

# 美国实施科学、技术、工程和数学教育战略 提升国家竞争力

罗 晖 李朝晖

(中国科普研究所, 北京 100081)

**[摘要]** 公众科学素质水平决定着一国之劳动力素质和文明程度, 对科技、经济和社会发展的的重要性日益突显。为了保持美国的国际科技领先地位和竞争力, 奥巴马政府近期制定了联邦科学、技术、工程与数学教育的五年战略规划。规划对提高国家 STEM 教育质量、保证和增加青少年及公众对 STEM 教育的参与、加强在校大学生的 STEM 学习、更好地服务于 STEM 教育传统上未受重视群体、为未来 STEM 劳动力提供所需的研究生教育以及建立一个高效的跨部门合作的新模式和建立并运用基于实证研究的路径等进行了详尽的部署。为此, 应面向未来加快制定我国全民科学素质建设长远规划。

**[关键词]** 科学、技术、工程与数学教育 战略规划 国家竞争力

**[中图分类号]** N4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357 (2014) 05-0032-09

## Implementation Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Strategic Plan to Enhance U.S. Competitiveness

Luo Hui Li Zhaohui

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081)

**Abstract:** The level of public scientific literacy has a great impact upon a nation's human resource. In order to maintain its science and technology preeminent position and competitiveness in the world, President Barack Obama of the U.S implements The Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education 5-year Strategic Plan. How to improve STEM instruction, increase and sustain youth and public engagement in STEM, enhance STEM experience of undergraduate students, better serve groups historically underrepresented in STEM fields, design graduate education for tomorrow's STEM workforce, and build new models for leveraging assets and expertise, build and use evidence-based approaches are detailed in the plan. CoSTEM focuses on the national competitiveness use the strategic plan, and insists that

收稿日期: 2014-09-16

作者简介: 罗 晖, 博士, 中国科普研究所常务副所长, 主要研究方向为科学教育、传播与普及, Email: luohui@crisp.org.cn;  
李朝晖, 博士, 中国科普研究所副研究员, 主要研究方向为科技场馆、科学教育, Email: lizhaohui@crisp.org.cn。

the progress on STEM is critical to building a just and inclusive society.

**Keywords:** Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education; strategic plan; national competitiveness

**CLC Numbers:** N4      **Document Code:** A      **Article ID:** 1673-8357 (2014) 05-0032-09

美国的国家战略中始终把科技创新放在优先地位,强调国家及其公民、经济与环境的健康和持续发展都要极大地依赖科学技术创新。为保持其科技创新的国际领先地位和强盛竞争力,近年来美国高度重视科学、技术、工程和数学领域(STEM)教育,目标是未来提供足够多技能娴熟且表现优异的STEM劳动力。2013年5月,在奥巴马总统的主导下,美国国家科学与技术委员会向国会提交了《联邦政府关于科学、技术、工程和数学(STEM)教育战略规划(2013—2018年)》<sup>[1]</sup>,对美国未来5年STEM教育发展战略目标、实施路线、评估路径做出了明确部署,旨在加强美国STEM领域后备人才的培养和储备,继续保持美国在未来国际竞争中的优先地位,此战略规划将深刻影响美国未来的国际竞争能力和优势地位。

## 1 STEM战略规划出台的背景及目标

### 1.1 STEM战略规划出台背景

持续保持美国在STEM领域的国际领先是保证美国制造能力的中心任务。当前,由于美国面临严峻的国际竞争,STEM知识和技能的培训和储备对美国显得比以往任何时候都重要。从2000年到2010年,美国STEM领域的工作增长是非STEM领域的3倍之多。美国商务部估计,未来几年,STEM领域的工作增长将是非STEM领域的1.7倍。但是,美国当前的教育系统不足以确保培养足够多具备良好训练的未来STEM领域所需的劳动大军,这将影响到美国维持其在国际竞争中的地位。因此,对STEM教育进行投资对美国及其未来的经济发展十分重要。首先,未来的工作将大多是与STEM相关的工作。一个由总统科技顾问委员会提交的研究报告显示,

