·教育与争鸣·

基于知识图谱的“药物分析”AI课程建设与实践

刘 正[1,2]，邓 涛[1,2]，杨 彬[1,2]，郑兆广[1,2]，罗文汇[3]，徐东升[4]，孙平华[5]，郭嘉亮[1,2,4]，曾煦欣[1,2]

1. 佛山大学医学部中国中药现代产业学院（广东佛山 528225）
2. 佛山市药学会（广东佛山 528000）
3. 广东一方制药有限公司（广东佛山 528244）
4. 暨南大学药学院（广州 510632）
5. 石河子大学药学院（新疆石河子 832003）

【摘要】目前，人工智能（artificial intelligence，AI）技术已成为高等教育教学的前沿热点技术，也是深化高等教育发展和变革的重要力量。“药物分析”是药学专业的专业课程之一，主要讲述药物质量控制的方法和技术，注重验证性技术性知识的传授。佛山大学“药物分析”课程教学团队结合人才培养目标和生物医药行业需求，依托超星学习通平台的AI助教功能，构建了“课程目标层+理论体系层+实际工作层+教学资源层”的四维课程知识图谱，初步建立以能力图谱为主导、思政图谱为引领、知识图谱与问题图谱为支撑、AI助教为驱动的“知识-能力-素养”AI课程图谱矩阵，以实现“药物分析”课程资源智能化建设。“药物分析”AI课程建设成效良好，显著提升了学生的学习主动性和学习效果，对药学专业其他课程的建设提供了参考。

【关键词】药物分析；知识图谱；人工智能；药学；课程建设

【中图分类号】G 64 **【文献标识码】**B

Construction and practice of "Pharmaceutical Analysis" AI curriculum based on knowledge map

LIU Zheng[1,2], DENG Tao[1,2], YANG Bin[1,2], ZHENG Zhaoguang[1,2], LUO Wenhui[3], XU Dongsheng[4], SUN Pinghua[5], GUO Jialiang[1,2,4], ZENG Xuxin[1,2]

1. Modern Industry College of Traditional Chinese Medicine, School of Medicine, Foshan University, Foshan 528225, Guangdong Province, China
2. Foshan Pharmaceutical Association, Foshan 528000, Guangdong Province, China
3. Guangdong Yifang Pharmaceutical Co. Ltd., Foshan 528244, Guangdong Province, China
4. College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou 510632, China
5. School of Pharmacy, Shihezi University, Shihezi 832003, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China
Corresponding authors: GUO Jialiang, Email: janalguo@126.com; ZENG Xuxin, Email: adhesion2002@163.com

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202510016
基金项目：广东省本科高校教学质量与教学改革工程项目高等教育教学改革项目（粤教高函〔2023〕4号第947项、粤教高函〔2024〕30号第1061项）；广东省本科高校质量工程项目（粤教高函〔2024〕30号第406项）；广东省课程思政改革示范项目（粤教高函〔2024〕27号第58项）；广东省教育科学规划课题（高等教育专项）（2023GXJK473、2024GXJK662、2025GXJK0531）
通信作者：郭嘉亮，博士，教授，博士研究生导师，Email：janalguo@126.com
曾煦欣，博士，副教授，硕士研究生导师，Email：adhesion2002@163.com

【Abstract】Currently, artificial intelligence (AI) technology has emerged as a cutting-edge and hot technology in higher education, serving as a vital force in deepening the development and transformation of higher education. "Pharmaceutical analysis" is one of the professional courses in the field of pharmacy, mainly covering methods and techniques for drug quality control, and emphasizing the imparting of confirmatory technical knowledge. The "Pharmaceutical Analysis" teaching team in Foshan University aligning with the talent development objectives and the demands of the biomedical industry, has relied on the AI assistant function of the Superstar Learning Platform to construct a four-dimensional course knowledge map of "course objective layer, theoretical framework layer, practical operation layer, and teaching resource layer", and to initially establish an AI-driven "knowledge-competency-literacy" course knowledge map matrix dominated by ability map, led by ideological and political map, supported by knowledge map and problem map, and driven by AI teaching assistant, in order to achieve intelligent construction of the Pharmaceutical Analysis course resources. The construction of "Pharmaceutical Analysis" AI curriculum has yielded positive outcomes and significantly enhanced students' learning initiative and effectiveness, while providing a reference for the construction of other courses in the pharmacy major.

