

中国新基建投资对碳排放强度的影响

李 双, 郭志钢

(西南石油大学经济管理学院, 成都 610500)

摘要: 为探究新基建投资与碳排放强度的关系,利用2010—2020年省级面板数据,建立双向固定效应模型,实证分析其影响效果和机制。研究发现:新基建投资对碳排放强度具有显著的抑制作用,能源消费强度在过程中具有正向调节作用;新基建投资对碳排放强度的作用效果存在区域异质性,新基建投资在东、中部地区都对碳排放强度具有显著的抑制作用,且在高综合算力地区,新基建投资对碳排放强度的抑制作用更为显著。

关键词: 新基建投资; 碳排放强度; 调节效应; 能源消费强度; 综合算力

中图分类号: F283; X321 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)19-0067-05

新型基础设施建设(下文简称“新基建”)的概念被提出后,其内涵不断丰富。部分研究者从新基建的内涵及政策出发,阐述了新基建的发展现状及问题^[1],并构建指标评价各省的新基建建设情况^[2]。也有部分研究者从产业技术创新^[3]、经济高质量发展^[4]、产业结构升级^[5]等角度对新基建投资的影响进行研究,认为新基建能影响产业技术创新、经济高质量发展及产业结构,但是影响程度及效果呈现出区域异质性。

新基建投资具有重大战略价值,其既可以引领中国经济高质量发展、促进产业转型,还为低碳经济增长提供了契机^[6]。但现有研究大多从理论上梳理新基建对碳排放的影响^[7],或是从新基建中的部分基建,如信息基础设施建设^[8]等实证分析其对碳排放的影响,而实证分析新基建投资对碳排放的影响^[9]的文章较少体现能源消费强度的调节机制及高综合算力的异质性分析。因此,本文通过实证分析新基建投资对碳排放强度的影响效果、机制及异质性,以期丰富对新基建投资建设的研究。

1 研究假设

新基建投资对碳排放具有双向影响。一方面,新基建投资将带来显著的减排效应。首先,新基建投资推动新技术的应用,进而使得碳排放降低,如利用协同深度强化学习和图神经网络技术可减少移动网络的碳排放^[10];其次,新基建投资是数字经

济的坚实基础,新基建投资有利于发挥数字经济的碳减排效应^[11];最后,新基建投资的项目有利于代替高碳排放的消费方式,如投资建设高铁不仅可以替代其他高碳排放的出行方式,还可以降低高铁站邻近城市的碳排放^[12]。另一方面,新基建投资也会带来明显的增耗效应。首先,新基建的发展必然伴随着原本基础建设的建设升级,如修建城际高铁和轨道交通、特高压输电线路会使用大量的钢铁、水泥等建筑材料,这隐含了大量温室气体排放;其次,随着新基建投资的落地,运营项目也会导致碳排放增加,如运营5G(第5代移动通信技术)基站会消耗更多能耗、释放大量的二氧化碳^[13];最后,新基建投资扩大生产,刺激消费新需求,出现能源反弹效应^[14],导致碳排放增加,如互联网的推广和经济增长会刺激电力消费。

在新基建投资与碳排放强度之间,能源消费强度起着一定的调节作用。新基建投资扩大生产,刺激消费新需求,导致碳排放增加,而在能源消费强度较低的省份,其能源效率更高。因此在新基建投资建设过程中可以使用更低碳环保的能源或材料,从根本上改善碳排放现状,进而促进新基建投资降低碳排放强度这一作用。

基于以上分析,提出如下假设。

H1:新基建投资对碳排放强度具有抑制作用;

H2:能源消费强度能正向调节新基建投资对碳排放强度的影响。

收稿日期: 2024-05-07

基金项目: 四川石油天然气发展研究中心项目(SKB22-07)

作者简介: 李双(2000—),女,贵州六盘水人,硕士研究生,研究方向为技术创新与可持续发展;郭志钢(1975—),男,河北张家口人,硕士,教授,研究方向为应用经济。

2 变量选取、模型设定与数据

2.1 变量选取

2.1.1 被解释变量

使用省级碳排放强度数据(C)来衡量区域碳排放规模,并作为回归模型的被解释变量。

2.1.2 核心解释变量

参考伍先福等^[15]对新基建综合指数(NICI)的构建,构建 NICI 计算公式为

$$\text{NICI}_{it} = \ln(\text{IF}_{it} + \text{IT}_{it} + \text{IN}_{it}) \quad (1)$$

