

## 环境分析化学课程研究性教学的实践与思考

曹洪恩, 王爽, 袁树忠\*, 董飒 (扬州大学园艺与植物保护学院, 江苏扬州 225009)

**摘要** 为了培养学生的创新精神、研究能力和实践能力, 针对环境分析化学教学中存在的问题, 构建了环境分析化学课程的研究性教学体系。从理论教学、实践教学和教学评价 3 个方面进行了课程设计。采用问题解决模式、自主探究模式、课题参与模式、专题拓展、专题讲座、实践教学和自主学习等教学模式, 改进教学方法, 注重学生学业评价。引入学科的热点与前沿问题, 结合教师科研课题, 引导学生主动学习、主动探索。研究性教学取得了良好的效果, 同时使学生的专业素质得到了明显提高。

**关键词** 环境分析化学; 研究性教学; 创新教育; 课程设计

中图分类号 S-01 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)02-0274-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.02.081



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Practice and Thinking on Research-based Teaching of Environmental Analytical Chemistry Course

CAO Hong-en, WANG Shuang, YUAN Shu-zhong et al (School of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009)

**Abstract** In order to cultivate students' innovative spirit, research ability and practical ability, a research-based teaching system of environmental analytical chemistry was constructed in view of the existing problems in the teaching of environmental analytical chemistry. Curriculum design was carried out from three aspects of theoretical teaching, practical teaching and teaching evaluation. Problem-solving model, independent exploration model, program participation model, thematic expansion, special lecture, practice teaching and autonomous learning were adopted, moreover teaching methods were improved and learning evaluation was emphasized. Through introducing the hotspot and frontier issues of the subject, as well as combining with the teachers' scientific research, students were conducted to study and investigate actively. Good research-based teaching effect was achieved, and the students' professional quality was obviously enhanced.

**Key words** Environmental analytical chemistry; Research-based teaching; Innovative education; Curriculum design

环境分析化学是多学科的综合, 应用了现代分析化学中的各项新理论、新方法、新技术, 运用了现代分析化学的几乎所有测试技术和手段, 且引进了近代化学、物理学、生物学、地学、数学、计算机和其他技术科学的最新成就, 定性、定量地研究环境问题<sup>[1]</sup>。环境分析化学课程具有理论性强、知识面宽、实践性和应用性高、知识更新快等特点, 学生普遍认为该课程枯燥难学。同时, 该课程以普通化学、仪器分析、环境化学等课程为基础, 要求学生必须具有扎实的专业基础, 但因为有部分学生高考没选考化学, 导致其化学基础知识比较薄弱, 理解起来相当困难。此外, 由于环境分析化学属于新兴交叉学科, 教材少而陈旧, 与该学科日新月异蓬勃发展的现状严重不符; 课程与教学设计也不尽相同, 有些学校以仪器分析或者分析化学代替环境分析化学, 也有些学校则在课程内容上着重突出环境样品前处理方法, 导致教学效果相差甚远<sup>[2]</sup>。

传统的传递-授受教学模式侧重学生知识的掌握和认知结构的建立, 教师始终控制和组织教学活动, 保证讲授的主动性、流畅性和连贯性, 易于达到预期的教学目标<sup>[3]</sup>。但这种教学模式容易出现填鸭式教学和学生死记硬背的现象, 教学过程不能充分发挥学生学习的主体性, 经常忽视实践应用环节, 导致理论与实践分离, 降低了学生的学习积极性, 抑制了学生的创新能力。为了解决这些问题, 亟需对传统的教学模式进行改革。针对环境分析化学课程教学各个环节中的

诸多缺陷, 探索研究性教学新模式, 更新教学理念和教学内容、改革教学方法和手段, 高度重视实践性教学, 形成新的教学评价体系, 通过研究性教学充分调动和发挥学生学习的积极性、主动性和能动性, 培养学生的研究性学习理念和创新性思维, 达到提高学生综合素质和自主创新能力这一根本目标。

