

中国科学技术协会主管
中国科协创新战略研究院、中国老科学技术工作者协会主办
2022年9月号·第81期

ISSN 1671-4342

CN 11-4764/N

今日科苑

M O D E R N S C I E N C E

奋进新征程 建功新时代

世界主要科技强国科技人才引育政策及我国科技人才发展对策建议
国内外重点科技创新评估报告综合分析与评述

2022中国创新50人论坛

人才引领 创新高地——2022“中国创新50人论坛”会议综述
实事求是闯新路——浅谈科技创新驱动新产业发展的基本逻辑
青年科研能力培养与成才之路
高水平人才高地建设的若干思考

尊重科学的多样性， 提升发展的包容性，增进治理的开放性

□ 中国科协创新战略研究院 董阳 梁思琪

回顾《科学》(Science) 期刊“政策论坛”(Policy Forum) 栏目2022年9月所刊发的5篇文章，议题涵括了科研资助、种业创新、健康医疗、能源治理、低碳转型等领域，覆盖了科技研发-科技应用-科技治理-科技合作的多个维度。

强化科学研究的多样性。当前，生理性别、心理(认同)性别与多样性分析(SG&DA)正渗透于研究活动的各环节，因此，在研究设计及项目资助流程中引入SG&DA框架，已成为学界的共识，推动该框架在经费资助机构、同行评议期刊、高校与科研院所中的广泛、深入应用，将能够对自然和社会维度上的不平等问题进行有效识别、评估，进而在政策工具的有机协同下，合力推动科技的向上、向善发展^[1]。

凸显技术监管的实效性。在过去40年，全球积极监管基因工程开发的作物，而对传统育种作物予以豁免。但随着作物育种技术进步，基因工程与传统育种之间“鸿沟”日益缩小，基于流程的作物监管方式趋于“落伍”，应构建基于产品的安全监管体系，使用“组学”方法检查作物的新特性，并将新作物与现有品种性状及其健康环境影响的差异进行比对，从而确定安全监管的必要性，以降低监管成本^[2]。

提升健康医疗的包容性。在美国，针对少数族裔的社会排斥已蔓延到医疗等领域，受系统性种族主义、隐性偏见等因素制约，少数族裔的医疗体验和健康状况都与主流群体存在着显著差异，基于“排斥循环”理论，尽管医疗卫生系统正尝试通过多元化劳动者招聘、隐性偏见培训等方式，从健康医疗的全生命周期努力克服族群差异和社会排斥，但该现象依旧十分棘手，特别是随着人工智能和大数据在医疗中的广泛应用，上述问题将日益严重，应及早关注并解决^[3]。

增进能源治理的系统性。基于吞吐量所设计的锂离子电池碳足迹量化政策可能难以达到预期效果，且往往弊大于利，为此，欧盟将于2024年公布碳足迹核查结果并为欧洲市场设定碳足迹上限，且该上限将自2027年起用于储存

容量超过2千瓦时的电动汽车电池和固定电池。该规定聚焦电池的上游产品而非下游用户，体现欧洲尝试解决复杂、多用途技术的碳足迹的努力，对其他国家和地区监管机构以及与电池具有相同特性的产品监管而言，极具示范效应和参考价值^[4]。

应彰显国际合作的开放性。由于中国在低碳技术研究、开发、示范和制造中持续发挥着不可或缺的作用，触发美国政府和部分行业对其国家安全的担忧，并采取与中国“脱钩”的行为。根据特定行业和技术的具体情况，并结合失业、知识产权、供应链、关键基础设施等维度，评估美国风能、太阳能、碳捕获和封存、电池和“绿色”钢铁5项细分技术组件对中国的依赖程度，结果显示，美国在清洁能源技术上“脱钩”的尝试，将损害美国 and 全球减缓气候变化的努力^[5]。

上述5方面议题集中体现了科技创新、发展转型与治理变革的重要意义及引领价值，面向未来，全球科技界及社会各界迫切需要尊重科学的多样性，提升发展的包容性，增进治理的开放性，以携手应对人类共同挑战。

参考文献

- [1] Lilian Hunt, Mathias Wullum Nielsen and Londa Schiebinger. A framework for sex, gender, and diversity analysis in research [J]. *Science*, 2022, 377: 1492–1495.
- [2] Fred Gould, Richard M. Amasino, Dominique Brossard, et al. Toward product-based regulation of crops [J]. *Science*, 2022, 377: 1051–1053.
- [3] Ana Bracic, Shawneequa L. Callier and W. Nicholson Price. Exclusion cycles: Reinforcing disparities in medicine [J]. *Science*, 2022, 377: 1158–1160.
- [4] Leopold Peiseler, Christian Bauer, Martin Beuse, et al. Toward a European carbon footprint rule for batteries [J]. *Science*, 2022, 377: 1386–1388.
- [5] Michael R. Davidson, Valerie J. Karplus, Joanna I. Lewis, et al. Risks of decoupling from China on low-carbon technologies [J]. *Science*, 2022, 377: 1266–1269.

版权声明

- 1、除非本刊特别声明，本刊发表的所有文章均不代表本刊编辑部观点，作者文图责任自负，如有侵犯他人版权或者其他权利的行为，本刊概不负连带责任。稿件一经采用，如无特殊说明，一律视为作者同意授权本刊出版及网络合作媒体进行电子版信息传播。版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所有文章。
- 2、来稿请确保不涉及保密、署名争议等，若出现法律纠纷，作者自负文责。来稿一律不退还，请作者自留底稿。根据《著作权法》，本刊可以对文稿进行修改、删减等，如不同意改动，请在来稿中注明。来稿决定刊用后，本刊有权以光盘、网络期刊等其他方式出版刊用的文稿，如不同意，请在来稿中注明。
- 3、稿件凡经本刊使用，即视为作者同意授权本刊其作品包括但不限于电子版信息网络传播权等。
- 4、稿件凡经本刊使用，即视作者已郑重声明所刊论文为原创作品，且同意授权本刊代理其作品电子版信息有线和无线互联网络传播权，并且本刊有权授权第三方如中国知网等进行电子版信息有线和无线互联网络传播。
- 5、凡向本书刊投稿者，如无特殊声明，稿件一经采用，一律视为本刊拥有稿件的图书版、电子版和网络版的使用权。
- 6、本刊已被中国知网全文收录。稿件采用后，作者如不同意将文章在知网刊发，请在来稿时声明，本刊将适当处理。
- 7、本刊刊发的稿件，视为作者同意本刊对该文稿、图片拥有在网络、光盘等数字传媒上进行传播宣传的使用权。如有异议，请在来稿时声明。

主管单位 中国科学技术协会
主办单位 中国科协创新战略研究院
中国老科学技术工作者协会
出版发行 《今日科苑》编辑部

顾问 陈至立 (Chen Zhili)
社长 / 主编 申金升 (Shen Jinsheng)
副主编 吴善超 (Wu Shanchao)
张 黎 (Zhang Li)
编辑部主任 张 丽 (Zhang Li)
常务副主任 董 阳 (Dong Yang)
副主任 李 琦 (Li Qi) 刘 艳 (Liu Yan)
责任编辑 刘雅琦 (Liu Yaqi) 徐 丹 (Xu Dan)
贺茂斌 (He Maobin) 陈 峰 (Chen Feng)
王 萌 (Wang Meng) 宋子阳 (Song Ziyang)
张 旸 (Zhang Yang) 马 骁 (Ma Xiao)
刘香钰 (Liu Xiangyu)

文字编辑 梁思琪 (Liang Siqi)
英文编辑 刘 峰 (Liu Feng)
美术编辑 潘 芬 (Pan Fen)
编 务 高 宇 (Gao Yu)
封面图片 潘晶宇 (Pan Jingyu)

全国各地邮局均可订阅

邮发代号 18-267 国内发行
定价 20元
发行负责人 钟红静 (Zhong Hongjing)

地址 北京市海淀区复兴路3号
邮编 100038
电话 010-68570860
电子邮箱 jrkybjb@cnaiss.org.cn
投稿网址 modsci.cnaiss.org.cn

目 录

奋进新征程 建功新时代

世界主要科技强国科技人才引育政策及我国科技人才发展对策建议·····宋 瑶 等	1
国内外重点科技创新评估报告综合分析与评述·····卫振林 等	8

智库观点

2022中国创新50人论坛在南昌成功举办·····	20
人才引领 创新高地——2022“中国创新50人论坛”会议综述·····	21
实事求是闯新路——浅谈科技创新驱动新产业发展的基本逻辑·····江风益	24
青年科研能力培养与成才之路·····陈义旺	25
高水平人才高地建设的若干思考·····申金升	26
实施面向关键核心技术攻关的人才创新政策·····徐军海	27
构建长三角一体化的创新生态 激发人才创新活力·····陈丽君	28
江西数字人才队伍建设的时代要求与应对策略·····钟贞山	29
场景，人才与硬科技创业·····王奋宇	30
地方农业高校引领区域发展的实践与探索——以江西农业大学为例·····贺浩华	31
加快我国航空零部件制造的产业化发展·····张 伟	32
锚定万亿目标 强化人才驱动	
——推动江西从有色金属资源大省迈向有色金属产业强省·····陈洪章	33
关于国际科技创新中心建设的研究与思考·····张 丽	34

科技创新与评估

中小企业开展产学研深度融合的路径与对策研究·····陈建安 等	35
---------------------------------	----

科技人才与教育

工作嵌入对科技工作者离职意愿的影响研究·····胡林元 等	48
科技人力资源科普化的现状与建议	
——以我国五省市科技工作者开展科普工作为例·····刘婧一	57

科学文化与科学家精神

工业考古与工业遗产的起源与发展·····冯书静 等	71
---------------------------	----

科技社团与科协发展

试论晋察冀边区自然科学界协会的主要贡献·····万立明 等	81
-------------------------------	----

“奋进新征程 建功新时代”专栏按语

从党的十八大，到党的二十大，十载奋进，十载开拓，十载辉煌，党领导下的科技事业走过光辉历程。2022年是我国进入全面建设社会主义现代化国家、向第二个百年奋斗目标进军新征程的重要一年，10月16日，中国共产党第二十次全国代表大会将于北京召开，为此，《今日科苑》特推出“奋进新征程 建功新时代”专栏。

专栏稿件主要围绕高水平科技自立自强实现路径、关键核心技术攻关新型举国体制、战略科技力量优化布局与协同机制、自主创新能力与强化企业创新主体地位、科技人才自主培养模式、多元化科技投入体系建设、中国式现代化实践案例、区域创新与高质量发展、科技社团改革与创新、科学文化与科学家精神、技术预见、科技风险与治理及其他相关主题。本期专栏收录文章为《世界主要科技强国科技人才引育政策及我国科技人才发展对策建议》《国内外重点科技创新评估报告综合分析与评述》。

世界主要科技强国科技人才引育政策及我国科技人才发展对策建议

宋 瑶，刘 静，徐 渴

（北京市长城企业战略研究所 国际业务部，北京 100101）

摘 要：本文以国内外科技人才引育政策为研究重点，围绕早期科技人才培养、科技人才跨界流动及多元化科技人才评价等方面，梳理了世界主要科技强国在科技人才引育方面的优秀经验，结合我国科技人才引育现状进行分析，并基于我国早期科技人才培育政策体系缺乏系统性和前瞻性、国际科技人才引进渠道和政产学研流动机制尚待健全、科技人才激励和服务模式有待创新、识才评才机制鲜有突破等实际问题，提出强化STEM教育和青年人才培养，健全产学研流动机制和外籍人才“精准引才”策略，建立多元开放的识才评价体系及科技人才创新和服务场景等具有针对性的科技人才引育建议。

关键词：科技人才，人才引育，人才政策

1. 引言

新一轮科技革命和产业变革加速演进，促使以数字经济、平台经济、智能经济、共享经济为

特征的新经济全面爆发，创造性、数字化、复合型科技人才成为新经济时代科技创新的主力军。基于此，世界主要科技强国愈发重视具备前瞻视

作者简介：宋 瑶，女，博士，高级经济师，研究方向为国际科技合作、科技人才研究。

刘 静，女，硕士，研究方向为国际科技合作、科技人才研究。

徐 渴，女，硕士，研究方向为国际科技合作、科技人才研究。

野和创新潜能的新型科技人才, 通过加强早期科技人才储备、重视精准引才、营造宽松包容创新氛围等, 进一步激发本国科技人才的创新活力。我国也高度重视新型科技人才的引育, 以北京、深圳、杭州为代表的新经济发展高地已经开展了大量探索实践, 尤其是习近平总书记在中央人才工作会议上提出要加快建设世界重要人才中心和创新高地的战略构想, 进一步为我国科技人才培养、人才流动及科技氛围营造工作指明了方向。在此背景下, 为集聚一批高水平科技人才, 助力数字经济等新经济业态发展壮大, 开展新经济领域高层次科技创新人才的引进、培育和人才驻留显得愈发重要。

国内学者目前已针对此方面进行过一系列研究, 在科技人才与产学研结合领域, 初国刚^[1]提出并研究了以产学研合作培养创新人才的新模式和新机制; 在科技人才评价方面, 杨月坤、查柳^[2]基于对英、美、德科技人才评价体系的分析和启示, 为我国科技人才评价工作提出具体的组织实施措施; 在人才培养方面, 国内学者何巍^[3]专门研究了英国科学技术设施理事会 (Science and Technology Facilities Council, STFC) 在人才培养和自身建设方面的理念、规划及具体做法, 为国内学术界研究人才培养机制提供了重要的实践经验参考。可以说, 围绕国内外现有科技人才引育做法, 国内学术界已经开展了多维度的研究和探讨, 并针对现存问题提出了许多具有政策性和实践性价值的观点和意见, 在一定程度上促进了我国科技人才工作的推进和发展。

本文基于现今已有的研究成果, 对世界主要科技创新强国科技人才引育政策形势及特点进行了分析和总结, 分析研判我国科技人才政策目前存在的问题和主要困境, 并提出了针对性对策和建议, 以期对科技人才引育工作提供参考。

2. 世界主要科技创新强国科技人才引育政策形势及特点

美国、英国、德国等世界主要科技创新强国是科技革命和产业变革的发源地, 并率先在全球范围内掀起了引育科技人才的风潮, 通过强化早

期阶段科技人才培养、实施精准引才、不断优化创新环境等措施, 保障科技人才的培养、留驻和长期稳定发展。据全球领先专业信息服务提供商科睿唯安发布的《2021年度“高被引科学家”名单》显示, 除排名第二的中国外, 美国、英国、德国、加拿大等世界主要科技创新强国均位列前十。各国科技人才引育方面的主要做法如下:

2.1 科技人才培养方面, 重视早期综合型科技人才的培养, 致力培育人才的未来适应性并激发其创新潜能

青年科技人才由于处于取得重大科学发现的生理黄金时期, 成为新经济时代科技创新的主力军, 以美国、德国为代表的发达国家对青年科技人才的培养也越发重视, 通过加强STEM教育、设立青年人才专项资助计划、发挥顶尖科学家对年轻人员的引领作用等, 加大新经济领域的科技人才储备, 为科技创新和未来产业创造提供支撑^[4]。

加强顶层设计和加大资金支持强化STEM教育。1991年以来, 美国相继出台《美国2000年教育战略》(1991年)《STEM教育战略》(2013年和2018年)《美国国家科学委员会: 2030愿景》等法案, 并建立起由国家科技统筹机构牵头协调STEM教育的体制, 2017年, 时任美国总统特朗普签署了一份2亿美元的教育备忘录用以支持幼儿园到高中的电脑科学教育等, 为STEM人才提供充足的发展机会。据美国国家科学委员会的《2018年科学与工程指标》, 美国人的基本STEM技能在过去20年里提升明显。英国自2002年起先后发布《促进成功的科学、工程、技术: STEM人才储备》《科学与创新投资框架(2004—2014)》(2004)《STEM规划》(2014)等政策文件, 从课程改革、教师能力、社会资源整合等多方面对STEM教育进行了长远和全面的规划。澳洲联邦教育暨训练部扩大补助(4年1千万澳元)持续发展“科学家及数学家驻校计划 (Scientists and Mathematicians in Schools, SMiS)”, 以国家科研部门、业界科学家、学校教师三方合作增强学生学用整合能力等。

设立多样化的面向青年科研人员的资助计

划。欧洲研究理事会“原始创新”（Idea）专项计划下的“启动资助计划”（Starting Grant, StG）“高级资助计划”（Advanced Grant, AdG）和“强化资助计划”（Consolidator Grant, CoG），从职业生涯的各个阶段针对青年研究人员进行资助扶持；美国白宫设立的“科学家与工程师职业生涯早期总统奖”（又译“总统青年奖”），奖励各研究领域内最富潜力的青年学者；日本2016年拨款10亿日元设立卓越研究员制度，在研究机构为40岁以下的优秀青年科研人员配备稳定职位；英国2018年启动“未来领导者研究基金计划”，针对处于职业生涯早期且杰出的研究与创新人员，为其持续提供资金和资源；俄罗斯2017年的“总统研发专项计划”中两个子计划“青年科学家牵头组建研究团队支持计划”和“世界级科学实验室支持计划”以及瑞典战略研究基金会的“未来研究领军”项目等均面向优秀青年研究人员，为其提供科研资助。

通过明确科研负责人人才培养投入时间、建立主任负责制机制等方式激发顶尖科学家对青年人才的引领和指导作用。如美国国立卫生研究院的“高级科学家研究和职业辅导计划”特别明确研究负责人要投入四分之一的时间进行人才培养；日本的“世界顶尖研究基地”和“最尖端研发支援计划”通过遴选世界水平的主任研究员、首席科学家等，以主任负责制等机制赋予科研带头人更多权力，以推进重点科研，培养顶尖科技后备人才^[6]；澳大利亚的“桂冠科学家计划”等，把研究人才培养和研究团队建设作为一项重要的指标进行评估。

2.2 科技人才流动方面，重视精准引才及科技人才跨界发展，增强本国科技创新与经济发展的粘合力

为应对知识经济时代新产业、新业态加速涌现对高科技人才不断增长的需求，世界主要科技创新强国通过调整制定更精准的引才政策、更便捷的人才跨界流动机制，在“精准化”引进新兴科技领域紧缺急需的各类人才同时，进一步激发了科技人才发展潜能。

在人才引进方面，各国通过重点领域高端人才移民签证政策便利化、留学优惠政策、促进科技人才回流等方式不断扩大高水平国际科技人才引进。在移民、签证便利方面，欧盟的蓝卡政策惠及欧盟27个国家，持卡人在欧盟地区拥有当地公民的同等权利，并可以在欧盟国家内自由流动、居住、工作和创业；法、英、美等国利用移民签证政策吸引世界人才，如法国2017年推出“科创签证”，并于2019年放宽人员限制，提出海外创业者、创新公司的国际员工、国际投资者等均可申请；美国2019年5月发布全新移民政策框架，即根据社会发展需求设立“积分择优制”，将职业移民录取比例从12%提高到57%，正式终结绿卡抽签政策。之后，拜登政府2021年推出《2021年美国公民法案》，提出STEM专业取得博士学位留学生申请绿卡不受限制；英国2021年宣布推出高潜力人才签证（High Potential Individual Route），这一签证计划允许全球顶尖大学毕业生在没有工作offer的情况下，直接获得来英国生活工作的签证。在加大留学生支持方面，各国通过设立奖学金、灵活全面的留学生政策等引育科技创新后备人才，如欧盟伊拉斯姆斯奖学金，美国国际开发署和富布赖特基金会、福特基金会、洛克菲勒基金会设立的种类繁多的奖学金等，高额的学业奖学金吸引了大批外国留学生。此外，美国先后颁布《富布赖特法案》《共同教育和文化交流法》和《国际教育法》，吸引海外留学生来美求学，美国从海外留学生中吸收了大批急需尖端人才。在科研人才回流方面，各国愈加重视针对本族裔科研人才的精准引才，如印度有关部门提出的“海外人才计划”基本上都以印度裔和海外印度人作为目标，以色列专门制定双重国籍政策规定定居发达国家的犹太人不放弃原国籍即可加入以色列国籍，法国设立了国家级海外研究人员归国奖励基金，德国建立德国学术国际网吸引德裔科研人员回国进行科研工作^[7]。

在鼓励产业界与学术界合作与人才流动方面，各国通过设立产学研专项资助金、制定政府“旋转门”制度等促进产业化科技人才培养。在促进产学研合作方面，美日等发达国家的科研

资助机构设立的产学研资助计划是典型代表,如美国国家标准与技术研究院(NIST)设立“制造业拓展伙伴计划”(Manufacturing Extension Partnerships, MEP),支持企业与大学共同开展研发活动;日本科技振兴机构(JST)设立“创新中心计划”(COI)和“共同创造场所形成支持计划”(COI-NEXT)支持大学和公共部门的研究人员与企业之间的合作。在促进产学研人才流动方面,英国研究理事会建立总值500万英镑的“Skills Gap Awards”资助金计划,鼓励在产业界和商业界有优秀记录的科研人才转任大学和科研机构的研究及技术转移领域高级岗位;英国自然环境研究理事会、生物技术与生物科学研究理事会等联合设立面向研究生及研究人员的产业科学与工程合作奖学金(CASE奖学金),要求研究生或者研究人员在受资助期间要有一定时间在企业实习或工作,助推科技成果转化。此外,为提高政府人员专业化水平,美国创立“旋转门”制度,建立能够实现民间智库学者与政府官员角色互换的关系网,前常务副国务卿、美国顶尖战略思想家斯坦伯格是穿越“旋转门”的代表人物,曾先后六次穿越“旋转门”,该机制有效促进了政学两界高端人才的流动。

2.3 科技人才发展方面,加大科研奖励和资助、构建多元化评价机制,营造自由宽松的科技创新环境

权威性高、包容性强的科研环境有利于更好地提升科技人才科技创新主观能动性,提高科研项目资助、建立多元创新人才评价制度体系,是世界主要科技创新强国优化创新环境、营造创新氛围的关键举措。

在科研资助方面,各国的科研资助比重扩大趋势明显,愈加重视对科研人员全职业生涯的分阶段资助。欧盟的“玛丽居里行动计划”(Marie Curie Actions)为处于职业生涯各个阶段的科研人员提供不同类型的资助和奖励,涉及到构建科研启动期培训网络、终生学习和职业发展、建立产学研合作伙伴关系、国际合作经费(主要包括出访学者、奖学金、来访学者奖学金以及国际科研人才回流资助)以及玛丽居里行动奖励等方面的扶持,吸引了大量世界优秀科研学者赴欧进行

科研工作。据欧洲委员会教育、青年、体育和文化总理事会发布的《玛丽·斯克洛多夫斯卡—居里行动背景下研究人员自由流动的研究:对欧洲研究区域更平衡的人才流转的分析和建议报告》显示,在所有生活在欧盟和英国以外的研究人员中,79%的人回到欧盟是为了Marie Skłodowska-Curie Actions(MSCA)奖学金^[8]。法国《2021—2030年科技计划法草案》中提出要提高竞争性项目资助力度,至2027年法国国家科研署的预算增加10亿欧元,项目资助率提高至30%,尽可能让所有优秀科研人员都得到了资助。

在科技人才评价方面,多指标、多层次的评价指标体系不断建立,同行评议逐渐成为各国科技人才评价的重要方式。英国科学技术设施理事会(STFC, Science and Technology Facilities Council)构建了结合项目执行情况、自我评价、机构目标实现贡献度三个维度的科技人才评价体系,英国“研究卓越框架”(Research Excellence Framework, REF)评估体系从科研成果(60%)、科研影响力(25%)和科研环境(15%)三个方面对科研人才进行评价;美国政府奖中最具影响力的国家科学奖、国家技术与创新奖、总统青年科学家和工程师奖的候选人均要求通过专家、同行及机构提名推荐方式产生,且评审程序简单,仅需相关评审委员会一级评审,有效保障了评审过程的公平公正^[9];日本通过分层考核法,以多样化的考核指标对科技人才进行评价,同时通过完善的数据跟踪反馈追踪政策措施,完善人才评价机制。

3. 我国科技人才引育政策存在问题及主要困境

我国已转向高质量发展新阶段,在实施创新驱动、建设科技强国过程中,对创造性、数字化、复合型科技人才的需求愈发迫切,但由于我国在早期人才培育力度、引才精准度、成才自由度上仍与发达国家有较大差距,导致我国面临高端人才紧缺、复合型人才缺失的困境,对新经济发展的支撑作用有限。

3.1 早期科技人才培育政策体系缺乏系统性和前瞻性

现阶段,我国在国家及地方层面均已开展实施早期科技人才培养的政策和行动,如2011年开始实施的“青年英才开发计划”,2017年国家相继在STEM教育、创客教育领域出台多项扶持政策等。但整体来看,我国对青年科技人才培养的支持力度、培养模式仍有待改善,具体表现在:一是青年人才政策体系的系统性、整体性不足,相关政策均零散分布于人才政策中,并未出台专门针对青年科技人才培养的系统性规划。此外,在对青年科技人才的资助方面也缺乏长期稳定的平台和资金支持,很大程度上阻碍了青年科技人才发展;二是现有青年人才培养政策缺乏前瞻规划和长期支撑,未能根据我国具有比较优势的领域、关键核心技术领域、关系国民经济命脉领域提前培养相关青年人才,导致人工智能、集成电路等高技术产业领域及未来产业、未来技术人才储备严重不足^[10]。

3.2 国际科技人才引进渠道和政产学研流动机制尚待健全

一方面,我国国际合作交流和国内人才制度环境建设等柔性引入政策稍显不足,尤其是在美国《安全校园法案》提出限制中国留学生的背景下,以“海外高层次人才引进计划”为代表的提供一次性补助、科研基金奖励的奖励性政策为主的这种“单刀直入”式的人才引进政策效果愈发受限,形式更加多样化、内容更加细化、程序更加简化的国际人才引进体系有待建立。另一方面,虽然中央、地方及有关部门相继出台了许多科技人才流动与服务保障的政策措施,但由于政府、高校、科研院所与企业在人事管理、人才评价、考核分配、福利待遇、社会保障等方面的制度差异性较大,如高校人员的考核评价以承担国家项目、基金项目(纵向项目)、发表论文或著作等为主,而企业则追求成果应用、市场创收,并要求对研发成果的保密和独占,很大程度限制了政界、商界、学界精英在不同单位、使用不同身份开展研发和科技创新的动力和热情。

3.3 科技人才激励和服务模式有待创新,科学识才、有效评才、服务保障方面鲜有突破

我国各地区在深化多元化、专业化引才识才措施方面进行了一定探索。例如,苏州姑苏区通过“创新创业领军人才计划”、建立以赛代评、以投代评、以荐代评的多元化人才评价渠道吸引新兴产业领域人才;深圳市人才集团与华为、比亚迪等大型知名企业合作,充分发挥平台引才优势,全方位服务区域招才引智;中关村依托“国际前沿科技创新大赛”吸引全球硬科技创新创业人才。

尽管如此,我国的科技人才激励和服务模式创新空间依然很大,科学识才、有效评才、服务保障方面鲜有突破。一方面,我国科技人才激励方式较为单一,国家和地方层面均设置精神奖励、现金奖励、物质资源配给等激励政策,其中,财政资金扶持占主导地位,且各地引才政策内卷日益严重,引才成本日益增高,如长沙、郑州、广州等地给予硕士人才落户补贴分别高达1.5万、1.8万和3万元,而国际交流、资本对接、创业辅导、风险投资、法律和知识产权等服务方面支持明显不足。另一方面,我国在科技人才发现和评价方面思想观念陈旧,尽管破“五唯”已经在推广,但是对人才的选拔和识别由于缺乏新方法、新手段,荣誉、职称、职位等显性指标仍占主导地位,且大学、科研机构也多以国家及地方人才计划作为人才工作考核参考,用人单位选人、用人的自主性不强,基于人才贡献的评价方式亟需创新。

4. 我国科技人才竞争力提升对策建议

面对日益严峻的国家科技创新竞争,加强科技创新的系统性布局,以人才为本,加快构建具有国际竞争力的人才制度体系越来越重要。因此,为应对新经济时期对科技人才提出的创造性、数字化、复合型新需求,我国应积极学习借鉴发达国家科技人才引育先进经验,围绕育才、引才、识才、服才等重点领域开展极具引领性、突破性的政策探索和制度设计,促进科技人才引得来、留得住、用得好,加快建设世界重要人才中心和创新高地。

4.1 加快开展STEM教育和前瞻领域教育顶层设计

基于青年科技人才的成长规律, 建议由国家科技领导小组牵头, 科技部、教育部、工信部、发改委等相关部委联合研究制定STEM教育中长期发展战略, 对学生创新创业能力、数字化和计算能力、跨学科研究能力等重点领域做出明确安排。同时, 根据学生不同年龄段的特点, 建议由教育部联合科技部研究设计系统的完整STEM领域人才培养方案、建立高校与科研机构或企业联合培养方式等, 加快壮大高质量科技人员后备军^[11]。同时, 基于对未来产业、未来科技发展的判断, 研究出台前瞻领域教育行动计划, 将知识融合、数字创新等要素作为青年人才培育的关键和重点, 培育富有全球视野、洞见和使命的领军型科技与管理人才。

4.2 加快出台青年人才全生命周期培养的专项计划

针对青年科研人员职业生涯不同阶段特点, 科技部联合教育部、中央组织部等出台相应支持计划, 如针对博士后或处于科研生涯早期的科研人员, 制定导师指导下的支持计划, 明确导师资质、指导时间周期等具体事项, 为独立开展研究做好准备; 针对具备一定研究基础、在导师指导下能够开展独立研究的科研人员, 制定职业生涯过渡计划; 针对具备较强研究能力、能够独立自主承担研究项目科研人员, 制定独立开展研究的计划, 加快培育青年人才独立开展研究的能力^[12]。

4.3 建立健全产学研“旋转门”制度

鼓励高校院所和企业间科技人才自由流动、身份无缝转换, 重点引导企业科技研发人才到高校、科研院所担任“产业教授”, 同时引导并规范高校、科研院所选派科研人员到企业兼职服务^[13]。此外, 健全体制内外相互贯通的人才评价体系, 将产学研合作中的兼职及从业经历作为人才评价指标并引入人才评价体系, 通过广泛的人员交流和良性互动, 实现产学研的深度融合。

4.4 建立多渠道、多主体共同参与的“精准引才”策略

建议由中央组织部牵头, 联合人力资源和社会保障部、科技部等部门, 重点聚焦企业及前沿

技术发展需求及全球“高被引科学家”“获奖科学家”“关键领域专利科学家”, 绘制全球高层次人才地图, 精准招引海外科技人才。同时, 鼓励龙头企业、研发机构等创新主体共同参与外籍人才精准引进, 通过研发众包、悬赏竞赛, 以及投资入股海外人才项目、建设人才飞地等方式, 链接全球人力智力资源, 开展前沿技术研发。此外, 建议由公安部、科技部、人力资源社会保障部探索在重点城市建立外籍人才绿卡制度和技术移民制度试点, 进一步简化外籍高层次人才跨境居留便利化水平。最后, 借鉴国外促进科技人才回流的政策举措经验, 建议制定针对海外华裔高水平科技人才的专项计划或搭建海外华裔科研人员网络等平台吸引海外华裔人才回流。

4.5 建立多元开放的识才评价体系和办法

根据新经济发展需求, 引入市场化评价主体, 建立以创新价值、创新能力、主要贡献为导向的评价体系, 保证科技人才评价的科学和客观性。同时, 建立由科学家、投资人、企业家、专业组织等组成的荐才引才大使团队, 探索专家举荐、协会举荐、企业举荐、揭榜自荐等人才发现识别机制, 充分吸纳市场、社会、同行等多维度评价声音, 逐渐形成各类人才均能脱颖而出的开放识才体系。

4.6 搭建科技人才创新和服务场景

一方面, 围绕前沿技术、未来产业关键领域, 鼓励各省市科技部门重点布局数字智能、绿色低碳、健康幸福等新经济场景, 结合科技人才新技术、新产品、新业态的创新与推广需求, 提供验证试验场地和交流场所, 同时联合企业、金融机构等市场主体, 为科技人才提供天使投资、创业投资、商业模式打磨、专利申请等全方位服务。另一方面, 针对海内外科技人才发展需求, 鼓励重点省市探索人才政策“一网查询”、人才需求“一站受理”、人才服务“一码集成”等科技人才权益和服务场景, 为人才提供精准化、全方位、高效率的服务, 进一步提升人才留驻比率。

参考文献

- [1] 初国刚.产学研合作创新型人才培养模式和机制研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2018.
- [2] 杨月坤, 查椰.国外科技人才评价经验的启示与借鉴——基于英国、美国、德国的研究[J].科学管理研究, 2020, 38(1):160-165.
- [3] 何巍.英国科技人才政策与实践案例分析——科技设施理事会的人才培养与使用[J].全球科技经济瞭望, 2013, 28(6):72-76.
- [4] 李强, 李晓轩, 吴剑楣.国外政府青年科技奖项设置及其启示[J].中国科技奖励, 2012(198):64-70.
- [5] Anne E. Lincoln, Stephanie Pincus, Janet Banjos Koster, Phoebe S. Leboy. The Matilda Effect in Science: Awards and prizes in the US, 1990s and 2000s[J]. Social Studies of Science, 2012, 0(0):1-14
- [6] 王玲.日本“科学家工作室”相关举措及有益借鉴[J].政策研究, 2012, (8):47-53.
- [7] Chand S. The International Mobility of Talent: Types, Causes, and Development Impact[J]. Economic Record, 2011, 87(276): 10-12.
- [8] Dëlkutë Rūta, Nikinmaa Joonas, et al. Study on mobility flows of researchers in the context of the Marie Skłodowska-Curie Actions——Analysis and recommendations towards a more balanced brain circulation across the European Research Area : final report[R]. Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture of the European Commission. Published: 2022-07-15.
- [9] Luciano Kay. The effect of inducement prizes on innovation: evidence from the ansari XPrize and the northrop grumman lunar lander challenge[J]. R&D Management, 2011, 41(4): 360-377.
- [10] 朱莉, 袁丹.深圳国际人才引进障碍及对策研究[J].特区经济, 2020(2):17-20.
- [11] 程如烟.新形势下我国高素质科技人才的自主培养问题研究[J].学术前沿, 2021(12):53-62.
- [12] 张翼燕, 张丽娟, 王晓菲, 等.世界主要国家青年科技人才政策的新进展[J].中国科技人才, 2021:16-21.
- [13] Hunnissen M, Boselie P, Fruytier B G M. Talent management and the relevance of context: Towards a pluralistic approach[J]. Human Resource Management Review, 2013, 23(4): 326-336.

Talent introduction and cultivation policies of major scientific and technological powers in the world and suggestions for China

Song Yao, Liu Jing, Xu Ke

(Greatwall Strategy Consultants, Beijing 100101, China)

Abstract: This paper focuses on the introduction and cultivation policies of scientific and technological talents at home and abroad, around the aspects of the early training of scientific and technological talents, the cross-boundary flow of scientific and technological talents and the evaluation of diversified scientific and technological talents, combs the excellent experience of scientific and technological talents policies of major scientific and technological powers in the world, analyzes the current situation of scientific and technological talents policies in China, in view of the practical problems such as the lack of systematic and forward-looking policy system for cultivating scientific and technological talents in the early stage, the deficient introduction channel of international scientific and technological talents, the unsound talent flow mechanism of government, industry, university and institute, the outdated incentive and service mode of scientific and technological talents and the status quo of no breakthrough in the mechanism of talent recognition and evaluation, it is proposed to strengthen STEM education and young talent training, improve the talent flow mechanism of industry, universities and research institutes and formulate the strategy of "precise talent introduction" for foreign talents, establish a diversified and open talent evaluation system as well as create innovation and service scenarios for scientific and technological talents.

Key words: science and technology talents; talent introduction and cultivation; talent policy

国内外重点科技创新评估报告综合分析与评述

卫振林¹, 张洪宝¹, 李 聪¹, 张明妍², 宋子阳², 张 晶²

(1. 北京交通大学交通运输学院, 北京 100044; 2. 中国科协创新战略研究院, 北京 100038)

摘 要: 为准确、客观衡量我国科技创新实力, 判断我国当前科技创新的整体水平位势, 透视我国科技创新的集中特点与发展趋势, 本文选取20篇国内外重点科技创新评估报告, 通过对各报告的主要观点、综合排名、评价指标、评估方式等方面的综合分析, 探索总结当前科技创新评估工作的特点; 综合梳理国家层面、区域层面以及机构层面科技创新能力排名的评估结果, 归纳得出全球科技创新竞争的整体特点与趋势; 在上述研究基础上, 探索提出开展我国科技创新能力评估工作的几点思考和认识。

关键词: 科学技术, 创新能力, 评估报告, 全球竞争力

党的十九届六中全会提出了要协调推进“四个全面”战略布局, 促进共同富裕, 把科技自立自强作为国家发展的战略支撑^[1]。当前, 世界正处百年未有之大变局, 国际环境错综复杂, 全球产业链、供应链面临重塑。科技创新已然成为国际战略博弈的主要战场, 是影响和改变世界经济版图的关键变量^[2]。在党中央的坚强领导下, 我国科技实力正在从量的积累迈向质的飞跃, 在基础前沿、战略高技术、民生科技等领域取得一批重大科技成果。尽管如此, 我国原始创新能力还不强、科技创新资源整合还不够、创新体系整体效能还不高、科技人才队伍结构有待优化、科技评价体系还不适应科技发展要求^[3]。为此, 以解析科技创新能力的内涵为前提, 客观准确地衡量我国科技创新能力, 提出科学合理的提升路径变得尤为重要。

评估国家科技创新能力需要系统地认识一个经济体的科技创新构架, 最早的国家创新系统概念是由英国的弗里曼提出的, 他将一个经济体的科技创新体系组成总结为四个要素, 分别是政府、企业、教育和产业四方面^[4]。而纳尔逊总结了美国、日本等发达国家的创新体系, 认为国家科技创新体系中更重要的是强化国家创新系统中的主体即企业、大学、研究机构间创新知识的流动, 以此促进技术创新转化为经济实力^[5]。国内关于国家科技创新评价的起步相对较晚, 在前人研究基础上, 南京大学的甄峰在创新系统中引入制度、管理的创新作为关键要素^[6], 刘顺忠和官建成则重点讨论了我国各个区域的创新体系^[7], 以区域为单位构建国家的创新体系。多年来, 国内外学者从各个角度构建了逐渐完善的国家科技创新体系, 并设计了各种指标体系进行评价, 基于此产

作者简介: 卫振林, 男, 博士, 教授, 北京交通大学交通运输学院, 研究方向为管理工程、系统评价。

张洪宝, 男, 硕士研究生, 北京交通大学交通运输学院, 研究方向为系统工程。

李 聪, 男, 硕士, 北京交通大学交通运输学院, 研究方向为系统分析。

张明妍, 女, 博士, 副研究员, 中国科协创新战略研究院, 研究方向为科技人才与科技指标研究。

宋子阳, 女, 博士, 中国科协创新战略研究院博士后, 研究方向为科技人才政策, 科技工作者状况调查。

张 晶, 女, 博士, 中国科协创新战略研究院博士后, 研究方向为科技人才政策, 科技工作者状况调查。

生了各种关于科技创新能力的评估报告。但不同背景、不同机构的评估报告，其结果也有很大差异，对这些报告进行分析有助于更好地设计出符合我国国情的评价体系，从而做到客观、准确地认识我国科技创新的全球竞争力。

1. 研究工作概览

研究国内外相关重点科技创新评估报告，可以为评估我国自身科技创新能力提供参考，更加客观、准确地审视我国自身的科技创新能力。经过大量文献搜集和整理，选取国内外最具影响力的20篇重点科技创新能力评估报告为本文的主要研究对象，详见表1（其中《中国创新人才指数（2021）》分为高校和城市两个子体系）。

表1 国内外重点科技创新能力评估报告一览表

评估层次	报告名称	发布机构
国家	《全球竞争力报告（2019）》	世界经济论坛（WEF）
	《科学技术和创新记分牌（2021）》	经济合作与发展组织（OECD）
	《全球创新指数（2021）》	世界知识产权组织（WIPO）、康奈尔大学、欧洲工商管理学院
	《欧洲创新记分牌（2021）》	欧盟创新政策研究中心
	《欧洲科学、研究和创新绩效报告（2020）》	欧盟委员会研究与创新总署
	《国家创新指数（2020）》	中国科学技术发展战略研究院
	《美国科学与工程报告（2022）》	美国国家科学与工程统计中心（NCSES）
区域	《全球创新指数》关于创新集群的评价》	世界知识产权组织（WIPO）、康奈尔大学、欧洲工商管理学院
	《国际科技创新中心指数（2021）》	清华大学、自然集团
	《中国区域科技创新评价报告（2019）》	中国科学技术发展战略研究院
	《中国区域创新能力评价报告（2019）》	中国科技发展战略研究小组、中国科学院大学
	《中国创新人才指数（城市）（2021）》	深圳人才集团、清华大学技术创新研究中心
企业	《欧洲产业研发投入记分牌（2021）》	欧盟委员会
	《全球最具创新力企业100强（2021）》	《福布斯》杂志
	《全球数字经济独角兽企业研究报告（2020）》	中国国际科技交流中心、长城战略咨询
	《中国企业创新能力评价报告（2018）》	科技部
研究机构/高校	《QS世界大学排名（2022）》	英国国际教育市场咨询公司QS
	《自然指数（2021）》	中国科学技术发展战略研究院、中央财经大学
	《中国研究机构创新能力检测报告（2018）》	自然集团
	《中国普通高校创新能力监测报告（2021）》	科技部、教育部
	《中国创新人才指数（高校）（2021）》	深圳人才集团、清华大学技术创新研究中心

综合分析不同背景、不同机构的国际科技创新类评估，取其所长，有助于更好地设计出符合国际统一标准的参考指标，客观准确评价我国科技各领域各方面的发展水平，赢得国际竞争主动的战略资源，并对我国科技创新的全球竞争力作出准确认识，找准短板与差距，把握优势与机遇，为国家宏观决策提供有力支撑。

