

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2024.02.013

欢迎按以下格式引用:杨庆,孔纲强,高凌霞,等.基于OBE理念的海洋工程地质虚实结合实训教学探索[J].高等建筑教育,2024,33(2):97-103.

# 基于OBE理念的海洋工程地质虚实结合实训教学探索

杨庆<sup>1</sup>,孔纲强<sup>2</sup>,高凌霞<sup>3</sup>,王忠昶<sup>4</sup>,冯晓静<sup>4</sup>

(1.大连理工大学 海岸和近海工程国家重点实验室,辽宁 大连 116024;2.河海大学 岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室,江苏 南京 210024;3.大连民族大学 土木工程学院,辽宁 大连 116600;4.大连交通大学 交通运输工程学院,辽宁 大连 116021)

**摘要:**海洋工程地质是土木工程、地质工程等本科专业基础课,探索课程的实训与实践教学体系是新工科建设和“一流学科”建设的重要内涵之一。基于成果导向教育(OBE)理念,按照“学生为本、目标导向”的教学思路,开展“反向设计、正向实施”和“虚实结合”等教学模式改革与创新。以工程单位对该专业毕业生的需求为目标导向,重新设计海洋工程地质的课程目标与内容设置、教学形式与方法,以及多元化能力考核与评价等环节,校企合作、协同发展,提高教学质量、激发学生创新创业能力,共建海洋工程地质实践基地的新模式。

**关键词:**海洋工程地质;虚实结合;实践教学;教学改革

中图分类号:TU473.1

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2024)02-0097-07

1989年美国、英国等6个国家的民间工程专业团队组织发起了本科工程学历资格互认的《华盛顿协议》,2013年中国成为预备会员,2016年成为第18个正式会员<sup>[1]</sup>。工程教育专业认证是实现各个会员国之间学历和工程师资格互认的基石,也是实现工程技术人才国际化的有效途径。中国工程教育加入《华盛顿协议》专业互认对提升工程教育国际影响力、加快中国工程技术人员国际化起到积极的推动作用,同时也对工程教育课程体系、办学软硬件条件、制度和人才培养等方面提出更高的要求<sup>[2]</sup>。按照通用标准和行业标准培养工程人才是《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》提出的“卓越工程师教育培养计划”建设的主要内容之一<sup>[3-4]</sup>。

成果导向(或称需求导向、目标导向或能力导向)教育(outcome-based education, OBE),最早由美国学者Spady提出<sup>[5]</sup>,以学生预期产出为合格工程师作为核心目标,制定相关教学培养方案和考核评价体系等,并在专业互认《华盛顿协议》会员国中得到推广应用<sup>[6]</sup>。教育的重点由传统意义上的“教师教了什么”转变为“学生学会了什么”。学生需要获得怎样的学习成果,为什么需要获得这些

修回日期:2021-06-21

作者简介:杨庆(1964—),男,大连理工大学教授,博士,博导,主要从事海洋工程地质研究,(E-mail)qyang@dlut.edu.cn。

学习成果,如何获得学习成果,如何衡量已获得该方面学习成果等四方面问题成为工程教育的重点。在新工科建设、国家创新驱动发展等大背景下,高等教育环节加强创新创业能力培养、提高实践与操作能力、加强实训教学等尤为迫切<sup>[7-8]</sup>。

工程地质课程是土木工程、海洋工程、地质工程、水利工程等本科专业基础课,海洋工程地质是工程地质课程教学中的一个重要组成部分<sup>[9]</sup>。针对目前海洋工程地质教学中存在的一些不足,将OBE工程教育理念引入该课程教学与实践中,以OBE理念为海洋工程地质课程教学主线,贯穿本科生在校学习的全生命周期。通过“学生为本、目标导向”的教学理念,“反向设计、正向实施”,以及“虚实结合”的新型教学形式<sup>[10-12]</sup>,以社会和企业对毕业生的要求为目标,开展相关专业的工程教育,进一步提升学生的工程素养和创新创业能力。

