

数字经济对长江经济带经济高质量发展的影响 ——基于绿色创新的机制分析

黄彬熠

福建师范大学数学与统计学院, 福建 福州

收稿日期: 2026年7月6日; 录用日期: 2026年7月28日; 发布日期: 2026年8月7日

摘 要

数字经济作为驱动经济高质量发展的核心动能, 与绿色创新的深度融合成为破解发展与减排矛盾的关键路径。本文以2011~2023年长江经济带108个地级市面板数据为研究样本, 基于创新、协调、绿色、开放、共享五大理念构建经济高质量发展指数, 同时从数字基础设施、数字产业发展等维度测度数字经济发展水平, 运用双固定效应模型和中介效应模型, 实证检验数字经济对长江经济带经济高质量发展的影响及绿色创新的中介传导机制, 并进一步开展区域位置和碳排放效率的异质性分析。研究结果表明: 数字经济对长江经济带经济高质量发展具有显著且稳定的直接正向促进作用, 这一结论经多种稳健性检验后依然成立; 绿色创新在数字经济赋能经济高质量发展的过程中发挥着重要的中介作用, 中介效应占比达65.3%; 数字经济的赋能效应存在显著异质性, 在长江经济带中下游地区的促进作用显著大于上游地区, 在高碳排放效率城市的正向影响也明显强于低碳排放效率城市。

关键词

数字经济, 固定效应, 绿色创新, 中介效应, 异质性分析

The Impact of Digital Economy on High-Quality Economic Development in the Yangtze River Economic Belt —A Mechanism Analysis Based on Green Innovation

Binyi Huang

School of Mathematics and Statistics, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

Received: July 6, 2026; accepted: July 28, 2026; published: August 7, 2026

Abstract

The digital economy is the core driver of high-quality economic development, and its in-depth integration with green innovation is a pivotal solution to the conflict between development and emission reduction. Based on the panel data of 108 prefecture-level cities in the Yangtze River Economic Belt from 2011 to 2023, this paper constructs a high-quality economic development index following the five development concepts of innovation, coordination, green development, opening up and sharing, and measures the digital economy development level from dimensions such as digital infrastructure and digital industrial development. Using the double fixed effect model and mediating effect model, it empirically examines the impact of the digital economy on the high-quality economic development of the Yangtze River Economic Belt and the mediating transmission mechanism of green innovation, and further conducts heterogeneity analysis from the perspectives of regional location and carbon emission efficiency. The results show that the digital economy has a significant and stable direct positive effect on the high-quality economic development of the Yangtze River Economic Belt, a conclusion validated by various robustness tests; green innovation plays an important mediating role in the digital economy's empowerment of high-quality economic development, with the mediating effect accounting for 65.3%; the enabling effect of the digital economy is significantly heterogeneous, exerting a much stronger promotional effect in the middle and lower reaches than in the upper reaches of the Yangtze River Economic Belt, and a more obvious positive impact on cities with high carbon emission efficiency than on those with low carbon emission efficiency.

Keywords

Digital Economy, Fixed Effects, Green Innovation, Mediating Effect, Heterogeneity Analysis

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

当今社会，数字经济作为新一轮科技革命和产业变革带来的新经济形态，以数据为关键要素，以现代网络为载体，正加速与经济社会各领域深度融合。当前，我国正处于经济结构转型升级时期，要依托数字经济发展实现经济高质量发展的目标[1]。当下，我国数字经济规模持续扩张，2024年数字经济核心产业增加值占国内生产总值比重达到10%左右，数字技术的创新应用正深刻改变传统生产方式、生活方式和治理方式。数字经济凭借其渗透性、赋能性和创新性，通过工业互联网、人工智能、大数据等技术，在产业节能降碳、能源结构优化、生态环境治理等方面发挥着不可替代的作用，既能推动产业数字化转型、提升全要素生产率，又能助力绿色低碳技术突破、实现发展与减排双赢[2]。

