DOI:10.19789/j.1004-9398.2018.05.011

《化学综合实验》教学实践对本科生创新能力的培养

叶能胜 郭长彬 左 霞
(首都师范大学化学系,北京 100048)

摘 要

以首都师范大学化学系课程体系与教学内容的改革为基础,阐述我系《化学综合实验》课程体系的教学内容、教学方法和教学特色等内容,通过该课程的教学实践,培养了学生分析问题、解决问题的能力,强调学生综合素质和创新意识的培养.

关键词: 综合实验,创新能力,教学改革.
中图分类号: G642

为了适应社会发展对高素质、创新型人才的需求,首都师范大学化学实验教学中心积极推进实验教学体系改革,在化学一级学科平台上独立设置实验课程,形成了"一体化、四层次、开放式"符合学生发展规律、有利于培养创新型人才的化学实验教学新体系[1]. 其中《化学综合实验》是实验教学体系重要组成部分,在学生创新能力培养和综合思维能力培养中起着重要作用,国内高校相关专业都在探索此类课程的教学改革[2-3]. 在我校教学体系中,该课程面向三年级学生开设,既是对化学基础实验课程教学效果的检验,也是专业实习和毕业设计工作的前期训练. 本文结合我校化学实验教学中心近年来在课程建设中的实践情况,从教学内容、教学实践和实验特色等方面对《化学综合实验》加以介绍.

1 教学内容

《化学综合实验》系列课程在我系两个专业中根据专业特色不同各有侧重,其中面向师范专业分为《化学综合实验-1》和《化学综合实验-2》两门课程;面向应化专业则是《化学综合实验》和《应用化学综合实验》. 在课程建设过程中,《化学综合实验-1》与应用专业的《化学综合实验》合并建设,主要在原来《中级无机化学实验》《中级有机化学实验》和《分离富集实验》等课程教学内容中遴选了9 个具有代表性实验,详见表 1;《化学综合实验-2》与《应用化学综合实验》则是面向全系教师进行征集,以实验教学项目的形式进行实验设计教学研究,实验内容多数是教师们结合自己的研究内容,将具有前沿性和综合性的研究成果转化为实验教学内容,实验教学内容分别见表 2 及表 3.

表 1 《化学综合实验-1》实验内容

编号	实 验 题 目
1	三草酸合铁酸钾的制备、组成与性质测定
2	杂多酸化合物 $K_5CoW_{12}O_{40}\cdot 20H_2O$ 的合成与鉴定
3	无水化合物的制备 - 四碘化锡的制备与表征
4	安息香的合成
5	安息香衍生物二苯乙二酮的合成
6	2-氨基-1,3,4-噻二唑(敌枯唑)的合成
7	天然水盐类总含量的测定
8	离子交换法分离镍和钴及其含量的测定
9	溶剂萃取锌的萃取分配比的测定

2 教学安排

在我校化学教育专业培养方案中,《化学综合实验-1》和《化学综合实验-2》均为专业必修实践教学类课程,其中《化学综合实验-1》与应化专业的《化学综合实验》共开设 9 个实验,每个实验为 6 学时,分组教学,每组约为 18 人,在基础实验室完成实验教学内容,每名学生需要完成全部 9 个实验,实验指导教师根据学生每个实验完成情况评定成绩. 《化学综合实验-2》共开设 21 个项目,每个实验项目所需学时为 18 学时,分三周完成,选修该课程学

收稿日期: 2017-12-24

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2　《化学综合实验-2》实验内容

编号	实　验　题　目
1	金纳米颗粒的制备、表面修饰及表征
2	多孔金属 - 有机骨架化合物的制备和性质表征
3	水溶性纳米发光探针的制备及表征
4	葡萄糖电化学传感器的制备及表征
5	1-苯基-*cis*-1,2-环己二醇的合成及产物结构表征
6	聚乙烯醇/TiO_2 光催化复合薄膜的制备
7	钴配合物及其异构体的制备及表征
8	锌-对苯二酸化合物的制备与发光
9	配合物 *trans*-[Co(en)$_2$Cl$_2$]Cl 的制备及性质测定
10	叶绿素(天然金属卟啉)的分离及性质测定
11	碳纳米管/酞菁钴复合材料修饰电极制备及其应用
12	高效液相色谱法测定茶叶中儿茶素的含量
13	适配子生物传感器比色法和电化学法检测水溶液中钾离子
14	近红外光谱测定柑橘的酸度
15	普鲁士兰薄膜修饰电极的制备其对基于不同原理对钾离子和过氧化氢的分析测定
16	利用瞬态荧光法测定量子点小分子荧光特性
17	Hematite@ Au 核壳纳米材料制备及催化性能测试
18	手持技术在中学化学实验中的应用
19	合成并表征基于力致变色原理的信息载体材料
20	用于磁共振成像造影剂的纳米材料合成与性能
21	过碳酸钠的制备、检验及性能测试

