

•教育专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201906004

www.dxhx.pku.edu.cn

“化学拔尖计划”“强化实验”课程平台建设与实践

任艳平*, 吕银云, 郑啸, 林敏, 夏文生

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: 介绍了厦门大学专门为“化学学科拔尖学生培养试验计划”学生个性化培养“量身定制”的“强化实验”课程建设的基本思路、实验内容设计、“动态”教材建设与教学实践情况。以期更好地为高校化学实验教学改革提供适应面广、操作性强的可借鉴经验, 也为今后更好地实施“化学学科拔尖学生培养计划”2.0提供参考。

关键词: 拔尖计划; 强化实验; 课程平台; 建设与实践

中图分类号: G64; O6

Construction and Teaching Practice of Enhanced Experiments for Top Talents in Chemistry-Major

REN Yanping*, LÜ Yinyun, ZHENG Xiao, LIN Min, XIA Wensheng

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 mainly introduces the laboratory course platform “Enhanced Experiments in Basic Chemistry” of its basic framework, experimental content design, dynamic textbook construction and teaching practice, which is particularly designed for top talented chemistry-majored students in Xiamen University. In order to provide the reference experience for the reform of chemistry laboratory teaching in colleges and universities, and to provide reference for the implementation of “Top Talent Training Program of Chemistry” 2.0 in the future.

Key Words: Top Talent Training Program; Enhanced experiments; Course platform; Construction and practice

我国高等教育一直围绕着如何培养创新型人才而改革。2009年教育部等联合启动的“基础学科拔尖学生培养试验计划”的实施体现了我国高等教育进入了以精准培养拔尖创新人才为目标的内涵式发展阶段^[1-3], 这也是我国高等教育强国建设的重大战略任务。

一个优秀的创新型人才, 一个有造诣的科研工作者或优秀的企业家, 一定要具备很强的“创新思想”“创新意识”以及“批判性思维”能力。而“创新思想”“创新意识”培养始终贯穿于整个教学和研究过程中, 一定是在学习、研究过程中慢慢形成的, 不可能一蹴而就, 即由量变到质变的结果。

为了在更高层次上培养学生的“创新思想”“创新意识”以及“批判性思维”能力, 厦门大学“化学学科拔尖学生培养试验计划”(后简称“化学拔尖计划”)自2010年启动之时就针对“化学拔尖计划”学生个性化培养的理念, 首次提出并建立“强化实验”课程平台, 这是厦门大学深入实施“化

收稿: 2019-06-03; 录用: 2019-06-20; 网络发表: 2019-06-24

*通讯作者, Email: ypren@xmu.edu.cn

基金资助: 2016年度教育部“基础学科拔尖学生培养试验计划”研究课题; 2017年福建省本科高校教育教学改革研究项目(FBJG20170295); 2017年度厦门大学教学改革研究项目(JG20170204); 国家基础科学人才培养基金项目(J1310024)

学拔尖计划”、探索化学拔尖创新人才培养机制的重要举措之一，也是厦门大学化学实验教学内涵建设的体现。

1 创立“强化实验”课程平台，细化实验教学体系

针对“化学拔尖计划”学生个性化培养理念，厦门大学首次提出并建立了“强化实验”课程平台，包括如图 1 所示的 3 门独立的强化实验课(“基础化学实验(一)强化实验”“基础化学实验(二)强化实验”和“物理化学探索性实验”)和“仪器分析拓展性实验”课，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^[4]。也由此形成了以学生为本的基础→强化→综合→科研训练等多层级、多层次，不同层级、不同层次间纵向交错的一体化实验、实践教学体系，学生的社会服务和课外实践贯穿于从入学到毕业全过程(图 2)。这也是厦门大学特色的化学学科拔尖学生培养的实验、实践教学体系。

