

“新工科”背景下AI赋能工程案例教学的探索与实践

——以地下水科学与工程专业为例

陈 盟^{1,2}, 胡荣庭^{1,2}, 程亚平^{1,2}

¹桂林理工大学环境科学与工程学院, 广西 桂林

²桂林理工大学广西生态环保现代产业学院, 广西 桂林

收稿日期: 2025年9月14日; 录用日期: 2025年12月16日; 发布日期: 2025年12月25日

摘要

本文立足“新工科”建设需求, 聚焦地下水科学与工程专业案例教学, 探索人工智能(AI)技术在工程案例教学中的应用路径与实践模式。传统案例教学存在内容陈旧、方法单一及资源有限等问题, 结合地下水系统隐蔽性、数据获取难、污染物迁移过程复杂等专业特殊性, 提出AI赋能解决方案。结合“地下水污染智能分析”与“智能地下水监测系统”两个典型案例, 明确AI在污染源识别、扩散预测及系统优化中的具体应用, 同时指出其在技术稳定性、数据安全、教师AI素养及教学评价等方面仍面临挑战。最后, 从技术融合、教学实施与教育观念方面提出优化策略, 并展望AI将进一步推动“AI + 专业”课程建设、智能自适应教学模式和跨学科融合教育的发展, 为地下水领域高质量人才培养提供核心支持。

关键词

新工科建设, AI赋能, 案例教学, 地下水科学与工程, 工程教育

Exploration and Practice of AI-Enhanced Engineering Case Teaching in the Context of the “Emerging Engineering Education” Initiative

—A Case Study of the Groundwater Science and Engineering Major

Meng Chen^{1,2}, Rongting Hu^{1,2}, Yaping Cheng^{1,2}

¹College of Environmental Science and Engineering, Guilin University of Technology, Guilin Guangxi

²Guangxi Modern Industry College of Ecology and Environmental Protection, Guilin University of Technology, Guilin Guangxi

Received: September 14, 2025; accepted: December 16, 2025; published: December 25, 2025

Abstract

This paper grounded on the demands of “new engineering” education by focusing on case-based teaching in groundwater science and engineering. It explores application pathways and practical models for integrating artificial intelligence (AI) technology into engineering case studies. Traditional case teaching suffers from outdated content, limited methodologies, and scarce resources. Considering the unique characteristics of groundwater systems—including their hidden nature, challenging data acquisition, and complex pollutant migration processes—this study proposes AI-empowered solutions. The study illustrates specific applications of AI in “Intelligent analysis of groundwater contamination” and “Intelligent groundwater monitoring systems” through two representative cases, focusing on pollution source identification, diffusion prediction, and system optimization. Nevertheless, challenges remain in terms of technical stability, data security, teachers’ AI proficiency, and teaching evaluation. Finally, optimization strategies are proposed from three perspectives: technological integration, teaching implementation, and educational philosophy. The study further envisions that AI will drive the development of “AI + Major” curriculum construction, intelligent adaptive teaching models, and interdisciplinary education, thereby providing core support for high-quality talent cultivation in the field of groundwater science and engineering.

Keywords

Construction of Emerging Engineering Education, AI-Enabled, Case-Based Teaching, Groundwater Science and Engineering, Engineering Education

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

新一轮科技革命与产业变革加速推进，推动全球工程教育进入深度转型期。我国新工科建设作为高等工程教育主动对接新经济发展需求的重要举措，以培养具备创新能力、实践能力和国际竞争力的高素质工程科技人才为目标，强调打破传统学科壁垒，促进跨学科融合，并坚持以产业需求为导向，持续优化人才培养体系[1] [2]。

人工智能(AI)技术凭借其强大的计算与智能决策能力，已在电力、医疗、金融及制造等领域带来深刻变革[3] [4]。在教育领域，AI同样展现出显著潜力，如通过学情数据支持个性化学习路径规划，以智能工具辅助作业批改与教学管理，并借助VR/AR技术构建高度沉浸的虚拟教学场景，有效提升学习体验与互动性[5]-[7]，为专业课程的案例教学革新提供了重要契机。

