

中美科技论文比较及资助研究

康飞¹, 石义菲¹, 张涵², 梁永霞³

(1. 北京建筑大学城市经济与管理学院, 北京 100044; 2. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190;
3. 中国科学院文献情报中心, 北京 100190)

摘要: 科技论文是基础研究成果的主要表现形式之一。通过比较中美科技论文产出情况可在一定程度上反映两国基础研究的水平和差距。基于 InCites 数据库整理 2013—2022 年中美两国科技论文总量、高被引论文百分比及学科规范化引文影响力指数等指标的年度变化数据, 并进行对比分析。近十年中国科技论文的数量和质量显著提升, 篇均经费投入差距逐渐缩小, 但学术平均水平仍与美国存在较大差距, 部分关键学科竞争力相对弱势。未来中国需要精准资助关键学科、完善基础研究多元投入机制并构建符合基础研究规律和人才成长规律的评价体系, 以不断增强基础研究水平, 推动高水平科技自立自强。

关键词: 基础研究; 科技论文; 中美比较; InCites 数据库; 科研实力

中图分类号: G311 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)14-0238-09

2023 年 2 月 21 日, 习近平总书记在主持中央政治局第三次集体学习时强调:“加强基础研究, 是实现高水平科技自立自强的迫切要求, 是建设世界科技强国的必由之路^[1]。”过去十年中国载人航天、超级计算机、卫星导航等领域取得重大成果, 进入创新型国家行列^[2]。当前, 中国面临严峻的国际竞争形势, 但科技竞争归根到底是基础研究之争^[3-4]。基础研究成果的主要表现形式是科技论文, 根据中国科学技术信息研究所发布的《中国科技论文统计报告(2022 年)》显示, 2021 年科学引文索引(Science citation index, SCI)收录的中国科技论文为 61.23 万篇, 已经超过美国排在世界首位, 但是中国发表在国际顶尖期刊的论文数量及高被引论文数量仍然落后于美国^[5]。中国基础研究虽取得显著进步, 但与国际先进水平相比还存在明显差距。因此, 准确评估中美之间的基础研究水平差距, 客观评价中国在科技方面的不足, 加速高水平基础研究成果产出是中国面临的重要课题。

目前针对中美科技论文成果的比较研究可以分为两类。第一类主要围绕科技论文的总体情况展开。例如, 叶伟萍等^[6]通过 InCites 数据库获取

1981—2011 年的数据, 对比中美科技论文的数量、被引率等指标发现中国科技论文的数量增速明显, 但是论文质量与美国存在较大差异; Lee 和 Haupt^[7]通过对比中美 2015—2020 年在 Scopus 平台发表的论文数量和质量, 表明美国的论文质量显著高于中国, 但两国之间的双边合作持续上升, 这对中国科技进步具有重要意义; 凌茜和汤建民^[8]通过对比中美 2016—2020 年在顶尖期刊发表的论文数量、被引率等指标认为中国科研能力虽与美国存在差距, 但上升态势明显; 陈铭^[9]基于 2000—2021 年 Web of Science(WoS)平台核心合集收录的开放获取(open access, OA)论文数据, 对比中美两国 OA 论文的篇均被引频次和引文影响力等指标发现, 与美国相比, 中国 OA 论文的影响力仍然较低^[9]。第二类则围绕具体学科领域的论文情况展开。例如, 于杰平和王丽^[10]采用 LDA(Latent Dirichlet Allocation)主题模型对中美量子计算领域的论文发表量、研究主题等数据进行挖掘比较表明, 中国在量子纠错等关键问题方面仍落后于美国; Abadi 等^[11]调查了 2010—2019 年中美国家自然科学基金委员会(National Natural Science Foun-

收稿日期: 2024-03-13

基金项目: 国家自然科学基金(L2024007); 国家社会科学基金一般项目(20BGL050); 北京市属高等学校优秀青年人才培养计划项目(BPHR202203088)

作者简介: 康飞(1986—), 男, 河北保定人, 博士, 副教授, 研究方向为科技战略、项目管理等; 石义菲(2000—), 女, 山东青岛人, 硕士研究生, 研究方向为科技战略、项目管理等; 通信作者张涵(1987—), 女, 内蒙古呼和浩特人, 博士, 副研究员, 研究方向为科技创新与创业、科技政策、大数据创新等; 梁永霞(1977—), 女, 山西运城人, 博士, 研究馆员, 研究方向为科技情报研究、期刊管理。

dation of China, NSFC) 和美国国家科学基金会 (National Science Foundation, NSF) 资助人工智能领域的论文数量和质量,通过人工智能奖项的机构数量、重点应用数量等指标表明,中国人工智能正处于飞速发展阶段,与美国差距逐渐缩小;陈瑞飞和史冬梅^[12] 基于基本科学指标 (essential science indicators, ESI) 和 InCites 平台对比分析中、美等典型国家 2017—2021 年在微生物领域的年发文量、学科规范化引文影响力 (category normalized citation impact, CNCI) 等指标,表明中国本土微生物学领域整体研究水平和成果转化率偏低;程燕林等^[13] 对比分析 2020 年中、美等国在化学领域发表的文献数量、全球化学药产业发明专利数量等指标,发现目前我国化学研究水平处于世界前列,正逐步赶超美国,但仍需重视重大原创性成果产出等问题。