## 1 研究性教学的内涵与意义

现代教学的基本特征如下: 学生认识的主体性、教学目标的多维发展性、教学内容的整合性、教学模式的多样性、教学手段的先进性、教学评价的全息性<sup>[4]</sup>。目前, 在坚持“教师主导、学生主体”的基本理念下, 就如何发挥学生的主体作用做了大量探索, 确立了主体性教学原则。现代教学需要满足社会不同的教育价值追求, 为社会培养多样化的人才, 并促进个人全面发展, 要不断整合最新科技成果, 不断更新、丰富教学内容, 从而给予学生全面系统的教育; 现代教学在目标追求上具有多维性, 客观上需要多样化的教学模式, 要将随着科技进步而发明的各种新工具积极运用到教学活动中, 丰富教学手段的种类, 提升和开发教学手段的功能。全息是指局部要素包含着系统整体的全部信息, 现代教学评价的功能具有全息性, 从评价获得的局部信息中可以对整体进行判断, 教学评价信息也可以产生多方面的影响。教学评价功能的全息性要求必须高度重视教学评价, 使之成为教学活动的促进因素, 充分发挥其积极功效。

研究性教学是指教师创设一种类似科学研究的情境和途径, 指导学生选择与学科领域或课程内容相关的主题进行研究, 使学生在主动探索、主动思考、主动实践的研究学习过程中, 吸收知识、应用知识、分析问题、解决问题, 获取新的经

**基金项目** 扬州大学教学改革项目重点课题(YZUJX2015-7A); 扬州大学创新创业改革项目(YZUCX2016-5C)。

**作者简介** 曹洪恩(1976—), 男, 湖北通山人, 讲师, 博士, 从事环境分析化学教学与研究工作。

**收稿日期** 2018-09-06

验和展现个性,从而培养学生的创造能力和创新精神,提升学生整体素质的一种教与学互动的交往实践过程。其教学模式灵活多样,主要采用问题解决模式、自主探究模式、课题参与模式等<sup>[5]</sup>。研究性教学方法主要是引导式、启发式和探究式,具体包括问题教学法、活动体验法、实验探究法和案例分析法。在研究性教学过程中,学生在教师的指导下主动学习,在维持教师主导地位的同时,也强调学生的主体地位。

研究性教学通过教学与科研、实践结合,教师根据课程内容和学生的认知水平,引导学生主动参与教学过程,指导学生积极探索新知识,在探索过程中掌握知识、培养能力和锻炼思维,具有综合性、开放性和实践性的特点。因此,实施研究性教学是大学教学自身发展的必然结果,是培养具有创新精神、研究能力和实践能力人才的必然要求,是促进大学教学和科研结合、实现教学相长的重要途径,是解决当前大学教学问题的主要手段<sup>[6]</sup>。

## 2 研究性教学的课程设计

课程设计是根据教育目标和课程理论,对课程计划、课程要素结构及组织形式的拟订。主要任务包括以下3个方面:①课程设计的主体及其所持的理论或价值取向;②课程设计的模式和方法;③课程评价,或者对课程设计的反思与改进。注重培养学生专业素养,为学习该专业的后续课程(如生态监测与评价等)奠定必要的理论基础。通过将目标模式与过程模式的长处结合起来,以学生理解、体验、参与及合作为核心,体现课程的完整性、综合性、探究性和建构性。

