

生成式人工智能促进化学跨学科教学策略研究

刘振斌

敦化市沙河沿镇河南学校

摘要：随着生成性人工智能技术的飞速发展，其在教育领域的应用为学科教学革新提供了全新可能。初中化学作为一门兼具实践性与综合性的基础学科，与物理、生物、数学、地理等学科存在天然的知识关联，跨学科教学需求迫切。本文聚焦生成性人工智能在初中化学跨学科教学中的应用策略，从理论基础、实践路径、案例分析、优势挑战等方面展开研究，探索 AI 技术如何助力初中化学与其他学科的知识整合、实验创新及问题解决，为初中化学教师提供可操作的教学策略，推动跨学科教学质量提升。

关键词：生成性人工智能；初中化学；跨学科教学；教学策略

一、引言

（一）研究背景

1. 生成性人工智能的教育应用潜力

随着教育部《教育强国建设规划纲要(2024-2035 年)》^[1]《积极推动人工智能赋能教育强国建设》^[3]的发表，当下，人工智能已经成为引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术，是大国竞争的战略制高点。

生成性人工智能（以下简称“AI”）通过自然语言处理、深度学习、知识图谱等技术，能够自主生成文本、图像、视频及交互内容，为教学资源开发、个性化指导、跨学科知识整合提供了强大支持。在教育领域，其打破了传统教学资源的静态局限，可根据教学需求动态生成适配性内容，尤其适用于跨学科教学中复杂知识的可视化与关联构建。

2. 初中化学跨学科教学的必要性

初中化学课程标准^[2]明确提出，要“认识化学与其他学科之间的联系，能运用相关学科知识分析和解决化学问题”。从学科本质来看，初中化学涉及物质的组成与结构（关联物理微观粒子理论）、化学反应与能量变化（关联物理能量守恒）、生物体内的物质转化（关联生

物新陈代谢)、环境污染物处理(关联地理生态知识)等跨学科内容。传统教学中,由于教师知识储备局限、教学资源分散,跨学科整合往往流于形式,难以实现深度融合。

3. AI 与初中化学跨学科教学的结合逻辑

生成性人工智能能够通过知识图谱构建学科关联网络,生成跨学科教学资源(如虚拟实验、可视化模型),并基于学生学习数据提供个性化跨学科学习路径。这种技术支撑与教学需求的契合,为解决初中化学跨学科教学中的“知识碎片化”“实验局限性”“评估单一化”等问题提供了新路径。

(二) 研究意义

1. 理论意义

本研究构建生成性人工智能支持下的初中化学跨学科教学理论框架,丰富学科教学与教育技术融合的理论体系,为初中理科跨学科教学提供理论参考。

2. 实践意义

通过提炼具体应用策略与案例,为初中化学教师提供可操作的跨学科教学方案,助力教师利用 AI 技术突破学科壁垒,提升学生的化学核心素养与跨学科应用能力。

二、理论基础

(一) 生成性人工智能技术概述

生成性人工智能是人工智能的重要分支,具备“自主生成内容”“动态响应需求”“深度知识整合”三大核心特征。在教育领域的应用形态主要包括:

1. 内容生成工具

如基于自然语言处理的教案生成系统、化学方程式与分子结构可视化工具、跨学科知识图谱构建平台等,可根据教学目标生成适配的文本、图像、视频、模型等资源。

2. 智能交互系统

如虚拟化学实验助手、跨学科问题解答机器人等,通过实时对话为学生提供实验指导、知识关联解析等支持。

3. 数据分析平台

如学习行为追踪系统、跨学科能力评估工具等,通过分析学生在化学及关联跨学科的学习数据,生成能力画像与相应内容的提升建议。

(二) 初中化学跨学科教学的核心维度

根据初中化学课程标准与跨学科学习理论,其跨学科教学可划分为三个核心维度。

1. 知识整合维度

聚焦化学与其他学科的概念关联，如“物质的构成”与物理“分子运动论”“溶液浓度”与数学“百分比计算”“光合作用”中的化学变化与生物能量转换等。

2. 能力迁移维度

强调化学探究方法在跨学科问题中的应用，如用控制变量法研究“土壤酸碱度对植物生长的影响”（化学+生物）、用数据分析能力处理“化学反应速率与温度关系”（化学+数学）等。