式中:IF、IT、IN 为一级指标,见表 1。

表 1 新基建投资指数构建

指标	定义
信息基建投资 IF	信息传输、软件和信息技术服务业固定资产投资
融合基建投资 IT	传统基础设施固定资产投资(电力、热力、燃气及水的生产和供应业;交通运输、仓储和邮政业;水利、环境和公共设施管理业)与融合系数之积
创新基建投资 IN	科学研究和技术服务业固定资产投资、卫生和社会工作固定资产投资

注:融合系数为信息基建投资与创新基建投资之和与传统基建投资的耦合协调度。

2.1.3 调节变量

选取能源消费强度(EE)作为调节变量,其计算公式为

$$\text{EE}_{it} = E_{it} / \text{GDP}_{it} \quad (2)$$

式中: EE_{it} 为 i 地区第 t 年的能源消费强度; GDP_{it} 为 i 地区第 t 年的地区生产总值(以 2010 年为基期进行平减处理); E_{it} 为 i 地区第 t 年的地区能源消耗。

2.1.4 控制变量

选取以下控制变量:人口规模(POP),选用各省年末常住人口(千万人)表征;对外开放水平(OPEN),选用各省进出口贸易总额与 GDP 的比值表征;环境规制强度(ER),选用工业污染治理完成投资与第二产业增加值之比表征。

2.2 模型设定

为检验 H1,构建式(3)为双向固定效应基准回归模型;为检验 H2,加入核心解释变量和调节变量交互项,检验能源消费强度对新基建投资与碳排放强度的调节效应,构建面板数据模型,如式(4)、式(5)所示。

$$C_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{NICI}_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \vartheta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$C_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{NICI}_{it} + \beta_2 X_{it} + \beta_3 \text{EE}_{it} + \mu_i + \vartheta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$C_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 \text{NICI}_{it} + \gamma_2 X_{it} + \gamma_3 \text{EE}_{it} \times \text{NICI}_{it} + \gamma_4 \text{EE}_{it} + \mu_i + \vartheta_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

式中: i 为省份; t 为年份; X_{it} 为控制变量集合; μ_i 、 ϑ_t 分别为城市与时间固定效应; ε_{it} 为随机误差项; α_0 、 β_0 、 γ_0 为常数项; α_1 、 α_2 、 β_1 、 β_2 、 β_3 、 γ_1 、 γ_2 、 γ_3 、 γ_4 为回归系数。

2.3 样本数据

选取样本为 2010—2020 年全国 30 个省份(因数据缺失,未包含西藏地区和港澳台地区)。数据来源于历年的《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国信息产业年鉴》《中国固定资产投资统计年鉴》和各省统计网站披露的数据,个别缺失数据利用插值法补全。变量描述性统计见表 2。

表 2 变量描述性统计

变量类型	变量	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	C	330	2.537	1.720	0.559	11.700
解释变量	NICI	330	7.439	1.120	3.791	9.568
控制变量	POP	330	4.585	2.823	0.563	12.624
	OPEN	330	0.272	0.307	0.008	1.548
	ER	330	0.003	0.003	0.000	0.025
调节变量	EE	330	0.787	0.444	0.187	2.245

3 实证结果与分析

3.1 实证结果

表 3 中,列(1)为未引入控制变量的回归结果,在此基础上,列(2)~列(4)分别加入人口规模、对外开放水平和环境规制强度的控制变量。对比列(1)~列(4)回归结果,发现新基建投资对碳排放强度具有显著的负向影响,该结论验证了 H1,说明新基建投资对碳排放强度具有抑制作用。

3.2 调节效应分析

调节效应模型回归结果见表 3 中列(5)、列(6),列(6)为加入新基建投资和调节变量 EE 的交互项进行回归的结果。新基建投资指数的回归系数显著为负,同时交互项系数在 1% 的水平下显著为负,这表明调节变量 EE 显著增强了新基建投资对碳排放强度的关系,即能源消费强度在新基建投资与碳排放强度的抑制影响关系中发挥着显著的促进作用,具有正向调节作用,因此 H2 被验证为真。

3.3 稳健性检验

为了验证回归结果的稳定性与可靠性,分别从缩尾处理、更换被解释变量、解释变量滞后一期和缩短时间窗口进行稳健性检验,其回归结果见表 4。列(1)为对原始数据进行缩尾处理后的回归结果;

表 3 新基建投资对碳排放强度的影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
NICI	-0.239*** (0.062)	-0.273*** (0.061)	-0.265*** (0.062)	-0.278*** (0.063)	-0.143** (0.056)	-0.091* (0.051)
POPU		0.347*** (0.122)	0.323** (0.148)	0.321** (0.145)	0.254* (0.135)	0.028 (0.127)
OPEN			-0.122 (0.338)	-0.029 (0.333)	-0.039 (0.338)	-0.030 (0.350)
ER				39.139*** (13.856)	44.962*** (12.850)	46.681*** (11.825)
EE					1.227*** (0.331)	1.153*** (0.273)
NICI×EE						-0.277*** (0.058)
常数项	4.274*** (0.499)	2.473*** (0.814)	2.584*** (0.950)	2.604*** (0.926)	1.047 (0.965)	1.975** (0.892)
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R ²	0.954	0.955	0.954	0.956	0.960	0.964

