

工程思维培育导向的 项目式学习教学模式构建与实施

——以高中技术与工程“凸轮玩具设计”课程为例

文_魏金圣 来 泽 邓白龙
(西南大学附属中学校)

摘要：针对当前高中技术与工程教学中理论实践脱节、学生主体性缺失的难题，推动项目式学习融入教学成为改革关键方向。本研究基于建构主义学习理论，依托项目式学习理念，探讨工程思维培育导向的“情境建构—协作探究—实践创新—评价反思”四阶段教学模式构建与实施路径。研究以“凸轮玩具设计”为实践载体，发现该模式可精准适配高中技术与工程课程的实践属性，有效破解传统教学痛点。研究成果为高中技术与工程领域项目式教学落地提供参考。

关键词：工程思维培育 项目式学习 技术与工程 凸轮玩具设计 教学模式构建

教育部等七部门《关于加强中小学科技教育的意见》明确指出，高中阶段“鼓励开展基于真实情境的实验探究和小型工程实践项目”“注重面向真实世界的科技工程问题解决能力”。而在长远教学发展规划中，2035年的核心目标更是明确指向提升学生综合运用STEM学科知识与技能、通过动手实践破解复杂问题的核心素养。事实上，高中技术与工程课程作为培育青少年工程思维、实践能力的关键载体，正需要适配的教学项目作为落地支撑。

基于政策导向与课程实践需求的双重考

量，本文以“凸轮玩具设计”为具体研究案例，重点探索在建构主义学习理论指导下，高中技术与工程学科项目式学习的具体教学设计与实践路径，为提升课程教学的实践性、趣味性与实效性提供有益参考。

◎ 项目式学习的理论内涵

项目式学习(PBL)是一种融合个体与协作互动的学生中心教学模式，以真实问题为核心，兼具多学科性、学生主体性、成果展示性等特征^[1-3]。其核心要义在于教师将课程任务项目化，引导学生自主设计、实施项目，在自主探究与小组协作中解决真实问题，实现知识建构与能力提升^[4,5]。作为建构主义理论衍生的重要教学法，项目式学习倡导学习者通过经验反思主动建构知识理解，注重真实情境与互动对话的融入^[5]，其理念和实践路径与工程学科培养学生工程思维、实践创新能力的核心要求高度契合，可弥补传统知识传授式教学中，学生工程实践能力与创新思维培养不足的短板，为学生应对未来工程领域挑战奠定基础。

◎ 工程思维培育导向的项目式学习教学模式构建

高中技术与工程领域的多数知识点均具备

需实践、探究与设计的共性要求，典型如核心内容之一的“技术与设计的一般过程”。该过程涵盖发现与明确问题、制订设计方案、制作模型或原型、优化迭代等环节，天然具备实践性、程序性与探究性特质，这也使得整个技术与工程课程成为最需要项目式学习赋能的课程领域。而高中通用技术作为衔接基础教育与高等工程教育的关键纽带，恰好是项目式学习的理想应用载体，其重实践、强应用、育思维的教学目标，与项目式学习真实问题驱动的核心特质高度契合，能够有效适配多数技术与工程知识点的实践探究需求，推动学生开展工程探究、问题解决与原型制作，为高中通用技术课程教学落地提供重要支撑^[4]。

已有研究表明，项目式学习在教学实践中成效显著，能够有效提升学生批判性思维、创造力、协作与沟通能力等 21 世纪核心能力^[2,4]，提升学生技能水平与职业准备度，契合新工科背景下高阶思维与复合型人才的培养目标^[1]。在学业表现上，参与项目式学习的学生学业成绩也显著高于传统直接教学模式^[3]。从学科应用实践看，项目式学习在 STEM 学科领域的优势尤为突出，美国已在各教育阶段成熟推行项目式学习，部分高科技学校更将其作为核心教学模式，广泛覆盖科学、技术与工程相关领域^[2]。而在高中通用技术的教学场景中，学生通过项目式学习开展工程设计与实践探究，不仅能开发出原创性创新作品，更有相关成果斩获省级发明奖，充分彰显了该教学模式在培养学生科技创新能力方面的显著成效^[1]。

然而，当前国内项目式学习在高中技术与工程这一工程教育启蒙学段的应用研究仍存在明显不足，技术元素与项目式学习深度融合的实施路径、教学策略等探讨仍较为薄弱，缺乏专为高中技术与工程课程设计的实用化项目式学习教学模块。尤其在高中知识体系背景下，针对具体课程的项目式学习实施策略研究不足，导致教师指导学生开展通用技术实操性学习时，存在资源供给不足、教学指导缺乏系统性等问题^[4,6]。基于此，本文聚焦高中通用技术教学改革需求，以凸轮机构设计课程为具体载体，探究项目式学习教学模式的构建与实施路径，为提升高中通用技术教学质量、培育学生

