

基于数字布鲁姆的创客教育课程设计——以“智慧交通”课程为例

Curriculum Design of Maker Education Based upon Bloom's Digital Taxonomy

- A Case Study of the “Intelligent Transportation” Curriculum

沈灵亮^{*}，仲娇娇，王永玲，郑东芳
华东师范大学 教育学部教育信息技术学系
^{*} sllecnu@126.com

【摘要】 创客教育主要依托的技术之一就是物理计算和互动媒体技术。数字布鲁姆作为信息技术工具的图示化表达，使工具使用更加符合教育教学目标。基于数字布鲁姆，创客教育的目标、方向以及实施过程更加明晰。本文提出了适用于创客教育的数字布鲁姆，在此基础上提出创客教育的学习模型，并在综合考虑创客课程的课程内容、课程理念、课程实施、技术支持和课程评价之后，基于无人驾驶案例，提出了创客课程的一种设计模式，并综合相关理论，对该模式的相关特点进行了分析，还提出一种基于数字布鲁姆的学习活动设计，以期为基于数字布鲁姆的创客教育课程设计研究提供借鉴。

【关键字】 创客教育；数字布鲁姆；课程设计

Abstract: One of technologies that Maker education mainly relies on is physical computing and interactive media technology. As visual expression of information technology tools, Bloom's digital taxonomy makes the use of tools be in line with education goals. Based upon Bloom's digital taxonomy, Maker education has more clear goal, direction and implementation process. This paper puts forward Bloom's digital taxonomy and learning model that are suitable for Maker Education. Finally, we propose a design model of Maker curriculum, analyze the relevant features and put forward the learning activities based upon Bloom's digital taxonomy. In order to provide a reference for the design research of Maker education curriculum based on Bloom's digital taxonomy.

Keywords: Maker education, Bloom's digital taxonomy, Curriculum design

1. 引言

伴随着互联网热潮、3D 打印、开源硬件等技术的发展，创客教育正在掀起一股席卷全球的教育变革浪潮。美国地平线 2014 年报告指出，未来三到五年内，美国高校学生有从知识消费者转变为创造者的趋势，而创客教育在这一转变中将会起到非常重要的作用（Johnson, Becker, Estrada, & Freeman, 2014）。自“新车间”创客空间在上海落户，创客运动在国内迅速发展，也点燃了创新教育的热潮（祝智庭和雒亮，2015）。创客教育融合了创新教育的理念，注重培养学生的创新意识和创造能力。然而，创客教育的发展还面临很多问题和挑战，其中最突出的是还没有系统的教学模式（黄兆信、赵国靖和洪玉管，2015），还尚未形成系统、成熟、具体、有全面推广价值的学校创客教育教学内容与方法体系（郑燕林，2015）。因此深入推进创客教育还需要较长时间的探索和研究。笔者通过文献综述和梳理，参照“智慧交通——无人驾驶小车”课程设计模型，提出了适用于创客教育的数字布鲁姆，在此基础上提出创客教育的学习模型；此外还提出一种创客教育课程模式以及基于数字布鲁姆的学习活动设计，期望能够为创客教育的发展添砖加瓦，提供可借鉴的意见和参考。

2. 研究综述

Wu, Y.-T., Chang, M., Li, B., Chan, T.-W., Kong, S. C., Lin, H.-C.-K., Chu, H.-C., Jan, M., Lee, M.-H., Dong, Y., Tse, K. H., Wong, T. L., & Li, P. (Eds.). (2016). *Conference Proceedings of the 20th Global Chinese Conference on Computers in Education 2016*. Hong Kong: The Hong Kong Institute of Education.