在上述研究基础上,本文利用从 InCites 数据库获取的 2013—2022 年中美科技论文数据,试图系统呈现中美科技论文的现状和差距,以期科技主管部门优化对中国基础研究领域的资助与管理政策提供参考。具体来讲,本文在以下三个方面对之前的研究进行了补充和拓展:第一,紧跟时代步伐,对 2013—2022 年中美科技论文的情况进行比较分析;第二,将中美科技论文的总体情况与具体学科领域相结合,在数学、物理、化学等 8 个领域进行对比分析,学科分类更加细化,以系统探讨中美科技论文成果的情况;第三,增加基础研究经费的相关分析,呈现中美在基础研究投入方面的差距。

1 数据与方法

围绕样本典型性、数据可获得性、研究可行性 3 个基本准则,以及中、美两个国家的对标和可比性,将 Web of Science (WoS) 平台中的 SCI 和社会科学引文索引 (social science citation index, SSCI) 数据库作为数据来源,对数据进行检索。InCites 是汤森路透科技集团在汇集和分析 Web of Science 权威引文数据的基础上建立起来的科研评价工具,综合了各种计量指标和 30 年来各学科各年度的科技论文数据^[12]。引文主题 (citation topics) 是 InCites 平台推出的一种基于论文引用的分类体系。不同于传统的基于期刊的学科分类, Citation Topics 通过算法将相关文献聚集在一起,形成基于文章级别的分类体系,包括宏观 (Macro, 10 个主题)、中观 (Meso, 326 个主题) 和微观 (Micro, 2488 个主题) 三个层级^[9]。根据引文主题—宏观 (citation topics-macro) 学科分类体系, InCites 将基础学科分为数学、物理

学、化学、地球科学、电气工程、电子与计算机科学、工程与材料科学、医学与生命科学、农业与环境生态、社会科学、艺术与人文科学共 10 个学科^[14], 本文主要关注前 8 个基础学科。

本研究选取 InCites 的地区标签为“China Mainland”的数据作为中国的数据、选取 InCites 的地区标签为“USA”的数据作为美国的数据,检索年限限定为 2013—2022 年,检索时间为 2023 年 1 月。由于论文收录的滞后性,2021—2022 年的数据存在稍许偏差。本文所涉及的经费投入数据来源于经济合作发展组织 (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) 数据库中的国家基础研究经费投入数据,由于该数据仅更新至 2020 年,本文只对 2013—2020 年的篇均经费投入进行分析。考虑到从获得资助经费到论文发表之间的滞后周期,利用简单移动平均法 (以 4 年为周期) 对各年的经费数据进行了平滑处理。

2 研究结果及分析

2.1 中美科技论文整体情况对比分析

2.1.1 论文总量及篇均经费投入

在论文数量方面,近 10 年中国科技论文的总量不断上升,已与美国的论文总量基本持平。2013 年美国的科技论文产出总量是中国的 2.07 倍,2021 年已经缩小为 1.05 倍,两国基本持平;在变化趋势上,10 年间中国的科技论文数量持续增长,美国在 2020 年、2021 年有所下降,其余年份保持增长;在变化速度上,2013—2019 年,中美两国科技论文的产出总量大体呈现线性增长,并且中国的增长速度大于美国。总体来看,中国的论文总量呈现稳步增长趋势,发展势头良好。

在篇均经费投入方面,近 10 年中国科技论文的篇均经费投入缓慢提升,与美国的差距逐渐减小。2013 年美国论文的篇均经费投入是中国的 6.7 倍,2020 年缩小至 3.5 倍。在变化趋势上,十年间中国的篇均经费投入缓慢增加,而美国在不断下降。综合来看,中国在缩小与美国论文总量差距的同时,其篇均经费投入的差距也在不断减小,科研经费的资助效能不断提升 (图 1)。

2.1.2 论文影响力

本文采用 CNCI 指数以及高被引论文百分比两项指标来反映中美两国科技论文的影响力情况。CNCI 是评估论文影响力的相对指标,其消除了出版年、学科领域与文献类型差异造成的影响,不仅可以实现跨学科论文学术影响力的比较,还可以将

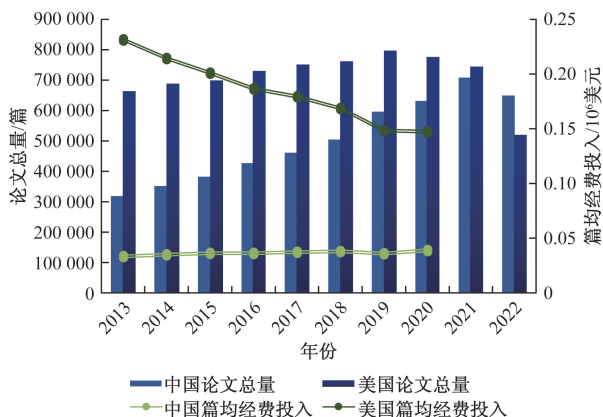


图1 中美科技论文总量及篇均经费投入年度变化

论文与全球平均水平进行对比:如果 $CNCI > 1$, 说明论文的学术表现超过了全球平均水平, 反之则说明论文的学术表现低于全球平均水平^[15]。然而, 有研究表明, 在论文数量较少的情况下, CNCI 可能无法有效地体现一个地区或国家的整体科研质量^[16]。因此本文引入高被引论文百分比这一指标, 与 CNCI 共同体现一个国家的科技论文影响力水平。高被引论文是指同一年中发表的所有论文按照被引次数由高到低进行排序, 排在全球前 1% 的论文^[14]。与 CNCI 相比, 高被引论文百分比是一个绝对值, 由于将检索范围限定为 SCI、SSCI, 因此本文中的高被引论文百分比指的是同一年中发表的高被引论文占该国优秀论文总量的比例。二者结合可以有效衡量一个国家的科技论文的质量水平, 数值越高说明该国家在基础研究成果产出方面处于较高水平, 且在科研方面占据优势地位。

