

融合智慧教育技术的电化学互动教学实践

李可心 苏谢璟聿 陈佳乐 苗晓伟

苏州工学院 江苏 苏州 215500

【摘要】：随着智慧教育技术的飞速发展，它在各类学科教学中的结合使用变得越来越广泛，而电化学作为化学学科里的重要分支，因有微观反应机制不好懂、传统教学反馈跟不上这些特点，自然对教学模式的创新提出了更高要求。本文通过构建互动式教学模式，设计兼具系统性规划与微观过程可视化的探究活动，配套个性化学习支持方案，并采用数据驱动的动态评价与反馈机制，开展并推进了相关教学实践探索。实践结果显示，这种教学模式能切实提高学生对电化学概念的理解程度和解决问题的能力，同时学生主动去探究的想法和学习的自信心也得到了增强。本研究一方面为电化学教学提高质量、增加效果提供了实实在在能用的实践办法，另一方面也为智慧教育技术在专业课程里的深入结合和普及提供了有用的参考。

【关键词】：智慧教育；电化学；互动教学；智慧教育

DOI:10.12417/2705-1358.26.05.083

0 引言

电化学是化学学科里重要分支，其微观反应机制涉及电子转移、离子迁移等抽象的过程，传统教学没办法把这些过程直观地呈现出来，而实体实验又会受到设备条件和安全因素的限制，学生很难深入探究到参数变化对反应过程产生的影响，一方面在班级授课制的模式下，教师很难兼顾到不同学生的学习需求，另一方面反馈机制比较滞后，这就让认知偏差一直存在着，虚拟仿真技术能为微观过程的可视化提供可能，不过现有研究大多聚焦在单一技术的应用上，缺乏系统性的融合方案以及实证检验，本研究的目的是构建出技术深度融合的互动教学模式，通过准实验设计去验证它对学习成效产生的影响，为电化学教学改革提供实践参考。

1 融合技术驱动的互动教学实践设计

1.1 虚拟仿真驱动的微观过程具象化互动探究

虚拟仿真技术能把电化学反应的微观机制转化成了可交互的三维场景，学习者通过操控虚拟实验装置就会进入到原子尺度的反应世界里：一是在原电池教学中，系统会展示出锌铜原电池的动态反应过程，学习者能拖动时间轴观察到锌原子失电子形成锌离子的那个瞬间，以粒子流形式显露出来的是电子沿导线定向移动的路径，铜离子在阴极表面得电子还原成铜原子的过程则是通过电子转移动画展示出来的，当学习者调节硫酸锌溶液浓度的时候，系统会依据能斯特方程实时计算电极电势的变化，还会在界面上同步显示出电压表读数与溶液中离子浓度的梯度分布情况；二是在电解池模拟场景中，学习者能自主选择电极材料与电解质的类型，通电之后就能观察到阳极表面氯离子失电子生成氯气的微观过程，阴极区域铜离子浓度因为放电而降低的动态演化是通过颜色深浅变化直观展示出来的，系统里面内置了错误诱发的机制，当学习者误把石墨棒作

为阴极电解硫酸铜溶液的时候，仿真结果会显示出氢气而非铜的析出，还会提示电极电势差异对产物的决定作用。



图1 电化学反应虚拟仿真系统

这款电化学反应虚拟仿真系统支持原电池与电解池模式切换，当前为电解池模式；左侧参数调控与监测区可拖动滑块设置反应时间、硫酸锌浓度，同时实时显示电极电势、电压表读数及离子浓度梯度，右侧为电解池可视化模拟区，其中深色块状为阳极、浅色块状为阴极，蓝色点状是锌离子、浅粉色点状是氢离子（均向阴极迁移），黄色点状是硫酸根离子、浅绿色点状是氢氧根离子（均向阳极迁移），阴极表面浅灰色点状聚集为析出的锌单质，阳极附近无色点状气泡为生成的氧气，可直观呈现电极、电解液及微观离子迁移轨迹；系统以安全可控的虚拟实验形式，助力学习者探究电解池工作原理，观察变量对电化学反应的影响，高效理解电化学内在机制。

