新型基础设施对区域绿色发展的影响

何 玲，陈祥华，汪金美

（武汉工程大学管理学院，武汉 430205）

摘要：新型基础设施不仅是促进数字经济发展的坚实底座，也是推动区域可持续发展的关键载体。基于2010—2022年中国31个省份（因数据缺失，未包含港澳台地区）的面板数据，通过熵值法和DEA-SBM模型分别测度新型基础设施建设水平与绿色发展效率，运用基准回归模型和门槛效应模型实证分析新型基础设施对区域绿色发展的影响。研究发现，中国新型基础设施建设水平和绿色发展效率整体呈上升趋势，新型基础设施建设水平的提高表现为“先慢后快”的特点，绿色发展效率呈现“波动上升”的变化特征。新型基础设施能有效促进区域绿色发展。异质性分析发现，相较于经济欠发达地区，经济发达地区的新型基础设施对区域绿色发展的促进作用更为显著，新型基础设施对区域绿色发展的促进效果呈现“创新基础设施＞融合基础设施＞信息基础设施”的差异。门槛效应表明，新型基础设施对区域绿色发展的促进作用随着环境规制力度的加强而增强。研究为推动新型基础设施建设以及挖掘区域绿色发展新路径提供了有益启示。

关键词：新型基础设施；数字经济；区域绿色发展；异质性分析；门槛效应

中图分类号：F124.3；F284 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)04－0293－09

2024年7月，党的二十届三中全会通过的《中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》提出，构建新型基础设施规划和标准体系，健全新型基础设施融合利用机制，推进传统基础设施数字化改造，拓宽多元化投融资渠道，健全重大基础设施建设协调机制[1]。随着国家出台相关政策，新型基础设施已受到越来越多的关注和重视，一些地方结合自身的实际情况出台了关于新型基础设施的规划，以便加快推进新型基础设施建设和应用，大力发展新质生产力。新型基础设施弥补了传统基础设施的不足和缺陷，不仅进一步满足了人民群众的生活需要，提升居民的幸福感，还培育了经济增长的新动能，推动中国经济高质量发展，夯实建设社会主义现代化强国的物质基础。

随着中国城镇化进程的加快，交通拥堵、人口密集、环境污染、资源利用效率不高等问题日益凸显，这些问题阻碍了中国继续推进高质量发展。绿色是高质量发展的普遍形态，高质量发展强调绿色发展，加快推进绿色发展能有效解决中国城镇化进程中出现的问题。新型基础设施吸收科技成果，推动城市信息化、数字化、智能化发展，赋能助推传统产业向绿色低碳方向转型，促进区域协调发展，符合绿色发展理念。因此，正确认识新型基础设施和绿色发展之间的关系不仅对促进区域绿色发展具有现实价值，同时对推动中国高质量发展具有重要意义。

1 文献综述

近年来，学术界关于新型基础设施的研究主要分为经济发展、环境效应、社会效益等三个方面。首先是经济发展。新型基础设施建设能显著促进中国经济增长[2]，通过影响市场一体化、产业结构升级以及创新驱动发展来实现中国经济高质量发展[3]，在这个过程中存在技术效应、配置效应、结构效应和空间效应[4]。另外还有研究发现新型基础设施投资对经济增长的正向促进作用随着信贷扭曲程度的减弱而增强[5]。

其次是环境效应。新型基础设施建设显著降低了城市碳排放强度[6]，促进绿色全要素生产率的

收稿日期：2025-09-20

基金项目：国家自然科学基金青年科学基金(72204192)；湖北省教育厅哲学社会科学研究项目(23Q098)；武汉工程大学研究生教育创新基金(CX2024127)

作者简介：何玲(1992—)，女，湖北武汉人，博士，副教授，硕士研究生导师，研究方向为区域协调发展；陈祥华(2000—)，男，湖南永州人，硕士研究生，研究方向为区域协调发展；通信作者汪金美(1997—)，女，湖北武汉人，博士，讲师，研究方向为区域协调发展。

增长[7]，通过促进可再生能源技术创新与产业结构优化的方式提升绿色全要素生产率[8]。此外，新型基础设施对城市绿色转型存在空间溢出效应，空间因素具有加速效应，强化了新型基础设施对城市绿色转型的正效应[9]，但是全国及各重大战略区域新型基础设施建设的绿色发展效应整体呈下降趋势，表现为边际递减效应，在于传统基础设施升级改造不足，新型基础设施建设相对滞后[10]。

最后是社会效益。宏观层面，新型基础设施建设显著促进了共同富裕，并且市场化进程、农村健康性、教育培训性、迁移性人力资本投资均有助于强化新型基础设施对共同富裕的促进作用[11]。中观层面，新型基础设施显著提高了城市创业活跃度，且主要的影响机制在于对创业成本的节约、创业市场的拓展和融资约束的改善[12]，同时有助于提升地区创新绩效，且新型基础设施对地区创新绩效的影响会随着创新水平的提升呈现“倒U形”变化趋势，当创新水平较低时，新型基础设施建设会引起地区创新绩效的快速提升，但随着创新水平的不断提高，新型基础设施建设对地区创新绩效的提升作用会减弱[13]。微观层面，新型基础设施通过经济水平、社会公平、消费水平、政府公共服务和互联网使用影响居民幸福感[14]。

