

· 专题:双清论坛“教育、科技、人才一体布局与科学基金发展战略” ·

美国科学教育研究资助体系分析及其启示^{*}

陶 丹^{1†} 杨 杰^{1†} 赵芳芳¹ 袁 正¹
陶 扬² 王 晔¹ 郑永和^{1**}

1. 北京师范大学 科学教育研究院,北京 100088
2. 首都师范大学 教师教育学院,北京 100048

[摘 要] 加强科学教育是推进教育、科技、人才“三位一体”的统筹部署和实现科技创新自立自强的基础性工程。虽然科学教育已经在政策和实践层面备受关注,且已取得明显进展,我国科学教育依然面临着诸多的挑战与不足,其关键原因之一是支撑科学教育高质量发展的科学教育研究资助体系的缺乏。鉴于美国在科学教育研究领域的引领地位及其形成的完善的研究资助格局,本文全面介绍了美国科学教育研究资助体系的概况,深入分析了以美国国家科学基金会为代表的联邦政府机构对于科学教育的资助布局及其对 K-12 教育阶段的资助计划,形成了对于建立我国科学教育研究资助体系的建议。

[关键词] 科学教育;美国国家科学基金会;资助体系;K-12 教育

2023 年 5 月,教育部等十八部门在《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》中指出要“强化(科学教育)学科专业建设,开展科学教育研究”,点明了当前我国科学教育整体水平不高的体制性原因^[1]。当前,我国科学教育还存在学生科学学习机制和创新人才成长规律不清、科学教师培养路径不明、校内外科学教学模式陈旧、科学教学评价形式单一、科学教育政策体系不完善等诸多问题^[2],导致学生高学业成就表现与低水平情感和思维共存、学生擅长双基掌握但缺乏科学高阶思维培育、教师专于



郑永和 北京师范大学教授,北京师范大学科学教育研究院院长,北京师范大学科学传播与教育研究中心主任。主要研究方向为科学教育、科技与教育战略、教育信息科学与技术等。现任第一届教育部基础教育教学指导委员会委员、科学教学专委会主任委员;中国教育学会常务理事、学术委员会委员。 *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 杂志主编。



陶丹 博士,北京师范大学科学教育研究院讲师。主要研究方向学生驱动的创造性课堂设计与技术支持,目前致力于探索学习科学视角的科学教育的理论与实践,发表学术会议和期刊文章 20 余篇。曾获得纽约州立大学总统杰出博士论文奖、H. Craig Sipe 科学教育奖、Piyush and Sudha Agrawal 教育学术奖等,主持和参与多项美国国家科学基金、科技部重大项目、中国博士后科学基金项目。



杨杰 博士,北京师范大学科学教育研究院博士后,主要从事科学教育、物理课程与教学论等领域研究。在国内外核心期刊、会议发表论文 10 余篇,主持和参与多项国家自然科学基金、科技部重点研发项目、美国国家科学基金、教育部社科项目。

学科教学而弱于跨学科和探究式教学^[3]。这些教育实践中凸显出来的问题暴露出我国指导教育实践的科学教育研究基础的薄弱,而其根本原因在于支持高质量科学教育资助体系的缺乏。鉴于美国在科学

收稿日期:2023-11-04;修回日期:2023-12-05

† 共同第一作者

* 本文根据国家自然科学基金委员会第 345 期“双清论坛”讨论的内容整理。

** 通信作者,Email: zhengyonghe@bnu.edu.cn

本文受到教育部哲学社会科学研究重大委托项目(22JZDW001)的资助。

教育研究领域的引领地位及其形成的完善的资助格局,本文试图全面揭示美国对科学教育资助的总体情况,深入分析以美国科学基金会为代表的联邦政府机构对科学教育资助的布局及其对 K-12 教育阶段的资助情况,并在此基础上提出对于建立我国科学教育研究资助体系的三点建议。