表 3　《应用化学综合实验》教学内容

编号	实　验　题　目
1	pH 响应性水凝胶的制备、表征与检测
2	聚甲基丙烯酸甲酯有机玻璃性能测定评估
3	超临界流体负载法制备固体催化剂及其应用
4	中药黄芪中黄芪苷的提取制备分析技术
5	超临界二氧化碳萃取葡萄籽油的研究
6	酪氨酸酶的提取及其催化活性研究
7	乙酰基二茂铁的合成
8	无机半导体染料敏化太阳能电池的组装

生根据自己的兴趣爱好任选其中 3 个项目完成即可,每个实验教学过程中根据选修学生人数设置每个实验的开设次数,同时每组约 5 ~ 6 人,协同完成实验内容,实验指导教师根据每个学生在实验小组中的表现评定成绩; 对应于师范专业的《化学综合实验-2》, 应用化学专业则开设《应用化学综合实验》,此课程开设 8 个不同于《化学综合实验-2》的实验项目,其教学模式与师范专业相同,实验项目更贴切应用化学专业.

3　教学特色

从近年来《化学综合实验》系列课程教学实践来看,该课程在人才培养中起到了进一步提升学生实践能力,特别是综合运用所学专业知识解决实际问题的能力[4]. 综合来看,课程教学特色主要表现在以下几个方面.

3.1　实验内容设计新颖,激发学生实践兴趣

如前所述,《化学综合实验》多数教学内容来自院系教师的科研成果,通过教师精心设计转化为适合课堂教学的学生实验,而且实验内容涉及各个学科多个研究领域,如新型纳米材料的制备及其表征、修饰电极的制备及其应用和高灵敏生物传感器的设计及其应用等[5]. 在实验教学实践中,该课程的教学内容是动态调整,每学期课程结束后会广泛征集学生和实验指导教师的意见,对每个实现项目的实施情况进行评价,并对每个实验项目进行适当的调整. 学生兴趣不大或者无人选修的实验项目将暂停开设,同时遴选其他更好的实验项目予以补充,新增实验项目需要经院系教学指导委员会审核后方能开设. 本课程相关实验内容已经在科学出版社出版了《化学综合实验》教材[6].

3.2　学生自主选课,凸显专业兴趣

《化学综合实验-2》课程开设多个实验项目,学生任选其中三个实验项目完成即可获得相应的学分. 此课程的开设时间为第六学期,很多学生已经初步选定了自己毕业设计乃至考研专业方向,那么就愿意提前接触该专业的前沿内容,通过综合实验教学,对专业研究有初步的了解,也能起到进一步巩固其专业意愿的作用. 实验教学表明,学生对自己感兴趣的实验内容更愿意投入更多的时间和精力,甚至有的实验小组在实验课程结束后要求继续参与到实验指导教师的相关项目研究. 很多同学在后续的研究工作中取得较好的成果,多项研究成果发表在国际权威期刊上[7-12],以本科生为第一作者发表的论文在数量和质量上都有明显的提升.

3.3　教学方式多样化

《化学综合实验-1》在实验教学中心基础实验室完成,中心遴选教学经验丰富的教师作为实验指导教师; 而《化学综合实验-2》多在综合实验室和科研室完成,而且是由教授领衔组成综合实验教学团队,合理分工协同完成三周的教学任务. 在综合实验教学过程中,结合实验特色,各个教学团队灵活采用不同的教学方式,如小组讨论来确定实验方案; 实验过程中发挥学生的自主性,通过文献调研来解决实验中出现的问题; 每周由学生汇报实验数据并加以分析; 实验结束后以小组汇报的形式交流实验收获和体会. 实验指导教师在实验过程中全面掌握学生的实验情况,充分发挥每个学生的能动性,积极参与到实验教学中来,鼓励实验小组同学协作完成研究型

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的综合实验.

3.4 全面考核学生成绩

《化学综合实验》课程成绩考核覆盖整个实验教学过程: 其中《化学综合实验-1》评定成绩与基础实验相似; 而《化学综合实验-2》则包括多个环节: 实验指导教师提前布置文献检索和阅读工作; 实验方案设计过程中指导教师关注学生参与讨论的积极性; 实验过程中学生操作的规范性; 数据分析及问题讨论的合理性以及实验报告(以研究论文的形式)的科学性. 最终实验教学指导教师团队会综合评定学生在实验过程中的表现,并给出该项目的最终成绩. 每个学生将会获得三个对应实验项目的成绩,取平均成绩作为该课程的总评成绩.

