

生成式人工智能赋能高中化学教学的内在机理与实践路径

李艳

新疆生产建设兵团第五师八十九团中学

摘要:随着生成式人工智能技术迅速发展,其在高中化学教学范畴呈现出巨大应用潜力,依据认知负荷理论以及建构主义学习理论,生成式人工智能借助多模态交互、智能问答与个性化辅导等途径,为化学教学给予新型教学工具以及学习支持,经由对高中化学课堂教学实践展开研究,发觉生成式人工智能于化学概念理解、实验设计、习题解析等层面有独特优势,构建起基于生成式人工智能的高中化学教学新模式,探寻智能化教学资源生成、个性化学习支持以及教学评价反馈等实践路径,为提高化学教学效果提供新思路。

关键词:生成式人工智能;高中化学;教学模式;智能辅导;个性化学习

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2025.10.079

引言

生成式人工智能身为前沿科技发展的一项关键成果,正深刻改变着教育教学的方式,高中化学学科存在抽象概念众多、实验剖析性较强、计算推理要求较高等特点,这为生成式人工智能的应用给予了广阔空间,生成式人工智能借助智能对话、知识图谱构建、多模态资源生成等功能,可有效减轻学习者的认知负荷,给予个性化学习支持。深入剖析生成式人工智能为高中化学教学赋能的内在机理,探寻切实可行的实践路径,对提升化学教学效果、培育学生核心素养有着意义。

一、生成式人工智能支持化学教学的理论基础

(一) 认知负荷理论视角下的智能化教学支持

生成式人工智能在化学教学里的应用是基于认知负荷理论的,此理论着重指出学习过程中工作记忆容量有着一定的限制性,高中化学学科含有诸多抽象概念以及复杂的反应机理,传统教学方法容易出现认知超载的情况,生成式人工智能借助动态可视化呈现以及智能拆解讲解等手段,切实降低了外在认知负荷。以人教版高一化学必修第二册第七章有机化合物为例,在讲解有机分子结构的时候,生成式人工智能可实时生成三维分子模型,并且依据学生的理解程度逐步呈现分子里各个原子的空间排布以及化学键连接方式,在讲解有机物命名规则时,智能系统可以把复杂命名规则分解成多个简单步骤,减轻学生一次性接收信息的认知负担。在教学实践中发现,这种基于认知负荷理论的智能化支持提升了学生对有机化学基础知识的理解与掌握程度,生成式人工智能还可依照学生已有的知识水平,自动调节学习内容的难度以及呈现方式,保证认知负荷一直维持在最优区间^[1]。

(二) 建构主义理论指导下的个性化学习

建构主义理论着重指出学习乃是学生主动去建构知识的进程,生成式人工智能为该理论于化学教学里的实践给予了有力的支持,智能系统可依据学生已有的知识架构以及学习特性,生成有个性化的学习路径与资源,在《人教版高中化学选择性必修一化学反应原理》第一章化学反应的热效应学习期间,生成式人工智能会依照学生对热化学方程式的掌握状况,设计出递进式的学习任务。当学生探索化学反应热效应时,智能系统会引导其建立能量变化与化学键断裂形成之间的关联,帮助构建起系统的知识网络,针对不同学生在化学计算中碰到的难题,智能系统会提供相应的解题思路引导,而非直接给出答案,以此激发学生的思维能力,这种个性化的学习支持方式,能让学生在原有的认知基础上主动建构新的知识,形成更为稳固的知识结构。智能系统还会收集学生在学习过程中的反馈数据,持续对个性化学习方案加以优化,以保证学习效果实现最大化。

二、生成式人工智能融入化学教学的作用机制

(一) 多模态知识表征与概念理解

在化学教学进程里生成式人工智能借助文字、图像以及动画等多样模态,全面地呈现化学概念与反应历程,就人教版高一化学必修第二册第五章中的硫、氮元素及其化合物而言,智能系统可适时生成元素周期表位置关系图,展示电子层结构动画并结合实际应用场景给予讲解,在讲解化学反应之际,系统会自动生成动态平衡示意图,直观地呈现反应物和生成物浓度的变化趋向。对于像氧化还原反应、电子得失过程等抽象且难以理解的概念,智能系统可凭借多模态组合进行呈现,把抽象概念转化为具体形象,这种立体化的知识表征形式,较大

提高了学生对化学概念的理解程度,使得化学学习变得更具趣味性。

(二) 智能问答与深度学习

生成式人工智能于化学教学里搭建起智能化的问答互动体系,针对学生学习进程中出现的疑问,系统可迅速领会问题实质并给出针对性的解答,在讲解化学反应速率与限度等概念之际,智能系统会依照学生提问的层次,循序渐进地阐释反应机理,对于“为何升高温度会提升反应速率”这类问题,系统会从分子运动状态、碰撞频率等多个方面展开分析,并且结合具体实例来加深理解。智能问答系统还会跟踪学生的思维过程,适时给出启发性提示,引领学生展开更深层次的思考与探索,这种深度学习模式帮助学生解决当下问题,还培育了其独立思考以及分析问题的能力^[2]。

