

AI信息技术在中学化学教学中的创新应用 ——以“铁及其化合物”教学设计为例

唐孝能, 赵媛*

湖北科技学院核技术与化学生物学院, 湖北咸宁

DOI: 10.62836/jer.v4n9.1438

摘要: 随着人工智能与教育的深度融合, AI信息技术为中学化学教学改革提供了新路径。本文以大概念教学理念、知识结构化理论和建构主义学习理论为指导, 分析了当前中学化学教学面临的知识碎片化、实验条件受限、学生个体差异难以兼顾等困境, 从个性化教学和答疑、虚拟仿真实验和交互式学习等层面阐述了AI技术在化学教学中的创新应用策略。以“铁及其化合物”教学为例, 结合AI学习模型与生成式人工智能工具, 探讨了AI技术在课堂导入、实验探究、知识建构和个性化评价等环节的具体应用方式。研究表明, 合理引入AI技术能够有效提升教学效率, 为学生提供个性化学习支持, 但教师应保持主导地位, 避免AI技术对学生独立思考与师生互动的影响。

关键词: 人工智能; 中学化学; 铁及其化合物; 精准教学; 核心素养

Innovative Application of AI Information Technology in Secondary School Chemistry Teaching: Taking the Instructional Design of “Iron and Its Compounds” as an Example

Xiaoneng Tang, Yuan Zhao*

School of Nuclear Technology and Chemistry and Biology, Hubei University of Science and Technology,

Xianning, Hubei

Abstract: With the deep integration of artificial intelligence (AI) and education, AI technology has provided a new pathway for the reform of chemistry teaching in secondary schools. Guided by the teaching concept of big ideas, knowledge structuring theory, and constructivist learning theory, this paper analyzes the current difficulties in secondary chemistry teaching, including fragmented knowledge, limited experimental conditions, and the difficulty of addressing individual student differences. It then elaborates on innovative application strategies of AI technology in chemistry teaching from the aspects of personalized teaching and evaluation, virtual simulation experiments,

*基金项目: 湖北科技学院教学改革研究项目 “A时代信息技术在中学化学教学实践中的创新应用及其对教学的影响” (编号: 2025XYAI004)。

作者简介: 唐孝能, 湖北科技学院本科生, 研究方向: 中学化学教学方法论。通讯作者: 赵媛, 博士, 湖北科技学院讲师, 研究方向: 环境化学, 教育教学研究。

and interactive learning. Taking the teaching of “iron and its compounds” as an example, and combining AI learning models with generative AI tools, the paper discusses the specific application of AI technology in classroom introduction, experimental inquiry, knowledge construction, and personalized assessment. The study shows that the reasonable introduction of AI technology can effectively improve teaching efficiency and provide personalized learning support for students; however, teachers should maintain their leading role to avoid potential negative impacts of AI on students’ independent thinking and teacher-student interaction.

Keywords: artificial intelligence; high school chemistry; iron and its compounds; precision teaching; core competencies

2024年,教育部正式启动人工智能赋能教育行动,推动人工智能促进教育教学改革发展[1]。2025年,教育部联合多部门发布的《关于加快推进教育数字化的意见》明确指出:要探索“人工智能+教育”应用场景模式,推动大模型与教育教学深度融合,促进科学教育及基础学科发展[2]。《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》强调教学应以“素养为本”,重视教学内容的结构化设计,积极开展大概念引领的课堂教学改革[3]。

铁及其化合物是高中化学元素化合物知识体系中的核心内容,承载着重要的学科育人价值。然而,在传统教学中面临多种困境。首先,知识碎片化问题突出。铁元素在高中阶段主要涉及0、+2、+3三种价态,其单质、氧化物、氢氧化物和盐类等知识涉及多种物质类别和相互转化,若仅按物质类别线性罗列,容易导致知识碎片化,学生难以形成系统认知[4]。其次,实验教学受条件制约。部分实验因涉及高温或危险操作难以在课堂中完整演示,学生缺少动手实践的机会[5]。有研究指出,受实验条件限制,约四成的中学化学实验难以以学生实验的形式开展,这严重制约了学生科学探究素养的发展[6]。最后,个体差异难以兼顾。班级统一授课的形式使教师难以针对不同学生的认知水平实施差异化教学[7]。

