

人工智能对区域经济发展的影响

——基于空间杜宾模型的分析研究

吴佳欣

西华大学经济学院, 四川 成都

收稿日期: 2025年11月5日; 录用日期: 2025年12月2日; 发布日期: 2025年12月18日

摘要

人工智能技术的发展深刻改变了传统经济结构, 成为推动区域经济增长和产业升级的重要动力。通过数据挖掘、智能决策与自动化生产等方式, 人工智能能够优化资源配置, 提升生产效率, 促进区域经济的高质量发展。本文基于2012年至2021年间的中国省际面板数据, 采用空间杜宾模型(SDM), 量化人工智能发展对区域经济增长的直接与间接效应。研究结果表明: (1) 人工智能发展对区域经济增长具有显著的促进作用, 且对相邻区域表现出显著的空间溢出效应; (2) 区域经济增长呈现出明显的时间积累效应和空间聚集效应; 因此, 加速人工智能技术的推广与应用, 因地制宜制定区域发展策略, 深化跨区域技术合作, 是推动区域经济协调发展与实现高质量增长的关键所在。

关键词

人工智能, 区域经济发展, 空间溢出效应, 空间杜宾模型(SDM)

The Impact of Artificial Intelligence on Regional Economic Development

—An Analysis Based on the Spatial Durbin Model

Jiixin Wu

School of Economics, Xihua University, Chengdu Sichuan

Received: November 5, 2025; accepted: December 2, 2025; published: December 18, 2025

Abstract

The development of artificial intelligence (AI) technology has profoundly changed the traditional economic structure, becoming an important driving force for regional economic growth and indus-

文章引用: 吴佳欣. 人工智能对区域经济发展的影响[J]. 可持续发展, 2025, 15(12): 122-132.

DOI: 10.12677/sd.2025.1512342

trial upgrading. Through data mining, intelligent decision-making, and automated production, AI can optimize resource allocation, improve production efficiency, and promote high-quality regional economic development. This paper uses inter-provincial panel data from 2012 to 2021 in China and employs the Spatial Durbin Model (SDM) to quantify the direct and indirect effects of AI development on regional economic growth. The results show that: (1) AI development has a significant promoting effect on regional economic growth and exhibits a significant spatial spillover effect on adjacent regions; (2) Regional economic growth shows obvious time accumulation and spatial agglomeration effects. Therefore, accelerating the promotion and application of AI technology, formulating regional development strategies according to local conditions, and deepening cross-regional technological cooperation are key to promoting coordinated regional economic development and achieving high-quality growth.

Keywords

Artificial Intelligence, Regional Economic Development, Spatial Spillover Effect, Spatial Durbin Model (SDM)

Copyright © 2025 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

在过去十年中，中国在人工智能技术领域取得了显著成就，已成为全球人工智能技术研发与应用的重要市场。但这一技术进步在区域间的分布并不均衡，东部沿海地区由于经济基础雄厚、人才资源丰富，在人工智能技术研发与应用方面处于相对领先地位；而中西部地区由于经济发展水平相对落后，技术应用和创新能力仍处于起步阶段。这种区域发展失衡不仅制约了中国整体经济的协调增长，也对人工智能技术的广泛应用与创新扩散提出了新的挑战[1]。

区域经济增长与技术创新密切相关。通过人工智能技术的集聚效应与扩散效应，企业和地区间的技术交流与合作得以深化，从而实现区域经济的整体提升[2]。尽管已有研究表明，人工智能技术的广泛应用对企业创新与产业升级具有显著推动作用，但区域经济在接受和吸纳新技术方面表现出明显的异质性[3]。基于这一背景，本文拟通过实证分析的方法，探讨人工智能对中国区域经济增长的直接与间接影响，特别关注其对邻近地区的空间溢出效应及区域差异。本文采用2012年至2021年间的中国省际面板数据，构建空间杜宾模型(SDM)，分析人工智能在时间和空间维度上的扩散模式与经济效应。通过引入空间计量经济模型，本文不仅能够评估人工智能对区域经济增长的直接效应，还能深入挖掘其不同区域间的技术扩散与经济联动机制。

综上所述，人工智能作为驱动区域经济增长的重要力量，其在时间与空间上的扩散模式和区域间的经济互动机制值得深入研究。本文将通过实证分析，揭示人工智能在区域经济发展中的动态演变过程与政策启示，旨在为构建具有广泛适应性的区域经济发展战略提供科学依据与实践参考。

