

它山之石资料汇编

2024 年 131 期 （总第 3551 期）

西安交通大学网络信息中心

2024 年 8 月 9 日

世界教育信息：STEM 教育研究

1. 引领与赋能：联合国教科文组织 STEM 教育理念与实践 ... 3
2. 行动：美国联邦 STEM 教育项目研究 13
3. 非正式学习环境中的 STEM 教育： 美国博物馆学习服务案例
研究 22
4. 以色列 STEM 教育体系与特征探微 38

党委政策研究室建言：

STEM 是科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）、数学（Mathematics）4 个英文单词的首字母缩写组合。2023 年 11 月 9 日，联合国教科文组织第 42 届大会决议在中国上海设立教科文组织国际 STEM 教育研究所（UNESCO IISTEM），标志着国际社会着力加强 STEM 教育在全球的发展与推广，也表明国际社会注重 STEM 教育在全球数字化转型中的关键作用。STEM 教育意在培养未来创新型数字科技人才，推动 STEM 教育的全球发展，有利于应对新一轮科技革命和产业变革对可持续发展和劳动力市场产生的深远、复杂影响。我们整理了《世界教育信息》的四篇 STEM 教育研究的文章以供参考。

1. 引领与赋能：联合国教科文组织 STEM 教育理念与实践

摘要：STEM 教育是提升国家科技竞争力、培养创新人才、提高国民科学素养的重要基础。联合国教科文组织作为思想实验室、准则制定者、信息交流中心、成员国能力建设者和国际合作促进者，在推动 STEM 教育方面发挥着关键作用。联合国教科文组织创新 STEM 教育理念与标准，为实践提供遵循；传播 STEM 教育创新举措，为实践者提供课程资源；促进各国制定 STEM 教育政策，提升 STEM 教育能力；搭建全球合作交流网络，激励青年投身 STEM 教育事业。联合国教科文组织的 STEM 理念和实践研究有助于我国推进 STEM 教育治理和拔尖创新人才培养。

联合国教科文组织(UNESCO)致力于通过提供政策建议、资助、教师培训，开展研究与公众宣传等途径，在全球推动 STEM 教育，从理念创新、标准制定、能力建设、国际合作、信息交流等方面，对全球 STEM 教育产生重要影响，为推动全球科学、技术、工程和数学(STEM)教育发展发挥重要作用。2023 年 11 月，UNESCO 通过了在中国上海设立国际 STEM 教育研究

机构的决议四，该机构的主要职能是促进 STEM 领域从幼儿到成人各个阶段包容、公平、适切和优质的全民教育，发挥 STEM 教育领域信息交流中心、网络中心、资源中心和能力建设中心的作用，服务 UNESCO 战略和成员国需求。探索 UNESCO 在 STEM 教育领域的理念与实践，可为我国参与全球 STEM 教

育治理、构建高质量 STEM 教育生态提供参考和借鉴。

一、创新理念与标准,

为 STEM 教育提供基本遵循 UNESCO 提出 STEM 教育相关原则,为成员国提供评估和改进 STEM 教育质量的工具。2015 年联合国可持续发展峰会通过《2030 年可持续发展议程》,其中的可持续发展目标 4——“确保包容、公平的优质教育,促进全民享有终身学习机会”,强调 STEM 教育与可持续发展和可持续生活方式的相关性,为各国提供遵循。

UNESCO 基于综合学习理论、建构主义学习理论、项目学习理论、跨学科教育理论和社会认知理论等,明确 STEM 素养意涵。综合学习理论认为,学生通过综合不同学科领域的知识和技能,可以更好地理解和应用所学的内容;建构主义学习理论强调学生通过主动探究和解决实际问题,建构自己的知识和理解,通过实验、调查、设计、项目等方法促进探索和发现;项目学习理论认为,通过项目式学习,学生能够更好地将知识和技能应用于解决实际问题;跨学科教育理论认为,将不同学科领域的知识和技能进行整合,可以提供更丰富的、综合的学习经验;社会认知理论强调学习的社会性和文化性,认为学习是通过社交和与他人互动得以实现的。

UNESCO 国际教育局(UNESCO IBE)于 2019 年发布《探索 21 世纪的 STEM 素养》,提出具备 STEM 素养的人可以识别生活中的问题以及具备解决问题的知识、态度、技能和价值观,并就

STEM 相关问题得出基于证据的结论；理解 STEM 学科的设计、探究等特征；意识到 STEM 学科如何塑造物质、智力和文化环境；愿意以建设性、关注性和反思性的公民身份，以科学、技术、工程和数学的理念参与 STEM 问题解决。

基于 STEM 素养，UNESCO 明确了从能力出发的 STEM 课程框架。其发布的《设计现代 STEM 课程》报告，阐明了 STEM 课程的性质和重点，进一步明确了培养目标。该课程框架强调，必须使学生在学科和跨学科融合中理解 深层学科知识，不断增长应对挑战的能力。UNESCO 在关于 STEM 教育的课程探索中，更关注与应用相关的深层知识，强调以能力为导向的教学。同时注重为教师提供参考，坚持能力导向的 STEM 教学评价。该课程框架为学生发展的每一项 STEM 能力附上相应的教师参考，确保 STEM 课程实施“不走样”。

为获得高质量的 STEM 教育，UNESCO 建议并要求成员国确保所有公民无论种族、性别、年龄、母语、宗教、政治、国籍、民族、经济和社会条件等均享有平等的基础教育和培训，确保所有公民享有平等的科学研究和就业机会，积极鼓励妇女和其他弱势群体从事科学事业。UNESCO 指出，可从代表性不足群体获得 STEM 学位、合格教师、科学和数学课程的适应性等几个方面进行评估，以建设高质量的 STEM 教育体系。

促进性别平等是 UNESCO 在其各领域目标中贯穿的承诺。UNESCO 帮助各国采用国际 标准，于 2015 年发布《成为变革

的一部分!STEM 和性别促进(SAGA):改进 STEM 中性别平等的衡量标准》。SAGA 是 UNESCO 加强支持科学、技术和创新(STI)领域性别平等的全球项目,旨在向各国分享加强妇女参与 STEM 领域的良好做法,以提高女性在 STEM 领域的参与度、认可度、贡献度。SAGA 通过专门开发的指标来衡量 STEM 领域的性别平等水平,还提供了在 STEM 教育中实现性别平等的工具包,该工具包建立了新的循证决策标准,包括影响评估和政策设计的系列实验指标,以评估妇女参与 STEM 的驱动因素。在拉丁美洲,根据 SAGA 提供的准则,UNESCO 编写了阿根廷、智利和乌拉圭国别报告,对 STEM 教育领域的公共政策产生了较大影响。

二、传播创新举措,引导 STEM 教育实践

UNESCO 关注 STEM 教育实践中的创新举措,并面向各成员国分享 STEM 教育举措、资源和经验。鉴于让更多女性参与 STEM 领域的紧迫性,UNESCO 制定促进性别平等的 STEM 教育政策,开发 STEM 课程和教育资源,创建 STEM 学习和评估策略,促进教师教育和教师专业发展,增强社区意识,传播促进社会发展 STEM 的政策承诺,以实现 STEM 教育性别平等。

UNESCO 发挥其信息交流中心的作用,畅通信息交流渠道,传播推广美国国家研究理事会颁布的《K-12 科学教育框架:实践、跨领域概念和核心概念》。该课程标准提供丰富的内容和实践指导,以贯穿学科和年级的方式,为所有学生提供具有国际化基准的科学教育。UNESCO 还推广由美国国家研究理事会、美

国科学促进会(AAAS)等发布的《新一代科学教育标准》,为各国提供参考。

作为全球课程、教学、学习和评估的卓越中心, UNESCO 国际教育局将 STEM 课程视为优质教育的关键驱动力和影响教育政策的主要因素,认为其可为提供有效、可持续的学习机会,优化学习过程和结果铺平道路。UNESCO 国际教育局开发并提供包括教学材料、实验室设备、数字学习资源、在线课程等资源,如《资源指南:激发女孩对 STEM 教育的兴趣》⁷等,促进学校和教师开展 STEM 教育。2017 年, UNESCO 国际教育局和马来西亚教育部启动了加强 STEM 的项目,设立了信托基金,资助非洲、亚洲及太平洋地区女孩参与 STEM 课程,提供“促进性别平等的 STEM 教育资源包”。该资源包的首要目标是使实践者对 STEM 教育的性别响应理论和实践有更广泛深入的理解,以有效支持在政策、学校、教室和社区层面的 STEM 教育发展,为国家政策制定者、课程专家、课程开发人员、教师、教师教育工作者、学校领导和地区行政人员提供全面指导。资源包是可供项目合作国使用的培训工具。受益的国家还有柬埔寨、肯尼亚、尼日利亚、越南等。这些国家通过政策、课程、教学法、教师教育和教师专业发展来加强 STEM 教育。基于 STEM 课程大纲,2020 年 UNESCO 国际教育局和土耳其合作开发 K-12 阶段 STEM 课程。《设计现代 STEM 课程》报告显示, UNESCO 国际教育局与土耳其合作推动开发“世界级的 STEM 课程”,该课程集中体

现了当代 STEM 教育教学的前沿，以支持学生更好地应对当前及未来充满挑战的全球环境。

此外，UNESCO 国际教育局于 2023 年出版《缩小拉丁美洲的 STEM 性别差距：采取行动》，介绍了拉丁美洲 17 个国家正在进行的旨在促进 STEM 领域所有部门(政府、学术界、民间社会、企业等)性别平等而采取的各项举措，传播 STEM 教育创新实践。马来西亚等国通过 UNESCO 分享女生参与 STEM 教育的经验 110，在 UNESCO 的影响下，马来西亚将 STEM 视为实现国家发展愿景和目标的驱动力，通过制定政策，鼓励女孩和妇女参与各级 STEM 教育。根据 UNESCO 于 2020 年发布的数据，马来西亚高等教育中从事 STEM 研究的女性占注册学生的一半以上，其中 57% 获得科学学位，50% 攻读计算机科学学位。

