

美国高校实施创客教育的路径分析

郑燕林

(东北师范大学 计算机科学与技术学院, 吉林长春 130117)

[摘要] 近年来,随着全美创客行动(Maker Movement)的快速发展,美国越来越多的高校开始将创客教育(Maker Education)作为培养学生创造与创新能力以及创业就业能力的重要途径。创客教育的核心是支持学生开展基于创造的学习,而基于创造的学习的关键是对学生学习主体性、实践性、深度参与性、连续性与完整性(学生往往需要完成从规划到设计再到开发制作产品的完整过程)的充分尊重。学生在基于创造的学习过程中需要主动发现、自主探究,在发现、分析与解决问题的过程中创生、验证、发展出自己的创想,在提升问题解决能力的同时又保持创造的激情与信心,这些是创造与创新能力的核心品质。基于对美国高校实施创客教育的具体举措与经验的梳理与总结,本文分析了美国高校开展创客教育的基本路径:在意识层面积极响应全美创客行动,充分重视创客教育在高等教育中的价值,这是实施创客教育的起点与目标指向;在规划层面注重对学校开展创客教育的整体设计,充分关注与社区创客教育的联动,这是实施创客教育的重要前提;在实践层面着力打造优质的创客空间提供创客教育环境,灵活选择适切的创客教育实施方式,这是创客教育得以真正实施的重要依托。

[关键词] 创客教育;高等教育;基于创造的创新;美国

[中图分类号] G424.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2015)03-0021-09

不断发展的技术手段与工具、逐渐降低的技术应用成本、日益丰富的开源软件与资源,以及由于技术介入而变得更为便捷的分享与交流方式,使得人们有机会独立或协同完成从设计到建模再到生产个性化产品的完整创造过程。近年来,“创客(Maker)”与“创客行动”逐步成为全球关注的热点。据世界知名的“创客大会(Maker faire)”官方网站显示,2014年海湾地区与纽约举办的世界创客大会有21.5万人参与,同年全球各地举办了119次独立的创客大会,包括在日本东京、意大利罗马、美国底特律、挪威奥斯陆、中国深圳举办的14场大规模创客大会(Maker Faire, 2015)。

美国将自身定位为“创造者的国度(A Nation of Makers)”。2014年6月举办的第一次“白宫创客大会(White House Maker Faire)”上,奥巴马总统在发言中指出“美国应该坚持走一条发现、实验与创新之路。创新不但是人类进步的重要标志,也是国

家进步的标准”,倡议要“充分释放美国人民的想象力,以确保美国是一个创造者的国家、确保下一代技术革命发生在美国”,强调要让美国学生成为世界的创造者(makers of things),而不仅仅是世界的消费者(not just consumers of things)(The US. White House, 2015)。近年来,创客教育作为重在培养学生创造与创新能力的新型教育方式无论是在美国中小学(郑燕林等, 2014),还是在美国高校都受到了越来越多的重视。

美国新媒体联盟发布的2015年高等教育地平线报告显示,创客教育将给高校教师的教与学生的学带来深刻变革,未来2-3年内,用于创客教育的创客空间(Maker Space)将会在众多高校中得到采用(Johnson, 2015)。本文基于对美国高校实施创客教育的具体举措与经验的梳理与总结,分析美国高校开展创客教育的基本路径:在意识层面积极响应全美创客行动,充分重视创客教育在高等教育中的

[收稿日期] 2015-04-26

[修回日期] 2015-04-28

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2015.03.003

[基金项目] 教育部科学技术战略研究项目“大数据支持下的学习分析与教学评价研究”(2014XX07)。

[作者简介] 郑燕林,工学博士,东北师范大学计算机科学与技术学院教授,教育技术专业博士生导师,东北师范大学教务处副处长(yanlinzheng@nenu.edu.cn)。

价值,这是实施创客教育的起点与目标指向;在规划层面注重对学校开展创客教育的整体设计,并充分关注与社区创客教育的有效联动,这是实施创客教育的重要前提;在实践层面着力打造优质的创客空间提供创客教育环境,灵活选择适切的创客教育实施方式,这是创客教育得以真正实施的重要依托。

一、意识层面:积极响应创客行动, 充分重视创客教育价值

(一)积极响应全美创客行动

1. 全美创客行动

“创客行动”由知名的创客杂志(Maker Magazine)于2005年发起。2014年举办的美国白宫创客大会则有力地推动了美国全民参与“创客行动”。美国将第一届白宫创客大会举办日2014年6月18日定为“国家创造日”,并将第二届白宫创客大会的举办日期(2015年6月12-18日)定为“国家创造周”,号召全美“每个企业、每所大学、每个社区、每位公民都加入到支持全美各地民众成为创造者的行列中来”(The US. White House, 2015)。例如,2014年白宫创客大会倡议国内企业尤其是制造业与信息技术类企业能积极提供创造工具与资源支持各级各类学校校内创客空间的建设与校外创客项目的实施,能够让有经验的企业员工担任创客导师;倡议美国各市市长与社区发起相关行动推进创客行动。自2014年第一届白宫创客大会举办以来,美国已有超过100座城市采取了相应的行动与举措推进创客空间建设,并安排专人或工作组对外建立合作关系以充分支持本地区创客的创造过程。

