



混合式教学模式下提升验证性实验 “两性一度”的探索与实践

胡绍彬¹, 郭玲玲², 刘小双¹

(1. 东北石油大学 石油工程学院, 大庆 163318; 2. 东北石油大学 计算机与信息技术学院, 大庆 163318)

摘要: 以地层油高压物性测定实验为例, 开发数字化教学资源、建设网上虚拟课堂。利用线上线下混合式教学突破实验教学时间和空间的限制, 拓展实验内容, 涵盖了地层油取样、配样、转样、测试及分析等全过程的系统知识, 并紧跟石油工程领域前沿研究热点引入部分 CO₂ 驱油和封存机理研究内容, 将原验证性实验改进为探究性实验。构建以学生为主体的翻转实验教学模式, 在课前、课中及课后多个环节实施“教师+学生”“过程+成果”“常规+拔高”相结合的多元成绩评价机制。这些举措有效地解决了传统实验教学中存在的一些不足, 提升了验证性实验的“两性一度”, 提高了石油工程实验课程的含金量。

关键词: 混合式教学; 验证性实验; 两性一度; 一流课程; 教学改革

中图分类号: G4

文献标志码: A

DOI: [10.12179/1672-4550.20230063](https://doi.org/10.12179/1672-4550.20230063)

Exploration and Practice of Improving “High-level, Innovation and Challenge” of Confirmatory Experiment under Blended Teaching Mode

HU Shaobin¹, GUO Lingling², LIU Xiaoshuang¹

(1. School of Petroleum Engineering, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, China;

2. School of Computer & Information Technology, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, China)

Abstract: Taking the high-pressure property determination test of formation oil as an example, digital teaching resources are developed and an online virtual classroom is constructed. The online and offline blended teaching is used to break through the limits of teaching time and space, expand the experimental contents to cover the processes of oil sampling, preparing, transferring, testing and analyzing. A part of the research on carbon dioxide oil flooding and storage mechanism is integrated to the experiment to closely follow the frontier research hotspots in the field of petroleum engineering, so as to improve the original confirmatory experiment to an exploratory experiment. A student-oriented flipped experiment teaching mode is constructed, in which a multi-dimensional assessment method of “teacher + students”, “process + results” and “normal + difficult” implemented in the stages of pre-class, at-class and after-class is used to evaluate the experimental score. These measures effectively solve some problems existing in the traditional experimental teaching, improve the “high-level, innovation and challenge” of the confirmatory experiment, and increase the “gold” content of the petroleum engineering experiment course.

Key words: blended teaching; confirmatory experiment; high-level, innovation and challenge; first-class course; teaching reform

教高函〔2019〕8号文件中强调, 一流本科课程应体现“两性一度”, 即“高阶性、创新性、挑战度”, 拓展内容宽度和广度, 科学“增负”, 让学生体验“跳一跳才能够得着”的学习挑战^[1]。实验教学是高等学校教学实践体系中基础实践层次的核心^[2]。石油工程实验是石油工程专业本科生必修的一门实践课程。该课程有助于学生

强化理解石油工程相关理论知识, 培养学生运用油藏、采油工程等理论设计实验方案、构建实验系统、实施实验过程来解决相关工程问题的能力, 提高学生从事科学研究的创新能力^[3-5]。对照“金课”^[6-7]和“一流本科课程”^[8]的建设要求, 在传统的石油工程实验教学中, 存在以下3点不足。

收稿日期: 2023-03-12; 修回日期: 2024-03-06

基金项目: 黑龙江省高等教育教学改革研究项目(SJGY20210133)。

作者简介: 胡绍彬(1975-), 男, 博士, 教授, 主要从事油气田开发理论与技术领域的科研和教学工作。E-mail:

hsbpaper@163.com

1) 验证性实验占比较多

石油工程实验课程中有较大比例的验证性实验,有些验证性实验内容相对陈旧、简单。验证性实验有助于学生强化掌握相关课程的理论知识点,但在激发学生求知欲,锻炼学生创新能力,解决石油工程复杂问题的综合能力等方面存在明显不足。实验内容需要拓展。