三、促进各国制定 STEM 教育政策，提升 STEM 教育能力

UNESCO 致力于提升成员国在 STEM 教育政策制定方面的意愿和能力。一方面，通过发布系列推动 STEM 教育发展的文件，提供相关政策和实施建议，鼓励成员国制定并实施 STEM 教育政策，以推动各国 STEM 教育发展。UNESCO 的数十份文件、报告、计划等均表明，女性在 STEM 领域仍面临许多障碍。UNESCO 指出，为了更好地理解和应对这些障碍，需要高质量的数据来衡量女性在 STEM 领域的参与和成就。UNESCO 于 2013 年发布的《成为变革的一部分！STEM 和性别促进：改进 STEM 中性别平等的衡量标准》、2017 年发布的《破解密码：女性的 STEM

教育》、2020年发布的《性别响应 STEM 教育：赋予女孩和女性当今和明天的工作能力》⁴等，呼吁各国政府、研究机构、教育机构、私营部门和非政府组织通力合作，制定和实施有效的策略，共同解决 STEM 教育中的性别平等问题。在《缩小拉丁美洲的 STEM 性别差距：采取行动》中，UNESCO 指出，拉丁美洲的举措缺乏区域协调，需加强政策协调和政策之间的互补性，以提高相关干预措施的有效性。UNESCO 支持各国推出相关政策和立法，支持成员国审查、更新其教育法律框架，消除性别歧视，实现 STEM 教育中的性别平等。

另一方面，UNESCO 的性别平等项目支持鼓励各国创新 STEM 教育政策，开发相关工具，以促进 STEM 教育中的性别平等。UNESCO 通过多种途径促进成员国的教师丰富其 STEM 教育专业知识，提升教育技能。UNESCO 提供 STEM 教育职前和职后培训课程及专业发展机会，帮助教师掌握有效的 STEM 教学方法。例如，UNESCO 国际教育局多年来面向东南亚国 STEM 教育工作者举办专门的课程培训，提高其专业能力，为成员国的 STEM 教育研究提供资金和技术支持，开展针对性研究。此外，UNESCO 国际教育局开展评估，了解各国 STEM 教育的实践和效果，为政策制定者提供相关决策数据和信息。

四、搭建全球合作交流网络，激励青年和女性投身 STEM 事业

UNESCO 通过宣传、活动、倡议和项目，鼓励家庭、社区

和行业等以多种形式开展 STEM 教育，促进各国公众对 STEM 教育的理解；邀请行业专家、科学家和科技企业参与学校的科学教育活动，为学生提供真实的科学实践经验和职业指导；采取多种形式鼓励学校组织科学竞赛、科技创新活动和社区项目；邀请各国专家和学者共同探讨 STEM 教育的现状和发展趋势，分享最佳实践和成功经验。在 UNESCO 的广泛宣传下，一些国家政府认识到基础科学知识、STEM 技能和研发能力的必要性，制定了 STEM、科学和技术、行业创新和商业化等方面的法律和政策。

UNESCO 举办全球性和区域性的 STEM 教育国际会议和论坛，邀请各国代表探讨和分享经验，促进全球 STEM 教育的共同发展。2017 年 8 月，UNESCO 总部和 UNESCO 亚太地区教育局在泰国曼谷联合举办“解开密码：女性 STEM 教育”国家研讨会及政策论坛，关注教育部门如何应对 STEM 中的性别差距，分享和讨论女孩参与 STEM 领域、取得成就、拥有全球性意义的影响因素。2023 年 11 月，UNESCO 组织东南欧和地中海地区 14 个国家的政府官员、科学家、研究人员、教育工作者在威尼斯举行“释放东南欧和地中海 STEM 教育潜力：STEM 联盟会议”，探讨该地区 STEM 教育面临的挑战，强调促进利益相关者之间的合作交流，通过了《东南欧和地中海 STEM 联盟路线图》，为推动该地区 STEM 教育的交流合作制定了有效策略。UNESCO 设立“UNESCO—俄罗斯门捷列夫国际基础科学奖”，奖励成员国或地区作出的杰出贡献，尤其是在科学技术研究、教育、工程和

工业领域作出的贡献；设立“林加科学普及奖”，表彰在向公众普及科学知识方面作出显著贡献的个人或团体。2017年，UNESCO与空中客车公司、全球工程学院理事会合作设立“工程教育多样化奖”⁷，以提升全球工程专业人员的多样性和创造性，2018年，智利、中国香港和美国的项目获得该奖项。智利团队提出了一项农村地区少数民族和青年STEM教育的倡议，智利天主教大学(SaviaLab)的参赛学生在智利各地开展教师培训，并为来自7个地区的3300多名学生提供了踏上STEM职业道路的可能性；中国香港的项目旨在为所有背景和能力的儿童举办机器人设计比赛，鼓励不同的人一起解决STEAM教育与合作问题；美国的获奖项目面向代表性不足学生群体设计了集群机器人编程挑战。此外，UNESCO设立了各种激励青年投身STEM教育事业的奖项。2022年，UNESCO设立首个旨在推动STEM领域青年科学家工作的“阿勒福赞STEM领域杰出青年科学家国际奖”。该奖项由阿勒福赞基金会提供资金支持，一方面颁发给从事STEM领域工作的青年科技工作者，以提高青年特别是女童和妇女对科学的兴趣，促进性别平等、提升科学素养并鼓励更多人投身科学事业；另一方面表彰和奖励科学家在国家、地区和全球层面所取得的有利于推动能力建设、科学事业发展和社会经济发展的成就，进而加强STEM研究、STEM教育及其国际合作。UNESCO与欧莱雅公司设立“欧莱雅—UNESCO 妇女参与科学国际奖”¹⁸，其全球计划自1998年以来支持了来自110个不同国

家的 4100 名女科学家，激励女性积极投身 STEM 领域。

五、小结

UNESCO 通过资金或技术援助，优化推行 STEM 教育理念的途径及政策制定的动力机制。在全球层面，UNESCO 通过全球教育监测报告呈现全球 STEM 的情况；在国家层面，UNESCO 通过教育部门间的对话平台引导 STEM 政策制定。UNESCO 提出 STEM 教育的创新、跨学科整合、实践导向和社会责任等核心价值观，以及学生中心、实际应用、合作与交流、思辨和批判性思维等基本原则；鼓励 STEM 教育培养学生创新思维、创新意识和创造能力，鼓励学生独立思考和寻找解决问题的创新方法；鼓励跨学科整合，帮助学生更好地理解和应用科学概念。UNESCO 通过召开国际和地区教育部部长会议、举行专题性国际会议、开展实验项目、出版区域或地区教育报告和图书、颁发国际教育奖等形式传播 STEM 教育理念，倡导相关国家接受并遵循 STEM 教育国际规范和国际准则。通过知识精英与制度精英来扩散核心 STEM 教育理念、开展项目和活动、增设机构等途径，提升社会影响、政策影响和机构影响。

STEM 教育是以美国为首的西方教育改革和实践探索的产物，它符合世界范围内科技人才培养的现实需求，体现了当代理工科教育发展的趋势。STEM 教育的引入和发展为丰富我国教育形式、推动育人方式变革带来了新的契机。中国可加强与 UNESCO 及其成员国之间的联系，借助 UNESCO 实现教育治理

的软实力构建，加强 STEM 教育治理，创新符合中国国情的新理论、新实践，延伸 STEM 教育链、产业服务链、人才培养链，打造产学研用一体化新态势。

信息来源：世界教育信息

2. 行动：美国联邦 STEM 教育项目研究

摘要：美国通过联邦教育部、国家科学基金会、卫生与公众服务部等联邦机构对 STEM 教育项目进行资助，发挥对 STEM 教育发展的引导作用。文章对 180 项美国联邦资助的 STEM 教育项目的实施部门、投资金额、治理方式等进行研究，发现四方面特征：注重跨学科合作，提升创新型人才素养；着力培养 STEM 教师，关注代表性不足群体；促进科教融合，加强产学合作；以技术赋能 STEM 教育，提升师生数字技能。借鉴美国经验，我国在探索 STEM 教育创新发展路径时，可以加强顶层设计，推动跨机构项目合作；构建 STEM 教育生态系统，提升全民 STEM 素养；加强培育 STEM 专职教师，创立科学教育共同体；促进 STEM 教育与生产实践相结合，提升 STEM 职业教育水平。

一、研究背景

美国政府将 STEM 教育视为国家科技创新发展的战略选择。1986 年，美国国家科学基金会(NSF) 发布《科学、数学和工程本科生教育》报告，将 STEM 教育置于重要位置，该报告被视作美国 STEM 教育的战略开端。此后，美国政府陆续制定

STEM 教育政策与行动规划。2007 年，美国国家科学基金会《国家行动计划：应对美国 STEM 教育体系的重大需求》提出，增强国家层面对 K-12 年级和本科教育阶段的 STEM 教育的主导作用，提高教师水平和增加研究投入。2013 年，《联邦政府 STEM 教育五年战略规划》明确五个重点投资领域，即改进 STEM 教学、提高青少年和公众对 STEM 的参与度、丰富本科生 STEM 经验、提高对过去较少参与 STEM 领域群体的服务、为未来 STEM 人才设计研究生教育。2016 年，美国研究所(American Institutes for Research, AIR) 与联邦教育部联合发布《STEM2026:STEM 教育创新愿景》，进一步明确 STEM 教育的六个发展方向：STEM 实践共同体、学习活动、教育经验、学习空间、学习评价、社会文化环境。2018 年，美国白宫和 STEM 教育委员会(The Committee on STEM Education)联合发布《制定成功路线：美国 STEM 教育战略》(又称“北极星计划”)，明确了美国 STEM 教育的三个目标，即培养全民 STEM 素养，提升 STEM 的多样性、公平性和包容性，为培养未来的 STEM 领域从业人员做好准备；并提出 STEM 教育的四条路径，即发展和巩固战略性 STEM 伙伴关系，促进学生 STEM 领域跨学科学习，促进计算机技能成为美国未来劳动力的关键技能，建立透明和问责的管理机制。