未来10年,美国工业将至少需要100万的STEM本科毕业生<sup>[2]</sup>。其次,国际经济合作发展组织(OECD)组织的国际学生能力测试(PISA)结果显示,美国的中小学教育在国际上处于中等水平。第三,公众的STEM成就有利于实现社会公平公正。妇女和少数族裔参与STEM并取得成就对其未来从事STEM工作以及社会和谐十分关键。

奥巴马认为现在是一个引领美国迎接国际国内挑战的良好时机,应抓住机会努力建设一个真正的全体美国公众均可享用的STEM教育体系。在其第一个任期,总统办公室已经采取了一些战略措施并且取得了一系列成绩。例如,确定了STEM在美国教育系统中的优先资助地位;联合私营部门制定了相关可及的战略目标,如以卡内基牵头的超过150个机构形成的“10年十万(100Kin10)”联盟,筹集了5000多万美元的捐款资助美国STEM教师培训;有效地增强了总统的STEM兴趣及其领导力,在2010年和2012年举办了白宫科学节,同时总统利用个人影响号召了20万名科学家和工程师成为地方和相关部门STEM教育的志愿者。

如何进一步加强STEM教育成为奥巴马第二任期的首要任务。奥巴马希望通过重新梳理STEM教育项目,建立一个更泛合作、更加有效、更易评估的战略规划,通过联邦机构的协同合作、资源共享促进STEM教育的国家优先地位。通过战略规划的实施,联邦机构将通力合作,改进联邦STEM资助效果,取得更好的投资成效。大量的教育项目和投入定位于为普通公众提供学习资源,如出版物、网站、电视节目、博物馆展览、课外活动、影像资料等,14个STEM教育委员会(CoSTEM)成员单位将为全体美国人提供

全天候的学习环境，包括学前教育、基础教育、两年制或四年制学院教育、综合性研究型大学教育，以及非正规教育。

### 1.2 STEM 战略规划目标

美国 STEM 战略规划制定了一套雄心勃勃的国家发展目标，设定了五大优先投资领域。主要包括：

①提高国家 STEM 教育质量。到 2020 年，提供 10 万名优秀的基础教育阶段的新入职的 STEM 教师，同时支持现有 STEM 教师的在职培训。

②保证和增加青少年及公众对 STEM 教育的参与。在完成高中学业以前，支持每年得到真正有效的 STEM 教育经验的年轻美国人数每年保持 50% 的数量增长。

③加强在校大学生的 STEM 学习。下一个 10 年新增 100 万 STEM 大学毕业生。

④更好地服务于 STEM 教育传统上未受重视群体。未来 10 年，增加传统上未受 STEM 教育重视群体的 STEM 大学毕业生人数，同时改善女性参与 STEM 的机会和途径。

⑤为未来 STEM 劳动力提供所需的研究生教育。在基础和应用研究领域提供基于研究生的 STEM 专业培训，以期达到 CoSTEM 成员单位中相关国家重要部门的关键岗位需要的特定技能，以及在一个更广泛的职业生涯中必备的辅助技能。

## 2 STEM 战略规划着眼青少年教育和知识型劳动力培养

### 2.1 提高国家 STEM 教育质量

研究表明，表现出色的 STEM 教师对学生 STEM 学科成绩有着显著影响；跟随这些教师长期学习的学生，成绩差距显著缩小。每个学习 STEM 课程的学生都应该拥有一个优秀的 STEM 教师。优秀的 STEM 教师知道如何为学生提供有效的指导和启发学生对 STEM 科目的兴趣，让学生了解其概念和技能。优秀的 STEM 教师除了需要对其教学的学科具有良好的专业背景外，还需要在其教学期间

得到继续学习、培训和提高的机会。联邦政府必须为全国 STEM 教师提供学习和提高的机会。

在美国的小学和中学中有超过 360 万的全职 STEM 教师，其中在中学或高中约有 50 万名教师至少教授一门数学或科学课程。在全美国范围内，大约有 2 800 所大学和学院有资格培养 STEM 教师。规划提出到 2020 年，提供 10 万名优秀的基础教育阶段的新入职的 STEM 教师，同时支持现有 STEM 教师的在职培训。联邦政府投资 STEM 教师培训的重点，无论是岗前还是岗后，是建立可在国家和各州实施、跨教育机构可复制的且行之有效的培训模式，并提供急需的基础设施。同时，与支持高质量 STEM 教育的企业、地方和区域的科学设施建立合作伙伴关系，特别是私营机构。

