

基于虚拟仿真技术的仪器分析实验课教学改革探索*

王 敏 宋志国 赵 爽 万 鑫 曹春艳

(渤海大学化学与材料工程学院 辽宁锦州 121013)

摘 要: 针对传统的仪器分析实验课程不能充分发挥学生的主观能动性、实验教学条件不能满足学生培养需求等一系列问题,渤海大学坚持成果导向的教育理念,对仪器分析实验课程进行了改革探索,将虚拟仿真技术引入仪器分析实验教学,以虚拟仿真技术来补充常规教学的不足,构建了“理论-实物-虚拟”多层次实验教学体系。该体系充分发挥线上教学和线下教学互补的优势,通过优化实践教学环节、构建多维教学资源、改进实践教学评价机制,更好地调动了学生学习的积极性和主动性,有效弥补了理论讲授的不足,提高了教学效果。

关键词: 虚拟仿真技术 仪器分析 教学改革

中图分类号: G642 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.46.112

引言

仪器分析实验课程是化学及相关专业必修的专业基础课,是仪器分析理论课程的重要教学实践环节。通过该课程的学习,学生能熟练掌握常见分析仪器的操作、原理及使用。该课程实践性强,但很多高校由于场地和费用等原因,存在实验设备台套数不足、型号落后、种类单一等问题,多停留在“课堂理论教学先行,实验操作演示补充”的模式,严重制约了教学质量的提高以及学生动手能力的培养^[1]。因此,寻求有效途径对仪器分析实验课程进行改革尤为重要。

渤海大学坚持以学生为中心的育人理念,面向人才培养目标,充分发挥数字化实验教学资源的优势,在化学及相关专业开设了大型仪器虚拟仿真实验课程。该课程涉及精密仪器的原理、构造、使用和多种仪器的组装,是专业核心课程仪器分析的配套实验课程,是一门需要多学科理论与实践支撑的实践性很强的综合性课程。本课程的开设弥补了传统教学的不足,学生可随时随地随需开展个性化自主学习,有效节约了实验成本,不再受实验学时的限制,安全可靠,仿真度高,填补了实体教学的不足。通过线上线下结合,课内课外结合,以虚促实,开启了“理论-实物-虚拟”多层次实验教学新模式,全面提高学生的综合素质。

一、在仪器分析实验教学中引入虚拟仿真技术的必要性

众所周知,化学、化工类课程内容相对抽象,工程实践性强,这就要求开设大量课时的实验和实践教学来配合理论课程的学习才能获得最佳的教学效果。而分析检测仪器实物

成本高、占地面积广、测试周期长,不便开展多台套实物实验教学任务,尤其昂贵的仪器设备开放程度有限,本科生在校实物操作的可能性很小,无论是课时还是实践教学都远远满足不了课程教学所需,这也导致了很多学生理论与实践完全脱节,一旦步入工作岗位,就会显现出操作能力不足的问题^[2]。基于以上问题,建立一套完善的虚实结合的课程体系是解决目前困境的最有效手段。通过虚拟仿真实验,突破原有专业、学科、场地和设备的界限,重新构建线上线下相结合的实验课程教学体系,减少单纯验证性实验,增加综合性、设计性及创新性实验,充分发挥学生在实验过程中的主动性,激发创新思维与兴趣,为学生独立自主地进行学习与实践创造良好的条件,从而达到培养学生综合能力的目的^[3]。

近年来,网络教育的优势逐渐被凸显出来,国内许多高校已经对虚拟实验教学和管理模式进行了有益探索和研究,并取得了很好的效果。如华中师范大学徐建团队基于虚拟仿真实验教学课程共享平台数据,通过对所有国家认定的一流课程进行统计分析,探究不同学科门类课程的建设指数、接触指数、应用指数、难度指数、互动指数,根据统计分析结果,在课程建设、课程应用以及课程用户体验方面提出相应的对策建议^[4]。四川大学化学虚拟仿真实验教学中心从自身特色出发,在项目自主研发、平台校企共建、高校资源共享等多方面进行建设,创新性发展,已建成完善的人才培养体系、管理体制及丰富的资源配置,与课堂实验教学相辅相成,突破了化学实验教学条件限制、时间限制和空间限制,实现了资源的共建共享与示范

*基金项目: 1.2021年度辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目:《大型仪器虚拟仿真实验》课程建设的研究与实践; 2.渤海大学2022年度教学改革研究项目:以学生为中心的仪器分析实验线上线下混合式教学探索与实践,项目编号: BHUXJGZ2022094; 3.2020年辽宁省普通高等学校校企合作项目:仪器设备共享。

