

工程教育视域下 AI “三阶段” 模式赋能高中通用技术传统榫卯教学研究

吴佛红¹, 郎浩¹, 周浩²

1. 重庆市育才中学校, 重庆 400050

2. 重庆市田家炳中学, 重庆 400050

DOI:10.61369/ECE.2026060031

摘 要 : 针对高中通用技术传统榫卯教学中结构认知抽象、实操风险高、创意拓展受限的困境, 本文立足工程教育理念, 融合人工智能技术与中华优秀传统文化, 构建了 AI “三阶段” 教学模式。该模式在认知阶段利用 AI 可视化技术深化学生对传统工艺结构与工程原理的理解, 在实操阶段通过高仿真虚拟环境安全高效地培养学生的工程思维与物化能力, 在拓展阶段借助生成式 AI 辅助学生完成从传统智慧到现代设计的创新转化。初步教学实践表明, 该模式有效突破了传统教学瓶颈, 显著提升了学生的技术素养、工程实践能力与文化自信, 为 “工程教育、人工智能、传统文化” 在通用技术课程中的深度融合提供了具身化、可操作的实践范式。

关 键 词 : 工程教育; 人工智能; 传统文化; 榫卯教学; 虚拟仿真

Research on AI “Three-stage” Model Empowering Traditional Mortise and Tenon Teaching in High School General Technology from the Perspective of Engineering Education

Wu Fohong¹, Lang Hao¹, Zhou Hao²

1.Chongqing Yucai Middle School, Chongqing 400050

2.Chongqing Tianjiabing Middle School, Chongqing 400050

Abstract : Aiming at the dilemmas in the traditional mortise and tenon teaching of high school general technology, including abstract structural cognition, high practical operation risks and limited creative expansion, this paper constructs an AI “three-stage” teaching model based on engineering education concepts and integrating artificial intelligence technology with excellent traditional Chinese culture. In the cognitive stage, the model adopts AI visualization technology to deepen students' understanding of traditional craft structures and engineering principles. In the practical stage, it cultivates students' engineering thinking and materialization capabilities safely and efficiently through a high-simulation virtual environment. In the expansion stage, generative AI assists students in realizing the innovative transformation from traditional wisdom to modern design. Preliminary teaching practice shows that the proposed model effectively breaks through the bottlenecks of traditional teaching and significantly improves students' technical literacy, engineering practical ability and cultural innovation confidence. It provides an embodied and operable practical paradigm for the in-depth integration of engineering education, artificial intelligence and traditional culture in general technology courses.

Keywords : engineering education; artificial intelligence; traditional culture; mortise and tenon teaching; virtual simulation

传统榫卯工艺蕴含的系统思想、流程观念与造物智慧, 与《普通高中通用技术课程标准》中的技术意识、工程思维与物化能力等核心素养高度契合^[1]。然而, 当前高中通用技术传统榫卯教学面临诸多挑战。研究表明, 通用技术教学普遍存在 “重理论轻实践、重结果轻过程” 的问题^[2]。笔者在《制作三通鲁班锁》的教学实践中发现三重困境: 结构认知依赖实物与想象, 内部空间关系理解效率低下; 实操门槛高、风险大, 教师难以兼顾安全与个性化指导; 创意设计环节缺失, 项目止步于模仿, 难以达成 “创新设计” 素养目标。人工智能技术的可视化、虚拟仿真及智能生成能力, 为榫卯教学的革新提供了新路径。有学者指出, AI 赋能工程教育课程改革是由战略需求、技术演进与教育内部困境共同推动的系统性结果^[3]。本文在 “工程教育、人工智能、传统文化” 融合的背景下, 构建了针对认知、实操、创新三个关键环节的 AI 赋能教学模式, 旨在系统解决上述痛点, 推动高中通用技术传统榫卯教学的优化与创新。

