

数字经济对中国城市碳排放的影响效应及其作用机制

孙文远 周浩平*

摘要:“双碳”目标下,如何促进节能降碳成为当前中国亟须解决的重大问题,数字经济发展在促进经济高质量发展的同时,也会对碳排放量产生影响。鉴于此,本文以中国260个地级市为研究对象,通过构建面板数据模型,实证考察了数字经济对碳排放的影响。研究结果显示:首先,数字经济对碳排放的作用效应为非线性的倒U型关系,这一结论在进行一系列稳健性检验后仍然成立;其次,机制分析发现,地方政府竞争是数字经济影响碳排放的重要机制,数字经济可通过地方政府竞争的间接效应抑制碳排放;最后,异质性分析结果表明,数字经济对碳排放的影响会因区域经济发展水平的不同、城市能源丰裕程度的不同、城市创新水平的不同而产生差异,在经济发达地区、能源丰裕度低的城市以及高创新投入城市,数字经济对碳排放的影响更为显著。因此,政府应加快新型数字基础设施建设步伐,为数字经济发挥减碳效应提供有力支撑;同时,应进一步优化政绩考核评价体系,为我国低碳发展增添动力。

关键词:数字经济;碳排放;地方政府竞争;中介效应

一、引言

随着经济水平不断发展、社会福利不断提高,也伴生了严峻的气候危机,大量的碳排放导致了极端气候现象,诸如土地干旱、冰川融化等现象频繁发生,因此,如何促进碳减排成为当前世界各国亟须解决的重大问题。自改革开放以来,随着城镇化水平提高和经济快速增长,

*孙文远,南京审计大学经济学院,邮政编码:211815,电子信箱:sun4628@126.com;周浩平(通讯作者),南京审计大学经济学院,邮政编码:211815,电子信箱:zhou20000214@126.com。

本文系国家社会科学基金一般项目“人工智能对就业的影响机制与对策研究”(20BJL144)和江苏省研究生实践创新计划项目“人工智能技术发展对就业影响研究”(SJCX22_0913)的阶段性成果。感谢匿名审稿专家和编辑部的宝贵修改建议。文责自负。

中国的碳排放量呈现持续性的迅猛增长。2021年,中国二氧化碳排放量超过119亿吨,占比为全球总排放的33%,因此,如何促进碳减排,加速低碳发展转型成为当前中国面临的重大挑战。面对当前的严峻局势,中国做出了一系列的应对方案。2021年2月印发的《国务院关于加快健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》中提出:“建立健全绿色低碳循环发展的经济体系,确保实现碳达峰、碳中和目标,推动我国绿色发展迈上新台阶。”2021年12月,习总书记在中央经济工作会议上指出,推进碳达峰碳中和是推动高质量发展的内在要求。因此,在“双碳”目标和经济高质量发展背景下,探索如何助力碳减排具有重大的现实意义。

要实现碳减排目标,中国经济发展需要进行全面转型优化。当前,中国正处于数字经济的发展与变革时代,数字经济以数据为生产要素、以数字技术为支撑,其必将使得中国经济发展方式和生产结构产生颠覆性的变化。首先,数字经济驱动了中国基础设施建设的转型优化,与传统基础设施不同,新型数字基础设施更加有助于区域要素融合、提升中国绿色全要素生产率(周晓辉等,2021),同时,数字经济还优化了中国数字治理水平,通过优化制度环境、改善政商关系等渠道提升了市场活力,助力经济高质量发展。其次,数字产业的发展将进一步加快数字经济与实体经济融合,为产业结构高级化、合理化提供重要支撑,推动中国制造业数字化、智能化转型,成为重构我国产业核心竞争力的重要抓手(张于喆,2018)。最后,数字技术可以帮助企业开发新的商业模式和生态系统,使用不同方式创造和获取价值,促进了就业数量和劳动收入的增长(Adner et al.,2019)。数字经济从多维度优化中国经济发展方式和生产结构,同时,也对环境状况发挥重要作用。

那么,在当前“双碳”目标和经济高质量发展的背景下,数字经济与碳排放二者有什么关系?其影响效应又如何?若产生影响,这种影响效应是线性关系还是非线性关系?当前,学术界对此研究并未给出确切的答案。本文拟从城市视角开展数字经济与碳排放关系的研究,可能的边际贡献在于:第一,从理论视角丰富了数字经济对碳排放的效应研究,并运用更细致的城市面板数据实证研究数字经济对碳排放的效应,为相关研究增添经验证据;第二,以往学者探究数字经济对碳排放影响的间接路径时主要集中在技术进步、产业结构等视角,研究角度单一,本文从地方政府竞争这一重要变量出发,深入考察其对数字经济影响碳排放的作用机制;第三,基于异质性视角考察数字经济对碳排放的影响,回归结果对中国“双碳”目标的实现以及经济高质量发展具有一定参考价值。

二、文献综述

通过对相关文献进行梳理,本文的文献综述主要分为三个部分阐述,即数字经济的相关文献、碳排放的相关文献、数字经济对碳排放影响的相关文献。

一是数字经济的相关文献。数字经济作为一种新型的经济形态,近年来相关研究层出不

穷,学者们主要从数字经济的测度与数字经济的经济效应两个方面开展研究。从数字经济的指标测度来看,刘军等(2020)从信息化发展、互联网发展以及数字交易发展三个维度测算了中国省级层面数字经济指数。盛斌和刘宇英(2022)结合数字经济发展新形态变化,从数字基础设施、数字产业发展以及数字治理三个层面测算了中国30个省份数字经济发展指数。

关于数字经济的经济效应研究,从微观层面看,数字经济对企业影响表现在以下几个方面:第一,数字经济会使企业组织结构扁平化,企业生产模式更加柔性化,并对企业的营销模式、研发模式产生一系列的正向促进作用(戚聿东、肖旭,2020);第二,数字经济发展带来的技术支撑能够帮助企业改善资本结构、提高信息获取效率,从而促进企业价值提升(李小忠,2021);第三,数字经济通过缓解企业融资约束、加剧信息传递等方式,提高企业金融化水平(杨名彦、浦正宁,2022)。从中观层面看,有学者研究发现,以工业大数据和智能分析为基础融合形成的网络制造可以将原始数据真正转化为具有价值的信息,从而给产业带来更多的商业价值,如可以优化生产流程,提高生产效率(Lee et al.,2016)。从宏观层面看,赵涛等(2020)认为创业活动是经济增长的内生力量,数字经济的发展可以通过丰富创业资源、优化要素配置等作用促进创业活跃度的提升,从而助力经济高质量增长。

