

创客教育与学生创新能力培养

黄荣怀^{1,2} 刘晓琳^{1,2}



(1. 北京师范大学 教育学部, 北京 100875;

2. 北京师范大学 智慧学习研究院, 北京 100875)

摘要: 创客教育是传统课堂教学的有效补充之一, 具有促进知识学习、实践能力和创造力培养的潜在可能性。文章简要地回顾了我国“创客运动”的发展过程, 对创新能力和智力发展进行了探究, 总结了基础教育各学段学生认知发展和科学素养的特征, 探讨了基础教育中创客教育的发展途径。文章认为, 创客教育在小学、初中和高中阶段应根据学生认知发展和科学素养采用不同策略, 从“玩”中学、“做”中学到基于真实情境的“干”中学可能是其分阶段的方式选择。

关键词: 创客教育; 创客空间; 创新能力; 基础教育; 发展途径

【中图分类号】G40-057 **【文献标识码】**A **【论文编号】**1009—8097(2016)04—0012—08 **【DOI】**10.3969/j.issn.1009-8097.2016.04.002

引言

创新是全人类文明进步的源泉和不竭动力, 国家创新型人才的培养历来是世界各国教育的重点。在各国的教育系统中, 有的国家专门设立培养创新能力的学校, 如日本的 SSH (Super Science High School, 科学重点高中); 有的国家设立专门的项目机构, 如美国的项目引路 PLTW 和德国跨地区特别领域研究 (SFB/TR) 项目组^[1]。不管是专门的以学校教育方式还是以项目的方式, 其目标都是为了培养学生的创新能力。我国政府也高度重视学生创新创业能力的培养。2015年11月19日, 刘延东副总理在第二次全国教育信息化工作会议上强调, “要积极探索信息技术在创业大学+、创客教育、开发微课堂这些方面的应用, 着力提升学生的信息素养和创新创业能力, 培养健康积极的网络文化, 促进学生的全面发展。”当前, 创客教育是国家大力倡导的信息技术教育应用的重要领域, 而创客教育的发展与学生创新创业能力的培养密切相关。

本文简要地回顾了我国创客运动的发展过程, 对创新能力和智力发展进行了探究, 总结了基础教育各学段学生认知发展和科学素养的特征, 在此基础上探讨了基础教育中创客教育的发展途径。

一 创客与创客文化

1 创客的前世今生

“创客 (Maker)”这个词被广泛传播要归功于美国《连线》杂志前任主编克里斯·安德森。创客是一类具有一定专门领域的知识储备和创新、实践和交流意识的人, 他们出于自己的兴趣爱好, 在一定的技术支持下将创意转变为现实^[2]。尽管“创客”作为一个专有名词被普遍接受是近年来的事, 但实际上古今中外从来不乏创客和创造精神。中华民族是一个富有创造力的民族, 从中国古代的“四大发明”到新中国成立初期农业技术的革新, 无不处处体现着广大人民的创造精神。在古代, “创客”们发明了指南针、火药、造纸术和活字印刷术, 推动了世界文明的进步, 在世界科技发展史上占有重要地位。在新中国建国初期, 面对农业生产落后的局面, 1959

年，党中央和毛泽东同志提出了争取在十年左右的时间内，基本上完成我国农业机械化的伟大号召。这个号召立即得到全党和全国人民的热切响应，一个农业技术革新和技术革命运动的高潮随之兴起。新中国的“创客”们研制了水稻收割机，大大提高了谷物收割效率，节约了人力物力。除此之外，还有越来越多的业余无线电爱好者和航模爱好者们成立俱乐部，他们不仅设计了各种实用作品，同时也创办自己的刊物，如《无线电》、《航空模型》等科普杂志，借以交流创意、分享设计原理。

在当下，“互联网+”开启了创新创业的高潮，互联网时代赋予“创客”新的思维方式和创造模式。广大创客在3D打印机、Arduino创意电子平台、创意机器人等各种创客工具和技术的支持下，制作了一系列诸如智能家居、植物工厂、机器人乐队等新奇实用的创意作品，并且通过创客制汇节（Maker Fair）以及创客联盟组织的创客赛事进行交流和分享。

