

# 新工科背景下《油层物理》课程改革实践

方飞飞, 张 杰, 李志强

重庆科技大学石油与天然气工程学院, 重庆

收稿日期: 2024年9月23日; 录用日期: 2024年11月17日; 发布日期: 2024年11月27日

## 摘 要

《油层物理》是石油工程专业的核心基础课程。其目标是培养学生掌握储层岩石和流体的基本物理性质, 以及多相流体在储层岩石中的渗流机理。熟悉各种物性参数的实验测试原理和数据处理方法, 具备操作实验仪器的能力。然而, 目前该课程教学效果不理想, 学生通过率低, 知识应用能力不足, 导致后续专业课程学习困难。本研究针对现有教学中的问题, 提出了通过引入混合式教学模式、开发高质量教学资源、设计创新性实验项目以及实施课内外一体化方案来进行改进。提出系统的教学改革方案, 旨在提升学生的学习兴趣 and 效果, 最终形成可推广的工科基础课程教学模式。

## 关键词

混合式教学模式, 油层物理, 工程实例, 项目分解, 教学改革

# The Course Reform Practice of Oil Reservoir Physics under the Background of New Engineering

Feifei Fang, Jie Zhang, Zhiqiang Li

School of Petroleum Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: Sep. 23<sup>rd</sup>, 2024; accepted: Nov. 17<sup>th</sup>, 2024; published: Nov. 27<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

*Reservoir Physics* is the core basic course of a petroleum engineering major. The goal is to train students to master the basic physical properties of reservoir rocks and fluids, as well as the mechanism of multiphase fluid flow in reservoir rocks. Familiar with experimental testing principles and data processing methods of various physical property parameters, with the ability to operate experimental instruments. However, at present, the teaching effect of this course is not ideal; the students' passing rate is low, and the knowledge application ability is insufficient, which leads to difficulties

in the follow-up professional courses. In view of the existing problems in teaching, this study proposes to improve them by introducing a mixed teaching mode, developing high-quality teaching resources, designing innovative experimental projects, and implementing integrated programs inside and outside the class. A systematic teaching reform scheme is proposed, aiming at improving students' learning interests and effects, and finally, forming a teaching model of basic engineering courses that can be popularized.

## Keywords

Mixed Teaching Mode, Reservoir Physics, Engineering Examples, Project Decomposition, Teaching Reform

Copyright © 2024 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

《油层物理》课程是一门研究油(气)层岩石及其物理化学现象以及流体在岩石中渗流机理的一门学科[1],是石油工程专业的重要基础课程。课程内容涵盖了储层岩石和流体的基本物理特性、多相流体在储层岩石中的渗流机制、物性参数的实验测试原理和数据处理方法等。然而,目前我校学生在学习该课程时效果不理想,主要表现为考试通过率低、知识应用能力不足。学生在理解和应用复杂理论时常常感到困难,这不仅影响了他们在本课程中的表现,也影响了后续相关课程的学习和应用能力。

为了提升教学效果和学生的学习效果,本文提出了系统的教学改革方案。该方案包括引入混合式教学模式、丰富教学资源、设计创新性实验项目和实施课内外一体化教学等措施。改革的关键在于对课程内容体系的重组,结合最新教学方法和技术,构建更加科学合理的课程体系和评价机制。通过混合式教学模式,将传统课堂教学与现代在线学习相结合,采用翻转课堂、小组讨论和综合实践等多种方式,提高学生的自主学习能力和课堂参与度。在新的教学评价体系中,重点考察学生对知识的实际应用能力,确保评价机制反映学习成果。与此同时,开发高质量的多媒体教学资源 and 实际案例库,帮助学生更好地理解理论知识与实际应用的关系。

## 2. 目前课程教学存在的问题

### 2.1. 学生学习效果不佳

1) 课程考试通过率低:近三学年,《油层物理》课程结业考试卷面平均不及格率高达 35%,补考不通过率高于 60%。

2) 根据调查问卷及访谈量化评估,90%的学生缺乏对油层物理知识的有效运用,从而无法有效地解决专业课程中的实际问题。现有教学评价体系更侧重理论考试,未能全面反映学生在知识应用和实际操作中的表现。因此,学生们在接下来的学习中,缺乏深入地理解和实践操作,从而影响了他们的学习效果。通过教学改革,有必要引入更为灵活且综合的评估机制,涵盖理论、应用和实践能力,确保学生的整体学习效果得到有效衡量。

