

美国 STEM 教育战略：目标、行动、组织保障及启示

陈宝明¹，谢 昱²

[1. 科学技术部，北京 100036；
2. 北京市商业学校（北京祥龙资产经营有限责任公司党校），北京 100053]

摘 要：科学、技术、工程和数学（Science, Technology, Engineering, and Mathematics, STEM）教育战略是美国当前实施的核心战略之一，在推动教育科技人才紧密结合方面发挥重要作用。研究了美国 STEM 教育的发展历程，并通过对比 2013—2024 年发布的三版 STEM 教育战略规划，归纳了美国 STEM 教育改革的根本目标。梳理了美国 STEM 教育改革行动路线要点及其变化与更新、各联邦政府部门协同推进 STEM 教育改革的机制，客观评价美国 STEM 教育战略实施的成效，为中国在新时期培养科技人才、推进科技创新发展提供借鉴。

关键词：STEM 教育；教育改革；教育创新；科技人才；战略规划

中图分类号：F204 **文献标识码：**A **DOI：**10.3772/j.issn.1009-8623.2025.11-12.003

科学、技术、工程和数学（Science, Technology, Engineering, and Mathematics, STEM）教育战略是美国重要的科技战略，也是推动教育科技人才一体化的国家战略。该战略综合性强，涉及部门多，参与范围广，但是目标、行动以及资源配置都是在统一的规划下开展的。2013 年美国发布第一版 STEM 教育战略规划，将 STEM 教育从整体教育中区分出来并上升至国家战略的高度，此后每五年进行一次更新，这是美国为了保持其全球科技创新领先地位，在创新人才培养方面采取的重要举措。本文对美国 STEM 教育战略进行梳理和分析，从根本上理清其发展脉络、战略目标和行动路线，为中国推动教育科技人才一体发展提供借鉴。

1 美国 STEM 教育：从概念提出到战略形成

美国是全球最早提出“STEM 教育”概念的国家。1986 年，美国国家科学技术委员会（The

National Science and Technology Council, NSTC）在《本科的科学、数学和工程教育》报告中首次使用“STEM”这一缩写词，该报告强调了科学、技术、工程和数学 4 个学科领域之间的紧密联系和相互依存性，以及在教育中将其进行整合的重要性^[1]。从 20 世纪 80 年代至 21 世纪初，美国教育界和学术界开启了对 STEM 学科的整合探索及研究，“技术”和“工程”在 K-12（指幼儿园至高中阶段）教育阶段获得了越来越多的重视^[2]。在这个时期，公众对 STEM 教育的内涵和作用有了初步认识，但没有提出 STEM 教育的整体框架和实施路线，因此，这个时期被视为美国 STEM 教育的酝酿期。

从 2005 年开始，“STEM 教育”一词引起广泛关注。弗里德曼在《世界是平的》中指出，国家 STEM 综合实力和 STEM 教育在全球财富和权力竞争中发挥关键作用^[2]。“技术”和“工程”的作用逐步获得了美国社会各界的重视。2007 年 10 月，

第一作者简介：陈宝明（1972—），男，博士，研究员，主要研究方向为科技管理、科技发展战略。

通信作者简介：谢昱（1976—），女，硕士，讲师，主要研究方向为创新教育、科技人才培养。电子邮箱：xieyu@bjsx.com.cn

收稿日期：2025-07-28

NSTC 发布了《解决科学、技术、工程和数学教育系统关键需求的国家行动计划》报告，对科学、技术、工程和数学教育进行了系统设计，为开展 STEM 教育奠定了坚实的基础^[2]。一段时期以来，美国 K-12 阶段的学生数学和科学成绩在国际评估中排名只处于中等水平，这被认为不利于美国未来保持科技领先地位，同时也有多个预测表明，美国未来对 STEM 人才的需求将大幅增长^[3]。在这些因素的共同推动下，2010 年，美国通过《竞争再授权法案》，明确了将通过投资 STEM 教育、研究和创新活动提升国家竞争力。至此，STEM 教育被提升至国家战略的高度，从而使 2010 年成为美国 STEM 教育改革的“分水岭”。为了保障 STEM 教育战略的实施。2011 年，根据《竞争再授权法案》要求，美国在 NSTC 下成立了 STEM 委员会，统筹协调各联邦政府部门的 STEM 教育投资和项目^[4]。从发展历程上看，美国 STEM 教育并不是教育系统自身发起的变革和创新，而是源自美国科技领先的根本性诉求，由科技管理部门提出，并逐步上升为国家战略。

