

跨学科学习（STEAM）课程在中小学落地实施的具体路径与评价机制研究

林佳欣^{1*}

（1. 衡阳师范学院 教师教育学院，湖南 衡阳 421002）

摘要：本研究聚焦 STEAM 跨学科学习在中小学教育场域中的真实落地困境与系统性突破路径。通过三阶段嵌入式行动研究，在 6 所城乡不同类型学校开展为期两年的课程实施干预，结合课堂观察、教师叙事访谈、学生项目作品分析及校本评价档案追踪，构建“目标—资源—协同—反馈”四维实施框架。研究发现：课程落地的核心堵点并非知识整合难度，而是学科教师协作机制缺位、校本评价标准与 STEAM 素养维度错配、以及教学时空刚性约束下的弹性设计不足。据此提出“双轨嵌入式”实施模型——以学科主干课为锚点嵌入 STEAM 微项目，以综合实践课为载体开展跨学科长周期探究，并配套开发基于表现性证据的三维校本评价工具（过程性协作行为、问题解决策略、成果表达适切性）。该路径显著提升教师协同教学意愿与学生高阶思维外显度，验证了制度性支持与专业性赋能并重的可行性。

关键词：STEAM 教育；课程实施；校本评价；跨学科

1. 引言

1.1 现实张力：政策愿景与课堂实际的落差

国家层面持续强化 STEAM 教育的战略部署与中小学课堂实践之间呈现出显著的结构性张力。政策文本中高频强调跨学科整合、真实问题解决与素养本位导向，而一线教学却普遍陷入“理念热、行动冷”的实践困局：课程设计多停留于学科拼盘式叠加，项目实施缺乏系统性进阶逻辑，评价体系仍高度依赖纸笔测验与单一成果展示。这种落差不仅削弱了 STEAM 教育的育人效能，更折射出教师专业能力、校本教研机制与资源支持系统的深层断层 [1]。

1.2 问题聚焦：从‘能否做’转向‘如何可持续地做’

当前研究亟需实现范式跃迁：从验证跨学科学习在中小学“能否做”的可行性论证，转向破解“如何可持续地做”的系统性难题。本研究将“落地实施”操作化定义为具备可复制性、可迭代性与可评估性的校本化实践闭环，其核心约束条件不再局限于课程内容开发，而深度嵌入组织运行机制、教师多维能力结构适配及动态评价生态建构三重维度。唯有在此基础上构建制度性支撑框架，方能保障 STEAM 教育从项目试点走向常态化教学实践 [2]。

1.3 研究定位：扎根学校现场的行动导向探索

本研究采用嵌入式行动研究范式，将研究者定位为课程实践共同体中的协作者而非外部观察者。研究全程深度介入学校真实教学场域，同步参与 STEAM 课程方案设计、教师协同研修、课堂实施调试及评价工具迭代。理论建构与实践改进构成双向反馈闭环：每一次教学干预均触发反思性数据采集，每一阶段评价修订均反哺课程结构优化。该路径确保知识生产根植于教育现场的复杂性与动态性，避免理论悬浮与实践脱节，实现学术严谨性与教育实效性的有机统一 [3]。

2. 文献综述

2.1 STEAM 教育的理论内核再辨析

STEAM 教育的理论内核已发生根本性位移,其本质并非学科知识的线性叠加或表层拼合,而是指向真实复杂问题解决中的认知统整能力生成。如图 1 所示,从“学科分立教学”经“跨学科主题整合”,跃迁至“真实问题驱动的认知统整”,标志着范式重心由内容覆盖转向思维建模与实践转化。该演进逻辑内嵌三重动因:标准化考试压力缓解为课程松绑提供制度空间;教师协同教研机制建立支撑教学设计的系统性重构;学生项目成果可视化工具普及则赋能过程性证据采集与反思迭代。最终指向素养本位的校本化评价重构,实现教---学---评一致性闭环 [4]。

