

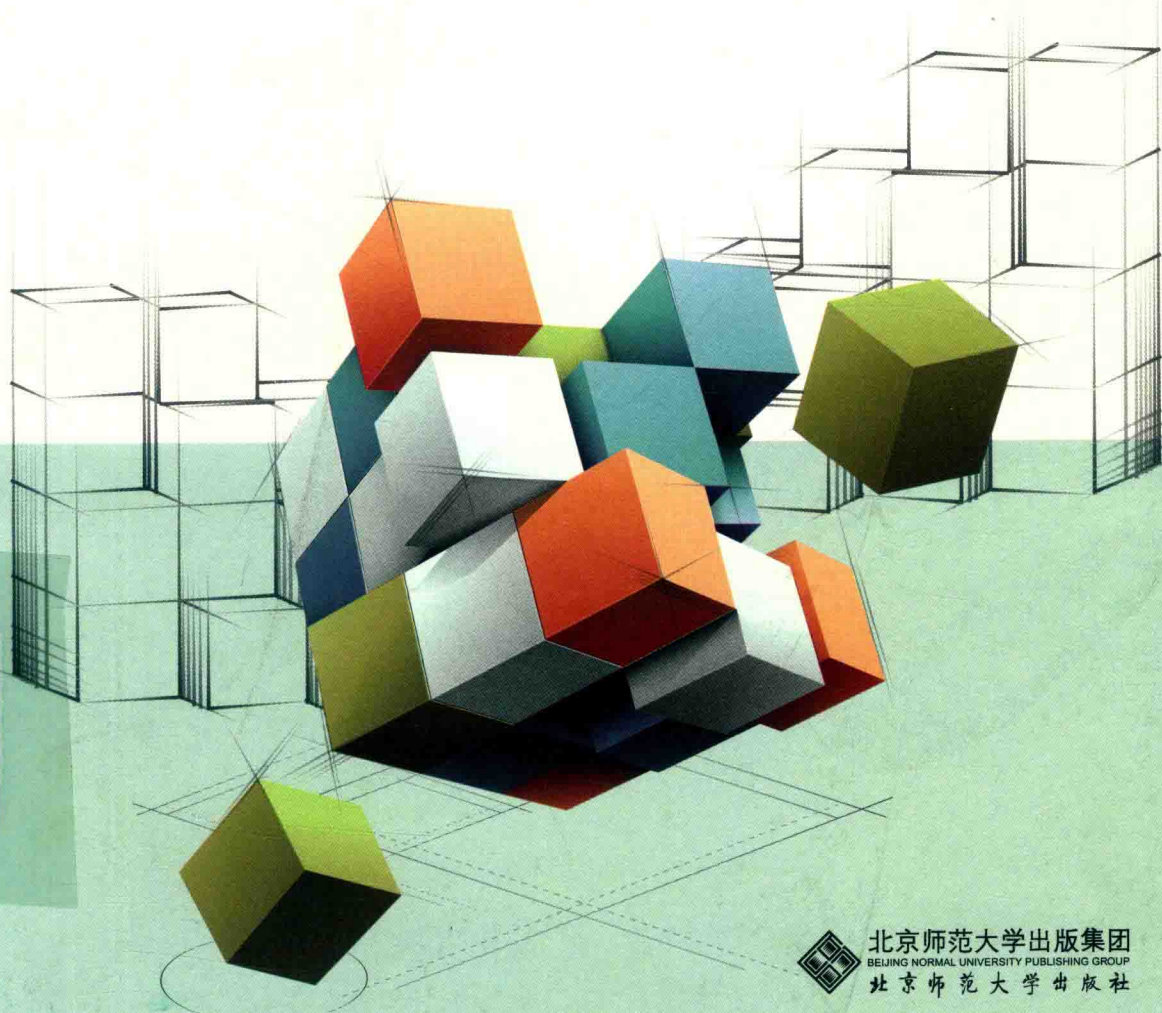


教育新视点丛书

STEM JIAOYU SHIYE XIA DE
KECHENG KAIFA YU XUEKE
JIAOXUEGAIJIN

STEM教育视野下的课程开发与 学科教学改进

周玉芝 / 编著



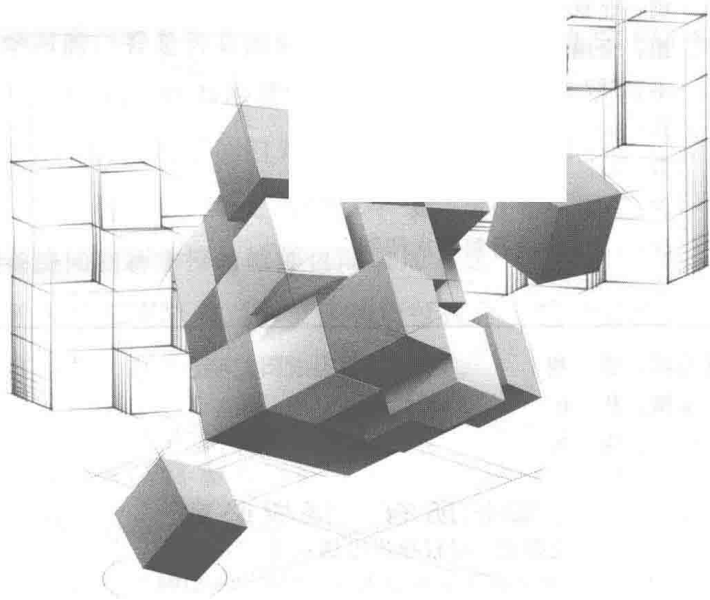
北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

教 育 新 视 点 丛 书

STEM JIAOYU SHIYE XIA DE
KECHENG KAIFA YU XUEKE
JIAOXUEGAIJIN

STEM教育视野下的 课程开发与 学科教学改进

周玉芝 / 编著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

STEM 教育视野下的课程开发与学科教学改进/周玉芝编著. —北京:
北京师范大学出版社, 2019. 8

(教育新视点丛书)

ISBN 978-7-303-24892-6

I. ①S… II. ①周… III. ①基础教育—课堂教学—教学研究
IV. ①G632.421

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 168804 号

营 销 中 心 电 话 010-57654738 57654736
北 师 大 出 版 社 职 业 教 育 分 社 网 http://zjfs.bnup.com
电 子 信 箱 zhijiao@bnupg.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com

北京市西城区新街口外大街 12-3 号

邮政编码: 100088

印 刷: 北京溢漾印刷有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 787 mm×1092 mm 1/16
