

祝智庭：创客教育 信息技术使能的创新教育实践场

2015-01-27 14:52:20 来源：《中国电化教育》 作者：祝智庭 孙妍妍

摘要：在创客运动(Maker Movement)席卷全球的影响之下，创客教育(Maker Education)融合信息技术的发展，开拓了创新教育的新园地。该文通过对中外相关文献的综述和分析，对创客教育的内涵进行了归纳，并对创客教育在我国现状以及发展方向进行了深层次解读。在新兴科技和互联网社区的发展大背景下，创新教育以信息技术的融合为基础，传承了体验教育、项目学习法、创新教育、DIY理念的思想。创客课题的八个要素包括：课题的切身性、课题的复杂性、充足的资源、互动和合作、高强度、合理的时间安排、分享教育、以及新颖性。在我国，创客教育具有贯彻以学生为中心的教学思想、促进学生间的交流合作、推进教育信息化进程、发展学生的动手能力、培育“尚技重工”的文化等优势。推进我国创客教育的方式有：设立多校共享的创客中心、提供相应的教师培训、鼓励器材的研发生产、创建社区创客中心、创建良好的激励机制。

一、创客教育概述

1.从创客到创客教育

随着互联网热潮和3D打印技术、微控制器等开源硬件平台日益成熟，创客教育(Maker Education)正在掀起一股席卷全球的教育变革浪潮。虽然创客教育至今还没有一个正式的官方定义，但创客的理念已日趋成熟，在教育界引发一股新思潮。创客源自英语单词“Maker”，原意是指“制造者”。现在，创客用于指代利用网络、3D打印以及其他新兴科技，把创意转换成现实，勇于创新的一群人[1]。

目前为止，全世界已经建立了超过1400个创客空间(Maker Space)，这一数字还在持续增长(图1为世界范围内已在维基百科上标记的创客中心)。在创客空间当中，创客们在一起协作，利用空间里的科技和硬件实现他们的创意[2](图2是位于美国罗切斯特的一家创客空间)。与此同时，世界各地的创客们还通过网络社区(例如makespace.org)联系到一起，互相帮助，互通有无。美国最早创客空间的联合创始人Mitch Altman认为，创客空间并不需要物资上的奢华，最重要的是能够为每个参与者提供一个可以自由交流思想、一起探索未知的环境[3]。

随着创客空间的普及，创客精神越来越多地引起了教育者的思考和共鸣。美国地平线报告(New Horizon Report)2014年高等教育版中指出，在未来三到五年之内，美国高校学生有从知识的消费者(Consumer)转换为创造者(Creator)的趋势，而创客教育在这个转变中将会起到十分重要的作用[4]。

对教育者来说，创客精神与学生旺盛的求知欲和“在实践中教学”的教育思想不谋而合[5]。虽然创客教育不会直接教授学生基础知识，但在当“创客”的过程当中，学生将有机会运用

到数学、物理、化学、甚至艺术等多学科的知识[6]。在创客教育中，学生不再是知识的被动接受者，而是身兼数学家、科学家、发明家[7]等多重角色。创客教育所倡导的提出问题并利用自己的创造力解决问题的过程，对学生能力的培养至关重要。

2.教育界的创客运动(Maker Movement)

2014 高等教育版的美国地平线报告中预测，学生从知识的消费者转变为创造者，将是未来三到五年内的趋势，而在教育界日趋发展壮大的创客运动，正是这一预测的一大表现[8]。在美国的基础教育和高等教育界，创客运动正以不同的形式兴起。

2013 年，美国巴尔的摩市建立了电子港科技中心(Digital Harbor Tech Center)，为巴尔的摩公立学校的学生提供创客空间(中心网站：<http://www.digitalharbor.org/>)。巴尔的摩市公立学校的中小學生可以在电子港科技中心注册课程并使用中心设备来进行创客课题。与此同时，电子港科技中心也为广大教育者开设课程培训和研讨会，用来推广 3D 打印等新兴科技。电子港科技中心还鼓励社区居民们以家庭为单位，共同到科技中心的创客空间来，一起享受创造的快乐。目前，该中心正在逐渐发展壮大，为巴尔的摩的学生和居民提供了学习和创造的空间。

在美国高校里，创客运动也在蓬勃发展。目前，University of Wisconsin, Madison、University of Nevada,Reno、University of Mary Washington、Stanfor 等 60 多所高校已经陆续在校园里开设了创客空间[9]。这些创客空间和传统的科学实验室不同，它们并不隶属于任何院系，而是独立向广大师生开放。开放性是高校创客空间的一大特点，创客空间随时向各个学科、各年级学生开放。在创客空间进行的实验，没有固定要求，而是以学生的具体需求和兴趣来决定。有时候教授们也会在创客空间开设课程，但这些课程往往比较随意，也不计入学分。