图2所示, 近10年中国的高被引论文百分比持续增长并逐步超越美国。2013年美国的高被引论文比例是中国的1.6倍, 2018年被中国反超, 2021年中国的高被引论文比例是美国的1.2倍。在变化趋势上, 近10年中国的高被引论文比例持续增长, 而美国呈现缓慢下降的趋势, 2020—2021年有所回升。

在 CNCI 指数方面, 近10年中国科技论文的 CNCI 指数整体保持上升态势, 但依旧与美国存在差距。2016年以前中国的 CNCI 指数始终低于1, 没有达到全球平均水平, 近年缓慢上升至稍高于全球平均水平, 但与美国相比还存在差距。在变化趋势上, 2019年以前, 美国的 CNCI 指数基本稳定, 之后开始下滑, 总体保持在1.2~1.4。2020年以前, 中国的 CNCI 指数保持持续增长趋势, 从2013年的0.90上升到2020年的1.25, 2021年稍有下滑。整

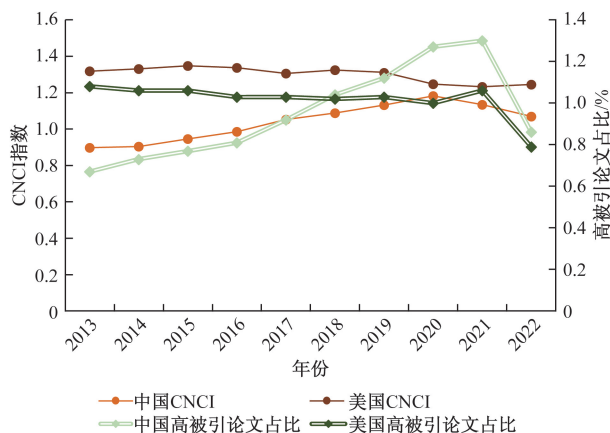


图2 中美科技论文 CNCI 及高被引论文占比年度变化

体来看, 中国论文的 CNCI 指数具有良好的发展趋势, 但如何提升论文的整体质量仍需受到重视。

通过对中美两国的高被引论文占比以及 CNCI 指数的对比分析, 可以看出10年间中国科技论文的整体质量水平在飞速进步, 体现了中国对基础研究的高度重视与持续投入。但是需要注意的是, 尽管中国在高质量论文占比方面已经超越美国, 但是依旧面临论文质量平均水平不高的情况, 特别是近年中国科技论文的 CNCI 指数增速明显减缓。这表明在基础研究领域中国保持着良好的发展势头, 但也是需要降低对论文产出量的关注, 加强高质量成果的产出, 从而不断提高中国科技论文的总体水平。

2.2 中美科技论文分学科对比分析

为进一步探究中美两国科技论文在不同学科中的表现差异, 本文将根据 Citation Topics-macro 学科分类体系, 对数学、物理、化学等8个基础学科进行分析。

2.2.1 数学学科

10年间中国数学学科论文的数量和质量均在不断提升, 总体表现领先美国(图3)。在论文数量上, 近10年中国数学学科的论文数量始终高于美国的论文数量, 两国的差距不断扩大, 2013年中国的论文数量是美国的1.04倍, 2021年增加至1.19倍。在论文质量上, 2015年开始, 中国的高被引论文占比超越美国, 两国的差距在2020年达到峰值, 为1.03%, 其余年份的差额均保持在0.6%左右; 2015年以前, 中国论文的 CNCI 指数始终低于1, 没有达到全球平均水平, 近年不断上升至稍高于全球平均水平, 2018年开始超越美国, 但在2021年稍有下滑, 与美国基本持平, 保持在1.2左右。在发展趋

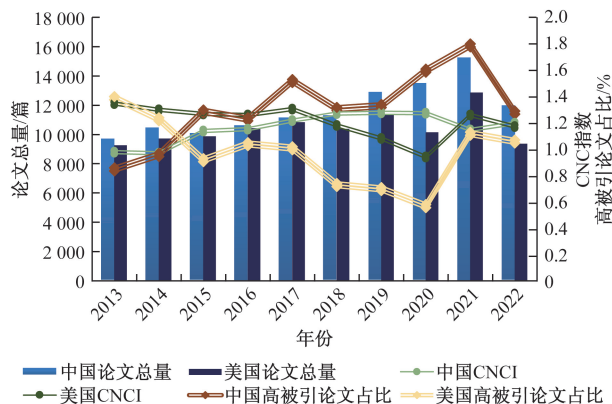


图3 中美数学学科论文总量、CNCI、高被引论文占比年度变化

势上,10年间中国数学学科的论文数量稳步增长,论文质量变化在2016年、2018年、2021年有所浮动,但总体呈上升趋势;美国数学学科的论文数量缓慢增长,但论文质量在2013—2020年不断下滑,2021年有所恢复。总体来看,与美国相比,中国数学学科的论文表现较为出色。分析其原因,很大程度上在于中国对数学学科的不断重视。特别是2018年,国务院发布了《关于全面加强基础科学研究的若干意见》,明确提出“潜心加强基础科学研究,对数学等重点基础学科给予更多倾斜”^[17]。2019年,科技部、教育部、中科院等部门联合制定了《关于加强数学科学研究工作方案》,明确支持基础数学和应用数学的研究^[18]。政策层面的明确指导和资金层面的充分保障,为中国数学学科的发展营造了良好的外部环境。

