

# 基于PBL和实验操作的儿童STEM英语教学模式的设计与实践

许胜男, 曹慧芳

天水师范学院, 甘肃 天水

收稿日期: 2022年5月20日; 录用日期: 2022年6月23日; 发布日期: 2022年6月30日

---

## 摘要

STEM英语教学中最常采用的教学方式有PBL与实验操作; 教学材料语言要简化且增加可视材料、设计各种语言游戏。教学模式的设计遵循以下原则: 1) 采用基于PBL的教学模式; 建立真实情境。2) 注重动手操作, 采用实验教学。3) 采用伙伴合作学习, 两人共同操作、解说及读写STEM实验内容。基于以上原则设计的基于PBL的儿童STEM英语教学模式进行了参与儿童为6~10名的2次英语教学实验。结果表明: 通过STEM课程进行英语的教学, 或通过英语进行STEM课程的学习是有益和可行的。

## 关键词

STEM教育, 儿童英语教学, PBL

---

# A Study on the PBL and Experiment-Based Teaching Model of STEM English for EFL Children

Shengnan Xu, Huifang Cao

Tianshui Normal University, Tianshui Gansu

Received: May 20<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jun. 23<sup>rd</sup>, 2022; published: Jun. 30<sup>th</sup>, 2022

---

## Abstract

The commonly adopted methods for teaching STEM English to EFL students are PBL and doing experiments. The teaching materials should be simplified and made visual, with various language

games. The design of the teaching model shall abide by the following principles: 1) PBL based, 2) experiment focused, 3) co-operative learning used, with 2 study partners operating, explaining, reading and writing about the STEM experiment contents cooperatively. This STEM English teaching model is experimented 2 times in Tianshui city with a college English teacher as teacher. 6~10 pupils take part in the experiments. The results show that this teaching model helps children not only improve comprehensive English abilities, but also increase STEM knowledge and develop the hands-on capacities.

## Keywords

STEM Education, English Teaching for EFL Children, PBL

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

2017年6月20日,第一届中国STEM教育发展大会在成都召开;由中国教育科学研究院和STEM研究中心联合起草的《中国STEM教育白皮书》在大会上正式发布;同时提出了“中国STEM教育2029创新行动计划”,全面探析了美国、英国、德国等发达国家的STEM教育发展现状和发展模式,认为其对中国STEM教育的发展具有重要的指导和借鉴意义。近几年,从国外引进出版的英文原版STEM教育图书种类繁多,触手可及。我国许多中小学和教育机构都开始在校内及校外探索和实施STEM课程,并进行本土化的实践。而根据连淑能的研究,英语较汉语而言,主次分明,层次清楚,前呼后拥,严密规范,采用的是焦点句法;长句多见,因而周详、精确、细致,宜于阐述复杂的观点;它常见的非人称表达法使叙述显得客观、公正,结构趋于严密、紧凑;其普遍使用的抽象表达法被认为是一种高级思维,是现代科学的一种象征[1]。所以有大学英语教师撰文认为:英语作为蕴含世界最发达科学技术发明与表述的语言,具有对学习STEM课程不可或缺的逻辑思维能力与科学精神的培养作用。所以,我国可以尝试从小学开始就采用英语STEM教学材料[2]。本研究通过综述与此相关的研究文献,总结儿童STEM英语教学模式的设计原则,并在实践中证实基于这些原则设计的教学模式的可行性。

## 2. 前期研究综述

2013年4月9日发布的《美国新一代科学教育标准》(Next Generation Science Standards)重视跨学科共通概念的学习,重视科学与工程实践,特别是提出建构(科学)解释和设计(工程)解决方案,强调科学与工程实践对于学生的学习具有重要意义。在美国中小学,PBL(Project-based Learning)及STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)教育均迅速发展。有些学校将二者的优势结合起来,借助PBL开展STEM教育[3]。

