

# 提升制药工程专业学生有机合成技术的教学改革探索

张向阳 徐清华 李林玲 黄小兵\*

湖南文理学院 化学与材料工程学院

**摘要:** 医药产业能提供大量药物合成类岗位, 然而制药工程专业本科生拥有过硬的有机合成技术方能胜任此类岗位。因此, 地方本科院校需强化此类专业学生的有机合成技术。本文阐述了有机合成技术类课程改革的必要性, 分析了有机合成技术类课程的特点和现状, 重点探索了有机合成技术类实验课程教学内容、教学模式和评价方式的优化方向, 并提出相应举措。此改革探索有助于促进学生熟练掌握中高级有机合成技术, 适应新时代医药领域对有机合成技术人才的需求。

**关键词:** 制药工程; 有机合成技术; 教学改革; 适应; 医药产业

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2024.04.009

## 一、有机合成技术类课程改革探索的必要性

国家一直期望高等学校能提升应用型或创新型本科人才的培养质量。2023年, 教育部文件《以学科优化提升人才培养质量》提出了学科专业调整和人才需求衔接不紧密、人才的培养和社会需求合拍度低等问题。我国高等教育在步入普及化和深入发展阶段之后, 如何能满足多样化和个性化的发展需要, 进一步强化化学学科专业建设和提高人才自主培养的整体质量, 为中国式现代化建设提供服务支撑已成为高等教育的一项重大课题。随后, 中共中央、国务院印发的《深化新时代教育评价改革总体方案》也强调教育工作者应建立应用型本科的评价标准, 凸显培养相应专业能力和实践应用能力<sup>[1]</sup>。为实现生产建设中技术应用型人才培养, 高校从“知识导向型”向“应用导向型”转变迫在眉睫。因此, 把“应用”作为对象特征来构筑有机合成技术类课程是制药工程专业教师须要深入思考的问题之一。

各大招聘平台上对口本科生的有机合成技术类岗位, 都要求学生能熟练操作常规有机反应和特殊有机合成反应。比如, 有机合成研究员强调了学生能熟练操作常规和特殊有机合成反应, 且能清晰、完整地实验记录及报告的撰写, 参与文献检索, 合成或工业路线设计, 以及实验室设备的日常维护; 有机合成助理研究员要求学生能对有机化合物的合成路线有自己的想法; 合成实验员要求学生能够进行有机小分子、药用高分子材料合成试验, 产物检测与表征以及相关产品的研发或改进; 有机合成工程师要求学生能熟练掌握有机合成基本理论和简单有机小分子合成路线设计、产物分离技术及其结构鉴定; 有机化工合成专员要求学生能设计合成路径, 完成化合物的合成与表征, 撰写实验总结报告, 有较好的英语阅读能力; 制剂研究员、精细化学品开发员

对学生地有机合成技术都有明确要求。不言而喻, 地方本科院校注重制药工程专业学生有机合成技术的提升, 可以让他们快速地胜任上述岗位。

## 二、有机合成技术类课程的教学现状

为适应新时代医药产业对制药工程专业本科生的要求, 地方本科院校正在狠抓有机合成技术类实验课(有机化学实验、有机合成实验、药物合成实验等)和理论课(精细化工工艺学、制药工艺学、药物化学等)的建设<sup>[2]</sup>。开设上述课程旨在提升学生的有机合成技术, 但此类课程目前存在一些问题<sup>[3]</sup>。例如, 实验教学内容缺乏研究性和创新性, 综合实验不多, 实验技术相对落后, “学与用”之间的距离较大, 平时实验过程的考核不丰富, 绿色化学理念不深入等。在上述理论教学上, 章节之间联系不紧密, 教学模式较单一, 内容与实际生产相关度不够, 合成题的逆合成分析训练不多, 课堂活动偏少, 师生互动性不强等。这些存在的问题不利于提升学生的有机合成技术。

在制药专业的课程体系中, 有机合成技术类课程多。如何真正让学生掌握好有机合成中现代科学仪器的综合应用, 知晓前沿技术, 以及如何掌握好有机合成类实验原理和高级有机合成实验技能, 这需要教师创建以培养实践能力为导向的有机合成技术类课程。此外, 有机合成技术类课程还应侧重科教融合、综合应用和系统探究, 以培养学生的“精通”和“熟练”为目标, 引导学生从做“基础实验”向做“设计实验”转变。

统计我省地方高校制药专业课程后, 我们发现关于有机合成技术的课程门类繁多。例如, 设置了《有机化学》《有机合成》《精细化学品与工艺学》《有机合成工艺学》《化工工艺学》《现代有机合成方法学》《制药工艺学》《药物化学》《现代有机合成》《精细有机

