

# 基于 AI 辅助诊断的高职化学实验能力精准评价模型研究

孙鑫 张凌 徐丹鸿 王海龙\*

黑龙江生态工程职业学院, 黑龙江 哈尔滨 150028

**摘要:** 随着人工智能技术快速发展, 其在教育领域的应用正逐步从辅助教学迈向深度赋能评价。本文针对高职化学实验教学评价中长期存在的“重结果、轻过程”以及“评价维度单一”等问题, 提出构建借助 AI 辅助诊断的精准评价模型, 该模型将机器视觉、传感器技术、自然语言处理和知识图谱等 AI 技术深度融合, 旨在对学生的实验操作规范性、数据处理能力、安全环保意识以及创新思维展开多维度、全过程、数据化的精准诊断与评价。研究旨在为高职化学实验教学提供一种客观、精准、可追溯的评价新范式, 促使实验教学从“经验驱动”转向“数据驱动”, 最终达成“以评促学、以评促教”的目标。

**关键词:** AI 辅助诊断; 高职化学; 实验能力; 精准评价

## 0 引言

化学实验在高职化工、医药、环保等相关专业人才培养里属于核心部分, 其教学目的在于培养学生的实践操作技能、科学思维方式以及综合职业素养, 不过传统的实验教学评价大多依靠教师主观观察、实验报告批改等终端性评价方式, 很难对复杂的实验过程做到精准量化以及动态追踪, 使得评价结果片面, 反馈滞后, 无法有效支持学生的个性化成长以及教学的过程性改进。近些年来, 人工智能技术, 其在行为识别、数据分析和智能反馈方面有的出色能力, 为解决这一难题给出了全新的技术途径, 本研究基于高职教育“岗课赛证”综合育人的需求, 探寻把 AI 辅助诊断技术系统地融入化学实验教学评价的整个过程, 期望能为高职化学实验教学的改革与创新提供理论参考和实践方案。

## 1 AI 辅助诊断的基本内涵

AI 辅助诊断是借助人工智能技术对高职化学实验整个过程进行感知、解析以及判定的智能流程。其核心在于把学生实验期间产生的操作行为、仪器数据以及文本报告等多种模态信息转变为可量化的分析对象。运用计算机视觉、模式识别等算法, 模型能够自动识别操作动作的规范程度与熟练水平, 检测数据处理的逻辑情况与准确程度, 还可以评估实验报告的严谨状况。如此便达成了对传统评价里难以量化的隐性能力, 如实验素养与科学思维的有效捕获。其最终目标不只是评分, 更是精确找出学生在技能链条里的具体薄弱之处, 为后续的个性化教学干预提供直接参照, 促使评价从宏观判断迈向微观诊断。

## 2 AI 辅助诊断在高职化学实验教学中的应用价值

### 2.1 实现过程性评价, 突破传统评价局限

传统的实验教学评价主要依靠教师的主观观察以及实验报告的终结性评估, 借助这种方式来全面且客观地记录与分析学生的实验过程存在较大难度。如此的评价方式极易忽视学生在实验操作中的细节表现以及思维过程, 致使评价结果存在一定程度的片面性。AI 辅助诊断借助集成多种数据采集技术, 可持续记录学生在实验准备、仪器操作、流程执行等各个环节的表现, 形成完整的行为数据链。此种全程数据记录扩大了评价的时空范围, 还为教学评估提供了可靠依据, 让教师可依据客观数据对学生的实验过程进行精准分析。

### 2.2 支撑精准教学干预, 促进个体能力发展

高职学生的实验技能水平差异较为明显, 传统教学模式很难为每位学生提供个性化指导, AI 辅助诊断系统凭借分析实验过程中产生的多维度数据, 可精准识别学生在知识掌握、操作技能和实验方法等具体问题。该系统可以记录学生的操作行为, 还可以借助数据分析揭示学生的认知特点和能力短板。基于这些分析结果, 系统会生成详细的诊断报告, 并提供有针对性的学习建议和训练方案。基于数据的个性化指导方式使得教师更有效地把握学生的学习状况, 实施精准教学干预, 提高教学效率。

### 2.3 构建多维能力画像, 对接职业素养要求

现代职业教育十分注重对学生综合职业能力的培育, 然而传统的实验评价一般侧重于操作技能以及理论知识的考核, AI 辅助诊断凭借构建覆盖操作规范、数据处理、安全意识以及创新思维等多个维度的评价体系, 可对学生的

