

I STEM教育系列连载 I

STEM、STEAM与可能的实践路线

□ 柳 栋 吴俊杰 谢作如 沈 涓

【摘要】正处在社会发展转型期的中国,社会建设者的创新能力、实践能力发展是亟待全社会着力解决的问题。本文扼要概述了STEM教育的发展脉络与内容框架,回顾我国已有的实践,展望现实中宏观与微观层面可能的突破策略,以期促进同行的进一步思考和实践。

【关键词】STEM; STEAM; 课程

【中图分类号】G40-057 **【文献标识码】**A

【论文编号】1671-7384 (2013) 06-39-03

一个国家的经济基础,并不只是金融等所谓的虚拟经济和服务经济。制造业,尤其是高端制造业,是社会健康经济真正坚实的基础之一。这里的高端,包括两个层面的含义,一是产品质量上的高水平,二是科技含量上的尖端性,而这要求公民的科技素养。我国正处在社会发展的转型期,社会建设者的创新能力、实践能力培养是亟待全社会着力解决的问题,教育行业必须直面严峻的发展挑战。

人类对世界的认识,从古代的朦胧一体逐渐分化为分科的学问,经由分科,深化了对自然的认识。然而,自上个世纪50年代以来,学者们发现,自然规律并不是封闭系统决定论所说的可逆过程,而是开放系统于开放的环境中,在混沌的边缘,经由主体自组织发展的不可逆过程。分科的学问渐渐走向融合,整体性的视野成为我们认识世界、顺应规律发展的重要方式。

STEM的由来与内涵

STEM教育源自美国。上世纪80年代,美国认识到科技教育的滑坡将造成人才严重短缺,富有创见地提出了科学、技术、工程和数学(STEM)学科集成战略^[1],旨在大力培养训练有素的数学家、科学家、工程师、技术人员和具备科学素养的美国公民。近30年来,美国政府和一些科研机构、高校、基金会,通过立法、拨款、专门项目等方式推动着STEM教育不断深化。2012年,奥巴马签署了《总统2012预算要求和中小学教育改革蓝图法案》,决定斥资2亿美元推进STEM课程实施,并将在两年内招聘1万名

STEM教师,10年内培养10万名STEM教师^[2]。

STEM领域建立在与其他学科融合的基础上。STEM的教育宗旨是“以设计和探索为目的,并对技术问题解决进行科学的探索”。其课程目标中包含了科学素养、技术素养、工程素养和数学素养等方面^[3]。STEM课堂上,围绕一个真实问题,学生在教师的带领下,参与到小组中开展研究,期间有可能通过面对面或者网络的方式与学习伙伴开展交流。在学习与研究的过程中,学生应使用技术搜集、分析数据,设计、测试和改进一个解决方案,并与同伴交流研究成果。

STEAM比STEM多了一个A。这个A,指的是艺术。狭义上指美术、音乐等学科;广义上则包括美术、音乐、社会、语言等人文艺术^[4]。STEAM的课堂常常是基于真实问题解决的探究学习、基于设计的学习。它强调让学生在看似杂乱无章的学习情境中发展设计能力与问题解决能力,因为真实的问题是劣构、错构的问题。STEAM的学习包括两个基本循环:探究学习循环和设计制作循环。探究学习循环从学生源自真实世界的兴趣和困惑出发,到问题澄清、假设检验,再到交流分享。设计制作循环同样从学生的兴趣和困惑出发,到分析解释、建模检验、设计制造,再到交流分享,最后作用于真实世界。每个循环都涉及写作、反思与公开展示,以帮助学生阐释经验,澄清所学的知识,并将行动与目标联结起来。在两个循环并行或串行展开的过程中,学生逐步完善设计方案,进而提高对科学概念的理解,充分发展实践与创新能力。

在中小学, STEAM的践行离不开课程这个概念, 主要涉及数学、科学(理化生等)、技术(通用技术、信息技术)、艺术(语言、音乐、美术)等四大领域的核心课程, 并包含了各类丰富的相关选修课程。

美国学者桑德斯曾指出, 在实施STEM和STEAM教育时, 技术和工程应必选其一, 再综合科学、数学及艺术方面的内容, 构建相关选修科目。需要指出的是, 这里的“技术”, 主要是指人与技术手段的相互关系, 而在我们此前的研究中^[5], “技术”一词的界定已经包括了此处狭义的“技术”概念与“工程”概念。