1 美国“三位一体”的科学教育资助格局

经过多年探索与实践,美国科学教育领域形成了美国联邦政府机构引领、公共慈善机构和私人基金会支持的“三位一体”的资助格局^[4]。首先,来自联邦政府机构的资助,如美国国家科学基金会(National Science Foundation, U. S., NSF)、美国卫生与公众服务部(Department of Health and Human Services, HHS)、美国教育部(Department of Education, ED)等,关注国家层面整个教育系统中科学教育课程开发、学与教的基础科学研究、创造性的技术应用研究、激励学生在 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)领域持续参与的方式研究等。2022 财年^①,美国 17 家联邦政府机构共投入 40.75 亿美元支持正式和非正式情境中 STEM 教育的研究与实践^[5]。其次,公共慈善机构提供的科学教育资助,例如:来自国家科学、工程与医学院、挑战者太空科学中心、塔尔萨社区基金会、罗德岛基金会等,在支持科学教育研究的同时,也为各地的非正式科学教育(科学中心、科学博物馆、公共图书馆、公园、社区组织)和正式教育系统的科学教育(中小学和高校)提供支持^[4]。匹兹堡金融服务集团发布的年度报告指出,2021 年美国慈善机构共收到 4848.5 亿美元的捐赠,其中的 707.9 亿美元(总体占比约 14%)投入了以科学教育为重点的教育领域,额度仅次于提供给宗教组织的资助^[6]。最后,以盖茨和梅琳达盖茨基金、沃顿家族基金会、卡内基公司为代表的私人基金会主要针对教师、课程改革和新技术支持的学习和教学提供资助,极大程度地影响美国基础教育阶段的科学教育政策和教学实践。作为首要资助对象,私人基金会对科学教

育年均资助近 3500 亿美元^②。

此外,这些机构和部门也联合支持国家层面的科学教育计划。2022 年 12 月初,美国教育部正式启动《提高标准:面向所有学生的 STEM 卓越计划》^③,拟联合 90 余家联邦政府机构、专业组织、商业机构、慈善机构和其它利益相关者,拟投入近 1200 亿美元支持基础教育阶段学生的 STEM 学习。在这笔史无前例的高额资助下,美国教育部期望在构建良好的教育生态中优先考虑如下三大目标:(1) 确保所有学生在 K-12 阶段都能在 STEM 学习中取得优异成绩;(2) 培养和支持 STEM 教育者和工作者投身并长期从事 STEM 教育;(3) 利用“美国纾困计划(The American Rescue Plan)”及其它联邦政府、各州以及地方资金,战略性地为 STEM 教育提供支持。

2 美国联邦政府对于科学教育的资助布局

为了加速推进科技领域创新人才培养,美国自 2013 年开始每五年制定一次国家层面的 STEM 教育战略规划^[7,8],并将其作为政府教育工作的首要事项。2023 年 3 月,美国白宫就第三个 STEM 教育五年战略规划组织了六个在线听证会,正式将加强 STEM 教育研究与创新能力及构建美国 STEM 生态系统列为 2023—2028 年 STEM 教育战略的重要主题^④。为支持 STEM 教育国家战略规划落地,美国联邦政府建立了由白宫科技政策办公室(Office of Science and Technology Policy, OSTP)领导、美国国家科学技术委员会(National Science and Technology Council, U. S., NSTC)协调、STEM 教育委员会(Committee on STEM Education, CoSTEM)审查、美国 NSF 等 17 家联邦政府机构联合支持的美国联邦政府科学教育资助规划。具体来说,美国 OSTP 作为领导不同联邦政府部门科技政策工作的部门,协助白宫管理和预算办公室(Office of Management and Budget),对各政府部门提供的预算进行年度审查和分析,并为总统在重大科技政策、计划和项目方面提供分析和决策支持。美国 NSTC 是协调支持 STEM 教育政策及研究与开发工作落

① 美国政府的财年是从每年 10 月 1 日到次年 9 月 30 日。

② Why STEM education is the new #1 corporate investment? <https://www.stemvillage.com/blog/why-stem-education-is-the-new-1-corporate-investment>.

③ U. S. department of education announces initiative to enhance STEM education for all students. <https://www.ed.gov/news/press-releases/us-department-education-launches-new-initiative-enhance-stem-education-all-students>.

④ Readout from OSTP's public listening sessions in support of the next federal STEM strategic plan. <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2023/03/31/readout-from-ostps-public-listening-sessions-in-support-of-the-next-federal-stem-strategic-plan/>.

地的核心部门,确保 STEM 教育政策和规划符合国家的总体目标。美国 NSTC 下属的 CoSTEM 则负责审查、协调和评估联邦政府机构的 STEM 教育计划、基金资助和相关活动,确保这些计划、资助和活动有效推进。CoSTEM 参与制定五年一次的国家 STEM 教育战略规划,并联合国家科技委下属的 STEM 教育协调委员会来推进规划落地。

根据白宫 OSTP 发布的 2022 财年 STEM 教育进展报告^[5],美国 NSF、HHS、ED 等在内的 17 家联邦政府机构通过 208 个 STEM 教育计划合计投入约 40.75 亿美元支持 STEM 教育战略规划的落实。其中,NSF 通过 26 个 STEM 教育计划共提供约 14.06 亿美元的资助,位居 17 家政府机构的首位。2021 和 2022 财年,美国联邦政府机构支持 STEM 教育的实际支出及 2023 财年的预算详情见表 1。

