

Doi:10.11835/j.issn.1008-5831.pj.2024.04.017

欢迎按以下格式引用:李平,孙晓敬,曹明平.新质生产力视域下中国高校科技创新力评价及影响因素研究[J].重庆大学学报(社会科学版),2024(3):161-179. Doi:10.11835/j.issn.1008-5831.pj.2024.04.017.



Citation Format: LI Ping, SUN Xiaojing, CAO Mingping. A study on the evaluation and influence factors of science and technology innovation ability in Chinese universities and colleges from the perspective of new quality productivity forces[J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2024(3):161-179. Doi:10.11835/j.issn.1008-5831.pj.2024.04.017.

新质生产力视域下中国高校科技创新力评价及影响因素研究

李平^a, 孙晓敬^a, 曹明平^b

(山东科技大学 a. 经济管理学院; b. 高等教育研究所, 山东 青岛 266590)

摘要:习近平总书记立足于我国经济发展时代特征提出新质生产力概念,并作出一系列重要论述。新质生产力是在新技术革命推动下,以信息技术、人工智能为引擎,以科技创新为驱动力的生产力形态,是高质量发展的强劲推动力、支撑力。高校作为国家创新体系的重要组成部分,在基础研究、应用研究、成果转化等方面发挥着重要作用,取得了一批重大科技成果,但还存在着诸多不足,面临不少困难和问题。在习近平总书记关于新质生产力重要论述的指引下,准确把握高校科技创新的重要地位和独特优势,客观评价我国不同地区高校科技创新力发展水平,分析存在的问题,提出对策建议,具有极其重要的意义。文章采用TOPSIS法测算我国31省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数,基于空间自相关理论探究我国高校科技创新力指数的空间关联特征,运用泰尔指数分析我国高校科技创新力指数的空间差异性,运用地理探测器原理研究我国高校科技创新力的影响因素及其交互作用。研究结果发现:我国31省(自治区、直辖市)高校科技创新力整体还不强,创新力指数的空间分布不均衡,东部地区明显高于中部和西部地区;空间自相关性显著,上海、江苏、广东、浙江等指数较高省份呈现“高-高”集聚特征,甘肃、海南、新疆、西藏等指数较低省份呈现“低-低”集聚特征;区域间差异明显,东部和西部地区内部差异较中部地区显著,东部地区内部差异逐渐缩小,中部地区内部差异先增大后缩小,西部地区内部差异有所增大;影响我国高校科技创新力发展的主要因素是人力资源、经费投入等,且区域间投入存在明显差异,中部和西部地区投入不足,同时还受区域对外开放和技术需求等因素影响;内部因素交互作用强度大于外部因素,交互作用强度较大的是教学与科研人员数、科技经费当年拨入、成果应用及科技服务项目数、R&D成果应用及科技服务项目经费当年拨入、信息化水平,且信息化水平发挥的作用越来越大。根据研

基金项目:山东省重点研发计划(软科学)重点项目“‘政产学研服用’创新创业共同体建设模式研究”(2021RZB03010);山东省教育科学规划重大招标课题“山东省高校创新力评价及其提升策略研究”(2020VZ001)

作者简介:李平,博士,山东科技大学经济管理学院教授;曹明平(通信作者),博士,山东科技大学高等教育研究所副研究员,Email: cmp4688164@163.com。

究结论,以习近平总书记关于新质生产力重要论述为指引,从创新投入、资源配置、资源共享、政产学研合作等方面提出对策建议。

关键词:新质生产力;科技创新力;高校科技创新力评价;影响因素;空间特征;TOPSIS法;空间自相关;泰尔指数;地理探测器

中图分类号:G644 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-5831(2024)03-0161-19

2023年9月,习近平总书记在主持召开新时代推动东北全面振兴座谈会上提出,“积极培育新能源、新材料、先进制造、电子信息等战略性新兴产业,积极培育未来产业,加快形成新质生产力,增强发展新动能”^[1]。2023年12月,习近平总书记在中央经济工作会议上再次强调,要“整合科技创新资源,引领发展战略性新兴产业和未来产业,加快形成新质生产力”^[2]。2024年1月,习近平总书记在二十届中央政治局第十一次集体学习时进一步强调,“发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点,必须继续做好创新这篇大文章”^[3]。2024年3月,李强总理在政府工作报告中对发展新质生产力作出部署,提出要“大力推进现代化产业体系建设,加快发展新质生产力”^[4]。新质生产力是指在新技术革命推动下,以信息技术、人工智能为引擎,以科技创新为驱动力的生产力形态,是习近平总书记在总结历史经验、顺应时代潮流、面向未来发展基础上提出的新概念新思想新理论,体现了对“科学技术是第一生产力”的深刻认识和战略把握,是马克思主义中国化时代化的最新理论成果^[5-8]。

高校作为科技第一生产力、人才第一资源和创新第一动力的重要结合点,是科技创新的重要“策源地”,长期以来承担着提升国家创新能力、培养创新型人才、服务国家经济社会发展的重要使命。据2022年7月19日教育部召开的第八场“教育这十年”“1+1”新闻发布会介绍,我国高校R&D拨入经费从2012年的768.7亿元增长到2021年的1592亿元,十年累计拨入经费总额上万亿元;企事业单位委托项目经费由2012年的391.8亿元增至2021年的847.5亿元,增长超过116%;科技活动中的R&D人员全时当量从2012年的20.9万人年增长到2021年的33.4万人年,增幅近60%;牵头建设了全国60%以上的学科类国家重点实验室、30%的国家工程(技术)研究中心,建设了一批国家重大科技基础设施、高等级生物安全实验室和国家野外科学观测台站等重大平台,建设了70多个国际合作联合实验室;专利授权量从2012年的6.9万项增加到2021年的30.8万项,增幅达到346.4%,专利转化金额从2012年的8.2亿元增长到2021年的88.9亿元,增幅接近十倍。创新资源的不断增加为高校原始创新能力提升和关键核心技术突破奠定了坚实基础,取得了一批具有标志性意义的重大科技成果,近十年高校获得10项国家自然科学一等奖中的6项、全部自然科学奖项中的67%,获得11项国家技术发明一等奖中的10项、全部技术发明奖项中的72%,还获得两项国家科技进步特等奖,成为名副其实的基础研究主力军和重大科技突破的策源地。我国已进入高质量发展阶段,人工智能、生命科学、可控核聚变、量子科技等颠覆性技术和前沿技术加快向现实生产力转化,发展新质生产力是把握新科技革命历史机遇、掌握未来发展主动权、塑造国际竞争新优势、推动经济高质量发展的关键之举。我们要充分认识发展新质生产力的时代内涵和重大意义,深刻理解新时期国家经济社会发展对科技创新的迫切需求和最大限度激发科技作为第一生产力所蕴藏的巨大潜能,准确把握高校科技创新在新质生产力发展中的重要地位和独特优势,客观分析我国不同地区高校科技创新存在的问题和短板,提出解决实际问题的对策建议,推动高校科技创新高

质量发展,为形成新质生产力提供有力支撑。

一、文献分析

进入 21 世纪以来,新一轮科技革命和产业革命正在兴起,全球科技创新呈现出新的发展态势和特征,科技创新已成为经济发展的核心动力。为了在竞争中占据科技制高点,并在新一轮国际经济再平衡中获得先发优势,全球主要国家都提前部署面向未来的科技创新战略,高校作为国家科技创新体系的重要组成部分和关键行为主体,其科技创新能力受到广泛关注,科研评价成为理论界的热点。比如:Garnatje 和 Valles 从生物学和心理学角度阐述评价对科研工作带来的积极作用,指出评价工作在科研活动中有着举足轻重的地位^[9];DunHai Wang 和 Yu Xin 从企业知识管理角度出发,对知识创新力评价进行深入研究,认为开展评价工作可以实时监控科研进展并给予引导^[10]。近年来,围绕高校科技创新力评价的研究成果较多,主要基于投入产出、科技创新过程、资源配置理论等构建指标体系^[11-13],选取专利申请量、专利授权数、获奖数、发表论文数、出版专著数等^[14-15]作为科技创新产出指标,采用主成分分析、SML 指数法、超效率 SBM、BCC、Malmquist 等^[16-20]方法测算和评价高校科技创新能力,既有静态评价,也有动态评价,还有静态和动态相结合的评价研究,为高校科技创新管理提供了一定的科学依据和方法。但是,现有评价方面的成果忽略了高校科技创新的空间特征,评价结果并不能完全反映出高校科技创新能力高与低的原因。

