数字基础设施建设对碳排放强度的影响

——基于宽带中国战略的准自然实验

金红磊，王青霞

（中央民族大学管理学院，北京 100081）

摘要：基于2006—2023年中国283个地级市面板数据，采用多期双重差分模型系统考察数字基础设施建设对城市碳排放强度的作用效果及其内在机制。研究发现：数字基础设施的建设能够显著降低城市的碳排放强度，这一结论在经过多种稳健性检验后仍然成立；其减排途径主要依托于增强绿色技术创新能力和提升地方政府治理效率，且绿色技术创新的中介作用更为明显；数字基础设施的碳减排效果在不同区域之间存在异质性，尤其在中部地区、非资源型城市以及非老工业基地城市中表现更为显著。

关键词：数字基础设施；碳排放强度；绿色技术创新；政府治理效率

中图分类号：X32 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)07－0307－07

在全球气候变化日益严峻的背景下，推动绿色低碳转型已成为国际社会的共同使命。中国积极承担国际责任，将碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局。当前，正值数字中国建设的关键时期，数字基础设施建设作为新质生产力的重要引擎，其低碳效应的释放对实现“双碳”目标具有战略支撑作用[1]。在实践中，宽带中国战略作为数字基础设施建设的核心政策载体，通过其泛在连接、高速传输与智能计算等技术特性，正在深刻重塑社会经济运行模式，为城市碳减排提供新路径。

学界目前围绕数字基础设施的环境效应已展开有益探索，聚焦于从数字技术层面证实其通过优化资源配置[2-3]、提升能源效率[4-5]等途径对碳排放产生抑制作用，或是论证宽带中国战略[6-7]、智慧城市建设[8]等具体数字政策对空气污染、节能减排的影响效应，为理解数字化与低碳化提供经验证据。然而，既有研究多关注数字基础设施对碳排放总量的影响[9]，而对碳排放强度这一兼顾增长质量与减排效率的核心指标的关注相对不足，且内在机制分析多侧重于绿色技术创新[10]、产业结构升级[11]等市场路径，对政府治理效率等政策路径的挖掘尚不充分。面对数字中国建设的时代命题与“双碳”目标的刚性约束，亟须基于大样本的因果推断实证检验数字基础设施建设的碳减排效应，从政策实践层面深化对数字基础设施与碳排放强度关系的认知，为推动数字化与低碳化协同发展提供科学依据。

鉴于此，以“宽带中国”试点政策作为政策冲击，基于2006—2023年中国283个地级市面板数据，采用多期双重差分模型系统考察数字基础设施影响碳排放强度的内在机理。本文的边际贡献在于：①将研究视角从碳排放总量延伸至碳排放强度，更精准地揭示数字基础设施在推动城市绿色低碳转型中的关键作用；②通过引入政府治理效率等政策变量，拓展数字基础设施低碳效应的作用路径分析，为优化政策设计提供理论支撑；③基于大样本数据的异质性分析，揭示政策效果在不同地理区位、资源禀赋与行政层级城市中的差异化表现，为分类施策、精准推进数字基础设施建设提供借鉴。

1 理论分析与研究假设

1.1 数字基础设施建设对碳排放强度的直接效应

数字基础设施作为新型基础设施的核心组成部分，通过提供高速的网络连接与数据流通能力，深刻重塑社会经济活动的组织模式与能源消费方式[12]，为城市碳减排提供重要的基础支撑。其直接降低碳排放强度的路径主要体现在以下3个方面：①数字基础设施能够有效提升能源利用效率。物联网、大数据和人工智能等技术在工业生产、建筑管理和交通调度等领域的深度应用，实现了能源消

收稿日期：2025-11-18

作者简介：金红磊(1980—)，女，河南濮阳人，博士，副教授，研究方向为数字治理与社会政策；通信作者王青霞(2001—)，女，广西桂林人，硕士研究生，研究方向为环境治理与公共政策。