2. 文献综述和机制分析

近年来，人工智能(Artificial Intelligence, AI)在推动区域经济增长、提高生产效率、以及优化资源配置方面的作用引起了广泛关注。许多学者采用实证分析方法，尤其是面板数据模型，研究了人工智能如何影响不同地区的经济发展。

首先,人工智能在宏观经济中的作用主要体现在生产效率和经济增长的提升方面。Autor 和 Salomons 研究了人工智能如何通过自动化技术提高生产效率,并指出人工智能对区域生产力的提升效果显著[4]。相似地,Acemoglu 和 Restrepo 强调了人工智能在推动生产力增长中的作用,并通过面板数据实证分析验证了 AI 对企业生产率的影响[5]。这些研究为理解人工智能在推动区域经济发展中的重要性提供了基础。

其次,人工智能在不同地区的应用与发展并不均衡,这种不均衡导致了区域间的经济差异。一些学者通过面板数据研究区域经济的不平衡性,例如 Moretti 研究了人工智能对城市和农村地区经济发展的差异影响,发现人工智能技术的扩展有助于都市区域经济增长,而对欠发达地区的影响较弱[6]。这一发现揭示了区域经济发展中的“AI 数字鸿沟”现象。

此外,人工智能对区域经济发展的影响还受到其他因素的制约,如人力资本和技术基础设施等。Bessen 通过面板数据模型分析了不同区域人力资本对 AI 应用的调节效应,发现教育水平较高的区域更容易从 AI 技术中获益,表现为经济增长率的提高[7]。同样, Brynjolfsson 和 McAfee 强调了政策对人工智能应用的重要性,认为政府可以通过提供资金和基础设施帮助落后区域弥补 AI 技术应用的差距[8]。

在区域经济发展理论方面,内生增长模型被广泛应用于分析人工智能对经济增长的作用。Romer 的内生增长理论指出,技术创新和知识溢出是推动经济增长的核心动力[9]。基于这一理论,一些研究将人工智能作为技术创新的主要来源之一进行分析,例如 Jones 和 Tonetti 探讨了 AI 作为一种知识生产工具对经济增长的内生影响,并通过面板数据分析验证了 AI 在推动区域知识生产和创新增长中的作用[10]。

近年来,国内越来越多的实证研究关注人工智能在不同经济体中的应用效果差异。李伟等研究了人工智能对区域经济创新的影响,认为 AI 不仅加速了创新资源的配置效率,还推动了创新集群的形成,尤其在创新驱动型经济的区域, AI 技术已经成为促进经济增长的重要因素[11]。这一结果表明, AI 在区域经济中的影响存在显著的异质性。在政策层面,王志国提出,制度环境是影响人工智能技术广泛应用和区域经济协调发展的重要因素。他认为,通过针对性的资金与基础设施投入,可以有效地促进中西部地区的 AI 技术发展,缩小区域间的技术差距,推动经济的均衡增长[12]。

总的来看,现有文献普遍认为人工智能对区域经济发展具有重要的推动作用,尤其是在生产力提升、经济增长和创新发展方面。然而, AI 对区域经济发展的影响因区域间差异而存在显著的异质性,这需要通过政府政策、人力资本的提升来更好地实现人工智能的普惠效应。

3. 理论分析与机制分析

人工智能(AI)对区域经济发展的影响是一个多维度、多层次的动态过程,涉及企业微观生产行为、区域中观产业结构升级以及宏观经济增长与政策环境的互动。基于现有理论与实证研究成果,本文构建了一个“企业-产业-区域”的多层次机制框架,分析人工智能如何通过技术扩散、创新激励与经济结构调整推动区域经济发展(如图 1)。

3.1. 微观层面：企业生产与运营机制

在微观层面,人工智能主要通过提升企业生产效率、优化资源配置与决策管理,推动企业经济效益的增长。企业通过应用人工智能算法和数据分析技术,能够实现精准化生产和智能决策,显著提高生产效率,降低生产成本。例如,智能机器人在制造业中的应用,通过自动化生产线降低人力成本与产品缺陷率。此外,智能供应链管理系统可实时优化库存与物流调度,提升企业市场响应能力[13]。

人工智能还激发了企业的创新动力与竞争意识。通过智能化技术的引入,企业可针对消费者需求开展个性化产品定制与服务优化,形成差异化竞争优势。因此,企业的数字化与智能化转型在很大程度上决定了区域经济的产业竞争力与增长潜力[14]。

3.2. 中观层面：区域产业结构优化机制

区域经济的发展在中观层面主要表现为产业结构的优化与升级。人工智能技术作为关键生产要素，推动了传统产业的数字化与智能化转型。例如，传统制造业借助智能制造和工业互联网技术实现了高度自动化生产，农业通过智能灌溉和精准种植提高了农作物产量与质量[15]。

