

“创客教育”解读

李 华¹, 杨永其¹, 谭明杰^{1,2}

(1. 四川广播电视大学 信息技术中心, 成都 610073; 2. 电子科技大学 经济与管理学院, 成都 610054)

摘要:近年来,随着以 3D 打印和开源硬件为代表的多个新科技项目的出现,一种以亲自动手设计、创造、创新为标志的新文化热潮——创客运动正在席卷全世界。与此同时,在教育领域也出现了一种新型教育模式——“创客教育”。创客教育以新兴科技为技术基础,以创客空间重构学习环境,以创造性实践活动为主要学习过程,融合了建构主义学习理论、基于问题的学习、项目学习法、自主学习等多种教育理念,教师和学生角色与传统教育相比发生了较大的转变,教师要提高自身的综合素质、创新教学方式,学生从中不仅可以学习到各种学科以及跨学科知识,还培养了动手实践能力、创新能力等综合素质。我国现阶段发展创客教育应明确其定位,探索教育主管部门牵头、多方共建共享的模式,加强师资团队建设,并根据不同学生人群的特点,建设创客空间,开展创客教学。

关键词:创客运动;创客教育;创客教学;创客学习;创客空间

中图分类号:G420 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-5315(2016)05-0026-08

DOI:10.13734/j.cnki.1000-5315.2016.05.004

随着以 3D 打印和开源硬件为代表的多个新兴科技项目的出现,创客运动(Maker Movement)的热潮正在席卷全世界,各行各业都对此保持了高度的关注,在教育行业亦复如是,一种新型的教育模式——创客教育(Maker Education)随之产生。创客教育起源于美国,其发展得到了国家政策与规划的鼎力支持,并已引入到了不同层次的教育体系之中^[1]。相比于美国,我国的创客教育尚处于起步阶段,学者和实践者对于创客教育的开展还在摸索和尝试,有许多问题和困惑亟待研究和解答。基于此,本文拟对创客教育进行多方位的解读,并针对创客教育的发展提出相关建议。

一 创客运动和教育

(一) 创客运动的兴起

在解读创客教育之前,有必要对创客运动做一

个大致的介绍。创客运动是一种以亲自动手设计、创造、创新为标志的新文化热潮,即通过各种项目将大家集中在一起,包括纺织工艺、机器人、烹饪、木工、电子、数字加工、机械修理等等,简而言之,就是创造任何东西^{[2,3][4]9-23}。

创客运动起源于美国,是从 DIY 文化(Do It Yourself)延续而来。在美国有许多 DIYer,相比于购买现成的产品,他们更喜欢自己动手制作东西,后来逐渐发展成一些社区。2005 年, Dale Dougherty 创办了 *Make* 杂志来服务于这些发展中的社区,让他们可以分享各自制作的项目。在随后的 2006 年, Dale Dougherty 发起第一次 Maker Faire(创客集市,也译为制汇节),让这些喜欢动手制作的人展现各种新奇的作品^[3]。在随后的几年里,这种集会已经蔓延为世界范围的庞大社区驱动事件, Maker

收稿日期:2015-06-01

作者简介:李华(1978—),男,重庆万州人,四川广播电视大学信息技术中心讲师,研究方向为数据库技术、现代远程教育;

杨永其(1969—),男,四川雅安人,四川广播电视大学信息技术中心高级工程师,研究方向为现代远程教育;

谭明杰(1981—),男,四川成都人,电子科技大学经济与管理学院博士研究生,四川广播电视大学信息技术中心副教授,研究方向为电子商务、现代远程教育。

Faire 的成功也可以看作是创客运动的基础^[5]。

创客运动最初仅仅是民间组织的小范围活动,其得以发展成一定社会规模乃至蔓延至全世界,主要有两方面的原因。

一是国家力量的推动。在过去的 20 年中,美国人已经习惯了作为产品的“消费者”,而不是“制造者”^[6],即从商店购买现成的产品,不再对制造产生兴趣。这种情况的出现,导致了人们的反思,乃至上升到国家层面的认识。美国政府担心这种社会现象将削弱本国在制造业方面的竞争力,因此资助和支持在博物馆、图书馆、学校里成立各种创客空间,提高人们对于创造的兴趣和能力,期望通过这种方式保证科技和制造业的竞争优势。同时,还开展各种活动,推动创客运动的发展。2014 年 6 月 18 日,在美国白宫举办了 Maker Faire 来表明政府对创客运动的认可,同时奥巴马总统还宣布将每年的 6 月 18 日定为国家创客日^[7]。

