

# 融合人工智能的“采油工程”课程课堂教学改革研究

## Research on

## Classroom Teaching Reform of "Oil Production

## Engineering" Course Integrating Artificial Intelligence

王 博 (中国石油大学(北京)克拉玛依校区石油学院, 新疆 克拉玛依 834000)

Wang Bo (Petroleum Institute, China University of Petroleum-Beijing at Xinjiang Karamay 834000)

**摘要:** 培养高层次、应用型石油人才对保障国家能源战略安全至关重要。目前“采油工程”课程授课内容陈旧,培养的学生已不能满足现场工作的需求。本文提出在课堂教学中融入人工智能理论、方法和应用案例,提高学生将人工智能知识与“采油工程”问题相融合的意识,使学生朝着多学科、现代化、高层次和应用型石油人才的方向发展。

**关键词:** 采油工程; 人工智能; 教学改革

**Abstract:** cultivating high-level and applied petroleum talents is very important to ensure the security of national energy strategy. At present, the teaching content of "oil production engineering" course is old, and the trained students can no longer meet the needs of field work. This paper proposes to integrate artificial intelligence theories, methods and application cases into classroom teaching, improve students' awareness of integrating artificial intelligence knowledge with "oil production engineering", and make students develop towards multi-disciplinary, modern, high-level and applied petroleum talents.

**Key words:** oil recovery engineering; artificial intelligence; teaching reform

### 1 引言

全国石油高校是培养石油工程专业人才的摇篮,石油工程专业四大必修主干课程包括“油藏工程”、“钻井工程”、“完井工程”和“采油工程”。“采油工程”是指导油气开发最后一个环节的理论基础,决定了油气开发的成败<sup>[1]</sup>。教学大纲中,设计了56学时对“采油工程”课程进行授课,期中课堂教学50学时,实验教学6学时。“采油工程”课程内容共6章节:油井流入动态与井筒多相管流、自喷与气举采油、有杆泵采油、注水、水力压裂技术和酸处理技术。“采油工程”课程所采用的教材是张琪教授1999年编写的《采油工程原理与设计》,各石油高校教师基于这本教材编写授课PPT,存在课程内容过于陈旧的问题<sup>[2]</sup>。经过二十年的发展,采油工程工艺、原理、设备等方面发生了巨大的进步与革新,特别是近几年人工智能的兴起,改变了传统“采油工程”的知识体系。

人工智能(Artificial Intelligence),英文缩写为AI。它是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。人工智能从诞生以来,理论和技术日益成熟,应用领域也不断扩大。可以设想,未来人工智能带来的科技产品,

将会是人类智慧的“容器”。人工智能作为新一轮产业变革和科技革命的新引擎和核心驱动力,已经成为引领未来发展的战略性新兴产业。将人工智能基本理论、应用案例融入到采油工程课堂教学当中,一方面可以使传统的采用工程课程焕发出新的活力,对学生更具吸引力;另一方面,可以让学生了解人工智能的基础知识,掌握利用人工智能手段解决采油工程课程所涉及工程问题的思路,使学生更加适应未来发展趋势,实现高层次、应用型的培养目标。

学好人工智能需要学生具备扎实的数学、编程和计算机基础,而石油工程专业学生本科4年期间接受的数学知识有限,编程能力相对较弱,自学人工智能相关理论和实际应用技能难度大<sup>[3]</sup>。石油高校人工智能相关课程少,学生接触到的资源有限。虽然学堂在线、爱课程等平台提供了大量优质的人工智能教学资源,但这些课程主要面向计算机、通信等专业的学生,石油工程专业学生自主学习比较吃力,且从中很难掌握人工智能结合油气开采的具体方法。

本文重点阐述将人工智能知识融合到“采油工程”课程课堂教学的方法,并进行课堂教学论证。本文研究有助于拓展学生视野,引导学生朝着多学科、现代化、

高层次和应用型石油人才的方向发展,从而满足我国当下油气开发对石油人才的需求<sup>[4]</sup>。

## 2 实施策略探究

### 2.1 加强课堂引导

通过课堂引导,突出人工智能对当下油气行业的重要性。石油工程专业学生平常接触人工智能相关知识的机会有限,对当下油气行业发展趋势认识不足,尤其是人工智能在当下油气开采发挥的作用认识较浅。在“采油工程”授课当中,强化人工智能的作用,在数据管理、方案优化、设备控制授课内容中引导学生明确人工智能如何优化流程,提高决策科学性及解放生产力,引导学生平时关注人工智能相关进展,提升学生“人工智能”意识。

