

异质性科技人力资源集聚及影响因素研究

张 静, 邓大胜

(中国科协创新战略研究院, 北京 100038)

摘 要:近年来各地方政府出台了大量人才政策,政策重点从以往的聚焦高层次人才引进培养转向形成覆盖高层次科技人才、青年人才、甚至应届本科生和研究生的“顶天立地”人才政策体系,以形成地区科技人力资源集聚规模优势。由于我国尚未建立科技人力资源统计规范和制度,以往相关研究主要采用研究与试验发展(R&D)人员等范围较窄的统计指标进行替代,难以适应国家和地区人才宏观管理需要。因此基于经济合作与发展组织(OECD)提出的科技人力资源内涵界定,探索提出适应我国基础统计资料现状的地区科技人力资源测算方法,测算2001—2017年我国30个省份(因数据缺失,不包括西藏地区和港澳台地区)科技人力资源规模和结构,认为我国科技人力资源仍呈现东部高度集聚,中、西部规模较小的特征。进一步构建面板模型实证检验科技人力资源集聚的影响因素,结果表明地区经济发展、产业规模、创新活力、文化教育和居住环境是核心层科研人员集聚的重要因素,但范围更广大的科技人力资源集聚与地区薪酬水平、研发投入强度和生活成本不相关;高技术产业规模、文化教育水平是东、中、西部科技人力资源集聚的共同影响因素,此外东部地区受到地区薪酬水平、创新活力和生活成本影响更显著,西部地区则仍受到地区经济发展的显著影响。因此,本文建议经济发达的东部地区继续充分发挥市场机制配置人力资源的基础作用,中、西部地区重视打造科技人才事业发展平台,逐步减少政策对人才流动的直接干预,通过科技力量布局倾斜间接引导人才向西部地区集聚。

关键词:科技人力资源;科技职业;人才政策;人才集聚影响因素;面板模型

中图分类号:F062.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2021)03—0108—11

一、引言

科技人力资源是国家和地区创新驱动发展最核心的要素之一,指正在从事或有潜力从事科技活动的人员。从构成来看,既包括掌握核心关键技术和引领产业发展的高层次领军人才,也包括各行各业规模宏大的具备一定知识和科学素养的普通科技人才;既包括主要从事研究开发的科学家工程师,也包括宽泛意义下从事科技知识产生、发展、传播、转化、应用和管理等相关活动的人员。近年来各级政府积极实施人才优先发展战略,有针对性地出台了大量人才引进和培养政策。其中,以北京和上海市为代表的东部省份的人力资源层次丰富,人才引进的门槛较高,目标主要集中于特定领域的高端人才;安徽、河南、山东、陕西等中西部省份人才引进政策的关注重点则从原先的顶级人才,更多转向具有较大发展潜力的“储备人才”“青年人才”等,部分城市在引进高精尖人才的同时更加重视高技能人才的引进与培养,着力做实做强高技能人才塔基(苏榕等,2019)。至此全国各级政府已构建了涵盖高层次人才、创新团队、青年人才及普通高校毕业生的人才政策体系,以形成符合区域高质量发展需求的科技人力资源集聚规模优势。然而,我国目前尚未建立完整的科技人力资源统计规范和制度。以往关于科技人力资源集聚及其影响因素的研究主要采用R&D人员和专业技术人员等指标替代测度地区科技人力资源量,仅关注影响科研人员在地区集聚的各类因素,较少考虑数量广大且作用日益凸显的技能人才、科技传播和科技管理人员在地区集聚的影响因素,难以满足国家人才政策分析和宏观管理的需要。

针对这一问题,本研究首先基于OECD《科技人力资源手册》对科技人力资源的内涵界定、统计规范和层次结构分类,探索提出适应我国基础统计资料现状的地区科技人力资源测算方法,测算我国各省(自治区、直辖市)的科技人力资源规模、集聚程度和结构层次差异,反映地区科技人力资源的集聚特征;其次,在梳理以往研究提出的人才地区集聚影响因素基础上,考虑科技研发人员和广大科技应用、传播、管理人员对地区发

收稿日期:2020—11—26

作者简介:张静,博士,中国科协创新战略研究院助理研究员,研究方向:科技人才政策、科技工作者状况调查;邓大胜,,硕士,中国科协创新战略研究院研究员,研究方向:科技工作者状况调查。

展环境的需求差异,探索分析各类经济、非经济因素对不同类型科技人力资源地区集聚的影响方向和程度;最后,针对不同类型的科技人力资源和东、中、西地区提出更有针对性的科技人才培养和引进政策启示。

二、文献综述

(一)地区科技人力资源测算

部分发达国家和国际组织较早重视科技人力资源的研究,美国国家科学基金会(NSF)从1957年开始进行博士学位人员统计调查(National Science Foundation, 2019),经济合作与发展组织(OECD)于1964年发布《研究与发展调查手册》制定以R&D人员统计调查制度,联合国教科文组织(UNESCO)认为全世界多数国家和地区主要开展范围更广的科技活动,对科技活动人员内涵和统计范围做出界定。随着国家创新体系研究的兴起,人们普遍认识到R&D人员和科技活动人员仅占科技人力资源的一小部分,不足以从人力资源角度解释社会生产力的发展状况和特征,需要探索更合适的方法测算全社会科技人力资源量。1995年,OECD和欧盟统计局(EUROSTAT)发布了《科技人力资源手册》(以下简称《手册》),提出科技人力资源是正在从事或有潜力从事科技活动的人员数量,认为满足以下两个条件之一的人员即为科技人力资源:一是完成自然科学相关专业高等教育的人员;二是虽然不具备上述资格,但从事通常需要上述资格的科技职业或科技活动的人员,并从“资格”维度提出科技人力资源的受教育程度和学科专业,从“职业”维度界定科技人力资源从事的科技相关职业,成为国际上第一个关于科技人力资源统计的标准和规范(OECD, 1995)。

我国一直未建立完整的科技人力资源统计规范和制度,缺少对科技人力资源总量和结构的统计设计,也缺少国际间和国内区域间、省市间的科技人力资源流动基础数据(杜谦等,2004)。科技人力资源统计仍主要采用专业技术人员(李燕萍和施丹,2008;姜玲等,2010)、R&D人员(于东华和田双,2019;肖振红和范君荻,2019)、科技活动人员(陈晓红等,2007)、科研人员和工程师(王奋和韩伯棠,2006)等指标进行替代测度。李国富和汪宝进(2011)则认为科技人力资源包含科技活动人员、R&D人员、大中型企业中的专业技术人员、高校研究人员4类,并将公开统计年鉴中的上述4类人员数量之和作为地区科技人力资源的测度。

