

当今时代，科技创新能力决定国家的综合实力和核心竞争力。青少年时期的科技英才培养已成为世界各国热议的共同话题。区别于面向全体学生的科技教育，国际上特别重视对具有科技素养及发展潜力的青少年推行早期培养的政策与实践，提倡并践行科技英才的个性化培养方式和专业化培养路径。这些实践经验对我国青少年科技英才培养具有借鉴价值。本期专题对9个全球创新指数排名靠前的国家和地区的青少年科技英才培养情况进行了系统性对比分析，并选取了来自美国、欧盟的选才案例，以及来自以色列和英国的育才案例，以期为我国青少年科技英才培养提供启示。



国际青少年科技英才培养

- 国际视野下的青少年科技英才培养——基于九国情况的对比分析 李思琦
- 着眼世界 承担责任 追逐理想——美国 STS 和 ISEF 科技英才竞赛活动 蒋 演
- 立足生活 关注前沿 培养使命——欧盟 EUCYS 科技英才竞赛活动 李墨青
- 拓宽视野 激发兴趣 营造氛围——以色列戴维森科技英才培养活动 肖 月
- 项目驱动 评标清晰 学生主导——英国 CREST 科技英才培养活动 谢 涌



国际视野下的青少年科技英才培养

——基于九国情况的对比分析

文_李思琦 / 北京师范大学

当今时代，科技创新能力决定着国家的综合实力和核心竞争力。习近平总书记指出，创新型人才培养领域的进展滞后于总体进展^[1]，要深化对创新发展规律、科技管理规律、人才成长规律的认识。面向青少年群体，大力培养科技创新后备人才，是我国在未来国际竞争中博得先机的重要保障。

青少年时期的科技英才培养已成为世界各国热议的共同话题。区别于面向全体学生的科技教育，国际上特别重视对具有科技素养及发展潜力的青少年教育，长期大力推行科技类人才早期培养的相关政策与实践，提倡并践行科技英才的个性化培养方式和专业化培养路径。例如，基于多年的实践经验积累，美国、加拿大、英国、德国等发达国家已经形成并发展了多个针对科技英才的培养模式，每个模式都经历了10年以上的实践。同样，新加坡、以色列、中国香港等国家和地区近年来也已开始从基础教育阶段进行科技英才培养模式的升级和革新。国际上丰富的理论与实践经验对我国的青少年科技英才培养具有借鉴价值。本文通过梳理包括美国、英国、澳大利亚、以色列、俄罗斯等9个全球创新指数排名靠前的国家和地区的青少年科技英才培养情况，对其培养模式的选才和育才环节进行了系统性的对比分析（结果见表1），以进一步为我国青少年科技英才培养

提供启示。

◎ 国际青少年科技英才选才模式分析

表1总结了9个国家和地区青少年科技英才的选才模式。经过纵向对比分析，国际科技英才的选才模式可主要分为以下4类。

① 基于智力测验的综合选才机制

美国、德国、澳大利亚等国家采用基于智力测验的综合选拔制。例如，德国建立了基于科学学习成绩、智力测试、科学竞赛、英才教育培训项目的多元综合选拔机制；美国在选拔英才学生时，通常需要满足的条件为：优秀的科学成绩、教师或家长的推荐、优异的智商测试成绩，以及得到家长的批准^[2]。特别是美国在青少年科技人才选拔时，将科学兴趣、科学态度等情感因素纳入了选拔标准中，体现了非认知因素在青少年科技人才培养中的重要性。

② 基于学业水平测试的选才机制

新加坡和中国香港采用基于学业水平测试的选才机制。以香港为例，香港的英才教育采用三级架构的模式。其中，第一级在学校内的课堂层面运作，目标是将英才教育倡导的核心要素（例如高阶思维能力和创造力）融入所有学生的课程中。二级课程在普通课堂之外，依据学生科学成绩，对有突出表现的学生进行系统性培训。三级课程通过与大学和其他专业机

表1 典型国家/地区英才选才和育才模式对比

国家/地区	模式		
	选才	育才	
		校内	校外
美国	基于智力测验的综合选拔制	充实制	校内外结合活动制
英国	基于智力测验的综合选拔制	充实制和加速制相结合	校外活动制
德国	基于智力测验的综合选拔制	充实制和加速制相结合	校外活动制
澳大利亚	基于智力测试的综合选拔制	充实制和加速制相结合	校外活动制
以色列	学业成就测试 + 认知能力测试	充实制和加速制相结合	校外活动制
新加坡	国家/地方级水平测试	充实制	校外活动制
俄罗斯	竞赛选拔制	充实制为主, 加速制为辅	校外活动制
加拿大	认知能力和智力测试	充实制和加速制相结合	校外活动制
中国香港	国家/地方级水平测试	充实制	校外活动制

构合作, 提供量身定制的校外科学学习课程, 满足科技英才的学习需求。该模式体现了对学生的科学教育可基于其成绩划分, 进一步在不同的层级下给予科技英才学生不同形式的支持。

④ 以竞赛为主的选才机制

俄罗斯采用以竞赛为主的青少年科技英才选拔机制。俄罗斯通过全俄中学生奥林匹克竞赛和各高校组织的奥林匹克竞赛进行英才学生的选拔^[3]。竞赛面向外国公民和无国籍人士开放, 取得优异成绩的青少年可被俄罗斯大学早期录取并免收学费。奥林匹克竞赛在俄罗斯已经有几十年的发展历史, 其初始宗旨即为发掘英才学生, 尤其是选拔在科技领域具有特殊才能的学生。俄罗斯的中学生奥林匹克竞赛种类繁多, 其中最具有代表性的是全俄中学生奥林匹克竞赛^[3]。该竞赛分为校级、市级、州级、联邦级4个不同等级, 面向5—11年级的学生报

名参赛, 并且俄罗斯的竞赛系统对于发现青少年英才已初见成效。

⑤ 仅基于认知能力和智力测试的选才机制

加拿大采用基于认知能力和智力测试的青少年英才选才机制。加拿大的青少年英才选拔由公立教育局鉴定、安排和审核委员会 (Identification, Placement and Review Committee, IPRC) 负责执行。IPRC 会测试学生智力, 评估学生在校成绩及其他认知能力, 以选拔英才学生。测试分为两个阶段, 第一阶段学生参加加拿大认知能力测试 (Canadian Cognitive Abilities Test, CCAT), 若达到 CCAT 标准则可参加第二阶段的智力测试。智力测试是比照韦氏儿童智力量表和斯坦福比奈智力量表进行的, 由心理学家或心理教育顾问作为测试执行者, 时长持续 60 ~ 90 分钟。智力测试将测评学生的智力、心理、知识面、记忆力、分析理解力、逻辑推理力等, 测试成绩前 2% 的



图1 我国学生参加俄罗斯奥林匹克竞赛并获奖^[4]

学生将有机会进入英才的特殊培养路径^[5]。

◎ 国际青少年科技英才育才模式分析

表1还总结了9个国家和地区青少年科技英才的育才模式。经过对比分析发现,国际青少年科技英才的育才模式在校内外存在差异,本文故将校内外的英才育才模式进行了分别的梳理。经过纵向的对比分析,国际科技英才的育才方式在校内主要包括充实制(Enrichment Model)和加速制(Acceleration Model)两种模式,在校外主要包括校外活动制和校内外结合活动制两种模式。

➤ 校内充实制

充实制是一种横向扩展,需要教师根据学生的需要和能力在深度和广度的层面上进行原有教学活动的拓展,使得课程或活动的深度与英才学生的接受程度相匹配,提供给英才学生更具挑战性的课堂要求和更丰富的活动机会。美国、新加坡、中国香港等国家和地区采用充实制。例如,美国英才学生的拓展教学通常占用校内学习很少比例的时间,剩余大部分时间英才学生会与其他学生一起上课。新加坡的英才教育首先保证普通课程任务的完成,然后在深度与广度两方面挖掘,引入新内容^[6]。

