

# 一种整合创客和 STEM 的教学模型建构研究

赵呈领, 申静洁, 蒋志辉

(华中师范大学 教育信息技术学院, 湖北 武汉 430079)

**[摘要]** 在“互联网+”时代, 创客教育应基于建构主义与创新理论, 运用技术手段促进与 STEM 教育学科融合, 培养开放创新意识、多元创新思维、跨学科创新能力, 推动技术与教学的深度融合。文章通过对创客教育和 STEM 教育研究现状的梳理提出创客—STEM 教育的四个核心特征: 信息技术支持下的跨学科学习、创客空间 2.0 支持下的协作学习、开源硬件支持下的“做中学”、技术增强性支持下的创新学习, 并结合设计型学习理念的项目式学习和体验式学习策略构建创客—STEM 教学模式, 通过基础知识学习、确定评价标准、项目创作、展示与评价的教学环节, 使学生在基于项目的学习过程中培养跨学科创新能力与多元综合能力, 为创客教育和 STEM 教育在教学实践层面提供指导, 推动创客—STEM 教育成为 21 世纪新型教育范式。

**[关键词]** 创客教育; STEM 教育; 教学模式

**[中图分类号]** G434 **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 赵呈领(1956—), 男, 湖北老河口人。教授, 主要从事教育技术理论与实践应用、信息技术与课程整合、教师专业发展研究。E-mail: zhclng@mail.ccnu.edu.cn。

以智能化为核心的“工业 4.0”不仅成为德国的标签, 而且在世界范围内掀起新一轮工业转型竞赛。<sup>[1]</sup> 实现由“中国制造”到“中国创造”, 创新力是变革的核心要素。创新人才发展的基石是创新力<sup>[2]</sup>, 创新人才培植的土壤是新型教育理念, 创客教育与 STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 教育以培育创新型复合人才为宗旨而受到各国教育部门的高度重视。我国教育部在《关于“十三五”期间全面推进教育信息化工作指导意见(征求意见稿)》中提出, “有效利用信息技术推进‘众创空间’建设, 探索 STEAM 教育、创客教育等新教育模式”。<sup>[3]</sup> 在此背景下, 探索创客教育和 STEM 教育教学模式, 提升学生创新意识、创新思维和创新能力成为当前教育领域关注的焦点。

作为“元学科”的 STEM 教育在夯实科学、技术、工程、数学的学科知识基础上, 通过提高学生以跨学科的新思维、新方法解决复杂问题的综合能力。创客教育秉承 STEM 教育创新发展的理念, 以实践操作作为

学习方式, 以提升创新能力为教育目标, 以培养创新人才为归宿。由此可见, 二者存在一定的一致性, 从教育目的看, 创客教育与 STEM 教育都是将学生塑造成创新型人才; 从教育方法看, 创客教育与 STEM 教育均提倡情境参与式、实践体验式教学。因此, 本文从创客教育和 STEM 教育内涵及相互关系出发, 探索创客教育视野下 STEM 教育教学模式, 对提高学生创新能力和全面推进创客教育具有重要意义。

## 一、创客教育与 STEM 教育研究现状

### (一) 创客教育研究现状

随着开源硬件的普及和准入门槛逐渐降低, 创客运动 (Maker Movement) 和创客文化 (Maker Culture) 应运而生, 共同促进创客教育的产生和发展。创客教育的基本理念根植于杜威 (John Dewey) 的进步主义及西蒙·帕珀特 (Seymour Papert) 的构造主义, 强调学生在学习过程中利用知识构建外显的、具体的、可交流

基金项目: 教育部—中国移动科研基金 2017 年度项目“信息技术支持下的区域教研模式研究及试点”(项目编号: MCM20170520); 湖南省社会科学成果评审委员会项目“区域内优质教育资源共享机制及实证研究”(项目编号: 湘社评[2017]1 号 XSP17YBZC188)

