

美国K-12阶段STEM教育 对我国中小学创客教育的启示*

殷朝晖, 王 鑫

(武汉大学 教育科学研究院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 知识经济时代, 国际竞争归根到底是人才的竞争。STEM教育与创客教育同为培养创新人才的有效途径, 无疑具有密切的联系。该文首先从创客教育与STEM教育共同的“做中学”的理论基础与社会共同参与的现实基础出发, 对二者的异同进行比较, 然后借鉴美国K-12阶段STEM教育目标、课程设置、师资培养与教育评价的改革经验, 并以此为线索探讨我国中小学创客教育的发展方向; 最后结合美国K-12阶段STEM教育的经验, 分析其对我国处在探索阶段的创客教育在课程目标细化、创客学习空间构建、师资建设与创客文化营造等方面的启示, 以积极构建适合我国国情的中小学创客教育体系。

关键词: STEM教育; 创客教育; 启示

中图分类号: G434

文献标识码: A

在当今知识经济时代, 国际竞争归根到底是人才的竞争。美国作为世界经济强国, 大力发展STEM教育, 培养科技创新人才已成为其维持全球经济领先地位的直接动力^[1]。而得益于互联网与智能硬件发展的创客教育在我国“大众创业, 万众创新”的时代背景下, 也成为培养学生创造力和创新精神的重要形式。STEM教育与创客教育同为培养创新人才的有效途径, 必然有着密不可分的联系。分析两者的异同并借鉴美国K-12阶段STEM教育的实践经验, 将有利于我国中小学创客教育的进一步发展。

一、STEM教育与创客教育的比较研究

创客教育与STEM教育同为适应现代社会发展而产生的创新创造教育, 有着共同的“做中学”理论基础与社会共同参与的现实基础。但与STEM教育不同的是, 创客教育最大的特点就在于其开放性。

(一)STEM教育与创客教育的共同之处

1.共同的理论基础: 杜威“做中学”的理论

STEM教育与创客教育都是近年来为了适应时代的发展产生的两种新型教育形式, 但不可否认, 新型

的教育形式是建立在成熟的教育理念之上的^[2]。概括地说, STEM教育与创客教育均为杜威“做中学”理论在现实中的运用。同时, 正是由于这种理论基础, 才使STEM教育与创客教育在现实中得以立足^[3]。

首先, 从“做中学”也就是从“活动中学”, 从“经验中学”, 主张从经验中积累知识, 从实际操作中学习, 这就要求课堂不再是满堂灌的形式, 老师不再是主导者, 学生成为课堂的中心, 学生解决问题的能力与批判性思维的培养比单纯的认知能力更加重要。在这样一个理论指导下, STEM教育重视的是跨学科综合能力的培养, 锻炼的是学生灵活运用知识解决实际问题的能力, 以通过课程学习培养适应社会发展的复合型人才; 创客教育则是在一个特定的创客空间环境下为学生提供动手实现其创意的机会, 让学生成为一个创造者, 培养其创造思维与独立解决问题的能力。

其次, 在“做中学”思想的背后有两个原型, 即手工艺活动与科学研究活动, 那么在一个更为广阔的视野下来理解知识的建构机制, 则可将对于知识的学习分为学习主观知识、客观知识与实践情境知识^[4]。在此理论指导下, 学习方式变得更加多样化, STEM教育强调动手实践使学生更多地采取了

* 本文系湖北省高校人文社会科学重点研究基地——大学生发展与创新教育研究中心科研开放基金项目“创新驱动发展战略下科技创业型人才培养模式研究”(项目编号: DXS20160001)、2015年度中国学位与研究生教育学会立项资助课题“培养研究生创业核心竞争力研究”(项目编号: 2015Y0503)阶段性成果。

一种将自己置身其中的深入学习方式，特别是对实践情境知识的学习；另一方面，创客教育本身的“工作坊”颠覆了以往的传统学习方式，在一个充满创造力的环境之中，为了把想法变成现实，引导学生主动尝试。不管是STEM教育还是创客教育，都对学生的自主学习能力提出了新的要求。