2 创客文化

创客文化（Maker Culture）是基于技术的DIY文化延伸而来的亚文化，主要体现在利用电子器件、机器人、3D打印、CNC数控工具甚至更为传统的金工、木工和工艺美术，创造新的物品或弥补现存物品的不足^[3]。创客文化强调非正式的、网络化的、同伴协助的以及由趣味性和自我实现所激发的共享性学习，并且鼓励对技术的创新应用。创客们勇于尝试在诸如传统金属加工、书法、影视制作和计算机编程等不同领域之间的跨界。因此可以说，创客文化就是一种开放共享、跨界、试错和快速迭代的文化。创客社区中的交互和知识共享，通常依托于社交媒体工具形成资源库和信息共享与创意交流的交流渠道（如创客空间）。清华大学李正风教授^[4]认为，当下正在兴起的创客运动有四个文化基因，即强调共享和攻克技术难题的黑客文化、让创意变成现实的DIY文化、强调批判性的设计和创造性的跨界合作文化。

创客文化吸引了教育者的兴趣。教育者期望通过创客教育为学生提供一种创新性的、更具吸引力的学习方式，使得知识的学习与学生的实际生活和需求相关，从而激发学生的学习兴趣 and 动机。目前我国各省纷纷成立创客联盟，其目的在于为中小学提供一系列的支持，推动创客教育的发展。创客联盟应该考虑如何为更广大的教师和学生提供创客资源，包括创客设计案例、创客工具和材料、创客教师专业培训等。值得注意的是，目前社会上已经出现了很多民间发起的网上创客资源分享活动和教师研修活动。未来，随着创客联盟的发展，会有更多的社会和企业资源被整合起来，协同推进创客教育的发展。

二 智力发展与创客教育的价值

1 成功智力：分析智力、创造性智力和实践性智力

智力（Intelligence）起源于拉丁语动词“Intelligere”，指对事物的理解和感知。目前关于智力的定义还没有形成统一的认识。较有代表性的定义有：1994年，有52位研究者在《华尔街日报》发表了一篇题为《关于智力的主流科学》的文章，认为“智力是一种一般心理能力，它包括推理、计划、解决问题、抽象思维、理解复杂概念、快速学习和从体验中学习的能力。智力并不仅仅指书本学习所需要的一种狭隘的学院式技能或应试技能，而是一种广泛而深刻的感知和理解周围世界的能力”^[5]；1995年，美国心理科学协会科学董事会（The Board of Scientific Affairs of the American Psychological Association）发表研究报告《智力：已知和未知》（*Intelligence: Knowns and Unknowns*），指出“个体在理解复杂的概念，有效地适应环境，从体验中进行学习，以及进

行不同形式的推理、通过思考克服困难等方面存在着差异性，这些差异性在不同个体间可能是非常显著的，但也并非一成不变，同一个人的智力表现可能因场合和情境的不同而变化，并且评价的指标也可能不同”^[6]。

尽管对于智力的理解可能在不同的文化和语境下会有不同，但是在智力层面总有一些相同的要素决定一个人能否取得成功。斯滕伯格^{[7][8]}认为，人类个体的成功智力是由相互连接的三边关系组合的智力统合体，各边代表一种智力成分，边长因人而异，形成智力的个体差异；三种智力成分为：分析性智力、创造性智力和实践性智力，如图1所示。

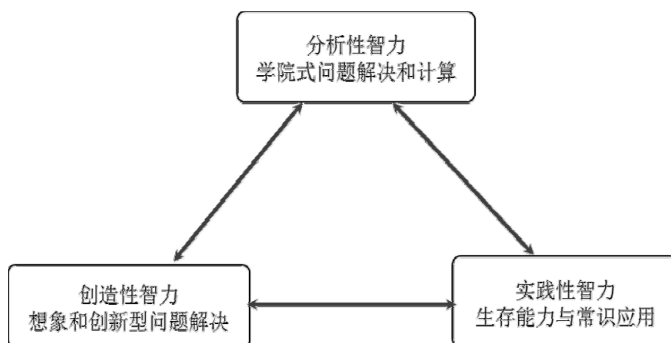


图1 斯滕伯格提出的成功智力三元理论

(1) 分析性智力又称成分智力，指对学术性问题的分辨、解决以及计算的能力。分析性智力对于分辨问题和解决问题具有重要作用。大多数学校教育中的考试所测试的就是分析性智力。

