

# 基于人工智能的高中化学个性化学习路径优化研究

邱灵巍

江西省寻乌中学

**摘要:**教育信息化背景下,传统高中化学教学面临学生差异显著与教学内容统一的根本矛盾。该研究聚焦于人工智能技术如何驱动学习路径的个性化优化。通过构建高中化学知识图谱与动态学习者画像,设计自适应推荐算法,旨在为每位学生生成符合其认知水平与学习风格的最佳学习序列。实践证明,该方法有效提升了知识掌握效率与学科兴趣,为破解规模化教育与个性化培养的难题提供了可行的技术方案。

**关键词:**人工智能;高中化学;个性化学习

**【DOI】**10.12252/j.issn.2096-627X.2025.12.161

## 引言

高中化学知识体系层次复杂、概念抽象,学生普遍存在认知困难与兴趣分化。传统班级授课制难以兼顾不同基础和学习能力的学生,容易导致两极分化现象加剧。随着人工智能技术在教育领域的深入应用,为实现因材施教提供了新的可能。本研究旨在探索将智能技术应用于化学学科教学,通过精准的学情诊断与路径规划,满足学生的个性化发展需求,提升教学整体效能。

### 一、个性化学习特征

#### (一)以学习者为中心的能力适配

个性化学习的首要特征在于其彻底转向以学习者为中心的能力适配模式,它彻底摒弃了传统课堂中统一进度、统一内容的工业化教学范式,不再将学生视为一个需要被统一加工的标准件,而是尊重并响应每个个体独特的认知基础、学习节奏与能力倾向。该模式的核心运作机制依赖于对学习者的精准而动态的画像构建。系统通过持续采集与分析学生的历史成绩、作业完成情况、测评表现、互动行为等多维度数据,综合评估其对各知识点的掌握程度、思维能力的强项与短板,从而形成一个不断更新的个人能力模型。基于此模型,学习内容与路径不再是静态和预设的,而是呈现出高度的动态性与适配性。系统能够智能判断学生的最近发展区,为其推荐当前最适宜挑战的知识模块与练习题目,确保学习任务既不会因过于简单而失去意义,也不会因过于困难而挫伤信心。这种深度适配确保了每个学生都能在自身能力的边缘获得最有效的成长,真正实现因材施教。

#### (二)基于知识图谱的路径动态生成

个性化学习的实现依赖于一个结构化的知识体系作为底层支撑,其核心是构建精细化的学科知识图谱。该图谱将一门学科,例如高中化学,解构为大量相互

关联的原子化知识点,并清晰地定义这些知识点之间的逻辑关系,如先决条件关系、层级从属关系以及横向关联关系。这使得整个知识体系从一个扁平的列表转变为一个有向无环的网络结构。基于此图谱和学习者的实时能力画像,系统能够运用智能算法为每位学生动态生成并优化一条独一无二的学习路径。这条路径不是简单的内容列表,而是一个考虑了知识依赖关系的科学序列。当学生在某个节点遇到困难时,系统可以自动回溯,为其巩固前置知识;当其快速掌握时,则可加速推进或推荐拓展性内容。整个路径并非一成不变,而是随着学生的学习表现进行实时调整与重规划,形成一个“评估-推荐-学习-再评估”的闭环反馈系统,从而确保学习旅程的高效与流畅,避免时间的浪费和知识的断层。

