

虚拟仿真技术在海上采油平台应急逃生教学中的探索与实践

石书强*, 卢宇, 张雪, 达祺安, 刘哲知, 刘发平

重庆科技大学石油与天然气工程学院, 重庆

收稿日期: 2026年8月7日; 录用日期: 2026年9月8日; 发布日期: 2026年9月15日

摘要

海洋油气工程专业的学生需要掌握海上采油平台应急逃生技能。这类技能在传统课堂中不容易教, 也不容易练。学生去平台实训受到很多限制: 场地有限、安全要求高、花费大、而且训练次数太少。所以这个项目属于高危、高难度的教学类型。本文介绍了海上采油平台应急安全逃生虚拟仿真实验项目的建设思路 and 教学设计。项目参照真实平台的结构来做三维场景。里面设置了完整的训练内容, 包括怎么选逃生路线、怎么穿救生衣、怎么看三色灯、怎么翻T卡、怎么放救生艇和乘坐救生艇。学生可以在虚拟环境里反复操作, 在安全的条件下熟悉整个流程, 把操作规范练熟。系统会实时记录操作步骤并给出反馈, 还把知识学习、技能训练和考核结合到一起了。虚拟仿真技术有助于缓解的是“到不了现场、做不了实操、犯不起错误”这些问题。这个项目对海洋油气工程专业的实践教学体系建设有一定的参考意义。

关键词

虚拟仿真, 实验教学, 海上采油平台, 应急逃生

Exploration and Practice of Virtual Simulation Technology in Emergency Escape Teaching on Offshore Oil Production Platforms

Shuqiang Shi*, Yu Lu, Xue Zhang, Qi'an Da, Zhezhi Liu, Faping Liu

School of Petroleum Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: August 7, 2026; accepted: September 8, 2026; published: September 15, 2026

*通讯作者。

文章引用: 石书强, 卢宇, 张雪, 达祺安, 刘哲知, 刘发平. 虚拟仿真技术在海上采油平台应急逃生教学中的探索与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 1055-1061. DOI: 10.12677/ae.2026.1691996

Abstract

Students majoring in offshore oil and gas engineering are required to master emergency evacuation skills for offshore oil production platforms. These skills are neither easy to teach nor easy to practice in traditional classroom settings. Students face numerous constraints when conducting practical training on actual platforms, including limited site availability, high safety requirements, substantial costs, and insufficient training frequency. Therefore, this project falls into the category of high-risk and high-difficulty teaching. This paper presents the development concept and instructional design of a virtual simulation experimental project for emergency safety evacuation on offshore oil production platforms. The project builds a 3D scene based on the structure of a real platform. It incorporates a comprehensive training curriculum, covering how to select evacuation routes, put on life jackets, interpret three-color indicator lights, flip T-cards, deploy lifeboats, and board lifeboats. Students can repeatedly perform operations in a virtual environment, becoming familiar with the entire process and mastering operational protocols under safe conditions. The system records operational steps in real time and provides feedback, while integrating knowledge learning, skill training, and assessment. Virtual simulation technology helps alleviate the problems of “inaccessibility to the site, impossibility of hands-on practice, and intolerability of mistakes.” This project offers certain reference value for the development of practical teaching systems in offshore oil and gas engineering majors.

Keywords

Virtual Simulation, Experimental Teaching, Offshore Oil Production Platform, Emergency Evacuation

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

海洋油气开发是国家能源战略的重要组成部分。海上采油平台是海洋油气开发的核心平台[1]。海上采油平台面临着高温、高压、易燃、易爆、远离陆岸等问题。一旦发生火灾、井喷失控、其他恶劣海况等突发事件，人员逃生窗口期极短，应急处置能力和临场反应直接决定生死。目前国内外海上采油平台事故案例频发，平台事故导致重大人员伤亡的案例反复出现，这些事故和案例进一步说明：应急逃生技能是海上从业人员的最后一道生命防线，是每一个从事海上工作或者学习海洋油气工程专业学生必须要学会的技能。

