

高等教育驱动人工智能发展

——基于区域创新技术的实证研究

何 鑫^{*}, 潘兴侠, 韩子璇

南昌航空大学数学与信息科学学院, 江西 南昌

收稿日期: 2025年3月24日; 录用日期: 2025年4月23日; 发布日期: 2025年4月30日

摘要

人工智能作为前沿科技的重要代表之一, 在我国科技创新发展中具有重要作用, 对研究高等教育与人工智能之间的关系有助于优化高等教育针对性发展和资源配置, 并赋能人工智能高速发展。本文基于2012~2022我国各省级行政区面板数据实证探究高等教育对人工智能发展的影响效应、作用机制和异质性特征。由实证结果可得, 高等教育发展对人工智能发展具有显著的正向作用, 高等教育能够通过促进区域创新能力的提升进而促进教育的发展。异质性检验结果发现中部地区高等教育发展水平促进人工智能发展最优, 非沿海地区的高等教育发展水平对人工智能发展促进优于沿海地区, 可能是因为中部地区的地理位置能够促进资源和技术的配置, 能够快速将技术知识层面转向技术应用层面, 大大促进人工智能的高速发展。目前高校人工智能教育面临教育体系不完善、高校人工智能基础薄弱、高校人才供需结构不平衡等问题, 未来我国应优化培养模式, 探索关于人工智能的人才培养模式, 缩短培养周期、实施产教融合、进行产业和高校共同培养等举措, 加快搭上人工智能高速发展列车。

关键词

高等教育, 人工智能, 区域创新, 基准回归, 工具变量法, 熵值法

Higher Education Drives the Development of Artificial Intelligence

—An Empirical Study Based on Regional Innovative Technologies

Xin He*, Xingxia Pan, Zixuan Han

School of Mathematics and Information Science, Nanchang University of Aeronautics and Astronautics,
Nanchang Jiangxi

Received: Mar. 24th, 2025; accepted: Apr. 23rd, 2025; published: Apr. 30th, 2025

*通讯作者。

Abstract

Artificial intelligence, as one of the important representatives of cutting-edge science and technology, in our country in the development of scientific and technological innovation has an important role. The study of the relationship between higher education and artificial intelligence helps to optimise the targeted development of higher education and resource allocation, and empowers the high-speed development of artificial intelligence. This paper empirically explores the effect of higher education on the development of artificial intelligence, its mechanism and heterogeneity characteristics based on the panel data of provincial administrative regions in China from 2012 to 2022. From the empirical results, it can be concluded that higher education development has a significant positive effect on the development of AI, and higher education can promote the development of education by promoting the enhancement of regional innovation capacity. Heterogeneity test results in the central region of the level of higher education development to promote the development of artificial intelligence are optimal, the level of higher education development in non-coastal areas to promote the development of artificial intelligence is better than the coastal areas, which may be due to the geographic location of the central region can promote the allocation of resources and technology, can quickly shift the level of technical knowledge to the level of technological applications, and can greatly promote the high-speed development of artificial intelligence. At present, artificial intelligence education in colleges and universities is facing problems such as imperfect education system, weak foundation of artificial intelligence in colleges and universities, and imbalance in the structure of supply and demand of talents in colleges and universities, etc. In the future, China should optimise the cultivation mode, explore the talent cultivation mode about artificial intelligence, shorten the cultivation cycle, implement the integration of production and education, and carry out the initiatives of joint cultivation of industry and colleges and universities, so as to accelerate the high-speed development of the train of artificial intelligence.

Keywords

Higher Education, Artificial Intelligence, Regional Innovation, Benchmarking Regression, Instrumental Variable Approach, Entropy Approach

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

经济全球化快速发展以来，全球产业竞争格局加速重塑，产业布局愈加前瞻，促使依托前沿科技突破谋划未来产业发展成为打造国家竞争新优势的关键。人工智能作为前沿科技的重要代表之一，在我国科技创新发展中具有重要作用。1956年，经济学家刘易斯在《经济增长理论》中提出公式：社会发展 = 经济增长，而根据经济增长理论，经济发展和产出是资本、劳动力和技术的函数，人工智能作为目前信息技术的结晶是最前沿科技的体现，是信息科技的发展水平的综合体现；此外，人工智能的渗透性、替代性、协同性、创新性、赋能力、自生成性，这些性质使得人工智能在各个行业都能强大的赋能作用，能够从各个方面不同环节促进经济高智能发展。是依靠创新、知识和技术驱动的经济增长方式中的典型代表。事实上，在产业结构转变、人口红利消退、全要素生产率降低以及环境规制影响的宏观环境下，发展以人工智能赋能产业发展加速产业结构转变取代传统劳动密集型经济，不仅是把握新一轮科技革命和

