

工程认证与新工科双背景下AI赋能无损检测技术教学研究

邹乃夫*, 王艳晶, 刘红, 高恩志, 宋广胜

沈阳航空航天大学材料科学与工程学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2026年5月15日; 录用日期: 2026年6月18日; 发布日期: 2026年6月25日

摘要

工程教育专业认证与新工科建设是我国高等工程教育改革的核心导向,二者均以“学生中心、产出导向、持续改进”为核心理念,聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养。无损检测技术是航空航天等高端工程领域的关键支撑技术,但其传统教学模式存在知识体系固化、实践教学受限、教学单向传导、评价机制单一等问题,难以契合产出导向教育(OBE)理念对复合型工程人才的培养要求。本文以工程教育认证与新工科建设为框架,以人工智能(AI)技术为赋能手段,从课程体系优化、智能化教学资源建设、产教融合教学方法创新、多维闭环评价体系构建四个维度完善教学改革路径,构建“一个核心理念、双向技术赋能、三层能力融合”的教学模式,旨在培育具备跨学科知识整合能力、AI技术应用能力、解决复杂工程问题能力的复合型无损检测专业人才。

关键词

工程教育专业认证, 新工科, OBE理念, 无损检测技术, 教学改革

Research and Exploration on AI-Enabled Non-Destructive Testing Technology Teaching under the Dual Background of Engineering Accreditation and Emerging Engineering Education

Naifu Zou*, Yanjing Wang, Hong Liu, Enzhi Gao, Guangsheng Song

Institute of Materials Science and Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

*通讯作者。

文章引用: 邹乃夫, 王艳晶, 刘红, 高恩志, 宋广胜. 工程认证与新工科双背景下 AI 赋能无损检测技术教学研究[J]. 教育进展, 2026, 16(6): 1004-1011. DOI: 10.12677/ae.2026.1661220

Abstract

Engineering Education Professional Accreditation and the Emerging Engineering Education Initiative are the core orientations of China's higher engineering education reform. Both adhere to the core philosophy of "Student-Centered, Outcome-Based, Continuous Improvement" and focus on cultivating students' ability to solve complex engineering problems. Non-Destructive Testing technology serves as a critical supporting technology in high-end engineering fields represented by aerospace. Nevertheless, its traditional teaching mode is plagued by issues including a rigid knowledge system, constrained practical teaching, one-way knowledge transmission, and a simplistic evaluation mechanism, which fail to align with the training requirements of the Outcome-Based Education (OBE) concept for interdisciplinary engineering talents. Taking engineering education accreditation and emerging engineering education construction as the framework and artificial intelligence (AI) technology as the enabling means, this paper optimizes the teaching reform path from four dimensions: curriculum system optimization, intelligent teaching resource development, innovation of industry-education integrated teaching methods, and construction of a multi-dimensional closed-loop evaluation system. A teaching mode characterized by "one core philosophy, two-way technology empowerment, and three-level capability integration" is established, aiming to nurture interdisciplinary Non-Destructive Testing professionals who possess interdisciplinary knowledge integration competence, AI technology application capability, and the ability to address complex engineering problems.

Keywords

Engineering Education Professional Accreditation, Emerging Engineering Education, OBE Concept, Non-Destructive Testing Technology, Teaching Reform

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

新工科建设作为我国高等工程教育转型升级的核心抓手，推动了传统工程领域与人工智能(Artificial Intelligence, AI)、大数据等新一代信息技术深度融合，催生了 AI 制造、航空航天高端装备等新兴产业形态，对工程人才的跨学科创新能力与解决复杂问题能力提出了全新要求[1]-[3]。与此同时，我国 2016 年正式加入《华盛顿协议》，工程教育专业认证成为工科专业建设的核心准则，其秉持的“学生中心、产出导向、持续改进”(Outcome-Based Education, OBE)核心理念[4][5]，要求高校工科课程紧扣学生能力产出目标，构建覆盖培养全过程的教学与评价体系，着力提升学生解决复杂工程问题的实践能力[6][7]。新工科建设与工程教育专业认证相辅相成，共同构成我国工科人才培养的顶层设计，也为材料类专业核心课程的教学改革指明了方向。