【Keywords】Pharmaceutical analysis; Knowledge map; Artificial intelligence; Pharmacy; Course construction

近年来，人工智能（artificial intelligence，AI）技术的飞速发展引发了新一轮科技革命，给包括高等教育在内的多个领域带来新的机遇与挑战[1-2]。AI已成为高等教育的前沿热点技术，也是赋能高等教育发展和变革的重要力量[3]。2025年1月，中共中央、国务院印发的《教育强国建设规划纲要（2024—2035）》明确提出“促进人工智能助力教育变革”[4]。教育部等九部门《关于加快推进教育数字化的意见》指出，以教育数字化为重要突破口，开辟教育发展新赛道和塑造发展新优势，全面支撑教育强国建设[5]。

“药物分析”是药学专业的专业课程之一，主要讲述药物的结构、性质、鉴别及质量控制等内容[6]。药物分析贯穿新药研发、药品生产、流通和使用各个环节，覆盖药物“发现-研发-质量控制-临床监测与跟踪”的全产业链。因此，高水平的“药物分析”课程是培养高素质药学人才的关键环节[7]。然而，“药物分析”课程教学存在知识体系陈旧、智能化水平不高、授课过程与评价体系单一、学生学习参与度低的问题。随着AI成为高等教育新范式和新实践的应用方向，我校“药物分析”课程团队开启了基于AI的“药物分析”课程建设探索，依托超星学习通平台建立能力图谱、思政图谱、知识图谱、问题图谱四维知识体系，以期实现“药物分析”课程资源智能化建设，探索新的课堂教学模式，提升学生的学习主动性与积极性。

1 课程教学存在的问题

1.1 教学过程强调技术性，价值引领弱

立德树人是高等教育的根本任务。近年来，课程思政越来越受到重视，“药物分析”课程团队在教学实践中已进行过有益探索[8]，但效果仍有待加强。一方面，传统“药物分析”课程以“服务支撑”为核心，以“技”为落脚点，重点关注药品质量控制的方法和技术，教师的首要教学目标与任务是学生对相关知识和技能的掌握程度，因此对课程思政的重视程度不足；另一方面，如何实现价值引领的有机融入，达到春风化雨的效果，对教师而言具有一定挑战性。

1.2 课程体系注重验证性，知识体系窄

“药物分析”课程体系以《中国药典》为基础，关注药品检验工作的基本程序、药物鉴别、药物杂质检查、药物含量测定与分析方法验证等内容[6]，侧重点在已上市化学药物的质量控制，注重验证性思维的培养。近年来，我国生物医药的飞速发展极大拓展了药物分析的范畴。目前，“药物分析”课程已无法满足产业发展需求。课程体系与医学和生物等学科融合度较低，学生缺乏全局性视野；更多强调“生产”环节，而对药物“发现–研发–质量控制–临床监测与跟踪”全过程的分析不够。因此，“药物分析”课程教学

应拓展新方法的开发与应用，并关注与生命科学深度结合的新型分析模式。

1.3 教学手段与考核方式单一，产业导向差

“药物分析”是一门综合性较强的交叉课程，上承分析化学和仪器分析，同时与有机化学、药物化学、药剂学、中药制剂分析等课程密切相关。这要求教师具有较强的综合运用多学科知识的能力，且能够在理论与实践之间进行有效转换和应用[9]。然而，在实际教学中，一方面，由于教师专业背景的差异，往往不能很好地实现各课程相关知识点的串联和网络化，导致学生知识体系的割裂，各学科知识点零散而不能实现有机统一。例如在讲授药物的性质和鉴别时，未结合有机化学相关官能团的性质来判别药物的特征反应，导致学生机械地记忆相关知识点，不能做到融会贯通。另一方面，教师课堂教学侧重于“教”，满堂灌的教学方式导致师生互动缺乏，学生学习积极性与主动性受挫[10]。这也导致学生普遍反映课程知识点多、杂，课程枯燥、学习困难、时间和精力花费多，但学习成效不显著。此外，传统教学手段和课程知识体系已无法满足学科与产业发展需求，导致知识链、产业链、创新链严重脱节，尤其是难以满足与产业化导向相适应的高质量应用型人才培养的需求。

2 “药物分析”AI课程建设

2.1 总体思路

本轮课程建设依托超星学习通智慧教学平台，围绕“知识-能力-素养”的人才培养目标，构建课程思政图谱，实现价值引领。结合微课视频、教学视频、练习题等教学资源，构建知识图谱、问题图谱与能力图谱等图谱矩阵，建立“师-生-机”三元交互的课程教学新范式，见图1。基于AI的课程可以为学生个性化、自主化学习提供平台与资源，教师也能灵活运用教学资源，根据知识图谱和问题图谱采用合适的教学手段，以成果导向教育（outcome based education，OBE）理念为依据，结合能力图谱建立多元评价体系。同时，学生自主学习和教师教学实践的效果可以进一步指导AI课程体系的完善与改进。