2. 国内外重点科技创新能力评估报告综合评述

从评估报告的基础设计、指标设计、分析方式等方面的综合对比分析入手，对国内外重点科

技创新能力评估报告的特点进行归纳总结。

2.1 评估报告基础设计

评估报告基础设计主要比对的维度有发布机构、历史沿革、评估对象涵盖范围、评估目的、关注的层次等，形成的主要结论如下。

（1）评估对象的涵盖范围据评估目的而设计。同层次的评估报告评估对象的主体是同一类型的，但其涵盖范围有所不同，这种差异与评估目的的差异存在紧密联系，如表2所示。

（2）较长的历史沿革使得报告更具国际影

表2 评估对象范围与评估目的一览表

报告名称	评估对象涵盖范围	评估目的
《全球竞争力报告（2019）》	141个经济体	对全球生产力和长期经济增长驱动力作年度评估，进行国家间竞争力排名
《科学技术和工业记分牌（2021）》	60个国家及地区	旨在帮助政府在瞬息万变的数字时代设计更高效的科学、创新和产业政策
《全球创新指数（2021）》	132个经济体	反映全球范围和地区范围内各经济体创新现状、不足以及变化发展趋势，分析判断世界各国创新态势和趋势，并进行国家间排名
《欧洲创新记分牌（2021）》	以欧盟为主的48个国家	旨在评估国家创新系统的相对优势和劣势，跟踪进展并确定优先领域，以提高创新绩效，并进行国家间排名
《欧洲科学、研究和创新绩效报告（2020）》	约40个国家/地区	将经济数据分析和政策研究相结合，辅之以最新的研究成果，为进一步政策目标的设定和下一步决策的实施提供基础依据
《国家创新指数（2020）》	40个科技创新活动活跃的国家	评价国家综合创新能力，监测中国创新能力的变化，分析中国与全球创新型国家之间的差距，并进行国家间排名
《科学与工程指标（2022）》	美国与其他主要贡献区域、国家或经济体	反映美国在科学、技术、工程、科学工程类的教育和学术研究以及产业、经济领域的发展水平，并与其他经济体进行比较

响力。如《全球竞争力报告》始于1979年，主要对全球生产力和长期经济增长驱动力作出年度评估，是世界经济论坛的旗舰报告之一；《全球创新指数（2021）》评价对象范围广、指标内容丰富，是国际上评价经济体/国家创新表现的最全面的核

心报告之一；《中国区域创新能力评价报告》自1999年起每年推出一本，是国家创新调查制度的重要产出之一；《欧洲产业研发投入记分牌（2021）》拥有十余年的历史沿革，其针对全球企业的评估常用于为欧洲决策提供科学支持。其他报告的影响力也大多与其历史沿革有较大联系，原因不仅是这些报告存在的时间长，具备纵

向比较的条件，更是因为历史沿革较长的报告具备更积极的动态调整机制、更准确的数据来源以及更客观的指标设置。

（3）评估报告多具备辅助创新决策的目的。和地区范围内各国家/经济体的创新现状、不足以及变化发展趋势，是分析判断世界各国创新态势和趋势的重要参考依据。各报告虽然评估目的和对象不同，但都具备一些辅助决策的特征，具体体现在其关注的层次方面，如表3所示。

表3 各报告关注层次统计表

报告名称	发布机构	关注层次
《全球竞争力报告（2019）》	世界经济论坛（WEF）	全球经济增长及人类发展
《科学技术和工业记分牌（2021）》	经济合作与发展组织（OECD）	经济体之间的比较及政策分析
《全球创新指数（2021）》	世界知识产权组（WIPO）、康奈尔大学、欧洲工商管理学院	经济体之间的比较及创新评估，改善创新决策
《欧洲创新记分牌（2021）》	欧盟创新政策研究中心	经济体之间的比较，欧盟的创新绩效评估
《欧洲科学、研究和创新绩效报告（2020）》	欧盟委员会研究与创新总署	欧盟的创新绩效与创新决策
《国家创新指数（2020）》	中国科学技术发展战略研究院	经济体之间的比较，中国创新能力的发展
《科学与工程指标（2022）》	美国国家科学委员会	经济体之间的比较，主要为美国与其他主要贡献地区、国家或经济体之间的比较

2.2 评价指标设计及数据选取

（1）指标设计系统性强，体现在指标体系的层次和维度划分。如《国际科技创新中心指数（2021）》基于国际科技创新中心的有关定义，从科学中心、创新高地和创新生态三个维度，经过定性设计、定量筛选与反馈检验三个阶段，对指标体系进行了严谨的系统化构建。大部分报告的设置都具备严密的构架，少数报告如《全球最具创新力企业100强（2021）》的指标体系无明显层次结构，仅以自行设定的创新溢价指标，来对企业进行评价。该方式倾向于用创新产品的市场价值衡量企业的创新力水平，这在一定程度上忽略了产品创新以外的创新模式，也没有考虑研发中可能存在的创新潜力，相对而言则有所欠缺。研究整理了各报告指标设计的层次/维度构架，具体见表4。

表4 研究报告指标设计系统性梳理分析表

评估层次	报告名称	指标系统性（层次/维度）
国家	《全球竞争力报告（2019）》	（3/4）
	《科学技术和工业记分牌（2021）》	—
	《全球创新指数（2021）》	（4/2）
	《欧洲创新记分牌（2021）》	（3/4）
	《欧洲科学、研究和创新绩效报告（2020）》	—
	《国家创新指数（2020）》	（2/5）
	《科学与工程指标（2022）》	—

表4 研究报告指标设计系统性梳理分析表

(续表)

评估层次	报告名称	指标系统性(层次/维度)
区域	《<全球创新指数>关于创新集群的评价(2021)》	—
	《国际科技创新中心指数(2021)》	(3/3)
	《中国区域科技创新评价报告(2019)》	(3/5)
	《中国创新人才指数(城市)(2021)》	(3/4)
企业	《欧洲产业研发投入记分牌(2021)》	—
	《全球最具创新力企业100强(2021)》	—
	《全球数字经济独角兽企业研究报告(2020)》	—
	《中国企业创新能力评价报告(2018)》	(3/4)
研究机构/高校	《自然指数(2021)》	—
	《QS世界大学排名(2022)》	—
	《中国研究机构创新能力监测报告(2018)》	(2/5)
	《中国普通高校创新能力监测报告(2021)》	(2/8)
	《中国创新人才指数(高校)(2021)》	(2/4)
	《中国区域创新能力评价报告(2019)》	(4/5)

(2) 指标设计存在一定的地域性特征。这一现象主要在以国家、经济体为评估对象的报告中出现。如《全球竞争力报告(2019)》的一级指标“制度”下, 设有“三权分立”指标, 带有较强的西方制度特征; 《全球创新指数(2021)》

的一级指标“知识型员工”下, 设有“高学历女性员工占就业总人数的比例”指标, 表现出追求性别公平的价值判断差异。研究整理各报告指标设计的地域性特征如表5所示。

(3) 报告的指标设计较重视国际通用性。

表5 指标设计地域性特征汇总表

报告名称	指标区域特色	
	制度特征	客体倾向性
《全球竞争力报告(2019)》	√	√
《科学技术和工业记分牌(2021)》	—	√
《全球创新指数(2021)》	√	√
《欧洲创新记分牌(2021)》	—	—
《欧洲科学、研究和创新绩效报告(2020)》	√	√
《国家创新指数(2020)》	—	—
《科学与工程指标(2022)》	—	√



如《科学技术和工业记分牌（2021）》选取以高质量的统计数据和稳健的分析原则为基础的国际上通用的衡量指标进行分析，这些指标通常用于监测科学、技术、创新及工业领域的发展状况；《国家创新指数（2020）》选取国际通用指标构建评价指标体系，指标内涵和数据统计口径与国际规范一致；《<全球创新指数>关于创新集群的评价（2021）》在指标选取上，采用了PCT专利申请人数和科学出版物的作者数量两个科技产出类代表性指标，对科技集群进行识别与评价；《全球数字经济独角兽企业研究报告（2020）》主要针对全球的数字经济独角兽企业进行评估，并设置了一定的筛选标准，其指标与数字经济独角兽企业高度相关并在该领域具有一定的国际可比性。

（4）报告的指标设计会随着报告的发布进行动态调整。如《科学技术和工业记分牌（2021）》会依照评估内容所讨论的主题的变化，对评价体系中的指标进行选取与设计，并以一定的实验性指标作为补充；《全球创新指数（2021）》按年度进行发布，每年度发布的报告都会根据全球范围的创新发展态势，

对指标体系进行调整和完善。此外，在动态调整程度的展示上，各报告也有所不同，《全球竞争力报告（2019）》与《全球创新指数（2021）》中，都对动态调整的有关指标做了较为集中的介绍与说明，甚至标注了动态调整的指标数量。而《科学技术和工业记分牌（2021）》和《欧洲创新记分牌（2021）》，则在报告中提及了对指标的动态调整，但并未对此做更为集中或具体的阐述与说明。

2.3 分析及总结

（1）各报告多对其相应的时代主题有所涉及，并对发展趋势有所判断。如《全球竞争力报告（2019）》在进行国家间评估与排名的过程中，谈到了第四次工业革命、公平、环境、可持续及共同繁荣等契合时代主题的内容；《全球创新指数（2021）》与《欧洲科学、研究和创新绩效报告（2020）》等报告皆提及了新冠疫情的影响。此外，同一报告在不同年份所涉及的时代主题也会发生变化，具体关于时代主题涉及和发展趋势判断的梳理结果如表6所示。

（2）在分析倾向上，兼具横向和纵向的对

表6 时代主题与发展趋势判断统计表

报告名称	是否涉及时代主题	发展趋势判断
《全球竞争力报告（2019）》	谈及第四次工业革命，公平，环境，可持续及共同繁荣等	✓
《科学技术和工业记分牌（2021）》	谈及数字化转型	✓
《全球创新指数（2021）》	谈及新冠疫情影响	✓
《欧洲创新记分牌（2021）》	谈及新冠疫情影响，可持续和数字化等	✓
《欧洲科学、研究和创新绩效报告（2020）》	谈及新冠疫情影响，绿色，公平和数字化等	✓
《国家创新指数（2020）》	谈及自主创新能力与创新型国家	✓
《科学与工程指标（2022）》	谈及新冠疫情影响	✓
《<全球创新指数>关于创新集群的评价（2021）》	-	✓
《国际科技创新中心指数（2021）》	谈及自主创新	✓
《中国区域科技创新评价报告（2019）》	谈及自主创新	✓
《中国区域创新能力评价报告（2019）》	谈及自主创新，创新型国家建设	✓

表6 时代主题与发展趋势判断统计表

(续表)

报告名称	是否涉及时代主题	发展趋势判断
《中国创新人才指数（城市）（2021）》	谈及创新驱动，人才驱动	√
《欧洲产业研发投入记分牌（2021）》	谈及研发投入，环境，可持续发展	√
《全球最具创新力企业100强（2021）》	—	—
《全球数字经济独角兽企业研究报告（2020）》	谈及数字经济	—
《中国企业创新能力评价报告（2018）》	谈及创新引领发展	√
《自然指数（2021）》	—	—
《QS世界大学排名（2022）》	—	—
《中国研究机构创新能力监测报告（2018）》	谈及创新型国家的建设	—
《中国普通高校创新能力监测报告（2021）》	谈及国家创新体系建设	—
《中国创新人才指数（高校）（2021）》	谈及创新驱动，人才驱动	√

注：“—”否。

比分析。如《国家创新指数（2020）》在结论的分析上，既注重横向的国际对比，也通过对评估对象具体排名变化的分析，兼顾了纵向的历史变化趋势。各报告是否进行横、纵向分析结果如表7所示，整体来看大部分指标体系较为系统的报

告，如《全球竞争力报告（2019）》《全球创新指数（2021）》等，都给出了所评估对象的完整排名。

（3）各报告撰写风格和结构主要归结为三类。第一类是依托较为系统科学的指标体系，从

表7 评估报告横、纵向对比分析汇总表

报告名称	指标区域特色	
	制度特征	客体倾向性
《全球竞争力报告（2019）》	√	√
《科学技术和工业记分牌（2021）》	√	√
《全球创新指数（2021）》	√	√
《欧洲创新记分牌（2021）》	√	√
《欧洲科学、研究和创新绩效报告（2020）》	√	√
《国家创新指数（2020）》	√	√
《科学与工程指标（2022）》	√	√
《<全球创新指数>关于创新集群的评价（2021）》	√	√
《国际科技创新中心指数（2021）》	√	√
《中国区域科技创新评价报告（2019）》	√	√

表7 评估报告横、纵向对比分析汇总表

(续表)

报告名称	指标区域特色	
	制度特征	客体倾向性
《中国区域创新能力评价报告(2019)》	√	√
《中国创新人才指数(城市)(2021)》	√	×
《欧洲产业研发投入记分牌(2021)》	√	√
《全球最具创新力企业100强(2021)》	√	—
《全球数字经济独角兽企业研究报告(2020)》	√	—
《中国企业创新能力评价报告(2018)》	√	√
《自然指数(2021)》	√	—
《QS世界大学排名(2022)》	√	—
《中国研究机构创新能力监测报告(2018)》	—	√
《中国普通高校创新能力监测报告(2021)》	—	√
《中国创新人才指数(高校)(2021)》	√	—

客观评价的角度对评估对象进行比较与排名，并对具体的评估对象进行一定程度的分析与总结，如《全球竞争力报告(2019)》《全球创新指数(2021)》《国际科技创新中心指数2021》《中国创新人才指数(高校)(2021)》等；第二类是根据评估需求选取一定量的评价指标，采用分部分或主题进行叙述的形式，围绕特定组织、机构或经济体等进行阐述与分析，并辅以可视化程度较高的图表等进行比较与说明，并不提供评估对象的具体榜单排名情况，如《科学技术和工业记分牌(2021)》《欧洲科学、研究和创新绩效报告(2020)》《欧洲产业研发投入记分牌(2021)》《中国企业创新能力评价报告(2018)》《中国普通高校创新能力监测报告(2021)》等；第三类是采用定量的指标或评估手段，对评估对象进行比较与排名，报告的重点在于对排名结果的展示，而不进行进一步的分析及说明，如《全球最具创新力企业100强(2021)》《自然指数(2021)》《QS世界大学

排名(2022)》等。

3. 综合排名及世界科技创新竞争格局分析

3.1 综合排名分析

本部分根据报告内容，将其中涉及国家层面科技创新能力排名、区域层面科技创新能力排名以及机构层面科技创新能力排名的评估结果进行整理，为后续科技创新能力评估提供参考，具体排名情况见表8、表9。

各评估报告的综合排名显示，世界创新格局整体稳定，即使排名结果各有不同，但各报告中处于前十的国家和地区仍在小范围内聚集，多集中于美国、欧洲以及亚太地区少数国家。中国作为科技创新的新兴力量，在总排名中稳步上升，部分二级指标已居世界领先地位。

企业方面的评估报告排名显示，中国的创新企业初露头角，集中于数字信息领域。中国高校的世界排名也在不断攀升，在化学领域处

表8 位势综合排名表

报告	对象	我国位势	前十名
《全球竞争力报告（GCI）（2019）》	141个经济体	28	美国、新加坡、德国、瑞士、日本、挪威、中国香港、英国、瑞典、丹麦
《全球创新指数报告（GII）（2021）》	132个经济体	12	瑞士、瑞典、美国、英国、韩国、荷兰、芬兰、新加坡、丹麦、德国
《国家创新指数报告（2018）》	40个科技创新活动活跃的国家	17	美国、日本、瑞士、韩国、德国、丹麦、瑞典、以色列、新加坡、芬兰
《欧洲创新记分牌（EIS）（2021）》	欧盟为主的48个国家	无	比利时、丹麦、芬兰、瑞典、奥地利、爱沙尼亚、法国、德国、爱尔兰、卢森堡
《国际科技创新中心指数（2021）》	50个城市（都市圈）	前20强占3个	旧金山-圣何塞、纽约、伦敦、北京、波士顿、东京、粤港澳大湾区、巴黎、西雅图-塔科马-贝尔维尤、巴尔的摩-华盛顿

表9 企业、机构/高校位势综合排名表

报告名称	评估对象	我国位势	前十名
《欧洲产业研发投入记分牌（2021）》	全球范围内研发投入排名前2500家的企业和欧洲排名前1000家的企业	中国的顶级公司数量已经超过了欧盟、但研发投入排在美国、欧盟后	谷歌母公司Alphabet、华为、微软、三星、苹果、Meta、大众、罗氏、英特尔、强生
《全球最具创新力企业100强（《福布斯》杂志）（2018）》	全球范围内最具创新力的前100家企业	百强中占7个	ServiceNow、Workday、Salesforce、特斯拉、亚马逊、奈飞、Incyte、Hindustan Unilever、Naver、Facebook
《全球数字经济独角兽企业研究报告2020》	全球绝大多数数字经济独角兽公司	中国数字经济独角兽企业237家，超级数字经济独角兽11家	字节跳动、滴滴出行、SpaceX、Stripe、Roblox、快手、Instacart、Epic游戏、One97 Communications、猿辅导

于世界领先地位。但不能忽视的是我国的营商环境距离发达国家有一定差距^[8]；同时我国的教育投入较发达国家相距甚远^[9]。此外，我国高校和研究机构方面的评估报告显示，中国的高校在全球高校排名中表现良好，《自然指数（2021）》显示，我国23所高校排名列全球前100；《QS世界大学排名》显示世界前1300所高校中，中国高校有58所。

3.2 全球科技创新竞争的整体特点与趋势

研究选取的20篇报告结论各有侧重，按照国家、区域、企业、高校/机构四个层次进行归纳梳理，对全球科技创新竞争的整体特点进行归纳总结，得出相关结论。

（1）世界各国科技创新能力发展受多维因素影响，全球创新竞争愈发激烈。多篇研究报告表明，政治体制、人力资本配置、数字变革、创新融资等都会对一个经济体的科技创新能力造成显著影响，具体体现在创新竞争环境、数字化创新赋能、创新人才资源、创新企业融资等方面。此

外,疫情的出现凸显了创新过程中的数字鸿沟,不同发展水平国家间的差距愈发明显,围绕科技创新核心要素的竞争愈加激烈。

(2) 创新集群的发展格局稳中有变,与区域科技产出密切相关。报告统计排名前100位的集群分布在26个国家,说明大部分创新活动仍集中在少数国家和地区之中。其中欧美国家集群数量保持领先,以美国城市科学研究活动最为密集,是知识创造的前沿阵地,在科技人力资源、知识创造、高技术制造等领域具有压倒性优势;而欧洲城市创新生态保持稳定优势,得益于历史孕育的创新环境;亚洲城市在技术创新能力、创新企业和新兴产业等领域激发活力,具有厚积薄发的潜能,以中国为代表的亚洲国家正迎头赶上。另外,报告显示大部分集群的排名变化与产出表现变化密切相关。专利与科学出版物的数量增长与城市集群科技活跃程度密切相关。

(3) 全球研发投入持续增长,科技投资与前沿技术高度集中于少数大型企业。全球研发投入连续11年显著增长,中国(18.1%)和美国(9.1%)的公司研发投入增长率最高。但受疫情影响,全球经济一直处于低迷之中^[10],为保证投资效益,大多资金选择流向行业领先公司,以数字和卫生领域为重,年轻企业和其他领域企业则相对融资困难^[11]。而以中美为代表的部分经济体,则在新冠疫情期间表现出强劲的韧性,创新投资甚至达到新高。据《全球数字经济独角兽企业研究报告(2020)》统计显示,当下全球估值最高的40个独角兽,有20个企业来自美国,10个来自中国(包含香港企业在内);中美两国独角兽的估值分别占总额的21.5%和50.3%。

(4) 国际科研合作逐步加强,基础学科研究重要性逐渐显现。疫情的出现加强了美国、中国、英国、德国、法国和印度等国家有关新型冠状病毒疾病的国际研究合作,科学出版物爆炸式增长。同时,全球科技竞争不断向基础科学领域研究转移^[12],提升基础科学研究、增强科技创新

能力已经成为世界各国共同的科技政策取向。根据自然指数评估结果,哈佛大学、斯坦福大学、剑桥大学、加州大学圣地亚哥分校、牛津大学等高校《自然指数(2021)》主要贡献集中在生命科学领域^[13],亚洲高校自然指数主要贡献集中在化学、物理学两大领域^[14]。

综上所述,国家科技创新能力与其经济发展水平联系密切,创新集中于少数发达经济体与新兴经济体。纵观当下全球创新格局,美国继续保持领先,在多项排名中位居第一;欧洲国家整体表现强劲,拥有大量创新经济体,德国、丹麦、瑞典等国在各评估中位居前列;亚洲地区的日本、韩国、新加坡表现突出,中国创新能力发展稳步前进,部分领域已占据领先地位;亚美欧三足鼎立局面逐步形成。

4. 开展我国科技创新能力评估工作的思考

4.1 选取有代表性的评估对象,与评估目的相契合

开展科技评估时,要基于国情和管理需求,明确定位评估对象^[15]。想要更加客观、准确地审视我国自身的科技创新能力,评估对象覆盖范围的确定尤为重要。作为主要服务于特定经济体决策的评估报告,在以我国的科技创新能力为核心进行评估分析时,不必像《全球竞争力报告(2019)》或《全球创新指数(2021)》那样选取大量的经济体作为评估对象,可以适当缩小评估对象的覆盖范围,主要关注发达国家或特定领域的领先国家的科技创新表现,更为集中地进行优劣势对比,从而为我国提供有力的决策支撑。

4.2 注重指标体系的系统性,对主要概念进行准确刻画

指标体系相对系统的评估报告,其评估维度更为复杂多样,且相互关联,报告评估结果的展示也更为客观可靠。在国家整体科技能力评估的过程中,要注重所构建的指标体系的系统性。既

要避免不同层级的指标相互交叉重复,又要让指标之间形成一定的关联性^[16]。此外,在指标体系的构建过程中,指标的稳定性、国际通用性等同样值得考虑,而这些都要以评估报告对主要概念的准确刻画所构建的系统性的指标体系为前提。

4.3 注重指标的多样性,考虑定性与定量相结合

鉴于经济体之间比较与评估的复杂程度,考虑定性与定量分析相结合是必要的。适当引入调查指标,可以在一定程度上避免数据的绝对性,从而实现评估过程中的多主体联合监测,保证评估的客观性^[17]。此外,在目前的部分以统计指标为主的指标体系中,存在总量指标过多,社会人口结构在人均数据上造成的误差等共性问题。因此,在指标体系的构建过程中,可以考虑定性指标与定量指标相结合,总量指标与相对指标相结合等,以此保证指标的多样性和评估的可靠性。

4.4 慎重进行指标选取,谨慎体现地域特征

考虑到国家整体科技能力评估的主要目的,评估结果力求客观准确。因此在指标选取过程中,要尽量避免不必要的地域特征,否则会在一定程度上影响报告的最终评估效果,不利于其客观性与科学性。因此,在指标体系的构建过程中,要考虑到评估对象在区域、文化等方面的差异,保证指标的有效参考价值,使评价尽量客观合理。然而,当涉及国内有关区域的评估时,又可以考虑加入一定的中国特色,使评估结果更为贴合实际情况。

4.5 注重报告分析的深度,确保横向分析与纵向分析相结合

国家整体科技能力评估同样要服务于国家科技创新的有关决策,各报告多带有辅助决策的特征。因此,在评估过程中要注重分析的广度与深度,尽量实现横向分析与纵向分析相结合,从而更好地抓住关键问题与主要趋势。因此,在评估结果的具体分析上,不能仅仅考虑评估对象在当

前情况下的横向对比,而是要在横向对比的基础上,从纵向时间上对评估对象的科技能力进行比较,观察其发展趋势或发展轨迹^[18],以一个更为客观全面,系统辩证的角度,得出评估报告的主要结论,并结合图表等形式的描述为有关决策提供有力支撑。

责任编辑:李琦 校对:李琦 陈峰

参考文献

- [1] 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议[N].人民日报,2020-11-04(001).
- [2] 王祥明.把握政策红利 发挥示范作用 努力开创科技创新工作新局面[J].中国经济报告,2021(06):20-23.
- [3] 习近平.在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上的讲话[N].人民日报,2021-05-29(002).
- [4] Freeman C.The national system of innovation in historical perspective[J].Cambridge Journal of Economics, 1995,19(1).
- [5] Carlsson. Internationalization of Innovation Systems:A Survey of the Literature [J]. Research Policy,2006.
- [6] 罗守贵,甄峰.区域创新能力评价研究[J].南京经济学院学报,2000(3):31-35.
- [7] 刘顺忠,官建成.区域创新系统创新绩效的评价[J].中国管理科学,2002(2):76-79.
- [8] 李婷,韩建民.新时期主题出版走出去的战略特点与提升路径研究[J].中国出版,2022(13):39-44.
- [9] 胡灵坊.习近平新时代中国特色社会主义思想思想研究[D].吉林:吉林大学,2021.
- [10] 覃剑,赵蓓蕾,巫细波.中心城市对接服务国家重大区域发展战略研究[J].区域经济评论,2022(3):99-106.

[11] 赵丽娜.世界经济格局大调整与我国外贸高质量发展[J].理论学刊, 2021(01):59-68.

[12] 曲宁宁.新冠肺炎疫情背景下中小高新技术企业融资困境与对策研究[J].国际商务财会, 2022(11):46-49.

[13] 原帅, 贺飞.中国高校高水平基础科研发展现状分析——基于自然指数的国内外20所高校比较研究[J].中国高校科技, 2021(03):4-9.

[14] 王伟超, 戴倩, 颜学庆.基于自然指数的高校学科领域贡献度研究[J].中国高校科技, 2021(08):4-9.

[15] 孙晓玲, 丁堃.中国基础研究布局重点与均衡性分析[J/OL].科学学研究:1-18.

[16] 解江凌, 刘延平, 赵杨.企业社会责任报告质量评估指标体系研究——基于国内外主流评估体系[J].生产力研究, 2014(7):86-90.

[17] 于洋, 余海晴.美国国家教育统计中心国际教育绩效指标报告的特点与启示——基于2015年度最新报告的分析[J].世界教育信息, 2020,33(10):25-33+39.

[18] 王智慧, 刘莉.国家创新能力评价指标比较分析[J].科研管理, 2015,36(S1):162-168.

Comprehensive analysis and evaluation of key scientific and technological innovation evaluation reports at home and abroad

Wei Zhenlin¹, Zhang Hongbao¹, Li Cong¹, Zhang Mingyan², Song Ziyang², Zhang Jing²

(1. School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;

2. National Academy of Innovation Strategy, CAST, Beijing 100038, China)

Abstract: In order to accurately and objectively measure the strength of China's scientific and technological innovation, judge the overall level and potential of China's current scientific and technological innovation, and thoroughly research on the concentrated characteristics and development trends of China's scientific and technological innovation, this paper selects 20 key scientific and technological innovation evaluation reports at home and abroad, and explores and summarizes the characteristics of the current scientific and technological innovation evaluation work through comprehensive analysis of the main views, comprehensive ranking, evaluation indicators, and evaluation methods of each report, comprehensively sorts out the assessment results of the ranking of scientific and technological innovation capabilities at the national, regional and institutional levels, and summarizes the overall characteristics and trends of global scientific and technological innovation competition. On the basis of the above research, this paper explores and puts forward several thoughts and understandings on the assessment of China's scientific and technological innovation capabilities.

Key words: science and technology; innovation ability; evaluation report; global competitiveness

2022中国创新50人论坛在南昌成功举办

8月25日，由中国科协创新战略研究院、江西省科学技术协会联合主办，南昌高新技术产业开发区管理委员会、南昌市科学技术协会协办的“2022中国创新50人论坛”在南昌举行。中国科协战略发展部一级巡视员、创新战略研究院院长申金升，江西省科协主席、农工党江西省委会主委史可，高新区党工委委员、管委会副主任雷桥亮出席论坛并致辞。

本次论坛以“人才引领·创新高地”为主题，围绕人才在创新驱动发展中的重要引领支撑作用，邀请政产学研各界专家学者，开展广泛、深入的研讨交流。论坛上，中国科学院院士、国家硅基LED工程技术研究中心主任江风益，俄罗斯自然科学院外籍院士、江西师范大学党委副书记陈义旺，中国行政改革研究会副会长、中国人事科学研究院原院长吴江，中国科协战略发展部一级巡视员、创新战略研究院院长申金升分别作大会报告。

论坛现场，中国科协创新战略研究院发布了智库成果《城市人才发展评价报告》，从人才势能、平台使能、人才效能、环境蓄能四个维度分析了全国重点城市的人才规模结构、人才集育平台、人才贡献价值和人才发展环境等指标数据，并依据行政级别、人口规模、人才规模和城市群组进行分类评价。该报告为我国建设世界重要人才中心和创新高地的战略布局提供参考，也为各地重点城市打造吸引集聚高层次人才平台的目标、路径和策略提供重要依据。

在专题研讨环节，来自北京长城战略咨询、江苏人才发展战略研究院、浙江大学、南昌大



学、江西省委党校、江西农业大学、中国航空学会、江西财经大学和中国科协创新战略研究院的9名专家学者围绕“尊重人才成长规律，营造良好创新生态”“构筑人才高地，引领区域发展”两个主题作专题发言，并与现场观众进行了互动交流。

“中国创新50人论坛”由中国科协于2015年正式发起设立，旨在搭建高端思想交流平台，集成国内外科技创新、战略规划和企业创新等各界顶尖人士和知名专家学者的研究背景和专业优势，围绕科技创新的重大战略问题分享观点、凝聚共识，形成高质量的咨询意见，提出针对性的建议，助力实施创新驱动发展战略。

本次论坛采用线上线下相结合的形式，来自智库机构、高校、科研院所和企业的专家学者参加会议，线上参会人数超过4万人次，是“中国创新50人论坛”创办以来参与人数最多、影响最广的一届。

图文来源：中国科协创新战略研究院

人才引领 创新高地

——2022“中国创新50人论坛”会议综述

2022年8月25日，“中国创新50人论坛”在江西南昌举行。本次论坛由中国科协创新战略研究院、江西省科学技术协会联合主办，南昌高新技术产业开发区管理委员会、南昌市科学技术协会协办。论坛以“人才引领·创新高地”为主题，采用线上线下相结合的形式举行，来自智库机构、高校、科研院所和企业的专家学者参加会议。本次论坛分为主旨报告和专题研讨两个阶段，紧扣人才在创新驱动发展中的重要引领支撑作用，聚焦加快推进人才链、创新链、产业链深度对接的机制，深入探讨面向未来如何更好将人才资源转化为创新优势，推动科技创新、人才培养和区域发展的深度融合，助推区域高质量发展。根据与会专家学者的报告主题，本文从加强人才工作，全力推进高水平人才高地建设；营造良好创新生态，激发全域创新活力；立足江西省区位产业特色，助力创新驱动发展三方面，对专家报告的内容进行分类和内容综述。

1. 加强人才工作，全力推进高水平人才高地建设

2021年9月27日，习近平总书记在中央人才工作会议上发表重要讲话，对新时代人才强国战略作出全面阐释，提出加快建设世界重要人才中心和创新高地的战略目标，在时间上明确“三步走”的分阶段目标，在空间上明确加快建设“3+N”高水平人才高地的战略布局。这为做好新时期人才工作指明了前进方向，提供了根本遵循。

中国行政体制改革研究会副会长吴江研究员

在《建设世界人才高地的制度创新》主旨报告中提出，建设世界人才高地要充分发挥投入优势、制度优势、人才优势，差异化和互补式布局创新平台和创新载体，不断推进制度创新和体制机制改革。一方面，聚焦战略科学家、科技领军人才和创新团队、青年科技人才、卓越工程师四支队伍进行制度创新，对关键少数实行一人一策，创新科技领军人才的发现—遴选—使用—配套机制、青年科技人才的支持机制、卓越工程师的培养机制。另一方面，围绕人才高地建设，实施创新人才的特殊政策，比如税收政策、人才流动政策、医疗政策、海外顶尖人才的引进政策等，在高校、科研机构先行先试，即对关键人物、“高精尖缺”人才等实施特殊办法，在“最后一公里”下功夫。

中国科协战略发展部一级巡视员、中国科协创新战略研究院院长申金升教授从质量、地域、领域三个维度剖析了高水平人才高地的内涵，并以国外典型创新型城市发展经验为借鉴，将高水平人才高地分为科教资源密集型、产业发展驱动型、资源要素汇聚型、制度环境优化型四类。申金升教授提出以城市为主体推进高水平人才高地和人才平台建设，各地要在国家战略整体布局下，结合地方实际突出特色优势，从“三链两区”定位开创人才事业发展新局面。

俄罗斯自然科学院外籍院士、江西师范大学党委副书记陈义旺教授从马克思主义中国化的“理论逻辑”、国家兴衰的“历史逻辑”、经济社会发展的“现实逻辑”、外部环境的“倒

通逻辑”、科技自身发展的“演进逻辑”等五个角度分析了习近平总书记关于科技创新的重要论述,强调坚持问题导向、坚定理想信念、突破核心技术“命门”、下好“先手棋”、拆除“篱笆墙”、坚持科技创新和制度创新“双轮驱动”等多措并举加快实现科技自立自强。同时,坚持科教协同育人发展战略,善于科研选题、学会有所不为、提高谋事本领,塑造自身的高尚品格、端正品行、高雅品味,不断增强自身综合实力,成为有目标和使命的成功青年人才。

2. 营造良好创新生态,激发全域创新活力

习近平总书记在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会和中国科协第十次全国代表大会上发表重要讲话。讲话强调,“必须深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略,完善国家创新体系,加快建设科技强国,实现高水平科技自立自强”。科技创新是走向繁荣富强的立身之本,是在国际竞争中纵横捭阖的制胜之道。与会专家围绕“营造良好创新生态 激发全域创新活力”展开讨论。

国家硅基LED工程技术研究中心主任江风益院士重点剖析了科技创新驱动新产业发展的基本逻辑,指出选对方向是前提,协调好国家发展的大逻辑和区域发展的小逻辑;整合资源是关键,坚持创新驱动发展“五链融合”思想;机制体制是保障,建立快速反馈的体制机制。深入浅出地呈现了创新驱动发展的全景式图景。

江苏人才发展战略研究院副院长、无锡学院副校长徐军海研究员指出体系化建制化培育国家战略人才力量是当前人才工作的变革方向,实施面向关键核心技术攻关的人才创新政策应该坚持党管人才、一体推进,坚持需求牵引、问题导向,坚持市场有效、政府有为,坚持遵循规律、

改革创新为基本原则。提出基于“人才—产业—城市”融合框架,构建产才城一体化发展的人才开发新模式,通过支持创新联合体人才协同攻关、特殊支持政策、特殊调配机制、特殊使用制度及营造集智攻关创新环境等方面开展关键核心技术攻关人才专项行动。

浙江大学行政管理研究所所长陈丽君教授围绕构建长三角一体化创新生态,激发人才创新活力展开论述,指出创新生态体系建设着力点为培育和引进国家战略人才力量,打造产学研融合的共建共享大科学装置、新型研发机构等,建议营造一体化共享的优质公共服务、开放氛围和人才生活环境,推出人才、科创和公共服务一体化联动政策和制度以及实施体制机制改革,构建激发创新活力的用人主体微观人才生态。

长城战略咨询高级合伙人王奋宇研究员主要围绕场景、人才与硬科技创业进行分析,指出场景是硬科技创业的起点,高端人才是硬科技创业成功的基石,场景创业需要多重能力的复合跨界团队,以确保将前沿的技术转换成为商业化的产品和服务。

中国航空学会民用飞机供应链首席专家张伟研究员主要围绕加快我国航空零部件制造产业化发展来论述,指出产业化发展须建设面向社会的、跨行业的供应链体系和管理平台,建设信息沟通、行业准入、产业基金、融资和服务平台,建设提供第三方服务的工艺技术研发、实验认证和创新中心等平台。

中国科协创新战略研究院创新评估研究所副所长张丽副研究员谈了关于国际科技创新中心建设的研究与思考。具体而言,一是推动创新资源集聚,加速国家战略科技力量布局;二是夯实企业创新主体作用,推动产学研深度融合;三是深化科技体制机制改革,持续优化创新生态;四是坚持开放创新,加强国际科技交流合作;五是激发人才活力和潜力,加快建设

世界重要人才中心。

3. 立足江西省区位产业特色，助力创新驱动发展

本次论坛还聚焦江西省具体区位特色、人才队伍建设、产业优势，为加速锻造科技创新强引擎，推动科技创新、人才培育和区域发展的深度融合，分享了“江西经验”，提供了针对性建议。

南昌大学期刊社社长钟贞山教授关注江西数字人才队伍建设的时代要求与应对策略，全面分析了江西数字人才队伍建设的整体情况，指出其在政策支持、人才培养、平台引才等方面取得了一定成绩，但还面临人才队伍总量不大、竞争力不强、产教融合培养机制不活等问题。未来队伍建设可从建好建强“高能式”数字平台，组建全省数字人才培养联盟，建立数字人才交流体系，健全数字（经济）人才队伍建设保障机制，实施数字人才链、数字经济产业链、数字技术创新链总链长与分链长制以及加强数字化基础人才培养等方面发力。

江西省委党校涂颖清副教授介绍了江西省“近悦远来”一流人才环境的政策对比研究。对比了江西省与中部其他省份的人才政策，认为江西省政策亮点包括人才引进政策更友好，更包容；注重引进高层次人才，奖励力度相对较大；培育优势重点产业人才。局限为规模上人才总量少与高端人才流失并存，重“人才引进”与轻“引才绩效”并存，常规性举措优与可操作性举措缺并存。未来，江西省可从多措并举壮大人才队

伍、激活“进、用、评”的人才链条、创新人才政策供给三方面着力打造“近悦远来”一流人才环境。

江西农业大学副校长贺浩华教授以江西农业大学为例，解析了地方农业高校引领区域发展的实践与探索历程。江西农大立足江西省人才政策和学校的发展历程，构筑人才强校引领区域发展实践，坚持人才强校战略，积极引领乡村人才振兴，以科技创新服务江西农业高质量发展。

江西财经大学智库建设中心陈洪章副教授主要分析了江西省第一大支柱产业—有色金属产业，在能耗双控、双碳政策以及高质量发展的新内涵下，如何解决诸多难题及人才困境，推动江西从有色金属资源大省迈向有色金属产业强省。一是要推进前沿信息技术在有色金属行业的应用，加大研发投入，加快实现新突破；二是要在人才培养上求突破，做好人才培养规划，创新人才激励机制，聚焦行业发展动向；三是要加大产业延链强链激励力度，深入开展领航企业培育行动，加快构建产业链集群体系；四是要积极淘汰落后产能，推广应用绿色技术，提高综合利用效率，创新监管方式方法，实现绿色发展。

王萌、李琦、梁思琪整理。

责任编辑：王萌 校对：李琦 梁思琪

注：21~34页文章内容均根据专家论坛报告整理而成。

实事求是闯新路

——浅谈科技创新驱动新产业发展的基本逻辑

江风益

(国家硅基LED工程技术研究中心, 江西南昌 330201)

我国与西方社会制度、文化传统、发展水平、地理环境不同, 所以我国的创新驱动发展不能简单套用西方的发展模式, 需要把握创新驱动发展的基本逻辑, 并在实施与发展过程中坚持实事求是的原则。

1. 创新驱动发展, 选对方向是前提

“四个面向”为创新驱动发展提供了大方向。随着全球进入大科学时代, 科学研究的复杂性、系统性、协同性显著增强, 创新朝着由点及线、由线到面、由面到体式立体性创新发展, 这给我国的创新发展带来很大发展空间。以创新驱动高质量发展, 一方面要实事求是闯新路, 不要照搬国外的经验; 另一方面要差异化发展, 避免低水平重复建设。此外, 还要注重从0到1的原始创新, 为可持续发展注入强劲动力。创新选题, 不宜太难, 坚持需求牵引、市场导向、适度超前的原则, 不蛮干、不犯颠覆性错误, 既要进行可行性论证, 也要进行不可行性论证, 协调好国家发展的大逻辑和区域发展的小逻辑。

2. 创新驱动发展, 整合资源是关键

大科学时代的创新非常复杂, 需要搭建大平台承担大项目, 开展有组织的科研活动。习近平总书记2019年在江西考察时提出的创新驱动发展“五链融合”思想, 包括创新链、产业链、人才

链、资金链、政策链五个链条。创新驱动关乎各种技术创新和产业上中下游发展, 同时人才也在其中发挥着重要作用, 需要组建研发、生产、销售、管理等环节宝塔结构人才队伍, 塔尖带头人、塔身骨干、塔基保障人员形成一个完整体系。此外, 创新驱动发展还需要政府、企业、社会、个人等投入研发和产业基金等资金链支持, 以及国家、省、市、区及所在单位等出台系列扶持政策。

3. 创新驱动发展, 机制体制是保障

建立快速反馈的机制体制, 实现基础研究到技术创新产业化一体化, 将科学发现、技术发明、产品创造有机衔接。2021年, 美国总统科技顾问委员会一号报告《未来产业研究院: 美国科技新模式》提出了美国创新驱动发展新范式, 目的在于应对新科技革命, 抢占科技制高点, 促进从基础研究、应用研究到新技术产业化创新链的全流程整合, 解决创新链上各环节之间的割裂问题, 建立从原始创新到产业应用一条龙的链条, 实现“理论探索、基础研究、工程化中试、产业化”一条龙。对于整个产业来讲, 以创新驱动高质量发展, 应从基础研究科技自立自强开始, 通过创新成果驱动中游和下游发展, 进而带动整个行业的高质量发展。

责任编辑: 王萌 校对: 李琦 梁思琪

作者简介: 江风益, 男, 中国科学院院士, 国家硅基LED工程技术研究中心主任。

青年科研能力培养与成才之路

陈义旺

(江西师范大学, 江西南昌 330022)

自党的十八大以来, 习近平总书记多次强调科技创新的重要性, 参观“十三五”科技创新成就展时强调提出加快实现高水平科技自立自强、2021年中央人才工作会议提出加快建设世界重要人才中心和创新高地。

1. 深刻理解科技创新重要论述

从马克思主义中国化的“理论逻辑”看, “科学技术是生产力”是马克思主义的基本原理, 习近平总书记提出的“四个面向”是马克思主义中国化的重大飞跃。从国家兴衰的“历史逻辑”看, 科技始终是推动国家、民族、整个人类社会向前发展的重要力量, 科技革命与国家兴衰密切相关。从经济社会发展的“现实逻辑”看, 从改革开放到新时代, 社会主要矛盾的转化, 必须要在科技创新上下功夫。从我国外部环境的“倒逼逻辑”看, 国际环境日益复杂, 不稳定性、不确定性明显增加, 新中国成立以来取得的很多成就都是在困境中被倒逼而取得的。从科技自身发展的“演进逻辑”看, 科技创新从“闲人的思想体操”到成为“独立的社会建制”, 再到今天成为经济社会发展的主导因素, 基础前沿领域已取得群体性突破。

2. 加快实现科技自立自强举措

实现科技自立自强, 一要坚持问题导向; 二要坚定理想信念, 牢记初心使命。要实现科技创新, 一方面, 企业要在具有自主知识产权的核心技术这一“命门”不断突破, 还要瞄准世界科技前沿, 抓住大趋势, 下好“先手棋”。另一方面, 要拆除阻碍产业发展的“篱笆墙”, 疏通应用基础研究和产业化连接的快车道, 完成科学研

究、实验开发、推广应用“三级跳”。此外, 还要坚持科技创新和制度创新“双轮驱动”, 在创新主体、创新基础、创新资源、创新环境等方面持续用力, 培养好人才成长“沃土”, 紧紧抓住创新这个“牛鼻子”, 打造非对称性“杀手锏”, 拥有自己的“一招鲜”, 等等。