对高校科技创新影响因素的广泛探讨始于 21 世纪初,Thursby 等利用高校技术管理者协会的调查数据,分析美国研究型大学科技创新的影响因素,发现政府长期的科研经费投入、经济发展水平以及高校与企业的合作倾向和合作程度都是影响高校科技创新力的重要因素^[21],Martin 通过对 Salamanca 大学教师教学过程的大量跟踪观测和实验,验证了计算机对科研创新力具有重大影响,并且据此提出了改进高校科研创新能力的合理方案^[22]。随着研究的不断深入,影响因素的探讨范围不断扩大,不少学者考虑到了经济发展水平^[23]、政府支持力度^[24]、产学研合作^[25-26]、体制机制^[27]、创新政策与科研结构^[28-29]、科技创新投入^[30-31]等,有少数学者提出科研规模和高校地理位置^[32]、产业结构和交通运输条件^[33]、科研人员学术地位^[34]、资历^[35]等对高校科技创新的影响问题,还有学者提出了数字建设能有效驱动高校科技创新力提升,加速各省份间高校科技创新力差距的收敛速度^[36],但基本上都是将内部因素与外部因素分别研究,较少将内外部影响因素相结合的研究成果。在研究方法上主要以随机前沿模型、分位数回归、Tobit 回归模型等^[37-39]为主,也有学者从空间视角采用空间计量模型^[40-41]分析,还有学者考虑到了高校科技创新的地理空间溢出效应^[42-43],但对影响因素的空间差异研究不足。

综上所述,对高校科技创新力评价主要是基于投入产出过程设置评价指标,采用的分析方法较多,对高校科技创新力空间特征的研究不足;对影响因素指标的选取有一定的局限性,对影响程度的认识差异较大,在影响因素的空间差异方面还有较大的研究空间。我国地大物博、人口众多,区域间差异较大,为了更加直观地了解我国各区域高校科技创新力发展情况及差异,本文尝试在新质生产力视域下,基于高校科技创新产出数据测算我国 31 个省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数,分析指数的空间关联和差异性特征;从内部和外部两个视角选取影响因素指标,应用地理探测器原理分析我国高校科技创新力影响因素的空间差异,力求较为准确把握影响高校科技创新力提升的关键因素,丰富高校科技创新的理论研究,促进我国高校科技创新能力提升的精准施策。

二、模型应用与变量设计

(一) 基于变异系数法的 TOPSIS 法应用

本文在如何形成新质生产力视域下以高校科技创新产出指标评价高校科技创新力,把握我国高校科技创新力发展情况,并分析其空间特征。为避免评价指标权重设定的主观性和随意性,通过变异系数法赋权,应用 TOPSIS 方法^[44-45]计算我国各省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数,该方法可以很好地描述数据的均衡度和离散程度,若某个评价指标变异系数越大,则权重越大。

1. 构建初始矩阵

由 a_{ij} 构成 i 行 j 列的初始矩阵 A , 其中 a_{ij} 表示 i 省(自治区、直辖市)第 j 个高校科技创新力指数测算指标的观测值, $i=1, 2, \dots, 31; j=1, 2, \dots, 7$ 。

2. 数据归一化处理

由于高校科技创新力指数测算指标的量纲不同,为了使得各指标变量的观测值具有可比性,在计算前采用相对隶属度公式对初始矩阵 A 进行归一化处理,从而得到相对隶属度矩阵 Z , 由 z_{ij} 构成

i 行 j 列的矩阵, 即 $z_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$, $i=1, 2, \dots, 31; j=1, 2, \dots, 7$ 。

3. 确定变量权重

以 V_j 、 σ_j 和 μ_j 分别表示高校科技创新力指数测算变量的变异系数、标准差和均值, 即 $V_j = \frac{\sigma_j}{\mu_j}$,

进而得到各变量的权重 $w_j = \frac{V_j}{\sum_{j=1}^m V_j}$, 从而得到权重矩阵 W 是由 w_j 构成的 j 阶矩阵, 其对角线元素为

w_j , 其余元素均为零。

4. 计算各省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数最优和最劣加权指标值的欧式距离

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_i^+)^2} \quad d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_i^-)^2} \quad (1)$$

其中, $y_{ij} = z_{ij} \omega_j$ 表示高校科技创新力指数加权指标值; $y_i^+ = \max_{1 \leq j \leq m} y_{ij}$, $y_i^- = \min_{1 \leq j \leq m} y_{ij}$, 分别表示 i 省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数的最优和最劣指标观测值, $i=1, 2, \dots, 31; j=1, 2, \dots, 7$ 。

5. 确定各省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数

$$\text{即: } L_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

其中, L_i 表示 i 省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数, 取值介于 0 和 1 之间, $i=1, 2, \dots, 31$ 。

(二) 地理探测器应用

通过离散分类处理, 将我国高校科技创新力影响因素变量转化为类型变量, 分别在 31 省(自治区、直辖市)范围内和东中西部地区分组下, 应用地理探测器测算各影响因素变量对我国高校科技创新力指数的解释力 q 。

$$q = 1 - \frac{1}{n\delta^2} \sum_{i=1}^m n_i \delta_i^2 \quad (2)$$

其中, m 为自变量的分类(区)数, n_i 和 δ_i^2 分别表示第 i 个类型区内省(自治区、直辖市)的个数和高校科技创新力指数的方差, $n = 31$ 表示观测区域内省(自治区、直辖市)的个数, δ^2 表示观测区域内省自治区、直辖市高校科技创新力指数的方差。 $q \in [0, 1]$ 表示影响因素对我国高校科技创新力的影响程度, q 值越趋近 1, 对我国高校科技创新力的影响程度越强, 以 P 值作为因素影响显著性检验的判断标准。

因子间交互作用探测是分析两两影响因素共同作用时是否增加或减弱对高校科技创新力的解释力, 或这些因素对其影响是否独立, 该交互作用既包括相乘, 也包括其他关系, 只要有关系都可以探测出来, 因子间交互作用共划分为 5 种类型^[46], 如表 1 所示。

表 1 因子间交互作用类型

交互作用类型	判断依据
非线性减弱	$q(X_1 \cap X_2) < \min[q(X_1), q(X_2)]$
单因子非线性减弱	$\min[q(X_1), q(X_2)] < q(X_1 \cap X_2) < \max[q(X_1), q(X_2)]$
双因子增强	$q(X_1 \cap X_2) > \max[q(X_1), q(X_2)]$
独立作用	$q(X_1 \cap X_2) = q(X_1) + q(X_2)$
非线性增强	$q(X_1 \cap X_2) > q(X_1) + q(X_2)$

注: $q(X_1)$ 、 $q(X_2)$ 与 $q(X_1 \cap X_2)$ 分别表示影响因素 X_1 、 X_2 和两因素交互作用时对高校科技创新力的解释力。

(三) 指标选取与变量设计

1. 评价指标选取

科技创新能够催生新产业、新模式、新动能, 是发展新质生产力的核心要素。我国正处在从科技大国向科技强国迈进的关键跃升阶段, 必须加强科技创新特别是原创性、颠覆性科技创新, 加快实现高水平科技自立自强, 打好关键核心技术攻坚战, 使原创性、颠覆性科技创新成果竞相涌现, 培育发展新质生产力的新动能。基于上述背景, 选取国家级科技成果获奖、省部级科技成果获奖、出版科技著作、发表学术论文、国家级项目验收、专利授权数、专利出售当年实际收入等高校科技创新产出指标测算我国 31 省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数, 其中国家级科技成果获奖是指国家最高科学技术奖、国家自然科学奖、国家技术发明奖、国家科技进步奖之和, 省部级科技成果获奖是指国务院各部门科技进步奖和省、自治区、直辖市科技进步奖之和。

