

丛书主编 赵中建



Routledge
Taylor & Francis Group

Mathematics Technology Science
Engineering Design Make Play Technology Science Mathematics
Mathematics Technology Science Engineering
Science Mathematics Mathematics Science
Mathematics Science
Technology Mathematics
Engineering Science
Engineering Science
Engineering Science
Mathematics Mathematics
Technology Engineering Science
Engineering Science
Engineering Science
Mathematics Mathematics
Technology Engineering Science
Mathematics Mathematics
Technology Engineering Science
Mathematics Mathematics
Technology Engineering Science
Mathematics Mathematics

设计·制作·游戏

培养

下一代STEM创新者

Growing The Next Generation of STEM Innovators

赵中建 张悦颖 主译
赵中建 审校



上海科技教育出版社



★ 这本书告诉我们如何点燃激情、推进学习，如何培养形形色色的下一代创新者和制造者。如果你关心祖国的未来，那就读这本书，并把这些理念带进工作，没什么比这更重要了。

——施乐公司主席兼 CEO 厄休拉·波恩

★ 这本书阐释了校外学习的重要作用。每个关心 STEM 教育的人、每个关心孩子的全面教育的人都应该读读这本《设计·制作·游戏：培养下一代 STEM 创新者》。

——伦斯勒理工学院院长雪莉·安妮·杰克逊

★ 作者创作了一本发人深省的书，提示我们当代教育面临的最紧迫的挑战：怎么确保甚至提高 21 世纪学校的 STEM 教育……作者通过展示最前沿的方法，用令人信服的论据说明教学中使用富有创意的动手游戏在提高学习兴趣方面发挥的巨大力量，这是学习成功的关键，无论是在中学、大学，还是在更遥远的未来。

——美国纽约大学校长约翰·塞克斯顿

★《设计·制作·游戏：培养下一代 STEM 创新者》是一本精彩的、有益的书……许多书只是口头上服务于发现式学习，然而这本书告诉了我们切实可行的方法。

——美国国家工程院主任、麻省理工学院前校长查尔斯·韦斯特



中小学 STEM 教育丛书
丛书主编 赵中建

Design Make Play
设计·制作·游戏
培养
下一代STEM创新者
Growing The Next Generation of STEM Innovators

Margaret Honey [美] 玛格丽特·赫尼
David E. Kanter [美] 大卫·E·坎特 主编

赵中建 张悦颖 主译
赵中建 审校



上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

设计·制作·游戏:培养下一代STEM创新者/(美)赫尼,(美)坎特主编;赵中建,张悦颖主译. —上海:上海科技教育出版社,2015.12

(中小学STEM教育丛书)

书名原文:Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators

ISBN 978-7-5428-6239-6

I. ①设… II. ①赫… ②坎… ③赵… ④张… III. ①科学知识—教学研究—中小学—美国 IV. ①G633.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第129502号

责任编辑 唐璐 杨惠仙

封面设计 符劼

“中小学STEM教育”丛书

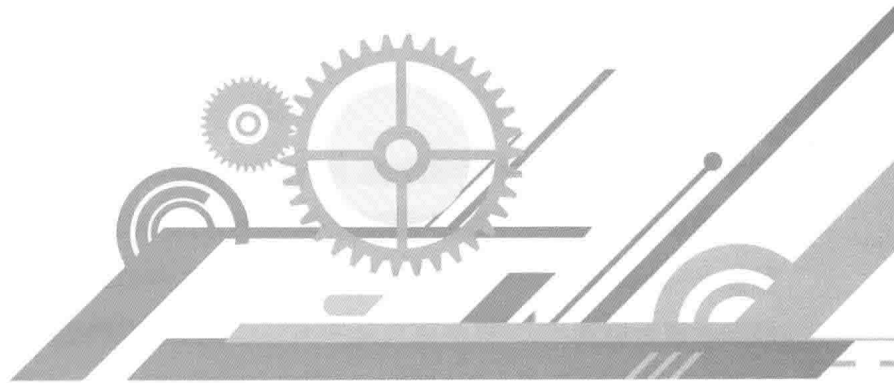
设计·制作·游戏:培养下一代STEM创新者

玛格丽特·赫尼 大卫·E·坎特 主编

赵中建 张悦颖 主译

赵中建 审校

出版 上海世纪出版股份有限公司
上海科技教育出版社
(上海市冠生园路393号 邮政编码200235)
发行 上海世纪出版股份有限公司发行中心
网址 www.sste.com www.ewen.co
经销 各地新华书店
印刷 启东市人民印刷有限公司
开本 787×1092 1/16
印张 13.5
插页 2
版次 2015年12月第1版
印次 2015年12月第1次印刷
书号 ISBN 978-7-5428-6239-6/G·3533
图字 09-2014-787
定价 52.00元