3. 坚持科教协同育人发展战略

科研工作高校人才培养的重要载体, 同时又贯穿于文化传播和学科建设中, 在高校培养优秀人才、提高师资队伍素质、传播科学文化、学科建设等方面发挥着重要作用。具备领导能力和科研水平的领军人才, 一方面需具备以人品为根、以诚心为本、为事业奉献、为团队修身的基本素质; 另一方面需善于科研选题, 坚持有所为有所不为。此外, 还要以立德树人为根本, 不断提高谋事的本领和干事担当, 充分发挥主观能动性。

4. 学思践悟实现青年成才之道

青年成才成功的总路径包含两方面内容, 一是以德为先, 塑造自身的高尚品格、端正品行、高雅品味。二是增强综合实力, 提升发展能力。通过志存高远的目标引领、锐意进取的使命驱动、日积月累的本领提升、踏平坎坷的意志锤炼、潜移默化的人格升华, 努力成长为立德树人的师者、敢闯会创的学者、永不停息的思者、脚踏实地的行者, 以实现中华民族伟大复兴为己任, 增强建设世界一流大学的志气、骨气、底气, 不负时代、不负韶华, 不负党和人民的殷切期望。

责任编辑: 王萌 校对: 李琦 梁思琪

作者简介: 陈义旺, 男, 教授, 博士生导师, 俄罗斯自然科学院外籍院士, 江西师范大学党委副书记、副校长, 国家杰出青年基金获得者。

高水平人才高地建设的若干思考

申金升^{1,2}

(1. 中国科协战略发展部, 北京 100038; 2. 中国科协创新战略研究院, 北京 100038)

2021年9月中央人才工作会议强调, 深入实施新时代人才强国战略, 加快建设世界重要人才中心和创新高地, 提出在北京、上海、粤港澳大湾区建设高水平人才高地, 在一些高层次人才集中的中心城市建设和集聚人才的平台, 加快形成“3+N”战略支点和雁阵格局。

当今世界正经历百年未有之大变局, 新一轮科技革命加速演进, 国际环境日趋复杂。我国经济进入高质量发展阶段, 经济增长更多依靠科技进步和人才资源开发。当前, 我国人才资源规模总量大, 但人才发展质量与国家发展需求还有差距, 人才分布结构不均衡, 世界一流的顶尖人才数量较少, 人才引领科技创新、支撑产业竞争的效能尚待提升, 吸引集聚人才的环境有待优化。加快建设“3+N”高水平人才高地, 是抢抓机遇、应对挑战的重大战略举措。

1. 高水平人才高地内涵

我们可以从三个维度来理解: 在质量维度上, 高水平人才高地拥有规模宏大、素质优良的人才队伍, 在人才存量势能和发展动能上具备高位优势, 表现为高层次人才集聚和高水平推进人才事业发展。在地域维度上, 高水平人才高地建设以城市(及城市群)为基本单元, 城市作为科技创新和产业集聚的主要载体, 也是制度创新和突破性改革举措落地的责任主体, 在区域协同发展中占据分工优势。在领域维度上, 高水平人才高地能够引领科技前沿和重点产业发展, 在创新链产业链协同方面凸显人才引领作用和溢出效应。

2. 高水平人才高地的类型

以国外典型创新型城市发展经验为借鉴, 城市吸引集聚人才既有共性特征, 又各有侧重和特色, 大致可分为四类。一是科教资源密集型, 即世界一流高校、科研院所密集, 具备培养集聚大批高层次创新型科技人才的能力, 如美国旧金山湾区、美国波士顿、英国伦敦。二是产业发展驱动型, 即产业技术创新和制造业规模水平优势明显, 应用型科技人才和商业化人才汇聚, 如德国慕尼黑。三是资源要素汇聚型, 即城市更多依靠交通、金融、信息、技术等优势吸引跨国企业在当地布局全球创新链和产业链, 集聚优秀创新创业人才, 如美国纽约、日本东京湾区。四是制度环境优化型, 即积极为人才事业发展提供制度保障, 营造良好工作生活环境, 吸引人才长期居留创业发展, 如新加坡。

3. 高水平人才高地的建设策略

以城市为主体推进高水平人才高地和人才平台建设, 各地要在国家战略整体布局下, 结合地方实际突出特色优势, 从“三链两区”定位开创人才事业发展新局面。一是在创新链上成为科技创新引领者, 利用创新平台造就人才; 二是在产业链上做新兴产业的主导者, 利用产业平台成就人才; 三是在价值链上成为价值实现的加速者, 打造服务平台支撑人才; 四是打造深化改革先行区, 成为政策创新试点的探路者, 用改革红利激活人才; 五是打造区域协同示范区, 成为雁阵格局的领头雁, 通过互利共赢汇聚人才。

责任编辑: 王萌 校对: 李琦 梁思琪

作者简介: 申金升, 男, 教授, 中国科协战略发展部一级巡视员、中国科协创新战略研究院院长。

实施面向关键核心技术攻关的人才创新政策

徐军海^{1,2}

(1. 江苏人才发展战略研究院, 江苏南京 210023; 2. 无锡学院, 江苏无锡 214105)

习近平总书记在中央人才工作会议上明确提出, 深入实施新时代人才强国战略, 全方位培养、引进、用好人才, 加快建设世界重要人才中心和创新高地。这对新时代人才工作体系和人才发展方式提出了新的更高要求, 体系化、制度化培育国家战略人才力量成为人才发展的变革方向, 其中核心任务之一就是实施面向关键核心技术攻关的人才创新政策。

1. 关键核心技术人才队伍建设的底层逻辑

关键核心技术人才队伍可引领和带动整个技术的突围, 是引领科技自立自强的关键要素。加快建设关键核心技术人才队伍, 底层逻辑主要包括四方面。一是发挥集中力量办大事; 二是促进人才链—创新链—产业链—资本链的深度融合; 三是构建现代人才发展治理体系; 四是全面激发人才创新创造活力。

2. 关键核心技术人才队伍建设的基本原则

关键核心技术人才队伍建设依赖于人才组织化程度, 需坚持几个基本原则。一是坚持党管人才、一体推进: “五链融合”要求不同工作部门之间需打通壁垒, 形成合一体推进、协同创新的模式。二是坚持需求牵引、问题导向: 问题导向模式下, 需实现从清单化到项目化的转变, 进而从全链条关键点寻求突破。三是坚持市场有效、政府有位: 发挥新型举国体制优势, 关键核心技术人才队伍建设进程中, 政府与市场的关系并非单纯的“政府引导, 市

场主导”, 而是“政府有为和市场有效更好结合”。四是坚持遵循规律、改革创新: 尊重人才发展规律以及科技创新规律, 以体制机制改革广泛汇聚优势人才力量, 避免人才伪激励及逆向激励问题。

3. 关键核心技术人才队伍建设的举措

在尊重关键核心技术人才队伍建设的底层逻辑和基本原则的基础上, 未来建议从以下五方面推进人才队伍建设。一是通过支持创新联合体人才协同攻关, 绘制战略需求清单、发展需求清单、市场需求清单; 二是实施人才特殊支持政策, 如人才计划支持专项、创新资源一体化配置、加大金融支持力度等; 三是实施人才特殊调配机制, 以攻关任务定需求清单, 以攻关贡献论人才激励, 建立动态招募机制和利益补偿机制; 四是实施人才特殊使用制度, 如优化人才高地或人才平台布局, 推进“科研特区”, 采取“揭榜挂帅”“军令状”“赛马”等方式, 实施“科学家+企业家+工程师”“总指挥+技术总师”等制度; 五是营造集智攻关创新环境, 如大力弘扬新时代科学家精神, 落实创新免责和容错备案机制, 在住房安居、子女入学、健康医疗等方面给予优先保障等。通过以上措施尝试基于“人才—产业—城市”融合框架, 构建产、才、城一体化发展的开发新模式, 厚植创新型人才成长沃土。

责任编辑: 李琦 校对: 王萌 梁思琪

作者简介: 徐军海, 男, 研究员, 无锡学院副校长, 江苏省人才发展战略研究院副院长。

构建长三角一体化的创新生态 激发人才创新活力

陈丽君^{1,2}

(1. 浙江大学行政管理研究所, 浙江杭州 310058; 2. 浙江省人才发展研究院, 浙江杭州 310058)

习近平总书记在中央人才工作会议上明确要求, 深入实施新时代人才强国战略, 全方位培养、引进、用好人才, 加快建设世界重要人才中心和创新高地。纵观全球, 新冠疫情改变了世界竞争格局的同时, 人才价值受到各国前所未有的认可与重视。全球移民和非移民国家对高端人才的需求呈开放态势, 人才竞争持续加剧; 移民新政迭出, 精英化趋势明显。人才竞争倒逼形成具有国际竞争力的城市群, 同时国内区域人才竞争新格局呼唤区域协同增强。区域间会发生频繁的人才流动, 因而人才一体化是区域一体化发展的最重要支撑和高阶目标。

1. 长三角人才一体化发展的现实基础与挑战

长三角区域是我国最具经济发展活力、开放程度最高、创业创新能力最强的区域; 各城市具有较为均衡的发展状况、更频繁的制度创新的学习和扩散、更高的文化认同; 各城市在人才现状、经济发展和社会发展等方面, 也已形成“上海领跑、多方齐头并进、夯实特色”的发展格局。同时, 人才竞争也为一体化发展带来了挑战, 如同质化竞争, 排他性竞争, 竞价式竞争等现象频发。此外, 本位理念(府际竞争)、制度壁垒、公共服务环境和发展基础差距一定程度上也掣肘了人才一体化的发展。

2. 创新生态系统和人才生态系统的要素

硅谷成功的秘籍是打造了一个人才创新生态系统, 它包括: 各类创新要素集聚和高度融合(多元化人才、高校和企业集聚), 拥有完善的

知识产权保护制度、多元风险投资制度、促进产学研用充分融合等富有激励性的制度环境, 打造了非常活跃的人才、法务、财务等专业代中介市场, 以及营造了具有包容性文化氛围、高品质居住环境、完善的教育、健康、文化和艺术等服务的人才生活环境。因此, 创新生态系统包含三层次的内容, 一是要素层, 要素层中包含多元创新要素的综合集聚; 二是制度层, 通过一系列的体制机制触动多元创新要素的融合和激发; 三是空间层, 决定了创新要素的交换和协同。

3. 长三角创新生态系统建设着力点

创新生态体系建设的着力点应为培育和引进国家战略人才力量, 打造产学研融合的共建共享大科学装置、新型研发机构、科创平台等, 营造一体化共享的优质公共服务和开放氛围人才生活环境, 推出人才、科创和公共服务一体化联动政策和制度以及实施体制机制改革, 构建激发创新活力的用人主体微观人才生态。

要激发人才创新活力的微观人才生态建设, 重点有三: 一是打造梯次式团队、多学科交叉人才、专业化科研服务人员、稳定支持项目、学术讲座平台、研究中心等展示性机构。二是建立注重潜力的评价机制、宽松包容的考核机制、分类管理机制、鼓励团队联合攻关的激励机制(核心是容错机制)。三是开展对外开放的学术活动, 构建鼓励自由探索的科研文化环境、鼓励争鸣和批判性的学术讨论空间, 建立共享式知识交流载体, 弘扬科学家精神。

责任编辑: 李琦 校对: 王萌 梁思琪

作者简介: 陈丽君, 女, 浙江大学行政管理研究所所长、浙江省人才发展研究院院长。

江西数字人才队伍建设的时代要求与应对策略

钟贞山

（南昌大学，江西南昌 330031）

习近平总书记在《求是》2022年第2期发表的重要文章《不断做强做优做大我国数字经济》强调：“提高数字技术基础研发能力，打好关键核心技术攻坚战，尽快实现高水平自立自强，把发展数字经济自主权牢牢掌握在自己手中。”这为加强数字人才队伍建设助推数字经济发展指明了方向。

1. 江西省数字人才队伍建设现状与成绩

江西省委、省政府高度重视发挥数字人才在推进数字经济高质量发展中的重要作用，在数字经济高质量发展中培养和锻炼优秀数字人才，积极推进数字人才队伍建设工作。一是数字人才队伍建设的政策支持体系不断完善；二是数字人才培养步伐加快，成效日益显现，助推数字经济发展取得明显实效；三是数字技术与实体经济融合助推数字人才培养取得新进展；四是数字技术应用平台吸引汇聚了一大批数字人才为数字经济发展建功立业。

2. 江西数字人才队伍建设存在的困难和问题

整体来看，江西数字人才队伍建设还存在一些亟待解决的问题。具体而言，数字人才总量仍然不大，竞争力不强；数字人才的支持政策落实还不够到位，评价改革还需深入推进；数字人才产教融合培养机制不活，产教融合流于形式；企业数字人才流动流失较大，缺乏有吸引力的引育留用政策；数字人才队伍建设的体制机制和服务

平台还不够完善；数字人才队伍建设的政策环境和支持体系还有待进一步优化。

3. 加快江西数字人才队伍建设的应对策略

加强数字人才队伍建设，可以从以下六个方面发力。一是建好建强“高能式”数字平台有力吸引和培养高端数字人才，提高数字技术基础研发能力，开展数字关键核心技术攻关。创新企业、高校合作机制，建立大数据、人工智能等研发应用平台，大力培育“数字工匠”“数字工程师”。二是组建全省数字人才培养合作联盟，创新数字人才培养机制。鼓励高校与企业深度融合建立科产教融合平台。构建产、学、研、用协同创新体系，建立“1+1+N”数字人才培养模式。三是建立数字人才交流体系，出台专项政策，加强引才育才。加快推进江西与长三角、粤港澳大湾区数字人才一体化发展，完善数字人才的交流互动机制。四是健全数字人才队伍建设保障机制。健全评价制度，建立激励制度和加大财政支持。五是实施数字人才链、数字经济产业链、数字技术创新链总链长与分链长制，以区块链思维、大数据思维管理培育服务“数字人才”，以热情高效服务助推数字人才推动数字经济高质量发展。六是加强数字化基础人才培养。全面推进新工科、新医科、新农科、新文科建设，优化专业结构与课程体系。同时，把大众化数字技能培训纳入常态化科普活动。

责任编辑：李琦 校对：王萌 梁思琪

作者简介：钟贞山，男，南昌大学教授。

场景, 人才与硬科技创业

王奋宇

(北京市长城企业战略研究所, 北京 100101)

面对经济发展的压力, 实现经济稳增长的核心路径在于新动能的培育; 而新旧动能的转换, 需要科技创新驱动。以人工智能、航空航天、能源技术等为代表的“硬科技”正成为推动新一轮技术变革与产业革命的重要引擎, “创业式创新”是中国过去40年经济增长与发展的主要经验, 已经成为中国新经济发展的新动力。

1. 硬科技创业是区域稳增长新抓手

很多城市将硬科技创业作为推动科技创新、培育新经济的重要路径。我国已有许多城市提出硬科技产业培育相关计划及措施, 推动硬科技创业实践。北京市启动前沿技术企业培育计划, 西安市首提打造“硬科技之都”, 构建全国硬科技原始创新策源地, 合肥市发布“深科技”企业培育计划, 武汉市发布“光谷硬核科技十条”, 南京以科技创新为核心, 推动“创新名城”建设。具体来讲, 北京中关村持续关注前沿技术产业, 从2016年开始启动前沿技术企业的挖掘和培育工作, 每年发掘不少于30家的前沿企业, 并认定了一批硬科技专业孵化器, 鼓励硬科技创新创业。西安依托技术源头优势大力发展硬科技, 打造城市新名片, 发展光电芯片、航空产业、航天产业、生物技术、信息技术、新材料、新能源、智能制造、人工智能等领域。武汉着力突破集成电路、操作系统、高端数控机床、工控软件等领域关键环节和共性技术瓶颈, 打造一批核心、高端、基础领域“国之重器”。

2. 场景是硬科技创业的起点

场景是未来创新的驱动力, 培育新经济主体的新型手段。创造财富的核心问题就是要找到技术应用的场景, 场景是硬科技创业的起点, 新研发的深化。只有当技术创造了价值, 得到市场认可, 技术创新才得以实现。因此, 面向真实的需求, 以创意为起点, 在小切口上深耕, 依托伟大创业者组织资源, 实现商业爆发和技术突破, 是成果转化的新模式。场景中最大的需求是创意, 创新不是单纯的需求驱动, 而是由创意驱动, 是技术的创造性应用。

3. 高端人才是硬科技创业成功的基石

计划经济时代是“人才跟着产业走, 产业跟着自然资源走”, 新经济时代则是“产业、资本跟着人才走, 人才跟着创新生态走”。地方大力引进人才, 进而吸引各类资本、科创载体、研发机构等创新要素, 推进当地产业链发展。场景创业需要多重能力的复合跨界团队, 以确保将前沿的技术转化为商业化的产品和服务。政策制定时需考虑如何打造吸引高端人才的生态以及平衡对技术人才、投资人、商业拓展团队、管理人才等各种类型人才的吸引力。硬科技企业成长, 场景是起点, 但更需要有远大的目标愿景, 有技术产业化成熟的客观条件, 有可持续的商业化路径。

责任编辑: 梁思琪 校对: 李琦 王萌

作者简介: 王奋宇, 男, 研究员, 北京市长城企业战略研究所高级合伙人、副总经理。

地方农业高校引领区域发展的实践与探索 ——以江西农业大学为例

贺浩华

(江西农业大学, 江西南昌 330045)

高校要以习近平总书记关于新时代人才工作系列重要讲话精神为指引, 始终把人才作为强省之基、转型之要、竞争之本, 以求贤若渴之心做好新时代人才工作。在地方农业高校引领区域发展的实践与探索进程中, 江西农业大学是一个典型案例。

1. 指导思想

一是以习近平总书记关于新时代人才工作的一系列重要讲话精神作为指导思想, 发展是第一要务, 人才是第一资源, 创新是第一动力。二是树立强烈的人才发展意识, 要始终把人才作为江西省强省之基, 转型之要, 竞争之本, 以求贤若渴之心做好新时代人才工作。

2. 江西突出人才引领发展的战略地位

江西省在突出人才引领发展方面已开展一些工作, 以刀刃向内的勇气深化人才改革, 以时不我待的紧迫感引才育才。江西省“双千计划”人才工程举办才聚江西, 智慧赣鄱高层次人才对接招聘, 树立不求所有、但求所用的理念, 创新柔性引进人才。一方面, 以高能级平台聚才用才, 与中科院共建赣江创新研究院、赣江中药创新中心、庐山植物园、江西产业技术创新与育成中心等一批“国字号”创新平台。另一方面, 以优质服务爱才惜才, 创建服务人才创新示范基地, 创新人才金融服务, 设立省人才创新引导基金, 完善人才生活服务, 推动人才服务信息化。

3. 江西农业大学构筑人才强校, 引领区域发展实践

江西农业大学共孕育13名院士, 为推动国家发展贡献了巨大力量。江西农业大学以建设有特色高水平农业大学为目标, 确立了“以农为优势, 以生物技术为特色, 多学科协调发展”的发展思路; 立足江西省人才政策和学校的发展历程, 坚持人才强校战略, 以人才强校引领区域发展实践, 积极引领乡村人才振兴, 以科技创新服务江西农业高质量发展。

“三农”问题始终是关系到国计民生的全局性和根本性问题, 培养造就一支懂农业、爱农村、爱农民的“三农”工作队伍, 始终是江西农业大学的职责和使命。学校依托农、林、牧等学科特色和优势, 通过科技创新引领、成果转移转化、对口支援帮扶、政策决策咨询等方式途径, 为破解“三农”问题精准发力。学校积极引导服务农业, 服务农村, 在各地乡村振兴过程中发挥重大作用, 形成一支由200余名教授、博士组成的科技特派团, 成为行走在赣鄱大地的流动专家, 与500余个农业龙头企业建立科技服务关系, 精准扶贫示范基地72个, 累计开展培训800余期, 培训“新农人”5万余名, 推广和解决关键技术2000多项。不断完善科技社会服务体系, 紧盯“三农”发展瓶颈问题, 以科技服务和人才支撑助力乡村振兴, 服务江西大农业。

责任编辑: 梁思琪 校对: 李琦 王萌

作者简介: 贺浩华, 男, 教授, 博士生导师, 江西农业大学副校长。

加快我国航空零部件制造的产业化发展

张 伟

(中国航空学会, 北京 100107)

现代飞机由数以万计的零件、部件、系统组成, 每一个零件、部件和系统件都需要经过设计、制造、试验和验证等环节, 这些环节的综合就是现代航空零部件制造业。广义上, 航空零部件涵盖了除飞机总装和发动机总装集成之前的所有上游产品, 包括前端的锻铸件、零件、组件和中间环节的分系统、大部件。航空零部件构成了航空制造业巨大的金字塔基座, 没有强大的航空零部件制造能力, 就无法研制先进的飞机, 航空制造业就是空中楼阁, 无本之木。

1. 产业化发展的战略意义

航空零部件产业化是世界先进航空制造业的发展趋势, 飞机主制造商逐步向总装集成商发展, 在剥离旗下的零件制造工厂的同时, 逐步扩大零部件外包的比例, 客观上促进了航空零部件制造商成为独立的产业主体; 在外包过程中, 主制造商逐步建立了一套科学合理、内涵完善的供应链管理体系; 经过多年的演化发展, 航空零部件制造已形成一个专业分工更为精细、产业基础融入国民经济中的产业; 在国家与主发展商的引导下, 航空零部件产业呈现集群化发展的特点。

航空零部件的产业化发展对于我国建设制造强国和航空强国战略意义重大, 对我国从“制造大国”到“制造强国”转变具有突出的标志性作用和显著的带动作用, 也是航空工业与其他行业融合发展的切入点、突破口和必然选择; 必须提升到国家战略的高度来进行统筹规划和政策支持, 大力加强航空零部件制造能力。

2. 产业化发展的基础和差距

目前中国航空制造资源包括航空工业企业、民

营中小型企业、技术同源企业、国外独资及合资企业四类。其中, 航空工业企业仍然是航空零部件制造主力军和国家队, 同时也是飞机整机的责任主体, 代表国家最高水平, 获得相关的制造资质和认证, 国内外业务经验丰富, 拥有优秀的人才队伍。

与世界先进水平相比, 我国航空零部件制造在规模、层次和技术、产业组织效率、资质和认证等方面还存在差距, 其问题实质包括: 一是尚未形成相对独立和市场化的产业主体、专业化的供应商、开放型的供应链和高效率的管理体系, 二是关键制造技术能力不足, 核心和专利技术等技术储备不足, 三是高度依赖国外的相关航空制造认证体系(尤其是民用航空); 四是缺乏产业化运作实践, 产业化发展尚处在初级阶段。需要根据现有基础, 及时并有针对性地解决存在的相关问题。

3. 产业化发展的几点意见和建议

航空零部件产业化发展, 一是须建设面向社会的、跨行业的供应链体系和管理平台; 二是建设信息沟通、行业准入、产业基金、融资和服务平台; 三是建设提供第三方服务的工艺技术研发、实验认证和创新中心; 四是充分利用国家现有政策深化市场牵引和国际合作; 五是要大力培养和建立推动产业化发展的人才队伍。

总之, 航空零部件产业化发展需要国家、行业、企业和社会资源达成共识和共同参与, 把建设开放性供应链和高效管理体系作为发展战略的重要组成部分, 主动应对新技术革命带来的变化和挑战, 建立符合产业化发展的人才队伍和良好成长环境, 增加制造资源, 提升科学供应管理能力, 尽快提升我国航空零部件制造的整体水平和国际竞争力。

责任编辑: 梁思琪 校对: 李琦 王萌

作者简介: 张 伟, 男, 研究员, 中国航空学会民用飞机供应链首席专家。

锚定万亿目标 强化人才驱动

——推动江西从有色金属资源大省迈向有色金属产业强省

陈洪章

（江西财经大学，江西南昌 330013）

有色金属产业是江西省的第一大支柱产业，能耗“双控”“双碳”政策以及高质量发展的新内涵，对有色金属产业做大做强提出了新要求。推动有色金属产业进一步健康、快速、有序发展，提升产业核心竞争力，是实现从有色金属资源大省迈向有色金属产业强省必然要求，也是促进2030年江西实现碳达峰的重要抓手。

1. 江西有色金属产业在全国的优势和地位

依托江西省丰富的有色矿产资源，江西有色金属行业发展迅猛，规模不断扩大，水平持续提高，已成为江西第一大支柱产业，是目前江西重点培育的“万亿级”产业，是江西制造业当之无愧的“压舱石”，江西已成为我国重要的有色金属矿产开采和生产基地，产业涉及多个方面：有色金属矿产开采及冶炼、新能源及材料开发、一带一路国际贸易及海外项目、产业基础高级化和产业链现代化等。其中铜、钨、稀土等重点产业主要产品和产量位居全国前列。江西省具有良好的矿产资源及生产制造基础，具备良好的政策扶持，国际贸易规模扩大且势头良好。

2. 江西有色金属产业转型升级面临的难题及人才困境

一是随着能耗“双控”与“双碳”政策落实，政策效力日益强化，降耗诉求更加强烈，有色金属产业发展面临新挑战；二是相关行业人才

储备不足，产业陷入人才困境，行业领军型创新创业人才及专业技术人才缺乏，一线高级技师及设备、管理相关人才缺乏；三是有色金属产业存在环境污染问题，污染遗留问题亟待解决、污染监管能力有待加强、污染治理水平有待提升，生态修复压力巨大。

3. 推动江西从有色金属资源大省迈向产业强省的思考及建议

一是要在动能转换上“下真功”，让有色更出色，推进前沿信息技术在有色金属行业的应用，加大研发投入，坚持“以铜为本、转型升级、多元发展、双循互促”发展思路，运用物联网、大数据、人工智能等技术，推动设备、物料、能源等资源的数字化汇集，加大研发投入，加快实现新突破；二是要在人才培育上“求突破”，为有色加亮色，创新人才引进机制，做好人才培养规划，聚焦行业发展动向；三是要在产业集聚上“争一流”，给有色添特色，加大产业延链强链激励力度，深入开展领航企业培育行动，坚定不移走集聚集约发展之路；四是在绿色发展上“走前列”，使有色更绿色，积极淘汰落后产能，推广应用绿色技术，加强矿产资源整合，提高综合利用效率，加大有色金属循环利用，创新监管方式方法，夯实有色金属产业安全管理基础，实现绿色发展。

责任编辑：梁思琪 校对：李琦 王萌

作者简介：陈洪章，男，江西财经大学智库建设中心（社会与经济发展研究院）副教授，江西省现代产业发展研究院研究员。

关于国际科技创新中心建设的研究与思考

张 丽

(中国科协创新战略研究院, 北京 100038)

习近平总书记高度重视创新高地建设, 亲自谋划部署了北京、上海、粤港澳大湾区三大国际科技创新中心, 要求遵循创新区域高度集聚的规律, 建成具有创新示范和带动作用的区域性科技创新平台。

1. 研究起点

对于科学、技术、产业、制度融合发展规律的认识是本研究的逻辑起点。很多学者研究共识认为, 科学、技术、产业三者之间的关系, 是逐步从相对分离发展到相互融合促进, 进而实现一体化发展的。制度作为科技创新的重要保障, 与科学技术之间存在互相依存、互相促进的关系。通过国家创新体系和创新生态系统的理论视角来看, 这种一体化的融合发展, 使得参与科技创新的主体活动日益多样化, 主体间的联系也变得复杂化网络化, 逐渐演化形成创新系统。通过制度规则进行价值共塑、利益共享和风险共担, 形成一个相对稳定、自我进化的组织联合体。创新资源相互吸引, 多个创新主体聚集在一定的地理范围内, 则形成了创新高地。建设国际科技创新中心要坚持科技创新与制度创新“双轮驱动”, 强化企业创新主体地位, 推动科学、技术、产业深度融合, 进一步厘清政府与市场的关系, 以制度创新为科技创新打造良好生态, 实现经济社会高质量发展。

2. 主要发现

近年来, 中国科协创新战略研究院创新评估研究所组织开展了多项国家科技创新相关战略、规划、政策、产业、区域发展、科研组织基地、社会与环境等方面的第三方评估, 为国家和地方制定科技创新战略、规划和政策, 促进区域高质量发展提供了多项决策咨询建议。在开展双创示范基地建设评估, 京津冀和上海开展的全面创新改革试验评估, 粤港澳大湾区科技创新中心建设研究以及北京市“三城一区”创新能力监测评价等研究的基础上, 总结归纳出建设国际科技创新

中心的经验做法: 一是推动创新资源集聚, 加速国家战略科技力量布局。二是强化企业创新主体作用, 推动产学研深度融合。三是深化科技体制机制改革, 持续优化创新生态。四是坚持开放创新, 加强国际科技交流合作。五是激发人才活力和潜力, 加快建设世界重要人才中心。

3. 几点启示

不同地区拥有不同自然禀赋和发展条件, 国家赋予的定位和使命也不相同, 建设区域创新高地, 要将国家发展目标与地区发展目标深度结合, 因地制宜, 突出特色。建议江西:

一是坚持人才优先发展, 激发创新人才活力和潜力。强化人才自主培养, 重点培养优秀学术带头人, 加强基础学科拔尖人才培养。建立人才分析研判机制, 按需分类制定引才政策。深化职称制度改革, 创新人才评价机制。

二是着力增强企业创新动力, 加强产学研协同创新。推动各类创新要素向企业集聚, 全面激发企业创新的积极性主动性。要加强对科技型中小企业的支持力度, 加快培育一批细分领域隐形冠军和专精特新企业。加快构建产学研协同创新机制, 深化企业与高校、科研院所的产学研合作, 促进成果转化, 持续赋能产业升级。

三是深化简政放权, 营造良好创新生态。持续加强服务企业力度, 简化行政审批流程, 给予市场主体更大经营自主权。完善企业信用分级分类监管标准, 引导银行业金融机构优化贷款审批流程、提高贷款审批效率。加强知识产权法制化建设, 提升知识产权保护效能和治理水平。

四是着力提升公民科学素质, 夯实创新发展的社会基础。坚持把科学普及放在与科技创新同等重要的位置, 推动科普全面融入经济社会发展之中, 切实发挥科普在培育科学精神、培养科技创新人才、营造社会创新氛围等方面的重要作用。

责任编辑: 李琦 校对: 李琦 梁思琪

作者简介: 张 丽, 女, 博士, 中国科协创新战略研究院创新评估研究所副所长。

中小企业开展产学研深度融合的路径与对策研究

陈建安, 李燕萍

(武汉大学中国产学研合作问题研究中心, 武汉 430072)

摘要: 本文调查分析了527家中小企业, 论述其开展产学研融合存在的问题, 分析“互联网+”对中小企业实现产学研深度融合的赋能前景、现状和困境, 并提出助力中小企业开展产学研深度融合的对策。结果表明, 中小企业开展产学研深度融合进程中资源对接和承载能力不足; 中小企业偏好松散型合作方式以及多形式科技服务难以满足中小企业的期望需求。未来, 可从地方政府在中小企业开展产学研深度融合中当好主导者、服务者和引导者, 支持科技服务业积极拥抱互联网和集群化发展, 以设立“产学研深度融合人才特区”催生科学家创业者以及推进“互联网+”实验室和中试基地工程四方面助推中小企业开展产学研深度融合。

关键词: 中小企业, 产学研深度融合, 互联网+, 赋能

近年来, 阿里巴巴、海尔、百度和腾讯等公司已成为全球性的重要创新者, 并引起了广泛关注。此外, 数以千计的创新型公司(包含隐形冠军、技术挑战者、变革者)正在悄然颠覆众多行业, 超越现有企业, 开发新产品和新商业模式^[1]。这些创新型公司中, 大量中小企业成长为我国技术创新的中坚力量, 例如科大讯飞、大疆无人机、晶科电子、商汤科技、四方光电、武汉库柏特。尤其是北京证券交易所的成立, 更加表明“专精特新”中小企业备受社会关注和资本青睐。中小企业向“专精特新”发展, 必然要以创新为驱动。中小企业参与技术创新分工中存在产学研结合和与大企业合作两条路径。例如, 上海、广东等地鼓励大企业与中小企业协同创新, 支持“专精特新”中小企业进入央企和民营大企业的产业链、供应链和创新链, 打造有利于中小企

业创新发展的生态系统。但是, 能够进入大型企业产业链、供应链和创新链的中小企业毕竟是少数。对于大多数的非“专精特新”中小企业来说, 通过产学研深度融合来实现高质量发展成为普遍共识和必由之路。

1. 中小企业开展产学研深度融合的路径与现状

产学研深度融合是产学研合作围绕“实现科技同产业无缝对接”的目标, 从联合到结合不断深化与发展的结果。其表现为产学研伙伴与合作模式多样, 且关系紧密、程度深入^[2]。基于科学的创新链包括创新需求、基础研究、应用研究、设计开发、试制改进、生产销售、产业化扩散等核心环节^[3], 其中创新需求、基础研究、应用研究、设计开发和试制改进属于研发阶段, 生产销售、产业化扩散属于商业化阶

作者简介: 陈建安, 男, 博士, 副教授, 研究方向为人力资源管理、创新创业管理。

李燕萍, 女, 博士, 教授, 研究方向为人力资源管理、产学研合作。

项目来源: 中国科协创新战略研究院科研项目《产学研深度融合的路径研究》(项目编号: 2021-pgs-005)。

段。如图1所示, 中小型企业 在创新需求、基础研究、应用研究、设计开发和试制改进每个环节均能介入产学研合作创新网络, 实现科技同产业无缝对接的产学研深度融合。根据介入的

环节差异, 中小企业实现产学研深度融合的路径存在前端贯穿式、中端嵌入式和后端承接式三类路径。

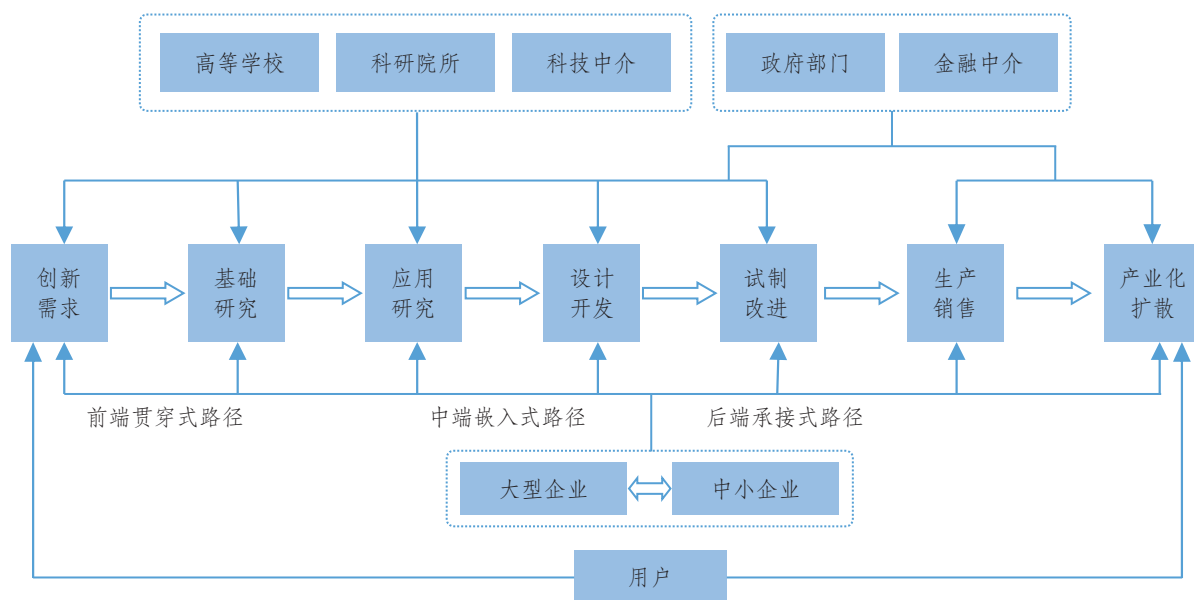


图1 中小企业介入产学研深度融合网络的路径

1.1 前端贯穿式路径

基础研究是科学创新的“最先一公里”，实现科技“从0到1”突破的根源所在。2021年的中央政治局730会议将“专精特新”企业发展上升至与制造业补链强链、解决“卡脖子”难题联系起来高度，对“专精特新”中小企业承担基础研究寄予厚望。深圳等创新活力强的城市非常重视原始创新，将对科研投入的财政支持重点从应用研究向基础研究转移，例如深圳市基础研究领域的科研投入在2021年扩大至46%^[4]。并且，研发能力强的中小企业也是高校、科研院所青睐的合作对象之一。研发能力较强的中小企业从基础研究环节介入产学研合作创新网络，希望实现从“专精特新”到“隐形冠军”的成长，成为新兴产业发展的主要引领者。前端贯穿式路径的具体实现形式分为协同创新、契约合作和一体化三种模式。

协同创新模式。该模式是指中小企业和高校、科研院所组建联合研发团队，瞄准科技前沿，开展前瞻性基础研究，引领原创成果技术突

破。在该模式下，中小企业对产业方向的前瞻性有理解力，能够串起从研发到产业化的前后端链条。例如，绿的谐波由创始人左昱昱率领研发团队所在实验室，实现我国谐波减速器从0到1的突破，且之后与哈尔滨工业大学、上海交通大学、大连理工大学等高校组建联合研发团队，推动谐波传动技术的前沿发展。

契约合作模式。该模式是指中小企业基于契约形式，依托高校、科研院所的研发力量开展源头性的前沿性研发。在分工上，高校、科研院所的专家学者做研发，中小企业主动跨向学术界寻求合作，从事产业化。例如，科大讯飞由一群大学生创业团队在1999年创立，在2000年与中国科学技术大学、中国社会科学院共建实验室，整合核心源头的技术资源，成为中国最大的智能语音技术提供商。

一体循环模式。该模式是指高校或科研院所的科技人员创办企业，直接转化自己的研究成果，或者把科技成果转化为成熟的技术，然后把

这些产品和成熟的技术转移到大企业进行批量生产,实现“学”“研”“产”一体化再到“学”的自我良性循环。这种模式快速激活高校和科研院所的智力和技术资源,很多科学家从学术界走向产业界,不断地孕育和改进原始创新。例如,中南大学的科学家(何继善院士、夏家辉院士、刘业翔院士等)在“两个70%”¹政策鼓励之下,纷纷创办学科性公司,转化自己的科技成果;华中科技大学的熊友辉博士留校在煤燃烧国家重点实验室研发出满足市场需求的前沿技术,后创立武汉四方光电科技有限公司,从事自主知识产权的红外气体传感器和分析仪器的研究与产业化;武汉大学特聘副研究员李森致力于柔性机器人与学习算法研究,创办武汉库柏特科技有限公司,提出工业机器人智能操作系统。

1.2 中端嵌入式路径

应用研究和设计开发是需求驱动的研发创新,实现科技“从1到N”突破的根源所在。技术实力较强的中小科技企业在各自熟悉的领域,与高校、科研院所从应用研究或设计开发两个环节介入产学研合作网络,推动科技成果完成从实验室到生产线的转变,希望迈向“专精特新”企业的发展之路。中端嵌入式路径的具体实现形式分为协同创新和契约合作两种模式。

协同创新模式。该种模式是指研发需求和创新需求大的中小科技企业或地方政府组织本地的中小企业主动与大学、科研院所共建研究机构、产业学院、反向飞地创新园等,加速科技成果向应用创新和设计开发转化。例如,旷视科技自2011年创立伊始,瞄准硬核的AIOT(人工智能技术与物联网在实际应用中的落地融合),先后与西安交通大学、香港科技大学和上海科技大学等成立联合实验室,与南京大学人工智能学院联合建立人才实训基地;福州

大学和福建省龙岩市永定区共建福州大学永定区飞地科技园,实现“孵化在福大、转化在永定;研发在福大、生产在永定”的合作。

契约合作模式。该种模式是指实力较强的中小科技企业基于契约形式,依托高校、科研院所的研发力量开展应用创新和设计开发,包括委托高校或科研机构开发企业需要的技术、共建博士后流动站等。例如,柯力传感先后与华中科技大学合作开发“称重传感器对中划线仪技术”,与浙江大学合作开发“传感器数字化设计和模拟分析系统”,与中科院宁波材料所联合开发“基于磁致伸缩材料的汽车称重传感器的研发及其产业化”。

1.3 后端承接式路径

“试制改进”是打通科技创新转化应用的“最后一公里”,实现科技不断升级的根源所在。实力较弱的中小企业按照“院校管科研、企业管转化”的原则,从“试制改进”环节介入产学研合作网络,承接科技成果转化,希望迈向中小科技企业的发展之路或实现综合竞争力跨上一个新台阶。后端承接式路径的具体实现形式分为技术转让和联营公司两种模式。

技术转让模式。该模式是指有一定经济实力和技术消化能力渐强的中小企业和高校、科研院所之间开展技术对接和转化,在接近产业化的创新链后端深挖应用场景。在该模式中,企业成为技术吸纳和科技成果转化的主体,高校、科研院所是科技成果的资源池,中介服务机构和政府是“红娘”。

联营公司模式。联营公司模式包括高新技术产业研究院、高科技企业等多种形式,致力于推进科技成果转化。大部分中小企业科技实力和经济实力薄弱,对科技成果的承接能力较弱,难以受到高校和科研院所的青睐,因此部分地方政府

¹ 中南大学的“两个70%激励政策”:教授专家办企业,其技术类无形资产作价入股,作价入股总额的70%给予技术持有者;结余横向科研经费入股科技型公司时,课题组成员持股70%。

或科技园出面组团承接高校或科研院所科技成果的转化。由地方政府资助的高新技术产业研究院集技术经理人、风投机构、孵化器等多重角色,已经从科技成果转化的实践者延伸到技术创新的研发商,正扩展为助力中小企业技术创新微生态的构建者。例如,整合咸宁市内政府、高校、企业资源成立的湖北香城智能机电产业技术研究院,旨在帮助当地机电产业的中小企业解决生产技术难题。

2. 中小企业开展产学研深度融合存在的问题

针对中小企业量大面广和向高质量发展趋势,此次调查以527家中小企业为对象(均由企业中高层填写问卷),评估产学研合作的现状。在这527家企业中,人员规模均在500人以内;其中信息传输、软件和信息技术服务企业占到1/3,制造企业占到1/4,其他行业企业占比均不超过10%;高新技术企业占比66.22%,非高新技术企业占比33.78%;71.73%的企业入驻当地产业园区;68%的企业位于省会城市,20%的企业位于非省会城市,12%的企业分布在县城区(县级市)和乡镇;位于北京、上海、广东、江苏、浙江、湖北的企业数均在40家以上,山东、湖南、福建、江西、河南、安徽、四川的企业数均在20~40家之间,除海南、台湾、新疆、西藏和青海之