➤ 校内充实制和加速制相结合

加速制为时间方面的纵向拓展。一方面可

以提供学生对课程内容和技巧的提早接触,另一方面可以缩短其课程学习时间。德国、澳大利亚、以色列、俄罗斯、加拿大等国家采用充实制和加速制相结合的青少年科技英才培养模式。例如,澳大利亚为科学领域的英才学生开设选择性的教育课程,提供成绩突出的英才学生提早进入更高阶段学习的机会,并开设丰富的与科技学习相关的英才活动,例如校内科技素养竞赛等。

➤ 校外活动制

对于青少年科技英才的培养,各国均把校外的活动体系放在与校内教育同等重要的位置。多年来,国际上开展了丰富多彩的校外科技英才活动,在场馆、机构、大学、社区等多样的场域下实施,并逐年不断进行相关活动的改革升级,以满足不同年龄、背景的青少年科技英才的培养需求,与校内科技教育形成互补。各国的具体培养模式虽依国情不同存在差异,但国际科技英才的培养具有的共性也十分鲜明突出——强调提供青少年在科学家指导下体验真实、完整的科学探究经历,搭建让有成为科技英才潜力的青少年“在科学家身边成长”的平台。例如英国CREST计划、芬兰LUMA计划、俄罗斯天狼星儿童教育中心、以色列奥德赛计划等,均营造了由科学家指导青少年进行真实科学探究的有效环境,旨在培养学生跨

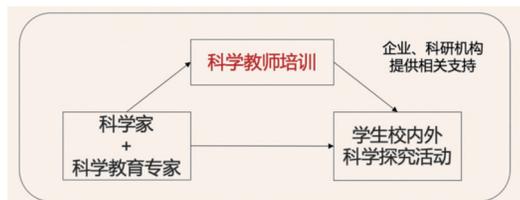


图2 美国青少年科技英才培养典型项目 ISEP 的主要模式

学科概念理解、科学探究能力、科学精神，与校内的科学知识的学习形成互补。

值得注意的是，与其他国家和地区相比，美国在青少年科技英才的校外培养上有其特点，即在校外科学活动中强化了中小学科学教师的角色，将教师作为链接校内外科技英才教育的桥梁，搭建了校内外结合式青少年科技英才培养。例如美国跨学科科学与工程合作伙伴项目 (Interdisciplinary Science and Engineering Partnership, ISEP) 为美国自然科学基金委 (NSF) 所支持的为期 5 年的科学教育重点研究项目，旨在推动以“高校 + 科研机构 + 企业 + 中学”合作的方式共同培养 7—12 年级的科技英才。该项目的主要模式如图 2 所示，项目特别强调搭建科学家与一线教师之间的交流学习平台，使得科技英才的培养可由高校的科学家或科学教育专家执行，也可由经过培训的科技教师执行，丰富原本单一的科技人才培养路径。由于教师的参与，使得该校外活动项目可与校内教学有机结合，可作为推进青少年科技英才教育的重要途径之一。

◎ 国际青少年科技英才培养对我国的启示

总结来说，基于丰富的理论与实践经验，各国已在符合国情的条件下，开发了具有各自鲜明特点的青少年科技英才培养模式，厘清了其培养目标，制定了选才、育才环节明确的实

施方式。相较于其他国家，我国意识到青少年科技人才培养重要性的时间较为滞后，对青少年的科学兴趣、科学态度、科学精神、家国情怀等“科学家潜质”重视程度有待加强，有潜力的青少年科技英才亟待被识别和培养。我国可借鉴上述国家科技英才的选才、育才模式，基于我国科技战略发展目标，进一步优化现有青少年科技英才培养体系，形成广泛认可的典型模式后以点带面地广泛实施。

为了更详尽地展示国际青少年科技英才培养情况，本刊选取了 4 个国际典型案例，包括 2 项选才案例和 2 项育才案例。选才案例来自美国“寻找科学英才” (Science Talent Search, STS)、国际科学与工程大奖赛 (International Science and Engineering Fair, ISEF) 和欧盟青年科学家竞赛 (EU Contest for Young Scientist, EUCYS) 活动，育才案例来自以色列戴维森机构的科技英才培养活动，以及英国 CREST 计划的科技英才培养活动。这 4 个案例是国际青少年科技英才选拔、培养的重要代表。

参考文献

- [1] 李民圣. 习近平总书记关于自主创新的重要论述研究 [J]. 毛泽东邓小平理论研究, 2019 (12): 11-19, 103
- [2] 刘华锦, 叶正茂. 美国小学天才教育探微 [J]. 教育与教学研究, 2010, 24 (06): 35-37
- [3] 刘楠. 俄罗斯天才教育政策、措施及其保障机制 [J]. 现代教育论丛, 2016 (06): 83-88
- [4] 武汉广播电视台. 武汉 3 位学霸勇夺俄罗斯奥数金奖 [EB/OL]. <https://new.qq.com/omn/20190429/20190429A08MSK.html>
- [5] 石春让, 何小荣. 加拿大基础教育中的“天才班”及其启示 [J]. 教学与管理, 2020 (14): 73-75
- [6] 王佳, 褚宏启. 新加坡英才教育的举措与启示 [J]. 比较教育研究, 2013, 35 (05): 43-47
- [7] National Science Foundation ISEP Project. ISEP Official Website [EB/OL]. <https://isep.buffalo.edu/>



图3 美国青少年科技英才培养典型项目 ISEP 活动^[7]

着眼世界 承担责任 追逐理想

——美国 STS 和 ISEF 科技英才竞赛活动

文_蒋 演/北京师范大学

“研究新型 ESCRT-III 招聘者 CCDC11 在 HIV 病毒萌发中的作用；

设计工具预测植物生长期早期的收成，以改善食品分配计划；

制造高效的混合气体燃烧器，帮助减少排放的二氧化氮气体；

研究自然杀伤免疫细胞 CD56Bright 和 CD56Dim 如何受到癌细胞的影响；

……”

以上科学研究课题看起来像科研机构中科学家关注并攻坚克难的目标，但出乎意料的是，这些课题的研究者实际上是年龄不超过 18 岁的 9—12 年级的中学生。

美国 17 岁的莉莉安·彼得森在新闻上读到有关粮食短缺的消息，发现非洲粮食面临严峻的挑战。由于监测和报告天气和作物健康的技术较为落后，非洲国家对干旱和粮食短缺的反应十分缓慢，例如 2015 年和 2016 年的埃塞俄比亚大干旱，现存的 8 个相关组织都没有做好准备。这种落后将导致干旱期间超过一半的国民面临粮食安全问题。因此，莉莉安决定设计一种简单的工具预测生长期早期的收成情况，从而改善粮食分配计划。经过科学探究，她设计的工具最终成功精准预测了非洲的粮食作物收成^[1]。

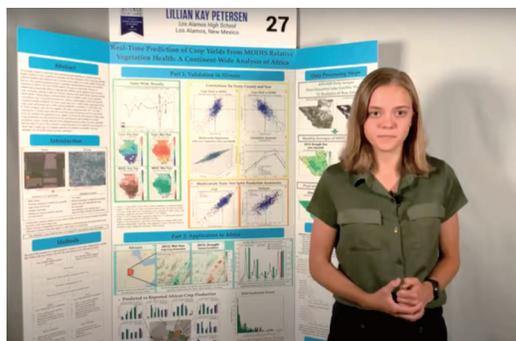


图 1 2020 届 STS 大赛一等奖获奖者莉莉安·彼得森^[1]

出于保护环境的立场，来自美国俄克拉荷马州马斯科吉 17 岁的布伦丹·约瑟夫·克罗蒂设计并制造了一种高效的混合气体燃烧器，该燃烧器可以帮助减少发电和材料制造等行业的生态影响。譬如电气等行业通常使用预混合燃烧器，对火焰特性控制较少，会产生副产品气体，对我们赖以生存的环境造成危害。为了达成环保愿望，布伦丹作为一个中学生，自学了计算机设计软件、金属铸造和机械加工。最终，他设计的专业燃烧器系统可比工业燃烧器更耐高温，成功将排放的二氧化氮气体减少了 19%^[2]。

