

数字经济对各省能源消耗强度的影响研究

格格其尔

内蒙古师范大学经济管理学院, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2023年11月28日; 录用日期: 2023年12月7日; 发布日期: 2024年1月25日

摘要

在数字经济日益发展的现代背景之下改善能源消耗强度保障我国能源可持续发展。论文基于2011~2020年中国30个省份的数据, 使用固定效应模型和Kernel密度估计方法研究数字经济对中国能源消耗强度的影响作用。研究结论显示, 2011~2020年间各省份能源消耗强度呈现下降趋势, 且省际间的发展差异也在一定程度上逐渐扩大。分地区来看, 数字经济的发展提升东部地区的能源消耗强度, 减少西部地区的能源消耗强度, 对中部地区的能源消耗强度没有显著影响。总体上数字经济的发展降低了能源消耗强度, 降低能源消耗强度对于环境保护和可持续发展具有重要性意义。

关键词

数字经济, 能源消耗强度, 固定效应模型, Kernel密度估计

Research on the Impact of Digital Economy on Energy Consumption Intensity in Various Provinces

Gegenqier

School of Economics and Management, Inner Mongolia Normal University, Hohhot Inner Mongolia

Received: Nov. 28th, 2023; accepted: Dec. 7th, 2023; published: Jan. 25th, 2024

Abstract

To improve energy consumption intensity and ensure sustainable energy development in China in the context of the increasingly developed digital economy. The paper is based on data from 30 provinces in China from 2011 to 2020, and uses a fixed effects model and Kernel density estimation method to study the impact of the digital economy on China's energy consumption intensity. The research conclusion shows that the energy consumption intensity of each province has shown

a downward trend from 2011 to 2020, and the development differences between provinces have gradually expanded to a certain extent. From a regional perspective, the development of the digital economy has increased the energy consumption intensity in the eastern region and decreased it in the western region, but has no significant impact on the energy consumption intensity in the central region. Overall, the development of the digital economy has reduced energy consumption intensity, which is of great significance for environmental protection and sustainable development.

Keywords

Digital Economy, Energy Consumption Intensity, Fixed Effects Model, Kernel Density Estimation

Copyright © 2024 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

能源一直以来是人类赖以生存和发展的重要物质基础。能源的开发和利用关系着人类生活水平的高低,更是关系着一个国家经济社会的发展和科技水平的高低。随着经济社会的发展,人类社会的一切活动都离不开能源,从物质需求到精神需求,都直接或者间接地消耗一定数量的能源,尤其是现代化的都市对能源的依赖程度越来越强。我国仍是世界上最大的能源消费国,占全球消费量的 22.4%,能源消费总量保持着较高速增长。能源消费总量的增加影响着社会的可持续发展。大量的燃烧化石能源带来各种环境问题,比如排放大量的 CO₂ 气体,使温室效应更强,使全球气候变暖;排出 SO₂ 等有害气体,形成酸雨和酸雾,影响人类的身体健康;消耗能源带来的废弃物和废渣,污染环境和水资源。并且过度地消耗能源将会导致资源的不可再生和枯竭,对我国经济的绿色转型发展将产生不利影响。

从党的十八届五中全会习近平总书记提出“创新、协调、绿色、开放和共享”五大理念、2020 年中国政府在联合国大会上提出的 2030 年努力实现“碳达峰”和 2060 年“碳中和”目标到十四五时期我国生态文明建设以降碳为战略方向,节能降碳对于推动经济社会绿色发展起到举足轻重的作用。数字经济发展报告指出,2022 年我国数字经济规模超 50 万亿元,处在世界第二的地位。我国数字经济发展活力的持续增强,对环境治理方面也发挥着关键性作用。2023 年 3 月全国两会正式闭幕。两会期间,数字经济、绿色发展等词汇成为舆论热议话题。政府报告提出,2023 年要进一步发展数字经济、促进数字化与绿色化协同发展。数字经济时代,绿色创新技术可以优化能源利用,提高能源配置效率。因此,在今后数字化发展为主的经济形势下,减少能源消耗强度有利于促进资源与环境的可持续发展。