二是新兴科技的出现。在人类的发展历史中,创造性的工作一直都存在,但受限于落后的技术,在产品的发明创造过程中,往往需要昂贵的设备和经历复杂的过程,一般人难以完成。近年来,随着互联网和新兴科技的快速发展,一些具有代表性的开源项目纷纷出现,例如 3D 打印机、Arduino 开源硬件平台、CNC 计算机数字控制机床等,它们将复杂的技术实现细节隐藏在产品之下,提供给使用者的仅仅是操作简单的接口,就类似于“黑盒子”,人们不再关心它的内部细节,仅仅利用它进行创造就可以了。以 3D 打印机为例,它是一种支持累积制造技术,即快速成形技术的机器,以数字模型文件为基础,运用特殊蜡材、粉末状金属或塑料等可粘合材料,通过打印一层层的粘合材料来制造三维的物体。3D 打印机一般用于制造行业,相比以前复杂、繁琐的过程,使用 3D 打印机更简单、方便。正是这种技术的进步极大地降低了人们创造的门槛,让不同层次的各种创意都可以从想法转化成真实,这吸引了更多人开始动手尝试,从而推动了创客运动的快速发展。

(二)教育界的创客运动

创客运动的兴起不但给制造、科技等行业带来了深远的影响,也深刻地影响着教育行业。美国教育界的创客运动已呈现出教育主管部门牵头、各方力量共同参与的兴旺局面。

创客运动在美国教育界的发展已经上升到了国

家层面的认识,并得到了政策与规划的支持。2012 年 5 月,为了响应奥巴马总统提出的“Educate to Innovate”运动,加快和深化创客运动的发展,美国启动了创客教育计划(Maker Education Initiative)。Maker Ed 是 Tides Center 下属的一个非盈利性项目,担任了发展美国创客网络的领导者角色。这个创客网络包含了遍及全国的课外网络、青年服务组织、社会机构、企业和基金会^[8,9]。其使命在于通过创造(Making)为所有年轻人发展在科学、技术、工程、数学、艺术等学科以及跨学科(STEAM)的信心、创新性、兴趣创造等创造更多的良机。

STEAM 教育是美国的中小学教育(K-12)和大学教育体系中引入的一种新型教育模式,可以看作是美国的素质教育,由五个学科的教育相融合而成,包含:Science(科学)、Technology(技术)、Engineering(工程)、Mathematics(数学)、Art(艺术)。STEAM 中的科学、技术和工程教育的推进是一个难题,而创客的项目通常是实施教育很好的案例。目前,创客教育已经引入到了美国不同层次的教育体系之中。在大学校园内,University of Victoria、Valdosta State University、North Carolina State University、Stanford 等 60 多所高校已经陆续建设了不同类型的创客空间,例如 ThinkLab、MakerLab、Science Library、FabLab;在中小学(K-12)层面,创客空间的数量也在不断增长之中,木工场、金属车间、缝纫、烹饪、艺术、甚至科学实验室都成为了美国中小学生的创客空间^[1]。创客教育的开展主要基于 *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering the classroom* 一书的指导来进行^[10]。

此外,美国的创客教育发展还得到了各种社会机构、基金会和互联网大公司的经费资助和项目支持,比如 Gordon and Betty Moore Foundation, The Grable Foundation, MacArthur Foundation, Intel, Google, ORACLE^[8,9]。

二 什么是创客教育

(一)创客教育的概念

创客教育的概念至今还没有一个统一的定义,不同的学者对于创客教育的定义都提出了自己的见解。有学者认为创客教育是一种融合信息技术,秉承“开放创新、探究体验”教育理念,以“创造中学”为主要学习方式和以培养各类创新型人才为目的的新型教育模式^[11]。还有学者认为创客教育是指为解

