

国家级实验教学示范中心建设中虚实结合实践课程的探索与实践 ——以化学化工国家级实验教学示范中心(安徽大学)为例

苗继斌*, 毛昌杰, 金葆康

安徽大学化学化工学院, 化学化工国家级实验教学示范中心(安徽大学), 合肥 230601

摘要: 化学化工国家级实验教学示范中心(安徽大学)以培养具有社会责任感, 富于人文情怀、科学精神和国际视野, 服务国家和区域经济社会发展的高素质创新人才为培养目标, 在工程专业认证和新工科建设的背景下, 中心积极推进虚实结合实践类课程的建设。通过模拟生产现场真实场景, 提升了师生互动效率, 更好地实现了对学生创新能力、团队协作能力和工程实践能力的培养。中心虚实结合实践类课程的建设也解决了化工及相关专业实习的难点和痛点。

关键词: 虚实结合; 丙烯腈虚拟仿真; 示范中心建设; 实践课程

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice of Virtual and Real Combination Practical Curriculum During the Construction of the National Demonstration Center for Experimental Education: A Case Study of the National Demonstration Center for Experimental Chemistry & Chemical Engineering Education (Anhui University)

Jibin Miao*, Changjie Mao, Baokang Jin

National Demonstration Center for Experimental Chemistry & Chemical Engineering Education (Anhui University), School of Chemistry & Chemical Engineering, Anhui University, Hefei 230601, China.

Abstract: The National Demonstration Center for Experimental Chemistry & Chemical Engineering (Anhui University) aims to cultivate high-quality innovative talents with a sense of social responsibility, humanistic qualities, scientific spirit and an international perspective, contributing to the national and regional economic and social development. In the context of engineering education certification and new engineering construction, the center actively promotes the development of practical courses that combine virtual and real elements. Through the simulation of real production scenarios, the center has significantly enhanced the interaction efficiency between teachers and students, thereby fostering students' innovation abilities, teamwork skills, and engineering practice capabilities. The construction of the center's virtual and real combination practical curriculum also solved key challenges in internships for chemical engineering and related fields.

Key Words: Virtual and real integration; Acrylonitrile virtual reality; Demonstration center construction; Practice course

收稿: 2024-05-07; 录用: 2024-05-23; 网络发表: 2024-06-06

*通讯作者, Email: lingxiaoyu1003@163.com

基金资助: 教育部产学合作协同育人2022年第一批立项项目(220503175262828); 安徽省质量工程项目(振兴计划, 2022zybj010); 安徽省“101计划”项目(2023ylyjh007)

近年来,随着新工科建设的不断推进和工程专业认证建设工作的不断开展,对于工科类专业建设提出了越来越高的要求,要求培养的毕业生具有良好的工程实践能力、创新能力以及解决复杂工程问题的能力^[1]。这些能力的培养,都离不开完善的实践教学体系和完备的实验设施的建设,因此需要占用大量的实验场地资源^[2]。除此以外,以化学工程与工艺专业为例,由于部分专业实验涉及到大剂量和苛刻反应条件的化学反应,因此存在一定的安全风险性。同时,工科专业人才培养方案的毕业要求中,有生产实习、毕业实习及见习的安排要求,一般化工类企业很难在短时间内集中接待大批量的学生进行实习;即使有的企业能够进行安排,考虑到企业自身的生产和学生的人身安全,生产实习和见习也往往是走马观花,学生的参与度与体验感都不好,教学效果也欠佳,这也是制约培养人才的工程实践能力的瓶颈问题^[3]。而虚拟仿真和虚实结合实践平台的建设,是目前解决这个问题的最好选择^[4]。

1 传统实践教学存在的问题

以化学工程与工艺专业为例,传统的实践教学基本都是在实验室由学生动手操作完成,除了实验过程的不可重复性和不可逆性,还存在一定的安全隐患^[5],主要存在以下几方面的问题:

(1) 安全问题。以丙烯氨氧化法合成丙烯腈工艺为例,需要在高温高压条件下进行实验,在实验室操作存在较大的安全隐患;

(2) 成本问题。对于参加工程专业认证的工科专业来说,实验要求每组人数不超过3人,这对设备的台套数和实验空间场地都有很高的要求,学校无法承担如此高昂的成本;

(3) 实验的不可重复性。一般学生做过实验以后,如果不对实验所用的仪器设备进行反复的操作、训练,很快就会将该实验内容遗忘,导致后面的综合型和设计型实验中需用到该设备的时候,又要重新进行学习,不仅浪费了学生的时间,而且实验教学效果不佳;

(4) 实验结果的不可控性。学生在实验操作过程中,每人的操作习惯不同,这种由于操作细节差异导致实验结果的误差,容易给学生带来不准确的实验结果而影响后续的结果分析;

(5) 实验教学效率的低下。在传统实验教学中,学生须在有限的规定时间内完成实验,没有实验完成以后的复习和巩固环节,同时不能满足不同学生对于学习内容和学习进度的个性化需求。

