

新工科背景下生成式AI融入“工具 - 协作 - 批判”教学与科研协同育人实践

——以汽车工程材料课程为例

赵梦涵¹, 郑云天¹, 王 磊¹, 刘浩浩¹, 马正元¹, 梁 巍¹, 秦颐鸣¹, 罗泽顺吉¹, 黄伊琳¹,
方黎阳¹, 师维涛¹, 卢双燕¹, 王 若², 陈珊珊^{1*}

¹南宁学院交通运输学院, 广西 南宁

²衢州学院化学与材料工程学院, 浙江 衢州

收稿日期: 2026年8月3日; 录用日期: 2026年9月2日; 发布日期: 2026年9月9日

摘 要

新工科建设对材料学科人才培养提出了更高要求, 然而当前汽车工程材料课程教学中, 生成式AI的应用普遍停留在“智能问答”式的浅层辅助, 与真实科研实践严重脱节。为此, 本文提出并实践了一种从“智能问答”走向“实验求证”的研究性教学模式。该模式以“AI辅助生成可验证假设 - 团队协作优化 - 实验实证批判修正”为核心链路, 将真实科研任务——“AI辅助设计新型锂电池电解质材料”——贯穿教学全程。实践表明, 学生借助生成式AI工具成功筛选出三种新型化合物, 经实验室合成与电化学性能测试, 实测数据显示其性能较传统材料显著提升, 相关教学案例成果已整理并拟投稿至国际EI会议进行学术交流。该模式有效弥合了AI应用与科研训练之间的鸿沟, 实现了“以研促学、以学助研”的良性循环, 为新工科背景下材料类课程的教学改革提供了可复制的研究性教学路径。

关键词

新工科, 生成式AI, 研究性教学, 科教协同, 汽车工程材料

Integrating Generative AI into “Tool-Collaboration-Critique” Teaching and Research Practice under the New Engineering Background

—Taking Automotive Engineering Materials Course as an Example

*通讯作者。

文章引用: 赵梦涵, 郑云天, 王磊, 刘浩浩, 马正元, 梁巍, 秦颐鸣, 罗泽顺吉, 黄伊琳, 方黎阳, 师维涛, 卢双燕, 王若, 陈珊珊. 新工科背景下生成式 AI 融入“工具-协作-批判”教学与科研协同育人实践[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 443-453. DOI: 10.12677/ae.2026.1691922

Menghan Zhao¹, Yuntian Zheng¹, Lei Wang¹, Haohao Liu¹, Zhengyuan Ma¹, Wei Liang¹, Yiming Qin¹, Zeshunji Luo¹, Yilin Huang¹, Liyang Fang¹, Weitao Shi¹, Shuangyan Lu¹, Ruo Wang², Shanshan Chen^{1*}

¹College of Traffic and Transportation, Nanning University, Nanning Guangxi

²College of Chemistry and Materials Engineering, Quzhou University, Quzhou Zhejiang

Received: August 3, 2026; accepted: September 2, 2026; published: September 9, 2026

Abstract

The development of New Engineering Education imposes increasingly rigorous demands on talent cultivation in materials science. Nevertheless, within the current teaching framework of the Automotive Engineering Materials course, the application of generative artificial intelligence remains predominantly confined to a superficial assistive level—typically in the form of intelligent question-answering—which is markedly disconnected from authentic research practice. In response, this study presents and implements a research-oriented pedagogical model that transitions from “intelligent Q&A” to “experimental validation.” The model is structured around a core loop: AI-assisted generation of verifiable hypotheses, team-based collaborative optimization, and empirical verification with critical revision. A real-world research task—the AI-assisted design of novel electrolyte materials for lithium batteries—is seamlessly integrated throughout the entire instructional process. Empirical results show that students, using generative AI tools, successfully screen three novel compounds. Subsequent laboratory synthesis and electrochemical performance testing reveal that the measured properties are substantially improved over those of conventional materials. The outcomes of this pedagogical case are systematized and are intended for submission to an international EI-indexed conference for scholarly dissemination. This model effectively narrows the gap between AI application and research training, thereby achieving a virtuous cycle of “research-enhanced learning and learning-supported research.” It offers a replicable pathway for research-oriented teaching reform in materials-related curricula within the context of New Engineering Education.

Keywords

New Engineering Education, Generative AI, Research-Oriented Teaching, Research-Teaching Integration, Automotive Engineering Materials

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

新工科建设背景下，教育部“六卓越一拔尖”计划2.0明确提出“人工智能+工程教育”的融合方向，要求培养具备跨学科能力和数字化素养的复合型工程人才[1]。随着汽车产业向电动化、智能化、轻量化方向快速发展，高能量密度电池材料、智能响应合金、碳纤维复合材料等新型材料的工程应用日益广泛，对材料学科人才的知识结构与能力素质提出了全新挑战[2][3]。然而，传统的汽车工程材料课程体系仍以金属材料、高分子材料的经典理论为核心，教学内容更新滞后于产业技术变革，已难以满足新型工程材料研发与应用的迫切教学需求[4]。