为促进创客运动在教育界的发展，斯坦福大学还开设了学术奖学金，鼓励广大教育者申请。每年斯坦福大学将会为十位教育工作者提供学术奖学金，用来鼓励他们实践并研究创客运动在不同教育领域的应用。

二、创客教育萌发的社会文化背景

1.新兴科技和互联网社区的发展

近些年来，新兴科技和互联网社区的迅猛发展为创客教育的萌发提供了客观条件。1982 年，日本名古屋市工业研究所首次公开实现实体模型的印制。在科学家不懈的努力下，自 2010 年商用 3D 打印机开始出现起，3D 打印机功能不断逐渐完善，价格不断下降，产量和销量持续高涨。通过计算机建模软件，人们可以轻松地将建成的三维模型通过 3D 打印机打印成实物。与此同时，Arduino、BeagleBone 和 Raspberry Pi 等开源硬件平台的发展和成熟，也和 3D 打印技术一起，降低了科技创新的门槛和成本。在当今的时代，创造和创新已经不是科学家的专利。在这些低价创新工具帮助下，即使是普通人，也有能力将自己的想法和创意转换为现实[10]。

除了新兴科技带来的硬件平台，互联网社区的发展也为创客运动提供了便利条件。

除了实体的创客空间，很多创客团队都在网上设立了自己的社区，用于发布消息、分享资源和交流学习。这些网络社区把在现实生活中分散在各地的创客联合起来。每一个创客既有自己独立的活动，又和团队密不可分。在硬件平台为创客提供技术平台的同时，网络社区为创客提供了交流平台。不同于独自闭门造车，在网络社区里，创客可以取长补短，最大限度发挥自己的长项。

三、以学生为中心和与实践相结合的教育理念

虽然创客教育是近年来新兴的教育理念，但它的理论基础是建立在多种成熟的教育理念之上的，例如体验教育(Experiential Education)、项目教学法(Project-Based Learning)、创新教育等、DIY(Do It Yourself)理念。

体验教育(Experiential Education)的理念的源头，可以追溯到教育学家杜威(John Dewey)在 20 世纪初提出的“做中学”(Learning by doing)的教育思想[11]。杜威教育学理念的广泛传播，使人们意识到在体验教育里，解决问题的能力 and 批判性思维的培养比死记硬背和单纯的认知能力训练更加重要。体验教育的核心是学生在主动积极参与的情况下进行学习[12]。在体验教学当中，学生是学习的中心。教师起到了一个辅导者(Facilitator)的作用，负责设计和真实世界相关的教育任务，调动起学生的积极性和加强学生的参与度。值得注意的是，在体验教育当中，重要的并不是学习成果，而是学习过程本身[13]。在体验学习的过程当中，测评和反馈是十分重要的。完成任务并不是学习的终结，随之而来的深度体验、反思和改进才是体验教育里最重要的因素[14]。

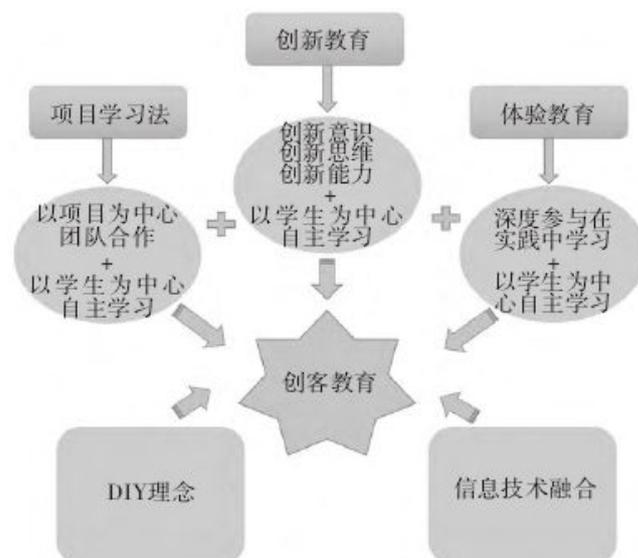
项目学习法(Project-Based Learning)理论基础和体验教育相似，认为学生能够在互相协作完成一个特定任务和解决问题的过程当中进行学习[15]。项目教学法常常以一个持续几周乃至一学期的任务为中心，让学生在分组协作完成任务的过程当中进行学习。虽然项目学习法有很多灵活的方式[16]，但和体验教育一样，项目学习法并没有固定的教学大纲，并强调以学生为中心的模式，强调并培养学生的自主学习能力。

