

•教育专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201905051

www.dxhx.pku.edu.cn

中山大学化学“拔尖计划”人才培养探索

姜久兴, 巢晖, 郭燕, 李淑君, 林莉莉, 朱芳*

中山大学化学学院, 广州 510275

摘要: 介绍了中山大学化学学院“基础学科拔尖学生培养试验计划”项目的开展情况, 从培养目标、实施探索和实施成效三个方面对近年来中山大学化学学院拔尖学生人才培养模式进行了系统全面的总结, 为今后“拔尖计划”的实施和改进提供了有益的借鉴。

关键词: 拔尖计划; 人才培养; 基础学科探索

中图分类号: G64; O6

Exploration to Train Chemistry-Major Top Talents in Sun Yat-Sen University

JIANG Jiuxing, CHAO Hui, GUO Yan, LI Shujun, LIN Lili, ZHU Fang *

School of Chemistry, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, P. R. China.

Abstract: Here we introduced the implement situation of “Top Talent Training Program” in the School of Chemistry at Sun Yat-Sen University. We also summarized the training mode in recent years from training goal, program execution and effects of the program, which may inspire us to improve the works on Top Talent Training Program in the future.

Key Words: Top Talent Training Program; Talents cultivation; Exploration in basic science

1 “拔尖计划”项目背景

基础学科是国家发展的源泉、先导和后盾。培养基础学科拔尖人才是高等教育强国建设的重大战略任务。党的十八大做出了实施创新驱动发展战略的重大部署, 强调科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑, 必须摆在国家发展全局的核心位置。习近平同志强调, 要把人才资源开发放在科技创新最优先的位置, 改革人才培养、引进、使用等机制, 努力造就一批世界水平的科学家、科技领军人才、工程师和高水平创新团队, 注重培养一线创新人才和青年科技人才。十九大报告提出, 加快一流大学和一流学科建设, 实现高等教育内涵式发展。一流的人才培养是“双一流”建设的重要基础和基本特征, 只有培养出一流人才的高校, 才能成为世界一流大学^[1-4]。

为满足国家科技经济发展需要, 教育部 2009 年启动“基础学科拔尖学生培养试验计划”(简称“拔尖计划”), 先后在北京大学、清华大学、复旦大学、浙江大学、中国科学技术大学、南京大学、中山大学等 20 所著名大学开展试点工作, 通过在数学、物理、化学、生物、计算机等多个基础学科进行试点, 力求在创新人才培养方面有所突破。在 10 年探索的基础上, 教育部将实施“拔尖计划”2.0 版, 在 1.0 版数学、物理、化学、生物、计算机五个学科基础上, 增加天文学、地理学等学科,

收稿: 2019-05-20; 录用: 2019-06-28; 网络发表: 2019-07-05

*通讯作者, Email: ceszhuf@mail.sysu.edu.cn

基金资助: 教育部基础学科拔尖学生培养试验计划研究课题(20170303); 中山大学本科教学质量工程项目

并拓展到人文社会科学,增加文、史、哲等哲学社会科学基础学科;在“拔尖计划”前期 20 所试点高校的基础上,增加 10–20 所实施学校,从 1.0 版“千人计划”向 2.0 版“万人计划”发展;经过十年甚至更长时间的努力,逐步领跑世界,出标准、出思想、出经验、出模式;强调要构建一个中国特色、世界一流的拔尖人才培养体系^[5]。

2 开展情况

中山大学于 2011 年入选第二批教育部“基础学科拔尖学生培养试验计划”,并于 2012 年 7 月成立逸仙学院,负责协调管理全校本科教育各类拔尖创新人才和卓越人才的培养计划,在数学、物理、化学、生物和计算机等五个基础学科领域开展拔尖人才培养试验。化学学院与逸仙学院共同负责化学学科拔尖学生的培养,深化课程体系改革,推进全程导师制、国际化、个性化和小班化教学等“一制三化”探索,开展交叉培养、动态管理,充分发挥学术大师、名师为核心的导师团队示范作用。目前化学项目自 2011 级以来已招收 7 届,进入“拔尖计划”项目学生共 85 人,毕业 4 届,共 43 人,总体深造率 95%。

2.1 培养目标和整体思路

为深入贯彻习近平总书记新时代中国特色社会主义思想 and 党的十九大精神,全面落实立德树人根本任务,选拔培养一批基础学科拔尖人才,建设一流大学和一流学科,中山大学坚持问题导向,强化学科建设与专业建设的一体两面关系,全面修订人才培养方案和课程体系,明确 11 项改革措施 36 项改革任务,出台本科教育教学改革三十条意见等^[6]。《中山大学关于全面深化本科教育教学改革提高人才培养质量的若干意见》明确指出,中山大学的总体目标为巩固人才培养中心地位和本科教学基础地位,从规模、结构、运行、支撑保障机制等影响教育教学质量提高的若干核心要素着眼,解决制约本科教育“上水平”的关键问题^[7]。中山大学“拔尖计划”项目应发挥人才培养特区的引领和示范作用,探索创新人才成长规律,探索多样化的人才培养路径,引导优秀本科毕业生继续深造,使学生具备成长为学术精英和行业领袖的发展潜力。秉承我校办学理念,探索多元化培养模式,化学学院提出“培养兴趣、科研训练、拓展交流、领袖气质”化学拔尖学生培养指导思想:

1) 围绕“德才兼备、领袖气质、家国情怀”十二字人才培养目标,尊重人才差异,充分发挥拔尖学生的主动性和积极性,构建了“一体化、多层次、开放式”本科化学拔尖学生教育创新体系,促进了新时期拔尖学生培养快速发展。