## 一、传统课程导向下海洋工程地质实践教学现状

在“卓越工程师教育培养计划”等国家项目建设的推动下,高校在实验室建设、实践与实习基地培育等方面增加了投入,但是,在传统课程导向下,海洋工程地质实践教学仍存在以下问题。

### (一) 实践教学目标不够清晰

对于学习海洋工程地质课程的相关专业(如土木工程、地质工程等)本科生而言,其目标导向是满足从事海洋工程建设等相关行业的勘测、设计、施工及监理等需求。目前,大部分高校的培养方案与目标相对笼统(比如,了解并掌握海洋地形地貌及其形成过程、海洋沉积物特性、海床稳定性等),无法满足相关行业对毕业生的需求。海洋工程地质原位测试难以实现且费用昂贵,采用室内土工测试方法或者虚拟仿真是个比较好的途径。实践教学是衔接课堂理论知识学习与工程单位实际生产工作之间的桥梁,然而,高校的实习与实践教学经费相对有限,企业不愿承担相关活动中可能带来的风险,再加上实践教学目标不够清晰的问题,导致实践教学效果无法达到预期目标。

### (二) 实践教学内容滞后

目前,大部分高校的实践教学内容参照理论教学教材中的仪器、设备等介绍内容,按部就班地在实践基地中向学生讲解,对国内外工程实际发展情况的考虑相对不足。比如,近期完成的港珠澳大桥建成后可能面临的海洋工程地质灾害问题,拟规划建设的海湾隧道、琼州海峡大通道等相关海洋工程地质问题等。部分实验平台与实践实习基地相对隔离,不利于学生系统训练,实践教学内容割裂、系统性不足等也造成实践教学效果不尽如人意。

### (三) 实践教学方法与形式相对单一

实验教学仍保持传统、单一的实验室教师操作演示和学生小组操作形式,实验教学过程缺乏师生之间的互动性,教学过程中仅侧重实验的完成度,而缺乏对学生创新创造性的启发培养过程。实践教学或工程地质实习,往往是走马观花式的游览参观,由于海洋工程地质的特殊性,无法有效参观真实海底的工程地质情况,而被实践教学所遗忘。近年来,快速发展的计算机技术等新形态教学方法尚未真正走入海洋工程地质实验教学环节中。

### (四) 实践教学资源及配套设施相对不足

经过多年的发展,尽管很多高校逐渐建立了工程地质实习基地,但是海洋工程地质学科发展迅速,大型工程建设项目不断涌现,传统实践教学手段难以适应其需求,且针对海洋工程地质的实习基地少之又少。这严重限制了本科生对海洋工程地质知识点的掌握与学习,也一定程度上阻碍了海洋工程人才培养质量的提高,无法满足海洋工程等相关行业对毕业生的要求与期许。已经建立的部分工程地质实习基地,在功能性、特色性及差异性上考虑不全面,存在一定的重复建设问题,且

各个高校所建立的工程地质实习基地互相共享性低,在一定程度上也造成了实践教学资源及配套设施的浪费。

#### (五) 实践教学考核与评价机制不够健全

实践教学的最终成果体现,需要有效的考核与评价机制。良好的考核与评价机制,也将促进并推动实践教学的动态发展。海洋工程地质作为专业理论课,需要提高学生的专业兴趣和科研兴趣,发挥学生学习的主动性,提高学生的实际动手能力。目前,在实践中,往往侧重操作能力,而对学生综合专业素养的关注相对不足,仅重结果、未关注过程。在为数不多的工程地质实习与实践基地建设,学校与企业之间缺少互动、考核与评价机制不够健全,阻碍了实习与实践基地的良性发展。

## 二、基于OBE理念的海洋工程地质实践教学体系构建

针对传统课程导向下海洋工程地质实践教学环节中存在的一些不足,积极构建基于OBE工程教育理念的实践教学体系十分必要。

### (一) 实践教学体系构建的必要性与紧迫性

#### 1. 《华盛顿协议》工程教育专业认证的需要

根据《华盛顿协议》,土木工程、地质工程等工科专业毕业生必须达到相关行业认可的质量标准要求,因此,海洋工程地质课程教学也必须要以培养适应于行业需求的毕业生为目标导向。围绕这个目标导向,改革实践课程教学体系、教学内容与方法,以及考核评价制度。

