

“创客思维”导向下 STEAM 创客教育课程体系设计探究

冯建平, 陈凯, 李镇

(海南师范大学, 海南 海口 571158)

摘要: 本文着眼于培养学生的创新意识、创新思维和创新能力, 将 STEAM 教育理念与创客教育相融合, 首先分析阐述了创客教育的内涵与本质特征, 并在“创客思维”导向下融合 STEAM 的跨学科体验学习的设计思想, 提出了 STEAM 创客教育课程的教学模式、课程体系设计框架与课程类型设置, 将此创客教育课程与创客空间相配合, 以期提高课程实施效果。期望能对国内中小校园创客空间的建设和创客课程设计及资源建设提供一些指导和借鉴。

关键词: 创客思维; STEAM 教育; 创客课程体系; 创客空间

一、研究问题

“创客”是指那些通过动手实践将自己的创意变成现实的人, 当创客与教育碰撞“创客教育”应运而生。2012 年美国开始启动“创客教育计划”(Maker Education Initiative), 旨在培养学生成为创造创新的人。创客教育的概念虽然源于国外, 但是国内早已开始对创新教育做了很多尝试和推进, 如校园举行科技节, 机器人比赛活动等。但是大部分的中小学创新教育仅仅是作为课外兴趣班的形式。今天“创客文化”和“创新教育”的结合重构为“创客教育”。本文着眼于培养学生的创新意识、创新思维和创新能力, 将 STEAM 教育理念与创客教育相融合, 首先分析阐述了创客教育的内涵与本质特征, 并在“创客思维”导向下融合 STEAM 的跨学科体验学习的设计思想, 提出了 STEAM 创客教育课程的教学模式、课程体系设计框架与课程类型设置, 将此创客教育课程与创客空间相配合, 以期提高课程实施的效果。

二、创客教育的内涵及本质

1. 创客教育的理解

“创客教育”(Maker)来源于国外, 是指热衷于创造、设计和制造的群体。创客教育是指为培养学习者创新和创业所需的知识、能力、远见和毅力而开展的教育活动。“创客教育”是以推动创客精神为核心任务, 以创客空间为主要场所, 以现代信息技术为主要工具, 融合 STEAM 等多学科、跨学科知识, 通过创客项目的创意、设计和实施的完整过程, 实现培养学生想象力、创造力和动手解决问题能力的教学活动。

创客教育有两层理解的定义, 广义上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(Makespirit-Aimed Education)。狭义上的创客教育则是一种以培养青少年学习者“创客素养为导向”的教育模式(Makeliteracy-Aimed Education)。这里创客素

养是指创造性地运用各种技术和非技术手段，通过团队协作发现问题，解构问题，寻找解决方案，并经过不断的实验形成创造性的制品的能力。

2. 创客教育是创客文化与教育的结合

创客运动的发起人和创始人 Dale Dougherty 对创客教育模式的观点是：“创客教育是经验学习而不是知识学习，主要是传授如何做某件事情的经验，学习如何创造的过程，而不是书本上那些用来考试的东西”。所以创客教育的目标既不是单纯的技术教育，也不是单纯的学科教育，更不是知识+技能的训练，创客教育是创客文化与教育的结合，从具体的创客教育组织形式来看，它更贴近于综合实践的创新课堂。

3. 创客教育是一种回归生活的教育。

中小学创客教育是一种回归生活的教育，是一种指向“创造”的教育，是直面生存、表达智慧的综合教育，其教学过程遵循“创造”实践的规律，融合 STEAM 教育理念、项目学习理念，强调独立构建目标、独立应用工具开展创造、共享智慧、优化迭代、形成成果，是能够带来完整思维链条的教育形式，也是一种独特而务实的创新人才培养系统、全人教育系统。

4. 创客教育属于素质教育

创客教育集成创新教育、体验教育和项目学习等思想为一体，契合了学生富有好奇心和创造力的天性。它主要以课程为载体，在创客空间的平台下，融合科学、数学、物理、化学、艺术等学科知识，培养学生的想象力、创造力以及解决问题的能力。因此，创客教育是在推行素质教育，培养跨学科解决问题的能力，团队协作能力和创新能力，发展个性化，这正是今天我们素质教育的根本目标和要求。

