

交叉学科视角下化学生物学专业创新与科研实践融合教学模式探索

秦佳琪, 王咸文*

安徽医科大学生物医学工程学院, 安徽 合肥

收稿日期: 2025年12月2日; 录用日期: 2025年12月30日; 发布日期: 2026年1月6日

摘要

化学生物学作为化学与生物学深度交叉融合的新兴学科, 其人才培养核心在于创新思维与科研实践能力的协同发展。当前高校化学生物学专业教学模式普遍存在交叉融合不深入、理论与实践脱节、评价机制单一等问题, 难以满足新时代交叉学科人才培养需求。本文基于交叉学科视角, 结合化学生物学利用化学工具解决生物学问题的核心特性, 从课程体系重构、实践平台搭建、评价机制改革三个维度, 提出创新与科研实践融合的教学模式构建路径, 为同类专业教学改革提供参考。

关键词

化学生物学, 交叉学科, 教学模式, 创新思维, 科研实践

Exploration of the Integration Teaching Model between Innovation and Scientific Research Practice in the Chemical Biology Major from the Perspective of Interdisciplinary Studies

Jiaqi Qin, Xianwen Wang*

School of Biomedical Engineering, Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: December 2, 2025; accepted: December 30, 2025; published: January 6, 2026

*通讯作者。

文章引用: 秦佳琪, 王咸文. 交叉学科视角下化学生物学专业创新与科研实践融合教学模式探索[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 458-464. DOI: [10.12677/ae.2026.161065](https://doi.org/10.12677/ae.2026.161065)

Abstract

Chemical biology, as an emerging discipline deeply integrating chemistry and biology, centers its talent cultivation on the coordinated development of innovative thinking and scientific research capabilities. Currently, the teaching models of chemical biology programs in colleges and universities generally face challenges such as inadequate interdisciplinary integration, disconnection between theory and practice, and a single evaluation mechanism, which make it difficult to meet the talent development demands for interdisciplinary fields in the new era. From an interdisciplinary perspective, this paper proposes a construction path for an integrated teaching model of innovation and scientific research practice, leveraging chemical biology's core characteristic of employing chemical tools to address biological problems. The path is developed from three dimensions: curriculum system reconstruction, practical platform construction, and evaluation mechanism reform, aiming to provide a reference for teaching reforms in similar disciplines.

Keywords

Chemical Biology, Interdiscipline, Model of Teaching, Innovative Thinking, Scientific Research Practice

Copyright © 2026 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

21世纪以来,生命科学、化学、医学与药学等领域的深度交叉融合催生了化学生物学这一前沿学科。化学生物学专业打破了传统化学与生物学的学科壁垒,以化学的理论、方法和技术研究生物学术题,通过化学工具调控生命过程,为生命科学、医药健康、新材料等领域的发展提供了全新范式[1]。教育部《关于加强高校基础学科拔尖学生培养计划2.0的意见》明确提出,交叉学科人才培养需强化“创新和实践能力”核心素养的培育。然而,当前国内多数高校化学生物学专业仍沿用传统单一学科的教学模式,难以适应这一高度交叉学科的特点,存在学科壁垒分明、理论与实践脱节、创新能力培养不足、科研实践能力薄弱等问题,与行业发展对复合型人才的需求存在较大差距[2]。此外,由于化学生物学是化学与生物学交叉的前沿学科,其知识体系兼具化学的微观定量性和生物学的宏观系统性,学生在学习过程中也面临多维度的认知挑战[3]。

在新时代高等教育发展的背景下,如何打破学科界限,将科研创新与实践能力培养融入化学生物学专业这一交叉学科教学全过程,成为亟待解决的关键问题。从人才培养规律来看,化学生物学专业教学必须突破“化学+生物学”的简单叠加模式,构建“融合型”教学体系[4]。基于此,本文聚焦化学生物学交叉特性,系统分析现有教学模式的局限性,探索创新思维与科研实践深度融合的教学路径,为高校化学生物学专业教学改革提供理论参考与实践借鉴,旨在培养具备跨学科思维、科研素养和实践能力的复合型人才。

