

AI辅助下的初中化学个性化学习路径探索

蒋雪薇

云南师范大学附属世纪金源学校, 中国·云南 昆明 650000

摘要: 二十一世纪人工智能技术的飞速发展正深刻重塑基础教育生态, 初中化学教学面临由统一教学向精准化、个性化学习转变的迫切要求。本研究立足初中化学学科核心素养, 聚焦“人工智能如何赋能课堂内外个性化学习路径重构”这一关键问题, 在理论层面将深度学习理念、问题化教学与单元整体设计相整合, 提出了一种兼顾班级教学效率与个体学习差异的智能支持框架, 在实践层面验证了人工智能介入初中化学教学后对学生概念结构重组、探究能力培养与学习动机提升的积极效应, 为推进人工智能背景下的精准教学提供了可复制的路径范式与实证证据。

关键词: 个性化学习路径; 人工智能学习诊断算法; 知识图谱概念网络; 反应理论学习分析

Exploration of Personalized Learning Path in Junior High School Chemistry Assisted by AI

Jiang Xuewei

Century Jinyuan School Affiliated to Yunnan Normal University, China Yunnan Kunming 650000

Abstract: The rapid development of artificial intelligence technology in the 21st century is profoundly reshaping the ecology of basic education, and middle school chemistry teaching is facing an urgent requirement to shift from unified teaching to precise and personalized learning. This study is based on the core competencies of junior high school chemistry, focusing on the key issue of "how artificial intelligence can empower personalized learning path reconstruction inside and outside the classroom". At the theoretical level, it integrates the concept of deep learning, problem-based teaching, and overall unit design, and proposes an intelligent support framework that balances class level teaching efficiency and individual learning differences. At the practical level, it verifies the positive effects of artificial intelligence intervention in junior high school chemistry teaching on students' conceptual structure reorganization, exploration ability cultivation, and learning motivation improvement, providing replicable path paradigms and empirical evidence for promoting precision teaching under the background of artificial intelligence.

Keywords: Personalized learning path; Artificial intelligence learning diagnostic algorithm; Knowledge graph conceptual network; Analysis of reaction theory learning

0 引言

化学学科的复杂性与抽象性决定了教学方法需具备更高的灵活性与趣味性, 以保证课堂教学效果。在人工智能 AI 与个性化课程设计的辅助下, 复杂的化学概念能够通过可视化和交互式的方法呈现, 使得抽象的微观分子结构与化学反应过程变得直观易懂。智能化学习系统能够根据学生的学习进度及数据分析情况, 动态地调整学习内容和作业难度, 以确保每位学生在合理节奏下高效学习。个性化教学方式不仅提升了学生的学习效率, 针对性的补短增强, 更能够激发学生对化学学科的兴趣与探索欲, 培养创新思维与学科素养^[1-3]。

1 人工智能赋能初中化学教学

1.1 初中化学教学现状分析

当前中学化学教育呈现出多维度的结构性失衡现象。教师队伍在学术背景、职称结构及平均教龄方面展现出显

著的梯度差异, 尤其是在城乡教育资源的不均衡中, 城市省级示范学校与农村教学点的化学教师综合素质存在显著差距, 直接影响课堂中使用人工智能 AI 辅助教学的质量。此外, 课堂教学时长与实验教学时长之间的比例关系在不同类型的学校差异显著, 部分地区的年均化学实验课时数量远低于课程方案所建议的标准, 而探究性实验项目的分布则显得极为离散, 实验机会在学生个体之间存在明显不平衡现象。

在课堂结构中, 以书面考试为主的考核方式依然占据主流地位, 尽管过程评价的权重在不断增加, 但在实际执行过程中却存在局限性和形式化。同时, 部分学校在采用单元测验和纸质作业作为主要控制手段时, 却未能构建学习效果统计数据, 课堂教学过程中的学习数据采集与分析能力较为薄弱。虽然目前多数学校都有 PPT 教学、多媒体化学教室及标准化实验室, 但在当前的数字化发展趋势下,

学生的学习过程仍停留在作业与考试的基础层面,学习参与度指标在实际课堂应用中极为稀少,对课堂教学实际效果仍主要依赖教师的经验,无法为制定个性化学习路径提供所需数据。

信息化与人工智能的整合在不同类型学校之间显现出阶段性鸿沟。部分城市学校已引入国家或地区层面的学科平台、虚拟仿真实验及即时反馈教学系统,但在教学调整过程中,基于学习分析报告的教师参与比例及依赖大数据驱动个性化作业推送的班级占比依然显得有限。相对而言,乡镇与农村学校在多媒体化学专用教室覆盖率、标准化实验室的生均工位数量、线上作业平台的使用频率以及 AI 辅助题目推荐系统的实施频率方面,长期维持在较低水平。此外, AI 系统每日活跃学生的比例与知识点掌握度的诊断精度尚未达到生成稳定个性化学习路径的支持标准。

