

# 数字化与绿色化耦合效应及其对新质生产力影响机制

刘艳<sup>1,2</sup>, 贾俊松<sup>1,2\*</sup>, 钟玉菲<sup>1,2</sup>

(1. 江西师范大学地理与环境学院, 南昌 330022; 2. 江西师范大学鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室, 南昌 330022)

**摘要:** 数字化与绿色化是当前新质生产力发展的优选路径. 据此, 通过构建数字化、绿色化和新质生产力指标, 用修正耦合模型、基准回归模型、中介效应模型、调节效应模型和门槛效应模型等, 对 2012~2022 年中国 30 个省域数字化与绿色化耦合协调及其对新质生产力提升促进机制进行分析. 结果表明: ①数字化与绿色化耦合协调整体不高, 但呈逐步增强趋势, 且有明显集聚效应, 东部以“北京-上海-广东”为主, 中部以“湖北”为主, 西部以“四川-重庆”为主, 表现为“东部领先、中部滞后、西部崛起”格局. ②在促进新质生产力发展方面, 数字化与绿色化耦合效应在不同地区表现出显著的正向促进作用, 东部地区的促进作用最为显著, 中部次之, 西部相对较弱. 进一步的机制分析发现, 科技创新在数字化与绿色化耦合效应促进新质生产力发展中起到了重要的中介作用, 而产业集聚水平的提高则进一步增强了这种促进作用. 此外, 环境规制对数字化与绿色化耦合效应的影响呈现倒“U”型, 过度的环境规制可能会削弱其对新质生产力的促进效果.

**关键词:** 耦合效应; 新质生产力; 科技创新; 产业集聚; 环境规制

中图分类号: X24 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2026)03-1474-12 DOI: 10.13227/j.hjks.202502156

## Coupling Effect of Digitization and Greening and Its Impact Mechanism on New Quality Productivity

LIU Yan<sup>1,2</sup>, JIA Jun-song<sup>1,2\*</sup>, ZHONG Yu-fei<sup>1,2</sup>

(1. School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China; 2. Key Laboratory of Poyang Lake Wetland and Watershed Research, Ministry of Education, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China)

**Abstract:** Digitization and greening are the preferred paths for the current development of new quality productivity. Accordingly, by constructing indicators of digitization, greening, and new quality productivity, we analyze the coordination degree of digitization and greening coupling and its promotion mechanism for the improvement of new productivity in 30 provinces in China from 2012-2022 by using the modified coupling, benchmark regression, mediating effect, moderating effect, and threshold effect models. The results showed that: First, the overall coupling coordination of digitization and greening was not high, but it was gradually increasing, and there was an obvious clustering effect, with “Beijing-Shanghai-Guangdong” dominating in the east, “Hubei” dominating in the center, and “Sichuan-Chongqing” dominating in the west, manifesting itself in the form of an “eastern leading, central lagging, rise of the west” pattern. Second, in promoting the development of new quality productivity, the coupling effect of digitization and greening showed a significant positive contribution in different regions, with the most significant contribution in the eastern region, followed by that in the central region, and relatively weaker in the western region. Further mechanism analysis revealed that science and technology innovation played an important intermediary role in promoting the development of new productivity through the coupling effect of digitization and greening, which was further enhanced by the increase in the level of industrial agglomeration. In addition, the impact of environmental regulation on the coupling effect of digitization and greening showed an inverted “U” shape, and excessive environmental regulation may weaken its effect on the promotion of new productivity.

**Key words:** coupling effect; new quality productivity; scientific and technological innovation; industrial agglomeration; environmental regulation

在全球化与信息化的时代背景下, 数字化与绿色化已成为新一轮科技革命和产业变革的两大核心趋势, 经历“十三五”时期的跨越式发展, 我国“十四五”规划纲要进一步强调要全力推进绿色智慧生态文明建设, 促进数字化与绿色化的协同共进. 值得关注的是, 数字化与绿色化耦合效应正在形成双重价值闭环: 一方面, 它为数字经济的高质量发展注入了新的动力, 赋予生产力新的内涵<sup>[1]</sup>; 另一方面, 它促进了经济结构的优化和效益的提升<sup>[2]</sup>, 推动了经济社会的绿色化和低碳化转型<sup>[3]</sup>. 这种互嵌式发展模式既破解了传统生产力不可持续的发展困境, 也为培育战略性新兴产业和构建新发展格局开辟了现实路径.

面对科技的快速进步和新兴产业的崛起, 习近平总书记创造性地提出了“新质生产力”这一重要概念. 新质生产力是以全要素创新为核心驱动力的生

产力跃迁形态, 通过突破传统经济发展范式和生产力发展路径的限制, 塑造出高科技、高效能和高质量的先进生产力新形态, 为推动经济社会全面进步的注入强劲动能<sup>[4]</sup>. 新质生产力的演进本质上是数字文明与生态文明协同共生的产物<sup>[5]</sup>. 数字化、绿色化与科技和产业体系的有机结合<sup>[6]</sup>, 为新质生产力的蓬勃发展奠定了坚实基础<sup>[7]</sup>. 同时, 新质生产力的持续进化需求也将反哺数字化与绿色化的深度融合, 为现代化产业体系建设提供有力支撑<sup>[8]</sup>. 因此, 顺应数字化与绿色化的协同发展, 对于加快形成新质生产力

收稿日期: 2025-02-20; 修订日期: 2025-04-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(72264016, 71473113); 江西省哲学社会科学基金项目(21JL03)

作者简介: 刘艳(2001~), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为数字与绿色经济, E-mail: yanliuianqin@163.com

\* 通信作者, E-mail: jiaaniu@126.com

和实现高质量发展具有重大意义。

当前,学术界围绕数字化、绿色化与新质生产力的互动关系已形成较为丰富的研究成果,与本文主题密切相关的探讨可归纳为以下3个方面:①数字化与新质生产力的双向作用机制研究。一是聚焦数字化对新质生产力的驱动效应。焦勇等<sup>[9]</sup>从数据要素、数字技术等维度切入,论证了数字化基础设施与治理体系对新质生产力的促进作用;翟绪权等<sup>[10]</sup>通过构建多层次分析框架,揭示了企业微观运营优化、产业中观结构升级和国家宏观制度创新三重路径下数字化赋能新质生产力的内在逻辑;朗元柯等<sup>[11]</sup>基于区域异质性视角,通过基准回归模型验证了数字化对新质生产力的影响呈现东部强化、中西部渐进的梯度特征;赵君旻等<sup>[12]</sup>则借助空间计量模型,证实数字经济不仅提升本地区的新质生产力水平,还通过空间溢出效应促进邻近区域的新质生产力水平。二是探讨新质生产力对数字经济的反向赋能机制。张夏恒<sup>[13]</sup>从新发展理念出发,阐释新质生产力通过创新协同和绿色转型等五重维度为数字经济注入发展动能;杜传忠等<sup>[14]</sup>认为在数字化时代,新质生产力的发展会促进数字技术实现颠覆性创新突破;张亚军<sup>[15]</sup>进一步构建中介效应模型,论证新质生产力助力经济双循环体系,加速中国式现代化进程的双门槛特征。②绿色化与新质生产力的耦合关系研究。一是绿色化对新质生产力的驱动路径。李柏桐等<sup>[16]</sup>通过系统动力学模型,验证环境规制通过重构“新型劳动工具——基础设施”体系提升新质生产力的双通道机制;孙小婷等<sup>[17]</sup>基于中介效应分析,发现绿色技术创新通过整合资源和突破低碳技术瓶颈推动传统生产力向新质生产力跃迁;毛晓蒙等<sup>[18]</sup>采用工具变量法与双重差分模型,证实绿色金融通过技术创新激励与环境关注度提升双重路径促进新质生产力发展。二是新质生产力对绿色化的反哺效应。殷筱等<sup>[19]</sup>提出新质生产力通过孵化绿色金融和绿色供应链等新兴领域为绿色经济注入创新活力;石柔刚等<sup>[20]</sup>运用门槛回归模型,揭示新质生产力对绿色创新质量呈梯度递减和对创新数量呈倒“U”型影响的非线性规律,并验证产业协同集聚的调节作用。③数字化与绿色化协同赋能新质生产力的路径研究。一是技术融合创新机制。数字化与绿色化协同通过整合颠覆性技术资源,驱动产品研发与生产工艺绿色化突破<sup>[6]</sup>。二是系统转型驱动机制。数字化与绿色化协同通过引入智能管理系统与清洁技术,推动全产业链数字化转型与绿色化升级的深度融合,实现经济发展与生态效益的协同增益<sup>[21]</sup>。