外的其他省份的企业数均在20家以内。

2.1 中小企业资源对接和承载能力不足

自从2020年以来,新冠肺炎疫情对风险抵抗力较弱的中小企业带来了前所未有的市场萎缩和资金困境,但是面对研发人员不足、研发资金缺乏、技术不够雄厚等难题,众多中小企业仍然着手产学研方面的布局。70.97%的中小企业曾经开展过产学研合作活动,91.08%的企业继续或者计划在未来开展产学研合作活动。中小企业对产学研合作能够解决创新能力短板的认知达成共识,从被动参与转向主动寻求产学研合作。如图2所示,应对市场竞争与对手带来的生存压力(63.76%)、跟踪行业或领域的技术发展前沿(59.58%)、开拓市场的需求(55.22%)、获得来自其他单位的强大技术支持(52.75%)和培养人才的需要(50.66%)五个方面是中小企业开展产学研合作的主要动力源。当然,申请政府经费项目或资格认证需要,或者完成上级单位或政府下达任务两个方面也是近四成(38.90%)的中小企业开展产学研合作的动力源之一。

中小企业由于创新资源短缺,在技术创新时需要对接大量外部资源^[5]。单项冠军企业、专精特新“小巨人”企业及“隐形冠军”企业成为科研院所及高校开展产学研合作和科技成果转化的

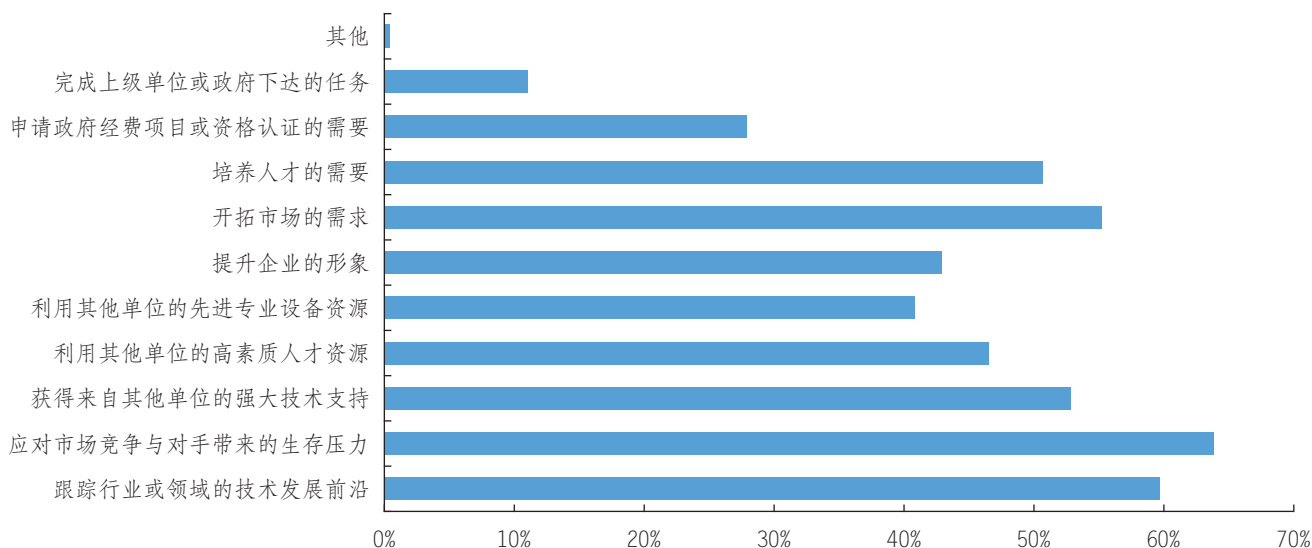


图2 中小企业开展产学研合作的主要动力源

承载地。但是，众多中小企业在寻找资源和合作的过程中面临资源对接能力和承载能力相对薄弱的挑战，遇到或面临的各种障碍具体如图3所示。来自技术提供方（高校、科研院所）的障碍主要包括以下四个方面，即举办的产学研相关活动与企业需求的技术（或服务）差异性较大，很难找到合适的伙伴（53.32%）、研发成果达不到企业技术要求或难以产业化（48.58%）、产学研相关活动的宣传渠道太少，无法及时获知相关信息（43.64%）、合作伙伴的研发能力不足（33.78%）。来自中小企业自身的障碍主要包括以下五个方面，即企业缺乏转化技术的人才、设备（39.66%）、企业缺乏转化技术的财力（25.43%）、企业在合作中的主动权太小（24.67%）、企业不能把市场需求转化为技术需求（24.67%）以及企业自主的技术吸取能力弱或后续二次开发能力弱（22.20%）。

2.2 中小企业偏好松散型合作方式

中小企业寻求产学研合作伙伴的三种重要渠道包括以下三个方面：通过所在行业协会等类似组织获得相关信息（76.47%）、参加由政府

府牵头组织的产学研活动（64.53%）、主动与高校或科研院所取得联系（64.14%）（如图4所示）。65.65%的中小企业对接过政府组织的科技特派员（或科技专员、科技副总）服务。如图5所示，科技特派员在促进企业与高校、科研机构之间的交流沟通（65.65%）、协助企业研发新产品与新技术（61.29%）、培养企业的技术人员（59.77%）、帮助企业确立产业和技术进展方向（57.31%）、帮助企业凝练技术需求（49.15%）五个方面发挥重要功能。

中小企业开展产学研合作模式的形式多样。如图6所示，合作开发（73.24%）、人才培养（59.77%）和技术服务或咨询（56.93%）三种方式是中小企业常用的产学研合作方式，技术入股（40.42%）、共建研发机构（40.42%）、委托开发（32.64%）及技术转让（31.12%）四种方式也是部分企业选择的产学研合作方式，也有少数企业希望通过组建联营企业（24.29%）、共享仪器设备（21.63%）和共建博士后流动站（15.18%）三种方式开展产学研合作。但是，总体来说，由于中小企业缺乏产学研合作的主导地位和能力，或者高校和科研院所人员将服务企业视为副业

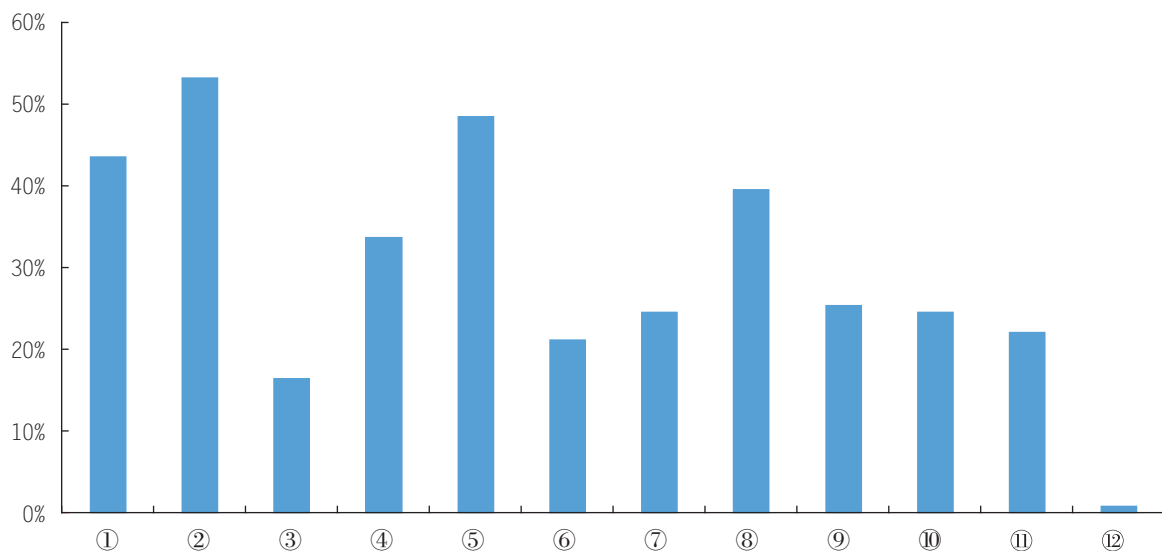


图3 中小企业开展产学研合作遇到或面临的主要障碍

注：①产学研相关活动的宣传渠道太少，无法及时获知相关信息；②举办的产学研相关活动与企业需求的技术（或服务）差异性较大，很难找到合适的伙伴；③合作伙伴缺乏诚信；④合作伙伴的研发能力不足；⑤研发成果达不到企业技术要求或难以产业化；⑥在收益分配上产生分歧；⑦企业在合作中的主动权太小；⑧企业缺乏转化技术的人才、设备；⑨企业缺乏转化技术的财力；⑩企业不能把市场需求转化为技术需求；⑪企业自主的技术吸取能力弱或后续二次开发能力弱；⑫其他。

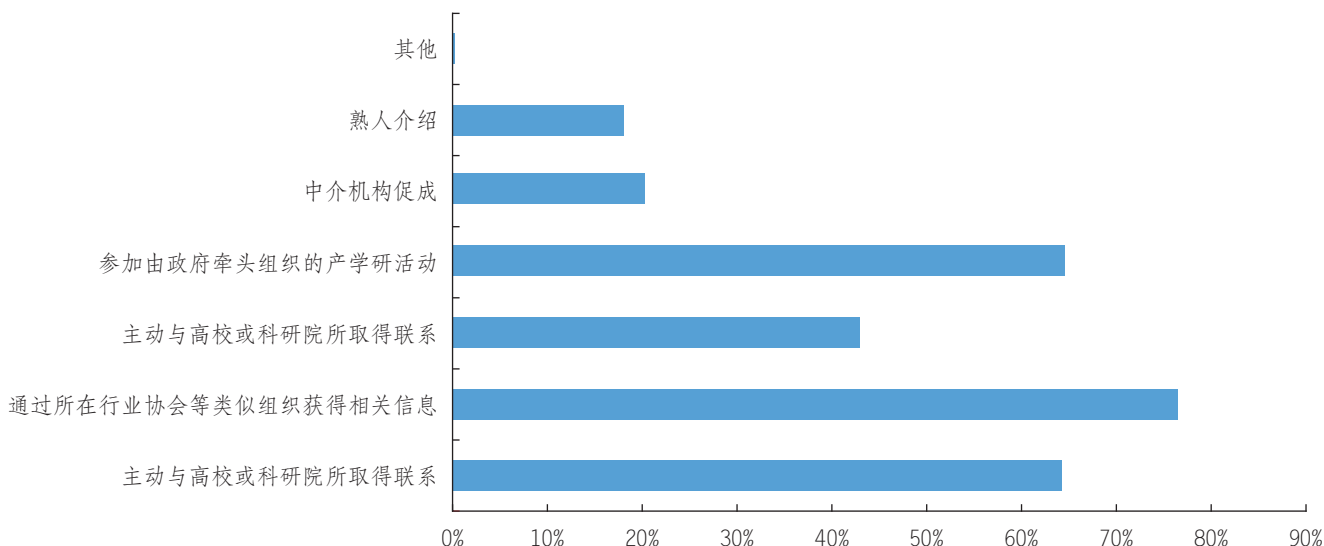


图4 中小企业寻求产学研合作伙伴的主要渠道

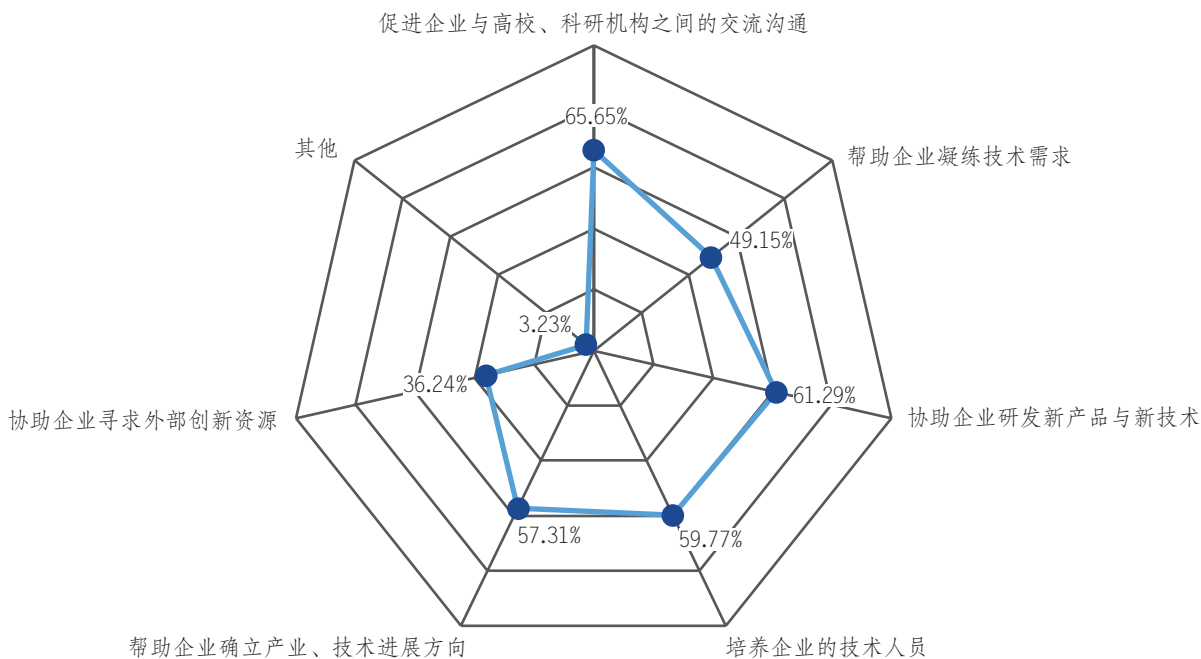


图5 科技特派员在中小企业已经或被期望发挥的作用

(缺少孤掷一注的情怀或责任感), 中小企业主要开展或偏好松散型的产学研结合形式。

2.3 多形式科技服务难以满足中小企业的期望需求

政府和科技中介机构在“学”“研”与“产”之间发挥“粘合剂”和“桥梁”作用, 一直在探索如何为企业提供更便捷、高效、智能的产学研服务。面向市场运作的科技中介服务机构快

速崛起, 例如杭州绿组信息科技有限公司、中部知光技术转移有限公司; 由民营投资和市场化运营为企业提供研发服务的共享实验室不断涌现, 例如提供半导体分析测试服务的胜科纳米、提供生物医药及生命科学领域测试研发服务的斯坦德集团。这些中介服务机构和共享实验室成为产学研结合的新型纽带之一。

相对大企业来说, 中小企业更期望政府、服务机构提供产学研合作全方位和全过程服务。

如图7所示，中小企业期望的主要服务需求包括帮助企业寻找外部创新资源（人员、设备等）（59.77%），帮助企业精准选择和对接合作院校或科研人员（58.82%），提供产学研合作的信息、咨询和评估服务（56.74%）和出面组织开展产学研合作活动（50.66%）四个方面。部分中小企业则期望政府或服务机构帮助企业挖掘和凝练技术需求（47.25%），带领企业走访院校和寻求

支持（43.64%），提供技术交易、转移和知识产权相关服务（38.90%）以及提供产学研合作的协议签订、过程管理相关服务（31.50%）。但是，当前市场化的科技中介和技术推广类机构普遍规模较小，主要提供产学研前期的信息对接、沟通接洽，而在后期的跟踪管理等环节提供相关服务偏少，难以满足中小企业对产学研结合中后端服务的日益增长需求。

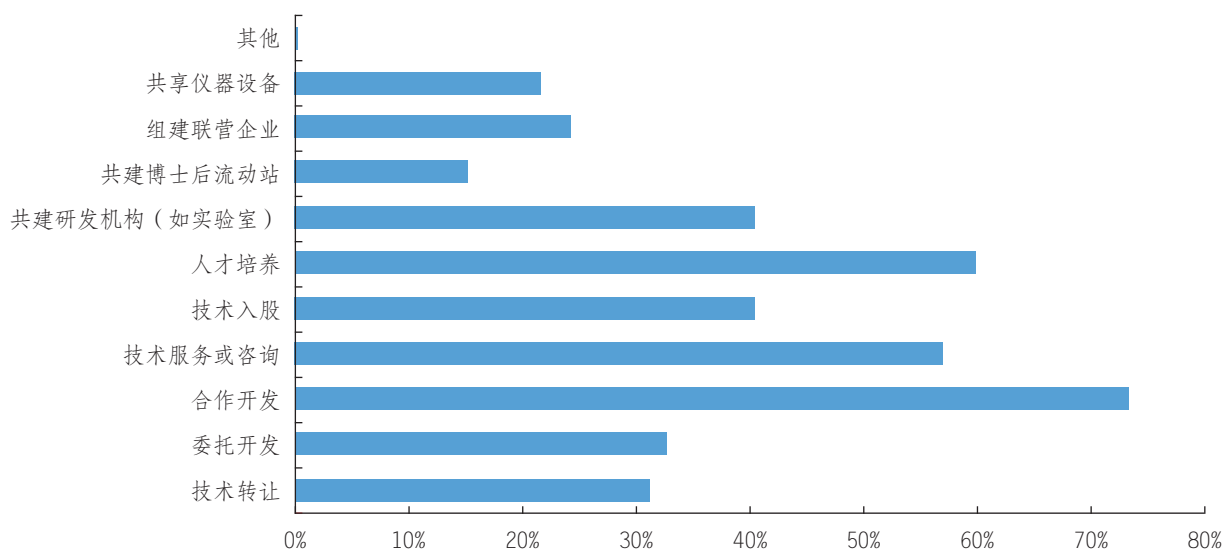


图6 中小企业选择或偏好的产学研合作方式

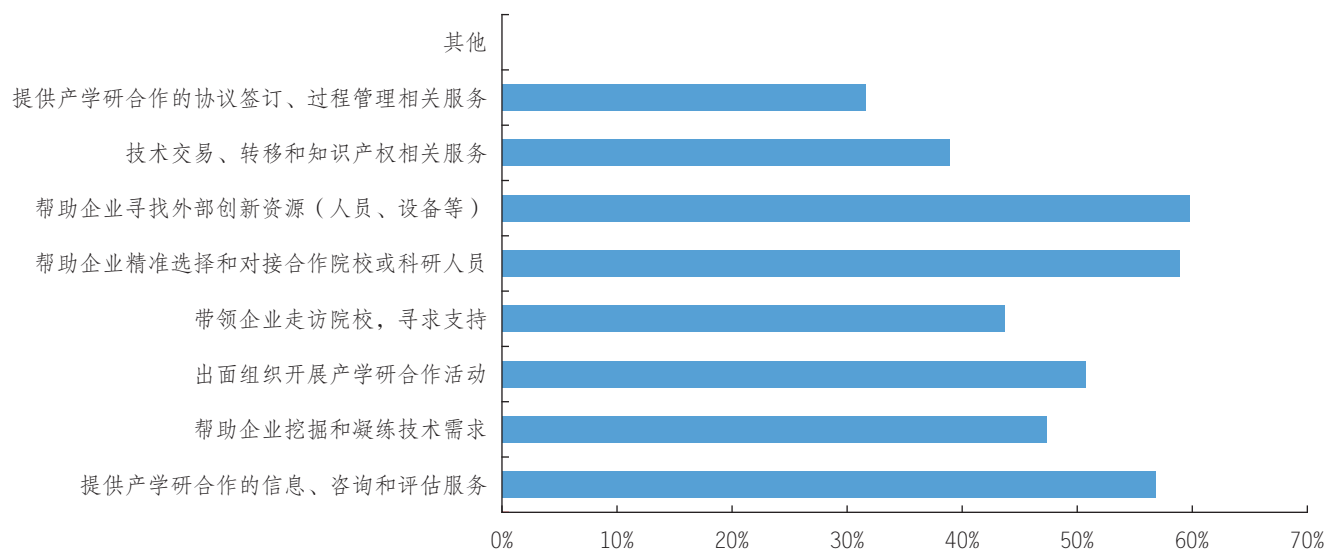


图7 中小企业期望政府或服务中介机构提供的服务

3. “互联网+”赋能产学研深度融合的前景、现状与困境

从以“以我为主、封闭式创新”为特征的创

新1.0时代迈向以“用户创新、协同创新、开放式创新”为特征的创新2.0时代，技术创新由一大批多业态参与者共同完成，呈现明显的场景特征。

这就使得借助“互联网+”——以移动互联网、云计算、大数据技术等为主的信息技术,在契合产学研等微观主体所处的特定场景下提供精准内容和适配服务,变得非常重要。

3.1 “互联网+”对产学研深度融合的赋能前景

“互联网+”类似“智慧大棚”,为产学研深度融合的培育提供平台性、物联性和大数据性等方面的赋能,推动科技供给侧的改革和科技需求侧的升级,为中小企业实现产学研深度融合的路径赋予新生命力。本研究对527家中小企业的调查结果表明,随着移动互联网的普及、大数据的快速发展,94.88%的中小企业认为有必要建立产学研合作智能服务平台。如果推行产学研合作智能服务平台模式,绝大部分中小企业(98.29%)表示更乐意参加产学研合作活动。

3.1.1 数据赋能 数字化为突破产学研深度融合中的信息不对称提供新的机会和解决方案^[6],破除产学研主体的“数据孤岛”。一方面,“互联网+”改变产学研的信息获取路径。以大数据、人工智能、5G技术为应用的“互联网+智慧”管理系统,能将政府的产业政策、产业的技术需要、企业的科技需求及高校和科研院所的科技成果、人才供给等信息融合,打通“学”“研”与“产”的数据“孤岛”,实现互联互通。例如,津科易网和山东省产学研网上合作对接平台均为企业、高校和科研单位及金融机构提供合作对接的信息服务。另一方面,“互联网+”助力产学研的供需精准对接。大数据和人工智能技术的发展为从海量的数据中挖掘企业的技术需求、高校和科研院所创新合作需求等信息提供重要契机,可将科研人员和产业专家在内的智力资源精准匹配到产业的薄弱环节中,打通科技创新的供需两侧。例如,青岛大数据发展管理局依托公共数据服务平台,实现科技供求双方的精准对接。

3.1.2 平台赋能 “互联网+”实现技术、人才、资金等创新要素在数字空间快速汇聚和共享,突破产学研主体的创新孤岛。一方面,“互

联网+”让产与学、学与研、研与产的关系发生根本性改变。互联网把产学研等各类微观主体汇集到一个网络平台社区,提高三方主体的合作积极性、交流沟通便利性和知识成果转化高效性,让三方之间的人、资源、资金、技术、市场等创新要素实现互动耦合。例如,深圳的码客帮实现软件编程人员和需要软件编程的公司之间的链接,重庆的猪八戒网实现设计人员和需要设计的企业之间的链接;橙色云打造的云协同研发平台,助力各种专业工程师在任何地点、任何终端、任何时间能联合为中小型企业提供创新服务。另一方面,“互联网+”让跨领域的创新要素实现超级融合,突破地域和产业限制。新一轮科技革命和产业变革引发的关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新,使得产学研协同创新对资源异质性、知识流动的双重需求日益加剧^[7]。互联网平台作为超级融合手段,有机整合跨领域的知识^[8]。例如,浙江绍兴新昌积极发展“互联网+产学研用创客社区”,以“众创共享科创云平台”聚集众多服务资源与服务团队^[9]。

3.1.3 物联赋能 “互联网+”带来线上和线下边界渗透,破除产学研主体的资源孤岛。科学仪器资源的互联网化服务是互联网从消费领域、生产领域向研发领域拓展的应用场景之一,能够将科研设备资源共享服务的线下实体平台和线上虚体平台融合,智慧连接孤岛式创新资源。例如,清华大学突破围墙建立全国高校仪器资源的开放共享平台。按照市场化运营的科技资源共享平台——“人人实验”,整合高等院校、大型科研机构、企事业单位中的仪器设备和科研人员,为企业和个人在产品研发过程中提供高效便捷的资源信息服务。

3.2 “互联网+”在产学研深度融合场景的应用现状

3.2.1 “互联网+”激活科技创新的“供给端” “互联网+”在科技供给端场景的应用存在两方面:一方面,“互联网+”打通技术创新的“最先一公里”和“最后一公里”。互联网平

台向上应对工业领域的各种应用场景，向下连接高校、科研院所和企业海量的科研设备、系统、科技人员，成为数智化时代产学研深度融合的基础设施之一。例如，烟台市在工业云平台上加入科技创新服务平台，将该市的省级以上企业技术中心和部分市级企业技术中心纳入服务平台，充分发挥现有研发设备、实验室、检测设备、人员等研发资源的效用。另一方面，“互联网+”驱动产学研合作从“创新在学研，转化在企业”的技术转移模式向“学研企协同创新”的共创模式转变。例如，百度 Apollo 自动驾驶开放平台、橙色云协同研发平台和英特团产学研协同网，既是企业与专家对接的平台或技术资源交易的平台，更是企业与专家在线协同工作的平台。

3.2.2 “互联网+”激活科技创新的“需求端” “互联网+”在科技需求侧场景的应用存在两类：一是创新“社区化”云平台的“产学研用”生态系统。县域经济存在区位优势不足、科技资源稀缺、科技人才落户难的天然不足，市场主体以中小微企业为主，研发能力不足，且自身并不具备对外部创新资源的整合能力。工业经济比较发达的县市纷纷探索县级研发服务机构，试图弥补县域经济高质量发展的短板。例如，湖北省赤壁市创办县级城市综合性研发服务机构——赤壁市高质量发展研究院，通过整合政、产、学、研资源来建立公共实验室超市和中试谷基地。此外，“互联网+产学研”模式成为一种县域产学研深度融合的新形式，对促进县域创新补齐要素短板至关重要。例如，浙江绍兴新昌跨界整合从研发到生产制造的科技创新各环节，构建互联网+产学研用创新“社区化”平台，为产学研有机对接、深度融合开辟新渠道。二是科技成果转化云平台+天使投资人结合模式。通过产学研合作云平台连接高校、科研院所和企业，并对合适的科技成果进行天使投资。例如，华开云产学研合作平台通过“重点高校+科研院所+天使投资+规模企业”模式，开展产业培育和新型创业企业孵化。

3.2.3 科技“淘宝”激活科技创新的服务端 互联网为链接产学研的供需侧提供新思路和新方法，实现从“人找产学研需求”向“产学研需求找人”转变。在产学研合作场景下，链接供需侧存在三类互联网平台：第一类是将传统的线下转移到线上的电商模式——知识淘宝平台。针对供需双方的高效对接，知识淘宝平台把技术信息和技术需求信息集中整理到技术创新平台中，提高供需双方信息透明度。例如，中国科学院科技产业网、天津科服网建立科技服务业的淘宝——科淘，中国科协的创新资源共享平台——绿平台，猪八戒网开发的“互联网+科技创新”服务平台。第二类是融合互联网+智能推荐模式——技术转移智慧平台。依托人工智能、大数据、云计算，把智能推荐引入产学研对接的网络平台，提高对接效率与精准度。例如，人人实验、科学家在线、科技云等。第三类是融合互联网+技术经纪人+项目竞标模式——线上线下相结合的科创服务云平台。企业通过科创服务云平台发布创新课题招标，高校和科研院所的精英团队、社会大众创新团队通过平台揭榜应标。例如，科易网、114产学研协同创新服务平台，为客户提供技术需求采集、需求核实、平台发布、专家响应、合作磋商、合同签订、项目推进和项目验收的全程专业技术经纪服务，引入竞标模式和专注于产学研的手机应用软件——对接宝，实现科技成果交易网上竞拍。

3.3 “互联网+”赋能产学研深度融合面临的困境

3.3.1 持续盈利困境导致平台生存艰难 相对于消费互联网和工业互联网，“互联网+”在产学研合作场景的应用起步较晚，相关平台的知悉度、活跃度不高。经营模式角度，产学研合作智能服务平台包括由政府主导或资助创办的公益平台，如天津的科服网、江苏的技联在线、湖北的科惠网，也包括由民营投资的市场化平台，如科

易网、维正集团、114产学研协同创新服务平台。这些平台的商业模式是复制消费互联网的“交易模式”，成立时间比较短，陷入持续盈利困境。消费互联网的盈利空间主要在撮合成品交易，并提供相应的配套保障，如快递物流、售后服务、消费金融等。然而，应用于产学研合作场景的互联网平台则需要提供定制化的整体解决方案服务来获得盈利空间。目前，产学研合作智能服务平台提供的服务主要是信息对接、洽谈、信息展示黄页等前端服务。但是，产学研对接不是现货买卖，无法让双方屏蔽彼此，同时成功的关键取决于后期的供需双方合作，双方不愿意为了平台的撮合对接而支付佣金。总体来说，绝大多数类似科技“淘宝”的产学研合作智能服务平台处于空中楼阁的尴尬境地，中小企业对第三方产学研合作智能服务平台的使用黏性不强。

3.3.2 “红娘”服务难以满足中小企业期望需求 为数不多开展产学研协同创新对接工作的互联网平台尚处于市场初级阶段，提供的服务仅是技术信息展出、推荐和线下对接等基础性工作，真正提供产学研合作后端服务的综合性平台

面世较少。如图8所示，本研究对527家中小企业的调查结果表明，中小企业希望产学研合作智能服务平台提供的服务有十一个方面。其中，提供在线咨询服务的，为企业提供一问一答的咨询方式（60.91%），提供专家、企业、高校院所和第三方机构的展示空间（58.44%），绘制用户图谱，直接为企业推送切实有效的产学研相关资源信息，以及提供意向合作双方基础信息查询、历史对接评价查询、咨询等服务（50.47%）占比超过50%。总体来说，中小企业期望产学研合作智能服务平台提供从前端到后端的全方位和全过程的一体化服务。因此，产学研合作智能服务平台提供的“红娘”服务与中小企业期望的“店小二”服务需求存在严重不匹配。

3.3.3 平台线下资源链接能力有限 “互联网+”在产学研合作领域的场景应用是一个新生事物，尚处于起步探索阶段。英特团产学研协同创网、华开云产学研合作平台、114产学研协同创新服务平台、人人实验、科学家在线、八戒科技服务平台等产学研合作智能服务平台均是按照“边开发边应用、边使用边完善”的思路发展，

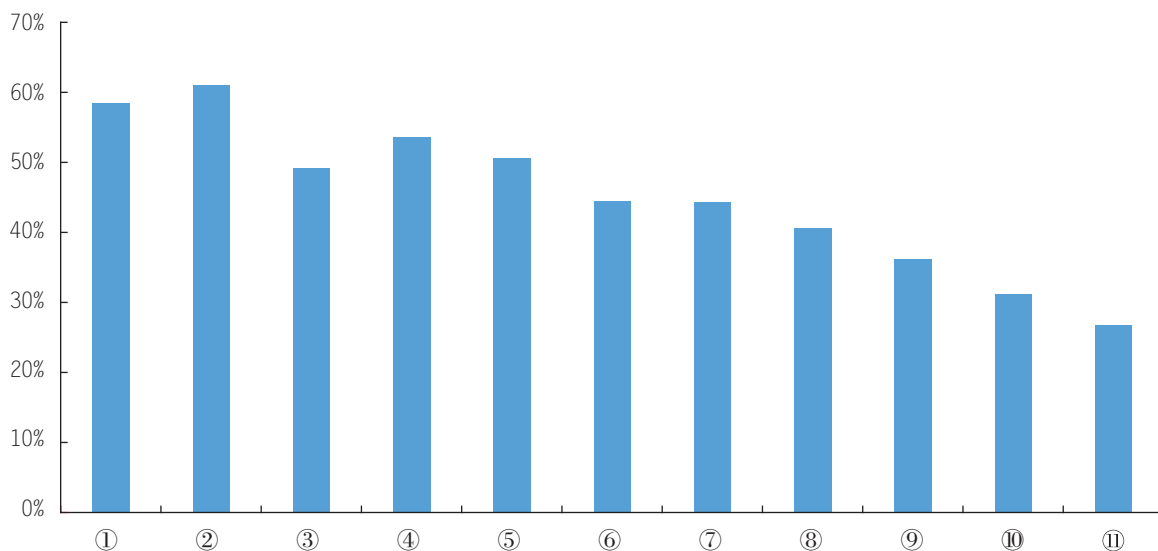


图8 中小企业期望产学研合作智能服务平台提供的服务

注：①提供专家、企业、高校院所和第三力机构的展示空间；②提供在线咨询服务的，为企业提供一问一答的咨询方式；③统计分析线上用户的产学研合作意向，定期组织线下活动；④绘制用户图谱，直接为企业推送切实有效的产学研相关资源信息；⑤提供意向合作双方基础信息查询、历史对接评价查询、咨询等服务；⑥链接更多高校和科研院所的专家，使企业有更多的选择；⑦帮助企业寻找和对接研发所需的设备，资金等资源；⑧根据企业提出的需求，提供专家资源对接的智能检索与推荐服务；⑨帮助企业链接高校、科研院所等共建研发实验室等；⑩为企业量身定制创新服务方案；⑪为企业提供产学研合作的全流程项目管理服务。

基本能够满足中小企业“足不出户”就能享受找成果、找专家、找服务、找高校院所等的淘宝式服务。但是,产学研合作智能服务平台仅提供创新资源对接服务,盘活学研现有创新资源的成效不显著。一方面,产学研合作智能服务平台作为第三方机构,对线下创新资源的整合能力有限。政府主导的大型科研设备仪器共享网络平台(如中科院“大型仪器设备共享管理平台”、深圳科技创新资源共享平台)和市场化运作的仪器共享或科研服务平台(如人人实验)均致力促进产学研科研设备和仪器的共享。但是,由于利益割裂和相关财务制度,平台对线下创新资源的整合能力弱,大型科研设备仪器管理方对提供共享仪器设备的配套服务的积极性不高。另一方面,数量有限的线下共享实验室参与整合意愿不强。虽然从中央到地方政府均出台了促进大型科学仪器设施共用共享的法规,高校、科研院所和大型企业也将国有大型仪器设备纳入共享平台,但是这些仪器设备由于技术迭代快,更新频率低而容易出现过时,且主要靠行政手段去推动共享,中小企业对其的使用意愿和使用率不高。由民营投资和市场化运营的为企业提供研发服务的行业开放实验室(如胜科纳米、斯坦德集团)开始涌现,提供先进高端的实验设备。共建的企业公用实验室也逐渐出现,例如济南平阴县玫瑰高端产业园的质检研发共享平台。但是,真正按照市场化运作的共享实验室在全国范围毕竟属少数,且在所属行业或地区较受欢迎,不愁市场和业务,从而不愿意被第三方机构整合到产学研合作智能服务平台。

4. 促进中小企业实现产学研深度融合的对策建议

4.1 地方政府当好主导者、服务者和引导者角色

与大企业和高校、科研院所之间市场化深度融合不同,中小企业实现产学研深度融合不能单纯依靠市场机制来推动^[10],更需要地方政府分层

施策、系统推进、全面引导。

一是对于设在“工业基础一般、本地创新资源薄弱”县市区的中小企业,当地政府要当好主导者,举全县之力在科技创新资源丰裕的大城市设立飞地创新园。按照“研发在飞地园,转化在县市区”的原则,飞地创新园组织本地中小企业与外地高校、科研院所在飞地创新园实现产学研深度融合。二是对于设在“工业基础较好、本地高端创新资源相对稀缺”县市区的中小企业,当地政府当好服务者,设立面向当地产业的高质量发展研究院来承接外地高端创新资源,引入线上线下科技中介来组织产学研合作对接活动,提升本地中小企业参与创新的意愿和机会。三是对于设在“高端创新资源丰裕”大城市城区的中小企业,当地政府当好引导者,设立中小企业产学研合作专项资金和引入揭榜挂帅机制,推动更多的中小企业参与出题,吸引全国范围更广泛的高校、科研院所领衔解题,促成技术需求与解决方案的精准对接。

4.2 支持科技服务业积极拥抱互联网和集群化发展

科技中介机构是助力中小企业以后端承接式和中端嵌入式两种路径介入产学研深度融合的桥梁纽带和催化剂。自1992年国科委(现科技部)提出科技服务业到国务院发布《关于加快科技服务业发展的若干意见》〔国发〔2014〕49号〕,到作为科创服务业第一股——上海泰坦科技股份有限公司于2020年在科创板上市,预示着科技服务业的春天正在到来。

一是加大培育科技服务新模式和新业态,推进产学研合作服务线上线下场景联动发展。围绕从基础研究、应用研究、设计开发、试制改进到产业化的创新链,培育研发设计、技术转移转化、检验检测、创业孵化、科技金融和知识产权等高端服务领域的新型科技服务机构和服务业态,延伸从“红娘”向“店小二”转变的产学研合作服务链。尤其是在新形势下与时俱进,

支持科技服务机构通过数字化转型,注重互联网线上平台和移动端的搭建,做大做强线上业态线上服务线上管理,形成线上线下场景联动的服务模式。二是加大支持国家级科技服务产业园的建设,提升对产学研合作的服务能力。银川科技服务产业园、镇江句容科技服务产业园、南京江宁科技创新中心、台州智能马桶产业创新服务综合体、广州经开区知识产权服务园区、襄阳检验检测认证产业园等专业技术服务业集聚区不断涌现,正是科技服务业集群化发展的缩影。但是,整体来说,这些科技服务产业集聚区规模不大、特色不明显,对产学研深度融合的服务成效有限。因此,需加强顶层设计,围绕研发设计服务业、技术转移转化服务业、创业孵化服务业、科技金融服务业和知识产权服务业,建设一批有特色、有规模、有活力、有效益的国家级科技服务产业园,为助力中小企业开展产学研深度融合提供一站式服务。

4.3 设立“产学研深度融合人才特区”

以原始创新破解“卡脖子”技术难题以及在新兴前沿和交叉领域开拓创新,均需要“专精特新”企业的研发人员从基础研究环节介入创新网络,或者科学家从学术界走向产业界。但是,由于岗位考评差异的壁垒导致科技人才从企业向高校和科研机构的流动是凤毛麟角,高校和科研院所的舒适度导致科技人才向企业流动的意愿不强。因此,围绕“加快建设世界重要人才中心和创新高地”的战略目标,建议设立“产学研深度融合人才特区”,开展人才发展体制机制综合改革试点,促进科学家在高校与企业间合理有序流动。

一是鼓励高校教师或科研院所科技人员自主创业直接转化关键核心技术领域的科技成果。目前的双向流动形式以大学教授进入企业(如科技副总、科技特派员)和企业技术人员赴大学(例如客座教授、兼职研究员)双向兼职为主。但是,关键核心技术领域的科技成果需要不断的孕育和改进,转化需要承接转化的人员具有前瞻性

判断力、跨学科理解能力。因此,鼓励众多有才华、富于创新精神的高校和科研院所科学家带着自己的发明成果以创业形式直接参与成果转化,从学术界走向产业界,催生更多拥有双重身份的科学家创业者,实现“学”“研”“产”一体化再到“学”的自我良性循环。二是鼓励新兴前沿交叉领域的企业战略科学家回归高校和科研院所,显著提升相关领域高层次复合型人才的自主培养能力,实现学术界与产业界之间人才的无缝连接,鼓励更多践行一体循环模式的科学家成为创业者。

4.4 推进“互联网+”实验室和中试基地工程

对大部分中小企业来说,缺乏专业人才、资金和技术,难以独自建设研发中心(含中试基地)或与高校、科研院所共建研发中心的成本太高。因此,实验室或中试基地有必要推进共享。

一是鼓励仪器设备市场化和公益化共享平台机构有序竞争发展。实验室的建设者和管理者既有政府组织或科技园区、高校、科研院所,也有第三方机构,更有企业内部实验室,尤其是以互联网为平台的仪器共享网站正在兴起。然而,受各种条件所限,如高校、科研院所的项目组的仪器设备共享意愿不强、维保费用大等因素,大型或精密仪器设备共享举措的效果有限。推进“互联网+”实验室行动计划,培育更多类似人人实验公司等市场化共享平台公司,鼓励政府建设的仪器设备共享平台机构按照市场机制运作,两者竞合共促大型科研仪器设备设施真正实现共享。二是推广市场化建设和管理的线下共享实验室、共享实验工厂(中试基地)等模式。从优惠政策和资金扶持上,支持社会资本投资共享实验室和共享中试基地,培育类似胜科纳米、斯坦德集团等提供测试研发服务的公司,为广大中小企业提供研发服务和中试服务。三是实施卓越实验工程师工程。先进仪器设备仅代表实验室的硬件能力,仪器设备更需要专业人员进行维护、操作。但是,由高校或科研院所、园区建设与管理的实验

室中,仪器设备维操作人员专业素养不一且仪器设备的利用率和使用效益没有与维操作人员的报酬和晋升直接挂钩。因此,可从职称晋升和奖金分配方面激励仪器设备维操作专业人员的积极性,加大培训力度提升实验专业人才的能力。

责任编辑:李琦 校对:李琦 梁思琪

参考文献

- [1] Greeven M J, Yip G S, Wei W. Understanding China's Next Wave of Innovation [J]. MIT Sloan Management Review, 2019, 60(3):75-80.
- [2] 张羽飞, 原长弘. 产学研深度融合突破关键核心技术的演进研究[J]. 科学学研究, 2022, 40(5):852-862.
- [3] 中国社会科学院工业经济研究所课题组. 推动产业链与创新链深度融合[N]. 经济日报, 2021-12-1(011).
- [4] 林典驰. 一座城与500家上市公司[EB/OL]. (2022-05-24)[2022-07-01]. <http://www.21jingji.com/article/20220524/herald/af1267be3a4b09244>

1b1858603688921.html.

- [5] 胡军燕, 刘炜, 朱璟莹. 中小企业产学研合作存在的问题及对策[J]. 科技管理研究, 2010, 30(14): 57-58+44.
- [6] 张颖, 蒋浩, 乔培宇. 互联网+产学研合作智能服务平台的生态服务模式[J]. 计算机系统应用, 2019, 28(4): 69-75.
- [7] 薛澜, 姜李丹, 黄颖, 等. 资源异质性、知识流动与产学研协同创新——以人工智能产业为例[J]. 科学学研究, 2019, 37(12): 2241-2251.
- [8] 方刚, 谈佳馨. 互联网环境下产学研协同创新的知识增值研究[J]. 科学学研究, 2020, 38(7): 1325-1337.
- [9] 邵全卯, 熊杰, 吕华. 新昌实践模式: 产学研深度融合创新中的专业学位研究生培养模式改革之路[J]. 学位与研究生教育, 2017(12): 1-5.
- [10] 李文鹤, 孙林杰, 谢刚. 借鉴国际经验 透视我国政府在中小企业产学研中的作用[J]. 研究与发展管理, 2005(4): 67-71.

Study on the paths and countermeasures of small and medium-sized enterprises embedded into the integration of industry, university and research institute

Chen Jianan, Li Yanping

(Research Center for Chinese Industry-University-Research Cooperation, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: Based on the survey of 527 small and medium-sized enterprises (SMEs), this paper investigated the problems in the integration of industry, university and research institute (IIUR), analyzed the empowering prospects, status quo and dilemmas of "Internet +" for SMEs to launch the IIUR, and put forward countermeasures to help SMEs to achieve the IIUR. The results show as follows: The resource docking and carrying capacity of SMEs are insufficient, SMEs prefer loose cooperation, and it is difficult to meet the expectations and demands of SMEs with various forms of scientific and technological services. In the future, the four aspects can help SMEs to launch the IIUR as follows: Giving play to the role of local government as the leader, service provider and guide in the IIUR of SMEs, supporting the digital transformation and clustering of science and technology service industry, setting up a "special zone for talents with IIUR" to promote scientists and entrepreneurs, and implementing the project of "Internet+" laboratory and pilot base.

