

DOI: 10.12361/2661-3263-06-07-146220

数字经济赋能地区产业绿色化转型了吗？

——基于东北地区面板数据的实证研究

彭小月¹ 唐 琪² 李梓琦³

1. 2. 吉林大学, 中国·吉林 长春 130000

3. 吉林大学经济学院, 中国·吉林 长春 130000

【摘要】在第四次信息技术革命的时代浪潮下, 数字化技术蓬勃发展, 对整体经济生产活动的维稳和促转型作用较为显著。同时, 中国式现代化关注绿色化发展, 强调构建资源节约型和环境友好型的生产方式。在此背景下, 本文尝试通过建立体系寻找促进数字化赋能水平的地区生产活动, 研究、印证数字化赋能对绿色化发展的促进作用。

对于数字化赋能对绿色化发展的影响作用的探究, 本文首先将数字化赋能指数、绿色化发展指数与控制变量一同纳入双向固定效应模型进行了实证分析, 测度并分析出数字经济对地区绿色化转型的促进作用及其程度, 并通过稳健性检验验证该促进作用的稳定性。

根据上述研究, 本文得出以下主要结论:

1. 东三省各省数字化、绿色化水平总体上升, 其中黑龙江省数字化程度较高, 吉林省与辽宁省绿色化发展较好;
2. 东三省数字赋能与绿色发展相关性较强, 且数字赋能对区域绿色化转型有显著促进作用。

【关键词】数字化赋能; 绿色化转型; 主成分分析法

Has the digital economy made its industries green?

—— Empirical study based on panel data in Northeast China

Xiaoyue Peng¹, Qi Tang², Ziqi Li³

1. 2. Jilin University, Changchun 130000, Jilin, China

3. School of Economics, Jilin University, 130,000, Changchun, Jilin, China

[Abstract] Under the wave of the fourth information technology revolution, digital technology develops vigorously, and plays a significant role in maintaining the stability and promoting the transformation of the overall economic production activities. At the same time, Chinese-style modernization focuses on green development and emphasizes the construction of resource-conserving and environment-friendly modes of production. In this context, this paper tries to find the regional production activities to promote the level of digital empowerment through the establishment of a system, and to study and confirm the promoting effect of digital empowerment on green development.

For digital fu can explore the influence of the green development of role, this paper will first digital fu index, green development index and control variables into the two-way fixed effect model has carried on the empirical analysis, measure and analysis the digital economy of green transformation and its degree, and through the robustness test verify the stability of the effect.

Based on the above studies, the following main conclusions are drawn:

The level of digitalization and greening in the three northeastern provinces has generally increased, among which Heilongjiang Province has a high degree of digitalization, and Jilin Province and Liaoning Province have a good green development;

Digital empowerment in the three northeastern provinces has a strong correlation with green development, and digital empowerment has a significant effect on promoting regional green transformation.

[Keywords] digital empowerment; green transformation; principal component analysis

1 引言

数字经济是继农业经济和工业经济之后的又一全新经济形态，其以数据资源为关键要素，以网络为主要载体，正逐步引发社会和经济的整体性变革。同时，自进入新发展阶段，我国始终秉持绿色发展理念，以“绿色青山就是金山银山”为经济发展的导向。本文认为，在数字经济蓬勃发展的时代背景下，数字化将从发挥信息效益、提升生产效率、改善管理效力等多个方面有效促进地区产业的绿色化转型。

2 数字化赋能水平的量化研究

2.1 构建东三省数字化水平综合评价体系

2.1.1 数字化赋能水平指标体系

本文借鉴张晴和于津平（2022）的做法，以我国数字经济发展的阶段特征为依据，总结归纳数字经济的核心构成要素，并尝试构建出如下的数字化水平指数指标体系（具体见表1）。