表 1 美国联邦政府支持的 STEM 教育计划数及额度
(单位:百万美元)

机构	计划数	2021 年	2022 年	2023 年 (预算)
国家与社区服务团	4	123.10	123.10	123.10
国土安全部	2	7.80	11.20	5.20
商务部	13	44.60	45.60	59.20
国防部	11	245.00	222.30	194.70
能源部	39	172.30	292.20	291.80
内政部	1	0.90	1.00	1.00
劳工部	1	74.00	0.00	44.00
交通部	10	149.30	157.10	106.60
教育部	11	372.50	383.90	277.20
环保局	3	2.90	6.30	6.30
卫生与公众服务部	59	830.60	877.50	867.60
国家航空航天局	6	157.50	172.50	196.50
核能管理委员会	1	19.40	16.00	0.00
国家科学基金会	26	1 354.30	1 405.90	1 595.00
史密森学会	1	5.70	5.70	6.00
农业部	18	164.30	181.20	181.90
退伍军人事务部	2	77.10	173.70	86.30
总计	208	3 801.30	4 075.20	4 042.40

3 美国 NSF 对科学教育的资助规划

NSF 自成立之初就把培育基础研究创新思想和培养科技创新人才置于同等重要的位置。过去 70 余年,对各阶段科学教育领域的资助一直是 NSF 的核心使命,为维持美国在科学领域的领导地位做出了重要贡献。这些资助支持的科学教育研究在改善学生的科学学习过程和学习结果、形成更有效的科学教学模式的同时,也帮助美国培养了一支更具全球竞争力且多元化的科技劳动力队伍^[9]。2022 年底,NSF 正式将教育与人力资源部(Directorate of Education and Human Resources, EHR)更名为 STEM 教育部(Directorate for STEM Education, EDU)^①,凸显了其对科学教育的高度关注。

3.1 NSF 对教育研究资助的整体规划

美国 NSF 对教育的资助主要集中在社会、行为与经济科学部(Directorate for Social, Behavioral, and Economic Sciences, SBE)下属的行为与认知科学处(Division of Behavioral and Cognitive Sciences, BCS)和 STEM 教育部(EDU)(图 1)。BCS 处资助有关学习发生过程与机制的基础研究,其下属的学习科学与增强智能计划(Program of Science of Learning and Augmented Intelligence, SL)是资助人类学习相关基础研究的关键部门,重点关注学习发生的过程与机制及如何通过与他人、技术的互动来增强人类认知功能的相关研究。2003 年,NSF 首次拨款 1 亿美元启动学习科学专项研究计划^②,通过资助六个学习科学中心的方式来推进学习科学领域的前沿研究。该计划是 NSF 在教育科学基础研究中最有影响力的投入,其产生的研究成果在学习研究领域长期占领导地位。2017 年开始,NSF 不再资助学习科学中心及相关项目,决定通过 SL 计划拨款 820 万美元资助 24 个关注记忆、语言及科学推理能力的学习科学项目研究^③。

EDU 以促进美国各级教育系统中卓越的正式和非正式 STEM 教育为己任,致力于培养一支由科学家、技术专家、工程师、数学家和教育工作者组成的多元化、高质量 STEM 人才队伍,以及具备科学与工程思维的全体公民。基于这一愿景,STEM 教育部确定了四个目标:(1) 培养下一代 STEM 领域

① NSF announces name changes to education directorate. <https://new.nsf.gov/news/nsf-announces-name-changes-education-directorate>.

② Science of learning centers. <https://www.nsf.gov/pubs/2003/nsf03573/nsf03573.htm>.

③ NSF makes new awards to advance science of learning. https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=243658.

