

新工科背景下适应研究生个性化发展的 O2O 混合教学模式改革研究——以《现代仪器分析》课程为例

智建辉*, 王锐刚, 赵琰蓉, 张怡宁, 赵文博
山西大学 环境与资源学院, 山西 太原 030006
DOI:10.61369/EIR.2026070011

摘 要 : 本文以环境工程方向新工科研究生的个性化学习特征、差异化研究需求为核心立足点, 系统梳理当前课程教学存在的线上线下脱节、资源供给同质化、实践培养与产业需求脱节、评价体系单一固化等现实痛点, 针对性构建“线上资源精准适配+线下场景深度交互+全过程个性化赋能”的 O2O 混合教学创新机制, 通过搭建智能化个性化学习路径生成系统、完善分层分类研讨实践机制、构建多维动态过程性评价体系, 实现教学资源与学生需求的动态匹配、学习支持与研究方向的精准供给、能力培养与行业标准的深度对接, 为地方高校环境工程新工科研究生核心专业课程的教学改革、人才培养模式优化提供可复制、可推广的实践参考。

关 键 词 : 新工科; 个性化发展; O2O; 混合教学模式; 现代仪器分析

Research on the Reform of O2O Blended Teaching Mode to Adapt to the Personalized Development of Graduate Students in the Context of Emerging Engineering Education: Taking the Course "Modern Instrumental Analysis" as an Example

Zhi Jianhui*, Wang Ruigang, Zhao Yanrong, Zhang Yining, Zhao Wenbo
College of Environment and Resources, Shanxi University, Taiyuan, Shanxi 030006

Abstract : This paper focuses on the personalized learning characteristics and differentiated research needs of graduate students in emerging engineering education within the field of environmental engineering. It systematically addresses current teaching challenges, such as the disconnection between online and offline learning, homogenized resource provision, the disconnect between practical training and industrial demands, and a rigid evaluation system. To tackle these issues, an innovative O2O blended teaching mechanism is proposed, which integrates "precise adaptation of online resources, in-depth offline interaction, and personalized empowerment throughout the entire process." By establishing an intelligent and personalized learning path generation system, improving a tiered and categorized discussion and practice mechanism, and constructing a multi-dimensional dynamic process evaluation system, the study aims to achieve dynamic matching between teaching resources and student needs, precise provision of learning support and research directions, and in-depth alignment of ability cultivation with industry standards. This provides a replicable and scalable practical reference for the teaching reform of core professional courses and the optimization of talent cultivation models for graduate students in emerging engineering education within environmental engineering at local universities.

Keywords : emerging engineering education; personalized development; O2O; blended teaching mode; modern instrumental analysis

引言

新工科的核心要义是打破传统工程教育重理论、轻实践、同质化培养的局限, 面向未来生态环境产业发展需求, 培养具备跨界整合能力、创新实践能力的工程人才, 而研究生阶段的个性化发展, 是激发创新潜力、适配产业多元需求的关键^[1]。当前环境工程方向新工

基金项目: 山西省研究生教育创新计划(2024JG023)、山西大学大学生创新训练计划项目支持(项目编号: 第24期258)。
通讯作者: 智建辉(1980.4—), 女, 汉族, 山西晋中人, 工学博士, 副教授, 研究方向: 环境污染控制, E-mail:zhijianhui@126.com

科研究生的《现代仪器分析》教学多存在线上与线下教学割裂、资源供给同质化、个性化支持不足等问题^[2,3]：线上平台多为教材内容的单向电子化投放，未针对研究生的研究方向、学习节奏做适配；线下教学仍以统一进度的理论讲授、实验演示为主，难以兼顾不同基础、不同研究侧重学生的需求。基于此，本文立足环境工程新工科研究生培养定位，结合《现代仪器分析》课程的专业性、实践性、应用性特征，深入挖掘研究生群体个性化学习需求与差异化发展规律，系统构建适配研究生成长规律的 O2O 混合教学新模式，破解传统教学模式的适配性困境，推动课程教学从“教师为中心的知识灌输”向“学生为中心的个性化赋能”转型，为环境类专业研究生核心课程改革提供实践支撑。

