

数字经济对产业结构升级的影响研究

张钟意, 邵宇轩

北方工业大学理学院, 北京

收稿日期: 2024年7月26日; 录用日期: 2024年8月17日; 发布日期: 2024年8月29日

摘要

本文采用空间计量模型, 研究了2011年至2022年中国31个省份和直辖市的数字经济与产业结构升级之间的关系, 揭示了数字经济发展对产业结构高级化和合理化的空间溢出效应。研究发现, 数字经济发展与产业结构的高级化和合理化存在显著的空间正相关性, 且在研究期间保持稳定。尤其是上海、北京、天津等城市因其先发优势和政策支持, 成为数字经济发展的前沿, 显著促进了产业结构的优化和升级。研究还发现, 社会消费和外商直接投资的增加为产业结构优化提供了资金和市场需求支持。基于研究发现, 文章提出了有针对性的政策建议, 以推动区域经济的均衡发展和产业的高质量升级。

关键词

数字经济, 产业结构升级, 空间相关性, 高质量发展

Research on the Impact of Digital Economy on Industrial Structure Upgrading

Zhongyi Zhang, Yuxuan Shao

College of Science, North China University of Technology, Beijing

Received: Jul. 26th, 2024; accepted: Aug. 17th, 2024; published: Aug. 29th, 2024

Abstract

This paper employs a spatial econometric model to study the relationship between the digital economy and industrial structure upgrading across 31 provinces and municipalities in China from 2011 to 2022. The research reveals the spatial spillover effects of digital economy development on the advancement and rationalization of industrial structures. The findings indicate a significant positive spatial correlation between digital economy development and the advancement and rationalization of industrial structures, which remained stable throughout the study period. Notably, cities such as Shanghai, Beijing, and Tianjin, with their first-mover advantages and policy support, have become

frontiers in digital economy development, significantly promoting the optimization and upgrading of industrial structures. The study also finds that increased social consumption and foreign direct investment have provided financial and market demand support for industrial structure optimization. Based on these findings, the paper proposes targeted policy recommendations to promote balanced regional economic development and high-quality industrial upgrading.

Keywords

Digital Economy, Industrial Structure Upgrading, Spatial Correlation, High-Quality Development

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着全球化和科技革新, 数字经济成为经济增长的新引擎。互联网、大数据、云计算和人工智能等技术迅速发展, 深刻影响了生产方式、消费模式和经济结构。数字经济以高效率、低成本和广覆盖的特点, 成为各国发展的重要动力。中国作为最大的发展中经济体, 正在经历深刻的经济转型, 从传统制造业向服务业、高技术和高附加值产业升级。在此过程中, 数字经济提供了重要的工具和平台, 成为推动转型的关键力量。根据《数字中国发展报告(2022年)》[1]数据显示, 中国数字经济规模已达到 50.2 万亿元, 占国内生产总值的 41.5%。然而, 当前关于数字经济的研究主要集中在其对单一经济指标的影响, 缺乏对其空间溢出效应和区域差异性的深入探讨。本文旨在现有文献的基础上进一步深入探索, 采用空间计量模型, 结合 2011 年至 2022 年中国 31 个省份和直辖市的数据, 系统分析数字经济发展对产业结构高级化和合理化的空间溢出效应, 并为政策制定提供科学依据, 提出促进区域经济均衡发展和产业高质量升级的具体建议。

2. 文献研究

2.1. 数字经济和产业结构的测度方法

为探究数字经济对产业结构升级的影响, 需要全面了解数字经济的内涵及其发展路径, 并选择合适的产业结构测度方法进行分析。

数字经济测度方法主要包括直接估计法、创建数字经济卫星账户以及构建多维度的数字经济评估指标体系。不同方法所得到的测算结果各有不同。直接估计法在早期主要基于增长核算[2], 而中国信息化百人会则将生产法及效率提高等因素纳入其中, 腾讯研究院采用回归分析和面板数据预测数字经济规模。彭刚等人[3]将数字经济细分为基础层面和数字化融合应用层面, 以精确计算其规模和 GDP 占比。卫星账户法用于特定经济领域活动的衡量, 由经济合作与发展组织成立咨询团队提出。我国学者研究了数字经济卫星账户(DESAs), 涉及数字交易、数字资产和数字产品等领域[4]。评估指标体系法是一种能够全面描述一个国家或地区内各种形式数字产业发展水平的框架[5] [6]。例如, 黄文金团队[7]和万晓榆团队[8]从地方数字经济发展的角度出发, 构建了数字经济评价模型。赵涛等人[9]从互联网的进步和数字金融的普及两个角度考虑, 构建了数字经济指标。

产业结构测度是指基于特定产业分类, 对某地区的产业结构进行量化分析, 以研究经济和社会问题。通常从“产业结构的合理化”和“产业结构的高级化”两个维度评估产业结构的优化和提升。产业结构

的高级化定义为产业结构系统从低级向高级的转变[10], 例如从劳动力密集型产业向资本、技术、知识密集型产业转变。产业结构描述资源与最终产品在各产业中的分布情况, 高级化关注产业焦点的转移过程。刘思峰团队[11]在产业结构的合理化领域中, 通过国际标准对比, 筛选目标产业结构作为参考, 计算当前产业结构与目标产业结构的相似性, 以衡量合理化程度。马丽芳[12]在评估浙江省时也采用此方法, 但缺乏统一目标框架, 导致不同地区的结果不可比。干春晖等人[13]对产业结构升级提出了全面的指标建立方法, 使用泰尔指数测度产业结构的合理化水平, 采用三大产业增加值占比第二产业测算产业高级化水平。本文将基于此对产业结构升级指标进行建立。