当前工程案例教学仍存在案例陈旧、教学方法单一、资源有限与实践环节薄弱等现实问题，制约了高水平工程人才培养[8]，亟需引入AI技术以实现教学体系的优化升级。“新工科建设”和“AI赋能”为专业发展和课程建设带来的双重影响：1) 借助与计算机科学及大数据等学科的深度融合，可引入AI算法和先进数值模拟技术，提升复杂问题的分析与解决能力[9]；2) 对该专业学生提出更高要求，需在传统知识基础上，拓展跨学科素养、创新思维及国际视野[10]。

2. 新工科、AI与工程案例教学

2.1. 新工科建设的理念与内涵

新工科概念源于2017年教育部“复旦共识”，“天大行动”“北京指南”明确其行动框架，核心是通过新兴专业建设、传统专业升级、学科交叉融合，培养适应新兴产业需求的人才[11]。其核心目标是推动我国从工程教育大国向强国转变，具体任务包括优化专业结构、创新教育模式(推进产教与科教融合)和提升教育质量[12]。

新工科背景下，专业人才培养需三方面升级：知识结构新增AI、大数据等跨学科知识[13]、能力要求突出实践与创新能力[14][15]、素质培养强调社会责任感与团队协作能力[16]。

2.2. AI技术的原理与教育应用潜力

AI技术涵盖机器学习、深度学习、自然语言处理、计算机视觉等核心领域[17]。机器学习可构建预测模型(如识别地下水污染浓度变化趋势)，深度学习能处理复杂数据(如优化地下水数值模拟)，自然语言处理实现人机交互(如智能问答)，计算机视觉可图像识别(如监测地下水水质异常)。当前AI技术向多模态、大模型发展，为教育提供更广阔空间[18][19]。

AI在教育中应用包括个性化学习、智能辅导和教学分析[20]，可突破传统教学局限、减轻教师负担、优化教学决策[21][22]。对工程案例教学，AI可丰富资源(爬虫获取并分类案例)、创新方法(VR/AR构建虚拟场景)、提升效果(分析数据并精准反馈)[23][24]，如在地下水污染案例教学中模拟治理方案效果。

2.3. 工程案例教学的理论基础与实践意义

工程案例教学以建构主义和情境学习理论为基础[25]。建构主义强调知识主动建构，案例教学引导学生整合知识；情境学习理论注重真实情境，案例教学提升知识应用能力。对地下水科学与工程专业课程，地下水的隐蔽性导致传统教学难以构建真实工程场景，AI与虚拟仿真能弥补传统教学难以构建真实场景的不足，采用虚拟仿真和真实数据交互，助力学生通过方案设计、模拟操作优化方案，分析复杂工程问题。有效案例教学，案例选择需真实、典型、时效、启发性；教学组织采用问题导向与小组协作；评价反馈需多维度(案例报告、课堂表现等)并及时改进。

3. AI在地下水科学与工程专业工程案例教学的应用

立足于新工科与AI融合发展的时代背景，系统探讨AI技术在地下水科学与工程专业案例教学中的应用路径，不仅需要从理论层面剖析AI与教学的深度融合机制，丰富技术赋能教育的理论建构；也需从实践层面提出切实可行的AI辅助教学策略，提升案例教学的时效性、互动性与实践性，为培养符合新经济需求的复合型工程人才提供重要支持。

3.1. AI在地下水科学与工程专业案例教学的应用成效与挑战

AI技术在地下水科学与工程案例教学中的应用已取得显著成效。一方面，通过自然语言处理和网络爬虫技术，实现了案例资源的高效获取、智能分类(如水文地质类、环境地质类)与个性化推荐，极大丰富了教学资源库。另一方面，推动教学方法的创新，通过智能互动平台实时答疑、VR/AR虚拟仿真助力实操训练，个性化学习路径适配学生能力，提升教学互动性与针对性。

但AI应用仍存多重挑战：技术上，平台稳定性不足(高并发易崩溃)、专业适应性有限(难处理多源数据与专业术语)、数据安全有隐患(缺乏完善加密与隐私保护机制)[26][27]；教学实施中，教师AI操作能力不足、跨场景管理难、学生素养参差不齐制约教学效果[28]；此外，教育观念滞后，部分教师对AI认