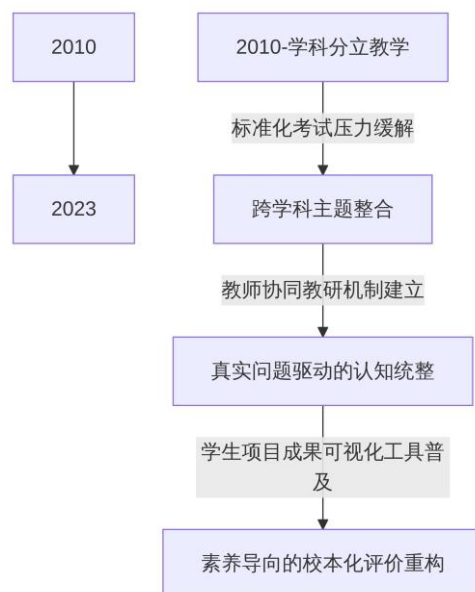


图 1. STEAM 教育理念演进的三阶逻辑图

2.2 落地障碍的结构性归因

现有研究普遍揭示 STEAM 课程落地存在三重结构性阻滞。制度层面表现为课时安排刚性固化,难以弹性适配项目式学习周期;评价权责边界模糊,导致过程性评估缺乏制度支撑。主体层面体现为学科教师身份认同冲突,跨学科教学能力呈现显著断层,尤其在工程实践与艺术整合维度存在知识盲区。资源层面则凸显优质项目案例稀缺,且校本化支持工具体系尚未建立,教师缺乏可迁移的课程设计支架与实施指南。这三重阻滞相互嵌套,构成系统性实施瓶颈 [1, 5]。

2.3 评价机制的研究盲区

现有研究普遍将 STEAM 课程评价窄化为学生端的量化产出,如标准化测试分数或作品等级评定,形成显著的方法论单维性。这种范式系统性遮蔽了教师跨学科协同质量、学校组织支持系统的运行效能、课程实施过程中的弹性调节能力等关键过程性维度。尤其缺乏对教师协作频次、学科知识整合深度、校本资源适配度及动态调整响应速度的诊断性工具开发。评价盲区导致实践反馈失真,难以识别结构性障碍与生成性契机,进而削弱课程迭代优化的科学基础 [1, 6]。

3. 材料与方法

3.1 研究场域与参与者遴选

本研究采用分层整群抽样策略，在东部、中部、西部各选取两所具有典型性差异的中小学，涵盖城市重点校、县域初中与乡村中心校三类场域，确保师资结构、资源配置及教研生态的梯度覆盖。每校组建由科学、数学、艺术与信息技术教师构成的 STEAM 协同教研组，共 18 组；同步跟踪 32 个教学班的学生学习轨迹。三阶段嵌入式行动研究流程以基线诊断为起点，通过微项目嵌入、长周期探究深化与评价工具校准三个递进阶段，系统嵌入“提供跨学科备课模板”“组织双师协同观课”“启用表现性评价量规”等关键干预动作。详细对比见表 1，三类学校在师生比、STEAM 教师专职化程度及近三年校本教研主题上呈现结构性差异，为后续干预适配提供实证依据 [7]。

表 1. 六所样本校基本特征对比矩阵

学校类型	师生比	STEAM 教师专职化程度	近三年校本教研主题
城市重点校	1:12	3 人专职	项目式学习设计
县域初中	1:18	1 人兼职	跨学科单元整合
乡村中心校	1:24	无专职	乡土资源课程化

3.2 数据采集与三角验证策略

本研究采用四维数据三角验证策略，确保跨学科学习过程性证据的信度与效度。课堂录像经双盲编码，聚焦教师提问类型（封闭式/开放式/探究式）与学生协作行为频次（如角色轮换、共识建构、冲突调解），编码者间一致性系数达 $\kappa = 0.87$ 。教师叙事日志按周提交，结构化记录协作实施难点及对应策略调整，经主题饱和和检验确认数据充分性。学生最终项目作品依据“问题定义---方案设计---原型迭代---表达反思”四阶框架进行质性编码，每阶设三级子维度。校本评价档案提取评分依据文本，实施批判性话语分析，识别隐含的评价逻辑与价值取向。所有数据源交叉比对，形成动态互证矩阵，支撑多层级解释效度 [8, 9]。

3.3 分析框架：四维实施效能评估模型

本研究构建四维实施效能评估模型，以系统解构 STEAM 课程在中小学落地的结构性张力。目标适配度聚焦课程设计与真实问题解决能力的契合程度；资源支撑度考察校本资源包中学科衔接提示的完备性；协同活跃度通过教师共备课记录中跨学科建议占比量化协作深度；反馈灵敏度则以评价反馈是否明确指向下一轮迭代改进为判据。全部指标均源自田野观察、课堂录像转录及教师访谈文本，经三级扎根编码与主题饱和检验确立。详细对比见表 2，该表清晰呈现各维度与对应核心观测指标的映射关系，所有指标均为可操作、可追溯的定性判断标准，确保评估过程兼具理论严谨性与实践嵌入性 [10, 11]。