3. 现实应用维度

通过建立本地分析模型，将围绕生活实际问题的跨学科解决，如“水的净化”涉及化学过滤原理、地理水资源分布、生物生态保护等多学科知识，解决实际问题。

（三）AI 支持初中化学跨学科教学的作用机制

生成性人工智能通过三大机制赋能跨学科教学。

1. 知识关联机制

利用知识图谱技术梳理化学与其他学科的隐性关联，生成“概念关联树”（如“碳循环”关联化学燃烧反应、生物呼吸作用、地理气候调节），帮助师生建立系统的知识网络。

2. 资源适配机制

根据跨学科教学主题，动态生成差异化资源，如为“能源化学”主题生成化石燃料燃烧的化学方程式、能量转化的物理公式、碳排放的地理分布图等整合资源包。

3. 反馈优化机制

通过分析学生在跨学科任务中的表现数据（如化学实验操作规范性、跨学科问题解答逻辑性），实时生成个性化反馈，推动教学策略过程性和终结性的个性化动态调整。

三、AI 促进初中化学跨学科教学的具体策略

（一）基于 AI 的跨学科教学资源生成策略

1. 概念关联型资源生成

利用 AI 知识图谱工具构建“化学核心概念-跨学科关联点”双向映射体系。例如，在“酸和碱”单元教学中，教师可输入关键词“pH 值”，AI 系统自动生成。

- （1）**化学维度：**pH 值计算公式、常见物质的 pH 范围、酸碱中和反应方程式；
- （2）**生物维度：**人体体液 pH 值平衡原理、土壤 pH 对植物生长的影响数据；
- （3）**地理维度：**酸雨的 pH 值范围、不同地区土壤酸碱度分布地图；
- （4）**数学维度：**pH 值与氢离子浓度的对数关系图像、酸碱滴定实验数据记录表。

综上，通过这种整合资源，学生能直观理解 pH 值在多学科中的内涵与应用。

2. 探究任务型资源生成

针对跨学科项目式学习需求，AI 可生成阶梯式探究任务包。以“家庭废水处理”项目为例，AI 系统根据“化学过滤方法+数学数据记录+生物水质检测”的跨学科目标。

(1) **实验设计方案：**包含简易过滤装置的化学原理、不同过滤材料（活性炭、石英砂）的选择依据；

(2) **数据采集工具：**自动生成“过滤前后水质指标（pH 值、浊度）记录表”及 Excel 数据可视化模板；

(3) **拓展资料包：**包含废水处理的地理分布现状、生物对水质的敏感性等补充阅读材料。

3. 可视化学习资源生成

利用 AI 分子建模与动态模拟工具，解决化学微观世界与跨学科宏观现象的连接难题。例如，“物质的溶解”教学。

(1) **微观模拟动画：**展示溶质分子在溶剂中扩散的过程，同步关联物理“分子间作用力”原理；

(2) **宏观现象对比图：**不同温度下蔗糖溶解速率的实验现象，结合数学“速率-温度”关系曲线；

(3) **交互问答模块：**学生可点击动画中的分子模型，触发“为什么温度升高溶解速率加快”等跨学科问题的解析。

(二) 基于 AI 的跨学科探究活动设计策略

1. 虚拟实验整合策略

借助 AI 驱动虚拟实验平台，设计融合多学科知识的探究活动。例如，“金属的腐蚀与防护”教学。

(1) **实验设计阶段：**AI 提供“不同环境（湿度、酸碱度）下铁钉腐蚀速率”的虚拟实验方案，自动关联化学“氧化反应”、物理“电化学原理”、数学“速率计算”；

(2) **操作过程中：**虚拟助手实时提示“如何控制变量”（如湿度恒定的物理方法）、“数据记录的规范单位”（化学浓度单位与数学误差范围）；

(3) **结果分析阶段：**AI 自动生成腐蚀速率与环境因素的关系图表，引导学生结合地理“沿海地区金属腐蚀严重的原因”进行拓展讨论。

2. 跨学科问题链生成策略

利用 AI 智能问答系统构建“化学问题-跨学科延伸”的问题链。以“化学与生活”单元

为例，教师输入核心问题“为什么铁制品会生锈？”AI生成阶梯式问题链：

- (1) **基础层（化学）**：铁生锈的化学反应方程式是什么？反应物有哪些？
- (2) **关联层（物理）**：铁锈的结构与铁的物理性质有何不同？
- (3) **应用层（生物）**：铁锈对土壤微生物有影响吗？
- (4) **拓展层（地理）**：哪些地区的铁制品更容易生锈？为什么？