知偏差(过度依赖或轻视), 传统模式难以转型, 评价体系以考试成绩为主, 无法反映能力成长[29]。

对新工科背景下的地下水科学与工程专业而言, 跨学科融合与技术发展成为关键机遇, 但同时也对人才培养提出更高要求。传统工程案例教学在内容时效性、方法互动性和资源多样性方面存在明显短板, 难以满足复合型人才培养需求[30]。因此, 引入 AI 技术对案例教学进行优化升级, 已成为推动专业教学改革的重要路径。AI 技术与案例教学的融合, 推动教学评价理论从“结果导向”向“过程 + 结果”综合转变。“新工科”背景下, 地下水科学与工程专业需培养“专业核心能力 + AI 应用能力 + 跨学科协作能力”的复合型人才, 具体需求聚焦三大专业特色: 1) 针对复杂工程问题的分析能力, 需具备应用 AI 工具处理地下水多源异构数据的方法, 如通过 AI 模型区分渗透系数差异导致的污染扩散速度差异; 2) 针对不确定性的应对能力, 应理解水文地质参数的空间变异性对 AI 模型预测结果的影响, 能通过算法优化降低模型不确定性; 3) 工程实践创新能力, 需结合 AI 技术设计地下水污染治理、智能监测方案。通过 AI 实现教学资源动态更新、个性化辅导与虚拟仿真实操, 能够有效提升学生的跨学科应用能力与工程实践素养。构建“需求分析 - 技术调研 - 应用设计 - 效果评估”的闭环架构, 系统设计 AI 在案例教学中的应用模式, 通过三个方面实现教学适配(表 1), 并通过实践验证与优化策略, 为新工科背景下的专业人才培养提供理论支持与实践路径。

Table 1. Teaching adaptation of AI in the groundwater science and engineering major
表 1. AI 技术在地下水科学与工程专业中的教学适配

专业特殊性	AI 适配技术	教学价值
地下水隐蔽性	VR/AR 虚拟仿真 + 三维数值模拟	直观呈现含水层结构与污染物迁移过程, 解决“看不见”的问题
监测数据稀缺性	生成对抗网络(GAN) + 数据增强	生成符合真实水文地质特征的模拟数据, 补充 AI 模型训练样本
污染物迁移复杂性	时空序列模型(LSTM-CNN) + 可视化	模拟多因素耦合下的污染扩散趋势, 降低理解难度
工程方案不确定性	集成学习(Ensemble) + 多场景模拟	对比不同方案的效果差异, 提升学生方案优化能力

3.2. 实践范例: AI 深度融合的工程案例教学典型案例

3.2.1. 利用 AI 分析地下水污染案例教学设计

(1) 案例介绍与教学重难点

本案例以某矿区影响流域内土壤 - 地下水中重金属污染为背景, 该区域含水层为“孔隙 - 裂隙”双重介质, 污染物迁移受渗透系数空间差异影响显著。教学目标包括: 1) 掌握基于 AI 的污染源识别与扩散预测方法; 2) 理解三维非均质含水层对污染物迁移的影响机制; 3) 能利用 AI 模型优化污染治理方案。教学重点是让学生掌握 AI 在污染分析中的应用流程, 包括基于机器学习的水质数据分析、污染源识别(如 CNN 模型)及扩散预测模型(如时间序列、神经网络)的应用; 教学难点是 AI 算法涉及较多数学与编程知识, 学生理解存在困难; 多源数据(水质、地质、气象等)的融合与分析也具有较高复杂性。

(2) AI 助力案例分析与解决

AI 在案例分析中发挥核心作用: 利用机器学习算法分析水质监测数据, 识别污染物种类与浓度变化趋势; 通过深度学习模型(如 CNN)融合地质与监测数据, 实现污染源精准定位与强度评估; 结合数值模拟与 AI 算法, 构建扩散预测模型, 优化参数并模拟不同情境下的污染迁移, 为治理提供依据。

(3) 课堂互动与学生成果展示

课堂采用“问题讨论 + 竞赛展示”模式: 教师提出“如何优化 AI 模型提升污染源识别精度”等问题

题，引导小组讨论；组织案例分析竞赛，各小组利用 AI 工具分析案例并提出治理方案，通过 PPT、视频展示成果，如部分小组用 AI 可视化技术呈现污染扩散地图，部分小组设计 AI 智能控制的治理方案。展示后通过互评与教师点评，深化对案例的理解。

