

京津冀科技教育人才协同发展水平测度研究

常红^{1,2}, 潘薪霖^{1*}, 张议艺¹, 席璐¹, 程玥葳¹

¹河北大学经济学院, 河北 保定

²河北大学人口与健康发展研究中心, 河北 保定

收稿日期: 2024年11月15日; 录用日期: 2025年1月2日; 发布日期: 2025年1月10日

摘要

本文聚焦京津冀地区,旨在探讨科技教育人才的协同发展水平。京津冀作为中国的重要经济和文化中心,面临资源分布不均和人才流动不足等挑战,特别是在高端科技人才的吸引和留存方面。党的二十大报告强调教育、科技和人才是实现社会主义现代化的基础性支撑,因此建立健全的协同发展机制至关重要。研究选取2010~2022年间京津冀13个城市面板数据,通过三维核密度估计绘制科技创新指数、教育发展指数和人才发展指数的时空分布图,分析其演化趋势。同时,运用耦合协调度模型评估各城市的协同发展情况。研究结果将为提升区域科技创新水平和实现高质量发展提供理论支持与政策依据,并为解决人才短缺问题和推动经济转型注入新动力。

关键词

京津冀, 科技教育人才, 协同发展, 耦合协调度

Research on the Level of Coordinated Development of Science, Education, and Talent Resources in the Beijing-Tianjin-Hebei

Hong Chang^{1,2}, Xinlin Pan^{1*}, Yiyi Zhang¹, Lu Xi¹, Yuewei Cheng¹

¹School of Economics, Hebei University, Baoding Hebei

²Center for Population and Health Development, Hebei University, Baoding Hebei

Received: Nov. 15th, 2024; accepted: Jan. 2nd, 2025; published: Jan. 10th, 2025

Abstract

This paper focuses on the Beijing-Tianjin-Hebei region, aiming to explore the level of synergistic

*通讯作者。

文章引用: 常红, 潘薪霖, 张议艺, 席璐, 程玥葳. 京津冀科技教育人才协同发展水平测度研究[J]. 创新教育研究, 2025, 13(1): 115-129. DOI: 10.12677/ces.2025.131016

development of science and technology education and talent. As an important economic and cultural center in China, the Beijing-Tianjin-Hebei region faces challenges such as uneven distribution of resources and insufficient talent flow, especially in the attraction and retention of high-end science and technology talent. The 20th CPC National Congress Report stresses that education, science and technology, and talent are the fundamental support for realizing socialist modernization, so establishing a sound mechanism for synergistic development is crucial. The study selects panel data from 13 cities in the Beijing-Tianjin-Hebei region from 2010 to 2022 and uses a three-dimensional kernel density estimation to draw a spatial distribution map of the innovation index, education development index, and talent development index, analyzing their evolution trends. At the same time, the coupled coordination degree model is used to evaluate the synergistic development of each city. The research results will provide theoretical support and policy basis for enhancing regional science and technology innovation levels and achieving high-quality development, and inject new impetus into solving the problem of talent shortage and promoting economic transformation.

Keywords

Beijing-Tianjin-Hebei, Science, Education and Talent, Coordinated Development, Coupling Coordination Degree

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

京津冀地区是我国重要的政治文化中心，也是我国北方重要的经济中心。京津冀协同发展重大国家战略的提出，对于打造我国新的经济增长极，促进国家综合国力迈上新台阶具有重大深远的战略意义，同时也对加快推进京津冀科技教育人才协同发展提出了新的更高要求[1]。

北京作为中国的科技创新高地，拥有众多世界一流的高等院校和科研机构，如清华大学和北京大学，为区域培养了大量科技人才。天津在新兴产业和现代服务业方面快速发展，不断提升科技教育水平；河北省则积极承接北京的科技产业转移，逐步增强科技教育的基础设施和师资力量。然而，尽管京津冀地区在科技教育人才的培养和引进方面取得了一定成就，但仍存在资源分布不均、人才流动不足等问题。北京的高端人才集聚导致教育和科研资源向其倾斜，而周边地区，尤其是河北，在高端科技人才的吸引和留存方面仍显不足。这种不均衡的现状限制了京津冀区域的整体科技创新能力。党的二十大报告明确指出，“教育、科技和人才是国家发展的基础和战略支柱”。教育作为培养高质量人才的前置环节，是提高科技创新能力的关键要素。高质量的人才不仅是教育发展的重要标志，也是自主创新能力建设的根本保证。教育、科技和人才的协调发展，能够为社会提供更多的人才，培育出更多的创新型人才和团队，从而推动社会发展进入创新驱动的范式，提高发展能力[2]。

鉴于此，本研究以京津冀 13 个城市为研究对象，选取 2010~2022 年的面板数据，旨在测度京津冀地区科技教育人才的协同发展水平。通过采用三维核密度估计和耦合协调度模型等方法，本研究将深入分析科技创新指数、教育发展指数、人才发展指数、耦合协调指数和综合协调指数的时空分布规律及各城市耦合协调发展的时空演化趋势。在此基础上，对京津冀城市群的教育、科技和人才协同发展状况进行全面评估，并对其发展趋势进行分析，以期优化其发展策略提供理论支撑和决策参考。这不仅有助于解决当前的人才短缺问题，更能为京津冀地区的经济转型与升级注入新的动力。

2. 京津冀城市群教育、科技、人才协同发展的逻辑关联

高等教育、人力资本与科技创新之间存在密切的耦合关系，它们相互作用、彼此影响，共同推动教育、科技、人才“三位一体”协同融合发展。

1) 教育与人才。教育主要通过扩大增量、改善存量和吸引流量三个途径对人才进行培养、提升和储备。一是通过培养各类人才扩大人才供给，满足经济社会发展对人才的数量需求。二是通过人才集聚促进人才之间的信息共享、交流、合作与竞争，提升人力资本质量。三是通过改善高校办学条件、提高薪资待遇、规划发展路径等吸引海内外优秀人才集聚。研究发现，教育通过培育高层次人才促进经济可持续发展；教育规模扩张能够通过积累人才红利促进经济高质量发展，且存在人力资本传导的规模与集聚门槛效应。

2) 教育与科技。教育引领科技创新，通过培养创新人才、推动成果转化及建设创新生态系统实现。科研项目与成果转化机制提升教育科研影响力，促进社会发展。科技创新的发展催生新的人才培养需求，推动高等教育改革。同时，科技创新导向教育改革与发展，两者相辅相成。研究显示，科技创新与区域创新能力耦合协调度整体上升但水平低，地区间差异大，呈现正向空间集聚。区域教育、科技创新与经济发展耦合发展水平上升但同样较低，差异显著，部分地区发展单一。

