

# 数实融合、新质生产力与区域绿色创新绩效

陈福甜, 赵晓铃

西安邮电大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710061

DOI:10.61369/SE.2026030056

**摘 要 :** 本文基于2011—2022年30个省份（不包括西藏和粤港澳地区）的面板数据, 实证检验数实融合对区域绿色创新绩效的影响及其作用机理。研究发现: 数实融合对区域绿色创新绩效具有助推作用, 该结论经过一系列稳健性检验后依然成立。机制分析表明, 数实融合通过提升新质生产力水平来促进区域绿色创新绩效的提高。

**关 键 词 :** 数实融合; 新质生产力; 区域绿色创新绩效

## Digital-Physical Integration, New Quality Productivity and Regional Green Innovation Performance

Chen Futian, Zhao Xiaoling

School of Economics and Management, Xi 'an University of Posts and Telecommunications,

Xi' an, Shaanxi 710061

**Abstract :** Based on panel data from 30 provinces (excluding Xizang and the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area) from 2011 to 2022, this paper empirically examines the impact of digital-real integration on regional green innovation performance and its underlying mechanisms. The study finds that digital-real integration has a boosting effect on regional green innovation performance, a conclusion that remains valid after a series of robustness tests. Mechanism analysis indicates that digital-real integration enhances regional green innovation performance by elevating the level of new-quality productivity.

**Keywords :** digital-physical integration; new quality productivity; regional green innovation performance

### 引言

数实融合作为数字经济发展的关键路径, 正引领着传统产业优化升级<sup>[1]</sup>, 通过推动传统产业数字化转型助力绿色发展<sup>[2]</sup>。区域绿色创新绩效是衡量一个地区在绿色技术创新、生态保护与可持续发展方面综合成效的重要指标。绿色创新一方面有助于降低资源浪费和环境污染, 另一方面能为区域经济发展培育新的增长点, 提升区域的核心竞争力。此外, 当数实融合程度加深时, 区域内企业会加大数字技术投入, 积极探索与实体经济融合的新模式、新路径。这一过程中, 新质生产力不断涌现, 企业生产效率提高、成本降低, 同时在绿色创新方面也有了更多的资源和动力<sup>[3]</sup>。

目前, 直接探讨数实融合和绿色创新绩效之间关系的研究很少, 大部分学者将研究视角集中于数据要素配置、数字经济、环境规制与绿色创新绩效之间的关系。于洋等(2024)<sup>[4]</sup>认为数据要素配置能够通过提高新质生产力水平推动区域绿色创新绩效的提升。侯建等(2023)<sup>[4]</sup>认为数字经济对区域绿色创新绩效的影响受限于环境规制的异制门槛效应。肖振红等(2021)<sup>[5]</sup>指出, 在环境规制双重门槛作用下, 省际知识溢出对区域绿色创新绩效呈显著正向影响, 促进作用先升后降。本文旨在深入探讨数实融合与区域绿色创新绩效之间的内在关系, 实证检验揭示数实融合如何通过新质生产力影响区域绿色创新绩效, 为促进区域绿色创新发展提供理论支撑和指导意见。

### 一、理论分析与研究假设

#### (一) 数实融合对区域绿色创新绩效的直接影响

数实融合对区域绿色创新绩效具有显著的正向影响。数实融合能够助推产业结构转型升级、提高产业效率、增强产业创新能力、赋能产业绿色发展<sup>[6]</sup>。通过数字技术与实体经济的深度融合, 传统产业的生产效率和资源利用效率得到提升, 同时催生新兴产

业的发展。这种产业结构的优化升级为绿色创新提供了更广阔的空间和基础<sup>[7]</sup>。数实融合有助于突破资源分布的时间和地理限制, 促进研发资金、人才和知识等创新要素的自由流动与高效整合, 从而提升企业自主创新能力<sup>[8]</sup>。数字技术能够帮助企业更精准地把握市场需求和技术趋势, 优化创新决策过程, 从而提高绿色创新的绩效。数实融合能通过增加研发投入和技术市场交易规模, 进一步促进绿色创新<sup>[9]</sup>。

