

分析化学专业研究生专业课程改革的探索 ——以电子技术课程为例

宁晓辉 聂 菲 杨 鹰 汤宏胜 郑建斌*

(西北大学分析科学研究所, 西安 710069)

摘要: 在分析化学发展到分析科学阶段的今天, 人才培养模式也应从传统的“使用分析仪器”逐渐朝着既会“使用分析仪器”又懂得“分析仪器设计制造方法”的目标改进。本文以电子技术课程为例, 针对分析化学专业的硕士生设计了课程内容, 教学方式灵活, 实验课题开放, 并注重能力培养, 经过两年的电子技术课程实践, 摸索了一些经验。

关键词: 人才培养; 分析科学; 课程改革; 课程实践

中图分类号: G642.3; O65

Reform of Graduate Course of Analytical Chemistry Majors: Taking Electronic Technology Course as an Example

NING Xiao-Hui NIE Fei YANG Ying TANG Hong-Sheng ZHENG Jian-Bin*

(Institute of Analytical Science, Northwest University, Xi'an 710069, P. R. China)

Abstract: Analytical chemistry has become the analytical science. Therefore, graduates for the master's degree majoring in analytical chemistry should be trained to master the skill of not only using but also designing analytical instruments. Taking the electronic technology course as an example, we designed contents and teaching methods particularly for graduates majoring in analytical chemistry. The teaching content and method are versatile, focusing on cultivating students' ability. It is proved to be effective after two year practice.

Key Words: Cultivation; Analytical science; Course reform; Course practice

分析化学是发展和应用各种方法、仪器和策略以获得有关物质在空间和时间方面组成和性质信息的一门科学^[1]。研究物质的组成和性质离不开现代分析仪器, 分析仪器的研究已经成为分析化学研究的重要内容^[2]。仪器分析也早已成为分析化学专业的基础课程。然而当今, 我国现行的分析化学人才培养目标主要围绕“如何使用分析仪器”这一核心实施各类分析化学人才的培养计划。长期以来, 形成了培养的人才只会用分析仪器, 但不懂仪器的内部结构, 更不会修理、设计和制造分析仪器的现状^[3]。为了适应我国分析科学的发展和人才培养的需要, 我国近代仪器分析学科奠基人之一, 分析化学家、教育家高鸿院士早在20世纪90年代中期就在西北大学主持制定了分析科学方向本科生、本科生-硕士生和本科生-硕士生-博士生的培养目标, 组织设计了相关的教学计划, 从而在全国率先创立了以化学、电子学和计算机科学结合为特征的分析科学教育新体系, 使西北大学在“分析科学教

*通讯作者, Email: xhning@nwnu.edu.cn

学”这一领域走在世界的前列。时隔十余年后，我们有幸在我所硕士研究生教学中践行了高院士倡导的分析科学教育新体系，实现了一整套新型的专业课程教学改革，使师生受益颇多。本文拟以分析仪器电子技术导论课程的开设为例，探讨在化学学科分析化学硕士研究生培养中，如何通过设置和建设与分析科学人才培养目标息息相关的课程，以培养新型分析科学人才。

1 课程设置的地位与挑战

分析科学新型人才培养新体系中，分析化学专业硕士研究生课程的设置包含两大类，一类是分析化学方面的传统课程，包括电分析化学、光分析化学、分析仪器前沿等；一类是分析仪器设计方面的创新课程，包括电子技术导论、分析仪器结构设计基础、分析仪器设计基础等。对于电子技术导论课程，由于其知识体系与分析化学中诸多知识点息息相关，同时又是分析仪器设计必备的基础，因此，在分析化学人才培养新体系中占据着重要的地位。

在分析化学专业的硕士生中开展电子技术方面的课程面临诸多挑战。首先，电子技术方面的基本知识涉及电子学、电子技术基础实验、数字电子技术及实验、模拟电子技术及实验、硬件综合设计、单片机技术等数门课程，涵盖内容广。同时近几十年来，电子技术飞速发展，导致电子技术方面的知识体系更新很快，从而带动分析仪器的飞速发展，新型的分析仪器仪表均采用了先进的电子技术。另一方面，电子技术课程是一门实践性很强的课程，除了理论课的学习，还需要结合大量的课程实验，再加上市场上大量涌现的各种功能芯片，所有这些都增加了课堂学习和实验教学的难度。对于分析化学专业硕士生而言，这更是一种极大的挑战。更重要的是，分析化学专业硕士生不具备电子线路基础知识。