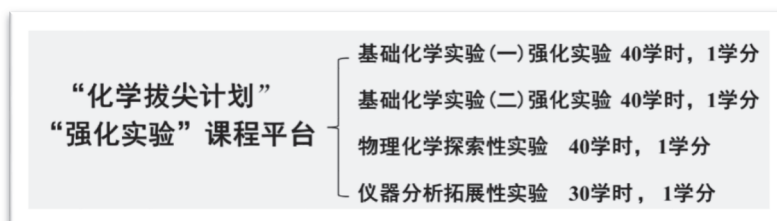


图 1 “强化实验”课程及其学时、学分情况

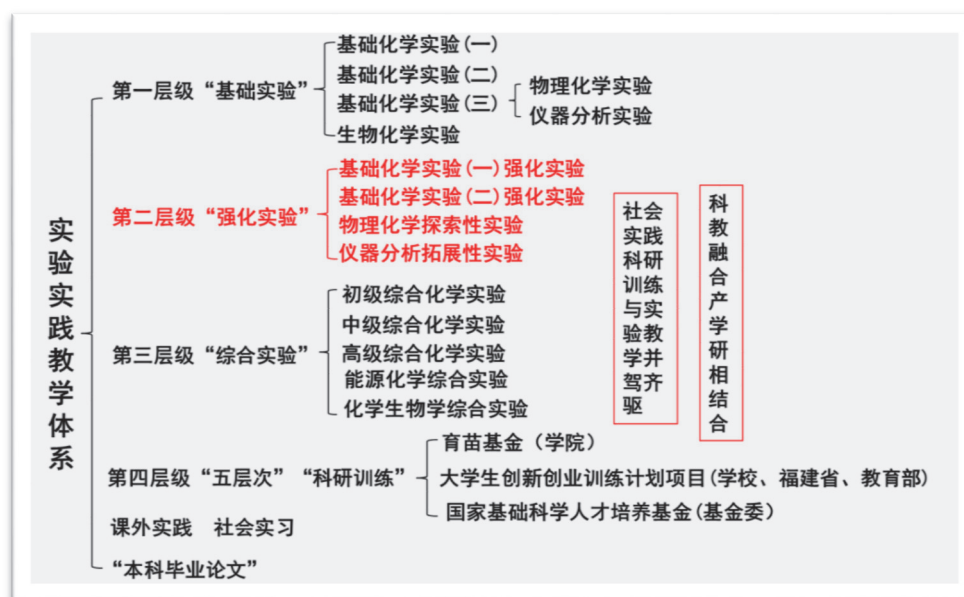


图 2 厦门大学特色的化学学科拔尖学生培养的实验、实践教学体系

“强化实验”课是在“拔尖计划”班学生完整修完各门基础理论课及相应基础实验课的基础上开设的。“强化实验”课程性质和教学要求如图 3 所示。

2 设计“强化实验”课程内容，编写或选编“强化实验”项目

“强化实验”课程建设基本思路如图 4 所示。

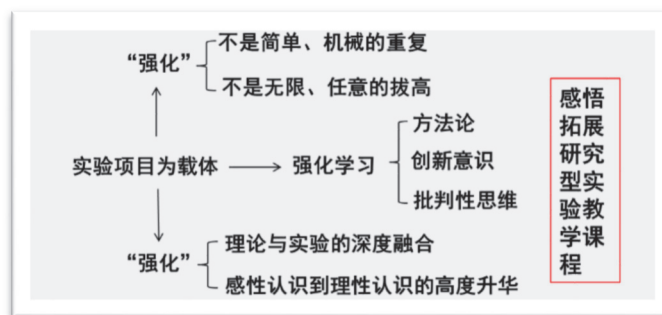


图3 “强化实验”课程性质和教学要求

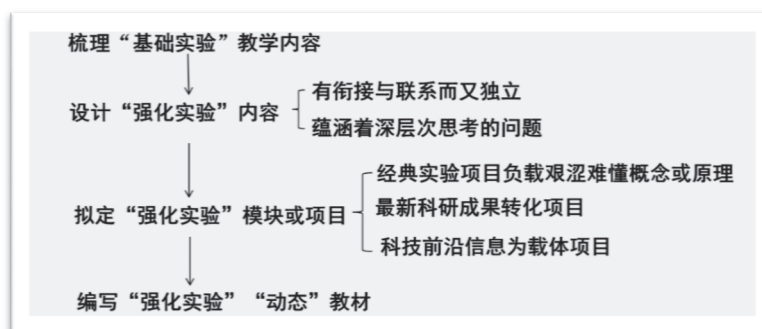


图4 “强化实验”课程建设基本思路

我们依据上述化学学科拔尖学生培养的实验、实践教学体系以及化学一级学科的整体性对基础化学实验的教学内容进行了梳理，并在调研和对比国内著名高校有关化学实验项目和实验内容的基础上，针对“化学拔尖计划”学生个性化培养理念，拟定了各门“强化实验”课的教学大纲，设计了与“基础化学实验”既有衔接与联系而又独立、并蕴涵着很多可引导学生深层次思考的问题的实验内容，编写或选编了“强化实验”项目30多个。如图5和图6分别是目前“基础化学实验(二)强化实验”和“物理化学探索性实验”^[5]两门“强化实验”课的实验项目。“基础化学实验(一)强化实验”项目可通过扫描图7中的二维码获取；“仪器分析拓展性实验”项目参见文献^[6]。

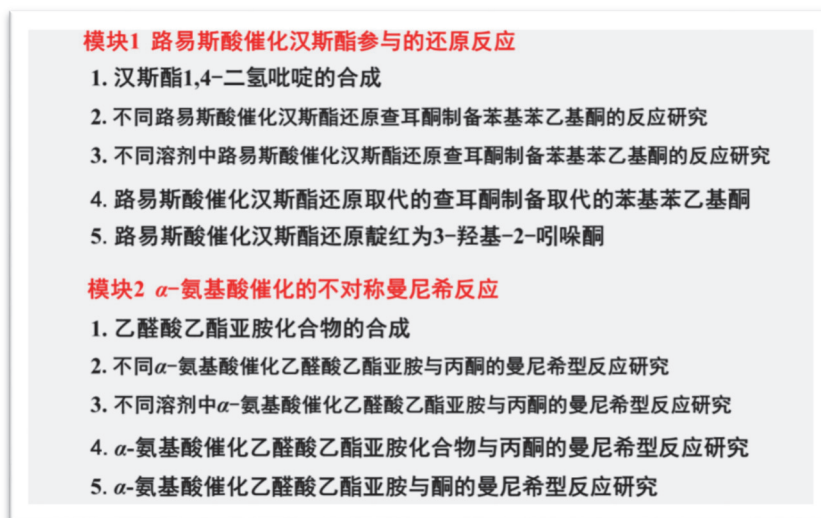


图5 “基础化学实验(二)强化实验”项目

1. H₃反应势能面的构建
2. 应用理论方法预测气相分子的标准摩尔生成焓
3. B-Z化学振荡反应
4. 凝固点降低法测定摩尔质量
5. Ag⁺催化S₂O₈²⁻与Cr³⁺反应的动力学