二是碳排放的相关文献。关于碳排放的有关文献,研究主要聚焦于碳排放测度及其影响因素,其中测度方法应用最多的是指数分解法。王锋等(2010)基于传统指数分解法,使用三层完全分解法压缩为两层,计算六个部门消耗的八种燃料产生的二氧化碳并进行加总测得碳排放数据。张翠菊(2016)则是根据中国能源消费的特点,选择煤炭、焦炭等八种化石能源测算了中国历年碳排放量。

碳排放影响因素主要集中在政府政策、城市化、人口结构等方面。从政府政策来看,张彩江等(2021)从碳排放交易试点政策视角出发,认为碳交易市场能够通过结构效应、技术效应以及配置效应促进区域碳减排。也有学者从政府审计视角出发展开分析,李兆东和郭磊(2022)认为领导干部自然资源资产离任审计能够促进城市节能减碳,其中提升工业产能利用率是重要的间接渠道。从城市化发展来看,王巧然(2021)通过构建地级市面板数据,实证研究发现不同类型城市化对城市碳生产率具有不同影响,人口城市化对城市碳生产率促进作用表现为由强到弱,而土地城市化对城市碳生产率促进作用在跨过门槛值后表现为消失。从人口结构来看,吴昊和车国庆(2018)基于省级面板数据,实证研究得出劳动年龄人口比重增加会促进碳排放,主要通过生产和消费双渠道发挥效应。陈向阳(2021)通过实证研究对比了人口规模和消费规模对碳排放的影响,实证结果表明,虽然二者均能显著促进碳排放,但消费规模对碳排放影响的弹性系数大于人口规模对碳排放影响的弹性系数。

三是数字经济对碳排放影响的相关文献。当前,学者们关于数字经济的碳排放效应研究结论并未统一。有学者认为信息和通信技术行业发展带来了大量的碳排放,其中主要原因在

于信息通讯技术(ICT)部门发展需要来自大量非 ICT 部门的碳密集型中间品投入(Zhou et al. , 2019)。而刘洪涛和杨洋(2018)持相反观点,认为信息化发展通过增强信息的透明度,为落后地区学习新技术创造了机会,加快了落后地区技术创新的步伐,优化了生产过程中能源使用效率,从而减少了碳排放。刘鹏程和刘杰(2020)则认为除上述技术进步效应外,信息化发展还会产生人口聚集效应,通过环保技术水平提高、降污成本下降两方面减少污染排放。丁玉龙和秦尊文(2021)通过构建省级面板数据,实证得出信息通讯技术能带动绿色经济效率提升,进一步支持了信息通讯技术发展促进碳减排的观点。随着新一代数字技术广泛应用于社会各领域,学者们开始积极探究数字技术所带来的碳减排效应。从时间和空间的视角来看,徐维祥等(2022)从空间维度探究数字经济对碳排放的效应,研究发现数字经济发展不仅抑制本地区碳排放水平,还显著影响临近地区的碳排放量。Zhang 等(2022)则通过构建中国城市面板数据,实证得出数字经济对碳排放绩效的促进作用主要在本地,对邻近地区并无太大影响。刘婧玲和陈艳莹(2022)进一步探究了数字技术发展对碳排放影响的时间效应,认为在数字技术发展初期,产业结构处于调整阶段,此时降低能源消耗是数字技术抑制碳排放的主要路径,在数字技术发展后期,产业结构优化完成并不断向更高级状态发展,此时产业结构在数字技术对碳排放的影响中将发挥更大的抑制效应,并且这种抑制效应随着时间推移而逐渐增强。Zhou 等(2022)也认为随着数字生产和应用结构的改善,数字经济可以持续抑制碳排放量增长。

随着数字技术发展的不断推进,金融作为现代经济的核心要素也有了新的发展,数字金融随之产生并发展迅速,为数字经济的环保效应研究提供了新的视角。从数字金融视角来看,朱东波和张相伟(2022)认为数字金融的普惠性缓解了中低消费群体的消费预算约束,促进了消费升级,倒逼产业结构转向污染排放较低的第三产业,从而抑制碳排放。许钊等(2021)从数字金融的社会属性和平台效应双视角出发,研究认为数字金融的社会属性帮助公众提高环保参与体验感,树立绿色消费价值观,数字金融的平台效应可以提高资源回收利用,减少污染。郭桂霞和张尧(2022)则认为人工智能、大数据等新数字科技与金融行业结合形成的数字经济新业态能够通过促进数字科技产业化和产业数字化两个渠道助力碳减排。而缪陆军等(2022)认为数字经济对碳排放影响并非简单的正向促进或负向抑制的线性关系,而是倒 U 型的非线性影响关系,其中创新效率是数字经济影响碳排放的重要中间渠道。

综上所述,学术界关于数字经济和碳排放的相关研究存在以下不足:第一,大多数研究聚焦于经济效应,而将数字经济与碳排放放入同一框架探究的文献相对较少;第二,关于数字经济对碳排放影响的相关文献大多为定性研究,定量研究较少,并且大多数为省级层面数据分析,缺乏更微观层次的数据分析,如城市层面和企业层面;第三,在探究数字经济对碳排放的影响机制时,学者们主要集中在技术创新、产业结构等视角,比较单一,缺乏新的思考视角。

鉴于以上不足,本文通过构建中国260个城市面板数据,从地方政府竞争的视角,探究数字经济对碳排放的影响机制。在丰富数字经济与碳排放的相关研究的同时,也为数字经济对碳排放的实证研究增添一些经验证据。

三、理论机制分析

数字经济作为一种新的经济形态,对碳排放的影响呈现一种比较复杂的形式,本文主要从数字经济对碳排放的直接影响进行分析。其次,考虑到碳排放影响因素的复杂性和地方政府行为的重要性,拟从数字经济影响地方政府竞争行为的视角间接分析其对碳排放的影响。最后,考虑到不同城市的特征对碳排放的影响存在差异,从区域发展水平、城市能源丰裕度以及城市创新投入水平三个视角,深入考察数字经济对碳排放影响的异质性。

