

“互联网+”背景下化工原理实验 信息化教学的改革与探索

孙丹 侯进鹏 欧明 时春辉 田维亮

摘要 基于新时代教学发展和现代化教学的要求,将化工原理实验与虚拟仿真融合,依托“互联网+”技术,构建全新的教学体系,实现全面的信息化实验教学,全面提高化工类实践课教学效果。本课题实施化工原理实验线上和线下教学体系,构建化工原理实验资源库,探索开发更具实用性的化工原理虚拟仿真实验的新软件,实行开放共享推广应用,为新工科专业的实践课程建设和推广提供借鉴,具有重要的理论和实践意义。

关键词 化工原理实验;虚拟仿真实验;线上和线下;开放共享

DOI <https://doi.org/10.6914/tpss.040105>

一、引言

实验教学与理论教学相结合,对培养理工科学生理论联系实际的能力尤为重要。化工原理实验教学是化工原理教学的一部分,结合化工原理课堂教学,有针对性地开设的一系列验证实验、综合性和设计型实验,实现理论教学和实验教学的融合,扩大对课堂教学内容的感性认识,提高学习兴趣,促进对化工单元操作理论知识的理解和掌握,培养理论联系实际的能力和工程素养,通过化工原理的实验教学,不但可以巩固和深化理论知识的学习,而且可以培养分析解决问题的能力、科学的思维方式。

近些年来,现代化工厂逐渐实现自动化和半自动化的生产控制,现场技术人员也可以从繁杂的操作中解脱出来,然而对专业技术人员也提出了更高的要求。目前,大型化工厂基本都采用DCS系统中央集中控制,因此除了让技术人员掌握基本的化工单元操作知识外,还需要熟悉计算机DCS系统中央集中控制的相关知识^[1]。因此,现代的化工单元操作实验教学也需要跟随社会发展的要求,进行教学改革,化工单元操作仿真教学便成为关注的焦点。

二、化工原理实验教学目的

化工原理实验教学是化工原理教学的一部分,通过化工原理的实验教学,不但可以巩固和深化理论知识的学习,而且可以培养学生分析解决问题的能力、科学的思维方式等。学生只有通过一定量的实验训练,才能掌握各种实验技能,为将来从事化工相关工作和科学研究打好基础。

(一) 巩固和深化理论知识

学生对于理解化工原理课程中所讲授的抽象理论、概念或公式通常是难以理解的,然而相对应的实验对于抽象化原理、公式中各种参数的来源以及适用范围会有更深入的认识。例如,离心泵特性曲线测定实验,在设置不同转速下对泵的性能进行测定。通过实验可测出一系列泵的性能曲线,掌握不同泵的性能,熟悉在不同工艺条件下选取合适的泵,从而帮助学生理解书本上较难理解的概念^[2]。

(二) 培养学生理论联系实际的学习方法

实验教学与理论教学相结合,对培养理工科学生理论联系实际的能力尤为重要。结合化工原理课堂教学,有针对性地开设一系列验证实验、综合性和设计型实验,实现理论教学和实验教学的融合,扩大了学生对课堂教学内容的感性认识,提高了学习兴趣,促进了学生对化工单元操作理论知识的理解和掌握,培养学生理论联系实际的能力和工程素养,提高了学生的综合素质。

(三) 培养学生从事科学研究的能力

理工科高等院校的毕业生需具备一定实验和科学研究的能力。实验能力主要包括设计实验方案的能力,进行实验、观察和分析实验现象的能力,正确选择和使用仪器的能力,实验数据处理及分析的能力,准确运用文字表达报告的能力。这些能力是进行科学研究的基础,学生只有通过一定数量的基础实验和综合实验练习,经过反复训练才能掌握各种实验能力,通过实验打下一定基础,将来参加实际工作就可以独立地设计新实验和从事科研与技术开发。

(四) 培养科学的思维方法,严谨的科学态度和良好的科学作风

实验研究是实践性很强的工作,对实验者有较高的要求,化工原理实验课要求学生具有一丝不苟的工作作风和严谨认真的工作态度,从实验操作,现象观察到数据处理等各个环节都需严谨细致。如果不遵守实验规则,轻则得不到相应的实验数据,重则会造成人身事故或者设备损坏。

