

数字化实验在高中化学教学中的应用研究

王晓媛

哈密市第八中学，新疆 哈密 839000

摘要： 数字化实验在高中化学教学中借助现代技术手段，推动了实验教学的转型升级。高效的数字化平台可模拟化学实验过程，提供实时数据反馈，极大地拓宽学生的实验视野和操作空间。鉴于此，本文旨在分析当前高中化学教学中数字化实验的应用挑战，提出改善设备配置，强化数据管理，提升实验互动性，及创新实验内容等优化策略，为化学教育数字化转型提供有益思考。

关键词： 数字化实验；高中化学；化学教学；应用研究

Application Research of Digital Experiment in High School Chemistry Teaching

Wang Xiaoyuan

No.8 Middle School of Hami City, Hami, Xinjiang 839000

Abstract： Digital experiment in high school chemistry teaching with the help of modern technology means to promote the transformation and upgrading of experimental teaching. The efficient digital platform can simulate the chemical experiment process, provide real-time data feedback, and greatly broaden the students' experimental vision and operation space. In view of this, this paper aims to analyze the application challenges of digital experiment in the current high school chemistry teaching, and puts forward optimization strategies such as improving equipment configuration, strengthening data management, enhancing experiment interactivity, and innovating experiment content, so as to provide beneficial thinking for the digital transformation of chemistry education.

Keywords： digital experiment; high school chemistry; chemistry teaching; applied research

引言

《普通高中化学课程标准（2017年版2020年修订）》在“教学建议”部分明确指出：“要重视现代信息技术的应用，探索数字化实验在化学教学中的创新实践，促进学生化学学科核心素养的发展”。此要求为高中化学实验教学改革提供明确指引。化学学科中诸如电化学或者化学反应速率等抽象概念的教学，传统实验方法存在可视化程度低、数据采集精度不足等局限。数字化实验系统借助专业设备，能够实时记录反应过程中的微观变化。

一、高中化学教学中数字化实验的应用挑战

（一）实验考核方式单一，学生思维难以突破

在高中化学教学中，实验考核方式单一给教学带来了诸多不利挑战，严重阻碍学生思维的突破与发展。主要原因是单一的实验考核方式一般侧重于评判实验结果，主要以实验报告的准确性和实验操作的规范性为评分依据。学生在这种考核模式下，就会把注意力集中在如何得出正确的实验结果和遵循既定的操作流程上，而忽视深入探究实验过程中所蕴含的化学原理和科学思维。同时，学生为了获得高分，会按照教材或教师的指导按部就班地进行实验，缺乏自主思考与创新尝试的动力。由于考核方式只关注结果，学生可能会采用死记硬背实验步骤和结论的方式来应对考试，而不是真正理解实验的本质，所以学生在面对一些稍有变化的实验情境或实际问题时，无法灵活运用所学知识去解决，使

得思维变得僵化。除此之外，科学探究需要学生具备质疑、假设、验证等能力，而现有的考核模式无法为学生提供足够的空间去发挥这些能力，非常不利于培养其科学探究精神。而且学生在实验过程中缺乏自主设计实验方案、探索未知的机会，体验不到科学探究的乐趣和成就感，从而降低了化学实验的兴趣与积极性^[1]。长期以来，如果没有有效培养学生的创新思维，就会难以适应未来社会对创新型人才的需求。

（二）数据存储冗余，分析方法滞后

数字化实验过程中产生的海量数据对存储系统提出严峻挑战，未经优化的原始数据占用大量存储空间却难以直接用于教学分析。传统的数据记录方式缺乏统一标准，不同设备生成的数据格式互不兼容，给后续处理带来诸多障碍。并且，数据分析方法的更新速度跟不上设备升级节奏，许多学校仍在使用基础统计工具处理复杂实验数据，无法充分挖掘数据背后的教学价值。在最

重要的实验报告生成环节还存在明显效率瓶颈,教师需要手动整理各类数据图表,这种重复性劳动消耗了大量备课时间。此外,数据安全保护机制不完善也制约了云端存储方案的推广应用,造成部分涉及敏感信息的实验数据仍局限于本地存储^[2]。

(三) 互动体验不足,参与程度有限

现有数字化实验系统的交互设计,由于普遍存在操作路径单一的问题,所以学生只会按照既定流程完成实验步骤,缺乏自主探索的空间。同时,虚拟实验平台的沉浸感不足,难以准确模拟真实实验的操作体验,影响学生对实验现象的直观认知。另外,小组协作实验时设备数量有限,部分学生处于被动观察状态,实际动手机会不均,而且教师在实验反馈机制也不够即时,难以及时纠正学生的操作偏差,降低了学习效率。更为重要的是,界面设计不符合学生认知特点,复杂的参数设置界面增加操作难度。并且,实验过程的可视化呈现方式较为单一,无法激发学生的学习兴趣。

