

零专业背景下油藏物理课程的 OBE反向设计与混合式教学 实践

李菊花

长江大学石油工程学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2026年4月3日; 录用日期: 2026年5月19日; 发布日期: 2026年5月26日

摘要

针对零专业背景石油工程专业学生学习油藏物理时存在的储层认知不足、基础学科与专业知识衔接不畅、与后续课程关联薄弱等问题, 结合石油行业对入门人才基础牢固、知识衔接有序的能力需求, 基于成果导向教育(OBE)理念, 反向设计“零认知→建立专业框架→适配后续课程”的梯度化成果目标, 依托混合式教学模式构建“线上可视化拆解 + 线下阶梯式实践”的教学路径。通过生活化类比、基础-专业知识关联、低门槛实践启蒙, 帮助学生降低专业学习难度、建立知识间的系统性联系。实践表明: 该模式使学生油藏物理核心概念理解率从32%提升至85%, 后续《油藏工程》课程入门适应期缩短, 专业学习信心满意度达91%; 所形成的“行业需求导向-成果反向设计-双线实践落地”框架, 可为石油类专业入门课程改革提供可复制的实践模式。

关键词

零专业背景, 油藏物理, 成果导向教育(OBE), 混合式教学

OBE-Based Reverse Design and Blended Teaching Practice of Reservoir Physics Course for Students with Zero Professional Background

Juhua Li

School of Petroleum Engineering, Yangtze University, Wuhan Hubei

Received: April 3, 2026; accepted: May 19, 2026; published: May 26, 2026

Abstract

Aiming at the problems faced by petroleum engineering students with zero professional background when learning Reservoir Physics, including insufficient cognition of reservoirs, poor connection between basic disciplines and professional knowledge, and weak relevance with subsequent courses, and combined with the petroleum industry's demand for entry-level talents to have solid foundation and orderly knowledge connection, this study adopts the concept of Outcome-Based Education (OBE) to reversely design gradient outcome objectives of zero cognition, establishment of professional framework, adaptation to subsequent courses. Relying on the blended teaching model, a teaching path of online visual decomposition, offline step-by-step practice is constructed. Through life-based analogies (e.g., using sponge water absorption to analogize reservoir bodies), connection of basic and professional knowledge (e.g., explaining seepage velocity with calculus derivatives), and low-threshold practical initiation (e.g., simulated reservoir parameter measurement), this approach helps students reduce the difficulty of professional learning and establish systematic connections between knowledge. Practice shows that: this model increases students' understanding rate of core concepts in Reservoir Physics from 32% to 85%, shortens the entry adaptation period for the subsequent course Reservoir Engineering, and achieves a 91% satisfaction rate in students' confidence in professional learning. The formed framework of industry demand orientation, outcome reverse design, dual-line practice implementation can provide a replicable practice mode for the reform of introductory courses in petroleum-related majors.

Keywords

Zero Professional Background, Reservoir Physics, Outcome-Based Education (OBE), Blended Teaching

Copyright © 2026 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

油藏物理作为石油工程专业大二学生接触的首门专业基础课,是衔接“通识/基础学习”与“专业核心学习”的关键节点,授课效果直接影响学生后续对《油藏工程》《采油工程》等课程的接受度,更关系到石油行业入门人才“基础能力”的质量。当前,零专业背景学生学习该课程面临三重核心困境[1]:一是储层微观世界(如孔隙渗流、岩石润湿性)抽象性强,学生无任何行业认知基础,传统“公式推导+PPT讲解”模式导致大部分学生反馈“听不懂、无法建立空间概念”;二是大一数学(微积分)、物理(流体力学)等数理方法与专业应用脱节,学生不会用导数分析渗流速率变化,出现“基础学科知识与专业应用分离”的问题;三是教学内容未主动关联后续专业课程需求,学生进入大三后需重新补学油藏物理基础,违背专业基础核心课程的定位[2][3]。

随着石油行业对“基础牢固、实践能力强”的应用型人才需求日益迫切,传统教学模式已难以适配行业人才培养要求。成果导向教育(OBE)以“学生学习成果”为核心的反向设计逻辑,可合理界定零专业背景学生“承上启下”的成果范围;混合式教学的“线上+线下”双场景可通过可视化、低门槛实践,降低抽象知识的理解难度。二者融合构建的教学体系,是应对当前教学困境的有益探索,也是推动石油行业教育改革的重要尝试[4]。