6. 氢析出反应动力学参数的测定(采用恒电流法以及恒电位法, 包括静态法和动态法)

图6 “物理化学探索性实验”项目



图7 《基础化学实验(一)强化实验》“动态”教材

每门“强化实验”课的设计思路一样,但设计理念不完全相同^[4-7],如“基础化学实验(二)强化实验”课程以不断动态完善的模块化方式引入有机合成的前沿研究课题。已开展的模块化实验有“路易斯酸催化汉斯酯参与的还原反应”和“ α -氨基酸催化的不对称曼尼希反应”;拟开展的模块化实验包括“过渡金属催化的偶联反应”“金属催化的自由基偶联反应”以及“可见光催化的自由基反应”。利用这样模块化的形式主要让学生体验真实的有机化学实验方法学研究过程,体会真实科研中的“喜怒哀乐”,并认识自身的科研兴趣和能力,也可吸引更多有机专业的教师根据自身科研特色参与“化学拔尖计划”学生的实验教学,真正实现教学相长和教研相长。“物理化学探索性实验”项目以物理化学基本原理和物理化学实验研究方法为载体,贯穿了拓展性和研究性实验内容,重点培养学生文献查阅和实验设计等方面的能力。

在“强化实验”课程建设的同时独立组编了相关“强化实验”“动态”教材《基础化学实验(一)强化实验》和《基础化学实验(二)强化实验》(图7)。用于本科一年级“化学拔尖计划”学生的《基础化学实验(一)强化实验》“动态”教材中所给出的每个实验项目的内容风格也不完全一样,部分实验项目只有引导性内容,需要学生自行设计和查找资料完善操作步骤而去实施。在《基础化学实验(一)强化实验》“动态”教材中也特别列出了与本实验内容相关的、基础实验做过的实验项目名称,以培养学生的分析辨别能力,让学生在对比中学习与提高。而《基础化学实验(二)强化实验》“动态”教材中不提供具体实验内容和实验步骤,只列出实验指南和参考文献,让学生根据自己的“理解”来完成特定的实验,激发学生的探索热情,培养学生的综合能力。相关“强化实验”“动态”教材在教学实践的基础上多次拓展修改而再版,实现了教材建设与课程建设同步发展。

