余东升,余娟娟,陈梦园.我国新质生产力与碳排放耦合协调水平时空演进及影响因素 [J]. 中国环境科学, 2025,45(7):4107-4113.
Yu D S, Yu J J, Chen M Y. The spatiotemporal evolution and influencing factors of the coupling coordination level between China's new quality productivity and carbon emissions [J]. China Environmental Science, 2025,45(7):4107-4113.

我国新质生产力与碳排放耦合协调水平时空演进及影响因素

余东升[1,2],余娟娟[3*],陈梦园[1] (1.中南财经政法大学统计与数学学院,湖北 武汉 430073；2.中南财经政法大学统计学博士后流动站,湖北 武汉 430073；3.中南财经政法大学经济学院,湖北 武汉 430073)

摘要：基于 2011~2021 年中国 30 个省份面板数据,运用耦合协调度模型、局部空间自相关分析及系统 GMM 回归方法,系统考察我国新质生产力与碳排放耦合协调水平的时空演进特征及影响因素.研究发现,新质生产力指数年均值由 0.1 增至 0.23,碳排放强度由 2.548 降至 1.942,二者协同水平持续提升;耦合协调度呈现“东南高、西北低”的梯度分异,东部沿海省份依托数字经济和绿色技术创新跃升至优质协调型,北方能源基地因“高碳-低效”路径依赖长期处于低值集聚;经济发展、对外开放和创新水平显著促进协调度提升,环境规制因“合规成本挤压”产生抑制效应;区域异质性分析表明,东部通过全球价值链嵌入强化技术溢出,东北受制于重工业结构矛盾,西部因地理衰减与基建滞后抑制创新扩散.

关键词：新质生产力；碳排放；耦合协调度；时空演进；影响因素
中图分类号：X21, X511 **文献标识码**：A **文章编号**：1000-6923(2025)07-4107-07

The spatiotemporal evolution and influencing factors of the coupling coordination level between China's new quality productivity and carbon emissions. YU Dong-sheng[1,2], YU Juan-juan[3*], CHEN Meng-yuan[1] (1.School of Statistics and Mathematics, Zhongnan University of Economics and Law, Wuhan 430073, China；2.Postdoctoral Station of Statistics, Zhongnan University of Economics and Law, Wuhan 430073, China；3.School of Economics, Zhongnan University of Economics and Law, Wuhan 430073, China). *China Environmental Science*, 2025,45(7)：4107~4113

Abstract：Based on panel data from 30 provinces in China from 2011 to 2021, this paper uses the coupling coordination degree model, local spatial autocorrelation analysis, and system GMM regression method to systematically examine the spatiotemporal evolution characteristics and influencing factors of the coupling coordination level between China's new quality productivity and carbon emissions. The study found that the annual average of the new quality productivity index increased from 0.1 to 0.23, and the carbon emission intensity decreased from 2.548 to 1.942, indicating a continuous improvement in the synergy level between the two. The coupling coordination degree shows a gradient differentiation of "high in the southeast and low in the northwest". Eastern coastal provinces have risen to high-quality coordination based on digital economy and green technology innovation, while northern energy bases have long been in low value agglomeration due to the "high carbon low efficiency" path dependence. Economic development, opening up to the outside world, and innovation levels significantly promote the improvement of coordination, while environmental regulations have a restraining effect due to the "compliance cost squeeze". Regional heterogeneity analysis shows that the eastern region strengthens technology spillover through global value chain embedding, the northeast is constrained by structural contradictions in heavy industry, and the western region suppresses innovation diffusion due to geographical decline and lagging infrastructure.

Key words：new quality productivity；carbon emissions；coupling coordination；spatiotemporal evolution；influence factor

新质生产力强调以科技创新为核心驱动力,以绿色低碳为发展导向,以高质量发展为目标的新型生产力形态,可以通过技术创新、产业结构升级和能源结构优化等途径降低碳排放强度[1],也可能带来新的碳排放增长点[2].现有研究表明,国内外学者对经济增长与碳排放的关系已形成较为系统的研究框架[3-7],而针对新质生产力的探讨仍处于理论建构与初步实证阶段.理论层面,学界从历史唯物主义、生产力要素解构及政治经济学等视角阐释新质生产力的内涵与特征[8-9],强调其作为高质量发展核心动力的重要性,并初步构建了涵盖省级[10-11]和行业[12]维度的测度体系,但受限于研究目标与方法差异,测度标准尚未形成共识.实证研究方面,新质生产力与碳排放的交叉分析逐渐兴起,理论文献多聚焦