与此同时,生成式人工智能(Generative AI)技术的迅猛发展正在深刻重塑各行各业的运行逻辑。以 ChatGPT、DeepSeek、文心一言为代表的大语言模型已从早期的“问答式交互”迈入“推理协作”新阶段,不仅能够高效处理信息检索、文本生成等基础任务,更初步具备了复杂推理、多轮对话和创意生成等接近人类助理的协作能力。这一技术突破为工程教育带来了前所未有的想象空间——AI 不再仅仅是“查资料的工具”,而有可能成为学生开展科研探索的“思维伙伴”与“设计助手”[5]。

然而,技术潜能与现实应用之间仍存在显著落差[6]。一方面,生成式 AI 在工程教育中的已有探索多集中在文献检索、课程作业辅助、代码生成等外围环节,尚未深入专业教学的核心场域。尤其是在汽车工程材料这类知识门槛高、专业性强、对数据准确性要求严苛的领域,通用 AI 模型因缺乏垂直领域的专业语料训练,其生成的材料成分建议、工艺参数、性能预测等关键信息往往存在专业性不足甚至明显错误的问题。学生在不加甄别的情况下直接采纳 AI 输出,极易形成错误的工程认知。这种“有工具可用、却不敢深用”的矛盾局面,制约着 AI 在工程教育中的深度融入[7][8]。

另一方面,更深层的问题在于教学与科研之间长期存在的结构性脱节。当前课程教学仍以知识传授为主导,以验证性实验为主要实践形式,学生虽能习得材料科学的基础理论,却鲜有机会接触真实的科研场景与前沿研究方法。即便部分课程引入了 AI 工具,也多以零散的“工具演示”或“课外拓展”形式出现,缺少与协作研讨、实验验证相衔接的系统教学设计。其结果是:学生可能会调用 AI 生成一份材料设计方案,却从未经历对 AI 方案进行团队论证、实验检验和迭代优化的完整科研训练——而这种“提出假设-协作审视-实验求证”的能力,恰恰是新工科人才最应具备的核心素养。教学与科研之间的这一鸿沟,直接制约了学生批判性思维与创新能力的提升,也使课程教学难以吸纳和转化教师科研项目中的最新成果与技术进展[9][10]。

针对上述问题,本文提出并实践了一种从“智能问答”走向“实验求证”的研究性教学模式。该模式的核心逻辑在于:将生成式 AI 的角色从“信息提供者”重新定位为“科研假设生成器”,并以“AI 辅助设计-团队协作优化-实验实证验证”三阶递进为教学主线,将真实的科研任务嵌入课程教学的全流程。具体以汽车工程材料课程为实施载体,围绕“AI 辅助设计新型锂电池电解质材料”这一前沿课题,引导学生在工具应用中生成可验证的科研假设,在协作讨论中多维度审视方案,在实验室实证中检验和修正 AI 的输出,最终完成从“被动接受 AI 答案”到“主动设计实验求证”的能力跃升。

2. 当前课程教学面临的问题

当前,以工程材料课程教学为例。在教学目标上,以知识传授为主导,更侧重于基础知识的记忆与理解,对学生运用工具来解决课程学习中的问题的能力缺乏培训;在教学内容上,以教材为核心,讲授内容相对固定,缺乏对专业前沿技术的引入介绍;在教学方法上,以课堂讲授为主,辅以验证性实验教学,学生按照既定步骤完成材料制备与性能测试,缺少自主设计与探索思考的空间。在教学模式上,线上线下教学的融合尚处于探索阶段,数字化教学资源的建设与应用仍不充分,学生的个性化学习需求难以得到有效满足。在 AI 工具应用上,部分师生虽已尝试使用通用生成式 AI 工具,但应用层次较浅,主要用于文献检索、文本润色、代码生成等辅助性工作,尚未深入专业核心环节[11]-[13]。

上述现状表明,当前教学模式在多个维度上已难以适应新工科背景下复合型人才的需求,具体表现为以下三个方面的突出问题。

2.1. 生成式 AI 与专业教学的适配困境

当前通用生成式 AI 工具(如 ChatGPT、文心一言、Kimi 等)在汽车工程材料等专业教学场景中存在明显的“水土不服”现象。这些 AI 系统虽具备强大的自然语言处理能力,但由于缺乏汽车材料领域的专业

语料训练,其生成的合金成分建议、材料性能参数等关键信息往往存在专业性不足、准确性存疑的问题。例如,在汽车轻量化设计教学中,学生使用通用 AI 工具为某车型底盘结构件推荐使用材料时, AI 建议的材料在成分比例上未能充分考虑该部件对耐腐蚀性和高温蠕变性能等特殊要求,给出的热处理工艺参数也与实际工业标准存在偏差。若不经专业甄别而直接采纳,将对学生形成错误的工艺认知。这种“专业鸿沟”严重制约了生成式 AI 在工程教育中的深度应用,使得师生难以将 AI 工具真正融入专业教学与科研实践。