2011—2012 年是美国 STEM 教育战略实施组织机制形成的时期。在这一时期，美国科技管理部门成为 STEM 教育最重要的战略规划和执行协调机构^[5]。此后，STEM 教育战略规划由美国白宫科技政策办公室（Office of Science and Technology Policy, OSTP）发布，其下属的 NSTC 分管 STEM 教育工作，而隶属 NSTC 的 STEM 教育委员会（The Committee on STEM Education, COSTEM）成为最高级别的跨部门执行管理机构，负责 STEM 教育项目计划制定、预算统筹管理及执行审查^[6]。这一时期的研究作为后续 STEM 教育改革行动设计了初步的框架。美国国家研究委员会围绕 STEM 教育的有效性、目标、评价标准，以及如何实现最佳的 STEM 教育等问题进行研究并提出了重要建议。例如，在早期激发并保持学生在整个 K-12 阶段对 STEM 领域的兴趣、提高美国教师的 STEM 素养与能力等^[7]。这些建议在 2013 年发布的《联邦政府 STEM 教育五年战略规划》中得到采纳。

STEM 教育委员会于 2012 年 2 月提交了《STEM 教育协同投资：进展报告》，为 STEM 教育战略规划构建了行动框架，其主要内容包括^[3]：定义联邦政府及各职能部门在 STEM 教育中的角色，提出所

有联邦政府部门都要参与 STEM 教育行动，将科研机构作为 STEM 教育的重要角色；提出国家层面统一的 STEM 教育愿景和目标，为统筹各联邦政府部门的 STEM 教育行动奠定基础；提出协调落实 STEM 教育战略的四大目标与方法，为每五年制定新一版 STEM 教育战略规划及行动落实设计了路线框架。这些框架和内容成为美国 STEM 教育战略规划的核心，并一直沿用至今。

2013 年，美国发布首版 STEM 教育战略规划《联邦政府科学、技术、工程和数学（STEM）教育五年战略计划》，启动新一轮 STEM 教育改革行动。自此，美国的 STEM 教育改革进入了落实推进期。2018 年，美国发布了第二版 STEM 教育战略规划（Charting a Course for Success: America's Strategy for Stem Education，又称“北极星计划”）。2024 年，美国发布第三版 STEM 教育战略规划《推进 STEM 教育及培养 STEM 人才的联邦战略计划》（Federal Strategic Plan for Advancing STEM Education and Cultivating STEM Talent，以下简称“2024 年规划”）。

美国通过制定和发布三版 STEM 教育战略规划，推动了 STEM 教育战略的稳步实施。各版战略规划的内容虽有一些调整，但是在改革之初就已确定的核心内容保持稳定。从 STEM 教育概念产生到其上升为国家战略的整个过程中可以看出，美国科技管理部门以及美国国家科学院、国家科学基金会等科研机构一直发挥了主导作用。有关 STEM 教育的重大纲领性建议均由联邦科技管理部门提出，这是由于美国的联邦科技管理部门很早就被赋予了围绕科学和技术事务向联邦政府提供建议的使命^[3]。同时，科技管理部门和科研机构是 STEM 人才的直接需求方，直接对科技发展负责。

2 美国 STEM 教育：从目标到行动的演进

2.1 STEM 教育目标：培养创新人才，保持科技领先

拥有杰出的科技人才是美国保持全球科技领先地位的关键。美国始终将培养和集聚创新型人才作为科技发展的根本保障。从 2013 年发布第一版 STEM 教育战略规划开始，美国就将 STEM 教育的根本目标设定为培养创新型人才、保持国家科技领先。该规划在愿景中提出，STEM 教育要实现

让美国拥有素质过硬且日益多元化的 STEM 劳动力队伍, 引领美国 STEM 相关产业创新, 并满足 Co-STEM 成员单位对 STEM 劳动力的需求^[5], 同时指出, 美国要想保持世界领先地位, 就必须在 STEM 领域继续保持领先^[5]。从 21 世纪初开始, 美国越来越重视对“学习科学”的研究。2013 年以后, “学习科学”研究产生的多种新教育方式, 如跨学科融合、非正式环境学习、实验实践、多媒体辅助和智能测评辅导系统等, 都在 STEM 教学中得到大量实践与优化。这些新教育方式对于培养学生分析问题、解决问题的能力, 以及批判性思维、创造力和团队协作能力都发挥了重要作用, 为美国实施 STEM 教育战略奠定了坚实的基础。

2018 年发布的“北极星计划”的根本目标仍然是培养创新型人才, 保持美国在全球科技创新方面的领先地位, 但是它进一步提出了更宏大的 STEM 教育愿景, 也构建了更清晰的战略框架。“北极星计划”坚定地表达了培养大规模 STEM 人才的愿望: 所有美国人将终身享有高质量的 STEM 教育, 美国将成为全球 STEM 素养、创新和就业领域的领导者^[8]。“所有美国人”不仅涵盖从 K-12 直至研究生阶段处于正规受教育阶段的人群, 也包括此阶段之外的所有人群。该规划特别提出, 即使是不从事 STEM 领域的人, 对 STEM 领域的理解和相关技术的应用能力也已成为参与现代社会的先决条件^[8], 并提出“具备 STEM 素养的公民”概念, 从而极大扩展了 STEM 教育的对象范围, 体现了国家科技发展对全民 STEM 素养的需求。