2. 化学生物学交叉学科特征与教学要求

2.1. 化学生物学的学科内涵与特征

化学生物学不是化学与生物学的简单加和,而是通过化学手段解决生物学问题,利用生物学原理指

导化学设计的新型交叉学科[5]。其学科交叉特征表现为：(1) 知识体系交叉：涵盖化学的分子设计、合成方法与生物学的基因编辑、细胞调控等核心知识；(2) 思维方式融合：要求学生兼具化学的逻辑推理能力与生物学的系统思维能力；(3) 研究方法互补：以有机化学合成、结构解析、分析检测技术等化学方法解决生物学中的分子识别、信号传导等关键生物学问题；(4) 动态发展性：学科知识更新迅速，纳米药物、化学探针、金属药物等前沿领域不断涌现，要求教学内容保持高度时效性[6]。这种“化学为体、生物为用”的交叉特性，决定了其人才培养必须打破学科边界，强调知识的整合应用与实践创新。

2.2. 交叉学科背景下的教学核心要求

交叉学科人才培养承载着重要使命：一是培育具备跨学科素养与创新能力的复合型人才，二是通过赋能科技创新，为国家整体发展注入持续有效的动力[7]。因此，在化学生物学专业这一交叉学科的教学中，核心要求需围绕“打破学科壁垒、培养跨界思维、强化实践能力、塑造创新素养”展开，既要兼顾多学科基础知识的融合，又要聚焦解决复杂实际问题的核心能力。以下从知识体系、创新思维能力、实践训练、教学模式四个维度，结合科研与教学的衔接需求，梳理化学生物学专业教学的核心要求：(1) 夯实核心学科基础：要求学生熟练掌握化学生物学专业的核心理论，能够跨学科整合知识解决复杂问题；教师需保持科研敏感度，将自身科研经验(如项目中的交叉协作案例)融入教学，让学生感知知识的实用性与前沿性。(2) 培养创新思维能力：鼓励学生在交叉领域提出新问题、探索新方法，培养批判性思维与原创性研究能力。(3) 加强科研实践训练：交叉学科的教学必须以实践为载体，核心是培养学生的“落地能力”，强化文献检索、实验操作、数据分析、成果转化等实践技能，同时感知科研的严谨性与创新性，适应科研与产业一线需求。(4) 优化教学模式：交叉学科的复杂性决定了传统“教师讲授 + 学生听课”的模式无法满足需求，需构建“跨学科、互动式、项目驱动”的教学模式，不同学科教师组建教学团队，共同设计课程内容、授课与指导实践；以科研问题为导向，将课程内容分解为多个项目任务，学生通过完成项目实现知识的学习与应用；突破教材的局限，将高质量学术论文、科研平台(如纳米表征平台、生物成像平台、机器学习计算平台)作为教学资源，让学生学会从科研资源中获取知识、解决问题[8]。

3. 化学生物学专业现有教学模式的局限性

3.1. 课程体系交叉融合流于形式，知识碎片化严重

当前多数高校化学生物学专业课程体系仍采用“化学基础课 + 生物学基础课 + 专业选修课”的拼接模式，化学课程(有机化学、分析化学等)与生物课程(生物化学、分子生物学等)由不同院系独立开设，内容相互割裂，缺乏真正意义上的交叉融合课程。例如，化学类课程侧重理论推导与实验操作，生物学类课程聚焦生命现象描述与机制分析，两类课程之间缺乏有机衔接，导致学生难以建立跨学科知识体系。此外，课程内容更新滞后于学科发展，前沿交叉领域如化学生物传感、生物正交化学等内容未能及时纳入课程，限制了学生的学术视野。

3.2. 实践教学平台资源分散，科研与教学脱节

实践教学是化学生物学专业人才培养的核心环节，但当前存在诸多问题：(1) 实践平台分散，化学实验室与生物学实验室各自独立，缺乏跨学科共享平台，难以开展交叉性实验项目；(2) 实践内容单一，验证性实验占比过高，设计性、探究性实验不足，学生缺乏自主创新的空间；(3) 科研与教学脱节，高水平科研平台因安全、成本等因素向本科生开放有限，学生难以及时接触化学生物学前沿技术。高校科研资源未能有效转化为教学资源，教师的科研项目与学生实践教学关联性不强，导致学生难以接触真实科研场景。

3.3. 评价机制单一，忽视创新与实践能力

现有教学方式主要是以教师讲授为中心的课堂，学生处于被动接受地位。实验教学多为验证性实验，缺乏探究性设计。学生习惯于按步骤操作、取得预期结果，面对真实科研中的不确定性束手无策。现有评价机制仍以知识考核为核心，采用“期末考试 + 平时成绩”的评价模式，缺乏对学生创新思维与科研实践能力的有效评价。例如，考试内容侧重理论知识记忆，忽视知识应用与创新能力的考核；评价结果注重分数高低，忽视学生的个性化发展与过程性表现[9]。这种单一的评价机制难以全面反映学生的综合素养，也无法有效引导学生重视创新与实践。