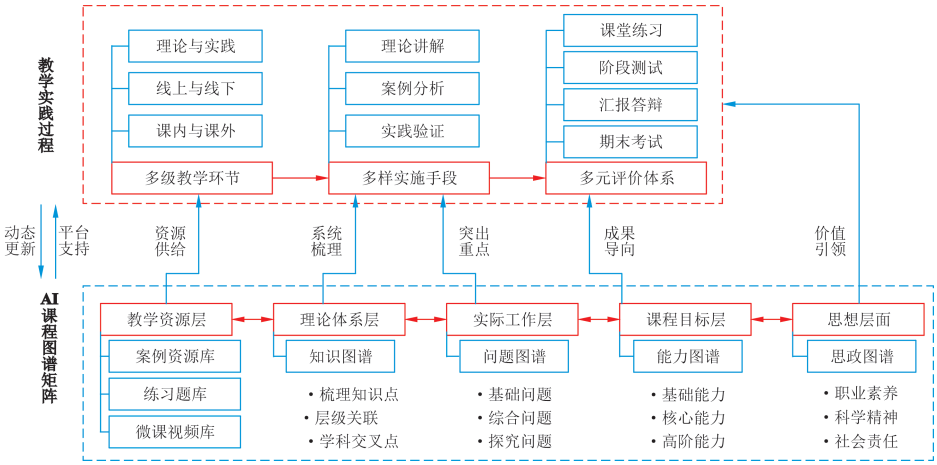


图1 “药物分析”课程建设整体思路

Figure 1. The overall framework for the construction of "Pharmaceutical Analysis" curriculum

2.2 建设内容和举措

2.2.1 融入OBE理念，建立能力图谱

OBE理念以学生预期的学习产出为中心组织实施和评价教学各环节[11]。与传统教学模式相比，基于OBE理念的教学模式有利于培养复合型、综合型、应用型药学人才[12-14]。在本轮课程建设中，教学团队从OBE理念出发，细化“药物分析”课程目标，设定成果导向主线，改革课程评价方式，推动全过程、多模态的考评。依托超星学习通的实时监测功能，融入OBE理念，建立“药物分析”课程能力图谱（图2），构建课程目标达成情况评价体系。通过平台的数据采集与分析功能，及时对未完成课堂教学目标的学生个案进行预警，同时教师针对性改进教学方法，加强对学生的个性化指导，形成“设计-实施-评价-改进”闭环，确保每个学生均能有效达成课程目标。此外，依据AI课程的过程化运行数据，快速生成课程目标达成报告，实现精准教学。

