

# 省域高等院校研发人员集聚与 科技创新能力协调关系的时空特征研究

张宝生<sup>1</sup>, 王天琳<sup>1</sup>, 王晓红<sup>2</sup>

(1. 哈尔滨师范大学 管理学院, 哈尔滨 150025; 2. 哈尔滨工业大学 管理学院, 哈尔滨 150001)

**摘要:**对中国2010—2016年31个省(直辖市、自治区)(因数据缺少, 不包括港澳台地区)高校研发人员集聚和科技创新能力的协调关系展开研究。通过省域高校研发人员区位熵来衡量其集聚水平; 综合考量高校科技项目和经费、科技成果及技术转让、科技获奖等方面, 采用因子分析法计算省域高校科技创新能力; 通过协调发展系数和Sperparman秩相关系数分析高校研发人员集聚与科技创新能力的协调关系。研究结果表明: 现阶段我国高校研发人员集聚分布呈现出明显的区域性差异, 存在不平衡性, 集聚程度高的省份主要集中于东部和东北部地区; 省域高校科技创新能力的分布状况与区域经济发展程度具有一致性, 呈现“东高西低”态势; 高校研发人员集聚与科技创新能力具有相关关系, 但协调性总体偏低, 研发人员集聚滞后和科技创新能力滞后的情况均存在, 总体上看协调发展关系呈现下降趋势。在新的历史阶段应保障高校研发人员在相对稳定的基础上合理有序地流动, 加强区域高校合作, 优化高校科技创新环境。研究为促进高校研发人员集聚与科技创新能力协调发展提供参考。

**关键词:**高等院校; 研发人员集聚; 科技创新能力; 协调关系; 时空特征

**中图分类号:** G311   **文献标志码:** A   **文章编号:** 1002—980X(2020)11—0019—12

我国经济发展进入新常态时期, 以创新驱动发展转变经济发展方式, 科技创新已成为国家发展战略, 高等院校是科技创新的主力军和重要载体, 科技创新依靠创新资源, 研发人员是高校科技创新中最基本的条件和最活跃的要素<sup>[1]</sup>。高校研发人员通过在地理空间上自由流动获取最佳效益, 通过分工、互补形成高校竞争力<sup>[2]</sup>。研发人员的流动或迁移导致其在区域高校的集聚, 进而产生集聚效应<sup>[3]</sup>。进入21世纪以来, 我国高校呈现出人才“集聚经济”状态, 从本科教学工作水平评估、全国学科评估、“985工程”“211工程”到“世界一流大学和一流学科建设”的“双一流”导致全国范围内高校的人才争夺愈演愈烈, 现阶段呈现出中西部高校人才向东部高校流动的“孔雀东南飞”现象<sup>[4]</sup>。理论上, 高校研发人员的集聚水平在一定程度上影响科技创新能力, 隐含了创新能力的提升<sup>[5]</sup>, 但在实际上研发人员集聚高的区域科技创新水平是否一定高, 二者是否存在协调发展关系, 在现实上高校“人才争夺”是否真的提高了科技创新效率, 是否在人才配置上得到了合理化, 在全国范围内是否达到帕累托最优, 这是一个值得深入研究的问题。高等院校具有人才培养、科学研究、社会服务和文化传承的职能, 其中科学研究对实现其他职能具有积极的促进作用, 高校工作人员在多大程度上从事科研活动, 影响和制约着高校发展水平。对我国省域高校研发人员集聚和科技创新能力的现状及其协调发展程度进行分析, 明确二者的关联关系对促进高校科学研究和科技创新, 推动高等教育和经济社会的发展具有重要意义。

Barro<sup>[6]</sup>提出了科技创新区域集聚理论, 指出人才资源分配能够提高科技产出规模与产出效率。Sengupta<sup>[7]</sup>认为科技创新会通过知识积累、创新溢出效应等方式直接或间接地促进经济长期增长, 说明科技创新的提升需要通过产业间、区域间无形与有形的知识与技术的互动。程中华<sup>[8]</sup>认为集聚是通过空间临近, 提供专业化劳动力与投入产出, 降低知识与技术成本来提升科技创新能力, 通过Morans' I指数证明地区综合科技实力存在显著空间自相关性, 地区间形成集聚效应增强会造成地区间综合实力呈现更大差距。李庭

收稿日期: 2020—03—17

**基金项目:**国家自然科学基金“网络型知识组织成员错时空的隐性知识合作机制及其实现研究”(71702039); 教育部人文社会科学基金项目“隐性知识流转网的成员合作机制及网络结构优化研究”(16YJC870019); 黑龙江省哲学社会科学规划项目“黑龙江产业集群视角下的企业创新能力与政府补贴关系研究”(2105219031)

**作者简介:**张宝生(1982—), 男, 辽宁昌图人, 博士, 哈尔滨师范大学管理学院副教授, 硕士研究生导师, 研究方向: 科技管理、公共政策; (通讯作者)王天琳(1996—), 女, 黑龙江五常人, 哈尔滨师范大学管理学院硕士研究生, 研究方向: 科技产业、公共经济管理; 王晓红(1968—), 女, 天津人, 哈尔滨工业大学管理学院教授, 博士研究生导师, 研究方向: 科技创新管理、评价理论与方法。

辉和董浩<sup>[9]</sup>分析了技术创新与产业结构的关系。汪凡等<sup>[10]</sup>通过 GIS 空间分析中国省域高校科技创新能力的格局及影响因素,表明与其相关的产业存在热集聚区与冷集聚区。汪宝进<sup>[11]</sup>分析了我国科技人力资源和区域创新能力的分布状况。李国富和汪宝进<sup>[12]</sup>分析了科技人力资源分布密度与区域创新能力的关系,指出在长期和短期二者之间都呈现高度正相关性。相关研究为本文奠定了基础,但目前研究一是普遍聚焦于区域科技人力资源,缺乏针对高等院校、对区域高校人员分布情况的研究,特别是研发人员的集聚情况;二是多数从人员集聚和科技创新关系的角度分析,少有从协调发展程度角度的研究;三是缺乏二者之间整体、区域、时空关系的多方面研究。本文对省域高等院校研发人员集聚与科技创新能力协调关系的时空特征展开研究,重点分析区域高校研发人员集聚规模结构、分布趋势,及其和科技创新能力的协调关系和影响,分析现阶段存在问题及产生原因,并提出政策建议。

## 一、高等院校研发人员集聚态势分析

从事基础研究、应用研究、试验发展等科技活动的人员统称为研究与发展人员,研发人员是科技创新中最基本的条件和最活跃的要素<sup>[13]</sup>。在高等院校中,研发人员是所有教学科研人员中直接从事科研工作的人员,在《高等学校科技统计资料汇编》中将其定义为:统计年度内,从事研究与发展工作时间占本人教学、科研总时间 10% 以上的“教学与科研人员”。在宏、微观环境条件作用下,高等院校研发人员为了寻求最优定位、满足自我需求,从而实现价值最大化在外部不同地理空间中、在内部不同岗位间的有序流动或迁移,导致研发人员以差异化的数量和结构分布在不同区域高等院校中,从而产生和形成人才集聚的内、外部效应,这种不均衡的分布和集聚通过知识存量和知识的互补、整合及扩散的放大效应影响着区域高等院校的科技创新能力,在局部形成科技创新增长极。