无损检测技术具备非破坏性、全面性、全程性等核心优势，可动态监测材料制备与服役全流程的缺陷状态，评定材料结构完整性与性能稳定性，是航空航天、能源电力、微电子等高端领域材料检验、制造监控、服役安全评价的核心技术，在高端装备全生命周期管理中发挥着不可替代的作用[8][9]。该课程是我校材料成型及控制工程专业的核心限选课，也是航空制造类相关专业的重要限选课，其教学质量直

接决定学生工程实践能力的培养成效，是工程教育专业认证中支撑毕业要求的关键课程。

传统无损检测技术教学以“物理原理 + 设备操作 + 缺陷识别”为核心，采用理论结合实验的教学模式，侧重学生对常规检测方法的基础掌握。但在工程认证与新工科双背景下，传统教学模式已难以适配人才培养需求：一方面，工程认证要求课程聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养，而传统教学受设备、场地、安全防护等条件限制，无法为学生提供航空航天真实工程场景的实践训练；另一方面，新工科建设要求打破学科壁垒，推动传统工科与前沿技术交叉融合，当前无损检测技术正加速从“经验驱动”向“AI 主导”转型，AI 技术在航空航天无损检测信号处理、缺陷图像识别、服役安全预测等方面的应用已成为行业主流趋势，而传统课程体系未能及时融入此类前沿应用案例，导致人才培养与产业需求脱节。

在此背景下，将 AI 技术全面融入无损检测技术教学全过程，既是响应新工科建设、推动学科交叉融合的必然要求，也是落实工程教育专业认证理念、提升学生解决复杂工程问题能力的核心路径[10]-[15]。本文针对当前无损检测技术教学的核心痛点，基于 OBE 理念构建系统性教学改革方案，通过 AI 技术为教学全流程赋能，实现课程教学与产业发展、认证标准的同步升级，为航空航天等领域培养兼具扎实专业基础与 AI 技术应用能力的复合型无损检测工程人才。

2. 我校无损检测技术课程教学现状与核心问题分析

我校无损检测技术课程自 2021 年开设以来，面向材料成型及控制工程、复合材料专业的大三学生授课，系统讲解五大常规无损检测技术的原理、设备、方法与工程应用，课程知识体系完整，为学生专业能力培养奠定了坚实基础。但对照工程教育专业认证标准、新工科建设要求，结合我校航空航天特色办学定位，课程教学仍存在诸多亟待解决的核心问题，与“培养学生解决复杂工程问题能力”的核心目标存在明显差距。

2.1. 课程体系固化，与能力产出目标匹配度不足

工程教育认证要求课程体系紧密支撑毕业要求达成，聚焦学生能力产出。当前课程教学内容以五大常规无损检测方法的原理、设备与应用为主，知识体系固化，对数字化检测、自动化扫描、AI 传感技术等以 AI 为核心的行业前沿内容融入不足，未能紧跟无损检测 AI 化发展的产业趋势。同时，课程内容与航空航天工程应用场景结合不够充分，理论知识与学生专业能力培养的关联度较弱，难以引导学生将无损检测知识转化为解决本专业复杂工程问题的能力。此外，课程总学时有限，理论教学与实践教学学时分配不合理，实践环节学时占比偏低，且与理论教学进度衔接不连贯，无法实现“学用结合、以用促学”的教学目标。

2.2. 实践教学手段单一，工程场景代入感缺失

实践教学是工程教育认证中培养学生实践能力的核心环节，需具备完善的系统性、工程性与创新性。当前课程实践教学以课内验证性实验为主，仅覆盖超声检测等基础演示内容，不仅对课程知识体系的覆盖面有限，更无法构建“理论知识 - 方案设计 - 工程应用 - 结果分析”的全流程能力培养链条。同时，无损检测实践教学高度依赖专业设备，受教学设备数量、射线检测防护要求、检测环境还原难度等条件限制，学生难以开展全流程实操训练，更无法进行创新性、设计性实验。此外，实践教学内容多为预设的标准化流程，缺乏航空航天发动机叶片检测等真实工程场景，学生难以将实验操作与实际工程问题关联，无法激发专业共鸣与学习主动性，导致理论教学与实践教学严重脱节。

2.3. 教学模式单向传导，学生主体地位未能凸显

工程教育认证“学生中心”的核心理念，要求教学过程以学生为主体，引导学生主动探究、自主学

习。当前课程教学仍以传统课堂讲授为主，即便引入互动式教学，学生仍处于被动接受状态。无损检测缺陷识别与安全性评价高度依赖工程经验，传统单向灌输的教学模式难以实现经验的有效传递，也无法培养学生的工程思维与分析判断能力。同时，教学过程未充分融入跨学科探究式学习，学生缺乏将 AI、大数据等技术与无损检测相结合的实践机会，跨学科解决复杂工程问题的能力培养难以落地，与新工科建设的人才培养要求存在显著差距。

