

基于空间溢出与门槛效应的数字经济与高端制造业绿色创新效率研究

钟霞

四川工商学院 数字经济与管理学院

DOI:10.12238/ej.v8i9.2951

[摘要] 现阶段的制造业和数字经济关系提升空间仍较大,但很少有学者研究高端制造业和区域高端制造业存在的空间效应,关于绿色创新效率视角对高端制造业创新进行衡量的研究也较少。为此,基于对制造业绿色创新效率和空间效应的研究,以数字经济发展为变量,从门槛效应和空间溢出效应出发,重点剖析数字经济发展对制造业绿色创新效率产生的影响。

[关键词] 空间溢出; 门槛效应; 数字经济; 高端制造业; 绿色创新效率

中图分类号: F0 **文献标识码:** A

Research on the green innovation efficiency of digital economy and high-end manufacturing based on spatial spillover and threshold effect

Xia Zhong

School of Digital Economy and Management, Sichuan University of Technology and Business School

[Abstract] At this stage, there is still a lot of room for improvement in the relationship between manufacturing and digital economy, but few scholars have studied the spatial effect of high-end manufacturing and regional high-end manufacturing, and there are few studies on measuring high-end manufacturing innovation from the perspective of green innovation efficiency. Therefore, based on the research on the efficiency and spatial effect of green innovation in the manufacturing industry, this paper focuses on the impact of the development of the digital economy on the green innovation efficiency of the manufacturing industry from the threshold effect and spatial spillover effect.

[Key words] spatial overflow; threshold effect; digital economy; high-end manufacturing; Green innovation efficiency

引言

《中国能源统计年鉴》数据显示^[1],我国制造业每年消费标准煤达到282446万吨,在国内能源消耗中的占比达到56.88%,可见,制造业仍存在较大的绿色创新空间。但制造业绿化转型时,仍存在能源结构转变困境,这就需要信息技术推动转型。《2022中国数字经济报告》显示^[2,3],我国数字经济在2022年的绝对规模约51万亿元,常年居于全球第二。作为以数字为核心的生产要素,数字经济借助物联网、大数据等技术推动资源优化配置,对传统生产模式转变发展方向具有推动作用,因此,数字经济是我国制造业绿色创新重要支撑动力。

1 理论分析和研究假设

1.1 影响机制。作为突破性创新技术,数字技术助力数字经济对绿色发展形成推动作用。数字技术促进制造业绿色转型,主要原因在于:(1)数字经济本身存在技术属性,对技术创新具

有推动作用。数字经济衍生共享、平台等经济,在对其扩散与规模效应进行充分发挥过程中,促进资金、技术的持续流动,继而提升技术创新水平。(2)技术创新有助于污染减排。所谓技术创新,就是生产率相同基础上,缩减企业资源投入,可达到能源节约目的,在技术创新中优化旧能源技术,实现能源应用率的提升。为此,提出假设:

假设A:数字经济以技术创新促进制造业绿色转型。

1.2 门槛效应。从宏观层面分析^[4],数字经济下的共享经济存在网络外部性,由于参与主体逐渐增多与规模逐步扩大,会几何式增加参与主体所得收益,互联网价值也表现为指数型升高特点,对经济发展形成门槛效应影响。为此,提出假设:

假设B:数字经济所影响的制造业绿色转型存在边际效应递增的门槛效应。

1.3 空间影响机制。数据是数字经济的核心要素,而该要素

存在天然流动性,可共享互联,可突破空间、时间限制,而且对邻近区域也会形成空间溢出效应。数字经济具有空间艺术效应主要是因为:(1)数字化平台会弱化区域间边界限制,网络增加了市场服务与产品信息透明化,为商品贸易提供了更多便利,对知识、信息传播具有加速作用,并形成溢出效应^[6]。(2)数据要素流动有助于各区域间学习,尤其是科研机构资源交流与合作,对缩小区域数据鸿沟极为有利。为此,提出假设:

假设C:数字经济所影响的制造业绿色转型具有空间溢出效应。

2 研究设计

2.1构建计量模型。基于以上假设,先对传导机制模型进行构建,设定基准回归模型为:

$$GTFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dige_{it} + \beta_i Z_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

以上模型中, $GTFP_{it}$ 为制造业绿色转型, t 为年份, i 为省份 $Dige_{it}$, 为数字经济发展, Z_{it} 表控制变量, μ_i 表控制个体效应, ε_{it} 表示随机扰动项, δ_t 表示控制时间效应。

公式(1)直接影响效应除外,为对数字经济间接影响制造业绿色转型进行检验,引入中间变量,即:技术创新(Ti_{it}),计量模型表示如下:

$$Ti_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dige_{it} + \beta_c Z_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$GTFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dige_{it} + \beta_2 Ti_{it} + \beta_c Z_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

