

基于学习科学的新工科课程改革与实践

刘桂林*, 潘新颖, 武雅洁, 曹飞飞, 张日, 吕金棚

中国海洋大学工程学院, 山东青岛, 中国

*通讯作者

【摘要】在推进教育数字化战略背景下, 针对传统工科教育忽视学生主体地位、教学方法落后、评价体系单一等问题, 本文以《水力学》课程为例, 探索基于学习科学和 FD-QM 标准的课程改革路径。通过教学内容重构、教学流程重塑、评价体系重建, 营造以探索和创新为引导的绿色智能学习环境, 实现人工智能技术与专业课程的有机融合。实践表明, 该模式有效激发了学生内生动力, 增强了学生分析问题、解决问题的能力, 为 AI 赋能背景下的课程改革提供了可推广的实践路径。

【关键词】学习科学; FD-QM 标准; 新工科; 混合式教学; 课程改革

【基金项目】感谢山东省本科教改项目(M2022193)、中国海洋大学教学项目(2026JY085、2026JY174、HDJG26011)对本文的资助。

1. 引言

当前, 新一轮科技革命与产业变革正以前所未有的速度重构全球教育生态。伴随人工智能与大数据等前沿技术的爆发式演进, 传统社会生产方式与人才能力模型均面临深刻重塑。在国家全面推进教育数字化战略的宏观背景下, 将 AI 技术作为底层驱动力深度融合至本科教学全过程, 已成为培养创新型工程人才的必由之路。面对此时代浪潮, 高等教育亟需破局求变, 全面探索并构建适配未来社会刚需的育人新范式。

AI 对确定性工作以及技能的替代能力, 使传统工科教育的培养模式与实施路径遭遇冲击。传统教学模式的深层瓶颈在于对解得标准答案思维的路径依赖[1]。长期以来, 工科课堂普遍都是“教师命题、单向求解、结果唯一”的一种模式, 很少引导学生去探究设计的底层逻辑、探索不同的解决路径[2]。长期处于这种模式下, 学生习惯于在既定框架内套用套路; 而当面对真实工程场景中无标准化参考答案、复杂多变的实际问题时, 很容易出现思维受限、应对乏力的情况。因此准确切入工科核心课程进行全方位架构重塑, 打造能够唤醒学生自主探究潜能、赋能深度学习的沉浸式绿色智能学习环境, 已成为破局工程教育转型的核心着力点[3]。

2. 工科教育改革的时代之问

面对教育数字化转型带来的挑战, 传统工科教学模式的底层局限已全面暴露。如何在夯实专业认知的前提下, 精准激活学生的内生驱

动力, 并全面强化其拆解与应对复杂工程痛点的能力, 成为本次课程重构亟待破题的核心锚点。本节将引入学习科学理念与 FD-QM 标准作为顶层架构设计的理论引擎, 为后续孵化绿色智能化学习环境夯实底层逻辑[4]。

2.1 传统工科教育的盲区

传统工科教学的核心痛点, 在于过度依赖唯一正解的思维。长久以来, 课堂惯用的“预设条件—按步求解—标准产出”单向流程, 实际上剥夺了学生对多元设计的初衷与探索, 以及多元方案的空间[5]。这种固化的认知习惯会导致一个常见的后果, 即学生一旦置身于充满变数、缺乏标准答案的真实工程现场, 往往容易陷入思维停滞, 不知如何下手的状态。

其根源在于现有体系未能成功孵化出真正的“绿色智能学习环境”。具体而言, 就是缺乏以学习科学为内核、以 AI 工具为支撑的教学生态, 难以打破课内外的空间壁垒, 也无法让“自主探索”与“智能辅助”真正协同起来[5]。现行的理论与实践教学, 依然带有浓厚的单向传输色彩, 学生很少有机会在真实项目情境中去解构问题、内化知识。结果就是学生的探究能力被削弱, 思考空间被压缩, 学习行为退化为对标准答案的复刻。