2011 财年，有 10% 的联邦政府 STEM 教育经费（3.15 亿美元）以支持职前及在职 STEM 教师教育为首要目标，其中 78% 用于支持在职教师的专业发展，另有 9.25 亿美元以改善 STEM 教师教育作为次要目标的额外投资。

### 2.2 保证和增加青少年及公众对 STEM 教育的参与

美国联邦政府将青少年和公众参与 STEM 的重要性提升到国家高度，保证青少年参与 STEM 的人数每年保持 50% 的数量增长。联邦政府认为青少年和公众参与 STEM，可以让他们提高 STEM 的学习兴趣，有利于促进他们了解 STEM 在日常生活中的价值，或者是积极影响他们认为自己有参与 STEM 的能力。联邦政府的顶层设计聚焦三个主要战略：一是明确联邦政府可支配使用的科学、技术和工程资源（如设施、科学和工程人员、仪器仪表、数据、联邦政府管理的公共土地和水域），只要情况可行，都要提供真正的 STEM 参与体验；二是联邦政府支持将 STEM 融入现有学校教育中，支持地方、区域和国家机构制定学生 STEM 课外项目；三是联邦政府

的投入要有助于提高公众的经验认识，真正理解 STEM 参与一定会提高学生的学习或是兴趣。联邦政府每年把超过一半的 STEM 教育投资用于将青少年和公众参与 STEM 作为主要或次级目标的项目上。

联邦政府让史密森学会 (SI) 在本领域中担当牵头和领导角色，联合 CoSTEM 其他部门，如美国国家航空航天局 (NASA)、美国国家海洋和大气管理局 (NOAA)、美国内政部 (DOI)、美国农业部 (USDA)、美国国家卫生研究院 (NIH) 等，利用各自的设施、人员和资源，合作强化 STEM 教育的推广，让青少年和公众有更多的机会参与校园内外的 STEM 体验与学习，如博物馆项目、科学中心或公园；游戏、模拟和虚拟环境；“公民科学 (Citizen Science)”项目；公共讲座、教育类广播节目等，推动青少年和公众参与 STEM。史密森学会牵头有助于联邦政府衔接非正规 STEM 教育资料与学校 STEM 教育的一致性，利用相关部门的特别资源，创建 STEM 学习材料和课程、在线资源，通过有效的传送和分发机制，到达更多学生和老师。史密森学会同时还不断研究经验，探究一些重要问题，如在非正规学习环境下 STEM 学习的多种途径，正规和非正规学习环境之间的联系，影响学生学习结果的因素等。此外，史密森学会还要整合、协调、完善基础设施，使得丰富的联邦资源运转能够更高效，并且能够为公众开放获取。

联邦政府也积极调动多种资源推动青少年和公众的非正规 STEM 教育，尽力吸引青少年和公众的兴趣。这些资源包括科学资料，技术、研究和工程设施，自然环境，科学技术中心，技术人员、工程师和科学家，还有在非正规学习环境下为所有人提供体验式或动手学习的机会。美国国家科学基金会 (NSF) 在非正规 STEM 教育领域提供研究资助，CoSTEM 一些机构以立法的形式促进公众直接参与探索、STEM 研究及环境管理。私营部门也积极提升其公司科技人才的激情和才能。如美国

顶尖科技公司启动了一项被称为美国 2020 的项目 (US2020)，目的是尽其努力让更多的 STEM 专家教导从幼儿园的孩子到大学的所有年轻人理解 STEM。

### 2.3 加强在校大学生的 STEM 学习

一些经济和劳动力的分析表明，如果美国要维持其在 STEM 领域的全球领先地位，并依靠领先优势获得社会、经济和国家安全方面的效益，那么在未来十年其必须培养 100 万名 STEM 学科的大学毕业生。即在 2020 年，美国高等教育机构需要获得 STEM 本科学位的人数将比现在增加约 34%。联邦政府将 10 年培养百万 STEM 大学毕业生计划作为跨部门的 STEM 教育的一个中心目标，实现这个目标不仅需要联邦政府，也需要公私多方面的伙伴关系。

