

# 科学、技术、工程与数学教育创新与跨学科研究

## ——第二届 STEM 国际教育大会述评

丁杰 蔡苏 江丰光 余胜泉

(北京师范大学 现代教育技术研究所 北京 100875)

**[摘要]** 第二届 STEM( Science、Technology、Engineering、Mathematics) 国际教育大会于 2012 年 11 月在北京师范大学举行。作为反映 STEM 教育研究国际前沿水平的研讨会,集聚了国内外 STEM 教育的知名专家学者以及最具创新性的 STEM 教育研究成果与实践经验。本文梳理了 STEM 教育的教学模式、教师专业发展以及创新应用成果,反映了国际 STEM 教育研究与实践的新趋势。

**[关键词]** STEM 教育; 技术应用; 教学创新; STEM 国际教育大会

**[中图分类号]** G427

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1007-2179(2013)02-0041-08

2012 年 11 月 24 日至 27 日,北京师范大学教育技术学院成功承办了第二届科学、技术、工程和数学国际教育大会(the 2<sup>nd</sup> International STEM in Education Conference,简称 STEM 2012)。STEM 国际教育大会由澳大利亚昆士兰科技大学发起,每两年举办一次,首届大会于 2010 年在澳大利亚布里斯班举行。本届大会主题为“STEM 教育中的教学创新与跨学科研究”,旨在为全球的教育者和研究者提供一个交流平台,分享来自大中小学、研究机构以及工商业领域人士在 STEM 教育领域的探索性研究成果与创新实践经验,从而更好地推动全球范围内的 STEM 教育发展。大会来自五大洲 20 多个国家的近 200 名学者参与,国内外三位著名学者作了主题报告,60 名学者分享了自己的研究成果。历时两天半的大会由八个分会场组成,分别探讨了 STEM 教育理论框架、多学科教学方法、课程设计、不同教育层次中的教育实践经验、教师专业发展、学生发展、创新技术支持、国际合作研究等。

STEM 是科学( Science)、技术( Technology)、工程( Engineering)和数学( Mathematics) 四门学科的简

写。由这四门学科的缩写起来的 STEM 教育是一个偏理工的多学科交融领域。STEM 教育被称之为“元学科”( meta - discipline),其教育过程不是将科学、技术、工程和数学知识进行简单叠加,而是强调将原本分散的四门学科内容自然组合形成整体(Morrison 2005)。STEM 教育源于发达国家面对国际人才竞争和经济发展压力下对本国人才培养的反思。早在 1986 年,美国国家科学基金会发表的《大学的科学、数学和工程教育报告》首次提出将“科学、数学、工程和技术教育进行整合”,这份报告提出的纲领性意见被视为 STEM 教育的开端(朱学彦等 2008)。进入 21 世纪后,美国、加拿大、澳大利亚等发达国家更加重视全球化背景下的创新人才培养。本次大会上,来自澳大利亚皇家墨尔本理工大学 Reid 教授梳理了催生 STEM 教育迅猛发展的主要社会经济因素:(1) 对知识密集型产业与服务的需求;(2) 信息与传播技术在全球范围内的广泛应用;(3) 科技成果在商业生产领域中快速转化与应用;(4) 经济合作和发展组织国家对创新的高度需求;(5) 西方高中学生学习 STEM 学科人数的下

**[收稿日期]** 2013-02-03

**[修回日期]** 2013-02-15

**[作者简介]** 丁杰,北京师范大学现代教育技术研究所读博士生,江苏师范大学教育研究院讲师,研究方向为一对一数字化学习理论与实践、学校信息化整体变革;蔡苏,博士,北京师范大学教育技术学院讲师,研究方向为三维虚拟学习环境、增强现实教育应用;江丰光,博士,北京师范大学教育技术学院副教授,主要研究领域为信息科技环境下学习者态度与行为分析、信息技术于课堂创新教学、“一对一”数字教学、学习科学、未来教室;余胜泉,博士,北京师范大学教育技术学院教授、博士生导师,研究方向为教育技术基本理论、计算机教育应用(ysqet@163.com)。

降。开展 STEM 教育可以提升学生科学与技术素养,为将来从事相关领域的工作作好准备。因此,实施 STEM 教育被认为是增加国家经济竞争力的重要手段(Krug 2012)。

