字经济发展存在的差距,制定符合地区数字经济发展的政策,对于数字经济水平较低的地区应加大财政相关政策的扶持力度,强化政策保障措施,提高科技水平和人力资本水平,缩小区域差距;对于经济发展水平较高的地区,发挥带头作用,引领周边城市共同进步,推动区域协调发展。

### 参 考 文 献

- [1] ZHANG C, KONG J. Effect of Equity in Education on the Quality of Economic Growth: Evidence from China[J]. *International Journal of Human Sciences*, 2010, 7(1): 47-69.
- [2] 金碚. 关于“高质量发展”的经济学研究[J]. *中国工业经济*, 2018(4): 5-18.  
JIN B. Study on the “High-Quality Development” Economics[J]. *China Industrial Economics*, 2018(4): 5-18.
- [3] 张军扩, 侯永志, 刘培林, 等. 高质量发展的目标要求和战略路径[J]. *管理世界*, 2019, 35(7): 1-7.  
ZHANG J K, HOU Y Z, LIU P L, et al. The Goals and Strategy Path of High-quality Development[J]. *Management World*, 2019, 35(7): 1-7.
- [4] 魏敏, 李书昊. 新时代中国经济高质量发展水平的测度研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2018, 35(11): 3-20.  
WEI M, LI S H. Study on the Measurement of Economic High-Quality Development Level in China in the New Era[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2018, 35(11): 3-20.
- [5] 荆文君, 孙宝文. 数字经济促进经济高质量发展: 一个理论分析框架[J]. *经济学家*, 2019(2): 66-73.  
JING W J, SUN B W. Digital Economy Promotes High-quality Economic Development: A Theoretical Analysis Framework[J]. *Economist*, 2019(2): 66-73.
- [6] 周清香, 何爱平. 数字经济赋能黄河流域高质量发展[J]. *经济问题*, 2020(11): 8-17.  
ZHOU Q X, HE A P. High Quality Development of the Yellow River Basin Empowered by Digital Economy[J]. *On Economic Problems*, 2020(11): 8-17.
- [7] 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, 36(10): 65-76.  
ZHAO T, ZHANG Z, LIANG S K. Digital Economy, Entrepreneurship, and High-Quality Economic Development: Empirical Evidence from Urban China[J]. *Management World*, 2020, 36(10): 65-76.
- [8] 丁志帆. 数字经济驱动经济高质量发展的机制研究: 一个理论分析框架[J]. *现代经济探讨*, 2020(1): 85-92.  
DING Z F. Research on the mechanism of digital economy driving high-quality economic development: a theoretical analysis framework [J]. *Modern Economic Research*, 2020(1): 85-92.
- [9] YILMAZ S, HAYNES K E, DINC M. Geographic and network neighbors: spillover effects of telecommunications infrastructure[J]. *Journal of Regional Science*, 2002, 42(2): 339-360.
- [10] 李天籽, 王伟. 网络基础设施的空间溢出效应比较研究[J]. *华东经济管理*, 2018, 32(12): 5-12.  
LI T Z, WANG W. A Comparative Study on the Spatial Spillover Effects of Network Infrastructure[J]. *East China Economic Management*, 2018, 32(12): 5-12.
- [11] 张俊英, 郭凯歌, 唐红涛. 电子商务发展、空间溢出与经济增长: 基于中国地级市的经验证据[J]. *财经科学*, 2019(3): 105-118.  
ZHANG J Y, GUO K G, TANG H T. E-commerce Development, Spatial Spillover and Economic Growth: Empirical Evidence Based on Chinese Prefecture-level Cities[J]. *Finance & Economics*, 2019(3): 105-118.
- [12] 崔蓉, 李国锋. 中国互联网发展水平的地区差距及动态演进: 2006—2018[J]. *数量经济技术经济研究*. 2021, 38(5): 3-20.  
CUI R, LI G F. Regional Differences and Distributional Dynamics of Internet Level in China: 2006—2018[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2021, 38(5): 3-20.
- [13] 王竹君, 任保平. 基于高质量发展的地区经济效率测度及其环境因素分析[J]. *河北经贸大学学报*, 2018, 39(4): 8-16.