已有研究为本研究提供了重要参考,但在探讨

数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响机制方面,仍有拓展空间。首先,现有研究多从单一维度去分析数字化或绿色化对新质生产力的影响,对两者协同作用的综合研究较少,且缺乏全面和系统的分析框架。其次,多数研究停留在理论层面,对复杂作用机制的实证检验不足。最后,对数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响在不同区域的空间异质性和依赖性分析不够深入,缺乏对区域间差异和空间关联性的探讨。

本文的边际贡献主要体现在3个方面:一是构建了全面的分析框架,从动力机制角度揭示数字化与绿色化耦合效应推动新质生产力发展的内在逻辑,为后续研究提供系统理论基础。二是通过实证研究,检验数字化与绿色化耦合效应对新质生产力不同维度的影响差异,为相关理论提供实证支持。三是分别基于科技创新、产业集聚和环境规制的多重视角下的中介、调节和门槛效应阐述数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响,由此形成对现有研究的补充。

## 1 材料与方法

### 1.1 理论机制与研究假设

#### 1.1.1 数字化和绿色化耦合效应与新质生产力

数字化与绿色化的耦合效应正成为新质生产力发展的核心驱动力<sup>[22]</sup>。数字化依托大数据、区块链等技术打破传统时空壁垒,优化绿色金融资源配置,推动产业结构升级;同时,绿色化通过环境质量改善目标倒逼数字化技术深入应用,提升企业资源利用效率与社会治理效能这种“数字赋能绿色转型和绿色牵引数字深化”的互动模式,构建了技术-产业-制度的协同创新网络,为新质生产力提供了动态支撑框架。在新质生产力演进中,数字化与绿色化耦合效应通过三重路径实现突破性变革:其一,技术层面,颠覆性创新推动生产要素重组,加速传统产业向高新技术和低能耗模式转型<sup>[23]</sup>;其二,要素层面,数据资源与绿色资本的深度融合优化配置效率,催生新型价值创造范式<sup>[24]</sup>;其三,产业层面,数字技术与绿色标准协同驱动产业链生态化重构,形成优质产出能力<sup>[25]</sup>。这种系统性变革使新质生产力呈现出显著特征——以创新驱动为核心,兼具高技术水平、高效转化能力和可持续发展导向,深度契合新发展理念。基于以上分析,可提出如下假设,H1:数字化与绿色化耦合效应的提高可以促进新质生产力的发展。

#### 1.1.2 数字化和绿色化耦合效应与科技创新

数字化与绿色化的深度耦合,共同推动新质生产力的发展。数字化通过产业升级和技术创新可以

带动绿色化的发展<sup>[26]</sup>。同时,绿色化理念促使技术在各个领域不断的创新,以达到绿色发展的要求<sup>[27]</sup>。这种耦合关系为科技创新提供了新的方向和动力,也为新质生产力的发展奠定基础。一方面,以信息技术、半导体材料和绿色低碳技术为主导的科技创新,正加速驱动战略新兴领域与前沿产业的崛起。这些领域不仅标志着新一轮科技革命与产业转型的潮流方向,更是培育新型生产力动能和构建现代产业架构的核心支撑<sup>[22]</sup>。另一方面,科技创新更是发展新质生产力的着力点,通过推动科技创新可以促使产业升级和新质生产力的发展,实现经济高质量发展<sup>[28]</sup>。基于以上分析,可提出如下假设,H2:数字化与绿色化耦合效应可以通过科技创新的发展促进新质生产力的发展。

### 1.1.3 产业集聚水平的调节作用

内生经济增长理论认为,产业集聚可加快知识传播,提高技术更新速度,提升产业生产效率,推动经济健康发展<sup>[29]</sup>。数字化发展能促进产业集聚<sup>[28]</sup>,其水平的提升有助于企业间协同创新和知识共享,加速数字化与绿色化技术传播<sup>[30]</sup>。产业集聚还能让企业共享基础设施等资源,降低运营成本<sup>[31]</sup>。产业集聚区域资源集中,便于政府和企业统筹配置。数字化与绿色化发展需大量资金、人才和技术支持,产业集聚能高效利用和合理分配资源,为两者耦合发展提供条件,促进新质生产力增长。基于以上分析,可提出如下假设,H3:产业集聚水平正向调节数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响。

### 1.1.4 环境规制对新质生产力发展的门槛效应

数字化与绿色化协同融合为新质生产力的发展形成基础性支撑,而环境规制在此过程中呈现非线性调节作用。一方面适度环境规制通过“激励相容”机制强化数字化与绿色化耦合效应。环境规制与数字技术形成治理合力,促使企业通过绿色工艺改进降低单位能耗,又借助智能管理系统实现污染防控成本内部化,最终达成绿色化发展的要求<sup>[24]</sup>。另一方面环境规制强度存在阈值效应。短期视角下,地方政府在考核压力驱动下强化环境执法,倒逼企业通过数字化改造提升环境合规能力,客观上加速数字化与绿色化技术融合进程<sup>[16]</sup>。但长期而言,当规制强度超越企业承受阈值时,将触发“成本转嫁”机制。尤其对中小型企业而言,过高环境标准可能引发“合规性生存”困境,削弱其通过数字化转型实现绿色升级的内生动力<sup>[32]</sup>。基于以上分析,可提出如下假设,H4:环境规制在数字化与绿色化耦合效应促进新质生产力的发展中起到门槛作用。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 修正耦合模型

耦合协调度模型能够衡量两个或多个系统之间的协同程度。在本研究中,数字化与绿色化是相互作用的两个系统。由于传统的耦合协调模型存在较多的误区,本文参考王淑佳等<sup>[33]</sup>研究的结果。采用修正的耦合协调模型来测度中国30个省域数字化与绿色化的耦合协调关系,耦合协调度的计算公式:

$$C = \sqrt{[1 - (S_2 - S_1)] \times S_1 / S_2} \quad (1)$$

$$T = \alpha S_1 + \beta S_2 (\alpha + \beta = 1) \quad (2)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (3)$$

式中, $S_1$ 与 $S_2$ 分别为数字化与绿色化水平; $C$ 为耦合度; $T$ 为数字化与绿色化系统的综合协调指数; $D$ 为耦合协调度; $\alpha$ 与 $\beta$ 为数字化与绿色化对二者耦合协调的贡献率,由于数字化与绿色化相辅相成,故二者均取为0.5。 $D$ 为数字化与绿色化耦合协调度, $D$ 值越接近1,表明数字化与绿色化发展的协调发展程度越高。此外,本文借鉴相关研究<sup>[34]</sup>,按照 $D$ 值大小,将数字化与绿色化的耦合协调等级划分为:极度失调(0.000~0.099)、严重失调(0.100~0.199)、中度失调(0.200~0.299)、轻度失调(0.300~0.399)、濒临失调(0.400~0.499)、勉强协调(0.500~0.599)、初级协调(0.600~0.699)、中级协调(0.700~0.799)、良好协调(0.800~0.899)和优质协调(0.900~1)共10个等级。

### 1.2.2 模型构建

为检验假设1,研究数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响,构建以下动态面板回归模型:

$$NEWP_{pt} = \alpha_0 + \alpha_1 D_{pt} + \gamma X_{pt} + U_p + V_t + \varepsilon_{pt} \quad (4)$$

式中, $NEWP_{pt}$ 为被解释变量,代表 $p$ 省份在 $t$ 年的新质生产力发展水平, $D_{pt}$ 为该研究核心解释变量,代表 $p$ 省份在 $t$ 年数字化与绿色化的耦合效应; $X_{pt}$ 为 $p$ 省份在 $t$ 年的控制变量,包括人力资本、人均地区生产总值、对外开放程度、技术市场发展水平和城镇化水平作为该研究的控制变量; $U_p$ 为 $p$ 省份的地区固定效应; $V_t$ 为 $t$ 年的时间固定效应; $\varepsilon_{pt}$ 为 $p$ 省份在 $t$ 年的随机扰动项; $\alpha$ 和 $\gamma$ 为相应变量的系数。

为检验假设2,研究数字化与绿色化对新质生产力的影响机制,参考江艇<sup>[35]</sup>对传导机制的分析与设计。构建以下传导机制模型:

$$STIC_{pt} = a_0 + a_1 D_{pt} + \gamma X_{pt} + U_p + V_t + \varepsilon_{pt} \quad (5)$$

$$NEWP_{pt} = b_0 + b_1 D_{pt} + \gamma X_{pt} + U_p + V_t + \varepsilon_{pt} \quad (6)$$

式中, $STIC_{pt}$ 为中介变量,代表 $p$ 省在 $t$ 年的科技创新能力; $a$ 、 $b$ 和 $\gamma$ 为相应变量的系数,其余变量含义与式(4)一致。

为初步检验假设3,构建如下调节效应模型:

$$NEWP_{pt} = b_0 + b_1 D_{pt} + b_2 Ic_{pt} + b_1 D_{pt} b_2 Ic_{pt} + \gamma X_{pt} + \varepsilon_{pt} \quad (7)$$

式中,  $Ic_{pt}$  为调节变量产业集聚, 代表  $p$  省在  $t$  年的产业集聚水平,  $b$  和  $\gamma$  为相应变量的系数, 其余变量与式(4)一致.