印 张: 20
字 数: 317 千字
版 次: 2019 年 8 月第 1 版
印 次: 2019 年 8 月第 1 次印刷
定 价: 49.80 元

策划编辑: 郭 翔 责任编辑: 欧阳美玲
美术编辑: 焦 丽 装帧设计: 焦 丽
责任校对: 康 悦 责任印制: 陈 涛

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-57654750

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-57654738

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-57654789

前 言



加强 STEM 教育是培养推动未来社会发展的高素质人才、提升国家竞争力的关键。本书希望通过基于核心概念和实践的课程设计提高学生对科学的学习兴趣，提升学生对知识的理解和应用能力，培养创新思维，发展 STEM 素养。2015 年项目启动之初，首都师范大学附属丽泽中学和北京市大兴七中的部分教师率先参与教学案例研究，在此基础上成立了 STEM 教学案例研发专题培训项目。我清晰记得 2016 年 3 月，24 名来自北京市各中学的不同学科的教师来到北京教育学院，成为 STEM 教学案例研发专题培训班的首期学员。当听说在接下来的一学期里要自己设计并实施 STEM 理念下的学科教学时，很多教师的脸上露出不安的表情。有教师说，我们之所以报名参加这个培训班，就是来学习的，看是否有回到自己学校就能用上的 STEM 教学案例；也有教师说，我们对 STEM 并不是很了解，怎么可能开发案例呢！

但教师们用行动证明了他们真的行！这些教师在第一学期就开发了 12 项教学设计，并有 7 项教学设计进行了教学实践。后续第二届 STEM 案例研发班的教师和各协同创新学校的教师也陆续加入这个团队。从对 STEM 教育的新奇、怀疑到认可 STEM 教育的价值和积极投身于教学实践探索之中，各位教师不畏艰难困苦，勇于担当，取得可喜成果。