决中小学教育体制中创新能力培养的不足等问题,而将创客理念引入中小学教育体系中,实施一系列关于创新动手技能训练的综合课程^[12]。笔者在研究国外创客教育发展的基础之上,有着自己的理解。

首先,创客教育不是一种孤立的教育模式,它与其他教育模式紧密相连。例如创客教育和 STEAM 教育,可以这样理解,STEAM 教育是一种概念范围更广的教育模式,而创客教育是其具体实现形式。学生在创客教育中不仅可以学习到 STEAM 各学科以及跨学科知识,还培养了动手实践能力、创新能力等综合素质。

其次,创客教育贯穿了“创造性”思维,提倡学生以“创造性”的思维投入到实践过程中。这与传统的动手实践教育有所区别。动手实践教育多为学校的各种手工课、科技制作课等等,学生根据事先设计好的操作指南,按步骤完成即可;而创客教育没有操作步骤,只给出相应的目标,要求学生发挥自己的想象力、创造性,完成作品的设计、创造等一系列完整的过程。创客教育这种贯穿了“创造性思维”的动手实践方式对于提高学生的综合能力大有益处。

再次,创客教育不再是传统的课堂式教学,而是在一种新的学习空间——创客空间中开展教学。创客空间可以看做学生的学习环境,在这个学习环境中,配备有各种各样的设备和材料,如 3D 打印机、开源硬件等等,为学生的动手实践提供了各种条件。

最后,创客教育得益于新兴科技的支撑。其实上述的以创造性思维动手实践、学习各学科知识,培养各方面能力的教育理念早已存在,但由于受落后的技术所制约,难以将这些教育理念付诸实现。就像前文所描述的一样,创客运动受到新兴科技的促进而蓬勃发展,创客教育也由于新兴科技的出现,极大地降低了创造的门槛,学生们各种稀奇古怪的创意有了实现的技术支撑,从而保证了创客教育具有了区别于以前各种教育理念的最显著的特点,那就是创新有了实现的技术土壤,而不再是纸上谈兵。

综上所述,笔者尝试给出自己的定义:创客教育是以新兴科技为基础、以创客空间重构主要学习环境、以创造性实践活动为主要学习过程,学生从实践过程中学习各种学科以及跨学科知识,培养学生的动手实践能力、创新能力等素质的一种新型教育模式。

(二) 创客教育基本要素

众所周知,教育的基本构成要素包含学习者、教育者、教育内容、教育方法、教育环境等五因素,创客教育作为一种新型的教育模式,仍然是由以上基本要素组成,但是与传统教育相比,它又具有较大的差异性。

学生角色发生了较大的改变,学生不再是知识的被动接受者,而成为学习过程中的主体,创造性学习和自我导向式学习成为学习者的主要学习方式。教师不再是教育过程的主导者,教师的角色从传统的传递知识的权威转变为学生学习的辅导者,成为学生学习的伙伴或合作者。教学不再标准化,没有固定的教学内容,学生探索知识的边界在理论上被无限扩展。教学方法不再是传统的课堂式教学,主要采用问题导向式学习和基于项目的学习等方式。学习环境发生了较大的改变,教学不再在传统的课堂中进行,而是转移到布置了各种设备的、开放的创客空间中进行学习。基于此,下文将从学生、教师、教育理念、技术基础、创客空间等五个方面对创客教育进行解读,见图 1。

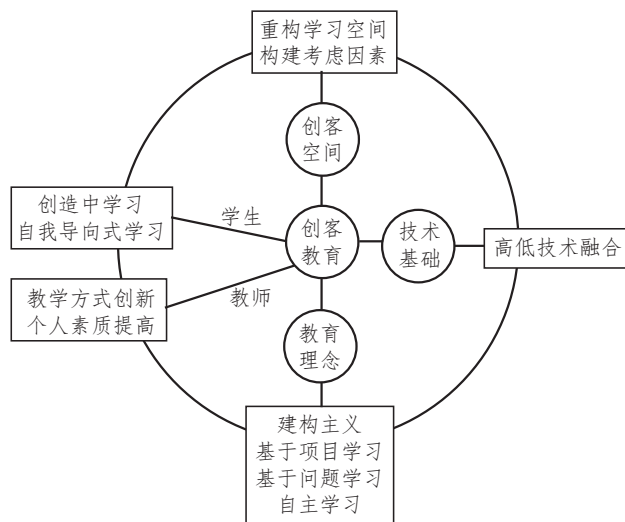


图 1. 创客教育构成要素图

三 创客教育中的学生与教师

(一) 学生

创客教育强调以学习者为中心,学生是学习过程的主体,学生的学习过程和知识获取方式与传统教育模式相比都有了较大的变化。为了让读者更加直观地了解这种变化,笔者选取了国外创客教育的一个案例进行分析和展示^[13]。