与此同时，人工智能技术的广泛应用还催生了诸如大数据分析、智能硬件制造与智慧城市建设等新兴产业[16]。以人工智能技术为核心的新兴产业不仅自身增长迅速，还通过技术溢出效应带动相关配套产业的协同发展，从而促进区域经济的整体增长与产业多样化。

3.3. 宏观层面：区域经济增长与空间扩散机制

在宏观层面，人工智能技术通过空间扩散与区域联动效应，促进区域经济的协调发展与整体增长。一方面，人工智能的技术溢出效应能够跨越区域边界，将先进地区的技术与创新成果传递到经济欠发达地区，缩小区域发展差距。例如，东部沿海地区在人工智能基础设施与技术人才方面具有明显优势，能够通过区域技术合作与产业转移带动中西部地区的发展[17]。

另一方面，人工智能还通过政策激励与政府引导，推动区域经济增长模式的转型与升级。各国政府通过实施人工智能发展战略与支持政策，构建区域创新网络与科技园区，为区域经济发展提供了良好的政策环境与资源支持[18]。

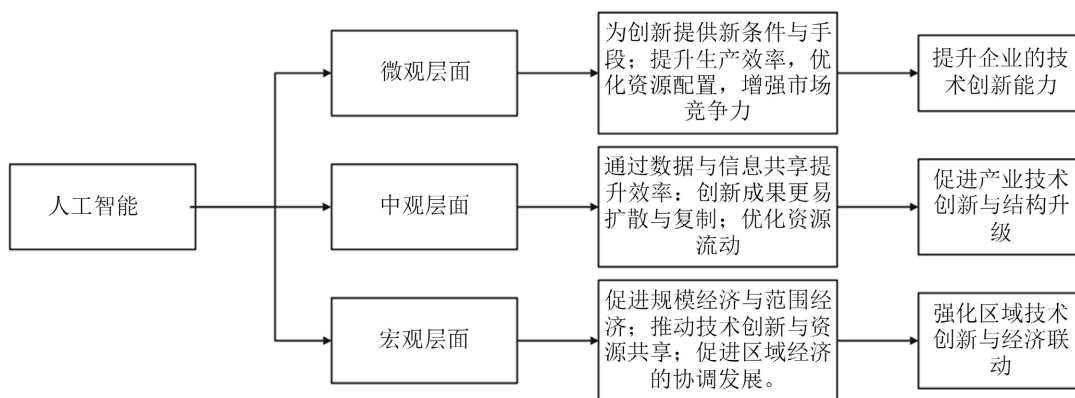


Figure 1. Framework diagram

图 1. 框架图

基于上述“企业－产业－区域”多层次机制框架，本文提出以下可检验的研究假说：

H1：人工智能发展对本地区经济增长具有显著的直接促进作用。

H2：人工智能发展对邻近地区经济增长存在空间溢出效应，该效应可能因资源集聚与扩散力量的对比而表现为正向或负向。

H3：人工智能对区域经济增长的影响存在异质性，其在经济基础与人力资本更优越的地区(如东部)的促进效应更强。

4. 模型构建与实证分析

4.1. 空间相关性检验

空间自相关可以判断位于相邻空间单位的属性值的相关程度，若研究变量之间具有空间相关性，则说明建立空间计量模型对变量进行估计更合适。为了分析我国相邻空间市区人工智能水平之间是否存在

空间自相关，本文将从全局空间自相关和局部空间自相关两方面来进行检验。

4.1.1. 空间权重矩阵

空间相关性检验的第一步是要构建空间权重矩阵，以此来衡量研究对象的空间距离。本文选择了空间经济地理嵌套矩阵(基于 GDP 和经纬度)，该矩阵结合了地理距离与经济特征。

$$w_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{2} \frac{1}{d_{ij}} + \frac{1}{2} \frac{1}{|GDP_i - GDP_j|}, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases}$$

其中， d_{ij} 为区域 i 和 j 的地理距离， GDP_i 和 GDP_j 分别为两地的 GDP，结合地理邻近性与经济水平差异来衡量区域间的空间依赖关系。

4.1.2. 全局空间自相关

全局自相关可以判断我国区域经济增长整体的空间相关性，本文使用全局 Moran's I 指数来评估我国区域经济增长率在区域间的整体空间联系或差异程度。其计算公式如下：

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{s^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}}$$
$$s^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n$$