在我国，创新教育是中央教育研究院在 1998 年正式提出的理念，在教育学界引起了很大的反响，并有效地推动了我国教育改革的进行[17]。朱永新等在文章中指出：“创新教育也就是根据创新原理，以培养学生具有一定的创新意识、创新思维、创新能力以及创新个性为主要目标的教育理论和方法。” [18]在具体实施上，创新教育有不同的形式，但最终目的是培养学生的开创性个性[19]。

除了教育理念之外，创客教育也受到了 DIY 理念的影响。DIY 理念对人们并不陌生，泛指不通过专家和专业人士的帮助，自己修理、改造、制造或创造一样的东西的过程。DIY 理念强调培养自己动手的能力和享受自己动手的成果，在创客运动中发挥了不小的影响。事实上，很多创客都是从 DIY 爱好者开始走上创客之路的。

不难看出，在创客教育中分别融合了体验教育、项目教学法、创新教育以及 DIY 理念当中的一些元素。如图 3 所示，展示了创客教育的理论融合。首先，创客教育强调了体验教育中的深度参与，继承了在实践中学习的思想；其次，创客教育的框架和项目学习法相似，都以一个特定的学习任务为中心，使学生能在分组协作完成任务的过程中完成学习，培养学生解决问题的能力；第三，创客教育继承了创新教育的理念，以培养学生的创新意识、

创新思维以及创新能力为目标。此外，创客教育还包含了体验教育、项目教学法、创新教育的共性：即以学生为中心，强调并培养学生的自主学习能力。而DIY理念也融合在了创客教育之中，即培养学生的动手创建、精益求精、尚工重器的“工匠精神”。在已有教育思想和理念之上，创客教育融入一个新的因素——信息技术的促进作用。作为新兴的教育理念，创客教育更加依赖于科技。虽然很多教师在应用项目教学法时，也会借助于科技来辅助教学，但这并不是必要的要求。在传统课堂里，教师也可以设计项目学习法的相关活动：例如请学生计算装修房间的建材花费、为动物园设计游客中心等等。而在创客教育当中，信息技术起到的是必不可少的作用，这在后文当中会加以阐述。



创客教育的理论融合

综上所述，在新兴科技和互联网社区发展的大背景下，创新教育以信息技术的融合为基础，传承了体验教育、项目学习法、创新教育、DIY理念的思想，开始走向人们的视野，并为越来越多的教育者所青睐。

四、创客教育的特性

1. 创客课题的八个要点

虽然创客教育的方式五花八门，但成功的创客教育都有其共性。Sylvia Libow Martinez 和 Gary S. Stage 总结了一个好的创客课题(Maker Project)所需要的八个要素[20]。笔者在这八个要素的框架下，综合多方资料加以阐述，总结出好的创客课题应该具有的八个要点，如表所示。

要点	
课题的切身性	调动学生积极性、并与实践相结合
课题的复杂性	促使学生们用多个学科的知识来合作完成
充足的资源	充分利用各种资源为学生创造条件
互动和合作	取长补短、互相学习、分享信息
高强度	激发学生的自觉性和潜能
合理的时间安排	给学生提供充裕的完成时间/充分利用课余时间
分享教育	分享资源、分享知识、分享成果
新颖性	激发学生创新精神、打破思维定式

(1)课题的关切性

一个好的创客课题，应该能够在最大程度上调动学生的积极性，并和实践相结合。在设计课题的时候，老师应该思考这样几个问题：这个课题和学生自己的兴趣相关吗？这个课题能够引发学生的关注，让学生愿意投入大量的精力、时间、和创造力吗？一种选择课题的方式，是把课题和学生的生活学习联系起来。多数人都倾向于更加关心自己身边的事情，如果能把创客课题和学生自身生活联系到一起，这种“关切性”将更容易激发学生的兴趣。然而，与生活相关的课题并不是唯一选择。在网络时代，学生有机会接触来自多方面的信息，能够获得各界知识，并培养多方面兴趣。利用学生的兴趣来选择课题也不失为一个好办法。如果条件允许，可以让学生参与到课题的设计上来，让学生更有参与感。

(2)课题的复杂性

一个好的课题，应该促使学生们用多个学科的知识来合作完成。虽然创客课题并没有教学大纲，但教师在设计课题的时候可以考虑学生的已有知识储备和各自擅长的领域，调动学生潜力，使学生能够最大化地利用已有知识来解决问题。

(3)充足的资源

完成一个创客课题往往需要很多不同的资源。在学校条件的允许下，教师应该在最大程度上为学生提供硬件设施。然而，并不是只有昂贵的科技产品才能够为创客课题提供资源，教师应该因地制宜，鼓励学生发挥主观能动性，将手头资源发挥最大化的作用。除了硬件资源，教师还应鼓励学生从多种渠道获取信息，并培养甄别信息的能力。在互联网时代，人人可以轻易获得大量信息。然而，在繁杂的信息中提取有效部分，去伪存真，是在互联网时代一种新的学习能力，也是学生完成创客课题必须的能力。

