

人工智能赋能的分析化学课程校企合作模式探索与实践

王乐乐 周娅 张宏森^(通讯作者)

哈尔滨工程大学, 黑龙江哈尔滨, 150001;

摘要: 在数字化教育迅猛发展的背景下, 分析化学教学模式正经历着深刻的变革。通过系统整合知识图谱、仪器原理、规范操作等专业知识与企业实际检测案例, 借助人工智能技术和虚拟仿真技术, 为学生提供自主学习和实操的沉浸式练习场景; 智能体的应用则实现了对复杂数据的智能解析。系统全面收集学生在虚拟仿真实验、数据处理和项目实践中的过程数据, 构建数据驱动的闭环系统, 为规划学生个性化学习路径和精准评估技能提供坚实的数据支撑。这种模式有效解决了传统分析化学教学理论与实操脱节、教学内容滞后于行业发展的实际问题, 建立了学校与企业深度合作、资源共享、精准培养能力的协同创新机制, 为分析检测行业培养专业知识扎实、实操熟练、具备创新解决实际问题能力的高素质人才。

关键词: 校企合作; 分析化学; 课程建设; 人工智能

DOI: 10. 64216/3080-1516. 25. 06. 072

引言

分析化学是化学学科的关键分支^[1], 在环境监测、药物研发、食品安全等国家战略和民生关键领域发挥重要作用, 近年来仪器技术更新快, 行业需求高, 分析化学进入了自动化、智能化的新阶段, 传统分析化学教学模式内容更新慢、实践环节弱、学校和产业结合不够紧密等问题日益突出, 难以满足行业对高素质、复合型分析人才的需求。

人工智能技术的发展为分析化学教育转型提供了新路径, 人工智能用知识图谱、机器学习、虚拟仿真等关键技术让分析化学教学实现理论知识结构化、教学方式个性化, 并有效解决了传统教学中实验成本高、操作风险大、数据处理复杂等实际问题。

校企合作可以有效实现教育、人才、产业和创新深度融合, 是分析化学教学改革的重要方向^[2]。现有校企合作多停在表面项目合作, 缺少系统的、深层次的合作。人工智能深入参与, 为建立可持续发展、可迭代升级产教融合新机制提供技术基础, 实现人才培养和产业需求精准对接。

本研究以国家教育数字化战略与产教融合政策为导向, 结合教育理论、分析化学学科特点和人工智能技术, 探索构建人工智能赋能的校企合作教学新模式, 解决传统教学中理论和实操脱节、教学内容滞后于产业发展的实际问题, 为培养具有扎实专业知识、熟练实操技能和创新解决问题能力的高素质人才, 提供系统解决方案。

1 人工智能赋能分析化学课程校企合作建设的现实问题

推动人工智能和分析化学课程校企合作过程中, 依旧存在一系列结构性、系统性问题, 需从课程内容、技术融合、体制机制等三个方面进行深入剖析。

1.1 课程内容与产业需求难以高效对接

分析化学领域技术迭代快, 仪器更新频繁, 然而高校课程中的教学内容严重滞后^[3]。教学内容更新慢和技术发展迅速的矛盾让学生所学知识和企业实际需求严重脱节。例如, 分析测试企业液相色谱分析已经采用二极管阵列检测器, 多数高校还在教传统紫外单一波长检测方法。在无损检测领域, 已广泛采用工业计算机断层扫描技术获取复杂构件内部缺陷的精确三维空间信息, 然而, 高校相关课程的教学实验大多仍以数字射线检测技术为主, 学生难以实现从二维投影到三维立体的“检测维度”根本性跨越。此外, 企业考虑知识产权和数据安全, 不愿分享实际检测流程和常见问题场景, 导致课程内容缺真实问题引导, 学生解决实际分析任务的能力能有效提升。

1.2 技术应用和教学实践难以深度融合

尽管人工智能技术在分析化学教学中展现出显著潜力和优势, 然而从概念验证阶段到规模化深层应用之间仍存在诸多问题亟待解决。目前, 大多数虚拟仿真平台仅限于基础操作模拟, 未能充分还原实际分析过程中可能出现的异常情况及其应对策略^[4], 导致在复杂情境

下解决问题的能力训练不足。此外,人工智能工具的应用多停留在表层替代层面,较少深入触及教学逻辑、学习模式等深层次的教学实践环节。这种人工智能技术浅层次应用导致教学实践停留在“操作演示-重复练习”的低层次循环,难以实现从知识传递到能力生成的实质性突破。