耗的实时监测与精准调控，减少无效和过度的能源消耗，从而有效降低单位产出的碳排放[13]。②数字基础设施的完善赋能产业结构转型。一方面通过数字化赋能传统高耗能产业，实现生产流程再造与资源循环利用，推动其向绿色制造转变，另一方面以高速网络为载体的数字生态催生了电子商务、在线娱乐等低能耗、高附加值的数字经济新业态。产业数字化与数字产业化的协同发展实现了产业结构的低碳转型，从源头上降低经济发展的碳依赖[14]。③数字基础设施的普及引导消费侧绿色转型。数字基础设施通过改变信息获取与交互方式，重塑公众的消费观念与行为模式。借助智能终端与移动应用，消费者能够便捷地获取产品碳足迹信息，优先选择低碳环保产品，形成绿色消费偏好[15]。同时，共享经济、在线服务等数字消费新模式的兴起，减少了实物商品的生产与运输需求，可以降低消费环节的碳排放。据此，提出如下假设。

H1：数字基础设施建设能够有效降低城市碳排放强度，即与其他城市相比，成为宽带中国试点的城市，碳减排效应更高。

1.2 数字基础设施建设对碳排放强度的间接效应

绿色技术创新是驱动碳减排的核心动力。宽带中国试点政策一方面通过构建信息高速通道，加速知识、技术、人才和创新要素在不同区域、不同主体间的溢出与扩散，为企业开展绿色技术研发提供丰富的信息资源和更低的协作成本，有助于各地发挥比较优势，激发区域绿色创新潜能[16]。另一方面，其所搭建的企业、高校与科研机构协同网络，有效打破创新主体间的信息壁垒，为产学研深度融合与绿色技术的快速转化应用提供高效平台[17]。同时，绿色技术创新成果的广泛应用，能够改进生产工艺、优化生产流程、提升能源利用效率，为碳排放的源头防控与末端治理提供关键技术支撑，进而从技术层面推动城市碳排放强度的降低。据此，提出如下假设。

H2：数字基础设施通过提升绿色技术创新能力降低城市碳排放强度。

高效精准的政府治理是实现碳减排目标的制度保障。①宽带中国试点政策通过推动治理模式的数字化转型，赋能环境监管的精准化与智能化[18]。依托大数据、云计算等数字技术，政府能够实时动态管控重点排放源。②通过打破信息孤岛与数据壁垒，构建多部门协同治理机制，形成环境监管合力。③政府通过数字平台公开环境信息，拓宽了公众参与环境监督的渠道，增强公众对相关碳减排政策的认知度和支持度，形成政府、企业和公众共同参与的低碳治理新格局[19]。因此，数字基础设施通过提升地方政府治理效率，强化了其在环境规制、科学决策等方面的能力，为碳减排提供制度支撑。据此，提出如下假设。

H3：数字基础设施通过提升地方政府治理效率降低城市碳排放强度。

2 模型构建与变量说明

2.1 模型设定

为准确评估数字基础设施建设对城市碳排放强度的直接效应，采用多期双重差分模型进行实证检验。根据郭丰等[20]的做法，构建如下计量模型：

$$coei_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 policy_{it} + \alpha_2 Z_{it} + \mu_i + \sigma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中：i 和 t 分别为城市和年份；$coei_{it}$ 为被解释变量，代表碳排放强度；policy 为核心解释变量，代表宽带中国试点政策；α_1 为宽带中国试点政策的碳减排效应；Z 为产业高级化、城市化水平等可能影响城市碳排放强度的控制变量集合；μ_i 和 σ_t 分别为城市固定效应和年份固定效应；ε_{it} 为随机扰动项；α_0 为常数项。

为进一步研究绿色技术创新能力和政府治理效率在数字基础设施与城市碳排放强度关系中的中介效应，采用江艇[21]的两步法进行机制检验，在式(1)基础上设定如下计量模型：