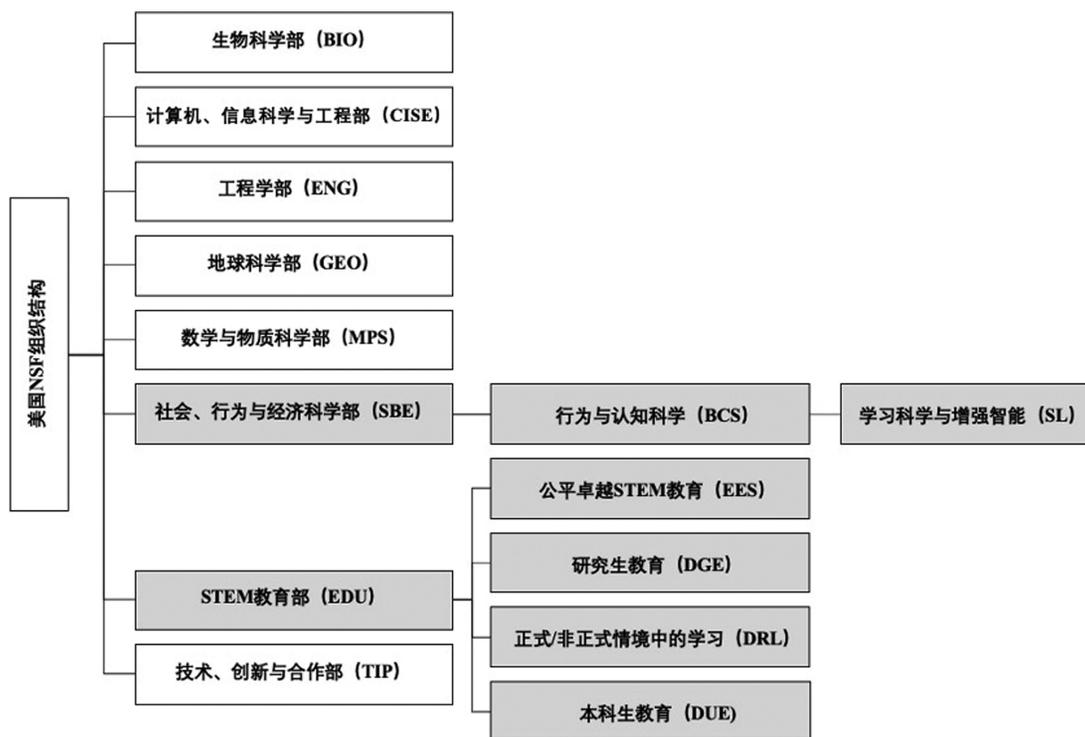


图1 美国 NSF 的组织结构及对教育研究的资助分布

的专业人才,吸引和留住更多的美国人从事 STEM 相关职业;(2) 建立强大的 STEM 研究共同体,进行深入严谨的研究和评估,将研究成果有机地融入 STEM 教育实践,以推动实现卓越的 STEM 教育;(3) 提高全体美国公民的技术、科学和数据素养,让他们能够在技术驱动的社会生活中成为负责的公民;(4) 促进更广泛的参与,缩小所有 STEM 领域的成效差距。为了实现这些目标,STEM 教育部通过奖学金、研究基金、研究中心、联盟、合作网络、课程开发和机构能力建设等形式资助所有 STEM 学科和计划的前沿研究与评估项目,确保全体美国人都有机会接受高质量的 STEM 教育。

EDU 下设公平卓越 STEM 教育(Equity for Excellence in STEM, EES)、研究生教育(Graduate Education, DGE)、正式与非正式情境中的学习研究(Research on Learning in Formal and Informal Settings, DRL)及本科生教育(Undergraduate Education, DUE)四个处。其中,EES 处聚焦拓展 STEM 教育中代表性不足的群体的学习机会,扩大他们在 STEM 劳动力大军中的比例;DGE 处致力于开展高质量、具有创新性和包容性的研究生教育,支持美国公民和永久居民成为未来顶尖的科学家和

工程师;DRL 处旨在促进 K-12 阶段的 STEM 学习和教学的创新型研究、开发和评估,也鼓励代表 NSF 各学科专家的科学家、工程师和教育工作者的参与以促进各种正式和非正式情境中的 STEM 教育;DUE 处的核心任务是支持所有学生在本科阶段的 STEM 学习中取得优异成绩,通过改进课程、教学、实验室、基础设施、评估、学生和教师的多样性以及合作等方式来强化两年和四年制大学的 STEM 教育。

3.2 NSF 对科学教育的总体资助计划

2022 财年 NSF 共资助了 26 个 STEM 教育计划,各个部门资助的 STEM 教育计划和额度详情见表 2^[5]。此外,根据 NSF 提交给美国国会的 2024 财年预算报告^[10],2022 财年 NSF 总体支出 88.38 亿美元,STEM 教育部支出 11.47 亿美元,占 NSF 总体支出的 12.97%。2023 和 2024 财年,NSF 总体预算分别为 104.92 亿美元和 113.55 亿美元,对 STEM 教育部的预算分别为 13.71 亿美元和 14.96 亿美元,占 NSF 总体预算的 13.07% 和 13.18%。其中,EES、DGE、DRL 及 DUE 四个处在 2022 财年的实际支出依次为 2.27 亿美元(19.80%)、4.32 亿美元(37.68%)、2.11 亿美元(18.49%)和 2.76 亿美元(24.03%)。