三、创客教育的课堂教学模式

创客教育与传统课堂教育模式相比，教学模式具有如下五个特点：

1. 倡导造物，鼓励分享

“造物”是孩子们的天性，当学生有这样一种欲望“我想做一个属于自己的东西”，创新的思维便自然而生。创客倡导数字化，强调使用数字化工具，如开源电子、3D 打印机，数控机床、3D 建模及其他形式的数字制造工具，使用数字化工具是对学习内容和方式的方向性引领和变革。创客教育在学生动手造物之后可以为其提供一个分享交流的机会，“分享”是创客文化继承的重要产物，是创客精神的重要体现。同时“造物”的产品产出是创客教育是否有价值的一个重要指标，只有造物才能把课程和作品、课程和人、课程和学生产生强关联，这是创客教育最重要的硬性评价指标之一。

2. 强调真实情境下跨学科知识的融合

创客教育所涉及到的学科知识是综合的。因为要造物，所以创客教育天然是要跨学科融合。创客教育的课堂教学，一般是采用“情景式教学”来引导学生在具体问题场景中解决问题，包括：先确定一个的问题，然后引导多学科知识的融合，通过三维创意设计软件将创意转化为数字模型，最后制作出作品。

3. 从教师到教练的教师角色重构

创客教育中教师的角色和任务划分为四类，如表 1 所示。

表 1 创客教育中教师的角色

	教师的角色	基本任务
角色 1	学习情境的设计者 (Designer)	需要为学习者设计解决其生活中的实际问题的创客学习项目
角色 2	人员资源的管理者 (Manager)	教师需要负责创客项目小组的人员调配的工作，调配拥有不同认知水平、不同学习偏好、不同能力方向的学习者之间的交互协作，同时也要为不同的创客项目调配各种资源，如项目所需技能的学习资源、大小型电器加工设备、开源硬件以及各种开发辅助设备。
角色 3	学生学习过程的调控者 (Coordinator)	教师在创客项目开始时，为学生提供适当的任务支架 (Scaffolding)，在学生能够自主实践时及时地撤除支架。
角色 4	实践质量的提升者 (Improver)	在学生的创客项目学习过程中起到质量监控的作用，随时掌握不同学习小组的任务进度、人员协作分工和学习状态情况，在任务遇到困难提供适当的技术指导和心理状态的疏导。

4. 教学从内容到项目，从教学到活动

创客教育的实践主要使用项目式学习方法 (Project-Based Learning, PBL),学习的过程是学生通过完成一个个富于挑战的创客项目活动完成的。这些创客学习项目具有要与学习者生活环境存在切身性，要具有一定的新颖性以激发学习者的学习热情，要具备由浅入深的难度和复杂性以调动学习者的动力，通过一段时间的创客项目活动，学习的结果表现为学生现实的成就，学生生成了复杂的智力成果—创客作品，以及知识的内化与情感的体验。

四、STEAM 创客教育课程体系的设计

(一) “创客思维”的设计思想

“创客课程”特指服务于创客教育的创客课程，是一种有别于传统学科课程的新型课程，具有整合性、研创性、协同性等核心特征。而“创客思维”既是一种技能也是一种思维倾向，强调创新、创造，鼓励冒险尝试、勇于探究，注重知识的整合性运用，倡导问题意识和批判性反思。创课资源的建设，一方面需要应用创客思维对传统课程进行创客式改造；另一方面应在体验式学习理论和建造主义理论指导下，遵循“趣味化、立体化、模块化和项目化”四大理念，按照创课内容体系建构、创课项目设计、创课活动设计、创课评价设计这四个环节，设计全新的创客课程。

创客课程是开展创客教育活动的目标、内容、方式及评价等的总和及其进程与安排。创客课程不是一门课程，而是由低阶到高阶的一系列课程组合。课程结构的设计原则是突出强调“融入生活需求、解决现实问题”这个准则，基本特点是“一学期、一主题、五阶段”，其中“五阶段框架”分别是：目标阶段、方案阶段、加工阶段、优化阶段和分享阶段。除了开设专门的创客课程外，也可以结合学科内容设置开放式创客课题，将创客教育融入学科教学中，比如创客项目可以是：虚实结合的安卓娱乐机器人、基于物联网技术的小鸡孵化实验、Flaperon 远程实验平台等。

