

## 生物类交叉课程中催化知识的有机融入探索与实践

张健康<sup>1\*</sup>, 覃勇<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>西北工业大学生命学院 生物与催化交叉研究中心 陕西西安

<sup>2</sup>青岛科技大学材料科学与工程学院 山东青岛

**【摘要】**学科交叉已成为当今科学发展的重要特征及未来科学发展的必然趋势。尤其是在生物、材料及化学领域，其知识体系交错缠绕且相辅相成。生物类专业中许多课程都会涉及到化学学科催化领域的专业知识，如催化材料的设计合成及催化反应机理；尤其是生物类专业的交叉课程中，往往涉及到更多的催化知识。因此，在生物类专业的交叉课程中有机地融入催化专业知识，进行相关的探索与实践尤为必要。基于多年教学经验，我们提出“讲好催化故事，服务生物课程”的理念，并在生物类交叉课程中适当加入生物催化相关的实验，以增强学生的交叉创新思维及实践能力。

**【关键词】**学科交叉；生物类交叉课程；催化知识；生物催化交叉实验；纳米酶

**【基金项目】**西北工业大学教育教学改革研究项目“交叉类课程教学过程中多方协同的育人模式探索”(项目编号: 2024JGY79); 西北工业大学学位与研究生教育研究基金项目: “总师型”工程博士研究生学科交叉培养的探索与实践(2025HZ024)

**【收稿日期】**2025 年 4 月 6 日

**【出刊日期】**2025 年 5 月 8 日

**【DOI】**10.12208/j.jccr.20250001

### Exploration and practice of organic integration of catalytic knowledge in biological interdisciplinary courses

Jiankang Zhang<sup>1\*</sup>, Yong Qin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Interdisciplinary Research Center of Biology & Catalysis, School of Life Sciences, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi

<sup>2</sup>School of Materials Science and Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao, Shandong

**【Abstract】**Disciplinary intersection has become an important feature of modern scientific development and an inevitable trend for future scientific development. Especially, the knowledge of biology, material and chemistry is intersected and complementary. The catalytic knowledge of chemistry discipline is involved in many courses of biology majors, such as design and synthesis of catalytic materials and catalytic reaction mechanism. Especially for the cross-disciplinary courses of biology majors, more catalytic knowledge is generally involved. Therefore, it is highly necessary to integrate catalytic knowledge organically into the cross-disciplinary courses of biology majors, and conduct the corresponding exploration and practice. Based on the teaching experiences of recent years, we proposed the concept of “telling interesting catalytic stories and providing excellent service for the biology courses”, and the suitable addition of biocatalytic experiments related in the cross-disciplinary courses of biology majors, which is beneficial for enhancing the cross-innovation thinking and practical capability.

**【Keywords】**Disciplinary intersection; Cross-disciplinary courses of biology majors; Catalytic knowledge; Biocatalytic cross-over experiment; Nanozyme

#### 1 引言

跨学科交叉融合已成为未来科学发展的必然趋

势。在国家重大战略需求的驱动下，构建协调可持续发展的学科体系，打破传统学科之间的壁垒，促进文理渗

\*通讯作者: 张健康 (1988-) 男, 汉族, 河南省太康县人, 博士, 西北工业大学长聘副教授, 研究方向: 原子层沉积-催化材料的设计合成、选择性催化加氢/制氢、纳米酶催化等

透、理工交叉、医工融合等多形式的交叉, 已成为高校教育改革的重要着力点, 这也是培养满足国家及社会发展需求的复合型高层次创新人才的重要途径<sup>[1-4]</sup>。从近百年来的 300 多项诺贝尔自然科学奖成果也可以看出, 有将近一半的研究是跨学科交叉研究的结果; 物理学、材料学、化学以及生物学和医学之间的边界越来越模糊, 它们之间相互交叉和渗透, 并且产生了大量新的科学生长点。因此, 勇于探索学科之间的“无人区”, 有望取得颠覆性的创新成果。例如, 中国科学院生物物理研究所阎锡蕴院士团队打破传统学科界限, 通过生物、化学、材料、医学等领域研究人员的多年精诚合作, 于 2007 年首次提出纳米酶的概念, 并从酶学角度系统地研究了无机纳米材料的酶学特性(包括纳米酶的催化机制以及酶促反应动力学)<sup>[5,6]</sup>。再者, 中国科学院上海硅酸盐研究所施剑林院士早期从事陶瓷材料制备、介孔材料的合成及其催化性能研究, 后来结合生物医学, 开拓了“纳米催化医学”一个全新研究前沿方向<sup>[7,8]</sup>。中国科学院天津工业生物技术研究所马延和研究员通过结合传统热催化和酶催化的手段实现了 CO<sub>2</sub> 到淀粉的全人工合成, 实现了科学上“从 0 到 1”的重大突破<sup>[9]</sup>。这些重要概念的提出及成果的取得无一不是多学科知识交叉融合的结果。而大学生正值创新意识勃发、创新思维活跃的年龄段, 依托相关课程对大学生进行交叉创新意识的培养及创新思维的训练尤为必要。因此, 在高校设置交叉类的专业及相关课程, 培养具有交叉创新意识的创新型人才, 已成为国内外高校的普遍共识。

