



Inspiration from STEM Education Research in American Primary and Secondary Schools

He Shanshan

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

December 1, 2019

美国中小学 STEM 教育研究启示

Inspiration from STEM Education Research in American Primary and Secondary Schools

和姗姗 西北师范大学

www33com@163.com

【摘要】 本文在前人研究成果的基础上, 通过对美国中小学 STEM 教育的相关政策、教育现状、社会环境 3 个方面进行分析研究, 对我国 STEM 教育发展提供一些可借鉴的经验。

【关键字】 中小学; STEM 教育; K-12

Abstract: Based on the previous research results, this paper analyzes and studies the related policies, education status and social environment of stem education in American primary and secondary schools, and provides some experience for the development of stem education in China.

Keywords: Primary and secondary schools, STEM education, K-12

1. 前言

STEM 是科学、技术、工程、数学 (Science、Technology、Engineering、Mathematics) 四门学科首字母的缩写, STEM 教育不是科学、技术、工程、数学学科知识的简单相加, 而是各学科知识的有机融合, 更加突出灵活运用多学科知识创造性地解决真实问题, 因此 STEM 课程必须打破各学科之间的界限, 以跨学科的形式存在。

21 世纪, 各国之间进行激烈的经济竞争, 军事竞争, 科技竞争, 政治竞争, 文化竞争等, 归根结底是人才的竞争, 人才优势将决定这个国家占领竞争的制高点。未来社会需要的不再是单一技能的人才, 而是创新型、复合型人才。意识到这些问题之后, 不少国家迅速开展 STEM 教育, 满足对 21 世纪人才培养的需求, 希望在新一轮的国际竞争中处于领先地位。

美国学术期刊《站在风暴上》讲到, 学生必须获得适应性、复杂的沟通能力、社会技能、问题解决、自我管理以及系统思考的能力才能适应现代经济的竞争。美国政府认为, STEM 战略可以帮助他们的公民从小就开始培养这样的能力。

联合国教科文组织在报告中指出, 高质量的科学和技术教育对社会和环境的可持续发展至关重要, 建议通过提供熟练的科学和技术专业人员来指导和推动社会和环境的可持续发展, 而 STEM 教育则是实现这一目标的关键战略, 是提高一个国家的全球竞争力和确保其经济未来发展的工具。

目前我国 STEM 教育处于摸索阶段, 分析国外 STEM 教育的发展历程, 为我国 STEM 教育的发展提供可借鉴的经验。

2. 美国中小学 STEM 教育相关政策

1957 年, 苏联第一颗人造卫星发射成功, 美国的科技领先地位被取代, 美国朝野受到极大震动。为了促进和加强现代科技教育, 培养更多满足国际竞争需要的人才, 美国于 1958 年颁布《国防教育法》孕育了美国最初的 STEM 教育。1983 年, 美国优质教育委员会出版《国家在危急中, 教育改革势在必行》报告, 该报告主要针对美国中小学 K-12 年级的教育问题及其改革, 开启了美国 80 年代的教育改革之路。美国最初提出 STEM 教育重点关注本科科技人才的培养, 也即大学本科教育, 相关报告有: 美国国家基金会 (NSF) 于 1986 年发布《本科科学、数学和工程教育》, 1996 年发布《塑造未来: 科学、数学、工程和技术本科教育新期望》, 这一年, 国家科学院的国家研究委员会 (NRC) 还公布了名为《从分析到行动: 科学、数学、工

程和技术本科教育》的研讨会报告。真正关注中小学 K-12 阶段 STEM 教育是在 2007 年的两份重要文献，分别是美国国家科学基金会发布的《国家行动计划：应对美国 STEM 教育体系的重大需求》和美国州长协会发布的《拟定 STEM 教育议程》。为了更好的保障 STEM 教育发展，又相继发布《联邦 STEM 教育五年战略规划》和《2015 年 STEM 教育法》以及《2020 年 STEM 教育愿景》，从国家层面确定 STEM 教育发展方向，描绘实施路线。