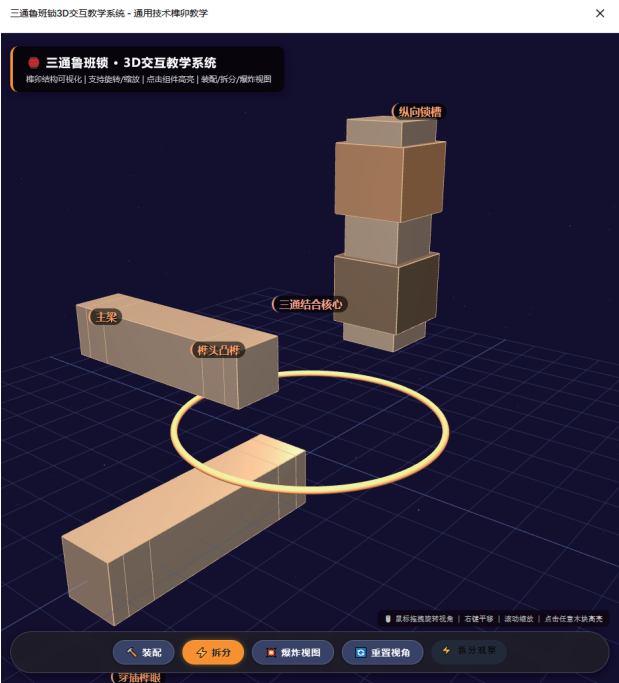
项目信息: 课题题目: 中学物理与通用技术跨学科融合实践课程开发与实践, 编号: JL2022-46。

一、AI 赋能认知：搭建精准认知体系

在学生对传统工艺建立初步兴趣之后，首要教学任务是克服结构认知的抽象性。本阶段充分利用 AI 可视化技术，搭建从抽象到具象的认知桥梁，为后续的实操训练奠定坚实的知识基础。

（一）开发 AI 榫卯知识可视系统，精准解析结构特征

教师需深度研读《课标》及教材，系统提炼榫卯教学的核心知识点，并以此为基础推进 AI 榫卯知识可视化系统的开发。如图一所示，该系统基于 DeepSeek 平台开发，可直接在浏览器中运行，具备 3D 可视化展示、交互装配与拆分、组件高亮显示、多角度自由观察及教学说明等功能，非常适合课堂演示与学生自主探索使用。



图一：三通鲁班锁 3D 交互教学系统界面截图

在此基础上，教师联合学校计算机教师与学生共同参与开发，逐步迭代优化。开发过程中重点打磨三维建模精度，精准还原各类榫卯结构的立体形态，清晰呈现榫头与榫眼的细节特征及空间位置关系；同步构建动态演示模块，模拟榫卯拆分与装配的完整流程，支持学生通过交互操作从多视角观察结构细节与装配逻辑。三维可视化将抽象知识具象化，显著降低理解门槛，符合高中阶段学生形象思维优于抽象思维的认知特点^[3]。数字化交互建模技术能够把传统木构件进行三维还原并应用于课堂教学，印证了数字化可视手段在传统工艺文化遗产教学中的独特价值^[10]。为实现虚拟认知与实体认知的衔接，系统增设实体模型关联功能，上传学校现有实体榫卯模型的资料，学生在虚拟学习后可查看对应实体的细节信息，对比木材纹理、加工误差等差异，提前建立虚实关联。此外，系统嵌入智能语音讲解功能，学生点击部件时自动触发讲解，阐释部件名称、功能及加工要点；设置知识关联模块，将榫卯与传统家具、古建筑应用相结合，帮助学生建立完整认知框架。

（二）设计 AI 交互式认知任务，深化结构原理解

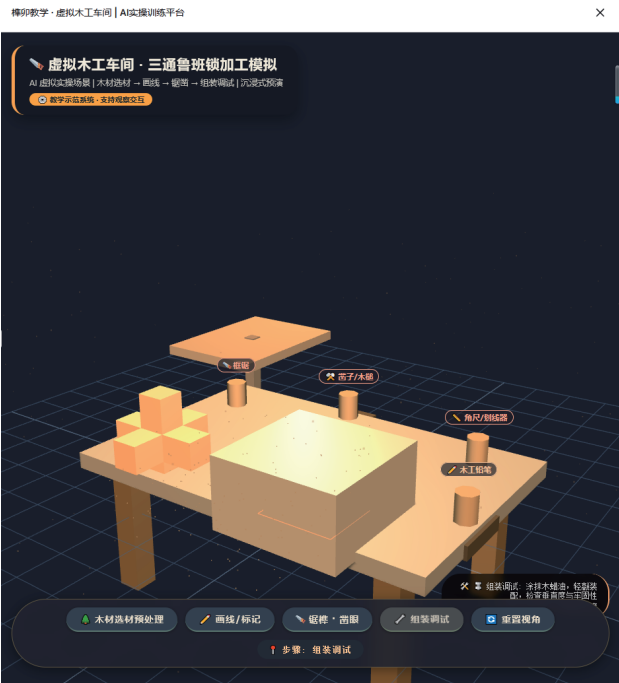
在 AI 榫卯知识可视化系统支撑下，教师结合教学目标与学生认知规律，设计梯度化的 AI 交互式认知任务，并设置实体操作前置评估，通过者方可进入实体观察与工具使用环节。基础型任务聚焦单一榫卯类型的拆分配与原理问答；进阶型任务侧重不同榫卯的对比分析，学生提交报告后由 AI 语义分析判断合理性。系统搭建智能反馈机制，自动检测操作准确性与报告质量，针对装配顺序偏差、细节疏漏、原理错误等问题给出修正建议及实体操作影响提示，帮助学生及时纠正认知偏差。