(2) 创造性智力又称经验智力，是运用已有经验解决新问题、整合不同观念所形成的创新能力。具有较高创造性智力的人比具有较低创造性智力的人能够更好地适应新的环境、解决新的问题，并且在多次解决某个问题之后能够启动自动化的问题解决程序，节约心理资源。

(3) 实践性智力又称情境智力，是在日常生活中应用学得的知识经验解决生活实际问题的能力。实践性智力主要体现在生存能力与常识的应用，人们需要根据具体的文化历史情境进行调整或改变。个体能否对于其所在的环境进行适应以满足日常需求的有效性，在一定程度上反映了实践性智力的高低。

以上所提到的分析性智力、创造性智力和实践性智力是斯滕伯格关于智力的核心论述。斯滕伯格^[9]指出，仅仅在其中一个智力成分上有突出表现并不能保证个体取得成功，成功的人士通常需要在分析性智力、创造性智力和实践性智力三个方面同时具有较高的表现。本文认为斯滕伯格的成功智力三元理论能够较好地解释和支撑创客教育的发展。

2 创客教育与成功智力

通过斯滕伯格所提出的成功智力三元理论的视角来反思目前的教育教学，我们不难发现学校教育中所强调和培养的主要是分析性智力，而对于创造性智力和实践性智力的重视还远远不够。分析性智力的具体操作流程主要有5步：首先识别和定义问题，第二形成问题解决策略，第三选取合适的资源，第四监控问题解决过程，第五评价解决方案。分析性智力孕育在分析、比较或对比、评价、解释、判断和批判时，与基于智商的技能高度相关，以解决问题的可表达、逻辑化、组织性和平衡性为典型特征。

创新能力是智力的最高形式，它超越了简单的知识回溯而进行了知识的创造。创造性智力有三个特征：创生新的想法。创客空间中的学生都有一个梦想，这个梦想实则蕴含了一个基本的想法。定义新问题。这个问题不是书本上的问题，也不是老师规定的问题，而是学生基于自身经验所发现的问题。具备推销好想法的能力。创客们所创造的很多小作品其实是他们推销想法、表达想法的一种方式，是一种看得见的、摸得着的可视化表达方式。创造性智力孕育在创造、设计、发明、想象和提出假设的过程中，需要创新、灵活、高自我效能感、毅力、对模糊的容忍和非常规的思维，以创新的作品或想法的可表达性、新颖性、迷人性和任务适配性为典型特征。

实践性智力需找到自己与环境的适应性，将知识应用于相似问题，将问题置于真实情境中。实践性智能孕育在使用技术、应用知识、实施任务、部署环境和情境化问题中，与正确应用技术或工具解决问题相关联，以提出的想法与时空条件、人力资源和材料资源等相匹配为典型特征。

从现实的学校教育来看，大部分教育活动以分学科的形式来开展，如数学、语文、英语等，到高中甚至达到十几个学科。分学科的教学在某种程度上将知识人为地割裂开来。创客教育是弥补传统分学科教育不足的有效途径之一，尤其可以对学生创造性智力和实践性智力的开发起到很好的弥补作用，如图2所示。需要注意的是，从目前我们所看到的创客空间以及学生的作品来看，大多体现在分析性智力和实践性智力层面；而在创造性智力的体现上，无论是国内还是国外都还有很大的提升空间。目前创客教育在基础教育中的推广，需要深入研究创客教育与其它学科的关系是什么？在学校教育中作为兴趣小组还是校本课程实施？是否需要与其它学科相关联？创客教育无论通过何种形式开展，其过程和方法都需要符合基础教育不同学段学生的认知和科学素养特征。