通过梳理相关文献发现，新型基础设施是近年来学术界研究的热点之一，但是大多数文献主要集中在新型基础设施对经济发展的影响研究，新型基础设施与区域绿色发展之间的关系仍可继续深入研究。本文的边际贡献在于：第一，通过测度新型基础设施建设水平与绿色发展效率，帮助决策者精准把握各省份近年来新型基础设施与绿色发展的现状；第二，明晰新型基础设施对区域绿色发展的影响效果与影响差异；第三，深入研究了新型基础设施对区域绿色发展影响的门槛效应，使得研究结论更加具有现实指导意义。本文研究为有效解决区域绿色发展过程中存在的不均衡、不协调等问题提供新思路、新方法，有助于更好地发挥新型基础设施对区域绿色发展的促进作用，从而丰富学术界关于新型基础设施与区域绿色发展的研究。

2 理论分析与研究假设

2.1 新型基础设施与区域绿色发展

新型基础设施是节能减排的重要路径，充分发挥新型基础设施的减排效应能促进绿色发展[15]。一方面，新型基础设施以技术创新为驱动，通过加快可再生能源技术创新的方式促进区域绿色发展，可再生能源技术创新不仅能提高可再生能源的利用效率，还能进一步推动可再生能源替代传统能源，优化能源结构，减少传统能源消耗，充分发挥可再生能源的清洁、环保等优势，降低碳排放。与传统基础设施相比，新型基础设施以其较高的科技水平更容易推动可再生能源技术创新，并且可再生能源技术创新具有显著的环境绩效提升效应。另一方面，新型基础设施通过优化产业结构促进区域绿色发展，优化产业结构已经成为实现中国经济低碳转型发展的必然选择[16]，新型基础设施建设推动数字经济与实体经济深度融合，促进传统产业的数字化转型和智能化升级，推动产业结构向高科技、高效能、高质量方向发展，这有助于减少高耗能、高排放产业占比，增加绿色低碳产业占比，从而促进区域绿色发展。基于此，提出如下假设。

H1：新型基础设施能够促进区域绿色发展。

2.2 新型基础设施对不同地区绿色发展的影响

不同地区由于地理位置、经济基础、政府投入等方面的差异，导致新型基础设施的建设存在明显差异，新型基础设施建设水平呈现“南北低、西低东高”的空间格局[17]。此外，新型基础设施的发展依托地方经济的发展，但由于不同地区发展的历史基础和现实条件等的差异，其释放的红利并不相等[18]。当前区域经济发展差距明显，全国经济重心进一步南移，南、北方地区之间的差距再次成为地区发展差距的主要问题[19]，从而导致不同地区新型基础设施对绿色发展的影响存在差异。无论是南方地区还是北方地区，新型基础设施均对绿色全要素生产率有显著提升作用，且对北方地区的提升作用更为明显[7]，中部地区与西部地区的新型基础设施对区域绿色全要素生产率存在促进作用，但是西部地区新型基础设施的促进作用更强[20]。基于此，提出如下假设。

H2：新型基础设施对绿色发展的影响存在地区差异。

2.3 不同类别新型基础设施对区域绿色发展的影响

国家发展改革委将新型基础设施划分为信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施三大类，由于不同类别新型基础设施的自身特性、应用场景、对生态环境的作用方式有所差异，所以对区域绿色发展的影响也可能存在差异。信息基础设施包括通信网络基础设施、新技术基础设施、算力基础设施，为全社会提供基础的信息通信服务，促进信息

共享和交流。融合基础设施包括智能交通基础设施、智慧能源基础设施,推动传统基础设施与新一代信息技术深度融合,实现了传统基础设施的智能化、网络化和协同化。创新基础设施包括重大科技基础设施、科教基础设施、产业技术创新基础设施,通过创新基础设施的建设,可以推动基础研究和应用研究的深入发展,加速科技成果的转化和应用。张淑惠和孙艳芳[21]发现,不同类型的新型基础设施投资赋能区域"创新-生态-经济"耦合协调发展具有显著的异质性,其中创新基础设施和融合基础设施驱动作用显著,而信息基础设施的赋能效果不明显。汤学兵等[22]发现,不同类型的新型基础设施对长江经济带高质量发展的影响不同,信息基础设施和创新基础设施对高质量发展具有显著的促进作用,但融合基础设施对高质量发展的影响不显著。程云洁和王佩佩[23]发现,信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施对区域经济协调发展的影响均显著为正,贡献度为"信息基础设施>融合基础设施>创新基础设施"。基于此,提出如下假设。

