

引用格式:王军,车帅.黄河流域数字经济对高质量发展的影响:来自城市异质性的经验证据[J].资源科学,2022,44(4):780-795. [Wang J, Che S. The impact of digital economy on high-quality development in the Yellow River Basin: Empirical evidence from urban heterogeneity[J]. Resources Science, 2022, 44(4): 780-795.] DOI: 10.18402/resci.2022.04.11

黄河流域数字经济对高质量发展的影响 ——来自城市异质性的经验证据

王军,车帅

(中国石油大学(华东)经济管理学院,青岛 266580)

摘要:黄河流域高质量发展是新时代下重大的国家发展战略,作为新型经济形态的数字经济能否助推黄河流域实现经济高质量发展是有待探究的重要议题。鉴于此,运用内生增长数理模型厘清数字经济作用于高质量发展的机理,并构建流域内城市的数字经济指数和水资源约束下的高质量发展指数,基于2011—2018年流域内沿线城市的面板数据,实证检验数字经济对高质量发展的提升作用及传导路径。结果表明:①全流域内数字经济能够显著提升高质量发展水平,非资源型城市的提升效果相较资源型城市更佳。②数字经济的高质量发展效应具有边际报酬后发递增优势,上游、中游城市相较于下游城市更为显著。③数字经济的作用效果随着城市规模的扩大呈现“倒U型”特征,中等城市是未来发展数字经济的重点所在。④产业结构高度化、技术创新、技术效率是数字经济推动高质量发展的关键传导路径,产业结构合理化则是重要的潜在作用渠道,分维度的互联网发展和普惠金融呈现一致的趋同效应。本文的政策启示是:要充分认识城市性质、城市区位以及城市规模的差异化影响,因地制宜强化数字经济的高质量发展红利效应;顺应新一轮科技革命发展浪潮,助推产业结构升级与技术进步,为黄河流域未来实现高质量发展提供重要支撑。

关键词:黄河流域;数字经济;高质量发展;产业升级;技术进步;城市异质性

DOI: 10.18402/resci.2022.04.11

1 引言

新时代下,践行集约型经济增长方式,推动经济由高速增长向高质量发展转变是当前中国面临的重要任务,而黄河流域作为中国重要的经济地带,在中国经济社会发展中地位显著。2019年9月和2021年10月,习近平总书记先后在郑州和济南主持召开黄河流域生态保护和高质量发展座谈会和推动会,黄河流域的高质量发展上升为国家战略,成为继京津冀、长三角、长江经济带和粤港澳大湾区之后的又一重要经济发展区域。鉴于此,如何贯彻落实黄河流域有关的国家战略,实现黄河流域经济高质量发展成为学术界关注的重点。立足黄

河流域发展的现实情况,其脆弱的生态严重制约着经济发展。首先,生态脆弱,流域内资源性缺水,水资源、水环境、水生态等问题相互交错,经济增长与生态保护矛盾突出。其次,经济社会发展整体滞后,产业结构呈现较强的资源依赖特征,第二产业长期占据主导地位导致经济结构转换动能不足;流域内部发展差距较大,2018年黄河流域GDP总量为19.4万亿元,下游地区占比达到6成以上,远远高于上游和中游地区总和。当前黄河流域存在的这些问题不仅限制了自身的“崛起”,而且扩大了与东部地区的差距,影响了中国的均衡发展。因此,推动黄河流域高质量发展既是迫在眉睫的现实需求,也

收稿日期:2021-06-15;修订日期:2021-09-20

基金项目:山东省软科学项目重点研发计划(2021RZA04027);中央高校基本科研业务费专项资金项目(19CX04033B)。

作者简介:王军,男,山东菏泽人,教授,博士生导师,研究方向为产业经济与区域发展。E-mail: 19930038@upc.edu.cn

通讯作者:车帅,男,山东德州人,博士研究生,研究方向为能源经济与区域发展。E-mail: jgcheshuai@163.com

2022年4月

是遵循经济发展规律的必然要求。

2019年12月中央经济工作会议的重点任务明确要“着力推动高质量发展,大力发展数字经济”。就数字经济的内涵而言,部分研究者采用非定义的方式描述了数字经济的某些显著特征,Tapscott^[1]在其1996年出版的《数字经济》一书中最早将数字经济等同于新经济和知识经济,但并未给出准确定义。Moulton^[2]认为信息技术和电子商务构成了数字经济,其中信息技术涉及信息处理和相关的设备和软件,电子商务指通过计算机等平台实现线上服务。Mesenbourg^[3]认为数字经济由电子业务基础设施、电子业务和电子商务三部分组成,试图通过对各部分的测量达到对整体的理解。其后人们普遍接受的数字经济内涵来自于中国网信办发布的《二十国集团数字经济发展与合作倡议》,即:数字经济是指以使用数字化的知识和信息作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动^[4]。近几年来,中国数字经济规模迅速发展,2018年达到了31万亿元,占GDP比重3成以上。同年,黄河流域沿线省份数字经济规模突破了7万亿元,占全国比重为22.6%,其中山东省已跨过2万亿元大关,宁夏、青海也已超过600亿元。可见,数字经济的发展已经成为黄河流域经济发展提质增效、转型升级的重要着力点,是推动其经济高质量发展的新动能和新引擎。基于黄河流域环境保护和经济发展双重约束,数字经济能否驱动流域内城市的高质量发展?数字经济对流域内城市高质量发展的提升效应是否存在区域差异?新的技术范式下,数字经济能否赋能产业变革和技术变革从而助推高质量发展?回答上述问题无疑能够为释放数字经济的发展活力,实现黄河流域经济又好又快发展提供重要参考。

2 文献回顾

与本文研究主题密相关的两类文献主要包括高质量发展的内涵与数字经济的发展效应。

2.1 高质量发展内涵与实现

就高质量发展的内涵而言,赵剑波等^[5]从系统平衡观、经济发展观、民生指向观3个视角分析了高

质量发展的主要内容和机制;而高培勇等^[6]则基于现代化经济体系建设的理论逻辑,提出社会主要矛盾、资源配置方式、产业体系、增长阶段等方面的特征性变化是高质量发展的必经之路。此外,高效率、公平、绿色可持续也是经济高质量发展的重要标志^[7]。就高质量发展的评价体系而言,马茹等^[8]在剖析经济高质量发展内涵的基础上,从供给、需求、效率、运行和开放等5个维度进行体系构建,而“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念也通常被学者们认为是经济高质量发展评价体系构建的基础,科技创新被认为是重要的驱动机制^[9,10]。

关于高质量发展影响因素的研究较为丰富,主要包括产业集聚、科技创新、消费升级等方面。具体而言,产业集聚能够促进要素自由流动,有效发挥经济“外部性”作用,通过促进技术进步进而提高经济发展质量^[11]。科技创新是驱动经济高质量发展的重要动力^[12],财政教育支出与科技创新能够实现良性互动从而助推经济高质量发展。居民消费结构升级能够通过优化投资结构对产业结构进行调整,从而提升环境效率并实现经济高质量发展^[13]。此外,有学者研究表明,产业转型升级是促进黄河流域高质量发展的关键路径^[14]。其内在原因是,产业结构和绿色发展的滞后性是黄河流域自身发展不平衡、不充分的突出表现^[15]。统筹规划构建有地域特色和竞争优势的现代产业体系能够促进城市群经济转型升级,从而推动黄河流域高质量发展^[16]。综上,经济高质量发展的影响因素众多,但其主要目标是实现“数量”到“质量”的转变,是“高碳发展”到“绿色驱动”的转变。

2.2 数字经济的发展效应

关于数字经济的研究可以分为理论和实证两个层面。

就理论而言,多数学者尝试构建数字经济作用于高质量发展的定性分析框架,在微观层面,互联网、大数据等新兴技术可以通过优化供需、完善价格机制来提高经济均衡水平;在宏观层面,数字经济可以通过优化资源配置效率来提升全要素生产率。例如,丁志帆等^[17]立足“微观企业”“中观产业”“宏观全要素生产率”的分析框架,阐明了数字经济

