

环境监测实验课程教学环节与教学方法

段凤魁, 余刚, 黄俊, 杨阳

(清华大学 环境学院, 北京 100084)

摘要: 作为高校环境专业学生的必修课,环境监测及其实验课程在培养专业人才方面起到了重要作用,是本科生获得基础实验技能、培养科研兴趣的重要途径。环境监测实验是连接环境监测理论与实践的桥梁:既是验证环境监测理论的主要载体,又是为环境监测实践培养人才的必经之路。由于课时压缩,致使高校实验教学的课容量受到很大限制,教学质量受到影响。科学合理设置实验项目、安排授课内容,建立有效的教学方法,从教学环节的各个方面进行把关,是高水平地完成教学任务,提高实验教学质量的重要途径。文章介绍了环境监测实验课程的实验设置,并就教学环节与教学方法进行了探讨。

关键词: 环境监测; 实验教学; 教学方法; 教学环节

中图分类号: X 8, G 642.0

文献标志码: A

文章编号: 1006-7167(2014)01-0173-04



Teaching Process and Methods of Environmental Monitoring Experimental Course

DUAN Feng-kui, YU Gang, HUANG Jun, YANG Yang

(School of Environment, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: As a professional course, environmental monitoring experiment is important for undergraduate students to acquire basic experimental skills and develop scientific interest. Environmental monitoring experiment is a bridge that connects the theory and practice of environmental monitoring. It is not only the main carrier of verifying the environmental monitoring theories, but also the necessary pass for training professional talents. However, the restriction of class hours in university results in the limitation of experimental lessons and therefore it inevitably effects the teaching quality. Setting of experimental projects scientifically and reasonably, and establishing of effective teaching methods, are important to complete the teaching task with high level, and to improve the experimental teaching quality. The article introduces the experimental items setting, and discusses the teaching process and teaching methods.

key words: environmental monitoring; experimental teaching; teaching methods; teaching process

0 引言

环境监测是高校环境专业的必修课之一,在培养

专业人才方面起到了重要作用^[1-4]。该课程实用性强,以分析化学、仪器分析等学科知识为基础。一般针对低年级本科生开设,旨在理论课程学习使学生对水、气、固等不同环境介质的特点有所了解,从而掌握相应的监测方法;通过实验课程使学生获得基本实验技能训练,养成良好科研习惯,培养科研思维及创新意识,增强分析问题、解决问题的综合能力,为今后本科期间专业课学习以及后续的科研训练打下坚实基础。

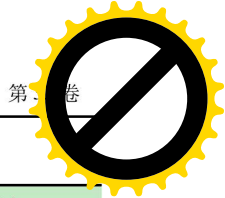
然而,由于课时压缩,致使高校环境实验教学课容量受到很大限制。探讨有效的教学方法,科学合理地

收稿日期: 2013-01-21

基金项目: 国家实验教学示范中心建设项目(教高函[2009]28号); 国家级精品课程建设项目(教高函[2009]21号)

作者简介: 段凤魁(1973-),女,山东潍坊人,博士,高级工程师,主要从事大气污染控制、环境监测与分析科研及教学工作。

Tel.: 010-62772987, 13661326308; E-mail: duanfk@tsinghua.edu.cn



直实验项目、安排授课内容,突出重点,及时总结教学经验与不足,探讨建立有效的教学方法,高水平地完成教学任务,是提高实验教学质量的重要途径^[5-9]。我校环境监测课程由3个部分组成:理论、实验与实践。该课程于2009年被评为国家级精品课程。作为其中的关键环节,环境监测实验是连接环境监测理论与实践的桥梁:既是验证环境监测理论的主要载体,又是为环境监测实践培养人才的必经之路。本文基于近10年环境监测实验教学的经验,详细介绍了教学过程的重要环节,并就教学方法进行了探讨。

1 实验项目设置与授课要点

环境监测实验课是根据理论课的内容设置实验项目,采取循序渐进、先易后难的原则。该课程每学年春季学期开课,授课对象主要以本院学生为主,另外还有少量的外系学生,如水利系、生物系、土木系、热能系等。目前共设置8个实验项目,分为基础性实验、综合性和设计性实验三大类,涵盖水、气、固等重点领域。由于重在综合能力的培养,实验课中以综合性实验为主,约占全部实验项目的60%;设计性实验则主要集中在后续的“校园环境监测实践”课程中。各实验的目的与要点如表1所示。