“北极星计划”提出了更为成熟的战略框架, 在总愿景下, 设定了 3 个具体的目标, 即为公民 STEM 素养建立坚实的基础, 提升 STEM 领域的多样性、公平性和包容性, 以及为未来 STEM 劳动力做好准备, 并提出支持本科生、研究生、技术人员、早期科研人员等群体, 这些群体将构成国家 STEM 劳动力的重要组成部分^[8]。“北极星计划”将高端 STEM 劳动力列为投资重点, 对这一目标的详细阐述更体现出 STEM 教育战略对美国保持全球科技领先地位的重要意义。

2024 年 11 月, 美国发布了第三版 STEM 教育战略规划。至此, 美国 STEM 教育战略已经实施 10 年有余, 取得了显著的成绩, 也积累了一定的经验和

教训。同时, 国际竞争形势更加复杂多变, 人才在国际竞争中的地位更加突出。美国提出一系列战略举措, 力图保持全球科技领先优势和竞争力。在此背景下, 第三版 STEM 教育战略规划的愿景, 虽目标与之前两版基本一致, 但是在服务目的方面有较大扩展。它提出要通过提供前所未有的机会和渠道, 充分挖掘 STEM 人才的潜力, 进而保障国家安全、经济繁荣以及在全球范围内的竞争力^[9]。这一版战略规划不仅体现了 2010 年美国《竞争再授权法案》的授权与要求, 还体现了 2017 年美国《创新与竞争力法案》、2020 年《支持退伍军人从事 STEM 职业法案》和 2022 年《芯片和科学法案》等一系列新法案的相关诉求, 将有关科技领先的重要事项列为优先支持事项, 并且强调要通过联邦政府与跨部门、跨领域伙伴的协同, 构建 STEM 人才培养的生态系统, 提升美国 STEM 教育水平和人才储备, 确保在全球科技竞争中保持领先地位。

总体来看, 美国 STEM 教育的目标从 2013 年发布第一版 STEM 教育战略规划开始, 就以培养创新型科技人才、保持美国在全球科技领先地位为核心。在这一核心目标驱动下, 美国各界对 STEM 教育的跨学科整合、实践项目设计、教学方法探索、资源投入模式和师资培养模式等方面进行了大量研究和实验, 形成了许多创新成果和方法。

2.2 STEM 教育行动: 构建 STEM 教育生态系统, 推动 STEM 教育创新

从行动路线上看, 美国 STEM 教育改革是由科技界主导, 整合多方资源, 共同对 STEM 教育领域进行投资并推进 STEM 教育创新的行动。从 2013 年起, 美国逐步构建了 STEM 教育生态系统, 持续推进 STEM 教师队伍建设, 发展并推广跨学科融合教育模式, 以 STEM 实践创新为导向, 着力为 STEM 学习者创造获得真实体验、参与专业活动的机会。

2013 年第一版 STEM 教育战略规划在行动路线上侧重改进 STEM 教育的基础性问题, 以及弥补 STEM 实践中存在的不足, 提出 5 个重点投资领域: 改进 STEM 教育, 培养 STEM 新教师; 增加青年人及公众参与 STEM 教育活动的机会, 使更多的高中生具备 STEM 实践经验; 提升本科生的 STEM 学习体验, 使拥有 STEM 学位的学生数量在 10 年内增加 100 万人; 更好地服务于女性和少数族裔学

生等群体；为培养未来的 STEM 劳动力，设计研究生教育。落实以上行动的核心在于两项措施：一是由 13 家联邦机构共同投资；二是让科研机构承担更多的 STEM 人才培养任务。在培养优秀 STEM 教师方面，教师发展计划被分配给部分联邦政府部门，其下属科研机构承担相关培养项目。如美国能源部的劳动力发展办公室设有“访问教师计划”（Visiting Faculty Program, VFP）。该计划通过 15 家国家实验室，为访问教师提供为期 10 周的前沿科学研究机会^[5,10]。

由科研机构主导并联合多方共同参与 STEM 人才培养活动，是美国联邦政府推动构建 STEM 教育生态系统的重要举措。第一版 STEM 教育战略规划提出，利用博物馆、公园、网络空间、科学设施、媒体以及游戏等，为公众提供非正式的 STEM 学习环境和资源，使美国 STEM 教育从以“正式教育环境”为主，逐渐转向“正式教育 + 非正式教育”并重的方式。同时该规划指出，只有通过科学实践及创新活动，才能培养“创造者，而非消费者”。经过实践，这一行动路线获得社会广泛认可，因此在之后的 STEM 教育战略规划中得到了延续和强化。

