

基于虚拟技术的复合型人才培养体系建设 ——以化工单元及流程仿真实习为例

熊辉, 王燕, 白荣献, 邬勇奇, 刘承美, 龚跃法, 张建*

华中科技大学化学与化工学院, 武汉 430074

摘要: 针对现有化学化工人才培养体系的不足, 基于虚拟仿真技术, 本着“虚实结合、相互补充、能实不虚”原则, 构建“开放式”和“一站式”的“专业教学-科学研究-就业实践”三层次实验实习实践平台, 打造理论知识与实践相结合的虚拟资源, 提升仿真实习教学效果, 提高综合实践能力, 培养化学化工复合型应用人才。

关键词: 虚拟仿真; 化工单元; 生产实习; 交叉复合; 培养体系

中图分类号: G64; O6

Development of a Compound Talent Training System Based on Virtual Technology: a Case Study of Chemical Unit and Process Simulation Practices

Hui Xiong, Yan Wang, Rongxian Bai, Yongqi Wu, Chengmei Liu, Yuefa Gong, Jian Zhang*

School of Chemistry and Chemical Engineering, Huazhong University of science and technology, Wuhan 430074, China.

Abstract: This paper addresses the deficiencies in the current chemical engineering talent training system by leveraging virtual simulation technology. Guided by the principles of “integration of virtual and real, mutual enhancement, and practicality over mere simulation”, we propose the establishment of an “open” and “one-stop” three-tiered experimental practice platform encompassing “professional teaching, scientific research, and employment practice”. This platform aims to provide a blend of theoretical knowledge and practical application through virtual resources, thereby enhancing the effectiveness of simulation-based teaching, boosting comprehensive practical skills, and cultivating versatile application-oriented talents in chemistry and chemical engineering.

Key Words: Virtual simulation, Chemical engineering unit, Production practice, Interdisciplinary integration, Training system

1 前言

第四次工业革命正以指数级速度展开, 工业4.0、人工智能技术风起云涌, 反映出“中国制造、中国质造与中国智造”的工业禀赋和产业升级优势。我国也在抓紧实施“中国制造2025”“互联网+”等重大战略^[1], 为了积累充足的实践人才、高技能人才, 积极推进“新工科”建设, 打造科学教育、工程教育的中国模式和特色, 加强拔尖创新人才自主培养, 助力教育强国科技强国人才强国建设^[2]。

收稿: 2024-05-07; 录用: 2024-07-01; 网络发表: 2024-08-16

*通讯作者, Email: zhangjian7@hust.edu.cn

基金资助: 湖北高等学校省级教学研究项目(鄂教高函[2023]1号 2022042); 教育部产学合作协同育人项目(202102028050); 华中科技大学2024年实验技术研究项目(HZKJSYJSXM2024M021)

化学化工学科作为传统理工科专业，也必将迎来新的升级改造。当前化学化工学科的研究前沿日新月异，而传统的化学化工实验教学由于物理空间和时间的限制，不利于学生及时地了解 and 跟踪科技前沿^[3]；当今社会对于化学工业的“安全、环保、健康”提出了更深、更严的要求，同时化学化工专业也要求学生具有更宽厚的化学理论基础与较强的实验技能，然而在化工专业实践教学过程中，由于化学工业的安全因素、教学设施不足以及教学手段的限制等严重制约了实践教学的效果^[4,5]以及化学化工复合型人才的创新培养。诸多化学化工过程，普遍存在着“高能耗、高消耗、高污染、高危险性”的四高特征^[6]，实习工厂和学校出于安全考虑，压缩生产实习的时空和内容，动手实践少，导致学生的参与度低、主动性小、教学效果差等问题。

中共中央办公厅、国务院办公厅印发《中国教育现代化2035》，文件中就虚拟仿真实验教学项目的建设给出意见和建议，着力解决无法满足真实实验条件或提供困难，涉及高危型，高污染、高能耗、不可逆循环、综合设计训练等问题^[7]。虽然不少高校已经就虚拟仿真技术在化学化工专业教学中有一定的应用，但仍存一些问题^[8-12]。如：对虚拟仿真教学不适应，要求不高；由于对学生的主动性和积极性要求大幅提高，导致教学主导性弱化，学习随意性增加，教学目标和效果不能达成。鉴于此，亟需结合化学化工学科各方向的基础和发展规划，依托专业化、个性化、多元化的虚拟仿真课程，构建基于虚拟仿真技术的化学化工复合型创新人才培养体系。

