

研究生教育现代化治理与实践研究——以人工智能时代环境工程学为例

刘文宗¹ 王乾第¹ 刘可欣²

1. 哈尔滨工业大学（深圳）生态环境学院，中国·广东 深圳 518055

2. 河北科技大学环境科学与工程学院，中国·河北 石家庄 050018

摘要：在人工智能广泛并快速融入各传统学科的大趋势下，研究生教育现代化治理和实践工具与途径产生新机遇。本文以环境工程学科为例，分析了人工智能时代对工科研究生教育实践带来的积极影响，在教学模式重构、课程体系优化和教育管理创新等方面的驱动作用；通过在实际教学过程的典型教学案例分析，调查了复杂环境污染场景构建和污水资源概念厂模拟参观工具辅助的创新应用效果，突破了传统环境工程实践教学时空约束要求，大幅度提升了学生实践认知能力与互动学习体验。研究不仅为环境工程学科的教育改革提供了实践范式，也为人工智能时代工科研究生教育的现代化治理贡献了理论依据与实践路径。

关键词：人工智能；工科研究生教育；教育现代化治理；环境工程；教学实践

Research on the governance and practice of graduate education modernization—Taking Environmental Engineering in the era of artificial intelligence as an example

Liu Wenzong¹, Wang Qiandi¹, Liu Kexin²

1. School of Eco-environment, Harbin Institute of Technology Shenzhen, China Guangdong Shenzhen 518055

2. College of Environmental Science and Engineering, Hebei University of Science and Technology, China Hebei Shijiazhuang 050018

Abstract: Under the general trend that artificial intelligence is widely and rapidly integrated into various traditional disciplines, the modern governance and practice tools and approaches of graduate education have created new opportunities. Taking environmental engineering as an example, this paper analyzes the positive impact of the era of artificial intelligence on engineering graduate education practice, and its driving role in the reconstruction of teaching mode, the optimization of curriculum system and the innovation of education management. Through the analysis of typical teaching cases in the actual teaching process, the innovative application effect of complex environmental pollution scene construction and sewage resource concept plant simulation tour tool was investigated, which broke through the time and space constraints of traditional environmental engineering practice teaching, and greatly improved students' practical cognitive ability and interactive learning experience. The research not only provides a practical paradigm for the education reform of environmental engineering discipline, but also contributes a theoretical basis and practical path for the modern governance of Engineering Graduate Education in the era of artificial intelligence.

Keywords: Artificial intelligence; Engineering graduate education; Education modernization governance; Environmental engineering; Teaching practice

0 引言

人工智能（AI）正深度重塑工科研究生教育，环境工程学科尤为典型。其教学长期面临高危场景安全性与实践真实性、微观过程可视化与认知深化、复杂工艺优化与决策科学性等结构性矛盾。AI 技术集群（VR/AR 模拟、智能可视化、机器学习优化）提供了系统性解决方案，推动教学方式革新^[1-2]，促使教育从“知识传授”向“智能增强”范式跃迁，印证了人与技术共同进化的哲学命题。当

前，国际高等教育已形成多元化 AI 融合路径，美国加州大学、芬兰坦佩雷大学等开展了数字孪生实验室、智慧学习工厂等应用^[3]。然而，现有研究多聚焦技术工具层面，对教育治理体系变革的系统性探讨不足。国内研究生教育管理长期依赖局部调整，数据治理、权责分配等核心框架尚未建立，呈现“技术先行、治理滞后”的脱节特征^[4]。

AI 辅助教学已经开始影响传统“教师—学生”二元互动模式。AI 在知识图谱构建、内容智能生成等方面展现

新型优势,能够同时承担起学习助手和教学辅助的双重角色,推动教育场景向“人际交互+人机协同”的混合模式转型^[5]。这种转型对教师专业能力提出了新的要求。教师不仅需要掌握 AI 应用技能,也要学会与 AI 协同工作,共同构建“教师-AI-学生”三位一体的新型教学共同体。这一转变标志着教育范式从传统的单向知识传递向智能化协同学习的重大变革。

本研究以环境工程为对象,系统探索 AI 时代工科研究生教育现代化治理的创新路径。理论层面,解析“技术赋能—教育重构—治理创新”链条;实践层面,通过“污水资源概念厂线上参观”等教学创新,验证 VR/AR 的有效性,并以智能数据分析动态优化学习路径,为“技术—教学—管理”协同进化的新型教育生态提供范式。研究契合国家“新工科”建设与“教育数字化”战略,通过构建智能化治理体系,依托产教融合数据平台贯通协同育人全链条,为工科研究生教育转型提供可推广的实践范本,精准回应国家对复合型高层次人才的战略需求。

