

# Development and Application of Chemical Experiment Teaching Software Based on XR Technology

Lisha Wang Xiaoxia Peng\* Renjie Cao Jiaqi Liu Shiyi Zheng

Langfang Normal University, Langfang, Hebei, 065000, China

## Abstract

Augmented reality (AR) and virtual simulation (VR) are collectively referred to as XR technology. The paper addresses the problems of expensive experimental equipment, safety hazards in the experimental process, time and venue limitations in traditional experimental teaching models. XR technology is applied to chemical experimental teaching. Firstly, an experimental teaching software with AR scanning and VR experimental rehearsal functions is constructed. Then, the teaching software is applied to the teaching process. Finally, the application of the software in teaching is analyzed and studied. By enriching the teaching methods of chemical experiments and improving the level of chemical experiment teaching, it was ultimately concluded that adding virtual reality technology and augmented reality technology to the chemical organic experiment teaching platform can solve practical problems, provide new ways for the learning of organic chemistry, provide a richer, more intuitive and interactive learning experience, promote students' understanding and mastery of organic chemistry, and promote the development of education.

## Keywords

augmented reality; virtual simulation; chemical experiment teaching software; online learning

## 基于 XR 技术的化学实验教学软件开发与应用

王丽莎 彭晓霞\* 曹仁洁 刘佳琦 郑诗怡

廊坊师范学院, 中国·河北 廊坊 065000

## 摘要

增强现实 (AR) 和虚拟仿真 (VR) 总称XR技术。论文针对传统实验教学模式存在着实验设备昂贵、实验过程存在安全隐患、实验受时间、实验场所限制等问题, 将XR技术应用于化学实验教学中, 首先构建了具有AR扫描、VR实验预演等功能的实验教学软件, 接着将教学软件应用于教学过程中, 最后对软件在教学中的应用进行了分析研究, 以此丰富化学实验教学手段、提高化学实验教学水平, 最终得出了该软件在化学有机实验教学平台中添加虚拟现实技术和增强现实技术能够解决实际问题, 能够为有机化学的学习提供新途径, 提供更加丰富、直观和互动的学习体验, 促进学生对有机化学的理解和掌握的结论, 促进教育事业的发展。

## 关键词

增强现实; 虚拟仿真; 化学实验教学软件; 在线学习

## 1 背景

近年来, 增强现实 (Augmented Reality, AR) 和虚拟现实 (Virtual Reality, VR) 技术快速发展, 促进教育领域进一步建设, 也带来了新的机会与挑战<sup>[1]</sup>。“十四五规划”纲要指出将VR和AR列入“建设数字中国”数字经济重点

产业, 《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划(2022—2026年)》中指出“虚拟现实+教育培训”, 推进虚拟现实与教育领域的有机融合, 建设一批虚拟真实验作为重点项目<sup>[2]</sup>, 因此融入VR与AR科技, 未来化学课堂呈现更全面有效的教育模式。

VR、AR均可称为XR技术。目前虚拟建模、用户交互和沉浸式体验应用涉及虚拟社区构建以及人机交互设计。将多功能交互技术与高分辨动态环境建模技术相结合<sup>[3]</sup>。

化学是实验为基础的学科。然而, 传统化学实验教学存在设备昂贵、安全隐患、时间、场所限制等问题, 实验操作自主学习困难, 导致化学课程理论知识与实践技能掌握之间严重脱节<sup>[4]</sup>。因此, 开发基于XR技术的化学实验教学软件成为实验教学研究热点。

XR技术可模拟和呈现化学实验室的环境, 学生加深实

【基金项目】国家级大学生创新创业项目“AR化学空间——基于XR技术的化学实验教学软件开发和应用”(项目编号: 202310100006X)。

【作者简介】王丽莎(2002-), 女, 中国河南安阳人, 本科, 从事化学研究。

【通讯作者】彭晓霞(1977-), 女, 博士, 副教授, 从事有机化学研究。

验理解。可将虚拟实验投影到真实场景中,获得更真实的操作体验。此外,XR技术还可以提高数据处理的准确性和效率<sup>[5]</sup>。

本文对自主研发具有软件著作权的XR教学软件进行教学应用研究,以此丰富化学实验教学手段、提高化学实验教学水平<sup>[6]</sup>。

## 2 基于XR技术的化学仿真实验系统

本仿真实验系统主要基于unity引擎开发,并结合了增强现实SDK、Web插件和其他特效插件,实现了两个功能模块。仿真实验操作模块能播放实验操作的动画、对实验装置进行仿真安装、拆卸并评分外,还可以扫描平面的图形或图片,显示实验仪器的三维立体形式;仿真鉴别实验模块除了实现鉴别实验仿真操作及评分功能外,还实现了实验过程中的流体和粒子特效。整个系统的功能如图1所示。