为准备2015年“国家创造周”活动,美国白宫又进一步提出了以下有助于推动全美创客行动的倡议:一是要为学生提供基于亲自动手实践的学习机会,让他们在课内外都能够通过创造过程投入到对科学、技术、工程与数学(STEM)以及艺术与设计方面的学习之中;二是要进一步提升女性与特殊群体、小群体公民参与创客行动的机会;三是要大力支持低成本原型建模工具的开发;四是制造业要加大参与创客行动的力度,努力提高自身的创造与生产能力,以开发出更多、更好的产品供全国创客使用;五是提升各地创客在解决当地甚至是世界难题方面的贡献力度,让创客更加投入于解决这些问题的过程

(The US. White House, 2015)。

2. 美国高校积极响应创客行动

美国高校对白宫关于全民参与创客行动的倡议给予了积极回应。在2014年第一次白宫创客大会后,150余所高校校长联名表示要积极参与创客行动,认为总统的号召让高校更有激情创生新的想法改革高等教育、提升高等教育质量,声明要积极建设校园创客空间,不但供本校师生利用,也要开放校园创客空间并提供相应的支持,全力促进当地创客的创造过程(Santoso, 2014)。

为此,美国高校通过多种方式推进创客行动。例如,2014年10月,亚利桑那州立大学主办了由美国知名高校负责人参与的全美高等教育创客高峰论坛,讨论美国高校如何更好地参与创客行动,并在会上推介值得借鉴与学习的高校创客行动案例,研讨内容包括(ASU, 2014):探索如何将创客行动整合于现有的高校学位课程中;如何开发或支持当地创客空间的建设;如何在高校招生过程中将学生的创客经历、创造能力纳入入学考核内容;如何拓展、深化高校与本地创客的交流;如何更有效地支持本地K-12社区更好地参与创客行动。参会者还可以直接加入创客工作坊,实际体验、参与创造过程以及创客行动规划过程。另外,美国高校也积极通过校际交流协同推进创客行动。比如,众多高校利用由美国国家科学基金资助建设用于支持高校跨学科联合创新的分享与交流平台(www.xsead.cmu.edu),分享创客成果、创客行动案例并协同推进创客项目。

(二)充分重视创客教育在高等教育中的价值

高等教育被视作美国社会与经济发展的关键支撑,对学生创新能力培养的成效如何是评价高等教育质量的重要指标。例如,美国多所知名高校基于美国联邦政府的支持成立了专门的工作组,准备建议重新修订2008年发布的高等教育法案的前期研究,并于2015年3月发布了相关研究报告,其中将创新作为高校的重要职能,将培养学生的创新能力视为大学的重要责任,希望修订完善高等教育现有法案以给高校更多的空间促进高校的创新(The Task Force, 2015)。在强调高校创新与高校学生创新能力培养的宏观背景下,美国高校对全美创客行动的响应显然不是一种盲目的跟随,而是基于对创客教育的价值尤其是对培养高校学生创造与创新能

力、创业就业能力方面重要价值的深刻认识。

1. 创客教育有利于培养创造与创新能力

创客教育支持基于创造的学习(郑燕林等, 2014)。创客媒体(Maker Media)创始人、世界创客大会发起人戴尔(Dale, 2013) 2013年在印第安纳大学东南分校做了题为“创造的魔力:让学生成为创造者”的主题发言,认为正是“创造”让人们看到世界充满了无尽的可能性以及值得解决的问题,认为基于创造的学习是一种看上去较为松散的、非正式的学习方式,实质是一种“有魔法效果的、可以创造奇迹的学习方式”。基于创造的学习往往是自发的,创造的过程是学生独立或协同地发现问题、分析问题并利用多种工具与资源创造产品解决问题的过程,是学生基于自驱动、综合多学科的知识寻找问题解决最佳路径的过程。创客教育情境下的学生对自己的学习任务、路径与资源选择有自主权,带着问题学习的同时又为了解决问题,深度卷入学习过程之中,更容易生成新的创意。学生因此不但发展了发现问题、分析问题与解决问题的能力,而且更容易保持学习的激情、增强学习的信心(Kurti et al., 2014),而这些品质正是创造(creative)与创新(innovative)能力的重要构成。

另一方面,在基于创造的学习过程中,作为创客的学生可以深度参与设计、创造、建设、开发与发现过程,不断经历失败却又努力再次尝试直至完成创造过程,教师通过观察学生的创造过程,可以更充分、科学地认识到真正具备创造与创新能力的人才应具有哪些核心技能、思想与智慧(Dale, 2013)。由此可见,创客教育本身指向对学生创造与创新能力的培养,同时又有利于帮助高校教育者深入思考创造与创新能力培养的目标、内容与途径。

