

# STEM教育的五大争议及回应

赵兴龙, 许林

(中央电化教育馆, 北京 100031)

**摘要:** STEM教育对推动信息技术与教育融合创新, 促进学生的全面发展具有重要的作用。该文针对当前STEM教育的研究和应用现状, 认为STEM教育面临着本质、本地化、与创客的关系、人才培养和课程等五个方面的争议, 并分别进行了分析及回应, 这有利于逐步完善对STEM教育的认知和理解, 以期其在服务育人的全过程中发挥更大的作用。

**关键词:** STEM; STEM教育; 创客; 核心素养

**中图分类号:** G434 **文献标识码:** A

“STEM”是科学、技术、工程和数学四门学科英文名称的简称, 20世纪中叶在科学素养概念提出和讨论的过程中其实已经涉及。进入21世纪以来, 由于一些发达国家在政策和实践上的重视, 使得STEM教育的研究和应用迅速升温。我们国家很多地区、学校甚至企业都在积极探索和开展STEM教育, 一些学术活动和观摩活动等得到了很多研究者和一线教师的青睐。但是, STEM教育在本质、本地化、与创客的关系、人才培养和课程等五个方面都面临着一些争议, 分析和回应这些争议有利于完善对STEM教育的认知和理解, 以期其在服务育人的全过程中发挥更大的作用。

## 一、STEM教育的本质争议

STEM这个概念刚一引入我国, 其本质就被众多学者所讨论。讨论的主要议题是STEM这个概念的核心是什么。从应用层面看, 大致上呈现出两种取向: 一种可以称之为“整合取向”, 即认为STEM教育的核心是跨学科整合, 这也是STEM教育的核心特征, 其强调在学科整合过程中培养学生的素养与能力并解决实际问题<sup>[1]</sup>。这种取向还认为STEM教育不应该仅仅停留科学、技术、工程和数学四门学科的整合上, 而是需要整合更多的学科, 即STEM应该朝着“STEM+”(或者是“STEMx”)的方向发展; 另外一种取向可以称之为“细分取向”, 即认为STEM教育应该仔细分析四门学科整合的有效路径, 找出满足社会需求发展的类型。持该观点的学者认为STEM教育在引进过程中需要关注科学和工程的整合, 这种整合较为适合中国基础科学教育的发展现状, 并提出了科工教育的三种整合思路<sup>[2]</sup>。仔细思考分析

后发现, 现有的两种取向为探索STEM教育奠定了非常好的基础, 但侧重于从这个概念的历史轨迹和组成要素上去进行分析式的界定, 这对深入研究STEM教育的本质还是不够的。从对ERIC2005年到2015年关于STEM教育文献高频关键词<sup>[3]</sup>的前10位分析来看, “STEM教育”“科学教育”“工程教育”“工程”这四大关键词反映出了STEM研究的整体方向; “高等教育”这个关键词反映出了STEM研究的主要应用领域; “教学方式”“学生态度”“性别差异”这三个关键词反映出了STEM研究的主要对象; “项目有效性”和“学业成绩”这两个关键词反映出了STEM研究的应用效果。仔细分析后我们发现, STEM教育其实一直是在和分科教学的效果进行讨论和对比, 是从学科的角度上去推动和应用的。无论从前述当前研究的取向还是过去10多年高端学术研究的轨迹, 都表明了研究的这种立场。

笔者认为, STEM教育保留学科痕迹, 便于理解 and 操作, 这是可取之处, 但是仅仅停留在跨学科层面, 或者说都是在讨论学科整合后学生的状态, 忽视STEM“入驻”前学生本身的状况, 这是需要反思的。从学生健康成长和发展的角度而言, STEM教育的本质是通过跨学科整合, 保护学生的核心素养, 即通过这种教育方式, 从小时候就开始重视学生应具备的、能够适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力<sup>[4]</sup>, 把学生的个人修养、社会关爱、家国情怀以及自主发展、合作参与以及创新实践的这种素养进行保护、积累和沉淀, “隐去”学校教育分数、成绩、对错、机械记忆、题海战术以及非理性比拼对学生素养的“侵蚀”, 这样才能更好地释放学生健康成长的自然天性<sup>[5]</sup>,

