

•教育专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201906002

www.dxhx.pku.edu.cn

基于科研引导的化学类拔尖人才全过程培养模式的探索与实践

苏燕, 姜林, 张贇, 钟欣芮, 马晓爽, 李梦龙*, 郑成斌*

四川大学化学学院, 成都 610064

摘要: 从课堂教学和第二课堂两个方面详细地阐述了四川大学化学学院基于科研引导的拔尖人才全过程培养模式, 重点梳理了拔尖班学生在校成果、毕业去向、人才培养满意度等方面内容, 明确了学院拔尖计划2.0的工作目标。

关键词: 化学; 拔尖人才; 科研引导; 全过程培养

中图分类号: G64; O6

Research and Practice on the Whole-Process Cultivation of Top Talents in Chemistry Based on the Guidance of Scientific Research

SU Yan, JIANG Lin, ZHANG Yun, ZHONG Xinrui, MA Xiaoshuang, LI Menglong*, ZHENG Chengbin*

College of Chemistry, Sichuan University, Chengdu 610064, P. R. China.

Abstract: This paper elaborates the whole-process cultivation of top talented undergraduates in chemistry based on the guidance of scientific research from classroom teaching and second classroom of Sichuan University. It analyzes the achievements of top talented students during their undergraduate study, their career after graduation and satisfaction with the cultivation plan. This work clarifies the aim of the Top Talent Training Program 2.0 in Chemistry.

Key Words: Chemistry; Top talents; Guidance of scientific research; Whole-process cultivation

四川大学化学学院(简称“学院”)于2009年成立化学拔尖人才培养试验班,确立了“培养具有宽广国际视野、深厚专业素养和崇高科学精神”的总体目标,着力于培养在化学及相关领域从事科学基础研究的领军人才。在过去的十年中,学院坚持“三个结合”(专业学习与提升科学精神相结合、夯实基础知识与培养科学思维能力相结合、课堂学习与科研实践活动相结合)人才培养思路,整合第一课堂与第二课堂育人资源,将本科生科研能力形成分为“框架构建、学以致用、突破性探索和创新实践”四个阶段,逐步摸索出了化学类拔尖人才全过程育人的培养模式。

1 以课堂教学改革为突破口

学院将课堂教学改革作为突破口,坚持围绕课程体系、师资力量、教学方式、学业评价等主要教学环节开展课堂教学改革,着力培养学生独立的科学思维能力和创新能力,将提高本科教学质量放在首位。进一步融合科研前沿与课堂教学,为培养学生从事科学研究奠定坚实基础。为适应未来发展的创新型拔尖人才所需知识结构,学院不断调整和完善拔尖人才培养课程体系。为此,率先对四大化学专业基础知识内容进行革新:(1)将原有的“无机化学、有机化学、物理化学、分析化学”

收稿: 2019-06-03; 录用: 2019-07-03; 网络发表: 2019-08-29

*通讯作者, Email: liml@scu.edu.cn; abinscu@scu.edu.cn

基金资助: 2016年度基础学科拔尖学生培养试验计划研究课题(201630)

四门理论课程和实验课程内容有机融合重构(见表 1), 主要体现在将无机化学部分内容、分析化学和物理化学课程内容整合成化学原理, 相应的实验课程整合成化学原理实验; (2) 加强创新过程培养类课程, 如化学综合实验、化学设计实验、化学创新思维训练、化学文献导读与写作等。

表 1 四川大学化学拔尖班专业课程设置(2013–2018 年)

课程名称	化学类课程(学时)	拔尖班课程(学时)	拔尖班课程名称
无机化学	96	32	元素化学
有机化学	96	96	有机化学
分析化学	80	64	分析科学
物理化学	96	128	化学原理
结构化学	32	32	结构化学
无机化学实验	96	48	元素化学实验
有机化学实验	144	144	有机化学实验
分析化学实验	120	72	分析科学实验
物理化学实验	96	144	化学原理实验

1.1 科研引导提兴趣

学院强调对拔尖学生科研思维的引导和科研兴趣的培养, 充分利用科研平台优势, 结合学生在每个学习阶段对科研素养需求的差异, 在培养方案中设置了专项递进式科研引导类课程(见表 2)。注重对一年级学生科研思维的启蒙, 邀请国内外优秀学者开设前沿专题讲座, 引导学生找到适合自己的研究兴趣; 面向三年级学生开展科研训练, 学生以自愿轮转课题组形式进入专业实验室学习, 为今后从事科学研究工作奠定基础。同时, 学院遴选具有海外经历的优秀青年人才担任拔尖班科研班主任, 为学生提前进入科研实验室、从事科研创新活动等给予实时指导。

