

以《普通化学原理》元素周期表教学为例——基于国产秘塔AI赋能农药分子设计探索

周莹* 叶王飞 王运芬

云南大学 化学科学与工程学院, 中国·云南 昆明 650500

摘要: 针对《普通化学原理》元素周期表章节教学中存在的知识抽象难以理解, 无法与元素性质及元素应用之间建立相关性等问题, 本研究引入国产秘塔 AI 大模型, 以“农药功能分子设计”为任务驱动, 构建了“结构-位置-功能”三位一体的教学路径。通过秘塔 AI 辅助生成教学资源、智能答疑、个性化学习、可视化建模和过程性评价等模块, 促进学生对元素周期表进行知识迁移与创新, 切实发展学生“科学探究与创新意识”的化学学科核心素养。

关键词: 秘塔 AI; 元素周期表; 农药分子设计; 混合式教学; 化学核心素养

A Case Study of Periodic Table in "Principles of General Chemistry" as an Example—Exploring Pesticide Molecular Design Empowered by Domestic METASOTA

Zhou Ying*, Ye Wangfei, Wang Yunfen

School of Chemical Science and Engineering, Yunnan University, China Yunnan Kunming 650500

Abstract: In response to the problems of abstract knowledge that is difficult to understand in the teaching of the periodic table chapter of "General Principles of Chemistry", and the inability to establish correlation with element properties and applications, this study introduces the domestic METASOTA large model and constructs a "structure position function" trinity teaching path driven by the task of "pesticide functional molecule design". By using the METASOTA assisted generation of teaching resources, intelligent Q&A, personalized learning, visual modeling, and process evaluation modules, we promote students' knowledge transfer and innovation of the periodic table of elements, and effectively develop students' core literacy in the chemistry discipline of "scientific exploration and innovation consciousness".

Keywords: METASOTA; Periodic table of elements; Pesticide molecular design; Blended learning; Core chemical literacy

1 政策导向与课程定位的协同价值

人工智能技术的快速演进及其与教育场景的深度融合, 已成为推动高等教育系统性变革的关键力量。近年来, 多国出台文件将 AI 辅助教学置于重要地位^[1-3]。同时, 我国多部重要政策文件也明确指出, 应加快推进人工智能在教育领域的广泛应用与普及, 着力构建智能化、个性化、高质量的新型教学体系^[4-7]。在此背景下, 以国产秘塔 AI 为代表的新一代人工智能技术, 依托其强大的自然语言理解、多模态信息处理与知识推理能力, 在赋能大学课程改革、重构教学模式方面展现出显著优势^[8-9]。尤其在大学基础理论课程, 如《普通化学原理》等的课堂教学中, AI 能够突破传统课堂在资源呈现、互动反馈、学情诊断与个性化支持等方面的局限, 为实现“以学生为中心”的精准教学和“素养—能力”并重的人才培养目标, 提供了切实可行的技术路径与创新工具。

《普通化学原理》作为化学化工相关专业核心基础课, 其元素周期表章节是连接微观原子结构与宏观物质性质的关键, 其章节的教学效果影响后续专业学习。传统元素周期表教学存在知识抽象、应用性不强、个性化指导不足、教材范例未及时更新最新研究成果痛点。目前, AI 助教与该课程深度融合的研究尚处于起步阶段, 二者的结合既是应对教育数字化转型的客观需要, 也能有效落实“专创融合”的人才培养要求。本研究以“农药功能分子设计”为牵引的任务驱动式 AI 辅助教学, 能个性化指导学生的学习与知识场景化迁移的应用, 从而实现专业与创新创业教育的有机统一, 切实发展学生“科学探究与创新意识”的化学学科核心素养。

2 课程改革思路及措施

2.1 教师层面

(1) AI 辅助生成结构化教学资源与教案:

在知识内容的呈现与备课方面,秘塔大模型能够高效支持结构化教学资源的生成。例如,针对元素周期表中重要元素性质学习的相关内容,以涉及“含硫基团分子的化学性质”相关知识点,模型可系统归纳其相关元素涉及的核心化学性质、典型应用场景及安全操作要点,从而自动生成条理清晰、内容完整的结构化知识文档,辅助教师构建知识体系。在教案与课件准备环节,教师通过输入课程核心内容与教学目标,秘塔 AI 即可依据教学大纲,快速生成高质量、个性化的教案脚本与配套的多媒体教学课件,显著提升教师备课效率与教学内容质量。

(2) AI 辅助生成自适应习题与解析:

在教学实施层面,秘塔大模型能够依据教学目标与学情,动态生成与知识点高度匹配的课堂习题及配套解析。当教师在讲授“元素周期律与周期性变化规律”等系列核心概念时,可向秘塔 AI 搜索界面下达指令,基于这些知识点生成定制化的习题集。秘塔 AI 能够根据学生的整体掌握水平,灵活调整生成题目的数量、题型及难易梯度,从而实现习题的差异化与精准推送。

此外,秘塔 AI 在“元素性质递变规律与周期表位置关系”的知识模块下,可自动生成了单选题与简答题,并同步提供了步骤清晰、阐释透彻的答案解析。该功能不仅丰富了课堂教学的练习资源,也为教师实施形成性评价和进行即时教学反馈提供了“讲-练-评”一体化的教学工具。

2.2 学生层面

(1) 构建智能答疑与学情分析系统:

在教学过程中,学生可在课前预习、课后复习及“农药分子设计”任务执行等全学习环节中进行提问。秘塔 AI 不仅能够提供准确、即时的专业知识解答,还能通过自然语言处理技术,对学生的提问内容、频次、逻辑深度及知识关联进行多维度分析。例如,在分子设计环节,学生可能提问:“为何在吡啶环中引入氟原子(F)能显著提高农药分子的稳定性和生物活性?”秘塔 AI 可基于元素周期律给出专业回答:“氟原子具有所有元素中最高的电负性与较小的原子半径。将其引入有机分子,形成键能较强的 C-F 键,极大增强分子的代谢稳定性;同时,氟原子的强吸电子效应能显著改变母体结构的电子云分布,影响其与生物靶标的相互作用,从而优化生物活性。这是基于元素周期表中卤素族性质递变规律(从 Cl 到 F,电负性增强,原子半径减小)的典型应用。”通过这种 7×24 小时在线的智能交互,传统大班教学中教师难以实时兼顾每一位学生个性

化需求的普遍困境能够得到有效破解。

(2) 以互动化学习化解认知难点:

秘塔 AI 支持以情境化、交互式的游戏化学习设计,帮助学生以具象、有趣的方式理解抽象概念、化解认知障碍。例如,教师可通过输入指令“可以设置交互式小游戏帮助我学会元素周期律与周期性变化规律的内容吗”,系统可自动生成相应的游戏化学习界面。在“元素周期律大闯关”这一具体案例中,系统提供由浅入深的难度分级,学生可依据自身水平选择合适关卡进行挑战。以第一轮游戏为例,学生与系统在交互中完成知识问答、规律推理、性质判断等任务,系统在答题后提供即时、清晰的答案解析与规律总结。此举将枯燥的理论学习转化为有层次、有反馈、有激励的探索过程,有效激发学生的学习兴趣。

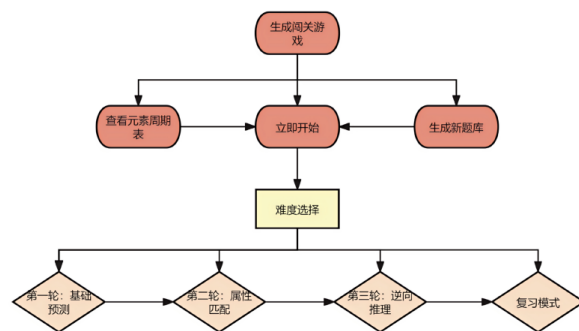


图1 秘塔AI生成的游戏互动流程

(3) 打造个性化学习方案:

秘塔 AI 能够为每位学生构建动态更新的个人化学情数据库。基于此数据库,系统可调用与知识图谱关联的海量教学资源库,通过智能算法实现学习材料的精准匹配与个性化推送,从而为不同认知水平和兴趣方向的学生规划差异化的自适应学习路径。