在国内,多位学者就基于PBL的STEM教学策略开展了实践与研究。周洪茜,李琪总结出了基于PBL的STEM教学模式:教师在课前以解决问题为出发点,设计模糊的任务,确定一个主题,设计出学生的学习项目;在课堂上通过播放视频短片、角色扮演等让学生有效投入项目,制定并公布评估标准;在学生团队进行项目期间监督观察、提供技术指导;最后组织成果验收与项目评价。学生则要进行以下一系列活动:了解项目,调查研究,制定方案,分析交流,制作模型或其他,最后进行成果汇报,之后再反思自评[4]。钟琦等通过对赣南师范大学创新工场承办的全南县首届青少年科技运动会的观察与实践,

则认为在基于 PBL 的 STEM 教学活动中, 教师的活动为: 创设良好的情境, 引导问题探究, 指导项目活动, 帮助测试作品, 小组作品评价, 指导教学反思; 学生的活动一般是以下 7 个环节: 问题分析, 调查设计, 选择评估, 作品制作, 测试改进, 现场演示, 反思评估。他们还认为: 探索基于 PBL 的 STEM 教育实践方式对我国经济欠发达地区的基础教育能起到一定的辅助和推动作用[5]。那么, 如果将基于 PBL 的 STEM 教育与基础教育阶段的主要课程——英语教学相结合, 是不是会更加推动基础教育在经济欠发达地区的发展呢?

根据 Lemke 在 1990 年的著作中提出的观点: 学习科学就意味着谈论科学[6]。美国内华达大学雷诺分校的 Rod E. Case (2002) 认为向英语学习者用英语教导科学就是找到了语言、教育和内容的交叉点[7]。在为期 4 周的以堪萨斯市东北高中 ESL 学生为对象的科学教学实验中, 他每节课围绕一个科学概念采用了三段学习环教学法: 在概念探索阶段, 主要活动为看视频、展示和动手演练, 为下一活动建好概念框架; 在概念引介阶段, 主要活动是教师引导的讨论, 由讨论得出概念的定义; 在概念应用阶段, 主要活动有实验操作、阅读和讨论, 学生进一步加深了对概念的理解。科学英语的教学是贯穿始终的, 为解决语言问题采用多种词汇学习活动, 如词汇实物教学——学生学会表述实验要用到的所有材料名称(单词数量限定为 7 个), 用英语整理出实验步骤, 阅读早期相关科学家的传记并做些词汇游戏等。在语言与内容的整合中采用支架式教学策略。在评估中采用了多种方式, 既考核学生的科学知识也考核学生的语言知识与能力, 既有过程评估也有终结性评估。Case 的教学实验证实了在科学教学中进行英语语言教学的可行性。

Heather Allen 和 Soonhye Park 在 2011 年根据自己的研究发现和教学经历总结出了对 ESL 学生有效的四项科学教学策略: 1) 简化英语词汇, 固定句型; 2) 采用可视材料; 3) 采用伙伴协助解说; 4) 采用形式灵活多样的评估方式。他们还建议了一些其他的教学策略, 如与英语教师合作、采用双语材料、允许学生录制课堂活动、张贴每单元学习目标、制作词汇海报等[8]。

2016 年, 美国科学教师协会(NSTA)的夏季工作报告指出: 认为英语学习者需要掌握学科英语才可以学习 STEM (科学、技术、工程、及数学) 知识的想法是错误的和有害的; 与英语学习阶段相一致的科学教学能提供丰富的语言环境, 在其中英语学习者可以学习并练习新的语言; 只要有合宜的教学支持, 科学可以被用作帮助学生快速有效学习英语的手段; 因为孩子们是好奇的, 如果你给他们设置一个科学问题, 他们会有很强的动机去解决这个问题, 如此便会即在科学上也在语言上取得进步; 科学技术学习与英语学习共通的是缔造一个谈论科学的班级氛围; 让学生写出、画出并整理出他们在科学与技术实践中的操作经历就是重要的语言链接[9]。