为国家和社会做出更大的贡献。

## 二、STEM教育的本地化争议

STEM这个概念的提出是由于奥巴马政府想解决美国创新人才培养的问题,认为这四门学科相对较弱,其实这也折射出了美国政府对其科技创新国际领先地位的担忧。从相关文献的分析中可以发现,科学、技术、工程和数学有着不同的侧重:科学注重知识运用;技术注重改造创新;工程注重项目设计与开发;数学注重分析推理,这四种思维方式综合到一起,就是典型的一种理工科思维方式,即通过理工科的意识、思维和能力为培养创新人才奠定基础,这是美国STEM教育的基本价值取向。一些企业积极引入美国学校的STEM课程,内容包括电路、数字化通讯、机械、能源等多个模块,也从侧面印证了美国学校开展STEM的理工科取向。从文献中挖掘的美国知名度较高的七大STEM教育项目<sup>[6]</sup>,也无一例外是这个路数。其他如由美国专利和商标局、艾尔&海伦自由基金会、阿莫斯·E乔尔青年发明家基金会等资助和支持的“发明营”(Camp Invention)项目,主要关注学生创意、创新以及现实世界中的问题解决和发明精神,该计划的首要任务是通过创新实践活动展示STEM概念。美国航空航天局、S.D.贝克特Jr.基金会的“工程探险”(Engineering Adventures)项目通过有趣的活动和实践来让所有的初级学习者以专业工程师的视角一样去做事和思考,并真正参与到工程设计实践中。

也正因为如此,目前在我们国家STEM教育实践领域,清一色地都是和美国STEM教育相仿的课程,几乎都是花费巨资照搬和翻译过来的,这使得一线的实践者们实施起来不是那么得心应手,总是感觉本地化程度不够。笔者认为,对于创新人才的培养,理工科意识、思维和能力是“硬币”的一面,对符合中国特色教育信息化发展路子<sup>[7]</sup>起到促进作用的也不应该仅仅是原模原样地从国外拿过来的STEM教育,而是要依据中国K-12教育的具体情况重点突破中小学校教育中的实践落地和师资准备,在具体的实践中逐步探索创新。中国特色的STEM教育不仅仅应该包括科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Mathematics)等理工“STEM”,也应该包括社会(Society)、态度(Attitude)、环境(Environment)和梦想(Dream)等人文“STEM”,即应该承担起社会责任,对任何事情都有积极向上乐观的态度,能够正确处理好人与人之间、人与环境之间的关系,富有理想和梦想并力

之而努力,即将社会主义核心价值观完整地嵌入到学生的健康成长和发展中,嵌入到创新人才的培养体系中,这符合当前我国STEM教育发展的现实情况。只有坚持正确的STEM育人观,坚持立德树人,才能更好地对学生的全面发展起到促进作用。

## 三、STEM教育与创客的关系争议

STEM和创客的关系比较微妙。这两个发端自不同领域的概念既有共通的地方,也有相异的地方。目前对这两个概念之间关系的研究基本上呈现出四种观点:第一种观点是“不用辩解”。这种观点代表了很多学者的看法,认为对于一个实践概念而言,不用过多地去辩解和争论,而是放在实践应用中,关注教师和学生的使用以及对传统课堂教学的突破和创新上;第二种观点是包含关系论<sup>[8]</sup>,认为创客活动一定是包含在STEM活动中,而STEM活动不一定是创客活动;第三种观点是载体论,认为创客是STEM的载体,STEM不等于创客;第四种观点是整合论,将创客过程作为一种方式方法,引导学生应用STEM教育中的跨学科知识解决问题,培养素养和能力<sup>[9]</sup>。一些学者从主要来源、社会参与、跨学科、解决真实情境问题、学生产出、数字化工具使用、素养品质、教师角色和学生角色等七大方面对STEM教育和创客教育进行了认真细致地对比分析,并认为创客教育的界定存在广义和狭义之分<sup>[10]</sup>。从现有的实践活动来看,绝大多数的创客活动中学生都在使用开源电路板等实现创意,这些内容既涉及跨学科知识,又涉及一些人工制品的创意呈现,很难说清楚这种活动的性质是属于“STEM”还是属于“创客”,这在一定程度上给一线的教育教学实践带来困惑。