#### 2. 我国新工科内涵建设与发展的要求

2017年,从服务国家战略、满足产业需求和面向未来发展的高度,在“卓越工程师教育培养计划”的基础上,提出了持续深化工程教育改革的新工科建设。土木工程等工科毕业生要满足海洋工程产业/行业需求,适应快速发展的海洋资源开发与环境保护对相关工程技术人员的新技能与新要求,因此,海洋工程地质课程实践教学必须面向新形势,培养解决新问题的能力。

#### 3. “双一流”建设的要求

2017年,教育部、财政部和国家发改委联合发布世界一流大学和一流学科建设高校及建设学科名单,正式拉开了“双一流”建设的序幕。教育部鼓励相关高校将新工科研究与实践项目纳入整体建设方案。因此,海洋工程地质课程实践教学也必须顺应我国“双一流”建设的要求。

#### 4. 服务“一带一路”建设的人才培养需求

随着“一带一路”工程建设的持续推进,为服务“一带一路”共建国家的工程建设需求,高等教育机构围绕目标导向开展教育活动、培养合格毕业生。“一带一路”共建国家的海洋工程地质问题各异,更需要在实践中引入OBE工程教育理念。

### (二) 实践教学体系的设计原则

区别于传统课程先基础后专业的教学模式,OBE理念强调以行业需求为导向,根据相关行业发展情况进行动态设计,调整培养目标和课程体系。海洋工程地质课程OBE理念设计流程如图1所示。

#### 1. 以面向行业需求为导向

随着海洋油气、可燃冰等资源开发的快速发展,传统土木工程、海洋工程等专业毕业生无法满足新形势下大型海洋工程建设需求,因此,海洋工程地质课程实践教学,需要结合我国海洋工程甚至世界海洋工程发展的新动态、新特点,强化创新创业实践能力以适应后续工作中的新发展。

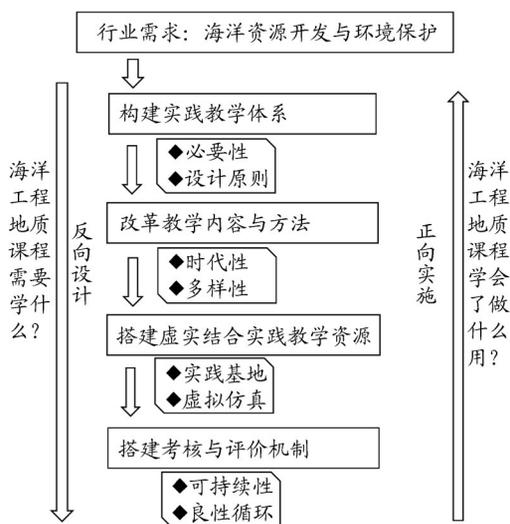


图1 基于OBE理念的海洋工程地质课程设计流程图

## 2. 以学生为学习的主体

改变传统以教师“教”为主的教学模式,开展以学生为中心的学生“需要学什么”“如何学”及“怎样学会”的教学活动,强调开放教学、互动教学,探讨课程目标的制订和课堂教学形式的改革。鼓励学生参加国家级或省级“大学生创新创业训练项目”,锻炼并提高创新创业能力,让学生走进“课堂”又走出“课堂”,面向社会与工程实际项目,实现“学会学习、学会做事、学会做人”的目标。

## 3. 保持实践教学的动态正向更新与可持续性

结合行业发展形势,构建基于OBE理念的海洋工程地质实践课程体系。除了接纳行业新动态之外,尚需保持相对开放的模式接受未来行业发展变化,并持续更新实践教学体系。高等教育系统被诟病的原因之一即是课程体系与社会行业发展的脱节,因此,海洋工程地质实践课程教学体系必须顺应时代,在海洋强国战略、海洋资源开发大背景下,构建“基本理论知识—虚实结合实训教学—实践教学”三阶段教学模式,并保持海洋工程地质实践教学的动态正向更新与可持续性。