由前文理论分析可知, 环境规制在数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响中存在差异性作为门槛变量, 本文使用门槛模型进一步探究, 模型如下(以单一门槛为例):

$$NEWP_{pt} = b_0 + b_1 D_{pt} I(E_{pt} \leq \theta_1) + b_2 D_{pt} I(E_{pt} > \theta_1) + \gamma X_{pt} + U_p + V_t + \varepsilon_{pt} \quad (8)$$

式中,  $E_{pt}$  为门槛变量环境规制, 代表  $p$  省在  $t$  年的环境规制强度,  $\theta_1$  为门限值, 其余变量与式(4)一致.

### 1.3 变量测度

#### 1.3.1 被解释变量

新质生产力不同于传统生产力在于新质生产力的“新质”, 即以新技术、新经济和新业态为主要特征的“新”, 以创新为主要驱动力的“质”. 这就意味着, 新质生产力离不开科学技术, 在新质生产力理念下, 劳动者不仅以高素质人才为主, 还要有创新意识; 劳动对象则从传统的高耗低效转向以绿色发展、高效率为主; 随着中国经济高速的发展和数字化的迅猛发展, 生产资料不再是传统的和有形的, 而是出现了很多无形的. 参考王钰等<sup>[36]</sup>、朱富显等<sup>[37]</sup>和卢江等<sup>[38]</sup>的研究, 本文构建如表 1 所示的指标体系, 并采用熵权法对其进行量化评估.

表 1 新质生产力指标体系<sup>1)</sup>

Table 1 New quality productivity indicator system

准则层	一级指标	二级指标	指标释义	属性	权重
劳动者	劳动者技能	人均受教育程度	人均受教育平均年限	+	0.023 6
		人力资本	大学生数量占总人口比例	+	0.026 4
	劳动者意识	人均 GDP	GDP/总人口	+	0.051 8
		第三产业就业人员比例	第三产业就业人员占总就业比例	+	0.027 0
劳动对象	生态环境	单位 GDP 二氧化硫	工业 SO <sub>2</sub> 排放/GDP	-	0.005 2
		单位 GDP 废水排放量	废水排放总量/GDP	-	0.009 5
		一般工业固体废物产生量/GDP	一般工业固体废物产生量/GDP	-	0.005 2
		一般工业固体废物综合利用率	一般工业固体废物综合利用量 / 产生量	+	0.029 0
		环境保护力度	环境保护支出/地方财政一般预算支出	+	0.029 4
生产资料	数字化发展	互联网渗透度	互联网宽带接入端口数	+	0.128 8
		光缆密度	光缆长度/辖区面积	+	0.168 0
		移动电话渗透度	移动电话普及率	+	0.076 4
		电信业务强度	电信业务总量占 GDP 比例	+	0.029 8
	无形生产资料	电子商务销售额万元	电子商务销售额	+	0.096 9
		R&D 投入	R&D 经费支出/GDP	+	0.047 1
		数字经济指数	政府工作报告中数字经济政策出现频率	+	0.056 0
		机器人安装密度	机器人安装密度	+	0.190 1

1) 属性“+”表示正向指标, 属性“-”表示负向指标; 指标权重由熵权法计算所得, 下同

#### 1.3.2 核心解释变量

《“十四五”国家信息化规划》提出, 要深入推进绿色智慧生态文明建设, 推动数字化与绿色化的协同发展, 以数字化引领绿色化, 以绿色化带动数字化, 实现经济和环境效益的双赢. 因此, 本文采用熵权法分别得到数字化与绿色化的综合评价指数, 再使用修正耦合协调模型来量化两个系统之间的耦合协调度. 最后, 将数字化与绿色化耦合协同水平作为核心解释变量.

(1) 数字化 基于中国信息通信研究院 2021 年 4 月发布的《中国数字经济发展白皮书》, 数字经济被定义为依托数字知识与信息资源为核心要素, 以现代信息网络为基础平台, 通过深度整合数字技术与实体经济, 驱动经济社会向智能化和网络化方向

转型的新型经济形态. 该形态通过重构生产关系和治理体系, 催生新型经济范式. 参考赵涛等<sup>[39]</sup>、王军等<sup>[40]</sup>和杨慧梅等<sup>[41]</sup>的研究, 本文构建如表 2 所示的指标体系.

表 2 数字化指标体系<sup>1)</sup>

Table 2 Digitization indicator system

一级指标	二级指标	性质	权重
数字产业化	电信业务总量占 GDP 比例	+	0.105 7
	软件业务收入占 GDP 比例	+	0.177 9
	信息技术服务收入占 GDP 比例	+	0.193 9
	信息服务业从业人数	+	0.150 8
产业数字化	企业每百人使用计算机人数	+	0.053 0
	每百家企业拥有网站数	+	0.013 7
	第三产业增加值	+	0.090 1
	电子商务销售额	+	0.183 2
	数字普惠金融指数	+	0.031 8

(2)绿色化 我国著名生态学家马世骏等<sup>[42]</sup>在20世纪80年代提出的复合生态系统理论,强调了经济、社会和自然环境这三大系统的和谐共生关系.绿色发展紧密关联这3个方面,遵循其内在规律相互作用

用,旨在促进整个复合系统功能的提升和结构优化.同时绿色化也强调既要经济发展又要环境美好还要人民幸福.参考顾伟等<sup>[43]</sup>、张仁杰等<sup>[44]</sup>、裴潇等<sup>[45]</sup>的研究,本文构建如表3所示的指标体系.

表3 绿色化指标体系<sup>1)</sup>

Table 3 Greening indicator system

一级指标	二级指标	指标释义	性质	权重
绿色化生产	人均GDP	GDP/总人口	+	0.127 8
	第三产业占比	第三产业增加值/GDP	+	0.075 9
	一般工业固体废物综合利用	一般工业固体废物综合利用量/产生量	+	0.071 6
	单位GDP能耗	能源消耗总量/GDP	-	0.029 3
	单位GDP废水排放量	废水排放总量/GDP	-	0.023 4
	单位GDP SO <sub>2</sub> 排放量	工业SO <sub>2</sub> 排放量/GDP	-	0.012 9
绿色化生活	每万人拥有公共厕所数	每万人拥有公共厕所/座	+	0.081 6
	每万人拥有公交车数	每万人拥有公交车数	+	0.068 3
	人均用水量	人均用水量	-	0.015 1
	人均能源消耗	能源消耗总量/总人口	-	0.019 7
	生活垃圾无害化处理率	生活垃圾无害化处理率	+	0.012 6
绿色化生态	森林覆盖率	森林覆盖率	+	0.118 9
	建成区绿化覆盖率	建成区绿化覆盖率	+	0.037 5
	人均公园绿地面积	人均公园绿地面积	+	0.055 5
	自然保护区面积占辖区面积比	自然保护区面积占辖区面积比例	+	0.177 4
	环保支出占政府财政总支出	环保支出占政府财政总支出	+	0.072 5

### 1.3.3 中介变量

科技创新.由于我国各省发展水平的差异,过于强调创新数量有可能会有所误差,本文参考刘安乐等<sup>[46]</sup>的方法,用科技财政支出对数的值来衡量.

### 1.3.4 调节变量

产业集聚.参考唐建荣等<sup>[47]</sup>的研究,即地区工业增加值与工业增加值总额的比值,与地区生产总值占生产总值总额的比值之比来衡量.

### 1.3.5 门槛变量

环境规制.参考张建鹏等<sup>[48]</sup>和范洪敏等<sup>[49]</sup>的环境规制强度测度方法,即工业污染治理完成投资与工业增加值总额的比值作为环境规制强度的代理变量.