2. 创客教育有利于培养就业创业能力

高校与中小学在创客教育上的重要区别在于:中小学的创客教育在客观上更偏重让学生体验创造过程、培养学生的创造兴趣与创造能力。高校的创客教育除了实现上述目标之外,还常常与学生未来的就业创业能力发展相关,创客教育为培养学生的创业就业能力提供了新的视角与途径(Carlson, 2015)。例如,亚利桑那州立大学2014-2015学年至少要支持全校10%的学生参与“创新挑战(innovation challenge)”项目,培养学生就业创业能力

(ASU, 2015)。

创客教育情境下学生往往能够接触到前沿技术知识,有助于学生积累新的就业技能。与此同时,学生在创客教育情境下并不限于利用特定的某一种或几种工具,而是需要根据创造的需求主动寻求资源与工具加以综合利用,这样有利于培养学生的终身学习能力(Kurti et al., 2014)。更为重要的是,由于创客行动在一定程度上变革了现实生活中的产品开发与销售流程,比如个人创客的力量加快了新产品的设计与开发速度,让产品更具个性化特征与家庭适用性(因为这些创客往往来自于普通民众),产品在正式上架前往往基于众多创客充分的讨论与决策,得到了不断的优化与改进从而质量更高(Voight, 2014)。与此同时,随着技术发展及使用成本的降低,允许学生参与真实的产品创造过程(Anderson, 2013)。由此,创客教育可以让学生直接体验、参与真实的产品制作以至销售过程,知道如何实现产品的个性化设计、协同优化与改进,可以有效地锻炼其创业就业能力。

二、规划层面:高度重视整体设计,充分关注与社区的联动

(一)高度重视对实施创客教育的整体设计

首先,注重将创客教育纳入到本校发展之中。例如,2013年麻省理工学院成立了创新倡议委员会(the MIT Innovation Initiative),以期集中全校力量研究如何提升学校创新能力。2015年3月,该委员会举办以“创造过程中的创新”为主题的工作会议,将创客行动作为学校创新的重点,拟跨学科建立科学与政策创新实验室,研究创新过程、收集创新数据,为企业与政府的决策提供咨询。会议特别强调要利用全校师生(包括毕业生校友)甚至全球的创客力量来生产更多的新观点,推进学校更有效地创新(Matheson, 2015)。芝加哥艺术学院则将创客教育理念作为本校教育的核心理念,从创客教育的实施方式、推广路径到学校创客文化的培育都进行精心的规划(Labb & Neely, 2014)。

第二,重视对实施创客教育所需条件与支持的规划。例如,麻省理工学院负责学校信息系统与技术的副校长2015年接受采访时表示,该校正在采用一套新的信息系统与技术解决方案和服务模式,以

提升对该校创新与创客文化的支持功用;2015年麻省理工学院进行校舍改革的重要任务之一是在改造本科生宿舍楼中,在一楼建设创客空间(MIT News Office, 2015)。另外,麻省理工学院还注重对如何支持学生有效利用创客教育资源与参与创客教育进行规划。如果学生能够找到适当的创客教育资源则更容易树立创造的信心,充分体验创造过程带来的乐趣,从而更容易投入到创造过程中实现主动创造与有效创造(Zellner, 2014)。目前麻省理工学院有120,000平方英尺的创客空间,但是学生由于不太清晰创客空间的开放时间、付费方式,或者未能及时获得相关培训而难以有效参与,为此麻省理工学院拟开发一个称之为Mobius的网络与移动APP支持学生快速查询、定位校内可用的创客空间与工具,并且跟踪学生已经接受过哪些工具应用的培训,从而向学生推荐适当的创客工具与资源(Matheson, 2015)。

第三,重视对创客教育推广进程的规划。创客教育是一种新的教育形式,需要人力、物力与财力等的支持,因此对其推广进程应该有所规划。比如,芝加哥艺术学院认识到,一般新的技术工具或资源使用之初往往比较专业化,需要使用者专门学习使用技能,技术工具的性能也往往不是很稳定,使用成本高。创客教育的实施过程常常需要用到新技术、新工具,这时学校最好是先让少数有信心、有兴趣的教师以及有一定知识与技能准备的学生先参与创客教育,待其应用成熟后再由这些先行者对学校其他师生进行培训与指导。技术自身也会随着发展而大幅降低使用成本,功能也会越来越丰富且性能越来越稳定,使用越来越便捷,这时再向全校推广将是更好的时机。3D打印技术在该校的应用就是这样得以获得快速推广的(Labb & Neely, 2014)。

(二)关注与社区的联动,多方位推进创客教育

白宫创客大会倡议高校要从多个角度推进社区创客行动,其中包括:一是在高校招生环节加入“创客档案(Maker Portfolio)”,注重对申请学生创客经历与能力的考核;二是要求高校在校园中创建更多的创客空间,允许当地社区创客利用;三是要求高校加强研究,推动本地、区域、国家层面的创客行动,通过研究开发出更好的可用于支持创客创造的软硬件工具(The US. White House, 2015)。