收稿日期：2024-12-15
基金项目：博士后科学基金项目(2023M743938);湖北省高等学校哲学社会科学研究重大项目(2023ZD242);湖北省社科基金一般项目(HBSKJJ20243209);中央高校基本科研业务费项目(2722025DQ004)
* 责任作者, 教授, 562215326@qq.com

其赋能“双碳”战略的内在逻辑与绿色低碳转型路径[13],而定量研究表明,数字新质生产力的非线性演进对碳排放效率呈现“U”型影响[14],且其发展显著提升了区域碳中和绩效[1],降低了区域碳排放强度[15].然而,现有研究在探讨新质生产力与碳排放强度跨区域协同机制及其动态演化路径等方面仍存在缺口,亟待构建统一的分析框架以深化理论解释与实践应用.

综上,基于2011~2021年中国30个省份数据,本文运用耦合协调度模型系统考察我国新质生产力与碳排放耦合协调水平的时空演变特征及影响因素,旨在为我国制定差异化的区域碳减排政策、推动新质生产力高质量发展提供启示.

1 研究方法与数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 新质生产力测度 本文借鉴了韩文龙[10]的方法,选取实体性要素和渗透性要素共计20个3级指标,测度了我国2011~2021年30个省份新质生产力发展.实体性要素包括劳动者、劳动资料、劳动对象.劳动者主要从素质结构与培养环境出发,将科研、技术服务和地质勘查业从业人员数以及计算机服务和软件从业人员占比纳入重要参考指标.劳动资料主要关注到基础设施领域,选用新质劳动资料中的互联网,光缆线等两个介质要素来衡量.劳动对象从能源和未来产业两方面衡量,将机器人安装密度作为未来产业的评价指标[16].渗透性要素主要从技术创新和生产组织两个层面解读,加快形成新质生产力需要推动科技创新取得重大突破[17].在生产组织中,数字化、绿色化和智能化体现了渗透的3种不同表现形式,选用移动电话普及率和互联网普及率等作为数字化指标[18],选择生活垃圾无害化处理率和绿色专利授权总量等作为绿色化的解释[19],选用人工智能企业数衡量智能化水平,具体测度指标如表1所示.

1.1.2 碳排放强度测度 碳排放强度是单位地区生产总值的二氧化碳排放量,本文参考王建康等[20]的方法,得到省级碳排放强度的测算公式,如式(1)所示:

$$\mathrm{CI}_i = \frac{\mathrm{CE}_i}{\mathrm{GDP}_i} \tag{1}$$

式中:i为省份;CI为省级碳排放强度;CE为碳排放总量;GDP为地区生产总值.

表1 新质生产力测度指标

Table 1 New quality productivity measurement indicators

维度	一级指标	二级指标	三级指标
实体性要素	劳动者	素质结构	科研、技术服务和地质勘查业从业人员数(万人)
			计算机服务和软件从业人员占比
		培养环境	教育经费占GDP比重
			普通高等学校学校数(所)
			普通高等学校专任教师数(人)
			公共图书馆图书总藏量(千册、件)
			职工平均工资(元)
	劳动资料	基础设施	长途光缆线密度
			人均互联网宽带接入端口
	劳动对象	能源	能源利用效率
		未来产业	机器人安装密度
渗透性要素	技术创新	科技投入	科学支出(万元)
		科技产出	专利授权数(件)
	生产组织	数字化	移动电话普及率
			互联网普及率
			人均电信业务收入
		绿色化	生活垃圾无害化处理率(%)
			绿色专利授权_实用新型专利
			绿色专利授权总量
		智能化	人工智能企业数

1.1.3 耦合协调度测度 耦合协调度可用于反映系统间多个模块的协调发展程度,为了精准评估新质生产力和碳排放强度耦合过程的协调水平,本文参考王凯等[21]和邝嫦娥等[22]的方法,将耦合协调度分为二阶段5种类型,详见表2.

表2 耦合协调度分类

Table 2 Classification of coupling coordination degree

阶段	耦合协调度	类型
失调	[0,0.2]	极度失调
	(0.2,0.4]	轻度失调
协调	(0.4,0.6]	基本协调
	(0.6,0.8]	良好协调
	(0.8,1.0]	优质协调

1.1.4 局部空间自相关 本文利用局部莫兰指数反映局部内观测值的集聚效应,具体计算公式如式(2)所示:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} W_{ij}\left(D_i - \bar{D}\right)\left(D_j - \bar{D}\right)}{S^2 \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} W_{ij}} \tag{2}$$

式中：I 为莫兰指数；$S^2=\sum_{i=1}^{n}\left(D_i-\bar{D}\right)\Big/n$；$\bar{D}=\sum_{i=1}^{n}D_i\Big/n$；$D_i$ 和 D_j 表示指 i 和 j 省的耦合协调度；n 为省份个数，为空间权重矩阵，计算时采用经济地理嵌套权重矩阵.