4. 交叉学科视角下化学生物学专业课程融合教学模式的探索

4.1. 重构课程体系

打破化学、生物学、医学的学科界限，重组教学内容。(1) 优化化学与生物学基础课程，保留核心知识点如有机化学、生物化学、分子生物学等，同时弱化重复内容，强化两类课程的内在逻辑关联[10]。例如，在有机化学课程中增加生物分子合成章节，在分子生物学课程中融入化学检测技术内容，实现基础课程的有机衔接。(2) 增设交叉融合课程，开设跨学科核心课程，如《化学生物学导论》《化学生物传感技术》等，这类课程以交叉问题为导向，整合化学与生物学知识，培养学生跨学科思维。例如，《化学生物学导论》课程以分子识别与生物调控为核心，引导学生运用化学方法设计生物活性分子，探究其生物学功能。(3) 设置前沿专题课程，邀请行业专家与科研骨干开设前沿专题讲座，如生物正交化学、基因编辑技术、药物化学合成等，介绍学科最新研究进展与应用前景，拓宽学生学术视野。同时，将教师的科研项目转化为课程内容，开设科研导向型选修课，让学生参与真实科研课题的设计与实施[11]。此外，将教学团队在小分子药物设计、纳米医学、肿瘤靶向治疗等领域的最新成果转化为教学案例，促进学生了解化学生物学专业的发展方向与前景。例如，在讲解“DNA 损伤与修复”时，引入课题组关于“铂类抗肿瘤药物的化学生物学研究”项目，从药物作用机制、耐药性问题到新型药物设计，完整呈现科研逻辑链条。综上，在化学生物学专业课程的教学过程中，可开展如下教学模块：① 学科基础融合：讲授基础知识，结合学科跨界案例分析；② 学习“化学工具解决生物医学问题”的核心技术，通过讲授知识，结合实验室参观学习改善教学效果；③ 邀请行业专家讲座，将前沿成果与科研案例结合；④ 开展科研问题导向的前沿文献研讨与科研案例分析，推动课程体系的优化，提升学生学习积极性与主动创新能力。

4.2. 搭建实践平台

化学生物学作为一门以实践为核心导向的交叉学科，其人才培养的核心目标在于锤炼学生的创新思维与实践应用能力，具体可从以下方面开展：保留少量核心基础验证性实验，帮助学生掌握基本实验技能；设置跨学科设计性实验项目，要求学生自主设计实验方案、选择实验方法、分析实验结果。将教师科研项目分解为小型科研课题，让学生以项目组形式参与，培养科研实践能力。例如，清华大学化学生物学专业开展“本科生科研训练计划”，让学生从大二年级开始进入实验室，参与真实科研项目[12]。建设跨学科共享实验室，整合化学与生物学实验室资源，建设化学生物学共享实践平台，配备核磁共振仪、流式细胞仪、激光共聚焦显微镜等跨学科实验设备，为开展交叉性实验项目提供保障[13][14]。例如，南开大学化学生物学国家重点实验室搭建了教学与科研共享平台，实现了大型仪器设备对本科生开放，支持学生开展创新性实验。

基于以上策略，开展“荧光探针的设计、合成与细胞成像”的综合性实验这一课程，可探索性地采用如下方式进行教学：一、跨学科核心操作。1) 探针简化设计与快速合成。设计：提供固定分子模板

(荧光素 - 二硫键 - 甲基连接臂), 学生仅需用 ChemDraw 绘制结构(无需优化), 理解“荧光团(化学)-识别基团(针对谷胱甘肽, 生物学靶点)”的交叉设计逻辑; 化学老师指导学生获得探针粗品, 用于后续实验。2) 跨学科性能验证。在化学老师指导下使用荧光分光光度计快速测试“探针空白液”与“探针 + 谷胱甘肽”混合液的荧光强度(仅记录数值, 无需复杂分析), 观察“谷胱甘肽结合后荧光增强”的化学现象; 在生物学老师指导下学生探究探针如何应用于细胞内谷胱甘肽检测, 在共享实验室直接使用预设参数的激光共聚焦显微镜, 拍摄两组细胞的荧光图像, 直观对比“加探针组有荧光、对照组无荧光”的生物学结果。二、交叉结果分析与总结。1) 数据整合。各小组汇总“化学荧光强度数据”与“生物学成像图片”。教师引导分析: “为什么探针结合谷胱甘肽后荧光增强? 荧光图像如何证明探针进入细胞识别谷胱甘肽?”, 串联化学结构与生物学功能。2) 交叉体验分享。每组用 1 分钟分享“从合成化学分子到看到细胞荧光”的感受, 体会“化学工具解决生物学检测问题”的交叉价值。3) 简化报告。提交 1 页纸报告, 仅含“分子结构、两组荧光数据、两组成像图、1 句核心结论”。这门实验课以“化学工具解决生物学问题为核心逻辑”, 让学生在实践中深度感受化学与生物学的交叉融合魅力, 课堂上既能掌握荧光探针设计合成的化学原理与操作技能, 又能习得细胞培养、荧光成像等生物学核心实验方法, 实现“一门课程、双向赋能”的学习效果。同时, 依托“问题引导 + 结果探究”的教学模式, 有效激发学生的跨学科思维发散, 在串联化学结构与生物学功能的思考中, 潜移默化提升创新实践能力。