引领^[5]。吉林大学马健博士带领团队分析了高校虚拟仿真实验教学类型,结合分析结果,设计开发了在线实验教学系统,该系统主要包括信息输入单元、实验教学虚拟交互单元以及信息输出单元等,除了考查学生实验操作,外还能够实现教师对学生信息的查看、调整与增减等功能,可达到高校实验教学需求^[6]。基于互联网技术的强大互连特性,虚拟仿真实验室为远程教育学习者提供“个性化”“自主式”“交互式”且“实时”的实验环境,使学生能够在任何时间、任何地点远程访问仪器设备并进行实验操作,实时观察实验结果,最终获得实验报告。因此,在传统的化学实验教学模式上进行虚拟仿真实验模式改革非常有必要,可以说将虚拟仿真技术引入实验教学是未来高等院校实验课程发展的方向。

二、渤海大学仪器分析实验课“三层次”教学体系的实施

渤海大学拥有省级化学化工虚拟仿真实验教学中心,该中心有化工类虚拟仿真软件27套,大型分析检验仪器类虚拟仿真训练软件30套,可容纳130人同时进行虚拟仿真实验教学,还有实验室安全VR系统,可以让学生身临其境的进行实验操作及安全培训。科学的价值观引领教学,实验教学对大学生树立正确的价值观,培养严谨的科学态度,思想政治教育、“三观”养成有着重要影响,虚拟仿真环境为学生提供了一个全新虚拟学习空间。

渤海大学对“线上+线下”混合实验教学模式进行了有益探索,以化学(师范)专业为例,在专业培养方案中,《仪器分析》是专业核心课,51学时;《仪器分析实验》是学

科专业基础课,40学时;大型仪器虚拟仿真实验是专业限定选修课,36学时。该“理论-实物-虚拟”三层次课程体系,遵循虚实结合、能实不虚、虚实互补的原则,采用虚拟技术与仿真技术相结合的方法,层层递进,夯实基础,建立有别于传统实验室的现代化实验基地。学生在实验过程中,通过虚拟仿真技术体验实验实操环节,反复操作,掌握实验知识点、达到教学目的。同时,虚拟仿真技术也能够让学生全方位体会科学成果来之不易,正确认识实验中存在的问题,激发学生投入科学研究和教学活动的主动性与自学性,改变对实验教学的传统观念,提升实验课中课程思政学习效果,如表1所列。

三、“理论-实物-虚拟”三层次教学体系的特色与创新

1. 实验方案设计思路创新

当今社会和科技发展迅速,如何提高大学生实验技能和综合素质是大学教育的热点问题。但很多学生对仪器的认知和使用仍存在一些问题,如从未接触过、不懂操作、不能熟练应用、无法取得正确的实验结果,使科学研究受限,因此尽力提高学生的仪器操作技能是十分必要的^[7]。

虚拟实验仿真度高,着力于还原真实实验的教学要求、实验原理、操作环境及互动感受,通过全三维沉浸式立体交互模式,将整个仪器设备的内部构造、结构关系、操作技巧完整生动的展现在学生面前,让学生有身临其境的体验,为学习者提供“个性化”“自主式”“交互式”且“实时”的实验环境。同时,仿真实验配套操作指导评价系统,学生通过

表1 《大型仪器虚拟仿真实验》教学项目

序号	子模块	实验项目名称	学时数
1	色谱类虚拟实验	气相色谱测定涂料中苯、甲苯、对二甲苯含量	1.5
2		气相色谱仪测定蔬菜和水果中的农药残留	1.5
3		高效液相色谱仪测定原料乳中的三聚氰胺	1.5
4		高效液相色谱仪测定畜肉中土霉素、四环素、金霉素的残留量	1.5
5		离子色谱测定水中氟离子、氯离子、硫酸根离子和硝酸根离子含量	1.5
6		丙酮、甲苯、乙酸乙酯、正庚烷和正己烷的气质联用分析	1.5
7		飞行时间质谱仪测试金纳米团簇	1.5
8	光谱类虚拟实验	原子吸收光谱仪测定液态乳中的汞含量	1.5
9		原子荧光光谱仪测定样品中的As含量	1.5
10		荧光分光光度法测定维生素B2	1.5
11		分子荧光光谱仪测定乳制品中维生素C含量	1.5
12		蛋白质拉曼光谱的测试方法	1.5
13	电化学分析产品	离子体发射光谱仪测定人发中的铜、铅含量	1.5
14		高效毛细管电泳仪用于蜂蜜中金属离子的定性分析	1.5
15		循环伏安法测定氰化钾的电极反应	1
16	其他专用分析仪器	X-射线单晶衍射仪测定苯丙噁唑衍生物	2
17		X-射线多晶衍射测试练习与数据分析	3
18		试样的X射线光电子能谱测定	2
19		核磁共振波谱仪测定乙醇、碘乙烷和丁烯(氢谱)	2
20		扫描电镜操作练习与样品电镜照片的获得	3
21		五水硫酸铜样品的热重分析	2

