

•教育专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201905086

www.dxhx.pku.edu.cn

浙江大学求是化学班人才培养的多层次科研实践体系

徐孝菲, 沈宏, 王敏*, 胡吉明

浙江大学化学系, 杭州 310058

摘要: 浙江大学化学系在求是化学班的培养过程中, 以基础学科拔尖创新人才为培养目标, 注重提升本科生科研能力, 依托学科优势, 从科研基础知识体系构建、科研思维模式拓展和科研创新实践能力强化等方面构筑分阶段、分层次、多平台、多模式的科研实践培养体系。该体系总体上以科研训练为主线, 从广度科研认知到深度科研实践, 融通校内第一、二课堂和校外第三、四课堂, 贯穿整个拔尖人才培养过程。经过多年的探索与实践, 该科研实践体系在培养学生的科研能力、创新思维和国际视野等方面已经初见成效。

关键词: 拔尖学生; 科研实践; 人才培养

中图分类号: G64; O6

Multi-Level Scientific Research Training System of Qiushi Chemistry Class

XU Xiaofei, SHEN Hong, WANG Min*, HU Jiming

Chemistry Department, Zhejiang University, Hangzhou 310058, P. R. China.

Abstract: Aiming at cultivating outstanding innovative talents in basic subjects, the Chemistry Department of Zhejiang University has paid intensive attention to undergraduate scientific research training. A multi-level scientific research training system has been established, focusing on building basic knowledge foundation of scientific research, expanding thought patterns of scientific research, and intensifying innovative practical ability of scientific research. The system effectively integrates the first and second classroom on campus, and the off campus classroom. After years of exploration and practice, this system has shown preliminary effect on improving scientific research ability, inspiring innovative thinking, and broadening international perspective of undergraduate students.

Key Words: Top talents; Scientific research practice; Elitist cultivation

2009年, 教育部提出“基础学科拔尖学生培养试验计划(珠峰计划)”, 旨在培养具有国际一流水平的基础学科领域大师级学科后备人才, 促进我国基础科学研究水平的提升。2010年, 浙江大学根据珠峰计划精神, 开设涵盖五个学科的求是科学班, 求是化学班(简称求化班)为其中之一。浙江大学化学系承担了求化班学生的培养任务, 致力于培养具有扎实理论基础、娴熟实验技能、宽广学科视野的学术领袖, 以及拥有批判性思维、创新性意识、国际性竞争能力, 以天下为己任的行业精英。当今世界一流大学发展的成功经验启示我们, 教育与科研相辅相成, 对本科生科研能力的培养已成为研究型大学教育的重要环节^[1-4]。为促进以求化班学生为代表的拔尖人才培养, 浙江大学化学系在构筑多层次科研实践平台、提升本科生科研能力方面开展了有益探索。

收稿: 2019-05-31; 录用: 2019-07-02; 网络发表: 2019-07-09

*通讯作者, Email: minwang@zju.edu.cn

基金资助: 2018 浙江大学基础学科拔尖学生培养试验计划研究课题

浙江大学化学系针对基础学科拔尖人才培养的高要求,优化了本科生科研训练方案,从总体上融通校内第一、二课堂和校外第三、四课堂,构筑分阶段、分层次、多平台、多模式的科研实践架构(图 1)。从科研基础知识体系构建、科研思维模式拓展和科研创新实践能力强化三方面,构筑并完善了由广度到深度逐级加强的多层次科研实践体系(图 2)。首先,通过多门实验课程中的探究性实验环节以及“科研认知”和“化学导论”等特色科研实践前置课程,构建科研基础知识体系,以第一课堂的广度基础科研教学,使学生树立基础科学研究的思想观念,引领学生科研入门;随后,通过化学系周学术讲座和国内外学术会议等深层次的学术熏陶,逐步提升学生的科研思维,拓展学生的学术视野,使其对科研有更为全面和系统的认识。最后,基于国内各类科研训练项目和国外科研实践交流项目的实战训练,进一步强化学生的科研创新实践能力,使学生逐步具备独立开展科学研究的能力。

