

虚实融合技术支持下的探究式实验教学 模式研究

李家妍¹, 罗天任², 陆吉健¹

¹杭州师范大学经亨颐教师教育学院, 浙江 杭州

²杭州师范大学虚拟现实与智能系统研究院, 浙江 杭州

Email: 1015348893@qq.com

收稿日期: 2021年1月30日; 录用日期: 2021年2月17日; 发布日期: 2021年2月25日

摘要

2019年发布的《教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见》已明确中小学将会越来越重视实验教学。本文旨在研究更为新颖且适应当下实验教学的教學模式, 通过分析传统实验教学模式的不足, 以化学典型实验——高锰酸钾制氧气为例剖析虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式, 从而总结出虚实融合技术支持下的探究式实验教学的优点以及其存在的必要性。

关键词

虚实融合, 实验教学, 探究式教学, 高锰酸钾制氧气, 疫情

Research on Inquiry Teaching Method Supported by Virtual Reality Technology

Jiayan Li¹, Tianren Luo², Jijian Lu¹

¹Jing Hengyi Honors College, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

²Virtual Reality and Intelligent Systems Research Institute, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

Email: 1015348893@qq.com

Received: Jan. 30th, 2021; accepted: Feb. 17th, 2021; published: Feb. 25th, 2021

Abstract

The Ministry of Education's Opinions on Strengthening and Improving Experimental Teaching in

文章引用: 李家妍, 罗天任, 陆吉健. 虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式研究[J]. 创新教育研究, 2021, 9(1): 247-253. DOI: 10.12677/ces.2021.91039

Primary and Secondary Schools, released in 2019, has made it clear that primary and secondary schools will pay more and more attention to experimental teaching. The purpose of this paper is to research a more suitable method for experimental teaching. By researching the shortcomings of traditional experimental teaching mode, studying the typical chemical experiment—oxygen made by Potassium permanganate to dissect inquiry teaching method supported by virtual reality technology, the present research sums up the advantages and necessity of inquiry teaching method supported by virtual reality technology.

Keywords

Virtual Reality, Experimental Teaching, Inquiry Teaching, Oxygen Made by Potassium Permanganate, COVID-19

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

互联网时代的信息技术水平的高速发展催生了虚实融合技术的迅猛发展。而新课标的制定，新课程改革的深入，强调了实验教学的重要性。中小学实验的地位得到明显强化，实验室建设、管理和设备的充实正在日益加强[1]。因此当下亟需探索更完善的实验教学方案以适应教育体系的完善。那么传统实验教学模式存在着哪些弊端和不足？虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式能对当下的实验教学产生何种程度上的改进与提升？虚实融合技术支持下的探究式实验教学在疫情时代和后疫情时代的大背景下又能发挥怎样的作用？针对这些问题，研究从初中化学典型实验——高锰酸钾制氧气入手，进行了一定的探索，期待能为未来的实验教学提供一定借鉴。

2. 研究背景

2019年，《教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见》提出2023年前要将实验操作纳入初中学业水平考试，考试成绩纳入高中阶段学校招生录取依据，意见指出实验教学是国家课程方案和课程标准规定的重要教学内容，是培养创新人才的重要途径，各地各校要丰富实验教学实施形式，促进传统教学与现代新兴科技有机结合，对于有危险性、破坏性和对环境有危害的实验，可用增强现实、虚拟现实等技术手段予以呈现[2]，可见我国教育对于学生实验操作和动手能力越来越重视。

2019年3月，教育部印发《关于实施全国中小学教师信息技术应用能力提升工程2.0的意见》中指出要支持有条件的学校主动应用互联网、大数据、虚拟现实、人工智能等现代信息技术，探索跨学科教学、智能化教育等教育教学新模式[3]，足以及得教育部对中小学在现代技术支持下的教学模式的重视。

而新一轮国家基础教育课程改革的一个重要而具体的目标，就是要改变至今仍普遍存在的学生被动接受、大运动量反复操练的学习方式，倡导学生主动参与的探究式学习。在理科各科国家课程标准中，科学探究的意义以及如何通过国家标准促进探究式学习实施的问题，得到了普遍的重视[4]。

由此见得，在时代背景和政策支持下，虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式将在中小学的实验教学领域发挥至关重要的作用。