首先,数字经济对碳排放的直接影响主要体现在以下三个方面。第一,数字经济发展通过推动数字基础设施建设影响碳排放。在发展前期,新型数字基础设施建设与数字产业化会对以往设施进行更换,新型设备生产造成大量资源消耗和碳排放增加,使得前期数字化转型增加的碳排放量大于其减少的碳排放量,总体碳排放量呈现上升趋势(Li et al., 2021)。但数字基础设施可以从两个方面持续促进碳减排,贯穿数字经济整个发展历程。一方面,数字基础设施建设有利于信息传播减少信息不对称,公众的环保诉求通过网络平台的放大效应和涟漪效应形成巨大的舆论压力,从而逼迫高污染、高能耗的产业或企业进行绿色转型,进而降低碳排放量。另一方面,云计算等新型的数字基础设施不仅可以对交通、水利、物流等传统基础设施升级优化,如促进智能交通体系的搭建,优化交通通行效率减少汽车碳排放,同时能够帮助政府加强环境监控力度,优化政府环境治理效率,进而改善环境状况、减少碳排放。

第二,数字经济发展通过优化能源结构影响碳排放量。从能源生产结构来看,数字经济时代下,数据成为新的生产要素,数字经济通过赋能能源生产流程,帮助生产设备更新优化,提高能源生产效率;同时,数字经济促进能源企业生产管理流程优化升级,使得能源可以循环利用,有效促进节能减排(谢云飞,2022)。从能源生产-能源需求结构视角来看,数字经济通过技术创新等效应使得能源生产高效化和清洁化的同时,促进能源回弹效应发生,能源生产高效化使能源供给能力大大提升,引发能源企业市场竞争加剧,进而促进能源价格下降,激励居民和企业大大增加对能源的消费(罗良忠等,2022),带来碳排放量的增加,这种现象被称为“杰文斯悖论”。因此,数字经济发展优化能源结构既会促进碳排放量增加,也会形成节能减排效应。

第三,数字经济发展通过改变居民消费观念影响碳排放量。从消费模式来看,一方面数

字经济发展扩大互联网的覆盖度,促进数字金融的普及,提高了人们支付的便利性(张勋等,2020),人们只需要通过手机就能足不出户完成多样化、低价格的商品和服务的购买,极大促进了网络经济的繁荣,线上业务的飞速扩张降低了实体店铺的建设需求,直接减少了资源和能源的消耗,改善了环境(Horner et al.,2016)。另一方面,数字经济不仅加快信息传递性、提高信息透明度,还通过互联网平台搭建起生产者和消费者的联系渠道。在降低消费者搜寻成本的同时,数字经济的范围经济效应也为消费者提供了更丰富、更多样化的产品和服务(荆文君、孙宝文,2019),激发了消费者的线上购买欲望,需求增加使得企业扩大生产规模,从而造成更多的资源消耗和碳排放。从消费者需求来看,数字经济强大的算法能力不仅可以改变消费者的购买决策,使得消费者购买偏好趋于一致(何大安,2020),同时数字经济下,数字技术的使用可以通过分析消费者数据、了解消费者偏好,帮助生产企业及时掌握消费者的购买需求。前者造就了强大的头部需求,后者使得小众化、多样化需求被满足,从而形成更强大的“长尾效应”(陈晓红等,2022)。这种长尾效应不仅改善了中小企业的生存环境,还会促进中小企业扩大生产,这种市场扩张效应大于数字经济带来的节能减排效应,从而促进碳排放量的增加。

综上所述,数字经济通过数字基础设施建设、能源结构优化以及改变居民消费观念直接影响碳排放量,但这种影响既有正向促进又存在负向抑制,且存在时期性特点。因此,本文提出第一个假说。

H1:数字经济对碳排放影响为先促进后抑制的倒U型关系。

其次,已有碳减排工具虽然层出不穷,但减排效应上确存在显著差异。吴力波和马戎(2022)对常见减排工具进行分类,分为经济性工具、规制性工具以及其他工具,认为规制性政策对有效实现碳减排起重要作用。不少学者基于理论和实证研究发现,地方政府竞争对碳排放具有显著的减排效应(田建国、王玉海,2018;孙丽文等,2022)。胡久凯和王艺明(2022)采用文本分析方法测算了地级市2007—2017年政府工作报告中低碳类词汇词频占比,研究结果表明,地方政府竞争模式在2012年后向“绿色低碳发展”转移,这种向“趋良竞争”模式转变对于碳排放具有显著的负向抑制效应。因此,本文重点关注数字经济通过地方政府竞争带来的对碳排放的间接影响。

一方面,数字经济可通过促进效率提升、优化营商环境两方面影响地方政府竞争。从效率提升来看,数字经济发展打破了地理位置、时间和空间等客观因素的限制,促进从生产到消费等各个环节效率提升(张红伟等,2021),经济效率的提高带来的经济增长加强了地方政府对区域基础设施建设以及公共服务的提供,助力地方政府对于资本、劳动等要素资源的竞争。从营商环境来看,数字经济推动了数字政府的形成,提高数字治理效率,如行政审批效率、增加政府透明度等方式,改善了政商关系(郑磊,2021),良好的营商环境使得地方政府在

招商引资时取得领先优势。另外,数字技术的发展缓解了信息不对称,从而降低企业生产经营成本,提高企业的投资意愿。

另一方面,地方政府竞争也是促进碳减排的重要因素。随着经济发展方式由粗放型发展转向高质量发展,地方官员的政绩考核机制也产生重大变化,环境污染程度、碳排放水平以及能源消耗等指标被纳入考核机制中,单一的以经济增长速度为政绩考核指标转向更加多元的综合政绩考核机制(胡久凯、王艺明,2022)。地方官员出于政绩考核和晋升压力的双重考虑,将加大环境规制强度,政府通过制定排污标准、行政处罚以及对污染排放进行征税等方式调节厂商生产经营活动,抑制区域碳排放(张华、魏晓平,2014)。同时,这种正式环境规制水平的提高会形成“绿色创新补偿效应”(徐盈之、魏瑞,2021),环境规制强度的提升使得高污染高能耗企业的污染排放成本和处罚成本高于自身技术创新投入成本,迫使企业选择积极开展绿色创新活动,将生产设备进行更换,使用更加清洁、高效的生产设备,促进企业绿色转型,从而降低碳排放量(王珍愚等,2021)。