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 policy_{it} + \beta_2 Z_{it} + \mu_i + \sigma_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中：M 为中介变量，包括绿色技术创新能力(gti)和地方政府治理效率(ge)；β_0 为常数项；β_1、β_2 为回归系数。在式(1)检验核心解释变量对被解释变量影响的基础上，分别检验核心解释变量对中介变量的影响。若核心解释变量能同时显著影响被解释变量和中介变量，且现有研究支持该中介变量对被解释变量的影响，则认为中介效应存在。

2.2 变量说明

2.2.1 被解释变量：城市碳排放强度(coei)

关于碳排放强度的测算，参考张健晨等[22]的研究，用城市电力、煤炭、天然气等主要能源的消耗量测算出2006—2023年的碳排放量，再用其与地级市各年度实际GDP比值的对数值表征。其中，各年度实际GDP以2006年为基期通过折算后得到。

2.2.2 核心解释变量：是否为宽带中国试点城市(policy)

宽带中国试点为研究数字基础设施建设对碳

排放强度的影响提供了良好的准自然实验环境。因此,将其作为数字基础设施建设的代理变量,将“是否为宽带中国试点城市”这一政策虚拟变量(policy)作为核心解释变量,当城市在第 t 年获批建设宽带中国试点时,则在当年及以后取值为 1,否则为 0。

2.2.3 中介变量:绿色技术创新能力(gti)和地方政府治理效率(ge)

选用绿色发明专利授权数量来衡量各城市的绿色技术创新水平[23],并对其进行对数化处理。在评估地方政府治理效率时,构建涵盖财政资源、教育配置、文化服务、科技投入等多维度投入指标体系,以及包含经济发展、民生建设、市场活力和基建水平等产出指标体系。在此基础上,采用考虑社会风险、环境负荷等非期望产出的基于松弛变量的模型-全域曼奎斯特-卢恩伯格指数(slacks-based measure-global Malmquist-Luenberger,SBM-GML)模型进行量化测度[24]。

2.2.4 控制变量

为避免遗漏变量对实证结果产生影响,在模型中引入以下控制变量:①产业高级化,用第三产业与第二产业的比值表示;②城市化水平,以城镇人口占总人口的比重来衡量;③人口规模,用年末总人口数的对数表示;④经济发展水平,以地区生产总值的对数值衡量;⑤制度环境,采用财政支出与 GDP 的比值衡量;⑥政府科学投入,采用城市科技财政支出占地区生产总值的比重衡量;⑦人力资本,以普通高等院校师生比的数值衡量。

2.3 数据来源

综合考虑数据可得性、匹配性等因素,选取 2006—2023 年中国 283 个地级市组成的面板数据样本。指标数据主要来自《中国城市统计年鉴》《中国环境统计年鉴》等,缺失值采用均值法填补。各变量描述性统计结果见表 1。

3 实证结果与分析

3.1 基准回归

根据式(1)的设定,采用控制时间和地区的双向固定效应模型检验宽带中国试点的碳减排效应,结果见表 2。其中,列(1)为未加入控制变量的回归结果,列(2)为纳入全部控制变量的结果。结果表明,在控制其他变量的情况下,宽带中国试点政策对碳排放强度的影响系数为 −0.202,表明与非宽带中国试点城市相比,成为宽带中国试点城市后,其碳排放强度降低 20.2%,假设 H1 得以验证。实践中,作为国家层面推动数字基础设施建设的重大战略部署,宽带中国试点通过提升网络覆盖水平、促进数据要素流通、加速数字技术与实体经济深度融合,有效推动了城市经济发展方式绿色转型,为实现碳减排目标提供了重要的基础设施支撑。

表 2 基准回归结果

变量	(1)	(2)
	coei	coei
policy	−0.237***	−0.202***
	(−4.23)	(−3.88)
控制变量	No	Yes
时间固定效应	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes
常数项	6.502***	15.398***
	(282.70)	(8.43)
样本数	5 094	5 094
R^2	0.541	0.572

注:*、**、***分别表示 $P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$;括号内为 t 值。