目前高校海洋油气工程专业课程体系中，特别是认知实习、海洋油气工程的生产实习，应急安全逃生相关内容以课堂讲授、视频观摩为主[2][3]，并没有实际的演练环节，缺乏规范的、系统性的训练，这就导致学生在应对现场安全事故突发时的临场反应不足。教育部《关于一流本科课程建设的实施意见》提出，要“推动信息技术与教育教学深度融合”[4]-[6]。虚拟仿真实验教学一流课程被列为国家级一流本科课程的五种类型之一。本文以海上采油平台应急安全逃生虚拟仿真实验教学项目为对象，探讨虚拟仿真技术破解“三高三难”教学困境的实践路径，以期同类专业的实验教学改革提供参考。在高校教学方面，在教学应用方面，孙翔宇(2025)探讨了建立虚拟现实海上油气开采实训平台的可行性，主张通过多感官刺激使学生在校园内体验海上平台工作环境，以突破安全、资金与场地限制带来的实训瓶颈[7]。在企业培训领域，Alakkat 和 Alkatheeri (2025)开发了 AI 驱动的 6D 数字孪生系统，集成增强现实与虚拟现实技术构建沉浸式海上平台虚拟副本，支持学员完成阀门操作、危险识别及应急撤离等任务，试点显示

知识保留率提升 50% [8]。

2. 传统教学困境与虚拟仿真的破局逻辑

2.1. “三高三难”：传统教学的四重约束

依托真实海上采油平台开展应急逃生教学，存在四重约束。

第一，场地资源不可及。海上平台远离大陆，交通依赖直升机和船舶。平台承载能力和生活空间有限，无法满足批量学生上平台实训的要求。海洋油气工程专业每年有近百名学生需要接受训练，平台的容纳能力仅能满足少量人员短期驻留，无法满足大规模的实习。

第二，高危场景无法复现。海上平台事故包括火灾烟雾、井喷、平台失稳倾斜、台风暴雨等极端场景，在训练中无法合法合规的复现这些场景，而学生在真实模拟过程中，必须反复演练才能形成肌肉记忆，在遇到安全问题时，第一时间做出正确的处理。目前的课堂讲授和视频观摩的教学方法，只能给学生提供间接经验，学生无法真实体现危机来临时的压迫感、紧急感、危险感，在面对危险决策时无法正确决策。

第三，错误代价过大，不可承受。事故一旦发生，在逃生训练中，如何正确选择路线、快速穿好救生衣、快速进行 T 卡翻取、正确放下救生艇、安全登上救生艇，顺利逃生，在真实场景中会危及生命，线下真实实训难以容忍试错，只有在真实的模拟环境中，才能在危机中做出正确反应。这使得实训必须在安全的框架内进行演练。

第四，受到平台空间和时间的限制，训练频次无法保障。受平台空间和时间的限制，大部分学生最多获得一次性参观式体验，无法反复体验和观摩，不能有效形成技能巩固和条件的自然反射。而真实的应急技能的掌握需要反复训练，才能形成有效的自动化反应。

2.2. 虚拟仿真的破局逻辑

虚拟仿真实验教学是解决“高危、高耗、高难度”实验项目和“难观摩、难再现、难操作”教学困境的有效手段[9] [10]。海上平台应急安全逃生训练具备“三高三难”的全部特征。而虚拟仿真技术不仅可以真实构建海上采油平台，同时也可模拟现场真实火灾、井喷、井架倾斜、台风暴雨等情况，学生可以通过亲手操作，亲身感受，实现海上采油平台安全逃生的反复训练、高效训练，形成条件式的反应，快速高效处理安全逃生路线。

虚拟仿真技术可有效缓解场地资源、高温、高压、易燃易爆、错误代价高、训练频次不足等问题。首先，在场地资源方面，虚拟仿真实验不受空间限制，学生可在校内实验室完成训练和模拟，有效克服了海上平台空间较小带来的限制。其次，在高危场景方面(高温、高压、易燃易爆)，虚拟仿真技术不仅可以模拟各类火灾、井喷事故、平台倾斜等极端场景，也可以让学生在安全条件下体验高风险场景[11]，实现安全、高效的学习。在错误代价方面，虚拟仿真模拟技术完全支持试错学习，不仅系统即时反馈错误的实习环节，同时也可容忍生命的错误，可以随时从头再来，真正意义上实现零物理风险的实习实训。最后，在训练频次方面，虚拟仿真技术可以满足学生反复、高效的模拟学习，不受次数、时间的限制，大大提高了学习效率。虚拟仿真技术并不是为了替代传统教学方式，而是在原有教学模式上进行弥补和完善，是一种高效的学习方式。

