

虚拟仿真实验在化学教学中的作用

——以西南大学化学化工虚拟仿真实验教学中心为例^①

彭敬东, 龚成斌, 马学兵, 张浩

西南大学 化学化工学院, 重庆 400715

摘要: 在信息化时代, 虚拟仿真实验系统随着网络技术的发展和普及而被广泛应用, 成为传统实验教学有效而重要的补充, 推动着实验效率的提高和实验教学模式的改革. 以西南大学化学化工虚拟仿真实验教学中心为例, 介绍了虚拟仿真实验系统的特色, 以及虚拟仿真实验在化学教育教学中的作用.

关键词: 虚拟仿真实验; 教学模式; 化学教育

中图分类号: G642.423

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2017)07-0193-04

化学是集理论性与实践性于一体的自然学科, 无论是理论知识的学习, 还是实践创新能力的培养, 都离不开实验和实践教学. 在传统的化学教学中, 理论教学和实验教学不能完全同步, 两者的脱节不利于学生对化学知识的学习; 化学化工实验涉及的化学反应和化工过程不可避免地存在易污染、高危险等问题, 实验开放范围受限; 高校学生基数大, 大型精密仪器昂贵且数量少, 难以保证每个学生平等接受实践训练; 微观层面的理论知识和反应机理抽象, 学生难以真正掌握, 虚拟仿真实验教学恰好能够弥补传统化学教学的这些不足之处.

化学化工虚拟仿真实验教学不仅是高等教育信息化建设和化学化工实验教学中心建设的重要内容, 更是化学化工专业与信息技术深度融合的产物, 能够全面提高学生的实践能力和创新精神, 更能最大程度地提升优质实验资源的开放度和共享度, 便于学生及时巩固所学知识并将其成功运用到实践, 从而有力推动高等学校化学化工实验教学的改革和创新^[1].

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》和《教育信息化十年发展规划(2011-2020年)》指出:“信息技术对教育发展具有革命性的影响.”随着信息技术的飞速发展, 虚拟仿真实验在学校教学中的应用范围不断扩大, 对学校教学成果提升日益增强, 但目前大多数虚拟仿真实验的建立是以实验项目为主而不是以方法为中心, 在教学中仍存在二维直观性差、配套服务和软件开发不足、系统性差、不成体系等方面的不足^[2]. 西南大学化学化工虚拟仿真实验教学中心(本文简称“实验中心”)依托学科建设, 整合教学资源, 力求改进现行虚拟仿真系统的不足之处, 进一步开发具有自身特色的虚拟仿真实验系统, 充分发挥虚拟仿真实验在化学教学中的作用, 并实现其社会服务功能.

1 虚拟仿真实验教学中心的特色

1.1 学科融合, 构架知识体系

“实验中心”注重顶层设计, 基于学院新型化学实验目标分类体系研究, 打破以二级学科设置实验课程的传统体系, 构建基于化学一级学科的实验教学体系, 着力打造“化学基础、理化测试和化合物制备”3大实验课程模块, 系统设计“基础、综合和设计”3个层次的“基础化学”和“大型精密仪器”两大虚拟仿真实验

^① 收稿日期: 2016-04-14

基金项目: 西南大学教学改革重点课题.

作者简介: 彭敬东(1968-), 重庆人, 教授, 博士研究生, 主要从事实验室管理和高效液相色谱研究.

模块,改变传统以“知识结构”设置项目的原则,课程模块以“方法与技术”设置实验项目,形成以“基础—测试—合成”为主线、以“方法”为中心的化学实验教学体系,达成实验教学“目标—过程—评价”的一致性,使学生全面、系统地掌握化学一级学科所涵盖的实践技能和学科方法^[3]。“实验中心”构建了基于大型精密仪器的虚拟仿真数据库,科教融合地打造了基础化学、化学工程、大型精密仪器、虚拟实习实训和化学教育 5 个模块的虚拟仿真资源平台,让学生架构起完整的、系统的学科知识结构和实践技能体系。

