

新工科视域下“AI + 水文”智慧教学模式研究

李英海^{1*}, 刘黎明¹, 李洁², 陈敏¹, 刘冀¹

¹三峡大学水利与环境学院, 湖北 宜昌

²三峡大学田家炳教育学院, 湖北 宜昌

收稿日期: 2026年5月3日; 录用日期: 2026年6月4日; 发布日期: 2026年6月11日

摘要

新工科建设需求与智慧水利行业的深度发展, 对水文与水资源工程专业人才的数智素养与工程创新能力提出了全新要求。针对当前水文专业传统教学模式与行业数智化转型需求脱节、标准化教学与学生个性化学习需求冲突的核心矛盾, 本文重构“数据感知-模拟预报-智慧调度”三阶递进式课程知识体系, 在此基础上设计了“课程重构-学情感知-个性教学”的智慧教学模式, 明确全流程教学路径, 实现课前、课中、课后教学全流程的智慧化升级, 为破解水文专业教学转型困境、培养符合行业需求的“AI + 水文”复合型新工科人才提供可落地的实践路径, 也为水利类工科专业的教学改革提供参考范式。

关键词

新工科, AI + 水文, 智慧教学模式, 三阶课程体系, 个性化学习

Research on the “AI + Hydrology” Smart Teaching Model from the Perspective of Emerging Engineering Education

Yinghai Li^{1*}, Liming Liu¹, Jie Li², Min Chen¹, Ji Liu¹

¹College of Hydraulic and Environmental Engineering, China Three Gorges University, Yichang Hubei

²Tian Jia Bing College of Education, China Three Gorges University, Yichang Hubei

Received: May 3, 2026; accepted: June 4, 2026; published: June 11, 2026

Abstract

The in-depth development of Emerging Engineering Education initiatives and the smart water

*通讯作者。

conservancy industry has put forward brand-new requirements for the digital-intelligent literacy and engineering innovation capabilities of talents majoring in Hydrology and Water Resources Engineering. Aiming at the core dilemmas of the current traditional teaching mode for hydrology majors—its disconnection from the industry’s demand for digital-intelligent transformation, and the conflict between standardized teaching and students’ individualized learning needs—this paper establishes a three-stage progressive curriculum knowledge system of “Data Perception-Simulation and Forecasting-Smart Operation and Regulation”. On this basis, it designs a smart teaching mode featuring “Curriculum Reconstruction-Learning Situation Perception-Individualized Teaching”, clarifies the whole-process teaching path, and realizes the intelligent upgrading of the full teaching cycle covering pre-class, in-class and after-class links. This study provides a practical and implementable path to resolve the teaching transformation dilemma of hydrology majors and cultivate interdisciplinary “AI + Hydrology” emerging engineering talents that meet industry needs, and also offers a reference paradigm for the teaching reform of water conservancy-related engineering majors.

Keywords

Emerging Engineering Education, AI + Hydrology, Smart Teaching Model, Three-Stage Progressive Curriculum System, Individualized Learning

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

随着新一轮科技革命与产业变革的持续深化，人工智能已成为驱动传统行业转型升级的核心动力，也为高等工程教育的改革创新划定了核心方向。为顺应技术变革趋势，教育部先后出台新工科建设系列行动方案、《高等学校人工智能创新行动计划》等纲领性文件，明确要求深化“AI+X”复合专业培养新模式，推动传统工科专业的数智化转型，着力培养兼具扎实专业功底与数字创新能力的复合型工程人才[1][2]。水文与水资源工程专业(以下简称水文专业)作为传统水利类专业，其教学模式普遍存在教学内容与行业数智化转型需求脱节、跨学科融合深度不足、标准化教学与学生个性化学习需求冲突等核心问题，难以适配新工科建设与智慧水利发展的核心要求。从教育学视角看，这些问题本质上源于传统教学未契合学生认知发展规律，且未能有效激发学生的内在学习动机。为此，开展“AI+水文”智慧教学模式的系统研究，既是响应国家政策导向与行业发展需求的必然举措，也是推动水文专业人才培养高质量转型的现实需要。

