

# NOBOOK 在高二（上册）化学实验教学中的应用研究

图尔荪阿依·亚森 蔡建星 魏 婷 李佳颖 曾何华

昌吉学院化学与化工学院 新疆 昌吉 831100

**【摘 要】** 虚拟仿真实验是推进教育数字化的重要实践形态，NOBOOK 作为高中化学实验主流虚拟仿真软件，正从教师演示转变成全流程探究赋能。该平台可模拟真实实验操作，突破传统化学实验在安全风险、操作局限、资源与时空调控等方面的限制，培育学生的化学核心素养，同时能高效节约教育资源、深化探究学习。当前 NOBOOK 应用仍存在不同区域发展不均衡、校际差异明显，实践中“重案例、轻体系”，以及海外渗透率不均衡等问题。该文围绕 NOBOOK 在高二化学实验教学中的应用，梳理其应用现状与教学价值，剖析传统实验教学痛点，从教学资源开发、探究活动设计、教师分层培训及评价机制构建等方面提出优化路径，为推动虚拟仿真技术与中学化学教学深度融合提供理论依据与实践参考。

**【关键词】** NOBOOK 虚拟实验平台；中学化学实验教学；教育数字化；虚实结合教学

## A Study on the Application of NOBOOK in Chemistry Experiment Teaching for the First Semester of Senior High School Grade 2

Tursun Ay Yasen Cai Jianxing Wei Ting Li Jiaying Zeng Hehua

College of Chemistry and Chemical Engineering, Changji University, Changji, Xinjiang 831100

**【Abstract】** Virtual simulation experiments serve as a pivotal practice in advancing educational digitalization. As a mainstream virtual simulation software for high school chemistry experiments, NOBOOK is transitioning from teacher-led demonstrations to enabling full-process inquiry-based learning. The platform simulates real experimental operations, overcoming limitations of traditional chemistry experiments—such as safety risks, operational constraints, and challenges in resource and spatiotemporal coordination—while providing students with a risk-free inquiry environment. This aids in their understanding of abstract knowledge, cultivates core competencies in chemistry, efficiently conserves educational resources, and deepens inquiry-based learning. Currently, NOBOOK's application faces several challenges, including uneven development across regions, significant disparities between schools, a tendency to prioritize case studies over systematic frameworks in practice, and imbalanced penetration in overseas markets. Moreover, there is a lack of systematic analysis regarding its current application status, features, and trends. This paper focuses on the application of NOBOOK in Grade 12 chemistry experiment teaching, outlines its current application status and pedagogical value, analyzes the shortcomings of traditional experimental instruction, and proposes optimization strategies in areas such as the development of teaching resources, design of inquiry activities, tiered teacher training, and construction of evaluation mechanisms. The aim is to provide theoretical foundations and practical references for promoting the deep integration of virtual simulation technology with secondary school chemistry education.

**【Key words】** NOBOOK virtual experiment platform; chemistry experiment teaching in secondary schools; educational digitalization; blended virtual-physical instruction

《关于加快推进教育数字化的意见》中明确提出：建设虚拟仿真实习实践资源，以此探索人工智能支持的教学新形态<sup>[1]</sup>。化学作为一门以实验为基础的学科，实验教学对于帮助学生理解抽象概念、掌握科学方法及培养探究能力具有不可替代的作用。传统实验常受限于设备、安全、时空等因素，难以充分满足教学需求。虚拟仿真软件能够模拟真实实验操作，突破上述

局限，为学生提供安全、经济、灵活且可重复的探究环境。宁夏大学吴晓红团队<sup>[2]</sup>等系统梳理了虚拟仿真软件在教学中的应用类型，甘肃省通渭县碧玉学校张茜团队<sup>[3]</sup>探讨了其在具体课例中的实践效果，渤海大学田菊香团队<sup>[4]</sup>等则深入研究了NOBOOK在试错教学中的独特价值。但整体而言，仍缺乏对研究现状、应用特点与发展趋势的系统性分析。