2.2.2 物理学学科

近10年中国物理学学科论文的数量和质量缓慢提升,论文数量逐步优于美国,论文质量与美国仍存在差距(图4)。在论文数量上,2018以前,美国物理学学科的论文数量大于中国的论文数量,2018年开始,中国领先美国并逐渐扩大优势,2013年美国的论文总量是中国的1.35倍,2021年中国是美国的1.30倍。在论文质量上,近10年美国的高被引论文占比及CNCI指数均大于中国,但差距在不断缩小,2013年美国的高被引论文占比是中国的2.9倍,2021年缩小至1.5倍;2013年美国论文的CNCI指数是中国的2倍,2021年缩小至1.3倍。在发展趋势上,10年间中国物理学学科的论文数量在2020年稍有下滑,总体呈现增长趋势,论文质量缓慢上升;美国论文数量总体呈下降趋势,论文质量在小范围内波动,整体保持稳定。总体来看,近10年中国

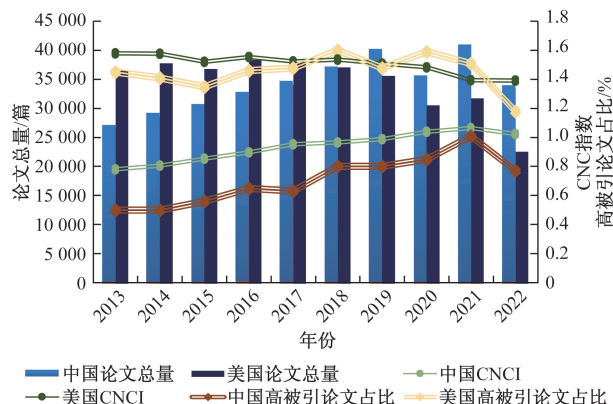


图4 中美物理学学科论文总量、CNCI、高被引论文占比年度变化

物理学学科的论文数量和质量保持缓慢提升态势,但论文质量与美国仍存在差距,这意味着中国物理学学科研究在原创性和影响力上与美国相比还有待提升。进一步分析,中国在物理学学科方面的创新虽然取得了突出的成就,但总体上仍以依赖发达国家先进科技的集成创新和增量创新为主,在重大原始创新、引领性突破方面的布局和成就仍较少。这种现象部分源于中国在物理学学科领域对于人才支持的局限性,特别是在充分激发研究人员自主创新能力方面的不足。高水平的科研成果产出,尤其是具有高度原创性和深远影响力的研究,其核心在于人才,而当前的创新体系对于人才的培养和支持尚未达到充分发挥其潜能的程度^[19]。中国亟须通过增强对科研人员的资助、尊重并促进科研人员的研究自主性等措施,进一步推动物理学学科的原创性研究。

2.2.3 化学学科

近10年中国化学学科论文的数量和质量显著进步,自2020年开始逐步超越美国(图5)。在论文数量上,2013以来中国化学学科论文的数量始终领

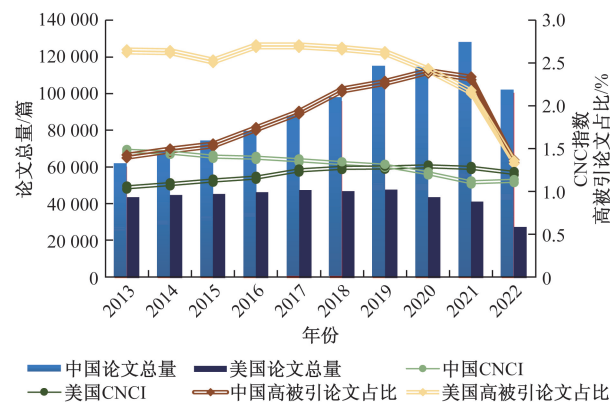


图5 中美化学学科论文总量、CNCI、高被引论文占比年度变化

先美国,两国差距不断扩大,2013年中国的论文数量是美国的1.4倍,2021年增至3.1倍。在论文质量上,近10年中国化学学科论文的CNCI指数均大于1,平均学术表现高于全球平均水平,2020年中国首次超越美国,2021年中国的高被引论文占比超越美国。在发展趋势上,10年间中国化学学科论文的数量和质量稳步增加,特别是高被引论文占比上升态势明显,中国保持良好的发展势头;美国的论文数量和质量均有所下降。总体来看,与美国相比,近十年中国化学学科论文的质量和数量从追赶实现并跑,体现了中国在该学科高速增长且高质量的成果产出。化学领域论文取得的突破离不开我国政府和企业的持续资助。美国国家科学院发布的《化学研究对美国经济的重要性》曾指出,中国等国家对化学和相关研究企业进行了大量持续投资,这些企业的快速发展开始威胁到美国在化学领域的领导地位。长期以来,中国国家自然科学基金、“863计划”“973计划”、科技创新2030—重大项目,以及2014年科技计划改革之后的新体系对化学研究的支持有效推动了化学在中国的发展^[13]。与此同时,中国化学学科的发展也得益于其长期以来在基础研究与重大应用任务之间取得的平衡,产生了诸如人工合成结晶牛胰岛素、青蒿素的提取等重大成果,不仅展示了中国化学研究的高水平,也对全球科技和经济社会发展作出了重要贡献。

