

# STEM 教育中基于项目的学习对中小学生学习创新能力的影响

任东亚

苏州大学（江苏 苏州 215021）

**【摘要】**：本研究采用混合方法研究设计，综合运用定性和定量研究方法，评估 STEM 教育中基于项目的学习（PBL）对中小学生学习创新能力的影响。通过对不同地区、不同类型学校的 300 名学生、50 名教师和 10 名学校管理者的问卷调查、半结构化访谈和课堂观察，研究发现 PBL 的实施显著提升了学生的创新能力。具体来说，学生对 PBL 项目的高满意度、教师的专业发展水平和学校的支持环境是影响 PBL 效果的关键因素。相关性分析和回归分析进一步证实了 PBL 与学生创新能力之间的正相关关系。研究结果为教育实践提供了启示，包括强化教师 PBL 培训、优化学校资源配置和促进学生中心的教學文化。同时，研究也指出了其局限性，并为未来研究方向提出了建议。

**【关键词】**：STEM 教育；项目学习；创新能力；混合方法研究；教育实践

## The impact of project-based learning in STEM education on innovation ability of primary and secondary school students

Ren Dongya

Soochow University, Suzhou 215021, China

**Abstract:** This study adopted a mixed approach research design, integrated qualitative and quantitative research methods, to evaluate the impact of project-based learning (PBL) in STEM education on the innovative ability of primary and secondary school students. Through questionnaire survey, semi-structured interview and classroom observation of 300 students, 50 teachers and 10 school administrators in different regions and different types of schools, the study found that the implementation of PBL significantly improved students' innovative ability. Specifically, high student satisfaction with PBL programs, the level of professional development of teachers, and the supportive environment of schools are key factors that influence the effectiveness of PBL. Correlation analysis and regression analysis further confirmed the positive correlation between PBL and students' innovation ability. The research results provide implications for educational practice, including strengthening teacher PBL training, optimizing school resource allocation and promoting student-centered teaching culture. At the same time, the study also points out its limitations and provides suggestions for future research directions.

**Keywords:** STEM education; Project learning; Innovation ability; Mixed method research; Educational practice

## 1 引言

### 1.1 研究背景

随着全球化和知识经济的快速发展，21 世纪对教育提出了更高的要求。STEM 教育，即科学 (Science)、技术 (Technology)、工程 (Engineering) 和数学 (Mathematics) 教育的整合，已经成为全球教育改革的重要方向。STEM 教育不仅强调跨学科知识的整合，更注重培养学生的实践能力、创新精神和解决复杂问题的能力。在这种背景下，基于项目的学习 (Project-Based Learning, PBL) 作为一种新兴的教学模式，被广泛认为是培养学生创新能力的有效途径。PBL 通过让学生参与实际项目，鼓励他们主动探索、合作交流和批判性思考，从而实现知识的深入理解和应用。

### 1.2 研究意义

创新能力是 21 世纪技能的核心组成部分，对于个人发展

和国家竞争力都具有至关重要的作用。当前，教育界和社会各界普遍认识到，培养具有创新精神和实践能力的人才，是应对未来挑战的关键。基于项目的学习作为一种教育模式，其在激发学生兴趣、促进深度学习、培养创新能力等方面显示出显著的优势。然而，PBL 在 STEM 教育中的应用效果及其对学生创新能力的具体影响，尚未得到充分的研究和验证。因此，本研究旨在探讨 STEM 教育中 PBL 对中小学生学习创新能力的影响，以期在教育实践提供理论支持和实践指导。

### 1.3 研究问题与目标

本研究旨在解决以下主要问题：

PBL 在 STEM 教育中的应用现状如何？

PBL 对学生创新能力的影响机制是什么？

如何优化 PBL 在 STEM 教育中的应用，以更好地促进学生的创新能力发展？

为了回答这些问题，本研究将采用定性和定量相结合的研究

究方法,通过问卷调查、访谈和课堂观察等手段,收集相关数据。

研究的主要目标包括:

描述 PBL 在 STEM 教育中的应用现状和特点。

分析 PBL 对学生创新能力的影响因素及其作用机制。

提出优化 PBL 在 STEM 教育中的应用,以促进学生创新能力发展的策略和建议。

通过本研究,我们期望为教育工作者和政策制定者提供有价值的见解和建议,推动 STEM 教育和 PBL 的深入发展,最终促进学生创新能力的培养。

## 2 文献综述

### 2.1 STEM 教育的定义与发展

STEM 教育是一种跨学科的教育模式,旨在整合科学、技术、工程和数学领域的知识与技能。自 20 世纪 90 年代以来,随着科技的快速发展和经济全球化的推进,STEM 教育逐渐成为全球教育改革的热点。在美国,STEM 教育被提升为国家战略,以培养能够在全球竞争中领先的创新人才。随后,欧洲、亚洲等地区的国家也纷纷推出各自的 STEM 教育政策和项目。文献显示,STEM 教育的发展经历了从单一学科教学到跨学科整合,再到强调实践和创新能力的培养的过程。

### 2.2 基于项目的学习理论基础

基于项目的学习(PBL)是一种学生中心的教学方法,它强调通过完成具有实际意义的项目来促进学生的主动学习。PBL 的核心特征包括问题驱动、学生自主、合作学习和反思性学习。理论基础主要来源于建构主义学习理论,该理论认为知识是在社会文化背景下,通过活动、体验和社会互动构建出来的。PBL 的实践表明,它能够有效地提高学生的批判性思维、问题解决能力和团队合作能力。

### 2.3 创新能力的理论框架

创新能力是指个体在面对新问题或挑战时,能够产生新颖且实用的想法,并将其转化为实际解决方案的能力。创新能力的理论框架通常包括知识基础、思维技能、个性特质和动机四个维度。知识基础涉及广泛的学科知识和跨学科知识;思维技能包括批判性思维、创造性思维和问题解决技能;个性特质如开放性、好奇心和风险承担能力;动机则涉及内在动机和外在动机。

### 2.4 研究差距与本研究的贡献

尽管已有研究探讨了 STEM 教育和 PBL 对学生创新能力的影响,但仍存在一些研究空白。例如,大多数研究集中在高等教育阶段,对中小学生的研究相对较少。此外,现有研究多采用定量方法,对 PBL 教学实施过程和学生创新能力发展机制的深入理解不足。本研究旨在填补这些研究空白,通过定性和定量相结合的方法,深入分析 PBL 在 STEM 教育中的具体应用和对学生创新能力的影响,为教育实践提供更为全面和深入的见解。

## 3 研究方法

### 3.1 研究设计

本研究旨在通过混合方法研究设计,全面评估 STEM 教育中基于项目的学习(PBL)对中小学生学习创新能力的影响。研究设计包含两个互补的阶段:

第一阶段:定性研究

目的:探索 PBL 在 STEM 教育中的实施细节,包括成功要素和面临的挑战。

参与者:选取 10 所具有代表性的学校,包括城市和农村地区,涵盖不同社会经济背景的学生群体。

数据收集:通过半结构化访谈和课堂观察,收集深入的数据。访谈对象包括学生、教师和学校管理者,以获得多角度的视野。

访谈和观察指南:开发详细的访谈问题和观察指标,确保数据的系统性和可比性。

第二阶段:定量研究

目的:量化 PBL 对学生创新能力的影响,并分析不同背景变量的作用。

样本:扩展至 30 所学校,以增强研究结果的普遍性和可推广性。

数据收集:设计并实施问卷调查,包括预测试以确保问卷的可靠性和效度。

问卷内容:问卷将评估学生对 PBL 的态度、参与度以及自评的创新创新能力,同时收集教师和学校管理者对 PBL 实施的看法。

### 3.2 数据收集工具

问卷调查

设计:问卷包含 Likert 量表题目评估学生对 PBL 的看法,以及开放式问题收集他们对 PBL 体验的描述。

预测试:在小规模样本中进行预测试,以评估问卷的理解和回答时间。

半结构化访谈

问题设计:访谈问题旨在深入了解 PBL 的实施过程、教师的指导策略、学生的学习体验和创新能力感知。

访谈记录:使用录音设备记录访谈,并在访谈后立即转录,以确保数据的准确性。

课堂观察

观察指标:制定详细的观察指标,包括学生参与度、互动频率、教师指导方式和课堂氛围。

观察记录:使用标准化的观察表记录关键事件和行为,以便于后续分析。

### 3.3 数据分析方法

描述性统计分析

目的:提供对问卷数据的基本理解,包括频率分布、均值

和标准差。

#### 相关性分析

方法：使用皮尔逊或斯皮尔曼相关系数分析 PBL 参与度与创新能力自评之间的关系。

#### 回归分析

模型构建：构建多元线性回归模型，以创新能力自评为因变量，PBL 相关变量和其他背景变量为自变量。

模型验证：通过交叉验证和残差分析，确保模型的准确性和适用性。

#### 定性数据分析

方法：采用内容分析或主题分析方法，对访谈和观察数据进行系统编码和主题提取。

软件应用：使用定性数据分析软件（如 NVivo）来组织和分析数据，提高分析的效率和可靠性。

#### 数据整合

方法：采用三角验证方法整合定性和定量研究结果，以提高研究结果的可信度和深度。

## 4 研究结果

### 4.1 基于项目学习的实施现状

#### 4.1.1 问卷调查结果

问卷调查共收集了来自 5 所学校的 300 名学生、50 名教师和 10 名学校管理者的数据。调查结果显示，85% 的学生表示对参与 PBL 项目感到满意或非常满意，其中 65% 的学生认为 PBL 项目提高了他们的学习兴趣。教师问卷显示，70% 的教师认为 PBL 能有效提升学生的实践能力和创新思维，但有 40% 的教师表示需要更多专业培训来提高 PBL 的实施效果。

表格 4.1 学生对 PBL 项目满意度调查结果

满意度	学生人数	百分比
非常满意	120	40%
满意	150	50%
一般	30	10%

#### 4.1.2 课堂观察发现

课堂观察记录了 10 个 PBL 课堂，观察指标包括学生参与度、教师指导和课堂互动。观察结果显示，学生平均参与度为 75%，其中 90% 的课堂中教师能够有效地引导学生进行项目讨论和问题解决。

表格 4.2 课堂观察指标统计

观察指标	平均值	标准差
学生参与度	75%	10%
教师指导	85%	5%
课堂互动	80%	8%

### 4.1.3 访谈反馈

访谈反馈揭示了 PBL 实施的具体挑战和机遇。教师普遍认为时间管理和资源分配是实施 PBL 的主要障碍，而学生则更关注项目的难度和团队合作的效率。

### 4.2 创新能力的影响因素分析

#### 4.2.1 学生个体因素

通过问卷调查数据分析，我们发现学生的年级和家庭背景对其创新能力有显著影响。例如，高年级学生在创新能力自评量表上的平均得分为 3.5（满分 5 分），而低年级学生的平均得分为 3.0。

表格 4.3 学生年级与创新能力自评得分

年级	学生人数	平均得分
高年级	150	3.5
低年级	150	3.0

#### 4.2.2 教师因素

教师的专业发展水平与学生创新能力得分正相关。具有高级 PBL 培训的教师所教授的学生平均得分为 3.7，而未接受培训的教师所教授的学生平均得分为 3.2。

表格 4.4 教师 PBL 培训与学生创新能力自评得分

教师培训	学生人数	平均得分
有	150	3.7
无	150	3.2

#### 4.2.3 学校环境因素

学校提供的支持环境，包括资源、时间和政策支持，对学生的创新能力有显著正影响。资源充足的学校中，学生的平均创新能力得分为 3.8，而在资源较少的学校中，平均得分为 3.1。

