

基于项目的 STEM课程群的 构建实践与思维训练

· 周迎春◎著 ·

STEM 教育课程让学生通过参加基于问题、项目和活动的学习来体验开源合作分享的创客精神，激发学生的好奇心及参与积极性，从而能有效地促进知识内化迁移和高阶思维能力的提升，是培养学生核心素养的重要途径。

诚挚推荐

ST

孙晓奎 教育部中国教育信息化创客教育研究中心秘书长
《基础教育参考》责任编辑

卢秋红 《中小学信息技术教育》杂志社编辑部主任

EM



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目(CIP)数据

基于项目的STEM课程群的构建实践与思维训练 / 周迎春著. — 北京: 人民邮电出版社, 2019. 6
ISBN 978-7-115-51521-6

I. ①基… II. ①周… III. ①科学知识—教学研究—中小学 IV. ①G633.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第159336号

◆ 著 周迎春

责任编辑 李永涛

责任印制 马振武

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京富诚彩色印刷有限公司印刷

◆ 开本: 700×1000 1/16

印张: 12

字数: 183千字

2019年6月第1版

印数: 1-3500册

2019年6月北京第1次印刷

定价: 49.80元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147号

内容提要

由于STEM研究项目目标的达成路径多元，有时连目标也相对模糊，需要基于设计思维进行明晰、优化，因此任务对学生都具有一定的复杂性、创新性和挑战性。本书以基于项目的STEM课程群校本化构建实践与思维训练为主题，结合具体STEM案例的实施进行深入研究。

本书分4章，分别为STEM课程群初始化、STEM课程群普及实施、基于STEM课程群的思维训练及STEM课程教学案例。前3章记录了笔者在构建与实施STEM课程中的心路旅程及反思、感悟，第4章则收录了笔者在各级各类STEM公开展示课中的教学案例。

相信本书对有志于STEM PBL课程开发及STEM课堂教学模式创新研究的教育行政管理人員和一线教师都有很好的借鉴意义。

前言

INTRODUCTION

我们在教学实践中发现了学生的学习兴趣难以有效激发，好奇心随着年龄的增长日益减弱，跨界知识融合解决实际问题的能力有待提升等问题。分析其中的原因之一是现在的教育把去情景化的知识抽象出来，再精挑细选分成若干科目，分科进行教学，而学生遇到的真实情境中发生的问题往往是跨学科、非良构的。听到的一些所谓的好课教学活动生动有趣，但教学的灌输本质并没有变化，仅仅停留在复制知识技能层面，学生高阶思维能力的培养没有得到应有的重视。

笔者的主张是创设跨界融合学习情境发展学生思维能力，情境学习能将学生的角色定位，让社会生活经验及认知性任务重新回归到真实、融合的状态，由此可以有效解决传统学校学习的去自我、去情境的顽疾，有效激发学生的学习动机火花。STEM课程基于数字化工具的应用，与小学信息技术课堂无缝接轨，及时刷新了现有的课程内容。基于项目的STEM课程不但有知识技能的传递，而且与高阶思维能力的培养高度契合，是加情境、加联接、成集群的过程。在课题研究方面，笔者先后主持了江苏省教科院作为重点课题立项的“基于Arduino的机器人STEM创新课程创设开发研究”，作为江苏省前瞻性课题的子课题立项研究“小学普惠型STEM课程群构建与实施的研究”等。

校本化STEM课程群的缘起是在2011年，当时需要设计一项社团活动课程单，我购买了第一台3D打印机，组建了STEM社团，也无STEM课程群的整体框架或构思，一开始的课程设计现在看来是简陋的，也仅仅在社团活动中开展，但是孩子们当时接触课程时还是充满了好奇和参与热情的，最重要的是有了良好的开端。正如扎克伯格所说：“我想告诉你一个秘密，没有人从一开始就知道

如何做，想法并不会在最初就完全成型；只有当你工作时才变得逐渐清晰，你需要做的就是开始。”