1.1.5　固定效应模型　本文构建固定效应模型对新质生产力与碳排放强度耦合协调度影响因素进行分析，具体模型构建如式(3)所示：

$$D_{it}=\beta_0+\beta_1\mathrm{PG}_{it}+\beta_2\mathrm{ON}_{it}+\beta_3\mathrm{ER}_{it}+\beta_4\mathrm{TC}_{it}+\eta_i+\gamma_t+\upsilon_{it} \tag{3}$$

式中：i 为省份；t 为时间；D_{it} 为 i 省份 t 年新质生产力与碳排放强度耦合协调度；PG 为经济发展水平，选取人均 GDP 取对数来衡量；ON 为对外开放水平，选取货物进出口金额占 GDP 比重来衡量；ER 为环境规制力度，采用环境规制力度词频数/政府工作报告文本总词频来衡量；TC 为创新水平，采用专利授权量取对数来衡量.η_i、γ_t 和 υ_{it} 分别反映各省份差异的个体效应和随时间变化的时间效应与随机干扰项.

1.2　数据来源

考虑到变量的可获得性或统计口径的一致性，研究样本为 2011~2021 年中国 30 个省份的面板数据(不包括西藏、港澳台地区).相关数据主要来自于历年《中国高新技术产业统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《中国统计年鉴》以及各省统计年鉴、国民经济与社会发展统计公报和政府工作报告等资料.

2　结果与讨论

2.1　新质生产力与碳排放强度耦合协调时空演进趋势

2.1.1　时间演进　如图 1 所示，中国 30 个省新质生产力发展水平年均值总体呈现上升趋势，考察期内由 0.1 上升至 0.23，这说明中国在科技创新、产业升级和经济转型方面取得了积极进展.碳排放强度从 2011 年至 2021 年由 2.548 下降至 1.942，呈现先大幅下降，后小幅度上升，趋于平稳，总体呈下降趋势.碳排放强度的下降意味着单位经济产出的碳排放量减少，经济发展与环境保护的协调性增强.新质生产力的提升与碳排放强度的下降同时出现，说明中国在经济发展过程中注重环境保护和可持续发展.新质生产力的发展推动了经济结构的优化，减少了对高耗能、高污染产业的依赖，从而实现了经济增长与碳减排的双赢.

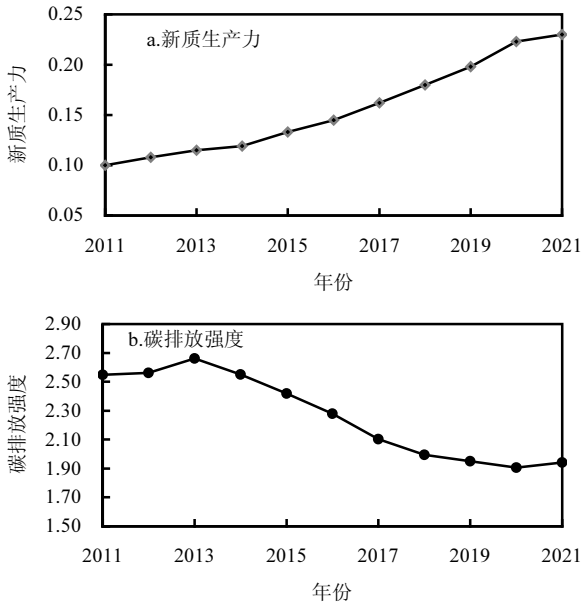
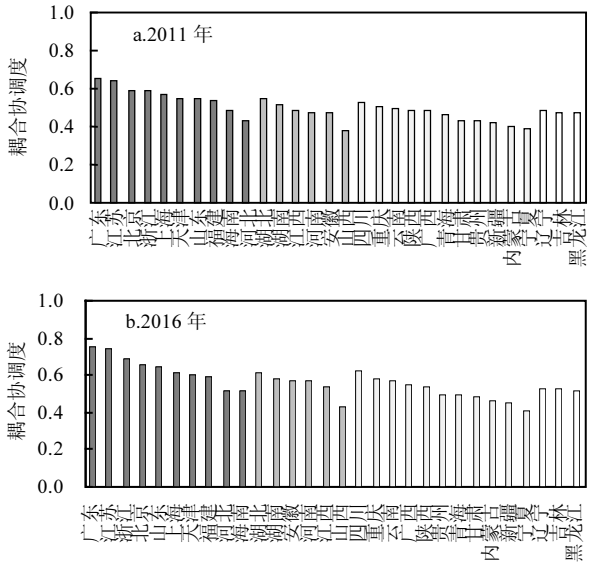