国际上，美、英等发达国家较早开展人工智能与高等工程教育融合的探索，在人工智能技术水利教学转化、智慧教学模式构建方面形成了相关成果[3]，但其研究多基于本土水利工程教育体系展开，与我国新工科人才培养目标、水利行业本土化发展需求适配性不足，无法直接照搬应用。国内方面，随着智慧水利建设全面推进，众多高校已围绕水利类专业数智化教学改革开展了丰富实践，清华大学率先将数字孪生水利模块引入研究生培养体系，河海大学牵头组建全国水文专业虚拟教研室推进课程资源共建共享[4]，武汉大学、天津大学等20余所高校先后开设智慧水利专业或“AI+智慧水利”微专业，相关研究成果多集中于数智化课程模块搭建、实践教学平台升级、产教融合育人机制建设等方面，为水利专业数智化转型奠定了基础[5]。但现有研究仍存在明显短板：多数研究以单门课程为载体，仅对人工智能相关内容做补充式融入，缺乏以AI为主线、覆盖水文核心业务全链条的课程体系系统性重构；智慧教学探

索多停留在教学工具的浅层应用，普遍缺乏教育学、心理学经典理论的系统支撑，未能依据认知发展规律与学习动机激发理论开展教学设计，难以满足个性化学习与能力递进培养的现实需求。目前尚未形成基于动态学情诊断、覆盖教学全流程的个性化教学闭环，相关系统性研究与实践仍较为匮乏，这正是本研究重点突破的核心方向。

本研究立足我国新工科发展战略与三峡大学“双一流”建设需求，以学校水文专业为研究对象，聚焦《水文信息采集与处理》《水文预报》《水电站水库运行与调度》三门核心课程，以AI技术为纽带重构课程知识体系，探索适配“AI+水文”人才培养的智慧教学模式。整体研究遵循“问题梳理-体系构建-实践验证-成果凝练”的逻辑框架展开：先系统梳理水文专业传统教学模式的核心困境，再构建“数据感知-模拟预报-智慧调度”三阶递进式课程体系，进而设计“课程重构-学情感知-个性教学”三位一体的智慧教学模式与全流程实施路径，最终通过教学实证分析验证模式应用成效，凝练形成可复制、可推广的“AI+水文”教学改革范式。

2. 新工科背景下水文专业教学模式的现实困境

新工科建设的核心目标是培养适应产业变革的复合型、创新型工程人才，而智慧水利行业的深度转型，更是对水文专业人才的数智素养与工程创新能力提出了系统性的全新要求。对照这一目标，当前国内高校水文专业传统教学模式仍存在显著短板，核心困境集中体现在以下三个方面：

(1) 教学内容与行业需求脱节，跨学科融合深度不足

传统水文专业教学以“测、报、算”核心理论为主体框架，课程内容更新滞后于智慧水利行业发展节奏，人工智能、数字孪生等前沿技术多以零散案例形式做补充融入，未与水文数据采集、预报、调度等核心业务形成系统性的深度融合[6][7]。同时，专业核心课程间知识壁垒明显，学生难以建立“AI+水文”的系统化知识结构，毕业后无法快速适配智慧水利行业的岗位能力要求。

(2) 标准化教学模式固化，个性化学习需求难以满足

传统水文教学以教师讲授为主的标准化集体授课为核心模式，采用“一刀切”教学节奏与内容设计，未能兼顾学生在学习基础、认知能力、兴趣方向上的个体差异。尤其在数智化相关内容的教学中，学生的编程基础、AI认知水平差距显著，传统模式无法实现分层教学与个性化引导，既难以满足基础薄弱学生的学习需求，也无法为能力较强的学生提供拓展空间，与新工科“以学生为中心”的教育理念形成明显背离。

(3) 教学反馈滞后，全周期教学闭环尚未形成

传统教学模式中，对学生学习效果的评价多依赖课后作业、期中期末考试等结果性考核，对学生课前预习、课堂互动、知识内化等学习过程的关注不足，缺乏对学生学习行为的动态追踪与精准分析。教师难以实时掌握学生的知识薄弱点、认知障碍与学习进度，无法实现对学生学习过程的精准干预与个性化指导，教学反馈存在明显的滞后性，“教-学-练-评-改”的教学闭环未能有效形成，制约了教学质量的持续提升[8]。

3. “AI+水文”三阶递进式课程体系重构

3.1. 核心理念

本研究构建的“AI+水文”三阶递进式课程体系，坚持“以学生为中心、以能力为核心、以行业需求为导向”的新工科人才培养理念，以“AI+水文”交叉融合为核心主线，将人工智能技术深度融入教学全流程，打破传统标准化教学的局限，实现从“以教为主”向“以学为主”的教学范式转型。维果茨基最近发展区理论指出，教学的本质并非强化学生已形成的内部心理机能，而是精准识别其实际发展水平