开始很重要，之后8年我持续致力于平民化、本土化STEM课程的创建研究，在经过多次迭代完善后，相继有《中小学生3D建模打印教程》《面向STEM的Scratch创新课程》及《面向STEM的mBlock智能机器人创新课程》出版发行，《中小学信息技术教育》杂志微信公众号还进行了专门推荐。在各种活动中的STEM公开课“3D沙滩椅塑料构件制作”“黄山日出”“动态背景的制作”等，均创设情境以生成项目—自主探究巧设支架—协作互动拓展提升为架构，体现了重体验、显灵动、善创造的教学特色。课堂教学特色是多年积淀的结果，而在多个班级的一线教学中不断迭代完善，在诸多省市公开教学活动中不断优化校正的STEM教学案例，相信对正在开展的STEM教学实践层面能够提供一定的借鉴。

思维最美，而思维又是可以培养的。STEM课程群中的3D建模、Scratch创新编程、机器人项目设计等让思维可见，这些课程都是培养提升学生高阶思维、元认知、计算思维、设计思维的良好载体，在第3章可以一窥这方面的研究轨迹。从STEM课程群的缘起节点看，其实对STEM课程的规划当时是模糊的，但是随着实践的不断深入，随着纳入课程体系后义无反顾的普及化实施，成果也是显著的：笔者所在的学校先后被评为江苏省STEM项目试点学校、江苏省STEM教育样本学校、江苏省科技教育示范学校、中国STEM教育2029行动计划领航学校；个人先后获评苏州市名教师及江苏省特级教师，“小学普惠型STEM课程群的构建实践”还荣获2018苏州市教育教学成果一等奖；另外，基于项目的STEM课程图书不到一年的时间销量已有两万余册。

从STEM教育研究深入实施的过程来看，道路也许不会一帆风顺，借用诗人汪国真《热爱生命》中的一句话表明持续推进之决心：既然选择了远方，便只顾风雨兼程！

周迎春

2019年5月

目录 CONTENTS

▶ 第1章 ◀ STEM 课程群初始化..... 1

- 1.1 基于“电子慧谷”的STEM社团活动..... 1
- 1.2 3D建模打印课程——洁净水杯构建制作..... 9
- 1.3 3D建模打印课程——3D沙滩椅构件制作..... 13
- 1.4 虚拟现实之PhotoVista 2.0全景图制作..... 21
- 1.5 面向STEM的教学案例——动态背景的制作..... 25
- 1.6 STEM教育空间建设探索..... 30
- 1.7 STEM教育校本化路径探索..... 36

▶ 第2章 ◀ STEM 课程群普及实施..... 42

- 2.1 看小学生如何攻克“硕士毕业设计”..... 42
- 2.2 面向STEM的小学信息技术创新课程实践思考..... 48
- 2.3 重体验、显灵动、善创造的教学特色锻造..... 58
- 2.4 基于Arduino的开源机器人创新课程创设..... 63
- 2.5 基于mBlock的人工智能教育探索..... 71
- 2.6 普惠型STEM创新课程群开启教育4.0新时代..... 79
- 2.7 小学普惠型STEM创新课程群构建与区域推进策略..... 87

▶ 第3章 ◀ **基于STEM课程群的思维训练** 92

3.1	STEM PBL助力高阶思维能力培养	92
3.2	STEM PBL多维度助力学习力提升	103
3.3	基于设计思维框架的STEM PBL实施	117
3.4	基于计算思维培养的STEM课程实施	124
3.5	基于工程思维培养的STEM课程实施	132

▶ 第4章 ◀ **STEM课程教学案例**..... 140

4.1	PicoBoard 互动之小船过河	140
4.2	PicoBoard 互动之黄山日出	143
4.3	Scratch 可控动画背景创意制作	145
4.4	Scratch 乒乓游戏制作	147
4.5	画正多边形	151
4.6	Scratch 版“潜艇大战”游戏制作	157
4.7	S4A 制作之智能灌溉系统	161
4.8	S4A 制作之给普通电饭煲增加预约功能	166
4.9	感应式智能起落杆制作	169
4.10	mBlock之悬崖勒马	172
4.11	mBlock之巡线机器人	175
4.12	mBlock之避障机器人	178