2.2.4 地球科学学科

10年间中国地球科学学科论文的数量和质量稳中有升,论文数量逐步超越美国,但论文质量仍与美国存在差距(图6)。在论文数量上,2013—2018年,美国地球科学学科论文的数量高于中国的论文数量,2019年中国反超美国并逐渐扩大差距。在论文质量上,2013年以来美国的高被引论文百分

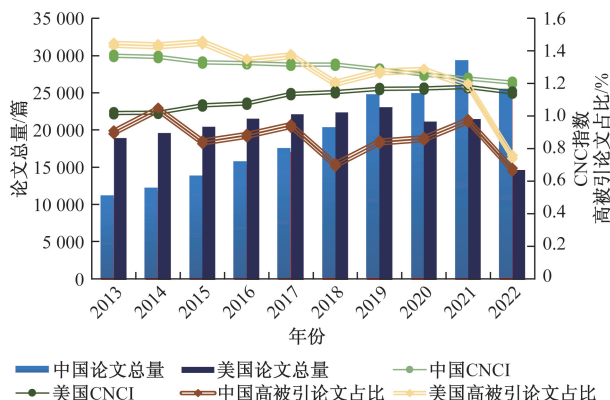


图6 中美地球科学学科论文总量、CNCI、高被引论文占比年度变化

比和CNCI指数始终领先中国,但两国差距不断减小,2021年美国的高被引论文占比较中国多0.22%,两国的CNCI指数已基本持平。在发展趋势上,10年间中国地球科学学科论文的数量不断增加,高被引论文占比在2015年、2018年有所下降,其余年份均有增长,CNCI指数缓慢上升,具有良好的发展趋势;整体来看,美国该领域论文的数量和质量自2018年开始均有不同程度的下滑,但论文质量依然领先中国。进一步分析,美国在地球科学领域的基础设施,如地球观测站、深海探测设备等,较为完善,有助于开展高质量的研究。相比之下,中国在地球科学基础设施方面也取得了快速进步。例如,中国实施北大青鸟计划建设地球科学观测网络,并通过“蛟龙号”深潜器在深海探测领域取得显著进展,为科研提供关键数据。研究表明,目前中国大科学项目在规模上与发达国家相比,还有10倍以上的差距^[20]。这不仅影响了研究质量的提升,也是中国地球科学学科在原创性和引领性研究方面需要追赶的方向。

2.2.5 电气工程、电子与计算机科学学科

10年间中国电气工程、电子与计算机科学学科论文的数量有所波动,但始终领先美国,论文质量不断增加,近两年逐步超越美国(图7)。在论文数量上,2013以来中国电气工程、电子与计算机科学论文的数量始终领先美国,两国差距不断扩大,2013年中国的论文数量是美国的1.3倍,2021年增至2.2倍。在论文质量上,中国的高被引论文百分比和CNCI分别在2018年和2021年超越美国。在发展趋势上,中美两国电气工程、电子与计算机科学学科论文的数量在2020年有所下降,其余年份均有上升,中国论文的质量缓慢上升,美国论文的CNCI指数有大幅度下降,高被引论文占比在2021

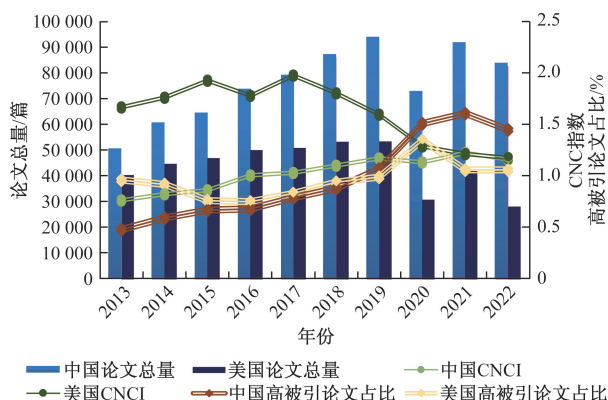


图7 中美电气工程、电子与计算机科学学科论文总量、CNCI、高被引论文占比年度变化

年也有所下滑。分析其原因,党的十八大以来,“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要做出“营造良好数字生态”重要部署。数字经济的蓬勃发展为电气工程、电子与计算机科学学科提供了广阔的应用场景和市场空间,促使这些领域的研究和开发活动更加活跃,也为中国在全球科技竞争中取得了更有利的地位。

2.2.6 工程与材料科学学科

10 年间中国工程与材料科学学科论文的数量和质量不断提升,论文数量始终领先美国,2021 年开始论文质量超越美国(图 8)。在论文数量上,2013 年以来中国工程与材料科学学科论文的数量始终领先美国,两国差距不断扩大,2013 年中国的论文数量是美国的 1.8 倍,2021 年增至 3.7 倍。在论文质量上,中国的高被引论文占比和 CNCI 均在 2021 年超越美国。在发展趋势上,近十年中国工程与材料科学学科论文的数量和质量显著提升,特别是高被引论文占比上升态势明显;美国的论文数量不断波动,在 2015 年、2018 年、2020 年出现下滑,论文质量呈现“下降-上升-下降”的变化趋势。对中国在该领域论文质量增长的原因分析,可以看出在资助机制上的导向。2013 年以来,中国不断加强对工程与材料科学学科的重视。2017 年 12 月,中国工程院正式启动“新材料强国 2035 战略研究”重大咨询项目,旨在对中国新材料产业发展进行顶层设计。目前中国逐步建立了以企业为主体、市场为导向、“产学研”相互结合的新材料创新体系^[21]。中国在工程与材料科学学科的战略布局和前瞻性投资正逐步取得显著成效。