工程核心素养提供实践参考。

◎ “凸轮玩具设计”项目式学习教学实施

“凸轮玩具设计”项目兼具实践性、趣味性与综合性，可承载“技术设计的一般过程”核心知识点教学，适配项目式学习与工程思维培养目标，搭建“学—做—创”一体化平台。结合高中通用技术课程实操要求与学生认知水平，构建“情境建构—协作探究—实践创新—评价反思”四阶段框架，设计适配课程的实用教学实施模块，破解学科内项目式学习模块缺失、实施路径模糊的难题。教学以递进式驱动性核心问题为主线，将技术设计核心知识点拆解融入各环节，践行做中学、学中创理念。

四阶段框架紧扣项目式学习本质与学生认知规律，核心明确、逻辑清晰且层层递进闭环。情境建构阶段，以“如何设计兼具趣味、功能与安全性的凸轮玩具？凸轮结构如何决定运动效果？”为核心驱动问题，结合生活实例建立知识与实践的关联，激发学生参与兴趣，帮助学生初步认知凸轮机构特征与设计需求。协作探究阶段，拆解形成凸轮轮廓与从动件运动轨迹的关联、传动结构与凸轮机构的适配性设计、材料特性对玩具稳定性的影响等子问题，引导小组合作探究，实现知识主动建构与探究能力提升。实践创新阶段，聚焦“方案落地—模型制作—测试调试—优化迭代”主线，给予自主实践空间，引导学生遵循实操规范将方案转化为实体模型，在制作测试中发现问题并优化，实现从知识应用到创新实践的进阶。评价反思阶段，构建自我评价、小组互评、组间互评与教师反馈相结合的多主体过程性评价体系，聚焦知识掌握、实践能力、协作素养等核心维度，跟踪学习全过程与认知发展，通过评价反馈促进学生反思优化，为教学改进提供依据。

为贯穿上述四阶段框架，设计以“如何利用有限材料设计结构稳定、运动有趣、材料利用率达标的凸轮玩具”为核心驱动问题，引导学生完整经历“发现与明确问题—制订设计方案—制作模型或原型—优化迭代”的技术设计流程（见图1）。过程以学生为主体、教师为指导，既达成知识传授目标，又落实工程设计、实践