近几年，我国正推动“数”“绿”深度融合，通过数据要素打造节能降碳、能源转型等典型应用场景，推动数字技术与绿色发展深度绑定[3]。但与此同时，数字经济发展中存在的关键领域创新不足、数字鸿沟尚未弥合等问题，以及碳中和目标下产业转型的刚性约束，也使得二者协同赋能经济高质量发展面临诸多挑战。在此背景下，系统探究数字经济对经济高质量发展的影响路径、作用机制的内在逻辑，研究数字经济和绿色发展之间的影响关系，不仅能够丰富数字经济与绿色创新发展的理论研究，更能为我国加快数字经济发展、推动经济高质量发展提供实践指引，助力实现人与自然和谐共生的中国式现代化。

2. 文献综述和理论分析

2.1. 文献综述

2.1.1. 经济高质量指数发展现状

马茹等(2019)基于高质量发展内涵,采用熵值法对经济高质量发展水平进行测量[4]。陈景华等(2020)基于创新、协调、绿色、开放、共享核心五大理念构建经济高质量发展测度体系[5]。

2.1.2. 数字经济对经济高质量发展的影响

张腾等(2021)通过分析 2011~2017 年省级面板数据,分析了数字经济对经济高质量发展的影响[6]。鲁玉秀等(2021)基于 2003~2018 年 284 个地级市,构建空间杜宾模型评估数字经济对经济高质量发展的影响[7]。程广斌等(2022)运用省份面板数据,构建空间杜宾模型探讨了数字经济的溢出效应,通过机制分析验证了绿色技术创新的中介作用[8]。

2.2. 提出假设

2.2.1. 直接效应

数字经济兼具创新效应综合化、创新主体多元化的鲜明特征,其以数据为核心生产要素的发展范式,能够在经济生产与生态治理双重维度创造多元经济效应和环境价值,实现经济发展与生态保护的协同推进。数字经济突破了传统生产要素在时空、配置上的固有约束,通过对数据要素的深度挖掘、高效整合与精准运用,实现数据与劳动、资本、技术等传统生产要素的深度融合与优化匹配,有效提升要素市场化配置效率与全要素组合效能[9],为经济高质量发展注入全新的要素动能与发展活力。此外,数字经济依托人工智能、大数据、工业互联网等数字技术的深度应用,推动实体经济各领域生产流程的智能化改造与生产环节的自动化升级,不仅能够有效降低企业的生产运营成本、交易成本与管理成本,更能通过生产效率的提升、技术创新的突破与产业体系的重构,持续推动全要素生产率的稳步提升,从微观生产效率到宏观产业发展多层次夯实经济高质量发展的核心基础。据此,提出研究假设 1:数字经济对经济高质量发展具有显著的正向促进作用。

2.2.2. 间接效应

数字经济凭借技术渗透性与创新协同性,一方面与企业、高校及科研院所形成绿色创新技术融合发展的产学研协同体系,推动绿色技术研发环节的资源整合、知识共享与成果转化,加速绿色创新技术从实验室向产业化应用的落地进程[10];另一方面,数字技术的深度渗透与广泛应用会形成对数字技术人才、绿色研发人才的引致性需求,通过人才集聚效应不断优化区域人力资本的技能结构与知识结构,为绿色技术创新活动储备专业化、复合型人力资本,筑牢绿色创新的人才支撑基础。同时,数字技术通过赋能企业生产、管理、研发全流程的数字化转型[11],推动生产要素的智能化配置与生产流程的低碳化再造,倒逼传统产业摆脱高耗能、高排放的发展模式,向绿色化、低碳化、高端化转型升级,同时加速绿色低碳技术在产业端的场景化应用与市场化推广,推动绿色创新产品的研发设计与迭代升级。

而绿色创新技术作为推动经济高质量发展的核心技术支撑,能够通过改进生产工艺、优化能源消费结构有效降低区域碳排放强度与企业单位产出污染排放,助力企业实现清洁生产与节能增效;同时依托绿色创新成果催生绿色产品、绿色服务,引导市场绿色消费需求升级,推动全社会践行绿色发展理念。在此过程中,绿色创新通过驱动产业结构绿色转型、发展方式低碳转型,从全要素生产率提升、发展质量优化、生态效益改善等维度,全方位推动经济发展向创新驱动、绿色低碳的高质量模式转变。据此,提出研究假设 2:数字经济能够通过提升绿色创新水平,形成创新赋能的传导路径,间接推动经济高质量发展。