现有研究表明,将不同学科知识以割裂(分学科)的方式进行教学已经成为当前 STEM 教育的常见弊端(Herschbach 2011),也是 STEM 教育研究亟待解决的重要问题。较之传统教育体系中的分学科教学方式,STEM 教育的创新之处正是将四门学科有机整合起来,实现跨学科的教学。来自昆士兰科技大学的 Michael Berry 认为,STEM 教育中的四门学科在教学中必须紧密相连,以整合的教学方式培养学生掌握概念和技能,并运用于解决真实世界中的问题。基于这一出发点,Berry 主张将基于项目的学习(Project-based Learning,简称 PBL)模式与 STEM 内容结合,以便在解决问题的情境中有效促进跨学科知识的整合。Berry 提出了三种教学模式来提升 STEM 教学的跨学科整合(Berry 2011):1) 中心项目模式(The Central Project Approach)(见图 1)。该模式主要以单个教师或教师团队为主导,将 STEM 学科知识整合到某一核心任务中。中心项目模式在两个层面上开展教学:直接教学与小组协作问题解决。在直接教学过程中,教师负责确保学生们讨论必备的核心知识概念。在小组协作问题解决过程中,学生们需要根据问题整合不同的学科知识,发现知识间的联系,讨论和设计出问题解决方案。中心项目模式的主要特点是学生可以围绕某一核心任务,将分学科的知识加以整理和综合,最终获得问题的解决。2) 学生主导项目模式(见图 2)。与第一种模式中教师负责设计任务不同,这种模式强调由学生自己设计项目。学生根据教师要求仔细思考每个学科的相关知识点,然后按照一定的设计流程完成自己的设计任务。教师在整个过程中为学生提供不同层次的指导,包括学科内容、项目设计思路以及问题解决方法。3) 基于学生主导项目的课程(Using Student Led Projects as the Curriculum)(见图 3)。在这一模式中,学生以个人或小组形式提出任务,内容必须涵盖至少两门以上 STEM 学科。学生在解决问题过程中,教师发挥协调、指导、检查、监督、计时和评价作用。该模式的优点在于能力较强的学生可以摆脱传统的结构化课堂教学对其学习与设计活动的

约束,能更好地发挥学生的个人能力;缺点在于能力较弱的学生会对学习过程中的自由度不适应,需要教师指导;同时由于项目任务非结构化,在最终结果上很难实现对学生技能的全面评估。Berry 提出的三种 STEM 教学模式对于基础教育和高等教育同等适用,在实施应用过程中必须结合具体的 STEM 教育目标进行细化与完善。

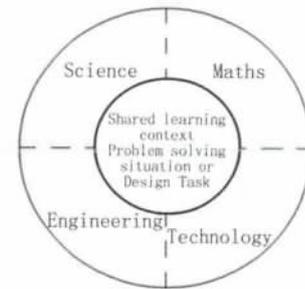


图 1 中心项目模式

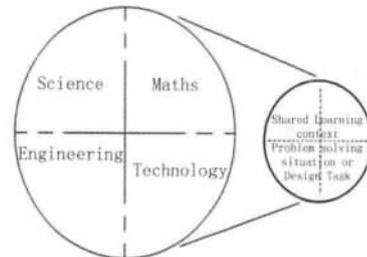


图 2 学生主导项目模式

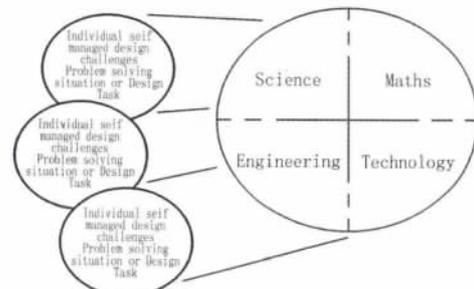


图 3 基于学生主导项目的课程

来自北京师范大学珠海校区工程与技术学院的安宝生院长在该院开展的整合 STEM 的 5L 教学方法介绍中,阐述了 STEM 教育对于广东省、北师大珠海校区以及工程与技术学院三个不同层面的重要意义:大力开展 STEM 教育不仅可以满足学院自身发展的需求,更能为学院所在的广东省区域经济发展提供实用型、创新型人才。北京师范大学珠海校区工程与技术学院从实践中提炼出的 5L 教学法,分别表示促进 STEM 知识与技能掌握的不同手段和措施(见图 4),它们包括:通过游戏学习(Learning by Playing)激发学生兴趣;通过观察(Learning by