表 2 四川大学化学学院拔尖班科研思维训练递进式课程

课程名称	开设学期	面向年级	内容
化学创新思维与交流	1 秋	大一	科研班主任组织课堂, 进行科研思维启蒙, 主要介绍学院二级学科研究方向
化学前沿	2 春	大二	邀请专业方向优秀专家学者开设专题讲座, 让学生对化学专业领域有更深入的了解
科研训练	3 秋	大三	学生采取自愿轮转课题组形式进入专业实验室学习, 帮助学生明确今后研究方向

1.2 教学内容促理解

学院全面推行探究式-小班化教学模式^[1], 为每门课程配备包括国家、四川省和校教学名师等在内的一流师资。在教学过程中融入科研方法, 传授科研理念、科研文化、科研价值, 倡导课堂以学生为主, 引导学生在思索问题、发现问题、解决问题的过程中探索学习, 引导学生在学习和重复真实科研成果的基础上有所创新, 通过亲身体验前沿科学的真实研究过程, 激发科研兴趣, 启迪科研思维。学院教师在课堂教学坚持做到“四进”, 即教师科研成果进课堂、前沿学科动态进课堂、社会热点问题进课堂、顶尖在线教育进课堂。通过把课堂知识与当前热点社会问题结合等方式, 激发学生科研兴趣, 启迪学生科研思维。如, 在本科实验教学中引入了不对称催化合成(节约资源)、苯一

步氧化功能化(原子经济型新反应)、生物质转化(环境保护与资源利用)等最新研究成果,在专业理论课堂上讲解有关垃圾分类投放的问题等,培养学生人文关怀、环境保护、节约资源等理念。

1.3 过程考核助应用

为强化学生对课堂知识的吸收和应用,减少在期末考试临时抱佛脚的情况,学院强调以“非标准答案考试”为牵引,开展关注学生自主学习的全过程学业评价^[1],减少期末考试成绩占比,倡导考核形式多样化,撰写论文、小组讨论、口头报告等非标准答案的考核方式被广泛应用。通过学业评价方式的改革,让学生对化学专业知识更感兴趣,激发学习的自主性和积极性,有助于学生对课堂知识更深层的理解和应用。如,吴迪老师开设的大学化学课程,学生课堂作业的部分优秀作品已发表在《大学化学》^[2-4],显著地激起学生学习化学的兴趣,增强了学生对专业知识的掌握。

1.4 科研训练育能力

学院打通了教学科研实验室的壁垒,将国家级、省部级等科研平台、化学基础实验教学中心和测试中心等所有教学科研资源全部面向学生开放。专门为拔尖学生开设“科研训练”课程^[5],开课方式参照国外化学博士研究生入学时的轮转(rotation)。学生和指导教师通过双向选择,可自愿选择3个课题组进行为期6周的实习,让学生了解不同导师的课题、研究进展和实验条件等。同时,学院鼓励学生通过校院两级、教师科研项目、自主立项等方式申请科研训练项目,让学生从选题、设计、实验、数据分析、论文撰写、答辩等方面进行一系列完整的科研训练,培养学生严谨的科学精神和独立的创新能力,掌握从事科学研究的基本方法,提高学生的综合素质与能力,进而完成对学生科研能力“突破性探索和创新实践”的培养过程,为今后从事科学研究打下坚实基础。

2 以第二课堂为生长点

有效利用第二课堂育人的契机,搭建课外科技活动实践平台,将科研能力的“过程培养”融入学生课外活动中,让学生在自主宽松的学习氛围中提升创新意识与创新能力,促使学生领悟科学精神并形成科学思维能力,从而变被动适应型学习为主动求索型学习。科研活动与课程体系的有机结合,使科研育人理念贯穿拔尖班学生本科培养全过程。

2.1 营造科研学术氛围

学院在本科生培养阶段充分考虑高年级学生对科学研究的需求,为了给学生营造一个浓厚的科研学术氛围,大三学生直接与研究生在同一环境下培养,使学生近距离感受专业实验室的工作氛围。同时考虑到大三下学期课程门数大幅减少,大部分学生修读1-3门选修课即可。学院还设立银杏大讲堂,每年邀请国内外学术大师开设讲座或短期课程60余场次,主题惠及化学各个领域,帮助学生掌握最前沿的学科动态和发展,激发学生对化学研究工作的热情,坚定学生从事科研工作的信念,拓宽学生国际学术视野和国际竞争力。此外,学生在了解学科前沿的同时,还能透过这些科学家的亲身经历,浸染他们孜孜不倦的科学精神。

