

## 化生医药交叉平台推动的化生交叉学科建设与研究生培养 ——南京大学化学和生物医药创新研究院的探索与实践

陈露洪<sup>1,3,\*</sup>, 张艳<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> 南京大学科学技术处, 南京 210023

<sup>2</sup> 南京大学化学化工学院, 南京 210023

<sup>3</sup> 南京大学化学和生物医药创新研究院, 南京 210023

**摘要:** 随着多学科交叉研究的兴起, 交叉学科建设和人才培养成为国内高校化学等学科普遍关注的命题。本文结合南京大学化学生物学交叉学科建设和人才培养的经验, 从高水平的化生医药交叉研究平台建设如何促进化生交叉学科师资队伍建设和研究生培养的角度展开, 展示了一条借助高校高水平研究平台建设助推交叉学科建设和人才培养的可行路径。

**关键词:** 学科交叉研究平台; 化学生物学; 交叉学科; 人才培养

**中图分类号:** G64; O6

## Chem&Bio Interdisciplinary Graduates Training in Nanjing University Promoted by Chemistry and Biomedicine Innovation Center

Luhong Chen<sup>1,3,\*</sup>, Yan Zhang<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Office of Science and Technology, Nanjing University, Nanjing 210023, China.

<sup>2</sup> School of Chemistry and Chemical Engineering, Nanjing University, Nanjing, 210023, China.

<sup>3</sup> Chemistry and Biomedicine Innovation Center, Nanjing University, Nanjing, 210023, China.

**Abstract:** With the advancement of multi-discipline studies, how to promote interdisciplinary research and to train graduate students with motivation and ability to perform chemistry-related interdisciplinary studies has become a topic of great interest for universities with chemistry departments. Based on the experiences of developing the interdisciplinary research field of chemical biology at Nanjing University, this article demonstrates a practical way to promote chemistry-related interdisciplinary research and graduate student training through the construction of well-organized platforms such as the Chemistry and Biomedicine Innovation Center (ChemBIC) at Nanjing University.

**Key Words:** Interdisciplinary research platform; Chemical biology; Interdisciplinary; Talent training

学科交叉融合创新是当今世界学术发展的主要趋势。科学上的新理论、新发明的产生, 新的变革性技术的出现, 往往是在学科的边缘或交叉点上。通过跨大学科、跨大领域的交叉合作, 不仅能够培育出若干引领未来发展的新方向和新学科, 更能协同攻克复杂的综合性问题, 产出更多引领人类社会发展的重大成果。国际顶尖大学一向注重交叉学科的建设, 比如: 美国加州理工学院有50多个学科交叉研究中心, 每个研究中心包含六大学科部门; 麻省理工学院与哈佛大学基于交叉学科共

建了研究所,通过理工医多学科交叉,为攻克人类重大疾病奠定科学基础。斯坦福大学成立跨学科中心,为交叉学科提供有效路径等等。

长期以来,国内高校按照学科(院系)组织师资队伍、开展学术研究、招生和培养人才,一些固有的行政管理模式制约了不同学科教师之间的学术交流与合作,学生的学术视野也往往局限于他们所学专业领域,种种原因使得我国交叉学科还普遍停留在“点”的阶段,尚未形成良好发展态势。党的二十大报告强调指出:“加强基础学科、新兴学科、交叉学科建设,加快建设中国特色、世界一流的大学和优势学科。”高校特别是研究型大学的学科门类较为齐全,具备学科间交叉融合的天然优势和良好土壤。因此,在基于学院管理体制的基础上,探索打造多学科交叉融合平台,借助“跨学科”和“跨机构”来实现多学科主体间的协同创新,开展前沿性、引领性、颠覆性研究,进而推动和支撑创新后备人才培养,是高校交叉学科建设的重要路径。

化学作为一门兼具基础性和应用性的学科,其中一个非常重要的前沿研究领域,就是以化学的视角和方式更加准确地理解生命过程、更好地为人类健康服务。在各种人类疾病诊疗方面,化学与生物医学的交叉融合,能够开拓医药创新模式,发现新的靶标、提供新的药物、发展新的临床诊断策略,因此能够为药物研发提供源头性的基础研究或者应用基础研究成果的支撑。当前,世界前沿科研已经形成共识,疾病诊断和治疗的每一次革命性进步都依赖于原创性技术的突破,并得益于医学与其他自然科学的交叉融合。生物医学研究及产品研发也需依靠化学这一基础学科引领的具有颠覆性的原始创新科研突破才能持续获得发展的驱动力,化生医学交叉人才的培养在这一时代背景下肩负重要的使命。