这些例子都体现了青少年对紧迫热点问题的关注和他们为解决社会问题而付诸的不懈努力。以上提到的所有研究均出自美国科学与大

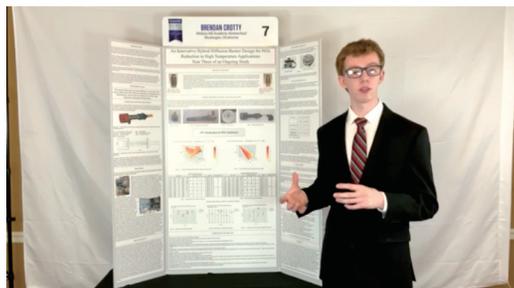


图2 2020 届 STS 大赛获奖者布伦丹·约瑟夫·克罗蒂^[1]

众协会举办的两项青少年科技英才竞赛项目：科学人才选拔赛（Science Talent Search, STS）和国际科学与工程大奖赛（International Science and Engineering Fair, ISEF）。

◎ 赛事简介

☞ 科学人才选拔赛（STS）

科学人才选拔赛(STS)是美国历史最悠久、最负盛名的科学和数学竞赛，它致力于发现、启发和吸引全美高中生中最有前途的未来科学家。年满 13 周岁并有法定父母或监护人同意；年满 18 岁或脱离父母而独立生活的美国籍未成年人均有资格报名参赛。大赛作品的甄选过程具有很高的竞争性，除了研究报告、推荐信、论文外，考试成绩、课外活动和高中成绩单都可能会成为考虑因素。此外，大赛评审分为 3 个部分，包含对评审资格，科研水平和原创性，以及学术伦理和道德的评审。竞赛主办方会表彰 300 名学生，并邀请最终入围的 40 名学生到华盛顿参加最终评审，向公众展示他们的研究和作品，并会见著名科学家和政府领导人。在奖金设置方面，STS 一等奖奖金高达 25 万美金，决赛选手最低可获得 25 000 美元奖金。

☞ 国际科学与工程大奖赛（ISEF）

国际科学与工程大奖赛（ISEF）是在美国举办的一年一度的全球规模最大、级别最高的面向 9—12 年级（初三至高三）的青少年科技竞赛，每年为来自 80 个国家和地区的超过 1 800 名高中生提供展示和交流他们研究成果的平台和论坛。符合年龄的个人与团体均可报名参加，团体需由 2～4 名学生组成。ISEF 在评审方面与 STS 相同，包含对评审资格，科研水平和原创性，以及学术伦理和道德 3 个方面的

评审。ISEF 的奖项包括奖学金、学费资助、实习、科学考察和大赛奖金，在促进年轻科学家、工程师和发明家对 STEM 领域的追求方面起着至关重要的作用。ISEF 在各国家、地区均具有附属竞赛，每年大约有 700 万学生参加。中国科协青少年科技中心举办的青少年科技创新大赛即有其附属竞赛属性，每年面向我国的青少年科技英才举办。

◎ STS 与 ISEF 的异同

STS 与 ISEF 作为美国最负盛名、影响力最大的两项青少年科技竞赛，其比赛流程、评价标准既具有相似性，也具有差异性。

STS 与 ISEF 的相似之处包括道德要求、评审流程和申请材料要求。作品评审均由美国科学与大众协会的工作人员负责，对参赛资格，包括背景信息、推荐信与学习证明等资料进行检查，并使用抄袭检测软件对科研报告的原创性进行评审，同时组成伦理与规范委员会对研究的学术伦理和道德进行评审。与作品研究领域相关的 3 位或 3 位以上的科学家、工程师或者数学家将组成专家评审委员会，对研究报告的内容进行评审。竞赛重视学术规范和道德要求，要求符合法律规定、学术规范和独立开发原则，导师和成年研究者对学生的帮助需要受到限制。研究产品若涉及到环境、动物、人类和危险制品，需要遵循一定的伦理道德准则。

竞赛在评审过程中要对作品进行反复审查，对申请者个人材料和研究成果的真实性进行多次多人复审，对于不当的作品（如从专家处获得不当帮助，用不当特权获得资源和抄袭等行为），作品将撤回并保留退还奖金的权力。经过多轮评审脱颖而出的作品将会进行公开展示和论证。

两项竞赛的区别包括申请者国籍、年龄、比赛团队限制及大赛目标。在申请者国籍要求上，STS 要求申请者均为美国公民；ISEF 则面向来自 80 个国家和地区的学生。在申请者年龄上，STS 要求申请者年满 13 周岁并有法定的父母或监护人同意，或年满 18 岁，或是脱离父母而独立生活的未成年人；ISEF 要求 9—12 年级或同等学历，且在当年的比赛开始之前

未达到 20 岁。

两项竞赛的目标和愿景也各不相同。STS 主要是助力国家最有前途的, 尝试解决社会最紧迫挑战的年轻科学家们, 对作品的要求是解决社会最紧迫挑战的作品。ISEF 代表所有科学(物理、生命、社会等), 为学生提供机会遇见与自己相同兴趣和能力的同龄人。

我国的青少年科技英才才是 ISEF 竞赛的重要参赛成员。在中国科协举办的青少年科技创新大赛中的入围学生, 将有机会参加为期 1 周的 ISEF 决赛, 参赛的每位青少年都会被授予 ISEF 决赛奖牌, 得到国际科技界的认可。

◎ 启示

17 岁的布伦丹·约瑟夫·克罗蒂看到了废气排放对环境的影响, 研究了工具减少 NO_x 的排放; 17 岁的罗汉·马哈什开发了一种细菌驱动的传感器系统, 以无线方式向农民发送有关土壤水分和养分状况的最新测量数据, 从而可以减少浪费的灌溉水量, 提高作物产量。17 岁的阿德里亚娜·伊丽莎白·汤普森在玉米植物中发现了新的调控途径, 可能有助于确定生长因子并预测这种重要作物的产量^[2]。作为大赛最终被选拔出来的决赛选手, 这些青少年有才华、有天赋、有灵感, 最重要的是有梦想。他们从不同的社会新闻中感受到了亟待解决的问题, 并在不同的领域付诸了自己的行动。

STS 和 ISEF 两项大赛的目标与愿景、设置、获奖青少年所关注的科技问题均值得科技教育工作者深思。国际顶尖的青少年科技英才着眼世界急迫科学问题, 能承担社会责任, 并勇于追逐理想。这种责任意识与使命感, 是科技教育工作者应该对我国青少年所传达的。两项大赛对我国科技教育工作者有以下启示。

◎ 培养青少年对外界的敏锐性

周围发生的一切事情都会转化成青少年思考的灵感。科技教育工作者要培养青少年观察世界、敏锐地发现问题并尝试解决问题的能力。教师可以将参赛作品的选题作为引导, 帮助青少年了解当前的研究者将问题聚焦在哪些领域, 需要运用哪些学科或领域知识解决。青少年一方面可以通过阅读新闻报纸等途径关注世界, 了解当前紧迫的社会问题, 另一方面还可

以从探索问题的过程中得到解决问题的办法, 在实践中探索科学本质。

◎ 培养青少年的责任意识与使命感

建议科技教育工作者通过社会主义文化建设和道德教育培养青少年面向社会问题、国际问题的责任意识与使命感。ISEF 与 STS 等大赛参赛类别的规定与奖项颁发的设置, 能够引导参赛者关注社会焦点问题, 并积极探索解决这些问题的方法, 引导其运用理论知识积极实践, 并在实践过程中加深对科学大概念的理解。科技教育工作者要鼓励青少年将目光和着眼点放在前沿问题, 譬如公共卫生问题、环境生态问题等, 承担起新时代振兴中国、增加国家软实力和综合国力的使命感。青少年怀有梦想和抱负, 未来才皆有可能。