2.2. AI 应用与能力培养的环节割裂

当前教学中存在一个突出矛盾:虽然引入了 AI 工具,但整个学习过程各环节相互割裂。学生使用 AI 生成方案后,往往直接接受结果,缺少团队讨论与多维度评估环节;在后续的实验验证中,又缺乏针对 AI 生成结果的专门检验标准。这种断裂导致学生只能片段式地接触 AI,无法完整经历“AI 辅助设计 - 团队优化 - 实验验证”的全流程训练。究其原因,主要在于课程设计未系统考虑 AI 工具如何有机融入教学全流程,教师缺乏将 AI 应用与协作研讨、实验验证串联起来的教学设计经验,同时现有课时安排和考核方式仍以传统模式为主,未能为新型教学流程预留足够空间。其后果是:学生虽学会了调用 AI 工具,却难以形成运用 AI 解决复杂工程问题的完整能力,造成应用与能力培养的环节产生割裂。

2.3. 教学与科研的相互脱节

更深层次的问题在于,教学与科研之间缺乏有效的联动机制。课程教学以知识传授和验证性实验为主,与教师的科研项目、学科前沿进展关联微弱。学生虽然学习了文献检索、数据统计等研究方法类课程,却缺少将其应用于真实科研课题的机会,导致“会用工具做题,不会用工具做研究”的普遍困境。在汽车工程材料领域,产业界已普遍采用 AI 辅助材料设计与性能预测方法,而课堂教学仍停留在传统知识灌输阶段,导致学生只能掌握片面的理论知识而不了解前沿研究方法,也缺乏运用 AI 开展材料科学研究的实际训练。教学与科研之间的这种鸿沟,直接制约了学生批判性思维与创新能力的培养,也使得课程教学难以及时吸纳最新的科研成果与技术进展[14]。

针对上述问题,本文提出并实践了一种生成式 AI 融入“工具 - 协作 - 批判”教学与科研协同育人的模式,通过模型构建、科教双向赋能等措施来实现“以研促学,以学助研”的良好教学模式,为新工科背景下汽车工程材料课程的教学改革提供一条可复制的实践路径。

3. 基于三阶递进与科教双向赋能的教学改革路径

针对前述教学中存在的 AI 适配困境、教学流程断裂及教学科研脱节等问题,本项目构建了“工具 - 协作 - 批判”三阶递进教学模型,并在此基础上建立科教双向赋能机制与“预测 - 实证”对比训练体系,形成完整的改革路径。

3.1. 生成式 AI 驱动的“工具 - 协作 - 批判”三阶教学模型的构建

本模型的构建融合了成果导向教育(OBE)理论、产教融合理念与混合式学习理论[14]。成果导向教育强调以学生学习成果反向设计教学活动,确保教学目标与产业需求精准对接;产教融合理念主张将企业真实项目引入课堂,使学生在解决实际工程问题的过程中建构知识;混合式学习理论则支撑线上智能工具与线下实践教学有机结合。在此理论基础之上,构建三阶教学模型如图 1 所示。模型以“工具应用 - 协作优化 - 批判验证”三阶递进为核心,将生成式 AI 从单一的信息提供者转变为教师和学生的“思维伙伴”,形成人机协作的教学新生态。

3.1.1. 第一阶段 - 工具应用阶段

在工具应用阶段，本阶段旨在培养学生运用现代工程工具进行科研探索的能力。学生借助智能工程辅助平台(基于 DeepSeek、文心一言等主流 AI 引擎二次开发，集成汽车工程材料行业标准数据库和典型工程案例库)，输入规范化的科研需求描述。系统自动调用内置算法模型和知识图谱，快速生成候选技术方案。例如：在“锂电池电解质材料设计”教学任务中，学生通过平台输入电解质材料的性能要求(如电化学窗口、离子电导率、热稳定性等参数)，AI 系统基于内置的材料数据库和文献知识图谱，生成多种候选化合物的分子结构、理论性能预测及合成路线建议。这一过程并非让学生直接接受 AI 输出，而是要求学生生成方案进行初步筛选与标注，为后续协作优化奠定基础。

3.1.2. 第二阶段 - 协作优化阶段

在协作优化阶段，依托校企合作共建的真实科研项目库，采用多角色协同工作模式。学生分组模拟科研团队分工，每组设置材料工程师(负责方案技术可行性分析)、质量工程师(开展性能指标审查)、数据分析师(进行预测结果评估)等角色。通过小组讨论、方案比选和教师指导，对 AI 筛选出的候选方案进行多维度评估与优化，最终确定最优候选方案进入实验验证阶段。例如：材料工程师审查力学性能指标，质量工程师核查工艺合规性，成本分析师进行经济性比对，通过多维度交叉验证确定最优方案。这一阶段重点培养学生基于证据的决策能力和团队协作素养。

3.1.3. 第三阶段 - 批判验证阶段

批判验证阶段是三阶模型中实现从“智能问答”到“实验求证”跃迁的关键环节，其核心任务是以实证检验回应“AI 生成的方案是否可信”这一根本追问。学生在协作优化阶段确定最优候选方案后，进入材料实验室开展系统的合成与性能测试。实验室配备手套箱(用于空气敏感材料的制备与组装)、电化学充放电测试仪(用于循环性能与倍率性能评估)、扫描电镜(用于微观形貌表征)及 X 射线衍射仪(用于晶体结构物相分析)等专业设备，学生需独立完成从材料合成、样品制备到性能测试的全流程操作。这一过程将 AI 的理论预测置于严格的实验检验之下，使学生在动手实践中切身体验“用证据检验一切”的科学实证精神。