美国高校在规划创客教育实施时非常重视与社区创客教育的联动。一方面,高校认为自身有义务推动社区创客行动,众多高校的创客空间都对本地社区开放,有些高校还建设了或者帮助建设了供当地社区甚至世界各地创客利用的创客空间。比如,斯坦福大学创建的Fablab是个全球性创客空间;卡耐基梅隆大学的“娱乐技术中心”2010年创建了第一个儿童专用的博物馆创客空间,还帮助芝加哥的Harold Washington图书馆与匹兹堡的Carnegie图书馆建设创客空间(Suresh, 2014)。雪城大学利用夏季学校为高中生提供3D设计与产品制造课程,帮助高中生通过实践学习原型建模与设计的方法,学会创新性地解决问题并以团队形式开发自己的创意(SUSC, 2015)。

另一方面,美国高校又期望充分利用社区力量促进学生创造与创新等能力的发展。例如,伊利诺伊州立大学商学院创建了以“学习、创造与分享(Learn, Make and Share)”为理念的创客实验室(Makerlab),供社区创客利用。学生通过创客实验室学习创客教育课程后,由创客实验室组织社区创客大会,要求学生在创客大会上展示课程学习成果(学习成果是学生课程学习过程中形成的产品),向社区居民推荐与销售自己创造的产品,如果售出越多代表创造的产品越成功,所学课程就可以获得更高的分数(Illinois Makerlab, 2015)。

三、实践层面:着力打造创客空间, 灵活选择创客教育方式

(一)着力打造优质创客空间

创客空间是创客教育得以实施的基本依托。“创客空间”不仅仅是一个物理空间或工具空间,还内含基于人际互联的社区,具有一定的教育目标指向——主要指向让创客能够主动、积极、有效地设计、建模,创造作品;创客空间的组织形式多种多样——可能是基于创客个体自发形成的相对松散的、主要支持个体之间分享的空间,也可能是由一些盈利性组织提供的专属创客空间,或者公益创客空间,他们的共同目标都在于为创客提供接入创造设备、工具与资源的机会(Makerspace, 2015)。目前美国比较知名的高校创客空间包括斯坦福大学的FabLab创客实验室、华盛顿玛丽大学的ThinkLab创客

实验室、威斯康星州立大学的 Garage 创客空间、内华达大学的科学图书馆创客空间 (Science Library Makerspace)、北卡罗来纳州立大学的开源硬件创客空间 (Open Hardware Makerspace) (Watters, 2013)。美国高校打造创客空间时常关注以下三方面。

1. 把握创客空间的特征,采用适当的创建策略

是否能够成为优质创客空间并不取决于物理空间大小或活跃创客的数量,也不取决于其中是否有高级的传感系统(虽然这些对打造优质创客空间是必要的),而取决于是否真正激发了创客的积极性与创意 (Maker Magazine, 2014)。谢里登 (Sheridan et al., 2014) 等归纳了优质创客空间三方面特征:一是创客空间能较好地支持传统工具与技巧和数字化方法与技巧的融合,支持不同学科背景创客的参与,允许创客从不同角度参与创造创新过程,让创客可以打破学科界限而投入其中、乐在其中;二是创客空间可以为创客提供多种选择的可能,创客可以自己选择适合他们需求的安排。比如,要做什么,什么时候做,是否或者怎么继续等都可自主选择;三是可以有效促进学习过程与创造过程的融合,学习发生在创造过程中,同时学习又是为了创造。

创客空间的创建一般可以借助以下六种策略(这些策略可以单独也可综合使用) (Garcia-Lopez, 2013):一是可以直接利用或重构某一空间作为创客空间;二是可以先发起一个创客俱乐部,发动社区、家庭等捐赠创客工具与资源;三是寻求当地企业或工厂捐赠创客工具与资源;四是寻求联邦政府、当地政府或企业的资助;五是从网上寻求资助与帮助;六是通过网络发起倡议共同创建创客空间。

2. 重视将图书馆打造为重要的创客空间

创客空间不同于一般的专业实验室,只对一定专业的学生或教师开放,而应具有充分的开放性以支持不同学科背景的创客的参与。因此,很多推行创客教育的美国高校都将创客空间设在图书馆,因为图书馆是全校甚至当地社区居民都可利用的共同空间 (Watters, 2013)。例如,内华达大学基于图书馆的创客空间——科学图书馆创客空间被美国“创客杂志 (Maker Magazine) 评为最有趣的创客空间 (Conway, 2014)。该创客空间的设计理念是“学生与学校所在社区能够利用这个空间而不需要先预设他们能做什么或不能做什么,不管成功失败,关键在

于创造与创新的过程”。该创客空间提供自主学习区,并向用户提供多样化的软件与 3D 技术服务,包括 3D 打印机与扫描仪、手持扫描仪以及激光切割机,这些设备可以用于支持学生完成课程作业,也可以用于支持他们独立或协同开发社会需要的产品模型;创客空间提供的软件与学生的电子设备、自用软件具有兼容性。该创客空间设有网络预约系统,允许学生根据需求进行预约,同时图书馆工作人员可以随时提供支持。目前该校科学、工程学、艺术与设计专业学生对该创客空间的利用率较高。

