

新质生产力的 STEM 人才支撑研究

盛思鑫

摘要：科学、技术、工程、数学（STEM）领域的专业人才是新质生产力的重要组成要素，他们在科技创新以及推动科技转化为新质生产力方面走在前列，是当前我国未来产业、新兴产业和传统产业转型发展急需紧缺的人才类型。从发展新质生产力的国际竞争看，做大做强做优我国的 STEM 人才是新时代统筹好“两个大局”的重要保障。党的十八大以来，我国在 STEM 人才的培养引进方面持续加大投入，在人才培养规模、机构数量、科研人员数量、研发投入、研发产出等方面均取得长足发展，但和美西方国家相比，我国在 STEM 人才培养质量、基础研究投入、国际人才引进等方面还存在短板。对此，文章提出坚持教育科技人才一体统筹，加快推动 STEM 教育的高质量发展，进一步完善新型举国体制，持续增加研发投入，特别是 STEM 领域的基础研究投入，加大引进和使用国际 STEM 人才的工作力度，破除有关体制机制障碍，为发展新质生产力提供坚实的 STEM 人才支撑。

关键词：STEM；新质生产力；人才；教育

中图分类号：F124;C964.2 **文献标识码：**A **文章编号：**1673-5706（2024）05-0033-011

一、问题的提出

党的二十届三中全会将推进高水平科技自立自强作为进一步全面深化改革总目标中的重要内容，强调发展新质生产力要推动技术革命性突破，推动劳动者、劳动资料、劳动对象优化组合和更新跃升^[1]。马克思主义的生产力理论强调，人是生产力中最活跃的要素^[2]。在生产力三要素中，劳动者是起主导作用的要素，在形成和发展新质生产力方面发挥着至关重要的作用^[3]。没有大量高素质的劳动者，特别是科学、技术、工程、数学（STEM）领域的专业人才，便无从掌握在新一

轮科技革命和产业变革中所形成的大数据、云计算、人工智能、量子技术等各类新型劳动生产工具，在面对虚拟空间、数字资源、生物基因、微观世界等新的劳动对象时也会无从下手。如此一来，加快发展新质生产力就会成为无源之水、无本之木。习近平总书记指出，要按照发展新质生产力要求，畅通教育、科技、人才的良性循环，完善人才培养、引进、使用、合理流动的工作机制^[4]。在国家战略人才体系中，STEM 人才是国家战略人才力量的重要组成部分，主体是青年科技人才、卓越工程师、大国工匠和高技能人才，并在培育

引进大师、战略科学家、一流科技领军人才和创新团队中发挥着基座支撑的作用。

从现有研究看,有关新质生产力的学术期刊文章已有 4000 余篇,但其中篇名包含“人才”的文章仅有 116 篇,占比不到 3%^①。这些文章大体上可以分为三大类:第一类属于政策解读性质的文章,主要讨论人才在新质生产力发展中的作用与重要意义^{[5][6]};第二类聚焦具体地区或具体行业的人才议题^{[7][8]};第三类主要是从教育的角度探讨新质生产力的人才培养问题^{[9][10]}。有关新质生产力发展的人才研究存在不同程度的泛化、虚化和表面化倾向。在 STEM 人才研究方面,随着新科技革命向纵深发展与中美战略博弈的加剧,近年来,学术界开始关注 STEM(特别是工程科技领域)人才培养的国际经验^[11]与本土实践^[12],但研究数量较为有限,而且大多数研究均没有将培引 STEM 人才与发展新质生产力结合起来。总体而言,已有文献对新质生产力人才支撑的研究还比较有限,不仅没有充分认识到 STEM 人才对发展新质生产力的重大意义,也未深入研究我国 STEM 人才培养的规模、结构、投入和产出等基本情况,因此对新质生产力发展过程中 STEM 人才培引面临的挑战认识不足,所提对策建议的针对性与可操作性也有待提升。

二、STEM 人才对新质生产力发展的重大意义

从新质生产力的内涵看,STEM 人才是新质生产力的重要组成要素,是当前先进生产力的重要代表。习近平总书记在中共中央政治局第十一次集体学习时强调,新质生产力是创新起主导作用,摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径,具有高科技、高效能、高质量特征,以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升为基本内涵,以全要素生产率大幅提升为核心标志,特点是创新,关键在质优,本质是先进生产力^[13]。从历史视角看,第一次工业革命源自蒸汽机的发明和广泛应用,人类由农业社会开始进入工业社会,产业工人取代传统的手工业者和农民成为机器化时

代先进生产力的代表。第二次工业革命的主要标志是电机发明和电气应用,技术工人取代产业工人成为电气化时代先进生产力的代表。当前第三次工业革命向纵深发展,人类进入信息化和人工智能时代,信息技术、航天科技、生物医药、人工智能、新能源等技术多点突破并快速产业化,STEM 人才不仅是推动这些技术创新和产业变革的主力军,也是这一时期先进生产力的重要代表。

从发展新质生产力的产业载体看,当前我国未来产业、新兴产业和传统产业转型发展最急需和最紧缺的就是 STEM 人才。党的二十届三中全会强调,要因地制宜发展新质生产力,建立未来产业投入增长机制,完善推动新一代信息技术、人工智能、航空航天、新能源、新材料、高端装备、生物医药、量子科技等战略性新兴产业政策和治理体系,引导新兴产业健康有序发展。以国家标准提升引领传统产业优化升级,支持企业用数智技术、绿色技术改造提升传统产业^[14]。这些蕴含新质生产力的未来产业、新兴产业、传统产业,其发展无一不需要大量 STEM 人才。习近平总书记强调,要根据科技发展新趋势,优化高等学校学科设置、人才培养模式,为发展新质生产力、推动高质量发展培养急需人才^[15]。当前我国的 STEM 人才缺口还较大,这已经成为制约新质生产力发展的一个重要因素。根据工信部的预测,到 2025 年,我国制造业十大重点领域人才缺口约为 3000 万人,其中新一代信息技术产业人才缺口为 950 万人,新能源新材料人才缺口为 503 万人,高端装备人才缺口为 1038 万人^[16]。