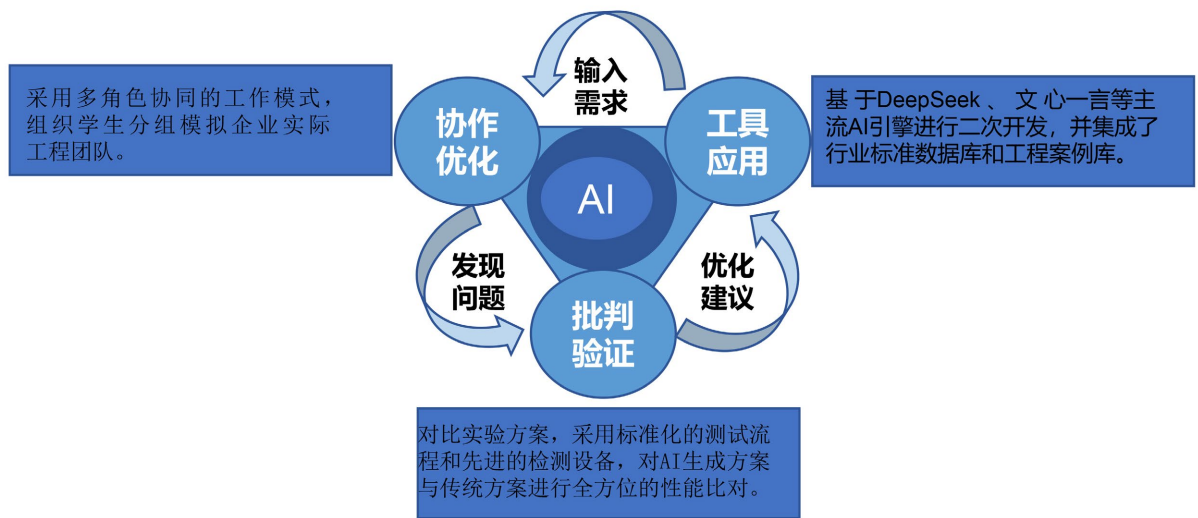
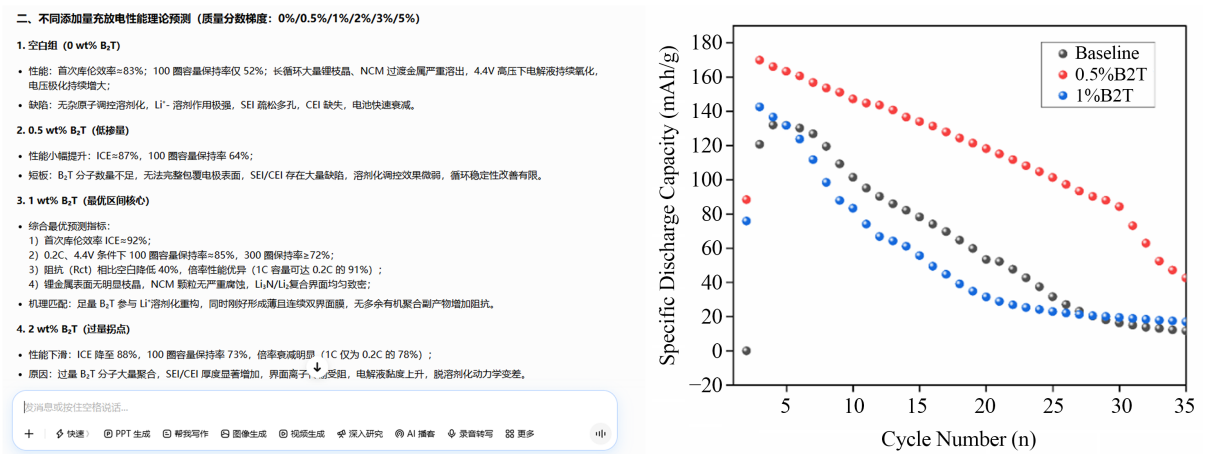


Figure 1. Construction of the “tool-collaboration-critique” three-level teaching model
图 1. “工具 - 协作 - 批判”三阶教学模型构建

在实验设计中,本阶段着重引导学生建立多层次的对比验证框架。其一, AI 预测值与实测数据的直接对比——将 AI 系统给出的理论性能预测(如电化学窗口、离子电导率、循环保持率等)与实验测试结果逐项比对,计算偏差并分析偏差来源;其二,新型方案与传统方案的平行对比——将 AI 筛选出的新型化合物与课程教材中记载的传统商用材料在相同测试条件下进行性能比较;其三,不同备选方案的交叉对比——若协作阶段产生了多个候选方案,则并行纳入实验设计,通过实测数据判定优劣。这种多维对比设计的目的在于:不仅检验“AI 的方案好不好”,更要追问“AI 的预测准不准、为什么准或不准”,从而将实验从单纯的“操作执行”提升为对 AI 模型本身的科学评估。