## 1 NOBOOK 在化学教学方面的应用现状

### 1.1 NOBOOK 虚拟实验室

NOBOOK 虚拟实验室是一款基于 WebGL 三维图形渲染、刚体动力学模拟与化学反应动态平衡算法构建的在线虚拟仿真系统,其核心架构由实验器材三维模型库、物理规则引擎、化学计量计算模块及实时数据可视化组件构成;该系统通过对中学阶段物理、化学及生物学科典型实验场景的数字化映射,将实验操作流程、现象演变规律及数据变化趋势纳入统一的算法框架之中,用户通过鼠标拖拽、参数调节等交互行为触发系统内部的逻辑运算,系统则同步输出视觉、数值及图表等多模态反馈,从而在数字空间内构建出具有高保真度的实验操作环境与现象再现机制。

### 1.2 NOBOOK 形成稳定应用生态

中学化学课堂教学已逐步形成以 Chem3D、GaussView 等分子模拟软件、NOBOOK、希沃虚拟实验室等综合性仿真平台为核心的主流软件应用生态。其中,Chem3D 可用于搭建和展示有机分子的三维结构,GaussView 支持量子化学计算与反应机理模拟,NOBOOK 提供覆盖高中教材的虚拟实验操作环境,希沃虚拟实验室则依托白板系统实现课堂多屏互动与智能纠错。其中 NOBOOK 虚拟实验室已服务于国内外众多学校及教育机构,具体应用情况如表 1 所示。

### 1.3 应用模式从演示替代转向探究赋能

NOBOOK 的应用模式正从教师演示向课前、课中、课后全流程的探究赋能平台转变。例如,在高二上册选择性必修 1 第三章“影响盐类水解的因素”探究中,学生可通过虚拟软件自主改变溶液浓度、温度或外加酸碱,实时观察 pH 变化与平衡移动方向;在第二章“浓度、温度对化学平衡的影响”学习中,

可模拟  $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$  体系,通过增减反应物浓度或改变温度,即时观测颜色变化与平衡移动轨迹。

### 1.4 NOBOOK 应用区域不均衡

从区域分布看:东部发达地区的徐汇中学,已完全实现虚

拟实验常态化教研;中西部地区的岑溪市第三中学是首批利用人工智能开展实验说课比赛;边疆地区只有沙湾市第四中学已使用 NOBOOK 虚拟实验软件。从校际差异看,重点学校如河南淮滨高中已举办理科虚拟实验实操竞赛,而部分偏远学校仍处于起步阶段。海外市场方面,NOBOOK 已服务海外 5 个国家和地区,但多集中于东南亚、非洲等发展中地区的基础教育合作,欧美发达国家渗透率相对较低。这种不均衡使得虚拟软件在某种程度上可能加剧教育资源分配的马太效应,而非缩小差距,这是当前推进应用中必须正视的严峻挑战<sup>[5]</sup>。

### 1.5 实践存在重案例、轻体系现象

在高二化学上册《化学反应速率与化学平衡》章节的硫代硫酸钠与硫酸反应实验中:教师借助 NOBOOK 模拟浑浊度变化的动态过程,帮助学生理解浓度、温度对反应速率的影响。在乙炔的制备实验中:利用 NOBOOK 模拟电石与水的反应及尾气处理流程,能够避免现实实验易燃易爆的风险。这类点状应用虽能在单节课中激发学生兴趣、化解教学难点,但并未融入全学期课程规划与常态教学流程。实践多依赖教师个人的探索热情与技术能力,缺乏学校层面的顶层设计与配套资源建设与系统师资培训,也未形成适配的教学评价机制,难以发挥虚拟实验的长效育人价值<sup>[6]</sup>。

## 2 研究方法

本文主要以文献研究法作为本研究实现理论奠基的核心手段,其本质在于通过对既有学术成果的系统性回溯与批判性解读,为研究问题提供坚实的学理支撑。在本研究中,该方法的具体操作路径依托于中国知网、万方数据及维普数据等主流学术数据库,通过对虚拟实验技术演进、化学教学模态转型及人机交互效能等相关领域文献的广泛检索与深度耙梳,旨在完成对虚拟实验概念谱系的历时性梳理、研究前沿热点的共时性廓清,以及说明其在化学实验教学中的应用情况;进而在此基础上,通过提出解决方法,为后续的实践探索建立基础,避免研究的盲目性,确保整个论证的递进性与逻辑闭合性。