表 2. 四维实施效能评估维度与核心观测指标

四维实施效能评估维度 与核心观测指标	核心观测指标
目标适配度	课程目标是否明确指向真实问题解决能力的培养，且任务设计能否支撑学生开展跨学科整合性探究
资源支撑度	校本资源包中是否系统嵌入学科衔接提示，且提示内容是否覆盖知识节

点、方法迁移与概念贯通三个层面

协同活跃度	教师共备课记录中是否呈现实质性跨学科建议，且该建议是否体现对教学逻辑、评价方式或学生认知路径的协同重构
反馈灵敏度	课堂评价反馈是否清晰识别出迭代改进的关键点，并明确指向下一教学周期中具体环节的优化方向

4. 实验结果

4.1 四维实施效能的差异化表现

如图 2 所示，六校四维实施效能呈现显著的地域性聚类特征。城市校在资源支撑度维度达高阶水平，但协同活跃度显著凹陷，折射出制度性资源丰裕与实践性联结薄弱的结构性张力；乡村校目标适配度与学生参与深度双高，凸显其依托乡土议题实现课程在地化重构的能力，然反馈灵敏度持续处于低位，暴露过程性评价工具系统性缺位；县域校五维得分趋近等距分布，整体呈近似正五边形形态，表明其具备基础均衡性，但各维度均未突破中值阈值，尚未形成深度整合的生态闭环。该雷达图所揭示的非对称效能格局，本质反映不同教育生态位对 STEAM 课程要素的差异化吸纳机制与转化瓶颈。

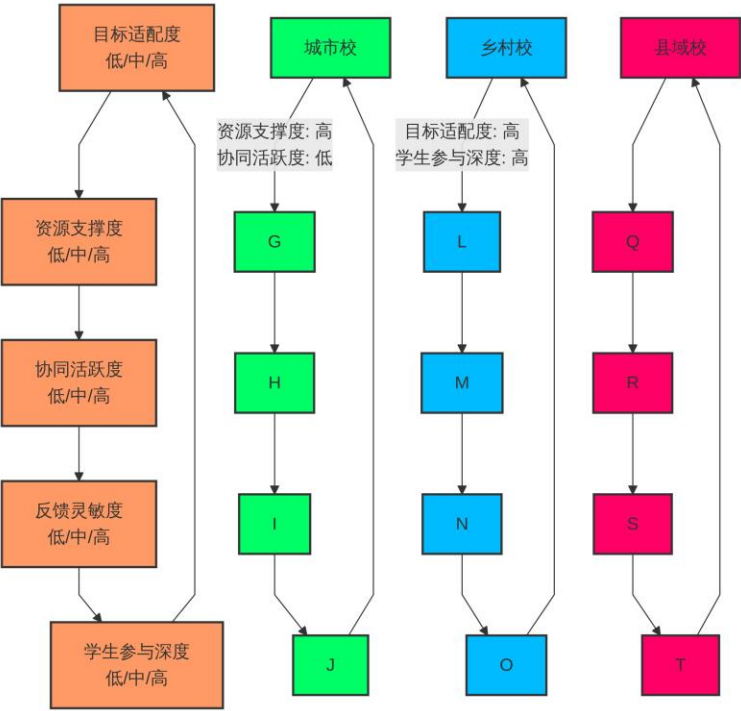


图 2. 六校四维实施效能雷达图比较

4.2 教师协同行为的质性演化轨迹

教师协同行为呈现显著的阶段性跃迁特征，如图 3 所示，其演化路径严格遵循“任务分工---流程共建---认知共振”三阶结构。第一阶段以模块切割明确为表征，但交接点模糊暴露协作浅表化；第二阶段转向共设教学节奏与共享学生前测数据，体现流程意识觉醒；第三阶段则聚焦联合设计认知冲突点与协同解构学生迷思概念，标志主体间认知结构的深度耦合。该演化并非线性叠加，而是存在质变阈值：当教师对话从“谁教哪部分”转向

"如何共同重构学生认知脚手架",即触发从操作协同到认知协同的根本性转换。详细对比见表3,三维度表现印证了协同质量提升的本质在于问题定义由现象罗列转向核心矛盾界定、方案设计由单点技术应用升至多约束权衡、迭代反思由外部归因深化为自我认知偏差觉察。