所谓“动态”实验教材,就是将编写好的每一个实验项目转换成一个二维码(图7),也可以将所有项目转换成一个总码,这样“一本书”就变成“一页码”(或“一个(总)码”)。学生通过“动态”下载或扫码“定向”获取所需内容,可随时进行预习和实验时参考及实验后的复习巩固等,也省去学生书包装很多书带来的麻烦。扫取总码,整本获取,方便保存;单个扫码,单项获取,方便翻看。

“动态”实验教材更方便教师随时修改和更新其内容,以保持其内容与时俱进而保持其“活力”,使教材建设与课程建设协同发展。

3 实践“先做后教、以做定教”的实验教学“翻转课堂”模式

针对“拔尖计划”班学生个性化培养理念“量身定制”的系列“强化实验”课程是引导学生感悟、拓展的研究型实验教学课程。因此,在具体的实验教学过程中,学生以个人或分组或数据共享的多样性模式探索完成实验和递交报告,允许客观的“负面”结果,激发学生的探索热情。让学生体会真实科研中的“喜怒哀乐”,并认识自身的科研兴趣和能力。强化课前问题式、课中启发式等灵活多样的互动式实验教学模式,重点实践“先做后教、以做定教”实验教学的“翻转课堂”模式,即学生每做完一个实验,根据具体情况安排专门时间进行讨论、总结和反思,培养学生的分析、推理、归纳、总结和探索规律的能力。学生先做实验,具有亲身经历和切身体会后,以“问题”为导向,通过师生和生生相互讨论(有时伴随着实验演示),在这种“话赶话”的意境中,学生不仅是一个被动的接受者,而且是一个主动的参与者,其兴趣可能被引发,思想可能被激活,常会有“腾空而出”的想法和问题。在相互讨论的过程中,教师和学生都非常有可能从不同视角提出一些深刻的、具有启发性的问题,或者一些新的思路;在相互讨论和争辩过程中,也会对原有的问题进行重新思考和反复推演,看问题会有不同的视角使相应的实验教学内容得到更新和拓展,使我们的实验教学内容越来越丰富,越来越充实。在这样的过程中,学生和教师之间形成一种双螺旋的关系,彼此促进、彼此增益、彼此启迪、彼此拉升,真正促进教学相长^[8]。

要高质量地实施“先做后教、以做定教”的实验教学“翻转课堂”模式,作为指导教师,要注意以下几点:

1) 讨论前,教师要有针对性地设计有价值的“问题”。

如何使以“问题”为导向的“先做后教、以做定教”的实验教学“翻转课堂”模式实施具有良好效果,高质量“问题”的设计是第一位的,也是“强化实验”课程的灵魂与核心。在进行实验教学设计时,除了考虑以每一实验教学模块或实验项目为载体的深刻的、具有启发性的“问题”和由此演绎的问题及即兴“问题”外,还要适时融入与本实验项目有关的横向拓展和纵向深入的“问题”,启发学生科学思考、正确思考、深刻思考。

2) 讨论中,教师要巧妙地引出“问题”。

讨论过程中,学生往往会对预先设置的问题进行思考,并积极发言,而对实验过程中蕴含的问题常常“视而不见”,这时教师要巧妙地引出“问题”以引导学生思考和讨论;有时也要灵活地给学生设置“障碍”以引起学生的注意和兴趣,并培养学生的批判性思维能力。

3) 讨论结束,教师要“完美”做好“收官”总结。

讨论结束,教师也要“完美”做好“收官”总结,或对所讨论问题的观点进行“画龙点睛”式的评说,或是在所讨论问题的基础上提出新的讨论议题,以引起学生更深入地钻研某些问题的兴趣。

4 “强化实验”教学的示范辐射效应

在“强化实验”课程建设以及教学实施过程中,我们也及时对有关课程建设的基本思路、实验内容设计、“动态”教材建设与教学实践等情况进行了初步探索和总结,并以论文形式在《大学化学》杂志上发表^[4,7,9-13],如图8所示。

