

面向海岸灾害课程的智能化实践教学质量管控创新探索

吴德安

河海大学 港口海岸与近海工程学院, 中国·江苏 南京 210024

摘要: 本文针对船舶与海洋工程专业《海岸工程灾害与应急管理》课程实践教学中长期存在的几个难题——灾害场景难以真实再现、成绩评定偏重教师主观印象、实训过程缺少持续跟踪——提出一套把数字资源供给、全过程监管与多元评价反馈贯通起来的智能化质量保障办法。具体落实为三项工作: 一是建设动态灾害场景资源库, 并配套虚拟应急演练平台; 二是搭建线上、线下相衔接的数据监管系统; 三是引入机器学习算法, 构造多维度量化评价模型。这套办法对专业毕业要求的达成能起到实际支撑作用, 同时把工程安全意识与海洋强国观念自然融入教学, 可供水利、海洋类工科专业的实践教学改革参考。

关键词: 船舶与海洋工程; 人工智能; 实践教学质量; 海岸工程灾害; 虚拟仿真教学

Innovative Practice of Intelligent Practical Teaching Quality Control for Coastal Disaster Courses

Wu De'an

College of Harbour, Coastal and Offshore Engineering, Hohai University, China Jiangsu Nanjing 210024

Abstract: Disaster and Emergency Management of Coastal Engineering is a core elective for Naval Architecture and Marine Engineering majors, where hands-on training has long been constrained by the difficulty of recreating disaster scenes, the subjectivity of assessment, and the lack of continuous supervision of drills. Against the backdrop of emerging engineering education, this paper sets out an integrated quality-assurance scheme that ties digital resource provision, whole-process monitoring, and multi-perspective evaluation feedback together. In practice this comes down to three strands: building a dynamic database of disaster scenarios together with a virtual emergency-response training platform; setting up an online-offline supervision system for collecting training data; and applying a machine-learning model to produce a multi-dimensional quantitative evaluation. The scheme helps meet the program's graduation requirements while weaving engineering-safety awareness and a maritime-power mindset into teaching, offering a workable reference for practice-oriented reform in water-conservancy and marine engineering education.

Keywords: Naval architecture and marine engineering; Artificial intelligence; Practical teaching quality; Coastal engineering disasters; Virtual simulation teaching

0 引言

《海岸工程灾害与应急管理》是船舶与海洋工程专业本科生的核心选修课, 讲授内容涉及海岸工程、海洋灾害与应急管理等多个方面, 落脚点在于训练学生面对风暴潮、溢油、海冰、海啸这类灾害时的实践本领。按课程设计, 学生需要依次达成四层目标: 先弄清常见海洋灾害是怎么形成、又是怎样演变的^[1], 再掌握风险评估的基本方法、能够搭建灾害评价模型, 进而学会独立起草应急方案^[2], 最终能用所学知识去应对海洋防灾中的实际问题^[3]。

在国家海洋强国战略的带动下, 这个专业需要不断调整课程安排与实践环节, 使学生的综合素质跟得上行业转型升级的要求^[5]。就本课程来说, 其实践教学与工程问题

分析、环境可持续发展、项目管理等 12 项毕业要求观测点直接挂钩, 同时还承担着培育工程安全观念、厚植海洋强国情怀的育人任务^[4]。可以说, 实践教学抓得紧不紧, 直接决定人才培养目标能不能落到实处。

沿用多年的实践教学模式, 短板也比较明显。最突出的一点是灾害场景搬不进课堂——风暴潮、溢油这类事件来得突然又十分危险, 不可能在教室里反复演示, 过去只能依靠静态案例和做了简化的实验撑场面, 学生很难对灾害演化的完整过程建立起直观印象^[4]。评价环节同样主观色彩浓厚, 成绩基本由实验报告和教师印象决定, 操作过程中的数据并没有被记下来, 一篇报告写得再好竟对应多少真实能力, 往往说不清楚^[3]。过程监管也有缺口, 线下

实验主要靠教师来回巡视,线上训练又缺少有效的行为跟踪,问题一出现,教师常常来不及干预^[5]。

数字化和人工智能技术的逐渐成熟,为实践教学改革打开了新的空间。虚拟仿真能把灾害场景重新拉回课堂,数据采集让我们看清楚学生在实训中的每一步动作,机器学习则能在成绩评定上助一臂之力。正是基于这些条件,笔者结合本院现有的软硬件情况,设计并一步步落实了一套智能化实践教学质量保障体系。

