DOI：10. 3969/j. issn. 2096-045X. 2026. 05. 002

·专题研究·

智慧教育赋能药物的波谱解析课程改革与实践

冯琦琦 彭 俊 樊宇琨 王耀楠 赵淑锐 赵 明 张筱宜*
（首都医科大学药学院，北京 100069）

【摘要】药物的波谱解析是药学、临床药学专业的核心主干课程，是培养学生药物结构鉴定、新药研发实践能力的关键教学载体。针对传统教学中教材内容更新滞后、大型精密仪器实训条件受限、学习支持体系单一、考核评价体系单一等现实问题，本研究以能力导向智慧学习平台为核心支撑，开展全流程教学改革与教学管理优化。依托平台统筹立体化教材、碎片化微课、四大光谱虚拟仿真实验、光谱图谱库等教学资源，构建个性化导学、全过程学习追踪、数据化能力评价、精细化教学管理的智慧教学模式，同步将课程思政融入教学全环节，有效破解大型仪器实训瓶颈，实现虚实融合与学练协同。教学实践表明，改革显著提升了学生的谱图解析与仪器操作核心能力，完善了药学课程教学资源与管理体系，为新医科背景下药学核心课程的智慧化改革提供了可复制的实践范式。

【关键词】药物的波谱解析；智慧教育；虚拟仿真实验；立体化教材；药学教育
【中图分类号】R917；G642 【文献标识码】A

Smart education empowers the curriculum reform and practice of Drug Spectrometric Identification

Feng Qiqi, Peng Jun, Fan Yukun, Wang Yaonan, Zhao Shurui, Zhao Ming, Zhang Xiaoyi*
(*School of Pharmaceutical Sciences, Capital Medical University, Beijing 100069, China*)

【Abstract】Drug Spectrometric Identification is a core course for pharmacy and clinical pharmacy majors, serving as a key teaching carrier to cultivate students' practical abilities in drug structure identification and new drug research and development. Aiming at the practical problems in traditional teaching, such as outdated textbook content, limited training conditions for large precision instruments, single learning support system, a one-dimensional assessment and evaluation system, this study carried out whole-process teaching reform and teaching management optimization with the competency-oriented intelligent learning platform as the core support. Relying on the platform to integrate three-dimensional textbooks, fragmented micro-lectures, four-spectra virtual simulation experiments, spectrum atlas and other teaching resources, an intelligent teaching mode featuring personalized guidance, whole-process learning tracking, digital ability evaluation and refined teaching management was constructed. Meanwhile, curriculum ideology and politics were integrated into the whole teaching process, which effectively solved the bottleneck of large-scale instrument training and realized the integration of virtuality and reality as well as coordination of learning and practice. Teaching practice shows that the reform has significantly improved students' core abilities of spectrum analysis and instrument operation, perfected the teaching resources and management system of pharmacy courses, and provided a replicable practical paradigm for the intelligent reform of pharmacy core courses under the background of new medical science.

【Keywords】Drug Spectrometric Identification; intelligent education; virtual simulation experiment; integrated teaching materials; pharmacy education

基金项目 2021年北京高等教育本科教学改革创新项目：国家级一流课程“药物的波谱解析”立体教材建设
第一作者 冯琦琦，博士，讲师，研究方向：药物化学。Email：fengqiqiccmu2016@ccmu.edu.cn
*通信作者 张筱宜，博士，教授，研究方向：药学教育、药物化学。Email：zhangdd@ccmu.edu.cn

在“健康中国2030”战略实施与新医科建设纵深推进的背景下，新药研发创新成为医药产业高质量发展的核心抓手，药学人才培养需紧密对接行业需求，强化药物结构确证、谱图解析、大型精密仪器操作等实践应用能力[1]。药物的波谱解析课程以紫外光谱、红外光谱、核磁共振谱、质谱四大光谱为核心教学内容，是药学、临床药学国家级一流本科专业建设的支撑课程，也是国家级一流课程建设的重点载体[2]，其教学质量直接关系到药学人才创新能力与职业素养的培育成效。