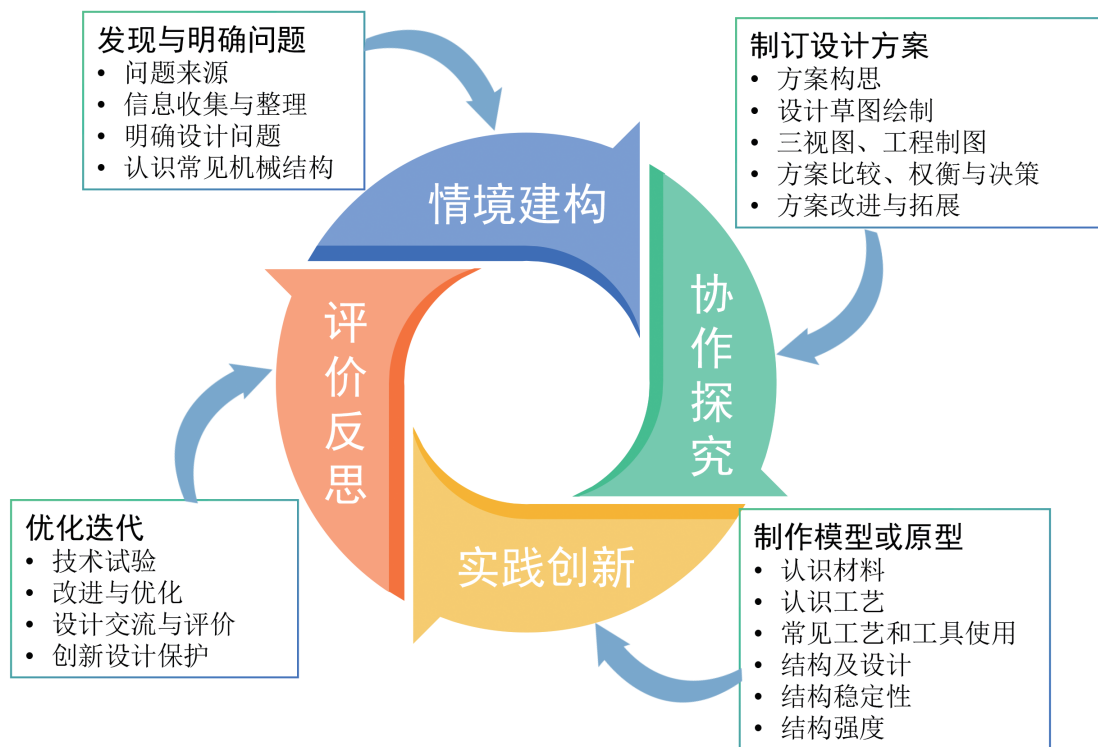


图1 工程思维培育导向的项目式学习教学模式“技术设计的一般过程”课程流程图

创新等核心素养培养，凸显项目式学习促进深度学习、激发创新思维的价值。

情境建构：锚定项目任务，激活探究动机

核心驱动性问题：如何设计一款兼具趣味性、功能性与安全性的凸轮玩具？凸轮机构结构如何决定玩具运动效果？

◆ 环节1. 原理认知与问题导入：锚定“发现问题”起点

教师活动 展示凸轮机构玩具成品，开展实物演示与拆解操作，引导学生感知凸轮机构旋转转化为往复/间歇运动的核心运动特性，发布项目式制作任务（使用1张30cm×60cm瓦楞纸板、若干圆形木棒制作凸轮玩具，成品需实现趣味运动效果且结构稳定，材料利用率需≥80%）；展示项目所需材料，明确任务约束条件（瓦楞纸板具备易裁剪特性但承重能力有限，圆形木棒为装置核心转动部件，工具仅限剪刀、美工刀、打孔器3类）。

学生活动 通过观察演示过程、动手拆解模型，直观感知凸轮机构的工作功能，明确项

目制作任务与材料工具约束要求，以3~4人为单位组建学习小组并完成职责分工，初步建立技术设计“需求导向、约束限定”的核心认知。

设计意图 通过实物演示降低原理理解门槛，快速建立凸轮机构基础认知；创设真实设计情境，以任务替代传统讲解，激发探究兴趣，为技术设计知识落地奠定基础，践行做中学理念。

◆ 环节2. 需求梳理与问题明确：落实“明确问题”核心

教师活动 组织协作研讨，引导学生梳理核心需求（功能、安全、材料适配），聚焦驱动性问题，拆解形成“凸轮轮廓与运动效果关联”“材料利用率提升”“结构稳定连接”3大子问题，组织研讨并明确项目诉求与设计核心问题，通过点评与指导助力学生完善需求分析框架。

学生活动 以小组为单位研讨梳理需求要点，拆解探究方向与核心问题，提出初步设计构想并规范填写任务单，开展组间交流与观点

表 1 项目式学习阶段评价表（填写示例）

项目名称：凸轮机构玩具设计与制作 小组编号 / 名称：第 5 组 班级：高一（7）班

评价阶段	核心评价要点	自评 (5 ~ 10 分)	组内互评 (5 ~ 10 分, 取平均分)	组外同学评价 (5 ~ 10 分, 取班级 3 ~ 5 组平均分)	教师反馈
1. 方案设计阶段	• 凸轮运动轨迹分析完整性 • 玩具功能与安全设计合理性 • 跨学科知识（数学参数）应用规划	7	8.33	无组外评分	整体设计和规划都做得很好，建议补充边角设计标准
2. 模型制作阶段	• 材料裁剪与组装精度 • 调试过程中问题解决能力 • 制作进度与小组分工适配度	9	8.67	无组外评分	动手能力强，通过物理知识减少了摩擦力，解决了运转过程中的卡顿问题
3. 成果展示阶段	• 设计思路讲解清晰度 • 对他人提问的应答准确性 • 展示材料完整性	8	8	7.6	小组分工明确，能及时沟通进度，建议固定 1 名同学负责规划和记录
4. 成果创新阶段	• 凸轮玩具功能创新 • 跨学科深度应用（如结合数学参数优化凸轮轨迹、使用物理方法减少摩擦等） • 设计理念独特性（区别于传统凸轮玩具的差异化亮点）	8	8.67	7.8	条理清晰，建议补充迭代前后对比图，让展示更完整
综合得分		32	66.67	15.4	81.07