二、AI 支撑实操：搭建虚拟训练平台

在学生形成精准认知的基础上，为有效降低实操风险、提升技能训练效率，本阶段着力构建高度仿真的虚拟实操训练平台。

（一）构建 AI 虚拟木工实操场景，高度模拟真实操作

如图二所示，初期可利用 DeepSeek 平台创建简易预览系统，使学生能够初步预览三通鲁班锁的制作流程。



图二：虚拟木工车间操作界面截图

但该系统无法实现触觉反馈等复杂功能，需联合专业虚拟仿真团队，深入调研学校木工车间配置，搭建与实体高度一致的虚拟场景。VR 的沉浸性、交互性与想象性可营造直观生动的学习环境^[4]，有效降低虚实转换难度。实证研究表明，VR 学习平台能显著提升学生的机械操作与过程设计技能^[5]。场景以真实车间为蓝本，精准还原工作台纹理、工具外观与摆放位置，通过触觉反馈模拟刨削阻力、凿击震感。针对不同榫卯类型，设计覆盖选材判断、预处理、榫卯加工、组装调试全流程的实操任务模块。

（二）设计 AI 分层实操训练方案，分层提升操作能力

教师依托虚拟场景，结合学生认知水平与技能基础，设计递进式分层训练方案，完成前一层级并通过考核方可进阶。基础训

练聚焦简单榫卯，培养工具规范使用与基础操作；强化训练侧重复杂结构，训练精准控制与操作节奏；综合训练要求完成多榫卯部件加工，锻炼综合技能。AI 平台分层提供智能辅助：基础阶段实时提示步骤与工具用法；强化阶段反馈尺寸偏差与精度分析；综合阶段预判装配可行性。教师定期分析学生实操数据，动态调整训练方案，针对共性薄弱环节增补专项训练，同时对接实体条件优化重点，确保虚实衔接顺畅。

三、AI 助力创新：拓展创意设计空间

在学生掌握基本结构与操作技能之后，教学重心应转向创新素养的培育与提升。本阶段充分利用生成式 AI 技术，拓展学生的创意设计实践空间，实现从传统工艺学习到现代设计创新的跨越。

（一）开发 AI 榫卯创意支持系统

如图 3 所示，基础系统可初步包含设计资源库、模块化设计

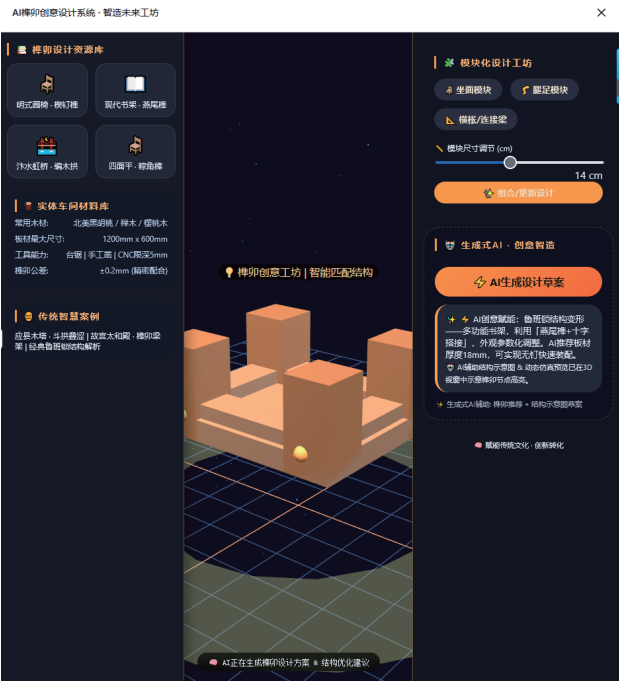


图 3：AI 榫卯创意设计系统界面截图

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 普通高中通用技术课程标准 (2017 年 版 2020 年修订) [M]. 北京：人民教育出版社, 2020.