目前美国 STEM 大学毕业生数量和学生保有率都相对较低，在进入四年制公立高校时选择主修 STEM 专业的学生中仅有 43% 的学生最终获得 STEM 学位，社区大学的比例更低，入学时选择 STEM 专业的学生中仅有 14% 坚持到最后。拥有 STEM 相关学位意味着具有多样的技能和知识储备。除了 STEM 职业领域，其他领域也越来越多地要求员工有良好的 STEM 基础。此外，STEM 对公众的科学素养水平越来越重要，使公众能够批判性地评估诸如气候变化、医疗技术应用和替代能源等社会问题。STEM 的学习经验还有利于构建如好奇心、创造力、团队合作等能力，强化竞争优势。

研究报告指出：保留更多的 STEM 专业是提供 STEM 专业人才的低投入、高效率的政策选择<sup>9</sup>。同时通过研究发现了招募、聘用和保留 STEM 专业学生基于实证的实践做法，包括有效的教学方法、课程、辅导材料、良师益友以及其他的学术和文化支持、资源和工具来吸引学生和支持他们的学习。另有证据表明，联合课程活动，如学习型社区、夏季“桥”项目，提供学术支持和社区经历能够起到鼓励学生接受 STEM 专业，对学生继续留在 STEM 专

业有积极影响。

为了完成“10年百万”的目标，联邦机构与国家科学基金会（NSF）将实施如下策略：一是确定并推广基于实证的教学实践与创新，提高STEM大学生学习成绩和保留率，建立国家相关机制以更好地理解学生成绩与相对应的实践和创新的关系；二是支持两年制学院STEM教育和搭建两年制和四年制高等教育机构的桥梁；三是支持和激励产学研合作伙伴关系的发展，并与联邦实体建立合作，为本科学生特别是大一大二的本科学生提供有意义的STEM学习和研究机会；四是在本科生阶段，着重解决数学课程过于严重的不及格问题，为STEM学科更高级课程的开设打下基础。

#### 2.4 更好地服务于STEM教育传统上未受重视群体

传统上未受STEM重视的少数群体包括美国少数族裔、女性、经济弱势群体与残疾人。其中少数族裔包括非洲裔美国人、西班牙裔美国人、拉美裔美国人、美洲印第安人、阿拉斯加原住民、夏威夷原住民和太平洋岛屿原住民。这些少数群体对STEM领域的参与度低于一般水准，广泛体现在基础教育、高等教育与职业选择三个阶段。基础教育阶段，在非洲裔和西班牙裔学生最多的中学里，只有不到1/3的中学开设了微积分课，只有40%的中学开设了物理课，15%的学校课程设置中，代数为最难的数学课程。残疾学生中只有4%选择了代数II、化学和物理，0.1%选择了微积分，8%选择了生物学。2009—2010学年，非洲裔美国人获得8.6%的科学与工程学士学位，西班牙裔美国人获得7%的工程与计算机信息科学学士学位，18%的工程与计算机信息科学学士学位颁发给了女性。据统计，女性在劳动力总数中占比48%，但从事STEM相关职业的女性只有24%。

预期到2050年，少数族裔人口将占到美国人口总数的54%，少数族裔将成为劳动力大军中的半壁江山。工业界对于STEM领域合

格雇员的需求持续增长且从未停歇，少数群体无疑是其可靠的待挖掘人才储备仓库，同时少数群体对STEM领域的参与可以为之注入多样性的想法和观点，可以使不同群体和整个国家因之受益。促进人们追求STEM学位和STEM职业生涯的平等参与是许多联邦STEM教育项目的重点。在2011财年，有6.16亿美元的STEM教育投资重点支持弱势群体参与STEM。战略规划提出未来10年，增加传统上未受STEM教育重视群体的STEM大学毕业生数量，改善妇女参与STEM的机会和途径。在进行联邦资助时，一是高度关注少数群体与STEM领域人数统计变化及带来的问题，并积极做出相应调整；二是聚焦发展和测试策略的投资，做好少数群体接受STEM高等教育准备；三是努力创建卓有成效的校园文化，通过辅导教师、技术支持与其他创新举措帮助少数群体取得成功。