2018 年的“北极星计划”提出了实现 STEM 教育目标的四大行动路线，包括发展并丰富战略伙伴关系，激励学生进入跨学科领域，培养计算素养，以透明和负责任的方式运营等，体现了对第一个 STEM 五年教育经验的总结及对科技发展趋势的理解。其中，“发展并丰富战略伙伴关系”这一行动路线实为对既往策略的延续与拓展，即继续以科研部门为主导，整合多方资源，提供实践性学习资源，创建更多非正式学习环境。美国在这一行动路线下开展了大量项目。2023 年，STEM 教育战略实施总结显示，一共有 12 个联邦政府部门参与投资了相关项目^[6]。具有代表性的项目包括美国国家海洋和大气管理局教育办公室与美国教育部、国家海洋保护区基金会于 2017 年合作实施的“21 世纪社区学习中心流域 STEM 教育伙伴关系拨款计划”。该项目以夏令营、课后项目、学校日及周末考察、家庭旅行实践学习等方式进行，促进了 21 世纪社区学习中心站点与环境组织的课外合作，2020—2022 年为 5 970 名青少年提供了关于海洋、沿海、河流、河口和五大湖生态系统的 STEM 知识学习机会^[11]。

该项目由近 20 家机构共同实施^[12]，包括博克斯伍德（Boxerwood）教育协会、海洋科学研究所、俄勒冈州立大学、Living Classroom 基金会及环境科学中心等。再如，美国国家生物医学成像与生物工程研究所和教育网络组织 VentureWell 合作，联合艾滋病研究办公室、国家癌症研究所等 6 家医学研究机构，设立了 DEBUT 本科生挑战赛，为医疗领域提供创造性的解决方案^[13]。通过这一行动策略，美国科技管理部门为 STEM 教育引入了丰富的学习实践资源，使学习者获得重要的 STEM 体验或专业经历。

“激励学生进入跨学科领域”的行动路线说明美国 STEM 教育内涵已经发生了重要变化，这些变化在“北极星计划”的表述内容中就有所体现：

（1）STEM 教育已从 4 个交叉学科的简单集群，逐步演变为对 21 世纪经济至关重要的、更具凝聚力的知识体系和技能组合。最优质的 STEM 教育采用跨学科的学习方法，将严谨的学术概念与现实应用相结合，引导学生在学校、社区、工作和更广阔的世界之间建立联系并应用所学知识。（2）STEM 教育领域的领导者已不局限于 4 个学科的简单组合，而是将艺术与人文领域纳入其中。现代 STEM 教育不仅传授批判性思维、问题解决、高阶思维、设计和推理等技能，还培养毅力、适应能力、合作能力、组织能力和责任感等行为能力^[8]。到 2018 年，美国的 STEM 教育已经不仅仅是 4 个学科的简单交叉融合，而是发展成为培养创新人才所需的 STEM 综合知识、技能及素养的系统。在微观教学层面，美国也开展了很多培养学生创造力、解决问题能力的创新教育实践。

2024 年第三版 STEM 教育战略规划提出 3 项基本原则，即全民可及与机会均等、多方协作与生态构建、透明与负责任^[9]。与以往的战略规划相比，新的战略规划更加强调 STEM 教育的普遍性以及协同生态，并首次提出 STEM 研究与创新能力的行动纲领。该规划针对 STEM 教育战略实施中存在的参与度不够、教育成果不平等、新兴科技需求变化快及 STEM 就业难等问题，提出了推进 STEM 教育和培养全国 STEM 人才的五大相互依存的行动支柱：一是满足各年龄段学习者及其家庭和社区，以及整个 STEM 生态系统的参与需求；二是有效培养各年

龄段的学习者, 并建设各教育阶段的 STEM 教师队伍; 三是打造具备 STEM 技能和专业知识的有韧性的劳动力队伍; 四是推动 STEM 领域教学的相关研究, 提升研究与创新能力; 五是消除 STEM 学习者、研究人员和工作者的职业发展障碍, 确保他们留在 STEM 领域及职业中^[9]。

2.3 STEM 教育组织: 建立各部门协同推进的组织实施机制

美国的 STEM 教育是国家级行动, 实施中要求各个联邦政府部门共同参与。因此, 从 2013 年发布首版战略规划开始, 美国便始终以跨部门协同的方式组织推进 STEM 教育。2012 年, 美国 STEM 教育委员会发布《STEM 教育协同投资: 进展报告》, 为落实 STEM 教育行动设计了组织机制和更新机制, 白宫科技政策办公室成为 STEM 教育改革的最高负责部门, 国家科学委员会下属的 STEM 教育委员会成为统筹、协调各联邦政府部门 STEM 教育行动的管理机构。目前, STEM 教育委员会的主要职责如下: 审查各联邦机构关于 STEM 教育的计划、投资、项目和评估报告, 确保各项工作有效进行; 与“管理和预算办公室”共同协调各联邦政府部门的 STEM 教育计划及行动; 制定并实施 STEM 教育战略规划, 每五年更新一次^[6]。

