

“厚基础、强能力、重探究”教学模式的探索与实践

曾秀琼, 蔡吉清, 魏晓芳, 王敏, 王国平, 毛侦军*

浙江大学化学系, 国家级实验教学示范中心, 杭州 310058

摘要: 传统的化学实验教学, 特别是基础实验阶段, 大多采用“听老师讲、照书本做”的模式, 忽略了对学生自主学习能力和探究能力的培养。为提高学生的积极性, 培养学生的创新能力, 提升课程的教学质量, 在基础化学实验中探索并实践了“厚基础、强能力、重探究”的新型三阶段教学模式, 即巩固基本操作、强化综合技能、突出自主探究。经过近五年的实施, 取得了较好的教学效果。

关键词: 基础化学实验; 教学模式; 创新能力

中图分类号: G64; O6

Practice of New Three-Step Teaching Mode in Fundamental Chemistry Laboratory Course

ZENG Xiuqiong, CAI Jiqing, WEI Xiaofang, WANG Min, WANG Guoping, MAO Zhenjun *

National Demonstration Center for Experimental Education, Chemistry Department, Zhejiang University, Hangzhou 310058, P. R. China.

Abstract: The teaching mode for traditional chemistry laboratory course, especially for the fundamental one, is listening to the instructors and following the manuals. This mode neglects both the independent study and the innovation ability of the students. In order to improve their enthusiasm, cultivate their creation ability and promote the teaching effectiveness, a new three-step teaching mode was created, which can solidify the laboratory ability, increase the comprehension level and highlight the innovation ability. The five-years practice shows that this mode has a strong effect on teaching quality.

Key Words: Fundamental chemistry laboratory; Teaching mode; Innovation ability

化学是一门实验科学, 化学实验课程对于培养学生科学研究的基本素质、动手能力和创新能力以及实事求是的科学态度具有不可替代的作用。此外, 化学又是其他相关科学技术, 如化工、生物、医学、材料、环境、农业、制药等的基础, 这就从根本上决定了化学实验教学在培养创新型人才中的重要地位, 因此全国各高校不断开展了各种形式的化学实验教学改革^[1-8]。从 2013 年开始, 浙江大学化学实验教学中心在基础化学实验课程中探索并实践了不同层次实验的“厚基础、强能力、重探究”的教学模式。通过巩固基本操作、强化综合技能、突出自主探究, 提高了学生的学习主动性, 取得了较好的教学效果。

收稿: 2018-02-04; 录用: 2018-03-20; 网络发表: 2018-03-30

*通讯作者, Email: maozhenjun@zju.edu.cn

基金资助: 浙江省自然科学基金(Y15B010005); 浙江省高等教育教学改革研究项目(kg20160008); 浙江大学实验技术研究项目(SGL201701); 浙江大学化学系第六期教学改革研究项目

1 课程现状及问题

浙江大学基础化学实验课程主要面向大学一年级本科生,涵盖了无机化学、分析化学和有机化学等实验。其中无机及分析化学类实验包括化学专业的基础化学实验I(4学分,128学时)、近化学专业的大学化学实验(G)(2学分,64学时)和大类培养平台的化学实验(甲)(1.5学分,48学时)等,每学年选课学生超过4000名,实验班总数超过100个。

基础化学实验包括了最基本的化学实验技能和实验方法,要求将基础实验操作的训练和分析问题、解决问题能力的培养相结合,使学生具有一定的综合实验技能及独立解决问题的能力^[9]。传统的课程教学中存在一些问题,其中需要重点解决的问题有以下两个:

(1) 学生的积极性没有得到充分发挥。以往基础化学实验的教学模式主要以“指导教师详细讲解、学生按规定步骤操作”为主。学生在整个实验过程中缺乏创新性思考,只是简单机械地照教材所示步骤或指导教师的讲授进行操作,虽然锻炼了动手能力,却忽视了动脑能力的锻炼。