实验能力进行全面评测,形成系统的能力画像。这种评估方式可以呈现学生在各个能力维度上的表现水平,还可揭示不同能力维度之间的内在联系以及发展趋势。依靠长期跟踪和分析学生的能力发展轨迹,教师能够及时调整教学策略,优化教学内容。这种全面的能力评价方式契合行业对人才综合素质要求有利于推动人才培养与职业需求的深度融合。

### 3 基于AI辅助诊断的高职化学实验能力精准评价模型构建策略

#### 3.1 建立分层指标体系,明确评价维度

构建精准评价模型的关键所在,乃是确立一个有科学性、分层特性以及可量化特点的评价指标体系。这一体系需突破传统那种仅仅聚焦于实验结果的单一维度模式,转向对实验整个过程里操作、思维、素养等多方面能力的综合性考察。其设计应当依照职业能力形成的递进规律,把宏观层面的化学实验能力分解成为多个可观测、可测量的关键指标。举例来说,指标体系可纵向划分成“基础操作层”、“过程执行层”以及“综合素养层”这三个层级。基础操作层着重关注仪器使用的规范性以及精确度;过程执行层关注实验流程的逻辑性、数据处理的严谨性以及异常问题的识别能力;综合素养层则是评估其安全环保意识、团队协作以及创新思维等隐性能力。借助这种结构化、层次化的指标设计,为后续人工智能的数据采集以及分析提供了清晰明确的靶向和框架,确保评价工作有据可依、有径可循。

在具体的实施路径方面,该指标体系需要与人工智能技术实现深度耦合。以“过程执行层”中的数据记录能力评价作为例子,系统可自动追踪学生在电子实验记录本上的操作痕迹,包括但不限于:数据修改频率与逻辑、图谱标注的完整性以及依据原始数据推导结论的思维链条等。对于“基础操作层”,机器视觉可设定关键操作节点模板,比如定量液体的移取,系统会自动对比学生的操作轨迹与标准模板在稳定性、流畅度以及关键姿势方面的吻合程度,并生成规范性评分。而在评估“综合素养层”的安全意识时,系统可通过传感器实时监测实验环境中危险品泄漏、高温高压等异常状态,并记录学生在无人提醒情况下的第一反应——是主动处置、上报还是茫然无措,从而将抽象的安全意识转化为具体的、可被记录的行为事件。

#### 3.2 构建智能感知网络,完善数据采集

构建覆盖实验全流程的智能感知网络是实施精准评价的关键基础所在。该网络借助合理配置多种传感设备,实现对实验进程多维度数

据的采集工作。于仪器操作区域,可部署拥有动作识别功能的高清摄像系统,以此来记录学生的操作详细情况。针对定量实验的需求,可把电子天平、pH计等数字化仪器直接接入数据采集系统,自动获取测量所得的数据。在环境监测层面,可安装温湿度传感器以及气体浓度检测仪,实时对实验环境参数给予监控。这些感知设备共同构成完整的数据采集体系,为后续的分析提供全面且可靠的依据。

以典型的滴定分析实验作为示例,智能感知网络可实现对关键操作环节的精准监测。在滴定管使用的环节里,视觉识别系统可以自动检测滴定管的垂直度,一旦倾斜角度超出阈值就会马上进行记录。在滴定的过程当中,压力传感器实时监测流速的变化,对于超过标准流速的操作给予标记。在终点判断阶段,色度分析仪可以捕捉溶液颜色变化的准确时刻,与学生的主观判断形成对比,实验环境监测系统同步记录实验室的温湿度数据,为可能出现的误差分析提供参考内容。这些多源数据依据统一的时间轴进行对齐,形成完整的实验过程档案,并且系统还可借助语音采集设备记录学生在实验过程中的讨论内容,分析其解决问题的思路与方法,为评估学生的实验设计能力以及科学思维提供补充依据。在实验安全监控方面,系统可设置试剂取用规范检测,当检测到学生未佩戴防护手套直接接触化学品时,会自动发出警示并记录违规操作。

#### 3.3 开发智能分析算法,实现精准诊断

智能分析算法的开发乃是达成精准诊断的关键要点,其实际本质在于把原始数据转变为有教学意义的评估见解。以滴定分析实验为例,算法需要识别“滴定管使用”“终点判断”“数据记录”这三个关键的能力维度。在操作规范性评估里,计算机视觉算法会提取手持滴定管的倾斜角度、旋塞控制动作以及液面读数姿势等特征,借助与标准操作模型进行比对,自动标记出“滴定管未垂直放置”等具体问题。对于终点判断能力的评估,系统会同时分析颜色传感器数据以及操作视频,当检测到学生过早停止滴定或过量滴加时,能够准确定位问题症结。