2. 影响因素变量设计

以我国高校科技创新力指数为因变量, 高校科技创新力内外部影响因素为自变量。高校科技创新力内部影响因素主要考虑高校科技创新投入, 包括科技人力投入、科技经费投入、科研机构与项目投入四个方面, 外部影响因素主要考虑经济环境和社会环境。经济环境变量包括经济发展水平、产业发展水平和对外开放程度, 用人均地区生产总值衡量经济发展水平, 用人均高新技术企业产值(地区高新技术企业生产总值与省(自治区、直辖市)总人口数的比值)衡量产业发展水平, 用年末登记的外商投资额衡量对外开放程度; 社会环境变量包括政府支持力度、技术需求强度、信息化水平, 用一般公共预算科学技术支出表示政府支持力度, 用高新技术企业数量表示技术需求强度,

以移动互联网用户数代表信息化水平,如表2所示。

表2 我国高校科技创新力影响因素变量设计

潜变量	观测变量	代码	变量说明
科技人力投入	教学与科研人员数(人)	X_1	
	R&D全时人员数(人)	X_2	
	R&D成果应用及科技服务全时人员数(人)	X_3	
科技经费投入	研发项目经费当年拨入(千元)	X_4	
	R&D成果应用及科技服务项目经费当年拨入(千元)	X_5	
	科技经费当年拨入(千元)	X_6	
科研机构与项目投入	研发项目数(个)	X_7	
	R&D成果应用及科技服务项目数(个)	X_8	
	研发机构数(个)	X_9	
经济环境	经济发展水平	X_{10}	人均地区生产总值(元/人)
	产业发展水平	X_{11}	人均高新技术企业产值(元/人)
	对外开放程度	X_{12}	地区年末登记的外商投资额(万美元)
社会环境	政府支持力度	X_{13}	地区一般公共预算科学技术支出(亿元)
	技术需求强度	X_{14}	地区当年高新技术企业数量(个)
	信息化水平	X_{15}	地区移动互联网用户(万户)

(四)数据来源

采用我国31个省(自治区、直辖市)2016—2020年各年度数据。高校科技创新产出指标数据及科技人力投入、科技经费投入、科研机构与项目投入对应的观测变量数据来源于《高等学校科技统计资料汇编》,经济发展水平相关数据来源于国家统计局官方网站,产业发展水平和技术需求强度相关数据来源于《中国火炬统计年鉴》,对外开放程度数据来源于《中国贸易外经统计年鉴》,政府支持力度和信息化水平数据来源于《中国统计年鉴》。

三、我国高校科技创新力评价

(一)创新力指数测算

基于经济技术发展水平和地理位置相结合的原则,根据第四次全国经济普查公报(第七号)的地区分组,将我国31省(自治区、直辖市)划分为东部、中部、西部三个地区,测算得到我国各省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数,如表3所示。

表3显示,除北京(0.86)外,年均值都在0.5以下;东部地区省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数相对较高,组内差异较为明显,福建、河北、天津、海南的指数值与东部地区其他省(自治区、直辖市)差距较大;中部地区省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数值不高,但组内差异相对较小,年均值较大的是湖北(0.15)和湖南(0.13);西部地区省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数值较低,组内差异很大,年均值较大的是陕西(0.20)和四川(0.19);中西部地区其他省(自治区、直辖市)均小于0.08,西藏、青海、宁夏均小于0.005。

我国高校科技创新力整体不高,省(自治区、直辖市)存在较为明显的两极分化和断层分布特征,省域间分布不均衡。东部地区经济发展水平相对较高,高校科技创新力发展相对较好;中部地

区高校科技创新力发展整体落后于东部地区,但其组内差异较小;西部地区高校科技创新力发展整体较中部地区落后,但近年陕西和四川高校科技创新力发展已经追赶上甚至超过中部地区的省份。

表 3 我国高校科技创新力指数测算结果

		2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	均值
东部地区	北京	0.99	0.99	0.86	0.99	0.47	0.86
	天津	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08	0.03
	河北	0.03	0.02	0.02	0.03	0.09	0.04
	辽宁	0.05	0.12	0.23	0.32	0.49	0.24
	上海	0.14	0.19	0.21	0.65	0.71	0.38
	江苏	0.25	0.26	0.33	0.30	1.00	0.43
	浙江	0.10	0.17	0.17	0.10	0.47	0.20
	福建	0.04	0.18	0.03	0.02	0.10	0.07
	山东	0.06	0.04	0.97	0.18	0.70	0.39
	广东	0.08	0.06	0.06	0.31	0.70	0.24
	海南	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
中部地区	山西	0.02	0.01	0.01	0.01	0.06	0.02
	吉林	0.03	0.02	0.02	0.01	0.09	0.03
	黑龙江	0.04	0.04	0.03	0.03	0.13	0.05
	安徽	0.18	0.04	0.03	0.03	0.10	0.08
	江西	0.05	0.03	0.01	0.05	0.07	0.04
	河南	0.06	0.03	0.04	0.05	0.14	0.07
	湖北	0.12	0.07	0.16	0.12	0.30	0.15
	湖南	0.06	0.03	0.03	0.17	0.34	0.13
西部地区	四川	0.13	0.06	0.14	0.06	0.57	0.19
	重庆	0.06	0.02	0.04	0.03	0.28	0.08
	贵州	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01
	云南	0.02	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02
	西藏	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	陕西	0.10	0.07	0.06	0.22	0.57	0.20
	甘肃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.02
	青海	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
	宁夏	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
	新疆	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
	广西	0.02	0.01	0.01	0.01	0.07	0.03
	内蒙古	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02

注:计算结果保留小数点后两位,故多数年份海南、西藏、青海、宁夏高校科技创新力指数值为 0.00。

(二) 创新力空间特征分析

1. 空间关联特征

选用空间自相关分析法研究我国高校科技创新力指数的空间关联现象,分别采用 Moran's I(莫兰指数)和莫兰散点图进行全局和局部自相关分析。选择经济距离矩阵作为空间权重矩阵进行空间自相关性检验,即从经济特征角度出发,将距离看作虚拟距离,表示为两地区的经济距离,则空间

权重为： $w_{ij} = \frac{1}{|x_i - x_j|}$ ，其中 x_i 和 x_j 分别表示 i 地区和 j 地区的人均 GDP，矩阵的主对角线元素均为零。检验得到 2016—2020 年各年度我国高校科技创新力指数全局 Moran's I 及 P 值(表 4)；同时得到 2016—2020 年各年度我国高校科技创新力指数莫兰散点图的象限分布(表 5)。

表 4 显示，各年度我国高校科技创新力指数全局 Moran's I 均大于 0，其中 2016、2017 和 2019 年在 1%置信水平下显著性检验通过，2018 和 2020 年在 10%置信水平下显著性检验通过，说明我国高校科技创新力指数存在空间自相关。

表 4 我国高校科技创新力指数全局自相关检验结果

年份	Moran' I	Z 统计值	P 值
2016	0.12	2.74	0.00***
2017	0.19	4.24	0.00***
2018	0.08	1.39	0.08*
2019	0.24	3.33	0.00***
2020	0.11	1.45	0.07*