2. OBE 导向的反向设计：锚定零专业背景的承上启下成果目标

基于“大一基础→大二入门→大三专业→大四应用”的石油工程人才培养链条，对专业基础的油藏物理课程“知识-能力-素养”提出三阶段性成果，每项目标均嵌入“承上(对接大一基础)”“启下(铺垫后续专业)”“行业适配(初级岗位需求)”三层内涵，具体如表 1 所示。

Table 1. Three OBE outcome objectives of reservoir physics course for students with zero professional background

表 1. 零专业背景下油藏物理课程 OBE 三重成果目标

成果维度	零专业背景下的核心要求(大二阶段)	承上对接(大一基础)	启下铺垫(后续专业)	行业适配指向(初级岗位)
知识成果	1. 能用“海绵孔隙→储层孔隙”“吸管吸水→流体渗流”等生活化类比，理解孔隙度、渗透率、润湿性等核心概念；2. 理解达西定律、孔隙度测定的基本原理，能区分砂岩、页岩等储层的微观差异；3. 明确微积分、流体力学在储层分析中的应用逻辑(如导数描述渗流速率变化)	1. 微积分：应用导数分析变量关系、积分计算储层孔隙体积；2. 流体力学：用浮力、黏滞力理论解释储层中油、水、气分布规律	1. 《油藏工程》：铺垫“储层参数对开发效果的影响”认知；2. 《采油工程》：建立“渗流规律与采油方式选择”的关联思维	储层分析岗：能看懂基础储层参数报告，理解参数含义
能力成果	1. 能用称重法测定“模拟储层”(海绵、砂岩样品)孔隙度，用微积分计算简单储层的渗流速率；2. 通过虚拟仿真软件观察孔隙大小对渗流的影响，描述参数变化规律；3. 完成“模拟储层参数测定”实验报告，包含“目的-原理-数据-结论”完整逻辑链	1. 数学：应用微积分进行简单工程计算；2. 物理：运用密度测量、流量计算等实验方法开展实践操作	1. 《油藏工程课程设计》：具备基础数据整理与报告撰写能力；2. 毕业设计：建立“实验数据→专业结论”的推导逻辑	开发设计岗：能协助完成基础储层数据整理，参与简单方案讨论
素养成果	1. 降低“石油工程专业太难”的畏难情绪，理解油藏物理对油气开发的核心作用；2. 养成实验操作规范意识(如岩心样品轻拿轻放、数据实时记录)；3. 在小组实验中分工协作，清晰表达自己的观点	1. 《大学物理实验》：延续实验规范与数据严谨性意识；2. 通识课《沟通与协作》：应用小组协作方法解决问题	1. 大三专业课程研讨：适应“专业问题协作解决”模式；2. 油田实习：具备基本职业素养与沟通能力	所有入门岗位：具备行业所需的严谨务实态度与团队协作能力

3. 混合式教学落地路径：搭建零基础→承上启下的衔接桥梁

遵循 OBE 的“成果目标→分阶拆解→双线落地”逻辑，针对零专业背景学生的认知特点，设计“线上降低抽象难度、线下强化知识衔接”的教学路径，各环节均紧扣“基础-专业-行业”的衔接需求[5]-[9]。

3.1. 线上场景：零专业背景的抽象知识可视化 + 基础专业嫁接

依托“学习通 + 自主开发的‘油藏物理入门子系统’”，设置三大模块，消除认知陌生感、搭建基础-专业链路：

(1) 专业概念启蒙模块：从生活到专业的类比可视化

针对“储层、渗流”等陌生概念，开发“生活化类比动画”：如用“海绵吸水(孔隙储水)→挤压海绵(开采油气)”动态演示储层开发过程，用“粗吸管水流快、细吸管水流慢”类比渗透率差异；配套“专业术语闯关”互动游戏(如“匹配‘孔隙度’与‘海绵吸水体积/总体积’场景图”)，帮助学生快速建立概念关联。

(2) 基础 - 专业嫁接模块：大一知识的专业应用微课

制作“大一基础→油藏物理”衔接微课(5~8分钟/节)，如《用微积分导数解释渗流速率变化》(结合大一导数定义，分析“压力变化率→渗流速率变化”曲线)、《用流体力学浮力解释油水分异》(关联大一浮力公式，推导“油比水轻→储层中油在上、水在下”的分布规律)；每节微课配套“基础应用小练习”(如“已知某储层压力随距离的变化函数，用导数计算某点渗流速率”)，改善“基础学科知识与专业应用分离”的问题。