此外, 可与科研院所、生物医药企业合作, 建立校外实践基地, 为学生提供科研实习与产业实践机会, 让学生了解行业需求, 提升实践应用能力。

4.3. 建立多维度评价机制

将课堂表现、实验操作、项目报告、科研日志等纳入评价体系, 强化过程性评价, 注重学生学习过程中的成长与进步[15]。例如, 在实验课程中, 采用实验方案设计、操作技能、数据分析以及报告撰写的全过程评价, 占比不低于 60%; 在理论课程中, 通过课堂讨论、案例分析、小组汇报等形式, 考核学生的基础知识应用能力。

设置创新能力评价指标, 如实验方案的创新性、科研项目的原创性、学术论文的发表情况等, 突出创新与实践能力评价; 强化实践能力评价, 包括实验操作技能、项目执行能力、成果转化能力等。例如, 对参与科研项目的学生, 根据其在项目中的贡献、实验成果的科学性与实用性进行评价; 对毕业设计(论文), 重点考核其创新点与实践价值(见表 1)。

Table 1. Detailed grading criteria for evaluating students' scientific research project reports
表 1. 评估学生科研项目报告的详细评分标准

一级指标	二级指标	评分要点	分值
1. 研究选题与意义(15 分)	1.1 选题针对性	是否紧扣化学生物学核心领域; 是否具备创新性。	10 分
	1.2 研究意义与价值	是否明确说明研究的科学意义或应用前景。	5 分
2. 研究设计与方案(30 分)	2.1 技术路线与方法	技术路线是否清晰、可行; 方法选择是否适配研究目标; 是否体现跨学科融合。	20 分
	2.2 创新点与特色	是否在选题、方法、设计等方面有创新性思考。	10 分

续表

	3.1 实验操作与数据记录	实验过程是否规范; 数据记录是否完整、真实(如原始数据、图表、实验条件)。	10 分
3. 研究实施与数据分析(25 分)	3.2 数据分析与处理	数据分析方法是否科学(如统计学分析、图谱解析); 结果是否支持研究假设; 图表制作是否规范。	15 分
4. 结论与讨论(15 分)	4.1 研究结论与讨论	结论是否简洁、明确; 是否准确概括研究核心结果; 是否回应研究目标与假设; 讨论是否有深度。	15 分
5. 报告规范与学术表达(15 分)	5.1 结构完整性	报告是否包含摘要、引言、研究设计、实验结果、结论、参考文献等核心部分。	10 分
	5.3 语言与表达	语言是否准确、简洁、专业; 图表标注是否清晰; 是否符合科研报告的学术风格。	5 分
附加分(最多 5 分)	跨学科深度融合	若研究中化学工具与生物学问题的融合度极高, 或引入计算化学、合成生物学等多学科工具, 可酌情加分。	5 分

引入教师、学生、科研导师等多主体参与评价, 形成全方位评价格局。例如, 学生的科研实践表现由校内导师与企业导师共同评价; 课程学习效果通过学生自评、互评与教师评价相结合的方式确定; 毕业成果可邀请行业专家进行评审, 确保评价的客观性与专业性。

5. 讨论与展望

化学生物学专业作为交叉学科的典型代表, 其教学模式改革必须紧扣交叉特性, 以培养创新思维与科研实践能力为核心。本文提出的“课程体系重构、实践平台搭建、评价机制改革”融合教学模式, 通过整合跨学科资源、强化科研与教学的深度融合, 有望解决传统教学模式的局限性。