三、化工原理实验教学中存在的问题

(一) 理论教学与实践脱节

化工原理实验是化工专业学生对化工原理理论知识学习完毕后再认识、再提高的过程。但是,在实际的实验教学过程中,由于设备数量不足、开车运行繁琐、高温高压等原因,使得部分实验变成老师操作演示学生观看的教学模式,化工原理实验作为提高学生分析解决能力、提升实验技能的最佳学习机会,而实际实验使学生失去主动思考和动手操作的机会,偏离了理论知识与实践相结合的教学指导主题^[3]。

(二) 实验报告的书写不够重视

理工科高等院校的毕业生需具备一定实验和科学研究的能力。实验能力主要包括设计实验方案的能力,进行实验、观察和分析实验现象的能力,实验数据处理及分析的能力,准确运用文字表达报告的能力。实验报告是学生用文字表达技术资料的一种训练。实验报告的整理书写是为了通过对实验结果的分析思考,不断提高理解能力和解决实际问题的能力,实际上,为了完成作业而抄写实验报告的事情非常普遍,对于数字和图形的表达缺乏准确性、合理性和科学性,很少对最终得到的数据进行深入的思考,最终,并未达到应具备的教学效果。

(三) 学生学习兴趣不高

化工原理实验是化工专业的基础课和必修课,一直以来是化工专业实验实践教学中的重点和难点。化工原理部分实验仪器的拆装实验难度高难以开展,而且实验研究是实践性很强的工作,对实验者有较高的要求,化工原理实验课要求学生具有一丝不苟的工作作风和严谨认真的工作态度,从实验操作,现象观察到数据处理等各个环节都需严谨细致。这便使得学生们学习兴趣低,传统的实验过程、单一的实验方式等问题一直以来是化工专业实验教学中存在的大问题^{[4][5]}。

(四) 重理论轻实验的课程安排

实验操作过程对学生动手能力的培养和创新能力的提升起着十分重要的作用,是理论知识和语言表达无法替代的^{[6][7]}。而多数学校将实验课安排在理论课之后,简单的仪器由部分学生操作完成,复杂实验仅通过老师进行简单的演示,实验教学附属于理论教学,限制了学生的深入学习,削弱了学生的学习积极性。

(五) 实验设备陈旧

化工原理实验设备的采购程序繁琐、设备费用高、运输困难等问题使得实验

室的实验设备使用很长时间,但是仪器使用年限太长使得实验过程中出现管路老化泄露、实验现象不明显、实验中断、数据错误等问题,减缓实验进度,粗糙处理实验数据应付实验报告。

以上存在的问题使得我们需要想到更多的途径去改变目前的教学状态,达到一个教师和学生都满意的效果,真正做到提升学生的综合能力。信息化背景下,教育信息化是当今时代教育改革的必然要求,也是教育现代化的核心特征。信息技术在高等教育领域教学和管理方面的应用不断加深,大大促进了教育模式、教学方法和学习方式的深刻变革^{[8][9]}。如此我们便有了将互联网和信息化技术用于化工专业实践教学的想法,并付诸实践。

四、化工原理虚拟仿真实验仿真平台功能

进入仿真练习平台后有平台安装、软件项目列表、软件相关文件和软件相关视频,再开始仿真实验之前首先需要安装虚拟仿真平台,随后在项目列表中启动实验即可。软件相关文件和视频可以为我们在进行操作中遇到的问题提供帮助。

(1) 实验介绍,其中包括实验目的、实验装置、实验原理、试验方法、实验注意事项和安全管理制。开始实验之前应该仔细阅读并理解实验介绍的所有内容,再开始整个仿真之前有一个完整的思路。

(2) 文件管理,再此可以新建一个文件也可以编辑文件名称。

(3) 记录数据,在此可以对实验的时间、流量、转化率等进行记录,也可以对实验参数(比如,催化剂用量)进行设置。

(4) 查看图表,为了对实验结果有一个更直观的体现,可以将实验数据输出为图表的形式。

(5) 设备列表,开关阀、显示阀和调节阀等我们都可以在这里找到,当我们点击我们想要找的阀门画面便会跳转到我们需要的阀门界面。

(6) 实验准备,实验开始之前的一些准备工作(比如,催化剂的研磨、置换和干燥,原料油的配置等)

(7) 启动实验,通过加载已有的实验项目,启动实验项目,开始实验练习。进入实验运行界面以后我们可以对自己的实验进度进行一个监控,及时发现并调整遇到的错误,除此之外还可以进入DCS(集散式控制系统)界面,可以对温度、压力、流量和物位四大参数进行跟踪和控制,实现操作者对化工装置生产过程的模拟。