◎ 培养青少年的学术规范和道德

科技强则国强, 中国特色社会主义文化建设的主要内容除了科学教育文化建设, 还有思想道德教育。不仅要培养青少年的责任心和使命感, 也要教导青少年树立正确的世界观、价值观、人生观, 重视科研伦理道德和培养学术规范。青少年对研究对象要怀有伦理道德和仁爱之心, 不能对实验对象造成过大伤害。在研究时要遵循实事求是的原则, 遵守学术规范, 抵制抄袭。

◎ 鼓励科学的传承和学术的继承

在 2020 年 STS 大赛中, 有位参赛者使用评委科学家所研究内容的革新技术作出新的突破, 正如 STS 的获奖者霍莉·陈所说, 看到这样的学术传承很让人激动^[2], 参加这样的比赛可以让青少年了解到科学在日常生活中对人类的重要性, 也让他们了解到需要通过合作解决多种多样的科学问题。作为教师和青年科学家的引导者, 科学家有责任对新一代青少年作出正确的培养和引导, 鼓励科学的传承和学术的发展。通过科学研究, 能够使世界变得更美好, 这也是科研工作者的美好愿景。

参考文献

[1] STS. The Top Ten 2020 Regeneron STS Winners [EB/OL]. <https://www.societyforscience.org/regeneron-sts/2020-sts-winners/>

[2] STS. Regeneron STS 2020 Highlights [EB/OL]. https://www.youtube.com/watch?v=H_u08xiaFnI

立足生活 关注前沿 培养使命

——欧盟 EUCYS 科技英才竞赛活动

文_李墨青 / 北京师范大学

在 1989 年的经典科幻电影《回到未来 II》中，由演员迈克尔·J·福克斯扮演的高中生马丁，乘坐时光机器从 1985 年穿越到了 30 年后的 2015 年。尽管现在看来 2015 年也早已是过去，可影片中马丁脚下没有轮子的滑板，伴随着男主角在大街小巷中匆匆飞过的身影，仍旧是令许多人都忘不了的画面，而这块像气垫船一样可以悬浮着的滑板，也依然是大家心中的梦想。

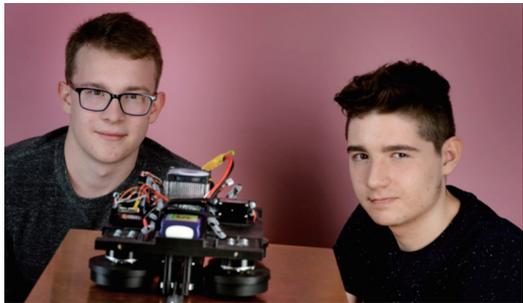


图 1 亚历克斯和菲力克斯与他们的磁悬浮飞行器^[1]

如今，30 多年来的梦想终于可以实现了——来自德国的 2 位 18 岁少年亚历克斯和菲力克斯发明了一种可以作为交通工具的磁悬浮飞行器，飞行器基于 4 个旋转的圆盘，可以在位于其下方的金属板上诱发强大的斥力磁场，使得这块板子具有相当可观的承重力。此外，转子圆盘还可以单独倾斜，使板子能够有目的地转向。目前，飞行器的所有重要元素都已通过单独测试，并得到了非常详细的理论评估和

模拟的支持。2019 年，2 位青少年通过科技竞赛将这件作品带到了公众视野，并在欧洲多个国家进行展示与交流，收获了多方好评。而为这 2 个青少年科技英才提供展示科技发明的平台是欧盟青年科学家竞赛活动（EU Contest for Young Scientist, EUCYS）。

◎ 赛事简介

EUCYS 科学竞赛由欧盟委员会发起，由研究总局管理，是“欧盟框架计划”的一部分。竞赛设立旨在促进青少年科技英才间的合作与交流，并提供青少年获得杰出科学家的指导。

① 奖项设置

参赛选手根据其参赛作品及与评审团的访谈，争夺 9 个核心奖项。奖项共分为 3 个等级，每个等级获奖人数为 3 人，奖金额度分别为 7000 欧元、5000 欧元和 3500 欧元。除这些奖项外，大赛还向参赛者颁发一些荣誉奖和特别捐赠奖，荣誉奖包括参加伦敦国际青年科学论坛和斯德哥尔摩国际青年科学研讨会的全额费用，以及诺贝尔奖的观礼入场券等。特别捐赠奖将根据 EUCYS 评审团的意见授予特殊领域的参赛者，包括生物经济奖、欧洲食品饮料协会奖、欧洲研究组织奖等多个由不同组织捐赠的特别奖项。

② 参赛要求

对于参赛作品，EUCYS 接受来自所有科



图2 2019年EUCYS颁奖现场^[2]

学领域的内容。进入EUCYS评审之前，参赛者需要在本国比赛中获得优秀作品提名，并由本国组织者带队参加。从1989年至今，已有43个国家参与到EUCYS的比赛中，中国自2003年起，与美国、日本、韩国、加拿大等多个国家一同作为国际特邀国参赛，参赛选手由中国科协青少年科技中心从全国青少年科技创新大赛和“英才计划”中选拔。参赛者均为14~20岁的青少年，他们可以选择自行参赛，也可选择组队参赛（每组不超过3人）。

② 评审标准与流程

EUCYS的评审标准（见表1）是判断参赛者识别和解决基本问题的独特性和创造性，从设计和进行研究的技巧，细心和彻底性等方面进行评审，对参赛者项目从概念到结论的后续研究、结论解释的合理性和明确性，以及书面陈述的质量进行反复审核，同时会判断参赛者与评审团成员讨论项目的能力。

EUCYS评审团由18~20名具有国际声誉的成员组成，根据科学标准选出，来自学术界和工业界，由委员会任命。每个评审团成员在以下类别中为每个项目授予一个初步分数：A——有获奖潜力；B——可能有获奖潜力；C——不具备获奖能力。在竞赛开始时，主席将联系评审团的每一个成员，要求告知每个项目的初步分数，主席根据此起草一个初步评价表。在竞赛期间，评审团成员举行会议审查初步评价表，确保每个项目至少有5名专家进行评价。与参赛选手的详细讨论将在3天内进行。根据与参赛选手的面试结果，评审团可以修改初步评价表。评审团将颁发核心奖项，并决定是否授予任何荣誉或特别捐赠的奖项。评审团将在协商一致的情况下作出决定。获奖者名单、荣誉和特别捐赠奖的获得者（若存在）

表1 EUCYS评审标准

评审标准	识别和解决基本问题的独创性和创造性
	设计和进行研究的技巧，细心和彻底性
	从概念到结论的后续研究
	结论解释的合理性和明确性
	书面陈述的质量，以及与评审团成员讨论项目的能力

由主席代表团起草并签署。评审团秘书负责安排官方公告和颁奖仪式（见表2）。

◎ 启示

EUCYS的举办目的是鼓励年轻人参与科学并从事研究事业。科技竞赛中对参赛作品与选手的评审规则与要求的分析，对于我们日常教学中中学生科技创新能力的培养有着重要的借鉴意义。

① 培养兴趣、好奇心和解决问题能力

首先，建议科技教师在教学中，尤其是带领学生进行科学探究的过程中，尽量保护学生的兴趣与好奇心，培养其自主解决实际问题的能力。从EUCYS核心奖项的获奖作品看，许多作品都是学生从观察生活出发，立足于真实情境，解决实际生活中自主发现或自身所感兴趣的问题。

例如2019年核心奖中，来自澳大利亚的3位学生开发了一种高山轻质合成纤维绳索差动滑轮块，为改进高山应用的滑轮块找到了一个非常聪明的解决方案。又如2018年的核心奖一等奖选手改进了运动器材中的防护装备，该装置是由一个灵活的硅胶外壳制成，里面填充了含有淀粉的液体，当施加强大的力量时，这种液体会变成固体，从而提供可靠的保护，避免因此而受伤。

每当我们想到科技竞赛，或许总会联想到一些宏大的科学项目与研究，而通过EUCYS的获奖作品看，许多作品看起来似乎并没有那么“宏大”，甚至是学生在日常生活中亲身经历的一些问题，并由此而产生与之对应的解决策略。对于科学教师而言，在平时的学校生活中，要注重培养学生发现问题能力，保持学生对于世界的好奇，从好奇出发，从兴趣出发，拥有了见微知著的能力，那么距离一个优秀的

