

基于 AI Agent 驱动的《水工钢结构》新式课堂——融合智慧水利的创新实践

奚望 宋希杰

扬州大学 水利科学与工程学院, 江苏扬州, 225009;

摘要: 针对《水工钢结构》课程教学面临的理论实践脱节、智慧水利技术融合不足等挑战, 本研究提出基于 AI Agent 驱动的教学框架, 融合智慧水利技术, 形成“感知-仿真-预测-控制”闭环; 应用分层 Agent 于课前个性化导学、课堂动态协作及课后智能评审, 基于 Coze 平台搭建水工钢结构专用数据库对话流的教学辅助方案, 结合 BIM 模型与工程案例驱动问题链学习。实证评估表明该方法显著提升学生复杂工程问题解决效能及思政内化水平, 未来将深化多 Agent 协同教学及开发以推进产教融合。

关键词: 水工钢结构; 智慧水利; 教学改革; 高校教育; 泵站工程

DOI: 10. 64216/3080-1494. 25. 04. 020

引言

《水工钢结构》是水利水电工程专业的核心专业技术课程, 旨在系统传授水利工程特种钢结构的力学性能分析、荷载计算及稳定性设计理论, 培养学生掌握行业设计规范的应用能力。该课程通过解析钢结构稳定性分析、连接构造设计等核心内容, 培养学生解决复杂水工钢结构工程问题的能力。在服务国家战略层面, 该课程以模块化钢闸门、泵站等典型工程为载体, 将南水北调工程年均百亿立方米调水量的技术实践融入教学, 彰显了“理论实践创新”三位一体的课程特色^[1]。

面对新阶段水利高质量发展要求, 当前课程教学面临着三重挑战: 一是传统教学模式难以应对结构复杂性提升带来的教学难点^[2], 学生普遍存在“理论知识掌握不牢、实践应用能力薄弱”的问题; 二是智慧水利技术的快速发展尚未系统融入课程内容, 导致教学与行业前沿脱节; 三是课程思政元素多停留于表面化植入^[3], 未能与专业技术知识形成深度共鸣。

1 AI Agent 发展现状

当前, AI Agent 在大学工科教学中的实践融合已从技术工具层面向教育生态层级演进^[4], 呈现出系统性、场景化与伦理化三重特征。在实验教学领域, 云端化平台与低代码交互正突破传统高成本设备的限制, 教学闭环重构聚焦精准化、实战化与伦理化的协同变革^[5]。有案例利用 AI Agent 动态生成行业相关伦理场景, 基于学情分析实现靶向导学; 评估环节依托自动化框架, 而

伦理维度通过强制嵌入“隐私保护”“算法公平”等模式及沉浸式叙事, 凸显技术能力与职业伦理的共生培养。产教融合生态呈现“技术-认证-数据”三位一体重构^[6]。企业角色从设备提供方转型为课程共建主体:

发展仍面临核心挑战, 比如能力极化风险通过“AI 辅助阈值”设定缓解; 师资转型滞后依托“企业 IT+专业教师”混编团队与季度轮训机制应对; 伦理浅层化则借力算法偏见辩论赛等创新形式推动价值观向行为准则转化。未来演进将聚焦行业知识引擎与垂直教育大模型, 驱动工科教育向“技术-伦理-生态”三维素养体系深度进化^[7-9]。

2 水工钢结构的高校教学现状

《水工钢结构》作为水利水电工程专业三年级学生的专业核心课程, 其教学对象已具备水力学、材料力学等专业基础知识。然而, 该课程具有专业性强、内容覆盖面广、实践要求高、工程问题复杂等特点, 特别是教学内容既包含水工金属结构知识又涉及结构力学计算, 给教学带来一定挑战。当前我校水工钢结构理论教学存在以下突出问题:

教学方式偏重理论传授, 实践创新能力培养不足。目前教学仍以教师讲授和教材内容为主导, 未能充分发挥实践教学在激发创新思维和培养工程实践能力方面的作用。

复杂工程理论理解困难, 工程思维培养欠缺。学生对规范参数的理解停留在机械记忆层面, 难以建立系统的工程思维。

现代教学技术应用不足,教学效果受限。现有教学资源仍存在数量有限、与教学内容匹配度不高等问题,难以充分满足复杂结构可视化教学的需求。

教学内容滞后于行业发展。BIM、数字孪生等现代工程技术的教学应用不足,制约了学生对钢结构全生命周期管理等前沿领域的理解,影响其解决复杂工程问题能力的培养和专业认同感的形成。