长期以来，该课程的传统教学模式存在诸多与现代医学教育发展不相适应的问题：①教材内容更新速度滞后于新药研发进展，经典理论与前沿实践结合不足；②核磁共振仪、质谱仪等大型精密仪器因造价高昂、科研任务繁重，本科生实践操作机会有限，实践教学难以达到技能培养目标[3]；③教学形式以课堂讲授为主，多元化学习支持体系缺失，学生自主学习效率偏低[4]；④考核评价以终结性理论考试为主，过程性评价与能力量化考核体系不完善，人才培养与岗位实际需求存在脱节[5]。更为关键的是，传统教学缺乏智能化教学管理与学习支撑平台，无法实现教学资源统筹、学习过程追踪、个性化导学与数据化评价，教学管理与人才培养的精细化水平不足。针对上述问题，本研究选取国家级一流课程“药物的波谱解析”开展教学改革，依托智慧学习平台统筹技术支撑与教学管理，构建立体化、智能化、实践导向的教学体系，探索新医科背景下药学核心课程的改革路径[6]。

1　传统教学的现实困境

1.1　教材内容更新滞后，实践教学载体不足

课程原有教材以基础理论与经典化合物谱图为主要内容，临床常用药物、自主知识产权新药、科研前沿化合物的谱图案例占比较低，教学内容与新药研发、药品检验等岗位实际工作场景契合度不足。教材仅以纸质载体呈现，缺乏数字化配套资源，且无智能化平台支撑资源调用与学习跟踪，难以满足学生多样化、个性化的学习需求，教学载体的单一性制约了教学效果的提升[7]。

1.2　大型仪器实践受限，教学安全与效率不足

四大光谱仪器操作是课程实践教学的核心环节，核磁共振仪、质谱仪等仪器设备造价高昂、维护成本高，且承担大量科研任务，可供本科生实操的课时与设备资源有限，学生多以观摩学习为主，难以开展系统性实操训练。学生课前缺乏操作练习渠道，对仪器流程与操作规范不熟悉，实操过程中易出现误操作，既存在仪器损坏的安全风险，也导致实践教学难以达成技能培养目标，且传统教学无法通过平台实现实践教学的预习、调度与复盘管理[8]。

1.3　学习支持体系单一，自主学习效率偏低

波谱解析课程知识点抽象、逻辑关联性强、重难点密集，传统课堂讲授模式无法兼顾不同知识基础学生的学习节奏，课后缺乏轻量化、可复用的学习资源支撑，更无智能化平台提供个性化学习指导。学生难以利用碎片化时间巩固核心知识点，自主学习的针对性与效率不足，知识理解与技能掌握的效果难以保障[4]。

1.4　考核评价体系单一，教学管理精细化不足

课程考核以期末理论笔试为主要方式，侧重于对理论知识记忆的考核，缺乏对谱图解析、仪器操作、实践应用等核心能力的过程性与量化评价，无法精准追踪学生能力成长轨迹。同时，传统教学管理依赖人工统计，缺乏数据化支撑，教学调度、资源配置、学情分析的精细化水平不足，人才培养的针对性与适配性难以满足行业需求[5]。

2　教改设计理念与目标

2.1　教改理念

本次教学改革基于医学教育管理与新医科建设要求[1]，坚持“以学生为中心、以能力培养为核心、以智慧平台为中枢、以虚实融合为路径”的

理念，将智慧学习平台作为教学管理、资源整合、个性化导学、过程评价、实践实训的核心载体，打通教学、学习、实践、评价、管理全流程，把教材建设、资源开发、虚拟仿真、教学实施与课程思政深度融入平台生态，推动理论教学与实践教学协同推进、课堂教学与课外拓展有机衔接、人才培养与岗位需求精准适配，全面提升课程教学管理的科学化、智能化与精细化水平[9]。

2.2 教改目标

围绕药学人才培养目标与课程教学需求，以智慧学习平台为核心构建智慧化课程教学与管理体系，实现教学资源统筹、个性化导学、过程化评价与数据化管理；依托平台完成立体化教材迭代升级与数字化呈现，补充临床与科研前沿谱图案例[7]；通过平台开发与推送碎片化微课资源，完善多元化学习支持体系；借助平台搭载四大光谱全系列虚拟仿真实验，突破大型仪器实践教学瓶颈[3]；依托平台实现学习行为追踪与能力量化评价，全面提升学生谱图解析与仪器操作能力，培养适配新药研发岗位需求的高素质创新型药学人才。

3 教改核心实施路径

本教改项目前期筹备始于2018年，团队同步开展虚拟仿真脚本编制、新版立体化教材编撰、四大光谱图谱库素材归集等资源建设工作。智慧学习平台于2022年完成开发上线，有效支撑药学专业线上实验教学；2024年，平台完成功能迭代完善，整套教学资源正式纳入课程教学大纲，全面投入本科课程教学实践。课程面向首都医科大学药学专业本科学生开设，每年总学时108学时，截至目前改革方案已完整落地实施3年。