(4) 案例反思与改进方向

反思发现，学生 AI 基础知识薄弱、案例数据质量不足、教学方法深度不够是主要问题。后续需加强 AI 基础课程，完善数据预处理流程，采用项目式学习等方法引导学生深度创新，并提供个性化指导。

3.2.2. 基于 AI 的智能地下水监测系统案例教学设计

(1) 案例情境与学习任务

案例以城市供水水源地智能监测系统建设为情境，该水源地含水层为孔隙介质，需解决“监测点布局优化”“水位异常实时预警”两大工程问题。教学目标包括：1) 掌握 AI 在地下水监测点优化与数据异常识别中的应用方法；2) 理解监测系统与地下水动态特征的适配性；3) 能设计基于 AI 的地下水监测方案。

(2) AI 在监测系统中的技术实现

采用“随机森林(RF)-边缘计算”融合架构，分为两大模块。监测点优化模块(RF)以“覆盖范围最大化”“数据冗余最小化”为目标，输入参数包括含水层厚度、地下水水位变幅、人类活动强度，输出最优监测点位置；监测终端部署数据异常识别模块(轻量化 RF)，实时分析水位、水质数据，识别异常值。AI 贯穿监测系统全流程：数据采集环节，智能传感器实时采集水位、水质数据，AI 动态调整采样频率；数据传输环节，边缘计算设备本地处理数据，AI 加密纠错确保安全；数据分析环节，机器学习模型预测水位、水质变化，深度学习算法实时识别异常数据，如水位骤降时自动预警并分析原因。

(3) 小组协作与项目实践过程

项目实践按“需求分析-方案设计-实施测试-总结答辩”流程开展：小组分工明确，完成监测方案设计、系统搭建、性能测试；针对测试中发现的数据传输延迟、分析误差等问题，共同优化方案；最后通过项目报告与答辩，展示成果并接受评价，提升团队协作与表达能力。

(4) 教学成效与推广价值

教学成效显著，学生掌握了智能监测系统设计与 AI 应用技术，团队协作、项目管理能力明显提升，且增强了地下水保护意识。该案例具有较高推广价值，可复制到其他高校相关专业，为行业培养 AI+ 地下水监测的复合型人才。

4. 优化策略：AI 驱动下的工程案例教学提升路径

4.1. 基于地下水科学与工程专业教学的特殊性挑战

(1) 专业数据的获取。专业数据的获取主要有以下难点：1) 数据获取难且成本高，地下水监测依赖野外钻探与长期观测，样本量少且分布不均(如偏远山区监测点稀疏)，导致 AI 模型训练数据不足；2) 数据不确定性高，含水层参数的现场测试误差大，且受季节、人类活动影响呈现动态变化，导致 AI 模型输入特征存在噪声，预测精度受制约；3) 数据隐私与共享矛盾，水源地监测数据涉及公共安全，教学中数据共享需平衡开放性与安全性。

(2) 技术适配。AI 模型技术适配主要难点有：1) 模型泛化能力弱，在裂隙含水层或岩溶含水层时，因介质结构差异导致预测误差增大；2) 虚拟场景还原度不足：现有 VR/AR 技术难以模拟地下水的动态流动特征，虚拟场景与实际工程存在偏差，影响学生对核心原理的理解。

(3) 教学实施过程难以操作。主要存在授课教师跨学科素养不足和学生认知差异大的问题。授课教师

缺乏 AI 模型开发、边缘计算部署能力，难以指导学生解决技术故障。部分学生编程基础薄弱，难以理解 RF、LSTM 等算法原理，在案例实践中仅能完成参数调整，无法深入分析模型与专业知识的关联。

4.2. 优化策略

在技术层面，需强化 AI 与教学的深度融合，通过引入智能工具和虚拟仿真等手段创新教学内容与方法，并构建“高校 - 企业 - 科研机构”联合的 AI 教学数据平台，以实现资源的智能检索与推荐。同时，应持续提升 AI 系统稳定性与数据安全性，加强算法优化与隐私保护机制，为教学提供可靠技术支撑，兼顾隐私保护与教学需求。