表 2 NSF2021-2023 财年支持的 26 个 STEM 教育计划及额度

(单位:百万美元)

NSF 资助部门	计划名	2021 年	2022 年	2023 年(预算)
STEM 教育部公平卓越	传统黑人学院和大学本科计划	36.50	38.00	48.50
STEM 教育处	Louis Stokes 少数族裔参与联盟	49.50	51.50	70.50
	NSF 研究生教育和教授联盟计划	8.00	8.50	14.00
	部落学院和大学计划	16.50	17.50	23.00
STEM 教育部研究生教育处	研究生研究奖学金计划	284.50	290.00	355.50
	Cybercorps 服务奖学金计划	60.00	63.00	75.00
STEM 教育部正式与非正式 情境中的学习研究处	非正式 STEM 教育促进计划	62.50	65.00	74.50
	全民计算机科学计划	24.60	24.50	24.50
	PreK-12 探索性研究	95.00	98.50	99.50
	EDU 核心研究计划	76.63	80.91	101.94
	学生和教师创新技术体验计划	51.80	40.60	39.70
STEM 教育部本科生教育处	先进技术教育计划	76.50	75.00	75.00
	改进本科 STEM 教育	99.20	106.50	108.70
	改进本科 STEM 教育西班牙裔服务	46.50	48.50	60.50
	STEM 奖学金核心计划	94.70	121.90	119.20
	Robert Noyce 教师奖励计划	67.60	67.00	67.00
STEM 教育部	科学与工程卓越奖励计划	3.60	7.40	7.70
STEM 教育部联合计算机、 信息科学与工程部	STEM+ 计算合作关系计划	0.00	0.00	0.00
工程学部	新兴前沿研究与创新研究体验及指导	0.90	1.00	1.00
工程学部联合计算机、信息 科学与工程部	工程、计算机和生物领域教师研究体验	8.20	6.30	13.20
计算机、信息科学与工程部	充分把握数据革命之数据科学团	7.48	3.00	3.00
NSF 跨多部门	全国范围内学习者纳入的共同体计划	20.80	23.00	50.50
	本科研究体验计划	85.50	83.30	84.10
	网络基建劳动力发展培训计划	7.50	18.00	6.00
	NSF 研究实习计划	58.00	60.00	62.50
国际科学工程办公室	学生国际研究体验计划	12.30	7.00	10.00

4 美国 NSF 对 K-12 阶段科学教育的具体资助内容与形式

NSF 对 K-12 阶段科学教育研究和实践方面的支持主要体现在三个方面^①:(1) 鼓励 STEM 学科领域的专家积极参与学前和 K-12 教育,改善学生的 STEM 学习体验和质量;(2) 促进 K-12 阶段 STEM 各学科教育的基础研究和教学实践改进研究;(3) 支持 K-12 阶段 STEM 教育的创新性研究。在 STEM 教育部下属的 DRL 处,NSF 主要设置了包括学前和 K-12 探索性研究(Discovery Research PreK-12, DRK-12)、非正式 STEM 学习促进(Advancing Informal STEM Learning, AISL)、学生和教师的创新技术体验(Innovative Technology Experiences for Students and Teachers, ITEST)、全民计算机科学(Computer Science for All, CSforAll)和 STEM 教育基础研究的 EDU 核心研究(EDU

Core Research, ECR)五大资助计划。2024 年, DRL 处对这五个主要计划资助的额度和项目数量的规划如表 3 所示。

DRK-12 计划旨在通过研究和开发为学前和基础教育阶段的教师和学生提供高质量的 STEM 学习机会。DRK-12 从 STEM 学习和 STEM 教学两个方向征集相关提案,积累促进学生和教师的 STEM 知识技能和实践相关的研究发现,支持 STEM 教育研究人员、从业人员和管理人员之间的合作以促进更有效的教育实践,也对相关领域已有研究的综述及开发评估教师和学生 STEM 教学和学习的新方法提供资助。该计划支持探索性研究、设计与开发研究、影响与效果研究、实施研究、测量与评估研究以及综述性研究,也支持包括合作伙伴关系发展项目、工作坊和学术会议^②。

AISL 计划针对非正式 STEM 学习的研究和实

① Research on learning in formal and informal settings. <https://www.nsf.gov/edu/drl/about.jsp>.