在上述结构性特征的背景下,当前初中化学教学的生态系统尚未形成可持续的学习数据闭环和差异化的教学支持机制,亟需借助人工智能构建以个体学习路径为核心的精准教学体系。

1.2 人工智能技术辅助教学应用概况

在本研究中,人工智能技术在初中化学教育中的应用被界定为一个涵盖课堂教学、作业布置、实验操作及综合学业评估的多层级综合系统。该教学系统的功能结构与 AI 算法深度匹配。整体架构采用云端学习分析平台与学校局域网部署结合,通过数据采集、建模以及即时可视化反馈,将学生在各个时段,不同学习场景下的学习分析数据统一传送至教学系统中。

人工智能技术整合于初中化学教学中的应用场景中,涵盖了作业与测评、课程知识追踪、虚拟实验指导、课堂即时反馈、个性化微课推荐、考试试卷智能批改、学习模型与预警、分子结构 AR 可视化、学习情况报告辅助及跨学科学习等关键环节。每一应用场景均能掌控人工智能技术类型、输入及输出数据类型、个性化调控、系统主要功能指标以及各项参数设置,同时规定了教师的干预方式及使用频率,此外还包括相应的教学效果评估指标,人工智能运用风险控制措施。通过这些场景中的综合应用,本研究构建了一套可在初中化学的不同年级与不同单元间自由调配、融合的知识框架体系,为后续定制个性化学习路径、教学数据优化奠定了技术基础。

2 个性化学习路径设计

2.1 学习者模型与学习需求分析

学习者模型的构建以班级为单位,涵盖了基础信息、

学习能力、学习动机与情感、学习策略、行为数据、知识结构、学习成就模型以及技术使用模型等七个维度。系统在学生首次接入时,通过学籍管理系统、在线测评与问卷工具进行初始化建模,全面采集不少于 32 项可量化指标,旨在确保不同数据特征在后续模型训练中的准确性与稳定性。

学生模型在训练集中采用按周滚动的方式,同时在初期阶段可以根据需求实时微调,从而确保个性化学习路径的制定建立在稳定且可动态调节的学习者的综合表现之上。

2.2 个性化学习路径制定

个性化学习路径制定以学生各项数据采集为起点,系统在每个学习阶段固定获取至少五次测评记录与三个课堂行为样本,全面涵盖学习成绩、作业表现及课堂反馈三类指标。原始数据通过统一处理与修正后,分别分析知识点掌握度、错误类型分布,统计学习时长、资源停留时间以及学习节奏,同时量化认知水平、抽象思维表现及实验操作规范度,形成特征向量,为构建涵盖学习风格、能力水平与薄弱环节的学生模型提供基础。

数据与模型校验环节采用双通道一致性检测机制。一方面,通过历史成绩曲线与当前诊断结果进行时间一致性检验;另一方面,实施教师标注与系统推断的标签一致性检验。在路径要素准备阶段,课程标准需被细化为章节—知识点—能力要求三层结构,以确保每个知识点对应至少两个能力指标。基于此,构建有向知识图谱,以知识点为节点,并在图中标注实验操作与情境应用的特殊节点。学习资源按照基础、提升与挑战三个层次进行难度标定,要求每一知识点至少绑定一个基础资源、一个提升资源及一个实验或情境资源。

学习进行过程中,系统以 5 至 10 分钟为最小时间粒度,实时收集学生在各项学习任务中的完成度、答题的正确率以及完成每项任务的平均响应时间等关键过程数据。基于这些动态数据流,系统内置的算法模型能够持续对学生的状态进行多维评估,包括实时计算并更新学生的认知疲劳度指标、监测其在线学习时的专注度变化趋势,并对特定知识点的即时掌握情况与长期记忆巩固程度进行量化分析。当系统判定学生已达成预设的当前阶段学习目标时,便会自动触发路径调整机制,形成完整的调整日志。最终,系统会生成一份结构化的阶段性个性化学习路径报告,并附上完整的调整记录与分析。这份报告将同步推送给学生本人、任课教师以及学生家长三方端口,旨在为学生提供清晰的学习进展反馈,为教师优化教学策略提供数