五、虚拟仿真平台教学资源

(一) 常减压装置 3D 虚拟仿真软件

在常减压装置 3D 虚拟仿真软件需要我们进行操作的项目有冷态开车、正常操作、正常停车以及 P1001 泵坏、FV1107 阀卡、高压瓦斯压力急剧下降、减炉鼓风机自停和原油带水常见事故处理等 8 个操作项目,在正式开始实验之前我们需要对工艺原理、工艺流程和工艺卡片等装置概况进行一个了解。

随着科技的不断进步与发展,现代化工厂逐渐实现了自动化和半自动化的生产,于是出现了 DCS 集散控制系统,DCS 的应用不仅减轻了工作人员的负担,而且极大地提高了生产效率,但是这也需要咱们的技术人员掌握更多的计算机 DCS 控制系统的相关知识。因此,现代的化工单元操作实验教学也需要跟随社会发展的要求,进行教学改革。众所周知,化工生产具有高温、高压、高毒性等特点,所以大多数学校不能给学生提供一个与实际生产环境完全一致的学习环境。针对学校面临的这种问题,虚拟仿真软件中配套了 DCS 流程图和现场图,可以对整个生产过程进行一个实时的监控,对生产作业中涉及到的自动控制 PID 参数有更准确、更全面的掌控,为了确保生产安全,通常会对仪器设备设置一个警报值,以便维修人员在听到警报对故障位置进行精确的定位并迅速检修。

系统操作质量评价系统是独立的子系统,可以对学生操作过程进行实时跟踪,对组态结果进行分析诊断,对学生的操作过程、步骤进行评定。每一步诊断信息,采用得失分的形式显示在界面上,有利于学生的操作、分析与判断。

常减压装置 3D 虚拟仿真软件可以使学生通过对工艺过程的主要指标进行控制和调节,增强动手能力,产生更加理想的效果。

乙烯裂解系统 3D 虚拟现实仿真软件和换热器单元 3D 安全演练仿真软件同常减压装置 3D 虚拟仿真软件系统相似。

(二) 管壳式热交换器设计与仿真软件

化工设计可以让同学们对所学的知识进行一次综合性训练,也可以对学生的工程设计能力有一个简单的测试。在我们的教学计划中对换热器进行了设计。将设计题目、设计内容与生产实践相结合。设计题目来源于生产实际,具有实际意义。设计中要求我们根据设计任务,用计算机进行辅助设计,对设计中的一些重要参数进行优化,这种用计算机对工程经济性的优化设计训练,可以锻炼学生的逻辑思维,培养学生查阅资料、收集数据、选用公式和正确选择设计参数、