2. 文献综述

2.1. 关于数字经济相关的研究

国内外研究学者纷纷从不同视角对数字经济内涵进行探讨。目前,国内沿用较多的关于数字经济的概念是中国于 2016 年 G20 峰会提出的,数字经济是以数字化的知识与信息为主要生产要素,基于现代信息化网络与信息通讯技术实现经济效率的提升与经济结构的优化。李长江(2017)基于数字经济概念不明确的现实背景,梳理了关于数字经济已有的研究和存在的问题,认为数字经济是以数字技术为主要生产方式进行生产的经济形态[1]。丁志帆(2020)认为数字经济从微中宏观助推经济高质量发展。微观层面,

数字经济是以数字技术为主要生产要素助推微观经济主体改善资源配置效率；中观层面，数字经济通过产业的创新、联动与融合三个效应实现产业转型升级；宏观层面，数字经济通过促进经济增长提高全要素生产率，助推经济高质量发展[2]。张腾等(2021)分区域研究数字经济对我国经济高质量发展的效应，认为数字经济能够显著提高我国东部地区与西部地区的经济增长，数字经济是促进我国经济高质量发展的新动能[3]。赵西三(2017)认为数字经济有助于破解中国制造业转型升级中的难点[4]，李春发等和沈运红等(2020)认为数字经济有助于推动制造产业转型升级和制造业产业结构的优化；数字经济不仅有助于提高地区的全要素生产率还对地方的全要素能源效率有着促进作用，推动经济高质量发展[5] [6]；王文和戚聿东等(2020)认为数字经济的发展带动了就业结构优化和就业质量提升[7] [8]。学术界从不同视角研究数字经济的赋能作用，丰富了数字经济相关的现有研究，这为该篇文章研究数字经济与能源消耗强度相关的研究奠定了坚实的基础。虽然近几年有关数字经济的探讨和研究较丰富，但数字经济的测量仍旧是一个难题，尚未完全建立统一的数字经济测量指标体系与测度方法。目前学术界和政府部门对数字经济的测度分为两类即直接法和对比法，徐清源等(2018)给出了中国使用对比法测度数字经济指标体系的思路[9]，但是学者们仍利用熵值法和主成分分析法构建数字经济发展指数。

2.2. 关于能源消耗强度的影响因素相关研究

能源消耗强度即每生产一单位国内生产总值所消耗的能源水平。关于能源消耗强度影响因素的研究由来已久，以能源消耗强度和影响因素为主要主题对知网进行检索之后发现，关于能源消耗强度的影响因素可以分为经济类指标、社会类指标、能源类指标和其他类指标。孙祥栋(2023)等，分析了一带一路沿线国家能源消耗强度降低的主要因素并提出实现路径[10]。张寅浩(2022)基于能源消费结构视角对不同地区的能源消费强度进行分析研究发现能源消费结构对能源消耗强度产生显著正向影响[11]。邵羽冰和邵言波(2023)研究一带一路沿线省份的经济增长、能源强度与碳排放研究，提出优化能源消费结构有助于加快推动绿色可持续发展[12]。冯常洁(2023)研究能权交易制度对能源消费强度的影响作用，发现能权交易制度可以有效降低能源消费强度[13]。王富忠(2023)基于技术进步的视角对我国能源强度进行研究发现，提高研发支出和发明专利有助于抑制能源强度[14]。郭军峰(2021)基于技术进步和产业结构的视角分析我国30个省份能源消耗强度的区域差异，认为技术进步和产业结构为影响能源消耗强度的主要因素[15]。王韶华(2021)等基于供给侧改革视角，运用探索性空间数据分析法探讨京津冀地区能源消耗强度的影响因素[16]。黄映红(2021)等分析技术创新和能源价格对我国能源消耗强度的影响[17]。根据上述学者的研究发现，学者们从不同视角探讨各省份和地区能源消耗强度的影响因素。但是较少的文献分析数字经济发展背景下各省份的能源消耗强度。