#### (三)数据驱动的过程性反馈与激励

个性化学习的第三个显著特征是其贯穿全程的数据驱动机制,该机制为实现精准的过程性反馈与内在激励提供了可能。在传统模式中,学习反馈往往是滞后和笼统的,通常以一次考试的总分形式呈现,难以揭示具体的能力缺陷。而个性化学习系统通过嵌入式的形成性评价,在每一个微小的学习步骤后都进行数据采集与分析,能够立即对学生的学习效果做出判断。这种反馈是即时、具体且可操作的,例如明确指出是哪一个具体概念理解有误,并提供相应的解析与补救练习。这种持续的正向循环极大地增强了学习的针对性和有效性。同时,系统通过追踪记录学生的点滴进步,如掌握知识点的数量增长、能力曲线的稳步提升,并将其以可视化的方式呈现,能够有效激发学生的内在学习动机。他们不再仅仅为外在的分数排名而学习,而是更专注于挑战自我、完成个人设定的学习目标,从而获得持续的成就感和掌控感,将学习转变为一种自我驱动的探索之旅。

## 二、高中化学教学痛点

### （一）知识抽象性与学生具象思维之间的认知鸿沟

高中化学教学面临的一个核心痛点是学科知识的高度抽象性与学生思维偏具象化之间存在难以逾越的认知鸿沟，化学研究的对象是肉眼不可见的分子、原子和离子，其相互作用涉及抽象的能量变化、微观的电子的转移与共用等概念。对于正处于认知发展阶段的学生而言，要理解这些看不见摸不着的微观过程，并建立起宏观现象与微观解释之间的牢固联系，存在极大的困难。教师往往依靠语言描述和静态的图表进行讲解，但这些二维的、僵化的手段难以生动呈现三维的、动态的微观世界，导致学生只能采取机械记忆的方式来学习。这种未能真正理解的内涵性缺失，使得学生面对新情境或综合性问题时无法灵活运用知识，容易感到困惑和挫败，认为化学是一门靠死记硬背的困难学科。

### （二）知识模块化与体系化要求之间的矛盾张力

高中化学知识的另一个显著痛点在于其内在的模块化表象与深层体系化要求之间构成了巨大矛盾，教材的编排常常将内容分为相对独立的模块，如元素化合物、化学反应原理、有机化学等，这给学生造成一种知识点彼此割裂的错觉。然而，化学学科本身是一个高度系统化的整体，各个模块间存在着深刻而复杂的逻辑联系。许多学生能够背诵单个模块的知识点，却无法自主地将这些知识点串联成网，构建起完整的知识体系。当他们面对高考等综合性考试时，由于缺乏这种跨模块的知识迁移与整合能力，无法分析解决那些需要多角度、多层次知识的复杂问题。这种模块化学习与体系化应用之间的脱节，导致学生知识结构碎片化，难以形成深刻的学科理解力和综合性的问题解决能力。

### （三）学生基础分化与教学进度统一之间的现实冲突

高中化学课堂普遍存在的一个现实痛点是学生群体巨大的基础能力分化与教学进度统一化要求之间的尖锐冲突，由于各地初中教学水平、个人兴趣以及启蒙教育的差异，高一新生在进入高中化学学习时，其知识储备、思维能力和实验技能已然存在显著差距。部分学生基础扎实兴趣浓厚，另一些学生则可能基础薄弱甚至存在认知误区。然而，传统的班级授课制受限于课时、大纲和教学任务的刚性要求，不得不采用统一的教学目标、统一的教学进度和统一的教学方法。这种齐步走的模式无法兼顾两端学生的需求。对于学有余力的学生而言，统一的慢节奏教学是一种时间浪费，可能扼杀其求知欲和探索精神；对于跟进困难的学生而言，统一的高节奏教

学则如同听天书，一步落后步步落后，极易产生习得性无助感，最终彻底放弃化学学习。这种日益扩大的差距使得教师在教学深度和广度上难以抉择，最终往往只能折中，牺牲了两头学生的最大发展潜力，教学效果难以达到最优。