参考文献 182

第1章

STEM课程群初始化

1.1 基于“电子慧谷”的STEM社团活动

一、电子慧谷简介

多年来，江苏省苏州市鲈乡实验小学努力通过“全方位渗透”“以生为本、多元化教学，重点突破、多层面推进”，探索符合该校实际的科技特色学校创建之路，取得了初步成效。学校2011年8月建设新荷电子智慧谷（简称“电子慧谷”），使其成为学生科学探索和发现的沃土。电子慧谷分电子产品发展版介绍区、电子百拼区、科学魔法师及高级制作体验区、创新实践展示区、CCD成像体验区、3D影音欣赏区、3D建模打印探索区、机器人教学组装区、机器人创意实践区等。学校成立相应的新荷电子科技社团及机器人社团，在培养学生电子科技兴趣的同时，提高学生的创新能力。2012年5月吴江区科协在该校举办了百名科学家进校园活动，贲德院士与鲈乡实验小学机器人制作小组学生进行了亲切的座谈，关秀清教授为鲈乡实验小学三年级师生作了“植物的王国”讲座。

二、电子慧谷活动方案

1. 3D影音欣赏，体验主动式3D成像新技术

3D主动式眼镜是3D显示技术的一个重要组成部分。

主动快门式3D技术，配合主动快门式3D眼镜使用。这种3D技术在电视和投影机上面应用得很广泛，资源相对较多，而且图像效果出色，受到很多厂商



关秀清教授讲座



贲德院士与学生座谈

推崇和采用，不过其匹配的3D眼镜价格较高。主动快门式3D技术主要是通过提高画面的刷新频率来实现3D效果的，通过把图像按帧一分为二，形成对应左眼和右眼的两组画面，连续交错显示出来。同时，红外信号发射器将同步控制快门式3D眼镜的左右镜片开关，使双眼能够在正确的时刻看到相应画面。这项技术能够保持画面的原始分辨率，很轻松地让用户享受到真正的全高清3D效果，而且不会造成画面亮度降低。一般情况下，3D液晶电视屏幕刷新频率必须达到120Hz以上，也就是让左、右眼均接收到频率在60Hz以上的图像，才能保证用户看到连续而不闪烁的3D图像效果。目前，包括长虹、三星等主流电视

品牌推出的3D电视，都是采用主动快门式3D技术。观众通过3D眼镜的同步切换，两只眼睛看到快速切换的不同画面，并且在大脑中产生错觉，便观看到立体影像。主动快门式3D技术的优势是其3D效果逼真。

学生边听老师介绍边用主动快门式3D眼镜观赏体验《小海龟历险记》《猫狗大战》《人体血管》等3D影片。学校建设的3D影音欣赏区由3D宽屏投影和环绕音响组成，并购置了48副3D眼镜，能满足整班学生观看需要。“3D影院”把学生带入逼真的3D世界的同时，也使同学们了解到3D成像技术的知识，体验到3D影院的效果、3D影音新技术的神奇。



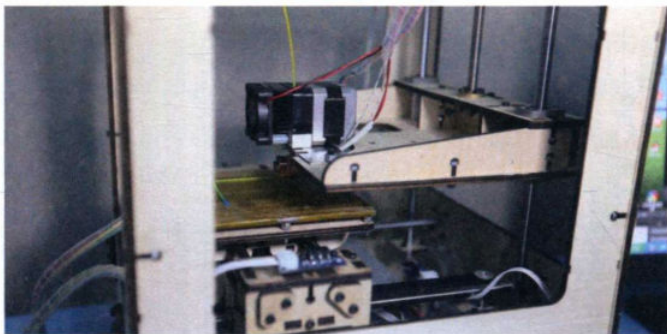
学生观赏主动式3D影片

2. 3D建模及打印，引领学生进入3D新世界

“3D打印”这一诞生于20世纪80年代的技术如今成了超前科技的代言词，迅速火遍全球，美国《时代》周刊已将3D打印产业列为“美国十大增长最快的工业”；英国《经济学人》杂志认为这项技术将与数字化生产模式一起推动实现新的工业革命，将3D打印技术列为第三次技术革命范畴。

美国国家增材制造创新机构（National Additive Manufacturing Innovation Institute）欲利用这种新型的高科技3D打印技术重塑美国传统的装配线制造业。如果能够直接使用3D打印技术进行工业生产，那么装配线制造业就该退出历史舞台了。正是基于这一理念，理论上来说，这种技术可以用来生产任何东西，喷气式飞机、房屋、计算机、遥控飞机、自行车等都可以直接通过3D打印机打印出来，

