DOI:10.19789/j.1004-9398.2016.03.006

美国STEM教育实施策略的研究*

彭 聪 王晶莹
(首都师范大学物理系,北京 100048)

摘 要

进入21世纪,世界各国意识到科学技术的重要性,并且越来越重视科学技术人才的培养. STEM教育的发展逐渐成为国际教育领域的关注问题. 有鉴于此,本文通过阅读相关美国STEM教育研究文献,分别整理了美国STEM教育K-12阶段和高等教育阶段研究的实施策略,以期对我国STEM教育的发展有所帮助.

关键词: 美国,STEM教育,K-12阶段,高等教育,实施策略.
中图分类号: G510

进入21世纪,科学技术推动经济发展已经成为经济全球化背景下的一种趋势. 世界各国意识到科学技术的重要性,并且越来越重视科学技术人才的培养. 许多行业开始依赖科学、技术、工程、数学方面的知识和技能. 科学(science)、技术(technology)、工程(engineering)、数学(mathematics)四门学科组成STEM学科. 发展STEM教育逐渐成为培养科学技术人才的重要途径之一. 因此,STEM教育的发展成为国际教育领域的关注焦点. 有鉴于此,通过阅读相关美国STEM教育研究文献,本文分别整理了美国STEM教育的实施策略,以期对我国STEM教育的发展有所帮助.

目前,人们普遍接受的STEM教育的定义是2007年,Rider-Bertrand提出"STEM教育是有目的地整合各学科的教学和学习方法,学生将从中发现并获得能在学术和现实背景中可以运用的概念、能力以及科学、技术、工程和数学思维等,以提高在21世纪的全球竞争力."这个定义中指出STEM教育不是指科学、技术、工程和数学四门独立的学科教育,而是这四门学科的整合教育. STEM教育消除了传统科学、技术、工程和数学四大学科之间的壁垒,通过整合方式形成一个有凝聚力的教学模式. 学生通过学习STEM课程不仅仅提升这四个领域的单独素养,更重要的是获得STEM素养相关领域的综合素养. 因此,STEM教育可以为国家培养和造就科学家、技术人员等人才,增强本国的全球竞争力. 同时,STEM课程也增强了学生的未来就业竞争力,使学生在社会经济迅速发展的环境中,更有生存能力.

1 美国STEM教育实施方式的研究概况

1.1 美国STEM教育的历史回顾

美国STEM教育可以追溯到1957年,苏联人造卫星上天. 这使美国人意识到科学技术教育的重要性. 因为科学技术教育可以培养科学技术人才,为美国的经济发展、国际竞争提供人才储备. 次年,美国国会颁布了《国防教育法》,以期振兴美国科学技术教育. 1986年,美国国家科学委员会(NSB)发布了《本科的科学、数学和工程教育》(又称《尼尔报告》),该报告是美国STEM教育发展的里程碑,提出集成科学、数学、技术和工程教育. 2005年,国家科学总院和国家研究委员会(NRC)向美国国会提出《驾驭风暴:美国动员起来为更加辉煌的未来》,期望在21世纪大力发展科学技术,进行国际竞争. 2007年8月9日,美国国会通过了《国家竞争力法》,法案中提出增加STEM教育研究的财力投入. 这是关于STEM教育的第一部正式法案[1]. 2007年10月30日,美国国家科学委员会(NSB)发布了《国家行动计划:应对美国科学、技术、工程和数学教育

收稿日期:2015-09-17
* 本文系2015年北京市社科联青年社科人才资助项目"京津冀中小学教师效能测评及发展策略研究(2015SKL028)"和2016年北京市教委社科计划"北京市中小学课堂学习环境测评及影响因素研究"的阶段成果.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

系统的紧急需要》,该报告提出“一是要求增强国家层面对 K-12 和本科阶段的 STEM 教育的主导作用,在横向和纵向上进行协调; 二是提高教师的水平和增加相应的研究投入[2]. ”2009 年,奥巴马总统提议进行教育创新运动.