本质上, 高效的学习要求学生在近乎真实的现实情境中, 完成自身对知识与认知的架构, 成为信息与方法论的创作者[6]。这也向当下的课程改革抛出了一个命题: 如何精准搭建一个既能最大化释放学生主体能动性, 又能提高其自主探究与思辨能力的绿色智能学习环境? 这

也正是本研究着力拆解的核心任务。

2.2 学习科学与 FD-QM 标准

针对上述营造绿色智能学习环境的痛点，学习科学理论与 FD-QM 在线课程质量标准从理念建构与质量控制两个维度，为营造绿色智能学习环境提供了坚实的理论支撑。

学习科学关注的是人类认知与学习发生的深层机制，主张学习的关键在于真实情境下的主动建构。该理论将教学设计重心由传统的“知识传递”转向“环境创设”，也就是通过优化教学空间，来激发学生的内生动力。与此同时，FD-QM 标准强调“以学生为中心”，强制对齐“学习目标、教学活动与学业考评”三大维度，提升学生的思辨与复杂问题解决能力[3]。它即是课程评审的参考依据，也为教师在智能化教学转型中守住质量底线提供了标准化的行动指南。

综上所述，在人工智能加速重塑教育形态的今天，学习科学与 FD-QM 标准为构建“绿色智能学习环境”提供了坚实的理论与工具基础。学习科学指明了改革的方向，即营造智慧性的学习环境；FD-QM 标准确保课程设在智能化转型中仍有质量可依[7]。二者的结合让教学创新在激发学生探究动力的同时，始终有章可循[8]。基于上述理论框架，本研究以《水力学》课程为例，从教学内容、教学流程、评价体系三个维度进行系统改革，构建一个以学习科学为中心、符合 FD-QM 质量标准、又能有效激发学生探究意识的课程教学模式。

3. 基于学习科学与 FD-QM 标准的改革实践

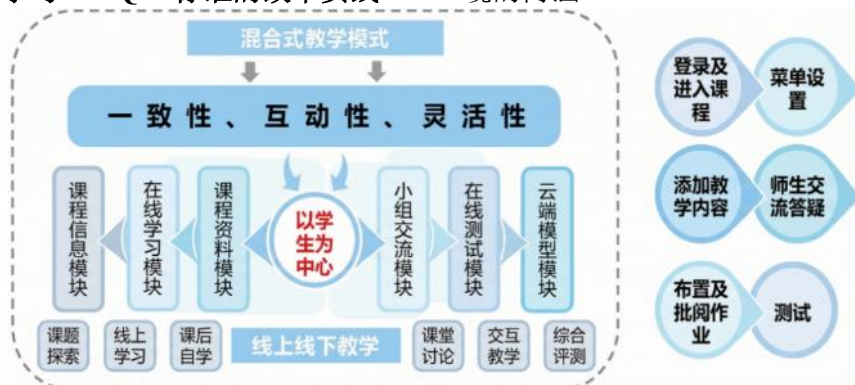


图 1. 混合式教学模式框架

在评价体系上，针对传统评价方式单一、滞后的问题，本研究依据 FD-QM 标准中关于学业考评的要求，如图 2 所示，构建了涵盖“在线课堂测评、离线课程作业、同伴评价、定期自我评价及反馈会议”的多元评价网络。该体系改变了一考定音的模式，过程性评价得到了强化。具体来看：线上环节，实时追踪学生的

若要把前沿教育理念真正落地落地课堂，必须从课程改革本身开始[9]。本研究以构建绿色智能化学习生态为核心导向，围绕教学内容迭代、课堂流程重构、多元评价革新三大维度，对《水力学》课程进行系统性、全方位的深度优化与体系再造。

