“油气地质大数据与智能工程”课程建设与教学实践

徐朝晖，刘钰铭，罗情勇，孙盼科，李　庆，李　伟
中国石油大学（北京） 地球科学学院，北京　102249

摘要：“油气地质大数据与智能工程”属于油气地质与人工智能交叉课程，具有多专业融合、知识点广、实践性强等特点。课程教学团队依据“两性一度”标准，针对课程定位、教学内容体系、教学方法等进行了系统建设，形成了多学科交叉、课内课外融合、理论与实践并重的教学特色，为新工科背景下油气勘探开发领域复合型创新人才培养创建了优越的教学平台。

关键词：大数据；机器学习；智能工程；油气地质；课程建设
中图分类号：G642　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1006-9372（2026）04-0051-04

Title：Course Construction and Teaching Practice on the Course of Petroleum Geology Big Data and Intelligent Engineering

Author(s)：XU Zhaohui, LIU Yuming, LUO Qingyong, SUN Panke, LI Qing, LI Wei

Keywords：big data; machine learning; intelligent engineering; oil and gas geology; course construction

大数据与人工智能作为新一轮科技革命和产业变革新的重要驱动力，是推动传统行业提质增效的核心要素。2018年教育部印发《高等学校人工智能创新行动计划》[1]，引导高等学校提高人工智能领域科技创新、人才培养和国际合作交流等能力。2025年8月，《国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见》[2]系统部署国家未来十年“人工智能+”行动规划。油气能源作为国家经济发展命脉，推进油气产业智能化升级，构建勘探开发新范式，是保障国家能源安全的重要举措。在此背景下，油气勘探开发的智能化转型不仅是技术革新的必然，也是服务国家“碳达峰、碳中和”战略目标，实现绿色低碳发展的关键路径。能源高校作为国家油气行业人才培养的主力军，强化“油气+人工智能”复合创新型人才培养，是深化油气勘探开发数字化转型、智能化发展的必然选择[3]。

为切实响应油气领域对“人工智能+”技术研发和高端人才的迫切需求，中国石油大学（北京）于2020年5月成立油气地质大数据研究所，设立了油气资源大数据与智能工程研究方向，并于2021年开设硕士研究生学位课程“油气地质大数据与智能工程”。按照“两性一度”的课程建设标准，课程团队经过几年的探索与实践，逐渐明确了课程定位，形成了“油气地质数据为基础、机器学习算法为核心、工程实践教学为拓展”的系统课程内容体系，确定了“学生为中心、实践为导向、双端元融合协同”的教学方法，取得了良好的教学效果和示范效应。

一、课程定位

地质资源与地质工程专业是研究地质资源勘查评价和开发利用的学科。在油气领域，研究内容涵盖油气资源形成机理与分布、油气资源勘查理论与技术、地质体地球物理响应机理与处理解释技术等[4-6]。随着油气勘探开发向深层、深水、老油田、非常规等方向延伸，传统的油气资源评价方法和技术面临诸多难题。顺应大数据与人工智能发展的时代潮流，实现油气地质、数据科学

收稿日期：2025-09-20；**修回日期：**2025-10-20。
基金项目：中国石油大学（北京）校级本科教育教学改革项目“‘油气地质大数据与智能工程’课程内容体系建设”（XM1072023037）。
作者简介：徐朝晖，男，副教授，博士生导师，主要从事开发地质、测井地质、油气地质大数据与人工智能的教学和研究工作。

投稿网址：www.chinageoeducation.net.cn　*联系邮箱*：bjb3162@cugb.edu.cn
引用格式：徐朝晖，刘钰铭，罗情勇，等．“油气地质大数据与智能工程”课程建设与教学实践[J]. 中国地质教育，2026，35（4）：51-54.

