虚拟仿真在化学工程与工艺专业实验教学中的实践

李颖　王显赫[通讯作者]　乔迁

（珠海科技学院　化工与新能源材料学院　广东珠海　519040）

摘要：传统化工专业实验本科教学受到实验装置更新难等客观实验条件的制约，影响实验教学质量。通过化工虚拟仿真课程的教学实践，解决了实验教学面临的各种困境，比如教学设备种类少、教学场地的局限性等，提高了学生自主学习的兴趣，丰富了实验的种类和内容，为实验教学提供更多可能性。但是虚拟仿真作为化工实验的有效补充，依然存在诸多问题，不可完全替代以往的实验教学，同时也要最大程度的开展实际操作实验，做到实而不虚。

关键词：化工实验教学；虚拟仿真；优势与存在问题

Practice of Virtual Simulation Laboratory Teaching for Chemical Engineering

Ying Li, Xianhe Wang, Qian Qiao

Abstract: The experimental undergraduate teaching of traditional chemical specialty is restricted by objective experimental conditions such as the difficulty of updating experimental devices, which affects the quality of experimental teaching. Through the teaching practice of chemical virtual simulation course, various difficulties in experimental teaching were solved, such as the lack of teaching equipment and the limitation of teaching sites, which improved students' interest in autonomous learning, enriched the types and contents of experiments, and provided more possibilities for experimental teaching. However, virtual simulation as an effective supplement of chemical experiments, there are still many problems, can not completely replace the previous experimental teaching, but also to carry out practical experiments to the maximum extent, so as to achieve reality but not illusion.

Key Words: Teaching for chemical engineering laboratory; Virtual simulation; Advantages and problems

化学工程与工艺专业实验是一门研究化工生产过程中各种单元操作的学科。根据高等教育实验教学要求，调动学生主动学习的积极性，自主设计实验，加强实验课对学生综合能力的培养是重中之重[1]。

化工实验教学无论是实验内容还是实验形式要求越来越高，目前高校教学设备种类、工艺更新迭代速度等都存在明显的滞后，实验室设备普遍老旧，使用年限甚至超过十年，已经逐渐落后于实际工厂生产，使得教学脱离实际，未能与时俱进。传统教学方式传统单一，实验报告也流于形式，实验操作中错误频出导致实验结果不符合理论教学结论，一些高危设备或药品在实验教学中无法使用，实验教学效果达不到预期。

随着信息通讯技术和3D技术的发展，虚拟仿真软件以及VR技术通过建设系统模型，模拟生产和实验室实际操作，实施相对应的动态实验。具有种类齐全、采购成本低、操作安全、高效率、实验延伸扩展性强、随技术发展更新换代快、高度开放、资源共享等特点[2, 3]。

在化工理论和实验教学中引入虚拟仿真软件的使用丰富了实验资源，解决了实验教学面临的各种困境，比如教学设备种类少、陈年老旧跟新较慢，教学场地的局限性，危险性实验的不可开展性，教学经费的缺乏，贵重精密仪器用于高校本科教学的困难性等等。

本文以珠海科技学院化学工程与工艺专业实验教学为研究实例，寻求新的实验方式和实验手段，探索虚拟仿真软件在专业实验教学中的应用，对出现的各种问题进行研究分析解决，完善虚拟仿真教学，进一步提升实验教学效果[4]。

我校化学工程与工艺专业于2008年筹备建设，大部分设备采购于天大北洋设备有限公司，尺寸较大，实验教学场地不足导致每种设备数量仅限一台，无法满足每个学生亲自进行实验操作。随着装置使用年限增长，出现设备损坏故障、实验数据不准确、检测灵敏度下降等一系列问题，使得学生无法通过实验实践验证理论教学，教学效果大打折扣。

一、化工虚拟仿真实验内容

引入东方仿真和欧贝尔仿真以及VR技术，根据理论教学及工厂生产工艺装置流程，设计了化工实验虚拟仿真教学的教学内容，补充并扩展了专业实验种类。我院选取的化工虚拟仿真软件包括化工单元操作和工厂生产实习操作，包含超过滤膜分离实验3D仿真软件、萃取精馏制备无水乙醇实验3D仿真软件、多釜串联反应器

返混的 3D 测定实验、反应精馏法制取乙酸乙酯实验 3D 仿真软件、乙苯脱氢制苯乙烯实验 3D 仿真软件、恒压过滤实验 3D 仿真软件、流化床干燥实验 3D 仿真软件、萃取塔（桨叶）实验 3D 仿真软件、传热实验 3D 仿真软件、煤制甲醇装置 3D 虚拟现实仿真软件 VR 版，基本涵盖了整个化学工程与工艺的专业实验内容。

教师和学生通过教师站和学生站共同在虚拟仿真平台上进行教学和学习。教师站可实时观测到每个学生账号的学习情况，教师提前上传学习资料布置学习任务，补充并管理题库，进行在线考试，分析考试结果，同时可查看学生课前预习情况，实验操作步骤的完成情况，数据记录以及分析结果的准确性，并可以通过思考题的考核及时查看学生知识的掌握程度，随时随地的与学生互动，不受时间和空间的限制。

