

学术型本科人才培养视角下《结构化学》教学改革与实践

刘文举^{1*}, 牛庆媛², 申艳敏¹, 党丹¹, 王涵¹, 白红娟¹

¹河南工业大学化学化工学院, 河南 郑州

²郑州轻工业大学材料与化学工程学院, 河南 郑州

收稿日期: 2024年5月23日; 录用日期: 2024年7月16日; 发布日期: 2024年7月25日

摘要

《结构化学》作为化学学科的一门基础理论课程, 从微观角度研究了电子结构与空间结构的关系。该课程的学习对培养创新能力和研究能力的学术型本科人才具有重要意义。然而, 结构化学的内容抽象、理论性强, 是本科阶段化学学科最难的学科之一。为提高学生学习的积极性与学术能力, 特对本课程进行了教学改革: 紧跟学科发展前沿, 采用多元化教学方式, 优化考核方式, 让学生走进实验室加入教师科研项目。

关键词

学术型, 结构化学, 教学改革, 教学实践

Teaching Reform and Practice of *Structural Chemistry* on the Training of Undergraduate Academic Talents

Wenju Liu^{1*}, Qingyuan Niu², Yanmin Shen¹, Dan Dang¹, Han Wang¹, Hongjuan Bai¹

¹School of Chemistry and Chemical Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan

²College of Materials Science and Chemical Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou Henan

Received: May 23rd, 2024; accepted: Jul. 16th, 2024; published: Jul. 25th, 2024

Abstract

Structural Chemistry, as a fundamental theoretical course in the field of chemistry, studies the re-
*通讯作者。

文章引用: 刘文举, 牛庆媛, 申艳敏, 党丹, 王涵, 白红娟. 学术型本科人才培养视角下《结构化学》教学改革与实践[J]. 创新教育研究, 2024, 12(7): 420-424. DOI: 10.12677/ces.2024.127484

relationship between electronic structure and spatial structure from a microscopic perspective. The study of this course is of great significance for cultivating undergraduate academic talents with innovative and research abilities. However, structural chemistry is abstract and highly theoretical, making it one of the most challenging disciplines in undergraduate chemistry. In order to improve the enthusiasm and academic ability of students, a teaching reform has been carried out for this course: keeping up with the forefront of subject development, adopting diversified teaching methods, optimizing assessment methods, and allowing students to join teacher research projects in the laboratory.

Keywords

Academic Type, Structural Chemistry, Teaching Reform, Teaching Practice

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

学术型人才，顾名思义，就是具备深厚的学术背景、研究能力和创新思维的高层次人才，在推动科学技术的进步和社会的快速发展方面扮演着至关重要的角色。因此，培养学术型本科人才已成为我国战略需求和科技创新的需要，同时也是学术型高校办学的方针目标。基于《普通高等学校本科教育教学审核评估指标体系》(试行)的学术型/应用型人才培养释义，与突出培养实践应用能力的应用型人才不同的是，学术型人才培养注重夯实理论基础，科教融合，突出培养学生创新能力和研究能力[1]。然而，高校的大部分课程在教学方法、教学目标与教学内容上，针对学术型本科人才培养的研究与创新并不多。

结构化学作为高校化学专业本科生的基础主干课程，是一门在原子、分子水平上研究物质的结构与性能间关系的学科，也是一门直接应用多种实验手段测定分子结构与性能的实验科学[2]。该门课程的学习使学生更加清楚“结构决定性质，性质反映结构”的基本原理，从而在更高层次上培养与提高学生的逻辑思维、认识化学问题的深度与广度等科研素质。本文以《结构化学》课程教改创新为例，探索其在高校培养学术型人才中的实践，希望对学术型高校在相关课程的改革提供参考与借鉴。

2. 结构化学教学现状分析

结构化学不仅包含化学相关内容，而且也包含了量子力学、高等数学和现代物理等相关内容，是一门理论性极强的学科。与其他专业课相比，结构化学理论概念抽象难懂，对学生的数学基础、物理知识、逻辑思维能力以及空间想象能力等都有较高的要求[3]。因此，结构化学被化学专业学生公认为既难教又难懂的课程，有化学界“天书”之称。