（二）课程目标

STEAM 创客教育的课程目标设定如下：

1. 掌握创客实践活动必须的多学科知识与技能，形成跨学科思维。
2. 学会运用跨学科思维多角度、辩证地分析问题，发展批判性思维。
3. 在合作与交流中，打破思维定式，提高发散性思维。
4. 能用工程的思想设计有创意的创客项目，并在资源利用、实践安排等方面制定合理、可行的计划，提高项目设计能力，并发展逻辑性思维。
5. 通过基于项目的学习，体验分析项目、设计项目、实施项目的过程，并灵活运用多学科知识进行创客活动物化作品，提高勇于探究的精神，发展创新实践能力。
6. 在实践过程中体验创客的乐趣，领悟到创新和分享的快乐，提高创新意识。
7. 基于本土地方文化开展创客教育，实现科技和人文的有机融合，促进学生认知、能力、情感、态度等各方面和谐发展。

（三）创客课程的形态

1. 学科延展。由语、数、物、美术、信息技术等学科科组开发并在对应课时实施，利用学科课堂开展创客教育。此类型创客课程，建议每学期 6 至 10 课时。

2. 跨学科融合。由语、数、物等学科科组综合开发并在对应课时实施，将学科知识融入创客式教育中进行学习。引入 STEAM 教育理念，通过创客活动，使学生有机会综合学习运用到数、理、化、艺术等多学科的知识。此类型的创客课程建议每个学科每个学期至少一个主题学习设置，每个主题至少 2 至 4 个课时。

3. 校本研修。落地到社团活动、校本活动阵地，根据学校特色、教师能力、学生特点适当选择主题、工具和特色项目开展创客课程。此类型课程，建议每校至少有 1 门课程，每门课程每学期不少于 12 课时。

4. 校外实践。借助校内外教育资源开展半天至一天的实践活动。建议每校每个学期至少有 1 次校外创客实践活动机会。

（四）创客课程的六大要素

创客课程至少应包含以下六项基本要素，即：“真实生活、材料认识、工具能力、过程控制、资源选择、分享乐趣”，分别对应创客课程的五个属性（现实性、工具性、迭代性、工程性和成品性），如表 2 所示。

表 2 创客课程的六项基本要素

基本要素	对应属性	要素内涵
1. 真实生活	现实性	课程学习内容和目标都要与现实生活紧密结合，与学生的生存、成长环境直接相关。
2. 材料认识	工具性	课程实施中要遵循“先材料、后工具，先结构、后创意”的认知规律、生产规律，以及对材料与结构的认知和思考。
3. 工具能力	工具性	借助工具来开展实践和学习，其过程应该包含工具的应用练习。课程设计要遵循各类型工具练习与应用的时间规律，让学生在制造成品的工程中持续练习操作。
4. 过程控制	迭代性 工程性	课程设计要充分考虑到“过程”，过程是贯穿创客教育的重要组成部分，帮助学生研究过程、安排过程、控制过程和优化过程。
5. 资源选择	现实性 工程性	为学生提供信息与工具资源保障，指导学生遴选资源的教学行为作为创客教育不可或缺的内容。要意识到没有独立的对资源组合方式的选择与判断，创客教育就会失去其重要的实践价值。
6. 分享乐趣	成品性	学生相互分享交流是学生创客学习的重要动力来源、信息来源和评价手段，相互分享所带来的乐趣和成就感将激发学生精细优化、持续创新。因此，采用平台和机制确保畅通的交流分享是创客教育者必须思考和解决的问题。

（五）课程内容设置及课型

1. STEM 创客课程

在课程设置上将 STEM 课程建设分为控制、互动以及设计三个方向，如表 3 所示。通常课程以选修课或社团活动的形式开展，18 课时并供全校学生选择。

表 3 STEAM 创客课程的设置

课程类别	课程内容	课程特点
控制类	跟我学 App Inventor、Arduino 创意机器人、基于 Arduino 的电子控制技术等。	围绕科学(S)，技术(T)，工程(E)，艺术(A)，数学(M)展开主题项目式教学；以设计、控制，互动为主线来组织课程内容。
互动类	S4A 互动媒体技术、物联网与大数据等。	
设计类	数学视界下的 3D 模型、3D 打印与 SketchUp 等。	