二、研究对象

美国联邦政府是推动 STEM 教育的核心力量，负责制定并优

化 STEM 教育国家政策框架。不断更新的政策框架，不但为美国 STEM 教育注入了新思想和新理念，明确了 STEM 教育中长期发展目标和实现路径，而且有效保障了政府部门资源投入的规模和稳定性。资助是联邦政府教育治理的最主要方式之一，对联邦政府资助的 STEM 教育项目进行研究，能够了解联邦政府在 STEM 人才培养方面的政策倾向。

2021 年 12 月，美国白宫科技政策办公室发布《联邦 STEM 教育战略计划实施进展报告》(Progress Report on the Implementation of the Federal STEM Education Strategic Plan, 以下简称《进展报告》), 内容包括联邦 STEM 教育活动信息、联邦 STEM 教育计划清单，是了解美国联邦 STEM 教育项目的重要信息来源。本文通过《进展报告》中“2021 财年对 STEM 教育进行资助的所有联邦机构的预算信息”部分，获取由这些机构资助的 STEM 教育项目名称，再根据相关项目名称，通过网络调研其相关信息，检索到 180 个项目介绍，分析美国联邦资助的 STEM 教育项目的内容特征。

三、项目治理

(一) 高额经费投入

美国联邦政府对 STEM 教育项目给予直接财政支持，白宫科技政策办公室从 2015 年起制定 STEM 教育年度预算，协调联邦政府相关机构的 STEM 教育活动和计划。联邦政府参与部门包括国家科学基金会、卫生与公众服务部、教育部、能源部、宇航局、

国防部、农业部、交通部等，各部门依据自身职能及使命资助 STEM 教育项目。

近年来，STEM 项目政府投入逐年增加，2020 年实际投资 35.03 亿美元，2021 年预估投资 39.05 亿美元，2022 年总统预算 42.28 亿美元。2022 年，美国联邦对 STEM 教育投入资金最大的三个部门为国家科学基金会、卫生与公众服务部、教育部，其预算分别约为 14.19 亿美元、8.61 亿美元、6.41 亿美元

(二)总协调下多元主体参与

在参与主体上，美国 STEM 教育项目呈现多元主体联动、专责机构整体协调、政府职能部门参与、多种方式合作的特征。

其一，多元主体联动。除了国家科学基金会、教育部等联邦政府部门，各州政府、美国州长协会、美国科学教育协会、美国教师联盟等非营利性组织组成的联盟，学校、博物馆、社区机构、STEM 教育组织、企业组织等组成的联盟，共同参与 STEM 教育项目。其中，代表性组织机构及其主要工作。

其二，专责机构整体协调。美国成立了由国防部、教育部、国家科学基金会等部门组成的 STEM 教育委员会，负责管理整个联邦部门的 STEM 教育计划、投资和活动；制定并监督实施五年一次的 STEM 教育战略计划。STEM 教育委员会还成立了 STEM 教育联邦协调组织，致力于促进联邦各部门的密切合作。

其三，联邦政府部门专设职能部门参与。国家科学基金会内设专门部门推进 STEM 教育工作，2022 年国家科学基金会在原

有二级机构教育和人力资源部、人力资源开发局基础上改组 成立 STEM 教育专职部门。能源部、农业部、国防部等设立专门部门或设立专门计划推动 STEM 教育项目。

其四，多种方式合作。美国 STEM 教育项目广泛利用合作伙伴资源，合作方式包括联盟、伙伴关系、网络等。⁵ 此外，美国 STEM 教育项目还成立跨部门协调的跨机构工作组，在战略规划实施过程中推进工作。

机构类别 机构名称 主要工作 总协调机构 STEM 教育委员会 制定 STEM 教育战略计划，审查联邦各机构的 STEM 教育计划、投资和活动，开展有效性评估等。

政府机构 白宫科技政策办公室制定联邦政府 STEM 教育年度预算。国家科学基金会发挥领导作用，通过研究与教育融合，开展 STEM 领域的教与学、继续教育、培训、非正式教育。国立卫生研究院实施 STEM 教育项目，培育生物医学、临床研究等领域相关职业人员。

教育改善 STEM 教学，专设 STEM 教育专题网站，汇集 STEM 教育资源和项目，发布 STEM 教育信息。国家宇航局开发工程设计思维的 STEM 教育课程。非营利性组织美国科学促进会发起开拓性项目，包括提高少数群体对科学的参与，分析、评估并跟踪联邦研发投入，致力于推动学术交流、科学教育等工作。诺斯罗普·格鲁曼公司基金会通过捐赠为国家级 STEM 教育计划提供资金；支持各项 STEM 教育的国家课程，为教师提供培

训和课堂工具。

美国科学教育协会通过提供学习内容、新数字产品、个性化服务、动态资源等，将科学和 STEM 教育的各相关方聚集在一起，促进 K-16 阶段的科学教育与学习。

STEM 教育专门组织 课后联盟 提供课后服务公共产品和服务，监督政府社会责任，参与公共政策制定和执行，发布《STEM 学习》《最佳实践》等专题报告。芝加哥男童女童俱乐部通过系列项目促进儿童 STEM 素养提升。企业 STEAM 教育(STEAMedu)

关注创新、创业、社会外展和妇女赋权的融合，让学生通过 21 世纪技术(如机器人、人工智能、虚拟现实、区块链、网络安全等)的实验学习，增强 STEM 技能。

四、项目特征

(一)注重跨学科合作，培养创新型人才

美国 STEM 教育项目重视跨学科团队合作与人才培养，注重提升创新型人才 STEM 素养。美国能源部大学风能竞赛邀请跨学科本科生团队参赛，为复杂风能项目提供独特的解决方案，应对风能行业的真实问题；效率与可再生能源办公室的“跳入 STEM”项目(JUMP into STEM)以竞赛形式吸引数据科学、数学、物理 等专业学生进入建筑科学专业。美国面向国家重大战略需求，以问题为导向，有意识地设置 STEM 教育项目，培养综合性创新人才。

美国 STEM 教育项目向处于职业生涯早期的研究人员倾斜，

以鼓励更多有潜力的人留在科技领域。卫生与公众服务部国立卫生研究院的露丝·L.基尔希斯坦(Ruth L.Kirschstein)国家研究服务奖及短期机构研究培训补助金为攻读博士学位学生提供研究培训机会，推动他们从事生物医学、临床研究等职业。0 国家科学基金会教育和人力资源局的研究生研究奖学金计划、“改善本科生 STEM 教育”项目等通过教育研究或经费补助等方式培育科学与工程人才。

(二)着力培养 STEM 教师，关注代表性不足群体

美国 STEM 教育项目重视 STEM 师资力量培育。教育部高等教育办公室的教师贷款减免项目面向低收入教师群体开展教师贷款减免和公共服务贷款减免。国家科学基金会教育和人力资源局的罗伯特·诺伊斯奖学金项目支持 STEM 专业本科生担任 K-12 STEM 教师，开展针对高需求学区 K-12 STEM 教师保留率的研究。国家科学基金会教育和人力资源局的“发现研究 K-12 计划”旨在通过 STEM 教育创新，改善 K-12 阶段的 STEM 教与学。

美国尤其关注少数族裔、妇女、残障人士等代表性不足群体的 STEM 教育，180 个项目中有 43 个强调关注特殊群体，占比达 23.89%。联邦教育部高等教育办公室的少数族裔科学与工程改进计划、联邦教育部教育科学研究所的特殊教育研究项目、国家航空和航天局 STEM 参与办公室的少数族裔大学研究和教育项目、农业部国家粮食和农业研究所的 STEM 领域妇女和少数族裔项目、国家科学基金会教育和人力资源局的“全纳”项目

(INCLUDES)等均关注女性和少数族裔的 STEM 参与度。

(三)促进科教融合，加强产学合作

联邦 STEM 教育项目强调基于工作的学习，利用暑期夏令营、实习计划、研究培训计划等，将学生与用人单位、研究人员联系起来。国防部海军研究办公室的科学和工程学徒计划将高中生安排在海军部实验室参加相关研究。同时，联邦 STEM 教育项目重视产学合作。交通部航空管理局“航天运输卓越中心”是政府、学术界和工业界的合作机构，支持航空技术的研究、教育和培训。

(四)以技术赋能 STEM 教育，提升师生数字技能

信息技术的应用丰富了 STEM 教育的实施方式与途径。美国重视 STEM 数据驱动、智能计算、科学预测，针对研究人员及高等教育阶段学生开展数据科学、算法、先进网络设施应用等培训，也加强培育 K-12 师生的计算能力。美国国家科学基金会计算机信息科学与工程理事会的网络培训计划鼓励研究界采用先进的工具、方法和资源，将计算和数据驱动方法等纳入本科生和研究生教育课程。国家科学基金会计算机信息科学与工程理事会、教育和人力资源部等合作开展的“驾驭数据革命：组建数据科学团体”项目，旨在实现数据驱动发现的新模式，加速发现与创新，向科学家和学生传授新技能，提高社区劳动力数据科学技能。13 国家科学基金会教育和人力资源局的面向所有人的计算机科学项目帮助 K-12 教师将计算机科学和计算思维融入课堂。

五、启示

党的二十大报告将科技、教育、人才统筹部署，科技教育人才一体化建设将成为各界推进的重大课题。STEM 教育强调科学教育、批判性思维、创新能力，是从大教育观角度培育科创人才的方式。研究美国联邦资助的 STEM 教育项目，可为我国提供以下启示。

第一，加强顶层设计，建立跨机构项目合作。国家层面，可加强相关政策制定与顶层规划，将 STEM 教育纳入国家科技、教育、人才三位一体战略布局。同时，成立跨机构协调工作组，教育、科技等领域相关机构发挥各自优势，共同推动科学教育深度融入各级各类教育。建立健全跨机构合作项目工作机制，并加大对跨机构项目的支持力度。