从发展新质生产力的科技支撑看,STEM 人才在科技创新以及推动科技转化为新质生产力方面走在前列,是创新驱动发展的重要源泉和推动力。习近平总书记在中共中央政治局第十一次集体学习时强调,必须加强科技创新特别是原创性、颠覆性科技创新,加快实现高水平科技自立自强,打好关键核心技术攻坚战,使原创性、颠覆性科技创新成果竞相涌现,培育发展新质生产力的新

① 查询中国知网有关数据的截止日期为 2024 年 8 月 19 日。

动能^[17]。习近平总书记在参加十三届全国人民代表大会广东代表团审议时指出,发展是第一要务,人才是第一资源,创新是第一动力。中国如果不走创新驱动发展道路,新旧动能不能顺利转换,就不能真正强大起来。强起来要靠创新,创新要靠人才^[18]。中国航天科技事业的先驱和杰出代表钱学森先生、我国核物理事业的奠基人之一邓稼先先生、中国杂交水稻事业的开创者和领导者袁隆平先生等老一辈科学家均是 STEM 人才的杰出代表,为我国关键核心技术与科技自立自强做出重要贡献。创立华为的任正非、宁德时代的创始人曾毓群、小米科技的雷军、百度的李彦宏、腾讯科技的马化腾、字节跳动的张一鸣等企业家不仅自身是 STEM 背景的优秀人才,而且集聚了大量 STEM 人才开展科技创新并推动产业化发展,形成新质生产力。

从发展新质生产力的国际竞争看,立足中华民族伟大复兴的战略全局和世界百年未有之大变局,中美两国围绕“聚天下英才而用之”的人才竞争日益激烈,STEM 人才的培养引进更是其中的重中之重^[19]。瑞士洛桑国际管理发展学院(IMD)的《世界人才排名报告》显示,中国内地的世界人才排名从 2012 年的第 50 位提高至 2024 年的第 38 位,但对比美国 2024 年全球第 21 位的排名仍有不小的差距^[20]。欧洲工商管理学院(INSEAD)联合有关机构发布的《全球人才竞争力指数》显示,中国的全球人才竞争力指数(GTCI)2019 年排名第 45 位,2023 年上升至第 40 位,对比美国 2023 年全球第三的排名,中国仍需加强人才领域的对美追赶^[21]。联合国国际移民组织(IOM)发布的《世界移民报告 2024》指出,中国仍然是世界主要移民流出国,流出数量位列全球第四,移民首

选目的地是美国。相比之下,美国一直稳居世界移民流入国第一^[22]。美国国家科学基金会(National Science Foundation)的数据显示,2022 年在美国获得博士学位的临时签证持有者来源国中,中国位列第一,共有 6664 位(包括中国香港),其中 6031 位来自科学与工程类专业领域(STEM)^①。和特朗普政府相比,拜登政府大大放宽中国留学生赴美学习 STEM 专业的限制。2022 年 1 月,拜登政府签发了吸引包括中国在内的全球 STEM 人才的跨部门行动方案^②。2022 年拜登签署了《美国竞争法案》与《芯片与科学法案》,这两部法案均高度重视增加对 STEM 教育的资金投入以培养更多人才,同时前一部法案还强调增加对 STEM 领域的研究和创新投资,并加大对 STEM 领域国际人才的引进力度^③。在此背景下,拜登政府持续放宽 STEM 专业外籍人才的留美签证和移民政策,以更好满足美国对 STEM 人才的需求。

三、我国 STEM 人才的基本概况

党的十八大以来,我国坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力的发展理念,在培养和引进 STEM 人才方面持续加大投入,取得了显著成效。一般而言,STEM 人才主要指的是工程科技人才,在我国高等教育体系中包括理学、工学、农学、医学四大学科门类培养的本科生与研究生以及在这些领域从事教学科研工作的高校和科研院所人员,在企业则包括从事生产和研发工作的 STEM 专业人员。

从人才培养看,我国 STEM 人才培养规模较大,近年来一直保持较快增长,在专业结构上呈现工科为主、医理农为辅的特点。2012–2022 年我国普通高校共培养 STEM 领域的本科和研究生(硕士和博士)毕业生数量共计 2408 万人,占同期全

① 数据来源:美国国家科学基金会(NSF)一博士学位获得者调查数据库,表 7-7,获得美国研究博士学位的临时签证持有者的前 10 个原籍国或经济体(按国籍或经济体和博士学位领域划分),2012–22 年;表 7-8,获得美国研究博士学位的临时签证持有者的原籍国或经济体排名前 40 位(按博士获得者数量)。

② FACT SHEET: Biden-Harris Administration Actions to Attract STEM Talent and Strengthen our Economy and Competitiveness, White House, Jan. 21, 2022, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/01/21/fact-sheet-biden-harris-administration-actions-to-attract-stem-talent-and-strengthen-our-economy-and-competitiveness/>.

③ 两部法案的具体内容参见:<https://www.govinfo.gov/content/pkg/COMPS-11490/pdf/COMPS-11490.pdf>; <https://www.congress.gov/117/plaws/publ167/PLAW-117publ167.pdf>。

国培养本科学历以上毕业生总数的 49.6%。其中, STEM 本科毕业生数为 2013 万人, STEM 研究生毕业生数为 395 万人, 后者占 STEM 毕业生总数的 16.4%。2012–2022 年我国 STEM 本科和研究生毕业生数的年平均增长率分别为 5.3% 和 7.3%。从专业领域看, 理工科专业是 STEM 毕业生的大头, 2012–2022 年理工科专业占 STEM 本科毕业生的比重一直超过 80%, 占 STEM 研究生毕业生的比重一直保持在 72% 以上 (见图 1)。在理工科专业中, 工科专业又占大头, 其中工科在理工科本科毕业生中的占比从 2012 年的 76.6% 稳步提升至 2022 年的 84.0%, 工科在理工科研究生毕业生中的占比从 2012 年的 77.7% 逐步提升至 2022 年的 81.5%。此外, 2012–2022 年我国各类科研院所培养的理工农医类研究生毕业生数量合计为 6.2 万人^①。截至 2023 年 6 月, 我国已设立博士后科研流动站 3352 个, 博士后科研工作站 4338 个, 累计招收博士后约 34 万人^[23], 其中相当部分是 STEM 专业。