图 1　2011~2021 年新质生产力与碳排放强度年均值变化趋势

Fig.1　Trend of Changes in new quality productivity and carbon emission intensity from 2011 to 2021

2.1.2　空间演进　从图 2 可见，随着时间的推移，新质生产力与碳排放强度耦合协调水平呈现逐年增长态势，良好协调及以上水平的省份也逐年在增多.从空间演进趋势上看，耦合协调水平在地理位置上呈现东南高、西北低的特征，尤其是东部沿海地区的耦合协调最好.具体来说，2011 年绝大多数省份处于轻度失调，其中广东与江苏为良好协调型，耦合协调水平最高，山西和宁夏的耦合协调水平最低.



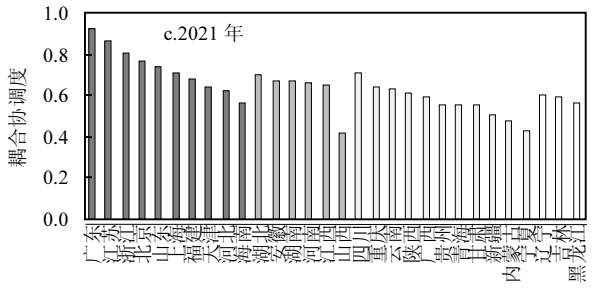


图 2 2011, 2016 与 2021 年耦合协调度空间演进趋势

Fig.2 Spatial evolution characteristics of coupling coordination degree in 2011, 2016 and 2021

2016 年一部分省份耦合协调度跃升至基本协调,其中上海、山东、湖北、四川从基本协调跃升至良好协调.2021 年较 2011 年的耦合协调度增长明显,以良好协调型为主.广东、江苏省、浙江省跃升至优质协调型,而山西省的耦合协调度出现回落.这是可能是因为:新质生产力通过提升全要素生产率和改善能源消费结构,显著降低了碳排放强度.广东、江苏、浙江在数字经济、绿色技术创新等方面表现突出,这些领域的发展有效推动了低碳转型.而山西作为资源型省份,经济高度依赖煤炭等传统能源产业,产业结构调整难度较大.高耗能产业占比较高,导致碳排放强度难以快速下降.

2.2 局部空间自相关分析

从表 3 可知,我国新质生产力与碳排放耦合协调水平呈现显著的空间分异与动态演进特征.从空间分异格局看,高-高集聚区呈现“核心扩张-梯度跃迁”的演进路径.东部沿海省份(江苏、浙江、上海等)依托数字经济与绿色技术协同优势,形成持续引领态势,技术创新外溢效应随高铁网络及数字基建突破地理衰减约束,推动 2021 年湖北、湖南等中部省份融入高值集群,印证新经济地理学“核心-边缘”模型中网络外部性的强化作用.低-低集聚区,北方能源基地(山西、内蒙古等)及西北欠发达省份(甘肃、青海等)长期陷入“高碳-低效”陷阱,导致要素配置扭曲,抑制技术创新激励,此现象符合“资源诅咒”理论.高-低集聚区(北京、广东等)通过碳排放权交易试点及区域协同政策实现“单极突破→辐射扩散”.低-高型(海南、贵州等)则依托生态补偿与数字基建推动“边缘吸附→比较优势重构”,其数量锐减反映政策干预下空间极化的缓解趋势.上述发现表明,耦合协调度的空间分异本质是技术创新、制度弹性与要素重置的动态博弈结果,需要通过差异化空间治理破解“地理惯性-制度僵化-要素粘性”的三重锁定.