2.2. 数字经济对于产业结构的影响因素

随着信息技术的快速发展, 数字经济已成为推动全球经济增长的新动力。在中国, 数字经济的兴起不仅重新塑造了消费模式和商业运作, 更深刻地影响了各省的产业结构。本文旨在探讨数字经济如何通过技术创新和政策环境, 促进中国各省产业结构的转型和升级, 特别关注其在推动产业结构合理化与高级化方面的作用。

在分析数字经济与产业结构转型中, 王奕飞等人[14]分析了 2001~2020 年中国 30 个省市区的数据, 发现数字经济通过促进服务业, 特别是高技术服务业的集聚, 显著推动了产业结构的高级化。然而, 对产业结构合理化的影响较为复杂, 在经济不发达地区可能加剧产业不平衡。李越[15]深入分析了传统产业通过数字技术实现转型, 发现引入数字化管理和自动化生产技术, 资源型产业如煤炭业能有效提升操作效率和环境可持续性, 促进产业结构的优化和升级。

在对于数字经济的空间效应的探讨中, 刘雨佳[16]通过空间计量模型探索了数字经济的地理分布及其对区域经济的影响, 揭示了数字经济在东部沿海和部分新兴经济中心的显著空间效应。这种空间集聚提高了区域内的经济互联互通, 通过创新和资源共享推动了地区间经济均衡发展。武小英等人[17]的实证分析指出, 数字经济的发展加强了中心城市对周边城市的经济溢出效应, 促进了区域内经济收敛和均衡发展。

在深入探讨数字经济的影响时, 陈小辉[18]综合多项研究成果, 认为数字经济通过促进信息和资源的自由流动, 为产业结构调整提供了新动力, 有助于提升地区产业的技术水平和创新能力, 推动经济增长和产业升级。贾卓强[19]分析了数字经济如何通过创造新的就业机会和改变劳动市场需求结构影响劳动就业, 显示数字经济促进了新兴行业的发展, 并要求传统产业劳动者提升技能。刘洋等人[20]全面分析了数字经济如何通过促进产业间的有效连接和资源共享, 推动产业结构高级化和合理化, 强调了数字化平台和工具在提升产业竞争力和创新能力方面的关键作用。

3. 数字经济的指标建立

本文采用赵涛等人[9]的研究方法, 从互联网的进步和数字金融的普及两个角度考虑, 选择了互联网的普及率、与互联网相关的就业人数、互联网的相关产出、移动互联网的用户数量以及数字金融普惠的发展指数这 5 个核心指标, 以此构建了一个用于评估国内省级数字经济发展的指标体系, 具体的评价指标可以参考表 1。

本文决定采用熵值法来评估数字经济的发展指标。熵值法的核心思想在于根据数据的离散度来确定其权重, 数据离散度越高, 相关指标的信息熵就越低, 从而在整体评估中产生更大的影响, 相应的指标权重也会增加。熵值法作为一种客观的赋权方法, 其权重分配不会受到主观偏见的干扰。以下是数字经济发展指数的具体测量步骤:

- 1) 数据标准化处理:

正向:

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min\{X_j\}}{\max\{X_j\} - \min\{X_j\}} \quad (1)$$

负向:

$$X'_{ij} = \frac{\max\{X_j\} - X_{ij}}{\max\{X_j\} - \min\{X_j\}} \quad (2)$$

其中, $\max\{X_j\}$ 为指标值在 11 年中的最大值, 同理 $\min\{X_j\}$ 为最小值, X'_{ij} 为 X_{ij} 标准化后的指标值。

① 计算比重值 Y_{ij} :

$$Y_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^n X'_{ij}} \quad (3)$$

计算指标信息熵值 e_j :

$$e_j = \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m Y_{ij} \cdot \ln Y_{ij} \quad (4)$$

其中, i 和 j 描述的是第 i 年第 j 项, m 为参与数字经济评价的年数, 信息熵冗余度 $d_j = 1 - e_j$ 。

② 计算 w_j :

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (5)$$

根据该公式, 我们可以确定中国省级数字经济的评价指标权重, 可参见表 1。表 2 为各指标的处理方式。其中, 移动互联网用户数的权重最高, 达到 0.2575, 这表明移动互联网用户数的增加对数字经济产生了深远的影响。而互联网普及率对数字经济的影响稍微低于移动互联网用户数, 其权重仅为 0.2336。数字金融普惠发展的权重为 0.2177, 也对数字经济的发展起到一定的作用。与此相对照, 与互联网相关的工作人员数量和互联网相关产出对数字经济增长的作用相对较轻。

③ 计算指标体系综合评价得分 S_{ij} :

$$S_{ij} = X'_{ij} \cdot w_j \quad (6)$$

依据公式(6)计算可得 2011~2020 年中国省级数字经济指数。由于数据较多, 文章仅展示全国排名前 5 的数字经济指数测算结果。

Table 1. Evaluation index system and weight

表 1. 评价指标体系及权重

一级指标	二级指标	具体内容	指标属性	指标权重
数字经济 发展指数	互联网普及率	每百人互联网用户数	+	0.2336
	互联网相关就业人员数	计算机服务和软件从业人员占比	+	0.1442
	互联网相关产出	人均电信业务数量	+	0.1468
	移动互联网用户数	每百人移动电话用户数、	+	0.2575
	数字金融普惠发展	中国数字普惠金融指数	+	0.2177