共享的人工制品。<sup>[4]</sup>创客精神源自1997年英国提出的“创意产业”,精英分子对“创造”的渴望促进创意产业的兴盛。<sup>[5]</sup>亚力克·福奇(Alec Foegle)把对“创造”的渴望定义为“工匠精神”,<sup>[6]</sup>成为创客教育的核心理念之一。创客教育作为新兴的研究领域仍处于萌芽阶段,研究者从校—社对接、创客课程、学科整合的角度构建创客教育模型(见表1),为创客教育落地推广提供理论支持。

创客教育由宏观向微观、由独立课程向跨学科整合方向发展过程中,尽管教学具体流程存在差异,但均以创新教育、体验式学习、项目式学习为理论支撑,构建融知识学习、创新实践、产品展示与学习评价为一体的创客教育教学模式。本文认为,创客教育是以数字技术为支撑,以项目式学习(Project Based Learning)为导向,以跨学科式“做中学”为实现路径,秉承开放创新、探究体验的教育理念,培养具备创客素养的创新人才的新型教育模式。创客教育应融入课堂“以学为本,因学论教”思想,发挥学生自主性,实现由教与学向导与学演变,<sup>[6]</sup>充分释放学生的创作天赋,为学生提供施展才华的舞台。

## (二)STEM教育研究现状

STEM教育源于发达国家对人才竞争和经济压力下人才培养的反思,倡导问题解决的跨学科教育,

促使未来人才适应全球性、复杂性、合作性不断增强的社会。STEM教育目标是使学生具备STEM素养,即科学素养、技术素养、数学素养、工程素养与运用四门学科相关能力和知识探究某一科学现象不同侧面的综合能力<sup>[17]</sup>。学术界对培养STEM素养的STEM教育存在三种观点:第一种是将STEM教育视为后设课程,在学生学习科学、技术、数学、工程后,再学习一门综合运用STEM知识的课程<sup>[18]</sup>;第二种将STEM教育视为融合STEM知识的独立课程,代替传统的STEM相关课程,培养学生综合运用专业知识的能力;第三种则认为STEM教育是教授学生如何解决问题的教学策略<sup>[18]</sup>。三种STEM教育观点可归结于两种取向:整合取向,强调跨学科整合,关注学生素养和能力的发展;<sup>[17]</sup>细分取向,注重探究四门学科有效整合的路径,以适应社会需求发展<sup>[19]</sup>。尽管基于STEM教育模型构建的立足点不同,但学者在以跨学科的真实性项目为主导,以趣味性的活动内容在协作体验的过程中进行探究学习的教学设计层面达成统一,为STEM教育课程教学提供框架引导<sup>[20-21]</sup>。

## 二、教育核心特征

### (一)信息技术支持下的跨学科学习

将知识按学科分割不符合生活的真实性与复杂

表1

创客教育研究内容归类

研究视角	模型内容	主要特征
校—社对接	双螺旋模型:将基于利益驱动的社会链和基于专业驱动的学校链以内聚耦合的方式构建双螺旋的动态创客教育模型 <sup>[7]</sup>	强调螺旋动态特征、内聚耦合关系、多维协同机制
创客教育课程	基于创客教育的设计型学习:依据项目式学习和体验式学习理论,构建以“探究”“反思”“设计”为核心的模型 <sup>[8-10]</sup>	问题导向、工具助力、迭代升华、跨界融合、动手实践、作品驱动
	SCS创客教学法:故事引入、任务模仿、要点讲解、拓展任务模仿、创新激发引导、协同创作、作品分享 <sup>[11]</sup>	以模仿学习入手,简化教师教学过程,体验创新分享快乐
	面向主题的创客课程:选定主题、设计课程、细化活动、完成主题任务 <sup>[11]</sup>	以主题为主线,突出科技与人文的结合,关注创新、分享与知识运用
	创客课程开发模型:两核心、三层次、四要素、六流程的环状创客课程开发模型 <sup>[12]</sup>	项目设计与师资构成呈现出跨学科、跨领域特征
创客教育与学科整合	“创客”理念的整合	以微课为引导,由创意构思、设计制作、发布分享、评价再生、众筹上市五环节构建 <sup>[13]</sup>
	创客理念下的英语写作:依据创客做中学、学科融合、任务化与情境化、开展创客课程、多元评价的理念进行整合 <sup>[14]</sup>	以创意为中心,以项目为驱动,以角色多样化为基础,以分享交流为动力
	创客课程的整合	基于创新教育、体验式学习、基于项目的学习指导下构建六环节创客式教学活动 <sup>[15]</sup>
		体验式学习、学科融合、互动分享、作品产出
		以学科内容为主题,通过调整课时与教学方式,将语文、科学、美术、英语等多学科内容融合