自2006年开始,中国科协组织研究团队启动科技人力资源研究,参照OECD《科技人力资源手册》提出的测度标准,以获得自然科学领域相关专业大专及以上学历的人员(“资格”维度)为主,加上不具备学历“资格”但符合“职业”条件的就业人员,得到我国科技人力资源的总量规模(中国科协调研宣传部,2018)。但在地区层面,科技人力资源的测算研究相对较少,难以直接延用国家层面测算方法,具体原因包括以下两方面:除个别省份外,多数地区的高等教育毕业生人数没有按学科专业进行分类统计,从“资格”维度测算地区科技人力资源量缺少基础数据支撑;另一个更为重要的原因在于,与国家层面培养的科技人力资源基本服务于本国经济社会发展的模式不同,地区之间劳动力的频繁流动将导致地区培养的高校毕业生人数与实际在当地工作、为当地社会生产做出贡献的科技人力资源量存在较大差异,简单套用全国以“资格”维度为主的测算方法将出现较大偏差。针对这一问题,本文探索以各地区从业人员为研究对象,从人员从事职业的角度提出测算各地区科技人力资源的方法。

(二)科技人力资源集聚影响因素

关于人才集聚的影响因素,目前研究主要归纳为经济基础、政策环境、文化教育和社会环境4个方面。

(1)经济基础方面,多数研究认为经济发展水平反映了地区发展潜力、就业机会,是吸引人才集聚的重要动因,主要采用人均地区生产总值和城镇单位就业人员平均工资指标进行衡量。另外,张玉兰(2005)的研究认为地区产业集聚是吸引人才集聚的重要经济因素;孙健和尤雯(2008)、裴玲玲(2018)的研究则认为人才集聚与地区产业集聚之间存在互动促进关系。

(2)政策环境方面,部分研究认为地区政策环境反映了地方政府对人才的重视程度,对人才集聚有明显影响。孙祥(2011)采用地方教育投入表征政府对人才培养的重视;张美丽和李柏洲(2018)采用地方财政教育支出占地区生产总值比重表示政府教育投入,消除各地区经济发展水平可能产生的影响;赵曙明等(2012)基于科研人员调查数据,将科研人员对地方政策环境的评价作为测度指标。

(3)文化教育方面,多数研究认为高等教育发展水平较高、文化氛围较浓厚的地区在培养、吸引和留住人

才方面具有更大的优势。霍丽霞等(2019)采用地区在校大学生人数占地区人口比重指标衡量教育环境,采用百人拥有图书馆藏书册数衡量地区文化环境;郭鑫鑫和杨河清(2018)采用地区普通高等院校数量衡量文化教育水平。

(4)社会环境方面,各类研究包含的影响因素较为丰富,既包括社会环境的硬条件,例如,张美丽和李柏洲(2018)、霍丽霞等(2019)提出的地区基础设施建设水平、住宅价格等生活成本和城镇化率等,也包括社会软环境因素,例如,Lawton et al(2013)提出的社会公共服务水平;Florida(2002)、王奋和杨波(2006)提出的生活方式和生活便利性等。上述研究基本形成了人才集聚影响因素体系,为未来研究提供了良好的基础。

科技人力资源作为从事科技工作和创新活动的人才,同样也有追求经济收益、事业发展和价值增值的需求,还受到地区文化教育环境和居住环境等影响。此外,地区科技创新活力和科技相关产业发展状况也会对科技人力资源的地区集聚产生影响。黄江泉和汪普庆(2010)的研究认为中关村之所以成为我国科技人员和智力资源最密集的地区,其重要原因在于北京中关村高科技产业的集聚和快速发展,高科技产业的规模引力、竞争引力和协同创新引力形成了科技人才在中关村的高度集聚。曹雄飞等(2017)的研究认为科技人才在科技创新方面有更敏锐的嗅觉,科技人才集聚与高技术产业集聚之间存在格兰杰因果关系。王宝荣(2007)总结梳理了广西在建设“人才小高地”过程中形成的人才集聚与自主创新互动模式,认为正是科技人才与创新项目、重点产业的紧密结合吸引和培养了大量高层次人才,形成了科技人才集聚的“广西模式”。王瑞文和张嘉(2011)对比研究了美国波士顿、匹兹堡和我国深圳、杭州的创新型城市建设过程,认为产学研合作活跃、创新活力强的城市更容易吸引高素质人才,并形成良性循环发展。因此,本文将地区科技创新活力、高技术产业规模等因素纳入科技人力资源集聚影响因素体系中,构建模型实证检验各类因素对异质性科技人力资源地区集聚的影响程度和方向。

近年来,部分学者也对不同类型人才集聚的影响因素开展了研究。朱杏珍(2010)采用问卷调查研究人才个体特征导致的集聚动力因素影响差异,结果表明集聚地经济发展水平、与专业相关科研机构知名度对博士学历人才集聚的影响最大,而同学/朋友数量、与专业相关企业数量等因素对本科学历人才集聚的影响最大。王奋和杨波(2006)调查科研机构、高校和企业科研人员的地区集聚影响因素,结果表明高校和企业科研人员仅分别受集聚地高校和企业发展状况的影响较大,科研机构科研人员不仅受科研机构发展的影响,还受到当地企业发展状况的影响较大。Zheng(2016)研究影响美国高中及以下学历、高中学历、大学本科学历和研究生学历人员在城市间迁移的动力因素,结果表明,高学历人员更倾向选择在居民受教育程度较高、贫富差距较小、更加多元化的地区居住环境。