笔者认为,STEM教育和创客虽然有着不同的起源,但都面向学生的核心素养,这是两个概念对于当前教育教学改革和发展最大的贡献。就拿这两个概念最为明显的区别元素“人工制品”而言,在跨学科整合过程中,STEM教育也产生人工制品,学生在综合运用不同学科知识的过程中,或集成,或模仿,或创新,在与实际教育情景和技术手段融合的时候,也可能出现制品类的学习成果;而对于创客而言,由于创作过程中允许成功,也允许失败,创作的产品允许有不同水平和不同层次甚至不同价值以及不同的用途,能够创新出制品也不一定是常态,有很多时候创客未必能有制品产生,需要不同知识的碰撞和群体智慧的帮助。强行把这两个概念拉在一起比较,无论是从学理逻辑上,还是对实践的推动上,都起不到明显的作用。所以,在推



动信息技术应用过程中,如果在形式上需要多种学科整合的,称之为STEM教育较为妥当;如果需要创新出某种制品,称之为创客较为妥当。当然,有的学者将创客教育划分为学校创客教育和社会创客教育两种类型<sup>[11]</sup>,从这个意义上说,在实践中将学校内的创客教育视为STEM教育,也未免不是一种平衡实践和理性的办法。

#### 四、STEM教育的人才培养争议

对于STEM的人才培养是颇有争议的。两种观点较为明显:一种是STEM教育至少目前而言还没有到培养人才这个层面上,目前我们国家的信息技术教师完全可以担任这个角色,将信息技术教师进行培训就可以作为STEM教育的师资资源,提高培养效率,节省培养成本;另外一种观点是需要培养专门的STEM人才,用以支持STEM教育。我们从美国STEM教育的政策文件中也可以看出,美国政府特别关注STEM教师的培养,而且是需要短期内培养10万名教师<sup>[12]</sup>,这个培训数量还是非常庞大的。美国不仅通过正规的学校教育培养STEM教师,而且发动了协会、企业甚至是通过招募志愿者、实习、竞赛等各种方式宣传推广STEM人才培养计划,试图建立一个庞大的STEM教育人才培养体系和愿景,以便快速满足STEM培养创新人才的国家战略需求。

实际上,从美国推广STEM的计划中可以看出,短期从学校正规渠道培养大量STEM的师资是不太现实的,也必然会出现培养质量不高等方面的问题。这种急功近利不但达不到要求,反而会为学生的培养带来不必要的麻烦。笔者认为,如果开展STEM教育,师资是必要的,但是如何培养这些老师是可以通过多种渠道的:一种办法是职前/职后培养,在现有师范专业中增加STEM的课程或招收相关专业学生;或推荐一线教师在职培养,弥补师资短缺的局面<sup>[13]</sup>;另外一种办法是,充分利用当地的STEM资源,通过与当地的博物馆、科技馆等可以支持STEM教育的场馆进行合作,把学校教育延伸到场馆教育中,以学校教师为主导进行STEM教育,这种过程本身就是培养教师;也可以和一些科学、技术、工程以及数学等科研院所以及高精尖中心等合作,让学生和这些本身在某方面具有一流水平的科研人员交流,利用他们的实验室/中心进行探究学习、项目学习,让学生接触到真实的研究过程和研究对象,培养学生的STEM素养。

北京市教委在全北京市范围内开展的开放性科学实践活动为STEM教育的实施提供了很好的

启发<sup>[14]</sup>。面向全社会招募不同类型的社会资源单位,包括企业、科研院所等,这些社会资源单位所提供的六大类内容(自然与环境、健康与安全、结构与机械、电子与控制、数据与信息、能源与材料)都是课标之外的内容,一方面学生可以通过网上选课、团体预约和送课到校等三种方式亲身参与实践活动,在活动中实际参与,动手实践;另一方面,政府通过购买公共服务的方式购买社会资源单位的资源与服务,按照要求进行后付费。这种开放性的科学实践活动,不但拓宽了学生的视野,增加了学生的动手能力,加强了学校和社会之间的联系,而且也无形地把行业的科研骨干力量的智慧通过实践活动流转给学校和学生,明确了学校和社会资源单位在“教”和“学”上的互补关系,弥补了短期内师资的匮乏,提升了家长和学生的获得感,是一种受到普遍欢迎、行之有效的做法。