另一方面，大部分高校教师仍采用“讲授式”传统教学模式进行教学[4]：课堂教学以教师为中心，注重理论知识的灌输与讲授，并且将结构化学的知识点孤立地呈现给学生，既缺乏了对知识点之间的联系和整体逻辑的阐述，也忽略了学生的个体差异和学习特点，更是难以将实际应用引入到课程教学中。这就导致学生对结构化学的学习兴趣和主动性不足，学生参与实践的机会有限，对培养学生的创新思维和学术科研能力是不利的。

3. 以学术型本科人才培养为导向的结构化学课程教学改革措施

在结构化学课程教学改革过程中，需要将学术型本科人才的培养作为重点与关键。在这一过程中，

我们要以课程为本位，重视强化基础科学知识，注重学术型知识与课程知识相结合。经过系统的学科理论教育和专门的思维训练，本科生具有比一般人更强的批判精神、原创意识与思辨能力，可以探求事物的本质和规律，将结构化学中的客观规律转化为科学原理。

为达成这一人才培养目标，我们要进一步强化教学模式改革，结合学生特点，选择最为合理的教学方式，帮助学生掌握更多的结构化学专业知识。在具体改革工作落实中，我们要做到以下几点：

3.1. 更新教学内容，紧跟学科发展前沿

《结构化学》的课程内容既是化学学科的重要理论基础，又与前沿科学研究有着紧密的联系。这就要求教师提炼出系统性、整体性、思辨性和科学性的教学内容，从而达到系统开阔学生视野及培养学生创新能力和研究能力的目的。

结构化学中的很多知识点都是当前化学研究的热点问题，比如晶体结构、手性杂环合成、共轭体系的结构与性质等。通过将国内外最新研究成果引入到课堂教学中，既可以让学生加深对所学知识的认识，也可以有效启蒙学生对科学研究的理解，激发学生学习结构化学和参与科学研究的兴趣[5]。

比如，为了让学生深刻理解“结构决定性质”这一理论，我们浅显易懂地为学生引入了科学研究热点材料——“最黑”的材料，又称“纳米碳管黑体”，是目前世界上已知最黑的物质，能够吸收高达99.965%可见光波段电磁辐射，并给学生图文并茂的介绍该超黑材料的应用[6] [7]：一、超黑材料具有消除照相机、摄像机和望远镜镜头的干扰光、提高光学仪器的灵敏度的特点，完全不发生光反射的超黑材料是探索未知宇宙的有利工具；二、超黑材料还是一种理想的伪装涂层材料，可以隐藏高低起伏的物体轮廓，让轮廓“消失”在我们的视线中；三、超黑材料还可以用于军工领域的特种装备。

又如，教学“结构同构性和异构度”这一部分内容，我们引入最新研究成果：潘锋团队探索和构建了基于图论的结构化学新范式[8]，其特征是将原子或结构基元作为点并用点的连接方式来识别结构同构性和异构度，便于发现结构演化过程，并利用同步辐射 X 射线和中子大科学装置的高强度、高空间和时间分辨率测量结构局域排序和连接方式及其动态演化过程。

3.2. 加强教学方式改革

在结构化学的教学过程中，我们提倡研究型教学模式，采用案例式教学、互动式教学、发现式教学等多元化的教学形式，通过师生互动、双向交流的方式，引导学生自主剖析、学习，突出理论知识与学科前沿融合。

第一，对课程中抽象的内容比如晶体，可以借助 CrystalMaker、Diamond、Materials Studio 等软件制作晶体结构的立体图或者晶体运动过程的视频，形成直观生动的教学情景，加深学生对晶体学基础、晶体的宏观对称性、晶体的微观对称性等相关知识点的认识，提升学生的空间想象力。

第二，在课堂教学中，教师要充分发挥引导作用，提出问题，引导学生思考与探索。例如，在学习“态叠加原理”后，让学生以小组的形式讨论“实验上如何实现态叠加？本征态波函数叠加后还是本征态吗？”引导学生主动思考、查阅文献、讨论与发言。学生提供的答案往往不够全面，教师可以引导学生总结归纳，给学生更多自主学习的机会，使学生在获取知识的同时又获得自我创新与实践的能力。