罗伯特是美国的一位高中生,参加了一个为期六周的项目,他的任务是创造一件木雕作品、一幅油

画作品、一件夹克,虽然他在学校已经学过这方面的艺术课程,但是只有理论上的知识,而没有实践经验。罗伯特开始项目后不久,就遇到了各种困难,例如木材不像他想象的那样有韧性,油漆也不好使用,调出来的颜色和所期望的完全不一样等。因此,他不得不思考采用各种方式来摆脱这种困境。例如,他向老师请教;向经验丰富的裁缝学习制造衣服的技能;在网络社区中寻求他人的帮助;观看 YouTube 上的相关视频进行学习。就是通过这样一个反复的遇到挫折、反思、学习、调整的过程,罗伯特完成了几件作品的创造。

这是一位学生参与创客教育比较典型的案例。从中不难看出,首先是学生的学习过程有了较大的改变。在传统教育模式中,学生的学习一般是在课堂上完成,老师传授知识,学生被动地学习;而在创客教育中,学生参与老师预先设计的项目或问题,独立、主动地完成作品的创造,学生通过创造进行学习(Learning by Making)。其次,学生在知识获取途径方面发生了较大变化。传统教育中,学生获取知识的途径是简单的线性方式,学生只能单方面地从老师那里获取知识;而在创客教育中,学生采取自我导向式的学习方式(Self-direct Learning),可以从不同途径完成对知识的探究,学生可以从老师、领域内经验丰富的专家、互联网等途径获取知识,学生构建了自己的学习网络。图2展示了创客教育与传统教育在学习过程方面的区别。

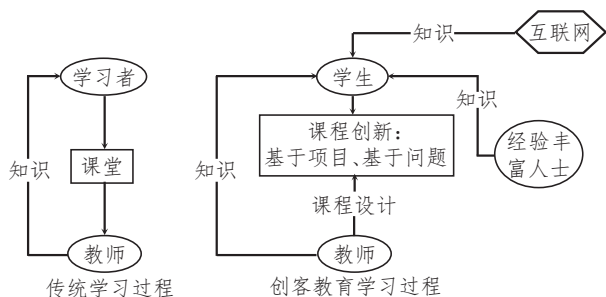


图2.学习过程区别图

学生通过这种创造性的学习过程和自我导向式的学习方式,不仅拓宽了知识探究的边界,还培养了各种具体的能力。

1.动手实践的能力。学生通过实际作品的制造,不再局限于理论上的学习,而获得了实际的动手实践能力。

2.坚持的能力。每一个项目的创造过程中都会

遇到各种问题和失败,这也是学习过程的一部分。他不得不克服“这个问题很难”的心理因素,鼓足勇气,坚持下去,直至成功。这样的过程对于培养学生解决问题的信心大有帮助。

3.创新能力。在创造的过程中,作品是逐步完善的,学生要判断作品与最初设想之间的差异,并逐渐改善它,这种能力也是最重要的创新和创业精神。

这些能力的培养,为学生以后的学习和工作奠定了良好的基础,对其未来的发展大有益处。

(二)教师

创客教育虽然强调学习者的主体作用,但也不能忽视教师的主导作用。学生在学习过程中的独立性不是绝对的,他们也不可能完全脱离教师的指导,因而还有其依赖性的一面。教师是知识建构的帮助者、促进者,而不是知识的提供者和灌输者。