(4)互动和合作

同学间的互动和合作，是完成创客课题时必不可少的一环，而互动和合作本身也是学习的一部分。社会建构主义学派(Social Constructivism)认为，人们可以通过彼此之间的交流合作，在已有的知识储备和经验的基础上，构建新的知识[21][22]。而创客课题为新知识的构建提供了一个合适的环境。在完成创客课题的过程当中，每位同学的参与和贡献都至关重要。在一个小组中，往往每个成员都有其擅长的领域。有的同学可能比较擅长数学，有的比较擅长物理，有的比较擅长绘画，有的擅长统筹规划。组员们合作完成创客课题的过程，正是一个取长补短和相互学习的好时机。国外的一些创客课题组甚至由不同年级的组员组成[23]。

在互动过程中，低年级组员可以向高年级组员学习，而高年级组员在向低年级组员讲授的过程中，对自己的知识也是一种巩固和复习。这种交流形成了良性的循环，让每个组员都有所获益。

除了同学间的互动和合作，网络为创客课题提供了更广阔的交流空间。网络创客们已经自发形成了许多网络社区，用来互相交流学习。创客课题也可以采用这种方式，鼓励学生寻求校外的帮助。另外，如果条件允许，教师也可邀请校外专家作为顾问，在网络上和学生们一起交流。

(5)高强度

在传统教学中，每个学生都在统一的教学大纲下学习，完成规定任务即可。很多时候，学生的潜能无法得到充分的发挥。而在创客课题当中，探索并没有止境，学生想到多远，就能够做到多远。而这个过程需要大量精力的投入，在不断的尝试之下，高强度的思考和操作往往会充分激发学生的潜能。所以，一个好的创客课题往往是高强度的。这种高强度并非来自教师的要求，而是来自学生的自觉投入。

(6)合理的时间安排

完成一个创客课题，往往需要花费大量的时间。和简单的完成习题求解不同，创客课题是一个很复杂的过程。在完成一个创客课题的时候，学生们往往需要经历制定计划、执行计划、试运行、纠错、修改等过程[24]。因此，给学生们提供充裕的时间非常必要。充裕的时间可以让学生们充分地查找资料和研究问题。必要的时候，教师也可以把课外时间加以利用。

(7)分享教育

分享是创客课题中重要的组成部分。在完成课题的过程当中，组员们在物质上需要分享资源，在精神上需要分享知识。课题的成果是集体智慧的结晶，成功的喜悦也被组员们共同分享。这种分享精神可以被学生们运用到以后的工作和生活当中去，促进团队合作，是一笔宝贵的财富。

(8)新颖性

新颖性是创客课题的特征之一。创客课题意在激发学生的创新精神，打破思维定势。作为教师，在指导创客课题的过程当中应该时刻保持一个开放的心态，鼓励学生创新，并和学生一起学习。

2.信息技术在创客教育实践中的作用

在创客教育实践当中，信息技术起到了必不可少的作用，可以归结为“使能(Enabling)”作用：使创客们由不能变为可能，由小能变为大能。具体如下页表 2 所示。

首先，信息技术为创客教育提供了便捷的搭建环境。在硬件上，信息技术为提供了计算机以及相关数控/电控器件。在软件上，互联网为学生提供了资源搜索的条件，把获得知识的渠道从教室里扩展到无限的网络空间。实际上，很多创客项目所用的器件也是通过网上“淘宝”获得的。开源软件与电子控制硬件结合而产生了廉价的“开源硬件平台”，为学生完成创客课题提供了前所未有的便利条件。免费软件的开发和发布，使学生们拥有更多的资源来完成创客课题。开源软件分享和创新的精神，也正和创客精神契合。在有些创客课题中，还需要使用一些设计制造技术平台，包括 CAD(计算机辅助设计)平台、CNC(计算机数控机床)等。

其次，信息技术为创客小组成员间的交流提供了便利条件。信息技术让学生们能够开展课堂外的远程协作。通过远程即时交流和非即时交流工具，例如微信、微博、论坛、网站等，学生们可以在课外时间相互交流，利用课余时间来完成创客课题。通过远程交流工具，创客小组的成员甚至不需要在同一个班级甚至同一个学校，只要有网络，就能把组员们联系起来。此外，信息技术为创客教育提供了更多的交流途径，例如线上专家咨询。咨询专家既可以是教师和学校邀请的，也可以是学生通过互联网寻找和联络的。在信息技术的帮助之下，创客教育中的交流将不再局限在课堂，也不再受到时间和空间的限制。

