

基于案例教学的复杂工程问题解决能力培养模式研究

何永垚 郭西水 鲍新尚 王建 崔强
延安大学 陕西延安 716000

摘要:在我国经济转型升级的背景下,能源与石油行业的格局正经历结构性调整。当前我国石油企业正在向具有技术、市场、品牌优势的国际一流企业迈进,亟需具备多维度工程素养的复合型人才,特别是在系统设计、战略决策及复杂问题解决等核心能力方面。因此,有必要在高等教育中开展基于案例教学的复杂工程问题解决能力培养模式研究。针对复杂工程问题解决能力的培养问题,本文以石油工程专业为切入点,通过融合案例教学与复杂工程问题解决能力培养,旨在探索一种高效的教学模式,以满足石油行业对高素质人才的需求。

关键词:案例教学;复杂工程;问题解决能力;培养模式

引言

复杂工程问题被界定为具备多重特殊属性地技术挑战,其显著特征体现在高度复杂性、动态不确定性及结果不可预测性等方面。其问题解决的能力体系涵盖问题分析、方案设计、系统优化及效果评估等多个维度,要求工程技术人员能够构建完备的解决方案实施路径。依托案例教学法的模块化设计,通过案例筛选机制、多维度分析框架、协作讨论平台及动态评估体系的有机整合,形成系统化的能力培养架构。这种教学模式侧重在真实工程场景中训练学生的系统思维,使其逐步掌握针对复杂多变工程环境时的适应能力,最终实现从理论认知到实践应用的能力跃迁。

一、复杂工程问题的内涵

复杂工程问题是指在特定工程领域,具有高度复杂性、不确定性、不可预测性等特点的工程问题。随着科学技术的发展,人们所面临的复杂工程问题愈发增多,已然演变成当下全球共同直面地重大挑战。其中,高度复杂性是指问题涉及的变量多、关系错综复杂,需要综合运用多学科知识进行深入分析;不确定性则源于问题本身的模糊性和外部环境的多变性,使得解决路径充满

未知;不可预测性则强调即使经过深思熟虑和精心规划,问题的最终结果仍可能偏离预期。因此,解决复杂工程问题不仅需要深厚的专业知识,更需具备创新思维、系统思考和灵活应变的能力^[1]。

二、石油工程专业面临的复杂工程问题

作为支撑国家能源战略的核心学科,石油工程专业始终致力于培育具备创新能力的复合型技术人才。在石油勘探开发不断向深层、超深层领域推进地过程中,油气产能呈现稳步增长态势,这对开发过程的能效管理、生态保护以及可持续性发展提出了更为严苛的技术要求。值得注意的是,该领域人才培养已从传统的知识传授转向多维能力的建构,要求学生既要系统掌握流体力学、油藏工程等核心课程的理论体系,更需具备运用多种方法解决实际工程难题的实践能力。

在复杂的地质条件下,工程技术人员常需面对油气田开发方案的设计与实施、油气藏评价与预测、钻井与完井工程等技术挑战。以页岩气开发为例,涉及地应力场分析、裂缝网络优化等关键技术环节,往往需要整合地质建模、数值模拟技术及经济评价模型进行系统决策。这种多要素结合的工程实践,客观上要求从业者能够基于渗流力学原理,综合考虑开发方案的经济可行性与环境承载力。特别是在智能完井技术、二氧化碳驱油等新兴领域,工程师必须精准把握岩石力学特性与流体运移规律的内在联系,通过动态监测数据实现注采参数的实时优化。这种融合理论认知与工程实践的能力培养,正是现代油气工业对高层次专业人才的核心要求^[2]。

课题项目:2023年延安大学教学改革研究项目《基于实践的本科生解决复杂工程问题能力的培养与实践》(编号:YDJG23-48)。

作者简介:何永垚(1981-10—),男,汉族,陕西延安,延安大学,博士,讲师,研究方向:油气田开发。

三、基于案例教学的复杂工程问题解决能力培养模式

(一) 明确教学目标与能力需求

当下,我国石油企业最亟需的人才系统是设计人才、决策与规划人才以及管理人才等,然而高校中的部分学生可能存在着知识储备不足、实践经验欠缺的问题。根据这一特点,在高校的教学过程中开展基于案例教学的复杂工程问题解决能力培养模式研究,应当明晰教学目标与能力需求,明确复杂工程问题解决能力的核心要素,培育学生能够综合运用所学知识解决复杂工程问题的能力,以契合石油企业对高素质复合型石油人才的急切需求。