AI信息技术的发展为解决上述问题提供了新的思路。它能够安全、直观地模拟高风险实验,突破传统实验在现实条件中的限制[8]。同时,AI还可以辅助教师设计教学内容,通过数据分析提供个性化学习方案[9]。将AI技术同中学化学教学相结合,

既是新课改的内在要求,也是推动化学教育向科技化、个性化方向发展的必然选择。

1 AI信息技术赋能化学教学的理论基础

大概念教学理念强调以学科核心观念统领教学,促进知识的深度理解和迁移应用。“铁及其化合物”教学可统摄的大概念包括“元素观”——从铁元素的视角认识物质的多样性与转化规律;“价态观”——基于氧化还原反应理解不同价态物质间的转化关系;“物质分类观”——从物质类别的角度把握铁的氧化物、氢氧化物和盐类的通性与特性[10]。AI信息技术能够以可视化方式呈现这些抽象观念,帮助学生建立系统的认知框架。

知识结构化理论认为,为促进有意义学习,学习材料应依据学科内在逻辑和核心概念进行有逻辑、有层次的组织,将孤立的、零散的知识点联结成相互关联的知识网络[11]。AI技术可自动生成“价-类”二维图、知识结构图和思维导图,将铁及其氧化物的知识体系直观呈现,降低学生的认知负荷。

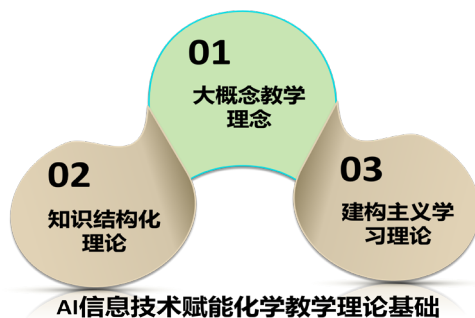


图1. AI信息技术赋能化学教学理论基础

建构主义学习理论强调学习者在真实情境中主动建构知识的意义[12]。AI技术能够创设虚实结合的探究情境,让学生在问题解决过程中主动探索铁及其化合物的性质与转化规律,实现从被动接受向主动建构的转变。

2 AI信息技术赋能化学教学的实施策略

2.1 立足学生差异开展分层个性化教学

AI技术支持的学习分析系统可以持续追踪学生的学习行为和认知状态,为教师提供实时的教学反馈。有研究表明,运用人工智能技术进行精准教学能够提高高中理科教学的质量,为规模化教育中实现个性化学习提供了可行方案[13]。在“铁及其化合物”教学中,教师可借助智能教学平台布置预习任务,精准收集学生对氧化还原反应、氢氧化亚铁的制备等基础知识的理解数据,为后续精准施策提供支撑。

DeepSeek等生成式AI在教学设计中也展现出独特价值。教师可利用指令进行提问,快速获得包含多个方向的教学设计建议[14]。教师可在此基础上结合学情进一步完善教学设计。

2.2 依托数字化手段拓宽化学实验实施场景

AI信息技术能够构建沉浸式虚拟仿真实验环境,使学生获得安全、可控、低成本的实验操作体验[15]。基于AI学习模型平台的图像识别功能,可对试纸颜色判定、焰色反应等实验现象进行精准识别。研究者通过设计专用拍摄装置削弱外界环境干扰,利用高清摄像头采集样本照片并构建数据库,AI模型对pH试纸颜色判定的判别准确率可达100%,远高于肉眼观测的80%-86%[16]。在“铁及其氧化物”教学中,AI虚拟仿真能够模拟 FeSO_4 与 H_2O_2 反应生成 Fe_2O_3 的过程,直观展示 Fe^{2+} 向 Fe^{3+} 转化及后续形成铁氧化物的颜色变化,以微观动画辅助学生理解价态变化与宏观现象的关联,有效弥补传统实验现象观察的不足。

2.3 依托智能工具丰富课堂师生互动形式

AI信息技术具备强大的中文理解和创造输出

能力,在优化教学策略、丰富教学资源以及开发跨学科融合课程上有一定优势。课程形式可从教师向学生的单向传递转变为教师、AI和学生三者之间互动。AI作为“数字化学伴”可以即时解答问题,辅助学生进行思考,教师则聚焦于问题和思维引导[14]。