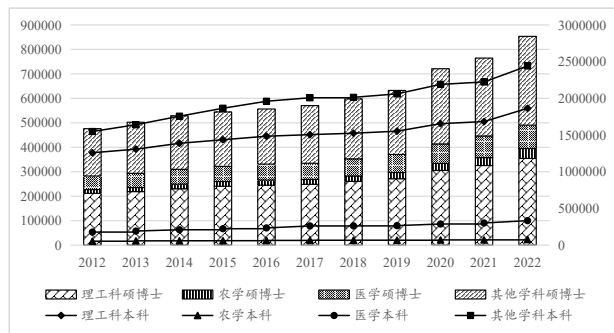


图 1 2012–2022 年全国普通高校 STEM 本科生和研究生毕业生数量

数据来源：2012–2022 年《中国教育统计年鉴》。

从机构规模看, 我国 STEM 相关的高等院校与科研机构种类多样, 人员的数量和质量均在稳步提升。在普通本科院校, 培养 STEM 人才和从

事研发的综合大学、理工院校、农业院校、医药院校数量, 从 2012 年的 740 所增加至 2022 年的 809 所, 占我国高等学校的比例稳定在 30% 左右。2022 年我国理工农医类的普通高校专任教师数量为 64.8 万人, 约占普通高校专任教师总数的 49.2%。其中, 理工农医类有高级职称的专任教师有 36.7 万人, 占比为 56.7%; 工学专任教师数量为 35.8 万人, 在理工农医类专任教师数中的占比为 55.2%^②。在科研院所方面, 2022 年我国共有 2353 个科研机构从事自然科学 (256 个)、农业科学 (973 个)、医药科学 (188 个)、工程与技术科学 (936 个) 等 STEM 领域的研发工作。从研发人员规模看, 科研院所中从事 STEM 领域研发的人员从 2012 年的 37.3 万人增加至 2022 年的 54 万人, 而且人员学历结构有较大改善。同期拥有博士学位的研发人员数从 5.3 万人提高到 12.9 万人, 拥有硕士学位的研发人员数从 11 万人增加至 20.9 万人, 年均增幅分别达到 14.3% 和 9%。在 STEM 领域中, 从事工程与技术科学领域研发工作的人员占比最高, 2022 年约为 60.3%, 和 2012 年的占比基本相当。科研院所中 STEM 领域的研发人员全时当量从 2012 年的 33 万人年提升至 2022 年的 47 万人年^③。在卓越工程师培养方面, 截至 2024 年 5 月, 通过“双一流”高校与中央企业合作的方式, 我国已建设 32 个国家卓越工程师学院、12 所未来技术学院, 并在北京、上海、佛山、东莞布局建设 4 个国家卓越工程师创新研究院, 大力培养工程类硕士、博士和未来技术领军人才, 其中国家卓越工程师学院的校企双导师共有 1.7 万名^④。在重大科技基础设施方面, 截至 2023 年末, 在建和运行的国家大科学装置有 57 个^[24]。此外, 纳入新序列管理的国家工程研究中心 207 个, 国

①② 根据《中国教育统计年鉴》2012–2022 年有关数据计算。

③ 数据来源：《中国科技统计年鉴》2012 年和 2022 年的数据, 其中对 STEM 领域的分类为自然科学、农业科学、医药科学、工程与技术科学四大类。

④ 数据来源：《卓越工程师培养现场交流推进会召开》，教育部, 2024 年 5 月 10 日, http://www.moe.gov.cn/jyb_zzjg/huodong/202405/t20240510_1129871.html; 《教育部召开未来技术学院建设工作推进会》，教育部, 2024 年 7 月 25 日, http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202407/t20240725_1142754.html; 《近年来我国大力推进卓越工程师培养——臻于卓越 奋楫笃行》，教育部, 2024 年 5 月 10 日, http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202405/t20240510_1129731.html。

家企业技术中心 1798 家。国家级科技企业孵化器 1606 家,国家备案众创空间 2376 家^[25]。

从研发投入看,近年来我国研发经费支出增长很快,投入水平稳居世界第二^①,其中以试验发展阶段的研发经费支出占主导,应用研究和基础研究所占比例相对较少。2013 年,我国研发经费总支出为 1.18 万亿元^[26],2023 年提高至 3.33 万亿元^[27],年平均增长率为 18.2%。2022 年,试验发展、应用研究、基础研究经费所占比重分别为 82.1%、11.3% 和 6.6%^[28]。研发人员全时当量从 2013 年的 353.3 万人年增加至 2023 年的 660 万人年,规模连续多年位居世界首位。基础研究经费在研发经费总支出中的占比从 2012 年的 4.7% 逐年提高至 2023 年的 6.6% (见图 2)。在科研院所的研发投入方面,工程与技术科学领域的研发经费支出最多,2012–2022 年在研发总经费中的占比长期稳定在 70% 以上;其次为自然科学、农业科学和医药科学领域的研发经费支出。以 2022 年为例,科研院所的研发经费内部总支出为 3814.4 亿元,其中工程与技术科学领域支出占比为 70.7%,自然科学占比为 16.4%,农业科学为 7.5%,医药科学为 3.3%^②。从研究阶段的支出结构和经费来源看,科研院所 2013–2022 年在试验发展方面的支出维持在 50% 左右、应用研究在 30% 左右,基础研究在 20% 左右,约有 80% 的研发经费来源是政府资金。同时期高等学校在试验发展、应用研究、基础研究的研发经费支出比率大致为 1:5:4,约有 60% 的研发经费来源是政府资金,30% 左右的经费来源是企业资金^③。在企业研发支出方面,根据欧盟委员会发布的《产业研发投入记分牌》对全球研发投入金额最高的 2500 家企业的统计,中国上榜企业从 2013 年的 199 家