以往学生在化工实验操作之前，要接受安全培训教育，但是现实实验室中无法模拟各种安全隐患，不能达到练习和提高学生处理安全事故的能力。在化工虚拟仿真安全知识相关的实验中运用 3D 动画形式模拟工厂生产和实验室可能出现的各种事故，学生身临其境处理紧急情况及事故，如果处理错误将禁止进行下一步操作学习。学生根据教师要求选择实验项目进行理论学习和实验装置操作的预习，观看视频和文字资料的讲解，掌握实验目的、内容、原理、装置、设计等相关知识。学生通过三维动画直观的操作实验，随意切换 DCS 流程图和现场图，直接获得实验数据。记录原始数据，生成运算结果，绘制图表和曲线，实验结果分析等最终生成实验报告。所有步骤完成后进入考核房间，随机抽取试题，系统在线评分，将成绩反馈到教师站。

二、化工虚拟仿真在实验教学实践中的优势与存在问题

我们在 2018 级，2019 级本科化工专业学生中开展虚拟仿真实验与传统设备使用实验并存的方式进行实践，对存在问题进行探讨和总结。

实验教学作为理论教学的实践和补充，深化学生理解并掌握理论知识，提升教学效果。虚拟仿真实验解决了一系列问题，包括教学经费的不足、实验场地的有限、教师资源有限、课时限制，实现学生随时随地独立完成每个实验，同时丰富了实验的种类和内容。化工虚拟仿真和 VR 技术作为新的教学模式，模拟真实的化工生产过程，生动形象的展示在眼前，使得学生更有兴趣，提升自主探索的主动性，减轻教师承担的教学负担。

教师和学生超过 90%认为实验教学中引入虚拟仿真实验十分有必要，有助于学生对理论教学中获得的知识进行更深层次的理解和掌握。绝大部分学生对虚拟仿真实验持认可态度，他们可以课上课下随时随地在电脑上操作实验流程，处理实验数据，分析实验结果。每位学生单独操作，都能体验化工实验工程工艺流程，不会担心损坏或导致设备故障，并能达到预期实验结果。但是教师和学生经过实践也认识到仿真实验教学存在的不足，比如实验过程中操作过于简单化，只要轻点鼠标就实现所有开关阀门的调节和实际中需要多种阀门的协调开度有很大的差距，甚至每一步都提示学生进行操作，不能达到培养学生独立思考不断探索的实验精神。实验结果过于精准理想，无任何原料能源损耗、无意外状况出现，和真实实验有一定差距。而且虚拟仿真实验装置比传统实验装置少了很多细节，学生不能直观的的看到每个管路阀门等的形状结构，最好将实际实验装置和虚拟仿真实验操作结合起来，教师在学生实验操作前分别讲解设备和软件的理论基础。

虽然化工虚拟仿真实验提升实验教学效果，一定程度上达到了设定的教学目标，但是在实验实践教学中依然存在着诸多问题。虚拟仿真软件对硬件电脑的要求较高，操作中会存在突然关机、闪退、卡顿等等，需要重启重新进行实验操作，浪费不少时间。虚拟仿真软件模拟开发仍没达到实际真实实验的效果，实验操作和结果过于单一，对于实验中存在的不可控因素并不能进行模拟，限制学生不断尝试探索的实验精神，以及面对各种突发状况的应急处理思考和解决。仅靠化工虚拟仿真实验教学无法有效的提升学生实验的实际动手能力、处理现场应急突发事件能力、对实验设备排除故障和检修的能力。虚拟仿真实验由于在电脑上操作，也造成学生缺乏严谨负责的实验态度。

三、小结

化工虚拟仿真实验的引入为实验教学提供了更多的可能性，使涉及“高危高压、易制毒易制爆、高技术要求、高费用、高精密贵重仪器”类别的实验也能应用于本科教学，提升教学效果。但是虚拟仿真作为化工实验的有效补充，不可完全替代以往的实验教学，同时也要最大程度的开展实际操作实验，做到实而不虚。我院将以此为基础，不断提升仿真实验和传统实验的有效结合，建设互联网化工仿真平台，实现资源共享。

参考文献：

[1]董本红，杜坤.改革实验教学培养创新能力[J].药学教育，2004，20（4）：53-55.

[2]陈萍，周会超，周虚.构建虚拟仿真实验平台，探索创新人培养模式[J].实验技术与管理，2011（3）277-280.

[3]李磊.虚拟仿真实验教学的必要性、存问题及其可持续发展机制[J].湖北开放职业学院学报，2019（7）：151-153.

[4]李俊梅，乔雅心，程 樟，李炎锋虚拟仿真在建筑环境专业本科实验教学中的实践[J].教育教学论坛，2020（43）：388-389

作者介绍：李颖，女，198909，初级实验员，硕士研究生。

基金：吉林大学珠海学院质量工程建设项目：化工与新能源材料学院-珠海奥博凯生物医药技术有限公司实践教学基地建设项目（ZLGC20200703）