产业变革新机遇的战略选择、更是抢占新一轮技术高地、促进经济转型、进入高质量发展阶段、在世界新一轮发展风口站稳脚跟的必要举措。

人工智能更加依赖科技和人才的创新，而高等教育则是人才培养和科研发展中的重要主体。在知识创新生产模型和知识溢出效应视角下，高等教育涵盖自主科研素养、大学创新文化、创新师资队伍、创新人才培养等要素，对区域创新能力的提升具有显著影响[1]。党的二十大报告首次将教育、科技、人才工作进行一体化部署，突出了教育的基础性、战略性支撑地位，更加明确了实施科教兴国战略的目标要求。高等教育位于整个学制体系的最高层次，是学生与人才身份转换的最关键环节，高等教育质量直接决定人才培养质量，人才培养质量直接影响科技创新质量。处在教育事业新的历史起点。教育和科技是实现科教兴国战略和人才强国战略的两大支柱。科技自立自强是国家发展的重要战略支持，人工智能作为战略性技术正引领新一代科技革命和产业革命。以高科技引领基础研究科教融汇、原创性倒逼高等教育全域革新、组织性助推高等教育融合式人工智能赋能高质量高等教育战略特征[2]。目前，人工智能教育已经作为高等教育的重要内容，高校不应只注重传统教学内容，更要培育国家建设和社会发展所需人才。但本研究通过梳理已有文献发现，少有文献从实证探究讨论高等教育对人工智能发展的影响。

高等教育能否转化为人工智能发展的增长点？对这一问题的解答是回应高等教育作为科技第一生产力、人才第一资源、创新第一动力的重要结合点的有力经验证据，同时对推进区域经济社会高质量发展和中国式现代化建设具有重要意义[3]。基于此为进一步研究我国高等教育以及人工智能发展的关系，利用省级面板，从以下几个方面展开探讨：一是建立高等教育推动人工智能发展的机制模型；二是加入创新环境作为机制变量，从中介路径分析创新环境在高等教育影响人工智能发展作用机制，对高等教育影响技术创新的内在机理进行探讨；三是针对不同区域进行区域异质性分析，有助于加深对高等教育赋能人工智能发展的研究，为区域协同发展和资源技术合理配置提供依据。

2. 理论分析

2.1. 高等教育影响人工智能的理论机制

1. 高等教育作为人才培养的重要基地，为人工智能领域输送了大量的专业人才。通过系统的课程设置和实践训练，高等教育培养了学生的人工智能理论基础、算法设计能力、编程技能以及创新思维，这些能力为人工智能技术的研发和应用提供了坚实的人才支撑。

2. 高等教育通过科学的研究和技术创新，推动了人工智能技术的不断进步。高校教师和研究生团队在人工智能领域的深入研究和探索，不仅推动了理论创新，还催生了大量的新技术和新应用，为人工智能的快速发展提供了源源不断的动力。

3. 高等教育还通过产学研合作，促进了人工智能技术的产业化应用。高校与企业、科研机构等合作，共同开展人工智能技术的研发和应用，将科研成果转化成实际生产力，推动了人工智能技术的广泛应用和普及。

4. 高等教育在普及人工智能知识和提升公众意识方面也发挥了重要作用。通过开设公共课程、举办讲座和研讨会等形式，高等教育向广大公众普及了人工智能的基本知识和应用前景，提高了公众对人工智能的认知度和接受度，为人工智能的健康发展创造了良好的社会氛围。

2.2. 高等教育促进区域创新能力理论机制

高等教育通过人才培养、科学研究、知识溢出和技术扩散以及创新文化和氛围营造等多个机制，全方位、多角度地促进了区域创新能力的提升。这些机制相互关联、相互作用，共同构成了高等教育促进区域创新能力的理论框架，如图 1 所示。

1. 高等教育通过人才培养机制，为区域创新提供高质量的人力资本。高校通过优化学科结构、创新教学方法、加强实践教学，培养出具备创新思维、实践能力和团队协作精神的优秀人才。这些人才在毕业后将成为区域创新的中坚力量，推动创新活动的深入开展。
2. 高等教育通过科学研究机制，直接贡献于区域创新的知识和技术产出。高校教师和研究生团队在基础研究和应用研究领域取得的创新成果，不仅丰富了区域创新的知识库，还为区域产业升级和经济发展提供了关键的技术支持。这些科研成果的转化和应用，将直接推动区域创新能力的提升。
3. 高等教育通过知识溢出和技术扩散机制，促进区域创新资源的优化配置和共享。高校与区域内其他创新主体之间的合作与交流，有助于实现知识的共享和技术的转移。这种合作与交流不仅促进了创新资源的优化配置，还提高了创新活动的效率和效果，从而推动了区域创新能力的提升。
4. 高等教育通过营造创新文化和氛围机制，为区域创新提供良好的社会环境。高校作为创新文化的发源地和传播者，通过举办创新活动、开展创新教育、传播创新理念等方式，营造了浓厚的创新氛围。这种创新文化和氛围有助于激发人们的创新精神和创造力，推动区域创新活动的深入开展。