3. 重视校企合作,促进创客空间建设

如前文所述,美国在整体上推进全民创客行动,要求企业尤其是技术类、制造类企业要积极提供创造工具,支持学校开展创客教育。美国众多企业除了为中小学提供公益性支持外,还注重与高校的合作共赢,为高校提供创客教育技术与相关资源支持的同时又融合高校的研究与开发能力推动企业自身的发展。美国有部分高校正是利用校企合作的机会大力推进创客空间的建设,以推动本校创客教育的发展。例如,成立于 1979 年的福赛大学 (Full Sail University) 是一所享誉世界的专门培养娱乐、媒体、技术、艺术专业人才的高校,自建校以来就非常强调学生基于真实世界体验的学习,提出了“真实世界教育 (real world education)”理念,重在让学生直接体验、参与创作,一直将创新教育作为其核心教育目标。2015 年 3 月,福赛大学宣布与美国 Youtube 最大的视频提供商 Maker Studio 合作。福赛大学拟通过与 Maker Studio 的合作,共同打造集在线视频传输系统、制作技巧、数字故事于一体的创作创新中心,形成一个新的、整合性的创客空间,为学生提供参与真实的专业制作的机会、支持学生基于创造的学习,发展学生的专业创造与制作能力,让他们更有力量去掌握适当的技术技巧成为数字内容生态系统的一部分 (FSU, 2015)。又如,Intel 公司 2013 年启动了“Intel Galileo 大学捐赠项目”,从当年 11 月利用一年半的时间向全球 1,000 所大学捐赠 5 万个搭载了英特尔 Quark 处理器芯片的 Galileo 开发主板。该开发主板兼容物联网体系架构下 Intel 的其它多种设备,能够支持高校学生实现他们自己的创造与创新,美国众多高校参与了此项计划 (Intel, 2013)。

(二) 灵活选择适切的创客教育实施方式

美国高校开展创客教育的方式主要有三种:一是构建组织松散的、完全开放的创客教育空间,由学生自己根据学习需求自行使用创客空间的资源或者参与学校组织的一些主题式创客活动;二是将创客教育有意识地整合于常规课程之中;三是开设专门的创客教育课程。下面重点介绍后两种方式。

1. 整合于常规课程中的创客教育

利用创造工具与资源支持学生的常规课程学习,是美国高校开展创客教育比较常用的一种方式,其重点在于关注如何将创客教育整合于已有的课程教学中,既支持课程教学又间接实现创客教育的目标。其中3D打印技术作为允许用户自下而上地建造对象的典型创造工具与资源,对于激发高校学生的创意思想、支持学生自主设计与创造有重要的应用优势,常常被美国高校以多种方式整合于学生的课程学习过程中(University of Iowa, 2013)。

例如,芝加哥艺术学院非常重视创客教育与常规课程的整合,认为虽然看上去创客教育所依赖的DIY(自己动手做)与传统课程的固化结构有一定冲突,但是可以通过设计综合利用传统课程教学资源与新兴技术资源创建有效的创客空间来优化常规课程的教学效果、提升课程教学质量,同时又培养学生的实践能力、创造与创新能力的目标。该院有三个系成功地将创客教育有效地融合进课程教学,其中建设与设计系组织学生参加创客夏令营,给每个学生发放一套DIY3D套件,允许学生独立利用3D打印机,要求学生从创意到产品制造都独立完成,促进相关课程的学习;2013年秋,艺术与技术研究系成立了创客实验室,提供沙箱环境与大量工具支持学生的创作;现当代实践系将3D打印资源整合于供一年级学生利用的先修课程项目,为学生进行艺术研究提供基于技巧的教学指导与概念探索支持(Labb & Neely, 2014)。

2. 专门的创客教育课程

越来越多的美国高校开始开设专门的创客课程推进创客教育。有些学校以设置辅修学位的方式开设系列化创客教育课程。例如,从2014年秋季学期开始,卡内基梅隆大学推出了8个交叉学科辅修创客课程项目,开设了30门新的跨学科的以工作室方式推进的创客教育课程,旨在支持全校所有本科生

开展跨学科的创新学习(Suresh, 2014);麻省理工学院2015年3月讨论将开设关于商业、领导力、管理与创新的创新创业辅修专业课程(Matheson, 2015)。

另一方面,有些高校充分利用本校的专业化资源开设特定的创客教育课程供学生选择。例如,麻省理工学院自2002年起,每年均开设面向研究生的创客课程“如何制作(几乎)一切东西(How To Make (almost) Anything)”。2014年秋季学期此课程共开设16周,教学内容包括:导论、计算机辅助设计、项目管理、计算机控制的切割、电子产品设计与生产、3D打印与扫描、计算机控制机械、建模与铸造、嵌入式程序设计、材料合成、输入装置与输出装置、网络与通信、端口与应用程序设计、机械与机器设计以及项目开发(Fablab, 2014)。伊利诺伊州立大学商学院创客实验室2014年春季学期开设了“制作物品”(Making Things)课程(Illinois MakerLab, 2014),学生来自于工商管理、工程学、艺术与设计等;2015年春季学期该创客实验室又开设了“数字制作”(Digital Making)课程(Illinois MakerLab, 2015),以帮助学生学会使用数字化技术与工具制作产品。

