



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

中国科研人员国际流动影响因素研究

杨波 王天歌 李子璇

南京农业大学信息管理学院 南京 210095

摘要: [目的/意义] 科研人才是国家发展的核心要素, 随着经济全球化的不断深入, 国际人才竞争日益激烈, 中国也面临着严峻的科研人才流失问题。本研究旨在深入探索中国科研人员国际流动的影响因素, 为我国构建合理的人才流动机制提供参考意见。[方法/过程] 本研究将 ORCID 数据集、Web of Science 文献数据等多个科研平台的作者信息和机构名称相关联, 采用机器学习和数据挖掘的方法对中国科研人员学术履历进行了补齐和重构, 之后从中国科研人员整体流动特征出发, 探讨了中国科研人员的国际流动概况, 并在此基础上运用 Logistic 二元回归模型对科研人员跨国流动的影响因素进行实证分析。[结果/结论] 流入国的科研水平、科研人员的科研产出以及科研人员的职业状态是影响人才跨国流动的主要因素。

关键词: 人才国际流动; 流动影响因素; 科研履历; 开放科研人员与贡献者身份识别码 (ORCID)

中图分类号: C962

Research on the Factors Influencing the International Mobility of Chinese Researchers

YANG Bo WANG Tiange LI Zixuan

School of Information Management, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China

Abstract: [Objective/Significance] Research talents are the core element of national development. With the continuous economic globalisation and the increasingly fierce international competition for talents, China is also facing a severe problem of research talents drain. This study aims to investigate the factors influencing the international mobility of Chinese researchers and provide references for constructing a reasonable talent mobility mechanism in China. [Methods/Processes] This study associated author information and institution from multiple research platforms such as the ORCID and Web of Science and employs machine learning and data mining methods to complement and reconstruct the academic profiles of Chinese researchers. Then the current international mobility situation of Chinese researchers is explored from the overall mobility characteristics of Chinese researchers. Based on this, the Logistic binary regression models were used to analyse the factors influencing the transnational

作者简介 杨波 (1981-), 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为网络信息检索和信息计量, E-mail: boyang@njau.edu.cn; 王天歌 (1994-), 博士研究生, 研究方向为信息计量; 李子璇 (1995-), 硕士研究生, 研究方向为信息计量。

引用格式 杨波, 王天歌, 李子璇. 中国科研人员国际流动影响因素研究 [J]. 情报工程, 2022, 8(4): 50-62.

mobility of scientific researchers. [Results/Conclusions] The level of scientific research in the target countries, the researchers' scientific research capability, and the researchers' career status are the main factors influencing the transnational mobility of talents.

Keywords: Transnational mobility; mobility influencing factors; scientific research profiles; open researcher and contributor ID (ORCID)

引言

随着科学技术的快速发展与全球一体化进程的推进,人才资源逐渐成为当今社会发展的重要资源。科研人员作为其主要组成部分,是国家科技创新的中坚力量,也是提升国家综合国力的重要因素之一。在20世纪90年代,世界各国的“人才争夺战”拉开帷幕。美国率先通过移民政策、外国留学生资助政策以及国际交流与合作政策吸引了来自各国的大量科研人员^[1]。与此同时,英国面向工程领域人才提出了人才保留计划(Talent Retention Solution, TRS)^[2]。德国则在高校范围内推出“德国大学卓越计划”,对具有国际竞争力的项目和学科进行大量的资金资助,并以优越的条件吸引全世界有杰出贡献的科学家来德工作^[3]。世界各地的人才政策加速了科研人员在国家和地区间的流动。科研人员作为隐性知识和技术的载体,其跨国流动将加速流入国和流出国之间的知识转移和扩散。因此,关注科研人员的流动经历,研究并分析科研人员的整体流动态势和流动影响因素对于我国制定科学合理的人才流动机制具有重要意义,有助于我国在国际“人才争夺战”中占据主导地位。

本研究所关注的中国科研人员是指在中国有过教育经历或任职经历的中国国籍和外国国籍的科研人员。本研究通过利用科学文献的作

者关联信息实现了中国科研人员学术履历的补齐和重构,并从中国科研人员国际流动的特征概况出发,分析了影响科研人员国际流动的多方面原因,有助于我国在人才政策制定过程中因地制宜,更有针对性地为国家和地区人才政策的制定与改进提供有效依据。

1 文献综述

日益发达的通讯技术与便捷的交通促进了科研人员在国际间的流动,科研人员的流动国家多元化、流动模式复杂化的程度不断加深^[5,6]。探索分析科研人员流动的整体态势和变化规律,有利于全球各国及时掌握人才发展动向并制定精准的人才政策,因而科研人员的流动现状与特征越来越受到各国学者的关注。部分学者将人才流动模式分为人才流失、人才回流和人才环流^[6-9],其中人才环流已成为全球人才的主要流动模式^[10]。Lee^[11]通过研究经济全球化下的全球人才流动现状,指出人才流动呈现出双向流动的趋势,人才流失问题有所改善。而科研人才流失是我国一直以来面临的难题。自20世纪80年代以来,大量的科学家、工程师和技术人员从中国流失到美国、加拿大、英国和澳大利亚等发达国家^[12-14]。此外,在“一带一路”的背景下,中国与沿线国家的交流日益频繁,中国向“一带一路”沿线国家输送了大量科技