与潜在发展水平之间的差距，通过提供中介支持，走在发展的前面激发学生尚未成熟的能力，引导其逐步独立完成更高水平的学习任务[9]。基于这一理论，通过智慧化的教学手段，兼顾学生的个性化学习需求，培养学生的跨学科思维、AI 技术应用能力与解决智慧水利复杂工程问题的综合能力，为行业输送适配数智化转型需求的复合型新工科人才。

3.2. 三阶递进式课程体系构建

“数据感知 - 模拟预报 - 智慧调度”三阶递进式课程体系，是本研究智慧教学模式构建的核心内容与底层支撑。该体系以水文行业“水文数据采集 - 流域水文预报 - 水工程调度运行”的完整流程为核心脉络，遴选《水文信息采集与处理》《水文预报》《水电站水库运行与调度》三门专业核心课程，构建了分层递进、衔接连贯的“AI + 水文”知识体系，从而实现 AI 技术与水文核心业务的链条化、系统性融合。

其中，第一阶为数据感知模块，以《水文信息采集与处理》为核心载体，重点融入数据融合、数据挖掘等 AI 技术，核心培养学生水文数据智能采集、处理与分析的基础能力，为后续两个阶段的学习筑牢数据基础；第二阶为模拟预报模块，以《水文预报》为核心载体，重点融入神经网络、机器学习等 AI 技术，核心培养学生基于 AI 的流域水文模拟与智能预报能力，实现从数据基础到业务应用的能力递进；第三阶为智慧调度模块，以《水电站水库运行与调度》为核心载体，重点融入智能优化算法、数字孪生、智慧调度等前沿技术，核心培养学生水工程智能调度与智慧管理的综合应用能力，实现从单一业务能力到复杂工程问题解决能力的跃升。

三阶课程体系清晰划定了“AI+ 水文”能力培养的主线，厘清了三门课程间的知识衔接与能力递进关系，让智慧教学模式的设计始终围绕课程内容与能力培养目标展开，而非脱离教学内容的技术工具堆砌，为模式的落地实施划定了清晰的内容边界与能力目标。

4. 智慧教学模式的实施路径

本研究以“数据感知 - 模拟预报 - 智慧调度”三阶递进式课程知识体系为核心载体，构建了“课程重构 - 学情感知 - 个性教学”三位一体的“AI+ 水文”智慧教学模式。其中，三阶递进式课程体系为教学实施筑牢内容根基，多维度动态学情画是开展个性化教学的核心抓手，覆盖课前、课中、课后全周期的个性化教学流程，搭配“水文智慧学伴”AI 助教全流程辅学，共同构成了模式落地的核心实施主体。在此基础上，本研究结合三阶课程体系的能力递进要求，明确了模式全流程闭环实施路径，依托多源教学反馈持续迭代优化教学内容与模式设计，最终形成多层次、个性化的智慧教学体系，实现教学范式从“以教为主”向“以学为主”的根本转型，确保模式设计可落地、可操作、可检验。

(1) 课前：前置学情诊断和个性化预习引导

课前以精准学情诊断为核心，为课堂个性化教学奠定基础。教师依托雨课堂教学平台，结合三阶课程对应阶段的教学目标，发布预习任务清单、前置知识微课与基础测试题；通过平台采集学生预习时长、资源点击、测试完成情况、疑问反馈等五维数据，结合开源大模型构建的认知诊断代理，自动生成班级整体学情画像与学生个体知识薄弱点清单。

基于诊断结果，教学平台通过“水文智慧学伴”AI 助教，为学生推送分层化预习资源：为基础薄弱的学生补充水文基础理论、Python 编程入门等前置知识材料；为中等水平学生推送与课程内容匹配的 AI 水文应用基础案例；为能力突出的学生提供智慧水利行业前沿拓展资料与工程实例，实现预习环节的精准化、个性化设计，从源头解决学生基础差异带来的教学适配难题。

(2) 课中：交互式智慧教学与实时学情响应

课堂环节的核心目标是实现重难点知识精讲、AI 技术实操训练与实时学情动态响应，完成从“以教

为主”向“以学为主”的课堂转型。课堂教学采用“核心知识点精讲 + 案例研讨 + AI 实操训练”的三段式结构，前半段聚焦课程核心理论与 AI 技术融合应用的重难点讲解，结合智慧水利真实工程案例，讲解 AI 技术在水文业务中的应用逻辑；后半段以学生为主体，开展翻转课堂、小组协作实操、成果展示互评等交互式教学活动，引导学生动手完成对应阶段的 AI 水文模型构建、算法调试与结果分析，强化理论与实践的结合[10]。

