

# 基于PBL理论的环境类专业仪器分析课程教学改革与实践

夏静芬,唐力,芦群,陆菁菁

(浙江万里学院,浙江宁波 315100)

**摘要:**文章以“问题”为核心, Moodle 为平台,对仪器分析课程教学内容、教学手段和评价方法的改革与实践进行了阐述。在改革过程中,设置了以环境中污染物分析检测问题解决的为主的教学内容,实践了“课堂精讲、虚拟仿真、实际操作和小组讨论”四位一体,知识、能力和素质协同培养的教学方法以及“全过程、多元化”评价方法,由此调动了学生学习的主动性和积极性,提高了学生理论和实践能力,促进了学生综合素质培养,取得了较好的教学效果。

**关键词:** PBL 模式; 仪器分析; moodle; 教学体系

中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 1671-2250(2020)02-0112-05

DOI: 10.13777/j.cnki.issn1671-2250.2020.02.020

仪器分析是应用型本科院校环境类专业的核心专业基础课。以技术人才培养为出发点,以“水、大气、土壤、固体废弃物等污染物分析与检测”的知识、技能培养为目标的课程教学不仅要求学生掌握分析仪器的原理、结构、使用方法,更需要具备根据需求选择适宜的研究和测试方法,解决实际问题的能力<sup>[1]</sup>。但传统的仪器分析教学存在以下几个问题,使教学效果未得到有效的提升:(1)课程涉及的分析仪器几乎都是大型的精密仪器,台套数较少,“重理论,轻实验”的课程教学设计不能满足学生实践能力培养的需求;(2)仪器分析内容繁多,抽象性强,涉及面宽,在传统“知识呈现式”的教学模式下,将本来注重实际应用的课程演变成了理论灌输,结果是学生记住了原理、公式而不知其意义,会解题但不知其实际应用<sup>[2-4]</sup>。因此,常常会出现学生虽然能在考试中考取较高的分数,但在解决实际问题时却往往无从下手,与社会对高素质应用型人才的需求不符。

基于问题学习的教学法(Problem Based Learning, PBL)以实际应用问题为核心引导学生学习,在创造性解决问题的过程中,通过互动研讨等方式,培养学生探究思考、解决问题、归纳整合等多种实际应用能力<sup>[5,6]</sup>。将 PBL 理论引入到应用型技术人才培养中,不仅有利于激发学生的学习动力,培养学生的应用能力,而且能积极引导增强开放性思维,提高创新能力,大大提高人才培养效率。课题组以“问题”为核心,以 Moodle 为平台,对仪器分析课程的教学内容、教学手段和评价方法等进行改革,探索并实践“课堂精讲、虚拟仿真、实际操作和小组讨论”四位一体的教学方法以及“全过程、多元化”评价方法,达到知识、能力和素质的协同培养,以解决课程教学中存在的问题,切实提高教学质量。

## 1 仪器分析教学内容设置

### 1.1 理论教学以“必需、够用”为度,合理分层

问题是学习的起点,也是选择知识的依据,因此基于 PBL 理论设计的教学目的就是掌握解决本领域问题所需要的知识和技能。对于仪器分析课程来说,就是能够利用各种分析仪器进行“环境污染物质的分

收稿日期: 2019-10-25

基金项目: 2018 年浙江万里学院课堂教学改革项目(以“学科竞赛驱动实践”为核心的《仪器分析》课堂教学立体化模式探索)。

作者简介: 夏静芬(1976-),女,浙江奉化人,浙江万里学院生物与环境学院副教授。研究方向:环境分析与检测的教学与研究。

析与检测”,以获取有价值的的数据。2016-2017 学年,课题组进行了各环境保护工作岗位对仪器分析技术的需求调查和毕业一年、毕业三年后学生对课堂教学效果的反馈调查,在此基础上,将教学内容按需要掌握的程度进行调整,并分为两个层次。

第一层次是环境检测领域要求学生必须掌握的基本分析技术,即最常用的光谱(原子吸收法、原子发射法、紫外-可见吸收法、红外光谱法)、电化学(离子选择性电极法、电位滴定法)和色谱(气相色谱法、液相色谱法)三类分析方法的原理和应用。这一层次的教学内容不仅要求学生正确理解方法的原理,能根据需求选择合适的方法,会正确分析实验结果,获取有效信息,还需掌握仪器的基本操作。教学内容设计上是以实际环境污染物分析的案例引出问题,以问题引出解决案例所需要的方法,在学习方法的过程中形成基本概念和原理,并以原理指导问题的解决。如在色谱分析法的教学中,结合塑化剂污染事件,思考塑化剂为什么不能用化学分析法检测?由此引出色谱分析法,然后围绕其核心知识设计5个问题,并以此为线展开教学:①如何利用色谱法对污染物进行准确性、定量?②如何达到污染物的最佳分离效果?③如何设置合适的分离与检测条件?④如何根据样品的特点,选择合适的色谱分析方法?⑤如何操作色谱分析仪器?通过问题的解决,学生掌握色谱分析法的重要理论和基本原理,具备根据环境样品的特点,选择适宜的色谱方法进行污染物分析与检测的能力。