H3:不同类别新型基础设施对区域绿色发展的影响存在差异。

2.4　新型基础设施对区域绿色发展影响的门槛效应

在新型基础设施对区域绿色发展的影响过程中,环境规制发挥着重要的作用。较强的环境规制力度有助于更好地发挥新型基础设施减污降碳的积极作用,提升区域绿色发展效率。一方面,新型基础设施通过运用数字技术可精准监测违反环保要求的行为,提升环境监管效率,降低环境规制成本,更好地贯彻落实环保政策,增强环境规制效果。另一方面,环境规制通过"倒逼机制"促进企业技术创新和产业优化升级,间接强化了区域绿色发展路径,新型基础设施作为技术载体,其绿色效益在环境规制的约束下被放大。相反,如果环境规制力度较低,企业违反环保要求的行为增加,环境监管负担加重,新型基础设施处理环境规制数据的效率就会降低。此外,环境规制力度的下降会降低企业技术创新的热情以及抑制产业优化升级的进程,这在一定程度上减少了新型基础设施的投入,挫伤新型基础设施建设的积极性,进而导致新型基础设施建设水平的降低,最终削弱新型基础设施对区域绿色发展的促进作用。基于此,提出如下假设。

H4:新型基础设施对区域绿色发展的影响存在以环境规制为门槛变量的门槛效应。

3　研究设计

3.1　模型构建

为了考察新型基础设施对区域绿色发展的影响效果,构建基准回归模型。

$$GDE_{it}=\alpha_0+\alpha_1 NIC_{it}+\alpha_2 X_{it}+\lambda_i+\delta_t+\varepsilon_{it} \tag{1}$$

式中:i 为省份;t 为年份;GDE_{it} 为绿色发展效率;NIC_{it} 为新型基础设施建设水平;α_0 为常数项;α_1、α_2 为相关系数;X_{it} 为控制变量;λ_i 为省份固定效应;δ_t 为时间固定效应;ε_{it} 为随机扰动项。

为了检验新型基础设施对区域绿色发展的影响是否存在门槛效应,构建门槛效应模型。

$$GDE_{it}=\beta_0+\beta_1 NIC_{it}\times I(Er_{it}\leqslant\gamma)+\beta_2 NIC_{it}\times I(Er_{it}>\gamma)+\beta_3 X_{it}+\varepsilon_{it} \tag{2}$$

式中:Er_{it} 为门槛变量,即环境规制;$I(\cdot)$ 为示性函数,若括号内条件成立,则取值为 1,否则取值为 0;β_0 为常数项;β_1、β_2 为相关系数;γ 为门槛值。

3.2　变量选取

3.2.1　解释变量

新型基础设施建设水平(NIC)。新型基础设施包括信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施三方面。然而部分研究并没有采用三方面中的细分指标,只是选取个别指标衡量新型基础设施建设水平,缺乏对新型基础设施建设水平的全面考察,也很难体现新型基础设施"新"的特征。本文从信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施三个维度选取相关指标构建新型基础设施建设水平指标体系[24-25],如表 1 所示。选取指标时,首先考虑能直观反映该设施建设水平的具体指标,对于较难获取数据的基础设施,选取与其相关的企业数量衡量建设水平。运用熵值法测度新型基础设施建设水平。

3.2.2　被解释变量

绿色发展效率(GDE)。绿色发展效率能有效衡量一个区域的绿色发展水平,因此以绿色发展效率表征绿色发展水平。借鉴赵林等[26]、郭付友等[27]的做法,从投入与产出两个维度综合构建绿色发展效率测度指标体系,如表 2 所示。投入维度细分为劳动力投入、资本投入、能源投入、科技投入、土地投入五个方面,各个方面选取了与其相关的具体指标进行衡量,综合五个方面的考虑能有效衡量投入程度。产出维度分为期望产出和非期望产出两部分,期望产出从经济、社会、环境三个角度进行衡量,非期望产出考虑废气和废水。采用非期望产出的 DEA-SBM 模型测算绿色发展效率。

3.2.3　控制变量

引入如下控制变量：政府财政干预（Gov），使用地方财政一般预算支出占地方 GDP 的比例来衡量；人口密度（Pop），使用地方总人口与地方总面积之比来衡量；城镇化水平（Urb），使用城镇人口占年末常住人口的比例来衡量；产业结构（Ind），使用第三产业增加值占地方 GDP 的比例来衡量。

3.2.4　门槛变量

环境规制（Er），以国家级自然保护区面积衡量环境规制。国家级自然保护区面积越大，则代表环境规制力度越强。

表 2　绿色发展效率指标体系

类型	要素	指标	单位
投入	劳动力投入	城镇单位就业人员	万人
	资本投入	工业增加值	亿元
	能源投入	供水总量	亿 t
		天然气供气总量	亿 m^3
	科技投入	地方财政科学技术支出	亿元
	土地投入	建成区面积	km^2
产出	期望产出	地区生产总值	亿元
		社会消费品零售总额	亿元
		城市绿地面积	万 hm^2
	非期望产出	废气中二氧化硫排放量	万 t
		废水中氨氮排放量	万 t