注：*、** 和 *** 分别表示 P 值小于 0.1、0.01~0.05 和小于 0.01。

表 5 我国高校科技创新力指数莫兰散点图象限分布

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
第一象限 (高-高集聚)	京、沪、苏、浙	京、沪、苏、浙、闽	京、沪、苏、浙、闽	京、沪、苏、浙、 辽、鄂	京、沪、苏、浙、 湘、鲁
第二象限 (低-高集聚)	豫、赣	粤、鲁、湘、津	粤、鲁、湘、津	津、渝、陕、粤、 闽、蒙	津、海、皖、闽、 渝、蒙
第三象限 (低-低集聚)	津、冀、辽、闽、鲁、粤、 海、晋、吉、黑、湘、渝、 贵、云、藏、甘、青、宁、 新、桂、蒙	冀、海、晋、吉、黑、 皖、赣、豫、鄂、川、 渝、贵、云、藏、陕、 甘、青、宁、新、 桂、蒙	冀、海、晋、吉、黑、 皖、赣、豫、鄂、川、 渝、贵、云、藏、陕、 甘、青、宁、新、 桂、蒙	冀、鲁、海、晋、吉、 黑、皖、赣、豫、湘、 渝、贵、云、藏、陕、 甘、青、宁、新、桂	冀、粤、海、晋、 吉、黑、川、赣、豫、 鄂、鲁、贵、云、藏、 陕、甘、青、宁、 新、桂
第四象限 (高-低集聚)	川、皖、陕、鄂	辽	辽	川	辽、陕

表 5 显示，2016—2019 年我国 31 省(自治区、直辖市)各年度高校科技创新力指数 Moran's I 值大多集中分布在第二、三象限，存在明显的“低—高”集聚和“低—低”集聚；2020 年则集中分布在第一、三象限，存在明显的“高—高”集聚和“低—低”集聚。2016—2020 年我国高校科技创新力指数分布情况由集中变为分散，但依旧相对集中在第一、二、三象限，第四象限几乎没有，分布在第一象限的省(自治区、直辖市)越来越多，说明我国高校科技创新力指数呈现增长趋势，越来越多的省(自治区、直辖市)出现“高—高”集聚特征，高校的科技创新能力不断提升。

2016—2020 年我国 31 省(自治区、直辖市)中持续呈现“高—高”集聚特征的主要是上海、江苏、广东、浙江等高校科技创新力指数较高的省份，持续呈现“低—低”集聚特征的主要是甘肃、海南、新疆、西藏等高校科技创新力指数较低的省份。因此，我国高校科技创新力指数存在明显的空间关联特征，其空间集聚特征也反映出具有空间差异性。

2. 空间差异特征

为进一步明晰我国高校科技创新力指数的空间差异性，采用泰尔指数对 2016—2020 年各年度

指数进行分析,该方法可将总体区域差异分解为区域间差异和区域内差异,泰尔指数一般在 0 到 1 之间,越接近 0,说明我国高校科技创新力指数区域差异越小;越靠近 1,说明区域差异越大。由于 2020 年西藏地区高校科技创新力指数值为 0,故在空间差异特征分析部分剔除西藏,以 30 个省(自治区、直辖市)高校科技创新力指数进行测算,总体泰尔指数及分解指数的测算结果如表 6 所示,东中西部地区泰尔指数测算结果如表 7 所示。

表 6 显示,我国高校科技创新力指数区域差异明显,从 2016 年到 2018 年总体泰尔指数持续上升,自 2018 后持续下降,表明我国高校科技创新力指数区域差异先有所增大,后逐渐缩小,区域间差异变化情况与总体泰尔指数一致,区域内差异呈现逐渐缩小的态势。从贡献率上可以看出,区域内差异贡献率明显高于区域间差异,这是我国高校科技创新力区域发展不均衡的主要原因。

表 6 我国高校科技创新力总体泰尔指数及分解指数

年份	总体泰尔指数	区域间差异	区域内差异	贡献率(%)	
				区域间差异	区域内差异
2016	0.41	0.10	0.31	0.24	0.76
2017	0.50	0.21	0.29	0.42	0.58
2018	0.51	0.21	0.29	0.42	0.58
2019	0.43	0.17	0.26	0.40	0.60
2020	0.25	0.07	0.17	0.30	0.70

表 7 东中西部地区高校科技创新力泰尔指数

年份	东部地区	中部地区	西部地区
2016	0.37	0.10	0.27
2017	0.31	0.05	0.27
2018	0.29	0.18	0.34
2019	0.25	0.15	0.39
2020	0.13	0.08	0.32

表 7 显示,东中西部地区高校科技创新力指数区域间差异明显,东部和西部地区内差异较中部地区显著,与我国高校科技创新力指数测算结果的两极分化特征相匹配,东部地区内部差异逐渐缩小,中部地区内部差异先增大后缩小,西部地区内部差异有所增大。

四、我国高校科技创新力影响因素分析

基于地理探测器,运用 GeoDetector 软件测算我国高校科技创新力影响因素及其交互作用的 q 值,从全域和局域视角对其影响情况进行分析。其中,全域视角主要分析我国 31 省(自治区、直辖市)高校科技创新力影响因素及其交互作用影响情况,局域视角则分别对东部、中部、西部地区高校科技创新力影响因素及其交互作用进行分析,并比较影响因素在东中西部地区的影响差异。根据影响因素 q 值实际测算结果,设定 q 值 ≥ 0.50 的因素为主要影响因素。

(一)全域视角影响因素分析

1. 影响因素因子探测分析

测算得到我国 31 省(自治区、直辖市)各年度高校科技创新力影响因素 q 值,如表 8 所示。

表 8 我国高校科技创新力影响因素 q 值

潜变量	观测变量	代码	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
科技人力投入	教学与科研人员数(人)	X_1	0.47**	0.45**	0.61***	0.62***	0.68***
	R&D 全时人员数(人)	X_2	0.32*	0.32*	0.55***	0.61***	0.79***
	R&D 成果应用及科技服务全时人员数(人)	X_3	0.46**	0.34*	0.31*	0.50***	0.65***
科技经费投入	研发项目经费当年拨入(千元)	X_4	0.34*	0.42**	0.40**	0.70***	0.68***
	R&D 成果应用及科技服务项目经费当年拨入(千元)	X_5	0.52**	0.55***	0.32*	0.43**	0.46***
	科技经费当年拨入(千元)	X_6	0.52**	0.43**	0.37**	0.71***	0.74***
科研机构与项目投入	研发项目数(个)	X_7	0.48**	0.46**	0.32*	0.49***	0.79***
	R&D 成果应用及科技服务项目数(个)	X_8	0.48**	0.37*	0.34*	0.39**	0.65***
	研发机构数(个)	X_9	0.35*	0.37*	0.55***	0.41**	0.46***
经济环境	经济发展水平	X_{10}	0.50**	0.55***	0.24	0.40**	0.33**
	产业发展水平	X_{11}	0.51**	0.42*	0.23	0.43**	0.40**
	对外开放程度	X_{12}	0.17	0.23*	0.32*	0.34*	0.47**
社会环境	政府支持力度	X_{13}	0.28**	0.41**	0.33*	0.44**	0.51***
	技术需求强度	X_{14}	0.48**	0.45**	0.26	0.57***	0.56***
	信息化水平	X_{15}	0.23	0.11	0.19	0.22	0.40**

注:*、** 和 *** 分别表示 P 值小于 0.1、0.01~0.05 和小于 0.01。

表 8 显示,各年度影响因素 q 值均不为 0,即各因素均对我国高校科技创新力有影响,但个别因素的显著性不稳定。根据影响因素 q 值均值分析,影响我国高校科技创新力的主要因素有教学与科研人员数、科技经费当年拨入、R&D 全时人员数、研发项目经费当年拨入、研发项目数。不同年份影响因素的 q 值变化明显,但主要因素中科技经费投入始终处于重要位置,科技人力投入越来越重要,其他因素影响程度也在逐渐增强。

2. 影响因素交互作用分析

由 GeoDetector 软件计算得到我国 31 省(自治区、直辖市)各年度高校科技创新力影响因素交互作用类型均为双因子增强或非线性增强,表明两两影响因素交互作用对我国高校科技创新力的影响强度大于单一因素的影响强度。计算交互作用强度年均值如表 9 所示。

表 9 显示,我国高校科技创新力影响因素交互作用强度最大的是 $X_6 \cap X_{15}$ 和 $X_{11} \cap X_{15}$,其次是 $X_2 \cap X_{15}$,第三是 $X_7 \cap X_{15}$ 。根据交互作用 q 值年均值,影响因素交互作用强度较大的主要是教学与科研人员数、科技经费当年拨入、R&D 成果应用及科技服务项目数、R&D 成果应用及科技服务项目经费当年拨入、信息化水平与其他因素的交互组合,且信息化水平发挥的作用越来越大,这说明随着信息化水平的提升,高校内外部因素协同发展越来越重要,不应一味地加大某一方面的投入。