假设1：数实融合正向促进区域绿色创新绩效的提高。

（二）数实融合影响区域绿色创新绩效的作用路径

数实融合通过促进新质生产力的发展，进而间接影响区域绿色创新绩效。数实融合能助力科技创新和产业变革，帮助塑造新型劳动者，催生新型劳动资料，形成新型劳动对象，进而推动新质生产力发展<sup>[9]</sup>。新质生产力的发展使得企业能够更好地利用数字技术开展绿色研发活动，进一步提高各地区的绿色创新要素配置效率，激发绿色创新人才的创新活力，夯实绿色创新基础，这些绿色创新活动的开展，最终转化为区域绿色创新绩效的提升<sup>[3]</sup>。因此，新质生产力在数实融合与区域绿色创新绩效之间起到了重要的中介作用，是两者关系的传导机制。

假设2：数实融合可通过提升新质生产力水平间接提高区域绿色创新绩效。

二、研究设计

（一）模型设定

基于以上理论分析，本文构建如下基准回归模型：

$$AreaGIP_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 DigReal_{i,t} + \beta_2 Control_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中，*i*表示省份，*t*表示年份，被解释变量 *AreaGIP* 为区域绿色创新绩效，核心解释变量 *DigReal* 为数实融合水平，*Control* 表示控制变量，分别表示常数项、省份固定效应、时间固定效应和随机扰动项。

（二）变量选取

1. 被解释变量

被解释变量为区域绿色创新绩效（*AreaGIP*）。本文参考王彩明（2019）<sup>[10]</sup>的做法，从绿色创新转化效率和绿色创新产出效应两个维度构建区域绿色创新绩效评价指标体系，并运用熵权-Topsis法进行测度<sup>[11]</sup>。

2. 解释变量

解释变量为数实融合水平（*DigReal*）。本文参考王晓丹（2024）<sup>[12]</sup>、赵涛（2020）<sup>[13]</sup>等人的做法，构建数实融合水平测度指标体系。

3. 控制变量

由于区域绿色创新绩效会受到各种因素的影响，本文在模型中加入了一系列控制变量来排除其他因素对区域绿色创新绩效的影响<sup>[14-16]</sup>，变量说明见表1。

| 表1：变量定义表 |          |                |                                                       |
|----------|----------|----------------|-------------------------------------------------------|
| 变量类型     | 变量定义     | 变量符号           | 变量说明                                                  |
| 被解释变量    | 区域绿色创新绩效 | <i>AreaGIP</i> | 参考王彩明（2019）的做法，从绿色创新转化效率和绿色创新产出效应两个维度构建区域绿色创新绩效评价指标体系 |
| 核心解释变量   | 数实融合     | <i>DigReal</i> | 参考王晓丹（2024）等人的做法，构建数实融合水平测度指标体系                       |
| 控制变量     | 城镇化水平    | UL             | 年末城镇人口占总人口比重                                          |
|          | 能源消费结构   | ECS            | 煤炭消费与区域能源消费总量的比值                                      |

|      |        |     |                             |
|------|--------|-----|-----------------------------|
| 控制变量 | 外商直接投资 | FDI | 各省实际利用外资额中的外商直接投资额          |
|      | 政府支持力度 | GSI | 财政支出中的科学技术支出                |
|      | 经济聚集   | AE  | 采用城市第二、三产业增加值与城市建设用地面积之比来衡量 |
|      | 产业结构   | IS  | 金融机构存贷款总额与地区生产总值之比          |
|      | 对外开放度  | DOO | 对外进出口总额与地区生产总值的之比           |
|      | 环境规制   | ER  | 环境污染治理投资与地区生产总值的之比          |

（三）数据来源与处理

本文选取2011—2022年全国30省份（不包括西藏及粤港澳地区）作为研究样本，原始数据取自中国统计年鉴、专利数据库等，并进行如下处理：（1）使用线性插值法处理缺失值；（2）对连续性变量进行上下1%水平的缩尾处理。最终得到360个面板数据样本。