② Discovery research in preK-12 program solicitation. <https://www.nsf.gov/pubs/2023/nsf23596/nsf23596.htm>.

践进行资助,以促进终身 STEM 学习。该计划聚焦 STEM 教育公平和归属感,为以往由于性别、种族、民族、性取向、残疾状况、地理位置及经济状况等原因导致被排除在 STEM 学习和参与之外的个体和群体提供支持。AISL 计划资助五类研究,包括研究综述、学术会议、合作伙伴关系发展和规划、研究与实践结合以及公众在 STEM 领域的广泛参与^①。

ITEST 计划致力于为 K-12 阶段的学生和教师提供基于创新技术的学习体验类的应用和开发研究,提升学生对信息、通信技术及 STEM 职业的兴趣。该计划的目标是为所有学生做好 STEM 学科学习的准备,推动从幼儿园到高中阶段的 STEM 学习和教学中的技术整合研究。提交到该计划的研究提案重点探索让学生通过参与创新技术支持的 STEM 学习来发展 STEM 学科的知识技能,也可聚焦历史上 STEM 领域内代表性不足的群体,或者激励学生通过合适的教育途径从事技术要求更高的职业,抑或是利用社区合作关系来拓展社区 STEM 教育机会。ITEST 计划主要资助三类项目,包括探索创新性体验的理论与设计原则研究、开发和测试创新研究、拓展/扩大/迭代性创新研究^②。

CSforAll 计划的研究资助旨在为所有 K-12 阶段的学生提供高质量的计算机科学和计算思维教育的研究和开发工作。具体而言,该计划将为高中教师提供教授计算机课程所需要的充分准备和持续的专业发展支持,为 K-8 年级的教师提供将计算机科学和计算思维纳入课堂教学所需的教学材料和其它准备,并为各学校和学区提供开设和评估计算机科学和计算思维教学所需的资源^③。

ECR 计划主要开展正式和非正式 STEM 学习情境中的基础和应用基础研究,关注点包括三个方面:(1) STEM 学习和学习环境;(2) 扩大 STEM 领域的参与;(3) STEM 劳动力发展。STEM 教育基

础研究对于改进 STEM 教育实践的潜在影响是间接和长期的,无论是纯基础研究还是应用导向的基础研究,该计划下所有获得资助的研究提案都以促进 STEM 教育的基础知识积累为目标^④。

综上,NSF 对 K-12 阶段的 STEM 教育的资助体现在三个方面,即:研究与学术活动、学生与教师的学习与教学实践以及教育政策制定。在研究与学术活动方面,NSF 针对 STEM 相关学科的学习与教学的基础研究/应用基础研究、正式与非正式学习环境中探究性的应用与开发研究、下一代研究者的培养、学术会议与工作坊等提供资助。在学生和教师的实践层面,NSF 面向课程资源开发、学生 STEM 参与和技术教育、教师研究体验、学生和教师的创新技术体验以及卓越教师培养和奖励等方面提供支持。在 STEM 教育政策方面,NSF 为相关领域研究人员提供各种政策研讨会、发布指导教育政策制定和实践改进的共识报告等提供资助。

5 启示与建议

过去一百余年,美国科学教育领域汇聚了稳定且不断拓展的学术共同体围绕领域内共同体认同的关键科学问题开展系统的科学研究,并基于这些坚实的研究发现指导制定科学教育政策和改进教学实践^[11]。其中,以美国 NSF 为代表的长期、稳定且高强度的各类研究资助和基金的支持是科学教育研究迅速发展的关键保障之一^[4]。首先,NSF 资助的高质量科学教育研究为美国的科学教育政策制定和科学课程标准改革指明了方向(例如:美国《下一代科学课程标准》的发布),同时也支持了在全国广泛应用的科学课程资源的开发^[12]。其次,NSF 支持的美国科学教育研究构建了有关高效科学教学方法的理论知识,他们倡导的基于研究开发的教学方法,如翻转课堂教学法、项目式教学法,显著解决科学教学

表 3 2024 年 DRL 处支持的五个 STEM 教育研究计划的资助规划

计划名	额度(百万美元)	项目数(项)	项目类型
DRK-12	50	50~60	探索研究、合作关系发展、工作坊/会议
AISL	28~41	48~77	综述、会议、合作关系发展、研究与实践整合、公众参与拓展
ITEST	25~30	24~33	理论与设计原则、开发与测试、拓展/迭代研究、学术会议、综述、资源中心
CSforAll	20	27	研究与实践整合研究、常规研究
ECR	35	40	纯基础研究和应用基础研究、试点研究、综述、学术会议

① Advancing informal STEM learning program solicitation. <https://www.nsf.gov/pubs/2022/nsf22626/nsf22626.htm>.