综上所述,本文提出以下3点研究假设,并构建科技人力资源集聚影响因素面板模型,对研究假设进行实证检验。

地区经济发展、高技术产业发展、创新活力、文化教育水平和社会环境,对地区科技人力资源的集聚存在明显影响(H1)。

异质性科技人力资源在地区集聚的影响因素存在差异(H2)。

在东、中、西地区,异质性科技人力资源的集聚动因也存在差异(H3)。

三、地区科技人力资源集聚分布现状

(一)地区科技人力资源测算

基于OECD《科技人力资源手册》提出的科技人力资源内涵界定,本文探索以地区从业人员为研究对象,从人员实际从事职业的角度提出地区科技人力资源测算方法。将地区从业人员按所从事的工作内容分为科技职业和其他职业,按受教育水平分为研究生学历(包括硕士和博士)、大学本科学历、大学专科学历和其他学历4类(表1)。表1中A部分为完成了自然科学相关专业高等教育,且正在从事科学技术职业的人员;B部分为实际从事科技职业或科技活动,但没有达到“资格”学历要求的人员;C部分对应具备学历“资格”要求,在其他职业中可能从事科技知识传播、应用和管理相关活动

表1 从业人员职业维度和学历维度分类

职业维度	学历维度			
	研究生	大学本科	大学专科	其他学历
科技职业	A			B
其他职业	C			

的人员; A+B+C 部分即为科技人力资源总量。本文将首先测算 A+B 部分对应的符合“职业”条件的就业人数, 加上 C 部分从业人员数, 得到科技人力资源总量。

1. 科技职业划分

《国际标准职业分类(ISCO-08)》依据职业要求的技术熟练程度和专业化程度, 将从业人员从事的各种社会职业划分为 10 个大类, 如管理者、专业人员、技术和辅助专业人员等。《科技人力资源》手册提出, 《国际标准职业分类(ISCO-08)》中的第 2 大类“专业人员”和第 3 大类“技术和辅助专业人员”为在自然科学、工程技术或社会科学领域具备较高专业知识水平和丰富的经验, 主要从事生产和发展新知识、应用科学概念和理论解决问题, 系统性地向他人传授先进知识, 或开展其他技术性工作, 属于科技职业, 并且提出第 1 职业大类“管理者”中, 有相当一部分从业人员为生产经营部门负责人、研发部门负责人和单位整体负责人, 虽然不直接从事科技活动, 但工作职能可能涉及科技资源配置, 也应属于科技职业。对应到我国职业标准分类中, 企事业单位负责人和全部专业技术人员可以划分为科技职业范围, 从业人员对应表 1 中的 A+B 部分。在专业技术人员中, 科研人员和工程技术人员为直接从事科学研究与技术开发活动的人员, 在职业划分层面处于科技人力资源的核心层, 其他从事科技知识应用、传播(行业推广、大众科普、教育)和管理(中介服务、规划引导、配置资源、监督管理)的人员为外延层。

2. 相关职业从业人员折算比例确定

对于其他相关职业人员而言, 是否纳入科技人力资源的统计范畴取决于两方面的因素, 一是是否具有大学专科及以上学历, 二是所学专业是否属于科技类“核心学科”和与科技相关的“外延学科”。目前我国按地区统计各职业从业人员时未统计从业人员的受教育程度和专业学科, 本文采用替代方式估算各地区各职业从业人员中大学专科、大学本科和研究生学历人数。一般的, 地区各职业从业人员受教育程度构成受两方面因素影响, 一是地区发展状况不同, 经济社会发展较好的地区能够吸引更多的高学历人才集聚, 该地区从业人员的受教育程度也相应更高; 二是各职业对从业人员技术熟练程度和知识积累程度的要求不同, 不同职业从业人员的受教育程度构成存在差异。因此, 本文首先构建地区人力资本调整因子, 在地区就业人数规模的基础上反映地区从业人员受教育程度的差异, 如式(1)和式(2)所示:

$$E_{it} = e_{0_{it}} \times 1.5 + e_{1_{it}} \times 6 + e_{2_{it}} \times 9 + e_{3_{it}} \times 12 + e_{4_{it}} \times 15 + e_{5_{it}} \times 16 + e_{6_{it}} \times 20 \quad (1)$$

$$H_{it} = L_{it} \times \frac{E_{it} - \bar{E}}{\max_i E_{it} - \min_i E_{it}} \quad (2)$$

其中: E_{it} 表示地区从业人员的加权平均受教育年限; $e_{0_{it}}, e_{1_{it}}, e_{2_{it}}, e_{3_{it}}, e_{4_{it}}, e_{5_{it}}, e_{6_{it}}$ 分别代表第 t 年 i 地区从业人员中, 未受教育、小学、初中、高中、大学专科、大学本科和研究生学历人员的占比。参考岳书敬和刘朝明(2006)的研究, 上述受教育程度人员的平均累计受教育年限分别定为 1.5 年、6 年、9 年、12 年、15 年、16

年和 20 年; L_{it} 表示地区从业人员数, $\frac{E_{it} - \bar{E}}{\max_i E_{it} - \min_i E_{it}}$ 表示地区人力资本调整因子, 地区从业人员的加权平均

受教育年限 E_{it} 越长, 调整因子越大; H_{it} 表示经过人力资本因子调整后的地区从业人员数。地区集聚的高学历人才越多, 从业人员的平均受教育年限越长, 经人力资本调整的地区从业人员相对数量也越大。

其次, 估算各地区各职业从业人员的受教育程度构成, 式(3)测算各地区各职业从业人员数。

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ P_{n1} & P_{n1} & \cdots & P_{nm} \end{pmatrix}_{n \times m} = \begin{pmatrix} H_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & H_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & H_n \end{pmatrix}_{n \times n} \times \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1m} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \cdots & s_{nm} \end{pmatrix}_{n \times m} \quad (3)$$

其中: P_{ij} 表示特定年份 i 省份中从事 j 职业的人员数量; H_i 表示特定年份 i 省份经过人力资本因子调整后的地区从业人员数; s_{ij} 表示 i 省份中从事 j 职业的从业人员比例。 s_{ij} 的数据使用 2000 年和 2010 年《中国人口普查资料》中各地区各职业中类就业人员比例, 其余年份数据采用插值法和趋势外推方式补齐, 并参考三次产业就业人数比例进行调整。

$$Z_i = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \cdots & Z_{1m} \\ Z_{21} & Z_{22} & \cdots & Z_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ Z_{n1} & Z_{n2} & \cdots & Z_{nm} \end{pmatrix}_{m \times q} = \begin{pmatrix} P_{i1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & P_{i2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & P_{im} \end{pmatrix}_{m \times m} \times \begin{pmatrix} g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1q} \\ g_{21} & g_{22} & \cdots & g_{2q} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \cdots & g_{mq} \end{pmatrix}_{m \times q} \quad (4)$$

