

AI 赋能新工科“设计-实践-论证”三阶闭环混合教学范式构建与实证

石蕊

重庆工程学院

DOI：10.32629/jpm.v7i7.8967

[摘要] 新工科建设背景下，混合式教学已成为工科人才培养核心改革路径，但当前教学实施普遍存在项目教学“伪创新”、学生工程能力“空心化”、AI 工具滥用形成“工具化陷阱”三大共性痛点。现有教改成果多局限单门课程，教学框架通用性不足，难以形成标准化可复制教学体系。本文以人工智能类课程为实践载体，依托 OBE 产出导向、知识图谱数字化教学理论，构建面向新工科通用的“设计 - 实践 - 论证”三阶闭环混合教学范式，该范式落地门槛低、适配新工科各类课程，可为应用型本科数字化教学改革提供完整实施路径。

[关键词] 新工科；混合式教学；知识图谱；生成式 AI；产教融合；全过程评价

AI-Enabling New Engineering Education: Construction and Empirical Validation of a Three-Stage Closed-loop Hybrid Teaching Paradigm

Shi Rui

Chongqing Institute of Technology

[Abstract] Under the context of New Engineering Education initiatives, hybrid teaching has become a core reform pathway for cultivating engineering talent; however, current implementation of such teaching models often encounters three common pain points: "pseudo-innovation" in project-based teaching, "hollowing out" of students' engineering competencies, and the "tool-utilization trap" resulting from the misuse of AI tools. Most existing educational reform achievements are limited to individual courses, lacking sufficient universality in their teaching frameworks and making it difficult to establish a standardized and replicable teaching system. This paper utilizes AI-related courses as a practical vehicle and leverages the Outcome-Based Education (OBE) approach and the digital teaching theory based on knowledge graphs to construct a "Design - Practice - Argumentation" three-stage closed-loop hybrid teaching paradigm tailored for New Engineering Education. This paradigm features low implementation barriers, is adaptable to various courses within the New Engineering Education framework, and can provide a comprehensive implementation pathway for the digital teaching reform of applied undergraduate programs.

[Key words] New Engineering Education; Hybrid Teaching; Knowledge Graph; Generative AI; Industry-Education Integration; Whole-process Evaluation

一、引言

1.1 研究背景

2017 年教育部《新工科建设行动计划》要求依托信息技术重构工科课堂，强化复杂工程问题解决能力^[1]。2019 年《关于一流本科课程建设的实施意见》将混合式教学列为核心抓手，要求打通理论与工程实践壁垒。梳理知网教改文献可见，多数研究仅针对单一课程设计专属方案，框架复用性差；部分研究单独运用知识图谱或通用大模型，未能搭建全流程闭环体

系。基于此，本文以人工智能课程为试点，构建通用三阶闭环混合教学范式。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国外研究现状

Bond 等^[2]（2020）采用系统证据图谱方法，对 243 项高等教育数字技术与学生参与研究进行系统评估，揭示了混合学习环境下行为、情感与认知参与的多维影响机制，但未涵盖工科分层项目设计与产教融合评价。Ye 等^[3]（2021）以化工课程为

对象搭建线上资源库，依靠线性目录推送资料，缺少知识点关联可视化，学生自主查漏补缺效率较低。国外研究侧重通用平台开发，缺少贴合国内产教融合的分层项目设计与多元评价机制。

1.2.2 国内研究现状

国内学界形成两大研究脉络。一是混合式教学基础理论研究，何克抗（2004）最早界定混合学习核心内涵，奠定国内混合教学理论根基^[4]；李逢庆（2016）结合 OBE 理念重构混合课堂设计，但未引入智能工具实现动态调优^[5]。二是数字化教学工具应用研究，李振、周东岱（2019）提出教育知识图谱概念模型，为课程资源结构化提供技术路径^[6]；张倩苇等（2022）调研高校混合式教学准备度，指出通用大模型专业适配度低的短板，未提出学科定制化智能体改造方案^[7]。

综合现有文献，少有研究同步融合知识图谱、定制化 AI 智能体、校企全过程评价三大要素，且缺少面向新工科整体的通用闭环教学架构，为本研究留出创新空间。

1.3 研究意义

理论层面，融合 OBE 产出导向、ARCS 动机激励、知识图谱、全过程多元评价四类教学理论，搭建适配新工科的混合教学理论框架，弥补现有研究单课程、窄场景的局限，丰富新工科数字化教改理论体系。实践层面，构建低成本、标准化三阶闭环实施范式，依托线上教学平台与通用大模型接口即可落地；破解伪创新、实践空心化、AI 工具滥用三大痛点，形成可推广的完整教改方案。