合成技术》《精细化学品合成与应用》《有机合成工技能训练及考工》《化工过程分析与合成》《现代精细化工》《仿生合成》《电化学催化与合成》等理论课；《有机化学实验》《药物合成实验》《创新实验》《制药工程综合实验》等实验课。一直以来，上述课程各自为营，忽视了课程间的横向联系与交叉关系。许多地方本科院校的有机合成技术实验缺少研究性，未融合许多岗位要求<sup>[4]</sup>。此外，调查问卷也表明：有机合成技术类理论课在授课时，70%的教师主要采取PPT结合板书的教学方式灌输，而利用雨课堂、学习通等辅助教学的活动偏少；33.68%的同学认为有机合成技术类理论课中的知识点庞杂，只有近50%的同学认为自己的思维能紧跟上课节奏；55%的同学课前未预习；在有机合成类实验方面，54.74%的同学对其感兴趣，33.68%的学生认为设计实验有趣。可见，我们有必要整体设计，构建有机合成技术类课程群，让课程之间形成教学合力。

### 三、有机合成技术类实验课程的改革探索

#### (1) 协同建设有机合成技术类课程

有机合成技术类课程群建设的基本理念是把内容联系度高、内在逻辑性强的课程整体建设，把握好课程内容的分配和实施。同时其建设可借鉴二元制（职业培训模式）、CBE模式（以能力培养为本位）、MES模式（模块式技能训练）等模式。由于这些模式强调与企业紧密合作，以技能培养为主线，有助于我们形成能力脉络明晰的有机合成技术类课程群<sup>[5]</sup>。例如，《有机合成》主要介绍最基本的合成知识，《药物合成设计》则应侧重介绍新颖合成方法、路线的设计；《药物合成实验》在实验内容设计上应高于《有机化学实验》，深度可以更高；《有机化学》《精细有机合成》《制药工艺学》三门理实一体化的课程，应根据企业需求，从理论基础、技能基础、综合应用、能力四个方面拓展。综上所述，有机合成技术类实验课程转换为“专业-课程群-课程”模式后，能解决课程之间内容重复率高的问题。在缩减学分的背景下，这种模式也能较好地解决如何实现课程目标达成的问题。

#### (2) 精细化基础性实验、强化自主研究型实验

有机化学实验能使学生熟练基础性操作，深化对有机化学基本概念和原理的认识。高级有机合成技术类实验课应在此根基上，择选涉及无水无氧操作或薄层柱层析操作的研究性高水平实验，这样能螺旋式上升学生的有机合成技术。开设“高阶性”的实验顺应了有机合成领域的发展趋势，能提升学生实验的综合能力，有助于

于学生将理论知识运用于实际操作，适应岗位对有机合成技术应用型人才的需求。

自主研究型实验是指学生按照文献分析、合成操作、产物纯化、产品鉴定等有机合成研究规定的模式进行。换言之，在合成实验当中，教师可以适当“留白”，让学生在课余时间查阅资料，分组讨论。教师给出合成实验项目，学生通过查询文献资料或利用搜索数据库（Reaxys或Scifinde）来设计实验方案、实验步骤，还可以与同学探讨方案的可行性，再将确定的方案交给老师指导。同时在老师指导下，学生反复完善自己的合成路线。最后，教师考虑方案的合理性、原料的易得性、实验安全性后，让学生执行实验方案。学生在实验过程中，规范地记录反应现象，对产生的问题及时反馈，同时教师帮助其解决问题。

### 四、有机合成技术类实验课程教学模式的优化

目前学生完成教学计划内的验证性实验后，难满足企业岗位对本科人才的需求。因此，我们需要深入调研有机合成技术类工作岗位的要求，在教学中要求学生写好实验项目的实施计划，知道学习任务的目的是要求，明确仪器设备的安装、维护、操作方法，以及实施操作中可能出现的问题及相应的解决措施。我们也可以针对性地提出关于实验操作的问题，让学生带着问题去学习，并尝试解决问题。此外，我们还可以在“雨课堂”中发布调查问卷，收集学生感兴趣的有机合成技术或有机化合物的话题，教师筛选后推送相关文件。同时可将其引入合成实验当中，这样学生更有参与感，学习兴趣也将上升。指导教师与学生一起讨论、交流和工作，营造出以学生为中心的学习环境，有助于学生有机合成技术能力的提高。对于一些新接触或较复杂的操作，老师可以先做出示范，学生再模仿学习。

有机合成技术实践训练不足是制药工程专业学生毕业后想从事与有机合成相关工作的主要障碍。因此，学校要想办法为制药工程专业学生提供参观学习和实践机会，缩短了“学”与“用”的距离。学校也应该寻求有实力的企业长期合作，定期组织学生和年轻教师到企业实习，让学生在实习中学习最新合成技术、接触最新设备，实施毕业实习、毕业设计、就业一体化。此外，调查有机合成类岗位需求后，我们发现部分工作要求学生既能看懂英文文献，也能用英文写实验报告。因而，地方本科院校应该帮助学生能用英文完成实验报告记录和书写，借助工具阅读英文参考文献。