(2) 评价体系以“结果为主”。由于指导教师主要根据实验报告给出成绩,导致学生只想把实验结果做得完美。部分学生为了得到高分,不是把掌握知识、锻炼能力作为学习目的,而是关注于如何把实验报告写得更漂亮。

2 探索与实施新型三阶段教学模式

2.1 实施方案

新型的“厚基础、强能力、重探究”教学模式分三阶段进行。前两个阶段为学生打下厚实的基础知识、基本技能和基本方法的“三基”基础,同时强化综合实验能力。第三阶段鼓励学生不受实验室、实验学时和实验教材的限制,自行设计实验方案并完成实验,以培养学生的创新意识和创新能力。

由于教学课时和教学目标的不同,“重探究”阶段在大学化学实验(G)和化学实验(甲)等课程为1-2周,只开展1个小型实验项目。为了更好地阐述本教学模式,本文将围绕基础化学实验I课程展开。

(1) “厚基础”阶段。在课程初期的5-6周,对学生进行系统、规范的实验基础知识和实验技能训练,为后期开展的自主创新实验教学打好厚实的实验基础。训练的实验技能包括容量瓶、移液管、滴定管等定量分析容器的使用以及溶解、过滤、蒸发、结晶等无机合成的操作。

(2) “强能力”阶段。在课程中期的4-5周,以强化学生的综合实验能力为主。整合优化现有的实验教学项目,采用教材中的一些经典实验,但采用分组形式、让学生进行一些小型探索实验。

(3) “重探究”阶段。在课程后期的5-6周,让学生自主设计2-3个教材中没有的实验,侧重学生自主学习、创新能力的培养和提高。

2.2 实施内容

“厚基础”阶段的实验从现有的实验中精选,如硫酸铝钾晶体的合成、铵盐中含氮量的测定、铁矿中铁含量的测定及含铬废水的处理、分光光度法测定未知样品等。

“强能力”阶段的实验以现有教材为基础,如硫酸亚铁铵、多种磷酸钠、蛋氨酸铜等无机化合物的制备及产品测定等。以经典的无机化学实验“硫酸亚铁铵的合成”为例^[10],不是让学生照本宣科地按教材上的最佳反应条件操作,而是以4人为1组分别进行不同的反应温度、反应酸度、原料用量及晶体析出温度等条件实验。通过条件实验和对照实验观察反应进展、晶体析出的情况等,加强了学生分析问题、解决问题的综合实验技能。

“重探究”阶段的实验突破现有教材。以“三草酸合铁酸钾的合成及性能测定”为例^[10],要求学生分组探究草酸根含量、铁含量、结晶水数量、光敏性及其磁性等。学生自行分组、分工查阅资料、设计实验方案等,然后利用课堂和课余时间实施自己的方案,并不断完善和改进。再如“不同异构体的钴或铬配合物的制备及表征”,要求学生自行合成键合异构、几何异构、立体异构或不同配体的配合物。在这个阶段,指导教师和实验室不提供任何现成的实验步骤,全部由学生自主完成。

2.3 实施方法

在“厚基础”和“强能力”两个阶段，通过教师演示、教学视频、预习考试、课堂训练等多种方式，学生掌握了化学实验基本知识，并具备了系统的基本实验技能和一定的综合实验技能。

“重探究”阶段为新型三阶段教学模式的实施重点，既可以巩固前两个阶段的成果，又可以提升学生的能力。“重探究”阶段的具体安排如下：

(1) 指导教师提前 2–3 周发布探究项目和要求，学生完成选题、查阅资料、设计方案。学生提前 1–2 周上交实验方案及所需的试剂和仪器，实验室随后进行准备。如果需要大中型测试仪器，如红外、磁天平、热重分析等，课程组通过大型仪器平台进行统一预约。

(2) 每个探究项目除正常上课时间外，另安排 2–3 次课余时间供学生选择。学生通过预约自由进入实验室，课程组安排值班教师来监督安全及卫生情况。

(3) 探究项目结束后，学生利用 1–2 周进行数据处理，分析讨论，完成研究论文，并集中答辩。答辩时，每组陈述 10 min，提问 10 min，每位学生均要回答问题。

