

有机岩石学教学改革与实践

罗情勇^{1,2}, 乔锦琪^{1,2}, 路漫^{1,2}, 宋泽章^{1,2}, 吕汉飞^{1,2}

¹中国石油大学(北京)油气资源与工程全国重点实验室, 北京

²中国石油大学(北京)地球科学学院, 北京

收稿日期: 2025年12月1日; 录用日期: 2025年12月28日; 发布日期: 2026年1月5日

摘要

有机岩石学是一门通过显微镜技术, 专门研究岩石中的有机物, 以评价油气生成潜力和重建地质历史的关键地球科学分支。它是连接地质学与能源工业的重要桥梁。然而, 其当前教学存在理论与石油地质学等相关学科交互薄弱、实验资源短缺且缺乏独立分析环节、考评方式单一等问题, 制约专业人才培养质量。本文围绕上述问题提出针对性改革策略: 在理论教学中拓展学科交叉, 新增有机岩石学在非常规能源勘探的应用及分子有机岩石学前沿内容, 构建多学科知识体系; 在实验教学中补充仪器设备与标准样品, 增加课时并设计“全流程自主实验”, 覆盖样品预处理至报告撰写全环节, 培养独立科研能力; 创新构建“三维三阶·知行创融”评价体系, 以理论知识、实验操作、创新实践为核心, 实现能力进阶考评。实践显示, 改革显著提升学生实验操作与综合分析能力, 提高学习满意度及企业适配度。反思指出实验资源区域不均、学科交叉深度不足等问题, 未来需通过“高校-企业-科研院所”协同平台、跨学科课程模块深化改革, 为能源行业培养高素质专业人才。

关键词

有机岩石学, 教学改革, 实践教学, 课程考评

Reform and Practice in the Teaching of Organic Petrology

Qingyong Luo^{1,2}, Jinqi Qiao^{1,2}, Man Lu^{1,2}, Zezhang Song^{1,2}, Hanfei Lv^{1,2}

¹State Key Laboratory of Petroleum Resources and Engineering, China University of Petroleum (Beijing), Beijing

²College of Geosciences, China University of Petroleum (Beijing), Beijing

Received: December 1, 2025; accepted: December 28, 2025; published: January 5, 2026

Abstract

Organic petrology is a crucial sub-discipline of Earth sciences that utilizes microscopic techniques

文章引用: 罗情勇, 乔锦琪, 路漫, 宋泽章, 吕汉飞. 有机岩石学教学改革与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 321-330.
DOI: 10.12677/ae.2026.161044

to study organic matter in rocks, serving as a vital bridge between fundamental geology and the energy industry by assessing hydrocarbon generation potential and reconstructing geological history. However, current teaching methodologies face significant challenges, including weak integration with related disciplines like petroleum geology, a shortage of experimental resources, a lack of independent analytical components, and a monotonous assessment system. These limitations constrain the quality of talent cultivation. Addressing these issues, this paper proposes targeted reform strategies. In theoretical instruction, we enhance interdisciplinary cross-fertilization by introducing new content on applications in unconventional energy exploration and the frontiers of molecular organic petrology, thereby constructing a comprehensive multi-disciplinary knowledge framework. For practical training, we supplement instrument availability and standard samples, increase instructional hours, and design a “hands-on, full-cycle experimental project” that encompasses the entire workflow from sample preparation to final report writing, fostering independent research capabilities. Furthermore, we innovate a “three-dimension three-stage · integration of knowledge, practice, and innovation” assessment model, focusing on theoretical knowledge, practical skills, and innovative application to achieve competency-progressive evaluation. Practical applications demonstrate that these reforms significantly improve students’ experimental proficiency and comprehensive analytical skills, leading to enhanced learning satisfaction and greater industry readiness. Reflections identify persistent issues such as regional disparities in laboratory resources and insufficient depth in interdisciplinary integration. Future efforts necessitate deepening reforms through collaborative “university-enterprise-research institute” platforms and the development of interdisciplinary course modules, aiming to cultivate high-quality, specialized talent for the evolving energy sector.