**2.1 理论教学** 目前以环境分析化学命名的教材或参考书已有几个版本,它们各有侧重。陈国树主编和韦进宝主编的版本都较为陈旧,不符合环境分析化学快速发展的特点,且韦进宝主编的版本偏重于应用,对基本理论的介绍较少;吴蔓莉主编和孙福生主编的版本都侧重于化学分析和仪器分析,教学内容容易与其他课程重叠。但德忠主编的《环境分析化学》教材内容比较完整,较好地体现了环境分析化学学科的科学内涵,各模块之间的关联性也较强,但某些章节的重难点内容不够全面和深入。在但德忠主编的《环境分析化学》教材的基础上,参考最近出版的学术著作(如江桂斌主编的《环境样品前处理技术》、张兰英主编的《环境样品前处理技术》和钱传范主编的《农药残留分析原理与方法》等)以及国内外环境分析化学领域最新的研究进展,结合教学团队成员和课题组成员的研究工作,对部分内容进行了补充、更新、调整和拓展。例如,在绪论中补充了环境分析化学的作用、任务、研究对象及发展趋势;在第三章痕量分析基础中,对痕量分析方法的评价指标[检出限、定量限、灵敏度、准确度(回收率)、精密度、选择性、线性范围等]进行了更新和深入细致的阐述;在第四章环境样品预处理中常用的分离与富集方法中,结合教学团队成员的研究背景,对浊点萃取知识点进行了拓展;结合教学团队成员和课题组成员的研究工作,根据现代环境分析技术的特点和发展方向,在第五章环境样品有机污染物分析的预处理新技术中,补充了基质固相分散技术

和分子印迹技术,并对第七章生物传感器进行了补充和拓展;在此基础上,针对现代环境分析化学现行的主流技术和测试手段,增加了第八章现代环境分析技术,其主要内容包括色谱法分析、质谱分析、色谱-质谱联用、电化学分析和原子光谱法分析。

**2.2 实践教学** 制订新的环境分析化学教学大纲,增加实践性教学内容所占比例。课程增加3学时的社会实践调查教学,在部分全班讨论与分组讨论环节引入实践教学,培养学生的动手能力和团结协作能力。在此基础上,根据理论教学内容、学生知识结构、学科发展前沿、学校实验室条件,对实验实践教学内容进行了更新,突出实践教学的可行性、参与性、验证性、综合性、设计性、创新性和时代性,做到理论教学与实践教学相结合、课内学习与课外学习相结合。例如,用水中化学需氧量的测定替换 EDTA 标准溶液的配制与水总硬度的测定;对照理论教学中的液液萃取——螯合物萃取体系和元素的化学形态分析,开设螯合萃取法测定工业废水中的铜和水中铬的价态分析等综合性实验;参照现代环境分析化学常用测试技术和手段,开设气相色谱法测定蔬菜中毒死蜱的残留和固相萃取-高效液相色谱法测定土壤中苄嘧磺隆的残留等设计性实验。

**2.3 教学评价** 教学评价是依据教学目标和课程标准,运用特定的方法和手段对教学过程和结果进行价值判断的活动。其范围包括课程理念与课程目标、课程设计、课程实施及课程效果。在参考王秀华<sup>[7]</sup>和余远富等<sup>[8]</sup>方法的基础上,确立了研究性教学评价指标体系。①教学团队。团队每14 d进行1次集体备课,形式为示范课、观摩课和专题研讨。②教学设计。由教学内容、教学组织和学习效果评价3个部分组成。其中教学组织与学习效果评价2个部分又分为提出问题环节、分析问题环节、解决问题环节与学业考核环节等,每个环节都有具体内涵及详细标准。③教学条件。利用学校图书馆的纸质图书、中外文报刊、电子图书、电子期刊和中外文数据库,并对学生登录该课程网络教学综合平台的次数、在线学习的时长及在线作业的完成情况进行考核,课程团队成员的科研实验室、学院的公共实验室和教学实验室对学生开放。④教学成效。分为教师的教学评价和学生的学业评价2个层面。教师的教学评价由他评和自评组成,重视学生、专家、同行、领导及用人单位的评价,同时教师及时进行总结与反思,对教学工作及时进行改进和调整。学生的学业评价由“一考定全局”的传统终结性评价转为形成性评价与终结性评价相结合、课内教学与课外自学相结合的全程评价。