实验数据的深层价值在于形成对 AI 系统的反向优化反馈,构建“预测-实测”持续改进闭环。学生完成测试后,需系统比对 AI 预测与实测数据,从模型训练数据的代表性、输入参数的完备性、合成条件与理论假设的差异等维度进行误差归因分析,并提出模型参数修正建议,经教师审核后反馈至 AI 平台技术团队。最终,学生将完整的实验设计、测试数据与对比分析整理为实验报告,并进一步撰写研究论文,使批判验证阶段不仅产出了可量化的教学成果,更让学生完整经历了“提出假设(AI 生成)-演绎推理(协作优化)-实验验证(实证检验)-结论修正(反馈优化)”的科研全流程。以研究不同质量分数的 B₂T 电解液添加剂对电池充放电性能的影响为例,如图 2 左图,学生在工具应用阶段获得 AI 对 B₂T 添加剂的理论预测——AI 明确指出 1%为“最优区间核心”(ICE 约 92%,100 圈保持率约 85%),而 0.5%仅为“低掺量”且 100 圈保持率仅 64%,二者预测差距达 21 个百分点。面对这一看似明确的结论,小组并未直接采信,而是展开了逐层推理:既然 AI 预测 1%远优于 0.5%、且 2%已标注为“过量拐点”,那么只需对 0.5%和 1%两个关键梯度进行实验对比,便可同时检验 AI 预测的方向性(1%是否确实大幅优于 0.5%)与定量准确性(实测是否匹配 85%的预测值)。因此,学生按 0%、0.5%、1%三组方案合成电解液并完成循环测试后,如图 2 右图实测曲线显示 0.5%组的容量保持率和循环稳定性均优于 1%组——AI 关于“1%大幅优于 0.5%”的核心预测被实验证伪。学生进一步回溯推理,认为 AI 模型可能因训练数据主要基于常规体系而未能准确建模高镍体系下 B₂T 的分解动力学差异,导致最优添加量区间发生偏移,并将上述分析与实测数据整理为反馈报告老师,并由老师审核反馈提交至平台技术团队,用于修正该体系下的预测模型。学生在这一过程中完成了从“被动接受 AI 答案”到“主动设计实验求证”的能力跃升,学生反思中“以前用 AI 直接问答案,现在会追问依据何在、如何验证”的表述,正是这一转变的生动印证。



3.2. 科教双向赋能机制的建立

在传统教学中教学与科研往往相互分离：教师忙于科研无暇反哺教学，学生完成作业却无缘接触真实科研。本机制的核心在于打通这一壁垒，建立“科研→教学”与“教学→科研”的双向赋能通道，实现“以研促学、以学助研”的良性循环。

3.2.1. 以研促学 - 科研任务模块化转化

该过程是指将教师的科研项目拆解为适合本科生完成的模块化教学任务，通过任务拆分、能力适配及成果转化三个步骤，通过 AI 工具帮助学生进行知识补全和能力增强，培养自主学习能力和科研能力，达到以研促学的效果。例如：以“电解液添加剂协同效应研究”课题为例，教师将整体研究拆解为文献调研、AI 辅助分子筛选、初步性能预测、实验方案设计等模块，分别嵌入《工程材料》《文献检索与论文写作》等课程的不同教学单元。根据学生年级和知识基础，低年级侧重文献调研与 AI 工具基础操作，高年级承担实验设计与数据分析任务，形成递进式的科研训练链条。最终形成成果转化：将学生在课程中产生的阶段性成果(如文献综述报告、AI 筛选方案、初步实验数据)，经教师审核整理后纳入科研项目的原始资料库。

3.2.2. 以学促研 - 课程成果应用于科研项目

将学生在课程学习中产生的优质成果，经系统整理后可应用于教师的科研工作，通过方案验证数据 - AI 优化反馈 - 创新发现这三个过程，来达到科教双向赋能的目的。在方案验证数据上，学生在“批判验证”阶段产生的实验测试数据，可为教师的科研项目提供初步验证支撑。

在 AI 优化反馈中，学生会在使用 AI 工具过程中发现的模型偏差、数据缺口等问题，反馈给技术团队用于优化 AI 系统的专业准确度。在创新发现上，学生在课程实践中可能产生超出预期的发现(如筛选出文献未曾报道的新型化合物等)，经教师进一步研究后转化为正式科研成果。

3.3. “预测 - 实证”对比训练体系的构建

该对比训练体系旨在系统培养学生对 AI 生成方案的评估与优化能力。其核心逻辑是：AI 的预测再精确，也必须经过实验的检验；而实验的数据反馈，又能持续优化 AI 的预测精度。这种“理论预测 - 实验验证 - 方案优化”的培养闭环，正是工程批判性思维养成的关键路径[15]。

3.3.1. 双循环训练结构

本体系构建了内外双循环的训练结构，通过理论推演和实验验证的双循环训练结构来培养学生对 AI 生成方案的评估与优化能力。在理论推演阶段，学生需要针对 AI 提出的技术方案(如电解液成分配比)，进行多维度质疑(包括高低温适用性、电压稳定性、倍率性能等)，并引导 AI 系统完成机理分析和理论预测。在实验验证阶段，学生利用材料实验室的测试装备，通过设计对比实验(包括循环性能测试、极端环境测试、微观结构表征等)。来验证 AI 方案的可行性，最终将实测数据与 AI 预测进行系统比对，形成包含误差分析与优化建议的验证报告。