美国 STEM 教育发展路径在政策制定方面首先从科研报告到 STEM 教育政策报告，再到制定 STEM 教育相关国家规划、法律法规，为 STEM 教育的发展提供稳定良好的保障。国家层面主要是确定 STEM 教育未来发展方向，重点投资领域以及战略规划，并描绘实施路径。

美国 STEM 教育的政策

时间	文件	内容及意义
1983 年	《国家在危急中，教育改革势在必行》	主要针对美国中小学（K-12 年级）的教育问题及其改革，揭开了美国始于上世纪 80 年代的教育改革序幕。
2007 年	《国家行动计划：应对美国 STEM 教育体系的重大需求》	该行动计划主要提出两个方面的措施，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；二是要提高教师的水平和增加相应的研究投入。
2007 年	《拟定 STEM 教育议程》	全面论述了美国中小学 STEM 教育的重要性
2010 年	《培养与激励：为美国的未来实施 K-12 年级 STEM 教育》	提出要改进 STEM 教育，必须培训所有学生（包括女孩和少数族裔），鼓励所有学生学习 STEM，并推动他们从事与 STEM 相关的职业。
2013 年	《联邦 STEM 教育五年战略规划》	提出 5 个 STEM 教育战略重点和 2 项 STEM 教育协调目标，阐明当前 STEM 教育存在的不足和缺陷，并强调构建 STEM 素养社会的重要意义。
2014 年	《K-12 年级 STEM 整合教育：现状、前景和研究议程》	总结当前美国 STEM 教育整合途径、特征，并提出了设计 STEM 教育利益相关者、开发者、研究者的 19 条建议。
2015 年	《2015 年 STEM 教育法》	主要设计三方面的内容：一是将计算机归入 STEM 教育，二是将非正式 STEM 教育纳入国家科学基金会管辖，三是修正诺伊斯奖学金计划。
2016 年	《2026 年 STEM 教育愿景》	对美国 STEM 教育的未来发展提出六大愿景并指出实现这些愿景所面临的八大挑战。

3. 美国中小学阶段 STEM 教育现状

根据发展心理学规律，儿童接触科学教育越早越好，因此中小学阶段 STEM 教育质量是关乎人才培养的根本，美国由关注高等教育中本科生的教育逐步转移到关注 K-12 阶段的基础教育，并重点关注中小学 STEM 课程的相关情况。

3.1. 增强 STEM 课程融合

美国各中小学校的 STEM 核心课程主要包括数学、科学和信息技术等，在此基础上融合不同

的选修课达到相辅相成的教学目标,由于各个地区学校的理念不尽相同,因此各个学校的 STEM 课程存在一些差异。在高中阶段,主要包括高等数学、科学和工程以及与 STEM 相关的技术类课程,还有形式多样的选修课程。此外还有各种 STEM 整合课程在中小学广泛实施,融合的 STEM 课程有助于激发学生的 STEM 兴趣,引导学生在高等教育中选择 STEM 专业,甚至走上 STEM 职业道路(2017,王甲甸等,美国 K-12STEM 教育及启示)。

3.2. STEM 课程标准呈现多层次个性化

美国 STEM 课程标准是在全国 STEM 课程标注的统领下,制定州级别的 STEM 教育方案,各个学校、学区在教学实践中再制定适合各自的标准,因地制宜地开展 STEM 课程。美国 K-12 阶段每门课程都有详细的规划和操作标准并具体到各个年级。如:《K-12 科学教育框架》、《新一代科学标准》、《K-12 工程教育标准》、《各州共同数学核心标准》等,除了这些独立的标准,还有与之配套的解釋性文件(2017,王甲甸等,美国 K-12STEM 教育及启示),用来保证教学质量。