生物、化学、环境及材料(即所谓的“生化环材”)是密切相关且相辅相成的四门学科, 是科学之树上同根同源的不同分支。“生化环材”也是中国高校普遍设置的专业, 所修这些专业学生的人数也是占据绝对优势。尤其是对于生物类专业的基础及前沿课程中, 涉及诸多的催化化学及纳米材料知识。例如酶—普遍存在于生物体内并对于维持生命进行起着决定性作用的一类重要物质, 就是典型的生物催化剂; 而随着酶学的发展, 纳米酶—一类具有生物催化功能的纳米材料(纳米生物学和酶学交叉领域), 已成为一个新兴的交叉研究方向。因此, 在生物类专业的交叉课程中有机地融入催化知识, 讲好催化故事, 能够更好的服务于生物类课程。

对于生物类专业课程中的催化知识, 对两者进行有机地融合探索尤为必要。基于我们教学团队多年的教学经验, 并针对教学过程中发现的问题, 我们提出相关教学方法及模式的改革与探索, 探讨如何在生物类课程中有机融入催化知识并进行相关的探索与实践,

拟重点从以下三个方面入手: 在教学课堂上, 润物细无声地融合相关趣味性且富有专业性的催化故事, 讲透生物催化的交叉知识, 以增加学生的学习兴趣; 在实践上, 增加生物催化交叉实验并增加相应的实验课时, 以增强学生对交叉知识点的综合掌握及动手能力; 此外, 条件允许的条件下, 鼓励学生走出课堂, 参加学校所在地举办学术会议, 接受前沿交叉知识的学术洗礼。

## 2 生物类专业课程教学中催化知识的有机融入问题

在生物类专业课程教学中, 涉及诸多纳米催化材料的相关知识。然而, 对于不同学科知识的有机融合仍存在诸多问题。首先, 很多学生存在只须学好自己专业知识的意识, 对不考试的交叉或拓展知识采取不在意甚至排斥的态度; 对于学生能力的评价主要以理论考试为主, 缺乏对学生实践、创新能力的考察; 并且有些学生在一定程度上是为了考试而被动上课, 缺乏学习的主动性及对知识的深入思考, 当然对这些交叉知识的深刻掌握及灵活运用也就无从谈起。再者, 由于教师专业的限制, 在讲好生物专业知识的同时, 讲清讲透并有机融入催化知识是一大挑战。此外, 很多高校缺乏学科交流协作的共享平台, 教学团队不够灵活, 教学模式也存在思维固化等问题。针对上述问题, 我们提出了相应的教学改革建议及措施。

## 3 教学方法及方式改革

首先, 让学生了解学科知识交叉的重要性及必然的发展趋势, 端正学习态度尤为重要。应从学科知识交叉的角度让学生意识到不存在单一或孤立的专业知识, 尤其在学科知识高度发展交叉的今天; 从实际案例让学生意识到“技不压身”的重要性及必要性, 这对于学生今后的深造及从事相关专业工作是非常有帮助的。再者, 从教学方法、方式上进行适当改革也是非常必要的。因为传统课堂上大多以教师的满堂灌输方式为主, 学生不停地被动接受, 这种教学模式很容易使学生产生疲倦甚至厌倦的心里; 加之教学内容陈旧且都是课本上的知识时, 学生更易产生厌倦的心里。因此, 改进教学方法, 采取多元化的教学方式尤为必要, 以提高学生课堂参与的积极性。