增加至 2022 年的 679 家,研发投入总额从 2013 年的 203 亿欧元增加至 2022 年的 2220 亿欧元,年平均增速为 110%,显著超过其他国家。2021 和 2022 年,中国在上榜企业数量和投入总额方面均超过欧盟成为全球第二,仅次于美国。从研发投入强度看,2022 年中国上榜企业的研发经费占营收的比重平均为 3.8%,和欧盟、日本上榜企业的研发投入强度基本持平。就头部企业而言,2022 年全球研发投入全球 100 强企业中,中国企业上榜数量为 20 家(包括 3 家台湾企业),仅次于美国的 39 家,其中华为位居全球第五,中国第一^④。中国上榜企业涉及的行业既包括建筑、能源、工业等传统行业,也包括信息通讯、健康产业、新能源汽车等新兴产业。

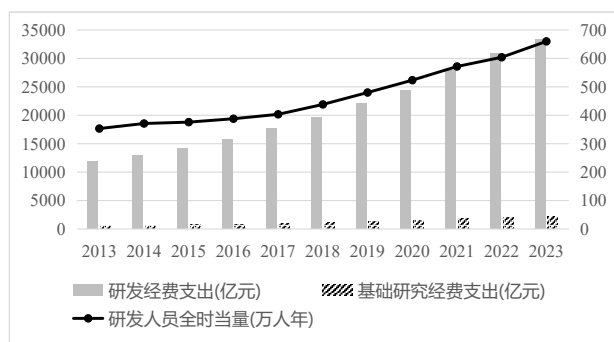


图 2 2013–2023 年我国研发经费支出和研发人员全时当量情况

数据来源:国家统计局。

从研发产出看,在高投入的情况下,我国科技论文和发明专利等成果的数量与质量也大幅上升,新质生产力发展的创新驱动动力持续提升。科技论文方面,2022 年我国共有 371 种国际科技期刊入选全球各学科代表性科技期刊,按作者第一单位统计,我国发表高水平国际期刊论文 9.36 万篇,占世界总量的 26.9%,被引次数为 64.96 万次,论文发表数量和被引用次数均位居全球第一^⑤。

① Matt Hourihan, Alessandra Zimmermann, U.S. R&D and Innovation in a Global Context: 2022 Data Update, May 10, 2022, <https://www.aaas.org/sites/default/files/2022-05/AAAS%20Global%20R%26D%20Update%20May%202022.pdf>。

② 根据《中国科技统计年鉴》各年数据计算。

③ 根据《中国科技统计年鉴》和《中国教育统计年鉴》各年数据计算。

④ 欧盟委员会的《产业研发投入记分牌》从 2014 年开始将企业数从全球 2000 强扩大到 2500 强。数据来源: European Commission, <https://iri.jrc.ec.europa.eu/data>。

⑤ 数据来源:中国科学技术信息研究所,《2023 年中国科技论文统计报告》,2023 年 9 月 12 日。

澳大利亚战略政策研究所 (ASPI) 分析了 2018—2022 年全球发表的有较大影响力的科技论文, 结果显示中国在 5G/6G、光通信、人工智能和算法、数据分析等领域居于全球领先地位, 在机器学习和网络安全技术等领域也有较强的国际竞争优势^[29]。发明专利方面, 我国在国内外获得发明专利年度授权数从 2012 年的 21.7 万件增至 2022 年的 79.8 万件, 有效发明专利数从 27.7 万件大幅增至 198 万件^①。2023 年我国共签订技术合同 95 万项, 技术合同成交金额 61476 亿元, 同比增长 28.6%^②。其中, 科研院所的专利所有权转让及许可数从 2012 年的 1095 件增加至 2022 年的 5559 件, 收入从 4.2 亿元增加至 36.4 亿元, 专利的“含金量”显著提升。2012 年至 2022 年, 我国普通高等院校的技术转让合同数从 1 万份增加至 2.9 万份, 知识产权授权数从 6.9 万件增加至 29.2 万件, 技术转让和专利出售收入从 35.8 亿元增加至 164.7 亿元, 均获得了跨越式发展^③。在研发产出的数量和质量实现双提升的情况下, 科技创新对中高端产业发展、国家重大工程及社会民生领域的支撑显著增强, 关键核心技术攻关解决“卡脖子”问题取得一系列成果, 综合创新能力不断提升, 例如, 近年来我国将“卡脖子”清单变为科技攻关清单, 在芯片、航空钢材、激光雷达、铣刀、燃料电池等众多技术领域取得突破^[30]。

四、STEM 人才支撑新质生产力发展的主要短板

追根溯源, STEM 人才的提法源自美国的 STEM 教育理念。概括起来, 这一教育理念有三大特征: 一是重视跨学科, 不仅重视科学、技术、工程、数学、商学等领域的知识融合, 而且重视通过学科交叉激发学生发现问题和解决问题的能力, 特别重视将跨学科教育贯穿至基础教育到高

等教育的全过程; 二是重视创新, 既重视基础学科的知识创新, 也重视新技术、新产业、新业态、新模式等方面的应用创新, 特别重视知识创新和应用创新的有机结合; 三是重视实践, 将教育置于现实世界中, 通过校企合作、产教融合、科教融汇等方式防止教育和现实脱节, 使得人才培养紧跟现实需求和技术潮流^{[31][32]}。对标美国的 STEM 人才培养并结合新质生产力发展的现实需要, 我国新质生产力发展的 STEM 人才支撑主要存在三大短板。