在教学实施方面，应设计基于 AI 的个性化教学方案，依托学习数据分析为不同学生定制差异化学习路径与资源，并动态调整教学策略。设计“基础模型 + 专业模块”架构，基础模型(如 RF、LSTM)保持通用性，专业模块针对不同含水层类型调整输入特征与参数，提升泛化能力。此外，优化 AI 支持下的教学组织与管理，开展案例分析与项目实践等多元教学活动，完善多维度教学评价体系，并加强教师在 AI 教学方法与工具应用方面的系统培训与能力建设。

在观念与文化层面，应树立以学生为中心、人机协同的 AI 教育观，避免技术依赖或滥用，注重培养学生对 AI 的正确认知与应用能力。通过宣传 AI 教学成果、设立激励措施及组织相关竞赛，积极营造创新包容的 AI 教学文化氛围，并将 AI 知识系统融入课程与项目实践，提升学生的技术素养和工程实战能力。

5. 结论与展望

未来，人工智能(AI)技术的迅猛发展将深刻引领地下水科学与工程专业的教学变革。AI 技术正向大模型、多模态及跨技术融合方向演进，例如大语言模型可辅助知识推理与文本生成，多模态模型能提升虚拟仿真教学的沉浸感，而与物联网、边缘计算等技术的结合，则为地下水监测与数据安全提供了全新解决方案。这些发展不仅将推动教学内容更加强调“AI+ 专业”融合，引入如智能数值模拟、水资源智慧管理等新课题，还将重塑教学方法与模式，实现智能自适应学习、高逼真虚拟仿真及线上线下混合式跨学科协作，同时也带来技术迭代、数据伦理与教育适应等方面的新挑战。

在教学模式方面，基于 AI 的智能自适应系统将构建“数据采集 - 学习画像 - 资源推荐 - 动态调优”的闭环机制，实现真正意义上的个性化教学。虚拟仿真和远程教学将更加智能化与交互化，AI 不仅能优化仿真环境的真实感，还可提供实时操作指导与学情反馈。此外，跨学科融合教学成为关键发展方向，通过开设交叉课程、推进项目式学习、整合多学科师资与资源，系统培养学生的综合创新与复杂工程问题解决能力。

AI 的赋能将推动人才培养目标的重新定位，强调“复合型、创新型、国际化”能力，使学生既掌握专业基础，又具备 AI 应用、跨学科协作及国际交流素养。高校、企业与科研机构需协同共建培养方案、实践基地与师资队伍，联合开展人才质量评价。展望未来，AI 将全面融入地下水科学与工程教育生态，为其教学革新与人才培养提供核心支撑，助力国家地下水资源的可持续利用与行业科技进步。

基金项目

2025 年桂林理工大学“数智赋能交叉融合专业课程”建设项目《水文地质学基础》、“数智赋能课程”建设项目《环境地质学》、“产教融合型课程”建设项目《工程勘察 CAD》。

参考文献

- [1] 夏建国, 赵军. 新工科建设背景下地方高校工程教育改革发展刍议[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 15-19, 65.