3.2 平行趋势检验

考虑到双重差分模型使用的重要前提在于是否满足平行趋势假定,参考陈宇和王如忠[25]、Jacobson 等[26]的做法,采用事件研究法对宽带中国试点政策的动态效应进行平行趋势检验,具体模型如下:

$$coei_{it}=\alpha_0+\sum_{k=-3}^{-1}\varphi_k B_k+\sum_{k=1}^{4}\omega_k A_k+\alpha_2 Z_{it}+\mu_i+\sigma_t+\varepsilon_{it} \quad (3)$$

表 1 变量描述性统计

变量类型	变量名称	变量符号	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
自变量	宽带中国试点	policy	5 094	0.223	0.417	0.000	1.000
因变量	碳排放强度	coei	5 094	6.780	0.784	4.152	10.103
控制变量	产业高级化	cygj	5 094	1.035	0.590	0.027	5.348
	城市化水平	urban	5 094	0.360	0.198	0.044	1.000
	人口规模	pop	5 094	5.887	0.701	2.970	8.136
	经济发展水平	gdp	5 094	14.282	3.937	5.328	19.605
	制度环境	gov	5 094	0.179	0.108	0.003	1.575
	政府科学支出	rd	5 094	10.283	1.494	5.247	15.529
	人力资本	rlzb	5 094	0.057	0.023	0.121	0.424

式中：B_k 和 A_k 分别为宽带中国试点政策实施前、后第 k 年的虚拟变量；估计系数 φ_k 和 ω_k 分别为宽带中国试点政策开始的前、后第 k 年处理组与对照组的碳减排效应差异。检验结果如图 1 所示，处理组与对照组在政策实施之前不存在显著的差异，表明满足平行趋势假设。在宽带中国战略实施后，试点城市的碳排放强度持续下降。其中，值得注意的是，政策效果在实施当年并未立即显现，而是从第 3 年开始显著为负并持续扩大，这反映了数字基础设施建设从部署完善到产生实际减排效果存在一定的时滞性，其影响是一个逐步释放的动态过程。

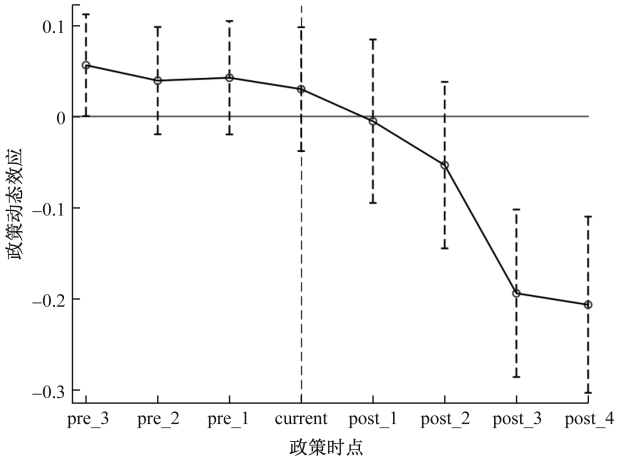


图 1　平行趋势检验

3.3　稳健性检验

3.3.1　安慰剂检验

为验证基准回归结果的稳健性并排除不可观测因素或偶然因素对估计结果的干扰，采用安慰剂检验方法进行再检验。具体地，在 283 个样本城市中随机抽取新的试点政策组并生成相应的政策虚拟变量，基于基准模型重复进行 500 次回归模拟，结果如图 2 所示。检验结果显示，随机生成的政策变量估计系数呈现正态分布特征，大多数散点的 P 值高于 0.05，且估计系数高于基准回归中相应的真实估计值为−0.202。这表明伪政策变量对城市碳排放强度不存在显著影响，进一步印证基准结果的可靠性。