3. 传统实验教学模式与虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式

3.1. 传统实验教学模式的不足及弊端

在中小学的理科教学中，实验教学是必不可少的一环，但是不难发现的是在当下的中小学实验教学的过程中，由于某些实验存在危险性较强的、成本较高、实验效果不明显等问题，例如：部分化学实验会用到强酸强碱类试剂，产生易燃易爆或是有刺激性气味甚至有毒的气体，这些会给学生带来一定的安全隐患；一些物理实验中涉及到电路等问题会受到现实诸多干扰因素的影响和限制，许多理想化实验无法正常展开，许多实验的误差过大，因此当下的中小学生对实验动手操作的机会极少。

即便是一个极为普通的实验，打碎玻璃器皿，打翻酒精灯等实验操作失误都有可能对正常教学以及学生的主观实验体验造成影响。因此目前实验教学中，多数情况下学生是靠观看教师的实验操作甚至视频中的实验操作进行学习。但是，此类学习过程很难让学生完全掌握实验的相关知识，学生对于知识的掌握更多的只停留在理论了解和表层记忆，无法深入到实践应用和深层思考，这对于学生的学习和今后的发展都并无益处。只有当学生进行了亲自的实验操作，经历了多次的尝试，才能更好的进行“沉浸式”的学习，从而更好的掌握知识，加深对知识的记忆，加强动手能力，甚至加强应用知识与举一反三的能力。

此外，传统的实验教学中，由于受到场地、教师人力等的限制，一位教师将负责整个班级的实验操作过程教学，教师无法关注到每一位学生的实验操作情况，无法对学生展开小规模甚至一对一的较为细致的实验教学，而学生个体在动手能力和实验操作等方面存在的较大差距会导致实验进度差异等问题的产生，对于擅长实验操作的学生来说，他们会失去进一步进行探索和深度学习的时间和机会；而对于在实验上存在一定的困难的学生来说，他们很难在没有外界帮助的情况下较好的进行实验操作。因此，即使学生们有机会进行亲手实验操作，其效果可见一斑，此类实验教学模式不利于学生们进一步的学习和发展。

3.2. 虚实融合技术支持下的探究式实验教学的特点及优势

虚拟现实技术教育应用的潜力源于其在激发学习动机、增强学习体验、创设心理沉浸感、实现情境学习和知识迁移等方面的优势[5]，而学习动机与知识迁移的培养对于学生的终身学习而言至关重要。因此，为进一步提高中小学的教学效率并促进学生各方面的综合发展水平提升，虚实融合技术支持下的探究式实验教学步入中小学一线实验课堂已是大势所趋。

而虚拟和现实的学习环境各有利弊，前者有利于学习者使用丰富的数字化资源开展跨地域的协作学习、拓宽知识视野，后者有利于学习者的临场体验和实际操作能力培养[6]。由此可见，若将虚拟现实结合起来并各取所长可为学生创造更优的学习环境。虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式可以解决目前传统实验教学模式存在的问题和不足，并更好的巩固教师的“教”和学生的“学”，从而打造出更适合学生的实验教学模式。

首先其可以解决由于实验安全性太低、实验受外界影响因素太大等造成的无法让学生亲手实验这一问题，从而让更多的中小学生对实验动手操作的机会。由此，虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式让学生在实验课堂上接受到的“输入”与通过自我实验操作和探索后的“输出”有了更多的交互。虚实融合的实验环境让学生不再是在置身事外的“被动接纳者”，而是沉浸在整個实验教学体系里的“主动探索者”。当学生掌握课堂知识的过程由“被动接纳”向“主动探索”过渡，由“集体听讲”向“独立实践”转变，由“观摩式学习”向“沉浸式学习”递进，其学习的进度和效率会显著提高，各方面综合能力也会在潜移默化当中得到提升，而学习习惯、思考习惯和探索精神的培养将在学生的终身学习中处于举足轻重的地位，如图1所示。