因数字经济会非线性影响制造业绿色转型,运用Hansen门槛模型,对面板门槛模型进行设定,即:

$$GTFP_{it} = \vartheta_0 + \vartheta_1 Dige_{it} \times I(Dige_{it} \leq \theta) + \vartheta_2 Dige_{it} \times I(Dige_{it} > \theta) + \vartheta_c Z_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

该公式中, θ 表示待估计门槛值, $Dige_{it}$ 表示数字经济门槛变量, I 则表示1或者0指示函数。同时引入空间交互项,设定空间杜宾模型为:

$$GTFP_{it} = \beta_0 + \rho W GTFP_{it} + \beta_1 Dige_{it} + \theta_1 W Dige_{it} + \beta_i Z_{it} + \theta_i W Z_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

该公式中 ρ , 表示空间自回归系数, θ 为变量空间效应系数, W 表示空间权重矩阵。

2.2选择变量。(1)数字经济衡量标准。根据数据可得性、科学性,基于中国信通院所用衡量方式,采用产业数字化、基础设

施、数字化治理以及数字产业化指标对数字经济指标体系进行构建,通过熵值法对综合指标值进行计算。(2)测度制造业绿色转型水平。以绿色全要素生产率为该研究中制造业绿色创新代理变量,通过投入产出指标衡量,以制造业就业者数量为劳动投入,资本存量为资本投入,以制造业总产值为该行业期望产出,2010年为基期对工厂初产价格指数进行计算,以二氧化硫、工业废水排放量等作为非期望产出。采用非期望产出GML指数与超效率SBM测度,依照方向性距离函数对GML生产率指数进行测算,所用软件为Matlab。分解制造业绿色转型为绿色技术进步与绿色技术效率。(3)中介变量。以技术创新作为中介变量,当前文献衡量技术创新的指标包括R&D人员投入、R&D资金投入以及科技经济支出,该研究以制造业发明专利相关技术创新成果当作中间变量。(4)变量控制。控制以下变量:(1)金融发展水平。通过金融机构存贷款余额和国民生产总值比重进行衡量;(2)禀赋结构。通过规模以上企业资本和员工比值进行衡量;(3)工业化水平。通过第二产业在国民生产总值中的占比表示;(4)资本错配。通过资本价格扭曲系数计算;(5)市场一体化。通过消费价格指数进行测度。

2.3数据来源。选择国内30个地区在2013-2024年的面板数据,数据来源于《中国工业统计年鉴》《环境统计年鉴》,通过线性插值法对缺失数据进行补充,统计样本描述性如表1所示。

表1 描述性统计数据

类别	变量	符号	均值	最大值	最小值	标准误差
解释变量	数字经济	Dige	0.141	0.808	0.016	0.134
被解释变量	绿色技术效率	EC	0.106	0.273	0.037	0.045
	制造业绿色转型	GTFP	0.118	0.927	0.031	0.085
	绿色技术进步	TC	0.113	0.403	0.032	0.056
控制变量	工业化水平	Goy	0.432	0.591	0.157	0.087
	金融发展水平	Fin	3.232	8.132	1.517	3.232
	市场一体化	Mc	0.877	1.428	0.355	0.218
	禀赋结构	Bf	4.674	6.577	3.582	0.628
	资本错配	Cm	0.262	0.773	0.006	0.161
中介变量	技术创新	Ti	0.832	8.132	1.517	1.162

3 模型评估与结果分析

3.1基准回归。数字经济对国内制造业绿色技术、绿色转型以及绿色技术效率回归结果如表2所示,分析可知,控制变量纳入后,数字经济变化不显著。其中,列(2)显示,数字经济促进制造业绿色转型在1%层面明显为正,说明数字经济以数据为要素,推动制造业实现绿色化、数字化转型。分解效率环节,数字经济所影响制造业绿色技术发展与技术效率提升在1%层面明显为正,说明数字经济以该绿色效应推动制造业绿色转型。

3.2中介效应。在统一框架纳入制造业绿色转型、数字经济以及技术创新展开研究,结果显示,数字经济会促进制造业绿色转型,且对技术创新具有推动作用,在回归方程内增加技术创新变量,结果显示,技术创新与数字经济系数为正,数字经济对绿色转型回归系数是0.56,由此可见,数字经济促进制造业绿色转型环节,技术创新发挥着中介作用,采用研发智能制造、节能减

排等技术方面,减少绿色产品开发成本,同时提升能源利用率,促进制造业绿色转型^[6]。

表2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	GTFP	GTFP	TC	TC	EC	EC
Fin		0.048 3.11		0.018 2.72		0.003 0.50
Dige	0.482 5.58	0.633 7.07	0.195 4.98	0.245 5.68	0.084 1.82	0.136 2.88
Bf		0.078 5.00		0.009 1.14		0.045 5.40
Goy		0.526 2.85		0.047 0.53		0.228 2.33
Cm		0.086 1.82		0.0114 0.45		0.0116 0.45
Mc		0.044 1.62		0.025 1.86		0.025 1.86
Cons	0.048 3.85	-0.747 -4.98	0.065 10.93	-0.068 -0.95	0.097 14.68	-0.253 -3.16
时间效应	是	是	是	是	是	是
个体效应	是	是	是	是	是	是
N	300	300	300	300	300	300
R ²	0.397	0.477	0.717	0.733	0.067	0.178