Observing) 帮助学生掌握 STEM 技能; 通过旅行 ( Learning by Travelling) 丰富学生感性经验; 通过动手实践( Learning by Practice) ,促进学生知行合一; 通过研究( Learning by Research) ,促进知识与技能的创新( An Baosheng 2011) 。STEM 的 5L 教学法在学生培养方面取得了显著成效: 提升了学生学习工程与技术的兴趣, 动手实践能力与创新能力有所增强。学生的创意作品在国内外比赛中屡次获奖, 并积极为当地中学开展 STEM 教育设计制作教学教具。

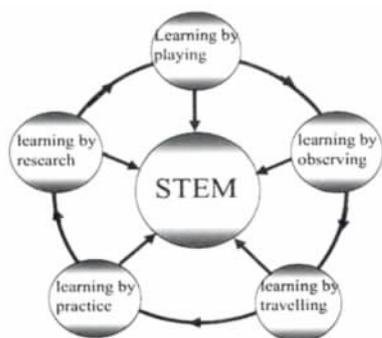


图4 基于 STEM 的 5L 教学法

## 二、跨学科研究

中国工程院韦钰院士在主题演讲中以“神经教育学”为切入点,介绍了以此为基础的“做中学”项目及其研究成果。韦钰院士主持的“做中学”( Learning by Doing) 项目由中国教育部和中国科学与技术协会于 2001 年 8 月启动,是一项针对中国 5 至 12 岁儿童开展的基于探究式的科学教育实验项目。经过十多年的实施,参与该实验项目的学校涉及中国 22 个省份 20 万名儿童,数千名教师。2006 年,“做中学”项目获国际儿童科学教育奖;2010 年,项目组和实验区共同获得了中国教育部基础教育课程改革研究一等奖。“做中学”项目的推进不仅对中国科学教育起到了重要的示范和推动作用,还为国家义务教育阶段小学科学教育标准的修订奠定了重要基础(韦钰,2011)。

“做中学”项目最鲜明的特色,在于采用神经教育学作为实验对象,通过严谨的实证研究为我国小学科学教学改革提供有益探索。神经教育学是一门全新的跨学科研究领域,旨在通过将神经科学(脑科学)的研究方法和成果应用于指导教育实践。韦钰院士指出,通过利用神经教育学来开展实证性的

教育研究,不仅可以为探究式科学教育提供坚实的理论基础,更为衡量课堂教学改革实践效果提供了可量化的有效工具(Wei Yu 2012)。韦钰院士带领的研究团队开发出用以支持儿童探究式科学教学法的四种类型软件工具<sup>①</sup>: (1) 探究式学习在线评估与记录系统。该系统以探究式教学法为核心框架,并提供探究式教学的相关资料。系统能同时记录 40 名学习者的学习过程与认知结果,教师根据及时反馈的学习结果为学习者提供适当的探究学习内容; (2) 社会情绪能力评估系统。“做中学”项目把社会情绪能力培养纳入科学学习标准中,作为学习内容之一,让教师在上课时注意培养孩子控制情绪、激励自己和尊重别人等方面的能力(韦钰,2011)。社会情绪能力评估系统重点关注儿童的移情和交流能力。除了常规的调查问卷外,该系统还包含了心理信号分析、肢体语言分析和面部表情识别,力求通过实证的手段获取科学、可信的情绪能力数据; (3) 执行功能评估系统; (4) 评估关键概念能力系统。后两个系统由与数据库相联的计算机实现的虚拟现实与可穿戴脑电图(EEG)传感器组成,可以跟踪记录学生学习过程中的脑神经相关数据。这些实证数据为探究式科学教学法提供了有力支持。

“做中学”项目实施十年的经验与成果为中国科学教育带来有益启示:科学教育特别是针对儿童开展的探究式科学学习,必须要遵循脑科学(神经教育学)的基本规律,在现代信息技术的支持下,通过开展科学的、实证型的研究推动教育教学改革。

## 三、实践与效果

昆士兰科技大学的 Peter Hudson 认为,尽管在学校层面上所有学生都被鼓励积极参与到 STEM 教育中,但女性学习者仍然在这一领域中处于劣势。无论是在工作场所还是高等教育中,女性从事 STEM 相关工作的人数远低于男性。女生在高中甚至更早期阶段的教育中,对 STEM 学习的兴趣以及投入程度是影响其日后就业方向的关键因素(Hudson 2012)。为了更深入了解女生学习 STEM 课程的过程,Hudson 教授开展了一项为期三年的跟踪研究。研究对象为两名八年级女生,研究内容为考察这两名女生在一项设计投石器装置学习任务中的表现。通过对研究对象学习活动连续九周的观察,