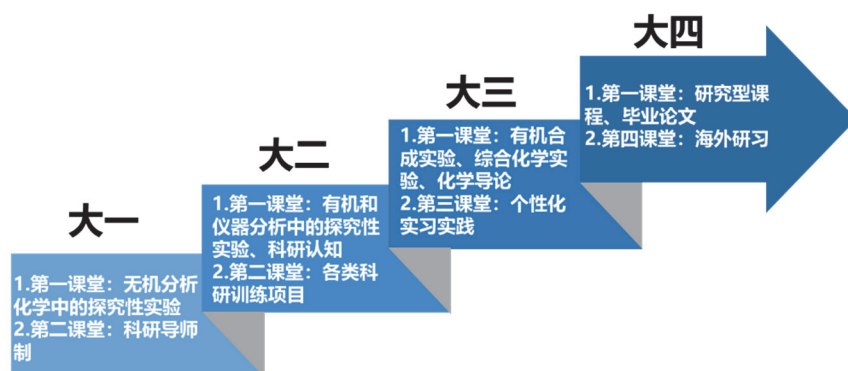


图 1 分阶段和分层次的科研实践架构

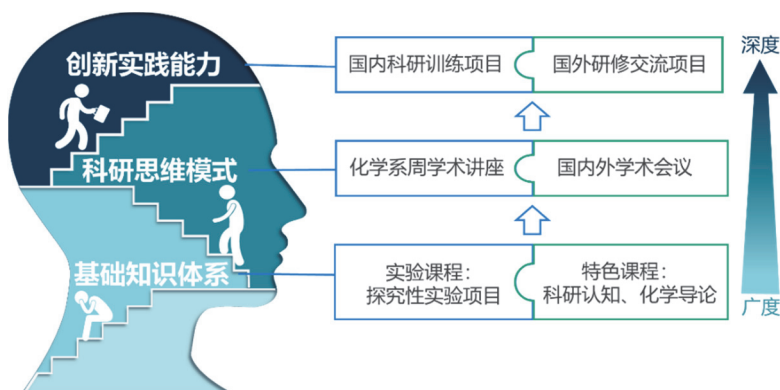


图 2 多平台和多模式的科研实践体系

1 构建基础知识体系

为构建本科生科研训练的基础知识体系,浙江大学化学系以实验课程探究型教学模式、特色课程讲座以及实践型教学模式为核心,充分利用教学第一课堂,激发学生的科研兴趣,使学生从掌握基本科研技能开始,逐步认识化学学科的研究内容,进一步明确自身的科研方向。

首先,浙江大学化学系对实验教学体系进行了调整,分别在专业必修课“基础化学实验 I”(无机及分析化学实验)、“基础化学实验 II”(有机化学实验)、“中级化学实验 I”(仪器分析实验)等课程中适量开设探究性实验项目,使学生逐步掌握一般科研流程与方法。同时,面向大三学生开设专业加深选修课程“有机合成实验”“化学生物学实验”和“综合化学实验”,实现基础课教学技能训练与科学研究前沿实际需要间的对接。

为了帮助初识科研的学生较早了解科研、明确自身的科研方向,化学系设置了“科研认知”和“化学导论”这两个特色教学实践环节作为学生进入课题组开展大学生科研训练计划项目(Student Research Training Program, SRTP)等科研训练项目的前置课程。其中“科研认知”主要面向大二学生开设,该课程前期通过三大专题讲座,使学生初步了解化学系的基本概况、各研究所的研究方向和科学研究的一般流程与方法;课程中期参观化学类具有先进研发技术的高新企业,如新和成股份公司、浙江达峰汽车有限公司、浙江之江新材料有限公司、天子岭垃圾填埋场等;课程后期进入心仪的导师课题组,通过进入实验室观摩和参加组会,体验真实的科研氛围,激发学生的科研兴趣,使学生进一步明确自己的定位,为科研实践做好铺垫。而“化学导论”主要面向大三学生开设,该课程邀请6-8位教授,通过专题讲座的形式,介绍各自学科方向的研究内容与国际上相关研究的前沿进展;进而提出研讨课题,学生根据课题进行文献资料查阅、研讨展示和课程论文撰写。因此,通过从“科研认知”到“化学导论”的递进式学习,使学生对化学学科的研究领域有一个初步系统的了解,并初步具备科研思维和科研视野。

2 拓展科研思维模式

在培养学生科研思维模式方面,浙江大学化学系注重大师引领,遵循“引进来,走出去”的原则,“引进来”主要是积极开拓外聘师资渠道,“走出去”则主要是拓展出国学术交流途径。