在国内, 数名英语教师在英语教学中开展了 STEM 教育。梁伟彪在实践中发现: 将这种 STEM 教育模式整合到农村英语教学中是未来农村教学的发展方向。他把学生分组, 学生通过合作自行设计英语学习中的问题并尝试合作解决, 最终获得了相应的英语知识, 同时也提高了 STEM 素养[10]。陆汶提出借用 STEM 教育可以在英语课堂中创建真实的环境。教师在授课的过程中作为引导者, 通过小组讨论将教学目标以任务的形式下发, 组织学生通过演讲、制作海报、表演话剧、编写代码等形式和团队协作的方式完成作业。学生在 STEM 实践中获得了体验, 这些体验反过来又加深了对知识的理解, 在表述中又提高了语言表达力[11]。罗瑶瑶认为具有 STEM 教育特色的小学英语课堂教学特点是: 1) 教师要进行精心的课堂设计; 2) 要将真实情境引入课堂; 3) 教学以一个真实情景问题着手。相应的课堂教学策略则可以: 1) 基于问题的探究式教学: 课堂上提出一个问题, 由学生组成探究小组进行科学探究以及工程设计, 再运用计算、技术工具等的帮助进行成果总结与展示; 2) 基于项目的教学: 学生以小组为单位, 进行项目准备、制定计划、实施项目、成果展示并撰写报告、评估与反馈; 3) 开发 STEM 第二课堂: 教师向学生提供实验场所、器材、相关资料等; 学生在教师的帮助下利用科学、技术、工程和数学知识完成英语知识的意义建构。4) 课程资源开发: 具有 STEM 教育特色的小学英语课程资源开发亟待专家、教师编制

相关的教材、资料给予教学过程中的引导, 让 STEM 教育逐渐走进小学英语课堂[12]。刘予佳通过对美国中学 STEM 课程案例的观察, 建议在 STEM 英语课程中要有: 1) 企业界与教育界的合作; 2) 不同学科教师间的交流合作; 3) 大学与基础教育学校之间的合作[13]。

综上所述: 儿童 STEM 英语教育可能会助力农村基础教育的发展; 大学教师可以也应该进行与此相关的研究。儿童 STEM 英语教学资料的选择与设计应遵循以下几个原则: 1) 在语言表述上引进并简化英语国家的儿童 STEM 学科实验书籍; 2) 拍摄实验步骤视频或照片将实验过程可视化; 3) 设计各种词汇游戏; 4) 设计听、读、说、写 STEM 课程内容的语言活动。其次, 教学模式的设计则应遵循以下原则: 1) 采用基于 PBL 的 STEM 课程教学模式; 建立真实情境; 2) 注重动手操作, 采用实验教学; 3) 采用伙伴合作学习, 两人共同操作、解说及读写 STEM 实验内容。

### 3. 基于 PBL 与实验操作的儿童 STEM 英语教学模式设计

基于以上原则, 选取英国 DK 公司出版的 101 *Great Science Experiments* (《101 个伟大的科学实验》)[14]为主要教学资料, 将其表述进行简化, 例见表 1:

**Table 1.** Example of simplified STEM English teaching material

**表 1.** 简化后的儿童 STEM 英语教学材料举例

---

<p><b>Crush with Air</b> The purpose of this experiment is to make a plastic bottle collapse without touching it. The air does the job for you.</p>
<p><b>You will need:</b> 1. Thin card 2. Two cups, one for cold water and one for hot water 3. Plastic bottle with top 4. A small basin</p>
<p><b>Experiment Steps:</b> 1. Use the thin card to make a funnel. 2. Stand the bottle upright in the basin. Pour the hot water into the bottle through the funnel. Leave it on the table for a short time. 3. Get some water in your small basin. Put some ice into your cold water cup. 4. Screw the top on the bottle. Lay the bottle in the basin and pour cold water over it. Then stand it up. 5. As the warm air inside the bottle cools, it gives less pressure. The pressure of the air outside is stronger and crushes the bottle.</p>
<p><b>Experiment Interpretation:</b> You cannot feel air, but it presses against every surface. This is called "air pressure". When we pour cold water over the hot plastic bottle, the warm air inside the bottle cools, it exerts less pressure. The pressure of the air outside is stronger and crushes the bottle.</p>
<p><b>Knowledge-Air Support</b> A bicycle pump forces more and more air into the inner tube of a tyre. The air pushes outwards on the walls of the tube. It pushes so hard that it can support the weight of both the bicycle and the rider.</p>