注: *、**、***分别表示 $P<0.1$ 、 $P<0.05$ 、 $P<0.01$; 括号内为估计系数的稳健标准误。

表 4 稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
NICI	-0.245*** (0.058)	-0.302*** (0.113)	-0.196*** (0.049)	-0.290*** (0.069)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	3.169*** (0.980)	-0.429 (0.610)	2.213*** (0.796)	2.549** (1.035)
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes
个体固定	Yes	Yes	Yes	Yes
R ²	0.959	0.944	0.972	0.958

注: **、***分别表示 $P<0.05$ 、 $P<0.01$; 括号内为估计系数的稳健标准误。

列(2)为将被解释变量由区域碳排放强度更换为区域人均碳排放量后的回归结果;列(3)为将新基建指数滞后一期后的回归结果;列(4)为考虑疫情影响,去除2020年的数据后的回归结果。从表4结果可以看出,回归结果稳健可靠,稳健性检验均通过。

3.4 异质性分析

3.4.1 地区异质性分析

中国不同区域间的经济发展水平、基建基础等存在较大差异,这可能会影响新基建投资对碳排放强度的作用不同,因此,将30个省份样本划分东、中和西部地区进行分组回归。

表5中列(1)~列(3)考察了新基建投资在东、中、西部地区对碳排放强度的作用。根据回归结果可知,新基建投资在东、中地区与碳排放强度都有显著的负相关关系,而西部地区的新基建投资对碳排放强度影响不显著。这可能与地区的发展基础、产业结构及技术创新的差异有关,且与东、中部相比,西部地区发展多以碳排放强度较高的第一和第二产业为主,绿色低碳技术的普及率较低。

3.4.2 综合算力评价异质性分析

新基建以信息网络为基础,重点面向数字经济领域,而综合算力是支撑数字经济发展的力量。

表 5 异质性分析结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	东部	中部	西部	HC	LC1	LC2
NICI	-0.101*** (0.038)	-0.161** (0.062)	-0.192 (0.232)	-0.854*** (0.259)	-0.140** (0.062)	-0.069** (0.028)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	2.772*** (0.480)	4.718*** (1.389)	12.341*** (3.307)	5.597*** (1.283)	7.151*** (1.932)	6.579*** (1.356)
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R ²	0.971	0.984	0.957	0.921	0.963	0.979

注: **、***分别表示 $P<0.05$ 、 $P<0.01$; 括号内为估计系数的稳健标准误。

算力评价结果较高的省份,其数字化基础设施禀赋较好,更容易发挥数字经济对碳排放强度的作用。但各省份的综合算力存在较大差异,这可能会影响新基建投资对碳排放强度的作用效果。

参考中国信息通信研究院公布《中国综合算力评价白皮书(2023)》中对30个省份综合算力评价结果,将评价结果前10位省份,即广东、江苏、上海、河北、北京、浙江、内蒙古、山东、贵州及四川,分为高综合算力地区组(HC),其余省份分为低综合算力地区(LC1),同时,考虑到西部地区影响不显著,将低综合算力地区中除开西部地区的其余省份(LC2)分为一组,见表5中列(4)~列(6)。

由回归结果可知,在不同综合算力地区,新基建投资对碳排放强度都有显著的负相关关系。HC组的回归系数和显著性水平均高于其余两组,说明在高综合算力地区,新基建投资对碳排放强度的抑制作用最强。这可能因为在数字经济禀赋良好的地区,新基建投资可以更好地释放数字化生产力,更有利于发挥数字经济的碳减排效应,进而对碳排放强度起到较好的抑制作用。

4 研究结论与启示

(1)新基建投资对碳排放强度具有显著抑制作用。

(2)调节效应分析表明,能源消费强度在新基建投资与碳排放强度的抑制影响关系中发挥着显著的促进作用。

(3)新基建投资对碳排放强度的作用效果具有区域异质性。在东、中部地区,新基建投资对碳排放强度的抑制效果更强,在西部地区则该抑制效果不显著;在高综合算力地区,新基建投资对碳排放强度的抑制效果比其他地区更强。