### (一)计算方法

学术界在衡量区域要素的空间分布情况时普遍采用空间基尼系数、人口密度模型、区位熵指数等,其中由哈盖特(P.Haggett)提出的区位熵方法广泛应用于衡量产业集聚程度,以产值或就业人数指标分析产业集聚情况,较好地反映了某一产业部门的专业化程度,以及某一区域在高层次区域的地位和作用<sup>[14]</sup>。本文借鉴区位熵法测量高校研发人员集聚水平,具体计算方法如式(1)所示:

$$LQ_{ij} = \frac{Q_{ij} / \sum_{j=1}^m Q_{ij}}{Q_j / \sum_{j=1}^m Q_j} \quad (1)$$

其中: $LQ_{ij}$ 表示*j*地区(省域)高校研发人员数在全国地位与*j*地区高校教学与科研人员总数在全国地位的比;变量 $Q_{ij}$ 表示*j*地区高校研发人员数; $Q_j$ 表示*j*地区高校教学与科研人员总数; $\sum_{j=1}^m Q_{ij}$ 表示全国高校研发人员总数; $\sum_{j=1}^m Q_j$ 表示全国高校教学与科研人员总数。若 $LQ > 1$ ,则表示高校研发人员在*j*地区的集聚程度较高,意味着超过全国平均水平并且科技活动较集中,具有一定的规模优势与比较优势;若 $LQ < 1$ 则表示高校主要从事教学活动,在研发力量上处于劣势。

### (二)数据测算

采用省域高校研发人员区位熵来测量其集聚水平,数据来源于《高等学校科技统计资料汇编(2011—2017年)》,选取 2010—2016 年 31 个省(直辖市、自治区)(因数据缺少,不包括港澳台地区)高等学校教学与科研人员数、研究与发展人员数两项指标统计数据进行分析,计算结果见表 1。

表 1 省域高校研发人员区位熵(2010—2016 年)

省域	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	平均值	排名
北京	1.325	1.2774	1.2500	1.3654	1.3281	1.2892	1.2831	1.3027	4
天津	1.2164	1.1723	1.1825	1.2156	1.2092	1.2066	1.179 8	1.1975	6
河北	0.6482	0.6559	0.6698	0.7444	0.7292	0.6673	0.5970	0.6731	27
山西	1.0792	1.0780	1.0823	1.0934	0.9835	1.0519	0.8962	1.0378	11
内蒙古	0.9524	1.1020	1.1347	0.7691	1.1964	1.1297	0.5589	0.9776	14
辽宁	1.2070	1.1707	1.2014	1.1405	1.1702	1.2017	1.2236	1.1879	7

续表

省域	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	平均值	排名
吉林	1.5595	1.6846	1.6600	1.6963	1.5845	1.3431	1.6533	1.5973	1
黑龙江	1.1082	1.1253	1.2812	1.2959	1.3029	1.2929	1.2667	1.2390	5
上海	1.4476	1.3968	1.3564	1.4249	1.4070	1.3700	1.4843	1.4124	2
江苏	0.9887	1.0665	0.9074	0.9024	0.9238	0.9432	1.0237	0.9651	16
浙江	0.8714	0.7923	0.8055	0.8417	0.7611	0.7974	0.8140	0.8119	23
安徽	0.8694	0.9368	1.0156	1.0725	0.9774	0.9669	1.0483	0.9838	12
福建	1.0001	0.9844	0.9481	0.9605	0.9488	0.9712	1.0423	0.9794	13
江西	0.7838	0.7083	0.7264	0.7360	0.6756	0.6458	0.6821	0.7083	26
山东	0.9983	1.2000	1.1093	1.0290	1.0318	1.1186	1.0476	1.0764	10
河南	0.4321	0.4546	0.5056	0.5272	0.4609	0.4995	0.6056	0.4979	29
湖北	0.8047	0.8174	0.8670	0.8266	0.8390	0.8669	0.7472	0.8241	21
湖南	0.7096	0.7674	0.8551	0.9202	0.9108	0.8861	0.9772	0.8609	18
广东	0.8552	0.8868	0.8966	1.0063	0.9884	0.9031	1.0334	0.9385	17
广西	1.5320	1.3662	1.3977	1.0542	1.3431	1.4426	1.1021	1.3197	3
海南	0.2737	0.3774	0.4184	0.5894	0.5910	0.5254	0.6495	0.4893	30
重庆	1.0843	0.7701	0.7488	0.8289	0.7845	0.7868	0.9706	0.8534	19
四川	1.3014	1.0976	1.0678	0.9770	1.0777	1.0664	0.9997	1.0839	9
贵州	0.7657	0.8435	0.6850	0.8691	0.9109	0.8170	0.8075	0.8141	22
云南	0.9325	0.8356	0.8474	0.8455	0.8233	0.8418	0.8313	0.8511	20
西藏	1.7702	1.5157	1.1745	0.7050	1.3219	1.3150	0.4703	1.1818	8
陕西	0.8939	0.8403	0.8430	0.7354	0.7365	0.8779	0.7138	0.8058	24
甘肃	0.6900	0.7337	0.7735	0.8884	0.7931	0.7173	0.8786	0.7821	25
青海	0.4030	0.3851	0.3203	0.3356	0.3396	0.2716	0.3246	0.3400	31
宁夏	0.6463	0.6373	0.8189	1.0465	1.1310	0.8156	1.7065	0.9717	15
新疆	0.4857	0.5918	0.6903	0.6249	0.5895	0.6982	0.6893	0.6242	28

### (三) 结果分析与讨论

#### 1. 总体分析

通过横向比较31个省(直辖市、自治区)高校研发人员区位熵指数,发现高等院校研发人员集聚程度与经济发展差异的状况并非完全一致,经济发展较快的东南沿海等地区高校研发人员集聚程度并不一定位于前列。区域高校科技研发人员集聚水平总体上呈现出“东部地区、东北地区>中部地区>西部地区”的态势,整体局面为东强中西弱。2010—2016年研发人员区位熵平均值位于前7位的省份为吉林、上海、广西、北京、黑龙江、天津、辽宁,位于后7位的省份为青海、海南、河南、新疆、河北、江西、甘肃。纵向来看,2010—2016年中国高校研发人员总体呈现向高水平集聚发展的态势,这与近年来创新驱动发展战略、高校科技创新政策支持、产学研深度融合、注重人才引进与开发、经济发展等因素息息相关。各省研发人员集聚程度在基本稳定的基础上存在局部波动,个别省份波动剧烈,选取7个典型省份做出区位熵指数走势图,如图1所示。

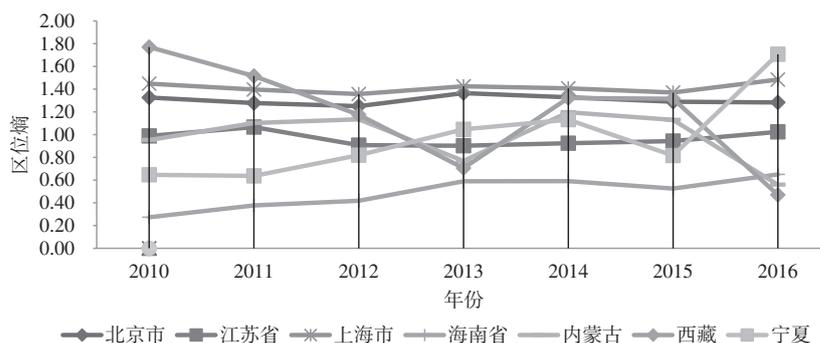


图1 典型省份区位熵指数走势图

#### 2. 区域集聚水平分析

从2010—2016年高校研发人员区位熵发展水平和变动趋势的动态分析,可以分为高水平集聚、低水平集聚与波动水平集聚3种方式。

(1) 高水平集聚。从地区空间分布和划分区域上来看,东部地区和东北地区呈现高水平集聚的态势相对明显。东部地区高校科技研发人员主要集聚在京津冀一带及上海、山东等地,这些地区高校具有地理位置优越、经济实力雄厚、科技产业水平发达、高校科研基础设施先进、完备等优势,形成了严密的人才集聚体系,吸引了大量高水平科技人员涌入,结构、规模不断优化,成为研发人员集聚高地。长三角地区虽处于地理位置优势,经济水平发达,但高校研发人员集聚程度相较京津冀地区没有明显优势。东三省作为老工业基地历史