### 1.3.6 控制变量

为控制不同省域之间的差异,避免变量之间的伪回归,选取人力资本、人均地区生产总值、对外开放程度、技术市场发展水平和城镇化水平作为该研究的控制变量.人力资本用普通高等在校生与年末人口的比值来表示;人均地区生产总值,用人均地区生产总值(万元·人<sup>-1</sup>)来表示;对外开放程度,用所在地进出口总额与地区生产总值的比值来表示;技术市场发展水平,用技术市场成交额与地区生产总值的比值来表示.

## 1.4 数据来源

2011年是“十二五”规划的开篇之年,标志着国家经济发展进入了一个全新的战略阶段,考虑到数

据获取的连续性、完整性和可得性,本研究选取我国30个省域(中国台湾、香港、澳门和西藏资料暂缺)作为实证分析的研究对象,本研究周期为2012~2022年,原始数据来源于中国统计年鉴、各省统计年鉴、国家统计局、中国能源统计年鉴和EPS数据平台;其中机器人安装密度数据来自于国际机器人联盟(IFR);数字普惠金融指数数据来源于北京大学数字金融研究中心,使用线性插值法填补个别缺失值.

## 2 结果与讨论

### 2.1 数字化与绿色化耦合协调的时空分析

2012~2022年,中国数字化与绿色化的耦合协调水平整体不高,年均值仅为0.358(表4),处于轻度失调阶段.这表明中国的数字化与绿色化未实现高质量协调发展,仍需进一步提升.

从时序变化来看,2012~2022年中国数字化与绿色化耦合协调呈增长的趋势,由0.29增至0.39(图1),并在2020年达到峰值,可能因受疫情影响,2021年中国数字化与绿色化耦合协调下降,随后又开始恢复增长趋势.依据图1,大致可将研究时限分为3个阶段,其中2012~2016年,全国耦合协调以中度失调为主,整体呈现下降趋势,轻度失调的占比在逐渐上升,耦合协调水平总体偏低.这可能与当时我国处于发展初期,各地数字化水平较低、数字基础设施建设尚不完善,以及经济增长方式较为粗放、对绿色发展

表 4 2012~2022 年中国数字化与绿色化耦合协调度<sup>1)</sup>

Table 4 Coordination degree of digitization and greening coupling in China from 2012 to 2022

区域	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
全国	0.290	0.309	0.319	0.331	0.333	0.353	0.385	0.415	0.434	0.382	0.389
东部地区	0.345	0.372	0.385	0.404	0.415	0.436	0.471	0.503	0.516	0.492	0.499
中部地区	0.254	0.272	0.285	0.291	0.289	0.304	0.328	0.352	0.371	0.320	0.327
西部地区	0.262	0.272	0.278	0.286	0.282	0.304	0.341	0.375	0.401	0.317	0.324

重视不足有关。2017~2020年我国耦合协调类型有所提高,以轻度失调占主导,特别是2019和2020年中度失调消失,这可能是因为2018年后数字化和绿色化逐渐被提至国家战略层面,政策的支持和人们生活理念的改变,推动了数字经济与绿色发展的和谐共进。2021~2022年,我国数字化与绿色化耦合协调出现后撤情况,中度失调与轻度失调的占比相当,这可能与疫情冲击经济发展有关,我国大部分处于经济转型的省份受其影响较大,出现耦合协调后撤现象。在区域

上,东部地区协调度由0.345增至0.499,协调等级由轻度失调逐步接近勉强协调,东部地区耦合协调均值长期高于全国平均水平。东部地区凭借其地理禀赋的乘数效应和人力资本积累的飞轮效应,同时得益于国家政策和资金的支持,其发展速度在全国范围内处于领先地位。相比之下,中西部地区的耦合协调低于全国平均水平,尽管近年来发展态势良好,但由于产业基础的路径依赖困境、空间经济的双重制约等问题,其耦合协调的发展速度仍相对缓慢。

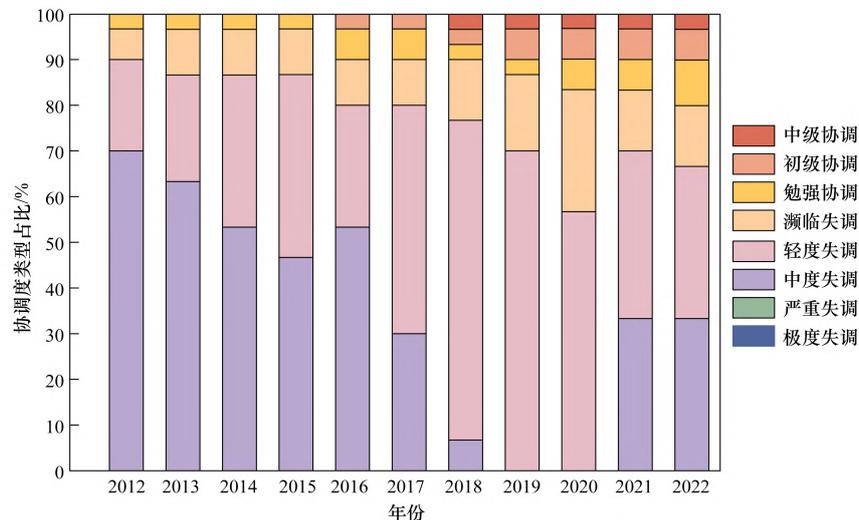


图 1 2012~2022 年中国数字化与绿色化耦合协调类型比例关系

Fig. 1 Proportional relationship between types of digitization and greening coupling coordination degree in China from 2012 to 2022

从空间变化来看,2012年全国仅北京处于协调水平,江苏和广东数字化与绿色化耦合协调水平为濒临失调,其余省域大多位于中度失调。与2012年比较,2015年上海、福建、天津和重庆等8个省域耦合协调等级均上升一个等级,其余除了广西耦合协调等级无变化(图2);较之2012年,2018年全国整体协调水平大幅度提升,除了新疆和内蒙古因为地理位置偏远和自然环境恶劣等原因耦合协调等级无变化外,大多数省域已经达到轻度失调及以上,形成以北京这一中级协调、上海和广东两个初级协调为节点的“三足鼎立”增长极;到2022年,国内发展可能因受疫情、国际环境等影响,一些经济基础较为薄弱的省域耦合协调等级下降,如海南、山西、江西、云南、甘肃、青海、宁夏和黑龙江等省域。但仍有一些省域耦合协调等级提高,如上海、江苏、浙江、山东、天津、湖北和重庆等省域。耦合协调等级上升主要以东部地

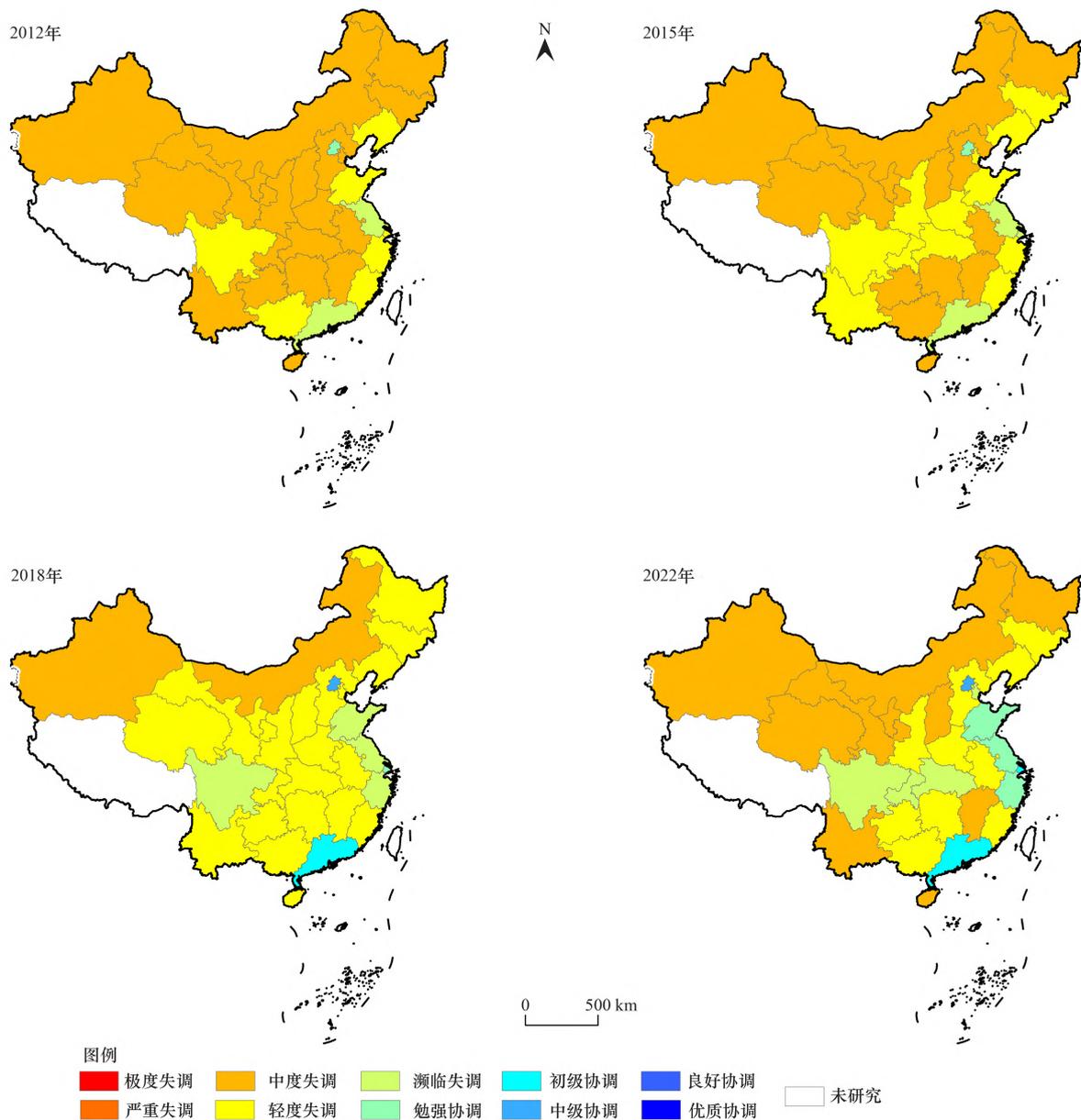
区为主,中部的湖北和西部的重庆可能因为其战略位置和地处长江经济带等原因得以提高等级水平。