2) “教为中心”教学效果差

传统的验证性实验教学以“保姆式”“灌注式”为主。由于学习资源缺乏等原因学生课前预习效果差,教师需要在课堂上详尽地讲解实验原理、方法、仪器、步骤、注意事项等内容,然后教师示范一遍、学生照做一遍。这种传统授课方式导致课时紧张且教学效果不理想。单向灌输使实验过程中缺乏师生互动、答疑解惑以及学生之间的协作与交流,学生很难做到完全消化实验内容,更无法很好地培养学生的创新思维与能力。教学模式需要转变。

3) 实验成绩评分标准简单

传统实验教学模式下,缺乏对实验过程的评价,实验成绩通常只根据实验报告来评价,结果导致学生对实验的重视程度不够。出现课前不认真预习,课上聊天或玩手机甚至个别同学充当旁观者,课后少数学生抄袭实验报告等诸多不良现象。考核方式需要革新。

针对传统实验教学中存在的问题,结合当前专业认证、新工科建设和双一流建设等高等教育重大发展战略契机,以地层油高压物性测定为例进行验证性实验教学改革探索。基于线上线下混合式教学^[9-10],打破传统实验教学的时空限制,拓展验证性实验内容,构建“学为中心”教学模式,革新实验考核机制,以增加实验广度、挑战实验难度、强化创新精神培养,满足石油工程实验课程“一流本科课程”的“两性一度”建设要求,切实提高课程教学质量,达成创新和应用复合型人才的培养目标^[11],同时为相关实验课程的教学改革与创新提供参考。

1 拓展实验内容,提升实验课“高阶性”

地层油高压物性测定实验是石油工程实验课程中的一个实验项目。地层油高压物性测定实验涉及地层油取样、转样、配样、测试、分析等一系列内容。同时,在我国推动绿色发展、促进人与自然和谐共生的背景下,实施CO₂驱油和封存是实现我国碳达峰、碳中和目标的重要途径,

CO₂驱油和封存是石油工程领域研究前沿的热点课题。为更好地实施CO₂驱油和封存,研究CO₂驱油和封存的机理尤为重要,其中CO₂对地层油高压物性的影响规律是研究CO₂驱油和封存机理的重要组成部分。

在传统实验教学模式下,受实验空间、设备数量、实验学时等诸多因素的制约,地层油高压物性测定实验开设为验证性实验,且学生开展的实验内容只是整个地层油高压物性测定所涉及工作中的很小一部分,即学生在教师准备的装好地层油样品的仪器上,按照教师演示的步骤测定出计算高压物性参数所需的数据。对于地层油样品的取样、转样、配样等实验准备环节,由于课时等限制,只能是教师在课堂上一语带过。关于CO₂对地层油高压物性影响规律方面的探索研究在传统教学模式更无法实现。为此,利用线上线下混合式教学的优势,通过开发数字化教学资源,虚实结合以动画、视频、微课等方式拓展实验内容,将地层油高压物性测定涉及的取样、配样、转样准备和测试分析等全过程知识系统地呈现给学生,并紧跟行业研究热点整合引入部分CO₂驱油和封存机理研究内容到实验中,将原验证性实验改进为探究性实验,提升实验的“高阶性”,在夯实学生的基础知识的同时,培养学生应用所学知识解决实际工程问题等能力。

2 构建新模式,突出“创新性”

通过开发数字化实验教学资源,采用“线上线下、虚实结合”的思路,突破传统实验教学的时空限制,构建以学生为主体的实验教学模式,鼓励学生以实验为契机积极探索创新。

2.1 开发数字化实验教学资源

开发了实验数字化教学资源,并依托网络课程平台构建了实验教学线上虚拟课堂,为开展线上线下混合式实验教学奠定基础。数字化实验教学资源主要由动画和视频等资源构成。根据实验教学内容,数字化资源包括“展示”和“操作”两类。