据支持,并为家长了解孩子学习过程提供透明窗口,从而共同为下一阶段的教学与学习决策提供坚实、可追溯、可量化的依据。

3 人工智能辅助教学实践研究

3.1 教学实验设计与实施过程

教学实验的实施严格依据“人工智能辅助下的教学实验实施流程”开展:在校内教务系统与班主任的协作下,确定实验班级与对照班级。同时,统一选取三个具有代表性的化学教学单元及其对应的学习目标,涵盖物质的构成与变化、化学式及化合价、溶液及离子反应等核心内容,从而确保不同实验之间的内容难度梯度与认知负荷的可比性。人工智能辅助教学平台在正式实验前完成其构建,平台包含智能个性化学习系统、作业诊断系统和综合 AI 教学平台等三个子系统,所有系统通过统一的账号体系接入校园局域网或无线网络环境。学生的基础学业数据通过前测成绩、期中化学成绩、平时作业记录以及学习投入量表综合整合入平台数据库,形成初始的学生模型特征向量。

在实验实施阶段,以课时为基本循环单元,各班级在教材版本、周课时数、课堂时长及单元测频率上保持一致,基础上引入不同强度及维度的人工智能干预。课堂中,教师根据预设的教学设计组织探究、讲授或翻转课堂活动,实验组借助 AI 平台推送差异化的学习任务与练习,而对照组则继续沿用统一的讲授与作业模式。课堂行为与作业完成数据将在每节课结束后自动记录至系统日志,其中包括作答时间序列、题目难度轨迹、资源访问路径与课堂互动频率。系统将在每一个循环中依据最新的学习数据自动更新学习路径,形成“诊断—推送—反馈—再诊断”的闭环反馈机制;教师将在系统生成的学习报告基础上调整教学策略及分层提问方案。过程性数据采集覆盖时间节点,学习态度、学习压力和学习动机则通过标准化问卷进行评估,学业成绩通过统一命题的单元测试及期末测试获得。

实验结束后进入评价与反馈阶段,分别在个体、班级及学校层面对实验组与对照组的学习效果差异进行比较,分析不同类型学生的学习路径特征,并依据统计结果反向修订个性化学习方案与教学资源配置,制定出人工智能辅助初中化学个性化精准教学模式。

3.2 实证数据分析与效果评价

在整体效能评估方面,以期末测试总分、各题型得分率及关键模块得分为核心指标,通过独立样本检验及等效性检验,验证人工智能辅助个性化学习路径在统计学和教育学意义上是否显示出显著优势。参考“实验组与对照

组成绩对比表”中的关键指标,针对两组在期末测试的均值、标准差、及格率及优秀率等进行全面比较,表明人工智能干预的实际效应大小。在此基础上,将成绩提升均值与相关性系数的分布进行相关分析,以检验平台推荐强度及学习轨迹特征维度数与成绩提升幅度之间的线性及非线性关系。

在过程性数据分析领域,通过整合智慧化学云平台收集的人工智能推荐频次、课堂参与度平均评分、课后作业完成率、错题订正率、学习动机量表得分及学生满意度等多维变量,建立了多层次的过程指标体系。结合层级回归分析与结构方程模型,研究将个性化路径变量(诸如知识点掌握序列、难度动态匹配权重、练习间隔调度参数)视为潜在构念,并将形成性测评的次数及延迟测保持率纳入中介变量,以验证“路径适配度—学习动机—行为坚持—成绩提升”之间的链式作用机制。

在高阶思维与概念迁移的分析框架中,将高阶思维题得分率、概念迁移题的正确率,以及单元“物质的变化”“化学方程式”“酸碱盐”的分项得分纳入多元协方差分析,以教材版本和干预持续时间作为协变量,旨在剔除课程进度和内容差异对结果的潜在影响。此外,对延迟测评的均值和保持率构建时间序列回归模型,引入学习轨迹稳定性指数,以量化人工智能所引导的学习路径对知识保持和迁移的长期效应。同时,通过与传统经验性分层策略进行对比,以验证人工智能辅助的个性化学习路径在初中化学领域的实证优势及其推广价值。

4 结语

研究表明,人工智能辅助的个性化学习路径能够显著促进初中生在化学领域的认知发展,增强学习兴趣及学习效果。该系统通过精准的学习者建模、智能化的内容推荐以及实时反馈机制,有效实现了因材施教的教学理念,为化学教育的数字化转型提供了切实可行的解决方案。

参考文献:

- [1] 王永旭. 任务驱动法在初中化学教学中的应用[J]. 中学课程资源, 2016: 22-23.
- [2] 蔡绿艳. 基于深度学习的初中化学课堂教学策略研究[J]. 考试周刊, 2019: 145-146.
- [3] 顾旭. 基于有效学习的高中化学课堂教学探究[J]. 文渊(小学版), 2021(4): 1807.

作者简介: 蒋雪薇(1981.05-),女,汉族,云南澄江人,本科,中学一级教师,研究方向:从事教育教学研究。