2 教学环节

环境监测实验教学重要包括以下几个环节:教材与教案准备、实验准备、课堂讲授、实验演示、课堂巡视、实验报告批改。下面将对这几个环节进行简单介绍。

2.1 教材与教案准备

由于没有正规出版实验教材,环境监测实验课程所用教材是根据环境监测理论课及相关环境标准方法编写而成的讲义^[10-12]。每学年秋季学期可进行必要的修订,春季学期课时打印出来发给学生,同时上传至网络学堂,供学生下载。实验讲义修订的依据主要有三方面:①环境监测理论课的需要,②最新环境标准的制定或修改,③前一学年实验课上学生的反馈。自编实验讲义的优点是灵活性强,可根据当前环境学科发展及相关环境标准及时进行修订,不断完善;缺点是不够正规,从学生的角度看可能缺乏权威性。

实验教案主要是指授课ppt课件。根据教学大纲与实验教材中相关实验项目的实验目的,把每个实验的关键实验内容、重要仪器、注意事项等制作成ppt,用于课堂讲授。ppt的内容应该不仅仅局限于某一独立的实验项目,应当把与该实验相关的重要内容一并呈现,使学生对于该实验的相关知识有着整体的理解与把握,起到触类旁通的作用。同实验讲义一起,ppt课件也会打印发给学生并上传至网络学堂供学生下载。

表1 环境监测实验项目与要点

实验类型	实验项目	实验目的与要点
基础性实验	实验1. 水的感官物理性质的测定	① 掌握色度、浊度、电导、SS等指标的含义及测定方法;② 学会几种小型分析仪器的使用
	实验2. 水中阴阳离子的测定—离子色谱法	① 了解离子色谱法原理与离子色谱仪的基本结构;② 掌握仪器的基本操作;③ 学会识谱及根据峰高或峰面积计算离子浓度的方法
综合性实验	实验3. 水中溶解氧的测定	① 掌握碘量法测溶解氧的基本原理、操作与计算公式
	实验4. 高锰酸盐指数的测定	① 了解高锰酸钾指数测定的意义;② 掌握高锰酸钾指数测定的基本原理、操作与计算公式
	实验5. 化学需氧量的测定	① 了解化学需氧量测定的意义;② 掌握重铬酸钾法测定的基本原理、操作与计算公式
	实验6. 生化需氧量测定	① 了解生化需氧量测定的意义;② 掌握稀释水、接种液、接种稀释水等概念的区别;③ 学会最佳稀释比的确定方法;④ 掌握5日生化需氧量测定的基本原理、操作及计算公式
设计性实验	实验7. 大气中二氧化氮的测定	① 了解盐酸萘乙二胺分光光度法测定大气中NO ₂ 的原理和基本操作;② 掌握气体样品的采集方法及大气采样器的使用方法;③ 掌握分光光度计的使用方法
综合性实验	实验8. 固体中有害物质的测定	① 掌握固体样品的微波消解方法;② 掌握电感耦合等离子体光谱仪(ICP-AES)的操作方法;③ 了解ICP-AES的结构、工作原理及特点

2.2 实验准备

实验准备是实验教学最重要的环节,也是工作量最大的环节之一。主要包括玻璃器皿、试剂药品及相关设备和耗材的购置,玻璃器皿的整理与分派,各种溶液试剂的配制与预试验,以及仪器设备的调试,等等。购置与分派环节应当在开课的前一学期完成;溶液试剂的配制与预试验在上课之前1~2周完成;仪器设备的调试则在上课之前1~2周完成之后,于上课之前1天再次进行调试,以确保能够正常工作。同一实验项目不同班级分批次上课的情况,需要在实验课结束后,及时检查玻璃器皿的损坏、试剂溶液的消耗情况并进行补充,以供下一班级使用。同时,应当注意,每次实验课之前,都要对仪器设备进行调试,以免前批次的学生在实验过程中操作不当造成仪器损坏或程序错误,



供下一班级学生的使用。

2.3 课堂讲授

环境监测实验是以化学实验为基础的一门课程。然而,由于学生生源地经济发展的不平衡,导致不同地区学生中学期间化学实验基础差异很大。因此讲课时应当兼顾不发达地区学生的实验基础。通常第一节实验课,除了先介绍实验课程与实验内容,强调实验的预习与课程考核办法、上课纪律与实验室规章制度外,还要就本课程所将要用到、而中学已经学过的部分重要玻璃器皿的正确使用方法加以讲解复习与示范,这样可使学生迅速地把中学所学过的化学知识、大一期间所学过的分析化学、仪器分析的相关知识联系起来,并顺理成章地应用到环境监测实验课程中。