综上所述,我国数字化与绿色化的耦合协调水平呈现出明显的地域差异,整体上呈现东部沿海向西部内陆和南部向北部递减的趋势。不同区域之间的耦合协调存在显著差距。东部地区如北京、上海和广东等省域的耦合协调处于领先地位,2020年这些地区已达到初级协调水平,其中北京更是达到了中级协调水平,位居全国之首。中部地区也在持续进步,正逐步迈向协调发展阶段,而西部地区则仍需进一步提升其耦合协调水平。

## 2.2 数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响机制分析

### 2.2.1 基准回归结果

分别采用固定效应模型、随机效应模型和动态系统GMM模型3种模型进行回归分析,以便于比较



基于自然资源部标准地图服务网站GS(2024)0650号的标准地图制作,底图边界无修改

图2 2012~2022年中国数字化与绿色化耦合协调度空间格局

Fig. 2 Spatial pattern of coordination degree of digitization and greening coupling in China from 2012 to 2022

和提高估计结果的稳健性.表5报告了数字化与绿色化耦合效应对新质生产力影响的回归结果.表5列(1)和表5列(3)在没有加入控制变量时的结果显示,数字化与绿色化耦合效应对新质生产力影响的回归系数为0.801,这表明其耦合效应每上升0.801个百分点,新质生产力便会提高0.801个百分点,且结果在1%的水平上显著为正.随后,在表5列(2)和表5列(4)中加入控制变量,结果依然在1%的水平上显著为正,回归系数为0.750.综合来看,两类结果一致表明数字化与绿色化耦合效应和新质生产力之间存在显著正相关关系,其耦合效应的提高可以促进新质生产力的发展.据此,H1得到验证.

### 2.2.2 内生性及稳健性检验

(1)内生性处理 为了避免固定效应模型和随机效应模型可能存在双向因果及内生性问题,借鉴王星等<sup>[28]</sup>的做法,将新质生产力滞后项(L.y)作为工具变量.结果如表6列(1)所示,数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响依旧在1%的水平下显著,代表数字化与绿色化耦合效应的发展能够显著正向促进新质生产力的提升.工具变量列(1)是用动态系统GMM模型进行回归,其AR(1)的P值小于0.1,AR(2)的P值大于0.1,两者同时成立,且通过了Sargan检验<sup>[50]</sup>.同时,动态系统GMM模型的估计结果介于固定效应和混合OLS估计值之间,表明该模型的估计结果既可靠又有效.这些均进一步验证了假设H1.

表5 基准回归结果<sup>1)</sup>  
Table 5 Benchmark regression results

变量	新质生产力			
	固定效应(1)	固定效应(2)	随机效应(3)	随机效应(4)
耦合效应	0.801*** (0.044)	0.750*** (0.049)	0.801*** (0.044)	0.750*** (0.049)
人力资本	—	2.388** (1.083)	—	2.388** (1.083)
人均GDP	—	0.007*** (0.002)	—	0.007*** (0.002)
对外开放程度	—	-0.008 (0.009)	—	-0.008 (0.009)
技术市场发展水平	—	0.095* (0.049)	—	0.095* (0.049)
城镇化水平	—	0.029 (0.024)	—	0.029 (0.024)
常数项	-0.109*** (0.013)	-0.185*** (0.030)	-0.230*** (0.027)	-0.356*** (0.049)
时间	Yes	Yes	Yes	Yes
省域	Yes	Yes	Yes	Yes
N	330	330	330	330
R <sup>2</sup>	0.909	0.917	—	—

1)\*\*\*、\*\*及\*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著；“—”表示未参与模型或无数值；Yes表示在模型中控制了该项固定效应；No表示在模型中未控制该项固定效应；括号内的数值表示标准误；N为回归模型样本量；R<sup>2</sup>为模型拟合相似度，下同

表6 内生性及稳健性回归结果<sup>1)</sup>  
Table 6 Endogenous and robustness regression results

变量	工具变量(1)	替换被解释变量(2)	剔除时间(3)	剔除特殊样本(4)
L.y	1.021*** (0.054)	—	—	—
耦合效应	0.522*** (0.076)	0.561*** (0.062)	0.566*** (0.063)	0.629*** (0.062)
常数项	-0.009 (0.011)	0.070* (0.038)	-0.127*** (0.036)	-0.175*** (0.031)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
时间	Yes	Yes	Yes	Yes
省域	Yes	Yes	Yes	Yes
AR(1)	0.000	—	—	—
AR(2)	0.559	—	—	—
Sargan 检验	0.31	—	—	—
样本数量	270	330	240	208
R <sup>2</sup>	—	0.713	0.916	0.933

(2)稳健性检验 为了验证估计结果的可靠性，除了采用工具变量法缓解变量间的内生性问题，还通过替换被解释变量、剔除时间和剔除特殊样本等方法，进一步增强研究结论的稳健性。

本文通过替换被解释变量来解决遗漏变量和测量偏误问题，以检验结果的稳定性。具体参考王钰等<sup>[36]</sup>构建的新质生产力发展水平指标进行稳健性回归，结果见表6列(2)。结果显示，回归结果仍保持在1%的显著性水平，从而验证了模型的稳健性。

本文通过剔除2020~2022年的数据来排除疫情对我国经济发展的影响，从而进行回归分析，结果见表6列(3)所示，结果显示，数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响仍保持在1%的显著性水平，表明模型具有稳健性。

本文剔除了北京、上海、天津和重庆这4个直辖市以确保检验结果的稳定性。结果见表6列(4)所示，剔除直辖市后，回归结果依然保持1%的显著性水平，进一步验证了模型的稳健性。以上稳健性检验均

有力地支持了假设H1。

### 2.2.3 异质性分析

鉴于我国幅员辽阔、地大物博，不同地区在资源配置和经济发展方面存在显著差异，同时，本文的前期分析也表明，我国数字化和绿色化耦合效应的发展水平呈现出明显的区域差异。基于此，进一步深入探讨不同地区数字化与绿色化耦合效应对新质生产力发展的影响。依据我国经济社会快速发展的现状，按照经济发展水平将全国划分为东部、中部和西部三大区域<sup>[51]</sup>。通过应用双固定面板回归模型分析区域异质性，得出了区域差异的检验结果(见表7)。结果表明，东部、中部和西部地区的数字化与绿色化耦合效应均对新质生产力的发展产生显著的正向影响，其中东部地区的影响最为突出，中部地区其次，西部地区相对较弱。造成这种区域差异的主要原因在于，东部地区的数字化和绿色化发展水平高于中西部，从而使其耦合效应也高于后两者。