3.3.2　其他稳健性检验

为进一步验证基准结果的稳健性，采用以下 3 种检验方法：①排除直辖市的特殊影响。考虑到北京、上海、天津、重庆 4 个直辖市在行政级别、资源禀赋与发展路径上与其他地级市存在一定差异，为避免其特殊性对估计结果造成干扰，在回归中剔除直辖市样本。结果见表 3 列(1)，估计系数为−0.202，仍在 1%的水平上显著为负，与基准结果保持一致。②控制城市时变混杂因素。表 3 列(2)显示，引入城市与年份的交互固定效应，在排除各城市自身随时间线性发展的特定趋势对估计结果的潜在干扰后，宽带中国试点政策的估计系数显著为负，其对降低碳排放强度的负向效应依然稳健存在。③控制其他政策冲击。除宽带中国试点政策外，国家创新型城市试点、低碳城市试点等政策也可能对城市碳减排产生潜在影响。为此，将上述政策变量同时纳入模型中作为控制变量。表 3 列(3)结果显示，在控制其他政策冲击后，宽带中国试点政策的估计系数依然显著为负，且创新型城市试点与低碳城市试点政策本身也显示出一定的减排效果。这表明宽带中国试点政策对碳排放强度的抑制作用是独立且稳健的。

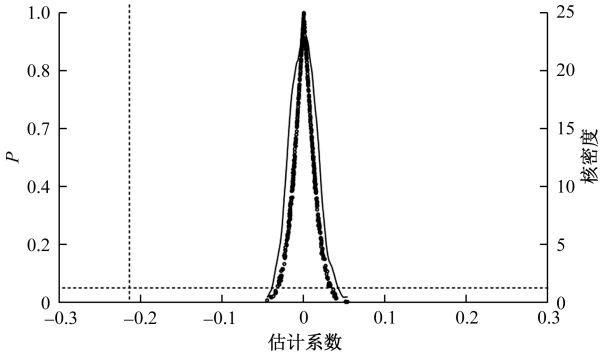


图 2　安慰剂检验结果

表 3　稳健性检验结果

变量	(1) 剔除直辖市	(2) 控制城市年份交互项	(3) 控制其他政策冲击
policy	−0.202*** (−3.88)	−0.202*** (−3.88)	−0.196*** (−3.77)
cy		−132.427 (−1.34)	
lowcarbon			−0.069* (−1.65)
ino			−0.086*** (−3.58)
控制变量	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	Yes
常数项	15.275*** (8.38)	1 816.236 (1.21)	12.275*** (8.39)
样本数	5 022	5 094	5 094
R^2	0.573	0.572	0.573

注：*、**、***分别表示 $P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$；括号内为 t 值；cy 为城市与年份的交互项；lowcarbon 为低碳城市试点政策；ino 为国家创新型城市试点政策。

4 进一步分析

4.1 机制检验

根据前文理论分析,宽带中国试点政策通过提升绿色技术创新能力与地方政府治理效率两条路径降低城市碳排放强度。为验证上述机制,基于式(1)、式(2)进行检验,结果见表4。

关于绿色技术创新能力的中介效应检验结果见表4列(1)、列(2)。可以发现,试点政策对绿色技术创新能力的回归系数为0.186,且在1%的水平上显著,表明宽带中国试点政策显著提升城市绿色技术创新能力。结合前文理论分析可知,优化绿色技术创新能力可以推动区域碳排放强度降低,说明绿色技术创新能力在数字基础设施影响碳排放强度的过程中发挥了一定中介作用。绿色技术创新能力为应对二氧化碳等环境问题提供了关键性的技术支撑,从而有效降低城市碳排放强度。综上,绿色技术创新能力是宽带中国试点政策降低城市碳排放的重要作用渠道,假设H2得以验证。

关于地方政府治理效率的中介效应检验结果见表4列(3)、列(4)。试点政策对政府治理效率的系数为0.008,且在5%的水平上显著,说明数字基础设施建设有助于提升地方政府的治理效能。结合前文理论分析可知,提高政府治理效率能够实现城市降碳,表明政府治理效率同样存在一定中介效应,假设H3成立。数字基础设施通过提升政府在环境规制、公共服务与资源调配等方面的精准性与执行力,强化了其环境监管与绿色导向的治理能力,从而为碳减排提供了有效保障。