实验课的讲授应当首先要重点突出,让学生清楚实验目的与意义。关键的实验步骤与注意事项要反复强调,如实验室安全、浓酸浓碱强氧化剂的正确使用、含重金属废水不能直接倒入水池等。同时,要教会学生遇到紧急情况的处理方法等。其次,实验课的讲授应当不拘泥于某一孤立的实验本身。可根据课时安排与实验内容,结合环境学科发展、灵活地选择一些典型的环境污染热点问题、环境学院教师们的科研成果讲授给学生。实践证明,这样不但有助于吸引学生的听课注意力,开阔了学生的视野,增强了实验动手能力,更重要的是极大培养了学生的科研兴趣与积极性。

2.4 实验演示

实验演示是实验课不可缺少的环节。对于环境监测实验课而言,实验演示的内容主要有以下几方面:

(1) 传统的玻璃器皿使用与一些基本的实验操作演示。如前所述,由于不少学生中学期间并未得到很好的化学实验训练,环境监测实验所必用的一些操作需要通过演示加以强化。如,玻璃器皿的清洗方法,移液管的使用,滴定管的使用与读数方法;胶头滴管的使用;过滤的基本步骤;浓硫酸的正确稀释方法等。历年的环境监测实验课第一堂课上发现,每届中有近四分之一的学生对于上述基本操作不规范或知之甚少。例如,发现不少学生存在着用完移液管或清洗移液管后把残留在内的液体甩掉的陋习。因此曾发生过个别学生把移液管内残留的浓硫酸液滴甩到他人实验服上的情况。通过环境监测实验课,严格规范学生的基本操作,绝大多数学生改掉了以往的不规范操作,实验技能得到了很大提高。

(2) 相关仪器设备的使用演示。本课程中所用到的仪器主要有:电导仪、浊度仪、pH计、离子色谱仪、COD消解仪、大气采样器、分光光度计、大气颗粒物采样器、微波消解仪、ICP-AES等,较全面地涵盖了环境监测相关的几种重要的大、中、小型仪器设备。首先通过课堂讲授把当堂课上所需仪器的原理、结构与主要

操作步骤讲授给学生,使学生对仪器有了基本的了解,进而给学生演示如何使用,涵盖从开机—正确使用—关机的整个流程,对于可能发生的错误操作或导致测定结果异常的细节之处要重点强调。

(3) 针对每个实验项目中的关键实验步骤的演示。如溶解氧的测定实验中,演示溶解氧瓶的使用以及如何采集水样,强调不让水样曝气或有气泡残存在溶解氧瓶中,加 MnSO_4 溶液时,应将移液管插入液面下。如生化需氧量 BOD_5 的测定实验中,演示并强调稀释水使用前要按顺序加入磷酸盐缓冲溶液、 MgSO_4 溶液、 CaCl_2 溶液、 FeCl_3 溶液,顺序错误则可能导致沉淀产生,稀释水不能再用;演示如何确定稀释比。大气二氧化氮的测定试验中,演示如何将吸收液装入多孔玻璃采样管中,强调如何防止溶液倒吸、如果玻璃器皿清洗不干净则导致吸收液变色,等等。通过这些演示,使学生掌握了正确的实验操作,感受到科学的严谨性,并减少了不必要的操作失误。

2.5 课堂巡视

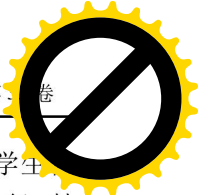
课堂巡视的目的是检查学生是否进行了实验预习,发现学生不规范操作并予以纠正,解答学生的提问,及时发现危险状况并予以处理,并通过观察学生的实验操作与完成情况,对学生的课堂表现进行评价,课程结束时给出平时成绩。课堂巡视过程中,要允许学生实验的失败,并与学生一起探讨失败原因,从而帮助学生找到正确的实验方法;但要杜绝“滥竽充数”的现象,只要学生认真实验,不管成功与否,都值得肯定。

2.6 实验报告批改

由于强调基础,环境监测实验课第一堂课即对实验报告提出要求:① 要求学生全部手写实验报告,禁止通过电脑进行拷贝、粘贴、打印,这样杜绝了个别学生偷懒、抄袭实验报告的行为。② 对实验报告的内容进行规定,要求包括实验目的、简单实验步骤、实验数据与结果分析、思考与讨论等环节,禁止照抄实验讲义,这样加深了学生对于实验整体的领会与掌握,避免了时间的浪费。对于实验报告的批改,主要根据课堂上是否全部完成实验内容、实验报告各部分内容是否完整、结果与讨论是否合理、书写是否认真等进行批改评分。