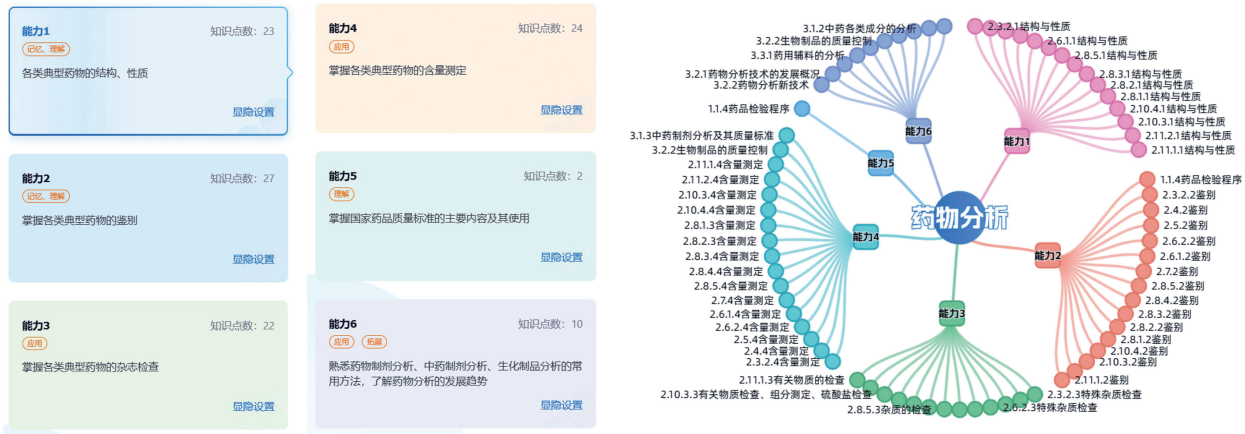


图2 “药物分析”课程能力图谱

Figure 2. The competency map of "Pharmaceutical Analysis" curriculum

2.2.2 强化价值引领，构建思政图谱

专业课教师开展课程思政的能力有限是高校专业课程思政的难点之一[15]。在课程建设中，教学团队以“家国情怀、使命担当、科学精神、人格品质”四大思政要素为引领，深入挖掘各章节知识点的思政元素（表1），再以此反溯药物研发、生产、流通、使用的真实案例，构建思政图谱，从而实现课程目标和思政目标的有机融合。例如，在中药分析章节中，通过介绍佛山地区作为“岭南药祖”“广东成药之乡”的辉煌历史，以及经典佛药“保济丸”“抱龙丸”“冯了性风湿跌打药酒”等佛山地区经典中成药，树立学生对中医药文化的认同感，强化民族文化自信；通过介绍传统中医药升级转型面临的实际难题和医药产业“大而不强”的现状，启发学生的家国情怀和使命担当；通过介绍现代药物分析技术的发展前沿和应用，特别是结合我校药学团队在中药质量控制方面的科研成果，引导学生养成求真务实、积极探索的科学态度。通过在各个重要的知识节点有机融入思政内容，在讲授专业理论知识的同时培养学生文化自信、勇于探索、严谨细致、忠于职守等精神，实现“润物无声、落地有声”的课程思政教育。

表1 部分章节的主要课程思政点

Table 1. The curriculum ideology and politics points of specific chapters

板块	章节名称	主要课程思政点
通论	第一章 绪论	结合近年假疫苗等热点事件，阐明药物分析和质量控制的重要意义
	第二章 药物的鉴别	结合近年来发生的五指毛桃与钩吻混淆事件、贵重中药造假事件等，阐明开展严格、细致的药品质量控制的重要意义
各论	第一章 羧酸及其酯类药物的分析	结合阿司匹林片剂的两步滴定法实验，培养学生严谨细致、精益求精的专业素养
	第二章 芳香胺类药物的分析	结合麻黄碱/伪麻黄碱的制药、制毒两面性，引导学生树立正确的价值观
	第三章 巴比妥与苯二氮䓬类药物分析	结合精麻类药物的管理与药物滥用的危害，引导学生正确认识药物的两面性，培养辩证思维
	第六章 喹啉与青蒿素类药物的分析	弘扬屠呦呦等我国药物工作者在青蒿素研发过程中不畏艰险、勇于奉献、精益求精的精神
	第七章 莨菪烷类药物的分析	介绍莨菪碱类药物的来源及其在传统中医药中的应用，增强学生对传统医药文化的认同感
	第十章 抗生素和合成抗菌药的分析	以老一辈药学家筚路蓝缕，独立自主生产第一批青霉素的事迹，激发学生独立自主、不畏困难的开拓意识
拓展	第一章 中药分析	结合佛山本地中成药企业的悠久历史和发展现状，培养学生的民族文化自信和责任意识，激发学生投身中药现代化的热情
	第二章 生物制品分析	结合近年人血白蛋白造假事件及危害，培养学生树立正确的人生观与价值观
	第四章 药物分析的发展趋势	结合我校教师在药物分析领域取得的成绩和药物分析的前沿进展，培养学生终身学习、开拓创新的意识

2.2.3 以问题图谱为指导，建立知识图谱网络

针对教学过程中学生学习目标不明确、学习思路不清晰等问题，教学团队根据教学目标与能力要求，结合课程结构，依据11个知识点初步构建了8个问题图谱，包括2个与课程对应的全局层问题、2个从概念角度对课程教学内容分解的概念层问题以及4个从过程方法角度对章教学内容分解的方法层问题，见图3。在课前预习环节，学生提前通过问题图谱明确每堂课的具体学习内容和学习重难点，从而优化课堂学习过程，提高学习效率。

针对“药物分析”课程知识点琐碎的问题，以问题图谱为指导，以OBE理念为基础，对“药物分析”课程内容进行归纳梳理，构建了“通论-各论-拓展”三大知识板块，见图4。通论知识板块下设有绪论、药物的鉴别、药物杂质检查和药物含量测定等一级知识点；各论知识板块下主要是十一类传统化学药物的具体分析方法；拓展知识板块主要是中药、生物药、用药辅料的分析和学科前沿进展。以通论知识板块下的一级知识点“药物杂质检查”为例（图5），下分药物的杂质与限量、一般杂质的检查和特殊杂质的检查3个二级知识点，各二级知识点再细分多个三级