第二，构建 STEM 教育生态系统，提升全民 STEM 素养。利用科技馆、图书馆等公益性社会教育资源，构建学校、社会、企业、家长互动的 STEM 教育社会关系网络，营造社会协同的教育氛围。鼓励政府各职能机构及高等院校、科研院所发挥其专业人员聚集优势、联动参与 STEM 实际情境教育，做好学龄前及中小学生的 STEM 教育启迪工作。做好支持弱势群体及退役军人、农民、妇女等群体的 STEM 教育工作，实现 STEM 优质教育资源普惠共享。

第三，加强培育 STEM 专职教师，创建科学教育共同体。除了营造环境激发教师群体的自发学习动力，还要加大 STEM 教育师资培训投入，打破一线教学与教育研究的鸿沟，从学识、思维、

视角、技能四方面入手培养更多 STEM 教师。吸收科学家、领军人才、工程师、大国工匠、高技能人才等参与 STEM 教育，创建科学教育共同体。

第四，促进 STEM 教育与生产实践相结合，提升 STEM 职业教育水平。借力产教融合、科教融汇、职普融通相关政策措施，探索 STEM 领域高校与企业联合人才培育机制、深入挖掘研究院所及职能机构 STEM 拔尖人才教育模式，发展 STEM 职业教育，有效解决工程技术人才、科创人才培养与生产实践脱节的问题。

信息来源：世界教育信息

3. 非正式学习环境中的 STEM 教育：美国博物馆学习服务案例研究

摘要：非正式学习环境为 STEM 教育提供了独特的机会和资源。作为非正式学习环境的典型代表，美国博物馆以知识共享为使命，通过策划丰富多样的教育活动，为各年龄段学生提供有针对性的 STEM 教育资源。研究聚焦于美国国家自然历史博物馆、旧金山探索博物馆和西雅图飞行博物馆在 STEM 教育领域的实践探索，归纳总结了美国博物馆在提供 STEM 学习资源，与学校 STEM 教育有效衔接，支持 STEM 教师专业发展，吸引家庭参与 STEM 教育，促进 STEM 教育公平等方面的经验，这些经验为我国发展非正式学习环境中的 STEM 教育，丰富 STEM 教育资源提供了良好的借鉴。

在现代社会，学习的方式已不再局限于传统的课堂教学，非正式学习环境逐渐崭露头角，成为人们获取知识和技能的重要渠道。非正式学习是学习者在非正式场所和情境中获取知识和经验的过程。这些场所可以是图书馆、博物馆、科技馆等具备教育功能的实体场馆，也可以是社交媒体平台、在线论坛等虚拟的学习空间。非正式学习环境以其开放、自主、互动和实践等特点，激发学习者的学习兴趣和积极参与，对于培养其终身学习能力至关重要。值得注意的是，科学、技术、工程和数学(STEM)教育同样可以通过有计划的项目在非正式学习环境中得到有效实施。学生可以在博物馆、天文馆、科学中心、动物园、植物园和植物标本馆、营地、国家公园、水族馆和工业场所等多样化的环境中学习 STEM 领域的相关主题，通过参与展览互动、观看电影和与策展人交谈，深入且广泛地了解具体内容。这样的非正式学习环境不仅有利于激发学生学习 STEM 的兴趣，还能提高他们的实践参与度，形成独特且难忘的学习经历。

近年来，非正式学习环境的范围日益扩展，覆盖了街道、医院、购物中心、各类市场等多元化的场所，这一趋势使得非正式学习环境成为学习科学领域重要的研究主题之一。米勒(Miller)等学者通过对博物馆和以创客为中心的学习空间等的深入研究，指出这些环境为人们提供了接触高科技工具和材料的宝贵机会。参与非正式学习环境的科学活动，不仅有助于培养儿童的科学推理能力，还能显著增强他们对科学学习的投入和热情。特别是在

博物馆、动物园、水族馆和植物园等场所进行的非正式 STEM 学习，其效果尤为显著。

随着教育技术的不断进步，对于非正式学习环境的研究日益受到国内学界重视。数字化技术的快速发展，尤其是虚拟现实和增强现实技术的创新应用，为非正式学习环境的构建提供强大的技术支持，为学习者提供前所未有的学习机会。在此背景下，李志河等提出一种创新的非正式学习环境模型，该模型巧妙地将真实场景和虚拟环境相结合，通过先进的技术手段，打造出一个既具现实感又充满想象力的学习空间。这种虚实结合的学习环境创造出更加丰富和多样化的学习方式，给学习者提供更好的学习体验。王艳丽等引入“数字布鲁姆”理论，为网络非正式学习环境的构建提供借鉴。胡继强则聚焦 Web2.0 时代的非正式学习环境，提出了一种基于网络和社交媒体的非正式学习模式。然而，非正式学习环境的构建不仅面临技术和设计的挑战，还需要深入研究学习者的需求和行为。黄建军等认为，非正式学习环境的构建应该结合学习者的特点和需求，为他们提供个性化、多元化的学习方式和资源。

综上所述，非正式学习环境在现代教育中占据举足轻重的地位，对学习者的学习体验和学习效果会产生深远影响。然而，在我国，非正式学习环境在支持 STEM 教育方面仍面临诸多挑战，如何开发和丰富其中的 STEM 学习资源，以及如何真正利用好非正式学习环境在 STEM 教育中的支持作用等问题都亟待解决。

因此，本文旨在对美国博物馆学习服务案例进行深入研究，以期得出相关启示，推动非正式学习环境更好地支持 STEM 教育改善与发展。

一、非正式学习环境在美国 STEM 教育中发挥重要作用

美国国家科学教学协会(NSTA)认为，非正式环境在促进全学段学生的科学学习方面发挥着重要作用。该协会倡导为所有学生提供非正式学习机会，并建议进一步扩大这些机会，特别是对于那些来自 STEM 领域代表性不足的社区的学生，应当给与他们更多的关注。美国国家研究委员会(National Research Council,NRC)的报告强调了非正式学习环境对于学习科学的重要作用。该报告不仅提供了明确的证据证明非正式学习环境中的学习经验可以有效促进科学学习，还进一步指出这种环境能够加强和丰富学校的科学教育。非正式学习环境主要涵盖三个方面：首先，日常体验和在设计环境中的体验，如博物馆、动物园等科学和文化机构；其次，参与结构化的校外实践项目，如课后青少年项目、俱乐部等；最后，通过媒体获得的体验，如游戏、电视、广播和互联网等。这些多样化的机会有助于学生理解科学与生活的紧密联系。鉴于非正式 STEM 教育在培养学生创新能力、批判性思维、解决问题能力以及未来职业竞争力方面的重要性作用，美国政府、教育机构和社会各界都在积极推动其发展。

一是美国政府部门积极支持非正式 STEM 教育项目的发展。

政府通过拨款和项目资助，为 非正式 STEM 教育提供了强有力的支持。美国 国家科学基金会(NSF) 在此领域发挥了关键作用，其 STEM 教育理事会(Directorate for STEM Education)下设正式与非正式环境学习研究部门 (Division of Research on Learning in Formal and Informal Settings),旨在推动正式和非正式学习 环境中对所有 STEM 学科的学习和教学的创新研究、开发和评估。为了支持在非正式教育环境中为公众提供 STEM 学习机会和经验的设 计、开发和影响的研究，NSF 资助了多个重要项目，如促进非正式 STEM 学习项目。该项目不仅致力于设计和开发非正式环境中的公众 STEM 学习机会，还通过多种途径促进 STEM 学习经验的获取和参与；推进非正式环境中 STEM 学习的创新研究和评估；使所有年龄段的公众都能够在非正式环境中学习 STEM 。

二是美国的中小学和非政府组织致力于开发适合非正式 STEM 教育的教材和教学资源，包括在线课程、互动游戏、实验器材等。这些资源旨在激发学生对 STEM 领域的兴趣，并提供实践机会以加深他们的理解。美国有专门的非正式 STEM 教育资源平台，为教师、学生和其他对 STEM 领域感兴趣的人提供了丰富的学习资源和机会，如国家非正式 STEM 教育网络 (National Informal STEM Education Network, NISE Network)。这是一个由非正式教育工作者 和科学家组成的社区，致力于支持美国各地学 习 STEM。NISE 网络的使命是建设非正式科学教育机构和研

究组织的能力，共同努力提高公众对当前 STEM 的认识、理解和参与。目前，NISE 网络开发了广泛的教育产品，旨在应用于各种环境，受众范围广泛，专注于美国博物馆、科学中心和学院、大学外展项目的非正式 STEM 教育。

三是一些非营利机构，如科学技术中心协会(ASTC)，在非正式 STEM 教育的研究与实践 方面发挥着重要作用。ASTC 致力于推动科学中心和相关机构的创新与发展。通过提供资源、分享最佳实践、促进专业发展和倡导相关政策等方式，支持 STEM 教育质量和影响力的 提高。[13 受到 NSF 和 ASTC 联合资助的美国非正式科学教育促进中心 (Center for Advancement of Informal Science Education,CAISE),为教育工作者、研究人员、评估人员和其他利益相关者提供了丰富的资源，包括项目描述、研究文献、 评估报告等，以推进非正式 STEM 教育的发展， 这些资源都可在 InformalScience.org 网站上找到。此外，CAISE 还积极组织调查小组、工作坊和专家讨论，推动非正式 STEM 教育的深入讨论，确定相关需求和机会。

四是部分美国大学设有非正式 STEM 学习研究机构和相关项目，这些机构和项目旨在为学生提供更多的 STEM 学习机会，促进跨学 科合作并推动 STEM 领域的研究和创新。以美 国亚利桑那州立大学的非正式 STEM 学习创新中心为例，该中心专注于研究人们一生中学习 STEM 的方式。为实现这一目标，该中心与全国各地的博物馆、图书馆和其他非正式学习组织建立合作关