回想过去共同探索和实践的点点滴滴，充满感动与感恩！

感谢积极投身 STEM 教育研究和实践，并撰写案例的各位教师：王阳、马晓欣、卢晓华、孙越、孙世芳、冯丽、李敏、李静静、李艳阳、朱清霞、杨舟、陈萍、沙迪、张坤、张海艳、金利娟、周莉芳、祝赫赫、赵欣、聂树新、徐玲玲、郭然。

感谢北京教育学院各级领导，尤其是数学与科学教育学院的领导集体对本项目的大力支持！

感谢北京市文汇中学、北京理工大学附属中学、首都师范大学附属丽泽中学、北京市大兴七中等协同校领导对本项目的信任和支持！

感谢北京教育学院冯华、张芳、周莹等老师为学员所做的指导！

感谢 STEM 案例研发班班主任马丽莹老师为项目所做的奉献！

虽然有一些国外的 STEM 教学案例可参考，但因国情不同，我们需要研究制定适合我国国情和学情的教学设计，尤其是与当前学科教学紧密结合的教学设计，这是没有过多经验可借鉴的。也正因为如此，我们希望把此研究成果与教育同仁分享。

由于研究还不够深入和研究水平有限，书中纰漏之处在所难免，希望得到同人的批评指正！

周玉芝

2018年8月28日

本书为北京市教育科学规划重点课题“基于科学实践和核心概念改进初中科学类学科教学的实践研究”（ABA15012）成果。

感谢北京教育学院数学与科学教育学院的支持！

目 录

- ▶ 第一章 STEM 教育热的背后 / 1
 - 一、STEM 作为教育术语的缘起 / 1
 - 二、什么是 STEM 教育 / 5
 - 三、中国的 STEM 教育热 / 16
- ▶ 第二章 我国基础教育阶段的 STEM 教育 / 19
 - 一、基础教育阶段开展 STEM 教育的必要性 / 19
 - 二、基础教育阶段开展 STEM 教育所需条件 / 21
 - 三、STEM 教育视野下课程开发与教学改进路径 / 25
 - 四、教师之声 / 41
- ▶ 第三章 STEM 教育视野下校本课程案例 / 45
 - 一、瓶子的游戏 / 45
 - 二、“力量”的传递 / 69
 - 三、巧借地心引力 / 81
 - 四、走马灯设计 / 102
 - 五、认识防腐剂 / 112
 - 六、小舌尖，大学问 / 132
 - 七、碳酸饮料 / 154
 - 八、探访生态农庄 / 164
 - 九、奇特的图形设计 / 182
- ▶ 第四章 STEM 教育视野下学科教学改进案例 / 195
 - 一、光学隐形探秘 / 195
 - 二、探究玩具电动机转动的奥秘 / 208
 - 三、变压器的结构与工作原理 / 215
 - 四、变阻器 / 228

-
- 五、有趣的透镜 / 236
 - 六、物体的稳定性与重心位置的关系 / 249
 - 七、用统计方法探究花生果实大小的变异 / 255
 - 八、某些立体图形的展开图 / 267
 - 九、走近能源 / 275
 - 十、动画制作 / 286
 - 十一、种子发芽 / 300

第一章 STEM 教育热的背后

一、STEM 作为教育术语的缘起

STEM 一词来自科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Mathematics)四个词对应的英语单词的首字母。在 2001 年以前,人们用 SMET 来表示科学(Science)、数学(Mathematics)、工程(Engineering)和技术(Technology)这四个词对应的英语单词的缩写。SMET 一词最早出现于美国国家科学基金会 1993 年的文件中,该文件指出美国国家科学基金会的一大目标是提高国家的科学、数学、工程和技术(SMET)教育的质量。1997 年,美国科学委员会的国家听证会上也使用了 SMET 这个术语。但在 2001 年,美国国家科学基金会的一位理事朱迪思·拉马雷(Judith Ramaley)认为这个术语的字母排列顺序需要更改,以更好地突出跨学科的重要性:“我这么做是因为科学和数学是另外两门学科的支撑,也是因为 STEM 读起来比 SMET 更顺口。SMET 让人听起来感觉科学和数学更主要也更重要,而 STEM 更能表现出学科之间的联系。”^①

