

新工科背景下水处理技术线上线下混合式实验改革

由昆¹ 王双全²

(1. 沈阳建筑大学市政与环境工程学院, 辽宁 沈阳 110168;
2. 沈阳城投交通科技发展有限公司, 辽宁 沈阳 110000)

【摘要】在新工科背景下, 依照工程教育认证相关要求, 从实践教学系统内容与方案设计、教学实施、考核方式三个方面开展了《水处理实验技术》线上线下混合式教学改革。采用线上地表水预处理虚拟仿真实验和线下传统实验的方式, 充分发挥线上线下教学的优势和特点, 建立了地表水预处理虚拟仿真实验教学系统, 强化了线上测试训练和考核, 巩固和提升了实验教学质量。“虚实结合”的“线上线下混合式”教学方式, 激发学生的积极性和主动性, 增强了学生的学习兴趣和创新创造能力。

【关键词】新工科; 线上线下混合式; 虚拟仿真; 水处理技术实验

引言:

工科教育对我国发展意义重大^[1], 教育部就积极推进新工科建设。在《新工科引领高等教育变革——全方位、全过程、全要素》报告再次强调新工科必须在引领“四新”建设中发挥先锋作用。在产教结合前提下, 新工科强化学生实践能力的培养。《水处理实验技术》作为环境工程和给水排水专业的重要实践课程之一, 学生不仅要掌握实验操作方法, 更要能够通过学习开展综合性实验设计, 为学生后续从事科学研究提供必不可少的实验设计方法和数据分析手段。

在疫情频发偶发时期, 各个高校教师开展了“线上线下混合式”的教学方式。这种教学方式成了高校教育的主要趋势和方向^[2-3]。为适应国家新要求、时代新需要, 结合用人单位、行业、学生等多方需求和教学经验等, 以培养“面向建筑业, 以工程实践能力和科研创新能力为核心, 培养理论知识扎实、专业知识满足行业需要的应用创新型人才”为目标, 在传统《水处理实验技术》实验的基础上, 通过线上地表水预处理虚拟仿真实验和线下传统实验方式, 从实践教学系统内容与方案设计、教学实施、考核方式三个方面开展“虚实结合”的“线上线下混合式”实验教学改革。

一、“新工科”背景下高校实验教学现状

(一) 实验教学条件无法满足不能满足学生个性化学习和充分学习的需求

实践教学是培养“学生工程实践能力和创新能力”重要环节。由于高校学生人数不断增多, 实验室面积、实验设备、实验教学方式等均难以满足学生的需求。在教学过程中存在教学资源分配不足、

实验方式落后、仪器设备维护更新不及时、安全管理有欠缺等问题^[4]。

(二) 传统的实验教学方式难以满足现代教学需求

虚拟仿真、数据库、互联网、多媒体等多种先进技术不断渗透到教育系统的各个方面。传统的教学模式已不再适应现代教学^[5]。高校应对传统实验进行升级重构, 建设智能化的综合性实验教学系统。虚拟仿真教学实验是对线下传统实验的数字化和虚拟化, 线上虚拟仿真实验可以与线下实物实验相互补充, 可辅助提高高校教学水平和科研能力。

(三) 学生缺乏自主学习, 学习能动性不足

在多年实践教学过程中, 发现部分学生缺乏课前预习, 在实验过程中被动接受知识, 只

会按照实验指导书进行实验操作, 不能熟练运用所学的基础实验技能和专业知识, 根据实验原理、实验内容和实验方案完成实验, 进行数据处理和分析, 通过信息综合得到结论^[6]。传统的实验教学过程中, 一般2-4名学生为一组完成实验, 部分学生由于自身兴趣不大或者惰性较强, 更多地依靠个别同学完成整个实验内容, 不会去主动思考问题, 解决问题。

(四) 学生的实践时间不充分

由于实验室安全、实验设备老化, 设备数据不足等各种原因, 实验课上存在老师讲得多, 学生做得少; 以老师操作和演示为主, 学生操作为辅, 学生的操作时间不足, 学生只是按部就班地完成布置的任务。

二、“虚实结合”的“线上线下混合式”实验教学体系构建意义

(一) “线上线下混合式”实验教学具有时间

空间灵活和实验成本低

线上虚拟仿真实验具有互动性好、时间空间灵活、安全性高、成本低及可视化的显著优势^[7]。适合时间较长、影响因素较多的大型综合性实验,学生只要有笔记本和网络就能随时随地完成实验操作,能有效解决传统实验教学中“做不好、做不到、成本高、危险性大”等问题,可缩减实验成本、保障学生安全和提高学生的创新能力。虚拟仿真实实践教学为学生提供了更多更便利的学习和实践机会,在反复多次的操作中真正强化学生的理解能力和创新能力。