人才^[15]。然而近年来中国科研人员回流趋势明显,越来越多拥有高水平技能的中国科研人员逐渐往中国迁移^[16,17]。高子平^[18]对1,132位在海外工作的中国科研人员的回国意愿进行了调查,结果显示有68.9%的科研人员有回国发展的意愿。其中,我国人才回流的主要群体为在海外就读的留学生,在欧美等发达国家攻读博士的中国科研人员的回流趋势较为明显^[19]。

除了流动现状和流动特征,相关学者对于科研人员流动的研究也着眼于影响科研人员流动的因素方面。20世纪60年代, Lee^[20]首次提出了人口迁移理论中的“推拉理论”,说明人口迁移同时受到“推”和“拉”的双重因素作用。在“推拉理论”中,“推力”主要指流出地中阻碍人们生存与发展的阻力因素;“拉力”则反映了流入地对外来人群的吸引力,包括优质的生活环境、潜在的发展机遇。根据“推拉理论”可知,科研人员的跨国流动决策也同时受到外部环境和个人条件的共同影响,科研人员跨国流动的本质是在多种因素混合影响下的选择行为^[21,22]。其中,经济、政治、发展空间等外部环境因素是科研人员跨国流动的外部驱动力^[23];个人条件如科研能力、流动目的以及科研人员的研究领域等是科研人员跨国流动的内部驱动力^[24]。相关研究调查显示,科研人员在权衡流动行为时考虑的因素包括:获得更好的生活质量和更高的薪水的机会^[25]。同时, Hugo^[26]利用实证分析的方法证明工作环境和专业实力是吸引和留住优秀科研人员的重要因素。相关研究指出高校声誉、工资待遇、科研团队水准和工作前景等因素也影响科研人员的流动选择^[27-29]。Katz^[30]以科研组织为研究对象,提出了组织寿

命理论,理论表明科研组织成员的最佳相处时间是1.5年-5年,期间科研组织的成果最丰硕,成员间交流也最频繁,而超过5年时,成员间沟通减少,成果产出减缓,科研组织逐渐老化,促使科研人员向其他组织流动,以谋求更好的发展。吕文晶等^[31]从学科视角出发,指出不同学科专业的科研人员流动规律会出现显著的分化,说明科研人员的所属学科是影响科研人员流动的因素。此外,不同研究领域科研人员的流动特征存在差异。相关研究发现,理工类科研人员在博士后阶段的流动性比博士前阶段大,而人文社科类科研人员在博士后阶段的流动性更大^[32]。

通过对相关文献进行梳理可知,长期以来,中国科研人员趋向流入经济发展水平高且科技创新能力强的国家和地区,人才集聚趋势显著。但近几年,随着中国经济快速增长,科研人员从中国单向流入发达国家的局势发生改变,海外人才回流现象也逐渐显现。根据中国科研人员国际流动特点,结合人口迁移的“推拉理论”可知,科研人员流动区域多样化和流动模式的复杂化与流入国的经济发展水平、人才政策、薪资水平和学术氛围有一定关系。与此同时,科研人员自身的科研能力、家庭因素、个人喜好等也影响了科研人员的国际流动决策。但是由于目前科研人员流动的相关研究主要采用访谈法、问卷调查法和履历分析法,导致科研人员的完整履历获取难度大,同时大部分相关研究仅选择高被引学者或某一特定研究领域,缺少对中国科研人员的整体流动现状与影响因素的分析。因此,本研究将通过分析大规模中国科研人员的国际流动现状,有效掌握中国科研

人员国际流动特点,在此基础上对科研人员国际流动的影响因素进行实证分析,有效避免了现有研究科研人员履历样本量不足而带来的缺陷。

2 研究设计

2.1 数据来源

本研究选取中国科研人员的 Open Researcher and Contributor ID (下文简称 ORCID) 履历作为数据样本。ORCID 是一个社区化运营的非营利性开放组织,为全球科研人员提供一套全世界范围内唯一的识别码,解决了学术界科研人员的姓名歧义问题^[33]。ORCID 社区以科研人员在从事研究活动时的唯一标识符为中心,结合科研人员的学术履历数据与学术活动数据建立关系网络,该关系网络中包含了科研人员的教育经历、工作机构、研究课题、基金项目、科研成果等数据,用来完整地描述科研人员的科研贡献深度和广度,并展示他们的科研工作经历和产出成果。本研究获取了截止 2019 年 1 月 1 日之前注册的全部 ORCID 账号信息,从中抽取了在中国至少有一段求学或工作经历的科研人员的 ORCID 履历共计 127,578 份,构建了基于 ORCID 的中国科研人员履历数据集。

考虑到 ORCID 履历完全由注册者本人填写,数据内容可能存在不准确或不完整的问题,本研究引入 Web of Science 引文数据库的文献数据对 ORCID 履历数据进行补全和重构。本研究于 2019 年 8 月 26 日以上述在中国至少有一段求学或工作经历的 127,578 位科研人员的 ORCID 账号为检索字段,从 Web of Science 核