## 3 研究性教学的实践

**3.1 教学模式** 对课程教学目标和课程教学内容进行梳理与归类,并根据学生的知识结构、需要、兴趣等,采用合适的教学模式。

**3.1.1 问题解决模式。**对于课程教学内容中的重点与难点知识,大多采用这种教学形式。问题可以由教师也可以由学生提出,注重启发性、逻辑性、针对性和实用性,紧跟国内外

的热点环境问题和研究前沿。教师提供一些学生必须完成的课外阅读材料(包括教材有关内容),学生在此基础上进行扩充阅读。引导学生对问题进行探究,通过调研、小组讨论、教师答疑与辅导,使问题得到圆满解决甚至创新性解决,加深对知识的理解。成果表达形式有书面报告、各类作品、小组讨论和全班讨论等。例如,固相萃取的研究性教学:①问题1,固相萃取的基本原理与作用;②问题2,固相萃取分离模式的异同点;③问题3,固相萃取的操作步骤及其要点;④问题4,怎样选择固相萃取柱;⑤问题5,根据国家标准、行业标准和科技论文举例说明固相萃取的应用;⑥问题6,怎样提高固相萃取的重现性。

**3.1.2 自主探究模式。**学生独立开展和完成某个课题的全部研究过程,教师不参与指导,最后提交研究成果。注重可行性、体验性和探究性,不强求结果,侧重研究过程和研究成果分析,鼓励原创和探索、质疑批判和发表独立见解。例如,土壤、水、气体、生物样品的采集和制备的教学。

**3.1.3 课题参与模式。**学生参加教师的研究课题,进行科学实践。结合大学生导师制、科创项目及创业创新项目,根据学生兴趣与教师正开展的研究项目,教师设计或者指导学生创设研究题目,让学生提前近距离接触科学研究,培养他们的兴趣、专业素养、探索精神和创新思维。例如,色谱-质谱联用技术在环境分析中的应用、原子吸收光谱法在环境分析中的应用、微波萃取以及超声波萃取和分散固相萃取(QuEChERS技术)的教学。

**3.1.4 专题拓展。**因为教师的研究方向不能覆盖环境分析化学中所有的热点与前沿问题,所以对课题参与模式外的热点与前沿问题,可采用这种教学形式。指导学生根据自己的兴趣,组建合作研究、学习小组,通过与指导教师交流探讨,确定研究课题。最后,举办专题研讨会、进行课堂交流或撰写论文。例如,浊点萃取、分子印迹技术和生物传感器的教学。

**3.1.5 专题讲座。**通过邀请相关研究领域的专家学者举行专题讲座来进一步拓展环境分析的热点与前沿问题,使学生了解学科研究的最新进展和研究重点,拓宽学生的科学视野和知识面。例如,重大环境问题及其相关分析技术的教学。

**3.1.6 实践教学。**实践包括实地调研、社会实践调查和实验实践教学。联系扬州市环境监测站,调研环境分析化学常用的样品采集、保存、制备方法以及样品前处理技术和测试仪器;通过社会实践,调查江苏省各地土壤的重金属污染情况;增加研究性、探索性、综合性和设计性实验所占的比重。

**3.1.7 自主学习。**教师讲授和学生自主学习紧密结合起来。对于学生看得懂的内容、容易找到答案的内容,教师不需要讲授。教师根据教学大纲要求,布置学生自主学习的纲要,学生通过阅读教材、必读书目和选读书目,该课程网络教学综合平台在线学习,其他网络教学资源在线学习和扩充性资料学习,自主掌握基础知识、基本理论及基本技能,提高学生学习的主动性。教师通过网络教学综合平台、作业和小测验,及时了解学生学习的动态。