(3) 后续课程前瞻模块：入门课与专业课程的关联引导

每章线上内容结尾增设“后续课程链接”短视频：如讲解“渗透率”时，插入大三《油藏工程》中“高渗透率储层适合大井距开发、低渗透率储层需加密井网”的案例片段，标注“本章知识将在大三《油藏工程》第3章‘开发井网设计’中深度应用”；邀请大三学长录制“油藏物理如何帮我理解油藏工程”分享视频，结合自身经历说明“孔隙度计算基础对开发方案储量估算的影响”，让零专业背景学生直观感知当前学习的价值。

3.2. 线下场景：零专业背景的阶梯式实践 + 衔接能力强化

线下环节聚焦“能力落地、素养养成”，设计“从简单到复杂、从基础到专业”的阶梯式活动，贴合零专业背景学生的操作与认知水平：

3.2.1. 课堂研讨：基础 - 专业问题的递进式讨论

以“生活问题→基础问题→专业问题”为逻辑链设计研讨主题，如“吸管喝水(生活)→为什么粗吸管喝水快(大一物理：流体阻力与管径关系)→为什么高渗透率储层采油快(专业：渗透率与渗流阻力的关联)”；引导学生分组讨论，用大一知识推导专业结论(如“根据流体阻力公式，推导‘渗透率越高(对应管径 d 越大)，渗流阻力 f 越小’”)，强化基础与专业的衔接思维。

3.2.2. 校内实验：零门槛的模拟储层→真实岩心实践

考零专业背景学生的操作能力，设计实验分两阶段：

第一阶段是基础衔接：用“海绵、吸管、量杯”等生活化材料搭建“模拟储层”，指导学生测定“模拟储层”的孔隙度(海绵吸水体积/海绵总体积)、“渗透率”(单位时间内吸管流出水量)，关联大一物理实验的“密度测量、流量计算”方法，让学生运用熟悉工具开展专业相关实验，降低对专业实验的畏难情绪；

第二阶段专业过渡：在掌握模拟实验后，进入学校岩心实验室，用专业设备(如孔隙度仪、渗透率仪)测定真实砂岩样品的孔隙度，对比“模拟储层”与“真实储层”的差异(如真实储层孔隙分布不均、存在黏土矿物堵塞)，理解“专业实验的严谨性”；实验报告中要求注明“实验原理与大一物理的关联点”(如“孔隙度测定的‘排水法’基于阿基米德原理”)。

3.2.3. 专业认知启蒙：贴合行业需求的视角引导

邀请油田企业油藏高级工程师开展“储层开发科普讲座”，结合现场照片(钻井平台、岩心取样过程)和真实案例，展示油藏物理在行业中的实际应用；组织“石油工程专业认知展”，陈列真实储层岩心样品(砂岩、页岩)、油气开发模型(井网部署、压裂施工)，让学生触摸、观察实物，降低专业是遥远、抽象的印象。

4. 实践效果评价：聚焦零专业背景的承上启下成效

以本校2022级4个石油工程班级为样本(120人，零专业背景)为实践对象，2021级(115人)为传统教

学参照组,从专业认知建立、基础-专业衔接能力、后续课程适配度三个维度开展评价,数据均通过“问卷+考核+教师评价”多渠道采集,确保客观性。

4.1. 专业认知建立:从“陌生抵触”到“理解认同”

核心概念理解:期末问卷(n=120,有效回收率95%)显示,2022级学生能准确用生活类比解释“孔隙度、渗透率”的比例达85%,2021级仅为32%;认为“油藏物理与油气开发密切相关”的比例达92%,2021级为55%;

专业畏难情绪:2022级学生反馈“油藏物理太难,不想学”的比例仅为8%,2021级为45%;89%的2022级学生表示“通过这门课对石油工程专业更感兴趣”,2021级为42%。

4.2. 基础-专业衔接能力:从“分离”到“关联”

基础知识应用:期末考核中,“用大一微积分计算渗流速率”、“用流体力学解释油水分异”等衔接类题目,2022级平均正确率达78%,2021级为42%;

实验能力衔接:2022级学生实验数据误差率平均为7.5%(2021级为15.2%),且能说出“实验结果对储层开发的意义”(如“孔隙度偏低会导致可采储量减少,需优化开发参数”)的比例达72%,2021级仅为28%。

4.3. 后续课程适配度:从“重新补习”到“有序衔接”

大三课程成绩:2022级学生进入大三后,《油藏工程》“储层参数应用”章节平均成绩为83分,2021级为66分;《采油工程》“渗流规律与采油方式选择”章节平均成绩为81分,2021级为64分。

课程适应期:2022级学生反馈“理解《油藏工程》内容无需重新复习油藏物理”的比例达85%,2021级为35%;大三《油藏工程》授课教师评价“2022级学生油藏物理基础更扎实,课程入门快、接受度高”的比例达90%。