第二层次的教学内容是一些高级的仪器分析技术,如气相色谱-质谱联用法、液相色谱-质谱联用法、电感耦合等离子光谱-质谱联用法、库仑分析法等。对该层教学内容,要求学生掌握方法的原理,了解方法的应用;教学形式是理论讲授、视频演示和问题讨论。

通过两层次课程内容的教学,学生完整地理解仪器分析方法,掌握常用方法的实际应用技术。

## 1.2 实验项目突出“实际问题的解决”

实验是理论的衍生和应用,是解决问题的根本所在。所以在内容设置上,两者一脉相承,也分为两个层次,即第一层次的综合性实验和第二层次的设计性实验。

环境专业的学生主要面对的是环境保护领域污染物的定性定量检测,所以第一层次项目以利用基本仪器分析技术完成水、土壤、大气等样品中污染物的分析为主,采用的是国家标准分析法,操作内容包括样品的采集、预处理、测试以及结果评价,过程完整,综合性强。如,紫外差值分光光度法测定废水中微量苯酚、原子吸收光谱法测定土壤中金属元素的含量、气相色谱法测定室内空气中苯系物等。学生认识到课程的目的就是解决实际问题,从而更加主动学习。同时,为进一步激发学生兴趣,将仪器分析的技术与社会密切相关的热点问题相结合,如,设置高效液相色谱法测定化妆品中的邻苯二甲酸酯,实验所需的样品由学生自带,实验结束后学生还需将各个组的样品测试结果进行比较,评价各种化妆品中的塑化剂含量。

为培养学生运用所学知识完成实际复杂试样的分析能力,在完成基本仪器分析技术的操作后,学生需按照“构想-设计-实施-总结”的流程完成一个复杂的设计性实验项目,如“地表水中污染物的分析”。学生设计地表水中的重金属元素、氨氮、总氮、总磷、挥发性有机物等含量的测定方法,选用合理的仪器分析方法并进行具体的实施运行。设计性的实验项目能使更好地掌握各种分析仪器的实际应用,理解课程提出的“问题”,从而培养了学生综合实践与创新能力,提高了学生分析问题、解决问题的能力。(图1)

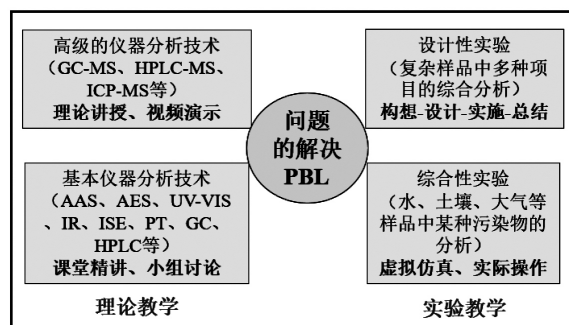


图1 按照PBL模式设置的仪器分析教学内容

## 2 多途径、立体化教学方法的应用

“基于问题学习”的PBL教学法以多种学习途径激发和支持学习者的高水平思维。课题组在教学过程中,以学生为中心,依托Moodle平台,基于“实际环境分析与检测问题”的解决,采用“课堂精讲、虚拟仿

真、实际操作、小组讨论”四位一体的多途径、立体化教学方法组织学生进行学习(图2)。

### 2.1 依托“Moodle”平台,创设问题解决的条件

PBL将学习任务与实际问题的解决相结合,强调学生的自主学习。在学生解决问题的过程中,教师并不是直接给出问题的答案,而是创造条件,给学生提供丰富的学习资源使其能主动探索。依托基于建构主义学习理论开发的课程管理系统“Moodle”平台能较好地实现这一教学设计。

仪器分析的“Moodle”平台有资源下载、互动交流和作业提交三大板块。资源下载板块包括预习发布(课前问题和实验前的任务)、课程学习资料(课件、视频、动画、软件)等。课前,教师在平台上将“需要解决的问题”提前发布,学生根据平台提供的课程学习资料和其它扩展性的学习资源,寻求解决问题的方法。这些资源也可用于学生课后复习,以利于进一步巩固课程教学内容。互动交流板块有多个供师生之间互相交流的功能区,如:问题讨论区、在线抢答区和在线测试等,以达到师生、生生有效互动和学习效果的实时反馈,有利于教师及时了解学生对学习内容掌握的整体水平,适时调整教学方案。在作业提交板块,学生可以方便提交各项任务作业,教师可以随时随地批阅。以“Moodle”平台实施仪器分析课程教学后,打破了学生学习和师生互动交流的时空限制,加大了信息量,拓宽了学生的视野,使PBL的教学模式能真正落地实施。