3.3.2. 多维度能力评估机制

如图 3 所示，该体系采用“专业导师 + 实验老师”的联合指导模式，通过建立多维度的能力评估机制(包括问题发现能力、实验设计水平和方案改进效果等方面)，结合过程性评价(实验记录、研讨表现)与结果性评价(验证报告质量)，全面衡量学生的批判性思维发展水平，构建了完整的“理论预测 - 实验验证 - 方案优化”的培养闭环。这种将 AI 智能推演与实验实证相结合的训练模式，不仅能够有效提升学生的工程实践能力，也为新工科人才培养提供了可推广的实验路径。

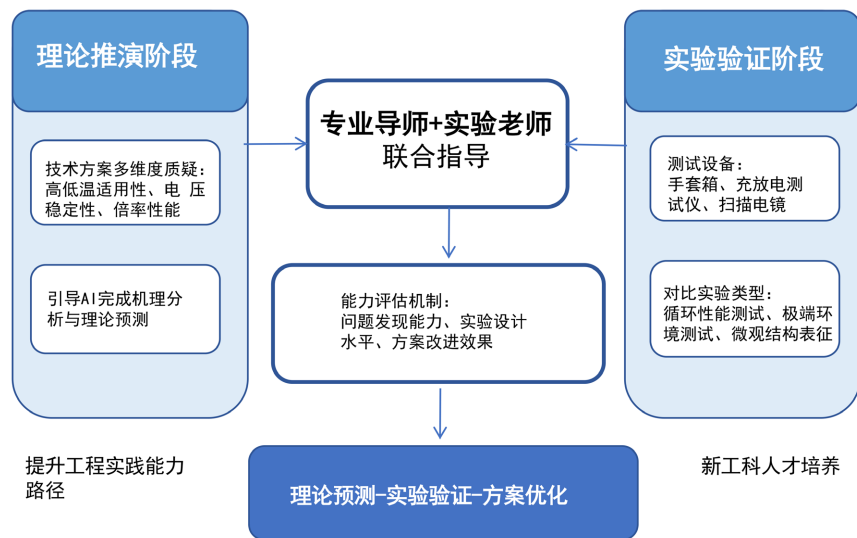


Figure 3. “Theory deduction - experimental verification” double-loop critical training system logic diagram

图 3. “理论推演 - 实验验证”双循环批判性训练体系逻辑图

4. 改革实践效果

经过一轮完整的教学实践，本模式在学生发展及教学建设方面取得了显著效果：学生科研素养与学术产出实现双提升，综合能力与工程思维协同发展，教学资源体系得以系统优化，教学模式初步具备可推广性。

4.1. 学生发展层面

科研素养与学术产出双提升。在工具应用阶段，学生掌握了利用生成式 AI 进行文献调研、材料筛选和方案设计的方法，建立起“问题拆解 - 工具调用 - 方案生成”的科研思维雏形。在协作优化阶段，学生经历了从“接受 AI 答案”到“审视 AI 答案”的转变，开始主动追问方案背后的依据。在批判验证阶段，学生利用 AI 辅助设计筛选出三种新型化合物用于制备锂电池电解质材料，经实验室合成与测试，实测数据显示其电化学性能较传统材料显著提升。围绕该成果已完成数据整理，拟发表 EI 论文一篇，并进一步补充数据后投稿 SCI 期刊。

同时综合能力与工程思维协同发展。参与项目的学生在后续课程中表现出更强的自主探究意识，能够主动将 AI 工具迁移应用于其他课程作业和科研训练中，形成了可迁移的学习能力。学生反馈“以往做实验只是按照步骤操作，现在会思考为什么这样设计、怎样优化方案”，印证了三阶模型在培养学生工程批判性思维方面的有效性。团队协作和工程决策能力也得到明显提升，学生对科研方法和学术规范建立了完整而切身的理解。

4.2. 教学建设层面

教学资源体系系统优化。已初步完成汽车方向专业《工程材料》教学大纲修订[4][5][15]，将“工具 - 协作 - 批判”三阶培养模型正式纳入课程设计，建立了“课程目标 - 毕业要求 - 教学内容 - 评价方式”的对应矩阵。依托超星学习通平台搭建了生成式 AI 辅助教学模块[4]，涵盖课程课件、试题库及教学案例库，所有资源支持学生自主访问与学习。此外，规划搭建面向汽车工程材料的智能问答与方案生成平台框架[8]，整合了材料性能数据库和行业标准文档。

模式初步具备可推广性。“工具-协作-批判”三阶框架的设计逻辑具有跨课程迁移价值,对于需要将 AI 工具与工程实践相结合的应用型课程具有普遍参考意义。动态案例库和教学资源包已通过校际教研交流活动向同类院校分享并获得积极反馈。学生在课程中形成的 AI 优化方案和实验数据也有效应用于教师的科研项目,验证了科教双向赋能机制的可操作性。后续将进一步扩展案例库覆盖范围,推动模式在其他课程中的落地应用。