### 2.2 强化人工智能概念

强化人工智能概念,让学生在潜移默化中掌握采油工程与人工智能相关知识。考虑石油工程专业背景学生的数学、编程能力相对较弱,利用学堂在线、爱课程等教育平台,搭建人工智能基本理论框架,将每个知识点的解释尽可能与“采油工程”知识点建立联系,确保以通俗易懂方式帮助学生掌握基本概念。人工智能的核心是数据和算法,选择最优的算法对优质数据进行训练,就可以得到精度较高的预测模型。“采油工程”课程内容所涉及的实际问题可以提供大量的数据。以第三章有杆泵采油示功图为例,现场采油井数量多,示功图随时间变化。靠人力逐个分析示功图费时费力,分析结果依赖于分析人的专业水平。大量的示功图组成了机器学习的样本,将样本分割成训练集和测试集,采用神经网络算法对训练集进行训练,在测试集上测试训练模型的泛化能力,确保模型可靠。通过这样的讲授,让学生在潜移默化中建立采油工程与人工智能知识点的联系。

### 2.3 调动学生主观能动性和参与度

在“采油工程”课堂教学过程中,预留两个学时交给学生,让学生进行分组课堂展示。展示内容是人工智能与油气开发相结合的新技术或案例分享,并且展示的内容要在学期一开始给学生布置下去,让学生在整個学习过程中逐步完善,从而督促学生主动调研、关注人工智能的相关知识,为课堂展示做好充足准备。展示内容不局限人工智能与“采油工程”相结合,可以拓展到人工智能与“钻井工程”、“完井工程”或“油藏工程”相结合,从而提升学生展示内容的丰富性,激发学生兴趣并提高学生参与度。

### 2.4 优选章节设置人工智能案例

调研国内外油公司及科研院所运用人工智能方法解决采油工程实际问题的案例,为实现课堂引导建立完善的素材库。通过设置人工智能案例,让学生掌握人工智能解决采油工程问题的方法。在学生掌握一定人工智能

概念和采油工程知识的前提下,在最后三章内容中优选一个内容,设计一个人工智能解决实际问题的案例。将问题设置、样本产生、机器学习算法设置、模型测试、结果预测一整套流程展现在学生面前,让学生真实感受人工智能解决采油工程问题的思路和方法。以此开阔学生视野,激发学生应用人工智能方法解决油气开采实际工程问题的动力。

### 2.5 聘请油田相关领域专家开展讲座

石油高校地缘优势明显,与油田合作紧密,如中国石油大学(华东)与胜利油田、西南石油大学与西南油气田、东北石油大学与大庆油田、西安石油大学与长庆/延长油田、中国石油大学(北京)克拉玛依校区与新疆油田均建立了良好的长期合作关系,可以较为便利地聘请油田专家进课堂开展油田前沿问题学术讲座。油田专家能够把握油田最新需求,为学生指明方向,提升学生学习的针对性。“采油工程”课堂教学过程中,任课教师应积极与相关领域油田专家对接,把握“采油工程”对人工智能的需求点。另外,应邀请油田专家进课堂,为学生介绍油气开发在人工智能方面亟需攻关的方向,为学生的努力方向提出切实可行的建议。对于已经进行智能油田建设的油田,应要求油田专家列出岗位需求以及岗位竞聘基本要求,让学生早做准备,以适应油气智能化建设的工作需求。

### 2.6 让学生参观油田远程控制中心运转模式

目前,各大油田均在大力发展智慧油田、智能控制相关建设,尤其是远程数据控制中心,大大地提高了油田生产监控、核心决策制定的效率与科学性。高校教师应积极与油田协商,为学生提供远程数据中心参观的机会。通过参观,学生可以切身感受远程智能控制的先进性与科学性,感受油田专家如何通过远程控制系统及时做出油田生产决策。因此,学生会人工智能助力油田高效开发形成更加深刻的认识,显著提高学生学习人工智能的积极性。

### 2.7 组织开展人工智能校内学术交流会

学术交流是“原始性创新源头之一”,也是学术创新的条件和动力之一。学术交流有交流信息、开阔视野、掌握新知的作用,具体体现在四个方面:

①了解人工智能与石油工程融合的前沿问题。校内组织学术会议,邀请计算机方向和石油工程方向的老师开展学术交流,提供线上、线下两种观看模式,使学生短时间连续倾听若干学术报告,快速了解人工智能在石油工程方面应用的学术前沿,了解整个行业的发展动态;

②分享学生初期调研或研究成果。参加校内组织的学术交流会,将自己最新研究成果,给老师和同学进行简要的汇报。从选题、做PPT,到报告和会后讨论,

是一个研究阶段工作的总结，老师会给学生提建议，明确下一步做什么、怎么做；

③启发同学开展融合人工智能和采油工程的科研思路。在学术交流会上，学生与老师的思想发生碰撞，有注意开发学生的科研思路，激发学生灵感，丰富、发展学生的初期研究，优化学生研究方法、方向；