心合集中导出了上述中国科研人员公开发表的文献共 619,339 篇。

此外,由于 ORCID 社区并未对各科研人员自主填写的机构名称进行统一规范,导致 ORCID 履历数据集中经常出现同机构不同写法的问题。本研究针对 ORCID 数据中机构名称的不规范问题,采用引入多源数据的策略,将 GRID (Global Research Identifier Database, 即全球研究标识符数据库)、Wikipedia (维基百科)以及 Web of Science 中的“增强组织信息列表”的机构名称数据进行整合,构建了机构名称规范数据集。

2.2 数据预处理

为提高 ORCID 履历信息的准确性和规范性,本研究首先利用百度翻译 API 将 ORCID 履历的语言统一转换为英语。接着对机构名称字段中存在的拼写错误、填写机构名称缩写和出现无意义乱码或数字等问题进行半自动化数据清洗,最后对清洗后的数据进行词性识别。

对于 ORCID 履历数据中不规范的机构名称,本研究结合基于规则和机器学习的方法,对其进行规范化处理。首先对 ORCID 履历数据中机构名称的常用写法进行总结和归纳,根据机构名称的结构和单词词性进行机构名称层级识别,避免 ORCID 履历数据中的机构名称层级混乱。其次通过构建机构名称规范数据集,将 ORCID 履历的机构名称与该数据集匹配,识别履历中同一机构的不同写法。对于无法经过以上步骤处理的机构名称,本研究在国家名称缩写相同的前提下,对城市名称聚类并生成城市类别,在每个城市类簇下利用 DBSCAN 算法对

该机构名称聚类。

由于存在科研人员自主填写履历信息导致部分信息缺失以及履历数据更新频率迟缓等问题^[34], ORCID 履历数据并不能完全包含科研人员科研生涯的所有履历数据。因此,本研究首先将 ORCID 账号与 Web of Science 文献数据中的“OI”字段进行匹配,从 Web of Science 文献数据中抽取该 ORCID 账号匹配到的作者的所有文献信息;然后基于规则将文献信息中的作

者地址和机构名称与 ORCID 履历中规范化后的机构名称进行匹配,进而对 ORCID 履历进行补充及更新,最终按照时间序列和科研人员的就职顺序构造了基于补齐 ORCID 履历的科研人员流动路径,主要包括:科研人员的 ORCID 识别码、流出国、流入国、流出城市、流入城市、流出机构、流入机构、在流出机构发表的文献数量和流入机构发表的文献数量、研究领域以及流动时间,示例如表 1 所示。

表 1 科研人员流动路径示例

ORCID	流出国家	流入国家	流出城市	流入城市	流出机构	发文量	流入机构	发文量	研究领域	流动时间
0000-0001-5979-****	JP	JP	Sapporo	Kasugai	Hokkaido University	1	Chubu University	0	Computer Science; Engineering; Operations Research & Management Science	2016/10/17
0000-0001-6992-****	CN	US	Guangzhou	College Station	Sun Yat-Sen University	0	Texas A&M University	0	Microbiology; Parasitology; Virology	2011/9/1

3 中国科研人员国际流动特征

3.1 流动频次和流动规模分析

随着科学技术的发展和世界格局的不断转变,科研人员的流动意愿也并非一成不变,研究科研人员的流动频次和不同时期跨国流动规

模的变化有着重要的理论意义与实践价值。本研究从基于 ORCID 的中国科研人员履历数据集中抽取 38,153 位在国外有求学经历或工作经历的中国科研人员的流动路径,并统计了其流动频次以及自改革开放至 2018 年的跨国流动规模(如图 1 和图 2 所示)。

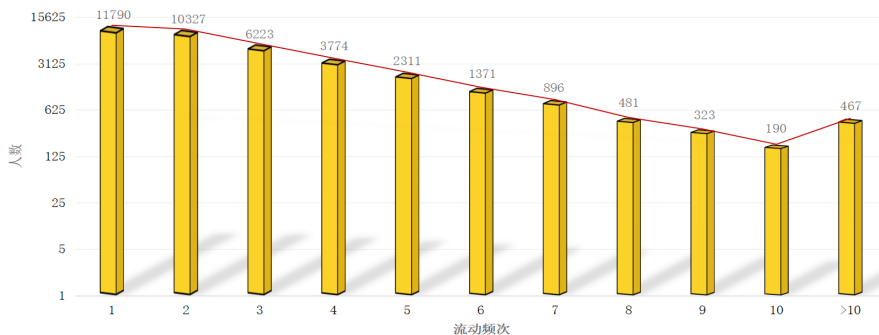


图 1 中国科研人员国际流动频次分布图

由图1可以看出,中国科研人员的国际流动频次分布较为均衡,流动频次主要集中在1至3次,30.9%的科研人员仅有一次国际流动经历,有三次及以上流动经历的科研人员占本研究科研人员的42.0%,平均流动频次为2.84次。总体来说,中国科研人员的国际流动较为

频繁。这一现象的产生与各国对科研人员的聘任制度有着密切的关系。以美国高等院校为例,长期以来,美国高校对于科研人员的聘用一般均采用有固定期限的终身教职考核制(Tenure track)^[35],维持了人才输入和输出的动态平衡,促进了科研人员在机构间的流动。