Keywords

Organic Petrology, Teaching Reform, Practical Teaching, Course Assessment

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

有机岩石学(Organic petrology)是一门专注于研究烃源岩中不溶有机质(即通常所指的“显微组分”)的学科,其学科形成与发展源于孢粉学与煤岩学方法在油气勘探实践中的逐步应用与深化,光学显微镜观测是该学科最基础且核心的研究手段[1]。在当代全球能源格局持续演变的背景下,油气勘探的全球化进程正不断加速,油气资源作为关系我国经济社会发展、国家安全以及战略布局的关键战略性资源,其开发利用的重要性日益凸显,迫切需要加大海外油气勘探开发的力度,以保障国家能源供应的稳定性与安全性[2][3]。在此背景下,有机岩石学凭借其在烃源岩(油页岩)评价、油气生成潜力预测、古沉积环境重建等方面的独特优势,在能源勘探领域发挥着不可替代的关键作用。

有机岩石学所涵盖的相关知识内容,能够帮助学生深入理解和认识烃源岩(油页岩)中有机质的物理化学性质、演化规律以及与油气生成之间的内在关联,为学生后续将有机质相关领域的理论知识与技术方法应用于能源勘探生产实践奠定重要的知识基础与技术前提。然而,通过对当前国内高校有机岩石学课程教学现状的调研与分析发现,目前课程教学依然存在学科知识体系不够完善,实验教学环节缺失或薄弱、对学生学习效果的考评方法过于单一等突出问题。这些问题的存在,与当前实验性地学学科教学改革的整体进展相比,显得尤为突出。近年来,国内外在地球化学、岩石学等强调实践操作的学科中,已涌现出一系列教学改革实践,例如依托虚拟仿真技术的实验教学平台构建、基于真实科研项目的探究

式学习模式、以及融合过程性评价与能力导向的考核体系等[4]-[7]。

因此,开展有机岩石学教学改革已成为当前高校相关专业建设的迫切需求。本文在充分梳理和借鉴国内外地学领域实验性学科教学改革经验的基础上,聚焦有机岩石学课程在教学内容、实践环节与评价机制等方面的具体问题,力图构建一套与其学科特点相匹配、与行业发展相同步的教学改革方案。本文的独有贡献在于:首先,将有机岩石学的教学改革置于实验性地学教学发展的整体脉络中进行定位,突出其在显微观测技能训练、烃源岩综合评价能力培养等方面的特殊要求;其次,提出以“理论-实验-应用”三维融合为主线、以虚实结合的实验教学平台为支撑的有机岩石学教学模式,强化学生在真实勘探场景中的问题解决能力;最后,设计多元化、阶段性的考评体系,实现对学生专业知识、实践技能与创新思维的综合评价。通过以上改革,不仅能够使课程教学内容紧密贴合能源勘探、古环境研究等领域的最新发展动态与实际需求,更能够显著提升课程教学质量,培养出具备扎实理论基础、较强实践操作能力以及创新思维的专业人才,从而推动有机岩石学学科在理论研究与应用实践层面实现持续进步与突破[4]。

2. 当前有机岩石学教学特点与现状

2.1. 有机岩石学教学特点

2.1.1. 注重实践操作经验积累

有机岩石学作为一门典型的理论与实践紧密结合的交叉学科,实践操作经验的积累对于学生深入理解学科理论知识、掌握专业实验技能以及培养解决实际问题的能力具有不可替代的重要性。该学科的核心研究方法高度依赖于显微镜下的观测与分析。然而,由于在显微观测过程中,对有机质特征的描述往往存在一定的主观性,同时人眼观察存在个体差异,导致学生难以仅仅通过理论学习来直接提升实验分析测试的水平与准确性。有必要增加实验过程且必须保证实验时长,并对不同的学生的实验结果进行对比、分析和总结显微镜使用及有机显微组份鉴定过程中的突出问题。

在有机岩石学课程学习过程中,学生通过显微镜直接观察岩石薄片中的有机成分,如干酪根的形态特征、类型划分以及孢粉化石的具体特征等实践操作环节,能够将抽象的理论知识转化为直观的感性认识,从而加深对理论知识的理解与记忆。与单纯通过教材或课堂讲授学习有机岩石的分类标准和特征描述相比,学生亲自在显微镜下鉴别不同类型的有机组分,能够更加清晰地认识到不同有机组分在形态、结构以及光学性质等方面的差异和特点,进而准确判断烃源岩(油页岩)的生烃潜力、成熟度等关键性质,而这些能力的培养对于学生未来从事石油天然气勘探等实际工作具有至关重要的意义。

此外,实践操作环节还有助于培养学生的实验技能与科学研究方法。在开展镜质体反射率测量等具体实验过程中,学生需要严格遵循实验操作规程与流程,熟练掌握显微镜、反射率测定仪等各种仪器设备的使用方法与操作技巧。这一过程不仅能够显著提高学生的动手操作能力,还能够使学生学会如何规范地获取准确的实验数据,以及如何对实验数据进行科学的分析与处理,为学生今后独立开展科学研究工作、参与实际工程项目奠定坚实的基础。

