

•教育专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201808036

www.dxhx.pku.edu.cn

仪器分析实验课程对拔尖人才培养的探讨与思考

彭淑女, 邵文尧, 陈招斌, 李华敏, 杨利民*

厦门大学化学化工学院, 化学国家级实验教学示范中心(厦门大学), 福建 厦门 361005

摘要: 以“拔尖班”实验教学为例, 阐述了仪器分析实验课程如何实行多元化教学。仪器分析实验利用网络教学平台, 实现了师生跨时间、空间的交流, 通过开展拓展性实验, 强化了“拔尖班”学生的探究与创新性思维体验。同时对“拔尖班”人才培养中存在的一些问题进行了探讨。

关键词: 仪器分析实验; 拔尖计划; 创新性; 拓展性

中图分类号: G64; O6

Discussion and Reflection on Instrumental Analysis Laboratory Course With “Top Talents”

PENG Shunü, SHAO Wenyao, CHEN Zhaobin, LI Huamin, YANG Limin *

National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education (Xiamen University), College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, P. R. China.

Abstract: This paper elaborates how to practice the diversified teaching in “top class” of Instrumental analysis laboratory course at Xiamen University. Instrumental analysis laboratory uses the network teaching platform to achieve the communication between teachers and students in time and space, to strengthen the exploratory and innovative thinking experience through the expansibility experiments. This paper also discusses some problems in the training of top talents.

Key Words: Instrumental analysis laboratory; Top Talent Training Program; Innovative; Expandability

“基础学科拔尖学生培养试验计划”(简称“拔尖计划”)是由教育部高等教育司提出, 并于2010年启动的高等教育人才培养计划, 其指导思想是“遵循基础学科拔尖创新人才成长规律, 借鉴国内外一流大学和科研院所拔尖创新人才培养的成功经验, 深入推进体制机制创新和教育教学改革, 充分利用国内外优质教育资源, 构筑基础学科拔尖人才培养的专门通道, 促进基础学科拔尖创新人才脱颖而出”^[1]。清华大学的姚期智教授^[2]指出, “目前在我国尖端人才极其欠缺, 尖端人才要从大学培养起, 但是高校中由尖端人才担任任课教师很有限, 不可能把中国每个高校都办成像美国的斯坦福、麻省理工或者英国的剑桥、牛顿那样的大学。因此我们需要集中有限的资源来培养出一些精英”, 开设所谓的“拔尖班”。

根据教育部“基础学科拔尖学生培养试验计划”的文件精神, 我校于2010年启动了“化学学科拔尖学生培养试验计划”(以下简称“化学拔尖计划”)。根据“化学拔尖计划”学生个性化培养的

收稿: 2018-08-31; 录用: 2018-12-11; 网络发表: 2018-12-20

*通讯作者, Email: lmyang@xmu.edu.cn

基金资助: 国家基础科学人才培养基金(J1310024); 2016年福建省本科高校教育教学改革研究项目(生物工程专业实验精品资源共享建设项目); 2017年福建省本科高校教育教学改革研究项目(FBJG20170277);

理念,首次提出建立“强化实验”课程平台,并于2014年正式列入厦门大学“化学拔尖计划”学生培养教学计划。“化学拔尖计划”以一流的资源配置实现个性化培养,着力使受支持的学生成长为热爱祖国、崇尚科学、具有高度社会责任感和良好科学文化素养的化学及相关基础学科科学研究领域的领军人物。

厦门大学仪器分析实验课程是一门省级精品课程,曾经荣获国家教育部高等教育司“国家理科基地创建名牌课程项目”,是化学和化学生物学专业本科生的基础课之一。仪器分析实验课程对“拔尖班”学生进行了教学改革,在原有的本科实验课程基础上提出了针对拔尖班的“仪器分析拓展性实验”。在强调仪器分析基本操作技能的同时,旨在通过与科研贴近的相关拓展性实验培养学生运用仪器进行探索创新实验的能力。教学的组织方式为小班独立开课,由学生自主研究设计实验方案、学生自主进行实验、实验操作与实验结果分析讨论、必要的仪器操作等教学环节构成,课程的实施使学生系统地掌握仪器原理与实验技能,着重培养了学生分析问题和解决问题的能力。“仪器分析拓展性实验”是针对“化学拔尖计划”班学生,在大三第一学期开设的,课程设置64学时,2.0学分。实验内容涵盖电化学分析法、光谱分析法、色谱法、气相色谱-质谱联用、核磁共振波谱分析、X射线衍射分析。

