2025年北京市高等教育教学成果奖

成果总结

成果名称 卓越化学教师培养："科学家-教育家"双视域下《仪器分析》课程改革实践

成果完成人 林雨青 叶能胜 张璐 周文娟 郭帅

成果完成单位 首都师范大学

一、课程概述

（一）课程建设历程

《仪器分析》课程是以物质的物理或物理化学性质为基础，通过精密仪器测量信号与物质组成的内在关系，进行定性、定量、结构及形态分析的方法。《仪器分析》课程是化学（师范）国家级一流专业核心课程，自2008年启动改革以来，始终以"培养兼具科学家探究力与教育家胜任力的卓越教师"为核心理念，致力于构建具有前瞻性和实践性的教学体系，培养具有卓越素养的化学师范生。课程48学时，3学分，面向二年级学生开课。课程理论传授与实践操作相辅相成，配套了48学时《仪器分析实验》课程，强化学生实践创新能力。历经三阶段战略转型（图1），逐步构建起服务教育强国建设的创新范式：

2008-2017 年数字化奠基期：打破传统教学模式，搭建网络课程资源库（经典案例数字化），借"科学家精神进课堂"初步探索学科前沿与基础教育的联结。

2018-2021 年混合式转型期：响应新工科建设，首创"真问题驱动 + 虚实联动"模式，引入国家工程案例重构内容；MOOC 开 11 轮服务 1.2 万学习者，建双资源体系，获北京市教学成果一等奖，实现知识传授向能力培养跨越。

2022 年至今智能化跃升期：入选国家智慧教育平台，建成数字孪生实验平台；开发"智能传感器"科普课服务"双减"，构建"高校-社会-师范"闭环生态，

率先构建覆盖知识图谱、多模态教育语料库与 AI 助教系统的数智教学基座，实现“云-边-端”协同的智能实践教学；指导师范生参与 AI 增强型课程设计。获北京市教学成果二等奖，全面迈入“AI+师范”深度融合的智能化新阶段。

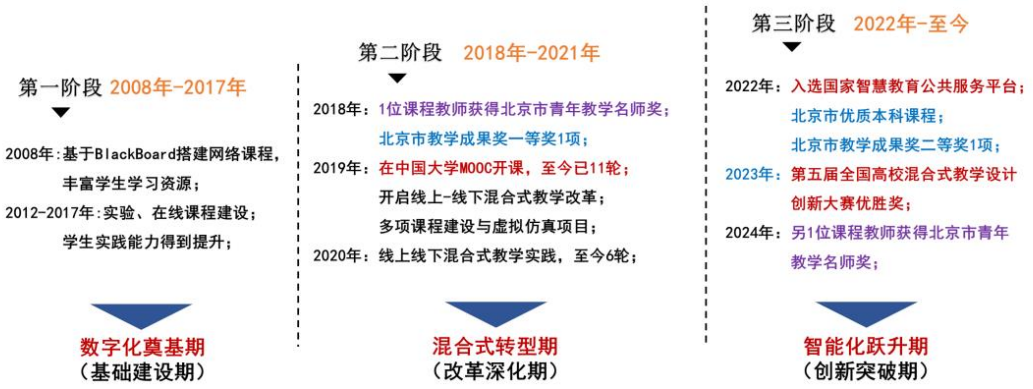


图 1 课程建设三个阶段

（二）助力教育强国建设

在教育强国战略下，《仪器分析》以“双核驱动 · 三维融通” 为改革主轴，探索科学家精神与教育家智慧融合的培养路径。课程构建“科学家 - 教育家”双向能力体系：科学家维度借“双碳”清洁能源分析、荧光生物成像导航等真实课题，锤炼学生量化分析与创新能力；教育家维度依托 VR 模拟系统，让学生设计中学实验，培养教学转化能力。二者通过“理论 - 实验”双螺旋结构（各 48 学时）交织，形成“科研反哺教学、教学启迪科研”循环。以“战略锚定内容、数智重构生态、双维回应命题”为创新主线，形成“教学改革 - 人才培养 - 社会服务”三位一体育人模式，诠释师范高校先锋角色。

二、学情分析与教学痛点

如图 2 所示，教学中存在三个主要教学问题：

（一）职业愿景模糊与专业发展动能缺失：仅 29.4% 师范生能准确描述课程在中学化学教学的应用场景，学科前沿、国家战略与基础教育衔接断层，缺真实教育案例及跨学科设计，“科学家 - 教育家”双重身份建构受阻，需构建“学科 - 战略 - 使命”三维耦合机制破解职业认同危机。

（二）学习生态单一化与主体性建构不足：依赖传统教材与静态课件，缺数智化、个性化资源，“大一统” 教学致学习路径同质化，缺乏基于学习行为数据

的智能诊断与伴随式支持机制，无虚拟实验、在线社区等体验式环境，学生参与感弱，需借教育数字化建“智能推送 + 虚实融合 + 分层任务”的 OMO 生态，实现“知识传递”到“主体性觉醒”跃迁。