Key words: small and medium-sized enterprise; deep integration of industry-university-research; internet+; empowerment

工作嵌入对科技工作者离职意愿的影响研究

胡林元, 徐 婕, 邓大胜
(中国科协创新战略研究院, 北京 100038)

摘 要: 本文基于科技工作者职业发展状况调查数据, 结合工作嵌入理论, 研究了科技工作者职业流动特点及影响科技工作者职业流动意愿的因素。根据已有研究结果提出了工作嵌入、职业倦怠和工作满意度与离职意愿之间的假设, 运用调查数据进行了相关验证。研究结果表明, 工作嵌入程度越高, 科技工作者离职意愿越低, 两者之间存在显著负相关关系。职业倦怠、工作满意度对科技工作者的离职意愿也有显著影响。职业倦怠感越强, 也越容易产生离职意愿; 工作满意度越高, 离职意愿越弱。因此, 要想改变科技工作者对工作“若分若离”的心态, 既要营造良好的组织文化, 增强科技工作者组织归属感和工作满意度, 又要在选拔、工作安排和职业发展计划等环节注重人与工作的匹配。同时, 科技工作者也应不断调整自身的职业心态, 不断释放自我价值。

关键词: 工作嵌入, 科技工作者, 离职意愿

1. 引言

当前, 在科技管理中科技工作者的职业流动是最重要议题之一。合理有序的职业流动不仅对个人职业发展影响重大, 也关系到我国整体人才结构布局的持续优化。科技工作者在不同职业、社会地位和地理空间之间流动, 微观上, 频率适当的职业流动利于个人能力发挥和职业生涯发展; 宏观上, 有利于我国科技人力资源的配置和空间布局的优化; 流动意愿是离职最主要的预测指标, 过高的离职意愿会给企业/单位造成高昂的人事成本和萧条衰退的负面感知。对科技工作者所在组织而言, 组成其核心竞争力的重要要素包括科技工作者的能力、技能和网络资源等。而科

技工作者的工作嵌入反映了其对自己与工作环境匹配、联系和牺牲的权衡。科技工作者的组织和职业嵌入问题, 不仅影响到其科研工作和生活品质、职业生涯发展, 还对其所在机构发挥人力资本存量价值, 提高人力资本利用率和科技管理效能影响重大。

中国科协创新战略研究院组织实施的科技工作者职业发展状况调查的数据统计结果表明, 当前科技工作者队伍职业流动强度低, 但职业流动意愿强烈, 职业心态“隐性”流失现象凸显。基于此, 本文利用工作嵌入理论, 研究科技工作者职业发展过程中职业流动意愿状况及其影响因素, 一方面有助于了解目前我国科技

作者简介: 胡林元, 女, 博士, 助理研究员, 中国科协创新战略研究院, 研究方向为科技工作者调查、服务业创新发展。

徐 婕, 女, 博士, 副研究员, 中国科协创新战略研究院调查统计中心副主任, 研究方向为科技工作者调查、创新发展。

邓大胜, 男, 硕士, 研究员, 中国科协创新战略研究院调查统计中心主任, 研究方向为科技工作者调查、人才政策、科技政策和科技指标。

工作者职业流动特征和职业流动动因,另一方面也有利于科技工作者这一职业群体的生存状态受到更多关注。

2. 文献综述与研究假设

在组织行为相关的研究中,职业流动一直是重要的问题,众多学者已在这方面的研究过程中取得了丰富的成果,构建了较为成熟的理论及模型体系。20世纪90年代以来,相关学者基于工作嵌入理论提出的离职意愿模型,开辟了离职研究的新视角,一定程度上弥补了早期过于关注态度变量的局限,促进了离职理论的发展。自此,工作嵌入理论开始出现在员工行为管理研究中。研究发现,工作嵌入对于员工队伍在组织内稳定有重要意义,在控制了性别、工作搜寻行为、工作机会、组织承诺和工作满意度等的影响的前提下,工作嵌入对员工离职有较好的预测力,如嵌入水平提升,员工主动离职的可能性降低^[1]。工作嵌入分为工作外嵌入和工作内嵌入^[2],有学者分别剖析了工作内和工作外嵌入对离职意愿的预测力度^[3-4]。还有一些学者则将工作嵌入理论应用到了离职以外的其他研究领域,比如工作嵌入与人口统计特征之间的关系^[5]、与组织公民行为之间的关系^[3,6]、与工作绩效之间的关系^[7-9]以及与职业归属感之间的关系^[10]。回顾2001年至2011年期间发表的工作嵌入方面的37篇论文可以发现,工作嵌入理论自2001年提出以来受到较大的关注^[11],学者们围绕工作嵌入的前因变量(影响工作嵌入的因素)^[4,12]、工作嵌入的中介和调节效应(即工作嵌入的中介作用)^[13-14]、工作嵌入的结果^[15-17]等方面来研究离职意愿与工作嵌入之间的关系;且学者们研究主体涉及医疗、零售、金融等行业。

基于现有研究结果不难发现,学者们研究员工离职意愿问题时,主要从直接影响因素和调节因素两方面展开,其中态度类的影响因素依然占

重要地位。与国外研究相同的是,国内学者大多也是围绕某些特定群体(比如,新入职员工、新生代农民工、医护人员、大学生村干部、青年员工)来研究工作嵌入对离职意愿的影响,以知识分子特别是中高端人才的知识分子的工作嵌入性对离职意愿的作用机制研究还较少。

理论上,工作嵌入能预测员工的离职意愿,但关于工作内和工作外嵌入对离职意愿的影响机制,学界尚未达成一致结论。有学者认为离职行为能够通过工作内嵌入预测,而不能通过工作外嵌入预测^[4];也有学者认为员工的自动离职受到工作外嵌入显著影响,而员工组织行为和工作绩效受到工作内嵌入的显著影响^[3];杨智的分析表明,工作内和外嵌入都会影响员工的离职倾向^[18]。因此,有必要进一步开展工作嵌入的影响机制研究。

本文在目前已有的研究成果基础上,以工作嵌入为研究切入点,探讨工作嵌入以及其他传统态度变量对科技工作者离职意愿的作用机理,重点回答以下问题:(1)科技工作者的工作嵌入对其离职意愿是否有负向影响?(2)与工作嵌入相比较,传统态度变量(工作满意度、家庭-工作冲突、职业倦怠等)对科技工作者的离职意愿是否有影响?如有,影响程度有多大?

3. 理论基础与假说

根据库尔特·勒温(Kurt Lewin)的场论(Field Theory),个人能创造的绩效与其素养、能力和所在环境有紧密联系。人员的流动是由其愿望导致的,这些愿望报告突破环境束缚和创造更高绩效等。社会学习理论则认为,认知和环境及二者的交互作用会影响人的行为。而从工作嵌入三维度来分析,工作内嵌入较高的员工通常与同事联系紧密、交流频繁,能够对工作要求尽职,有较高职位和较佳前景,如离开组织会牺牲较多,这使员工愿意并得益于努力工作。亦有学者认为,匹配感知较

高的员工认同组织的目标与文化^[19], 同事间关系融洽、相处和谐, 对组织认同和情感发自内心, 习惯组织的做事风格、行为原则, 体验到的舒适感等为员工继续履职提供了意愿动机。在这样的情况下, 离职牺牲较高, 一方面员工离职将失去较多的既得和预期利益, 如专属技术、薪酬、福利、职位、发展机会等; 另一方面一旦离职, 员工将需在新单位重新适应环境、熟悉工作、构建人脉和学习技能等, 未来具有较高的不确定性。员工工作外在动机的提高来自于对较高的留职收益和对离职成本的感知, 这使留在原单位的岗位是受益的。总之, 员工内在和外在的努力工作动机受益于高的工作内嵌入^[20]。研究也显示工作内嵌入与离职意愿负相关^[4,21]。基于以上分析, 提出假设:

H1: 工作内嵌入对科技工作者的离职意愿有负向影响, 嵌入程度越高, 离职意愿越弱, 反之亦然。

在工作满意度和离职意愿的关系中, 工作满意度越高代表了员工对目前所处工作环境的主观感觉比较满意, 愿意继续留在这种环境中, 相应地, 其离职意愿就会减弱。

H2: 工作满意度越高则离职意愿越低, 工作满意度和离职意愿呈负相关。

职业倦怠指员工受工作压力状态下身心消耗过度、精力衰竭的综合征状^[22]。Mobley认为离职意愿不是骤增的, 它经过了一个主观上不满意这个步骤, 从而产生离职念头, 再到换工作的演变过程。理论上, 职业倦怠感越高, 说明员工从目前的工作中难以获得成就感, 这容易使人产生离职念头以及离职行为。基于以上分析, 提出假设H3。

H3: 职业倦怠对科技工作者的离职意愿有正向影响。

4. 数据、模型与方法

4.1 样本数据来源

2018年, 通过中国科协在全国的516个科技工作者调查站点, 中国科协创新战略研究院调查统计中心围绕“科技工作者职业发展状况”开展了抽样调查。调查覆盖全国除港澳台以外的31个省(自治区、直辖市)和新疆生产建设兵团, 涵盖企业、高等院校、科研院所、医疗卫生机构和县域基层单位的科技工作者群体。共发放问卷共20161份, 其中问卷有效18490份, 问卷回收率达到91.7%。在调查样本中, 男性和女性分别占比52.4%和47.6%, 年龄平均为36.2岁。该调查采取随机抽样方法抽取样本, 调查严格遵循社会调查规范, 保证了“科技工作者职业发展状况调查”的科学性、客观性和准确性, 同时, 课题组还根据第六次全国人口普查数据中各地区受教育程度和就业人员数量的情况, 对各省调查样本调整了权重。

问卷内容主要分为测量被试的人口统计学基本信息和变量的测量量表两大部分。问卷的第一部分测量了被调查者的基本人口统计学信息, 如性别、婚姻、年龄与学历水平等; 第二部分涉及本研究的四个关键变量的测量: 工作嵌入、家庭——工作冲突、职业倦怠。工作嵌入、职业倦怠均采用国内外权威的成熟量表, 采用Likert-5点法计分。

4.2 变量测量

(1) 因变量: 离职意愿的测量。所有被访者将会被问“您是否考虑过更换目前的职业或工作单位?”若被访者选择“没有考虑过”, 定义为0, 若选择“想换单位”“想换职业”“单位和职业都想换”, 则定义为1。

(2) 自变量: 工作嵌入的测量。考虑到调查群体的耐心与信息接纳等实际情况, 同时, 为了便于操作, 本文基于Crossley等开发的整合量表^[21]设计工作嵌入量表。该量表从概念层面直接测量工作嵌入。包括“单位无法满足自身职业发展需要”“成绩得不到肯定, 能力得不到赏识”“工作职责/职权不会再增加”“晋升的空间已很有

限”“工作中无法学到新知识新技能”等。

(3) 职业倦怠的测量。在问卷中,通过6道题目来测量职业倦怠。包括“工作让我感觉身心疲惫”“我对工作不像以前那么热心了”“我怀疑自己所做工作的意义”“我不觉得在为单位做有用的贡献”“我对职业发展不抱多大希望了”“我很难有效解决工作中出现的问题”。

(4) 其他控制变量。参考前人研究,科研人员的人口统计学特征如包括性别、年龄、学历、职称、工作年限、婚姻状况等。文中使用虚拟变量表征性别、职称、学位,1为男性,0为女性;1为研究员和副研究员,0为助理研究员和实习研究员;1为博士学位,0为硕士及以下。工作年限为在现单位的工作年限。婚姻状况中1表示已婚,0表示其他。除人口学特征以外的变量包括单位性质(1=事业单位,2=国有(或国有控股)企业,3=集体企业,4=私营/民营企业,5=外资企业,6=港澳台资企业,7=社会团体,8=企业性质的转制院所,9=其他);是否处在一个稳定的团队(1表示没有稳定的团队)、是否存在家庭—工作冲突(1表示存在家庭—工作冲突)等也作为控制变量进入模型中。

4.3 研究方法

本文在对四个关键变量的测量量表进行信度和效度检验后,采用Probit模型来研究在控制传统态度变量的情况下,工作嵌入对科技工作者离职意愿的影响。采用的实证估计模型如下:

$$TI_i = \beta_0 + \alpha_1 \times Jobemb_i + \alpha_2 \times Jobsatis_i + \alpha_3 \times Jobbur_i + \alpha_4 \times wofacon_i + \alpha_5 \times pertrat_i + \alpha_6 \times X_i + \varepsilon_i \quad \text{式(1)}$$

其中, TI_i 是服从0~1分布的二值变量,当有离职意愿时等于1,反之,则为0。 $Jobemb_i$ 表示工作嵌入度, $Jobsatis_i$ 是工作满意度, $Jobbur_i$ 是职业

倦怠, $wofacon_i$ 代表是否存在家庭—工作冲突, $pertrat_i$ 表示是否处在一个稳定的团队; X_i 表示人口统计学特征和其他控制变量有性别、年龄、婚姻状况、工作年限、受教育程度、收入水平等。

5. 实证结果

5.1 信度和效度检验

首先通过SPSS计算各测量量表的内部一致性系数(Cronbach's α 系数)来检验数据的可靠性。发现职业倦怠量表的 α 值为0.863,工作嵌入量表的 α 值为0.885。因此,所采用的量表信度均较高,适合进行下一步相关与回归分析。

效度检验方面,本研究以验证性因素来验证本研究各量表的建构效度,采用KMO和Bartlett球形度检验来检验各指标的相关性,以衡量数据是否适合因子分析。通常KMO在0.9以上,代表非常适合;0.8~0.9很适合;0.7~0.8适合;0.6~0.7比较适合。检验结果表明,工作嵌入和职业倦怠的KMO值分别为0.947和0.860,Bartlett球形度检验显著,研究变量具有较好的建构效度。

对职业倦怠量表和工作嵌入量表分别进行因子分析发现,两个量表的题项均具有较好的区分度,采用直接斜交法并不指定因素个数,能较好地聚为一个因子。

5.2 主要变量的描述性统计

在实证分析部分主要加入了两组变量,第一组是除工作嵌入外的人口学特征变量;第二组是影响离职意愿的传统的态度变量。表2列出了实证分析中运用到的主要变量的最大值、最小值、均值、标准差。

表1 两个变量的KMO及Bartlett球形度检验值

变量	KMO	Approx. Chi-Square	Bartlett 球形度 -df	Sig.
工作嵌入	0.947	250945.201	210	0.000
职业倦怠	0.860	50745.071	15	0.000

表2 主要变量的描述性统计

变量	均值	最大值	最小值
离职意愿	0.28	1	0
性别	0.52	1	0
学历	3.46	5	1
职称	2.64	5	1
单位性质	2.03	1	9
工作年限(年)	8.96	58	0
婚姻状况	0.73	1	0
月收入(元)	6527.88	100000	0
工作嵌入	1.16	-2.68	2.05
职业倦怠	1.66	-1.48	2.16
工作满意度	2.48	5	1
是否在一个稳定的团队	0.66	1	0
是否存在工作家庭冲突	0.47	1	0

5.3 假设检验

假设检验使用统计分析软件Stata13.0, 回归分析结果如表3所示。模型1是基准模型, 只加入工作嵌入变量。模型2是在模型1的基础上加入人口学特征变量(性别、年龄、学历、职业等); 模型3是在模型2的基础上加入了传统的影响离职意愿的态度变量(是否有稳定团队、家庭—工作冲突等)。

根据表3可知, 模型1中工作嵌入与离职意愿呈显著的负相关关系, 说明工作嵌入性越高, 越会阻碍科技工作者离职, 假设H1成立。进一步, 根据模型2和模型3的结果可以发现, 在控制其他变量的情况下, 工作嵌入依然与离职意愿之间有着显著的负相关关系, 假设H1依然得到支持。这与温珂^[23]等、刘蓉^[24]等、苏晓燕^[25]的结果一致, 也与大多数学者在研究工作嵌入与离职意愿之间的关系时的研究结论一致。

模型2中, 性别、年龄、职称、单位性质、

婚姻状况、学历、月收入的系数都显著。具体来看, 其他变量保持不变的情况下, 与女性相比, 男性更容易有离职意愿; 年龄越大, 越容易有离职意愿(不显著); 职称越高, 越不容易有离职意愿; 与事业单位和国企的科技工作者相比, 民营企业的科技工作者更容易产生离职意愿; 相比于其他人群, 已婚人群更不容易产生离职意愿; 学历越高, 越不容易产生离职意愿。收入与离职意愿之间呈现出“倒U型”特征且具有统计显著性, 这可能是由于是收入从较低水平开始增加的过程中, 人们往往会对收入的预期也随之增加, 而期望通过换工作/跳槽搜寻到更高收入的工作, 离职意愿随之增加, 当收入增加到一定程度时, 反而能稳定下来, 安心为单位创造绩效, 这间接证明了“高薪留才”激励机制的合理性。

因为工作满意度是反向打分的, 也就说明, 工作满意度越高, 越不容易产生离职意愿, 说明工作满意度与离职意愿之间存在显著负向关系,

假设H2成立；职业倦怠与离职意愿之间存在显著正向关系，说明职业倦怠感越强烈，离职意愿也越强烈，假设H3成立，这也说明传统态度变

量（工作满意度、职业倦怠）对科技工作者的离职意愿也会产生显著影响，这与Mitchell^[1]、Thoms^[2]等人的研究结论一致。

表3 工作嵌入对离职意愿的影响的回归结果——Probit模型

变量	模型1	模型2	模型3
工作嵌入	-0.781*** (0.016)	-0.818*** (0.019)	-0.347*** (0.024)
性别		0.075*** (0.021)	0.096*** (0.022)
年龄		-0.024*** (0.002)	-0.021*** (0.003)
职业		0.004 (0.004)	0.004 (0.004)
职称		0.057*** (0.014)	0.051*** (0.015)
单位性质		0.038*** (0.006)	0.036*** (0.006)
婚姻状况		-0.055** (0.028)	-0.039 (0.029)
对数月收入		0.094*** (0.032)	0.075** (0.034)
对数月收入平方		-0.005* (0.003)	-0.003 (0.003)
工作年限		-0.001 (0.002)	-0.003 (0.002)
学历		-0.029** (0.014)	-0.027* (0.014)
是否有稳定团队			-0.028 (0.024)
是否存在家庭—工作冲突			-0.017 (0.022)

表3 工作嵌入对离职意愿的影响的回归结果——Probit模型

(续表)

变量	模型1	模型2	模型3
工作满意度			0.397*** (0.020)
职业倦怠			0.385*** (0.022)
Constant	-0.666*** (0.011)	-0.410*** (0.133)	-1.495*** (0.154)
Pseu-R ²	0.12	0.14	0.19
Observations	18,452	18,452	18,452

注：括号里列出的是标准误，*** $p < 0.01$ ，** $p < 0.05$ ，* $p < 0.1$ 。

6. 结论与建议

科技工作者的流动问题一直是科技管理工作中的重点内容。因此，研究和探讨科技工作者的流动问题既有助于完善当前的科技人才管理体系，又有助于促进组织和区域间的合理的人才流动，让科技工作者能真正“在其位、谋其职、享其利”。本文运用Mitchell^[1]的工作嵌入理论来研究工作嵌入对科技工作者的离职意愿的影响，主要得到了以下结论：

(1) 工作嵌入与科技工作者的离职意愿之间存在负相关关系，工作嵌入程度越低，离职意愿越高。调查数据统计显示，在有离职意愿的科技工作者中，46.8%的人对当前工作表示“晋升的空间已很有限”，比没有离职意愿的群体高9.3个百分点。在组织匹配维度的“工作职责/职权不会再增加”“单位无法满足自身职业发展需要”“工作中无法学到新知识新技能”“成绩得不到肯定，能力得不到赏识”“没有稳定的人才团队”等五个维度上，前者比后者分别高4.0、15.5、11.2、14.2、8.6个百分点。由此表明，当个人与当前的工作匹配程度低时，他们的积极性和创造性会受到不同程度的影响，进而可能催生或强化其离职意愿。

(2) 传统的态度变量（工作满意度、职业倦

怠）对科技工作者的离职意愿也有显著影响。调查结果显示，有离职意愿的科技工作者工作满意度较低，这部分人中仅有24.8%的人的工作满意度为“很满意”或“比较满意”；而没有考虑过换工作的科技工作者中，65.1%的人的工作满意度为“很满意”或“比较满意”。这可能是因为，当被调查者对所从事职业高度满意时，变换职业或“跳槽”意识不易产生；而职业满意度下降则会导致变换岗位或职业的愿望增强。

在对工作嵌入与离职意愿之间关系的研究分析后，笔者认为，本文对各级组织部门制定促进科技工作者有序、合理流动和科技管理政策具有重要启示：

一是要营造良好的组织文化，增强科技工作者组织归属感和工作满意度。优秀的组织文化可以增强员工的自豪感；良好的规章制度能够使员工在组织中的发展形成合理的预期；稳定的人才团队不仅仅有利于内部信息的共享，而且能使员工之间密切合作提高工作效率。同时要给予科技工作者充分的信任，给科技工作者创造一个和谐、宽松的环境，用挑战性的工作来激发科技人才内在的潜能。

二是科技工作者也应不断调整自身的职业心态，不断释放自我价值。要改变科技工作者对工

作“若分若离”的心态,在目前情况下,恐怕主要还需依靠自我的职业心态调整。即在把握好职业选择和社会价值的前提下,首先强化自己对本职业工作的理解;同时,通过主观努力,不断做出理论和实践上的成绩,借以提高自己的社会和经济地位,从而保证个人的价值和理想均能在职业行为中得到真正的满足。

三是在选拔、工作安排和职业发展计划等环节注重人与工作的匹配。现代社会人们受个人主义价值观的影响,越发关注自身感受与外部环境的契合程度,工作的认知性功能凸显。由此,管理人员在选拔、使用和培育科技工作者的过程中需要关注和考虑其兴趣、特长和需求,提高科技工作者和工作环境的相容性,其次还应为科技工作者制定个人定制的职业发展规划,实现科技工作者与其职业生涯的动态匹配。

责任编辑:宋子阳 校对:李琦 梁思琪

参考文献

- [1] Mitchell T R, Holtom B C, Lee T W, et al. Why people stay: Using job embeddedness to predict voluntary turnover[J]. *Academy of Management Journal*, 2001, 44(4): 1102-1121.
- [2] Thomas W H Ng, Daniel C F. Organizational Embeddedness and Occupational Embeddedness Across Career Stages[J]. *Journal of Vocational Behavior*, 2007, 70(2): 336-351.
- [3] Lee T W, Mitchell T R, Sablinski C J, et al. The effects of job embeddedness on organizational citizenship, job performance, volitional absences, and voluntary turnover[J]. *Academy of Management Journal*, 2004, 47(5): 711-722.
- [4] Allen D G. Do organizational socialization tactics influence newcomer embeddedness and turnover. *Journal of Management*, 2006, 32(2): 237-256.
- [5] Melek Bırsel, Deniz Börü, Güler İslamoğlu, E. Serra Yurtkoru. Job embeddedness in relation with different socio demographic characteristics[J]. *Öneri*, 2012: 51-61.
- [6] 张凤荣, 李佳聪, 钱偏偏. 工作、情感与关系: 新生代女性农民工的组织嵌入与公民行为[J]. *东北师大学报(哲学社会科学版)*, 2018(3): 79-84.
- [7] Wheeler A R, Harris K J, Sablinski C J. How do employees invest abundant resources? The mediating role of work effort in the job-embeddedness/job-performance relationship[J]. *Journal of Applied Social Psychology*, 2012, 42(1): 244-266.
- [8] 付景涛. 职业嵌入对知识员工创新绩效的影响——敬业的中介作用[J]. *管理评论*, 2017(7): 174-186.
- [9] 杨春江, 白广伟, 王潞, 等. 组织嵌入与职业嵌入对任务绩效的影响——离职意愿的中介作用[J]. *中国人力资源开发*, 2017(4): 15-21+31.
- [10] Kaya Yıldız. The Relationship between Teachers' Job Embeddedness and Vocational Belonging Perceptions[J]. *Universal Journal of Educational Research*, 2018, 6(7): 1454-1466.
- [11] Debjani Ghosh, L. Gurunathan. Do commitment based human resource practices influence job embeddedness and intention to quit?[J]. *IIMB Management Review* 2015(27): 240-251.
- [12] 高婷, 刘茜. 高校学报女性编辑职业倦怠对工作嵌入的影响[J]. *出版科学*, 2018(2): 51-55.
- [13] 梁小威, 廖建桥, 曾庆海. 基于工作嵌入核心员工组织绩效——自愿离职研究模型的拓展与检验[J]. *管理世界*, 2005(7): 106-115.
- [14] 杨廷钰, 凌文轻. 新生代农民工工作嵌入测量量表构建——社区嵌入的调节作用[J]. *人口与经济*, 2013(4): 21-29.
- [15] 殷凤春. 高端青年人才工作嵌入价值识别研究[J]. *科技进步与对策*, 2015(24): 138-142.
- [16] 郑伟波, 董暖, 郑屹. 工作投入与嵌入对离职倾向的影响研究[J]. *西安电子科技大学学报(社会科学版)*, 2016(3): 1-7.
- [17] 梁青青. 工作嵌入度、人口统计变量与自

愿离职倾向的实证研究[J]. 湖南财政经济学院学报, 2022(3):29-41.

[18] 杨智. 工作嵌入与离职倾向的关系在银行业的实证研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2007.

[19] 周荣辅, 徐晓东. 新生代员工的个性特征与组织文化偏好的实证研究[J]. 燕山大学学报(哲学社会科学版), 2012(4):104-107.

[20] 毛清华, 刘艳. 基于工作嵌入调节效应的小企业核心员工离职路径模型研究[J]. 燕山大学学报(哲学社会科学版), 2013(2):97-102.

[21] Crossley C D, Bennett R J, Jex S M, et al. Development of a Global Measure of Job Embeddedness and Integration into a Traditional Model of Voluntary Turnover[J]. Journal of Applied Psychology, 2007(4):

1031-1042.

[22] Maslach C, Schaufeli WB, Leiter MP. Job burnout[J]. Annual Review of Psychology, 2001, 52(1):397-422.

[23] 温珂, 于贵芳, 吕佳龄, 等. 工作嵌入、制度环境与离职意愿——中科院人才流动的影响因素分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2018(11):24-29.

[24] 刘蓉, 薛声家. 中高端人才工作嵌入对个体与组织影响的实证研究[J]. 科技管理研究, 2013(15):166-170.

[25] 苏晓燕. 工作嵌入与离职意向——基于员工职业生涯周期的调节效应研究[C]. 第八届(2013)中国管理学年会——组织行为与人力资源管理分会场论文集, 上海, 中国管理现代化研究会, 2014:86-104.

Research on the impact of job embeddedness on the turnover intention of scientific and technological workers

Hu Linyuan, Xu Jie, Deng Dasheng

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

Abstract: Based on the survey data of career development of scientific and technological workers, and combined with the work embedding theory, this paper studies the characteristics of career mobility of scientists and the factors affecting their willingness to career mobility. Based on the existing research results, the hypothesis between job embeddedness, job burnout, job satisfaction and turnover intention was put forward, and relevant verification was conducted with the survey data. The research results show that there is a negative correlation between job embeddedness and turnover intention of science and technology workers. The higher the degree of job embeddedness, the lower the turnover intention. Job satisfaction and job burnout also have a significant impact on the turnover intention of science and technology workers. The stronger the sense of job burnout, the easier it is to have turnover intention; the higher degree of the job satisfaction, the weaker the turnover intention. Therefore, in order to change the mentality of "separation and turnover" of science and technology workers, we should not only build a good organizational culture, enhance the sense of belonging to the organization and job satisfaction of science and technology workers, but also pay attention to the match between talents and work in the selection, work arrangement and career development plan. At the same time, scientific and technological workers should constantly adjust their professional mentality and release their self-value.

Key words: job embeddedness; scientific and technological workers; turnover intention

科技人力资源科普化的现状与建议

——以我国五省市科技工作者开展科普工作为例

刘婧一

(北京干细胞与再生医学研究院, 北京 100101)

摘要: 科技人力资源科普化对我国科普事业的发展具有重要意义。通过对我国五省市科技工作者开展科普工作的基本情况进行调研,发现科技工作者对科普工作的参与率与参与意愿较高,但参与渠道有限,较少形成常态化科普。时间、精力、渠道、科普能力和激励政策是限制科技工作者参与科普活动的主要因素,社会责任感、推动科研成果的普及和增强个人成就感是提升科技工作者科普意愿的主要因素。未来应以构建有效促进科技创新与科学普及协同发展的体制机制为基础,着力培养和提升科技人力资源的科普创作与传播能力,推动形成社会化大科普的文化氛围和产业格局,深入促进科技人力资源科普化,更好地服务于实现我国高水平科技自立自强和科普事业长足发展。

关键词: 科技资源科普化,科技工作者,科学技术普及

1. 引言

党的十八大以来,党和国家对科学普及的重视程度不断提高。习近平总书记指出:“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼,要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。没有全民科学素质普遍提高,就难以建立起宏大的高素质创新大军。”在提出“两翼理论”的同时,习近平总书记还强调:“希望广大科技工作者以提高全民科学素质为己任,把普及科学知识、弘扬科学精神、传播科学思想、倡导科学方法作为义不容辞的责任。”^[1]这一系列重要论述充分阐明了科技创新与科学普及之间相辅相成的密切联系,强调了科技工作者在科普事业中的重要作用,为新时代科学普及的发展提供了遵循。

随着科普事业的日益发展,科技工作者作为科技创新的主力军和科技人力资源的组成部分,在科普工作中的作用也逐渐突出,成为科普人才队伍的重要力量。《关于新时代进一步加强科学

技术普及工作的意见》提出了新时代加强科普工作的发展目标,“科研人员科普参与率显著提高”即为其中一个重要目标。本研究采取了问卷调查和访谈等方法,面向北京、上海、湖北、陕西、辽宁五省市不同创新主体的科技工作者开展了相关调研,旨在探索我国科技工作者开展科普工作的基本情况,了解科技人力资源科普化面临的问题,分析科技工作者发展为科普人才的规律和瓶颈,并提出相应建议,为推进科技人力资源科普化深入开展提供策略参考。

2. 科学普及与科技人力资源科普化相关概念与观点辨析

2.1 科学普及相关概念

长期以来,科学普及在我国社会语境中的定义和内涵并未完全明晰。而明辨科学普及的概念,是为了解答“为什么普及”“谁来普

及”“普及什么”“怎么普及”“向谁普及”等疑问,从而更好地开展科普工作。国内各学者针对科学普及的概念边界进行了探索。田松认为,现代科普的目的在于激发国民对科学的兴趣,促进公众对科学事业的了解,打破科学事业与民众之间的藩篱。在科学精神、科学方法、科学史、科学与自然、科学与社会、科学与人文、科学与伪科学、科学前沿进展和基本科学知识等方面使公众对科学文化有更多更深的理解^[2]。刘华杰从立场问题着手,使得科普、公众理解科学以及科学传播之间的差别明晰起来。他指出,传统科普(从中央到地方的科协体系)是政府立场,公众理解科学是科学共同体立场,而科学传播则是公民立场^[3]。

《中华人民共和国科学技术普及法》第二条中规定,科学普及活动是指国家和社会普及科学技术知识、倡导科学方法、传播科学思想、弘扬科学精神的活动;开展科学技术普及,应当采取公众易于理解、接受、参与的方式。基于此,科学普及可以被理解为采用易于理解、接受、参与的方式,面向公众普及科学知识、方法、思想和精神。科学普及目的是通过提高公众科学素养,促进公众理解科学,从而提高广大公众劳动生产技能,增强综合国力。因此,科学普及是科技发展的需要。当代科普则应该是平视的、双向交流的、动态的、以促进公众理解科学活动为核心的。不仅要普及科学知识,更要普及科学精神、科学思想和科学方法;不仅要让公众了解科学的正面价值,也要让公众了解科学的负面价值^[4]。

2.2 科技人力资源科普化相关概念

《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)》进一步提出:“要在‘十四五’时期重点实施科技资源科普化工程,不断增强科技创新主体科普责任意识,提升科技工作者科普能力^[5]”。作为纲要的重点实施工程,科技资源科普化工程对推动科技创新和科学普及互相促进和协同发展

具有重要意义。学者任福君认为,科技资源是指科技事业发展的政策环境、人力、财力、物力、组织及信息等要素与已取得成果及产品的总和^[6],周寄中将科技资源分为人力资源,财力资源,物力资源,信息资源和组织资源等类型^[7]。敖妮花等认为科技资源科普化是一个“转化的过程”,且该过程是“科技资源功能和作用的拓展与延伸,从根本上实现了科普资源的丰富和科普能力的提高”^[8]。作为科技资源的一部分,根据《中国科技人力资源发展研究报告(2020)》,“科技人力资源”主要反映的是一国或一个地区科技人力的储备水平和供给能力,既包括实际从事科学技术相关工作的劳动力,也包括有潜力从事科学技术相关工作的劳动力^[9]。由此可见,实际从事科学技术相关活动或职业的科技工作者是我国科技人力资源的重要组成部分。

目前界内对“科技人力资源科普化”这一概念并未形成统一定义,本文基于对以往文献的总结,将“科技人力资源科普化”归纳为推动科技人力资源参与科普实践的过程,其中“科普化”并不意味着从一端到另一端的单向转化,而是强调了科技人力资源的科普责任,旨在通过科技人力资源与科普人才队伍的交叉融合,促进科技创新和科学普及深入协同发展。不同学者对科技人力资源科普化相关议题进行了探讨,敖妮花等表示,推动科研人力资源的科普化是“科技资源科普化工程”的核心举措^[8]。苑晓提出,科技资源科普化要取得实效,科技工作者不能缺席^[10]。本文旨在研究我国科技人力资源科普化的现状,分析存在的问题并提出相应解决建议。科技工作者是科技创新的主力军和科技人力资源的重要组成部分,从实践角度来看,以科技工作者为主体,研究科技人力资源科普化问题具有一定代表性和现实意义。

2.3 科技工作者的科普责任

作为科学和技术的创作发明者,科技工作者

掌握探索认知客观世界最有效的方法,站在科技创新发展的最前沿,是科普的核心和源头^[11]。他们不仅拥有对科技知识最原生的理解与认识,更亲身经历科学探索艰辛与精彩的过程,对科学方法、科学思想和科学精神有着深刻的体会与感悟^[12],从事科普工作具有不可比拟的优势^[13]。因此,科技工作者对科普创作及传播活动的积极参与,能够进一步提升科普工作的深度和广度,更好地避免“假科学”“伪科普”等现象的产生,从而促进科学与人文融合发展。此外,2020年中国公民科学素质抽样调查显示,我国公民十分认同科学家的贡献,赞成科技工作者应履行科学传播的社会责任^[14]。王英俭等对我国科技工作者开展科普工作影响因素进行了实证分析,发现时间、精力、经费、缺乏考核机制是其主要影响因素,科普责任、获得自我价值感是其重要驱动力^[15]。如何更好地让科技工作者在做好本职工作的同时,又积极投身于科学普及工作,既保证科技创新发展,又兼顾科学普及,真正实现“两翼齐飞”,这是新时代科普工作一个重要的研究议题^[16]。

3. 科技人力资源科普化发展现状——以五省市科技工作者开展科普工作为例

作为科技人力资源的重要部分,相比于其他科技人力资源(如研究生毕业生等潜在科技从业者),由于实际从事科技相关职业,科技工作者普遍掌握更多的科学知识,能够为科普实践提供更强有力的支撑。本研究以北京、上海、湖北、陕西、辽宁五个省市来自高校、院所、企业等创新主体的科技工作者为调研对象,通过问卷调查和访谈等方式开展调研。其中《科技工作者开展科普工作调查问卷》采用定额抽样方法(五省市的受访者比例相同),主要通过线上方式进行发放,共计发放3199份问卷,回收1002份,其中1000份为有效问卷;同时,基于目的抽样原则,选取了40位科技工作者,采用线上线下相结合的

方式开展结构化访谈。为了使结果更具代表性,调研地区选取了中、东、西部的不同省市,调研内容主要包括科普工作开展情况、驱动和限制因素、对科普的认知、面临的困难以及相关建议等。研究中所提到的科技工作者是指实际从事系统性科学和技术知识的产生、发展、传播和应用活动的人员,涉及自然科学、工程和技术、医药科学、农业科学、社会科学和人文学科等^[17]。

对于调研对象的结构,从地区分布看,来自五地的科技工作者人数各占比20%,从年龄、学历和职称来看,调研对象的总体层次较高,35岁以上者占比99.5%,博士学历者占比69.4%,高级职称者占比97%。从工作单位性质看,74.2%的受访者来自高等院校和科研院所。从学科领域看,51.0%的受访者从事专业属于工程与技术科学,26.4%属于自然科学,11.4%属于医药科学,7.6%属于农业科学,3.6%属于人文与社会科学(表1)。

3.1 科技工作者开展科普工作现状分析

3.1.1 参与科普工作的比例 根据调查结果,从总体上看,受访科技工作者对科普工作的参与率为72.2%,参与比例总体较高。其中,从工作单位性质看,来自科研院所(76.0%)和高等院校(75.4%)的科技工作者参与率较高;从学科领域看,从事自然科学(88.2%)、农业科学(82.5%)相关领域的科技工作者参与率明显更高(图1)。

3.1.2 参与科普工作的年限、频率和原因 受访者开展科普工作年限较长,频率以年为主,多出于单位业务要求。51.0%的受访者从事科普工作年限为10年以上,从事年限为5~10年的占比23.0%,从事年限为5年以下的占比26.0%。对于开展科普工作的频率,每年1次以上的占比62.0%,每季度1次以上的占21.0%,每月1次以上的占14.8%,部分选择“其他”的受访者表示“几年一次”“不确定”等。科技工作者从事科普工作的

表1 调研对象基本情况

维度	分类	比例（%）	维度	分类	比例（%）
年龄	35岁以下	0.5	职称	正高	77.6
	35～50岁	53.0		副高	19.4
	50岁以上	46.5		中级及以下	3.0
工作单位性质	高等院校	47.5	学历	博士研究生	69.4
	科研院所	26.7		硕士研究生	18.0
	企业	23.5		本科	12.4
	其他	2.3		本科以下	0.2
工作单位层级	中央和国家级	66.9	学科领域	工程与技术科学	51.0
	省级	18.0		自然科学	26.4
	市级	5.4		医药科学	11.4
	民营	9.2		农业科学	7.6
	其他	0.5		人文与社会科学	3.6

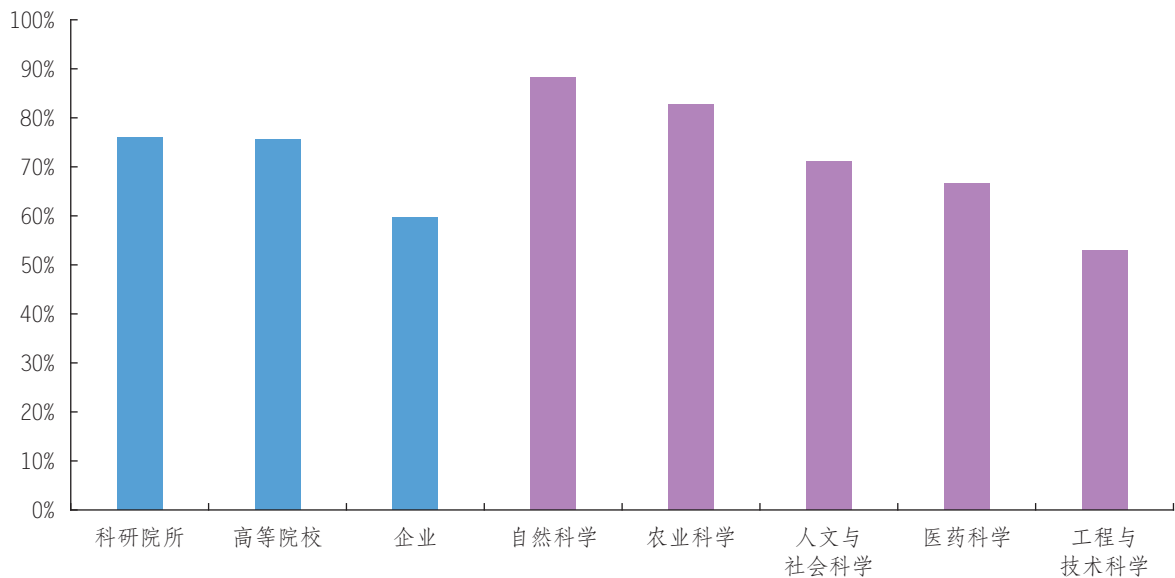


图1 科普工作参与率

原因主要是出于单位业务要求，提及率为51.2%，其次是出于个人意愿，提及率为33.7%（图2）。对于科技工作者参与科普活动，所在单位绝大多数态度上是支持的，支持率占95.2%。其中“有相关绩效和奖励机制，鼓励和支持”的比例占32.7%（图3）。

3.1.3 参与科普工作的途径和意愿 调研结果

显示，受访者参与科普工作的途径以线下方式为主，且参与渠道尚不能满足参与意愿。线下讲座是科技工作者参与科普工作的最主要途径，占比82.3%，其次是科普文章、科普书籍撰写和线上访谈、直播，提及率均超过30%（图4）。少部分选择“其他”的科技工作者表示通过会议、学会活动等途径参加。可以看出，当前科技工作者运用