化学系每周五都会邀请国内国家杰出青年科学基金获得者以上或国外终身副教授以上的专家学者作学术报告,我们称这个开放式的学术交流平台为化学系周学术讲座(Department Seminar)。2011年起,化学系将周学术讲座作为拔尖学生的“营养大餐”,纳入求化班培养方案中的实践教学环节必修课程“专题讨论课”,并由专任教师负责过程管理和结果考核。该课程要求学生在大二和大三两年内通过聆听至少18次化学系周学术讲座,每年至少有1次对特别感兴趣的研究领域,结合文献,进行书面评述;该课程还要求每个长学期组织学生参加一次文献阅读口头报告会,每位学生根据指定的主题范围,进行充分的文献调研,并作口头报告。通过系学术讲座的大师引领,使学生对学科各个方向的前沿领域有一个更为全面系统的认识,极大拓展科研视野,并借助书面评述和口头报告等考核形式强化学生查阅、归纳、表达文献的综合能力。

培养具有国际化学术视野的拔尖创新人才,将优质师资“请进来”还不够,我们的学生还需要“走出去”。化学系高度重视学生科研视野的国际化培养,鼓励支持本科生参加各类国际学术会议,至今已支持本科生赴新加坡、美国、西班牙等国家参加国际学术会议。与此同时,本科生还可以通过各类出国交流项目,进入国外知名课题组进行深入交流学习,接受国际化科研思维训练。

3 强化创新实践能力

“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行”。为了强化学生的科研创新实践能力,为学生科研实践提供强有力的条件保障,多年来,浙江大学化学系在构建国内科研训练平台和国际合作育人平台等方面做了诸多努力。

在构建国内科研训练平台方面,除了国家级大学生创新训练项目、省级大学生创新训练项目和校级大学生科研训练计划等项目之外,化学系针对科研兴趣浓厚的学生还单独设立了“培育项目”“学生自主研究项目”和“高级训练项目”等。此外,化学系校友捐资设立了“天邦奖学金”,专门用于奖励化学系科研训练优秀的本科生,激励学生积极参与科研训练活动。

在构建国际合作育人平台方面,化学系通过校级交流项目、院级交流项目、导师推荐交流项目和学生自主申请交流项目等多种模式并举,不断拓宽人才培养国际交流与合作渠道,为学生创造更多国(境)外科研实习交流的机会。院级交流项目层面,化学系已与加州大学圣地亚哥分校、英国剑桥大学、新加坡国立大学、香港大学、美国北卡罗莱纳州立大学、法国里昂高等师范学院等院校建立了稳定的合作育人关系。另外,化学系鼓励学生通过导师推荐联系、以科研项目的方式参与出国(境)

交流计划,该类型交流项目科研的针对性更强,研究更深入,有利于无缝对接本研贯通的科研生涯。至今,已有 36 名求化班学生经导师推荐,前往加州大学伯克利分校、威斯康辛大学、犹他大学、杜克大学、罗切斯特大学、亚利桑那州立大学、科罗拉多大学博尔德分校、巴斯大学、乌普萨拉大学等世界一流大学进行科研实践交流。在提升创新实践能力的同时,该经历对不少学生的毕业选择也有重要影响。如 2017 届求化班毕业生张博闻所说,“出国给我们带来的不仅仅是开拓的视野,并且还有在更广泛人群中的准确定位,以及对多元价值观的理解和包容”。基于求化班多年的积累,化学系的国际化交流一直保持较高水平。2016 年开始,浙江大学将国际化交流第四课堂学分纳入本科生培养计划。目前,化学系每位学生在本科期间至少有一次出国(境)学习的机会,覆盖率接近 100%。