3.3. STEM 教师专业化

美国政府从关注 STEM 教育开始就致力于培养 STEM 教师精英团队,并投入大量资金以及制定各项激励措施。与此同时为了保证教学质量,美国制定了不同专业教师的资格标准,STEM 教师不仅要具备所教课程的知识 and 资格,而且还要具备跨学科的知识 and 能力,以适应 STEM 教育的最新形势(2017,王甲甸等,美国 K-12STEM 教育及启示)。目前我国 STEM 教师缺口很大,专业化素质化水平较低,参考美国现存的成功经验加以改造,走适合我国的 STEM 教师专业化发展道路。

3.4. STEM 课程评价多样化

现阶段美国还没有建立完善的 STEM 教育评价体系,只能依靠现有项目进行间接评价,如:国际学生评价项目 PISA、国际数学和科学评测趋势 TIMSS、美国国家教育进步评价 NEAP。另外,由于 STEM 教育侧重的是对学生创新能力、动手实践能力、解决问题能力等的考察,所以传统的纸笔测验很难对其教学质量进行客观综合的评价,因此 STEM 教师要具备进行形成性评价的能力,通过课堂观察记录来考察学生的学习效果。我国中小学教育评价方式单一,主要是期末考试成绩,国外评价更加多元,借鉴国外以及国际多元的评价标准,对学生进行综合的评价,有助于发挥学生的个性化优势,加之 STEM 教育本来就是学生多方面能力的融合,因此,评价方式必须多样化。

4. 美国中小学 STEM 教育的社会环境

美国 STEM 教育自发展以来,一直都是由政府、学校和企业共同努力,政府担任领导角色并提供各种战略支持,学校是战略落实的具体场所,企业推动 STEM 教育的发展,加强校企合作,创建非盈利的机构等。全社会都在响应 STEM 教育政策,社会积极性很高,自信心很强。我国目前处于“大众创新、万众创业”的社会环境中,国家鼓励并支持创新创业,因此在这样的环境中更有助于我国 STEM 教育的发展,社会各界的积极响应将助力我国 STEM 教育的发展。

5. 启示

美国中小学 STEM 教育的发展可以为我国提供可借鉴的经验,总结为以下 5 个方面:构建 STEM 教育生态、加强 STEM 教师专业化发展、完善 STEM 教育课程标准以及评价方式、加强 STEM 课程融合、政府提供更多的支持和鼓励。

5.1. 构建 STEM 教育生态

目前我国 STEM 教育虽然存在硬件和软件各方面的问题,但是 STEM 教育侧重的是学生创新能力、综合实践能力、解决问题的能力等多项竞争能力培养。硬件固然重要,但是我们不能因为硬件设备不足就止步于此,培养学生国际竞争力硬件设施并不是充分必要条件,我们要在全社会形成重视 STEM 教育的良好风尚,让 STEM 教育活动常态化,从社会生活各个

方面培养学生的国际竞争能力。学校加强与社会机构、企业的合作，企业机构可以为学生提供更多的教育资源，丰富教育内容，例如企业可以设置项目参与中小学 STEM 教育，为学生提供将想法变为现实的实践平台。科技馆、博物馆、图书馆与中小学建立广泛的联系，为 STEM 教育提供帮助与支持。争取民间组织的力量，STEM 教育基金会、学术研究机构、STEM 教育联盟等社会机构的参与（2017，王甲旬等，美国 K-12STEM 教育及启示），可以为我国 STEM 教育的发展注入新的力量。举办各种中小学创客大赛，鼓励学生积极参加。学校在构建 STEM 课程体系时，应根据每个学校既有的资源优势、学生的兴趣爱好，有针对性地开发本校的 STEM 课程，进而达到课程目标。要动员社会各界资源，构建 STEM 教育生态，实现中华民族的伟大复兴需要我们全社会共同努力，艰苦奋斗，更加自信自强。