2.1.2. 理论指导实践操作较为复杂

从理论层面来看,有机岩石学涵盖了丰富且复杂的知识体系,其中包括有机质的成因机制、演化模式、岩石中有机组分的分类标准及特性等核心内容。在能源勘探领域,根据有机岩石学理论,不同类型的干酪根具有不同的生烃潜力,这一理论知识是指导勘探人员寻找优质烃源岩(油页岩)、评估油气资源潜力的重要依据。然而,在实际的油气勘探实践中,地下地质条件往往复杂多变,岩石本身具有显著的非均质性,这些因素使得准确判断干酪根的类型、含量及生烃潜力方面面临巨大挑战。

即使通过实验分析手段初步确定了干酪根的类型,对其成熟度的评估还会受到地温场分布、区域构

造运动等多种因素的干扰。例如, 在一个经历过多次构造抬升与沉降运动的沉积盆地中, 地温梯度会随着构造运动过程发生显著变化, 而地温梯度的变化又会直接改变有机物质的热演化路径, 导致干酪根的成熟度分布呈现出复杂的特征。在这种情况下, 要准确推断富含有机质页岩的成熟度, 就需要综合考虑该区域的构造演化历史、地层埋藏史以及地温场演化特征等多方面因素, 而这些复杂的地质因素在现有的理论模型中往往难以被完全精准地涵盖与模拟, 从而增加了理论知识指导实践操作的难度。

因此, 有机岩石学课程教学应当注重引导学生将所学的理论知识与实验方法灵活应用于生产实践当中, 通过解决实际问题来深化对理论知识的理解, 提升对实验方法的应用能力。在课程设计中, 我们通过布置案例分析类的大作用, 让学生活学活用、学以致用。在这一过程中, 不仅能够有效帮助学生树立“能源报国”的理想信念, 增强学生的社会责任感与使命感, 还能够培养学生的创新思维与实践能力, 使得学生进入工作岗位后能够迅速适应工作环境, 为我国能源行业的发展培养高素质的专业人才。

2.2. 有机岩石学教学现状

2.2.1. 理论课程与相关学科交互程度较低

有机岩石学作为地球科学领域的重要分支学科, 在其发展过程中与石油地质学、地球化学、沉积学等多个相关学科存在密切的内在联系。然而, 通过对当前国内高校有机岩石学课程教学现状的调研发现, 课程理论教学过程中与相关学科的知识交互融合程度较低, 这一问题已成为制约学生构建系统完整知识体系、影响教学质量提升的重要因素。

从能源领域的实际需求来看, 有机岩石学与石油地质学之间存在着紧密的关联, 石油的生成、运移和储集过程都与沉积岩中的有机物质密切相关。石油地质学中关于有机质的来源、演化以及与油气生成关系的相关概念, 与有机岩石学中关于不溶有机质的研究内容具有高度的互补性。然而, 在实际的有机岩石学理论课程教学中, 未能将石油地质学中关于有机质相关的概念以及对不溶有机质的理解充分融入课程教学内容之中, 导致学生无法将有机岩石学的理论知识与石油地质学的相关知识进行有效衔接, 难以从整体上理解有机物质在油气勘探过程中的作用与意义, 进而影响了学生对有机岩石学相关知识的深入理解与灵活应用。

2.2.2. 对实验课程重视程度不足

(1) 实验教学资源不足, 学生难以在实操环节接触到各类有机显微组分

在当前有机岩石学课程教学过程中, 实验操作内容的设置存在明显不足, 学生在实验实操环节能够接触到的有机显微组分类型十分有限。有机岩石学作为一门以实验为基础的学科, 学生要想深入理解课程理论知识, 准确掌握有机岩石的分类标准和特征, 至少需要接触到常见有机显微组分的标准样品, 并通过显微镜观察来熟悉不同有机显微组分的形态、结构和光学性质。

然而, 在当前的有机岩石学课程教学中, 由于实验教学经费投入不足、实验教学资源配置不合理等多种因素的影响, 标准样品的配备严重缺乏。这使得学生无法通过实际观察来直观认识和掌握在不同沉积环境或地质条件下有机质的形态特征和变化规律, 进而在后续的学习和实践过程中, 当遇到实际的岩石样品时, 容易对有机显微组分的类型判断出现错误, 影响了学生对有机岩石学知识的应用能力, 这一问题亟待在教学改革过程中加以解决。

(2) 实验操作课时过少, 难以接触各类环境下有机显微组分

实验教学课时的严重不足是当前有机岩石学课程教学中存在的另一突出问题。由于实验课时分配有限, 学生缺乏足够的时间在显微镜下观察不同沉积环境、不同成熟度等条件下有机显微组分的特征差异, 无法深入了解有机显微组分在不同地质条件下的演化规律。