创客教育方兴未艾，不同学者从不同角度对创客教育进行了概念界定和说明，其中包含强调创客教育的过程性（Maker Education Initiative，2014）、整合性（祝智庭和孙妍研，2015）、普适性（祝智庭等，2015）、创造性（郑燕林和李卢一，2014）、层次性（郑燕林，2015）等特性的创客教育定义；也包含强调创客教育模式化（杨现民和李冀红，2015）、综合化（吴俊杰，2015）、规范化和课程化（傅骞和王辞晓，2014）等的界定；总的来说，不同的观点来自于不同的视角，但是落脚点都是围绕着“创新”一词，其创客教育理念都是相通的。

创客教育建立在项目学习、做中学等理论和信息技术教育的基础上，旨在培养学生的创新实践能力（黄兆信等，2015）。王旭卿（2015）提出创客教育模式要综合考虑基本理念、教学目标、教学内容、教学策略、评价方法和学习环境六个方面。杨现民等（2015）认为创客教育的实践框架需要从环境、课程、学习、文化、教师队伍、计划等多个方面协同推进。综合以上文献可以看出，对于创客教育模式的探析主要侧重于教育要素层面的分析，包括理念、环境、师生、内容等方面，而缺少具体的对于课程设计的模式研究。

骆怡（2015）认为创客教学必须给学习者提供必要的脚手架支持，鼓励学生首先通过 Scratch 编程软件进行趣味编程，逐渐发展为趣味创造。而在创客教学中，往往需要选择在现实生活中能反映知识的真实情景。情境需能为学习提供目的和动机，能提供可以被持续探索的复杂的学习环境（Reeves & Reeves，1997；Honebein, Duffy, & Fishman, 1993）。除了需要创造真实情境之外，还需要给学生提供适当的支架。支架通过在适当的时间内提供适量的支持来帮助学生提高技能（Pressley, Gaskins, Solic, & Collins, 2006），Kali 和 Linn（2008）为搭建支架以支持科学探究提出了四个元设计准则：使科学易理解，思维可视化，让学生互相学习以及促进自主学习。数字布鲁姆作为一个信息化工具集合图示，学生们可以选择其中的工具自主开展学习，同时，信息化工具在一定程度上可以使学生的思维可视化。

创客教育同时也是一种探究性学习。当学生通过科学探究积极参与到学习过程中时，要比用更消极的或接受性的教学策略，更能增加学生的概念理解（Minner, Legy, & Century, 2010）。关于创客教育的探究性学习的问题可以是把真实情景用相应的方式还原出来，也可以根据相应的问题进行设计和开发研究。设计与开发研究的问题通常源于现实生活中遇到的问题（Richey & Klein, 2014）。在这个层面来说，创客教育的教学设计需要灵活变通，便于学生们理解与探究。以此同时，布鲁姆的教育目标有“识记、理解、应用、分析、评价、创建”6 个层次（Anderson, Krathwohl, & Bloom, 2001），而创客教育如果需要达到创新这个标准，则就要达到布鲁姆教育目标的创建层次，也即最高层次。

目前关于创客教育的研究主要集中于理论层面的论述和述评，包括了创客教育概念、理念、模式等方面，而对于创客教育如何实施以及创客教育课程如何开发的研究并不多。创客教育实践以创客空间为主要阵地，但在创客空间发展还不成熟的情况下，课堂创客教学实施模式应当是当前创客教育研究的重要方向。但创客教育刚刚起步，缺乏固定的教学设计模式，而创客教育在正式教学实践中需要课程的支撑。

3. 数字布鲁姆

随着信息技术的不断发展，E-learning 越来越普及，布鲁姆教学目标可以解释很多传统课堂的教学实践，但是却解释不了新技术及其支持下的学习过程和行为。因此 Churches（2009）在 Anderson 修订的学习目标分类基础上，增加了数字时代认知领域学习目标可能出现的行为。美国教育研究者 Michael Fisher（2009）根据这一数字化分类，采用英国学习和绩效技术中心网站选出的“可用于学习的 25 个工具”来作为其“数字布鲁姆”的工具推荐，即数字布鲁姆的图示版；同样 Samantha Penney（2010）设计出“布鲁姆数字分类金字塔”；而在中国，陈丹和祝智庭（2011）最早提出中国版的“数字布鲁姆”，并尝试将其有效应用，指导和协助学习活动

的设计。而目前，还未提出针对创客教育的数字布鲁姆，本研究在原先各个版本数字布鲁姆的基础上综合考虑适用于创客教育的软件工具以及平台，提出了如下表 1 所示的适用于创客教育的数字布鲁姆。

