

创客教育理念下的折纸课程开发与实践^{*}

傅骞 刘鹏飞

(北京师范大学 教育技术学院, 北京 100875)

【摘要】 创客教育是一种利用技术手段, 通过特定课程或活动, 以让学生从内心领悟到创新和分享学习是人生最大快乐为目标的教育理念。创客课程是创客教育的载体, 目前我国创客课程发展很快, 但存在着同质化严重、开设成本高、无法快速普及等问题。在这样的背景下, 本文引入折纸课程, 并在SCS创客教学法的帮助下以此为载体实现创客教育的目标。

【关键词】 创客课程; 折纸课程开发; SCS

【中图分类号】 G51

【文献标识码】 A

【文章编号】 2096-1510 (2017) 03-0050-05

“创客”教育源于“创客”运动, “创客”运动对改变产品生产方式产生了巨大影响, (Anderson, C., 2012) 使每一个具有创意而且能将创意变成现实的人都能成为“创客”。创客教育是创客运动在教育领域的浸入, 创客教育在我国的发展经历了从民间组织到政府支持的过程, 尤其是在近两年来, 从学校创办创客空间开设创客类课程, 到科技馆、博物馆等场馆依托丰富的资源创办创客兴趣班, 再到社会上如雨后春笋般成立的大小创客空间, 创客教育的发展非常迅猛。

一、创客教育理念综述

创客教育是什么? 不同的人有不同的理解, 以马丁尼兹为代表的西方学者认为创客教育对于学生而言是一种“基于创造的学习”或“在创造中进行学习”的学习方式, 鼓励学生利用数字化设备进行设计和制作产品, 实现“桌面生产”。我国一些学者认为创客教育是一种整合性的教育, 整合了体验式教育、基于项目的学习、创新教育以及做中学等理念, 主张学生深度参与课程

实践, 重视培养学生的创新能力、问题解决能力, 发扬中国传统的“工匠精神”(何克抗, 2016); 还有学者认为创客教育是学生对创意作品的设计、创造、开源与分享的过程(江伟硕, 2013)。关于对创客教育的理解, 东西方学者的认识有所不同, 但也存在共性的地方, 例如“应用技术”、“培养创造性”、“开源分享”和“体验快乐”都是创客教育实践者达成的共识。经过多年的创客经历和创客教育实践, 本团队认为创客教育是一种利用技术手段通过特定课程或活动, 以让学生从内心领悟到创新和分享是人生的最大快乐为目标的教育理念。

二、创客教育课程现状

任何教育的开展需要依靠一定的载体, 创客教育的载体主要包括创客课程和创客活动, 对学校实施创客教育而言, 更多的是开设创客课程。目前, 我国的创客课程主要有创意搭建、创意编程、创意电子、创意设计、创意机器人和创意表达六大类, 具体包括Scratch及扩展、App Inventor创意APP开发、开源硬件下的创意

^{*}本文系基金项目, 得到北京市教育科学“十二五”规划2015年度课题“面向北京市中小学创客教育的教学体系研究——以创意电子教育为例”(项目编号:CJA15234)资助。

电子设计、基于结构件的创意搭建、3D设计及打印、DIY开源创意机器人等。

中国的创客教育课程发展初期主要是由信息技术老师推动的,这和技术老师在中小学被边缘化的处境是密不可分的,创客教育的理念使得信息技术老师有了新的使命,他们认识到学生未来的成长和自己有着密切的关系,自己教的不仅仅是知识,还包括健康的人生观,所以他们很忘我地工作,努力地推动着创客教育的发展。但这也带来了创客教育发展的一些现实问题。

创客教育课程普及难度大。当前的创客课程对信息技术、人工智能等科技的依赖性较强,过于依赖匹配的软硬件套材,对学校的经济实力、社会资源的支持等都有较高要求(傅骞,王辞晓,2014),而成型的取材生活化、对软硬件依赖程度较低的创客课程并不是很多。

创客教育师资培养困难。创客课程和活动的开展需要专业教师,而学校教育中讲授创客课程的教师多是从传统的科学教师、信息技术教师转型而来,创新能力和跨学科整合能力参差不齐,实施创客课程也是在“摸着石头过河”,需要自己探索和经过专业培训,让教师独立开发某种创客课程更会给他们带来重要挑战。