例如,在石油工程专业的“油藏工程”课程中,设定教学目标为使学生会运用油藏数值模拟软件,针对不同地质条件下的油藏,设计合理的开发方案,这一过程需要综合运用地质、流体力学、渗流力学等多学科知识。通过对石油企业实际项目的模拟实践,明确学生需具备依据油藏动态数据进行生产决策与规划的能力,进而在油井产量下降时,能够精准分析原因并制定增产措施。

(二) 构建多元化案例库

从教学内容、教学方法和考核方式等方面开展改革,将企业真实案例引入教学。目前,很多学校已构建起涵盖多种学科交叉的案例教学资源库,其中包括了企业、科研院所、政府机构等所提供的大量案例。在教学过程中,将企业真实案例融入教学内容里,能够让学生对工程问题的剖析、解决能力得到更进一步的提升。在具体的案例选择上,以企业真实案例为基础,依照学科交叉特性、知识体系的差异性以及专业课程内容的不同予以分类,设置石油工程、石油与天然气工程、油气田开发工程等多个案例库。

在此基础上,把企业的真实案例跟校内的相关课程进行结合,使学生在理论学习的同时,掌控更多生产实践技能。例如,在石油工程案例库中,引入某油田新区块开发案例。案例涉及地质构造复杂、储层非均质性强等问题,学生在学习“石油地质学”“采油工程”等课程时,结合该案例,分析地质条件对油井部署、开采方式选择的影响。教师在课程中,利用该案例让学生制定详细的开发方案,包含注水方案、采油速度确定等,通过实际案例的分析与操作,使学生将理论知识与实践技能紧密结合^[3]。

(三) 采用互动式教学方法

“互动式”教学方法是指师生之间通过双边活动进行

的双向交流,以形成“共同认识”“共同理解”为目的,学生通过讨论、交流、辩论、角色扮演等方式积极参与教学活动。通过这种教学方法可以有效提高学生的学习兴趣,并使学生积极主动地思考,有效地增强学生对知识的理解程度,使教师能够及时发现教学中的不足并进行改进。“互动式”教学方法在案例分析过程中体现得尤为明显,在案例分析过程中,教师采用互动式的教学方法,引导学生积极参与到案例分析过程中,提高学生对复杂工程问题的解决能力。此外,在案例分析过程中采用互动式教学方法能够让学生参与到教师的角色中,有利于培养学生的团队合作精神、沟通能力以及创新思维。例如,在分析某石油管道泄漏事故案例时,学生积极发表自己的观点,通过辩论确定最佳解决方案。教师在一旁引导,适时提出问题,促使学生深入思考,如“从流体力学角度分析,如何快速确定泄漏点位置?”通过这种互动式教学,学生不仅对管道工程相关知识有了更深刻的理解,还锻炼了团队协作、沟通以及创新解决问题的能力。

(四) 强化系统思维能力

系统思维一种具整体性、综合性的思维,是在面对复杂问题时,综合考量内外部因素,系统地剖析问题、化解问题的能力。复杂工程问题牵涉多个学科知识,需要学生从多个角度综合思考问题,借助多学科知识间打的相互作用,将复杂工程问题转化为单一学科的知识,进而找到解决方案。系统思维能力在案例教学中的融入主要有三方面:其一,教师可依据教学内容与学生需求选择适合的案例,从系统角度分析解决复杂工程问题;其二,在案例分析中融入系统思维的理念,让学生对案例所涉问题进行综合分析、相互联系;其三,教师在讲授过程中通过启发式教学与参与式教学方法,引领学生形成系统性思维。如在讲解石油炼化一体化项目案例时,教师引导学生从系统层面认识该项目,包括原油开采、运输、炼油、化工产品生产以及销售等各个环节。在分析案例过程中,让学生思考原油性质变化对炼油工艺的影响,炼油过程中产生的废气、废水如何处理等,保证在满足环保要求的同时,又不影响化工产品的生产效率,使学生明白各环节之间的相互关联、相互影响^[4]。

