

# 基于人工智能发展探究其对我国高质量发展的影响机制

孙艺萌

曲阜师范大学统计与数据科学学院, 山东 济宁

收稿日期: 2025年10月11日; 录用日期: 2025年11月2日; 发布日期: 2025年11月12日

## 摘要

高质量发展是我国经济社会发展的重要战略方向, 涵盖经济、社会、环境等多维度协调发展。人工智能作为新一轮科技革命和产业变革的核心驱动力量, 其与高质量发展的深度融合已成为我国突破传统发展瓶颈、培育新质生产力的关键路径。本文基于2011~2021年中国30个省份(不含港澳台及西藏地区)的面板数据, 运用熵权法测算各省高质量发展水平, 通过线性回归、面板数据回归及系统聚类模型, 探究人工智能发展对高质量发展的影响及区域异质性。研究结果表明, 人工智能发展对我国高质量发展具有显著正向影响, 且这一影响存在区域差异——西部地区人工智能对高质量发展的促进作用强于东中部地区; 人口老龄化、消费水平、环境治理水平等控制变量也对高质量发展产生差异化影响, 其中环境治理水平的正向作用最为突出。

## 关键词

人工智能, 高质量发展, 面板数据回归, 系统聚类, 区域异质性

## Exploring the Impact Mechanism of Artificial Intelligence Development on China's High-Quality Development

Yimeng Sun

School of Statistics and Data Science, Qufu Normal University, Jining Shandong

Received: October 11, 2025; accepted: November 2, 2025; published: November 12, 2025

## Abstract

High-quality development is an important strategic direction of China's economic and social

development, covering the coordinated development of economy, society, environment and other dimensions. As the core driving force of the new round of scientific and technological revolution and industrial transformation, the in-depth integration of artificial intelligence with high-quality development has become a key path for China to break through the bottleneck of traditional development and cultivate new-quality productive forces. Based on the panel data of 30 provinces in China (excluding Hong Kong, Macao, Taiwan and Tibet) from 2011 to 2021, this paper uses the entropy weight method to measure the high-quality development level of each province, and explores the impact of artificial intelligence development on high-quality development and regional heterogeneity through linear regression, panel data regression and systematic clustering model. The research results show that the development of artificial intelligence has a significant positive impact on China's high-quality development, and this impact has regional differences—the promotion effect of artificial intelligence on high-quality development in the western region is stronger than that in the eastern and central regions; Control variables such as population aging, consumption level and environmental governance level also have differential impacts on high-quality development, among which the positive role of environmental governance level is the most prominent.

## Keywords

Artificial Intelligence, High-Quality Development, Panel Data Regression, Systematic Clustering, Regional Heterogeneity

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

### 1.1. 研究背景与意义

当前全球经济竞争聚焦于科技与产业创新，我国正处于经济结构转型关键期，高质量发展已成为经济建设的核心目标——从经济层面的“速度优先”转向“质量效益优先”，从社会层面的“基本保障”升级为“美好生活供给”，从环境层面的“先污染后治理”转向“绿色协调发展”。高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务[1]。习近平主席强调，“人工智能是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量”，国务院先后在《“十三五”国家科技创新规划》《新一代人工智能发展规划》中将人工智能列为国家战略，2029年我国人工智能市场规模预计突破万亿，提前实现2030年产业目标。

在此背景下，探究人工智能对高质量发展的影响具有重要价值：理论上，可填补人工智能与高质量发展“多维度关联”的实证研究空白，明确两者作用机制；实践上，能为区域差异化人工智能发展策略提供数据支撑，助力我国在全球科技竞争中抢占先机，推动经济社会可持续发展。

### 1.2. 文献综述

近年来，许多学者围绕人工智能与高质量发展展开了多维度研究。李宏与乔越(2021)通过实证分析发现，人工智能技术能降低企业运营成本、提高产品质量，推动产业升级[2]；蔡震坤和綦建红(2021)指出人工智能普及促进新兴产业崛起，为经济增长注入新动力[3]；在环境维度，相关研究表明人工智能可通过优化资源配置、减少能源消耗推动绿色发展(马浩、孙祎卓，2024) [4]。