（三）知能转化阻滞与高阶思维培养匮乏：教学以讲授为主，实验停留在机械验证，缺案例分析、项目式等探究式学习，学生难用知识解决实际问题，需以“新工科 + 教师教育”为引擎，通过“项目式学习 - 智能赋能 - 多元评价”打通知识到创新能力的转化链路。

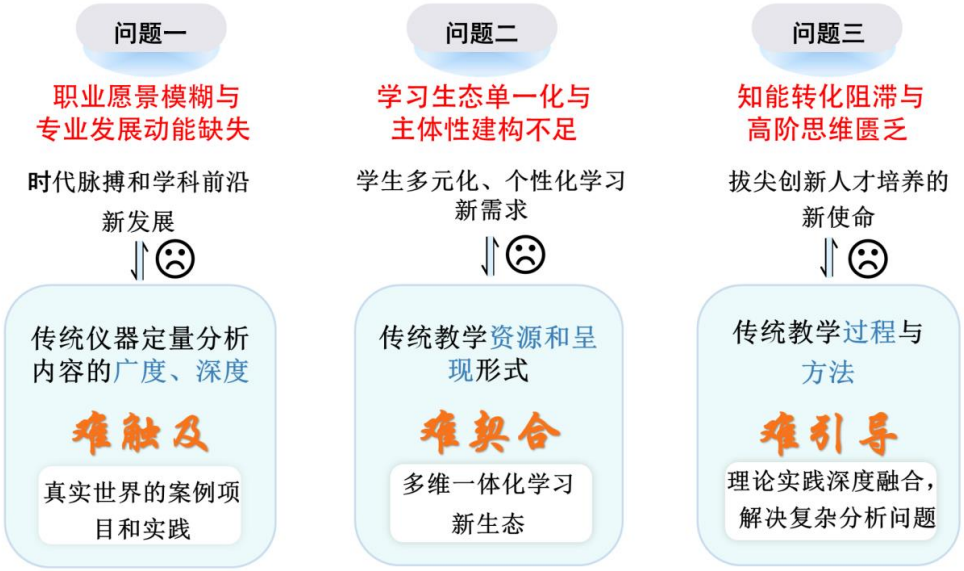


图 2《仪器分析》课程教学中的三大“痛点”问题

三、课程教学的创新思路及举措

针对教学中长期存在的痛点问题，课程组构建“真问题驱动课程重构—体验式学习生态赋能—深度化发展能力进阶”三位一体的创新举措，紧扣教育强国战略需求，以“科学家-教育家”双向视域为引领，推动教学内容与职业愿景、学习生态和知能转化高度关联的“三联”目标实现（图 3，4），全面解决痛点问题。