5.2. 加强 STEM 教师专业化发展

中小学 STEM 教师的水平能力直接关系到中小学 STEM 教育的成败，高水平高素质专业化的 STEM 师资队伍对培养学生的国际竞争能力至关重要。借鉴国外经验，我国应加强对 STEM 教师的培训，为教师提供更多学习交流的机会，完善 STEM 教育教师考核标准，以及相应的激励措施。另外，在高校开设 STEM 教育专业，专业化培养 STEM 教师。鼓励共享，21 世纪全球提倡开放共享，STEM 教师加强学习国外成功的案例，完善自己的专业知识体系，增强实践操作能力。国家开发专门的 STEM 项目培训课程与平台支持教师的专业化发展。

5.3. 完善 STEM 教育课程标准以及评价方式

我国课程标准的制定与美国类似，均是自上而下，国家政府统筹规划，地方学校因地制宜的开发校本课程，基于目前我国 STEM 教育课程标准的大量空白可以借鉴国外经验，完善细化。因此应加快落实 STEM 教育课程标准，从而指导教师的教学实践，STEM 教育注重学生多方面能力的培养，因此评价机制要不断完善，传统的纸笔考试测验已经无法满足 STEM 教育教学效果的评价，可以借鉴已有的国际评价项目，不断完善我国的评价体系，制定多元化的评价方式。

5.4. 加强 STEM 课程融合

STEM 教育培养的就是学生跨学科整合知识的能力，因此在开发设计 STEM 课程时要加强各学科知识的深度融合。在科学、技术、工程、数学作为核心课程基础上整合人文社科类课程，也就是目前我国正在进行的 STEM+教育深度融合，提高学生的人格修养，促进学术能力的发展，为将来学习高等教育做好充足的准备。我国中小学课程目标的设置通常是三维目标：知识与技能、过程与方法、情感态度价值观学科内部知识的联系，再此基础上，加强不同学科之间的联系。

5.4. 政府提供更多的支持和鼓励

首先政府应在制定的战略计划中提供相应的支持和鼓励。在师资考核方面，对于考核“合格”的教师，设置不同的选拔标准，并健全激励机制。另外完善中小学参加各种创客比赛的奖励制度。在 STEM 教育投入经费方面，由于 STEM 教育是新兴学科，基础设施非常薄弱，所以政府在总体投入经费不变的前提下，各个地区学校可以相对减少一小部分其他教育方面的投入，相对增加 STEM 教育方面的投入，加快 STEM 教育的发展，从而加快创新人才的培养，加快国家的发展，形成良性循环。

中国要实现中国梦，实现中华民族的伟大复兴，必须要创新，中小學生是国家的希望和未來，要加強培養學生的創新思維和創新能力，STEM 教育將是推動這一目標實現的重要戰略。目前全球 STEM 教育都處在摸索階段，我國在 STEM 教育發展過程中要多借鑒國外的經驗教訓，構建我國本土化的中小學 STEM 教育。

参考文献

- [1] 冯冬雪. (2018). STEM 教育的国际比较研究. (Doctoral dissertation).

- [2] 张红洋, & 杨艳妮. (2014). 美国中小学 stem 教育对我国基础教育的启示. *新课程研究(下旬刊)*(8), 15-17.
- [3] 赵中建. (2018). 美国中小学 stem 教育政策分析. *中国民族教育*, No. 229(Z1), 5-8.
- [4] 夏小俊, 董宇, & 柏毅. (2016). 美国 stem 对我国中小学科学教育的借鉴意义. *东南大学学报: 哲学社会科学版*, v. 18(S1), 169-171.
- [5] 王甲旬, & 李祖超. (2017). 美国 k-12 stem 教育及启示. *外国中小学教育*(1), 63-69, 共 7 页.
- [6] 杨亚平. (2015). 美国、德国与日本中小学 stem 教育比较研究. *外国中小学教育*(8), 23-30.
- [7] 翁聪尔. (2015). 美国 STEM 教师的培养及其启示. (Doctoral dissertation, 华东师范大学).