

## 2025 年湖南省普通本科高校教育教学改革 典型分享项目成果简介

项目名称：科研反哺在“有机科学训练”课程教学中的探索与实践

单位名称：中南大学

项目主持人：王本花

团队成员：宋相志，唐瑞仁，蓝敏焕，王蔚玲

### 一、项目研究背景

教学和科研作为高校的两大核心职能，相互依存、相互促进。教学为科研提供了坚实的知识基础，而科研则推动教学内容的更新与深化，二者相辅相成。然而，近年来高校教育中“重科研、轻教学”的现象日益凸显，导致教学与科研脱节，这不仅严重影响了大学生的创新培养，也制约了高校的高质量、可持续发展。为解决这一问题，2019年10月，教育部发布了《关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见》，明确提出“推动科研反哺教学”的战略。这一理念源自《初学记·鸟赋》中的“反哺”比喻，强调科研成果应回馈并滋养教学活动，促进两者的共同进步。

在科研反哺教学理念的指导下，对有机化学实验教学进行创新设计具有重要意义。它不仅能激发学生的好奇心和探索欲，还能够培养学生的科研思维和创新意识。通过这种设计，科研与教学在实验课程中紧密融合，为学生提供了一个实践理论知识、探索科学前沿并亲自参与创新过程的平台。

## 二、研究目标、任务和主要思路

本项目的研究目标是将有机化学领域的科技前沿、最新研究成果和实践经验融合到有机科学训练课程的教学。旨在训练学生查阅文献和获取网络资源信息的能力，多角度培养学生正确选择实验方法、实验条件、仪器和试剂等的能力，使学生具备设计实验、解决实际问题的能力。同时，增强课堂教学内容的前瞻性、趣味性和实用性，拓宽学生的知识视野，激发学生对相关专业课程和科学研究的浓厚兴趣，启发学生的创新思维，充分发挥该课程在国家强基计划（应用化学）专业建设和创新人才培养中的重要作用。

本项目介绍的实验“一种基于香豆素氟离子荧光探针的合成、表征及性能测试”，源自教师的科研成果，是为提升本科生综合实验技能、拓展知识视野、增强科研创新能力而专门设计的有机化学综合实验。该实验内容涵盖了有机化学中的亲核取代(包括分子内和分子间反应)以及 Knoevenagel 缩合反应，融入了基团保护和脱保护的策略，探讨了亲核取代反应的影响因素（溶剂效应和空间效应）。同时，紧密结合有机小分子荧光检测的科研前沿和理论，融入了紫外和荧光光谱知识。实验过程包含有机合成的基本操作，化合物的分离纯化涉及萃取、柱层析和重结晶等手段，采用核磁共振光谱对化合物的结构进行表征。

实验难度适中，非常适合作为化学专业高年级本科生的实验教学内容。项目采用“科研反哺教学”的模式，要求学生自主查阅文献，采用逆合成分析设计合成路线，了解荧光检测的原理和应用。通过本实验，学生能够将有机化学基础理论知识应用于科研实践，同时熟练掌握有机化合物的合成和表征技术，培养创新思维和创新能力，激发科研兴趣。

## 三、主要工作举措

本项目提出的综合实验已在中南大学化工学院 2021-2024 级陈新民拔尖班和强基班进行了教学实践，具体组织实施如下：

### （1）课前预习与自主学习

为了提升学生的科研能力和自主学习技巧，学生在课前做好预习，查阅相关文献资料，深入理解香豆素荧光染料的基础知识和荧光探针识别氟离子的机制。在此基础上，学生需要利用提供的原料，独立设计制备目标化合物的合成

路线以及实验方案。这一过程不仅有助于培养学生的科研素养，还能锻炼他们在资料搜集、信息整合以及创新思维方面的能力。

### (2) 实验课程讲解与小组合作

在实验课程的讲解环节，教师将与学生们共同讨论各小组提出的实验设计方案，以确定最佳合成路线。为了确保教学质量和互动性，建议课堂规模控制在每班约 30 名学生，并采取小组合作模式，每组 2 人。在实验过程中，教师将重点指导学生如何正确操作实验室中的大型仪器，包括旋转蒸发仪、核磁共振波谱仪、紫外-可见分光光度计以及荧光分光光度计等。此外，教师详细讲解每种仪器的工作原理、操作步骤及安全注意事项，确保学生不仅能够熟练使用这些设备，而且能够理解其在实验中的重要性和作用。