3. 实验教学设计

3.1. 教学目标设计

本虚拟仿真实验面向海洋油气工程专业学生。以海上采油平台应急安全逃生为目标，通过虚拟仿真技术构建海上生产环境和应急事故场景，让学生实现沉浸式、交互式的学习，教学目标分为知识、能力

和素质三个维度。

知识目标：本教学知识目标是让学生学习事故发生类型、逃生路线选择、救生衣穿戴、T 卡翻取、正确释放救生艇、安全登陆救生艇、熟悉救生艇内部环境、安全平稳下放救生艇，最后安全逃生，让学生学习安全逃生的基本技能、原理和相关知识。

能力目标：通过事故发生类型、安全路线逃生、救生衣穿戴、T 卡翻取、安全登陆救生艇、安全逃生等环节的学习，提升学生面对危险困境时对危险事故的判断、紧急事故处理、逃生、自救和互救的能力。

素质目标：培养学生“生命至上、安全第一”的职业理念，培养学生面对危险时团队协作、服从指挥的职业素养，提升学生面对突发事件的应急处理能力。

3.2. 实验内容设计

实本虚拟仿真实验设计共包含 18 个步骤，分别为：完成实验预习，树立安全意识、观察海上采油平台三维场景、识别并判断事故信息、识别三色灯状态、判断并选择安全逃生路线、沿选定路线撤离至集合点、领取并初步检查救生衣、规范穿戴并检查救生衣附件、查找并翻转个人 T 卡、前往指定编号位置集合、打开救生艇安全锁并解除固定、检查救生艇连接挂钩、检查救生艇吊放绳索、打开安全门并登上救生艇、到达指定座位并系好安全带、核对救生艇内应急物资、操作救生艇平稳下放至海面、完成并提交实验报告等，表 1 为学生交互性操作步骤。

Table 1. Overview of student interactive operation steps
表 1. 学生交互性操作步骤一览

步骤序号	步骤目标要求	步骤合理用时	步骤满分
1	完成实验预习，树立安全意识	5 分钟	20 分
2	观察海上采油平台三维场景	2 分钟	2 分
3	识别并判断事故信息	3 分钟	3 分
4	识别三色灯状态	2 分钟	2 分
5	判断并选择安全逃生路线	3 分钟	3 分
6	沿选定路线撤离至集合点	2 分钟	2 分
7	领取并初步检查救生衣	3 分钟	3 分
8	规范穿戴并检查救生衣附件	3 分钟	3 分
9	查找并翻转个人 T 卡	2 分钟	2 分
10	前往指定编号位置集合	3 分钟	5 分
11	打开救生艇安全锁并解除固定	2 分钟	2 分
12	检查救生艇连接挂钩	3 分钟	3 分
13	检查救生艇吊放绳索	2 分钟	5 分
14	打开安全门并登乘救生艇	3 分钟	3 分
15	到达指定座位并系好安全带	2 分钟	2 分
16	核对救生艇内应急物资	3 分钟	5 分
17	操作救生艇平稳下放至海面	5 分钟	5 分
18	完成并提交实验报告	5 分钟	30 分

这一流程设计体现了层层递进的教学逻辑。从认知层面的平台熟悉和事故识别，到操作层面的救生衣穿戴和设备检查，再到综合层面的应急决策和团队协作，能力训练的复杂度逐步提升。

3.3. 核心要素仿真设计

实验系统在九个方面进行了核心要素的仿真设计。

海上采油平台三维场景仿真。根据平台实际结构和功能分区，建立生活办公区、生产作业区、设备区、甲板通道、楼梯、安全出口、应急集合点和救生艇区域的三维模型。通过比例建模、材质贴图、灯光环境和海洋场景设计，模拟平台的空间布局和作业环境。