3. 研究设计

3.1. 数据来源

本文所用数据为中国长江经济带地级市面板数据，由于部分自治州的数据严重缺失，分析时决定剔除这些地区。最终研究样本为 108 个地级市。此外，鉴于数字经济概念最早出现在 2011 年，所以本文时间为 2011 年~2023 年。本文中的数据主要源于各省份、各城市统计局官方网站、EPS 数据库以及各城市的统计公报。

3.2. 变量说明

3.2.1. 经济高质量发展指数

参考以往研究，[12][13]本文以长江经济带 108 个城市为研究样本，依据创新、协调、绿色、开放和共享五大理念，选取 16 个指标(具体见表 1)，使用熵权法构建长江经济带经济高质量发展指数。

Table 1. Indicator system for high-quality economic development
表 1. 经济高质量发展指标体系

变量类型	二级指标	三级指标	来源
创新	创新投入	R&D 内部经费支出 R&D 人员数	各城市统计年鉴
	创新产出	专利拥有量/户籍人口	各城市统计年鉴
协调	区域协调	城镇可支配收入/农村可支配收入	各城市统计年鉴
	产业协调	第三产业占比/第二产业占比	各城市统计年鉴
绿色	排污强度	工业烟粉尘排放量/GDP 工业 SO ₂ 排放量/GDP	各城市统计年鉴
	环境治理	生活垃圾无害化处理率 污水处理厂集中处理率	EPS 数据库
开放	外资情况	实际外资利用 进出口总额	各城市统计年鉴
共享	基本公共服务	人均拥有医院床位数 公共图书馆藏书总量	EPS 数据库
	社会保障	在岗员工平均工资 城镇职工基本养老保险参保人数	EPS 数据库
	消费水平	社会零售品消费额/GDP	各城市统计年鉴

3.2.2. 数字经济发展水平

依托新一轮数字革命背景，结合以往的研究，基于数据可得性，选取了 8 个指标，同样采取熵权法构建数字经济发展水平。具体见表 2。

3.2.3. 中介变量

本文中介变量选用绿色创新水平，用绿色发明专利申请量衡量。

3.2.4. 控制变量

控制变量选取政府干预程度(gov)、经济发展水平(pgdp)、金融水平(fin)、投资强度(inn)和人口密度(den)。

其中政府干预程度用政府一般预算支出/GDP，并取对数衡量，经济发展水平用人均 GDP 表示，金融水平则采取金融机构存贷款余额/GDP，取对数表示，投资强度以社会固定资产投资总额/GDP 表示，人口密度采取常住人口/行政面积，取对数衡量。

Table 2. Indicator system of the digital economy
表 2. 数字经济指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标说明
数字经济发展水平	数字基础设施	宽带互联网基础设施	每万人互联网用户量
		移动互联网基础设施	每万人移动电话用户量
	数字产业发展	信息产业基础设施	信息传输、计算机服务和软件从业人员
		电信产业产出	人均电信业务总量
		数字技术渗透度	数字高科技应用在上市公司普及率
	数字普惠金融	数字普惠金融	数字普惠金融指数
	数字创新能力	数字创新支持	科学技术支出
		数字创新产出	每万人数字经济相关专利
		数字创新基础	每万人大学生数

3.3. 模型构建

3.3.1. 基准回归模型

基准回归模型常用于探索核心解释变量与被解释变量之间的关系，将二者之间的内在联系与作用路径直观地展示出来，为后续分析提供基础。本文采用基准回归模型，测算数字经济在推动经济高质量发展进程中所发挥的效能。运用地级市面板数据，结合城市个体差异和时间变化因素，设立基准回归模型如下。

$$hqd_{it} = \beta_0 + \beta_1 dig_{it} + \sum_{k=1}^5 \lambda_k controls_{it} + u_i + v_t + \varepsilon_{it}$$

其中 hqd_{it} 和 dig_{it} 分别代表第 i 个城市第 t 年的经济高质量发展指数和数字经济水平， $controls_{it}$ 表示一系列控制变量， u_i 和 v_t 分别表示个体效应和时间效应， ε_{it} 为随机扰动项。