另外，信息技术还可以为创客教育提供社会化评估的平台。不同于传统教育，创客教育的成果往往和实际紧密结合。在检验这种成果的时候，需要不同于传统的评估方式。而信息技术提供的平台正是可能的评估方式之一。在学生完成一项创客课题之后，教师可以通过网络平台发布成果。如果是可以应用在实际当中的成果，就可以通过平台得到来自用户的评估。相较于传统的评分方式，信息技术支持下的社会化评估，为创科教育提供了更广泛、更多样、更科学的评估方式。（下图为信息技术在创客教育实践中的使能作用）

搭建环境	硬件：计算机、数字传感、驱动器件 软件：资源搜索、开源软件、CAD平台 集成器件：开源硬件平台 加工机具：CNC机床、3D打印
交流协作	学生间的远程交流 在线专家咨询
社会化评估	网络平台发布成果

3.创客教育对教师角色的影响

研究表明,科技在教育中越来越广泛的应用逐渐促进了教师角色的转变[25-27]。Hartnell-Young 认为,在课堂中运用科技的时候,教师有以下几个角色[28]:(1)设计学习环境(Designing the Learning Environment);(2)管理人员资源(Managing People and Resources);(3)调控学生学习(Mediating Student Learning);(4)提高实践质量(Improving Practice)。这几种教师的角色,在创客教育中也适用。

在传统的课堂里,教师是权威、是知识的传播者、也是课堂的中心。然而,在创客教育中,没有固定的课程大纲,也没有规定的知识讲授。在学生探索的过程当中,甚至可能涉及教师不熟悉不了解的知识。在这种情况下,传统的教师角色显然并不能满足创客教育的需求。

在创客教育中,中心已经从教师转换到学生。创客教育鼓励创新意识和团队精神,也提倡松散自由的学习空间。在这种环境下,每一个学生都有变成某一领域专家的潜力。教师不再机械地教授知识,而是变成了课堂的设计者和组织者。在这种情况下,教师应该放开心态,不再把自己当成权威,而是和学生们一同成为一个学习者。在美国一所高校进行的利用平板电脑完成翻转课堂(Flipped-classroom)的研究中,一名高校教师表示,在教学过程当中,他有时会从一个知识的教授者变成学生,从自己的学生那里学习到了很多平板电脑中教育应用程序的用法[29]。相信这种情况在创客教育当中会越来越多地发生,这就要求教师们调整心态,放开胸怀,和学生们一起探索未知。

然而,创客教育的松散性结构并不代表教师责任的减少。首先,教师仍然是教学的设计者。创建创客空间、选购相关科技产品、制定创客课题等是教师在创客教育中的责任。而这些设计的完成,依赖于教师对学生知识水平和个人能力的了解,也基于教师多年的教学经验。其次,在完成创客课题的过程中,教师充当的是一个调节者和辅助者的角色。虽然不用直接讲授知识,但教师却可以用自己丰富的知识和阅历及时对学生进行引导,给学生提供适当的支持和帮助。此外,在学生互动合作的过程中,教师也应该起到引导和鼓励的作用,让小组之内形成良好自由的合作氛围。

与此同时,教师在创客教育中也将会面临新的挑战。科技在创客教育当中起到了重要的作用,也对教师提出了新的要求。在使用新科技的时候,学生们往往会期待从教师那里得到支持和帮助[30]。这就要求教师们除了专业知识之外,也对新科技有一定的了解,以便在需要的时候对学生进行指导。

3.创客教育实例展示

为了让读者们对创客教育有更直观的了解，笔者在此选取了在美国创客展览会(Maker Faire)中一个创客课题进行分析和展示。在这个创客课题当中，美国维尼亚地区高中(Vineyard High School)的五名学生一起协作利用有限的工具材料制作了一辆电动小型卡丁车[31]。如下页表3所示，简要说明了此课题的框架。

课题目标	利用可用工具和材料，设计并制作一台电动小型卡丁车
工具器材	电池、木板、焊接板、电锯、电线等，相关工具若干，互联网
小组组成	美国维尼亚地区高中的五名学生
时间安排	两周时间；小组在放学后下午2:00-3:00活动
专家辅助	两名学校辅导教师；麻省理工学院研究人员的义务帮助
最终成品	电动小型卡丁车一辆
评估	经测试该卡丁车运行良好，小组成员在美国创客展览会介绍了经验