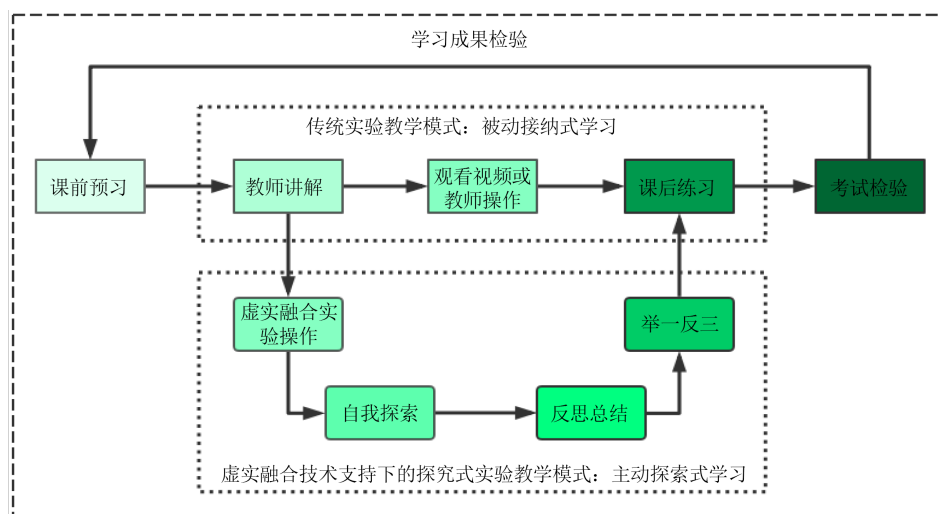


Figure 1. Flow chat of research on inquiry teaching method supported by virtual reality technology
图 1. 虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式流程图

诚如中国教育科学研究院未来学校实验室副主任曹培杰所言，“未来，基于数据的精准学习、混合现实、虚拟现实将实现真正的大规模的个性化教学，发现差异，尊重差异，实现个性化学习、差异化教育。” [7]对于不同层次的学生而言，实验操作水平较低的学生可通过虚实融合实验教学用具的提示语等更好的进行自我学习和研究探索；实验操作水平较高的学生可以在完成课堂实验学习的基础上进行自我更深入的探索学习。

由此可见，虚实融合技术支持下的探究式实验教学就能很好的体现个性化教学，学生们可根据自己的兴趣在课堂实验教学的基础上设计更多的实验，进行探究式的实验学习，以更深入地挖掘自己感兴趣的领域，从而更好的掌握以已学知识并将其灵活运用、举一反三，以促进综合素养的发展。

4. 虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式案例——高锰酸钾制氧气

浙教版的科学教材在八年级下册第三单元学习高锰酸钾制氧气的实验，教学内容涉及到方程式及实验操作等方面。第三章的第1节、第2节的学习均与高锰酸钾制氧气实验有着一定的联系，或作为铺垫教学，或作为后续教学。而高锰酸钾制氧气实验在初中科学的教学中也是一个相对重要的实验，并且此实验在高中化学中也有一定的涉及。因此初中的实验教学不仅关乎学生对于初中知识的学习与掌握，也能为学生的高中化学知识、实验技能等打下一定的基础。

4.1. 传统实验操作的弊端

- 1) 高锰酸钾存在一定的腐蚀性，可能对实验操作不当的学生造成一定的影响。
- 2) “手捂法”检查装置气密性所呈现效果不明显。
- 3) 预热不完全、冷凝水回流等可能导致试管炸裂的实验危险的存在。
- 4) 酒精灯、试管等玻璃仪器的使用安全性无法完全保证。
- 5) 气体收集时客观因素的影响使后续氧气验纯等实验现象无法较好的进行展示。
- 6) 整套装置较多且固定无法移动，难以让整个班级的学生仔细看到实验操作的流程。

4.2. 虚实融合实验教学对其的解决

- 1) 虚实融合实验装置避免了学生对高锰酸钾的直接接触，从而有效降低实验风险。

2) 虚实融合实验建立在理想实验情境下, 因此“手捂法”检查气密性产生气泡、氧气收集时气泡、氧气验纯时带火星的木条复燃等实验效果更为明显。

3) 虚实融合实验可向学生展示不同实验操作失误可能引起的事故, 但又不会对学生的安全产生危害, 从而让学生更好的学习实验失败的相关知识。

4) 减少了实验中可能产生危险的酒精灯火焰、试管等装置, 从而更大程度上确保实验的安全展开。

5) 虚实融合实验的实体装置较少, 方便移动, 也利于学生亲手进行实验操作。

4.3. 实验虚实项目和过程设计

1) 实验虚拟内容设计:

虚拟的水, 火, 高锰酸钾, 试管, 火柴, 水槽, 导管, 棉花, 集气瓶

2) 实验实体内容设计:

实体的实验器材: 烧杯, 铁架台, 药匙, 火柴盒, 酒精灯

其他实体器材: 摄像头, 显示仪, 接触式手套

3) 实验交互及过程设计:

实验者的语音提示可以使显示屏中出现相对应的虚拟物象, 例: 实验操作员说: “试管。”则显示屏中出现虚拟试管, 此时便可用此试管进行虚拟现实交互, 并进行虚拟现实实验。此外, 虚实融合技术较好的采用了虚拟遮挡技术, 可增加实验的真实感, 如图 2 所示。