3.1 以智慧学习平台为中枢，构建全流程智慧教学与管理体系

本次教改将能力导向智慧学习平台作为课程改革的核心支撑与管理中枢，搭建覆盖“课前-课中-课后”全环节的智慧教学生态，配套实践实训、过程评价与教学管理功能模块，彻底改变传统教学的碎片化、人工化管理模式，实现教学全过程的智能化调度与数据化管控[10]。

平台以“能力量化、成长可视化、培养个性化、人岗耦合化”为核心功能，内置智能导学、教学资源中枢、混合式学习记录、社交学习空间、数据中台五大核心模块，构建闭环式教学管理流程。课前，平台基于药学专业人才能力模型与知识图谱，自动分析学生知识基础，为每位学生生成个性化学习路径，精准推送预习微课、虚拟仿真预习任务与谱图案例素材，实现分层导学、因材施教；课中，教师依托平台实时调取立体化教材、谱图库、虚拟仿真操作视频等资源，开展互动式教学，同步记录学生课堂学习行为与互动数据；课后，平台自动推送巩固练习、谱图解析等实训任务，学生可通过平台完成虚拟仿真实操、微课回看、问题答疑，平台全程记录学习时长、任务完成度、实操准确率等数据。

平台作为教学资源中枢，统一整合立体化教材、微课视频、虚拟仿真实验、四大光谱图谱库、课程思政案例等所有教学资源，实现资源的分类管理、智能关联与一键调用，打破教学资源孤岛，让所有学习资源均通过平台精准触达学生。同时，平台的混合式学习记录模块可自动采集线上线下全维度学习数据，将学习行为转化为可量化的能力指标，生成学生个人能力画像与成长曲线，为教师开展学情分析、教学调整提供精准数据支撑[10]。

此外，平台搭建社交学习空间，支持师生答疑、同伴互助、学习经验分享，形成协作学习氛围；数据中台则为教学管理提供可视化统计报表，涵盖资源使用情况、学生学习进度、能力达标情况、实践实训完成率等核心指标，助力教学管理者实现精细化管理与数据驱动决策，真正实现“以平台管教学、以数据促提升”。

3.2 依托智慧学习平台迭代立体化教材，夯实实践教学载体

以岗位需求与实践应用为导向，并结合智慧学习平台的数字化呈现需求，本教学团队完成《药物的波谱解析》（第二版）编写与《药物的波谱

解析》双语实验教材定稿，将纸质教材全面数字化并嵌入智慧学习平台，构建“纸质+数字、平台承载、随学随用”的立体化教材体系。新版教材大幅补充临床一线药物、自主创新新药、科研前沿化合物的谱图案例，新增核磁二维谱教学内容，同步建立包含万余样品的新药与临床药物四大光谱图谱库，所有谱图案例、教材章节均与智慧学习平台知识点精准关联，学生可通过平台直接调取教材内容、对应谱图与解析案例，实现“教材学习+图谱实训”同步完成。

教材优化章节结构，增设知识点摘要突出教学重难点。实验教材同步更新仪器操作规范与虚拟仿真配套内容，采用双语编写适配国际化人才培养需求，所有教材内容均通过智慧学习平台，实现碎片化拆解、个性化推送，让教材从静态纸质载体转变为平台支撑的动态教学资源[11]。

3.3　借助智慧学习平台推送微课资源，完善多元化学习支持体系

针对课程知识点抽象、重难点突出的特点，围绕紫外光谱原理、红外特征峰解析、核磁共振谱图判断、质谱裂解规律等核心内容，开发轻量化微课资源，全部上传至智慧学习平台并完成知识点标签化关联。微课聚焦单一知识点，内容精练、讲解通俗，平台根据学生学习进度与能力短板自动推送对应的微课资源，学生可利用碎片化时间通过平台随时观看、反复学习，突破课堂时间限制。

该平台可记录学生微课学习时长、回看次数、知识点掌握情况，自动识别学生薄弱知识点并强化资源推送，完善“个性化推送、碎片化学习、全程化跟踪”的学习支持体系，有效提升学生自主学习的针对性与效率[4]。