STEM、STEAM思想在大陆的实践反映

尽管STEAM这个名词是舶来品, 但是它所蕴涵的思想和实践一样在大陆有所反映。

1. 政府决策与国家层面关于青少年创新能力的项目

我国政府一直重视青少年科技创新能力的发展。在2001年颁布的《基础教育课程改革纲要(试行)》中明确提出要全面推进素质教育, 并实现五个“改变”: 课程结构走向综合、均衡、选择; 课程内容关注学习者的经验与终身发展; 课程实施倡导探究学习; 课程评价更注重发展性功能; 课程管理变国家统一为国家、地方、学校三级管理。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》强调: 基础教育要着力提高学生勇于探索的创新精神和善于解决问题的实践能力, 探索发现和培养创新人才的途径; 职业教育要形成适应经济发展方式转变和产业结构调整要求, 满足经济社会对高素质劳动者和技能型人才的需要; 高等教育着力培养高素质专门人才和拔尖创新人才。

在普通高校, 国家层面开展的科技竞赛至少有22项, 平均每年举办17项左右。其中, “挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛由共青团中央、中国科学技术协会、教育部、全国学联和地方政府共同主办。如今, 每年有1000多所高校、200多万大学生参与竞技, 是大学生参与科技创新活动的重要平台。竞赛获奖者中已经产生了两位长江学者, 6位国家重点实验室负责人, 20多位教授和博士生导师。全国职业院校技能大赛是教育部发起的, 专业覆盖面最广、参赛选手最多、社会影响最大、联合主办部门最全的国家级职业院校技能赛事。全国青少年科技创新大赛由中国科学技术协会、教育部、科学技术部、国家自然科学基金委等共同主办。大赛的竞赛系列活动包括青少年科技创新成果竞赛和优秀科技教师评选两项内容。大赛的展示系列活动包括优秀科技实践活动展览、少年儿童科学幻想绘画获奖作品展

览等。

普通高校科技竞赛的组织一般是“国家-院校”两级机构, 职业院校一般是“国家-省市-院校”三级机构, K12学段则一般是“国家-省市(教育行政+省市青少年科技中心等校外教育业务机构)-区域青少年科技中心-学校”四级机构。我国关于STEM领域通常以“科技创新”、“创新能力”、“实践技能”等为关键词。国家在该领域的决策过于原则, 系统思考不明显、行动细节不够清晰; 工作策略上则主要以赛促教。就基层实践的角度来看, 拔尖的功能更强于普及功能, 没有从课程建设的关键点聚焦、着力。K12领域中的青少年科技竞赛有功利主义的苗头, 普及性远远不够; 业务管理归属区域校外教育机构, 没有深度渗透到课程建设与实施的核心业务流程中。

2. 高校、地区、学校的行动

华东师大、华南师大、广西师大等高校从课程建设的角度关注这一领域, 南京大学、浙江大学等高校也有相关的研究, 研究成果比较丰富。但是大陆就STEM为主题的研究总量远远不够, 论文大部分发表于2010年以后, 篇名、关键词中含有“STEM课程”、“STEM教育”的相关文献仅有20余篇。以“创新能力”、“实践能力”等为关键词的文献不少, 但是能够系统性思考课程的建设与实施, 能够提出系统行动方案的不多。

在各省、市、自治区政府中, 北京市金鹏科技团项目、上海市创新实验室项目是较为突出的两项。金鹏科技团项目始于1998年, 为发挥其在中小学科技教育中的引领和龙头作用, 北京市教委于2005年、2010年两次深化项目的推进工作。目前, 在北京市中小学形成了近50个金鹏科技团。早在2007年, 上海市就颁布了《关于深化教育综合改革进一步加强创新人才培养的若干意见》。2010年, 上海市市教委决定在部分高中开展“学生创新素养培育实验项目”, 并同期推出了创新实验室建设项目。学生实践和创新基地建设工程列为《上海市中长期教育改革和发展规划纲要》2012年之前启动实施的十项重点发展项目^[6]。

各地的示范性、实验性高中的特色科技实验室和特色校本课程建设, 内容非常丰富, 领域相当广泛。而小学学段的校本科技课程, 据笔者了解, 深圳南山实验学校麒麟部的游戏化小学低段科技课程、北京东城区东四九条小学各类科技实验校本科目、上海虹口区曲阳第四小学虚实融合的小学科学校本课程等是较为成型的案例。

此外, 也有以科学技术为主题的学校, 如上海市徐

汇区康宁科技实验小学，邀请多位中科院院士担任名誉院长，将科技教育与人文教育相结合，全面培养学生的创新精神和实践能力。深圳科学高中是中国第一所科学高中，旨在培养以科学、技术、工程和数学见长的创新型高中学生。