3.3.2. 中介效应模型

本文在基准回归模型之后，进一步构建中介效应模型，探索数字经济、绿色创新水平和经济高质量发展之间的关系。

其中构建中介效应模型时，常见的是三步法。

$$\begin{aligned} hqd_{it} &= \beta_0 + \beta_1 dig_{it} + \sum_{k=1}^5 \lambda_k controls_{it} + u_i + v_t + \varepsilon_{it} \\ greino_{it} &= \alpha_0 + \alpha_1 dig_{it} + \sum_{k=1}^5 \lambda_k controls_{it} + u_i + v_t + \varepsilon_{it} \\ hqd_{it} &= \delta_0 + \delta_1 dig_{it} + \delta_2 greino_{it} + \sum_{k=1}^5 \lambda_k controls_{it} + u_i + v_t + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

其中， i 表示城市， t 代表时间， hqd_{it} 表示第 i 个城市第 t 年的经济高质量发展指数， dig_{it} 为数字经济水

平， $greino_{it}$ 是中介变量，表示第 i 个城市第 t 年的绿色创新水平。 $controls_{it}$ 为一系列控制变量。 β_1 是数字经济对经济高质量发展的影响系数， α_1 是数字经济对绿色创新水平的影响系数， u_i 和 v_t 分别表示个体效应和时间效应， ε_{it} 为随机扰动项。

4. 实证结果分析

4.1. 描述性统计结果分析

Table 3. Descriptive statistical results
表 3. 描述性统计结果

变量名	观测数	均值	标准差	最大值	最小值
Hqd	1404	0.0803	0.087	0.8667	0.0126
Dig	1404	0.1045	0.0766	0.538	0.0101
Gov	1404	0.1931	0.0806	0.675	0.076
Fin	1404	2.5439	1.0093	7.1744	0.7642
Inn	1404	3.1379	1.5676	10.0593	0.2531
Pgdp	1404	6.0052	3.4716	20.6278	0.9674
den	1404	491.7117	304.037	2391.411	55.0774

从表 3 中初步可以看出长江经济带高质量发展指数存在较大差异，最大值达到 0.8667，最小值仅有 0.0126，从整体上看，能够看出各城市之间发展极不平衡。同样，数字经济发展水平跨度也很大，最小值 0.0101，最大值有 0.538，也可以得出各个城市的数字经济水平存在明显差异。

4.2. 基线回归

4.2.1. 基线回归结果

本文的基线回归模型揭示了数字经济对经济高质量发展的直接影响，模型通过 hausman 检验统计值为 114.61，在 1% 的水平下拒绝了使用随机效应模型的原假设，因此决定采用双重固定效应模型，并逐步加入控制变量。具体基准回归的结果见表 4。

Table 4. Baseline regression results
表 4. 基准回归结果

指标	(1) hqd	(2) hqd	(3) hqd	(4) hqd	(5) hqd	(6) hqd
Dig	0.321*** (2.84)	0.334*** (3.02)	0.317*** (2.97)	0.271*** (2.85)	0.27*** (3.29)	0.252*** (3.09)
Lngov		0.022*** (3.27)	0.039*** (4.39)	0.031*** (4.49)	0.034*** (4.91)	0.034*** (4.63)
Lnfin		-	-0.038*** (-4.11)	-0.026*** (-3.12)	-0.02*** (-2.83)	-0.019*** (-2.73)
Inn				-0.008*** (-3.44)	-0.002 (-1.4)	-0.002 (-1.16)
Pgdp					0.008*** (4.69)	0.007*** (4.95)

续表

Lnden						0.062* (2.28)
cons	0.047*** (3.96)	0.083*** (5.55)	0.1489*** (7.24)	0.154*** (7.77)	0.089*** (4.59)	-0.291 (-1.78)
Id	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Year	yes	yes	yes	yes	yes	yes
R ²	0.9720	0.9729	0.9742	0.9759	0.9815	0.9824