Hudson 教授发现女性学习者在 STEM 学习中需要更明确的指导与帮助:(1)对工程术语进行清晰讲解,以确保任务完成过程中交流的流畅性;(2)在概念理解的质疑与辩论中,尽量减少同伴间的相互批评;(3)对关键概念的学习要提供丰富的材料,以促进学生在设计、组装过程中的投入程度。

大规模国际比较研究(如 PISA)和跨种族研究结果显示,无论是生活在中国本土还是海外的中国学生在数学能力上都表现出远超出其外国同龄人的水平。昆士兰科技大学的 Guanglun Michael Mu 从社会学视角考察了文化因素对居住在澳洲的中国学生数学能力的影响。通过对 230 份在线问卷调查结果的分析,Mu 发现“中国特性”(相貌、文化传统、行为方式)的确会影响在澳大利亚的中国学生的表现,但并不是导致中国学生在数学学习上表现优异的决定性因素(Mu 2012)。

台湾学者 Kuei Fang Tsai 把研究 STEM 教育的目光投向物理学习低成就的大学生。Tsai 及其研究团队针对三名被评估为较有天分、学业成就却表现不佳的大学生开展了个案研究。研究目的在于探讨学业成就、自我意识与学习支持系统之间的关系。通过对学生进行问卷调查和深度访谈,研究者发现物理学习低成就的学习行为特征有:(1)缺乏学习动机,无法把学科学习与自我实现联系起来;(2)关注知识记忆与技能掌握,并坚持采用不良学习策略;(3)缺乏对学科学习的兴趣(King 2012)。

#### 四、技术创新

STEM 教育强调学生要具备一定的技术素养,主要是使用、管理、理解与评价技术的能力。通过 STEM 教育,学生需要了解技术应用、技术发展过程,具备分析新技术如何影响自己乃至周边环境的能力。技术不仅是 STEM 教育的核心内容,更是支持 STEM 教育中教学创新的重要手段。本次大会涌现出众多技术创新应用与教学结合的研究,对象涵盖高等教育与基础教育,教学内容涉及多种学科,充分展现了 STEM 教育研究在技术创新应用方面的积极探索。

美国哈特福德大学的薛飞考察了学生反馈应答器(clicker)对大学微积分课堂教学效果的影响(Xue 2012)。该研究发现,应答器使用的简易性和

反馈及时性使教师能更好地了解学生对知识掌握的情况;利用应答器实施的学生课堂投票活动可以提高大学生在微积分课堂上的投入程度。

台湾学者 Guo-Wei Chen 通过调查 250 名初中学生对网络教育游戏的接受程度时发现,在网络游戏的沉迷程度方面,初中八、九年级的学生比七年级学生更具有自控力(Chen 2012)。由于网络教育游戏在激发学生兴趣方面优势强大,因此研究者根据调查结论提出了在网络游戏设计方面的四条建议:(1)政府应当组织各学科专家开展教育游戏的设计与开发;(2)丰富教育游戏的内容与呈现方式;(3)建立和完善教育游戏的分类与分级制度;(4)鼓励大学相关专业的学生加入教育游戏的开发与设计活动中,建立奖励机制。

STEM 教育强调工程与技术素养需要通过“做中学”,即实践动手参与的方式获得。台湾学者张玉山教授及其团队通过利用乐高模块教学组件来培养高中学生的齿轮、连杆、扭力及力矩等工程概念。学生必须通过组装乐高模具去测试相关原理。学生亲手组装不仅可以了解工程概念,更是可以应用工程概念(Lai et al. 2012)。

我国浙江省温州中学的谢作如老师展示了该校 2011 年尝试开发的“互动媒体技术”校本课程(Xie Zuoru 2012)。自 2011 年以来,温州中学共实施了三轮课程教学,60 多名学生修习了这门课程。《互动媒体技术》课程主要采用作品评价法,学生最终要完成一件互动作品的设计。在教学中,教师要引导学生设计一件有创意的互动媒体作品。学生可以模仿展览馆中的他人作品,以低成本的方式呈现出来。谢作如老师通过“互动媒体技术”课程一年多的探索,发现学生在信息技术与工程设计素养方面有了长足进步。学生的设计作品“感知外界环境变化的风景画”、“电动显示器支架”获 2012 年温州市青少年科技创意设计一等奖,并被推荐申报国家专利。

