以学生为中心的仪器分析课程教学探索与研究 ——以色谱导论为例

赵洁好*, 石碧清, 全玉莲, 裴培, 郑艳芬

河北环境工程学院环境工程系, 河北 秦皇岛 066102

摘要: 仪器分析在大学环境类专业教育中至关重要, 其教学效果直接影响后续环境类课程的最终产出。仪器分析课程知识繁杂、理论抽象、结构复杂, 学生学习效果不佳, 并且知识点难以内化, 课堂气氛沉闷。本文将趣味课程设计、翻转课堂教学和多维有效评价结合, 探讨仪器分析课程教学改革, 使仪器分析课程有趣有味, 使学生爱上爱学。

关键词: 色谱; 仪器分析; 趣味情景融合; 翻转课堂; 有效测评

中图分类号: G64; O6

Exploration and Research on Student-Centered Instrumental Analysis Teaching: Taking Introduction to Chromatography as an Example

Jieyu Zhao *, Biqing Shi, Yulian Quan, Pei Pei, Yanfen Zheng

Department of Environmental Engineering, Hebei University of Environmental Engineering, Qinhuangdao 0661002, Hebei Province, China.

Abstract: Instrumental analysis is of great importance for environmental specialty education in universities. The teaching effect directly affects the final output of subsequent environmental courses. Instrumental analysis course has complex knowledge, abstract theory and complex structure. Students' learning effects are poor and knowledge points are difficult to internalize, and the classroom atmosphere is dull. Interesting curriculum design, flipped classroom and multidimensional effective evaluation are combines in this paper for the better exploration and practice of instrumental analysis teaching reform, so as to make the instrumental analysis course stimulating and make students love learning.

Key Words: Chromatography; Instrumental analysis; Interest scene fusion; Flipped classroom; Effective evaluation

环境质量恶化使人们对环境质量关注度日益增加, 仪器分析对于环境质量监测至关重要, 高效、高灵敏度的现代化检测方法是环境监测的必由之路。但目前高校仪器分析课程教学普遍存在以下三个方面的问题: 一是教材内容滞后; 二是学时有限, 所学内容有限; 三是教学内容抽象^[1-4]。长期以来这三个问题不同程度上困扰着各大高校仪器分析课程的教学。另外由于实验条件限制, 目前主要的教学活动基本上还是以传授知识为主体, 沿袭中学应试教育的知识传输与接受模式, 以学分和考试成绩作为学生学习的主要动力, 因此很难改变学生被动学习、死记硬背的现状, 这些都使得学生对仪器分析课程学习兴趣不足, 更看不到此课程在理论与应用上的重要性^[5-8]。

收稿: 2021-09-03; 录用: 2021-11-09; 网络发表: 2021-12-06

*通讯作者, Email: zhaojieyu2004@126.com

基金资助: 河北环境工程学院校级教改项目(YB201905, YB202011, kcsz202011); 河北省教育厅高等教育教学改革研究与实践项目(2019GJJG387)

本论文以科学发展史和科研成果丰富课堂教学内容^[9-11],对仪器分析色谱章节进行趣味化设计,借助翻转课堂^[12]手段进一步提升学生学习兴趣及自主学习能力,设计多维评价环节有效反馈教师教学和学生程度,呈现仪器分析课程的教学探索与研究成果。

1 教学探索研究

1.1 总体设计方案

以色谱导论为例,简单介绍以学生为中心的仪器分析教学探索与研究成果。总体设计框架见图1,从三个层面进行设计,分别是趣味提问、翻转课堂教学和有效评价,通过三个部分的师生互动、交流总结及测试,及时高效地反馈教学效果,最后结合综合考核量化教学成果。

图1 趣味性融合教学课堂设计构架

1.2 趣味情景设计

对于色谱理论章节,结合课程教学目标和内容,通过结合历史背景提问的方式激活课堂,通过一些常识反差和趣味讲解,提起学生兴趣,循序渐进、层层递进与课程内容衔接。问题设计如下(图2):

- (1) 中国古代的太上老君与牛顿有何共同爱好?
- (2) 同一科研想法,为何在东方和西方文明背景下导致截然不同的科研方向?
- (3) 世界大战如何催生色谱家族?
- (4) 色谱界的东邪西毒是谁?