值得注意的是,相较于绿色技术创新能力,地方政府治理效率在其中的中介作用相对较弱。这主要是因为政府治理效率的提升及其在环境治理方面的成效显现,往往涉及制度完善、部门协调、执行监督等多个环节,其效果释放存在一定的时滞性。尽管数字基础设施的建设为政府治理提供了更为高效的技术手段,但这些技术手段的全面应用和效能发挥仍需时间逐步优化和完善。相比之下,绿色技术创新通过具体的技术应用与工艺改进,能够更直接地产生减排效果,因此其中介效应更为显著。

表4 中介效应回归结果

变量	绿色技术创新能力		地方政府治理效率	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	coei	gti	coei	ge
policy	−0.202***	0.186***	−0.202***	0.008**
	(−3.88)	(3.65)	(−3.88)	(2.67)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	15.398***	−8.526***	15.398***	−3.189***
	(8.43)	(−6.15)	(8.43)	(−4.76)
样本数	5 094	5 094	5 094	5 094
R^2	0.572	0.861	0.572	0.203

注:*、**、***分别表示$P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$;括号内为t值。

4.2 异质性分析

各城市在资源禀赋、产业基础等方面差异明显,其碳减排任务重点和治理难度也会有所不同。为从统计上检验不同组别间政策效应的差异是否显著,采用邹至庄检验进行组间系数差异检验。结果表明,不同组别间的政策效应存在显著差异。因此,有必要按照地理区位、资源禀赋和产业基础进一步展开异质性分析,具体结果见表5。

(1)地理区位异质性。由表5列(1)~列(3)可知,宽带中国试点政策对碳排放强度的影响存在明显的地区差异。具体而言,试点政策对中部地区的影响系数最大,且在1%水平上高度显著;东部地区次之且同样显著;而对西部地区的影响虽为负向,但未通过显著性检验。这种区域分异可能源于中部地区产业结构调整与能源效率提升的空间较大,能够更好地承接数字基础设施的技术溢出;东部地区虽然经济基础雄厚,但碳排放基数相对较低,减排空间有限;而西部地区受制于数字基础设施覆盖不足、产业结构偏重及技术吸收能力较弱等因素,政策效果的显现相对滞后。

(2)资源禀赋异质性。表5列(4)、列(5)结果显示,试点政策在降低资源型和非资源型城市的碳排放强度方面均展现出显著效果,然而其对非资源型城市的影响系数略显更高。这表明数字基础设施的碳减排效应在两类城市中普遍存在,但资源型城市因长期依赖能源开采与高碳产业结构,其路径依赖与转型阻力较大,一定程度上弱化了数字技术的赋能效果。

(3)产业基础异质性。表5列(6)、列(7)表明,试点政策在非老工业基地城市的碳减排效应明显强于老工业基地城市。老工业基地通常面临设备老化、技术更新缓慢与制度刚性等历史遗留问题,其传统产业结构的“锁定效应”在一定程度上延缓了数字技术与绿色转型的融合进程,导致政策红利未能充分释放。

表 5　异质性分析结果

变量	地理区位			资源禀赋		产业基础	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	东部地区	中部地区	西部地区	资源型城市	非资源型城市	老工业基地	非老工业基地
policy	−0.225***	−0.328***	−0.103	−0.179**	−0.199***	−0.124**	−0.215***
	(−3.17)	(−4.15)	(−0.96)	(−2.06)	(−3.32)	(−2.10)	(−3.31)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	18.779***	10.657***	21.308***	8.794***	22.697***	13.499***	19.990***
	(6.33)	(6.85)	(5.41)	(3.42)	(8.05)	(5.93)	(6.78)
样本数	1 782	1 800	1 512	2 052	3 042	1 692	3 402
R^2	0.621	0.631	0.578	0.558	0.612	0.578	0.607

注：*、**、***分别表示 $P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$；括号内为 t 值；组间差异基于邹至庄检验，东部与中部地区政策效应差异显著（$F=5.23$，$P=0.022$），东部与西部地区差异显著（$F=4.87$，$P=0.027$），中部与西部地区差异显著（$F=8.15$，$P=0.004$），资源型与非资源型城市政策效应差异显著（$F=4.12$，$P=0.042$），老工业基地与非老工业基地城市政策效应差异显著（$F=5.01$，$P=0.025$）。