作用于实体经济,推动中国经济动能转换和高质量发展的理论机制。进一步地,就数字经济对中观产业高质量发展的定性研究而言,张于喆^[18]认为数字经济主要通过拓展产业发展的新内涵、新空间和新领域3个主要路径实现产业调整。

此外,学者们通过实证检验了数字经济对于产业结构、创新水平等方面的影响。就产业结构而言,明确的数字产业目标能够提升投资效率^[19],并且数字经济能够在现有资源约束下优化资源配置效率,进而推动产业结构转型升级。就创新水平而言,生产要素的数字化使得企业供应链效率提升从而节约了生产成本,为企业提供了用于创新的资源和动机^[20]。线上沟通的实时性能够提升生产者和消费者的沟通效率,进而推动企业创新^[21,22]。此外,学术界尝试构建互联网发展和环境保护之间的关联,一方面,有研究表明以互联网为代表的数字经济能够显著降低中国城市的雾霾污染^[23];另一方面,也有研究发现互联网迅速发展能够通过优化产业结构从而推动工业绿色全要素生产率提升^[24]。

通过对文献的梳理可以发现,学者们对高质量发展和数字经济展开了丰富的研究,高质量发展相关的研究重点关注其体系构建和路径实现,数字经济相关的研究重点关注产业结构、创新水平等影响因素。不难看出,现有文献较少将数字经济和高质量发展纳入统一的分析框架,仅有的研究也往往聚焦于二者之间的理论阐述,并未给出相关佐证,而在黄河流域层面关于数字经济和高质量发展的系统研究则更为缺乏。因此,本文采用黄河流域沿线城市数据,分析数字经济和高质量发展的内在关联,创新之处有以下3点:①构建数字经济与高质量发展的理论模型,阐明数字经济对高质量发展的影响和作用渠道。②从城市性质、城市区位,城市规模3个层面检验数字经济对于黄河流域高质量发展的异质性效果,使得研究结论和政策建议更为精准。③利用中介效应模型,探究数字经济对高质量发展可能的作用路径。

3 理论分析与假说提出

为刻画数字经济影响经济高质量发展的作用机理,本文借鉴彭水军等^[25]、郭峰等^[26]的研究思路,

构建包含数字技术发展和环境质量变动的内生增长数理模型。

3.1 理论模型构建

3.1.1 最终产品部门

假设生产函数为柯布道格拉斯形式,可以将污染强度作为生产要素引入生产函数,这样做的合理性在于当环境规制强度处在一个较低水平时,清洁性较低的生产技术将会得到应用。因此,最终产品部门的总量生产函数可以表示如下:

$$Y = Z \times A^\gamma (\alpha L)^\gamma K^{1-\gamma} \quad (1)$$

式中: Y 表示总产出; Z 表示污染强度,衡量已有生产技术的清洁程度,取值范围为0~1,当 $Z=1$ 时,表明不考虑环境因素的影响,即企业并未将生产要素投入治理污染,得到最大的潜在产出。当 $Z>1$ 时,企业考虑环境因素的影响,使用清洁型生产技术作为单位投入从而使得实际产出小于其潜在产出; A 表示技术进步投入; γ 表示有效劳动的弹性系数; α 表示最终产品部门劳动力占总劳动力比例; L 表示劳动力投入; K 表示资本投入。而 Y 与总消费 C 相减可以得到资本存量增加的动态方程 K' :

$$K' = Y - C \quad (2)$$

3.1.2 信息服务部门

假设数字技术水平为 ρ , ρ 由信息服务部门的生产能力 β 和参与生产的劳动力数量 $(1-\alpha)L$ 共同决定, ρ 的数值越大表示数字经济程度越高,则有关数字技术发展的动态方程 ρ' 可以表示如下:

$$\rho' = \beta \times (1 - \alpha)L \times \rho \quad (3)$$

假设技术转化率为 μ ,具有网络示范效应的大数据技术、物联网技术能够促进研发资源共享,突破空间局限,推动传统行业资源配置效率提高和技术进步,技术进步投入 A 可以表示为:

$$A = \mu \times \rho \quad (4)$$

从式(3)、(4)能够看出,数字经济能够对产出部门带来提升效应,一方面,能够提高传统产业部门的要素投入产出效率,推动产业结构升级;另一方面,能够推动技术进步,催生新技术从而提升经济发展质量。因此式(3)、(4)表明数字技术发展对于高质量发展可能的传导路径包括产业升级和技术进步,研究设计部分将依此构建中介效应模型。

2022年4月

3.1.3 环境质量

环境质量 Q 测算了最优环境质量和实际环境质量之间的差值,环境质量的构建反映了经济高质量发展中的环境保护方面,假设污染排放程度和环境的自我净化能力是决定环境质量变动的两个因素,那么可以得到环境质量变动的方程 Q' :

$$Q' = -YZ^{\chi} - \lambda Q \quad (5)$$

式中: χ 表示环境规制的强度,与实际环境质量成负相关关系; λ 表示环境的自我净化能力;假设最低生态阈值为 Q_{\min} ,则有 $Q_{\min} \leq Q \leq 0$,且当排除毁灭性和不可逆的环境污染时,自我生态修复速度要快于环境污染速度,则式(5) >0 。

3.1.4 目标函数

根据上述假设,消费者的效用函数可以用“ $U(C, Q)$ ”来表示,瞬时效用函数在 t 时刻的形式为跨期替代弹性固定和加性可分的,因此,消费者的社会福利目标则为瞬时效用贴现值最大化,故目标函数 Ω 和效用函数可表示如下:

$$\Omega = \max \int_0^{\infty} U(C, Q) e^{-\theta t} dt \quad (6)$$

$$U(C, Q) = \frac{C^{1-\psi} - 1}{1-\psi} - \frac{(-Q)^{1+\omega} - 1}{1+\omega} \quad (7)$$

式中: θ 表示贴现率; $e^{-\theta t}$ 表示贴现因子; ψ 表示跨期替代弹性的倒数,也表示消费者相对风险回避的系数; ω 则表示对环境质量的偏好。根据上述目标函数,进行动态最优化问题的求解,并且当目标函数取得最大值时,表明数字经济能够促进经济高质量发展,研究设计部分将依此构建基准计量模型。

3.2 理论模型求解与假说提出

从模型构建的过程可以看出,经济的高质量发展需要达到经济持续增长和环境质量改善的双重目标,而政府需要在二者良性互动的基础上使目标函数最大化,则动态最优化问题可以表示如下:

$$\begin{aligned} \Omega &= \max \int_0^{\infty} U(C, Q) e^{-\theta t} dt \\ \text{s.t.} \quad &\begin{cases} Y = Z \times A^{\gamma} (\alpha L)^{\gamma} K^{1-\gamma} \\ K' = Y - C \\ \rho' = \beta \times (1 - \gamma) L \times \rho \\ A = \mu \times \rho \\ Q' = -YZ^{\chi} - \lambda Q \end{cases} \end{aligned} \quad (8)$$

可以构造现值汉密尔顿函数 H , 如下所示:

$$H = U(C, Q) + \sigma_1(Y - C) + \sigma_2\beta(1 - \alpha)L\rho + \sigma_3(-YZ^{\chi} - \lambda Q) \quad (9)$$

式中: σ_1 、 σ_2 、 σ_3 表示现值拉格朗日乘数因子;控制变量 C 、 Z 、 α 和状态变量 K 、 ρ 、 Q 的含义同前文。根据汉密尔顿函数对控制变量的导数为 0,可以得到一阶条件如下:

$$\begin{cases} \frac{\partial H}{\partial C} = 0 \Rightarrow \sigma_1 = C^{-\psi} \\ \frac{\partial H}{\partial Z} = 0 \Rightarrow \sigma_1 = \sigma_3(\chi + 1)Z^{\chi} \\ \frac{\partial H}{\partial \alpha} = 0 \Rightarrow \sigma_2\beta L\rho = \frac{\gamma Y \chi}{\alpha(\chi + 1)}\sigma_1 \end{cases} \quad (10)$$