(4) 研究论文参照期刊论文的格式规范，包含标题、摘要、关键字、前言、实验部分、分析与讨论、参考文献等。每个实验班聘任一位学生作为责任编辑，负责汇总、排版、打印和装订等事务。

2.4 成绩评定

为了更好地对实验课程进行过程管理和公正评分，中心于 2016 年 3 月注册了“ZJU 化学实验教学中心”微信公众号，开发并全面推广了“实验室安全准入考试”“预习考试”和“数据输入及评价”等系统。

浙江大学化学实验课程均为独立开设，基础化学实验 I 的成绩评定标准由课程组统一制定，在开课第一周告知学生。成绩评定中的各项评价指标及分值具体如下：

(1) 实验预习与实验记录(10%)。学生须准备一本记录本，用于课前预习和课堂记录。记录本上文字和数据均用水笔书写，不得涂改。每次实验结束，指导教师须在记录本上签字和打分。

(2) 实验结果与实验报告(30%)。离开实验室前，学生须在线输入产量及滴定体积等原始数据，系统会对产率、测定精密度和准确度等逐项评分(为确保学生课后进行数据处理，他们不能看到系统显示的结果)。对于实验报告，学生须完成数据处理、误差及偏差分析、实验体会和建议的撰写等。

(3) 探究性实验(15%)。评价指标包括方案设计、方案实施、团队合作、研究报告及汇报答辩等方面。为彰显团队合作精神、促进学生团结互助，同组学生的分数一样。对于没有积极参与探究的学生，指导教师会另行扣分。

(4) 在线预习考试(10%)。每次上课之前，学生须在规定时间内完成在线预习考试。学期结束时，指导教师汇总所有的预习考试成绩。

(5) 操作考试(15%)。课程组统一布置考试内容、监考教师及评分标准。如 2017 年操作考试项目之一为“阿司匹林铜的合成及含量测定”，要求学生在 3.5 h 内完成产品合成、EDTA 标准溶液的标定及产品含量测定。操作分数由监考教师给出，实验结果分数由“数据输入及评价”系统给出。

(6) 理论考试(15%)。课程组统一组织命题和安排考试。考试时间一般为 90 min，涉及化学实验室安全、基础知识、实验原理和实验设计等。

(7) 其他(10%)。包括到课情况、规范着装、卫生情况及仪器使用等。

3 实施效果

3.1 特色和优点

(1) 以循序渐进的系列实验替代原来的孤立实验。在“厚基础”阶段的 5–6 周，通过定量操作练习、简单无机合成，到复杂化合物制备、产品测定等精心设计的系列实验，逐步强化学生的实验技能，使学生的实验水平在短时间内得到提高。

(2) 以过程考核和多元化考核替代“结果至上”考核。在“强能力”和“重探究”阶段，改革以

往主要以实验报告成绩来决定总评成绩的弊端,强调找出问题、分析问题、提出解决方案;强调即使实验失败,只要分析和讨论到位,也能获得好成绩。因此学生不再害怕实验失败,并能从失败中获得更宝贵的实验技能,加速能力提高。

(3) 以自主学习和探究替代机械学习。改革以往“指导教师讲解、学生完成实验”的教学模式,改变学生“临时被动学习、过后全部忘记”的学习方式。学生积极参与,充分发挥自己的主动性和创新能力,提高了学习效率和课程教学质量。

(4) 以团队合作替代单打独斗。在“强能力”和“重探究”阶段,每个实验以 3—4 位学生为 1 组。学生自行分工来负责不同的内容,但又互相合作,共同参与整个实验。课内课外,到处可见学生们一起讨论、一起实验、一起品尝实验带来的酸甜苦辣的身影。

3.2 感言和获奖

“重探究”阶段结束后,学生要求完成研究论文,并提交心得体会。在这些心得体会中,学生感想很多,既抒发了成功带来的喜悦,也回味了实验中的失落。下面节选几个学生的感言。