创客教育区域发展不平衡。创客教育虽然发展迅速,但存在明显的地域差异,在教育发达地区发展较好,而在教育欠发达或教育保守地区却难以推广,这既与创客教育对技术、资源、师资等外在条件要求较高密切相关,也与“应试教育”在与“素质教育”的博弈中处于上风有很大关系。

因此,我们认为创客课程的开发不应该仅局限于对新兴技术的利用,也可以对原有技术或活动加以改造升级,开发成符合创客教育理念的课程,而折纸就充分具备开发成此类创客课程的潜力。

三、折纸课程开发现状

传统折纸可以理解作为一种简单的手工活动,属于幼儿艺术教育范畴。而现代折纸是相对于传统折纸而言的,无论从折叠用纸、折叠技巧还是折叠的作品类型都获得了极大的发展。从20世纪开始,折纸在西方国家开始成为研究数学和科学的工具,20世纪晚期,“折纸科学、数学、教育国际会议”(the International Meeting on Origami in Science, Mathematics, and Education,简称“OSME”)成立,每一届都会精选与细化主题,深入探究折纸的科学意义与教育意义,该会议的常设主题

是:折纸与数学,折纸科学、工程和技术,折纸和教育,折纸艺术和设计(Robert, J. Lang Origami, 2017)。现代折纸的发展逐渐把折纸从传统手工活动的窠臼中解放出来,“折纸数学”、“计算机折纸学”和“折纸工程学”等研究取得的成果使折纸逐渐上升到专门学术研究的高度(走进日本,2015)。

折纸在国外教育教学中应用很广泛,尤其在日本、以色列、越南、美国等这些对现代折纸的研究很深入的国家。1992年以色列开始推广折纸项目,以拓展学生包括观察技能、空间技能、逻辑思维能力等在内的学习技能,到2010年开展该项目的小学占以色列全部小学数量的2.5%,研究证明折纸确实提高了学生在TIMMS数学测试中的成绩(Golan, M., 2011);德国海德堡大学开发的MINT machen项目,其中一项内容是利用折纸发展学生的推理能力和建模能力(Winckler, M., Wolf, K., & Bock, H., 2011);James Morrow和Charlene Morrow开发出一种通过近距离观察和逆向工程设计(Close Observation and Reverse Engineering,简称“CORE”)来设计折纸模型的策略,通过对18名高中生进行试验,发现使用该策略对于提高学生对折纸的兴趣、提高学生的开放意识具有促进作用(Morrow, J. & Morrow, C., 2011)。

折纸的材料是纸张,纸张在生活中随处可见,折纸创意就是从这随处可见的纸张上产生的,一系列的折叠动作改变了纸张的刚度、形状,赋予了纸张不同的形态、功能。模拟设计建筑空间,结合纸电路设计折纸灯具,或者折叠一些用以点缀生活的折纸式笔筒、插花,这些创意都可以通过折纸实现,而且这种折叠不一定需要很高超的折叠技巧,只要掌握折叠基本技巧和折痕图的设计方法,就能够独立完成折纸创意。纸张这种小材料体现了生活的大智慧,这会强化学生的生活创新意识,将折纸带来的创新体验延伸到生活的其他方面。



图1 折纸灯具

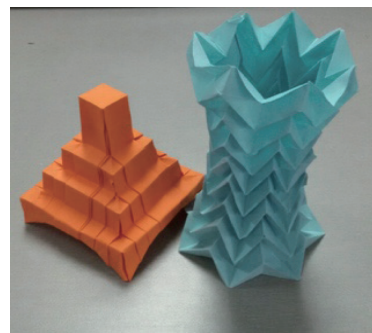


图2 折纸笔筒

将折纸开发成创客课程，所需的材料主要就是纸张，这将极大地降低课程对其他软硬件设备的依赖，对于软硬件设备条件过硬的学校，可以酌情学习用软件绘制折痕图（折叠作品在纸张平面上留下的折叠痕迹）以及对折叠作品进行喷绘打印。折纸相对于其他类型的创客课程而言，在不同发展水平的地区进行推广更具有普适性。