根据汉密尔顿函数对状态变量的导数等于负的乘数因子对时间的导数,可得到欧拉方程如下:

$$\begin{cases} \frac{\partial H}{\partial K} = \theta\sigma_1 - \dot{\sigma}_1 \Rightarrow \dot{\sigma}_1 = \theta\sigma_1 - \frac{(1 - \gamma)\chi Y}{(\chi + 1)K}\sigma_1 \\ \frac{\partial H}{\partial \rho} = \theta\sigma_2 - \dot{\sigma}_2 \Rightarrow \dot{\sigma}_2 = \theta\sigma_2 - \beta L\sigma_2 \\ \frac{\partial H}{\partial Q} = \theta\sigma_3 - \dot{\sigma}_3 \Rightarrow \dot{\sigma}_3 = \theta\sigma_3 - (-Q)^{\omega} - \lambda\sigma_3 \end{cases} \quad (11)$$

根据式(8),一阶条件式(10)和欧拉方程(11)求解可得:

$$\begin{aligned} g_c &= \frac{1}{\psi} \left[(1 - \gamma) \frac{\chi}{\chi + 1} \frac{Y}{K} - \theta \right] \\ &= \frac{1}{\psi} \left[(1 - \gamma) \frac{\chi}{\chi + 1} (\mu\rho)^{\gamma} K^{-\gamma} Z - \theta \right] \end{aligned} \quad (12)$$

$$g_q = \frac{1 - \psi}{1 + \beta} g_c = \frac{1 - \psi}{\psi(1 + \beta)} \left[(1 - \gamma) \frac{\chi}{\chi + 1} (\mu\rho)^{\gamma} K^{-\gamma} Z - \theta \right] \quad (13)$$

式中: g_c 和 g_q 分别表示物质消费和环境质量取对数并求导之后的表达式。因为社会性最优增长是指,使无限期存在的代表性个体的福利现值最大化的增长途径,在可持续的最优增长路径上,数字技术的发展速度将快于资本 K 的积累速度,这一定程度上克服了资本报酬递减以及环境污染的压力,从而有 $g_c > 0$;对于理性消费者而言,其跨期替代弹性的偏好限制为 $1/\gamma < 1$,从而有 $g_q < 0$ 。因此,在最优增长路径上,数字技术的发展能够达到经济增长和环境保护的双赢,据此,可以提出以下假说:

H1: 数字经济是促进经济高质量发展、实现经济可持续增长和改善环境质量的重要推动力。

值得关注的是,数字经济对于经济高质量发展的影响可能是异质性的。城市性质、城市区位、城市规模可能是造成这种差距的主要原因,中国的城

市发展水平不同,则数字经济发展的政策效应就会产生对应的差异。一般而言,经济较发达的地区或者大规模的城市有着更好的人力、技术、资金等禀赋条件^[27,28],而对黄河流域沿线城市的发展实际来说,资源型城市可能对数字技术的应用并不敏感^[29]。据此,可以提出以下假说:

H2:数字经济对于高质量发展的推动作用可能受城市性质、城市区位和城市规模等因素的影响而呈现异质性的特征。

进一步地,基于式(13),求解一阶微分方程可得:

$$Q = g_Q \exp \left\{ \frac{(1-\psi)t}{\psi(1+\beta)} \left[(1-\gamma) \frac{\chi}{\chi+1} (\mu\rho)^{\gamma} K^{-\gamma} Z - \theta \right] \right\} \quad (14)$$

通过对式(14)求解 Q 关于 ρ 的偏导数,可知其结果为正,进一步佐证数字技术发展对改善环境质量,实现经济持续增长的直接推动作用。结合式(3)、(4)来看,数字技术推动经济可持续发展的路径可以进一步分解为产业升级和技术进步。对产业升级而言,数字技术的发展可以为传统产业生产提供高技术的支持,进而加快其生产方式和组织方式变革速度,实现对传统产业的改造升级,加快产业转型,从而推动经济高质量发展。而数字技术发展所带来的技术进步效应能够直接提升企业研发创新能力,改善全产业链的生产过程并朝着清洁化转型,从而实现全社会的经济可持续发展。据此,提出以下假说:

H3:在其他条件不变的情况下,产业升级、技术进步可能是数字经济推动经济高质量发展的重要传导路径。

4 研究方法

4.1 计量模型设定

为检验H1和H2,首先针对黄河流域数字经济推动高质量发展的直接影响建立基准模型:

$$gtfp_{it} = \zeta_0 + \zeta_1 dgc_{it} + \zeta_c X_{it} + u_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

式中: $gtfp_{it}$ 表示 i 城市 t 年的经济高质量发展水平; ζ_0 表示截距项; ζ_1 、 ζ_c 表示待估计系数; dgc_{it} 表示数字经济发展水平; X_{it} 表示控制变量; μ_i 和 δ_t 分别表示个体和时间固定效应; ε_{it} 表示扰动项。

除了式(15)所检验的数字经济对高质量发展

的直接影响,根据理论分析,为进一步讨论数字经济对于高质量发展可能存在的间接作用机制,对产业升级和技术进步是否为二者之间中介变量的H3进行检验。回归模型的具体形式设定如下:

$$itu_{it}/tpe_{it} = \eta_0 + \eta_1 dgc_{it} + \eta_c X_{it} + u_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

$$gtfp_{it} = \xi_0 + \xi_1 dgc_{it} + \xi_2 itu_{it}/tpe_{it} + \xi_c X_{it} + u_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (17)$$

式中:中介变量包括产业升级(itu)和技术进步(tpe); η_0 和 ξ_0 表示常数项; η_1 、 η_c 、 ξ_1 、 ξ_2 、 ξ_c 表示待估计系数; η_1 和 ξ_1 的乘积表示中介效应的大小。

4.2 变量定义及测度

4.2.1 被解释变量

被解释变量为高质量发展,借鉴李华等^[30]的表征方式,将包含环境因素的绿色全要素生产率作为经济高质量发展的代理指标,基于非径向非角度SBM模型,较好地克服了径向模型未包括松弛变量及未考虑非期望产出等效率评价缺陷。考虑到黄河流域较为特殊的水资源约束,将沿线城市的年供水量纳入投入要素,使测算结果更具科学性和针对性^[31]。投入指标包括:①劳动力投入:选取各城市年末就业人数表示;②资本投入:利用永续盘存法计算得到的全社会固定资产投资额表示^[32];③能源投入:选取各城市全年用电量表示;④水资源投入:选取各城市的全年供水总量表示。产出指标包括:①期望产出:选取各城市GDP表示;②非期望产出:选取各城市全年工业废水排放量、工业SO₂排放量、工业烟尘排放量表示。

4.2.2 解释变量

解释变量为数字经济发展水平($dgc1$),借鉴已有研究,从互联网发展水平($dgc2$)和数字普惠金融指数^[33]($dgc3$)两个方面来综合评价城市层面的数字经济水平。其中,互联网发展水平包括:①互联网相关产业产出:选取人均电信业务总量表示;②互联网相关产业从业人员:选取计算机服务和软件业从业人员占比表示;③互联网普及情况:选取每百人互联网宽带接入用户数量表示;④移动电话普及情况:选取每百人移动电话用户数量表示。进一步通过主成分分析方法将互联网发展的细分指标和数字普惠金融指数的数据进行标准化,并降维处理

2022年4月

得到黄河流域沿线城市层面的数字经济发展水平。

4.2.3 中介变量

中介变量包括产业升级和技术进步。

进一步将产业升级分解为产业结构高度化和产业结构合理化两个维度。就产业结构高度化而言,其衡量的是经济结构“服务化”不断深化的过程,反映了产业结构由低级到高级的转换,故产业结构高度化用第三产业增加值占GDP比重与第二产业增加值占GDP比重相除得到^[34]。就产业结构合理化而言,采用泰尔指数来反映各产业部门的协调发展程度^[35],形式如下:

$$TL = \sum_{j=1}^n \left(\frac{OV_j}{OV} \right) \ln \left(\frac{OV_j/EM_j}{OV/EM} \right) \quad (18)$$