表 2 EUCYS 评审流程

评审流程	1. 每位评审团成员为每个项目授予一个初步分数	A—有获奖潜力
		B—可能有获奖潜力
		C—不具备获奖能力
	2. 评审团主席根据初步分数起草初步评价表	
	3. 评审团成员审查初步评价表，确保每个项目至少有 5 名专家进行评价，并于 3 天内对选手进行面试	
	4. 根据面试结果，修改初步评价表，颁发核心奖项与其他奖项	
	5. 主席起草并签署获奖者名单，评审团秘书安排官方公告和颁奖仪式	
备注	<p>评审团主席当发现以下任何一项明显的问题，可以在任何时候通知委员会，即使比赛结束后，委员会也可撤回该项目。如有必要，还保留要求退还任何奖金的权力。</p> <p>(1) 参赛者从专家处获得了不适当的帮助</p> <p>(2) 参赛者有不正当的特权获得资源</p> <p>(3) 参赛者明显抄袭了别人的想法</p> <p>* 评审团决定即为最终决定</p>	

科学探究也就并不遥远了。

☞ 培养使命意识与责任担当

近年来，诸如科学技术与科研伦理的讨论越来越受到公众的关注，公众对于某些具体问题的关心也相对更加深入，比如水污染和气候变化，以及转基因食品与核能等技术问题，科学技术承载的社会责任已成为科技发展中不可忽视的一部分，因此在对科技创新人才的培养过程中，也需要注重对其责任感与使命感的培养。

在 2018 年 EUCYS 的比赛中，来自爱沙尼亚的卡尔选择了“西萨雷马岛蝙蝠产卵巢穴与周围景观群的位置关系”主题，因为他发现随着景观的破碎化和自然栖息地数量的减少，蝙蝠的数量达到了历史最低点，他在仲夏期间的 17 个野外工作夜晚，对西萨雷马的 21 个栖息地进行了测绘，随后用 QGIS 对不同大小的缓冲区进行了分析，以此研究蝙蝠对建筑的偏好。通过研究，他对提高蝙蝠数量提出了相应的策略：在开发建筑的同时，也要考虑到北方蝙蝠，通过观察开阔地和林地等级的比例，调节建筑物的密度。

对待社会的责任感、使命感与科研能力并非两个冲突的命题，反而是相互促进、相互成就的，在对学生的培养过程中，一方面要重视其社会责任感与使命感的培养，关注科研伦理问题，另一方面要鼓励学生利用自己的知识解决当下紧迫的社会议题，培养有情怀、有担当的科研后备人才。

☞ 鼓励学生关注科学前沿发展

某一领域中的新研究、新发现，往往都是建立在前人已有的研究之上的，对于某一具体问题的探究不仅需要扎实的专业知识作为基础，更需要关注该领域中发展的前沿方向，并以此作为自己的研究基础。

在 2017 年 EUCYS 的获奖作品中，来自乌克兰的参赛选手雅娜基于已有的机械手原型对其进行了改造，并开发出了新型的机械手，并应用于多种领域，能够更有效地完成工作。2019 年的获奖作品“翼尖对飞机机翼效率的影响”中，选手马格纳斯优化了翼尖周围的三维流动，以最大限度地提高机翼的升力和最小化机翼的阻力，不仅最大限度地提高了机翼的效率，还大大降低了航空对气候的影响。

为了解学科领域的前沿发展，学生需要掌握许多超过学校课程所能提供的知识，因此作为教师，我们需要培养学生自主学习、探究的能力，一方面要鼓励学生保持对于科学研究的热爱，主动学习新知识、新能力，另一方面还要帮助学生积极与同伴进行交流，在交流中实现观点的交流与碰撞。

参考文献

- [1] Hoverboard—the magnetically levitated vehicle. Felix Christian and Alex Korocencev. <http://labor24.com/MLV/photos.html>
- [2] EUCYS 2019. Photos. <https://www.flickr.com/photos/183111941@N07/48749478806/>

拓宽视野 激发兴趣 营造氛围

——以色列戴维森科技英才培养活动

文_肖 月 / 北京师范大学

现代以色列国家建立于1948年,自建国以来,以色列一直把教育立国、科技兴国作为基本国策。他们认为,支撑其蓬勃发展的不竭动力是高素质的人力资源,而教育是培养人类精英的最佳投资。以色列针对中小学生的科学教育不只发生在学校内,还存在于多个研究机构中,其中魏茨曼科学研究所是自然科学和精密科学领域全球领先的多学科基础研究机构之一,该研究所的根本使命在于推进科学并为人类造福,同时也重视在学校和公众中推进科学教育^[1]。1999年,魏茨曼学院的戴维森科学教育学院成立,愿景是培育和滋养一个崇尚科学的社会^[2]。该机构尤其注重青少年科技英才培养,并走在了以色列乃至世界前沿,如今已为英才学生、贫困家庭和后进生开设了70多个科技教育相关课程。

◎ 戴维森学院举办的科学教育项目简介

☞ “充实丰富类”项目

此类项目主要利用学生的课余时间开展,旨在丰富学生校内的学习生活,扩宽科学学习的边界和视野,将科学与生活、艺术联系起来,激发学生科学学习兴趣,鼓励学生从事科学职业,倡导形成科学的社会文化氛围。

◆ 项目一: 简明扼要的科学 (science in nutshell)^[3]

该项目是针对儿童和青少年的短期科学研

会,重点讨论各种科学主题,以实验为主,面向对象是2—9年级学生。表1摘取了部分项目内容。

◆ 项目二: 壮观的科学 (Spectacular Science)^[4]

“壮观的科学”项目中提供的课程更加宏观,包括数学、生物学、物理学、天文学、机器人学、神经科学、微生物学和医学等,主要在实验室开展,以生活中的现象出发引起学生的好奇心和兴趣,并引导学生以简单的方式解决复杂的科学问题,表2摘取了部分课程。

◆ 在线课程^[5]

戴维森学院开发了3项课程并放置在Future Learn (<https://www.futurelearn.com/>) 平台上,课程周期约3周,每周约4小时,主要面向对数学、谜题和大脑挑战有兴趣的学生,学生可以通过异步自学的方式参与,课程名称和具体涵盖的主题示例如表3所示。

☞ 英才学生培养课程

◆ 计划一: 阿尔法计划^[6]

该计划主要面向9年级热爱科学的天才学生,培养周期为2年,在雷霍沃特的戴维森科学教育学院魏茨曼科学研究所进行。9年级学生在经过层层选拔后首先参加为期2周的夏令营,接着在导师的指导下启动个人研究项目。10年级是学生研究的第1年,学生与导师一起完成项目,参加科学讲座、专家小组、会议等

表1 “简明扼要的科学”项目课程简介

课程名称	面向对象	科学问题	课程目标	课程内容
当柔道和物理学并驾齐驱	2—3 年级	正确进行柔道动作背后的秘密是什么？为什么正确跌倒如此重要？	通过了解柔道基本动作背后的相关科学原理，学习如何更好地执行柔道动作	学习在练习柔道的移动、滚动和跌落时如何进行实验，以及物理、生物甚至化学领域的科学现象和定律
体育科学	3—4 年级	当我们运动时，身体发生了什么？当我们运动时这些过程如何体现？	了解使我们走路、奔跑和跳跃的原因	课程以 15 ~ 20 分钟的锻炼开始，之后将从理论和实践两方面检查和分析我们进行的体育活动
观鸟初学者	5—6 年级	鸟类如何飞翔？鸟在早上做的第一件事是什么？它们在冬天迁到哪里？	了解鸟类群体的特征，并了解是什么使鸟类与其他动物区分开	在对鸟类的世界进行大致介绍之后，将深入并专注于对飞行、迁徙和鸟类发出的声音等现象进行探究。还将参观研究所的鸟类栖息地了解鸟类知识，以及如何使用双筒望远镜
绘画与微生物	7—8 年级	你能让细菌发出特定颜色的光吗？真的可以用微生物颜料作画吗？	探索我们周围的微生物，了解它们的结构和不同类型	学生将看到如何使微生物发出具有特定颜色的光，并用它们作画