---

将简化表述后的实验拍成视频, 把每个 STEM 实验分解成语言课与实验课; 授课采用基于 PBL 的伙伴合作学习, 将学生分成两人小组。在语言课上, 将其中的名词和动词这些重点英语词汇和简化过的英语实验步骤设计成涉及听、读、说、写的语言游戏。第二节实验课上在进行了简短的语言复习之后, 学生观看实验视频, 在教师的监督下模仿、操作实验; 之后给每组学生发放实验操作评估标准见表 2。

学生每两人一组, 进行实验操作展示前的准备工作。准备活动结束后, 每个小组面对全班, 一个人再做一遍实验, 另一个人用英文解释实验; 教师与全班同学一起按评分标准进行评分; 教师最后给予综合评价。基于 PBL 与实验操作的儿童 STEM 英语课程的教学模式设计见表 3。

**Table 2.** The evaluation criteria for Children's STEM English experiment project  
**表 2.** 儿童 STEM 英语实验项目评估标准

Evaluation Criteria (评估标准)	Full Points (满分)	Points Given (得分)
1. The experiment steps are correct. 实验操作步骤正确。	20 points	
2. The operation is smooth. 实验操作过程熟练、流畅。	20 points	
3. English explanation is clear. 英语步骤解说清楚明白。	20 points	
4. The key words are expressed correctly. 关键词的表述与发音正确。	20 points	
5. Cooperation is good during the demo. 演示过程中两人配合同步、默契。	10 points	
6. Cooperation is good during the preparation. 准备过程中两人共同准备, 合作良好。	10 points	
	100 points	Total:

**Table 3.** Children's STEM English teaching model  
**表 3.** 儿童 STEM 英语教学模式设计

第一节课 语言课	用时 120 分钟	具体活动
1. 热身环节	30 分钟	1) 简介主题, 提出要探究的 STEM 问题, 发放教学材料; 2) 进行实验所需材料英文名词的学习(实物教学); 3) 布置分配实验演示与解说项目(PBL)。
2. 实验展示	30 分钟	1) 实验展示: 播放实验视频并教授实验相关的重点动词(动作教学); 2) 实验步骤展示: 再次听看视频, 小组实验步骤排序。
3. 语言活动	50 分钟	1) 听读实验步骤并命名步骤; 2) 听读实验关键词并勾选所听到的词汇; 3) 打乱的实验步骤排序; 4) 实验关键词的快速认读比赛; 5) 小组讨论实验说明并用汉语解释;
4. 结束本课	10 分钟	安排学生课后要准备的事项。
第二节课 实验课	用时 120 分钟	具体活动
1. 热身环节	20 分钟	1) 检查学生准备的实验材料, 复习名词; 2) 模拟实验动作, 复习主要动词。
2. 实验操作	30 分钟	1) 播放视频, 学生各自仿照做实验; 并进行表述; 2) 教师反馈。
3. 项目验收	40 分钟	1) 学生分组准备之前布置的实验演示及解说; 2) 学生小组依次演示并解说, 教师与其他小组进行评价; 3) 教师综合进行反馈和总结。
4. 结束本课	30 分钟	1) 讨论生活中还有哪些方面的例子体现了该科学现象或原理; 2) 根据引导填写实验报告; 3) 整体表现评价与反馈。