补充，进一步优化初步设计方案。

设计意图 落实高中通用技术学科“技术设计一般过程”中“发现与明确问题”的核心知识点，培养学生问题拆解能力与探究意识，引导学生实现从“被动承接任务”到“主动锚定问题”的思维转变，契合建构主义学习理论的核心要义，为后续的方案探究与模型设计环节明确方向。

🔗 协作探究：拆解项目任务，构建设计方案

核心驱动性问题：如何设计出符合材料约束、功能需求的凸轮玩具方案？

💎 环节 3. 原理探究与方案构思：推进“制订设计方案”第一步

教师活动 引导小组拆解简易凸轮玩具，结合教材资料梳理机构的核心要素，追问“不同凸轮轮廓对从动件运动轨迹的影响”；引导学生总结内在规律，指导学生结合预设运动目标确定凸轮关键参数（直径、轮廓曲线、安装位置等），规范完成设计草图的绘制工作。

学生活动 拆解模型并查阅教材资料，梳理凸轮机构的组成要素与运动规律，结合预设

运动效果测算核心参数，敲定最优设计方案，绘制设计草图并通过组内交流完成方案修正。

设计意图 培养学生“观察—拆解—分析—总结”的阶梯式探究思维，助力其自主建构凸轮机构的核心原理知识，通过小组协作深

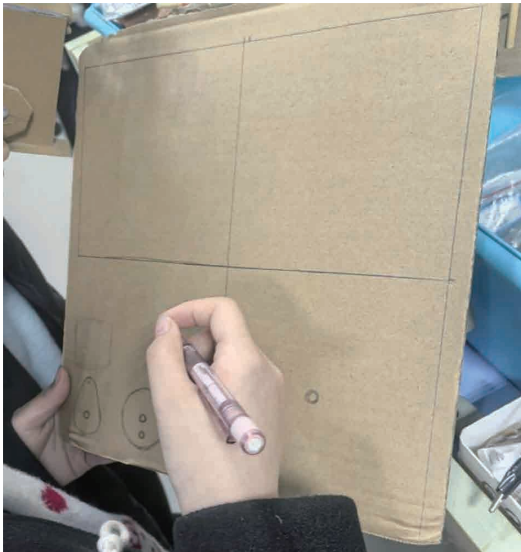


图 2 学生自主设计材料使用规划

化知识内化效果，强化技术设计的精准性意识，为后续的方案落地与模型制作筑牢实践基础。

◆ 环节4. 方案细化与可行性论证：完成“制订设计方案”闭环

教师活动 指导学生绘制瓦楞纸板1:1裁剪草图，讲解材料利用率计算与优化技巧；组织连接方式适配实验，引导探究插接、黏结等方式对稳定性的影响；开展跨组方案论证，引导从可行性、利用率、稳定性等维度互评提建议。

学生活动 绘制裁剪草图并核算优化材料利用率，参与实验确定最优连接方式，整合成果形成凸轮玩具设计方案，参与跨组论证并定稿。

设计意图 落实“制订设计方案”知识点，培养材料规划与实践探究能力，通过跨组互评强化批判性思维，理解技术设计迭代优化逻辑。

☞ 实践创新：落地方案成果，内化核心知识

核心驱动性问题：如何将设计方案精准落地为符合要求的凸轮玩具实体模型？

◆ 环节5. 模型制作与过程实施：落地“制作模型或原型”核心

教师活动 巡视指导学生按草图制作部件，强调工具安全使用；引导建立问题记录台账，记录制作中的尺寸偏差、连接松动等问题及解决措施，发放实践过程记录表，并督促填写。

学生活动 按方案裁剪组装，优先完成核心功能部件制作，合理利用边角料，分工协作推进制作，实时记录问题与解决方法，把控进度与质量。

设计意图 强化动手实践与过程把控意

识，契合“知识需经实践检验”的建构主义要求。学生通过做中学深化技术设计流程理解，培育“实践—反思—调整”闭环思维，提升解决实际问题能力。

◆ 环节6. 测试调试与优化迭代：践行“优化迭代”关键步骤

教师活动 组织成品测试，引导从运动效果、结构稳定性、材料利用率维度自检；鼓励针对问题优化设计，探索折叠外壳、复合运动等创新方向，指导整理优化记录与创新思路。

学生活动 开展自检互检，核算实际材料利用率，优化凸轮机构与连接方式，解决卡顿、松动等问题，探索创新点，完善成品，记录优化过程与思路。

设计意图 落实“制作模型或原型”“优化迭代”知识点，培养实践优化与创新思维，引导学生在材料约束下突破思路，达成项目式学习实践创新目标，实现从知识应用到创新实践的进阶。