表7 区域异质性检验结果<sup>1)</sup>

Table 7 Results of the regional heterogeneity test

变量	东部地区	中部地区	西部地区
耦合效应	0.773*** (0.088)	0.603*** (0.096)	0.429*** (0.069)
常数项	-0.199* (0.107)	-0.257*** (0.038)	-0.171*** (0.026)
控制变量	Yes	Yes	Yes
时间	Yes	Yes	Yes
省域	Yes	Yes	Yes
样本数量	121	99	110
R <sup>2</sup>	0.914	0.969	0.965

### 2.2.4 中介机制检验

根据前文的理论分析可知,数字化与绿色化耦合效应的发展对新质生产力起到正向的促进作用.因此,进一步根据公式构建中介效应模型来分析其影响机制.由于年份虚拟变量与耦合效应和新质生产力存在多重共线性,借鉴李增福等<sup>[52]</sup>的做法本文

在中介效应模型中没有控制时间固定效应.由表8列(1)可见,数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的回归系数是0.829,说明其耦合效应上升1个百分点,新质生产力便会提高0.829个百分点.由表8列(2)可见,数字化与绿色化耦合效应对科技创新能力的回归系数是1.737,说明其耦合协调上升1个百分点,科技创新能力便会提高1.737个百分点,证明其耦合效应对科技创新能力的影响正向显著.当新质生产力和科技创新能力作为模型的被解释变量时,二者均与解释变量(数字化与绿色化耦合效应)在1%的显著性水平下呈现正相关关系.此外,科技创新能力对新质生产力的发展具有显著推动作用<sup>[22]</sup>,通过催生新产业、新模式和新动能,科技创新已成为促进新质生产力的核心因素<sup>[53]</sup>.上述这些表明数字化与绿色化耦合效应的发展可以通过科技创新这一中介来促进新质生产力发展,假设H2成立.

表8 影响机制检验结果<sup>1)</sup>

Table 8 Results of the impact mechanism test

变量	新质生产力(1)	科技创新能力(2)	新质生产力(3)	新质生产力(4)
耦合效应	0.829*** (0.032)	1.737*** (0.466)	0.771 6*** (0.050 1)	0.757 9*** (0.041 6)
产业集聚水平	—	—	0.030 5* (0.016 7)	0.037 9*** (0.013 9)
耦合效应×产业集聚水平	—	—	—	0.791 1*** (0.069 7)
常数项	-0.262*** (0.015)	11.789*** (0.224)	-0.383 0*** (0.050 7)	-0.294 4*** (0.042 8)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
时间	No	No	Yes	Yes
省域	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数量	330	330	330	330
R <sup>2</sup>	0.913	0.537	0.918 0	0.943 7

### 2.2.5 调节机制检验

根据前文理论分析可知,产业集聚能够在数字化与绿色化耦合效应促进新质生产力发展中发挥正向调节作用.为了验证这一理论假设,本文以产业集聚为调节变量进行回归检验,表8列(3)为引入产业集聚调节作用情况下数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的促进作用,表8列(4)为引入产业集聚与数字化绿色化耦合效应交互项的回归结果.结果可知,调节变量产业集聚与数字化绿色化耦合效应的交互项系数为0.791 1,并且通过了1%的显著性检验,说明在数字化与绿色化耦合效应水平相同的情况下,产业集聚水平越高越有利于新质生产力的发展,即产业集聚在数字化与绿色化耦合效应促进新质生产力的过程中发挥调节作用,从而验证假设H3成立.

### 2.2.6 门槛效应检验

为了研究数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的促进作用是否存在非线性关系,因此构建了面板门槛模型.以环境规制作为门槛变量,使用

Bootstrap法进行300次反复抽样,先后进行三门槛、双门槛及单门槛检验,结果均通过了 $t$ 检验(表9).可以发现,环境规制作为门槛变量时,通过了双重门槛检验,双重门槛的 $P$ 值为0.043,在5%水平上显著,第一门槛值为0.000 2,第二门槛值为0.001 4.

表9 门槛效应模型估计结果<sup>1)</sup>

Table 9 Results of threshold estimation

门槛变量	门槛数	残差平方和	均方误差	F值	P值	门槛值
环境规制	单门槛	0.209 4	0.000 7	30.10	0.007	0.000 2
	双门槛	0.195 6	0.000 7	21.13	0.043	0.001 4
	三门槛	0.182 5	0.000 6	21.52	0.490	0.001 6

表10呈现的是数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响在不同环境规制门槛值下的影响变化.数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响会在不同环境规制的约束下呈现出非线性的门槛特征,即环境规制小于等于0.000 2时,数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响系数为1.064 6,通过1%显著性检验,当环境规制高于0.000 2时,数字化

与绿色化耦合效应对新质生产力的促进作用逐步增强,系数为 1.118 4,且通过 1% 显著性检验.当环境规制高于门槛值 0.001 4 时,影响系数为 1.072 4,通过 1% 显著性检验,但相比之下,回归系数有所下降,呈

现倒“U”型的特征.这说明环境规制越高越有可能阻碍数字化与绿色化的协同发展,从而使数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的促进作用变弱,这与前文的理论分析一致,从而验证假设 H4 成立.

表 10 门槛效应回归结果<sup>1)</sup>

Table 10 Threshold effect regression results

变量	环境规制≤0.000 2	0.000 2<环境规制≤0.001 4	环境规制>0.001 4
耦合效应	1.064 6*** (0.074 2)	1.118 4*** (0.056 3)	1.072 4*** (0.058 1)
常数项		-0.187 5*** (0.020 4)	
控制变量		Yes	
样本量		330	
R <sup>2</sup>		0.868 7	

### 3 建议

(1) 加强区域协调发展 鼓励东部地区与中西部地区开展数字化与绿色化领域的合作,共享经验和技

(2) 坚持科技是第一生产力 进一步加大对科技创新的投入,支持企业和科研机构开展数字化与绿色化融合的关键技术研发,突破技术瓶颈,提高自主创新能力,为新质生产力的发展提供有力的技术支撑.

(3) 促进产业集聚发展 加强产业园区的规划和建设,引导数字化与绿色化的相关企业向园区集聚,形成产业集群,发挥产业集聚效应,降低企业的运营成本,提高生产效率,促进新质生产力的发展壮大.

(4) 优化环境规制政策 在制定环境规制政策时,要充分考虑其门槛效应,避免过度严格的环境规制对企业创新和新质生产力发展的抑制作用.寻求环境规制与企业创新之间的平衡点,通过合理的政策引导,促使企业加大绿色技术创新投入,实现新质生产力的提升.

### 4 结论

(1) 在数字化与绿色化的耦合协调演变过程中,东部地区的耦合协调阶段跨越速度明显快于中西部地区,但中国整体仍处于轻度失调阶段.在空间格局方面,耦合协调表现出明显的非均衡特征,逐渐形成东部地区以“北京-上海-广东”为节点的发展格局,中部地区以“湖北”为主的发展格局,西部地区以“四川-重庆”为主的发展格局,全国整体表现为“东部领先、中部滞后、西部崛起”的格局.

(2) 数字化与绿色化耦合效应发展可以显著促

进新质生产力发展,且在不同省域均能保持正向促进作用,主要表现为东部地区最强、中部次之、西部最小.机制检验表明数字化与绿色化耦合效应可以通过科技创新的作用路径发挥中介效应,从而促进新质生产力发展;产业集聚水平的提高能够在其促进新质生产力发展的过程中发挥正向调节作用.门槛效应检验表明,环境规制在数字化与绿色化耦合效应对新质生产力的影响中表现为先递增后递减的倒“U”型,过高的环境规制可能会阻碍数字化与绿色化协同发展,从而削弱新质生产力的发展.