1.3 在体制机制与资源整合尚待完善

校企合作还没形成长期稳定、可持续合作生态,大多合作是“项目化”“片段化”的,缺少长期的利益共享与风险分担机制,企业参与常被看作单向资源输出,而非双向共赢^[5],导致企业深入参与度不高,难以将学校的教学资源、科研力量与企业的实践经验、技术设备等进行深度融合与优化配置,导致资源利用效率低下,无法充分发挥人工智能在分析化学课程校企合作中的赋能作用。

2 人工智能赋能分析化学课程校企合作新模式的构建与优化对策

针对分析化学教学产教融合过程中存在的核心问题,本研究提出一种系统化架构、全方位实施、多维度保障的人工智能支持的校企合作新模式,根本目标是培养具备扎实专业知识、熟练实际操作技能、创新解决问题能力的高素质人才,人工智能技术深入教学全过程,打通教育链、产业链、创新链的壁垒,构建可持续、可迭代的协同育人机制。

构建多元融合的智能化课程体系,解决课程内容和产业需求脱节问题。新模式根据“数智引领、强基赋能、多维融合”原则,打破传统分析化学课程体系,重新构建动态变化的分析化学知识图谱,把仪器原理、操作规程、标准方法和企业真实检测案例合在一起,自动关联和推送从样品前处理到实验数据解析整个流程的知识。动态知识图谱不是固定的资源库,而是随着技术发展和行业需求及时更新的智能系统,使得课程知识内容定期更新。通过人工智能绘制产业人才需求图谱,准确找出技能缺口,将最新技术成果转化为模块式教学内容,在传统分析化学课程中加入人工智能分析案例,让分析化学课程走向现代化,打破学科界限,建立“基础理论—数字工具—工程实践”结合的课程结构,重点关注使用人工智能进行数据分析的相关应用,提高学生跨学科解决复杂问题的能力。

构建以“虚拟仿真—智能解析—数据驱动”为主线的实践教学体系。通过建立虚拟仪器分析实验室,给学生提供低操作风险、模拟环境,学生能在各种分析场景里调试参数、修改检测方案,深化对分析原理和仪器功能的理解,为后续仪器实操奠定基础;同时建立本地数据库,供学生答疑解惑,帮助学生及时解决在预习和虚拟仿真过程中遇到的问题。在实际测试环节中,引入机器学习等智能数据处理工具,开展处理数据、结果解读、异常报警等工作,提高实际测试效率。在整个实践教学过程中,收集学生在虚拟实验、数据分析实验数据,绘制学情画像,协助学生制定个性化学习规划,并精准评估学习效果。在鼓励学生应用人工智能技术的同时,注意学生批判性思维的培养,例如在光谱分析中,AI识别的峰值异常,要求学生探究其化学或物理意义;组织学生回顾和反思实验过程,研讨学情画像是否真实反映真实的实验效果。

构建产教协同、校企“共建、共研、共享”的新模式。首先,学校与企业共同搭建实验测试平台,将企业的真实任务和需求与学校的教学科研资源无缝对接,为校企深度合作提供稳定的制度保障和平台支撑。其次,平台不仅培养人才,还可以帮助企业发展中的实际问题。学校要充分发挥人才高地和智力资源优势,尤其是在人工智能方面的优势,组织师生团队直面企业发展中遇到的技术瓶颈与实际问题的。利用AI技术赋能,校企共同开展技术研发与攻关,将前沿科研成果快速转化为解决实际问题的生产力^[6]。最终,企业获得智力和技术支持,提升创新能力;学校则在解决真实问题的过程中培养了契合产业需求的实战型人才,形成“人才共育、过程共管、成果共享”的可持续发展闭环系统,校企深度绑定,彻底解决“合而不深”的问题。

明确系统化运行实施路径。课程内容层面:打破传统学科壁垒,由校企双导师共同从行业真实需求和技术痛点中提炼“真问题”,将其设计成一系列具有挑战性的模块化项目任务。这些项目构成核心课程内容,确保学习起点与产业前沿同步。每个项目任务均明确对应所需掌握的核心知识和综合能力,实现从知识灌输到能力培养的转变。教学实施层面:教学实施遵循“虚拟训练—实操强化—企业实战—反馈提升”闭环体系,学生通过在虚拟平台反复试错,不断优化实验条件,积累一定经验后再投入到真实实验场景。通过参与企业实际项目,使学生在实战中锻炼应用技术和解决问题的能力,提升