2 授课内容设计与课程实践

根据以上的分析，我们精心组织了授课内容，设计了一系列开放性的实验课题，并采用了特殊的教学方法，在连续两届的硕士生中开设了分析仪器电子技术导论课程，学生反响良好。课程设置框图见图1。

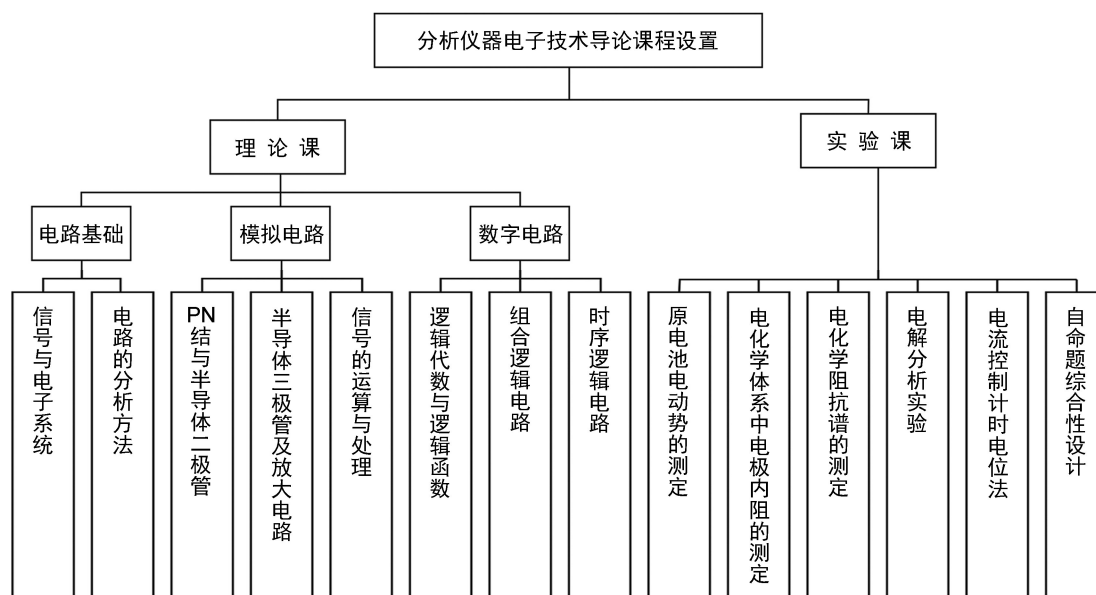


图1 分析仪器电子技术导论课程改革和实施方案

2.1 授课内容的组织

把分析化学专业的硕士研究生培养成既会“使用分析仪器”又懂得“分析仪器设计制造方法”的分析科学人才需要教授什么样的电子线路课程呢？首先，我们精心设计制定了课程的基本知识点。本课程内容涉及跨学科的知识，因此我们多次组织讲授电分析化学、仪器分析、电路基础、电工学等多门课程的教师讨论，参考电子技术基础相关教材^[4-7]，确定本课程应教授的课程基本知识点。包括基础的电路分析、模拟电子技术和数字电子技术，为适应分析化学专业的特点，增加了信号与系统等知识点，为学生学习分析仪器原理以及设计仪器奠定基础；增加阻抗相关内容，为学生理解材料的电化学阻抗谱分析提供理论基础；同时去掉了场效应管、功率放大电路、直流稳压电源、存储器等内容。

其次，结合学生的知识基础，抓住学生兴趣点。讲授基本知识点从学生熟悉的原电池、材料分析等内容入手，并将与专业课程相关的电子技术知识点作为扩充内容，学生在学习电子技术知识的同时联系分析化学的知识，学习兴趣和积极性得到提高。结合光电化学讲授PN结及二极管知识；结合电化学分析中三电极体系中运算放大器的工作原理和作用讲授运算放大器知识；结合分析化学中生物分子逻辑门讲授数字电路中的与门、或门、非门等知识。

最后，设计了一系列的开放实验课题^[8]。为了培养学生的动手能力及创新能力，实验课题的选择针对硕士生的特点尤其是分析化学专业硕士生的特点^[9,10]，结合分析化学中的一些分析方法，设计开展包括原电池电动势的测定、电极内阻的测定、电化学阻抗谱的测定、电解分析电路的设计、电流控制计时电位法的电路设计等多个开放性的实验。

