

虚拟仿真软件优化给水处理方向实践教学效果的研究

陈菊香¹, 韩社峰¹, 汪海琴¹, 耿晨², 王增长²

1. 新疆大学建筑工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830000

2. 北京斯帝慕信息技术有限公司, 北京 100020

DOI:10.61369/EST.2025040013

摘 要 : 本文围绕虚拟仿真软件在针对于给水处理方向实践教学效果的优化上展开探讨, 综述了当前市政工程专业实践教学存在的不足和问题、优势、具体的实践教学的应用实效。通过分析当前市政工程专业实践教学存在的不足和问题, 同时阐述了虚拟实验软件具有的优势, 以及通过虚拟仿真软件在实践教学中的具体应用的实效。包括降低成本与安全风险、提升学习训练效率、突破时空限制等。并进一步说明其在优化给水处理实验教学中的具体应用: 可通过 1:1 三维虚拟水厂模型清晰呈现工艺过程与原理; 支持给水处理工艺的可拆卸和组装, 强化对工艺组成的认知; 能验证水质工程学 I 课程设计的合理性与准确性, 从而推动教学改革, 助力培养“懂理论、能实操、会创新”的市政工程人才。

关 键 词 : 虚拟仿真软件; 给水处理; 优化实践教学

Research on the Optimization of Practical Teaching Effects in the Direction of Water Supply Treatment through Virtual Simulation Software

Chen Juxiang¹, Han Shefeng¹, Wang Haiqin¹, Geng Chen², Wang Zengzhang²

1.School of Civil Engineering and Architecture, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830000

2.Beijing Steam Information Technology Co., Ltd. Beijing 100022

Abstract : This paper discusses the optimization of practical teaching effects in the field of water supply treatment through the use of virtual simulation software. It provides an overview of the current shortcomings and issues in practical teaching for the municipal engineering major, along with its advantages and the specific effectiveness of its practical teaching applications. By analyzing the existing deficiencies and problems in the current practical teaching of municipal engineering, the paper also elaborates on the advantages of virtual experiment software and the practical effectiveness of its specific applications in teaching. These include reducing costs and safety risks, enhancing learning and training efficiency, and overcoming temporal and spatial constraints. Furthermore, the paper elaborates on its specific applications in optimizing experimental teaching for water supply treatment: it can clearly present process flows and principles through a 1:1 three-dimensional virtual water treatment plant model; it supports the disassembly and assembly of water supply treatment processes, thereby strengthening the understanding of process components; and it can verify the rationality and accuracy of course designs in Water Quality Engineering I, thereby promoting teaching reform and aiding in the cultivation of municipal engineering talents who "understand theory, can operate practically, and are innovative."

Keywords : virtual simulation software; water supply treatment; optimization of practical teaching

引言

在人工智能爆发式发展的时代, 创新和实践能力变得尤为重要。虚拟仿真软件与实践教学的融合, 可以提升实践教学的效率和学生的学习兴趣, 增强学生的科研能力。^[1-2] ①当前市政工程专业给水处理实践教学环节存在着三个方面的问题和弊端: 在实验验证环节重理论的复现而轻实际的应用。在课程设计环节重对规范的套用而轻工程的创新与约束的平衡。在实习环节重参观走过场而轻深度的参与与问题的解决。②目前, 虚拟仿真教学已是信息化建设和实验教学示范中心建设的重要内容。虚拟仿真教学作为信息技术与教育深度融合的产物, 在打破传统教学局限、提升教学质量和效率方面展现出显著优势, 尤其适用于涉及高危操作、复杂系统、稀缺资源或抽象理论的教学场景^[3]。③通过虚拟实验软件在给水处理实践教学中有具体的应用实效。在实验验证环节可以突破资源与安全的限制, 强化学生对工程场景化的认知。在实体实验难以完成的给水处理实践, 而虚拟实验恰可以弥补这些实践教学的短板。

基金项目: “基于虚拟仿真新型技术市政工程专业人才创新培养” 教育部供需对接就业育人项目 - 项目编号: 2023122535654。

作者简介: 陈菊香 (1978.01-), 女, 四川大足人, 博士, 教授, 博导, 研究方向: 市政工程。

一、给水处理实践教学存在的问题和弊端

（一）在实习环节所存在的主要问题和弊端

1. 缺乏一个稳定的实习基地。在给水处理实习中主要依赖的是自来水厂，实习单位以安全生产和效益最大化为核心目标，而学生的实习周期短，难以快速转化为实际生产力，反而可能因操作不熟练增加安全风险或干扰正常生产流程，导致企业接收意愿低。^[4]，且部分学校仅能通过“人情合作”临时联系自来水厂，导致实习稳定性差。

