

2025 年湖南省普通本科高校教育教学改革 典型分享项目成果简介

项目名称：“互联网+”背景下基于“在用中学”的《仪器分析》课程的构建

单位名称：中南大学

项目主持人：吴倩

团队成员：卢红梅，张志敏，文明

一、项目研究背景

随着全球精密分析仪器技术的快速发展及其在生产生活、基础行业和科学研究中的深度应用，掌握这一核心技术已成为衡量国家科研竞争力的关键指标。然而，我国精密分析仪器行业因长期受欧美发达国家技术垄断的影响成为制约科学技术突破的“卡脖子”难题。破解这一困境的核心在于人才培养，尤其是高校在培养仪器领域创新人才方面承担着不可替代的责任。作为人才培养的基础，《仪器分析》课程建设水平直接决定专业目标实现及教育质量，因此仪器分析课程的优化与改革对创新人才培养具有战略意义。

然而，仪器分析课程目前开展的具体问题体现在三方面：其一，课程内容跨学科性强，大量物理、数学及机械电子知识的涌入，使得学生难以将抽象原理与实践结合，导致学习效果浮于表面；其二，教学内容广而不精，教师为完成教学任务多采用传统单向授课模式，课堂互动匮乏、手段单一，学生兴趣与动力不足，即便引入线上资源也难以抓住重点，知识留存率低；其三，课程结构割裂，教师通常将光谱、电化学、色谱分析（“光”“电”“色”）分块讲授，忽视分支间的共性与内在逻辑，导致知识体系碎片化，难以形成系统认知。

在此背景下，仪器分析课程的革新迫在眉睫。传统教学模式已无法满足行业需求与人才培养目标，亟需以“互联网+教育”为依托，构建多维度的教学体系。“在用中学”的教学模式指的是教师利用精心设计的教学场景和在场景中的任务，使学生在完成任务的过程中有不断使用知识的机会，从而对知识进行吸收和实践。这种教学模式有潜力解决目前仪器分析教学问题，通过为学生不断的设置使用仪器分析方法的场景和任务来使得学生对学到的理论知识进行温故和掌握，真正做到活学活用。本项目就是利用互联网+背景下的资源来实现“在用中学”

的仪器分析教学理念。新方法有希望完全的调动学生的学习自主能动性、将抽象难懂的知识具象化、同时也更容易找到繁杂知识点之间的内在联系。从而彻底解决前面提到的仪器分析知识点繁多且抽象、学生学习的兴趣低自主能动性差、以及多个章节割裂分散不统一等问题

二、研究目标、任务和主要思路

● 项目目标

本项目根据目前仪器分析课程教学内容过于抽象复杂、各章节之间内容分裂联系不强、理论与实践之间有所脱节最终造成学生学习兴趣低、自主能动性差的客观问题，**提出“在用中学”的教学理念**，全方位的将仪器分析课程进行改革。**将互联网+资源应用于更好的结合课程原理和应用实践，并提高学生学习的兴趣、自主能动性以及对知识更深入具象的理解**。实现互联网+背景下原理与实践相结合的仪器分析课程。

● 项目任务和主要思路

(1) **利用线上线下教学资源将实践知识引入理论课堂教学中，将抽象知识具象**

项目拟结合互联网资源、科研实验室的仪器平台、科研课题资源，来实现全班参与的分析仪器结构拆卸、分析仪器模拟操作以及真实分析方法模拟建立等实践体验。将书本抽象的文字描述转化为具象的实践体验，实现在用中学的高效及高自主能动性的学习过程。

(2) **针对各个章节知识点设计仪器分析实践的课中课后任务，将学与用有机结合**

项目拟将传统的仪器分析基本原理的课堂教学活动以及课后作业中引入针对基本原理知识的仪器分析方法建立的开放式实践任务。为学生构建边学边用的学习场景，在学习知识的同时及时应用知识，巩固所学理论并灵活掌握与运用。