3) 人才与科技。人才通过存量积累、质量提升与结构优化，成为科技创新的关键驱动力。存量积累为科技创新提供主体动力，促进知识技术吸收与物质资本转化；高质量人力资本为科技创新提供高水平支撑，加速技术扩散与知识传递[3]。科技创新推动产业升级，改变劳动力市场，营造终身学习环境，促使个体提升。研究证实人才对科技创新的推动作用及其异质性，人才集聚亦促进科技创新。总之，人才的存量、质量与结构优化对科技创新具有深远影响，是推动其发展的关键要素。

3. 研究方法

3.1. 构建指标体系

为了实现对教育、科技和人才三大系统的耦合协同度的有效度量，考虑到三大系统之间的相互联系，本课题按照指标选择的系统性、科学性和代表性的原则，在参考有关数据的基础上，构建教育、科技和人才的评估指标体系(见表 1)。

Table 1. Regional science and technology innovation high-quality comprehensive evaluation index system

表 1. 区域科技创新高质量综合评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	属性	单位	指标权重
创新环境	人才基础	普通高等学校在校人数	正向	万人	0.22766555
	创新文化	每万人专利授权数	正向	件	0.07410865
创新投入	经费投入	科学支出占一般公共预算支出的比重	正向	%	0.152623583
	人员投入	R&D 人员折合全时当量	正向	万人/年	0.117286592
企业创新	企业研发	R&D 经费内部支出	正向	亿元	0.072055534
	企业成果	发明专利授权数	正向	千件	0.101185277
创新绩效	绿色发展	能源消耗效率	负向	%	0.144054217
	产业升级	产业结构高级化	正向	%	0.111020597

科技创新指标数据主要来源于 2011 年和 2023 年的《中国城市统计年鉴》《河北统计年鉴》《中国社会统计年鉴》《企业研发活动情况统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《河北经济年鉴》，能源消耗效率

参考马海涛和王柯文(2022) [4]的做法进行计算。

Table 2. Talent ecological evaluation index system
表 2. 人才生态评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	属性	单位	指标权重
人才发展	发展水平	人均一般预算收入	正向	万元/人	0.113649252
		人均地区生产总值	正向	万元/人	0.081140868
	市场活力	城市创新活跃度	正向		0.107208268
	产业潜力	城市数字经济指数	正向		0.066824215
人才创新创业	科创投入	科学支出占一般公共预算支出的比重	正向	%	0.122901001
	金融支持	金融发展水平	正向		0.099016861
人才公共服务	教育发展	高等学校专任教师数	负向	人/万人	0.135787169
	医疗服务	每千人拥有执业(助理)医师数	正向	人/千人	0.100985202
人才生活品质	生活水平	人均社会消费品零售总额	正向	元/人	0.086452391
	生态环境	人均公园绿地面积	正向	平方米/人	0.086034772

人才生态评价指标体系的数据主要来源于 2011 和 2023 年的《中国城市统计年鉴》《中国火炬统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《河北统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》以及 2010 和 2022 年的地方政府工作报告、国民经济和社会发展统计公报。石家庄地区采取不包含辛集市的人口数量,保定地区采取不包含定州、雄安的人口数量来进行计算。城市数字经济指数参考赵涛等(2020) [5]的做法,其中数字普惠金融指数参考郭峰等(2020) [6]的做法北京市用朝阳区的数据作为测算,天津市用和平区的数据作为代表;金融发展水平参考茹乐峰等(2014) [7]、陶锋等(2017) [8]的做法来进行测算;城市创新活跃度用百人新创企业注册数来衡量(见表 2)。

Table 3. Higher education development index system
表 3. 高等教育发展指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	属性	单位	指标权重
高等教育投入	财力投入	R&D 经费内部支出	正向	亿元	0.049200876
		R&D 经费投入占 GDP 百分比	正向	%	0.067265463
	人力投入	R&D 人员折合全时当量	正向	万人、年	0.080085496
		R&D 人员占常住人口百分比	正向	%	0.116137204
高等教育产出	经济效益	每万人申请授权量	正向	项	0.050602783
		每千家企业发明专利授权数	正向	项	0.069091214
高等教育与环境	教育资源	普通高等学校数	正向	个	0.150655267
		普通高等学校专任教师数	正向	万人	0.115141123
		普通高等教育生师比	负向	%	0.055605743
	经济基础	人均 GDP	正向	万元	0.068803634
		人均可支配收入	正向	万元	0.057632641
	科研支持	互联网普及率	正向	%	0.075459354
		每百人公共图书馆馆藏数	正向	册	0.044319202

高等教育发展体系的数据主要来源于 2011 年和 2023 年的《中国城市统计年鉴》《河北经济年鉴》，以及 2010 年的和 2022 年的国民经济和社会发展统计公报，缺失数据运用线性插补法进行计算[9]。其中，石家庄人口自然增长率不包含辛集市、保定不含定州市、雄安(见表 3)。

3.2. 数据标准化及指标权重确定方法

本文运用熵值法来确定各项指标的权重，通过熵值判断指标的离散程度，可以较为有效地防止对权重的主观分配所产生的差异。其具体步骤为：

先对指标进行比重变换：

$$S_{imj} = \frac{\mu_{imj}}{\sum_{m=1}^{11} \mu_{imj}} \quad (1)$$

再计算熵值：

$$e_{ij} = -\frac{1}{\ln 11} \sum_{m=1}^{11} S_{imj} \ln S_{imj} \quad (2)$$

进而计算差异系数：

$$d_{ij} = 1 - e_{ij} \quad (3)$$

最后得出各指标的权重：

$$w_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sum_{j=1}^n d_{ij}} \quad (4)$$