正确理解STEM教育

——“中小学STEM教育”丛书总序

最近,英国国际权威科学期刊《自然》(*Nature*)与美国权威科普期刊《科学美国人》(*Scientific American*)合作,在2015年7月15日出版的《自然》期刊上集中推出几篇从幼儿园到大学的“科学、技术、工程和数学”(STEM)方面的文章,并配以非常醒目的封面图片、名为“培育21世纪的科学家”的封面文章和名为“一种教育”的期刊社论,系统审视了全球STEM教育的挑战和希望。美国连接在校教育和职业生涯的期刊《技术》(*Techniques*) 在2015年3月出版了STEM专题(STEM Issue),指出:当STEM教育的重要性和价值已经成为教育改革和经济发展的主要部分时,STEM教育就成为“今天的创新,明天的成功”。同样,由美国督导和课程开发协会主办的著名教育期刊《教育领导》(*Educational Leadership*) 在2015年1月出版了题为《全民STEM》(*STEM for All*)的专题。这一切确切地传递着这样一个信息:现在是关注和重视STEM教育的时候了!

早在近30年前的1986年,美国国家科学基金会(NSF)就发布了名为《科学、数学和工程本科生教育》的报告,强调要“加强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领导者”,并就此向各州、学术机构、私营部门和作为联邦机构的国家科学基金会提出诸多建设性建议。这或许是最早提出STEM教育的一份重要文献(最初的英文缩写为SME&T)。国家科学基金会在1996年对美国大学科学、数学、工程和技术教育的十年进展进行回顾和总结,发表了名为《塑造未来:科学、数学、工程和技术教育的本科生教育新期望》的报告,针对新的形势和问题,对学校、地方政府、工商界等提出明确的政策建议,包括要大力“培养K—12年级教育系统中科学、数学、工程和技术学科的师资队伍”。2007年10月3日,

国家科学基金会又发布了名为《国家行动计划:应对美国科学、技术、工程和数学教育体系的重大需求》的报告(以下简称《国家行动计划》),针对面临的两项主要挑战,提出两个方面的措施:一是要求增强国家层面对K—12年级和本科阶段的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。而10月3日这一天正是苏联第一颗人造卫星上天50周年纪念日。此时发表《国家行动计划》的目的,就是要向美国朝野警示:50年前的威胁今天正以另外一种形式出现,美国必须时刻不忘加强对学生的STEM教育。

这里还须提及的一份重要文献,是美国总统科技顾问委员会于2010年向美国总统提交的名为《培养与激励:为美国的未来实施K—12年级科学、技术、工程和数学教育》的报告。该报告的如下表述充分显示了STEM教育对于美国的战略意义和积极价值,这在一定程度上也显示出STEM教育的普遍价值:“STEM教育将决定美国未来能否成为世界领袖,能否解决如能源、卫生、环境保护和国家安全等诸多领域的巨大挑战。STEM教育将有助于培养国际市场竞争所需要的能干且灵活的劳动力。STEM教育将确保美国社会继续做出基础性发现并提升我们对我们自身、我们的星球和宇宙的理解。STEM教育将造就科学家、技术专家、工程师和数学家,他们将提出新的思想,制造新的产品并创造出21世纪的全新产业。STEM教育将为每一个个体提供为获取足够生活的薪水,以及为他们自己、他们的家庭和社区作出决定所必需的技术技能和计算素养。”

STEM是科学、技术、工程和数学(Science, Technology, Engineering and Mathematics)的英文单词首字母的缩写。我们可以这样来认识STEM:首先,STEM是分科的,它代表着科学、技术、工程和数学四门独立的学科领域;其次,STEM又是整合的,这或许是今天强调和重视STEM时最为看重的;再次,STEM还是延伸和扩展的。