2.4. 评价体系单一，持续改进机制不完善

工程教育认证“持续改进”的核心要求，需依托覆盖教学全过程的评价与反馈机制实现。当前课程考核以期末笔试为主，评价方式单一、重心偏向最终结果，无法全面评价学生解决实际工程问题的能力，更难以体现学生的创新能力与主观能动性。过程性评价覆盖不足，对学生学习过程中的能力提升、思维转变缺乏动态监测与及时反馈；终结性评价侧重理论知识考核，对学生的工程实践能力、AI 技术应用能力缺乏有效评价维度。同时，评价结果未能有效反哺教学优化，课程目标达成度分析与教学改进的联动性不足，难以形成“评价 - 反馈 - 改进”的闭环机制，无法充分满足工程教育认证的持续改进要求。

3. 基于 OBE 理念由 AI 赋能的教学改革核心内容

对照工程教育专业认证标准与新工科建设要求，针对课程教学存在的核心问题，本文以“学生中心、产出导向、持续改进”为核心理念，以 AI 技术为赋能工具，从课程体系、资源建设、教学方法、评价机制四个维度，构建全方位教学改革方案，实现课程教学的系统性升级。

3.1. 优化课程体系配置，构建分层递进的知识框架

以工程教育认证的能力产出为导向，将课程教学目标从“掌握基础理论”升级为“具备解决复杂工程问题能力”，构建“基础理论模块 - AI 进阶模块 - 工程创新模块”三层递进的课程知识体系，实现理论教学与前沿技术、工程应用的深度融合。

基础理论模块以无损检测概论、物理基础、常规检测方法、设备操作等核心内容为主体，适当融入数字化检测、自动化处理等基础内容，保障学生扎实掌握专业核心知识；同时结合授课学生的专业特色，优化教学内容侧重点，重点融入航空航天材料、飞行器结构检测等特色内容，强化知识与行业领域的关联度。AI 进阶模块聚焦 AI 技术与无损检测技术的交叉融合，在检测信号处理、缺陷图像识别中引入机器学习，结合航空航天典型案例开展深度教学。例如在航空发动机叶片超声 AI 检测案例教学中，引导学生利用 Python 软件完成叶片超声检测信号的降噪与特征提取，基于神经网络构建缺陷识别模型，改善传统超声检测对经验的过度依赖与识别精度较低等问题。工程创新模块以航空航天领域真实工程案例为载体，引导学生运用所学知识设计 AI 检测方案，解决实际工程中的复杂检测问题，培养学生的跨学科创新能力与工程思维。

3.2. 建设交叉融合教学平台，打造 AI 化教学资源体系

资源建设是落实 OBE 理念、推动教学改革落地的关键支撑。结合 AI 技术优势，构建“线下 + 线上”双向联动、“高校 + 企业”深度融合的 AI 化教学资源平台，打破传统实践教学的时空限制，为学生能力培养提供全维度资源保障。

线下平台方面，整合现有教学仪器设备，补充购置 AI 检测实训设备，依托学院科研平台开放科研设备，联合飞行器制造实习实训中心搭建集合基础实训、创新实验、科研实践于一体的线下实践教学平台，满足学生从基础操作到创新探究的全层次实践需求。通过搭建包含超声 AI 检测系统、射线数字成像检测设备、缺陷 AI 识别实训平台等核心设备的开放材料性能检测和 AI 数据处理实验室，为学生开展全流程

实操训练与创新实验提供硬件支撑, 配套航空航天典型构件模拟件, 用于 AI 赋能检测的实操教学。线上平台方面, 一是建设 AI 检测案例库与数据库, 收集、整理并标注航空航天领域典型无损检测信号与图像数据集, 每组数据均标注缺陷类型、尺寸、位置等关键信息, 为 AI 算法训练、学生创新实践提供数据支撑; 二是共享 AI 赋能软件工具与开源平台, 为学生提供数据预处理模型、经典机器学习算法等资源; 三是建设在线精品课程资源, 录制 AI 基础、AI 检测应用案例等视频, 开设航空航天领域 AI 无损检测案例专题, 详细讲解航天结构件的 AI 检测流程、算法应用与结果分析。