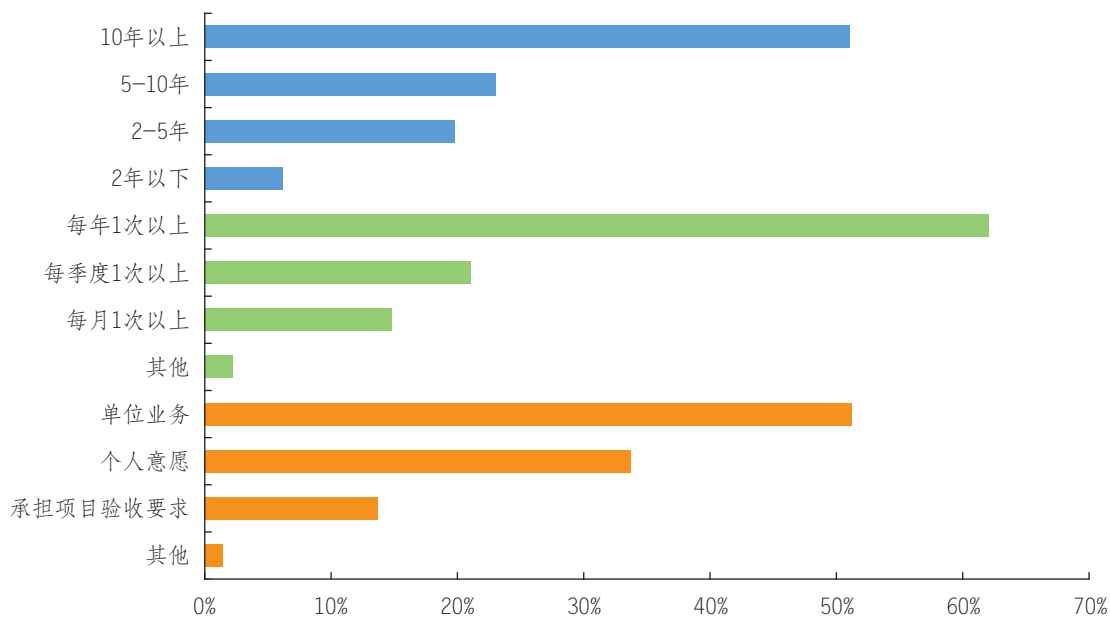


图2 从事科普工作的年限、频率和原因

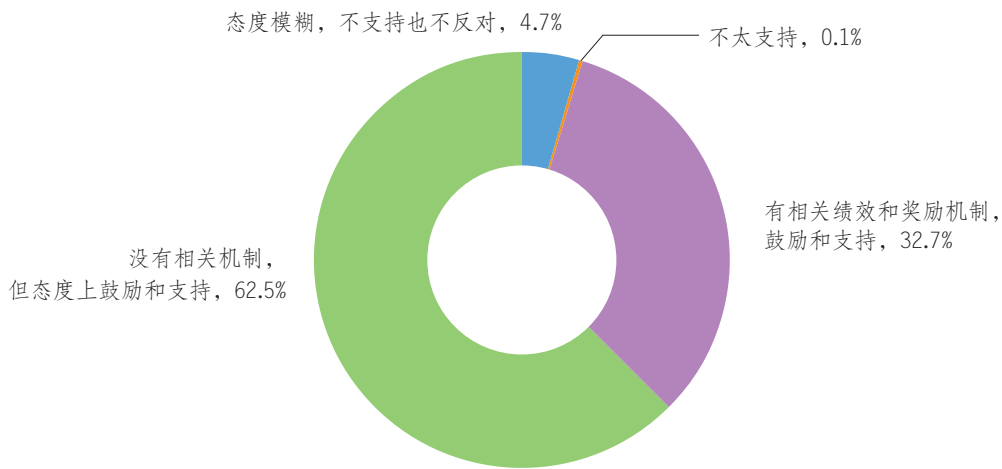


图3 所在单位对科技工作者参与科普活动的支持情况

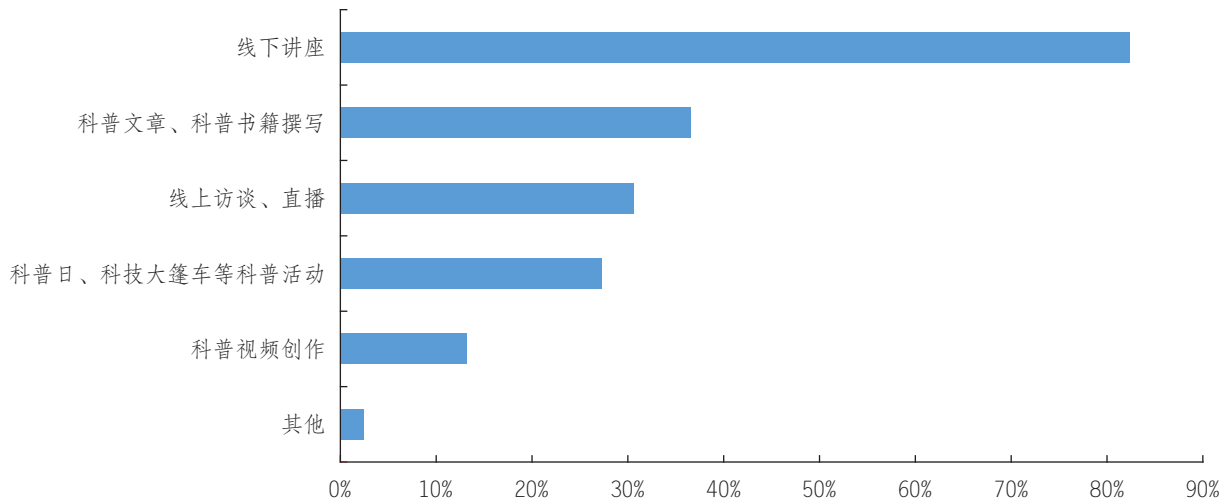


图4 参加科普工作的途径

多媒体平台开展科普活动的比例仍不及传统线下方式。根据科技工作者对个人科普能力、意愿和渠道的打分（满分5分），科普渠道的平均得分低于科普能力和意愿，可以看出科技工作者掌握的科普渠道尚不能满足其科普意愿（图5）。

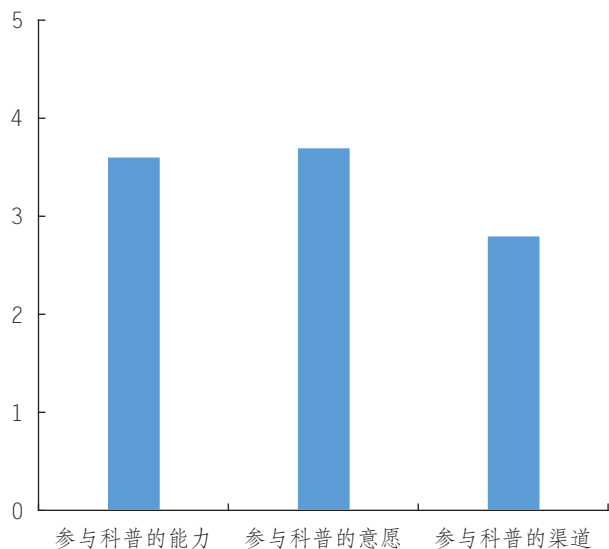


图5 对个人科普能力、意愿和渠道的评价

3.1.4 科普工作受众与传播内容 科普工作受众以青少年和社会公众为主，传播内容与自身学术成果密切相关。根据调查结果，青少年和社会公众是科技工作者开展科普工作的主要受众，提及率分别是51.8%和47.9%，面向领导干部和公务员（21.9%）以及农民（10.0%）开展科普活动的比例明显偏低（图6），部分选择“其他”的受访者表示面向同行业人员、老年人等开展科普工作。开展科普工作的内容主要是与科技工作者所从事行业和产出科研成果相关的科学知识，提及率占86.7%。除此之外，还包括“自然科学通识”“科技前沿知识”等内容。

3.1.5 对科普相关观点的认同度 受访者多认同科技工作者的科普责任和科普的社会效益。80.9%的受访科技工作者认为参与科普工作是科技工作者应该履行的义务，91.0%赞成科研项目资助条件中增加科普任务，72.5%赞成科普成果纳入科研成果范畴（图7）。提升科技工作者参与科普意

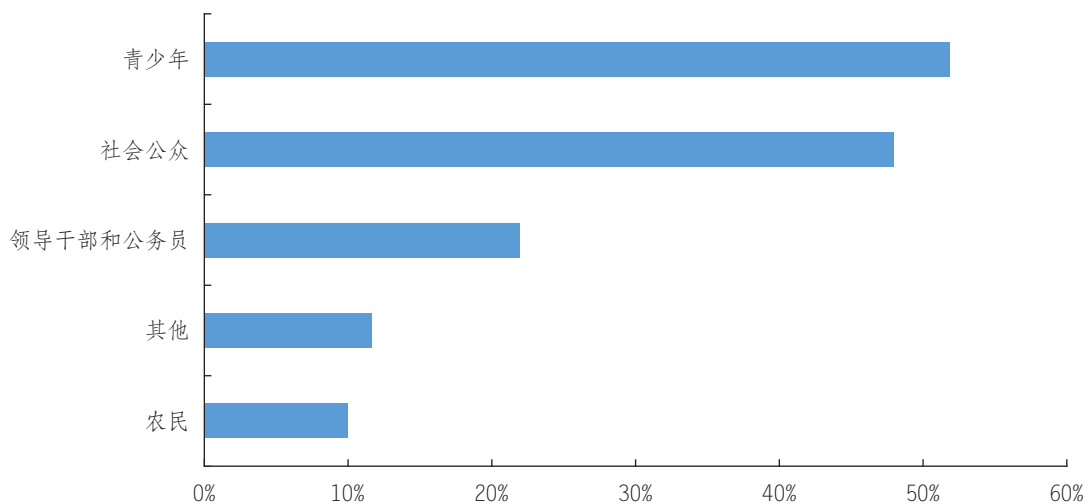


图6 开展科普工作的主要受众

愿的主要因素排名前三的分别为社会责任感、推动科研成果的普及和个人成就感（图8）。科技工作者普遍认为科普有利于营造社会关注科学研究的气氛，进而理解、支持和推动科技发展。具体而言，一是有助于获得更多的资金和政策支持；二是有助于科研成果的转化、落地和推广；三是

有利于培养后备创新人才力量，吸引和鼓励青少年参与或投身科研事业。

3.1.6 对科普创作和传播的理解 能够理解科普作品与科研成果的差别，多赞成科技工作者与媒体工作者应配合开展科普创作和传播。在科普创作方面，受访科技工作者表示，科普作品与科

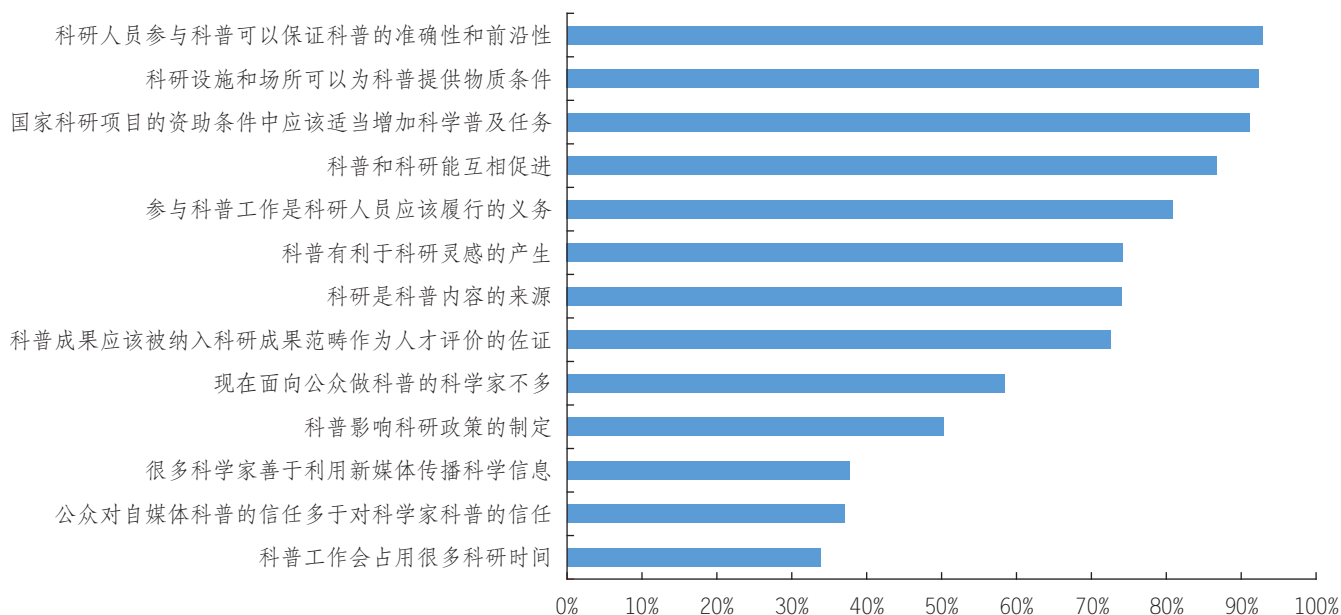


图7 相关观点认同率

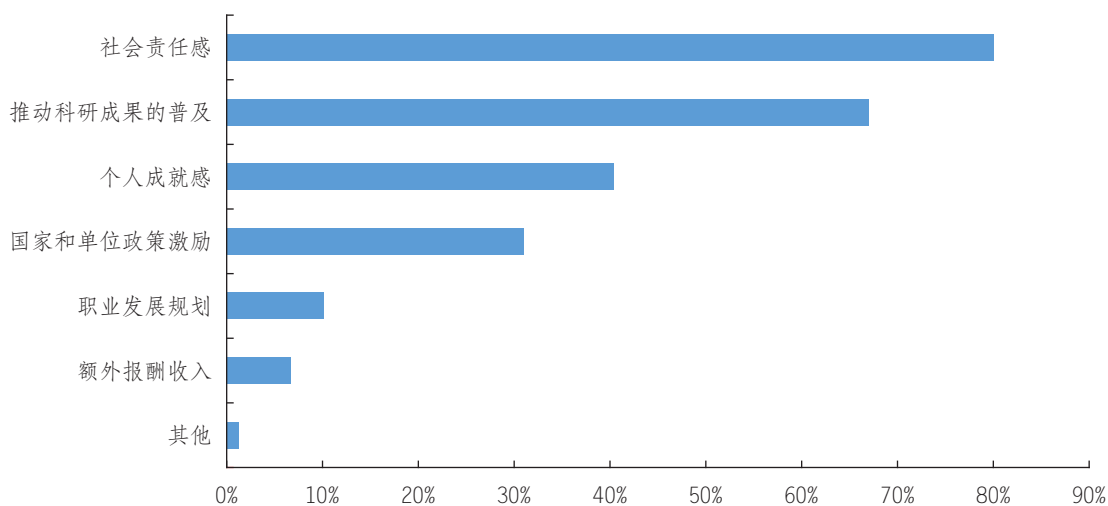


图8 提升参与科普意愿的因素

研成果不同，引发社会追逐效应的科普产品一般具备相关特点，提及率较高的特点包括“内容简单易懂好记”“传播热爱生活、热爱自然等正能量”“注重互动”“结合时事热点”等（图9）。关于科技工作者与媒体工作者配合开展科普创作和传播工作的可行性，87.8%的受访者认为科技工作者与媒体工作者应配合开展科普创作和传播工作（图10）。此外，部分不赞同的受访者表示“个别网络媒体的导向有问题”“媒体与科研目的不一致”等。

3.1.7 参与科普对自身的口碑的影响 受访者多认为参与科普活动有利于提升社会公众和业内同行对自身的评价。对于参与科普活动带来的外界评价影响，总体上看，受访科技工作者多认为参与科普活动有利于提升外界对自身的评价。其中，70.7%的受访者认为参与科普活动会提升大众对自身形象口碑的评价，59.7%认为参与科普活动会提升同行对自身学术业绩的评价；45.9%认为参与科普工作会提升同行对自身非正式人际的评价（图11）。

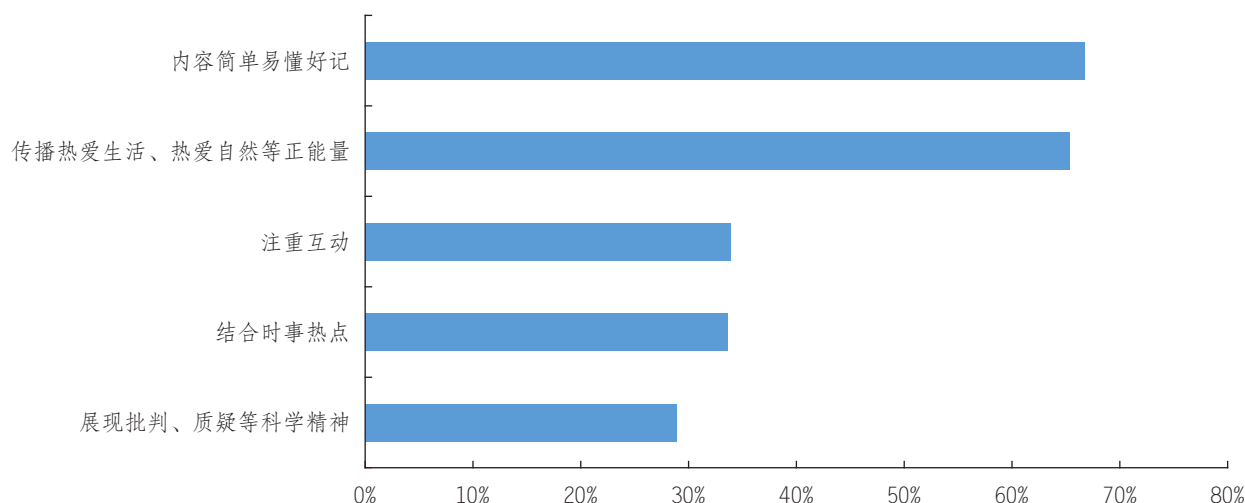


图9 引发社会追逐效应的科普产品具备的特点

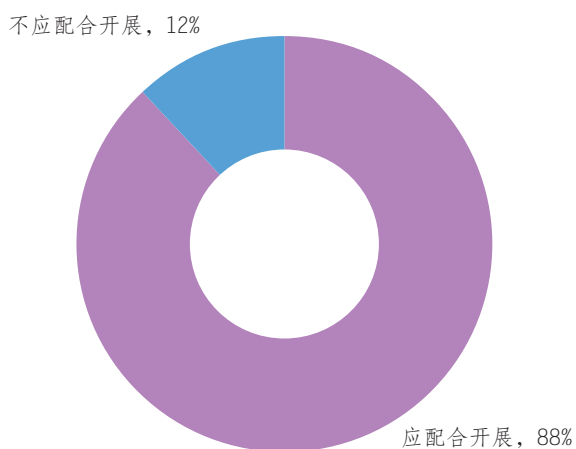


图10 科技工作者是否需要与媒体工作者配合开展科普创作和传播工作

3.1.8 我国科普事业发展存在的问题 受访者多认同“科技工作者参与科普意识不强、程度有限”为我国科普事业发展的一大问题。对于科普事业发展存在的问题，调查显示，认同率在50%以上的有“科研人员参与科普意识不强、程度有限”“科普基础设施数量、质量、分布均有不足”，其余问题包括“其他社会主体参与科普的意识不强、程度有限”“科普的重要性缺乏社会认同”“经费筹集渠道单一”等（图12）。少部分受访者选择“其他”的受访者表示“国家重视程度不够，缺乏相应政策”等。

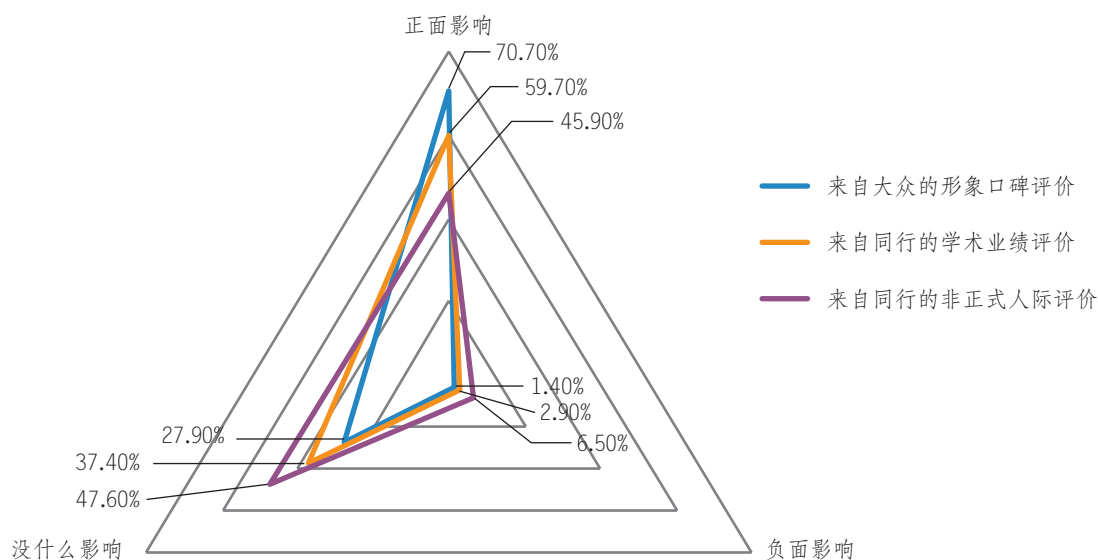


图11 参与科普活动带来的外界评价影响

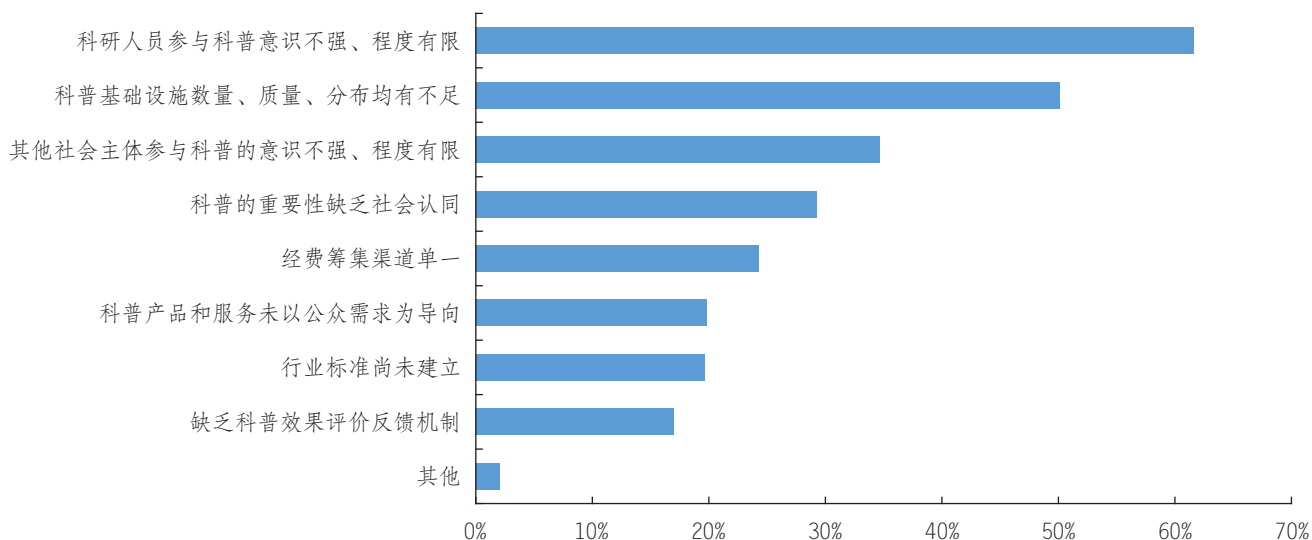


图12 科普事业发展存在的问题

基于调研可以发现，总体来看，科技工作者对科普工作的参与程度较高（72.2%），参与意愿较强，但参与途径受到一定限制，目前仍以线下方式为主，对自媒体、短视频等方式的应用较少。开展科普活动的对象主要是青少年和社会公众，内容主要是与科技工作者所从事行业和产出科研成果相关的科学知识。受访科技工作者多认同自身的科普责任，理解科普的社会效益，希望能有更充足的经费和更大的平台，进一步开展科普相关活动：80.9%的受访者认为参与科普工作是科技工作者的责任和义务，70.7%的受访者认为参与科普活动会提升大众对自身口碑的评价，91.0%

的受访者赞成科研项目资助条件中增加科普任务，87.8%的受访者赞成科技工作者与媒体工作者配合开展科普创作和传播工作。

3.2 科技工作者开展科普工作面临的困难

调查结果显示，制约科技工作者参与科普工作的因素主要包括主观因素，如时间和精力投入（提及率47.8%）、将科研成果进行科普创作与转化的能力（25.4%）；以及客观因素，如传播渠道（46.4%）、社会科普文化氛围（20.7%）以及经费支出（15.0%）、政策限制（12.5%）等（图13）。

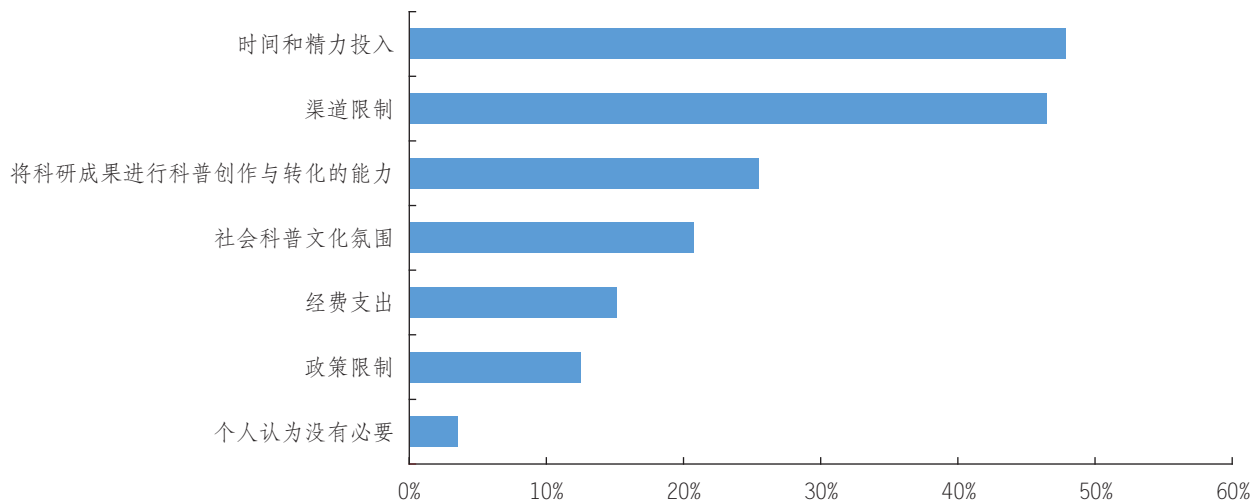


图13 制约科技工作者参与科普工作的因素

3.2.1 个人时间、精力和科普创作能力有限 受访科技工作者表示,在客观条件上,开展科普活动存在“凑时间,拼精力,零经费”的困境,他们开展科普活动完全是出于自愿,没有明确的团队,只靠一人“单打独斗”。另外,科技工作者担忧科普需要用到他人的成果,产生知识产权方面的纠纷,与其花时间做“费力不讨好”的科普工作,不如专心做科研。在主观能力上,受访科技工作者表示从事科普工作虽然不需要讲解过于深入的专业知识,但需要将科研语言转化为公众易于理解的语言,最大的困难是如何跳出专业人员的视角,站在大众需要的角度去理解科学,这种转换在科普创作中非常必要,但是很难做到。

3.2.2 开展科普活动的渠道和传播能力有限 一方面,科技工作者创作出科普作品宣传推广的渠道有限,大部分通过发表著作、开展专项活动和讲座等传统途径开展科普,部分没参加过科普活动的科技工作者表示“有意愿但缺少途径”。另一方面,当今网络传播逐渐成为公众获取信息的主要方式,根据《人民论坛》杂志社与中国科普研究所的相关调查,通过移动社交媒体(微信、微博、抖音)了解科技知识成为公众的首选,占比达到86.2%^[18]。然而大部分科技工作者对于新媒体等传播媒介的掌握和运用能力有所欠缺,这也在一定程度上限制了传播范围,增加了他们面向公众开展科普活动的难度。

3.2.3 科普评价激励机制尚不完善 当前大部分高校和科研院所中没有相应的激励机制,科普占用了科技工作者的时间和精力,但是在绩效考核和职称评审时却不能成为评价指标,科普相关成果无法被业内评定为“科研成果”。近年来国家已有相关政策出台。《关于科研机构 and 大学向社会开放开展科普活动的若干意见》中明确提出,建议将科普工作量视为科技工作者职称评定、岗位聘任和工作绩效评价的重要依据^[19],但由于缺乏实质性的操作细则和硬性规定,类似政

策难以落到实处。2019年来,北京、天津等地区在图书资料职称系列中增设科学传播专业,为科普人才开设了新的职称序列,但问卷调查显示,仅有26.8%的受访者认为科学传播等职称序列的出台对科技工作者开展科普工作具有激励作用,59.9%的科技工作者不了解该职称相关政策(图14)。此外,部分了解该政策却认为没有激励作用的受访者表示“该职称序列与科研无关,科技工作者很少去参评”。

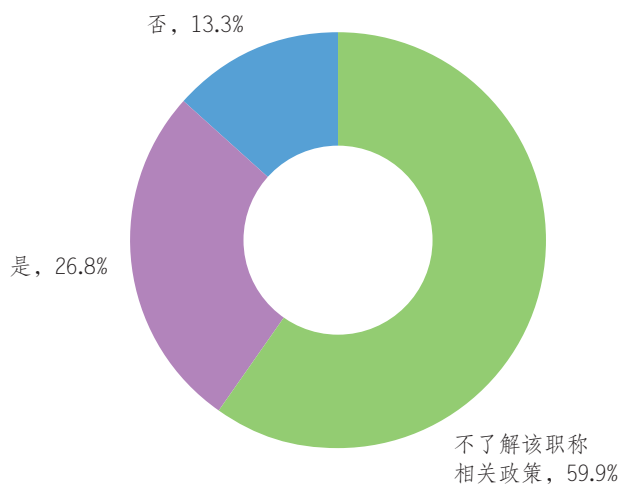


图14 科学传播相关职称序列对科技工作者开展科普工作是否有激励作用

3.2.4 社会各界对科普的理解有待加强 一方面,当前科学界对科学普及的认可度有待提升。在文化层面上,科研和科普虽然只有一字之差,但完全不一样,科研文化是向内的,它追求学术圈内、专业圈内的认可,科普的文化是外向的,它追求公众的认可^[20]。部分受访者表示,我国的科学文化氛围有待提升,对于科研学术地位没有达到一定级别(院士、国际科技奖项获得者等)的科技工作者,开展科普会面临来自专业圈的压力:如果在本职工作之余积极开展科普活动,会被专业圈看作“不务正业”的行为,认为“科研做不好的人才会去做科普”,创作出的科普成果也会受到轻视。另一方面,在信息碎片化的当今时代,科学界和公众界之间也存在一定沟通壁垒,社会公众对

科学普及的理解和认识有所偏差,“科普”这一词汇逐渐被泛化和异化,科普供给和需求失衡,社会科普文化氛围有待提升,公众理解科学之路仍然任重道远。

4. 推动科技人力资源科普化的相关建议

4.1 构建有效促进科技创新与科学普及协同发展的体制机制

一是推动创新主体的科研设施成为面向社会开展科普工作的资源平台。欧洲核子研究中心,是世界上顶尖的高能物理跨国实验组织,其利用超大型科学仪器设施(大型强子对撞机)开展的科学普及活动,既是国家规定的一项任务,也是机构自我发展的需求,更是社会公众的要求。建议各创新主体借鉴国际优秀经验,在将科研仪器设施面向社会开放共享的同时,因地制宜地推动部分科研设施成为面向社会开展科学传播和普及的平台,与政府、学校、社会组织等合作,开展宣传推广、主题研学、参观访问等活动,进一步推动科研与科普协同进步。

二是在开展创新主体间学术交流活动时增加科普相关内容。学术交流型的科学传播可作为展示创新主体专业化能力和履行社会职责的窗口。建议各创新主体结合本单位发展规划、管理机制等要求,从资源、人力、平台、渠道、内容等方面建章立制,构建科学普及和传播策略,使科学普及活动内化于科学研究过程,与科技工作者的学科专业、技术领域发展需求紧密结合,激发科技工作者在科学普及活动的主体性、自发性和导向性,蓄积科学普及的内在发展动力,有效促进科研与科普协同发展。

三是建立和完善多元有效的科研和科普“双轨”评价激励机制。引导科技工作者参与科普政策的制定,充分发挥政策指挥棒对科技工作者的引导作用,促使各界提高对科普工作的重视程度:政策制定部门可以系统性地在国家科

技计划资助项目中设置科普任务要求,建立和完善常态化科普绩效考核机制,在把科普纳入评价考核体系的同时,不把科普工作作为单个科技工作者考核的硬性指标,而是以团队为单位开展考核,要求科研团队围绕重点成果完成一定的科普工作量,如发表科普文章、开展科普报告、开放实验室、策划小型展览、发布科普视频等。各地方在设立科学普及与传播专业技术职称的同时,应完善科普人才晋升、评聘等政策制度,允许科技工作者申报科普相关职称,并进行相应的岗位评聘。创新主体应制定相关政策,在科研项目经费中划定专项科普经费支持,为科技工作者从事科普活动提供物质保障。

4.2 培养和提升科技人力资源的科普创作与传播能力

一是鼓励科学家以“团队”的形式开展科普活动,有针对性地发掘和培养一批具有科普潜质的科技工作者。公众对科普工作尚存在一些误解,认为科普工作谁都可以做,谁做都一样,科研做得好的人一定就是“科普能手”。恰恰相反,科普工作更需要专业的科普思维、科普能力和科学伦理意识作为支撑。科技工作者是科普工作的主力,但从科技工作者到科普工作者的过渡并不是没有壁垒的。建议各创新主体积极发掘和培养具有科普潜质的科技工作者,开展科普能力培训和科普实践,培养科研科普多面手;鼓励更多高层次科研人才发起建设科普工作站,如武汉陈孝平院士健康科普工作站,充分发挥科普工作站对科技人力资源科普化的引导作用,吸纳更多的科技工作者参与科普工作,不断提升团队的科普创作与传播能力。

二是在时代进步中促进科学教育“常教常新”,强化潜在科技从业者的科普意识。加强高校对科普教育的重视程度,开展科普教育试点,在试点高校增设科学教育、科学传播等相关专

业, 构建从高校到社会的全链条人才培养体系。同时加强对在校大学生的科普教育, 倡导理工科学生修读科普相关专业的双学位, 增加科普实践学分, 与科技场馆、科研机构等合作, 为学生参与科普志愿活动提供平台和渠道, 培养其面向社会开展科学传播的意识和能力。

三是调动各级科协和学会的资源 and 积极性, 开发科普学习与交流平台, 开展有针对性的培训工作。作为团结和动员科技工作者的社会组织, 各级科协和学会应面向科技工作者积极开展科普能力提升培训, 邀请具有丰富科普实践经验的人员担任顾问, 开发项目合作、资源共享型课程, 利用信息化手段, 构建线上交互式学习平台, 为科技工作者开展科普工作提供讨论和交流空间, 促进科技工作者间相互沟通, 激发科技工作者对科普工作的切身体会, 提升其科普能力。

四是通过与媒体合作, 为科技工作者面向公众开展科普活动提供渠道和平台。作为科学和技术的“供给者”, 科技工作者处于科学研究的最前沿, 可以最大限度避免科学知识在传播过程中出现偏差, 保证科普内容的科学性^[16]; 作为主流价值的引导者, 媒体更加了解公众需求, 更加善于用通俗易懂的语言对专业知识进行转化。因此, 科技工作者和媒体工作者的“强强联合”更有利于科普创作与科学传播活动的开展。建议参考德国“青年科学家辅导计划”, 为有志于进行科学传播的科技工作者提供培训机会、媒体平台和支持经费, 探索建立科技工作者和媒体互相配合支持的长效联动机制, 一方面提升科技工作者的科普宣传能力, 一方面增强媒体工作者的科学素养, 将科技工作者的“知识优势”和媒体工作者的“媒介手段”优势相结合, 有效解决科技工作者对新媒体等媒介运用不足的问题, 实现科普创作和传播的有机统一, 有利于最大程度上避免“有科没普、有普没科”的局面, 真正实现面向公众的科学精神、科学思想、科学方法和科学知

识引领。

4.3 推动形成社会化大科普的文化氛围和产业格局

一是通过制度、平台等工具, 促进科学界理解科普, 加强公众和科学界双向交流。一方面, 政府部门应进一步细化出台相关政策文件, 明确科技工作者的科普义务, 提高科学界和科技工作者对科普工作重要性的认识, 让科学界认可科普是一种职业行为, 理解科普工作也是科技工作者的神圣职责; 让科技工作者发自内心觉得做科普对社会和自身都是有益的, 而非“不务正业”的行为。另一方面, 充分调动政府、创新主体、社会组织等各界资源, 在国家层面上构建更加权威、适应社会各界生产生活学习需求的科学技术知识共享平台, 通过订单式服务、个性化知识诉求、在线解惑等方式, 加强供需对接和双向反馈, 为科学界和公众间的沟通交流搭建桥梁, 使科技工作者能从受众需求出发, 面向重点群体和社会公众开展科学普及活动; 增强公众对科学界和科学的了解, 培养其科学精神和创新能力, 引导全社会形成“学科学、懂科学、用科学”的科学文化氛围。

二是打造新时代科普文化产业生态, 塑造科普文化氛围, 为科技人力资源科普化提供环境保障。应大力培育和发展科普文化产业, 从兼顾“经营性”和“公益性”的角度出发制定完善相关支持政策, 从科技政策、金融政策、财税政策和产业布局等方面入手, 为处于萌芽状态的科普文化产业创造良好的政策环境和市场环境, 推动科普产品和服务的研发与创新, 构建社会化协同、数字化传播、规范化建设、国际化合作的新时代科普生态^[21], 在全社会形成“尊重知识、崇尚科学”的文化风尚, 进而激发科技工作者从事科普工作的内在动力, 反哺科技人力资源科普化发展。

5. 结语

人才是第一资源,国家科技创新力的根本源泉在于人^[22]。推动科技人力资源的科普化,对于全面深入加强全民科学素质建设,促进科技创新和科学普及深度融合发展具有重要意义。面向新时代,广大科技工作者在肩负起历史赋予的科技创新重任的同时,也应肩负起时代赋予的科学普及责任与义务。基于调研结果,以科技工作者为代表的科技人力资源高度认同其科普责任,具有参与科普工作的强烈意愿。政府、创新主体、社会组织、公众等社会各界应共同努力,为科技人力资源科普化提供资源和平台,使其能全方位深层次地参与到科普工作中,成为科普队伍中的一支主力军,为实现我国高水平科技自立自强、推动我国科普事业取得长足发展做出贡献。

责任编辑:梁思琪 校对:梁思琪 李琦

参考文献

- [1] 习近平.为建设世界科技强国而奋斗——在全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上的讲话[EB/OL].(2016-05-30)[2022-07-02].<http://cpc.people.com.cn/n1/2016/0601/c64094-28400179.html>.
- [2] 田松.现代科普理念[N].科学时报.2000-12-15.
- [3] 刘华杰.论科普的三种不同立场[N].科学时报.2004-2-6(B2).
- [4] 田松.科学传播——一个新兴的学术领域[J].新闻与传播研究, 2007(02):81-90+97.
- [5] 国务院.全民科学素质行动规划纲要(2021-2035年)[EB/OL].(2021-06-03)[2022-07-02].<http://gybz.cast.org.cn/bzdt/info/2021/10802.html>.
- [6] 任福君.关于科技资源科普化的思考[J].科普研究.2009(3):60-65.
- [7] 周寄中.科技资源论[M].西安:陕西人民教育出版社, 1999.
- [8] 敖妮花, 龙华东, 迟妍玮, 等.科研机构推动科技资源科普化的思考——以中国科学院“高端科研资源科普化”计划为例[J].科普研究, 2022,17(3):100-104.
- [9] 中国科协调研宣传部, 中国科协创新战略研究院.中国科技人力资源发展研究报告(2020)——科技人力发展的回顾与展望[R].北京:清华大学出版社, 2021.
- [10] 苑晓.科技资源科普化实践与思考——以英国化工博物馆为例[J].学会, 2021(9):55-58.
- [11] 王大鹏.关于科协组织动员科学家参与科普的思考[J].科协论坛, 2018(2):5-6.
- [12] 莫扬, 荆玉静, 刘佳.科技人才科普能力建设机制研究——基于中科院科研院所的调查分析[J].科学学研究, 2011,29(3):359-365.
- [13] 顾甜, 孔宏俊, 房磊, 等.河南省科技工作者开展科普工作现状分析[J].河南科技, 2021,40(31):152-158.
- [14] 何薇, 张超, 任磊, 等.中国公民的科学素质及对科学技术的态度——2020年中国公民科学素质抽样调查报告[J].科普研究, 2021,16(2):5-17+107.
- [15] 王英俭, 陈套, 贺晓航.我国科技工作者开展科普工作影响因素与对策实证研究[J].科普研究, 2019,14(4):5-13+49+110.
- [16] 王大鹏, 黄荣丽, 陈玲.科研与科普结合历史视角下我国科研人员科普能力建设思考[J].中国科学院院刊, 2020,35(11):1390-1397.
- [17] 何国祥.科技工作者的界定及内涵[J].科技导报, 2008(12):96-97.
- [18] 尚甲, 李思琪, 张凡.调查报告:当前公众对我国科普生态的认知与评价[J].国家治理, 2021(Z5):58-64.
- [19] 教育部、财政部等.关于科研机构 and 大学向社会开放开展科普活动的若干意见[EB/OL].(2006-11-30)[2022-09-06].http://www.gov.cn/ztlz/kjfgzh/content_883834.htm.

[20] 张晔. 缺制度还是少经费 科研人员做科普究竟难在哪?[N]. 科技日报, 2021-08-04(005).

zhengce/2022-09/04/content_5708260.htm.

[21] 中共中央办公厅 国务院办公厅. 《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》[EB/OL]. (2022-09-04)[2022-09-19]. <http://www.gov.cn/>

[22] 习近平. 在科学家座谈会上的讲话[EB/OL]. (2020-09-11)[2022-09-19]. <https://china.huanqiu.com/article/3zqNWIZeTQv>.

Current situation and suggestions on promoting scientific and technological human resources to engage in science communication: Take science communication activities of scientists and technologists in five provinces or cities in China as examples

Liu Jingyi

(Beijing Institute for Stem Cell and Regenerative Medicine, Beijing 100101, China)

Abstract: Promoting the popularization of scientific and technological resources is of great significance to the development of science communication in China. Based on analyzing the general situation of scientists and technologists engaging in science communication activities in five provinces or cities of China, this paper finds that the participation rate and willingness of scientific and technological workers to participate in science communication are high, but the communication channels are limited and regular science communication behavior has not been formed. Time, energy, channels, popularization ability and incentive policies are the main factors limiting scientific and technological workers to engage in science communication, while the sense of social responsibility, the aim to promote research results and the sense of personal achievement are the main factors to enhance the willingness of scientific and technological workers to participate in science communication. This paper propounds several proposals, namely building the system and mechanism that effectively stimulate the synergetic development between science innovation and science communication as the foundation, focusing to improve the science communicating abilities of scientific and technological human resources, as well as promoting the formation of a cultural atmosphere and industrial structure for socialized science popularization, deeply promoting the popularization of scientific and technological human resources, so as to better serve the realization of self-reliance and self-improvement of high-level science and technology in China and the substantial development of science popularization.