有机岩石学作为一门工具性学科, 其教学目标不仅是让学生掌握理论知识, 更重要的是培养学生运

用所学知识和实验方法进行实际样品分析测试的能力。要实现这一教学目标,就需要为学生提供充足的实验操作时间,让学生通过反复的实验操作训练,熟练掌握显微镜操作、样品制备等实验技能。然而,就目前的教学现状而言,由于相关实验设备的缺乏以及实验课时的短缺,学生无法充分进行实验操作训练,难以熟练掌握有机岩石学相关实验操作技能,更无法独立完成完整的实验测试过程。这不仅导致学生对实验教学环节缺乏全面的认识,还为学生后续开展实验创新研究以及灵活应用实验方法解决实际问题造成了严重困难。

(3) 缺乏学生独立分析测试环节

在有机岩石学课程教学过程中,课堂上所讲授的理论知识与实验操作方法应当通过实践应用来加以巩固和深化,而培养学生独立完成实验的能力则是实现这一目标的关键环节。然而,当前的有机岩石学实验教学环节普遍缺乏让学生独立进行样品分析测试的内容设计,学生往往只是在教师的指导下按照预设的实验步骤完成简单的操作,无法真正参与到从样品制备到数据分析的完整实验过程之中。

在有机岩石学实验教学中,给定学生个人或学生小组一块实际的岩石样品,让其独立完成从样品注胶、打磨抛光到最终测试鉴定分析的全过程,对于培养学生的综合实验能力具有重要意义。从整体来看,培养学生独立完成分析测试的能力,有助于学生全面了解实验的整体流程和各环节之间的内在联系,深入理解实验原理和方法,进而提升其对实验教学环节的整体理解与把握。同时,这一过程还能够培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力,为后续学生改进实验方法、开展交叉学科创新研究提供坚实的人才基础。

2.2.3. 对学生考评方法过于单一

现阶段,国内高校有机岩石学课程对学生学习效果的考评方式主要集中于显微组分鉴定实验报告以及读书报告等传统形式,这种过于单一的考评方式存在理论与实际应用关联度低的显著缺陷,导致学生难以通过考评过程对有机岩石学学科形成一个全面、系统的概括性认识,无法充分反映学生的综合能力与学习效果。

1966年,皮亚杰等人提出了建构主义评价理论,该理论强调知识是个体在与外部环境的交互作用过程中逐渐建构起来的,学生的学习过程是一个主动探索、积极建构知识的个性化过程[7]。基于这一理论,对学生学习效果的考评应当重点关注学生知识建构的过程以及能力发展情况,强调评价过程与学习过程的有机整合。例如,在考评过程中,可以通过分析学生的项目研究作品、学习日志记录、小组讨论表现等多种方式,综合评价学生对有机岩石学理论知识的理解程度、应用能力以及创新思维能力,同时还能够评价学生在学习过程中所表现出的自主学习能力、团队协作能力和解决实际问题的能力等综合素质。

3. 有机岩石学教学改进方法

当前,国内理工科专业课程教学方法改革的主要方向集中在深化问题导向学习和项目式学习方法的应用、推广翻转课堂教学模式、拓展虚拟实验室与模拟教学手段的应用、强化小组合作学习以及加强对学生个性化学习的支持等方面,通过这些改革措施的实施,旨在显著提升课程教学效果,培养学生的综合能力。有机岩石学课程教学方法的发展经历了一个不断演变的过程,从传统的以教师课堂讲授为主的教学模式,逐渐向多元化教学方法相结合的模式转变。在这一过程中,学科教学先后经历了引入显微镜光度学等新技术手段丰富教学内容、增加实践教学环节在课程教学中的比重、采用课堂讨论法和案例教学法等互动式教学方法提升学生参与度,到如今构建全程嵌套评价体系等创新变革阶段。随着社会生产力的快速发展以及科学技术的不断进步,有机岩石学学科领域的研究内容与技术方法也在不断更新,因此,当前有机岩石学课程的教学方法与教学侧重点应当根据学科发展动态与社会实际需求进行相应的调整与优化。

3.1. 增加学科相关知识教学，形成更加广阔的学科视野

有机岩石学具有多学科交叉融合、理论性强、实践性强以及技术手段多样等显著特点。该学科在理论体系构建过程中，充分融合了地质学、化学、物理学等多个学科的知识内容，同时涉及大量抽象的理论知识，如有机物质的演化理论、干酪根生烃机理等，这就要求具备扎实的基础知识储备以及较强的逻辑思维与理解能力。