图3 “药物分析”课程问题图谱

Figure 3. The problem map of "Pharmaceutical Analysis" curriculum

注：由于问题图谱内容较多，仅展示部分内容。

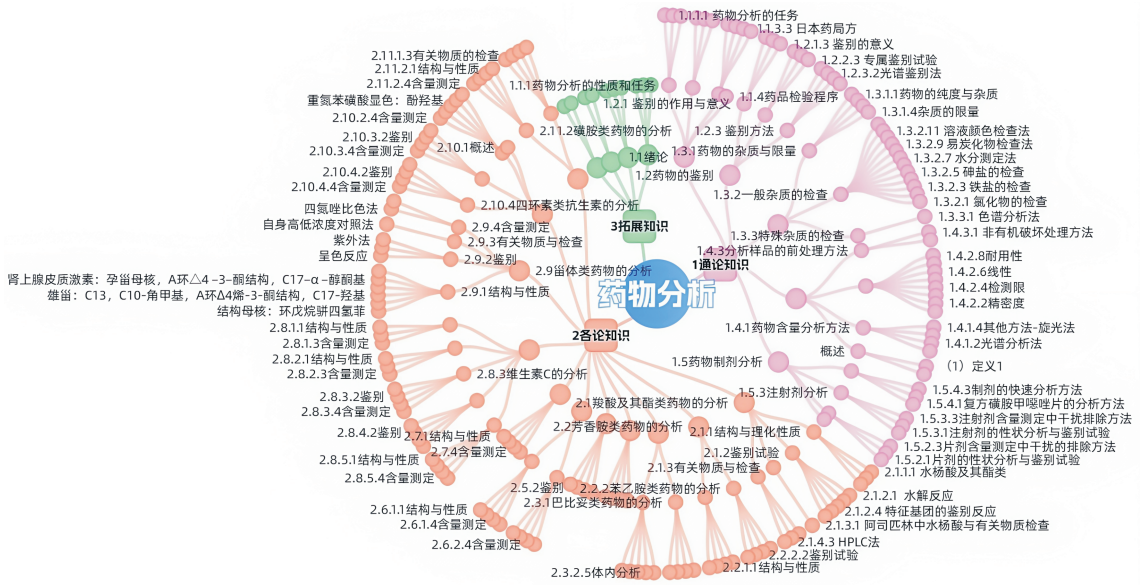


图4 “药物分析”课程知识图谱

Figure 4. The knowledge map of "Pharmaceutical Analysis" curriculum

知识点，部分三级知识点下还可分出若干四级知识点，由此组成以“药物杂质检查”为主题的知识网络。同时，构建不同板块知识点之间的连接网络。例如各论知识板块下的三级知识点“芳胺类药物的分析”下的“特殊杂质检查”四级知识点包括了对氨基苯甲酸类杂质、2,6-二甲基苯胺及其他杂质的检查，与通论知识板块下的四级知识点“杂质的来源”“药物杂质类型”“薄层色谱法”“高效液相色谱法”的内容密切相关。学生通过知识图谱的联接，可快速定位至相关知识节点及对应的学习资源，有助于精准把握课程的整体脉络与知识关联性，及时疏通“学习堵点”，最大限度满足其个性化学习需求。