在课题开始的时候，参与课题的学生没有一人对制作卡丁车有任何的经验，也没有任何一个人会使用学校提供的工具。在课题进行当中，学生们利用放学后的一个半小时，在两位老师的指导之下，从无到有，利用电池、木板、焊接板、电锯、电线等工具完成了电动卡丁车的制作。值得一提的是，在制作过程当中，学生们独立进行了各种决策、并独立用工具完成了车的拼装，老师们并没有帮忙。在制作卡丁车的过程当中，两名学生还特意造访了麻省理工学院，得到了研究人员的指导。在研究完成之后，学生们自己开着制作完成的卡丁车，参加了创客展览会。

这正是一个典型性的创客课题。在这个创客课题当中，并没有昂贵的科技产品。学生们利用已有的工具，在互联网的帮助和老师的指导之下，互相合作，探索了电路的连接和工具的使用。在课题遇到难关的时候，他们还联系了麻省理工学院的专家，得到了及时的帮助。在整个过程当中，并没有一个既定的课程大纲，但学生运用到了数学、物理学和机械学的知识，并培养了动手能力。在整个过程当中，学生充分发挥了探索和创新的精神，发挥了自己的潜能。在课题结束之后，其成果并没有接受传统的分数评估，而是在教师的带领下，集体测试了电动卡丁车的性能，并在美国创客展览会上展示了自己的成果。

五、我国的创客教育

1.国内创客教育的发展

2010年，国内创客空间的大本营“新空间”在上海正式落户。以此为始，创客运动在国内迅速发展起来。目前，全国各地均有创客团体活跃。他们来自不同的行业，利用业余时间或是全职来进行创客工作。这股风潮也影响到了国内的教育界。在清华大学深圳研究生院、哈尔滨工业大学深圳研究生院、深圳大学等一些高校已经出现了创客团体或创客社团。2014年6月，清华大学举办了由Intel赞助举办的创客教育论坛。中国教育部和清华大学、新奥集团联合主办了中美青年创客大赛。主流媒体的关注和高校的大力支持，对创客教育的推广起了很大的作用。

除了高校，在一些中小学校里创客教育也得到了发展。浙江省温州中学早在2008年就由一名高三学生创建了“创客空间”。温州中学的谢作如老师以温州中学为例，讨论了如何在中小学建立创客空间。谢老师在文章中指出，中小学建设创客空间必要的条件有[32]：足够大的场所、足够全的工具、以及足够长的开放时间。然而，要创办一个成功的创客空间，仅仅有硬件的支持是不足够的。尽管创客教育是很容易理解的概念，但设置相关的系统课程，还需要教师对创客教育的深入理解和时间精力上的大量投入。随着创客运动的深入发展，相信会有更多的教育工作者对创客教育进行实践和研究。

2.创客教育展望

(1)创客教育在我国的优势

创客教育是在当今创客运动的浪潮之下，在教育界兴起的教育创新现象。创客教育继承了项目教学法、做中学、探究学习等以学生为中心的教学思想，并借助与信息技术的融合，开拓了创新教育的实践场。在我国，虽然创客教育已经在部分中小学和高校发展起来，但仍然没有广泛地得到推广，因此我们值得为之大力鼓励。针对我国的情况，创客教育有以下几个优势：

首先，创客教育贯彻了以学生为中心的教学思想。相对于传统的以教师为中心的授课方式，创客教育为中小学教育以及高等教育提供了新的教学模式。这种新模式鼓励学生发挥自己的特长、并找到适合自己的学习方式。与传统模式相比，创客教育更加尊重学生个体的差异。

其次，创客教育为学生提供了互动和合作的空间。在我国，很多中小学和高校都采取了大班教学。在教师精力有限的情况下，有时学生们无法得到及时的、有针对性的反馈。而在创客教育中，团队合作是一个重要的组成部分。除了教师，学生们在合作的过程中可

以得到来自彼此的及时反馈，并相互学习。另外，完成课题的互动过程也有助于培养学生的团队精神和合作能力，同时也有助于增强班级凝聚力。

第三，信息技术在外部为创客教育提供了可为环境，在内部促进了成员交流。借助信息技术的帮助，学生们能够通过网络获得更多的资源，并在不受限于空间和时间的情况下进行实时交流。创客教育的发展，将极大地促进我国教育信息化的创新发展。

创客教育强调的创新精神和综合运用知识技能解决实际问题的能力，是将来学生在求职和就业中必不可少的能力。而且，创客课题当中少不了新兴科技的应用，在完成课程的过程当中，学生有机会接触和学习新兴科技，这也是在当今科技时代的必要知识储备。