式中: OV_j 和 OV 分别为第 j 产业产值和三大产业总

产值; EM_j 和 EM 分别为第 j 产业就业人数和三大产业总就业人数; n 为产业数目。根据古典经济学假设,泰尔指数是一个逆向指标,泰尔指数为0时,各产业部门生产率达到均衡状态。因此,泰尔指数越偏离0,说明当前产业结构越偏离均衡状态,越不合理。

技术进步包括两个指标:①技术创新,采用各城市人均发明专利授权量表示;②技术效率,采用绿色全要素生产率的分解指标技术效率指数来表示^[36]。

4.2.4 控制变量

基于文献[37,38],选取的主要控制变量包括:经济水平、外商投资、劳动力数量、社会消费、政府干预、城镇失业率、科技支持等。表1列出了本文的被

表1 主要变量定义

Table 1 Definition of main variables

一级指标	二级指标	三级指标	单位
被解释变量	高质量发展(<i>gtp</i>)	年末就业人数	万人
		固定资产投资额	万元
		全年用电量	亿kWh
		全年供水总量	万m ³
		GDP	万元
		工业废水排放量	万t
		工业SO ₂ 排放量	万t
		工业烟尘排放量	万t
核心解释变量	数字经济发展水平(<i>dgc1</i>)	人均电信业务总量	万元/人
		计算机服务和软件业从业人员占比	%
		每百人互联网宽带接入用户数量	户/百人
		每百人移动电话用户数量	户/百人
		中国数字普惠金融指数,根据文献[33]	
中介变量一	产业结构高度化(<i>itu1</i>)	第三产业增加值占比/第二产业增加值占比	%
	产业结构合理化(<i>itu2</i>)	泰尔指数	
中介变量二	技术创新(<i>tpe1</i>)	人均发明专利授权数目	件
	技术效率(<i>tpe2</i>)	技术效率指数,根据文献[36]	
控制变量	经济水平(<i>pgdp</i>)	人均GDP	万元/人
	外商投资(<i>fdi</i>)	当年实际使用外资金额	亿元
	劳动力数量(<i>emp</i>)	城镇单位从业人员期末人数	万人
	社会消费(<i>soc</i>)	社会消费品零售额/地区生产总值	%
	政府干预(<i>gov</i>)	公共财政支出/地区生产总值	%
	城镇失业率(<i>une</i>)	城镇失业人数/(城镇在业人数+城镇失业人数)	%
	科技支持(<i>tec</i>)	科学技术支出	万元

解释变量、解释变量、中介变量和控制变量的详细定义。

4.3 数据来源

鉴于计算数字经济指数的原始数据最早为2011年以及为保证数据完整性,因此研究样本期设定为2011—2018年,主要数据来自《中国城市统计年鉴》,缺失数据利用各地级市统计年报和国泰安数据库以及各省统计年鉴补齐。据此,主要研究变量的描述性统计结果如表2所示。

5 结果与分析

5.1 基准回归结果

从整体样本层面考察数字经济发展对于黄河流域高质量发展的影响,表3中报告了普通最小二乘法给出的基准回归结果,其中列(1)–(8)是样本期间内依次添加控制变量的回归结果。可以看出,无论是否添加控制变量,核心解释变量数字经济指数的系数均在1%的水平上显著为正,具体从表3中列(8)可以得到如下结论:数字经济发展指数每提高10%,黄河流域的经济高质量发展指数提高3.6%,数字经济的发展对黄河流域高质量发展具有显著的促进作用;而若不控制有关的变量,则会不同程度上高估数字经济对黄河流域高质量发展的推动效应。其内在原因在于数字经济的核心生产

要素是数字化的知识和信息,现代信息网络的迅速发展能够源源不断地将新技术和新产业注入到高质量发展中,提升了生产力和供给体系的效率,进而为黄河流域的高质量发展提供新动能,H1得证。

就控制变量的回归结果而言,经济水平、外商投资、政府干预、科技支持均可以促进高质量发展。现有研究为这一结论提供了有力支持:随着“绿水青山就是金山银山”发展理念的提出,人均国内生产总值的绿色属性也在逐渐增加;投资环境的优化吸引了大量盈利能力强、管理水平高的外商直接投资,并为中国经济发展提供了不可或缺的资本要素,从而推动了经济质量的提升^[39];政府干预的回归结果表明,财政支出的合理流向,尤其是技术性偏向的财政扶持有利于区域经济发展水平的提高;科技支持则引领了行业发展趋势,为高质量发展提供根本的推动力^[40]。劳动力数量、社会消费、城镇失业率则阻碍了高质量发展,可能的原因在于:当前中国劳动力市场存在供大于求和素质不高等问题,而且劳动力数量的增加一定程度上降低了用工单位对技术进步的需求,从而不利于经济转型升级;城镇失业率上升会消耗社会资源,造成再分配压力,对长期经济增长产生不利影响;同理而言,社会消费对经济高质量发展的负向作用表明居民消费

表2 主要变量描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of variables

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
<i>gtfp</i>	504	1.179	0.684	0.158	8.708
<i>dgc1</i>	504	5.544	0.521	3.800	7.709
<i>dgc2</i>	504	5.596	0.581	3.489	7.908
<i>dgc3</i>	504	4.936	0.503	3.490	5.609
<i>itu1</i>	504	0.787	0.373	0.204	2.488
<i>itu2</i>	504	0.274	0.204	0.007	1.238
<i>tpe1</i>	504	1.077	0.501	0.135	6.995
<i>tpe2</i>	504	-0.853	1.269	-4.449	2.175
<i>pgdp</i>	504	1.770	0.538	0.513	6.465
<i>fdi</i>	504	9.885	1.808	4.955	14.020
<i>emp</i>	504	3.711	0.772	1.746	6.419
<i>soc</i>	504	0.448	0.281	0.026	2.581
<i>gov</i>	504	0.199	0.161	0.067	1.724
<i>une</i>	504	6.883	5.382	0.284	44.730
<i>tec</i>	504	1.007	1.146	-2.563	4.291

2022年4月

表3 数字经济对高质量发展的推动作用回归结果

Table 3 The role of the digital economy in promoting high-quality development

变量	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>dgc1</i>	0.435*** (5.60)	0.391*** (4.89)	0.364*** (4.54)	0.375*** (4.63)	0.372*** (4.55)	0.379*** (4.69)	0.379*** (4.69)	0.360*** (4.44)
<i>pgdp</i>		0.178** (2.19)	0.170** (2.11)	0.176** (2.17)	0.168** (2.01)	0.190** (2.29)	0.190** (2.28)	0.144* (1.69)
<i>fdi</i>			0.098** (2.50)	0.106*** (2.65)	0.105*** (2.61)	0.092** (2.30)	0.092** (2.29)	0.084** (2.10)
<i>emp</i>				-0.097 (-0.98)	-0.099 (-0.98)	-0.333*** (-2.74)	-0.333*** (-2.73)	-0.439*** (-3.38)
<i>soc</i>					0.037 (0.39)	-0.383** (-2.42)	-0.383** (-2.41)	-0.374** (-2.37)
<i>gov</i>						1.072*** (3.28)	1.071*** (3.26)	0.957*** (2.90)
<i>une</i>							0.001 (0.06)	-0.002 (-0.23)
<i>tec</i>								0.154** (2.30)
<i>R</i> ²	0.067	0.077	0.090	0.092	0.092	0.114	0.114	0.125
<i>N</i>	504	504	504	504	504	504	504	504
<i>F</i>	31.344	18.215	14.378	11.021	8.830	9.311	7.963	7.698
控制变量				是				
固定效应				是				