悠久,高校工科实力强劲,积累了一批科技人才,高校研发人员集聚水平较高,总体分布也较平均。

(2)低水平集聚。中西部地区高校研发人员呈现分散、不平衡的状况,区域高校研发人员集聚水平整体不高,这与中西部地区所处地理位置与人才条件的差异有关。西部地区高校科技研发人员以广西、四川、西藏为主要集聚地区,整体发展呈现变动趋势。中部地区以山西、安徽为主要集聚省份,但研发人员集聚与东北地区、东部地区相比差距明显。中西部地区的青海、甘肃、新疆、河南、江西、陕西等地高校研发人员集聚水平全国排名靠后,这主要与区域地理位置不便、人口相对分散、高校基础设施条件匮乏,不利于高校开展科研活动等因素有关。此外,处于东部地区的海南省由于经济发展定位等原因,高等院校水平和条件一般,因此高校研发人员集聚程度较低,但由于近年国家政策倾斜呈现递增趋势。

(3)波动水平集聚。部分省份高校研发人员集聚处于较大波动状态,主要集中在西部地区。以内蒙古、西藏、宁夏、新疆为主的自治区呈现较大程度的波动,其中内蒙古、西藏呈现波动下降的趋势,宁夏、新疆呈现波动增长的趋势,且增长幅度较大。自治区实行区域自治制度,相较西部其他地区,整体科技发展水平不高,地理位置、政策和人才支持、科研项目与经费等方面也间接影响高校研发人员集聚水平,造成发展不平衡状态,提高落后地区高校研发人员的培养与吸引力度一直是政府关注的重点。西部地区广西、重庆、四川等地高校研发人员集聚程度在递减,表明了西部高校人才的流失。中部地区充分的发展潜力、有效的政策扶持一定程度上吸引了科技人才的迁入,河南、湖南等地高校科技研发人员集聚水平有上升趋势,但整体集聚水平提升并不特别显著。东部地区广东省高校研发人员集聚水平稳步发展,增长较为明显。

## 二、高等院校科技创新能力分析

奥地利学者熊彼特<sup>[15]</sup>在技术创新领域内首次提出“创新理论”,从资源配置的角度指出创新是对生产要素重新组合从而形成新的生产能力的经济特征,为创新能力研究奠定了深层次基础。关于科技创新能力目前学术界主要是从科技投入、科技产出及二者综合考量来衡量其创新能力水平<sup>[16-17]</sup>。科技创新产出是科技创新能力的重要表征<sup>[18]</sup>,本文借鉴以上思想,直接从高校科技活动产出的角度衡量其科技创新能力,主要通过承担科技项目和科技经费、科技成果及技术转让、科技成果获奖等方面综合体现。具体选取以下指标:政府资金科技经费数、企事业单位委托科技经费数、研究与发展项目数、R&D 成果应用项目数、科技服务项目数、出版科技著作数、发表学术论文数、鉴定科技成果数、国家级项目验收数、专利申请数、专利授权数、技术转让合同数、技术转让当年实际收入、成果授奖数共 14 个指标来测度高校科技创新能力。

### (一)计算方法

以各省统计数据为研究对象,采用因子分析法来计算 2010—2016 年 31 个省(直辖市、自治区)高校科技创新能力综合水平,对各区域高校科技创新能力进行数据分析,数据来源于《高等学校科技统计资料汇编(2011—2017 年)》。通过对 14 个变量的数据降维,判断是否通过 KMO 检验,并在各年份抽取公因子,通过因子载荷矩阵计算出各变量的得分系数矩阵,计算出各因子的综合得分(FAC)。

以 2016 年数据为例,经过 KMO 与 Bartlett 检验结果,可以判断抽取的科技创新数据是否适合因子分析法。从表 2 可知,KMO 检验值为 0.780。根据 KMO 检验值标准:KMO>0.9 为非常适合;0.9>KMO>0.8 为比较适合;0.8>KMO>0.7 为一般;0.7>KMO>0.6 为较不适合;KMO<0.5 为不适合<sup>[19]</sup>。2010—2015 年据此分析方法得出结果,KMO 检验值均通过检验标准,可知本文选取数据适合运用因子分析,其显著性<0.05,说明选取的 14 个变量之间是存在关系的。

通过主成分分析的抽取方法,从 14 个变量中提取公因子方差,得出各变量共同度的结果。通过对因子贡献率的分析,可知因子通过旋转后,有 3 个因子与指标变量之间的关系非常密切,计算结果见表 3 和表 4,选取这 3 个因子作为公因子,它们对方差贡献率分别为 75.018%、

表 2 KMO 与 Bartlett 检验(2016 年)

Kaiser-Meyer-Olkin	度量	0.780
Bartlett 球形度检验	卡方	724.935
	df	91
	显著性	0.000

表 3 高校科技创新能力因子贡献率表(2016 年)

成分	起始特征值		
	总计	对方差的贡献率(%)	累计贡献率(%)
1	10.503	75.018	75.018
2	1.137	8.121	83.139
3	0.865	6.175	89.314
4	0.521	3.719	93.033
5	0.273	1.951	94.985
6	0.220	1.574	96.559
7	0.182	1.302	97.861
8	0.119	0.853	98.714
9	0.084	0.602	99.316
10	0.046	0.329	99.646
11	0.029	0.208	99.854
12	0.013	0.091	99.945
13	0.005	0.035	99.980
14	0.003	0.020	100.000

8.121%、6.175%，累计贡献率为89.314%。通过主成分分析可知专利申请数、专利授权数、发表学术论文数、鉴定科技成果数、企事业单位委托科技经费数、研究与发展项目数、R&D成果应用项目数等变量提取度均超过90%，这说明数据中变量共同度较高，所选取的变量是有效的；成果授奖数、国家级项目验收数、政府资金科技经费数各变量提取度超过85%，这3个变量对于科技创新的影响程度也比较重要。综上所述，这3个公因子可以作为衡量高校科技创新程度的重要标准，能够客观对全国31个省份高校科技创新能力做出合理评价。

## (二)数据测算

第一因子得分( $F_1$ )、第二因子得分( $F_2$ )与第三因子得分( $F_3$ )由各成分得分系数 $A_i$ ( $i = 1, 2, 3$ )与各成分初始变量值 $F_i$ ( $i = 1, 2, 3$ )相乘计算完成。2016年各省高校科技创新能力综合得分计算方式如式(2)所示，计算结果见表5。与2016年采用同种方法，计算出2010—2015年高校科技创新能力综合得分，汇总见表6。

$$FAC = \frac{F_1A_1 + F_2A_2 + F_3A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \quad (2)$$

表5 省域高校科技创新能力评分(2016年)