1.2 翻转课堂,革新教学方法

“实验中心”搭建的虚拟仿真实验室对学生开放运行,构建了界面友好、人机交互和功能先进的虚拟仿真实验教学支撑平台,能提供包含操作训练、综合提高和创新设计的 199 个虚拟仿真实验项目,其中 29 个 3D 虚拟仿真实验项目。其实验内容资源丰富、仿真性和实践性强、集共享性和开放性于一体,学生既可在预约的时间和地点进行实验实训设计,又可以通过校园网访问虚拟仿真实验室进行化学实验,教师在课堂上进行辅导和答疑,弥补传统实验仪器资源有限、综合性实验不足、实验安排不成体系等短板,采用开放性、个性化的学习方式,也实现了虚拟仿真实验教学“课堂翻转”的全新实验教学方式,搭建了线上和线下混合式的虚拟仿真实验教学平台,从而将学习的决定权从教师转移到学生。

1.3 成果转化,开发特色项目

“实验中心”充分利用学科专业和实验平台优势,将部分国家自然科学基金项目和学术研究成果转化为虚拟仿真实验项目,利用虚拟现实技术和高精度三维建模,开发出具有特色的自主研发项目。例如,“实验中心”与相关企业合作,将两项重大横向项目的生产工艺流程、生产参数和工厂实景,以“虚拟技术企业—化工生产企业—高等学校”的“三位一体”模式自主研发“乙基香兰素生产”和“妥布霉素片剂制剂”3D 虚拟实习实训仿真工厂,该项目具备 360°沉浸式漫游、任意方位交互操作和错误警示等功能。成果转化的特色项目有助于培养学生科学素养和创新意识,进一步扩大科学研究成果的服务范围。

2 虚拟仿真实验教学中心的教育教学作用

2.1 安全经济,助推了绿色化学的发展

虚拟仿真实验相对传统实验而言,更具有安全性和经济性,有助于发展绿色化学。首先,虚拟仿真实验提高了实验的安全性,使一些因可能造成爆炸、产生高毒性物质而未开设的化学实验走进学生的视野。化学实验中常涉及易燃、易爆、强腐蚀性和高毒性物质,学生操作不慎会带来巨大的危险。如酮与氢氰酸加成合成羟基腈反应中会用到剧毒原料氢氰酸,虚拟仿真实验不仅能绿色化地完成有毒易爆实验的学习与训练,而且可直观地强化有毒易爆实验的操作规范,规避潜在的安全风险。其次,实验室安全虚拟仿真实验,指出了常见的实验室安全隐患以及相应的预防解决措施。比如,用 Flash 动画模拟实验室内不同火灾情况下的灭火方法和逃生方法^[4]。虚拟仿真实验提高了实验的经济性,打破了经费和实验空间的限制,拓宽了某些仪器的开放范围和开放程度^[5]。如大型的精密仪器核磁共振波谱仪,其价格昂贵,工程设备体量大,存在操作风险高、运行能耗大和数量少等难以克服的困难,造成学生低参与度、仪器设备内部结构难以掌握等情况。“三维核磁”的虚拟仿真实验则有助于学生了解核磁共振的原理、核磁共振波谱仪的结构以及该仪器的使用方法,打破了传统实验中循规蹈矩的操作和“走马观花”的教学模式对学生实践能力和创新能力的限制。

2.2 生动直观,简化了微观的知识难点

大量化学反应机理抽象,立体化学问题普遍,对教与学都带来极大的困难。虚拟仿真实验系统生动直观,有助于学生充分理解和掌握微观层面的知识、反应机理及大型精密仪器的内部构造,提升学生的学习兴趣,增强学习的自信心^[6]。学生常常难以理解和掌握微观层面的理论知识和反应机理,导致对知识点的学习停留在模糊的阶段,从而无法举一反三,不能真正用理论知识指导化学实验和实践。虚拟仿真实验系统可以融音效、音乐、动画和视频为一体,使书本中二维的图片和文字立体化、形象化、生动化,使生僻难理解的知识简单化,打破了学生思维的局限性。如分子轨道中的能量迁移,形象生动的 Flash 动画直观地将能量迁移过程呈现在学生眼前,有助于学生理解和掌握能量迁移。虚拟仿真实验可以立体地展示精密仪器的构造,还可以对仪器部件进行拆分,解决了部分仪器部件不可视的问题,揭开了其神秘的面纱。虚拟仿真实验的每一步操作都形象直观,与真实的实验操作一致,有利于学生充分理解和掌握实验操作。