上式中， s^2 表示研究对象的方差， w_{ij} 为空间权重矩阵， x_i 、 x_j 为 i 市区和 j 市区的区域经济增长率值， n 表示所研究的市区个数， \bar{x} 表示研究范围内所有市区经济增长率的平均值。Moran's I 指数的值范围为 $[-1, 1]$ ，其绝对值越小表示研究对象的空间相关性越弱，绝对值越大则表示空间相关性越强。当其值为正数时，表示研究对象存在空间正相关性，即属性值相似的研究对象在空间上聚集，若等于 0，则表明研究对象空间上没有相关性，若为负值，说明研究对象为空间负相关，即属性值相异的在空间上聚集。

本文对我国区域经济增长率的全局 Moran's I 指数进行求解，并对空间权重矩阵(包括空间邻接矩阵、空间距离矩阵、经济距离矩阵和空间嵌套矩阵)运算结果的显著性进行比较后，选择了结果显著性最优的空间嵌套矩阵进行报告，具体结果如表 1 所示。

Table 1. Global regional economic growth rate in China, 2012~2021 (Moran's I)

表 1. 2012~2021 年中国区域经济增长率全局 Moran's I

| 年份 | I | Z | P-value | 年份 | I | Z | P-value |
|------|----------|-------|---------|------|----------|-------|---------|
| 2012 | 0.110*** | 3.498 | 0.000 | 2017 | 0.196*** | 6.146 | 0.000 |
| 2013 | 0.063** | 2.070 | 0.038 | 2018 | 0.123*** | 3.854 | 0.000 |
| 2014 | 0.051*** | 2.740 | 0.006 | 2019 | 0.114*** | 3.591 | 0.000 |
| 2015 | 0.161*** | 5.065 | 0.000 | 2020 | 0.037*** | 1.275 | 0.002 |
| 2016 | 0.186*** | 5.888 | 0.000 | 2021 | 0.062** | 2.012 | 0.044 |

注：***、**、*分别表示在 1%、5%和 10%水平下显著。

由结果可知，2012 年~2021 年间，我国各省市区域经济增长率的全局 Moran's I 均为正值，且大多数年份显著，通过了 95%或以上水平下的显著性检验(P 值<0.05)。这表明我国各省市的区域经济增长率具有显著的空间正相关性，即表现为“高高聚集”或“低低聚集”的现象。然而，从 Moran's I 的绝对值来看，2012~2021 年间 Moran's I 均未超过 0.2，显示我国区域经济增长率的空间相关性处于较弱水平。

为了更直观地呈现全局 Moran's I 的变化趋势, 本文以直方图的形式展示了 2012~2021 年间的全局 Moran's I (如图 2)。结果显示, 这一期间我国区域经济增长率的空间相关性呈现波动变化的趋势。2012 年至 2013 年, 全局 Moran's I 从 0.110 降至 0.063, 空间相关性显著减弱, 这可能与部分地区经济政策调整或短期经济波动有关; 随后, 2013 年至 2015 年, 全局 Moran's I 上升至 0.161, 表明区域间经济增长的空间关联性逐渐增强, 或得益于政府在此期间加强区域经济协调发展。2015 年至 2017 年, 全局 Moran's I 稳步上升至 0.196, 说明区域经济的空间正相关性进一步加强。2017 年至 2020 年, 全局 Moran's I 先升后降, 2019 年达到 0.114 后在 2020 年下降至 0.037, 这种下降趋势可能受到疫情对区域经济活动干扰的影响。至 2021 年, 全局 Moran's I 小幅回升至 0.062, 显示各地区经济复苏政策对空间相关性产生了一定的积极影响。总体而言, 我国区域经济增长率的全局 Moran's I 指数虽然一直为正, 但绝对值较低, 显示出空间聚集效应较弱, 且易受外部环境和政策变化的干扰, 进一步说明区域间经济联动性仍需通过加强合作与协调发展来提升。