表 4 基于创客教育的数字布鲁姆

层次	关键行为 (Churches, 2009)	可能进行的学习活动	典型工具举例
识记	再认、回忆；列出要点；高亮显示；添加书签/收藏夹；加入社会网络；添加社会书签；搜索/“百度一下”	背诵、下定义、列表、模仿、标记书签、社会网络、基本搜索	Google 搜索、chrome、优酷、visuword、Creatly
理解	解释、举例、分类、概要、推论、比较、说明；高级搜索和布尔搜索；发表博客日志；进行归类和添加标签；发表评论和注解；订阅	总结、搜集、阐释、罗列要点、高级搜索和布尔搜索、发表博客日志、分类、订阅	TED 演讲、思维导图工具、新浪微博、OneNote
应用	执行、实施；运行和操作；玩（教育游戏）；上传和共享；修改；编辑	编辑、游戏、展示、演示、图解	在线学习平台、QQ、微信、PPT、Fritzing、AUTODESK 123D CIRCUITS
分析	区分、组织、归属集成/糅合；建立链接；反编译；破解	调查、关系思维导图、画图、电子表格	思维导图工具软件、Scratch、exploretree
评价	核查、评判；对博客/视频博客进行评论和反思；发帖；仲裁；协作和建立网络；测试；验证	报告、评价、调查、下结论、合作、建立社交网络	在线学习平台、ArduBlock（测试、验证）、新浪博客、moodle、BBS
创新	生成、计划、产生；编程；制作、混合和再混合视频、动画、影视播客和播客；指导和制作；发布作品	展示、编程、做项目、开发新功能、建模、画图	Arduino IDE、SolidWorks、123D Design、3ds MAX、SketchUp、prezi 等展示工具

4. 基于数字布鲁姆的创客教育学习模型

在创客教育的探究性学习中，学生们先从多个途径获取信息和知识，然后通过一系列学习活动和充分利用适当的学习工具处理信息、理解知识、应用知识和获取技能以深化对知识的理解，并且学会分析和评价学习过程和结果，分享个人所得和体会，最后充分利用所学知识以一种创新的方式解决新的问题。而在这个过程中，学习者需要一些学习工具来支持他们的学习活动，结合创客教育的数字布鲁姆可能发生的数字化学习活动和可用的学习工具，我们可以构建基于数字布鲁姆的创客教育学习模型。