1 “仪器分析拓展性实验”的互联网支撑

厦门大学引进清华大学教育技术研究所开发的网络教学系统,网络综合教学平台支持课程的长期滚动建设以及教学资源的积累与共享,支持多种师生互动模式,支持教学过程跟踪统计,教学过程与评价展示相结合^[3]。

引导学生通过网络综合教学平台对仪器分析实验内容进行预习,提前熟悉仪器及相关仪器原理,通过查阅文献,初步设计实验方案,培养拔尖班学生的科研意识和能力。给学生提“问题”的机会,带着问题进实验室。实验教学过程就是一个发现问题、提出问题、分析问题和解决问题的过程,让学生具备“问题意识”^[4]。

我们在网络教学系统网站 course.xmu.edu.cn 设置“基础化学实验(三)(仪器分析实验)”课程,学生通过网络综合教学平台进行实验的预习。网络综合教学平台包含:课程管理、教学资源、教学活动、课程建设、课程预览。其中课程管理包含:课程介绍、教学大纲、教学日历、课程通知、选课学生管理、任课教师管理;其中,教学活动包含:答疑讨论、课程问卷、教学邮件、教学笔记、个人资源、课程作业、试题库、在线测试;教学资源包含:各门课的仪器图片、仪器说明、仪器操作规范、预习要求及教师讲课的PPT和相关文献资料;课程建设包含:课程学习、教学资源、课程说明、光谱法、电化学法、色谱质谱法、核磁共振波谱(NMR)法、X射线衍射(XRD)法。课程建设脉络清晰,层层递进,比如光谱法里又有紫外-可见分光光度法、分子荧光分析法、红外吸收光谱(IR)法、原子发射光谱法、原子吸收光谱法及原子荧光光谱法;每一种仪器方法里有该实验所用的仪器图片、仪器说明及操作方法、实验设计及该实验对学生的预习要求、仪器构造原理及一些拓展性的阅读文献资料等。

网络综合教学平台使学生能够提前了解实验教学,提前查看相关文献资料,提前准备。课程设置层次分明,比如核磁共振实验要求每位拔尖班学生至少选读文献综述一篇,上课的时候通过提问进行考查;红外光谱拓展实验针对拔尖班的学生,则特别提出了“讨论羰基化合物的电子效应对羰基振动波数的影响”;原子荧光光谱法则针对拔尖班学生提出“氢化物发生原子荧光法测砷的检出限的实验方案设计及其测定”,要求拔尖班学生在实验前查阅有关“检出限的定义和测定”的相关文献,设计出砷检出限测定的实验方案(包括具体的实验步骤和计算公式);气相色谱-质谱联用分析法(GC-MS)则是将GC的工作原理、飞行时间质谱(TOF)垂直反射模式工作原理、TOF垂直模式工作原理、TOF水平线性模式工作原理及四级杆质量分析器工作原理等,用FLASH动画等模式直观地展示在网上,让学生深入了解仪器的构造原理。

2 “仪器分析拓展性实验”的教学实践

拔尖计划独立编班。比如 2014 级拔尖计划班, 18 名学员分为 9 个小组, 3 个大组, 按大组进行大循环, 这样的实验教学方式可以使教学生师比降低(比普通班低 33%), 学员独立操作的机会增加。在师资方面, “拔尖班”实验教学任课教师为: 长江学者、千人计划、杰青、特聘教授和国家教学名师等优秀教师, 结合各位名师的科研方向, 着重强化了学生的探究与创新性思维体验。

教学中, 学生要求完成如下环节的任务: 在网站进行实验预习, 了解实验课教师相关的科研方向、科研课题等, 并为拓展性实验查阅文献资料。实验教学过程中, 教师只介绍仪器的基本原理以及仪器操作要点, 不提供解决的思路, 留待学生自主设计实验、搭建实验流程、测定实验数据和撰写实验报告, 教师引导和启发学生发现方案中的错误。通过这一过程, 让学生了解在观察实验现象的过程中如何去发现问题、分析问题、解决问题, 并设计一定的实验方案证明自己的观点, 培养学生的综合能力, 提升“拔尖班”人才的科研水平, 加强学生素质教育^[5]。