(二)“线上+线下”混合式实验教学可以构建科学高效的课题

就综合性实验而言,线上实验可将知识点以虚拟仿真的形式直观性地呈现出来,培养学生抽象问题具体化,提高知识的可接受性^[8]。传统的线下实验又可以训练学生的操作能力和操作技能,培养规范操作和安全意识。“虚实结合”的“线上线下混合式”教学方式,能增强学生学习自觉性和能动性,激发学习热情,使学生具备模拟和实验室分析复杂环境工程问题的能力。

三、“线上线下混合式”《水处理实验技术》实践教学系统内容与方案设计

(一)实验教学设计思路

《水处理实验技术》中“地表水混凝处理虚拟仿真实验”系统依托多媒体、3D模型、人机交互、数据库和网络通讯等技术,用接近现实的数学模型系统,高度仿真的实训环境,以实现污水处理的工艺仿真。虚拟仿真系统具有完善的记录操作功能及自动评价体系,能够辅助教师完成教学任务。老师可以对进水水质与出水水质进行设定,让学生自主设计水处理工艺过程及调节设备参数,以完成水处理实验技术的考核。学生亲自调整实验条件和工艺参数,观察实验现象,记录实验数据、完成数据处理等基本线下实验过程。

(二)实验教学设计目标

混凝是给水处理中重要的工艺之一。混凝的机理和效果会受到水温、水的pH和碱度、药剂种类和投加量、原水水质、水力条件、胶体颗粒等多因素的影响。因此,本实验的设计目标为:

1. 通过虚拟仿真模拟混合、絮凝和沉淀三段,掌握混凝作用的基本原理;
2. 线上仿真和线下分析原水浊度、混凝剂种类、混凝剂投加量、pH值、反应时间和速度梯度对沉淀池出水浊度的影响;

3. 线下实验培养学生实操能力,培养学生的规范操作和安全意识。

(三)地表水预处理虚拟仿真实验模块

虚拟仿真实验分为两种模式,一种为练习模式,一种为实训模式。学生登录实验界面后先进入练习模式,在该模式下,界面内有文字提示及设备高光提示,按照实验步骤在系统提示下,逐步完成实验任务。过程中如有错误发生,会有相应的提示。练习正确无误后,学生可进入考核模式,在没有提示的情况下,按实验要求完成每一个实验步骤,并生成实验结果,点击提交即可完成本次实验任务。

具体步骤为:1. 输入用户名及密码;2. 点击实验操作下的实验选择,选择混凝实验的练习模式;3. 进入实验,点击实验上方各功能按钮,查看实验的基本原理和主要目的;4. 点击实验装置,熟悉本实验采用的主要仪器设备;5. 选择实验操作环境,确定本实验的操作条件,可变换的实验参数等;6. 进入练习模式,按照界面提示依次点击高亮发光的实验仪器和设备进行实验练习;点击试剂瓶,用移液管移取不同剂量的混凝剂添加到烧杯中进行实验;点击搅拌器按钮,放下搅拌桨;设置不同的搅拌强度和搅拌时间;实验结束后,查看实验结果及数据记录;7. 退出练习模式,进入考核模式,重复1-5步骤;8. 进入实训模式,按照练习模式添加药剂、设置实验参数,完成实验操作(无任何提示)查看实验结果,确定无误后,点击提交按钮,完成该实验内容;9. 报表查询模式下,可生成考生的实验成绩。图1为部分地表水预处理虚拟仿真实验操作界面。



图1 地表水预处理虚拟仿真实验

(四)线下实验操作模块

基于线上模拟训练情况,线下学生以2-4人为一组,由组长负责组内的任务分配,成员间共同配合、在教师的指导下完成样品采集、实验分析、数据统计及结果分析等任务。具体步骤为:1. 六

个烧杯同时取水样 1000mL, 并调整水样杯的 pH 值达设定值; 2. 根据 G 值设定搅拌机的转速; 3. 按设定的投药量投药并用蒸馏水冲洗加药试管; 4. 按设定 T 计时; 完成混凝搅拌; 5. 调整搅拌机转速, 从投药一刻开始计时, 达设定时间后, 停机水样静沉 15 分钟; 6. 取上清液, 测残余浊度。取六个样杯数的平均值, 填入实验成果分析表。7. 改变实验参数, 重复 1-6, 完成全部实验。8. 在反应过程中, 观察矾花的形成、大小、密实程度、沉降性能等。根据实验结果, 绘制实验成果直观分析、水平趋势图等。