两个模块共享的功能包括登录注册以及以Web形式显示的知识点和测试题。此外,还共用了一个为教师提供的PC客户端,可以对知识点、测试题等进行编辑,如图2所示。

仿真实验操作模块的动画演示场景下,可选择播放实验教学视频和仿真实验动画。用户进入实验练习和实验测试场景后,首先要进行实验即仪器选择。在仪器选择场景下,可借助增强现实SDK的平面图像AR扫描功能,立体化展示实验器具,并可以看到安装和拆解动画,效果如图3所示。当进入仪器安装场景后,用户可以通过触屏与系统交互,来仿真安装实验仪器,具体功能包括仪器安装步骤检测、步骤

提示(包括拆装提示和撤回提示)以及实验操作过程评分。实验装置安装和拆解后的效果如图4所示。

仿真鉴别实验模块的主要功能与仿真实验操作模块的功能类似,但涉及的实验则不同,目前本模块可仿真的实验有乙醇与高锰酸钾、葡萄糖银镜反应、醛酮的斐林实验。

## 3 效果测试

### 3.1 方案设计

本系统采用对照实验法分析使用后化学仿真实验平台的教学效果,研究对象为廊坊师范学院2020级化学专业随机选中的96名学生,将其平分为对照班和实验班,每班48人,本次测试共包含两次实验,第一次实验,同学们采用传统的讲授式教学,用超星学习平台进行课前预习和课后练习,在教学完成后进行小测,统计成绩;第二次实验,同学们结合平台的虚拟仿真实验技术进行实验课堂教学,并在课下让同学们使用虚拟现实技术和增强现实技术进行预习和课后练习,教学结束后进行小测并统计学生成绩。在有机化学实验学习结束后,通过线上程序分发自编调查问卷。从教师和学生两个主体,在使用前、使用时、使用后及使用感受四个维度设置了问题。本次测试中,以是否结合化学仿真实验平台进行教学作为自变量,以学生的学习效果作为因变量,为控制无关变量,本次实验以肉桂酸的制备实验中装置的组装和拆卸的测试成绩作为一次小测成绩,将扁桃酸的制备实验中装置的组装和拆卸测试成绩作为二次小测成绩。对使用前后成绩进行整理分析。