最后,由于地区间的经济发展阶段以及要素禀赋的差异,数字经济对不同地区、不同类型的城市的碳排放有着不同的影响效应。从区域经济发展水平来看,经济发达地区的科技水平、人力资本以及受教育程度均高于其他地区,不仅有利于绿色技术创新,促进数字经济对经济发达地区形成节能减排效应;同时,数字经济优化经济发达地区产业结构,使经济欠发达地区承接了经济发达地区转移过来的高污染高排放产业,增加了经济欠发达地区碳减排工作的难度(薛飞等,2022)。从能源禀赋视角来看,“资源诅咒”理论认为丰富的资源禀赋反而会恶化地区经济发展。由于能源丰裕区经济发展主要依赖当地自然资源禀赋,虽然这一资源部门的扩张会在初期带动能源丰裕区经济发展,但这种发展模式会对要素配置效率进行破坏,并导致产业结构失衡、人力资本不足等一系列问题(张艳等,2022)。数字经济发展主要依赖于数字基础设施以及数字技术的支撑,但能源丰裕区存在创新水平不足、能源使用效率低下,以及产业结构固化等问题,使得数字经济无法高效赋能能源丰裕区产业结构,从而数字经济的碳减排红利难以发挥出来。而能源丰裕度低的城市则不存在产业结构固化等问题,因此,数字经济对碳排放的影响对能源丰裕度低的城市更为显著。从城市创新投入水平来看,城市科技创新投入越多,城市新型数字基础设施建设相对更加完善,城市智能化程度更高。一方面,高智能化城市体系可以改善城市交通、物流等领域,通过赋能这些传统基础设施发挥节能减碳效应。另一方面,智慧程度更高的城市对于环境监测力度更大,有助于及时发现问题,从源头上抑制碳排放。基于上述分析,本文提出如下假说:

H2:数字经济通过地方政府竞争间接影响碳排放。

H3:数字经济对碳排放的影响在经济发达地区、能源丰裕度低的城市以及高创新投入城市更为显著。

四、研究设计

(一) 计量模型

1. 面板模型

根据前文理论分析,本文采用固定效应模型,实证分析数字经济对碳排放的影响,基准回归模型如下:

$$\ln ce_{it} = \beta_0 + \beta_1 dig_{it} + \beta_2 sdig_{it} + \beta_3 controls + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,下标 i 和 t 分别表示城市和年份,被解释变量 ce_{it} 表示第 i 个城市第 t 年的碳排放量,解释变量 dig_{it} 和 $sdig_{it}$ 分别表示第 i 个城市第 t 年数字经济指数的一次项和二次项, $controls$ 为控制变量, μ_i 为城市固定效应, ε_{it} 为可能存在的随机误差项。

2. 中介模型

根据前文理论机制分析,数字经济通过地方政府竞争影响中国碳排放量。参考温中麟等(2004),构建如下中介效应模型:

$$cgl_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 dig_{it} + \gamma_2 sdig_{it} + \gamma_3 controls + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$\ln ce_{it} = \theta_0 + \theta_1 dig_{it} + \theta_2 sdig_{it} + \theta_3 cgl_{it} + \theta_4 controls + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中,中介变量 cgl_{it} 表示为地方政府竞争,式(2)为数字经济对地方政府竞争的回归估计,式(3)则是将数字经济、地方政府竞争放入同一模型对被解释变量碳排放的回归估计。

(二) 变量说明

1. 被解释变量

碳排放(ce):鉴于数据的可获得性,使用国内学者普遍采用的表观排量核算法来测算二氧化碳排放量。将能源消耗分为直接能源消耗和间接能源消耗,直接能源种类包括液化石油气和天然气等,然后根据 IPCC2006 公布的碳排放转换系数进行计算,得出直接能源消耗的碳排放。间接能源消耗为电能和热能,其中电能消耗产生的碳排放采用相应的碳转换因子直接计算得出,而热能由于供应方式的不同,并且绝大部分采用原煤供热,本文参考吴建新和郭智勇(2016),将热效率值选为 70%,原煤平均低位发热量选为 20908 千焦/千克,再根据供热总量先换算成所需原煤数量,然后根据 IPCC2006 公布的原煤碳转换因子,计算出供热产生的碳排放,最后将直接能源消耗和间接能源消耗碳排放量相加,得到各城市碳排放总量,并取对数处理。由于《中国城市统计年鉴》公布各城市用电量的统计口径在 2017 年之后发生变化,为了提高结果准确性,本文在计算用电量消耗碳排放时,将 2017 年及以后的用电量数据统一口径进行了换算。

2. 解释变量

数字经济(dig):本文采用赵涛等(2020)的做法,从互联网发展以及数字金融普惠两个

层面去构建数字经济发展指数,其中互联网发展水平测度指标选取为每百人互联网用户数、计算机服务和软件从业人员在从业人员中的占比、人均电信业务量、人均邮政业务量以及每百人移动电话用户数,采用主成分分析法进行计算,并取对数处理。

3. 控制变量

本文控制变量如下:(1)能源消耗(*enco*)。参考缪陆军等(2022)和郭丰等(2022)的做法,选取各地区电力消费量进行衡量,并取对数处理。(2)政府干预(*gov*)。采用地方财政一般预算内支出与地区生产总值比值进行衡量,并取对数处理。(3)产业结构(*ind*)。产业结构指标的衡量则将第一产业、第二产业以及第三产业分别除以地区生产总值,然后按顺序赋值1、2、3,对应相乘加权得出结果,并取对数处理。(4)地区发展水平(*pgdp*)。本文选用人均地区生产总值来衡量地区发展水平,地区生产总值先进行不变价处理,计算结果取对数。(5)环境规制(*er*)。本文借鉴谢云飞(2022)的做法,使用“工业三废”三种主要污染物构成环境规制指数,计算方法为熵值法。

4. 中介变量

本文中介变量为地方政府竞争(*cgl*),外商直接投资作为地方政府竞争的主要领域,不仅能给地方政府带来经济收益,也是地方官员获得晋升的重要资本(田红宇等,2019)。因此,本文的中介变量地方政府竞争衡量指标借鉴张军等(2007)、田建国和王玉海(2018)的做法,采用当年各城市实际外商投资总额(按当年美元兑人民币的年平均汇率换算)与各城市地区生产总值的比值表示,计算结果取对数处理。

(三)数据来源

本文选取2011—2018年中国260个城市为样本,构建面板数据进行实证研究,变量数据来源中,除数字普惠金融指数来自北京大学数字金融中心发布,其余均来自《中国城市统计年鉴》、各地级市统计年鉴,部分缺失数值采用插值法补齐,变量描述性统计结果如表1所示。