表 1 NOBOOK 虚拟实验室部分合作学校及机构一览表

| 类别   | 名称          | 地区/国家     | 相关信息/来源                     |
|------|-------------|-----------|-----------------------------|
| 国内学校 | 武汉市财政学校     | 湖北武汉      | 使用 NOBOOK 虚拟实验软件            |
|      | 滕州市至善学校     | 山东滕州      | 承办市级虚拟实验应用培训会               |
|      | 陕西省西安中学     | 陕西西安      | 教师运用 NOBOOK 平台讲授《杂化轨道理论》公开课 |
|      | 上海市徐汇中学     | 上海        | 高中物理教研组应用 NOBOOK 进行教学实践     |
|      | 河南省淮滨高中     | 河南信阳      | 举办 NOBOOK 理科虚拟实验实操竞赛        |
| 国内机构 | 学而思         | 中国        | 与 NOBOOK 建立广泛深入的合作关系        |
|      | 科大讯飞        | 中国        | 与 NOBOOK 建立广泛深入的合作关系        |
|      | 中国移动        | 中国        | 与 NOBOOK 建立广泛深入的合作关系        |
| 海外地区 | 海外 5 个国家和地区 | 欧美、东南亚、非洲 | 据 NOBOOK 官网介绍,服务已覆盖海外市场     |

### 3 传统化学实验教学的核心问题

#### 3.1 实验安全风险高

在传统化学实验教学中,涉及易燃易爆、有毒有害试剂的操作环节占比不低,现场操作的不可控性一直是制约实验顺利开展的核心因素。以“化学反应速率与平衡”相关实验为例,乙醇本身沸点低、挥发性强,一旦加热操作不当或实验室通风条件不佳,就极易与空气混合形成具有爆炸风险的混合物。同时,铜与浓硝酸反应会产生红棕色有毒气体 $\text{NO}/\text{NO}_2$ ,若尾气处理不当将直接危害师生健康并污染环境。由于此类实验存在显著的中毒与喷溅伤人隐患,教师在实际教学中往往倾向于通过讲授或简单演示代替学生动手操作,导致“危险实验”在课堂上难以真正落实<sup>[7]</sup>。见表2。

#### 3.2 教学局限性显著

不少传统化学实验会受反应本身特性的限制,让学生难以直观理解化学原理,课堂教学的实际效果也打了折扣。以硫代硫酸钠与硫酸的反应为例,学生需要通过记录溶液浑浊到遮盖十字的时长,来定性判断反应速率,整个过程既缺少动态数据支撑,操作上也很难做到同步一致。其次是反应速率难以控制,过氧化氢分解实验在催化剂作用下反应过快,气泡梯度模糊,导致实验现象“瞬时化”而难以观察过程。此外,对于盐类水解等涉及微观粒子相互作用的抽象概念,传统实验仅能呈现宏观的颜色或pH变化,难以展现微观本质,限制了学生“宏观辨识与微观探析”核心素养的发展。见表2。

#### 3.3 资源与时空约束

实验教学环节的推进,往往受到场地条件、实验器材和课堂课时等因素限制,由此很难满足学生个性化学习的需求。在中和热测定实验中对热量计的精密要求极高,普通中学很难做到让每位学生亲自操作,加之其操作步骤繁琐、热量散失带来的误差难以控制,很容易打击学生的积极性。在原电池原理探究中,盐桥、检流计等专用器材的匮乏使部分学校只能依靠挂图模拟<sup>[8]</sup>。此外,受限于45分钟的课堂时长,学生往往无法针对影响盐类水解的浓度、温度等多个变量进行重复实验验证。这种资源分布的不均与时空的刚性约束,使得实验教学多停留在验证性阶段,缺乏真正的科学探究深度。见表2所示。

### 4 以两种实验为例的 NOBOOK 教学

#### 4.1 铝与稀盐酸虚拟实验

该实验直观再现了铝粉与稀盐酸的剧烈反应。实验设定采用10g铝粉与30mL浓度为2.046mol/L的稀盐酸在锥形瓶中混合,通过虚拟引擎实时生成大量氢气气泡,清晰展示