#### 4. 基于 PBL 与实验操作的儿童 STEM 英语教学模式的实验结果及分析

2021 年暑期, 采用 101 *Great Science Experiments* 的第一部分 Air and Gases (空气和气体) 中的 9 个实

验, 基于以上教学模式改编、设计的教案于甘肃省天水市进行了为期 5 周的 STEM 英语教学实验。参与实验的小学生情况如下: 实验课 10 名参与学生来自于秦州区的实验小学、建设路第二小学、新华门小学、逸夫小学、天水郡小学。其中有男生 5 名, 女生 5 名, 年龄 9~12 岁, 年级为 4~6 年级。9 个实验上了 9 次课。通过调查问卷收集了数据。

2022 年寒假, 在甘肃省天水市, 采用的教学资料改编于 101 *Great Science Experiments* 的第二部分 Water and Liquids (水和液体) 中的 8 个实验, 上了 16 次课, 之后进行了期末测试来检测学习效果。

就该实验课的授课效果, 问卷调查了参与过 2021 年暑假实验课的 10 名小学生, 反馈见表 4。

**Table 4.** Reflections of the participating children to this teaching model

**表 4.** 参与儿童对该教学模式的反馈

调查项目	学生反馈统计	
	所占比例	肯定回答的人数
1) STEM 词汇大部分可以认读。	100%	10
2) 课程对今后英语学习有帮助。	100%	10
3) 学到了科学知识。	100%	10
4) 科学知识能联系生活实际。	100%	10
5) 提升了学习英语的兴趣。	90%	9
6) 能用英语讲解并操作所有的科学实验。	80%	8
7) 与伙伴合作愉快。	70%	7
8) 能正确填写实验报告。	70%	7
9) 能读懂大部分文字材料。	70%	7
10) 还想继续学习 STEM 英语实验课	80%	8

在这 10 名 4~6 年级儿童中: 100% 均表示在 STEM 英语实验课中教过的单词大部分都可以做到认读, 都觉得这种课程对今后学习英语有帮助, 都认为学到了科学知识, 都认为在生活中感受到了学习到的相关科学知识; 90% 认为这种课程提升了学习英语的兴趣; 80% 认为基本上可以用英语讲解并操作所有的科学实验, 20% 会用少量的英语解释实验并操作; 70% 的学生在实验过程中与伙伴合作得愉快; 40% 能读懂所做英语科学实验的文字材料, 60% 认为能读懂一部分; 70% 的学生能正确填写实验报告。80% 的学生表示愿意再次参加 STEM 英语实验课。

在 2022 年第二期 STEM 英语实验课中, 天水市第一期的 10 名儿童中, 有 6 名自愿进入第二期的学习。由此可见, 小学生在调查中的反馈是真实有效的。第二期期末组织的测试试题涵盖三个部分: 1) STEM 词汇考查(35%): a) 图片与单词的连线题, b) 打乱字母的单词的重新拼写; 2) 实验步骤中的句子理解(50%): a) 实验步骤排序, b) 选词填空; 3) 实验目的和原理的理解(15%): a) 实验名称与实验目标配对, b) 实验名称与实验原理配对。参与第二次教学实验的 6 名小学生的成绩由高到低排列如表 5 所示。

在这 6 名 4~6 年级的小学生中, 16.67% 的人考了满分, 对所学内容掌握很好。三分之一的人 70 分以上, 掌握良好。三分之一的人 65 分以上, 对内容的大部分有所掌握。16.67 的人 60 分以下, 但也在 50 分以上, 说明对所学内容至少掌握了一半。全组平均分 71.33, 说明整体学习效果良好。

**Table 5.** The test scores at the end of second STEM experiment teaching  
**表 5.** 第二期 STEM 英语实验教学期末测试成绩

名字	年级	成绩(满分 100 分)	占总人数百分比
许*天	6	100	16.67%
李*泰	6	72	33.33%
马*宸	5	71	
蒋*达	4	68	33.33%
钟*烨	5	66	
王*	6	51	16.67%
平均成绩		71.33	