表 3 2011、2016、2021 年耦合协调度的局部空间聚类情况

Table 3 Local spatial clustering of coupling coordination degree in 2011, 2016 and 2021

年份	高-高集聚区	低-高集聚区	低-低集聚区	高-低集聚区
2011	广东、江苏、浙江、山东、上海、福建、天津、重庆	海南、安徽、江西、陕西、广西、贵州	河北、河南、山西、云南、青海、甘肃、新疆、内蒙古、宁夏、辽宁、吉林、黑龙江	北京、湖北、四川、湖南
2016	江苏、浙江、山东、上海、福建、天津、安徽、重庆	海南、江西、广西、贵州	河北、山西、陕西、青海、甘肃、新疆、内蒙古、宁夏、辽宁、吉林、黑龙江	广东、北京、湖北、湖南、河南、四川、云南
2021	江苏、浙江、山东、上海、福建、天津、湖北、安徽、湖南、重庆	海南、广西、贵州	山西、陕西、青海、甘肃、新疆、内蒙古、宁夏、辽宁、吉林、黑龙江	广东、北京、河北、河南、江西、四川、云南

2.3 耦合协调度影响因素分析

本文在静态面板回归的基础上,加入被解释变量的一阶滞后项,构建动态面板数据 GMM 模型进行估计,具体回归结果见表 4.表 4 中模型(2)为差分 GMM 估计结果,模型(3)为系统 GMM 估计结果.所有方程的 AR(2)的 P 均在 10%的显著性水平下接受原假设,表明模型中差分方程的残差序列只存在一阶序列相关,不存在二阶序列相关,模型通过了自相关检验.Sargan 检验的 P 也在 10%的显著性水平上接受原假设,表明所有的工具变量都是严格外生的,都是有效的.因此,差分 GMM 和系统 GMM 的估计结果是一致且可靠的.

经济发展水平(PG)、对外开放水平(ON)、创新水平(TC)均对新质生产力与碳排放强度耦合协调度具有显著正向影响.经济发展水平的显著正向效应源于其驱动产业结构升级与要素配置优化.随着人均 GDP 提升,经济体逐步跨越环境库兹涅茨曲线拐点,服务业与高技术产业占比上升,倒逼传统高碳

部门技术替代与能源效率改进,形成“增长−减排”协同路径.对外开放水平的正向作用则通过双重渠道实现:其一,国际贸易与 FDI 引入国际绿色技术标准,直接提升本土低碳技术采纳率;其二,全球价值链嵌入加速知识溢出,通过“干中学”效应降低减排边际成本.创新水平的正向促进效应则依托内生增长理论中的知识积累机制,绿色技术研发通过“研发投入→专利商业化→全要素生产率提升”链条,重构生产函数中的能源要素组合,直接降低碳排放强度.此外,创新网络的跨区域协同进一步放大技术扩散的规模经济效应,推动“创新极核”向外围区域辐射.环境规制(ER)对新质生产力与碳排放强度耦合协调度具有显著负向影响,这可能是因为环境规制通过增加企业合规成本挤占生产性投资,抑制高碳部门产出效率,导致新质生产力与碳排放控制目标的阶段性脱嵌.此外,命令型规制工具可能引发“一刀切”效应,迫使企业缩减产能或转移生产而非技术创新.

表 4　耦合协调度影响因素分析

Table 4　Analysis of factors affecting the coupling coordination degree

变量	*D*		
	(1)	(2)	(3)
PG	0.1546***	0.0134***	0.0100***
	(0.007)	(0.001)	(0.000)
ON	0.2172***	0.0102***	0.0128***
	(0.011)	(0.001)	(0.001)
ER	−0.3658***	−0.0270***	−0.0087***
	(0.064)	(0.009)	(0.003)
TC	0.2284***	0.6332***	0.5495***
	(0.045)	(0.037)	(0.014)
L.D		1.1113***	1.1048***
		(0.001)	(0.001)
年份固定效应	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制
模型	FE	差分 GMM	系统 GMM
AR(1)		0.0000	0.0000
AR(2)		0.1509	0.1765
Sargan 检验		0.3656	0.7348
R^2	0.733		
观测值	330	300	300

注:***、**、* 分别表示在1%、5%、10%的显著性水平,括号内的数值代表稳健标准误,AR(1)、AR(2)和Sargan检验分别提供检验的*P*值,L.D表示耦合协调度的滞后项.

2.4　异质性分析

由表 5 可以看出,经济发展水平(PG)对东北地区的边际效应(0.0662)高于东部(0.0214),但显著性较弱,反映东北经济增长仍依赖资本密集型重工业,结构性矛盾削弱“增长−减排”协同效应,符合“资源诅咒”理论下要素配置扭曲的路径依赖特征.对外开放水平(ON)在东部和中部显著正向,而西部与东北不显著,表明外向型经济的技术溢出效应存在梯度差异,东部通过全球价值链嵌入提升碳生产率,而西部资源出口主导模式导致开放红利漏损.环境规制(ER)的抑制效应呈东部>东北>中部>西部,揭示政策执行强度与工具差异,东部严格命令型规制推高企业合规成本,而西部市场型工具缺位弱化规制效力.创新水平(TC)的正向影响在中部地区最强,西部最弱,反映“核心−边缘”创新扩散机制,中部依托创新极核形成技术溢出网络,而西部受地理衰减与基建滞后制约技术吸收效率.