(四) 内容创新不足,探究深度受限

当前数字化实验项目多集中于验证性实验,教师对探究性实验的开发相对不足,实验内容更新速度也明显慢于化学学科发展,导致新兴领域的实验案例较为稀缺。此外,教材配套实验方案设计趋同,缺乏针对不同学生群体的分层内容,而且实验情境与现实生活的联系不够紧密,不能培养学生的实际问题解决能力。与此同时,跨学科整合实验项目数量有限,未能充分发挥数字化实验的技术优势,并且教师设置的实验难度梯度不够合理,就不能满足差异化教学需求,这种内容创新不足的状况限制了数字化实验在培养学生核心素养方面的潜在价值。

二、高中化学教学中数字化实验的策略

(一) 完善考核体系,增强实验教学价值

数字化实验考核体系应具备实验设计能力、数字化设备操作水平、数据分析处理技能以及实验报告撰写质量等核心要素,教师在构建时需要突破传统纸笔测验的局限,建立多维度、过程性的评价机制^[3]。该体系在高中化学教学中,完善考核体系的必要性源于数字化实验的特殊性,其强调实验过程的规范性和数据的科学性,仅凭最终实验结果是不能全面反映学生的实验素养。此外,传统考核方式往往忽视实验过程中的关键能力培养,导致学生过分关注实验结果而忽略操作规范。数字化实验设备产生的实时数据为过程性评价提供了客观依据,使教师能够精准把握学生的实验操作细节,并且还能把实验预习、操作规范、数据处理、误差分析等环节纳入评价范畴,形成贯穿实验全过程的动态评估机制。

以《无机非金属材料》教学为例,教师在设计硅酸盐材料性质探究实验时,预先制定包含五个维度的考核标准:实验方案设计的科学性、传感器使用的规范性、数据采集的完整性、结果分析的逻辑性以及实验反思的深刻性。接下来,教师可以要求学生提交数字化实验方案,重点评估变量控制方法以及数据采集频率设置的合理性。学生实施实验过程中,监控系统能记录学生连接

pH传感器和电导率仪的操作流程,关注校准步骤和测量时机的准确性。随后,教师在数据分析环节设置专门评价指标,主要考察学生运用软件处理硅酸盐溶液离子浓度变化曲线的能力,特别识别与处理是异常数据的方法。针对学生可能理解数字化设备采集的微观数据与宏观性质关系所出现的困难之处,教师在考核标准中应强化数据转化能力的评价,要求学生在实验报告中阐述电导率数据与材料导电性能的内在联系,促使学生深入理解实验原理,避免表面化解读数字化数据。实验结束后,教师应要求学生基于考核标准进行自评与互评,培养其批判性思维和科学反思能力。教师把考核要素融入实验各环节之后,充分彰显出数字化实验的教学价值,进而让学生的实验素养获得系统性提升。

(二) 优化数据管理,引入智能分析算法

化学实验过程中产生的动态数据具有时效性强、维度多等特点,传统人工处理方式无法做到精准分析。教师优化数据管理需建立标准化的数据采集流程,借助智能存储技术保障数据完整性,并利用规范传输机制实现多终端同步更新。此外,教师应用智能分析算法可以提升数据处理效率并快速解析复杂数据关系,而且能在将抽象的化学原理转化为直观可视化结果的过程中,协助学生建立数据与现象的逻辑关联。教师只有运用系统化的数据管理结合智能算法,才能够快速定位学生的认知盲区,为个性化教学提供数据支撑。

教师在《化学反应的速率与限度》教学中,可以先建立智能数据管理平台,然后整合浓度传感器、温度探头等设备,时刻采集硫代硫酸钠与硫酸反应的多维度数据。实验开始前教师设定统一的数据采集频率以及存储格式,保证各组数据可横向对比,之后在实验过程中引入机器学习算法,自动拟合浓度变化曲线并计算瞬时反应速率,同步生成动态折线图^[4]。针对学生常混淆平均速率与瞬时速度的认知难点,系统可设置双坐标对比视图,直观展示两种速率的差异与关联。数据异常检测模块实时扫描传感器读数,当检测到温度波动超标或浓度突变时,立即触发预警提示。与此同时,学生在提交实验数据后,算法自动生成结构化分析报告,标注关键参数波动区间以及反应平衡点,从而使其能够聚焦反应机理的探究,而非纠结于繁琐的计算过程。学生利用观察算法生成的活化能模拟曲线,能更易理解温度对反应速率的指数级影响规律。此外,系统还支持历史数据回溯功能,便于对比不同实验条件下的速率变化趋势,强化学生理解化学反应的限度概念。

(三) 改进交互设计,开发沉浸式实验模块

传统的高中化学教学,实验环节多以教师演示为主,学生只是被动观看,没有真正理解实验原理与化学现象背后的本质。学生在这种模式下就会缺乏自主操作的机会,对知识的掌握只会停留在死记硬背层面,无法灵活运用。但是,教师改进交互设计能够为学生创造更加主动的学习环境,让学生可以根据自己的想法进行实验尝试,观察不同操作带来的实验结果变化,从而更深入地理解化学知识^[5]。

