

基于 AI 的分析化学滴定教学模式创新与实践探索

马金芳

宁夏水利电力工程学校 宁夏 银川 750100

【摘要】：中职分析化学课程中滴定分析是理论与实操的桥梁，传统教学存在终点判断难、操作流程烦琐等痛点。本文主要研究基于 AI 的滴定教学新模式，从智能虚拟实验室、数据分析助手、个性化学习系统等场景入手，结合实操评价辅助功能改变教学全过程。经过实践证明，该模式可以将抽象的知识具体化，规范操作训练，提高学生滴定分析的核心能力，为中职化学实验教学的数字化转型提供可行途径。

【关键词】：人工智能；分析化学；滴定教学；中职教育

DOI:10.12417/2705-1358.26.06.043

目前中职分析化学教学中，滴定分析作为培养学生职业能力的重要内容，直接关系到学生今后化工岗位的操作适应性。传统教学依靠教师现场指导、学生手工操作，存在操作规范性难统一、终点判断易偏差、数据处理效率低等不足，无法满足不同基础学生的学习需要。人工智能技术渗透到教育领域后，其可视化、智能化、个性化等特点给破解滴定教学的痛点提供新的可能。本文主要研究中职滴定教学场景下，AI 融合教学模式创新及实践路径，为提高化学实验教学质量提供参考。

1 中职分析化学滴定教学的现存痛点

1.1 操作与认知层面的困境

中职学生在滴定分析学习时会遇到诸多操作与认知上的障碍。滴定终点依靠指示剂颜色变化进行判断，学生由于视觉敏感度不够或者操作节奏控制较差，容易造成误判。滴定操作过程包含洗涤、润洗、移液、滴定等步骤，每一步的失误都会影响结果准确度，学生无反复规范练习的条件。数据处理包含体积读数、计算含量、误差分析等内容，手工计算过程繁琐又容易出错，学生难以从枯燥的运算中理解误差对结果的影响。误差来源的抽象性使学生难以建立起操作行为与结果偏差间的联系，单靠教师的口头讲解无法形成深刻的认识。学生初次接触滴定操作时，由于对滴定管排气泡、滴定速度的控制等细节掌握较差，容易造成实验结果偏差较大，传统教学中教师难以对每个学生的操作细节进行及时纠正。

1.2 教学供给与学生需求的错配

传统的滴定教学采取统一进度和内容的授课方法，忽略学生基础差别及理解速度的不同。基础较弱的学生跟不上课堂的节奏，不能掌握好核心的操作要点，基础较好的学生因为重复训练而浪费了时间。教师由于课堂时间、精力的限制，不能对每一个学生进行有针对性地指导，只能通过集体讲解、统一练习来推进教学，造成教学效果两极分化。这样一种一刀切的供给模式不能满足学生个性化的学习需求，也不利于学生职业能

力的均衡发展。部分学生由于长期得不到合适的帮助，渐渐失去对实验操作的兴趣，从而影响到职业能力的形成。

2 AI 赋能滴定教学的核心逻辑与路径

2.1 AI 技术与滴定教学的适配性

AI 技术所具有的视觉识别、虚拟仿真、数据处理等功能正好和滴定教学痛点不谋而合。视觉识别可以对溶液颜色的变化进行实时的捕捉，准确地判断出滴定终点，解决学生主观误判的问题。酸碱滴定时，AI 视觉识别可以识别出酚酞由无色变为淡粉色的细微变化，甚至可以区分学生肉眼难以察觉的色阶变化，结合预设的理论阈值给出客观判定，彻底解决由于个体色觉差异或者光线干扰造成的终点误判问题。虚拟仿真可以创建沉浸式操作环境，学生可以不用耗材损耗反复练习，规范操作程序。数据处理能力可以自动记录滴定数据，生成曲线，简化计算过程，使学生把注意力集中在误差分析和原理解释上。个性化算法依据学生所学数据来推送相应学习材料，从而达到差异化教学供给的目的，弥补传统教学方式的不足。AI 虚拟仿真技术可以模拟出在不同的实验条件下滴定反应的情况，使学生看到不同指示剂在不同的体系中呈现出来的颜色，加深学生对滴定原理的认识。

2.2 AI 驱动滴定教学模式的构建维度

AI 驱动的滴定教学模式要从场景重构、流程优化、能力培养这三个方面去构建。场景重构就是创建起包含预习、实训、复盘全部环节的 AI 教学场景，使学生在虚拟与现实的融合中完成学习。场景重构也可延伸至课后复盘环节，学生利用 AI 生成的操作回溯视频同标准流程加以对照，找出疏漏之处，在流程改良之时，AI 根据班级全部学生预习数据，自动安排课堂讲解重点，共性问题集体解决，个性问题单独辅导。流程优化就是利用 AI 技术重新构造教学环节，把原来的教师讲解、学生实操、手工处理的模式升级为虚拟预习、实操辅助、智能分析的模式，提高教学效率。能力培养是用 AI 的精确反馈、个