## 1 化学与生物医学交叉学科的发展

化学与生物医学的交叉是化学学科发展和交叉复合人才培养的重要方向,化学生物学作为化学和生物医学交叉领域颇具代表性的新兴学科自上世纪末开始逐步兴起并得到快速发展。自1990年之后,多所世界最著名大学开始重点发展化学生物学,哈佛大学大力推动化学生物学发展,甚至将其化学系改名为化学与化学生物学系;加州大学伯克利分校通过制订化学生物学研究生重点培养计划,让化学生物学专业学生可以选择全校所有教师作为导师,大力推动交叉复合人才的培养;斯坦福大学2015年成功吸引了化学生物学领域的奠基者之一,也是2022年诺贝尔化学奖得主之一Carolyn R. Bertozzi教授任其化学与生命健康交叉研究机构ChEM-H中心负责人,大力推动化学与生命健康交叉领域的前沿研究。

我国在化学与生物医学交叉领域尤其是化学生物学方向的研究布局及人才培养基本与国际同步开展<sup>[1]</sup>。2000年前后北京大学、清华大学、南京大学、厦门大学、武汉大学等十多所高等院校相继成立了推动化学生物学研究及人才培养的机构或研究生专业。据不完全统计,截至2023年,国内逾十所高校已设立化学生物学本科或研究生专业。国家自然科学基金委自2018年开始在化学科学部直设“化学生物学”申请代码(B07),五年来在该代码下申请的项目数已达八千多项<sup>[2]</sup>,展示出化学生物学作为化学与生物医学交叉领域的代表性学科在科学研究和人才培养方面欣欣向荣的发展态势。在该背景下,化学生物学交叉学科的研究生培养也越来越受到各高等院校和科研机构的重视,培养能够通晓化学和生物医学等多个领域的专业语言并掌握交叉学科研究规律的高质量研究生队伍,也是交叉学科面临的重要挑战。

在学科交叉研究和交叉学科人才培养中,能否真正打破学科边界、实现真正的融合和贯通,是影响交叉研究深度和人才培养质量的重要因素。为探索打破传统学科界限、跨越一级学科壁垒推动化学与生物医学等学科的交叉的创新机制,培养善于在学科交叉领域开展原始创新研究的高质量人才,南京大学于2019年成立了跨学科交叉研究平台——南京大学化学和生物医学创新研究院。通过该交叉平台,南京大学化学学科尤其是化学生物学的发展和人才培养得到强有力支撑,以研究院院长郭子建院士为负责人的南京大学化学生物学交叉学科教师团队也入选第二批全国黄大年式高校教

师团队。本文将结合过去4年来南京大学化学与生物医学交叉研究及人才培养方面的实践经验，探讨通过化学相关交叉平台建设对化学尤其是化学生物学交叉学科的创新人才培养可发挥的重要作用。

## 2 南京大学化学和生物医药创新研究院交叉平台

学科交叉研究平台的建设对于高水平的学科交叉研究和交叉学科人才培养意义重大，尤其是与生命健康相关的学科交叉领域，高水平的交叉研究平台可提供的支撑作用与人才培养的成效密切相关。以清华北大生命科学联合中心为代表的跨院校国家级交叉研究平台，无疑为两所高校的交叉前沿研究提供了强力的支撑，其化学生物学学科的发展和人才培养成效也同样为全国高校交叉学科建设树立了标杆，一批从该联合中心课题组毕业的优秀博士已在国内多所高校和科研机构取得教职。

南京大学化学学科是国家双一流建设学科，在推动化学与生物医药前沿交叉研究方面具有学科优势，同时借助学科交叉融合建设化学生物学学科也是其重点关注的未来发展方向。在这一背景下，南京大学提出以建设化学和生物医药创新研究院为“试验田”，探索新的体制机制推动在化生医药交叉领域的原始创新研究和交叉复合人才培养。南京大学化学和生物医药创新研究院在2019年正式成立后，通过创新的机制体制设计，汇聚了一批在化生医药前沿领域开展创新研究的青年学者，瞄准肿瘤、免疫及神经性疾病中的关键科学问题，布局了化学生物学、合成与药物发现、疾病模型与分子机制、生物医学工程、生物/医学影像、人工智能(Artificial Intelligence, AI)与化生医药等六个研究领域，借助学科交叉融合开展的原始创新研究发现新原理和新技术。

研究院成立初期分布在各领域的青年学者数量如图1括号中所示数字(统计时间截至2023年12月)。这些青年学者部分来自南京大学化学、生命科学、医学、工学等学科已有的师资队伍，研究院同时从海外引进了一批青年人才，他们也各自依托化学、生命科学、医学等学科开展研究生招生和管理，研究院可为他们提供公共研究平台和各种学术交流合作机会。有了这批来自不同学科领域的导师队伍汇聚在研究院平台，我们逐步开始在研究院内探索推动多学科交叉领域研究生培养质量的提升的可行路径，其中较具代表性的包括“学术云”设计、前沿交叉论坛、优质博士后协助的研究生研究能力提升等。研究院组织的这些活动不仅在促进化生医药不同学科背景的青年学者间的合作和交流方面提供了非常积极的作用，也为来自不同学科的研究生彼此了解熟悉不同学科的学术思维方式和研究技能提供了便利的条件。以下以南京大学化学学科新设立的化学生物学二级学科为例，展示我们通过研究院提供的强力支撑推动化学和生物医药交叉研究并实现学科发展和人才培养等多方面提升的成效。