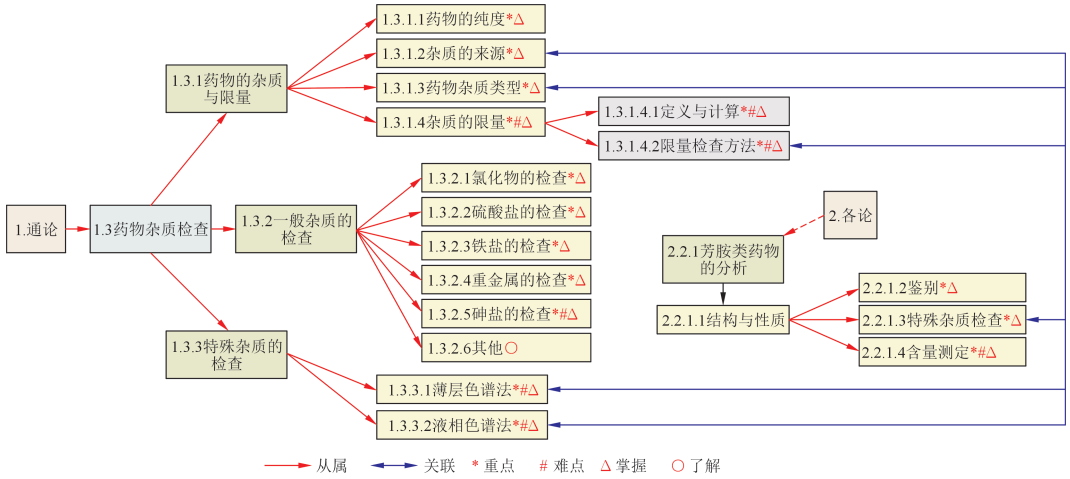


图 5 药物杂质检查教学主题设计示意图

Figure 5. The schematic diagram of the teaching module on drug impurity analysis

2.2.4 AI 赋能教学全场景

教学团队根据知识板块与节点向超星 AI 助教提出问题，并对答案的准确性和深度提供反馈，持续优化 AI 模型，逐步提高其智能化和精准度。同时借助 AI 智能通和 AI 学情分析，及时掌握学生的学习动态和成效，为教师和学生提供个性化的教学支持。此外，教学团队并未局限于超星 AI 助教平台，而是综合运用 DeepSeek、Kimi、豆包、文心一言等多个 AI 工具，全面赋能“药物分析”课程教学全场景，覆盖从课程设计到课堂互动的各个环节，优化教学流程，提升教学质量与效率。通过智能推荐、自动化出题和实时互动等功能，为课程各个环节提供了强大支持，使得教学更加精准、高效和个性化，从而推动学生创新思维的培养。

3 课程实践与成效

教学团队前期构建了“药物分析”全闭环网络教学模式，为 AI 课程的建设打下了坚实的实践基础[16]。教学团队基于 OBE 理念，以预期的学习成果为目标，建设课程资源，充分发挥学生的主体作用，AI 课程贯穿课前预习、课堂学习、课后复习全过程，实现线上线下混合教学（图 6）。课前阶段，教师根据教学大纲和计划设定课程学习任务。学生接受任务后主动学习，完成课前预习。学生借助目标图谱了解章节学习目标，利用问题图谱了解章节学习难点和重点，结合知识图谱实现自主化学习。同时，通过关联各类微课视频、技能知识点拓展资料、知识点相关其他课程视频等，将知识点进行学科内的前后串联和跨学科的横向发散，建立知识点跨学科的纵向知识脉络和横向知识网络，做到“知其然，知其所以然”。课堂学习阶段，教师通过课前学习任务大数据，如知识点掌握情况、知识点热度、学生完成情况等，了解学生对知识点的掌握情况，结合超星平台的 AI 教学手段，如 AI 在线测试等，针对性调整课堂教学内容。同时，超星平台 AI 课程系统可根据学生的掌握情况，利用知识图谱和大数据智能化推荐需要学习或补充的知识点及相关资源，实现个性化学习。课后阶段，学生对照能力图谱和问题图谱查漏补缺，结合课程关联的题库资源，进行知识点掌握情况的自测自评。教师结合自测自评的统计情况，进行针对性的答疑解惑。

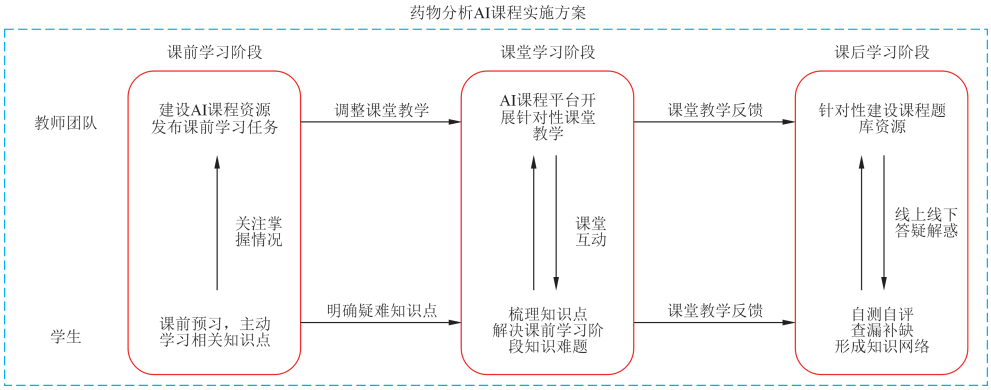


图6 “药物分析”AI课程的实施

Figure 6. The practice of "Pharmaceutical Analysis" AI curriculum

目前，教学团队构建了多层次的课程知识图谱，共包含知识点215个、关联试题1 000道，同时关联微课视频、技能知识点拓展资料、教学课件、课堂实录等学习资源107个，视频类教学资源总时长超1 000分钟。通过知识图谱，可有效关联各大知识点，实现“点状”知识之间的“网状”关联可视化，使碎片化、颗粒化的知识点得以系统化、网络化；同时打通与药剂学、药物化学、天然药物化学、生药学、仪器分析、分析化学、波谱解析等专业课程间的壁垒，实现课程群知识点的系统衔接，帮助学生通过线上课程资源的学习构建完整的知识体系，进而提升学习效果。