特别是在“今天学点什么”这一核心智能化推送板块中,系统能够为学困生和学优生提供了截然不同的学习支持。对于基础较为薄弱的学生,学生可以要求系统推送以漫画、动画等富媒体形式呈现的趣味性知识讲解。对于学有余力、求知欲强的学生,则可以要求系统精准推荐相关的学术前沿论文、学科竞赛题目等拓展性学习材料,并调动“塔子老师”AI 虚拟教师角色,以生动活泼的对话形式,对复杂概念或最新科研进展进行解读与点拨,激发其探究兴趣。通过运用该模块讲题功能,学生上传题目后得到 AI 视频讲解,内容生动易懂。

(4) 推动一体式探究学习:

在农药功能分子设计教学实践中,学生可以向秘塔描述其构思的分子结构,例如“请参考最新前沿文献,设计

一个含吡啶环的灭螺农药功能分子，并从元素周期表角度分析该分子涉及的元素性质，绘制该分子的结构图，用不同颜色区分不同原子，并给出分子式”。秘塔能够基于此类文本描述，调用相关化学信息学工具或直接生成该分子的简化三维球棍模型图像，将抽象的化学结构可视化。随后，秘塔可以从元素周期律的核心原理出发，对分子设计进行初步分析。针对学生引入氟原子的设计，它可以指出：“从元素周期表的宏观趋势来看，该分子中的关键元素（C、N、Cl、O）在不同族的性质差异直接决定了分子的整体行为。”并提供对应的参考文献，方便学生进一步学习前沿知识。

这种交互过程将元素性质与分子的宏观性质直接关联，使得抽象的“结构-性质”化学关系变得具体、可视、可感，极大辅助学生对理论知识的理解与应用。

2.3 智能化评估与反馈

利用秘塔 AI 分析学生的设计报告，提供智能化的反馈意见。教师可凭秘塔 AI 提供的学生学习数据，灵活调整教学内容、课程进度及相关方法。秘塔可对学生提交的分子设计报告进行多维度分析：评估其分子结构与目标功能的关联逻辑是否合理；检查其是否恰当运用了元素周期律解释官能团选择；分析报告的结构完整性与创新性。同时，通过全过程采集学生在线讨论、方案修改次数、查询记录等数据，秘塔 AI 可自动形成过程性评价报告。教师依托该报告所呈现的深度学情分析数据，能够更科学、精准地优化教学重点设置与课程进度安排。

3 教学过程设计

3.1 知识引入与任务发布

教师可先对课堂内容做系统梳理，再介绍我国农业面临的挑战，由此引出任务：设计含第 VA 族元素（如磷）和卤族元素（如氟或氯）的有机农药分子，从元素周期表角度说明元素选择依据及预测性质变化。

3.2 AI 辅助设计

在分子设计实践环节，学生可借助秘塔 AI 整合前沿文献资源，检索相关材料的理化性质，亦可通过该平台开展分子稳定性模拟分析。学生结合 AI 分析结果，综合甄选适配的分子骨架，合理确定取代基团的位置与种类；针对具体官能团的特性探究需求，如检索“硫脲基团的化学性质”，秘塔 AI 可从亲核反应性、氢键形成与催化特性、配位能力、还原性等维度给出系统且专业的解答。在此基础上，学生可向系统输入简化的 SMILES 分子结构表达式，依托秘塔 AI 基于主流算法与化学数据库的分析能力，对分

子潜在的作用靶点及物理化学性质进行初步预测；并根据 AI 输出的分析结果，完成分子模型图的绘制及相关反应过程的推演。最后，借助秘塔 AI 从元素周期律的核心视角，对分子设计方案提出优化建议，并对目标分子的实际应用性能进行综合评估。