第一, 我国培养 STEM 人才的高等教育体系在教育质量和劳动力市场匹配等方面仍有较大提升空间。教育质量方面, 本文对 QS 世界大学排名 (2025) 的美国和中国大陆地区高校进行统计后发现: 从排名比较, 位列全球前 100 的中国大陆高校仅有 5 所, 美国有 25 所; 位列全球前 101—200 的中国大陆高校仅有 4 所, 美国有 13 所; 位列全球前 201—300 的中国大陆高校仅有 6 所, 美国有 12 所。合计比较, 中国大陆地区仅有 15 所高校进入全球前 300, 美国有 50 所, 而且全球前 100 的美国高校比中国大陆地区多了 20 所。从在校学生数比较, 中国大陆地区排名前 50 的大学在校学生总数为 182 万, 美国国内排名前 50 的大学在校学生总数为 152 万, 中国大陆地区仅比美国多 30 万在校生, 但中国大陆地区的人口总数是美国的约 4.2 倍。从生师比来看, 中国大陆为 11:1, 美国为 7.9:1, 中美之间的差距也较为显著^④。在 STEM 博士培养方面, 美国乔治城大学安全与新兴技术中心的研究指出, 中国大陆地区 STEM 博士人才培养存在国际学生数量低、国际学生毕业留华数量低、进入非科研岗位等问题^⑤。我国两院院士和长江学者的学术背景以 STEM 专业为主体, 以美国为首的发达国家教育机构在这一顶尖人才群体的成长中也扮演了重要角色, 这部分群

① 数据来源: 2013 年和 2023 年《中国统计年鉴》。

② 数据来源: 《中华人民共和国 2023 年国民经济和社会发展统计公报》。

③ 根据《中国科技统计年鉴》和《中国教育统计年鉴》各年数据计算。

④ 数据来源: QS 2025 年世界大学排名。

⑤ Zwetsloot, Remco et al., China is Fast Outpacing U.S. STEM PhD Growth, CEST Data Brief, August 2021, <https://cset.georgetown.edu/publication/china-is-fast-outpacing-u-s-stem-phd-growth/>。

体也是我国战略人才和科技创新力量的重要组成部分。以本科毕业于 1972 年后的两院院士为例, 68.5% 曾前往他国留学, 其中赴美人次最多, 占比达 32.3%^[33]。1998–2015 年获评的长江学者共 1957 名, 其中有留学经历的占 63.3%^[34]。就业方面, 近年来高校毕业生与劳动力市场不匹配的问题较突出。一是 STEM 人才培养的专业设置、课程教材和招生规模的调整赶不上科技革命与产业转型升级的节奏, 导致一些 STEM 专业的高校毕业生难就业、慢就业。例如, 近年来随着新能源汽车的快速发展以及房地产行业的转型升级, 大量学习燃油车和建筑工程专业的人才找工作或再就业的难度较大。二是 STEM 人才培养的质量与用人单位的期待相比有差距, 特别是非重点大学毕业生的社会认可度不高, 导致这部分 STEM 人才就业难或就业不充分。三是 STEM 急需专业的人才培养规模不能有效满足市场需求。人瑞人才与德勤中国 2023 年预测, 当前我国互联网、智能制造、智能汽车、人工智能等 11 个重点产业的数字人才缺口约在 2500 万至 3000 万左右, 且缺口仍在持续扩大^[35]。

第二, 我国研发投入占 GDP 的比重以及基础研究投入占比仍不足, 导致我国在 STEM 领域的顶尖人才数量与美国的差距较大。从国际经验看, 研发投入占 GDP 的比重可用来衡量对科技创新的支持力度, 是反映经济高质量发展和科技竞争力的重要指标。基础研究投入占 GDP 的比重则可以说明在原创性、颠覆性科技创新方面的投入强度, 也是反映国家科技实力的重要指标。从具体数据看, 2013 年至 2023 年, 我国研发投入占 GDP 的比重从 2% 逐渐增加到 2.7%, 仍然低于 2022 年美国 (3.6%)、德国 (3.1%)、日本 (3.4%)、韩国 (5.2%) 和以色列 (6%) 等国的投入水平^①。就基础研究投入占 GDP 的比重而言, 2023 年中国

的数值为 0.18%, 美国 2012–2022 年间这一比重始终保持在 0.5% 左右^②。不难看出, 中国在基础研究投入方面和美国相比仍有较大差距, 尤其考虑到美国在基础研究领域已有长期大量的投入。在人工智能领域, 斯坦福大学以人为本人工智能研究所发布的《2024 年人工智能指数报告》显示, 2023 年美国机构拥有 61 个全球领先的人工智能模型, 而中国仅有 15 个。同时美国也是全球人工智能投资的首选之地, 2023 年美国在人工智能领域吸引了 672 亿美元的私人投资, 是中国的近 9 倍^③。从全球 STEM 领域高被引科学家看, 尽管近年来中美差距有收窄趋势, 但仍较为明显。2023 年全球 STEM 领域高被引科学家中, 中国和美国分别拥有 1286 人与 2534 人, 中美两国在全球上榜科学家总数中的占比分别为 18.9% 和 37.2% (见图 3)。清华大学 AMiner 团队联合有关机构发布《2023 年全球最具影响力人工智能学者》报告显示, 美国共有 1079 人次入选, 占全球总数的 54%, 中国共有 280 人次入选, 占全球总数的 14%。美国学者数量是排名第二的中国的近 4 倍^④。

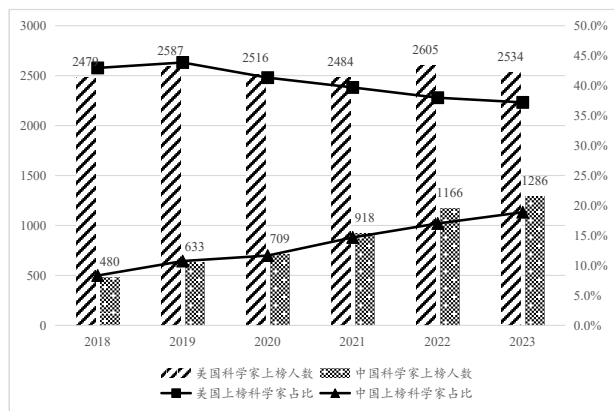


图 3 2018–2023 年全球 STEM 领域高被引科学家中美比较
数据来源: 科睿唯安 (Clarivate) 全球高被引科学家榜单, 2018–2023, <https://clarivate.com.cn/highly-cited-researchers/>。