但现有研究仍存在不足：一是对区域异质性的分析不够深入，尤其缺乏东中西部对比；二是对人工智能与高质量发展“非线性关系”的探讨较少，难以全面反映两者互动规律。

## 2. 理论分析与研究假设

### 2.1. 人工智能对高质量发展的直接影响

人工智能通过“效率提升”、“创新驱动”、“结构优化”三重路径推动高质量发展：在生产端，工业机器人等人工智能载体实现 24 小时精准作业，替代低技能劳动力、互补高技能劳动力，显著提升生产效率(姚加权等, 2024) [5]；在创新端，人工智能催生智能医疗、智慧城市等新业态，推动技术成果向实体经济转化；在结构端，人工智能通过“技术辐射”带动落后区域发展，缩小区域经济差距，契合高质量发展“协调”、“共享”内涵。

基于此，提出假设 1：人工智能发展水平对我国高质量发展具有显著正向影响。

### 2.2. 人工智能影响高质量发展的区域异质性

我国东中西部地区在经济基础、产业结构、资源禀赋上存在显著差异：东部地区(如北京、广东)人工智能起步早、产业成熟，可能面临“边际效益递减”；中西部地区人工智能基础薄弱，但政策支持力度大、发展潜力足，可能呈现“后发优势”——较低的人工智能投入即可带来高质量发展的快速提升。

基于此，提出假设 2：人工智能对高质量发展的促进作用存在区域异质性，西部地区的影响强度大于东中部地区。

## 3. 数据来源与变量说明

### 3.1. 数据来源

本文选取 2011~2021 年中国 30 个省份(不含港澳台及西藏地区)的面板数据，核心数据来自《中国统计年鉴(2011~2021)》《中国城市统计年鉴(2011~2021)》，其他变量数据来自历年《中国统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》和各省份统计年鉴。少量缺失值数据通过线性插值填补和热卡填充弥补。

### 3.2. 变量测度

#### 3.2.1. 被解释变量：高质量发展水平

遵循科学性、系统性、全面性原则，参考现有研究构建“五大发展理念”指标体系(表 1)，通过熵权法测算高质量发展指数：

- (1) 标准化处理：消除指标量纲差异；
- (2) 计算信息熵与信息效用值：确定指标重要性；
- (3) 赋予权重并合成指数：得到各省每年高质量发展水平。

Table 1. Indicator system for high-quality development level

表 1. 高质量发展水平指标体系

一级指标	二级指标	指标说明
创新发展	GDP 增长率	地区 GDP 年度增长率(%)
	研发投入强度	规模以上工业企业 R&D 经费/地区 GDP (%)
	技术交易活跃度	技术交易成交额/地区 GDP (%)
协调发展	城镇化率	城镇人口/地区总人口(%)
	第三产业占比	第三产业增加值/地区 GDP (%)
	政府债务负担	政府债务余额/地区 GDP (%)

续表

绿色发展	能源消费弹性系数	能源消费增长率/地区 GDP 增长率
	单位 GDP 废水排放	废水排放总量/地区 GDP (吨/万元)
	单位 GDP 废气排放	二氧化硫排放量/地区 GDP (吨/万元)
开放发展	对外贸易依存度	进出口总额/地区 GDP (%)
	外商投资比重	实际利用外商投资/地区 GDP (%)
共享发展	居民收入增长弹性	居民人均可支配收入增长率/地区 GDP 增长率
	城乡消费差距	城镇居民人均消费支出/农村居民人均消费支出
	民生财政支出比重	(教育 + 医疗 + 社保支出)/地方财政预算支出(%)

利用熵值法计算各省每年高质量发展水平的具体操作如下:

第 1 步, 对各省每年的各指标变量数据进行标准化处理, 得到各变量数据的标准值  $y_{ij}$  :

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{i\min}}{x_{i\max} - x_{i\min}}$$

其中,  $x_{ij}$  为经过无量纲化处理的第  $i$  个单位的第  $j$  个指标,  $x_{i\min}$  为第  $i$  个单位的指标数据的最小值,  $x_{i\max}$  为第  $i$  个单位的指标数据的最大值。并且对所有 0 值的对数值直接进行取 0 处理。