3. 数字经济发展影响能源消耗强度的理论机理分析

3.1. 数字经济通过数字化、信息化和智能化手段降低能源消耗强度

数字经济作为以数据为关键生产要素的新兴领域日益成为经济发展的主要经济形态，正在改变整个能源行业的生产、运行和传输模式。数字经济通过数字化、信息化和智能化的手段为能源产业经济的运行带来更多的可能性，能够降低能源消耗强度，实现能源产业绿色低碳发展。数字经济能够对能源结构进行重组及优化、提升能源利用效率及数字化水平。数字经济本身具有的客观性，能够促进各主体之间信息的共享、加速信息流的运转，降低信息化的复杂程度，由此有效降低生产、消费和流通各环节的能源消耗，改进能源效率，推动能源行业的绿色发展。数字经济带来的信息化对企业层面来说可以提供高效环保的产品与服务，加强消费者绿色消费意识，促进消费者绿色消费行为，降低消费过程中的能源消耗。同时，可以利用数字经济智能分析能源消耗趋势，能源厂商或者企业可以根据实际需求进行能源消

耗预测和调整,减少能源项目开支,降低传统意义上的生产环节的成本,实现能源领域供需平衡,使能源利用更加智能和高效。刘国武(2023)等认为,数字经济能够加速经济循环,降低信息不对称,从而提高能源配置效率[18]。

3.2. 数字经济通过“技术效应”和“消费效应”降低能源消耗强度

数字经济本身蕴含的技术进步作用能够对能源进行赋能,促进数字要素与能源要素的融合发展,降低能源消耗强度。数字经济促进能源产业由劳动密集型向技术密集型转变,通过技术进步提升能源产业的效率进而降低能源消耗强度。数字经济赋能之下的技术进步,可以通过淘汰传统的高耗能和高污染产业,实现能源效率的提升。数字经济提升供给能力、优化市场环境推动消费结构升级和消费环境优化。社会消费水平的提升导致我国能源需求增加和不断开发新能源导致人均能源消耗量增加,进而影响我国能源消耗强度。另一方面,数字经济通过促进绿色技术创新水平的提高,减少能源消耗强度。数字经济发展能够使政府更加注重数字基础设施建设、使企业重视绿色环保产品的设计与开发,减少单位能源消耗强度促进绿色化发展。

综上,数字经济降低能源消耗强度的途径是多方面的。数字经济通过数字化、信息化、智能化三个手段和技术效应与消费效应两个效应,降低能源消耗强度有利于助推能源环境实现可持续发展的长期目标。

4. 模型设定和变量选取

4.1. 变量说明

本文的被解释变量为各省能源消耗强度,核心解释变量为数字经济发展水平,同时,为了控制其他变量对能源消耗强度的影响作用,在模型中加入了绿色技术创新、社会消费水平、人口密度和外商直接投资等控制变量。能源消耗强度:各地区能源消耗总量与GDP的比值。数字经济发展指标,参考赵涛(2020)等的研究思路,以互联网发展为核心,并考虑数字化交易,结合省份数据的可得性,从数字普惠金融发展、互联网普及率、互联网相关从业人数、互联网相关产出、移动互联网用户数五个维度衡量[19]。绿色技术创新指标使用各省份绿色专利授权数来衡量。社会消费水平使用各省份社会消费品零售总额占国内生产总值的比重来衡量。人口密度使用地区总人口数占地区行政区划面积来衡量。外商直接投资使用外商直接投资总额和美元对人民币汇率的乘积占地区生产总值的比重来衡量。

4.2. 数据来源

本文选取的数据来源于历年《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国教育统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》中国研究数据服务平台(CNRDS)以及各省统计年鉴和各省能源统计年鉴,考虑到数据的可获得性,本文选取了2011~2020年30个省份(不含西藏和港澳台)的面板数据作为研究样本。

5. 实证分析

5.1. 各省份能源消耗强度的演变趋势分析

通过对中国30个省份能源消耗强度的测算,以核密度估计方法研究能源消耗强度的发展现状和演进趋势,从而对研究起到补充作用,图中波峰代表了该时间段样本的均值,峰度则是描述分布形状的一个统计量,它反映了数据的集中程度。能耗强度的波峰呈明显的右移态势,峰度下降,且曲线形状呈现出由“尖峰”向“宽峰”的演变趋势。说明在此阶段,各省能耗强度有所减缓,但是区域发展差异也在