性化指导提高学生实操规范性、数据处理能力、误差分析思维,巩固职业核心能力。

3 基于 AI 的滴定教学模式创新设计

3.1 智能虚拟滴定实验室场景

智能虚拟滴定实验室是学生预习和技能打磨的主要场所。学生可以在真实的实验室之前,在虚拟环境里完成整个滴定操作的全过程训练。系统用语音和图文的形式引导学生完成每一步操作,对没有润洗移液管、滴定管尖端气泡没有排除等错误操作进行实时拦截,并解释错误的影响。虚拟实验室也支持多人协作模式,学生可以组队来完成复杂的滴定实验,系统会实时记录每一个学生的操作过程,并在课后生成一个协作评价报告,培养学生团队协作意识以及责任感,符合化工岗位实操合作的需求。AI 用模拟溶液 RGB 值的变化来提示学生理论终点的到达,并对比学生主观判断的准确性给出反馈。虚拟电位滴定模块可以同时显示 pH-V 滴定曲线,自动找出突跃点、标定终点体积,使学生直观地感受到一滴之差对 pH 值的影响,加深终点本质的理解。

3.2 滴定数据分析 AI 助手场景

学生在虚拟或者真实的实验中获得数据之后,可以利用 AI 助手进行深入地分析。学生输入或者拍照上传滴定管初读数、末读数、标准溶液浓度,系统自动计算出待测液浓度,生成格式规范的实验报告草稿。AI 助手还内嵌有行业标准数据库,可以将学生实验数据同化工企业实操基准进行对比,使学生直接知晓职业场合下的数据精确度要求,还能产出误差溯源思维导图,促使学生理清操作和结果之间的因果关系。AI 使学生注意到平行实验的相对平均偏差,看数据是否在允许范围内。系统还可以根据操作日志推测出误差方向,把学生的滴定曲线和标准曲线叠加对比,直观显示差异,使学生理解操作行为与结果偏差的联系。

3.3 个性化自适应学习系统场景

个性化自适应学习系统根据学生的学习表现好坏来改变内容供给。当学生在酸碱滴定原理习题中连续出错的时候,系统就会自动推送原理动画以及有针对性的习题,帮助学生打牢基础。系统会用企业真实滴定案例做拓展练习,比如化工生产中烧碱浓度的快速滴定等,让学生在过程中对接职业需求。设置阶段性的能力评价来不断更新学习画像,保证资源推送的精准度不断提高。对氧化还原滴定配平能力较差的学生,推送更多的配平练习以及技巧讲解。对于指示剂选择有混淆的学生,系统推送对比内容以及选择逻辑。系统不断收集学生的练习数据来创建学生个人的学习画像,为每一个学生提供适合他们的学习资源,从而缩小学生之间的能力差距。

3.4 实操过程评价与辅助场景

AI 在真实的实验课中可以作为教师的助手,对学生实验操作全过程进行监控。系统利用摄像头对学生摇瓶动作、滴定管握持姿势、读数视线角度等操作细节进行实时识别,并发出规范提示,课后生成包含操作要点得分和改进建议的评价报告。AI 可以识别学生操作的节奏,当滴定速度过快或者过慢的时候给出预警,根据化工岗位效率的要求给出改进意见。课后评价报告会关联知识点考核,将操作评价与理论学习结合起来,实现知识与技能的融合。在滴定终点即将来临的时候,AI 会根据溶液颜色的变化来给犹豫不决的学生提供客观地参考,建议每次加入半滴溶液,从而提高终点判断的准确性。该场景还可以记录学生实操时长、操作连贯性等数据,给教师的综合评价提供客观依据。

4 基于 AI 的滴定教学模式实践效果

4.1 教学效率与质量的提升

AI 融合的教学模式大幅提高滴定教学的效率和质量。虚拟预习环节可以使学生提前熟悉操作流程,减少真实实验中错误的出现频率,从而提高课堂实操时间利用率。中职学校跟踪数据显示,应用 AI 模式后,学生完成滴定实验平均时间缩短了 20%,平行实验相对平均偏差由传统模式的 5% 降到 2% 以下,实验报告规范性及分析深度也被企业实训导师一致认可。用 AI 自动处理数据生成报告来节省学生手工计算的时间,使学生能够把更多精力放在误差分析、原理探究上。教师可以利用系统产生的预习报告、操作数据,准确地掌握学生的共同问题,上课有针对性地进行讲解,整体教学进度、效果得到提高。

4.2 学生核心能力的发展

实践证明,参加 AI 赋能滴定教学的学生各方面能力都有明显提高。学生操作规范性明显提高,滴定终点判断准确率大大提高。在职业技能大赛备赛过程中,接受 AI 赋能教学的学生可以更快完成复杂的滴定任务,终点判断的稳定性明显好于传统教学的学生,在大赛中凭借精准的操作和严谨的误差分析获得好成绩,进一步证明了该模式的有效性。数据处理能力及误差分析思维得到培养,学生可以独立分析操作行为对结果的影响,建立起完整的滴定分析逻辑。个性化学习路径使得不同基础的学生都可以得到适合的提高,学生学习自信心和参与度明显提高,职业核心能力得到夯实。