一、新工科研究生《现代仪器分析》课程的个性化学习特征

《现代仪器分析》课程理论抽象性强、仪器操作专业性强、应用场景针对性强，与环境工程研究生的课题研究、实验设计、成果产出高度绑定，不同于本科生通识化、标准化的学习需求，环境工程新工科研究生的学习行为呈现出显著的自主性、差异性、靶向性特征^[3,4]，学习需求围绕个人研究方向、职业发展规划形成明显的分层分化，核心个性化特征集中体现在三个维度。

（一）学习目标的差异化分层

环境工程专业研究生的培养方向与职业规划存在显著分化，直接决定其《现代仪器分析》课程的学习目标与核心需求。一类研究生以学术科研创新为核心发展目标，聚焦环境新型污染物识别、检测方法优化、监测技术原理创新等学术研究方向，学习核心需求是深入掌握仪器检测原理、数据解析方法、方法创新路径，侧重提升学术研究与技术创新能力；另一类研究生以工程应用、产业实践为职业导向，未来将进入环境监测机构、环保企业、生态管理部门从事现场监测、仪器运维、批量样品检测、检测方案编制等工作，学习核心需求是熟练掌握仪器规范操作、现场故障排查、数据质量控制、检测标准应用等实操技能，侧重提升工程实践与岗位适配能力。两类学生的学习重点、资源需求、实践场景存在本质差异，传统统一化教学无法同时满足双重培养需求。

（二）学习节奏的个性化适配

研究生群体的知识储备、专业基础、学习能力存在显著个体差异^[1,3]，部分学生本科阶段系统学习过仪器分析、环境监测相关课程，具备基础实验操作能力，可快速进入进阶内容学习；而部分学生跨专业考入环境工程专业，化学基础、仪器理论基础薄弱，需要补充大量前置基础知识。同时，不同研究方向的研究生对仪器技术的需求优先级存在明显差异，从事大气污染研究的学生对色谱质谱联用技术、气溶胶分析技术需求度更高，从事水污染与土壤污染研究的学生对重金属检测、光谱分析技术需求更为迫切，统一进度、统一内容的课堂教学，无法适配学生的基础差异与需求优先级，极易降低学生的学习主动性与课程获得感。

（三）学习场景的多元化延伸

《现代仪器分析》是典型的理实结合课程，学习效果高度依赖实操训练与场景化应用，其学习场景不再局限于传统理论课堂与标准化实验室，而是延伸至科研课题实验、野外环境采样监测、企业环境监测站实操、第三方检测机构现场应用等多元化场景。研究生的学习具有高度自主性与碎片化特征，需要突破时间与空间限制，实现课前预习、课中学习、课后拓展、实操训练、

科研应用的全场景衔接。传统线下教学模式场景单一、时空受限，无法满足研究生多元化、全周期的学习需求，而线上线下融合的 O2O 教学模式，恰好能够破解场景局限，实现理论学习、虚拟仿真、实操训练、科研应用的无缝衔接^[5,6]。

二、《现代仪器分析》课程 O2O 混合教学创新机制的构建

针对环境工程新工科研究生的个性化学习特征，结合《现代仪器分析》课程理论性、实践性、应用性高度统一的特点，本文构建“线上精准赋能+线下深度交互+全过程多元评价”三位一体的 O2O 混合教学创新机制，以个性化发展为核心，以线上线下深度融合为路径，实现教学模式、教学内容、教学方法、评价体系的全方位改革。

（一）线上形成个性化学习资源的精准适配机制

线上教学平台是实现个性化学习的核心载体，本研究打破传统线上平台“资料存放池”的低效定位，搭建集资源供给、路径规划、过程监测、动态调整于一体的个性化学习路径生成系统，基于研究生的研究方向、知识基础、学习目标、学习行为数据，实现教学资源的分层分类、精准推送、动态适配。