3. 教师个人自主的探索与民间的创客运动

每个时代，能动进取的教师总是会顺应社会发展，主动变革教学。围绕STEM教育理念，依托综合实践课程，北京的吴俊杰老师研发了《人工智能》、《Scratch编程》课程，广州吴向东老师和武汉毛爱萍老师依托Scratch软件，研发了《儿童数字文化创作》课程。常州管雪岚老师研发实施了《小学生趣味编程》课程，温州谢作如老师依托Arduino、Scratch软件开发并实施了《互动媒体技术》课程。在传统科技创新领域的教师，如上海复旦大学附中吴强老师，在自己的学科领域做出了独立思考与主动探索。

“创客”一词来源于英文单词“hacker”，它并非指电脑领域的黑客，而是指不以赢利为目标，努力把各种创意转变为现实的人。克里斯·安德森新近提出的概念是“Makers”。他指出：驱动第三次工业革命的是一群叫创客的人，他们运用互联网和最新的工业技术进行创造，引领了个体制造时代的到来^[7]。李大维是这本书中提到的中国创客。他创立的新车间位于上海，是中国第一个创客空间，成立于2010年9月。李大维曾经从事Facebook社交应用开发工作，现在正推动着中国民间创客文化的发展。创客空间是一个人们能分享兴趣（多数是电脑、技术、科学、数字或者电子艺术）、合作、动手、创造的地方。目前，大陆在上海、北京、成都、南京、深圳等地已经成立了创客空间。

STEM、STEAM在大陆可能的实践路线

1. 宏观层面：国家、高校、科研机构

在国家层面，建议重新开展对技术类课程的深度研究，以期推出符合社会发展要求的中小学技术类课程标准、技术类课程教师职前培养方案、技术类课程教室装备标准、技术类课程师资配备的人事编制方案等工作，并建议国家通过立法制定规则，以激发社会各界参与课程建设活动的内在动力。同时，建议对修订数学、科学类、艺术类等核心课程的标准开展预研究。

建议各类科研机构、社会机构与企业组织，通过各种方式支持相关领域的分项研究，通过各个侧面的努力，丰富完善整个STEM、STEAM教育实施系统所需要的认识与探索。

囿于K12师资成长周期的限制，除了高等教育需要为培养STEM教育合格师资作出努力以外，建议各类高校开设周末与暑期STEM科目，一是缓解师资匮乏的困难，二是能够更好地推进STEM教育可持续发展。与此同时，基础教育需要调整选修课认定方式，以容纳相应的课程实施新形态。

2. 微观层面：基层学校、教师个人自主的探索

在学校层面，STEM、STEAM课程的实施，可以围绕着学校办学特色建设、特色综合实践板块（国家课程方案）校本课程建设、特色拓展探究板块（上海课程方案）校本课程建设来开展，尝试将它们与数学、科学类和艺术类核心课程对接融合。

在教师层面，可以根据自己原有任教学科与STEM、STEAM可能的交集，寻求可能的突破方向。依托特色综合实践板块校本课程、特色拓展探究板块校本课程建设，实施相关的自我研发科目。更建议教师们根据兴趣相投的原则，组成成团队，共同研发实施相应的校本课程科目。我们建议教师们借助校本课程的研发实施，更新自己的相关知识、发展相应的教育教学能力，在实践中发展，在发展中推动实践。@

参考文献

- [1] 朱学彦,孔寒冰.科技人力资源开发探究——美国STEM学科集成战略解读[J].高等工程教育研究, 2008 (2).
- [2] 赵中建.STEM: 美国教育战略的重中之重[J].上海教育, 2012 (11).
- [3] 秦炜炜.全球化时代美国教育的STEM战略[J].教育技术资讯, 2007 (10).
- [4] 李昭伊,刘君,卢泰天.韩国技术教育发展的最新动向——以STEAM模型为中心的技术教育课程设计[J].教育研究与评论 技术教育, 2011 (5).
- [5] 沈涓,柳栋.上海市虹口区教师进修学院突出思维、建构与整体性——高中技术课程建设与实施中几个基本问题的思考[J].中小学信息技术教育,2007 (3).
- [6] 罗阳佳.颜慧芬专访: 在创新实验室里传递育人正能量[J].上海教育,2013 (21).
- [7] 克里斯·安德森.创客: 新工业革命[M].北京: 中信出版社, 2012,12.

(作者单位: 上海虹口区教师进修学院 北京景山学校
浙江温州中学 上海宝山中学)