系，力求为所有人创造 STEM 学习机会。

二、美国博物馆

提供 STEM 学习服务的实践

目前，发达国家的博物馆学习服务在组织上较为成熟。以美国为例，其各类博物馆致力于提供丰富的、有针对性的 STEM 教育活动，以满足各年龄段学生的需求。此外，许多博物馆不仅提供实地教育，还推出了在线学习课程和教育项目，进一步丰富了教育形式和内容。美国博物馆联盟 (American Alliance of Museums, AAM) 作为博物馆领域的权威组织，由约 3.5 万个博物馆(包括艺术馆、历史博物馆、科学中心、动物园等类型)和专业人员组成，旨在通过以人为本的协作体验、教育，以及与历史、文化、自然世界和彼此的联系来改善所处的地方和世界。AAM 积极倡导发挥博物馆的价值和改变世界的力量，认为博物馆是教育和体验式学习的重要合作伙伴。根据 AAM 网站的统计数据，美国博物馆每年在教育活动上的投入超过 20 亿美元，其中 3/4 的教育预算用于 K-12 阶段学生。

博物馆不仅是文化和历史的守护者，还是教育的重要阵地。它们协助开设州和地方课程，涵盖数学、科学、艺术、识字、语言艺术、历史、公民和政府、经济学与金融知识、地理与社会研究等多个领域。97% 的美国人认为博物馆是他们社区不可或缺的教育资产。以美国国家自然历史博物馆、旧金山探索博物馆 (Exploratorium) 和西雅图飞行博物馆为例，这些机构通过提供丰

富的 STEM 教育服务，积极支持美国 STEM 教育发展。

(一)提供丰富的 STEM 学习资源

美国博物馆提供内容丰富、形式多样的 STEM 教育资源，以支持 STEM 学习。博物馆通过设计互动展览和体验活动，以直观而有趣的方式向学生传达 STEM 概念。这些展览通常涵盖自然科学、地球科学、物理学等各个领域，允许学生亲自动手进行实验、观察和探索，此外，一些博物馆设有专门的物理实验室或工程领域挑战区，学生可以在这里进行力学实验、搭建结构或解决现实工程问题。为了扩大 STEM 教育的可及性，博物馆还利用技术手段提供虚拟和在线学习资源，创建了在线教育平台、虚拟实验室和模拟实验等，使学生能够随时随地学习和探索 STEM 领域。

国家自然历史博物馆的学校项目提供 K-12 阶段的面对面课程，教学资源丰富，涵盖人类学、地球科学、工程与技术、生命科学、古生物学、自然科学等多个学科领域。在工程与技术方面，博物馆提供了包括文章、课程、活动和工作表等丰富的教学资源。例如，博物馆教育工作者撰写了针对六至八年级的科学素养类文章——《数字化自然——从田野书籍到化石》《从 DNA 到基因组学》等。又如，蝴蝶馆主管埃里克·温泽尔(Eric Wenzel)和显微镜教育家胡安·巴勃罗·乌尔塔多·帕迪拉(Juan Pablo Hurtado Padilla)通过网络直播等形式展示了蝴蝶色彩缤纷的翅膀以及蝴蝶的适应性和仿生学特性，就蝴蝶翅膀独特的颜色呈现

方式探讨了其在工程方面的应用。

西雅图飞行博物馆为 K-12 教育工作者和学生提供独特的 STEM 学习资源，主要包括个人学习资源，如航空航天营体验、阿米莉亚航空俱乐部、迈克尔·安德森计划、航空探索、私立飞行员地面学校、华盛顿航空航天学者项目等；学校和团体学习资源，如航空学习中心、挑战者学习中心、博物馆探索项目等。这些项目以航空、太空和机器人技术为主题，提供身临其境、用户驱动的体验——将工程挑战与动手科学调查相结合，以实现学习方法的创新，培养学生的理解力、兴趣和好奇心，同时为教师提供职前培训的机会。其中，华盛顿航空航天学者项目是专门为对探索太空感兴趣的高三学生设计的在线远程学习和暑期体验课程，该项目聚焦于美国宇航局的太空探索计划和地球与空间科学主题。成功完成在线课程的学生将有机会参加为期数天的暑期体验，并可能获得与 STEM 专业人士、美国航空航天局(NASA) 科学家、STEM 教育工作者合作研究和实践的机会。

(二)与学校 STEM 教育有效衔接

美国的博物馆与学校紧密合作，能够根据学校的 STEM 教育需求，结合自身优势，开发课程和项目。为了激发青少年学习自然历史科学和技术技能的兴趣，国家自然历史博物馆提供优质的课后教育服务资源和交互式科学学习实验室，包括“青少年地球乐天派”系列网络研讨会、自然历史调查、青少年实习等活动。其中，“青少年地球乐天派”网络研讨会以地球科学、工程与技

术、人类学与社会研究为主题，针对六至十二年级的学生，深入探讨手机的可持续性问题，如手机内部材料的来源及其对环境的影响。通过探讨，学生能够更加深入地了解手机的制造过程，以及手机在通信、文化和资源使用方面如何将世界各国人民联系起来，进而认识到改变手机使用方式对全球可持续发展的重要性。22日金山探索博物馆积极与教育机构合作，共同提升对学习理解，改变人们的学习方式，使科学教育机会更加易于获得，促进教育公平。

此外，旧金山探索博物馆还设立了学校非正式学习中心(Center for Informal Learning in Schools,CILS),致力于倡导以公平为核心的基于探究的STEM课后活动。CILS是一个多机构合作研究小组，特别关注来自低收入家庭、历史上被边缘化的社区青年的探究式学习体验。迄今，CILS已完成多项重要项目，如发动教育工作者和研究人员共同开发的“研究+实践合作实验室”(Research+Practice Collaboratory)项目，以促进STEM教学和学习的公平性；研究课后环境中的STEM教育和公平的合作伙伴关系的“加州修补课后网络”(California Tinkering Afterschool Network);联合多机构为非正式科学教育进行综合教育研究的“把研究和实践联系起来”(Relating Research to Practice)项目。目前，CILS正在积极推进修补工作室(Tinkering Studio)项目的发展，旨在为学生打造能够通过亲自动手制作作品来深入探索科学现象的环境。

(三)支持 STEM 教师的专业发展

STEM 教师是指从事科学、技术、工程、数学和相关学科的教育工作者，以及进行跨学科整合教学的专业人员。为了教师能全方位地投入 STEM 教育活动中，美国博物馆支持 STEM 教师专业发展，为其提供丰富的非正式教育资源和发展机会，如开设工作坊、研讨会、项目等。为了传播非正式 STEM 教育的相关知识、为教师提供专业发展经验，国家自然历史博物馆为华盛顿特区、马里兰州和弗吉尼亚州初中和高中教师开展研讨会，如海洋生物多样性研讨会等。中学教师与国家自然历史博物馆及史密森尼环境研究中心的科学家和教育工作者一起进行为期数天的研讨，探索不同的技术，了解科学教育方法，学习和交流如何将知识应用到课堂教学之中。旧金山探索博物馆的教师专业发展资源丰富，如为中学科学教师开设的暑期学院、为数学和科学教师提供动手实践机会和探究体验的教师协会、面向 K-5 教育工作者和领导者的探究研究所、K-12 科学领袖网络研讨会等，旨在全方位地促进教师的专业成长和非正式 STEM 教育的普及。

(四)吸引家庭参与 STEM 教育

美国博物馆通过设计互动性和趣味性强的展览和项目，吸引家庭参与。这些展览和项目往往结合了视觉、听觉和触觉等多种感官体验，促进家庭成员积极参与其中。一些博物馆设有专门的儿童区域，提供与 STEM 知识相结合的互动展览和实验，让孩子能够在玩耍中学习 STEM 知识。同时，博物馆还会举办家庭日、

亲子活动等，鼓励家庭成员一起参与 STEM 相关的游戏和挑战。美国博物馆注重提供家庭学习资源，包括在线教育资源、教育视频和家庭科学套件等。这些资源帮助家庭成员在家中继续探索和学习 STEM 领域。家庭成员可以一起观看视频，参与在线互动游戏和模拟实验，或者使用科学套件进行简单的实验和项目。这些资源不仅提供了学习的机会，还促进了家庭成员之间的互动与合作。

为使家庭以互动、有趣和富有创造性的方式共同学习自然、科学和文化，国家自然历史博物馆特别推出“NMNH 游戏日”家庭项目，该项目为家庭提供免费信息和帮助，协助他们与博物馆教育工作者一起进行特别设计的家庭游戏。在游戏中，家庭成员一起实践科学技能，通过探索各种主题的实践协作进行观察、交流并提出问题。这些活动不仅专门为年幼学习者及其家庭而设计，而且覆盖所有年龄段学习者。以“NMNH 游戏日”的展览“熄灯”(Lights Out)为例，学生和家庭成员在专业人员的引导下，一起探索地球上的生命如何受到光污染的影响，了解减少光污染的方法。

(五) “推优扶弱”，促进 STEM 教育公平

为了吸引优秀学习者和支持弱势群体学生参与 STEM 学习，美国的一些博物馆设立了奖学金作为激励措施。这些奖学金旨在减轻学生的经济负担，支持他们在 STEM 领域取得卓越成就。为了申请奖学金，优秀学习者需要展示在 STEM 领域的出色表现，

如科学竞赛获奖、创新项目、优秀学术成绩等。通过为这些优秀学生提供资金支持，激发他们的进一步

探索和学习，培养未来的科学家、工程师和技术领导者。除了优秀学习者，博物馆还特别关注弱势群体学生，努力消除他们在 STEM 学习中的障碍。为此，博物馆设立基于经济需求、种族、性别或其他社会因素的奖学金，支持那些具有潜力和热情，但由于经济困难或其他不利条件而无法充分参与 STEM 学习的学生。

