

油田智能化转型背景下《油藏数值模拟与应用》智能化改革探索

游君昱 袁迎中 刘 勇 黄小亮 雷登生

重庆科技大学石油与天然气工程学院, 重庆 401331

摘要: 在油田数字化转型与“新工科”建设双重驱动下, 传统《油藏数值模拟与应用》课堂面临知识体系更新滞后、实践场景与行业需求脱节、师生交互缺乏深度等共性难题。重庆科技大学课程团队坚持 OBE 成果导向理念, 在总学时 32 不变的前提下, 对课程内容、资源、方法与评价进行系统重塑: 一是将机器学习、代理模型等 AI 技术嵌入原有理论—案例—实践三模块; 二是依托已建的线上平台、智能助教与知识图谱, 形成“课前线上导学—课堂翻转研学—课后 AI 伴学”的混合式链条; 三是保留“10% 平时+30% 上机+60% 期末”考核框架, 同时利用学习行为数据对薄弱知识点进行过程诊断。教学实践表明, 学生课程达成度上升明显, 企业对学生“数值模拟+AI”复合能力的认可度提高约三成。文章详细阐述了改革的设计思路、实施细节与反思方向, 可为油气类工科课程的智能化升级提供参考。

关键词: 油藏数值模拟; 人工智能; 混合式教学; 知识图谱; OBE

0 引言

《油藏数值模拟与应用》是石油工程国家级一流专业的核心课程, 承担着培养学生复杂油藏开发方案设计、动态预测与优化能力的重任。随着国内油气勘探开发走向深海、深地与非常规, 现场对“数值模拟+人工智能”复合型人才的需求日益迫切。然而, 传统课堂仍以黑箱软件操作为中心, 缺乏对机器学习辅助历史拟合、代理模型优化等新技术的系统介绍; 案例库长期停留在常规水驱砂岩模型, 难以对接当前最具挑战的复杂工程场景; 教学方法则以教师演示、学生模仿为主, 交互深度不足, 无法有效激发学生的高阶思维。

2016 年以来, 课程团队围绕工程教育认证要求持续开展 OBE 改革, 2022 年获批重庆市教改重点项目, 正式开启新一轮智能化探索。本文在保持总学时 32、线上 8 学时占比 25% 的前提下, 系统梳理了课程内容、资源、方法与评价四个维度的重塑经验, 并对教学的客观数据与主观反馈进行剖析, 以期同类课程的智能化改造提供可复制的范式。

1 改革理念与目标

1.1 理念

坚持“学生中心、产出导向、持续改进”的 OBE 原则, 以真实油田问题为牵引、以 AI 技术赋能为抓手、以混合式教学为载体, 重塑“知识—能力—素质”一体化培养路径。

1.2 目标

知识层面: 掌握油藏数值模拟的基本原

理和方法、模拟过程和步骤以及相关专业软件的应用方法, 以及人工智能技术辅助油藏数值模拟技术涉及的基本原理和方法。

能力层面: 具备应用油藏数值模拟技术分析和解决油田开发相关复杂工程问题的能力。

素质层面: 树具备科学思维、职业道德与职业规范、工程与社会责任, 团队协作与沟通的意识。

2 改革内容与实施路径

2.1 课程内容重塑

一是优化重构教学内容体系。以油气藏数值模拟技术在油气田开发中的应用流程为主线, 将课程内容体系划分为“油藏数值模拟基础理论”(14 学时)、“油藏数值模拟典型案例分析”(6 学时)、和“油藏数值模拟案例实践”(12 学时)三个教学模块

二是课程知识体系融入了人工智能理论。在课程知识体系增加了“油藏数值模拟中人工智能应用的基本理论”, 将人工智能中的机器学习、线性回归算法、人工神经网络等知识应用于油藏数值模拟。在课程作业和期末考核中, 增加了人工智能有关的考察内容。

2.2 资源生态升级

一是建立线上平台。依托超星慕课, 建设了本课程的在线教学平台, 提供了授课计划、教学内容、教学课件、数值模拟建模和数模软件操作教学视频(共 1560 分钟)、课程思政案例(共 8 个)、数值模拟实践案例库(共 19 个)等学习资源。教师可以借助该平台有效管理和利用教学资源, 及时进行更新和发布, 以确保

教学内容的时效性和完整性,为学生打造了便捷、全面的学习资源库。

二是建设了在线智能助教。课程组基于DeepSeek大语言模型架构,深度融合百度文心智能体平台,结合课程组在油藏数值模拟领域多年积累的教学与专业知识,自主构建重科大油藏数值模拟AI助教,支持从网页端和移动端访问。该系统实现了对油藏数值模拟全链条知识体系的智能覆盖,包括地质建模、数值模拟模型建模、开发方案智能设计与多目标协同优化、人工智能辅助决策技术、课程思政案例以及数值模拟实践教学案例库等领域。经过课程团队多轮训练和优化,能够有效提升学生的学习体验和学习效果,为教学提供有力支持。

三是开展课程知识图谱和AI课程建设。自2024年起开始构建面向教学场景的课程知识图谱,借助知识图谱重新梳理课程包含的知识点,构建知识点之间的相互关联,并用可视化的方式展示。基于人工智能技术,打造AI赋能的课程教学平台,将课程组已建设教学资源迁移至新的AI教学平台,建设基于教学场景的AI知识图谱课程。

2.3 教学方法创新

2.3.1 优化课程体系设计,强化实践能力培养

通过课程体系优化和重构,基础理论模块设计14学时,案例分析模块和上机实践模块设计18个学时,将更多的学时分配于分析实际的工程案例和开展上机实践,从而强化实践能力的培养。