四、“线上线下混合式”实验教学实施和考核方式

在具体实施过程, 先让学生通过课前线上模拟练习, 熟悉操作流程, 掌握操作要领, 理解工艺参数的变化对混凝效果的影响; 在此基础上进行线下操作仪器设备。这种方式可以有效地缓解实验学时不足, 设备老化等问题, 大大降低了错误操作, 减少了设备故障的发生率, 提高了实验效果。学生也借助“虚实结合”方式, 自主优化实验内容, 满足了学生的个性化的要求。

(一) “线上线下混合式”实验教学实施

课前线上模拟练习。课前借助开发的“水处理工程设计实训系统”, 要求大家课前完成学习, 并回答相应的问题检测自己的学习情况。通过课前练习模式进行自主学习, 将不懂进行标注或记录。教师根据学生的作业和交流情况, 在课堂进行针对性的讲解。

课中面对面线下实践。预习中不懂的知识点及线下训练错误较多的知识点进行重点讲解, 通过“现场演示+学生练习”, 让大家现场观察到混凝沉淀的诸因素对实验的影响, 巩固实验原理, 掌握各个因素对实验的影响, 培养团队合作精神。

课后线上考核。根据课前线上模拟练习和课中面对面线下实践的结果, 教师进行归纳总结, 让学生结合自己的实践过程, 有针对性地进行课后思考, 重新设置试验参数进行线上考核。

(二) “线上线下混合式”考核方式

按照“课前-课中-课后”实验考核方法, 细化了课前、课中、课后考核要求。课前根据学生自主学习完成的线上模拟练习的结果、提交的线下实验方案; 课中根据学生线下操作仪器设备规范性、团队合作、数据记录、实验现象描述等; 课后根据线上考核结果、实验报告规范性、实验内容的完整性, 实验结果的分析、归纳和评价等。总分 10 分,

按照课前 1 分、课中 4 分、课后 5 分给予赋分, 实施全过程考核体系。综合评价结果 ≥ 9 分为优秀; ≥ 8 分为良好; ≥ 7 分为中; ≥ 6 分为及格; < 6 分为不合格。

结束语:

以厚基础、强实践、有责任、敢创新为目标培养学生, 在新工科建设的背景下, 构建了“虚实结合”的线上“地表水预处理虚拟仿真实验”和线下传统实验相辅相成的混合式实践教学体系。完成了实践教学系统内容与方案设计、确定了实验教学实施方法和考核方式。强化学生的应用实践技能, 提高了学生学习效果, 使学生符合学校定位和社会经济发展的实际需求。

参考文献:

- [1] 荆国华, 中华臻, 周作明, 等. 新工科背景下《大气污染控制工程》课程教学改革实践 [J]. 化工教学, 2022, 48 (3): 109-110.
- [2] 郭艳凤, 郭春晓, 林燕. 新工科背景下线性代数线上线下混合式“金课”的改革与实践 [J]. 高教学刊, 2021, 30: 139-142.
- [3] 廖永新, 朱文龙, 王华珍, 等. 新工科背景下混合教学方法的探索与实践 [J]. 福建电脑, 2002, 38 (4): 104-109.
- [4] 唐传娣, 汪卫平. “新工科”背景下高职院校网络专业实践教学研究——以“虚实结合”仿真实践教学为方向 [J]. 电脑知识与技术, 2021, 17(28): 239-240.
- [5] 葛利玲, 汤玉斐, 邹军涛. 基于虚拟仿真技术的“金属塑性变形与再结晶”综合实验教学改革与实践 [J]. 中国教育信息化, 2021.34-37.
- [6] 尤园. 基于工程教育专业认证的本科人才培养模式研究 [D]. 西南科技大学, 2018.
- [7] 廖永新, 朱文龙, 王华珍, 等. 新工科背景下混合教学方法的探索与实践 [J]. 福建电脑, 2002, 38 (4): 104-109.
- [8] 张向群, 宁慧娜, 秦慧玲. 新工科背景下虚拟仿真技术在“电路与电子学”课程中的应用与实践 [J]. 科技风, 2022, 128-130.
- [9] 张莉娜, 刘珍丹. 新工科背景下《虚拟现实技术》课程“一体两翼”教学模式构建与实践 [J]. 电脑知识与技术, 2022, 18(11): 171-172.

作者简介: 由昆 (1978.02—), 女, 硕士研究生, 正高级实验师, 研究方向: 水处理理论与技术。