注：()内为t值，***、**、*分别表示通过1%、5%、10%水平上的显著性检验。

观察表4可以得出，随着一系列控制变量的加入以后，数字经济对经济高质量发展的系数在逐渐降低，但是依然在1%的水平下显著，且为正值，这说明数字经济对经济高质量发展指数具有显著且较为稳定的正向影响。从第1列中可以看出，尚未加入控制变量之前，数字经济的回归系数是0.321，表明数字经济每增加1个单位，经济高质量发展指数就提高0.321个单位。依次加入控制变量以后，回归系数略有下降，从第6列看出数字经济的回归系数为0.252，也在1%水平下显著，说明数字经济每增加一个单位，经济高质量发展指数增加0.252个单位。尽管回归系数略有下降，但是仍能够说明数字经济对经济高质量发展的直接促进作用。充分验证了假设1。

从各个控制变量入手来看，政府干预程度回归系数为0.022，为正且在1%水平下显著，说明政府干预在当前阶段对经济高质量发展呈现促进作用。因为政府干预能够优化资源配置效率，引导产业结构优化升级，推动经济从规模扩张向质效提升转型，同时统筹协调发展，为经济高质量发展提供了稳定制度支撑与均衡发展保障。金融水平系数为-0.038，在1%水平下显著，表示金融水平对经济高质量发展起到抑制作用。可能原因是金融资源配置扭曲，制约了高新技术企业高效产能发展，同时金融资源向国有企业、传统低效产业倾斜，而高新技术产业、中小型创新企业面临融资约束，难以支撑经济向高质量提升转型。投资强度系数为-0.008，在1%水平下显著，对经济高质量发展具有阻碍作用，其原因可能是长江流域区域发展水平的差异性，面对同质化投资或者片面追求规模而忽视与地区资源禀赋相适配的投资选择情况下，会造成投资的增加和对经济的抑制。人均GDP对经济高质量发展有显著促进作用，回归系数为0.008，在1%水平下显著。人口密度的回归系数为0.062，在10%水平下显著，对经济高质量发展有较为显著的推动作用。

4.2.2. 稳健性检验

为了保证数字经济水平对经济高质量发展的研究结果更加可靠，本文采取以下几种稳健性检验方法。表5具体显示了下列稳健性检验的结果，表中第1列为基线回归结果。

1) 替换被解释变量

先前的高质量发展指数是用熵权法进行测算，这里采取熵权-topsis法重新对高质量发展指数计算，对变量替换以后，进行基线回归，得到结果，见表5第2列，数字经济回归系数依然显著，且为正，支持前面回归结果。

2) 5%缩尾处理

由于样本数据中可能存在的异常值会对分析结果产生误导，本文采取了双边5%的缩尾处理策略，对所有变量均进行处理，再重新进行回归，得到表5列(3)。结果显示：除回归系数值大小差异外，正负符号均无变化，显著性略微降低。再次证明上文研究结论稳健有效。

3) 核心变量滞后 1 期

数字经济其本身具有滞后性，因此将本文的核心解释变量数字经济水平的滞后一期纳入模型，进行回归，得到表 5 列(4)。显然，回归系数值为 0.254，数字经济水平依旧显著促进经济高质量发展，与上文研究结论一致。同样证明本章实证结论的稳健性和有效性。

4) 剔除直辖市

在长江经济带中考虑到上海和重庆 2 个直辖市由于政治地位、区位优势和资源禀赋的特殊性，会与其他城市存在较大的差异，从而导致回归结果的偏差，因此在回归中剔除上海和重庆样本，得到表 5 的第 5 列。在剔除直辖市样本的情况下，数字经济水平对区域经济高质量发展的影响系数值为 0.212，相比基线回归结果，正负符号和显著性水平没有变化，进一步说明，数字经济水平对经济高质量发展具有正向影响力，证实了上文研究结论稳健有效。

5) 替换回归方式

采用“xtsc”估计方法，该方法采用 Driscoll-Kraay (1998)的非参数协方差估计方法，以削弱异方差和截面自相关的影响，获得一致的标准误。表 5 第 6 列显示了该方法回归的结果，数字经济回归系数依旧显著为正，更进一步证明了数字经济对经济高质量发展的促进作用。