分析、解决问题的能力；其次设计计算与 CAD 设计相结合，应用 CAD 绘制符合工程设计制图的要求的图纸，在设计过程中采用 AutoCAD 辅助设计、绘图。

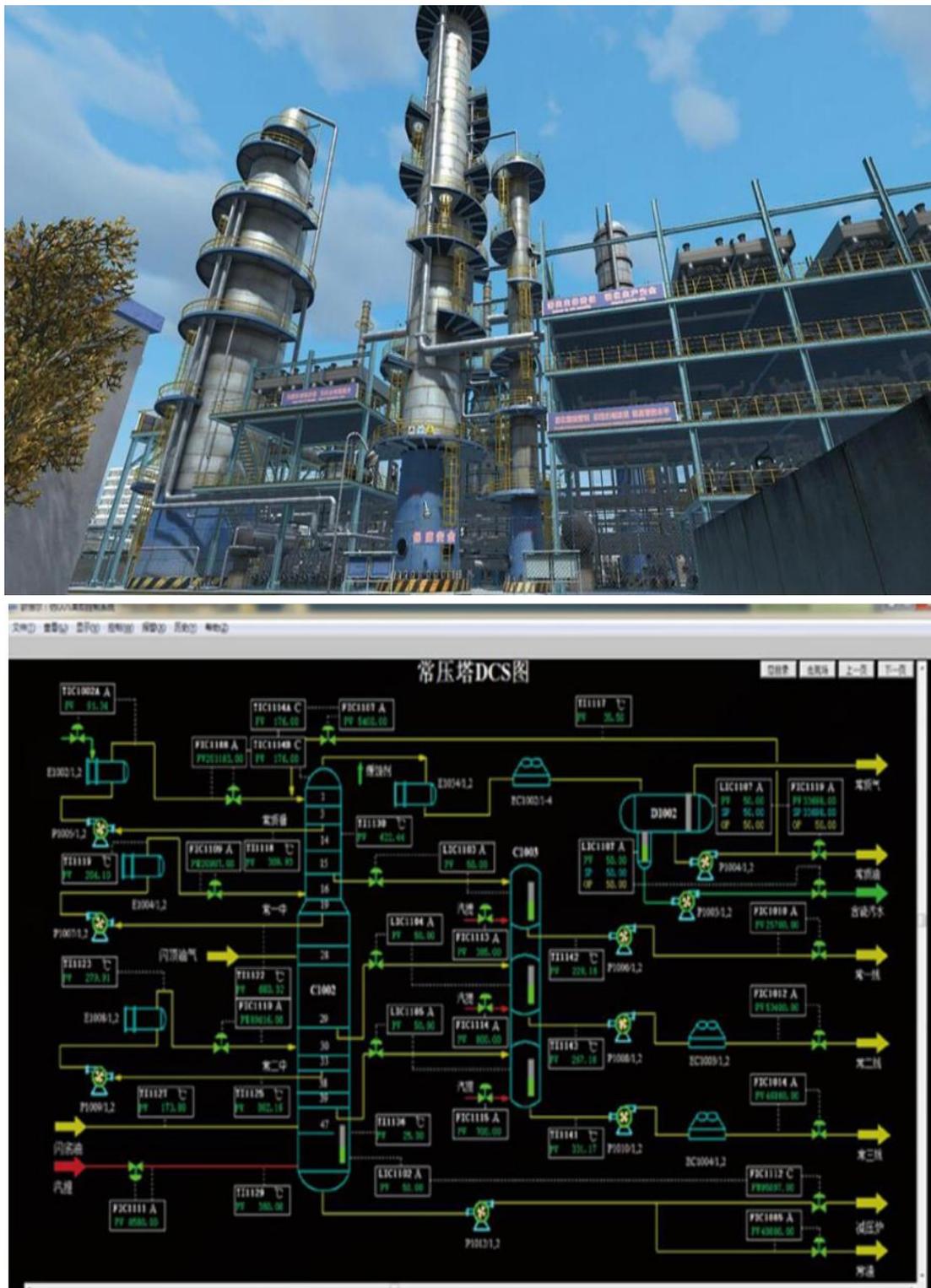


图 1 教学系统截图

再开始电脑软件模拟之前要先设计文本，文本设计包括以下几部分。（1）任务书。根据任务书中给出的生产任务、操作压力、设计要求确定设计方案。（2）

设计方案的确定。首先是根据流体温度变化情况选择换热器类型。其次是流动空间的选择，比如因为管程容易清洗，不清洁或易结垢的走管程等等。（3）生产条件及物性参数。查表得到标准的物性参数。（4）工艺设计计算。包括传热面积估算和工艺结构尺寸计算及选型（管径、流速、管程数、传热管的排列方法等等）。对估算的传热面积、换热器内压降进行核算，校核后的数值符合要求，说明设计的换热器能完成生产任务。（5）换热器主要结构尺寸和技术结果。将所有数据整理进表格，所有设计参数一目了然。



图2 教学系统截图

仿真操作界面可实现虚拟仿真软件的所有操作，主要包括5大模块，分别为设计任务、设计、成本核算、仿真操作、报告。在设计部分将计算得到的定性温

度、热负荷、平均温差、传热面积等数据输入每个确定位置。随后进入仿真操作界面，开车之前确定每个工艺卡片，先启动冷物流进料泵进行冷物料进料，随后输入热物料开始换热。操作界面、DCS 界面和评分界面可以随意进行切换。

六、化工原理实验虚拟仿真实验教学预期达到的成果

虚拟仿真技术在化工原理实验教学中的应用，不仅不用面对高温高压等实际问题以外，而且大大提升了同学们对化工原理实验的兴趣。三维、高逼真度、高交互操作、全程参与式、可提供实时信息反馈与操作指导的化工实验虚拟仿真软件的研发，辅助化工理论教学，在开始实验之前仿真实验可以让同学们进一步熟悉理论知识，除此之外可以预习实验，对之后要做的实验有全面的了解，促进其融会贯通、巩固所学，为进行实际设计与操作大型装置奠定良好基础^{[10][11]}。开始实操之前教师会对每个实验进行详细的讲解和操作，而且同学们已经通过仿真软件对要进行的实验有了较充分的了解，虚拟仿真技术和化工原理实验实操相辅相成。虚拟仿真软件和现场实操相结合，对所学知识接受更完全、了解更透彻。