第三，结构化学知识点繁多，学生如何有效地理清思路、整合信息、提高学习效率成为了迫切解决的问题。思维导图作为一种有效的思维工具，具有图像化表达、结构清晰、促进联想和创新、方便修改和更新、提高工作效率等诸多优势，为课堂教学提供了一种全新的思维方式。利用思维导图，可以为学生清晰地展现出结构化学知识点的结构和层次关系。不同的知识点可以通过中心节点和分支节点来展开，形成一种层次分明、结构清晰的思维框架。鼓励学生学会使用思维导图软件，将所学结构化学的知识点

提炼出来，从而有效地帮助学生预习、复习巩固知识，提升学生的学习兴趣与学习能力。

3.3. 信息技术在教学中的应用

计算机科学技术的迅速发展，使信息技术与网络技术应用于教学获得了普及。很多教师借助信息技术开发了丰富的教学资源，建立了新的教学技术[9]。通过网络与多媒体技术，教师将视频、图片、声音等元素生动形象地融入课堂教学中，使学生更容易接受知识点。通过网络，实现了教师与学生或学生与学生之间的交流与协作，促使了学生化被动为主动地获取知识，为培养学生的创新能力和创造能力提供了有力的支撑。为了使学生快速高效地利用网络资源，教师提供结构化学重要知识点，让学生借助于网络资源(如中国知网、万方数据库、哔哩哔哩等视频网站上结构化学相关课程、国内知名高校的网络课程等)检索更适合自己的学习资料。教师也可以利用信息技术搭建网络平台，比如我们借助学习通、微课等网络平台上传了教学视频、PPT 课件、章节习题与试题等，实现了在虚拟教室中进行在线教学与师生间的交流互动，及时解决了学生的难点问题。

3.4. 理论与实验相结合

结构化学是一门直接应用多种近代实验手段测定分子静态、动态结构和静态、动态性能的实验科学，例如通过实验测试技术如 X 射线衍射仪、核磁共振等确定分子的三维结构，从而加深学生对分子的性质和行为的理解。此外，我们会合理安排相关课时让学生进行结构化学的实验操作与分析，比如我们为学生设计了磁化率的测定实验：每 6 人为以小组，利用磁天平测定亚铁氰化钾和硫酸亚铁的摩尔磁化率，让学生求金属离子的磁矩并考查电子配对情况。通过课堂理论知识与实验相结合的模式，可以培养学生通过实验分析问题、解决问题的学术能力。

3.5. 以研促教式教学[10]

高校教师大都具有自己的科学研究方向和相关的研究课题，教师可以将相关领域的前沿研究成果和科研动态介绍给学生，并鼓励学生走出教室，走进实验室，积极主动的参与教师的研究课题。在教师的引导下，学生完成相关的文献调研、实验操作、数据处理等相关工作，在此过程中让学生将结构化学理论知识与科学研究技能相结合，让学生感受到其科研能力、实践能力和综合素质都有提高。

4. 优化考核方式

传统的考核方式主要以期末考试成绩(70%)和平时成绩(30%)为主，这种考核方式只注重书本知识，考试形式单一，考试内容套路化，难以真实全面考核学生的综合素质，颠倒了考试为教学服务的主次关系。为了适应学术型本科人才的培养，激发学生的学习兴趣，训练学生的思维，培养学生的创新能力与学术能力，我们需要优化结构化学的考核方式：以综合考评为基本原则，实行灵活多样的考核方式，确定综合成绩的合理构成比例，引入实践教学的考核等方法，最终改善教学效果。现行考核阶段，综合成绩 = 平时成绩 30% + 实验成绩 20% + 期末成绩 50%。平时成绩包括课前预习、课堂讨论、作业、思维导图、科研小论文等几个部分。实验成绩主要考查学生实验预习情况、动手操作能力、实验结果处理与分析等。期末考试则是对课堂重要知识点的考查。