2.2 教学方法的设计

(1) 改进授课方式，提高教学效果。

硕士生阶段的学生学习能力较强，“满堂灌”这种单纯课堂讲授的方式达不到理想的教学效果。我们采用课堂教学、课堂讨论及实验课穿插进行的方式。理论课的课堂教学中穿插着理论知识讨论、实验课题设计讨论及实验总结；实验课的课堂中穿插元器件知识讲授、电子线路分析的讲解。多种授课方式穿插进行，学生学习理论的过程中进行实验，用理论指导实践，用实践验证理论，相辅相成。甚至我们还将电子技术的课程穿插到电分析化学课程和仪器分析课程中，几门课程一起学习，让学生理解更加透彻。

(2) 实验课把培养学生的创新精神和实践能力作为重点。

实验课我们设计与分析化学息息相关的几个实验课题，学生表现出浓厚的兴趣。以运算放大器电路实验为例，直接使用模拟电子技术试验箱做运算放大器电路的传统实验的话，学生完全没有兴趣，学习效果不好。而我们设计成电解实验，提前两周进行实验任务布置，要求学生自行设计一个利用普通的可调稳压电源为电源，利用运算放大器电路的稳定电压、稳定电流或者放大信号的功能设计合理的电路，实现电解实验。由于电解实验与分析化学专业相关性很大，学生表现出浓厚的兴趣。学生根据实验要求查找文献，分组讨论选定要测量的对象和检测方法，再根据待测量信号情况设计出合理的运算放大器电路。在提前一周的课堂上一同讨论各组实验设计的合理性，根据讨论结果再次修改实验设计，经过两周的充分准备，实验课上学生分工协作，成功地完成了实验。

不仅实验课题开放，实验过程也是开放的。实验所需的器材和仪器设备由学生自选。例如测电压，学生可以选择简单的手持式数字万用表、高精度的数字电压表、示波器、可连续记录的多通道数据采集卡等多种仪器设备，选择的依据写在预习实验报告中，使用方法也需要学生自行查找相关资料。而对于普通的电子元器件，学生根据各自的电路图自行从实验室专用的元器件柜中挑选，电阻的阻值、二极管的极性判定也需要自己查找办法测定。整个实验过程不但增加了学生的动手能力，也提高了他们发现问题和解决问题的能力，创新意识得到提高。

我们通过在两年分析化学专业硕士研究生中开设本课程的实践，看到了明显的教学效果。首先是

学生从不爱学变得有兴趣学。学生经常在课堂上和课后积极分析本课程实验电路及电分析化学中的电路,甚至分析讨论分析仪器中的部分电路,因此课堂和课外的学习积极性均得到很大提高。其次是提高了学生的动手能力。学生在其他课程的实验及仪器操作中遇到问题时能够快速地发现问题,并积极地找到办法解决。小到电路的初步故障判断,比如保险丝熔断或线路接触不良,大到损坏的仪器的初步诊断及维修,学生都自己动手,解决了不少电路问题。另外,前两届学生已经将所学的电子技术知识运用到自己的科研实践中,设计实验,验证数据,真正做到了学以致用。有不少学生甚至使用本课程的知识实现了自己搭建实验平台,这极大地促进了他们的研究工作,真正做到了学以致用,提升了学生的创新能力。

3 结 语

两年的分析仪器电子技术导论课程实践证明,在分析化学专业的硕士生中开设包括电子技术导论课程等一些仪器设计基础课程,拓宽了学生的知识面,提高了学生的实践能力,培养了学生的创新意识,为进一步把分析化学专业的硕士生从数据的提供者培养成问题的解决者^[1]提供了一定的知识储备,也为后续的科研工作奠定了基础。

参 考 文 献

- [1] Kellner, R.; Mermet, J. M.; Otto, M.; Widmer, H. M. 分析化学. 李克安, 金钦汉, 译. 北京: 北京大学出版社, 2001.
- [2] 金钦汉. 大学化学, **2003**, *18* (1), 12.
- [3] 高 鸿. 大学化学, **1999**, *14* (4), 4.
- [4] 秦曾煌. 电工学 电工技术(上册). 第5版. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [5] 秦曾煌. 电工学 电子技术(下册). 第5版. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [6] 康华光, 陈大钦. 电子技术基础模拟部分. 第4版. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [7] 阎 石. 数字电子技术基础. 第4版. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [8] 孔祥平, 曲宝涵, 吕海涛, 马传利, 王 娟. 大学化学, **2016**, *31* (7), 24.
- [9] 章丽萍, 赵张耀, 徐敏娜, 叶恭银. 学位与研究生教育, **2013**, No. 6, 38.
- [10] 张树永, 王玉枝, 苑世领. 大学化学, **2014**, *29* (2), 14.
- [11] 高 鸿. 大学化学, **1999**, *6* (3), 6.