3.4　基于智慧学习平台搭建虚拟仿真实验，突破大型仪器教学瓶颈

针对四大精密仪器实践教学的难题，将紫外光谱、红外光谱、核磁共振谱、质谱全流程虚拟仿真实验完整嵌入智慧学习平台，打造“平台预约-虚拟预习-实操训练-复盘巩固”的虚实融合教学模式[8,12]。虚拟仿真实验1∶1还原仪器结构、操作流程、参数设置、谱图采集全过程，学生通过智慧学习平台可随时登录开展实操练习，反复训练仪器操作、样品制备、数据采集等步骤，熟练掌握操作规范。

课程将虚拟仿真实验设为课前必修环节，学生通过平台完成虚拟操作并达标后，方可参与线下真机实操，平台自动记录虚拟实操成绩与操作规范度，大幅降低误操作导致的仪器损坏风险，提升真机实操效率与安全性。虚拟平台侧重基础技能训练，线下实操侧重谱图解析实战，二者通过智慧平台有机衔接，平台同步归集虚拟实操与真机实训数据，纳入学生过程性评价，全面提升学生实践能力[3]。

3.5　融入课程思政，依托智慧学习平台落实立德树人根本任务

将课程思政元素全面融入智慧教学平台的视频课程和思政案例阅读任务中，如我国人工合成胰岛素、青蒿素研发、自主新药突破等典型案例资源，与谱图解析知识点精准关联，学生在学习专业知识的同时，可同步学习思政案例，培育家国情怀、创新精神与严谨治学的职业素养。开展课程思政示范课建设与线上备课，将“健康中国”建设理念与药学人才使命担当融入教学各环节，实现专业知识传授与价值引领的有机统一[9]。

4　教改实施成效

本课程经过3年系统化教学改革后，“智慧平台+数字资源+虚拟实训+数据评价+思政融合”五位一体教学模式全面落地（图1），教学管理精细化水平显著提升[10-11]。

从学生学习效果来看，本研究对比2021级（改革前）与2023级（改革后）药学专业学生的学习成效，改革前学生仪器实操考核平均分仅65.3分，期末理论平均分为72.6分；改革实施后，实操平均分提升至81.7分，理论平均分达84.2分，两项考核平均分涨幅均超12分。平台后台2023—2025学年统计数据显示学生年均自主观看微课800余次，完成虚拟仿真实训240余人次，自主学

习活跃度大幅提高。两届学生参与全国药学实验技能竞赛和北京市大学生化学竞赛，累计斩获国赛一等奖1项、二等奖2项；北京市赛特等奖2项、一等奖3项、二等奖5项。课程思政落地效果：平台思政案例学生完成阅读率98.7%，213份有效学生问卷显示，94.2%的学生认为课程提升了药学职业认同感，学生科研严谨性、家国情怀自评得分较改革前提升21.3%。在资源建设层面，本课程建成包含1 200份药物样品的四大光谱图谱库，开发配套微课46个，完成新版纸质教材与双语实验教材定稿，全部资源面向本校药学、临床药学本科学生免费开放。教师教学成果同步产出：教改团队累计发表教学论文7篇，获得北京市教学成果二等奖1项、市级教师教学创新大赛一等奖1项。依托平台学情数据，教师可精准定位学生图谱解析的共性误区，教学调整更具针对性。

本课程作为国家级一流课程，所形成的智慧学习平台支撑下的药学核心课程改革模式，为全国药学核心课程改革提供了可复制的实践经验，平台搭载的虚拟仿真实验、光谱图谱库等资源具备校际共享价值，有效推动区域药学教育质量的整体提升[13]。