省域	$F_1$ 得分	$F_2$ 得分	$F_3$ 得分	综合得分
北京	-0.50	4.81	-0.05	0.01
天津	-0.39	-0.11	-0.54	-0.37
河北	-0.15	-0.45	1.44	-0.07
山西	-0.56	-0.31	-0.55	-0.53
内蒙古	-0.70	-0.45	-0.21	-0.64
辽宁	0.00	0.32	0.45	0.06
吉林	-0.71	-0.16	3.40	-0.38
黑龙江	-0.87	1.03	1.20	-0.55
上海	0.21	1.34	-0.40	0.27
江苏	3.91	0.01	-0.12	3.28
浙江	1.32	-0.39	-0.61	1.03
安徽	0.20	-0.29	-0.13	0.14
福建	-0.20	-0.09	-0.71	-0.23
江西	-0.22	-0.52	-0.51	-0.27
山东	0.79	-0.54	0.22	0.63
河南	0.27	-0.70	2.92	0.36
湖北	1.18	0.04	0.36	1.02
湖南	0.44	-0.43	-0.10	0.32
广东	0.98	0.39	-0.56	0.82
广西	-0.28	-0.51	-0.66	-0.33
海南	-0.90	-0.42	-0.83	-0.85
重庆	-0.06	-0.13	-0.70	-0.11
四川	0.49	0.28	0.04	0.44
贵州	-0.67	-0.43	-0.49	-0.63
云南	-0.43	-0.45	0.17	-0.39
西藏	-0.98	-0.41	-0.88	-0.92
陕西	1.18	0.16	-0.28	0.99
甘肃	-0.58	-0.45	-0.40	-0.55
青海	-1.03	-0.40	-0.23	-0.91
宁夏	-0.96	-0.37	-0.62	-0.88
新疆	-0.79	-0.38	-0.64	-0.74

表4 公因子贡献率分析(2016年)

提取平方和载入			循环平方和载入		
总计	对方差的贡献率(%)	累计贡献率(%)	总计	对方差的贡献率(%)	累计贡献率(%)
10.503	75.018	75.018	6.057	43.263	43.263
1.137	8.121	83.139	5.258	37.559	80.822
0.865	6.175	89.314	1.189	8.492	89.314

表6 省域高校科技创新能力水平(2010—2016年)

省域	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	平均值	排名
北京	3.97	0.05	0.22	0.83	0.64	0.29	0.01	0.86	4
天津	0.10	-0.33	-0.32	-0.29	-0.42	-0.46	-0.37	-0.30	18
河北	-0.30	-0.15	-0.20	-0.27	-0.26	-0.11	-0.07	-0.19	16
山西	-0.38	-0.58	-0.55	-0.50	-0.55	-0.48	-0.53	-0.51	23
内蒙古	-0.50	-0.67	-0.65	-0.64	-0.67	-0.65	-0.64	-0.63	26
辽宁	0.17	0.23	0.15	0.14	0.22	-0.01	0.06	0.14	10
吉林	-0.14	-0.51	-0.42	-0.21	-0.43	-0.48	-0.38	-0.37	19
黑龙江	0.21	-0.52	-0.48	-0.45	-0.75	-0.31	-0.55	-0.41	21
上海	0.89	1.12	0.62	0.66	0.36	0.30	0.27	0.60	7
江苏	0.22	3.05	3.21	3.51	3.30	3.41	3.28	2.85	1
浙江	0.06	1.18	0.86	1.03	0.85	1.10	1.03	0.87	3
安徽	0.39	-0.21	-0.50	0.09	0.24	0.22	0.14	0.05	13
福建	-0.43	-0.09	-0.28	-0.21	-0.02	-0.02	-0.23	-0.18	15
江西	-0.45	-0.15	-0.13	-0.23	-0.37	-0.27	-0.27	-0.27	17
山东	-0.24	0.34	0.30	0.40	0.70	0.84	0.63	0.43	8
河南	-0.08	-0.01	0.10	-0.12	0.03	0.19	0.36	0.07	12
湖北	0.13	0.93	1.18	0.73	1.02	0.83	1.02	0.83	5
湖南	0.17	-0.10	0.22	-0.45	0.21	0.18	0.32	0.08	11
广东	-0.08	1.01	0.85	0.69	0.63	0.61	0.82	0.65	6
广西	-0.46	-0.47	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.33	-0.38	20
海南	-0.58	-0.72	-0.81	-0.69	-0.74	-0.78	-0.85	-0.74	28
重庆	0.06	0.27	-0.10	-0.17	-0.10	-0.04	-0.11	-0.03	14
四川	0.59	-0.07	0.37	-0.11	0.03	0.26	0.44	0.21	9
贵州	-0.51	-0.67	-0.51	-0.61	-0.64	-0.65	-0.63	-0.60	25
云南	-0.46	-0.49	-0.52	-0.34	-0.45	-0.50	-0.39	-0.45	22
西藏	-0.64	-0.74	-0.77	-0.72	-0.78	-0.84	-0.92	-0.77	31
陕西	0.48	1.05	1.24	0.85	1.05	0.71	0.99	0.91	2
甘肃	-0.42	-0.64	-0.58	-0.58	-0.55	-0.61	-0.55	-0.56	24
青海	-0.63	-0.71	-0.74	-0.70	-0.77	-0.82	-0.91	-0.75	30
宁夏	-0.57	-0.73	-0.74	-0.69	-0.76	-0.81	-0.88	-0.74	29
新疆	-0.55	-0.68	-0.67	-0.62	-0.69	-0.75	-0.74	-0.67	27

### (三) 结果分析与讨论

从整体分布状况上看,高校科技创新能力与区域经济发展水平总体上具有一致性,二者关系较为显著。2010—2016年平均值排名前7位的省份分别为江苏、陕西、浙江、北京、湖北、广东、上海,排名后7位的省份分别为西藏、青海、宁夏、海南、新疆、内蒙古、贵州。可见高校科技创新能力水平高的区域大部分集中在经济发展程度高的东部沿海省份;高校科技创新能力中等的地区主要集中于内陆中部的一些省份及东北地区,如湖南、安徽、河南、辽宁等地;高校科技创新能力较低的地区主要分布于经济发展程度落后的西部地区,西部地区地理位置偏远、科技发展相对落后,这也是与中部、东部地区存在明显资源与技术上差异的重要原因;值得注意的是西部地区的陕西、四川两省高校科技创新能力较强。区域高校科技创新能力呈现“东部地区>东北地区、中部地区>西部地区”的发展态势。

通过对各区域高校科技创新能力的横向分析可以看出,每个区域存在至少一个科技创新的带领省份。高水平、高质量的人才与技术在此聚集,拉动区域高校整体科技创新水平<sup>[20]</sup>。华东地区以江苏、浙江为代表,华南地区以广东为代表,华北地区以北京为代表,华中地区以湖北为代表,东北地区以辽宁为代表,西南地区以四川为代表,西北地区以陕西为代表,这些省份在区域内创新能力最强,明显高于其他省份,区域内具有梯队结构。

## 三、高校研发人员集聚和科技创新能力的协调关系

通过高校研发人员区位熵指数和科技创新能力综合得分的比较可以看出,区域高校研发人员集聚与科技创新能力呈现一定程度的相似性。经济发展程度高的区域高校科研基础设施完善、科研与教育经费投入高、产学研结合紧密,使研发人员效率得以发挥,同时人才能够得到充分开发,实现较快的提高和发展<sup>[21]</sup>。