定程度上逐渐扩大。

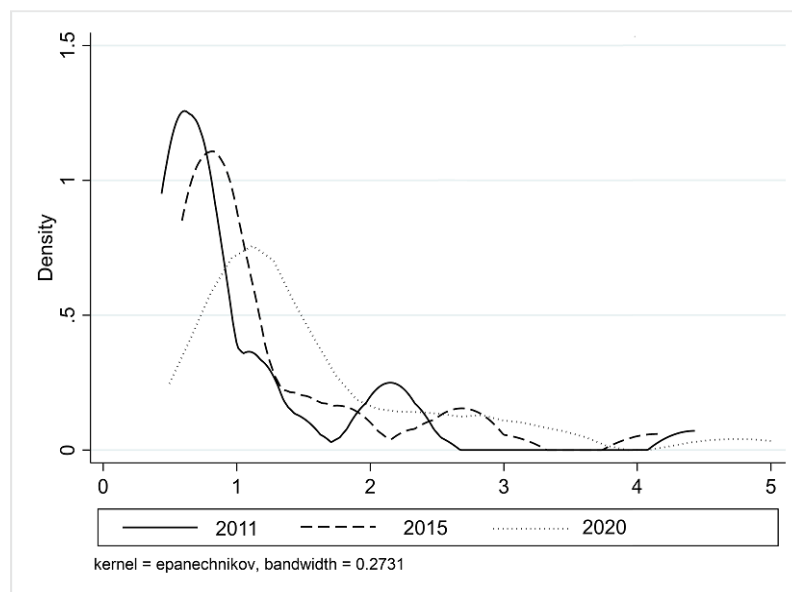


Figure 1. Nuclear density trend chart of energy consumption in density
图 1. 能源消耗强度的核密度趋势图

5.2. 相关性分析

对所有变量进行相关性分析(表 1)，能源消耗强度与绿色技术创新在 1%的水平上显著负相关，说明绿色技术创新对能源消耗强度有显著负向影响。表中各变量的系数绝对值均小于 0.5，且模型的方差膨胀因子等于 1.29，通过多重共线性检验。

Table 1. System resulting data of standard experiment
表 1. 变量相关性分析

y	x1	x2	x3	x4	x5	
y	1					
x1	-0.273***	1				
x2	-0.431***	0.194***	1			
x3	-0.0120	0.0780	0.0190	1		
x4	-0.00600	0.159***	-0.0350	0.488***	1	
x5	-0.395***	0.466***	0.241***	0.129**	0.0300	1

***, **和*分别表示在 1%，5%和 10%的水平上显著。

5.3. 基本回归分析

本文对国内 30 个省份的面板数据进行实证分析，以检验数字经济发展对能耗强度的影响程度。在进行模型估计之前判断使用混合回归模型还是个体效应模型。根据 Hausman 检验结果发现，使用固定效应模型进行分析效果最佳。核心解释变量数字经济估计值在 1%的水平上显著为负，数字经济的发展对于减少能源消耗强度有显著影响(表 2)。从其他解释变量对能源消耗强度的影响来看，社会消费水平、人口密度和绿色技术创新水平显著负向影响能源消耗强度，外商直接投资显著正向影响能源消耗强度。随着社会消费水平的提高，我国对电子产品、汽车和工业产品的消费需求不断增加导致我国人均能源消耗量增

加, 进而影响我国能源消耗强度。我国经济越发达的地区, 人口密度越高, 人们生产生活越集中, 工业生产和生活用水、电、气以及交通运输等都会消耗大量的能源, 人们对能源消耗的需求较高, 进而能源消耗强度较低。绿色技术创新对于能源消耗强度的影响: 首先, 能源价格上涨促使人们使用相对便宜的替代能源, 这意味着碳定价政策可能会有效降低生产过程的能源消耗强度。其次, 绿色技术创新可以有效降低工业的能源消耗强度, 政府可以用研发投资的形式鼓励绿色创新, 提高能源利用效率, 进而影响能源消耗强度。外商直接投资除了给我国带来资本、专利和技术之外, 更多的投资于制造业、工业中的高能耗产业和污染密集型产业, 外商直接投资流入度对能源消耗强度呈现正向影响。