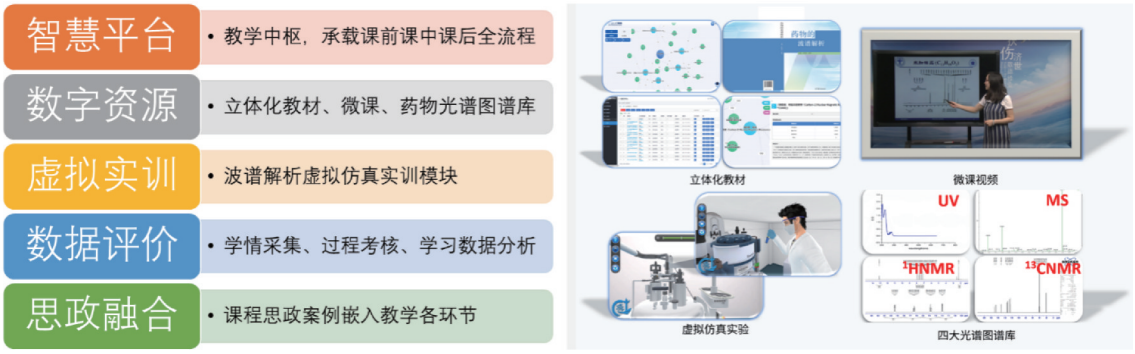


图1 “五位一体”智慧教学模式及数字资源模块

5 结 语

依托智慧平台开展的药物的波谱解析教学改革虽搭建了虚实结合教学模式，但仍需结合课程特色与本科生学习短板持续优化。本课程核心是紫外光谱、红外光谱、核磁共振谱、质谱联用推导药物结构，也是本科生近距离接触大型仪器的专业课；学生大多只能单独解读单张图谱，不会串联多谱信息完成完整结构推导，线下真机实操课时有限，图谱判读还频繁出现同类基础错误。后续优化将针对性解决本科阶段学习难点：①开发适配本科生的图谱纠错AI工具，针对学生混淆特征峰、记错裂解规律等高频问题实时提示；②由浅至深地更新虚拟仿真实训案例，从简单小分子延伸至临床新药，训练学生多谱联用分析思路；③持续补充本科配套图谱习题，结合平台积累的学生学习数据调整课堂重难点，同时开放图谱库、仿真实训资源供其他院校共用，形成适配药学本科教学的波谱解析数字化教学方案。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献声明 冯琦琦：论文撰写；彭俊：教学数据采集，统计分析；樊宇琨：案例搜集，分类整理；王耀楠、赵淑锐：素材收集与整理；赵明：教改方案设计与实施；张筱宜：研究指导，论文修改与定稿。

参考文献

[1] 高皓诗，陈晓颖. 创新型跨学科融合导向——人工智能时代下药物分析教学模式探索[J]. 高等药学教育研究，2026(1)：16-22.

[2] 教育部. 教育部关于公布首批国家级一流本科课程认定结果的通知[EB/OL]. (2020-11-30)[2026-07-20]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202011/t20201130_502502.html.

［3］ 王意，薛涛，李方，等. 基于实践育人和创新人才培养的高校大型仪器平台建设[J]. 实验科学与技术，2023，21(3)：150-156.
［4］ 张晗，陈廷，马群，等. 智慧教学环境下医学类课程混合式教学模式的实践[J]. 中国医学教育技术，2024，38(4)：493-497.
［5］ 冯琦琦，王耀楠，杨一帆，等. 药物的波谱解析实验课教学的改革与实践[J]. 继续医学教育，2021，35(10)：16-18.
［6］ 教育部. 教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见[EB/OL]. (2018-10-17)[2026-07-20]. http://www. moe. gov. cn/srcsite/A08/s7056/201810/t20181017_351887. html.
［7］ 李锋，盛洁，黄炜. 教育数字化转型的突破点：智能教材的设计与实现[J]. 华东师范大学学报（教育科学版），2023，41(3)：101-109.
［8］ 侯梦雨，冯琦琦，吴东旭，等. 药物波谱解析教学改革[J]. 药学教育，2020，36(5)：51-53，63.
［9］ 李君，钮松召，于姝燕，等. 药学类研究生波谱解析课程思政融入路径探索[J]. 药学教育，2025，41(3)：47-50.
［10］ 崔兆涵，周辰宇，郑美玲. 知识图谱赋能医学院校公共管理智慧课程建设：需求、图景与路径[J]. 科教文汇，2025(20)：90-94.
［11］ 冯琦琦，樊宇琨，曹江昊，等. “药物的波谱解析”课程思政建设探讨[J]. 高等药学教育研究，2025(2)：13-18，43.
［12］ 杨一帆，王玉记，蒋方一，等. 药学安全虚拟仿真实验教学平台的建设与应用效果分析[J]. 中国医学装备，2020，17(10)：158-162.
［13］ 张冰，张晓朦，林志健. 国家级中药学课程思政示范课建设经验与实践[J]. 药学教育，2022，38(6)：19-22.

（收稿日期：2026-06-10，修回日期：2026-07-24）
（本文编辑：闫红）

开放获取　本文使用遵循知识共享 署名-非商业性-禁止演绎 4.0 协议（CC BY-NC-ND 4.0），详细信息请访问 https://creativecommons. org/licenses/by-nc-nd/4.0/。

OPEN ACCESS　This article is licensed for use under Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Deed（CC BY-NC-ND 4.0）. For more information，visit https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.