而无须工厂来生产。



3D打印机

目前，3D打印使产品供应链的格局和人们的生活方式都发生了转变，且3D打印的应用范围之广让人难以置信。下面列举几项和我们生活密切相关的例子，让大家感受一下，3D打印离我们并不遥远。

- 食品行业：英国埃克塞特大学研究人员2012年推出世界首台3D巧克力打印机。是的，你没有看错，研究人员已经开始尝试打印巧克力了。
- 建筑设计：在建筑业里，工程师和设计师们已经接受了用3D打印机打印的建筑模型，这种方法快速、成本低、环保，同时制作精美。完全合乎设计者的要求，同时又能节省大量材料。
- 医疗行业：最近，一位83岁的老人因患有慢性的骨头感染，换上了由3D打印机“打印”出来的下颚骨，这是世界上首例使用3D打印产品做人体骨骼的案例。

3D打印技术还广泛地应用于汽车制造业、传统制造业、科学研究等领域。3D打印机可以完成很多现在看来匪夷所思的事，从某种角度来说，很多想象得到的东西，都可以通过3D打印直接得到。在未来3D打印还有可能走进千家万户，融入我们的生活，像计算机一样普及。

3D打印技术介绍完毕后，视频介绍3D打印乐器、巧克力DIY、3D沙雕创意等视频。让学生感受3D打印技术的神奇，激发其探索的欲望。

3ds Max 创意建模及打印：3D Studio Max 简称为3ds Max，是Autodesk公司开发的基于PC系统的三维动画渲染和制作软件。该软件功能强大，我们找到其

与3D打印技术的衔接点，让学生进行基本立体图形的3D建模、布尔运算（模型加减）、挤出、车削等操作，与下载的3D模型进行合并整合等，把有创新亮点的作品另存为STL格式，由3D打印机打印输出。学生全过程与计算机软件3ds Max互动，然后近距离观察自己的作品被打印成形。学生与最新3D技术的近距离接触，激发了他们探索3D科学新世界的兴趣。



3D建模

3. 电子积木拼接，激发学生探索电子微世界的奥秘

电子积木拼接区分电子百拼区、高级制作体验区，在电子产品展示区陈列的是一些家用电器。这些电器都是学校发动学生家长自愿捐献的，学校下发告家长书后收到500多份捐献意向表，我们选择其中的近80份陈列在这里。同学们从这些跟生活联系非常紧密的电器中可以了解近年来电子科技发展的突飞猛进。



家长捐献的电子产品

在体验区首先播放电子积木拼接的视频（5岁儿童30秒完成一项拼接作品），消除学生对电子积木的陌生感和神秘感，增强其探索未知科技领域的信心。然后布置任务，小组比赛完成指定任务的拼接调试。最后老师结合案例讲解线路原理及电子元器件的功能，利用万用表测试三极管、二极管、电阻、电容的方法等。



电子积木拼搭

4. 机器人创意及实践，互动中萌发创新火花

电子慧谷的未来工程师机器工作室分教学组装区和机器人创意实践区。

学生通过PPT了解了机器人科技发展的历程后，可以分组亲身体验机器人程序的简单设计，如何让机器人实现转弯、前进、后退、遇到光亮后喷射灭火等。



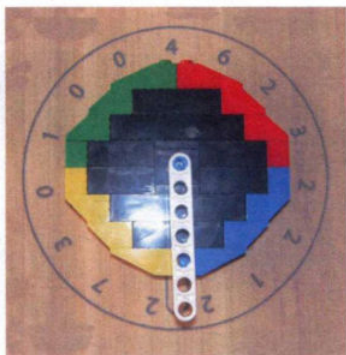
机器人程序编制

程序设计结束后让学生亲身体验机器人完成预设“任务”的过程。

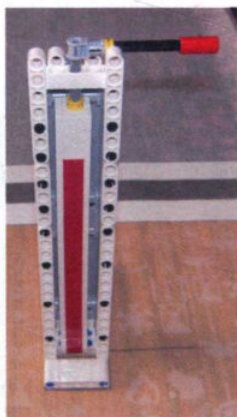
A项目是机器人灭火，即模拟现实家庭中机器人处理火警的过程。制作一个由计算机程序控制的机器人，在一间模拟平面结构的房间里活动，找到代表房间里火灾点的正在燃烧的蜡烛并尽快将它扑灭。