2.1 仪器分析实验条件

厦门大学国家级化学实验教学示范中心为“拔尖班”提供良好的实验教学条件, 单独开课, 仪器分析实验基本实行一人一台仪器(个别大型仪器 2-4 人一组), 分工合作, 提高学生的动手能力, 着重培养学生端正的实验态度、规范的实验操作、精确的数据处理能力和良好的协作精神。

2.2 开设“电化学实验专讲专题讲座”

专家对仪器分析实验、物理化学实验、综合化学实验中涉及的电化学实验原理方法进行专题讲解, 使拔尖班的学生在电化学的基础理论知识方面有所补充。

2.3 精简原有仪器分析实验, 特别为“拔尖班”增加拓展性实验

拓展性实验大部分由任课教师选题, 与任课教师的实际课题相关, 与最前沿的科研成果相结合。由科研成果转化来的实验教学资源, 能够使学生的实验实践活动贴近科研实际, 紧跟科学发展的主流。科研成果的实例转化使学生体会学以致用, 领悟创新研究过程中理论知识的支撑、技术路线的设计选择、科学方法的应用、以及蕴涵其中的哲学思想和人文精神, 从中获取科学实践和创新研究体验, 提高综合素质^[5]。具体拓展性实验包括:

(1) 气相色谱实验增加了“茶叶中橙花叔醇含量的测定”, 通过拓展实验的训练, 学生首先学会用内标法进行定量的方法, 学习了一种简单的样品前处理方法——固相微萃取法(SPME), 了解通过气相色谱法可以测茶叶中的一种香气成分, 实验中学生讨论积极, 兴趣高涨, 取得了较大的收获;

(2) 反相高效液相色谱法拓展实验除按规定完成废水中混合芳烃的含量测定的基本实验外, 开放一台高效液相色谱仪, 允许学生根据补充实验内容增减实验, 考查流动相的组成、柱温、流速及检测波长对分离的影响, 强调色谱分离结果的评价与主要液相色谱条件的选择;

(3) 原子荧光法则通过拓展“实验氢化物发生原子荧光法对于砷的检出限的测定”, 使学生充分理解检出限的意义, 并懂得如何通过设计实验获得仪器分析方法灵敏度的重要参数;

(4) 自动电位滴定法测定混合碱中碳酸钠和碳酸氢钠含量的拓展实验——“自主编程考查实验参数的影响”, 通过拓展实验与讨论, 使学生加深了对仪器方法原理的理解, 通过拓展文献阅读, 则使学生加深了对分析方法实际应用的理解;

(5) 恒电流库仑滴定分析法测定亚砷酸盐的拓展实验——“信号影响参量的实验与分析”, 该拓展实验让学生尝试操作调整极化电位电压, 判断是否对实验终点产生影响;

(6) XRD 实验的做法是强化对复杂样品的综合分析。

实践证明, 将科研工作内容有效并及时地融入教学中, 使学生获得了最新的科研信息, 并初步学习了科研工作的思路, 增强了他们进行创新实验的能力。拓展性实验的内容有明显的分层步骤, 实验项目难度呈台阶式递进, 能牵引学生的探究性思维, 实验内容具有鲜明的探究性^[6]。

3 “仪器分析拓展性实验”的教学效应

得益于一二年级小班研讨课的锻炼,拔尖班的学生课堂参与感比较强,在实验过程中表现出很强的求知欲,讨论的气氛较为踊跃,与教师互动比较多。另外,由于拔尖班的学生都已进入课题组,经过了或长或短的科研训练,因此在实验中比较善于发现问题、提出问题,甚至部分学生还会结合自己的课题提出一些问题,进行讨论。“拔尖班”学生对拓展性实验内容给予了正面的反馈,认为贴近他们现在参与的科研训练,热情较高,实验过程比较认真。

比如在气相色谱实验“茶叶中橙花叔醇含量的测定”中,茶叶中橙花叔醇提取的方法有几种?哪一种可行性比较强易操作?如何设计?橙花叔醇的分离纯化测定等。学生通过参与该实验了解了复杂样品的前处理方法及分离纯化的设计流程。通过查阅文献确定橙花叔醇的色谱条件,很多学生认识到了实验前预习的重要性,正如学生说的“磨刀不误砍柴工”,足够的文献调研和实验方案的设计与思考让实验的进展更加顺利。