“ $2\text{Al}+6\text{HCl}=2\text{AlCl}_3+3\text{H}_2\uparrow$ ”的化学本质。虚拟环境允许学生安全地观察铝粉逐渐溶解、溶液透明化的全过程,避免了反应放热剧烈,盐酸若飞溅到皮肤上会造成腐蚀性灼伤,且反应剧烈可能导致试管炸裂等问题。突破了传统实验中氢气易燃易爆的风险限制,为探究金属活动性顺序及影响反应速率的因素提供了可交互、可重复的动态模型。

#### 4.2 硫代硫酸钠与稀硫酸虚拟实验

实验通过NOBOOK虚拟平台模拟了硫代硫酸钠与稀硫酸在酸性条件下的反应。将20mL硫代硫酸钠溶液与10mL稀硫酸(浓度2.044mol/L)混合后,虚拟系统清晰呈现了溶液由澄清逐渐变为乳白色浑浊并产生淡黄色硫沉淀的过程,同时伴有二氧化硫气体逸出,完整对应“ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3+\text{H}_2\text{SO}_4=\text{Na}_2\text{SO}_4+\text{SO}_2\uparrow+\text{S}\downarrow+\text{H}_2\text{O}$ ”的反应方程式。借助虚拟仿真,学生可自由调节反应物浓度(如设定硫酸钠为0.1mol/L)并观察其对沉淀出现时间的影响,从而直观理解浓度、温度与反应速率的内在关联,有效弥补了真实实验中硫代硫酸钠用量大、二氧化硫有刺激性气味等操作局限性。

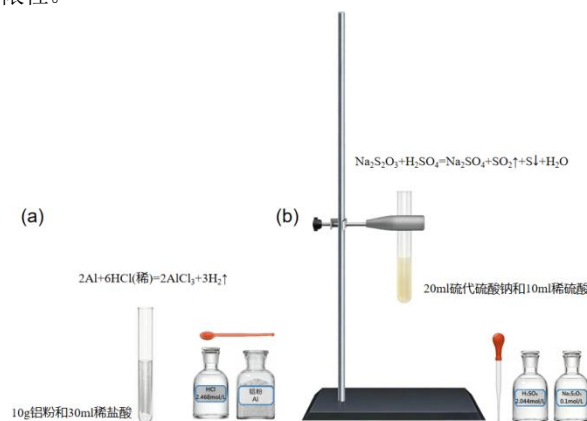


图1(a)为铝与稀盐酸虚拟实验展示,  
(b)为硫代硫酸钠与稀硫酸虚拟实验展示

### 5 提升 NOBOOK 在化学教学中应用效果

#### 5.1 整合与优化软件资源

学校层面的教研机构以国家课程标准为总纲,对NOBOOK的化学虚拟仿真软件进行系统性评估。具体而言,可聚焦于人教版高中化学《选择性必修1:化学反应原理》与《选择性必修3:有机化学基础》两册教材。在讲授选择性必修1第三章《水溶液中的离子反应与平衡》时,资源包可整合以下内容:利用NOBOOK虚拟实验室进行“强酸强碱中和滴定”的仿真操作训练,重点模拟滴定终点的判断与误差分析;同时,链接或内嵌Chem3D软件的分子模型,用于展示弱电解质的电离平衡过程,动态演示醋酸分子与氢离子、醋酸根离子之间的转化,将抽象的电离平衡常数( $K_a$ )概念可视化。