1 人工智能对工科研究生教育的多维度影响

1.1 教育理念转变:从知识传授到能力提升

人工智能正从理念到实践重塑工科研究生教育,其影响既体现为工具应用,更表现为教育逻辑的深层转变。本章从教育理念、教学模式、评价体系三个维度展开分析。

教育理念正从“知识传授”转向“能力构建”。斯蒂格勒的“技术代具性”理论指出,人工智能作为认知外化的“第三持存”正重构教育主体的存在方式。AI 不仅催生新兴工科方向,也推动传统学科转型^[6],研究生教育更注重创新思维与跨学科问题解决能力。以环境工程为例,智慧水务系统的实践表明,现代人才须兼具传统理论与数据分析、智能决策等新兴能力,这要求教育实现从“教什么”到“如何教”、从“知识灌输”到“能力建构”的根本突破。

1.2 教学模式创新:线上线下混合、个性化学习与虚拟仿真实践

人工智能正推动工科研究生教学模式系统性创新,主要体现在三个维度:混合式教学深度融合。线上 VR 高精度重构实验厂区,学生可沉浸式拆解工艺单元并观察关键参数;线下课堂聚焦案例研讨与动手实训,引导复现优化异常工况,实现理论知识与工程能力的螺旋式融通。个性化学习互动教学。学生可重点对个人感兴趣的工艺设备或者个人掌握不充分的技术原理进行互动讨论,通过差异化视图展示个体学习需求,针对性提升学生个体效率与自主性。实践场景与前沿技术原理呈现。环境工程实践包含水、

土、气、固等多介质复杂场景过程,反应原理交互,AI 工具能够快速构建专业要求下的特点场景呈现,例如直观模拟微生物反应机理、多工况活性污泥分析,拓展学习体验。三个维度同时推动着教学模式从“经验驱动”向“数据驱动”转型。

1.3 教学评价改变:过程性、时效性与大数据化

AI 工具多元化发展推动了研究生教育评价方式转变,形成“过程性—时效性—大数据”复合评价反馈特征。一是评价重心从结果转向过程。传统评价主要依赖最终成绩后评教,存在指标单一化问题,难以有效促进过程环节改进。AI 辅助的评价体系通过网络学习空间实现阶段评价,基于学生个体学习感受做到及时反馈与建议,能更快达成“以评促学、以评促改”。二是评价效果从单一转为多样。以环境工程为例,智能仿真平台可对污水处理方案进行多指标评估^[7],全方位量化工程设计方案效果,为工程教育认证提供新方法论支撑。三是评价分析从人工迈向智能。学生评价数据实现长期数据积累,从教师人为判别提升到大数据对多元行为分析。“即时反馈—动态优化—智能评价”推动教师主导与学生主体的动态结合。

2 实践案例

教学实践是工科研究生教育转型的关键环节。环境工程学科涉及多尺度环境过程、高危场景及复杂工艺系统,AI 技术应用对该学科解决时空与安全教学成本限制提供重要支撑。教学研究以“污水资源概念厂线上实践”项目为核心案例,设计并验证了线上平台互动、教学过程设计及效果评价中的实施路径。

2.1 环境污染场景教学实践

AI 辅助构建环境工程教学中的工程场景,通过污染归趋与控制技术过程管理,解决传统教学的实地考察限制。例如,针对复杂环境介质、高污染场景等无法实地操作的案例,污染演变与风险控制原理技术应用可以通过 AI 可生成高仿真示意图并推演应急处理方案及后果,学生在课堂环境中也能够对处置技术应用产生形象的认识。针对污水污染物反应机制上,通过 AI 生成的动画与动态模型,直观展示污水输移、污染物转化等反应过程,全流程理解从污水管网收集到污水厂达标排放的动态反应机理。这种 AI 辅助降低了实践教学多方面限制,助力工科学生对工程技术的理解和掌握。

2.2 污水资源概念厂线上实践

宜兴城市污水资源概念厂以“水质永续、能源回收、资源循环、环境友好”为宗旨,对教学具有重要示范意义。

教学过程分两阶段：课前，教师介绍概念厂概况与参观目的，学生阅读资料并熟悉主要工艺单元；课上，学生通过线上参观“亲身体验”污水处理各单元，借助虚拟视角深入理解微生物分解污染物的机理，通过与现场工作人员线上交流，讨论工程参数对处理效果的影响。通过参观平台的 VR/AR 技术，同步呈现各个工艺流程、实时数据与关键指标，学生完成课堂内观察水质净化、有机质协同处理、生产型研发等核心区域，助力研究生深刻理解资源再生型现代概念厂的发展趋势。