5.4. 东中部地区异质性分析

鉴于不同地区数字经济的发展存在较大差异性, 为检验数字经济在不同地区的异质性, 本文将地区按照东部地区、中部地区和西部地区划分。数字经济的发展对能源消耗强度的影响在不同地区存在较大差异, 对东部地区的能源消耗强度呈现显著的正向影响, 而对西部地区的能源消耗强度呈现显著的负向影响, 对中部地区的能源消耗强度没有显著影响(表 2)。本文认为, 东部地区是我国经济较发达的地区, 人口密度和社会消费水平高于西部地区, 数字经济的发展会增加能源消耗强度。西部地区地域辽阔, 有丰富的动能资源、多种金属和非金属矿产资源, 特别是煤、石油、天然气等资源, 数字经济的发展能够使西部地区的能源利用效率达到最大化, 对西部地区能源消耗强度产生显著的负向影响。

Table 2. Bench mark regression results

表 2. 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Ols	Fe	Re	东部地区	中部地区	西部地区	稳健性
x1	-0.302 (0.234)	-1.013*** (0.256)	-0.976*** (0.240)	0.876** (0.338)	0.207 (0.689)	-1.257*** (0.462)	-0.797*** (0.214)
x2	-4.394*** (0.642)	-1.348*** (0.277)	-1.412*** (0.275)	-0.692* (0.411)	0.198 (0.398)	-2.688*** (0.508)	-1.111*** (0.232)
x3	0.567 (0.696)	-0.326* (0.181)	-0.318* (0.181)	-0.225 (0.194)	-0.237 (0.354)	-0.143 (0.354)	-0.055 (0.152)
x4	-1.220 (3.291)	3.332*** (0.916)	3.266*** (0.917)	2.818*** (0.881)	3.034* (1.769)	-0.218 (2.425)	1.277 (0.785)
x5	-0.349*** (0.071)	-0.134*** (0.025)	-0.136*** (0.024)	-0.079*** (0.020)	-0.514*** (0.121)	-0.548*** (0.184)	-0.032 (0.022)
							-0.375*** (0.034)
_cons	3.166*** (0.251)	2.076*** (0.114)	2.091*** (0.176)	0.811*** (0.215)	0.951*** (0.168)	3.317*** (0.176)	2.356*** (0.098)
N	300.000	300.000	300.000	130.000	80.000	90.000	300.000
r2	0.282	0.319		0.345	0.409	0.590	0.530
r2_a	0.270	0.231		0.246	0.303	0.520	0.468

* p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01.

5.5. 稳健性分析

根据很多学者以往的研究可以发现, 合理调整产业结构有助于实现节约能源, 降低能源消耗, 提升能源利用效率。为了避免指标选择偏误导致的偏差和验证回归成果的稳健性, 考虑到产业结构可能会对各省份能源消耗强度产生影响, 本文通过在回归中加入一个新的控制变量即产业结构进行稳健性检验。

由表 2 可知, 加入新的控制变量之后, 数字经济回归系数为-0.797, 在 1% 的水平上显著, 固定效应模型回归结果也是呈现显著的负向影响, 论证了本文的研究结果数字经济的发展对减少能源消耗强度具有显著影响。

6. 对策建议

根据上文的分析可以得出以下的结论即数字经济发展水平每提高 1%, 能源消耗强度将显著下降 1.013%。根据上述的结论, 本文提出如下的三点对策建议。

首先, 能源产业是国民经济的重要组成部分, 减少能源消耗, 推动能源高质量发展, 有利于保障能源安全。通过加强数字技术人才的培养、数字化基础设施的推广与运用、推动数字技术的进步、推动企业数字化转型、推动数字化医疗、金融、教育、农业的发展, 加快推进数字经济的高质量发展。与此同时, 把握新时期数字经济发展的内涵与特征, 有效提升数字经济发展水平, 加快数字经济与能源产业的融合发展。政府应该引领数字经济发展, 鼓励更多的行业领军企业、相关部门与社会组织加大数字经济对能源产业的融合运用, 为减少能源消耗强度提供基础保障。促使能源产业朝着生态化、健康化的持续发展需要政府、企业和社会各界的共同努力。