3D 虚拟仿真软件可将复杂的化工操作进行一个逼真的模拟，增加操作的真实感^[12]。通过 3D 动画、视频、图片等多媒体技术，能够比较清晰地表现现场路径和设备操作细节，如此提升了学生自学能力、实践操作能力、创新能力、分析、解决问题的能力，更加真实地体验了实际操作的感受，有效激发了学生的学习兴趣，提升了学习效果，使学生能够深刻掌握相关专业知识。

虚拟仿真实验室可以将化工生产过程当中的管道、阀门、泵、换热器、反应器等各种单元操作以及完整工艺流程直观的呈现出来，让学生产生身临其境的真实体验感^{[13][14]}。对于实践环节中比较重要的实习，虚拟仿真装置能逼真地模拟工厂开车、停车、正常运行和各种事故状态。学生采用虚拟仿真软，再现了一个能够亲手操作的虚拟仿真平台，使化工专业的学生在进入工厂之前先有一个感性认识和理解，锻炼学生的动手能力，将学习的理论知识运用于实践当中，进一步巩固、深化已经学过的理论知识。

仿真实验可突破时空限制进行大规模的“克隆班”授课，形成高效便捷、形式多样、“线上+线下”结合的教师教学模式，实现了无纸化实验报告，真正进入了云教学时代，同学们可以随时随地进行个性化的自主学习^[15-17]。将虚拟仿真教学等信息化教学方式融入现有的教学模式，推动化工原理实验教学的现代化、高质量、信息化改革。

七、结论

通过教学手段的改变,可显著改善学校化工原理实验的办学条件,通过现代化信息手段,实现教学资源与仿真实验的开放与共享,不断提升学生的实践与创新能力,显著提高学生实践技能和人才培养质量,使相关专业硬件设施条件达到国家专业人才培养质量标准的要求;可显著提高学生实践技能,为学生就业奠定坚实基础;可进一步彰显学校相关专业的地域特色,使相关专业建设优势更加突出,提高学校在全国的影响力,为全国高等教育作出自己的贡献。

在化工原理的教学过程中引入虚拟仿真技术,为学生的学习提供便利,为学校建设提供技术支持。虚实一体实训服务,为学生的理论学习和实验操作提供一个过渡性的学习支持,提高学生的学习效率。提高学校相关专业的实践教学水平,让更多人从中受益。此外,可为企业培养具有综合能力的操作技术人员和操作管理人员,推进行业技术水平的进一步提升。此项目的建设与完成,为社会以及各大高校在信息化教学方向提供了一个有益的实践样本。

编辑 黄欣

基金项目 教育部产学合作协同育人项目:新工科背景下化工原理实验信息化的探索(201901022013)。

作者简介 孙丹,1993年出生,甘肃天水人,塔里木大学生命科学学院讲师,研究方向:催化剂的制备;通讯地址:新疆阿拉尔市军垦大道1188号;邮政编码:843300, Email:tlmusd@163.com; <https://orcid.org/0000-0002-3528-9241>。

侯进鹏,1990年出生,山西吕梁人,塔里木大学生命科学学院讲师,研究方向:气体分离膜材料与膜过程领域的研究;通讯地址:新疆阿拉尔市军垦大道1188号;邮政编码:843300, Email:hjp845129037@163.com; <https://orcid.org/0000-0002-5554-9573>。

欧明,1992年出生,甘肃天水人,塔里木大学生命科学学院讲师,研究方向:天然高分子耐温抗盐堵水剂的研究;通讯地址:新疆阿拉尔市军垦大道1188号;邮政编码:843300, Email:734828971@qq.com; <https://orcid.org/0000-0002-4439-6639>。

时春辉,1989年出生,山东滨州人,塔里木大学生命科学学院讲师,研究方向:棉秆腐植酸的制备及其土壤改良的应用研究;通讯地址:新疆阿拉尔市军垦大道1188号;邮政编码:843300, Email:821737238@qq.com; <https://orcid.org/0000-0003-1774-6514>。