② Innovative technology experiences for students and teachers. <https://www.nsf.gov/pubs/2022/nsf22585/nsf22585.htm>.

③ Computer science for all program solicitation. <https://www.nsf.gov/pubs/2020/nsf20539/nsf20539.htm>.

④ EDU Core research program solicitation. <https://www.nsf.gov/pubs/2021/nsf21588/nsf21588.htm>.

中学生学习动力不足、学习效果不佳的问题。此外, NSF通过资助出版教材、开办讲座和研讨会、口碑交流以及科学专业学会建设等诸多方式,实现了将科学教育研究的理论应用于实践的目标。对物理教师的调查表明,在过去10年中,具有教学策略的理论和将其用于教学实践教授人数都显著增加,使用这些策略的教师人数是2008年的2~3倍^[13]。

反观我国现有的研究资助体系,社会科学和教育类基金对科学教育支持极其有限。查阅2022年国家社会科学基金年度项目(3548项)、青年项目(1127项)^①和重大项目(338项)^②合计5013项,没有一项资助标题含有“物理”“化学”“生物”“工程”等理工科教育的项目,仅仅有2项谈及科学精神的哲学学科项目。考察2022年全国教育科学规划583项立项课题,课题名中仅有7项与科学教育相关^③。同样地,目前我国国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)仅在管理科学部下设“教育管理与政策(代码:G0407)”和在信息科学部下设“教育信息科学与技术(代码:F0701)”来支持教育的宏观政策研究以及教育与信息科学、认知科学和神经科学结合的基础研究。尽管我国自然科学基金委于2023年开始试点资助优秀本科生^[14],实现了对高等科学教育资助“点”的突破,作为对标美国NSF的政府机构,我国国家自然科学基金并未明确对科学教育(尤其是K-12阶段)提供资助。

相较发达美国长期的科学教育研究积累,我国科学教育研究尚在起步阶段,资助体系尚未建立,支持渠道分散、强度低、覆盖范围窄、研究周期短,无法对科学教育的基本理论、创新实践和政策制定提供系统、稳定支持。鉴于当前我国科学教育发展滞后的困境以及我国特有的新型举国体制优势,本文就我国科学教育研究资助体系的构建提出如下三点建议:

(1) 设立科学教育申请代码,构建全链条科学教育研究资助体系

建议在国家层面加强对科学教育的顶层设计,汇聚多渠道资源,对科学教育研究经费进行系统布局。建议将科学教育领域纳入国家自然科学基金、国家社科基金和全国科学教育规划等基金项目中,围绕中国科学教育发展的迫切需求,凝练校内外科学教育中的基础研究和科学教学实践与创新研究中的关键科学问题,支持多样化的科学教育发展需求。

对于自然科学基金委,建议在交叉科学部设立科学教育二级申请代码,在持续推进G0407、F0701和本科生资助的同时,补充对基础教育阶段科学教育等方面研究的全方位资助,构建全链条科学教育研究资助体系。同时,建议在国家自然科学基金、国家社会科学基金和全国教育科学规划等项目申报中设置对应的科学教育研究专项,围绕科学教育领域的重大科学问题开展深入的研究。

(2) 关注多样化的科学教育发展需求,加强科学教育研究与资源建设

科学教育的高质量发展有赖于坚实的科学教育研究基础以及基于研究证据的科学教育政策制定和大规模、长周期的教学实践改进。一方面,需要关注科学学习机制与科技创新拔尖人才成长的规律研究,加强高质量科学教师专业发展研究,以此指导中国科学教育标准体系、科学教师专业标准体系建设;同时,也需要加强新时代科学教育内容体系建设和育人方式改革研究,系统升级科学教育课程与教材内容、教学资源 and 育人方式。深入研究新技术环境对学生科学学习的积极影响,推动技术与教育的深度融合。关注基于证据的科学教育政策制定和教学实践改进,促进不同形态、学段的科学教育协同发展,构建贯通式科学教育生态体系。

(3) 加强多主体参与,强化科学教育学术共同体建设

鼓励科学教育研究的多主体参与,培育科学教育领军学者和研究团队,强化科学教育专家委员会和专家库建设,建立科学教育研究的协作网络和共享平台,开展科学教育战略咨询与政策评估。加强科学教育智库建设和学术共同体建设,鼓励教育学者、科学家,以及认知科学、科学史与科学哲学、科学学等领域的研究者加强协作,围绕关键科学问题开展深入研究,逐渐形成我国科学教育理论体系和高水平研究成果,提升国际影响力。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见. (2023-05-26)/[2023-11-03]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529_1061838.html?eqid=8f6eecef0000bfac00000066476acc0&wid=&eqid=efc2c5080000f27200000006649650fc.