尽管区域高校研发人员集聚与科技创新能力二者之间存在一定的相关性,但并不完全一致,有必要深入研究二者关系。

### (一)计算方法

借鉴哈肯<sup>[22]</sup>提出的耦合协调度思想,分析高校研发人员集聚与科技创新能力协调关系。协调度指系统或系统内部要素之间在发展过程中彼此和谐一致的程度,体现了系统由无序走向有序的趋势。构建高校研发人员集聚与科技创新能力的综合协调发展模型如式(3)~式(5)所示:

$$T = \alpha LQ + \beta FAC \quad (3)$$

$$C = \sqrt{LQ \frac{FAC}{(LQ + FAC)^2}} \quad (4)$$

$$D(T, C) = \sqrt{TC} \quad (5)$$

其中: $D$ 表示协调发展系数; $C$ 表示耦合发展系数; $T$ 表示综合评价指数; $LQ$ 表示高校研发人员区位熵指数; $FAC$ 表示科技创新能力分值。高校研发人员集聚与科技创新能力水平是高校科技活动的重要方面,鉴于研究二者影响关系,故设定 $\alpha$ 、 $\beta$ 作为待定系数取值为 $\alpha = \beta = 0.5$ 。为解决区位熵指数与科技创新能力分值的量纲差别问题,使得两项指标均处于 $[0, 1]$ 区间,以便于更好地对数据进行比较,采取极差标准化公式对2010—2016年区位熵 $LQ$ 原始数据进行标准化处理 $X'_L$ ,如式(6)所示;对存在负值的科技创新能力分值 $FAC$ 通过改进系数法 $X'_F$ 做出标准化处理,如式(7)所示:

$$X'_L = \frac{X_L - \min X_L}{\max X_L - \min X_L} \quad (6)$$

$$X'_F = \frac{X_F - \min X_F}{\max X_F - \min X_F} \times 0.4 + 0.6 \quad (7)$$

其中: $X'_L$ 表示经过标准化处理的 $LQ$ 指数; $X'_F$ 表示经过处理后的科技创新能力正向指标; $X_L$ 、 $X_F$ 表示原始平均指标; $\max(X_L)$ 与 $\min(X_L)$ , $\max(X_F)$ 与 $\min(X_F)$ 分别表示2010—2016年 $LQ$ 与 $FAC$ 指数计算平均后的最大值与最小值。协调程度判别标准见表7。

表7 协调发展判别标准表

协调发展类型( $D$ )	优质协调	良好协调	中度协调	轻度协调	勉强协调
判别标准	$0.9 \leq D \leq 1$	$0.8 \leq D \leq 0.899$	$0.7 \leq D \leq 0.799$	$0.6 \leq D \leq 0.699$	$0.5 \leq D \leq 0.599$
协调发展类型( $D$ )	濒临失调	轻度失调	中度失调	严重失调	极度失调
判别标准	$0.4 \leq D \leq 0.499$	$0.3 \leq D \leq 0.399$	$0.2 \leq D \leq 0.299$	$0.1 \leq D \leq 0.199$	$0 \leq D \leq 0.099$

采用Spearman秩相关系数法分析31个省(直辖市、自治区)的高校科技研发人员集聚与科技创新能力的时空发展趋势,计算方法如式8所示:

$$R = 1 - \frac{6 \times \sum_{i=1}^N (X_i - Y_i)^2}{N^3 - N} \quad (8)$$

其中: $R$ 表示秩相关系数; $X_i$ 、 $Y_i$ 表示样本 $i$ 到样本 $N$ 协调发展系数 $D$ 从小到大排列的序号与按时间排列的序号; $N$ 表示样本总量。Spearman秩相关系数取值为 $[-1, 1]$ , $|R|$ 值越大相关性越强。 $W_p$ 表示秩相关系数临界值, $|R| \geq W_p$ 表明协调发展趋势具有显著意义。若 $R$ 为正值,表明具有上升趋势;若 $R$ 为负值,则表明具有下降趋势。

### (二)数据测算

根据31个省(直辖市、自治区)2010—2016年高校研发人员集聚与科技创新能力标准化处理数据,通过式(3)计算出高校研发人员集聚与科技创新能力的综合评价指数 $T$ ,根据式(4)计算出耦合发展指数 $C$ ,根据式(5)计算出协调发展系数 $D$ ,并对处理后的各项数据计算2010—2016年平均值,进而计算并判别出2010—2016年高校研发人员集聚与科技创新能力的协调关系。通过计算对比,若 $\overline{X'_L} > \overline{X'_F}$ ,为高校科技创新能力滞后;若 $\overline{X'_L} < \overline{X'_F}$ ,为高校研发人员集聚水平滞后;若 $\overline{X'_L}$ 与 $\overline{X'_F}$ 差异存在小范围浮动( $\pm 0.05$ ),为相对平均类型。结果见表8。

表 8 省域高校研发人员集聚与科技创新能力协调发展关系(2010—2016年)

省(直辖市、自治区)	$\bar{X}_L^T$	$\bar{X}_F^T$	$T$	$C$	$D$	$R$	协调发展类型	基本特征
北京	0.74	0.75	0.78	0.50	0.62	0.250	轻度协调	相对平均
天津	0.66	0.65	0.69	0.50	0.59	-0.071	勉强协调	相对平均
河北	0.27	0.66	0.50	0.45	0.47	0.000	濒临失调	集聚水平滞后
山西	0.54	0.63	0.62	0.50	0.55	0.286	勉强协调	集聚水平滞后
内蒙古	0.50	0.61	0.60	0.48	0.53	0.143	勉强协调	集聚水平滞后
辽宁	0.66	0.69	0.71	0.50	0.59	-0.357	勉强协调	相对平均
吉林	0.96	0.64	0.83	0.49	0.64	-0.179	轻度协调	创新能力滞后
黑龙江	0.70	0.63	0.70	0.50	0.59	-0.393	勉强协调	创新能力滞后
上海	0.82	0.73	0.81	0.50	0.64	-0.179	轻度协调	创新能力滞后
江苏	0.49	0.95	0.75	0.47	0.59	-0.250	勉强协调	集聚水平滞后
浙江	0.37	0.76	0.60	0.47	0.53	-0.286	勉强协调	集聚水平滞后
安徽	0.50	0.68	0.63	0.49	0.56	-0.571	勉强协调	集聚水平滞后
福建	0.50	0.66	0.61	0.49	0.55	-0.429	勉强协调	集聚水平滞后
江西	0.29	0.65	0.51	0.46	0.48	0.286	濒临失调	集聚水平滞后
山东	0.57	0.72	0.68	0.50	0.58	-0.179	勉强协调	集聚水平滞后
河南	0.13	0.68	0.44	0.36	0.40	-0.429	濒临失调	集聚水平滞后
湖北	0.38	0.76	0.60	0.47	0.53	-0.250	勉强协调	集聚水平滞后
湖南	0.41	0.68	0.58	0.48	0.53	-0.607	勉强协调	集聚水平滞后
广东	0.47	0.74	0.64	0.49	0.56	-0.607	勉强协调	集聚水平滞后
广西	0.76	0.64	0.73	0.50	0.60	0.071	轻度协调	创新能力滞后
海南	0.13	0.60	0.40	0.29	0.30	-0.768	轻度失调	集聚水平滞后
重庆	0.40	0.67	0.57	0.48	0.52	0.036	勉强协调	集聚水平滞后
四川	0.58	0.69	0.67	0.50	0.58	0.393	勉强协调	集聚水平滞后
贵州	0.37	0.55	0.50	0.47	0.48	-0.036	濒临失调	集聚水平滞后
云南	0.40	0.58	0.53	0.48	0.50	0.357	勉强协调	集聚水平滞后
西藏	0.65	0.51	0.62	0.40	0.47	0.821	濒临失调	创新能力滞后
陕西	0.37	0.85	0.64	0.46	0.54	0.214	勉强协调	集聚水平滞后
甘肃	0.35	0.56	0.49	0.48	0.48	-0.143	濒临失调	集聚水平滞后
青海	0.01	0.52	0.29	0.06	0.07	0.464	极度失调	集聚水平滞后
宁夏	0.49	0.52	0.54	0.44	0.49	-0.321	濒临失调	相对平均
新疆	0.23	0.54	0.42	0.43	0.42	-0.179	濒临失调	集聚水平滞后