以特定省份*i*为例,式(4)中 Z_i 表示该地区各职业从业人员中研究生、大学本科、大学专科和其他学历的人员数量; g_{mq} 表示*m*职业人员中具有第*q*级学历的人员占比。本文假设地区各职业从业人员受教育程度构成与全国层面基本一致,在式(1)和式(2)考虑地区从业人员总体受教育程度构成差异的基础上,加入不同职业对人员学历水平要求不同导致的职业间受教育程度构成差异。因此,式(4)中 g_{mq} 的数据使用全国各职业从业人员受教育程度构成比例进行替代。分别与*i*省份从事*j*职业从业人员数量 P_{ij} 相乘后,得到*i*省份各职业从业人员中各学历层级的人员数量,之后依次测算各省、各年份的该数据。

最后,本文根据职业与专业学科的相关关系,判断各职业多数从业人员可能具备的专业学科背景,确定各非科技职业从业人员的折算比例,从而确定表1中C部分人员数量。职业与从业人员的学科背景之间虽然不存在严格的一一对应关系,但职业对从业人员专业知识和专业技能的要求,使得相对宽泛的学科大类与职业之间存在比较明确的相关关系。Sakari(1998)、李建求(2004)、陈乐(2007)和朱健等(2018)曾专门针对国内外职业与教育学科之间的相关关系和匹配程度进行了研究。本文整理上述研究结论,将学科大类分为科技类学科、外延类学科和一般类学科,设定各“职业与学科相关系数”;进一步,本文参考中国科协《中国科技人力资源研究报告》对不同专业学科毕业生纳入科技人力资源的折算比例,确定非科技职业从业人员纳入科技工作者折算比例^①。

3. 数据来源

本文测算地区科技人力资源使用的数据均来自公开统计年鉴和普查年鉴。其中,地区从业人员数和常住人口数来自各年度《中国统计年鉴》;地区从业人员受教育构成比例、全国各职业从业人员受教育构成比例来自各年度《中国劳动统计年鉴》和《中国人口与就业统计年鉴》;各地区各职业中类就业人员比例,来自2000年和2010年《中国人口普查资料》,其余年份数据采用插值法和趋势外推方式补齐,并参考三次产业就业人数占比进行调整。

(二)地区科技人力资源集聚分布

采用上述方法,本文测算了2001—2017年我国除西藏、香港、澳门、台湾之外的30个省(区、市)的科技人力资源量和其中处于核心层、从事科学研究与技术开发活动的人员数量。测算结果表明,我国科技人力资源在东部省份集聚,科技人力资源规模具有绝对优势,中、西部地区规模相对较小。以2017年为例,东部地区仅占我国国土面积的14%,但拥有56.08%的科技人力资源。其中,广东、江苏和山东省的科技人力资源量分别为802.62万人、664.27万人和586.26万人,规模位居全国前3位,同时也是我国地区生产总值最高的3个省份。珠三角、长三角和京津冀城市群在引领全国经济发展、科技创新的同时,也吸引了大量科技人力资源在东部省份集聚,形成了连片的人才集聚和经济发展互动促进区域。相比而言,中、西部地区科技人力资源规模相对较小。其中,中部地区人口密度高、人力资源储备丰富,但从事科技职业和高学历从业人员相对较少,科技人力资源量仅占全国的25.23%;西部地区的人才不足更为明显,科技人力资源量仅占全国的18.69%。从科技人力资源的结构来看,多数省份科技人力资源中有10%~15%位于核心层、从事科学研究和工程技术工作,仅北京、上海、天津和陕西四省(市)的核心层科技人力资源占比接近或超过1/4。同时,这四省(市)的“985工程”和“211工程”高校数、科研机构数和科技创新活力均位于全国前列,吸引了大量科研人员和工程技术人员集聚(图1)。