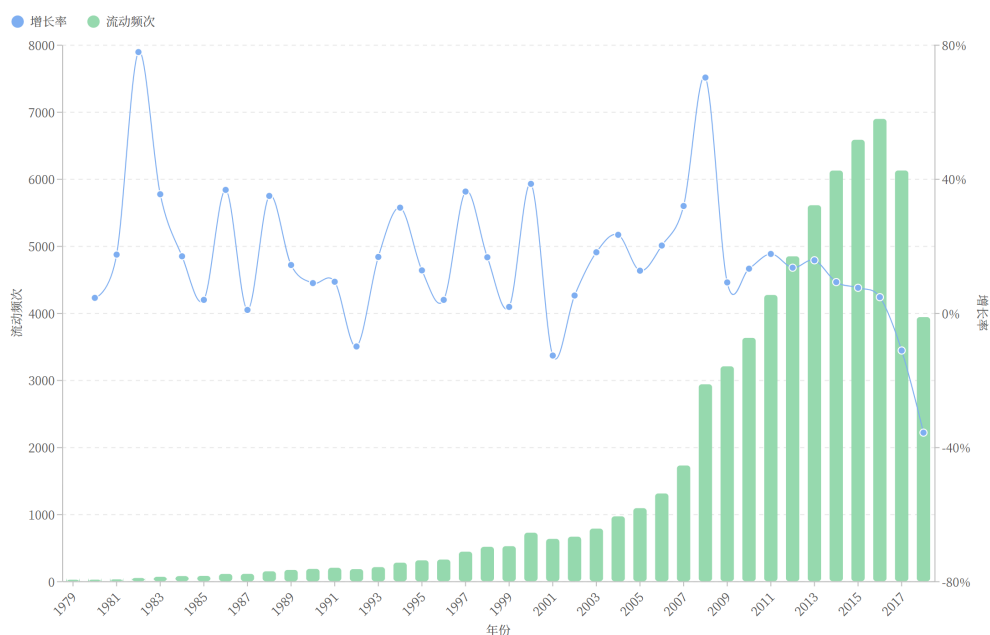


图2 中国科研人员跨国流动频次及增长率

改革开放后,中国科研人员的出国留学活动日益蓬勃发展,出国留学的相关政策也日趋完善,并逐渐形成了国家公派、单位公派与自费留学等多种出国留学渠道。图2展示了自改革开放至2018年的中国科研人员跨国流动规模的演变。从整体上看,科研人员的跨国流动规模逐渐扩大,按照流动规模的变化可以划分为三个阶段:第一阶段为1979年至1990年,跨国流动的科研人员总量较少,并且跨国流动频次的增长率波动幅度较大,1982年科研人员的跨国流动频次较前一年流动频次增加了77.8%,而1985年科研人员的跨国流动频次较

前一年流动频次仅增加3.9%。同时,受中国的经济发展水平、政治环境因素以及教育环境因素的影响,这一阶段科研人员的跨国流动频次仅占总流动频次的1.6%。第二阶段为1991年至2007年,科研人员的国际化流动趋势加强,跨国流动频次的增长率整体保持较高水平,随着中国改革开放的进程逐渐推进,中国科研人员向海外流动的趋势逐渐显现,该阶段科研人员的跨国流动频次是上一阶段整体跨国流动频次的10.3倍。第三阶段为2008年至2018年,科研人员跨国流动规模大幅度提升,跨国流动频次的增长率逐渐趋于平稳,然而在2016年后

科研人员跨国流动频次呈负增长趋势。特别地, 2018年的科研人员跨国流动频次较2017年大幅度下降, 主要原因是ORCID账号更新频率较低。本研究在进行数据获取时发现部分科研人员在2018年的履历变更并没有在ORCID上及时同步, 导致2018年的流动频次呈断崖式下降。

3.2 不同领域科研人员的国际流动特点分析

为探究不同领域科研人员的国际流动趋势变化, 本研究借助Web of Science数据库中文献的研究方向分类, 将科研人员在Web of Science中收录的文献的研究方向认为是该科研人员所属研究领域。考虑到科研人员跨学科合作的情况, 本研究将发文量最多的研究方向认定为该科研人员的研究方向。Web of Science共有

五大类研究方向, 分别是: 艺术与人文(Arts & Humanities)、生命科学与生物医学(Life Sciences & Biomedicine)、自然科学(Physical Sciences)、社会科学(Social Sciences)以及应用科学(Technology)^[36]。

本研究数据集中共有26,172名中国科研人员在Web of Science数据库中有文献记录, 科研人员的研究领域分布如图3所示, 其中研究领域属于自然科学的科研人员数量最多, 共10,740人, 占科研人员总数的41.0%。其次是生命科学与生物医学领域(8,056人)、应用科学领域(6,687人)、社会科学领域(658人)以及艺术与人文领域(31人), ORCID履历中包含社会科学领域和艺术与人文领域的研究人员数量远不及其他领域。