Table 5. Robustness test results

表 5. 稳健性检验结果

指标	(1) hqd	(2) hqd	(3) hqd	(4) hqd	(5) hqd	(6) hqd
Dig	0.252*** (3.09)	0.209*** (3.01)	0.154** (2.49)	0.254** (2.52)	0.212*** (3.75)	0.243*** (10.24)
Lngov	0.034*** (4.63)	0.035*** (5.01)	0.019*** (3.44)	0.031*** (4.24)	0.032*** (4.46)	0.033*** (5.3)
Lnfin	-0.019*** (-2.73)	-0.025*** (-4.01)	-0.006 (-1)	-0.015** (-2.18)	-0.018*** (-2.73)	-0.02*** (-3.26)
Inn	-0.002 (-1.16)	-0.001 (-0.74)	-0.0001 (-0.45)	-0.002 (-1.05)	-0.002 (-1.18)	-0.001** (-2.94)
Pgdp	0.008** (4.95)	0.007*** (5.66)	0.005*** (3.65)	0.008*** (4.53)	0.007*** (5.26)	0.008*** (11.07)
Lnden	0.062* (2.28)	0.058* (2.42)	0.021 (1.13)	0.056 (1.91)	0.063** (2.25)	0.064** (2.23)
cons	-0.291 (-1.78)	-0.264 (-1.86)	-0.054 (-0.48)	-0.257 (-1.48)	-0.289 (-1.75)	-0.304 (-1.81)
Id	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Year	yes	yes	yes	yes	yes	yes
R ²	0.9824	0.982	0.9739	0.9812	0.9707	0.7255

注：()内为 t 值，***、**、*分别表示通过 1%、5%、10%水平上的显著性检验。

4.3. 机制分析

长江经济带数字经济水平不仅可以直接影响经济高质量发展指数，还可以通过绿色创新对经济高质量发展起到间接影响。本节构建中介效应模型，考察绿色创新的中介作用。得出的结果见表 6。

Table 6. Mediation tests
表 6. 中介效应检验

指标	Hqd	Greino	Hqd
Dig	0.252*** (3.09)	1.794*** (3.22)	0.087*** (2.77)
Greino			0.092*** (4.87)
Lngov	0.034*** (4.63)	0.124*** (3.07)	0.021*** (3.77)
Lnfin	-0.019*** (-2.73)	-0.085** (-2.07)	-0.011** (-2.24)
Inn	-0.002 (-1.16)	-0.028** (-2.02)	0.0007 (0.91)
Pgdp	0.008*** (4.95)	0.005*** (3.96)	0.003*** (2.94)
Lnden	0.062* (2.28)	0.355** (2.19)	0.03** (2.02)
cons	-0.291 (-1.78)	-2.157** (-2.23)	-0.091 (-1.04)
Id	yes	yes	Yes
Year	yes	yes	Yes
R ²	0.9824	0.8912	0.9884

注：()内为 t 值，***、**、*分别表示通过 1%、5%、10%水平上的显著性检验。

从表 6 中可以发现，数字经济能够显著提高绿色创新水平，回归系数为 1.794，在 1%水平下显著。将数字经济水平和绿色创新水平都作为解释变量进行回归，得到回归结果。能够发现数字经济的直接效应和间接效应均在 1%水平下显著。绿色创新水平的间接效应为 $1.794 * 0.092 = 0.164$ ，数字经济的直接效应为 0.087，总效应为 0.251，绿色创新的中介效应占比为 65.3%，占比超过 50%，说明数字经济之所以能够促进经济高质量发展，很大一部分是通过促进绿色创新能力实现的。其可能原因有二，一是因为数字经济依托 5G、大数据、云计算等基础设施，极大降低了信息搜索与匹配成本，促进了绿色技术知识的快速扩散与协同创新。同时，数据要素的非竞争性和非排他性进一步优化了创新资源配置效率，企业绿色专利申请量、绿色工艺改进与产品创新绩效显著提升。绿色创新成果又直接作用于生产过程，降低单位产出的能源消耗与污染排放强度，从而大幅提高绿色全要素生产率(GTFP)，这是经济高质量发展最核心、最根本的微观基础。二是因为数字经济催生数字金融、绿色供应链金融等新业态，显著缓解了绿色创新项目普遍面临的融资约束问题，使更多资本精准流向低碳技术研发领域。在这一过程中，绿色产品创新与绿色工艺创新共同推动战略性新兴产业加速成长，同时促进高耗能传统产业实现绿色化、智能化改造，最终实现产业结构向中高端跃迁，完成新旧动能的顺利转换，为经济高质量发展提供了强劲的结构支撑。至此，验证了假设 2。表明数字经济确实能够通过绿色创新途径间接影响经济高质量发展。