在创客教育中,学生被要求创新、创造和解决问题,并最终创造出一个作品,那么作为教师是否需要角色的转变?笔者认为,教师在创客教育中的转变首先就是教学方式创新。传统的教学方式是教师在课堂上通过系统、细致的讲解,使学生掌握大量知识的教学方法;而创客教育没有标准化的教学内容,课程更多的是以项目或任务的形式展开,教学方式必然不同。笔者在国外一些学者的研究^[14,15]基础之上,总结出创客教育的教学方式一般应包括如下过程。

1.明确要传授的知识。即:明确哪些知识的传递可以通过课堂完成,哪些知识需要学生通过实践、创造来加深理解。

2.设计一个主要项目或任务,以实用为主,考虑学生人群的知识水平和特点,不一定用到高新技术,也可以使用简单的工具和材料。

3.预估学生在创造过程中可能要运用的材料、技能,可能遇到的困难,准备对应的解决方式。

4.跟踪学生的进展情况。要求学生记录他们的学习过程,明确他们的思维方式,遇到了什么困难?在哪里卡住了?如何克服这些困难?这种方式既可以帮助学生建立思维的习惯,也可以帮助老师了解学生的学习情况。

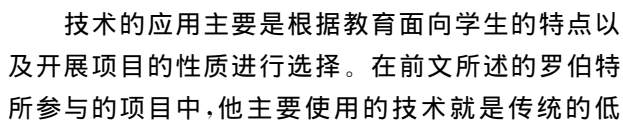
5.通过在公开场合展示学生作品的方式鼓励或奖励学生。

除了教学创新之外,一名创客教师为了保证对学生的指导和项目的顺利开展,还应具有各方面的

从以上学生的学习方式转变、教师的教学方式创新等方面可以看出,创客教育虽然是一种新型的教育模式,但其中融合了多种传统的教育理念,例如建构主义学习理论、项目学习法(Project-Based Learning,简称PBL)、基于问题的学习、自主学习。

项目教学法是创客教育中采用的主要教学方法。项目教学法就是在老师的指导下,将一个相对独立的项目交由学生自己处理,信息的收集、方案的设计、项目实施及最终评价都由学生自己负责,学生通过该项目的进行,了解并把握整个过程及每一个环节中的基本要求。一个创客的课题主要包括八大要素:相关性、充足的时间、复杂性(涉及多个学科知识)、高投入、关联性、可获得性、分享性、新颖

创客教育虽然是一种以新技术为驱动产生的新兴教育模式,但是在其发展过程中,不一定必须使用高技术,也可以使用低技术。高低技术的融合(high-low-tech integration)是创客教育的典型特征。高技术指的是最近几年来新兴的科技项目,例如 3D 打印机、开源硬件平台、CNC 计算机数字控制机床等;低技术指的是工业革命前的传统手工技术,例如纺织工艺、烹饪、木工、雕刻等等。高技术和低技术不是相互对立的,它们还可以融合在一起(如图 3 所示)。例如,可穿戴设备就是融合了高技术和低技术的科技产品,即直接穿在身上,或是整合到用户的衣服或配件的一种便携式设备。



技术:雕刻、绘画、纺织;而在更多的项目中,使用 Arduino 开源硬件平台、3D 打印、开源软件等高新技术来支撑项目的开展。

五 创客教育的学习环境——创客空间

创客教育不再是传统的课堂式教学,而是走出课堂,在创客空间中开展教学。学校创客空间与社会创客空间的概念基本一致,不同之处在于其主要为教育服务。新媒体联盟 2015 年报告将创客空间列为未来 1—5 年内将会给教育带来重要影响的重要技术之一,认为创客空间即是对学习空间的重构。

创客空间一词译自 Hacker Space,直译是黑客空间,为了避免歧义,国内普遍译为创客空间。区别于互联网上的虚拟社区,创客空间是人们建立的用于聚集在一起分享资源和知识,以项目为载体共同工作、相互沟通的现实世界中的实体空间^[2,3,20]。