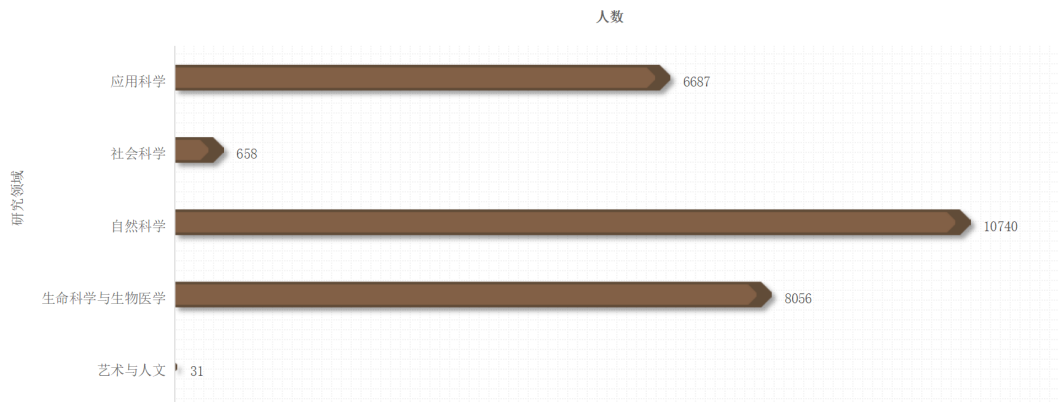


图3 各研究领域的中国科研人员国际流动人数对比

进一步研究中国不同领域科研人员的跨国流动倾向的差异, 本研究统计了自然科学领域、生命科学与生物医学领域、社会科学领域以及应用科学领域的中国科研人员跨国外流机构的分布, 如表2所示, 按中国科研人员的流入数量排序。

由上表可知, 我国不同学科的科研人员的

流动倾向有所差异, 从整体上看, 我国科研人员跨国外流机构主要集中在高等院校, 少有科研人员流向研究所或企业。四个研究领域的中国科研人员跨国流入数量排名前十的机构中新加坡的机构均位于前列, 这与新加坡所处的地理位置有关, 科研人员在职流动的国家选择中受到地理因素与环境的影响, 更倾向于选择

生活环境和气候更加接近现有工作地的国家。南洋理工大学、新加坡国立大学在引进中国人才方面表现优异,多个学科领域并肩蓬勃发展。对于高等院校来说,其整体排名影响着各领域科研人员的引进数量。表2中各领域引进科研人员人数排名前十位的学校都位于QS世界大学学科排名(The QS Global Universities Rank-

ings By Subject)的前列,各领域的科研人员向领域内世界一流团队聚集趋势明显。与此同时,本研究发​​现社会科学领域人才吸引力强的高校与其他三个研究领域有明显差异,这体现了科研人员在跨国流动决策中不仅考虑高校整体的排名,高校内学科的排名也是影响科研人员跨国流动选择的重要因素。

表2 各领域内机构人才吸引力排名 Top10

排名	自然科学	生命科学与生物医学	社会科学	应用科学
1	新加坡国立大学 (1.24%)	南洋理工大学 (1.28%)	新加坡国立大学 (1.11%)	南洋理工大学 (1.12%)
2	密歇根大学 (0.65%)	新加坡国立大学 (1.08%)	南洋理工大学 (0.98%)	新加坡国立大学 (0.97%)
3	南洋理工大学 (0.56%)	乔治亚理工学院 (0.47%)	麦考瑞大学 (0.73%)	普渡大学 (0.52%)
4	德克萨斯农工大学 (0.53%)	密歇根大学 (0.47%)	墨尔本皇家理工大学 (0.73%)	乔治亚理工学院 (0.39%)
5	耶鲁大学 (0.51%)	麻省理工学院 (0.46%)	伦敦大学学院 (0.61%)	加州大学伯克利分校 (0.39%)
6	康奈尔大学 (0.46%)	加州大学伯克利分校 (0.40%)	曼彻斯特大学 (0.61%)	密歇根大学 (0.39%)
7	斯坦福大学 (0.45%)	加州大学洛杉矶分校 (0.40%)	密歇根州立大学 (0.49%)	德克萨斯农工大学 (0.38%)
8	普渡大学 (0.43%)	东京大学 (0.40%)	昆士兰科技大学 (0.49%)	西北大学 (0.35%)
9	威斯康星大学麦迪逊分校 (0.43%)	斯坦福大学 (0.39%)	奥克兰大学 (0.49%)	阿尔伯塔大学 (0.33%)
10	宾夕法尼亚大学 (0.41%)	德克萨斯农工大学 (0.39%)	不列颠哥伦比亚大学 (0.49%)	卡内基梅隆大学 (0.32%)

4 国际流动影响因素分析

科研人员跨国流动的行为通常是在多种因素共同影响下发生的,根据前文对中国科研人员流动频次和流动模式的分析,本研究发​​现我国科研人员大多都是流向经济发展水平高且科技创新能力强的国家和地区,与此同时科研人员自身的科研能力、家庭因素、个人喜好也很大程度上影响科研人员是否进行跨国流动和流动目标国家的选择。科研人员流动本质上是在

多种因素混合影响下的选择行为,为了探究各种因素对科研人员跨国流动的影响程度,本研究结合现有数据对可能影响科研人员跨国流动的因素进行了回归分析。

4.1 影响因素变量定义

在对科研人员是否跨国流动的可能影响因素进行分析时,假设可以影响跨国流动的因素主要有两大类,一类为外部环境因素,包括流入国的经济发展水平、流入国的科研

实力。本研究以 2018 年世界各国国内生产总值 (GDP) 来代表表示国家的经济发展水平, 用每个国家所拥有 QS 世界大学排名前 500 的大学数量来衡量流入国的科研实力。第二类为科研人员的个人条件因素, 包括科研人

