

教学成果总结报告

化学专业大学生科创能力培养机制的构建与实践

贾叙东 朱成建 陈露洪 侯文华 郭子建 李育佳 张剑荣 葛欣

南京大学化学化工学院

目录

- 一、背景介绍
- 二、成果解决的教学问题
- 三、解决问题的方法与措施
- 四、成果的创新点
- 五、成果的应用效果
- 六、成果的辐射示范作用

一、背景介绍

化学及相关产业是国家支柱产业之一，化学是推动我国建设创新型科技强国的核心学科。化学与能源、环境、健康、信息、材料等学科的交叉融合，成为新的学科生长点和前沿发展方向。近年来，我国化学研究水平稳步提升，实现从“跟跑”、“并跑”向“领跑”的转变，一些科研指标已位于世界前列。这就决定了高水平研究型大学对化学专业后备人才的培养，更要强化卓越科创能力的提升，为创新型科技强国建设提供重要支撑。但现阶段化学专业本科人才培养与卓越科创型人才的特征相比，尚存在培养理念、培养路径以及保障机制方面的不足。

南京大学化学化工学院是国内外具有重要影响的人才培养和科学研究基地，秉承戴安邦院士“全面化学教育思想”，教育改革始终走在国内前列。十几年来，本成果在“国家基础科学人才培养基地”、“国家级特色专业”、“国家基础学科拔尖学生培养试验计划”等项目资助下，针对化学专业大学生科创能力的培养进行了系统性探索与实践。

二、成果解决的教学问题

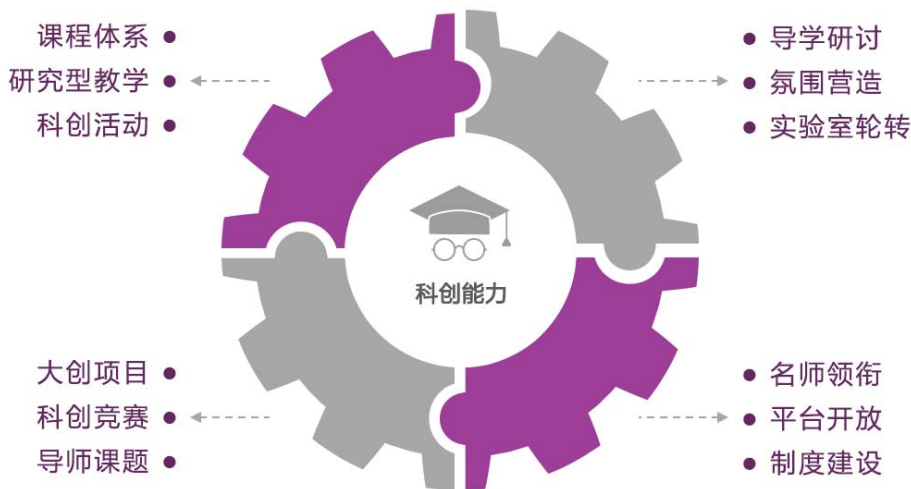
现阶段，化学专业人才培养的理念和措施与卓越科创人才的要求相比，尚存在以下问题：（1）**理念方面**：教育理念更新滞后，知识传授与科创能力培养割裂，重知识学习、轻能力塑造。（2）**培养方面**：原有课程体系不能完全满足科创人才的培养需求，科研实践环节