表 9 我国高校科技创新力因子交互作用强度年均值

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
X_1	0.57														
X_2	0.62	0.52													
X_3	0.71	0.61	0.45												
X_4	0.71	0.64	0.66	0.51											
X_5	0.74	0.70	0.69	0.63	0.46										
X_6	0.71	0.66	0.70	0.58	0.63	0.55									
X_7	0.67	0.67	0.70	0.64	0.70	0.63	0.51								
X_8	0.72	0.71	0.62	0.71	0.63	0.71	0.70	0.45							
X_9	0.61	0.62	0.67	0.67	0.65	0.67	0.61	0.66	0.43						
X_{10}	0.73	0.66	0.66	0.65	0.66	0.66	0.67	0.68	0.65	0.40					
X_{11}	0.72	0.67	0.67	0.60	0.62	0.60	0.60	0.74	0.63	0.52	0.40				
X_{12}	0.78	0.66	0.62	0.69	0.74	0.79	0.68	0.79	0.62	0.64	0.61	0.31			
X_{13}	0.65	0.63	0.66	0.59	0.62	0.61	0.58	0.76	0.61	0.59	0.53	0.57	0.39		
X_{14}	0.66	0.63	0.69	0.64	0.67	0.63	0.55	0.69	0.62	0.64	0.56	0.64	0.54	0.46	
X_{15}	0.84	0.86	0.72	0.80	0.74	0.87	0.85	0.74	0.67	0.83	0.87	0.68	0.70	0.83	0.23

(二) 局域视角影响因素分析

运用地理探测器模型对东部、中部、西部地区高校科技创新力影响因素进行因子探测和交互作用探测,并对东中西部地区高校科技创新力的影响情况进行比较分析。

1. 东中西部地区因子探测结果比较分析

运用 GeoDetector 软件计算得到 2016—2020 年各年度东中西部地区高校科技创新力影响因素 q 值,对其进行比较分析,见表 10—12。

表 10 显示,根据影响因素 q 值均值,影响东部地区高校科技创新力的主要因素由大到小排序为 R&D 成果应用及科技服务项目数、R&D 成果应用及科技服务项目经费当年拨入、R&D 全时人员数、科技经费当年拨入、教学与科研人员数。随着时间的推移,我国东部地区高校科技创新力影响因素的影响情况越来越显著,科技人力投入和科技经费投入的影响程度逐渐增强,研发项目数的影响越来越凸显,而研发机构数的影响程度逐渐减弱。

表 11 显示,根据影响因素 q 值的均值,影响中部地区高校科技创新力的主要因素由大到小排序为技术需求强度、政府支持力度、研发项目数、对外开放程度、科技经费当年拨入、R&D 成果应用及科技服务项目数、教学与科研人员数、信息化水平,其中 R&D 成果应用及科技服务项目经费当年拨入、R&D 成果应用及科技服务项目数的影响程度逐年增强,而政府支持力度逐年减弱。科技人力投入、科技经费投入和科研机构与项目投入的影响程度越来越突出,而经济环境和社会环境因素的影响程度逐渐减弱,但影响力度强于东部地区。

表 10 东部地区高校科技创新力因子探测结果

潜变量	观测变量	代码	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
科技人力投入	教学与科研人员数(人)	X_1	0.41	0.34	0.49	0.49	0.77**
	R&D 全时人员数(人)	X_2	0.47	0.32	0.44	0.90***	0.77**
	R&D 成果应用及科技服务全时人员数(人)	X_3	0.39	0.27	0.59**	0.45*	0.69**
科技经费投入	研发项目经费当年拨入(千元)	X_4	0.47	0.30	0.34	0.64*	0.68**
	R&D 成果应用及科技服务项目经费当年拨入(千元)	X_5	0.65	0.62	0.53	0.65*	0.50
	科技经费当年拨入(千元)	X_6	0.46	0.30	0.38	0.62*	0.74**
科研机构与项目投入	研发项目数(个)	X_7	0.41	0.37	0.33	0.62*	0.75**
	R&D 成果应用及科技服务项目数(个)	X_8	0.65	0.63	0.56	0.62*	0.51
	研发机构数(个)	X_9	0.27	0.60	0.41*	0.39	0.47
经济环境	经济发展水平	X_{10}	0.46	0.55	0.27	0.62*	0.30
	产业发展水平	X_{11}	0.46	0.30	0.22	0.12	0.46
	对外开放程度	X_{12}	0.33	0.20	0.52	0.46*	0.52
社会环境	政府支持力度	X_{13}	0.29	0.39	0.48	0.55	0.46*
	技术需求强度	X_{14}	0.41	0.36	0.33	0.42	0.42*
	信息化水平	X_{15}	0.21	0.32	0.26	0.17	0.40

注: *、** 和 *** 分别表示 P 值小于 0.1、0.01 ~ 0.05 和小于 0.01。

表 11 中部地区高校科技创新力因子探测结果

潜变量	观测变量	代码	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
科技人力投入	教学与科研人员数(人)	X_1	0.32	0.48	0.42	0.91**	0.45
	R&D 全时人员数(人)	X_2	0.59	0.38	0.24	0.23	0.42
	R&D 成果应用及科技服务全时人员数(人)	X_3	0.10	0.20	0.45	0.90**	0.64*
科技经费投入	研发项目经费当年拨入(千元)	X_4	0.35	0.58	0.44	0.31	0.67
	R&D 成果应用及科技服务项目经费当年拨入(千元)	X_5	0.03	0.43	0.44	0.52	0.55
	科技经费当年拨入(千元)	X_6	0.45	0.59	0.49	0.31	0.97***
科研机构与项目投入	研发项目数(个)	X_7	0.59	0.38	0.50	0.51	0.93***
	R&D 成果应用及科技服务项目数(个)	X_8	0.08	0.25	0.45	0.90**	0.94***
	研发机构数(个)	X_9	0.30	0.19	0.58	0.89**	0.30
经济环境	经济发展水平	X_{10}	0.39	0.38	0.51	0.57	0.53
	产业发展水平	X_{11}	0.59	0.80	0.32	0.44	0.27
	对外开放程度	X_{12}	0.49	0.30	0.53	0.94***	0.56
社会环境	政府支持力度	X_{13}	0.90**	0.68	0.47	0.46	0.45
	技术需求强度	X_{14}	0.90**	0.66	0.46	0.57	0.53
	信息化水平	X_{15}	0.50	0.43	0.51	0.48	0.47

注: *、** 和 *** 分别表示 P 值小于 0.1、0.01 ~ 0.05 和小于 0.01。

表 12 显示,根据影响因素 q 值的均值,影响西部地区高校科技创新力的因素中,影响程度最大的是教学与科研人员数,其次是研发项目经费当年拨入,第三是 R&D 成果应用及科技服务全时人

员数。西部地区显著性检验通过的因素数量最多,五年间因素显著性变化较小,影响强度相较于中东部地区最大。

综上所述,我国东中西部地区高校科技创新力主要影响因素均有教学与科研人员数、科技经费当年拨入、R&D 成果应用及科技服务项目数,其中西部地区影响因素的 q 值最大,其影响程度最大,显著性检验通过性最好,这表明我国中部和西部地区高校科技创新力发展的人力、资金等投入不足,特别是西部地区,与东部地区相比有很大的差距。除此之外,中部和西部地区的主要影响因素中还包括对外开放程度和技术需求强度等,由于中部和西部地区经济发展水平较低,社会发展环境不佳、对外开放程度和技术需求强度小,这些因素制约着高校科技创新力发展。