2) 坚持学科交叉与融合,坚持教学与科研结合起来进行总体规划与考虑。“以科促教、以化育人”,开展全程科研训练,探索出拔尖人才培养可持续发展新途径。

3) 坚持多样性与相对开放模式下的个性化培养。建设了一支德才兼备、学术引领、热爱教育的优秀导师团队,引领拔尖人才个性化培养,铸就了人才培养高地。

4) 积极学习国际一流大学基础学科拔尖创新人才培养的先进理念与经验,结合中国国情与中山大学校情开展工作。加强与国际一流大学的交流与合作,开展国际化培养,培养拔尖学生跨文化交流的能力。

5) 注重学生的思想品德与心理健康,教育引导学生坚持以马克思主义为指导,扎根中国大地了解国情民情,践行社会主义核心价值观,传承弘扬中华优秀传统文化,培育科学道德、批判精神和创新精神,造就立志做大事的青年英才。

2.2 实施探索

2.2.1 政策保障

中山大学“拔尖计划”项目在组织管理上成立逸仙学院,从学校层面加强统筹管理和政策引导,大胆尝试跨专业因材施教的育人机制;同时鼓励各个拔尖项目院系成立相关专家委员会,由学科专家挂帅,根据学科特点与规律,具体组织各学科项目改革措施的设计与开展。其中化学学院着重培

养具备交叉学科知识结构、有较强的创新精神与创新潜能、有望成为相关领域领军人物的研究型人才。

2.2.2 师资队伍建设

中山大学一直重视优化化学专业结构,提升专业与课程建设水平,加强教学团队的建设,坚持让知名学者、教授在教学一线为本科生授课。在此基础上化学学院坚持导师队伍建设先行,并且引进外教,给拔尖班学生提供更多的交流机会。同时,通过全面实行学业导师制,组织一批学术水平较高的导师组成导师团队,对拔尖班学生进行个性化培养,制定个性化发展方案。

为了建设高水平导师团队,保证导师对学生培养的精力投入,项目建立了多项政策保障和激励措施:拔尖班导师经过严格的选拔,确保学术能力过硬并具有丰富的教学经验,教研结合,言传身教;通过主干基础课津贴、导师津贴等方式,对为拔尖项目学生开设课程和担任导师的教师给予津贴鼓励,并提供专门经费支持国际一流师资给拔尖班开设课程。

2.2.3 拔尖学生选拔

基于中山大学生源质量较高,大部分学生具有成长为优秀创新人才潜质的特点,在化学学院“拔尖计划”实施过程中,采用“自愿进出,双向选择”动态进出且相对开放的培养模式,提供个性化培养与指导。化学学院在每学年的春季学期面向本院大一学生开放申请。报名条件包括:第一学年或第一学期(在第二学期成绩没有拿到的情况下)学习成绩排名在所在专业前15%;或高考成绩为该专业在其生源地录取分数的第一名,且第一学年的学业成绩排名达该专业的前25%;成绩达不到要求但是有特殊潜质的学生可单独申请(总量不超过学生数的10%),但必须获得三位以上本学科教授的联名推荐。选拔过程包括简历筛选和专家委员会面试两个环节。在评审过程中不局限于学生的学习成绩,着重考查学生的学术兴趣与志向,创新能力与潜质,对申请学生进行立体考查,吸引优秀学生投身基础科学研究。选拔新生的同时,专家委员会还会对大二、大三、大四的拔尖班学生进行年度考评。对于兴趣转变的拔尖学生,可自愿申请退出拔尖计划;对于表现不佳,在年度考核中被专家委员会与导师建议不继续培养的学生,则退出拔尖计划。在拔尖班名额未满的情况下,允许普通班优秀学生增补。所以,每位学生均有大一(结束)加入和大二(结束)增补两次机会加入拔尖班。大三评估结束后只退出不增补。

2.2.4 创新培养模式

(1) 坚持个性化培养。

在拔尖学生的培养方案上,学校给予了很大的选择空间,为拔尖班学生提供选课自由以及调课便利。在化学专业培养方案的基础之上,逸仙学院为全校拔尖班学生提供了一个拔尖班专属课程平台,负责全校拔尖班课程的流程管理。化学学院则主导专业专属课程的设置,负责对拔尖班学生科研的培养与能力的评估,在整个过程中,坚持个性化培养,主张导师根据学生的兴趣与发展潜力对其培养方案进行量身定制,且对选课提出指导意见。化学学院通过模块化课程改革设置专属课程,允许拔尖班学生自由选修,为学生创造依照自身兴趣和能力进行自由选择的空间。

(2) 建设“一体化、多层次、开放式”本科化学拔尖学生教育创新体系。

根据加强和拓宽基础、提升学生综合素养的思路,中山大学整合和优化原有本科课程体系,重点凝练梳理“脸谱性”的专业核心课程、厚实坚固的专业基础课程和通识通修课程三大课程板块。开设高品质通识教育课程,扩展学生知识面,培养多角度思考和解决问题的能力。

针对拔尖学生的培养需要,化学学院从科研教育改革入手,将科研教育提升至化学拔尖人才培养的关键地位,构建了“一体化、多层次、开放式”本科化学拔尖学生教育创新体系。即在常规教学框架下全新设置递进式的专业选修课程与科研训练,打破了长期形成的第一课堂与第二课堂壁垒,彻底改变了科研训练与化学本科教育分离的尴尬处境,注重对拔尖学生兴趣的培养^[8,9]。课程分为化学前沿基础课、现代化学专选课和实验室科研训练三个层次,分别对应基本能力、学科前沿和学科