### 2.2. 教学模式单一、专业案例欠缺

目前的教学方式偏重于传授知识,缺乏多样化的授课方法,导致师生之间缺乏互动,学生们缺乏学

习兴趣,难以培养自主思考和解决油层物理问题的能力,同时课后训练不足,教学资源不丰富也是现阶段存在的问题,现有教学模式缺乏对学生实际问题解决能力的评估,侧重于理论的灌输,而忽略了与实践相关的评价内容。

经过调研发现,《油层物理》课程的教学存在着许多挑战:传统的授课模式、欠缺交流、课后作业的种类繁杂,而且没有足够的灵活性和可操作性[2];同时,课堂上的实践活动也相当匮乏,大部分的资料都只是简单的理论介绍,没有真正的应用价值[3]。教学评价体系需要改革,通过引入案例分析和实践操作评价来衡量学生解决实际问题的能力。通过混合式教学模式的引入,结合多元的教学资源,采用全面的课堂教学方式,结合学科知识,结合学科特点,推出具有针对性、有机融合的学科活动,激发学生的学习热情,从而提高学习成绩。

### 3. 教学改革方案设计

#### 3.1. 优质教学资源建设

##### (1) 课程内容重组与模块化设计

调研发现,赫瑞-瓦特大学在其油层物理课程中采用了模块化设计教学,特别是在储层建模与渗流物理的教学中,通过将实验和实践与实际油田条件结合,学生能够更全面地理解储层物理特性及其在油田开发中的应用。本课程的模块化设计将基于此经验进行优化,确保课程内容覆盖基础理论、实验操作和实践应用三个层次,提升学生的综合能力。

针对油层物理课程的特点,将课程内容进行重组和模块化设计,形成理论模块、实验模块和实践模块,增强课程的系统性和层次性。在理论模块中,重点讲授油层物理的基本概念、基本理论和基本方法;在实验模块中,通过实验项目的开展,使学生掌握油层物理参数的测量方法和数据处理技术;在实践模块中,通过案例分析和工程应用,使学生将所学知识应用到实际问题中,提高解决实际问题的能力。

##### (2) 混合式教学模式探索

混合式教学是一种结合实体课堂和虚拟学习环境优势的教学方式,既为学生提供了自主学习空间,也包含了线下教师的指导,从而增加了学习资源的多样性,使得更多学生汲取到更多更优质的高深知识与研究成果,也有利于学生思维的深化与知识的吸收[4]。

设计采用新型的教育技术,实现了从传统的授课到网络的跨越,从而实现了线下到线上的全面渗透。这种新型的教育技术,既能够有效地激励学生,又能够让他们更加深入地了解知识,从而更好地掌握知识。此外,还可以利用网络技术,实现实时的交流,让更多的人都能够参与到自主探索的环境里。线上教学平台如MOOC、学习通等方式,将课程资源进行有效整合,形成线上线下混合式教学体系。

##### (3) 多样化教学模式方法

为了更好地吸引学生的注意力,并引导学生的学习兴趣,需要合理设计多样化教学模式方法,整合多种教学模式以提高教学质量[5]。结合油层物理课程的特点,探索多样化的教学方法,如案例教学、问题导向教学、项目教学等。结合传统课堂教学与线上教学,构建线上线下融合的教学模式。通过案例教学和问题导向教学,可以帮助学生更好地理解和掌握油层物理的基本概念和理论,同时也能够让学生在解决实际问题的过程中培养独立思考和自主学习能力,从而更好地运用油层物理的知识,提高学习效果。

##### (4) 优质教学资源建设

为增强《油层物理》课程的实践性与应用性,将教学内容与工程实际紧密结合,教研组将通过以下途径开发工程实际案例库。

依托现有资源:利用现有的核磁共振设备与技术,设计相关教学案例,形成案例资源库。这些案例将涵盖油层物理的核心知识点和实际应用,帮助学生在过程中掌握理论知识并能应用到实际问题中。