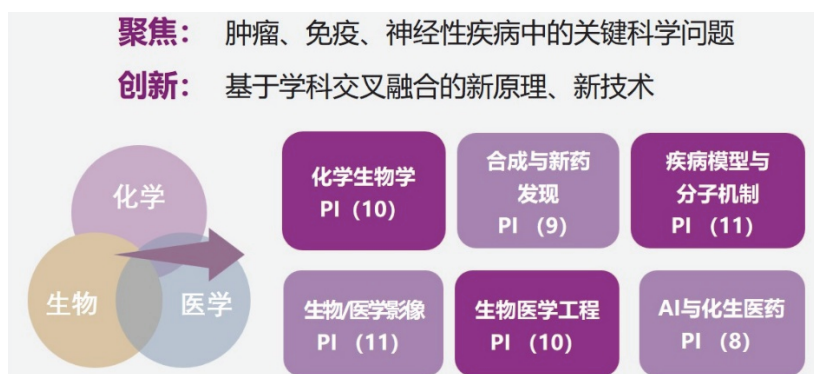


图1 南京大学化学和生物医药创新研究院的交叉研究布局

## 3 南京大学化学和生物医药交叉研究和化学生物学人才培养

南京大学化学与生物医药交叉的研究历史悠久，早在2000年即成立化学生物学研究所，在金属药物、分子探针、生命分析化学、生物活性分子合成等化学与生命健康相关方向开展研究的导师在

南京大学化学化工学院的导师队伍中占百分之二十左右。南京大学化学化工学院在化学一级学科下设无机化学、有机化学、物理化学、分析化学、高分子化学与物理等二级学科，具体承担这些二级学科方向的研究生专业课程教学和研究生培养等任务。2018年南京大学化学化工学院正式成立化学学生物学二级学科，通过吸引部分已在学院无机化学、有机化学、分析化学等二级学科招收博士研究生开展化学学生物学相关方向的教师作为跨二级学科的导师队伍，初步形成了包括六个课题组在内的研究力量。随后，借助南京大学化学和生物医药创新研究院的海外人才引进新机制，化学学生物学学科在2019–2021年三年期间从海外引进5位青年高层次人才，他们在化学学生物学学科建立的课题组面向合成生物学、免疫化学学生物学等国际最前沿的研究方向，完善了具有南京大学特色的化学学生物学学科布局(图2)。