表 5　异质性分析

Table 5　Heterogeneity analyses

变量	*D*			
	东部	中部	西部	东北
	(1)	(2)	(3)	(4)
PG	0.0214***	0.0039***	0.0136	0.0662*
	(0.000)	(0.000)	(0.010)	(0.038)
ON	0.0333***	0.0269***	0.0031	0.0282
	(0.000)	(0.000)	(0.040)	(0.032)
ER	−0.0605***	−0.0320***	−0.0287***	−0.0524***
	(0.002)	(0.007)	(0.002)	(0.013)
TC	0.7041***	0.9262***	0.2950***	0.6320***
	(0.009)	(0.011)	(0.011)	(0.160)
L.D	1.0802***	1.1115***	1.0936***	1.4164***
	(0.000)	(0.001)	(0.001)	(0.004)
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制
模型	系统 GMM	系统 GMM	系统 GMM	系统 GMM

注:***、**、* 分别表示在1%、5%、10%的显著性水平,括号内的数值代表稳健标准误,L.D表示耦合协调度的滞后项.

2.5　政策建议

针对新质生产力与碳排放强度耦合协调度的空间分异特征,政府应制定并实施区域协同发展战略.具体而言,可以建立跨区域的低碳技术创新联盟,促进东部沿海地区(高−高集聚区)与北方能源基地及西北欠发达地区(低−低集聚区)之间的技术交流与合作.通过政策引导和技术支持,推动低碳技术在低−低集聚区的扩散和应用,提升其低碳技术采纳率,

从而缩小区域间的发展差距,实现全国范围内的低碳转型.

鉴于环境规制对新质生产力与碳排放强度耦合协调度的负向影响,政府应优化现有的环境规制政策.避免采用“一刀切”的规制方式,而是根据不同地区的经济发展水平和环境承载能力,制定差异化的环境规制标准.同时,可以引入市场型环境规制工具,如碳排放权交易制度,通过市场机制降低企业合规成本,激励企业进行技术创新和绿色生产,从而在保护环境的同时,促进经济增长.

对外开放水平对新质生产力与碳排放强度耦合协调度具有显著正向影响.因此,政府应继续推动对外开放战略,加强与国际绿色技术标准的对接,吸引外资投入低碳产业.同时,鼓励国内企业积极参与全球绿色价值链,通过国际贸易和 FDI 引入国际绿色技术和管理经验,加速知识溢出和技术进步,提升本土低碳技术的研发和应用水平.

创新水平是推动新质生产力与碳排放强度耦合协调发展的关键因素.政府应加大绿色技术研发的投入,构建绿色技术创新体系,推动“研发投入→专利商业化→全要素生产率提升”链条的顺畅运行.同时,加强创新网络的跨区域协同,促进不同地区之间的技术交流和合作,放大技术扩散的规模经济效应.此外,还可以通过政策激励和资金支持,推动“创新极核”向外围区域辐射,实现全国范围内的绿色技术创新与低碳转型.

由于新质生产力与碳排放强度耦合协调度影响因素具有显著的地区异质性,各地区应根据实际情况,制定差异化和精准化策略.东部需优化市场型规制工具以降低合规成本,西部应强化数字基建破解地理衰减,东北亟待结构性改革破解要素错配,而中部可依托创新极核扩大技术辐射范围.

3 结论

3.1 2011~2021 年,我国新质生产力与碳排放强度耦合协调度整体呈上升趋势,新质生产力指数从 0.1 提升至 0.23,碳排放强度由 2.548 降至 1.942,表明经济增长与碳减排的协同效应逐步增强.然而,耦合协调度空间分布呈现“东南高、西北低”的梯度差异,东部沿海地区通过数字经济与绿色技术创新率先跃升至优质协调型,而北方能源基地因产业结构刚性长期处于低水平均衡,凸显区域发展模式与资源禀赋的路径依赖效应.

3.2 2011~2021 年,我国新质生产力与碳排放强度的耦合协调度呈现显著空间分异与动态演进特征,东部沿海省份依托数字经济和绿色技术形成高值集聚区,并通过技术外溢带动中部省份融入;北方能源基地及西北欠发达省份因“高碳-低效”路径依赖陷入低值集聚;高-低型和低-高型区域通过碳排放交易、生态补偿等机制实现空间极化缓解.

