

虚拟仿真技术在新能源材料设计与制备实验教学中的实践

朱后禹 任浩 匙玉华 赵文

中国石油大学(华东)材料科学与工程学院

DOI:10.12238/mef.v8i10.13948

[摘要] 新能源材料设计与制备是材料类专业的基础性课程,也是一门实践性较强的课程,需要学生专业的实验操作技能、创新意识与能力等,以更好应对日益严峻的环境污染问题,传统的实验示范教学、理论讲授方式已经无法满足教学要求。虚拟仿真技术下的实验教学项目建设可以通过为学生提供沉浸式的实验设计、实验观察、实验结果分析平台,以减少大型实验仪器的购置,以沉浸式、安全、灵活性的虚拟实验操作,提升实验教学的效果。本研究将结合虚拟仿真技术的应用优势,探究其在新能源材料设计与制备实验教学中的实践策略,以激发学生的参与动力,促进学生实践能力、自学意识、创新能力等的培养。

[关键词] 能源材料设计; 机器学习; 课程创新

中图分类号: G642.0 **文献标识码:** A

The experimental teaching practice of virtual simulation technology in the design and Preparation of new energy materials

Houyu Zhu Hao Ren Yuhua Shi Wen Zhao

China University of Petroleum School of Materials Science and Engineering

[Abstract] The Design and preparation of new energy materials is a fundamental course for the major of new energy materials and Devices, and it is also a highly practical course. It requires students to have professional experimental operation skills, innovative consciousness and ability, etc., in order to better deal with the increasingly severe environmental pollution problem. The traditional experimental demonstration teaching and theoretical lecture methods can no longer meet the teaching requirements. The construction of experimental teaching projects under virtual simulation technology can reduce the purchase of large-scale experimental instruments by providing students with immersive platforms for experimental design, observation and result analysis. Through immersive, safe and flexible virtual experimental operations, the effect of experimental teaching can be enhanced. This study will combine the application advantages of virtual simulation technology to explore its practical strategies in the experimental teaching of new energy material design and preparation, in order to stimulate students' participation motivation and promote the cultivation of students' practical ability, self-study awareness, innovation ability, etc.

[Key words] Energy material design; Machine learning; Curriculum Innovation

引言

根据教育部印发的《教育信息化2.0行动计划》(以下简称《计划》)等文件的规定,要“加快面向下一代网络的高校智能学习体系建设。”“以增强知识传授、能力培养和素质提升的效率和效果为重点,以国家精品在线开放课程、示范性虚拟仿真实验教学项目等建设为载体,加强大容量智能教学资源建设,加快建设在线智能教室、智能实验室、虚拟工厂(医院)等智能学习空间。”将智能技术应用到教学全过程,明确了虚拟仿真技术在高校教学中的重要性。新能源材料设计与制备的实验教学作为

落实我国“双碳”目标的基础课程,在传统的实验教学过程中,学生在高温、高压、高腐蚀性的物质实验中,很容易出现安全风险,而且实验设备购置成本高、维护难度大,也都加大了实验教学的难度,虚拟仿真技术的应用可以有效解决这些问题,但虚拟仿真技术的应用仍旧处于探索阶段,仍旧面临很多实践问题,加强其优化应用策略的研究至关重要。

1 虚拟仿真技术在新能源材料设计与制备实验教学中的应用价值

1.1 减少大型实验仪器的购置费用

新能源材料设计与制备实验一般会涉及众多的化工类材料以及设备,包括高精度的扫描电子显微镜、新能源电池材料、电子器件检测设备、材料性能检测仪器等设备,动力电池材料、锂离子电池材料、太阳能电池材料等材料以及一些化学试剂,这些设备与材料的采购费用高,材料的消耗、设备的维护等也需要较高的成本,如果学校的资金投入不足,无法配备充足、完善的实验仪器,就可能影响实验教学的开展。虚拟仿真技术下,利用智能化的仿真技术创设虚拟的实验室,可以有效降低对大型实验仪器、设备等的依赖,降低学校的实验教学成本投入;而且学生可以利用虚拟实验室进行重复实验,也无需消耗实验的材料,也可以减少学校的投入成本,为新能源材料设计与制备的实验教学提供支持^[1]。

1.2 增强实验教学的安全与灵活性

新能源材料设计与制备实验必然会涉及一些化工、化学材料,以及一些检测设备与仪器,而很多实验材料具有高腐蚀性、危险性。比如,石墨烯作为一种新能源材料,是由碳原子以 sp^2 杂化轨道组成六角型呈蜂巢晶格的二维碳纳米材料,具有良好的光学、电学、力学特征,是一种性能更好的电导体,在替代传统锂离子电池中有着良好的应用优势,但在制备氧化石墨烯纳米银复合材料过程中,一般是利用水浴法、Hummer法进行实验,需要加入一些强酸性、强氧化性的物质,这些物质具有较高的腐蚀性,“释放大热量”更符合科学表述,都加大了安全风险的发生几率。虚拟仿真技术下,学生可以在虚拟情境中进行实验操作与观察,可以有效保证学生的实验安全。