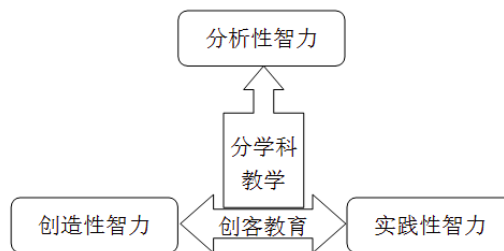


图2 创客教育是弥补“分科教学”不足的有效途径之一

三 基于学生的认知和科学素养发展特征的学习方式

创客教育的目的是为了促进学生智力尤其是创造性智力和实践性智力的全面发展，同时提高学生的科学素养。学生的发展具有一定的规律性，进而决定了不同学段创客教育方式的不同。学校创客教育的开展需要考虑各个学段学生认知发展、科学素养和数字化学习能力的需求。

1 不同学段学生认知和科学素养发展特征

认知发展心理学相关研究表明，小学生的认知以具体运算为主，到了小学高年级开始由具体运算向形式运算过渡，从小学三年级起开始出现学习兴趣的分化^[10]。因此，小学生以具体形象思维为主要形式，逐步向抽象逻辑思维过渡，只能在直接观察的基础上进行，解决很简单的问题^[11]。小学生的注意力不容易集中，他们对学习的过程、对学习的外部活动更感兴趣；随着

年级的增长，问题解决能力逐渐提高^[12]。在科学素养方面，小学生开始学习并理解科学相关的基础知识，他们对科学具有天然的兴趣与好奇心，喜欢在具体的事物中进行探究。在数字化学习能力方面，小学生具有较低的数字素养水平，对于影像、动画类数字资源有较高需求，处理和运用数字文本资源的能力较弱，信息化环境下的自控能力很差，需要学校、家庭和社会给予更多的关注。

初中生的抽象逻辑思维能力逐步形成，基于信息加工的问题解决能力趋于稳定，能够学习并理解科学相关的核心概念，具备应用科学知识描述、解释和探究周围世界的能力，初步形成社会责任感。初中阶段学生数字化学习能力有了显著提升，已经具备基本的数字化信息处理能力，可以参与较为复杂的信息化学习活动，但信息环境中的自控能力较弱。

在认知发展方面，高中生的抽象逻辑思维发展趋向成熟，学生职业偏好初步形成。在该阶段，批判性思维及分析性思维的培养是关键。在科学素养方面，通过物理、化学、生物，以及历史等自然科学和社会科学的学习，高中生初步形成对客观世界的全面了解，能开展科学探究和提出解决工程问题的方案。此外，高中生具有较强的数字化学习能力，能够灵活运用多媒体资源进行信息加工和表达，社会化交往和个性发展的需求较为强烈，但信息环境中的自控能力依然较弱。

2 基于学生认知发展和素养特征的学习方式

基础教育各学段学生的认知发展规律和科学素养特征决定了学习方式和教学方式的不同，进而决定了不同学段学校创客教育发展路径的不同，如图 3 所示。总体来讲，小学阶段创客教育应围绕“玩中学”的学习方式开展，初中阶段创客教育应以“做中学”为主，高中阶段创客教育则应强调面向真实问题的学习即“干中学”。



图 3 基于学生认知发展和素养特征的学习方式

“玩中学”的要义在于，强调学习是在玩耍时自然而然发生的过程，儿童在此过程中不仅习得基本的知识、技能和素养，而且开始对社会规则形成初步的认识和理解^[13]。维果茨基 (Vygotsky) 认为，玩耍对儿童的发展起到重要作用，在玩耍中儿童能够练习自我控制以及习得知识，发展合作等社会化行为^[14]。“玩”和“学”是在儿童日常生活中两个自然发生的活动。儿童是“玩中学”的儿童，他们对“玩”和“学”的理解使他们将“玩”和“学”进行自然的整合^[15]。因此开展创客教育时，小学生的学习方式应以“玩中学”为主。

“做中学”强调教育应“面向社会生活和儿童个人生活的实际应用”，使学习者利用已有知识思考和解决问题，并且能够在不同的情境中解决类似的问题^[16]。“做中学”思想包括两个有重要意义的原型活动：手工艺活动和科学探究活动。其中，手工艺活动重视外显的、动手的、具体的、感性的活动过程以及生成外显的、成型的活动结果，如手工艺品、绘画、模型和宣传品等；以科学探究活动为原型的“做中学”则强调内在地、反思性的、理性的思维探究过程，重视通过活动生成概念性的成果，如新的理解、思想和观念^[17]。“做中学”包括四个活动循环，即具体实践、反思性观察、思考和验证^[18]。“做中学”的模式可以提炼为：通过观察、提问、设想、动手实验、记录、表达、交流等活动，体验探究的过程，构建基础性的知识，发展思维和探究能力^[19]。