同时, 深化校企协同育人, 对接 AI 检测设备制造商、第三方检测机构、大型装备制造企业, 建立线上、线下联动的校企合作机制。通过企业专家线上讲座、真实工程案例分享、企业检测车间云参观、校外实习基地实操训练等形式, 让学生接触行业前沿的 AI 检测系统与真实生产场景, 增强实践教学的工程性与真实性, 实现人才培养与产业需求的精准对接。

3.3. 创新教学方法, 构建产教融合的实践教学体系

以“产出导向”为核心, 创新“理论讲授 - 项目探究 - 工程实践”三位一体的教学方法, 强调学生主体地位, 将教学重心从“教师教”转向“学生学”, 着力培养学生解决复杂工程问题的能力。

理论讲授环节主要采用案例式教学, 将航空航天领域 AI 赋能无损检测的成功案例贯穿教学全过程, 结合企业实际检测视频与数据, 拆解每个案例的 AI 应用逻辑, 让学生直观理解前沿技术的工程应用价值, 激发学习兴趣。同样以航空发动机叶片超声 AI 检测为例, 先介绍航空发动机叶片的服役环境与缺陷危害, 讲解传统超声检测的局限性; 再详细阐述 AI 赋能方案, 即利用小波变换对超声检测信号进行降噪处理并提取信号特征, 训练模型实现缺陷的自动识别与分级, 展示模型训练过程、参数设置与识别效果对比; 最后引导学生思考模型优化路径, 提升复杂工况下的缺陷识别精度。同时采用线上、线下混合式教学模式, 通过超星学习通、雨课堂等线上平台, 布置基础理论知识预习任务、发布课程视频、组织线上自测与讨论, 学生完成线上预习后, 线下课堂聚焦重难点讲解、案例分析、小组研讨, 针对线上学习问题集中答疑, 提升课堂教学效率与学生参与度。

实践教学环节打破传统个体学习模式, 重点推行如图 1 中所示的项目式学习, 组建跨学科学习小组, 围绕航空航天领域真实的无损检测工程问题, 开展文献调研、方案设计、数据采集、AI 算法开发、结果分析、报告撰写的全流程实践。结合航空航天特色与 AI 应用设置典型项目, 利用 AI 技术优化检测流程, 基于机器学习算法优化检测参数, 提升检测效率与缺陷识别精度。鼓励学生运用 AI 技术解决项目实际问题, 如借助大数据分析材料服役环境、利用机器学习优化检测方案、通过深度学习实现缺陷 AI 识别等, 让学生在项目实践中实现知识融会贯通, 提升解决跨学科复杂工程问题的能力。同时将实践教学与大学生创新创业项目、教师科研项目深度对接, 引导学生参与科研工作, 将科研资源转化为教学资源, 培养学生科研思维与创新能力。

3.4. 完善多维评价体系, 构建持续改进的教学闭环

遵循工程教育认证“持续改进”的核心理念, 打破传统单一结果评价模式, 构建“过程性评价 + 终结性评价 + 增值性评价”三位一体的多维考核体系, 实现对学生学习全过程的动态监测与全面评价, 同时建立评价结果与教学优化的联动机制, 形成闭环持续改进。

过程性评价聚焦学生学习全过程, 涵盖课前预习、课堂研讨、编程作业、项目进展、实验操作等多个维度, 重点结合航空航天 AI 检测案例设计评价内容。课前预习依据线上平台完成情况评价, 重点考核学生对案例背景的预习效果; 课堂研讨根据学生参与案例讨论的积极性、发言质量评价; 编程作业重点考核学生运用 Python 软件进行数据处理、算法开发的能力; 项目进展依据小组项目报告、阶段性成果评

价，重点考核航空航天 AI 检测项目的方案合理性、算法应用准确性、数据处理规范性；实验操作根据操作规范性、实验报告质量评价，聚焦航空航天典型构件的 AI 检测实操效果。评价内容重点融入 AI 相关能力考核，动态监测学生的知识应用能力与自主学习能力。同时增加过程随机动态考核，实时掌握学生学习进展与知识薄弱点，实现精准教学与及时反馈。