1 智能赋能实践教学质量保障体系的整体设计

1.1 设计依据与建设目标

1.1.1 设计依据

整套体系的设计,首先以这门课自身的四层教学目标和三处思政教育要点为出发点,再对照专业 12 项毕业要求逐条落实。比如,灾害机理的认知训练对应的是解决复杂工程问题的能力,应急方案设计对应生态与可持续发展的意识,一套完整的实训流程对应项目管理素养,案例教学则把海洋强国和工程安全的理念嵌了进去。这样安排的目的,是让知识传授、能力培养和价值引领三者真正合到一处,而不是各管一段^[5]。

1.1.2 建设目标

体系要实现的总体目标,可以概括为“场景动态化、过程透明化、评价精准化”。具体来说,一是开发能动的灾害仿真资源,把灾害从发生到演变的完整过程呈现出来;二是打通线上线下的数据采集通道,让每一次实训行为都有据可查;三是建立多维度量化指标体系,借助智能模型尽量挤掉人为评分里的主观水分。最终希望达到的效果,是学生实操能力与教师管理效率同步提高,教学质量保持稳定。

1.2 数字化实践教学资源建设

1.2.1 多类型动态灾害场景资源库

我们以国内沿海风暴潮、溢油和海冰的实测资料为基础,搭建了一个关键参数可以按需调节的动态灾害场景库,库里分设四个模块。风暴潮模块里,台风强弱、地形和潮位都能随教学需要调整;溢油模块结合水动力条件,把油污在水面的扩散过程动态展示出来;海冰模块用来重现冰情的演变及其造成的危害;海啸模块则按设定的地震参数,模拟近岸地区的淹没情况。每个模块都配了真实案例和知识提示,方便教师讲授理论时随手切入案例分析^[4]。

1.2.2 VR 虚拟应急实训平台

依托虚拟现实技术,我们搭建了海上平台溢油处置与

海岸风暴潮防护两类训练场景,训练流程覆盖风险识别、方案设计、处置操作和效果评估四个环节。学生进入虚拟环境后,先采集现场信息,系统随即核验数据是否齐全;接着制定处置方案,由系统判定方案是否符合规范;之后借助 VR 设备动手操作,系统把每一个步骤记下来,对不规范的地方单独标出;最后自动生成一份量化报告,个人与小组两种模式都可以运行。

1.3 全流程智能教学监管模块

监管模块分为两块,一块负责线下实验,一块负责线上实训。

1.3.1 线下实体实验智能监管系统

线下这一块,我们在实验室里布置了压力、位移、应变传感器,并加装高速摄像设备,由边缘计算终端就近处理数据,再上送到云端平台。学生操作时,硬件会把操作动作和结构响应实时采集下来,云端同步可视化呈现;一旦出现违规操作或者数据异常,系统会自动推送警报。教师既可以在远端给予指导,也能把最原始的记录留存备查^[3]。

1.3.2 线上虚拟实训行为追踪系统

线上这一块,我们在虚拟演练和在线研讨里都嵌入了追踪功能,学生每次调整参数、改动方案、提交操作日志乃至发言内容,都会被实时记录下来。报告和研讨文本交给自然语言处理技术来分析,从中提取学生在知识掌握和方案设计上的特征信息。全部行为按时间轴存好,教师回头一查就能还原整个训练过程,也能据此给出有针对性的指点^[5]。

1.4 量化评价与教学反馈模块

1.4.1 多维度实践教学评价指标体系

评价指标以课程目标、毕业要求和行业标准为坐标,从知识掌握、实操技能、工程素养和创新能力四个维度展开,一共分解出 16 项二级指标,各项权重经过三轮德尔菲咨询后敲定。其中知识掌握占三成,下面含灾害机理认知、风险评估方法、应急管理体系三项;实操技能权重最高,占四成,考核操作规范性、方案可行性、数据处理和问题解决能力;工程素养占两成,看的是安全防护意识、生态保护观念和团队协作;创新能力占一成,关注应急方案优化与技术创新。评分所用的数据,统一由监管系统自动采集,尽量排除人为干扰^[3]。