① 由于篇幅限制,不便在正文附表说明各非科技职业从业人员纳入科技人力资源的比例。如有需要,可向作者索要。

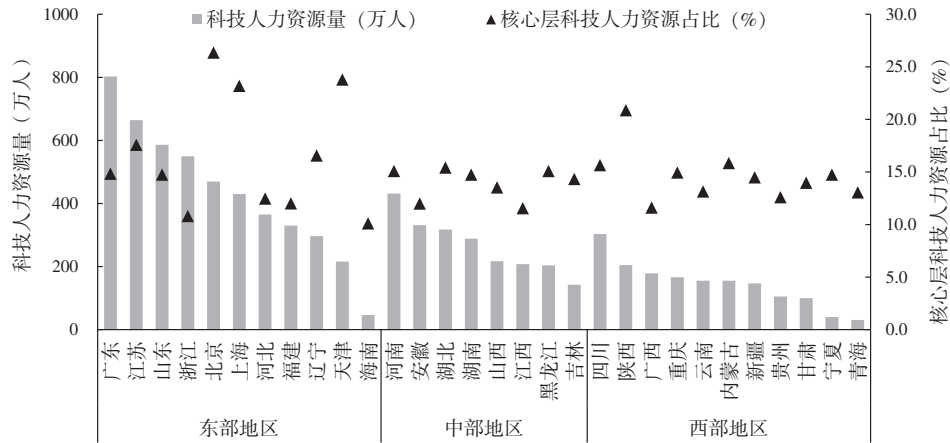


图1 2017年我国各省科技人力资源量及核心层科技人力资源占比

为排除区域人口基础和地理资源差异的影响,反映地区拥有人才资源的相对优势,本文参考张美丽和李柏洲(2018)、霍丽霞等(2019)的研究,进一步构建地区科技人力资源区位商和核心层科技人力资源区位商,测算某地区(核心层)科技人力资源量占该地区全部从业人员的比重,与全国(核心层)科技人力资源量占全国从业人员的比重的比值。若(核心层)科技人力资源人才区位商大于1,说明地区的(核心层)科技人力资源比例高于全国平均水平,具有较为明显的比较优势;若人才区位商小于1,说明地区(核心层)科技人力资源比例低于全国平均水平,相对处于劣势。由图2可知,北京、上海和天津的(核心层)科技人力资源量具有绝对优势,区位商均超过3,其中北京市核心层科技人力资源区位商达到6.17,远超过全国平均水平。相反,中、西部地区多数省份的(核心层)科技人力资源区位商低于1,科技人力资源在从业人员中的占比相对低于全国平均水平。与2001年相比,多数省份(核心层)科技人力资源区位商有所降低,其中北京市下降最为明显。这一方面说明地区科技人力资源量的差距正在逐步收敛,科技人力资源的地区分布逐步向均衡化发展;另一方面也在一定程度上反映北京等特大城市人口急剧膨胀带来的生活不便和以房价为代表的生活成本上升可能成为科技人力资源进一步集聚的负向影响因素。另外,少数省份区位商出现上升,上海、浙江、江苏、福建、安徽、陕西、重庆和青海的科技人力资源区位商均相对高于2001年水平,其中浙江、江苏、安徽、陕西和重庆的核心层科技人力资源区位商也明显提高。可以认为,上述省份在近20年的经济社会发展和人才流动过程中成为一定地理范围内吸引科技人力资源集聚的新增长极,以往以北京、上海、广东为地区单一人才集聚地的分布特征正在向多极化方向演变。

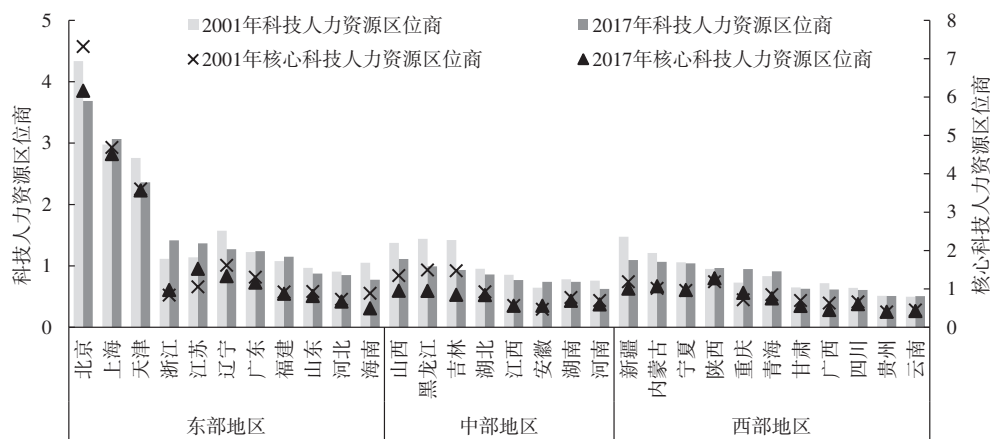


图2 2001年和2017年各省(核心)科技人力资源区位商

四、地区科技人力资源集聚影响因素实证分析

(一)影响因素变量选择与数据处理

本文从地区经济发展、产业规模、创新活力、文化教育和社会环境 5 个方面,选取可能影响科技人力资源集聚的因素指标。参考以往多数相关研究,本文采用人均地区生产总值和城镇单位职工平均工资,代表地区经济发展现状、就业机会和获得劳动报酬的平均水平;采用地区高等学校数量代表地区文化教育水平,也在一定程度上反映科技人力资源进行继续深造和子女教育的机会;采用商品房平均售价与人均可支配收入的比值反映地区居民的生活成本,采用人均公园绿地面积反映地区居住环境。在产业规模方面,本文聚焦科技人力资源密度高、为科技活动人员提供更大发展空间和事业平台的高技术产业,采用代表性的高技术产业生产经营指标,即平均从业人员数,反映地区高技术产业发展规模和地区高技术人才积累情况;在地区创新活力方面,本文采用投入维度的研发经费支出和产出维度的发明专利授权量两个指标,并剔除地区经济发展水平和人口带来的规模效应,使用研发经费占地区生产总值比重和万人拥有发明专利授权量两变量进行衡量。由表 2 可知,影响因素变量测度均采用公开统计数据,基础数据来自各年度《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》和《高技术统计年鉴》。其中,人均地区生产总值和城镇单位职工工资水平受地区价格水平波动影响,本文使用相应价格指数进行平减,得到以 2001 年为基期的不变价时间序列。

表 2 科技人才集聚影响因素指标选择

维度	指标	符号	变量解释	数据来源与处理
经济发展	地区生产总值	GDP	人均地区生产总值(亿元)	按人均地区生产总值指数平减为 2001 年为基期的不变价人均地区生产总值,原始数据来自各年度《中国统计年鉴》
	薪酬水平	SAL	城镇单位在岗职工平均工资水平(元)	按各地区居民消费价格指数平减为 2001 年为基期的实际工资水平,原始数据来自各年度《中国统计年鉴》
产业规模	高技术产业生产经营	HTC	高技术产业平均从业人员数(万人)	原始数据来自各年度《高技术产业统计年鉴》
创新活力	研发投入强度	RD	R&D 经费支出占地区生产总值的比重(%)	原始数据来自各年度《中国科技统计年鉴》
	发明专利	IP	万人拥有发明专利授权量(件)	地区各年度发明专利申请授权量与地区年末常住人口的比值,原始数据来自各年度《中国科技统计年鉴》
文化教育	高校数量	UNV	地区普通高等学校(机构)数量(家)	原始数据来自各年度《中国统计年鉴》
居住环境	生活成本	LFC	地区商品房平均售价与居民人均可支配收入的比值	
	人均绿地面积	GL	人均公园绿地面积(平方米)	

(二)实证分析

1. 变量描述性统计

实证分析的各变量使用 2001—2017 年我国除香港、澳门、台湾和西藏地区外的 30 个省(区、市)面板数据。各变量的数据量和分布情况描述统计见表 3。

2. 异质性科技人力资源集聚影响因素

本文使用 Stata 15.0 软件,对异质性科技人力资源集聚影响因素面板模型进行回归,并依据 Hausman 检验结果,报告固定效应模型估计结果。根据对地区和时间两类非观测固定效应的不同控制,模型进一步分为

表 3 变量描述性统计结果

变量属性	变量名	符号	观测数	均值	标准差	最小值	最大值
因变量	科技人力资源	TH	510	231.8	159.6	12.0	802.6
	核心层科技人力资源	CORE	510	35.2	28.0	1.2	123.7
自变量	经济发展	GDP	510	26040.7	21970.7	2983.1	132734.5
	薪酬水平	SAL	510	27923.1	15147.8	7908.0	101616.9
	高技术产业生产经营	HTC	510	317680.2	624702.4	2905.0	3894169.0
	研发投入强度	RD	510	1.3	1.0	0.2	6.0
	发明专利	IP	510	0.8	1.9	0.0	21.2
	高校数量	UNV	510	70.5	35.8	8.0	167.0
	生活成本	LFC	510	0.2	0.1	0.1	0.6
	人均绿地面积	GL	510	9.9	3.4	2.2	19.8