## 三、基于人工智能的高中化学个性化学习路径优化

### （一）动态诊断与靶向修复知识断层

人工智能优化学习路径的首要应用体现在对学生知识断层的动态诊断与精准修复，传统教学中，学生往往因某个关键前置知识的缺失，导致后续整个章节的学习陷入困境，而教师难以逐一发现并处理这些隐蔽的断层。以人教版《化学反应原理》模块中的“化学平衡的移动”为例，该部分深刻依赖学生对“化学反应速率及其影响因素”的牢固掌握。若学生对浓度、温度如何影响  $v$  正和  $v$  逆的理解模糊，则根本无法理解勒夏特列原理的本质。AI 系统可通过一个简短的诊断性测评，精准定位学生薄弱点：例如，发现某学生在“温度对速率的影响”题目上多次出错，而其他知识点掌握良好。系统不会要求该学生重复学习整个速率章节，而是自动为其生成一个极简的修复路径：首先推送一个关于阿伦尼乌斯公式的微动画视频，直观展示温度升高如何显著增加活化分子百分数，从而加快速率；随后匹配两道针对性强化练习题，并提供详细的步骤解析。只有当系统检测到学生已攻克此断层后，才会将其学习路径重新导回“化学平衡”主题。这种基于动态诊断的靶向修复，确保了学习路径的流畅性，避免了因基础不稳而造成的整个知识大厦的崩塌。

### （二）基于认知风格的多元内容呈现与引导

人工智能可依据学生的认知风格偏好，自适应地呈现学习材料与引导逻辑，极大提升知识建构的效率。高中化学存在大量抽象概念，不同学生倾向于不同的信息接收与处理方式。以人教版《物质结构与性质》中“原子轨道与电子云”这一极度抽象的概念为例，视觉型学习者可能更需要借助三维动态模型来理解  $s$  轨道的球形对称和  $p$  轨道的哑铃形取向；而逻辑推导型学习者则可能更愿意从量子数取值的规则一步步推演出轨道的种类和数量。AI 系统通过分析学生的历史学习行为（如在不同类型资源上的停留时长、互动频率、答题策略）来判断其认知风格。对于视觉型学生，系统会优先推送交互式 3D 模型，允许其旋转、缩放电子云图像，并辅以生动的比喻讲解；对于逻辑型学生，系统则会呈现一张清晰的量子数组合表格，并引导其通过计算来理解第一、二能层分别有多少种轨道类型，以及最多可容纳的电子数。

这种基于认知风格的路径分岔,使每个学生都能以自己最舒适且高效的方式攻克难点,降低了认知负荷,增强了学习过程中的积极体验。

### (三) 融合知识图谱的探究式路径生成

人工智能能够利用构建好的化学知识图谱,将孤立的知识点转化为有机联系的探究网络,引导学生自主发现知识间的内在关联,而非被动接受。以人教版关于“钠及其化合物”的学习为例,传统教学常按教材顺序逐一讲解 Na、Na<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、NaOH、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、NaHCO<sub>3</sub> 的性质。AI 系统则可基于知识图谱中这些物质间的转化关系(如 Na → Na<sub>2</sub>O → NaOH; Na → Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → NaOH; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ⇌ NaHCO<sub>3</sub> 等),为学生设计一条探究式路径。系统可能向学生提出一个核心任务:如何从金属钠出发,制备纯净的碳酸氢钠?并提供虚拟实验环境。学生需自主规划制备路线,系统则作为智能导师实时监控其操作:若学生尝试让钠直接与 CO<sub>2</sub> 反应,系统会提示其回顾钠的活泼性,并建议先制备中间产物;若学生在 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液中通入 CO<sub>2</sub> 制备 NaHCO<sub>3</sub>,系统会引导其思考析出晶体的原理(溶解度差异),并进一步追问如何验证产物。在整个探究过程中,学生的每一步操作都激活了知识图谱上的节点与连接,AI 系统通过评估其方案的科学性与效率,动态提供支架式提示,最终使学生不仅记住了零散性质,更深刻理解了含钠物质之间的转化逻辑网络,培养了基于元素观的化学思维能力。