教学内容方面，深度理解的达成，依赖的是真实情境中的主动建构——这是学习科学反复强调的一点。传统课程的弊病在于，按章节顺序堆砌知识点，学生学到的只是零散内容，很难形成整体认知[10]。为此，本研究将课程重组为基础理论、应用技术、实际案例研究、创新研究项目四大模块，并置入城市内涝模拟、小型水坝设计等源于真实工程的课题。学生需要自行判断问题边界，尝试不同的解决路径。这一做法，恰恰对应了学习科学所倡导的“在真实情境中学习”，同时为后续 AI 辅助探究铺设了充足的素材基础。

在教学流程上，学习科学指出，持续的深度探究不能缺少全周期的空间支持。对照 FD-QM 标准对学习活动的 consistency 要求[8]，本研究构建了一套依托线上线下融合环境、以学生主动参与为特征的教学策略。具体而言：课前，学生带着问题进课堂；课中，集中突破难点，深化理解；课后，借助人工智能虚拟仿真和项目实践，将知识迁移应用。如图 1 所示，这一流程对学生的探究活动形成了全程护航，使正式的课堂讲授与非正式的云端探索彼此融通，从而较为生动地体现了绿色智能学习环境的内涵。

平台交互数据和随堂测验正确率；线下环节，则通过复杂工程项目的答辩与小组互评，重点考察学生分析解决复杂问题及创新思辨的能力。此外，借助 AI 辅助分析生成的个性化报告，评价不再是单纯的打分，而是转化为指导学生持续改进的导航仪——反馈与学习过程的有机融合也因此成为现实[10]。

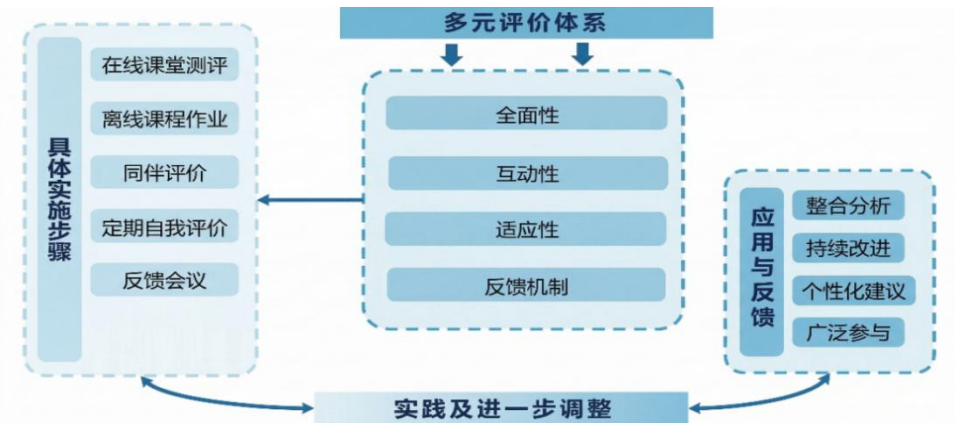


图 2.多元评价体系框架

经过《水力学》课程在 2023-2024 上学期与 2024-2025 上学期的两轮教学实践，本研究从定量与定性两个维度对改革成效进行了系统验证。

首先，如图 3 所示，从学业表现的客观数据来看，改革后各项成绩指标均呈显著上升趋势。对比两学期数据，学生平时总评成绩由 74.2 分跃升至 89.6 分，作业成绩由 81.5 分提

升至 94.1 分；而反映主动参与度的课堂表现成绩更由 68.9 分大幅增至 85.3 分。此外，平时成绩的优良率（>85 分）这条数据可以在图中直观地看出斜率最大，即提升最大，实现了从 55.0%到 82.5%的跨越。这组直观的数据证明：将学生置于复杂工程情境中进行探究式学习，不仅有效强化了其核心能力，同时也极其牢固地夯实了基础知识。

