

虚实结合的“水生态修复技术”课程实训教学研究

朱海波

(陕西农林职业技术大学,陕西咸阳 712100)

[摘要] 创新实训教学模式对于提升学生专业技能,提高实训教学质量具有重要意义。本文分析了水生态修复技术课程实训存在的问题,提出了虚实结合的实训教学模式,阐述了利用智慧职教平台和虚拟仿真实训共享资源搭建水生态修复技术虚拟仿真实训课程的方法,介绍了利用虚拟仿真实训资源、校外实训基地开展虚实结合实训教学的实施过程和效果。虚实结合实训是虚拟仿真实训、实际实训的有机结合,丰富了实训教学场景,激发了学生实训兴趣,提升了实训教学效果。

[关键词] 水生态修复技术实训;虚拟仿真;虚实结合;技能培养

[中图分类号] G642.44; X171.4; G642.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2096-711X(2026)02-0181-03

doi:10.3969/j.issn.2096-711X.2026.02.059

[本刊网址] <http://www.hbxb.net>

“水生态修复技术”是高职水环境智能监测与治理专业的一门核心课程,主要讲述河湖水生生态监测、恢复和修复的方法与技术。课程开设有水生境调查、水生生物监测、生态浮床设计与制作、人工湿地设计与维护等实训项目。实训是高职专业教学的重要组成部分,是高素质技术技能人才培养的重要环节,也是“金课”建设的重要内容。

“水生态修复技术”课程的调查、监测实训需要到河湖现场完成,由于课时、天气等因素的影响,往往无法反复长时间训练;设计实训需要先到已完成的河湖生态修复工程现场学习观察,再完成项目设计,但由于修复工程内部的掩盖性和微观型,工程内部结构、修复原理不易观察,因此需要探索创新实训模式,使不易开展、难于实施的实训项目顺利进行,强化学生专业技能和职业精神培养,提高实训质量和效果。

随着信息技术的快速发展,数字化虚拟仿真技术为实验实训教学提供了新的解决方案。虚拟仿真是利用计算机网络、图像处理、模拟仿真、人工智能等多种先进技术模拟真实环境或过程的技术。虚拟仿真实验实训模拟人工虚拟环境并将其应用到教学中,让学生在虚拟的情景下进行沉浸式学习。虚拟环境打破了时间、空间局限性,能提供更加便捷、生动、直观的实训环境,有效补充现实操作实训的不足。虚拟环境的仿真实训和真实环境的实际实训有机结合、互为补充,构建虚实结合的实训教学模式,将会延伸实训时空、丰富实训场景,有效提高学生专业技能和职业素养。本文介绍了基于线上学习平台和虚拟仿真实训共享资源,如何构建“水生态修复技术”线上线下混合实训课程,并开展虚实结合实训教学,以期与实践类“金课”建设提供参考。

一、实训教学现状及解决策略

(一) 课程内容

“水生态修复技术”是面向水环境智能监测与治理专业大二学生开设的一门核心课程,主要是让学生掌握河湖水生生态监测、修复的方法与技术,激发学生争做河湖卫士、守卫碧水清流的使命与担当。课程内容包括水环境与水生态、水生生态监测与评价、生态缓冲带保护与修复、岸坡生态修复、底泥

治理与修复、水质生态净化、水生生物修复等7个模块。课程总学时56学时,3.5学分。

水生态修复技术课程的前导课程是水环境监测、水环境微生物、水污染控制技术等,后续与水环境设施运行维护、岗位实习等课程衔接。课程对接河湖生态环境保护与修复技术岗位,与合作企业联合共建。课程对接《水生生态监测技术指南——河流水生生物监测与评价(试行)》《水生生态监测技术指南——湖泊和水库水生生物监测与评价(试行)》《河湖生态系统保护与修复工程技术导则》等标准规范,以及“1+X”地表水(河湖库湾)水质监测、水环境监测与治理职业技能等级证书,引入水生态修复领域新技术、新材料和数智技术,经过不断的改革与探索,逐步构建成校企合作、课证融通的职业教育课程。

(二) 实训内容及实施

课程的实训包括水生境调查、水生生物监测、生态浮床设计与制作、人工湿地设计与维护、水生植物修复与管护5个项目,各8学时,总计40学时。通过实训主要是让学生熟悉水生生态监测与评价,水质生态净化与修复、水生植物修复与恢复的基本方法;掌握水生生态调查、监测、评价基本技能;掌握受损水生生态系统修复设计、施工和管护专业技能。实训与理论教学一体化设计,形成理实融通的模块化课程内容体系。