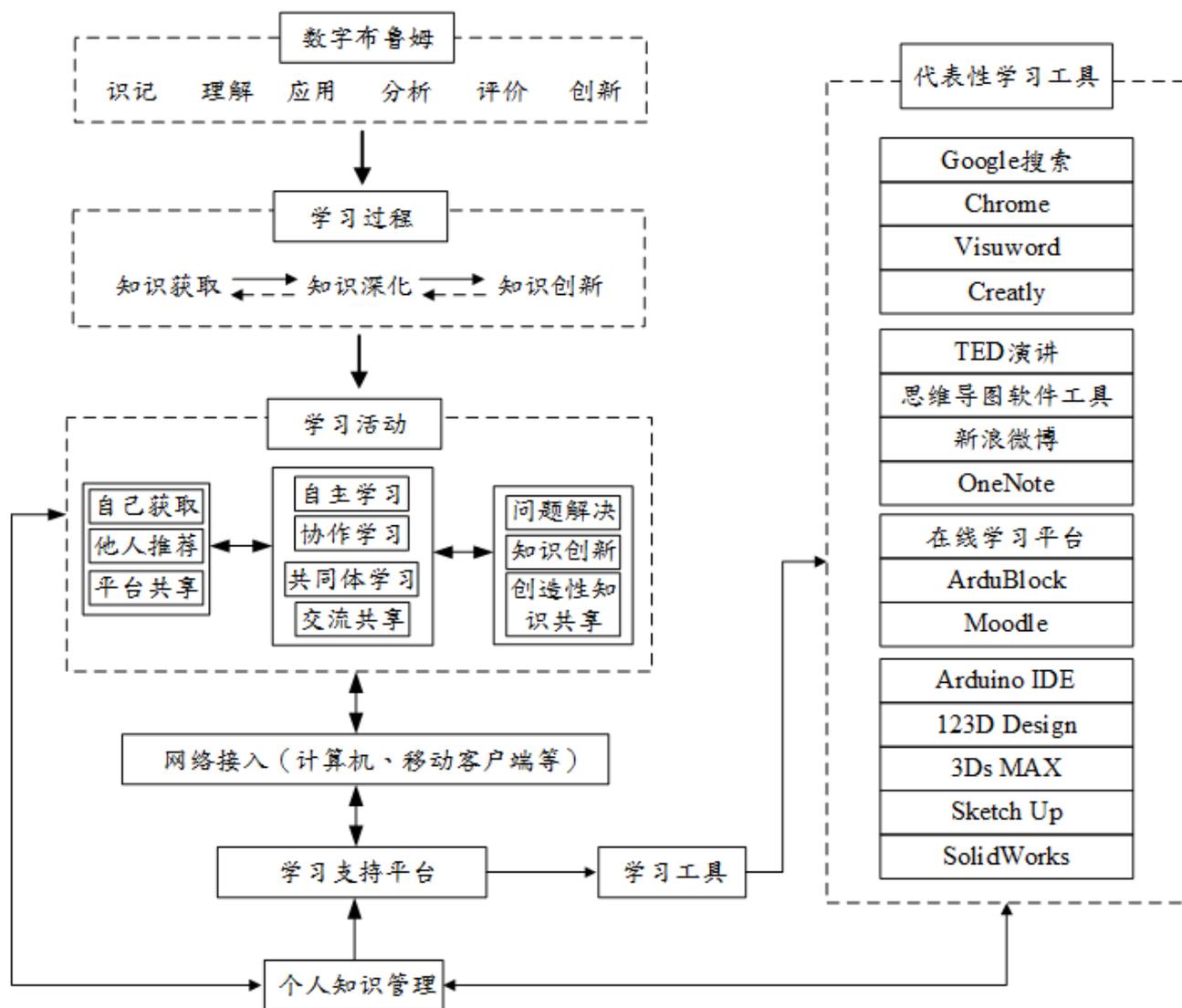


图 1 基于数字布鲁姆的创客教育学习模型

5. 创客课程设计

5.1. 课程设计模型

“智慧交通——无人驾驶小车”课程，是以创客教育理念为引领，以 3D 打印、开源软硬件等技术平台为支撑，围绕“教学设计”核心要素所设计的。

纵观“智慧交通——无人驾驶小车”课程设计内容，可以发现课程的设计思想始终围绕创客教育理念，采用了 3D 打印、开源硬件等创客教育的技术支撑平台，进行以培养创新能力为目标的教学设计。教学设计着重实施与评价两个环节的互联互通，通过基于项目、基于任务、基于 DIY 设计的过程性策略，采用过程性、总结性相结合的多元化评价方式。由此，笔者设计了如表 2 的创客教育课程设计模型。

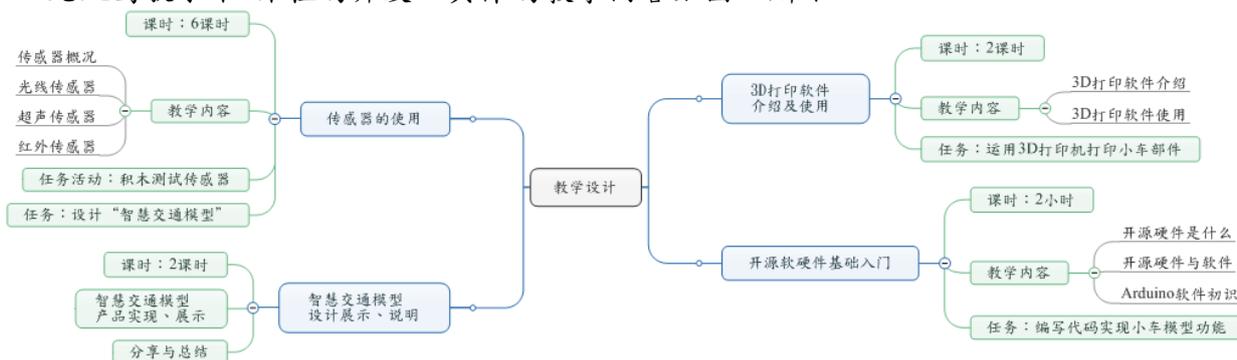
该模型体现了创客课程设计的四个要素即课程理念，技术支持（3D 打印、开源软硬件），课程实施与课程评价，具体内容如表 2 所示。根据不同的教学内容，可以进行适当的变化和延展。该模型希望能为创客教育课程的设计与开发提供借鉴和参考。