应急安全逃生流程仿真。设置完整逃生流程，包括穿戴救生衣、翻转 T 卡、集合至指定位置、打开救生艇安全阀、检查绳索完整性、打开安全门、依次落座、佩戴安全带。操作者可在虚拟环境中完整体验从事故发生到安全撤离的过程。

救生衣穿戴流程仿真。建立救生衣三维模型及交互操作系统，对领取、展开、穿戴、调整 and 检查进行仿真。系统对操作顺序、穿戴时间、动作准确性进行判定。

三色灯识别仿真。在平台关键位置设置三色状态灯。绿色代表正常状态，黄色代表油气泄漏，红色代表综合报警。操作者根据灯光颜色判断安全等级并采取相应措施。

T 卡翻转与人员清点仿真。模拟应急集合点的 T 卡管理系统。操作者翻转个人 T 卡，系统根据 T 卡状态统计已到和未到人员。

救生艇释放前安全检查仿真。模拟打开安全锁、检查连接挂钩、查看吊放绳索等流程。

救生艇登乘与乘坐仿真。模拟人员进入救生艇、到达座位、系安全带及保持合理人员分布的过程。

救生艇内物品清单仿真。模拟饮用水、应急食品、急救药品、通信设备等物资的核对过程。

救生艇下放仿真。模拟救生艇从平台甲板下放至海面的操作过程。系统对下放顺序和操作速度进行判定。

3.4. 教学方法

本实验采用“理 - 实 - 虚一体化”的教学方法，将理论教学、实践教学与虚拟仿真实验结合。具体包含四个环节。

课前预习：学生通过系统网站自学实验原理、操作步骤和考核要求，利用预习模块自主练习。教师通过“讨论反馈”模块解答问题。

实验引导：教师讲解实验目的、原理、学习方法与要求，安排观摩并讲解逃生原理、流程及虚拟仿真实现方式。

实验操作：预习测试达到 60 分以上后进入考试模式。学生自主完成操作考试和专业理论基础知识测试。

成绩评定：采用预习成绩、操作成绩、理论成绩和实验报告四维综合考核。

4. 预期教学成效及前景

4.1. 预期教学成效

这个项目正在建设中。根据设计目标和前期基础，预期可以达到以下效果。

第一，填补课程体系上的空白。海洋油气工程专业现有的实验教学，已经有油气钻采、流体力学、海洋环境模拟这些方向的实验。但人员安全与应急逃生这一块长期缺失。该项目从应急逃生操作入手，建成之后，实践教学就不再只关注装备与工艺，而是扩展到人与安全。第二，改变学生的学习方式。原

先应急安全教学以教师讲授和视频观摩为主。虚拟仿真实验建好后,学生要自己完成从判断事故到安全撤离的全过程。在试错中建构知识,在反复训练中形成技能。系统实时记录操作并给出反馈,实现“学、练、评”一体化。第三,推动科研成果进课堂。团队已经把安全应急领域的科研成果用在虚拟仿真实验教学内容的设计上。建成后教学内容的先进性和实用性有保障。第四,形成可推广的模式。该项目在教学组织、技术路线、考核方式上形成了完整方案。建成后可以辐射到石油工程、安全工程等专业,面向海洋油气工程专业全体本科生开放。

4.2. 应用前景

项目建成后,预期可以在以下方面发挥作用。

课程教学方面,实验项目将用在《海洋采油工程》《采气工程》《海洋油气工程生产实习》《海洋油气工程认知实习》4门课程中,总共安排8个学时的实验教学。预计每学年覆盖海洋油气工程专业本科生60到80人。每人可获得不少于5次完整的逃生流程训练。与过去只能通过课堂讲授和视频观摩相比,训练频次和技能掌握程度预计会有明显提升。