第一个问题将看似毫不相关的两个人联系在一起,很好地提升了学生的兴趣,讲解二者共同爱好为“炼丹术”,那为何东方的炼丹术发展成为毒死皇帝的巫术,而西方的炼丹术发展为现代分离技术,进而发展为色谱法。课堂在阐述二者共同爱好的基础上引出色谱法的诞生。第二个问题进一步追问产生这两者截然不同结果的原因,使学生深入思考东西方文明对人类思维和历史走向产生的深远影响。第三个问题将色谱分类与其发展的历史背景联系起来,在世界大战背景下各国的军事竞赛催生色谱发展,让学生在一个宏观历史脉络下了解色谱法的前世今生。大背景明晰之后,将视野聚焦在色谱,将色谱比喻成武林,将分类比喻成武林中各大门派,将广泛使用的气相与液相色谱比喻为色谱“武林界”的东邪西毒。这样使学生一下就清楚分类细节和常规使用仪器的名称。

图2 问题设计环节中相关的PPT展示

以问题导向的个体学习、小组讨论、课堂展示等多种形式，对课堂上讲授的知识进行深化和拓展，通过问题设计激发学生的学习热情，将色谱法的定义、分类、机理和使用范围进行讲解，有利于学生迅速掌握核心知识点。

1.3 翻转课堂

传统的仪器分析教学过程，色谱知识点很难内化，学生自主能力弱，学生对仪器分析课程课堂效果普遍反映沉闷无趣。我们通过理论课程讲解之后，布置6个扩展主题的学习任务，通过分组讨论、小组汇报和教师点评等环节开展课堂翻转，极大提升了学生的参与度、融入感和主体性。具体做法如下：学习任务中的6个选题分别是：1) 色谱理论发展史；2) 与色谱有关的诺贝尔奖获得者；3) 与质谱有关的诺贝尔奖获得者；4) 我国科学家在色谱发展中的贡献；5) 百年色谱发展史给我们的启发^[13]；6) 举例在环境检测与生物医药中哪些物质的检测利用了色谱方法(所使用的仪器属于哪类？机理是什么？与之前学习的光谱法有何区别？)。

六个选题设计层层递进，由浅入深激发学生探究问题的学习兴趣，课堂气氛迅速激活，理论知识不枯燥，与课程思政、历史发展和趣味比喻有机融合。知识理论背后涌动的是历史发展下的科学工匠精神，让学生爱上爱学，同时构建色谱知识体系。前四个选题意在利用线上课堂拓展学生专业知识，后二个问题是在前四个问题基础上有所提升，需要进一步对色谱发展总体认识进行归纳总结，在自主学习过程中结合课上理论知识进行拓展再学习。通过百年色谱发展史的简短回顾，不仅再一次深刻认识色谱分类与机理，而且通过百年历史中科学精神的传承，将思政教育升华到自身启迪，落实到学生平时的行动中。最后一个选题是在色谱导论学习的基础上，对知识点的综合分析与应用，进一步深化核心知识点。

在翻转课堂教学中，学生根据这6个选题，以课下小组讨论的形式对扩展内容进行交流和分享，要求每人写一篇观后感文章发送到学习通上，以学生互评的方式给予评价，最后学生将讨论内容以讲故事的形式，用PPT或视频等方式展示在课堂中，要求一人负责制作，一人负责演讲，一人负责回