表 5 创客教育课程设计模型

课程要素	课程内容
课程理念	“做中学”、“建构主义”“体验学习”
技术支持	3D 打印、开源软硬件

5.2. 课程开发模式一

笔者围绕基于数字布鲁姆的创客教育学习模型和创客教育课程设计模型，进行“智慧交通——无人驾驶小车”课程的开发，具体的教学内容如图 2 所示。



本课程主要分四大模块进行，分别是开源软硬件基础入门、3D 打印软件介绍、传感器的应用、“智慧城市”创意作品分享交流。其中一种教学设计的方案分为七个子模块进行，不同的模块可能根据不同的教学内容有所取舍。下面分别简要介绍这七个子模块：

5.2.1. 教学目标

教学目标是教学活动实施的方向和预期达成的结果，是一切教学活动的出发点和最终归宿。清晰明确的教学目标有助于学生明确学习任务，也可以作为检验自己学习效果的参考标准。本课程当中的教学目标按照三维教学目标当中的知识技能目标进行设计，可落实，可实现。比如在“Arduino 软件初识”部分的教学目标为：（1）知道 Arduino 是什么，并了解它的功能用处；（2）能够进行下载安装 Arduino 软件，并认识和操作认识 Arduino IDE 编程环节界面；（3）完成 IED 闪烁灯的代码编写，并实现使用 Arduino 控制一个外部 LED 的闪烁；（4）掌握 Arduino 软件的代码编写，熟悉环境，运用编程知识尝试编写小车模型功能的代码。不同教学内容模块的教学目标不尽相同。

5.2.2. 教学重难点

教学重难点的说明对学生来说是一个指导，其包括学生必须掌握的基础知识与技能和不易理解或掌握的技能方法等，可以帮助学生有计划的安排学习活动，有侧重的进行学习。

5.2.3. 课程导入

即课堂的导入环节，也是课堂教学成功与否的关键，富有启发性的导入环节，可以有效激发学生的学习兴趣 and 求知欲望。本课程常使用的导入有：情境创设，图片、视频等资料的刺激，头脑风暴等。比如在“开源硬件”学习部分，为同学们展现“开源硬件与编程”的小视频，充分调动学生的好奇心和积极性，鼓励同学们积极探索和研究开源硬件的趣味妙用。

5.2.4. “跟我学”

在学生投入“做中学”的实践之前，有一些必备的基础知识是需要向他们介绍的，我们将其统一的放在“跟我学”环节，通过多种资源以及丰富的教学方法讲授课程先验知识。在这一学习过程中，可先为学生提供合适的脚手架，在学生掌握某项技术技能之后再撤去该支架。脚手架可以包括材料的阅读、案例解析与模仿等。

5.2.5. DIY

在前面的理论和技术基础之上，激发学生的想象力，根据各自不同小组的阶段性的任务需求，完成自己的个性化设计。比如在 3D 打印模块，让学生们自主的去设计小车外壳，可以将自己的奇思妙想通过建模表现出来；又比如在设计实现小车功能的部分，可以运用多种传感器的知识设计出功能各异的小车，并且根据不同的造型，完成个性化的创意小车模型。

5.2.6. 分享交流

在每节课程中，都会安排各小组讨论交流的环节，交流内容多样化，可以是本节课的反思感悟、也可以是本节课的DIY成品展示等。分享交流一方面对于学习过程和成果分享展示，另一方面也是评价的重要手段，可以在分享交流过程中通过同伴互评、小组评价、个人评价对小组作品进行评价，对创作过程进行反思。

5.2.7. 拓展提升

在课程最后，可以向学生提供一些课外知识，提出更高的学习要求，以开阔学生视野、提高学生的动手实践能力和创新能力。拓展提升面向于更高阶的能力要求，对学习者的自主性、主动性的要求较高，同时也对问题解决、合作探究提出了挑战，可以鼓励同学们将课外拓展完成的作品带到课堂中进行展示分享，取长补短，实现启发性学习。