- WANG Z J, REN B P. Regional Economic Efficiency Measurement and Environmental Factor Analysis based on High Quality Development[J]. Journal of Hebei University of Economics and Business, 2018, 39(4): 8-16.
- [14] 范合君, 吴婷. 数字化能否促进经济增长与高质量发展: 来自中国省级面板数据的经验证据[J]. 管理学报, 2021, 34(3): 36-53.  
FAN H J, WU T. On Whether the Digitalization can Promote the Economic Growth and High-quality Development: an Empirical Evidence from China's Provincial Panel Data[J]. Journal of Management, 2021, 34(3): 36-53.
- [15] 陈诗一, 陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. 经济研究, 2018, 53(2): 20-34.  
CHEN S Y, CHEN D K. Air Pollution, Government Regulations and High-quality Economic Development[J]. Economic Research Journal, 2018, 53(2): 20-34.
- [16] 师博, 任保平. 中国省际经济高质量发展的测度与分析[J]. 经济问题, 2018(4): 1-6.  
SHI F, REN B P. A Measurement of China's Provincial Economic High Quality Development[J]. On Economic Problems, 2018(4): 1-6.
- [17] 徐瑞慧. 高质量发展指标及其影响因素[J]. 金融发展研究, 2018(10): 36-45.  
XU R H. Constructing Quality of Growth Indices for China and Determinants Analysis[J]. Journal of Financial Development Research, 2018(10): 36-45.
- [18] 李金昌, 史龙梅, 徐蕊婷. 高质量发展评价指标体系探讨[J]. 统计研究, 2019, 36(1): 4-14.  
LI J C, SHI L M, XU A T. Constructing Quality of Growth Indices for China and Determinants Analysis[J]. Journal of Financial Development Research, 2019, 36(1): 4-14.
- [19] 张雪玲, 焦月霞. 中国数字经济发展指数及其应用初探[J]. 浙江社会科学, 2017(4): 32-40.  
ZHANG X L, JIAO Y X. A Preliminary Study of China's Digital Economy Development Index and Its Application[J]. Zhejiang Social Sciences, 2017(4): 32-40.
- [20] 郭峰, 王靖一, 王芳, 等. 测度中国数字普惠金融发展: 指数编制与空间特征[J]. 经济学季刊, 2020, 19(4): 1401-1418.  
GUO F, WANG J Y, WANG F, et al. Measuring China's Digital Financial Inclusion: Index Compilation and Spatial Characteristics[J]. China Economic Quarterly, 2020, 19(4): 1401-1418.
- [21] 王庆喜, 章鑫, 辛月季. 数字经济与浙江省高质量发展研究: 于空间面板数据的分析[J]. 浙江工业大学学报(社会科学版), 2021, 20(1): 42-49.  
WANG Q X, ZHANG X, XIN Y J. Research on digital economy and high quality development of Zhejiang Province: based on spatial panel data[J]. Journal of Zhejiang University of Technology(Social Sciences), 2021, 20(1): 42-49.
- [22] 黄庆华, 时培豪, 胡江峰. 产业集聚与经济高质量发展: 长江经济带 107 个地级市例证[J]. 改革, 2020(1): 7-99.  
HUANG Q H, SHI P H, HU J F. Industrial Agglomeration and High-quality Economic Development: Examples of 107 Prefecture-level Cities in the Yangtze River Economic Belt[J]. Reform, 2020(1): 7-99.
- [23] 方敏, 杨胜刚, 周建军, 等. 质量发展背景下长江经济带产业集聚创新发展路径研究[J]. 中国软科学, 2019(5): 137-150.  
FANG M, YANG S G, ZHOU J J, et al. The Innovative Development Path of Industry Agglomeration in Yangtze River Economic Belt under the Background of High-Quality Development[J]. China Soft Science, 2019(5): 137-150.

## The threshold and spatial spillover effects of the impact of digital economy on the high-quality economic development of the Yellow River Basin

Song Yuegang, Hao Xiazhen

(School of Business, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

**Abstract:** Based on the analysis of the role of digital economy in promoting high-quality economic development in the Yellow River Basin, the nonlinear impact of increasing marginal effects, and spatial effects, this paper uses panel data from 57 prefecture-level cities in the Yellow River Basin from 2011 to 2019 to construct a high-quality economy. This paper constructs the index system of the high-quality economic development and the digital economy, and empirically analyzes the impact of digital economy on the high-quality economic development of the Yellow River Basin by using fixed effect model, panel threshold model and spatial econometric model. The research results show that the digital economy can significantly improve the high-quality economic development level of the Yellow River Basin, and this driving effect has a non-linear increasing trend of "marginal effects". The empirical results of spatial measurement show that the digital economy can significantly improve the quality of economic development in the region, but the development of the digital economy in nearby regions will have a negative impact on the high-quality development of the region. This article expands the research on the influence of digital economy on the high-quality development of the Yellow River Basin, which is referential to promoting the high-quality economic development of the Yellow River Basin.

**Keywords:** Yellow River Basin; digital economy; high-quality development; threshold effect; spatial spillover effects

[责任编辑 陈留院 赵晓华]