2.2 组织跨学科学生论坛

交叉学科研究在推动科技变革和创新方面有着巨大潜力。组织跨学科的“科学、哲学与人生”的拔尖学生论坛,使化学类拔尖班学生与不同专业背景的拔尖班学生进行思想碰撞产生灵感的火花。内容从氢能源利用延伸到地球流浪;从物种入侵的小龙虾扩展到基因编辑;从人工智能技术到人类社会发​​展等跨界问题。打破了学科间的藩篱,突破了学科思维禁锢。通过开展类似活动,让学生对于国家乃至人类社会科研发展和技术进步进行深层思考,对于日后的学习科研生活和人生规划等具有积极的指引作用。

2.3 开展科技实践活动

从不同年级学生知识储备出发,积极开展多维度的品牌科技实践活动(图1)。一年级是将知识性与趣味性有机结合的“银杏杯化学知识”竞赛;二年级是以培养专业兴趣、人文情怀和增强环保意识为目的的“成都母亲河水质调查”活动;三年级是“岛津科技创新大赛”和为使本科生感受化学

实验教学生动性和趣味性的“化学实验 flash 制作大赛”。此外，还有面向所有年级的学术社团活动和各类学术会议，最大限度地激发了学生对学习化学专业知识的热情，改变学生对传统基础学科学习刻板的印象。学生参与活动的过程不但可以汲取化学专业知识，还可收获创新、组织和协作等能力。



图1 四川大学化学学院第二课堂实践平台

3 成效与思考

拔尖班学生在读期间累计参与在 *Angew. Chem. Int. Ed.*、*J. Am. Chem. Soc.* 等学术期刊上发表 SCI 论文 67 篇，其中以第一作者发表论文 7 篇。2013 年至今，拔尖计划学生参与大学生创新创业项目实现全覆盖，其中以负责人身份获批 76 项，国家级 14 项。学院拔尖计划已有毕业生 89 人，深造率接近 100%。通过对拔尖毕业生去向分析比较，发现化学拔尖班学生培养基本上与学院目标定位保持一致，绝大部分学生选择国内外一流水平的高校和科研院所继续从事化学相关的科学研究工作，且出国深造率逐年上升(图 2)，2018 届毕业生中出国深造已经达到 40%。

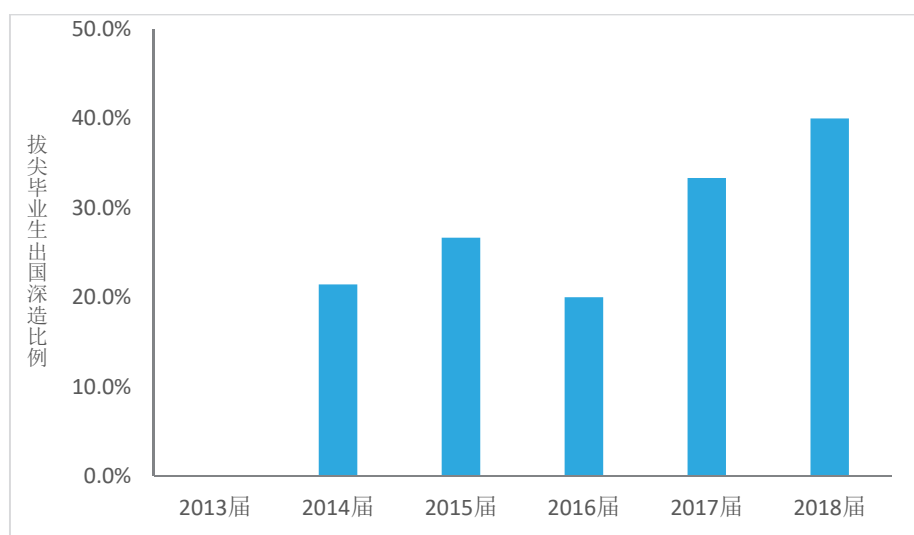


图2 四川大学化学学院拔尖学生毕业出国深造比例(2013–2018 届)

为实时掌握学生培养质量，学院定期就拔尖人才培养过程比较关键的环节向毕业生进行不记名问卷调查(图 3)。在调查项目中，学生对任课教师的认可程度最高，表明学院在师资力量投入方面获