图 3“三维”创新举措推动“三联”解决课程痛点

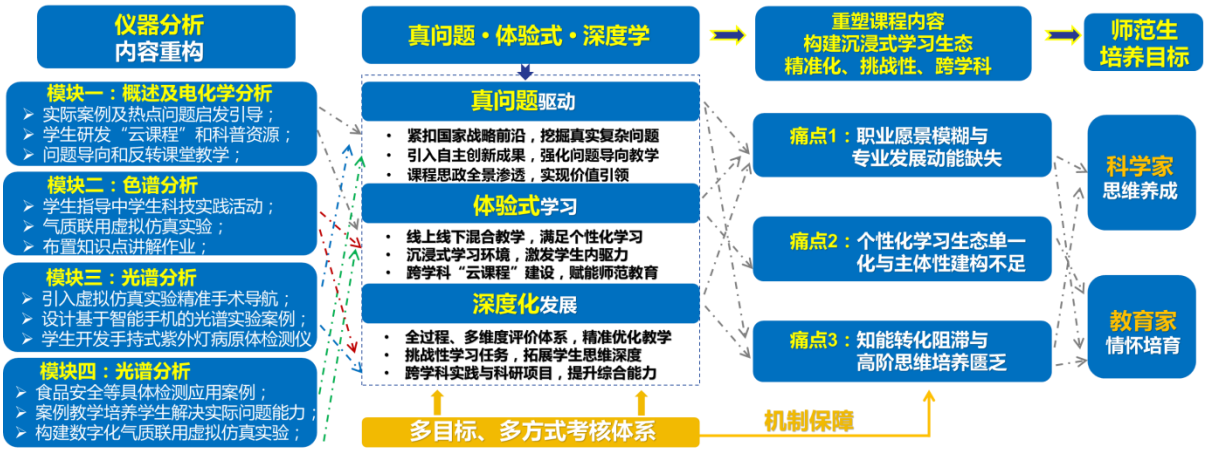


图 4 课程创新思路及路径

（一）“真问题驱动”：重塑课程内容，锚定国家战略需求，提升职业认同与使命感

1. 紧扣国家战略前沿，挖掘真实复杂问题

以国家重大战略需求（“双碳”战略、健康中国等）、新师范建设理念、与学科前沿新进展与问题等“三新”内容为导向（图 5），挖掘“清洁能源电催化材料”、“生物医学检测”等真实复杂问题，重构《仪器分析》课程电化学、色谱、光谱、质谱四大模块化教学体系，构建“知识-能力-价值”三阶目标渗透的立体化内容图谱（图 5），实现学科素养与教育情怀的协同提升。通过“新工科+新师范”交叉融合，将前沿技术（如 pH 探针、自由基化学发光探针）转化为教学案例（图 6，7），引导学生在解决实际问题中掌握知识与技能，增强社会责任感和职业使命感，实现知识传授与价值引领的深度融合。

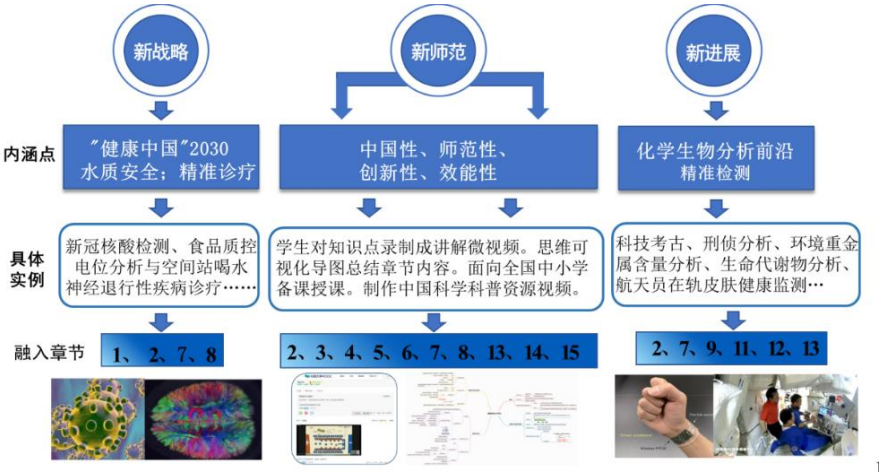


图 5　引入“三新”拓展课程内容新知

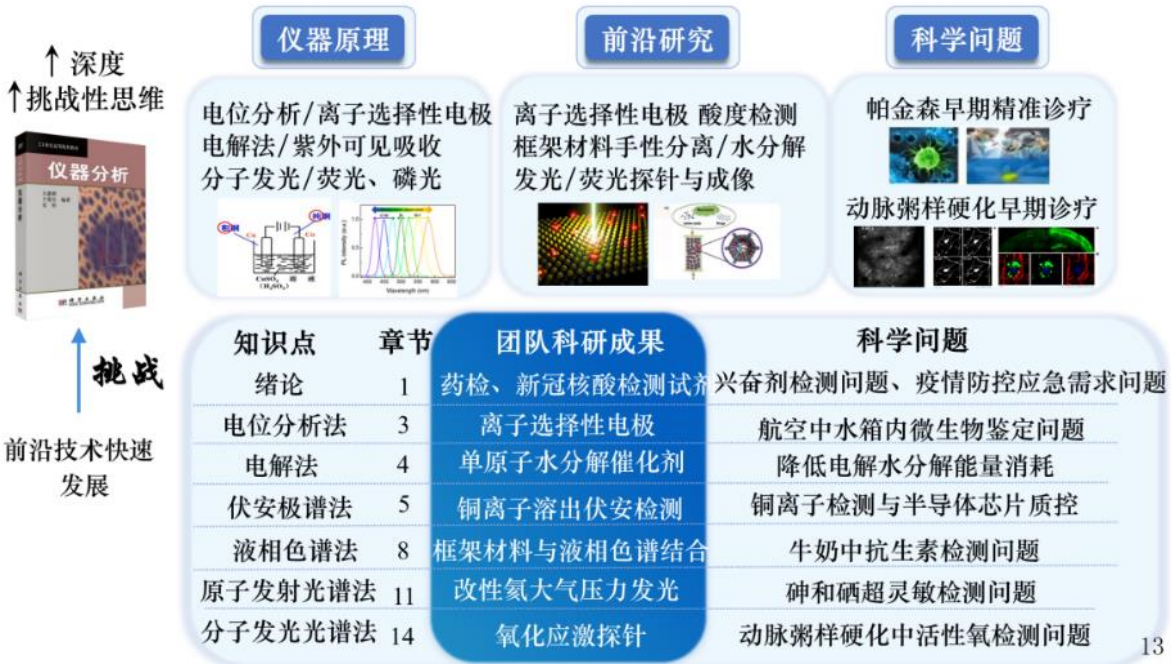


图 6 将学科前沿融入教学



图 7 课堂上展示生活及科研中“真问题”引导学生思考解决

2. 引入自主创新成果，强化问题导向教学

引入我国仪器分析领域的自主创新成果，如新冠病毒电化学传感器、神州十六号航天员饮用水安全质控、冬奥场馆空气质量监测、食品中抗生素智能检测方法等，让学生在解决实际问题过程中，理解基础理论与前沿技术的关联。通过“化工品泄露江水酸化”“药品检测造假”案例讨论和“气质联用法测定食品中的抗氧