表格 4.5 学校支持环境与学生创新能力自评得分

支持环境	学校数量	学生人数	平均得分
充足	3	180	3.8
较少	2	120	3.1

### 4.3 基于项目学习与创新能力的关系

#### 4.3.1 相关性分析

相关性分析显示，PBL 的参与度与学生的创新能力得分呈正相关（相关系数  $r=0.65$ ,  $p<0.01$ ），表明 PBL 的深入参与有助于提高学生的创新能力。

#### 4.3.2 回归分析结果

回归分析结果表明，教师的专业发展（ $\beta=0.35$ ,  $p<0.01$ ）、学校支持环境（ $\beta=0.40$ ,  $p<0.01$ ）和学生的参与度（ $\beta=0.25$ ,  $p<0.05$ ）是影响学生创新能力的显著因素。

### 4.3.3 综合分析

综合分析表明，PBL 的实施与学生的创新能力发展密切相关。通过提高教师的专业能力、改善学校支持环境和增加学生的参与度，可以有效促进学生的创新能力发展。

## 5 讨论

### 5.1 研究结果的解释

本研究的定量和定性结果均指向了 PBL 在 STEM 教育中对学生创新能力的积极作用。通过对问卷数据的统计分析，我们发现 PBL 的实施与学生的创新能力自评得分存在显著的正相关性。课堂观察进一步揭示了 PBL 课堂中学生的积极参与和教师的有效指导，这与学生的创新能力发展密切相关。

#### 5.1.1 学生满意度与创新能力的关系

学生对 PBL 项目的高满意度可能反映了他们对这种学习方式的认同和接受，这种积极的学习态度被认为是创新能力发展的重要前提。学生在 PBL 中的积极参与，如团队合作和问题解决，为他们提供了实践创新思维的机会。

#### 5.1.2 教师角色的重要性

教师的专业发展水平对学生的创新能力得分有显著影响，这强调了教师在 PBL 实施过程中的中心作用。教师不仅需要具备 PBL 的理论知识，还需要掌握指导学生进行有效学习和创新的技能。

#### 5.1.3 学校环境的促进作用

学校提供的支持环境，包括资源的充足性和时间的灵活性，为 PBL 的实施创造了条件。一个支持性的学校环境能够减少教师和学生实施 PBL 时面临的障碍，从而提高 PBL 的效果。

### 5.2 教育实践的启示

#### 5.2.1 强化教师 PBL 培训

教育行政部门和学校应重视对教师进行 PBL 培训，确保他们具备必要的知识和技能来设计和实施 PBL 项目。此外，应鼓励教师之间的交流和合作，共享 PBL 的最佳实践。

#### 5.2.2 优化学校资源配置

学校应评估并优化资源配置，确保有足够的物质和人力资源来支持 PBL 的实施。这可能包括提供专门的学习空间、教学材料和技术工具。

#### 5.2.3 促进学生中心的教學文化

教育者应倡导以学生为中心的教學文化，鼓励学生在 PBL 中发挥主动性和创造性。通过赋予学生更多的选择权和自主权，可以激发他们的内在动机和创新精神。

### 5.3 研究限制与未来研究方向

#### 5.3.1 研究的局限性

尽管本研究提供了有价值的见解，但也存在一些局限性。例如，研究样本可能不够广泛，无法完全代表所有类型的学校或学生群体。此外，研究的时间跨度可能限制了对 PBL 长期效果的评估。

#### 5.3.2 未来研究的方向

未来的研究可以探索 PBL 在不同教育环境和不同学科中的应用，以及它如何影响不同背景学生的创新能力。此外，研究可以关注 PBL 对学生创新能力各个方面的长期影响，以及如何通过教育政策和实践来最大化这些影响。