而且虚拟仿真技术下,学生可以随时进行实验,不需要受到实验设施、器材等的限制,尤其是新能源材料设计与制备实验一般需要较长的周期,传统的线下实验在场地、时间等的限制下,学生必须在规定的时间与地点进行实验,影响学生实验的持续性,虚拟仿真技术下,学生可以通过保存实验过程,并不受时间的限制,以增强实验教学的灵活性。

1.3 促进学生创新实践能力的培养

传统的新能源材料设计与制备实验教学中,为了保证教学进度、实验安全性,一般是按照规定的实验内容、实验步骤教学,学生只需要按照预设的步骤操作,缺乏自主探索、创新设计等活动,影响学生创新能力、探索意识等的培养。虚拟仿真技术下,学生可以自主设计实验过程,尤其是新能源材料设计与制备涉及了材料科学、物理、化学、电子等众多学科的知识与内容,虚拟仿真技术下,学生可以尝试不同的实验方案,并从不同的角度观察、分析实验现象,比如可以利用智能化技术观察材料的晶体结构以及电化学反应机理、实验中的动态变化过程等,以加深对实验原理的理解,深度理解实验的原理与学科知识体系,促进学生跨学科综合能力、创新设计能力、探索意识等的培养^[2]。

除此之外,虚拟仿真技术作为教育信息化发展下的重要构成,《计划》等文件中明确了虚拟仿真技术下的课程创新,将其应用到新能源材料设计与制备实验教学中,可以有效推进高校实验教学改革与创新,以落实教育信息化改革的要求。

2 虚拟仿真技术在新能源材料设计与制备实验教学中的实践路径

2.1 虚拟仿真实验教学项目建设

虚拟仿真实验教学项目建设是实验教学的基础,高校要切实加强虚拟仿真实验室的建设,根据新能源材料设计与制备课程中的实验教学内容、项目内容与主题等,为学生构建高度仿真的虚拟实验教学环境。高校专业教师要加强项目需求分析,根据专业的课程体系、实验教学目标等,明确虚拟仿真实验室的建设重点,包括在新能源材料的设计、制备、性能测试等方面的重点。在此基础上,教师需要进行实验操作模块、实验内容等的开发,比如在氧化石墨烯纳米银复合材料的制备实验教学时,教师要为学生提供虚拟的实验仪器、材料等,包括X射线衍射仪、扫描电子显微镜等仪器,制备实验中可能使用的机械剥离法、碳化硅表面外延生长法、化学气相沉积法等,以及石墨烯的晶格结构示意图、电子性质结构等,鼓励学生根据自身的兴趣、需求等,选择、设计不同的实验操作流程,促进学生实践能力、创新能力的发展。在此基础上,再利用虚拟仿真技术为学生提供实验现象与结果的模拟,直观呈现石墨烯纳米银复合材料的制备过程、结构表征变化过程等,以加深学生对实验原理、过程等的理解^[3]。

2.2 虚拟仿真实验教学的实施

在虚拟仿真实验教学项目建设后,进行实验教学实施,需要将虚拟仿真技术应用到教学的各个环节,以保证教学效果。

2.2.1 教学目标设定

教学目标是教学实施的基础,教师要根据实验教学重点优化教学目标设计,尤其是要顺应目前复合型人才的培养要求,从学科知识理解与掌握、实践操作技能、问题分析与解决能力、职业道德与规范、团队协作能力、终身学习意识、创新能力等综合方面出发,明确教学目标,尤其是新能源材料设计与制备学科作为落实“双碳”目标的学科,给学生的可持续发展意识、创新能力培养提出了更高的要求。比如在太阳能电池材料的设计与制备实验教学目标设计:(1)知识与技能目标:学生能够掌握太阳能电池材料设计与制备的基本知识,及其在社会领域中的具体应用,并能够开展虚拟仿真技术下的实验操作实践。(2)问题解决能力:学生能够根据知识与实验中发现的问题进行分析、合作探究等,并能够在教师与技术等的支持下,解决实验中的问题,尤其是在虚拟仿真技术的实验设计、实践、问题分析与解决中,依靠数字化技术与资源获得知识与技能。(3)信息素养:能够利用虚拟仿真技术以及信息化设备搜索知识、资料等。(4)职业道德与规范:学生具备良好的人文社会科学素养、社会责任意识,为环境保护、可持续发展等战略的落实提供支持。(5)团队协作能力:学生能够在团队合作中承担自身的责任与意义,并与同伴进行有效沟通,完成虚拟仿真实验项目。(6)学习意识:学生具备终身学习、不断创新创造的意识。

2.2.2 创新教学模式

虚拟仿真技术下的新能源材料设计与制备实验教学与传统教学模式不同,需要充分遵循学生的主体地位,在规范的实验操

作流程基础上,加强实验设计与操作实践,以提升学生的实践能力、创新能力等。比如在氧化石墨烯纳米银复合材料的制备实验教学时,一般是利用水浴法、Hummer法等进行实验,学生因学习基础、虚拟仿真技术操作能力等的差异,在实验过程中容易出现不同的错误问题,尤其是一些特定的实验流程,像离心机的使用、实验材料的添加方法、磁力搅拌操作时的温度控制等,一旦出现实验错误就可能影响实验结果。因此需要教师优化教学模式设计,通过优化教师的辅导、课堂互动情况等,在发挥学生主体地位的同时,也最大程度的减少实验错误现象。比如在复杂的实验过程指导中,教师可以通过虚拟演示的方法,利用智能化设备直观呈现其实验操作过程、关键节点,或利用三维建模、动画演示等方式,以加深学生对复杂实验过程的记忆与理解^[4]。