三、实证结果分析

（一）基准回归分析

表2的回归结果显示，第（1）列同时控制了年份、省份固定效应，但是没有加入控制变量；第（2）列只控制了年份固定效应且加入控制变量；第（3）列则是同时控制了年份、省份固定效应并加入控制变量，进行回归之后数实融合水平的系数均显著为正，主假设得到验证。

| 表2：基准回归结果 |                   |                    |                   |
|-----------|-------------------|--------------------|-------------------|
|           | （1）               | （2）                | （3）               |
| 变量        | AreaGIP           | AreaGIP            | AreaGIP           |
| DigReal   | 0.830**<br>(2.37) | 1.364***<br>(7.33) | 0.682**<br>(2.56) |
| 常数项       | -0.032<br>(-0.32) | 0.095<br>(1.33)    | -0.071<br>(-0.46) |
| 控制变量      | 否                 | 是                  | 是                 |
| 年份固定效应    | 是                 | 是                  | 是                 |
| 省份固定效应    | 是                 | 否                  | 是                 |
| N         | 360               | 360                | 360               |
| R-squared | 0.914             | 0.841              | 0.929             |

（二）稳健性检验

为保证上述实证结论的稳健性及可信度，对主假设进行一系列的稳健性检验。本文采用了两种稳健性检验的方法：（1）改变样本范围。（2）数实融合水平滞后一期。由表3可知，数实融合水平的系数均显著为正，有力的支持了本文主要结论，证明其稳健可信。

| 表3：稳健性检验结果 |                   |                  |                   |
|------------|-------------------|------------------|-------------------|
|            | （1）               | （2）改变样本范围        | （3）滞后一期           |
| 变量         | AreaGIP           | AreaGIP          | AreaGIP           |
| DigReal    | 0.682**<br>(2.56) | 0.669*<br>(1.99) |                   |
| L_DigReal  |                   |                  | 0.637**<br>(2.19) |

|           |                   |                 |                 |
|-----------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 常数项       | -0.071<br>(-0.46) | 0.030<br>(0.15) | 0.105<br>(0.47) |
| 控制变量      | 是                 | 是               | 是               |
| 年份固定效应    | 是                 | 是               | 是               |
| 省份固定效应    | 是                 | 是               | 是               |
| N         | 360               | 270             | 330             |
| R-squared | 0.929             | 0.937           | 0.938           |

（三）异质性检验

本文将省份按照经济带进行分类，分为东部地区、中部地区和西部地区。表4的回归结果表明，无论是东部地区、中部地区还是西部地区，数实融合水平均显著正向影响区域绿色创新绩效。

表4：异质性检验结果

|           | (1) 东部地区           | (2) 中部地区           | (3) 西部地区          |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 变量        | AreaGIP            | AreaGIP            | AreaGIP           |
| DigReal   | 1.124***<br>(3.89) | 0.565***<br>(4.54) | 0.113**<br>(2.44) |
| 常数项       | -0.085<br>(-0.22)  | 0.048<br>(0.46)    | 0.015<br>(0.38)   |
| 控制变量      | 是                  | 是                  | 是                 |
| 年份固定效应    | 是                  | 是                  | 是                 |
| 省份固定效应    | 是                  | 是                  | 是                 |
| N         | 144                | 96                 | 120               |
| R-squared | 0.944              | 0.938              | 0.868             |

四、机制分析

为实证探究数实融合对区域绿色创新绩效的传导机制，本文构建如下中介效应模型：

$$New\_qpf_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 DigReal_{i,t} + \alpha_2 Control_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \tag{2}$$

$$AreaGIP_{i,t} = \theta_0 + \theta_1 New\_qpf_{i,t} + \theta_2 DigReal_{i,t} + \theta_3 Control_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \tag{3}$$

其中，New\_qpf 为中介变量，其他变量含义与式（1）相同。参考卢江（2024）<sup>[17]</sup> 等的测算方法，构建新质生产力测度评价指标体系。中介效应检验结果见表5，假设2得到验证。