不够完善，对学生科创能力的培养局限在第二课堂及毕业论文阶段；学生创新意识薄弱、科创兴趣不高，对科研训练项目选择比较盲目。

（3）**保障方面：**高水平师资和优质科研资源投入不足，学生科创能力提升的保障机制不健全，缺少长效机制等。

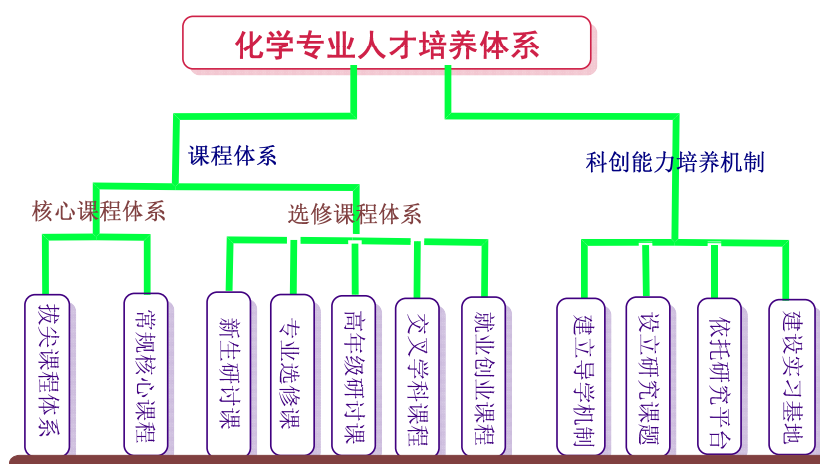
三、解决问题的方法与措施

针对以上问题，结合化学专业卓越科创人才特征，本成果提出了“科研创新能力培养贯穿人才培养全过程”的理念，构建了以“志趣为导向、个性化培养、追求卓越”为核心，“课程体系-研究型教学-科创活动”相互支撑、“导学研讨-氛围营造-实验室轮转”相互协同、“大创项目-科创竞赛-导师课题”相互衔接和“名师领衔-平台开放-制度建设”全面保障的“复合三位一体”科创能力系统性培养机制。



（一）“课程体系-研究型教学-科创活动”相互支撑，厚植科创能力培养的沃土

(1) 以“激发兴趣、注重能力、多元培养、个性发展”为指导，重构化学专业人才培养体系，增加研讨性课程，强化综合化学实验课程与设计实验，增加研讨性课程，把科创能力提升作为高素质人才培养的重要内涵。



(2) 在化学专业课课堂教学中，通过教学模式与方法的改革，开展研究导向型教学和“翻转课堂”教学，在互动式教学中传授知识和培养学生的创新意识，消弭基础知识与前沿研究之间的鸿沟，克服了单纯通过科学研究培养大学生科研创新能力的局限。

(3) 科创活动是培养学生知识创新能力的重要途径。学生通过参与课题组组会、国内外学术会议等，在提升知识创新能力的同时，加深对基础知识的理解和拓展，有效促进学生“认知水平、创新思维和实践能力”的融合。

(二) “导学研讨-氛围营造-实验室轮转”相互协同，激发专业兴趣、探寻科研方向

(1) 开展以兴趣导向、问题导向的研讨式教学。开设“认识化学”新生导学课，让学生明晰化学对科学与社会发展的贡献。开设“化学

与生命”、“化学与材料”、“化学与环境”、“能源与化学”、“大分子：从材料到生命”、“原子和分子的量子世界”等 6 门新生研讨课，拓展化学向交叉学科的延伸，增强学生对化学的兴趣。增设“介观尺度材料”、“先进高分子材料”、“分子识别与分析”、“无机交叉领域的前沿发展”、“有机化学现代进展”等 5 门高年级研讨课，让学生了解学科新的生长点和前沿研究，培养学生发现问题、设计研究方案、解决问题的能力。

(2) 设立“戴安邦讲坛”和“名师讲座”等，邀请国内外高水平教授为学生作学术报告，营造崇尚学术、追求卓越的氛围。学生通过与名师面对面交流，在潜移默化中树立学术理想。举办“师友漫谈”、“校友讲坛”和“学长导学”等活动，培养专业认同感。

(3) 引导和鼓励学生进行科研项目训练，广泛听取各学科介绍，组织学生在不同研究方向的科研实验室轮转，了解不同研究领域，再选择符合个人兴趣及发展意向的研究方向，减少盲目性。

(三) “大创项目-科创竞赛-导师课题”相互衔接，在实践中提升科创能力

(1) 通过“一人一导师”制定“一人一方案”鼓励学生科创实践，以学生成长为中心，建立和实施以“志趣导向-实践驱动-能力提升”为主线的科研创新能力培养路径。

(2) 大创项目、科创竞赛与导师前沿研究课题紧密结合，构成了较为完善的科创实践环节。鼓励学生结合导师课题或根据自己的兴趣，自主申报国家、省创新训练项目和参加各类学术科创竞赛。2012