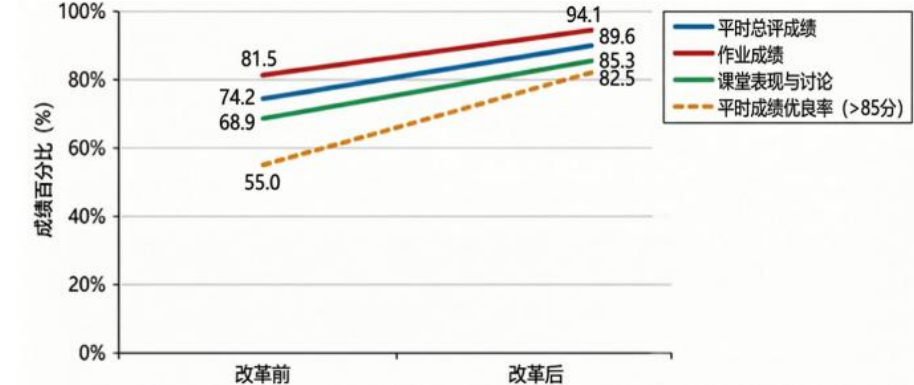


图 3.学生成绩稳步上升

其次，就认知建构的过程性成果而言，学生的思维深度和知识网络化能力都有明显提升。如图 4 所示，学生自主开展了“有压管流与明渠水流的区别”这一对比分析，系统梳理了“明渠水流”的分类方式，由此建立起层次清

晰的认知网络；更突出的见图 5，在“过水断面的水力要素”节点，学生主动补充了梯形渠道对应的计算公式与截面图，这种跨章节的整合与对教材之外知识的关联拓展，正是学生摆脱被动接收、实现知识主动建构的有力证明



图 4.学生制作思维导图示例 1

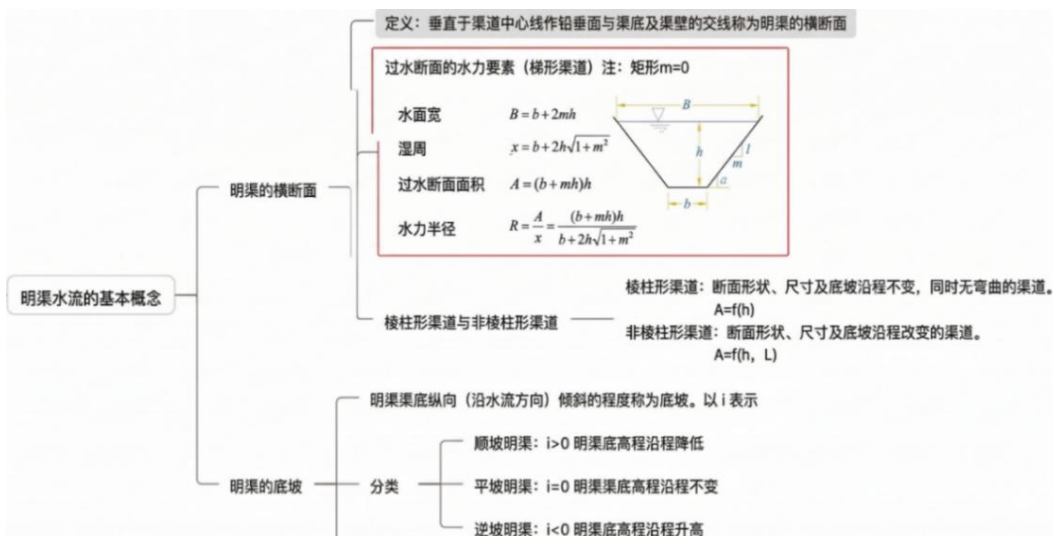


图 5.学生制作思维导图示例 2

综合上述内容设计、流程改造、评价升级及最终的成效反馈可以看出：教学内容提供可探究的真实对象，教学流程创设可展开的支持空间，评价体系给予可持续的精准反馈，三者共同构成了本次《水力学》课程改革的系统框架。该体系成功营造了旨在激发学生探究内驱力的绿色智能学习环境，圆满达成了学习科学与 FD-QM 标准相融合的教改目标。