创客空间为创客们提供了活动的场地。例如波士顿的 Artisan's Asylum 创客空间,它的面积很大,大约 4 万平方英尺(合 3700 平米左右),由一座旧工厂改造而成,里面有 170 多个工作室,包括机器人制作、电子电路设计、珠宝设计制作、机械加工、焊接、木工等等,除此之外,还配备有交流区域,甚至还有厨房。除此之外,创客空间还为创客们提供了完成他们的项目所需要的各种各样的设备,例如 3D 打印机、数控机床、激光切割机、工业缝纫机、音频设备、电子仪器(如示波器和信号发生器)、视频投影机、游戏机、水射流切割机等等。这些设备有些可免费使用,有的则需要收取一定的租赁费用。学校建设创客空间一般需要考虑如下因素^[21-23]。

1.明确创客空间里要开展的教学活动或项目类型。调查可能使用空间的老师们的需求,预估学生将要开展的项目。理想情况下,数学、科学、技术、艺术各科的老师都应带头参与头脑风暴,共同确认创客空间要开展的项目类型。

2.创客空间里需要准备什么样设备、工具和材料。常见的项目类型有金属加工、木工、电子、纺织品、计算机等等。不同创客项目类型所需要的工具、设备、材料不尽相同。以电子项目为例,所需设备有:Digital multimeter、Wire stripper 等 13 种工具,电源板、储物柜 2 种附件,焊料等 3 种消耗品,AA battery、Wheels 等 25 种材料,Arduino Uno 等 29 种电子模块^[24,25]。

3.空间应具有开放性。除了能够满足不同年龄

层次学生的学习需要,还可用于课堂之外的创客活动,例如 Young Makers groups 或者 parent groups,直至最后发展成受欢迎的社区活动中心。

4.为了提高空间的利用率,学生除了能够在学校的专门的上课时间里使用空间以外,还应该可以在课后或周末都能够使用空间。

5.创客空间场地的选择,可以利用学校里的闲置场地,比如闲置的教室,还可以对已有的空间进行改造,如图书馆,很多学校里创客空间都是由图书馆改造的^[26]。此外,因为有些项目会产生噪音,空间最好布置在不能影响正常课堂教学的地方。

6.为了维持学校创客空间的建设和正常运转,经费来源除了学校自筹以外,还可以如下方式筹措:如申请社会捐助、采用会员制收取会员会费、教育培训学费、场地出租、设备出租。

为了让读者更直观地了解创客空间的建设,笔者选取了 DeLaMare 科学和工程实验室的建设情况进行分析(见表 1)。DeLaMare 是美国 Nevada 大学为了配合 3D 打印课程的开展建设的一个实验室。总之,创客空间是一种充满各种可能性的学习环境。

表 1.学校创客空间建设实例^[27]

因素	说明
项目类型	3D 打印课程
主要设备	3D 打印机和扫描仪、手持扫描仪、激光切割机、乐高套件
空间开放性	主要面向本地学生
开放时间	正常上课时间和周末
场地选择	在原有图书馆的基础之上改造而成
经费来源	学校自筹

六 发展创客教育的建议

创客教育的出现,引起了国内教育界人士的普遍关注和思考。我国的教育长期以来被诟病为填鸭式教育、应试教育,限制了学生的个性发展,中国的学生普遍表现出高分低能、缺乏创新性、缺少创造力。创客教育是否能引入我国,用以改善传统教育的弊端?

在我国,一些有条件的高校和中小学已经率先开展了创客教育。在高校,清华大学、西南交通大学等学校相继成立了创客空间和创客实验室。具体的各种项目和活动由学校层面牵头组织和开展,不再是学生行为为主导的社团形式。例如清华大学的创

客教育实验室,主要关注如何通过创客模式践行 STEAM 教学目标与探究式教育理念,实验室研究方向包括 K-12 用户研究、STEAM 理论研究、探究式教学理论研究、创客教学课程研发、创客空间设计理论等方向。在中小学,北京景山学校、温州中学是国内中小学最早建立创客空间的学校,开设了小学到高中的创客课程,并与社会创客空间的教育创客联手,初步研发了“少年创客”课程的设计模式。总体来说,国内创客教育的开展还处于起步阶段。基于此,笔者对于我国创客教育的开展提出几点建议。

1. 明确创客教育在现有教育体系中的定位

创客教育作为一种新兴的教育理念,如何融入现有的教育体系之中,首先需要对其进行明确的定位。我国是人口大国,求学人数众多,教育环境异常复杂,目前看来,考试仍然是评价学生水平的唯一比较客观的标准,国内的教育在很长一段时间内仍将以传统教育为主。在这种背景之下,现阶段创客教育不会在现有教育体系中占据主导地位,而只是辅助的教育模式,是对传统教育一些不足之处的补充和改善。