第 2 步, 定义标准化的计算公式为  $Y_{ij}$ , 具体形式如下:

$$Y_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}}$$

第 3 步, 指标信息熵值  $e$  与信息效用值  $d$  的计算。第  $j$  项指标的信息熵值为  $e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m Y_{ij} \ln Y_{ij}$ , 信息效用值  $d_j = 1 - e_j$ 。

第 4 步, 评价并计算指标数据的权重值: 选用信息效用值  $d$  作为指标数据重要性的衡量标准, 其中信息效用值  $d$  越大, 表明指标越重要, 对评价的重要性就越大, 最后计算得到每一项指标数据占总指标体系的权重为  $W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$ 。

第 5 步, 综合评价:  $F = \sum_{i=1}^m W_j y_{ij}$ 。

最终得到各省每年高质量发展水平。

### 3.2.2. 核心解释变量: 人工智能发展水平

本文的调节变量选用工业机器人安装密度来衡量人工智能应用水平。借鉴康茜(2021) [6]、魏下海(2020) [7]等学者的方法, 采用省级层面的机器人安装密度来衡量人工智能发展水平。

### 3.2.3. 控制变量

在控制变量方面, 本文借鉴相关研究, 综合考量了经济、社会和环境三个维度的关键因素, 选择以下变量作为本次研究的控制变量: (1) 人口老龄化, 用老年人口抚养比表示, 它反映了劳动年龄人口需要负担的老年人口数量; (2) 消费水平, 用全体居民人均消费水平表示, 它直接关联到居民的生活质量和经济福利; (3) 环境治理水平, 用工业污染治理耗费资金额, 它关乎生态可持续性与居民健康。

### 3.3. 描述性统计

为清晰呈现各变量的基本特征，本文对核心解释变量、被解释变量及控制变量进行描述性统计，结果如表 2 所示。

**Table 2.** Descriptive statistics of variables  
**表 2.** 变量描述性统计

变量名称	观测值(N)	均值(Mean)	标准差(Std. Dev.)	最小值(Min)	最大值(Max)
高质量发展指数(HQD)	330	0.52	0.18	0.21	0.89
人工智能发展水平(AI)	330	6.8	4.2	1.1	18.5
人口老龄化(AGE)	330	14.3	2.5	9.8	21.6
消费水平(CONS)	330	23560	11280	8920	68540
环境治理水平(ENV)	330	85.6	42.3	12.8	210.5

注：人工智能发展水平单位为台/万人，消费水平单位为元，环境治理水平单位为亿元，人口老龄化单位为%。

从表 2 可知，高质量发展指数均值为 0.52，标准差 0.18，表明样本省份高质量发展水平存在一定差距，但整体处于中等水平；人工智能发展水平均值 6.8 台/万人，标准差 4.2，最大值与最小值相差 17.4 台/万人，反映各省人工智能发展不均衡，区域差异显著；人口老龄化均值 14.3%，标准差 2.5%，说明各省老龄化程度相对稳定；消费水平均值 23,560 元，标准差 11,280 元，体现不同地区居民消费能力差异较大；环境治理水平均值 85.6 亿元，标准差 42.3 亿元，表明各省在环境治理投入上存在明显分化。

## 4. 实证分析

### 4.1. 探究人工智能对高质量发展的直接影响

本文首先利用基准回归模型，探究人工智能对高质量发展的直接影响，同时结合变量标准差解释系数经济含义。

#### 4.1.1. 模型构建

构建线性回归模型探究人工智能与高质量发展的关系，控制省份与年份固定效应：

$$HQD_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 AI_{it} + \alpha_2 AGE_{it} + \alpha_3 CONS_{it} + \alpha_4 ENV_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

其中， $HQD_{it}$  为第  $i$  省第  $t$  年高质量发展指数， $AI_{it}$  为人工智能发展水平， $AGE_{it}$ 、 $CONS_{it}$ 、 $ENV_{it}$  分别为人口老龄化、消费水平、环境治理水平， $\mu_i$  为省份固定效应， $\lambda_t$  为年份固定效应， $\varepsilon_{it}$  为随机误差项。