澳大利亚新南威尔士大学的 George Hatsidimitri 研发了一个名为 Physclips 的免费在线物理教学平台<sup>②</sup>。该平台为高中与大学预科水平学生提供基于视频的物理学习资源,主要功能为学习指导、交互式学习网页与实验活动,教学内容包括力学、狭义相对论、声学、电磁学、光热学等(Hatsidimitris & Wolfe,

2012a)。该平台的最大特点是知识点之间的丰富超链接,用户可以对视频播放进行精细控制,真正实现自定步调的个性化学习(Hatsidimitris & Wolfe, 2012b)。

北京师范大学教育技术学院的陈桃探索了电子教材在小学教学应用中的适应性研究。该团队以 iPad 作为电子教材硬件终端,通过为期四周的小学课堂教学试验,探讨了精心设计的电子教材对课堂教学以及教学法的影响。

蔡苏展示了增强现实技术在仿真教学环境中的应用。虚拟现实创造一个全新的虚拟世界,用户完全沉浸在合成的环境中,不能看到自己周围的真实环境。相比之下,增强现实强调虚实结合,将虚拟的物体叠加或者合成到真实世界中,它允许用户看见真实的世界。通过增强现实技术中的虚实结合、即时交互、沉浸式三维环境等技术手段的应用,教师可以实现体验性的教学过程,有效展示教学结果,促进教学交互(蔡苏等,2011)。他现场展示了本地和远程增强现实环境中的牛顿第一定律、牛顿第二定律、单摆、蚂蚁行走等仿真教学设计案例,还演示了一个投射在真实空间的立体幻象。在增强现实环境中,用户弃用鼠标、键盘,改用自然交互方式,与真实环境中的操作感受一致。这种虚实融合的增强现实环境使得一些因成本、安全等原因,或者现实中根本无法实现的东西,叠加到真实环境中,让学习者体验到一种新颖、有趣而操作又不会产生隔膜感的学习方式。

陈敏展示了学习元平台在 STEM 教育中的应用。“学习元”具有可进化发展、认知网络联通、基于语义聚合、自跟踪、微型化等特征,能更好地支持非正式学习、满足泛在学习需求、更好地支持学习资源的群建共享的新型学习资源描述和封装的机制(余胜泉等,2009)。学习元平台实现的是结构化的泛在学习资源,是一个动态的逻辑结构,包括元数据、聚合模型、内容、活动、评价、生成性信息、多元格式等,通过各种服务接口(包括协同编辑、学习活动、通讯服务、学习测评等)与“教育云”联接。学习元模型是基于泛在学习资源理念的云存储模型,在资源部署上分离了学习内容结构与内容本身。学习内容结构面向学习过程,描述学习的目标、条件、过程与学习内容需求,而学习内容本身则可存储在异

地的资源服务器中。这些学习资源采用共建共享的方式建立,分布存储在不同的存储节点内,而资源之间则通过语义动态联系起来。当学习者进入泛在学习环境后,用户通过智能终端访问学习内容时,获取的不是某一固化内容,而是动态的学习结构。教育云服务系统根据情境参数信息从网络各处获取最适合的内容填充这个结构,动态合成一份有机的内容,不同的人访问同一资源时,生成的内容是不同的。当用户访问学习元的情境不同,聚合的内容也不同,从而满足用户个性化的需求。学习元平台的开发与实践应用是对泛在学习环境中下一代学习技术规范的初步探索,具有极大的研究价值和发展空间。