(6) 实习见习课程没有动手操作的机会。在工科专业学生的实习见习过程中,出于对学生安全和生产企业设备安全的考虑,一般不会让学生真正上手进行设备或者工段的操作,这也大大削弱了实习见习的效果。

综上所述,如何解决传统实践课程教学过程中的问题,以达到更好的人才培养效果,是目前传统实践类课程教学亟待解决的问题。

2 虚实结合实践类课程的建设与实践

中心本着“能实不虚,虚实结合”的原则,构建了专门的虚拟仿真实验平台,并投入建设了一批虚实结合实践类教学项目,同时构建了线下实操的设备和线上进行的虚拟仿真软件,部分项目见表1所示。其中,“丙烯腈虚拟仿真实验”和“医疗器械用抗菌塑料的模具设计及注塑成型虚拟仿真实验”获批了“国家一流课程”。以“丙烯腈虚拟仿真实验”为例,中心与安庆石化基团和欧贝尔软件公司合作,将安庆石化集团公司的丙烯腈合成车间等比例缩小,建成可供教学使用的微型工厂,同时建立与其工艺操作对应的中控室,可实现生产现场与中控室的联动,增强学生的体验感。以冷态开车为例,其主要的操作流程如下:

(1) 课前预习:课前预习工作在线上进行,代课教师将实验相关的资料上传,学生必须在本小组进行实验操作之前完成预习工作;

(2) 课中操作:课程进行时有两组学生进行操作,一组负责分散控制系统(DCS)中控室操作,另一组负责现场操作。DCS控制和现场工艺主要分为合成、急冷、回收和精制四个工段,每2个学生负

责操作一个工段。两组操作人员通过对讲机互动，根据开车规程及实际情况进行协调操作，使工艺过程处于稳定状态。正常开车后将两组学生进行交换，再重新进行冷态开车操作，让每一组学生都能够熟悉两种不同的操作过程。

(3) 课后复习：课程通过多次的示范和训练使学生熟练地掌握丙烯腈生产工艺原理、工艺流程及DCS-现场联合操作的方法，同时该套设备对全校师生进行开放，对于学习过程中的难点和疑点问题，可以在实验结束后再次进行重复和探讨，直至将问题解决。图1是学生在仿真工厂车间和中控室的现场图。

表1 部分虚实结合实践教学项目

课程名称	项目名称
化工原理实验	膜分离实验
	流体流动综合实验
	恒压过滤常数测定实验
	二氧化碳吸收与解析实验
	萃取塔实验
	传热综合实验
模具设计	医疗器械用抗菌塑料的模具设计及注塑成型虚拟仿真实验
专业实习/见习	丙烯腈虚拟仿真实验
	乙苯脱氢反应工段和减压精馏工段的中试平台



图1 学生在仿真工厂车间和中控室的现场图

该项目自建成以来，校内外已有超过5000人次进行了实践教学活动，教学活动受到学校及兄弟院校的一致好评，项目主要成效如下：

(1) 打破了传统实践类项目的时空限制，学生可以随时随地进行课程预习和复习环节的学习；同时除了利用上课期间有限的时间进行实验操作以外，课后还可以预约使用设备对难点问题反复学习，改善学习效果；

(2) 该实验项目的进行，显著提高了学生工程实践能力和团队协作能力，在实验过程中能够承担起个体、团队或者负责人的角色，能够更好地履行相应的职责，增强学生的责任感与获得感。同时，在进行现场操作的过程中，通过对自身和设备进行安全防护，也进一步提升了学生的安全环保意识；

(3) 课程项目的实施，为新冠肺炎疫情期间校内相关工科专业学生的见习工作，提供了宝贵的实践机会：学生可以动手操作设备；同时对兄弟院校(包括安徽农业大学、合肥大学等)相关专业的学

生开放, 提供了面向校外学生的见习实习服务工作, 很好地履行了中心对社会开放和服务的义务。

3 结语

化学化工国家级实验教学示范中心(安徽大学)以工程专业认证和一流专业建设为抓手, 扎实推进虚拟仿真实验平台和虚实结合实践类课程建设, 不断提高学生的动手能力, 让学生在身临其境中不断提高工程实践能力和创新能力, 培养了学生解决复杂工程问题的能力, 为安徽大学的“双一流”建设工作提供了有力的支撑。

参 考 文 献

- [1] 兰植博, 赵毅强, 张宁, 程思璐, 秦国轩. 实验室科学, **2022**, *25* (5), 167.
- [2] 罗虎, 马丽生, 姚光顺, 史小勇. 滁州学院学报, **2022**, *24* (5), 117.
- [3] 张乃龙. 教育教学论坛, **2023**, No. 2, 109.
- [4] 万泉, 蔡向龙, 徐雯雯, 刘一鸣, 吴桐. 教育观察, **2024**, *13* (395), 106.
- [5] 韩丽辉, 冯婷, 高原, 刘晓明, 金仁东. 中国现代教育装备, **2024**, No. 427, 29.