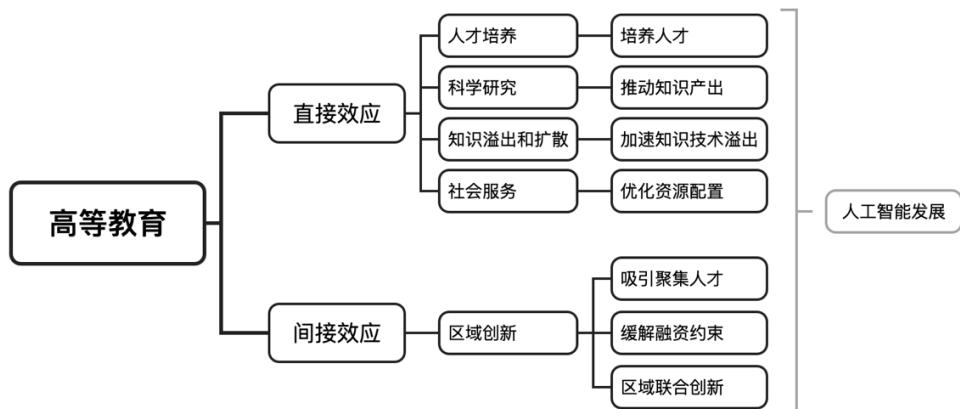


Figure 1. Technology roadmap for AI development in higher education

图 1. 高等教育赋能人工智能发展技术路线图

基于上述理论机制研究我们将人工智能作为被解释变量，高等教育发展水平作为解释变量，区域创新水平作为中介变量建立回归模型进行研究。

3. 研究设计

3.1. 模型设定

针对高等教育对人工智能发展水平的直接影响，本研究建立如下回归模型：

$$AI_{it} = \alpha + \beta HE_{it} + \xi \sum control_{it} + u_i + \lambda_i + \varepsilon_{it}$$

其中 AI 表示被解释变量人工智能发展水平； HE 表示高等教育发展水平； $control$ 是控制变量，为一些可能影响人工智能发展的因素； u_i 、 λ_i 分别表示 i 地区不可观测的时间效应和个体效应； ε_{it} 为随机扰动项。

其次为讨论高等教育发展水平在影响人工智能发展水平的作用机制，还需对其中介效应进行检验。鉴于三段式检验法[4]进行中介效应分析存在统计检验功效较低且效应估计偏误的问题，本研究采用检验效果强的 Bootstrap 检验进行中介效应检验。最后考虑省级之间的关系进行区域异质性分析。

3.2. 变量说明

1. 因变量：人工智能水平(AI)，人工智能的发展可以通过衡量技术进步和创新、硬件进步、数据集

规模和质量、应用领域的拓展、政策和法律环境、社会接受度和认知度等指标进行评价，但是由于目前数据的不完善导致没有完善的人工智能的测度指标。由于人工智能在各领域都具有广泛的应用，本文认为人工智能技术是人工智能发展最直观的体现。因此，采用人工智能专利数和人工智能企业数作为衡量人工智能发展的指标。

2. 核心自变量：高等教育发展水平(HE)对高等教育的发展评价具有重要意义。首先高等教育是社会进步的重要推动力量之一，其次高等教育发展具有促进科技发展，提升的知识创新的重要因素，为人工智能输送专业人才和提供相关所需知识，本研究借鉴黄榕[5]等使用因子分析验证效度之后的高等教育水平评价体系，从中选取关联度较高的指标作为高等教育职能的测量指标，并添加一些相关指标作为高等教育智能的测量指标。最终，本研究选取 9 个指标用于测度高等教育发展水平(具体内容见表 1)。

Table 1. Comprehensive index evaluation system for higher education and digital economy

表 1. 高等教育与数字经济综合指标评价体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标属性
人工智能发展水平	科学研究	人工智能专利数	+
		人工智能企业数目	+
	人才培养	平均受教育年限	+
		教育结构	+
		普通本专科招生数	+
	高等教育发展水平	普通高等学校专任教师数	+
		高等教育研究科技经费	+
		发表学术论文	+
社会服务		高校 R & D 成果应用及科技服务项目数	+
		专利授权合同数	+

3. 中介变量：区域创新能力(*M*)，区域创新具有促进技术进步的显著作用，通过资源整合与优化配置知识溢出与共享、产业集聚与技术创新等作用促进技术创新进而引领人工智能进步。根据前面分析，选取中国区域创新能力指数作为中介变量，数据来源《中国区域创新能力报告 2011~2022》。