教师还可以利用虚拟仿真技术设计探究式教学活动,鼓励学生自主设计、合作设计实验,按照提出假设、实验设计、实验结果分析的流程验证实验假设的结果,培养学生的探究意识、创新能力、问题解决能力等。

教师还可以设计交互式的教学方法,增加师生之间、生生之间以及学生与虚拟仿真技术之间的互动,在实验操作的过程中,教师可以通过实时监控观看学生的实验操作,并鼓励学生利用在线平台进行实验过程的交流、互动,以保证实验结果,也让学生在互动中加深对实验原理的理解。

2.2.3 优化实验总结

实验总结是实验教学的重要环节,可以帮助教师了解学生的学习成果、实验操作能力等,为教学评价与改进提供参考。虚拟仿真技术也为实验总结的优化提供了重要的支持,教师要鼓励学生利用虚拟现实技术以及实验报告的撰写方式总结实验过程,学生在实验操作的过程中,要记录实验的过程、实验数据、结论以及过程中遇到的问题,并结合虚拟仿真技术的过程记录与实验报告进行对比,了解实验过程操作的规范性、实验数据的准确性等,保证实验结果^[5]。

2.3 虚拟仿真实验教学的评估反馈

教学评估与反馈是教学活动的基础环节,在素质教育改革下,明确了评价在教学中的重要性。虚拟仿真技术下的新能源材料设计与制备实验教学也要利用评价反馈机制持续优化教学。尤其是要发挥虚拟仿真技术的记录、分析功能,教师可以根据学生实验操作过程、结果等的记录信息进行教学评估,评价学生的操作规范性、步骤的正确性、实验的创新性等,针对学生的不同问题给予反馈,促进学生的实验操作改进。教师还可以利用学生自评、生生互评优化教学评估,鼓励学生对自己的虚拟实验操作技巧、实验过程等进行评估,小组学生评估其他学生的实验操作规范性、小组贡献等,为教学评估提供更加全面的反馈。学生也可

以利用虚拟仿真技术进行反馈,包括对虚拟仿真实验的使用体验反馈、教师教学设计反馈等,以持续改进实验教学。

3 结语

综上所述,虚拟仿真技术为新能源材料设计与制备实验教学的优化提供了重要的技术支持,可以有效减少传统实践教学过程中的成本消耗,也可以为学生提供更加安全、更加灵活的实验环境,促进学生实验操作能力、创新能力、探究精神等的培养,也更好顺应信息化教学改革。教师要积极建设虚拟仿真实验教学项目,根据技术的应用优势、实验教学重点等,明确实验教学目标,并根据实验特点设计虚拟演示类、探究类、合作类等不同的教学活动,以加深学生对知识的理解,再结合学生虚拟实验下的报告,为实验教学评估、反馈提供支持,推动高校信息化教学改革。

[参考文献]

[1]叶阳.“双碳”理念下新能源材料与器件专业实验实践教学[J].创新创业理论与实践,2024,7(19):165-167.

[2]张明,王成毓.仿生智能生物质复合材料制备关键技术[M].化学工业出版社,2022.10.465.

[3]黄国勇,屈辰玮,王春霞.新工科背景下“新能源材料设计与制备”研究生课程教改初探[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2022,(04):1-3.

[4]陈新.新能源材料科学基础课程教学探讨[J].大学教育,2022,(03):95-97.

[5]张文展,邱小林,周冬兰,等.虚拟仿真技术在新能源材料设计与制备实验教学中的实践[J].四川化工,2022,25(01):59-62.

作者简介:

朱后禹(1981--),男,汉族,湖北省十堰市人,毕业于中国石油大学(华东),材料学专业,博士,现就职于中国石油大学(华东)材料科学与工程学院,副教授,研究方向为:石油化工催化过程及新能源材料相关的理论模拟研究。

任浩(1982--),男,汉族,山东省章丘市人,毕业于中国科学技术大学,物理化学专业,博士,现就职于中国石油大学(华东)材料科学与工程学院,副教授,研究方向为:理论与计算化学。

匙玉华(1978--),女,汉族,山东省聊城市人,毕业于中国石油大学(华东),材料科学与工程专业,博士,现就职于中国石油大学(华东)材料科学与工程学院,副教授,研究方向为:石油化工催化过程及新能源材料相关的理论模拟研究。

赵文(1988--),女,汉族,山东省青岛市人,毕业于清华大学,凝聚态物理专业,博士,现就职于中国石油大学(华东)材料科学与工程学院,副教授,研究方向为:基于机器学习技术的材料生长机理研究和新能源材料设计。