美国这一系列关于 STEM 教育的报告和法案对美国教育的发展起着至关重要的作用. 以此可以看出,美国政府以及其他机构十分重视 STEM 教育,意识到良好的 STEM 教育将帮助学生为高等教育以及就业做好充足的准备. 通过阅读美国 STEM 教育的相关文章,本文整理了美国为发展 K-12 阶段以及高等教育阶段的 STEM 教育所提出的相关实施策略.

1.2　K-12 阶段 STEM 教育实施策略

美国对高等教育之前的教育阶段称之为“K-12”教育阶段. “K”是指幼儿园(kindergarten) ,“12”代表十二年级,“K-12”代表幼儿园到十二年级. 与美国不同,我国大学前的教育阶段分为幼儿园、小学、初中以及高中. 小学和初中又称为基础教育阶段. 我国的小学阶段对应美国的 1 ~ 6 年级,初中阶段对应其 7 ~ 9 年级,高中则对应其 10 ~ 12 年级. 所以,美国“K-12”阶段对应大学之前的教育. 美国教育部长领导的美国学术竞争力委员会制定了 K-12 阶段 STEM 国家教育目标主要包括三个国家目标及其具体目标. 国家目标 1: 学生学习——使学生具备在 21 世纪技术经济时代成功所必须的科学、技术、工程和数学技能,无论是在中学后教育还是走上社会; 使有能力和有志向的研究生成为 STEM 领域的专家、教育家和领导者. 国家目标 2: 教师质量——招聘并留住主修或辅修 STEM 专业的教师,增加当前 K-12 教师的学科内容. 国家目标 3: 参与性——增加学生在 STEM 教育中的参与性,提升 STEM 对其生活的价值[3]. 从这三方面的国家目标,可以看出美国 STEM 教育的改革主要从学生角度以及教师角度进行的. 学生需要提高自身 STEM 相关学科知识的学习以及增加在 STEM 教育活动中的兴趣和参与性. 从教师角度,K-12 阶段 STEM 相关学科教师的教学方式、教学技能以及教学经验直接影响学生对 STEM 相关学科领域的学习兴趣,活动参与性以及学习效率.

为了提高 K-12 阶段学生的 STEM 学习和参与性,美国 STEM 教育研究主要提出了以下两方面策略:

(1) 课程方面: 提供关于 STEM 领域的相关 AP 课程

美国中小学课程由核心课程和选修课程组成. 核心课程中涉及 STEM 教育领域的有数学、科学以及信息技术. 在高中阶段,选修课程包含大学预备课程,即 IB 课程(International Baccalaureate) 和 AP 课程(advanced placement courses) . AP 课程即“进阶先修课程”,是 20 世纪 50 年代美国高中为高年级学生开设的大学本科课程[4]. 小学阶段课程包括数学和科学课程,为小学生提供少量关于 STEM 领域的简单课程,可以达到了解 STEM 的目的. 在中学阶段,增加 STEM 领域的 AP 课程可以使学生在中学阶段学习 STEM 领域的简单知识和技能,并且可以以小组合作讨论的方式解决简单生活问题,意识到 STEM 教育对未来个人发展的重要性. 以此来激发学生对 STEM 相关学科的兴趣并通过教师指导提高学生对于 STEM 相关活动的参与性.

(2) 项目方面: 提供学生 STEM 实践项目

STEM 实践项目是指综合运用这四门学科知识和技能的实践活动. 整合 STEM 教育采用的方式往往是基于问题解决模式,或者是基于项目模式. 美国现在开发出了一些整合 STEM 的课程,如项目领导方向(Project Lead The Way) 、儿童设计 & 工程、DTEACh(美国儿童设计技术和工程) 等项目[5]. 学生通过这种实践项目不仅仅对 STEM 学科知识产生兴趣,更重要的是学会运用 STEM 技能解决生活中的实际问题,如运用 STEM 知识和技能解决人类当前面临的环境污染、资源匮乏等问题.