表5：中介效应检验结果

|           | (1)               | (2)              | (3)                |
|-----------|-------------------|------------------|--------------------|
| 变量        | AreaGIP           | New_qpf          | AreaGIP            |
| DigReal   | 0.682**<br>(2.56) | 0.431*<br>(1.71) | 0.359***<br>(3.34) |
| New_qpf   |                   |                  | 0.749***<br>(2.91) |
| 常数项       | -0.071<br>(-0.46) | 0.231<br>(1.50)  | -0.244*<br>(-1.71) |
| 控制变量      | 是                 | 是                | 是                  |
| 年份固定效应    | 是                 | 是                | 是                  |
| 省份固定效应    | 是                 | 是                | 是                  |
| N         | 360               | 360              | 360                |
| R-squared | 0.929             | 0.896            | 0.967              |

五、研究建议

基于上述结论，本文提出以下建议：

第一，强化数实融合战略布局。政府应根据各地区绿色创新发展的现状制定针对性政策，鼓励企业加大有关数字技术的研发投入，进而推动数字经济与实体经济的深度融合。

第二，培育和发展新质生产力。我们需要加强科技创新体系建设，完善产学研合作机制，以达到促进数字技术与绿色技术的协同创新的目的，同时还要积极培育新兴产业。

第三，加强区域间合作与交流。各部门应建立区域间数字技术与绿色创新合作机制，从而推动资源共享、优势互补。

参考文献

[1] 韩建雨, 许冉. 全面深化改革、资源配置效率与新质生产力 [J]. 华南师范大学学报 ( 社会科学版 ), 2025, (02): 155-176+208.

[2] 张自然, 海梅红. 数实融合促进绿色全要素生产率提升研究 [J]. 经济纵横, 2025, (03): 54-65.

[3] 于洋, 陈放, 王尔大. 数据要素配置、新质生产力与区域绿色创新绩效 [J]. 统计与决策, 2024, 40(17): 5-11.

[4] 侯建, 康围, 白婉婷. 数字经济、环境规制与区域绿色创新绩效 [J]. 经济问题探索, 2023, (11): 177-190.

[5] 肖振红, 谭睿, 史建帮, 等. 环境规制、省际知识溢出对区域绿色创新绩效的影响 [J]. 哈尔滨工程大学学报, 2023, 44(03): 496-504.

[6] 胡日东, 张涛. 中国省域数字经济与实体经济深度融合——动态演进趋势与障碍因子识别 [J]. 吉林大学社会科学学报, 2024, 64(04): 172-188+239.

[7] 肖沁霖, 乔怡丹, 邓宗兵. 数字经济与绿色创新协同发展的时空格局及驱动因素 [J]. 统计与决策, 2025, 41(08): 29-34.

[8] 郑浩天, 靳卫东. 数实融合赋能企业创新行为转变：从技术引进到自主创新 [J]. 经济学家, 2025, (03): 97-107.

[9] 刘珺. 数实融合、新质生产力与中国新型工业化 [J]. 统计与决策, 2024, 40(23): 19-24.

[10] 王彩明, 李健. 中国区域绿色创新绩效评价及其时空差异分析——基于2005-2015年的省际工业企业面板数据 [J]. 科研管理, 2019, 40(06): 29-42.

[11] 史丹, 孙光林. 数字经济和实体经济融合对绿色创新的影响 [J]. 改革, 2023, (02): 1-13.

[12] 王晓丹, 石玉堂, 刘达. 数据要素市场化配置对数实融合的影响研究——基于数据交易平台设立的准自然实验 [J]. 广东财经大学学报, 2024, 39(02): 44-58.

[13] 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): 65-76.

[14] 肖振红, 李炎. 知识产权保护、R&D 投入与区域绿色创新绩效 [J]. 系统管理学报, 2022, 31(02): 374-383.

[15] 苏屹, 李丹. 能源产业集聚与绿色创新绩效的空间效应研究 [J]. 科研管理, 2022, 43(06): 94-103.

[16] 肖振红, 赫博文, 马睿. 工业智能化对区域绿色创新绩效的影响研究——基于知识产权保护的门槛效应 [J/OL]. 科研管理, 1-16[2025-04-29].

[17] 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(03): 1-17.