注:括号内为*t*值,***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著,下同。

并未完全从“有没有”的模仿型排浪式消费阶段转入“好不好”的个性化、多样化消费阶段,传统消费领域的主导地位导致生产厂商无序扩张,从而抑制了经济的转型升级。

5.2 城市性质异质性检验

黄河流域是中国典型的生态脆弱性区域,流域内的资源型城市和非资源型城市经济发展差异较大,因此,可以预期数字经济对高质量发展的影响在不同属性的城市也会不同。根据国务院发布的资源型和非资源型城市分类标准,将黄河流域沿线城市划分为资源型城市30个,非资源型城市33个,以考察数字经济对经济高质量发展的效应是否因为不同的城市性质而存在差异。基于城市性质分类的异质性检验结果如表4所示,其中列(1)、(2)分别为控制了时间效应、地区效应的资源型城市和非资源型城市结果,列(3)、(4)分别为不控制时间效

应和地区效应的检验结果。可以看出,数字经济对高质量发展的影响在资源型和非资源型城市中表现出了显著差异。具体而言,从列(2)、(4)的结果可以发现,数字经济发展能够有效地推动非资源型城市的高质量发展,列(1)、(3)的结果则证明了数字经济在资源型城市并未发挥出有效的推动效

表4 城市性质异质性检验结果

Table 4 Results of urban characteristics heterogeneity test

变量	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>dgc1</i>	-0.020 (-0.28)	0.776*** (5.42)	0.019 (0.28)	0.600*** (4.51)
<i>R</i> ²	0.251	0.173	0.213	0.148
<i>N</i>	240	264	240	264
<i>F</i>	8.442	5.817	48.040	37.360
控制变量		是		是
固定效应		是		否

应。其可能的原因在于:非资源型城市经济发展方式多样,而资源型城市则相对单一;非资源型城市为数字经济的发展提供了相对丰富的技术、资金、人才等要素,资源型城市在长时间的发展过程中对自然资源有着较强的依赖性,形成了固化的传统产业布局,城市自身创新性以及对于新技术和新产业的接纳性较差,数字经济在资源型城市生存空间有限导致其并不能有效地推动经济的高质量发展,H2部分得证。

5.3 城市区位异质性检验

黄河流域发展的问题,“表象在黄河,根子在流域”,讨论黄河流域的高质量发展需要基于全流域的视角考虑。黄河流域面积79.5万km²,横跨9个省份,城市之间的发展不平衡不充分问题日益凸显。那么,黄河流域的数字经济对高质量发展的影响是否因为城市区位不同而呈现显著差异呢?为了验证该假设,进一步将流域内城市划分为下游城市、中游城市、上游城市,城市区位异质检验结果如表5所示。其中,(1)–(3)分别代表了下游、中游、上游的回归结果,(4)–(6)分别代表了下游、中游、上游的未控制时间效应和地区效应的回归结果。可以看出,数字经济发展对黄河流域不同区域的高质量发展并未呈现一致的提升作用。具体而言,数字经济对于上游和中游的显著性和影响系数均高于下游地区,流域内呈现了“上游>中游>下游”的作用效果;而未控制时间效应和地区效应则会一定程度上低估数字经济的高质量发展效应。分析其可能的原因在于:一方面,就不同区域存在的客观差距而言,下游地区的产业结构水平和经济发展程度要优于上游地区和中游地区,而数字经济具有边际报酬

递增的后发优势,所以数字经济发展的“红利”效应已消耗殆尽,甚至可能因为过度追求虚拟经济发展而导致经济结构扭曲,从而产生列(1)、(4)的潜在负向影响。另一方面,近年来国家多次强调要加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度,对中西部地区发展互联网、大数据等新业态进行了强有力的政策支持,数字经济成为中西部地区“弯道超车”的重要途径。从2018年数字经济内部结构来看,东北地区和西北地区产业数字化比重分别为88.8%和90.8%,珠三角和长三角地区则分别为62.6%和71.3%,因此数字经济对下游地区的“锦上添花”效应要明显小于上游地区和中游地区的“雪中送炭”效应。未来数字经济发展的重点应是黄河流域上、中游城市,在技术的普及和模仿阶段,这些城市承接的数字技术仍然是相对最具时间价值的,并且能够维持很高的边际报酬。

5.4 城市规模异质性检验

黄河流域沿线城市的城市规模分异是影响跨区域协同治理、城市群综合发展不可忽略的重要因素。因此,根据国务院出台的城市规模划分标准,结合样本特点,将样本城市分为常住人口50万以下的小城市、50万(含50万)~100万的中等城市、100万(含100万)~500万的大城市和500万及以上的特大城市进行验证。黄河流域城市规模的异质性检验结果如表6所示,其中(1)–(4)分别代表了小城市、中等城市、大城市、特大城市的检验结果。可以看出,黄河流域数字经济对高质量发展的作用效果在不同城市规模中呈现了显著差异。具体而言,数字经济对高质量发展的影响呈现“倒U型”特征,即数字经济的作用效果会随着城市规模变大而先上

表5 地区异质性检验结果

Table 5 Results of regional heterogeneity test

变量	<i>gtfp</i> (1)	<i>gtfp</i> (2)	<i>gtfp</i> (3)	<i>gtfp</i> (4)	<i>gtfp</i> (5)	<i>gtfp</i> (6)
<i>dgc1</i>	-0.135 (-1.10)	0.154* (1.79)	0.722*** (4.49)	-0.107 (-1.03)	0.074 (0.92)	0.620*** (4.26)
<i>R</i> ²	0.154	0.294	0.164	0.130	0.209	0.159
<i>N</i>	112	184	208	112	184	208
<i>F</i>	2.042	7.944	4.267	18.410	41.220	32.910
控制变量		是			是	
固定效应		是			否	

2022年4月

表6 城市规模异质性检验结果

Table 6 Results of urban scale heterogeneity test

变量	<i>gtfp</i> (1)	<i>gtfp</i> (2)	<i>gtfp</i> (3)	<i>gtfp</i> (4)
<i>dgc1</i>	-0.152 (-0.82)	1.294*** (4.68)	0.103* (1.70)	-0.255 (-0.99)
<i>R</i> ²	0.136	0.301	0.184	0.786
<i>N</i>	48	120	304	32
<i>F</i>	0.669	5.221	7.289	9.168
控制变量	是			
固定效应	是			

升后下降。其内在逻辑是:数字经济的发展需要一定的技术、资金、人才等初始要素禀赋,政策扶持对初期的小城市而言是重要的保障,小城市只有完善城市的基础设施和互联网平台建设,才有机会抓住信息化革命浪潮,借力数字经济去推动高质量发展;而特大型城市则容易出现“城市病”,交通拥挤、环境污染等因素制约了数字经济效应的释放,高技术人才、企业的流失也对经济的高质量发展造成了阻碍作用。因此,中等城市和大城市是未来黄河流域发展数字经济的重要潜力区域,对于黄河流域城市规模的异质性检验结果是从更为微观的角度对城市区位异质性检验的重要补充,研究结论进一步证明了H2提出的合理性。

5.5 产业升级和技术进步的中介效应检验

5.5.1 产业结构高度化和产业结构合理化

根据前述理论分析,从产业升级和技术进步的

双重视角探讨了数字经济对于高质量发展的间接传导机制,为验证该假说提出的合理性,此部分构建中介效应模型进行分析,产业升级中介效应的回归结果见表7。表7中的(1)–(3)以产业结构高度化作为中介变量,(4)–(6)以产业结构合理化作为中介变量。第(1)、(4)列为黄河流域数字经济对高质量发展的影响,与基准结果一致。观察第(2)、(3)列的结果,能够发现产业结构高度化可以作为数字经济影响高质量发展的传导路径。第(5)、(6)列的结果则否定了产业结构合理化的中介作用。