④重新评估自己的工作。参加校内学术会议，听老师、同学报告，帮助学生重新认识自己、评估自己。学习正确的科研方法，查找自己科研中的不足，提高自己科研学习的效率。

### 3 课堂效果验证

为验证上述方法的可行性，在 2020-2021 学年春季学期“采油工程”第五章水力压裂技术的课堂教学中，通过引入人工智能方法解决“采油工程”中具体问题的案例，探究石油工程专业学生对人工智能的接受程度以及整体的课堂教学效果。

远程操作服务器，利用 Matlab 代码，自动调用裂缝扩展模拟器和油藏数值模拟软件，产生压裂仿真样本，为大家展示样本自动产生的过程。每个样本包括输入和输出两部分，输入指压裂设计，输出指压裂井的产量。产生一个样本的时间为 3min 左右，由于需要大量的样本，只需给学生展示一个样本的生成过程。随后，从服务器中直接调用已经生成好的海量样本。

将样本分为训练集和测试集，并采用支持向量积、神经网络、随机森林和梯度进阶的方法进行训练，以均方误差为衡量指标，训练得到压裂井改造效果快速预测模型。通过对比，发现神经网络模型的测试误差最小，所以选择神经网络模型作为压裂仿真代理模型。

设计 20 套压裂方案，分别采用商业软件和机器学习代理模型进行预测与优化。结果表明，商业软件运行 20 套方案需要 1 个小时，而机器学习代理模型运行 20 套方案需要 1s；另外，两种手段预测的结果相差在 5% 以内。面对这样的效果，学生的反应格外强烈，感受到了人工智能手段解决实际问题的功效。学生积极发言，表达观点，并提了一些比较好的建议。整体来说，课堂效果比较理想。

邀请油田水力压裂专家进课堂讲解水力压裂设计流程，明确快速智能压裂设计对现场施工的重要性。水力压裂工程量大，单井注入液量约 2 万方，支撑剂量约 2 千方，施工过程易出现各种困难。随着压裂施工的进行，对储层认识更加清晰，施工遇到的问题更加明确，需要重新开展压裂设计优化。水力压裂单井单级施工时长 1-2h，而传统水力压裂设计需要 1-2 天，无法满足现场施工方案及时调整的需求。借助人工智能手段，得到水力压裂快速预测模型，实现 1-3s 内快速压裂仿真，满足现场快速决策的需求。通过这样的讲解，学生们对油

田问题理解地更加清晰，对人工智能的重要性更加明确，学生积极发表个人认识，表态要努力学习交叉学科知识，助力石油产业智能化发展。

安排 2 个学时，组织学生参观了新疆油田远程智能控制中心，恰好油田专家在远程指挥现场水力压裂施工作业。通过高清摄像头，远程实时监控作业过程。压裂车组泵注排量、砂浓度、液体性质和施工压裂数据实时传输至远程智能控制中心。通过界面切换，实现多个作业面同时监控。传递到控制中心的数据经过智能预测系统，快速预测下一阶段可能发生的工况，如砂堵。油田专家根据预测结果，远程指挥现场工作人员超前调整砂浓度，改变液体性质或提高排量。借助远程智能控制中心，可以显著提高施工效率以及快速制定现场解决方案。同学们叹为观止，感受到了油田现代化发展的快速进程，表态毕业后要从事相关工作。

### 4 结束语

将人工智能基本理论和方法融合到“采油工程”课堂教学当中，能够为当下“采油工程”课程内容注入新的血液，提高内容的丰富性，帮助学生满足油气生产现代化进程的需求，有助于油气行业高素质人才储备。

通过多种方式：加强课堂引导、人工智能概念强化、学生参与度调动、人工智能案例设置、油田专家进课堂、让学生参观油田远程控制中心运转模式和组织开展人工智能校内学术交流会，让学生明确人工智能在未来油气行业的重要性，帮助学生掌握人工智能方法解决采油工程实际问题的思路和方法，开阔视野，激发学生成为人工智能+油气开采复合型人才的动力。

### 参考文献：

- [1] 章星,刘红现,穆总结,万涛,李小迪.“采油工程”课程改革与建设的几点想法[J].中国石油和化工标准与质量,2017,37(21):101-102.
- [2] 罗川.采油工程一体化教学的构建方法阐释[J].现代职业教育,2019,{4}(06):150-151.
- [3] 陈俊雷.运用人工智能技术推动教育教学改革的路径探索[J].中国新通信,2020,22(23):153-154.
- [4] 李祥霞,贺敏伟,张莉,陈佩冬.大数据背景下人工智能专业课程教学改革研究[J].中国管理信息化,2020,23(23):212-215.

### 作者简介：

王博(1990-),男,汉族,山东省菏泽人,中国石油大学(北京)克拉玛依校区,博士,研究方向:油气储层改造。

基金项目:中国石油大学(北京)克拉玛依校区 2021 年教育教学研究与改革项目(JG2021001);中国石油大学(北京)克拉玛依校区科研启动基金资助(QXZX20210001)。