#### 2.5 为未来STEM劳动力提供所需的研究生教育

在科学和工程方面对于研究生的培养有助于增强其全球竞争力。据预测，从2010年到2020年，美国260万个就业岗位需要拥有高级学位的人才，包括非STEM专业的学位。2007年4月发布的《研究生教育：美国竞争与创新支柱》（*Graduate Education: The Backbone of American Competitiveness and Innovation*）呼吁大学、企业、政府等多方通力合作，支持研究生教育发展。CGS、NRC和NIH都对如何准备研究生教育提出了建议书。PCAST报告强调提供鼓励措施使行业机构对于开展研究和建立产学研合作关系进行投资，并改变教育计划为一系列广泛领域培养研究生<sup>[3]</sup>。因为约50%的博士在学术领域之外工作，学生在培养中获得的能力是其在未来职场成功的关键。

联邦政府是美国研究生教育的主要支持者。根据美国《2012年科学和工程指标》，2009年全美国有大约44万全日制研究生，其中约有18%，即大约8.1万名学生是由联邦基金资助。这些资助中，70%作为科研助理的科

研补助金、10%是奖学金、10%用于培训，其余的用于助教和其他机制。这一资助机制在发展 STEM 劳动力和促进美国研究和革新中非常重要。CoSTEM 首先聚焦如何有效推进研究生奖学金改革。NSF 将与 NIH、NASA、EPA 等机构协调合作，促进理解其在 STEM 领域的特殊需要并支持应用研究，确保学生能够具有特别的 STEM 能力训练的途径，为国家未来需要的 STEM 劳动力做准备。

战略规划提出，在基础和应用研究领域提供基于研究生的 STEM 专业培训，以期达到 CoSTEM 成员单位中相关国家重要部门的关键岗位需要的特定技能，以及在一个更广泛的职业生涯中一些必备的辅助技能。为了促进 STEM 研究生奖学金协作和普及，联邦政府机构未来的努力将聚焦在：一是甄别能够从事科学和工程领域研究的高潜质学生，为他们提供资金支持，帮助他们获得职业成功；二是创造机会提供国家关键领域的研究人才储备和推进联邦机构使命所需的劳动力储备，包括奖学金服务和贯穿联邦研究和工程企业关注的 STEM 的服务项目；三是延续并加强奖学金效益评估机制，优化今后的联邦投资。

### 3 STEM 战略规划中的协调机制

#### 3.1 CoSTEM、FC-STEM 和 FI-STEM

根据《美国竞争重新授权法案（2010）》<sup>[4]</sup>，国家科学与技术委员会（NSTC）的一个分委员会——STEM 教育委员会（CoSTEM）负责协调联邦的 STEM 教育项目和活动。CoSTEM 侧重于解决国家教育和劳动力政策的问题；努力提高针对从幼儿园到基础教育、本科、研究生和终生学习的 STEM 教育研究和发展；着眼于解决当前和计划中 STEM 劳动力的需

求、发展趋势和问题。CoSTEM 执行三个方面的功能，一是检查和评估联邦 STEM 教育活动和项目；二是联合管理和预算办公室（OMB），协调跨联邦各部门的 STEM 教育活动和项目；三是通过每 5 年更换 STEM 教育参与部门<sup>①</sup>，形成和执行联邦 STEM 教育五年战略规划。

同样依据《美国竞争重新授权法案（2010）》<sup>[4]</sup>，科学与技术政策办公室（OSTP）在 NSTC 下设一个跨部门的委员会，以制定联邦 STEM 教育五年战略规划。经 CoSTEM 特许，成立了 STEM 教育联邦协调特别小组（FC-STEM），在 CoSTEM 的监管下负责制定联邦 STEM 教育五年战略规划。FC-STEM 包括了 CoSTEM 的 12 个联邦机构以及史密森学会（SI）。CoSTEM 还授权 NSTC 下属的 STEM 联邦投资快速执行委员会（FI-STEM）设计并编制了当前 STEM 教育联邦投资的详细目录。FI-STEM 成员包括 CoSTEM 的 12 个联邦机构的代表。FI-STEM 于 2011 年 12 月提交了《联邦科学、技术、工程和数学（STEM）教育发展备忘录》<sup>[5]</sup>，提供了详细的联邦 STEM 教育活动和内容回顾，指导了五年战略规划的制定。