4.结论

经过上文《水力学》两轮教学实践，本项目取得了以下主要改革成果。

第一，构建了学习科学与 FD-QM 标准融合的教学新模式。通过引入学习科学理念与 FD-QM 标准，突出以学为中心的教学理念，实现学习目标、课程活动、学业考评的一致性，完成学生从被动记忆到主动学习的转变，提高学生的实践和分析能力。这一模式为后续 AI 技术融入教学全过程提供了结构化的实践框架。

第二，建立了基于学习科学和 FD-QM 标准的多元评价体系。引入项目评估、教师评审、自我评估等多元化方法，全面评估学生的学习成果，同时引入人工智能辅助，使评价更加全面客观。该体系所积累的学习行为数据，也为未来进一步引入人工智能辅助评价奠定了基础。

第三，构建了《水力学》线上线下融合的教学方式。有效结合传统课堂与现代信息技术，学生可在课堂外通过视频讲座、互动讨论、在线实验进行学习，引入人工智能适应个性化需求。这种融合式教学空间，正是绿色智能学习环境中“正式与非正式学习空间有机融合”的典型实践。

围绕 AI 时代工程人才培养的现实需求，本文从理念、模式与工具三个维度对课程教学路径进行了优化设计。在理念层面，以探究意识的系统培养作为课程改革的基本导向，为工程人才综合素养的持续提升确立了重点方向；在模式层面，构建“内容—流程—评价”三位一体的改革框架，为 AI 技术深度融入教学过程提供了结构化的实施依托；在工具层面，将 FD-QM 标准的应用场景从传统评审环节前移至课程设计阶段，在赋予学生充分探究空间的同时，实现教学灵活性与培养目标精准度的有效平衡，为数字化教学转型中的质量管控提供了一种可行的实践参照。

结合本轮教学改革的阶段性成效，为进一步完善教学体系、延展改革效应，后续可着力推进以下三方面工作：一是深化技术与教学的融合探索，依托人工智能技术构建更具适配性的个性化学习路径，使绿色智能学习环境的智能化特征进一步凸显；二是优化教学评价的工具与方法，研发兼具过程诊断与互动反馈功能的评估手段，以提升数据驱动下的教学洞察与动态调适能力；三是开展教学改革的纵向追踪研究，持续观测改革举措对学生高阶学习能力及长远职业发展的累积影响，为教学体系的迭代优化提供更坚实的实证依据。

参考文献

- [1] 陆金驰. “人工智能+”时代以学为中心的土木工程材料课程改革与实践[J]. 科教文汇, 2026, (06): 95-99.
- [2] JOHN V M. Developing peace and justice education praxes at a university – towards pedagogies for life-deep learning [J].

- Teaching in Higher Education , 2026 , 31(3): 486-500.
- [3] 刘徽.智能时代学习科学视角下的教学变革[J].基础教育课程, 2026, (02): 11-18.
- [4] 田亚男.基于FD-QM标准与OBE理念的课程建设与实施——以“建筑学计算机应用”为例[J].建筑与文化, 2025, (12): 277-280.
- [5] 陈志刚, 孙怡铭.人工智能背景下软件工程教育教学改革新探索[J].计算机教育, 2026, (03): 1-2.
- [6] 孙建文.AI4LS: 智能时代学习科学研究新范式[J].华中师范大学学报(人文社会科学版), 2025, 64(03): 154-162.
- [7] 郭华, 向佳雯.人工智能时代学生主体性发展的隐含风险及教育应对[J].北京教育学院学报, 2026, 40(02): 73-80.
- [8] 孙阳, 李明珠, 徐放, 等.智能时代背景下创新人才培养模式的探索与实践[J].高教学刊, 2026, 12(08): 74-76+81.
- [9] 靳晨曦.基于学习科学理论的“互联网+”教育的应用与探索[J].知识文库, 2025, 41(12): 64-66.
- [10] PRUSS H, FRANZ C E, WALSH S M. Teaching Research Methods through a Community-Based Research Project: Connecting Theory and Practice to Make it “Real” for Students [J]. Journal of Criminal Justice Education, 2026, 37(1): 64-82.