表2 “壮观的科学”项目课程简介

课程名称	面向对象	科学问题	课程目标	课程内容
奇妙的数学	2 年级	谁是斐波那契？什么是无穷大？ π 为什么如此重要？	说明如何深入研究复杂的数学问题；增强孩子的数学思维能力，发展成、负责的学习方法	学生尝试使用分数和方程，并找到简单自然的方法根据言语内容制定和求解方程式
物理乐趣	3—4 年级	水箱里的水的波动与家庭电网的波动有何共同点？这与音乐有什么关系？	了解灯光、声音、振动等不同现象的共同点，学习将不同类型的波分开并使用这些波	课程将通过活动、实验、构造和研究深入研究漂浮在我们周围的不同类型的波浪，探讨不同类型的波浪及其特征，使用不同的乐器产生和改变波浪，甚至使用它们制造各种乐器
计算机科学——从头开始编程	5—6 年级	如何创建电脑游戏？	熟悉基本概念，比如变量、条件、循环和功能；创建简单的算法，并提高解决问题的能力	以简单明了的方式介绍计算机科学的基本原理、思想和概念，向参与者传递编程所需的逻辑思维
使用 App Inventor 进行 App 开发	7—8 年级	目前在应用商店中有超过 350 万应用程序可供下载，你有什么想法吗？	设计一个应用程序	首先复习应用设计所需的基本知识和工具，学习计算机科学原理和软件开发流程，然后以团队的形式执行一个项目，开发程序

一系列社交活动，在学年末参加为期 2 周的夏令营。夏令营期间，学生需要进行 3 个有关物理、化学和生物学的小型研究项目。11 年级是学生研究开展的第 2 年也是最后一年，这一年里学生需要继续他们的研究并完成项目的书面论文，完成后学生需要在戴维森学院举行的科学座谈会上介绍他们的项目，该座谈会还会邀请科学家和教育工作者参与。从阿尔法计划毕业的学员在未来还可以参加由未来科学家中心举办的“阿斯科拉计划”。

◆ 计划二：Ma' ale 阿拉伯科学与工程专业的优秀学生计划^[7]

Ma' ale 于 2014 年启动，为期 3 年，从 10 年级到 12 年级结束，专注于计算科学，面向已选择或打算选择高水平数学和物理课程的 9 年级杰出阿拉伯学生，时间安排在开学后每周 3 下午，时间为 4 个小时，放假期间还有额外的学习日。该计划包含 5 个特点：①学习希伯来语，用希伯来语进行授课，使参与者有机会提高他们的语言技能。②学生可以与学术界

表3 为戴维森学员提供的在线课程内容示例

课程名称	涵盖主题
柔性版和卷纸背后的数学	柔性版的发明；如何制作柔性版；环状和非环状柔性版；先进的柔性版；莫比乌斯带及其令人惊讶的特性；柔性版；莫比乌斯带和打结的指带背后的数学原理
数学难题：密码学、符号和密码	编码数学难题，密码和符号；解决和创建密码问题，难题在于对数学表达式中的数字进行编码；密码学类型，包括古老的印度教问题和字母拼写谜题；特殊和唯一的密码，包括质数、对数、平方根和幂；符号体系，从远古时代到现代条形码；计算机语言，包括二进制、三进制和格雷码；解密古埃及数字系统，罗马和希腊数字；条形码难题及其解决方法；不同类型的运算符难题，包括一元、二元和三元；现代运算符，包括逻辑运算符、文本运算符和 Excel 运算符
娱乐数学入门：乐趣、游戏和谜题	数学与魔术；数学难题；数学游戏；著名的休闲数学家

和行业的杰出专家共度时光，并融入各个行业中。③课程由戴维森学院讲师讲授，学生可以参观实验室并探索前沿研究。④该计划目的之一是帮助学生发展和扩大个人技能，包括沟通、自信、动力、创造性思维、职业道德、公开演讲甚至简历写作，为他们的职业生涯作准备。⑤该计划还可以为学生建立社交圈和专业圈。

◎ 启示

➤ 挖掘体育活动中的科学现象

中小学生学习年龄偏小，贪玩好动是这个年龄段的特点，在教学过程中科学教师可以深挖体育竞技中蕴含的科学现象，将人体作为科学的实验品，实践与理论结合，深入浅出地将科学与运动联系起来。比如文中提到的柔道、人体如何运动的话题。柔道是一门充分利用力学知识的体育竞技类运动，利用惯性、重心和力矩的知识可以把体重较大的对手摔倒，在练习柔道的过程中学习科学知识，同时又把科学知识运用到与柔道的联系中去，既加深了学生对于科学知识的理解，也促进了学生对柔道的学习。

➤ 善于从生活中寻找科学问题做科学实验

“充实丰富”项目中的课程都提供了科学问题，这些科学问题均来自于学生的日常生活，去抽象化、贴近生活的问题更易激起学生的好奇心和求知欲，学生针对这些问题可以发表自己的看法并在教师的带领下逐步提出自己的科学问题，接着教师可以带领学生利用身边触手可及的材料开展科学实验，进行探究活动，从而解决问题，发展科学思维。基于生活的科学教育将学生的生活和科学联系在了一起，生活和科学不再割裂，

学生更易形成对科学概念的一贯性理解。

➤ 培育并滋养崇尚科学的社会文化

以色列的中小学科学教育是由社会共同推动的，学生不仅可以在校内接受科学教学，在课外、节假日还可以报名参加各个高校、企事业单位组织的充实丰富课程、暑期训练营等，在国家内部形成培育和滋养科学素养的良好土壤。杨玉良院士曾指出，“科学教育的目的不仅在于激发儿童青少年的科学兴趣，更要在全社会范围内形成有利于科学发展的土壤”^[8]。当前中国进入了新的发展阶段，科技与社会的联系愈加紧密，为青少年提供优质的科学教育就是为未来营造一个崇尚科学的社会文化奠定基础。

参考文献

- [1] About the institute [EB/OL]. <https://www.weizmann.ac.il/pages/>
- [2] Science Education [EB/OL]. <https://www.weizmann.ac.il/pages/science-education>
- [3] Science in a Nutshell [EB/OL]. <https://davidson.weizmann.ac.il/en/programs/science-nutshell>
- [4] Spectacular Science-Enrichment Classes [EB/OL]. <https://davidson.weizmann.ac.il/en/programs/spectacular-science-%E2%80%93-enrichment-classes>
- [5] Online Courses [EB/OL]. <https://davidson.weizmann.ac.il/en/programs/online-courses>
- [6] Alpha Program [EB/OL]. <https://davidson.weizmann.ac.il/en/programs/alpha-program>
- [7] Ma' ale-Excelling Arab Students in Science and Engineering [EB/OL]. <https://davidson.weizmann.ac.il/en/programs/ma%20%99ale-%E2%80%93-excelling-arab-students-science-and-engineering>
- [8] 2020 科学教育成果交流暨发展战略研讨会在北师大举行 [EB/OL]. <http://edu.sina.com.cn/1/2020-12-09/doc-iiznezxs6025893.shtml>

项目驱动 评标清晰 学生主导

——英国 CREST 科技英才培养活动

文_谢 涌 / 北京师范大学

2020年9月，习近平总书记在科学家座谈会上提出：“好奇心是人的天性，对科学兴趣的引导和培养要从娃娃抓起，使他们更多了解科学知识，掌握科学方法，形成一大批具备科学家潜质的青少年群体^[1]。”科技创新人才是建设创新型科技强国的重要保障，世界各国都非常重视青少年科技创新素养的培养，并提出各类相应的计划。项目式学习（Project-Based Learning, PBL）是学生基于对复杂、真实问题的探究，通过精心设计的项目作品，规划和实施项目任务，掌握所需的知识和技能的一整套系统的教学方法^[2]，这种教学方法可以帮助学生在STEM项目中培养科技创新素养。