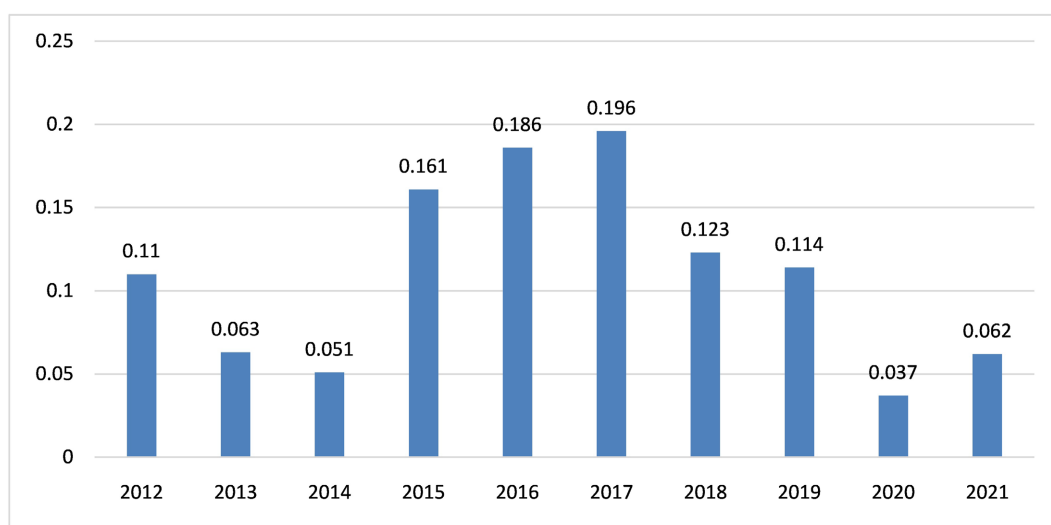


Figure 2. Global Moran's I variation of regional economic growth rate in China, 2012~2021

图 2. 2012~2021 年中国区域经济增长率全局 Moran's I 变化情况

4.2. 变量选取和数据来源

空间相关性检验表明我国区域经济增长率存在显著的空间自相关性, 因此更适合构建空间计量模型来分析其影响因素。在构建相应模型之前, 本文先进行变量的选取。为了科学合理地选取中国区域经济增长的影响因素, 本文在大量阅读相关文献的基础上, 选取了 7 个影响我国区域经济增长的关键变量, 具体分析如下。

人工智能的发展对区域经济增长的影响不容忽视, 因此本文参考孙雪等(2022)的做法, 基于“企查查”平台, 通过关键词模糊匹配提取与人工智能相关的企业数量, 并以该年该市人工智能企业数量的对数值作为指标[19]; 对外开放程度本文参考现有文献, 以地区进出口贸易总额占地区生产总值的比例作为衡量指标; 金融发展水平对区域经济增长具有显著影响, 本文采用年末金融机构存贷款余额占地区生产总值的比例作为衡量区域金融发展水平的指标; 基础设施水平是区域经济发展的重要支撑, 本文以地区固定资产投资占地区生产总值的比例作为基础设施水平的衡量指标。

产业结构反映了区域经济发展的质量和水平, 本文参考张云宁等的做法, 以第三产业增加值与第二产业增加值的比重作为衡量产业结构高级化的指标; 教育水平是区域经济增长的重要基础, 能够显著提

升劳动生产率和创新能力，本文采用地区教育支出占政府财政一般支出的比例作为衡量指标。人口密度是衡量区域发展潜力和市场规模的重要指标，人口较为集中的地区往往具备更高的经济活动频率，同时也更容易形成技术和资本的聚集效应，本文以地区常住人口与城市面积之比(取对数处理)作为衡量人口密度的指标。

综上所述，本文构建了如表 2 所示的影响因素变量指标，为分析中国区域经济增长的影响机制提供了基础数据支持。

Table 2. Variables influencing regional economic development
表 2. 区域经济发展影响因素变量指标

| 变量类型 | 变量名 | 变量符号 | 衡量指标 |
|-------|----------|-----------|--------------------|
| 被解释变量 | 区域经济增长率 | Y_{it} | 省市 GDP 增长率 |
| 解释变量 | 人工智能发展水平 | AI_{it} | 地区人工智能企业数量的对数值 |
| | 人口密度 | PD | 地区常住人口与城市面积之比 |
| | 教育水平支出 | EDU | 教育支出与政府财政一般支出的比例 |
| | 基础设施水平 | INF | 固定资产投资与地区生产总值的比例 |
| | 金融发展程度 | FIN | 年末金融机构存贷款余额/地区生产总值 |
| | 对外开放程度 | OP | 进出口总额/地区生产总值 |
| | 产业结构高级化 | IS | 第三产业增加值/第二产业增加值 |