其次, 由于数字经济的发展对我国东中部地区能源强度的影响存在异质性作用。鉴于此, 对东中西部地区应该实施差异化的数字经济战略。地方政府部门应该根据本地的能源利用现状, 调整数字经济的政策措施。西部地区能源资源优势突出, 数字经济的发展一直处于缓慢增长的状态, 相较于东部地区数字化发展空间仍较大, 对此政府部门应该对西部地区给予更多的政策倾斜和资金支持, 助推西部地区的数字化发展。东部地区改革开放早, 生产力水平较高, 占据着有利的区位优势, 在人才、市场、技术和资本等方面有着天然的优势, 且作为我国经济发展水平较高的地区, 数字经济发展较快于中西部地区, 但是随之带来的能源强度也高于中西部地区, 对此应该探索并不断创新数字经济减少能源消耗的新模式。

最后, 应注重绿色技术创新对能源强度的改善作用, 不断激发绿色技术创新的节能降碳效应, 加快推进低能源消耗产业的发展。西部地区生态脆弱, 生态压力大, 经济转化效率较低, 中部地区能源强省较多, 应重视绿色技术创新水平的提高, 确保绿色发展的能源产出效率, 推广并实施循环经济发展模式, 加强绿色技术与本地特色资源的融合, 实现生态效益与经济效益的协调与均衡。东部地区绿色经济发展水平高于中东部地区, 保持绿色经济发展的自身竞争优势, 加强能源领域技术创新, 完善能源保护与利用机制, 力争成为引领能源效率提升的引擎。政府应该重点关注能源消耗较高的地区, 综合分析的基础之上, 补齐短板, 提升能源效率的提升。

参考文献

- [1] 李长江. 关于数字经济内涵的初步探讨[J]. 电子政务, 2017(9): 84-92.
- [2] 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.
- [3] 张腾, 蒋伏心, 韦联韬. 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.
- [4] 赵西三. 数字经济驱动中国制造转型升级研究[J]. 中州学刊, 2017(12): 36-41.
- [5] 李春发, 李冬冬, 周驰. 数字经济驱动制造业转型升级的作用机理——基于产业链视角的分析[J]. 商业研究, 2020(2): 73-82.
- [6] 沈运红, 黄彬. 数字经济水平对制造业产业结构优化升级的影响研究——基于浙江省 2008~2017 年面板数据[J]. 科技管理研究, 2020, 40(3): 147-154.
- [7] 王文. 数字经济时代下工业智能化促进了高质量就业吗[J]. 经济学家, 2020(4): 89-98.
<https://doi.org/10.16158/j.cnki.51-1312/f.2020.04.010>
- [8] 戚聿东, 刘翠花, 丁述磊. 数字经济发展、就业结构优化与就业质量提升[J]. 经济学动态, 2020(11): 17-35.

-
- [9] 徐清源, 单志广, 马潮江. 国内外数字经济测度指标体系研究综述[J]. 调研世界, 2018(11): 52-58.
- [10] 孙祥栋, 周璞琦, 王璇. “一带一路”沿线国家能源强度降低的关键因素识别及实现路径研究[J]. 首都经济贸易大学学报, 2023, 25(2): 15-29.
- [11] 张寅浩. 能源消费强度的区域差异及其影响因素分析[J]. 宏观经济研究, 2022(10): 129-142.
- [12] 邵羽冰, 邵言波. “一带一路”沿线省份经济增长、能源消耗对碳排放的影响研究[J]. 中国商论, 2023(20): 17-20.
- [13] 冯常洁. 用能权交易制度对区域能源消费强度的影响研究[J]. 西部经济理论论坛, 2023, 34(5): 71-79.
- [14] 王富忠. 技术进步视角下我国能源强度研究[J]. 技术经济与管理研究, 2023(11): 18-22.
- [15] 郭军峰. 能源消耗强度区域差异与影响因素分析[J]. 煤炭技术, 2021, 40(10): 232-234.
- [16] 王韶华, 何美璇, 张伟, 等. 供给侧改革视角下京津冀工业能源强度及其影响因素研究[J]. 地理与地理信息科学, 2021, 37(5): 110-116.
- [17] 黄映红, 王陆雅, 陈瑞, 等. 技术创新、能源价格影响能耗强度的异质性研究[J]. 价格理论与实践, 2021(2): 136-139.
- [18] 刘国武, 李君华, 汤长安. 数字经济、服务业效率提升与中国经济高质量发展[J]. 南方经济, 2023(1): 80-98.
- [19] 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): 65-75.