性,阻碍提升学生跨学科运用知识的能力。<sup>[2]</sup>信息技术支持下的创客教育需要不同学科知识支撑,通过技术创设跨学科真实情境,基于软件开发平台创作产品,聚合科学、技术、工程、数学学科知识与素养,使学生具备以多元视角解决问题的创新性思维与能力,实现以跨学科的方式对STEM学科重构。鉴于此,创客教育可以作为消除传统STEM学科壁垒的实施路径,依托信息技术营造创客文化氛围,处理跨学科的复杂问题,促进学科内容协同发展,更好地锤炼学生的实践与创新能力。面向教育的信息技术支持下的跨学科,意味着教育的重心是由特定的项目或问题向外延展,跨越学科界限,从不同的角度审视问题。因此,教师需要运用信息技术为学生创设具有多学科内容交汇的真实性学习情境,锻炼学生在技术支持下综合运用不同领域知识处理问题的能力,提升创造性整合资源的才能。

## (二)创客空间2.0支持下的协作学习

O2O(Online To Offline)创客教育空间以线上异步讨论、资源传递与线下同步研讨、合作创造的形式拓宽意义建构的途径,使学生在协作中探究学习、制作产品,培养学生的实践创新能力。创客教育承接建构主义学习理论与教学思想的核心理念,强调学生在O2O创客空间中通过组内互助、组间协作选择主题、设计方案、实施方案、评价成果,以会话协商的形式修正、改进、抉择创作方案与实施过程,形成在商榷中创作、在创作中建构意义的协作学习链条。交流协作是STEM教育的要义之一,主张学生通过“协作”“会话”解决真实情景中的复杂问题,实现群体性知识建构。创客空间2.0淡化了STEM教育协作学习的时空边界,变革了传统教授式学习方式,使学生在交流协商中激发创意,在创意实践中协作创造。创客教育与STEM教育为提升学生创新能力提供了新路径,通过协作而碰撞产生的创意灵感是提高创新能力的前提和保障,创客空间为创意产品化提供实施环境,为使学生成为未来创新人才、适应社会生活打下坚实基础。

## (三)开源硬件支持下的“做中学”

“做中学”(Learning by Doing)是教育学家杜威在20世纪初提出的教育理念,强调体验和实践在教育中的深度参与,使学生经历在做中思考、在做中探究、在做中研习的学习历程。创客教育以开放创新的理念,创造性地使用电子、机械、3D打印机等开源硬件,把新颖的想法物化为现实产品。建构主义认为,知识是学习者根据已有经验,针对具体情境问题,对原有认知进行重组与再造。创客教育视野下STEM教育以

开源硬件开发平台和积木式开源硬件沟通“做中学”与建构主义,使学生基于开源硬件,将实践创意与知识建构相连接,提升学生运用技术解决问题的能力。创客教育和STEM教育皆提倡“做中学”的教育理念,但侧重点有所不同。创客教育鼓励学生以创造性思维和方法使用开源硬件制作作品,在实践中探究完善、验证、巩固抽象知识,将理论知识转化为实践知识,强调运用技术工具产出创作成品。STEM教育主张学生以跨学科多元视角体验获得知识的过程,在“做”中掌握STEM学科知识,习得综合运用STEM知识的能力,强调项目或问题的解决过程。创客STEM教育要求学生从问题的不同侧面提出创新性观点,通过开源硬件相关平台工具将想法付诸实践,在学习中实践,在实践中学习,完成创新作品的开发。