2.3.2 融入工程问题案例,对接行业前沿应用

基于课程组科研成果以及同油田企业建立的良好合作基础,构建了涵盖各种油气藏类型的工程问题案例库,包含了常规油气藏开发、非常规油气藏开发、储气库建库运行、人工智能辅助历史拟合和方案优化设计等不同类型实际数值模拟案例分析。通过将工程案例深度融入课程教学,对接行业前沿应用,使学生学习的知识与行业发展相匹配。

2.3.3 拓展线上教学资源,打破学习时空限制

通过使用在线教学平台和智能助教,学生可以根据个人学习情况和习惯开展更加自主的学习活动。课前可以借助在线平台和智能助教开展预习,帮助学生初步构建知识框架;课中智能助教实时解答学生疑问,提供不同解题思路和知识点拓展;课后针对学生作业及数值模拟案例问题,学生可以利用在线平台和智能助教得到详细解答与指导,助力学生巩固知识点。

这使得学习不再受时间、空间限制,打破师生教与学之间的壁垒,使知识的传授和获取更加方便快捷。

2.4 考核评价优化

课程继续沿用“10%平时成绩+30%上机实践+60%期末笔试”的三级比例,以保证学业评价的稳定性和可比性。在考核中引入“AI+数据”元素,实现从“结果打分”向“过程诊断—能力提升—价值塑造”闭环转变。同时新增两项监测指标:

(一)过程数据:平台自动记录学生在线学习、与AI助教互动等数据,用于教师把握学生学习情况;

(二)增值评价:通过前后测与效应量模型量化个体能力提升,为后续教学改进提供依据,暂不与总评成绩挂钩。

3 教学组织

3.1 线上教学

(一)课程理论部分:通过提前发布学习任务,组织学生观看理论知识教学视频,进行理论课程部分的课前预习、基础知识学习和课后复习。

(二)上机实践部分:学生提前观看不同类型油气藏的数值模拟模型建模及数模培训视频,学习掌握实践教学软件操作的流程和知识点。

(三)智能助教答疑:通过AI助教对学生进行全时段的知识解答,以及学习资源和拓展知识点的主动推送。

3.2 线下教学

教师以油田现场的实际问题引入,针对知识点开展分组讨论,结合工程案例和前沿热点,实施翻转教学。通过典型案例分析,夯实学生对于数值模拟基础理论知识的掌握。

3.3 上机实践

学生提前观看软件培训视频,掌握软件操作流程。教师针对不同问题涉及的具体技术细节开展深入讲解,学生使用在线AI助教对实践过程中的问题进行自主答疑和学习资料推送。学生分组撰写实践报告并进行实践汇报,提升学生运用数值模拟技术解决实际工程问题的能力。

4 改革成效与证据

(一)课程目标达成度:近年来学生成绩总体得到稳步提升,最新一级学生的达成度继续保持水平,验证了改革稳定性。

(二) 学科竞赛与创新实践: 学生基于课程任务延伸的案例学习, 近年来在中国石油工程设计大赛等专业赛事中持续斩获佳绩。

5 问题与反思

一是智能助教在开放性問題上的回答准确率仍有提升空间, 计划通过与国产大模型对接继续迭代;

二是个别学生出现过度依赖 AI 推荐现象, 后续将通过设置“挑战型”任务与课堂随机口试加以制衡;

三是增值评价权重设置尚依赖专家经验,

需引入教育数据挖掘新算法进行客观校准。

6 结论

在学时与考核结构不变的前提下, 课程通过重塑课程内容、升级资源生态、创新教学方法和优化考核评价, 实现了“知识体系更新、实践场景拓展、交互深度增强”三项核心诉求。教学实践表明, 学生达成度与参加专业竞赛获奖情况均呈稳步上升态势。未来, 课程将持续迭代智能技术与教学深度融合, 努力打造油气领域智能化金课示范。

参考文献:

- [1] 曹国华, 陈鹏, 李彩霞. 油藏数值模拟应用及未来发展趋势 [J]. 内蒙古师范大学学报 (自然科学汉文版), 2019, 48(05): 465-470.
- [2] 刘鹏, 江昊焱. 油藏数值模拟技术现状与发展趋势 [J]. 石化技术, 2018, 25(03): 163.
- [3] 刘鹏程. 采取多种教学措施提高“油藏数值模拟”课程的教学效果 [J]. 中国地质教育, 2009, 18(03): 114-116.
- [4] 施剑波, 范佳烨. 新时代高校教师课程思政教学能力提升的路径研究 [J]. 科教文汇, 2024, (19): 19-22.
- [5] 贺静. 大学英语课程思政“三位一体”模式建构及实践路径 [J]. 科教文汇, 2024, (19): 124-128.
- [6] 刘峰, 张益, 马先林, 等. 基于 OBE 理念的油藏数值模拟课程教学方法改革与实践 [J]. 高教学刊, 2023, 9(36): 132-135.

作者简介: 游君昱 (1991.11—) 男, 汉族, 重庆垫江, 博士研究生, 副教授, 研究方向: 主要从事教学管理以及油气藏工程及数值模拟教学与科研工作。

项目信息: 重庆市高等教育教学改革研究重点项目: 面向油田智能化转型的石油工程专业课程改革与实践——以《油藏数值模拟与应用》为例 (242086)。

重庆科技大学本科教育教学改革研究项目: 面向油田智能化转型的石油工程专业课程改革与实践——以《油藏数值模拟与应用》为例 (202406)。