交叉的先进技术与方法,并实施开放式科研探索与管理。

在加强课程建设的同时,化学学院还积极推进教学方法和学习方法转变,改变以往以教师讲授为主和单纯强调知识的教育方式,建立教师-学生双主体的教学模式,鼓励启发式教学,培养学生主动思考、分析和解决问题的能力。如化学学院开设的“化学前沿”课程,教师讲解两节课,学生讨论一节课,对化学前沿知识与方向进行系统的梳理。在“物质表征仪器”课中,充分发挥学生的主观能动性,鼓励学生在一周中对每一种仪器的原理操作和应用进行详细的了解,为今后的科研工作打下坚实的基础。

(3) 关注身心全面发展,注重学术道德教育。

除了专业知识,批判性思维能力以及学术道德等也十分重要。在国内外学术道德事件层出不穷的背景下,化学学院积极为拔尖学生开设学术行为规范和批判性思维课程,在拔尖班学生接触科研之初就树立学术规范与学术诚信的观念,逐步培养批判性思维,不迷信权威,勇于质疑,积极进取。

学校也高度重视培养学生的综合素质,在全校开设了“通识通修课程”,涵盖数学与自然科学、社会科学、文学、艺术与美育和医学与保健等领域。每位本科生在通选课体系中都需要修满至少16学分方能毕业,其中核心通识课程需要修满8学分。丰富的通识课程培养了学生广泛接触知识、深入思考问题的习惯,进一步训练学生自主学习、批判性思考、分析解决问题和沟通协调能力。

此外,化学学院还重视对拔尖学生的公益教育,将其对学术的志趣和理想与社会实际紧密结合起来,更好地践行家国情怀。化学拔尖学生人均每年参与公益活动奉献公益时在50小时以上,如学生助理公益岗以及化学学院“keeper”团队等,通过与新生的互动以及帮扶来帮助刚入学的大一新生熟悉了解大学生活;积极参与社会实践如化学学院举办的化学节活动,培养了学生的实践能力与服务社会的观念。

(4) 营造浓厚学术氛围。

“拔尖计划”项目通过邀请国内外知名专家学者开设课程、讲座与国内外高校学术交流等多种形式,为拔尖学生营造良好的学术氛围,让学生了解学科前沿动态,开拓国际视野,使其在与大师的交流沟通中启发思维。化学学院每年都会举办面向本科生的文献阅读大赛与科研交流会,给拔尖班学生提供锻炼的机会与交流平台,丰富拔尖班学生的学科知识并提高交流能力。与此同时,化学学院鼓励拔尖学生参加国际国内学术会议,参加国内一流高校举办的暑期学校等,极大地拓宽了学生的眼界和思路,收到明显成效。

2.2.5 实验教学与科研训练

(1) 实验实践教学。

中山大学化学学院积极建设实验教学硬件和教学平台的软件,推行实验教学与实验室建设融为一体等系列管理制度。2006年化学学院成为首批国家级实验教学示范中心单位。如今依托国家级实验教学示范中心的建设,化学学院不断完善拔尖学生实验教学体系,建设了具国际先进水平的“无水无氧”教学实验室,开设了相关实验课程^[10]。现拥有教育部重点实验室2个,全部面向拔尖学生开放。同时,化学学院还依托自身教学和科研实力,在一级学科的框架下全新设置递进式的实验课程,打破了长期形成的二级学科壁垒,彻底改变了实验课是理论课的附属地位。由浅入深的基础、现代和综合化学实验,循序渐进夯实了学生的基本技能并且穿插介绍了学科前沿技术方法,为开放式实验教学与本科生科研探索奠定了良好的基础。

(2) 科研创新训练。

拔尖学生在导师的指导下开放式地参与到创新实验和科研训练中。由高学术水平的导师负责指导学生独立开展课题研究,每位教师指导最多3名不同年级的拔尖班学生。指导学生根据课题涉及的研究领域查阅和研读文献、学习新知识,对课题进行详细了解;指导学生如何选题、如何开展化学研究。学生在导师的指导下独立开展实验研究,在探索研究问题的过程中学习新知识、发现新问

题、寻求解决问题的方法和途径,学习如何提出问题、发现问题的思路和方法;反复实验,分析处理实验数据,总结、深化实验研究,撰写科研论文、做墙报、设计演讲报告等。鼓励学生撰写研究论文,支持学生参加学术研讨会,使他们在更广阔的学术舞台上得到熏陶,开阔视野。

2.2.6 国际化培养

“拔尖计划”项目通过多种渠道鼓励学生“走出去”,积极参加国际交流,包括:中山大学校级交流项目、化学学院院级交流项目、Lehn 功能研究所外籍教授接受或推荐,以及拔尖班导师推荐、个人申请等多种形式。交流形式也多种多样,包括:国际交流访学、科研训练、暑期学校、国际会议、科学竞赛等。出国出境交流主要安排在第四学年,由学生本人提出申请,由化学学院组织专家审批。审批原则主要评价学生出国交流目的,课程学习和实验室课题均在支持之列,但以研究生招生为目的的交流不予支持。目前,在中山大学学校层面以及化学学院学院层面已与美国、英国、新加坡等多国多所一流大学、实验室建立长期稳定的合作关系,提供给拔尖班学生长期或短期的出国交流机会,如哥伦比亚大学交流项目、伯明翰大学交流项目、加州大学伯克利分校学期交换项目、加州大学洛杉矶分校暑期交流项目 UCLA-CSST (Cross-disciplinary Scholars in Science and Technology) 等,开阔了学生的国际学术视野。