## (四)技术增强性支持下的创新学习

创新学习是学生基于原有知识,将创意与实践相结合,对发现的否定性再创造以培养创新人才的学习方式,包含创新意识、创新思维、创新能力和创新学习活动四要素。运用技术创设学习环境、设计教学活动、支持学习实践以增强学生开放创新意识、多元创新思维、跨学科创新能力的创新学习符合时代发展趋势。STEM教育强调跨学科融合,重点培养学生以跨学科的思维解决真实情境中的问题,主张学生具备技术发展与应用的基础信息素养,但缺乏运用信息技术实践问题解决方案,将想法过程化。创客教育强调使用数字化工具将创意产品化,依托开源硬件使灵感物化为创客产品,注重技术在创新学习与实践开发中的功用。创新技术作为创新学习的有效实施手段,既为STEM教育营造创客文化的学习环境,激发学生创作灵感,在创造中深化技术学习;也为创客教育提供STEM跨学科多元视角,培养学生创新意识,在实践中提升创新能力。因此,基于创新学习理念,将创客教育汇入STEM教育,利用信息技术手段激发学生的创作热情,增加创新过程的方法选择,使数字技术无缝地融入各教学环节,为STEM教育注入新的活力。

## 三、创客—STEM教学模型设计

### (一)创客—STEM教学设计理论依据

创客—STEM教学设计以建构主义和创新理论为依据,以“做中学”为建构途径,基于设计型学习理念的项目式学习和体验式学习开展教与学活动,提升学生开放创新意识、多元创新思维、跨学科创新能力(如图1所示)。<sup>[23]</sup>建构主义认为,学习是学生在具备“情

境”“协作”“会话”“意义建构”四个因素的学习环境中,通过新旧知识与经验相互冲突、同化与顺应构建知识体系,<sup>[24]</sup>强调学习的主动性。创新理论是对客观事物的改变、更新、创造,提倡开放创新与共同创新,形成创新生态和扩散环境,注重创新的能动性。创客 STEM 教育作为创新人才培养的教学策略,秉承建构主义与创新理论的核心思想,充分发挥学生学习的主动性与能动性,致力于使学生围绕情境问题,通过同伴互助,以新的视角和思维方式在实践中探究、在探究中学习、在学习在建构,使学生具备创新创造的素养与解决问题的能力。“做中学”作为建构主义和创新理论在教育中实施的方略,以设计型学习理念为基础的项目式学习和体验式学习 (Experimental Learning) 形式,依据情境产生的问题和项目参与实践创作,体验创作乐趣,成为开放式创新人才培养的主要教学模式。根据上述理论与实施路径构建创客空间中创客 STEM 教学模型,指导创客 STEM 课程教学,推动创客教育和 STEM 教育的发展。

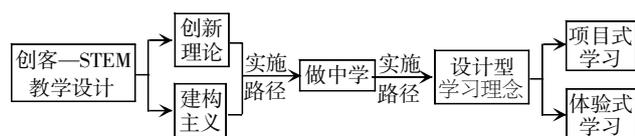


图1 创客STEM教学设计理论依据

### (二)创客—STEM 教学模型构建

本研究依据跨学科整合取向的 STEM 教育课程设计观,在建构主义与创新理论指导下,对面向主题的创客教育课程设计与 SCS 教学方法进行改进与整合,构建如图 2 所示的创客—STEM 教学模型。该模型以创客空间 2.0 为教学环境,以培养学生创新意识、创新思维、创新能力为教学核心,以生成性教学策略组织教学活动,在通过技术支持贯穿创客—STEM 教育“协作性”“跨学科”“做中学”“创新性”四个核心特征基础上,根据项目式学习和体验式学习流程将教学过程模块化,既可以在宏观上指导创客课程教学设计,也可以在微观上组织创客课程教学活动,为中学开展创客相关课程提供有效的实施路径。

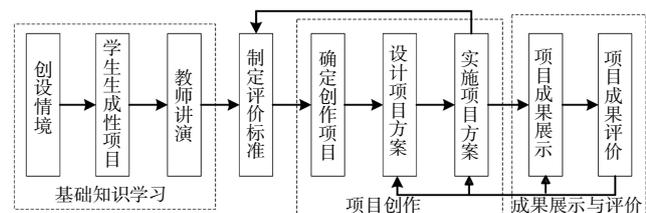


图2 创客—STEM 教学模型

#### 1. 基础知识学习

创客—STEM 教学模式运用技术再现生活真实情境,以头脑风暴方式从情境中生成讲演项目,借助相应开源硬件与开发平台创作集体成品,在集体创造中学习知识,形成创客文化。基础知识学习过程以技术为教与学平台,强调学生作为创造者积极主动地获取知识,教师作为设计者、引导者应促进学生有效学习,为学生有效迁移创造奠定基础(如图 3 所示)。