1) “展示”类资源

以相应实验所涉及的主要定义或概念、实验装置的组成与内部结构等为开发对象,将传统实验教学模式下的枯燥的文字描述的抽象事物以动画等形式进行形象直观呈现。如制作的数字化资源生动形象地呈现了原油生产流动过程、地层油饱和压力、溶解气油比、粘度测试等抽象概念和

实验原理,如图 1 所示;开展高压物性测定实验所用 PVT 分析仪、落球粘度计、气体计量计等仪器的组成及内部结构,如图 2 所示。

2) “操作”类资源

针对实验准备和实验测试的具体过程进行开发,如图 3 所示。

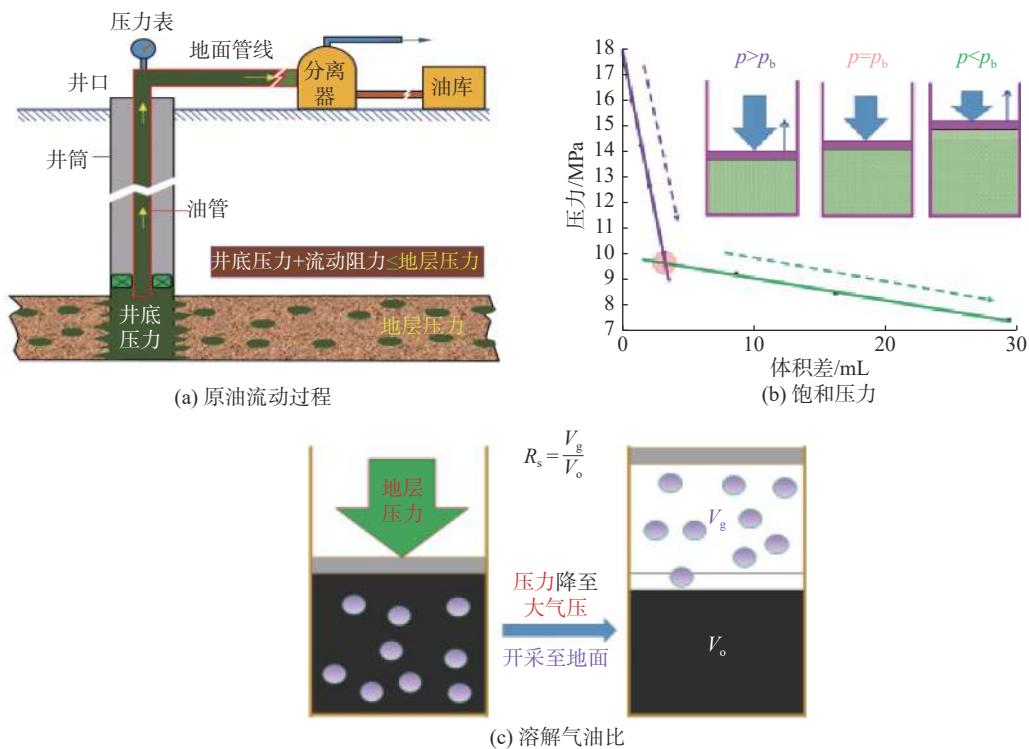


图 1 地层油高压物性相关概念及测试原理动画截图

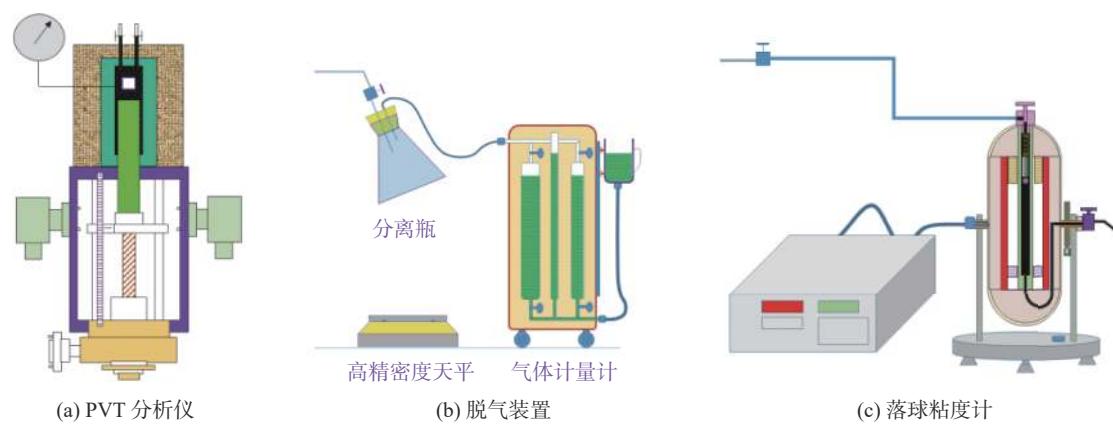


图 2 地层油高压物性测定实验装置动画截图

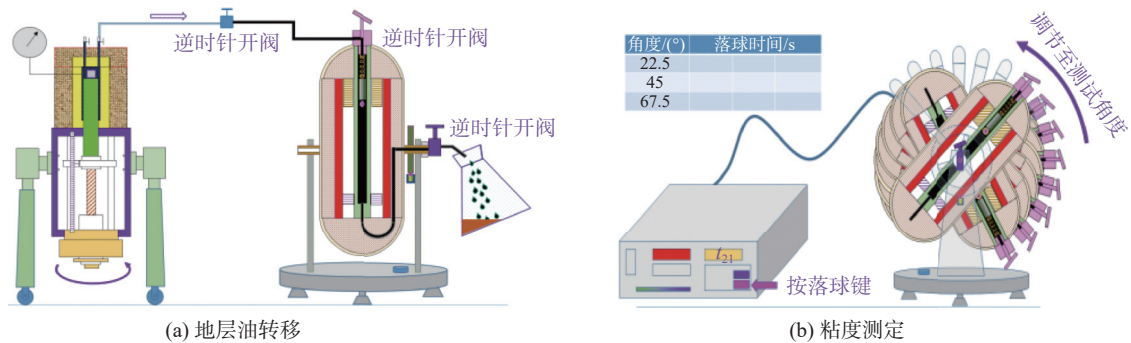


图 3 实验准备和测定动画截图

地层油高压物性测定实验模拟地层条件,有时高达上百摄氏度高温和几十兆帕高压,确保实验安全非常重要。因此,实验操作过程中易出现问题和需要特别注意之处,利用动画、视频进行着重强调。为方便学生检验学习效果,开发了实验关键点测试题库。将制作好的实验涉及的相关概念、实验原理、实验仪器设备、操作过程、数据处理分析、实验过程中的重点和难点及注意事项等动画、视频以及测试题库集成到网络课程平台。学生可以利用电脑、手机

APP 随时随地对相应的实验内容进行有针对性的学习。

2.2 构建以学生为主体的实验教学模式

采用“线上线下、虚实结合”思路,突破传统实验教学的时空限制,实验教学分3个阶段实施。第一阶段,线上虚拟课堂,学生自主学习并设计实验方案;第二阶段,线下课堂翻转式教学,学生自主操作;第三阶段,师生线上问答交流,学生自主拓展研究。混合式实验教学模型如图4所示。