Key words: popularization of scientific and technological resources; scientific and technological workers; science communication

工业考古与工业遗产的起源与发展

冯书静¹, 潜伟², Juan Manuel Cano Sanchiz²

(1. 中国科协创新战略研究院, 北京 100038; 2. 北京科技大学科技史与文化遗产研究院, 北京 100083)

摘要: 工业遗存见证了人类工业化过程对历史及当下所产生的深刻影响, 尤其是第二次世界大战后城市重建, 工业遗存的存废问题日益引人注目, 由此促成工业考古的正式诞生。本文通过梳理国际工业考古的起源, 探讨各国工业考古的发展过程。20世纪50年代, “工业考古”概念在英国正式提出, 尔后在美国、欧洲诸国及其他地区逐渐传播开来。起初, 由于第二次世界大战摧毁许多城市发展, 工业考古与工业古迹保护息息相关。随后, 特别是20世纪90年代以来, 工业考古学的发展与工业遗产保护与再利用脱节。而今, 工业考古学被理解为采用考古学的方法与理论, 研究工业社会及其材料等内容。即工业考古学范围, 从起初为遗产保护服务扩展为当前的工业历史的考古研究。近年来又有工业文化及创意产业、工业旅游等方面的研究, 并有工业文明等意识形态研究的发展趋势。

关键词: 工业考古, 工业遗产, 起源与发展

工业考古源于19世纪后期, 因此, 它在20世纪50年代并非一个新兴事物, 只是在二战后城市重建时期逐渐浮现出来, 并引起公众关注。二战之前, 关于工业革命史中涉及工业考古的研究比较分散, 其中纽可门学会开始推广走访废弃工业遗址的观点, 评估它们对特殊工业及其工艺流程发展的重要贡献^[1]。二战期间城市交通和重工业基础设施遭到严重破坏; 20世纪50年代, 城市开始全面重建, 许多工业革命时期建设的工厂、机器设备和工业设施因无法满足新的工程建设需求而被迫拆除。此时, 人们开始关注这些老工业设备和设施, 且对工业遗存所蕴含的不可替代的历史、科技、文化、社会价值产生了强烈保护意识。20世纪50年代末60年代初, 以英国尤斯顿(Euston)火车站存废问题为导火索, 英国全国性

工业遗址和纪念物保护运动的持续发生, 由此, 工业考古正式诞生。

工业考古不是简单地对工业物质遗存进行分期、分类、排序和断代, 还包括对工业社区的经济、社会、历史和工业文化活动等内容的探究。即工业考古是以工业实物遗存为主, 结合工业档案、历史文献记载及相关资料, 研究和阐释工业遗存、工业技术、经济、社会等工业系统相关的所有问题。然而, 并非所有的工业遗存都是工业遗产, 工业遗产是具有历史、科技、社会、文化、经济、美学、生态、科普等价值的工业遗存。工业遗产研究包括对过去工业的物质和非物质遗留物的价值判断、评估、保护、再利用以及管理等内容。

一门新学科的成立, 通常有两个重要标志,

作者简介: 冯书静, 女, 博士, 中国科协创新战略研究院清华大学社会科学学院博士后, 研究方向为工业遗产、工业考古。

潜伟, 男, 博士, 教授, 北京科技大学科技史与文化遗产研究院院长, 研究方向为技术史、工业遗产。

Juan Manuel Cano Sanchiz, 男, 博士, 副教授, 北京科技大学科技史与文化遗产研究院, 研究方向为工业遗产、工业考古。

项目来源: 中国博士后科学基金第70批面上资助(资助编号: 2021M703052)。

即设立专业学会和出版专门杂志/期刊。本文将围绕工业考古与工业遗产的学会/协会、期刊/杂志以及主要代表人物等内容, 梳理英、美、德等世界范围内工业考古与工业遗产的产生与发展概况。

1. 国外工业考古与工业遗产

英国既是工业革命的策源地, 亦是工业考古的发祥地。美国工业考古深受英国影响, 同时又有自身发展特点。德国虽然没有经历工业考古, 直接进入工业文化遗产阶段, 但其发展较早, 且与技术史密切相关。随后, 在英、美、德等早期开展工业考古与工业遗产的国家影响下, 欧洲诸国及其他地区亦先后行动起来, 成立了相关研究协会/学会。

1.1 英国

“工业考古”术语最早出现于19世纪后期, 葡萄牙、比利时等国家先后出现工业考古的相关记载, 但关注的人相对较少^[2]。1955年, 伯明翰大学讲师迈克尔·瑞克斯 (Michael Rix) 在杂志《史学爱好者》(The Amateur Historian) 上发表文章, 正式提出英文的“工业考古”(Industrial Archaeology), 阐释工业考古的研究对象和范围等内容。此外, 他助力培养英国第一代工业考古学家, 并于1958年协助成立“工业考古研究委员会”。随后, “工业考古”术语被英国考古委员会承认, 并开始广泛使用, 由此开创了世界工业考古主题。

英国虽然拥有丰富的工业遗产资源, 但政府起初并不重视工业遗迹的保护, 更不关注工业考古调查研究。20世纪60年代, 在迈克尔·瑞克斯 (Michael Rix)、汤姆·罗特 (Tom Rolt)、韦尔斯 (Wailles)、肯尼斯·哈德森 (Kenneth Hudson) 等人士的热心倡导下, 英国陆续成立

了诸多地方性工业考古学会。1963年, 英国开始于国家层面开展工业遗迹的调查。1964年, 布里斯托尔先进技术学院建立技术史研究中心, 并于1967年成立布里斯托尔工业考古学会 (the Bristol Industrial Archaeological Society^[3], 简称BIAS), 同时创立BIAS年刊, 于1968年发行第一期; 该学会推行的学术与实践活动组合模式是英国工业考古的典型特点。1969年英国伦敦工业考古学会 (the Great London Industrial Archaeology Society, 简称GLIAS) 成立, 该学会负责记录伦敦工业遗存, 为地方政府保护具有历史、科技价值的工业遗产提供建议, 并建立相关数据库和网站^[4]。

1973年, 巴斯会议¹在马恩岛 (Isle of Man) 召开, 会上正式成立工业考古协会 (the Association for Industrial Archaeology, 简称AIA), AIA的主要活动是年会, 会议允许来自英国不同地区的工业考古学家参与交流。1974年5月, AIA第一届主席汤姆·罗特 (Tom Rolt) 英年早逝。因此, 自1975年起, AIA年会上增加了一项重要活动, 即举办罗特纪念讲座 (The Rolt Memorial Lecture)。1977年, AIA年会在曼彻斯特举办, 会议决定以慈善公司模式运营AIA。目前, AIA办公室设于铁桥峡谷博物馆 (见图1)。

1974年, AIA创办季刊《工业考古通报》(The AIA Bulletin^[5]), 收录来自世界各地工业考古的新闻报道和信息, 并定期刊登AIA会员和记者的报道、工业考古新闻、信件、新出版物通知以及活动通知等内容, 其出版年限为1974—1993年。1994年, 《工业考古通报》改为《工业考古新闻》(Industrial Archaeology News^[6]) (图2), 发行周期和刊登内容照旧。在此期间, AIA接管《工业考古杂志》(Journal of Industrial Archaeology), 该杂志于1964年创刊, 起初以工程技术史为宗旨, 英国纽可门学社负责发行^[7]; 尔

¹ 注: 巴斯会议, 于1964年在巴斯大学开始举行, 前几次的会议以周末聚会, 餐后聊天这种比较松散的组织形式存在, 但每次会议都有一个与工业相关的主题。譬如, 1967年会议主题是“工业考古理论与实践”; 1969年则是关于锡工业的座谈会; 1970年他们抽取布里斯托尔地区易得工业考古材料进行讨论, 并认为巴斯会议应该成为周期性的会议。自此, 1971年, 会议在布拉德福召开; 1972年, 会议在格拉斯哥召开, 且此次会议目的是要成立一个国家性的协会。因此, 1973年, 巴斯会议在巴恩岛召开, 正式成立工业考古协会 (the Association for Industrial Archaeology, AIA)。



A



B

图1 AIA图片资料

注：A 维修中的铁桥；B AIA办公楼
2018年7月23日，冯书静拍摄。

后《工业考古杂志》由AIA负责发行。1976年，该杂志整改创办《工业考古评论》（Industrial Archaeological Review^[8]，简称IAR）（图3），为半年刊^[9]，由AIA全权负责。

AIA汇集学术界、实业界、当地社会组织及个人，以记录、保护和呈现工业遗迹等方式，围绕工业考古与遗产保护的共同主题，阐释英国工业革命以来工业发展对社会生活、环境景观等带来的巨大影响，并重塑国家形象，以使工业考古为未来社会服务。此外，AIA在工业遗产保护中的作用主要体现在两方面，一是每年监测来自英国各地区有关工业场所和建构物的改建或拆除的申请报告；二是与其他组织合作共同保护英国的遗产，同时为国际工业遗产保护委员会（The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage，简称TICCIH）的英国代表。

英国工业考古自20世纪50~60年代确立，到



图2 《工业考古新闻》

注：Industrial Archaeology News^[6]。

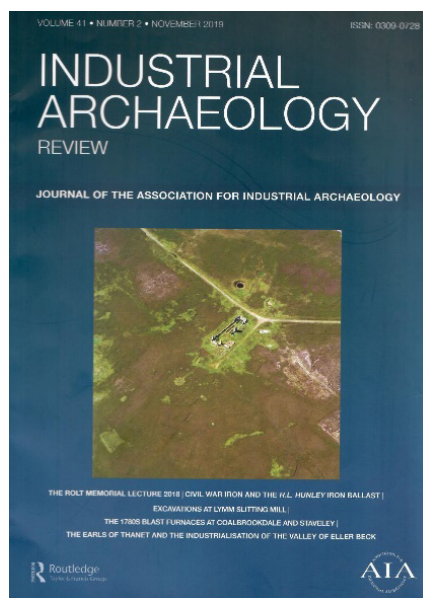


图3 《工业考古评论》

注：Industrial Archaeological Review^[8]，简称IAR。

90年代逐渐走向建制化，其突出表现为工业考古理论的转变，即工业考古从工业遗存记录、保护转向对工业历程的考古学研究。而且，20世纪90年代之前，工业考古的从业者多数为工程师、建筑学家等人员；但是，20世纪90年代，越来越多的考古学家开始从事工业考古。其中，具有代表性的学者玛丽莲·帕尔默（Marilyn Palmer）和迈克尔·内维尔（Michael Nevell）等人将工业考

古的性质由遗存记录、保护转变为工业社会的考古学研究。同时, 玛丽莲和迈克尔所著的《工业考古学: 理论与实践》(Industrial archaeology: Theory and Practice)一书, 即是工业考古学转向的很好例证。此外, 1991年英国伦敦工业考古学会收集工业考古信息, 以建立国家标准。1993年英国出版《工业场址记录索引: 工业遗产记录手册》(Index Record for Industrial Sites, Recording the Industrial Heritage, A Handbook, IRIS), 建立了工业考古场址与表征描述的标准和术语; 该书在AIA的领导下, 由政府部门的管理者迈克·楚曼(Michael Trueman)和学者朱莉·威廉姆斯(Julie Williams)共同完成。IRIS的制定经由许多专家咨询, 并通过实际调查项目的应用, 历经严格审查, 最终得到国家遗产部和林德赫斯特基金(Lyndhurst Trust)的支持。1998年, 英国伦敦工业考古学会网站建立数据库, 并实现研究成果电子化。

总之, 英国工业考古的学术发展深受英国工程技术史研究的影响, 早期工业考古学家多关注于遗址、建筑和景观及其物质层面阐释, 而忽视人造工艺品, 且较少关注物质遗存与人和生产之间的关系。随着工业考古的发展及其研究范围的扩大, 人们意识到工业考古不仅包含功能和技术问题, 而且关心诸如社会关系、建筑物象征意义、建筑物与手工艺品的经济和技术内涵等问题, 并尝试解释它们在人类行为活动中反映出来的变化及连续性。

1.2 美国

美国工业考古不仅与历史考古有着千丝万缕的联系, 而且深受英国工业考古的影响。在美国, 大多数考古学家亦是人类学家(与欧洲不同), 因此, 考古学(包括工业考古)也与人类学非常接近。20世纪30年代, 考古学家和美国国家公园管理局(the U.S. National Park Service, NPS)在Jamestown的发掘中发现早期美国工业证据, 其中包括陶器、玻璃制造业以及炼铁遗址

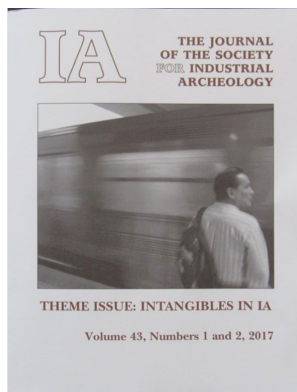
等。因此, 美国工业考古学家认为, 他们在一定程度上是美国工业先驱。20世纪中叶以来, 美国城市复兴建设过程中工业遗址的去留问题, 促进了美国工业考古的产生。20世纪60年代, 史密森博物馆策展人罗伯特·沃格尔(Robert M. Vogel)以个人名义参与英国工业考古活动, 并邀请肯尼斯·哈德森(Kenneth Hudson)等英国学者到美国做演讲, 以激发社区策展人、建筑师和考古学家对工业考古的兴趣。1969年, 美国历史工程记录组织(Historic American Engineering Record, HAER)在国家公园管理局(National Park Service)的保护下成立。尔后, HAER在史密森博物馆的赞助下, 联合美国土木工程师学会(the American Society of Civil Engineers), 对莫霍克—哈德森河(Mohawk-Hudson River)流域工业遗迹进行调查研究。

早期的工业遗址调查活动激发新组织的创建, 并促进跨学科交流、出版学术刊物和著作, 向公众和政府传播工业遗存的保护与价值。1971年10月16日, 美国工业考古学会(the Society for Industrial Archeology, 简称SIA)成立, 目前其总部设在密歇根理工大学社会科学系(Department of Social Sciences, Michigan Technological University), 会员包括考古学家、建筑史家、历史学家、技术史学家、博物馆学家以及工业界的遗产保护业余爱好者等等。1972年, 该学会创办季刊《工业考古学会通讯》(the SIA Newsletter, 简称SIAN)(图4A), 至2021年底, 共发行50卷203期。^[10]

1975年, SIA学会创办《工业考古学会杂志》(the IA. Journal of the Society for Industrial Archeology, 简称IA)(图4B), 1975—1985年为年刊, 自1986年起为半年刊, 其出版存在延迟, 截至2021年共出版47卷, 包含学术文章、散文和书评三部分^[11]。同时, 美国工业考古学会(SIA)的成立与1967年成立的美国历史考古学会(the Society for Historical Archaeology, 简称SHA)密切相关。SIA曾考虑作为SHA的附属机构存在,



A



B

图4 SIA创办的期刊

注：A 《工业考古学会通讯》（the SIA Newsletter^[9]，简称SIAN）；B The Journal of the Society for Industrial Archeology^[10]，简称IA。

但因赞助者之间的分歧，促使SIA独立创建，且在组织名称拼写上特意区别于SHA，即SIA在“Archaeology”单词中故意去掉第二个“a”，因而出现the Society for Industrial Archeology。尽管如此，两个机构在会员和目标上均有明显重叠^[12]。

虽然美国工业考古早期紧随英国，强调物证的重要性。但是，自20世纪80、90年代起，美国工业考古的视角逐渐转变。譬如美国国家公园管理局（NPS）的乔治·蒂格（George Teague）采用人类学视角考查美国西部工业遗址的工人和工作场所。布鲁斯·康斯尔（Bruce Council）、尼古拉斯·哈尼卡（Nicholas Honerkamp）和伊丽莎白·维尔（Elizabeth Will）在调查田纳西州（Tennessee）一个炼铁厂遗址时，将炼铁业的发展置于国家和区域发展背景中进行研究，其视野更加宽泛^[13]。罗伯特·戈登（Robert Gordon）和帕特里克·马龙（Patrick Malone）出版的《工业特征：北美工业文明的考古观》^[14]一书，不仅涉及工业遗址和景观，而且采用科学和实验研究的考古视角，探讨了北美工业历史和技术变革历程。

此外，在美国工业考古的成长过程中，美国历史工程记录组织（HAER）起到重要作用，即调查记录工业遗址，并将这些详细的文献信息数字化。HAER作为实践知识积累的基石，为文献记录制定了标准，这一贡献即使在今天对其他国家的

标准制定亦有一定借鉴意义。

1.3 德国

德国虽未有“工业考古”之名，但自20世纪初以来，其在技术和工业文化遗产保护方面却走在欧洲诸国前列。20世纪初，德国出现“技术文物”概念，亦称“工业文物”；尔后，提出“技术文化产物”概念。20世纪20年代，德国技术史研究由技术思想转向传统工艺技术设施的记录和保护工作；并于1926年创立技术文物保护体系，沿用至今。其具体操作如下：首先搜集有关技术文物方面的资料，并将其编目在册；然后，从这些基本信息中进一步确定具有保护价值的技术文物，而非单纯以年代为依据陷入“越老越有价值”的误区；再则，对确实具有保护价值的技术文物进行修复与维护工作，若其保存与维护无法实现，则采用摄影及绘图的方式进行相关记录。

20世纪50年代中期，随着英国“工业考古”概念的提出，德国由此衍生出“工业文物保护”，并从60年代开始，认识到工业厂房及机器设备等工业文化历史见证物的价值和保护意义。20世纪70年代，德国逐渐转向近代工业建筑及工业设备保护。自20世纪80年代起，伴随着公众对“工业文化”范畴的认可，德国出现“博物馆化现象”，一系列工业博物馆应运而生，成为技术类博物馆的一种新形式。20世纪90年代，德国成为废旧工业遗址改造再利用的典范，并创建“工业文化”杂志^[15]（图5）。21世纪初，随着“工业旅游”概念的提出，以及鲁尔工业区埃森Zollverein煤矿工业园区（图6）的成功改造^[16]，工业旅游成为德国工业文化遗产开发与再利用的新思路与新方向。

纵观德国工业遗产领域的发展，其范围从技术文物、工业建筑等遗址点扩大到历史地段乃至城市规划的整体历史环境中，实现工业遗产的点、线、面全方位开发与再利用。

1.4 TICCIH及其他国家

20世纪70年代，工业考古研究和工业纪念物

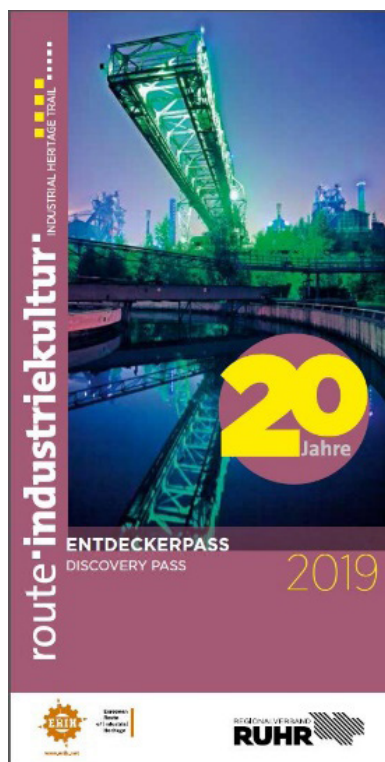


图5 《工业文化》

注: Industriekultur^[14]。



图6 埃森佐尔韦林煤矿工业园区

注: Zollverein Coal Mine Industrial Complex in Essen^[17]。

调查保护活动逐渐成为国际性研究领域,先后在其他发达国家展开。1973年,第一届国际工业纪念物保护会议(the First International Conference on the Conservation of Industrial Monuments, FICCIM)在英国铁桥峡谷博物馆举办,参会人员分别来自北欧和北美等地区,该会议的成功召开标志

着国际工业考古研究和工业遗产保护工作的开端。1975年,第二届会议(SICCIM)在德国波鸿(Bochum)召开。1978年,第三次会议在瑞典斯德哥尔摩(Stockholm)举办。此次会议标题改称为国际工业遗产保护会议(the International Conference on the Conservation of Industrial Heritage),用“遗产”(Heritage)代替“纪念物”(Monuments);并确定其常设机构国际工业遗产保护委员会(the International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage^[18], TICCIH)(图7)。



THE INTERNATIONAL COMMITTEE FOR THE
CONSERVATION OF THE INDUSTRIAL HERITAGE

TICCIH

图7 国际工业遗产保护委员会

注: TICCIH^[17]。

1998年, TICCIH创办《国际工业遗产保护委员会公报》(TICCIH Bulletin)(图8),每年发行4期。1999年,创办《工业遗产》(Industrial Patrimony);与ICOMOS合作出版。另外, TICCIH还出版有《工业遗产改造》(Industrial Heritage Re-tooled),该书界定了国际视野下工业遗产保护的范围和意义,详细介绍全球工业遗产保护的最新方法,涵盖工业遗产、工业旅游以及博物馆、学院和高校关于工业遗产教育等内容^[19]。截至2021年12月,加入TICCIH的国家及地区共46个,合作机构11个,单位会员20家^[22]。

¹ 注: 目前, 北京科技大学科技史与文化遗产研究院和同济大学是中国在TICCIH的单位会员。



图8 《国际工业遗产保护委员会公报》

注: TICCIH Bulletin^[23]。

21世纪以来, TICCIH关于国际工业遗产保护颁布了两个重要文件: ① 2003年7月, 在俄罗斯召开的第12届TICCIH国际会议上研讨通过《下塔吉尔宪章》^[24], 界定“工业考古是一种综合研究方法, 其研究包括工业化进程或由工业化进程产生的所有物质和非物质的档案证据、人工制品、地层与结构、人类聚落和自然及城市景观; 工业考古使用这些研究方法非常适合于增加对工业历史进程的认识。”其主要历史时期“从18世纪下半叶的工业革命起至今, 也包括探讨更早期的前工业时期和原始工业根源。”此外, 指出工业考古借鉴技术史涵盖的机件和加工技术的研究。可见, 国际工业遗产界对工业考古定义及研究时段进行了界定。② 2012年, 《亚洲工业遗产台北宣言》^[25]将工业遗产保护战略上升到国际、国家和地方发展层面; 认识到亚洲工业发展具有本土化、技术转移、殖民化等特点; 提出扩大亚洲工业遗产的定义, 将工业革命前后及工业革命时期的生产技术和生产关系扩充进来; 意识到在TICCIH框架内建立亚洲工业遗产网络的必要性。

此外, 国际工业遗产保护委员会(TICCIH)与国际古迹和遗址理事会(International Council on Monuments and Sites, 简称ICOMOS)共同承担工业遗产项目的鉴定和评定任务, 且为世界遗产委员会选择、鉴定世界工业遗产项目的权威机构。2011年11月28日第17届国际古迹遗址理事会全体大会上通过“国际古迹遗址理事会—国际工业遗产保护委员会联合准则: 工业遗产、构筑物、区域和景观的保护”, 即《都柏林准则》^[26], 强调工业遗产价值的多样性, 并从操作层面概括了工业遗产保护的基本做法。

客观讲, TICCIH的建立对世界范围内工业考古研究与工业遗产保护工作起到重要作用。在其影响下, 1977年2月12日, 日本产业考古¹学会(Japan Industrial Archaeology Society, JIAS)成立, 创办会刊《产业考古学》(季刊)。^[27-28]1979年, 法国工业遗产考古学会诞生, 创办杂志《法国工业考古》。1986年, 法国开始创建工业遗址数据库; 同年, 荷兰也启动工业遗址数据库项目。需指出, 法国工业遗产调查追溯到后中世纪时期, 而荷兰则集中调查1850—1945年间的城镇工业发展与工业建筑¹⁶。1968年, 澳大利亚“工业考古委员会”(Industrial Archaeology Committee, IAC)成立; 1999年, “工业遗产咨询委员会”(Industrial Heritage Advisory Committee, IHAC)建立, 且二者于2001年合并为“工业遗产委员会”(Industrial Heritage Committee)。目前, 澳大利亚亦是TICCIH的成员国之一。在比利时, 人们对工业遗址的调查则较为关注水磨和风车。在挪威, 工业建筑和遗址的调查与记录主要由文化委员会和科技博物馆承担。在瑞典, 国家古物协会中心负责记录工业遗址。总体来讲, 虽然很多国家的工业遗产保护先于数据库的创建, 但毫无疑问, 数据库为将来是否选择优先保存这些遗址起到关键性作用。

综上所述, 自20世纪90年代以来, 工业考古研究对象和研究视野亦在不断更新, 不单从重视工业

¹ 注: 我们通常讲的“工业考古”Industrial Archaeology, 在日本被译为“产业考古”, 而且台湾也采用“产业考古”和“产业遗产”。

建筑单体到注重工业生产整体环境的转变, 而且由关注物质实体到重视工业遗产与社会经济文化等相关因素的互动机理, 同时存在单学科研究到多学科综合研究的转变。此外, 针对工业考古的未来发展方向问题, 基恩·费尔康纳 (Keith Falconer) 认为, 首先要力争弥合工业考古与历史考古之间的学术争论; 同时, 加强学术机构之间的国际合作与交流, 特别是在研究生培训方面, 开设工业遗产保护的课程; 再则, 要让工业考古走向世界遗产行列, 并在遗产管理方面得到普遍认可^[29]。

2. 国内工业考古与工业遗产

20世纪80年代, 中国学界引入“工业考古”概念, 但对其研究较为薄弱。直到21世纪, 方有学者参与TICCIH活动。在中国, 最早成为TICCIH个人成员的学者有姜振寰、阙维民¹。随着国内工业遗产热的兴起, 近年来加入TICCIH的个人成员逐渐增多。

当前, 国内学者关于工业考古为数不多的研究性文章以对国外工业考古的发展与现状介绍为主。譬如, 陈丽杰与梁波的《产业遗产、产业考古学与技术史研究》^[30], 较早讲述了国外产业考古学和产业遗产的发端、产业考古的定义、产业遗产与文化遗产的区别与联系、产业考古与产业技术史的关系以及产业考古学与考古学的关系等情况。又如, 梁波的《作为技术史研究方法的产业考古学》^[31]提出产业考古学研究就是近代技术史的论点, 认为产业考古学在一定意义上由技术史中分化而来, 产业遗产是实物性的技术史料, 产业考古学是应用技术史。冯立昇的《工业考古学与工业遗产保护》^[32]阐释了工业遗产的评估标准; 同时, 作者通过对汉阳铁厂、南通大生纱厂等工业遗址进行初步调查, 讲述中国工业遗产的前期调查与研究情况。再如, 陈依硕硕士论文《英国工业考古起源与发展研究》^[33]总结了英国工业考古研究的特点和倾向, 并提出对中国工业遗产研究的启示。冯书静的博士论文《技术史视野中

的温州矾矿工业考古研究》^[34]对工业考古实践案例与理论探索进行探索; 指出工业考古为技术史研究提供翔实的物质证据和数据信息, 技术史反过来又有助于工业考古阐释其背后的技术特征及内涵和工业社会等深层次内容。江海涛和张铮的《工业考古学视野下的胶济铁路工业遗产》^[35]将胶济铁路遗产简单分为物质遗产、非物质遗产和景观遗产三类, 然并未进行深入研究和探讨。林卫光在《英国铁桥峡谷: 记录“工业考古学”之美》^[36]报道中, 强调工业考古对铁桥峡谷博物馆建设的影响和作用。

2006年, 首届中国工业遗产保护论坛在无锡召开, 开启工业遗产保护序幕。国内关于工业遗产保护与再利用主题会议在各地纷纷召开并达成相关社会共识 (见表1)。2010年11月, 中国建筑学会设立工业建筑遗产学术委员会, 在清华大学举办“中国首届工业建筑遗产学术研讨会”, 此后研讨会在全国不同地区举行年会。2015年9月, 中国科学技术史学会成立“工业考古与工业遗产研究”二级学会, 是当前国内唯一以工业考古名义设立的学术团体。2016年12月, 在中国工业文化高峰论坛上, 工业和信息化部工业文化中心牵头发起成立“中国工业遗产联盟”。

台湾地区, 近现代工业历经清末、日治和民国政府三个时期, 其历史文化存在多元性, 因此其工业遗产带有政治、经济和文化变迁的重要印记。目前, 台湾工业遗产保护发展经历了政治观光、商业利用、全面整体保护三个阶段。

在过去十多年里, 中国工业遗产事业的发展过程缺失“工业考古”这一环节, 而直接进入工业遗产保护与改造利用阶段, 尤其对工业建筑改造与再利用, 以及工业文化创意园区开发的工业旅游等方面的研究颇为关注与追捧, 而真正意义上的工业考古案例研究、理论与方法探讨相对薄弱。近年来, 学界意识到工业考古对工业遗产研究的重要性, 逐渐开始工业考古方面的相关研究。诸如, 天津大学徐苏斌团队, 中科院自然科

¹ 注: 2006年9月北京大学阙维民教授出席在意大利特尼 (Terni) 召开的13th TICCIH大会, 并应邀作了题为《中国工业遗产的历史、现状与未来》的报告。阙教授是第一位参加TICCIH大会的中国大陆学者。见北京大学新闻网2006-09-29报道。

表1 截至2019年中国关于工业遗产的社会共识

时间/地点	组织机构	发布文件
2006/无锡	国家文物局	《无锡建议——注重经济高速发展时期的工业遗产保护》
2010/北京	中国建筑学会工业建筑遗产学术委员会	《抢救工业遗产：关于中国工业建筑遗产保护的倡议书》
2010/武汉	中国城市规划学会	《关于转型时期中国城市工业遗产保护与利用的武汉建议》
2012/杭州	中国历史文化名城委员会工业遗产学部	《工业遗产保护与利用的杭州共识》
2014/辽宁、湖北	全国政协文史和学习委员会“工业遗产保护与合理利用”专题组	《加强工业遗产保护与合理利用的建议》
2015/北京	工业和信息化部工业文化发展中心	《中国工业文化发展的北京倡议》
2015/北京	中国新闻文化促进会	《“156项工程”工业遗产保护倡议书》
2016/黄石	中国文化遗产研究院、中国文物信息咨询中心、湖北省文物局、黄石市人民政府共同主办的第一届中国工业遗产保护与利用高峰论坛	《黄石共识》

学史所方一兵团队，清华大学刘伯英团队等学者对工业遗产考察、研究，虽然没有使用“工业考古”概念，但他们的研究工作从不同程度采用了工业考古方法。

此外，自2017年以来，工业与信息化部工业文化发展中心先后组织评审、公布了五批国家工业遗产名录；中国科协创新战略研究院先后组织评审、公布了两批中国工业遗产保护名录，并在筹备第三批名录公布工作；这些名录的公布将为我国工业考古研究提供丰富的案例。研究发现，国外各工业考古学会/协会对其所属国工业遗产数据库建设起到至关重要作用。目前，针对国内尚未有公认的工业遗产数据库，我国工业考古/工业遗产方面的相关学会、研究院所等机构，应积极推动中国工业遗产数据库的建设与完善。而且，国内尚未有工业考古或工业遗产方向单独的专业学术期刊，我国学界亦应积极创办工业考古与工业遗产研究方向的专业学术期刊，以促进工业考古、工业遗产的学科建设。

3. 结语

国际工业考古历经20世纪初的孕育期、20世纪50年代的萌芽期、20世纪60—70年代的初创期，伴

随着文化遗产范畴的扩充以及文化遗产保护事业的发展，迎来20世纪80、90年代的世界遗产阶段以及90年底工业考古理论的转向。21世纪以来，城市转型复兴又将工业遗产保护推向工业遗产的改造、开发再利用方面，进而出现工业旅游浪潮。近年来又推出工业文化及创意产业等方面的研究，并有工业文明等意识形态研究的产生与发展趋势。

责任编辑：贺茂斌 校对：李琦 贺茂斌

参考文献

[1] Buchanan, A. The origins and early days of the AIA [J]. Industrial Archaeology News, 2004(169):2-4.

[2] Ramos O P. Sousa Viterbo and the idea of industrial archaeology [J]. Industrial Archaeology Review, 2015, 37(2): 93-98.

[3] Bristol Industrial Archaeological Society (BIAS) Home [EB/OL]. [2020-7-29], <https://b-i-a-s.org.uk>.

[4] The Greater London Industrial Archaeology Society (GLIAS), Home [EB/OL]. [2020-7-29], <http://glias.org.uk/index.htm>.

[5] The AIA Bulletin 1974-1993 [EB/OL]. [2020-7-29], <https://industrial-archaeology.org/publications/the-aia-bulletin-1974-1993/>.

- [6] IA News [EB/OL]. [2020-7-29], <https://industrial-archaeology.org/publications/ia-news/>.
- [7] Palmer M, Neaverson P. Industrial Archaeology: Principles and practice [M]. London and New York:1998.
- [8] Industrial Archaeology Review [Z]. 2019:41.
- [9] Buchanan A. The origins and early days of the AIA[J]. Industrial Archaeology News 169, Summer 2014, 2-4.
- [10] SIA NEWSLETTER [EB/OL]. [2022-01-06], <https://www.sia-web.org/publications/sia-newsletter/>.
- [11] IA JOURNAL [EB/OL]. [2022-01-06], <https://www.sia-web.org/publications/ia-journal/>.
- [12] Martin, P E. Industrial Archaeology. It is a chapter of the book International Handbook of Historical Archaeology. Springer New York, 2009.
- [13] Council B, Honerkamp N, Will E. Industrial and Technology in Antebellum Tennessee, the Archaeology of Bluff Furnace[M]. Knoxville: University of Tennessee Press, 1992.
- [14] Gordon R, Malone P. The Texture of Industry, An Archaeological View of the Industrialization of North America[M]. New York: Oxford University Press, 1994.
- [15] Route der Industriekultur-route-industriekultur.de [EB/OL]. [2019-11-3], <http://www.route-industriekultur.ruhr/>.
- [16] Zollverein Coal Mine Industrial Complex in Essen-Gallery-UNESCO World Heritage Centre [EB/OL]. [2019-11-3], <https://whc.unesco.org/en/list/975/gallery/>.
- [17] Zollverein Coal Mine Industrial Complex in Essen-UNESCO World Heritage Centre [EB/OL]. [2019-11-3]. <https://whc.unesco.org/en/list/975/>.
- [18] TICCIH [EB/OL]. [2019-11-3], <http://ticcih.org/>.
- [19] Publications-TICCIH [EB/OL]. [2019-11-3], <http://ticcih.org/publications/>.
- [20] Countries-TICCIH [EB/OL]. [2019-11-3], <http://ticcih.org/about/countries/>.
- [21] Partners-TICCIH [EB/OL]. [2019-11-3], <https://ticcih.org/partners/>.
- [22] TICCIH Membership Directory-TICCIH.pdf [EB/OL]. [2020-12-28], <http://ticcih.org/membership-directory/#myaccount>.
- [23] TICCIH Bulletin, Number 77 [EB/OL]. (2017-7) [2019-11-3], <https://ticcih.org/wp-content/uploads/2017/07/Page-1-from-Bulletin-77.jpg>.
- [24] The 12th TICCIH General Assembly: the Nizhny Tagil Charter for the Industrial Heritage [Z]. Moscow: 2003.
- [25] The 15th TICCIH General Assembly: Taipei Declaration for Asian Industrial Heritage[Z]. Taipei: 2012.
- [26] The 17th ICOMOS General Assembly. The Dublin Principles: Joint ICOMOS-TICCIH Principles for the Conservation of Industrial Heritage Sites, Structures, Areas and Landscapes[Z]. Dublin: 2011.
- [27] 罗文婧.日本产业考古学研究发展脉络述评[J].建筑与文化, 2018(12):48-49.
- [28] 梁波.日本的产业遗产研究[J].哈尔滨工业大学学报(社会科学版), 2008(02):9-17.
- [29] Falconer K. Industrial Archaeology Goes Universal[J].Industrial Archaeology Review, 2005,27(1):23-26.
- [30] 陈丽杰, 梁波.产业遗产、产业考古学与技术史研究[J].自然辩证法研究, 2007(05): 92-96.
- [31] 梁波.作为技术史研究方法的产业考古学[M]//张柏春, 李成智.技术的人类学、民俗学与工业考古学研究.北京:北京理工大学出版社, 2009:158-163.
- [32] 冯立昇.工业考古学与工业遗产保护[M]//张柏春, 李成智.技术的人类学、民俗学与工业考古学研究.北京:北京理工大学出版社, 2009:164.
- [33] 陈依.英国工业考古起源与发展研究[D].北京:北京科技大学, 2013.
- [34] 冯书静.技术史视野中的温州矾矿工业考古研究[D].北京:北京科技大学, 2020.
- [35] 江海涛, 张铮.工业考古视野下的胶济铁路工业遗存[M]//刘伯英.2016年中国第七届工业建筑遗产学术研讨会论文集.北京:清华大学出版社, 2017:451-456.
- [36] 林卫光.英国铁桥峡谷:记录"工业考古学"之美[N].光明日报, 2017-01-14.