4. 控制变量(*control*)：为了更为客观地验证高等教育发展对人工智能发展的贡献效应，需要设定控制变量排除其他对人工智能发展的影响。首先，研发强度是推动人工智能技术进步和创新的关键因素。高强度的研发投入意味着更多的资源被用于研究和开发新的人工智能技术，从而推动该领域的快速发展。研发强度的提升有助于加速人工智能算法的改进、模型的创新以及应用场景的拓展，进一步提升人工智能的性能和智能化水平。

其次，信息化水平对人工智能的发展和应用具有支撑作用。信息化水平的提升意味着更多的数据可以被收集、存储和分析，为人工智能提供了丰富的数据资源。信息化水平的提升有助于推动人工智能在各个领域的广泛应用，提高生产效率和服务质量。最后，数字经济作为当今经济发展的重要引擎，对人工智能的发展和应用产生了深远影响。数字经济的发展促进了数据的产生、流通和应用，为人工智能提供了海量的数据资源和丰富的应用场景。基于此，本文设定研发强度(*str*)，采用 RD 经费内部支出和 GDP 的比值衡量。信息化水平(刘军(2020) [6]的构建思路，结合城市层面相关数据的可获得性，从互联网发展和数字普惠金融两方面对数字经济综合发展水平进行测度。

3.3. 指标赋权与指标测度

在完成高等教育发展水平和人工智能水平的指标构建后，采用客观赋权后的熵值法对指标进行赋权。借鉴孙俊华[3]等引入时间变量对熵值法进行改进，在采取欧阳海琴[7]的处理办法对赋权过后的值取对数使得分析结果更加接近实际。

3.4. 数据样本与描述性统计

本研究选取 2011~2022 年全国 30 个省级行政区(除港澳台和西藏)展开研究，共有 360 个省份 - 年份的均衡面板数据。采用线性插补法对部分缺失值进行填补。主要描述性统计结果如表 2 所示。结果显示人工智能均值为 0.167，其最大最小的差值为 1，可见不同省市的人工智能发展水平差距较大，人工智能均值为 0.235，其最大最小的差值为 0.824，说明高等教育发展呈现明显的发展不平衡。从控制变量看，也存在较大的差异。

Table 2. Descriptive statistical results

表 2. 描述性统计结果

VarName	Obs	Mean	SD	Min	P25	Median	P75	Max
AI	360	0.167	0.221	0.000	0.029	0.089	0.192	1.000
HE	360	0.235	0.182	0.009	0.089	0.198	0.320	0.833
M	360	29.103	10.742	15.780	21.645	26.485	31.255	65.490
DE	360	0.241	0.182	0.049	0.138	0.180	0.275	1.000
str	360	0.021	0.015	0.002	0.010	0.017	0.026	0.070

4. 实证分析

4.1. 回归前检验

4.1.1. 面板单位根检验

在实证分析前对数据进行单位根检验。参考陈伟[8]等(2024)的做法，采用同质单位根 LLC 和异质单位根 ADF 两种方法检验数据平稳性，结果如表 3 所示，所有变量无论水平值还是一阶差分皆为平稳序列，因此可以对其进行实证分析。

Table 3. Panel unit root test results

表 3. 面板单位根检验结果

变量	水平值		一阶差分	
	LLC	ADF	LLC	ADF
AI	-3.2134 ***	149.7834***	-8.6770***	541.8522***
HE	-15.8434***	216.1254***	-16.1237***	508.8139***
M	-8.9791 ***	82.9411**	-5.1929***	217.4588***
DE	-5.4487 ***	110.2466***	-4.3480***	118.7713***
str	-5.5653 ***	241.3611***	-7.2485***	372.6330***
infor	-3.2089 ***	58.4929*	-3.3746***	137.2893***

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10% 水平上显著、下同。

4.1.2. 多重共线性检验

为了防止变量之间高度相关性的情况，可能会对回归分析结果产生影响，所以对面板数据进行多重共线性检验，计算所有变量的方差膨胀因子 VIF。如果 VIF 值不超过 10，则说明模型多重共线性对结果并没有产生影响。由表 4 可知，所有变量 VIF 值均小于 10，VIF 均值为 1.19，不存在严重的共线性问题。

Table 4. Results of multicollinearity test

表 4. 多重共线性检验结果

变量	VIF	1/VIF
HE	1.37	0.729791
DE	1.03	0.966244
str	1.36	0.736450
infor	1.01	0.988854
Mean VIF	1.19	

4.2. 基准回归结果分析

4.2.1. 基准回归分析

在回归前，运用 F 检验和 Hausman 检验进行回归模型选择，结果显示 F 检验都在 1% 水平上显著拒绝使用混合回归的原假设，Hausman 检验结果显著拒绝使用随机效应模型。因此本文选用固定效应模型进行回归分析。