以上变量指标的数据主要来自于《中国统计年鉴》和企业信用信息查询平台，表 3 为各变量指标的描述性结果统计。

Table 3. Descriptive statistics of each variable indicator
表 3. 各变量指标描述性统计

| 变量类型 | 变量指标 | 个数 | 平均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 |
|-------|----------|------|-------|--------|----------|-------|
| 被解释变量 | 区域经济增长率 | 2850 | 7.533 | 4.148 | -20.63 | 109 |
| 解释变量 | 人工智能发展水平 | 2850 | 5.032 | 1.681 | 0 | 11.03 |
| | 人口密度 | 2850 | 5.717 | 0.966 | 0.683 | 7.882 |
| | 教育水平支出 | 2850 | 2.602 | 1.303 | 0.635 | 21.30 |
| | 基础设施水平 | 2850 | 0.171 | 0.274 | 2.72e-06 | 2.491 |
| | 金融发展程度 | 2850 | 1.093 | 0.606 | 0.130 | 5.348 |
| | 对外开放程度 | 2850 | 0.175 | 0.0390 | 1.69e-07 | 0.356 |
| | 产业结构高级化 | 2850 | 0.892 | 0.393 | 0 | 2.772 |

4.3. 空间计量模型构建

空间自相关性检验表明，在分析我国区域经济增长影响因素时应充分考虑空间因素。为提高实证结果的可靠性和科学性，本文通过 LM 检验和稳健性检验(Robust LM)，最终选择空间杜宾模型(SDM)作为分析工具。同时，Hausman 检验结果显著，使用固定效应(个体固定、时间固定、双固定效应)进行回归估计，综合模型显著性和拟合效果，确定最优模型设定，以揭示区域经济增长的空间影响机制及其溢出效应。

空间杜宾模型(SDM)是空间误差模型(SEM)和空间滞后模型(SLM)的一般化, 可以通过对空间误差模型(SEM)和空间滞后模型(SLM)进行一定的重组扩展、添加相关条件约束得到空间杜宾模型(SDM)。其基本的模型表达式如下:

$$Y = \alpha + \rho WY + \beta X + \lambda WX + \theta, \theta \in (0, \sigma^2 I_n)$$

式中, Y 为被解释变量, X 为解释变量, 常数项为 α , W 是空间权重矩阵, β 为回归系数, ρ 为表示被解释变量 Y 的空间滞后项系数, λ 是一个参数向量, 对 θ 是表示随机扰动项, 服从独立分布[20]。

本文根据空间杜宾模型(SDM)的基本表达式和选取的影响变量指标构建了关于我国人工智能对区域经济影响研究的空间杜宾模型(SDM), 具体如下:

$$Y_{it} = \alpha + \rho WY_{it} + \beta_1 \ln AI_{it} + \beta_2 PD_{it} + \beta_3 EDU_{it} + \beta_4 INF_{it} + \beta_5 FIN_{it} + \beta_6 OP_{it} + \beta_7 IS_{it} + \lambda_1 W \ln AI_{it} + \lambda_2 WPD_{it} + \lambda_3 WEDU_{it} + \lambda_4 WINF_{it} + \lambda_5 WFIN_{it} + \lambda_6 WOP_{it} + \lambda_7 WIS_{it} + \theta_{it}$$

具体结果如表 4, 从 R^2 的大小以及各变量的显著性可知个体固定效应的回归结果最优。因此, 本文最终采用个体固定效应空间杜宾模型(SDM)对我国区域经济影响因素进行回归估计。

Table 4. Regression results for the three fixed effects

表 4. 三种固定效应的回归结果

| 变量 | 个体固定效应 | 时间固定效应 | 双固定效应 |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| LnAI | 0.720* | 0.523*** | 0.804* |
| FIN | -0.0506 | -0.264*** | -0.0432 |
| PD | -0.348 | 0.132 | -0.299 |
| OP | 0.580 | 0.442 | -0.225 |
| IS | -0.972*** | -0.295* | -0.945*** |
| EDU | -3.696 | 4.939** | -7.329* |
| INF | -1.025*** | 0.662*** | -0.928*** |
| W*LnAI | -0.654* | -0.485** | -0.461 |
| W*FIN | -0.156 | 0.452** | 0.280 |
| W*PD | 1.468 | -0.0447 | 1.869* |
| W*OP | 2.130 | -0.865 | -3.316 |
| W*IS | -0.674 | 0.0629 | 0.659 |
| W*EDU | 39.21*** | 12.68** | 3.384 |
| W*INF | -0.229 | 0.667 | 1.275 |
| ρ | 0.492*** | 0.276*** | 0.196*** |
| R-sq | 0.132 | 0.0449 | 0.00946 |