4.3 教师角色的转型优化

人工智能介入之后,教师的角色就从知识的传授者转变为学习的引导者。教师不用再花大量的时间处理数据、批改报告等重复性工作了,可以将更多的精力放在个性化的辅导以及思维引导上。教师可以利用 AI 系统班级学情看板随时了解每一

个学生的学习进度、薄弱环节,开展精准滴灌式的辅导。对于氧化还原滴定配平困难的学生,教师可以设计出阶梯式的练习,使教学干预更有针对性。教师依靠系统给出的学生学习数据,准确找到学生的学习薄弱点,实施有针对性的个别辅导,帮助学生克服学习障碍。有的老师认为利用人工智能技术能让他们更好地掌握每一个学生,也使得教学更加具有针对性。

5 AI 赋能滴定教学的优化策略与注意事项

5.1 虚实结合的实践原则

AI 虚拟训练是辅助手段,最终要落实到真实操作中。教学时要平衡虚拟与真实的时间比例,在虚拟场景中磨炼技能之后,及时进入真实的实验室进行操作验证,避免过度依赖虚拟环境造成实操能力的退化。教师可设置虚拟、真实、虚拟的训练模式,学生先在虚拟实验室掌握基础操作,再到真实实验室验证,最后回到虚拟情景中进行回顾改进,三次迭代使操作技能和理论认知互相促进,防止虚拟与实际相脱离。在 NaOH 标准溶液的标定教学中,学生先在虚拟实验室完成 3 次虚拟滴定,再进入真实实验室完成实操,虚拟训练的正确率达到 85% 以上才能进入真实实验,保证实操的有效性。

5.2 技术与教学的深度融合

AI 技术的应用要服务于教学目标,不能为了技术而技术。学校要选择与中职分析化学教材相匹配的 AI 教学资源,使技术工具与教学内容深度融合。学校可以与 AI 企业一起研发适合教材内容的教学模块,以中职教材 EDTA 配位滴定章节为载体创建专属该章节的虚拟仿真场景,使得该教学场景中所包含

的 AI 工具功能符合教材的知识点,同时组织教师参与到 AI 教学的磨课活动中去,从而提高教师利用 AI 技术的能力。教师要主动学习人工智能工具的使用方法,探寻技术与教学的结合点,使人工智能真正地提高教学质量,而不是形式上的装饰。学校可以组织教师开展人工智能教学研讨活动,交流实践经验,共同探讨技术与教学融合的途径。

5.3 规避技术依赖的风险

教学中要培养学生的独立判断与分析能力,不能让学生过度依赖 AI 的计算和判断。教师要引导学生在 AI 辅助的情况下主动思考误差来源和操作优化途径,让学生成为学习的主体。教师可以设置“AI 辅助+自主分析”的双轨任务,让学生先使用 AI 计算数据,再自己推导误差公式,比较两种方式的结果差异,引导学生认识到工具的辅助性,定期开展没有 AI 的实操考核,加强学生独立操作和判断的能力。教师可以设置“无 AI 辅助”的实操任务,让学生在没有任何工具的情况下完成实验,检验独立操作的能力。

6 结语

依靠场景创新、流程优化,以 AI 为依托的分析化学滴定教学模式较好地解决了传统教学的痛点。该模式把抽象的滴定知识变成可视、可操作的学习体验,规范学生实验操作训练,提高教学效率和学生核心能力。实践中已经证明了 AI 与中职化学实验教学相结合是可行的,具有推广的意义。未来需要不断探索技术与教育深度融合的途径,持续改善教学模式,为培养高素质化工类技能人才提供有力的支持,推动中职教育的数字化转型和高质量发展。

参考文献:

- [1] 丁高惠,江传玲,王慧平,周丽琴.“新医科”下 BOPPPS 模式在分析化学教学中的应用[J].化工管理,2025,(19):61-64.
- [2] 张爱女,樊靓,张琼瑶,罗伦.基础化学实验混合教学模式设计与实践——酸碱滴定[J].化学教育(中英文),2024,45(24):77-83.
- [3] 郭丽敏.基于化学素养培养高职《基础化学》课程多元融合混合式教学模式改革与实践——以“酸碱滴定应用”为例[J].化纤与纺织技术,2024,53(11):209-211.
- [4] 杨美礼.课程思政背景下的“三模块三层次”分析化学教学模式探索与实践[J].云南化工,2023,50(10):195-199.
- [5] 陈联梅,韦万丽,李红梅,漆文胜.TEP 教学模式在分析化学教学中的应用——以“酸碱滴定分析法”教学为例[J].大学化学,2022,37(04):3-9.