对于数据处理能力的分析而言,算法构建起了一套完整的评估体系。就拿“酸碱中和滴定”实验来说,系统会对每次实验的初始读数、终点读数以及计算结果进行实时记录,借助统计分析来辨别异常数据。一旦发现某组数据的偏差超出了允许范围,系统便会回溯操作视频,精准定位到“滴定管读数时视线未与液面平行”这一具体的失误环节。同时,自然语言处理模块会对实验报告里的“误差分析”部分展开剖析,

以此评估学生对系统误差与偶然误差的理解水平。例如当学生将误差简单地归结为“操作不熟练”时，系统会给出提示，要求从仪器校准、终点判断等具体环节着手进行分析。这种基于具体实验场景的算法设计，使得评价模型可从表层现象深入至能力本质。依靠对操作细节、数据质量以及思维过程的关联分析，系统可指出问题所在，还可揭示问题产生的缘由，为教学干预提供精准的靶点。

### 3.4 形成闭环反馈机制，促进教学改进

建立有效的闭环反馈机制是达成评价模型教育价值的重要保障。该机制的核心在于建立“数据采集—能力诊断—精准干预—效果评估”的循环体系，使评价结果能够直接转变为教学实践里具体的改进举措。这样的闭环设计要确保评价数据及时反馈，更要注重反馈信息向教学行为的有效转化，形成以数据驱动教学优化的持续改进模式。经过长期跟踪教学干预的效果，该机制能够实现实验教学质量的螺旋式上升。

闭环反馈机制要构建多层级的信息传递以及响应路径。就拿某校化学实验教学来说，系统在分析学生实验数据时发现，超过60%的学生在酸碱滴定实验里存在终点判断滞后这个共同问题。这一诊断结果马上触发两级反馈：针对学生方面，系统自动推送终点判定的专项训练模块，其中有颜色比对练习和判定时机训练；面向教师方面，系统生成班级能力分析报告，建议增加终点判定要点的讲解示范。教师依照

这个反馈，在后续教学中特意加强了终点前“半滴操作”的演示，还组织学生进行判定练习。两周后的实验数据说明，学生终点判定的平均误差从0.15mL降低到0.08mL，教学改进效果得到量化验证。对于个别操作有险阻的学生，系统持续跟踪其进步情况，并且提供个性化的补充训练方案，保证每个学生可得到适合自己的提升路径。这种基于数据驱动的闭环反馈机制，使实验教学实现了从静态评价到动态优化的转变。依靠把诊断结果有效转化为具体的教学行动，并且持续跟踪改进效果，提高了学生的学习成效，也为教师的教学决策提供了科学依据，最终推动实验教学质量进入持续改进的良性循环。

## 4 结束语

本研究构建的高职化学实验能力精准评价模型借助AI辅助诊断，是信息技术与职业教育深度融合的有益尝试，此模型系统集成多种AI技术，旨在实现对实验教学评价范式变革——从模糊走向精准，从静态变为动态，从单一转为综合。然而该模型实际应用面临技术成本、教师数字素养、数据隐私与伦理等问题。未来研究将着重针对“酸碱中和滴定”“粗盐提纯”等具体实验项目开展模型实践验证与算法优化，探索与“1+X”证书制度、技能大赛等评价体系对接，形成可复制、可推广的高职化学实验智慧评价方案，为培养高素质技术技能人才帮助。

### 参考文献：

- [1] 高波. 基于“虚实结合”的高职化学实验混合式教学模式构建研究[J]. 内蒙古石油化工, 2023, 49(6):60-63.
- [2] 白紫兰, 孙晓晶, 李晓红, 等. 基于OBE理念的高职化学实验产教融合教学实践[J]. 中国医药科学, 2025(15).
- [3] 蔡胜平. 高职师范化学实验教学方法与手段的创新实践研究[J]. 时代人物, 2024(34):0241-0243.
- [4] 卢晓玲. 微课在高职《基础化学》实验教学中的应用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)教育科学, 2023(4):3.
- [5] 朱宝. 高职化学实验教学有效性提升路径研究[J]. 当代教育实践与教学研究(电子刊), 2024(16).
- [6] 梅应轩. 高职院校无机化学实验教学创新研究[J]. 知识窗(教师版), 2024(6):63-65.
- [7] 高波, 霍明明. 赛教融合视域下高职化工专业课程改革与实践研究[J]. 内蒙古石油化工, 2024, 50(2):69-72.

**作者简介:** 孙鑫(1981.12—), 男, 汉, 黑龙江, 讲师, 本科, 研究方向: 无机及分析化学、有机化学、生物化学、药品储存与养护。

**项目信息:** 数字智能技术赋能高职化学实验类课程教学评价策略研究(课题编号: LZJB2025JY016)。