就分科而言,这里以美国中小学各科标准为例予以说明。最早是美国全国数学教师理事会(NCTM)在1989年公布其《美国学校数学课程与评价标准》,而后又在2000年公布了新版标准《学校数学的原则和标准》。隶属于美国国家科学院的国家研究委员会(NRC)在1996年发布了美国第一份《全国科学教育标准》,且在2013年再次公布了标志着美国新一轮科学教育改革的新标准,即《下一代科学标准》(NGSS)。此次新科学标准第一次将工程和技术教育单独列出并加入到科学教育的标准中,且非常注重跨学科学习和实践参与,“旨在帮助实现科学和工程领域的教育愿景”。2000年4月,美国国际技术教育协会及其下属的“面向全体美国人的技术项目”隆重推出《技术素养标准:技术学习之内容》的全国性中小学技术教育标准。此外,美国国家科学院于2009年发布了由国家工程院和国家研究委员会组成之

“K—12年级工程教育委员会”提出的研究报告《K—12年级教育中的工程：理解现状和改进未来》，并提出中小学实施工程教育的三项原则和七条政策建议，其中的建议七提出：“国家科学基金会和美国教育部应该支持研究‘STEM素养’的特征和界定。研究者应该不仅要思考科学、技术、工程和数学的核心知识，还要思考连接这四个学科领域的大概念(big ideas)。”这是我们理解科学、技术、工程和数学作为各自相对独立的学科的基础。

作为集成战略的STEM教育并不局限于四门各自独立的学科，而是更关注其“整合”的意义和价值。这正如美国瓦利市州立大学(Valley City State University)的STEM教育中心官网在解释“什么是STEM教育”时所说：STEM“超越其首字母缩写所意味的，它远不止于科学、技术、工程和数学”，“STEM教育是关于学生参与的学习，是基于项目的学习，它运用科学探究过程和工程设计过程，是跨学科的，是关于积极学习的，是关于合作与团队工作的，是关于解决实际问题的，它连接抽象知识与学生的生活，整合过程和内容……”。美国“项目引路”(Project Lead The Way, PLTW)机构的观点更明确了STEM教育的整合特点及其现实意义：

STEM教育课程计划旨在使学生参与以活动、项目和问题解决为基础的学习，它提供了一种动手做的课堂体验。学生在应用所学到的数学和科学知识来应对世界重大挑战时，他们创造、设计、建构、发现、合作并解决问题。

美国国家科学院出版社于2014年出版的《K—12年级STEM整合教育：现状、前景和研究议程》，对理解STEM教育的整合有了更为全面的认识，认为“STEM整合教育远不是单独的、定义明确的经验，它包括一系列不同的体验，涉及一定程度的联系。这些体验可能发生在—一个或几个课时内，贯穿整个课程，体现在单一学科或整个学校中，包含于校外活动中”；认为通过对STEM整合方案的研究获得如下三点重要启示：整合必须明确，支持学生学习单个学科的知识，整合并不一定越多越好。

同样，从目前发展的情况看，STEM教育本身也在不断扩展和延伸。首先，STEM教育发端于美国，但现在已经不断地出现在其他国家的教育改革中。如英国教育与技能部早在2006年就发布过《科学、技术、工程和数学计划报告》(*The Science, Technology, Engineering and Mathematics Programme Report*)，英国“代表教育之科学团体”(SCORE)机构在2010年发布了一份三次专业发展活动的总结报告《STEM提供者的变革性课程》(*The Changing Curriculum for STEM Providers*)；2013年全球STEMx教育大会的专题中涉及的国家有芬兰、澳大利亚、新西兰、赞比亚等；此外，还有“美洲国家组织对拉丁美洲与加勒比地区STEMx教育的支持”的专题。

其次,STEM教育本身也在扩大。如全球STEMx教育大会名称中STEM后的x就是最明显的扩大,这里的“x”代表着计算机科学、计算思维、调查研究、创造与革新、全球沟通、协助及其他不断涌现的21世纪所需的知识与技能,“其他不断涌现的”表示出一种极大的“包容性”。此次大会专题中还多次出现STEAM,如“以STEAM为支撑的高尔夫课程”“从STEM向STEAM进发”“STEAM设计”;又如2013年8月,中国第一届中小学STEAM教育创新论坛在浙江温州中学举办;以STEAM模型为中心的技术教育课程设计正成为当前韩国技术教育发展的最新动向。STEAM中的“A”即艺术(Arts)。