“干中学”本意是指在真实的工作场所中的学习。在高中阶段，学生的思维发展趋向成熟，职业偏好将初步形成，原有的“以书本为中心”的学习已经不能完全满足学生发展的需要。因此，高中生的学习方式应该侧重于面向真实问题和真实情境的学习，是一种“干中学”的形式。在高中开展的“干中学”应强调学习内容与实际世界和社会之间的关联，学习内容应该适度开放。

四 我国基础教育中创客教育的发展途径

基础教育阶段开展创客教育有三种形式的载体：以创客兴趣小组的形式开展基于设计的学习，这种形式强调对创造过程进行深度的体验；以信息技术课程、综合实践课或其它校本课程的形式开展基于项目的学习，这种形式强调体验创造的方法；以学科关联模块的形式开展基于体验的学习，这种形式强调建立跨学科知识之间的联结，如图4所示。

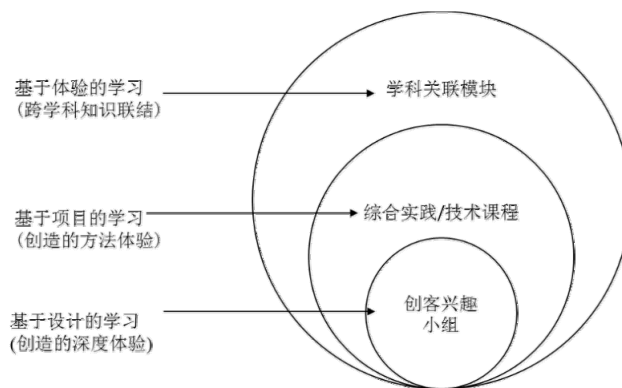


图4 创客教育的形式载体

无论是基于兴趣小组、信息技术课程或综合实践课程，还是基于学科关联模块开展的创客教育，都需要从传统的“学院式问题”转向“实践性问题”。“学院式问题”与“实践性问题”的区别如表1所示，即：前者更倾向于由教师或课本设定的、良构性的、具有唯一正确答案的问题，这些问题往往脱离学生的现实经验，对学生缺乏足够的吸引力；后者更强调学习者本人对问题进行识别和设计，通常是一些劣构性的、复杂的、需要寻找线索进行解决的问题，并且问题的解决方案也往往不止一种。此外，“实践性问题”通常已嵌入或需要日常生活经验，学生具有强烈的学习动机，能够积极投入学习活动。

表1 “学院式问题”与“实践性问题”的区别

“学院式问题”倾向于	“实践性问题”倾向于
由其他人规划好	需要问题识别和规划
被定义好	未定义好
完整	需要寻找线索
单一正确答案	多个可接受的答案
单一方法获取正确答案	多种途径解决问题
脱离现实经验	已嵌入或需要日常生活经验
很少或没有学习兴趣	有强烈动机,可以全身心投入

五 结语

本文简要回顾了创客教育在我国的发展过程,对创新能力和智力发展进行了探究,总结了基础教育各学段的学生认知发展和科学素养特征,并在此基础上探讨了基础教育各学段开展创客教育的方式和路径,主要形成了以下观点:

第一,创客教育是传统课堂教学的有效补充之一,具有促进知识学习、实践能力和创造力培养的潜在可能性。创客空间建设需与学校环境、课程和教学改革以及文化建设等相互协调。

第二,创客教育在小学、初中和高中阶段应根据学生认知发展和科学素养采用不同策略,从“玩”中学、“做”中学到基于真实情境的“干”中学可能是其分阶段的方式选择。

第三,开展创客教育的载体包括独立兴趣小组、综合实践或信息技术类特定课程以及关联学科内容模块三大类,其价值分别为创造的深度体验、创造的方法体验以及跨学科知识关联。

第四,区域创客教育的推进需要建立强有力的区域性创客支持服务体系,其服务包括设备产品信息提供、教师经验交流、设计及组织方法分享、设计与创新创造激励机制等。区域联盟是支持服务体系的典型形态。