表2 传统化学实验教学的三大核心问题和解决措施统计表

| 分类        | 名称        | 主要问题                                                                                                          |                                                                                               |                                        | 解决措施                                                                           |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 实验安全风险高   | 化学平衡      | 易燃易爆                                                                                                          | 中毒隐患                                                                                          | 操作隐患                                   | 提供零风险实验环境：<br>利用 NOBOOK 等仿真平台进行“风险操作可视化演练”，学生可安全模拟错误操作导致的后果，强化安全意识而不产生实际伤害。    |
|           |           | 乙醇本身沸点低、挥发性强：如果酒精灯引燃操作不规范/实验室通风不好，乙醇蒸气和空气混合易形成爆炸混合物，从而引发实验室火灾。                                                | 乙醛具有刺激性和毒性，其蒸气吸入后会引起头晕、恶心，且实验尾气若未处理直接排放，会危害师生健康。                                              | 加热铜丝插入乙醇时，若操作过快导致液体飞溅烫伤，或铜丝温度过高引燃乙醇蒸气。 |                                                                                |
|           |           | 剧烈爆炸                                                                                                          | 喷溅伤人                                                                                          |                                        |                                                                                |
|           |           | 铝与稀盐酸反应<br>$2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$<br>氢气一旦接触明火，就会发生剧烈爆炸。 | 反应放热剧烈，盐酸若飞溅到皮肤上会造成腐蚀性灼伤，且反应剧烈可能导致试管炸裂。                                                       |                                        |                                                                                |
| 教学局限性显著   | 铜与稀/浓硝酸反应 | 腐蚀风险                                                                                                          | 中毒风险                                                                                          |                                        | 微观可视化与参数可控：通过软件将微观粒子（如离子放电、水解）转变为宏观图表和动态动画；同时可调节反应速率倍率，使瞬时反应变为可观察的梯度过程，消除杂质干扰。 |
|           |           | 浓硝酸本身腐蚀性极强：会灼伤皮肤、腐蚀衣物，同时会对呼吸道造成刺激。                                                                            | NO 是红棕色的有毒气体，会刺激呼吸道、损伤肺部功能。而 NO <sub>2</sub> 虽本身无毒，但在空气中会快速转化为 NO；如果实验尾气直接排放而未作处理，会造成严重的环境污染。 |                                        |                                                                                |
|           |           | 操作同步性差                                                                                                        | 参与度低                                                                                          |                                        |                                                                                |
|           |           | 硫代硫酸钠与硫酸反应<br>学生分组实验时，难以精准控制两种溶液混合的瞬间同步性，导致计时误差大，实验结论说服力弱。                                                    | 由于反应速率受温度影响极大（热水组瞬间浑浊），普通试管难以观察反应进程的细节，学生只能看到“结果”，无法观察“过程”。                                   |                                        |                                                                                |
| 时空与资源约束   | 过氧化氢分解    | 反应容易失控                                                                                                        | 材料局限性                                                                                         |                                        | 突破时空限制与个性化探究：学生可随时通过虚拟平台自主选择仪器、设定不同参数进行多变量重复实验；解决偏远地区精密器材匮乏问题，通过虚拟仿真实现教育资源公平化。 |
|           |           | 二氧化锰催化过氧化氢分解时，新鲜肝脏研磨液难获取、易变质，且难以控制酶的用量，导致试管中不易观察到气泡生成速率变化的梯度。                                                 | 新鲜肝脏研磨液难获取、易变质，且难以控制酶的用量，导致试管中不易观察到气泡生成速率变化的梯度。通过对比实验得出严谨结论。                                  |                                        |                                                                                |
|           |           | 副反应干扰                                                                                                         | 现象模糊                                                                                          |                                        |                                                                                |
|           |           | 乙酸乙酯的制备<br>浓硫酸的催化使反应温度稍高，易引发乙醇分子间脱水生成乙醚，致使试管内出现黑色杂质，直接干扰酯层的现象。                                                | 生成的乙酸乙酯量少，且与饱和碳酸钠溶液分层现象在普通试管中不够醒目，学生难以直观理解“可逆反应”和“分离提纯”的原理。                                   |                                        |                                                                                |
| 时空与资源约束   | 原电池原理探究   | 高要求仪器                                                                                                         | 课时限制                                                                                          | 误差不可控                                  | 突破时空限制与个性化探究：学生可随时通过虚拟平台自主选择仪器、设定不同参数进行多变量重复实验；解决偏远地区精密器材匮乏问题，通过虚拟仿真实现教育资源公平化。 |
|           |           | 反应热焓变定量实验<br>反应热焓变实验需用精密热量计，普通中学的器材储备往往有限，很难做到让每个学生亲自操作。                                                      | 实验准备时间长（需配置特定受实验室保温条件限制），且操作步骤繁琐，热量散失难以避免，导致实验数据误差大，学生难以通过高效完成，容易挤占理论讲授实测数据准确计算中时间。           |                                        |                                                                                |
|           |           | 资源受限                                                                                                          | 时空限制                                                                                          |                                        |                                                                                |
|           |           | 铜锌原电池要用到盐桥、锌铜片进行，无法在日常教室开展，等耗材，不少偏远地区学校几乎没有这类配套实验设备，只能靠挂图或动画来模拟演示。                                            | 原电池反应需在特定装置中，且实验过程只能靠中锌片不纯会导致自放电，影响电流稳定性，增加了对实验环境和器材的依赖。                                      |                                        |                                                                                |
| 影响盐类水解的因素 | 影响盐类水解的因素 | 无法满足个性化要求                                                                                                     | 重复操作困难                                                                                        |                                        | 突破时空限制与个性化探究：学生可随时通过虚拟平台自主选择仪器、设定不同参数进行多变量重复实验；解决偏远地区精密器材匮乏问题，通过虚拟仿真实现教育资源公平化。 |
|           |           | “影响盐类水解的因素”需配多组不同 pH 值、不同浓度的盐溶液，pH 试纸或酸度计进行检测。受限于课时和试剂用量，教师通常只安排一组对照，学生无法自主设计多变量探究实验，难以满足个性化深度学习需求。           | 盐类水解的颜色变化或 pH 测定，重复操作以验证实验结论的可靠性。                                                             |                                        |                                                                                |
|           |           |                                                                                                               |                                                                                               |                                        |                                                                                |
|           |           |                                                                                                               |                                                                                               |                                        |                                                                                |

