

基于双PBL驱动的化学生物学专业课程体系建设与初探

龙思琪, 张娜*, 任婷, 孙国辉, 赵丽娇

北京工业大学化学与生命科学学院, 北京

收稿日期: 2026年1月22日; 录用日期: 2026年3月13日; 发布日期: 2026年3月25日

摘要

化学生物学是一门化学与生命医药深度融合的典型交叉学科, 在培养生命与健康领域复合型创新人才方面具有重要意义。为顺应“化-生-医-药”交叉融合的发展趋势, 培养具备坚实理科基础、跨学科整合能力与科研创新素养的高层次人才, 北京工业大学遵循“通识为基、交叉为核、实践为本、创新为魂”的原则, 构建了涵盖基础通识、交叉核心与实践创新模块三层次的课程体系, 积极探索“问题驱动、能力导向、项目统整”的融合问题导向与项目导向学习的教学模式, 构建“知识-能力-素养”三维协同提升机制, 逐步实现从知识掌握到知识应用再到知识创新的能力跃迁, 全面提升学生的跨学科融合能力、科研素养与社会适应力, 形成了交叉学科背景下复合型人才培养的有效路径, 为其他交叉学科教学改革提供了有益的探索与实践范式。

关键词

化学生物学, 交叉学科, 问题导向式学习, 项目导向式学习, 复合型人才培养

Construction and Preliminary Exploration of a Dual PBL-Based Curriculum System in Chemistry-Biology

Siqi Long, Na Zhang*, Ting Ren, Guohui Sun, Lijiao Zhao

School of Chemistry and Life Sciences, Beijing University of Technology, Beijing

Received: January 22, 2026; accepted: March 13, 2026; published: March 25, 2026

Abstract

Chemical biology is a representative interdisciplinary field that deeply integrates chemistry with life

*通讯作者。

文章引用: 龙思琪, 张娜, 任婷, 孙国辉, 赵丽娇. 基于双 PBL 驱动的化学生物学专业课程体系建设与初探[J]. 创新教育研究, 2026, 14(3): 485-489. DOI: 10.12677/ces.2026.143223

and medical sciences, playing a crucial role in cultivating interdisciplinary innovative talents in the life and health sectors. To align with the emerging trend of integration among “chemistry-biology-medicine-pharmacy”, and to nurture high-level talents with a solid foundation in science, interdisciplinary integration abilities, and research innovation literacy, Beijing University of Technology adheres to the principles of “general knowledge as foundation, interdisciplinary integration as core, practice as basis, and innovation as soul”. We have established a three-tier curriculum system comprising foundational general education, interdisciplinary core modules, and practical innovation components. Actively exploring a dual-PBL (Problem-Based Learning and Project-Based Learning) teaching model that integrates problem-driven, competence-oriented, and project-integrated approaches, we have constructed a three-dimensional collaborative enhancement mechanism of “knowledge-ability-literacy”. This system progressively facilitates the transition from knowledge acquisition to knowledge application and ultimately to knowledge innovation, comprehensively improving students’ interdisciplinary integration capabilities, research literacy, and social adaptability. It forms an effective pathway for cultivating interdisciplinary talents and offers valuable insights and practical models for educational reform in other interdisciplinary fields.

Keywords

Chemical Biology, Interdisciplinary Studies, Problem-Based Learning, Project-Based Learning, Cultivation of Interdisciplinary Talent

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

随着新一轮科技革命和产业变革加速演进，学科交叉融合创新，培养新时代交叉学科创新型人才成为当今世界学术发展的主要趋势。党的二十大报告强调指出：“加强基础学科、新兴学科、交叉学科建设，加快建设中国特色、世界一流的大学和优势学科。”积极推进学科交叉融合创新，大力培养新时代交叉学科创新型人才，是我国当前高校人才培养模式改革面临的重要任务[1][2]。借助“跨学科”来实现多学科主体间的协同创新，开展前沿性、引领性、颠覆性研究，进而推动和支撑创新后备人才培养模式的构建，是高校交叉学科建设以及创新型人才培养的重要路径。

化学生物学作为化学与生命医药交叉领域的代表性学科，运用化学理论、研究方法和手段，通过外源化合物介入生命过程，从分子水平揭示生命现象本质，精准修饰或调控生命体系，为生命医学研究、新药研发、临床诊断和治疗提供新途径，以破解生命医药领域的世界难题。自 20 世纪 90 年代以来，化学生物学逐步兴起并得到快速发展[3]。2000 年前后，我国也开始密切紧跟国际学术前沿和热点，开展了化学生物学方向的研究布局及人才培养。北京大学、清华大学、南京大学、厦门大学等十多所高等院校相继成立了化学生物学专业。北京工业大学化学生物学专业于 2020 年获批，是基于国家和北京市对化学与生命科学交叉领域复合型创新人才的迫切需求，顺应当前化学、生物学及生物医药的前沿交叉融合发展趋势而设立，致力于培养生命与健康领域的复合型创新领军人才。

然而，当前该学科课程体系主要是以传统化学与生物类专业为主线设置课程，学科交叉部分相对较为薄弱，课程之间协同不足，存在结构性和系统性短板，培养体系缺乏纵向一体化等不足；实践教学多为验证性的操作或者传统实验，缺乏真实任务驱动的整合性项目设计，难以锻炼学生的跨学科实践能力与科研素养，导致学生在面对复杂的真实问题时难以综合运用所学知识，无法适应当前医药科技飞速发