#### 3.2 建立一个高效的跨部门合作的新模式

美国联邦 STEM 教育经费分散在多个部门的各类计划和项目中，以达到建立一种充分利用各部门特殊优势资源和设施的机制。但是由于项目分散，聚力效果不太明显。14 个机构的 200 多类 STEM 教育投资和项目，一定具有可协调互补的元素，有可以进行整合的重叠部分，有可以整合而发挥最大效应的协同方案。为此，需要建立一个部门资源与专业知识有效利用的新模式，建立牵头部门和协作部门的跨机构合作概念，以确保联

<sup>①</sup> CoSTEM 当前有 14 家成员单位，分别是总统行政办公室驻 CoSTEM 代表，代表分别来自科技政策办公室（OSTP）、国内政策委员会（DPC）和预算管理办公室（OMB）；史密森学会（SI）是 STEM 教育委员会成员中唯一的非政府机构，它是 STEM 非正规教育的重要合作与联络机构；其他 12 家联邦政府部门包括国家科学基金会（NSF）、教育部（ED）、卫生与公共服务部（DHHS）、国防部（DOD）、内政部（DOI）、农业部（USDA）、交通部（DOT）、能源部（DOE）、商业部（DOC）、国土安全部（DHS）、环境保护局（EPA）、太空总署（NASA）。

邦 STEM 教育投资达到最显著影响。战略规划提出了一种新型的经费投入组合，即围绕一个优先目标，引导并组织建立各部门之间协作的机制。牵头部门和协作部门采用某种机制，可以充分利用跨部门的设施和人员，以实现联邦 STEM 教育投资的最大影响。在该战略规划中列出的新措施将加强每个战略重点领域联邦 STEM 教育投资的潜在规模、影响和质量。

牵头部门负责召集协作的 CoSTEM 机构，并设置本领域连贯的和详细的议程与职责，与此同时，协作部门将评估其协作资源作为计划的一部分，提出各自的目标领域并推进实施，同时确保执行对项目规划效果的评估。在跨部门协作的新模式下，STEM 教育项目和活动将在各合作机构协同进行，分别利用各机构独特的资产、设施和技能，适当情况下 CoSTEM 也会对项目的实施进行指导和提供咨询。跨部门有效地利用资金和其他资源是构建投资组合一致性中一个至关重要的环节。对现有投资的摸底和评估，不仅有利于部门内部和部门之间的效率提升，还有助于明确不同部门的功能、角色和任务。为跨部门合作建立和实施新的协作模型，联邦机构将探索的主要策略包括：一是建立完善“牵头+合作”的协同机制，实施目标领域路线图；二是设计新的基础设施、网络和机制，以确保资产和资源可以通过联邦机构的使用和获取广泛用于提升全国 STEM 学习，减少行政壁垒；三是制定一个框架，指导 CoSTEM 协作部门的预算请求。

### 3.3 建立和运用基于实证研究的路径

美国 STEM 教育要实现联邦协同目标的另一个重要方向是要坚持开展严谨的 STEM 教育相关研究和评估，建立有前景的实践和项目有效性的实证案例，应用于跨部门合作中，并与社会公众分享，提高联邦 STEM 教育投入的社会效果。利用具有突出效果的实践和项目，指导跨部门的 STEM 教育的研究和评估，推而广之以改进联邦 STEM 教育投资的效果。