西雅图飞行博物馆通过捐赠者的投资，每年为博物馆教育项目的高中生参与者、博物馆教育项目的校友和雷斯贝克航空高中的学生提供奖学金。这些奖学金旨在资助那些计划就读与航空航天领域相关学院、大学或职业学校的学生，特别是那些有志于成为专业飞行员（如商业、货运、企业、作物、救援等）或从事要求具备私人飞行员执照职业的学生。此外，西雅图飞行博物馆的阿米莉亚航空俱乐部专为女中学生量身定制，旨在激励其成为 STEM 专业人才。俱乐部举办个人成长体验活动，为会员提供批判性思考、冒险、创新、解决问题的机会，并向航空业女性的历史致敬。阿米莉亚航空俱乐部让学生接触高要求的职业，培养她们的信心和韧性，让她们认识到 STEM 领域未来是一个可行且值得追求的选择。

三、启示

非正式学习环境在推动 STEM 教育方面具备巨大潜力，能为 STEM 教育提供充实、个性化的空间、资源、科技和情境支持，

有助于突破学科界限，以真实问题为导向，创设真实问题情境，并促使学生将反思贯穿于问题解决全过程。因此，充分利用非正式学习环境开展学习活动，有助于提升 STEM 教育的成效。美国博物馆在支持非正式学习环境推进 STEM 教育方面的经验可为我国提供参考。

(一) 给予政策与资金支持，扩大非正式学习环境的 STEM 学习机会

博物馆被视为非营利机构，其核心使命是为公众提供多元化的服务，涵盖教育、研究、美学和娱乐等领域。美国博物馆的资金来源广泛，包括政府、私人及基金会资助，同时也通过门票销售、捐赠和会员费等途径筹集资金，以维持其运作和发展。尽管部分博物馆可通过商业活动或特展获得额外收入，但这些收入仍主要用于推动博物馆的使命和运营，而非实现盈利。我国博物馆的资金来源多样，政府财政支持占据主导地位。为了扩大 STEM 学习机会，政府应制定相应政策，强调非正式学习环境在 STEM 教育中的地位和作用，设立专项资金，支持非正式学习环境下的 STEM 教育项目，如社区科学活动、博物馆展览和科技竞赛等。例如，美国旧金山探索博物馆将加州公立学校教师列为免费参展人群，以提高教师参与度；西雅图飞行博物馆则通过设立奖学金吸引学生参与。因此，博物馆在打造有趣且丰富的线上线下一体化 STEM 课程活动的同时，还需加大资源投入，增加学习机会，让更多的学生、教师和家长了解并学习相关科学知识，提升全民

科学素养，营造良好的社会学习氛围，进而推动学习型社会的构建。

(二)促进资源整合与共享,在非正式学习 环境和学校之间建立密切联系

非正式学习环境不仅充实了课程内容、强化了关键概念，还通过联结现实世界、为科学数据的获取，以及仪器和实验室的接触提供了宝贵资源。为了提升义务教育阶段 STEM 教育的质量和数量，可积极构建并维持地区、学校与非正式环境之间的紧密联系，并深入研究和评估这些联系的实际效果。学校应与非正式学习环境，如博物馆、场馆等携手合作，发挥各自优势，开展主题明确的教育活动。这要求双方积极交流、有效衔接，共同制定学习主题、学习目标和学习任务等。

此外，非正式学习环境可为 STEM 教师提供富有科学内涵且具有社会支持性的专业社区，同时提供直观示范，使 STEM 课堂活动对学生更具吸引力和互动性。因此，可进一步发挥非正式 STEM 教育环境在教师职前和职内的专业支持作用，如向在职教师推荐教育活动项目、教学材料、教学实验，激发教师教学灵感等。同时，鼓励不同行业的教育工作者开展跨学科合作，共同研发适用于非正式学习环境的 STEM 教育项目和课程。

(三)提升从业者素质，充分发挥场馆内科学工作者在 STEM 教育中的作用

非正式教育环境中的科学工作者也承担着一定的教育职能。

加强对非正式学习环境中 STEM 教育相关工作者的培训,提高他们的专业素养和教育教学能力,能够更好地发挥非正式学习环境支持 STEM 教育的功能。场馆内的科学教育工作者不仅能够向广泛、多样化的学生传授科学知识,还能够培养学生的科学态度和科学精神,吸引学生参与到科学探究的过程中去。从支持 STEM 教育的角度出发,对非正式学习环境中的科学工作者给予认可和肯定,能够促使他们不断增强专业学习,丰富专业发展方向,提高场馆的学习服务质量。NSTA 也曾建议,为非正式学习环境中的科学工作者提供更多的认可和支持,以便他们通过扩大自己的专业学习机会来不断改善专业实践,包括(但不限于)与学校和教师合作,以促进学生参与和追求科学。对场馆内科学工作者进行教育学基本知识、教育心理学知识等方面的培训,使他们能根据学生身心发展规律进行科学内容的传授,可更充分地发挥其在 STEM 教育中的作用。

(四)创新教育模式与方法,重视学生非正式 STEM 学习的反馈

创新教育模式与方法,并重视对学生非正式 STEM 学习反馈的有效利用,是提升 STEM 教育质量的关键。在非正式学习环境中通过实际的项目,让学生在解决真实世界问题的过程中学习和应用 STEM 知识,强调学生的主动性和合作性,有助于培养他们的创新思维和解决问题的能力。鼓励学生通过观察、实验、推理和交流等探究活动,自主发现和理解 STEM 概念和原理,培

养学生的科学探究能力和批判性思维。通过融入游戏的设计元素和机制，可有效激发学生的学习兴趣 and 动力，有助于他们在轻松愉快的氛围中学习 STEM 知识，进而提高其参与度和学习效果。为了更有效地利用学生非正式 STEM 学习的反馈，需要建立一个安全、积极的反馈机制，鼓励学生自由地表达自己的观点、疑问和困难。为了及时响应学生的反馈，教师需要及时给予回应，解答他们的疑惑和问题，并根据学生的需求灵活调整教学策略。有效利用学生反馈，可资助教师不断优化非正式学习环境中的 STEM 教学，深入了解学生的学习需求、兴趣点和困难所在，从而针对性地调整教学内容和方法，提高教学的针对性和有效性。为了获取学生在非正式学习环境中全方位的 STEM 学习数据，需要深入研究并开发有效的学生评价测量技术，并提供个性化的分析方案。为了最大程度地发挥学生反馈的作用，反馈机制应具备嵌入式、智能化和及时反馈的特点。通过分析学生的学习数据，教师可以设计出更具吸引力的活动，从而提高学生参与度，进一步提升 STEM 教学成效，充分发挥非正式学习环境的独特优势。

信息来源：世界教育信息

4. 以色列 STEM 教育体系与特征探微

摘要：以色列的社会和经济发展与科技创新紧密相关，而其 STEM 教育体系是科技创新的支撑。以色列构建起由多元主体参与的 STEM 教育体系，包括政府部门统筹协调 STEM 教育发

展、国防部在以色列 STEM 教育体系中扮演关键角色、中小学开设丰富多彩的 STEM 课程、高等教育机构为国家培养大批工程师和科学技术人才、企业和社会组织积极投身 STEM 教育，并以多样化的项目为载体助推 STEM 教育发展。以色列国家安全和经济产业发展需要决定其高度重视 STEM 教育，特殊国情为其 STEM 教育发展带来阻碍和助推两方面作用。为 STEM 教育营造有利的政策环境，多元主体协同参与对以色列 STEM 教育发展具有重要推动作用。

以色列国土面积小，自然资源缺乏，但其创新驱动战略使国家竞争力陡然提升，成为全球最具创新活力的国家之一，并享有“创新国度”的美誉。在世界知识产权组织(WIPO)近年发布的《全球创新指数报告》中，以色列位居世界前列，2019年进入前十名。在2020年“全球创新指数”排名中，以色列“创新关联”位居全球第一，其中的“高校与产业合作”“产业集群发展情况”等指标均处于世界领先水平。”与其他国家相比，以色列尤其注重营造创新创业环境和创新创业人才培养，重视 STEM 教育的发展。

以色列社会以知识经济为支撑，在研发上给予高投入，同时在智力和学术上有较高产出。2000年，以色列被称为“第二硅谷”，研发和创新能力与美国波士顿、芬兰赫尔辛基、英国伦敦、瑞典西斯塔不相上下。2010年，以色列国内研发投入占国内生产总值(GDP)比率高达4.4%，2005—2010年以每年4.1%的比率

逐年增长，在经合组织(OECD)国家中居于前列。以色列知识密集型企业的发展实力和潜力得到全球认可，2008年52%的国内研发投入来自私人部门(Private Sector)。以色列特殊领域的专利拥有量居世界前列，在《2011—2012全球竞争力报告》专利生产率^①(Patent Productivity)排名中位居第四。2012年，240余家国际知名企业在以色列建立专门的研发中心，吸引了大量的科学家和工程师。

科研出版物、位于全球排名前列的高校以及诸多科研和专利方面的国际奖项，使得以色列的科研机构在全球范围内独占鳌头。尤其是在计算机科学、数学、化学学科和领域，以色列大学居于领先地位。以色列的八所大学占高等教育预算总额的78.2%，注册的专利数量超过企业、军事晶片厂和私人实验室的总和。以色列特别注重产学研合作，所有的研究型大学都设有专门的技术转让部门。

由美国学者丹·塞诺(Dan Senor)和以色列学者索尔·辛格(Saul Singer)合著的《创业的国度：以色列经济奇迹的启示》被翻译成20余种语言版本。该书对以色列经济崛起的原因做了深度分析。该书认为，创新是一个国家在全球知识经济环境中取得发展的关键要素，而创新的根基在于教育，尤其对于STEM领域的教育。2006年，以色列的一项民意调查显示，78%将科学和技术列为国家的首要资源，90%认为科学技术发展是国家安全的必备要素，94%的民众认为科学技术是国家经济、民生发展和生