为了提高 K-12 阶段教师质量,美国 STEM 教育研究主要提出了以下两方面策略:

(1) 教师专业发展

专业发展应该作为教师成长和学习的催化剂. 教师专业发展主要集中发展教师教学、整合知识内容和主题的能力,解决课堂工作和学校任务中遇到的问题,并为教师提供多样的、持续的进修机会(National Academy of Science, 2011) . 发展 STEM 教师专业素养对于发展 STEM 教育起着至关重要的作用. 教师的专业素养包含教师的教学方式、教学技能以及教学经验等. STEM 教师不仅仅要有过硬的科学、数学、技术、工程的学科专业知识,更重要的是善于运用灵活的教学方式,能将这四门学科知识融会贯通. 从而,引导学生灵活运用 STEM 知识和技能,解决所遇到的问题. STEM 教师需要接受相关培训以及 STEM 综合课程的学习,积极尝试多种教学方式以及创新教学. 同时,学校应尽可能地提供教师大

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

量学习、进修的机会.

(2) 积极合作教学实践

Pascarella & Terenzini(2005) 和 Kuh(2005) 等提供了积极合作教学策略比传统讲课方式更有效的明确研究证据[6]. 积极合作教学实践是一种有效的教学实践方式. 教师之间的知识共享、经验共享以及新的教学方式和技能共享可以促进教师的专业发展,促使教师更快地找到最佳的 STEM 教学方式,避免走弯路、错路.

1.3 高等教育阶段 STEM 教育实施策略

美国高等教育阶段的学生选择主修 STEM 学科领域的人数在减少,不仅仅是本科生,研究生的数目也在减少. 这将导致本科生或研究生毕业后从事 STEM 领域的工作人数减少,即国家科学技术人才减少. 因此,提高高等院校学生选修 STEM 学科领域的人数是高等教育阶段 STEM 教育需要解决的重要问题. 美国高等教育阶段 STEM 教育实施策略主要是从教师和学生两个角度出发. 从学生角度,高等教育阶段的学生不同于 K-12 阶段,他们即将步入社会,而各行各业的就业形势严峻,唯有提高自身的竞争力,才能独当一面. 近几年,STEM 领域岗位需求不断增加,所以 STEM 毕业生成为美国社会炙手可热的人才. 从教师角度,与 K-12 阶段 STEM 教育一致的是大学 STEM 相关学科教师的教学方式、教学技能以及教学经验也会直接影响学生对 STEM 相关学科领域的学习兴趣,活动的参与性以及学习效率.

为了改善高等教育阶段 STEM 教育现状,从学生角度,美国 STEM 教育研究认为学校应多组织开展 STEM 综合项目,以此来提高学生的兴趣和学习动力. 美国印第安纳州的 STEM 教育目标中提到发展让所有的学生都参与科学、技术、工程和数学教育(STEM) 的项目和合作伙伴关系. 美国商业和工业十分重视 STEM 教育,因为它们急需受过良好 STEM 教育的人才. 这些企业与学校共同为学生提供 STEM 合作项目. 商业和工业还可以为学生提供足够的实践所需器材资源和人力资源. 其中,所提供的人力资源主要是目前 STEM 相关工作领域的专家. 这些专家可以帮助教师与学生共同完成项目和研究. 这种方式一方面增强了学生和教师对于 STEM 领域的兴趣,一方面锻炼了学生运用 STEM 知识的能力.

为了改善高等教育阶段学生选择 STEM 学科领域的现状,从教师角度,美国 STEM 教育研究主要提出了以下两方面策略:

(1) 教师专业发展

不论是 K-12 阶段还是高等教育阶段,教师的专业发展都是发展 STEM 教育的重要举措之一. 吸引学生选择 STEM 专业主要受到教师课堂经验的影响(MacDonald & Korinek, 1995). 高等学院的 STEM 教师需要尝试改变传统教学方式,改善教学实践. 教学技术的转变主要是指以教师为中心的教学模式向以学生为中心的教学模式转变,即小组工作,问题学习,自主学习,或混合学习. 美国为本科院校提供的最大资源之一是 SCALE-UP——以学生为中心自主学习环境的本科项目. SCALE-UP 项目,位于北卡罗来纳州立大学,旨在更多利用以学生为中心的教学模式来调整大学课程教学[7]. 对于教师而言,不仅要改善教学方式,还要通过岗前培训以及进修等方式提高 STEM 专业技能和学术水平. 美国现在为教师提供了许多岗前培训,如“为美国而教”“伍德罗·威尔逊的同事”,和“新教师项目”. UTeach 是一个由得克萨斯大学奥斯汀分校提出的第二个 STEM 教师培养计划,目前在 14 个州 34 所大学中实施[7].