表 12 西部地区高校科技创新力因子探测结果

潜变量	观测变量	代码	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
科技人力投入	教学与科研人员数(人)	X_1	0.91***	0.98***	0.81**	0.68*	0.93***
	R&D 全时人员数(人)	X_2	0.51	0.62**	0.52*	0.68	0.94***
	R&D 成果应用及科技服务全时人员数(人)	X_3	0.91***	0.97***	0.81**	0.68*	0.88***
科技经费投入	研发项目经费当年拨入(千元)	X_4	0.91***	0.98***	0.79**	0.68*	0.93***
	R&D 成果应用及科技服务项目经费当年拨入(千元)	X_5	0.84***	0.71**	0.79**	0.50*	0.87***
	科技经费当年拨入(千元)	X_6	0.90***	0.97***	0.79**	0.68*	0.88***
科研机构与项目投入	研发项目数(个)	X_7	0.84***	0.98***	0.81**	0.67*	0.92***
	R&D 成果应用及科技服务项目数(个)	X_8	0.84***	0.97***	0.81**	0.50*	0.88***
	研发机构数(个)	X_9	0.84***	0.70**	0.81**	0.68*	0.88***
经济环境	经济发展水平	X_{10}	0.26	0.22	0.24	0.34	0.19
	产业发展水平	X_{11}	0.24	0.38	0.26	0.35	0.37
	对外开放程度	X_{12}	0.84***	0.71**	0.71**	0.51	0.59*
社会环境	政府支持力度	X_{13}	0.57*	0.59*	0.41	0.35	0.35
	技术需求强度	X_{14}	0.61*	0.41*	0.79**	0.51	0.88***
	信息化水平	X_{15}	0.42	0.45*	0.42	0.23	0.26

注: *、** 和 *** 分别表示 P 值小于 0.1、0.01 ~ 0.05 和小于 0.01。

2. 东中西部地区因子交互作用探测结果分析

运用 GeoDetector 软件计算得到 2016—2020 年各年度东中西部地区高校科技创新力影响因素交互作用 q 值,三大区域影响因素交互作用类型均为双因子增强或非线性增强,表明各影响因素的影响存在一定的联系。计算东中西部地区高校科技创新力因子交互作用强度年均值,见表 13—15。

表 13 显示,东部地区高校科技创新力影响因素交互作用强度明显强于单一影响因素,作用强度较大的是信息化水平、政府支持力度、R&D 全时人员数、经济发展水平、R&D 成果应用及科技服务项目数与其他因素的交互组合。

表 14 显示,中部地区高校科技创新力影响因素交互作用强度值较东部地区高,作用强度较大的是 R&D 成果应用及科技服务项目数、政府支持力度、科技经费当年拨入、产业发展水平、R&D 成果应用及科技服务项目经费当年拨入与其他因素的交互组合。

表 13 东部地区高校科技创新力因子交互作用强度年均值

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
X_1	0.50														
X_2	0.71	0.58													
X_3	0.72	0.74	0.48												
X_4	0.68	0.68	0.73	0.49											
X_5	0.75	0.82	0.74	0.68	0.59										
X_6	0.68	0.69	0.72	0.56	0.71	0.50									
X_7	0.61	0.75	0.72	0.63	0.73	0.62	0.50								
X_8	0.74	0.82	0.74	0.69	0.69	0.68	0.72	0.59							
X_9	0.64	0.78	0.73	0.69	0.74	0.74	0.66	0.76	0.43						
X_{10}	0.84	0.74	0.72	0.66	0.77	0.71	0.85	0.82	0.78	0.44					
X_{11}	0.77	0.76	0.78	0.74	0.81	0.73	0.76	0.78	0.85	0.74	0.31				
X_{12}	0.76	0.85	0.71	0.74	0.77	0.75	0.74	0.78	0.74	0.75	0.79	0.41			
X_{13}	0.87	0.82	0.66	0.76	0.83	0.75	0.87	0.84	0.94	0.80	0.81	0.75	0.43		
X_{14}	0.57	0.75	0.69	0.62	0.71	0.60	0.55	0.70	0.60	0.82	0.73	0.70	0.81	0.39	
X_{15}	0.87	0.86	0.89	0.93	0.94	0.92	0.92	0.96	0.78	0.88	0.78	0.90	0.85	0.88	0.27

表 14 中部地区高校科技创新力因子交互作用强度年均值

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
X_1	0.51														
X_2	0.74	0.37													
X_3	0.88	0.82	0.46												
X_4	0.87	0.77	0.82	0.47											
X_5	0.95	0.86	0.64	0.74	0.39										
X_6	0.88	0.85	0.98	0.71	0.88	0.56									
X_7	0.87	0.80	0.87	0.82	0.96	0.76	0.58								
X_8	0.89	0.89	0.59	0.87	0.65	0.98	0.89	0.53							
X_9	0.71	0.77	0.80	0.90	0.86	0.94	0.82	0.80	0.45						
X_{10}	0.75	0.80	0.88	0.89	0.96	0.82	0.71	0.89	0.82	0.48					
X_{11}	0.90	0.81	0.96	0.85	0.97	0.87	0.82	0.97	0.86	0.84	0.48				
X_{12}	0.77	0.68	0.88	0.93	0.93	0.99	0.83	0.88	0.79	0.81	0.86	0.56			
X_{13}	0.90	0.86	0.98	0.95	0.95	0.83	0.81	0.99	0.89	0.79	0.79	0.90	0.59		
X_{14}	0.92	0.84	0.97	0.91	0.99	0.79	0.77	0.98	0.91	0.73	0.80	0.88	0.73	0.62	
X_{15}	0.90	0.87	0.96	0.89	0.93	0.86	0.79	0.96	0.92	0.72	0.90	0.84	0.76	0.79	0.48

表 15 显示,西部地区高校科技创新力影响因素交互作用强度值最大,作用强度较大的主要是教学与科研人员数、研发项目经费当年拨入、R&D 成果应用及科技服务全时人员数、研发项目数、科技经费当年拨入与其他因素的交互组合。

表 15 西部地区高校科技创新力因子交互作用强度年均值

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
X_1	0.86														
X_2	0.89	0.66													
X_3	0.89	0.89	0.85												
X_4	0.88	0.89	0.89	0.86											
X_5	0.90	0.89	0.87	0.90	0.74										
X_6	0.89	0.89	0.86	0.88	0.87	0.84									
X_7	0.88	0.89	0.89	0.88	0.87	0.89	0.84								
X_8	0.89	0.89	0.87	0.89	0.82	0.87	0.87	0.80							
X_9	0.90	0.89	0.87	0.89	0.80	0.87	0.87	0.85	0.78						
X_{10}	0.99	0.98	0.98	0.99	0.84	0.98	0.99	0.89	0.92	0.25					
X_{11}	0.99	0.87	0.99	1.00	0.86	0.99	0.99	0.91	0.94	0.65	0.32				
X_{12}	0.89	0.88	0.90	0.89	0.80	0.90	0.87	0.84	0.83	0.85	0.79	0.67			
X_{13}	0.97	0.96	0.97	0.97	0.87	0.96	0.95	0.87	0.95	0.84	0.86	0.83	0.45		
X_{14}	0.89	0.81	0.87	0.89	0.77	0.86	0.87	0.82	0.80	0.85	0.83	0.80	0.87	0.64	
X_{15}	0.99	0.75	0.99	0.98	0.91	0.97	0.99	0.91	0.99	0.81	0.70	0.84	0.77	0.75	0.36

以上结果表明,中部和西部地区高校科技创新力影响因素交互作用强度明显高于东部地区,尤其是西部地区,东部地区外部因素与其他因素的交互作用强度较大,中部地区既包含外部因素,又包含内部因素,西部地区主要以内部因素为主,由此进一步体说明我国东中西部地区资源分配不均衡,东部地区高校内部资源相对充足,中部和西部地区经济发展水平不高,对高校科技创新的人力和经费投入不足,特别是西部地区。

五、结论与建议

(一) 研究结论

本文运用变异系数法的 TOPSIS 法测算高校科技创新力指数,评价我国 31 个省(自治区、直辖市)高校科技创新力发展水平,并采用空间分析法和泰尔指数分析我国高校科技创新力发展的空间特征,在此基础上运用地理探测器分析我国高校科技创新力影响因素及其空间差异情况,形成四条研究结论。