2.3 实施成效

2.3.1 高水平导师团队

在“拔尖计划”实施过程中,通过教学模式与教学方法改革以及评价与激励机制建设,有效地保证了一支高水平导师团队工作在本科拔尖人才培养的第一线。在导师团队里,有陈小明、童叶翔等全球高被引科学家(陈小明:2014–2017 年连续四年获汤森路透高被引用科学家奖;童叶翔:2017 年科睿唯安“全球高被引科学家”和爱思唯尔“中国高被引作者”),毛宗万、巢晖等国家自然科学基金二等奖获得者,更有姜久兴、李光琴、赵晓丹等国家级海外青年高层次人才,同时还积极吸引卢锡洪、张伟雄、吴丁财等“优秀青年基金”获得者进入化学学院拔尖班导师库,在导师团队建设中实现了水平高、研究领域广阔、年龄设置合理的目标。

教学升华于科研,而科研应扎根于教学。团队成员获得的教学名师称号有:教育部“全国优秀教师”(陈小明),广东省高等学校教学名师(童叶翔 2009 年、陈六平 2010 年、毛宗万 2011 年),宝钢优秀教师(陈小明 2001 年、李攻科 2003 年、毛宗万 2010 年、巢晖 2014 年)、南粤优秀教师(陈小明 2001 年、毛宗万 2007 年、巢晖 2012 年、童叶翔 2015 年)。这支高水平导师团队在课程建设、学生科研训练、导师指导中发挥了巨大作用,使拔尖学生的综合素质和实践与创新能力得到了稳步提高。

2.3.2 多元化课程建设

在拔尖班课程建设上,化学学院坚持引进外教和开发本学院优质师资并行的路线,给拔尖班学生提供更多的课程内容选择。为了让拔尖班学生了解拔尖班导师的研究,化学学院设置了化学前沿课程,给每个拔尖班导师上台介绍自己课题组的机会,而在拔尖班导师课题组从事科研训练也作为一门课程计入拔尖班学生的学分。另外,从 2019 年开始,化学学院还请陈小明院士团队为拔尖班学生开设中英文科技写作课程,给学生和院士直接接触的机会。还邀请上海光源的马静远副研究员为拔尖班学生开设“从同步辐射到上海光源 XAFS 线站”课程,并随后赴上海光源参观。在外教引进方面,2012 年以来,一共引进外教授课 30 余次(部分外教多次来校讲授),授课外教有:伯明翰大学 Dr. E. Baranoff, 美因茨大学 Manfred Schmidt 教授等,开设“Photochemistry”“Solution Properties of Polymers”等课程。逸仙学院会开设一些向全校拔尖班学生开放的课程例如:“Critical Thinking”“The Responsible Conduct of Research”“物质表征与仪器分析方法”等。除此之外,逸仙学院平台上物理、生物、计算机、数学学院的课程也可供拔尖班学生选择。化学学院拔尖班 2012 年来课程目录详细信息参见表 1。

表 1 中山大学化学学院拔尖班 2012 年来课程目录

序号	课程名	学分	开课学院	任课教师	上课时间
1	化学前沿	3	化学	拔尖班导师	每学年秋季学期
2	科研训练	3	化学	拔尖班导师	全学年
3	大学英语(跨文化交际英语口语三)	2	化学	外语学院外教	每学年秋季学期
4	大学英语(跨文化交际英语口语四)	2	化学	外语学院外教	每学年春季学期
5	中英文科技写作	1	化学	中山大学 陈小明、张杰鹏、 张伟雄教授	2019 学年第二学期
6	Chemical Specilized English Writing and Communication	2	化学	美国德克萨斯大学 Dr. David Reed Price	2012 学年第二学期(春)
7	Chemical Reaction and Mechanism	1	化学	美国德克萨斯大学 Dr. David Reed Price	2012 学年第二学期(春)
8	Bioinorganic Reaction Mechanisms: From Basic Principles to Medicinal Redox Inorganic Chemistry	1	化学	德国纽伦堡大学 Dr. Ivana Ivanoviv-Burmazovic	2013 学年第二学期(秋)
9	Principles and Applications of Metal-Metal Bonding	1	化学	美国太平洋大学 赵秦良教授	2013 学年第二学期(秋) 2016.5.21–2016.5.26
10	Site-Directed Spin Labeling for Investigating Bio-molecular Structure and Dynamics	1	化学	美国南加州大学 覃智峰教授	2013 学年第三学期(春)
11	Photochemistry	1.5	化学	英国伯明翰大学 Dr. Etienne Baranoff	2014 学年第一学期(夏) 2015.9.9–2015.9.16 2016.9.8–2016.9.14
12	Stereoselective Synthesis	1.5	化学	英国伯明翰大学 Dr John S. Fossey	2014 学年第一学期(夏) 2015.9.9–2015.9.16 2016.9.8–2016.9.14
13	Solution Properties of Polymers	1	化学	德国美因茨大学 Prof. Manfred Schmidt	2014.12.23–2015.01.13
14	Spectral and Electrochemical Analysis	1	化学	荷兰格罗宁根大学 Prof. Wesley R. Browne	2014.11.14–2014.11.20 2015.11.13–2015.11.19
15	Medicinal Inorganic Chemistry	1	化学	瑞士苏黎世大学 Prof. Dr. Gilles Gasser	2015.01.04–2015.01.10
16	Contemporary Visible Light Photocatalysis	1	化学	美国阿肯色大学 Prof. Dr. Nan Zheng	2015.6.1–2015.6.6
17	Click Chemistry	1	化学	美国休斯顿大学 Prof. Dr. Cai Chengzhi	2015.5.11–2015.5.16
18	Inorganic Solid State Chemistry	1	化学	美国休斯顿大学 Prof. Arnold Guloy	2015.5.25–2015.5.30
19	Supramolecular Chemistry	1	化学	英国伯明翰大学 Dr. Anna F. A. Peacock	2015.9.9–2015.9.16