学生能力培养方面,以救生衣穿戴训练为例。原来的教学只能看图片和视频,学生没有动手机会。虚拟仿真实验建成后,学生在三维场景中完成领取、展开、套穿、颈部固定、绑带收紧、卡扣连接、附件检查等一系列操作。系统对每一步进行判定和记录。经过3到5次重复训练,操作正确率和穿戴时间预计都会有明显改善。

逃生路线选择训练方面,系统已经设计了火灾、油气泄漏等不同事故场景。部分通道设为不可通行。学生需要判断事故位置、危险范围、通道状态,选择安全路线而不是最短路线。多次训练后,选择安全路线的正确率预计从初次训练时的不足50%提升到90%以上。

资源共享方面,项目建成后纳入学校虚拟仿真实验教学共享平台,面向全校相关专业开放。还计划和其他院校开展虚拟仿真实验教学资源合作,扩大覆盖面和服务范围。

5. 结论

(1) 海上采油平台应急安全逃生虚拟仿真实验教学项目,是用虚拟仿真技术破解“三高三难”教学困境的一次尝试。项目参照真实平台结构和行业安全标准,搭建了一套虚拟仿真实验系统。这套系统涵盖了逃生路线选择、救生衣穿戴、三色灯识别、T卡翻转、救生艇释放与乘坐等完整的操作环节,形成了“知识学习-虚拟训练-能力考核”相结合的教学方式。

(2) 目前项目已经完成教学设计和系统开发的主体工作,正在测试完善。建成后预期可以突破物理实训在场地、安全、成本和频次上的限制,把“不可训练”变为“高效训练”,把“一次体验”变为“反复强化”。为海洋油气工程专业应急安全能力培养提供一条可行的路径。

(3) 虚拟仿真技术正在改变工程教育的面貌。在“新工科”建设和教育数字化转型的大背景下,以虚拟仿真实验教学为突破口,推动实践教学从依赖实物走向虚实融合,从依靠经验走向数据驱动,是提升工程人才培养质量的一个方向。海上采油平台应急安全逃生虚拟仿真实验的探索,为这个方向提供了一个可供参考的案例。

参考文献

- [1] 教育部高等学校海洋工程类专业教学指导委员会. 海洋油气工程专业教学质量国家标准[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [2] 李晶晶, 陈国明. 海洋平台应急撤离风险评估体系构建与应用[J]. 中国安全科学学报, 2015, 25(5): 92-97.
- [3] 朱琳. 海洋平台应急撤离过程的场景构建与VR实验研究[D]: [硕士学位论文]. 东营: 中国石油大学(华东), 2022.

-
- [4] 教育部关于一流本科课程建设的实施意见[EB/OL]. 2019-10-30.
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html, 2026-08-31.
- [5] 覃婷, 唐琳, 郭俊雄, 等. 基于 Plexim 在线仿真的“电力电子技术”教学模式探索[J]. 成都工业学院学报, 2026, 29(4): 85-88.
- [6] 王侃, 鲍锋, 李广文, 等. 价值引领与空间认知的融合: 地理科学概论课程思政实施策略研究[J]. 西安文理学院学报(社会科学版), 2026, 29(3): 44-47, 59.
- [7] 孙翔宇. 基于虚拟现实的海上油气开采实训教学探析[J]. 大学教育, 2025(20): 96-99.
- [8] Alakkat, K.H. and Alkatheeri, M.S. (2025) AI-Powered 6D AR/VR Offshore Twin: A New Era of Immersive Workforce Training. ADIPEC 2025, Abu Dhabi, 3-6 November 2025, SPE-229367-MS.
- [9] 应畅, 马小龙. “三高三难”背景下职业院校虚拟仿真实训改革初探[J]. 湖北开放职业学院学报, 2024, 37(7): 169-170+173.
- [10] 王卫强, 魏丽杰, 洪炳沅, 等. 天然气站场虚拟仿真实实践教学系统设计与实现[J]. 辽宁石油化工大学学报, 2025, 45(6): 61-67.
- [11] 姚泰宇, 邓莉, 陈纪法. 虚拟仿真与智能体双重赋能的高中电磁学智慧平台范式构建与实践路径研究[J]. 物理教学, 2026, 48(8): 27-30.