# 三、基于OBE理念的海洋工程地质实践教学资源建立

## (一) 教学内容与教学形式改革

面向工程实践是开展工程教育的必然选择。基于OBE理念,结合天然气水合物沉积物工程特性测试仪器、透明土试验技术平台和土工鼓式离心机等实验设备与科研实验平台,给本科生讲授海洋工程地质课程中海洋工程地质勘察、海洋结构物基础设计与施工等相关知识点,并依托国家级或省级大学生创新创业训练项目,免费向本科生开放相关实验平台,提升实践教学品质,提高学生的综合专业素养。海洋工程地质课程实践教学内容与教学方法见表1。

## (二) 实践教学平台与实验中心搭建

以国家和教育部重点实验室为依托平台,在国家自然科学基金、国家重点研发计划、国家重点实验室开放基金等课题资助下,孵化新型海洋工程地质相关技术,将形成的优质科研成果(如模拟海相软黏土的人工合成透明土材料、海底沉积物现场取样技术设备等),通过再次优化与改造形成实践教学内容,为海洋工程地质实践教学平台建设提供良好的教学素材,以适应实践教学平台,服务于教师和学生。改革室内实验内容与教学模式,扩增地质模型实验教学、海洋古生物化石鉴赏、区域彩色地质图判读等室内实验教学环节,建立完整的工程地质室内实验体系,即矿物-岩石-古生

物化石-地质构造-地貌-地质图等。将启发式与互动式教学模式引入实验教学中,以研究性思维指导实验教学,培养学生创新思维方法。

表1 海洋工程地质实践教学内容与教学方法

序	教学内容	教学方法
1	理论知识点:海成地貌、海底沉积物等	结合多媒体的课堂授课,参观海洋工程地质标本室
2	典型案例介绍:海洋工程地质灾害	结合多媒体的课堂授课,虚拟仿真实验室演示
3	案例计算分析:海床基础稳定性	虚拟仿真实验室演示,基于Abaqus等数值软件计算分析
4	综合与创新训练:结合具体区域海洋工程地质情况,进行海洋工程结构物选址设计分析	以项目形式运作,以教师为主导、学生为主体,面向具体工程实际问题,团队分工协作进行探索与实践

大连理工大学成立海洋油气工程国际合作联合实验室,河海大学成立能源岩土国际合作联合研究中心,一方面服务于能源开发过程中遇到的岩土工程问题(如海洋工程地质问题、地热能开采问题等),另一方面服务于“一带一路”共建国家之间的合作与交流。实验室和研究中心为实践教学平台制订操作指南、安全事项和预约规则等,促进实践教学平台的良性循环与可持续发展。加强校内或校际之间的联系和沟通,实现实践教学平台的资源共享与优势互补,提高仪器设备的利用率,推动高校实践教学体系改革。

### (三) 虚拟仿真模拟实践教学平台建设

虚拟仿真模拟实践,不仅拓展实践教学的深度与广度,而且提高实践教学的效果与效率。虚拟仿真模拟实践教学平台可以考虑如下几个层次:(1)以建筑信息模型(building information modeling, BIM)技术为核心,针对工程地质课程实践教学的鲜明特色,为课程所关注的地质实习路线、各地质实习点及室内岩矿标本、地质模型等拍照摄像,制作图-文-声-动画并茂的多媒体教案,并与实物、实景和影像相结合,建立适用于海洋工程地质实践教学的BIM模型,建立海洋地貌形成过程、海底滑坡过程动画演示等,为实践课程讲授和学生参观学习提供支撑;(2)结合FLAC、Comsol、PFC等数值分析软件,将海床稳定性分析过程与结果展示给学生,且布置课程分项作业,供学生自我学习与自我分析;(3)在完成BIM建模、海洋工程结构与沉积物有限元数值模拟的基础上,结合VR、AR和MR技术,搭建模拟真实环境的实践教学平台,让学生身临其境地感受海洋工程地质相关问题。结合课程多媒体课件与国家重大工程(如海底隧道、海上桥梁、港口码头等),将地质历史发展、古生物演化、地质构造形成、地表变迁、工程建设的地质环境效应等全方位展示,使学生置身于工程建设的主战场,对复杂海洋工程地质环境更感兴趣,更愿意从事相关领域的科学研究和工程实践活动;(4)将BIM领域的相关功能(如专家咨询、服务体验、反馈与评价等)有机融合到海洋工程地质课程实践教学中,调动学生的学习主动性,体现学生的学习主体性。