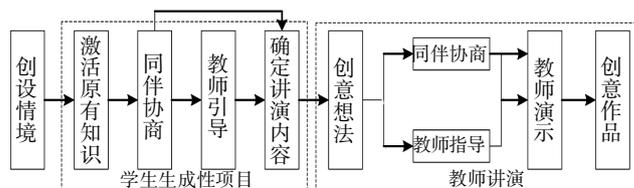


图3 基础知识学习

#### (1)创设情境

创客—STEM 教学情境通过技术再现生活场景以引起学生学习兴趣,刺激回忆原有认知中与之匹配的内容。情境创设需满足四个要素:首先,具有一定范围与边界,使学生能够创有所依,在教师呈现的情境中选择子集;其次,涵盖必要知识与技能,情境作为学习的文化环境应容纳创客—STEM 教育核心知识与技能,使学生在情境中高效学习,在学习培植文化;再者,包含多个侧面与角度,情境中各子集可以从不同层面呈现同一问题,培养学生跨学科、多视角审查问题的能力;最后,存在未解决的问题,未解问题是创新活动的开端,是创客—STEM 教育教学活动的起点。学习情境在满足上述要求的前提下,可依托技术手段融入 STEM 相关学科内容,将学科知识与思维注入教与学情境,体现创客—STEM 教育的专业化。

#### (2)学生生成性项目

创客—STEM 教学模式要求教师根据学生的期望和需求灵活选取教学内容、呈现方式与教学顺序,激发学生对学习的渴望与创造的热情。创客—STEM 教学项目源于教师呈现的真实情境,学生基于情境不同角度以头脑风暴的方式分享创意,通过同伴协商与教师指引确定讲演核心知识所依托的创新项目。

#### (3)教师讲演

创客—STEM 教学模型以半开放式教学方式,在集体项目实施过程中运用信息技术和创客教育开源硬件讲授、演示项目实施方法与过程,在操作中使学生掌握核心知识内容,为抽象的知识提供运用情境与路径。在创客空间 2.0 中,学生依据集体生成性项目,以头脑风暴的方式分享实施计划、确定最佳方案,教师根据设计方案讲解、演示,学生在同步模仿中掌握

知识与技能。在讲演过程中,教师需根据学生学习情况及时调整项目难度与进度,针对性地讲解学生普遍存在的问题。在这一环节中,教师应注重培养学生创新思维和 STEM 素养,将 STEM 学科知识和思维方式融入项目设计和实施的各个环节,锻炼学生在知识学习过程中以多元化的新视角系统解决问题的能力。

## 2. 制定评价标准

创客—STEM 教学模型强调以形成性评价方式评估学生的创新意识、创新思维和创新能力,通过学生自评、同伴互评、教师评价三方面客观考核学生的学习效果<sup>[29]</sup>。量规作为连接教学与评价的桥梁,由师生协商,从创新意识、创新思维、创新能力三个模块细化评价指标,融入合作能力与 STEM 素养,关注学生的动态发展。这一环节需满足两个要素:一方面,量规必须紧密围绕创新意识、创新思维、创新能力的评价核心制定、修正和完善;另一方面,评价标准的建立要体现学生意愿,增强学生自我效能感。

## 3. 项目创作

创客—STEM 教学模型通过确定创作项目来培养学生跨学科多元思维方式与创新意识,基于项目设计方案训练学生以科学思维设计项目实施过程、预测项目结果,提升学生科学素养与创新思维,在技术支持下实施设计方案锻炼学生综合运用数学、技术知识与思维解决问题的能力,促进创新能力的发展(如图4所示)。由上述三个子集组成的项目创作过程,既是工程思想的集中体现,也是创客素养与 STEM 素养有机融合培育创新人才的历练场。