教师在教授《认识有机化合物》时,可精心打造“有机化合物微观世界探秘”沉浸式实验模块。教师运用3D建模技术构建

出一个高度逼真的虚拟实验室场景，其中陈列着各种用于研究有机化合物的先进仪器，以及常见的有机化合物分子模型。接着，教师在交互设计方面设置一系列具有引导性的任务，让学生进入虚拟实验室后，就能接到一个探索某种未知有机化合物结构的任务。紧接着，学生可以操作质谱仪，观察不同质荷比的离子峰，经过分析这些数据来推断化合物的相对分子质量和可能的结构片段。在操作过程中，学生可能会对质谱图中复杂的离子峰含义理解困难，这是由于有机化合物结构的复杂性以及质谱分析原理的抽象性导致的。为了帮助学生克服这一障碍，教师在交互设计中加入实时提示功能，具体而言就是当学生分析某个离子峰出现困惑时，系统会弹出提示框，解释该离子峰可能对应的结构信息，并指引学生进行进一步的思考^[6-9]。同时，教师还设计了小组合作的交互模式，学生可以与同组同学交流自己的分析结果，共同探讨未知有机化合物的结构。在深入探究有机化合物的结构后，教师带领学生在虚拟实验室中选择合适的原料以及反应条件，尝试合成目标有机化合物，系统合成过程中还能实时显示反应的进度和产物的生成情况。如果学生选择的反应条件不合适，系统会给出相应的提示，并协助学生调整条件。

(四) 创新实验内容，融入前沿化学案例

传统的高中化学实验教学内容局限于课本上的经典实验，形式与内容相对固定，不过随着化学科学的不断发展，新的研究成果和技术层出不穷，教师将这些前沿化学案例融入实验教学中，能够让学生接触到化学学科的最新动态并拓宽视野。同时，创新实验内容可以打破传统实验的局限性，使实验更具趣味性，并且新颖的实验方案还能让学生运用所学知识进行思考探索，从而提高创新思维和实践能力^[7-9]。此外，前沿化学案例通常涉及到复杂的化学原理和先进的技术手段，将其融入实验教学中，能够加深

学生对化学知识的理解。除此之外，数字化实验设备可以提供更加精确的数据采集和分析功能，帮助学生更好地理解实验原理和化学现象。

以《基本营养物质》为例，教师可以引入食品营养成分精准检测的前沿案例，随后利用数字化实验设备，让学生分析常见的食品进行营养成分。教师设计实验内容，让学生自主选择不同种类的食品，如水果、谷物等，使用光谱分析仪检测其中糖类、油脂、蛋白质等营养物质的含量。在操作过程中，学生需要按照规范化的流程进行样品处理和仪器操作，以提高检测结果的准确性。此时，经过与标准数据库对比，学生可以确定食品中各种营养物质的具体含量^[9-10]。为了让学生更深入地了解营养物质的性质和作用，教师进一步带领生分析不同食品中营养成分的差异。学生可以根据检测结果，探讨食品的营养价值。同时，教师结合前沿研究，介绍营养物质在人体代谢中的最新发现，然后组织学生进行讨论，让学生分享自己在实验中的发现和体会，交流对营养物质的新认识。

三、结束语

化学教育的数字化转型正经历从技术应用到教学理念的深度变革，此变革一方面体现在技术层面的革新，另一方面更深刻影响着培养化学思维的方式。数字化实验平台借助实时数据采集与智能分析，使原本抽象的化学原理转化为直观可视的动态过程，有效弥合了理论认知与实践体验的鸿沟，使实验教学正从验证性操作转向探究性实践。在不久以后，化学教育将更加注重培养学生科学思维与创新能力，进而持续释放数字化实验的教学价值。

参考文献

- [1] 吴惠华. 数字化实验在高中化学教学中的应用 [J]. 高中数理化, 2023, (S1): 141-142.
- [2] 陈教奇. 高中化学数字化实验教学应用探究 [J]. 高考, 2023, (32): 18-20.
- [3] 徐海波. 数字化实验在高中化学教学中的应用研究 [J]. 数理化解题研究, 2023, (27): 89-91.
- [4] 冯颖颖. 化学教学中的数字化实验开展策略研究 [A]. 2023教育理论与管理第三届“创新教育与精准管理高峰论坛”论文集(专题3) [C]. 华教创新(北京)文化传媒有限公司、中国环球文化出版社: 2023: 161-163.
- [5] 曾永裕. 数字化实验在高中化学教学中的应用研究 [J]. 中学教学参考, 2023(6): 40-42.
- [6] 石普亮. 数字化手持技术在高中化学课堂实验教学中的应用研究 [J]. 天天爱科学(教学研究), 2023(2): 25-27.
- [7] 赵丽霞. 数字化实验在高中化学电解质教学中的应用 [J]. 中国现代教育装备, 2022(6): 3.
- [8] 李直蔚. 高中化学教学中数字化实验的应用 [J]. 广西教育, 2021(34): 2.
- [9] 吴惠华. 数字化实验在高中化学教学中的应用 [J]. 高中数理化, 2023(S01): 141-142.
- [10] 梁高林. 手持技术数字化实验在高中化学课程教学中的应用 [J]. 学园, 2023(18): 71-74.