**3.2 教学方法** 将课堂讲授与其他教学方法有机结合起来,主要的教学方法有活动体验法、实验探究法、问题教学法、案例分析法、练习法、比较法、归纳总结法、情境法、分组讨论法、全班讨论法、辩论法、读书报告法、参观法、调查实践法、课后作业法等。依据教学目的和任务、教材内容、学生的实际情况、教师的特点、教学方法的功能和类型、教学时间和效率的要求、教学环境条件等合理选用教学方法,并对教学方法进行优化,扬长避短,全面发展学生的认知能力,调动学生学习的积极性、主动性和能动性。

**3.3 学业评价** 注重学生创新思维和研究能力的评价,重视过程与方法,而不是结果与分数,体现教学评价的全息性、导向性和实效性。学业评价的方式除笔试外,采用多样化的考核方式(如课程论文、研究报告、成果作品、问题讨论、习题作业、随堂测验、期中考试等),将教师评定、学生自评、同学互评相结合。平时成绩所占比例要合理,增加创新意识和综合能力考核所占的权重。学生学业成绩的构成要多元化,其中期末考试占30%,平时成绩(包括问题解决15%、自主探究5%、课题参与5%、专题拓展5%、实践环节5%、自主学习10%、实验15%、平时表现10%)占70%。平时成绩评分要做到公平、公正、规范,平时表现主要包括出勤率、课堂发言、讨论等。

## 4 结语

连续多年的环境分析化学课程研究性教学取得了良好的教学效果,得到了学生、专家、同事、领导及用人单位的一致好评。89%的学生表示认同研究性教学这种教学方式;71%学生认为通过研究性教学使自己专业素质得到了明显提高。通过研究性教学,大大地激发了学生的学习兴趣,同时使学生的创新精神、研究能力和实践能力得到明显提高。

在环境分析化学研究性教学的过程中,由于教师、学生和课程的局限,存在着以下问题。①研究性教学对教师素质的要求很高,教师应具备较强的组织管理能力、调控协调能力、统筹全局能力及科学研究能力。但由于工作时间、精力和自身素质的限制,教师很难做到面面俱到,制约着研究性教学开展的效果。②部分学生因为学业负担重、习惯于被动接受、科学研究素养弱等,对研究性教学的积极性不高。例如,大班教学,小组讨论分组多,教学时间难以保证;小组讨论分组少,小组人数多,有些学生参与度小,少数学生甚至很少过问本小组的任务与问题。此外,由于研究性教学要查阅大量文献资料、做实验、进行调查调研,要与教师和同学反复讨论,需要耗费大量的时间,一定程度上会影响学生其他科目的学习。③环境分析化学课程理论教学内容多,实践环节和案例难于设计。④教学过程难于掌控,学生学业评价难以把握。在教学过程中,有时问题的发展可能超出教师的原有知识积累,学生存在讲不清楚甚至讲错的情况。学生学业评价是研究性教学的难点之一。教师需要花费大量的时间和精力去跟踪、记录和评定;研究性教学的答案具有开放性和发展性,对教师的知识结构、研究能力和教学能力都提出了更高的要求。

自环境分析化学研究性教学启动以来,取得了一系列的教学成果,针对教学中存在的问题,采取了以下措施:①组建研究性教学团队。团队成员分工明确,根据研究背景和专业特长选择合适的教学模块。②转变学生的学习理念,培养学生自主学习、自主探究的能力,养成主动获取知识的习惯,提高自身创新能力;开展社团活动,形成研究性教学氛围。③根据课程内容,结合环境分析化学的现状、发展特点和实验条件,精心设计实践题目和案例。④鼓励青年教师进入教学团队,担任助教,参与教学过程的指导与管理;设立研究生“三助一辅”岗位,研究生参加实践、实验、报告、文献查阅等的交流、记录与指导。⑤教师经常参加教学方法与手段的学习和培训,树立现代教育理念,善于营造合作、民主、宽松、和谐的教学环境,及时调整教学内容、改进教学方法;教师努力开展科学研究,了解学科的发展动态,做到教学与科研相互

(上接第 265 页)