3.3　数据来源

选择 2010—2022 年中国 31 个省份（因数据缺失，未包含港澳台地区）的面板数据作为研究样本，数据来源于《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》、国家统计局、工业和信息化部官网、企查查，新型基础设施建设水平指标体系中的国家超级计算中心数量经网络平台收集整理，对于少量数据缺失的指标，根据指标的特点，运用线性插值法和时间序列插补法进行补充。

4　实证研究

4.1　描述性统计

各变量的描述性统计结果如表 3 所示，其中人口密度取自然对数处理。新型基础设施建设水平平均值为 0.106，标准差为 0.113，最小值为 0.005，最大值为 0.892，说明不同省份的新型基础设施建设水平存在较大差异。绿色发展效率的平均值为 0.670，标准差为 0.237，最小值为 0.285，最大值为 1.000，说明不同省份的绿色发展效率都较高，但是存在明显差异。此外，控制变量和门槛变量的描述性统计结果也满足研究条件。

4.2　测度结果

4.2.1　新型基础设施建设水平测度结果

新型基础设施建设水平测度结果如图 1 所示，

表 1　新型基础设施建设水平指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标单位	指标属性
信息基础设施	通信网络基础设施	移动电话交换机容量	万户	正向
		长途光缆线路长度	万 km	正向
		互联网宽带接入端口	万个	正向
		电话普及率（包括移动电话）	部/百人	正向
	新技术基础设施	人工智能相关企业数量	个	正向
		云计算相关企业数量	个	正向
		区块链相关企业数量	个	正向
	算力基础设施	国家超级计算中心数量	个	正向
融合基础设施	智能交通基础设施	高速等级公路里程	万 km	正向
	智慧能源基础设施	智慧能源相关企业数量	个	正向
创新基础设施	重大科技基础设施	专利授权数量	个	正向
	科教基础设施	高等学校（机构）数量	个	正向
	产业技术创新基础设施	国家新型工业化产业示范基地数量	个	正向

表 3　变量描述性统计

变量类型	变量名称	变量符号	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
解释变量	新型基础设施建设水平	NIC	403	0.106	0.113	0.005	0.892
被解释变量	绿色发展效率	GDE	403	0.670	0.237	0.285	1.000
控制变量	政府财政干预	Gov	403	0.288	0.204	0.105	1.354
	人口密度	Pop	403	7.852	0.408	6.244	8.669
	城镇化水平	Urb	403	0.586	0.134	0.227	0.993
	产业结构	Ind	403	0.494	0.090	0.325	0.838
门槛变量	环境规制	Er	403	311.040	752.950	2.600	3 720.500

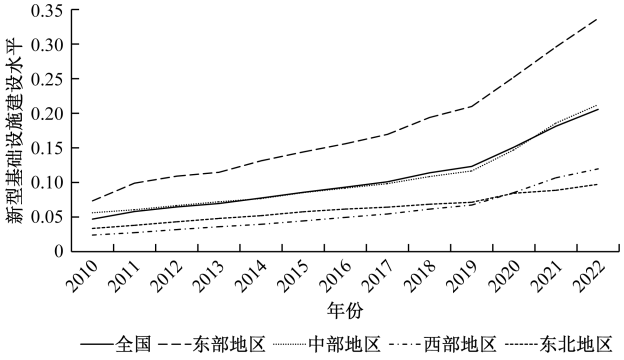


图 1　新型基础设施建设水平测度结果

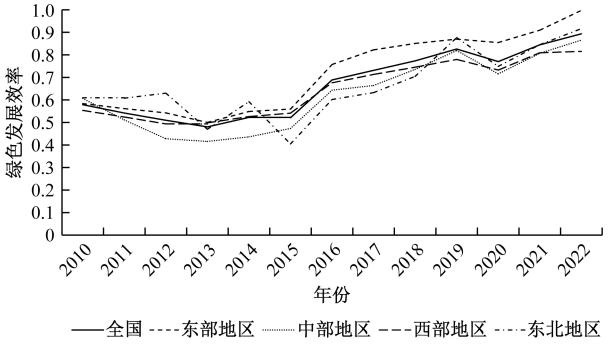


图 2　绿色发展效率测度结果

总体而言,四大地区[①]的新型基础设施建设水平呈上升趋势,但是 2019 年之后的增长速度明显快于 2019 年之前,原因是 2018 年 12 月的中央经济工作会议首次提出新型基础设施建设的概念,并提出推动新型基础设施建设,由此促进了新型基础设施建设水平的快速增长。分地区来看,东部地区的新型基础设施建设水平处于领先位置,中部地区的新型建设水平与全国平均水平持平,西部地区和东北地区的新型基础设施建设水平低于全国平均水平。原因是东部地区的经济发展水平较高,中部地区的经济发展水平接近全国平均水平,西部地区和东北地区的经济发展水平低于全国平均水平,而经济发展水平与新型基础设施建设水平呈正相关,导致四大地区的新型基础设施建设水平存在差异。2020 年之前,东北地区的新型基础设施建设水平高于西部地区,2020 年之后,东北地区的新型基础设施建设水平低于西部地区,原因可能是 2020 年《中共中央 国务院关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》的印发,推动了西部地区新型基础设施建设水平的提高。