3 教学方式与方法

在各个教学环节充分准备、认真对待的同时,要想提高教学质量,还需要建立科学的教学方式与方法。不同的实验课程应当采取灵活的教学方法。由于环境监测实验是针对低年级本科生开设的一门专业基础实验课程,以综合性实验为主,因此教学模式仍然是由任课教师确定实验项目与内容,学生根据教师的讲解与实验教材,在相对集中的时间内完成实验内容。在实



教学过程中,主要采用启发式教学,同时针对不同实验项目、不同学生类型确定相应的教学手段。

(1) 根据实验类型不同,采用不同的教学方法。不同类型实验,实验目的与实验要点存在很大不同。对于基础性实验,主要以验证理论课所学知识为主。对于综合性实验,则以培养学生的动手能力、解决问题的综合素质为主。对于设计性实验,则由学生自己提出问题,制定合适的实验方案,以自由组合成小组的形成,完成实验方案。例如,大气中二氧化氮的测定项目中,由学生结合校园真实环境,自己确定监测地点与采样时间,采用国标方法进行测定后,与“环境空气质量标准”中的二氧化氮的浓度限值以及北京市环保局所公布的空气质量结果进行比较,从而对校园环境中大气二氧化氮质量做出评价。

(2) 建立立体式教学结构体系,培养学生的发散思维能力。实验课的课堂讲授应当不仅仅局限于实验内容本身,实验教师本身应当具备立体式的知识结构体系,把与实验内容密切相关的知识点串起来传授给学生,详略得当,突出重点。例如,在讲授水中阴阳离子的测定时,要求学生对离子色谱仪的基本原理加以了解即可,但要学会简单的进样操作,学会识别不同离子出峰顺序,以及利用峰面积或峰高对目标离子进行定量。同时,把该方法的使用范围教给学生,使学生了解到其他介质如大气颗粒物、土壤等的阴阳离子测定,方法是类似的,区别仅在于样品前处理的不同。这样使学生所学到的知识不是孤立的、平面的,而是互相联系的、立体的,从而培养学生建立一种立体的、多维的知识结构,从而培养了学生的发散思维能力。

(3) 针对不同学生类型,进行“因材施教”。不同学生的实验基础与能力存在一定差异,因此,实验教学也要注意“因材施教”。对于能力强、学习兴趣高的学生,严格要求,不断启发引导,帮助提高其综合素质。对于基础相对差的学生,如特长生、留学生等,则以鼓励为主,使其顺利完成规定的实验项目,掌握基本的实验技能。尤其在实验巡视时,应当特别关注这类实验基础与能力相对差的学生,帮助其克服对实验的畏难心理,增强信心,提高动手能力与参与意识,从而打下良好的实验基础。

(4) 充分利用多媒体和网络信息技术,建立现代化教学手段。多媒体与网络信息技术的发展,无疑为现代实验教学提供了有力的工具与手段。改变传统以黑板板书为载体的授课模式,根据教学大纲与实验教材的目的与内容,制作优质教学课件,利用多媒体进行授课,突破了黑板板书对内容的限制,可以将多元化知识体系传授给学生。同时,依托学校信息平台、网络学堂、学校教务选课平台、教学中心信息平台以及课程平台,构建多层次的实验教学网络平台,将有关课件及实

验教材、仪器的操作方法等资料上传至平台,供学生由下载。网络平台还提供了师生互动的良好途径,鼓励学生针对实验课程提出疑问与建议,任课教师则收集这些建议后进行整理与核实,及时反馈给学生,或加以采纳对实验课程相关环节加以改进。

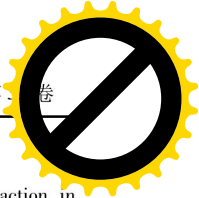
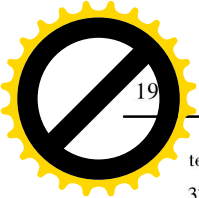
4 结 语