## 五、教师专业发展

STEM 教育强调学科之间的高度整合对教师提出了全新的挑战。如何培养合格的 STEM 教师备受关注。来自澳大利亚昆士兰科技大学 Kar - Tin Lee 教授、Diezmann 教授,加拿大英属哥伦比亚大学的 Milner - Bolotin 和 Nashon,以及加拿大西渥太华大学的 Namukasa 等多位学者深入探讨了 STEM 教育对教师能力的要求、STEM 教师培训策略等诸多问题。Kar - Tin Lee 教授以澳大利亚 STEM 教育现状为例,提出“教师是决定 STEM 教育成效的关键问题”。胜任 STEM 教学任务的教师不仅需要具备良好的 STEM 学科知识,更重要的是要掌握 STEM 整合教学的知识与技能,并且对 STEM 教育抱积极态度。然而,在目前开展 STEM 教育的大多数国家中,具备 STEM 学科知识与技能的学生很少选择 STEM 教师作为职业(Lederman, Gess - Newsome, & Latz, 2006; Vokos et al., 2010)。Kar - Tin Lee 教授认为,阻碍具备优秀学科知识与技能的学生加入到 STEM 教师队伍的主要原因有三:(1)学生对教师职业缺乏兴趣;(2)教师短缺问题受到忽视;(3)教师招募渠道狭窄(Lee & Nason, 2012a)。针对教师队伍人才缺乏的现状,Kar - Tin Lee 教授提出招募 STEM 学科特长学生的实施框架(见表一),该框架的实施需要政府部门与大学在经济与人力方面的投入与支持(Lee & Nason, 2012b)。

昆士兰科技大学的 Diezmann 认为,鼓励 STEM 相关领域的科研人员从事 STEM 教学是解决教师短缺问题的有效方法(Diezmann, 2012)。专业科研人

表一 招募 STEM 学科特长学生的实施框架

原则	策略
原则 1: 了解学生对于 STEM 教育的态度,激发教学热情	1. 面向 STEM 专业学生开展 STEM 职业兴趣调查 2. 设立 STEM 教学奖学金
原则 2: 改变现有 STEM 教师团队文化	3. 向学生定期展示 STEM 教育发展现状 4. STEM 教师团队内部增强扩充教师队伍的意识,让教师团队明确拥有更多的 STEM 教师对学校发展的重要意义 5. 鼓励现有 STEM 教师向学生宣传、介绍 STEM 教师职业 6. 为 STEM 教师和学生提供丰富的专业知识资源
原则 3: 通过更广阔的渠道招募 STEM 教师	7. 关注 STEM 相关专业学生 8. 关注 STEM 相关专业的在读研究生 9. 关注数学、科学和工程领域,具有实践经验,且考虑改变现有职业的人员 10. 实施面向本科生的“教学助理”计划 <sup>③</sup> 11. 实施“小区中的 STEM 教师”计划

员具备相关学科的专业知识,具有能在各种情景灵活运用能力(Watters 2012)。Diezmann 通过对一名从科研人员转变为 STEM 教师的人进行深入访谈后发现,要想成功从一名科研工作者转向合格的 STEM 教师必须进行教学法知识的培训。

STEM 教师能力发展方面,来自昆士兰科技大学的 Gillian Kidman 利用慢放动画(2 帧/秒)视频技术,考察了 55 名科学专业的职前教师的概念学习过程(Kidman 2012)。结果显示,学习者通过小组形式亲自创建慢速动画,能够实现深层次概念与教学法知识的学习。职前教师通过慢速动画可以讨论、交流、质疑对科学概念的理解,并对比外界表征与自我内部概念表征来实现对科学现象的深层次理解。研究者同时还发现,职前教师对于慢速动画作为一种促进学习与理解的方法表现出极大兴趣。

## 六、总结与展望

本次会议中各国学者的充分交流,有助于国外先进的 STEM 教育理念与实践在国内的传播,引发我国教育界的关注。同时,国际学术界借此也了解到中国教育者所开展的前沿教育活动。展望未来,我们认为,STEM 教育需要开展以下方面的探索:

### (一) 明确 STEM 教育重要性

自 20 世纪 90 年代初美国国家科学基金会提出 STEM 概念以来,STEM 教育的重要性已经被政治、经济、教育等领域广泛接受。目前,STEM 教育面临的问题是如何将空泛的教育理念转变为切实的实践。根据美国 2010 年开展的一项针对 STEM 领域专业人士的调查发现,多数专业人士对“STEM”这

一缩写词的内涵并不清楚,很多人将它与“干细胞研究”联系起来。在教育领域,仍然有人将“STEM”简单理解为科学与数学的整合(Keefe 2010)。美国的情况尚且如此,更突显了我国普及 STEM 含义的必要性。在认识和澄清 STEM 教育的内涵中,需要重点突出以下四个方面:

(1) 科学、工程、技术与数学已经以综合的方式构成现代社会运行的基石,因此要重视科学教育以及与之紧密相关的技术、工程教育在学校中的教学。

(2) 强调中小学教育实践中技术的重要性。技术不应仅指信息技术,还应包含更丰富的内容。

(3) 重视工程教育。工程教育与问题解决能力、创新能力紧密相关,具备良好的工程素养的人才能为社会经济带来巨大的发展潜力。

(4) 关注当前经济社会发展中的真实问题。当今世界发展与人类生存面临着能源危机、资源浪费、环境污染、防灾减灾等诸多问题,这些现实问题的解决与 STEM 领域密切相关。当前社会经济发展中的真实问题应成为 STEM 教育的内容载体。

### (二) 推进跨学科融合,培养复合型人才

科学、工程、技术与数学在现实生活中的应用是相互融合的,现实问题不会以单一学科的面貌出现。分科式教育的弊病在现代社会表现得越来越明显,STEM 教育发展的方向是以技术为桥梁,实现跨学科整合为特征,关注新技术及其实际应用为主要原则,培养能够综合运用多学科知识解决实际问题的复合型创新人才。

美国学者 Byhee 提出,STEM 教育培养的复合型人才应具备如下特征(Byhee 2010):(1) 掌握科学、技术、工程和数学领域的基本知识,运用各领域知识发现、解决问题,创造 STEM 各领域的新知识。(2) 理解 STEM 各领域的学科特征,能自觉运用探究、设计和分析等方式和手段解决问题。(3) 认识到 STEM 各领域是构成人类社会、物质财富、社会财富以及文化的重要组成部分。(4) 将人类社会中与科学、技术、工程和数学相关的问题视为与现代社会公民自身密切相关的事物,积极运用 STEM 知识与技能参与各类问题的解决。

STEM 教育对我国教育改革,尤其是基础教育的教学改革意义深远。美国国家研究委员会(NRC)认为,STEM 教育强调培养学生 21 世纪技

能,有利于让学生在整合科学、技术、工程和数学知识的同时,获得诸如适应能力、社会交流能力、问题解决能力、自我管理能力和系统思维能力。我国数学与科学教育长期以来以分散知识点、以课时为单位的讲授式教学为主,不能适应 STEM 教育培养目标的要求。以问题解决为导向、体现学生为主体的实践问题解决教学模式将成为我国 STEM 教育研究与实践的核心关注点。

(三) 建立 STEM 教育亚太学会,积极推进国际学术交流

托马斯·弗里德曼在其畅销全球的《世界是平的》著作中提到“2003年,全世界授予的280万个理科和工科学士学位中,美国学生只得到其中的40万个,83万个由欧洲人获得,120万个被在亚洲各大学学习的亚裔学生获得……在中国,每年理工类专业学士学位的颁发数量占颁发的所有学士学位数量的60%,韩国为33%,中国台湾地区41%”。由此可见,STEM教育在亚洲地区的高等教育领域拥有良好的基础,但目前亚太地区却没有一个STEM教育研究国际性组织,使得这一地区内的学校、公司、企业等机构中的教育工作者和研究人员缺乏交流STEM教育研究信息的有效渠道。在此次会议上,北京师范大学、澳大利亚昆士兰科技大学以及加拿大英属哥伦比亚大学经讨论决定,联合发起STEM教育亚太国际学会,积极推进相关筹备工作。

#### [注释]

①<http://www.handsbrain.com/>.

②[www.animations.physics.unsw.edu.au/](http://www.animations.physics.unsw.edu.au/).

③<http://stem.colorado.edu>.

#### [参考文献]

[1] An Baosheng (2012). Investigations of STEM 5L teaching methods [A]. 2nd International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[2] Berry, M., Chalmers, C., & Chandra, V. (2012). STEM futures and practice, Can we teach STEM in a more meaningful and integrated way? [A]. 2nd International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[3] Byhee, B. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision [J]. *Technology and Engineering Teacher*, (9): 30-35.

[4] 蔡苏,宋倩,唐瑶(2011). 增强现实学习环境的架构与实践[J]. *中国电化教育*, (8): 114-119.

[5] Chen Guowei, & Sun Chungshan (2012). Acceptance level of junior high school students of network educational games [A]. 2nd International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[6] Diezmann, C., & Watters, J. (2012). From scientist to science teacher: A career change teacher in transition [A]. 2nd International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[7] Hatsidimitris, G., & Wolfe, J. (2012a). A practitioner's guide to the design of science animations [A]. 2nd International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[8] Hatsidimitris, G., & Wolfe, J. (2012b). Physclips: Multimedia resources for learning and teaching physics [A]. 2nd International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[9] Herschbach, D. R. (2011). The STEM initiative: Constraints and challenges [J]. *Journal of Stem Teacher Education*, 48 (1): 96-122.