二、新工科教学共性痛点与范式理论支撑

2.1 新工科教学三大共性痛点

第一，知识体系碎片化，分层教学难落地。新工科课程交叉属性突出，前置知识点繁杂，传统资源线性排布，无可视化关联网络。学生出现短板时难以溯源前置，统一任务难以适配差异学情。第二，产教融合浅层化，实践能力薄弱。课堂实验局限于验证案例，缺少企业真实指标与故障约束，学生仅完成标准化操作，不具备需求拆解与方案迭代的工程思维。第三，考核评价单一化，AI 使用失范。传统考核仅以终期成果为依据，无法记录方案迭代与试错过程；AI 缺少使用规范，教师难以客观评判学生真实工程素养。

2.2 范式核心理论依据

1. OBE 产出导向教育理论：王永泉等（2019）提出教学设计需以岗位工程能力为最终目标反向倒推教学环节，本文据此划分三层递进能力目标，适配新工科人才培养标准^[8]。

2. 知识图谱教学理论：抽取课程知识点、工程案例、实操规范构建关联网络，实现知识点溯源与个性化资源推送，解决教学资源零散、自主学习困难的问题^[6]。

3. ARCS 动机理论：依托分层梯度项目、AI 实时正向反馈、校企成果答辩持续维持学生实践学习主动性，适配新工科实训教学场景。

4. 全过程多元评价理论：整合线上学习行为数据、校内专

业评价、企业产业评价，打破“唯成果”的单一考核模式。

三、AI 赋能“设计 - 实践 - 论证”三阶闭环混合教学范式整体架构

本范式面向新工科统一设计，不绑定单一课程。整体以课程知识图谱为底层资源底座、学科专属 AI 智能体为助学载体、校企双导师为协同支撑，分为设计、实践、论证三大递进阶段，循环往复形成螺旋上升教学闭环，配套三层递进能力培养金字塔，整体运行逻辑：设计阶段驱动项目实践，实践数据流入论证阶段完成综合评价，论证产出的学情、短板数据反向回流至设计环节，持续迭代优化教学任务与资源，形成闭环。

3.1 阶段一：设计阶段 ——AI + 产教双轮驱动，破解教学“伪创新”困局

本阶段为课前方案设计环节，核心解决实训模板化与学情分层不足。第一，依托知识图谱完成分层任务拆解。梳理知识点、先修关联、企业脱敏案例构建可视化图谱，AI 读取关联关系将产业需求拆为梯度任务，同步推送匹配微课、习题、案例，补齐知识盲区。第二，校企双导师协同方案评审。企业导师提供真实岗位指标与工程约束，参与方案可行性评审；学生小组自主完成需求拆解与技术路线设计，AI 识别知识漏洞，引导脱离模板开展原创设计。第三，学情画像驱动个性化导学。AI 采集预习数据生成能力画像，自动区分基础、进阶、创新三类学生，推送差异化内容。核心成效：学生由复刻模板转向自主方案设计，消除形式化伪创新。

3.2 阶段二：实践阶段 ——学科专属 AI 智能体赋能，破解工程能力“空心化”危机

本阶段为课中迭代实训环节，针对通用大模型专业幻觉，基于知识图谱微调专属 AI 智能体。第一，构建课程专属 AI 智能体。摒弃大模型直接输出完整方案的模式，将知识点、实操规范、常见故障录入智能体底层，精准识别代码建模类错误，仅提供分步调试思路，倒逼自主思考。第二，两轮迭代实训机制。第一轮完成基础框架与标准功能；第二轮对标企业指标开展性能优化与故障适配，复刻企业迭代流程，弥补验证性实验短板。第三，线上线下混合课堂。线上依托平台完成实训与 AI 答疑；线下教师集中讲解重难点，企业导师连线技术指导。核心成效：实训由复现课本案例转向解决真实工程问题，系统性培育岗位适配能力。

3.3 阶段三：论证阶段 ——AI 过程追踪多元评价，破解 AI 工具“工具化”陷阱

本阶段为课后综合评价环节，搭建覆盖全流程的考核框架。第一，AI 自动采集全过程数据。智能体记录方案修改、实操调试与 AI 调用轨迹，自动完成基础初评，生成可视化能力画像，规避单一成果评判的片面性。第二，AI 工具追溯约束机制。要求学生提交《AI 辅助工程说明书》，标注 AI 在需求设计、实操开发、优化调优各环节的贡献，区分自主创新与 AI 辅助内容，培养批判性使用数字化工具的思维。第三，校企联合双向评价。校内教师侧重理论运用与创新思路；企业

导师从产业落地评判方案实用性与工程素养，加权核算最终成绩。成效：评价由结果打分转向全流程能力画像评估。

3.4 三阶螺旋迭代闭环运行机制

三阶段并非单向线性流程，论证阶段输出的能力短板、项目缺陷全部回流至下一周期设计环节。AI 智能体依据反馈动态调整分层实训难度，同步更新知识图谱配套资源，形成设计→实践→论证→再设计持续迭代的教学闭环。