环境监测实验是一门学科交叉性强、知识点涵盖领域广的专业基础实验课程。是学生提高基本实验技能、培养科研兴趣、养成良好科研素质的重要土壤^[13-15]。该课程对于学生参与后续的SRT、导师制、综合论文训练等项目起着不可忽视的作用。实验项目与理论课程是否配套、教学方法是否的当,影响着培养环境专业人才的质量。今后应结合学科发展需求,及时将科研成果转化为实验项目,提高实验项目的质量;通过网络信息平台发布教学课件与信息,增强与学生的互动,探讨更加科学、先进的教学方法与手段。

参考文献(References):

- [1] 周化岚,路荣春,施文健. 环境工程环境监测实验教学改革研究[J]. 大学化学, 2010, 25(4): 25-27.
ZHOU Hua-lan, LU Rong-chun, SHI Wen-jian. Teaching reform of environmental engineering monitoring experiment [J]. University Chemistry, 2010, 25(4): 25-27.
- [2] 蒋 欣,聂麦茜.“环境监测”课程综合设计性实验方式及内容的改革实践[J]. 高校实验室工作研究, 2006(1): 18-20.
JIANG Xin, NIE Mai-qian. Methods and content reform of comprehensive experiment of environmental monitoring [J]. Gao Xiao Shi Yan Shi Gong Zuo Yan Jiu, 2006(1): 18-20.
- [3] 段凤魁,胡洪营,杨宏伟,等. 环境技术实验与实践教学中心的建设与探讨[J]. 实验技术与管理, 2008, 25(10): 104-107.
DUAN Feng-ku, HU Hong-ying, YANG Hong-wei, et al. Construction and exploration of the experimental and practical teaching center for environmental technology [J]. Experimental Technology and Management, 2008, 25(10): 104-107.
- [4] 段凤魁,胡洪营,杨宏伟,等. 环境学科新型实验实践教学体系的建设进展[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(7): 142-158.
DUAN Feng-ku, HU Hong-ying, YANG Hong-wei, et al. Construction of new experimental and practical teaching system of the environmental science and engineering subject [J]. Experimental Technology and Management, 2010, 27(7): 142-158.
- [5] 张 琳,肖 玫,胡将军,等. 环境监测实验教学改革研究[J]. 高等理科教育, 2004(5): 94-97.
ZHANG Lin, XIAO Mei, Hu Jiang-jun. Environmental monitoring experiment teaching reform [J]. Higher Education of Science, 2004(5): 94-97.
- [6] 舒麒麟. 改革环境监测实验教学,培养学生的综合能力[J]. 高校实验室工作研究, 2001(4): 36-37.
SHU Qi-lin. Reforming environmental monitoring experiment teaching and training the students' comprehensive ability [J]. Gao Xiao Shi Yan Shi Gong Zuo Yan Jiu, 2001(4): 36-37.

(下转第 198 页)



- technology ability standard》[J]. E-education Research, 2005 (4) : 37-44.
- [4] 李苗苗.《现代教育技术》实验课混合学习模式的行动研究[D]. 河南:河南师范大学,2012.
- [5] 马秀麟,赵国庆,邬 彤.大学信息技术公共课翻转课堂教学的实证研究[J]. 远程教育杂志,2013 (1) :79-85.
MA Xiu-lin, ZHAO Guo-qing, WU Tong. An empirical study on the influence of flipped classroom model on information technology course teaching [J]. Journal of Distance Education, 2013 (1) :79-85.
- [6] 金 陵.“翻转课堂”,翻转了什么? [J]. 中国信息技术教育, 2012 (9) :18.
JIN Ling. “Flipping classroom”, What did flip? [J]. China Information Technology Education, 2012 (9) :18.
- [7] 赵呈领,贾永娜,程明凤.基于任务驱动教学法的现代教育技术实验课教学设计研究[J]. 现代教育技术,2011 (1) :142-146.
ZHAO Cheng-ling, JIA Yong-na, CHENG Ming-feng. Research about instructional design of the experimental course of educational technology based on the task-driven approach [J]. Modern Educational Technology, 2011 (1) :142-146.
- [8] 郑小军,张 霞. 高效网络化学学习_理念_路径与策略 [J]. 中国电化教育,2012 (10) :42-45.
ZHENG Xiao-jun, ZHANG Xia. Efficient network learning_ concept_ Path and strategy [J]. China Educational Technology, 2012 (10) :42-45.
- [9] 刘黄玲子,黄荣怀. CSCL 中的交互研究 [J]. 电化教育研究,2005 (5) :36-40.
LIU Huanglingzi, HUANG Rong-huai. Research on interaction in CSCL [J]. E-education Research, 2005 (5) :36-40.
- [10] 张跃国,张渝江. 透视“翻转课堂” [J]. 中小学信息技术,2012 (3) :9-10.
ZHANG Yue-guo, ZHANG Yu-jiang. Perspective “Flipped Classroom” [J]. Information technology of primary and secondary schools, 2012 (3) :9-10.
- [11] 贾永娜. 基于因子分析法的《现代教育技术》实验教学质量评价研究[D]. 武汉:华中师范大学,2012.
- [12] 刘 正. 构建体育院校辅导员 SNS 网络平台的个案研究 [J]. 北京体育大学学报, 2012 (10) :80-85.
LIU Zheng. A case study of building SNS network platform of physical college counselors [J]. Journal of Beijing Sport University, 2012 (10) :80-85.
- [13] 夏 金. 基于六度分割理论的 SNS 网络英语教学 [J]. 重庆科技学院学报(社科版),2010 (18) :193-195.
XIA Jin. Based on the theory of the division of six degrees of SNS network English teaching [J]. Journal of Chongqing University of Science and Technology (Social Sciences Edition), 2010 (18) :193-195.
- [14] 教育部. 教育信息化十年发展规划(2011—2020 年) [EB/OL]. [2012-05-06]. [http:// www. edu. cn/zong_ he_ 870/20120330/t20120330_760603_3. shtml](http://www.edu.cn/zong_he_870/20120330/t20120330_760603_3.shtml).