其中 n 为指标个数， m 为年数， U_{imj} 表示第 i 个子系统第 m 年第 j 个指标标准化后的数值。

3.3. 评价指标模型

1) 耦合协调度模型

将教育、科技和人才三个要素的耦合程度定义为教育、科技和人才三个要素的耦合程度，并据此定义了三个要素的耦合协同关系。采用耦合协调度具有以下优点：1) 避免因区域发展差异造成的耦合程度相同的问题，更能体现系统的实际发展；2) 以数值的形式展示了各子系统之间的协同程度，从而为进一步进行系统的开发提供了更加科学的保障[10]。模型公式如下：

$$C = k \times \sqrt{\prod_{i=1}^k \mu_i / \left(\sum_{n=1}^k \mu_i \right)^k} \quad (5)$$

$$\mu_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} u_{ij} \quad (6)$$

式中， C 表示包含 k 个子系统的整体耦合度，取值范围为(0,1)，其值越大，子系统间的相互作用程度越大，关联性越强[11]；其值越小，子系统间的相互作用程度越小，关联性越弱。 k 为子系统的数量， u_i 表示子系统 i 的综合评价指数， u_i 为标准化后的数值， w_{ij} 表示第 i 个子系统第 j 个指标的权重， n 为指标个数。

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (7)$$

$$T = \sum_{i=1}^k \partial_i \mu_i \quad (8)$$

$$\partial_i = 1/k \quad (9)$$

式中， T 表示综合协调指数，是在协调作用下系统的整体发展水平。 D 为耦合协调度，用来评价系统的协

调程度，是系统间协调状况好坏程度的定量指标， ∂_i 为协调系数。

2) Kernel 密度估计法

Kernel 密度估计方法能够通过构建密度函数，在估计概率密度的时候不需要事先假定任何具体的分布函数，而是仅仅要求待估计的分布服从一些条件，例如分布函数的平滑性、可微性等。非参数的假定要比参数估计放松很多，更容易找出分布函数的真实形状[12]。为此，可以利用其分布特征来考察估计样本的时空变动趋势，其具体的密度函数公式为：

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{x_i - \bar{x}}{h}\right) \tag{10}$$

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \tag{11}$$

X 为随机变量， N 为区域地级市个数， x_i 表示第 i 个地级市综合指数， $\bar{x}$ 表示综合指数平均值， $K(\cdot)$ 表示 Kernel 密度， h 表示窗宽，用以决定核密度估计的精度。

4. 实证分析

4.1. 数据处理

根据上述熵值法计算的京津冀地区 13 个城市 2010 和 2022 年科技、教育、人才发展综合得分及排名见表 4。

Table 4. Comprehensive evaluation index of science, technology and education talents in the Beijing-Tianjin-Hebei region in 2010 and 2022

表 4. 2010 和 2022 年京津冀地区科技教育人才综合评价指数

年份	地区	耦合协调度	年份	地区	耦合协调度
2010	北京	1.561769115	2022	北京	1.866261544
2010	天津	1.335022276	2022	天津	1.431564099
2010	石家庄	1.249209013	2022	石家庄	1.369506474
2010	保定	1.159884668	2022	廊坊	1.227168011
2010	廊坊	1.135542564	2022	保定	1.221887982
2010	秦皇岛	1.133111069	2022	唐山	1.212389435
2010	唐山	1.116975718	2022	秦皇岛	1.176947542
2010	承德	1.113105666	2022	沧州	1.168062532
2010	张家口	1.112798247	2022	邯郸	1.159380116
2010	邯郸	1.107833297	2022	张家口	1.140485633
2010	沧州	1.090513642	2022	承德	1.134376055
2010	衡水	1.085855093	2022	邢台	1.134357383
2010	邢台	1.085301617	2022	衡水	1.118420444

表 4 显示了 2010 年和 2022 年京津冀地区各县市的科技教育人才综合评价指数。可以得出，这些地区的科技教育人才培养和发展水平都有所提升。这表明京津冀地区重视科技教育人才的培养，并取得了一定成效。后续可以进一步加强区域协作，实现优质教育资源的共享与人才的流动，促进京津冀地区的

高质量发展(见表 4)。

4.2. 各维度分析

为了更全面地探究京津冀地区 13 个城市的科技、教育、人才发展水平，利用上述熵值法计算出地区科技、教育、人才 3 个维度 2010 年和 2022 年综合得分，见表 5~7。

Table 5. Evaluation index of science and technology innovation in the Beijing-Tianjin-Hebei region in 2010 and 2022

表 5. 2010 和 2022 年京津冀地区科技创新评价指数

年份	地区	科创评价指数	年份	地区	科创评价指数
2010	北京	1.610833247	2022	北京	1.876269027
2010	天津	1.366420575	2022	天津	1.424824371
2010	石家庄	1.311668469	2022	石家庄	1.386425912
2010	保定	1.220104026	2022	保定	1.203690728
2010	廊坊	1.197972077	2022	廊坊	1.149569513
2010	邯郸	1.170120419	2022	唐山	1.136045952
2010	沧州	1.166757825	2022	沧州	1.116385601
2010	秦皇岛	1.152878106	2022	衡水	1.1069521
2010	衡水	1.136407513	2022	邯郸	1.093237183
2010	承德	1.127776448	2022	张家口	1.085734763
2010	邢台	1.124852514	2022	秦皇岛	1.065505976
2010	张家口	1.121642678	2022	邢台	1.058219393
2010	唐山	1.106345751	2022	承德	1.049540003

2010~2022 年，北京、天津等地区的指数都有所提升，表明这些地区在科技创新方面取得了进展。而邯郸、沧州、秦皇岛和承德的科技创新 2022 年得分与 2010 年相比降幅较大，但并非表示这四个城市不再重视地区科技创新的进步。河北省在 2019 年启动了县域科技创新跃升计划后，沧州市大力推进县级重点科技平台的建设，大力培养创新主体，加大对企业的研发投入力度，加大对关键共性技术的研究力度，推动其成果的转化，引进高端的科研人才，培养专业的科技服务组织，全面提高县域的科技创新能力(见表 5)。

Table 6. Talent evaluation index of Beijing-Tianjin-Hebei region in 2010 and 2022

表 6. 2010 和 2022 年京津冀地区人才评价指数

年份	地区	人才评价指数	年份	地区	人才评价指数
2010	北京	1.598853416	2022	保定	1.274019318
2010	天津	1.299221855	2022	北京	1.914167453
2010	石家庄	1.205937147	2022	唐山	1.275458118
2010	承德	1.15007785	2022	天津	1.442844996
2010	秦皇岛	1.148739048	2022	廊坊	1.313069591
2010	唐山	1.143424394	2022	张家口	1.190409171
2010	保定	1.124105409	2022	承德	1.211282195