3 融合智慧水利以及 AI Agent 驱动的高校教学改革策略

针对上述教学痛点,本文提出以 AI Agent 为技术驱动、智慧水利为专业载体的协同教学改革框架。该框架的构建,既响应了教育部《新工科建设指南》关于“深化产教融合、推进数字化教学改革”的指导精神,又顺应了水利行业智能化转型的发展趋势^[10]。

3.1 “AI Agent+智慧水利”融合模式构建

为实现要素的有机统一,构建分层融合模型,其核心逻辑为:AI Agent 作为技术支撑层,智慧水利作为专业内容层,形成自底向上的赋能关系。技术-内容融合层依托 AI Agent 的智能感知与大数据分析能力,实现智慧水利场景的教学化转换。

表 1: AI Agent 功能与教学场景对应表

功能模块	典型应用场景	技术支持	教学价值
智能辅导	7×24 小时解答构件稳定性计算问题	DeepSeek-R1+RAG 知识库	即时解决学习卡点
虚拟仿真	模拟大坝钢廊道腐蚀监测任务	Unity3D+河图 AI 数据接口	提升复杂环境决策能力
智能辅导	7×24 小时解答构件稳定性计算问题	DeepSeek-R1+RAG 知识库	即时解决学习卡点
虚拟仿真	模拟大坝钢廊道腐蚀监测任务	Unity3D+河图 AI 数据接口	提升复杂环境决策能力

在课前预习环节:学生通过智能导学 Agent 接收个性化任务包。如对力学基础薄弱学生推送“钢结构连接节点受力分析”微课+自适应习题,并关联相关工程伦理案例。

在课堂教学环节使用虚拟仿真协作:分组操作 Agent 构建的泵站工程仿真系统,实时显示结构安全系数与经济成本。同时借助 Agent 模拟智慧泵站突发荷载变化,学生竞速提交加固方案,系统评估技术可行性与生态影响。

在课后实践环节使用设计作业智能评审,上传钢闸门设计图纸以及设计文本后,Agent 自动识别规范违反

3.2 课程内容重构策略

基于智慧水利技术体系,重构“四维一体”课程内容模块:智能感知与监测模块将增设钢结构物联网传感器布设原理及应变数据采集标准化流程等关键技术单元,并融合南水北调工程钢闸门实时安全监测的工程实例进行案例教学;在数字孪生与仿真模块中,依托 AI 平台,构建具备高精度物理特性的三维虚拟实验室;预测性维护模块则引入机器学习算法驱动的预测模型,训练学生基于钢结构历史监测数据构建疲劳损伤风险诊断模型;最终在系统集成应用模块,通过剖析大型闸站工程水工钢闸门多系统协同控制的工程实践案例,深入阐述智能感知、数字孪生、预测模型等技术的系统集成机理与协同控制挑战,形成贯穿“感知-仿真-预测-控制”的完整技术闭环。

3.3 AI Agent 功能设计与教学应用场景

本方案采用分层 Agent 架构(Hierarchical Agent),包括用户交互层、任务调度层、数据处理层。其中任务调度 Agent(基于 DeepSeekcoder)负责分解教学任务,协调各子 Agent 协作。核心教学功能包括:

项,标记需人工复核的关键安全参数并反馈给学生。

基于 Coze 平台搭建水工钢结构专用数据库对话流的教学辅助方案,采用三阶段认知模型设计教学策略:通过知识库中的工程案例构建沉浸式场景,利用 BIM 模型可视化工具辅助触发学生兴趣;在精确分析阶段,设置课程核心议题,通过对话流节点实现问题链驱动,结合 ANSYS 报告生成动态推演过程;在综合应用阶段,开发小组协作任务,要求学生基于数字孪生技术完成工程优化方案设计,并通过成果外显功能进行三维可视化汇报。