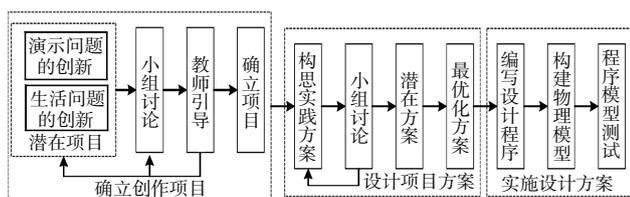


图4 创客项目创作

### (1) 确定创作项目

项目创作中学生自主确定创作项目,不同于知识学习中学生生成项目,后者强调以半开放式教学形式选择项目,注重知识与技能的学习;前者主张以开放式学习形式选取项目,侧重知识运用、能力提升与素养培养。学生创作内容既可以在操作方法与项目内容层面改进教师演示项目,也可以根据生活经验选择新的项目,通过组内协商与教师指引确定最终创作项目。教师作为引导者需对各小组选题进行可行性分析,根据小组基础创设不同难度的项目,使每位学生

在学习中获得新知识与技能。

### (2) 设计项目方案

学生以科学家的思维方式,依据所选课题构思实践方案,小组讨论优化设计方案,在教师启发下完善实施方案,并综合分析潜在方案的复杂程度、可行性、绩效等因素确定最佳方案<sup>[29]</sup>。该过程通过自主设计方案培养其发散思维、直觉思维、逻辑思维,经由小组协商提升学生辩证思维与横纵思维水平,使创新思维与科学思维有机融合。

### (3) 实施设计方案

该环节注重技术运用,强调学生在创客空间中综合运用信息技术与开源硬件交流协作将创意显化。程序编写不仅考查学生基于技术知识与思维处理问题的娴熟程度,也锻炼学生应用数学知识与思维计算预测物理模型速度、距离、大小等程序参数的逻辑思维与纵向思维。模型构建是通过形象思维将抽象的物理设计转化为形象的实物作品,训练学生模型组建技术。程序测试通过局部迭代循环检验、修正程序编写与模型组建以提升创新能力。

### 4. 成果展示与评价

成果展示以师生提问、小组解答的问—答形式展开,在全面感知小组作品的基础上,通过组内自评、组间互评和教师评价的多元主体参与对学生学习进行客观评价。其中,组内自评包含自我评价与同伴互评,针对成员创新意识、创新思维、创新能力相关指标及参与、贡献、合作、成果等方面进行综合评测;组间互评是对小组作品设计的新颖性、功能性两方面的评价;教师是对小组作品创新性及其成员在创作过程中进步、参与等表现进行评估,三者按权重计算得出的成绩即为学生该项目的总成绩。

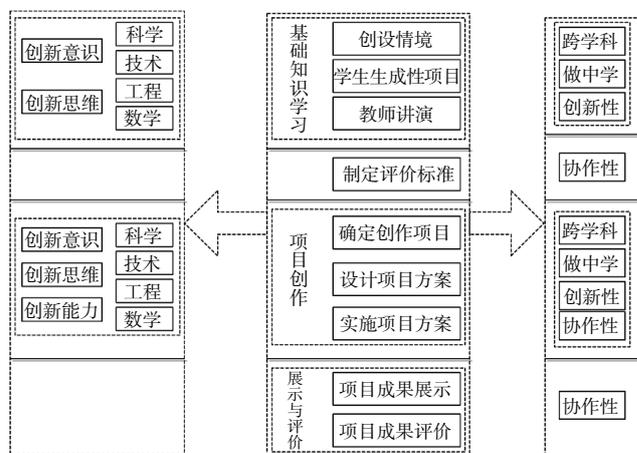


图5 创客—STEM 就教育特征—理念融合

创客—STEM 教学模型体现了学生是课堂的主体

与中心,以学生的视角和期望制定教学内容、设计教学活动。该模型基于创客—STEM教育核心特征设计教学,注重技术在教与学过程中的引导、支持与变革作用,将STEM知识与素养、创客素养融入迭代探究的过程(如图5所示),使学生以专家思维思考解决问题的策略,形成专家思维模式。