结合企业项目：通过与中国石油勘探开发研究院、重庆气矿，长庆油田、吉林油田等长期合作，收集和整理企业科研项目中的典型案例，并将这些案例融入教学中。

专家访谈与企业调研：组织教研组成员开展专家访谈和企业调研，深入了解油田企业在油层物理方面的实际需求和应用，收集第一手资料，丰富案例库内容。建立一个综合性的教学资源库，内容涵盖以下几个方面。

1) 多媒体教学资料：包括视频讲解、动画模拟、PPT 课件、电子教材等。通过多媒体手段，将抽象复杂的理论知识形象化、具体化，提升学生的理解与记忆效果。

2) 在线测试与作业系统：开发与课程内容相配套的在线测试与作业系统，提供丰富的习题和案例分析题，帮助学生巩固课堂所学。

3) 虚拟实验室：利用虚拟仿真技术，开发在线虚拟实验项目，使学生能够在课外时间进行实验操作训练，提高其实验技能和动手能力。

### 3.2. 混合式教学模式设计

引入混合式教学模式，将传统课堂教学与在线学习相结合，通过翻转课堂、小组讨论和合作学习等多种方式，全面提升学生的自主学习能力和课堂参与度。在这种模式下，在线课程平台发挥重要作用，通过布置课前预习任务，确保学生在课前对课程内容有初步了解，使他们能够在课堂上积极参与讨论和合作学习。平台设有在线讨论区和答疑区，方便学生在预习过程中提出问题，教师可以及时解答，同时促进学生之间的交流与互动。

国内高校在油层物理课程中广泛采用了线上线下结合的混合式教学模式，以提高学生的理论知识掌握和实践应用能力。例如，中国石油大学(华东)开展的混合式教学探索，通过使用线上学习平台如“慕课”和“学习通”，实现了课堂内外的有机结合。这种模式不仅优化了学生的自主学习过程，还通过多元化的教学资源增强了学生的课堂参与感和对知识的深度理解[6]。此外，单秀华的研究表明，油层物理课程的线上线下混合教学模式，不仅局限于课前的自主学习，还在课堂上充分运用了互动讨论和小组合作等方法，提升了学生解决复杂油藏问题的能力。这种“课前、课中、课后”一体化的教学设计，使学生能够将理论与实际操作紧密结合，显著提高了学习效果[7]。

在具体实施中，学生将在课前通过在线平台完成理论知识的预习，课上则集中进行案例分析、小组讨论和实验设计。此模式不仅有效提升了学生的课堂参与度，还确保他们在课堂中能够带着问题参与讨论，激发自主思考能力。阿德莱德大学的混合式教学经验表明，动态监控学生的学习进度并根据反馈调整教学内容，能够显著提高学生在复杂油层物理问题中的表现[8]。借鉴该经验，本课程将通过在线平台收集学生的学习数据，并通过数据可视化工具，实时跟踪和评估学生的学习进展，帮助教师及时调整教学策略以应对学生的个性化需求。

此外，平台还可以对学生的学习和成绩进行数据可视化管理，学生可以随时查看自己的学习进展，了解自身的学习情况和成绩水平。数据可视化功能不仅能够直观地展示学生的学习轨迹，还能帮助学生发现学习中的薄弱环节，及时进行调整和改进。教师通过平台跟踪学生的学习情况，分析学习数据，及时调整教学策略，以确保每个学生都能得到有效地指导和帮助。在线课程平台还具备资源共享和多媒体教学功能，教师可以上传视频、音频、电子教材等多种教学资源，结合优质教学资源建设平台，上传与实际油田企业工作中的实际生产资料，丰富课程内容，提升学生的学习体验。此外，平台的即时反馈功能可以使教师和学生在学习过程中保持良好的互动，及时解决学习中的问题，进一步提高教学效果。

这种教学模式设计不仅提升了教学效果和学生的学习质量，还培养了学生的自主学习能力。同时，



通过利用现代信息技术手段,教学过程变得更加高效和灵活,能够适应不同学生的个性化学习需求,真正实现因材施教。

### 3.3. 创新性实验项目开发

创新性实验项目的开发和实施,使学生能够在实践中深入理解理论知识,培养动手能力和数据分析能力。通过实验教学与实践指导,学生不仅掌握了实验操作技能,还提升了科研能力和创新思维。创新性实验项目为学生提供了实际操作的机会,使其更好地将所学知识应用于实际问题中。