Table 2. Indicators and processing
表 2. 指标及处理

指标	指标处理
互联网普及率	-
互联网相关就业人员数	信息传输、软件和信息技术服务业城镇单位就业人员/城镇单位就业人员
互联网相关产出	电信业务总量/年末常住人口
移动互联网用户数	移动电话普及率
数字金融普惠发展	-

4. 实证分析

4.1. 模型与方法

4.1.1. 空间面板模型

本文通过建立空间计量模型来分析我国数字经济发展对产业结构升级的空间效应。

1) 空间滞后模型:

$$\begin{aligned} TS_{i,t} &= \rho \cdot W \cdot TS_{i,t} + \beta_1 \cdot digi_{i,t} + \sum \beta \cdot X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \\ TL_{i,t} &= \rho \cdot W \cdot TL_{i,t} + \beta_1 \cdot digi_{i,t} + \sum \beta \cdot X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (7)$$

2) 空间误差模型:

$$\begin{aligned} TS_{i,t} &= \beta_1 \cdot digi_{i,t} + \beta_2 \cdot W \cdot digi_{i,t} + \sum \beta \cdot X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \\ TL_{i,t} &= \beta_1 \cdot digi_{i,t} + \beta_2 \cdot W \cdot digi_{i,t} + \sum \beta \cdot X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \\ \varepsilon_{i,t} &= \lambda \cdot W \cdot \varepsilon_t + v_{i,t} \end{aligned} \quad (8)$$

3) 空间误差模型:

$$\begin{aligned} TS_{i,t} &= \rho \cdot W \cdot TS_{i,t} + \beta_1 \cdot digi_{i,t} + \beta_2 \cdot W \cdot digi_{i,t} + \sum \beta \cdot X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \\ TL_{i,t} &= \rho \cdot W \cdot TL_{i,t} + \beta_1 \cdot digi_{i,t} + \beta_2 \cdot W \cdot digi_{i,t} + \sum \beta \cdot X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \\ \varepsilon_{i,t} &= \lambda \cdot W \cdot \varepsilon_t + v_{i,t} \end{aligned} \quad (9)$$

其中, TS 、 TL 分别为各省和直辖市产业结构高级化和产业结构合理化指数, $digi$ 为各区数字经济水平, X 为选取的多个控制变量, W 表示空间权重矩阵, ρ 为自回归系数, β_1 、 β_2 表示待估计参数, $\varepsilon_{i,t}$ 、 $v_{i,t}$ 表示随机扰动项。

4.1.2. 空间相关性测度

1) 全局莫兰指数

全局莫兰指数(Global Moran's I)主要描述的是空间邻接或空间临近的区域单元属性值的相似程度。 X 为地区的变量值, $w_{i,j}$ 为空间权重矩。

$$\bar{x}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{i,t} \quad (10)$$

$$S_t^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{i,t} - \bar{x}_t)^2 \quad (11)$$

$$Moran's\ I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} (x_{i,t} - \bar{x}_t) (x_{j,t} - \bar{x}_t)}{S_t^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j}} \quad (12)$$

2) 局部莫兰指数

全局自相关由于其整体性, 难以具体探讨其内部联系, 因此引入了局部自相关概念。此方法能够评估各种层次与性质的空间异质性, 并通过莫兰散点图加以展示。此图表分为四个象限, 分别表示不同的空间关联性。第一象限与第三象限显示该地区与邻近城市在经济发展上的相似性, 而第二象限表明该地区的经济表现不及其邻城, 第四象限则表示该地区的经济表现优于周边。

4.1.3. 空间权重矩阵的构建

1) 空间邻近矩阵

当区域 i 与区域 j 有相邻时, 那么 $w_{ij}=1$, 否则取值为 0, 如下所示:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{区域 } i \text{ 和 } j \text{ 相邻 } (i \neq j) \\ 0 & \text{区域 } i \text{ 和 } j \text{ 不相邻 } (i \neq j) \end{cases} \quad (13)$$

2) 地理距离权重矩阵

$$W = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{d_{1,2}} & \cdots & \frac{1}{d_{1,n}} \\ \frac{1}{d_{2,1}} & 0 & \cdots & \frac{1}{d_{2,n}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{d_{n,1}} & \frac{1}{d_{n,2}} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (14)$$

其中, $\frac{1}{d_{i,j}}$ 表示区域 i 与区域 j 的中心之间距离的倒数。随着距离的增加, 空间的权重系数逐渐减小, 从而导致空间的相关性降低。

3) 经济距离权重矩阵

经济距离权重可以更准确地描绘区域间的经济联系强度。这种矩阵考虑了不同地区的经济因素, 从而更好地反映了区域间的经济互动和依赖程度。使用经济距离矩阵可以为区域经济分析和政策制定提供更为精确的数据支持。

$$w_{i,j} = \begin{cases} \frac{1}{|\overline{gdp}_i - \overline{gdp}_j|} & (i \neq j) \\ 0 & (i = j) \end{cases} \quad (15)$$

其中, i, j 表示两个不同省份或直辖市, $w_{i,j}$ 表示地理距离权重, \overline{gdp}_i 表示不同省份或直辖市人均国内生产总值的均值。

4.2. 变量说明

本研究聚焦于 2011~2022 年中国 31 个省份和直辖市, 所有数据均取自全国各省的《统计年鉴》和瑞思数据库。对于数据中的缺失值, 我们采用了线性插值法进行补充, 其中表 3 为我们选取的变量以及其对应的量化指标。