5.3. 课程开发模式二：学习活动设计

除了上述分为7个模块的教学设计方案之外，还可以设计基于数字布鲁姆的学习活动。本文以传感器的应用为例，本研究设计了以下学习活动。

5.3.1. 活动分析

本学习活动选取的课程内容对象为《智慧交通——无人驾驶小车》课程中的“传感器应用”。

课程内容分析。本模块共有三小节，分别是“超声波传感器的应用”、“红外传感器的应用”和“光线传感器的应用”。本模块的重点为传感器的应用，难点为编程实现相应功能。

学习目标分析。本模块需要学生熟识各种类型的传感器和传感器运行的一些关键代码；练习编写代码能力；反思和展望Arduino的应用。

学习者特征分析。中学生已经具有一定的探究学习能力，创新能力也较强，经过开源软硬件基础入门的学习之后，已有相应的基础。对本模块涉及的现实情境较熟悉，但是对于传感器的使用还不了解，编程能力也不高。

5.3.2. 活动设计

根据上述的学习目标和学习者特征分析，设计出6个学习活动，使用“数字布鲁姆”推荐工具辅助学习。总时间为6个课时（每课时45分钟）。活动具体内容见表3。

表 6 基于数字布鲁姆的学习活动设计

序号	活动要求及描述	时间	学习成果
活动一	(1) 教师向学生介绍本模块的几个活动任务。 (2) 学生分为4个小组，每个小组4人。尽量按照先验知识的掌握情况来分组，每组推选出一个组长	1课时	了解本章节的活动任务；形成小组并推选组长。
活动二	(1) 教师对Arduino及传感器的重点部分进行简要讲解，特别强调使用Arduino IDE和ArduBlock进行编程。 (2) 学生运用网页浏览器和搜索引擎搜索Arduino及传感器相关的素材。需强调只阅读文本和图片素材，视频素材只保存链接。利用在线学习平台（华东师范大学在线学习平台）分享搜索到的文本、图片和素材网址； (3) 阅读素材的同时，随时通过在线学习平台记录学习的感触、理解和总结。要求至少写2个不少于30字的评论。 (4) 查看其他同学的分享和评论，同时与同学交流。	1课时 +课后	Arduino及传感器相关的文档、图片和素材链接上传到在线学习平台；2篇不少于30字的评论。
活动三	(1) 教师示范整体的无人驾驶小车案例，讲解超声波传感器的实现代码并用Arduino IDE编程演示； (2) 学生通过搜索引擎、学习平台以及观看教师演示进行学习，设计一个应用超声波传感器的例子，并编程实现；	1课时 +课后	超声波传感器应用的设计方案以及编程实现；短

	(3) 学生在课后写出设计方案并录制短视频，上传至在线学习平台。查阅其他小组的方案和视频，提出意见。		视频；意见
活动四	(1) 教师讲解光线传感器的实现代码并用 Arduino IDE 编程演示； (2) 学生通过搜索引擎、学习平台以及观看教师演示进行学习，设计一个应用光线传感器的例子，并编程实现； (3) 学生在课后写出设计方案并录制短视频，上传至在线学习平台。查阅其他小组的方案和视频，提出意见。	1 课时 +课后	光线传感器应用的设计方案以及编程实现；短视频；意见
活动五	(1) 教师讲解红外线传感器的实现代码并用 Arduino IDE 编程演示； (2) 学生通过搜索引擎、学习平台以及观看教师演示进行学习，设计一个应用光线传感器的例子，并编程实现； (3) 学生在课后完成同时利用超声波传感器，光线传感器及红外传感器的产品设计以及实现，并写出设计方案。	1 课时 +课后	红外线传感器应用的编程实现；整体产品的设计以及实现
活动六	(1) 学生展示成果； (2) 教师点评，给出反馈意见。	1 课时	成品以及视频