### (三) 结果分析与讨论

#### 1. 整体协调发展关系分析

通过对 2010—2016 年协调发展度的计算,得知 31 个省(直辖市、自治区)高校研发人员集聚和科技创新能力协调发展系数平均值介于 0.07~0.64,大部分省份协调发展系数集中于 0.5~0.699,具体表现为轻度协调、勉强协调,占全部省份的 67.74%。2010—2016 年高校研发人员集聚与科技创新能力协调发展系数均值高于耦合发展系数均值。协调发展类型包括轻度协调、勉强协调、轻度失调、濒临失调、极度失调 5 种类型。协调发展程度前 8 位的省份分别是上海、吉林、北京、广西、天津、江苏、辽宁和黑龙江,可见京津冀和东三省协调度最优;河北、江西、河南、海南、贵州、西藏、甘肃、青海、宁夏、新疆均值介于 0.07~0.499,呈现发展失调状态,占总体的 32.26%;东部地区、中部地区及东北地区协调发展系数普遍高于西部,整体发展呈现“东高西低”的发展状况。

#### 2. 区域空间协调关系分析

区域高校研发人员集聚与创新能力的协调状况见表 9,东部地区大部分省份协调状态相对较好,处于轻度、勉强协调状态,仅有河北、海南两省在协调发展关系上呈现濒临失调、轻度失调的状态;中部地区的江西、河南呈现濒临失调状态,其他省份处于勉强协调状态;西部地区呈现失调水平的省份占区域内部数量的 50%,青海呈现极度失调的状态;东北地区整体协调发展关系状态较好,区域高校科技研发人员与创新能力协调关系较平衡,并未呈现较大程度的差异。区域协调发展关系主要呈现“东部地区、东北地区>中部地区>西部地区”的发展状况。

表 9 省域高校研发人员集聚与科技创新能力协调关系空间分布情况

地区	轻度协调区	勉强协调区	濒临失调区	轻度失调区	极度失调区
东部	北京、上海	天津、江苏、山东、广东、福建、浙江	河北	海南	—
中部	—	山西、安徽、湖北、湖南	江西、河南	—	—
西部	广西	内蒙古、四川、陕西、重庆、云南	贵州、西藏、甘肃、宁夏、新疆	—	青海
东北	吉林	辽宁、黑龙江	—	—	—

在协调状态的基本特征上,各省普遍处于研发人员集聚滞后状态,高校研发人员相对分散,人才数量和结构满足不了科技创新需求。特别是西部地区集聚水平滞后特征明显,难以支撑科技活动,导致协调发展程度低。河南、海南、青海、河北、江西、新疆高校研发人员集聚水平相比其他地区存在明显的滞后差异。北京、天津、辽宁、宁夏协调关系相对平均。值得注意的是,尽管现阶段东部地区及东北地区高校研发人员集聚与科技创新能力发展程度均较高,但也存在研发人员集聚水平滞后的现象,这主要是因为东部地区高校研发投入大、科技成果先进、成果产出量高,对研发人员需求量大。

同时存在科技创新能力滞后的情况,这主要由于两个原因:一是受地区经济、发展程度等制约,高校教学科研资源、学术平台、研发基础条件不能满足和匹配研发人员的规模,没有充分发挥出集聚效率,在规模效率上形成投入冗余现象;二是受社会文化、管理方式等制约,高校在科技活动和研发人员的管理机制与技术水平方面不完善,对人才开发和培育不足,管理和配置不科学,没有将研发力量高效的转化成相匹配的产出成果<sup>[23]</sup>。存在以上两种现象造成高校科技创新能力水平滞后于研发人员集聚的省份如吉林、黑龙江、广西、西藏等地。上海存在轻微的科技创新能力水平滞后的情况,主要是因为上海经济高度发达、研发管理水平先进,正是因此吸引了大量的人才涌入,尽管科技创新能力极强但相对于其人才集聚程度而言还是存在一定人力资源浪费现象。

### 3. 协调水平发展趋势分析

绘制出2010—2016年高校研发人员集聚与创新能力协调发展时间趋势示意图,如图2所示。

总体上看,高校研发人员集聚与科技创新能力的协调发展关系在省域间横向相对平稳的基础上呈现纵向动态变化的时空特征。2010—2016年31个省(直辖市、自治区)相对位置整体变化程度不大,各年份走势呈现高度相关性。通过对2010—2016年协调发展系数平均值的计算,可以发现北京、天津、吉林、辽宁、黑龙江、上海、江苏、山东、广西各年份高校研发人员集聚与科技创新能力协调关系均保持排名靠前的稳定走势。以2013年为分界点,分阶段观察2010—2013年、2014—2016年协调发展度的上升和下降趋势,协调发展系数存在上升、下降与波动3种发展状况,海南、西藏、青海等省份有较大幅度的变化。为进一步研究变动趋势,采用Sperparman检验法对协调发展度进行检验,结果显示在双侧置信度0.05显著水平下,二者相关性是显著的,协调发展度的变化趋势具有较高的可信度。绘制高校研发人员集聚与科技创新能力协调发展秩相关系数图,如图3所示。

由图3可知,2010—2016年高校研发人员集聚与科技创新能力存在较大的时间差异,并且差距不断加大。北京、山西、内蒙古、江西、广西、重庆、四川、云南、西藏、陕西、青海秩相关系数大于0,秩相关系数呈现正相关,说明这些省份高校研发人员集聚与科技创新能力协调发展程度具有上升趋势,主要以西部地区为主;河北省秩相关系数为0,说明两变量之间协调发展度的变化相对平稳;其余19个省(市、自治区)秩相关系数小于0,秩相关系数呈现负相关,占全部省份的61.29%,说明我国省域高校研发人员集聚与科技创新能力协调发展关系总体呈现下降趋势。与表7对比分析可知,协调发展系数较高的地区秩相关系数并未呈现明显的上升趋势。东部地区高

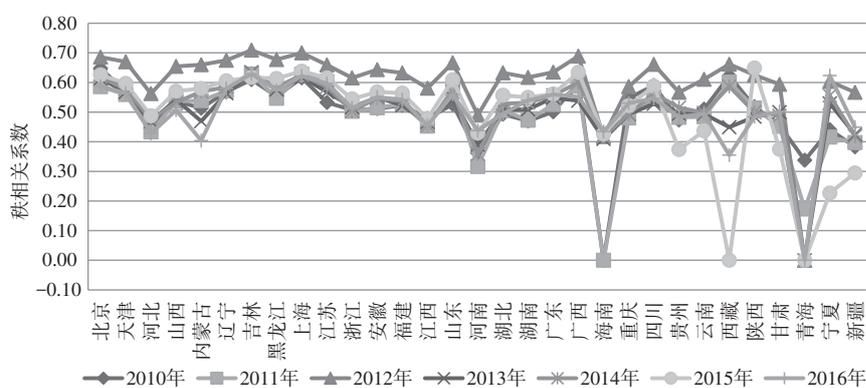


图2 高校研发人员集聚与科技创新能力协调发展的时间趋势(2010—2016年)