表格 1 数字化赋能水平指标体系

一级指标	二级指标	单位
数字基础	移动电话年末用户数	万人
	互联网宽带接入端口数	万个
数字规模	软件业务收入	万元
	电信业务总量	亿元
	第三产业增加值占GDP比重	%
数字教育	高等教育师生比（教师人数=1）	100%
	每十万人人口高等教育平均在校生数	人
数字创新	R&D经费内部支出	万元
	规模以上工业企业有效发明专利数	件
	新产品开发经费支出	万元

2.1.2 主成分分析法 (Principal Component Analysis, PCA)

①方法介绍。主成分分析法是因子分析法的特例，本质是运用“降维”思想，将多个指标变换为少数综合指标（即主成分）。一组主成分相当于向量空间中能线性表达原始变量的一组基底。操作步骤如下：

Step 1: 将数据集标准化，计算协方差矩阵 \mathbf{R} ：

$$\mathbf{R} = (r_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{bmatrix}$$

Step2: 计算矩阵 \mathbf{R} 的特征值 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_n \geq 0$ 及对应的特征向量 $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots, \mathbf{u}_n$ ，其中 $\mathbf{u}_j = (u_{1j}, u_{2j}, \dots, u_{nj})$ ， u_{nj} 表示第 j 个特征向量的第 n 个分量。由特征向量组成 n 个新的指标变量：

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= u_{11}\bar{x}_1 + u_{21}\bar{x}_2 + \cdots + u_{n1}\bar{x}_n \\ y_2 &= u_{12}\bar{x}_1 + u_{22}\bar{x}_2 + \cdots + u_{n2}\bar{x}_n \\ &\vdots \\ y_n &= u_{1n}\bar{x}_1 + u_{2n}\bar{x}_2 + \cdots + u_{nn}\bar{x}_n \end{aligned} \right\}$$

式中， y_1, \dots, y_n 分别是第1, ..., n 个主成分。

②应用结果。将预处理后的数据导入SPSSPRO数据分析平台，首先应用探索性因子分析，发现所选取的二级指标能较好反映相应一级指标，并得到4个一级指标由对应二级指标变换计算出的综合得分。

再应用主成分分析法，得到各省各变量对应的因子载荷系数，对应各个数据值基本均大于0.7，这说明本文的数字化水平综合评价体系构建合理，选取主成分分析模型计算数字赋能指数是合适的。

2.2 数据来源及说明

本文使用的数据来源于CNRDS数据库、EPS数据平台、中国国家统计局和中国科技统计年鉴。需要说明的是，CNRDS数据库和EPS数据平台中存在少数年份数据缺失的问题，主要集中于互联网宽带接入端口、软件业务收入和第三产业增加值占GDP比重等变量。针对此问题，本文采取三次指数平滑法和ARIMA模型对缺失的数据进行了预测和补充。

2.3 东三省数字化水平测度结果及评价

(1) 东三省各省综合得分情况。时间推移上，随着年份的增加，三省的综合得分情况均呈现上升趋势，表明数字化水平不断提升，数字经济不断发展。三省各自得分上，近年来黑龙江省数字赋能水平发展亮眼，增速和得分情况均较为理想：2021年其得分为2.16，与其余两省相比具备明显优势。(2) 东三省各省一级指标得分情况本文选取数字基础、数字规模、数字教育和数字创新4个一级指标分别打分。大体上，三省的一级指标得分均呈现上升趋势，“四驾马车”并驾齐驱，数字化发展态势良好。少数年份存在数据波动现象，这是因为原始数据可能存在统计口径不同的问题，同时经济波动也会影响部分年份的数据增长。另外，三省部分指标得分在2019-2021年有所下降，主要由于新冠疫情对宏观经济造成负面影响，从而阻滞数字化水平的提升。