其次,鼓励并规范校本化资源的开发。学校化学教研组可以基于统一平台,针对本校学情,开发特色虚拟实验案例。例如,在选择性必修3第二章《烃》的教学中,针对芳香烃的结构教学难点,除了使用Chem3D展示苯环大 $\pi$ 键的静态模型外,可以设计一个简单的交互式虚拟实验:让学生在仿真的分子构建平台上,尝试用单双键交替的方式搭建一个环己三烯模型,然后与软件提供的稳定苯环模型进行能量对比,从而直观发现苯环的特殊稳定性与 $\pi$ 键的离域本质<sup>[9]</sup>。

## 5.2 设计贯穿教学全流程的探究活动

将NOBOOK从演示到预习-实验-验证-反思的完整系统,设计成以学生为主体的虚拟与真实结合的验证过程。以人教版高中化学选择性必修1《第四章 化学反应与电能》中电解池的工作原理教学为例,可以设计如下虚实结合的探究流程<sup>[10]</sup>。

学生使用NOBOOK自主完成电解氯化铜溶液的模拟实验。NOBOOK的功能从预演转向深度探究工具,例如,利用软件的电化仿真模块,调取微观粒子( $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ )在电场作用下的迁移动画,直观理解离子放电顺序;或者,模拟电解精炼铜的工业流程,与传统实验形成互补<sup>[11]</sup>。

当教师布置总结性实验时,设计探索电解硫酸钠溶液时pH值的变化及其原因。学生需要在软件中自主选择仪器、设定参数、运行实验并分析数据,撰写简短的探究报告。

## 5.3 实施分层分类的教师培训

对于教学设计层的骨干教师,重点是教学法的融合,引导教师深入思考如何依据教学目标,设计虚实结合的探究性学习活动<sup>[12]</sup>。例如,围绕盐类的水解这一难点,组织教师研讨并设计一个教学方案,如何先让学生通过虚拟软件自主探究不同盐溶液(如 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ )的pH值,形成初步认知;然后通过真实的分组实验进行验证与深化,并利用虚拟软件模拟温度、浓度变化对水解平衡的影响,完成从宏观现象到微观本质的建

构。另外,应重视建立和健全校本研修制度,使培训效果能得到长期发挥作用。通过组织校内的数字教研工作坊活动,集中观看、集体研讨一节优秀虚实结合的优质课,鼓励老师把成功的教学设计典型案例化、资源化,在学校内部共享并不断循环优化,从而营造支持技术创新应用的教研文化,推动教师从工具使用者向学习设计者转变<sup>[13]</sup>。

## 5.4 建立常态化的激励与评价机制

要建立起校内常规的化学数字教学沙龙制度,请用得好的老师来讲讲自己的设计思路;开设校园网内的虚拟实验教学资源库,鼓励老师把自己做好的课件、微课、探究任务单等上传进来、不断迭代地积累自己的校本资源生态<sup>[14]</sup>。其次,教研部门应发挥好引领和支持的作用,一方面,可以组织不同学校开展跨校的虚实结合的教学案例评比、同课异构活动,把更多优秀的设计方案收录进区域的教学资源手册中去;另一方面还可以给一些在硬件和师资方面有所欠缺的学校送出打包式的资源包+送教上门的线上辅导形式的支持服务,努力营造一种全区上下共享发展、共同进步的良好信息应用的环境氛围。