4.3. 空间计量实证分析

4.3.1. 空间相关性分析

本文在分析空间相关性时, 选择了全局莫兰指数与局部莫兰指数作为主要的分析手段。

1) 全国各省全局空间相关性

Table 3. Variable explanation**表 3.** 变量解释

	变量	变量符号	量化指标
被解释变量	产业结构高级化	ts	第三产业的增加值与第二产业的增加值的比率
	产业结构合理化	tl	泰尔指数
解释变量	数字经济水平	digi	由第三章熵值法测算
控制变量	经济发展	pgdp	地区人均生产总值
	社会消费	soc	社会消费品零售总额占地区生产总值
	外商直接投资	fdi	实际使用外商金额占地区生产总值
	政府干预	gov	公共财产支出占地区生产总值
	科技支出	tec	科学技术与教育支出占地区生产总值
	金融发展	fin	年末金融机构贷款余额占地区生产总值

Table 4. Global Moran's index of industrial structure upgrading, rationalization, and digital economy development level**表 4.** 产业结构高级化、合理化以及数字经济发展水平的全局莫兰指数

Year	ts			tl			digi		
	I	Z	p-value	I	Z	p-value	I	Z	p-value
2011	0.069	1.619	0.105	0.314	3.82	0	0.356	4.818	0
2012	0.09	1.956	0.051	0.316	3.854	0	0.329	4.711	0
2013	0.105	2.094	0.036	0.319	3.881	0	0.347	4.816	0
2014	0.115	2.284	0.022	0.318	3.875	0	0.329	4.717	0
2015	0.13	2.632	0.009	0.32	3.882	0	0.316	4.563	0
2016	0.147	2.796	0.005	0.318	3.869	0	0.33	4.613	0
2017	0.132	2.612	0.009	0.318	3.874	0	0.312	4.258	0
2018	0.122	2.46	0.014	0.317	3.861	0	0.312	4.309	0
2019	0.138	2.635	0.008	0.319	3.888	0	0.336	4.607	0
2020	0.136	2.508	0.012	0.312	3.819	0	0.33	4.562	0
2021	0.145	2.358	0.018	0.312	3.826	0	0.334	4.424	0
2022	0.139	2.449	0.014	0.311	3.812	0	0.328	4.498	0

根据公式, 我们利用 stata 计算了 2011~2022 年我国 31 个省份产业结构高级化合理化以及数字经济发展水平的全局莫兰指数, 如表 4 所示。

根据表数据结果可知, 31 个省份产业结构高级化合理化与数字经济发展的莫兰指数均在 0~1 之间, Z 值处于一个较高的水平状态, 且在 1% 的显著水平下, p 值大部分都小于 0.1, 检验结果显著。从总体来看, 我国产业结构高级化合理化以及数字经济发展水平之间存在空间相关性, 且我们发现对于产业结构高级化的莫兰指数随着时间变化会产生波动, 整体呈现上升趋势, 这表明我国的产业结构高级化指数在空间上的依赖性正在逐年上升。

2) 全国各省局部空间相关性

图 1~3 分别为产业结构高级化、合理化及数字经济发展水平的莫兰散点图。由图可知, 产业结构和

数字经济的发展主要集中在第一象限和第三象限。总的来说, 它们呈现出“高-高”和“低-低”的空间分布模式, 并在总体上显示出某种程度的空间关联性。

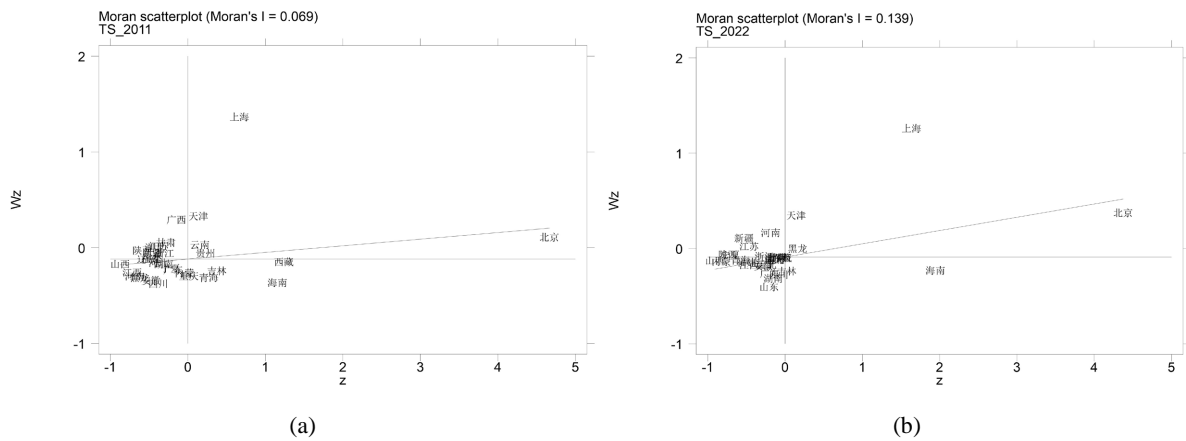


Figure 1. Partial scatter plots of industrial structure upgrading in 2011 (a) and 2022 (b)