为了更有效地推进 STEM 教育工作, STEM 教育委员会又设立了联邦 STEM 教育协调委员会 (Federal Coordination in STEM Education, FC-STEM), 负责监督联邦 STEM 教育战略规划实施的情况, 并向 STEM 教育委员会和科学技术政策办公室主任提供建议^[4]。在落实 STEM 教育行动第一个五年之后, 为协调跨部门行动, STEM 教育委员会又在联邦 STEM 教育协调委员会下先后成立了 6 个跨部门联合工作组 (Interagency Working Group, IWG), 统一监督并协调跨部门的行动, 同时促进各部门之间分享信息^[6]。

在 STEM 教育的行动落实方面, 根据《STEM 教育协同投资: 进展报告》, 所有联邦政府部门均需要参与 STEM 教育行动。其中, 美国教育部、国家科学基金会和科研机构是 3 个重要角色^[3]。教育部是负责落实各级教育的机构, 工作重点是对所有学科进行系统化改革, 包括 STEM 教育实践改革, 同时负责国家教育进步评估。美国国家科学基金会

是 STEM 教育的重要参与方, 不仅支持所有联邦政府部门的 STEM 教育, 而且直接支持各类机构和组织的 STEM 教育项目, 以及多学科的学习研究、教育研究和师资能力建设等, 并负责研究建立评估工具。科研机构在 STEM 教育中负有重要使命, 大多数科研机构通过立法获得授权, 通常为 STEM 教育提供资源, 如科学设施、专业知识和专业人士等, 以提高相关领域中劳动者的 STEM 素养, 或参与培养高素质的 STEM 劳动力。美国科技管理部门或机构培养科技人才的历史较为悠久, 如国家科学基金会于 1951 年就设立了研究生奖学金项目 (Graduate Research Fellowship Program, GRFP)^[14], 美国能源部等从二战后就在科研项目中培养高端科技人才^[15], 并从 1991 年开始举办面向初高中学生的“国家科学碗”科学竞赛活动^[16], 且很早就参与了中小学科学教育。STEM 教育规划进一步强化了科研机构的使命, 其培养 STEM 人才的主要方式包括举办科学实验竞赛、为教师和学生提供科学实践机会, 特别是为 STEM 本科生和研究生提供研究或实习机会, 培养高层次 STEM 人才等。

2018 年“北极星计划”对各联邦政府部门参与 STEM 教育的行动路线都进行了概括, 使各部门参与 STEM 教育活动更加规范有序。各部门在年初制定当年 STEM 教育的项目和活动计划, 并形成相关预算, 提交给 STEM 教育委员会进行统一审查, 通过的计划可在当年实施。FC-STEM 定期跟踪相关计划的落实情况, STEM 教育委员会则在每年 12 月完成项目实施的评价和验收, 并在下一年年年初发布执行审查报告。

在 STEM 教育委员会统筹管理下, 各部门的行动步调更加一致。例如, 2013 年的战略规划将“增加青少年和公众对 STEM 领域的参与”列为优先支持事项, 为落实这一要求, 包括美国国家实验室在内的众多科研机构都发起了大量面向 K-12 阶段学生和一些面向公众的 STEM 科学实践项目^[17]。又如, 美国为优化退伍军人福利体系, 提升对医疗、就业和教育领域的支持力度, 推出《2020 年退伍军人事务改革法案》(Veterans Affairs Reform Act of 2020), 之后 2020 年 STEM 教育执行总结中就提出要更多地支持退伍军人。根据 2023 年 STEM 教育执行总结报告, 美国国防部、劳工部、国家科学

基金会、农业部和退伍军人事务部都将军人、退伍军人及其配偶作为STEM教育投资的重点,以上5个部门一共实施了25个STEM教育相关项目^[6]。

部门协同已成为美国推进STEM教育的基本机制。2024年第三版STEM教育战略规划进一步强调联邦工作要围绕五大相互依存的支柱和三项跨领域原则,继续跨部门合作伙伴间的协调,制定创新且包容的机构计划与政策、跨机构倡议及建立新的合作伙伴关系。

2.4 STEM教育资源保障:科技管理部门的投入 (科技资源配置)成为STEM教育资源主力

美国联邦科技管理部门及机构对STEM教育进行了重大投资,承担并实施了多个重要项目。通过“北极星计划”中“发展并丰富合作伙伴关系”这一途径,科技管理部门为STEM教育引入了丰富的资源。

科技资源的投入是STEM教育战略实施的最大保障。从预算及支出数据看,如果STEM教育使命仅由美国教育部承担,其资源有限,难以支撑这一国家战略目标。为实施“北极星计划”,美国17家联邦政府部门及机构2021年、2022年、2023年对STEM教育的总投资分别为38.00亿美元^[18]、46.45亿美元和48.29亿美元(估计值)^[6],其中教育部的投资分别为3.72亿美元^[18]、4.60亿美元、5.46亿美元^[6],在整个STEM教育中的投资占比约为10%。卫生与公众服务部、国家科学基金会的总投资平均每年分别约为10亿美元和15亿美元,均高于教育部的投资。农业部、能源部和国家航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)是位列教育部之后投资较大的部门。2022年,美国17家联邦政府部门及机构一共投资了183个STEM教育项目,投资项目数量排名前7位的部门/机构分别是卫生与公众服务部(52个)、能源部(27个)、国家自然科学基金会(26个)、农业部(16个)、国防部(13个)、商务部(13个)和教育部(9个)^[6]。