3.3 成果展示与评估

学生以小组为单位，展示最终设计的分子结构式或秘塔 AI 生成的模型图，解释其性质与元素组成的关系，并进行限时报告。报告需清晰阐述：分子中关键元素（如 N、F、Cl）基于其在周期表中的位置和性质的选择依据、分子整体设计与目标农药功能之间的逻辑关系和在秘塔 AI 辅助下对分子进行的优化过程及思考。秘塔 AI 从认知迁移、创新能力、学习兴趣对学生学习过程进行跟踪考核。

4 应用成效

本研究选取同级、同专业、生源结构相近的两个自然班作为研究对象，设置实验班与对照班开展对照教学研究。实验班采用秘塔 AI 赋能的混合式教学模式，全程运用 AI 辅助备课、课堂互动、个性化答疑、分子设计探究与过程性评价；对照班采用传统多媒体+雨课堂的常规教学模式，不使用 AI 助教参与教学环节。元素周期表章节教学结束后，对两班进行课堂测验。结果显示，实验班平均较对照班提高 2%，优秀率提高 4%。

表1 混合式教学模式下不同班级分数统计情况表

分数 人数	0-59分	60-69分	70-79分	80-89分	90-100分
实验班	3	13	11	19	4
对照班	1	15	18	14	2

5 面临的挑战和应对策略

5.1 对 AI 输出的批判性审视

秘塔 AI 生成的内容可能存在错误或不适用于教学语境，需引导学生和教师培养批判性思维，对 AI 提供的答案、解析、模型等进行交叉验证和科学性判断，避免全盘接受。

5.2 平衡技术依赖与基础能力培养

需警惕学生过度依赖 AI 工具完成设计或答题，而忽视对基础理论、计算方法和逻辑推演过程的深入理解。教学中应设置必须由学生独立完成的环节，确保核心能力的扎实掌握。

6 结语

本研究通过引入国产秘塔 AI，并以“农药功能分子设计”真实任务为例，对《普通化学原理》元素周期表章节教学进行了创新性改革探索。实践证明，该模式通过 AI

辅助的知识建构、智能答疑、个性化学习与过程性评估,有效激发了学生的学习兴趣,显著提升了其知识迁移能力与科学思维水平,为化学基础课程的智能化教学改革提供了具有借鉴价值的实践案例。

参考文献:

- [1] Miao F, Holmes W. Guidance for generative AI in education and research[M]. Paris: UNESCO Publishing, 2023: 1-44.
- [2] Council of Europe. Working Conference on Regulating the use of AI systems in education[C]// Strasbourg: Council of Europe, 2024-10-24.
- [3] 郑长龙. 数智化新时代重构化学教育及化学教学论学科新体系[J]. 化学教育(中英文), 2025,46(01):127. DOI:10.13884/j.1003-3807hxjy.2024110235.
- [4] 罗生全, 李霓, 宋萑等. DeepSeek 赋能基础教育高质量发展(笔谈)[J]. 天津师范大学学报(基础教育版), 2025,26(3):1-14.
- [5] 柯清超, 米桥伟, 鲍婷婷. 生成式人工智能在基础教育领域的应用: 机遇、风险与对策[J]. 现代教育技术, 2024,34(9):5-13.
- [6] 谢幼如, 陈薇, 邱艺. 人工智能赋能高校课堂教学重构研究[J]. 电化教育研究, 2025,46(10):5-13.
- [7] 曾凡花, 李超男, 许舟等. GenAI 在分析化学智慧课程建设与教学实践中的应用[J/OL]. 湘南学院学报, 1-7[2026-04-07]. <https://link.cnki.net/urlid/43.1435.c.20260318.1340.002>.
- [8] 胡涛, 李先锋, 陶胜洋等. 人工智能革命 - 重塑化学化工前沿研究与教育的新范式[J]. 大学化学, 2025, 40(12): 112-118.
- [9] 武文娜, 张涛, 何涛等. AI 助教在普通化学原理混合式教学中的研究与应用 - 以“原子结构”教学为例[J]. 大学化学, 2025,40(09):251-258.

作者简介: * 通讯作者: 周莹(1978-), 女, 汉族, 辽宁省沈阳市人, 博士, 教授, 研究方向: 多功能分子研发及新型绿色农药的创制研究工作。