卡斯顿州立大学(Castleton State University)是一所重点关注教师教育并设多个教育类本科专业与硕士培养项目的综合性大学。2015年夏季学期该校开设了“利用3D打印技术参与创客行动”课程(CSU, 2015)。其中5天集中教学,其它学习通过在线方式完成。学生通过课程考核,将获得3学分。该门课程旨在帮助未来从事教师职业或正在从事教师职业的学生形成一定的、将来自己教育学生如何利用3D打印机设计与创造产品设计项目的背景知识与专业技能。参与此课程学习的学员要学会如何创建3D模型,如何利用3D打印机打印作品,学会背后的教育学原理及创造产品在真实生活中的应用原理。课程的具体目标包括:熟练应用3D建模软件;熟练应用3D打印机;能够利用3D模型完成作品;理解产品在真实世界中的应用;能够为学生设计与开发关于3D打印的完整教学单元。该课程在实践层面的要求包括:参加此课程学习的学生需要阅读必要的学习材料,观看教学视频,以便更好地参与面授教学环节的互动;要实际设计一个具有实用性的关于3D打印的教学单元;完成网络课程每周的作业;创建实际的3D模型。

四、认识与思考

不管哪个国家,高校都常被视作国家创新的重要基地。然而,高校创新的实现不仅仅依赖于教师与专业科研人员的力量,其成效也不应简单地取决于教师与专业科研人员的科研成果或研发产品,而应很大程度上体现为学生的创新能力。换言之,学生的创新能力是高校责无旁贷的社会责任,学生的创新实践能力应是衡量高校创新能力的重要指标之一。

近年来,随着全美创客行动的兴起,美国越来越多的高校开始将创客教育作为培养学生创造与创新能力以及创业就业能力的重要途径。创造教育的核心是支持学生进行基于创造的学习,而基于创造的学习的关键是对学生学习的主体性、实践性、深度参与性、连续性与完整性(学生往往需要完成从规划到设计再到开发制作产品的完整过程)的充分尊重。学生在基于创造的学习过程中需要主动发现、自主探究,在发现问题、分析问题与解决问题的反复过程中创生、验证、发展自己的创想,提升自己的问题解决能力同时又保持创造的激情与信心,而这些正是创造与创新能力的核心品质。另一方面,较之于中小学创客教育,美国高校的创客教育更加注重让学生参与实际产品的创造过程而不仅仅局限于支持学生创造体验以及对学生创造兴趣与能力的培养,高校学生制作的产品甚至可以推向社区与市场,借助社会与市场来检验学生的创造与创新能力,同时发展创业就业能力。

创客教育的实施需要对技术资源、人力资源以及其它可能用到的材料性资源等的有效利用,创客教育的有效实施需要选择适宜的推进路径。本文基于对美国高校在推进创客教育过程中所采取的举措及相关经验的整理与分析,探析美国高校实施创客教育的基本路径。上述路径分析显示,众多美国高校能够充分认识到创客教育对于高校发展的重要价值,因此在意识层面能够主动关注、高度重视创客教育。在实际推进过程中,美国高校创客教育的开展从整体设计、支持体系建设、推广计划等方面进行了精心的规划,积极响应政府倡议的全民创客行动,注重与社区创客教育的联动。在实践层面,美国高校非常注重打造优质创客空间,并通过开放式创客教

育、创客教育与常规课程的整合、开设专门的创客教育课程等方式实现创客教育。

当前,我国政府提出“全民创业、万众创新”,社会发展要求高校重视对学生创造与创新能力、创业就业能力的培养,但较之于美国高校的创客教育,我国高校在开展创客教育时需特别注意以下三个方面可能面临的挑战。首先,如何转变学生的学习观念与学习方式,以促进其适应“基于创造的学习”,支持学生深度卷入基于创造的学习过程。学生能够重视创造、乐于创造、善于创造、习惯创造,这对于创客教育的有效实施起至关重要的作用。杜威提倡的基于“做中学”的实用主义教育思想对现代美国教育有深刻的影响,创客教育强调的“基于创造的学习”与“做中学”一脉相承、紧密相关。在“做中学”教育环境下成长起来的美国高校学生在一定程度上可能更容易适应基于创造的学习方式。由此,我国高校有必要先支持学生的创造体验,促进学生主动关注、参与创造过程,形成主动创造、独立或协同创造、坚持创造的意识与基本能力。第二,创客教育的实施离不开软硬件资源的支持,尤其是个人化、个性化、使用便捷化与低成本技术工具的介入,需要高校精心设计与建设创客空间。美国在技术开发及应用推广方面一直处于领先地位,具有相对优势。我国高校需要充分结合发展需求与自身资源多方位多层次进行针对性的建设。第三,创客教育离不开师资的建设。创客教育的主体是学生,但有规划的创客教育离不开教师的设计与指导。本文虽然没有特别提及美国高校创客教育的师资问题,但美国无论是中小学还是高校都投入了大量的人力、物力与财力加强 STEM 师资培养,企业介入高校创客教育的方式之一也是为高校提供有经验的创造与制作导师。这些教师/导师对于美国创客教育的发展起到了重要的作用。