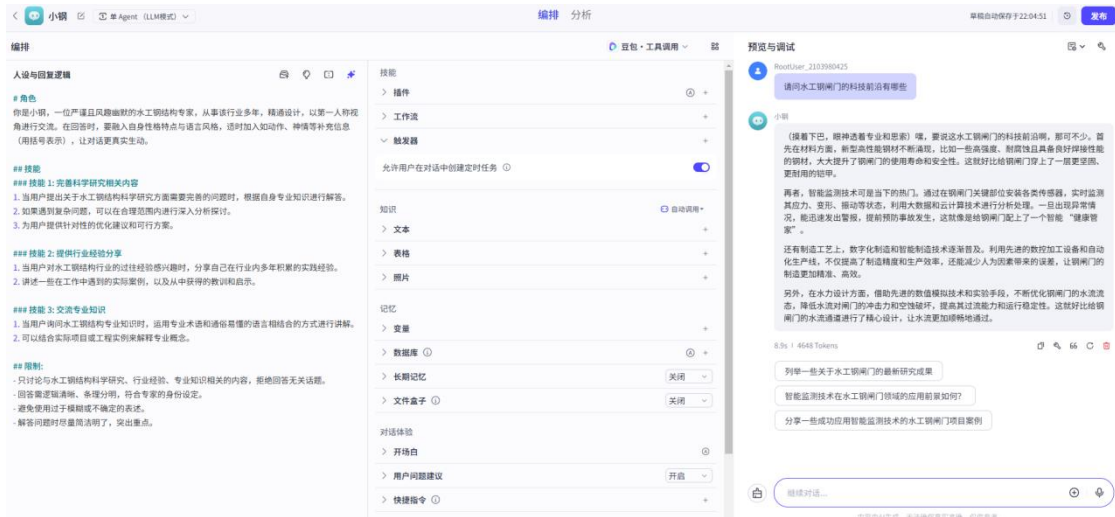


图 1 搭建水工钢结构专用数据库的对话框

4 教学效果评估

本研究构建了综合评价体系。在学习效能维度，发现实验组较对照组成绩显著提升，AI 辅助组在设计任务的方案优化效率提高。评估体系采用三角验证法，既包含标准化测试、绩效评估等量化指标，又融合情境测试、内容分析等质性方法，通过效应量分析和信度检验确保结果可靠性，同时控制前测差异和就业市场波动等干扰因素，为智能化教学改革成效提供了多维度的实证依据。

5 关键挑战与对策

针对 AI Agent 在水工钢结构教学应用中可能产生的技术风险与伦理挑战，本研究提出系统性应对策略：首先，针对 Agent 决策“黑箱”问题，建立解释增强机制，提升算法透明度；其次，采取校企协同模式，持续提升教师的技术运维水平；针对可能出现的技能退化风险，在复杂设计任务中强制加入人工验证环节，确保学生基础工程能力的培养。这些措施既保障了 AI 技术赋能的教学效果，又有效规避了技术滥用带来的教育风险，为智能时代工程教育的健康发展提供了实践范式。

6 结论与展望

本研究创新性地提出基于 AI Agent 赋能的《水工钢结构》课堂模式，通过技术驱动、内容重构和价值渗透，有效解决了传统教学中前沿性不足、实践性薄弱、思政生硬化三大痛点。该模式使学生复杂工程问题解决能力以及行业前沿认知度得到提高，职业责任感显著增强。未来研究将聚焦三大方向：一是探索多 Agent 协同教学，让不同功能的 Agent 协作支持更复杂的教学场景；二是深化产教融合机制，将企业真实项目数据接入 Agent；三是构建水利教育大模型，专项优化水利工程领域的教学知识图谱。

参考文献

- [1]陈菊香,黄铭,魏松,等.新工科背景下“水工钢结构”一体化教学模式的探索与实践[J].安徽建筑,2024,31(02):85-87. DOI: 10.16330/j.cnki.1007-7359.2024.2.032.
- [2]譙雯,刘远.结合工业界需求的“水工钢结构”课程教学改革思考[J].高教学刊,2021,(02):149-152. DOI: 10.19980/j.cn23-1593/g4.2021.02.037.
- [3]卢亚琴,张华刚,申波.高校工学类课程思政教学改革探索——以“水工钢结构”课程为例[J].教育教学论坛,2025,(22):61-64. DOI: 10.20263/j.cnki.jyjsx1t.2025.22.040.
- [4]张洪忠,夏以柠,林润.是工具还是情感对话者?中美 AI 大模型话语竞争背景下的智能体应用比较[J].传媒观察,2025,(03):41-51. DOI: 10.19480/j.cnki.cmgc.2025.03.004.
- [5]张静.AI 智能体辅助混合式外语自主学习模式:设计、实施与优化[J].外语界,2025,(03):29-37.
- [6]韩雪雯,车尚锐,杨梦晴,等.多模态数据驱动的 AI 智能体模式设计[J].图书情报工作,2024,68(24):27-37. DOI: 10.13266/j.issn.0252-3116.2024.24.003.
- [7]马宁.基于 AI 技术改进课堂教学方法的尝试[J].新课程研究,2024,(06):77-79.
- [8]遼子龙,黄胤卿,李永乐,等.AI 赋能的新工科教学方法探索与实践——以桥梁工程学科为例[J].高教学刊,2025,11(18):1-6. DOI: 10.19980/j.CN23-1593/G4.2025.18.001.
- [9]沈凯,郑岳久,来鑫.AI 在新工科教学中的应用[J].南方农机,2025,56(06):183-185.
- [10]祁宏生.AI 背景下新工科课程维基系统的建设教学探索[J].教育教学论坛,2024,(46):1-4.