分析其可能的原因:一方面,数字经济的发展能够加快产业结构向技术密集型转变,生产产品由低加工度向高加工度,低附加值向高附加值演进。随着数字技术的应用和升级,各产业不断进行分化、重组和融合形成新型产业,劳动生产率的不断提高正向促进了产业结构高度化水平,故而产业结构高度化能够作为数字经济传导路径。另一方面,列(5)的结果否定了数字经济对产业结构合理化的推动作用,这表明产业结构合理化更多地衡量了产业间的关联程度和产业部门协调发展的程度,黄河流域数字经济的发展更多地推动了产业转型的速度,加大了高技术产业、服务业等第三产业的比重,而并未实际提高要素资源在产业间的配置、协调和利用效率,H3部分得证。

5.5.2 技术创新和技术效率

进一步,考察技术创新和技术效率能否作为黄

表7 产业升级的中介效应检验结果

Table 7 Mediating effect test results of industrial upgrading

变量	<i>gtfp</i> (1)	<i>isu1</i> (2)	<i>gtfp</i> (3)	<i>gtfp</i> (4)	<i>isu2</i> (5)	<i>gtfp</i> (6)
<i>dgc1</i>	0.360*** (4.44)	0.189*** (7.69)	0.299*** (3.47)	0.360*** (4.44)	0.001 (0.12)	0.361*** (4.51)
<i>isu1</i>			0.323** (2.05)			
<i>isu2</i>						-1.202*** (-3.15)
<i>R</i> ²	0.125	0.379	0.133	0.125	0.031	0.144
<i>N</i>	504	504	504	504	504	504
<i>F</i>	7.698	33.073	7.359	7.698	1.736	8.084
控制变量	是					
固定效应	是					

河流域数字经济推动经济高质量发展的作用路径。技术进步中介效应的回归结果见表8,其中(1)–(3)以技术创新作为中介变量,(4)–(6)以技术效率作为中介变量。整体来看,技术创新和技术效率均通过了检验,证明了其作为数字经济促进高质量发展的渠道作用。具体而言,列(2)、(5)的结果表明数字经济对技术创新的推动作用要略高于对技术效率的推动作用,列(3)、(6)的结果则表明技术效率对高质量发展的影响要略高于技术创新对高质量发展的影响。

其内在的逻辑在于:数字经济的发展更多强调的是新技术的应用和新产业的变革,数字经济的发展同信息技术尤其是互联网技术的广泛应用是分不开的,不断升级的网络基础设施与智能机等信息

工具使得传统经济逐步实现数字化、网络化、智能化发展。因此,数字经济的发展更多地推动了以人均发明专利授权数目来表示的技术创新,符合数字经济的特征。就黄河流域而言,流域内高质量发展更多强调的是其绿色属性,保障生态安全和控制环境污染是实现流域经济转型升级的重要基础,因此,技术效率的改进对于黄河流域的高质量发展推动作用更加明显。综上,H3得以证实。

5.6 稳健性检验

5.6.1 更换被解释变量

为探究数字经济的子维度对高质量发展的作用,并进一步稳健研究结论,将数字经济分为互联网发展和数字普惠金融两个指标进行回归,估计结果见表9。其中,(1)–(3)依次反映了互联网发展对

表8 技术进步的中介效应检验结果

Table 8 Mediating effect test results of technological progress

变量	<i>gtfp</i> (1)	<i>tpe1</i> (2)	<i>gtfp</i> (3)	<i>gtfp</i> (4)	<i>tpe2</i> (5)	<i>gtfp</i> (6)
<i>dgc1</i>	0.360*** (4.44)	0.357*** (4.79)	0.318*** (3.85)	0.360*** (4.44)	0.224*** (3.67)	0.131** (2.50)
<i>tpe1</i>			0.116** (2.23)			
<i>tpe2</i>						1.020*** (25.00)
R^2	0.125	0.369	0.135	0.125	0.090	0.642
N	504	504	504	504	504	504
F	7.698	31.691	7.461	7.698	5.367	86.143
控制变量	是					
固定效应	是					

表9 互联网发展、数字普惠金融与高质量发展

Table 9 Internet development, digital financial inclusion and high-quality development

变量	<i>gtfp</i> (1)	<i>gtfp</i> (2)	<i>gtfp</i> (3)	<i>gtfp</i> (4)	<i>gtfp</i> (5)	<i>gtfp</i> (6)
<i>dgc2</i>	0.309*** (4.20)	0.021 (0.34)	0.689*** (5.05)			
<i>dgc3</i>				0.247*** (3.83)	−0.142* (−1.84)	0.422*** (4.16)
R^2	0.121	0.251	0.160	0.115	0.263	0.131
N	504	240	264	504	240	264
F	7.418	8.448	5.298	7.009	8.991	4.208
控制变量	是					
固定效应	是					

2022年4月

全流域、资源型城市、非资源型城市高质量发展的影响,(4)–(6)依次反映了数字普惠金融对全流域、资源型城市、非资源型城市高质量发展的影响。可以看出,采取以数字经济子维度的指标来更换解释变量的方式并未影响到基准回归结论,互联网发展和数字普惠金融能够推动全流域的高质量发展,在非资源型城市的作用效果要比资源型城市更显著^①。

其内在原因在于:一方面,互联网沟通的及时性能够解决信息不对称问题,提升了企业融资效率并带动技术进步从而提升了经济质量。另一方面,第三方购买和支付的兴起为消费者与生产者搭建起即时交流平台,消费结构的转变提高了经济发展质量。同理,数字普惠金融具有场景化和智能化的技术特征,不仅能扩大金融的覆盖范围,而且能降低中小企业融资的风险和成本,从而进一步通过改善技术效率和优化产业结构来提升经济发展绩效。

5.6.2 工具变量法和GMM估计

克服经济学研究中内生性问题重要方式是为核心解释变量选取合适的工具变量,本文选取的工

具变量是历史上每百万人的邮局数量,其内在逻辑是:一方面,从中国数字技术发展史来看,电话和手机普及之前,邮局是人们较早时期进行信息传输和沟通交流的方式,邮局分布的地区可以为互联网的先期接入和数字技术的应用奠定基础。从这个角度而言,选用可获取各城市1984年的每百万人邮局数量作为工具变量^[41],满足了相关性的要求。另一方面,相较于数字技术的发展速度和变革速度,历史上的邮局数量并不会对现在的经济发展产生显著影响,满足排他性要求。

因此,基于工具变量法的实证分析结果如表10所示,从列(1)看,邮局数量与数字经济正向相关, F 统计量大于10,不存在弱工具变量问题,并且本文选取的工具变量与解释变量个数相等,故不必担过度识别问题。为了稳健起见,进一步使用对弱工具变量更不敏感的有限信息最大似然法(LIML),以及在异方差情况下更为有效的广义矩方法(GMM)作为补充。可以看出,在通过这4种估计方法克服内生性问题之后,研究结论依然稳健。

表10 工具变量法和GMM估计结果

Table 10 Estimation results of instrumental variable method and generalized method of moments (GMM)

变量	<i>dgc1</i>	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>	<i>gtfp</i>
	2SLS第一阶段	2SLS第二阶段	LIML估计	最优GMM	迭代GMM
<i>dgc1</i>		1.138*** (3.15)	0.937*** (4.65)	0.817*** (3.61)	0.807*** (3.58)
<i>iv</i>	0.260*** (5.84)				
<i>N</i>	464	464	464	464	464
<i>F(Wald)</i>	46.300	22.790	51.390	26.850	26.980
控制变量			是		
固定效应			是		

6 结论与政策启示

6.1 结论

在黄河流域生态保护和高质量发展上升为国家战略的背景下,聚焦数字经济如何赋能黄河流域高质量发展成为重要的现实问题,本文以2011—2018年黄河流域63个城市的面板数据为研究样本,

构建了数字经济发展水平综合指数和水资源约束下的高质量发展指数,并运用多种实证方法检验了数字经济对高质量发展的异质性影响及作用路径。主要结论如下:

(1)数字经济的发展能够显著提升黄河流域沿线城市的高质量发展水平,分维度的互联网发展水

① 本文同时检验了两个子维度指标对城市区位、城市规模异质性的影响,与研究结论保持一致,限于篇幅未列出。

平和数字普惠金融水平呈现一致的高质量发展效应。这说明,黄河流域的数字经济具备环境友好型特征,互联网发展和数字普惠金融能够提升沟通效率和资源配置效率,有助于激发城市经济发展潜能。