在PBL理念的指导下，英国于1986年开始了基于STEM教育的国家认证计划——CREST计划，旨在激励学生像科学家和工程师一样思考和行动，引导学生了解科学知识，掌握科学方法。CREST计划的环节设计与评价指标对青少年科技英才培养具有较强的参考性。

◎CREST 计划简介

CREST计划的项目类型丰富，包括从1小时到70小时不

等的大、中、小型挑战项目，可以满足不同年龄段和不同小组规模学生的需求，每年吸引了成千上万的学生参加。该计划中的项目通常由5~19岁学生主导，教师或家长起辅助作用，因此学生可以选择自己感兴趣的研究主题和方法并动手调研。在STEM和教育领域的行业专家的支持下，CREST计划具有详细且高标准的评价和审核标准。

◎ 项目指导原则

CREST的各类项目资源并不是完全由计划的发起者设计的，大部分学习资源都是由与STEM有关的组织设计和制作，再由CREST认证后投放在平台中。为了保证其他组织设计

表1 CREST项目指导原则

真实背景	CREST项目具有适合该水平的清晰的真实情境
背景研究	CREST项目要求学生进行背景研究，以帮助他们理解和完成项目
问题解决	CREST项目展示提出科学问题解决方案的创新方法
独立工作	CREST项目展现出独立的工作技能，学生应独立、结对或小组进行项目，理想的情况是在不需要成年人帮助的情况下完成适应水平的挑战
项目决策	CREST项目应尽可能支持学生主导项目、设定目标、制订计划
科学实践	CREST项目帮助学生应用科学方法理解项目相关研究、生产技术和知识
实践反思	CREST项目应使学生反思自己所学的知识
汇报交流	CREST项目应使年轻人能够以书面或者口头形式分享他们的成果并解释研究产生的影响
创新思维	CREST项目使学生能够发挥创造力并以创新的方式开展项目

表 2 CREST 项目报告框架

项目类型	实际调查项目	设计和制作项目	研究项目	传播项目
项目报告框架	困惑、假设或实际问题	项目简介	项目简介或要研究的领域	目标受众
	项目目标	项目目标	项目目标	主题与受众背景调查
	计划	设计特定问题的解决方案	收集和分析数据的计划	传播方式设计
	证据	解决方案的测试、分析、改进和重新测试（多个周期）	对现有数据的审辨分析	反思和解释传播方式是否适合目标，包括适应正确的年龄和理解水平
	分析	最终解决方案分析	结论	使用适当措施评估传播
	结论	结论		结论

的学习资源具有较好的学习效果，CREST 提供了项目设计的指导原则（见表 1），其中包括具有真实的情境，促进学生完成项目决策、问题解决、实践反思等方面的要求。这些指导原则同样可以为我国中小学教师开发 STEM 教学资源提供设计思路。

项目类型

CREST 计划的项目类型包含实际调查项目、设计和制作项目、研究项目和传播项目 4 类。在开展实际调查，以及设计和制作项目的过程中可能需要用到实验室专业设备，因此这类项目需要在学校内组织进行。如果处于居家状态仍想要参与 CREST 项目，可以参与研究项目和传播项目。

实际调查是 CREST 计划最常见的项目类型，该类项目的目标是解决一个疑惑、实际问题或者验证一个假设。设计和制作项目的目标是设计和制作符合特定功能的产品，这类项目可以始于宏大的构想，然后聚焦到具体的东西，

例如设计和制作滑板，设计和建造双体船模型等。研究项目则是通过数据收集和分析，提出新的观点或论证具有争议的 STEM 主题。传播项目是为了让特定受众了解 STEM 主题，或提高他们对 STEM 的认知和兴趣。这类项目包括学生自行组织一场对科学原理进行解释的互动博物馆展览，制作采访科学家的广播节目等。CREST 计划提供了多种类型的项目，学生可以选择自己感兴趣且适合的项目。对于不同类型的项目，CREST 提供了项目报告框架（见表 2）供学生参考。

项目水平

CREST 计划将项目分成 6 个水平，包括星星、超级星星、发现、青铜、白银和黄金。不同水平的项目在设计时考虑到不同年龄段学生的能力和可以参与的时间，所解决的问题也有所差异（见表 3）。

星星水平和超级星星水平都是引导学生通过实际调查和讨论解决现实生活中的科学、技术、工程和数学难题，这些问题通常是学生可能遇到或者已经遇到的情况。星星水平的挑战适合幼儿园水平进行，通常需要教师引导。而超级星星水平的挑战相比星星水平更难一些，会涉及到社区或者更大范围的问题，适合小学低年级学生在教师的组织下进行。达到这 2 个水平都需要完成 8 个挑战，每个挑战的时间约 1 个小时，挑战中包含学习资源包和指导说明的材料，即便是没有学科背景的成人也可以组织儿童参与挑战。

发现水平的项目适合在课堂活动或俱乐部活动中开展，学生完成 STEM 主题下与真实情境相关的挑战。在发现水平中学生应在自组织的小组中协作完成项目或挑战，在整个过程中记录和反思他们的工作，并在小组报告中汇报他们的发现。发现水平适合小学高年级学生完成，这类项目需要花费 5 个小时及以上的时间，

表 3 CREST 项目水平

项目水平	星星	超级星星	发现	青铜	白银	黄金
时间要求	8×1 小时的活动	8×1 小时的活动	5 小时以上	10 小时以上	30 小时以上	70 小时以上
建议年龄	5 ~ 7	7 ~ 10	10 ~ 14	11+	14+	16+
学龄	幼儿园	1—3 年级	4—6 年级	4 年级以上	8 年级以上	高一年级以上
评定人	教师	教师	教师	教师	评估员	评估员

并由教师根据评价标准进行评估。

青铜、白银和黄金水平的项目相比另外3个水平需要学生完成更多的任务，学生不再只是探索与STEM有关的问题，而是要针对具体问题提出完整的解决方案。随着项目水平的上升，项目的难度逐渐提高，项目参与的时间也越长，从青铜要求的10小时以上到白银要求的30小时以上，黄金更是要求达到70小时以上。项目的难度与参与项目的时长成正比，也与学生在项目中的收获成正比。此外，不同水平的项目对申请参加项目的学生年龄提出了要求，从小学高年级及以上，到高中一年级及以上不等。青铜水平的项目是由组织的教师评估的，而白银、黄金水平的项目则是由专门的评估员进行评估，因此学生要将项目的研究成果和反思提交给CREST评估员。

③ 评价标准

CREST计划中不同水平的项目希望学生达到的目标也不同。青铜水平注重发展问题解决、有效沟通等可迁移的技能，学生应该基于自己的想法开展项目，决策如何推进项目并记录项目的发现。白银水平要求学生通过推进项目了解科学方法，学生需要主导项目，考虑项目更广泛的影响，并能提出创新的方法解决问题。黄金水平需要学生开展长期、规范的项目，并能为科学技术或特定研究领域作出一点新的贡献。对于这3类水平的项目，CREST计划给出了明确的评价标准（见表4）^[3]。

◎ 启示

③ 基于项目培养学生能力

基于真实的STEM项目开展实践，可以充分培养学生的科技创新素养。CREST计划基于PBL理念的指导，其中的项目以复杂、真实的情境作为背景。学生在解决STEM项目问题的过程中，不仅对项目本身所涉及的科学知识有了更深入的理解，还训练了学生问题解决、项目决策、汇报反思等能力。学生以小组的形式完成项目能够促进他们集思广益地解决问题，帮助学生形成协作交流能力。学生通过借鉴分析他人的研究成果，提出解决该项目中具体问题的创新解决方案。学生在解决真实项目后往往也更愿意与人分享他的成果，这个过程也使他