## 5. 结语

本研究显明：通过 STEM 课程进行英语的教学，或通过英语进行 STEM 课程的学习，不仅完全可行，而且对推进农村地区基础教育的发展甚为有益。儿童 STEM 英语教学中最常采用的教学方式有 PBL 与实验操作；教学材料可以引进英语国家 STEM 教学书籍，但要简化且增加可视材料、并设计各种语言游戏。教学模式的设计则应遵循以下原则：1) 采用基于 PBL 的 STEM 课程教学模式，建立真实情境。2) 注重动手操作，采用实验教学。3) 采用伙伴合作学习，两人共同操作、解说及读写实验内容。按照以上原则设计的儿童 STEM 英语教学模式简单、易操作、可复制，在教学实验中取得了成功。实验结果表明：该教学模式不仅为儿童英语课堂创设了真实的学习语境，帮助儿童提高了学习英语的兴趣，扩大了英语词汇量，发展了英语的读写综合能力；还增长了 STEM 课程知识，提高了动手能力。参与实验的儿童的后续追踪调查也显明：该课程能够吸引 60% 的儿童继续参与。后续研究可以此为基础，选择 STEM 英语教学资料，编制相关教材与教案，推进我国经济欠发达地区 STEM 教育与英语教育的共同发展。

## 基金项目

甘肃省 2019 年教育科学一般规划课题“基于 STEM 教育和 PBL 的师范类理工科大学生英语‘做中学’创新创业项目模式研究”(GS[2019]GHB2081)，“‘雇佣本位’职前英语教师培养模式构建研究”(GS[2019]GHB2181)，天水师范学院 2020 年度教研课题“基于 PBL 和 STREAM 教育的大学英语课程实践共同体构建研究”(JY203045)阶段性成果。

## 参考文献

- [1] 连淑能. 英汉对比研究[M]. 北京: 高等教育出版社, 1993: 29, 46, 74, 77, 129.
- [2] 许胜男. 基于 STEM 教育的理工科大学生英语“做中学”创新创业模式项目研究[J]. 黑龙江教师发展学院学报, 2020(2): 132-134.
- [3] 严恺, 罗旭晴, 严峻松. 基础教育如何嫁接创客教育[C]. 第二十三届全国科普理论研讨会论文集: 2016 年卷. 2016: 424-431.
- [4] 周洪茜, 李琪. 基于 PBL 模式的 STEM 教学策略研究[J]. 中国信息技术教育, 2018(17): 76-79.
- [5] 钟琦, 唐遥, 曾祥志. 基于 PBL 的 STEM 教学策略及实践探索[J]. 数字教育, 2020(4): 78-83.
- [6] Lemke, J.L. (1990) Talking Science: Language, Learning and Values. Ablex, Norwood.
- [7] Case, R.E. (2002) The Intersection of Language, Education, and Content Science Instruction for ESL Students. *The Clearing House*, 76, 71-74. <https://doi.org/10.1080/00098650209604952>
- [8] Allen, H. and Park, S. (2011) Science Education and ESL Students. *Science Scope*, 11, 29-35.

- [9] (2016) Teaching ELLs through STEM Content. *NSTA Reports*, **28**, 6-7.
- [10] 梁伟彪. 农村初中英语教学与 STEM 教育理念的整合初探[J]. 课题研究, 2019(15): 5-6.
- [11] 陆汶. STEM 教育在英语教学中的应用[J]. 教育现代化, 2019(30): 202-203.
- [12] 罗瑶瑶. 浅谈具有 STEM 教育特色的小学英语课堂教学[C]//教师教育论坛(第四辑). 2019: 246-249.
- [13] 刘予佳. 美国中学 STEM 课程案例及启示: 以山谷中学高空气球项目为例[J]. 教育科学论坛, 2019(6): 36-39.
- [14] Ardley, N. (2015) 101 Great Science Experiments. Dorling Kindersley Limited, London.