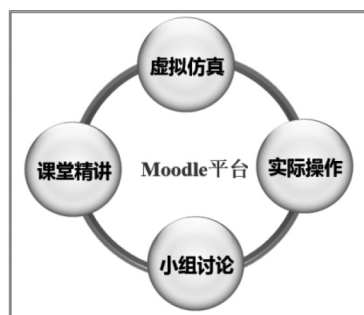


图2 仪器分析课程的教学组织形式

### 2.2 课堂精讲与小组讨论有机结合

PBL模式下的“课堂精讲”包括实际案例的引入(即创设问题情境,该问题必须是学生在其未来的环境检测领域可能遇到的)、提出问题(搜集信息、分析问题)、解决问题(得出方法,归纳原理)、应用拓展(通过小组讨论,拓展方法新的应用,巩固知识)。整个过程的实施以问题解决为线,引导学生积极、自主地参与问题解决的全过程,让学生亲历知识产生与形成的过程,学会独立思考。在学生进行某一问题学习之前,教师先通过“Moodle”平台将问题、学习方法和参考资料给予学生,并提出目标要求,在课堂上围绕问题精讲知识点。

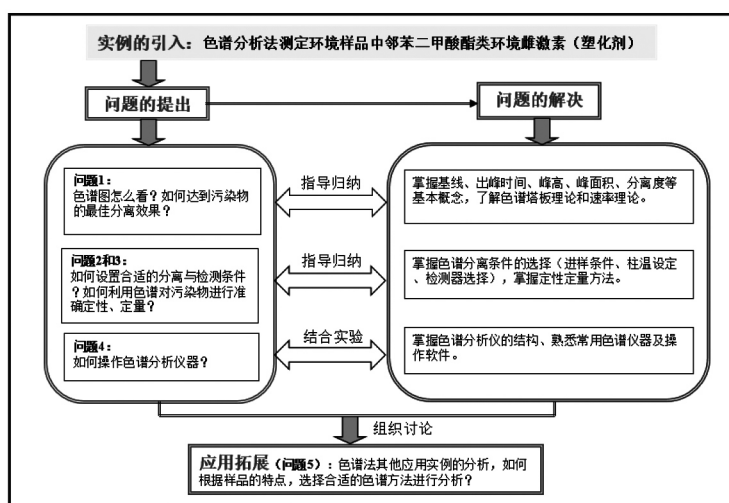


图3 基于PBL的理论教学方法(以色谱分析法的教学为例)

以第一层次教学内容中色谱分析法的教学为例(图3),首先引入“色谱分析法测定塑化剂邻苯二甲酸酯”这样一个具体的实例,思考要全面掌握这种方法,需要解决的问题有哪些?然后通过启发、互动、类比等多种立体化方法相结合的课堂精讲和实验中的实际动手操作,解决问题1至问题4。在此基础上,将学生分成若干小组,通过查阅资料,了解色谱分析法在环境分析中的其他应用,并以组为单位进行讨论汇



报,教师总结归纳,解决色谱法的第5个问题,使学生具备根据样品的特点,选择合适的色谱方法进行分析的能力。

### 2.3 虚实结合、相互补充,虚拟仿真实验全覆盖

虚拟仿真实验具有虚拟性、实战性和开放性等特点,与传统实验相比,其在教学实践活动中的应用不但能弥补教学台套数的不足,克服真实实验或操作的各种条件制约,还能让学生更直观地了解大型仪器设备的运行过程和原理<sup>[7]</sup>。因此,课题组在仪器分析的实验教学中采用虚实结合的方式,以虚拟实验辅助实际操作。

如在色谱系列实验中,学生在虚拟实验室,以“安捷伦 7890A 气相色谱仪”“安捷伦 1200 液相色谱仪”及 ChemStation 工作站软件进行开发的仪器分析仿真系统为模型,进行实验原理、操作规程、安全知识等方面的训练,并进行“生活饮用水中三氯甲烷、四氯化碳等有机物含量的测定”和“液相色谱法测定五氯酚含量”实验模拟。考核合格后进入实际实验室,完成“气相色谱法测定室内空气中苯系物”和“化妆品中邻苯二甲酸酯含量的测定”两个实验。实施效果表明,改革后的实验教学,以真实实验为依托,以虚拟实验为辅助,在“虚拟-真实”交替的实验环境中,使学生能真正将理论与实践结合,提高实践动手能力。