(三) 实验设计与虚拟仿真

生成式人工智能为化学实验教学营造了沉浸式的虚拟仿真环境,就拿人教版必修第二册实验活动4“用化学沉淀法去除粗盐中的杂质离子”来说,智能系统运用三维建模技术还原实验场景,精准模拟实验操作流程,学生可在虚拟环境里看到氯化钡溶液逐滴加入时硫酸根离子的沉淀过程,系统会自动呈现溶液中离子浓度的动态变化。对于实验过程中的关键控制点,像溶液pH值调节、沉淀完全程度判断等,系统设置了多个互动检测点,以此引导学生掌握实验要领,借助虚拟环境中的微观粒子动画,能直观呈现离子反应历程和沉淀生成机理。

在“不同价态含硫物质的转化”这一实验活动5的教学过程里,智能系统搭建起了一套完整的实验模拟平台,学生可处在安全的虚拟环境之中,对反应物配比、温度以及时间等各类实验条件给予调节,观察硫化氢、二氧化硫、硫酸等物质的转化进程,系统配置了智能实验参数监测模块,可实时追踪气体浓度变化、pH值波动等数据指标,并且凭借可视化图表将实验结果直观呈现出来。一旦学生出现实验操作偏差,系统便会立刻给出风险提示,同时展示正确的操作示范,这样一种智能化的实验教学模式,保证了实验的安全性,还帮助学生理解化学反应原理,培育了严谨的实验思维。

(四) 习题解析与错误诊断

生成式人工智能在化学习题解析领域展现出显著优势,其解析系统能够针对不同难度和类型的化学题目提供个性化解答。在处理有机化学反应机理题时,系统会详细阐述每个步骤中电子的转移过程、中间产物的形成以及立体化学变化,帮助学生理解反应的本质,对于热化学计算题,系统不仅能列出焓变计算公式还会结合能

量循环图解释反应热的来源,使抽象的能量变化概念具象化,特别是在处理复杂的化学平衡问题时,系统会通过浓度-时间图像直观展示平衡的动态过程,并分析温度、压力等因素对平衡的影响,帮助学生建立系统的化学思维。

在错误诊断方面,智能系统采用深度学习算法,建立了完整的化学解题错误模型库,例如在配位化学计算题中,系统能识别出学生在配位数判断、价键理论应用等方面的具体失误,并提供相应的概念澄清和解题技巧指导。对于电化学计算题,系统会分析学生在氧化还原半反应书写、电极电势计算等环节的错误,通过类比法和图示法帮助理解电化学原理,系统还会追踪学生的解题历史,识别出频繁出现的错误模式从而提供有针对性的练习题,帮助学生攻克薄弱环节,这种智能化的诊断反馈机制,不仅提高了学习效率更促进了学生化学思维能力的全面提升^[3]。

(五) 学习行为分析与预测

生成式人工智能借助学习大数据打造了精准的学情分析模型,该系统会收集学生在化学学习进程里的行为数据,像课堂互动的频率、对知识点的掌握状况、错题的分布特点以及学习时长的分配等多个维度的指标,形成学习行为画像,在人教版高中化学必修第二册第七章有机化合物的学习中,系统可以追踪记录学生在分子结构认知、命名规则运用、官能团判断等关键环节的表现,再凭借深度学习算法剖析学生答题轨迹,识别出碳链命名、同分异构体判断等容易出错的知识点,并且结合学生的历史学习数据,对知识掌握程度进行量化评估,最终生成个性化的学习诊断报告。

在预测分析领域,智能系统借助机器学习模型来对学生未来的学习表现给予预测,对于化学键理论、元素周期律这类基础性知识点,系统会剖析学生已有的知识储备以及认知特点,预判有可能出现的学习障碍,比如说,一旦察觉到学生在价电子层结构的理解上存在险阻,系统就能预测出其在后续离子反应方程式书写环节可能遭遇的问题,并且提前生成有针对性的学习资源。这样的预测性分析,一方面可教师精确把握教学的重点与难点,另一方面也能为学生制定学习计划提供数据支撑,切实提高了化学教学的前瞻性和科学性。

三、生成式人工智能赋能化学教学的实践路径

(一) 智能化教学资源的生成与应用

生成式人工智能对化学教学资源开发意义重大,它能依据教学目标以及学生特点,自动产出适配的教学资源,就《人教版高中化学必修第二册》的教学内容而言,

智能系统可生成囊括微课视频、练习题库、实验指导等多种类型的资源,在讲解有机化合物结构时,系统会自动生成分子三维模型以及结构变化动画,以此帮助学生直观领会分子空间构型。在教学资源生成进程中,系统会考量知识点的关联性与递进关系,以保证资源内容有系统性与连贯性,这些智能化教学资源有较强互动性与适应性,可依据学生学习反馈给予动态调整^[4]。