STEAM 代表科学 (Science)，技术 (Technology)，工程 (Engineering)，艺术 (Art)，数学 (Mathematics)。STEAM 教育就是集科学，技术，工程，艺术，数学于一体的综合教育，它支持学生以学科整合的方式认识世界，以综合创新的形式改造世界，培养孩子们解决问题的创新能力。STEAM 创客课程具备的核心特征是：跨学科、体验性、情境性、协作性、设计性、艺术性，课程遵循发展性评价理念，通过将过程性评价、作品评价、综合活动评价、总结性评价等多种评价结合，使教师的指导作用和学生的主体作用实现最佳结合。

2. 创客实践教育课型

创客教育作为一种独特的创新学习模式，应主动适配各个学科，可以由语文、数学、物化等“学科”发起的创客课程。从成果属性划分可以有与生活物品优化相关的课程，也可以有与文化产品改造相关的创客教育；从教学学术科划分可以有从综合实践课、美术创作课、信息技术课等重构的创客课程。中小学常见的创客实践教育课型分为以下三类，如表 4 所示。

表 4 创客实践教育的课程设置

创客类型	课程内容	课型类别	课型特点
艺术设计类	陶艺、纸艺、皮影等传统文化；3D 设计；动画制作等。	传统艺术创作学习	循序渐进、逐步加深技法和鉴赏水平，逐步形成复杂技能。
创意制作类	玩具、模型制作；生活用品优化、工具改造；文创作品加工等。	创意制作学习	独立创意、优化设计、精益制作、逐步迭代。
信息技术类	Scratch 图形化编程；智能机器人编程与控制；VR 与 3D 视觉成像；创意机器人。	传统技术技能学习	一课一技能、一课一成果、逐步叠加形成复杂技能。

（六）创客课程的载体类型

创客教育课程是一个需要多种载体支持的综合实践课程，“空间、工具、教材、习材、加工对象”等都是其不可或缺的课程载体。各年段学生在认知、情感、社会化发展以及手部肌肉发育等方面具有很大的水平程度差异，因此选择恰当的学习载体是教师课程设计的重要关键环节。近年来涌现出的 Scratch 可视化编程软件、3D 打印技术、数字化加工设备、定格动画系统等已经越来越多应用于创客领域，成为创客课程主要载体选择对象，以中小学为例如表 5 所示。

表 5 创客课程的载体类型

阶段	载体类型			基本要求
	思维练习	审美练习	工具练习	
1-4 年级	可视化编程游戏、乐高或拼装项目、创新思维策略课程。	Autodesk 系列少儿软件、纸艺、布艺、玩具制作等、黏土制作、定格动画等。	编程语言、AR 互动工具、乐高机器人等、基本手工工具的使用、复杂手工工具的合作应用等、线上软件应用等。	以“观察”、“改造”、展现创意、形成成品为基本诉求，着重偏结构、造型等的优化创造。
5-8 年级	Scratch 图形化编程、游戏设计软件等、3D 打印与空间结构、发明创意思维游戏课程等。	Autodesk 设计、3D 故事设计软件等、激光雕刻、陶土制作等、建筑木艺、纸雕、布雕等。	App Inventor、Arduino 创意机器人系列、数字化工具使用与合作等、三模制作；小发明等。	以“整合”、“创作”、细节加工、精益制作为基本诉求，在工具应用和加工精度方面可以提出更高要求。

9-12 年级	Python 编程、传感器与物联网、智能化设备、智能家居、智能电器、学科实验、学术小组项目、跨领域研究等。	Processing、各类设计软件、3D 扫描与打印生活用品创新制作玩具、文具制作、礼品制作等。	Micro:bit、Arduino 创意机器人系列、机器人大型工具的使用与合作三模制作；大型智能机械联合协作等。	以“探究”、“实现”、发现问题、解决问题为基本诉求，更加突出在项目复杂性和合作交流方面的要求。
------------	---	--	--	---

四、校园创客空间的布局

创客空间是创客教育的主要学习环境，创客空间将构建促使学生实践创新创意的空间，学生通过观看、接触、触摸、感受以及实践空间内的各类科技创新产品，对科技创新产生浓厚的兴趣。并且通过配套的创新设计以及开源硬件创新课程的教学，促使学生接触基础的科技创新产品合作项目，并通过组织各类活动激发学生自发的提出自主创作项目并进行实践。