[10] Hudson, P., English, L., & Dawes, L. (2012). Catapulting into STEM education: Female students' interactions within a middle school engineering project [A]. 2nd International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[11] 教育部办公厅,中国科协办公厅(2002). 关于开展“做中学”科学教育实验的通知[Z]. 2002-3 [2001-8].

[12] Keefe, B. (2010). The perception of STEM: Analysis, issues, and future directions [Z]. Entertainment and Media Communication Institute.

[13] King, T. C., Tsai, K. F., & Chen, C. M. (2012). The study of solving the one-dimensional infinite square well quantum system by the students in Department of Physics [A]. 2nd International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[14] Krug, D. H. (2012). STEM education and sustainability in Canada and the United States [A]. 2nd International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[15] Kidman, G., Keast, S., & Cooper, R. (2012). Understanding pre-service teacher conceptual change through slowmotion animation [A]. 2nd International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[16] Lai Enying, Zhang Yushan, & Wang Jianhua (2012). Developing Students' Engineering Concepts with Learning Module Aids. 2nd International STEM in Education Conference [EB/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[17] Lee, K. T., & Nason, R. (2012a). Reforming the preparation of future STEM teachers [A]. 2nd International STEM in Education Conference [EB/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[18] Lee, K. T., & Nason, R. (2012b). The recruitment of STEM-talented students into teacher education programs [A]. 2nd International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

edu. cn/.

[19] Morrison, J. (2005). Workforce and school [A]. Briefing book. SEEK - 16 Conference [C]. Washington, D. C. : National Academy of Engineering: 4 - 5.

[20] Mu, G. M. (2012). Does 'Habitus' count in Chinese Australians' mathematics achievement? [A]. 2<sup>nd</sup> International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[21] National Research Council (2010). Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary [M]. Washington, DC: National Academies Press.

[22] [美国] 托马斯·弗里德曼 (2010). 世界是平的: 21 世纪简史 [M]. 何帆, 郝正非, 肖莹莹. 长沙: 湖南科学技术出版社: 265.

[23] Watters, J., & Diezmann, C. (2012). Mid-career professionals in STEM transiting to school teaching: Barriers at the Border. 2<sup>nd</sup> International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[24] 韦钰 (2011). 神经教育学对探究式科学教育的促进 [J]. 北

京大学教育评论, (10) : 97 - 187.

[25] Wei Yu (2012). Promoting neuroeducation as a trans-disciplinary field [A]. 2<sup>nd</sup> International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[26] Xie Zuoru (2012). A STEM high school curriculum: Interactive media technology [A]. 2<sup>nd</sup> International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[27] Xue, F., & McGivney - Burelle, J. (2012). Using clickers in calculus [A]. 2<sup>nd</sup> International STEM in Education Conference [C/OL]. <http://stem2012.bnu.edu.cn/>.

[28] 余胜泉, 杨现民, 程昱 (2009). 泛在学习环境中的学习资源设计与共享——“学习元”的理念与结构 [J]. 开放教育研究, (1) : 47 - 53.

[29] 朱学彦, 孔寒冰 (2008). 科技人力资源开发探究——美国 STEM 学科集成战略解读 [J]. 高等教育工程研究, (2) : 21 - 25.

(编辑: 徐辉富)

## Research on Science , Technology , Engineer , Mathematics ( STEM) in Education Innovation and Inter - discipline ——Review of the 2<sup>nd</sup> International STEM in Education Conference

DING Jie , CAI Su , CHIANG Feng - Kuang & YU Shengquan

( Institute of Modern Educational Technology , Beijing Normal University , Beijing 100875 , China)

**Abstract:** *The 2nd International STEM in Education Conference was held successfully in Beijing Normal University , in November of 2012. As a high level international conference , STEM 2012 appeals academically to many prestigious experts and researchers around the world to present the most valuable researches and practice experiences. This paper concludes many important issues in STEM education research realm , such as STEM pedagogy , professional development of STEM teacher and technology innovation in STEM education. STEM 2012 provides a great opportunity for Chinese researchers to know the status quo and future trends of STEM education.*

**Key words:** *STEM education; technology application; education innovation; international STEM in education conference*