(待续)

(续表 1)

20	Principle of Bioinorganic Chemistry	1	化学	香港大学/中山大学 孙红哲教授	2015.10.13–2015.10.29
21	Introduction to Advanced Organic Chemistry	1	化学	美国南佛罗里达大学 史晓东教授	2016.6.27–2016.7.2 2017.6.22–2017.6.29
22	Introduction to Nanochemistry	1	化学	美国阿肯色大学 陈静仪教授	2017.6.10–2017.6.17
23	Critical Thinking	1	逸仙	美国麻省理工 Prof. Barry R. Masters	2017.10.31–2017.11.23
24	The Responsible Conduct of Research	1	逸仙	美国麻省理工 Prof. Barry R. Masters	2017.10.31–2017.11.23
25	Frontiers in Cancer Treatments	1	化学	美国圣约翰大学 陈哲生教授	2018.5.1–2018.5.8 2019.5.23–2019.5.31
26	Introduction to Molecular Imaging	1	化学	美国哈佛大学 冉崇昭教授	2018.10
27	Inorganic and Organometallic Polymers		化学	ETH Zürich, Switzerland Prof. Hansjörg Grützmacher	2019.4.4
28	An Introduction into Crystallography		化学	Karlsruher Institut für Technologie, Germany Dr. Olaf Furl	2019.5.17
29	从同步辐射到上海光源 XAFS 线站		化学	上海光源 马静远副研究员	2019.3.28–2019.4.6
30	English Speaking and Writing	1	逸仙	普林斯顿大学 陈扬璐	2019.4.7–2019.4.27
31	物质表征的仪器方法	1	逸仙	中山大学测试中心技术员	每学期

2.3.3 拔尖班学术培养

我院以培养学术精英为目标, 实施拔尖学生培养和学业提升计划, 分四个层次从“培养兴趣”“科研训练”“拓展交流”到“领袖气质”, 通过强化第一课堂与第二课堂的教研结合丰富学生理论基础、形成以化学为核心的复合型知识结构; 通过规范、系统、先进的实验教学培养学生掌握基本技能和实验技术; 通过科研训练使学生掌握化学研究方法、形成科学的创新思维, 培养学生具有理论知识与实验技术的综合应用能力与创新意识; 通过国际交流拓宽学生学习视野, 提升对世界高等化学教育的认识层次。我院发展以文献阅读大赛和创新化学实验以及本科生学术交流会与研究基金为引领、全程科研训练为途径、交流拓展为延伸、课内课外融通交叉的拔尖学生培养新模式, 实现了化学专业拔尖学生的培养从传统型、基础型向发展型、创新型层次的飞跃。

举办一年一度的“中山大学化学学院本科生科研交流会”作为每学年度拔尖学生科研教学的重要延伸, 旨在强化实践教学环节, 检验科研教学效果, 发现拔尖学生培养中存在的问题, 激发学生探究化学的兴趣, 营造浓厚的学术氛围, 促进拔尖学生学术交流水平的提高。

开展全程科研训练, 培养拔尖学生的创新意识和学术素养, 同时提升拔尖学生的研究与实践创新能力, 鼓励拔尖学生申报并参与各级科研项目, 为各年级拔尖学生提供多层次的科研训练机会。2011 级(2015 届)以来, 我院拔尖班本科生踊跃参与院级的“创新化学实验与研究基金”(参加总人

数 35 人, 27 项, 其中主持 17 项)、校级的“实验室开放基金”(参加总人数 10 人, 10 项, 其中主持 8 项)和“大学生创新创业训练计划项目”(参加总人数 10 人, 9 项, 其中主持 6 项)、广东省大学生创新实验项目(参加总人数 7 人, 7 项, 其中主持 5 项)和教育部的“大学生创新创业训练计划项目”(参加总人数 23 人, 20 项, 其中主持 19 项)等四层级本科生全程科研训练体系。

2011 年以来, 我院拔尖班本科生以中山大学为第一单位在包括 *Adv. Mater.*、*Adv. Energy Mater.*、*Angew. Chem. Int. Ed.*、*Energy Environ. Sci.*、*Adv. Funct. Mater.*、*ACS Catalysis* 等国际重要学术刊物上发表研究论文 92 篇。其中, 拔尖班学生以第一作者或共同第一作者发表论文共 16 篇; 以第二、第三作者发表论文共 49 篇。2011 级拔尖班王往作为共同第一作者在国际重要学术期刊 *Adv. Mater.* 上发表研究性论文 1 篇^[11], 提出了制备高性能碳基超级电容器电极的新方法与新思路; 2015 级拔尖班王锐以第一作者在国际重要学术期刊 *Adv. Funct. Mater.* 上发表研究性论文 1 篇^[12], 通过构筑核壳结构电极实现了水系电池的能量密度提高和循环稳定性优化; 2016 级拔尖班王子凡作为第一作者在国际重要学术期刊 *J. Mater. Chem. A* 发表研究性论文 1 篇^[13], 对柔性金属氧化物石墨烯复合电极和新型碳基超级电容器电极的宏量制备提出了新的见解; 2015 级张鉴予作为共同第一作者(第一位)在催化领域著名期刊 *Catal. Sci. Technol.* 发表研究性论文 1 篇^[14], 通过 DFT 理论(Density Functional Theory)计算研究了过渡金属路易斯酸化合物在氢气活化中的作用。