5　结论与政策建议

5.1　研究结论

通过实证分析揭示了数字基础设施建设的碳减排效应，主要结论如下：①基于多期双重差分模型的检验表明，以宽带中国试点为政策实践载体的数字基础设施建设显著降低了城市碳排放强度，且平行趋势检验、安慰剂检验等系列稳健性测试均支持了该结论；②机制检验显示，数字基础设施建设可以通过提升绿色技术创新能力与地方政府治理效率实现碳减排，其中绿色技术创新能力的中介效应更为突出，反映出技术路径在减排过程中的直接性与即时性优势；③异质性分析表明，政策效果因城市类型而异，数字基础设施建设的碳减排效应在中部城市、非资源型城市及非老工业基地表现更为显著，反映出区域特征与产业结构对政策效果的调节作用。研究结论为数字时代新型基础设施政策的优化设计提供理论依据，也为推动城市绿色低碳转型提供实践参考。

5.2　政策建议

（1）坚持试点先行与经验推广相结合，完善数字基建推进机制。中央政府应统筹规划数字基础设施布局，系统总结宽带中国试点城市的建设经验，推动试点政策在全国范围内有序扩散。根据不同区域特征与产业结构制定差异化建设方案，重点对西部地区、资源型城市等重点区域实施政策倾斜，通过专项转移支付等手段引导资源合理配置，着力破除制约数字技术吸收与应用的结构性障碍，确保数字基建红利覆盖更多地区。同时，建立区域协同机制，促进地区间的技术溢出与经验共享，推动区域碳减排协同发展。

（2）强化数字技术与绿色创新的深度融合。应重点支持数字技术在环保领域的应用研发，鼓励企业与科研机构联合攻关，突破关键共性技术瓶颈，加速绿色创新成果转化，充分发挥技术创新在碳减排过程中的核心驱动作用。特别是在碳排放监测领域，建议推进物联网、大数据等技术在碳核算、碳排放监测等方面的深度应用，建立统一的行业数据标准与技术规范，提升碳管理的精准性与科学性。

（3）完善数字赋能的协同治理机制。应加快推进政府环境治理的数字化转型，构建整合多源数据的碳排放在线监测平台，利用大数据分析技术实现碳排放的动态监测与智能预警，提升环境治理的响应速度与决策科学性。同时，建立跨部门、跨区域的协同治理框架，明确各方职责与数据共享机制，形成政策合力。此外，鼓励公众参与，通过数字化平台拓宽公众监督渠道，构建政府、企业、公众共同参与的碳减排治理新格局。

参考文献

[1] 王琴，郭莉滨，丁可可. 数字基础设施建设与城市减污降碳协同：基于准自然实验的研究[J]. 城市发展研究，2025，32(6)：100-106.

[2] 苗吉超，翟宁宁. 数字技术创新对城市碳排放的影响机制[J]. 科技管理研究，2025，45(6)：197-205.

[3] 张平淡，郝时雨，林琳. 数实融合对碳排放的影响及作用机制研究[J]. 求是学刊，2025，52(1)：88-99.

[4] 王若愚，安起光，王永凯. 数字经济、能源效率优化与碳减排[J]. 统计与信息论坛，2025，40(3)：87-97.

[5] 金鑫，高煜. 数字技术与绿色技术融合的减碳效应研究：新质生产力的微观实现机制[J]. 经济学动态，2025(6)：51-67.

[6] 海梅红，张自然. 城市数智化转型的碳减排效应：基于“宽带中国”和“智慧城市”试点政策的协同效应[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版)，2025，26(5)：94-103.