（一）建设目标

校园创客空间的建设目标是“创新综合实验室”，其提供各种各样的探究仪器、设计实现工具，创设一个面对真实事物进行探究与面对想象设计进行实现的环境。创新综合实验室所进行的实验活动充分体现学生主体性，提高学生的参与度，既有利于学生基本知识技能的形成，又有利于培养学生的动手能力与解决实际问题的能力。

（二）实现的途径

“创客教育实践室”是以学生为中心，以工具、材料和技术为基础，融合科学、技术、工程、艺术、数学等多学科知识的新型学习环境。学生利用实践室中的工具或其他资源相互协同，发现问题、解析问题、寻找解决方案、分享创作成果，培养自己的批判性思维、创新思维与问题解决能力。其中，STEAM 教育偏重于知识与技能的学习，创客教育属于实践教学，侧重实践能力的培养，创客精神与文化。

（三）创客教室的布局

“创客教室”是指在校园里建设而成的实施 STEAM 创客教育的空间，它是信息技术使能的创新教育实践场，用于培养学生的创新能力自我管理，把很多新奇的创意想法变为现实，创造出来。创客教室宜通过整体规划和合理布置，为师生创设安全、健康、互动，学生们可以将想法运用所学知识动手实现，在碰撞、分享的自主、开放氛围中，孩子的空间想象能力、动手操作能力、创造发明能力得到最大限度开发，自主学习与思考的能力得到锻炼。创客教室包含有四个功能区：创造区、活动区、讨论区和材料区，如表 6 所示。

表 6 创客教室的布局

区域类型	主要功能	示意图
创造区	校园创客空间的核心功能区，学生就是在这里将想法变成现实。这里有品种众多、先进高技术的设备，同时还考虑学生的设备操作能力和安全	图 1

	需求，很多设备为特殊设计的桌面级装备。	
活动区	①用于集中学习、上课；②用于举办小型活动，如班级比赛；这里相当于电脑室，但其桌椅又方便移动，以便开展活动。	
讨论区	主要用于小组讨论或老师对小组学习进行小范围指导，需要这样一个相对封闭的区域。	
材料区	主要功能是保管耗材和少量精密易损的仪器设备，有一定的保管箱柜和制度，一般由专人负责。	

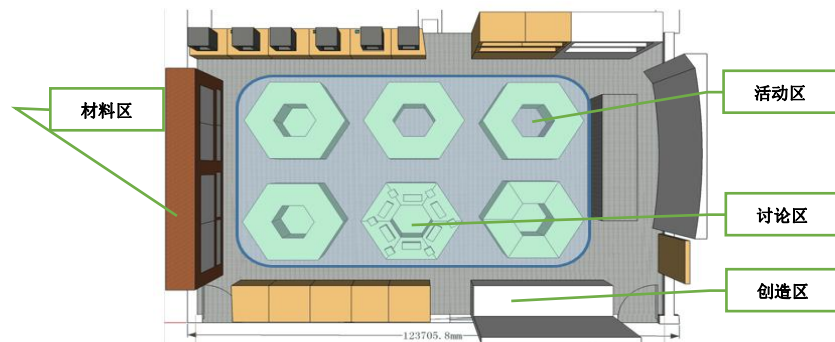


图 1 创客教室的布局

(四) 创客空间的布局

校园创客空间包含有四个功能区：教学区、创意区/展示区、材料区/加工区、拓展区/衍生区，如表 7 所示。

表 7 校园创客空间的布局

	区域类型	主要功能
1	教学区	①用于班级授课让学生了解创客精神和创客文化，通过线上线下学习全球的创客和创客教育的发展情况；②用于学生学习程序的编写，培养学生的编程思维和编程能力，结合电子硬件，让学生学习以及掌握电子程序实现的方式，了解程序和功能的实现；③结合配套的高级创客工具箱，让学生能够自由活动创意出有电子功能的简单模型作品；④用于学生学习机器人结构以及机器人控制程序，了解更多机器人的实现方式。熟练使用三维设计软件，使作品更趋向于产品化。
2	创意区 展示区	①展示目前创客高端电子作品，让学生了解创客作品的实现方式及应用；②展示学生自己的创客作品，培养学生成就感和自信心，通过展示区展示产品，开发学生创新思维能力并且能够分享展示；③培养学生团队协作能力，组织并完成一件创客作品的讨论设计工作。
3	材料区 加工区	①让学生了解制造加工程序；②让学生学会使用加工制作工具；③让学生把自己的创意想法在加工区制作成可以展示的产品，从而达到培养学生成就感和自信心。
4	拓展区 衍生区	①学习机器人创意设计与制作；②了解高端智能控制系统、物联网、三维艺术设计；③参与高端创客大赛场地，让学生设计制作更高端的创客作品。