化学学院也组织学生积极参加校外各类竞赛, 其中 2012 级刘勇江所在团队获全国大学生课外学术科技作品竞赛(“挑战杯”)特等奖 1 项, 2014 级林顿所在团队获“挑战杯”二等奖 1 项, 其他拔尖班学生获得多项省级竞赛奖。

2.3.4 境内外交流成果

化学学院积极建设拔尖学生科研教学的硬件和科研交流平台的软件, 推行鼓励国内交流与境外交流资助融为一体等系列管理制度, 同时努力推进拔尖学生校内跨学科学术交流周, 为学生跨学科全面发展奠定了坚实的基础。

自 2013 级(2017 届)以来, 化学学院拔尖班本科生共参与国内交流 25 人次, 其中学术会议 10 次, 2015 级郑洁予在中国化学会 2018 年中西部地区无机化学化工学术研讨会获得优秀海报奖。拔尖班学生同样积极参加“基础学科拔尖学生培养试验计划”高校优秀学生学术交流会与国内兄弟院校的暑期学校活动。在校内, 化学学院与逸仙学院等合作举办一年一度的逸仙学子跨学科学术交流周, 鼓励学生创作学术海报并且完成成果汇报, 为拔尖学生提供了跨学科思维碰撞的机会和拓展交流的平台, 极大地锻炼了拔尖学生的科研表达能力。

与此同时, 化学学院为拔尖班学生境外交流提供优秀学生奖学金, 通过学校、学院、导师、学生个人等各方面的努力, 2011 级以来, 拔尖班学生赴境外交流共 37 人次, 其中美国 19 人次、英国 9 人次、瑞士 1 人次、新加坡 1 人次、香港 5 人次、澳大利亚 2 人次。大部分学生前往哥伦比亚大学、加州大学伯克利分校、加州大学洛杉矶分校、加州大学欧文分校、加州大学戴维斯分校、南加州大学、伊利诺伊大学香槟分校、澳大利亚昆士兰大学、德克萨斯大学圣安东尼奥分校、苏黎世大学、曼彻斯特大学、南洋理工大学、德州农工大学、香港大学等世界著名学府交流学习。详细信息参见表 2。

2.3.5 辐射带动作用

学院一些重点的教学改革项目, 如本科生全程导师制等, 都是在拔尖项目范围内先行试点, 再逐渐推向全院。化学学院注意组织学生和导师之间的交流沟通, 其他相关本科生学术活动如文献阅读大赛和本科生科研交流会也在“拔尖计划”的引领示范作用下不断探索、积极改革, 取得了较好的效果。此外, 化学学院也注重国内兄弟高校间的经验交流, 以“拔尖计划”实施为契机带动化学学科开展人才培养的教学改革, 提高教学质量。

表 2 中山大学化学学院拔尖班境外、国外交流学习目录

序号	访学类型	访学地点	国家/地区	学生姓名	合作导师	访学时间
1	科研实习	Griffith University	澳大利亚	陈俊杰	Prof. Qingshan Zhang	2018.9.28–2018.11.3
2	Berkeley International Study Program	University of California, Berkeley	美国	张贤睿	无	2018.8.13–2018.12.24
3	科研实习	The University of Manchester	英国	郑洁予	Prof. Richard Winpenny	2018.7.20–2018.9.30
4	科研实习	University of Texas at San Antonio	美国	谢颐	Prof. Banglin Chen	2018.8.1–2018.12.31
5	科研实习	University of Zurich	瑞士	杜东辰	Dr. Ilija Coric	2018.8.1–2019.1.31
6	UCLA-CSST Program	University of California, Los Angeles	美国	王锐	Prof. Richard Kaner	2018.7.8–2018.9.15
7	科研实习	University of California, Berkeley	美国	张钊杰	Prof. Phillip Messersmith	2018.7.19–2018.10.19
8	科研实习	University of Illinois Urbana Champaign	美国	朱宏翊	Prof. Yi Lu	2018.5.10–2018.8.15
9	科研实习	University of California, Davis	美国	刘子琦	Prof. Xi Chen	2017.12.10–2018.5.20
10	科研实习	The University of Hong Kong	中国香港	龙凯麒	Prof. Weiping Wang	2017.10.1–2017.12.31
11	科研实习	University of Southern California	美国	刘煜康	Prof. Peter Z Qin	2017.5.30–2017.8.5
12	UCLA-CSST Program	University of California, Los Angeles	美国	黄雅清	Prof. Yunfeng Lu	2017.7.9–2017.9.15
13	科研实习	Texas A&M university	美国	萧智锋	Prof. Hongcai Zhou	2017.3.17–2017.6.11
14	暑期学校	University of California, Los Angeles	美国	王梦莹	无	2016.7.31–2016.9.11
15	暑期学校	University of California, Los Angeles	美国	张景瑞	无	2016.7.31–2016.9.11
16	暑期学校	University of California, Los Angeles	美国	赵峰毅	无	2016.7.31–2016.9.9
17	科研实习	University of California, Irvine	美国	刘雁南	Prof. Vy Dong	2016.8.1–2017.4.30
18	交流项目	University of Birmingham	英国	鲁忻然	Prof. John S Fossey	2016.8.31–2016.12.22
19	交流项目	University of Birmingham	英国	孙振铨	Prof. John S Fossey	2016.8.31–2016.12.22
20	交流项目	University of Birmingham	英国	刘安琪	Prof. Etienne Baranoff	2016.8.31–2016.12.22
21	暑期学校	The University of Hong Kong	中国香港	姜语嫣	无	2015.7.26–2015.8.9
22	暑期学校	The University of Hong Kong	中国香港	黄嘉琛	无	2015.7.26–2015.8.9
23	交流项目	University of Birmingham	英国	黄嘉琛	Prof. Etienne Baranoff	2015.9.7–2015.12.22
24	UCLA-CSST Program	University of California, Los Angeles	美国	刘勇江	无	2015.7.5–2015.9.11
25	交流项目	Nanyang Technological University	新加坡	曹振坤	Prof. Fangwei Shao	2015.7.9–2015.9.11