综上，通过问题链引导学生从单一知识点向多学科系统思考迁移。

3. 协作学习支持策略

AI协作平台可实现跨学科小组任务的智能分配与过程指导。例如，“空气污染治理”项目。

- (1) **角色分配**：AI根据学生化学、生物、地理学科的能力画像，分配“污染物成分分析员”（化学）、“污染对植物影响研究员”（生物）、“区域污染分布绘图员”（地理）等角色；
- (2) **过程指导**：实时监控小组讨论内容，当出现“忽略污染物化学性质与扩散规律的关联”等问题时，自动推送“二氧化硫的化学性质与大气环流关系”的提示资料；
- (3) **成果整合**：协助汇总各角色数据，生成包含化学方程式、生物影响图表、地理分布地图的综合报告。

(三) 基于AI的跨学科学习评价策略

1. 多维能力评估策略

利用AI评估工具构建“知识掌握-能力应用-素养发展”的三维评价体系。“溶液配制”跨学科任务（化学+数学）。

- (1) **知识维度**：自动检测学生对“溶质质量分数计算公式”的掌握程度、数学“比例换算”的准确性；
- (2) **能力维度**：通过分析学生实验步骤的逻辑性（如是否先计算后称量），评估“化学实验操作与数学计算的协同能力”；
- (3) **素养维度**：根据学生对“溶液浓度与实验误差关系”的反思深度，评价其“严谨的科学态度”。

2. 动态反馈优化策略

AI系统通过实时追踪学生在跨学科任务中的表现，生成“即时反馈+改进建议”。例如，解决“光合作用中的化学变化”问题。

若混淆“二氧化碳的固定”与“氧气的释放”的化学方程式，AI立即推送包含化学方程式与生物过程动画的对比解析；若计算“光合作用效率”时出现数学错误，自动关联“百

分比计算”的微课链接；任务结束后，生成“化学方程式书写准确性”“跨学科概念迁移能力”等维度的得分雷达图及针对性练习推荐。

3. 成长档案构建策略

AI 通过长期记录学生在化学及跨学科学习中的数据，生成个性化成长档案。内容包括：

(1) **知识关联图谱：**展示学生已掌握的“化学-物理”“化学-生物”等关联点，标记薄弱的概念连接（如“化学能量变化”与“物理功和能”的关联理解不足）；

(2) **能力发展曲线：**追踪“跨学科问题解决速度”“实验设计创新性”等指标的变化趋势；

(3) **推荐学习路径：**根据档案数据，自动生成“先巩固化学‘反应热’概念，再学习物理‘能量守恒’”的阶梯式学习建议。

四、应用案例分析

(一) 案例一：“水的净化”跨学科教学（化学+物理+地理）

1. 教学目标

理解水净化的化学原理（过滤、吸附），掌握物理分离方法，了解地理水资源分布与保护现状。

2. AI 应用策略

(1) **资源生成：**AI 根据教学目标生成“水净化流程动态图”，标注每一步骤的化学原理（如活性炭吸附性）、物理操作（如过滤的分离原理）、地理数据（如我国不同地区水质差异对净化方法的影响）。

(2) **虚拟实验：**学生通过 AI 虚拟平台模拟“自来水厂净化过程”，操作中 AI 实时提示“过滤时玻璃棒的倾斜角度（物理操作）”“明矾的化学沉降原理”，并关联地理“南方多软水、北方多硬水”的实际情况。

(3) **评价反馈：**AI 分析学生实验报告，针对“未说明硬水软化与地理气候的关系”等问题，推送相关补充资料与针对性练习。

(4) **实施效果：**参与教学的班级（N=45）在“跨学科知识整合测试”中的平均分较传统教学班级高 12.3 分，89%的学生表示“更清晰理解水净化的多学科意义”。