### (四) 实习或实践基地建设

面向国家重大工程(如南海可燃冰开采、海洋平台与岛礁工程建设等),发动学生挖掘并筛选典型海洋工程地质问题与灾害的案例,提高学生的参与度。依托大连金石滩滨海国家地质公园,建立野外海洋工程地质教学实习基地。该基地集实验、实习、创新等功能于一体,开发野外地质教学最佳实习路线和特色地质教学点,强化现场各地质点的教学实习内涵,开展第一现场教学,学生实地认识滨海地区各类地形地貌、岩层分布和产状,理解风化作用的内涵,强化对实际断层、褶皱、节理等地质构造的认知,加深对地下水与滑坡等不良物理地质现象及海岸侵蚀地貌的理解,并针对典型地质剖面进行地质罗盘测绘。改革海洋工程地质实验实习用书,在传统工程地质实验实习用书的

基础上,增设海洋工程地质实验实习相关内容和应用环节,主要包括海底滑坡、海底浅层气等内容。结合项目,以小组形式完成海洋工程地质案例的调研、分析和研究,并提交调研报告、文献综述及学术论文等分项考核指标。

## 四、基于OBE工程教育理念的实践教学考核与评价

基于OBE工程教育理念,建立多元化、科学化和合理化的海洋工程地质课程实践教学考核内容与评价体系和标准化的评价模式,对学生的学习效果进行综合评定,并结合考核与评价结果反馈,重新优化教学体系、教学内容与教学方法,使教学与评价相辅相成、互相促进,最终达到提高教学质量的目的<sup>[13]</sup>。

### 1. 评价方式

区别于传统的期末考试(闭卷或开卷)和平时成绩相结合的方法,基于OBE理念的评价方式强调过程评价与结果评价相结合、教师评定与学生互评相结合,关注每名自身的发展过程,及时进行“学习诊断”,使每名自身都有机会通过努力达到预期学习效果。

### 2. 评价标准

首先,评价标准需有一定的挑战性且具备可执行性,鼓励深度学习。充分考虑学生个体差异,保证每名自身通过努力可以达成预期学习效果。针对海洋工程地质课程实践教学,结合理论知识学习、虚拟仿真实验、实践或实习基地认识学习,通过社会实践、调研报告、学术论文和答辩汇报等多个子项进行评价。

### 3. 评价内容

评价内容包括平时成绩和单项作业成绩的加权累积,实践教学的评价内容需体现回归工程实践的形式与体验。团队合作性也作为考核评价内容之一。

## 五、结语

面向《华盛顿协议》工程教育专业认证要求、我国新工科建设和“双一流”建设的需求,在简要分析传统课程导向下海洋工程地质课程实践教学现状与问题的基础上,基于OBE工程教育理念,结合海洋工程地质实践教学案例,引入虚拟仿真实实践教学手段,探索虚拟仿真和实际操作相结合的“虚实结合”实训实践教学途径。基于OBE理念的海洋工程地质虚实结合实训教学探索,一方面提高了学生的专业综合素养,达到社会及相关行业对毕业生的需求;另一方面对课程实践教学进行优化与改进,使其适应新时代、新形势,推动课程教学的可持续发展。