图 1. 2011 年(a)和 2022 年(b)产业结构高级化局部散点图

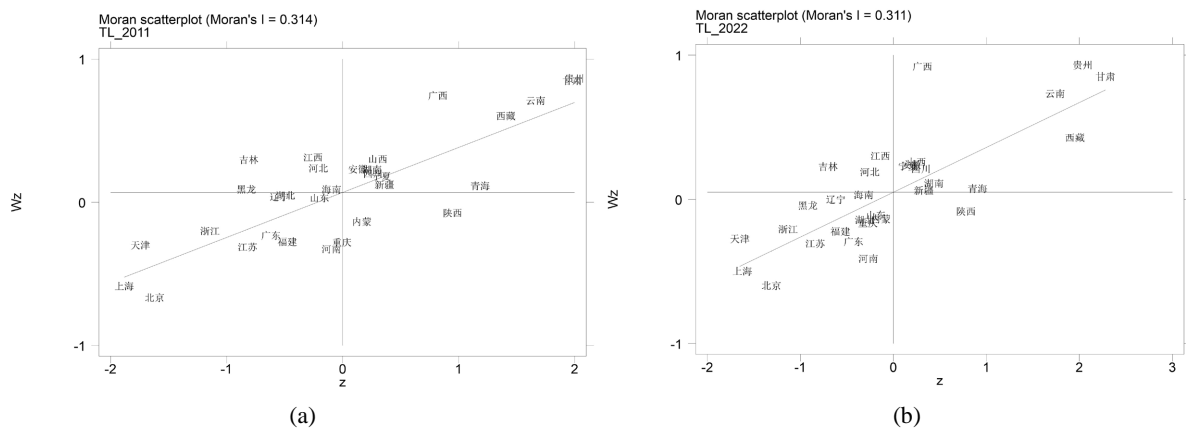


Figure 2. Partial scatter plots of the rationalization of industrial structure in 2011 (a) and 2022 (b)

图 2. 2011 年(a)和 2022 年(b)产业结构合理化局部散点图

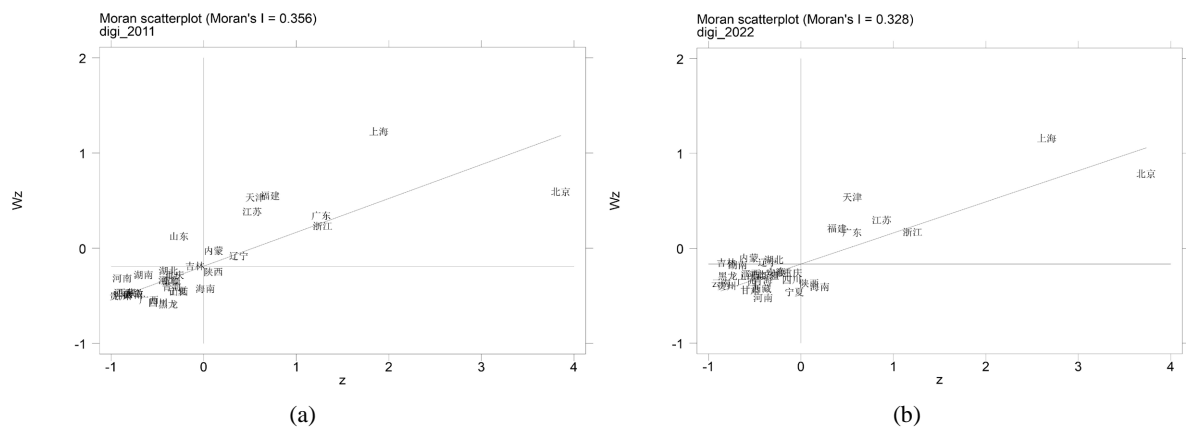


Figure 3. Partial scatter plots of digital economy development levels in 2011 (a) and 2022 (b)

图 3. 2011 年(a)和 2022 年(b)数字经济发展水平局部散点图

4.3.2. 空间效应分析

1) 空间面板回归前检验

Table 5. LM inspection results

表 5. LM 检验结果

	ts		tl	
	统计量	p 值	统计量	p 值
LM test no spatial error	7.697	0.006	13.616	0.000
Robust LM TEST NO spatial error	3.172	0.075	11.651	0.000
LM test no spatial lag	4.899	0.027	41.138	0.000
Robust LM TEST NO spatial lag	0.374	0.541	39.173	0.000

Table 6. Hausman and wald inspection results

表 6. Hausman 及 wald 检验结果

检验方法	ts		tl	
	统计量	p 值	统计量	p 值
LR Lag	28.83	0.0002	121.69	0.000
LR Err	30.09	0.0001	128.61	0.000
Wald Lag	14.3	0.0265	87.29	0.000
Wald Err	31.76	0.0000	150.25	0.000
Hausman	33.95	0.0000	15.09	0.020

根据表 5 和表 6 的数据, 对数字经济发展与产业结构合理化的影响进行的所有 LM 检验均显著, LR 检验和 WD 检验的结果也在 1% 显著水平上拒绝了退化的原假设, 因此确定采用 SDM 模型。然而, 对于数字经济发展对产业结构高级化的影响, 尽管稳定的 Hausman 检验未通过, LR 检验和 WD 检验结果在 1% 的显著水平上也拒绝了退化的原假设, 从而同样支持选择 SDM 模型。Hausman 检验结果显示, 无论是对产业结构的高级化还是合理化, 空间回归模型均应选用固定效应。

2) 数字经济发展对产业结构高级化的空间效应分析

Table 7. Model fitting results of digital economy development on industrial structure upgrading