目前，越来越多的教育研究和评估成果不断帮助决策者提升 STEM 学习、指导及实践的理解，如大脑和认知基础研究、考试环境设计、教师教育项目评估、大型教育改革评估等。当这些新兴的基于实证的研究成果得到综合分析和共享，将对实践更有指导意义。基于实证的研究不仅在宏观方向上对 STEM 教育战略规划产生着重要的影响，同样的，也在项目和活动层面积极影响着 STEM 教育项目效果。例如，美国教育科学研究所 (IES) 开展的科学教师职业发展评估是在项目层面提供决策依据的典型案列。如果不断利用、积累、改善那些被证明有效的实证案列，那么联邦 STEM 教育项目效果就会得以不断提升。采取合作战略，进行部门内外的单项投资及其评估，可以提高参与部门的评估能力。联邦机构考虑制定跨部门的监测体系，对资助数据进行统一收集、比较和分析。

过去几年，美国政府奠定了强有力的基于实证的研究基础，并不断开发新的研究工具，支持联邦机构实践或策略制定，构建对其有用的知识产品。如越来越多的 STEM 教育投资是基于策略分层的实证框架的实施结果。实践证明，吸收现有经验对使联邦 STEM 教育投资产生预期效果十分重要。该战略规划鼓励开展基于实证的 STEM 教育研究，并鼓励利用研究结果对 STEM 教育战略和实践进行指导，以充分利用调查研究和评估结果，战略性地塑造联邦投资方向。具体计划内容包括：一是支持现有实证研究的综合分析，及时知会联邦 STEM 教育优先领域；二是改善和调整联邦部门之间的评估、研究策略和专业技能，牵头部门在其职责领域进行评估设计；三是通过精简跨部门协作流程（如备忘录、跨部门协议、员工共享、通用设备，等等），降低跨部门合作壁垒。

## 4 启示和建议

美国联邦政府的 STEM 教育五年战略规划是美国在公众科学素质建设方面的最新战

略，是落实 2061 计划的国家战略，将对美国 STEM 教育、STEM 及其相关领域、美国公众科学素养、美国创新能力建设、美国未来竞争力及国际领先地位产生重要影响。其颁布和实施也对加强我国的科学教育、提升公众科学素质、实施创新驱动发展战略提供了有益的借鉴。

#### 4.1 加快启动研究面向未来的新的全民科学素质行动计划

20 世纪末，我国就认识到在世界科学技术迅猛发展、知识经济日益蓬勃兴起的国际环境中前行，其成效在很大程度上取决于国民素质的提高和人才资源的开发。21 世纪，国与国之间激烈竞争的成败，一方面依赖于有一支富于创新精神和能力、掌握本国知识产权的科技专家和优秀管理者队伍，另一方面更依赖于全体公民具有与经济、科技、社会发展相适应的较高的综合素质，其中包括具有必要的科学素质。我国人口众多，只有大力提高公民素质，才能将劣势转化为人力资源优势。1999 年 11 月，中国科协向中央呈报“2049 行动计划”，提出通过 50 年的科学教育和科学素质建设，到新中国成立 100 周年，即 2049 年时，实现我国成年公民具备基本科学素质的目标和措施的建议。此后，研究制定并颁布和实施了《全民科学素质行动计划纲要（2006—2010—2020 年）》（简称《纲要》），《纲要》对通过发展科学技术教育、传播与普及，全面推动我国公民科学素质建设，尽快使全民科学素质在整体上有大幅度的提高起到了积极作用。党的十八大提出，要在新中国成立 100 年时建成富强、民主、文明、和谐的社会主义现代化国家，为此，必须尽快启动研究面向未来的新的全民科学素质行动计划，以适应我国实施创新驱动发展战略建设创新型国家以及国际竞争的需要，为国家百年建设的宏伟目标奠定坚实基础。

#### 4.2 加大对科学教育的投入力度，切实提高教育质量

美国联邦政府为了更好地推进实施 STEM

教育五年战略规划，每年的财政投入约 30 亿美元，年度之间略有升降，同时更加注重项目实施质量。如相比 2012 年，2014 年的 STEM 教育预算有 6% 的增长<sup>[5]</sup>，但是 14 个 CoSTEM 成员单位的 STEM 教育项目数量却从 226 项减至 110 项，有 78 个项目被取消，38 个项目被合并<sup>[6]</sup>。节省下来的经费被重新分配到由教育部（ED）、国家科学基金会（NSF），以及新成员史密森学会（SI）牵头的 STEM 项目中。对比美国的 STEM 教育支出，我国可通过设立国家科学教育专项，加大对科学教育的投入力度；同时切实提高教育质量，通过科学教育较快提升公众科学素质水准，使之满足国家经济社会发展的需要。