2.3 虚实结合,提升了学生的学习效率

因学生人口基数大而实验仪器台数少,在传统实验教学中往往需要对学生进行分组教学.受限于教师资源和仪器资源,高校的理论课教学和实验课教学进度往往不能完全一致,导致教师需要在课时有限的实验课中花大量时间进行理论知识复习,学生动手操作时间大大缩短.虚拟仿真实验系统设置了与真实实验模块“化学基础、大型精密仪器”等相融合的虚拟仿真实验项目,学生在真实实验课前可自行进行理论知识的复习和实验操作的预习,既能通过虚拟仿真实验强化基础知识和基本实验操作,还能更高效地体验真实化学实验和仪器设备,有助于学生自学并加深对理论知识的理解^[7].

2.4 全程参与,提高了学生解决问题的能力

随着高校教育教学改革和高校扩招,本科学生的基数迅速增多,也造成实验小组的人数增多,实验室的实验教学压力增大.对于精密仪器如液相色谱仪的实验教学,学生一般是通过观察仪器以及教师的讲解了解仪器构造和操作流程,可参与的操作环节较少,因此大部分学生对该分析方法的认识仍停留在模糊和抽象的阶段.通过“液相色谱”的虚拟仿真实验,学生可以通过动画展示了解不同品牌、不同型号的液相色谱仪的构造,从而掌握液相色谱仪各个核心部件的作用.在虚拟仿真实验中,学生不仅能体验样品前处理、定量分析、定性分析等环节,还能体验仪器平衡及清洗维护过程,感受冲洗色谱柱、更换检测器氘灯、更换单元泵排气阀和过滤白头等维护过程,解决实验中常出现的基线漂移、色谱峰峰形拖尾、不出峰或多峰等问题.通过参与该实验的全过程及反复练习,学生能够深入理解和掌握该分析方法在操作过程中存在的问题和关键点,找到提高分析效果的突破点,从而进一步提高自身发现问题和解决问题的能力.

2.5 资源丰富,培养了学生的创新能力

培养学生的创新能力是实施“科教兴国”和可持续发展战略的重要途径.传统实验项目受到实验室设备、人员和资源利用的限制,对学生设计能力和创新能力培养的训练不足.“实验中心”提供了包含操作训练、综合提高和创新设计的 199 个虚拟仿真实验项目,构建了基于大型精密仪器的虚拟仿真数据库,链接学院国家级网络教育精品课程“分析化学”的建设资源,如视频精讲、电子讲义和动感课堂等表现形式丰富多样的立体资源,多渠道逐步引导学生进行启发探究式学习、创新性学习^[8].“实验中心”与 11 所高校、5 所市重点直属中学及 10 家企业建立了合作关系,共享优质的教育教学资源.虚拟仿真实验的引入,还改变了化学实验教学的教学模式与方式,学生根据实验要求自行增加各种设计性实验内容,自行设计实验方案,以各种形式输出实验结果,既锻炼了学生独立构思和设计的能力,又提高了学生的创新能力.

2.6 校企共建,提高了学生的实践能力

“实验中心”注重培养学生的实践能力,通过“共建联合实验室、科技成果转化、顶岗实习、教师进厂和员工培训”等手段架构具备持续开发能力、稳定、共赢的合作机制与模式,为学生以后的工作奠定坚实的基础,帮助他们毕业后尽快达到工作岗位的能力要求.虚拟仿真实验系统的“化学教育”交互仿真实验教学平台帮助化学师范专业学生尽快熟悉现行中学化学实验教学的内容、重点和难点,模拟教材中的危险实验,提供信息技术条件下数字化教学的模拟平台,促进师范生的中学化学实验操作能力和实验教学能力的提升.“化工实习实训”和“化学工程”模块中包含与企业合作开发的特色项目,学生通过真实场景和工艺参数的 3D 仿真模拟,克服了实习过程中动手难、设备内部结构难以观察等问题,扎实掌握了物质生产的工艺流程、设备操作规程和工厂运行模式.依托学院虚拟仿真实验室,学院学生在各类专业竞赛中获市级及以上奖项 70 项.