① 中国数值根据国家统计局数据计算。其他国家的数据来自 OECD: <https://www.oecd.org/en/data/indicators/gross-domestic-spending-on-r-d.html?oecdcontrol=8027380c62-var3=2022>。

② 中国的数据根据国家统计局的有关数据计算, 美国的数据根据 NSF 和美国经济分析局 (BEA) 有关数据计算。

③ Stanford HAI, Artificial Intelligence Index Report 2024, https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2024/04/HAI_AI-Index-Report-2024.pdf。

④ AMiner: 《2023 年全球最具影响力人工智能学者》, https://www.aminer.cn/research_report/64f686197cb68b460f283978。

第三,我国在中美人才交流中处于“人才逆差”的状态,在引用育留国际 STEM 人才方面还需改善工作水平,并加快破除一些体制机制障碍。2022–2023 年度在美国国际学生总数为 105.7 万人,包含在美中国留学生 29 万人。留美国国际学生中有 56.3 万人修读 STEM 专业,其中有 5 万人是中国留学生^①。与之形成鲜明对比的是,中国在吸引美国留学生方面,高峰时期也仅有 2.5 万人,而且还有一半左右的美国学生只是来华短期的访问或交流^[36]。从留学生毕业去向看,2000–2015 年间,有 5.5 万余名留美中国 STEM 专业博士生获得学位,占美国国际 STEM 博士毕业生的 1/3。截至 2017 年 2 月,有 90% 获 STEM 专业博士学位的中国籍毕业生选择继续留美^②。美国国务院 2022 年的统计显示,超过 80% 攻读 STEM 专业博士的中国留学生毕业后选择留在美国^③。相比之下,2022 年中国的国际留学生仅有 21 万人^④,与美国上百万人的国际留学生规模相比存在明显差距。从 STEM 人才引进看,中国对美国 STEM 人才的引进主要吸引的还是中国留美 STEM 专业硕士和博士学位获得者、在美高校、科研机构或企业工作的中国籍科学家及美籍华裔科学家,但引才数量相比美国吸引我国的 STEM 人才要少得多。从 STEM 领域的引才实践看,一方面各地海外引才标准越来越高,更愿意招募已经功成名就的中年人才而非有潜力的青年高端人才,而且重引进、轻培养,急功近利的倾向较为明显;另一方面,为了完成引才任务,个别地方在引才待遇方面过度承诺而无法兑现的情况时有发生,使得海外人才在来华工作时更加谨慎。此外,我国在海外人才管理和评价机制方面还存在不少体制机制障碍。例如,国际 STEM 人才的标准认定、出入境便利化、人才引进配额、

来华工作许可、永居申办、工龄计算、编制管理、社保待遇等方面存在的体制机制问题涉及多个部门,对吸引集聚美西方 STEM 人才带来一定负面影响。在评价机制方面,我国高校和科研机构在引进海外人才时重学术论文、轻应用研究和专利转化的特点较为突出;在海外人才职称、职业资格认定和评聘等方面也存在准入难的“玻璃门”现象。

五、加强我国 STEM 人才支撑的对策建议

习近平总书记强调,办好中国的事情,关键在党,关键在人,关键在人才。综合国力竞争说到底还是人才竞争^[37]。2023 年中共中央政治局第五次集体学习时,习近平总书记指出,建设教育强国、科技强国、人才强国具有内在一致性和相互支撑性,要把三者有机结合起来、一体统筹推进,形成推动高质量发展的倍增效应^[38]。这为新时代推动教育、科技、人才工作形成“1+1+1>3”的发展局面提供了重要理论指导与根本遵循。党的二十届三中全会指出,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,统筹推进教育科技人才体制机制一体改革,健全新型举国体制,提升国家创新体系整体效能。结合党的二十届三中全会有关教育、科技、人才发展等方面的体制机制改革任务,着眼于为我国新质生产力提供更强大的 STEM 人才支撑,本文针对我国 STEM 人才发展的主要短板提出以下对策建议。

一是加快推动 STEM 教育的高质量发展,为新质生产力的发展提供坚实的教育基础。在高等教育方面,要大力提升 STEM 教育质量,在继续改善生师比的基础上,重点扩大“985”“211”“双一流”等重点高校 STEM 专业的本硕博招生规模,既满足新质生产力发展的现实需求,又满足人民

① Institute of International Education, International Students' Fields of Study for Selected Places of Origin, 2009/10 – 2022/23, <https://opendoorsdata.org/>。

② Corrigan, Jack et al., The Long-Term Stay Rates of International STEM PhD Graduates, CEST Data Brief, April 2022, <https://cset.georgetown.edu/publication/the-long-term-stay-rates-of-international-stem-phd-graduates/>。

③ The Administration's Approach to the People's Republic of China, US Department of State, <https://www.state.gov/the-administrations-approach-to-the-peoples-republic-of-china/>。

④ 数据来源:联合国教科文组织 UIS 数据库, <https://data.uis.unesco.org/index.aspx?queryid=3804>。

群众对高质量高等教育的迫切需要,也顺应了当前我国人口少子化的趋势与人口高质量发展的要求。积极借鉴深圳、苏州、宁波等地开办重点高校异地分校和中外合作办学的经验^{[39][40]},鼓励支持和统筹推进重点高校面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康在京津冀、长三角、粤港澳等重点地区重点城市异地办学,鼓励国外高水平理工类大学来华合作办学,加快研究解除相关政策限制。紧跟新一轮科技革命与产业变革的需求,围绕科技发展、产业需求、国家战略及时调整学科专业设置和招生规模,超常规布局和培养基础学科、交叉学科、国家急需紧缺的 STEM 人才,加强 STEM 教育的人文学科与商科素养,积极培养 STEM 领域的拔尖创业人才。在基础教育方面,加大学前教育和基础教育阶段的人力资本投资,可以获得最大的收益率^[41]。因此,要加大对学前教育和小学初中阶段在科技教育方面的投入,既要加强实验室等硬件建设,也要加强课程、师资和专家资源等软件建设,积极总结我国科技高中和科学高中的发展经验,对于 STEM 领域的拔尖创新人才做到早发现、早培养,在学前教育和基础教育阶段形成系统化的拔尖创新人才培养体系。在职业技能培训方面,一方面要加快建设培育国家产教融合试点城市、试点企业,并将普通高等学校纳入到职业教育产教融合的支持范围,充分发挥试点城市和试点企业在推进产教融合方面的作用。另一方面要健全终身职业技能培训制度,加大对公共实训基地的投入和转型升级,围绕新质生产力的重点产业提供人才培养,包括为高校毕业生的就业和再就业提供技能培训。