#### 4.3 加强跨部门协作，推进高校、企业、院所科学教育资源开发开放

科学教育、传播与普及是一项系统工程，需要各部门和相关机构的通力合作。CoSTEM 共有 14 个成员单位，各成员单位积极贡献自身特色资源、人力以及技能，促进国家 STEM 教育规划的实施。当前，我国科学教育的纵向网络较为健全，而横向协作相对较差。我国相当数量的高校和科研院所存有大量及潜在的科​​学教育资源没有得到充分利用，此外还有相当多的高新企业，特别是国有企业，保有大量的科学教育资源，其功能基本上没有得到发挥。应加强基于实证的研究，促进跨部门的高效合作，积极推进高校、企业、科研院所现有的及潜在的特色科学教育资源开发开放。

#### 4.4 发挥科技场馆在科学教育中的重要作用

科技场馆对科学教育，特别是非正规环境下的科学教育起到了非常重要的作用。为此，CoSTEM 成员单位特别增加了史密森学会，冀望借助史密森学会及其科技场馆优势，使非正规 STEM 教育资料与学校 STEM 教育保持一致性，同时将联邦各机构的特色 STEM 教育资源更好地传递给更广泛的受众。我国的科学教育，也应充分发挥科技场馆的作用。目前，我国科技场馆不论是数量上，还是提供的服务

量,均不能较好地满足公众科学学习的需要。因此,一方面要加强对现有科技场馆的升级改造,另一方面,通过对大量的原有工业遗留场馆和设施进行改造成为可资科学教育的科技场馆,提升存量,同时,还要加强科技场馆的服务能力和水平建设,切实发挥好科技场馆在科学教育中的重要作用。

#### 4.5 建立监测评估机制,服务科学决策

CoSTEM 确保 STEM 教育项目实施效果的一个重要措施是开展严格的项目评估。将具有突出效果的实践和项目用于指导跨部门的 STEM 教育,推而广之以改进联邦 STEM 教育投资的效果。我国科学教育也应积极借鉴这一模式,建立跨部门的监测评估体系,以服务科学决策为目标,积极开展科学教育评估研究。

**致谢** 感谢张会亮博士、王丽慧博士、刘莹博士、王大鹏硕士、陈珂珂博士、王黎明博士对本文的杰出贡献。

#### 参考文献

[1] Committee on STEM Education, National Science and Technology Council. Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education 5-Year Strategic Plan[EB/OL]. [2014-08-22]. [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem\\_stratplan\\_2013.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf).

- [2] NSTC (2011) . The Federal STEM Education Portfolio[EB/OL]. [2014-08-22]. [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/costem\\_Federal\\_stem\\_education\\_portfolio\\_report.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/costem_Federal_stem_education_portfolio_report.pdf).
- [3] PCAST President's Council of Advisors on Science and Technology . (February 2012) . Report to the President: Engage to Excel: Producing One-million Additional College Graduates with Degrees in Science, Technology, Engineering, and Mathematics[EB/OL]. [2014-08-22]. [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excelfinal\\_2-25-12.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excelfinal_2-25-12.pdf).
- [4] United States. America Competes Reauthorization Act of 2010. Pub. L. No. 111-358 [EB/OL]. [2014-08-22]. <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BILLS-111hr5116enr/pdf/BILLS-111hr5116enr.pdf>.
- [5] White House Office of Science and Technology Policy. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education in the 2014 Budget[EB/OL]. [2014-08-22]. [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/2014\\_R&Dbudget\\_STEM.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/2014_R&Dbudget_STEM.pdf).
- [6] White House Office of Science and Technology Policy. Progress Report on Coordinating Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education [EB/OL]. [2014-08-22]. [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/STEM-ED\\_FY15\\_Final.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/STEM-ED_FY15_Final.pdf).
- (编辑 张南茜)