(2)异质性分析结果表明,非资源型城市的数字经济显著提升了高质量发展水平,资源型城市数字经济的高质量发展效应则尚未凸显;数字经济对流域内高质量发展的推动效果呈现出上游优于中游,中游优于下游的特征;并且这种推动效果会随着城市规模的扩大而呈现显著的“倒U型”特征。

(3)中介效应分析表明,黄河流域的数字经济发展可以通过促进产业结构高度化、技术创新和技术效率来提升城市的高质量发展水平,表明数字经济发展能够通过加快传统产业转型升级释放经济增长活力,也能通过提升技术创新水平赋能经济发展。

6.2 政策启示

以上研究结论有较为重要的政策启示:

(1)在发展数字经济能够助推黄河流域实现高质量发展的现实之下,贯彻数字强国战略,不断加大对5G、云计算和区块链等为代表的数字技术投资力度,通过优化互联网布局和发展数字金融进一步提升数字经济发展水平,充分释放数字经济的红利优势;降低资源型城市对自然资源的依赖性,构建符合城市优势和特色的应用基础设施和数字网络体系。

(2)对上游城市和中游城市而言,要利用数字技术赋能提高水资源管理的信息化水平,在保护生态环境的前提下,通过产业集聚构建现代化的黄河产业链;下游地区则属于经济活动的高强度区,要降低基础设施管理成本以提高生产效率。小城市要抓住政策机遇,加快信息基础设施布局;特大型城市要注意功能疏解,提升跨区域信息交互的效率和水平。

(3)基于产业升级和技术进步在数字经济对黄河流域高质量发展的重要传导作用。要推进互联网为主导的新经济不断延伸渗透,推动数字经济与实体经济双向融合。尤其是建立服务黄河流域传

统农业转型的供应链和物流系统,促进农业实现现代化;要利用新兴技术推动“制造”向“智造”转变,推动产业数字化改造,赋能黄河流域可持续发展。

参考文献(References):

- [1] Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence[M]. New York: Educom Review, 1996.
- [2] Moulton B R. GDP and the digital economy: Keeping up with the changes[J]. Understanding the Digital Economy Data, 1999, 4(5): 34-48.
- [3] Mesenbourg T L. Measuring the Digital Economy[M]. Washington: US Bureau of the Census, 2001.
- [4] 中国国家互联网信息办公室. 二十国集团数字经济发展与合作倡议[N/OL]. (2016-09-29) [2022-04-08]. http://www.cac.gov.cn/2016-09/29/c_1119648520.htm. [Cyberspace Administration of China. G20 Digital Economy Development and Cooperation Initiative[N/OL]. (2016-09-29) [2022-04-08]. http://www.cac.gov.cn/2016-09/29/c_1119648520.htm.]
- [5] 赵剑波, 史丹, 邓洲. 高质量发展的内涵研究[J]. 经济与管理研究, 2019, 40(11): 15-31. [Zhao J B, Shi D, Deng Z. A framework of China's high-quality economic development[J]. Research on Economics and Management, 2019, 40(11): 15-31.]
- [6] 高培勇, 杜创, 刘霞辉, 等. 高质量发展背景下的现代化经济体系建设: 一个逻辑框架[J]. 经济研究, 2019, 54(4): 4-17. [Gao P Y, Du C, Liu X H, et al. The construction of a modern economic system in the context of high-quality development: A new framework[J]. Economic Research Journal, 2019, 54(4): 4-17.]
- [7] 刘秉镰, 秦文晋. 中国经济高质量发展水平的空间格局与动态演进[J]. 中国软科学, 2022, (1): 62-75. [Liu B L, Qin W J. Spatial distribution and dynamic evolution of China's high-quality economic development level[J]. China Soft Science, 2022, (1): 62-75.]
- [8] 马茹, 罗晖, 王宏伟, 等. 中国区域经济高质量发展评价指标体系及测度研究[J]. 中国软科学, 2019, (7): 60-67. [Ma R, Luo H, Wang H W, et al. Study of evaluating high-quality economic development in Chinese regions[J]. China Soft Science, 2019, (7): 60-67.]
- [9] 孙艺璇, 程钰, 刘娜. 中国经济高质量发展时空演变及其科技创新驱动机制[J]. 资源科学, 2021, 43(1): 82-93. [Sun Y X, Cheng Y, Liu N. Spatiotemporal evolution of China's high quality economic development and its driving mechanism of scientific and technological innovation[J]. Resources Science, 2021, 43(1): 82-93.]
- [10] 刘贝贝, 左其亭, 刁艺璇. 绿色科技创新在黄河流域生态保护和高质量发展中的价值体现及实现路径[J]. 资源科学, 2021, 43(2): 423-432. [Liu B B, Zuo Q T, Diao Y X. The value and path-

2022年4月

- ways of green technology innovation for ecological conservation and high-quality development of the Yellow River Basin[J]. Resources Science, 2021, 43(2): 423-432.]
- [11] 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): 87-99. [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): 87-99.]
- [12] 王凯, 郭鑫, 甘畅, 等. 中国省域科技创新与旅游业高质量发展水平及其互动关系[J]. 资源科学, 2022, 44(1): 114-126. [Wang K, Guo X, Gang C, et al. Provincial scientific & technological innovation and high-quality development of tourism in China and their interactive relationship[J]. Resources Science, 2022, 44(1): 114-126.]
- [13] 赵佳, 朱雨可. 基于投资视角的居民消费结构变动对环境效率的影响[J]. 资源科学, 2021, 43(9): 1764-1777. [Zhao J, Zhu Y K. Impact of consumption structure change on environmental efficiency from the perspective of investment[J]. Resources Science, 2021, 43(9): 1764-1777.]
- [14] 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.]
- [15] 杨永春, 穆焱杰, 张薇. 黄河流域高质量发展的基本条件与核心策略[J]. 资源科学, 2020, 42(3): 409-423. [Yang Y C, Mu Y J, Zhang W. Basic conditions and core strategies of high-quality development in the Yellow River Basin[J]. Resources Science, 2020, 42(3): 409-423.]
- [16] 邓祥征, 杨开忠, 单菁菁, 等. 黄河流域城市群与产业转型发展[J]. 自然资源学报, 2021, 36(2): 273-289. [Deng X Z, Yang K Z, Shan J J, et al. Urban agglomeration and industrial transformation and development in the Yellow River Basin[J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(2): 273-289.]
- [17] 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.]
- [18] 张于喆. 数字经济驱动产业结构向中高端迈进的发展思路与主要任务[J]. 经济纵横, 2018, (9): 85-91. [Zhang Y Z. The development strategy and main tasks of the digital economy driving the industrial structure to the middle and high end[J]. Economic Review Journal, 2018, (9): 85-91.]
- [19] 左鹏飞, 姜奇平, 陈静. 互联网发展、城镇化与我国产业结构转型升级[J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(7): 71-91. [Zuo P F, Jiang Q P, Chen J. Internet development, urbanization and the upgrading of China's industrial structure[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2020, 37(7): 71-91.]
- [20] Thompson P, Williams R, Thomas B. Are UK SMEs with active web sites more likely to achieve both innovation and growth[J]. Journal of Small Business & Enterprise Development, 2014, 20(4): 934-965.
- [21] Pee L G. Customer co-creation in B2C e-commerce: Does it lead to better new products?[J]. Electronic Commerce Research, 2016, 16(2): 1-27.
- [22] 何宗樾, 宋旭光. 数字金融发展如何影响居民消费?[J]. 财贸经济, 2020, 41(8): 65-79. [He Z Y, Song X G. How does digital finance promote household consumption?[J]. Finance & Trade Economics, 2020, 41(8): 65-79.]
- [23] Che S, Wang J. Digital economy development and haze pollution: evidence from China[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2022, DOI: 10.1007/s11356-022-20957-w.
- [24] 卢福财, 刘林英, 徐远彬. 互联网发展对工业绿色全要素生产率的影响研究[J]. 江西社会科学, 2021, 41(1): 39-50. [Lu F C, Liu L Y, Xu Y B. Research on the impact of internet development level on industrial green total factor productivity: Based on panel data of 285 cities in China[J]. Jiangxi Social Sciences, 2021, 41(1): 39-50.]
- [25] 彭水军, 包群. 环境污染、内生增长与经济可持续发展[J]. 数量经济技术经济研究, 2006, (9): 114-126. [Peng S J, Bao Q. Environmental pollution, endogenous growth and sustainable development[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2006, (9): 114-126.]
- [26] 郭峰, 陈凯. 空间视域下互联网发展对城市环境质量的影响: 基于空间杜宾模型和中介效应模型[J]. 经济问题探索, 2021, (1): 104-112. [Guo F, Chen K. The impact of internet on urban environmental quality from spatial perspective: Based on spatial Durbin model and mediating effect model[J]. Inquiry into Economic Issues, 2021, (1): 104-112.]
- [27] 崔新蕾, 刘欢. 国家创新型城市设立与区域创新能力[J]. 科研管理, 2022, 43(1): 32-40. [Cui X L, Liu H. Establishment of national innovative cities and their regional innovation capability[J]. Science Research Management, 2022, 43(1): 32-40.]
- [28] 李建明, 王丹丹, 刘运材. 高速铁路网络建设推动中国城市产业结构升级了吗?[J]. 产业经济研究, 2020, (3): 30-42. [Li J M, Wang D D, Li Y C. Has the construction of high-speed railway network promoted the upgrading of China's urban industrial structure?[J]. Industrial Economics Research, 2020, (3): 30-42.]
- [29] 李江苏, 孙威, 余建辉. 黄河流域三生空间的演变与区域差异: 基于资源型与非资源型城市的对比[J]. 资源科学, 2020, 42(12): 2285-2299. [Li J S, Sun W, Yu J H. Change and regional differences of production-living-ecological space in the Yellow River Basin: Based on comparative analysis of resource-based and