3.3 经济发展水平、对外开放水平和创新水平均显著正向促进新质生产力与碳排放强度的耦合协调度:经济发展通过产业结构升级跨越环境库兹涅茨曲线拐点,形成“增长-减排”协同路径;开放水平借助绿色技术引入和全球价值链的“干中学效应”降低减排成本;创新则通过研发积累和技术扩散重构能源要素组合.而环境规制因增加企业合规成本、抑制产出效率及引发“一刀切”效应,对协调度产生显著负向影响,可能导致减排与生产力目标的阶段性脱嵌.

3.4 中国四大经济区新质生产力与碳排放强度耦合协调度的影响因素存在显著区域差异:经济发展对东北边际效应高但显著性弱,反映其依赖重工业的“资源诅咒”特征;对外开放正向效应仅东部和中部显著,西部与东北因外向模式差异未显现;环境规制抑制效应东部最强,西部最弱,源于政策工具和执行强度梯度差异;创新水平正向作用中部最强,西部受地理衰减与基建滞后制约效果最弱,体现“核心-边缘”创新扩散机制的区域不均衡性.

参考文献:

[1] 刘志华,徐军委,吴福生.新质生产力赋能碳中和绩效:作用机制与实证检验 [J]. 环境科学, DOI:10.13227/j.hjkx.202409269.
Liu Z H, Xu J W, Wu F S. Empowering carbon neutrality performance with new quality productivity: mechanisms and empirical tests [J]. Environmental Science, DOI:10.13227/j.hjkx.202409269.

[2] 林伯强,魏 锴.新质生产力与制造业能效提升 [J]. 社会科学战线, 2024,(10):99-107.
Lin B Q, Wei K. New quality productivity and manufacturing energy efficiency improvement [J]. Social Science Frontline, 2024,(10):99-107.

[3] Sun X J, Fan Y W, Lei Y L, et al. Towards decoupling in chemical industry: input substitution impacted by technological progress [J]. Journal of Cleaner Production, 2024,452:11-12.

[4] Hu K, Raghutla C, Chittedi K R, et al. The effect of energy resources on economic growth and carbon emissions: A way forward to carbon neutrality in an emerging economy [J]. Journal of Environmental Management, 2021,298(3):113448.

[5] 徐　斌,陈宇芳,沈小波.清洁能源发展、二氧化碳减排与区域经济增长 [J]. 经济研究, 2019,54(7):188−202.
Xu B, Chen Y F, Shen X B. Clean energy development, carbon dioxide reduction, and regional economic growth [J]. Economic Research, 2019,54(7):188−202.

[6] 李柏桐,李　健,唐　燕,等.数字经济对工业碳排放绩效的影响——基于异质型环境规制的门槛效应 [J]. 中国环境科学, 2024,44(9):5263−5274.
Li B T, Li J, Tang Y, et al. The impact of digital economy on industrial carbon emission performance: threshold effect based on heterogeneous environmental regulations [J]. China Environmental Science, 2024, 44(9):5263−5274.

[7] 高　顺,欧金沛,黄晓蕾,等.基于 OCO−2 卫星的中国人为碳排放时空变化与社会经济影响分析 [J]. 中国环境科学, 2024,44(12):7024−7035.
Gao S, Ou J P, Huang X L, et al. Spatial and temporal changes of anthropogenic carbon emissions and socio−economic impact analysis in China based on OCO−2 satellite [J]. China Environmental Sciences, 2024,44(12):7024−7035.

[8] 任保平.生产力现代化转型形成新质生产力的逻辑 [J]. 经济研究, 2024,59(3):12−19.
Ren B P. The logic of forming new quality productivity through modernization transformation of productivity [J]. Economic Research, 2024,59(3):12−19.

[9] 方　敏,杨虎涛.政治经济学视域下的新质生产力及其形成发展 [J]. 经济研究, 2024,59(3):20−28.
Fang M, Yang H T. New quality productivity and its formation and development from the perspective of political economy [J]. Economic Research, 2024,59(3):20−28.

[10] 韩文龙,张瑞生,赵　峰.新质生产力水平测算与中国经济增长新动能 [J]. 数量经济技术经济研究, 2024:1−22.
Han W L, Zhang R S, Zhao F. Measurement of new quality productivity level and new driving forces for China's economic growth [J]. Research on Quantitative Economy, Technology and Economics, 2024:1−22.