(3) **用仪器分析中存在的实践问题引导学生创新创造，探索更加前沿的知识**

项目拟开发更为深入前沿的仪器分析创新改进任务作为每一章节的重点课后作业或分组项目考核，引导学生在学习完基础知识后更深入的思考如何利用所学知识进行仪器分析领域的创新与创造。同时，通过在课堂上详细的对开放式作业进行总结进一步的教授学生更高阶的仪器分析前沿知识，使得仪器分析课程得到升华。

(4) **建立课前、课中和课后多维度的考核体系，客观系统评价学生掌握程度**

项目拟开发除了期末笔试考核之外的多维度过程考核方式，包括线上教学平台的课前预习考核、课中丰富课堂活动以及课堂互动的考核、课后开放式项目的创新创造考核等。从考核形式、考核深度、考核多样性以及学生考核参与度上提升过程考核的效率，将考核与教学融为一体。

三、主要工作举措

项目执行以来一直围绕着项目申请书方案对仪器分析相关课程的教材内容、课中教学方案、课前课后实践任务、以及课程考核方式进行创新与改革，借助互联网+背景下的在线平台实现“在用中学”的教学理念。具体的工作举措可分为以下四部分进行总结：

(1) 具象仪器结构与实操导向的教学内容的设计

项目以色谱分析为例设计了研究型仪器分析综合实验课程方案（见附件1），通过有科研背景的实践任务将多种分析仪器联合起来，在实验过程中深入展示仪器结构与实践方法。具体来说，我们以生物医药领域的疾病代谢组学研究为背景和导向，开设了液相色谱-质谱和气相色谱-质谱联合分析表征血浆中小分子的实验。如图1所示，实验涉及复杂样品的前处理、色谱-质谱联用仪的内部结构的了解与检测方法的建立、样品的检测、到最后多维复杂数据的处理，最终得到复杂血浆样品中非靶标代谢物的定性定量信息。实验过程涉及一个目标明确的完整研究过程，且融会贯通了三种分析仪器，在实验操作中深入讲解与展示仪器结构，并在流程中设立开放性实验条件供学生探索，极大的提高了仪器分析实验的知识连贯性、学生的主观能动性和探索欲。

项目研究证明通过具象的仪器结构实物展示与讲解以及在确定研究目标的实践任务中开放探索性实践内容将极大的提高学生对复杂仪器结构以及原理的具象化理解，并能提高学生的学习自主能动性探索欲。



图1 研究型《仪器分析综合实验》教学知识点思维导图

(2) 实践问题与任务库的建立以及任务驱动的创新教学内容的设计

项目以仪器分析课程中的分离分析部分技术为例开发了针对各类分离分析方法的实践任务题库以及任务讲解细则（见附件4和附件5）。项目研究发现，实践任务的设计需要满足以下三点要求：1. 实践任务为一个有明确目的和条件的分析任务，学生可以依据已给的目的、对象和条件来设计具体的实验方案；2. 实践任务的设计中必须包含3个以上的本章节学习的重要知识点，如公式、定义和关系；3. 实践任务需贴合实际生产生活，以学生能理解的生产生活中的分析检测或分离目的来布置任务。项目整理了分离分析相关的多种技术的实践任务库，见附件4。例如，如图2(A)所示，对于相分配分离章节，实践任务可以是利用溶剂萃取技术具体从血浆复杂样品中提取亲水氨基酸小分子的实验方案。在任务中要描述清楚分离对象、分离样品以及样品中除了分析对象外常见的一些基质。要求学生设计的试验方案要具体包括实验所有的装置器材、实验具体流程、操作具体条件。更重要的是要求学生在描述设计方案的过程中要对关键步骤和条件的选择阐明原因。