(待续)

(续表 2)						
26	科研实习	University of Illinois Urbana Champaign	美国	姜语嫣	Prof. Diao Ying	2015.1–2015.6
27	The 65th Electronic Components and Technology Conference	Los Angeles	美国	方浩明	无	2015.7.24–2015.7.30
28	7th Asian Biological Inorganic Chemistry Conference	The University of Queensland, Gold Coast	澳大利亚	曹振坤	毛宗万教授, 柯卓锋教授	2014.11.30–2014.12.5
29	交流项目	University of Birmingham	英国	廖金凤	Prof. Etienne Baranoff	2014.9.20–2015.2
30	交流项目	University of Birmingham	英国	李雪	Prof. John Fossey	2014.9.20–2015.2
31	交流项目	University of Birmingham	英国	康薇	Prof. John Fossey	2014.9.20–2015.2
32	交流项目	University of Birmingham	英国	杨美佳	Prof. Anna Peacock	2015.1.12–2015.6.19
33	交流项目	Columbia University	美国	曹廷	无	2015.1.20–2015.5.20
34	暑期学校	The University of Hong Kong	中国香港	彭再利	无	2014.8.11–2014.8.22
35	暑期学校	The University of Hong Kong	中国香港	王韩强	无	2014.8.11–2014.8.22
36	暑期学校	University of Southern California	美国	彭再利	Prof. Peter Z Qin	2014.6.15–2014.8.9
37	暑期学校	University of Southern California	美国	王韩强	Prof. Peter Z Qin	2014.6.15–2014.8.9

2.3.6 毕业生去向

在科学研究的吸引下，尽管珠三角有非常好的就业环境，但拔尖班本科生升学率近几年来保持90%以上，如图 1 所示。从 2015 年升学率境内 93%、境外 21%上升到 2018 年升学率境内 100%、境外 57%。部分拔尖班本科生被耶鲁大学、哥伦比亚大学、帝国理工学院、埃默里大学、北卡罗来纳大学教堂山分校、威斯康星大学麦迪逊分校、南加州大学、加州大学圣芭芭拉分校、南洋理工大学，香港大学、北京大学、清华大学等国内外知名大学和科研机构录取深造。

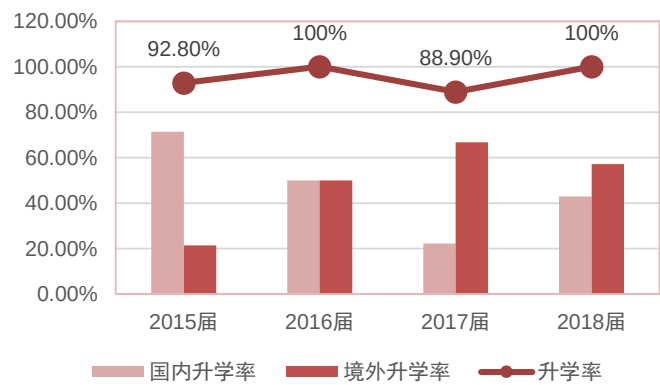


图 1 中山大学拔尖班 2015–2018 届升学趋势图

2.4 拔尖学生培养存在的问题

2.4.1 学生选拔问题

如何选拔优秀学生加入“拔尖计划”是拔尖学生培养的关键。首先，要考虑选拔时间问题。如

今各院校化学学院多为一、二年级大类培养，三年级专业分流，是在刚进入大一便进行选拔还是培养一段时间后选拔，是分流前还是分流后选拔，选择合适时间是一个有意义的讨论点。其次，如何筛选拔尖学生也十分重要。对于低年级的学生，如何做到比较全面的考查，既要把学习成绩放在重要的位置，也要对学生的兴趣志向、创造性思维与潜质进行评估；再者，为了让热爱学术且创新能力强的本科生积极投身基础研究，采用何种形式对拔尖学生进行筛选并建立灵活的流动机制，使得热爱学术且创新能力强的本科生积极投身基础研究，也是学生选拔中不可忽视的问题。