续表

2010	张家口	1.121229408	2022	沧州	1.227105238
2010	廊坊	1.10902545	2022	石家庄	1.423015976
2010	邯郸	1.087891295	2022	秦皇岛	1.241155893
2010	邢台	1.072315502	2022	衡水	1.224220049
2010	衡水	1.065780821	2022	邢台	1.217273967
2010	沧州	1.044963956	2022	邯郸	1.229576392

在人才评价维度，2010~2022 年得分呈提升趋势。天津、廊坊、石家庄、保定得分均高于平均分。近几年，石家庄通过创新人才政策，强化平台建设，创新人才引进方式，聚集了一批具有关键核心技术、引领未来发展的科技领军人才和创新团队[13]，推动创新链产业链人才链深度融合。保定市深入推进人才强市战略和“智汇保定”聚才计划，创新“周转编”政策，助力高层次人才汇聚(见表 6)。

Table 7. Education evaluation index of Beijing-Tianjin-Hebei region in 2010 and 2022

表 7. 2010 和 2022 年京津冀地区教育评价指数

年份	地区	教育评价指数	年份	地区	教育评价指数
2010	北京	1.475620681	2022	北京	1.808348151
2010	天津	1.339424396	2022	天津	1.427022931
2010	石家庄	1.230021423	2022	石家庄	1.299077534
2010	保定	1.13544457	2022	唐山	1.225664235
2010	唐山	1.101157007	2022	秦皇岛	1.224180757
2010	廊坊	1.099630165	2022	廊坊	1.218864928
2010	秦皇岛	1.097716054	2022	保定	1.187953901
2010	张家口	1.095522655	2022	沧州	1.160696757
2010	邯郸	1.065488178	2022	邯郸	1.155326772
2010	承德	1.061462699	2022	张家口	1.145312966
2010	沧州	1.059819146	2022	承德	1.142305966
2010	邢台	1.058736836	2022	邢台	1.12757879
2010	衡水	1.055376944	2022	衡水	1.024089184

在教育发展方面，2022 年京津冀地区 13 个城市的平均得分为 1.2420，相比于 2010 年增加了 0.098。2022 年山东、北京、天津、石家庄得分均高于平均分，而承德、邢台、衡水得分较低，尤其是衡水得分为 1.0241，其地区教育发展水平较低，与排名靠前的北京、天津、石家庄等市之间存在较大的差距(见表 7)。

Table 8. Evaluation index of the coupling coordination degree of science, technology and education talents in the Beijing-Tianjin-Hebei region in 2010 and 2022

表 8. 2010 和 2022 年京津冀地区科技教育人才耦合协调度评价指数

年份	地区	耦合协调度	年份	地区	耦合协调度
2010	北京	1.249220189	2022	北京	1.365922882
2010	天津	1.155307659	2022	天津	1.196470497

续表

2010	石家庄	1.117318281	2022	石家庄	1.169832239
2010	保定	1.076618007	2022	廊坊	1.106954475
2010	廊坊	1.065219584	2022	保定	1.105134371
2010	秦皇岛	1.0643451	2022	唐山	1.100454952
2010	唐山	1.056796246	2022	秦皇岛	1.083605736
2010	张家口	1.054860576	2022	沧州	1.080361588
2010	承德	1.054732916	2022	邯郸	1.076124349
2010	邯郸	1.052109113	2022	张家口	1.067556078
2010	沧州	1.043643804	2022	邢台	1.064188328
2010	衡水	1.041761412	2022	承德	1.064153953
2010	邢台	1.041600145	2022	衡水	1.056138844