4.2.2. 基准回归结果

Table 5. Baseline regression results

表 5. 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
HE	0.396*** (3.01)	0.941*** (3.01)	0.941*** (3.73)	0.492*** (3.68)
infor				-0.0574 (-0.40)
DE				-1.624*** (-2.78)
str				9.753 (1.44)
-cons	-2.064*** (-8.81)	-1.123*** (-3.90)	-1.900*** (-7.75)	-1.704*** (-5.87)
N	360	360	360	360
r2	0.0268	0.0957	0.106	0.134
Province	Y	N	Y	Y
Year	N	Y	Y	Y
Control	N	N	N	Y
Observations	360	360	360	360

t-statistics in parentheses ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

高等教育发展水平影响人工智能发展如表 5 所示，其中列(1)列(2)列(3)和列(4)分别为控制省份固定效应、时间固定效应、控制省份和时间固定效应纳入控制变量之后的回归结果。

回归结果表明，列(1)显示仅在控制省份固定效应的情况下高等教育对人工智能发展具有正向影响，列(2)列(3)显示仅在控制时间固定效应和在双向固定的情况下高等教育对人工智能发展仍具有正向影响。紧接着列(4)是纳入控制变量的结果，从中可以看出高等教育仍然对人工智能发展有正向影响，但是控制变量中信息化水平和研发强度的影响未通过 10% 水平的显著性检验，可能是人工智能水平的测度的选取还不够完善未能表现，这两个控制变量的影响，也可能是信息化水平和研发强度还有待优化，暂无法发挥对人工智能的促进作用。

此外，控制变量中数字经济对人工智能的发展具有负向作用可能是上述提到人工智能指标测度的不全面导致，又或是以下几点原因：1. 数字经济的发展可能导致资源(例如资金、人才和技术)的集中这些资源一定程度也是人工智能发展所需的。在资源有限的情况下，数字经济的发展可能会掠夺更多的投资和人才，从而导致降低了在人工智能研究和开发领域的投入。2. 数字经济水平可能更多地关注于已有的商业模式和技术，而不是探索新的人工智能技术。企业和投资者更倾向于投资于以证明有效的数字技术，在人工智能领域的投资态度较为保守。虽然目前数字经济的发展可能会对人工智能的发展产生抑制作用，但技术发展一直是世界的主旋律，随着时间的推移，这些抑制作用可能会逐渐减弱，甚至会促进人工智能的发展。

4.2.3. 内生性检验

Table 6. Results of instrumental variable regression analysis
表 6. 工具变量回归分析结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	firstlnx	second	firstlnx	second
工具变量	0.3366*** (6.16)		0.3290*** (6.00)	
HE		1.3779*** (3.35)		1.4431*** (3.43)
infor			0.0250 (0.44)	-0.0528 (-0.36)
DE			-0.2595 (-1.04)	-1.0842* (-1.69)
str			-3.9767 (-1.37)	18.5895** (2.44)
Constant	-0.4909*** (-7.78)	-0.2294 (-0.70)	-0.3338*** (-2.77)	-0.7475** (-2.04)
Province	Y	Y	Y	Y
Year	Y	Y	Y	Y
Control	Y	Y	N	N
Observations	330	330	330	330
R-squared		0.969		0.969
工具变量有效性检验	弱工具变量检验(F 值)	40.17	43.82	
	DWH 内生性检验(P 值)	0.000		0.000

t-statistics in parentheses *** p < 0.01, ** p < 0.05, *p < 0.1.

基于双向固定效应的回归结果仍会遭遇内生性挑战特别是反向因果问题，即高等教育水平发展可能会受到人工智能发展的影响，为此，本文采用工具变量法[8]识别这两者之间的因果效应。

在工具变量的选取上，本研究借鉴汪伟[9]的做法对高等教育发展水平滞后一期作为工具变量。工具变量估计结果如表6所示，其中列(1)列(2)为不纳入控制变量的回归结果，列(3)和列(4)为纳入控制变量的回归结果。结果显示，第一阶段回归的F值分别为40.17和43.82，远大于经验标准10，说明工具变量较强，不存在弱工具变量问题。同时，DWH内生性检验的P值为0.000，在1%水平上显著，表明高等教育发展确实存在内生性问题，工具变量的使用是必要的。此外，工具变量的回归系数在1%水平上显著(0.3366***和0.3290***)，表明滞后一期的高等教育发展对人工智能具有正向影响，进一步验证了高等教育的长期驱动作用。进一步的回归分析表明，在纳入和未纳入控制变量的情况下，高等教育发展水平(HE)对人工智能的回归系数分别为1.3779*和1.4431***，均在1%水平显著，证明高等教育对人工智能的促进作用稳健且因果关系明确。此外，虽然信息化水平(infor)对人工智能的影响不显著，但数字经济发展(DE)在部分模型中呈现负向影响(-1.0842*)，而研发强度(str)在纳入控制变量后对人工智能发展产生显著正向作用(18.5895)**，表明数字经济可能在某些情况下分流了人工智能的发展资源，而研发投入则是促进人工智能技术突破的重要因素。综合来看，工具变量检验结果稳健，表明高等教育对人工智能发展具有长期且显著的正向影响，同时区域创新、数字经济及研发投入等因素在不同程度上调节了这一作用。