6. 结语

基于 3D 打印技术等前沿科技技术的创客教育有着建构主义理论的强大支持，对培养学生的 STEAM 素养和创新实践能力有着独到的作用。而在教育理念以及教学环境变化的变革浪潮下，教育工作者需要对创客教育课程的模式进行探索，真正做到面向 STEAM 教育的创客教育。在教育实践中需要不断积累教育改革的经验，提高创客教育课程模式的有效性和可行性，并为课程开发提供新的思路和新的经验。本文提出了适用于创客教育的数字布鲁姆，在此基础上提出创客教育的学习模型，基于无人驾驶案例，提出了创客课程的一种设计模式，并综合相关理论，对该模式的相关特点进行了分析，能够初步满足创客教育课程开发和设计的需要，而做到创客教育和 STEAM 教育的完美融合，还有很长的路要走。

鸣谢

感谢《创客教育与 3D 打印应用的研究》研究生课程的主讲老师吴永和博士和助教刘晓丹的指导，并本论文得到“基于教育大数据的学习分析教育应用创新研究”(项目号：14PJC034)和“面向移动互联网的自主学习系统研制及应用示范”(项目号：14511109300)的支持。

参考文献

- 王旭卿 (2015)。面向 STEM 教育的创客教育模式研究。《中国电化教育》，8，36-41。
- 李卢一和郑燕林 (2015)。美国社区创客教育的载体——社区创客空间的发展动力，功用与应用。《开放教育研究》，21 (5)，41-48。
- 祝智庭和雒亮 (2015)。从创客运动到创客教育：培植众创文化。《电化教育研究》，7，5-13。
- 祝智庭和孙妍妍 (2015)。创客教育：信息技术使能的创新教育实践场。《中国电化教育》，1，14-21。
- 郑燕林 (2015)。美国高校实施创客教育的路径分析。《开放教育研究》，3，21-29。
- 郑燕林和李卢一 (2014)。技术支持的基于创造的学习--美国中小学创客教育的内涵，特征与实施路径。《开放教育研究》，20 (6)，42-49。

- Wu, Y.-T., Chang, M., Li, B., Chan, T.-W., Kong, S. C., Lin, H.-C.-K., Chu, H.-C., Jan, M., Lee, M.-H., Dong, Y., Tse, K. H., Wong, T. L., & Li, P. (Eds.). (2016). *Conference Proceedings of the 20th Global Chinese Conference on Computers in Education 2016*. Hong Kong: The Hong Kong Institute of Education.
- 骆怡 (2015)。我的基于 stem 的创客教育实践。《*中小学信息技术教育*》，6，57-58。
- 黄兆信、赵国靖和洪玉管 (2015)。高校创客教育发展模式探析。《*高等工程教育研究*》，4，007。
- 傅骞和王辞晓 (2014)。当创客遇上 STEAM 教育。《*现代教育技术*》，10，37-42。
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Allyn & Bacon.
- Churches, A. (2009). *Bloom's digital taxonomy*. Retrieved October, 30, 2012.
- Honebein, P. C., Duffy, T. M., & Fishman, B. J. (1993). Constructivism and the design of learning environments: Context and authentic activities for learning. *In Designing environments for constructive learning*, 87-108. Springer Berlin Heidelberg.
- Johnson, L., Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). *Horizon Report: 2014 Higher Education*.
- Kali, Y., & Linn, M. C. (2008). Technology-enhanced support strategies for inquiry learning. *Handbook of research on educational communications and technology*, 145-161.
- MEI (2015). *2012 -2013 Program Report*. Retrieved 08,06,2015, from <http://makered.org/about-us/reports/>.
- Fisher, M. (2009). *A Visual Representation of Bloom's Taxonomic Hierarchy with a 21st Century Skills Frame*. From <http://visualblooms.wikispaces.com/>.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of research in science teaching*, 47(4), 474-496.
- Penny, S. (2010). Bloom's Digital Taxonomy Pyramid. *Merlot Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*.
- Pressley, M., Gaskins, I. W., Solic, K., & Collins, S. (2006). A portrait of benchmark school: How a school produces high achievement in students who previously failed. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 282.
- Reeves, T. C., & Reeves, P. M. (1997). Effective dimensions of interactive learning on the World Wide Web. *Khan*, 62, 59-66.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2014). *Design and development research: Methods, strategies, and issues*. Routledge.