在课程教学过程中，学生主要通过显微镜观察、热模拟实验等实践环节，结合荧光显微技术、反射率测量等多种先进技术手段，才能够更加直观地理解和掌握有机质的物理化学性质、空间分布特征以及演化规律。从学科本质来看，有机岩石学作为一门石油地质领域的工具性学科，其教学目标是培养学生运用学科理论知识与实验方法解决实际石油地质问题的能力。因此，在课程教学过程中，应当加强有机岩石学与石油地质学、地球化学、沉积学等相关学科的横向知识联系与概念迁移，帮助学生构建一个健全、完整的知识体系，使学生能够从多学科视角理解有机岩石学的理论知识与应用价值，提升学生综合运用多学科知识解决实际问题的能力。如在理论教学部分，应新增“有机岩石学与非常规能源勘探”章节，重点介绍页岩气、煤层气、油页岩等非常规能源资源评价中的有机岩石学技术，如页岩有机质孔隙结构表征、煤岩显微组分与煤层气吸附/解吸特性的关系等内容；引入“分子有机岩石学”前沿方向，帮助学生建立“宏观-微观-分子”多尺度研究思维。

3.2. 增加实验课时与相关仪器设备，满足实验教学要求

有机岩石学课程教学具有以实验为核心的显著特点，实验教学环节是实现理论知识与实际应用有机结合的关键桥梁，对于学生理解理论知识、掌握实验技能以及培养创新思维具有至关重要的作用。首先，有机岩石学的理论知识往往具有较强的抽象性和复杂性，学生通过参与实验教学环节，能够直接观察到烃源岩(油页岩)中的有机组分，如镜质体、惰质体等在显微镜下的形态、结构和分布特征，从而将抽象的理论知识与直观的实验现象相结合，深刻理解干酪根的形成过程、类型差异以及生烃潜力等关键理论内容，而这些知识的理解对于掌握石油天然气生成的物质基础具有至关重要的意义。

例如，在开展干酪根类型鉴别实验过程中，学生通过在显微镜下观察不同类型干酪根的光学特征，如颜色、反射率、荧光性等，能够直观地认识到 I 型干酪根富氢贫氧的化学特性与其良好生油潜力之间的内在联系，这种通过实验获得的感性认识远比单纯的课堂理论讲授更加生动、深刻，能够帮助学生更好地理解和记忆相关理论知识。其次，实验教学环节还有助于培养学生的实践操作技能和科学素养。在进行镜质体反射率测量等具体实验操作过程中，学生需要熟练掌握显微镜、反射率测定仪等各种仪器设备的使用方法与操作技巧，严格遵循实验操作规程，学会如何准确获取实验数据，如何对实验数据进行误差分析与可靠性验证，以及如何根据实验结果得出科学合理的结论。这一系列过程不仅能够锻炼学生的动手操作能力，还能够培养学生严谨的科学态度、实事求是的科学精神以及独立思考和解决问题的能力，为学生今后从事科学研究或实际工作奠定坚实的科学素养基础。

从行业需求来看，国内主要石油企业在油气勘探项目中，对有机岩石学技术人员的核心能力要求集中在“新型分析仪器操作”、“多源数据综合解释”、“勘探问题针对性解决方案设计”三个方面。因此，在教学内容中需涵盖显微光度计等设备的操作训练；设置“勘探案例分析”课程单元，如以准噶尔盆地风城组 and 芦草沟组油页岩、四川盆地龙马溪组气页岩、鄂尔多斯盆地延长组油页岩等典型油气勘探区块为案例，引导学生运用有机岩石学数据(镜质体反射率、干酪根类型)结合地质背景，分析烃源岩(油页岩)生烃潜力与油气成藏条件，培养学生解决实际勘探问题的能力。

此外，为进一步满足实验教学需求，还应建立实验教学资源动态更新机制，根据学科发展前沿与行业技术变革，定期更新实验教学所用的标准样品库，例如补充页岩气储层有机质、深水区烃源岩(油页岩)

等新型样品,确保学生能够接触到当前能源勘探领域的核心研究对象,实现实验教学内容与行业实践的无缝衔接。

3.3. 设计“全流程自主实验”,培养独立科研能力

针对当前实验教学中缺乏学生独立分析测试环节的问题,应设计“全流程自主实验”作业,要求学生以个人或3~5人小组为单位,独立完成从样品采集(或模拟样品分配)、样品预处理(清洗、破碎、分选)、制样(注胶、固化、打磨抛光)、显微观测与数据采集(反射率测量、组分统计),到数据分析与报告撰写的完整实验流程。在作业设计中,需明确各环节的任务目标与评价标准,例如样品预处理阶段要求学生记录破碎粒度分布、分选回收率等关键参数,制样阶段需达到薄片厚度误差、表面光洁度无划痕的技术标准,确保实验过程的规范性与可追溯性。

通过小组协作完成实验的形式,能够培养学生的团队沟通能力、任务分工与协作效率。例如在数据采集阶段,小组内需明确显微观测人员、数据记录人员、质量校验人员的职责,确保实验数据的准确性与完整性,这种协作模式与能源勘探项目中的团队工作机制高度契合,为学生未来职业适应奠定了基础。