高等教育领域是联邦政府部门STEM教育投资的重点。从获得项目支持的组织角度统计,四年制大学及学院获得的项目数量占绝对优势,接近140个;其次是非营利性组织和两年制的大专及社区大学^[6],二者获得的项目数量均超过60个。

从资金使用类型看,联邦政府部门主要通过所管辖的科研机构,对STEM教育项目进行补贴,相关项目数量约有100个;其次是通过科研组织提供实习和培训机会的方式进行支持,相关项目数量接近40个;其他的支持方式依次为合作协议、奖学金、竞赛奖项等^[6]。卫生与公共服务部的“通往博士学位的桥梁”项目(Bridges to the Doctorate Program)非常具有代表性,该项目通过为高等院校生物专业的硕士生提供参与美国国家普通医学科学研究所(The National Institute of General Medical Sciences)研究项目的机会,帮助参与者获取博士学位^[19]。该项目投资的对象是四年制大学和学院,投资方式为项目补贴以及提供实习和参加培训的机会。能源部几乎所有的STEM教育项目(如本科生实习计划、社区学院实习计划、科学研究生办公室计划等^[16])、商务部的研究生科学与工程测量奖学金计划^[20]和暑期本科生奖学金计划、内政部的国家合作地质测绘计划^[6],以及国家科学基金会的本科生研究经历计划^[6]都属于此类。此外,大量面向K-12阶段学生的STEM教育项目,也是联邦科技管理部门利用所管辖的科研机构,为教育系统补充优质实践性学习资源的项目。

值得关注的是,近年来美国科技管理部门推动科研机构对学前儿童、K-12阶段学生以及K-12教育工作者进行了更多的投资。2022年,承担STEM教育责任的17家联邦政府部门及机构几乎都参与了K-12阶段的STEM教育项目,具有代表性的项目如下:美国海洋与大气的管理局的“海湾流域教育与培训项目”(B-WET),2022年资助了145家机构,并为4.9万名学生提供了实地学习机会^[6]。国防部的“天空及太空部队传承计划”,面向11岁至本科阶段的学生提供实地学习、参与实践的机会^[6]。NASA深度参与了青少年STEM教育,2022年实施的主要项目如“太空资助计划”“面向教育者的下一代STEM计划”“机器人竞赛”“TechRise学生挑战赛”等全都覆盖K-12阶段学生或教师^[6]。2024年,“TechRise学生挑战赛”以高空气球实验为主题,面向全美国高中生,一共评选出60个优胜奖,NASA给予每个优胜奖团队1500美元的实验器材资助,并为学生提供技术辅导和培训^[21]。美国能源部也是学前STEM教育、中小学STEM教

育的重要参与方, 其依托 17 家国家实验室, 通过实验室科学实践项目、科学夏令营、访问参观、为中小学设计实验及开发课程、举办科技大赛等方式, 每年吸引超过 25 万名 K-12 阶段学生和 2 万名 K-12 阶段的教师参加^[15]。2022 年, K-12 阶段的 STEM 教育项目数量由 2020 年的近 50 个增加到超过 60 个, 项目数量排名从全球第 7 位上升至第 5 位^[4,6]。科研机构参与 K-12 阶段的 STEM 教育, 对于提升早期阶段的 STEM 教育质量、丰富 STEM 正式与非正式教育环境及内容具有重要意义。

总体来看, 美国科技管理部门通过所管辖的科研机构, 对 STEM 教育进行了重大投资, 并通过项目合作, 拓展了包括公共组织和私营机构在内的合作网络, 极大地丰富了 STEM 教育资源, 为美国 STEM 教育战略实施提供了重要保障。

3 启示

美国 STEM 教育战略的实施激发了社会各界的参与热情, 并在一些关键指标上取得了积极进展。美国国家教育统计中心 (National Center for Education Statistics, NCES) 的研究表明, 2012—2022 年, 美国 STEM 学位的授予数量较“新增百万毕业生”的目标超额完成 16%, 累计授予 STEM 学位总数达 465 万个, 超出了 400 万个的预期需求; 西班牙裔 STEM 学位获得者的占比从 9.5% 提升至 14.7%, 获得 STEM 学位的女性占比从略低于 32% 稳步增长至 37%^[22]。科学与工程领域各学历层级 (包括副学士、学士、硕士及博士学位) 的证书及学位授予数量均呈增长态势, 从 2012 年的 98.2 万项增至 2021 年的 131.0 万项。2011—2021 年, STEM 从业者占美国劳动力总人口的比例从 22% 提升至 24%^[23]。但同时美国 STEM 教育改革仍然面临深层次、系统性的严峻挑战, 如教育公平问题, 标准化考试仍然主导着教学评估, 以及受多种因素影响, 教师招收数量和完成培训的人数大幅下降。由此可见, STEM 教育战略目标的实现不是一蹴而就的, 而是需要深入推进系统性改革。尽管如此, 美国 STEM 教育战略在整合集聚资源、培养创新人才方面的做法仍是全球领先的, 对推动科技创新发展的基础性作用不容忽视, 其实施经验值得借鉴。