答问题。充分调动每一位学生的学习热情。如图3展示，很多同学在介绍我国科学家贡献的同时，都提到了徐光宪院士，他是“稀土界袁隆平”，研发稀土回流串级萃取，打破国际垄断。他终结中国出口稀土“贱卖命运”，推动稀土走向合理竞争。这些科学家的介绍燃起同学们的爱国热情。通过学生自己亲自讲解我国老一辈科学家的工匠精神，使思政教育更自然有亲和力，同时也更接地气。最后由教师进行总结归纳。通过线上线下的多元化学习模式，学生不仅对核心知识点理解更深入，而且在小组讨论和演讲过程中，充分发挥了学生的自主学习和探究的热情。

图3 翻转课堂课堂照片展示

1.4 多维有效评价环节

(1) 有效及时反馈。

我们采用学习通的测试环节，题型多为客观题，通过课前、课中和课后测试，有效快速了解学生对课堂内容的掌握情况，并及时调整教学计划，更有针对性地讲解难点重点，并对学生掌握的知识盲区进行随时补充和强化。

(2) 学生成为有效评测的主体。

仪器分析是一门交叉学科，知识点繁多，识记理解难。学生学习过程中经常出现学了后面忘了前面的现象，而且知识点之间不能建立联系。我们采用学生作为有效测评主体的方式，即让学生出测试题提交到学习通，然后利用学习通的随机批阅，让学生交换测试题作答，互对答案，并给出测试成绩作为平时作业成绩的依据，占比50%；教师根据学生出题质量、知识点覆盖度、题目设计逻辑性和严密性以及答案是否完善合理等进行进一步评价，占比50%。这种测评方式很多学生反映出题比做题难度大，做题只需要针对题目进行作答，而出题就需要通盘考虑，不仅要考虑知识点之间的联系，还要巧妙设计题目和答案，这样会让学生在出题过程中对知识点进行更深入的思考。

(3) 开展“活学活用”测评。

在环境领域中很多测定指标的国标分析方法是基于光谱分析方法，但随着我国环境监测行业的发展，基于光谱分析的常规分析方法已经无法满足日益增加的监测需求，急需针对全组分有机污染物的本体及其前体物和代谢物的全方位监测，能够诠释污染物来源、成因及致毒机理。这就意味着对环境监测设备的精度要求越来越高，必然会向色谱及色谱质谱联用方法倾斜。基于此，我们采用

“活学活用”评测方式，针对现有环境监测指标的国标分析方法，让学生通过查文献的方式检索色谱替代法，并阐述色谱法与原有方法的区别及各自优缺点。学生在查阅文献自主阅读的过程中，不仅对现有监测方法有一个整体了解，更重要的是通过与原有方法对比，梳理所学光谱法与色谱法，更深入理解色谱分离机理以及不同的分析方法在解决具体问题时所具有的优势和局限性，深切体会仪器分析不断发展创新的新技术、新方法和新思路，初步感悟前沿文献中的创新性思维，从而培养学生的创新能力。

最后通过上述三个方面学生的表现和课前、课中及课后测试，掌握学生对知识的运用能力，调整考核内容并进行综合考核量化教学效果。

(4) 教学效果反馈。

以2019–2020学年和2020–2021学年第二学期的仪器分析课程进行对比，教授对象为河北环境工程学院环境科学系18级和19级本科生，学时均为56学时，2020–2021学年第二学期进行以学生作为有效评测主体的教学方法。由图4可知，经过这样的题型设计，2020–2021学年第二学期使用新的教学方法进行仪器分析色谱导论课程测试，其成绩明显高于2019–2020学年第二学期的仪器分析课程，优秀率由63%上升到72%，不及格率由7.9%降至为0%。

图4 2020年和2021年仪器分析中色谱导论测试成绩对比图

电子版为彩图

以2019–2020学年18级授课班级为对照组，2020–2021学年19级授课班级为实验组，两组的学生人数均为30人。无机及分析化学作为仪器分析的前期基础课程。表1是对照组和实验组的教学效果评价对比^[14-16]。通过对比说明两个组在无机及分析化学考试成绩无显著差异，故可说明两个班的学生在仪器分析课程的前期课程是处于同一水平的。两组考试题型一样，并且表2中两组的难度系数和区分系数基本一致，这些说明试卷难易程度适中，区分度一致，而实验组的仪器分析课程经过趣味设