表1 描述性统计结果

变量名	含义	均值	标准差	最小值	最大值
<i>lnce</i>	碳排放	6.1492	1.1159	2.7462	9.5234
<i>dig</i>	数字经济	-0.0513	0.6754	-1.0929	9.8023
<i>sdig</i>	数字经济的平方	0.4585	2.4977	1.76e-07	96.0846
<i>enco</i>	能源消耗	13.4414	1.1352	10.0219	16.5670
<i>gov</i>	政府干预	7.9962	0.6929	5.7333	9.6195
<i>ind</i>	产业结构	5.4349	0.066	4.8815	5.6369
<i>pgdp</i>	地区发展水平	10.509	0.6646	9.2126	12.258
<i>er</i>	环境规制	0.9269	0.0689	0.3307	0.9998
<i>cgl</i>	地方政府竞争	0.0176	0.0164	0.0002	0.0746

五、实证结果和分析

(一)基准回归结果分析

Hausman 检验结果显示,本文应选用固定效应模型进行回归估计。表2为模型回归结果,表2列(1)是只考虑数字经济一次项对碳排放的回归结果,结果表明数字经济正向促进碳排放量,但这个结果仅通过5%显著性检验,说明数字经济对碳排放的影响可能并非是线性关系。表2列(2)是将数字经济一次项和平方项放在同一模型内去探究数字经济对碳排放的影响,结果显示数字经济一次项系数为0.081,平方项系数为-0.008,且二者系数都通过1%显著性检验,本文假说1成立。

数字经济对碳排放的影响效应表现为先促进后抑制的倒U型的非线性关系,这一结果与缪陆军等(2022)结论一致。这是由于数字经济发展初期,无论是新型数字基础设施建设还是对能源企业生产过程优化以提高生产效率都需要消耗大量的资源,从而促进碳排放的增长,而后期当产业升级完成以及新型数字基础设施建设完善后,数字经济的节能减排效应将超过所带来的对碳排放量正向促进效应,从而负向抑制碳排放量。

表2 模型回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>ce</i>	<i>ce</i>	<i>cgl</i>	<i>ce</i>
<i>dig</i>	0.0374** (0.0173)	0.081*** (0.0263)	-0.0038*** (0.0015)	0.0729*** (0.0258)
<i>sdig</i>		-0.008*** (0.0028)	0.0003*** (0.0001)	-0.0072*** (0.0031)
<i>cgl</i>				-2.160** (0.971)
<i>enco</i>	0.327*** (0.0345)	0.325*** (0.0346)	-0.0011** (0.0005)	0.323*** (0.0344)
<i>gov</i>	-0.133*** (0.0243)	-0.138*** (0.0244)	0.0018** (0.0007)	-0.134*** (0.0246)
<i>ind</i>	-1.602*** (0.511)	-1.674*** (0.528)	0.0101 (0.01)	-1.652*** (0.527)
<i>pgdp</i>	-0.0754 (0.0701)	-0.0334 (0.0691)	0.0042** (0.0032)	0.0425 (0.0685)
<i>er</i>	-0.221 (0.287)	-0.269 (0.289)	-0.0339*** (0.0113)	-0.342 (0.300)
常数项	9.668*** (2.217)	10.56*** (2.386)	-0.0322 (0.0472)	10.49*** (2.383)
样本量	2080	2080	2080	2080
R ²	0.343	0.345	0.047	0.350

注:括号内为聚类稳健标准误,*,**,***分别代表10%,5%和1%的显著性水平,下表同。

(二) 中介机制分析

本文构建以地方政府竞争为中介变量的中介模型,其中式(2)是数字经济对地方政府竞争回归估计,式(3)是数字经济与地方政府竞争一起对碳排放的回归估计,回归结果为表2的列(3)和列(4)。从列(3)可知,数字经济对地方政府竞争影响为先抑制后促进的U型非线性关系,这可能是因为前期数字经济发展带来的红利效应使得公众环境保护意识也随之提高,互联网的发展提高了信息传播的范围和效率,公众诉求的集聚形成强大的监督压力、舆论压力,从而对区域内高能耗、高污染的产业形成挤出效应,减少了地方政府税收来源,弱化地方政府对于公共物品和公共服务的履行,降低地方政府对要素资源竞争的實力。而后期数字经济带来的效率提升、信息透明度的提高以及数字政府建设产生的良好营商环境,提高了地方政府对资本等要素资源的吸引力,促进优质外资流入。因此,数字经济对地方政府竞争表现为先抑制后促进的U型非线性关系。

从列(4)结果可知,数字经济的一次项系数为正、二次项系数为负,且均在1%的水平下显著,说明数字经济对碳排放效应为先促进后抑制的倒U型非线性关系,其中地方政府竞争的系数为-2.160,且通过5%的显著性检验,同时,列(4)中数字经济的一次项和平方项系数相对于未加入中介变量,二者的回归系数绝对值大小均有所下降。因此,通过这两点表明,数字经济通过地方政府竞争这一中介变量间接影响碳排放,证实了本文假说2。

(三) 稳健性和内生性检验

1. 改变样本容量

本文考虑到可能存在极端值对回归估计结果造成误差,借鉴程煜等(2021)的做法,将被解释变量进行上下1%缩尾,回归结果见表3列(1)。表3列(1)回归结果显示,数字经济的一次项和平方项二者的系数都通过了1%显著性检验,证明本文假说1成立。

2. 替换解释变量

本文的解释变量数字经济发展水平指数测算采用主成分分析法计算得出,参考赵涛等(2020)的做法,选取熵值法为新的指标测度方法,对数字经济发展水平指数进行重新测算,替换原解释变量进行回归。根据表3回归结果列(2)表明,数字经济一次项和平方项系数均通过了1%显著性检验,回归结果依然支持基础回归结论。

3. 剔除直辖市

借鉴周晓辉等(2021)和郭丰等(2022)的做法,考虑到直辖市与普通地级市在经济、人口等方面差距较大,可能对回归结果造成误差,故剔除直辖市样本对实证结果进行检验,表3列(3)表明本文研究结论可靠。

4. 内生性检验

考虑到数字经济对碳排放的实证结果可能存在潜在的内生性,影响本文结论的可靠性,

故使用两阶段最小二乘法进行内生性检验。选取数字经济的一次项的滞后一阶以及平方项的滞后一阶作为两个工具变量,回归结果见表3列(4),回归结果与基准回归结果比较,仅变量显著性有所差异,数字经济对碳排放影响仍为倒U型的非线性关系,本文结论依然成立。