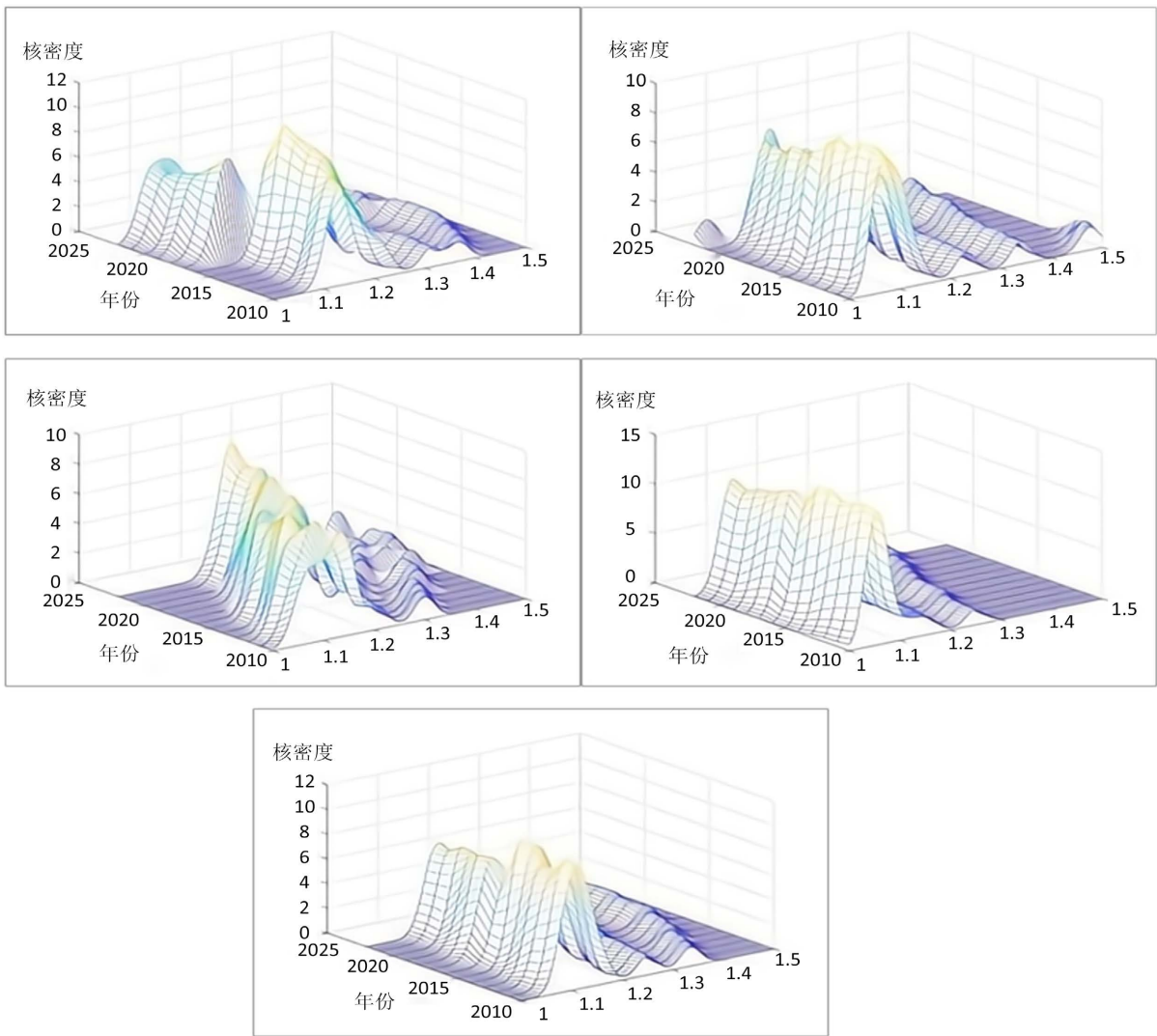


Figure 1. Dynamic evolution of collaborative distribution of science, technology and education talents in the Beijing-Tianjin-Hebei region from 2010 to 2022
图 1. 2010~2022 年京津冀地区科技教育人才协同分布动态演进

在科技教育人才耦合协调度方面,由表 8 可知,2010~2022 年得分呈上升趋势,发展势头较好。2022 年最高得分为北京的 1.3659,其科技教育人才耦合协调度较高,在科教兴国战略的推动下,北京市在科技创新、人才发展与高等教育发展的深度融合方面取得了积极的成效。而邢台、承德、衡水得分均较低,暂未实现地区科技、教育和人才发展的良性互动。

4.3. 时空演化分析

1) 分布动态演进特征

为了更直观地观察京津冀地区 13 个城市科技教育人才协同发展的时空演变特征,本文用软件 MATLAB2024a 软件绘制的高斯核密度三维分布图,基于 Kernel 密度估计的方法,通过其分布位置、态势、延展性和极化现象来分析 2010~2022 年京津冀地区科技创新、人才发展、教育发展的时空演变趋势和差异特征。下图分别为京津冀地区 13 城市科技创新、教育、人才、耦合度、协调度的时空演变图(见图 1)。

2010~2022 年京津冀地区科技创新和协调度聚集水平降低,愈发趋于分散,整体绝对差异减小,呈现多极化趋势;教育发展和人才发展聚集水平提高,趋向于同一水平,整体绝对差异减小,呈现多极化趋势;耦合聚集水平提高,趋向于同一水平,但整体绝对差异增加呈现两极化趋势(见表 9)。

Table 9. Dynamic evolution of talent distribution in science and technology education in Beijing-Tianjin-Hebei region
表 9. 京津冀地区科技教育人才分布动态演进特征

指数	分布位置	主峰演进态势	分布延展性	极化趋势
科技创新	左移	峰值下降,宽度扩大	右拖尾,延展性收缩	多极化趋势
教育	左移	峰值上升,宽度缩小	右拖尾,延展性收缩	多极化趋势
人才	左移	峰值上升,宽度缩小	右拖尾,延展性收缩	多极化趋势
耦合度	左移	峰值上升,宽度缩小	右拖尾,延展性扩展	两极化趋势
协调度	左移	峰值下降,宽度扩大	右拖尾,延展性收缩	多极化趋势

2) 空间分布特征

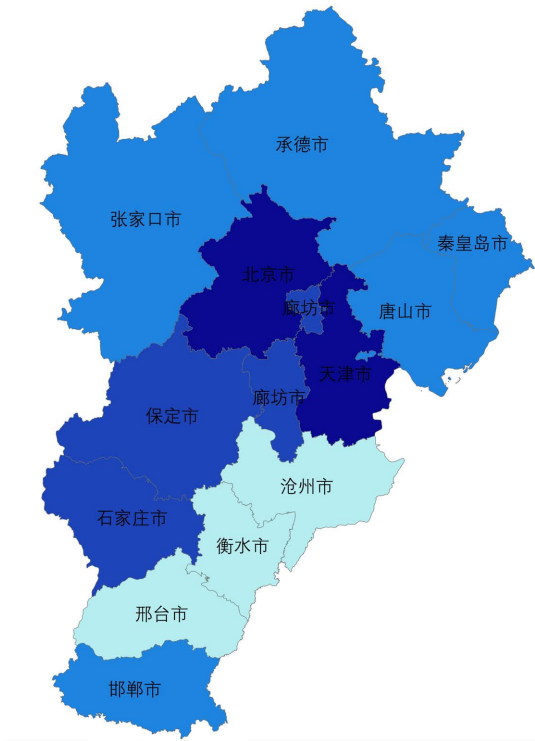
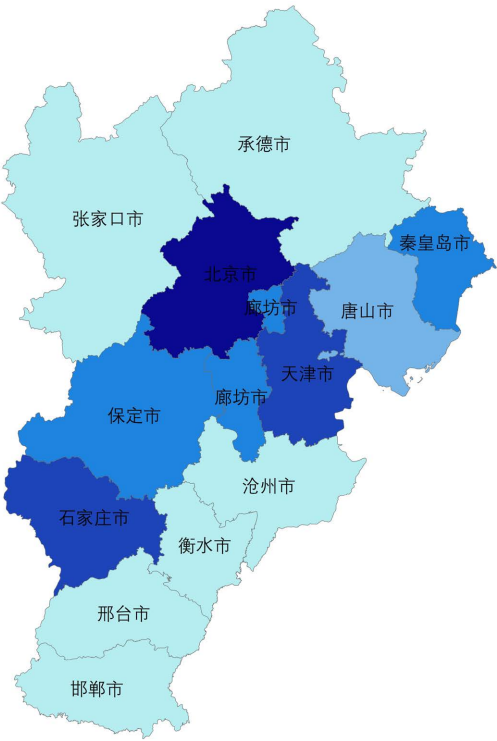
为了更直观地观察不同时期京津冀地区科技教育人才协同发展的空间分布变化,本文选取 2010 年、2014 年、2018 年和 2022 年 4 个时间节点(见表 10),利用 ArcGIS 软件将表 10 中京津冀地区 13 个城市的科技教育人才耦合度综合得分空间分布情况可视化显示,并采用自然断点分类法分为 5 个等级,如下图所示(见图 2)。

Table 10. Evaluation index of coupling coordination degree in Beijing-Tianjin-Hebei region from 2010 to 2022
表 10. 2010~2022 年京津冀地区耦合协调度评价指数