项目设计的实践任务库为本项目实现“在用中学”的教学理念打下了坚实的基础，任务库内容具体详尽且涵盖了相关章节的大部分重要知识点，使学生真正可以在实践中学习知识。



图2 任务驱动的《仪器分析》教学方案思路图

(3) 课前预习与课中互动问题库的建立与相关教学反馈总结

项目为《仪器分析》课程建立了针对各个章节知识点的时事热点问题库（见附件3）。并在仪器分析教学中进行了实践，并将每个问题的学生参与热度和问题标注在问题库中。这些问题可以是与此章节技术特点相关的科学历史,也可以是生产生活相关的时事,也可以是与此章节技术特点相关的前一章节技术的弱点

问题，也可以是与此章节技术特点相关的其他生产领域的待解决的问题，如液相色谱章节的课前问题可以是思考目前在临床医药领域针对复杂的生物样品（如血样、尿样和组织切片）中代谢标志物的多组分分析可以采用怎样的分离分析方法。项目在教学实践中一一尝试这些热点问题的讨论，为每个问题均记录了学生反馈，从反馈中可以看出，这些热点问题用于课前预习时只有更贴近学生生活与相关专业的问题才能得到学生更多的反馈，其次是和学生已有知识体系有相关性的问题会得到学生的更多思考和讨论。

项目建立的课前课中互动问题库涵盖每个章节的课前预习以及课中重点知识点，通过实践问题的互动既提高了学生对本章内容学习的积极性，也活跃了课堂气氛，最终互动的统计也为学生的过程考核提供了重要依据。

(4) 基于在线教学平台的原理与实践结合的课程系统的设计

项目利用互联网+背景的独特线上优势，依托 Tronclass 教学平台建立了原理与实践相结合的课程系统。与传统的课堂教学不同，新的课堂教学和课前课后互动均依托此线上平台（依托平台记录的学生学习情况见附件 8）。主要包括课前通过线上平台讨论区进行课前预习讨论、课中利用线上平台进行全班实时小测验（附件 6 和 7）、课后利用线上平台进行作业任务的布置与批改。其中，课前预习讨论目的主要为将此章节的知识先与已知的生产生活目的相联系，激起学生学习此章节知识点的欲望和积极性。在教学实践中发现，课前预习讨论采用线上讨论与线下点名交流相结合的方式最为有效。课中实时在线小测验的主要目的为在课堂利用较短的课堂时间对学生进行简短的选择题和判断题小测验，实时了解学生掌握情况。通过研究与实践发现，利用线上平台可实时快速得到全班学生的错题分布和测试结果排名（附件 7）。利用错题分布教师可以迅速得到教学结果和反馈，并立即对错题进行讲解和补充，而测试结果排名又能激起学生的竞争意识，提起学习兴趣。线上课后作业的布置与批改主要包括通过线上平台发布每一章的作业内容并准确设定交付时间，学生利用线上平台传递电子版作业或纸质版照片，教师在线上平台进行作业的批改与成绩的发布。

项目研究证明线上平台极大的提高了师生互动的范围，同时也使成绩统计与考核更加精确与容易。

四、取得的工作成效

依据以上工作举措，项目的主要研究成果以及工作成效包括以下四个方面：

(1) 基于“在用中学”理念设计了具象仪器结构与实操导向的创新教学内容

设计了以“在用中学”为核心导向的整合串联多个仪器分析技术的综合研究型《仪器分析实验》课程（论文全文见附件 1）。具体来说，以代谢组学为背景设计了气相色谱质谱与液相色谱质谱联合表征血浆中小分子的综合实验。一次

实验掌握三种分析仪器的原理和操作，解决课程缺乏知识关联性的问题。通过仪器结构的深度讲解和开放实验参数设置的方式提高实验探索性、调动学生主观能动性。此课程已应用于实践教学中，服务了三届应用化学专业本科生，受益学生人数约 400 人左右。相关成果已总结成教改论文投稿于《大学化学》期刊，并已被录用即将发表（证明材料见附件 2）。