教学过程中，依托水文智慧学伴工具，通过实时弹幕、限时随堂测、匿名提问等功能，即时采集学生课堂互动数据与知识点掌握情况，动态调整教学节奏与讲解重点[11]；当多数学生对某一知识点存在疑问时，系统自动提醒教师开展针对性讲解；针对个体学习困难，通过 AI 助教实时推送补充讲解材料，实现课堂教学的实时响应与精准干预。

(3) 课后：个性化辅导与学习效果闭环评估

课后环节的核心目标是完成知识巩固、个性化辅导与学习效果动态评估，形成完整的教学闭环。课后，学生通过“水文智慧学伴”AI 助教获取 24 小时在线答疑、作业智能批改、错题知识点解析与同类题推荐服务，系统基于学生课堂表现与作业完成情况，自动推送个性化复习资料与分层化课后任务；基础层侧重知识点巩固与基础实操训练，进阶层侧重 AI 与水文业务融合的综合应用，拓展层侧重工程创新实践与方案设计。

进一步地，通过知识追踪模型持续跟踪学生的学习数据，完成学习效果的全周期动态评估，同步更新学生动态学情画像；针对知识掌握不达标学生，触发学情预警，由教师开展一对一针对性辅导；基于班级整体学习数据，教师复盘教学过程中的不足，优化下一阶段的教学设计与内容安排，最终形成“薄弱知识诊断 - 学习路径推荐 - 学习效果评估 - 教学迭代优化”的完整闭环。本研究构建的智慧教学模式整体实施流程如图 1 所示。

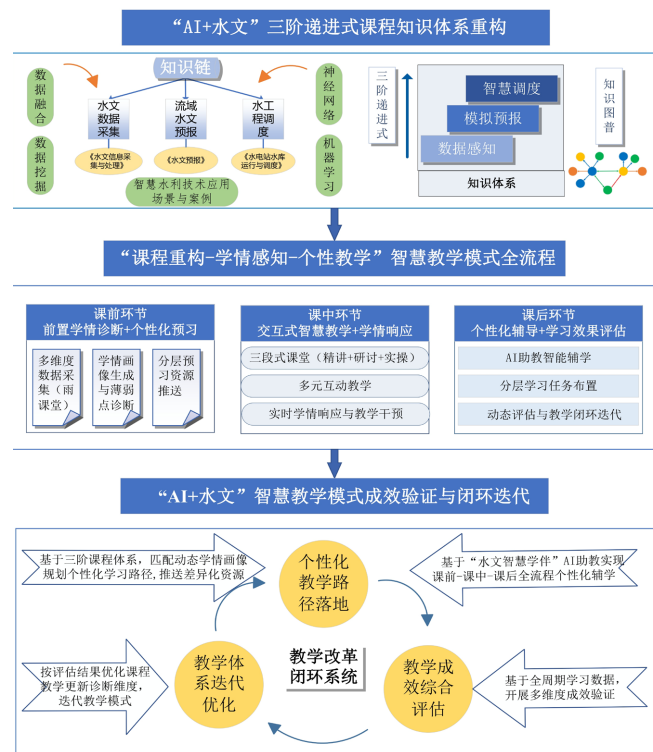


Figure 1. Overall implementation flowchart of the smart teaching model
图 1. 智慧教学模式整体实施流程图

5. 讨论

5.1. 研究局限性

本研究以三峡大学水文专业 2023 级本科生为实施对象，主要围绕《水文信息采集与处理》《水文预报》《水电站水库运行与调度》三门核心课程的理论教学、实践训练及课外辅导环节展开，为学生提供“教-学-练-评”全周期的学习支持。尽管构建的智慧教学模式形成了完整的理论框架与可操作的实施路径，但受研究条件与实施范围限制，仍存在以下局限性：

一是样本代表性不足，本研究仅选取单一院校、一个年级的水文专业学生作为研究对象，未覆盖不同办学层次、不同地域的水文专业群体，研究结论的普适性有待在更大范围的教学实践中进一步验证；二是研究周期与成效评估存在局限，项目整体研究周期为 2 年，仅能完成上述三门课程的完整教学周期，有待追踪学生毕业后在智慧水利行业的岗位适配性与长期职业发展表现，教学改革对学生跨学科思维、工程创新能力培养的长期成效需要建立更加科学的指标体系进行全面量化评估。