四、创客理念下的折纸课程开发

（一）创客课程的特征

创客教育理念下的折纸课程必须能够较好地实现创客教育目标，所以笔者认为必须具备以下几方面特征：

1. 以分享和创新为核心。

折纸创客课程以“创新”与“分享”为核心目标，在折纸过程中生成创新的产品，培养学生解决问题的创新思维，体验创造与成功的喜悦，以开放的心态分享自己的创意成果。

2. 内容选择必须有吸引力。

折纸（或者是折叠元素）在生活中的应用非常广泛，例如折叠在缓冲结构、展开式结构、空间设计等工程上的应用以及在家居设计、服装设计上的应用，用这些真实的实用性案例让学生建立折纸与真实社会的联系，直接激发学生的积极性和创造热情，发展用折叠解决生活中的一些问题的创新能力。

3. 内容组织体现跨学科性。

折纸逐渐成为一门专门的学问，并与数学、科学、工程、技术和艺术诸多学科产生密切的联系。在折纸课程的内容组织中应充分体现这种跨学科整合的特点，这种跨学科整合并非各学科的“简单拼盘”，而是融合在同一个任务中。例如在模拟折叠太阳能电池板的任务中，需要掌握纸张的N等分（N为奇数）的方法，能正确画出折痕图，能理解折叠体现的铰链式结构，并能对折叠在航天工程的应用产生强烈的情感体验。

4. 创新设计体现开放性。

折纸教学中非常重要的一条原则就是“不批判学生创作的对与错”（Golan M., 2011），应该对学生的创意折叠持开放的态度。模拟折叠的简单任务是最基本的，在此基础上可以进行多种形式的创意发挥，创新设计不拘泥于折叠形式和应用情境，

只要学生能对自己创新的作品进行恰当的创意解读与分享就可以。

5. 任务执行体现协同性。

协同性主要体现在两方面：一是在初步学习折叠技法时，提前掌握方法的同学可以帮助还未掌握方法的同学；二是学生组成合作小组，共同完成某一创意作品的创造和分享。在设计折叠较复杂、较大型和组组合式折纸时，同学间的协同合作尤其重要。

在具体的课程内容设置中，要根据不同的主题确定课程单元，每个主题下提供2—3个简单任务，简单任务能恰当体现折纸所蕴含的知识与技能，在学生完成简单任务后引导学生对简单任务进行迁移和拓展，让学生能根据设定的情景进行创意折叠。

（二）《小空间里的大个头》教学案例

1.《小空间里的大个头》教学流程。

为了实现上面的目标，本文采用了SCS创客教学法（傅骞，2015），其主要流程如下：

1) 情境故事引入 (Story)：通过与折叠主题相关的问题情境或者直观的折纸作品欣赏，吸引学生投入到折纸课程中；

2) 简单任务模仿 (Copy)：以教学视频或者播放图片式教程的形式直观教学，学生模仿折叠简单任务，学习基本的折叠技巧；

3) 知识技能讲解 (State)：解释折纸所体现的数理知识、科学原理或折叠技巧，或者探究发现折纸隐藏的一些规律；

4) 拓展任务模仿 (Copy extended)：这是对“简单任务”的拓展，不仅可以巩固简单任务所学的折叠技巧，内化折纸体现的知识性养分，而且可以适当地发挥自己的想象力，生成一个相对完善的折纸作品；

5) 创新激发引导 (Stimulate)：教师提供二至三个创新的案例或创新点，为学生的创新思维提供参考，同时极大地鼓励学生发散思维说出自己的构想，为下一步创意作品的制作提供灵感；

6) 协同任务完成 (Cooperate)：组织学生结成学习小组，共同习得某项折叠操作，共同完成某项创意折纸作品的设计、制作、难点解决和作品改进；

7) 成功作品分享 (Share)：学生分享自己的创意作品，交流自己在课程中的收获与感受。学生在交流分享中感受到创造的快乐，升华自己对折纸的成功体验，还能在同伴交流中提升自己的社会交往能力，这是体