(2) 基于“在用中学”理念建立了实践问题与任务库以及任务驱动的教学内容

针对《仪器分析》课程建立了针对各个章节知识点的新闻时事、热点问题以及思考问题库（见附件 3）。并在仪器分析教学中进行了实践，并将每个问题的学生参与热度和问题标注在问题库中。问题库已在课程中实践使用了多个专业班级的三届学生，受益学生人数超过 450 人。设计了以“在用中学”为核心导向的课后实践任务库（见附件 4）。实践任务库涵盖了分离分析领域的各类技术的任务题目及答案讲解重点与流程，包括相吸附分离分析、相分配分离分析、膜分离分析、液相色谱分离分析、气相色谱分离分析等。任务库已在课程中实践使用了两届学生，受益学生人数为 80 人。教学效果得到了学生的普遍好评。相关研究成果已总结成教改论文投稿于《大学化学》期刊，目前处于外审阶段（证明材料见附件 5）。

(3) 基于“互联网+”在线教学平台形成了原理与实践结合的课程体系

利用线上教学平台打造了新的《仪器分析》教学课程体系，教学课程内容的创新体现在全新的教学课件、借助“tronclass”平台实现的每章节课堂实时任务小测验（平台小测验结果分析截图以及自编小测试题库见附件 6 和 7）、实践任务模式的新型在线课前预习和课后作业、分组文献调研汇报式的期末考核手段。所有的教学资料、课堂互动、课后作业均依托在线平台进行了记录，在线平台的学生学习完成度记录见附件 8。这个全新的教学课程体系已服务了三届包括临床医学专业（八年制）在内的多个专业班级的学生，受益学生约 450 人。教学效果得到了学生的普遍好评。

(4) 基于“在用中学”理念形成了多维课程考核方法

建立了多维的过程学习评价体系，并在实际教学中进行了长期的实践，总结了大量经验。多维过程学习评价体系包括课前预习线上问答、随堂线上小测试成绩、课程活动互动加分、课后实践任务成绩。全方位立体化的评价学生的学习过程情况。具体过程考核评价方案见附件 9。此考核方法已服务了三届包括临床医学专业（八年制）在内的多个专业班级的学生，受益学生约 450 人。教学效果得到了学生的普遍好评。

五、特色和创新点

项目成果的理论创新主要体现为：一方面开发了新的任务导向的仪器分析课程教学方案，从课前预习、课后任务到课中的任务讲解等各个课程教学时间段都渗透了以知识点为基础的实践任务，使学生有应用目的的学习，也能学习后实现应用目标。这是对仪器分析课程实践“在用中学”的教学理念的一种理论创新；另一方面也设计并开发了以科研为背景以具象仪器结构与实操为导向的仪器分析综合实验教学内容，将多个仪器分析技术和知识点融合在一个大型实验中，改善了仪器分析课程分析技术之间关联性差、知识碎片化的问题，同时也从实验的角度践行了“在用中学”的教学理念，实验讲解以具象的仪器内部结构与实操为导向，对仪器分析课程的配套实验课程进行了理论创新。

项目成果的实践创新主要体现为：针对具体的任务导向型仪器分析课程的教学实践整理并形成了可直接使用的“分离分析”相关技术的实践任务库，包含任务的内容以及详细的任务讲解方案；同时也形成了《仪器分析》课程的课前课中热点问题库，不但总结了问题及参考答案，同时也统计了每一个问题的学生回答情况。最后，依托互联网教学平台在教学中实践了课前线上讨论、课中线上实时小测试、课后线上作业管理等一套完整的教学实践体系。将“在用中学”的创新教学理念在具体的课程教学实践中落地。

项目的特色为对《仪器分析》从理论课到实践课程都进行了全新的设计，融入了互联网+背景下的线上资源与平台，将“在用中学”的教学理念在仪器分析课程中实现了落地，产出了从教材报告、教学资源库、到教改论文一系列理论到实践的教学成果。目前产出的教学方案和资源库被应用于中南大学化学化工学院应用化学专业、湘雅医学院临床八年制专业、资源与生物加工学院矿物加工专业等多个学院专业的《仪器分析》以及实验课程中，在项目执行两年期间受益学生总数达千人，新的教学方案与资源为我国仪器分析人才的培养打好了基础。