注: ***, **, * 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平下显著。

4.4. 空间效应分解

为准确识别人工智能及其他因素对区域经济的本地与溢出影响, 本文对个体固定效应空间杜宾模型的结果进行了效应分解, 核心变量的分解结果如表 5 所示。

Table 5. Effect decomposition results of each explanatory variable
表 5. 各解释变量的效应分解结果

| 变量 | 直接效应 | | 间接效应 | | 总效应 | |
|------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | 系数 | T 值 | 系数 | T 值 | 系数 | T 值 |
| LnAI | 0.7029* | 2.32 | -0.5834 | -1.50 | 0.1195 | 0.43 |
| FIN | -0.0541 | -0.52 | -0.3077 | -0.54 | -0.3619 | -0.60 |
| PD | -0.2400 | -0.64 | 2.5834 | 1.48 | 2.3434 | 1.22 |
| OP | 0.7875 | 1.05 | 4.4958 | 1.34 | 5.2833 | 1.48 |
| IS | -1.0762*** | -4.07 | -2.1208* | -2.04 | -3.1970** | -2.88 |
| EDU | -0.1643 | -0.05 | 70.0397*** | 5.77 | 69.8754*** | 5.17 |
| INF | -1.0958*** | -3.64 | -1.4064 | -1.04 | -2.5022* | -1.74 |

注：***、**、*分别表示在 1%、5%和 10%水平下显著。

基于表 4 和表 5 的结果，本文对前述研究假说进行检验与讨论：首先，关于假说 H1 (人工智能发展对本地区经济增长具有直接促进作用)，效应分解结果显示，人工智能发展水平(LnAI)的直接效应在 10% 的水平上显著为正(系数 0.7029)，这为 H1 提供了支持。这表明本地区人工智能技术的提升通过优化企业生产流程、激发创新活力等微观与中观机制，有效促进了本地经济增长。

其次，关于假说 H2 (人工智能发展对邻近地区存在空间溢出效应)，LnAI 的间接效应为负且不显著，总效应亦不显著。这一结果未能支持人工智能存在显著正向空间溢出的预期，反而暗示了可能存在非对称的扩散格局。一种可能的机制是，人工智能发展领先的地区通过吸引人才、资本等稀缺资源，对周边地区形成了一定的资源竞争压力，从而在统计上观测到了不显著的负向空间关联。

最后，关于假说 H3 (影响存在区域异质性)，尽管模型未直接进行分区域回归，但人工智能直接效应显著而间接效应不显著这一事实，间接印证了其经济效益的发挥高度依赖于本地条件(如产业基础、人力资本)。这符合 H3 的预期，即人工智能的增益在基础条件迥异的区域间并非均匀分布。

此外，其他控制变量的效应也呈现出复杂的空间特征。产业结构高级化(IS)的直接与间接效应均显著为负，这可能反映了区域间产业同质化与低端化发展的普遍问题。基础设施水平(INF)的直接效应显著为负，但其间接效应显著为正，表明周边地区的基础设施改善对本地区经济发展构成了强大的正向外部性。

4.5. 稳健性检验

为验证上述结论的可靠性，本文更换为空间地理距离矩阵重新估计，结果如表 6 的所示。核心变量的系数方向与显著性水平与主回归结果基本一致，证实了本研究结论的稳健性。

Table 6. Robustness checks based on the spatial geographic distance matrix
表 6. 基于空间地理距离矩阵的稳健性检验

| 变量 | 直接效应 | 间接效应 | 总效应 |
|------|------------|-----------|-----------|
| | 系数 | 系数 | 系数 |
| LnAI | 1.0313*** | 34.2055 | 35.2368 |
| FIN | -0.447 | -32.4778 | -32.9248 |
| PD | -0.0861 | 6.0783 | 5.9922 |
| OP | -0.3478 | -90.6242 | -90.972 |
| IS | -0.8323*** | -13.8553 | -14.6876 |
| EDU | -6.4989** | -39.8084 | -46.3073 |
| INF | -1.9445*** | 66.4100** | 64.4654** |

5. 结论与建议

本文基于 2012~2021 年中国省际面板数据,运用空间杜宾模型实证检验了人工智能对区域经济发展的影响,并对提出的研究假说进行了验证,主要得出以下结论:

第一,假说 H1 得到支持:人工智能对本地区经济增长具有显著的直接促进作用。

第二,假说 H2 未得到完全支持:人工智能的空间溢出效应在本研究中并未显现出统计显著性,其技术扩散与经济效益目前仍主要集中于本地。

第三,假说 H3 得到间接支持:人工智能的经济效益存在明显的区域异质性,其积极影响的发挥依赖于区域的综合基础条件。

第四,区域经济增长表现出显著的空间依赖性。本研究不仅揭示了经济增长本身的空间聚集特征,也发现如产业结构、基础设施等因素同样存在强烈的空间互动效应。这意味着任何单一区域的孤立发展政策都可能效果不彰。