### 参考文献:

- [1] 华尔天,计伟荣,吴向明. 中国加入《华盛顿协议》背景下工程创新人才培养的探索与实践[J]. 中国高教研究,2017(1):82-85.
- [2] 庞岚,吕军,周建伟. 新工科建设背景下的地质类专业跨学科人才培养模式探析[J]. 高等工程教育研究,2020(1):62-66.
- [3] 郑海霞,廖丽心,王世斌. 国外典型高校产学合作教育模式比较分析——兼论对我国“卓越工程师教育培养计划2.0”的启示[J]. 高等工程教育研究,2019(5):88-96.
- [4] 孙付春,彭建设,唐茂. 面向“卓越计划”学生工程实践素质培养体系[J]. 实验室研究与探索,2015,34(5):169-171.
- [5] Spady W G. Outcome-based education: critical issues and answers[M]. Arlington: American Association of School Administrators, 1994.

- [6] Mchunu S P, Imenda S N. The effects of traditional, outcomes based education (OBE) and blended teaching approaches in alleviating conceptual difficulties and alternative conceptions in grade twelve mechanics [J]. *International Journal of Educational Sciences*, 2015, 8(2): 333-343.
- [7] 刘峰,石永军. OBE理念下机械创新设计实践课程教学研究与实践[J]. *实验室研究与探索*, 2018, 37(10): 196-200.
- [8] 刘建平,贾致荣,师郡. 基于OBE教育理念的混合课程教学改革——以混凝土与砌体结构设计课程为例[J]. *高等建筑教育*, 2018, 27(6): 87-92.
- [9] 左双英,陈筠,杨根兰,等. 贵州大学地质工程研究生创新实践基地运行机制与教学体系[J]. *中国地质教育*, 2018, 27(2): 73-77.
- [10] 赵巍,刘梦莹,刘学斌,等. 基于OBE理念的虚实结合实训教学体系实践[J]. *实验技术与管理*, 2018, 35(3): 185-189, 232.
- [11] 张珂,郑宾国,崔节虎,等. 基于OBE模式的环境工程虚拟仿真实验中心建设探索[J]. *实验技术与管理*, 2019, 36(1): 270-273.
- [12] 姚颂东,方志刚,陈林,等. 虚拟仿真在OBE实践教学及创新创业中的作用[J]. *实验技术与管理*, 2019, 36(6): 229-233.
- [13] 周仲海,朱昌平,刘丹平,等. 基于OBE理念协同培养创新型工程人才的实践[J]. *实验室研究与探索*, 2018, 37(9): 193-196, 201.

## Exploration of virtuality and reality combination marine engineering geology practice teaching based on OBE concept

YANG Qing<sup>1</sup>, KONG Gangqiang<sup>2</sup>, GAO Lingxia<sup>3</sup>, WANG Zhongchang<sup>4</sup>, FENG Xiaojing<sup>4</sup>

(1. State Key Laboratory of Coastal and Offshore Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, P. R. China; 2. Key Laboratory of Ministry of Education for Geomechanics and Embankment Engineering, Hohai University, Nanjing 210024, P. R. China; 3. College of Civil Engineering, Dalian Minzu University, Dalian 116600, P. R. China; 4. School of Traffic and Transportation Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian 116021, P. R. China)

**Abstract:** Marine engineering geology is one of the compulsory course of undergraduate majors in civil engineering and geological engineering. Exploring its practical training and teaching system is one of the important connotations for the new engineering project and first-class disciplines construction. Based on outcomes based education (OBE) concept, following the teaching concept of student-oriented and goal-oriented, the teaching mode reform and innovation of reverse design, positive implementation, and virtuality and reality combination are conducted. Focus on the goal of engineering units' demand for graduates, the curriculum objectives and content settings, teaching forms and methods, diversified ability assessment and evaluation are redesigned. By school-enterprise cooperation and collaborative development, improving teaching quality and stimulating students' innovation and entrepreneurship abilities, a new model of marine engineering geological practice base is jointly built.

**Key words:** marine engineering geology; virtuality and reality; practice teaching; teaching reform

(责任编辑 周沫)