学生综合素养和职业竞争力。评价反馈层面：建立“数据驱动、多维追踪”的综合评估体系，基于评估结果，进一步优化实施路径形成“评估-反馈-优化-再评估”的持续改进闭环体系。

3 实施路径与案例设计：以“环境中水的成分分析”为例

为验证上述模式的可行性与有效性，本研究以“环境中水的成分分析”这一典型场景为例，设计了一套融合虚拟仿真、智能解析与产教协同的教学案例。该案例遵循“虚实结合、数据驱动、学用一体”的原则，系统构建从基础认知到综合实践的三阶段教学路径。

第一阶段：虚拟仿真与原理认知

通过构建高保真虚拟仿真实验系统，学生可沉浸式完成从水样采集、前处理、仪器操作到数据获取的全流程模拟训练。系统精准模拟紫外可见分光光度法、离子色谱法等典型水质分析方法的仪器参数设置与响应行为，学生可通过调整实验条件直观理解参数变化对检测结果的影响机制，牢固掌握标准操作规范与分析原理，为后续实操奠定坚实基础。

第二阶段：强化实操与数据分析

在水质监测实验室中，学生开展真实样品分析，强化学生实际操作能力培养，实现对化学需氧量、氟化物、重金属等多项指标的快速批量检测。实验平台设置内部质量控制体系，可自动执行空白对照、平行样验证与标准物质校准，确保数据可靠性。学生进一步运用机器学习算法对采集的水质数据进行深度解析，识别异常模式、预测变化趋势并生成初步分析结论，培养数据分析能力。

第三阶段：企业实战与综合评价

本阶段是旨在推动学生完成从“实验员”到“环境分析师”的角色跃升。学生到合作企业或实训基地，参与真实水质监测项目，经历“采样方案设计”、“现场采样与保存”、“实验室分析”到“质量控制”的完整业务流程。运用前期所学的知识和技能，结合行业标准和企业要求，独立撰写研究报告。综合评价体系包含过程性评估主要考察团队协作沟通能力与问题解决能力；技术成果评估（30%）重点审查报告的规范性与数据准确性；综合答辩评估（30%）要求其阐释数据的环境意义，评估风险能力，并提出前瞻性的管控建议等。

4 结论与展望

本研究提出一种人工智能赋能下分析化学课程建设校企合作新方法，从核心问题出发，搭建校企合作体系框架、并给出实际应用案例。通过将人工智能与分析化学教学融合，使教学方式从“教知识”变成“练能力”，从而发生根本性改变。通过绘制动态知识图谱、使用人工智能解析工具、建立虚拟仿真实验平台，解决传统教学中理论与实操存在差异、教学内容跟不上产业发展的核心问题，探索“教育—产业—创新”三链融合的可行路径。

实际案例表明，“环境中水的成分分析”作为典型的融合式教学案例，依托“虚拟—实操—实战”三阶路径，为学生提供沉浸式、个性化、数据驱动的学习体验。借助人工智能技术，提升仪器操作与数据分析效能，并全程监测评估学习过程，针对学生形成个性化的能力画像与成长路径，为高素质分析化学人才的系统化培养奠定方法基础。

参考文献

- [1]张天龙,张容玲,汤宏胜,等;人工智能时代背景下的仪器分析科教融合模式探索[J].大学化学,2024,39(08):365-374.
- [2]孙琴.农业职业教育产教融合优化路径研究[J].现代农业研究,2024,30(02):65-67.
- [3]米芳,关明,马玉花,等.融入AI技术的分析化学课程多学科交叉融合教学改革[J].创新创业理论与实践,2025,8(07):34-36.
- [4]张倩,曹传浩,张嘉桐.产教融合协同育人视角下MPAcc素质链新质人才培养研究[J].中国高校科技,2025,(09):84-90.
- [5]吴硕,杨成,董校,等.分析化学智慧课程建设与精准教学探索[J/OL].大学化学,2025,40,1-7
- [6]徐宗,肖帆.AIGC技术下校企合作开发虚拟实训资源的研究与实践[J].化工管理,2025,(26):36-39.

作者简介：王乐乐（1988-），女，民族：汉，籍贯：安徽省利辛县，学历：硕士研究生，职称：实验师。

通信作者简介：张宏森（1974-），男，民族：汉，籍贯：辽宁省沈阳市，学历：博士研究生，职称：正高级实验师，研究方向：仪器分析。

基金项目：黑龙江省高等教育教学改革项目“分析化学课程校企合作建设模式探索与实践（SJGYB2024086）。