年以来,我院学生共获批 42 项国家级创新训练项目,11 项省级项目,其中学生自主选题 11 项。引导和鼓励学生跨院系开展科学研究,解决交叉领域的科学问题。例如,2015 年获第十四届“挑战杯”特等奖的作品,就是 2016 届本科生程宇豪同学本科期间在医药生物技术国家重点实验室完成的。

(3) 科研能力与综合素质同步提升。学术导师和学业导师协同指导,通过开展不同类型的科创活动,既提高学生科研素养、创新思维和能力,还培养学生学术规范、团队合作、沟通表达等综合素质。

(四) “名师领衔-平台开放-制度建设”全方位保障,建立持续性强、受益面广的科研创新人才培养机制

(1) 院士领衔,19 名长江杰青、17 名青年千人等优秀师资全员参与本科生授课及科创能力培养。实行分阶段“一人一导师”制,即在新生和低年级阶段,选聘视野宽、境界高的学者作为学生的学业导师,帮助学生明确奋斗目标和职业发展规划;在高年级阶段,为学生配备学术导师,指导学生把握前沿动态、聚焦科学问题,开展科创实践。在此基础上,有效构建了以认知拓展、情感互通和共生创生为特征的“师生共同体”,实现了教学相长、师生共赢,高素质科创人才脱颖而出。

(2) 加强国际化培养,开拓国际视野。采取“请进来、送出去”的方式,邀请密西根大学等国际著名高校的高水平学者为本科生开设“Chemical Biology”、“Materials Chemistry”等交叉前沿国际暑期课程;

通过校、院两级国际交流项目，大力资助学生到加州大学伯克利分校、密西根大学等国际知名高校进行交流，参加高水平科学研究。

（3）以高水平科研支撑高素质科创人才培养，制订《化学化工学院各类实验室对学生开放管理办法》，学院两个国家、两个教育部重点实验室等均对本科生开放，把大型仪器、国家级课题等优质科研资源转化为人才培养优势。

（4）实施“邀、聘、提、扬、止”教师教学动力机制，保证高水平师资投入本科人才培养。制定《本科生导师选聘办法》、《教师教学工作量及本科人才培养考核办法》、《优秀教师奖励办法》等规定，使本科生科创能力培养工作成为教师重要工作内涵。完善学生多维评价机制，不唯分数论，出台《化学化工学院关于学生参加国内外竞赛和社会实践的奖励办法》，奖励在科创实践中成果优秀的学生。

四、成果创新点

（一）培养理念创新：提出并实践了“科研创新能力培养贯穿人才培养全过程”的理念

以培养化学及相关行业的领军人才为目标，通过人才培养方案及教学模式改革，将学生卓越科创能力的提升作为人才培养工作的重要内涵，并贯穿于教学和科研训练的全过程，从而解决了科研创新能力培养与其它培养环节彼此分割、未能有效贯通融合等问题。

（二）培养路径创新：构建了以“志趣为导向、个性化培养、追求卓越”为核心的科创能力培养路径

改革人才培养方案和教学模式，突出科创能力培养。通过开设新生导学课和研讨课等，培养和激发学生对化学的兴趣；广泛开展学术交流，营造学术氛围，激发学术理想。积极开展研究型教学，既传授知识，又培养创新意识；增设高年级研讨课，将前沿研究成果融入教学内容；注重在科创活动中加深学生对基础知识的理解和拓展，培养发现、分析并解决问题的综合能力，有效促进了学生知识认知、创新思维和实践能力的融合。

将创新训练项目、科创竞赛、导师科研课题互相衔接，构建了完善的科创实践环节。突出学生主体地位，通过“一人一导师”制定“一人一方案”开展科创实践，形成了培养和提升科创能力的有效路径。

（三）保障机制创新：建立了保障高水平师资和优质科研资源用于本科生科创能力培养的有效机制

建立了教师投入本科人才培养的考核机制。通过制定《教师教学工作量及本科人才培养考核办法》等多项规定，实施“邀、聘、提、扬、止”多种措施，使本科生科创能力培养成为教师工作的重要组成部分，有效构建了教学相长的师生共同体。