与人工智能多学科的交叉融合，是深化推进油气勘探开发可持续发展的关键。

“油气地质大数据与智能工程”是地质资源与地质工程专业或地质工程专业硕士研究生的核心课程。课程教学针对油气勘探开发过程中的典型油气地质场景任务，以油气地质大数据、智能工程算法基础为核心教学内容，课外设置油气地质智能工程实践教学环节，旨在培养多元化的油气地质人工智能复合型创新人才，从而赋能油气勘探开发行业智能化升级。

通过系统学习课程，学生可掌握油气地质领域大数据分析与人工智能算法建模的基本方法、研究思路，提升综合利用人工智能技术解决油气地质领域的复杂地质问题的能力。要求学生学习本课程后，达到以下基本要求：（1）掌握油气地质大数据来源、特点及数据处理方法；（2）掌握回归、分类、聚类等机器学习算法理论体系和基本架构；（3）了解深度学习、神经网络等智能工程前沿算法及其在油气地质中的应用潜力；（4）理解数据隐私、算法公平性与人工智能伦理的基本准则；（5）具备多角度分析问题和解决问题的能力，具有较强的创新思维及自主学习的能力。

二、教学内容体系构建

数据、算法、算力被称为人工智能的“三驾马车”。其中，数据是人工智能实现的基础，算法是人工智能实现的核心驱动力[7-8]。针对油气勘探开发过程中油气地质研究的任务需求，“油气地质大数据与智能工程”课程内容体系设置了油气地质大数据基础、智能工程算法基础和油气地质智能工程实践三大模块（图1）。

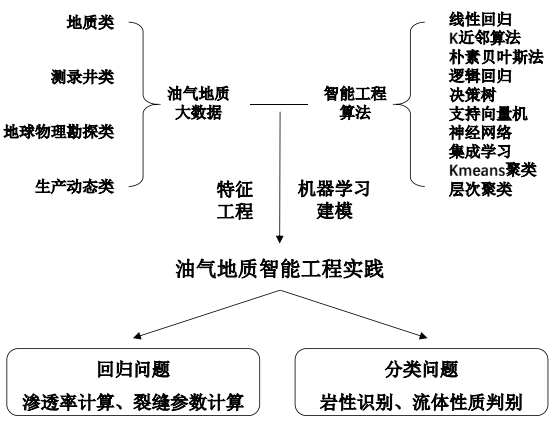


图1 “油气地质大数据与智能工程”课程教学内容体系

1. 油气地质大数据基础

在油气勘探开发领域，油气地质研究的“地质体”位于地表之下，“看不见、摸不着”。油气地质大数据是进行地质体表征的基础，也是实现智能工程的前提。该部分内容重点介绍油气地质大数据的类型、获取方式和数据特点，并进一步阐述数据特征工程的理论与方法。

在不同的油气勘探开发阶段，油气地质研究的数据基础和研究任务各有侧重，所获取的数据类型和数据丰度也存在较大差异。教学过程中，根据油气地质大数据来源和特点，将其划分为地质类数据、测录井类数据、地球物理勘探类数据和生产动态类数据等。其中，地质类数据包括野外露头、现代沉积、钻井取心及实验分析资料等；测录井数据包括常规测井、特殊测井、岩屑录井、荧光录井、气测录井等；地球物理勘探数据主要包括不同类型的地震数据；生产动态数据主要包括油气田开发过程中反映地下流体、井筒举升与地表生产系统运行等状况随时间变化的各项数据。在不同类型数据讲述基础上，进一步讨论不同数据之间的多尺度性和分辨能力差异，从而为智能工程建模提供数据支撑。

特征工程指使用领域知识从原始数据中提取、构建并优化特征（特征、属性、特性）的过程。根据具体的任务需求，特征工程又可以细分为特征理解、特征增强、特征构建、特征选择、特征转换等多项内容。特征工程是油气地质场景建模的基础，是提高模型预测精度的重要手段。针对油气地质大数据的序列性特点，重点讲授特征工程研究中的数据可视化分析方法、数据多模态分解、数据标准化等环节。

2. 智能工程算法基础

油气地质智能工程的核心是根据不同的场景任务需求，构建相应的任务模型，而机器学习算法是实现模型构建的基本手段。为突出智能工程算法的实用性，该部分结合不同机器学习算法解决任务的差异，分回归、分类、聚类三大类讲授。

回归是一种监督学习方法，核心是通过输入特征（变量）预测连续的数值型输出，如利用测井资料计算储层的孔隙度、渗透率等。该部分内容讲授以线性回归为切入点，详细阐述机器学习建模的基本概念和关键流程。