通过红外光谱拓展实验的训练,学生首先学会了利用网上光谱数据库查找有机化合物的红外光谱标准谱图。进一步通过典型有机物的红外标准谱图特征峰对比,找到了一些规律性;再进行讨论,从理论上解释“羰基化合物的电子效应对羰基振动波数以及氢键形成对羰基和NH振动波数的影响”。学生积极讨论,有一定收获;通过核磁共振的拓展性实验,学生不仅对使用核磁共振技术确定小分子未知化合物的分子结构表现出浓厚的兴趣,而且对于NMR多维谱测定生物大分子结构的技术流程有极大的好奇心,问了许多相关的问题,并且学习了压制水峰技术。X射线衍射实验的做法是通过复杂样品的综合分析训练,学生学习掌握Rigaku ultima IV多晶X射线衍射仪的使用、平板样制备、学习XRD数据处理常用软件Highscore Expert及Jade及粉末衍射标准数据库PDF2-2004。实验可以通过一些实际样品的分析及结果讨论,启发学生对化学的兴趣及对未知事物的探索。

该课程实施过程也存在一些不足之处:有些学生对于实验前的预习还不够充分,实验后的总结分析做得不够认真,有许多表达不准确的地方,拔尖计划班的学生表现出一些不切实际的“优越感”;爱问一些前沿热点问题,但对实验操作的自我要求并不比普通班的学生高;喜欢教师讲得更多、更深,但写实验报告时没有体现出相应的认真度。这些让授课教师多少觉得有点浮,尤其是男生。这一点应该引起关注和警觉^[7]。

4 总结与展望

“拔尖班”人才培养的基础实验教学模式,仍须在实践教学中不断优化。“拔尖班”对于教学的更高要求也给教师提出了挑战,比如蒋亚琪老师的小结“都说教学相长,面对这些聪明的学生,我希望自己能找到更多有趣的实验样品,在教学过程中跟同学们分享知识与快乐”。我们必须进一步改变实验教学观念,更新教学方法,仪器分析教学既要传承基础实验知识,又要构建人才培养知识创新的环境。根据学生特长和兴趣的差异,创新要因材施教、深耕精耕、启迪思维。“深耕”,就是建立从本科生、研究生到科研人员的完整培养系统;“精耕”则是对每位学生都因材施教,发挥所长,让学生发现自己最感兴趣、最擅长的发展方向^[8]。

利用拔尖班学生探索性培养的经验,同时加强对普通班学生的培养。一些探索的经验或者规律性的东西,可以推广到更多学生的培养上,这也是试验、试点的意义;拔尖班学生的选拔应该是一个可以进出的开放体系^[9]。同时还要注重对拔尖学生的思想品德教育,加强爱国主义和奉献精神教育,不要使他们变成“另类”,变成一个特殊的符号,这会对他们的学习成长产生负面影响。

参 考 文 献

- [1] 教育部高等教育司. 基础学科拔尖学生培养试验计划实施办法. [2012-10-10].
http://www.moe.gov.cn/s78/A08/gjs_left/moe_742/s5631/s7969/201210/t20121010_166818.html.
- [2] 姚期智. 拔尖人才培养——高等教育风向标. [2012-10-10].

http://www.moe.gov.cn/s78/A08/gjs_left/moe_742/s5631/s7970/201210/t20121010_166823.html.

[3] 厦门大学 course 网站《网络教学系统介绍》. [2013-10-44]. <http://course.xmu.edu.cn>.

[4] 任艳平. 大学化学, **2017**, 32 (1), 15.

[5] 池楚楚, 李良燕, 颜桂炆, 陈峰. 厦门大学学报(自然科学版), **2011**, 50, 181.

[6] 杨树国, 梁国华, 黄乐. 实验室研究与探索, **2011**, 30 (10), 179.

[7] 郭祥群. 大学化学, **2016**, 31 (3), 11.

[8] 姚期智. 《创新型学术人才培养的改革与实践》. [2014-04-04].

http://www.moe.gov.cn/s78/A08/gjs_left/moe_742/s5631/s7970/201404/t20140404_166820.html.

[9] 朱成建, 李育佳, 陈露洪. 中国大学教学, **2014**, No. 3, 27.