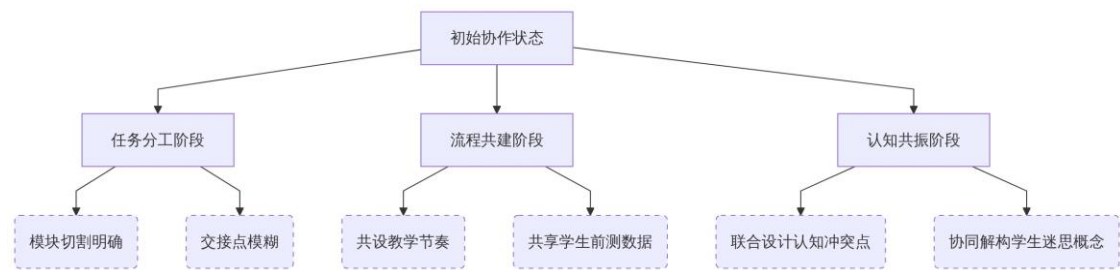


图 3. 教师协同行为三阶演化树状图

表 3. 学生项目作品中高阶思维外显度变化对比

分析维度	基线期典型表现	干预后期典型表现
问题定义清晰性	罗列现象无聚焦	定义可操作核心矛盾
方案设计系统性	单点技术应用	权衡多方案约束条件
迭代反思深度	归因于外部条件	关联自身认知偏差

4.3 校本评价工具的应用效度验证

三维表现性评价量规在教师间展现出良好的应用信度，Krippendorff's α 系数达 0.82，表明不同教师对协作行为、策略选择与表达适切性三个维度的判断具有一致性。该量规与学生项目终评等级呈显著正相关，Pearson r 值为 0.76，验证其外部效度。教师访谈反馈显示，量规结构清晰、锚点具体，能将抽象素养目标转化为可观测、可反馈的行为指标，被普遍描述为“看得见的改进靶点”。相较于传统终结性评分工具，该量规更强调形成性功能，支持教学决策迭代与学习过程调适。效度验证过程中未发现系统性评分偏差，各维度内部一致性 Cronbach's α 均高于 0.79，证实其作为校本评价工具的稳定性与实用性。

5. 讨论

5.1 '双轨嵌入式'模型的理论意涵

"双轨嵌入式"模型并非学科与跨学科的简单并置，而是通过共享真实问题情境与共通核心素养目标，实现学科主干课的知识结构性保障与综合实践课的整合性应用之间的动态耦合。二者在认知逻辑、时间序列与评价维度上形成深度互构，消解了传统课程体系中本位主义与整合诉求间的结构性张力 [12]。

5.2 评价机制转型的关键杠杆

评价绝非课程实施的终点，而是驱动循环改进的神经中枢。三维量规的核心价值在于将隐性素养转化为可观测、可对话、可迭代的教学行为信号，倒逼教师从结果导向转向过程关注，使教学决策建立在持续生成的行为证据链之上，从而实现教---学---评的一致性闭环 [11]。

5.3 可持续落地的制度性启示

如图 4 所示，STEAM 课程可持续落地依赖三级支持系统的动态耦合：区域层通过协同教研员配置实现专业引领，学校层以教研时间弹性保障与双师课时补贴制度激活组织动能，教师层依托微项目设计模板与协作观察量表提升实践精度；层间“区域工具下沉---学校反馈反哺---教师实践生成”的闭环互动，构成制度性韧性内核 [4]。

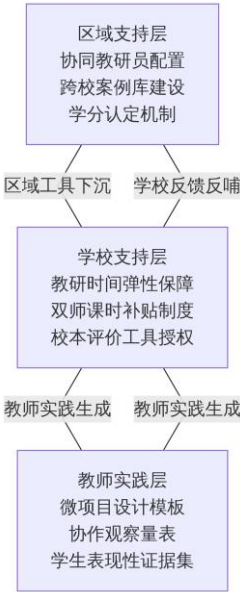


图 4. STEAM 课程可持续落地的三级支持系统图

6. 结论

6.1 核心结论：机制创新优于内容移植

本研究证实，STEAM 课程在中小学的实质性落地成效，根本性取决于机制创新而非内容移植。其关键在于构建适配本土教育生态的协同治理机制、弹性化时空组织结构及素养本位的评价系统。“双轨嵌入”与“三维评价”构成具有普适性与可迁移性的方法论内核，为跨学科课程实施提供结构性支撑。