结合现有实验条件,开发与油藏专业紧密联系的创新性实验项目,编写实验指导书和实验报告模板。开展实验项目包括以下实验。

(1) 储层微纳米孔隙结构实验:利用微纳米孔隙结构实验室的设备,设计微纳米孔隙结构实验,帮助学生理解储层岩石的孔隙结构特性及其对渗流的影响。

(2) 微观可视化驱替实验:设计微观可视化驱替实验,模拟多相流体在储层岩石中的驱替过程,使学生直观理解渗流机理和物性参数。

(3) 微观孔喉测试实验:通过微观孔喉测试实验,测量和分析储层岩石的孔喉结构和流体渗流特性,培养学生的实验操作技能和数据分析能力。

(4) 长岩心驱替实验:设计长岩心驱替实验,模拟真实储层条件下的流体驱替过程,使学生掌握实验设计、数据采集与分析的方法和技巧。

通过精心设计的课堂活动,让学生们深入了解实验的基本概念,掌握有关的技术,并且运用所学知识,将所得结论与实际结论相结合,从而更好地完成实验任务。与此同时,学科竞赛,以赛促学是当下提高学术学习质量、培养创新型人才的一项重要举措[9]。在设计实验的过程中,使得学生能够以实验工作者的角度看待问题,同时能够通过实验得到的实验数据得到创新点,从而产生更多的科研成果以及搭建更牢固的基础知识体系,使理论上的知识在实践中得以验证。

### 3.4. 课程理论联系实践

传统的教育模式不再适用于现阶段新工科人才培养,在互联网、大数据高度发达的时代下,信息获取难度远远小于实际操作,为了使《油层物理》课程更好地理论联系实践,提高学生的实际操作能力和知识应用能力[10][11]。

根据调研,卑尔根大学在其油层物理课程中通过与能源行业紧密合作,开展了大量的现场调研和实地实验项目,使学生能够参与油田实际操作,如钻井、完井、油藏测试等。这种方式大幅提升了学生的动手能力和对油藏开发流程的理解。本课程将参考此经验,学生将在课程中期前往与学校合作的油田实训基地,深入了解油田生产的各个环节,包括钻井、完井、油层测试、产能评估等操作。通过调研,学生将掌握理论与实践的结合,深化对油层物理知识在生产中的应用。

本课程特别设计了一项实地调研项目:油田实训基地调研。该项目的目标是让学生亲身体验和观察油田的实际操作流程,理解和应用课程中学到的理论知识。在本课程的中期,学生将前往学校合作的实训基地进行现场油田调研。调研内容包括油田的各个生产环节,如钻井、完井、油层测试、产能评估等。深入了解油层物理课堂上的知识在实际生产、研究中的应用,理解理论与实践的紧密联系,从而达到同学们对课程内容有立体感,上课具有将文字内容与实际生产联想结合的主动性与应用性。

与此同时,邀请行业专家和学者来校讲学,开展专题讲座和学术报告,分享最新研究成果和行业动态,激发学生的科研兴趣。鼓励学生参与教师的科研项目,进行课题研究和实验操作,培养科研能力和创新思维。二者结合,从而激发学生对课程理论的兴趣与热情。

## 4. 预期成果

引入混合式教学模式和改进措施后,不断发现问题,并不断通过学科研讨,讨论出针对课程的线上线下教学模式的优化方案,保证课程的有效性,以实现混合式教学目标[12]。学生对课程内容的理解和掌握程度显著提高,考试通过率和平均成绩显著提升。学生的知识应用能力和知识迁移能力增强,能够将所学知识熟练应用于实际问题的解决。与此同时,学生的自主学习能力和团队合作精神得到培养,学习兴趣和主动性显著提升。