虽然 STEM 作为一个术语出现在 2001 年,但 STEM 教育的源起可以追溯到 60 多年以前。

1957 年的 10 月,苏联率先成功发射了人造卫星,这一事件轰动了全美国。公众认为美国宇航技术的落后是学校教育质量下降导致的,在此背景下,美国开始大力发展科学教育。时任美国总统艾森豪威尔发表了著名的演讲,呼吁美国民众行动起来:

苏联的各类科学家及工程师的数量现在已经比美国多很多了,并且这些

^① 阿尔帕斯兰·沙欣:《基于实践的 STEM 教学模式——STEM 学生登台秀》,8 页,侯奕杰、朱玉冰、殷杰等译,上海,上海科技教育出版社,2016。

领域以更快的速度产出毕业生……在未来的 10 年里，我们亟须科学家。我的智囊团告诉我：我们需要科学家的数量远远大于我们原计划所需要的。联邦政府只能解决这些困难中的一部分，但是必将解决它。这是一个需要合作才能完成的任务。联邦政府、州政府及当地政府，甚至所有公民都必须参与其中。

在那之后，美国国家航空航天局(NASA)于 1958 年迅速成立。宇航项目的快速发展，使得美国具有工程学学位的毕业生数量大幅增加。

1983 年，里根政府的国会发表国情咨文《国家在危机中》，倡导教育要聚焦发展批判性思考和解决问题的技能，而不是过于注重事实的机械记忆。

1986 年，美国国家科学委员会发表了《本科的科学、数学和工程教育》，强调要加强美国大学教育并追求卓越，以使美国下一代成为世界科学和技术的领导者。

为帮助所有美国人提高他们的科学、数学及技术素养，美国科学促进会(AAAS)于 1985 年启动“2061 计划”，该计划先后发布了《面向全体美国人的科学》《科学素养的基准》《科学素养的导航图》等系列重要研究报告。

“2061 计划”提出：“在下一个人类历史发展阶段，人类的生存环境和生存条件将发生迅速地变化。科学、数学和技术是变化的中心，它们引起变化，塑造变化，并对变化做出反应。所以，科学、数学和技术将成为教育今日儿童面对明日世界的基础。”因此，“2061 计划”要求学校中的科学、数学和技术的学习的共同核心是培养科学素养，并将它与艺术和人文课程的学习核心紧密地结合起来。^①

需要指出的是，《面向全体美国人的科学》《科学素养的基准》《科学素养的导航图》里的“科学”是一个广义的科学。例如，《科学素养的基准》一书中提出：“2061 计划”中的“科学”是指基础的自然科学和社会科学，基础和实用的数学、工程和技术，以及那些相互交叉的学科，科学、数学和技术的概念和实践如此紧密地交织在一起，以至于我们无法在教育过程中将它们割裂开，并说明选用“面向全体美国人的科学”这个名称是一种经济的考虑，如果采用

^① 胡育、应晓球：《美国面向未来的 2061 计划》，载《上海教育科研》，1991(2)。

“面向全体美国人的自然科学和社会科学、数学和技术”，再加上“基础的和实用的”，对于读者来说，似乎太笨拙。^①

1996年，美国国家研究院颁布了历史上由联邦政府支持制定的第一个全国性教育标准《国家科学教育标准》(National Science Education Standards)。^①《国家科学教育标准》把《面向全体美国人的科学》中造就高科学素养的未来人才的基本原则转化成了具体的实施方案。

《国家科学教育标准》中将科学教育的内容分为八类：科学的统一概念和过程、作为探究过程的科学、物质科学、生命科学、地球与空间科学、科学与技术、从个人和社会视角出发的科学、科学的历史与本质。^②

《国家科学教育标准》强调科学探究的学习方式，强调学科综合与科学、技术和社会(Science, Technology, Society, STS)教育，强调对基本概念和科学本质的理解，这些教育理念对美国的科学教育产生了深远的影响。