#### 参考文献:

- [1] 姬新龙,刘琴.数字经济与绿色发展耦合协调的时空演化及障碍度分析[J].华东经济管理,2024,38(7):77-90.  
Ji X L, Liu Q. Spatiotemporal evolution and obstacle analysis of the coupling coordination between digital economy and green development [J]. East China Economic Management, 2024, 38(7): 77-90.
- [2] Liu Y, He Z C. Synergistic industrial agglomeration, new quality productive forces and high-quality development of the manufacturing industry [J]. International Review of Economics & Finance, 2024, 94, doi: 10.1016/j.iref.2024.103373.
- [3] 邓宗兵,肖沁霖,王炬,等.中国数字经济与绿色发展耦合协调的时空特征及驱动机制[J].地理学报,2024,79(4):971-990.  
Deng Z B, Xiao Q L, Wang J, et al. Spatio-temporal characteristics and driving mechanism of the coupling coordination between digital economy and green development in China [J]. Acta Geographica Sinica, 2024, 79(4): 971-990.
- [4] 周文,叶蕾.新质生产力与数字经济[J].浙江工商大学学报,2024,(2):17-28.  
Zhou W, Ye L. New quality productivity (NQP) and digital economy [J]. Journal of Zhejiang Gongshang University, 2024, (2): 17-28.
- [5] 石敏俊,陈岭楠,王志凯,等.新质生产力的科学内涵与绿色发展[J].中国环境管理,2024,16(3):5-9.  
Shi M J, Chen L N, Wang Z K, et al. The scientific connotation of new quality productive force and green development [J]. Chinese Journal of Environmental Management, 2024, 16(3): 5-9.
- [6] 金璐,陈泰伦,赵苑婷,等.产业数字化绿色化协同转型赋能新质生产力:逻辑与进路[J].研究与发展管理,2025,37(1):74-84.  
Jin J, Chen T L, Zhao Y T, et al. Industrial digital green synergistic transition empowering new quality productive forces: logic and paths [J]. R&D Management, 2025, 37(1): 74-84.
- [7] Yu L Y, Zhang Q. Measurement of new qualitative productivity kinetic energy from the perspective of digital and green collaboration——comparative study based on European countries [J]. Journal of Cleaner Production, 2024, 476, doi: 10.1016/j.jclepro.2024.143787
- [8] Xu T, Yang G D, Chen T Q. The role of green finance and digital inclusive finance in promoting economic sustainable development: A perspective from new quality productivity [J]. Journal of Environmental Management, 2024,

- 370, doi: 10.1016/j.jenvman.2024.122892
- [9] 焦勇, 齐梅霞. 数字经济赋能新质生产力发展[J]. 经济与管理评论, 2024, 40(3): 17-30.
- Jiao Y, Qi M X. Digital economy empowers the development of new quality productivity[J]. Review of Economy and Management, 2024, 40(3): 17-30.
- [10] 翟绪权, 夏鑫雨. 数字经济加快形成新质生产力的机制构成与实践路径[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), 2024, (1): 44-55, 168-169.
- Zhai X Q, Xia X Y. A Study on the constitution of mechanism and practice approach of digital economy to accelerate the formation of new quality productivity[J]. Journal of Fujian Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2024, (1): 44-55, 168-169.
- [11] 郎元柯, 范柏乃, 黄素勤. 数字经济对新质生产力的作用路径及政策效应——基于产业生态的视角[J]. 社会科学家, 2024, (4): 107-116.
- [12] 赵君咏, 费宇. 数字经济对新质生产力的影响及空间溢出效应[J]. 学术探索, 2024, (11): 121-131.
- Zhao J Y, Fei Y. The impact and spatial spillover effects of the digital economy on new quality productivity[J]. Academic Exploration, 2024, (11): 121-131.
- [13] 张夏恒. 数字经济加速新质生产力生成的内在逻辑与实现路径[J]. 西南大学学报(社会科学版), 2024, 50(3): 1-14.
- Zhang X H. Internal logic and realization of accelerating the generation of new quality productivity through digital economy [J]. Journal of Southwest University (Social Sciences Edition), 2024, 50(3): 1-14.
- [14] 杜传忠, 疏爽, 李泽浩. 新质生产力促进经济高质量发展的机制分析与实现路径[J]. 经济纵横, 2023, (12): 20-28.
- Du C Z, Shu S, Li Z H. Mechanism and path of new quality productivity in promoting high-quality economic development[J]. Economic Review Journal, 2023, (12): 20-28.
- [15] 张亚军. 新质生产力、经济双循环与中国式现代化[J]. 技术经济与管理研究, 2024, (9): 121-126.
- Zhang Y J. New quality productivity, economic double cycle and Chinese path to modernization[J]. Journal of Technical Economics & Management, 2024, (9): 121-126.
- [16] 李柏桐, 李健, 黄诗华, 等. 环境规制对新质生产力的影响研究——基于省城面板数据的实证分析[J/OL]. 中国环境科学, 1-19. <https://doi.org/10.19674/j.cnki.issn1000-6923.20250217.001>, 2025-02-17.
- Li B T, Li J, Huang S H, et al. The impact of environmental regulation on new quality productivity——empirical analysis based on provincial panel data [J/OL]. China Environmental Science, 1-19. <https://doi.org/10.19674/j.cnki.issn1000-6923.20250217.001>, 2025-02-17
- [17] 孙小婷, 李敏. 绿色技术创新、新质生产力与低碳经济高质量发展[J]. 统计与决策, 2024, 40(14): 29-34.
- Sun X T, Li M. Green technology innovation, new quality productivity and high-quality development of low-carbon economy [J]. Statistics & Decision, 2024, 40(14): 29-34.
- [18] 毛晓蒙, 王仁曾. 绿色金融与新质生产力: 促进还是抑制?——基于技术创新与环境关注度的视角[J]. 上海财经大学学报, 2024, 26(5): 30-45.
- Mao X M, Wang R Z. Green finance and new quality productive forces: promotion or inhibition? From the perspectives of technological innovation and environmental concern [J]. Journal of Shanghai University of Finance and Economics, 2024, 26(5): 30-45.
- [19] 殷筱, 房志敏. 新质生产力赋能绿色经济何以可能[J]. 南京工业大学学报(社会科学版), 2024, 23(3): 31-41.
- Yin X, Fang Z M. How can new quality productivity empower green economy [J]. Journal of Nanjing Tech University (Social Science Edition), 2024, 23(3): 31-41.
- [20] 石柔刚, 徐维祥. 新质生产力能否促进绿色创新的“量质齐升”: 基于产业协同集聚的调节效应分析[J]. 环境科学, 2025, 46(12): 7577-7589.
- Shi R G, Xu W X. Does new quality productivity improve the quality and quantity of green innovation: based on the moderating effect of industrial collaborative agglomeration[J]. Environmental Science, 2025, 46(12): 7577-7589.
- [21] 王寅, 杨宛谕, 蔡双立. 绿色数字经济与新质生产力协同发展的理论机制与实践路径——基于“技术-要素-产业”理论框架的组态分析[J]. 南开经济研究, 2024, (12): 85-103.
- Wang Y, Yang W Y, Cai S L. Theoretical mechanisms and practical pathways for the synergistic development of the green digital economy and new productive forces: a configurational analysis based on the “technology-factors-industry” theoretical framework [J]. Nankai Economic Studies, 2024, (12): 85-103.
- [22] 梁昊光, 黄伟. 科技创新驱动新质生产力及其全球效应[J]. 财贸经济, 2024, 45(8): 22-32.
- Liang H G, Huang W. Technological innovation spurring new quality productive forces and its global effect [J]. Finance & Trade Economics, 2024, 45(8): 22-32.
- [23] 孙铭, 王茗旭. 数字经济发展对生态韧性影响的机制及效应分析[J]. 环境科学, 2025, 46(7): 4602-4614.
- Sun M, Wang M X. Mechanism and effect of digital economy development on ecological resilience [J]. Environmental Science, 2025, 46(7): 4602-4614.
- [24] 汪芳, 汪梓瑜, 赵玉林, 等. 数字经济发展减少了环境污染吗?——兼议环境规制的调节效应与门槛效应[J]. 生态经济, 2024, 40(7): 166-173.
- Wang F, Wang Z Y, Zhao Y L, et al. Does the development of digital economy reduce environmental pollution?: concurrently discussing the moderate and threshold effects of environmental regulation [J]. Ecological Economy, 2024, 40(7): 166-173.
- [25] 任保平, 巩羽浩. 数字新质生产力推动传统产业新质化的机制与路径[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2024, 52(3): 13-22.
- Ren B P, Gong Y H. The mechanism and path of digital new quality productive forces promoting the new qualitative transformation of traditional industries [J]. Journal of Lanzhou University (Social Sciences), 2024, 52(3): 13-22.
- [26] 檀菲菲, 孙晨煜. 数字经济发展驱动城市碳排放效应: 从空间溢出到空间网络[J]. 环境科学, 2025, 46(9): 5441-5453.
- Tan F F, Sun C Y. Driving effect of digital economy development on urban carbon emissions: from spatial spillover to spatial network [J]. Environmental Science, 2025, 46(9): 5441-5453.
- [27] 董福贵, 刘佳美, 李婉莹. 中国省域绿色经济效率时空演变与影响因素异质性分析[J]. 环境科学, 2025, 46(8): 4792-4802.
- Dong F G, Liu J M, Li W Y. Analysis of spatio-temporal evolution of green economy efficiency and heterogeneity of influencing factors in Chinese provinces [J]. Environmental Science, 2025, 46(8): 4792-4802.
- [28] 王星, 丁华, 韩雪峰. 数字经济对新质生产力的影响——基于双固定和面板门槛模型的检验[J/OL]. 经营与管理, 1-11. <https://doi.org/10.16517/j.cnki.cn12-1034/f.20240802.001>, 2024-08-05.
- [29] 贾晋, 彭浩瀚, 高远卓. 保障农业强国建设要素投入: 基本逻辑、现实挑战与实践路径[J]. 经济学家, 2024, (12): 104-113.
- Jia J, Peng H H, Gao Y Z. Guaranteeing factor inputs for building an agriculture powerhouse: basic logic, practical challenges and practical paths [J]. Economist, 2024, (12): 104-113.
- [30] 王文成, 隋苑. 生产性服务业和高技术产业协同集聚对区域创新效率的空间效应研究[J]. 管理学报, 2022, 19(5): 696-704.
- Wang W C, Sui Y. The spatial effect of co-agglomeration of producer services and high-tech industries on regional innovation efficiency [J]. Chinese Journal of Management, 2022, 19(5): 696-704.
- [31] 刘丙泉, 刘增果, 王月, 等. 产业协同集聚对区域绿色创新效率的影响[J]. 华东经济管理, 2023, 37(5): 52-61.
- Liu B Q, Liu Z G, Wang Y, et al. Study on the effect of industrial collaborative agglomeration on regional green innovation efficiency [J]. East China Economic Management, 2023, 37(5): 52-61.
- [32] Yue S S, Bajuri N H, Khatib S F A, et al. New quality productivity and environmental innovation: the hostile moderating roles of managerial empowerment and board centralization [J]. Journal of environmental management, 2024, 370, doi: 10.1016/j.jenvman.2024.122423
- [33] 王淑佳, 孔伟, 任亮, 等. 国内耦合协调度模型的误区及修正[J]. 自然资源学报, 2021, 36(3): 793-810.
- Wang S J, Kong W, Ren L, et al. Research on misuses and modification of coupling coordination degree model in China [J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(3): 793-810.
- [34] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系——以珠江三角洲城市群为例[J]. 热带地理, 1999, 19(2): 76-82.
- Liao C B. Quantitative judgement and classification system for coordinated development of environment and economy —— a case study of the city group in the Pearl River Delta [J]. Tropical Geography, 1999, 19(2): 76-82.
- [35] 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.
- Jiang T. Mediating effects and moderating effects in causal inference [J]. China Industrial Economics, 2022, (5): 100-120.
- [36] 王珏, 王荣基. 新质生产力: 指标构建与时空演进[J]. 西安财经大学学报, 2024, 37(1): 31-47.
- Wang J, Wang R J. New quality productivity: index construction and spatiotemporal evolution [J]. Journal of Xi'an University of Finance and Economics, 2024, 37(1): 31-47.
- [37] 朱富显, 李瑞雪, 徐晓莉, 等. 中国新质生产力指标构建与时空演进