课程实训分别在校内的环境监测与治理实训中心,校外的渭河湿地生态公园、人工湖生态公园实训基地完成。环境监测与实训中心主要完成河湖水质分析,浮游植物、浮游动物鉴定与计数,人工湿地和水生植物修复设计,以及生态浮床设计与制作实训;校外实训基地主要完成水生境调查、水生生物采样,以及人工湿地、水生植物管护实训。

(三) 实训存在问题及解决策略

在以前的实训中发现,由于课时限制,调查、分析和鉴定实训项目只是程序性完成,学生无法多次重复训练;有时由于天气原因,调查、管护等实训无法开展或只能简单完成;设计类实训项目开展前,虽然可以先到已完成的修复工程现场学习案例,但由于人工湿地、生态浮床等修复工程内部结构、

收稿日期:2025-6-27

基金项目: 本文系陕西省教育科学“十四五”规划一般课题“教育数字化背景下线上线下虚实融合实训教学模式研究——以《水生态修复技术》课程为例”(项目编号:SGH24Y3374)、陕西高等职业教育教学改革研究重点攻关项目“智慧农业虚拟仿真实训基地运行及管理机制研究与实践”(项目编号:23GG002)、2023年杨凌职业技术学院教育教学改革研究项目“水环境生态修复课程虚实融合实训教学改革与实践”(项目编号:JG23064)阶段性成果。

作者简介: 朱海波(1981—),男,陕西武功人,陕西农林职业技术大学副教授,主要从事环境保护与修复研究。

修复原理不易观察,即使完成设计,也不能看到修复后的效果,这些都影响到学生技能的训练,影响实训教学效果。随着信息技术的快速发展,信息技术与教育的融合形成的线上教学、虚拟仿真实训为实训难点、痛点提供了解决策略。线上课程可以有效弥补线下课时的不足,学生可以随时随地线上学习理论知识、讲解课件和操作视频。虚拟仿真实训可以有效补充实际实训的不足,实训前学生可以先在虚拟仿真系统操作,并且能直观地观察到工程内部结构、形象地看到工作原理,课后还可以继续巩固练习,拓展、提高技能。构建线上线下、虚实结合实训教学模式可以解决实训中存在问题,弥补真实环境与虚拟环境实训的不足,拓展实训内容、延伸实训时空、丰富实训场景,提升学生专业技能和职业素养,提高实训教学质量和效果。

二、虚拟仿真实训资源搭建

(一)虚拟仿真实训资源的来源

虚拟仿真资源是开展虚拟仿真实训的基础。虚拟仿真资源主要来源于两个途径:一是利用三维建模、模拟仿真、人机交互等技术开发具有虚拟三维场景和设备的虚拟仿真软件;二是已建成的虚拟仿真实验实训共享资源。由于课程建设经费有限,而且虚拟仿真软件开发成本比较高。所以,目前“水生态修复技术”的虚拟仿真实训资源主要是利用已建成的虚拟仿真实验实训共享资源。利用虚拟仿真实验实训共享资源开展实训教学,推动了优质资源的应用,拓展了使用空间和场景,提高了利用率。

(二)虚拟仿真实训共享资源

目前,国家虚拟仿真实验教学课程共享平台(实验空间)已上线运行。平台建设有4841门虚拟仿真实验课,包括公共课、专业基础课和专业核心课,分属于环境、化学、水利和生态等专业类别。建成的虚拟仿真实验课获评国家级一流课程1192门,省级一流课程1690门,占全部课程的60%。大量、优质的虚拟仿真实验课程不但为本校教学提供了资源,也为其他院校教学提供了随时可用的共享资源。经过检索并与“水生态修复技术”实训项目对比,筛选发现“水生态健康评价”“人工湿地生态修复技术”2个虚拟仿真实验可作为“水生态修复技术”实训项目“水生境调查”“水生生物监测”“人工湿地设计与维护”的虚拟仿真实训共享资源。

(三)虚拟仿真实训资源搭建

实验空间的“水生态健康评价”“人工湿地生态修复技术”2个虚拟仿真实验是面向本科的环境科学与工程类专业开设的综合设计类实验。水生态健康评价虚拟仿真实验可以开展“实地调研—点位布设—现场采样—分析测试—健康评价”虚拟仿真实验实训;人工湿地生态修复技术虚拟仿真实验可以开展“人工湿地水质净化原理认知、内部结构观察、净化效果影响因素探究、项目方案自主设计”虚拟仿真实训。将“水生态健康评价”“人工湿地生态修复技术”虚拟仿真实验与“水生境调查”“水生生物监测”“人工湿地设计与维护”实训的实训目标和内容对比后发现,“水生态健康评价”虚拟仿真实验资源可以作为“水生境调查”“水生生物监测”的实训共享资源,“人工湿地生态修复技术”虚拟仿真实验资源可以作为“人工湿地设计与维护”的实训共享资源。考虑到“水生态健康评价”“人工湿地生态修复技术”虚拟仿真实验是面向本科学生开设的实验,所以将其实验资源作为高职学生的实训资源时,需要对其内容、考核要求做出相应的调整。