再次,STEM教育的实施正在越来越多地与教育信息与通信技术(ICT)结合,而後者的引入为STEM教育的实施提供了更为丰富的方式和途径。美国科学与技术研究联盟(ASTRA)于2013年7—11月连续发布了《2013教育技术》报告,对教育技术革命及其对教育领域的影响进行了全面的阐述,认为“教育技术革命正在为学生创造出更为有效的学习方式,让他们理解学习如何与‘真实世界’相联系,并向他们提供有助于其更为彻底、深入地进行学习所必需的工具”“教育技术正在变革着K—12教育的面貌。随着教育技术延伸至课堂,学生不再是信息的被动接受者。当学生已经拥有智能手机或iPad时,很少有人能够静静地坐在课桌后面”。当STEM教育与迅速发展中的教育信息与通信技术相联系时,它所带来的教育效果或许难以预料,但其前景却令人十分期待。

最后,STEM教育从最初关注或集中于高等教育,到逐步下移至中小学教育乃至幼儿园活动,从国家竞争力人才的培养扩展至学习方式的变革。

尽管从比较研究的角度看,STEM教育在世界其他国家的出现和实施已经为时不短,且越来越显现其引人注目的积极方面,但它在我国教育研究界和中小学一线的出现只是最近几年的事情。2012年第4期《上海教育·环球教育时讯》曾开辟STEM教育专栏,刊登有《STEM:美国教育战略的重中之重》等若干篇文章,这是我国教育类杂志第一次较为集中地介绍STEM教育,而由中国科协青少年科技中心翻译、科学普及出版社于2013年出版的《STEM项目学生研究手册》,或许是我国第一本有关STEM教育的译著。

我国中小学新课程改革至今已有10多年的发展历史,且已取得相当的成就并获得诸多有益的经验,但在如何延续或深化这一课程改革,尤其在学校教育如何注重培养学生的批判性思维和问题解决能力(或者说21世纪基本素养或技能)等方面,国际的经验或许可以为我们提供某些方面的借鉴。为了使我们能够充分了解世界其他国家尤其是美国在中小学课程改革和发展中实施STEM教育的现状,从中获得某些有益的经验,我们策划出版“中小学STEM教育”丛书(本丛书系由赵中建教授主持承担的上海市教育科学规划课题“美国中

小学STEM教育研究”成果之一),其中既有翻译著作,包括美国国家科学教师协会出版社(NSTA Press)于2012年出版的《在课堂中整合工程与科学》、英国劳特里奇出版社(Routledge Press)于2013年出版的《设计·制作·游戏:培养下一代STEM创新者》及荷兰 Sense 出版社(Sense Publishers)于2013年出版的《基于项目的STEM学习:一种整合科学、技术、工程和数学的学习方式》3本译著;也包括由丛书主编赵中建教授负责选编或撰写的《美国STEM教育政策进展》和《美国中小学STEM教育研究》2本著作;同时计划出版出自我国一线学校的相关著作。

华东师范大学 课程与教学研究所 赵中建
国际与比较教育研究所

2015年8月25日

目录

导 言 设计·制作·游戏:培养下一代科学创新者	1
第一章 创客的思维模式	6
第二章 玩得开心:学习、实践和创造	11
第三章 设计、制作、游戏与K—12年级科学教育 学习目标的关系	16
第四章 纽约科学馆设计实验室:没有无聊的孩子!	31
第五章 寓学于乐?	44
第六章 博物馆和科学中心为家庭学习设计创客空间	61
第七章 终极街区派对:架起科学学习和游戏活动之间的金桥	80
第八章 导电面团电路实验	100
第九章 教学资源区:教育者的创客宫殿	115
第十章 修补设计	135
第十一章 科学游戏:激励学生全情投入并参与科学学习的 引导游戏	150
第十二章 开辟自主道路,培养下一代发明家	165
第十三章 马诺新技术高中:聚焦STEM学校新浪潮	183
作者简介	194
致谢	201
译者后记	202

导言

设计·制作·游戏： 培养下一代科学创新者

玛格丽特·赫尼(Margaret Honey),
大卫·E·坎特(David E. Kanter) //

我希望大家思考一下,如何用创造性的新方法使年轻人热爱科学与工程,无论在科学节、机器人竞赛还是制汇节等其他活动中,鼓励年轻人去创造、建构和发明,鼓励年轻人成为物品的创造者而不仅仅是消费者。

——奥巴马总统在国家科学院的讲话

(2009年4月29日)

我们寻求机会,使现今的年轻人成为备受激励和富有热情的科学技术学习者。为达此目的,本书叙述了科学与技术创新性课程计划的真实案例,我们希望本书能够成为决策者、实践者、研究者和课程编制者的参考资源。我们运用“设计-制作-游戏”(Design-Make-Play,DMP)来阐明提高动机和促进学习的参与式的方法论。