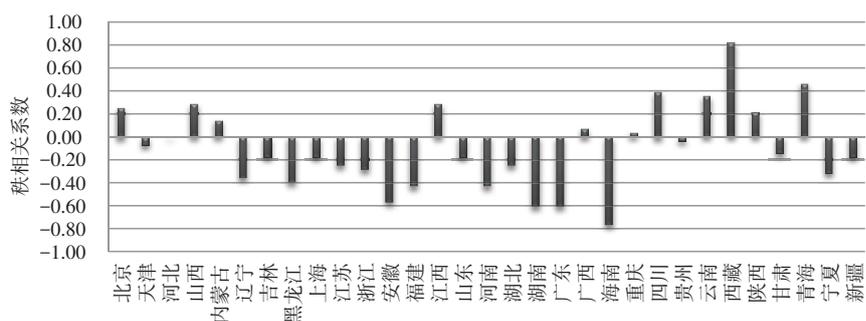


图3 省域高校研发人员集聚与科技创新能力协调发展的秩相关系数

校近年来高端人才不断涌入,但研发人员集聚与科技创新能力协调发展关系却并未保持稳步上升状态,相反协调发展程度有不断降低的趋势,说明存在边际效益递减的现象,人才红利并没有完全开发和利用。中、西部地区高校受人才流动冲击均较大,其中中部、东北部地区高校二者协调发展程度呈现逐步恶化趋势;西部地区高校尽管二者协调水平仍较低、波动幅度较大,但整体上呈现上升的趋势,近年来西部高校主动或被动地逐渐调整高校人员结构与科技创新能力之间的协调关系,进而逐渐缩小西部与东部地区资源配置和发展的差距。

#### 四、结论与政策启示

通过对31个省(直辖市、自治区)高校研发人员集聚与科技创新能力进行时空分析,得出在目前国情背景下,高校研发人员集聚分布呈现出明显的区域性差异。集聚程度高的省份主要集中于东部和东北部地区,集聚程度中等的省份主要集中于中部和沿海地区,集聚程度低的省份主要集中于西部地区 and 少数中部省份。由于东部、中部、西部与东北部地区之间的区位与经济差异,人才会更倾向于地理位置较好、政策环境优越、基础设施完备、发展速度较快的地区,但值得注意的是集聚程度高的省份并不一定在经济发展程度高的地区。总体上看高校研发人员集聚存在一定的不平衡、不合理现象。省域高校科技创新能力的分布状况与区域经济发展程度具有一致性,呈现“东高西低”态势,科技创新能力高的省份主要集中于东部沿海发达地区,科技创新能力中等的省份分布在内陆中部地区,科技创新能力低的省份主要分布在经济发展程度相对落后的西部地区。

高校研发人员集聚与科技创新能力协调性总体偏低,研发人员集聚滞后和科技创新能力滞后的情况均存在。虽然大部分区域高校呈现协调类型,但整体协调度偏低,并未存在优质、良好协调状态。这表明我国高校研发人员集聚与创新能力具有高度相关的发展关系,但在协调体系运行上某些条件并未达到最优标准,大部分省份存在高校研发人员集聚水平过低的问题,一定程度上存在强者越强、弱者越弱的“马太效应”。在纵向上大部分省份高校协调发展关系呈现下降的趋势。此外,区域高校科技创新带动性较差,东部地区以北京为例,具有高研发人员集聚水平、高科技创新能力,但临近省份天津、河北并未呈现出相似的发展水平,中西部地区以湖北、陕西为代表的省份也是如此,区域间存在严重差异性,这在一定程度上说明我国高校目前在区域内部合作上需要加强。

相关结论有以下启示:

一是要保障高校研发人员在相对稳定的基础上合理有序的流动。“双一流”背景下高等教育竞争日趋激烈,高校的竞争核心是高层次人才竞争,由于各高校存在地理位置、经济条件、学术氛围、薪酬待遇和生活保障等方面的差异,导致科研人才向发达区域流动,大幅度的人才流动导致部分地区人才处于短缺状态,中西部地区高校成为人才流失的“重灾区”,使这些地区面临高端人才匮乏和流失的双重窘境。根据数据和计算结果,从静态角度来看,研发人员集聚程度排名后8位中,包括中西部地区的青海、新疆、甘肃、西藏、河南、江西等6省份;从动态角度来看,西部地区集聚程度呈现逐年下降的趋势,2010—2016年西部地区省份平均研发人员区位熵从0.9556下降至0.8378,而东部地区同一时期平均研发人员区位熵从0.9625上升至1.0155,表明了人员从西部到东部的流动方向。从教学科研资源配置上也许东部的科研平台及资源条件有利于研发人员发挥潜能、提高效率,但人才过多涌入导致的人才饱和也存在规模报酬递减、重复建设、水土不服的情况。从国家发展战略大局的视角,全国范围的人员数量和结构不平衡会引发高等教育发展危机,甚至引发政治、经济和社会问题,因此要从制度上保障高校高层次人才在稳定的基础上合理有序的流动。中西部地区要在薪酬体系、激励机制、平台搭建、事业发展上创新人才政策,提高综合管理水平。由于西部地区的客观条件限制,应坚持“有所为而有所不为”,利用“双一流”契机,聚焦重点学科和优势专业,集中资源打造高水平科研平台和特色学科专业群,以事业发展空间吸引、留住人才。在国家层面进行人才规划和布局,通过政策引导和统筹协调做好人才流动的供给侧结构性改革,实现全局占优策略,搭建高校人才交流信息共享平台,促进区域高校人才分布均衡发展,特别是关注中西部地区的高校研发人员集聚情况,采取有效措施尽可能缩小区域间差距。此外要树立正确的用人导向,从高校间的抢人、挖人转向自己培养和发展人才的方向。

二是优化高校科技创新环境,提高科技创新效率。在一定程度上存在由于研发人员没有合理的利用和转化导致科技产出效率不高的现象,部分高校研发人员集聚程度高的省份其科技创新能力并非显著,人才规

模与发展情况配置并非最优,造成一定区域人才浪费。首先,要从环境优化和资源匹配上充分发挥研发人员潜能,塑造人尽其才的学术生态,加强中西部地区的科技投入和基础设施建设,提高政府政策支持力度,支撑欠发达地区的高校科技活动。其次,促进“产学研”协同互动,加强高校和区域科技产业实体间的合作,构建“高校-科研机构-科技企业”的合作机制,加强高校科技企业、科技园、众创空间建设,营造创新环境,推进高校研发人员从产业中发现问题、解决问题,促进知识和技术在高校和产业间的螺旋式互动提升。再次,发挥高校知识与技术的溢出功能带动区域科技服务、成果转化、科技孵化等相关产业共同发展,提升高校科技转化与产出能力,推动高校从“集聚经济”向区域“整体经济”转变。

三是加强区域高校合作,推动水平高的省份带动整个区域高校科技创新的发展。区域间高校虽然存在相互“竞争-制约”关系,但共享合作机制将更有利于高校间互利共赢。东部、中部和西部区域内部高校均存在研发人员集聚和科技创新能力不平衡的状态,应加强区域内省份间的协同功能,使人才集聚在区域内部形成综合效益,保持优势省份稳步增长,同时带动相邻地区共同发展。以京津冀地区为例,北京区域高校相对于天津和河北,在科技人才和创新能力两个方面都具有明显的领先优势,要将京津冀协同发展战略同样落实在高等教育领域。加强省域间高校的知识与技术合作,促进协同创新与人才培养,推进教学科研人员交流,建立平台资源的共享机制和互动学习机制,通过区域内部人才集聚的溢出效应和知识、技术的良性互动促进多方受益,推动区域高校科技创新能力整体发展。