近几年来,“强化实验”课程组多名成员也走出去参加“全国大学生化学实验邀请赛暨实验教学研讨会”以及福建省的有关实验教学研讨会等,并多次应邀作大会报告,通过实例阐述了在“强化实验”教学过程中如何实践“先做后教、以做定教”实验教学“翻转课堂”模式,引起了与会者的强烈认同。

针对“拔尖计划”班学生个性化培养“量身定制”的“强化实验”课程内容及其教学实施过程对普通班的基础化学实验教学具有示范和引领作用;经过“拔尖计划”班学生探讨、讨论、实践而成熟的实验项目可有选择性地,逐步地引入、充实到基础化学实验教学中^[11,12]。

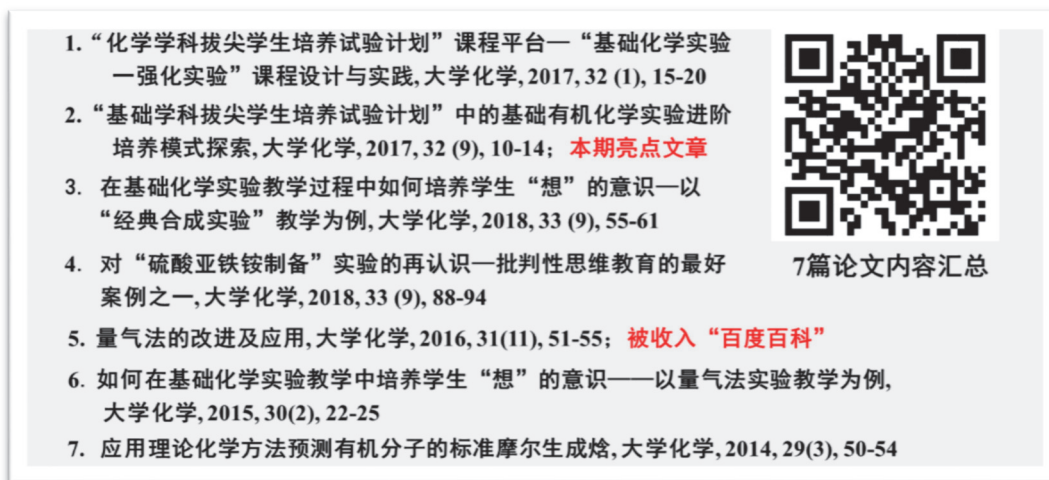


图8 “大学化学”杂志发表的有关论文

我们也在积极探索和实践如何通过“活化”强化实验教学内容、创新应用灵活多样的实验教学方式, 以达到多渠道、全方位提高学生实验兴趣的目的, 并使学生的实验兴趣叠加而产生倍增效应, 进而达到培养学生创新意识和创新能力的目的。

参 考 文 献

- [1] 葛欣. 大学化学, 2015, 30 (5), 7.
- [2] 孙华. 中国大学教育, 2015, No. 12, 15.
- [3] 吕思思, 程功臻. 大学化学, 2014, 29 (4), 5.
- [4] 任艳平. 大学化学, 2017, 32 (1), 15.
- [5] 韩国彬. 物理化学实验. 厦门: 厦门大学出版社, 2010.
- [6] 彭淑女, 邵文尧, 陈招斌, 李华敏, 杨利民. 大学化学, 2019, 34 (10), 119.
- [7] 郑啸, 阮永红, 周金梅, 郑锦丽, 姜海容, 林敏. 大学化学, 2017, 32 (9), 10.
- [8] 周华, 张凤英, 房宝花. 双螺旋教学模式对师生关系的影响分析. (2015-12-03) [2019-05-30]. <https://www.xzbu.com/1/view-7488050.htm>.
- [9] 任艳平, 吕银云, 董志强. 大学化学, 2018, 33 (9), 55.
- [10] 董志强, 吕银云, 任艳平. 大学化学, 2018, 33 (9), 88.
- [11] 董志强, 任艳平. 大学化学, 2016, 31 (11), 51.
- [12] 任艳平, 董志强, 阮婵姿. 大学化学, 2015, 30 (2), 22.
- [13] 袁汝明, 傅刚, 韩国彬. 大学化学, 2014, 29 (3), 50.