最后，“做中学”理论改变了传统的“传道授业解惑”的教师角色，改变了传统的师生关系，让学生成为“做”的主体。STEM教育与创客教育以培养学生的创新能力为共同目标，将教师作为“助学者”培养学生的创新意识、创新思维以及创造个性，这种新型的教育需要的也正是新型民主的师生关系，学生变被动为主动，在创造中成就自己。总之，STEM教育与创客教育追溯其理论根源都可看作是杜威“做中学”理论的现实体现，这样诸多的相同之处，也就成为二者可做比较的基础，也可成为二者相互借鉴与相互促进的基础。

2.共同的现实基础：社会广泛参与

STEM教育的开展源自美国国家科学委员会(NSB)的报告，即STEM教育的发展是由国家和学校的计划与统筹推动的，但鉴于时间、财力、人力和职权范围等诸多方面的限制，单一部门难以有效地推动STEM教育政策的实施，因此，美国联邦政府在充分发挥国家科学基金会、国立卫生研究院和教育部三大机构的引导作用下，联合STEM教育合作机构(CoSTEM)、企业及其他组织来确保STEM教育政策的有效实施^[5]。2010年，《美国竞争再授权法》针对公众参与度提出了五项STEM教育目标，其中明确要求在各CoSTEM机构与社会多方力量共同参与下，通过开展基于研究的计划和活动来提高学生STEM学习的兴趣，并在提高公众整体的STEM素养的基础上，整合各方资源，促进STEM教育的有效实施^[6]。因此，美国STEM教育的有效开展离不开社会力量的大力支持。

创客教育则是直接产生于社会的，创客本身就是一个庞大的社会群体。自互联网技术的迅速崛起开始，学校教育就在提倡动手做的各种理论指导下，期待着将最新的数字技术运用到教学之中，而创客运动的兴起与越来越多的创客空间的构建激发了K-12阶段学生尝试动手创造的潜力，为创客教育的开展提供了一个契机^[7]，进而对教育的发展提供了新的思路。创客教育作为一个产生于社会的新型教育，自然是将社会的共同参与作为基础而发展的，同时创客空间作为创客教育的载体，需要将物质、技术、智力与社会等方面来进行资源整合^[8]，而学校创客空间的构建，都需要从社会创客中吸取

经验。

总之，STEM教育与创客教育共同的现实基础都是社会的广泛参与，且其根本目标都是为了开展创新创业教育，即强调培养富有创造力的创新型人才，适应社会发展并服务于社会。STEM教育所大力发展的科学、技术、工程和数学教育正是21世纪知识经济时代所要求的，而创客教育也是基于社会实践的启发。所以不管是STEM教育还是创客教育，都离不开社会的广泛参与。但是，创客教育虽然与STEM教育有着共同的理论与现实基础，仍不可避免地具体实施过程中有着其相对独特之处。

(二)创客教育的独特之处：开放性

与STEM教育不同的是，创客教育最大的特点就在于其开放性。

首先，创客教育的开展需要创客空间作为外部硬件支撑条件，而创客空间是有着共同兴趣的人们，运用计算机技术、数字化工具来进行思想的碰撞、交流与合作的开放空间，这样的环境本身就是开放性的一种体现^[9]；其次，作为创客空间的技术支持部分，开源硬件是指可以供使用者学习和进一步开发的硬件工具。开源硬件直接反映着创客教育的开放性，即创客教育是利用开源硬件平台实现每个人都可参与、可研究、可修改、可再创造的一种创新教育^[10]；最后，反观STEM教育，则可发现STEM教育强调的“以设计和探索为目的，并对技术问题解决进行科学的探索”是以跨学科知识整合为核心，仍旧处在课程范畴之内^[11]，而创客教育的核心在于创造，以培养学生创新素养作为根本目的^[12]，已经跨出了课程体系之外，跨学科知识的运用仅仅是创客教育根据需要的选择，并不是创客教育的必要条件，所以创造作为核心的体现就是知识背景的开放性。