“药物分析”AI课程于2024—2025学年在我校2022级本科药学专业上线，开展了16周的线上线下混合教学。2022级药学专业学生共64人，学习覆盖率为100%，章节总学习活动2 890次；发布课堂讨论4次，参与人次199人；发布课后习题9次，平均完成率96%，平均得分82.7分；知识点学习的平均完成率和掌握率分别为98%与83%。课程考核体系涵盖课前预习、课堂学习和课后复习全过程，课程分数由建设前69.9分提高到75.9分，卷面考试80分以上人数比例由建设前的15%上升到37.5%，60～69分数段由40%降低至28.1%。课程目标达成度报告表明，学生课程整体目标完成度为88%。结果表明，“药物分析”AI课程实现了课程资源智能化建设，极大地提高了学生的学习兴趣和效果。

4 结语

“药物分析”是一门综合性强、知识点杂的应用性课程，融合分析化学、有机化学、仪器分析、药物化学、药剂学等多门课程知识，是药学专业的教学难点。AI课程的引入为“药物分析”课程教学提供了全新的视角和可能性。教学团队基于我校创新型、应用型人才培养目标，紧扣当前生物医药产业需求，综合教学大纲对学生知识和能力的考核要求，依托超星学习通AI助教平台构建了“课程目标层+理论体系层+实际工作层+教学资源层”的四维课程知识图谱。在此基础上，初步建立以能力图谱为主导、思政图谱为引领、知识图谱与问题图谱为支撑、AI助教为驱动的“知识-能力-素养”AI课程图谱矩阵，实现了“药物分析”课程的智能化建设。这对其他药学类专业课程的教学具有一定的借鉴意义。在未来教学实践过程中，应结合实践效果和学生反馈不断完善课程建设，多层次地推动AI和专业技能传授的深度融合，培养符合产业需求的优秀药学人才。

参考文献

1 张雁, 周卉, 王馥君, 等. 学为中心:中山大学人工智能赋能卓越本科教育教学的探索与实践[J]. 高教学刊, 2025, 11(19): 42-45, 50. [Zhang Y, Zhou H, Wang FJ, et al. Learning-centered: exploration and practice of artificial intelligence empowering excellent undergraduate education and teaching in Sun Yat-sen University[J]. Journal of Higher Education, 2025, 11(19): 42-45, 50.] DOI: 10.19980/j.CN23 1593/G4.2025.19.010.

2 张应腾, 徐晶晶. AI大模型赋能高等教育的路径探索[J]. 科教文汇, 2025, (12): 1-5. [Zhang YT, Xu JJ. Exploration of the path of large-scale AI models empowering higher education[J]. Journal of Science and Education, 2025, (12): 1-5.] DOI: 10.16871/j.cnki.kjwh.2025.12.001.

3 张孟杰, 王非凡. 生成式人工智能应用于高等教育的场景、风险挑战及建议[J]. 当代教育论坛, 2025, (5): 23-30. [Zhang MJ, Wang FF. Scenarios, risks, challenges and suggestions of generative artificial intelligence in higher education[J]. Forum on Contemporary Education, 2025, (5): 23-30.] DOI: 10.3969/j.issn.1671-8305.2025.05.003.

4 中共中央, 国务院.《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》[EB/OL]. (2025-01-19)[2025-08-10]. https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_11846/202502/content_7002799.html.

5 教育部, 中央网信办, 国家发展改革委, 等. 教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见[EB/OL]. (2025-04-11)[2025-08-10]. https://www. gov. cn/zhengce/zhengceku/202504/content_7019045.htm.

6 杨彬, 曾煦欣, 邓涛, 等. 产业导向下基于OBE理念的药物分析课程改革与探索[J]. 海峡药学, 2025, 37(3): 53-56. [Yang B, Zeng XX, Deng T, et al. Exploration on curriculum reform of pharmaceutical analysis based on the OBE theory under the industrial-orientation[J]. Strait Pharmaceutical Journal, 2025, 37(3): 53-56.] DOI: 10.3969/j.issn.1006-3765.2025.03.012.

7 张爱丰, 赵文, 郭嘉亮, 等. “双链”融合创新教学模式下的药物分析实验教学改革[J]. 基础医学教育, 2017, 19(8): 601-604. [Zhang AF, Zhao W, Guo JL, et al. Experiment teaching reform of pharmaceutical analysis based on"double-chain"fusion teaching model[J]. Basic Medical Education, 2017, 19(8): 601-604.] DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2017.08.13.

8 周海波, 曾煦欣, 李海燕, 等. 基于“全人教育”的药物分析课程思政改革[J]. 药学教育, 2022, 38(2): 18-21. [Zhou HB, Zeng XX, Li HY, et al. Ideological and political reform of pharmaceutical analysis course based on holistic education[J]. Pharmaceutical Education, 2022, 38(2): 18-21.] DOI: 10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2022.02.012.