内生性检验表明高等教育对人工智能发展的促进作用是稳健的，并且存在滞后效应，即高等教育的影响不会立即显现，而是随着时间逐步推动人工智能技术的发展。工具变量选取合理，内生性问题得到了有效控制，说明本研究的因果推断较为可靠。信息化水平和研发强度对人工智能的影响在不同模型下有所不同，可能说明其作用机制较为复杂，需要进一步细化研究。数字经济的发展可能会影响人工智能的发展路径，需要优化政策协调，促进两者协同发展。

4.3. 中介效应分析

中介效应检验

为了进一步探究人工智能通过创新环境影响技术创新的内在机制，对其进行中介效应分析，目前主流的三种方法分别为因果逐步回归法、Sobel检验法和Bootstrap抽样法，本文选用检验效果最强的Bootstrap抽样法进行区域创新环境的中介效应检验，结果如表7所示。

Table 7. Bootstrap mediating effect results

表 7. Bootstrap 中介效应结果

类别	效应值	Bootstrap 标准误差	95%水平置信区间	p 值
总效应	.8626565	0.0636474	[0.0191158 0.0669937]	0.000
直接效应	.8196017	0.0661361	[0.6899774 0.9492261]	0.000
中介效应	.0430548	0.0122140	[0.7379099 0.9874031]	0.000

使用Bootstrap抽样检验500次，对高等教育通过创新环境影响人工智能发展的中介效应进行了检验。结果表明，高等教育不仅直接促进人工智能发展，还能通过改善创新环境进一步推动人工智能技术的进步。具体来看，总效应为0.8627，直接效应为0.8196，中介效应为0.0431，且所有效应在1%水平上显著，置信区间均不包含0，说明中介效应显著。这表明，区域创新环境在高等教育赋能人工智能发展过程中发挥了重要的桥梁作用，高等教育可以通过提升区域创新能力(如科研投入、技术转化、企业创新合

作等)进一步增强人工智能技术的应用和扩展。此外,中介效应占总效应的比重虽相对较小(约 5%),但仍表明高等教育的影响不仅仅体现在人才培养和知识供给层面,还通过优化创新环境间接促进了人工智能的发展。因此,未来政策应进一步加强高等教育与区域创新体系的联动,通过加大科研经费投入、促进产学研协作、优化科技成果转化机制等方式,进一步提升创新环境对人工智能技术进步的支撑作用。

4.4. 区域异质性分析

考虑到不同所处的地理位置和要素禀赋结构的异质性,本文将研究样本划分为东部地区、中部地区和西部地区、沿海地区和非沿海地区进行区域异质性分析结果如下表所示所有地区在 1% 水平上显著为正说明高等教育发展水平能够很好地促进 AI 发展。从表中可以看出中西部的回归系数为 0.564。相较于东部,中西部的高等教育发展水平更能催动人工智能发展从表 8 不难看出至 2022 高等教育水平发展总体是高于东部地区的,且人工智能的发展中西部也逐渐向增减向东部靠拢。原因可能在于:1、政策扶持力度较大:国家近年来对非沿海地区加大了科技创新和高等教育投入,推动了一批高校和科研机构的崛起,使得人工智能技术得到更好的支持。2、技术转化率较高;3、资源配置便利等因素。还可能是东部地区的人工智能市场已相对成熟:东部地区(如北京、上海、深圳等)已有大量的人工智能产业集群和科技公司,高等教育的边际贡献相对较低。高等教育水平较高,边际效应递减:东部地区本身的高等教育体系较为完善,进一步提升高等教育水平对人工智能发展的增量作用可能有限。此外,列(3)列(4)HE 回归系数($0.652 > 0.258$)说明非沿海地区的高等教育发展对人工智能的促进作用更强,即在非沿海地区,高等教育对人工智能的赋能效果更明显。可能原因在于非沿海的地理位置使得各省之间的信息、人才、配置流通更为便捷。加快了科技的转换和发展。

Table 8. Results of regional heterogeneity analysis

表 8. 区域异质性分析结果

变量	东部 (1)	中西部 (2)	沿海 (4)	非沿海
HE	0.216** (2.03)	0.564*** (2.99)	0.258** (2.30)	0.652*** (3.76)
N	108	216	120	228
R	0.594	0.154	0.482	0.143
Province	Y	Y	Y	Y
Year	Y	Y	Y	Y
Control	Y	Y	Y	Y
Observations	360	360	360	360