具体来说，首先，创客教育的开放性预示着学校系统不再是创客教育的唯一实施场所，以创客空间作为活动中心的创客教育突破了传统课堂教学的局限性，而开放的创客空间意味着创客教育的自主性更大，社会参与创客教育的可能性也更大；同时，在创客教育的实施过程中，不确定性因素也更多；其次，开放性蕴含着创客教育的教学设计与教学内容并不仅仅来自传统的学科，更多的是利用现代化开源软件或程序，在教师的帮助下，学生自主完成教学内容，此时教师的角色更多的是一个支持者；第三，与STEM教育中学生参与者的角色相比较，创客教育中的学生有更开放的学习环境，学生要借助各种工具设计出自己的作品，其身份更多的是一种创造者。



综上所述,开放性是创客教育与众不同的一个特性,但同时,创客教育的开放性也决定了创客教育与STEM教育有机融合的可能性,创客教育中学生对多学科知识的应用无疑增加了他们对STEM学科学习的积极性,而STEM教育的学科融合知识也是保证创客教育顺利实施的重要保障。

二、美国K-12阶段STEM教育发展的特点

自1986年美国国家科学委员会首次在《本科的科学、数学和工程教育》(又称《尼尔报告》)中提出了STEM教育的纲领性建议以后^[13],美国逐步从教育目标、课程设置、师资队伍、学业评价等方面在K-12阶段大力发展完善其STEM教育。

(一)STEM教育目标的具体化

美国为了提高K-12阶段STEM教育的质量,从三个维度对STEM教育的教育目标进行了评价:第一个学生学习的维度主要通过全国教育进步评估(NAEP)与美国高考(ACT和SAT)对学生学习进行评估。除此之外,大学生参与数学、科学的辅导或发展课程的人数比例也将作为学生学习目标的具体化指标^[14];第二个教师质量的维度量化为教师具有所教学科的专业背景,即主修或辅修所教学科的专业教师比例;第三个参与性的维度则为学生对STEM课程的兴趣指标,即测量在大学中完成STEM课程的人数,以及K-12阶段学生毕业后选择STEM作为其专业的比例。

美国STEM教育的教育目标是通过制定具体的课程标准实现的。由于科学与数学的课程标准制定较早,所以其课程标准相较于技术与工程课程而言更加系统。因此,改善对工程教育重视不足的现状也成为美国STEM教育改革中的重点。从全美范围来看,STEM课程仍然广泛以分科授课的形式出现,课程标准也具体到每个学科,这里以数学学科为例,美国数学教师委员会(NCTM)就先后公布了《美国学校数学课程与评价标准》《数学教学的职业标准》《学校数学的评估标准》以及《学校数学的原则与标准》(简称为《2000年标准》)。因此,美国STEM教育在教育目标上除了有宏观上的统筹,更有具体到各科的教育目标的细化,这样一个细化目标的思路是可以供我国中小学创客教育发展借鉴的。

(二)STEM课程设置的整合化

美国K-12阶段小学与初中的STEM课程体系主要由数学课、科学课以及信息技术课组成,在此基础上,再设置相辅助的选修课以达到各学科相融合的效果;而美国高中阶段开设的同样也包括基本的

核心课程以及形式多样的选修课程。除此之外,美国也开发了一些STEM整合的课程,在K-12阶段广泛实施,这里将以项目领导方式(Project Lead the Way, PLTW)为例分析美国STEM教育课程设置的整合化。