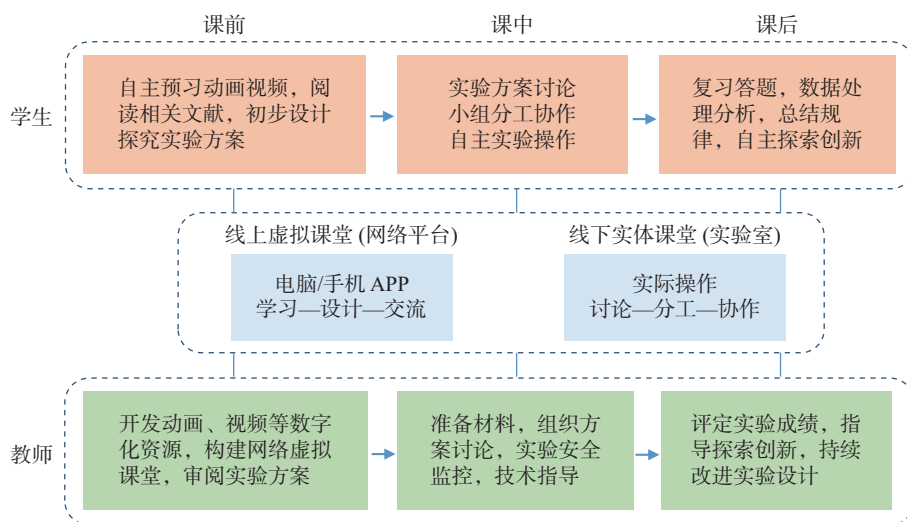


图4 以学生为主体的混合式实验教学模型

1) 课前自主预习

学生利用线上虚拟课堂自学,掌握地层油高压物性测定实验的实验原理、实验装置,以及操作过程、数据处理等基础内容。在此基础上,学生按2人/组分小组,阅读指导教师推荐或自行查找的 CO_2 驱油和封存研究方面的文献,设计 CO_2 对地层油高压物性影响规律实验方案。 CO_2 对地层油高压物性影响规律实验研究的是注入不同量 CO_2 后,地层油的饱和压力、体积系数、粘度、溶解气油比等高压物性参数的变化以及地层油的膨胀情况,从而掌握 CO_2 对地层油高压物性的影响规律,认识 CO_2 驱油机理,为优化 CO_2 驱油和封存技术方案奠定基础。学生制定的实验方案中应包括两部分:①基础实验部分,即传统地层油高压物性测定验证性实验,涵盖实验目的、实验原理、实验装置、操作过程、注意事项以及实验数据处理等内容;②注 CO_2 样品物性测定,涵盖如何配制注入 CO_2 的模拟油样,设计哪几个

CO_2 注入量,如何控制 CO_2 的注入量等内容。

2) 课中翻转教学

线下实验课堂上,3~4个小组(共6~8人)作为一个大组同时上课。以学生为主导开展课堂教学活动,教师组织学生针对其预习时碰到的各种疑惑进行讨论、答疑和补充,形成本大组的统一实验方案,之后学生根据拟定的实验方案分工完成(如完成不同 CO_2 加量样品的物性测定),自主进行实验操作。学生操作过程中,教师主要进行安全性监控及提供技术指导,确保学生安全操作、测准数据。

3) 课后自主拓展

实验后,为巩固学生的学习效果,要求学生在线上平台对实验项目的相关知识进行复习答题。同时,同一大组的学生共享实验数据,但独自对实验数据进行处理和分析,得出自己的结论并撰写实验报告。对学有余力的同学,鼓励他们开展深层次拓展研究,通过文献调研梳理注 CO_2

驱油和封存技术的发展历程、研究现状、现场应用情况以及目前存在的主要问题和未来发展趋势,更进一步地针对 CO₂ 驱油和封存现状提出值得深入研究的问题、设计相应的研究方案,为后续创新实验的开展做前期准备或进入到相关科研课题组参与实际科研课题的研究。

3 采用多元评价机制,增加实验课“挑战度”