现创客教育“分享精神”的重要环节。

2.《小空间里的大个头》教学目标。

下面将以《小空间里的大个头》为例具体分析SCS教学法在折纸课程中的应用。本节课将通过“立方体旋转式”的折叠任务模拟航天工程中太阳能电池板的折叠，其教学目标是：

1) 知识目标：了解刚性折叠的特性及应用，理解数学平面图形的中心对称，能估算不同折叠方法获得的作品的体积与面积比例关系；

2) 能力目标：掌握折痕图的绘制方法，探究发现其他形状的旋转式折纸的折法，发展折纸的工程设计思维，综合考虑多方面因素寻找解决问题的最优解；

3) 情感目标：积极主动地参与到课程活动中，感受折纸在科技与工程领域的重要作用，在活动中积极合作交流，体会折纸的乐趣，相信自己有能力利用折纸解决问题和实现创意。

3.《小空间里的大个头》教与学实施过程。

1) 情境故事引入：通过询问“飞行器负重飞向太空的成本”问题引发学生的兴趣和学习动机，引发学生对解决太阳能电池板带入太空的问题进行积极讨论和意见发布，然后观看视频了解美国杨百翰大学的工程师是如何利用折叠解决这一负载难题的。由学生感兴趣的充满强烈科技感和现代气息的航空问题导入，吸引学生的兴趣，为探索用旋转式折纸模拟折叠式太阳能电池板的活动做铺垫。

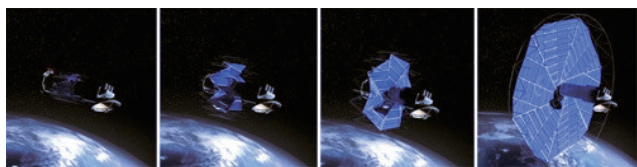


图3 折叠式太阳能电池板

2) 简单任务模仿：结合教学PPT和视频教程，呈现简单任务的折叠方法，指导学生在一张正方形纸张画出 5×5 规格的正方形方格，在方格上画出有序的折痕图，根据折痕图的山线谷线进行折叠，折叠出一个简易的旋转式小立方块。通过直观教学以及简单任务模仿，降低学生的认知负荷，循序渐进学习。（这个任务是在已经学过利用芳贺定理对正方形边长进行N等分基础上进行的。）

3) 知识技能讲解：由简单任务认识折痕图，以

探究活动的形式认识旋转式折纸的折痕图所蕴含的几何特征：①折出的小正方形方格满足 $n \times n$ 规格， n 是大于3的奇数；②折痕山谷相间；③完整的折痕图呈中心对称；④忽略折纸厚度，理论上 n 越大，折纸的体积与面积比存在 $1/n^2:1$ 的关系。在纸张成型过程中，发现立方体四部分以正中心的正方形为轴自动旋转成型，而且在折痕稳定的情况下一折成型。

4) 拓展任务模仿：发布拓展任务，让学生独立折叠进阶版的旋转式折纸，在正方形纸张上画出 7×7 规格的正方形方框，画出折痕图，根据折痕图折叠出比简单任务旋转收拢效果更好的折叠作品。

5) 创新激发引导：引导学生积极思考和描述旋转式折纸可以应用的生活情境或可以启发解决的科技/工程上的难题。可以提供一两个案例，例如可以制作旋转的纸螺旋玩具，可以用于改进雨伞伞面的折叠方式等，为学生的发散性思维提供导向。