- [2] 胡波, 冯辉, 韩伟力, 等. 加快新工科建设, 推进工程教育改革创新——“综合性高校工程教育发展战略研讨会”综述[J]. 复旦教育论坛, 2017, 15(2): 20-27, 2.
- [3] 姜淑慧, 江世银, 张杰. 教育人工智能赋能教育发展与重塑技术应用研究[J]. 黑龙江高教研究, 2022, 40(11): 18-24.
- [4] 李明, 张黎. 人工智能技术在教育教学中的应用与实践探索——评《人工智能在教育治理中的应用与发展》[J]. 应用化工, 2023, 52(5): 16-22.
- [5] 庄榕霞, 杨俊锋, 黄荣怀. 5G 时代教育面临的新机遇新挑战[J]. 中国电化教育, 2020(12): 1-8.
- [6] 卢宇, 李沐云. 生成式人工智能如何赋能教育? [J]. 中国教育网络, 2023(12): 79-80.
- [7] 黄荣怀. 构建人工智能时代教育新生态[J]. 中国党政干部论坛, 2025(7): 43-48.
- [8] 宋世领, 张孝琪, 骆威, 等.“精益生产”课程的案例教学研究[J]. 装备制造技术, 2022(6): 178-180.
- [9] 薛宇, 翟玮玮, 田敏. 新工科视角下“工智融合”型高技能人才培养路径探索[J]. 江苏高教, 2025(7): 91-96.
- [10] 徐恩波, 华向理, 程焕, 等. 基于国际认证、工程实践与人工智能发展的食品科学与工程专业个性化培养体系建设研究[J]. 中国轻工教育, 2025, 28(1): 54-62.
- [11] 张凤宝. 新工科建设的路径与方法刍论——天津大学的探索与实践[J]. 中国大学教学, 2017(7): 8-12.
- [12] 钟登华. 服务国家战略需求提供一流创新支撑[J]. 中国高等教育, 2018(12): 15-17.
- [13] 谢行思. 新工科背景下传统工科专业培养升级实践探索[J]. 公关世界, 2025(1): 82-84.
- [14] 王红雨, 于张娜, 闫广芬. 新工科背景下工科专业的调整、布局及衍生机制——基于 33 所代表性高校的分析[J]. 高等工程教育研究, 2021(6): 24-30.
- [15] 梅健强, 张军, 刘超, 等. 面向新工科职教师资的“软件技术基础”生态化课程建设[J]. 职业教育研究, 2023(1): 73-77.
- [16] 钟志华, 周斌, 蔡三发, 等. 高校创新创业教育组织机构类型与内涵发展[J]. 中国高等教育, 2018(22): 15-17.
- [17] 周志华. 机器学习[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016.
- [18] 罗晓玲, 卓俊. AI 大模型应用背景下网店客服技能课程教学改革: 挑战、机遇与应对策略[J]. 现代职业教育, 2025(20): 149-152.
- [19] 李永智, 曹培杰, 武卉紫, 等. 基于教学思维链的教育大模型推理显化研究[J]. 开放教育研究, 2025, 31(4): 4-11.
- [20] 丁海, 和淑文, 王利丹, 等. 人工智能技术在《高分子材料》课程中的教学应用与探索[J]. 高分子通报, 2025, 38(10): 1567-1575.
- [21] 李洋, 沈萍霞. 从“负担”到“互担”: 数智时代教师新型负担的回应——基于社会支持理论[J]. 现代教育科学, 2025(3): 102-109.
- [22] 杨一格, 黄甫全, 梁梓珊. AI 主讲课程开发的教师减负效应: 一项试验研究[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2024, 42(2): 46-62.
- [23] 孙锐, 范之国. 融合人工智能的通信工程教学案例设计与实践[J]. 高教学刊, 2024, 10(25): 103-106.
- [24] 郭燕燕, 方方, 彭成军, 等. 基于 AI 产业化案例的制药工程自动控制课程教学改革探索[J]. 郑州师范教育, 2025, 14(4): 53-58.
- [25] 张树旺, 杨梦凡, 刘素菊. 基于建构主义学习理论的启发式案例教学内容与步骤——以领导科学教学为例[J]. 新课程教学(电子版), 2023(21): 84-86.
- [26] 徐双, 刘文斌, 李佳龙, 等. 大数据背景下的数据安全治理研究进展[J]. 太原理工大学学报, 2024, 55(1): 127-141.
- [27] 王雅妹. 高等职业教育数字化转型: 价值意蕴、现实挑战及实践路径[J]. 中国职业技术教育, 2024(31): 79-86.
- [28] 刘文兰, 闫瑾. 基于 AI 的高校个性化学习路径优化与探索[J]. 电脑知识与技术, 2025, 21(23): 21-23, 37.
- [29] 赵丽琴, 范文杰, 易发胜, 等. 人工智能时代大学非计算机专业项目引导式教学探索与实践——以 Python 程序设计为例[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(31): 168-170.
- [30] 陈盟, 闫志为, 陈余道, 等.“新工科”建设背景下地下水科学与工程专业工程案例教学的思考——以桂林理工大学为例[J]. 科教导刊(电子版), 2018(35): 91-92, 146.