地区固定效应(sF)和地区时间双向固定效应(stF)。由于面板模型的扰动项常不满足球形扰动假设,可能存在异方差和自相关问题,造成最小二乘估计结果有偏和不稳健。本文首先进行组间异方差检验,Wald统计量在1%的显著性水平下拒绝“不存在组间异方差”原假设;其次,本文考察一阶差分模型扰动项的自相关系数, F 统计量为17.58,认为模型扰动项存在明显的一阶组内自相关问题。进一步,本文检验组间同期相关,得到Pesaran统计量为19.33,在1%的显著性水平下拒绝“不存在组间同期自相关”的原假设。由于模型扰动项同时存在组间异方差、组内一阶自相关和组间自相关问题,本文采用可行广义最小二乘(FGLS)方法对模型进行重新估计,结果见表4。

比较普通面板固定效应模型的估计结果,考虑扰动项异方差和自相关问题的FGLS估计结果对估计系数有较大影响,估计系数的显著性水平明显提高。在控制地区固定效应(sFGLS)和双向固定效应(stFGLS)的估计结果中,地区经济发展、产业规模、创新活力、文化教育和居住环境5个方面的各影响因素均对核心层科学研究和工程技术人员的集聚产生了较为明显的影响,与以往主要关注科研人员的相关研究结论基本一致,认为地区经济发展、高新技术产业规模和创新活力为科学研究和工程技术人员提供的发展空间、事业平台和创新氛围,对科研人员和工程技术人员产生明显影响,并且以房价为代表的成本上升已成为影响显著的负向因素。

但考虑广大从事科技知识应用、管理和传播活动的科技人力资源,上述影响因素中的地区经济发展、高新技术产业规模、高校数量和人均绿地的影响仍显著为正,但薪酬水平、研发投入和生活成本系数在1%水平上不显著。本文认为这并不说明非核心层的科技人力资源对地区的薪酬水平、生活成本和科技创新活力不敏感,而是反映了整体发展环境更好的地区更有能力承载和吸引范围更广大的科技人力资源。从非核心层科技人力资源的特征来看,与聚集在高校、科研院所和大型企业研发部门中的科研人员不同,广大的技能人才、科技管理人员和知识传播人员分散在地区的相关政府部门、大型和中小企业、医疗卫生机构、中学、科技园区、科普场馆和技术推广与服务组织等,承担着将科研成果商品化和产业化、提高公民科学素质及应用科学知识保护公民公共卫生安全的职能。只有当地区发展程度较高,形成了相对完整的产业链,具有良好的营商环境,各阶段各层次教育资源丰富,公共服务体系更加完善时,非核心层科技人力资源才会形成相对明显的地区集聚效应,而上述因素与地区薪酬水平、研发投入强度和生活成本并不存在必然的相关关系。

表4 地区异质性科技人力资源集聚影响因素

自变量	科技人力资源				核心科技人力资源			
	sF	stF	sFGLS	stFGLS	sF	stF	sFGLS	stFGLS
经济发展	0.0013** (2.56)	0.0012** (2.23)	0.0021*** (10.38)	0.0016*** (9.36)	0.0003*** (5.15)	0.0002*** (4.02)	0.0004*** (13.78)	0.0003*** (8.61)
薪酬水平	0.0014 (0.45)	0.0017 (0.11)	0.0025 (1.05)	0.0016 (1.72)	0.0011 (0.75)	0.0079*** (3.07)	0.0022*** (6.11)	0.0034*** (5.91)
高技术产业	0.0067*** (4.99)	0.0066*** (4.43)	0.0091*** (20.87)	0.0089*** (22.92)	0.0013*** (6.3)	0.0014*** (7.86)	0.0014*** (17.8)	0.0013*** (13.75)
研发投入强度	42.6023** (3.5)	40.5719*** (3.2)	13.1124*** (5.71)	2.8610 (0.88)	3.3511 (1.33)	1.6853 (0.87)	4.5017*** (10.15)	3.6158*** (8.83)
发明专利	8.1234*** (4.79)	6.3538* (1.96)	7.6119*** (8.82)	4.6349*** (4.48)	2.4130*** (8.09)	1.0387* (2.02)	1.6063*** (11.83)	1.2181*** (6.87)
高校数量	1.1337*** (6.02)	1.2933*** (6.23)	1.7952*** (21.53)	2.1894*** (20.79)	0.2383*** (5.5)	0.2685*** (7.11)	0.1898*** (15.43)	0.2776*** (24.94)
生活成本	-90.4618 (-1.31)	-103.1116 (-1.27)	-16.4075 (-1.47)	-33.5361** (-2.18)	-11.0821** (-2.22)	-5.4408 (-0.75)	-1.9868 (-1.4)	-8.0258*** (-2.79)
人均绿地	0.3232 (0.31)	0.0348 (0.04)	0.5756 (1.47)	1.8549*** (4.79)	-0.3635 (-1.03)	-0.3196 (-1.49)	-0.1150** (-2.15)	-0.0236* (-1.73)
常数	47.9119** (2.51)	33.6721* (1.65)	50.9330*** (10.0)	40.5182*** (5.74)	9.0458*** (4.16)	-1.7052 (-0.41)	3.8049*** (5.2)	-0.7267 (-0.56)
ρ	0.9511	0.9527			0.8115	0.8560		
R^2	0.9069	0.9159			0.8843	0.9332		
F	147.14	426.45			137.21	2910.26		

注:回归结果省略年份虚拟变量和省份虚拟变量;*、**和***分别代表回归系数在10%、5%和1%水平上显著;括号内数字为回归系数的 t 统计量。

2. 东、中、西部地区异质性科技人力资源影响因素

我国东、中、西部地区经济发展水平、科技创新活力和产业发展基础差异明显,吸引和聚集科技人力资源的因素也会存在较大差异。本文进一步分东、中、西部 3 个地区^②回归拟合上述科技人力资源集聚影响因素面板模型,地区和时间双向固定效应的可行广义最小二乘(stFGLS)估计结果见表 5。