3.5 初现教学成效

从近年来《化学综合实验》系列课程教学实践情况来看,教学成效初步呈现. 首先,通过该课程的学习,学生们在后续毕业设计实践环节能够很快进入到科学研究的角色,除了在国际期刊上发表学术论文外,还能够在有限的时间内完成高质量的毕业论文. 其次,《化学综合实验》系列课程提升了学生对知识的综合运用能力,特别是对实验过程中出现的问题能够合理分析并寻找解决方案,体现在我校学生近年来在各级实验类竞赛中屡获佳绩,如在第四届和第五届全国高等师范院校大学生化学实验邀请赛中获得一等奖 3 项、二等奖 2 项和三等奖 1 项,位于参赛高校前列. 此外,我校学生在近三届北京市大学生创新实验设计大赛中获一等奖 6 项,二等奖 8 项和三等奖 7 项.

4 存在的问题及改进策略

自从《化学综合实验》系列课程运行以来,学生创新能力得到锻炼和提升,但也存在一些有待改进的问题. 一是实验难度的均衡性问题. 如前所述,实验内容多为教师科研成果转化而来,其难易程度各不相同,从而导致学生对不同实验完成情况大相径庭. 针对这一情况,后续在实验内容设计上要体现出教学层次,根据学生完成情况决定是否加大后续实验难度,在保护学生学术研究成就感的同时提升他们对科研的敬畏之心. 二是实验考核标准的问题. 不同学生自主选择的实验内容不同,实验教学指导团队也不一样,必然导致不同实验有着不同的考核意见,出现了由于学生选择实验项目的不同而最终成绩悬殊较大的现象. 在后续课程建设中,化学实验教学中心将结合前期运行情况和成绩评定结果进一步探索建立该课程的考核标准,减少不同实验项目间成绩上的较大差异.

参 考 文 献

[1] 郭长彬,马占芳,左霞,等. 化学类大学生实践创新能力培养体系的探索与实践[C]. 高校化学化工课程教学系列报告会论文集, 长沙, 2015.

[2] 崔学桂,张树永,李建平,等. 培养学生创新、综合思维能力是大学化学实验课的中心任务[J]. 实验技术与管理, 2003, 20(2): 120 - 124.

[3] 宋红杰,张立春,吕弋. 大学化学综合设计实验的教学探索[J]. 实验技术与管理,2015, 32(7): 197 - 201.

[4] 马占芳,左霞, 郭长彬. 本科生综合实验教学中创新意识培养的探索[C]. 高校化学化工课程教学系列报告会论文集,长沙, 2015.

[5] 叶能胜,左霞,郭长彬. 高师院校化学综合实验教学的探索与实践[C]. 第十三届全国大学化学教学研讨会论文集,武汉, 2015: 341 - 342.

[6] 首都师范大学化学实验教学中心. 化学综合实验[M]. 北京: 科学出版社, 2017.

[7] Chen Z B, Zhang C M, Li X X, et al. Aptasensor for electrochemical sensing of angiogenin based on electrode modified by cationic polyelectrolyte-functionalized graphene/gold nanoparticles composites[J]. Biosensors & Bioelectronics, 2015, 65: 232 - 237.

[8] Chen Z B, Tan Y, Zhang C M, et al. A colorimetric aptamer biosensor based on cationic polymer and gold nanoparticles for the ultrasensitive detection of thrombin[J]. Biosensors and Bioelectronics, 2014, 56: 46 - 50.

[9] Chen Z B, Hu Y M, Yang Q R, et al. A highly sensitive colorimetric sensor for adrenaline detection basedon organic molecules-functionalized gold nanoparticles[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2015, 207: 277 - 280.

[10] Lin Y Q, Liu K Y, Wang C, et al. Electrochemical immunosensor for detection of epidermal growth factor reaching lower detection limit: toward oxidized glutathione as a more efficient blocking reagent for the antibody functionalized silver

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

nanoparticles and antigen interaction [J]. Analytical Chemistry, 2015, 87: 8047 – 8051.

[11] Liu D D, Ma L Y, Liu L D, et al. Polydopamine-encapsulated Fe_3O_4 with an adsorbed HSP70 inhibitor for improved photothermal inactivation of bacteria [J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2016, 8(37): 24455 – 24462.

[12] Ye N S, Ma J C, An J X, et al. Separation of amino acid enantiomers by a capillary modified with a metal-organic framework [J]. RSC Advances, 2016, 6(47): 41587 – 41593.

Research on Cultivation of Innovative Ability with *Chemical Comprehensive Experiments*

Ye Nengsheng　Guo Changbin　Zuo Xia

(Department of Chemistry, Capital Normal University, Beijing　100048)

Abstract

Based on the reform of course system and teaching content in Department of Chemistry from Capital Normal University, the course named *chemical comprehensive experiments* was introduced, including teaching contents, teaching methods and characteristics of experiential education. During the practical activities in these courses, the abilities to analyze and solve problems were trained and the innovative ability was improved for students.

Key words: comprehensive experiment, innovative ability, educational reform.

作者简介　叶能胜(1975 –) 男,博士,副教授,硕士生导师,化学实验教学中心副主任,研究方向为分析化学。E-mail: yensh@cnu.edu.cn.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net