4.2.2　绿色发展效率测度结果

绿色发展效率测度结果如图 2 所示,总体而言,四大地区的绿色发展效率呈波动上升趋势。2010—2015 年,绿色发展效率略有下降,原因可能是各地方短期注重经济发展,环境保护力度有所减弱。2015—2022 年,绿色发展效率增长态势明显,原因是号称"史上最严"的新环保法于 2015 年开始实施,新环保法从多个方面对环境保护提出了更为严格的要求和措施,包括加大环境违法行为的处罚力度、强化企业的环保责任、完善环境监管体系等,极大地降低了环境污染程度,促进了环境质量的显著提升。

4.3　基准回归分析

为了进行对比分析,在不加入控制变量和固定效应的基础上采用最小二乘线性回归分析方法对新型基础设施建设水平与绿色发展效率的关系进行基准回归分析,结果如表 4 列(1)所示,表 4 列(2)为在列(1)基础上加入控制变量,表 4 列(3)为在列(2)基础上加入省份固定效应,表 4 列(4)为在列(3)基础上加入时间固定效应,表 4 列(5)为省级层面的聚类稳健标准误。结果显示,新型基础设施建设水平对绿色发展效率的影响均显著为正,这说明新型基础设施能够促进区域绿色发展,从而验证了 H1。

表 4　基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
NIC	0.557***	0.507***	0.709***	0.392***	0.392**
	(5.52)	(4.79)	(5.04)	(2.69)	(2.10)
常数项	0.610***	0.582**	—1.695***	0.720	0.720
	(39.06)	(2.45)	(—5.25)	(1.51)	(1.05)
控制变量	No	Yes	Yes	Yes	Yes
省份固定效应	No	No	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	No	No	No	Yes	Yes
省级聚类	No	No	No	No	Yes
观测值	403	403	403	403	403
R^2	0.071	0.208	0.649	0.735	0.735

注:***、**分别表示在 1%、5%的水平上显著;括号内为 t 值。

4.4　内生性检验

为避免新型基础设施与区域绿色发展之间可能存在双向因果的内生性问题,将解释变量滞后一期进行内生性检验,结果如表 5 列(1)所示。滞后一期的解释变量的回归系数在 1%的水平上显著为正,

①按照国家统计局的划分标准,东部地区包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南,中部地区包括山西、安徽、江西、河南、湖北和湖南,西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆,东北地区包括辽宁、吉林和黑龙江。

表5　内生性检验结果

变量	(1)	(2)
NIC	0.474***	0.401***
	(2.89)	(2.74)
常数项	0.674	0.904*
	(1.34)	(1.78)
控制变量	Yes	Yes
省份固定效应	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes
观测值	403	403
R^2	0.769	0.740

注：***、*分别表示在1%、10%的水平上显著；括号内为t值。

表明在缓解了反向因果的内生性问题之后，新型基础设施建设水平对绿色发展效率的影响仍然显著为正，结果稳健。

为了缓解遗漏变量导致的内生性问题，本文在基准回归模型中进一步加入了对外开放水平和科技创新能力两个控制变量，用外商投资企业投资总额的自然对数表示对外开放水平，用技术市场成交额的自然对数表示科技创新能力，回归结果如表5列(2)所示。在增加两个控制变量的基础上重新进行回归，解释变量的回归系数仍在1%的水平上显著为正，这表明前文的研究结论并非遗漏相关变量所致。

4.5　稳健性检验

为了验证基准回归结果的可靠性，采用替换被解释变量、缩尾处理、剔除样本三种方法对实证结果进行稳健性检验。

考虑到新型基础设施建设水平对绿色发展效率的影响可能受到绿色发展效率测算方法的影响，采用非期望产出的超效率DEA-SBM模型对绿色发展效率重新测算，再将重新测算的绿色发展效率结果放入基准回归模型中进行回归，回归结果如表6列(1)所示。

考虑到新型基础设施建设水平对绿色发展效率的影响可能受到极端值的影响，对基准回归模型中的变量进行1%缩尾处理，以消除极端值对回归结果的影响，回归结果如表6列(2)所示。