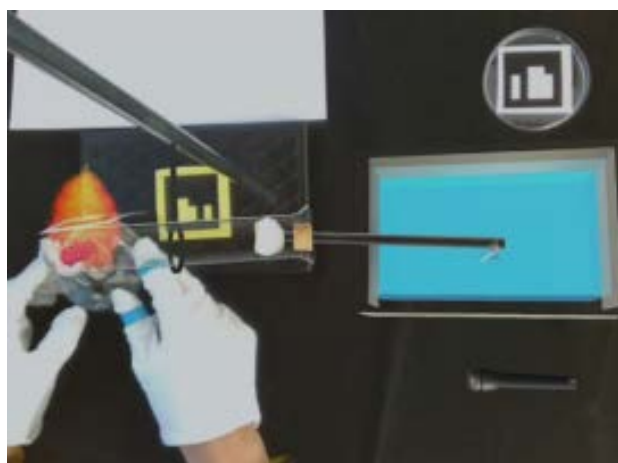


Figure 2. Experiment of oxygen made by Potassium permanganate supported by virtual reality

图 2. 虚实融合技术进行高锰酸钾制氧气过程[8]

4.4. 实验目标分析

任何一种科学技术都有其产生的背景, 也都有其真正适用、能够发挥作用的领域。VR 的本质作用就是“以虚代实”、“以科学计算代实际实验”[9], 这恰好决定了虚实融合技术在实验教学中所处的至关重要的地位。实验教学的功能不仅是掌握科学实验的方法、技能和验证已知的科学原理、重现自然现象, 更重要的功能就是发现与探究未知的[10]。因此, 虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式在解决传统实验课堂受时间、空间、仪器设备等限制而无法较好的开展实验教学的问题, 和培养学生动手操作能力等基本能力的同时, 也促进学生对高锰酸钾制氧气的相关基础知识和技能的提升, 并提升学生对化学实验的兴趣以及学习的积极性, 从而让学生拥有更多的自我探索发现和实践的机会, 使学生的实验学习不

仅仅停留在看别人操作的“输入”的层次上，而是进入经过自我消化后可以自行实验的“输出”的层次上。

4.5. 实验教学重难点分析

实验的重点是虚拟模块呈现出能够助力实验操作和实验感受的真实场景，让学生在更加安全的情况下也能体会到实验的魅力所在，以更好的培养学生的动手能力和自我思考问题、解决问题的能力。

实验的难点是实验交互的自然呈现，虚实融合实验技术希望能给学生更加真实的实验体验，能更好的运用好虚拟现实的交互性、沉浸性等特点，在知识素养、动手能力、独立思考等方面让学生收获更多。

4.6. 实验教学解读

课前，教师可提出一系列与实验操作步骤、实验细节、实验结果等相关的问题，供学生进行自我思考。学生在阅读课本资料之后自行对问题进行尝试性解答和初步探究学习，从而有所发现和收获。

课堂上，教师对高锰酸钾的相关教学内容进行解读和讲解，帮助学生更好的理解与掌握，学生在老师的讲解下能解决许多自己课前遇到的问题，但仍会有一些问题余留。于是，带着自己的问题，学生用虚实融合技术进行高锰酸钾制氧气的实验操作，在自我动手操作的过程中逐步解决自己之前的疑惑，并通过自己在实验操作中遇到的各种问题对实验流程、实验注意事项等展开深入思考，从而进行反思总结和应用。在自我操作的实验过程中，学生会比在观看他人实验和他人视频操作时更重视自己的操作步骤，因此，对于实验会有更好的理解和体验。使其对于实验的流程、注意事项、实验结果等的思考不仅仅局限于高锰酸钾制氧气这个实验本身，而是可以应用到其他类似的实验当中去，达到举一反三的教学目标。

5. 疫情及后疫情时代背景下的虚实融合实验技术

虚实融合技术在疫情时代和后疫情时代都可以发挥其独特并且至关重要的作用，正如华南师范大学教育信息技术学院教授钟柏昌所言：“教育教学改革任重道远，不是一次疫情就能轻易改变。变革一定是系统性的，单纯某种技术的介入不会引发教育的重大变革。诱因和尝试已然出现，要成为新常态还有很长的路要走，让我们期待这一天。”^[11]这正体现了虚实融合实验技术不会仅仅因为疫情这一契机而发展起来，虚实融合技术与教学的结合是时代进步和科技发展带来的必然结果，也是为教育发展所选择的最优道路。