### (3) 实验操作与结果分析

在完成目标化合物的合成后，每组同学需对合成产物进行核磁共振谱图测试，以确定化合物的分子结构。在确认了化合物的结构之后，各组同学需要进行紫外-可见光谱和荧光光谱等测试，验证所合成的目标化合物对氟离子的检测性能。通过这一过程，学生将能够加深对化学合成、光谱分析和性能验证的理解，同时培养独立科研和解决问题的能力。

### (4) 实验报告撰写与创新思考

在实验课程结束后，每位学生独立完成实验报告的撰写。报告中需要包含对核磁共振谱图的详细分析，准确归属各个特征峰，并基于紫外和荧光光谱图数据进行系统的整理与分析。通过这一过程，引导学生学会总结实验数据，并对结果进行科学分析，从而培养基础的科研分析技能。此外，鼓励学生在讨论环节中开展创新性思考，不拘泥于现有知识，勇于探索未知的科学问题，以激发对科学探索的热情和好奇心。

## 四、取得的工作成效

该项目取得了显著的研究进展，项目成果已成功应用于中南大学化学化工学院应用化学专业的有机科学训练实验课程建设（48 学时，1.5 学分）。通过该项目的研究，还取得了以下成果：

(1) 第一作者发表教改论文 1 篇：王本花，姚朝怡，李一鸣，刘清，蓝敏焕，喻桂朋，罗一鸣，宋相志. 一种基于香豆素氟离子荧光探针的合成、表征及性能

测试——“科研反哺教学”在有机化学综合实验教学中的探索与实践[J]. 大学化学, 2024, 40, 1-9。

(2) 合作发表教改论文 1 篇: 李一鸣, 王本花, 魏保生, 宋相志, 罗一鸣, 喻桂朋. 星状多席夫碱的设计及多途径合成及表征——介绍一个化学科学训练综合实验[J]. 大学化学, 2023, 38, 61-66.

(3) 构建了“师生讨论+创新训练+毕业论文”相结合的实践教学体系。学生在教师指导下, 通过参与科研讨论、开展创新实验训练, 并将研究成果融入毕业论文, 系统培养了独立从事科学研究的能力, 增强了科学创新意识。

本项目的实施具有持续性和永久性, 所有化学理科拔尖班学生均可受益。基于化学化工学院有机实验安排, 每年上半年统一开设《有机科学训练》, 预期每年受益学生人数超过 30 人。另外, 本项目对普通班的有机化学实验教学也具有示范和引领作用, 将会使化学及医科、材料学科等学生通过这种实验教学而受益。

## 五、特色和创新点

### (1) 科研项目驱动教学

教师科研项目的大量增加和科研水平的不断提高, 为学生的毕业实习、毕业设计和竞赛选题等提供了丰富的研究课题和研究内容。学生通过参与科研实践, 不仅在实践中深化了课程知识, 还显著增强了提出问题、分析问题和解决问题的能力, 培养了创新精神、创新意识和创新能力。

### (2) 科研反哺实验教学

从科研反哺实验教学的视角出发, 对“有机科学训练”课程进行教学设计。这种设计不仅丰富了实验项目, 解决了传统实验项目内容陈旧的问题, 还实现了科研与教学在实验课程上的深度融合, 使学生能够直接接触到科研前沿, 提升实验教学的实效性。

### (3) 本科毕业论文导向

以本科毕业论文为导向, 优化人才培养过程。论文是本科生教育的重要考核环节, 也是实践性教学的关键环节。学生在前期参与科研创新训练的基础上, 继续参与教师的科研课题, 通过查找文献、提出科学问题、自主设计实验、完成实验并整理实验结果成文, 系统提升了运用专业知识分析和解决问题的能力, 为后续的学术发展和职业发展奠定了坚实基础。