[2] 汤磊. 通用技术项目式教学的实施困境及突破路径 [J]. 中国现代教育装备, 2023, (04): 50–52. DOI: 10.13492/j.cnki.cmee.2023.04.003.

[3] 张晓燕. 人工智能与可视化技术融合在电子技术应用专业工学一体化教学中的应用 [J]. 互联网周刊, 2025, (16): 40–42.

[4] 周文龙. 利用虚拟现实技术优化高中通用技术教学——以《简单结构的设计》教学为例 [J]. 安徽教育科研, 2021, (18): 88–89.

[5] 王晶莹, 周明. 基于虚拟现实学习平台之通用技术课程的教学效果研究：高中生技术技能的实证调查 [J]. 电化教育研究, 2015, 36(11): 75–80, 87. DOI: 10.13811/j.cnki.eer.2015.11.012.

[6] 焦宁. 生成式人工智能赋能高中通用技术跨学科教学实践探索——以“智能输液报警器的设计”为例 [J]. 中小学信息技术教育, 2025, (08): 48–50.

[7] 唐华芳, 曹蕾, 王梦豪. 面向通用技术机械类虚拟实验操作评价研究 [J]. 信息技术与信息化, 2019, (08): 204–208.

[8] 杨天野. 人工智能赋能工程教育课程改革：逻辑缘起、维度重构与实践路径 [J]. 职业技术教育, 2025, 46(34): 75–80.

[9] 杨远时. 基于人工智能技术的高中课堂评价应用研究——以 CSMS 在通用技术课堂应用为例 [J]. 教育信息技术, 2025, (C1).

[10] 常日东, 徐健, 张鑫. 基于“互联网+”的榫卯数字化保护与推广 [J]. 信息技术与信息化, 2020, (2): 84–86.

但基础系统功能有限，需联合设计专家与 AI 技术人员开发新系统，确保生成方案适配学校材料条件与工具能力。系统搭建资源库，收录传统与现代家具案例及榫卯应用实例，录入常用木材参数与加工能力范围。重点开发模块化设计功能：将家具拆解为功能模块，学生自由组合并调整尺寸，系统自动限制在板材加工范围内；针对连接部位受力需求推荐适宜榫卯，快速搭建初步方案。生成式 AI 的“内容生成”与“情境模拟”能力可基于海量数据生成多样化设计草案与动态仿真，拓展学生创意空间^[9]。

（二）构建 AI 设计评价优化体系，全面提升设计质量

围绕技术合理性、文化传承性、创新突破性三维度构建评价框架，技术维度重点关联实体制作可行性，通过结构力学模拟与加工流程排查潜在问题；文化维度考察对传统工艺简约美学与环保理念的延续；创新维度关注功能适配与造型突破。AI 系统开发智能评价算法，自动评分并生成含优势分析、问题定位及改进优先级的报告。借鉴 CSMS 课堂智慧评价系统经验，AI 可对课堂结构与师生思维作出客观评价^[9]，此思路可迁移至设计作品评价。系统配套优化建议模块，提供可操作改进方向。教师指导学生结合 AI 报告迭代方案，组织交流互评，培养创新思维与协作能力。

四、结语

本文构建的 AI“三阶段”教学模式，系统性破解了传统榫卯教学在认知、实操与创新环节的固有难题，探索出“技术赋能、工程承载、文化铸魂”的通用技术教学新路径。该模式以 AI 重塑工程实践教学流程，使学生安全高效地经历完整的工程思维训练与物化能力培养；同时赋予传统工艺以现代教育生命力，借助 AI 的可视化与生成式设计，让学生“看见”古老结构的精妙，并主动“创生”符合现代审美的作品，实现传统文化的深度理解、活态传承与创新转化。该模式形成了“AI 赋能工程实践—工程教育传承创新传统文化”的良性闭环，精准回应了培养学生技术意识、工程思维与文化自信的核心素养要求，为通用技术课程中“工程教育、人工智能、传统文化”的三位一体融合提供了具身化、可操作的实践范式。