考虑到2015年是正式实施新环境保护法的元年，会对绿色发展效率造成较大影响。因此，在剔除2015年的样本后重新进行回归，回归结果如表6列(3)所示。

表6　稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
NIC	0.392**	0.479***	0.407***
	(2.52)	(2.82)	(2.74)
常数项	0.866*	1.046**	0.685
	(1.71)	(2.10)	(1.38)
控制变量	Yes	Yes	Yes
省份固定效应	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes
观测值	403	403	403
R^2	0.732	0.735	0.732

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

采用上述稳健性检验方法后的稳健性检验结果与基准回归结果基本保持一致，表明本文的实证结果具有稳健性，证明本文的研究结论是可靠的。

4.6　异质性分析

4.6.1　区域异质性

为了探究新型基础设施建设水平对绿色发展效率的影响是否存在地区差异，将31个省份划分为经济发达地区和经济欠发达地区[28]②，在此基础上进行区域异质性分析，结果如表7所示。表7数据表明，两大地区的新型基础设施建设水平都能促进绿色发展效率增长，但是经济发达地区的促进作用显著，经济欠发达地区的促进作用不显著，从而验证了H2。一方面，经济发达地区拥有更雄厚的财力进行大规模、高标准的新型基础设施投资，为新型基础设施的建设提供资金支持，与此同时，充足的资金更容易吸引和聚集科技人才，促进研发能力的提高；另一方面，经济发达地区具有成熟的产业基础，新型基础设施的建设速度更快、建设水平更高，除此之外，经济发达地区拥有较为完整的产业链条，更容易形成新型基础设施研发、生产、应用的闭环，更好地将新型基础设施与传统产业进行融合，促进传统产业智能化、低碳化、绿色化升级，有效降低能源消耗，推动区域绿色发展。因此，发达地区的新型基础设施对绿色发展的赋能效果更强。

4.6.2　类别异质性

参考国家发展改革委对新型基础设施的分类，将新型基础设施划分为信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施，并实证检验不同类别的新型基础设施对绿色发展效率的影响。实证检验结果如表8所示，

②经济发达地区包括北京、天津、河北、辽宁、吉林、黑龙江、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南、重庆，经济欠发达地区包括山西、河南、湖北、湖南、安徽、江西、内蒙古、广西、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

不同类别的新型基础设施对绿色发展效率的影响均显著为正,其中创新基础设施的回归系数最大,并且通过了1%的显著性水平检验,这说明创新基础设施对绿色发展效率的促进效果最强,从而验证了H3。原因可能在于促进区域绿色发展最根本的推动力是绿色技术创新。一方面,绿色技术创新能显著降低工业废气、废水中的有害物质含量,污染物排放量下降,最大限度减少对生态环境的破坏。另一方面,绿色技术创新能够促进废弃物的资源化处理,有效提高资源利用效率,减少资源浪费,降低环境压力,推动可持续发展。而绿色技术创新更多依赖创新基础设施提供的研发支持,因此创新基础设施对区域绿色发展的促进效果最强。

表7　区域异质性分析结果

变量	经济发达地区	经济欠发达地区
NIC	0.367** (2.23)	0.406 (1.15)
常数项	1.809** (2.57)	—1.217 (—1.41)
控制变量	Yes	Yes
省份固定效应	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes
观测值	182	221
R^2	0.758	0.749

注:**表示在5%的水平上显著;括号内为t值。

表8　类别异质性分析结果

变量	(1)	(2)	(3)
信息基础设施	0.479** (2.50)		
融合基础设施		2.240** (2.02)	
创新基础设施			2.897*** (3.20)
常数项	0.676 (1.42)	0.882* (1.83)	0.819* (1.73)
控制变量	Yes	Yes	Yes
省份固定效应	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes
观测值	403	403	403
R^2	0.734	0.733	0.737

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

4.7　门槛效应

为了检验新型基础设施对区域绿色发展的影响是否存在门槛效应,将环境规制作为门槛变量,进行门槛效应分析。门槛效应检验结果如表9所示,单一门槛通过了检验,并且在5%的水平上显著,而双重门槛和三重门槛均没有通过检验,说明新型基础设施对区域绿色发展的影响存在显著的单一门槛效应,其门槛值为14.8。门槛效应回归结果如表10所示,当环境规制数值小于等于门槛值14.8时,回归系数为2.171,且在1%的水平上显著;当环境规制数值大于门槛值14.8时,回归系数变大为3.884,且仍在1%的水平上显著。这说明新型基础设施对区域绿色发展的促进作用随着环境规制力度的加强而增强,因此,H4得到了验证。

5　结论与建议

5.1　结论

本文就新型基础设施对区域绿色发展的影响进行了探讨,基于2010—2022年全国31个省份的面板数据,通过熵值法和DEA-SBM模型分别测度新型基础设施建设水平与绿色发展效率,并运用基准回归模型和门槛效应模型实证分析新型基础设施对区域绿色发展的影响。研究结论如下。