员的文献发表数量、科研人员所属研究领域、以及科研人员的职业状态。协变量的定义和描述如表 3 所示, 其中流入国 GDP 和流入国世界 Top500 大学数量取对数处理, 以减少模型中数据的异方差性。

表 3 影响科研人员跨国流动的因素变量

变量名称	描述
流入国GDP	连续变量, 流入国2018年GDP值。
流入国世界Top500大学数量	连续变量, 2018年位于流入国的QS世界大学排名前500的大学数量。
文献发表数量	连续变量, 科研人员文献发表数量。
研究领域	分类变量, 表示科研人员所处研究领域。 1: 生命科学与生物医学 2: 自然科学 3: 社会科学 4: 应用科学
职业状态	分类变量, 科研人员处于学生阶段或工作阶段。 0: 学生 1: 工作

本研究运用 Logistic 二元回归模型对科研人员跨国流动的影响因素进行回归分析, 因变量为科研人员是否跨国流动, 协变量为假设的可能影响科研人员跨国流动的因素, 协变量中研究领域和职业状态为分类变量, 在进行 Logistic 回归分析前首先对这两个因素进行单因素方差回归分析。

4.2 单因素方差回归分析

为探究不同研究领域科研人员的跨国流动意愿, 本研究采用了单因素方差回归分析对数据集集中 62,756 位标注有研究领域的中国科研人员的 66,900 条流动经历进行回归分析, 因变量为中国科研人员是否跨国流动, 自变量为四个研究领域, 分别为生命科学与生物医学、自然科学、社会科学以及应用科学。单因素方差回归的显著性小于 0.05, 表示整体上看四个研究

领域中科研人员的跨国流动意愿存在显著差异。为进一步对比哪些研究领域的科研人员更倾向于跨国流动, 本研究对四个研究领域进行两两比较, 多重比较的结果如表 4 所示, 其中 Mean Difference (I-J) 代表平均值差值, Std.Error 表示标准误差, Sig. 表示显著性。例如在生命科学与生物医学领域与其他三个领域的两两比较中, 与自然科学和社会科学的平均值差值为负数, 与应用科学的平均值差值为正数, 表明与生命科学与生物医学领域相比, 自然科学和社会科学领域的科研人员跨国流动倾向高, 而应用科学领域的科研人员跨国流动倾向低。从表 4 可以发现中国社会科学研究领域的科研人员跨国流动倾向性要高于其他三个领域, 明显高于应用科学领域, 不同研究领域对跨国流动的影响排名从高到低为社会科学、自然科学、生命科学与生物医学、应用科学。

表4 不同研究领域科研人员跨国流动意愿比较

研究领域类别(I)	研究领域类别(J)	Mean Difference (I-J)	Std.Error	Sig.
生命科学与生物医学	自然科学	-.036*	0.004	0
	社会科学	-.073*	0.012	0
	应用科学	.066*	0.005	0
自然科学	生命科学与生物医学	.036*	0.004	0
	社会科学	-.037*	0.012	0.003
	应用科学	.102*	0.005	0
社会科学	生命科学与生物医学	.073*	0.012	0
	自然科学	.037*	0.012	0.003
	应用科学	.139*	0.013	0
应用科学	生命科学与生物医学	-.066*	0.005	0
	自然科学	-.102*	0.005	0
	应用科学	-.139*	0.013	0

注：* 平均值差值的显著性水平为 0.05。

4.3 Logistic回归分析

在构建回归模型的过程中，本研究发现协变量中的流入国 GDP 与流入国世界 Top500 大学数量具有多重共线性，表明国家的经济发展水平与科研实力具有相关性，因此在进行 Logistic 回归分析的过程中本研究只纳入流出国世界 Top500 大学数这一协变量。在单因素方差分

析的过程中本研究对科研人员的职业状态也进行了分析，显著性小于 0.05，表明科研人员的职业状态是影响科研人员跨国流动的因素，故也纳入模型中。回归分析结果如表 5 所示，表中 OR 代表二元 Logistic 的效应量，其中回归模型系数的综合检验的显著性 $p < 0.05$ ，表示模型总体有意义。

表5 影响科研人员跨国流动的因素

项目	Std.Error	OR (95% CI)
流出国世界Top500大学数	0.001	1.047***
文献发表数量	0.003	0.979***
职业状态 (参考组: 工作)	0.02	2.103***
研究领域 (参考组: 生命科学与生物医学)		
自然科学	0.023	1.246***
社会科学	0.061	1.832***
应用科学	0.028	0.863***
常数项		0.03
样本量		62,756

注：*** 表示平均值差值的显著性水平 $p < 0.01$ 。

经过 Logistic 二元回归分析验证, 本研究假设的因素对科研人员跨国流动均有显著影响。其中显著性水平都小于 0.01, 进一步探讨每个因素对科研人员的跨国流动影响可知:

(1) 中国科研人员倾向于流向经济更发达、科研创新水平更高的国家

流入国的科研水平是科研人员跨国流动的影响因素, 如表中 OR 值所示, 流入国包含世界 Top 500 大学的数量每增加一个单位, 其跨国流动的可能性会增加 4.7% (104.7%-100%), 由于国家的科研水平和国家的经济水平成正相关趋势, 这一现象也反映出, 处于高经济发展水平国家的科研人员跨国流动的可能性要高于经济发展水平较弱的国家。

(2) 科研人员的科研产出是影响跨国流动的因素, 发文数量越多的中国科研人员跨国流动意愿越弱

对于科研人员来说, 其文献发表数量是其科研产出的最直接表征, 在一定程度上反映了其科研能力水平。从表 5 可以发现科研人员的发文量每增加一篇, 其跨国流动的可能性便降低 2.1% (100%-97.9%), 这表明科研人员的科研产出越多其跨国流动可能性越低。一方面由于科研产出较多的科研人员往往是其所在单位的科研骨干, 其工作稳定性较强; 另一方面科研产出较多的科研人员所在单位往往处于高生产力水平, 科研团队合作和跨团队交流等科研环境较为适宜, 这两方面原因导致其跨国流动意愿较低。

(3) 科研人员的职业状态是影响跨国流动的主要因素, 海外留学是我国科研人员跨国流动的主要途径

数据集中科研人员的工作状态分为工作和学生两类, 以工作为对照组对样本数据进行回归分析发现, 学生跨国流动的可能性是已经从事工作的科研人员的 2.103 倍, 是影响科研人员跨国流动的主要因素。随着全球一体化的持续推进, 各领域科研人员国际交流机会增多, 便利的交通和发达的通讯使中国学生选择海外留学成为普遍现象, 而对于已经从事工作的科研人员来说, 跨国工作的机会相对较少。且在本研究的数据集中我国科研人员流动的平均间隔为 4.7 年, 工作流动性并不强, 导致海外留学成为中国科研人员跨国流动的主要途径。

5 结论

为了全面分析中国各地区各层次科研人员的国际流动概况和跨国流动影响因素, 同时避免访谈法、问卷调查法和履历分析法等传统方法的局限性, 本研究通过结合科学文献中的关联属性, 构建了 127,578 名中国科研人员的学术履历数据集, 并对中国科研人员的国际流动概况进行分析。在其基础上, 本研究运用 Logistic 二元回归模型对科研人员跨国流动的影响因素进行实证分析。本研究发现流入国的科研水平、科研人员的科研产出、科研人员的职业状态是影响人才跨国流动的主要因素。结合目前的中国科研人员国际流动特点, 可以得出以下启示:

(1) 提高经济发展水平是国家人才吸引力的重要因素

通过分析中国科研人员国际流动特点, 本研究发现中国科研人员国际流动规模逐渐扩大, 但近十年流动规模的增长速度有所减缓。这一

现象与我国的经济发展水平和科技创新能力息息相关。随着“人才强国”战略的持续推进,我国科研人员规模快速扩张,同时,我国的人才吸引力水平也逐步提升。根据影响因素分析可以发现,国家间经济发展水平的差异很大程度上影响中国科研人员的国际流动方向。但是,目前我国科研人员流失情况依然严峻,我国科技人才的工资较低是其原因之一^[37]。结合“推拉理论”可知,我国薪酬制度的不合理,也是将科研人员“推”向海外的重要因素。

(2)我国高水平科研人员的国际流动缓慢,加速高端人才流动势在必行

本研究发现,中国科研人员的跨国职业流动较为频繁,这一现象的产生与各国对科研人员的聘任制度有着密切的关系。由于我国科研人员的聘任制度长期以来是“一次选择定终身”,影响了我国高水平科研人员的流动。本研究发现发文数量与中国科研人员跨国流动意愿呈负相关关系。为实现我国科研人员流动的良性循环,我国各机构一方面应合理化科研人员的聘用制度,促进科研人员的新旧更替;另一方面仍需加强科研机构的人才激励建设,提高科研人员的国际流动意识。

(3)海外留学成为热潮,应注重留学生“引凤还巢”

根据影响因素的分析结果,本研究发现国内学生跨国流动相较于已经从事工作的科研人员的可能性更大,海外留学成为科研人员跨国流动的主要途径,但留学生回国率仍处于较低水平,如何促进海外留学生学成归国成为我国政府亟待解决的重要问题。因此,我国应积极出台各类优惠合理的人才政策,加大吸引留学