5. 持续优化方向:动态适配零专业背景需求与行业发展

基于2022级实践反馈,从研究设计层面、样本与推广层面和实施保障层面对本次研究存在的问题进行反思:①本研究采用非同期对照班(2021级)与实验班(2022级)对比,未实现同年级随机分班,难以完全控制生源基础、学习习惯等无关变量的影响,研究结论的内部效度存在一定局限;同时,研究未详细报告问卷、测试题的信效度检验过程与具体数据,研究透明度与可重复性有待提升;②研究样本仅来自本校石油工程专业一个年级,样本范围较窄,结论在其他院校、其他石油类入门课程的适用性需进一步验证;未针对不同基础水平学生开展差异化教学设计,对基础薄弱与学有余力学生的个性化需求关注不足;③未详细阐述教学改革中教师的角色转变、工作量投入、教学支持条件等内容,该模式在其他教师、其他课程中复制时,可能面临资源与实施成本的实际挑战。

结合本次实践反馈与石油行业储层分析技术发展需求,后续从三方面优化教学体系^[10]:

5.1. 资源适配:新增“基础薄弱补学”模块

针对部分学生大一数学物理基础薄弱的问题,线上平台新增“基础补学微课”(如《重温微积分导数定义与应用》《流体力学浮力公式与工程实践》),配套“基础自测题”,学生可根据自身情况自主学习,降低基础不足对专业知识理解的影响;

5.1.1. 内容适配:融入行业新技术基础认知

新增“页岩油储层基础认知”模块,开发“页岩储层微纳米孔隙渗流”简化版虚拟仿真资源,通过

“放大 1000 倍观察微孔隙结构”帮助学生建立初步认知，为大三《非常规油气开发》课程铺垫基础，贴合石油行业“非常规油气开发”的发展趋势。

5.1.2. 反馈适配：建立“学生 - 后续课程教师 - 行业工程师”联动机制

每学期末邀请大三《油藏工程》《采油工程》教师、油田企业储层分析工程师，召开“教学反馈座谈会”，针对“零专业背景学生需强化的油藏物理基础”提出建议(如“需加强‘非均质储层’的基础讲解，为大三井网设计铺垫”)，动态调整 OBE 成果目标与混合式教学内容。

6. 结论

针对油藏物理作为大二零专业背景学生首门专业基础课的定位，以 OBE 理念反向设计“从无到有”的承上启下成果目标，依托混合式教学构建“线上可视化拆解 + 线下阶梯式实践”路径，可改善零专业背景学生认知不足、基础与专业衔接不畅、后续课程关联薄弱等问题。该模式的核心价值在于：不追求零基础学生掌握高深专业知识，而是聚焦“建立专业认知、促进知识整合与迁移、降低畏难情绪”的承上启下目标，既符合石油工程专业入门课程的教学规律，也适配石油行业对“基础牢固、上手快”的人才需求。所形成的“行业需求导向 - OBE 成果反向设计 - 混合式教学落地 - 多方联动优化”框架，不仅适用于油藏物理课程，还可推广至石油工程专业其他入门课程，为工科专业零背景入门课程改革提供参考。

基金项目

长江大学校级教研项目“基于 OBE 理念的油藏物理省级一流课程建设探索研究和实践”(JG202315)。

参考文献

- [1] 卞小强, 孙博文. 油层物理教学现状分析与改革措施探讨[J]. 石油教育, 2016(1): 34-38.
- [2] 陈浩, 徐程浩, 杨胜来. “新工科”背景下“油层物理”教学新模式探索[J]. 科教导刊, 2022(32): 127-129.
- [3] 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(10): 133-135.
- [4] 王秋芬, 王永新. 基于 OBE 的操作系统原理课程教学改革[J]. 高教学刊, 2018(22): 124-126.
- [5] 张园, 张盼盼. 基于“雨课堂”的油层物理课程教学模式探讨[J]. 教育现代化, 2019, 6(1): 142-144.
- [6] 卞小强, 梁力, 杨火海. 基于参与式教学的油层物理改革探索[J]. 中国地质教育, 2017, 26(2): 36-38.
- [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] 王仲民, 乔华英, 马永青. 成果导向教育理念对课程教学改革的启示[J]. 山东高等教育, 2019, 7(6): 79-84, 2.
- [9] 张丹丹. 基于 OBE 理念的设计初步课程教学改革研究[J]. 安徽建筑, 2021, 28(11): 112-113.
- [10] 杨屿航, 马金晶. 基于 OBE 理念的课程教学设计研究[J]. 教育进展, 2023, 13(1): 273-279.