PLTW旨在培养学生在经济全球化社会中取得成功所需要的技能。PLTW与学校合作,通过世界一流的K-12课程、高质量的专业教师以及出色的交流合作项目提供STEM教育。PLTW在K-12阶段开设了一系列适应不同阶段的课程,通过学生亲自参与、亲自动手的课程,提高学生解决问题的能力,培养学生的批判思维以及锻炼学生的创造力与推理能力。PLTW在K-5阶段采用的是起步课程(PLTW Launch),鼓励低年级学生建立自信,增强学习兴趣,为后续教育做铺垫;初中阶段开设入门PLTW课程(PLYW Gateway),这个年龄段是最适合让学生知道要解决一个问题是可以有多种方法的;高中阶段则开设工程PLTW课程(PLTW Engineering)、生物医学科学PLTW课程(PLTW Biomedical Science)与计算机科学PLTW课程(PLTW Computer Science),为未来升学或步入社会打下基础。美国STEM教育已经在课程整合的宗旨下初步形成了一套比较完整的课程体系,可供我国中小学创客教育课程设置参考^[15]。

(三)STEM教育教师队伍的专业化

美国十分重视STEM教育专业教师队伍的建设。国家科学委员会在2007年的关于STEM教育政策建议中强调课程的教师应该具备足够的知识储备,以满足所教学科的要求^[16]。另外在《总统2012预算要求和中小学教育改革蓝图法案》中提到在今后两年内招聘一万名STEM教师,未来十年中培养10万名STEM教师。美国教育部也将与各类教育机构建立合作关系,提供更多的STEM学习机会,并额外投资8000万美元以确保培养10万名STEM教师目标的实现^[17]。而在2014年5月奥巴马总统主持的白宫科学节上还提出另外增加350万美元的经费进一步促进10万名STEM教师的培养^[18]。

在STEM学科整合以前,STEM教育教师的培养指的是科学教师与数学教师的培养。而现阶段STEM教育教师的培养主要是指复合型教师的培养,包括科学技术工程复合型教师(STE)、科学技术工程复合型教师(SET)或科学技术数学复合型教师(STM)的培养等。在STEM教育师资培养方面,美国研究生教育改革工程项目(Transformative Graduate Education Programs)起到了积极的作用,美国国家科学基金会也强调高校STEM学位的授予数量应大大

增加,STEM专业师资的培养也应随着改革工程项目的推进而加强^[19]。在STEM教育的大力发展下,美国STEM人才的培养也得以充分重视,在我国创客教育刚起步的阶段,师资也将是制约创客教育发展的瓶颈因素,美国如何培养STEM教育专业师资队伍的经验可供我国借鉴。

(四)STEM教育评价多样化

美国现阶段还没有一个系统完善的STEM教育评价体系,但却可以通过对各个学科的学生学业成绩的评价来间接地反映K-12阶段STEM教育的成果。其中,全国教育进步评价(National Assessment of Educational Progress)就是一个全国性的、对小学和中学生数学和科学知识进行评估的平台,另外还有两个对包含美国学生在内的国际学生进行评估的项目,国际数学与科学学习趋势(The Trends in International Mathematic and Science Study, TIMSS)与国际学生评估项目(Program for International Student Assessment, PISA)。

美国雄厚的国家竞争力在很大程度上离不开其大力发展STEM教育,因此,国家竞争力水平也可成为评估美国STEM教育的一个指标。国家竞争力指标包含基本要求指标、创新指标、成熟度指标以及提高效率指标,其中多项指标均与美国STEM教育及其产品——STEM领域人才有着紧密的联系,所以国家竞争力水平的变化从侧面反映了美国STEM教育的效果,是评价美国STEM教育的一个侧面指标。总之,美国多样化的STEM教育体系将给我国创客教育的评价带来一定启发。

三、STEM教育对我国中小学创客教育发展的启示

与创客教育有着共同理论基础与现实基础的美国K-12阶段STEM教育的发展在历经几十年的探索与改革后,已经形成了一个较为完整的体系。在我国创客教育的探索阶段,结合我国的实际情况,借鉴美国STEM教育的经验,将有利于我国创客教育的发展。