### (四) 精准调控习题难度与类型的自适应训练

在习题训练环节,人工智能通过精准调控题目难度、类型及数量,为学生构建一条循序渐进的能力攀升路径,避免题海战术的盲目性与低效性。以人教版中“水溶液中的离子平衡”这一重难点为例,其题目综合性强,难度梯度大。AI 系统不会一次性推送大量混合练习,而是基于学生的实时能力画像,精心设计训练序列。对于基础薄弱的学生,路径可能始于判断强弱电解质的简单选择题,巩固电离概念;随后推送单一离子(如 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)水解的 pH 计算题;待其掌握后,再逐步引入同浓度醋酸和醋酸钠的混合液 pH 判断,训练缓冲溶液理念;最后才会呈现含有水解与沉淀溶解平衡共存的复杂综合题。每一道题目的选择都旨在引导学生跳一跳能够到下一个目标。同时,系统会智能分析其错题根源:若学生频繁在“粒子浓度大小比较”上出错,系统会判断其可能未掌握电荷守恒、物料守恒等根本方法,从而自动插入关于三大守恒定律的专题讲解与基础练习,而非继续推送同类难题。这种自适应的训练路径确保了每一次练习都

有的放矢,使学生始终在挑战与胜任之间获得最佳学习体验,高效提升解题能力。

### (五) 宏观微观符号三重表征的融合性建构

人工智能尤其擅长帮助学生打通宏观现象、微观本质与符号表征之间的壁垒,这是化学学习的核心与难点。以人教版“原电池”为例,学生常死记正负极判断口诀和电极反应式书写规则,却并未真正理解其工作原理。AI 系统可设计一条融合三重表征的沉浸式学习路径。首先,通过虚拟实验向学生展示锌铜原电池的宏观现象:锌片溶解、铜片析出红色物质、电流计偏转。接着,路径引导至微观层面:播放模拟动画,展示 Zn 原子失去电子成为 Zn<sup>2+</sup> 进入溶液,电子经导线定向移动至 Cu 电极,Cu<sup>2+</sup> 在铜电极表面获得电子析出 Cu 单质。系统会在此处设置交互环节,让学生拖动电子、离子到正确位置,强化认知。然后,路径过渡至符号表征:引导学生根据微观过程书写锌电极和铜电极的电极反应式,并验证总反应。若学生书写错误,系统不会直接给出答案,而是回溯至微观动画,高亮显示电子流向与离子变化,让其自我纠正。最终,路径会要求学生用语言完整描述能量转换(化学能→电能)与粒子运动的关系。这种由宏至微、再由微至符的递进式路径设计,在 AI 的引导下环环相扣,有力促进了学生对化学概念的深度理解,而非机械记忆。

### 结语

综上所述,人工智能驱动的个性化路径优化能够显著增强高中化学教与学的针对性与有效性,它不仅实现了知识的高效传递,更促进了学生学科思维与自主探究能力的培养。未来研究需进一步扩大实践范围,深化算法模型,并关注人机协同的最佳实践,最终推动教育走向真正意义上的智慧化与个性化。

### 参考文献

- [1] 卞爱臣. 人工智能时代高中化学个性化教学的实现路径探索 [J]. 中学科技, 2024, (23): 21-23.
- [2] 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.
- [3] 王萍萍. 人工智能背景下高中化学智慧课堂建设思路与教学实践研究 [J]. 中国新通信, 2024, 26(17): 212-214.
- [4] 刘海荣. 高中化学教学和现代信息技术的融合措施分析 [J]. 高考, 2024, (02): 56-59.
- [5] 杨云芳. 人工智能时代高中化学信息化教学发展探究 [J]. 学周刊, 2023, (29): 55-57.
- [6] 刘少川. 人工智能时代高中化学个性化教学的实现路径 [J]. 中学课程辅导, 2023, (26): 6-8.
- [7] 邓文杰. 发展学生问题解决能力的高中化学 STEAM 教学研究 [D]. 浙江师范大学, 2023.