B项目是机器人综合技能比赛，也是中国青少年机器人竞赛项目之一。比赛时要求参加代表队在现场自行拼装机器人、编制机器人运行程序、调试和操作机器人。参赛的机器人是由程序控制的，竞赛中设置机器人综合技能比赛的目的是检验青少年对机器人技术的理解和掌握程度，激发中小学生对机器人技术的兴趣，培养动手、动脑的能力。

C项目是FLL机器人工程挑战赛，FLL（FIRST LEGO League）是1998年由FIRST机构和LEGO集团组建的一个针对9~14岁孩子的国际比赛项目。每年9月，FLL向所有的队伍公布年度挑战项目，鼓励孩子们用科学的方式去调查研究并自己动手设计机器人，在辅导员的指导下对机器人进行设计、搭建、编程，解决现实世界中的问题。自比赛开展以来，FLL已经对学生和学校产生了积极的影响（下图所示为定时、温度计设定任务完成后的照片）。



定时



温度计设定

上述演示体验项目随着机器人的创意发展和设施设备的添置，在不断更新中。

电子慧谷集合了电子科技、机器人自动控制、3D模型构建打印等模块的内容，看似分散的知识技能点却可通过整合碰撞出创新的火花，如利用机器人感应



机器人调试

一氧化碳输出端口控制光耦继电器和自动窗、排气扇实现联动，利用3ds Max设计模块进行创新实践的作品“智能性厨房排毒装置”已送省市参加创新大赛评比。电子慧谷已经成为学校培育创新种子的土壤，只要我们踏实工作，切实开展活动，不断将适合这块土壤的科技内涵根植其中，相信今后一定会结出更多的硕果。



机器人社团活动

1.2 3D建模打印课程——洁净水杯构建制作

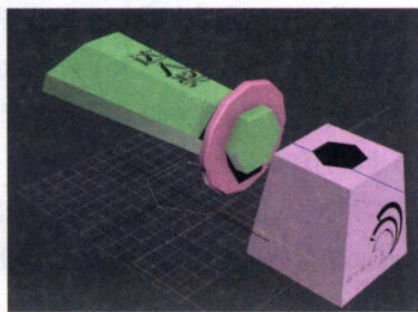
黄色的塑料丝一股股地被3D打印机“吞”入“口”中，经200多摄氏度的高温喷头融化后又如春蚕吐丝般慢慢“吐”在热床上，随着时间的推移，一个根据学生创新发明“金点子”构建的3D模型洁净水杯就出现在众人的面前，而这个3D模型的构建是鲈乡实验小学六年级同学信息技术校本特色课程第二课时的内容，曾让老师们都觉得“高大上”的3ds Max模型构建确实已经进入小学课堂。不是亲眼所见，也确实很难想象小学生能创意发现构建打印这个立体模型。

江苏省苏州市鲈乡实验小学是江苏省科技特色学校、江苏省现代教育技术应用先进单位、苏州市教育信息化示范学校，2012年结合学校特色发展建立了3D影音及3D建模打印体验中心，作为本校学生3D建模打印社团活动的基地，也被区教育局选为“心灵 艺术 科学”的活动场所之一，近几年来累计有近10 000人次体验了3D影音及3D建模打印课程。

在社团活动起始阶段，我们对学生进行基本立体图形的3D建模培训；学生掌握基本建模命令后，开始结合实际生活把所见物体在3ds Max中模拟构建，再把有创新亮点的作品另存为STL格式，由3D打印机打印输出。



龙头与水槽



达人秀奖杯

2015年，3ds Max建模打印系列课程全面在六年级实施，学生可以近距离感受最前沿的3D打印技术。我们在课程设计中注重与学生生活实际结合点的把握，注意以问题的解决为着眼点安排教学内容。例如，第一课时的教学内容是用布尔运算给“摔坏”的锅盖设计一个把手；第二课时是根据学生创新“金点