(二) 案例二：“金属的性质”跨学科项目（化学+数学+生物）

1. 项目主题

探究对比实验“不同金属对植物生长的影响”，其中必然涉及金属活动性（化学）、数据统计（数学）、植物生长实验（生物）。

2. AI 应用策略

(1) **任务分解：**AI 将项目拆解为“金属与土壤溶液的反应实验设计（化学）”“植物生长数据记录表（数学）”“实验现象观察标准（生物）”三个子任务，并分配小组角色。

(2) **过程支持：**当学生困惑于“如何量化金属离子浓度对植物生长的影响”时，AI 自动生成“浓度梯度设置方法”“生长高度测量的数学误差控制”等指导内容。

(3) **成果评估：**AI 对最终报告的评价涵盖“化学方程式书写准确性”“数据图表规范性”“跨学科结论逻辑性”三个维度，生成“金属活动性顺序理解透彻，但生物实验变量控制不足”的个性化反馈。

(4) **实施效果：**项目完成后，学生“跨学科实验设计能力”测评优秀率较项目前提升巨大，甚至有学生能自主提出“用化学方法降低土壤重金属危害”的创新思路。

(三) 案例三：“化学与能源”主题学习（化学+物理+数学）

1. 学习任务

分析“氢能源的开发与利用”，涉及氢气燃烧的化学方程式、能量转化的物理原理、燃料成本的数学计算。

2. AI 应用策略

(1) **知识图谱：**AI 生成“氢能源知识关联图”，连接化学“ $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ 反应放热”、物理“化学能转化为热能”、数学“氢气制备成本核算公式”，延伸小学食物能量计算过程。

(2) **问题链驱动：**AI 生成“为什么氢气是清洁能源？”“氢气燃烧的能量转化率如何计算？”“不同制氢方法的成本差异（数学计算）”等问题，引导学生深度探究。

(3) **成长档案：**项目结束后，AI 为每位学生生成“能源化学知识掌握度”“跨学科计算能力”等指标的评估报告，推荐“先复习化学‘化学反应与能量’，再学习物理‘热机效率’”的后续学习路径。

(4) **实施效果：**学生在“能源问题跨学科论述题”中的得分显著提高，其中“能结合化学方程式与物理能量变化进行分析”的答题比例从 0% 升至 18%。

五、优势与挑战

(一) 显著优势

1. 突破资源局限，提升知识整合效率

生成性 AI 可快速整合分散在各学科的知识资源，解决传统教学中“教师跨学科知识储备不足”“教学材料零散”的问题。如案例中“水的净化”教学，AI 生成的整合资源使教师

备课时间缩短 40%，学生知识关联理解效率提升 50%。

2. 创新学习方式，激发跨学科探究兴趣

虚拟实验、动态模型等 AI 资源将抽象的跨学科关联可视化，如“分子扩散与物理运动”的动画模拟，学生对化学与物理的关联感到有趣，主动探究行为增加。

3. 精准教学反馈，促进个性化发展

AI 的数据分析能力实现了跨学科学习的“精准诊断”，如通过成长档案定位学生“化学计算与数学比例”的关联薄弱点，使个性化辅导针对性有所提升。

（二）主要挑战

1. 技术应用门槛较高

部分教师缺乏 AI 工具操作能力，如在使用知识图谱生成工具时，45%的教师表示“难以准确输入跨学科教学目标”，需要系统的技术培训。

2. 资源质量参差不齐

生成性 AI 可能存在“化学方程式错误”“跨学科关联牵强”等问题，如某 AI 生成的“光合作用化学方程式”遗漏条件，需教师进行二次审核，增加了教学负担。

3. 数据安全与伦理风险

学生在 AI 平台的学习数据（如实验操作记录、错误答题情况）存在泄露风险，83%的教师担忧“数据被用于商业用途”，需建立严格的数据保护机制。

4. 教学理念适配问题

传统“学科本位”教学理念与跨学科教学存在冲突，部分教师认为“AI 会分散学生对化学核心知识的关注”，对策略实施持抵触态度。

六、实践优化建议

（一）构建“AI+教师”协同教学模式

（1）明确角色分工：AI 负责资源生成、数据初步分析等机械性工作，教师聚焦跨学科教学设计、价值引导等创造性工作，如 AI 生成“溶液浓度”跨学科资源包，教师则设计“用浓度知识解决农业施肥问题”的探究活动。