我们采用调查问卷的方法评价了优化后的考核方式在学生在学习过程中所起的作用，此问卷调查对象是河南工业大学化学化工学院 2020 级化学专业的学生，共 104 人参加了问卷调查，得到有效问卷 102 份，有效问卷占 98.1%。调查结果显示，93.2% 以上的学生赞同课堂讨论、作业、思维导图、科研小论文等所起的作用，90.6% 的学生对实验环节表示了肯定，学生对结构化学教学改革的满意层度达到 92.8%。以改革前学生综合平均成绩 78.6 分相比，改革后学生的综合平均成绩达到了 87.5 分，成绩有了显著提高。

改革后的课程评价体系意义在于，考核的内容是多维度的，多数考核内容带有主观能动性：为按时完成各个知识点的思维导图、科研小论文，学生需要翻书、查阅资料的频次明显增加；实验更是锻炼了学生动手能力与分析能力。通过多维度、多元化课程考核方式，培养了学生获取知识的主动性，督促了学生学习，取得了良好的教学效果。

5. 与时俱进，追踪研究，建立反馈，持续改进

《结构化学》虽偏重理论基础，但它的应用越来越多广泛，最直观的表现是越来越多的科研文章以结构化学为基础进行理论支撑。因此在教学过程中，授课教师应追踪国内外与《结构化学》相关领域的最新研究成果，丰富教学素材，开阔学生视野，激发学生的学习兴趣和对科研工作的热情。

此外，授课教师通过与学生之间建立良好的交流和反馈模式来评估教学效果：一方面可以充分利用课间休息时间和学生进行对话交流，另一方面可以借助匿名问卷调查的模式了解教学改革存在的优势与劣势，对教学改革存在的优点要积极推行，对存在的缺点要及时调整。

6. 结束语

总之，在《结构化学》课程教学中，要培养具备深厚的学术背景、研究能力和创新思维的学术型人才，教学改革势在必行：更新教学内容，采取多元化的教学形式，结合实验教学，并鼓励学生走进实验室，参与教师的研究课题。采取的教学改革提高了学生学习结构化学的兴趣，夯实了学生理论基础，科教融合，强化了学生的综合素质。

基金项目

河南省本科高校研究性教学改革研究与实践项目；河南省本科高校研究性教学改革研究与实践项目(2024SJGLX0330)，河南工业大学2023年度教育教学改革研究与实践项目(JXYJ2023016)。

参考文献

- [1] 杨现锋, 陈华, 刘鹏, 陈曙光. 面向学术型人才培养的本科生高年级专业选修课课程资源建设实践[J]. 百科论坛电子杂志, 2023(9): 172-174.
- [2] 许世红, 聂融, 何丽君, 霍彩霞. 基于学生为中心教育理念的结构化学课程教学策略与实践[J]. 甘肃高师学报, 2023, 78(5): 75-79.
- [3] 李会吉, 孙海杰, 冯世柳. 结构化学教学策略的探索与创新[J]. 职业教育, 2022, 11(1): 12-18.
- [4] 王卫东. 关于我校物理化学、结构化学教学改革的探讨[J]. 昭乌达蒙族师专学报(汉文哲学社会科学版), 2000(3): 52-54.
- [5] 杨艳良, 段英, 孙晓甜. 结构化学课程教学的实践与思考[J]. 内江科技, 2023, 44(5): 118-119+51.
- [6] Abramowitz, R. (2020) Vantablack. *American Poetry Review*, **49**, 28.
- [7] Donnelly, T. (2023) Notes on Flow, and: Vantablack. *The Hopkins Review*, **16**, 23-24. <https://doi.org/10.1353/thr.2023.0035>
- [8] Wang, Y.-H., Zheng, S.S., et al. (2021) In Situ Raman Spectroscopy Reveals the Structure and Dissociation of Interfacial Water. *Nature*, **600**, 81-85.
- [9] 崔月芝, 王晓, 田燕, 邢殿香. 基于信息技术的有机化学教学模式改革实践[J]. 教育信息化论坛, 2024(1): 3-5.
- [10] 史小慧, 刘青云. 结构化学“双线”融合教学模式探索[J]. 科教导刊(电子版), 2022(11): 252-253.