虚拟仿真实验软件,首先按照教师演示的操作步骤和讲授的注意事项先进行模仿操作,然后在没有提示的情况下独立完成实验,观察实验现象,记录实验数据等,系统自动记录学生操作全过程,给出实时评价和打分。学生还可多次练习,直至完全掌握,最终记录最高分。这种评价体系既注重评价主体多元化,又注重评价内容和评价过程的多元化,保证评价的全面、客观,对提高学生的动手实践能力和科研能力很有帮助,促进了人才培养质量的整体提升。

2. 教学方法创新

“互联网+教育”已经在改变着理论课堂教学的方式,也同样改变实验教学,在化学实验教学过程中,化学实验项目的安全性、教学设施不足和教学手段的限制,制约了实验教学的效果,将互联网和信息化技术运用到实验教学中具有重要的意义。

渤海大学将虚拟仿真技术融入实验教学中,构建的仪器分析“三层次”课程体系既提升了实验教学的水平和层次,又加深了学生对精密仪器高难度操作的掌握,也提升了学生实践创新能力和科学素养。利用虚拟仿真实验技术和“任务驱动”探究式教学模式开展教学,实验过程中,通过演示、练习、讨论、综合研究等教学方法,充分发挥学习主动性和创造性,培养学生团队协作精神。每3-4名同学为一个小组,每人一台电脑,登录各自的账号。学生们以小组为单位进行交流、讨论,并深入探讨还有哪些需要注意的问题。学生们在交流讨论的过程中集思广益、互相启发、取长补短,发现问题、解决问题,加深对学习内容的理解,激发学生的学习兴趣,提高实验教学的质量,培养学生专研并解决问题的能力,提高学生的独立性。

3. 对传统教学的延伸与拓展

渤海大学建有开放性、扩展性、兼容性、前瞻性和共享性虚拟仿真实验教学平台,涵盖了预约管理、实验管理、角色管理、预习练习、演示操作、在线考核等8个方面,能够实现校内外、全省及全国范围内的实验教学资源共享,满足多学科专业、多学校和多地区的虚拟仿真实验教学的需求。

虚实结合的实验教学体系拓展了传统实验教学的广度,使学生有机会接触、掌握更多种类精密、贵重大型仪器的原理和使用,为综合实验过程进行准备。加深了传统实验教学的深度,克服了教学和科研条件的限制,使更多的学生能够深入了解科学研究方法及手段,提高学生对分析及表征实验的认知,培养大学生的科研思维、创新意识和动手能力,为从事科学研

究打下坚实的基础。同时,虚拟教学平台24小时开放,并开设了很多开放性实验教学项目,充分满足了学生利用空闲时间和碎片时间进行远程预习、练习、学习和培训的需要。实验教学排课灵活,可统一安排,也可自选,学生可随时随地进行虚拟实验实训,有利于课内实验教学和课外创新实验的开展,促进了学生自主学习和研究探索能力的提高^[8]。

结语

十几年的教学实践表明,渤海大学仪器分析“三层次”实验教学体系,以学生的创新能力和实践能力培养为核心,分层次、分模块设置实验课程与实验内容,按照教育规律和“夯实宽厚基础,强化通识教育,突出专业教育,强化实践教育和创新教育”的要求,以学生为中心,以学习成果为导向,循序渐进、全方位地培养学生的基本技能、专业技能和综合创新能力。学生学习积极性高,实践能力培养效果好,促进了人才培养质量的整体提升。

参考文献

- [1]邵俊,孟君,杨习居.基于虚拟实验室的仪器分析课程改革[J].化学教育,2016,37(10):75-78.
- [2]王晓莉,李兴海,杨晓宇等.虚拟实验技术在仪器分析课程中的应用研究[J].广州化工,2018,46(22):147-148+158.
- [3]苏旭霞,刘素楠,管立新.开展虚拟仿真实验促进实验教学改革[J].科技广场,2008(3):252-254.
- [4]尉小荣,徐建,李洋洋.高校国家级示范性虚拟仿真实验教学课程建设与应用现状分析[J].实验科学与技术,2022,20(3):26-30.
- [5]房川琳,李俊玲,熊庆.化学虚拟仿真实验教学中心的建设与发展[J].实验室研究与探索,2021,40(11):155-159.
- [6]马健,贺媛,李昕等.基于虚拟仿真技术的高校实验在线教学系统研究[J].现代电子技术,2022,45(11):125-130.
- [7]岳阳,李瑞歌,谢黎霞等.基于虚拟仿真技术的仪器分析实验课程改革探究—以高效液相色谱法测定绿茶饮料中咖啡因的含量实验为例[J].山东化工,2020,49(10):183-185.
- [8]程捷,闫红强,方征平等.虚拟仿真项目在高分子材料与工程专业实验教学中的实践[J].高分子通报,2021(8):63-68.

作者简介

王敏(1977—),女,满族,籍贯:辽宁抚顺,博士,渤海大学化学与材料工程学院,教授,研究方向:化学。