## 6 结语

学生使用NOBOOK自主设计步骤、调整参数并验证假设,能够完整经历科学探究全过程。这种模式不仅显著提升了学生的实验设计与分析能力,更在反复试错中培养了学生批判性思维与证据推理等素养。其次NOBOOK能高效地解决高安全风险、教学局限性显著和时空与资源约束3大核心问题,

为推动NOBOOK与高中化学教学的结合提供理论基础。其核心价值不仅在于帮助学生深入理解抽象知识,还在于促进优质教育在各地区的均衡分配。展望未来,有必要进一步优化整合和教学评估机制,以实现更广泛的模式创新和教育价值的发展。

## 参考文献:

- [1] 中共中央国务院印发.国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)[S].人民教育,2010(17):2-15.
- [2] 吴晓红,王润菁,康泽伟.虚拟仿真软件在中学化学教学中的应用研究综述[J].中国教育信息化,2020(20):54-58.
- [3] 张茜.虚拟仿真软件在中学化学教学中的应用研究[J].学周刊,2024(27):79-81.
- [4] 田菊香,马占玲.初中化学实验“试错”在虚拟仿真实验室中的应用[J].化学教育(中英文),2022,43(1):105-110.
- [5] 宋小宏.UBD理念指导下虚拟仿真实验赋能化学教学的课例研究-以“化学反应速率”为例[J].化学教学,2023(6):35-39.
- [6] 张凤,岳群峰,张旭,等.虚拟仿真技术在初中化学实验的使用现状调查研究-以五常市雅臣中学为例[C]//教学质量提升研究网络论坛-信息化理论与教育发展分论坛论文集(二),2023.
- [7] 赵巧珍.基于虚拟软件的高中化学实验教学活动设计与实践[D].西北师范大学,2022.
- [8] 兰华.高中化学实验教学中的创新素养培育模式构建-以“制作简单的燃料电池”为例[J].求知导刊,2025,(27):110-112.

- [9] 马文花. 虚拟仿真实验在高中生物实验教学中的应用[J]. 现代交际, 2021, (5):208-210.
- [10] 常永侠, 韦宏, 马家伍. 基于 5G 网络环境下高中化学虚拟实验教学的思考[J]. 科技视界, 2021, (28):139-140.
- [11] 谭粉霞. 计算机信息技术在初中化学实验教学中的应用实践[J]. 中国新通信, 2023(8):227-229.
- [12] 秦建进. 虚拟仿真实验在初中化学实验教学中的探索[J]. 学周刊, 2023(23):63-65.
- [13] 焦爽, 王玉. 基于虚拟仿真软件的初中化学实验教学研究[J]. 长春教育学院学报, 2021(11):75-80.
- [14] 李燃, 吴兰, 王春. 虚拟仿真实验在初中化学实验教学中的探索与实践[J]. 中国现代教育装备, 2021(6):36-41.

**作者简介:** 图尔荪阿依·亚森(2003—), 女, 民族:维吾尔族, 籍贯:新疆, 学历:硕士研究生, 单位:昌吉学院化学与化工学院, 职称:无, 研究方向:中学化学实验教学; 蔡建星, 博士, 硕士生导师, 研究方向:高校化学信息化教学; 魏婷, 副教授, 硕士生导师, 主持自治区高校本科教育教学改革项目, 研究方向:基础化学教学、化学课程思政资源开发; 李佳颖, 教授, 硕士生导师, 研究方向:化学教育、有机化学; 曾何华, 院长, 副教授, 博士研究生学历, 硕士生导师, 研究方向:环境功能材料、工业水处理、分析化学教学。

**基金项目:**新疆维吾尔自治区高校本科教育教学研究与改革项目“基于虚拟教研室建设的高校化学课程思政资源共建共享实践研究”(XJGXJGPTB-2025127), 主持, 2025.08-2027.08。