缘由

谷歌2011年度国际科学竞赛的优胜者是三位年轻的女性。她们的项目不仅证实了应用科学来解决问题的明确愿望,还显示了她们如何运用包括学校教育在内的整个社区的资源来应对各种挑战。这三位年轻的女性早在幼年时期就对科学充满着好奇。她们修读高级科学课程、体验内容充实的科学项目活动,参加各种科学竞赛,并得到了家庭成员以及其他育养者的各种支持,正是这些支持孕育了她们的成功,她们也因此获得了各种奖励和认可。她们准备上大学并最终进入科学技术领域工

作,她们对自己拥有极高的期望,希望在大学毕业后继续攻读博士研究生课程。

当发现科学是一种看待世界的方法时,她们每一个人都深深地爱上了科学,因为科学能使她们具备解决问题的能力,并能应对人类面临的各种挑战。更为重要的是,她们成功地将自己的信念、热情与发展机会结合起来了,这正如我们的一位同事所言:“在发现那些值得解决的问题方面,这些姑娘拥有非同寻常的能力。”

我们可以做到的是,把科学呈现为一种具有创造性的、能动手做的和充满激情的活动,从而使年轻人热爱科学技术。

本书所描述的故事,与我们所知的美国学校的科学教育内容、教师和课本传授科学的方式以及学生学习科学的方式是截然不同的。如今,美国小学阶段科学教育的授课时间每周不足3小时。越来越多的证据表明,等级水平的高利害测验正严重地使学校课程偏重于教授需要考试的学科,而较少关注不经常考试的学科(如科学)。此外,即使每周分配若干课时给科学课程,学生很可能只是记住教科书的内容并回答每一章所列的问题,而不是参与解决现实世界的问题,现实世界的问题解决才是保持年轻人热爱科学学习的关键。

未来可以是,而且必须是不同的。

我们知道如何做才能激励儿童。最有用的或许就是激发儿童对周围世界的内在好奇心。儿童天生好奇,渴望学习,这一点甚至与最坚定的科学家不相上下。然而,这种火花——心理学家称之为内在动机的火花——却常常在入学早期就被外在的学习目标和学校的期望所熄灭。

幸运的是,研究表明,通过设计环境有可能重新点燃这一学习的天然动机。这种环境能够支持并促使学生投身于有意义的活动,消除学生的焦虑和惧怕,提供与学生的技能相匹配的挑战。

卡内基公司高级研究所数学与科学教育委员会(Commission on Mathematics and Science Education)主张,为了使这样的转变取得成功,我们必须将目前向学生“讲授”科学的体系予以转变,以帮助学生在相互关联的、真实世界的、跨学科的问题情境中获得批判性问题解决技能和探究技能。尽管数学与科学教育委员会的研究清晰地表明,年轻人深度关切与科学工程相关的当代问题并且很愿意去解决这些问题(如健康问题和全球变暖),我们还需要开发一些能够激励学生热爱科学的学习实践活动,以及一些能够激励学生并支持其深度学习的教学方法。

本书的框架

美国国家研究委员会(National Research Council)新近出版的《K—12年级科学教育框

架:实践、跨学科概念和核心观念》(以下简称《框架》)为编制下一代科学标准打下了基础。《框架》认可“科学是应对世界最紧迫之挑战的关键”的观点,并试图确保:

到高中毕业时,所有学生都能欣赏科学的美丽和奇迹;掌握足够的科学和工程知识去参与相关议题的公开讨论;成为日常生活中关注科学技术信息的细心消费者;能够在学校之外继续学习科学;拥有能够进入自己所选职业的技能,包括(但不限于)科学、工程和技术领域的职业。

《框架》描绘出一条适于科学学习的重要的新路,认为科学学习必须与科学和工程的实践密切联系,必须使学生经过若干年后能够理解和欣赏科学事业。

我们对“设计-制作-游戏”学习方法非常重视,这可以看作是对新版《框架》的一种诠释。“设计-制作-游戏”学习方法是一种能够提高年轻人科学想象力的方法。

设计——迭代、挑选和安排要素以形成一个整体,人们通过这种方法创造手工制品、系统和工具,以解决各种大大小小的问题。作为工程和技术的核心过程,设计以一种整合和激励人心的方式成为教授科学、技术、工程和数学(Science, Technology, Engineering, and Math; STEM)内容的有力手段。通过设计过程,一个人学会如何辨别问题或需要,如何思考各种选择及其约束条件,如何做计划、建模型、用迭代方法解决问题,如何提高高阶思维技能和实实在在的可见的技能。基于设计的学习促使学生成为批判性的思考者和问题的解决者,并将科学和技术作为应对今日世界最紧迫挑战的强有力工具。