- non-resource-based cities[J]. *Resources Science*, 2020, 42(12): 2285-2299.]
- [30] 李华, 董艳玲. 中国经济高质量发展水平及差异探源: 基于包容性绿色全要素生产率视角的考察[J]. *财经研究*, 2021, 47(8): 4-18. [Li H, Dong Y L. China's high-quality economic development level and the source of differences: Based on the inclusive green TFP perspective[J]. *Journal of Finance and Economics*, 2021, 47(8): 4-18.]
- [31] 刘华军, 曲惠敏. 黄河流域绿色全要素生产率增长的空间格局及动态演进[J]. *中国人口科学*, 2019, (6): 59-70. [Liu H J, Qu H M. Spatial pattern and distribution trend of green total factor productivity in the Yellow River Basin[J]. *Chinese Journal of Population Science*, 2019, (6): 59-70.]
- [32] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952-2000[J]. *经济研究*, 2004, (10): 35-44. [Zhang J, Wu G Y, Zhang J P. The estimation of China's provincial capital stock: 1952-2000[J]. *Economic Research Journal*, 2004, (10): 35-44.]
- [33] 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.]
- [34] 陈瑞华, 王飞. “一带一路”倡议促进国内沿线省市产业结构优化[J]. *南开学报(哲学社会科学版)*, 2022, (2): 170-182. [Chen R H, Wang F. The “Belt and Road Initiative” promoting the optimization of industrial structure of domestic provinces and cities along the route[J]. *Nankai Journal (Philosophy, Literature and Social Science Edition)*, 2022, (2): 170-182.]
- [35] 张明斗, 翁爱华. 东北地区产业结构优化与城市土地集约利用协调性[J]. *自然资源学报*, 2022, 37(3): 734-752. [Zang M D, Weng A H. Study on the coordination between industrial structure optimization and urban land use intensity Northeast China[J]. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(3): 734-752.]
- [36] 王圣云, 韩亚杰, 任慧敏, 等. 中国省域生态福利绩效评估及其驱动效应分解[J]. *资源科学*, 2020, 42(5): 840-855. [Wang S Y, Han Y J, Ren H M, et al. Evaluation of provincial ecological well-being performance and its driving effect decomposition in China[J]. *Resources Science*, 2020, 42(5): 840-855.]
- [37] 郑小碧, 庞春, 刘俊哲. 数字经济时代的外包转型与经济高质量发展: 分工演进的超边际分析[J]. *中国工业经济*, 2020, (7): 117-135. [Zheng X B, Pang C, Liu J Z. Structural changes in outsourcing and high-quality economic development in the digital era: An inframarginal analysis to the division of labor[J]. *China Industrial Economics*, 2020, (7): 117-135.]
- [38] 李治国, 车帅, 王杰. 数字经济发展与产业结构转型升级: 基于中国275个城市的异质性检验[J]. *广东财经大学学报*, 2021, 36(5): 27-40. [Li Z G, Che S, Wang J. The development of digital economy and the transformation and upgrading of industrial structure: Based on the heterogeneity test of 275 cities in China[J]. *Journal of Guangdong University of Finance & Economics*, 2021, 36(5): 27-40.]
- [39] 胡雪萍, 许佩. FDI质量特征对中国经济高质量发展的影响研究[J]. *国际贸易问题*, 2020, (10): 31-50. [Hu X P, Xu P. The impact of quality of FDI on the high-quality economic development[J]. *Journal of International Trade*, 2020, (10): 31-50.]
- [40] 方创琳, 张国友, 薛德升. 中国城市群高质量发展与科技协同创新共同体建设[J]. *地理学报*, 2021, 76(12): 2898-2908. [Fang C L, Zhang G Y, Xue D S. High quality development of urban agglomerations in China and construction of science and technology collaborative innovation community[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(12): 2898-2908.]
- [41] 黄群慧, 余泳泽, 张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. *中国工业经济*, 2019, (8): 5-23. [Huang Q H, Yu Y Z, Zhang S L. Internet development and productivity growth in manufacturing industry: Internal mechanism and China experiences[J]. *China Industrial Economics*, 2019, (8): 5-23.]

The impact of digital economy on high-quality development in the Yellow River Basin: Empirical evidence from urban heterogeneity

WANG Jun, CHE Shuai

(School of Economics and Management, China University of Petroleum (East China), Qingdao 266580, China)

Abstract: High-quality development in the Yellow River Basin is a major national development strategy in the new era. As a higher economic form, whether digital economy can become the driving force of high-quality urban development in the basin remains to be explored. This study used the endogenous growth mathematical model to examine how the digital economy affects high-quality development. It constructed the digital economy development index of cities in the Yellow River Basin and the high-quality development index under water resources constraints, and empirically tested the promotional effect of digital economy on high-quality development and transmission paths based on the panel data of cities in the basin from 2011 to 2018. The results show that: (1) The digital economy in the Yellow River Basin can significantly improve the high-quality development level, and the improvement effect of non resource-based cities is better than that of resource-based cities. (2) The high-quality development effect of digital economy has the advantage of late onset and increasing marginal return, and this advantage is more significant in the upstream and midstream cities than the downstream cities. (3) The effect of digital economy presents the characteristics of inverted-U shaped relationship with the expansion of urban scale. Medium-sized cities are the focus of developing digital economy in the future. (4) The upgrading of industrial structure, technological progress, and improvement in technical efficiency are the key transmission paths for the digital economy to promote high-quality development. Optimization of industrial structure is an important potential channel. The multi-dimensional Internet development and inclusive finance show a consistent convergence effect. The policy implication is to fully understand the differential impact of urban characteristics, urban location, and urban scale, and strengthen the high-quality development dividend effect of digital economy according to local conditions; comply with the new round of scientific and technological revolution, promote the upgrading of industrial structure and technological progress, and provide important support for the future high-quality development of the Yellow River Basin.

Key words: Yellow River Basin; digital economy; high-quality development; industrial upgrading; technological progress; urban heterogeneity