2. 设备与技术滞后于行业的发展。目前我国在给水处理工艺中因诸多水处理技术的落后而严重影响了水处理的质量，也造成了耗材的较大浪费^[5]。学生在实习中难以接触到新的技术和设备，导致学生的实践认知停留在“传统工艺”层面，与行业需求脱节。

3. 实操资源极度有限。实习方式较为简单，实习单位由于生产安全要求，往往仅允许学生以参观形式接触工程设施（如水厂的混凝池、滤池、消毒设备），难以参与实际操作（如参数调节、设备启停、日常巡检）。即使有少量实操机会，也多局限于简单、低风险的辅助工作，缺乏对复杂工况和故障处理的深度训练^[3]。

（二）在课程设计上所存在的主要问题和弊端

给水处理的课程设计意在培养学生解决实际给水处理问题的能力。但是在当前该环节普遍存在脱离实际和重形式而轻实效的问题，具体问题和弊端如下：

1. 课程题目固化，缺乏真实的工程背景与动态条件约束。给水处理课程设计的核心在于基于实际需求设计出可行的方案，但现有的题目大多是“理想化”的条件下设定，与真实的工程场景脱节。多数课程设计题目参数固定，无需考虑原水水质波动的最核心的约束条件。导致产出的方案仅能应对理想化的水质，而无法解决实际水厂中水质多变的核心问题。

2. 技术手段滞后与行业设计工具脱节。传统的课程设计的选题创新性不足，课程设计与时代发展的节奏脱钩。当前给水处理工程已全面进入数字化设计时代，但课程设计仍停留在“手算+CAD 二维绘图”的传统模式，导致学生设计能力与行业需求存在代差。无法满足人才培养的需求，导致学生的创新能力和创新思维无法得到有效的锻炼^[6]。

（三）在实验验证上所存在的主要问题和弊端

给水处理实验验证是学生通过具象操作理解水处理核心原理的关键环节。但当前该环节普遍存在“脱离工程实际、重形式轻探究”的问题，具体弊端如下：

1. 实验内容固化陈旧，与行业技术迭代脱节。实验内容多沿用数十年前的经典项目，聚焦传统工艺的基础验证，难以覆盖当前给水处理技术的发展方向，导致学生对行业前沿技术缺乏认知。

2. 实验设计碎片化，缺乏全流程系统思维培养。实验多以单一工艺单元为核心，忽视各单元的协同关联，导致学生无法建立全流程系统认知。

二、虚拟仿真软件具有那些优点

（一）降低成本与风险

1. 减少实体资源消耗，无需依赖昂贵的实物设备、原材料或场地。传统实验往往需要消耗大量耗材，长期累积成本较高。而虚拟仿真软件通过数字化模拟实验材料的性质和反应，无需真实耗材，从根本上消除了耗材采购、储存、运输的费用。且传统实验依赖专业设备，其中维护、校准、维修成本高。虚拟仿真软件通过数字化模拟还原设备功能，无需购置实体设备，有效解决了实验课程消耗大的问题^[7]。

2. 规避安全风险。在水处理实验中，针对于水处理过程中涉及的化学试剂、高压设备、复杂反应及潜在污染物等带来的安全隐患，虚拟仿真软件通过数字化模拟药剂的配置、投加和反应过程可完全规避多种有害风险。

（二）提升学习与训练效率和教育资源

学生可重复进行虚拟仿真实验操作，且犯错后无需承担物理后果，同时虚拟仿真软件也能实时记录操作数据并给出分析结果，可加速技能的掌握。也可以将较为复杂的理论或微观过程转化为动态的图像，帮助学生进行理解，比传统教材体现方式更为直观。

（三）突破时间和空间上的限制

随着网络通信技术的发展，虚拟仿真软件也推出了线上仿真功能，学生可随时随地进行线上的操作练习，进而灵活安排学习时间，从而有效的解决了传统水处理实验课程受时间限制的问题。在空间上能模拟难以接触的场景、极端工况或微观过程，弥补传统教学中无法实操或难以观察的短板，有效弥补了传统实训课程的不足，做到了不受空间的限制^[7-8]。

三、虚拟仿真软件优化给水处理实验教学效果

（一）可清晰生动熟悉给水处理工艺过程和原理

随着社会生产力和科学技术的不断发展，人们对技术的研究日益重视，技术也取得了巨大进展，并逐步成为一个新的科学技术领域^[9]。全流程动态的还原，能更直观呈现工艺衔接逻辑，传统教学中多通过流程图或分段实验展示难以体现各环节的关联性。虚拟仿真软件可构建 1:1 比例的三维虚拟水厂模型，将整个工艺链条动态串联。如甘肃的刘川工业园供水厂，设计研究院就采用了 Bentley 系列软件进行虚拟仿真，从而实现了多个专业上的三维协同设计^[10]。通过 VR 技术虚拟仿真从而实现对给水厂的生动演示。