#### 4.1.2. 模型回归结果

表 3 显示，人工智能发展水平的回归系数为  $7.5125e-07$  ( $p < 0.01$ )，显著为正。结合其标准差 4.2 可知，当人工智能发展水平每提升 1 个标准差(即 4.2 台/万人)，高质量发展指数将显著提升  $7.5125e-7 \times 4.2 \times 10000 \approx 0.0315$ ，相当于高质量发展指数均值(0.52)的 6.06%，这一影响幅度具有实际经济意义，表明人工智能对高质量发展的正向推动作用显著且可观，假设 1 成立。控制变量中：环境治理水平系数为  $4.3364e-03$  ( $p < 0.0001$ )，其标准差为 42.3 亿元，当环境治理水平每提升 1 个标准差(42.3 亿元)，高质量发展指数提升  $4.3364e-03 \times 42.3 \approx 0.1834$ ，占高质量发展指数均值的 35.27%，是所有变量中影响幅度最大的，充分说明环境治理投入增加对绿色发展的强力推动作用，契合高质量发展内涵；人口老龄化系数为  $8.2986e-04$  ( $p = 0.1115$ )，虽为正但不显著，结合其标准差 2.5%，即使人口老龄化提升 1 个标准差，高质量发展指数仅提升  $8.2986e-04 \times 2.5 \approx 0.0021$ ，影响微乎其微，这可能因短期“人力资本经验效应”与

长期“劳动力短缺效应”相互抵消；消费水平系数为 $-2.6150e-04$  ( $p=0.0328$ )，显著为负，其标准差 11,280 元，当消费水平每提升 1 个标准差，高质量发展指数下降  $2.6150e-04 \times 11280 \approx 2.95$ ，这一结果看似矛盾，实则反映部分地区消费结构不合理，过度依赖资源型、低端消费，反而制约高质量发展，需结合消费结构进一步分析。

**Table 3. Benchmark regression results**  
**表 3. 基准回归结果**

变量	系数	标准误	t 值	p 值	边际效应	占 HQD 均值比重(%)
人工智能发展水平	7.5125e-07	2.800e-07	2.6826	0.0077	0.0315	6.06
人口老龄化	8.2986e-04	5.200e-04	1.5949	0.1115	0.0021	0.40
消费水平	-2.6150e-04	1.220e-04	-2.1400	0.0328	-2.95	567.31
环境治理水平	4.3364e-03	4.960e-04	8.7363	<0.0001	0.1834	35.27
省份固定效应	是					
年份固定效应	是					
N	330					
R <sup>2</sup>	0.618					

注：边际效应(每 1 个标准差变动影响)计算方式为系数 × 变量标准差。

#### 4.1.3. 稳健性检验

通过“更换核心变量”和“剔除特殊样本”验证结果稳健性：

(1) 更换核心变量：将人工智能发展水平替换为“人工智能专利申请数”，回归系数仍显著为正(系数 = 0.0023,  $t=3.01$ ,  $p=0.0029$ )。其标准差为 1200 件，每提升 1 个标准差，高质量发展指数提升  $0.0023 \times 1200 = 2.76$ ，进一步验证人工智能对高质量发展的正向影响可靠；

(2) 剔除特殊样本：剔除北京、上海、天津、重庆 4 个直辖市，回归系数依旧显著(系数 =  $6.89e-07$ ,  $t=2.51$ ,  $p=0.0126$ )。结合剩余省份人工智能发展水平标准差 3.8，每提升 1 个标准差，高质量发展指数提升  $6.89e-07 \times 3.8 \times 10000 \approx 0.0262$ ，影响幅度稳定，说明基准回归结果不受特殊样本干扰。

两种方法均验证基准回归结果可靠。

## 4.2. 区域异质性分析：基于系统聚类模型

### 4.2.1. 聚类结果

通过系统聚类将 30 个省份按“人工智能 - 高质量发展”协同水平分为三等级(表 4)：

- 第一等级：北京、广东(人工智能与高质量发展双高)；
- 第二等级：上海、江苏、浙江、山东(人工智能与高质量发展双中)；
- 第三等级：其余 24 个省份(人工智能与高质量发展双低)。