5.2. 挑战与对策

本文研究的“AI+ 水文”模式在实践与推广过程中，面临三类核心现实挑战，需针对性破解：

(1) 师资跨学科能力短板：多数水文专业教师具备扎实的传统水利学科背景，但缺乏系统的人工智能理论基础与工程实践经验。可建立“校际协同 + 校企融合”的师资能力提升体系：联合校内计算机、人工智能学院开设 AI 模块化培训，组建跨学科教研团队；依托智慧水利企业共建教学与实践资源库，组织教师参与企业横向课题与技术交流；邀请行业专家开展专题讲座，联合指导学生毕业设计和创新项目。

(2) 学生基础差异显著：不同学生的编程、数学基础差距较大，部分学生难以适应 AI 技术融入后的教学节奏。可在低年级增设 Python 编程、数据科学基础等前置选修课，针对不同基础学生设计分层教学目标与任务，通过 AI 助教提供精准的前置知识补学支持。

(3) 成本与技术门槛较高：智慧教学平台运维、算力资源配置等持续投入对高校专业办学成本压力较大。可以优先采用雨课堂等成熟商用教学平台，依托全国水文专业虚拟教研室实现课程资源、AI 助教模型的共建共享，联合区域高校共建算力中心分摊硬件成本。

6. 结语

新工科建设与智慧水利的深度发展，为水文专业的教学改革带来了全新的机遇与挑战。构建适配行业发展需求、贴合学生个性化学习特点的智慧教学模式，是水文专业实现人才培养转型升级的核心路径。本文以“AI+ 水文”三阶递进式课程体系为基础，构建了覆盖教学全周期的智慧教学模式，通过动态学情画像、个性化学习路径规划、全流程 AI 智能辅学与闭环式迭代优化，实现了从“以教为主”向“以学为主”的教学范式转型。

后续将不断完善“AI+ 水文”的人才培养体系，为水利行业高质量发展培养更多高素质复合型创新人才，也为高等工科专业的数智化教学改革提供更多可借鉴的实践经验。

基金项目

湖北本科高校省级教学改革研究项目(2025226)；三峡大学教学改革研究重点项目(J2025010)；湖北本科高校省级教学改革研究项目(2024245)。

参考文献

[1] 李赫, 陶洁, 胡虎. “智慧水利”背景下工程水文学教学改革研究与实践[J]. 科教导刊, 2024(6): 51-53.

- [2] 蒋佳彤, 徐天宇, 王正君. 智慧水利复合型人才培养教学改革探索——以水力学课程为例[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2025(7): 72-74.
- [3] 罗江华, 钟文俊, 陈艺. 人工智能教育应用政策的差异、共识与趋向——基于中、日、英、美四国比较[J]. 现代远程教育研究, 2025, 37(1): 73-83.
- [4] 鲁程鹏, 丛帆, 陈元芳, 等. 基于虚拟教研室建设的水文专业人才培养模式改革[J]. 教育教学论坛, 2025(10): 72-75.
- [5] 金银龙, 严鹏, 吴云芳, 等. 面向智慧水利专业的测量学课程改革探讨——以武汉大学智慧水利拔尖人才培养为例[J]. 中国农村水利水电, 2023(11): 238-243.
- [6] 武玮, 桑国庆, 潘维艳, 等. 工程教育认证背景下工程水文学课程教学改革与实践[J]. 科技视界, 2021(35): 1-4.
- [7] 龙奋杰, 邵芳. 新工科人才的新能力及其培养实践[J]. 高等工程教育研究, 2018(5): 35-40.
- [8] 蔡旻君. 信息技术环境下“学”与“教”分离现象透视和成因分析[J]. 电化教育研究, 2013, 34(2): 93-99.
- [9] 王文静. 维果茨基“最近发展区”理论对我国教学改革的启示[J]. 心理学探新, 2000(2): 17-20.
- [10] 陈敏, 刘冀, 李英海, 李颖. 面向解决复杂工程问题能力培养的水文课程群贯通式案例教学模式研究[J]. 教育进展, 2025, 15(10): 17-24.
- [11] 杨震, 周美霞, 刘星. 智慧教学平台雨课堂支撑下的混合教学模式探讨[J]. 教育教学论坛, 2020(9): 336-337.