活质量的重要保障，71%表示对以色列的高等教育体系和学术领域充满信心。工程师、医生和科学家被以色列父母首选为希望孩子能够在未来从事的三大职业。

一、发展脉络与趋势

以色列对科学教育的重视在 1948 年建国之前已现端倪。1924—1925 年，以色列以德国高等教育为蓝本创建以色列理工学院和耶路撒冷希伯来大学，提供 STEM 领域的一系列课程和学位，在犹太复国主义的推动下，科学教育得到了国家和人民广泛的支持。20 世纪 50 年代—60 年代，以色列工业迅速发展，对 STEM 领域的人才需求增加，开始大力培养技术工程师。20 世纪 70 年代—80 年代，学术导向的理论学习路径和技术教育路径分轨明显，一定程度上不利于 STEM 教育融合理念的发展。这一时期，以色列的教育体系改革遭到广泛批评，相关学者认为这种教育体系设计不符合公平的教育理念，也未能为学生提供行业所需的知识和技能。20 世纪 90 年代，以色列开始重视技术教育中的科学和理论学习，折射出 STEM 学科融合理念的加强。1990 年 11 月，以色列教育部部长建立专门的委员会对以色列科学和技术教育的水平和质量进行全面评估。该委员会由来自学术、军事、工业和教育界的代表组成，1992 年 8 月提交最终评估报告，并在报告中提出主要建议：一是扩大技术教育轨道学生的科学基础，并更新相应课程；二是将技术教育和学术理论学习路径的分轨时间推迟到十一年级，以此减少学生过早参加实践培训的时间。

间。不管是选择哪种学习路径或轨道，所有学生最终都有资格取得大学预科考试文凭，都有进一步开展理论学习深造的机会。2000年以后，以色列从政府到社会都更加重视 STEM 领域人才培养，以色列的工业越来越多地依赖科学和工程，并开始越来越多地受到全球化进程的影响。这些趋势导致选择技术教育轨道的学生数量增加，与此同时，对高质量 STEM 教师的需求也在增加。

以色列数学成绩优秀的高中毕业生数量下降，被认为对国家科技发展非常不利。在此背景下，2016年以色列教育部部长纳夫塔利·本内特(Naftali Bennett)启动 meet@5 项目。该项目由以色列总理办公室、教育部与谷歌等共同组织运行，旨在让数学表现出色的十年级和十一年级学生作为辅导员，帮助更多中学生学好数学，并作为他们社区服务义务的一部分。以色列教育部认为，学生如获得与自己年龄相仿的同学的帮助，则会受到更多激励，并在数学领域取得更好的学习成绩。该项目在以色列全国 125 所学校推广实施，以期培养更多科技行业所需的工程师。这一项目计划也在高等教育领域取得一些进展，根据以色列高等教育委员会发布的数据，2017—2018 学年，报名攻读工程学学士学位的学生(34,700 人)首次超过 社会学学士学位的学生(34,000 人)。该国攻读 工程、数学或计算机科学学士学位的学生数量 占有所有学士学生的 1/4 以上，从 2014—2015 年的 23.5%增长到 2017—2018 年的 26.5%。

根据《以色列创新局 2022 年高科技状况报告》(Israel

Innovation Authority's State of Hi-Tech 2022),以色列政府计划将高科技行业从业人员数量增加一倍以上,达到 100 万人,这表明以色列经济和产业的未来将继续更多地围绕 STEM 领域展开,意味着以色列亟须培养更多的工程师和程序员。2021 年,以色列国家审计长(State Comptroller of Israel)马塔尼亚胡·恩格尔曼(Matanyahu Engelman)指出,以色列高科技行业有 18,500 个空缺职位。特拉维夫阿费卡一工程学术学院(Afeka Academic College of Engineering in Tel-Aviv)校长阿米·莫亚尔(Ami Moyal)认为,以色列需要设定明确的目标和全面的教育方法,使 STEM 教育贯穿整个国家教育体系。政府不能仅从提高数学和物理考试成绩的角度理解 STEM 教育,而应从科学、数学、技术、工程设计、多学科知识和技能获取的高度来理解。STEM 教育并非让所有学生都成为工程师或其他技术专业人员,而是向他们展示如何解决现实世界的问题及其未来应承担起怎样的社会责任。莫亚尔认为,以色列政府需要制定更明确的 STEM 人才培养目标及不同阶段的学习目标,调动教育部、其他政府部门、学术界、工业界、国防军、市政当局和非政府组织等开展更广泛的合作,以保持其作为技术超级大国的全球地位。

二、多元主体参与的 STEM 教育体系

(一)政府部门统筹协调 STEM 教育发展

以色列的科学、技术和创新政策由教育部、科技部及工业、贸易和劳动部等多个部委管辖。教育部主要负责监管学校中的

STEM 教育，工业、贸易和劳动部负责监管行业 and 职业中的 STEM 教育，科技部在其管理范畴内重视 STEM 教育发展。教育部专设科学技术管理局，作为学校 STEM 教育的统筹协调部门，致力于“确保教育系统的毕业生能够满足工业和军事的当前需求”。科学技术管理局负责制定 STEM 教育领域发展目标，制定 STEM 类课程和相关教学方法，支持将信息通信技术引入课堂，并监管 学生在 STEM 学科方面的学习情况等。

(二) 国防部在以色列 STEM 教育体系中扮演关键角色

根据法律要求，以色列所有高中毕业生都要义务服兵役，男生 3 年、女生 2 年。这种国情的特殊性，一方面使得以色列学生不是从中小学直接过渡到高等教育阶段，另一方面使得其 STEM 教育得到很大程度的加强。义务服兵役从多个方面直接或间接影响和促进了 STEM 教育的发展。一是国防部会遴选优秀的高中毕业生，在他们服兵役的同时还可以接受 STEM 教育，学习的时间可以算作服兵役的时间，等他们退伍时已经具备 STEM 领域的专业技能。二是服兵役期间，这些青年人可以受到部队里组织的 STEM 方面的教育培训，这些培训课程与部队的项目任务有关，等他们退伍之时已经成为 STEM 方面的专业人才。三是国防部开展与 STEM 教育相关的精英培训项目，这些项目的培训内容涉及国家机密级科学技术成果，造就了很多 STEM 高精尖人才等。

(三) 中小学开设丰富多彩的 STEM 课程

以色列的年轻人口比率相对较大，15岁以下人口占总人口的28%，教育投资占GDP的7.2%(OECD平均水平是6.2%)。从基础教育阶段来看，中小学都开设有多样的STEM相关学科。在小学阶段(一至六年级)开设一系列的普通科学课程；中学阶段(七至十二年级)开设广泛的STEM课程，初高中开设有科学类课程(如生物、化学和物理等)，技术类课程(如计算机科学、信息技术、工业化学、生物技术、计算机化制造系统、能源等)，工程类课程(如机电工程)，以及数学类课程(代数、几何、三角、微积分等)。科学学科是理论发展方向的一部分，技术和工程类学科是职业发展方向的一部分，而数学是整个STEM学科系统的重要部分。生物、化学、环境等科学教育是十年级的必修课，但对于十一年级和十二年级学生是选修课。工程和技术方面的课程也以选修课的性质面向所有高中生开设。和欧美很多国家一样，毕业会考成绩是以色列高中毕业生申请高校的重要依据。数学是高中毕业会考必考科目，但其他STEM学科都是选考科目。从实际情况来看，约1/3的以色列普通高中生学习STEM相关学科。与其他OECD成员国相比，以色列7~8岁学生学习STEM课程的时间排名第六位，9~12岁学生排名第13位，13~15岁学生排名第19位。

在2011年国际教育成就评估协会(International Association for the Evaluation of Educational Achievement)组织的第五轮国际数学和科学学习趋势评估项目(TIMSS)中，以色列数学和科学成绩分别排第7名和第13名，在1999—2011年四次STEM

科目测试中，以色列 科学、数学成绩及排名都有所提高。在 2019 年第七轮测评中，以色列在数学成绩排名第 9,平 均分为 519 分；在科学成绩排名第 16,平均分为 513 分。多轮测评中，以色列学生的数学成绩基本保持在前 10 名，在科学成绩基本保持在前 20 名。

(四)高等教育机构为国家培养大批工程师和科学技术人才

以色列拥有多所世界知名的大学，如希伯来大学、特拉维夫大学、以色列理工学院和魏茨曼科学研究所。这些机构在工程和科技领域享有很高的国际声誉。以色列理工学院的毕业生在全球高科技企业中占有重要地位，许多技术突破和创新都源自该校。特拉维夫大学提供广泛的工程和科学学科，其计算机科学、工程和生命科学领域在全球名列前茅。魏茨曼科学研究所是全球最著名的科学研究中心之一，其在物理学、化学和生命科学领域的研究成果广受认可，培养了一大批杰出的科学家和工程师。以色列的大学设有专门的工程和科学技术学院，提供全面的本科、硕博士课程，涵盖电子工程、计算机科学、生物技术等领域。大学和研究所吸引了大量国际学生和学者，为以色列带来全球顶尖的科技和工程人才。

OECD《2023 年教育概览》数据显示，51%的 25~64 岁以色列成年人拥有高等教育学历，这一比率在 OECD 国家中名列前茅。此外，获得学士学位的 25~34 岁年轻人中，工程和科学领域的毕业生占据重要比例。以色列高等教育委员会的数据显示，

2020—2021 学年，以色列高等教育机构共有 35,700 名学生主修工程，占本科生总数的 18%。此外，还有 18,240 名学生主修数学、统计学和计算机科学。女性在 STEM 领域的参与率也在逐步增加。例如，计算机科学、数学和统计学本科课程中女性学生的数量从 2010 年的 2622 人增加到 2019—2020 学年的 6144 人，增长了 30%。