然而, 交叉学科教学模式改革是一项长期系统工程, 仍面临诸多挑战: 一是交叉课程的教材建设滞后, 缺乏成熟的跨学科教材与教学资源; 二是跨学科实践平台的建设成本较高, 部分地方高校难以满足硬件需求; 三是师资队伍的交叉教学能力仍需进一步提升, 需要长期的培养与积累。未来, 高校应加强跨校合作与资源共享, 联合编写交叉学科教材, 共建共享实践平台; 政府与教育主管部门应加大对交叉学科的政策支持与资金投入, 完善师资培养与激励机制; 同时, 应密切关注行业发展需求, 动态调整课程体系与实践内容, 确保人才培养与行业需求无缝对接。

参考文献

- [1] 周传政, 文欣, 席真. 化学学院专业介绍——化学生物学专业[J]. 化学教育, 2021, 42(18): 58-60.
- [2] 陈方方, 樊海明, 李延, 和媛. 化学生物学专业多元化人才培养导向的课程体系优化探索[J]. 大学化学, 2025, 40(8): 92-99.
- [3] 王光艳, 毛晓明, 李燕. 长治学院化学生物学专业人才培养方案中毕业要求的合理性分析——基于习近平总书记关于青年工作系列讲话的解读[J]. 长治学院学报, 2022, 39(5): 54-59.
- [4] Black, P.N. (2020) A Revolution in Biochemistry and Molecular Biology Education Informed by Basic Research to Meet the Demands of 21st Century Career Paths. *Journal of Biological Chemistry*, **295**, 10653-10661.
<https://doi.org/10.1074/jbc.aw120.011104>
- [5] Van Dyke, A.R., Gatazka, D.H. and Hanania, M.M. (2017) Innovations in Undergraduate Chemical Biology Education. *ACS Chemical Biology*, **13**, 26-35. <https://doi.org/10.1021/acscchembio.7b00986>
- [6] 熊亚红, 刘小平, 倪春林, 罗志刚, 刘晓塘. 浅谈化学生物学课程教学的探索与实践[J]. 广东化工, 2012, 39(11):

- 200-201.
- [7] 王立峰, 廖曼君. 交叉学科建设视角下高校复合型人才培养路径[J]. 西部素质教育, 2025, 11(14): 6-10.
 - [8] 蔡菲, 秦小雨, 贺利贞, 许利耕, 马丽, 陈填烽. 交叉学科基础课教学实践——以化学生物学为例[J]. 大学化学, 2023, 38(12): 32-37.
 - [9] 李嵩, 曾凡正, 姜波, 钱宝良. 工科研究生前沿课程实践教学探索与评估——以“脉冲功率技术”课程为例[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(12): 142-147.
 - [10] Boltax, A.L., Armanious, S., Kosinski-Collins, M.S. and Pontrello, J.K. (2015) Connecting Biology and Organic Chemistry Introductory Laboratory Courses through a Collaborative Research Project. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, **43**, 233-244. <https://doi.org/10.1002/bmb.20871>
 - [11] 单凤君, 张婷婷, 于常武, 刘美君. 基于科教融合理念的研究生“材料化学”课程教学探索与实践[J]. 云南化工, 2024, 51(12): 188-191.
 - [12] 陈欣妍, 肖梦, 蔡菲, 郭俊贤, 陈填烽, 马丽. 科研成果转化助力前沿交叉学科实验课程建设——以“化学生物学综合实验”为例[J]. 大学化学, 2025, 40(7): 373-379.
 - [13] Goller, C.C., Strogi, M.C., Chen, S.H., Schenkman, L.R. and Kelly, R.M. (2021) Integration of Undergraduate Research into the Chemistry Curriculum Using Thematically Linked Laboratory Courses in Biochemistry, Chemical Biology, and Neurobiology. *Frontiers in Education*, **6**, Article 711403.
 - [14] Liu, J., Sun, T., Huang, J.H., Peng, Y.X. and Wang, H.J. (2022) Reform of Biology Experiment Teaching in the Context of “Strengthening Basic Disciplines Program”—Taking the Course of Comprehensive Biology Design as an Example. *Chinese Journal of Biotechnology*, **38**, 2655-2664.
 - [15] Xiao, C., Ren, H., Chen, H., Liu, W., Luo, Z., Li, W., et al. (2023) Multidimensional Evaluation of Teaching Strategies for Pharmacology Based on a Comprehensive Analysis Involving 21,269 Students. *Frontiers in Pharmacology*, **14**, Article 1145456. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1145456>