5. 存在的问题及未来展望

通过三阶递进与科教双向赋能的教学改革措施,尽管取得了初步成效,但新教学方式改革的实施仍面临若干局限与挑战。

5.1. 当前实施的局限与挑战

当前,该教学模式仍存在以下问题:

(1) AI 专业适配仍需深化。当前采用的生成式 AI 工具虽然在通用领域表现优异,但在汽车工程材料这一垂直领域的专业准确度仍有不足[7]。部分专业知识通过本地知识库的嵌入缓解了这一问题,但 AI 模型的底层能力限制仍难以根本解决。针对这一局限,一方面在后续教学中持续收集学生在课程实验中产生的“预测-实测”对比数据(如 B₂T 添加剂不同质量分数的循环性能数据),逐步积累形成课程专属的小型验证数据库,用于优化 AI 提示词和校正输出结果;另一方面依托项目经费,尝试引入或合作开发面向汽车工程材料课程的轻量化 AI 辅助工具,重点在材料选型和性能预测两个教学环节进行应用探索,逐步降低对通用 AI 引擎的依赖。未来需要持续积累实验数据用于模型微调,或推动面向材料学科的专业 AI 工具开发。

(2) 教学时间与资源的约束。三阶模型的完整实施需要较多课时和实验资源[13]。工具应用阶段需要学生熟悉 AI 工具的操作规范,协作优化阶段需要充分的研讨时间,批判验证阶段更需要大量的实验室机时和材料耗材。尤其是电化学性能测试,单次循环测试周期长达数十小时,设备机时和耗材成本较高,难以让每位学生独立完成全流程操作。为此,在教学组织上做一些灵活调整:把 AI 工具操作培训、基础案例讨论等环节放到课前线上完成(利用超星学习通平台发布操作视频和讨论任务),课堂时间主要用来做关键的实验验证和结果分析。实验环节采用“干湿结合”的方式——先用虚拟仿真软件让学生模拟材料合成和性能预测的流程,搞清楚实验设计的基本逻辑;各小组在虚拟推演的基础上,只对 AI 筛选出的关键方案(如 0.5%和 1%两个梯度)进行实际的实验室验证;最后把各组测出来的数据汇总到班级共享数据库,不同小组分别负责分析不同维度的数据(比如有的组看循环稳定性,有的组看倍率性能),避免大家都做重复的基础实验,同时保证每个学生都有自己独立的数据分析任务。其中,项目经费中的实验材料费优先保障关键对比实验的耗材采购。

(3) 教师能力与角色的转型挑战。该模式对教师提出了更高的要求:教师不仅要掌握生成式 AI 工具的应用方法,还需要具备将科研项目转化为教学任务的设计能力,以及指导学生开展批判性实验的指导能力。从传统讲授型教师转变为 AI 辅助下的引导型教师,涉及教学理念和方法的深层转变,需要持续的专业发展支持。为帮助教师逐步适应这一转变,设计了分阶段的培训安排:

第一阶段(第 1~3 个月)组织“AI 工具教学应用”专题培训(2 天),重点让教师熟悉主流 AI 工具怎么用、怎么设计好的提问指令、超星学习通平台有哪些 AI 辅助教学功能,培训后每位教师试着设计一节课的 AI 辅助教学方案;

第二阶段(第 4~6 个月)开展“科研任务如何转化为教学案例”的专题研讨(1.5 天),以实际案例为基础,讨论怎么把教师自己的科研项目拆解成学生能完成的模块化任务、怎么设计完整的“AI 生成-讨论

优化-实验验证”教学流程,每位教师设计一份科研转化教学的具体方案,集体讨论修改后纳入课程案例库;

第三阶段(第7~12个月)每个月安排一次教学观摩和集中研讨,已经实施过三阶教学的教师上公开课,大家一起讨论遇到的问题和改进办法,最终整理出一份可供其他教师参考的教学实施指南。此外,项目组成员通过参加“AI赋能教育”等校外培训或会议,了解外面的做法和经验。

(4) 学生适应性的差异。不同学生对AI工具的使用能力和批判性思维基础存在显著差异。部分学生能够快速上手并主动探索,而部分学生则倾向于被动接受AI的输出,在批判验证阶段表现出“不知从何质疑”的困惑。如何在三阶训练中实施差异化教学,确保不同基础的学生均能有效成长,是需要进一步探索的方向。针对这一差异,在课程开始前先通过超星学习通平台发一个简单的AI素养小调查,大致摸清学生对AI工具的熟悉程度和自主学习习惯,然后据此把学生分成“快速进阶组”和“基础夯实组”——基础组的学生会拿到一个“质疑提示单”,上面列了一些引导性问题(比如“AI给出的这个结论依据是什么?”“这个建议放在我们的实验条件下还成立吗?”),帮他们找到质疑的切入点;在小组讨论环节,采用不同基础的学生混合分组,结合“材料工程师”“数据分析师”等角色分工,让基础薄弱的学生也能在具体任务中跟着学、跟着练。同时在实验报告里专门设置一个必填项——“AI预测和实测结果有什么偏差?你觉得偏差是怎么来的?”,以评价机制促进批判性思维的养成。