第一,我国高校科技创新力整体不高,存在两极分化和断层分布的特征,31 个省(自治区、直辖市)间分布不均衡,区域间差异明显。东部地区高校的科技创新力普遍较高,域内差异较大;中部地区整体次于东部地区,域内差异小;西部地区除陕西外,普遍处于较低水平,西藏、青海、宁夏三省高校科技创新力处于极低水平。我国东中西部高校科技创新力发展水平与区域经济发展水平基本一致。

第二,我国高校科技创新力指数具有显著的空间相关性、空间集聚性特征,其中上海、江苏、广东、浙江等东部地区高校科技创新力指数具有“高一高”关联集聚特征,其科技创新力较高,甘肃、海

南、新疆、西藏等西部地区高校科技创新力指数具有“低—低”关联集聚特征,其科技创新力较低。

第三,我国高校科技创新力的主要影响因素为教学与科研人员数、科技经费当年拨入、R&D 全时人员数、研发项目经费当年拨入、研发项目数等,但区域间存在明显的差异,中部和西部地区的人力资源和经费不足,特别是西部地区,同时中部和西部地区高校科技创新力还受到区域对外开放程度和技术需求强度等经济社会环境因素影响。

第四,我国高校科技创新力影响因素交互作用强度均为双因子增强或非线性增强,交互作用强度较大的主要是教学与科研人员数、科技经费当年拨入、R&D 成果应用及科技服务项目数、R&D 成果应用及科技服务项目经费当年拨入、信息化水平,且信息技术发挥的作用越来越大。

(二) 对策建议

习近平总书记关于新质生产力系列重要论述为推动高校科技创新高质量发展提供了根本遵循和行动指南,高校作为科技创新的重要策源地,承担着前所未有重大使命。为更好支撑新质生产力发展,根据上述研究结论,本文对我国高校科技创新力提升提出四点建议。

第一,加大创新投入,提高资源利用效率。科技是第一生产力,人才是第一资源,创新是第一动力,人财物是高校科技创新活动的基础,目前我国高校科技创新资源普遍不足,高端人才缺乏,创新能力整体不强,成果转移转化效率不高,从国家层面应该适当调整高校财政科研经费支出占比,各级地方政府相应加大高校科研资源投入,高校本身积极争取社会各界支持,拓宽创新资源筹措渠道,完善科研资源管理制度,推动创新链、产业链、资金链、人才链深度融合,不断提高科技创新资源的利用效率。

第二,优化资源配置,逐步缩小区域差异。目前东部地区高校资源相对较丰富,中部和西部地区高校资源匮乏,科技创新能力较弱,应加大中央政府对中部和西部地区高校的投入,利用自然条件禀赋、土地及人力成本优势,科学布局一批大科学装置和野外观测站点,集国家重点实验室、国家技术创新中心、国家重大科技项目等创新资源进行一揽子支持,引导中部和西部地区高校完善人才引进政策和措施,逐步改善中部和西部地区的科技创新基础条件,缩小资源配置的区域差异,缓解中部和西部地区高校科技创新资源短缺问题。

第三,加强资源共享,推动协同创新发展。推动信息技术、智能技术等高新技术与高校科技创新活动的深度融合,依托互联网等技术搭建高校协同创新平台,整合科技创新资源,是提高创新能力的的重要途径,是推动新质生产力形成的必然要求。为此,应加强高校科技创新统筹协调,避免各高校、各领域科技创新活动存在的分散、封闭、重复等碎片化现象,建立东中西部地区高校之间科技人才、科研项目、创新平台、科研信息、政府政策支持等资源合作共享和联动机制;同时中部和西部地区高校还应基于地理位置邻近的原则,将创新资源比较丰富的省份作为协同创新的增长极,组建跨省(自治区、直辖市)高校创新联盟,推动东中西部地区高校科技创新协同发展。

第四,加强政产学研合作,支撑现代化产业体系建设。新质生产力依托的是新科技,落脚点是新产业,以战略性新兴产业和未来产业为核心的现代化产业体系是培育和发展新质生产力的主阵地。面向现代化产业体系建设需求,一方面我国高校要紧紧围绕关键共性技术、前沿引领技术、颠覆性技术、现代工程技术创新,大力开展政产学研合作,支撑我国产业分工从价值链中低端向中高端转变;另一方面政府应该提供校企合作科研和人才培养的企业奖补、税收优惠等政策支持,激发企业参与校企合作的积极性,共同推动新技术、新产业、新业态发展,夯实新质新生产力发展根基。

参考文献:

- [1] 习近平主持召开新时代推动东北全面振兴座谈会强调 牢牢把握东北的重要使命 奋力谱写东北全面振兴新篇章[EB/OL]. (2023-09-09). https://www.cccps.gov.cn/xtt/202309/t20230909_159168.shtml.
- [2] 中央经济工作会议在北京举行 习近平出席会议并发表重要讲话[N]. 光明日报,2023-12-12(01).
- [3] 习近平在中共中央政治局第十一次集体学习时强调 加快发展新质生产力 扎实推进高质量发展[N]. 光明日报,2024-02-01(01).
- [4] 李强. 政府工作报告——2024年3月5日在第十四届全国人民代表大会第二次会议上[EB/OL]. (2024-03-12). https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202403/content_6939153.htm.
- [5] 姜朝晖,金紫薇. 教育赋能新质生产力:理论逻辑与实践路径[J]. 重庆高教研究,2024(1):108-117.
- [6] 张林,蒲清平. 新质生产力的内涵特征、理论创新与价值意蕴[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2023(6):137-148.
- [7] 姚树洁,张小倩. 新质生产力的时代内涵、战略价值与实现路径[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2024(1):112-128.
- [8] 蒲清平,黄媛媛. 习近平总书记关于新质生产力重要论述的生成逻辑、理论创新与时代价值[J]. 西南大学学报(社会科学版),2023(6):1-11.
- [9] GARNATJE T, VALLÈS J. Does aggressiveness in evaluation improve the quality of scientific research?[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2013, 64(8):1756.
- [10] WANG D H, XIN Y. Research on the evaluation of knowledge innovation ability of enterprise based on knowledge management[J]. Journal of Convergence Information Technology, 2013, 9(8):1163-1169.
- [11] 苏荟,刘奥运. “双一流”建设背景下我国省际高校科研效率及影响因素研究:基于 DEA-Tobit 模型[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2020(1):107-118.
- [12] 王辉,陈敏. 基于两阶段 DEA 模型的高校科技创新对区域创新绩效影响[J]. 经济地理,2020(8):27-35,42.
- [13] 陈国福,蒋清泉,唐炎钊. 中国特色世界一流大学建设背景下高校科技创新能力评价研究[J]. 科技进步与对策,2022(24):109-118.
- [14] 曾繁华,黄海. 高校创新产出及其驱动因子的空间分异:基于 ESDA—GWR 的实证[J]. 科技管理研究,2021(7):86-94.
- [15] 王冲,刘鹏飞,孙磊. 高校科技创新能力评价指标体系构建与实证分析:以吉林省为例[J]. 统计与决策,2023(24):84-88.
- [16] 王晓红,张少鹏,张奔. 产学合作对高校创新绩效的空间计量研究:基于组织层次和省域跨层次的双重视角[J]. 经济与管理评论,2021(1):125-137.
- [17] 朱恬恬,卢雅华,张跃军. 非期望产出对“双一流”建设高校科技创新效率的影响研究[J]. 高校教育管理,2022(4):31-40.
- [18] 查道林,陈思,杨茜. “双一流”建设高校科研效率及影响因素实证研究:基于超效率 SBM-Malmquist-Tobit 模型[J]. 教育与经济,2022(3):9-16.
- [19] 李国才,曾刚. 科技自立自强视域下高校科技创新效率测度及颁布特征[J]. 科技管理研究,2023(21):1-10.
- [20] DUAN S X. Measuring university efficiency an application of data envelopment analysis and strategic group analysis to Australian universities[J]. Benchmarking: an international journal, 2019, 26(4):1161-1173.
- [21] THURSBY J G, THURSBY M C. Who is selling the Ivory tower? sources of growth in university licensing[J]. Management Science, 2002, 48(1):90-104.
- [22] Martín y M^a José Rodríguez Conde Santiago Nieto. Results convergence in two designs research-innovation in university teaching through the TIC[J]. Revista Espanola De Pedagogia, 2007, 65(236):27-48.
- [23] HAUSMAN N. University innovation and local economic growth[J]. The Review of Economics and Statistics, 2022, 104(4):718-735.
- [24] AGASISTI T, BELFIELD C. Efficiency in the community college sector: stochastic frontier analysis[J]. Tertiary Education and Management, 2017, 23(3):237-259.
- [25] 王建梁,刘天雨. 澳大利亚推进高校科研成果转化新举措探析[J]. 中国高校科技,2023(6):52-58.
- [26] BIKARD M, VAKILI K, TEODORIDIS F. When collaboration bridges institutions: the impact of university-industry collaboration on academic productivity[J]. Organization Science, 2019, 30(2):426-445.
- [27] 张奔,王宏起,王晓红. 校企合作氛围对高校科研人员科研绩效的影响:技术能力的中介作用[J]. 系统管理学报,