创客—STEM教学模型在建构主义与创新理念的综合驱动下形成符合学生认知水平、认知过程的学习进程和包含目标、教学(教学策略、教学媒体)、评价的教学系统,通过技术创设连接教与学的学习资源并支持创造环境。知识是迸发灵感的前提,顺畅的开发过程必然以牢固的基础知识为保障,量规作为连接知识学习与项目创作的纽带,既是对前者演示项目的总结,也是对后者设计开发的展望,评价代表一轮创作的终点与下轮创作的起点,依据量规评价创作成品,通过部分间迭代循环修正、完善评价指标与产品制造流程。知识融于具体情境,学生依据情境自发生成项目符合其认知水平,教师按照学生思维方式演示创作项目,使学生在情境中培养创新意识与创新思维,在演练中学习知识与技能。项目创作是创客—STEM教学模式的核心,起始于确定创作项目,通过小组协商设计实施方案以指导产品创造的实践过程,通过模块间迭代循环锻炼学生科学系统思维与创新解决问题能力。在演练教授与创造学习过程中融入技术元素,增强创客—STEM教学模式内聚耦合度,达到培育学生开放创新意识、多元创新思

维、跨学科创新能力的教学目标。

#### 四、结 语

创客教育是信息技术在“互联网+”时代催生的新型教育形态,依托信息技术与开源硬件构建的创客空间,为学生实践操作、合作共享、创意创新营造开放可实施的环境,与STEM教育相融合使学生在创作中促进全人发展,已成为中小学信息技术课程变革的发展方向。目前,我国创客教育推进过程面临两大困境:一是将创客教育定位为产出创作成品,重点关注具有潜力的少数人,违背创客教育初衷;二是缺少创客课程开展的有效教学指导,传统讲授—模仿式实验课程形式阻碍提高学生创新能力,不符合创新人才发展标准。将STEM教育拆分为科学、技术、工程、数学的独立课程形式,不利于提升学生多视角、跨学科思维与问题解决能力。创客—STEM教学模式以建构主义和创新理论为指导思想,以“做中学”为连接桥梁,通过基于设计型学习理念的项目式学习和体验式学习实施方略,培养学生开放创新意识、多元创新思维、跨学科创新能力,既为创客教育和STEM教育在教学操作层面提供指导,也为创客教育成为面向全体学生的大众教育提供实现路径,使STEM教育跨学科的过程理念与创客教育创新的结果理念有机融合,促进过程学习与成品制作协调发展。在创客教育视野下,STEM教学运用技术手段培养学生创客素养与STEM素养,或将成为21世纪创新人才培养的重要方式。

#### [参考文献]

- [1] KAGERMAN H, WAHLSTER W, HELBIG J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 [M]. München: national academy of science and engineering, 2013:12-26.
- [2] 蒋志辉,赵呈领,周凤伶,梁云真,黄琰.STEM教育背景下中小学生学习力培养策略研究[J].中国电化教育,2017(2):25-32,41.
- [3] 教育部办公厅.《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见(征求意见稿)》意见的通知[EB/OL].(2015-09-07)[2018-01-18].[http://www.moe.edu.cn/srcsite/A16/s3342/201509/t20150907\\_206045.html](http://www.moe.edu.cn/srcsite/A16/s3342/201509/t20150907_206045.html).
- [4] MARTINEZ S, STAGER G. Invent to learning: Making, tinkering, and engineering the classroom [M]. California: Constructing Modern Knowledge Press, 2013:42-63.
- [5] 祝智庭,雒亮,朱思奇.创客教育:驶向创新教育彼岸的破冰船[J].创新人才教育,2016(1):33.
- [6] 亚力克·福奇.工匠精神:缔造伟大传奇的重要力量[M].陈劲,译.杭州:浙江人民出版社,2014:13-50.
- [7] 杨刚.创客教育双螺旋模型构建[J].现代远程教育研究,2016(1):62-68.
- [8] 朱龙,胡小勇.面向创客教育的设计型学习研究:模式与案例[J].中国电化教育,2016(11):23-28.
- [9] 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.
- [10] 杨绪辉,沈书生.设计思维方法支持下的创客教育实践探究[J].电化教育研究,2018(2):74-79.
- [11] 傅骞.基于“中国创造”的创客教育支持生态研究[J].中国电化教育,2015(11):6-12.
- [12] 万超,魏来,戴玉梅.创客课程开发模型设计及实践[J].开放教育研究,2017,23(3):62-70.
- [13] 董黎明,焦宝聪.基于课程融合的“创客”教学设计与应用模型研究[J].中国电化教育,2018(3):89-96.