表 7. 数字经济发展对产业结构高级化的模型拟合结果

	(1)	(2)	(3)
	空间杜宾模型	空间误差模型	空间滞后模型
digi	0.746** (0.001)	0.706** (0.003)	0.715** (0.003)
pgdp	-6.58e-07 (0.717)	0.00000485*** (0.000)	0.00000472*** (0.000)
soc	0.138 (0.454)	-0.111 (0.545)	-0.109 (0.551)

续表

fdi	0.457 (0.234)	0.562 (0.146)	0.542 (0.162)
gov	3.224*** (0.000)	3.420*** (0.000)	3.428*** (0.000)
tec	-8.055*** (0.000)	-7.960*** (0.000)	-7.962*** (0.000)
fin	-0.00472 (0.917)	0.0139 (0.764)	0.0145 (0.753)
W*digi	1.483* (0.046)		
W*pgdp	0.0000191*** (0.000)		
W*soc	-0.0908 (0.868)		
W*fdi	-0.832 (0.589)		
W*gov	1.690 (0.094)		
W*tec	-20.87** (0.003)		
W*fin	0.178 (0.215)		
Spatial			
rho	0.157 (0.0121)		0.131 (0.150)
Lambda		0.0900 (0.379)	
sigma2_e	0.0156*** (0.000)	0.0170*** (0.000)	0.0169*** (0.000)
R-square	0.311	0.174	0.185
Log-likelihood	245.0307	229.9873	230.6172

注: ***代表显著性极强即 p 值小于 0.001, **显著度较强即 p 值小于 0.01, *显著度中等强度即 p 值小于 0.05。同下表。

表 7 详细列出了中国 31 个省在数字经济上的发展趋势如何影响产业结构的提升, 这些数据是通过空间面板回归方法得出的。具体来说, 模型(1)、(2)和(3)分别代表空间杜宾模型(SDM)、空间误差模型(SEM)和空间滞后模型(SAR)的回归结果。通过比较三个模型的对数似然值(Log-likelihood), 可以观察到 SDM 模型的值最高, 达到 245.0307, 表明其在这三种模型中拟合度最佳。此外, SDM 模型的决定系数(R-square)

为 0.311, 显著高于 SEM 模型的 0.174 和 SAR 模型的 0.185, 进一步验证了 SDM 模型的优越性。从模型的参数结果来看, 空间自回归系数(ρ)在 1% 的显著性水平下达到 0.156, 并且是正值。这意味着, 各省之间产业结构高级化会产生明显的正向空间溢出影响。考虑到关键变量的影响, 每当数字化经济增长指标增长 1%, 相应的省份将会经历产业结构向更高水平发展的 0.746% 提升。对于空间传导的影响, WX 的实验数据明确显示, 当附近省份的数字经济增长指数每提升 1% 后, 该地区的产业结构高级化水平增加的幅度为 1.483%。

这一结果在 1% 的显著性水平下同样为正, 进一步证实了空间效应的存在。政府干预和科教支出对产业结构高级化也显示出显著的影响。政府干预的影响为正, 而科教支出的影响则表现为负向, 均在 1% 的显著性水平上通过了检验。这些结果表明, 政府政策和区域间的经济活动通过空间相互作用显著影响产业结构的优化和升级。具体来说, 政府干预可能通过优化政策环境和提供激励措施, 直接促进产业高级化, 而科教支出的负面影响可能与投资的效率和方向有关, 表明并非所有科教投资都直接转化为产业结构的优化。

3) 数字经济发展与产业结构优化之间的空间关系分析

Table 8. Model fitting results of the rationalization of industrial structure on the development of digital economy

表 8. 数字经济发展对产业结构合理化的模型拟合结果

	(5)	(6)	(7)
	空间杜宾模型	空间误差模型	空间滞后模型
digi	-0.00236 (0.728)	-0.00814 (0.308)	-0.00777 (0.324)
pgdp	0.000000201*** (0.000)	0.000000582*** (0.000)	0.000000524*** (0.000)
soc	-0.0291*** (0.000)	-0.0436*** (0.000)	-0.0421*** (0.000)
fdi	-0.0135 (0.227)	-0.0101 (0.436)	-0.00953 (0.455)
gov	0.0494*** (0.000)	0.0622*** (0.000)	0.0586*** (0.000)
tec	0.0468 (0.431)	0.0565 (0.427)	0.0710 (0.303)
fin	0.00465*** (0.000)	0.00622*** (0.000)	0.00661*** (0.000)
W*digi	0.0433* (0.045)		
W*pgdp	0.000000960*** (0.000)		
W*soc	0.0129 (0.417)		

续表

W*fdi	-0.0276 (0.538)		
W*gov	0.199*** (0.000)		
W*tec	-0.613** (0.002)		
W*fin	-0.0207*** (0.000)		
Spatial			
rho	0.102 (0.298)		0.254** (0.006)
Lambda		0.368 (0.744)	
sigma2_e	0.0000132*** (0.000)	0.0000187*** (0.000)	0.0000183*** (0.000)
R-square	0.127	0.0666	0.0696
Log-likelihood	1561.1091	1496.8034	1500.2654

表 8 呈现了我国 31 个省在数字化经济增长与产业结构合理化之间关系的空间面板回归分析结果。其中, 模型(4)、(5)和(6)分别代表空间杜宾模型(SDM)、空间误差模型(SEM)和空间滞后模型(SAR)的回归结果。通过对数似然值(Log-likelihood)比较, SDM 模型的值最高, 为 1561.1091, 显示其在这三种模型中的拟合度最佳。此外, SDM 模型的决定系数(R-square)为 0.127, 显著高于 SEM 模型的 0.0666 和 SAR 模型的 0.0696, 进一步验证了 SDM 模型的优越性。