年份	地区	耦合协调度	年份	地区	耦合协调度
2010	北京	1.249220189	2014	北京	1.279034175
2010	天津	1.155307659	2014	天津	1.179282734
2010	石家庄	1.117318281	2014	石家庄	1.124862803
2010	保定	1.076618007	2014	秦皇岛	1.077347876
2010	廊坊	1.065219584	2014	保定	1.077212849
2010	秦皇岛	1.0643451	2014	唐山	1.073178973
2010	唐山	1.056796246	2014	廊坊	1.072441019

续表

2010	张家口	1.054860576	2014	承德	1.064001444
2010	承德	1.054732916	2014	邯郸	1.063789236
2010	邯郸	1.052109113	2014	沧州	1.059930863
2010	沧州	1.043643804	2014	衡水	1.054969066
2010	衡水	1.041761412	2014	张家口	1.053350354
2010	邢台	1.041600145	2014	邢台	1.051383294
2018	北京	1.314507548	2022	北京	1.365922882
2018	天津	1.191925236	2022	天津	1.196470497
2018	石家庄	1.146595317	2022	石家庄	1.169832239
2018	廊坊	1.095847361	2022	廊坊	1.106954475
2018	秦皇岛	1.086807348	2022	保定	1.105134371
2018	唐山	1.085355142	2022	唐山	1.100454952
2018	保定	1.083435957	2022	秦皇岛	1.083605736
2018	沧州	1.070310537	2022	沧州	1.080361588
2018	承德	1.061690167	2022	邯郸	1.076124349
2018	邯郸	1.05804542	2022	张家口	1.067556078
2018	衡水	1.057356227	2022	邢台	1.064188328
2018	邢台	1.056700865	2022	承德	1.064153953
2018	张家口	1.04993029	2022	衡水	1.056138844



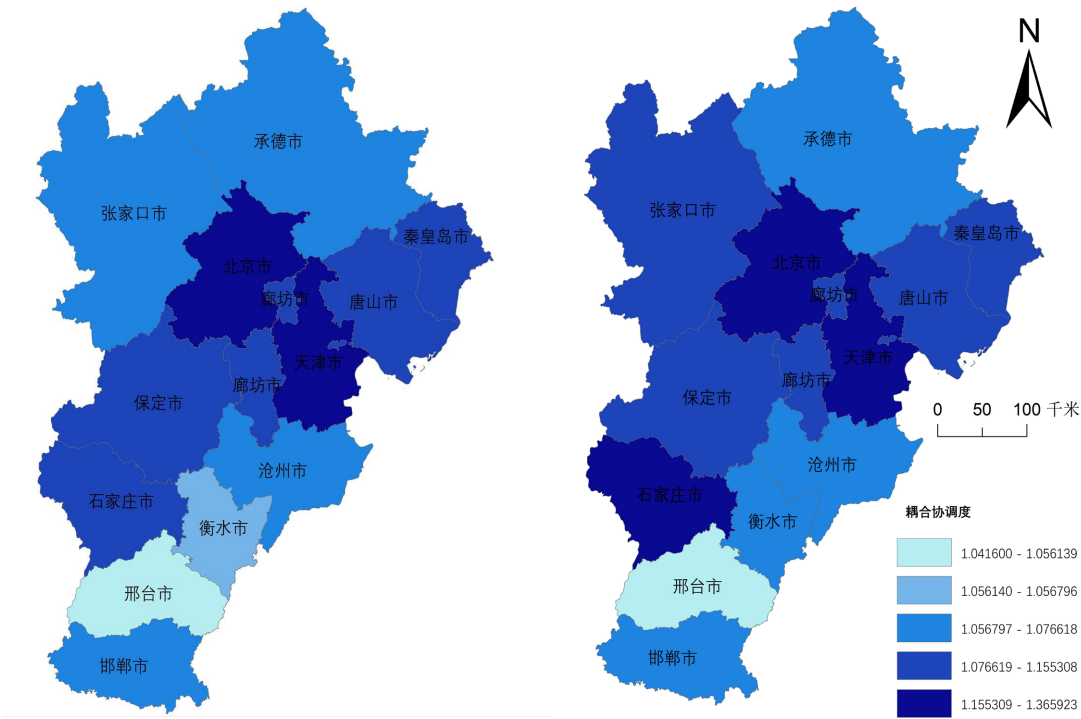


Figure 2. 2010~2022: Coordinated development and evolution of science, technology and education talents in the Beijing-Tianjin-Hebei region
图 2. 2010~2022 年京津冀地区科技教育人才协同发展演变

由图 2 可知,京津冀地区科技教育人才协同发展水平分五个等级,2010 年多数城市还处于最低等级,到 2014 年张家口和承德退出最低等级,跻身进入第三等级。衡水和沧州也于 2018 年分别进入第四和第三等级。到 2022 年,只有邢台仍处于最低等级,而北京一直处在第一等级。总体来看,京津冀地区科技教育人才协同发展水平有待提高。

3) 发展趋势演变

从科技创新角度来看,2011 至 2022 年间,京津冀地区整体教育发展水平小幅上升。其中唐山市教育排名显著提升,而秦皇岛市略有下滑。就教育发展而言,该区域整体呈现上升态势,但地区差距仍存,且保定的排名有所下降。在人才发展方面,京津冀整体水平大幅提高,其中北京、天津、石家庄和廊坊进步尤为明显,但张家口的人才发展指数下降较多。总体来看,京津冀科创教育人才协同度有所改善,但地区间差异大,特别是天津、保定、承德和廊坊等地需进一步提升协调发展水平(见图 3~7)。

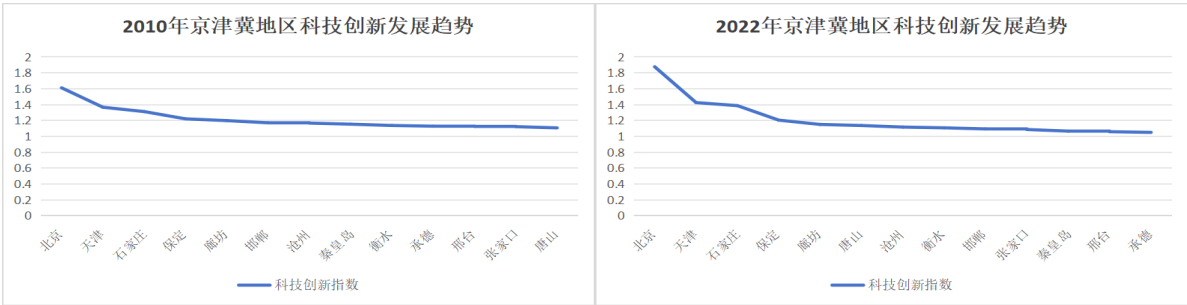


Figure 3. The evolution trend of scientific and technological innovation in the Beijing-Tianjin-Hebei region in 2010 and 2022
图 3. 2010 和 2022 年京津冀地区科技创新发展演变趋势