2006年，时任美国总统布什在其国情咨文中公布了《美国竞争力计划》，该计划鼓励学生学习科学、技术、工程和数学课程，并提出在知识经济时代，要培养具有STEM素养的人才，这是保持全球竞争力的关键。

2007年，美国国家科学委员会颁布的《国家行动计划：应对美国科学、技术、工程和数学教育系统的紧急需要》报告中建议确保国家STEM教育体系的连贯性，开发国家STEM内容指南，使从幼儿园到大学的STEM教育具有连贯性；报告的另一个重要建议是加强STEM教师的培养，确保学生由受过良好培训且高效的STEM教师教授。^③

2009年，时任美国总统奥巴马宣布了一项名为“竞争卓越”的全国性教育计划，该计划指出由政府拨款资助STEM教育。随后，奥巴马政府又在全美范围内开始实施“为创新而教计划”，这一计划旨在提高学生的STEM素养，提高学生的STEM水平，增加弱势群体(包括妇女和女童)接受STEM教育及

① 美国科学促进协会：《科学素养的基准》，247页，中国科学技术协会译，北京，科学普及出版社，2001。

② National Research Council, *National Science Education Standards*, Washington, D. C., The National Academies Press, 1996.

③ 赵中建：《美国STEM教育政策进展》，2~25页，上海，上海科技教育出版社，2015。



就业的机会。奥巴马指出：国家的成功取决于美国在世界创新中的作用，它取决于今天我们怎么教育学生，尤其是在 STEM 方面。

2010 年，美国联邦政府颁布了《美国竞争再授权法》，将增加财政拨款支持 STEM 教育写进法案。同年，美国总统科技顾问委员会发布《培养与激励：为美国的未来实施 K-12 年级 STEM 教育》的报告，该报告指出必须鼓励所有学生学习 STEM，鼓励他们从事与 STEM 相关的职业，并建议建立更多专注 STEM 教育的新学校，培训和形成 STEM 名师团队，开发高质量的 STEM 课程。

2011 年，奥巴马政府推出了《美国创新战略》，该战略指出，美国未来的发展能力将取决于创新能力，“创新教育活动”将引导各部门联合，并使各部门加强 STEM 教育。

2012 年，奥巴马又提出“新科技教育千年计划”，此项计划的目标是培养 10 万名优秀的 STEM 教师，实现在未来 10 年培养 100 万名 STEM 学科的毕业生的目标。

2013 年，美国国家科学技术委员会发布了《联邦 STEM 教育五年战略规划》，该规划设定了改进 STEM 教学、提高青少年及公众对 STEM 的参与度、丰富本科生的 STEM 经验等重点投资领域，以及初步实施路线图。

2015 年 10 月，时任美国总统奥巴马签署了《STEM 教育法》，从立法角度对 STEM 教育的实施给予保障。在该法中指出术语“STEM 教育”是指科学、技术、工程、数学学科的教育，其中还包括计算机科学的教育。该法还要求国家科学基金会支持非正式 STEM 教育的研究和开发。

由此可见，STEM 教育一词缘起于美国，是美国政府引起的旨在提高国民科技素养、保持其科技领先优势、增强国家竞争力、增加具有 STEM 胜任力的劳动力数量的一股 STEM 教育热潮。

美国近年在加强 K-12 年级 STEM 教育方面做了以下方面的努力。

第一，采用严格的数学和科学标准，改进教学方法。

数学标准明确了学生在 K-12 年级应掌握的知识与技能，这些知识与技能与大学的要求和工作期望一致，不仅强调程序性技能，而且强调概念理解，旨在确保学生学习后吸收必要的关键信息，获得更高层次的成功；训练学生

进行数学思考和数学推理，具备在新情境下运用数学知识的能力。

科学标准中加入技术和工程教育，要求在数学、科学和工程之间建立更深的联系，鼓励科学的分支学科之间建立联系，如分别从生物学和物理学角度理解能量概念。

第二，加大 STEM 教师培养和支持力度。

具体措施有运用财政激励政策招聘教师，运用财政激励政策使教师留任，加强教师的职前培训，允许数学和科学专业人士从事教师职业，为教师的教学提供长期的培训支持等。

第三，提高青少年及公众对 STEM 的参与度。

通过真实的 STEM 体验让学习者参与 STEM 学习。开设 STEM 特色学校，为学生提供为大学做准备的 STEM 课程，同时让学生为未来的 STEM 职业做准备。在 STEM 特色高中，学生通常花大量时间以小组合作的方式从事项目式学习，并常常得到在职工程师、发明家和科学家的帮助。