4 政策保障体系

浙江大学化学系制定了“科研导师制”“实验室开放制”和“分析测试免费制”等多项政策措施为本科生的科研实践体系保驾护航。“科研导师制”是“学业导师制”的一个重要的补充,学生在科研导师的指导下,根据自己感兴趣的研究方向,制定相应的科研训练计划,完成至少一项科研实践项目。“实验室开放制”以国家级实验教学示范中心和五个研究所为依托,实行实验室全部为本科生科研训练开放的制度,“实验室是培养创新人才的摇篮,是现代大学的心脏”^[5],充分发挥高层次实验室的育人作用,是培养拔尖创新人才的重要举措^[1,6]。“分析测试免费制”是指化学系分析测试平台的各大型精密仪器设备全部免费向本科生开放。此外,浙江大学化学系在基层教学组织架构中,专门设立了“实习实践课程组”,为每一门实践课程配备责任教师 and 教学团队。每一个研究所都有本科生科研训练负责人,专门负责 SRTIP 和毕业论文的组织和过程管理,该负责人一般由相应研究所的所长或副所长担任。上述一系列举措的组合,进一步为求化班学生的高水平科学研究和创新成果的取得提供强劲的技术支撑。

5 实施成效

多层次的科研实践培养体系,从广度到深度的科研训练,营造了浓郁的校园学术氛围,有效地开拓了学生的视野,激发了学生的科研热情,使学生逐步具备独立开展科研工作的能力,为其今后的学习和科研打下良好基础。

自 2010 年来,求化班学生共申请获批国家大学生创新创业训练项目 5 项、省级大学生创新创业训练项目 14 项、校级大学生科研训练项目 41 项、院级大学生科研训练项目 56 项,共参与发表科研论文 69 篇,申请专利 4 项。此外,他们还积极参加全国、上海市和浙江省的化学学科或实验竞赛以及挑战杯等各类竞赛,并取得了优异的成绩。例如,2013 级求化班学生范磊参加第 15 届“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛,获浙江省特等奖、全国一等奖。近期,2015 级求化班学生王子聪作为浙江大学代表队中的化学专业学生,参加国际性学术竞赛——国际基因机器设计大赛荣获金奖。

求是化学班自 2010 年开始招生以来,毕业生继续深造率达到 95%以上,其中一半以上学生选择出国(境)深造。追溯近几届求化班毕业生的表现,成绩喜人。例如,2014 届陈嘉骏,现为美国华盛顿大学博士研究生,在 *Science* 发表了一篇一作论文^[7];2015 届张玲,现为加州大学圣迭戈分校博士研究生,在 *Nature* 发表了一篇一作论文^[8]。

6 结语

通过构筑多层次科研实践体系,浙江大学化学系在拔尖创新人才培养方面取得了初步成效。如首届求化班毕业生葛清惠(现为加州大学伯克利分校博士研究生)所言,“或许我们中许多同学将来并不会一直在自己当初选择的领域从事基础研究,但在求化班所锻炼出的学习能力,却能使我们在各行各业的工作中更加得心应手”。近年来,面向求化班的课程和科研实践平台也逐步在向化学系普通班的学生开放,求化班学生与普通班学生一起学习和科研训练,可以充分发挥拔尖学生的引领

和示范作用, 促进浙江大学化学系人才培养整体质量的提高。“十年树木, 百年树人”, 继续完善拔尖创新人才的培养模式, 探索更加有效的创新培养机制将是浙江大学化学系始终努力的方向。

参 考 文 献

- [1] Arai, K. I.; Cech, T.; Chameau, J. L.; Horn, P.; Mattaj, I.; Potocnik, J.; Wiley, J. *EMBO Rep.* **2007**, *8* (9), 804.
- [2] Wilson, A. E.; Pollock, J. L.; Billick, I.; Domingo, C.; Fernandez-Figueroa, E. G.; Nagy, E. S.; Steury, T. D.; Summers, A. *BioScience* **2018**, *68* (7), 529.
- [3] 赵健伟. 大学化学, **2011**, *26* (2), 6.
- [4] 朱亚先, 夏海平, 袁友珠, 张洪奎. 大学化学, **2010**, *25* (5), 17.
- [5] 冯端. 实验室研究与探索, **2008**, *27* (10), 1.
- [6] 杨凡, 汤家骏. 实验室研究与探索, **2012**, *31* (12), 194.
- [7] Chen, J.; Zhu, E.; Liu, J.; Zhang, S.; Lin, Z.; Duan, X.; Heinz, H.; Huang, Y.; De Yoreo, J. J. *Science* **2018**, *362* (6419), 1135.
- [8] Zhang, L.; Bailey, J. B.; Subramanian, R. H.; Groisman, A.; Tezcan, F. A. *Nature* **2018**, *557* (7703), 86.