2 建设内容和实施路径

(1) 化工单元及流程仿真实习的虚拟构建。

华中科技大学化学与化工学院虚拟仿真系统，依托省级化学实验教学示范中心建设。面向本校相关专业提供化工单元仿真、生产实习、课程设计、毕业论文、双创竞赛等实验实践环节，建立了实验演示、仿真操作、实践创新等不同层次的虚仿人才培养体系，内容涵盖化学基础，无机化学，有机化学，物理化学，分析化学、化工基础、教学视频动画库等资源。借助教育部双一流建设经费支持，配置了较为齐全的化工仿真实验软件，循序渐进，从简单的虚拟单元操作、虚拟仿真实习到虚拟现实安全事故演练等，不断更新升级完善我院仿真实验教学体系^[13-15]。

化工基础实验是化工基础课程中理论与实践相联系，相结合的重要环节之一，是一门技能与实践课程，通过实验使学生加深对化工原理课程基本概念的认识和理解^[16-18]。其目的是培养学生工程实验的设计、组织实施、实验操作、数据处理等工程实践能力。是实践课程体系中十分重要的技术基础实践课程。我院化工基础仿真实验一共设计了五个单元实验和五个工艺实验，分别是：离心泵单元、罐区单元、多效蒸发单元、间歇釜反应单元、双塔精馏单元、二氧化碳压缩机工艺、固定床反应器工艺、精馏塔工艺、综合传热工艺、吸收解吸工艺。

(2) 实验实践体系的人才培养目标。

本着“虚实结合、相互补充、能实不虚”原则，将化工实验和科学实践有机地融入到虚拟仿真实验教学中心当中，形成了包含化工单元与过程控制、化工生产实习、现代仪器分析和课外实践与科技创新等虚拟仿真平台。以化工单元操作过程原理和设备为主要内容，进行工程实验研究实践，重在工程实践能力和创新能力培养。使学生熟悉并掌握化工生产中的典型设备的操作，熟悉化工数据的基本测试技术，掌握处理工程问题的数学模型法和因次分析法的实验研究方法，运用基础理论分析和解决工程实际问题的能力。培养学生不达目的不罢休的探索精神，精益求精、不放过一个细节的科学精神，生命至上的安全意识。

基于实验教学、训练、竞赛、实践中呈现的问题深入思考与分析，制定科学合理的教学质量评价体系，并通过督导机制评价实验教学质量。同时跟踪学科前沿，不断将新技术、新工艺展现在虚拟仿真教学平台中，打造“专业教学—科学研究—就业实践”三层次的专业化、个性化、多元化虚拟仿真实验和实训系课程体系，为复合型创新人才的培养贡献力量。形成一种新质教育生产力，推进“智能教育”的创新。

3 实验实践体系建设成效

化工企业危险性高、要求严格,企业不愿意接待学生、实习过程往往流于形式,收不到实效。通过仿真技术的增强现实功能解决下厂实习难,学生“走马观花”的问题。将实验课程内容生动形象直观展示在学生面前,丰富了实验教学内容、方式和途径,激发了学生对实验实践的兴趣,提高了实验教学的针对性和实用性。

通过3D升级化工单元操作实验内容,将虚拟仿真实验融入化工实验教学,完善拔尖创新人才培养体系。依据学科人才培养的特点,为每个学生提供“属于自己的实验室”;让每个学生“拥有自己的实验室”的建设理念。以人为本:突破时空约束, anyway、anytime、anywhere、anyone的交互共享与开放,学生在虚拟环境中开展实验、完成教学大纲要求的教学目标。实验可以是虚的,但活动一定是实的,满足真正的教学活动要求。

面向化学强基、化学拔尖、应用化学等专业班级开设不同层次化工基础实验及生产仿真设计实习课程,每年学生150人,并将逐步向环境、生命、材料、自动化等学院开放。同时加强化工原理理论及实验课程内容,为参加全国化工设计大赛及化工原理实验大赛的学生提供基础训练条件:获得第十六届全国大学生化工设计大赛一二等奖各1项,第四届/第五届全国大学生化工原理实验大赛二三等奖各1项。依托本实验实践体系完成2021年教育部产学研合作协同育人项目,2022年省级教学研究项目,获得2022年湖北省高等学校教学成果一等奖(志趣驱动、科创引领:化学创新人才培养体系的构建与实践)。