2.2.7 医学与生命科学学科

10 年间中国医学与生命科学学科论文的数量和质量总体缓慢上升,论文质量在 2020 年出现增长

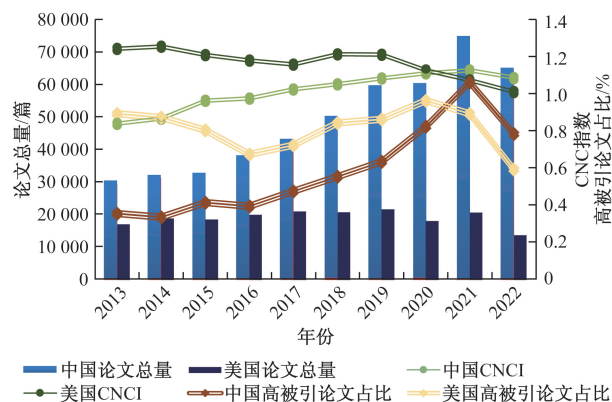


图 8 中美工程与材料科学学科论文总量、CNCI、高被引论文占比年度变化

高峰,但始终落后于美国(图 9)。在论文数量上,2013 年以来中国医学与生命科学学科论文的数量始终落后美国,尽管近两年差距有所减少,但美国的论文数量依然远大于中国的论文数量。在论文质量上,2020 年中国医学与生命科学学科论文的 CNCI 指数曾短暂超越美国,但之后又被美国反超,高被引论文始终低于美国。在发展趋势上,近十年中国医学与生命科学学科论文的数量和质量稳中有涨,其中论文质量在 2020 年出现一个增长小高峰,但 2021 年有所回落;美国的论文数量和质量保持平稳,处于较高水平。但进一步分析也发现,中国在医学与生命科学领域顶尖人才匮乏,制约了该学科的原始创新。2022 年 3 月,全球学者库更新了“全球顶尖前 10 万科学家排名”。在前 100 名科学家中,中国科学家仅有 3 名,分别来自化学、物理和材料学,医学学科无一人。中国在医学与生命科学领域有较强的国际依赖性,国际竞争力严重不足。研究表明,临床药物 95% 最初专利来自国外,大型医疗设备 95% 由国外进口,临床标准规范指南 95% 借鉴国外^[22]。可见,与美国相比,中国医学与生命科学学科的发展仍存在明显的差距。

2.2.8 农业与环境生态学科

10 年间中国农业与环境生态学科论文的数量和质量保持上升趋势并逐步超越美国(图 10)。在论文数量上,2018 以前,美国农业与环境生态学科论文的数量大于中国的论文数量,2018 年开始,中国领先美国并缓慢扩大优势,2013 年美国的论文总量是中国的 1.4 倍,2021 中国是美国的 1.5 倍。在论文质量上,2021 年开始中国的高被引论文百分比超越美国,2018 年开始中国论文的 CNCI 指数领先美国。在发展趋势上,近 10 年中国农业与环境生态学科论文的数量和质量持续上升;美国论文的总量

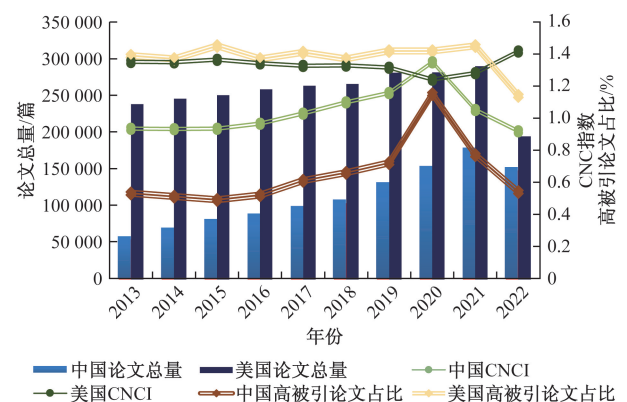


图 9 中美医学与生命科学学科论文总量、CNCI、高被引论文占比年度变化

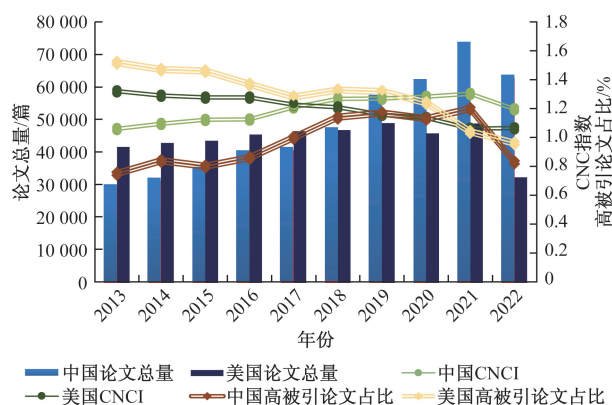


图10 中美农业与环境生态学科论文总量、CNCI、高被引论文占比年度变化

在2020年有所下滑,其余年份均有增长,论文质量缓慢下滑。研究表明,近年来,中国农业科技论文“量大质低”的现象得到明显改善,质量取得长足进步,高被引论文量增长的驱动作用显著。中国农业科技基础研究日益深化,已开启“量质双升”的发展新阶段^[23]。总体来看,中国在农业与环境生态学科具有更好的发展趋势。