“水生态健康评价”虚拟仿真实验包括河流水生态监测点位布置,浮游植物、底栖动物、水质采样,水质理化、重金

属、抗生素分析和高通量测序,水生态综合评价等实验内容。对照“水生境调查”“水生生物监测”2个实训项目的目标和内容,选取“水生态健康评价”虚拟仿真实验中的水生态监测点位布置,浮游植物、底栖动物、水质采样,水生态综合评价作为“水生境调查”“水生生物监测”实训内容。水质理化、重金属、抗生素分析和高通量测序实训,学生已在水环境监测、仪器分析课中学习过,不作为本课程的实训内容,只是技能应用与巩固练习。“人工湿地生态修复”虚拟仿真实验包括人工湿地工程实景,类型、结构和净化机理认识,人工湿地设计参数对污染物去除率的影响机制探究和人工湿地生态修复工程方案设计与效果评价。对照“人工湿地设计与维护”实训项目的目标和内容,选取人工湿地工程实景,类型、结构和净化机理认识,人工湿地生态修复工程方案设计与效果评价作为“人工湿地设计与维护”实训内容。人工湿地设计参数对污染物去除率的影响机制探究涉及人工湿地净化机理方面的内容,对于大部分高职学生学习起来有难度,所以将其作为学习成绩较好或有兴趣的学生课后拓展训练内容。另外,2个虚拟仿真实验中都设置了测试题,部分测试题是对水生生物,人工湿地净化、修复机理的测试,这部分题目不要要求学生必做,只作为选做题。

三、虚实结合实训

虚实结合实训将虚拟仿真实训与实际实训有机结合,以实带虚,以虚助实,构成线上线下、课内课外的新颖实训模式。虚拟仿真实训依托先进的信息技术,将现实河湖水环境、水生态修复工程项进行数字化模拟、具象化呈现,构建高度还原的线上虚拟实训场景。虚拟仿真实训弥补了实际实训因课时有限、天气影响无法有效开展的不足;解决了水生态修复单元内部结构看不见,修复机理不易理解的难题。实际实训补充了虚拟仿真实训只能用鼠标或键盘操作的缺陷,增强了学生实际操作体验感。虚实结合实训能发挥虚拟、实体实训的优点,保障实训的有效实施,给学生带来全新的沉浸式体验,激发学生学习兴趣,全身心投入到实训中。以“水生生物监测”为例介绍虚实结合实训的实施过程及效果。

(一)实施过程

课前,在智慧职教平台推送预习资料,让学生了解即将开始实训的目标、内容和要求。预习内容包括“水生态健康评价”虚拟仿真实验中的水生态监测知识介绍、智慧职教平台的“水生态监测”操作视频,以及《水生态监测技术指南——河流水生态环境质量监测与评价》(HJ1295-2023)《水生态监测技术指南——湖泊和水库水生生物监测与评价》(HJ1296-2023)《水生态监测技术要求——淡水浮游植物(试行)》等技术标准。学生通过在线预习,学习水生生物采样点位布置原则与方法、采样装置、采样方法和质量保障要求。预习为课中的虚拟仿真训练、实际训练奠定了基础。预习结束后,学生在智慧职教平台完成测试题。根据测试结果,有针对性地再学习基础知识和操作视频。有疑问可与同学、老师在平台讨论交流。

课中,学生先开展虚拟仿真实训,然后到校外河流开展实际实训。虚拟仿真实训阶段,学生在“水生态健康评价”虚拟仿真实验系统训练如何在河流上、中、下游设置采样点,如何确定水生生物(浮游生物、底栖动物、藻类)、水质的采样频次和装置,如何采样并分析样品,如何评价河流水生态质量。实训中,学生根据已有的预备知识,在具象的虚拟河流场景中,训练水生生物监测技能,积极性非常高,对流程、技能要点掌握地比较快。训练后,学生完成虚拟系统中的测试题,检测知识的掌握情况。对试题中涉及水生生物净化机理、水

生态评价原理的题目不作为必测内容。虚拟仿真实训结束后,学生带上采样装置到校外河流开展实际实训。参照虚拟仿真实训情景,学生分成3个组,分别在3个断面开展水生生物采样。实训中,学生根据虚拟仿真训练中已获得的初步技能体验,相互协作完成实际实训。对不清楚的技能点,学生相互讨论、教师指导后确定操作要点。采样结束后,将样品带到校内实训中心,完成样品分析和鉴定。最后,3个小组集中在一起,分别汇报采样、分析的要点和注意事项,教师再对整个实训进行总结。虚拟仿真实训2学时,实际采样实训2学时,实际样品分析和鉴定实训4学时,总计8学时。