(1)中国新型基础设施建设水平和绿色发展效率整体呈上升态势,新型基础设施建设水平2019年之后的增长速度更快,绿色发展效率2015年之后的上升趋势更明显。

表10　门槛效应回归结果

变量	(1)
NIC(Er≤14.8)	2.171*** (5.86)
NIC(Er>14.8)	3.884*** (6.35)
常数项	—1.128* (—1.77)
控制变量	Yes
观测值	403
R^2	0.526

注:***、*分别表示在1%、10%的水平上显著;括号内为t值。

表9　门槛效应检验结果

门槛变量	门槛个数	BS次数	F值	P值	临界值		
					10%	5%	1%
环境规制	单一门槛	500	34.08	0.022	23.432 3	27.861 9	38.360 2
	双重门槛	500	10.21	0.592	23.093 5	25.459 7	36.333 8
	三重门槛	500	8.71	0.822	31.159 0	36.181 3	47.585 8

(2)新型基础设施建设水平对绿色发展效率具有正向作用,表明新型基础设施能促进区域绿色发展,且该结论在经历内生性、稳健性等检验后依然成立。

(3)新型基础设施对区域绿色发展的影响存在异质性,相较于经济欠发达地区,经济发达地区的新型基础设施对区域绿色发展的促进作用更为显著,新型基础设施对区域绿色发展的促进效果呈现“创新基础设施>融合基础设施>信息基础设施”的差异。

(4)新型基础设施对区域绿色发展的影响存在以环境规制为门槛变量的门槛效应,新型基础设施对区域绿色发展的促进作用随着环境规制力度的加强而增强。

5.2 建议

(1)加快推进新型基础设施建设,充分发挥新型基础设施建设对区域绿色发展的促进作用。加大资金投入力度,健全财政投入稳定机制,确保资金持续投入,同时创造良好的条件,吸引优秀人才参与新型基础设施建设,为促进新型基础设施建设提供资金和人才支持。加强顶层设计,完善制度保障,出台相关政策,破除体制机制弊端,建立新型基础设施建设监督与问责机制,确保新型基础设施建设的顺利实施。

(2)优化新型基础设施布局,缩小不同地区之间的差距,共促绿色发展。加强区域交流合作,科学规划新型基础设施建设,针对不同区域资源禀赋差异,在充分发挥本土的资源优势后,向资源相对不足的区域输送资源优势,促进资源要素跨区域有效流动和优化配置,健全区域协同机制,推动各区域新型基础设施协同发展,实现共谋发展,从而更好地释放新型基础设施建设对区域绿色发展的赋能作用。

(3)正视不同类别新型基础设施对区域绿色发展促进效果的差异,推动三类新型基础设施协同发展。构建“三位一体”协同发展机制,在充分发挥不同类别新型基础设施优势的基础上,加强三类新型基础设施的联动,利用信息基础设施的信息和算力为创新基础设施的创新活动提供支持,再推动创新基础设施的创新成果在融合基础设施中的转化与应用,以此实现新型基础设施建设对区域绿色发展促进效果的最大化。

(4)加强环境规制力度,提升新型基础设施对区域绿色发展的促进作用。实施多样化环境规制工具,加强命令型、市场型、自愿型等不同类型环境规制工具的综合运用,使得环境规制效果最大化。建立环境规制动态评估机制,定期审查环境规制政策效果,确保环境规制力度与新型基础设施发展同步,避免环境规制力度与新型基础设施发展不匹配,促进环境规制与新型基础设施协同发展,从而更好地推动区域绿色发展。

参考文献

[1] 中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定[EB/OL](2024-07-21). https://www.gov.cn/zhengce/202407/content_6963770.htm?jump=true.

[2] 林俐,陈妙儒,兰夏清. 新型基础设施建设对经济增长的影响研究——基于全国31个省份的实证研究[J]. 当代经济,2023,40(9):19-26.

[3] 田园,任毅,李金林,等. 新型基础设施建设投资对经济高质量发展的影响效应研究[J]. 现代城市研究,2023(12):94-101.

[4] 马荣. 新质生产力视角下新型数字基础设施建设对经济高质量发展的影响研究[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版),2024,54(3):48-61.

[5] 童健,张聪,闫勇. 新型基础设施建设与中国经济高质量发展[J]. 管理评论,2024,36(6):81-93.

[6] 陈波,徐换歌,倪晨旭. 新型基础设施建设与城市绿色低碳发展——基于“宽带中国”战略的经验证据[J]. 兰州学刊,2023(4):31-47.

[7] 孙伟,管盈,陈悠. 新型基础设施与绿色全要素生产率:作用机制与异质性研究[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版),2023,37(3):1-12.

[8] 刘备,黄卫东. 新型数字基础设施的绿色全要素生产率提升效应研究[J]. 求是学刊,2023,50(1):96-106.

[9] 文传浩,谭君印,胡钰苓,等. 新型基础设施建设对长江上游城市绿色转型的影响研究——基于“三生”空间视角[J]. 长江流域资源与环境,2022,31(8):1736-1752.