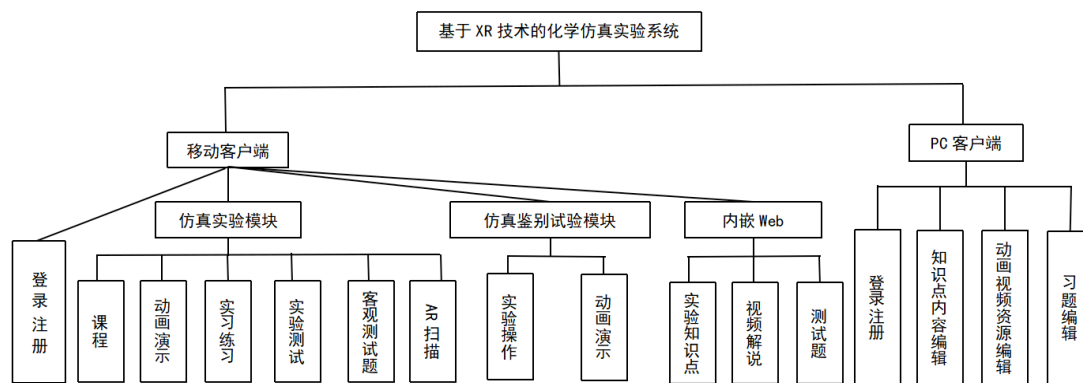


图1 系统功能结构图

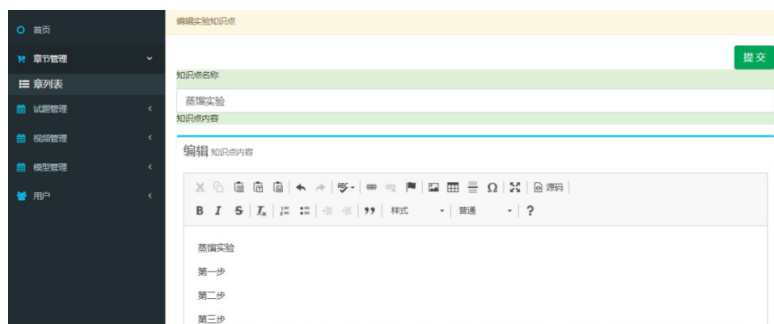


图2 实验知识点编辑界面

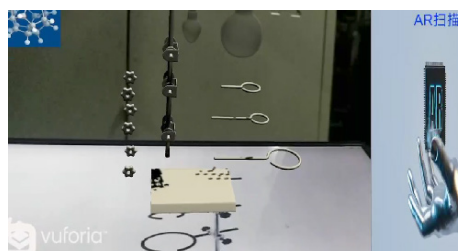


图3 AR 扫描的显示效果

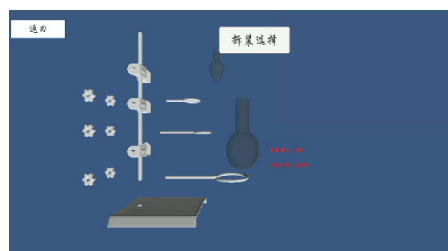


图4 装置拆装动画效果

之后进行学生访谈,利用“问卷星”的测试和统计功能调查其学习成效。设计问卷问题:第一部分调查学生使用前对学生来说有机化学实验学习的难度、XR 技术生活中的普适程度;第二部分调查使用过程中师生对软件的使用情况;第三部分调查学生使用化学仿真实验平台后的学习效果;第四部分调查师生使用感受及对本软件的认可度,并搜集对软件改进的实施建议。访谈结束后,教师通过后台统计结果,了解学生对虚拟仿真实验平台学习的态度和反馈意见,思考讨论后,确立目标进行改进,满足学生需求。

### 3.2 调查结果及数据分析

本次教学实践的测试以单项选择的形式进行,共派出96份问卷,最终得到了96份有效的答案,并且利用统计学原则将这些数据进行了综合分析,见表1。

表1 学生课堂小测成绩对比

测试类型	课堂小测成绩 [ 人数 ( 占比 % ) ]				
	90 分以上	80~90 分	70~80 分	60~70 分	60 分以下
课前小测	17 ( 17.7% )	38 ( 39.6% )	29 ( 30.2% )	7 ( 7.3% )	5 ( 5.2% )
课后小测	42 ( 43.8% )	25 ( 26.0% )	24 ( 25.0% )	5 ( 5.2% )	0.0%

结果显示,学生对基于XR技术的化学仿真实验平台持有较高的兴趣和肯定的态度。大部分学生认可此软件的开发,认为使用此平台能够提高实验操作能力,这表明虚拟仿真实验对于培养学生的实践能力和动手能力具有一定的正向作用,少部分同学认为帮助不大,对此平台不满意,认为虚拟仿真实验无法替代真实实验,因此需要结合真实实验进行学习。这需要在后续开发中进一步完善虚拟仿真实验的功能和真实性,使其能够更好地辅助真实实验的学习<sup>[8]</sup>。

## 4 结论

基于XR技术的化学仿真实验平台可以提供丰富的实验教学资源。通过虚拟平台,学生可以进行多次实验尝试,避免了传统实验中可能出现的设备和时间限制。这种拓展的实验教学资源使得学生能够更全面地理解和掌握实验原理和操作技巧,加深对知识的理解。

此平台的开发是一个边开发边改进的动态过程,在后续的研究中作者将继续深入对基于XR技术在有机化学实验应用的研究和改进,致力于开发更安全、可控、仿真的实验环境,以此提高学生的学习兴趣和效率,培养其创新能力和

学生小测对比数据可以显示,通过使用平台学习,同学们课堂小测的成绩都有所提升,尤其是对成绩中下等的学生来说,平台的优势体现得更明显,有26.1%的同学在使用平台学习后课堂小测的成绩达到90分以上区间,7.3%的同学脱离70分以下的区间,由此可见,本平台使用后学生的学习能力基本有所提高,为学生提供了更佳的学习体验感<sup>[7]</sup>。

### 3.3 学生访谈与结果讨论

为了全面掌握学生对平台的整体感受和需求,发现平台问题并积极确定改进方向,设计了“基于XR技术的化学仿真实验平台教学效果”的访谈问题,考虑到学生的时间安排和访谈的便利性,选择线上“问卷星”系统发放问卷,访谈对象为随机抽取的实验班的50位学生。

实验操作能力,促进教育教学事业的发展。

### 参考文献

- [1] 梁庆文.虚拟现实和增强现实技术在汽车产品工艺规划及性能预评估的应用实践[J].装备制造技术,2019(2):167-173.
- [2] 刘艳,张福兰,付翠翠.“互联网+”背景下的化学实验教学改革与实践[J].大学教育,2021(11):83-86.
- [3] 朱亚辉,闫亚星.虚拟现实技术在化学实验教学中的应用研究[J].数码世界,2015(11):32-34.
- [4] 王楠,吴晓红.NB虚拟仿真软件在中学化学实验教学中的应用研究[J].教育与装备研究,2020,36(5):73-76.
- [5] 胡静.基于VR的高中化学虚拟仿真实验的开发与应用研究[D].南昌:江西科技师范大学,2022.
- [6] 刘晓丹.基于AR的移动端无机化学实验预习软件设计[J].化工设计通讯,2022,48(2):126-128.
- [7] 朱平平,谢永军,易院平,等.分子水平上的虚拟仿真实验之思政元素的挖掘与提炼——以“高分子的构象、形态及尺寸的模拟与计算”项目为例[J/OL].大学化学:1-6.
- [8] 许兆伟,姚翠芳,姜文国,等.虚拟仿真在生物化学实验教学中的应用和探索[J].办公自动化,2023,28(21):26-28+57.