### 五、优化有机合成技术类实验课程评价体系

全面考核有机合成类实验课能正确引导学生，也能对他们的学习效果与知识应用能力进行监测。调查发现，50%的学生未预习有机合成技术类实验内容，绝大多数学生空着脑袋进入实验室。学生仅依靠老师十五分钟左右的讲解，难以高质量地完成实验内容，容易忽视许多实验细节。实验考核通常以学生的实验报告为主要参考依据，这种评估方式过于强调产率这一依据来评判实验质量，而忽视了实验过程对学生实验技能的培养<sup>[6]</sup>。这样的考核制度体现不出评价的全面性。针对过程性评价不够丰富，我们可以采取以下措施：

一是强化实验报告的比重。有机合成类岗位（如有机合成研究员、有机化工合成专员等）明确要求，应聘者需要写出清晰、完整地实验记录、实验报告的书写，因此教师应该强化实验报告的比重。实验记录不仅仅是一个简单的实验过程，更重要的是对学生动手能力、思维能力、实验技能等多方面能力的培养，要将其纳入最终考核成绩当中。这样做有助于学生养成良好的实验习惯，可以为将来继续进行科学研究，或者从事相关实验工作打下牢固的基础。为了让学生更好地完成实验报告，教师可以提供多种实验报告模板，并进行解读。

二是提高平时成绩的考核。学生的实验考核应把平时考查作为主要，可占总分的60%。平时成绩又可以分为预习报告10%+课堂提问10%+实验基本操作40%+实验报告成绩40%。在平时成绩给定中，对实验课上有独立见解或创新的学生加以适当的鼓励分数。另外，为给出客观的实验操作分，还可以借助实验室的录像。

三是课程结束后，安排期末考试（占总分数比的40%）进行学习成效的检测。期末考试中的笔试成绩和操作考试成绩可以各占比50%，且笔试内容应精选目标物合成涉及的反应机理、合成路线、实验注意事项及后处理方面的理论知识。其中的题目要充分体现综合性，能融合一些创新元素，答案多样化，且分数占比要超过40%。内容不仅仅局限于课本，还可以来源于教师所讲解的各种关于有机合成技术的案例。实验操作考试包含实验台面的布局、仪器的规范组装、目标产物的制备流程的熟练程度等。学院可以建一个操作演练室，学生可以利用业余时间进行对应项目的仪器组装的操作训练。同时教师提前发放实验规范操作评分标准，让学生对标进行训练，知晓自己的不足。操作考试成绩主要由评阅学生录制的操作视频的分数和实验室随机操作考试的分数两部分组成。这种新的考核方式实现了横向和纵向相

互交叠，对学生的实验评价比较具体、客观、全面、科学。此考核方式也倒逼学生会更加自觉主动做事，而非敷衍应付，会更加规范实验操作，而非滥竽充数，最终显著提高学生动手动脑的能力。

### 结语

本文从教育部改革工科专业的方向和社会岗位需求分析了地方本科院校提升制药工程专业学生有机合成技术的必要性。针对有机合成技术类课程现状，提出了一些措施，为地方本科院校提升制药工程专业学生有机合成技术提供了思路。通过实施上述措施，可以让学生更适配企业的岗位，提高就业竞争力。

### 参考文献

- [1] 刘振天, 赵志强. 趋同与分化: 高校分类发展双轨体系的难题及破解[J]. 中国高教研究, 2023, (02): 40-49.
- [2] 李元祥, 雷素芳. 地方高校制药工程专业药物合成实验教学体会与思考[J]. 广州化工, 2016, 44(08): 185-187.
- [3] 陈纪龙. 制药工程专业课程体系改革探索[J]. 中国医药工业杂志, 2023, 4(09): 400.
- [4] 江海霞. 浅谈本科制药工程专业建设中的实验教学[J]. 广州化工, 2018, 46(02): 159-160.
- [5] 钱清华. 理实一体化有机合成技术课程教学改革与实践[J]. 化工时刊, 2015, 29(03): 52-55.
- [6] 张寒梅, 周艳, 吕瑞. 应用型人才培养目标下的精细有机合成技术教学探索[J]. 山西青年, 2018, (23): 25-26.

作者简介: 张向阳(1983-), 男, 汉族, 湖南常德人, 博士, 副教授, 主要从事制药工程课程体系的研究;

徐清华(2000-), 女, 汉族, 湖南邵阳人, 本科, 主要从事有机合成的研究;

李林羚(1988-), 女, 汉族, 湖南常德人, 博士, 讲师, 主要从事药物合成的教学。

通讯作者: 黄小兵(1979-), 男, 汉族, 湖北随州人, 博士, 教授, 主要从事校、企共建课程的研究。

基金项目: 湖南省普通高等学校教学改革研究项目新工科背景下构建适应地方需求的制药工程专业“三力协同、理实相融”培养体系(HNJG-2022-0944); 湖南省普通高等学校教学改革研究项目(HNJG-2023-0915)。