3 讨论与建议

3.1 讨论

本文从科技论文的数量、高被引论文占比、CNCI指数及篇均经费投入四个方面,对中美两国2013—2022年的科技论文成果产出情况进行了比较分析。与美国相比,近10年中国的科技论文成果呈现以下特征。

(1)论文数量和质量显著进步,但学术平均水平仍与美国存在差距。叶伟萍等^[6]通过对中美1981—2011年的科技论文进行对比分析,发现中国论文数量增速明显,但论文质量远低于美国。而本文的数据分析表明,近10年中国科技论文的数量和质量均有大幅进步。2021年,中国的科技论文总量已与美国基本持平;从2018年开始,中国的高被引论文占比已超越美国,科研成果影响力持续提升,这说明近年中国的基础研究成果水平显著提升。但中国论文的CNCI指数依旧低于美国,学术平均水平与美国存在差距。

(2)论文篇均经费投入差距逐步缩小。尽管中国论文的篇均经费投入仍低于美国,但近10年两国的差距不断减小,2013年美国是中国的6.7倍,2020年缩小至3.5倍,这表明中国科研资助的效能不断提升。未来中国仍需完善基础研究多元投入机制,满足研究者的不同需求,从而进一步推动

基础研究的发展,并提升科研经费的资助效能。

(3)部分关键学科相对弱势,学科发展较为不均衡。通过上述对中美两国各科技论文产出情况的对比分析可以看出,中国在数学、化学、电气工程、电子与计算机科学、工程与材料科学、农业与环境生态等学科的论文产出水平逐步赶超美国;而在物理学、地球科学、医学与生命科学等关键学科的论文产出水平仍与美国存在较大差距。此外,与美国相比,中国的学科发展较为不均衡,在发展较好的学科中,除了数学学科占据明显优势,其他学科均以较小的差距居于美国之上;而物理、地球科学及医学与生命科学学科的论文总体水平仍远落后于美国。长远来看,中国需要加强学科前瞻布局,精准资助关键学科,促进学科均衡发展。

3.2 建议

3.2.1 加强学科发展前瞻布局,精准资助关键学科

当前,中国的基础学科虽布局全面但发展不够均衡,从现实来看还存在着基础学科布局对前沿技术和关键产业的支撑度相对不足的问题。因此,在基础研究资助方面,中国首先需要面向国家重大战略需求和经济社会发展目标,强化基础研究的前瞻性和系统性布局,优化科研经费配置,强化关键技术领域的基础研究。同时,也要优化基础学科布局,统筹科研资源,构筑均衡发展的学科体系。科技主管部门需组织专家制定与未来全球科技和产业竞争密切相关的基础学科战略必争清单,实现体系化布局,对关键学科实现精准资助。在具体项目资助评审过程中,应邀请专业评审机构或专家团队对项目的科学价值和前瞻性进行全面评估。评估标准可以包括研究的创新性、与未来产业发展的联系等,以确保科研项目与关键学科的高度相关性。

3.2.2 完善基础研究多元投入机制,鼓励企业资助基础研究

在基础研究资助经费投入方面,中国的经费投入结构比较单一,高度依赖中央财政经费,基础研究的发展受到一定程度的制约。相比之下,美国的基础研究经费投入结构较为多元,形成了联邦政府主导,企业、非营利机构等共同投入的多元资助体系,基础研究的资助效能较高。中国应在基础研究资源投入上系统布局,进一步健全中央和地方财政资金对基础研究的资助机制,并加大企业和社会对基础研究的投入力度。继续加强对企业基础研发投入的税收优惠,创新面向基础研究的投融资机制,缓解企业基础研发投入的融资约束问题;并鼓

励社会以捐赠和建立基金等方式多渠道投入,从而形成基础研究的多元投入格局。

3.2.3 实行长周期资助制度,构建符合基础研究规律的评价体系

在基础研究资助管理方面,对于关键基础学科人才需要遵循“长周期培养、长周期评价、长周期支持”的原则,充分尊重基础研究高度不确定性的特点,充分发挥研究人员的自主性。在人才资助模式方面,要设立长周期资助基金,以长期稳定地支持人才潜心基础研究。在人才评价方面,需构建符合基础研究规律和人才成长规律的评价体系,以激励科研人员挑战难度更大的前沿问题。应改革短期导向的人才评价制度,改变重数量轻质量的成果考核机制,建立以创新价值和贡献为导向的多元评价机制,鼓励科研人员自由探索,以助于突破性创新成果的产出,加快实现高水平科技自立自强。

4 结论

为有效应对国际科技竞争、实现高水平科技自立自强,中国迫切 need 加强基础研究。本文通过对中美两国 2013—2022 年科技论文的总量、篇均经费投入、高被引论文占比、CNCI 指数等指标进行对比分析发现,与美国相比,近 10 年中国科技论文的数量和质量显著进步,篇均经费投入差距逐步缩小,但学术平均水平仍与美国较大差距,部分关键学科相对弱势,学科发展较为不均衡。科技论文的数量和质量一定程度上反映了基础研究水平的高低,未来中国需要加强学科发展前瞻布局、精准资助关键学科、完善基础研究多元投入机制并构建符合基础研究规律的评价体系,以不断增强中国的基础研究水平,加快实现高水平科技自立自强。