(一)立足校本课程,细化创客教育课程目标

STEM教育与创客教育的一个重要不同之处就是起源不同,STEM教育产生于教育领域,其发展由学校作为主力推动。而创客教育起源于创客以及创客运动的传播,产生于社会,其发展途径更加多样化,因此,宏观的教育目标调控并不适合不确定性因素较多的创客教育,而立足于每个学校的发展状况来细化教育目标则是更好的一种近期发展的选择。

学校在构建创客教育课程体系时,应视当地

社会、经济发展的具体情况,结合本校的传统和优势、学生的兴趣和需要,开发或选用适合本校的课程^[20]。创客教育实际上是在杜威从“做中学”理论的指导下,以创造为核心,回归到真实世界的学习过程^[21]。那么要细化创客教育课程目标,应在考虑本校可用资源的基础上,以学生动手创造为出发点设置校本体验课程。在课程的不同阶段细化其课程目标。首先,课程准备阶段的目标是引导学生产生设计创意;其次,课程实验阶段的目标是使学生的创意具体化,学生的设计需要利用挑战性的任务来引导^[22];再次,课程原型制作阶段的目标则是帮助学生将创意转变为现实;最后,课程整合反馈阶段的目标则是学生互评与自评的交流^[23]。总之,创客教育的开展可以根据每个学校的既有资源来有针对性与可行性地设计适合本校开设的创客课程,进而达到创客教育的课程目标。

(二)动员社会资源,构建创客学习空间

STEM教育的课程设置考虑的重点是不同学科的整合^[24],而创客教育重在培养学生动手实现创意的能力。但两者对学生创新创造能力培养的初衷却是将它们联系在一起的纽带。创客教育除了像STEM教育一样可以靠课程设置的改革来促进其发展外,更重要的则是建立一个实体的创客学习空间。

在建立适合创客教育的创客学习空间时,首先要充分利用创客教育的开放性,积极融合STEM教育中跨学科整合的知识,使STEM教育的跨学科知识成为创客教育的创作基础;其次,创客学习空间的构建既需要考虑实验条件方面,如创客空间的选址、预算、创作材料和网络状况等,也需要考虑制度方法方面,如创客项目的规章制度、教学方法和资源列表等^[25]。除此之外,创客教育不仅应依赖学校的师资来实施,更需要来自社会各界的支持,从而充分利用社会资源,来帮助学生从课堂参与者转变为主动创造者。创客教育本身就应充分利用其来自于社会的特性,深入社会,寻求校外合作,并最终服务于社会。

(三)加强校内外合作,建设创客教育师资

美国复合型STEM教师的培养无疑对我国创客教育教师的培养有重要的启发作用,但创客教育在我国正处于起步阶段,不管是教学资源还是财政支持方面,想要借鉴美国的经验,都缺乏一定的现实基础。那么在这样一个探索阶段,我国创客教育师资的培养则应更多地考虑整合社会资源,加强校内、校际以及与社会合作,共同培养创客教育师资,促进创客教育的发展。



创客教育需要大批能够开设创客课程、指导学生创客活动的专业教师。当前,我国中小学都配备有信息技术教育师资,考虑其技术知识背景,以及现代化的教学离不开信息技术的运用等因素^[26],在创客教育还未普及发展,师资严重短缺的情况下,可将他们作为培养对象,使其成为学校开展创客教育的主力军,待创客教育发展到一定阶段后再组建专门的创客教育师资队伍。具体来说,学校可根据自身财政情况、可用资源来设计创客教育师资培养方案,如开发包括创客相关概念、开源硬件的使用、虚拟平台的配置等内容的创客教师培训课程,并积极寻求社会力量的帮助,以促进创客教育师资的培养。

(四)融合STEM教育于创客教育,营造创客文化

广义的创客教育应是一种以培育大众创客精神为导向的教育形态^[27]。现代化社会正从精英创造向大众创造改变,而创客精神则可理解为由工匠精神发展而来,要实现这样的转变,无疑需要营造良好的创客文化。