教育科技人才一体化发展, 是形成和打造新

时期科技竞争综合优势的关键。二战以来, 教育、科技和人才三者相对独立发展, 面对国际竞争和科技发展新形势, 需要将三者紧密联系、协同发展。STEM 教育战略是美国推进教育、科技和人才紧密结合发展的重要探索, 其成效对于美国保持甚至塑造新的全球竞争优势至关重要。目前, 世界各国逐步掀起了 STEM 教育热潮, 且对人才培养本身给予较多关注, 而对其战略意义重视不够。在此背景下, 应积极探索, 形成推动教育科技人才一体化发展的战略, 统筹推进, 塑造新的竞争优势。

美国 STEM 教育关键是教育内涵的深刻变革, 而不只是传统教育的简单延伸。国际上对 STEM 教育的理解一般为科学、技术、工程、数学等相关学科人才培养的简单叠加。实际上, STEM 教育本身具备的深刻而独特的教育理念, 使其成为一类与传统教育截然不同的教育方式或教育体系。能否适应科技创新发展需求是衡量 STEM 教育成效的主要标准。各国虽皆致力于培养理工科人才, 但其育人模式与课程内容迥异。这导致所培养人才的理念与思维范式存在显著差异。此类深层次的变革无法通过外在的统计数量来衡量。美国 STEM 教育除强调扩大 STEM 人才规模外, 更强调改进培养方式、提升培养内涵和素养。世界各国在推进 STEM 教育发展时, 只有对其所要达到的目标进行深入研究并取得共识后, 才可能实现真正的教育变革。

科技管理部门统筹、各部门协同是 STEM 教育有效推进的重要保障。美国 STEM 教育由科技管理部门统筹, 各相关部门依职责落实, 强调科研实践与人才培养相结合, 并由统一的 STEM 教育委员会协调指导, 从而形成了强有力的组织保障体系。根据美国的实践经验, 围绕科技创新发展需求在实践中培养人才, 是 STEM 教育的基本方式, 科技管理部门参与程度、科研机构优势的充分发挥是推进 STEM 教育的重要保障。鉴于此, 世界各国在推进 STEM 教育时, 需要更加积极地发挥科技管理部门的引导作用, 完善科研机构培养人才的体制机制, 探索符合自身发展需求的 STEM 教育模式。

加强教育部门协同和优化教育体制, 是开展 STEM 教育的重要前提。教育部门是 STEM 教育的重要承载主体。美国 STEM 教育能与其传统教育体

制实现深度融合，得益于美国科技管理部门及科研机构在成立伊始就将培养人才作为核心使命，这为STEM教育的发展奠定了坚实的制度与文化基础。教育的总体目标和教育方式与STEM教育目标的协同十分关键。以教师为例，若其身处的主流教育目标与STEM理念存在差异，便会消解其参与STEM项目的积极性，导致专项培训项目难以开展。美国STEM教育表面上由科技管理部门驱动，实际上依赖于国民教育体系的整体变革，这也是STEM教育战略实施能否取得成效的关键。■