在“铁及其化合物”教学中,教师可借助AI生成知识填空题、思维导图及实验设计建议。学生也可在与AI互动、答疑、追问的过程中实现个性化学习[17]。有研究指出,生成式AI在中学化学教学中可以赋能实验预习任务、实验方案优化、实验操作指导和实验汇报评价等多个教学环节[14]。

2.4 依托 AI 实现个性化答疑与实验评价

AI可以实时收集学生的学习数据并提供学习诊断,帮助学生进行自主学习[18]。在课堂教学中,AI工具可以直接与学生互动答疑,凭借丰富的知识储备快速给出回答,引导学生进一步思考。这种模式能够弥补传统课堂互动机会有限的不足,为学生提供即时、个性化的学习支持[17]。

AI学习模型平台还可用于对学生实验过程的判定与评估。通过将正确实验操作与典型错误操作数据构建数据库,完成调试后即可实时对学生的实验过程进行评判,有助于学生规范化实验能力的提升[16]。

3 AI赋能“铁及其化合物”教学设计与实践

3.1 教学背景与设计思路

“铁及其化合物”是高中化学必修第一册第三章第一节的核心内容,涵盖铁单质、三种铁的氧化物、两种铁的氢氧化物以及铁盐和亚铁盐的知识体系[19]。学生在初中已学习铁的物理性质和简单化学性质,在高中前两章已掌握氧化还原反应和离子反应的基本理论。基于大概念教学理念和知识结构化理论,将元素观和价态观作为认知主线,以价-类二维图的分析工具,明确教师在教学流程中的主导作用,同时引入AI进行学情侦测与个性化推题,两者相互配合推进教学工作高效开展。

3.2 AI在课堂导入中的应用

课堂导入是课程授课环节的关键部分,其质量直接影响学生认知唤醒程度和学习兴趣的持续时间。传统课程导入主要依赖教师讲述、静态图片、实物展示或小视频,在情境沉浸和可视化方面仍存在局限。AI技术的引入,尤其是多模态生成式AI的兴起,为传统化学课堂导入提供了情境创造的可能。在课堂导入环节,教师可利用AI工具生成生活化情境视频,以一把家用菜刀的“诞生”为故事线索,引导学生探索自然界中铁的存在形式及获取方法。AI还可生成关于铁锈形成的微观动画,直观展示铁原子失去电子($\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$)的过程[16]。

3.3 AI在实验探究中的应用

“铁及其氧化物”的实验教学涉及铁与水蒸气的反应、氢氧化亚铁的制备等关键实验。AI虚拟仿真技术能够模拟铁与水蒸气反应的完整过程,验证反应产物为氢气和四氧化三铁。在氢氧化亚铁制备实验中,AI可以直观展示 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 与 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 之间的颜色差异和转化过程,帮助学生理解 Fe^{2+} 易被氧化为 Fe^{3+} 的化学本质。

AI学习模型平台在实验现象精准判定中同样具有应用价值。在铁的氧化物鉴别实验中, Fe_2O_3 (红棕色)与 FeO (黑色)颜色差异明显,但当样品纯度不高或含有杂质时,学生仅凭肉眼观察难以做出准确判断。借助AI学习模型平台的图像识别功能,通过采集不同条件下铁氧化物样品的颜色数据并构建数据库,AI模型可快速完成物质类别的精准判定,将定性观察转化为定量数据,提升实验结论的可靠性。在 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 的相互转化实验中,溶液颜色在浅绿与棕黄之间的细微变化常使学生难以把握转化进程,AI模型可通过颜色数据的实时分析,以百分比形式呈现转化程度,帮助学生建立对氧化还原反应进程的量化认识[16]。

3.4 AI在知识建构中的应用

“铁及其化合物”的教学重点在于帮助学生

建立宏观现象、微观反应与符号表达的三重表征认知。AI技术可将这一过程系统化呈现:在宏观层面展示铁锈的颜色变化,在微观层面模拟铁原子失去电子的过程,在符号层面自动生成对应的化学方程式。教师可借助AI生成“价-类”二维图,引导学生从铁元素的不同价态转化入手,系统搭建知识网络。