与美国一样，世界其他国家也认识到国民的科技素养对于国家的科技、经济与社会发展的重要性。因此，美国的 STEM 教育热潮也影响到其他国家的教育，使得“STEM 教育”成为近年的教育热词。

二、什么是 STEM 教育

（一）令人困惑的“STEM 教育”

尽管“STEM 教育”是近年来讨论得非常多的教育词汇，但对于什么是 STEM 教育，包括教育界人士在内的很多人都表示不甚清楚。有一些教师看了 STEM 教育的文献，仍对 STEM 教育的界定感到困惑。

有文献将 STEM 教育界定为科学 (Science, 包括计算机科学)、技术 (Technology)、工程 (Engineering) 和数学 (Mathematics) 四个学科/领域的教育。^①

有学者认为 STEM 教育是整合科学 (Science)、技术 (Technology)、工程

^① Fitzallen N, “STEM Education: What does Mathematics have to Offer?,” Mathematics Education Research Group of Australasia, 2015.



(Engineering)和数学(Mathematics)四门学科的跨学科教育(integrated-discipline)。STEM教育的本质是在众多孤立的学科中建立一个新的桥梁为学生提供认识整体世界的机会,通过将这四门学科整合到一种教学范例中,把学生学习的零碎知识变成一个互相联系的统一整体,这样就消除了这四门学科中传统的学习障碍,是一种跨学科的学习方法。^①

也有学者这样定义STEM教育^②:是一种将严肃的学术概念与现实生活中的课程相结合的跨学科教育方法,学生应用科学、技术学、工程学和数学于特定环境中,使学校、社会、工作和全球企业联系起来,发展STEM素养,最终提升新经济形势下的竞争力。

有学者认为STEM教育是融合科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Mathematics)所形成的一个新的整体,也称为“后设学科”(Meta-discipline),STEM学科将原本分散的四门学科集成为一个整体。STEM课堂的特点就是在“杂乱无章”的学习情境中培养学生的设计能力与问题解决能力。^③

美国学者安妮·乔利(Anne Jolly)认为跨学科的STEM教育的核心是科学与数学的整合与应用,要通过工程设计方法,整合科学与数学知识以产生能够处理真实世界问题的技术。她提出以下判别一个项目为STEM项目的标准^④:

- ①具有整合科学、数学和技术的工程设计过程。
- ②科学和数学内容是基于标准的,且是逐年级深入和发展的。
- ③学生聚焦于解决真实世界的问题或工程挑战。
- ④学生通常以小组的方式设计、制造模型或产品,并对模型或产品进行测试、评估,以及进一步改进模型或产品。
- ⑤学生运用多种交流手段表述问题与结构。

① 叶兆宁、杨元魁:《集成式STEM教育:破解综合能力培养难题》,载《人民教育》,2015(17)。

② 阿尔帕斯兰·沙欣:《基于实践的STEM教学模式——STEM学生登台秀》,9页,侯奕杰、朱玉冰、殷杰等译,上海,上海科技教育出版社,2016。

③ 赵中建:《STEM:美国教育战略的重中之重》,载《上海教育》,2012(11)。

④ Anne Jolly, *STEM by Design: Strategies and Activities for Grades 4-8*, New York, Routledge, 2016.