此外，创客教育有助于发展学生的动手能力，培育“尚技重工”的文化。在西方国家，人们在做事前往往会想一想是否能利用、甚至发明技术工具。由于人工费的高昂，很多美国人会在自家的车库里进行DIY制作、改造、甚至创造新的家具和电器。这种车库工坊和DIY的理念精神深入人心，实际上培养了一种尚技的文化。而我国在应试教育、独生子女社会背景下，长期以来存在着重脑轻手、重理轻器的现象，造成相当多学生眼高手低、无所适从的严重后果。创客教育提倡自己动手、鼓励创新开拓的思想，正好可以弥补这种缺陷。因此在我国倡导创客教育有很大的必要性。

(2)推行创客教育的问题和建议

然而，创客教育在我国的开展和推广也面临着一些问题：第一个问题和经费有关。开展创客教育往往需要设备和工具的支持，虽然现在的科技产品的价格已经较以前低廉许多，很多学校还是负担不起。第二个问题和教师培训有关。虽然关于创客教育的讨论已经在学界开展起来，但对于一线教师仍然是一个比较新的概念。如何开展创客教育，对教师们是一个新的课题。

在这些问题的基础上，笔者对我国创客教育的发展提出了以下几点建议：

第一是成立多校共享的创客中心作为试点。多校共享的创客中心是降低成本的一个方式。如果学校之间能够互相合作，不但能让学生享受更多的资源，也有助于增强学生和教师们的跨校交流和合作。在创建创客中心时，不要一味地追求昂贵的器材，而是要因地制宜，最大化的利用已有资源。相较于昂贵的设备，创客教育中更宝贵的是探索勇于创新的精神。如果学校和教师无法提供较贵的设备，也可以在活动的设计上花费更多的心思，鼓励学生利用已有资源来完成创客课题。

第二是提供相应的教师培训。虽然创客教育已经吸引了很多教师的目光,但由于缺乏具体的指导,很多教师空有热情却找不到实践方法。提供教师培训可以帮助教师掌握创客教育的核心、了解创客教育的框架和实施方式,这将鼓励更多的教师把创客教育应用到教学当中去。教师培训可以和创客中心试点结合起来。在前文中提到巴尔的摩市建立了电子港科技中心,就为教师们提供了大量的培训课程和研讨会。创客中心试点在为学生们提供创客空间的同时,也可以为教师们提供培训。这样既最大化的利用了中心资源,也为广大教师提供了一个教学相长的环境。

第三是鼓励器材的研发生产。除了已有的新兴科技,也要鼓励研发和生产专门针对创客教育的器材。例如由麻省理工学院两名博士研发的 MaKey MaKey 发明工具箱,能够将日常物品变成触摸板,连上电脑和网络。美国一些创客教育中心已经应用了这项成果。

第四是通过多方合作创建社区创客中心,支持亲子创客活动,也可以吸引成人参加创客活动,有助于培植全民的“尚工文化”。社区居民中蕴藏着大量工程技术专家,可以聘为义务的创客辅导员。

第五是创建良好的激励机制。对创客教育的评价和激励也十分重要,例如斯坦福大学为创客教育研究开设的学术奖学金、由公益组织支持的学生创客作品展览等等,无不对创客教育有着巨大的激励作用。在我国举行的联想创客大赛、中美青年创客大赛,对创客教育的推广有十分积极的作用。对创客教育的评价体系还在形成阶段,需要广大教育者和研究者的共同努力;而对创客教育的激励和推广,则需要政府、社会、学校的共同支持和努力。

参考文献:

[1][10] 李凌,王颀“.创客”:柔软地改变教育[N].中国教育报,2014-09-23(005).

[2] Wikipedia. Hackerspace[DB/OL].<http://en.wikipedia.org/wiki/Hackerspace>, 2014-10-08.

[3][6] 吴俊杰.创客运动与 STEM 教育—专访“创客教父” Mitch Altman [J].中小学信息教育,2013,(12):39-42.

[4][8]New Horizon Report: 2014 Higher Education Edition[DB/OL].<http://cdn.nmc.org/media/2014-nmc-horizon-report-he-EN-SC.pdf>,2014-10-08.

[5][7] Martinez.S & Stager.G.S. How the Maker Movement is Transforming Education. [EB/OL].<http://www.weareteachers.com/hot-topics/special-reports/how-the-maker-movement-is-transforming-education>,2014-10-08.

[9] Watters Audrey. The Case for a Campus Makerspace[EB/OL].
<http://hackeducation.com/2013/02/06/the-case-for-a-campus-makerspace/>,2014-10-08.

[11] Gentry, J. W. Guide to business gaming and experiential learning [M].East Brunswick NJ:Nichols/GP Publishing,1990.