学生 1: 每次的探究实验都是一次拓展、一次合作。不论个人技能如何了得,团队合作都是必不可少……告诉我们实验不是照着书本完成,更应有自己的想法,敢于质疑,积极思考……

学生 2: 探究性实验下来,我越来越深刻地认识到吃透实验原理对实验的重要意义……经过这几次探究实验的锻炼,我们做实验都更自信了。将一些奇思妙想悄悄地试验一遍,那也是这门实验课的乐趣所在呢。

学生 3: ……以前我害怕实验失败,但是通过这些探究设计实验,我深深地明白了失败是成功的一部分。此外,我还明白集体的力量是强大的,团队意识非常重要……

学生 4: 这次实验是我第一次完完全全自己查阅资料设计方案……基本上在实验开始前一个月我就已经开始准备……虽然第一次自己设计的方案失败了,但是却不能浇灭我的信心,反而使我有种愈挫愈勇的感觉……

近年来随着实验课程教学质量的提高,我系学生多次在各类化学竞赛中取得优异成绩^[11,12],如 2 名学生获得 2016 年全国大学生化学实验邀请赛一等奖,1 名学生获得 2017 年上海大学生化学实验邀请赛一等奖,2 支参赛队获得 2017 年浙江省大学生化学竞赛一等奖。

4 结语

新型三段式教学模式的实施,有效地提高了学生的自主学习、综合实践和探究能力,造就了学生的团队意识和合作能力,对创新型人才的培养起到了积极作用。但在实施初期,我们也碰到了一些困难和阻力,如个别指导教师因上课难度加大、课外时数增加而抱怨,有些实验员因材料准备量大、开放时间多而不满,部分学生因设计方案无头绪、实验屡屡失败而消极,等等。针对这些情况,我们采取了许多措施来解决,如不断开展教学研讨以提高教师业务水平,合理安排开放实验室值班,协助实验员进行准备,表扬和鼓励学生等。我们还将不断借鉴国内外高校的经验^[13,14],进一步充实和完善已有的教学模式,为培养更多更优秀的人才而努力。

参 考 文 献

- [1] 李荣芳,刘新芳,张晓宇,张甜,冯勋. 大学化学, 2015, 30 (2), 31.
- [2] 曾秀琼,赵华绒,王国平,李秀玲,张嘉捷,李宁,方文军. 实验技术与管理, 2012, 29 (8), 4.
- [3] 陈贞干,周诗彪,刘北平,张大顺. 实验室研究与探索, 2011, 30 (8), 150.
- [4] 周祖新,王爱民,肖秀珍,黄莎华,程利平. 大学化学, 2016, 31 (6), 40.
- [5] 任艳平. 大学化学, 2017, 32 (1), 15.
- [6] 段体兰,汤化伟,邓苗苗. 化工高等教育, 2015, No. 6, 72.

-
- [7] 陈忠平, 宋常春, 黎少君, 汪徐春, 张婷. 广东化工, **2016**, *44* (19), 195.
- [8] 张素斌, 赵建芬. 大学化学, **2013**, *28* (4), 28.
- [9] 2013–2017年教育部高等学校化学类专业教学指导委员会. 大学化学, **2017**, *32* (8), 1.
- [10] 徐伟亮. 大学化学基础实验. 北京: 科学出版社, 2014: 268, 338.
- [11] 曾秀琼, 李秀玲, 何巧红, 赵华绒, 张嘉捷, 方文军. 实验技术与管理, **2016**, *30* (6), 167.
- [12] 曾秀琼, 赵华绒, 谭桂娥, 蔡吉清, 方文军. 实验技术与管理, **2016**, *32* (4), 179.
- [13] 田福平, 张艳娟, 贺民, 贾翠英, 陈静, 孟长功. 大学化学, **2018**, *33* (2), 29.
- [14] 欧阳小清. 大学化学, **2018**, *33* (2), 75.