基于线上线下混合教学的优势,验证性实验向探究性实验的拓展和以学生为主体的翻转实验教学模式的实施,为革新实验成绩考核机制创造了条件。新的考核机制既考察学习结果也考察学习过程,在课前、课中及课后多个环节对学生的学习效果进行评价,如课前线上实验预习与方案设计;课中方案讨论、过程记录、团队分工协作;课后复习、实验数据处理与分析、深入拓展研究等。形成“教师+学生”“过程+成果”“常规+拔高”等多方面综合考核的成绩评价方式。评分标准中的考核项目和权重将根据学生意见和建议以及教学目标达成度等反馈信息进行适度调整,做到持续改进。实验成绩评分标准和相应说明在学生实验前发布,保证严格规范和公开透明,充分调动学生的学习主动性、积极性,培养学生团队合作意识,通过设立拔高考核项鼓励学生积极探索,增加实验课的挑战度。

4 教学改革实践效果

地层油高压物性测定实验基于混合式教学提升其“两性一度”的探索和实践,通过将原验证性实验改进为探究性实验,构建以学生为主体的翻转实验教学模式,在课前、课中及课后多个环节实施多元考核机制,学生自主学习的积极性明显提高。学生在课前利用线上虚拟课堂进行自主式个性化预习,较好地掌握了原验证性实验的实验目的、实验原理、实验装置、实验过程和数据处理方法等内容,设计出可行的 CO₂ 影响地层油高压物性规律探究性实验方案;在线下翻转课堂上学生表现出更加扎实的基础,讨论踊跃、提出的相关问题比较深入,做实验更加积极、认真;课后学生复习答题几乎全部满分,大多数学生在实验报告中对实验数据的处理表现出了较强的分

析能力与认识深度。一部分学生通过课后文献调研提出了有价值的关于 CO₂ 驱油和封存的研究问题及后续创新实验研究思路,甚至有少数学生进入到了相关科研课题组参与实际科研课题的研究。学生的总体实验成绩明显提高,分析与解决实际工程问题的能力和创新能力有了显著的提高。

5 结束语

利用线上线下混合式教学的优势,拓展地层油高压物性实验内容,引入行业研究前沿热点,将原验证性实验改进为探究性实验,构建以学生为主体的翻转实验教学模式,解决了传统实验教学中存在的一些不足。

参考文献

- [1] 戴明华,张红哲,梁延德,等.线上线下混合式先进制造技术实训教学探索[J].实验室研究与探索,2021,40(6):150-153.
- [2] 田维,易静.基础物理实验教学平台的构建与实践[J].实验室科学,2011,14(2):167-169.
- [3] 徐攀攀,许会艳.以创新能力为导向的基础化学实验教学改革[J].实验室科学,2021,24(5):150-152.
- [4] 陈炜,王伟,韩雨哲,等.依托实验教学中心培养学生实践创新能力研究[J].实验技术与管理,2021,38(5):241-243.
- [5] 孟玉兰,陈茜,张薇,等.基于创新能力培养的本科生综合实验设计[J].实验室研究与探索,2021,40(2):182-185.
- [6] 王霖,郭子东,李思成.“金课”标准下消防燃烧学课程实验教学改革[J].实验科学与技术,2022,20(1):56-61.
- [7] 杜景红.无机非金属材料学“金课”实验教学改革研究[J].实验科学与技术,2021,19(1):42-45.
- [8] 史靖,曾云,钱晶,等.一流课程建设中地方工科院校专业实验室的4个转变[J].实验技术与管理,2021,38(9):19-21.
- [9] 马超,曾红,王宏祥.线上线下混合实验教学模式研究[J].实验室研究与探索,2019,38(5):185-189.
- [10] 王宏宇,刘会霞,王春艳.基于“互联网+”的混合式实验教学模式研究[J].实验科学与技术,2021,19(5):74-79.
- [11] 黄倩,潘益鑫,彭岩岩,等.关联性教学在岩石力学实验课程改革中的探索[J].实验室研究与探索,2021,40(9):198-201.

编辑 张俊