表3 稳健性和内生性检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	替换被解释变量	替换解释变量	剔除直辖市	工具变量
<i>dig</i>	0.0808*** (0.0271)	1.551*** (0.391)	0.0833*** (0.0272)	0.282*** (0.0939)
<i>sdig</i>	-0.0079*** (0.003)	-1.641*** (0.461)	-0.0082*** (0.0029)	-0.0305* (0.0169)
控制变量	是	是	是	是
常数项	10.22*** (2.325)	10.74*** (2.300)	10.55*** (2.386)	14.26*** (2.627)
样本量	2080	2080	2048	1820
R ²	0.346	0.347	0.345	0.245

(四)异质性分析

1. 区域异质性分析

为进一步探究数字经济发展对碳排放影响的区域异质性,将样本划分为东部地区和中西部地区^①。其中东部地区代表发达地区,中西部地区代表欠发达地区,回归结果见表4列(1)和列(2),回归结果表明数字经济对发达地区碳减排影响效应更为显著。这可能是由于东部地区互联网普及率高,新型数字基础设施建设完善,所以数字经济对碳排放节能减排效应作用更强,而中西部地区经济欠发达,生产设备更多依赖于能源消耗和高污染高排放产业,所以数字经济对碳排放的影响无法发挥出来。

为了进一步验证结论的可靠性,本文参考蔡之兵(2019),将样本划分为南部地区和北部地区对上述结论进行验证,回归结果见表4中列(3)和列(4)。根据回归结果显示,列(3)中数字经济的一次项以及二次项系数均通过了1%显著性检验,而列(4)中北部地区数字经济一次项系数和二次项系数均未通过显著性检验,说明数字经济对南部地区碳排放的影响效应比北部地区效果更强,进一步说明数字经济对碳排放的影响效应在经济发达地区效应更强。

^①受数据限制,不包含西藏、香港、澳门和台湾地区。东部地区:北京市、天津市、河北省、辽宁省、上海市、江苏省、浙江省、福建省、山东省、广东省、海南省。中西部地区:山西省、内蒙古自治区、吉林省、黑龙江省、安徽省、江西省、河南省、湖北省、湖南省、广西省、重庆市、四川省、贵州省、云南省、陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区。

表4 区域异质性回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	东部	中西部	南部	北部
<i>dig</i>	0.0841*** (0.0306)	0.0244 (0.0486)	0.0941*** (0.0303)	0.0812 (0.0535)
<i>sdig</i>	-0.0088*** (0.0033)	0.0076 (0.0243)	-0.009*** (0.0031)	-0.0279 (0.0216)
控制变量	是	是	是	是
常数项	8.251*** (2.932)	9.517*** (3.010)	12.92*** (4.886)	9.411*** (2.831)
样本量	800	1280	1208	872
R ²	0.537	0.267	0.360	0.353

2. 城市能源禀赋异质性分析

从能源禀赋视角来看,能源丰裕区域为了经济增长,可能会过度依赖于当地能源消耗,催生出大批能源化工产业从而影响碳排放量。一方面,这些产业发展造成了大量能源消耗从而促进碳排放增长和环境污染,另一方面,能源化工产业会对其他产业形成挤出效应,抑制地区技术创新水平的同时,降低了能源使用效率。

本文参考孙文远和安刘咪(2021)的做法,将样本分为能源丰裕型城市和能源贫乏型城市,从能源异质性视角,探究数字经济对不同能源丰裕度城市碳排放影响,回归结果见表5列(1)和列(2)。表5列(2)回归结果说明数字经济对能源贫乏型城市碳排放作用效应显著,而列(1)结果表明,数字经济未能显著发挥对能源丰裕型城市碳排放量的抑制效应,说明能源丰裕型城市存在“资源诅咒”的现象,产业结构固化以及能源过度依赖限制了数字经济对碳排放的作用效应。以上回归结果验证了本文假说3,数字经济对能源丰裕度低的城市碳排放影响更为显著。

表5 城市能源和创新异质性回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	能源丰裕型城市	能源贫乏型城市	高创新投入城市	低创新投入城市
<i>dig</i>	0.0698 (0.0687)	0.093*** (0.0256)	0.055* (0.0311)	0.138*** (0.0501)
<i>sdig</i>	-0.0289 (0.0252)	-0.009*** (0.0027)	-0.0053* (0.0031)	-0.0216 (0.0371)
控制变量	是	是	是	是
常数项	16.89*** (3.201)	9.174*** (2.578)	10.42** (4.990)	11.35*** (2.537)
样本量	640	1440	1024	1056
R ²	0.367	0.351	0.393	0.317

3. 城市创新水平异质性分析

创新是引领发展的第一动力,创新要素既为数字经济发展提供重要支撑,也是诸多碳减排手段得以实现的源头供给。根据前文理论机制分析,本文参考郭丰等(2022)的做法,使用城市科学支出与地方财政预算支出的比值衡量城市创新水平。具体做法为将各城市历年计算出的创新水平指数进行加总,然后根据每个城市加总后得到的创新水平指数和计算出的中位数,将城市创新分为两类,即高创新投入城市与低创新投入城市,回归结果见表5列(3)和列(4)。

从表5列(3)和列(4)回归结果显示,在数字经济对高创新城市碳排放回归估计中,数字经济一次项系数和平方项系数均在10%水平下显著,而数字经济对低创新投入城市碳排放回归结果中,低创新投入城市数字经济的二次项系数未通过显著性检验,说明数字经济发展对高创新投入城市碳排放的先促进后抑制的影响更为显著。城市科技投入支出更多地促进城市绿色技术创新的发展,为城市节能减排提供技术支撑,进而减少城市碳排放量(郭丰等,2022)。

六、结论与政策建议

在“双碳”目标和经济高质量发展背景下,本文基于中国260个城市面板数据,实证研究了数字经济对碳排放的影响效应。本文的结论如下:第一,数字经济对碳排放作用效应表现为先促进后抑制的倒U型非线性关系,其中前期新型数字基础设施建设、能源结构优化以及居民消费模式转变是数字经济促进碳排放的重要原因,后期数字经济的节能减排效应的后发优势将超越数字经济对碳排放增长的正向效应,表现为抑制碳排放增长;第二,地方政府竞争在数字经济对碳排放影响中发挥中介效应,数字经济对地方政府竞争有着先抑制后促进的非线性关系;第三,数字经济对碳排放影响的异质性分析表明,其对碳排放的影响效应在发达地区、能源贫乏的城市、高创新投入城市更为显著。