对于有机岩石学这门实践性极强的学科而言,全流程实验的课程考评体系应当着重围绕实验教学环节进行构建,通过考评方式的改革引导学生重视实验操作技能的提升与应用。然而,当前有机岩石学课程对学生的考评方法较为单一,未能充分体现实验教学环节的重要性,难以有效引导学生重视有机岩石学实验操作的重要性并主动提高自身的实验操作技能,这一问题严重制约了学生实践能力的培养与学科教学质量的提升。

3.4. 创新构建“三维三阶·知行创融”多元化课程评价体系

随着素质教育、科技创新的广泛开展和深入进行研讨式教学在开阔学生知识眼界、发挥学生学习主动性、激发学生探索创意等方面显示出明显的优势,逐步成为广大教师追求的主要教学模式[8]。根据中共中央、国务院颁发的《深化新时代教育评价改革总体方案》(2020)的要求:“强化过程评价、探索增值评价、健全综合评价”,强调能力导向的评价改革方向[9]。再结合当前教学评价中“过程化、能力化、多元化、场景化”的最新趋势,构建“三维三阶·知行创融”多元化课程评价体系。

“三维”:即“理论知识、实验操作、创新实践”三大核心考评模块,体现评价内容的全面性与学科针对性,覆盖有机岩石学从基础理论到应用创新的完整知识能力链条。

“三阶”:即从“理论知识”的基础掌握,到“实验操作”的技能深化,再到“创新实践”的能力升华,形成由浅入深、由内而外的能力进阶路径,契合建构主义“主动建构、逐步深化”的学习规律。

“知行创融”:即“知”(理论知识)是基础,“行”(实验操作)是载体,“创”(创新实践)是目标,三者有机融合、互为支撑,打破传统评价中理论与实践、知识与能力的割裂壁垒,呼应素质教育与科技创新背景下对复合人才培养需求。

依据《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》中要求:理工科课程强化实践教学,评价应突出实验操作能力与创新应用能力[10]。本次有机岩石学教学改革将课程考评内容分为理论知识(30%)、实验操作(40%)、创新实践(30%)三大模块,打破传统单一考核模式的局限。

在理论知识考评方面,采用“闭卷考试+专题报告”相结合的形式。闭卷考试侧重考查学生对有机岩石学核心概念(如显微组分分类、干酪根成熟度评价标准)、基础理论(有机质演化模型、生烃动力学原理)的掌握程度;专题报告要求学生围绕“有机岩石学在页岩气勘探中的应用”、“古环境重建中的有机显微组分指示意义”等前沿主题,自主查阅近5年中英文文献(不少于20篇,其中SCI论文占比≥40%),撰写3000字以上的综述报告,并通过课堂PPT汇报(15分钟汇报+5分钟答辩)的形式展示研究成果,

考评指标包括文献综述的系统性、逻辑框架的完整性、学术观点的创新性以及答辩过程中的应变能力。这种设计以建构主义评价理论为核心，强调学生在评价过程中的主动参与，而非被动接受考核，符合研讨式教学中“发挥学生主动性”的核心诉求。

实验操作考评采用“过程记录 + 成果验收”双线评价模式。过程记录通过学生提交的《实验日志》(记录每日实验进展、遇到的问题及解决方案)、教师现场巡检评分(考查仪器操作规范性、实验安全意识)进行量化；成果验收则依据实验报告的完整性(数据准确性、图表规范性)、样品分析结果与标准值的偏差率(允许偏差 $\leq 5\%$)、实验方法改进的可行性等指标进行综合评定。例如，在镜质体反射率测量实验中，若学生测量结果与标准样品真值偏差超过 5%，需提交偏差分析报告，分析误差来源(如仪器校准、观测角度、样品不均质性)并提出改进措施，否则该实验项目成绩按不合格处理。此模式紧扣有机岩石学“理论抽象、实验密集、应用导向”的学科特点，实验操作占比 40% 凸显工科属性。

创新实践考评主要通过“实验创新设计”“学科竞赛参与”“企业实习成果”三个维度进行评价。鼓励学生基于课程所学知识，设计具有创新性的实验方案并具备可实施性，可获得最高 10 分的课程加分；学生参与学科相关赛事，获得省级及以上奖项的，可直接认定创新实践模块成绩为优秀；此外，学生在石油企业勘探部门实习期间，若参与实际烃源岩(油页岩)分析项目并提交企业导师签字确认的实习报告与成果证明，可按实习表现(优秀、良好、合格)对应折算创新实践模块成绩。如此对接石油企业需求，实现“学科特色 + 行业需求”的精准匹配。