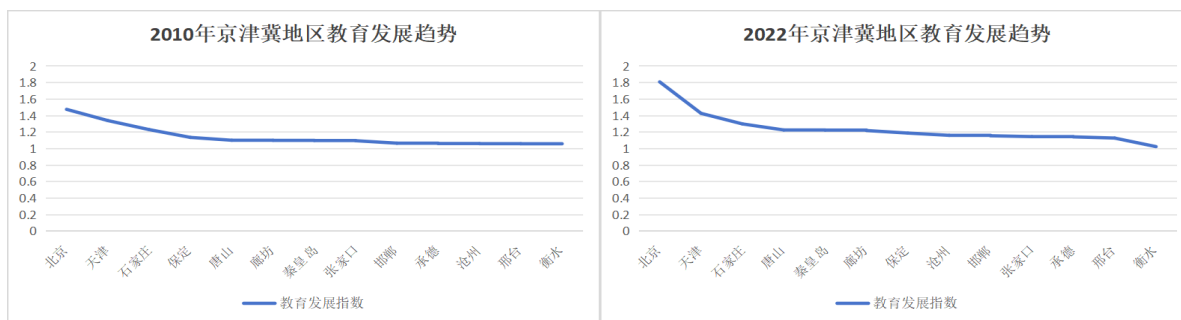


Figure 4. Evolution trend of education development in Beijing-Tianjin-Hebei region in 2010 and 2022

图 4. 2010 和 2022 年京津冀地区教育发展演变趋势

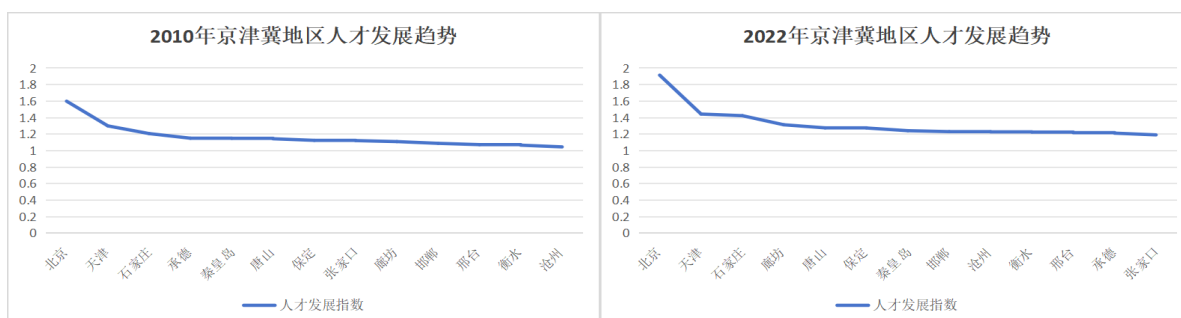


Figure 5. Evolution trend of talent development in the Beijing-Tianjin-Hebei region in 2010 and 2022

图 5. 2010 和 2022 年京津冀地区人才发展演变趋势

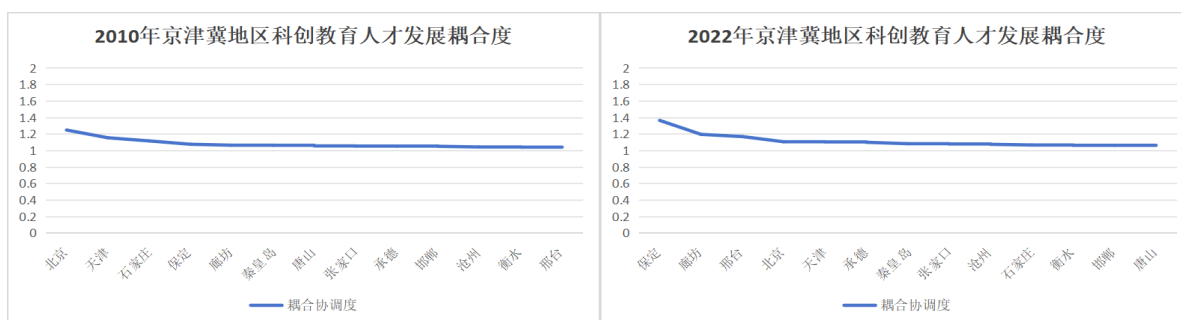


Figure 6. Evolution trend of the coupling degree of talent development in science and innovation education in the Beijing-Tianjin-Hebei region in 2010 and 2022

图 6. 2010 和 2022 年京津冀地区科创教育人才发展耦合度演变趋势

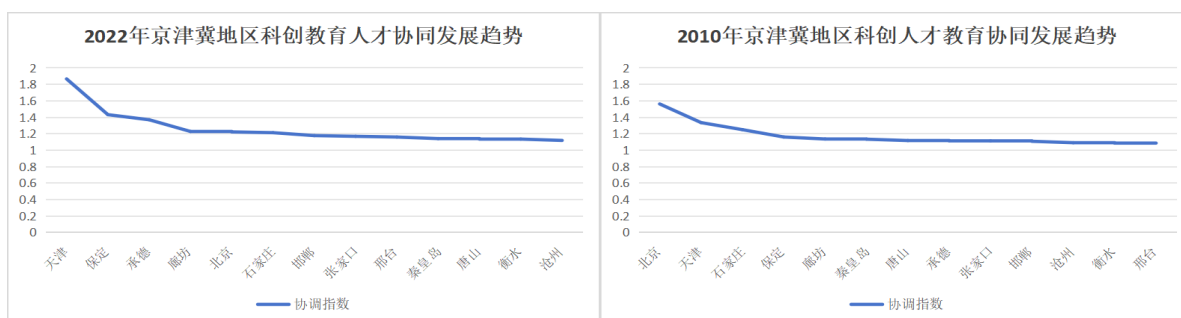


Figure 7. Evolution trend of collaborative development of science and innovation education talents in the Beijing-Tianjin-Hebei region in 2010 and 2022