此外，教师可在班团课等课程中介绍疫情的相关知识时结合虚实融合技术，从而让学生们更好的了解疫情的传播模式和预防模式等。该虚实融合实验技术在虚实融合的虚拟方面，会虚拟小球人物的移动，感染变化以及在变化的数据内容；在虚实融合的实体方面，整个实验过程的展示会在一张固定的展板上，其中固定的房间以及类目不变的文字等是实际的。一方面，可让学生对虚实融合教学设备有更好的了解，利于其它学科课程实验教学更好的进行；另一方面，让学生对疫情有更直观的了解，利于学校在疫情时代和后疫情时代的管理。

6. 研究展望

现代科技发展的日新月异，其已催生一次又一次的革新与技术发展，而在教育领域同样不该例外，教师应更好地利用现代化教育技术，让教师的“教”与学生的“学”都能有所创新、有所突破应是教育研究者所应该探讨和努力的方向。虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式将为一线中小学理科教师提供一条更好的实验教学道路，在提升教学质量和教学效率的同时也能促进对学生其它素养的培养。而虚实融合技术支持下的探究式实验教学模式将遵循探究式教学的三点基本总宗旨：一是打破传统教学束

缚学生手脚的一套做法；二是遵循现代教育以人为本的观念给学生发展以最大的空间；三是能根据教材提供的基本知识把培养创新精神和实践能力作为教学的重点[12]，并在其基础上有所创新和突破。

但是，虚实融合实验器材的稳定性和价格等会在一定程度上制约其落地速度，并且有部分研究表明，使用虚拟现实技术不一定能对学习带来积极作用，其效果会受到具体的教学方法、学习对象的影响[13]。因此，如何解决虚实融合实验器材落地所面临的问题，让其尽快走入一线教学的实验课堂，并让虚实融合技术在实验教学中尽可能大地发挥其积极作用是我们所需要进行艰苦努力和探索的。虚实融合技术支持下的实验教学模式仍面临巨大挑战，其仍需得到社会各界的广泛关注和重点研究。

基金项目

国家自然科学基金面上项目(编号：62077041)子课题、浙江虚拟仿真实验教学项目(编号：2019(5)-264)、浙江省新苗人才计划项目(编号：2020R427068)以及杭州师范大学“本科生创新能力提升工程”项目。

参考文献

- [1] 艾伦, 艾雯野. 中小学实验教学改革探索[J]. 中国教育技术装备, 2008(5): 5-7.
- [2] 教育部. 取消初中学业水平考试大纲! 教育部印发三个重要配套文件[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/fbh/live/2019/51594/mtbd/201912/t20191203_410641.html, 2019-11-29.
- [3] 教育部. 教育部关于实施全国中小学教师信息技术应用能力提升工程 2.0 的意见[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201904/t20190402_376493.html, 2019-03-11.
- [4] “科学探究性学习的理论与实验研究”课题组. 探究式学习:含义、特征及核心要素[J]. 教育研究, 2001(12): 52-56.
- [5] 刘德建, 刘晓琳, 张琰, 陆奥帆, 黄荣怀. 虚拟现实技术教育应用的潜力、进展与挑战[J]. 开放教育研究, 2016, 22(4): 25-31.
- [6] 张剑平, 许玮, 杨进中, 李红美. 虚实融合学习环境: 概念、特征与应用[J]. 远程教育杂志, 2013, 31(3): 3-9.
- [7] 教育部. 教师如何用好课堂上的信息化“神器” [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202101/t20210112_509497.html, 2020-01-12.
- [8] Luo, T., Zhang, M., Pan, Z., Li, Z., Cai, N., Miao, J., Chen, Y. and Xu, M. (2020) Dream-Experiment: A MR User Interface with Natural Multi-Channel Interaction for Virtual Experiments. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, **26**, 3524-3534. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2020.3023602>
- [9] 赵沁平. 虚拟现实综述[J]. 中国科学(F 辑: 信息科学), 2009, 39(1): 2-46.
- [10] 宋国利, 盖功琪, 苏冬妹. 开放式实验教学模式的研究与实践[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(2): 91-93+132.
- [11] 教育部. 超八成学生在线学习感受良好, 但“低监督下”学习自主性不足——抗疫常态化, 在线教学质量如何再提高[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/jyzt_2020n/2020_zt03/zydt/zydt_dfdt/tkbt/202005/t20200508_451310.html, 2020-05-08.
- [12] 张崇善. 探究式: 课堂教学改革之理想选择[J]. 教育理论与实践, 2001(11): 39-42.
- [13] 高媛, 刘德建, 黄真真, 黄荣怀. 虚拟现实技术促进学习的核心要素及其挑战[J]. 电化教育研究, 2016, 37(10): 77-87+103.