(五)企业和社会组织积极投身 STEM 教育

随着 STEM 教育的不断发展，许多企业意识到他们对 STEM 技能和创新员工的投入与依赖也为 STEM 教育提供一定程度的支持。例如，英特尔号召在以色列提供教师培训计划，约有 1.2 万名以色列教师利用信息通信技术促进学校教学。以色列蓬勃发展的各个产业和社会部门也支持 STEM 教育的发展，许多非营利性机构与 STEM 有着密切联系。例如，伊兰·拉蒙青年物理中心(Ilan Ramon Youth Physics Center) 成立于 2007 年 1 月，以执行哥伦比亚号太空任务的以色列宇航员的名字命名，该物理中心为内盖夫本古里安大学(Ben-Gurion University of the Negev)优秀的青少年提供高质量的指导，以及在以色列南部地区 15 个城市的学校开展动手学习活动，惠及约 8000 名儿童。这些动手学习活动涵盖 STEM 领域，旨在通过实验和实际操作来激发学生的兴趣和创造力，提升他们能力、丰富相关知识。

三、多样化项目助推 STEM 教育发展

一直到 20 世纪 80 年代私有化和自由化浪潮到来时，以色列

才结束了集中计划经济时代。因此，尽管这些年来私有企业在规模上和活力上取得较大发展，有关 STEM 教育的很多发展项目仍以政府的相关法律法规、政策与资助为主要载体。

(一)不同主体发起多样化的项目，推动 STEM 教育发展

20 世纪 90 年代以来，以色列政府部门、研究机构、企业、民间机构等不同主体围绕 STEM 教育和行业发展发起专门项目。教育部成立专门的荣誉项目，遴选优秀学生参加为期 6 年的 STEM 学科学习。这些学生在五至六年级时被选定，在七至十二年级期间持续性地参加荣誉项目。项目持续到其高中毕业。这些学生被重点考虑选派到部队的特定部门或专业高等教育机构，进一步深造。以色列教育部还发起名为 Matar 的项目，该项目由教育部资助并由大学实施。项目为 STEM 学习创建在线平台，包括面向学生的在线课堂建设、面向教师的课堂支持措施建设以及面向学校层面的相关书籍与信息资源建设等。12 奥法姆 (Ofanim) 是一家慈善组织，利用改装成科学实验室和移动教室的巴士，每周为大约 2600 名 8~13 岁的学生提供 STEM 教育。该项目特别针对以色列南部偏远地区的儿童，为其提供动手学习的机会。拉什 (Rashi) 基金会通过多个教育项目支持以色列偏远地区的 STEM 教育，包括在学校建设科技实验室和提供教师培训。

(二)国防军事力量密切参与的 STEM 教育项目

以色列国防军 (Israel Defense Forces) 在其军事 STEM 相关培训方面最具创新性，它创建了综合性和秘密性的培训项目。

这些项目中最著名的是“塔尔皮奥特计划”(Talpiot Program)，招募优秀的新兵参与基础科学的学术研究，同时将他们整合到研发国防项目中。“塔尔皮奥特计划”是一个极具影响力的项目，旨在培养国防科技领域的未来领导者。自1979年成立以来，该计划通过严格的选拔过程从高中毕业生中挑选出数学、物理和工程等STEM领域表现卓越的顶尖学生，旨在培养能够领导未来科技创新和防御战略的精英团队，以保障以色列的长期安全。

参与“塔尔皮奥特计划”的学生首先在希伯来大学接受为期三年的尖端科学和数学教育。这段时间，他们不仅学习理论知识，还进行实验室研究和技术创新。同时，学生也要完成严格的军事训练，这包括领导力训练和战术训练，以确保其在理解军事需求和领导未来技术开发方面都有所准备。完成学业后，学生将在以色列国防军中服役九年，其间将被分配到各种关键职位。这些职位往往与研究、高技术开发、高技术作战单位或军事战略规划相关。在服役期间，“塔尔皮奥特计划”的成员有机会将学术知识应用于实际问题，参与设计和开发先进的军事技术，如无人机、导弹防御系统、网络安全解决方案等。他们在这些项目中通常扮演关键的角色，不仅是技术专家，也是项目的领导者。

“塔尔皮奥特计划”的重要性不仅在于它为以色列军队提供了技术优势，更在于它对个人和国家的长远影响。许多“塔尔皮奥特计划”的毕业生在完成服役后进入高科技行业，成为创业者、科技公司高管或重要的科研人员。他们在军队中的经历使他们具

备解决复杂问题、领导团队和快速适应变化的能力，这些都是高科技创业环境中极为宝贵的品质。此外，“塔尔皮 奥特计划”也促进学术界与军事及工业界的紧密合作。它为各个领域之间提供了沟通的桥梁，使得科技发展更快地转化为实际应用。这种模式加速了以色列科技创新的步伐，使得以色列在无人机、网络安全、医疗设备等多个领域走在了世界前列。

尽管“塔尔皮奥特计划”极为严格，每年只有少数学生能够加入，但其对于个人发展、国家安全和经济繁荣的影响是深远的。它不仅提升了军事技术水平，也培养了一代又一代科技领导者，为以色列的科技创新和经济发展注入持续动力。通过“塔尔皮奥特计划”，以色列展示了通过教育、军事和工业协同合作，一个国家如何能够在复杂的国际环境中保持技术优势和战略独立。

四、特征分析

(一)国家安全和经济产业发展需要决定其 高度重视 STEM 教育

作为一个小国，以色列长期面临复杂的地缘政治挑战和安全问题。在这样的背景下，科技和创新成为以色列提升国防能力和保障国家安全的重要手段。通过强化 STEM 教育，以色列 培养出一支技术精湛的军事和民防力量，这对于应对潜在威胁和维护国家安全至关重要。

在经济方面，以色列自成立以来就面临资源稀缺的挑战，这促使其发展成为一个以知识 和技术为基础的经济体。STEM 教

育在这一转型中扮演了核心角色。通过重点投资 STEM 教育，以色列培育了一代又一代创新者和企业家。这些人才推动以色列在生物技术、医疗器械、计算机科学、电信和其他高科技领域的突破，使国家在全球科技竞争中脱颖而出。此外，以色列的 STEM 教育不仅仅局限于学术领域，还与国家的军事服务相结合，特别是在精英部队和技术部门。这种结合为年轻人提供实际的技术经验和解决复杂问题的能力，进一步增强他们在全球市场的竞争力。同时，军事服务也激发团队合作和领导力，这些技能对于推动技术创新和经济发展同样重要。以色列对 STEM 教育的重视还反映在其国家创新系统中，该系统将学术界、工业界和政府部门紧密连接，共同推动科技发展。政府提供资金和政策支持，鼓励研究和创业，同时吸引全球人才和投资。这种协同效应不仅加速了技术进步，而且吸引了国际企业和投资者，进一步促进了经济成长和多元化。尽管 STEM 教育为以色列带来了繁荣和发展，但这并不意味着它能解决所有问题。以色列仍然面临着与邻国的复杂关系、国内外的政治经济挑战以及不断变化的国际形势。

(二)特殊国情为 STEM 教育发展带来阻碍和助推两方面作用

一方面，以色列的信仰体系一定程度上使 STEM 学习者减少。以色列整个教育体系分为三部分：第一部分由国家政府管理并服务于无宗教信仰的犹太人和阿拉伯人；第二部分由国家政府

管理并服务于有宗教信仰的犹太人和东正教徒；第三部分既不由教育部投资也不由国家政府管理，独立运转并服务于极端正统派犹太人。在这三部分各成一体的教育系统中，第二部分的中小学很少开设 STEM 学科，第三部分的中小学专注于宗教方面的教育教学，不开设 STEM 学科。第三部分人口占以色列总人口的 20% 左右，这在很大程度上限制了潜在的 STEM 学习者规模扩大。[16

另一方面，以色列的义务兵役制度对其 STEM 教育发展起到了显著的助推作用。首先，军队需要并培养一批具有高级技术技能的人才，特别是在情报、计算机科学等领域。这些技能在民间经济中也极为重要，因此退役军人往往能将在军队中获得的技术知识转化为民用技术创新。其次，军服经历鼓励了团队合作、纪律性和解决复杂问题的能力，这些都是 STEM 领域成功的关键素质。此外，国防需求直接刺激了科研与技术开发，促进了学术界、工业界和军方的合作，形成一个互相促进的创新生态系统。因此，军事服务不仅为以色列提供即时的国防技术，也为其长远的科技和经济发展培养了人才和技术基础。

(三)为 STEM 教育营造有利的政策环境

以色列出台了一系列有关 STEM 和科技创新的法律与政策，为 STEM 教育及相关行业发展创建有利的政策环境，如《鼓励企业研究与发展法》在以色列高科技快速发展的关键阶段发挥了重要作用。以色列在知识产权方面有 20 余项法律法规，旨在为创新者提供保障，并鼓励地方 STEM 相关领域的创新。高资助、

高 补贴性质的公立大学教育系统，也为 STEM 教育发展奠定基础。此外，《鼓励风险投资法》以及有关国际入驻企业税收等多方面的优惠政策，促进了 STEM 相关企业和行业的发展。而这些行业的发展意味着对 STEM 相关人才的需求，从而带动 STEM 教育的长足发展，形成 良性循环。

(四)多元主体协同参与以色列 STEM 教育

以色列 STEM 教育的发展受益于多元主体的协同参与,包括政府、教育机构、军事组织、私营企业及国际合作伙伴等。政府的引导和政策支持为 STEM 教育提供坚实基础和充足资源,确保科技教育与国家发展战略同步。中小学和高校等教育机构不断创新教学内容和方法,与高科技企业和研究机构紧密合作,提供学生实际操作和研究的机会。军事组织通过实践平台,让年轻人在服役中接触和应用先进技术,培养了他们的 STEM 技能和问题解决能力。私营企业为 STEM 教育提供动力和资源,通过实习、项目赞助和合作教育等形式,参与人才培养,确保教育与行业需求相匹配。国际合作拓宽了以色列 STEM 教育的视野,带来了先进知识和技术,同时为学生提供宝贵的学习和交流机会。多方参与和协同合作的模式,不仅加强了以色列的 STEM 教育体系,也为其科技创新、经济发展和社会进步提供了坚实的人才和技术基础。

信息来源: 世界教育信息