- 2022(5):954-963.
- [28] 章熙春,朱绍棠,李胜会. 创新政策与科研结构双重影响下高校科技创新绩效研究[J]. 科技进步与对策,2022(18):1-9.
- [29] DI F. Empirical research on the influencing factors of the conversion efficiency of scientific and technological achievements in colleges and universities based on Tobit model[J]. Educational Sciences Theory & Practice,2018(1806):2794-2807.
- [30] LEE Y H. Determinants of research productivity in Korean Universities: the role of researchfunding[J]. The Journal of Technology Transfer, 2021, 46(5):1462-1486.
- [31] 蔡文伯,赵志强. 我国十大城市群高校科研效率及影响因素研究:基于 DEA-Malmquist-Tobit 模型[J]. 重庆高教研究,2021(4):30-42.
- [32] FRENKEN K, HEIMERIKS G J, HOEKMAN J. What drives university research performance? An analysis using the CWTS Leiden Rankingdata[J]. Journal of Informetrics, 2017, 11(3):859-872.
- [33] 吴宏超,马聪颖. “一带一路”沿线省份高校科技创新效率及影响因素:基于 DEA-Malmquist-Tobit 模型的研究[J]. 重庆高教研究,2020(6):34-47.
- [34] BIKARD M, VAKILI K, TEODORIDIS F. When collaboration bridges institutions: the impact of university-industry collaboration on academicproductivity[J]. Organization Science,2019,30(2):426-445.
- [35] SALAS-VELASCO M. Measuring and explaining the production efficiency of Spanish universities using a non-parametric approach and a bootstrapped-truncatedregression[J]. Scientometrics, 2020, 122(2):825-846.
- [36] 刘钊,高嘉诚. 数字建设与高校科技创新效率协调发展分析[J]. 科技管理研究,2024(1):67-76.
- [37] 何声升. 高校科技创新绩效影响因素分位研究:创新价值链理论视角[J]. 高校教育管理,2020(5):104-114.
- [38] 马聪颖,吴宏超. 一流大学建设高校科技创新效率:差距、影响因素与提升路径[J]. 高教探索,2021(2):53-61.
- [39] 王海燕,苏博谦. 高校科技创新与区域经济耦合协调及影响因素研究:基于 2013—2019 年我国 30 省份相关数据[J]. 中国高校科技,2023(6):37-43.
- [40] 汪凡,白永平,周亮,等. 中国高校科技创新能力时空格局及影响因素[J]. 经济地理,2017,37(12):49-56.
- [41] 刘业进,崔佳慧. 高校科技创新与经济高质量发展:基于空间杜宾模型的实证研究[J]. 演化与创新经济学评论,2023(2):74-91.
- [42] 谢忠局,马亚东,杨正东. 中国高校科技创新对区域经济发展的影响效应研究:基于空间溢出效应视角的分析[J]. 价格理论与实践,2021(4):165-168.
- [43] 山述兰,边慧敏. 服务国家科技自立自强:高校的使命担当与路径选[J]. 理论与改革,2023(3):13-23.
- [44] 熊玲玲. 我国高校科技创新能力动态综合评价[D]. 南昌:南昌大学,2018.
- [45] 张菊. “双一流”建设高校科技创新对区域经济发展的影响研究:以国家中心城市为例[D]. 武汉:华中农业大学,2023.
- [46] 王劲峰,徐成东. 地理探测器:原理与展望[J]. 地理学报,2017(1):116-134.

A study on the evaluation and influence factors of science and technology innovation ability in Chinese universities and colleges from the perspective of new quality productivity forces

LI Ping^a, SUN Xiaojing^a, CAO Mingping^b

(a. School of Economics and Management; b. Institute of Higher Education, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, P. R. China)

Abstract: General Secretary Xi Jinping put forward the concept of new quality productive forces based on the characteristics of our economic development era times and made a series of important arguments. New quality productivity forces is a productivity form by the new technological revolution. The engine of new quality productivity forces is the information technology and artificial intelligence, and scientific and technological innovation is its driving force. New quality productivity forces is the strong driving force and supporting force of

high-quality development. As an important part of the national innovation system, universities and colleges play a crucial role in fundamental research, applied research and achievement transformation. They have achieved a lot of major scientific and technological achievements. However, there are still many deficiencies and many difficulties and problems. Under the guidance of General Secretary Xi Jinping's important arguments on "new quality productivity forces", it is of great importance significance to accurately grasp the important position and unique advantages of scientific and technological innovation ability in universities and colleges, and objectively evaluate the development level of scientific and technological innovation of universities and colleges in different regions of our country, and analyze the existing problems, and put forward countermeasures and suggestions. This paper uses TOPSIS method to measure the scientific and technological innovation ability index of universities and colleges in 31 provinces (municipalities and autonomous regions). Based on the spatial autocorrelation theory, this paper explores the spatial correlation characteristics of scientific and technological innovation ability index. Theil index is used to analyze the spatial differences of scientific and technological innovation power index. The geographical detector is utilized to study influencing factors of the science and technology innovation power and the interaction of those factors. The results of the study are that: The overall innovation power of Chinese universities and colleges in 31 provinces (including municipalities and autonomous regions) is not strong. The spatial distribution of science and technology innovation power index is uneven, and the eastern region is significantly higher than the central and western regions. The spatial auto-correlation is significant. The regions with high index such as Shanghai, Jiangsu, Guangdong and Zhejiang show the "high-high" agglomeration. The regions with low index such as Gansu, Hainan, Xinjiang and Tibet show the "low-low" agglomeration. There are significant regional differences. The internal difference of eastern and western regions is more significant than that of central region. The internal differences in the east are narrowing. The internal differences in the central region first increased and then decreased. The internal differences have increased in the western region. The main factors that affect the development of scientific and technological innovation power of Chinese universities and colleges are human resources, fund investment, etc.. There are obvious differences in resource input between regions. The central and western regions are underinvested. At the same time, the central and western regions also affected by regional opening up to the world and technical needs. The interaction intensity of internal factors is greater than that of external factors. The factors with greater interaction strength are the number of teaching and research staff, the science and technology allocation funds in the current year, the number of technology results application and service projects, the amount of funds allocated for R&D achievements application and scientific and technological service projects in the current year and the informatization level. The informatization level plays an increasingly important role. According to the research conclusion and based on General Secretary Xi Jinping's new quality productivity forces, this paper puts forward countermeasures and suggestions in innovation investment, resource allocation, resource sharing and government-industry-university-research cooperation, etc..

Key words: new quality productivity forces; scientific and technological innovation ability; evaluation of science and technology innovation ability in universities and colleges; influence factors; spatial characteristics; TOPSIS method; spatial auto-correlation; Theil index; geographical detector

(责任编辑 彭建国)