5. 扩展分析

5.1. 异质性分析

5.1.1. 区域异质性分析

从上文得知，长江经济带经济高质量发展指数存在发展不平衡的现状，为了探索不同地理位置数字

经济的影响，从长江经济带上中下游进一步分析数字经济对经济高质量发展的异质性影响。

本文分别从长江经济带上、中、下游考察区域异质性。分别构建上、中、下游虚拟变量，上游取值为 1，中游取值 2，下游则取 3。具体异质性分析结果见表 7。

Table 7. Heterogeneity analysis results
表 7. 异质性分析结果

指标	(1) 上游 Hqd	(2) 中游 Hqd	(3) 下游 Hqd	(4) 高碳效率城市 Hqd	(5) 低碳效率城市 Hqd
Dig	0.1384 (1.97)	0.166** (2.42)	0.411** (2.17)	0.285** (2.64)	0.157* (1.86)
Id	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Obs	403	676	325	702	702

注：()内为 t 值，***、**、*分别表示通过 1%、5%、10%水平上的显著性检验。

表 7 的 1~3 列分别显示了长江经济带的上中下游异质性结果。上游数字经济水平的估计系数是 0.1384，为正值。表明该区域数字经济能够促进经济高质量发展，但是未达到显著水平，其原因可能是上游多为西部地区，地处内陆，发展较为缓慢，大多数城市数字经济基础设施不完善，数字化改造相对滞后，对经济高质量发展提供的作用有限。中游地区和下游地区回归系数分别为 0.166 和 0.411，均在 5%水平下显著，说明中下游数字经济能够显著提高经济高质量发展水平，且下游的促进作用明显大于中游。其一可能是因为下游地区作为我国数字经济发展先行区，下游的数字基础设施和数字发展规模大大超过了中游地区，规模效应突出。其二是因为下游地区在创新体系和人才储备上占有优势，因此创新成果更多，中游地区核心技术创新能力较弱，难以满足数字经济深度发展的需求。其三是因为下游地区依托长江三角洲一体化战略，形成了相较于中游城市更加完善的区域数字协同发展机制。

5.1.2. 按类型异质性分析

在碳中和背景下，众多城市都在积极开展减排，探索节能减排的新模式，加速向低碳经济过渡。因此碳排放效率成为衡量低碳经济城市的一个重要指标。本节通过计算各城市的碳排放效率，以中位数为界限，分为低碳效率城市和高碳效率城市。异质性分析结果见表 7 的第 5、6 列，结果显示高碳效率组和低碳效率组的回归系数分别是 0.285、0.157，分别在 5%水平和 10%水平下显著。证实了数字经济对高碳排放效率城市的经济高质量发展具有显著正向促进作用，而在低碳排放效率城市中该效应较弱。出现该现象的原因可能是，高碳排放效率城市通常已具备较高的绿色技术基础、更优的资源配置效率和更强的创新环境。这些城市更容易将数字经济带来的数据要素和技术转化为生产效率提升、产业数字化升级和绿色创新动力。相反低碳排放效率城市往往仍处于高能耗、高排放的传统阶段，数字基础设施相对滞后、绿色技术储备薄弱、技术人才短缺。数字经济发挥的作用有限，难以跨越“数字 - 绿色”融合门槛，无法有效转化为高质量发展动力。

6. 结论和建议

本文在理论分析数字经济对区域经济高质量发展的影响基础上，基于 2011~2023 年长江经济带 108 个城市的相关数据，构建双重固定效应模型和中介效应模型，检验数字经济影响区域经济高质量发展的

内在机制。主要结论如下：第一，数字经济能够直接促进区域经济高质量发展，已成为推动经济高质量发展的关键因素。这一结果经过了一系列稳健性检验以后，结论依然成立。第二，数字经济通过提升绿色创新水平间接影响区域经济高质量发展。第三，数字经济水平在长江经济带不同区域，影响程度也不尽相同，在长江中下游促进作用明显大于上游。且在碳排放效率较高的城市促进作用比低碳排放效率的城市更大。