人员回国的力度。在此基础上,进一步加大人才支持计划等项目的投入力度,为留学生提供更多交流学习平台与机会。

参考文献

- [1] 王春法,潘铁.美国吸引国外科研人员的政策及其启示[J].创新科技,2007(7):14-19.
- [2] 望俊成,邢晓昭,鲁文婷.英国吸引和培养国际优秀科技人才的举措和特点[J].科技管理研究,2013,33(19):28-32.
- [3] 李西娟.德国产学研体系和双元制教育对我国科技创新和人才培养的启示[J].江苏科技信息,2015(8):9-11.
- [4] Richard C. The emigration of scientists from the United Kingdom[J]. Minerva, 1963, 1(3):358-380.
- [5] 高懿.中国科技人才跨国流动现状、问题及启示[J].科技中国,2020(12):1-6.
- [6] Moyun H. Global Talent Mobility Across China: Analysis of Chinese Multinational Companies[D]. St. Petersburg State University, 2017.
- [7] Leipziger D M. “Brain Drain” and the Global Mobility of High-Skilled Talent[R]. The World Bank Group, 2008.
- [8] Subbotin A, Aref S. Brain drain and brain gain in Russia: Analyzing international migration of researchers by discipline using Scopus bibliometric data 1996-2020[J]. Scientometrics, 2021, 126(9):7875-7900.
- [9] Velema T A. The contingent nature of brain gain and brain circulation: their foreign context and the impact of return scientists on the scientific community in their country of origin[J]. Scientometrics, 2012, 93(3):893-913.
- [10] 陈程.大陆海外新移民的回流模式与空间特征研究[D].上海:华东师范大学,2016.
- [11] Lee W O. Academic migration and reshaping of pedagogy and epistemology: An insider-outsider perspective[M]. Academic Migration, Discipline Knowledge and Pedagogical Practice. Springer, Singapore, 2014:161-175.
- [12] Batty M, Carvalho R. Citation Geography[J].

- International Encyclopedia of Human Geography, 2009:97-106.
- [13] 熊纓, 唐志敏. 国外高层次人才跨国流动趋势及启示 [J]. 中国人事科学, 2018(Z1):60-64.
- [14] Harvey W S. Winning the global talent war: A policy perspective[J]. Journal of Chinese Human Resource Management, 2014, 5(1):62-74.
- [15] 侯纯光, 杜德斌, 段德忠, 等. “一带一路”沿线国家或地区人才流动网络结构演化 [J]. 地理科学, 2019, 39(11):1711-1718.
- [16] Tung R L. Brain circulation, diaspora, and international competitiveness[J]. European Management Journal, 2008, 26(5):298-304.
- [17] Agrawal A, Kapur D, Mchale J, et al. Brain drain or brain bank? The impact of skilled emigration on poor-country innovation[J]. Journal of Urban Economics, 2011, 69(1):43-55.
- [18] 高子平. 在美华人科技人才回流意愿变化与中国海外人才引进政策转型 [J]. 科技进步与对策, 2012, 29(19):145-150.
- [19] 魏春丽, 赵镇岳, 艾文华, 等. 科研人员的流动模式及其影响因素研究 [J]. 图书情报知识, 2020, 194(2):18-25.
- [20] Lee E S. A theory of migration[J]. Demography, 1966, 3(1):47-57.
- [21] Aref S, Zagheni E, West J. The demography of the peripatetic researcher: Evidence on highly mobile scholars from the Web of Science[C]. International Conference on Social Informatics. 2019:50-65.
- [22] Solimano A. Globalizing talent and human capital: implications for developing countries[J]. Macroeconomia del Desarrollo, 2002:79-98.
- [23] Khoo S E, McDonald P, Voigt-graf C, et al. A global labor market: Factors motivating the sponsorship and temporary migration of skilled workers to Australia[J]. International Migration Review, 2007, 41(2):480-510.
- [24] 马海涛, 黄晓东, 李迎成. 粤港澳大湾区城市群知识多中心的演化过程与机理 [J]. 地理学报, 2018, 73(12):2297-2314.
- [25] Franzoni C, Scellato G, Stephan P. The mover's advantage: The superior performance of migrant scientists[J]. Economics Letters, 2014, 122(1):89-93.
- [26] Hugo G. Issues and options for enhancing the international mobility of researchers-an Australian perspective[J]. Academic Publications Governing Board, 2007:9.
- [27] Stephan P. International Mobility of Research Scientists: Lessons from GlobSci[J]. Global Mobility of Research Scientists, 2015:35-65.
- [28] Delicado A. Going abroad to do science[J]. Science & Technology Studies, 2010, 23(2):36-59.
- [29] Franzoni C, Scellato G, Stephan P. The mover's advantage: The superior performance of migrant scientists[J]. Economics Letters, 2014, 122(1):89-93.
- [30] Katz R L. Skills of an effective administrator[M]. Harvard Business Review Press, 2009.
- [31] 吕文晶, 刘进. 中国“工科类”大学教师的流动——一项大数据分析 [J]. 技术经济, 2018, 37(1):44-49.
- [32] Caibano C, Otamendi J, Andújar I. Measuring and assessing researcher mobility from CV analysis: The case of the Ramon y Cajal programme in Spain[J]. Research Evaluation, 2008, 17(1):17-31.
- [33] ORCID. ORCID Statistics[EB/OL]. [2022-04-22]. <https://orcid.org/statistics>.
- [34] Porter S J. Measuring Research Information Citizenship Across ORCID Practice[J]. Frontiers in Research Metrics and Analytics, 2022(7):779097.
- [35] Cruz-castro L, Sanz-menéndez L. Mobility versus job stability: Assessing tenure and productivity outcomes[J]. Research policy, 2010, 39(1):27-38.
- [36] Web of Science All Databases Help. Research Areas (Categories / Classification)[EB/OL]. [2021-01-20]. https://images-webofknowledge-com//WOKRS535R111/help/WOK/hp_research_areas_easca.html.
- [37] 颜诗琪, 张向前. 面向 2035 年我国青年科技人才流动机制研究 [J]. 特区经济, 2021(5):60-62.