在资源建设层面，将线上教学资源按照学习难度与应用场景划分为仪器原理基础类、操作技能实操类、前沿检测方法拓展类三个递进层级，分别适配基础夯实、技能提升、创新拓展三个学习阶段；同时按照环境工程细分研究方向进行标签化分类，覆盖大气污染检测、水环境分析、土壤污染表征、固废资源化检测、新型污染物识别等多个方向，为不同研究课题的学生精准匹配对应仪器技术、检测方法、行业标准、前沿文献等资源。针对大气细颗粒物、新型有机污染物研究方向的学生，优先推送气相色谱-质谱联用仪、高分辨质谱、飞行时间质谱的原理讲解、实操视频、前沿文献；针对土壤重金属、持久性污染物研究方向的学生，重点推送电感耦合等离子体质谱仪、X 射线荧光光谱仪、原子荧光光谱仪的相关学习资源，实现资源供给与研究需求的高度匹配。

在动态调整层面，学习系统可实时抓取学生的线上学习时长、章节测试成绩、资源收藏偏好、虚拟仿真操作完成度、互动提问内容等学习行为数据，通过数据分析判断学生的知识掌握情况、学习薄弱环节、需求变化趋势，实时调整学习路径与资源推送内容。针对基础薄弱、原理解释较慢的学生，自动补充前置基础知识、动画解析、基础操作视频；针对仪器操作掌握熟练、学习进度较快的学生，提前推送仪器故障排查、检测数据精准校正、方法优化设计、前沿综述类进阶资源，真正实现“一人一

策”的个性化学习支持。

（二）线下形成分层交互的场景区研讨实践机制

线下教学是提升实操能力、强化创新思维、深化交流互动的核心环节，本研究打破传统“教师讲、学生听”的单向灌输模式，以“精准辅导+分层研讨+场景区实践”为核心，构建适配不同学习目标的线下教学体系。

按照学生的学习目标、研究方向与知识基础，将学生划分为学术科研研讨组与工程实践应用组，每组再按照知识掌握程度划分为进阶小组与基础小组，每个小组配备对应指导教师，学术研讨组由具备丰富科研经验的专业教师指导，工程实践组联合企业高级工程师、第三方检测机构技术负责人共同指导，实现分层教学、精准辅导。针对学术研讨组，以科研创新能力培养为核心，设置前沿文献研读、检测方法创新设计、实验方案优化、科研问题研讨等场景，结合最新环境监测领域顶级期刊文献，围绕仪器原理改进、检测限优化、基质干扰消除、新型污染物快速检测等学术热点展开深度研讨，引导学生将课程知识与自身课题研究结合，实现教学内容与科研创新的深度融合；针对工程实践组，以岗位实操能力培养为核心，搭建校内实验室、校外监测站、第三方检测机构联合实践场景，组织学生开展仪器规范操作、日常校准维护、批量样品检测、现场故障排查、检测报告编制等实操训练，对接环保行业岗位标准与检测规范，提升学生的工程实践能力与职业适配力。

（三）全过程形成个性化多维过程性评价体系

为适配个性化教学模式，摒弃传统“期末笔试+单次实验报告”的单一终结性评价模式，构建覆盖线上学习、线下实践、科研创新、个性化发展全环节的多维动态过程性评价体系，将评价重心从“最终成绩考核”转向“全过程成长评价”，全面衡量学生的知识掌握、能力提升、个性化发展成果。

评价体系总分为100分，其中线上学习过程评价占比40%，涵盖线上资源学习完成度、章节测试成绩、在线互动参与度、虚拟仿真操作规范性、自主拓展资源学习情况，重点考核学生自主学习能力与理论知识掌握程度；线下实践与研讨评价占比40%，涵盖课堂研讨贡献度、分组任务完成质量、仪器实操规范性、实验数据处理准确性、团队协作表现，重点考核学生实操能力、问题解决能力与交流表达能力；个性化发展附加评价占比20%，针对学生发展导向设置差异化考核内容，学术导向学生以环境检测方法创新小论文、课题实验方案设计为考核内容，工程导向学生以现场检测方案设计、仪器运维报告、检测案例分析为考核内容，充分尊重学生差异化发展成果，真正实现评价体系与个性化培养目标的统一。