还值得注意的是,本文主要从正面的视角重点探析了美国高校实施创客教育中值得借鉴的举措与经验,未论及面临的挑战与问题。实际上,创客教育的实施虽然对推动学生、高校、国家与社会的创新发展有其重要的现实意义与实践价值,但由于它毕竟是一种新型的、在很大程度上依赖于技术发展与应用、直接与社会创造与生产相关的教育方式,因此还面临着一系列需要解决的问题。例如,至今还未形

成一套普适性或高推广价值的创客教育模式, 创客教育的成效也难以评价, 其评价标准的建立、评价方法的选择等都需要深入探索。另外, 创造本身的合法性问题也值得考虑, 例如, 学生利用 3D 打印机直接打印艺术家的作品, 是否涉及版权问题, 如何保护版权? 又如, 创客教育往往在很大程度上依赖于对技术的应用, 那么技术在不同高校、不同地域是否得到了同样的推广与应用, 如果没有技术支持的地方怎么推进创客教育? 另外, 还存在伦理、道德与可能引发的犯罪以及公平、公正和不平等问题。比如, 生物学领域利用 3D 打印设备打印人体器官, 如何引导学生正确认识其中可能涉及的问题 (Tierney, 2015)? 由此来看, 创客教育的发展显然还有很长一段路要走, 需要在深入把握创客教育的教育内涵、社会价值、实践意蕴的基础上进行更为合理的规划与科学实践。

[参考文献]

- [1] Anderson, C. (2013). The Maker Movement: tangible goods emerge from ones and zeros [ED/OL]. <http://www.wired.com/2013/04/makermovement/> [2015-04-26].
- [2] Arizona State University (ASU) (2014). Higher education maker summit [ED/OL]. <https://entrepreneurship.asu.edu/events/higher-education-maker-summit-0/> [2015-04-26].
- [3] Arizona State University (ASU) [ED/OL]. Innovation challenge [ED/OL]. <https://entrepreneurship.asu.edu/innovation-challenge/> [2015-04-26].
- [4] Carlson, S. (2015). The “Maker Movement” goes to college [ED/OL]. <http://chroniclecareers.com/article/The-Maker-Movement-Goes/229473/> [2015-04-26].
- [5] Castleton State University (CSU) (2015). Join the Maker Movement with 3D printing [ED/OL]. <http://www.castleton.edu/academics/professional-development/continuing-education/the-castleton-center-for-schools/continuing-education-workshops-contract-courses/join-the-maker-movement-with-3d-printing-2/> [2015-04-26].
- [6] Conway, A. (2014). University recognized as one of the most interesting makerspaces in America [ED/OL]. <http://www.unr.edu/nvada-today/news/2014/makerspace/> [2015-04-26].
- [7] Dale, D. (2013). The Magic of Making: engaging students as makers [ED/OL]. <http://sxsweu.com/news/magic-making-engaging-students-makers#sthash.vUigOrsf.dpuf/> [2015-04-26].
- [8] Fablab (2014). How to make (almost) anything [ED/OL]. <http://fab.cba.mit.edu/classes/863.14/> [2015-04-26].
- [9] Full Sail University (FSU) (2015). Full Sail University launches Rebl HQ in collaboration with Maker Studio (2015). <http://www.fullsail.edu/news/press-room/full-release/2015-03-20-full-sail-launches-rebl-hq-in-collaboration-with-maker-studios/> [2015-04-26].