制作——手工拆解或制作物品,享受了解物品工作原理的个人乐趣。早在制订科学规则之前,人们就通过制作物品参与科学训练。这帮助我们去做需要做的事情,或者说制作出来只是为了乐趣。一场静悄悄的革命正在全国各个社区全面铺开。这一革命深深地植根于我们人类的特征,并有转变为科学学习的潜能,这就是众所周知的“创客运动”(Maker Movement)。受《制作》杂志(<http://makezine.com>)和“制汇节”^[1](Maker Faire, <http://makerfaire.com>)成功的激励,创客们因为共享的喜悦而聚集在一起,这种喜悦来自于修修补补、应对问题、创造以及反复使用各种材料和技术,创客运动蓬勃发展。创客身上需要的本质特征——深度参与内容、实验、探究、问题解决、合作以及学会学习——正是使STEM学习者备受鼓舞和保持热情的要素。

游戏——一种时常涉及制作理念、发明和创新的有趣而自愿的活动。在科学学习和乐于游戏、发现以及探究的天性之间,存在着很强的相似性。两者都受到好奇、调查和探索的激励,而且两者的核心就是创造力。游戏鼓励建立由不同参与策略组成的一种多元化生态,从思维活跃到沉思不语,从亲身体验到接受指导。贯穿所有这些策略的主线是一种没有压

[1] 译者注:制汇节是展示创意和创造的小型展会,参展的有一些创意公司和组织以及DIY爱好者。

力的探究和发明,这正是科学学习中产生创造性思维和创新本质特征。

撰稿者

我们很高兴,来自各领域的卓越的研究者、理论工作者和“设计-制作-游戏”的实践者汇聚这里,包括《制作》杂志和“制汇节”创始人、麻省理工学院终身幼儿园集团主任、获奖的高中校长、博物馆的教育家以及其他人员。我们希望读者发现本书给人启迪,具有说服力,且颇为有趣。

多尔蒂(Dale Dougherty)在《创客的思维模式》(*Maker Mindset*)一文中指出:制作是创新的一个重要源泉,也是令创客对自己感到满意的要素。由于引入新技术的成本并不昂贵,“创客运动”正在全国广泛展开和发展,并且具有在正规和非正规教育下催化出创新性科学学习的巨大潜力。

卡里尔(Thomas Kalil)在《玩得开心:学习、实践和创造》一文中指出:奥巴马总统希望年轻人“成为创造者而不仅仅是消费者”,并且高度赞赏“创客运动”对STEM教育的精髓支撑和实践支持。创客为了乐趣而设计并制作物品,分析计算这些物品如何才能工作,并可以随意改变这些物品的用途。“创客运动”是一种自然的强有力的途径,使孩子们对科学和技术倍感兴奋。许多联邦机构正在推动“创客运动”,同时还需要私人组织和公共团体的努力。

奎恩(Helen Quinn)和贝尔(Philip Bell)在《设计、制作、游戏与K—12年级科学教育学习目标的联系》一文中指出:国家研究委员会(NRC)发布的新版《框架》扩展了K—12年级科学学习的目标,并把工程实践包括其中。这些工程实践展示了很多非正规科学学习的方式和途径,而这类学习又经常与“设计-制作-游戏”活动相联系。因此,正规和非正规的方式和途径支持着学生有效地参与科学和工程学习的共同目标。

贝内特(Dorothy Bennett)和莫纳汉(Peggy Monahan)在《纽约科学馆设计实验室:没有无聊的孩子!》一文中指出:当设计的任务能迅速被理解并能从多方面进行STEM学习时,基于设计项目的学习能够使不爱学习的学生参与进来。

佩特里奇(Mike Petrich)、威尔金森(Karen Wilkinson)和贝文(Bronwyn Bevan)在《寓学于乐?》一文中指出:精心设计的修补活动能够激发学生的意愿、参与、创新和合作,可以为学生提供参与科学和工程实践的机会,这无论在认识论还是本体论上都是颇有意义的。