9 贺敏, 潘浪胜, 张晓文, 等. 人工智能在制药工程专业药物分析课程的教学探索[J]. 广东化工, 2024, 51(15): 203-205. [He M, Pan LS, Zhang XW, et al. Exploration of artificial intelligence in pharmaceutical analysis course of pharmaceutical engineering specialty[J]. Guangdong Chemical Industry, 2024, 51(15): 203-205.] DOI: 10.3969/j.issn.1007-1865.2024.015.070.

10 宛春雷, 杜宇清, 孙晓薇, 等. 多种教学方法相融合的药物分析课程教学和实践改革探究[J]. 牡丹江大学学报, 2025, 34(5): 90-96. [Wan CL, Du YQ, Sun XW, et al. Investigation on the teaching and practice reform of drug analysis course by integrating multiple teaching methods[J]. Journal of Mudangjiang University, 2025, 34(5): 90-96.] DOI: 10.15907/j.cnki.23-1450.2025.05.012.

11 朱玲, 杜斌, 张振中. OBE教育理念下“药物分析实验”课程思政实施与评价[J]. 教育教学论坛, 2025, (23): 21-24. [Zhu L, Du B, Zhang ZZ. Implementation and evaluation of ideological and political education in drug analysis experimental courses under the OBE concept[J]. Education and Teaching Forum, 2025, (23): 21-24.] DOI: 10.20263/j.cnki.jyjxlt.2025.23.033.

12 鄢菁莹, 邓雅琼, 吴双双, 等. 基于OBE理念的药物分析课程思政设计与实践[J]. 中国中医药现代远程教育, 2023, 21(22): 173-176. [Yan JY, Deng YQ, Wu SS, et al. The design and practice of curriculum ideology and politics in pharmaceutical analysis based on the OBE concept[J]. Chinese Medicine Modern Distance Education of China, 2023, 21(22): 173-176.] DOI: 10.3969/j.issn.1672-2779.2023.22.053.

13 刘静, 李威, 顾相伶, 等. 基于成果导向的药物分析课程混合式教学研究[J]. 药学教育, 2023, 39(2): 69-72. [Liu J, Li W, Gu XL, et al. Research on the blended teaching design of pharmaceutical analysis course based on the concept of outcomes-based education[J]. Pharmaceutical Education, 2023, 39(2): 69-72.] DOI: 10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2023.02.004.

14 高晓霞, 陈晓颖, 宋粉云. OBE模式下“药物分析”课程教学改革的探索与实践[J]. 教育教学论坛, 2022, (34): 57-60. [Gao XX, Chen XY, Song FY, et al. Exploration and practice on teaching reform of pharmaceutical analysis course based on OBE educational mode[J]. Education and Teaching Forum, 2022, (34): 57-60.] https://d. wanfangdata. com. cn/periodical/CiBQZXJpb2RpY2FsQ0hJU29scjkyMDI2MDcyNzAzMTgxMhIPanlqeGx0MjAyMjM0MDEzGgg3M2h3OXpkeA%3D%3D

15 麻秋娟, 吴明侠, 张娟, 等. 在药物分析课程中开展课程思政的探讨[J]. 中国教育技术装备, 2019, (19): 110-111, 124. [Ma QJ, Wu MX, Zhang J, et al. Exploration on ideological and political education in pharmaceutical analysis course[J]. China Educational Technology & Equipment, 2019, (19): 110-111, 124.] DOI: 10.3969/j.issn.1671-489X.2019.19.110.

16 刘正, 杨雄辉, 冼少华, 等. 新冠疫情下《药物分析》全闭环式网络教学的探讨与实践[J]. 海峡药学, 2022, 34(3): 109-113. [Liu Z, Yang XH, Xian SH, et al. Exploration and practice on the full closed-loop network teaching method of pharmaceutical analysis in COVID-19 outbreak[J]. Strait Pharmaceutical Journal, 2022, 34(3): 109-113.] http://www. fjhxyx. com/Home/DraftDetail?id=%2013209.

收稿日期：2025 年 10 月 12 日 修回日期：2025 年 11 月 30 日
本文编辑：张 苗 黄 笛

引用本文: 刘正, 邓涛, 杨彬, 等. 基于知识图谱的“药物分析”AI课程建设与实践[J]. 数理医药学杂志, 2026, 39(9): 693-700. DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202510016.
Liu Z, Deng T, Yang B, et al. Construction and practice of "Pharmaceutical Analysis" AI curriculum based on knowledge map[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2026, 39(9): 693-700. DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202510016.