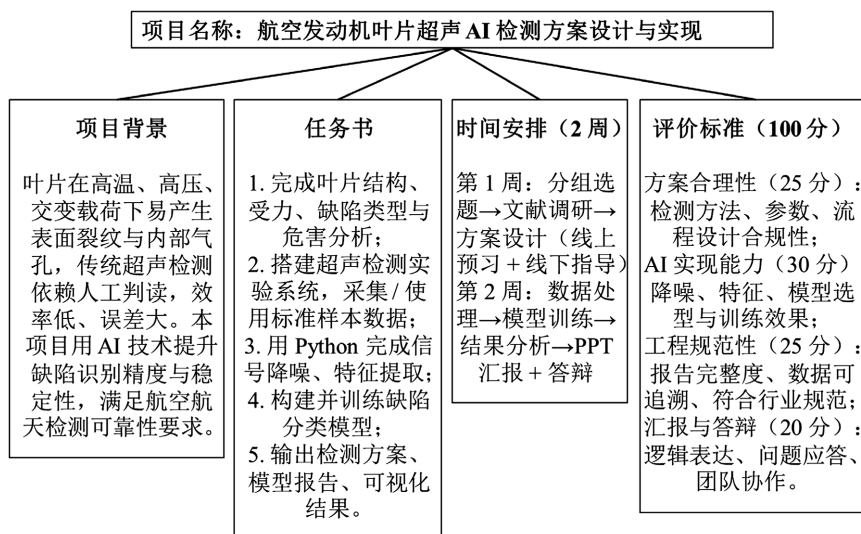


Figure 1. Project-based learning case
图 1. 项目式学习案例

终结性评价以期末考核与综合项目大作业为核心。期末笔试采用开卷形式，在传统理论知识考核基础上，增加 AI 技术应用、工程方案设计等分析类、创新类题目，考核学生知识整合与工程思维能力；综合项目大作业以小组为单位，完成完整的 AI 检测方案设计与实践，以调研情况、方案合理性、技术创新性、成果报告质量为核心评价依据，全面考核学生复杂工程问题解决的综合能力。

增值性评价作为补充维度，重点关注学生课程学习中的能力提升与主观能动性，评价学生主动运用 AI 技术分析和解决问题的意识、跨学科创新思维的转变、团队协作能力的提升等内容，鼓励学生发挥主观能动性开展创新探索，同时引导学生合理使用 AI 技术，避免过度依赖导致学习懈怠。增值性评价采用学生自评、小组互评、教师评价相结合的方式，保障评价结果客观、公正。

在此基础上，建立完善的课程持续改进机制：每学期课程结束后，开展课程目标达成度评价，结合学生考核数据、专家反馈、跟踪调研，梳理课程教学存在的问题，针对性优化课程体系、教学内容与教学方法，实现“教学-评价-反馈-改进”的闭环管理，确保课程教学持续适配工程教育认证要求与人才培养目标。

4. 改革实施的挑战、风险与应对策略

本教学改革在推广中仍面临若干约束与风险，需理性看待、审慎推进：

1) 数据与算力约束：航空航天缺陷样本稀缺、标注成本高、涉密性强，模型泛化能力不足；高校算力有限，难以支撑大规模深度学习训练。对此，可采用迁移学习、联网学习降低样本依赖；利用云端算力平台适配教学场景。

2) 师资能力瓶颈：专业教师多具备无损检测基础知识，但通常 AI 算法开发能力不足；企业工程师擅长工程实践，但融合 OBE 理念的教学规范性不足。对此，可共建校企双师团队，联合开发课程与案例。

3) 学生能力分化与 AI 依赖风险: 部分学生编程基础薄弱, 难以跟上 AI 实训节奏; 对 AI 工具的过度依赖可能削弱理解与判读能力[16]。对此, 可设置分层任务与阶梯式难度; 坚持以 AI 技术为辅助, 以人工复核为支撑, 强化原理与工程判据训练。

4) 校企协同稳定性不足: 因企业数据的安全性和保密性导致真实案例与数据开放有限; 协同教学内容容易停留在讲座、参观层面。对此, 可签订数据保密协议, 采用脱敏数据与虚拟仿真场景; 共建实习基地与联合实验室。

5) 评价闭环落地难度大: 多维评价的工作量较大, 数据采集与分析效率较低; 改进措施与评价结果的联动不足。对此, 可引入教学大数据平台实现自动采集与分析; 整理教学问题清单, 定时总结完善。