5.2. 未来展望

针对上述局限,未来研究将聚焦以下方向:

持续深化AI工具的垂直领域适配。计划通过采集更多汽车工程材料领域的实验数据与工程案例,扩充本地知识库的规模与质量;探索相关技术提升AI在专业场景下的回答准确度;同时关注材料信息学领域专用AI工具的发展动态,适时引入更专业的辅助设计平台[8][12],逐步降低对通用AI引擎的依赖。

优化三阶模型在有限学时下的实施效率。探索将部分工具应用与协作优化环节移至课前线上完成,课堂时间聚焦于批判验证的关键环节;设计模块化的实验项目包,使不同班级或年级的学生能够共享实验数据池,减少重复性基础实验的时间投入;同时推动AI辅助实验设计与数据分析工具的引入,提高实验效率。

加强教师发展支持体系建设。计划组织AI+工程教育专题研修,内容涵盖生成式AI教学工具实操、科研任务的学教化设计方法、批判性思维引导策略等;建立教师教学改革社群,促进经验共享与协同成长;支持教师参与企业实践与学术交流,拓展产业视野和科研资源。

6. 结语

本文针对新工科背景下汽车工程材料课程教学中存在的生成式AI专业适配不足、教学环节衔接不畅、教学与科研相互脱节等问题,提出并实践了生成式AI融入的“工具-协作-批判”教学与科研协同育人模式。通过实践表明,该模式有效提升了学生的AI工具应用能力、团队协作能力和工程批判性思维,为新工科背景下应用型人才培养提供了一条可复制的科教融合路径,对推动工程教育数字化转型具有参考价值。未来将在持续迭代中进一步完善该模式,为培养具备AI素养和创新能力的复合型工程人才贡献力量。

致 谢

感谢2025年度广西高等教育本科教学改革工程项目(项目号:2025XJJGA30,项目名称:新工科背景下生成式AI融入的“工具-协作-批判”教学模型构建一以汽车工程材料为例)以及2026年广西壮族自治区

级大学生创新训练计划项目(项目名称: 共轭稠环芳杂环添加剂调控高镍锂电池高压稳定电解液的研发与应用)对本研究的支持。

参考文献

- [1] 徐晓飞, 张策. 生成式人工智能赋能工程教育及学生能力的培养, 测评与认证体系[J]. 高等工程教育研究, 2025(4): 1-9.
- [2] 教育部: 实施“六卓越一拔尖”计划 2.0 [J]. 教育(周刊), 2018(44): 8.
- [3] 翁俊强. 新型材料在汽车上的应用[J]. 时代汽车, 2020(22): 11-12.
- [4] 张容基. 新型材料在新能源汽车零部件轻量化设计中的应用研究[J]. 模具制造, 2025, 25(3): 177-179.
- [5] 刘琪, 冒国兵. 新工科建设背景下材料科学与工程专业建设与综合改革探索[J]. 黑龙江工业学院学报(综合版), 2019, 19(5): 25-28.
- [6] 卢宇, 余京蕾, 陈鹏鹤, 等. 生成式人工智能的教育应用与展望——以 ChatGPT 系统为例[J]. 中国远程教育, 2023(4): 24-31, 51.
- [7] 刘邦奇, 聂小林, 王士进, 等. 生成式人工智能与未来教育形态重塑: 技术框架、能力特征及应用趋势[J]. 电化教育研究, 2024, 45(1): 13-20.
- [8] 刘三女牙, 郝晓晗. 生成式人工智能助力教育创新的挑战与进路[J]. 清华大学教育研究, 2024, 45(3): 1-12.
- [9] 郭蕾蕾. 生成式人工智能驱动教育变革: 机制、风险及应对——以 DeepSeek 为例[J]. 重庆高教研究, 2025, 13(3): 38-47.
- [10] 林佳妮, 胡德鑫, 夏淑倩, 等. 新工科研究与实践的发展现状、成效评价与未来趋势[J]. 高等工程教育研究, 2024(2): 38-43.
- [11] 龙莹. 机械类专业“工程材料”课程教学改革——以车辆工程专业为例[J]. 科技风, 2024(24): 74-76.
- [12] 曹宇, 李晓雪, 解莉, 等. 混合式教学模式下的课程思政开展模式构建——以机械工程材料为例[J]. 汽车实用技术, 2024, 49(16): 153-157.
- [13] 邓想, 郭朝博, 郭战永, 等. 基于现代信息技术的《机械工程材料》课程教学改革与实践[J]. 内江科技, 2024, 45(7): 66-68.
- [14] 张润博, 于柏峰, 遇家运. 人工智能在纤维增强复合材料制造中的应用研究[J]. 高科技纤维与应用, 2024, 49(6): 37-47.
- [15] Rabbi, A.B.K. and Jeelani, I. (2024) AI Integration in Construction Safety: Current State, Challenges, and Future Opportunities in Text, Vision, and Audio Based Applications. *Automation in Construction*, **164**, Article 105443. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105443>