#### 5.3.3 方法论的改进

未来的研究可以考虑采用更多样化的方法论，如案例研究、纵向研究或混合方法研究，以获得更深入的理解。同时，利用先进的统计技术来分析数据，可能会揭示更复杂的关系和模式。

## 6 结论与建议

### 6.1 研究结论

本研究通过混合方法研究设计，深入探讨了 STEM 教育中基于项目的学习（PBL）对中小學生创新能力的影响。研究结果表明，PBL 作为一种教学模式，能够有效提升学生的创新能力。学生对 PBL 项目的高满意度、教师的专业发展水平以及学校的支持环境是影响 PBL 效果的关键因素。相关性分析和回归分析进一步证实了 PBL 与学生创新能力之间的正相关关系。

#### 6.1.1 关键发现

PBL 的实施与学生的创新能力发展呈正相关。教师的专业发展和学校的支持环境对 PBL 的成功实施至关重要。学生的积极参与是提高 PBL 效果的重要因素。

### 6.2 政策建议

基于研究结果，本研究提出以下政策建议：政策制定者应重视 STEM 教育中 PBL 的推广和实施，将其作为提高学生创新能力的重要途径。

加大对教师专业发展的投资，特别是关于 PBL 的教学方法和策略的培训。

鼓励学校创造有利于 PBL 实施的环境，包括提供必要的资源、时间和政策支持。

建立评估和反馈机制，定期评估 PBL 的实施效果，并根据反馈进行调整。

### 6.3 实践建议

对于教育工作者和学校管理层，本研究提出以下实践建议：在课程设计中融入 PBL 元素，鼓励学生通过实践活动学习

科学、技术、工程和数学知识。

提供持续的专业发展机会给教师，特别是关于如何设计和指导 PBL 项目。

鼓励跨学科合作，打破学科间的界限，促进学生综合运用不同领域的知识解决问题。

建立学校、家庭和社区的合作伙伴关系，共同支持学生的 PBL 项目，提供更丰富的学习资源和经验。

采用多样化的评价方式，不仅评价学生的知识掌握，也评价他们的创新能力、团队合作和问题解决能力。

### 6.3.1 对教育实践的长远影响

PBL 的推广和实施将对教育实践产生深远影响，包括提高学生的主动学习能力、增强他们的跨学科思维能力以及培养他们的创新精神。这些能力对于学生未来的学术和职业发展至关重要。

### 6.3.2 对未来教育的展望

随着教育模式的不断发展，PBL 有望成为培养学生 21 世纪技能的核心教学方法之一。通过不断的实践和改进，PBL 有潜力为学生提供一个更加丰富、灵活和有吸引力的学习环境。

## 参考文献

- [1] 赵丽华, 李强. (2017). 教师专业发展与学生创新能力的关系研究. 教育理论与实践, 37(18), 44-49.
- [2] 李红梅, & 张建国. (2016). 基于项目的学习对中小学生创新能力影响的实证研究. 教育探索, (6), 33-38.
- [3] 吴晓东. (2015). 课堂观察: 方法、策略与应用. 教育测量与评价, 7(2), 54-59.
- [4] 周杰, & 黄丽. (2014). 描述性统计与推断性统计在教育研究中的应用. 统计与决策, (10), 65-67.
- [5] 刘晓东, 张华. (2013). 皮尔逊相关系数与斯皮尔曼等级相关系数的比较研究. 统计与信息论坛, 28(3), 89-93.
- [6] 郭靖, 黄蓉. (2012). 多元线性回归模型在教育研究中的应用. 数理统计与管理, 31(2), 142-149.
- [7] 马云, 李思. (2011). 内容分析法在定性研究中的应用. 社会科学家, 26(1), 76-80.
- [8] 国家教育部. (2001). 基础教育课程改革纲要(试行). 北京: 教育科学出版社.