① 2022年度国家社科基金重大项目立项名单公布. <http://www.nopss.gov.cn/n1/2022/1208/c431028-32583245.html>.

② 2022年度国家社会科学基金年度项目和青年项目立项结果公布. <http://www.nopss.gov.cn/n1/2022/1208/c431028-32583245.html>.

③ 全国教育科学“十四五”规划课题年度立项课题名单. <http://onsgep.moe.edu.cn/edoas2/website7/level3.jsp?infolid=1335260046576122&id=1663030508306625&location=null>.

- [2] 郑永和, 杨宣洋, 袁正, 等. 高质量科学教育体系: 内涵和框架. 中国教育学报, 2022(10): 12—18.
- [3] 郑永和, 周丹华, 王晶莹. 科学教育的本质内涵、核心问题与路径方法. 中国远程教育, 2023, 43(9): 1—9, 27.
- [4] DeBoer G. The role of public policy in K-12 science education. Charlotte: Information Age Publishing, Inc., 2011.
- [5] The White House Office of Science and Technology Policy. Progress report on the implementation of the federal STEM education strategic plan. (2023-01-08)/[2023-11-03]. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/02/Final_2022_CoSTEM_Progress_Report.pdf.
- [6] PNC. Giving USA's 2022 philanthropy report. (2023-09-28)/[2023-11-03]. <https://www.pnc.com/insights/corporate-institutional/manage-nonprofit-enterprises/giving-usas-2022-philanthropy-report.html>.
- [7] The Committee on STEM Education of the National Science and Technology Council. Federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: 5-year strategic plan. (2013-05-01)/[2023-11-03]. https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf.
- [8] The Committee on STEM Education of the National Science and Technology Council. Charting a course for success: America's strategy for STEM education. (2018-12-01)/[2023-11-03]. <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>.
- [9] 孙海华, 张礼超. 美国国家科学基金会的重要资助举措及启示. 中国科学基金, 2021, 35(4): 663—671.
- [10] U. S. National Science Foundation. FY2024 budget request to congress. (2023-03-13)/[2023-11-03]. https://nsf-gov-resources.nsf.gov/2023-08/NSF%20FY24%20CJ_Entire%20Rollup_web_%28ERRATA%20v4%29.pdf?VersionId=O1Um6rPm6xnLj80uA05Dm7IwxHUqScDO.
- [11] Linn MC, Gerard L, Matuk C, et al. Science education. Review of Research in Education, 2016, 40(1): 529—587.
- [12] Duschl RA, Schweingruber HA, Shouse AW. Taking science to school: learning and teaching science in grades K-8. Washington: National Academies Press, 2007.
- [13] 张萍, 丁林, Charles Henderson. 美国研究基金支持下的物理教育研究及其对高等物理教育的影响. 物理, 2019, 48(9): 610—611.
- [14] 国家自然科学基金委员会. 国家自然科学基金将试点资助优秀本科生. (2023-07-02)/[2023-11-03]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab434/info89653.htm>.

Analysis of the United States Science Education Research Funding System and Its Implications

Dan Tao^{1†} Jie Yang^{1†} Fangfang Zhao¹ Zheng Yuan¹
 Yang Tao² Ye Wang¹ Yonghe Zheng^{1*}

1. *Research Institutes of Science Education, Beijing Normal University, Beijing 100088*

2. *College of Teacher Education, Capital Normal University, Beijing 100048*

Abstract Strengthening science education is a fundamental project to promote the integrated deployment of education, science & technology, and human resources so as to realize the self-reliance and self-improvement of science and technology innovation. Although science education has attracted much attention at the policy and practice levels and has made noticeable progress, science education in China still faces many challenges and deficiencies due to the lack of a funding system to produce high-quality science education research as a solid foundation. Given the leading position of the United States in science education research and its well-established research funding system, this article provides a comprehensive overview of the United States science education research funding system. It highlights the funding structure for science education by United States federal agencies, represented by the National Science Foundation and delves into the specific funding programs for K-12 science education. The article concludes with three major suggestions for constructing a science education research funding system in China.

Keywords science education; National Science Foundation(U. S.); funding system; K-12 education

(责任编辑 陈磊 张强)

† Contributed equally as co-first authors.

* Corresponding Author, Email: zhengyonghe@bnu.edu.cn