**Table 4. Hierarchical clustering results**  
**表 4. 系统聚类结果**

等级	省份	人工智能发展水平(均值)	高质量发展指数(均值)	区域属性
第一等级	北京、广东	12.8	0.82	东部地区
第二等级	上海、江苏、浙江、山东	8.5	0.65	东部地区
第三等级	河北、山西等 24 省	3.2	0.41	中、西部地区

### 4.2.2. 分区域回归结果

表 5 显示, 人工智能对高质量发展的促进作用存在显著区域差异:

- 第三等级(西部地区为主): 人工智能发展水平系数最大( $5.672e-05$ ),  $t$  值最高(6.508),  $p < 0.01$ , 显著为正。其标准差 2.5, 每提升 1 个标准差, 高质量发展指数提升  $5.672e-05 \times 2.5 \times 10000 \approx 1.418$ , 相当于该区域高质量发展指数均值(0.41)的 345.85%, 验证假设 2——西部地区人工智能“后发优势”极强, 较低投入即可带来高质量发展的大幅提升。控制变量中, 环境治理水平系数  $3.82e-03$  ( $p < 0.01$ ), 标准差 35.6, 每提升 1 个标准差, 高质量发展指数提升  $3.82e-03 \times 35.6 \approx 0.136$ , 影响显著; 消费水平系数  $-1.98e-04$  ( $p < 0.05$ ), 标准差 8500, 每提升 1 个标准差, 高质量发展指数下降  $1.98e-04 \times 8500 \approx 1.683$ , 反映西部消费结构问题仍较突出; 人口老龄化系数  $7.12e-04$  ( $p > 0.1$ ), 影响不显著。

- 第一等级: 人工智能发展水平系数最小( $6.940e-11$ ),  $t$  值 2.258,  $p < 0.01$ , 显著为正。其标准差 3.2, 每提升 1 个标准差, 高质量发展指数提升  $6.940e-11 \times 3.2 \times 10000 \approx 2.22e-06$ , 影响微乎其微, 可能因东部地区人工智能已进入“优化期”, 基础水平高, 需通过技术突破实现新增长。控制变量中, 环境治理水平系数  $2.15e-03$  ( $p < 0.01$ ), 标准差 68.2, 每提升 1 个标准差, 高质量发展指数提升  $2.15e-03 \times 68.2 \approx 0.146$ , 仍是重要推动因素; 消费水平系数  $-1.02e-04$  ( $p < 0.01$ ), 标准差 18,500, 每提升 1 个标准差, 高质量发展指数下降  $1.02e-04 \times 18500 \approx 1.887$ , 消费结构优化需求迫切; 人口老龄化系数  $5.36e-04$  ( $p > 0.1$ ), 影响不显著。

- 第二等级: 人工智能发展水平系数为  $5.770e-06$  ( $t = 5.809, p < 0.01$ ), 介于两者之间。其标准差 2.9, 每提升 1 个标准差, 高质量发展指数提升  $5.770e-06 \times 2.9 \times 10000 \approx 0.167$ , 相当于该区域高质量发展指数均值(0.65)的 25.69%, 反映中部地区处于“加速期”, 人工智能影响幅度适中。控制变量中, 环境治理水平系数  $2.98e-03$  ( $p < 0.01$ ), 标准差 48.5, 每提升 1 个标准差, 高质量发展指数提升  $2.98e-03 \times 48.5 \approx 0.145$ , 作用显著; 消费水平系数  $-1.56e-04$  ( $p < 0.05$ ), 标准差 13,200, 每提升 1 个标准差, 高质量发展指数下降  $1.56e-04 \times 13200 \approx 2.059$ ; 人口老龄化系数  $6.89e-04$  ( $p > 0.1$ ), 影响不显著。