(2) 平衡教学和研究的相对价值

高等院校的教师不仅仅承担着教学的重担,还要进行相关领域的研究,包括发表文章和出版书籍等等. 但是,在大学教师奖励方面,偏向于研究和出版,这就促使教师忽视教学活动,把更多的精力放在研究上. Massy & Zemsky (1994), David Leslie (2002) 和 Fairweather(2005) 已经表明,目前教师不愿从事新的、更有效的教学实践,他们也不太可能改变原有的教学方法. 相反,这些教师喜欢更多具有奖励的工作. 所以,鼓励高等院校调整教师奖励结构,实施教师问责制,鼓励教师平衡教学和科研. 增加兼职教师也是一种解决方式. 招聘具有 STEM 专业知识学历的兼职教师,他们可以全身心的投入 STEM 教学,而全职教师可以把更多的精力放在 STEM 相关领域的研究上.

1.4 K-12 阶段与高等教育阶段的衔接

K-12 阶段,学生 STEM 教育对于高等教育阶段的 STEM 教育有着重要影响. 在高中阶段,高中生可以选修 STEM 相关 AP 课程,这一项措施将 K-12 阶段与高等教育阶段相衔接. 在高中阶段就开始接触大学 STEM 知识,可以引起高中生对 STEM 的兴趣并促进其在本科阶段选择主修 STEM 相关领域. 综上,美国 K-12 阶段和高等教育阶段 STEM 教育的实

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

施策略有相同,也有不同,但这两个阶段的实施策略仍是彼此联系,密不可分的.

2　对我国 STEM 教育发展的启示

我国 STEM 教育的发展比较缓慢,美国 STEM 教育的实施策略值得我们借鉴和学习. 我国课程中对科学和数学的关注比较多,但是工程和技术学科的课程比较少. 所以对于本科前的教育阶段,增加 STEM 领域的课外实践活动,并将课外实践活动作为一门必修课,以此提高学生 STEM 的公众意识. 注重高等教育阶段 STEM 课程与初高中课程相衔接,避免高中生进入大学后,认为 STEM 课程比较难而失去兴趣和学习动力. 同时,学校应该增加 STEM 专业的大学生和研究生到中学实习机会,鼓励他们与中学生一起完成 STEM 实践活动. 从事 STEM 相关领域的教师应该积极改善教学方式,参与 STEM 教育的相关培训,重视 STEM 教育的发展.

综上所述,我们可以看出美国 STEM 教育研究已经提出了许多可行的实施建议,这些策略值得我们进一步研究与借鉴.

参　考　文　献

[1] 上官剑,李天露. 美国 STEM 教育政策文本述评[J]. 高等教育研究学报,2015,02:64 - 72.

[2] 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,2008,02:21 - 25.

[3] Report of the academic eompetitiveness council,U. S. Department of education,May,2007.

[4] 谭娟. 独具特色的美国高中课程改革: 高中 - 大学双学分课程模式及评析[J]. 外国教育研究,2006(7).

[5] 范燕瑞. STEM 教育研究—美国 K 一 12 阶段课程改革新关注[D]. 华东师范大学,2011.

[6] http://www7. nationalacademies. org/bose/Fairweather_CommissionedPaper. pdf.

[7] Indiana's Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Initiative Plan.

The Research of STEM Education Implementation Strategies in America

Peng Cong　Wang Jingying

(Department of physics,Capital Normal University,Beijing　100048)

Abstract

In the 21st century, countries around the world realize the importance of science and technology. They pay more attention to the cultivation of science and technology talents. The development of STEM education gradually becomes a concern in the field of international education. In combination with the STEM education literatures, this article analyses the American STEM education implementation strategies of the K-12 and the higher education stage.

Key words: America, STEM education, K-12, higher education, implementation strategies.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net