在模型认知层面,AI可辅助学生建构“铁三角”转化模型,明确 Fe 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 之间的转化条件与氧化剂/还原剂的对应关系。已有研究表明,借助“价-类二维图”进行教学能有效帮助学生建立认识物质性质的两个基本角度,提升证据推理与模型认知的核心素养[10]。

3.5 AI在个性化评价中的应用

在教学评价环节,AI可实现自动批改和个性化反馈。教师可利用DeepSeek的图片识别功能,上传学生作业照片后发出批改指令,AI可以根据多维度评价标准给出具体评语[17]。学生完成课堂练习后,AI系统能够即时批改并生成错题本,若发现共性错误,系统可自动推送针对性的讲解视频。

AI还能根据学生的学习数据生成个性化学习路径,为基础薄弱的学生推送基础巩固内容,为学有余力的学生提供拓展性探究任务。这种评价方式不再单一地依赖于传统的考试成绩,而是更加注重学生的学习态度和学习过程中的具体表现[18,19]。

4 结论与展望

本研究以大概概念教学理念、建构主义和知识结构化理论为指导,系统探讨了AI信息技术在中学化学教学中的创新应用路径,并以“铁及其化合物”为例进行了教学设计实践。研究表明,AI技术的合理引入可有效提升实验现象的观测精度,辅助学生建立“价-类二维图”和“铁三角”等系统化认知模型,同时为不同水平学生提供个性化学习支持,在突破传统教学困境方面展现出积极价值。

人工智能技术通过情境构建、实验模拟、知识可视化和个性化评估,在化学教学中展现出巨大潜力,但其应用必须经过审慎评估,以应对信息不准

确、学生过度依赖、内容与学 生不匹配以及教师主导教育不可替代等风险。

参考文献

- [1]教育部.教育部启动人工智能赋能教育行动[N].中国教育报, 2024-03-30.
- [2]中华人民共和国教育部,中央网络安全和信息化委员会办公室,国家发展和改革委员会等.教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见(教办〔2025〕3号)[Z].2025.
- [3]中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)[S].北京:人民教育出版社,2020: 5.
- [4]张凯文.高中化学知识结构化教学设计与实践研究——以“金属及其化合物”为例[D].汉中:陕西理工大学,2024.
- [5]杨乔娥.人工智能技术在初中化学实验探究教学中的应用[J].中国新通信, 2024,26(17):203-205.
- [6]马力.基于AI学习模型的中学化学实验改进案例[J].化学教学,2026,2:76-79.
- [7]姜浩东.基于真实情境的高中化学单元教学设计与实践——以“铁及其化合物”为例[D].合肥:合肥师范学院,2024.
- [8]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.
- [9]黄郁郁,王后雄.人工智能赋能中学化学教学的探索[J].教学与管理,2024,19: 53-55.
- [10]向雪勤.基于大概念的高中化学STEAM教学设计与实践——以“铁及其化合物”为例[D].重庆:重庆三峡学院,2025.
- [11]张凯文.高中化学知识结构化教学设计与实践研究——以“金属及其化合物”为例[D].汉中:陕西理工大学,2024.
- [12]曾慧.核心素养视域下高中化学大单元教学实践研究——以人教版“铁及其化合物”为例[D].合肥:合肥师范学院,2024.
- [13]张洁奥,孙晓春.DeepSeek在中学化学教学中的应用[J].云南化工,2025,52(6): 160-164.
- [14]黄毓展,周志平,蔡立媚. DeepSeek赋能高中化学校本实验的开展——以“提取茶叶中的咖啡因”为例[J].化学教学,2025,12: 27-32.
- [15]姚杰.现代教育技术在中学化学教学中的应用探析[J].学周刊,2024,15:85-87.
- [16]马力.基于AI学习模型的中学化学实验改进案例[J].化学教学,2026,2:76-79.
- [17]张洁奥,孙晓春.DeepSeek在中学化学教学中的应用[J].云南化工,2025,52(6): 160-164.
- [18]韩艳阳,刘珊珊,何涛,等.AI助教在无机元素化学教学中的应用[J].大学化学,2025:1-8.
- [19]苏英慧.生成式人工智能在中学化学教学中的应用初探[J].化学教学,2025,2:94-97.