根据以上研究结论,本文的政策建议如下:

第一,加快新型数字基础设施建设步伐。数字经济的能源改善效应以及低碳发展转型都离不开新型数字基础设施的支撑作用。加速新型数字基础设施建设,助力智慧城市发展,从交通、水利等多个方面促进节能减碳;同时,利用数字基础设施建设带来的经济红利,促进人们提高环保意识,树立低碳生活理念。此外,需要加快数字政府建设进度,利用高效的数字化治理加强监测环境力度,优化政府环境治理手段,助力“双碳”目标的实现。

第二,优化政绩考核指标体系。地方政府的行为受中央制定的政绩考核指标体系影响较大,应提高环境污染、碳排放在地方官员政绩考核指标中的比重,进一步优化政绩考核指标,促进地方政府进行良性竞争。同时,尝试将优质外资引进作为政绩考核指标之一,优质的外商直接投资带来的先进低碳技术以及重视环保的企业管理理念,都能帮助国内企业绿色化转

型,从而减少碳排放。因此,需要优化外资引进政策,通过提高税收优惠以及加强服务保障力度等方式吸引技术型、清洁型等优质外资企业流入,为我国低碳发展增添动力。同时,还要积极推动国内企业与外资企业战略联盟建设,让国内企业充分吸收外资企业的低碳理念、低碳技术,帮助国内企业完成转型。

第三,制定与地区差异相适应的数字经济发展战略。从当前来看,中西部地区的数字经济发展还不够成熟,没有发挥出数字经济的经济效应和节能减排效应。政府需要制定恰当的政策,大力落实“东数西算”战略,促进中西部地区的数字经济发展。具体来看,可以从以下几个方面着手:首先,加快中西部地区和北方地区的数字化建设,减小数字鸿沟,积极促进数字型人才培养;其次,加大城市科学支出,提升城市创新水平和城市智能化程度,赋能基础设施节能减碳,提高环境监测能力以抑制碳排放;再次,加大对能源丰裕型城市的财政投入,加强数字化新基建建设力度,引导产业结构转型;最后,优化中西部能源结构,打造智能化、清洁化能源生产基地。数字经济时代,电力需求不断扩大,中西部欠发达地区应及时抓住这一机遇,不仅可以促进地区经济增长,减小与发达地区之间的经济差异,助力共同富裕,另一方面,也能帮助地区提高能源利用效率,促进碳减排。

参考文献:

- [1] 陈晓红,李杨扬,宋丽洁,汪洋洁.数字经济理论体系与研究展望[J].管理世界,2022,(02):208-224+13-16.
- [2] 陈向阳.人口、消费的规模与结构对碳排放的影响:理论机制与实证分析[J].环境经济研究,2021,(03):8-24.
- [3] 蔡之兵.南北分化视角下的北方区域经济失速问题探因[J].江淮论坛,2019,(05):70-77.
- [4] 程煜,何益欣,刘玉萍.社保降费改革的政策效果评估——基于企业异质性的视角[J].山西财经大学学报,2021,43(08):1-15.
- [5] 丁玉龙,秦尊文.信息通信技术对绿色经济效率的影响——基于面板Tobit模型的实证研究[J].学习与实践,2021,(04):32-44.
- [6] 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,(03):45-60.
- [7] 郭桂霞,张尧.数字普惠金融与碳减排关系研究[J].价格理论与实践,2022,(01):135-138.
- [8] 何大安.大数据革命与经济学创新[J].社会科学战线,2020,(03):47-59+282.
- [9] 胡久凯,王艺明.地方政府竞争模式转变与碳排放绩效——来自地级市政府工作报告的经验证据[J].经济学家,2022,(06):78-87.
- [10] 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,(02):66-73.
- [11] 刘洪涛,杨洋.信息化与中国碳强度——基于中国省级面板数据的经验分析[J].科技管理研究,2018,(19):226-233.
- [12] 刘鹏程,刘杰.信息化影响城市环境污染的机制与效应研究[J].中南林业科技大学学报(社会科学版),2020,(02):27-34.
- [13] 刘婧玲,陈艳莹.数字技术发展、时空动态效应与区域碳排放[J].科学学研究,2022,(07):1-17.

- [14] 刘军,杨渊鉴,张三峰.中国数字经济测度与驱动因素研究[J].上海经济研究,2020,(06):81-96.
- [15] 李小忠.数字经济发展与企业价值提升——基于生命周期理论的视角[J].经济问题,2021,(03):116-121.
- [16] 李兆东,郭磊.领导干部自然资源资产离任审计可以促进节能减排吗?[J].南京审计大学学报,2022,(03):31-39.
- [17] 罗良忠,林嘉豪,谭云清.数字经济对能源消费的影响研究——基于区域一体化中介效应和遮掩效应的检验[J].学习与实践,2022,(06):44-53.
- [18] 缪陆军,陈静,范天正,吕雁琴.数字经济发展对碳排放的影响——基于278个地级市的面板数据分析[J].南方金融,2022,(02):45-57.
- [19] 戚聿东,肖旭.数字经济时代的企业管理变革[J].管理世界,2020,(06):135-152+250.
- [20] 孙文远,安刘咪.环境规制对能源效率的影响——基于能源禀赋视角的实证检验[J].煤炭经济研究,2021,(04):50-58.
- [21] 孙丽文,朱正,任相伟,吴林飞.环境分权能否抑制碳排放?——基于地方政府竞争视角[J].华东经济管理,2022,(04):60-70.
- [22] 盛斌,刘宇英.中国数字经济发展指数的测度与空间分异特征研究[J].南京社会科学,2022,(01):43-54.
- [23] 田红宇,祝志勇,刘魏.政府主导、地方政府竞争与科技创新效率[J].软科学,2019,(02):22-25.
- [24] 田建国,王玉海.财政分权、地方政府竞争和碳排放空间溢出效应分析[J].中国人口·资源与环境,2018,(10):36-44.
- [25] 吴昊,车国庆.中国人口年龄结构如何影响了地区碳排放?——基于动态空间 STIRPAT 模型的分析[J].吉林大学社会科学学报,2018,(03):67-77.
- [26] 吴建新,郭智勇.基于连续性动态分布方法的中国碳排放收敛分析[J].统计研究,2016,(01):54-60.
- [27] 吴力波,马戎.面向双碳的能源产业和金融政策体系设计思考[J].北京理工大学学报(社会科学版),2022,(04):81-92.
- [28] 王锋,吴丽华,杨超.中国经济发展中碳排放增长的驱动因素研究[J].经济研究,2010,(02):123-136.
- [29] 王巧然.城市化对碳生产率的阶段性效应及其区域分异特征研究——来自中国地级市的证据[J].技术经济,2021,(12):61-73.
- [30] 王珍愚,曹瑜,林善浪.环境规制对企业绿色技术创新的影响特征与异质性——基于中国上市公司绿色专利数据[J].科学学研究,2021,(05):909-919+929.
- [31] 温忠麟,张雷,侯杰泰,刘红云.中介效应检验程序及其应用[J].心理学报,2004,(05):614-620.
- [32] 徐维祥,周建平,刘程军.数字经济发展对城市碳排放影响的空间效应[J].地理研究,2022,(01):111-129.
- [33] 徐盈之,魏瑞.双重环境规制、能源贫困与包容性绿色发展[J].中南大学学报(社会科学版),2021,(02):109-125.
- [34] 许钊,高煜,霍治方.数字金融的污染减排效应[J].财经科学,2021,(04):28-39.
- [35] 谢云飞.数字经济对区域碳排放强度的影响效应及作用机制[J].当代经济管理,2022,(02):68-78.
- [36] 薛飞,周民良,刘家旗.数字基础设施降低碳排放的效应研究——基于“宽带中国”战略的准自然实验[J].南方经济,2022,(08):1-18.
- [37] 杨名彦,浦正宁.数字经济对经济“脱实向虚”的影响:来自上市公司的证据[J].经济评论,2022,(03):110-126.
- [38] 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,(10):65-76.