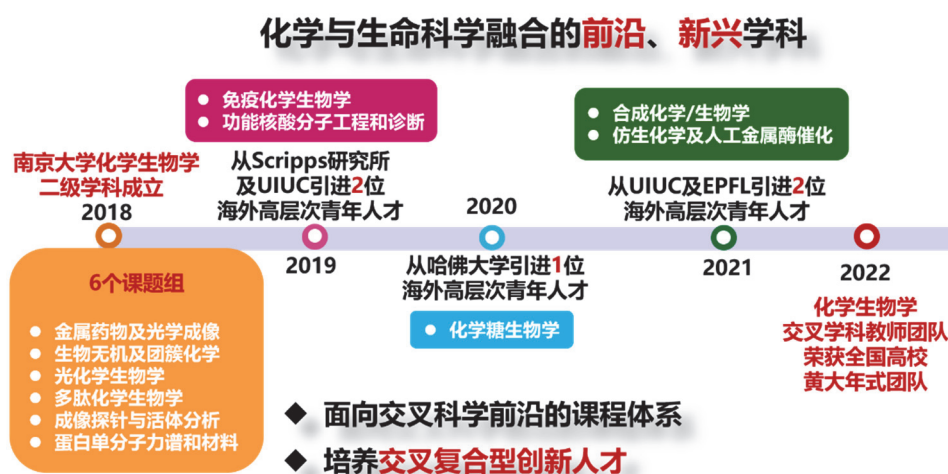


图2 南京大学化学化工学院化学学生物学二级学科建设发展历程

在化学和生物医药创新研究院的强力支撑下，南京大学化学学生物学交叉学科研究方向基本覆盖了国家自然科学基金委化学科学部B07化学学生物学领域下设的B0701–B0707等多个方向，且有面向未来布局的免疫化学学生物学等新兴方向。依托南京大学化学和生物医药研究院引进的准聘长聘制青年学者加入化学学生物学学科后，学科形成了一支平均年龄在40岁左右的师资队伍，包括教授7人，副教授3人，准聘长聘制青年学者4人。这十余人的师资队伍中包含1名中科院院士和多名不同国家级人才计划入选者，他们领导的课题组从化学学生物学关注的不同角度开展化学和生物医学的交叉研究，如面向肿瘤、免疫等重要疾病发展检测、成像以及治疗方法和技术的研究，面向多肽、蛋白质、核酸及糖等生命体系不同生物大分子的研究，以及开发对酶、核酸等生物大分子的结构和功能进行改造和调控的新方法等。这些最新兴和前沿的研究方向对化学学科的研究生具有非常大的吸引力，化学学生物学学科的研究生生源质量也因此不断提高。一方面，南京大学本科生生化交叉班得到保研资格的部分同学选择加入南京大学化学学生物学课题组直博或者读研；另一方面，来自厦门大学、武汉大学、湖南大学等一批设有化学学生物学专业或课程的优质生源基地的学生也逐年增加。

南京大学化学学生物学学科在化学和生物医药创新研究院所倡导的敢于创新、善于合作、共享共赢这一文化氛围的影响下，也在化学学生物学实验课程及博士生思维训练课程中探索了一些具有创新性的做法。学科委任研究院从哈佛大学引进的准聘长聘制青年学者为化学学生物学实验教学负责人，从学科教师已发表的研究成果中提炼出5–8个适合作为化学学生物学本科生实验教学内容的素材作为化学学生物学实验教学中的不同模块<sup>[3]</sup>，并按照各个模块组织教学队伍。化学学生物学教师直接参与该化学学生物学实验教学的达半数以上，不仅取得了很好的教学效果，也积累了丰富的化学学生物学实验教学经验和素材。由化学学生物学实验教学负责人组织学科教师结合这些教学实践不断优化和总结，

近期将出版相应的化学生物学实验教材。

作为一门新兴交叉学科，化学生物学研究生尤其是博士生的培养并没有成熟的范式可供参考或借鉴。南京大学化学生物学学科为博士生开设“化学生物学学术思维培养”等课程，成为人才培养特色。在学术思维培养课程中，学科所有课题组的导师均需参与一次课堂教学，结合本课题组所开展的系统科学研究向博士生展示研究创新思想的形成、推动直至形成特色创新体系的全过程，启发博士生的思考并促进了解和交流。在南京大学化学和生物医药创新研究院制订的系列鼓励学科交叉和合作政策的引导下，学科教师不仅积极推动课题组与来自化学学科不同二级学科课题组的合作，而且与来自生命科学、医学等学院的研究课题组通过召开联合组会等常态化的交流推动深入的学科交叉合作。在研究院的年度交流会上，来自不同学科的研究生有机会通过口头报告或者墙报展示介绍自己的研究工作，化学生物学学科也借助这一机会，鼓励研究生走出舒适区勇敢跨越学科边界，主动思考和发现生命科学及医学等领域需要化学生物学方法和技术去解决的重要科学问题。

#### 4 结语和展望

化学人才培养为“健康中国”等国家需求服务是顺应时代发展的方向，随着科学技术的不断发展，对重大疾病的认知已经进入到分子层面，这既为化学生物学等化生医药交叉学科的发展及人才培养提供了机遇，也是新的挑战。南京大学化学尤其是化学生物学交叉学科在化学和生物医药创新研究院的强力支撑下，不仅建成了年富力强的师资队伍，借助先进的仪器设备共享平台开展前沿创新研究，而且在课程改革和人才培养方面积极思考，勇于创新，锐意进取，取得了不俗的效果。南京大学化学生物学交叉学科教师团队荣获的全国高校黄大年式优秀教师团队这一荣誉，也激励化学与生物医学交叉领域的青年学者继续深入推动学科交叉，为化学交叉领域的人才培养探索出更多的路径和可行的方法。在研究院的大力推动下，南京大学新设立了生物与医药专业学位博士点并将自2024年开始招生，这将为我们进一步探索将化学与生物医学的前沿研究向生物医药领域的创新技术和产品转化的可行路径提供重要的支撑。

**致谢：**感谢南京大学“双一流”建设经费和南京大学“雅辰科技教育发展基金”的大力支持。

#### 参 考 文 献

- [1] 蒋华良, 陈拥军, 陈鹏, 张礼和. 化学生物学学科前沿与展望. 北京: 科学出版社, 2020.
- [2] Yu, Z. Y.; Chen, P. R.; Yang, J. L.; Chen, Y. J.; Zhang, Y. *Nat. Chem. Biol.* **2023**, *19*, 1167.
- [3] 朱婷玉, 张晖, 章文伟, 叶德举, 李金波, 谢然. 大学化学, **2022**, *37* (2), 2109028.