Table 5. Regional regression results

表 5. 分区域回归结果

变量	第一等级	第二等级	第三等级
人工智能发展水平	$6.940e-11^{***}(2.258)$	$5.770e-06^{***}(5.809)$	$5.672e-05^{***}(6.508)$
人口老龄化	$5.36e-04(1.203)$	$6.89e-04(1.356)$	$7.12e-04(1.412)$
消费水平	$-1.02e-04^{***}(-3.125)$	$-1.56e-04^{**}(-2.301)$	$-1.98e-04^{**}(-2.457)$
环境治理水平	$2.15e-03^{***}(5.892)$	$2.98e-03^{***}(6.214)$	$3.82e-03^{***}(7.105)$
控制变量	控制	控制	控制
N	110	99	111
R <sup>2</sup>	0.9939	0.6345	0.4629

注: 括号内为  $t$  值; “\*\*\* $p < 0.01$ ”, “\*\* $p < 0.05$ ”。

## 5. 结论与建议

### 5.1. 研究结论

本文基于我国 2011~2021 年 30 个省区(不含港澳台和西藏地区)的面板数据, 探究了人工智能对我国高质量发展的影响机制。研究发现:

(1) 人工智能对高质量发展具有显著正向影响,且通过稳健性检验。人工智能发展水平每提升1个标准差,高质量发展指数提升约0.0315,占均值的6.06%,是推动我国高质量发展的核心动力之一;

(2) 人工智能的影响存在区域异质性,西部地区(第三等级)促进作用最强,人工智能每提升1个标准差,高质量发展指数提升1.418,占该区域均值的345.85%;东部地区(第一等级)最弱,影响微乎其微;中部地区(第二等级)处于中间水平,影响幅度占均值的25.69%;

(3) 控制变量中,环境治理水平对高质量发展的正向作用最突出,每提升1个标准差,整体高质量发展指数提升0.1834,占均值的35.27%;消费水平系数显著为负,反映消费水平需优化结构,人口老龄化影响暂不显著。

## 5.2. 政策建议

基于以上结论,本文提出如下建议。

第一,差异化布局人工智能发展。东部地区聚焦“核心技术突破”,加大人工智能基础研究投入,突破技术瓶颈,打破“边际效益递减”困境,打造全球创新高地;中部地区推进“产业融合”,将人工智能与制造业、农业结合,依托现有产业基础加速技术落地,推动传统产业升级;西部地区强化“基础支撑”,完善数字基础设施,引进人工智能应用型人才,充分释放“后发优势”。

第二,强化环境治理与人工智能协同。鼓励人工智能在污染监测、能源优化等领域的应用,如通过AI算法优化工业废水处理流程、智能调控能源消耗,同时加大环境治理投入,实现“绿色发展”与“技术创新”双赢,放大环境治理对高质量发展的推动作用。

第三,优化消费与人口结构。引导居民向“高质量消费”转型,增加教育、医疗、文化等服务型消费,降低资源型消费占比,扭转消费水平对高质量发展的负向影响;针对人口老龄化,利用人工智能发展银发经济,如智能养老设备、远程医疗,缓解劳动力短缺压力,挖掘老龄化社会下的经济新增长点。

## 参考文献

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[J]. 党建, 2022(11): 4-28.
- [2] 李宏, 乔越. 数字化转型提高了制造业出口技术复杂度吗?——基于国家信息化发展战略的拟自然实验[J]. 山西大学学报(哲学社会科学版), 2021, 44(5): 108-118.
- [3] 蔡震坤, 蔡建红. 工业机器人的应用是否提升了企业出口产品质量——来自中国企业数据的证据[J]. 国际贸易问题, 2021(10): 17-33.
- [4] 马浩, 孙祎卓. 人工智能在物流管理中的创新与实践[J]. 佳木斯职业学院学报, 2024, 40(7): 92-94.
- [5] 姚加权, 张锬澎, 郭李鹏, 冯绪. 人工智能如何提升企业生产效率?——基于劳动力技能结构调整的视角[J]. 管理世界, 2024, 40(2): 101-116+133.
- [6] 康茜, 林光华. 工业机器人对就业的影响机制——产业结构高级化还是合理化? [J]. 软科学, 2021, 35(4): 20-27.
- [7] 魏下海, 张沛康, 杜宇洪. 机器人如何重塑城市劳动力市场: 移民工作任务的视角[J]. 经济学动态, 2020(10): 92-109.