[11] 石柔刚,徐维祥.新质生产力对绿色创新效率的影响机制与空间溢出效应——来自中国 284 个地级及以上城市的经验证据 [J]. 中国环境科学, 2025:1−14.
Shi R G, Xu W X. The impact mechanism and spatial spillover effect of new quality productivity on green innovation efficiency: empirical evidence from 284 prefecture level and above cities in China [J]. China Environmental Science, 2025:1−14.

[12] 周　密,郭佳宏,王威华.新质生产力导向下数字产业赋能现代化产业体系研究——基于补点、建链、固网三位一体的视角 [J]. 管理世界, 2024,40(7):1−26.
Zhou M, Guo J H, Wang W H. Research on empowering modern industrial system with digital industry under the guidance of new quality productivity: based on the perspective of supplementing points, building chains, and fixing networks [J]. Management World, 2024,40(7):1−26.

[13] 廖乐焕,董燕燕,王　珏.新质生产力、产业结构升级与低碳经济发展 [J]. 统计与决策, 2024,40(21):29−34.
Liao L H, Dong Y Y, Wang J. New quality productivity, industrial structure upgrading, and low carbon economic development [J]. Statistics and Decision making, 2024,40(21):29−34.

[14] 李　娟,刘爱峰.数字新质生产力对碳排放效率的影响 [J]. 统计与决策, 2024,40(24):23−28.
Li J, Liu A F. The impact of digital new quality productivity on carbon emission efficiency [J]. Statistics and Decision making, 2024,40(24):23−28.

[15] 班楠楠,张潇月.数字经济对我国居民消费碳排放影响 [J]. 中国环境科学, 2023,43(12):6625−6640.
Ban N N, Zhang X Y. The impact of digital economy on carbon emissions from household consumption in China [J]. China Environmental Science, 2023,43(12):6625−6640.

[16] 董志良,姜书强,赵燕娜.新质生产力对京津冀区域碳排放的影响机制 [J]. 环境科学, 2025:1−18.
Dong Z L, Jiang S Q, Zhao Y N. The impact mechanism of new quality productivity on carbon emissions in the Beijing Tianjin Hebei Region [J]. Environmental Science, 2025:1−18.

[17] 沈梓鑫,郭玉瑶.新质生产力导向下产业融合的测算方法研究——基于技术融合视角 [J]. 财经问题研究, 2024,(11):31−45.
Shen Z X, Guo Y Y. Research on the calculation method of industrial integration under the guidance of new quality productivity: based on the perspective of technological integration [J]. Research on Financial Issues, 2024,(11):31−45.

[18] 周　密,王　雷,郭佳宏.新质生产力背景下数实融合的测算与时空比较——基于专利共分类方法的研究 [J]. 数量经济技术经济研究, 2024,41(7):5−27.
Zhou M, Wang L, Guo J H. Measurement and spatiotemporal comparison of digital real integration under the background of new quality productivity: a study based on patent co classification method [J]. Quantitative Economics and Technical Economics Research, 2024,41(7):5−27.

[19] 董庆前.中国新质生产力发展水平测度、时空演变及收敛性研究 [J]. 中国软科学, 2024,(8):178−188.
Dong Q Q. Measurement, spatiotemporal evolution, and convergence of China's new quality productivity development level [J]. Chinese Soft Science, 2024,(8):178−188.

[20] 王建康,韩　倩.中国城市经济—社会—环境耦合协调的时空格局 [J]. 经济地理, 2021,41(5):193−203.
Wang J K, Han Q. Spatial−temporal pattern of the coupling coordination of urban economy−society−environment in China [J]. Economic Geography, 2021,41(5):193−203.

[21] 王　凯,郭　鑫,甘　畅,等.中国省域科技创新与旅游业高质量发展水平及其互动关系 [J]. 资源科学, 2022,44(1):114−126.
Wang K, Guo X, Gan C, et al. The level and interactive relationship between provincial scientific and technological innovation and high−quality development of tourism industry in China [J]. Resource Science, 2022,44(1):114−126.

[22] 邝嫦娥,李文意,黄小丝.长江中游城市群碳排放强度与经济高质量发展耦合协调的时空演变及驱动因素 [J]. 经济地理, 2022,42(8):30−40.
Kuang C E, Li W Y, Huang X S. The spatiotemporal evolution and driving factors of the coupling and coordination between carbon emission intensity and high−quality economic development in the urban agglomeration of the middle reaches of the Yangtze River. Economic Geography, 2022,42(8):30−40.

作者简介：余东升(1988−),男,湖北武汉人,讲师,博士,主要从事新质生产力与环境经济学.发表论文 20 篇.zuelyds@126.com.