图 7. 2010 和 2022 年京津冀地区科创教育人才协同发展演变趋势

5. 讨论和建议

5.1. 结论

以京津冀地区 13 个城市为研究对象,利用熵值法测算出 2010~2022 年京津冀地区科技教育人才综合得分和排名,以及分维度得分,基于 Kernel 密度估计的方法,绘制时空演变趋势图,利用自然断点分类法绘制空间演化图,得出以下结论:

- 1) 总体上来看,京津冀地区科技教育人才协同发展水平整体较低,但呈现上升趋势。从区域分布来看,该地区 13 个城市的科技教育人才协同发展水平排名较为稳定,但城市间差异较大,整体呈现由中间向南北两端递减的趋势。但从动态变化来看,大部分城市都呈现出上升趋势,其中北京、天津、保定、唐山和秦皇岛进步最为突出。
- 2) 从各具体指标来看,2010 年至 2022 年,京津冀 13 个城市在科技创新、人才发展、教育发展以及科技教育人才协同发展等方面,得分均呈现上升趋势。但总体得分偏低,区域差异性较大。
- 3) 从空间格局来看,京津冀地区科技教育人才协同发展呈现显著的正相关性。

5.2. 建议

基于以上分析,为有效提高京津冀地区科技教育人才协同发展水平,提出以下对策建议:

- 1) 强化区域协调,缩小发展差距。京津冀地区科技教育和人才发展水平差异显著,承德、邯郸、衡水等地相对滞后。党的二十大报告强调区域协调发展战略,我们应借此契机,联动周边发达城市,利用科教兴国、人才强国政策,制定差异化战略。北京、天津等发达城市应加大对承德等落后地区的支持,合理配置资源,弥补教育科技人才短板,构建协同发展网络,缩小区域差距。
- 2) 教育为本,促进人才培养与科技创新融合。教育是高素质人才培养的摇篮,也是科技创新的基石。我们应围绕京津国家新旧动能转换战略需求,构建以科技成果为核心的高校评估体系,突出成果转化,推动创新价值形成。加强科研、应用及研究生培养,与市场需求和科技攻关方向紧密结合,推动大学科研成果转化。同时,建立产教融合、科教融合的地方制度,提升人才能力,实现基础与应用研究的相互支持。
- 3) 科技创新,提升自主创新能力。依托河北省雄厚的产业基础,对传统制造业进行技术改造,扶持重点企业建立科研院所,突破核心技术,推动国有企业和民营企业协同创新,实现产业集群效益。以国家实验室、工程中心为依托,构建封闭创新链,促进高科技产业发展。坚持科技自立,运用数字化技术提升合作透明度,降低协作成本,提升自主创新能力。
- 4) 创新人才培养模式,深化产学研合作。人才是教育及科技创新的基石。政府应引导构建产教融合体制,拓宽办学渠道,增加投入,营造良好环境。依托高校优势,结合高科技行业需求,明确专业导向,建立高端人才供需平台,推动教育供给侧改革。搭建企业与高校的教育实习平台,实现教学与技术培训同步,紧密产学研用联系,为区域发展注入新活力。
- 5) 构建“三位一体”体系,实现协调交融。教育是基础,技术是核心,人才是支撑。要建立“教育引领、科技攻关、人才支撑”的发展机制,坚持教育优先,加强科技知识普及和人才培养,形成三方互动的发展模式。依托教育和人才力量,加快实施关键技术攻关项目,通过教育培养人才,推动科技事业发展,实现三者的协调与交融,迈向更高发展水平。

6. 结语

京津冀地区作为我国经济发展的关键区域,其科技教育人才协同发展水平的提升对推动区域经济社

会发展至关重要。尽管当前整体发展水平较低,但呈现上升趋势,且城市间差异显著。为缩小差距,需强化对低水平城市的支持,构建协同发展网络,并发挥教育在人才培养与科技创新中的基础作用,推动科技自立自强,提升自主创新能力。同时,创新人才培养模式,促进产学研结合,构建教育引领、科技攻关、人才支撑的“三位一体”体系,是实现三者协调交融、迈向更高水平的重要途径。未来,应深化区域合作,优化资源配置,加强政策引导,共同推动协同发展迈上新台阶,为区域经济社会发展注入新活力,实现可持续发展。

基金项目

2023 年度软科学研究专项项目:京津冀科技教育人才一体化发展的河北定位与对策研究(23555307D)。

参考文献

- [1] 桑锦龙. 推进京津冀教育协同发展的战略性思考[J]. 教育科学研究, 2016(4): 16-21.
- [2] 嵇慧敏, 张鹏. 教育、科技、人才耦合协调发展及其影响因素探究——以山东省为例[J]. 济宁学院学报, 2024, 45(1): 48-55.
- [3] 陈阳. 数字经济发展水平与高校创新能力间关系的实证研究[J]. 江苏科技信息, 2024, 41(19): 23-31.
- [4] 马海涛, 王柯文. 城市技术创新与合作对绿色发展的影响研究——以长江经济带三大城市群为例[J]. 地理研究, 2022, 41(12): 3287-3304.
- [5] 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.
- [6] 郭峰, 王靖一, 王芳, 等. 测度中国数字普惠金融发展: 指数编制与空间特征[J]. 经济学(季刊), 2020, 19(4): 1401-1418.
- [7] 茹乐峰, 苗长虹, 王海江. 我国中心城市金融集聚水平与空间格局研究[J]. 经济地理, 2014, 34(2): 58-66.
- [8] 陶锋, 胡军, 李诗田, 等. 金融地理结构如何影响企业生产率?——兼论金融供给侧结构性改革[J]. 经济研究, 2017, 52(9): 55-71.
- [9] 张沛祺. 京津冀产业发展协同对经济发展质量影响的统计研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 首都经济贸易大学, 2021.
- [10] 赵璇. 京津冀高技术产业协同发展研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津理工大学, 2021.
- [11] 王明杰, 黄晓庆, 何林娟. 基于耦合模型和 GIS 的区域产业与资源环境协调发展测度研究——以成都市为例[J]. 成都行政学院学报, 2020(2): 33-37.
- [12] 顾严, 冯银虎. 我国行业收入分配发生两极分化了吗?——来自非参数 Kernel 密度估计的证据[J]. 经济评论, 2008(4): 5-13.
- [13] 孙浩植. 连云港市人才政策问题及其对策研究[D]: [硕士学位论文]. 徐州: 中国矿业大学, 2023.