我们需要强调的是, 产业结构合理化的一项关键指标——泰尔指数(TL), 越是靠近 0 时, 则意味着产业结构是更为合理的。在这个模型里, 负的回归系数是指正的效果, 而正的回归系数则是指负的效果。从三个模型的结果观察, 数字经济发展对产业结构合理化具有正面影响(参数为负), 尽管这些影响系数均不显著。WX 的结果表明, 邻近地区的数字经济增长对于这一地区产业结构的合理布局构成了不利影响, 且在 1% 的显著性水平下, 该影响系数为显著, 也就是说, 随着邻近省份的数字经济增长每增加 1%, 该地域的产业结构升级速度会降低 0.0433%。此外, 产业结构合理化的空间自回归系数为正, 表明存在负面影响, 但这一结果不显著。在经济发展、社会消费、外商直接投资方面, 其对产业结构合理化均呈现出 1% 显著性水平下的正面影响, 而金融发展则表现为负面影响。

尽管数字经济的发展在本地区对产业结构合理化具有潜在的正面效应, 但周边地区的同类发展却可能对本地产业结构造成负面冲击。这种差异可能与资源和投资的跨区域流动有关, 即投资和技术可能集中在某些地区, 从而削弱其他地区的产业多样性和结构合理性。在其他经济因素方面, 经济发展、社会消费和外商直接投资表现出对产业结构合理化的积极支持, 表明这些因素可能通过提供多样化的经济活动和增加市场需求来促进产业结构的平衡。然而, 金融发展的负面影响可能反映了金融资源的不均衡分配, 可能导致资本过度集中在某些行业或地区, 而不利于产业结构的整体优化和合理化。这提示我们在

推动数字经济和其他经济活动时, 应考虑其对区域产业结构合理化的整体影响, 尤其是在资源分配和政策支持方面采取更加均衡和综合的策略。

4.3.3. 溢出效应分析

Table 9. Spatial spillover effect of digital economy development on industrial structure upgrading

表 9. 数字经济发展对产业结构升级的空间溢出效应

	变量	产业结构高级化	产业结构合理化
直接效应	digi	0.795*** (0.001)	-0.001 (0.841)
	pgdp	-0.000 (0.886)	0.000*** (0.000)
	soc	0.154 (0.392)	-0.028*** (0.000)
	fdi	0.434 (0.255)	-0.014 (0.198)
	gov	3.287*** (0.000)	0.053*** (0.000)
	tec	-8.597*** (0.000)	0.038 (0.528)
	fin	-0.001 (0.976)	0.004*** (0.002)
间接效应	digi	1.839** (0.030)	0.047** (0.048)
	pgdp	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)
	Soc	-0.045 (0.943)	0.012 (0.494)
	fdi	-0.889 (0.606)	-0.032 (0.499)
	gov	2.628** (0.022)	0.227*** (0.000)
	tec	-26.592*** (0.002)	-0.692*** (0.003)
	fin	0.221 (0.205)	-0.022*** (0.000)
总效应	digi	2.633*** (0.004)	0.046* (0.072)

续表

pgdp	0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)
soc	0.110 (0.867)	-0.017 (0.349)
fdi	-0.455 (0.807)	-0.047 (0.367)
gov	5.915*** (0.000)	0.280*** (0.000)
tec	-35.189*** (0.000)	-0.654*** (0.008)
fin	0.219 (0.258)	-0.018*** (0.002)

本研究采用 SDM 模型分解直接、间接和总体效应的方法,旨在探索我国数字经济对特定地区的产业结构高级化与合理化之间是否存在空间效应的影响。如表 9 所示,直接效应描述了某一地方的数字经济的发展对其产业结构改进的直接效果,该效应还与一个地区的数字经济发展紧密相连,进而影响其邻近地区的数字经济进步水平。此外,通过相邻地区数字经济对该地区产业结构优化升级的反馈,可以综合得出一个系列的效应:间接效应代表了邻近地区数字经济对该地区整体产业结构升级的平均影响,而总效应则揭示了全国各地数字经济成长对该地区产业结构优化升级的平均效果。

如表 9 所示,数字经济的增长在产业结构升级和“高级化”与“合理化”之间的积极影响呈现为正向关系,这意味着数字经济对于地方产业的升级具有积极的推动力。而从间接效应结果我们发现,数字经济对产业结构高级化和合理化作用是相反的,即周边区域的数字经济对产业结构高级化具有促进作用,而对产业结构合理化具有抑制作用。从总效应结果来看,数字经济对产业结构的高级化和合理化产生的影响是截然相反的:全国范围内的数字经济对各地区产业高级化起到了推动作用,而全国范围内的数字经济发展则对各地区产业高级化产生了相反的抑制效果。其原因是技术创新和技术溢出直接提高了当地产业的技术水平,推动产业高级化。同时,竞争和资源重组导致资源向效率更高的地区集中,这虽然促进了这些地区的产业高级化,但可能削弱了其他地区的产业基础,影响产业结构的合理化。此外,不同地区对数字经济的政策支持不同,造成了数字经济发展的地区差异,这些政策和市场环境的差异加剧了产业结构的不平衡。

从控制变量的总效应效果来看,可以对产业结构的高级化和合理化起到积极的推动作用的变量有全国经济、社会消费和金融发展,政府干预对于产业结构高级化具有促进作用,外商投资对产业结构合理化具有促进作用。