田维亮,1977年出生,山东莒县人,塔里木大学生命科学学院教授,研究方向:蛭石改性及其应用研究;通讯地址:新疆阿拉尔市军垦大道1188号;邮政编码:843300, Email:twllong@126.com。

参考文献

- [1] 田维亮,葛振红,汪河滨,张红喜.关于化工专业建设与发展的几点思考[J].化工高等教育,2014,31(04):17-19+8.
- [2] 张红喜,马小燕,田维亮,于海峰,张越锋.南疆地区高校化工原理实验课程的教学改革[J].广州化工,2013,41(22):170-171.
- [3] 施小芳.化工原理实验教学的改革与实践[J].化工高等教育,2006,(2):46~48.
- [4] 乔艳辉,滕俊江,安哲.工程教育认证背景下应用化学专业实验教学改革探索[J].广东化工,2019,46(01):201-202.
- [5] 赵清华,白薇扬,谭怀琴.化工原理实验教学改革与实践[J].广州化工,2012,40(06):146-147.
- [6] 郑琼.基于“互联网+”战略的 O2O 模式发展研究[J].市场周刊(理论研究),2015(12):51-52.
- [7] 孟庆国,赵雪娇.新常态下的“互联网+”行动计划前瞻[J].人民论坛·学术前沿,2016(2):84-95.
- [8] 解继丽.“互联网+”引领教育改革创新趋势[J].楚雄师范学院学报,2015(2):85-88.
- [9] 张玉梅.“互联网+教育”背景下高职“计算机应用基础”MOOC 构建探索[J].无线互联科技,2017(22):97-88.
- [10] 徐静莉,王卫东,孙国富.化工类专业多层次工程实践教学平台建设与探索[J].吉林化工学院学报,2016,8(33):74-76.
- [11] 董雪茹.化工原理实验教学改革[J].科学管理,2019,26(11):169-170.
- [12] 黄海.化工原理虚拟仿真实验教学资源建设的思考[J].化学工程与装备,2018(12):321-322.
- [13] 朱庆英,封科军,陈鸿雁.虚拟仿真在《化工原理实验》中的应用探讨[J].广东化工,2020,47(11):255-256.
- [14] 石智,隋国哲,姜泽钰,李金龙.3D 虚拟仿真技术在化工原理实验中的应用[J].高师理科学刊.2015,35(10):96-98.
- [15] 张卫红,黄怡,杨连利.化学化工类专业虚拟仿真实验室建设的探讨[J].广东化工.2015,42(18):195-197.
- [16] 王娇君.基于虚拟现实的化工实验仿真软件开发与应用研究[D].杭州:浙江大学,2018.
- [17] 李鲁闽,陈凯.新工科背景下虚拟仿真实验在化工专业教学中的应用[J].广东化工.2019,46(14):213-215.

Article History Received 12 November 2021 Accepted 30 January 2022 Published 28 February 2022

本文引用格式 孙丹,侯进鹏,欧明,时春辉,田维亮.“互联网+”背景下化工原理实验

信息化教学的改革与探索 [J]. 社会科学理论与实践, 2022.4(1):40-50, <https://doi.org/10.6914/tpss.040105>

Cite This Article SUN Dan, HOU Jinpeng, OU Ming, SHI Chunhui, TIAN Weiliang. Reform and Exploration of Experimental Information Teaching of Chemical Principle under the Background of "Internet+" [J]. Theory and Practice of Social Science, 2022.4(1):40-50, <https://doi.org/10.6914/tpss.040105>

Reform and Exploration of Experimental Information Teaching of Chemical Principle under the Background of "Internet+"

SUN Dan, HOU Jinpeng, OU Ming, SHI Chunhui, TIAN Weiliang

School of Life Sciences, Tarim University

Abstract Based on the development of teaching in the new era and the requirements of modern teaching, the experiment of chemical principles is integrated with virtual simulation, relying on "Internet+" technology, building a new teaching system, realizing a comprehensive information-based experimental teaching, and improving the teaching effect of chemical practical classes. This project implements online and offline teaching system of chemical principle experiment, builds chemical principle experiment resource library, explores and develops new software of virtual simulation experiment of chemical principle with more practicality, implements open sharing and promotion application, and provides reference for the construction and promotion of practical courses of new engineering majors with important theoretical and practical significance.

Keywords chemical principles experiment; virtual simulation experiment; online and offline; open sharing