构建了以优质科研资源支撑高素质科创人才培养的有效机制。制订《各类实验室对学生开放管理办法》等规定，实现了高水平师资、优质科研平台、前沿研究课题和国际化资源向人才培养汇聚。

完善了学生多维评价机制。出台《学生参加国内外竞赛和社会实践的奖励办法》，不唯分数论，奖励科创成果优异的学生。

五、成果的应用效果

通过“复合三位一体”培养机制的构建与实施，教师的教学理念不断更新，课程建设质量和教学水平明显提升，人才培养成效显著。

（一）在校本科生科研创新能力显著提升

（1）科创竞赛成绩斐然。在校本科生在各类学术科创和创新创业大赛中取得优异成绩。2002 年以来，我校化学专业学生本科阶段成果共获得 13 项挑战杯奖项，其中特等奖 1 项(南大首个)、一等奖/金奖 5 项，获奖数占我校本科生获奖总数的 50% 以上。2017 年荣获中国互联网+大学生创新创业大赛全国季军。在近五届全国大学生化学实验邀请赛中获得一等奖 8 项、二等奖 3 项、特别奖 3 项，位于全国高校前列。

（2）本科生科研成果突出。开展学术科创活动的情感和积极性得到激发，提前进入实验室进行科研成为常态，半数以上本科生参与发表学术论文。2011-2017 届本科生发表科研 SCI 论文 440 篇，其中以第一作者身份发表科研论文 95 篇。特别是 2016 届程宇豪同学首次提出了自供氧光动力疗法，有望用于癌症治疗，并在《Nature Communications》发表第一作者论文。

（二）高层次科创型人才不断涌现

（1）多位本科毕业生在国内外著名高校和企业取得杰出成就。如中组部“青年千人”计划设立以来，本科毕业生中有 34 人入选，位于全国高校前列；2002 年以来，本科毕业生中已有 10 余人在国（境）外著名大学担任教职；2003 届顾臻现为美国北卡州立大学教堂山分

校副教授，曾获 2015 全球杰出青年创新人物、2016 斯隆研究奖等多项奖励；2004 届曹庆现为美国 IBM 公司研究员，入选福布斯全球 30 岁以下最具潜力研究人员；2004 届郭凯入选“万人计划”科技创新领军人才，于 2017 年以第一完成人获国家技术发明二等奖。

（2）近年来，化院本科毕业生出国深造和国内读研的比例稳步提升，保持在 75% 以上，境外知名高校读研超过 1/3。一大批同学进入美国 MIT、康奈尔、耶鲁等世界著名高校深造。

（三）促进教师转变教学理念，教学改革成果丰硕

课程、教材和团队建设成绩突出。近十年来，新增“物理化学基础课程教学团队”和“化学实验课程教学团队”2 个国家级教学团队；新增“仪器分析”、“化学原理”和“综合化学实验”等 3 门国家精品课程；新增“大学化学实验”和“综合化学实验”2 门国家级精品资源共享课。2013 年以来，教师共发表教学研究论文 22 篇，编写教材 16 部，5 部教材入选“十二五”国家级规划教材，在国内高校影响广泛。

学院教学研究和人才培养持续获国家重点支持，包括基金委“化学专业人才培养模式和规律研究”人才培养软课题、人才培养基地各类项目和国家基础学科拔尖学生培养试验计划等，以此为支撑，构建了化学专业本科生科研创新训练和培养体系。

六、成果的辐射示范作用

以卓越科创能力培养的教学改革为主题，我院教师被邀请在一系列重要会议作报告，介绍科创人才培养经验；学院多位教师受邀赴西北大学等高校讲授化学主干课程；多次作为牵头单位举办人才培养研

讨会，与国内高水平兄弟院校交流，对全国高校化学专业人才培养的改革起到了积极的推动作用。

学院承办了第 21 届中国化学奥赛冬令营，培训并带队参加第 40 届国际化学奥赛，获单项和总分第一，取得历史性突破；承办了第十届全国大学生化学实验邀请赛，密西根大学和谢菲尔德大学师生应邀参赛，美国化学会杂志《In Chemistry》以封面文章作了专题介绍；近年来，悉尼大学、安大略理工大学等与学院建立学生交换项目，来学院交换的两校学生已逾 20 人，产生了良好的国际影响。