6) 协同任务完成：组织学生进行小组合作，确定创新的主题，设计折叠方法，绘制折痕图，并折叠出创新作品。

7) 成功作品分享：让学生依次分享自己的作品，交流学习和创作过程中的心得体会，例如创意作品的立意、可迁移应用的情景、创作过程中遇到的难题、自己的收获等。

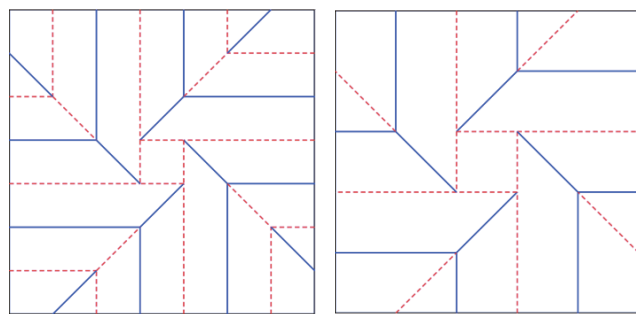


图4 5×5 规格折痕图

图5 7×7 规格折痕图

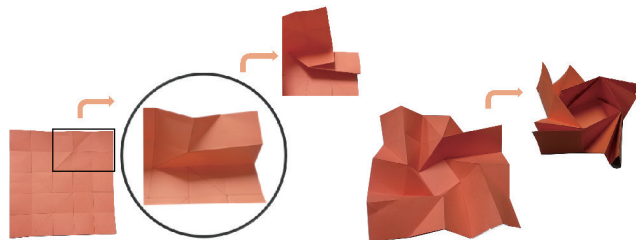


图6 简单任务主要折叠操作示意图 图7 简单任务效果图

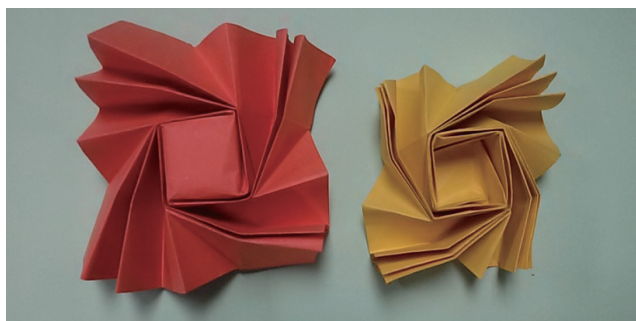


图8 7×7规格作品效果图

经教学实践检验,SCS创客教学法能很好地整合折纸所涉及的学科知识与折叠技巧,能较好地体现折叠任务的进阶发展,能充分发挥学生的创造力与问题解决能力,是一个包容性很强的折纸教学模型,能很好地弥补传统折纸教学的不足。

五、总结

创客课程是实施创客教育的重要载体,也是影响创客教育是否可持续发展的关键因素。创客教育要培养具有创造性的人才,而创造是开放性、包容性的,不应该被一些条条框框所束缚。因此,创客课程也应该具备开放性、包容性和可发展性。将折纸开发成创客课程,不仅可以拓宽创客课程的类型,从创客的视角认识和挖掘现代折纸的创造性价值,而且可以降低教育成本,在更广泛地区推广折纸课程,助力实现创客教育的普及。

参考文献

[1]Anderson, C. Makers: The New Industrial Revolution[M].NY: Crown Business,2012.

[2]何克抗.论创客教育与创新教育[J].教育研究,2016,(4):12-24+40.

[3]江伟硕.漫谈:课堂里的机器人(二)——创客文化与机器人教育[J].中国信息技术教育,2013,(Z1):33-36.

[4]傅骞,王辞晓.当创客遇上STEAM教育[J].现代教育技术,2014,(10):37-42.

[5]Robert, J. Lang Origami. Origami Conferences[DB/OL]. [2017-01-04]. <http://www.langorigami.com/article/origami-conferences>.

[6]走进日本.诞生于“Origami”的世界技术革新[DB/OL]. 2015-07-28 [2017-01-04].<http://www.nippon.com/cn/currents/d00161/>.

[7]Golan, M. Origametrica and the van Hiele theory of teaching geometry[A]. Origami 5: Fifth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education[C]. AK Peters Limited. 2011,141-150.

[8]Winckler, M., Wolf, K., & Bock, H. Hands-On Geometry with Origami[A]. Origami 5: Fifth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education[C]. AK Peters Limited. 2011,219-231.

[9]Morrow, J. Morrow, C. Close Observation and Reverse Engineering of Origami Models[A]. Origami 5: Fifth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education[C]. AK Peters Limited. 2011,189-203.

[10]Golan, M. Origametrica and the van Hiele theory of teaching geometry[A]. Origami 5: Fifth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education[C]. AK Peters Limited. 2011,141-150.

[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.

作者简介

傅骞,博士,北京师范大学教育学部副教授。研究方向:物联网技术及教育应用、创客教育支持生态建设。

刘鹏飞,北京师范大学教育学部科学与技术教育专业在读研究生。研究方向:数字化科普。

Toward An Origami Curriculum Based on Maker Education

Fu Qian and Liu Pengfei

(School of Educational Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Maker education is a new concept in education context. Through corresponding curriculums consisted of special courses and activities with technical measures, students are expected to comprehend the idea of innovation and the joy of hands-on learning and sharing. At present, the curriculums based on maker education are tried out in many schools rapid, but some problems could not be neglected, such as high homogeneity, high cost and slow expansion. In this context, this paper intends to focus on origami curriculum, and thus to explore a SCS teaching model to fulfill the potential of maker education.

Key words: curriculums based on maker education; the development of origami curriculum; SCS