- [14] 陈青青.创客理念指导下的初中英语写作教学策略研究[J].中国电化教育,2017(12):127-130.
- [15] 杨维,费瑞伟.基于中小学课程整合的创客式教学模式构建[J].中国电化教育,2017(7):53-57.
- [16] 王国光.论创客教育与学本课堂[J].教育评论,2016(11):149-153.
- [17] 余胜泉,胡翔.STEM教育理念与跨学科整合模式[J].开放教育研究,2015(8):13-21.
- [18] 傅骞,刘鹏飞.从验证到创造——中小学STEM教育应用模式研究[J].中国电化教育,2016(4):71-78.
- [19] 唐小为,王唯真.整合STEM发展我国基础科学教育的有效路径分析[J].教育研究,2014(9):61-68.
- [20] WELL J G. I-STEM ed exemplar: Implementation of the PIRPOSAL model[J]. Technology and engineering teacher,2016(10):16-23.
- [21] 秦瑾若,傅钢善.STEM教育:基于真实问题情景的跨学科式教育[J].中国电化教育,2017(4):67-74.
- [22] 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):5-12.
- [23] 赵晓声,司晓宏.创客教育:信息时代催生创新的教育新形态[J].电化教育研究,2016(4):11-17.
- [24] 百度百科.建构主义[EB/OL].[2017-03-25].[http://baike.baidu.com/link?url=2kGOihQ1H4zww7rDmCfORmXXNWqUABsLfXLgwZnCFjIS\\_Lt2xSPd8Uuk6JxHvdCk6cRWackWN\\_x7iQywnN0UiLeRlf8C5Na7C7x5mdY40dx7fB3iUpGWLQdAMdVDhQ\\_y](http://baike.baidu.com/link?url=2kGOihQ1H4zww7rDmCfORmXXNWqUABsLfXLgwZnCFjIS_Lt2xSPd8Uuk6JxHvdCk6cRWackWN_x7iQywnN0UiLeRlf8C5Na7C7x5mdY40dx7fB3iUpGWLQdAMdVDhQ_y).
- [25] 李卢一,郑燕林.创客教育绿色发展的路径选择[J].电化教育研究,2017(6):47-52.
- [26] 杨绪辉.知识建构视角下创客教育的有效开展[J].电化教育研究,2017(5):101-105.

## A Study on the Construction of an Instructional Model Integrating Maker Education and STEM Education

ZHAO Chengling, SHEN Jingjie, JIANG Zhihui

(School of Educational Information Technology, Central China Normal University, Wuhan Hubei 430079)

**[Abstract]** In "Internet +" era, based on constructivism and innovation theory, Maker education should use technology to promote the integration with STEM education in order to cultivate students' open and innovative awareness, multiple innovative thinking and interdisciplinary innovation ability for the deep integration of technology and instruction. After summarizing the current research status of maker education and STEM education, this paper puts forward four core features of the maker-STEM education: interdisciplinary learning under the support of information technology, collaborative learning under the support of maker space 2.0, "learning by doing" under the support of open source hardware and technology-enhanced innovative learning. A maker-STEM instructional model is constructed based on project learning and experiential learning strategies combined with design learning concepts. It can develop students' interdisciplinary innovation ability and multiple comprehensive ability in project-based learning through learning basic knowledge, determining evaluation criteria, project creation, demonstration and evaluation. This model can guide maker education and STEM education in teaching practice, and promote maker-STEM education to become a new education paradigm in the 21st century.

**[Keywords]** Maker Education; STEM Education; Instructional Model