[7] 郭秋秋，马晓钰. “宽带中国”战略和低碳城市双试点的减污效应研究[J]. 产业经济研究，2023(5)：129-142.
[8] 尹碧波，邝萍. 智慧城市的碳减排效应研究：基于双重机器学习的因果推断[J]. 统计与信息论坛，2025，40(3)：73-86.
[9] 侯建，白婉婷. 环境规制视角下数字经济发展的碳减排效应检验[J]. 统计与决策，2023，39(19)：164-166.
[10] 吕宏军，卫秀秀. 数字化转型、绿色技术创新与碳减排效应[J]. 统计与决策，2025，41(13)：163-167.
[11] 张传兵. 数字经济如何影响碳排放强度？基于产业结构高级化与合理化的双重视角[J]. 科学学与科学技术管理，2024，45(10)：56-73.
[12] 尹龙，陈强，郭子彤. 数字基础设施赋能区域碳减排的实证研究：兼论门槛效应与空间溢出效应[J]. 金融与经济，2024(1)：55-65，87.
[13] 靳景玉，张媛媛. 数字基础设施投入能否提高城市能源利用效率[J]. 财会月刊，2024，45(1)：108-116.
[14] 周小玲. 政策赋能、数字生态与区域产业结构优化[J]. 华南农业大学学报(社会科学版)，2024，23(6)：90-102.
[15] 王凡俊，石婉琪. 数字消费对城市碳减排的影响机制与路径研究：来自国家信息消费试点的准自然实验[J]. 现代财经(天津财经大学学报)，2025，45(9)：61-76.
[16] 王真，楚尔鸣. 信息基础设施建设能使“减排”与“增效”兼得吗？基于绿色技术创新视角[J]. 现代财经(天津财经大学学报)，2023，43(10)：74-89.
[17] 孟醒，朱平芳. 数字基建驱动绿色创新的效应与机制研究：基于“宽带中国”战略的政策实验[J]. 经济与管理研究，2025，46(1)：90-108.
[18] 曾世宏，陈雨蒙，高璐玥. 数字技术如何赋能城市碳减排？基于行业数字化生产和政府数字化监管的双重视角[J]. 生态文明研究，2025(5)：47-63.
[19] 董依婷，原珂，赵贤，等. 数字经济赋能城市能源转型：基于政府与公众异质约束视角[J]. 中国人口·资源与环境，2025，35(6)：100-111.
[20] 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.
[21] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济，2022(5)：100-120.
[22] 张健晨，韩非，范帅邦. 创新型城市试点政策的碳排放效应评估[J]. 地方财政研究，2025(6)：84-102.
[23] 管志鹏. 经济发展水平、绿色技术创新与碳减排[J]. 江汉论坛，2025(8)：37-44.
[24] 王叶薇，王杰. 电子政务能否提升“本地-邻地”政府治理效率？来自“县级政府政务公开和政务服务试点”的证据[J]. 公共管理与政策评论，2023，12(3)：54-68.
[25] 陈宇，王如忠. 网络基础设施建设、信息可得性与城市创业活跃度：基于“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版)，2025(2)：69-81.
[26] JACOBSON L S，LALONDE R J，SULLIVAN D. Earnings losses of displaced workers[J]. American Economic Review，1993，83(4)：685-709.

Impact of Digital Infrastructure Construction on Carbon Emission Intensity: A Quasi-natural Experiment Based on Broadband China Strategy

JIN Honglei，WANG Qingxia
(School of Management，Minzu University of China，Beijing 100081，China)

Abstract: Based on the panel data of 283 prefecture-level cities in China from 2006 to 2023，and uses the multi-period difference-in-difference model to systematically investigate the impact of digital infrastructure construction on urban carbon emission intensity and its underlying mechanism. The results find that digital infrastructure construction has significantly reduced the intensity of urban carbon emissions，and the conclusion remains valid after a series of robustness tests. Digital infrastructure reduces carbon emission intensity by enhancing green technology innovation ability and local government governance efficiency. Furthermore，the mediating effect of green technology innovation is more prominent. The effect of digital infrastructure construction on carbon emission intensity has regional heterogeneity，and the effect of carbon emission reduction is particularly significant in the central region，non-resource-based cities and non-old industrial bases.

Keywords: digital infrastructure construction; carbon emission intensity; green technology innovation; government governance efficiency