化剂实验”等活动（图 8），培养学生的科学伦理观和家国情怀，增强职业认同感。

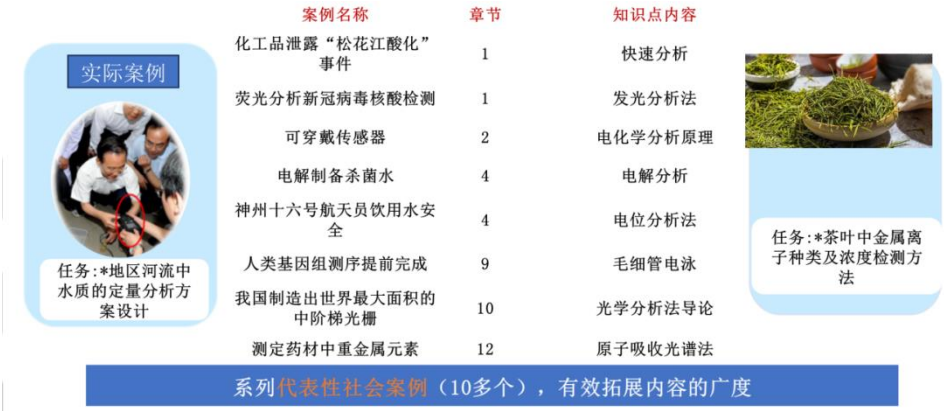


图 8 借助社会案例拓展教学内容广度

3. 课程思政全景渗透，实现价值引领

结合课程内容，挖掘思政元素提升内容温度（表 1，图 9），如在电化学分析章节引入“致敬诺奖得主古迪纳夫”、“习主席关于深入推进清洁能源转型讲话”培养学生探究创新、科研环保意识和科技报国情怀；在光谱分析章节以疫情期间药物光谱检测为例，激发学生社会责任感和使命感，实现知识传授与价值引领的有机统一。

表 1 在各章隐性融入育人元素提升内容温度（举例）

案例	章节	思政结合点	主题类型	核心育人元素
致敬诺奖得主古迪纳夫	2	学习诺奖得主古迪纳夫的坚毅和乐观的品质	史 思	耐心与韧性 自信与乐观
守护地球！习近平总书记提出这些主张	2	学习习近平主席讲话，深入推进清洁能源转型	史 思	健康发展理念
引用南宋哲学家陆九渊的名言	3	学习在质疑辨析中长进	史 思	创新意识 创新思维

国产首艘大型邮轮停靠在上海吴淞口国际邮轮港	4	基础知识支撑科技强国	实 思	爱国热枕 创新精神
董绍俊获第四届中国化学会终身成就奖	5	董绍俊院士在极谱分析领域做出了重要贡献	实 思	严谨求实 社会责任
原子光谱分析化学家黄本立院士	11	著名光谱化学家黄本立院士九旬过后仍忙碌在工作一线	实 思	功成不必有我 功成必定在我



图 9 课程思政润物无声提升内容温度

（二） “体验式学习”：构建“知识图谱+AI 助教”数智沉浸生态，重塑学习范式

《教育强国建设规划纲要》中指出，要“推进人工智能赋能教师教育”。由此，《仪器分析》课程依托教育图谱技术，构建了学科知识点关联图谱、能力层级映射图谱以及素质整合图谱，利用人工智能为学生提供个性化学习路径推荐。智能教学系统能够根据学生的学习进度和能力水平，动态调整教学内容和难度，实现精准教学评估。这种数据驱动的教学模式，有效解决了传统教学中“一刀切”的问题，促进了学生的个性化发展。此外，课程还通过智能实验平台与虚拟仿真系统的深度融合，实现了从基础实验到科研实践的深度化发展。学生在解决实际

问题的过程中，不仅掌握了仪器分析的核心技能，还培养了科研创新力和问题解决能力。“三位一体”智能教学模式的创建，为《仪器分析》课程注入了新的活力，推动了科研与教学的双向贯通。

1. 构建结构化智能资源体系，夯实数智教学基座

借助教育数字化战略，构建线上线下混合式教学模式。线上提供知识图谱、AI 智能助教、高清教学视频、虚拟仿真实验、在线互动社区、案例库和学术文献资源，满足不同学生的个性化自主学习需求（图 10）。例如，为有志于中学化学教学的学生提供中学实验创新案例，为倾向科研的学生提供科研文献资源。在智慧树数智化课程平台上，仪器分析课程基于知识图谱技术，对课程 101 个核心知识点（如色谱分离机制、光谱跃迁原理）、544 个教学资源及 100+科研案例进行本体建模，建立概念间的层级与语义关联（图 11-15）。运用语义网络技术，将教材、慕课视频、虚拟仿真实验、科研论文等多模态资源智能标注并关联，形成动态更新的课程知识网络。该体系不仅实现教学内容系统化组织，更为个性化推荐与智能问答奠定基础。