表1 2020年和2021年仪器分析教学效果评价

项目	无机及分析化学		仪器分析	
	对照班	实验班	对照班	实验班
平均成绩	77.31	76.74	80.52	84.8
标准差	5.45	6.33	6.85	8.07
方差齐性检验	$P = 0.145 > 0.05$		$P = 0.694 > 0.05$	
平均成绩对比	$P = 0.358 > 0.05$		$P = 0.0200 < 0.05$	

表2 2020年和2021年仪器分析期末考试成绩对比图

分数段	对照组	实验组
> 90	2	11
80–89	14	11
70–79	13	6
60–69	1	2
难度系数	0.19	0.15
区分系数	0.21	0.27

计、翻转课堂和综合评价等多种教学方法的应用，与对照组的考试成绩有显著差异，优秀率有显著提高，优秀人数由2人提高到11人。这些结果表明经过为期一年的以学生为中心的仪器分析教学方法取得了一定的成效。

2 结语

仪器分析是环境监测的眼睛，是后续环境分析与评价的基石，在环境类专业中占有非常重要的地位。但由于仪器分析课程自身知识体系的复杂性、理论抽象性、涉及学科的交叉性，都使得学生在学习过程中难以内化，不能灵活应用。基于此，对仪器分析色谱章节进行趣味化设计和扩展，以趣味提问讲解、翻转课堂，以及利用多元、及时、有效的多种评价手段，充分调动学生学习的主动性，提高他们提出问题、解决问题的能力，使学生爱上爱学，使仪器分析课程变得有趣有味。本文介绍的以学生为中心的色谱理论教学改革已经开展1年多，虽然通过教学效果和学习成绩来看取得了一定成效，但教学改革过程是漫长而修远的，我们仍将努力向前，将教学改革成效扩展到每一个知识点，进一步提升仪器分析课程的课堂教学效果。

参 考 文 献

- [1] 王荷芳, 孔德明. 大学化学, 2020, 35 (12), 127.
- [2] 王荷芳. 大学化学, 2020, 35 (5), 75.
- [3] 孙寅璐, 姜宏月, 熊英. 大学化学, 2021, 36 (3), 2002016.
- [4] 葛媛, 王登武, 张翠红, 霍小平. 教育教学论坛, 2020, No. 43, 173.
- [5] 叶能胜, 林雨青, 张璐, 周文娟. 中国现代教育装备, 2020, No. 9, 6.
- [6] 王荷芳. 大学化学, 2020, 35 (5), 75.
- [7] 李照, 丁宁, 唐晓洁. 首都师范大学学报(自然科学版), 2020, 41 (3), 64.
- [8] 高林晓, 王玉林, 冯定坤, 邹洪涛. 教学与研究, 2019, 46 (9), 176.
- [9] 李俊波, 白慧云, 张鑫鑫, 杨燕强, 杨金香. 化学教育(中英文), 2019, 40 (12), 44.
- [10] 付晓伟, 杜鹏, 吴晓, 朱宝伟, 刘海燕. 山东化工, 2018, 47 (19), 128.
- [11] 付颖, 张永忠, 高爽, 王宇昕. 实验室研究与探索, 2014, 33 (6), 190.
- [12] 郭明, 夏琪涵, 周建钟, 文先红, 吴荣晖, 李铭慧. 化学教育(中英文), 2019, 40 (6), 30.
- [13] 刘虎威, 傅若农. 色谱, 2019, 37 (4), 348.
- [14] 邓海山. 大学化学, 2013, 28 (4), 24.
- [15] 李广洲. 化学教育统计与测量导论. 南京: 南京师范大学出版社, 1998.
- [16] 李广洲, 任红艳. 化学教育测量与评价. 北京: 科学出版社, 2014.