[10] 孔芳霞,刘新智,周韩梅,等. 中国新型基础设施建设的绿色发展效应及其收敛性[J]. 中国人口·资源与环境,2023,33(5):160-171.

[11] 王亚飞,黄欢欢,石铭,等. 新型基础设施建设对共同富裕的影响机理及实证检验[J]. 中国人口·资源与环境,2023,33(9):192-203.

[12] 王可,钞小静. 新型数字基础设施对城市创业活跃度的影响研究[J]. 西安财经大学学报,2023,36(2):51-63.

[13] 张治栋,余雅莹. 新型基础设施建设如何影响地区创新绩效——基于长三角41个城市的实证研究[J]. 调研世界,2023(4):64-72.

[14] 任萍. 新型基础设施建设对居民幸福感的影响研究[J]. 中国集体经济,2023(6):165-168.

[15] 文传浩,谭君印,李益,等. 新型基础设施建设的减排效应及其作用机制研究[J]. 工业技术经济,2021,40(12):122-130.

[16] 邵帅,范美婷,杨莉莉. 经济结构调整、绿色技术进步与

中国低碳转型发展——基于总体技术前沿和空间溢出效应视角的经验考察[J]. 管理世界，2022，38(2)：46-69.
[17] 孔芳霞，刘新智，周韩梅，等. 新型基础设施建设与城市绿色发展耦合协调的时空演变特征与影响因素[J]. 经济地理，2022，42(9)：22-32.
[18] 贺晓宇，张二宇. 新型数字基础设施建设与经济增长质量提升[J]. 现代经济探讨，2023(11)：40-53.
[19] 许宪春，雷泽坤，窦园园，等. 中国南北平衡发展差距研究——基于"中国平衡发展指数"的综合分析[J]. 中国工业经济，2021(2)：5-22.
[20] 宁靓，李倩蓉. 新型基础设施建设对区域绿色全要素生产率的影响——基于我国省际数据的实证研究[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版)，2024(3)：63-76.
[21] 张淑惠，孙燕芳. 新基建对区域"创新-生态-经济"耦合协调发展的影响——基于空间溢出效应和传导机制的检验[J]. 中国人口·资源与环境，2023，33(10)：187-198.
[22] 汤学兵，张守磊，洪建国. 长江经济带数字新基建对高质量发展的影响[J]. 开发研究，2024(4)：50-62.
[23] 程云洁，王佩佩. 数字新基建对区域经济协调发展的影响研究[J]. 技术经济与管理研究，2023(7)：109-114.
[24] 张佩，王姣娥，马丽. 新基建与区域经济协调发展的时空耦合及影响因素[J]. 地理科学，2024，44(4)：562-572.
[25] 宋敏，刘欣雨. 中国新基建与经济韧性耦合协调度的时空演化及驱动因素[J]. 经济地理，2023，43(10)：13-22.
[26] 赵林，张春霆，高晓彤，等. 黄河流域绿色发展与共同富裕耦合协调水平变化及其影响因素[J]. 经济地理，2024，44(8)：57-67.
[27] 郭付友，高思齐，佟连军，等. 黄河流域绿色发展效率的时空演变特征与影响因素[J]. 地理研究，2022，41(1)：167-180.
[28] 李桂兰，谭嘉慧，杨亦民. 政府补助对中小企业"专精特新"转型的影响——基于门槛回归模型的研究[J]. 会计之友，2024(1)：139-147.

Impact of New Infrastructure on Regional Green Development

HE Ling, CHEN Xianghua, WANG Jinmei
(School of Management, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China)

Abstract: New infrastructure is not only a solid foundation for promoting the development of the digital economy but also a key carrier for driving regional sustainable development. Based on the panel data of 31 provinces(due to the lack of data, the statistical data mentioned here do not include the Hong Kong Special Administrative Region, the Macao Special Administrative Region and Taiwan Province) in China from 2010 to 2022, the level of new infrastructure construction and the efficiency of green development were measured respectively by the entropy method and the DEA-SBM model. The benchmark regression model and the threshold effect model were used to empirically analyze the impact of new infrastructure on regional green development. The research indicates that the level of new infrastructure construction and the efficiency of green development in China have generally shown an upward trend. The improvement of the level of new infrastructure construction has the characteristic of slow at first and then fast", and the efficiency of green development has shown a "fluctuating upward" change feature. New infrastructure can effectively promote regional green development. Heterogeneity analysis reveals that compared with economically underdeveloped regions, the promotion effect of new infrastructure on regional green development in economically developed regions is more significant. The promotion effect of new infrastructure on regional green development shows a difference of "innovative infrastructure > integrated infrastructure > information infrastructure". The threshold effect indicates that the promotion effect of new infrastructure on regional green development increases with the strengthening of environmental regulation. Useful implications are provided for promoting the construction of new infrastructure and exploring new paths for regional green development.

Keywords: new infrastructure; digital economy; regional green development; heterogeneity analysis; threshold effect