1.4.2 机器学习评价模型与分层反馈机制

评价模型选用随机森林算法,看中的正是它处理多维数据的能力和抗过拟合的特性。训练集取最近三届学生的

实训数据,先做数字化和标准化处理,再用交叉验证把参数调到最优。从对照情况看,模型的评分与教师给出的综合评分一致性较高^[9]。同时系统支持增量学习,每学期有新数据进来,就自动更新一次模型。

反馈层面配套三级机制:实训一结束,学生就能收到个人报告,里面有能力雷达图,也标明了薄弱点和改进建议;班级数据汇总后生成诊断报告;再往上是交给教学管理部门的课程整体质量报告,用来展示能力分布和整体实施效果。

2 体系运行中的问题与优化方向

2.1 当前运行存在的主要不足

体系运行一段时间后,一些问题也渐渐暴露出来。一是训练样本数量偏少,工程素养这一类指标的评分不够稳定;二是 VR 平台的设备兼容性还没有做到位,有学生反映操作时会卡顿、上手不容易,而且现有场景只覆盖了风暴潮和溢油两类,海冰、海啸两个模块仍不完善;三是实训内容与行业一线的规范还有差距,部分任务的难度和企业实际需求对不上^[2]。

2.2 改进措施

针对上述不足,我们做了几方面调整。数据规模方面,联系涉海兄弟高校,共建共享实训数据,并采用“AI 初评加教师复核”的双轨办法定期核查^[9]。技术平台方面,提升 VR 服务器性能、改进设备适配,补上引导教程和故障自动修复功能,同时开发轻量级移动端版本,尽快完成海冰与海啸场景的搭建。课程内容方面,成立校企合作教学指导委员会,请企业工程师直接参与实训项目设计,把海上风电、港口防护这类实际问题转成教学课题,技术细节由企业专家把关,确保训练流程贴合行业规范^[2]。

2.3 推广建议

在新工科和 OBE 理念的语境下,把这一套体系推广出去,对完善海洋工程类专业的培养模式是有帮助的^[5]。推广不妨分层次来做:专业相近的可以整体移植,只需调整指标权重;跨专业的则提取核心模块,针对水利、环境工程方向定制场景,这样能有效降低复用成本。

与之配套的还有几件事要跟上。师资建设上,定期组织“智能技术加工科教学”的培训,提升教师的数字化素养,并建立校企双向交流机制;平台建设上,依托校企合

作持续迭代,预留好通用接口;再争取校级教改专项支持,把项目列为示范项目,确保它能够长期稳定地运行下去。

3 结语

本文围绕课程实践教学场景中场景有限、评价主观、监管不足这三个老问题,搭起了一套“数字资源供给、全过程监管、多元反馈”三位一体的质量保障体系。动态仿真场景库把高风险灾害没法实练的难题接了下来,线上线下联动的监管把过程追踪的空白补上,机器学习评价则让成绩评定更加客观。实践下来,这套体系既支撑了毕业要求和思政教育目标的落实,也实实在在地提高了学生的应急处置能力和教学管理效率。

往后,我们打算继续推进智能算法与实训内容的融合,逐步把风暴潮路径预测、溢油扩散模拟等模块嵌进去,训练学生运用数字技术解决复杂工程问题的本领;同时推动这套体系在水利、海洋类专业之间跨校推广,逐步形成多校协同、资源共享的智能化实践教学新模式,为海洋强国战略下工程技术人才的培养出一份力^[5]。

参考文献:

- [1] 张金凤,臧志鹏,陈同庆. 海岸与海洋灾害[M]. 上海:上海科学技术出版社,2021.
- [2] 陈新平,曾银东,李雪丁等. 海洋灾害应急管理体系研究——以连江海洋减灾综合示范区为例[J]. 海洋开发与管理,2019,36(3): 38-44.
- [3] 刘清堂,蒋新宇,肖俊吉. 人机协同的高校课堂教学质量评价模型及应用[J]. 电化教育研究,2026(1): 84-90+98.
- [4] 张鹏辉,谈明轩,吴峰等. 虚拟仿真技术与海洋科学类实践教学的融合路径研究[J]. 实验科学与技术,2023,21(3): 87-92.
- [5] 王彬,高俊亮. 新工科与 OBE 理念下海洋工程类创新人才培养体系探索与实践[J]. 数字化用户,2025(47): 1-5.

基金项目: 中国电建集团专项(DJ-ZDXM-2022-28)。

作者简介: 吴德安(1968-),男,博士,副教授,研究方向: 主要从事船舶与海洋工程教学与防灾减灾研究。