三、实践效果与反思

本教学模式在山西大学环境工程专业新工科研究生《现代仪器分析》课程中开展了为期一学年的教学实践，覆盖2025级环境工程专业全日制研究生，通过对比教学数据、问卷调查、学生访谈、成果跟踪等方式，系统验证教学改革成效。实践数据显示，实施O2O混合个性化教学模式后，研究生对课程整体教学满意度从传统教学模式的61.7%提升至88.2%，其中对“个性化学习支持”“教学内容适配度”“实践教学效果”三项指标的满意度提升幅度最大，学生的学习主动性、课堂参与度、自主学习能力得到显著提升。

从人才培养成果来看，学术导向研究生的科研创新能力显著增强，围绕环境检测技术优化、新型污染物检测方法创新等方向的自主研究能力提升，课程相关的学术小论文质量明显优化，在环境领域核心期刊的检测方法相关论文投稿量较往届提升34%；工程导向研究生的实践应用能力与岗位适配力显著提升，在校外实践基地的实操考核通过率达到100%，参与企业环境监测项目、第三方检测实践项目的学生比例提升43%，毕业生岗位适配能力得到合作企业的高度认可。

同时，在教学实践过程中也发现改革存在的不足与优化方向。该教学模式对授课教师的综合能力提出了更高要求，教师不仅需要具备扎实的专业理论功底，还需要掌握线上教学平台运营、分层教学设计、实践教学指导、产学研资源对接等综合能力，同时需要投入大量时间进行个性化资源建设、分层辅导与过程性评价管理。后续将进一步完善教师教学能力培训体系，加强专业教师与企业工程师的合作交流，持续优化线上教学资源库，拓展产学研实践场景，借助人工智能技术进一步提升学习路径生成的精准度，推动教学模式持续优化升级。

四、结语

新工科背景下环境工程专业研究生教育改革，核心是回归以学生为中心的教育理念，尊重学生个性化发展需求，打破同质化培养局限，实现知识传授、能力培养、价值引领的统一。《现代仪器分析》课程作为环境工程研究生核心技术课程，其教学改革直接关系到研究生监测技术能力、科研创新能力、工程实践能力的培养质量。本文构建的O2O混合教学创新机制，以线上资源精准适配破解同质化教学局限，以线下分层场景交互强化实践创新能力培养，以全过程个性化评价支撑差异化发展目标，实现了线上教学与线下教学深度融合、个性化需求与标准化教学有机统一、能力培养与行业需求精准对接，为地方高校环境工程新工科研究生核心课程教学改革提供了可行的实践路径。

参考文献

- [1] 田波平,田枫林,周永春.基于个性化发展的研究生多元评价体系的实践——以哈尔滨工业大学数学学院为例[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2024,(11):13-16.
- [2] 张蕊,刘淮,贾文龙,等.新工科背景下轻化工程专业仪器分析课程教学改革路径[J].科教文汇,2026,(09):119-123.
- [3] 许攀,付敦,巩伟,等.新工科背景下高校现代仪器分析课程实验教学改革[J].广西开放大学学报,2025,36(06):88-93.
- [4] 徐静静,桑宏庆,杨剑婷.新时代背景下现代仪器分析实验课程教学改革的探索[J].食品工业,2026,47(03):241-244.
- [5] 孙浩,袁君,马翔宇.产教融合背景下的环境工程专业仪器分析课程教学改革探索[J].大学教育,2026,(04):82-86.
- [6] 许昶雯,张磊.“O2O”混合教学模式下给排水专业课程的建设——以工程设计类和水质控制类课程为例[J].通化师范学院学报,2022,43(08):94-98.