5. 研究结论与对策建议

5.1. 研究结论

本研究探讨了 2011~2022 年中国 31 个省市的产业结构升级与数字经济增长的关联。分析发现,数字经济发展与产业结构升级、合理化显著正相关,且这种关系在研究期间未显著变化。上海、北京、天津等城市表现出“高-高”集聚模式,迅速发展并促进周边城市发展。这可能源于其在数字经济领域的先

发优势和政策支持,吸引相关产业和人才,推动产业结构高级化和合理化。此外,这些城市在经济、科技和人才方面的优势也促进了周边地区的发展。

数字经济发展对产业结构优化升级产生了积极影响。首先,数字经济为产业结构升级提供了动力和机遇,推动传统产业向数字化、智能化转型。其次,社会消费和外商直接投资的增加为产业结构优化提供了资金和市场需求支持,推动新兴和高端产业发展。政府干预和政策支持也引导产业结构向高效、智能和绿色方向发展。然而,数字经济对周边区域产业结构合理化产生了一定的抑制作用,可能因其技术、人才和资金限制。此外,社会消费、社会进步、外商直接投资、科学教育支出和金融发展等因素对产业结构合理化产生了积极的空间溢出效应。

总效应显示,数字经济促进产业结构向高级化发展,但对合理化有一定限制。制定产业政策和发展战略时,应综合考虑各种因素的影响,以实现产业结构优化和升级。

5.2. 相关建议

随着数字经济的快速发展,中国各地区的产业结构正在发生重大变革。为促进产业结构优化和提升,综合研究结论提出以下政策建议:

1) 加强数字经济产业支持:上海、北京、天津等主要城市在数字经济方面具备前沿地位和政策支持,吸引相关产业和人才,推动产业结构高级化和合理化。其他地区可参考这些成功案例,强化对数字经济产业的支持,营造有吸引力的投资环境,推动当地产业结构优化和升级。

2) 促进数字经济与传统产业融合:鼓励数字经济企业与传统产业合作,探索创新商业策略和市场机遇,推动传统产业数字化、智能化转型,提升产业结构品质。政府应出台相关策略扶持,促进产业整合和成长。

3) 增强邻近地区政策扶持:考虑数字经济对周边地区的效应,积极提供政策援助和资源优先,推动产业结构优化和合理化。加强基础建设,提供人才培养机会,促进区域合作和资源共享,实现地区经济全面发展。

4) 增强产业结构改革政策导向:推动产业结构向高效、智能化和可持续方向发展,需实施主动策略,增强科技创新,鼓励新兴产业壮大,助力产业转型和升级。

参考文献

- [1] 张嘉毅. 中国信息通信研究院发布《中国数字经济发展报告(2022年)》[J]. 科技中国, 2022(12): 105.
- [2] 康铁祥. 中国数字经济规模测算研究[J]. 当代财经, 2008(3): 118-121.
- [3] 彭刚, 赵乐新. 中国数字经济总量测算问题研究——兼论数字经济与我国经济增长动能转换[J]. 统计学报, 2020, 1(3): 1-13.
- [4] 杨仲山, 张美慧. 数字经济卫星账户: 国际经验及中国编制方案的设计[J]. 统计研究, 2019, 36(5): 16-30.
- [5] 张雪玲, 焦月霞. 中国数字经济发展指数及其应用初探[J]. 浙江社会科学, 2017(4): 32-40.
- [6] 夏炎, 王会娟, 张凤, 等. 数字经济对中国经济增长和非农就业影响研究——基于投入占用产出模型[J]. 中国科学院院刊, 2018, 33(7): 707-716.
- [7] 黄文金, 张海峰, 叶少莉. 基于“有中心, 无边界”的数字经济评价模型的构建[J]. 中国工程咨询, 2018(11): 31-36.
- [8] 万晓榆, 罗焱卿, 袁野. 数字经济发展的评估指标体系研究——基于投入产出视角[J]. 重庆邮电大学学报(社会科学版), 2019, 31(6): 111-122.
- [9] 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.
- [10] 刘志彪. 产业政策的转型与收入分配的再均衡[J]. 探索与争鸣, 2021(11): 21-23.

-
- [11] 刘思峰, 唐学文, 袁潮清, 等. 我国产业结构的有序度研究[J]. 经济学动态, 2004(5): 53-56.
- [12] 马丽芳. 浙江省产业结构合理化水平的测度与分析[J]. 城市探索, 2011(6): 19-21.
- [13] 干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011, 46(5): 4-16, 31.
- [14] 王奕飞, 侯诺抒其, 姚凯. 数字经济对我国产业结构转型升级的影响[J]. 商业经济研究, 2022(9): 185-188.
- [15] 李越. 数字技术对煤炭资源型城市创新效率的作用研究[D]: [博士学位论文]. 太原: 山西财经大学, 2022.
- [16] 刘雨佳. 中国数字经济的空间结构及空间效应研究[D]: [博士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2023.
- [17] 武小英, 卞启航, 龙志刚. 基于空间杜宾模型的经济收敛性实证研究——以山西省为例[J]. 时代经贸, 2024, 21(3): 175-177.
- [18] 陈小辉, 张红伟, 吴永超. 数字经济如何影响产业结构水平? [J]. 证券市场导报, 2020(7): 20-29.
- [19] 贾卓强. 数字经济对劳动就业的影响研究[D]: [博士学位论文]. 成都: 四川大学, 2023.
- [20] 刘洋, 陈晓东. 中国数字经济发展对产业结构升级的影响[J]. 经济与管理研究, 2021, 42(8): 15-29.