2. 做好顶层设计,探索由教育主管部门牵头、多方共建共享的发展模式

进入 2015 年以来,创客的发展已上升到国家层面的认识,得到了国家政策支持。3 月的政府工作报告中明确提及了创客一词,之后国务院办公厅又印发了《关于发展众创空间推进大众创新创业的指导意见》的文件,旨在营造良好的创新创业生态环境,激发大众创业、万众创新,打造经济发展新引擎。

与之相对应的是,教育主管部门还未对创客教育的发展引起足够的重视。这也与我国当前对于创客教育的认识不深,尚未形成相关的理论体系和实践经验有关。因此,建议教育主管部门:首先,组织相关学者研究国外创客教育的发展规律和经验,形成相关的认识;其次,制定长远的发展规划和相关规定,推动我国创客教育的有序发展;再次,组织学校之间的交流,例如采取创业比赛、创客集市等形式,支持学生的作品展示;最后,在我国应试教育占主流的现实背景之下,还应制定相关的激励措施和制度,为在创客教育中表现优秀的学生或教师给予奖励。

学校是创客教育开展的主战场,我国现阶段教育发展不均衡现象严重,各校在师资、软硬件、教育

观念等方面都有较大差距。在发展创客教育时,应选择有实力、有条件的学校先行开展,做好示范,逐步推进。此外,各校的教育工作者也应积极学习创客教育理念,转变传统教育观念,为创客教育的开展奠定基础。

除了学校以外,还应积极利用各种社会力量促进创客教育的发展。创客教育鼓励学生走出课堂,积极实践。社会力量的参与,能够为学生的实践提供真实的土壤,而不仅仅是模拟的环境。在美国的创客教育发展过程中,许多互联网的大公司、媒体都参与到了创客教育的发展过程中,例如 Intel, Google, Cognizant, Maker Magazine 等等大公司都参与到了创客教育中,为实践提供各种经费支持和技术支持。因此,我国也应借鉴国外的做法,由教育主管部门或者学校出面,联系企业、工厂以及各种社会组织,使创客教育不再独居一隅,而应融入更为广阔的环境之中。

创客教育的开展不仅需要专门的场地,还需要配备各种设备、工具、计算机软硬件等等,此外,还需要有专门的创客型教师。这些要求对很多学校而言,都难以满足。因此,笔者大力提倡共享机制。如果各学校能秉着开放、共享的理念,分享创客空间、师资力量,既可以充分利用现有资源,降低成本,也有助于加强跨校交流和合作,这种形式也是和创客所提倡的精神相符的。

3. 加强创客教师培养,建设创客型师资团队

如前文所述,创客教育对于师资的要求非常高。目前看来,国内能够担任创客教师角色的人才十分匮乏,短期内培养出大量师资的设想难以实现。因此,笔者认为,当前在加强对创客师资的培养时,还应建立相应的教师团队,集中各学科的优秀教师,并在条件可行之时,聘请外校优秀教师或社会上的专家参与进来,对学校的创客教育开展进行指导。

4. 因材施教,开展创客教育

根据面向学生人群的特点,开展创客教育,项目的设计要充分考虑学生的知识背景和认知特点。对于年龄较小的学生,项目比较简单而且有趣;对于年龄稍大的学生,注重长效机制的建立,即通过课程使之连贯起来,项目的设置与课程内容紧密相关,具有一定的难度和挑战性,不仅能加深对知识的理解,还能够培养学生多方面的综合能力。

参考文献:

- [1] WATTERS A. The case for a campus makerspace[EB/OL]. (2013-02-06). <http://hackededucation.com/2013/02/06/the-case-for-a-campus-makerspace/>.
- [2] PEPPLER K, BENDER S. Maker movement spreads innovation one project at a time[J]. *Phi Delta Kappan*, 2013, (3): 22-27.
- [3] DOUGHERTY D. The Maker Movement[J]. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 2012, (3): 11-14.
- [4] [美] 克里斯·安德森. 创客新工业革命[M]. 萧潇译. 北京: 中信出版社, 2012.
- [5] JOHNSON L, et al. The NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition[J]. *Journal of Modern Oncology*, 2015, (4): 311-334.
- [6] OBAMA B. Remarks by the President on the “Educate to Innovate” Campaign and Science Teaching and Mentoring Awards [EB/OL]. (2010-01-06). <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/remarks-president-educate-innovate-campaign-and-science-teaching-and-mentoring-awar/>.
- [7] HOLBROOK S. Maker Faire Coming to the White House[EB/OL]. (2014-02-02). <http://makezine.com/2014/02/03/maker-faire-coming-to-the-white-house/>.
- [8] MAKER E D. *Program Report 2012—13*[EB/OL]. (2013-10-30). <http://makered.org/wp-content/uploads/2014/12/Maker-Ed-2013-Program-Report-150dpi.pdf>.
- [9] MAKER E D. 2013 *Annual Report* [EB/OL]. (2014-09-15). http://makered.org/wp-content/uploads/2015/01/Annual-Report-Design_1.8.15_FINAL_web.pdf.
- [10] MARTINEZ S L, STAGER G S. *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom* [M]. Los Angeles: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.
- [11] 杨现民, 李冀红. 创客教育的价值潜能及其争议[J]. 现代远程教育研究, 2015, (2): 23-34.
- [12] 傅骞, 王辞晓. 当创客遇上 STEAM 教育[J]. 现代教育技术, 2014, (10): 37-42.
- [13] ALLEN G. The Student Side of Making[EB/OL]. (2014-07-14). <http://www.edutopia.org/blog/the-student-side-of-making-gayle-allen>.
- [14] YOKANA L. Capture the Learning: Crafting the Maker Mindset[EB/OL]. (2014-12-02). <http://www.edutopia.org/blog/capture-learning-crafting-maker-mindset-lisa-yokana>.
- [15] WOLPERT-GAWRON H. Supporting the Teacher Maker Movement[EB/OL]. (2014-07-31). <http://www.edutopia.org/blog/supporting-teacher-maker-movement-heather-wolpert-gawron>.
- [16] 刘宝存. 美国研究型大学基于问题的学习模式[J]. 中国高教研究, 2004, (10): 60-62.
- [17] 祝智庭, 孙妍妍. 创客教育: 信息技术使能的创新教育实践场[J]. 中国电化教育, 2015, (1): 14-21.
- [18] 庞维国. 论学生的自主学习[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2001, (2): 78-83.
- [19] 何莲珍. 自主学习及其能力的培养[J]. 外语教学与研究(外国语文双月刊), 2003, (4): 287-289.
- [20] *Maker culture* [DB/OL]. (2015-03-16). http://en.wikipedia.org/wiki/Maker_culture.
- [21] DAVIS V. *How the Maker Movement Is Moving into Classrooms* [EB/OL]. (2014-07-18). <http://www.edutopia.org/blog/maker-movement-moving-into-classrooms-vicki-davis>.
- [22] SEFTON-GREEN J. *Learning at not-school: a review of study, theory, and advocacy for education in non-formal settings* [M]. Cambridge: MIT Press, 2013.
- [23] GARCIA-LOPEZ P. 6 Strategies for Funding a Makerspace[EB/OL]. (2013-09-05). <http://www.edutopia.org/blog/6-strategies-funding-makerspace-paloma-garcia-lopez>.
- [24] High School Makerspace Tools & Materials[EB/OL]. (2012-04-01). <http://spaces.makerspace.com/wp-content/uploads/2012/04/hsmakerspacetoolsmaterials-201204.pdf>.
- [25] Makerspace playbook[EB/OL]. (2013-05-12). <http://spaces.makerspace.com/>.
- [26] GUSTAFSON E. Learning by Making: Why the Maker Movement Matters for School Libraries[J]. *School Librarians Workshop*, 2013, (6): 3.
- [27] ANNIE CONWAY. University recognized as one of the most interesting makerspaces in America[EB/OL]. (2014-07-17). <http://www.unr.edu/nevada-today/news/2014/makerspace>.

[责任编辑: 罗银科]