### 3.1 改进教学方法, 优化教学方式

改进教学方法, 优化教学方式, 鼓励学生积极参与。(1)恰当的课堂导入比如从某位生物或化学科学家的重大发现开始或以富有启发性的问题来切入相关教学内容, 实现专业知识与思政故事的有机融合, 可有效的激发学生的学习兴趣; 同时, 以互动、幽默的方式和学生

交流亦可活跃课堂气氛。(2)改进教学方法, 采取多元化的教学方式: 开展小组调研与讨论、课堂翻转, 甚至走出课堂参加学校所在地举办的与课程相关的学术会议。尤其是课堂翻转的教学方式可有效提高学生课堂参与的积极性及综合能力的培养: 通过让学生调研相关文献, 可锻炼学生查阅、调研、阅读归纳文献的能力, 并就某一专题(如蛋白质工程化改造、纳米酶的合成及应用、纳米催化医学)开展讨论或演讲, 并可锻炼学生的演讲能力。此时, 角色转变由学生变老师, 学习过程由被动变主动, 学生的心态和积极性是不一样的。在我们的课堂翻转过程中, 有些本科生对 PPT 制作及文献内容的解析程度不亚于研究生的水平, 这也充分说明这一实践过程确实可调动学生的积极性。(3)理论与实践并举: 设置生物催化交叉类型的实验, 以增强学生的动手能力及运用所学知识解决实际问题的能力。尤其是当前各个高校都非常注重大学生创新创业能力的培养, 因此在该类课程中增加相关生物与催化交叉类型实验尤为必要。此外, 灵活组建或调整生物与催化专业教师团队, 或搭建生物、催化等学科交流协作的共享平台, 有利于教师专业水平的提升。真正做到打破学科界限, 营造多学科交叉的氛围, 培养学生交叉创新意识与实践能力, 其关键在于教师首先要有积极主动的交叉意识。

### 3.2 课程内容与科研成果并进

课程内容教学与科研成果是相辅相成、相互促进的。在讲授课程基本内容的同时, 引入经典或最新的相关研究成果, 可启发学生的对课程学习及科研的兴趣, 亦可使学生加深对相关知识点的掌握, 并帮助学生了解相关领域最新的研究动态。比如在课堂中讲授酶催化反应动力学的测定时候( $1/V = K_m/V_{max}[S] + 1/V_{max}$ ), 学生普遍感到比较抽象且晦涩。如果引入相应的科研案例, 例如以纳米酶催化 TMB 显色反应为例(图 1), 求算相应纳米酶对该反应的最大反应速率  $V_{max}$  及米氏常数  $K_m$ , 将会加深学生对知识点的理解和掌握<sup>[10]</sup>。对于 TMB 显色反应, 选择合适的纳米酶(以典型的 Pt 或 Fe 基纳米酶为例), 在温和条件下即可实现对反应的高效进行。通过对比不同纳米酶的动力学曲线或根据米氏方程求算  $K_m$  及  $V_{max}$ , 可从动力学上定量的解释不同纳米酶催化性能差异的原因。该反应相对简单、安全且在温和条件下即可完成实验。因此, 以此实验为案例, 教师讲授完课堂知识可适当增加实验环节甚至让学生设计相关实验, 以考察学生对交叉知识点的掌握运用及动手能力, 并可增强学生对科研的兴趣。此外, 条件允许的情况下, 鼓励学生走出课程, 参加学校所在地所举办的相关学术会议, 接受不同前沿交叉知识的学术洗礼也是另外一种教学模式的探索与实践。

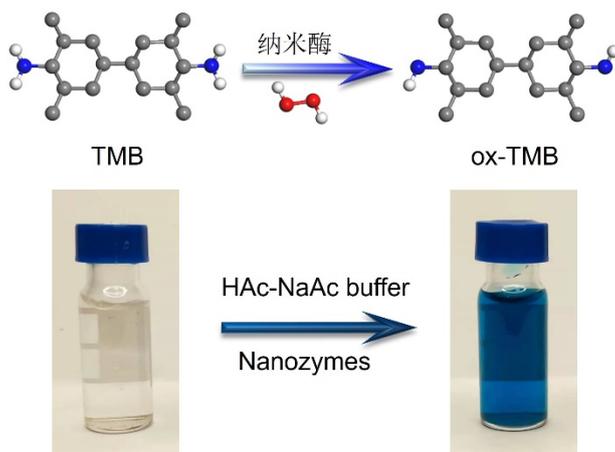


图 1 纳米酶催化氧化 TMB (3,3',5,5'-四甲基联苯二胺)的显色反应

### 3.3 改革课程考核方式

传统的课程考核方式多为期末闭卷或半开卷的考试, 存在一定的局限性, 因为传统的卷面考试不能更好地反应学生对知识的掌握及应用程度(有些高分甚至是学生考前突击的结果), 也不能准确反映学生的真实水平与创新思维能力。此外, 一次定输赢的期末考试普遍会使学生感到一定的压力和产生焦虑的心里。因此,