- [39] 朱东波,张相伟. 中国数字金融发展的环境效应及其作用机制研究[J]. 财经论丛,2022,(03):37-46.
- [40] 郑磊. 数字治理的效度、温度和尺度[J]. 治理研究,2021,(02):5-16+2.
- [41] 周晓辉,刘莹莹,彭留英. 数字经济发展与绿色全要素生产率提高[J]. 上海经济研究,2021,(12):51-63.
- [42] 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,(09):85-91.
- [43] 张翠菊. 中国碳排放强度影响因素、收敛性及溢出性研究[D]. 重庆:重庆大学,2016.
- [44] 张彩江,李章雯,周雨. 碳排放权交易试点政策能否实现区域减排?[J]. 软科学,2021,(10):93-99.
- [45] 张勋,杨桐,汪晨,万广华. 数字金融发展与居民消费增长:理论与中国实践[J]. 管理世界,2020,(11):48-63.
- [46] 张军,高远,傅勇,张弘. 中国为什么拥有了良好的基础设施?[J]. 经济研究,2007,(03):4-19.
- [47] 张红伟,王莉莉,陈小辉. 数字经济与财政分权:内在机制与实证检验[J]. 经济与管理研究,2021,(07):76-93.
- [48] 张华,魏晓平. 绿色悖论抑或倒逼减排——环境规制对碳排放影响的双重效应[J]. 中国人口·资源与环境,2014,(09):21-29.
- [49] 张艳,郑贺允,葛力铭. 资源型城市可持续发展政策对碳排放的影响[J]. 财经研究,2022,(01):49-63.
- [50] Adner, R., P. Puranam, and F. Zhu. What Is Different About Digital Strategy? From Quantitative to Qualitative Change[J]. *Strategy Science*, 2019, 4(4): 253-261.
- [51] Horner, N. C., A. Shehabi, and I. L. Azevedo. Known Unknowns: Indirect Energy Effects of Information and Communication Technology[J]. *Environmental Research Letters*, 2016, 11(10): 103001.
- [52] Li, X., J. Liu, and P. Ni. The Impact of the Digital Economy on CO₂ Emissions: A Theoretical and Empirical Analysis[J]. *Sustainability*, 2021, 13(13): 1-15.
- [53] Lee, J., B. Bagheri, and C. Jin. Introduction to Cyber Manufacturing[J]. *Manufacturing Letters*, 2016, 8: 11-15.
- [54] Zhang, W., X. M. Liu, D. Wang, et al. Digital Economy and Carbon Emission Performance: Evidence at China's City Level[J]. *Energy Policy*, 2022, 165: 112927.
- [55] Zhou, X., D. Zhou, Q. Wang, et al. How Information and Communication Technology Drives Carbon Emissions: A Sector-Level Analysis for China[J]. *Energy Economics*, 2019, 81: 380-392.
- [56] Zhou, X., D. Zhou, Q. Wang, et al. A Framework to Analyze Carbon Impacts of Digital Economy: The Case of China[J]. *Sustainable Production and Consumption*, 2022, 31: 357-369.

The Effect and Mechanism of Digital Economy on Carbon Emissions in Chinese Cities

Sun Wenyuan, Zhou Haoping

(School of Economics, Nanjing Audit University)

Abstract: Under the double carbon target, how to promote energy saving and carbon reduction has become a major issue that needs to be addressed urgently in China at present, and the development of digital economy will have an impact on China's carbon emissions while promoting high-quality economic development. In view of this, the impact of digital economy on carbon emissions is empirically investigated by constructing a panel data model with 260 prefecture-level cities in China as the research object. The findings show that, firstly, the effect of digital economy on carbon emissions is a nonlinear inverted U-shaped relationship, and this finding still holds after a series of robustness tests. Secondly, the mechanism analysis finds that local government competition is an important mechanism through which the digital economy affects carbon emissions, and the digital economy can suppress carbon emissions through the indirect effect of local government competition. Finally, the results of heterogeneity analysis show that the impact of digital economy on carbon emissions will be differentiated by the different levels of regional economic development, the different levels of energy abundance in cities, and the different levels of innovation in cities, among which the impact of digital economy on carbon emissions is more significant in economically developed regions, cities with low energy abundance, and cities with high innovation input. Therefore, the government should accelerate the pace of new digital infrastructure construction to provide strong support for the effect of the digital economy on carbon emissions. At the same time, it should further optimize the performance evaluation system to add momentum to China's low-carbon development.

Keywords: Digital Economy; Carbon Emissions; Government Competition; Mediation Effect

JEL Classification: O33, Q56

(责任编辑:朱静静)