2.7 互动性强,畅通了师生间的交流

“实验中心”建设了一支专业结构合理、学术水平高、工程实践经验丰富的专兼职实验教师队伍,依托虚拟仿真实验系统,实现了科研与教学的有机融合.虚拟仿真实验系统功能齐全,加强了师生互动,革新了实验教学评价机制,提升了师生的满意度.虚拟仿真实验系统包括实验教学系统、实验预约系统、课程管理系统、公告发布系统、数据统计系统和成绩记录系统,师生之间可在系统中通过短信和邮件进行交流,也可实现同步的文本交换,充分展开在线实验教学互动.教师可在系统中进行课程控制、题库定义和作业发布;学生可利用该系统预约实验、预习实验和完成作业;系统可以自动对学生预习、实验过程和实验结果等进行评分,教师也可以对学生的预习、实验过程、实验结果及报告进行评分,改变了传统的实验报告决定成绩的现状,完善了实验教学评价机制.

3 结 束 语

本着“科学规划、共享资源、突出重点、提高效益、持续发展”的原则,基于《教育信息化十年发展规划(2011—2020)》的宗旨和要求,进一步提升虚拟仿真资源平台的公共服务水平和能力势在必行。“实验中心”将从 3 个方面拓展虚拟仿真实验系统的社会服务功能:①拓宽辐射范围,强化共享深度.加强与兄弟院校的教学互动联系,开展与现代远程教育相结合的共建共享合作机制,建成具有通用性的、集成化的化学化工虚拟仿真实验平台,实现所有虚拟仿真实验资源的深度共享,并逐步建立辐射大西南地区的虚拟仿真共享平台.②构建立体网络平台,提高科研应用水平.基于 BB 平台、精品课程等视频资源建设,建立健全全方位、立体化的用户管理模型,实现有线终端、无线平板、手机等多种终端形式访问的全方位立体共享网络平台,逐步加强虚拟实验技术辅助科学研究.③加强校企合作,提高人才培养质量.探索校企合作的共赢模式,进一步拓宽企业合作范围,共同开发和建设独具特色、市场利用率高、应用范围广、具有自主知识产权的虚拟实验项目,进一步提高学院人才培养的质量与特色.

参考文献:

- [1] 白 雁,张 娟,潘 瑾,等. “虚拟实验室”在高校仪器分析教学中的应用 [J]. 实验技术与管理, 2011, 28(12): 169—171, 174.
- [2] 黄慕雄. 高校教学型虚拟实验室建设的现状与建议 [J]. 电化教育研究, 2005(9): 77—80.
- [3] 王 强,刘 艳,刘 芳. 化学实验教学目标分类学研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(3): 151—156.
- [4] 邓 留,张 翼,罗一鸣,等. 化学实验安全教育和教学改革管理的尝试 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(9): 195—199.
- [5] 刘泽良. 发挥虚拟实验室建设对实验教学的促进作用 [J]. 实验技术与管理, 2011, 28(7): 193—194, 197.
- [6] 吴 爽,陈 平. 激发学习兴趣,构建自学体系——大学有机化学的趣味教学 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(1): 157—160.
- [7] 李 敏,吴小说. 仿真仪器分析教学的几点思考 [J]. 大学教育, 2013(10): 29—30.
- [8] 孔 玲,袁 若,杨 睿,等. 国家级网络教育精品课程“分析化学”的建设 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(5): 184—187.

On Function of Virtual Simulation Experiment in Chemistry Teaching ——A Case Study of Virtual Simulation Experiment Teaching Center of Chemistry and Chemical Engineering in Southwest University

PENG Jing-dong, GONG Cheng-bin, MA Xue-bing, ZHANG Hao

School of Chemistry and Chemical Engineering, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: In the information age, with the development and popularization of network technology, virtual simulation experiment system is widely used. As an effective and important complement to the traditional experimental teaching, the improvement of experiments efficiency and the reformation of experiment teaching mode have been promoted by that. The virtual simulation experimental teaching center of chemistry and chemical engineering Southwestern University has been taken as a sample, and the characteristics of this experiment center and function of virtual simulation experiment in chemistry education have been described in this article.

Key words: virtual simulation experiment; teaching mode; chemistry education

责任编辑 潘春燕
崔玉洁