(下转第91页)

试论晋察冀边区自然科学界协会的主要贡献

万立明，刘菁菁

（同济大学马克思主义学院，上海 200092）

摘 要：1942年创办并存续到解放战争时期的晋察冀边区自然科学界协会是对抗日根据地影响较大的综合性科学社团。它聚集了研究力量，使边区建立了一支富有特色的科技队伍，并最大限度地发挥其专长，取得了诸多的独创性研究成果。它大力宣传普及、推广科学与思想，同时代表解放区自然科学界向全国呼吁，促进了全国科学界的团结合作。它有力推动了边区发展并保证了抗战建国的需要，培养和储备了大批科技人才，也为新中国成立后创办和发展科学社团提供了实践经验。

关键词：晋察冀边区，自然科学界，贡献

1942年创办并存续到解放战争时期的晋察冀边区自然科学界协会（以下简称“协会”）是对抗日根据地影响较大的综合性科学社团。“协会”积极推进相关会务工作，开展了诸多活动，对晋察冀等边区的巩固与发展尤其是科技研究与传播发挥了重要作用。目前，相关的研究论著并不多见。万立明在探讨抗日根据地科技社团的发展及作用时，多处以“协会”为例证，并列举了一些相关史实^[1]。邱若宏的《中国共产党科技思想与实践研究——从建党时期到新中国成立》一书简要分析了包括“科协”在内的科技团体的形成与发展^[2]。邱若宏还发文重点阐释了“协会”从筹备到成立、组织发展与主要活动，并简要总结了其主要成就和积极意义^[3]。除此以外，尚无专文探讨“协会”的主要贡献，本文尝试对此进行深度剖析。

1. “协会”创立的背景与基本概况

1.1 中共中央鼓励和支持边区创立科学社团

抗战时期，虽然抗日根据地环境异常艰苦，但为了促进生产和社会文化建设，支持革命战争，中共中央仍高度重视科学技术，出台了许多发展科技及奖励技术人才的政策措施，并鼓励和支持在边区创立科学社团。1940年2月，在中共中央和毛泽东的支持下，陕甘宁边区正式成立了自然科学研究会，成为当时边区影响和规模最大的科学社团，会长为吴玉章。同年5月4日，吴玉章致函晋察冀边区自然科学界，并强烈呼吁：全国各地尤其是坚持在敌后抗战的“自然科学界的同志们团结起来，组织起来”，创立各地区的自然科学研究会，并开展自然科学运动^[4]。“协会”理事长陈凤桐也明确指出，“协会”是为了响应陕甘宁边区自然科学研究会和吴玉章的号召而成立^[5]。

1.2 晋察冀边区延揽和吸纳了一批科技人才

作者简介：万立明，男，博士，教授，同济大学马克思主义学院，研究方向为中共党史、科技史等。

刘菁菁，女，同济大学马克思主义学院博士研究生，研究方向为马克思主义理论。

项目来源：国家社科基金重大项目“中国近代科学社团资料的整理、研究及数据库建设”（项目编号：19ZDA214）。

晋察冀边区成立后,延揽、吸纳了一批从天津等大城市撤离的科技人才,为创立科学社团提供了必要条件。冀中军区曾让在北平辅仁大学任教的张珍赴平津动员清华、北大、师大、燕京、辅仁和南开等大学的技术人才来边区。吕正操司令员明确告诉张珍,冀中军区的发展是很需要技术人才的。其中,有技术专长的工程技术人员尤为需要,比如通讯、收发报机的组装和应用等;再动员一些医院的大夫与护士,要在冀中把医院建起来;还急需懂化学和机械制造的知识分子创建火炸药和军工厂^[6]。1938年的春夏间,来自北平、天津及保定的大批青年学生和有专长的知识分子来到冀中,参加当地的军工、教育、卫生、文化等工作,因而冀中区人才济济,生动活泼^[7]。

1.3 晋察冀边区施行优待、奖励科技人才及人民享有结社权的政策

晋察冀边区也先后出台了不少优待科技人才、奖励科学发明和技术改进及人民享有结社权的政策措施。1938年1月,晋察冀边区军政民代表大会决议案中提出“奖励熟练技术工人”,并努力提高生产技术水平^[8]。1940年8月,晋察冀边区公布的施政纲领规定,一切抗日的人民都享有“言论、集会、结社、出版、信仰和居住自由”,同时还要“优待科学家及专门学者”^[9]。1941年7月,晋察冀边区颁行对生产技术实行奖励的条例。该条例规定,在工农业、水利、矿业、林业、畜牧业和医疗等方面的技术发明、改良与制造及矿产的发现,都将给予荣誉和物质上的奖励^[10]。1942年1月,晋察冀边区发出延揽技术专家的通知。该通知要求,广加搜罗边区“农林牧畜、水利工矿医药等技术人才”,而且不论是洋专家还是土专家,只要有一技之长即可^[11]。同年3月,晋察冀边区颁布对生产技术人员实行优待的若干办法,对于边区的农林业、畜牧、工矿业和水利等技术人才,按照其学历、技术水平以及对边区经济建设的贡献等标准,分为技正、技士

(或技佐)和技术员三个等级。每个月发给他们的另用费分别为30元、15~20元和10元。对那些有特殊贡献或困难的技术人员再另外给予奖励和补助^[12]。可见,晋察冀边区不仅延揽了一批科技人才,而且实行优待和重用的政策,为边区营造了一个有利的环境,为科学社团的创立及其活动的开展提供了生存土壤和环境。

正是基于上述背景,1942年初,华北联大校长成仿吾以边区参议会议长和文化界人士的双重身份,联络边区的科技界名流,发起成立晋察冀边区自然科学界协会的倡议,并组成了筹委会。同年3月15日,第一次筹备会在晋察冀边区工矿局召开,主要讨论成立大会的一切筹备工作,并决定在边区6月10日的科学家会议上正式宣布成立。同时,还讨论了“协会”的简章和纲领等^[13]。6月10日至14日,边区顺利举行了第一次自然科学大会,有一百多名科技工作者出席,晋察冀军区副司令员肖克、边委会主任宋劭文等到会祝贺和讲话。宋劭文指出,经过边区全体科学工作者共同的艰辛努力研究,必然对推动边区改进技术事业、工农业生产、边区的经济发展及建立自给自足的经济基础有着重要作用。这是当时边区对敌斗争上具有“头等意义的工作”^[14]。

1942年6月13日,成立大会上选举了“协会”的理事和常务理事,并推选陈凤桐为理事长。“协会”下设工学、电学、农学和医学四个分会。此后,又成立了理科教育会,一共五大学会。各学会再分设若干专业组,如工学会下设机械、土木、化学、纺织、采冶等五组。工学会的骨干是边府工矿局和晋察冀军区工业部,农学会的骨干是边府农林局以及各地农业实验场,医学会的骨干则是军区卫生部、白求恩学校、国际和平医院分院和各县的中西医团体等,电学会以军区的无线电大队作为骨干。各学会分别选举理事,成立了理事会,以此推进该学会的工作。“协会”每年召开代表大会一次,选举一次,学会每年召开两次全体会

议，选举两次。“协会”和学会的经费由会费开支，每位会员的年费为1元，不足的部分由政府进行补助^[15]。由于资料的限制，无法准确得知“协会”是何时结束的。但是可以肯定，“协会”的运转一直持续到解放战争时期。笔者能查阅到最晚的一份资料是“协会”曾于1946年3月6日公开致电全国科学界同人。

2. “协会”的四大主要贡献

1942年6月13日，“协会”在《晋察冀日报》正式发表纲领四条：一为团结边区的一切科学家与科学工作者，共同为抗日反法西斯而奋斗；二是助力边区的经济建设和人民生活的改善；三为促进边区的科学研究工作、培养科学技术工作干部并普及自然科学知识；四是密切联系国内外自然科学界^[16]。

2.1 团结、凝聚的一批科技人才在边区发挥了无可替代的作用

科技人才是发展边区科技事业的关键要素。“协会”广泛团结边区或沦陷区的科学家及科学工作者，从而大大增强了边区的科学研究力量。团结、凝聚的这些科技专家在边区的生产建设、医药及卫生等领域发挥了重要作用。

1942年6月，“协会”成立大会聚集了一大批科技精英。成立大会是边区自然科学界空前盛大的会议。边区的工农矿业及军工、医学界等科学家与技术人才，如军区工业部刘再生部长，卫生部游胜华部长，实业处张苏处长，农林局工矿

局局长及干部。“协会”发起人成仿吾、华北联合大学的沙可夫及自然科学研究室的工作人员、前燕大教授、国际友人、物理学家班威廉夫妇、燕京大学教授林迈可、印度医学家柯棣华和奥地利医学家傅来等，约百人都齐集这次大会中^[14]。

“协会”选举的第一届理事为班威廉、陈凤桐、张珍等16人；张珍、陈凤桐、刘再生等5人被选为常务理事，陈凤桐任理事长^[17]。同年11月，作为“协会”下属专业学会的农学会于农林牧殖局召开成立大会，20余农学者到会，当场选出阎一清、李田畴、祖德铭、王心田和苏灿如5人为理事，阎一清担任理事长^[18]。1943年7月，“协会”第一次代表大会选出了陈凤桐、李彪臣、王承周等17人为第二届理事，仍推选陈凤桐任理事长^[19]。“协会”及其专业学会的理事绝大多数都是各个科技领域的专家，体现了其代表性、专业性和权威性。

从数量上来看，“协会”吸收的会员人数仅次于陕甘宁边区。成立大会上，与会的各领域科技专家及军工、卫生和工农业生产主管部门的负责人等有一百多人。到1943年7月举行“协会”第一次代表大会时，工学会、农学会、电学会和医学会会员人数分别为48人、30人、39人和31人，此时，理学会（理科教育学会）尚未成立。因此，共有正式会员148人。

根据相关科技专家传记、回忆录和文史资料等，将“协会”第一届和第二届理事的基本情况列表如表1。

从表1来看，陈凤桐和张珍等8人担任了两届

表1 晋察冀边区自然科学界协会理事的基本概况一览

姓名	毕业学校及专业领域	担任的主要职务
班威廉	国际友人，英籍物理学家	第一届理事，燕京大学教授
陈凤桐	河北省甲种农业学校，农学家	第一届、第二届理事长，边区农林牧殖局局长
张珍	燕京大学、辅仁大学化学系，化工专家	第一届常务理事、第二届理事，边区工矿局科学技术研究室主任、局长；晋察冀军区工业部副部长兼研究室主任

表1 晋察冀边区自然科学界协会理事的基本概况一览

(续表)

姓名	毕业学校及专业领域	担任的主要职务
傅来(莱)	国际友人,奥地利医学专家	第一届理事,白求恩卫生学校教员
王士光	北京大学物理系、清华大学电机系;电子技术专家	第一届、第二届理事,晋察冀军区无线大队教育股长、八路军前方总部材料股长等
张芳	清华大学,化工专家	第一届理事,晋察冀工业部技术室主任
刘再生	天津工学院、延安抗大,机械工业专家	第一届常务理事,第二届副理事长,边区工业部部长
胡仁奎	北京大学	第一届理事,边区行政委员会副主任兼民政厅厅长
姜希贤	不详	第一届理事
柯隶华	印度援华医疗队成员	第一届理事,白求恩国际和平医院院长
林迈可	国际友人,英籍无线电专家	第一届、第二届理事,燕京大学外籍教授
江一真	中央红色卫生学校四期,医学专家	第一届理事,军区白求恩卫生学校校长、边区卫生部部长
李彪辰	制革专家,其他不详	第一届、第二届理事,晋察冀根据地工业技术研究室技术人员
殷希鹏	河北大学医科,病理学博士	第一届、第二届理事,晋察冀军区卫生学校校长、军区卫生部副部长,原河北医学院教授
张苏	北京师范大学	第一届理事,边区实业处长、财政处处长
祖德铭(祖德明)	河北大学农科,作物遗传育种学家	第一届、第二届理事及农学会理事,边区实业处和农林牧殖局技术室主任、边区参议会参议员
王承周	工会代表,其他不详	第二届理事,边区实业处副处长
陈淇园	留学日本,医学专家	第二届理事,冀中军区医院院长、卫生部部长
张省三	燕京大学农牧系,农牧业专家	第二届理事,冀中行署农林厅长
张文奇	北平大学医学院;眼科专家、医学教育家	第二届理事,冀中四分区医务处处长,后方医院院长、卫生部部长,白求恩卫生学校教务主任、教育长、校长等
傅大陵	医学会代表,其他不详	第二届理事
周之望	北平协会医学院,医学专家	第二届理事
林子明	燕京大学生物系	第二届理事,华北联大教育学院副院长
董晨	不详	第二届理事,边区工矿局技术研究室技术人员,华北联大教育学院教员
白忍	不详	第二届理事,华北联大中学部教师

“协会”理事。除信息不全的3人外，其他理事都是边区各领域的专家，包括农学、化工、电子、机械、病理学、制革、眼科、作物遗传育种等。他们大都毕业于当时著名的学府，例如，北大、清华、燕京、辅仁等，陈淇园还留学日本。江一真是中央红色卫生学校毕业的，是中国共产党自己培养的专家。其中还有兄弟一同成为理事的，例如，张省三是同为理事的张珍的哥哥。还有4位来自国外的专家担任理事。这些专家除了担任“协会”理事、常务理事或理事长外，还承担了很多非常重要的领导工作。他们兼任边区工农业生产或技术研究部门、医院或者学校的领导职务，在各自的研究领域或领导岗位取得了重要成果和成就。此外，对解放战争时期和新中国成立后的科技、教育事业也发挥了重要作用。例如，陈凤桐组建华北农科所并任所长，还担任中国农业科学院副院长及党组书记，被选聘为中国科学院学部委员（院士）。

因此，通过“协会”这一团体组织极大地凝聚并整合了边区的科技专家和科学工作者，给晋察冀边区的科技事业带来了生机和活力。这支科技力量也得到党和边区政府的高度重视。根据每位专家的专长，委以重任，安排合适岗位，并拥有一定职权，以充分发挥每个人的作用。“协会”有效地组织会员，有计划地开展科研活动，对推动边区农工矿业及改进军工生产技术，发展边区经济，改善边区医疗卫生状况，都起到了极为重要的作用。边委会主任宋劭文高度赞誉这项工作的非凡意义。“协会”理事、英籍专家班威廉也备加赞扬，他认为，在当时的环境下能够造出东西来，“才是真正的科学家”。这么艰苦的抗战中他们都能成为科学家，那么在抗战胜利后新中国的建设上，“他们的岗位也将是很重要的”^[20]。

2.2 取得了诸多因地制宜的研究成果，解决了边区军需民用及生产建设的许多难题

在“协会”的组织和推动下，边区取得了许多工农业生产和医药卫生方面的研究成果，同时加强军事工业的创造发明，从而保证了边区的军需民用，改善了医疗卫生状况。“协会”纲领也明确提出了这一科技工作方针，有助于在宏观上把握科研方向。1943年7月，在“协会”的首代会上，边区政府刘再生处长指出，边区的科学研究要“围绕着生产与战争这两个中心”。由于边区经济是以农业为基础，因而就必须大力开展农业及家庭副业的生产，希望科技人员应该以群众的需要和水准为根据，而不能“从科学的标准出发要求群众”，也就是在现有的基础上去提高^[21]。上述讲话揭示了边区的基本事实，因而科学研究也必须能解决边区的实际问题。因此，当时边区科技工作的中心任务就是为生产建设服务，帮助军工、农牧、工矿、医药卫生等部门逐步形成自力更生的能力，以满足边区抗战的需要。为此，“协会”及其五大专业学会进行了专门工作，并获得显著成就。

以边区政府工矿局和军区工业部为骨干的工学会，在应用技术研究方面取得许多重大成果。理事长陈凤桐曾赞扬，工学会给边区部队供应并保证了充分武器和弹药，特别是广大游击队民兵的大量地雷、手榴弹等，以及硫酸、鼓风机等的创造、大量纸张及农具的物资供给。这些都是“协会”显著的成就^[22]。值得一提的是，在军工技术研究方面，工学会创造了诸多奇迹。副理事长刘再生也曾回忆和总结了军工科研成果，详见表2。

表2表明，工学会充分利用边区所产原料和土法自制的设备，成功开辟了一条独立自主生产“全自制子弹”的技术道路。自制的硝化甘油炸药与硝铵混合炸药，则使边区可以大量生产出炮弹、手榴弹、掷弹筒以及攻坚用的炸药箱等。独创的雷银纸雷管，不仅有更高的灵敏度，而且可靠安全，成本也更低。可见，边区军工技术的多项科研成果，不仅推动了边区的军工生产，而且推广到其他边区，有力地支援了抗日战争。

表2 “协会”工学会的军工技术研究成果一览表

类别	项目	主要的步骤或做法
全自制的子弹		自制原料（硫酸）：依据铅耐腐蚀的特性，采用“铅室法”的基本原理，使用边区现有的材料，土法（即缸塔法）制造稀硫酸
	土法自制无烟药（与日本无烟药相比，在弹道性能上并无逊色）	自制原料（硝酸）：采用浓硫酸和纯净火硝，利用生铁罐子和两个大缸的简单设备，加温促成化学反应先得出浓硝酸，后得者为稀硝酸。稀硝酸加浓硫酸蒸馏，即分馏成浓硝酸。以这种简法代替了在当时不能实现的“空中固氮法”
		研制其他原料：酒精、乙醚和硝化棉等
	自制子弹壳	购买杂铜或铜制钱，用自造的土法设备，生产弹壳、弹头等
硝铵混合炸药和朱迪生炸药	自制原料（甘油）	用边区所产的动植物油和熟石灰，制成钙皂，然后碾成粉末后用清水洗，甘油将溶于水中。再用甘油与硝酸、硫酸制成硝化甘油
	自制原料（硫酸铵）	收集猪羊的骨头，用干馏法制取氨气，并与硫酸作用，生成硫酸铵
	朱迪生炸药	少量硝化甘油加糠、锯末和火硝做成
	硝铵混合炸药	用硫酸铵加火硝，化合生成硝酸铵，再以硝化卫生球混入制成
自创雷银纸雷管	自制原料（雷银）	以边区可以得到的元宝、银元为原料，制造了雷银（强力起爆药）
	研制其他原料	技术人员克服雷银更敏感、不能接触金属的特性，用纸做管壁，既安全可靠，成本又低，独创了雷银纸雷管

资料来源：根据魏宏运的《抗日战争时期晋察冀边区财政经济史资料选编》第三编工商合作第36-39页（南开大学出版社，1984年）的内容制作。

表3 “协会”农学会一年来的主要科研成就一览表

类别	项目	主要成就
作物育种	谷	从120多种谷的品系之中，筛选出燕15号谷和811谷，根据两年的试验，边区产谷量能够提高15%~20%
	玉蜀黍	从50多个玉蜀黍品系中确定晚熟类平4号最好，每亩能打500斤
	小麦	1942年从20多种小麦品系比较试验中，确定曲2比燕大72号小麦增收32%
肥料试验	黑豆绿肥	把黑豆茎秆耕在地里，即为黑豆绿肥，与2500~3000斤猪马粪或50~80斤麻饼相同
栽培试验	甘薯秋麦和谷子等	甘薯插秧法、秋麦春播、谷子抗旱的播种期及春麦秋播，已获得初步成绩
病虫害防除法试验	大麦黑穗病防治	温汤浸种法最有效，能减少98.7%的病害，拌酒则能减90.6%，拌石灰可减77.2%，拌蓖麻油可减43.6%，尿浸和碱水浸都无效
	枣树步曲的防治法	最为方便有效的方法是在树根堆沙，从而阻止雌蛾上树产卵
林木栽培试验	覆上、预播和放置试验等	覆上试验：核桃、柏和栗；预播试验：核桃、柏和杏；放置试验：核桃和栗；冬季造林和荒山播种造林试验

资料来源：《边区自然科学界协会召开首代大会》，《晋察冀日报》1943年7月28日。

农学会的技术人员展开了全边区的压绿肥运动、水利建设和造林、防止兽疫、消除虫害等研究与推广工作，还进行了粟和小麦的育种实验等，取得多项研究成果如表3。

表3可见，农学会成立以来，在作物育种、试制肥料、植物栽培、防治病虫害等方面取得了多项研究成果，尤其是筛选出“811”和“燕15号”谷、“平4号”玉米、品系“曲2”小麦等粮食作物，大大提高了晋察冀边区的农业亩产量。

在边区极端困难的条件下，医学会针对当时最需解决的医疗卫生问题开展研究，用科学方法研制了大量土药，整理出许多土法治疗术，并得到白求恩、柯棣华等国际名医的指导。医学会成立一年来的研究成果主要有：①扑疟母灵的效能研究，曾做过二期的临床试验；②采用针刺治疟疾法可以治愈90%，现仍在继续试验；③自制药品的试验结果良好，自制药品的信心大为提高；④部队给养的研究；⑤研究设计出适合部队的正规护理制度；⑥对外伤性下肢神经痛和一般下部神经痛的治疗法以及交感神经节摘除术；⑦胃肠结合术的试验成功^[21]。这些医药成果及医疗技术的突破，有力保证了边区伤病军民的医疗和健康。

此外，电学会克服了边区极端困难的条件，解决了电力的供给，从而保证了足够的电气交通，使军事指挥和行政领导的灵敏度达到最高。这一成绩的获得，来自英国的友人林迈可教授作出了重要贡献^[22]。

2.3 极大促进了边区的科学技术传播

“协会”创办的一个重要目的就是在边区大力传播科学技术。在“协会”成立缘起中明确提出了一项具体任务，即帮助政府开展科学技术教育，在边区推广科学知识，目的在于普及一般的科学常识并破除反科学的一切迷信的思想习俗^[23]。“协会”纲领也提出要普及自然科学知识。“协会”首代会则明确要求，今后必

须进一步推进边区自然科学思想的普及和生产技术的推广。在其通过的决议案中也有普及自然科学思想以及推广科学技术的具体内容。为此，“协会”采用了多种手段和方式进行科学技术的传播。

一是举办专题讲座或学术报告。在“协会”成立大会上举行了多场学术报告，且反响热烈。班威廉讲述了氦气的历史和应用，引起在场科学工作者的极大兴趣，不断地将大家的提问一一回答。他实事求是的科学家工作精神，让人深为敬佩。第二日，医学家傅来和军区工业部刘部长先后作了关于疥、肺病（结核）、疟子症和大炭炉化铁的报告。第三日则是工矿局试制毛皮、植物油制原油以及农林局的报告。林迈可最后作了关于制造避音器的报告^[14]。在“协会”首代会上也举办了多人次的专题报告。例如，林迈可《日晷的原理与制造》；实业处副处长王承周《谈中国古代科学》；于力本《纸浆碎解与胶填料》；胡雨村《治疗骨折时石膏绷带的效用》；马矍翁《防治大麦黑穗病》；祖德铭《黑豆苗绿肥的效用与价值》；甄空《防治枣树步曲虫》；林子明《血型》等。同时，大会还提出，召开县级以上干部会之时，“各学会可派人作专门报告”，以此进行宣传教育^[21]。这些学术报告大部分都是边区专家最新研究成果或是相关科学知识。通过公开宣介，加强了学术交流，有利于科学知识的传播，提高了边区科技人员的理论水平。

二是编辑并出版了各类印刷品。“协会”每年出版一期会刊，即《自然科学界》，发表会员的研究报告和专题论文。各学会也有各自的会刊，如农学会一年出版两册《实验研究报告》，医学会编印《医务行政》等。“协会”还不定期地编辑出版《会务通讯》，介绍边区有关科技工作信息，以资联络^[15]。1943年3月中旬，“协会”所属的理科教育会在边中正式成立。教育会分别编辑高小、初中的理科教材。农学会也已编辑完成春学教材《农业生产常识》。第二期《自然科

学界》刊载主题包括《超导电率的理论》《炼油研究》《小鼓风炉冶炼生铁》《粟性状的相关研究》《制碱法》《试制玻璃经过》，作者分别是班威廉、张珍、傅江、马夔翁、孟益棠和王裕。均为各专家多年来精心实验研究的结晶^[24]。

“协会”首代会决议案也明确要求，大量编写通俗读物。这一工作由各学会理事会负责，并督促会员撰写稿件，先充实现有报章杂志有关自然科学的篇幅，各学会的稿件直寄边区的日报、群众报、群众杂志、教育阵地和乡村文化等刊物，不必经过“协会”。边府教育处则可以大量翻印各学会的挂图，以备中小学使用。医学会从《卫生建设》当中抽出材料，编成通俗的小册子。如果学会不能印，可交“协会”印^[19]。到1943年7月，医学会编写出版九期医学刊物，即《卫生建设》。第二届理事会第一会议决定于1943年8月出版第一期《会讯》。第三期《自然科学界》定于同年10月出版，9月底将稿件收齐。稿件的分配为林迈可、李彪臣、林子明各一篇，医学会、工学会、边中联大和农学会各一篇^[19]。这些出版品不仅反映出边区的科学研究水平，同时对于边区普及科学思想和推广科学技术和卫生知识，发挥了重要作用。

三是通过举办展览会直观地宣传科学知识。

“协会”根据边区的农事季节和各部门的工作需要，举行联合性的展览会或各学会专题性展览会，把科学知识有计划地推广到农村。各部门的展览会得到各界的欢迎，在宣传教育及科学思想普及上，都收到良好效果^[15]。“协会”首代会的会场就陈列了农林局试验的研究成绩和伯华制药厂自制的百余种西药，颇为引人注目。首代会决议案中提出：经常举行各个学会的展览会和陈列；由各学会提供展览品给“协会”，到各地流动展览；举行大规模的1944年七月节展览会，除由各个学会提供的展览品外，征集民间的产品，并评选给奖，筹备由“协会”推举专人；赶集、赶庙会或赶干部会可举办流动展览，如有防除枣

步曲虫的推广材料，即可作专门展览，可以引起观众的单一注意力^[19]。因此，“协会”及其专业学会都极为重视展览会的举办，制定了具体的展览方案和计划，并实际举办了多次展览会。这种方式可以形象生动地在边区军民中传播科学技术知识。

四是积极推进边区的自然科学教育。“协会”理事很多兼任边区各类专门技术学校的负责人或教员，他们承担起了边区自然科学教育的重任，还编写了专门教材或者举办相关的讲座或报告。这有力地促进了边区自然科学教育的发展。另外，工学会代为制作高小、初中理化的实验仪器。“协会”首代会决议案制定了加强边区中小学自然科学教育的具体办法：在自然科学教学方面，各学校有问题或是需要材料时，可由各学会出面帮助解决；各学校的自然科学教育应重在实习，各学会如有专门的创造发明或有研究成绩时，通知各学校赴各学会参观与实习，或由学会派人到各校传习、报告，并由各学会自定办法^[16]。1944年1月，电学会则提出，今后要进行电学知识的普及，并注意改造中小学电学的教学及实验法^[25]。可见，边区的各类学校积极开展的自然科学教育，不仅培养了一批科技人才，使群众性的科学普及活动在边区广泛开展，对提高边区的生产与科学文化水平也起了一定作用。

2.4 积极进行对外联络，扩大了边区影响

“协会”成立缘起和纲领中，都明确要求密切联系边区及全国各地的自然科学团体，成立缘起中还提出，强烈地希望全边区和全国的自然科学界共同努力，一为争取中华民族的彻底解放，二为建设幸福的自由的新民主主义的新中国。所属农学会成立时，“协会”理事长陈凤桐则呼吁，边区农学工作者必须“在思想方法上更一致”，并以农学会为中心“团结边区的与敌占区的农业界”^[18]。

一方面,“协会”加强与陕甘宁等边区自然科学界的沟通和联系。1942年12月,陕甘宁自然科学研究会为密切与各抗日根据地自然科学界联系,以便互相帮助,并了解各抗日根据地科学工作的情形,特随函赠予晋察冀边区的科学界三本《会讯》。《晋察冀日报》全文刊发上述函件。函中说明了来函的目的,并期盼收到函件后回信,以便建立通信联系,从而互相交换工作上的经验,讨论科学技术的问题,共同致力于科学事业与同一革命任务的完成^[26]。由此,两个边区逐步建立了联络机制。“协会”所属医学会曾与陕甘宁边区医学会进行通讯,以此增进双方的联系。“协会”首代会决议案中也提出与其他根据地加强联系,可以通过边区党政军民的各种关系向其他根据地交换工作的经验,还要借助于各种关系设法“动员敌占区科学家到边区来”,并给予科学家优厚的待遇^[19]。1945年11月,《晋察冀日报》社论号召“协会”的所有会员及自然科学界的全体同仁,在新民主主义的天地里,必须沿着宽畅的道路奋力前进,不但努力研究与积极发明,不知疲倦地进步,还要担负起人民所托付的“建设富强新中国”之重任^[27]。因此,“协会”的工作不仅要服务于全边区,而且要与其他边区团结合作,共同担负新中国未来的建设。

另一方面,“协会”向全国科学界通电,提出八条全国科学建设的意见,发出了来自解放区自然科学界的呼声。1946年3月,“协会”致电全国科学界同仁,热切盼望政府迅速地实现学术的研究自由等诺言,决定愿与全国科学界一道努力,而且要促使政府接受并实施以下建议:①实用性自然科学(农、工、医等)应大量发展;②中等职业学校应普遍设立,并帮助迅速恢复被敌人破坏的科学机关和学校;③政府应推动在国内适当的地区增设科学调查研究所;④所有大学工学院尽可能设立工厂,或密切联系公私工厂,使学生能有足够实习的机会;⑤大量选聘国外的科学专家到中国讲学或担任教授;⑥保护和奖励科

学上的发明及创造,并制定相关政策法令;⑦施行教授、教员及各大工厂中的高级技术人员的休假年制度^[28]。在抗战胜利后争取和平民主的背景下,上述八个方面是当时科技领域急需解决的重大问题。显然,这份通电起到了团结和动员全国科学工作者的作用,以便共同投入争取和平民主的斗争。

3. 结语

晋察冀边区是最早在华北建立的敌后抗日根据地,当时的交通闭塞,经济落后,且科学技术基本是空白。然而,党和边区政府依然重视科学技术和科技人才,并鼓励和扶持科学社团在边区的创办和发展。边区的科学技术不但没有停滞不前,反而得到快速的发展。为团结晋察冀边区的科技专家与科学工作者,推动边区的科学工作为抗战建国服务,“协会”应运而生。

第一,它的设立在加强边区科学工作者的团结,聚集研究力量,扩大研究范围等方面均发挥了重要作用。晋察冀边区建立了一支富有特色的科技队伍,并根据边区当时的条件,最大限度地发挥出科技工作者的智慧,由此成为巩固和建设边区、战胜敌人的重要力量;第二,“协会”及其先后成立的五大专业学会,组织开展了多方面的科技活动,进行实用技术的研究与推广,基本都是独创性研究成果,在晋察冀边区的无线电通讯、工矿农林发展、卫生防疫等方面作出了积极贡献;第三,“协会”还代表解放区自然科学界积极向全国呼吁,有力推动了全国科学界的团结合作;第四,大力宣传普及科学知识与思想,促进了边区的社会风尚建设,改变了边区干部群众的知识结构。

因此,抗战时期,晋察冀边区聚集了科技力量,科技成果不断出现,因而从科技落后地区,逐渐转变成科技活动较为活跃且具有较高科技水平的敌后抗日根据地之一。党和边区政府关怀并极大地支持和保障“协会”履行职责、发挥作

用。“协会”不仅推动了边区的发展,保证了抗战建国的需要,也培养和储备了大批科技人才。这为新中国成立后创办和发展科技社团提供了实践经验,并对科技社团的体制机制建设产生了重要影响。

责任编辑:刘香钰 校对:李琦 梁思琪

参考文献

[1] 万立明.论抗日根据地科技社团的发展及其作用[J].自然辩证法研究, 2012(01):74-80.

[2] 邱若宏.中国共产党科技思想与实践研究:从建党时期到新中国成立[M].北京:人民出版社, 2012:169.

[3] 邱若宏.晋察冀边区自然科学界协会述略[J].河北师范大学学报(哲学社会科学版), 2013(01):60-65.

[4] 给自然科学界同志的一封信[N].晋察冀日报, 1940-12-11(004).

[5] 武衡.抗日战争时期解放区科学技术发展史资料第6辑[M].北京:中国学术出版社, 1988,354.

[6] 张珍.张珍回忆录[M].北京:兵器工业出版社, 2005,72-73.

[7] 吕正操.吕正操回忆录[M].北京:解放军出版社, 1988.173.

[8] 革命根据地经济史料选编(中)[M].江西人民出版社, 1986,4-6.

[9] 晋察冀边区阜平县红色档案丛书编委会.晋察冀边区法律法规文件汇编(上)[M].北京:中共党史出版社, 2017,5.

[10] 武衡.抗日战争时期解放区科学技术发展史资料第8辑[M].北京:中国学术出版社, 1989,45.

[11] 武衡.抗日战争时期解放区科学技术发展史资料第7辑[M].北京:中国学术出版社, 1988,40.

[12] 魏宏运.抗日战争时期晋察冀边区财政经济史料选编(第三篇工商合作)[M].天津:南开大学出版社, 1984,9.

[13] 边区政府定六月召开边区科学家会议自然

科学研究会亦同时成立[N].晋察冀日报, 1942-03-31(003).

[14] 边区科学家大团聚 自然科学研究会隆重开幕[N].晋察冀日报, 1942-06-18(001).

[15] 陈凤桐.介绍晋察冀边区自然科学界协会[N].解放日报, 1945-09-14(004).

[16] 晋察冀边区自然科学界协会纲领[N].晋察冀日报, 1942-06-18(001).

[17] 自然科学研究会大会讨论通过协会简章纲领[N].晋察冀日报, 1942-06-18(001).

[18] 晋察冀边区农学会正式成立[N].晋察冀日报, 1942-12-04(001).

[19] 何志平等.中国科学技术团体[N].上海科学普及出版社, 1990.

[20] 光明日报社.聂荣臻同志和科技工作[M].光明日报出版社, 1984,25.

[21] 边区自然科学界协会召开首代大会[N].晋察冀日报, 1943-07-28(001).

[22] 刘晓松.陈凤桐文选[N].北京:中国农业科技出版社, 1997,33.

[23] 晋察冀边区自然科学研究会成立缘起[N].晋察冀日报, 1941-06-10(004).

[24] 自然科学界协会 努力普及科学教育 专门研究成果卓著[N].晋察冀日报, 1943-04-08(001).

[25] 自然科学界协会 决定以配合大生产为今后工作重点[N].晋察冀日报, 1944-02-08(001).

[26] 陕甘宁自然科学界致函边区自然科学研究会[N].晋察冀日报, 1942-12-04(001).

[27] 努力研究 积极创造[N].晋察冀日报, 1945-11-13(002).

[28] 晋察冀自然科学界协会提出全国科学建设意见[N].解放日报, 1946-03-06(002).

Research on the main contribution of Natural Science Association of Shanxi–Chahar–Hebei Border Region

Wan Liming, Liu Jingjing

(School of Marxism, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The Natural Science Association of Shanxi–Chahar–Hebei Border Area, founded in 1942 and survived until the War of Liberation, was a comprehensive scientific association with great influence in the anti-Japanese base area. It gathered research forces and enables the border region to build a distinctive scientific and technological team and maximize its expertise. Many original research results of self-reliance and adaptation to local conditions had been obtained. It also vigorously publicized and popularized scientific knowledge and ideas, and appealed to the whole country on behalf of the natural science community in the liberated areas, promoting the unity and cooperation of the scientific community in the whole country. It vigorously promoted the development of the border region and ensured the needs of the Anti-Japanese War for the founding of the nation, trained and reserved a large number of scientific and technological talents, and also provided practical experience for the founding and development of scientific societies after the founding of New China.

Key words: Shanxi–Chahar–Hebei Border Region; natural science community; contribution

(上接第80页)

The origins and development of industrial archaeology and industrial heritage

Feng Shujing¹, Qian Wei², Juan Manuel Cano Sanchiz²

(1. National Academy of Innovation Strategy, CAST, Beijing 100038, China; 2. Institute for Cultural Heritage and History of Science & Technology, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: Industrial remains have witnessed the profound impact of the process of human industrialization on history and the present. The issues of the preservation and abandonment of industrial remains have become increasingly noticeable since the urban reconstruction that followed the Second World War, which led to the official birth of industrial archaeology. This article discusses the development process of industrial archaeology in various countries by sorting out the origin of international industrial archaeology. In the 1950s, the concept 'industrial archaeology' was formally proposed in the United Kingdom, and then gradually spread in the United States, continental Europe and other countries and regions. Industrial archaeology started very much attached to the protection of industrial monuments due to the circumstances: many were being destroyed by the urban development that followed the Second World War. However, industrial archaeology evolved and detached from the protection and reuse of industrial heritage, especially since the 1990s. Industrial archaeology is understood today as the study of the industrial society and its material remains using archaeological methods and theories. That is 'the expansion of the scope of industrial archaeology' from heritage preservation (at the beginning) to archaeological research of the industrial past (at present). In recent years, there have been researches on industrial culture, creative industries and industrial tourism, and there have been development trends in ideological research such as industrial civilization.

Key words: industrial archaeology; industrial heritage; origins and development

MAIN CONTENTS

Forge Ahead on the New Journey and Make Contributions in the New Era

Talent introduction and cultivation policies of major scientific and technological powers in the world and suggestions for China	Song Yao et al	1
Comprehensive analysis and evaluation of key scientific and technological innovation evaluation reports at Domestic and foreign	Wei Zhen-lin et al	8

Think Tank Views

Talents leading, Innovation highland: Summary of The 2022 China Innovation 50 Forum		21
Seeking truth from facts, bravely exploring the new path: Brief research on the basic logic that science and technology innovation drives new industry development	Jiang Fengyi	24
The cultivation and development of young people's scientific research ability.....	Chen Yiwang	25
Some thoughts on the construction of high-level talents highland	Shen Jinsheng	26
Implementing talent innovation policies for key and core technology breakthrough.....	Xu Junhai	27
Building an integrated innovation ecology in the Yangtze River Delta, stimulating the innovation vitality of talents	Chen Li-jun	28
The requirements of the times and countermeasures of digital talent team construction in Jiangxi Province	Zhong Zhenshan	29
Scene, talent and hard tech entrepreneurship	Wang Fenyu	30
The practice and exploration of local agricultural colleges leading regional development	He Haohua	31
Accelerating the industrial development of aviation parts manufacturing in China	Zhang Wei	32
Anchoring at trillion RMB target, strengthening talent driven: Promoting Jiangxi from a province with large non-ferrous metal resources to a province with strong non-ferrous metal industry	Chen Hongzhang	33
Research and thinking on the construction of international Science and Technology Innovation Center	Zhang Li	34

S&T Innovation and Evaluation

Study on the paths and countermeasures of small and medium-sized enterprises embedded into the integration of industry, university and research institute	Chen Jianan et al	35
---	-------------------	----

S&T Talents and Education

Research on the impact of job embeddedness on the turnover intention of scientific and technological workers	Hu Linyuan et al	48
Current situation and suggestions on promoting scientific and technological human resources to engage in science communication: Take science communication activities of scientists and technologists in five provinces or cities in China as examples	Liu Jingyi	57

Science Culture and Scientist Spirit

The Origins and Development of Industrial Archaeology and Industrial Heritage	Feng Shujing et al	71
---	--------------------	----

S&T Societies and the Development of CAST

Research on the main contribution of Natural Science Association of Shanxi-Chahar-Hebei Border Region	Wan Liming et al	81
---	------------------	----

中国科协创新战略研究院

2022年公开招聘博士后公告

中国科协创新战略研究院（简称“创新院”）是中国科学技术协会直属科研单位，主要承担国家高端科技创新智库建设工作，主要任务是负责科技政策、科技发展战略、创新文化和科技人物研究，科技数据中心建设，开展创新评估、决策咨询等活动。

2022年创新院博士后科研工作站将继续招收博士后科研人员。招收方式包括：独立招收；与中国科学院科技战略咨询研究院博士后科研流动站联合招收；与清华大学博士后流动站联合招收。

现将有关事项公告如下：

一、招聘对象

年龄在35周岁以下（含35岁，即未到36岁生日），在国内外已取得或即将取得博士学位者；具有较强的敬业精神、职业操守、科研能力和团队合作能力，心理健康，能尽职尽责地完成博士后研究工作；能够全职从事博士后研究，不挂职、不兼职。

二、招聘需求

部门	研究方向	招聘人数	岗位需求与招收条件
创新评估研究所	企业创新/产业经济学/创新创业研究	1	1. 管理学、经济学相关专业 2. 具有熟练的英语听、说、读、写能力，英语水平达到CET—6级以上水平 3. 具有较强的报告撰写能力，有科技创新类企业研究工作经验者/参与过国家战略性新兴产业研究项目者/有相关项目研究经历者优先
	科技战略与科技政策研究	1	1. 管理学、科学技术哲学、经济学、科学技术社会学等相关专业 2. 具有熟练的英语听、说、读、写能力，英语水平达到CET—6级以上水平 3. 具有较强的报告撰写能力，参加过国家重大科技规划、科技政策评估工作者优先
创新人才研究所	老科学家学术成长资料采集工程研究	2	1. 科学社会学、科学传播、心理学、科技管理学、情报学、科技史等相关专业 2. 熟练使用英文交流，具有相关科研项目经历者优先
	科技人才成长规律研究	1	1. 社会学、心理学、教育学、公共管理等相关专业 2. 擅长量化研究方法者优先 3. 熟练使用英文交流，具有相关科研项目经历者优先
	科技人才测算研究	1	1. 经济统计、数量经济、管理学等相关专业 2. 擅长计量及社会调查方法者优先 3. 熟练使用英文交流，具有相关科研项目经历者优先
创新环境研究所	“双碳”战略研究/清洁能源领域研究	2	1. 煤炭类、环境类、能源类等相关专业 2. 具备较强的独立研究分析及熟练的英文读写基础 3. 具有较强的报告撰写能力，参与过国家重大“双碳”系列项目研究/煤炭产业技术发展、清洁能源利用、能源领域技术预见等项目研究经历者优先

部门	研究方向	招聘人数	岗位需求与招收条件
调查统计中心	科技指标研究	1	1. 管理科学与工程、经济学、统计学等相关专业 2. 熟练掌握经济计量、统计分析等工具和方法 3. 在科技评价、指标设计、数据爬取、统计建模等方面有项目经验者优先
	科技人才规划与评估	1	1. 具有科技管理、人力资源、社会调查等相关专业背景 2. 熟练掌握统计分析工具和方法 3. 在科技政策、人才政策、政府规划、政策评估等方面有项目经验者优先
	科技工作者状况调查	1	1. 具有社会学、统计学、心理学等相关专业背景 2. 熟练掌握问卷设计、抽样设计、统计分析工具和方法 3. 在社会调查、量表设计、科技评价、人才政策等方面有项目经验者优先
数据中心（筹）	科技政策量化研究	2	1. 情报学、科学计量学、图书馆学、计算机、管理科学与工程等相关专业 2. 具有较好的数据分析能力、文字综合表达能力和英文读写基础 3. 在文本挖掘分析、数字经济政策、指标体系建设等相关方向有一定学术积累者优先
文献信息中心	科技战略研究	2	1. 理论经济学、公共管理、社会学相关专业 2. 外语优秀、有相关工作经历者优先
科研外事处	国际组织治理及政策体系保障研究	1	1. 管理学、科学技术哲学、科学技术社会学等相关专业 2. 具有熟练的英语听、说、读、写能力 3. 具有较强的调查研究能力和较好的文字能力 4. 具有较丰富的参与科研课题的经历，参加过国家重大科技规划、科技政策评估工作者优先
人事处（党办）	社会组织党建研究	1	1. 中共党员 2. 政治学、思政教育、马克思主义理论类相关专业

三、简历投递

申请者按要求填写《中国科协创新战略研究院博士后研究人员报名表》（附件），并尽快发送至联系人邮箱。报名表以《应聘部门+姓名》命名。我们将根据所收简历情况，分时间组织面试。

四、工作待遇

工资与待遇等按照中国科协创新战略研究院管理条例及国家相关规定执行；博士后研究期间有机会参与有关国际合作研究与交流，参加国内外学术会议。

五、联系方式

中国科协创新战略研究院人事处

联系人：高老师，朱老师

地址：北京市海淀区玉渊潭南路3号水科院南院8号楼

电话：010-68789907

电子邮箱：naishr@cast.org.cn

附件：详见<https://www.cnais.org.cn/cn/arcview/3006.html>

《今日科苑》“奋进新征程 建功新时代” 专栏征稿启事

从党的十八大，到党的二十大，十载奋进，十载开拓，十载辉煌，党领导下的科技事业走过光辉历程。2022年是我国进入全面建设社会主义现代化国家、向第二个百年奋斗目标进军新征程的重要一年，10月16日，中国共产党第二十次全国代表大会将于北京召开，为此，《今日科苑》特推出“奋进新征程 建功新时代”专栏。

一、征文主题

专栏重点关注但不限于以下主题。

1. 高水平科技自立自强实现路径
2. 关键核心技术攻关新型举国体制
3. 战略科技力量优化布局与协同机制
4. 自主创新能力与强化企业创新主体地位
5. 科技人才自主培养模式
6. 多元化科技投入体系建设
7. 中国式现代化实践案例
8. 区域创新与高质量发展
9. 科技社团改革与创新发展的
10. 科学文化与科学家精神
11. 技术预见
12. 科技风险与治理
13. 其他相关主题

二、征文要求

1. 文章需坚持正确政治方向、舆论导向、价值取向。
2. 文章内容未公开发表，符合学术规范。
3. 文章需具有原创性和前瞻性,能够反映相关领域的先进水平及发展趋势或最新科研成果的研究进展与实施情况。
4. 文章字数要求为5000~8000字，需具备中英文摘要以及必要的参考文献。
5. 登陆《今日科苑》官网modsci.cnais.org.cn投稿。
6. 征文截止时间11月30日。

三、征文评审

编辑部组织专家对应征论文进行评审，择优刊发于《今日科苑》。

四、联系人与联系方式

联系人：李老師 梁老師
联系电话：010-68570860

● 科律·技韵

定风波·2022年9月全球科技界大事回顾

□ 中国科协创新战略研究院 董阳

回首9月，全球科技界成就斐然，遂作此篇，上阕“俯察品类之盛”，下阕“仰观宇宙之大”，是以为志。

基因反演溯共祖¹，
细胞深描髓海图²。
菌群合成植脏腑，相濡³。
蛋白新构自更甦⁴。
荧惑方留初映像，骋望⁵。
黑洞隐现太白光⁶。
寰宇双星重定向，御殃⁷。
穹冥翔游问天舱⁸。

¹ 9月26日，发表于美国《国家科学院院刊》（PNAS）的成果显示，科学家利用32种哺乳动物（含人类）的高质量基因组序列，重建了所有哺乳动物最早共同祖先的基因组，在其身上发现了9条完整的染色体片段，基因顺序与现代鸟类相同，表明染色体上的基因顺序和方向在3.2亿年的进化中具有稳定性。

² 髓海，指脑。9月23日，美国国立卫生研究院（NIH）宣布“脑计划全细胞图谱网络”（BICAN）项目，将在5年内资助5亿美元，绘制世界最全的人脑细胞图谱，探究人脑运行机制以及疾病对人脑的影响机理。

³ 9月6日，发表于《细胞》（Cell）的成果显示，依托NIH人类微生物组项目（HMP），科学家构建出迄今最详细、最完整的合成肠道微生物群（由100多种细菌组成），并将其成功移植到小鼠体内。能够增删和编辑单个细菌，有助于更好地理解肠道微生物群与健康之间的联系并应用于临床医疗。

⁴ 9月15日，发表于《科学》（Science）的成果显示，基于机器学习新工具的组合（ProteinMPNN+ AlphaFold），可以实现更准确、更快速地创建蛋白质分子，这一进步将有望催生更多新的疫苗、疗法、碳捕获工具和可持续生物材料。

⁵ 荧惑，指火星。9月19日，英国《新科学家》（New Scientist）杂志网站报道，詹姆斯·韦布空间望远镜（JWST）发布了其拍摄的首张火星红外图像，捕获了整颗行星的大气数据，这将帮助天文学家识别以前仪器无法识别的现象和气体，更好地了解火星的大气层。

⁶ 9月23日，发表于《自然—天文》的成果显示，基于郭守敬望远镜（LAMOST）时域巡天数据，中国“黑洞猎手计划”研究团队发现了一颗距离地球大约1037光年、处于双星系统中的宁静态中子星。

⁷ 9月26日，美国国家航空航天局（NASA）双小行星重定向测试（DART）成功地在700万英里外撞击了一颗小行星（直径160米），以改变其轨道，完成人类历史首次测试以阻止未来有外来天体摧毁地球生命。

⁸ 9月2日，中国神舟十四号航天员完成首次从问天实验舱（中国空间站的首个实验舱）气闸舱出舱、由小机械臂辅助实施的出舱活动。