2.3 教学效果评价

授课后通过收集学生反馈问卷并整理成量化数据，结合单元测试成绩和课堂观察记录进行分析。信度分析结果显示，Cronbach's α 系数介于 0.765 至 0.891 之间，分半信度 pearman-Brown 分半信度达到 0.73~0.85。因子间相关性分析显示，各维度相关系数为 0.25~0.62 (<0.7)，且所有维度的 AVE 平方根 (0.78~0.83) 均大于与其他维度的最大相关系数，区分效度达到评价分析要求。通过分析发现，知识掌握与考试成绩强相关 ($r=0.68, p<0.01$)，实践能力与教学成果高度相关 ($r=0.61, p<0.01$)，课程体验与教师评价中度相关 ($r=0.52, p<0.01$)。

表 1 信度分析

反馈指标	Cronbach's α	Spearman-Brown 分半信度
学习兴趣与参与度	0.891	0.85
知识掌握程度	0.843	0.77
学习满意度	0.765	0.73
课程体验	0.818	0.82
实践能力	0.824	0.83

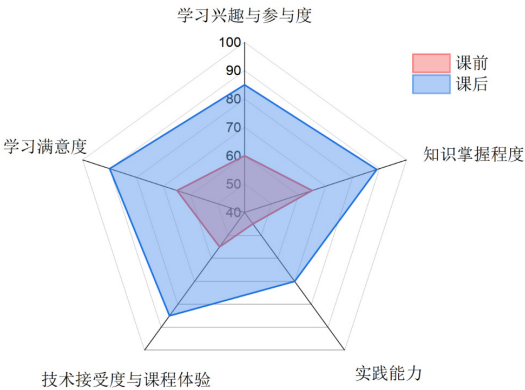


图 1 线上实践课堂效果分析

基于线上实践课堂效果分析，学生的正向反馈指标得到全面提升。线上实践后，超过 80% 的学生能够更充分掌握全过程处理环节的重要技术原理和应用效果，比课堂讲

义讲述掌握的正向反馈比例提高了 15%。整体上，对 AI 辅助课堂形式积极响应的学生比例超过 90%（图 1），课堂体验与线上交流提升了出勤率和参与讨论次数。

3 结语

人工智能辅助的线上实践途径为工科研究生教育改革提供积极推动作用，突破了以环境工程为代表的复杂实际场景和技术应用理解与认识限制，解决了传统环境工程实践的时空跨度大和安全苛刻要求。通过虚拟仿真、线上实践等手段，助力新工科高质量人才的教学培养改革，加快了教育范式从“知识传授”向“能力提升”的转变。同时，教学评价的过程性和时效性数据积累可以支撑教学评价的全新转变，为工科教学动态过程动态优化提供依据，推动教师主导与学生能动性的有机融合。

参考文献：

[1] 高丹丹. 生成式人工智能在研究生科研中的应用：优势、局限与对策[J]. 中国现代教育装备, 2024(11):40-43.

[2] 田婧, 罗通, 罗华锋等. 新建本科院校虚拟仿真实验室的建设及教学[J]. 实验科学与技术, 2015,13(06):219-222+228.

[3] 赵丽艳. 数字孪生和全息技术融合下智慧教学模式构建与实践[J]. 湖北工程学院学报, 2023,43(03):74-78.

[4] 翟亚军, 王战军. 数智赋能我国研究生教育管理组织形态的变革与建构[J]. 清华大学教育研究, 2023,44(06):63-73.

[5] 杨宗凯, 王俊, 吴砥等. ChatGPT/ 生成式人工智能对教育的影响探析及应对策略[J]. 华东师范大学学报 (教育科学版), 2023,41(07):26-35.

[6] 陈劲, 吕文晶. 人工智能与新工科人才培养：重大转向[J]. 高等工程教育研究, 2017(06):18-23.

[7] 唐白石, 胡轶波, 江海鑫. 人工智能与活性污泥仿真软件在污水处理中的协同应用[J]. 净水技术, 2024, 43(10):48-56+85.

基金项目：哈尔滨工业大学研究生教学改革项目“从‘点’到‘案’的二元融合环境工程人才培养实践研究”（项目编号：ZYHX0006）。

作者简介：刘文宗（1983.03-），男，汉族，山东泰安人，哈尔滨工业大学（深圳）生态环境学院，教授，博导；研究方向：污水处理资源化与碳减排。