布拉姆斯(Lisa Brahms)和维尔纳(Jane Werner)在《博物馆和科学中心为家庭学习设计创客空间》一文中指出:在“创作工坊”(MAKESHOP),孩子及其家人利用材料、工具和流程加上各种想法,参与到真实的制作体验中。这是一种合作的和迭代式的发展过程,过程中充满着对设计本质特征的密切关注。这种体验使参与者享受一种充满活力、共享的学习过程。

佐旭(Jennifer M. Zosh)和费雪儿(Kelly Fisher)等人在《终极街区派对:架起科学学习和游戏活动之间的金桥》一文中指出:最初,终极街区派对在纽约市的中央公园举行,顶级专家传播了这样的信息,即“游戏学习”不仅有趣,而且对于儿童的发展至关重要。超过5万人参加了几十场这样的活动,这有助于展示游戏的强大力量。

托马斯(AnnMarie Thomas)在《导电面团电路实验》一文中提到:使用导电的和绝缘的自制面团替代金属线,制作和探究简单的电路。如果不喜欢自己做好的电路,那就压扁它,然后重新再开始。这个项目已经在家庭、学校或博物馆等不同的场合中试验过。

西蒙(Mary Simon)和布朗(Greg Brown)在《教育资源区:教育者的创客宫殿》一文中指出:RAFT是一个关注“动手做”学习活动的创新性非营利组织。它给教师们提供了一个装满了工业废品(如硬纸管、层压板样品、过时的信笺)的库房,同时还提供了写有各种想法的教学活动页、教学活动配套装备以及教师专业培训。

雷斯尼克(Mitchel Resnick)和罗森鲍姆(Eric Rosenbaum)撰写了《修补设计》一章。修修补补是一种富含趣味性、实验性和反复性的设计活动,人们在其中不断地评估目标,探寻新路径,并设想新的可能性。技术可以鼓励和支持修修补补活动,正如Scratch和Makey Makey这两个计算工程包所证明的,鼓励年轻人参与修修补补。

坎特(David E. Kanter)、洪瓦德(Sameer Honwad)等人撰写了《科学游戏:激励学生全情投入并参与科学学习的引导游戏》一章。游乐场的游戏可以利用游戏的力量鼓励行为的、情感的和认知的参与,同时支持学生学习科学内容。未来的工作将会关注具有引导性的游戏,这些游戏能自动地将数据从游乐场传回到科学课的课堂,从而进行科学探究和更深入地学习科学内容。

瓦索尔(Elliot Washor)和莫伊科夫斯基(Charles Mojkowski)是《开辟自主道路,培养下一代发明家》一章的作者。学校需要让所有学生成为爱捣鼓的科学家,也就是说,成为能够并乐于运用科学、数学以及技术工具和过程来应对他们生活中和职业中所面临的现实世界的挑战。

宰普斯(Steven Zipkes)撰写了《马诺新技术高中:聚焦STEM学校新浪潮》一章。包含的族裔学生的马诺新技术高中位于得克萨斯州,其学生人口种族多样,所有的课程都围绕基于项目的学习予以组织。学校的教学成果极为出色。学生的出勤率连年攀升,在过去的五年中超过了97%。在2009—2010学年,马诺新技术高中的第一届学生毕业,达到了100%的毕业率,也即零辍学率。每一位毕业生均升入大学,而且84%的学生都升入四年制大学学习。此后的第二年即2010—2011学年,学校的第二届毕业生同样是100%的毕业率和零辍学率。其中,97%的毕业生进入高等院校求学,80%的学生就读于四年制大学。

第一章

创客^[1]的思维模式

//////////////////// 戴尔·多尔蒂(Dale Dougherty)

创客运动持续着增长的势头。我们可以看到互联网上创客团队的不断成长和创客空间的蓬勃发展,以及制汇节(Maker Faire)在世界各地的广泛传播。3D打印和阿德伟诺(Arduino)电子平台^[2]等新技术的引进加速了创客运动的发展——更快速的原型设计和工具制造,更便捷的部件采购和产品的网络直销创造了更多市场机会;根据个人兴趣和技术能力,具有某个共同目标的跨地域的人们建立起了各种各样的互联网社区,这些都大大促进了创客运动的繁荣。

其实,创客运动源于一个非常偶然的个人行为,我称之为“实验室的小游戏”。当我开始编撰《制作》^[3]杂志时,我意识到创客们是一群热衷于玩技术而学习技术的人群。一项新兴技术对于创客们如同一份游戏邀请函,他们能从中获得巨大的满足感——创客们运用新技术,拆解物体并尝试完成一些连制造商都无法想象的制作。无论是否有人告诉他们3D打印技术难题或无人驾驶飞机能做什么,创客们总是试图不断探索某些东西到底能做什么,从中,他们不断有所收获。在这一过程中形成的新观点可能会引领现实社会的技术运用或新的产业投资。制作正成为创新的源泉。