[12] Hoover, J. Duane & Carlton Whitehead. Simulation Games and Experiential Learning in Action: The Proceedings of the Second National ABSEL Conference, Bloomington, Indiana[C].Austin TX: Bureau of Business Research,1975.25-30

[13][14] Wurdinger, S. D., & Carlson, J. A. Teaching for experiential learning: Five approaches that work[M].MD: Rowman & Littlefield Education,2010.

[15] Donnelly, R., & Fitzmaurice, M. Collaborative project-based learning and problem-based learning in higher education: A consideration of tutor and student roles in learner-focused strategies[J].Emerging issues in the practice of university learning and teaching,2005,1(1):87-98.

[16] Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. Project-based learning in post-secondary education-theory, practice and rubber sling shots[J]. Higher Education,2006,51(2): 287-314.

[17] 华国栋. 推进创新教育,培养创新人才[J].教育研究,2007,(9):16-21.

[18] 朱永新, 杨树兵.创新教育论纲[J].教育研究,1999,(8):9-15.

[19] 徐辉. 创新教育的理论及其哲学、人类学基础[J].教育研究,2001,(1):10-34.

[20] Sylvia Libow Martinez & Gary S. Stager. 8 Elements of a Good Maker Project[EB/OL].
<http://www.weareteachers.com/hot-topics6/special-reports/how-the-maker-movement-is-transforming-education/8-elements-of-a-good-maker-project/>,2014-10-08.

[21][22] Young, Richard & Collin, Audrey. Introduction: Constructivism and social constructionism in the career field[J]. Journal of Vocational Behavior, 2004, 64(3): 373-388.

[23][24] Gary S. Stager. What' s the Maker Movement and Why Should I Care?[EB/OL]. <http://www.scholastic.com/browse/article.jsp?id=3758336>, 2014-10-08.

[25] Rosen, L .D., & Weil, M. M. Computer availability, computer experience and technophobia among public school teachers[J]. Computers in Human Behavior,1995, 11(1):9-31.

[26][27] Hartnell-Young, E. Teachers' roles and professional learning in communities of practice supported by technology in schools[J]. Journal of Technology and Teacher Education,2006,14(3):461-480.

[28] Hartnell-Young, E., & Vetere, F. A means of personalising learning: Incorporating old and new literacies in the curriculum with mobile phones[J]. Curriculum Journal,2008,19(4):283-292.

[29] Franklin, T., Sun, Y., Yinger, N., Anderson, J., & Geist, E. The changing roles of faculty and students when mobile devices enter the higher education classroom[A]. Keengwe, J. Pedagogical Applications and Social Effects of Mobile Technology Integration[C]. PA: Information Science Reference,2013. 238-257.

[30] Buzzard, C., Crittenden, V., Crittenden, W., & McCarty, P. The use of digital technologies in the classroom: A teaching and learning perspective[J]. Journal of Marketing Education,2001,33(2):131-139.

[31] Maker Education Initiatives.Cases for making spaces[EB/OL]. <http://makerfaire.com/makers/cases-for-makerspaces/>,2014-10-08.

[32] 谢作如. 如何建设适合中小学校的创客空间——以温州中学为例[J].中国信息教育技术,2014,(9):13-25.

作者简介:

祝智庭：华东师范大学终身教授，博士生导师，研究方向为教育信息化技术标准、网络教育、教师专业发展、技术文化等(ztzh@dec.ecnu.edu.cn)。

孙妍妍：博士，华东师范大学博士后，研究方向为教育信息化系统设计和测评、移动学习、科技辅助下的语言教学等(yanyan.sun0325@gmail.com)。

Maker Education: a Practical Field of ICT-Enabling Innovation Education

Zhu Zhiting, Sun Yanyan

(Shanghai Engineering Research Center of Digital Education Equipment, East China Normal University, Shanghai 200062)

Abstract: With the wave of maker movement all over the world, the integration of maker education and information technology have created a new field for innovative education. Based on the related literature, this article described the nature of maker education, analyzed the development of maker education in China, and proposed suggestions on the future directions of maker education. In the background of emergent technologies and the development of online communities, maker education uses information technology as fundamental element, and has adapted perspectives from experimental education, project-based education, innovative education, and the idea of DIY. The eight essential elements in maker education are: relevant topic, complexity, sufficient resources, interaction and collaboration, intensity, reasonable time management, sharing, and innovativeness. In China, maker education has the following advantages: promoting the implementation of student-centered teaching philosophy, improving interactions and collaborations among students, enhancing the use of information and communication technologies in education, developing students' manipulative abilities, developing a culture that values manual techniques. Suggestions on the development of maker education in China: Building maker space centers shared by multiple schools, providing related professional development for teachers, encouraging the development of related equipment, building community maker spaces, and create system for encouragement.

Keywords: Maker Education; Enabling Technology; Innovative Education.