四、范式实施路径与教学实证

4.1 实施对象与落地条件

2025 年春季选取本校智能科学、数据科学、软件工程专业共 449 名学生开展一轮教学实践，往届同专业学生作为对照，学时与实训资源一致，仅区分教学范式。落地条件：搭建课程知识图谱；依托线上教学平台接入大模型接口，微调学科专属 AI 智能体；联合本地企业组建导师队伍，全程参与三阶段教学。

4.2 标准化实施流程

1. 课前（设计阶段）：学生线上完成 AI 分层预习，小组结合知识图谱与企业需求撰写项目方案初稿，AI 自动标注方案知识缺陷；

2. 课中（实践阶段）：线下集中讲解共性难点，学生线上开展两轮迭代工程实训，AI 实时提供分步调优指导，每周开展小组实训互评；

3. 课后（论证阶段）：学生提交完整工程成果与 AI 辅助说明书，系统生成全过程学习报告，开展校企联合答辩综合评分；

4. 闭环迭代：依托全班整体能力画像，更新下一轮分层实训任务、完善知识图谱与 AI 智能体问答库。

4.3 改革成效量化对比

选取课程目标达成度、工程实践优良率、核心技术掌握度、课程满意度四项核心指标对比改革前后效果：

1. 课程目标达成度：改革前 0.71，改革后 0.89；
2. 学生工程实践能力优良率：改革前 69%，改革后 88%；
3. 专业核心技术平均掌握度：提升 28%；
4. 课程综合满意度：94.8 分。

数据表明，实施本范式后，学生理论掌握、工程实操、理性使用 AI 工具能力均实现显著提升。

4.4 校内推广成果

依托本范式的课程案例获评 2025 全国高校人工智能教学大会优秀案例二等奖、校级智慧课堂优秀案例；主讲教师开展校级示范公开课。该范式已推广至同专业系列课程，学院组织 2 场教研交流会与 1 次线上平台培训，形成稳定课程群改革体系。

五、现存不足与后续优化方向

5.1 现存局限

本次实证仅完成一轮教学实践，长期育人效果仍需跟踪；AI 智能体知识更新依赖人工维护，自动化更新机制缺失；面

向校外推广的标准化实施手册尚未完善。

5.2 后续优化规划

1. 持续开展多轮教学实践，积累长期学情数据，完善范式适配细则；

2. 搭建知识图谱自动更新工具，降低 AI 智能体维护成本；

3. 整理三阶任务模板、校企评价量表、AI 使用规范，形成完整可推广教改资源包；

4. 基于长期实证数据完善量化评价指标体系，扩大范式推广范围。

六、结语

针对新工科混合式教学存在项目伪创新、工程能力空心化、AI 工具滥用三大共性问题，本文构建通用“设计-实践-论证”三阶闭环混合教学范式。范式以知识图谱为底层资源、AI 智能体为助学载体、校企协同为育人支撑，形成可持续迭代的螺旋闭环。一学期实证表明该范式能系统性提升学生综合工程素养，落地成本低、适配各类新工科课程，可为应用型本科数

[参考文献]

[1]钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.

[2]Bond M, Buntins K, Bedenlier S, et al. Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: A systematic evidence map[J]. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 2020, 17(1): 1-30.

[3]Ye L J, Zhong J M. Study on blended teaching in principles of chemical engineering based on cloud platform[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 693: 012027.

[4]何克抗. 从 Blending Learning 看教育技术理论的新发展(上)[J]. 电化教育研究, 2004, 25(3): 1-6.

[5]李逢庆. 混合式教学的理论基础与教学设计[J]. 现代教育技术, 2016, 26(9): 18-24.

[6]李振, 周东岱. 教育知识图谱的概念模型与构建方法研究[J]. 电化教育研究, 2019, 40(8): 78-86+113.

[7]张倩苇, 张敏, 杨春霞. 高校教师混合式教学准备度现状、挑战与建议[J]. 电化教育研究, 2022, 43(1): 46-53.

[8]王永泉, 胡改玲, 段玉岗, 陈雪峰. 产出导向的课程教学：设计、实施与评价[J]. 高等工程教育研究, 2019(3): 62-68+75.

作者简介：石蕊，出生年月：1995.1.17，女，汉族，籍贯：黑龙江省大兴安岭，学历：研究生，职称：讲师，研究方向：人工智能（计算机视觉）。

注：此论文是重庆市重庆工程院校级项目——《基于知识图谱的混合式课程建设与实施研究——以《机器学习》为例》的研究成果之一，课题编号：JY2024208。