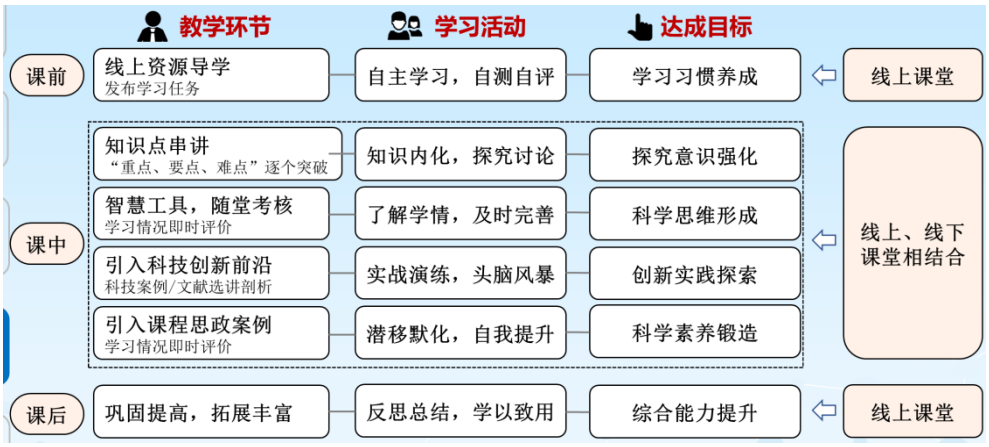


图 10 仪器分析课程线上线下混合教学过程



图 11 基于课程线上资源本体建模的课程“教学资源-能力图谱-知识图谱”建设层级关系图



图 12 基于课程线下活动的课程内容建设层级关系图

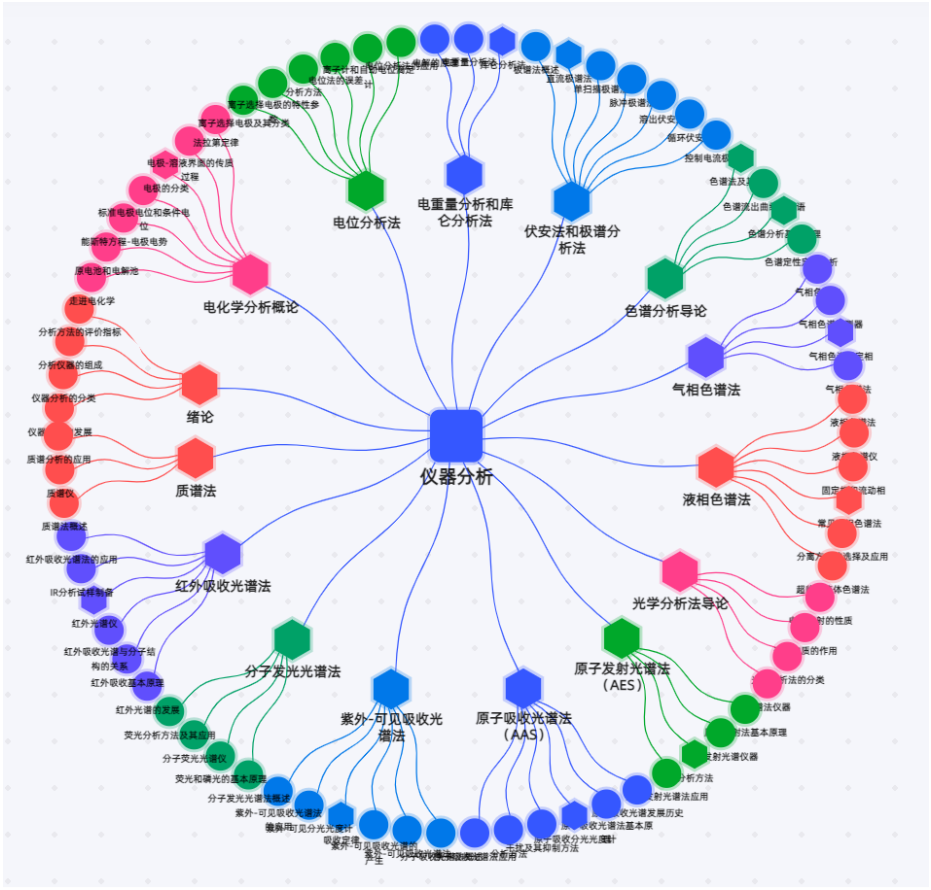


图 13《仪器分析》数智化课程依托教育图谱技术构建的知识图谱



图 14《仪器分析》数智化课程依托教育图谱技术构建的能力图谱

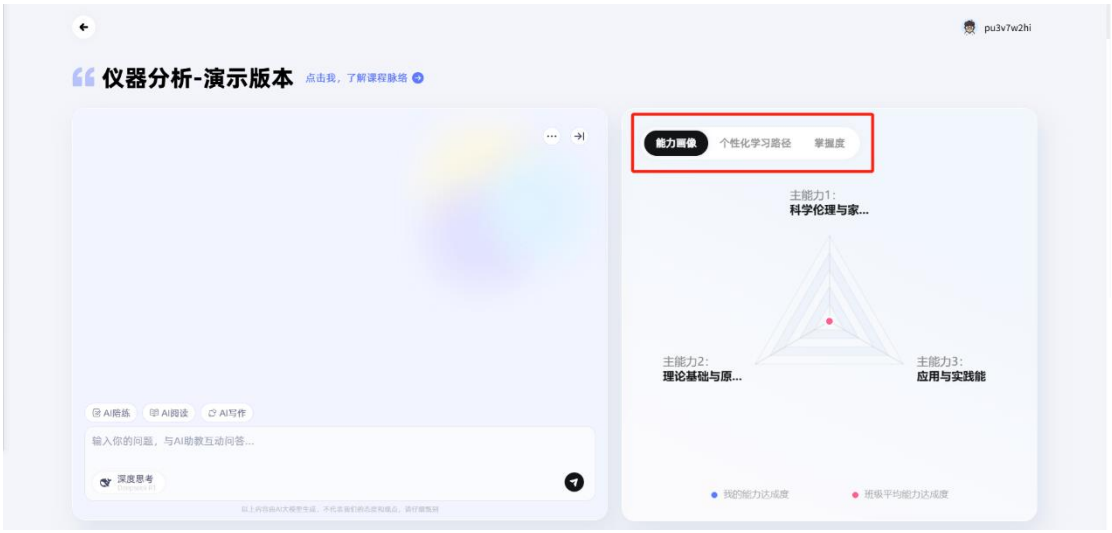


图 15 《仪器分析》数智化课程学生学习画像生成与图

2. 部署 AI 助教系统，实现“千人千面”伴随式学习

基于 DeepSeek 大模型开发《仪器分析》AI 助教（图 16），整合自然语言处理、知识图谱与深度学习技术：

智能问答：支持多轮对话拆解“质谱碎裂机理”等复杂知识点；

精准推送：根据学生画像（知识掌握度、认知风格、发展方向）匹配最优资源（如为教学导向学生推送中学实验设计案例）；

薄弱诊断：实时生成个性化提升方案（如针对电化学理解薄弱者，自动组合“微课+仿真实验+习题”任务包）。

系统通过记录学习轨迹、分析交互数据，持续优化推荐策略，形成“学习-反馈-优化”闭环，真正实现从“统一教学”到“因材施教”的范式跃迁。



图 16《仪器分析》数智化课程的 AI 助教系统架构图

3. 跨学科“云课程”建设，赋能师范教育