在实际的实验教学过程中也突出“问题的解决”,教师只对实验目标和关键点提出要求,并对学生的实验方案和部分操作进行指导,学生作为实验主体参与实验准备、实验操作、实验分析总结等全过程。自编的仪器分析实验教材留给学生足够的思考空间,如在综合性实验的关键步骤处留出空白,设计与实验相关的若干延伸内容和思考题等,即把标准曲线如何制作、关键试剂如何配制、加入试剂量多少合适等作为问题,促使学生在实验前和实验过程中能真正主动学习,主动研究,学生也可以尝试多种实验方法。

## 3 建立以“知识、能力、素质”为本的“全过程、多元化”评价体系

改革课程考核模式,从原来传统的注重结果的考核方式转变为过程性考核,侧重于考查、锻炼学生分析问题、解决问题的能力,引导学生用理论知识解决实际问题,以提升应用能力。仪器分析课程评价包括期末考核(占 50%,采用一张纸开卷的形式,学生自己归纳仪器分析的基本知识、基本理论,考核内容以利用仪器分析技术为手段解决环境类实际问题为主);过程学习(占 50%,包括虚拟仿真和实际实验操作能力评价、Moodle 线上作业和测试评价以及小组讨论汇报评价等)。从多方面、多角度对学生学习效果进行评价,全面衡量学生的理论知识、实验技能与创新能力,激发学生学习兴趣,调动学生主动学习的积极性。

## 4 实践成效

对 2013 至 2018 级五届环境科学和环境工程专业学生进行的改革实践表明,以实际应用问题解决为核心的仪器分析教学模式取得了较好的效果。它关注学生每个阶段的学习,不仅充分调动学生学习的积极性,促成其个性化学习,而且还有效提升学生的动手操作能力并积累实际问题解决经验。近年来,学生参加国家、省市级大学生化学或生命科学类竞赛,共获得一等奖 6 项,二等奖 15 项,三等奖 10 余项,在教师指导下学生获批省级以上科研项目 8 项,发表科研论文 32 篇,参与素拓项目 80 余项。每年有 30% 的学生由于具备熟练的仪器操作使用和分析能力,进入与环境检测相关的领域,并屡获用人单位的好评。

在接下来的教学实践中,课题组还将不断更新教学观念,整合仪器分析的教学内容,以适应环境保护领域技术不断发展的需要。此外,课题组还要综合运用各种教学方法和手段,大胆创新,产科教相互融合,理论与实践相长,使学生得到实践性的锻炼,成长为既具有坚实的理论基础知识,又具有扎实的实验技能的技术型人才。

## 参考文献:

- [1] 夏静芬,唐力,叶汉侠.以应用型人才培养为导向的仪器分析教学模式改革探索[J]. 高等理科教育, 2012(2):156-158.
- [2] 付颖,张永忠,高爽,等.仪器分析实验教学体系的构建与实践[J]. 实验室研究与探索,2014, 33(6):190-192.
- [3] 王晓岗,郝志显,许新华,等.以大型仪器为依托的化学基础实验教学改革与创新[J]. 中国大学教学,2016 (4):81-84,90.
- [4] 王琦,贾剑平.应用化学专业仪器分析课程教学与实验改革探析[J]. 大学化学, 2013, 28(4):19-23.
- [5] 刘莉,惠晓丽,胡志芬.基于 PBL 理论的工科人才培养途径探究[J]. 高等工程教育研究, 2011(3): 104-108.
- [6] 谢微,汤泉,陈秋娟,等.基于问题学习方式的仪器分析实验教学改革[J]. 实验室研究与探索,2017, 36(4):205-208.
- [7] 邵俊,孟君,杨习居.基于虚拟实验室的仪器分析课程教学改革[J]. 化学教育, 2016, 37(10): 75-78.

## Reform and Practice of Instrument Analysis Course of Environmental Specialty Based on PBL Theory

XIA Jing-fen, TANG Li, LU Qun, Lu Jing-jing

(College of Biological and Environmental Sciences, Zhejiang Wanli University, Ningbo Zhejiang 315100, China)

**Abstract:** A teaching reform for Instrumental Analysis based on “Problem-Based Learning (PBL)” model and “Moodle platform” was put forward in this paper. We makes innovation on teaching content, teaching methods and evaluation method. Through setting up teaching contents focusing on solving problems in the field of environmental protection, Practicing “learning in the classroom, virtual simulation, practical operation, and group discussion” teaching methods combining with “whole-process and diversified” evaluation system, students’ enthusiasm is mobilized, theoretical and practice level are raised, cultivation of comprehensive quality is promoted and the favorable teaching effect is achieved.

**Key words:** PBL model; instrumental analysis; moodle; teaching system

(责任编辑:刘阳雄)