鉴于美国K-12阶段STEM教育的发展已较为成熟,而且与创客教育有着共同的理论基础与现实基础,那么将STEM教育融合到创客教育中则不失为一种营造创客文化的有效途径,因为在创客教育中STEM学科知识的应用显得尤为重要,将STEM学科知识采取信息化的教学形式,依托创客学习空间来激发创意,倡导学生利用各种工具资源创造产品,从而在学校营造浓厚的创客文化。

四、结束语

在我国实施创新驱动发展战略的时代背景下,重在培养学生的创造思维和创新意识的创客教育急需得到大力推动和发展,而创客教育与重在培养学生跨学科思维方式和科技创新能力的STEM教育无疑具有紧密联系。因此,我们需要从美国K-12阶段的STEM教育的改革发展中吸取经验,积极构建适合我国国情的中小学创客教育体系。

参考文献:

- [1] Mohr-Schroeder M J, Cavalcanti M, Blyman K. Stem Education: Understanding the Changing Landscape[A]. Sahin A. A Practice-based Model of STEM Teaching[C]. USA: Sense Publishers, 2015.3-15.
- [2] 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.
- [3] Kueti, R Steven, Kurti, Debby L, Fleming & Laura. The Philosophy of Educational Makerspaces[J]. Teacher Librarian, 2014,41(5):8-11.
- [4] 张建伟,孙燕青.从“做中学”到建构主义——探究学习的理论轨迹[J].教育理论与实践,2006,(7):35-39.
- [5][6] 李天露.美国科学、技术、工程和数学(STEM)教育政策解读及其启示[D].长沙:湖南师范大学,2015.27-33.
- [7] Selena Nemorin. The frustrations of digital fabrication: an auto/ethnographic exploration of ‘3D Making’ in school[J]. International Journal of Technology and Design Education, 2016,(36):1-19.
- [8] 李卢一,郑燕林.中小学创客空间建设的路径分析——来自美国中小学实践的启示[J].中国电化教育,2016,(6):58-64.
- [9] Shannon Crawford Barniskis. Makerspaces and Teaching Artists[J]. Teaching Artist Journal, 2014,12(1):6-14.
- [10] Sheridan, K. M., Halverson, E. R., Brahms L., et al. Learning in the Making: A Comparative Case Study of Three Makerspaces[J]. Harvard Educational Review, 2014,84(4):505-531.
- [11] 柳栋,吴俊杰,谢作如,沈涓. STEM、STEAM与可能的实践路线[J]. 中小学信息技术教育, 2013,(6):39-41.
- [12] 陈刚,石晋阳. 创客教育的课程观[J].中国电化教育,2016,(11):11-17.
- [13] National Science Board: Undergraduate Science, Mathematics and Engineering Education[EB/OL]. <https://www.nsf.gov/nsb/publications/1986/nsb0386.pdf>, 2015-11-03.
- [14] 范燕瑞.STEM教育研究[D].上海:华东师范大学,2011.32-43.
- [15] PLTW: The Leader in STEM Education[EB/OL]. <https://www.pltw.org/>, 2015-12-10.
- [16] 彭小芳.美国中小学STEM教师合作培养模式分析[D].长沙:中南大学,2013.41-50.
- [17] The White House. Federal Science, Technology, Engineering and Mathematics(STEM) education: 5-year Strategic Plan[EB/OL]. https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf, 2013-05-31.
- [18] The White House. President Obama to Host White House Science Fair[EB/OL]. <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/05/27/remarks-president-white-house-science-fair>, 2014-05-27.
- [19] David Kniola, Mido Chang, Deborah Olsen. Transformative graduate education programs: an analysis of impact on STEM and non-STEM Ph.D. completion[J]. Higher Education, 2012,(63): 473-495.
- [20] 金元君.创客背景下的校本教材开发研究与实践[D].上海:上海师范大学,2014.31-36.
- [21][23] 田友谊. 创客教育:源起、内涵与可能路径[J].比较教育研究, 2016,(1):22-28.
- [22] 黄利华,包雪,王佑镁,李伟.设计型学习:学校创客教育实践模式新探[J].中国电化教育,2016,(11):18-22.
- [24] Lyn, D. STEM education K-12: Perspectives on integration[J]. International Journal of STEM Education, 2016,(3): 3-11.
- [25] Hlubinka, M. Five Problems of the Maker Movement in Schools[EB/OL]. <http://hacktheclclassroom.ca/2013/10/five-problems-of-the-maker-movement-in-schools>, 2016-04-10.
- [26] Baxter, J. Collins, J. STEM Education: Creating Meaningful Experiences with Interaction Design[A]. Intelligent Technologies for Interactive Entertainment[C]. Chicago: Springer international publishing, 2014.109-112.
- [27] 祝智庭,雒亮.从创客运动到创客教育:培植众创文化[J].电化教育研究, 2015,(7):5-13.