#### 五、STEM教育的课程争议

目前我们看到的STEM教育的课程,大致分为两种类型:一种是从国外购买,照搬和翻译国外学校STEM教育的课程资源和设置体系;另外一种由本校的信息技术教师按照自己的经验直接开发。第二种形式是国内较为常见的形式,绝大多数是依托Scratch创意编程、Arduino创意电子等进行开发。从实施上看,国外购买课程费用昂贵,很多知识体系和国内还尚未有很好地衔接,教师使用起来需要有专门的培训或购买一定的培训服务;国内的课程普遍依托开源电路板这种工具进行设计与实现,没有将创新应用落到实处,有时候甚至把STEM课程当作信息技术课程来上,很多学生其实是在完成课堂上老师布置的电路板任务,而没有真正理解STEM教育在核心素养以及跨学科整合对自己学习和生活带来的变化和发展上,这是我们不太愿意看到的。

STEM教育课程出现的问题,其实是对正确理解课程和社会关系的一种呼唤。笔者认为,学校课程和社会资源之间存在两种关系:一种是课程资源社会化,即已有的知识和经验尽可能吸收最新的知识和科技成果。从这个意义上讲,课程标准是课程资源社会化最好的载体和导向;另外一种是社会资源课程化,即把课标要求之外的一些好的资源和服务,经过某种服务方式和学校教育有机对接起来,既作为学校教育的延伸,又可以让学校和学生畅快地享受高精尖技术带来的视野和能力的跃升以及以此为载体带来的人际交流范围的扩大,为其以后健康走入社会和生活奠定基础。此外,这种资源的

断积累和优化,逐渐成为学校内校本课程的主要支撑力量,逐渐成为学校特色的一种体现,成为学校精品化和优质化资源的供给源泉。此外,STEM教育课程的出现与形成会有效牵引通用技术课程以及信息技术课程的升级变革,对学校教育中已经实施的探究性学习以及研究型课程实践可以起到丰富和完善的作用。所以,要解决STEM课程的问题,需要通过社会资源课程化和课程资源社会化“双轮驱动”才能有效打通边界,使得教师之间、学生之间、课程之间、学校之间、家长之间的知识和智慧畅通流传,以智慧生成智慧,最终服务于学生的健康成长与发展。

#### 参考文献:

- [1] 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(4):13-22.
- [2] 唐小为,王唯真.整合STEM发展我国基础科学教育的有效路径分析[J].教育研究,2014,(9):61-68.
- [3] 詹青龙,许瑞.国外STEM教育研究的热题表征与进路预判——基于ERIC(2005-2015)的量化考察[J].中国电化教育,2016,(10):66-73.
- [4] 教基二[2014]4号.教育部关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见[Z].
- [5] 赵兴龙,李奕.教师走网:移动互联网时代教师流动的新取向[J].教育研究,2016,(4):89-96.
- [6][12] 蔡苏,王沛文.美国STEM教育中社会组织的作用及对我国的启示[J].中国电化教育,2016,(10):74-78.
- [7] 教技[2016]2号.教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知[Z].
- [8][13] 柳栋,沈涓,武健.通用技术课程本体知识框架——兼论STEMx和创客教育[J].中国电化教育,2016,(10):79-82.
- [9] 王旭卿.面向STEM教育的创客教育模式研究[J].中国电化教育,2015,(8):36-41.
- [10] 杨晓哲,任友群.数字化时代的STEM教育与创客教育[J].开放教育研究,2015,21(5):35-40.
- [11] 杨刚.创客教育:我国创新教育发展的新路径[J].中国电化教育,2016,(3):8-13.
- [14] 李奕.北京:聚焦与服务“在家门口上好学”的实际获得[J].人民教育,2016,(9):40-44.

#### 作者简介:

赵兴龙:博士,副研究员,研究方向为教育信息化(zhaoxinglong@moe.edu.cn)。

许林:编审,社长,研究方向为教育信息化(xul@moe.edu.cn)。

## STEM Education: Five Major Controversies and Further Discussion

Zhao Xinglong, Xu Lin

(National Center for Educational Technology, Beijing 100031)

**Abstract:** Role of STEM Education is important because it improves the integration of information technology and education and promotes the all-around development of students. Based on the current status of research and application of STEM education, this paper presents five major controversies about nature, localization, relationship of maker, teacher training and courses, which were analyzed and responded. The purpose is to improve awareness and understanding of STEM education gradually and give more attention in the whole process.

**Keywords:** STEM; STEM Education; Maker; Key Competencies

收稿日期: 2016年8月16日

责任编辑: 赵云建