5. 结论与建议

5.1. 实证结论

本研究通过查阅文献知道高等教育能够促进科技发展。聚焦这一点,我们进一步讨论高等教育发展是如何促进人工智能发展,通过何种途径促进人工智能发展。从人工智能发展的创新视角切入,基于 2012~2022 年我国各省份的面板数据,通过查阅文献、分维度运用熵值法得出高等教育、人工智能综合发展水平,进一步进行基准回归的方法,固定时间,固定个体的情况下对其进行回归分析和中介效应分析。基于实证检验,得出如下主要结论:

第一，面板固定效应回归模型结果表明，高等教育对人工智能发展具有显著的正向影响。在模型设计中，固定时间和固定个体的条件下，通过对 2012~2022 年期间各省份的面板数据进行回归分析，结果显示高等教育的综合发展水平与人工智能水平之间存在显著的正向相关性。这一结论表明，高等教育在推动人工智能技术进步和创新方面发挥了重要作用。此外，在引入工具变量进行因果识别后，回归结果依然表现稳健，进一步确认了高等教育对人工智能发展的积极影响。

第二，中介效应分析揭示了区域创新技术在高等教育促进人工智能发展中的中介作用。通过中介效应检验，本研究发现，区域创新技术作为一种中介因素，能够有效地链接高等教育与人工智能的互动关系。具体而言，高等教育通过培养创新型人才、推动科研成果转化以及提升技术研发能力，促进了区域层面的技术创新。这些创新活动为人工智能的发展提供了技术支持和资源保障，进一步推动了人工智能的快速进步。由此可见，高等教育不仅直接促进了人工智能的发展，还通过提升区域创新能力间接地促进了人工智能技术的突破。

第三，异质性分析进一步揭示了中部地区在人工智能发展中的相对优势。通过对不同地区的人工智能发展水平进行异质性分析，发现中部地区在人工智能发展方面取得了较为显著的进展。分析结果表明，这一现象可能与中部地区较为便利的交通网络和资源流动有关。便利的交通条件使得技术和资源的转换更加高效，降低了技术研发的时间和成本。此外，从各省市高等教育水平中可以看出，中部地区的高等教育发展水平相对较为突出，进一步印证了高等教育对人工智能发展的促进作用。在该地区，高等教育的优势资源得到了较为充分的利用，为人工智能技术的培育和落地提供了有力的支持。

综上所述，本研究通过综合运用回归分析、中介效应检验和异质性分析等多种方法，系统探讨了高等教育如何促进人工智能的发展。研究结果不仅揭示了高等教育在推动人工智能创新中的核心作用，也为政策制定者在优化高等教育资源配置和推动人工智能技术进步方面提供了理论依据与实践指导。未来，随着高等教育和区域创新环境的进一步优化，人工智能的发展将迎来更多机遇和挑战，值得继续深入探索。

5.2. 建议与对策

当前的研究主要聚焦于三个核心领域：人工智能教育的基础性问题探讨、人工智能与教育之间的双向赋能机制，以及人工智能技术在教育领域的实际应用。存在忽视高等教育以及区域创新技术支撑人工智能发展的重要作用。在未来人工智能研究需进一步加强高等教育与区域创新能力的支撑作用，并高度重视双向赋能；同时，深化基础理论研究，为人工智能的发展奠定坚实的理论基石；此外，还需拓宽研究视域，探索更多可能性，并注重方法研究，以科学手段强化研究的支撑力度。人工智能作为科技强国发展战略中的重要一部分，能够处理和分析海量数据，提高决策效率和准确性，优化资源配置，是强国发展和未来社会不可或缺的力量，为提高人工智能发展我们提出以下建议：

5.2.1. 加快高等教育人才培养体系改革，构建“人工智能+”复合型人才体系

高等教育应加快人工智能人才培养体系改革，推动跨学科融合，构建“人工智能+”复合型人才体系。高校应调整课程结构，优化人工智能专业核心课程，加强数学、计算机、算法、工程、伦理等基础教学，同时增设人工智能在医疗、制造、金融、法律等行业的应用课程，提高人才培养的实践性和针对性。此外，推动“AI + X”跨学科教育模式，促进人工智能与物理、生物、医学、经济、社会科学等学科交叉融合，培养具备行业背景知识、数据分析能力和工程实践能力的复合型人才。为此，高校应与科研机构、企业建立联合培养机制，推行“人工智能企业实习 + 高校导师指导”双轨制培养模式，确保人才培养与市场需求相匹配，提高人才的就业竞争力和创新能力。