图 2 创客教学区的效果图

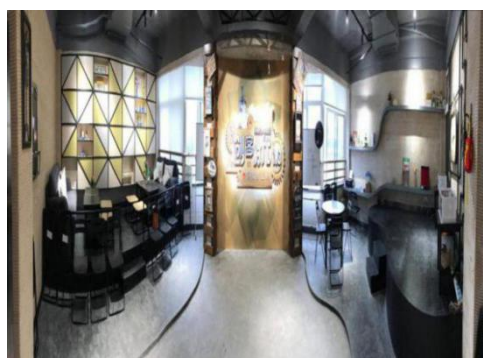


图 3 创意区、展示区的效果图



图 4 材料区、加工区的效果图



图 5 拓展区、衍生区的效果图

（五）创客空间的设备配置

创客空间的设备配置上,除 3D 打印机、小型车床、焊台等标配工具外,选用 Arduino 作为创客课程的主要实施平台,配置的相关套件数量可供大班教学;可配置 Raspberry Pi、Banana Pi、pcDuino 等多种硬件平台,用于学生的项目研究、实际开发创造或者教师演示;还可配置小型激光雕刻机、胸章制作机、3D 打印机等加工工具,方便学生将电子世界与实际物理世界连接起来;此外还有各类创客成品、电子类书籍、设计创造类书籍供学生自学。

五、结束语

随着创客日益受到社会关注,开展创客教育已成为教育界研究并实践的热点,校园 STEAM 创客教育将继续受到国家广泛关注和重视。然而如何科学开展创客教育的深度认知学习,如何优化校园创客教育的跨学科融合的创新人才培养模式和多元评价等问题。另外现在建设一个可持续发展的创客空间需要从培育有共同兴趣爱好或利益

(Interest) 的社群、构建线下线上互联互通的融合空间(O2O Space)、吸纳专业以及背景广泛的跨界导师(Interdiscipline Mentor)、组织创意创新创业导向的创客活动(Making Activity)、吸收和迭代积累各种可转化的资源(Resource exchange)、提供传统的和开源软硬件制作工具(Making Tools) 六个方面入手,抽取六个方面关键词的首字母组成 iSMART,创客空间的 iSMART 模型也是国外许多学校创客空间建设时的基本模式,这些内容都有待我们共同关注与深入探索。

参考文献:

- [1]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.
- [2]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, 21(04): 13-22.
- [3]张洪波, 张胜利, 黄娟. 基于 STEM 教育理念的项目式学习模式构建[J]. 教育理论与实践, 2020, 40(20): 56-58.
- [4]戴尔·多尔蒂, 梁志成. 论创客思维模式[J]. 中小学信息技术教育, 2015(11): 31-33.
- [5]李文君. 体验式学习理论研究综述[J]. 教育观察, 2012(4): 83-89.
- [6]李小涛, 高海燕, 邹佳人. “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(1): 28-36.
- [7]周东岱, 樊雅琴, 于颖. 基于 STEAM 教育理念的小学课程体系重构研究[J]. 电化教育研究, 2017, 38(08): 105-110+128.
- [9]胡卫俊. 创客文化背景下的 STEAM 教育开展[J]. 江苏教育, 2017, (10): 65-66.
- [10]王玲玲. 基于 STEM 的小学科学课程设计研究[D]. 华东师范大学, 2015.
- [11]乐高教育. Wedo2.0 中文课程包 [Z].

[作者简介] 冯建平 (1963-), 男, 宁夏银川人, 教授, 硕士生导师, 研究方向为 STEAM 与机器人编程教育; 陈凯 (1985-), 男, 江西南昌人, 在读硕士; 李镇 (1998-), 男, 山东济南人, 在读硕士。