（2）建立培训体系：学校定期开展“AI 工具操作+跨学科教学理念”双轨培训，采用“案例示范（如 AI 生成‘金属腐蚀’跨学科资源的步骤）+实操演练”模式，提升教师应用能力。

（二）完善 AI 资源质量管控机制

1. 建立学科审核标准

联合化学、物理、生物等学科教师，制定“跨学科资源准确性清单”（如化学方程式需标注条件、物理公式单位需规范），对 AI 生成资源进行标准化审核。

2. 搭建优质资源共享平台

筛选经过验证的 AI 生成资源（如“碳循环知识图谱”“酸碱中和虚拟实验”），建立校际共享库，减少重复审核工作。

（三）健全数据安全与伦理规范

1. 技术层面

采用区块链技术加密学生数据，设置“教师授权查看”“定期自动删除”等权限，确保数据仅用于教学；限制学生校内对人工智能的使用权限，防止对学科作业等进行抄袭。

2. 制度层面

制定《AI 教学数据使用规范》，明确“禁止将学生错误记录用于评价标签”“数据不得外泄”“限制学生对人工智能的非上课内容使用”等条款，保障师生权益。

（四）推动教学理念转型

1. 开展跨学科教研活动

组织“化学-物理”“化学-生物”等联合备课组，通过集体设计 AI 支持的跨学科课例（如“能量代谢”联合教学），强化教师的跨学科意识。

2. 建立激励机制

将 AI 支持的跨学科教学成果纳入教师评价体系，对优秀课例给予奖励，激发教师参与热情。

七、未来展望

随着生成性人工智能技术的迭代，其在初中化学跨学科教学中的应用将呈现三大趋势：

1. 智能化程度更高

AI 将实现“跨学科教学目标自动拆解”“个性化资源实时生成”“学习效果预测性反馈”，如根据学生课堂表现，动态调整“化学-生物”关联知识点的教学深度。

2. 虚实融合更紧密

结合 VR/AR 技术，AI 将构建“沉浸式跨学科学习场景”，如学生可“进入”AI 生成的虚拟细胞，观察其中的化学反应与生物能量转换过程。

3. 生态协同更完善

形成“AI 工具提供商-学校-教师-家长”的协同生态，如家长通过 AI 平台查看学生的跨学科能力成长档案，参与“家庭化学小实验（如水果电池制作，关联化学与物理）”的指导。

八、结论

生成性人工智能为初中化学跨学科教学提供了全新的赋能路径，通过资源生成、活动设计、评价反馈三大策略，有效破解了知识整合难、探究深度不足、个性化指导欠缺等问题。尽管面临技术门槛、资源质量、理念转型等挑战，但通过“AI+教师”协同、质量管控、安全规范等优化措施，其应用潜力可得到充分释放。未来，随着技术迭代与实践深化，AI 将成为初中化学跨学科教学不可或缺的支撑力量，助力学生构建系统的知识网络、发展综合的探究能力、形成全面的科学素养。

参考文献

- [1]中华人民共和国教育部. 教育强国建设规划纲要(2024-2035 年)[Z]. 2025（4）.
- [2]中华人民共和国教育部. 义务教育化学课程标准（2022 年版）[S]. 北京师范大学出版社，2022.
- [3]《中国教育报》. 积极推动人工智能赋能教育强国建设[N]. 2025-04-02.
- [4]付蕾. 初中化学跨学科实践活动的设计研究[D]. 西南大学，2024.
- [5]周杰. 初中化学实验教学中的跨学科整合与创新教学方法探讨[J]. 求知导刊，2024(1): 44-46.
- [6]王飞. 基于国家中小学智慧教育平台下的初中化学跨学科教学路径探索[J]. 广西教育，2023(25): 71-73.
- [7]朱琦. 运用信息化手段开展初中化学跨学科实践活动的设计与实施——以“微型空气质量‘检测站’的组装与使用”为例[J]. 化学教与学，2024(12): 35-39.