1.2 生成式 AI 支持的个性化互动学习

豆包作为生成式 AI 工具，依托大数据与自然语言交互技

术,构建适配电化学教学的个性化互动支持体系,弥补传统教学中个性化指导不足的短板,实现“千人千策”的互动学习闭环^[1]。课前,豆包基于学生预习测试数据与认知水平,自动生成个性化预习清单,针对电化学基础薄弱学生,推送电极反应式书写技巧、微观粒子运动示意图等基础资源,搭配分层预习习题;针对基础较好学生,推送电化学拓展案例与探究性问题,引导提前思考实验设计思路。课中,学生可通过豆包实时提交疑问,无论是电子转移方向的困惑,还是能斯特方程的应用难题,豆包均能以对话式交互方式精准答疑,同时结合虚拟仿真实验场景,补充操作要点与原理解读,协助学生突破认知难点。课后,豆包根据学生课堂表现、虚拟实验操作失误及测试反馈,定制个性化巩固任务,针对共性问题推送专题讲解视频,针对个体易错点生成专属错题集并附带针对性解析,还可通过互动问答强化知识记忆,引导学生自主反思纠错,实现学习过程的精准适配与动态优化,助力不同层次学生均能获得适配的学习支持与互动体验。



图 2 豆包生成电化学互动教学系统

1.3 数据驱动的动态评价与反馈机制

评价体系整合虚拟仿真操作数据、行为数据与课堂互动数据,形成多维度的能力诊断模型。系统追踪学习者在虚拟实验中的参数调节频次、操作失误类型、任务完成时长等过程性指标,结合最终实验结果的准确性,评估其实验设计能力与问题解决策略^[2]。

一是分析学习者浏览资源的深度与广度,停留时长较短且频繁跳转就表明有浅层学习的倾向,深度阅读并主动标注重点则能反映出主动建构的特征;二是课堂响应系统收集到的实时测验答案会被即时做了统计,教师会根据正确率的分布来调整讲课的节奏,要是多数学习者对电极反应式书写有困难,就暂停新知识的推进,组织小组讨论还通过投屏展示典型错误案例;三是系统生成的个性化学习报告会吧每位学习者的能力雷达图呈现出来,把氧化还原配平、电势计算、实验设计等维度的掌握水平都标注了出来,还会对比班级均值来展现相对优势与不足,教师端仪表盘会汇总班级整体的知识掌握热力图,色

块深浅能反映不同知识点的理解程度,帮助教师找到教学里的盲点;另一方面反馈机制特别强调及时性与针对性,学习者提交虚拟实验报告后马上就能获得系统生成的改进建议,错误操作会被标记还附带正确演示视频,这种即时干预能有效把错误认知的持续时间缩短了^[3]。

2 教学实践案例与实施效果

2.1 教学实验设计与样本选择

实验选取某高校化学专业两个平行班级作为研究对象,实验班采用融合智慧教育技术的互动教学模式,对照班沿用传统讲授结合实验的教学方式,两班学生在入学成绩、先修课程表现及认知风格分布上无显著差异。教学内容聚焦电化学基础理论与应用,涵盖原电池工作原理、电极电势计算、电解原理及应用、金属腐蚀与防护等核心模块,教学周期持续八周。实验班教学流程整合虚拟仿真实验与课堂互动系统,学生课前完成知识图谱浏览与预习测试,课中参与虚拟仿真探究并借助移动终端进行实时讨论,课后利用个性化资源巩固薄弱环节。对照班维持传统课堂讲解模式,辅以周末开放的实体实验室操作^[4]。为确保实验效率,两班由同一教师授课,使用相同的教学大纲与考核标准,实验班的技术介入严格限定于教学环节,避免额外学习时间对结果的干扰。

2.2 典型教学案例的实施过程

以原电池工作原理教学为例,实验班课前阶段完成微动画与预习任务,系统根据学生的观看进度与测试结果标记理解困难点,教师据此调整课堂重点。课堂导入环节展示燃料电池驱动汽车的工程案例,引发学生对能量转化机制的思考,随后进入虚拟仿真环节,学生操控锌铜原电池模型,通过调节电解质浓度观察电势变化,系统实时计算并显示能斯特方程的应用过程,学生在探究中发现浓度与电动势的定量关系。



图 3 锌铜电池虚拟仿真系统

教师根据课堂响应系统显示的共性困惑组织小组讨论,学生借助移动终端共享标注的微观反应路径图,协作分析电子转移方向与离子迁移规律。实验环节设置开放性任务,虚拟环境

允许更换电极材料、调整电解质类型并测试具体电压-时间, 电流-时间等曲线, 失败尝试被系统记录为学习资源供反思使用。课后进行针对性练习, 对电势计算掌握不足的学生接收额外的分步训练, 对反应机理理解透彻的学生则获得燃料电池前沿文献的拓展阅读。整个教学过程形成“预习诊断-课堂探究-即时反馈-个性巩固”的闭环, 技术在每个环节发挥精准支撑作用^[5]。