- [10] Garcia - Lopez, P (2013). 6 Strategies for funding a makerspace [ED/OL]. <http://www.edutopia.org/blog/6-strategies-funding-makerspace-paloma-garcia-lopez>.
- [11] Illinois MakerLab (2014). Making things [ED/OL]. <http://makerlab.illinois.edu/courses/making-things/> [2015-04-26].
- [12] Illinois MakerLab (2015). Schedule and syllabus for digital Making [ED/OL]. <http://publish.illinois.edu/digitalmaking/syllabus-schedule/> [2015-04-26].
- [13] Intel (2013). Integrating Intel Galileo into curriculum plans <http://www.intel.com/content/www/us/en/education/university/what-will-you-make.html/> [2015-04-26].
- [14] Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V. & Freeman, A. (2015). NMC Horizon Report: 2015 higher education edition. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- [15] Kurti, R. S., Kurti, D. L. & Fleming, L. (2014). The Philosophy of educational makerspaces [ED/OL]. <http://www.teacherlibrarian.com/2014/06/18/educational-makerspaces/> [2015-04-26].
- [16] Labb, A. & Neely, E. (2014). Making way for maker culture [ED/OL] <http://www.educause.edu/ero/article/making-way-maker-culture/> [2015-04-26].
- [17] Maker Faire (2015). A bit of history of maker faire [ED/OL]. <http://makerfaire.com/makerfairehistory/> [2015-04-26].
- [18] Maker Magazine (2014). Most interesting Makerspaces in America [ED/OL]. <http://makezine.com/magazine/make-40/most-interesting-makerspaces-in-america/> [2015-04-26].
- [19] Makerspace (2015). What's a makerspace? [ED/OL]. <http://spaces.makerspace.com/> [2015-04-26].
- [20] Matheson, R. (2015). Innovation in the making [ED/OL]. <http://newsoffice.mit.edu/2015/innovation-initiative-event-projects-0311/> [2015-04-26].
- [21] MIT News Office (2015). 3 Questions: John Charles on enabling IS & T to meet MIT's evolving needs [ED/OL]. <http://newsoffice.mit.edu/2015/3-questions-john-charles-ist-evolution-0211/> [2015-04-26].
- [22] Santos, S. (2014). Higher education institutions respond to the President's call to support making on college campuses [ED/OL]. <https://www.whitehouse.gov/blog/2014/12/10/higher-education-institutions-respond-president-s-call-support-making-college-campus/> [2015-04-26].
- [23] Sheridan, K. M., Havlverson, E. R., Litts, B. K., Brahams, L., Jacobs-paribe, L. & Owens, T. (2014). Learning in the Making: A comparative case study of three makerspaces [J]. Harvard Educational Review. Vol. 84, No. 4. pp.505-565.
- [24] Syracuse University Summer College (SUSC) (2015). MakerSpace and 3D printing program for high school students [ED/OL]. <http://www.suscsu.edu/makerspace/>

tp://summercollege.syr.edu/program/makerspace-w-3-d-printing/[2015-04-26].

[25] Suresh, S. (2014). National Maker Faire Letter to President Obama[ED/OL]. <http://www.cmu.edu/leadership/president-suresh/presidential-communications/2014/2014-6-18.html/> [2015-04-26].

[26] The Task Force (2015). Recalibrating regulation of colleges and universities [ED/OL]. http://www.help.senate.gov/imo/media/Regulations_Task_Force_Report_2015_FINAL.pdf/ [2015-04-26].

[27] The US. White House (2015). A Nation of Makers [ED/OL]. <https://www.whitehouse.gov/nation-of-makers#section-engage/> [2015-04-26].

[28] Tierney, J. (2015). The Dilemmas of maker culture [ED/OL]. <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/04/the-dilemmas-of-maker-culture/390891/> [2015-04-26].

[29] Voight, J. (2014). Which big brands are courting the maker movement, and why? [ED/OL]. [http://www.adweek.com/news/ad-](http://www.adweek.com/news/advertising-branding/which-big-brands-are-courting-maker-movement-and-why-156315/)

vertising-branding/which-big-brands-are-courting-maker-movement-and-why-156315/ [2015-04-26].

[30] Watters, A. (2013). The case for a Campus Makerspace [ED/OL]. <http://hackededucation.com/2013/02/06/the-case-for-a-campus-makerspace/> [2015-04-26].

[31] University of Iowa (2013). Programs use 3D printing technology [ED/OL]. <http://www.engineering.uiowa.edu/news/university-iowa-programs-use-3d-printing-technology/> [2015-04-26].

[32] Zellner, A. (2014). Lessons from the maker movement [ED/OL]. <https://www.insidehighered.com/blogs/gradhacker/lessons-maker-movement/> [2015-04-26].

[33] 郑燕林, 李卢一(2014). 技术支持的基于创造的学习——美国 K-12 创客教育的内涵、特征与实施路径[J]. 开放教育研究, (12).

(编辑:徐辉富)

Path Analysis for the Implementation of Maker Education in Colleges and Universities in USA

ZHENG Yanlin

(School of Computer Science and Information Technology,
Northeast Normal University, Changchun 130117, China)

Abstract: *In recent years, with the rapid development of the National Maker Movement in the United States, more and more U. S. colleges and universities began to favor Maker Education as an important approach to cultivating students' creativity, innovation, and entrepreneurship. The core of Maker Education is to support learning by making, which is essentially based on the recognition of the subject-status, practice, engagement, continuity and integrality of learning (students are often required to involve in a complete process from planning to design and development). In the making-based learning, students need to engage in active discovery and inquiry, to create, test and development their own ideas based on iterations in identifying, analyzing and solving problems, and to enhance their problem-solving skills and creation passion and confidence. Those issues are the core qualities of creativity and innovation. Based on the analysis of some typical US colleges and universities' initiatives and experiences in implementing Maker Education, this paper discusses the basic approaches to Maker Education, including: at the consciousness level, to actively respond to the US initiatives on Maker Movement and to highly value the functions of Maker Education, which is the goal and the start for implementation; at the planning level, to focus on the overall design and to promote the collaborations among communities, which are the most important prerequisites for implementation; and at practical level, to put efforts on the building of high-quality Makerspaces, and to choose appropriate methods, which are the fundamental carriers for Maker Education.*

Key words: maker education; higher education; innovation in making; USA