们更有成就感与认同感^[4]，激励他们通过项目学习科学知识，培养科学精神，锻炼科技创新能力。

③ 给予学生充分的主导权

充分的主导权有助于学生在开展项目时认真考虑相关因素，培养学生的独立研究能力和创新能力^[5]。CREST计划中的项目倡导由学生主导，即便是低年龄段的项目，教师或家长在组织过程中也只是起到辅助作用。学生主导项目对学生提出了更高的要求，学生不仅要尝试解决项目进展中可能遇到的各种问题，还需要关注项目开展时其他重要因素，如安全、道德伦理等。随着项目难度水平的提升，学生在项目中的主导权越强，提出的解决方案的创新性也更能体现出来。学生从原来遵循导师的指导逐渐过渡到自行展开项目，遇到专业领域问题再咨询导师。学生提出的解决方式也从最初简单有效的办法，逐渐形成思考更加深入的务实、创新的方案。

③ 制定清晰的评价标准

评价标准对于学生开展项目有重要的影响，清晰的评价标准能够促进学生思维精细化的发展^[6]。从CREST计划中的评价标准可以看出，从青铜、白银到黄金水平，随着项目难度的增加，评价标准也分解得更加细致，对学生的要求也更高。清晰合理的评价标准通常需要在学生的“最近发展区”内，这样有助于学生对照评价标准努力实现目标。学生在不断努力达成各阶段的评价标准过程中，更容易理解科学家开展研究需要掌握的科学知识和科学方法，以及需要具备的拓展能力。

参考文献

- [1] 习近平. 在科学家座谈会上的讲话[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2020(27): 6-9
- [2] 巴克教育研究所. 项目学习教师指南: 21世纪的中学教学法[M]. 教育科学出版社, 2008
- [3] CREST. Criteria for Bronze, Silver and Gold CREST Awards [EB/OL]. <https://help.crestawards.org/portal/en/kb/articles/criteria-for-bronze-silver-and-gold-crest-awards>
- [4] 张志勇. 关于实施创新教育的几个问题[J]. 教育研究, 2000(03): 25-31
- [5] 余胜泉, 胡翔. STEM教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研究, 2015, 21(04): 13-22
- [6] 董艳, 孙巍. 促进跨学科学习的产生式学习(DoPBL)模式研究——基于问题式PBL和项目式PBL的整合视角[J]. 远程教育杂志, 2019, 37(02): 81-89

表 4 CREST 评价标准

	评价标准	青铜标准	白银标准	黄金标准
1. 项目设计	1.1 学生为该项目设定了明确的目标,并分解为子目标	学生定义并清楚地说明了项目的总体目标,并将其分解为较小的可实现的目标	学生全面地说明了项目目标,以及实现目标所需的个体目标。他们清楚地了解二者之间的差异	学生全面地说明了项目目标。他们解释如何确定自己已经成功实现目标。此外,他们为项目设定具体的可衡量的目标
	1.2 学生解释了该项目更为宏大的价值	学生解释了该项目更宏大的价值,并提供一些实际应用的示例	学生深入研究了其项目的宏观价值,例如直接应用之外的社会或商业利益	学生对项目更宏大的背景表现出了全面的了解。他们能解释该项目如何适应这种情况,以及他们的工作可能产生的直接和间接影响
	1.3 学生确定了一系列项目的研究方法	学生描述并评估了完成项目的几种可能方法	学生确定了实现目标的一系列相关方法,并探讨每种方法的利弊	学生通过借鉴该领域的研究和实践,确定了一系列相关方法,并详细评估这些方法
	1.4 学生描述了他们的项目计划,以及他们为什么选择这种方式	学生总结了他们将采用的方法,并给出选择的简单理由	学生表明采用的方法,确定关键活动和重要结点,并提供选择方法的理由	学生为项目提出一种完善的方法,确定了关键活动和重要结点。他们说明了选择的理由,并描述了他们的决策过程
	1.5 学生计划并安排好他们的时间	学生将项目大致进行分解,并提供时间安排表	学生为项目制订了详细的计划,说明了关键任务所需的时间、人员和完成日期	学生为项目制订了全面的计划,他们能清楚地了解完成任务所需的技能、时间等,并能清晰地安排资源和时间,说明任务内容、所需时间和人员和完成日期等
2. 项目贯通	2.1 学生充分使用现有的资源和人员	学生使用了可用的资源和人员	学生确定、寻找并使用所需的资源和人员	学生确定并寻找所需的资源和人员,且以有效的方式使用它们
	2.2 学生研究项目具有合理的背景,并写明参考文献	学生研究了项目背景信息,并在项目中参考这些研究。他们的大部分研究来自书籍、网站等二手资料	学生研究了项目背景信息,他们清楚地注明资料来源,例如脚注、内联参考文献和参考书目。研究混合一手资料和二手资料	学生在项目中开展全面研究,研究是相关、准确和可靠的。整个研究的引用样式保持一致,大多数参考资料均来自一手资料
	3.1 学生得出合乎逻辑的结论,并解释其对社会的影响	学生得出合理的结论,并将其与社会影响联系起来	学生得出合理且经过深思熟虑的结论。他们基于项目目标,探索了他们的工作对社会更深远的影响	学生得出了合理且经过深思熟虑的结论,并详细探讨了其工作对社会直接和间接的影响。他们直接解决了项目目标和更广泛的价值

	学生解释和审视了项目结果，并详细解释了他们的行为和决策对项目的影响	学生总结在项目中学到的知识和掌握的技能，并思考表现出色和有待改进的地方。他们具体列出了如果重复或进一步进行该项目要采取的计划表	关键阶段 5 / Level 3; 6 年级 (S6); IB 文凭课程	项目主要由学生自行开展，就技术或学科知识问题向导师咨询。学生有意识地以安全和道德的方式工作，并在必要时得到导师的帮助	学生分析了项目的多个方面，并从相关领域中发现已有的知识和思想，或从看似无关的领域中组合并应用知识和思想，创造出一种新颖的方法或成果	学生从策略上解决问题，对遇到问题的根本原因有很好的理解。他们基于自己的研究提出了有效、创新和相关的解决方案	学生以一种引人入胜、内容丰富的方式介绍项目，语言通俗易懂，逻辑清晰明了。他们的目标受众是具有科学素养但不了解该主题的背景或专业知识的人。他们适当地使用了图像、图表和表格等帮助传达信息。他们的项目几乎没有拼写和语法错误。如果是现场汇报，学生不会从幻灯片或笔记上逐字朗读
	学生对项目结果表现出了深刻的理解，并解释了他们的行为和决策对项目的影响	学生总结了他们学到的关键知识和他们掌握的技能，并思考如果要重复该项目或将其进一步进行，可以对项目进行哪些改进	关键阶段 4 / Level 2; 4—6 年级; IB 文凭课程	学生负责该项目，并可以定期与教师或导师讨论他们的想法。学生在导师的提示下，以关注安全和道德的方式工作	学生分析了项目的不同方面，并运用自身的知识创造新颖的成果和解决方案	学生考虑了遇到的问题，并提出了更广泛的情况，他们考虑并提出相关且务实的解决方案	学生清楚地阐述了他们的项目，语言通俗，逻辑清晰。学生利用图像、图表和表格等帮助传达信息。项目几乎没有拼写和语法错误
	学生解释了项目进展情况，以及他们的行为对项目结果的影响	学生解释了他们学到的知识，并给出了一些改进项目的方法	关键阶段 3 / Level 1; 1—3 年级; IB 中学课程	学生在导师的持续帮助下开展项目。他们遵循导师的指示，以安全和符合道德的方式工作	学生运用与主题和思维相关的认知实现项目的目标	学生考虑了遇到的任何问题，并通过简单但有效的方案解决这些问题	学生以一种可以理解的方式阐明项目。项目遵循一定的结构，并且使用多种合适的方式传达信息，例如图像、图形、表格等
3. 项目结果	3.2 学生解释他们的行为和决策如何影响项目结果	3.3 学生回顾他们学到的知识，并思考可改进的内容	4.1 学生表现出与他们水平相符的对科学知识的理解	4.2 学生决策项目时考虑到道德和安全问题	4.3 学生表现出创造性思维	4.4 学生发现并成功解决了问题	4.5 学生以书面形式或言语清楚地解释了他们的项目
4. 拓展能力							