技术不断点燃创客运动的同时,也成为一种囊括各种制作方法和各种类型制造者的社会运动,既联系着过去,又改变着我们对未来的认识。的确,创客运动看起来在重建人们根深蒂固的文化价值观,即在历史和文化中沉淀而来的人类的自我认

[1] 译者注:“创客”这一概念来源于英文 maker 和 hacker 两词的综合释义,指酷爱科技、热衷实践的人。以分享技术、交流思想为乐,以创客为主体的社区(hackerspace)构成了创客文化的载体。

[2] 译者注:一款便捷灵活、方便上手的开源电子原型平台,包含硬件(各种型号的 arduino 板)和软件(arduino IDE),适用于艺术家、设计师、爱好者和喜爱“互动”的朋友。

[3] 该杂志是由美国 Maker Media 公司出版的每两月一期的杂志,主要讨论电脑、电子工业、机器人、金属制造和木工制造方面的 DIY(do it yourself)和 DIWO(do it with others)项目的话题。

识。正如法兰克·比达特在他的诗歌《致玩家》(*Advice to the players*)中所写的:“我们这群生灵的使命就是去创造。”

同时,创客在寻求作为消费者的其他选择,拒绝受限于购买的产品。创客对自己“能做什么”和“能学做什么”有着很明确的认识,他们如同艺术家一样,驱动力来自内在目标而非外在奖励。创客从他人的作品中汲取灵感。最重要的是,他们不坐等未来的创新和制造,他们感到必须立马付诸行动——不然将彻底失去行动的机会。

尽管制造业曾经是美国中产阶级对社会的主要贡献,但如今却已不再是社会的主流活动或宏愿了。当今社会,制造业虽依然繁荣兴旺,但已居于社会的边缘。就像不走寻常路的艺术家或作家一样,创客更愿意把自己当作旁观者,不遵循传统的路线,像那些创新者一样,开辟自己的道路。显而易见,我们应该鼓励更多的年轻人去探索、创新、发现和开辟属于自己的道路。

对于创客运动来说,最大的挑战和最大的机遇就是转换教育成果。我希望这种变革的代理人是学生自己。技术使学生能越来越多地控制自己的生活,即使最简单的手机也能改变人们的生活方式。学生在寻求受教育的主导权,渴望经历具有创造性和刺激性的体验。很多人能区别受教育的痛苦和真正的学习带来的愉悦。遗憾的是,他们被迫到校外去寻找机会来表达和证明自己。

正规教育已经成为一个严肃的事业,其成功与否取决于对抽象思维及高风险测试的检测结果。这样的教育导致了游戏时间和内容的缺乏。如果说学生在校外做的事情主要是游戏的话,那么,这些游戏场所正是创新和创造产生的地方。

尽管少数精英人士在学术水平上表现得很优秀,但僵化的学术体系改变了几乎所有的学生。无论如何,越来越多的质疑指向现有教育,那些即使在学术上取得成功的人也未必是我们需要的那种具有创新精神、创造性思维的思考者和实践者。

斯图尔特·布朗(Stuart Brown)博士在其《游戏:如何形塑大脑,开启想象,激励精神》(*Play: How It Shapes the Brain, Opens the Imagination, and Invigorates the Soul*)^[1]一书中讲述了喷气推进实验室(Jet Propulsion Laboratory,以下简称JPL)^[2]的故事,即实验室的工作人员

[1] 译者注:本书讲述布朗博士对来自各行各业的6000多人的“玩乐史”进行了整理。他根据自己的临床研究并结合神经科学、生物学、心理学和社会科学方面最前沿的科学研究成果和激励人心的个案故事,论述了一个惊天大发现:整个动物界都是好玩乐的,人类尤其是最大的玩家;我们为玩乐而生,在玩乐中获得进步,玩得越好,工作越好。此书中译本名为《玩出好人生》,由中国人民大学出版社于2010年出版。

[2] 译者注:JPL是美国一个通过无人飞行器探索太阳系的研究中心,负责为美国国家航空航天局开发和管理无人空间探测任务,其飞船已经到过全部已知的大行星。该中心行政上由加州理工学院负责管理,始建于1936年。