通过上述改革,突破传统实验实践在教学时间、空间 and 安全性方面的局限,丰富实验教学内涵和方式,提升学生的自主性、实践性和创新潜力,创新基础人才培养的模式。

4 结语

以“学生为中心、着力提高学生实践综合能力”教学理念的指导下,运用现代信息技术,给学生以身临其境的感觉,使学生能够切实体验实验过程,掌握实验操作要领及方法探索流程。借助仿真系统灵活开放的操作模式,通过实验操作强化理论知识,达到时时能学、处处可学,想学就学,不受时间和空间的限制,创新实验课程的教学模式。指导老师同时通过系统管理端开展虚拟考查和原理考试,在线实时监控解答学生使用情况;学生通过该系统与指导教师互动、同学之间分享学习经验;全方位开展资源共享、仿真操作、虚拟实验等实践教学过程,完成人员与成绩管理,教学效果评估等,实现实验实践教学全过程的网络化、信息化、智能化。

(1) 形成具有开放式实验和实训教学体系,扩展虚拟仿真软件使用平台,实现学生手机、平板电脑“7×24”全天候知识点学习。进一步突破场地、设备、时间、空间等限制。

(2) 开发基于虚拟仿真技术开设化学化工专业的单元及流程仿真、化学工程与工艺计算机虚拟实验、化学工程的数字化工厂的仿真模拟实验,构建虚拟与现实相结合的工程技术实验教学先进手段,实现了在线“教、学、考、管、评”一站式管理。

(3) 打造“基础教学—科学研究—就业实践”三层次的虚拟仿真实验和实训系统,构建教学科研协同、校企联合培养的教学新模式,培养产学研赛一体化复合型创新人才。

参 考 文 献

- [1] 李清江, 刘世爽, 蒋莉, 马明明, 冯文颖. 实验技术与管理, 2021, 38 (3), 242.
- [2] 陶涛. 大学化学, 2023, 38 (12), 120.
- [3] 石秀秀. 习近平总书记关于长江经济带绿色发展重要论述研究[博士学位论文]. 武汉: 中国地质大学(武汉), 2022.
- [4] 宋敬敬, 黄华存, 冯家勋. 实验技术与管理, 2023, 40 (9), 1.
- [5] 袁绍军, 李季, 吉旭, 唐盛伟, 梁斌. 化工高等教育, 2023, 40 (2), 2.

- [6] 於思瑜, 雷洪, 张浩, 张钰婷, 耿豪杰, 黎东维. 化学教育(中英文), **2022**, 43 (24), 25.
- [7] 李辉, 聂嘉, 吕中元, 钱虎军, 朱有亮. 大学化学, **2024**, in press. doi: 10.3866/PKU.DXHX202402007
- [8] 朱亚先, 周立亚, 张树永, 郑兰荪. 大学化学, **2020**, 35 (5), 283.
- [9] 朱平平, 冯红艳, 邵伟, 郑媛, 李玲玲, 李婉, 方思敏, 张万群, 李维维, 盛翔, 等. 大学化学, **2020**, 35 (5), 278.
- [10] 张向荣, 白艳红, 李健军, 杨国鑫, 林培玲, 唐玉海. 大学化学, **2021**, 36 (12), 26.
- [11] 赵一玫, 姜军, 王凯, 潘洁, 张予川, 王娟, 党雪平. 大学化学, **2020**, 35 (10), 115.
- [12] 马莹, 张恒, 宋其圣, 胡清萍. 大学化学, **2020**, 35 (5), 223.
- [13] 熊辉, 胡国志, 李霞, 王文云, 付朝阳, 龚跃法. 实验技术与管理, **2021**, 38 (12), 19.
- [14] 熊辉, 高晓莉, 郭雯雯, 秦超然, 付世涛, 龚跃法. 实验室研究与探索, **2024**, 43 (1), 130.
- [15] 熊辉, 罗钊, 吴贝娜, 李秋莲, 龚跃法. 大学化学, **2022**, 37 (12), 182.
- [16] 庞秀言, 闰明涛, 王艳素, 李妍, 边刚. 实验室科学, **2022**, 25 (6), 101.
- [17] 边刚, 柯友芳, 翁新扬, 李彦奕, 庞秀言. 实验室科学, **2020**, 23 (5), 116.
- [18] 代方方, 费贵强, 李磊, 姜静. 实验技术与管理, **2019**, 36 (10), 279.