基于以上研究结论,得到以下启示。

(1)合理加大新基建投资力度,提升基础设施建设水平。政府应合理布局,加大新基建的投资力度,提升建设标准,促进经济低碳转型,共筑绿色未来。

(2)因地制宜,制定区域差异化的投资计划。各省份的资源禀赋、城市规模、产业结构等差异较大,并且考虑到新基建投资对碳排放强度的抑制效果具有区域异质性,制定新基建的投资计划需量体裁衣。对于东、中部地区,应根据城市人口、产业情况及发展布局从而规划新基建投资,建设更加绿色、城市规划布局合理的大型城市;对于西部地区,需要结合当地产业结构和资源禀赋,探索适合的新基建的投资建设模式。

(3)合理增加信息基础设施的投资建设。如在综合算力高的地区,应优先布局和建设先进的数据中心和云计算平台,以提升信息化水平,进而促进数字经济的碳减排效应。

(4)优化能源消费结构。能源消费结构在新基建投资抑制碳排放强度这一过程中起着正向调节作用,政府应该推动能源向清洁、低碳的方向转型,提高能源效率。积极推进新能源发电建设,推动可再生电力的使用,减少“弃风弃光”的能源浪费,鼓励企业采用先进的节能技术和设备。

参考文献

- [1] 刘艳红,黄雪涛,石博涵.中国“新基建”:概念、现状与问题[J].北京工业大学学报(社会科学版),2020,20(6):1-12.
- [2] 李威,徐宏毅.基于因子分析的新基建综合竞争力实证研究[J].科技和产业,2023,23(21):13-20.
- [3] 刘成杰,冯婷,高兴波.“新基建”影响高新技术产业技术创新效率机制模型探讨及其实证检验[J].中央财经大学学报,2024(2):117-128.
- [4] 龚新蜀,李丹怡,赵贤.新基建投资、产业融合能力与经济高质量发展[J].价格理论与实践,2022(4):9-13.
- [5] 龙海明,刘子欣,程谟怡.新基建投资影响产业结构升级的空间效应研究[J/OL].系统工程理论与实践,1-23[2024-04-17].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2267.N.20240412.1441.005.html>.
- [6] 张宇宁,王艳华,王克.新基建投资的经济效应、能耗与碳排放[J].经济理论与经济管理,2023,43(11):42-55.
- [7] 裴棕伟,闫春红.新基建助推“双碳”目标达成的逻辑和建议[J].价格理论与实践,2022(4):5-8,52.
- [8] JIN X, YU W. Information and communication technology and carbon emissions in China: the rebound effect of energy intensive industry[J]. Sustainable Production and Consumption, 2022, 32: 731-742.
- [9] 张宇宁,王艳华,王克.新基建投资的经济效应、能耗与碳排放[J].经济理论与经济管理,2023,43(11):42-55.
- [10] LI T, YU L, MA Y, et al. Carbon emissions of 5G mobile networks in China[J]. Nature Sustainability, 2023, 6(12): 1620-1631.
- [11] 郭斌,杜曙光.新基建助力数字经济高质量发展:核心机理与政策创新[J].经济体制改革,2021(3):115-121.
- [12] NIE L, ZHANG Z. Is high-speed rail heading towards a low-carbon industry? evidence from a quasi-natural experiment in China[J]. Resource and Energy Economics, 2023, 72: 101355.
- [13] ZHANG X, CIAIS P, JIAN X, et al. The carbon footprint response to projected base stations of China's 5G mobile network[J]. Science of the Total Environment, 2023, 870: 161906.
- [14] XIE H, TAN X, LI J, et al. Does information infra-

structure promote low-carbon development? evidence from the “Broadband China” pilot policy[J]. International Journal of Environmental Research and Public

Health, 2023, 20(2): 962.

[15] 伍先福, 钟鹏, 黄骁. “新基建”提升了战略性新兴产业的技术效率吗[J]. 财经科学, 2020(11): 65-80.

Impact of China’s New Infrastructure Investment on Carbon Emission Intensity

LI Shuang, GUO Zhigang

(School of Economics and Management, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China)

Abstract: In order to examine the relationship between new infrastructure investment and carbon emission intensity, provincial panel data from 2010 to 2020 is used to construct a two-way fixed-effects model for empirical analysis of its impact and mechanism. The findings indicate that new infrastructure investment exerts a significant inhibitory effect on carbon emission intensity, with energy consumption intensity playing a positive moderating role in the process. Furthermore, the effects of new infrastructure investment on carbon emission intensity exhibit regional heterogeneity, with significant inhibitory effects observed in both eastern and central regions. Moreover, these inhibitory effects are more pronounced in high-integrated computing regions.

Keywords: new infrastructure investment; carbon emission intensity; regulatory effect; energy consumption intensity; comprehensive computing power