得了拔尖学生的广泛认可；在科研训练和选拔机制两个方面评价较高，总体满意程度分别达到 92% 和 84%；学生对专业课程设置和动态流动机制则表达了不同的看法；学生意见集中在国内外交流活动方面，希望得到更多在国外一流水平高校学习交流的机会。

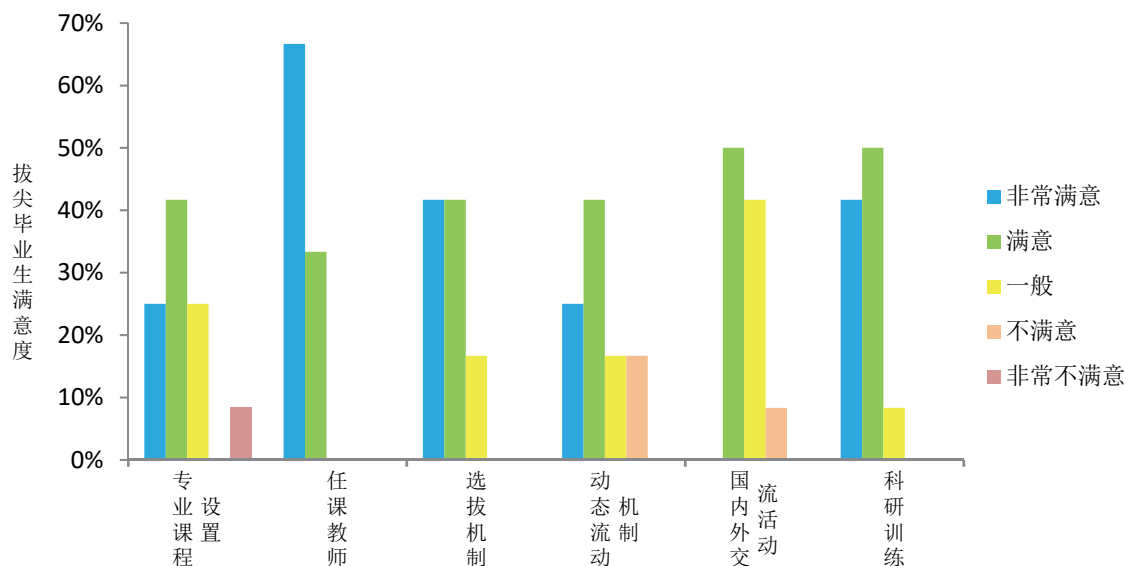


图3 四川大学化学学院拔尖毕业生满意度抽样调查(2018)

电子版为彩图

面对全面升级的拔尖计划 2.0 和毕业生反馈的问题，学院着力从强化使命驱动^[6]、完善评测体系、深化国际培养、强化交叉培养等四个方面开展深入工作。首先，立足国家战略，全面探索、实践基础学科拔尖学生价值观塑造的新路径和新方法，将“社会主义核心价值观”、使命感、家国情怀、责任感教育融入基础学科拔尖学生培养的全课程和全过程。其次，建立科学化多阶段的拔尖学生遴选和专业考核制度，从学业、科研、心理等方面综合评价拔尖学生的流动问题，发掘更优秀和更合适的从事化学基础研究的学生。第三，进一步加强与世界一流高校的合作交流，鼓励拔尖班学生带着成果参加国内外学术会议，提升学生参与科研活动的积极性。最后，加强与其他基础学科间的交叉融合发展，为拔尖学生参与跨学科交叉学习和研究创造条件。鼓励并支持学生组建跨学科科研团队进行科研训练和学术研究。学院力争突破地处西南腹地的地域局限，充分发挥综合性研究大学平台优势，引领学生不断追求卓越，进而将“拔尖计划”演化成“拔尖效应”。

参 考 文 献

- [1] 以课堂教学改革为突破口的一流本科教育川大实践. [2018-12-20]. <http://jxcg.scu.edu.cn/sy.htm>.
- [2] 王钰清, 王铁凡, 郑学丽, 秦朗, 吴迪. 大学化学, 2018, 33 (7), 56.
- [3] 胡舒昶, 张赞, 吴迪. 大学化学, 2018, 33 (7), 84.
- [4] 包婉莹, 杨宇东, 吴迪. 大学化学, 2018, 33 (7), 87.
- [5] 张赞, 姜林, 苏燕, 马晓爽, 钟欣芮, 李梦龙, 郑成斌. 大学化学, 2018, 33 (9), 21.
- [6] 高教司司长吴岩为你解读“拔尖计划2.0”版. [2018-09-30]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe_745/201804/t20180420_333733.html.