“三维三阶·知行创融”多元化课程评价体系从“基础理论输入”到“实验技能训练”，再到“创新成果输出”，形成“学 - 练 - 创 - 评”的完整闭环，每个模块均有明确的量化标准(如偏差率 $\leq 5\%$ 、文献数量与质量要求)，兼顾科学性与可操作性。具体评价体系如表 1 所示。

Table 1. Framework of the “three-dimension three-stage · integration of knowledge, practice, and innovation” diversified curriculum evaluation system

表 1. “三维三阶·知行创融”多元化课程评价体系框架

评价维度	核心内容	实施方式	创新亮点
理论知识维度 (30%)	核心概念、基础理论的掌握度；文献分析、逻辑构建与学术表达能力	闭卷考试(15%) + 专题综述与汇报答辩(15%)	1) 考核内容“基础 + 前沿”结合：既考显微组分分类等核心知识，又聚焦页岩气勘探等前沿应用；2) 评价指标“结果 + 过程”并重：不仅看综述报告质量，更关注文献检索(近 5 年 SCI 占比 $\geq 40\%$)、答辩应变等过程表现。
实验操作维度 (40%)	仪器操作规范性、实验安全意识、数据处理能力；误差分析与方法改进能力	过程记录(20%：《实验日志》+ 现场巡检) + 成果验收(20%：实验报告 + 偏差率考核)	1) 建立“双线溯源”评价：通过日志与巡检还原实验全过程，避免“只看结果、忽视过程”的弊端；2) 强化“问题导向”考核：对偏差超 5% 的结果强制要求误差分析，倒逼学生提升科学探究能力。
创新实践维度 (30%)	实验设计创新力、学科竞赛竞争力、企业实践应用能力	实验创新设计(10%) + 学科竞赛认定(10%) + 企业实习成果(10%)	1) 评价场景“课内 + 课外”贯通：将课堂外的竞赛、企业实习纳入考评，实现“教学 - 竞赛 - 实践”闭环；2) 激励机制“加分 + 认定”并行：既设创新设计加分项，又对省级以上竞赛奖项直接认定优秀，激发学生创新动力。

4. 教学改革实践效果与反思

4.1. 实践效果评估

4.1.1. 学生成绩与能力提升

从学生课程成绩来看，改革后学生的实验操作成绩平均分及优秀率(90 分及以上)提升；理论知识专

题报告的优良率提升。能力测评方面,学生在“未知样品分析测试”考核中(提供3种不同类型烃源岩(油页岩)样品,要求学生在4小时内完成分析并提交报告),样品类型鉴别准确率有较大提升,分析报告更加完整与规范,表明学生的实践操作能力与综合分析能力得到显著提升。

4.1.2. 学生满意度、学习积极性与企业人才需求适配度提高

通过对学生的问卷调查显示,大部分学生认为“全流程自主实验”作业提升了自己的独立科研能力,表示“多元化考评体系”更能反映自己的学习成果,对线上教学资源库的实用性给予好评。此外,学生参与学科竞赛与科研项目的积极性显著提高,多名学生参与教师的油气勘探科研项目。

改革后毕业的学生在企业实习与就业过程中,表现出以下优势:① 实验操作技能熟练,能够快速掌握企业常用的有机岩石学分析仪器,上岗适应期缩短;② 问题解决能力强,能够结合有机岩石学数据与地质背景,为勘探项目提供合理化建议;③ 创新意识突出,学生能够主动提出实验方法改进与技术优化方案,如改进干酪根提取流程、优化反射率测量参数,为企业降低了分析成本、提高了工作效率。

4.2. 改革反思与展望

尽管教学改革取得了显著成效,但在实践过程中仍发现以下问题:① 实验教学资源区域分布不均,由于部分实验仪器价格昂贵,导致部分地方高校难以配备,制约了教学改革的推广;② 学科交叉融合深度不足,虽然在理论教学中增加了与石油地质学、地球化学的知识关联,但尚未形成“跨学科课程模块”,学生在解决复杂地质问题时,仍存在“知识碎片化”现象;③ 企业参与教学的程度有限,目前企业主要参与“实习评价、就业反馈”环节,在课程设计、教学内容更新等方面的参与度较低,导致教学内容与行业最新技术需求仍存在一定差距。

针对上述问题,提出以下改进方向:① 构建“高校-企业-科研院所”协同共享平台,通过“设备共享、样品共建、师资互聘”的方式,解决地方高校实验资源短缺问题,例如联合区域内高校与企业建立“有机岩石学教学实验中心”,实行“预约使用、有偿共享”的运营模式;② 设计跨学科课程模块,例如与石油地质学、地球化学专业联合开设“油气资源评价综合课程”,采用项目式教学方法,引导学生以“某区块油气勘探潜力评价”为项目主题,综合运用多学科知识完成研究报告;③ 深化校企合作机制,邀请企业专家参与课程教学指导委员会,共同制定教学大纲与人才培养方案,将企业的最新勘探技术、项目案例融入教学内容,同时建立“企业导师制”,为学生提供一对一的职业发展指导。