图 3.1.1 1:1 比例的三维虚拟水厂模型的图片

（二）可拆卸和组装给水处理工艺

在给水处理实践教学中，可拆卸和组装的给水处理工艺虚拟仿真模型能让学生更深入的理解各工艺单元的结构、连接关系及协同作用，可以通过交互式操作强化对工艺组成的认知。虚拟仿真软件通过模块化建模，将给水处理工艺拆解为独立单元，支持“拆卸－观察－组装－联动”全流程操作。教学上从认知结构转变为系统思维。



图 3.2.1 可拆卸和组装给水处理虚拟仿真图片

（三）可验证水质工程学 I 课程设计合理性、准确性

在水质工程学 I 课程设计中，其核心目标是确保设计方案在技术可行性、处理效果、经济性等方面的合理性与准确性。虚拟仿真软件通过动态模拟、参数校验、效果预测等功能，能有效验证设计方案的科学性。国家级虚拟仿真实验中心建设工作意义重大，是高校信息化建设的重要内容，是国家级实验教学示范中心

建设的重要组成部分。我们要加强虚拟仿真实验教学中心内容、资源、队伍及管理体制与服务体系的建设，以确保课程设计的合理性、准确性^[11]。

四、总结

市政工程专业给水处理实践教学在实习、课程设计、实验验证环节存在诸多问题，如实习基地不稳定、设备技术滞后、实操资源有限；课程设计题目固化、技术手段滞后；实验内容陈旧、设计碎片化等。这些问题导致教学与实际工程需求脱节，难以培养出符合行业发展的人才。虚拟仿真软件的出现为解决上述问题提供了有效途径。其具有降低成本与风险、提升学习训练效率与教育资源、突破时空限制等显著优势。在优化给水处理实验教学效果方面，虚拟仿真软件能清晰生动地展示给水处理工艺过程和原理，通过 1:1 三维虚拟水厂模型动态还原全流程；可实现给水处理工艺的可拆卸和组装，帮助学习者理解各单元结构、连接关系及协同作用，培养系统思维和故障排查能力；还能验证水质工程学 I 课程设计的合理性与准确性，通过动态模拟、参数校验等确保设计方案在技术、效果、经济性等方面的科学性。

综上，虚拟仿真软件与给水处理实践教学的深度融合，能够有效弥补传统教学的短板，推动教学改革与创新，助力培养“懂理论、能实操、会创新”的高素质市政工程人才。

参考文献

[1] 涂梅清. 虚拟实验软件与高中物理实验融合的设计——以 Tracker 软件在“振动的描述”中的应用为例 [J]. 中学理科园地, 2025, 21(02): 80-83+96.
[2] 荆涛, 梁冬梅. 大学物理教学与信息技术深度融合的教学模式研究 [J]. 秦智, 2024, (04): 169-171. DOI: 10.20122/j.cnki.2097-0536.2024.04.055.
[3] 毛飞, 王海, 位楠楠. 探索虚拟仿真软件在核环境监测教学中的应用 [J]. 校园英语, 2020, (17): 14.
[4] 李玲丽, 邓春萍, 杨冰, 等. 地方高校环境工程专业实习教学的主要问题及改革对策建议 [J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(18): 28-31.
[5] 张中炜, 丁永生. 净水厂混凝投药的无模型自适应控制系统 [J]. 计算机仿真, 2007, (04): 176-179.
[6] 王瑞锦, 张翔, 张萌洁, 等. 面向新工科的互联网安全虚拟仿真实实践教学建设与探索 [J]. 实验技术与管理, 2019, 36(07): 124-128.
[7] 戴奕, 童川, 张小鹏. 虚拟仿真技术在实训课程资源开发过程中的研究及应用 [J]. 中国设备工程, 2023, (18): 262-263.
[8] 李琰, 张佳琳, 饶星, 周玉宇, 李鑫. 基于数字化的高校虚拟仿真实验教学平台建设与实践 [J]. 实验室研究与探索, 2023, v.42; No.332(10).
[9] 赵沁平. 虚拟现实综述 [J]. 中国科学 (F 辑: 信息科学), 2009, 39(01): 2-46.
[10] 杨甲, 王立朝. 白银水厂基于 VR 虚拟现实技术结合微信客户端的产品交付 [J]. 河北水利, 2019, (05): 37-39.
[11] 李平, 毛昌杰, 徐进. 开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设提高高校实验教学信息化水平 [J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(11): 5-8.