通过本项目的实施,预计将形成一套完整的、立体化的优质教学资源,课程提供涵盖核心知识点和应用案例的多媒体教学资料,帮助学生更好地理解和掌握课程内容。系统的在线测试与作业题库有助于学生巩固所学知识,提升学习效果。此外,丰富的工程实际案例库和创新性实验项目增强了课程的实践性和应用性,提高了学生的综合素质和实践能力。

通过本项目的实施,预计学生的实践能力和科研兴趣将显著提升,具体表现为。

(1) 通过实践操作,学生不仅可以提高实验技能,还可以加深对数据的分析,同时得到数据的立体化思维,从而大幅提升实践能力。

(2) 通过积极参与课外实践活动,学生们不仅可以唤醒对科研的热情,还可以培养出自己的创新思维以及独立研究能力。

(3) 学生在课内外一体化设计的学习过程中,反复巩固并实际应用所学知识,全面提升综合素质和专业技能。

(4) 通过混合式教学模式开发的教学平台,学生们可以在课后访问丰富的在线资源,解决了《油层物理》课程在线资源较少、优质资源老套的资源难题,同时通过不断与教师线上沟通,达到更好的学习效果。

## 5. 结语

本次油层物理课程的教学改革,紧密结合了国内外最新的教学研究成果,围绕模块化课程设计、混合式教学模式以及创新性实验项目的开发,构建了系统化的教学体系。通过这些改革,课程不仅在理论教学上加强了学生对储层物理基本概念和方法的掌握,还在实践教学中有效提升了学生的实际操作能力和问题解决能力。尤其是通过结合油田实际数据、创新实验项目和行业专家的参与,课程实现了理论与实践的有机结合。

未来,随着课程改革的进一步深入,教学评价机制将不断优化,以确保评估标准能够全面反映学生的知识应用能力和创新实践能力。通过不断地反馈与调整,课程将保持动态更新,以适应油藏工程领域快速发展的需求,培养出更多具备理论基础与实践能力的高素质工程人才。我们相信,这一系列改革不仅有助于提升油层物理课程的教学质量,也将为新工科教育的不断完善和进步做出重要贡献。

## 基金项目

教育部产学合作协同育人项目“新工科背景下《油层物理》课程改革实践”(220903444270706)。

## 参考文献

- [1] 何更生,唐海.油层物理[M].第2版.北京:石油工业出版社,2011.
- [2] 莫非,黄小亮,游君昱,等.新工科背景下油层物理线上线下混合式教学模式探究[J].科教导刊,2023(1):111-113.
- [3] 莫非,黄小亮,严文德,等.新工科背景下的油层物理慕课教学模式探究[J].大学,2023(14):54-57.
- [4] 李春燕,尹金锋,王铮,等.国内高校中混合式教学模式构建的探讨[J].高教学刊,2017,3(8):97-98.
- [5] 江一静,胡梦艺,连晶,等.多样化教学模式探索——以《帕金森睡眠障碍的康复》课程为例[J].世界睡眠医学

- 杂志, 2020, 7(10): 1858-1860.
- [6] 郭瑾. 基于 OBE 教育理念的《油层物理》应用型课程教学改革[J]. 高教学刊, 2019, 5(10): 133-135.
  - [7] 单秀华. “线上+线下”混合式教学在《油层物理》课程中的应用[J]. 科技资讯, 2020, 18(14): 9-10, 13.
  - [8] Seteyeobot, I. (2023) CO<sub>2</sub> Injection for Enhanced Gas Condensate Recovery: An Experimental and Theoretical Study. PhD. Thesis, Heriot-Watt University.
  - [9] 黄聪, 朱志恒, 范军, 等. 基于学科竞赛项目的创新性实验开发探讨[J]. 创新创业理论与实践, 2022, 5(12): 170-173.
  - [10] 朱秀兰, 张光生, 许泰, 等. 基于雨课堂的智慧课程混合式教学改革与实践——以《油层物理》课程为例[J]. 山东化工, 2021, 50(8): 231-232.
  - [11] 黄世军, 赵凤兰. 石油工程相关课程衔接关系分析及其应用——以“油层物理”为例[J]. 教育教学论坛, 2022(12): 129-132.
  - [12] 朱培武, 朱方成. 线上线下混合式课程标准化建设研究[J]. 品牌与标准化, 2024(4): 134-137.