3 绿色化发展水平的量化研究

3.1 绿色化发展水平指标体系

本文借鉴胡书芳和高寿华(2023)的做法,以我国产业绿色化转型的阶段特征为依据,总结归纳绿色全要素生产率的核心构成要素,尝试构建绿色化发展水平评价指标体系。

其中,对于投入指标中的资本要素投入,本文借鉴单豪杰(2008)的做法,使用永续盘存法对全社会固定资产存量进行测度,并用固定资产存量来衡量资本要素投入的多少。对于产出指标中的非期望产出,本文使用实际GDP来测度期望产出。

3.2 SBM-ML模型

本文选取超效率的SBM-ML模型,参考成刚(2004)直接使用非期望产出SBM计算的效率值、套用M指数计算公式计算ML指数,即绿色全要素生产率指数。

该指数可分解为技术进步指数(TC)和技术效率指数(EC),ML、TC和EC指数>(<) 1,分别表示绿色全要素生产率上升(下降)、环境效率改善(恶化)和绿色技术进步(退步)。

模型计算公式为:

$$\rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{s_m^x}{x_m^k}}{s}$$

$$1 + \frac{1}{N + I} \left(\sum_{n=1}^N \frac{s_n^y}{y_n^k} + \sum_{i=1}^I \frac{s_i^u}{u_i^k} \right)$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} x_m^k = \sum_{k=1}^K r_k x_m^k + s_m^x \\ y_{k=1}^K r_k y_n^k - s_n^y \\ u_i^k = \sum_{k=1}^K r_k x_i^k + s_i^u \end{cases}$$

$$s_m^x \geq 0, s_n^y \geq 0, s_i^u \geq 0, r_k \geq 0, i = 1, 2, \dots, k$$

基于 SBM 方向性距离函数的 ML 生产率指数表达式为:

$$ML = \left(\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1}, u^{t+1})}{D^t(x^t, y^t, u^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, u^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t, u^t)} \right)^{\frac{1}{2}} = EC \times TC$$

式中, M、I、N 分别表示决策单元投入、期望产出和非期望产出; 方向性距离函数 $\rho^* \in [0, 1]$: $\rho^* = 1$, 说明生产单位存在效率进步, 否则生产单位在投入产出上存在进一步上升的空间; $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ 表示投入指标矩阵; $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ 、矩阵 $u = (u_1, u_2, \dots, u_t)$ 分别表示期望和非期望产出; s^x 、 s^y 、 s^k 分别表示期望、非期望产出和投入指标的松弛变量; r^k 表示各个决策单元的比重。

4 结论

(1) 东三省的数字化水平逐年波动上升, 发展态势良好, 但各省间数字经济发展水平存在一定差距, 其中黑龙江省较为突出; (2) 东三省的绿色化水平逐渐提高, 吉林省与辽宁省表现较好, 不同时期技术效率与技术进步对绿色发展的贡献不同; (3) 数字赋能对区域绿色化转型具有显著促进作用, 通过促进数字化水平的提升推动地区绿色发展有望实现。

参考文献:

- [1] 戴翔, 杨双至. 数字赋能、数字投入来源与制造业绿色化转型[J]. 中国工业经济, 2022, No. 414 (09): 83-101. DOI: 10.19581/j.cnki.ciejournal.2022.09.004.
- [2] 曹裕, 李想, 胡韩莉等. 数字化如何推动制造企业绿色转型? ——资源编排理论视角下的探索性案例研究[J]. 管理世界, 2023, 39 (03): 96-112+126+113. DOI: 10.19744/j.cnki.11-1235/f.2023.0045.
- [3] 宋德勇, 朱文博, 丁海. 企业数字化能否促进绿色技术创新? ——基于重污染行业上市公司的考察[J]. 财经研究, 2022, 48 (04): 34-48. DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.20211218.304.

作者简介:

- 彭小月, (2003. 9. 18), 女, 汉族, 湖北省武汉市, 本科。
- 唐琪, (2005. 04. 28), 女, 汉族, 吉林省四平市, 本科, 研究方向: 国际经济与贸易。
- 李梓琦, (2001. 9. 14), 男, 回族, 宁夏, 本科, 学生。