课后,学生根据鉴定、分析结果,参照虚拟仿真系统中的评价方法对河流生态质量进行评价。完成后,学生撰写实训报告,总结实训过程与结果,分析收获与不足。对于在实际实训中技能掌握不熟练、不扎实的同学,可以再在虚拟仿真系统多次反复练习。教师根据实训报告、实训过程反馈的问题,对实训内容、方法进一步优化设计,不断提高实训教学质量。

(二) 实施效果

虚拟仿真实训给学生带来新体验,虚实结合实训给学生带来新收获。虚拟仿真实训中,学生在逼真、具象化的河流上沉浸体验,练习水生物监测与评价。实体实训中,学生主动动手,将虚拟仿真中学的应用到实际操作中,将虚拟仿真实训与实际实训结合起来。虚实结合实训丰富了实训场景,激发了学生兴趣,学生积极主动操作,学生与学生、教师交流活跃、讨论热烈。学生实训平均成绩比之前提高了10分,达到85分。学生在课后评价中写道,虚拟仿真实训是一种身临其境的实训,感觉自己就站在河流旁,一步一步似玩游戏一样完成闯关实训,到校外河流旁,才觉得回到了现实,又一步一步动手真实操作。做完虚拟仿真实训后,实际实训做起来非常顺畅,对每个操作要点掌握得比较牢固,非常喜欢这种实训方式。

四、结语

虚实结合实训拓展了实训内容、延伸了实训空间,调动

了学生实训的兴趣和主动性,强化了学生技能培养和职业精神塑造。随着教育数字化快速推进,今后进一步加强水生态修复技术课程虚拟仿真实训资源开发和共享资源利用,创新虚实结合实训方法,不断提升实训教学质量和效果,建设虚拟仿真实训“金课”。

参考文献:

- [1] 庞秀言, 闰明涛, 任淑霞, 等. 以本为本多角度探索化学实验金课建设的实践[J]. 实验室科学, 2024, 27(2): 154-159.
- [2] 朱海波, 白燕茹. “水环境生态修复”课程思政探索与实践[J]. 职业技术, 2022, 21(4): 103-108.
- [3] 郭晶, 陈冬素, 张屹, 等. 洞庭湖浮游植物群落结构特征及其影响因素分析[J]. 水生生物学报, 2025, 49(5): 161-169, 3.
- [4] 杨国振, 武萌. 基于虚实融合的装备智能化教学模式研究[J]. 科教导刊, 2024(10): 38-41.
- [5] 张倩倩, 徐立朋, 马志国, 等. 虚拟仿真在“生物技术药物学实验”中的应用[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(8): 171-174, 193.
- [6] 王春霞, 刘艳红, 杨凤. 虚实结合的多元化实验教学研究[J]. 实验科学与技术, 2024, 22(5): 70-79.
- [7] 焦健, 律涛, 穆玉理, 等. “虚拟仿真+试误教学法”实验教学模式的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(2): 203-206.
- [8] 秦国锋, 范秋寒, 张云莉, 等. 具身认知视角下面向职业教育的虚拟仿真教学设计: 原理分析与框架构建[J]. 中国职业技术教育, 2024(32): 18-27.
- [9] 邓侃, 应雪琴, 黄蓉. 智慧教学视域下人体解剖学课程改革与实践研究[J]. 教育科学文献, 2025, 2(5): 146-150.
- [10] 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.

Research on Practical Training Teaching of Water Ecological Restoration Technology Course Based on Virtual-actual Combination

ZHU Hai-bo

(Shaanxi Vocational and Technical University of A&F, Xianyang Shaanxi 712100, China)

Abstract: Innovative practical training teaching mode is of great significance to improve students professional skills and improve the quality of practical training teaching. This paper analyzes the problems existing in the practical training of water ecological restoration technology course, puts forward the practical training teaching mode of virtual-actual combination, expounds the method of using intelligent vocational education platform and virtual-actual simulation training to share resources to build virtual simulation training course, and introduces the implementation process and effect of virtual-actual combination practical training teaching. The combination of virtual-actual training is an organic combination of virtual simulation training and practical training, which enriches the practical training teaching scene, stimulates students interest in training, and improves the effect of practical training teaching.

Key words: water ecological restoration technology; virtual simulation; virtual-actual combination; skills development

(责任编辑:章樊)