回归结果表明,高技术产业生产经营规模、文化教育水平是各地区科技人力资源集聚的共同影响因素。在东、中、西部地区的 6 个模型中,高技术产业规模和代表文化教育水平的高校数量回归系数均显著为正。无论地区发展水平如何,产业发展提供的事业平台和高等教育水平是各类型科技人力资源集聚的重要影响因素。

对于东部地区而言,薪酬水平、创新活力和生活成本对核心层科技人力资源集聚具有显著影响,与全国整体回归结果和以往相关研究的结论基本一致。可以认为,以长三角、珠三角和京津冀城市群为代表的东部省份一直引领着我国科学研究和技术变革的方向,东部省份的创新活力和创新能力成为吸引和集聚核心层科学研究和工程技术人员的重要因素。对于范围更广的科技人力资源而言,与全国层面回归结果相同,其地区集聚与研发投入、专利产出等原始创新投入产出的相关性仍较低,而与地区的高技术产业发展程度密切相关。另外,与全国层面回归结果不同的是,东部地区科技人力资源集聚与地区薪酬水平和生活成本密切相关,在一定程度上反映了东部地区市场机制配置人才资源的作用,科技人力资源集聚在很大程度上是价格机制和市场因素作用的结果,劳动报酬水平和生活成本分别成为显著的正向和负向影响因素。对于中部和西部地区而言,科技创新活力与核心层科研人员和工程技术人员的集聚相关性仍较低,以创新活力吸引核心层科技人力资源集聚的机制尚未形成。西部地区的(核心层)科技人力资源集聚仍与经济发展水平密切相关。这在一定程度上反映,西部地区各省份的经济发展水平整体相对滞后,且内部差异明显,科技人力资源倾向选择在经济相对发达、就业机会相对较多的地区流动。

表 5 东、中、西部地区异质性科技人力资源影响因素

自变量	科技人力资源			核心科技人力资源		
	东部地区	中部地区	西部地区	东部地区	中部地区	西部地区
经济发展	0.0009	0.0014	0.0015***	0.0007	0.0027	0.0037***
薪酬水平	0.0030***	0.0014	0.0018	0.0010***	0.0028	0.0021*
高技术产业	0.0075***	0.0011***	0.0016***	0.0012***	0.0020***	0.0017***
研发投入强度	-0.1341	-9.8061	-4.9782	3.5017***	1.0294	0.6801
发明专利	1.9869	5.2845	-2.8041	0.8300**	0.4402	1.6298**
高校数量	2.8528***	2.4273***	1.6799***	0.3127***	0.3126***	0.2763***
生活成本	-103.5809**	-31.2715	31.1189	-21.1231***	-7.5628	6.1502
人均绿地	-1.3384	2.1872**	0.0081	0.0126	-0.1374	-0.0509
常数	68.9942***	60.6444**	44.6772***	-3.2734	4.6294	0.8965
Wald chi2	15853.26	5832.76	18126.07	98329.65	7739.68	82985.65

注:回归结果省略年份虚拟变量和省份虚拟变量;*,**和***分别代表回归系数在 10%、5% 和 1% 水平上显著。

五、政策启示

近年来,中央和各地方政府出台了大量人才政策,既关注高层次科技人才的引进、培养和使用,也包括青年人才培养和应届本科生、研究生的流动引导;政策措施既包括薪酬激励、科研经费支持,也包括提供住房、安排配偶工作和子女就学等,涵盖了本文提出的各项科技人力资源集聚影响因素。但政策实施效果有待评估,科学研究和工程技术人员在经济发达地区高度集聚,范围广大、在各行各业中从事科技知识应用、管理和传播活动的科技人力资源地区分布也严重不平衡,中、西部地区科技人力资源流失问题仍较严重。可能的原因在于,不同部门和地区制定的人才政策具有较高的同质性,缺少对地区 and 行业实际情况的充分研究,简单模仿其他部门或经济发达地区的激励措施,导致政策效果不佳。本文的研究结果表明,除薪酬水平、地区研

② 与国家统计局的地区经济划分方式保持一致,东部地区指北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南 11 省(直辖市);中部地区指山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北和湖南 8 省;西部地区指内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆 11 省(自治区、直辖市)。

发投入和生活成本外,广大科技人力资源受到地区经济发展水平、高技术产业规模、文化教育水平和居住环境的影响更为显著;从不同区域来看,高技术产业规模、文化教育水平是各区域科技人力资源集聚的共同影响因素,此外东部地区科技人力资源,特别是科研和工程技术人员集聚受到地区薪酬水平、创新活力和生活成本的显著影响,西部地区科技人力资源集聚则仍受到地区经济发展水平的显著影响。

因此,本文提出如下政策建议:一是对于经济发达的东部地区,要继续充分发挥市场机制配置人力资源的基础作用,允许通过高额薪酬待遇、科研经费支持和住房补贴等方式,吸引和激励优秀科技人力资源,特别是核心层科学研究和工程技术人员在东部地区集聚,为全国和区域科技创新中心建设奠定人才基础,并且通过薪酬激励和生活成本因素从正、反两个方向调节,促进科技人才合理流动、不断优化队伍结构;二是对于经济发展相对滞后的中、西部地区,除薪酬激励外,应更加着力提高地区经济发展水平,培养和壮大具有创新活力和产业引领能力的高技术企业,建设和重点支持具有全国影响力的高等学校,通过建立企业、科研院所和高校互动联通的协同创新网络,提高地区创新能力和吸引力,为科技人才提供更好的发展平台和事业前景;三是强化政府引导人才合理流动的宏观统筹机制,通过科技力量布局向中西部倾斜,推动大科学装置、国家重点实验室和创新平台落户西部地区,培育一批具有特色和较高水平的高校、科研院所和科技型企业,进而引导科技人才向西部地区流动。