此外,为拓展学生学习渠道,提升自主学习能力,应构建“线上+线下”立体化教学资源库。线上资源库依托学校课程平台建设,包含以下模块:① 理论教学资源,如精品课件、名师授课视频、核心概念微课,其中微课重点讲解“干酪根显微鉴别技巧”“反射率测量误差控制”等难点内容;② 实验教学资源,包括实验操作视频、虚拟仿真实验系统、实验数据处理软件教程;③ 文献与案例资源,收录国内外有机岩石学领域经典著作、近10年高被引论文、石油企业勘探项目案例报告,并按“理论基础-技术方法-应用实践”分类整理,方便学生检索使用。

线下资源库以实验室与学科展厅为载体,实验室除配备完善的实验仪器与标准样品库外,还应建立“实验教学成果展示区”,陈列学生优秀实验报告、创新设计方案、学科竞赛获奖作品;学科展厅通过图文展板、实物标本、多媒体演示屏等形式,展示有机岩石学学科发展历程、关键技术突破、行业应用成果,例如通过对比展示常规油气与非常规油气烃源岩(油页岩)样品的显微照片,帮助学生直观理解不同能源类型的有机质特征差异。

5. 结论与展望

综上所述,有机岩石学作为油气勘探领域的关键学科,其教学现存理论与相关学科交互不足、实验

资源短缺且缺乏独立分析环节、考评方式单一等问题,制约了人才培养质量。为此,通过拓展学科知识融合、补充实验资源并增设全流程自主实验、构建“三维三阶·知行创融”多元化评价体系,有效优化了教学模式。但改革仍面临实验资源区域不均、学科交叉深度不够、企业参与度低等挑战。未来需依托协同共享平台、设计跨学科模块、深化校企合作,持续完善教学,以更好契合行业需求,助力学科长远发展与专业人才培养。

实践结果表明,教学改革显著提升了学生的实践操作能力、创新思维与行业适配度,得到了学生与企业的广泛认可。同时,通过改革反思明确了“资源共享、学科融合、校企协同”的改进方向,为未来有机岩石学教学的持续优化提供了参考。未来,应进一步深化智能化、绿色化、国际化教学改革,推动有机岩石学教学质量再上新台阶,为我国能源行业的可持续发展与地球科学领域的创新突破培养更多优秀人才。

基金项目

北京市高等教育学会 2024 年立项面上课题《能源转型升级背景下国家一流本科传统油气地质课程建设研究》(项目编号: MS2024233)。

2024 年中国石油大学(北京)“研究生教育质量与创新工程”《新工科研究生课程思政教育体系建设》(项目编号: yjs2024003)。

2024 年北京高等教育学会“本科教学改革创新项目”(MS2024387)。

参考文献

- [1] 李贤庆, 马安来, 钟宁宁, 等. 烃源岩有机岩石学研究方法与应用[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1997.
- [2] 康玉柱. 世界油气资源潜力及中国海外油气发展战略思考[J]. 天然气工业, 2013, 33(3): 1-4.
- [3] 穆龙新, 潘校华, 田作基, 等. 中国石油公司海外油气资源战略[J]. 石油学报, 2013, 34(5): 1023-1030.
- [4] 李国彪. 关于地质类人才培养的几点思考[J]. 中国地质教育, 2009, 18(4): 128-131.
- [5] Toraman, E., Whitney, D., Hanel, S., McFadden, R., Fornash, K. and Carlson, A. (2024) There and Back Again: An Inquiry-Based Teaching Module for Exploring Subduction Zone Metamorphism. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, **56**, Article ID: 404294. <https://doi.org/10.1130/abs/2024am-404294>
- [6] Hanauer, D.I., Zhang, T., Graham, M.J., Adams, S.D., Ahumada-Santos, Y.P., Alvey, R.M., Sivanathan, V., et al. (2023) Models of Classroom Assessment for Course-Based Research Experiences. *Frontiers in Education*, **8**, Article ID: 1279921.
- [7] 丁利芹. 英语教师合作学习探究[J]. 才智, 2010(22): 226.
- [8] 苗东利, 雷佑安. 研讨式教学在高校教学中的应用[J]. 大学教育, 2013(1): 131-132.
- [9] 中共中央, 国务院. 深化新时代教育评价改革总体方案[Z]. 北京: 中共中央、国务院, 2020.
- [10] 教育部高等学校教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准[Z]. 北京: 高等教育出版社, 2018.