2.3 学习成效的多维度数据采集

认知成效评估采用前后测对比设计, 测试题覆盖概念理解、原理应用与问题解决三个层次, 实验班学生在电极反应式书写准确率、电极电势计算正确率及实验设计创新性方面均显现优势。虚拟仿真系统记录的操作数据揭示学生的探究深度, 实验班学生平均完成探究任务数量较多, 参数调节次数显著高于系统预设的最低要求, 表明技术激发了主动探索意愿。追踪的行为轨迹显示, 实验班学生资源访问深度更大, 知识图谱中的概念节点覆盖率更高, 且在遇到困难时主动调用补偿资源的频次明显增加。课堂互动数据反映参与度提升, 移动终端记录的提问数量、讨论轮次、观点标注频次均高于传统课堂的举手发言统计, 互动质量分析表明学生的观点逐渐从事实陈述转向机理解释。问卷调查结果显示, 实验班学生对电化学学习的兴趣、自我效能感及持续学习意愿均有提升, 访谈中学生反映虚拟仿真降低了对抽象概念的畏惧, 智能推送减轻了学习焦虑, 即时反馈增强了学习掌控感。这些多维数据相互印证, 全面展现技术融合对认知发展、学习行为与情感态度的综合影响。

2.4 技术融合效果的量化分析

后测成绩显示实验班平均得分较对照班提升明显, 差异检验达到统计显著性水平, 分层分析发现技术融合对不同能力水平学生的促进作用存在差异, 中等水平学生获益最大, 低水平学生在个性化支持下实现能力跃升, 高水平学生则在开放性探究中展现创造潜能。概念理解题得分分布表明, 实验班学生对电子转移微观过程、电极反应可逆性等抽象概念的掌握显著优于对照班, 这验证了虚拟仿真对微观认知建构的有效性。

参考文献:

- [1] 卢国强,王恺,马俊雄,等.新能源场站电化学储能暂态能量支撑优化控制模型[J].太阳能学报,2025,46(11):44-54.
- [2] 张艳岗,董泽庆,郑利锋,等.锂离子动力电池电化学建模进展及降阶方法研究[J].物理学报,2025,74(14):381-396.
- [3] 李伟强.磁分离结合电化学传感器检测食品中单增李斯特菌的研究[D].南昌大学,2025.
- [4] 方益兴.水系锌离子电池负极界面改性及电化学性能研究[D].北京科技大学,2025.
- [5] 李华华.氧化还原介质与生物电化学辅助强化厌氧氨氧化过程及其机理研究[D].浙江大学,2025.

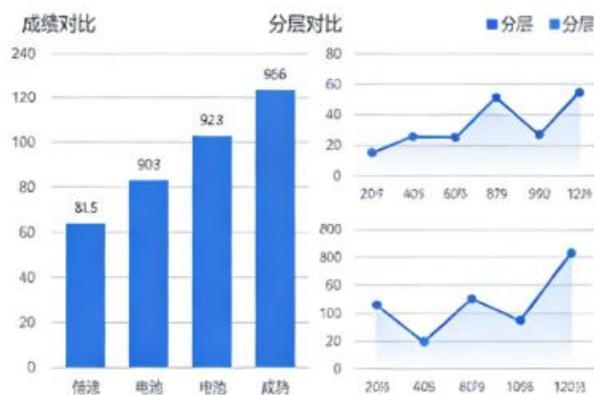


图4 成绩对比

问题解决能力评估中, 实验班学生在设计新型电池方案时展现出更强的参数优化意识与方案迭代能力, 体现了虚拟环境中试错学习的迁移效应。学习效率分析显示, 实验班达到相同知识掌握水平所需时间缩短, 归因于精准诊断减少了重复学习, 个性化资源推送提高了学习针对性。持续追踪发现技术融合的效应具有延续性, 学期末考试中实验班学生对电化学综合问题的解答仍保持优势, 表明深度互动促进的认知建构较为稳固。技术应用成本效益分析揭示, 虚拟仿真降低了实体实验的耗材消耗与安全风险, 减轻了教师重复答疑负担, 为大规模推广提供可行性依据。

3 结语

虚拟仿真将抽象的微观过程转化为可交互的认知对象, 降低了学习门槛, 实现了精准诊断与适应性支持, 为教学调控提供了实时依据。实践表明, 技术融合不仅提升了认知成效, 也激发了学生的探究动机和持续学习意愿。未来研究应进一步探索技术融合对不同认知风格学生的差异化影响, 优化资源推送算法以提高适配精度, 并关注长期学习迁移效应。随着人工智能和大数据技术的发展, 智慧教育将为化学教育现代化提供更广阔的空间。