线下建设 VR/AR 虚实融合实验场景（如气质联用 VR 系统、智能手机光谱终端改造），破解中学设备局限；更关键的是，指导师范生基于 AI 平台开发《智能感知时代：传感器科技前沿探索之旅》等 AI 增强型跨学科“云课程”，直送中小学。学生从“学习者”转变为“课程开发者”乃至“教育智能体设计者”，实现“高校知识生产—AI 赋能教学—社会服务反哺”闭环，显著提升职业认同与智能教育胜任力。

（三）“深度化发展”： 培养高阶思维与复杂问题解决能力，赋能职业成长

1. 全过程、多维度评价体系，精准优化教学

建立涵盖预习、课堂互动、实验操作等环节的全过程评价体系，通过“问题发现—改进—再评价”的闭环机制，精准优化教学内容和方法。利用线上学习测试题分析学生知识堵点，结合实验小组课堂问卷考察学生核心知识掌握程度，针对性设计教学内容，提升教学的精准性和有效性。

2. 挑战性学习任务，拓展学生思维深度

以问题为导向，设计挑战性学习任务，通过案例分析、项目式学习等方法，培养学生批判性思维和创新能力（图 17）。例如在质谱分析模块，通过实际案例讨论与分析，引导学生思考复杂情境下的问题解决方法，提升复杂问题解决能力。



图 17 挑战性案例的讨论与分析

3. 跨学科实践与科研项目，提升综合能力

借鉴新工科思维，为师范教育注入技术创新、跨界融合的基因，加强实践教学，增加综合性、设计性实验项目，鼓励学生参与科研项目、学科竞赛和教学实践。通过跨学科实践和科研项目，拓宽学生视野，提升其跨学科协作和复杂问题解决能力，为培养卓越化学师范生奠定坚实基础。