分类也是一种监督学习方法，核心是通过输入特征（变量）预测离散的类别标签。与回归不同，分类的输出是有限的、非连续的类别，如利用地

震资料开展岩性预测、地震相刻画等。该部分内容重点讲述 K 近邻算法、朴素贝叶斯法、逻辑回归、决策树、支持向量机等算法的基本原理、算法实现和应用等。

聚类是一种无监督学习方法，核心是将无标签的数据划分为若干组（簇或类），使同一组内的样本相似性高，不同组间的样本差异性大。该部分内容重点阐述聚类的基本概念、Kmeans 聚类、层次聚类等。

机器学习算法内容体系庞大，且更新迭代速度快，难以在讲授中做到面面俱到。因此，机器学习算法的课堂教学以不同算法的基本思想、基本模型实现为主。在此基础上，设置课外扩展阅读材料，培养学生的自我学习能力，增强课程教学的探究性和个性化。

3. 实践教学设计

实践性是“油气地质大数据与智能工程”课程体系的最主要特点。通过丰富的实践教学环节，学生不仅能掌握基于 Python 的机器学习建模方法，做到学以致用，更能培养学生解决复杂问题的综合能力和高级思维，实现知识、技能与素养的有机统一。实践教学采用“基础实验 + 前沿探索 + 项目实战”的阶梯式设计。

为培养学生实际动手操作能力，并增强对理论的直观认识，针对理论教学内容体系，设置了回归、分类、图像识别等课程实践内容（表 1）。其中，实验 1 和实验 2 属于基础训练任务，对学生知识掌握要求较低；而实验 3 和实验 4 则需要学生在课堂教学基础上，进一步进行自学、调研才能够完成。

表 1　“油气地质大数据与智能工程”课程实践任务设计

序号	场景分类	实践教学内容	输入特征曲线	输出结果
实验 1	回归	根据岩心物性分析数据、压汞曲线获取的孔隙结构参数等，建立渗透率预测模型	岩性、孔隙度、最大进汞饱和度、饱和度中值压力、孔喉直径均值等	渗透率
实验 2	分类	根据岩心观察与描述、常规测井曲线等数据，建立岩性预测模型	自然伽马、深电阻率、浅电阻率、声波时差、密度、中子	岩性
实验 3	回归	根据成像测井资料，建立裂缝识别模型，并提取裂缝参数	动态图像、静态图像	裂缝参数
实验 4	分类	根据常规测井曲线、试油及生产动态数据，建立流体性质判别模型	自然伽马、深电阻率、浅电阻率、声波时差、密度、中子	流体性质

三、教学方法与评价体系优化

基于“以学生为中心，以实践为导向”的教学理念，构建“教与学”双端元协同教学模式，强化理论与应用的深度融合，完善过程评价体系，提升课程教学的广度与深度 [9-10]。

1. 教学方法

在教学方法上，形成了“教与学”双端员协同教学模式。“教”为授课端，针对油气地质研究中的核心任务设计教学内容，重点突出基本概念、知识方法以及逻辑体系，同时融入“能源报国”“科技自立”等课程思政，关注学生的学科核心素养培养。“学”为学生学习端，遵循以学生为主体的理念，通过布置课后扩展阅读、课程实践、研讨交流、项目答辩等方式激发学生学习的主动性与合作交流意识。例如，在“神经网络”教学过程中，由于具体算法多、内容体系庞大，因此重点讲授神经网络理论基础、误差逆传播算法，使学生了解该算法基本脉络；课下安排学生调研不同神经网络算法模型和主要地质应用，并安排课程研讨，从而提升学生自主学习能力和分析问题能力。该教学模式既保障学科基础的系统性，又鼓励创新探索的多样性，最终培养学生扎实的专业知识与终身学习能力。

2. 评价体系

在课程考核方面，采用以实践能力为导向的成绩评定方法，倡导发展性评价，突出评价的促进作用。课程考核由平时成绩、实践报告成绩、项目成绩三部分组成。具体构成如下：平时成绩占 30%（包括课堂出勤、表现及作业）；实践报告成绩占 30%（包括编制人工智能应用程序，实现特定油气地质场景解析）；新增的小组项目答辩成绩占 40%，综合考查团队协作、创新实践与成果展示能力。同时，鼓励学生撰写技术博客或学习笔记，作为加分项，以促进知识的内化与分享。