(五) 实施跨学科协作

跨学科协作是培养复杂工程问题解决能力的重要途径。在石油工程专业的教学中,鼓励学生跨学科学习,与地质学、化学工程、机械工程等相关学科进行协作,

共同解决复杂工程问题。通过建立跨学科协作平台,学生可以与不同学科背景的同学、教师进行交流和作,共同探索解决问题的新思路和新方法。以石油工程专业为例,实施跨学科协作可分为以下两个方面:一是在“工程教育专业认证”中,针对石油工程专业的课程体系、培养方案、教学内容、课程设计等进行整合,增加跨学科交叉课程,使学生能从多个学科的角度去分析和解决复杂工程问题;二是在教学过程中,将案例教学与工程项目、实验研究、学术讲座等相结合,让学生参与到整个项目的研究过程中去。例如,在“复杂工程问题解决”课程设计中,可邀请机械、电子、计算机等不同学科背景的教师参与进来,让学生在课堂上和课外分别采用不同学科的方法解决石油工程专业中遇到的复杂问题。

(六) 评价与反馈机制建设

基于案例教学框架构建的评估体系,创新性的融合了三维评价模型。在形成性评价方面,采用动态观测法跟踪学生的元认知发展轨迹,重点监测批判性思维养成与工程问题解决能力的进阶表现。评价矩阵由认知维度(概念理解度)、能力维度(方案设计水平)和创新维度(技术突破点)构成,采用百分制结合等级制的复合量化方式。该体系特别设置了三角验证机制:指导教师侧重运用独立的分类理论进行认知结构诊断,互评过程引入盲审规则以强化客观性,而自我评估方面则整合了反思日志与学习档案的留痕方法。实践表明,通过定期开展案例研讨,能有效促进了评价数据的多向流动,其中基于经验学习理论的“案例解构-方案重构”循环模式,使参与者实现了能力层级的显著提升。值得关注的是,评价反馈体系通过建立动态能力监测图,可直观呈现个体在技术规范性、成本控制意识等多个核心指标的成长曲线,进一步促进了评价与反馈机制的完善^[5]。

(七) 融合信息技术赋能教学

石油工程教育领域正经历着数字化转型带来的深刻变革,依托智能技术构建的现代教学体系,为工程人才应对复杂工况的实践能力培育开辟了新路径。其中,基于分布式数据采集系统,教师可系统梳理跨学科文献资料与行业动态,结合油藏工程的特殊性,精准匹配具有典型意义的复杂工况教学案例。以页岩油开采为例,通过地质参数建模平台可完整呈现从三维地震解释到水平井分段压裂的全链条数据,形成符合储层特征的教学模

型。这种数据驱动的案例构建方式,既保留了工程实践的真实性,又兼顾了教学目标地针对性。而沉浸式虚拟仿真系统的构建,则突破了传统教学的时空限制。在钻井平台虚拟仿真实训中,学生可通过交互式设备模拟井控操作流程,实时感知钻压变化与泥浆循环系统的动态响应特征。这种基于数字孪生技术的教学场景,完整复现了钻井平台的作业环境,通过压力传感装置模拟井喷等突发状况,有效强化学生的应急处置能力。

结束语

综上所述,案例教学模式创新了理论传授与实践应用的融合路径,这种教学法通过真实情境的具象化呈现,能够深化学生对专业知识地认知内化过程,更在系统性培育学生的创新思维体系方面展现出独特优势。特别是在工程教育领域,将典型案例融入理论框架的方法,有效构建起知行合一的教学闭环:学生在拆解复杂工程难题的过程中,不仅需要整合多学科知识结构,更要通过项目制协作来锻炼自身的系统化思维,这种双重训练机制强化了学生的实践意识与创新能力,对于培育符合现代能源体系建设需求的复合型工程人才具有战略价值,其教学成效已在智能制造、新能源开发等前沿领域得到支持。

参考文献

- [1]沙野,赵呈孝,曹绪芝,等.基于工程教育认证的专业核心课程复杂工程问题案例式教学模式探究——以《高分子物理》为例[J].高分子通报,2023,36(4):529-534.
- [2]张炳荣,盛精,张义,等.复杂工程问题解决能力培养的实践课程教学设计和实施——以“客车制造工艺学课程设计”为例[J].科教导刊(电子版),2023:195-197.
- [3]范峥,蒋胜,刘菊荣,等.强化工程案例教学,促进研究能力培养——以“MATLAB与化工数值计算”课程为例[J].化工设计通讯,2024,50(2):72-75.
- [4]严晓龙,王秀友,冯莹莹,等.基于多工程案例的数据库课程混合教学模式的改革研究[J].赤峰学院学报:自然科学版,2023,39(4):115-118.
- [5]佚名.多模态教学理念下基于项目案例的工程训练教学模式研究[J].科教导刊(电子版),2024:224-226.