(下转第81页)

作者简介:

华子荀: 在读博士, 研究方向为教育电视、信息技术教育(h252408933@live.cn)。

马子淇: 在读硕士, 研究方向为教育电视、信息技术

教育(m18703590731@163.com)。

丁延茹: 在读硕士, 研究方向为教育电视、信息化教育(Dingyr_scnu@163.com)。

A Research and Case Study of Purpose Oriented PST Framework for Redesigning Learning Spaces

Hua Zixun, Ma Ziqi, Ding Yanru

(School of Educational Information Technology, South China Normal University, Guangzhou Guangdong 510631)

Abstract: Allow with the developing of learning the model and educational technology from the 21st century, the development of these are promoting the learning spaces need to redesign. "Redesigning Learning Spaces" (RLS) as a notion is becoming the new trend for education. Meanwhile, for the reason of organized elements and adaptive for learning spaces' design, PST framework has naturally become a good method for RLS. This research based on the literature review of RLS and PST framework has provided the OPST framework for RLS. This structure, include the overall, pedagogy, spaces and technology, has been applied in two case studies which are the redesign for Ohio State University's T&L Classroom and Columbus Idea Factory. At the basis of OPST framework, this study has provided the restructuring method for the above cases. During the research process, the researcher indicated that RLS need match the condition of learning spaces itself, and for the elements of pedagogy, space and technology need improve for each other and finally integrate the four elements into one body which is an efficient method for RLS.

Keywords: Purpose Oriented; PST Framework; Redesigning Learning Spaces; Case Study

收稿日期: 2016年11月16日

责任编辑: 赵云建

~~~~~  
(上接第46页)

向为创新创业教育(yinzhaohui0515@163.com)。

作者简介:

殷朝晖: 博士, 副教授, 硕士生导师, 所长, 研究方

王鑫: 在读硕士, 研究方向为创客教育(Wangxinoh@whu.edu.cn)。

## American K-12 STEM Education and the Inspirations for Maker Education to Chinese Primary and Middle School

Yin Zhaohui, Wang Xin

(School of Education, Wuhan University, Wuhan Hubei 430072)

**Abstract:** In the era of knowledge economy, international competition is the competition of talents in the end. Both maker education and STEM education are effective ways to cultivate innovative talents, and they are closely related to each other. Firstly, the article analyzes their same theoretical and realistic bases which are the theory of "learning by doing" and social participating, as well as compares the similarities and differences of them. And then, by analyzing the reform and development experience of educational objectives, curriculum setting, teacher training and academic evaluation in American K-12 STEM education, the article discuss the development direction of maker education in Chinese primary and middle schools. Finally, inspired by American K-12 STEM education, the article suggests some enlightenments for maker education in Chinese primary and middle schools such as detailing course objectives, establishing maker learning spaces, cultivating teachers and creating maker culture, thus to establish the system of maker education which are suitable for China's national conditions.

**Keywords:** STEM Education; Maker Education; Enlightenments

收稿日期: 2016年11月3日

责任编辑: 宋灵青