基于以上结论，提出以下几点建议。

1) 继续加快数字经济发展，夯实数字经济基础设施，加大 5G 网络、云计算平台和卫星互联网等新型数字基础设施的投资力度，为数字产业化和产业数字化提供物质基础。此外加快大数据、人工智能、区块链、云端等数字技术的建设，促进数字经济和数字技术向传统产业渗透，强化数字经济和数字技术各个领域的广泛应用，以数字化、智能化为发展方向，提高数字产业化水平，优化产业结构，推动技术创新发展，给经济高质量发展提供技术支撑。同时加快建设长江经济带一体化算力网络枢纽节点，优化数据中心集群布局，提升数据资源供给能力。完善数字技术创新平台建设，打造人工智能创新应用先导区，为数字经济高质量发展提供场景支持。

2) 加强绿色低碳核心技术的科技攻关，以数据要素和数字技术支持绿色技术创新，充分释放数字经济对城市绿色创新的赋能效应。第一，加大对绿色技术研发项目的财政资金支持，逐步完善支持绿色技术创新发展的财政体系。第二，挖掘数字经济在知识传播中的独特优势，培养绿色创新人才队伍，培育建设绿色技术实验室、科技资源共享服务平台等绿色科技创新平台，高效优化匹配人才资源。第三，依托数字基础设施，强化绿色技术创新成果在工业、农业、建筑和交通等各个领域的广泛应用，从而形成数字-绿色协调发展。

3) 要实施动态化、差异化的数字经济策略，构建数字经济-绿色发展新格局，对于数字基础较为薄弱的地区，应当加大数字经济领域的资金投入和政策支持，对数字经济水平高的地区，要强调数字经济质量上的提升，要加强培养创新型人才，为新兴产业做人才储备，为接下来的数字经济深度发展提供保障。对于碳排放效率高的地区，要借助新技术，对现有数字基础设施进行迭代升级，实现与产业的深度融合。对于碳排放效率低的地区，则要着重关注数字技术和绿色技术的融合度。

参考文献

- [1] 郭丰, 任毅, 柴泽阳. “双碳”目标下数字基础设施建设与城市碳排放——基于“宽带中国”试点政策的准自然实验[J]. 中国经济问题, 2023(5): 164-180.
- [2] 郭丰, 杨上广, 任毅. 数字经济、绿色技术创新与碳排放——来自中国城市层面的经验证据[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版), 2022, 51(3): 45-60.
- [3] 张哲, 李季刚, 汤努尔·哈力克. 中国新质生产力发展水平测度与时空演进[J]. 统计与决策, 2024, 40(9): 18-23.
- [4] 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.
- [5] 陈景华, 陈姚, 陈敏敏. 中国经济高质量发展水平、区域差异及分布动态演进[J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(12): 108-126.
- [6] 张腾, 蒋伏心, 韦朕韬. 数字经济能否成为促进我国经济高质量发展的新动能? [J]. 经济问题探索, 2021(1): 25-39.
- [7] 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, 38(6): 21-31.
- [8] 程广斌, 吴家庆, 李莹. 数字经济、绿色技术创新与经济高质量发展[J]. 统计与决策, 2022, 38(23): 11-16.
- [9] 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.
- [10] 郭炳南, 王宇, 张浩. 数字经济发展改善了城市空气质量吗——基于国家级大数据综合试验区的准自然实验[J]. 广东财经大学学报, 2022, 37(1): 58-74.
- [11] 赵宸宇, 王文春, 李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. 财贸经济, 2021, 42(7): 114-129.

-
- [12] 陈亚惠. 数字基础设施对长江经济带经济高质量发展的影响研究[D]: [博士学位论文]. 重庆: 重庆工商大学, 2025.
- [13] 欧进锋, 许抄军, 刘雨骐. 基于“五大发展理念”的经济高质量发展水平测度——广东省 21 个地级市的实证分析[J]. 经济地理, 2020, 40(6): 77-86.