☞ 评价反思：多元反馈迭代，固化素养成果

核心驱动性问题：如何客观、全面地评价凸轮玩具设计成果与学习过程，实现能力进阶？

◆ 环节7. 多元评价与成果复盘：衔接技术设计全流程评价

构建自我评价、组内互评与组外评价三位一体的多元评价体系，覆盖方案设计、模型制作、成果展示、成果创新4个阶段，实现过程性与成果性评价有机融合，聚焦学生知识应用、实践能力、协作探究及创新思维发展。

教师活动 依据学生主体、教师引导的原则，设计项目式学习阶段评分表（见表1）并明确评价要点；组织学生开展自评与组内互评，协调组外代表参与成果阶段评价；结合过程记录与成品表现，梳理学生亮点并提出改进建议。

学生活动 填写评价表，梳理个人学习表现与收获。组内围绕方案科学性、实践严谨性等开展互评，深化项目认知；参与组外成果评价，拓宽评价视野；聆听教师反馈，明确自身优势与不足并形成反思。

设计意图 教师坚守引导者与反馈者的角色定位，不参与直接评分，保障评价的主体性与公正性。契合建构主义反思迭代理念与项目



图3 模型制作与测试优化



图4 学生设计制作的凸轮玩具示例

式学习多元评价要求，打破单一评价局限，实现“评价即学习”的目标；培养学生批判性思维、协作能力与反思意识，通过评价数据检验教学效果，为教学优化与学生发展提供实证依据。

◆ 环节8. 过程反思与知识迁移：固化技术设计流程认知

教师活动 引导小组梳理项目流程，总结关键问题与解决策略；提炼“发现与明确问题—制订设计方案—制作模型或原型—优化迭代”闭环逻辑，强化工程思维；项目结束后布置迁移任务，鼓励应用该逻辑设计简易产品。

学生活动 小组总结项目收获与教训；撰写反思日志，记录知识掌握、能力提升与协作感悟；学生跟随提炼设计逻辑，思考迁移应用场景并构思简易方案。

设计意图 培养总结反思与知识迁移能力，固化工程思维与自主学习思维，最终实现从项目学习到素养固化的跃迁，为后续技术工程课程学习奠定基础。

◎ 总结与展望

本研究针对高中技术与工程项目式教学开展的创新探索，深度践行“实践育人、素养立意”的学科育人理念，是新工科背景下技术教育改革的具体实践路径。研究立足学科课程特质，打造“情境建构—协作探究—实践创新—评价反思”四阶段项目式学习教学模式，以凸轮玩具设计为实践载体，将技术设计核心流程与项目探究深度融合，不仅有效破解了当前项目式学习在学科内实用模块缺失、实施路径模糊、

教学指导不系统等难题，更验证了该模式在促进学生技术知识建构、激发实践创新活力、培育工程核心素养方面的突出价值，为高中通用技术课程项目式学习与技术设计融合教学提供了可落地、可推广的实践方案。未来可进一步拓展该模式的应用场景，推动数字化设计软件、人工智能等信息技术与四阶段教学环节的深度融合，丰富项目实践形式，优化技术设计教学实效，持续深化高中通用技术项目式教学的内涵与质量。

参考文献

- [1] Al-Kamzari F, Alias N. A systematic literature review of project-based learning in secondary school physics: theoretical foundations, design principles, and implementation strategies[J]. Humanities and Social Sciences Communications, 2025, 12(1): 1-18.
- [2] Jelodari Z, Zenouzagh Z M, Hashamdar M. Exploring PBL and e-PBL: implications for 21st-century skills in EFL education[J]. Discover Education, 2025, 4(1): 311.
- [3] Ospankulova E, Maxutov S, Lathrop R, et al. Science students' attitudes, learning, critical thinking and engagement in project-based learning[J]. Cogent Education, 2025, 12(1): 2445358.
- [4] 唐嘉欣, 马俊驰. 基于PBL的高中数学情境教学模式探究——以“直线与平面垂直”为例[J]. 教育进展, 2025, 15(12): 848-855.
- [5] Boakye-Yiadom F, Donkor E K, Mensah R O. Exploring the role of project-based learning in higher education to promote indigenous knowledge through sculpture students' engagement with Ghanaian Adinkra symbols[J]. Discover Global Society, 2025, 3(1): 4.
- [6] DeLisi J, Liu E, Fields E. Implementing project-based learning in urban high school STEM career pathways[J]. Urban Education, 2025, 60(5): 1361-1384.