基于上述结论,本文提出如下政策启示:

1、实施差异化的区域 AI 发展策略。东部地区应聚焦于 AI 核心技术研发与前沿应用探索,发挥创新引领作用。中西部地区则需优先完善数字基础设施,加大技术引进与转化力度,并通过人才引进政策弥补关键短板,提升其技术吸收能力[22]。

2、强化区域间协同发展机制。各级政府应积极加强区域间政策协调,构建跨区域的 AI 技术合作平台与创新联盟,鼓励东部技术、人才与资本向中西部流动,将正向的空间溢出效应最大化,从而促进整体经济效率的提升[23]。

3、推动产业结构优化与基础设施的精准投入。政策应引导资源从低效部门退出,向高技术、高附加值产业倾斜。同时,基础设施投资应注重区域间的互联互通与协同布局,避免重复建设和资源错配,提升整体网络效益。

参考文献

- [1] 中国电子技术标准化研究院. 中国人工智能发展报告(2022) [R]. 北京: 中国电子技术标准化研究院, 2022.
- [2] 张伟男, 刘挺. ChatGPT 技术解析及通用人工智能发展展望[J]. 国家自然科学基金, 2023, 37(5): 751-757.
- [3] 吕荣杰, 郝力晓. 中国人工智能发展水平、区域差异及分布动态演进[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(24): 76-84.
- [4] Autor, D., Autor, D., Salomons, A. and Salomons, A. (2018) Is Automation Labor Share-Displacing? Productivity Growth, Employment, and the Labor Share. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2018, 1-87. <https://doi.org/10.1353/eca.2018.0000>
- [5] Acemoglu, D. and Restrepo, P. (2020) Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. *Journal of Political Economy*, 128, 2188-2244. <https://doi.org/10.1086/705716>
- [6] Moretti, E. (2021) The Effect of AI on Regional Development and Urban-Rural Economic Divide. *American Economic Journal: Economic Policy*, 13, 1-33.
- [7] Bessen, J. (2019) AI and Jobs: The Role of Human Capital. *Journal of Economic Perspectives*, 33, 45-66.
- [8] Brynjolfsson, E. and McAfee, A. (2021) The Role of Policy in AI Deployment across Regions. *MIT Technology Review*.
- [9] Romer, P.M. (1990) Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98, S71-S102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- [10] Jones, C.I. and Tonetti, C. (2020) Nonrivalry and the Economics of Data. *American Economic Review*, 110, 2819-2858. <https://doi.org/10.1257/aer.20191330>
- [11] 李伟, 赵峰. 人工智能对区域创新的影响: 基于中国不同区域的实证分析[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(10): 90-97.
- [12] 王志国. 人工智能与区域经济协调发展: 政策支持与路径选择[J]. 西部经济研究, 2019, 33(7): 24-31.
- [13] 陈楠, 蔡跃洲. 人工智能技术创新与区域经济协调发展——基于专利数据的技术发展状况及区域影响分析[J].

- 科研管理, 2023, 44(2): 12-25.
- [14] 韩永辉, 刘洋, 王贤彬. 人工智能对区域经济增长的异质性影响与机制识别——基于中国“机器换人”的实证检验[J]. 学术研究, 2023(2): 97-104.
 - [15] 薛姚, 卫剑. 人工智能对区域经济高质量发展的影响研究[J]. 中国管理科学, 2024, 32(14): 15-18.
 - [16] 王海龙. 人工智能产业对区域经济发展影响测度分析[J]. 经济问题探索, 2021(4): 45-52.
 - [17] 张平. 人工智能发展与区域经济空间格局重塑[J]. 经济研究, 2021(1): 56-64.
 - [18] 赵烁, 陆瑶, 王含颖, 彭章. 人工智能对企业价值影响的研究——来自中国智能制造试点示范项目公告的证据[J]. 投资研究, 2019, 38(9): 84-107.
 - [19] 孙雪, 宋宁, 赵培雅. 人工智能如何影响劳动收入——基于个人能力的微观解析与实证检验[J]. 山西财经大学学报, 2022, 44(8): 17-29.
 - [20] 陈强. 高级计量经济学及 Stata 应用[M]. 北京: 高等教育出版社 2014.
 - [21] Lesage, J.P. and Pace, R.K. (2009) *Introduction to Spatial Econometrics*. CRC Press.
 - [22] 潘敬萍. 我国人工智能发展现状与应对策略研究[J]. 现代商业, 2018(21): 25-28.
 - [23] 曹静, 周亚林. 人工智能对经济的影响研究进展[J]. 经济学动态, 2018(1): 103-115.