3.3门槛效应。本文采用Hansen法进行门限存在的验证和门限数目的估计。通过检验门限效应发现,数字经济对制造业绿色转型的作用满足了单个门限测试的要求。当数字经济指数值大于门限值2.935时,回归系数分别为0.050和0.104,且分别以1%的水平显著,这意味着数字经济对制造业绿色转型呈现了“边际效益”递增的门限作用,且随着数字经济与实体经济发展融合的愈加深入,数字经济可以充分释放其网络特性与累积性特征,使制造业加速走向绿色化与数字化转型,并为其数字绿色转型提供强大力量,该实验结果也验证了本文的假设B。

3.4空间溢出效应。详细探讨了数字经济对制造业绿色发展的影响以及数字经济对其空间相关性的影响,并且结果发现多数情形下Moran'sI大于零同时满足10%的显著水平标准,说明二者具有较为显著的空间相关性,并表现出聚类分布。接着,进行空间面板模型选取检验,模拟Elhorst的方法进行LM检验、LR检验、Hausman检验和联合显著性检验,得到结论为双空间Durbin模型的双向固定效应空间面板模型最合适。

比较3种不同类型的权矩阵(即邻接矩阵、地理距离矩阵、经济地理(嵌套)矩阵),发现它们对数字经济与制造业绿色转变关系的影响较为一致,其中,经济地理(嵌套)矩阵不仅考虑了地理位置的远近而且考虑了其发展差异,因此我们重点分析其回归结果。在回归模型中,数字经济的交互项系数为1.153,在10%的水平下显著为正;数字经济的直接效应为0.559,在1%水平上显

著为正;数字经济的间接效应为1.086,在10%的水平上显著为正,且数字经济的间接效应显著大于其直接效应,表明数字经济不仅可以促进本地区制造业的绿色发展还能直接促进周边地区制造业的绿色发展,这也证实了我们的理论假设C。

4 结论和建议

本文主要目的在于构造数字经济主导下的省级层面的数字经济指数模型,并利用SBM-GML的原理衡量制造行业绿色转型效率,进而使用2011—2020年中国30个省市区的数

据作为样本构建中介模型、门槛模型和空间杜宾模型,检验数字经济对制造行业绿色转型的作用及中介路径。研究结果显示,一是数字经济有助于促进制造行业绿色转型,且具有显著的区域差异化,对于促进制造业东部、中部地区的绿色转型的作用大于促进制造业西部地区的作用;二是深入研究表明数字经济可以通过提高科学技术研究能力的方式间接地促进制造行业绿色转型;三是数字经济对制造行业绿色转型产生了先减弱后增强的非线性影响,达到一定程度的门槛值后正面效果更为突出;最后是发现数字经济与其他区域制造行业绿色转型存在正面的空间外溢效应,有利于实现各个区域经济的协同发展。

基于上述研究所得,本文提出如下政策建议:其一,要快速建设数字基础设施,充分发挥数字基础设施对制造产业绿色变革的辅助功能;其二,必须全面提升数字技术能力,推进制造产业绿色技术创新成果落地;其三,要建构数字经济的发展新范式,更好地发挥数字经济的外部效应,以及在其它领域形成辐射力的作用。政府还要加强区域间的产业联系,突破因IT技术及研究手段造成的数字壁垒,加强地区间的产学研联系,扩展信息化的环保应用范围,在新基建中的联网互通、数据共享;充分利用经济发展先行区域的数据经济辐射导向作用,促进区域协同发展,增加各区域的学习、模仿能力,以溢出效应减小地理位置上的数字鸿沟,推动高质量、绿色发展工业生产转型。

[参考文献]

[1]张大为,黄秀丽,罗永华.数字经济发展与高端制造业绿色创新效率—基于空间溢出与门槛效应实证检验[J].管理现代化,2023,43(2):161-168.

[2]娄凌燕.高技术产业绿色全要素生产率空间溢出效应研究[D].黑龙江:哈尔滨工程大学,2022.

[3]陈海东.数字化转型促进制造业高质量发展的机制与效应研究[D].江西:江西财经大学,2023.

[4]冯娇.西部陆海新通道沿线地区数字经济发展对制造业出口技术复杂度的影响研究[D].重庆:重庆大学,2023.

[5]乙寒青.城市数字经济对制造业企业全要素生产率的影响研究[D].甘肃:兰州大学,2023.

[6]方梓旭.产业政策对中国制造业高质量发展的影响研究[D].江西:南昌大学,2023.

作者简介:

钟霞(1997—),女,汉族,四川省成都市人,研究生,研究方向:数字经济。