研究存在以下不足:虽然本文的数据资料来源于《高等学校科技统计资料汇编》的支撑,但数据范围比较宽泛,可能会在一定程度上影响结果的精确度和稳定性,目前更细致的数据收集在客观上存在一定难度。在进一步的研究中应对指标进行细分,加强数据采集,推敲、规定变量的数据范围。例如,论文发表数采用中文核心期刊和国际三大检索以上发表数;专利采用发明专利;成果获奖数按国家级成果奖和省部级成果奖划分,并按一定当量计算,删除一些一般性低层次成果数据干扰,排除影响结果稳定性的因素。

#### 参考文献

- [1] 王庆金,王强,李姗姗.高校科技创新投入产出效率评价研究——基于“政产学研金服用”视角[J].管理现代化,2018,38(5):50-52.
- [2] 李春艳.当前高校人才流动特点与利弊探析及应对[J].继续教育研究,2009(9):169-170.
- [3] 王奋,张平淡,韩伯棠.科技人力资源的区域集聚[J].北京理工大学学报(社会科学版),2002(2):71-74.
- [4] 蔡文伯,杨雨雪.“双一流”建设背景下西部高校科技创新能力的实证研究[J].现代教育科学,2019(1):56-62.
- [5] FURMAN J L, PORTER M E, STERN S. The determinants of national innovative capacity[J]. Research Policy, 2002, 31(6): 889-933.
- [6] BARRO R J. Economic growth in across section of countries[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1991, 106(2): 407-443.
- [7] SENGUPTA J. Theory of innovation: A new paradigm of growth[M]. Switzerland: Springer International Publishing, 2014: 40-44.
- [8] 程中华.产业集聚有利于制造业“新型化”发展吗[J].山西财经大学学报,2015,37(12):61-71.
- [9] 李庭辉,董浩.基于LSTAR模型的技术创新与产业结构关系实证研究[J].中国软科学,2018(6):151-162.
- [10] 汪凡,周亮,白永平,等.中国省域高等学校科技创新能力时空演变及形成机理[J].资源开发与市场,2018,34(2):155-159.
- [11] 汪宝进.区域创新能力与科技人力资源密度的关系研究[J].安徽工程科技学院学报(自然科学版),2010,25(4):84-88.
- [12] 李国富,汪宝进.科技人力资源分布密度与区域创新能力的关系研究[J].科技进步与对策,2011,28(1):144-148.
- [13] 刘宁,张正堂,赵燕梅.组织创新薪酬对研发人员创新行为影响机制的实证研究[J].科研管理,2019,40(1):151-158.
- [14] 刘文华,黄鑫.基于区位熵的区域产业集聚度统计检验[J].统计与决策,2015(11):130-133.
- [15] 熊彼特.经济发展理论[M].何畏,易家详,译.北京:商务印书馆,1990:33-34.
- [16] 周才云,周丽萍.我国高校科技创新能力的省际比较研究[J].技术经济与管理研究,2019(2):47-51.
- [17] 黄小平,刘光华,刘小强.“双一流”背景下区域高校系统科技创新能力:绩效评价与提升路径[J].江西师范大学学报(哲学社会科学版),2018,51(6):93-102.
- [18] 雷亚楠,陈安全,侯雅文.区域高校科技创新能力综合评价分析[J].中国高校科技,2018(6):64-66.
- [19] CERNY C A, KAISER H F. A study of a measure of sampling adequacy for factor-analytic correlation matrices[J]. Multivariate Behavioral Research, 1977, 12(1): 43-47.
- [20] 肖洒,刘君.区域高等教育科技创新能力协同发展测度分析[J].经济地理,2018,38(8):124-131.

- [21] 陈强, 颜婷, 刘笑. 科技创新人力资源集聚对区域创新能力的影响[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2017, 45(11): 1722-1730.
- [22] 哈肯·H. 协同学引论[M]. 徐锡申, 陈式刚, 陈雅深, 等, 译. 北京: 原子能出版社, 1984: 22-25.
- [23] 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.

## Research on Space-time Characteristics of Coordination Relationship between R&D Personnel Agglomeration and Scientific and Technological Innovation Ability in Provincial Colleges and Universities

Zhang Baosheng<sup>1</sup>, Wang Tianlin<sup>1</sup>, Wang Xiaohong<sup>2</sup>

(1. School of Management, Harbin Normal University, Harbin 150025, China;

2. School of Management, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

**Abstract:** The coordination relationship between R&D personnel agglomeration and scientific and technological innovation ability in 31 provinces (municipalities and autonomous regions of China from 2010 to 2016) is studied. The agglomeration level of R&D personnel in provincial colleges and universities is measured by location entropy. The scientific and technological projects, funds, achievements, awards, and technology transfer are comprehensively considered, and the scientific and technological innovation ability is calculated by factor analysis. The coordination relationship between R&D personnel agglomeration and scientific and technological innovation ability is analyzed by coordinated development coefficient and Spearman rank correlation coefficient. At present, there are obvious regional differences and imbalances in the distribution of R&D personnel in colleges and universities in China. The provinces with high degree of agglomeration are mainly concentrated in the eastern and northeastern regions. The distribution of the innovation ability of provincial universities is consistent with the degree of regional economic development, showing a trend of "high in the East and low in the west". There is a correlation between R&D personnel agglomeration and the innovation ability, but the overall coordination is low, and the lag of R&D personnel agglomeration and the lag of the innovation capability exist. In the new historical stage, the rational and orderly flow of R&D personnel in universities should be guaranteed on the basis of relative stability, regional university cooperation should be strengthened, and the environment of innovation should be optimized. The research provides guidance for ensuring the coordinated development of R&D personnel agglomeration and the innovative ability in colleges and universities.

**Keywords:** colleges and universities; R&D personnel agglomeration; scientific and technological innovation capability; coordination relationship; space-time characteristics

(上接第 18 页)

## An Empirical Study of Inflation Sustainability in China Based on SURADF Test

Liu Yang<sup>1</sup>, Li Minghua<sup>2</sup>

(1. School of Mathematics and Statistics, Chongqing University, Chongqing 400035, China;

2. Macroeconomic Research Institute, Henan Development and Reform Commission, Zhengzhou 450018, China)

**Abstract:** When the People's Bank of China formulates monetary policy, the issue of the structural characteristics of the persistence of domestic inflation is one of its important considerations. The traditional univariate unit root test method is often due to the inherent heterogeneity between panel data and The cross-section correlation problem results in unsatisfactory inspection results. Under the premise of the correlation and data heterogeneity of different types of commodity inflation in China, the structural characteristics of the sustainability of the eight major categories of commodity inflation are divided into three regions: National, urban, and rural. Empirical research. The results show as follows. There are significant differences in the persistence of inflation between different regions and between different categories of commodities. It can be seen from the comparison that the SURADF method is more accurate and more accurate than the traditional inspection method to show the persistence of inflation among different categories of commodities Sexual structural characteristics. It also proposes that the central bank should formulate more differentiated monetary control policies based on the different persistent structural characteristics of inflation in different regions and different types of commodities.

**Keywords:** inflation; persistence; structural characteristics; SURAD method; differentiation