⑥学习活动以动手实践为特征，促进以学生为中心、基于探究的学习。

⑦失败被认为是设计过程中的正常现象，也是学生通往成功必不可少的经历。

⑧向学生介绍 STEM 职业以及 STEM 在生活中的应用。

安妮·乔利认为目前有很多学校的 STEM 教学没有满足以上标准，属于“STEM-”。例如，有些学校的数字化与计算机技术课程，如果这些编程教学不与数学、科学以及工程整合的话，那么他们仅教授了部分支持 STEM 教学的组件而已。再如，一些学校的机器人课程，也不能满足 STEM 课程的主要标准，因为一些机器人课程的教学是高度指导性的，学生按照指定的程序去组装机器人；也有一些是学生依据个人兴趣自主制造机器人设备，但是这其中并没有聚焦课程标准的数学与科学内容，所以也属于“STEM-”。

还有一些教学被认为是属于“STEM+”。例如，把艺术及人文与科学、数学、工程和技术整合的 STEAM，还有整合了阅读的 STREAM，整合了社会学的 STEMSS 等。安妮·乔利认为 STEM 教学过程离不开阅读、艺术和人文，但它们的价值是支持 STEM 教学。

与安妮·乔利的“要通过工程设计方法，整合科学与数学知识以产生能够处理真实世界问题的技术”表述不同，美国的格雷特·亚克门(Georgette Yakman)教授^①将 STEAM 教育的理念概括为：以数学为基础，通过工程和艺术解读科学和技术。

通过梳理文献我们发现，美国政府文件对 STEM 的界定比较简单，即包括计算机科学在内的科学、技术、工程和数学四个学科的教育。但教育工作者给 STEM 教育赋予了更多的内涵，比较强调其跨学科性，认为 STEM 教育是融合科学、技术、工程和数学所形成的一种教育方法，学生要在真实世界的问题解决中学习知识、发展能力和培养创新精神。

对于一线教师而言，他们特别关注如何实现跨学科教学。是用融合的 STEM 课程来替代原来的分科教学吗？如果还保留原来的分科教学，再设置融合的 STEM 课程的课时从哪里来？STEM 课程是综合实践活动课程的一部分吗？

① 赵慧臣、陆晓婷：《开展 STEAM 教育，提高学生创新能力——访美国 STEAM 教育知名学者格雷特·亚克门教授》，载《开放教育研究》，2016(5)。

有学者说“STEAM 教育的教学不以传授知识为主要任务，而以培养学生的问题解决能力和创新能力为目标”，而且也还说“STEAM 教育用跨学科的方法教授科学、技术、工程、艺术和数学方面的知识，引导学生适应不断更新的专业知识和快速变化的社会生活”。^①

教师们的疑惑：学科基础知识到底是不是用跨学科的方法教？

我们对一些接受过 STEM 教学培训的一线教师调查发现，他们对 STEM 教育的第一认识是跨学科，也恰是这点，导致有教师认为 STEM 课程即学科综合课程，而自己教授的是学科课程，所以 STEM 教学与自己关系不大。

一线教师对 STEM 教育的第二个认识是 STEM 教学要让学生设计和制造产品，因此他们认为 STEM 教学与科技制作、3D 打印技术、创客空间等是密切相关的，认为如果学校没有配套条件就无法开展 STEM 教育。

（二）本书对 STEM 教育的认识

1. 对 STEM 教育的界定

如上所述，将 STEM 教育定义为一种跨学科的教育方法易导致在操作层面对 STEM 教育形成窄化认识。本书认为，STEM 教育首先是一种教育主张或教育战略，学科整合以及解决真实的问题是 STEM 教育所强调的，但不是 STEM 教育的定义，分学科教育以及基础科学教学等，也是 STEM 教育的组成部分。因此，本书将 STEM 教育定义为：

STEM 教育是系统地培养人的科学素养、技术素养、工程素养和数学素养的教育，目的是帮助学生理解科学、技术、工程和数学学科的价值，掌握相关的学科知识与方法，培养在相关领域进行深入学习的兴趣和动力，发展系统思维、批判思维和创新思维，塑造面向未来的问题解决能力、创新能力和合作能力。

基于以上对 STEM 教育的界定，STEM 教育不是新事物。因为在高等教育中，一直既有理科专业，也有工科专业，如电气工程、机械工程、化学工程、土木工程、建筑学等。复合型人才也是我国由来已久的人才培养要求。

^① 赵慧臣、陆晓婷：《开展 STEAM 教育，提高学生创新能力——访美国 STEAM 教育知名学者格雷特·亚克门教授》，载《开放教育研究》，2016(5)。

与高等教育不同，基础教育以往几乎不涉及工程教育(2017年教育部印发的《义务教育小学科学课程标准》里增加了技术与工程领域的课程内容，但初、高中学段的课程标准里还没有明确的工程教育要求)，那么从这个角度来看，对于基础教育来说，STEM教育是新事物。