参考文献：

- [1] 刘杨,周建中. 美国STEM教育保障机制的经验与启示[J]. 中国科技人才, 2022(4): 48-57.
- [2] SANDERS M. STEM, STEM Education, STEMmania[R/OL]. [2025-09-22]. <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/b5f37b87-c914-4e5a-8abc-f9b491dc2e36/content>.
- [3] Federal Coordination in STEM Education Task Force. Committee on STEM Education. National Science and Technology Council. Coordinating Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education Investments: Progress Report[R/OL]. [2025-09-22]. <https://eric.ed.gov/?q=source%3A%22Executive+Office+of+the+President%22&id=ED570926>.
- [4] Office of Science and Technology Policy. Progress report on the implementation of the federal STEM education strategic plan [R/OL]. [2025-09-22]. <https://www.ed.gov/media/document/2021-stem-progress-reportpdf-44421.pdf>.
- [5] Committee on STEM Education, National Science and Technology Council. Federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education 5-year strategic plan[R/OL]. [2025-09-22]. https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf.
- [6] White House Office of Science and Technology Policy. 2023 progress report on the implementation of the federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education strategic plan[R/OL]. [2025-09-22]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2024/04/2023-CoSTEM-Progress-Report.pdf>.
- [7] The National Academie. Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics[R/OL]. [2025-09-22]. <https://sheppard.ltrr.arizona.edu/TUSD/NRC2011.pdf>.
- [8] Committee on Stem Education of the National Science & Technology Council. Charting a course for success: America's strategy for stem education[R/OL]. [2025-09-22]. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2024-03/charting%20a%20course%20for%20success.pdf>.
- [9] Committee on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) of the National Science & Technology Council. Federal strategic plan for advancing STEM education and cultivating STEM talent[R/OL]. [2025-09-22]. <https://bidenwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2024/11/2024fedSTEMplan.pdf>.
- [10] U.S. Department of Energy. Visiting Faculty Program (VFP)[EB/OL]. [2025-09-22]. <https://science.osti.gov/WDTs/VFP>.
- [11] North American Association for Environmental Education. NOAA 21st CCLC Watershed STEM Education Partnership Grants Program[R/OL]. [2025-09-22]. https://naaee.org/sites/default/files/2023-08/eeBLUE_21stCCLC_ExecutiveSummary_FINAL.pdf.
- [12] NOAA. Bay watershed education and training (B-WET)[EB/OL]. [2025-09-22]. <https://www.noaa.gov/office-education/bwet/awards/21stccleprogram>.
- [13] National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. Design by biomedical undergraduate teams (DEBUT) challenge[EB/OL]. [2025-09-22]. <https://www.nibib.nih.gov/programs/division-interdisciplinary-training-didt/debut>.
- [14] NYU Arts&Science. Eight graduate school of arts & science students awarded by the National Science Foundation's graduate research fellowship program[EB/OL]. [2025-09-22]. <https://as.nyu.edu/features/impact-makers/2024/gsas-nsf-grfp.html>.
- [15] U.S. Department of Energy. Workforce development for teachers and Scientists (WDTs)[EB/OL]. [2025-09-22]. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-04/FY2023-PresidentsRequest-WDTs.pdf>.

- [16] Office of Workforce Development for Teachers and Scientists. Annual report fiscal year 2020[R/OL]. [2025-09-22]. https://science.osti.gov/wdts/-/media/wdts/pdf/WDTS_Annual-Report_FY2020.pdf.
- [17] 陈宝明, 谢昱. 美国能源部国家实验室培养科技人才的做法与经验 [J]. 全球科技经济瞭望, 2023, 38(11/12): 79-84.
- [18] White House Office of Science and Technology Policy. 2022 progress report on the implementation of the federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education strategic plan[R/OL]. [2025-09-22]. https://www.energy.gov/sites/default/files/2024-03/Final_2022_CoSTEM_Progress_Report.pdf.
- [19] National Institute of General Medical Science. National Institute of General Medical Sciences (NIGMS) bridges to the doctorate (T32) (PAR-21-198)[EB/OL]. [2025-09-22]. <https://researchsupport.psu.edu/limited-submission/national-institute-of-general-medical-sciences-nigms-bridges-to-the-doctorate-t32-par-21-198/>.
- [20] U.S. Department of Commerce. Graduate students (GMSE)[EB/OL]. [2025-09-22]. <https://www.nist.gov/iaao/academic-affairs-office/graduate-students-gmse>.
- [21] NASA. NASA techrise students challenge[EB/OL]. [2025-09-22] <https://www.futureengineers.org/nasatechrise>.
- [22] PEÑA M. Nation topped goal of “one million more” STEM graduates over the past decade, analysis finds[EB/OL]. [2025-09-22]. <https://news.ucsc.edu/2025/11/stem-education-analysis/>.
- [23] Science and Engineering Indicators. The State of U.S. Science and Engineering 2024[EB/OL]. [2025-09-22]. <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20243/talent-u-s-and-global-stem-education-and-labor-force>.

U.S. STEM Education Strategy: Objectives, Action, Organizational Support and Enlightenments

CHEN Baoming¹, XIE Yu²

[1. Ministry of Science and Technology, Beijing 100036;

2. Beijing Commercial School (Party School of Beijing Xianglong Asset Management Co., Ltd.), Beijing 100053]

Abstract: The STEM education strategy is one of the core strategies currently implemented in the United States, playing a significant role in promoting the close integration of education, technology, and talent. This paper examines the development of STEM education in the United States until its elevation to a national strategy. By comparing the three editions of the five-year strategic plans for STEM education released by the United States from 2013 to 2024, it investigates the fundamental objectives of U.S. STEM education reform, the significance of STEM education in cultivating innovative talent and maintaining global technological leadership for the United States, and analyzes the action routes of U.S. STEM education reform, the evolving changes in response to the times, as well as the mechanisms through which various federal departments collaboratively advance STEM education reform. It also objectively evaluates the effectiveness of the implementation of the U.S. STEM education strategy, providing insights for China in cultivating scientific and technological talent and promoting technological innovation and development in the new era.

Keywords: STEM education; talent of science and technology; strategic planning