参考文献

- [1] 曹雄飞, 霍萍, 余玲玲, 2017. 高科技人才集聚与高技术产业集聚互动关系研究[J]. 科学学研究(11): 1631-1638.
- [2] 陈晓红, 罗珊, 安宁, 2007. 论“泛珠三角”区域科技人力资源的优化配置[J]. 科技管理研究(9): 211-214.
- [3] 陈乐, 2007. 基于EO匹配的科技人力资源迁移能力研究[D]. 杭州: 浙江大学.
- [4] 杜谦, 宋卫国, 高昌林, 2004. 建立我国科技人力资源统计的建议[J]. 统计研究(3): 25-30.
- [5] 郭鑫鑫, 杨河清, 2018. 中国省级人才分布影响因素的实证分析[J]. 人口与经济(3): 47-55.
- [6] 霍丽霞, 王阳, 魏巍, 2019. 中国科技人才集聚研究[J]. 首都经济贸易大学学报(5): 13-21.
- [7] 黄江泉, 汪普庆, 2010. 人力资源集聚的机理研究——以长株潭地区人力资本集聚情况为例[J]. 中国人力资源开发(11): 5-8.
- [8] 姜玲, 梁涵, 刘志春, 2010. 环渤海地区科技人力资源与区域经济发展的关联关系研究[J]. 中国软科学(5): 88-98.
- [9] 李燕萍, 施丹, 2008. 中部六省科技人力资源创新能力的比较研究[J]. 科技进步与对策(1): 176-179.
- [10] 李建求, 2004. 德国FH: 为职业实践而进行科学教育[J]. 比较教育研究(2): 86-90.
- [11] 李国富, 汪宝进, 2011. 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(1): 144-148.
- [12] 裴玲玲, 2018. 科技人才集聚与高技术产业发展的互动关系[J]. 科学学研究(5): 814-824.
- [13] 苏榕, 刘佐菁, 苏帆, 2019. 十九大以来国内科技人才政策新态势分析及其对广东的启示[J]. 科技管理研究(20): 129-134.
- [14] 孙健, 尤雯, 2008. 人才集聚与产业集聚的互动关系研究[J]. 管理世界(3): 177-187.
- [15] 孙祥, 2011. 大学生就业区域流向及引导策略研究[D]. 合肥: 合肥工业大学: 46-50.
- [16] 王奋, 杨波, 2006. 科技人力资源区域集聚影响因素的实证研究——以北京地区为例[J]. 科学学研究(10): 722-726.
- [17] 王奋, 韩伯棠, 2006. 科技人力资源区域集聚效应的实证研究[J]. 中国软科学(3): 91-99.
- [18] 王宝荣, 2007. 广西“人才小高地”人才集聚与自主创新互动机制[J]. 经济管理(9): 63-66.
- [19] 王瑞文, 张嘉, 2011. 创新型城市建设中人才创新资源的聚集[J]. 科学管理研究, 29(1): 69-72.
- [20] 肖振红, 范君荻, 2019. 科技人力资源投入对区域创新绩效的影响研究[J]. 科学学研究(11): 1944-1954.
- [21] 于东华, 田双, 2019. 全球价值链嵌入、科技资源错配与制造业转型升级[J]. 财经问题研究(10): 35-43.
- [22] 岳书敬, 刘超明, 2006. 人力资本与区域全要素生产率分析[J]. 经济研究(4): 90-96.
- [23] 张玉兰, 2005. 把握人才集聚规律, 推进人才集聚工程[J]. 中国人才(23): 30-31.
- [24] 张美丽, 李柏洲, 2018. 中国人才集聚时空格局及影响因素研究[J]. 科技进步与对策(11): 38-44.
- [25] 赵曙明, 李乾文, 张戌凡, 2012. 创新型核心科技人才培养与政策环境研究——基于江苏省625份问卷的实证分析[J]. 南京大学学报(哲学·人文科学·社会科学)(3): 49-57.
- [26] 中国科协调研宣传部, 中国科协创新战略研究院, 2018. 中国科技人力资源发展研究报告2018[M]. 北京: 中国科学技术出版社: 11.

- [27] 朱杏珍, 2010. 人才集聚的动力因素分析——以浙江省为例[J]. 社会科学战线(1): 280-282.
- [28] 朱健, 李颖凤, 王辉, 2018. 职业分类与高校本科专业目录互动演进关系研究[J]. 贵州师范大学学报(2): 57-63.
- [29] FLORIDA R, 2002. The economic geography of talent[J]. *Annals of the Association of American Geographers*, 92(4): 743-755.
- [30] LAWTON P, MURPHY E, REDMOND D, 2013. Residential preferences of the creative class[J]. *Cities*, 31(2): 47-56.
- [31] NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, 2019. Doctorate recipients from U. S. universities 2018 [R]. Alexandria V A: National Science Foundation.
- [32] OECD, 1995. Manual on the measurement of human resources devoted to S&T “Canberra Manual” [M]. Paris: OECD: 36-53.
- [33] SAKARI A, 1998. The matching of educational and occupational structures in Finland and Sweden [R]. Thessaloniki: European Centre for the Development of Vocational Training.
- [34] ZHENG L, 2016. What city amenities matter in attracting smart people[J]. *Papers in Regional Science*, 95(2): 309-327.

The Agglomeration of Heterogeneous S&T Human Resources and Its Influencing Factors

Zhang Jing, Deng Dasheng

(National Academy of Innovation Strategy of CAST, Beijing 100038, China)

Abstract: In recent years, local governments have introduced a large number of talent policies, hoping to form the scale advantage of regional S&T human resources by establish talent policy system which covering top S&T talents, young researchers, and even the undergraduate and graduate students. To meet the needs of national and regional talents macro management, the measurement method of regional S&T human resources is put forward based on the definition of OECD, and adapts to the current situation of China's basic statistical data. The regional distribution of China's S&T human resources is still very uneven, and highly concentrated in the eastern region, brain drain in the central and western regions are still serious. According to the empirical research results of influencing factors, regional economic development, the scale of high-tech industry, regional higher education, regional innovation capability and the living environment have significant impact on R&D professionals. But for the wider S&T human resources, the R&D investment and income has low correlation with the agglomeration. The scale of high-tech industry and the level of regional higher education are common agglomeration factors in different region, while eastern S&T talents agglomeration are also significantly influenced by salary, life cost and regional innovation capability, and western S&T talents pay more attention to the regional economic development. The developed eastern region continues need to let the market mechanism play the basic role in the allocation of human resources. The central and western regions may need to attach great importance to building a platform for the S&T talents, gradually reduce the direct intervention of policies on the flow of talents, and indirectly guide talents to gather through the layout of S&T forces.

Keywords: S&T human resources; S&T occupation; talent policy; talent agglomeration factors; panel model