采用多元化的考核方式并相应的降低期末考试的比重尤为必要。例如, 加大对平时学习表现的考核力度(包括 PPT 演讲、课堂作业、口试等)及提高平时成绩的比例, 可有效打破期末应试考试一次定输赢的弊端。例如, 在课堂反转的 PPT 演讲环节, 在教师给学生打分的同时, 对积极提问的同学给予额外加分(比如 2-5 分); 或者让学生以评委身份参与打分, 就 PPT 制

作是否美观、演讲能力是否突出、演讲内容及逻辑是否清晰等方面给予打分,以提高学生的参与度和积极性。

#### 4 结语

在生物类专业的基础及前沿课程中,往往涉及到诸多的材料催化知识。因此,在生物类专业的交叉课程中有机地融入催化专业知识,并进行相关的教学改革与实践尤为必要。在生物催化知识的交叉部分,通过恰当的课堂导入趣味性且富有专业性的催化故事,在教学环节设置小组讨论甚至课堂翻转环节,可增强学生的主人翁意识并提高其课堂积极性;选择适当的生物催化交叉实验(如纳米酶催化 TMB 显色反应并设计生物传感实验),可增强学生对酶催化及相关动力学等重要知识点的理解与掌握能力,并可提高学生的实验动手能力。通过生物类交叉课程的教学改革与实践,有望提高学生对交叉知识的重视程度及创新实践能力。

#### 参考文献

- [1] 黄舒凡,熊华玉,梁继超.交叉学科人才培养新模式探索[J].创新教育研究,2024,12:48-152
- [2] 阳纯仁,谢辉祥,甘国龙.“双一流”高校交叉学科设置特征分析[J].中国高校科技,2023,7:35-40.
- [3] 姚建年.学科交叉驱动源头创新[J].科技导报,2016,34:8-9.
- [4] 雷长海,李天,胡适.案例教学法在新兴交叉学科课程教学中的探索与实践—以合成生物学课程为[J].创新教育研究,2023,11(8):2079-2087.
- [5] Gao L, Zhuang J, Nie L, Zhang J, Zhang Y, Gu N, Wang T, Feng J, Yang D, Perrett S, Yan X. Intrinsic peroxidase-like activity of ferromagnetic nanoparticles[J]. Nature Nanotechnology, 2007, 2 (9): 577-583.
- [6] 高利增,陈雷,张若飞.阎锡蕴纳米酶:新一代人工酶[J].中国科学:化学,2022,52:1649-1663.
- [7] Yang B, Chen Y, Shi J. Nanocatalytic medicine[J]. Adv. Mater., 2019, 31: 1901778.
- [8] Lin H, Chen Y, Shi J. Nanoparticle-triggered in situ catalytic chemical reactions for tumour-specific therapy[J]. Chemical Society Reviews, 2018, 47:1938-1958.
- [9] Cai T, Sun H, Qiao J, Zhu L, Zhang F, Zhang J, Tang Z, Wei X, Yang J, Yuan Q, Wang W, Yang X, Chu H, Wang Q, You C, Ma H, Sun Y, Li Y, Li C, Jiang H, Wang Q, Ma Y. Cell-free chemoenzymatic starch synthesis from carbon dioxide[J]. Science, 2021, 373: 1523-1527.
- [10] Zhang J, Yang Y, Qin F, Hu T, Zhao X, Zhao S, Cao Y, Gao Z, Zhou Z, Liang R, Tan C, Qin Y. Catalyzing generation and stabilization of oxygen vacancies on CeO<sub>2-x</sub> nanorods by Pt nanoclusters as nanozymes for catalytic therapy[J]. Advanced Healthcare Materials, 2023, 12, 2302056.

**版权声明:** ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**