(上接第 176 页)

- [7] 李荣喜,雷 敏,余取民,等.《环境监测》课程创新性实验教学改革 [J]. 长沙大学学报,2012 (2) :119-120.
LI Rong-xi, LEI Min, YU Qu-min, et al. Reform of innovative experiment teaching of environmental monitoring course [J]. Journal of Changsha University, 2012 (2) : 119-120.
- [8] 蔡艳荣. 设计性实验在环境监测实验课中的应用 [J]. 实验室科学,2007 (4) : 12-13.
CAI Yan-rong. Applications of design experiment experimental classes in environmental monitoring [J]. Laboratory Science, 2007 (4) : 12-13.
- [9] 段晓英,姚天明,杨 勇,等. 巧设综合实验提升综合能力 [J]. 实验室研究与探索,2008 (4) : 97-99.
DUAN Xiao-ying, YAO Tian-ming, YANG Yong, et al. Designing comprehensive experiment to improve comprehensive ability [J]. Research and Exploration in Laboratory, 2008 (4) : 97-99.
- [10] 奚旦立,孙裕生,刘秀英. 环境监测 [M]. 3 版. 北京:中国环境科学出版社,2004.
XI Dan-li, SUN Yu-sheng, LIU Xiu-ying. Environmental monitoring (3rd Edition) [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2004.
- [11] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法 [M]. 4 版. 北京:中国环境科学出版社,2002.
State Environmental Protection Administration. “Water and Wastewater Monitoring Analysis Method” Editorial Board. Water and wastewater monitoring analysis method (4th Edition) [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2002.
- [12] 国家环境保护总局《大气和废气监测分析方法》编委会. 大气和废气监测分析方法 [M]. 4 版. 中国环境科学出版社,2003.
State Environmental Protection Administration. “Atmospheric and emission monitoring and analysis methods” Editorial Board. Atmospheric and emission monitoring and analysis methods [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2003.
- [13] 徐 晶,胡 宾. 开放式创新型实验教学改革初探 [J]. 实验室研究与探索,2002, 21 (5) : 21-22.
XU Jing, HU Bin. Exploration of one open and innovation type of experiment teaching reform [J]. Laboratory Research and Exploration, 2002, 21 (5) : 21-22.
- [14] 刘敬勇,罗建中. 新时期下环境监测实验教学改革初探 [J]. 实验室研究与探索,2009, 28 (12) : 151-154.
LIU Jing-yong, LUO Jian-zhong. Primary exploration of experimental teaching reform on the environmental monitoring curriculum [J]. Laboratory Research and Exploration, 2009, 28 (12) : 151-154.
- [15] 施鼎方,徐竟成,唐贤春. 环境监测综合性实验教学的探索与实践 [J]. 实验室研究与探索,2011, 30 (3) : 287-289.
SHI Ding-fang, XU Jing-cheng, TANG Xian-chun. Exploration and practice on comprehensive environmental monitoring experimental teaching [J]. Laboratory Research and Exploration, 2011, 30 (3) : 287-289.