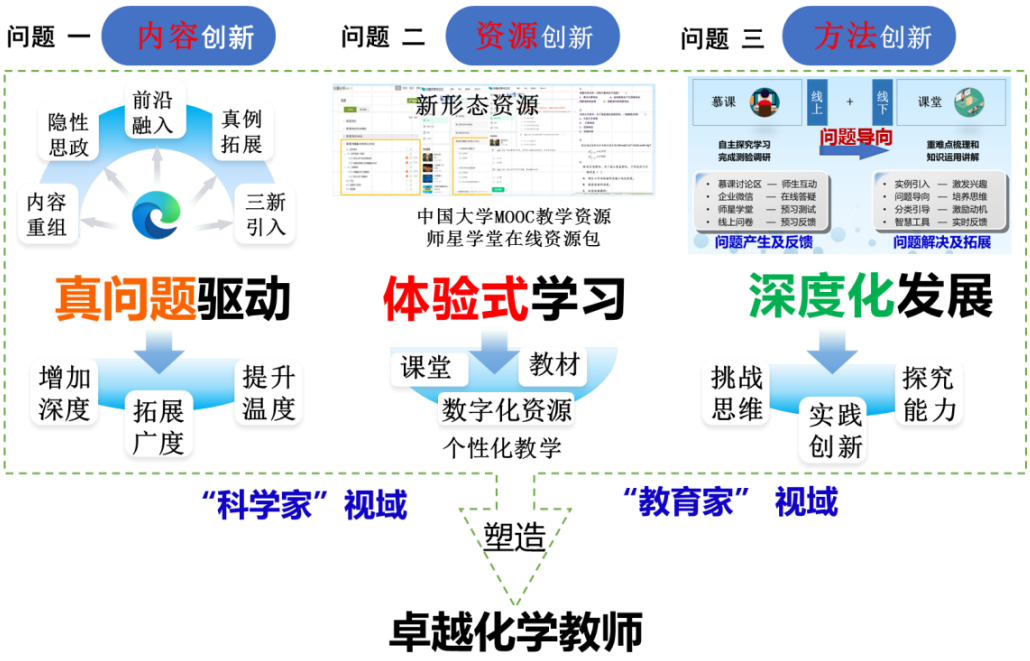


图 18 《仪器分析》课程教学中的创新路径

整体上，通过“真问题驱动、体验式学习、深度化发展”三位一体的教学创新模式，本课程紧密围绕国家战略需求，深度融合课程思政，借助数智化技术赋能教学，全面提升了学生的自主学习、实践创新和复杂问题解决能力，为培养教育强国下的卓越化学师范生提供了有力支撑（图 18）。

四、成效与辐射

（一）学生学习实践创新效果

基于 OBE 理念构建"价值-能力-知识"三维融合评价体系，课程目标达成度连续达 0.8894（优异），近三学年学生评教成绩均值 99.28 分，超 98% 学生对课程满意（图 19）。连续 6 年三维目标达成度稳步提升（图 20）。实践与创新能力突出， 2019 年以来本科生在各类竞赛获国家、北京市奖项 63 余项，涵盖全国高等师范院校大学生化学实验邀请赛、全国大学生化学实验创新设计大赛等，充分彰显学生解决实际问题的能力和创新思维潜能。近 3 年，学生发表 SCI 论文 10 多篇，申请发明专利 10 项。升学就业表现优异，学生毕业后迅速成为教学骨干，如 2021 届化学师范专业毕业生代表郭俊雅和马廷轩，在基础教育行业迅速崭露

头角，2023、2024 年分别荣获全国中小学实验教学大奖(北京市仅 10 人入选)。部分保送清华、北大等名校，在教育领域成为骨干，在其他领域也展现竞争力。

问题类别	问题名称	权重	平均分
教学内容	根据教学大纲、教学计划完成教学任务	0.07	100
总体印象	你认为本课程内容	0	0
教学过程与方法	讲解清晰，层次清晰	0.04	98.05
教学过程与方法	重视结合学生特点和要求开展教学	0.05	98.78
教学过程与方法	作业有助于理解和深化课程内容	0.04	99.27
教学过程与方法	积极开展探究式、启发式教学，鼓励学生思考与创新	0.07	99.76
教学效果	学生学习兴趣高，课堂气氛活跃	0.1	99.76
教学过程与方法	教学方法多样化，有效使用信息化教学手段	0.05	99.27
师德	教学准备充分，准时上下课，不随意调课、停课	0.04	100
教学内容	概念准确，观点明确，重点、难点突出	0.07	98.54
师德	尊重学生，言行得体，精神饱满	0.04	100
师德	课堂管理规范严谨	0.04	100
师德	立德树人，专业教学与思想政治教育相结合	0.05	100
教学效果	学生乐于和教师探讨问题，交流思想	0.1	99.51
教学效果	学生掌握课程内容，专业能力、综合素养得到提升	0.1	99.76
师德	重视课外辅导，认真批改和讲评作业	0.04	99.27
师德	能耐心解答学生的问题，乐于同学生交流	0.04	99.76
总体印象	你对本课程教学感到	0	0
教学内容	教学内容充实，注意介绍学科新动态和新知识	0.06	99.51
总计			99.51