5.2.2. 推动产学研深度融合，提升科技成果转化率

高等教育应加强产学研深度融合，提升人工智能科技成果转化率。高校应结合区域产业特色，差异化布局人工智能研究方向，使长三角地区侧重 AI+ 智能制造，粤港澳大湾区侧重 AI+ 金融，北京等地侧重 AI+ 大模型研发，实现技术研究与产业需求精准对接。同时，高校应完善科技成果转化机制，建立知识产权保护体系，促进人工智能技术成果在高校和企业间合理流动，设立高校科技成果转化基金，鼓励科研成果市场化。此外，推动高校与头部企业共建联合实验室，形成“企业出题，高校解题”的模式，解决行业共性难题，加速人工智能技术产业化落地。

5.2.3. 优化高等教育资源配置，促进区域创新均衡发展

为了促进区域创新均衡发展，应优化高等教育资源配置，加大对中西部和非沿海地区高校的支持力度。政府应设立专项资金，扶持人工智能相关学科建设，提升中西部高校在人工智能研究、人才培养和科技创新方面的竞争力。同时，应推动人工智能教育资源在省市间合理流动，通过远程教育、线上实验室、虚拟仿真实验等方式，提升欠发达地区的教学质量。此外，应加强区域协同创新，推动跨省、跨区域的人工智能产业合作，建立国家级人工智能协同创新中心，促进不同区域的研究机构、高校和企业联合攻关重大项目，实现科技资源共享和优化配置。

5.2.4. 强化企业激励机制，加快人工智能产业化应用

高等教育还应发挥政策引导作用，强化企业激励机制，加快人工智能产业化应用。政府应出台人工智能产业扶持政策，设立人工智能专项基金，为 AI 初创企业提供资金支持，同时给予人工智能企业税收优惠和财政补贴，鼓励企业加大研发投入。此外，应推动人工智能在传统产业的智能化升级，支持制造业、金融业、医疗行业等引入人工智能技术，提高生产效率和服务质量。通过设立人工智能技术应用试点示范区，推广人工智能在智能制造、智慧农业、智慧城市等领域的应用，推动产业升级。政府还应构建良好的 AI 创业生态，建立人工智能创业孵化器，鼓励高校和科研机构的研究人员将科研成果转化为创业项目，为 AI 创业团队提供技术支持、市场资源和融资渠道，助力人工智能产业的快速成长。

综上所述，高等教育是人工智能发展的关键支撑，应围绕人才培养、科技创新、区域均衡发展、企业赋能四个维度，构建高效联动的教育 - 科技 - 产业体系。通过优化人才培养模式、加强产学研合作、促进区域创新均衡、推动产业化应用，我国才能抢占全球人工智能技术高地，实现高质量科技自立自强。

参考文献

- [1] 赖德胜, 王琦, 石丹渐. 高等教育质量差异与区域创新[J]. 教育研究, 2015, 36(2): 41-50.
- [2] 史秋衡, 常静艳. 人工智能赋能高质量高等教育的战略特征与制度建构[J/OL]. 西安交通大学学报(社会科学版), 1-13. 2024-04-26.
https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=EKYfHJ8l29i4r-Z11QEGJLRB04sUwMCjvGos6w-Eq0zBrpVki6_Atott-ytUVPgQO1obgU2DYfwzrztrtwciHQmjZosR48YbjEUOWOmmr-EsMXi4LMHfxJAJ06zSSPsNos3ExrFy67ZyaDzBTRB8Aqss2B4Yl8ugeFpUM_XjAzojMBE8KeBeg==&uniplat-form=NZKPT&language=CHS
- [3] 孙俊华, 万洋. 高等教育、区域创新能力与数字经济发展[J]. 高校教育管理, 2024, 18(2): 1-12+52.
- [4] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.
- [5] 黄榕, 顾元媛. 我国区域高等教育发展水平评价与特征分析[J]. 高校教育管理, 2023, 17(5): 25-41.
- [6] 刘军, 杨渊鳌, 张三峰. 中国数字经济测度与驱动因素研究[J]. 上海经济研究, 2020(6): 81-96.

- [7] 欧阳海琴. 数字经济、人才集聚与长三角高质量发展[J]. 南昌大学学报(人文社会科学版), 2024, 55(1): 45-55.
- [8] 陈伟, 邓尧, 杨柏, 等. 人工智能能否赋能区域技术创新——创新环境的中介效应[J/OL]. 科技进步与对策, 1-10. 2024-04-24.
https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=EKYftHJ8I29gqmi9cNKzaTt47bEtkHK_7zPPCexC4B52da6-p5ztXgf2_dBEshmjo-jSNJADWLa0J91E3_YZ-C4FL1YGfZ5DMTCtSR2QA-wItneC7vtgN2VU2dsGGjQrm3NpLJ5Bt-iC272x18dVGrOBr9SplkyGKKzgadPP9Wi3nRstjB3z6mCn-5m8Vk9H&uniplatform=NZKPT&language=CHS
- [9] 汪伟, 刘玉飞, 史青. 人口老龄化、城市化与中国经济增长[J]. 学术月刊, 2022, 54(1): 68-82.