- [J]. 工业技术经济, 2024, 43(3): 44-53.
- Zhu F X, Li R X, Xu X L, *et al.* Construction and spatiotemporal evolution of new productivity indicators of China [J]. *Journal of Industrial Technological Economics*, 2024, 43(3): 44-53.
- [38] 卢江, 郭子昂, 王煜萍. 新质生产力发展水平、区域差异与提升路径[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2024, 30(3): 1-17.
- Lu J, Guo Z A, Wang Y P. Levels of development of new quality productivity, regional differences and paths to enhancement [J]. *Journal of Chongqing University (Social Science Edition)*, 2024, 30(3): 1-17.
- [39] 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, 36(10): 65-75.
- Zhao T, Zhang Z, Liang S K. Digital economy, entrepreneurship, and high-quality economic development: empirical evidence from urban China [J]. *Journal of Management World*, 2020, 36(10): 65-75.
- [40] 王军, 朱杰, 罗茜. 中国数字经济发展水平及演变测度[J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(7): 26-42.
- Wang J, Zhu J, Luo X. Research on the measurement of China's digital economy development and the characteristics [J]. *Journal of Quantitative & Technological Economics*, 2021, 38(7): 26-42.
- [41] 杨慧梅, 江璐. 数字经济、空间效应与全要素生产率[J]. 统计研究, 2021, 38(4): 3-15.
- Yang H M, Jiang L. Digital economy, spatial effects and total factor productivity [J]. *Statistical Research*, 2021, 38(4): 3-15.
- [42] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统[J]. 生态学报, 1984, 4(1): 1-9.
- Ma S J, Wang R S. The social-economic-natural complex ecosystem [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1984, 4(1): 1-9.
- [43] 顾伟, 葛幼松. 中国省域绿色化的时空演变及影响因素研究[J]. 生态经济, 2018, 34(4): 80-85.
- Gu W, Ge Y S. Study on spatio-temporal evolution of provincial greenization in China and its influencing factors [J]. *Ecological Economy*, 2018, 34(4): 80-85.
- [44] 张仁杰, 董会忠. 长江经济带城市绿色发展水平测度与空间关联结构分析[J]. 统计与决策, 2022, 38(8): 118-123.
- [45] 裴潇, 袁帅, 罗森. 长江经济带绿色发展与数字经济时空耦合及障碍因子研究[J]. 长江流域资源与环境, 2023, 32(10): 2045-2059.
- Pei X, Yuan S, Luo S. Spatio-temporal coupling and obstruction factors between green development and digital economy in Yangtze River economic belt [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2023, 32(10): 2045-2059.
- [46] 刘安乐, 杨承玥, 明庆忠, 等. 中国文化产业与旅游产业协调态势及其驱动力[J]. 经济地理, 2020, 40(6): 203-213.
- Liu A L, Yang C Y, Ming Q Z, *et al.* Spatial-temporal coordination and driving forces of provincial culture industry and tourism industry in China [J]. *Economic Geography*, 2020, 40(6): 203-213.
- [47] 唐建荣, 郭士康. 产业集聚、人口规模与环境污染[J]. 统计与决策, 2021, 37(24): 46-51.
- Tang J R, Guo S K. Industrial agglomeration, population size and environmental pollution [J]. *Statistics & Decision*, 2021, 37(24): 46-51.
- [48] 张建鹏, 陈诗一. 金融发展、环境规制与经济绿色转型[J]. 财经研究, 2021, 47(11): 78-93.
- Zhang J P, Chen S Y. Financial development, environmental regulations and green economic transition [J]. *Journal of Finance and Economics*, 2021, 47(11): 78-93.
- [49] 范洪敏, 穆怀中. 环境规制、FDI与农民工城镇就业[J]. 财贸研究, 2017, 28(8): 23-32.
- Fan H M, Mu H Z. Environmental regulation, FDI and employment of migrant workers [J]. *Finance and Trade Research*, 2017, 28(8): 23-32.
- [50] Bond S R. Dynamic panel data models: a guide to micro data methods and practice [J]. *Portuguese Economic Journal*, 2002, 1(2): 141-162.
- [51] 胡士华, 黄天鉴, 王楷. 数字经济与绿色经济协同发展: 时空分异、动态演进与收敛特征[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2022, 42(9): 3-19.
- Hu S H, Huang T J, Wang K. Coordinated development of digital economy and green economy: characteristics of temporal and spatial differentiation, dynamic evolution and convergence [J]. *Modern Finance and Economics- Journal of Tianjin University of Finance and Economics*, 2022, 42(9): 3-19.
- [52] 李增福, 陈俊杰, 连玉君, 等. 经济政策不确定性与企业短债长用[J]. 管理世界, 2022, 38(1): 77-89, 143.
- Li Z F, Chen J J, Lian Y J, *et al.* Economic policy uncertainty and corporate short-term debt for long-term use [J]. *Journal of Management World*, 2022, 38(1): 77-89, 143.
- [53] 曾贤刚, 毕瑞亨. 绿色经济发展总体评价与区域差异分析[J]. 环境科学研究, 2014, 27(12): 1564-1570.
- Zeng X G, Bi R H. Evaluation and differential analysis of regional green economic development in China [J]. *Research of Environmental Sciences*, 2014, 27(12): 1564-1570.