图 19　2024-2025 学年秋季学期学生对教师的评教情况

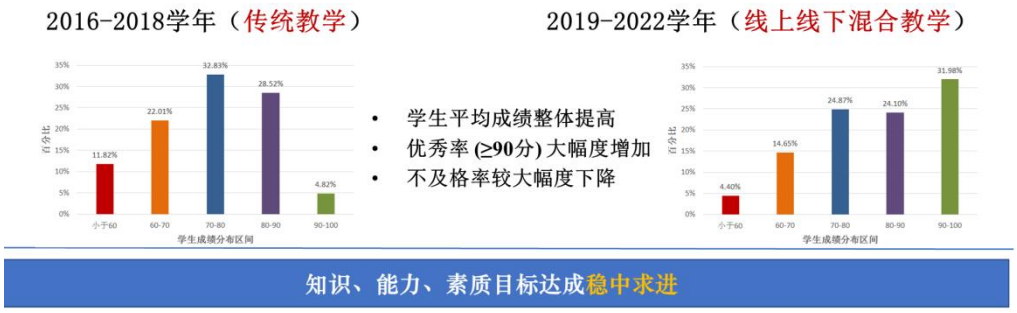


图 20 教学创新实践中学生的三维目标达成度稳中有进

（二）教师发展

教师育人能力和教育教学水平显著增强。**2018 年以来，团队获评北京市青年教学名师 2 人。获北京市教学成果奖一等奖 1 项、二等奖 1 项。**思政与教学深度融合，2020 年发表课程思政高被引教改论文，2021 年课程入选学校第一批思政示范课程；积极响应教育数智化，打造沉浸式、互动式课堂， 2024 年获全国高校混合式教学设计创新大赛优胜奖，2025 年获校教师教学创新大赛一等奖。此外，教师将科研成果融入教学，参编 2 本“十二五” 规划教材（图 21），承担北京市教委“实培计划” 项目并有 3 项入选优秀案例汇编 。



图 21 教学团队参编的多本国家高等教育“十二五”规划教材

（三）课程建设示范作用

建成国家级智慧教育平台示范课程。2022 年课程入选北京市优质本科课程，成果在北京市高校传播。2019 年至今在线课程在中国大学 MOOC 平台历经 11 轮迭代，支持 12183 名学习者在线学习，被 3 所兄弟院校选用开展 SPOC 教学；课程知识图谱构建标准与 AI 助教微调指令集已向合作高校开放共享，为“人工智能+师范教育”提供可迁移的技术方案。2022 年起，邀请国家“万人计划”教学名师、长江学者、杰青等专家对课程进行督导交流 10 多次（图 22），并开设“开学第一课”和“名师引领课”，推动课程建设与教学改革，引领学生专业志向和卓越精神。



图 22 开展教学督导交流 10 多次

（四）教育服务

开展跨地域、跨学科、跨学段、跨校社的教育创新合作与服务，首创“学用相长”的师范生发展“素养提升→社会服务→反哺教学”的闭环教育生态。课程在 MOOC 平台服务全国大学学习者 1.2 万，引领在线教育；分享“真问题驱动”的教学创新理念，提升新疆教师教学设计能力，助力边疆教育振兴；开发面向全国中小学生的跨校主题云课程，助力“双减”，锻炼师范生技能，实现从“学习者”到“教育者”的角色蜕变；建成传感器主题跨学科科普视频 5 集，形成"高

校知识生产-社会服务-师范能力反哺"链式反应，获2024年中国科协资源集成示范项目支持，助力全国科普资源建设，增强学生职业认同感。

结语：《仪器分析》课程十六年深耕不辍，以“科学家-教育家”双重视域为引领，构建了“真问题驱动—体验式学习—深度化发展”三位一体的卓越化学教师培养新范式。课程紧扣教育强国与教育数字化战略，将“双碳”目标、健康中国等国家需求融入教学内容，通过课程思政实现价值引领；更前瞻性地融合人工智能技术，率先建成覆盖知识图谱、多模态教育语料库与AI助教系统的数智教学基座，实现“千人千面”的个性化培养。学生三维目标达成度达0.889，获国家级奖项63项，发表SCI论文十余篇，毕业生迅速成长为基础教育骨干。课程入选国家级智慧教育平台示范课，辐射全国1.2万学习者，并向多所高校输出可复制的“AI+师范”改革方案。本成果不仅破解了师范生职业认同模糊、学习生态单一、知能转化阻滞等共性难题，更探索出一条“科研反哺教学、技术赋能师范、服务反哺育人”的高质量教师教育路径，为新时代卓越教师培养提供了具有示范意义的中国方案。