参考文献

- [1] 张杰,康红普,黄维. 切实加强基础研究 夯实科技自立自强根基[J]. 红旗, 2023(6): 19-23.
- [2] 赵永新. 中国成功进入创新型国家行列[N]. 人民日报, 2022-06-07(002).
- [3] 李峰,马芳珍,刘雅琼,等. 面向基础和交叉学科的科研战略发展热点研究[J]. 大学图书馆学报, 2018, 36(2): 37-44.
- [4] 张耘. 发达国家基础研究管理机制研究及启示[J]. 竞争情报, 2023, 19(5): 52-60.
- [5] 中国科学技术信息研究所. 2022 中国科技论文统计报告[EB/OL]. (2022-12-29) [2023-3-24]. <https://stm.castscs.org.cn/u/cms/www/202212/29180350w9yt.pdf>.
- [6] 叶伟萍,唐一鹏,胡咏梅. 中国科研实力距美国有多远: 基于 InCites 数据库的比较研究[J]. 中国高教研究, 2013, 242(10): 40-44.
- [7] LEE J J, HAUPT J P. Winners and losers in US-China scientific research collaborations[J]. Higher Education, 2020, 80(1): 57-74.
- [8] 凌茜,汤建民. 中国离世界科技强国还有多远: 基于中美英德四国在世界顶尖期刊所发表论文的数据比较[J]. 科学与管理, 2022, 42(6): 10-18.
- [9] 陈铭. 国际科技期刊论文开放获取现状比较研究[J]. 数字图书馆论坛, 2022(7): 33-42.
- [10] 于杰平,王丽. 中美量子计算研发现状对比分析及启示[J]. 世界科技研究与发展, 2022, 44(1): 35-45.
- [11] ABADI H H N, HE Z, PECHT M. Artificial intelligence-related research funding by the US national science foundation and the national natural science foundation of China[J]. IEEE Access, 2020(8): 183448-183459.
- [12] 陈瑞飞,史冬梅. 2017—2021 年微生物学领域全球研究现状及主要国家对比[J]. 科技和产业, 2024, 24(1): 239-246.
- [13] 程燕林,吴树仙,戴庆,等. 我国化学科学发展的战略思考与建议[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(3): 288-296.
- [14] CLARIVATE A. InCites indicators handbook [M]. Philadelphia: Clarivate Analytics, 2018.
- [15] 李国庆. 基于 Incites 平台的农业院校学科国际竞争力多维度分析[J]. 科技和产业, 2023, 23(11): 106-113.
- [16] 万映利,田杰,欧荣,等. 基于 InCites 的“双一流”建设大学科技创新能力对比分析[J]. 科学与管理, 2018, 38(6): 55-60.
- [17] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见[EB/OL]. (2018-1-31) [2023-3-24]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2018-01/31/content_5262539.htm.
- [18] 中国科学院. 科技部办公厅 教育部办公厅 中科院办公厅 自然科学基金委办公室印发《关于加强数学科学研究工作方案》的通知[EB/OL]. (2019-8-29) [2023-3-24]. https://www.cas.cn/zcjd/201909/t20190918_4715042.shtml.
- [19] 杨睿娟,齐宝华,唐安双. 经济高质量发展、科技创新与科技人才流动的交互效应研究——以陕西省为例[J]. 科技和产业, 2023, 23(3): 20-26.
- [20] 王贻芳. 建设国际领先的大科学装置奠定科技强国的基础[J]. 中国科学院院刊, 2017, 32(5): 483-487.
- [21] 谢曼,干勇,王慧. 面向 2035 的新材料强国战略研究[J]. 中国工程科学, 2020, 22(5): 1-9.
- [22] 刘昶荣. 我国严重缺乏医疗领域顶尖科学家[N]. 中国青年报, 2022-05-10(012).
- [23] 杨舒. 我国农业科技基础研究“量质双升”[N]. 光明日报, 2023-12-07(008).

Comparison of U. S. -China Scientific and Technical Paper and Funding Suggestions

KANG Fei¹, SHI Yifei¹, ZHANG Han², LIANG Yongxia³

(1. School of Urban Economics and Management, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China;

2. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

3. National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: Scientific and technical papers are one of the main manifestations of basic research results. By comparing the output of scientific and technical papers between China and the United States, the level and gap of basic research between the two countries can be reflected to a certain extent. Based on the InCites database, the annual change data of the total number of scientific and technical papers, the percentage of highly cited papers and the CNCI index of China and the United States from 2013 to 2022 were compiled and analyzed comparatively. In the past decade, the quantity and quality of China's scientific and technological papers have significantly improved, and the gap between the average funding input per article has gradually narrowed, but the academic average still has a large gap with the United States, and the competitiveness of some key disciplines is relatively weak. In the future, China needs to accurately fund key disciplines, improve the mechanism of multiple investment in basic research, and build an evaluation system that conforms to the laws of basic research and the growth of talents, so as to continuously enhance the level of basic research and promote the self-reliance of high-level science and technology.

Keywords: basic research; scientific and technical papers; China-US comparison; InCites database; research strength