2.4.2 课程设置问题

拔尖班学生的课程是单独设置并自成体系，还是在普通学生培养体系下加入特色课程重点培养，这是课程设置要讨论的重要问题。单独设置课程体系进行培养对授课教师提出了相当高的要求。对传统课堂教师而言，将这种大班授课经验用于拔尖学生十几人的小班课堂存在一定的挑战。如何照顾不同拔尖学生的需求实现个性化培养，如何发挥学生的主观能动性激发其兴趣，均是需要考虑的重要问题。采取普通培养体系下加入特色课程的模式，则需要对特色课程严格把关，什么是特色课程、特色在哪里、对特色课程的授课教师有什么要求、如何授课，均是实践过程中无法回避的问题。

2.4.3 创新培养问题

实施“拔尖计划”的目的是吸引有志于学术并且具有创新潜质的优秀学生投身基础科学研究，如何在培养过程中进一步激发其创新能力是项目实践中的重要问题。拔尖学生与非拔尖学生相比优势在哪里，如何避免学生拔尖同质化，如何利用“拔尖计划”的资源优势使拔尖学生更好地致力于学术等是创新培养中需要回答的问题。创新培养首先要考虑导师队伍建设，优秀的导师才能指导出优秀的拔尖学生。如何进行高水平导师队伍的建设，保持导师队伍的活力与激情，是导师团队建设必须解决的问题。其次，如何对拔尖学生进行科研教育培养，鼓励并引导拔尖学生投入学术，使其持之以恒并不断投入，是科研导向培养的重中之重。再者，拔尖学生应当具有一定的国际化视野，鼓励和支持拔尖学生进行境内外交流与合作是科研培养的重要部分，如何整合资源，提供交流支持，促进国际化培养也是学生培养过程中的难点。

3 结语

中山大学化学学院在教育部“拔尖计划”项目开展8年以来，应新时期国家发展的需要，不忘初心，通过坚持把拔尖人才培养作为重要任务、坚持导师队伍先行的工作作风、坚持中山大学化学人优良教风的“三个坚持”，解决了新时期本科生拔尖教育“重理论轻实践”的关键问题；构建了“一体化、多层次、开放式”本科化学拔尖教育创新体系；“以科促教、以化育人”，开展全程科研训练，探索出拔尖人才培养可持续发展新途径；建设了一支德才兼备、学术引领、热爱教育的优秀导师团队，打造精品外教课程，铸就了人才培养高地。化学专业入选教育部高校特色专业，在教育部学位评估中，中山大学化学学科排名从第10名(2012年)上升到第8名(2016年)，并入选2017年双一流学科建设。一定程度反映出上述改革举措促进了新时期拔尖人才培养的快速发展，人才培养质量得到逐年提高。

但是拔尖学生的培养是一个复杂的过程，在未来3—4年，中山大学化学学院将努力推进拔尖本科生国际化培养，努力让更多学生到世界顶尖大学交流深造，不断完善拔尖人才培养研究机制；与此同时，探索有效的评估机制，并且对拔尖学生的后续成长过程进行跟踪调查，立体式研究拔尖学生的成长历程，争取总结出合理有效的拔尖人才培养规律，为拔尖人才培养计划的进一步完善提供更加丰富的素材和更加科学的指导依据。

参 考 文 献

- [1] 习近平出席中国科学院第十七次院士大会中国工程院第十二次院士大会开幕会并发表重要讲话. [2014-08-03]. <http://tv.cctv.com/2014/06/09/VIDE1402312692641556.shtml>.

-
- [2] 崔艳丽. 高等理科教育. **2012**, 106 (6), 130.
- [3] 高等教育发展吹响奋进号角. [2016-09-05].
http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_2082/zl_2018n/2018_zl66/2018_zl6502/201809/t20180907_347692.html.
- [4] 教育部等六部门关于实施基础学科拔尖学生培养计划2.0的意见. [2018-10-08].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201810/t20181017_351895.html.
- [5] 高教司司长吴岩为你解读“拔尖计划2.0”版. [2018-04-20].
http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe_745/201804/t20180420_333733.html.
- [6] 践行“四个服务”办学根本加快建设中国特色世界一流大学. [2018-08-27].
http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_2082/zl_2018n/2018_zl56/201808/t20180824_346061.html.
- [7] 中山大学关于全面深化本科教育教学改革提高人才培养质量的若干意见. [2016-10-06]. <http://spa.sysu.edu.cn/cn/content/112>.
- [8] 毛宗万, 吴京洪, 乔正平, 钟增培, 童叶翔, 张仁俊, 黄乐览, 陈小明. 大学化学, **2005**, 20 (1), 21.
- [9] 肖小华, 邹小勇, 张杰鹏, 闫素君, 邵光, 林志强, 陈六平. 大学化学, **2013**, 28 (4), 36.
- [10] 张树永, 张剑荣, 陈六平. 大学化学, **2016**, 31 (9), 1.
- [11] Wang, W.; Liu, W. Y.; Zeng, Y. X.; Han, Y.; Yu, M. H.; Lu, X. H.; Tong, Y. X. *Adv. Mater.* **2015**, 27, 3572.
- [12] Wang, R.; Han, Y.; Wang, Z. F.; Jiang, J. X.; Tong, Y. X.; Lu, X. H. *Adv. Funct. Mater.* **2018**, 28, 1802157.
- [13] Wang, Z. F.; Han, Y.; Zeng, Y. X.; Qie, Y. L.; Wang, Y. C.; Zheng, D. Z.; Lu, X. H.; Tong, Y. X. *J. Mater. Chem. A*, **2016**, 4, 5828.
- [14] Zhang, J. Y.; Lin, J. S.; Li, Y. W.; Shao, Y. X.; Huang, X.; Zhao, C. Y.; Ke, Z. F. *Catal. Sci. Technol.* **2017**, 7, 4866.