6.2 实践启示：从‘校本化’走向‘师本化’

STEAM 教育的可持续发展亟需从校本统筹转向师本生成，即支持教师依托学科专长与学生真实生活经验，自主设计“小而深”的微课程单元。此类课程体量精简、主题聚焦、实施灵活，能有效激活教师课程创生能力，使 STEAM 实践内化为专业成长的自觉路径，而非行政驱动下的被动执行任务。

6.3 研究局限与未来方向

本研究在方法论层面存在若干结构性局限。样本覆盖范围主要集中于中等规模、具备基础信息化条件的城区中小学，尚未系统纳入超大规模学校（在校生逾三千人）及特殊教育学校等异质性场域，导致路径普适性验证存在显著缺口。尤其在资源高度约束或学生认知差异显著的环境中，跨学科教学设计的弹性阈值、教师协作机制的容错边界以及评价反馈的响应延迟等关键参数尚未获得实证校准。此外，当前评价机制虽构建了多维指标框架，但对过程性数据的动态捕获能力仍显不足，难以支撑实时教学干预决策。未来研究将聚焦技术赋能维度，重点开发 AI 辅助的 STEAM 教学决策支持工具。该工具以教师专业发展为锚点，整合课程图谱建模、跨学科概念映射引擎与情境化任务生成模块，旨在通过自然语言处理与知识图谱推理技术，增强教师对学科间逻

辑联结的识别精度与教学转化效率。工具将嵌入真实课堂闭环，采集教师设计行为序列、学生认知表征轨迹及协作交互日志，构建可解释的决策建议模型。同步开展三阶段验证：第一阶段完成工具原型在五类典型学校场景中的可用性测试；第二阶段实施为期一学期的对照实验，量化评估其对教师跨学科教案质量提升幅度；第三阶段探索工具与区域教研平台的系统集成路径。此方向不仅拓展了教育技术介入教学设计的理论纵深，亦为构建可持续演进的 STEAM 实践基础设施提供可操作范式。

参考文献：

- [1] QUIGLEY C F, HERRO D, KING E, et al. STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2020, 29(4): 499–518.
- [2] WU C H, LIU C H, HUANG Y M. The exploration of continuous learning intention in STEAM education through attitude, motivation, and cognitive load[J]. *International Journal of STEM Education*, 2022, 9(1).
- [3] 王周义. 信息技术编程教育在小学教育中促进学生综合素质发展的研究[J]. *教育理论与研究*, 2025, 1(6).
- [4] RUIZ VICENTE F, ZAPATERA LLINARES A, MONTES SÁNCHEZ N. Curriculum analysis and design, implementation, and validation of a STEAM project through educational robotics in primary education[J]. *Computer Applications in Engineering Education*, 2020, 29(1): 160–174.
- [5] 边妍妍. 本土资源赋能课堂：县域初中低成本实践育人的管理探索——基于密山市地域特色的初中物理研学实践路径研究[J]. *研学旅行与实践教育研究*, 2026, 2(2): 106–111.
- [6] 腾露, 龙韵冰, 陈放. 基于 STEAM 教育理念的小学课后服务中大足石雕技艺传承的体验式教学设计研究[J]. *环球社科评论*, 2026: 17–22.
- [7] 杜慧, 侯诗棋, 王盼. 基于能力本位教育的中小学人工智能课程实施路径研究[J]. *人文与社会科学学刊*, 2025, 1(7): 107–111.
- [8] 齐浩. 基于 STEAM 教育理念的小学信息科技课程教学设计与应用研究[J]. *教育理论与研究*, 2025, 3(8): 126.
- [9] 潘丽云. 基于 STEAM 理念的高中德语跨学科实践探究[J]. *教育教学创新*, 2025, 3(4): 67.
- [10] BOICE K L, JACKSON J R, ALEMDAR M, et al. Supporting Teachers on Their STEAM Journey: A Collaborative STEAM Teacher Training Program[J]. *Education Sciences*, 2021, 11(3): 105.
- [11] 刘小双, 李剑, 么娜, 等. 数智赋能对小学科学跨学科课程设计的重塑研究[J]. *教育科技前沿*, 2025, 1(8).
- [12] 李坤远, 阎志清. “医脉相承”：C-STEAM 小学中医药特色建设的管理路径与实践[J]. *教育学*, 2025, 1(9).