作。实验动手能力的考核,让学生更加认真对待动手操作,而不再只是“观摩”。

### 3 结语

食品感官科学是一门系统研究人类感官与食物相互作用的形式和规律的学科,是现代食品科学中最具特色的学科之一<sup>[13]</sup>。感官评定是食品感官科学的基本方法,是借助人类的感官对食品的质量特性进行科学评定的过程。多课程融合的教学实践,既使感官评定实验样品更加丰富多样,又增加了学生对实验的趣味性,同时还促进了其他工艺类实验课程的改进,节约了学院的教学经费,培养了食品感官分析的全能人才。通过多课程融合教学模式在食品感官评定实验课程教学中的探索和实践,极大地激发了学生自主学习的兴趣和科学研究的意识,取得了良好的教学效果。此种教学模式还可以推广至其他食品分析类课程。

### 参考文献

[1] LAWLESS H T, HEYMANN H. Sensory evaluation of food [M]. New York:

促进。⑥充分了解学生,根据学生的性格特点、知识结构、能力素质,做到因材施教。

### 参考文献

- [1] 庞叔薇,徐晓白.环境分析化学发展趋向[J].大学化学,2002,17(1):1-11.
- [2] 李想,成天涛,郑志坚,等.浅谈环境类本科《环境分析化学》课程建设与教学[J].中国科技信息,2011(3):180-1182.
- [3] 王嘉毅.课程与教学设计[M].北京:高等教育出版社,2007:171.
- [4] 裴娣娜,杨小微,熊川武.现代教学论[M].北京:人民教育出版社,2005:158-174.
- [5] 陈小鸿,黄亚平.关于高校研究性教学若干问题的理性思考[J].长春工业大学学报(高教研究版),2007,28(1):6-9.
- [6] 姚利民,史曼莉.大学研究性教学的必要性与可行性[J].湖南师范大学教育科学学报,2008,7(6):62-65.
- [7] 王秀华.高校研究性教学课程评价体系构建研究[J].高等理科教育,2012(2):91-95.
- [8] 余远富,王庆仁.高校研究性教学评价体系的构建[J].高等工程教育研究,2011(6):111-115.

Springer Verlag, 2010.

- [2] 陈梦玲,张根华,詹月华,等.基于 CDIO 理念的食品感官评价课程改革与实践[J].江苏第二师范学院学报,2014,30(11):36-38.
- [3] 朱苗,李刚凤,谭少,等.《食品感官分析》课程的教学改革探索[J].食品工业,2017(1):238-240.
- [4] 王朝臣.《食品感官检验技术》课程设计的探索[J].宁夏农林科技,2012,53(1):120-121.
- [5] 赵镭,刘文.感官分析技术应用指南[M].北京:中国轻工业出版社,2011.
- [6] 张根华,陈梦玲,詹月华,等.食品感官评价精品课程资源建设的实践研究[J].常熟理工学院学报,2014(6):28-31.
- [7] 宋焕禄.分子感官科学及其在食品感官品质评价方面的应用[J].食品与发酵工业,2011,37(8):126-130.
- [8] CARPENTER R P, LYON D H, HASDELL T A. Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control [M]. 2nd Edition. Boston, MA: Springer, 2000.
- [9] 王耀松,苏二正,吴满刚.食品感官评定本科课程教学新模式探讨与分析[J].轻工科技,2015(11):165-167.
- [10] 何新益,张爱琳,闫师杰.《食品感官评价》教学改革方法探讨[J].天津农学院学报,2010,17(4):60-61,64.
- [11] 宋诗清.《食品感官评定》课程教学的实践与思考[J].饮料工业,2013,16(10):52-54.
- [12] 张海伟,华再欣,王志耕.“能动实效”教学理念的实践与探索:以食品感官评定课程为例[J].农产品加工,2014(1):83-85,88.
- [13] 王永华,吴青.食品感官评定[M].北京:中国轻工业出版社,2018.