二是持续增加研发投入特别是 STEM 领域基础研究的投入,进一步完善新型举国体制,为新质生产力的发展提供更好的科技支撑。从全球创新国家的发展经验看,基础研究、应用研究和试验发展三种不同的研发类型之间应当保持一个合适的比例,特别是要持续稳定地加强对基础研究的投入。就我国情况而言,研发投入更多集中在试验发展,对基础研究的投入不足严重限制了我国的原始创新能力。要加强有组织的基础研究,特

别是前沿导向的探索性基础研究、战略导向的体系化基础研究、市场导向的应用性基础研究。要提高科技支出在基础研究方面的比重,完善竞争性支持和稳定支持相结合的基础研究投入机制。高度重视青年科技人才在基础研究方面更有可能做出贡献的一般性规律,加大对青年科技人才从事基础研究的支持,为青年科技人才提供较好的收入与工作生活保障,加快推进科研机构去行政化改革,支持更多青年科技人才专心从事科研工作。鼓励更多的科研单位采取“非升即走”与事业编制双轨并行的用人制度,在保障青年科技人才职业安全的同时,持续改善高校和科研院所中研究人员的年龄结构,进一步破除在科研项目与经费分配方面“唯帽子”“唯职称”“唯学历”“唯论文”“唯奖项”的倾向,深化科技评价体系改革,赋予青年科学家更大技术路线决定权、更大经费支配权、更大资源调度权,对于科研人员的技术成果转化采取多种形式的中长期激励。在完善新型举国体制方面,要突出和强化企业在科技创新方面的主体地位,充分发挥民营企业在成本控制和创新活力等方面的优势,通过市场合同发包、揭榜挂帅、提供低息长期贷款、提高研发费用加计扣除比例等方式,鼓励和支持企业开展研发活动。学习借鉴美国风险资本支持企业研发的经验,通过直接投资、订单支持、有奖竞赛等形式支持高新技术企业的研发活动,鼓励和支持科技型企业牵头或参与国家重大科技任务^[42]。大力发展耐心资本与长期资本,完善投早、投小、投长期、投硬科技的支持政策,积极营造“鼓励冒险,宽容失败”的科研环境。

三是加大对引进和使用国际 STEM 人才方面的工作与改革力度,着力缩小我国与美国的“人才逆差”。对于在国外取得 STEM 专业硕士博士的留学归国人员,在毕业后两年内回国参加工作的,应予明确应届毕业生身份,与国内应届毕业生享受同等待遇。在工龄认定方面,应推动落实国外攻读博士与国内博士享受同等待遇,公平兑现工龄工资和年休假等相关待遇。在吸引留学生方面,提高对留学生的选拔标准和学业考核,推动留学生来源地多元化,对于学业和品行不佳的

留学生要取消奖学金或及时予以清退。对于获得 STEM 专业硕士博士学位的留学生,要为他们留在中国工作提供便利。要打通高校、科研院所和企业人才交流通道,坚持向用人主体授权,允许高校和科研院所采用市场化薪酬聘用优秀科研人员,坚决防止出现新的“脑体倒挂”现象,促进人才合理有序流动。要深入研究、总结和推广华为等世界级企业的人才引进和使用经验,鼓励专精特新和科技型企业加强国际科技合作与加大国际引才力度,引导企业、高校和科研院所大力引进青年国际科技人才,在人才引进奖励、来华工作许可发放与中国永居申请等方面给予支持。要打通国内外人才职称和职业资格等方面的认定标准,打通国际 STEM 人才引进在出入境便利化、编制管理和社保待遇等方面的体制机制性梗阻。积极探索建立高技术人才移民制度,加强对新质生产力急需紧缺的国际 STEM 人才的研究和引进工作。要坚决破除国际人才工作中的“重引进,轻使用”的错误倾向,积极为国际人才加快融入科研工作提供帮助和支持。对于国际引才过程中的过度承诺和不诚信行为,要支持国际人才通过劳动仲裁与法律诉讼维护正当权益,积极营造“爱惜人才、尊重人才、保护人才”的社会氛围。

参考文献:

- [1][14] 中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定 [EB/OL]. 中国政府网, https://www.gov.cn/zhengce/202407/content_6963770.htm?sid_for_share=80113_2, 2024-07-21.
- [2][24] 黄汉权. 深刻领悟发展新质生产力的核心要义和实践要求 [J]. 求是, 2024, (11).
- [3] 张鹏, 嵇慧敏. 新质生产力的科学内涵与实践路径研究——基于生产要素视角的分析 [J]. 长春大学学报, 2024, (5).
- [4] 习近平. 发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点 [J]. 求是, 2024, (11).
- [5] 孙锐. 为新质生产力发展提供人才引领支撑 [J]. 人民论坛, 2024, (6).
- [6] 任保平. 不断强化新质生产力发展的人才支撑 [J]. 国家治理, 2024, (9).
- [7] 吴静, 黄学文, 陈恩强. 培育新质生产力背景下粤港澳大湾区高水平人才高地建设的实证探析——基于高被引科学家群体特征计量与政策分析 [J]. 科技管理研究, 2024, (13).
- [8] 徐耀强. 新质生产力发展迫切需要提高电力人才供给质效 [J]. 中国电力企业管理, 2024, (16).
- [9] 何玉芳. 为发展新质生产力培育急需人才 [J]. 红旗文稿, 2024, (14).
- [10] 罗嗣海. 培养有地方特色拔尖创新人才支撑因地制宜发展新质生产力 [J]. 中国高等教育, 2024, (6).
- [11] 陈庆, 杨颖. 美国 STEM 人才培养战略探析——基于美国国家科学基金会两份五年战略规划的分析 [J]. 清华大学教育研究, 2024, (1).
- [12] 罗熊, 冀燕丽, 尚新生. STEM 教育视域下高校本科人才培养模式的构建 [J]. 北京科技大学学报(社会科学版), 2023, (2).
- [13][15][17] 习近平在中共中央政治局第十一次集体学习时强调: 加快发展新质生产力 扎实推进高质量发展 [EB/OL]. 中国政府网, https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202402/content_6929446.htm, 2024-02-01.
- [16] 三部门联合印发《制造业人才发展规划指南》[EB/OL]. 中国政府网, https://www.gov.cn/xinwen/2017-02/14/content_5167903.htm, 2017-02-14.
- [18] 习近平等分别参加全国人大会议一些代表团审议 [EB/OL]. 中国人大网, http://www.npc.gov.cn/zgrdw/npc/dbdhhhy/13_1/2018-03/08/content_2043411.htm, 2018-03-08.
- [19] 卓泽林. 美国如何应对 STEM 人才短缺危机 [N]. 光明日报, 2024-04-25.
- [20] 瑞士洛桑国际管理发展学院 (IMD). 世界人才排名报告 [EB/OL]. <https://www.talent-corp.com.my/images/uploads/publication/153/IMD-World-Talent-Report-2014-1704363185.pdf>; <https://imd.widen.net/s/msmhrf8k-gk/20240916-wcc-talent-report-2024-clean>.

[21] 欧洲工商管理学院 (INSEAD). 全球人才竞争力指数 [EB/OL]. <https://www.insead.edu/sites/default/files/assets/dept/globalindices/docs/GTCI-2019-Report.pdf>; <https://www.insead.edu/system/files/2023-11/gtc-2023-report.pdf>.

[22] 联合国国际移民组织 (IOM). 世界移民报告 2024 [EB/OL]. <https://worldmigrationreport.iom.int/msite/wmr-2024-interactive/>.

[23] 我国累计招收博士后约 34 万人. 中国政府网 [EB/OL]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202306/content_6887921.htm, 2023-06-23.

[25] 中华人民共和国 2023 年国民经济和社会发展统计公报 [EB/OL]. 国家统计局, https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202402/t20240228_1947915.html, 2024-02-29.

[26] 国家统计局 科学技术部 财政部. 2013 年全国科技经费投入统计公报 [EB/OL]. 中国政府网, https://www.gov.cn/xinwen/2014-10/23/content_2769363.htm, 2014-10-23.

[27] 2023 年全国科技经费投入统计公报 [EB/OL]. 国家统计局官网, https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202410/t20241002_1956810.html, 2024-10-02.

[28] 2022 年全国科技经费投入统计公报 [EB/OL]. 国家统计局官网, https://www.stats.gov.cn/xxgk/sjfb/zxfb2020/202309/t20230918_1942923.html, 2023-09-18.

[29] Gaida, J. et al. ASPI's Critical Technology Tracker[R]. Australian Strategic Policy Institute, 2013.

[30] 盛思鑫. 加快建设教育强国、科技强国、人才强国 [A]// 郑新立, 等著. 中国式现代化理论与实践, 北京: 人民出版社, 2024: 360.

[31] 白逸仙, 邓艳明. STEM 教育视角下我国工科行业特色型高校人才培养改革 [J]. 中国高教研究, 2018, (8).

[32] 陈鹏, 田阳, 刘文龙. 北极星计划: 以 STEM 教育为核心的全球创新人才培养——《制定成功路线: 美国 STEM 教育战略 (2019-2023)》解析 [J]. 远程教育杂志, 2019, (2).

[33] 蓝丽娇, 卢晓东. 后疫情时代我国拔尖创新人才要继续“走出去”——基于对院士留学经历的分析 [J]. 高校教育管理, 2021, (1).

[34] 郑剑虹, 梁舒婷, 何吴明. 长江学者特聘教授群体成长特点及影响因素研究 [J]. 岭南师范学院学报, 2021, (2).

[35] 人瑞人才, 德勤中国. 产业数字人才研究与发展报告 (2023) [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2023: 4.

[36] Zwetsloot, Remco. US-China STEM Talent “Decoupling”: Background, Policy, and Impact[R]. The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory LLC, 2020.

[37] 习近平: 加大改革落实工作力度 让人才创新创造活力充分迸发 [EB/OL]. 中国政府网, https://www.gov.cn/xinwen/2016-05/06/content_5070988.htm, 2016-05-06.

[38] 习近平: 加快建设教育强国 为中华民族伟大复兴提供有力支撑 [EB/OL]. 新华网, http://www.xinhuanet.com/mrdx/2023-05/30/c_1310723149.htm, 2023-05-30.

[39] 盛思鑫, 陈树志. 深圳与苏州引进国际科教资源的比较研究 [J]. 特区实践与理论, 2020, (2).

[40] 陈树志, 盛思鑫. 国际科教资源引进的深圳模式及对厦门的启示 [J]. 厦门特区党校学报, 2019, (6).

[41] James J. Heckman. Skill Formation and the Economics of Investing in Disadvantaged Children[J]. Science, 2006, 312: 1900-1902.

[42] 郝胡平, 盛思鑫. 从 Space X 看美国“科技举国体制”及对中国的启示 [J]. 中国改革, 2021, (4).

作者: 盛思鑫, 国家发展和改革委员会宏观经济研究院决策咨询部副主任、研究员, 中南大学湘雅公共卫生学院博导

责任编辑: 周修琦