四、课程教学特色

课程教学设计紧紧把握“两性一度”标准，重点突出多学科交叉、课堂讲授与课外自学融合、理论教学与实践教学并重三大特色。

1. 多学科交叉是课程的核心优势

多学科交叉是现代科学技术发展的趋势，也

是学科增长点的重要来源之一。该课程属于多学科交叉课程，将机器学习理论和技术与油气地质学科相结合，坚持理论和实践并重的原则。课程紧密围绕地质、测井与地球物理勘探数据的特点与处理方法等专业场景，系统讲授机器学习的基本原理与算法，并前瞻性地引入深度学习、GNN等前沿人工智能技术，提高学生在跨学科框架下解决油气地质领域实际问题的能力。

2.课堂讲授与课外自学融合是拓宽学习边界的重要手段

人工智能技术日新月异，机器学习算法层出不穷，仅仅依靠课上讲授难以体现课程广度。课堂讲授与课外自学结合，是深化知识理解、拓展学习边界、培养学生自主学习能力的关键策略。为此，课程团队搜集整理了机器学习基础算法文献160余篇，提供学生课外自主阅读学习。同时，要求学生根据自身专业方向特色，选择感兴趣的领域进行调研并撰写报告，以提升学生自主学习能力和综合素质。此外，建设了课程的线上资源库，共享代码、数据集与课件，支持学生的个性化与探究性学习。

3.理论教学与实践教学并重是实现知识、能力、素质有机融合的根本途径

理论教学与实践教学的深度融合，是突破传统教育中“知行分离”困境的关键路径，其本质在于通过知识应用与经验反思的循环迭代，实现认知建构、能力发展与价值塑造的协同共进。课程采用理论授课与案例教学相结合模式，使学生在理论学习基础上，增强感官认识，掌握油气地质领域大数据分析与人工智能应用的思维方式、知识构架。在实践层面，该课程通过“基础－综合－创新”三级实践环节，让学生在实践中夯实基础，加强对基本方法的理解，培养使用智能化方法解决实际工程问题的能力，并塑造其团队协作能力与职业精神。

五、结束语

在当今数字化时代，大数据与人工智能技术的飞速发展正深刻改变着各个领域，油气能源行业亦不例外。为深化“油气地质＋人工智能”复合创新型人才培养，系统总结了“油气地质大数据与智能工程”课程建设成果。课程团队经过5年的建设，明确了课程定位，形成了系统、科学的教学内容体系以及新型教学方法。课程教学坚持“学生为中心、实践为导向”的教学理念，采用“教与学”双端元协同教学模式，发挥教师的引导作用，突出学生的主观能动性，提高了教学质量和效率，符合当下人工智能赋能产业创新发展的新趋势。

参考文献：

[1] 教育部关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知[EB/OL].(2018-04-02)[2025-06-20].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5443346.htm.
[2] 国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见[EB/OL].(2025-08-21)[2025-09-10].https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_12266/202509/content_7039598.html.
[3] 刘合，李欣，窦宏恩，等．油气行业人工智能学科建设研究与思考[J]．石油科技论坛，2024，43(6)：1-12.
[4] 柳广弟，高先志，李潍莲，等．“石油地质学”精品课程建设的经验与启示[J]．中国地质教育，2008，17(4)：109-112.
[5] 吴胜和，徐怀民，侯加根，等．油气藏开发地质学学科定位及教学内容体系建构[J]．中国地质教育，2012，21(1)：92-95.
[6] 刘铮，谈树成，赵志芳，等．“地质学基础”课程教学创新的思考与实践[J]．中国地质教育，2024，33(4)：74-78.
[7] 周志华．机器学习[M]．北京：清华大学出版社，2016.
[8] 李航．统计学习方法[M]．北京：清华大学出版社，2019.
[9] 周夏冰，陈飞．机器学习课程教学探索[J]．电脑知识与技术，2020，16(30)：129-131.
[10] 李卫强，王继强，马先珍．基于OBE的大数据课程体系建设[J]．计算机教育，2021(7)：139-142.