5. 结语

工程教育专业认证与新工科建设为我国高等工程教育改革划定了清晰目标与实施路径, 核心在于培育能够解决复杂工程问题的高素质应用型人才。无损检测技术作为航空航天等高端装备制造领域的核心支撑技术, 其课程教学必须紧跟技术发展与产业变革趋势, 主动融入 AI 等前沿技术, 实现教学模式转型升级。

本文基于“学生中心、产出导向、持续改进”的核心理念, 针对当前无损检测技术教学的核心痛点, 结合航空航天领域典型构件检测场景, 详细阐述 AI 技术在无损检测教学环节的具体应用案例, 提出系统性教学改革方案, 通过课程体系优化、AI 化资源建设、教学方法创新、评价机制完善, 实现 AI 技术对课程教学全流程的赋能。依托我校成熟的专业建设基础、丰富的教改经验与完善的平台支撑, 结合具体案例开展教学实践, 可有效破解传统教学痛点, 让学生在真实航空航天工程场景中掌握 AI 技术与无损检测的融合应用方法, 切实提升学生解决复杂工程问题能力。

基金项目

2026 年沈阳航空航天大学本科教学改革研究项目: 新工科建设背景下人工智能赋能无损检测技术教学的研究与探索(JG261103B4); 2026 年沈阳航空航天大学本科教学改革研究项目: 以能力培养为牵引的《材料成型检测与控制》智慧课程建设范式研究与实践(JG261102C2)。

参考文献

- [1] 裴梦琛, 武玮, 滕海鹏, 等. “新工科”背景下教学模式的探索与研究——以“无损检测”课程为例[J]. 工业和信息化教育, 2022(7): 31-34.
- [2] 崔贤. 新工科背景下土木工程无损检测课程教学模式研究[J]. 山西建筑, 2020, 46(9): 154-155.
- [3] 陈孝文, 张德芬. 新工科背景下《无损检测》课程的教学方法探讨[J]. 科技创新导报, 2017, 14(29): 245-246.
- [4] 周红坊, 朱正伟, 李茂国. 工程教育认证的发展与创新及其对我国工程教育的启示——2016 年工程教育认证国际研讨会综述[J]. 中国大学教学, 2017(1): 88-95.
- [5] 荣辉柱, 边耐政, 欧阳柳波, 等. 面向产出的课程目标达成评价机制与持续改进研究[J]. 计算机教育, 2021(7): 107-111.
- [6] 田立江, 张洁, 王丽萍. 以专业认证为导向的实践教学内容对标与体系优化[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2018(12): 44-46.
- [7] 岑耀东, 李振亮, 陈林, 等. 工程教育专业认证下材料成型专业理论教学与实践教学深度融合的改革探索[J]. 中国现代教育装备, 2022(17): 75-77.
- [8] 邹乃夫, 刘红, 高恩志. 航空航天材料无损检测实践能力的教改探索[J]. 广州化工, 2023, 51(3): 239-241.
- [9] 熊志林, 张剑, 曹君. 新工科背景下校企协同共育无损检测人才培养路径构建与实践[J]. 无损检测, 2024, 46(11): 91-94.
- [10] 张帆, 杨艳, 刘雨虹. “人工智能 + 新材料”领域发展现状、趋势和启示[J]. 国际石油经济, 2025, 33(9): 19-25+85.

-
- [11] 齐伦. 人工智能工具在高校材料专业中的应用研究[J]. 科教导刊, 2025(20): 1-3.
- [12] 梁策, 李欣, 于歌, 等. 人工智能赋能材料学科教育教学改革研究[J]. 高教学刊, 2025, 11(32): 42-45.
- [13] 何照荣, 连玮琦, 莫才颂, 等. 人工智能赋能材料成型及控制工程专业人才培养模式改革研究[J]. 模具制造, 2025, 25(6): 52-55.
- [14] 齐民. 人工智能时代背景下《工程材料》课程教育教学的思考[J]. 教育教学论坛, 2020(35): 268-269.
- [15] Cañavate, J., Martínez-Marroquín, E. and Colom, X. (2025) Engineering a Sustainable Future through the Integration of Generative AI in Engineering Education. *Sustainability*, **17**, Article 3201. <https://doi.org/10.3390/su17073201>
- [16] Sajja, R., Sermet, Y., Fodale, B. and Demir, I. (2026) Evaluating AI-Powered Learning Assistants in Engineering Higher Education with Implications for Student Engagement, Ethics, and Policy. *Scientific Reports*, **16**, Article No. 7665. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-39237-5>