(二) 个性化学习支持系统的构建

借助生成式人工智能技术打造的个性化学习支持系统,可为化学学习给予精准定制服务,该系统设有智能评估模块,可对学生展开多维度剖析,涉及知识储备状况、学习风格喜好、认知发展特性等方面,在学习人教版必修第二册第五章非金属元素内容时,系统会依据学生对原子结构、元素性质等基础知识点的掌握情况,动态生成个性化学习路径。要是学生有视觉学习倾向,系统会优先呈现元素周期表位置关系图以及原子结构示意图,若学生逻辑思维较为突出,系统则着重展示元素性质变化规律和反应机理分析,另外系统会依照学生的学习进度,自动调节知识点难度,以保证学习任务一直处于最近发展区。

(三) 实验探究活动的智能化指导

在化学实验剖析活动里生成式人工智能能给出全程智能化指导服务,就人教版高中化学必修第二册实验活动7“化学反应速率的影响因素”这个实验而言,智能系统会生成详尽的实验操作指南,实验开始前,系统依据学生水平自动规划出最佳实验路线,生成分步骤的实验流程图,精确标注每个实验步骤的关键控制点,像是温度控制区间在325至335K、溶液浓度配制精度要求等,同时还会在虚拟环境中预先演示实验过程,提示有可能出现的实验现象和数据,以此帮助学生构建起对实验全过程的清晰认知。在实验过程中,系统会实时监测反应温度、时间等关键参数的变化情况,对异常数据进行智能预警并且给出修正建议。

对于实验数据的智能分析,系统可自动生成实验数据曲线,以此呈现温度、浓度、催化剂等因素对反应速率的影响规律,就温度影响而言,系统借助图像识别技术实时采集数据,绘制出反应速率与温度的关系曲线,引导学生观察在323K时反应速率有所提高的现象,这种数据驱动的实验剖析模式,提高了实验的准确性与可重复性,还培养了学生严谨的实验态度以及科学剖析精神。

(四) 作业批改与学情分析

生成式人工智能运用于化学作业批改领域达成了智

能化与精确化的效果,该系统可迅速辨别学生在化学计算题以及方程式书写等方面所出现的错误,给出详尽的批改意见,在批改进程中,系统会剖析错误类型以及产生缘由,据此生成个性化的改正建议,针对班级整体的作业完成状况,系统会生成涉及知识点掌握情况、常见错误类型等信息的详细数据分析报告。这些分析结果能为教师调整教学策略给予关键参考,还可以帮助学生明晰自身的学习短板^[5]。

(五) 教学评价的智能化反馈

生成式人工智能于化学教学评价环节搭建起了全方位的智能化反馈体系,该体系会搜集学生日常学习里的各类数据,如课堂参与程度、作业完成质量以及实验操作水准等,展开多维度评价,在评价进程中,系统关注学习成绩,还会剖析学生的学习方法、思维特性以及创新能力,针对学生在化学学习中的进步与不足,系统会生成具体的改进建议以及学习策略。这种智能化的教学评价方式,保障了评价的客观性与全面性,同时为学生的持续进步指明了清晰方向。

结语

生成式人工智能在高中化学教学里的应用实践显示,借助智能化教学资源生成、个性化学习支持以及实验剖析指导等途径,可有效提高学生学习兴趣与学习效果,基于认知负荷理论和建构主义理论,深入剖析生成式人工智能支持化学教学的内在原理,构建契合学科特点的智能化教学模式,探寻切实可行的实践路线,能为化学教学改革提供新动力。未来需优化技术应用方案,深化教学实践研究,推动生成式人工智能与化学教学的深度融合。

参考文献

- [1] 梁灵辉. 生成式人工智能赋能跨学科主题设计: 机制与实践 [J]. 中小学数字化教学, 2025, (04): 44-48.
- [2] 杨加竹. 人工智能赋能下高中化学实验与课堂教学深度融合的核心素养培育策略研究 [J]. 成功, 2025, (3): 0023-0025.
- [3] 陈玲芳, 湛晓钧, 薛松, 等. 生成式人工智能解决高中化学问题能力的有效性研究 [J]. 化学教育(中英文), 2025, (9): 69-74.
- [4] 俞叶. 生成式人工智能技术在高中化学教学中的实践探索 [J]. 中国信息技术教育, 2024, (23): 81-84.
- [5] 王明. 高中化学多元课型中的生成式人工智能教学运用 [J]. 中小学班主任, 2025, (06): 15-17.