第五,开展创客教育要充分利用互联网平台及技术,打破传统课堂、学校和区域之间固有的壁垒,让创客师生能够贡献并分享其智慧与成果,共同促进对学习者的创造力的培养。

参考文献

- [1]李小涛,高海燕等.“互联网+”背景下的 STEAM 教育到创客教育之变迁——从基于项目的学习到创新能力的培养[J].远程教育杂志,2016,(5):28-36.
- [2](美)安德森·克里斯.创客:新工业革命[M].北京:中信出版社,2012:9-23.
- [3]Wikipedia. Maker culture[OL]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Maker_culture>
- [4]李正风.如何看待中国创客文化[N].科技日报,2015-11-05(2).
- [5]Gottfredson L S. Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history, and bibliography[J]. Wall Street Journal, 1997,(12):13-15.
- [6]Neisser U, Boodoo G, Thomas J, et al. Intelligence: Knowns and unknowns[J]. American Psychologist, 1996,(2):77-101.
- [7]Sternberg R J. A triarchic view of giftedness: Theory and practice[Z]. Boston, MA: Allyn and Bacon, 1997:43-53.
- [8]Sternberg R. The theory of successful intelligence[J]. International Journal of Psychology, 2005,(2):189-202.

- [9]朱智贤,林崇德.思维发展心理学[M].北京:北京师范大学出版社,2002:183.
- [10]朱智贤.儿童心理学[M].北京:人民教育出版社,2003:165.
- [11]林崇德.发展心理学[M].北京:人民教育出版社,2008:501.
- [12]Chall S J. Stages of reading development (2nd edition) [M]. Fort Worth: Harcourt Brace College Publishers, 1996:58-59.
- [13]Whitebread D, Coltman P, Jameson H, et al. Play, cognition and self-regulation: What exactly are children learning when they learn through play?[J]. Educational and Child Psychology, 2009,(26):40-52.
- [14]Vygotsky L. S. The Role of Play in Development[J]. Mind in Society, 1978(5):92-104.
- [15]Docket S. Thinking about play, playing about thinking[Z]. Sydney: MacLennan Petty, 1999.
- [16]Dewey J. The placement of manual training in the elementary course of study[J]. Manual Training Magazine, 1901,(2):193-199.
- [17]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.
- [18]Kolb D. Experiential learning: Experience as the source of learning and development[M]. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1984:98.
- [19]赖小林,丁振源.“做中学”:作为儿童科学教育的一种形式[J].教育研究,2005,(6):89-93.

Cultivating Creativity by Scaling up Maker Education in K-12 Schools

HUANG Rong-huai^{1,2} LIU Xiao-lin^{1,2}

(1. School of Educational Technology, Beijing Normal University, Beijing, China 100875;

2. Smart Learning Institute, Beijing Normal University, Beijing, China 100875)

Abstract: Maker education is one of the effective complements for traditional teaching, which has the potential capacity in promoting students' learning in knowledge, practical ability and creativity. This paper reviewed the development of “Maker Movement” in context of China, explored the relationship between creativity and intelligent development, summarized the features of cognitive development and scientific literacy of students at different stages in elementary education, and proposed some solutions for developing maker education in elementary education. The study shown that, schools regarding elementary, junior high and senior high should promote maker education in align with the features of cognitive development and scientific literacy of students at different stages, and strategies like “learning by playing”, “learning by doing” and “learning by working” based on real learning condition were three possible solutions for each phase of elementary education.

Keywords: maker education; maker space; creativity; elementary education; approaches

作者简介:黄荣怀,北京师范大学教育信息化协同创新中心副主任、北京师范大学智慧学习研究院院长,教授,博导,研究方向为智慧学习环境、计算机支持的协作学习、智慧教育计算引擎等,邮箱为 huangrh@bnu.edu.cn.
收稿日期:2016年2月20日

编辑:宋树