无论是高等教育阶段的STEM教育，还是基础教育阶段的STEM教育，都存在如何结合当代以及未来对人才的需求改革课程以及教育方式、提高STEM教育质量的迫切问题。

目前的教学方式可使学生获得大量的书本知识，但这些知识并没有转化为解决实际问题的能力，所以人们希望通过工程和技术教育的引入与加强，把理论与实践结合起来，让学生在真实的问题情境中学习，看到知识间的相关性，促进学生对学科重要概念的深度理解，培养学生自主学习、创新、团队合作和解决问题的能力。

有人也许会质疑，这样界定STEM教育是否会出现对STEM教育认识的泛化？例如，一位数学教师仅教授数学，就可以认为自己也是在开展STEM教育吗？这就需要从系统角度来分析，如果学生所学的数学只有概念与推理，从不与其他学科联系，而其他学科教学也不与数学建立联系，那么这就不是STEM教育，因为学生没有获得科学素养、技术素养、工程素养和数学素养的系统培养。

之所以要把STEM教育界定为系统培养人的科学素养、技术素养、工程素养和数学素养的教育，就是希望广大教师认识到STEM教育是培养必备科技素养的未来科学家、工程师和创新人才的教育，国家课程到地方和校本课程都肩负着STEM教育的重任，所有理工科的学科教师都要思考如何改进自己的教学来发展学生的STEM素养。

2. STEM教育是面向所有学生的

目前我国一些中学的STEM课程多以校本选修、课外科技兴趣课程的方式或被作为综合实践活动课程的一部分来开展的。由于师资和硬件条件限制，这些STEM课程不是所有学生都能参与的。例如，北京某中学开展的一门具有STEM教育性质的选修课程，一学期只能让20名学生参加该课程的学习，其他学生即使想报名也因名额限制无法参加。一些课外科技兴趣课程也是面

向那些有科技兴趣和特长的学生，与学校里的多数学生无关。

要改变当前 STEM 课程受众面小、学时无法得到保障的现实问题，教师需认识到 STEM 教育是面向所有学生的。目前的数学、物理、化学等教育都是 STEM 教育的组成部分，学科教师需思考如何优化课程和教学方法，以便更好地培养学生的 STEM 素养，培养面向未来的社会公民。

3. 学科整合和开展跨学科教学是 STEM 教育所需要倡导的教学理念与方法，也是培养学生 STEM 素养的必要途径

(1) 科学、技术、工程、数学四者之间存在天然的联系

科学：是反映客观事物和规律的知识 and 知识体系，为探索客观事物及其规律服务。科学包括物理、化学、生物等分支学科，在科学学习中，学生通过科学探究等过程掌握事实、原则、概念及应用，提高对真实世界的现象与问题的分析、解释和处理能力。

技术：是人类利用科学知识改造自然的一切手段的总和。技术扩展了人的触觉、听觉和感觉能力，增强了人们改变世界的的能力。大多数现代技术是科学和工程的产物，解决技术问题经常需要新的科学知识，而新技术的应用会促进科学和工程的进步。

工程：包括大量关于设计和创造人工产品的知识，也包括解决问题的程序。工程活动是人类最基本的社会实践方式。工程师将科学原理、数学和技术应用到实践中来解决问题。他们设计仪器、结构和系统，以实现某些特殊目的，同时还必须考虑时间、财力、法律、道德以及信息不足等方面的限制。工程架起科学发现、技术发明与产业发展之间的桥梁。

数学：以抽象化、严密化方式，研究客观世界中的数量关系、空间形式及其变化。由于数量关系、空间形式及其变化是许多学科研究对象的基本内容，数学成为许多学科的基础。

要使学生理解科学、技术、工程和数学学科的价值，帮助学生建立科学、技术、工程、数学的联系就成为必然，因为它们的重要价值也体现在科学、技术、工程、数学的联系与促进上。

① 科学为技术和工程的发展奠定了必要的知识基础和理论基础，新的科学进展常会孕育新的技术。