展背景下对人才综合能力的需求[4]。因此,如何实现交叉学科人才培养、跨越一级学科壁垒推动化学与生物医药等学科的交叉创新,还需要大量的探索和经验积累。

为适应化学、生命与医药交叉融合的发展趋势,培养具备坚实理科基础、跨学科整合能力与科研创新素养的复合型人才,北京工业大学化学生物学课程体系遵循“分阶段构建、模块化推进、梯度化展开与可迭代优化”的基本原则,以“通识为基、交叉为核、实践为本、创新为魂”的规划理念,构建了包含基础通识模块、交叉核心模块与实践创新模块的三层次课程体系,开展了“问题驱动、能力导向、项目统整”融合问题导向学习(Problem-Based Learning)和项目导向学习(Project-Based Learning)两种方法的教学模式实践,强调教学内容的逻辑递进与模块协同,强化学生科学素养、综合能力与终身学习能力的协同发展,致力于将学生培养成为既掌握化学生物学核心理论与技术,又具备独立科研能力、跨界创新能力和良好职业素养的复合型人才。

2. “基础通识 - 交叉核心 - 实践创新”三层次课程体系构建

为致力于实现专业课程体系的模块化、协同化与融合化建设,我校构建了包含基础通识模块、交叉核心模块与实践创新模块的三层次课程体系。基础通识模块主要面向低年级学生,注重通识素养与科学思维的培育,课程内容涵盖思想政治教育、大学英语、数理统计与分析、基础物理、普通化学、生物化学等。该模块重点在于夯实学生在自然科学和人文素养方面的基础,为后续专业课程的学习提供知识储备和逻辑支撑。通过该阶段的训练,学生能够初步掌握科学表达、数据处理与跨学科认知的基本能力。交叉核心模块是课程体系的核心环节,聚焦于“化-生-药”领域系统知识构建,设置课程涵盖化学生物学、药物化学、生物信息学、现代仪器分析、结构生物学、普通生物学、化学生物学实验等。在教学组织上,构建以真实问题和科研项目并举的融合式学习单元,强化学科交叉理解与系统思维,引导学生在解决问题的过程中主动建构知识,帮助学生形成跨学科理解与科研素养的核心能力框架。实践创新模块是课程体系的高阶实践部分,主要面向高年级学生,该模块涵盖科研训练、课题设计与创新实验、学科交叉实验平台课程、创新创业训练计划项目等,采用“导师制+项目制”的教学方式,构建以项目导向式为核心组织形式的实践教学体系,突出能力导向与项目驱动,促进理论与实践深度融合,着眼于学生科研能力、创新意识和工程实践能力的全面提升。学生在导师指导下开展开放性课题研究,提升其在课题设计、实验操作、数据分析、成果表达等方面的综合能力,真正实现从“知识掌握”到“知识应用”再到“知识创新”能力跃迁。

3. 融合问题导向与项目导向的双PBL驱动课程体系建设

问题导向式学习(Problem-Based Learning)和项目导向式学习(Project-Based Learning),因强调以学生为中心、任务驱动、能力导向等优势,已逐渐成为高校教学改革的重要手段[5]-[7]。问题导向式学习是一种以虚拟问题场景或真实案例驱动学生主动学习、结合理论与实践的教学策略,学生通过解决该问题来学习某个主题,探索不同学科间的内在联系,建立初步的跨学科认知体系。项目式学习是一种以人工制品开发驱动学生主动发现问题并协作确定解决问题方案的学习型课程模式。在课程体系建设中,两种学习模式承担不同功能并递进衔接,二者形成由“问题解析”向“综合创新”递进衔接的教学实施路径。问题导向式学习以短周期、结构化问题为主要载体,侧重围绕明确知识点开展分析与应用,强调在限定情境中引导学生完成知识理解与方法训练;项目导向式学习则以长周期、开放性任务为核心,突出跨知识整合、方案设计与成果产出。在上述课程模块中,基础模块以嵌入式问题导向为主,通过短周期、结构化问题巩固学科基础;交叉核心模块问题与项目导向并行,引入跨学科整合与初步项目任务,培养系统性思维;实践创新模块以项目导向为核心,依托长周期、开放性任务强化科研能力与解决方案设计能

力，由此形成从“问题解析”向“综合创新”的递进教学路径。

3.1. 基础课程模块：嵌入式问题导向，夯实学科基础知识

基础通识课程模块主要涵盖数理、化学与生物等理论性较强的课程，内容抽象、实践性弱，学生在学习理解过程中常常面临困难，知识应用能力培养存在不足，加之课程通常由不同教师团队独立开设，缺乏统一的培养目标与协同设计，导致“基础 - 进阶 - 实践”三个阶段间知识体系与能力训练衔接不畅，存在明显“断层”现象。为破解这一难题，本模块引入小规模的实际问题，尝试以真实问题为引导，例如，在《数理统计与数据分析》课程中，设计“某药物成分含量测定结果是否稳定可靠”为问题情境，引导学生围绕数据获取、误差分析、统计推理等环节开展系统学习，结合《分析化学》中的滴定实验数据，要求学生识别可能存在的系统误差与偶然误差，并运用《概率统计与数据分析》相关知识，如置信区间、 t 检验和方差分析等方法，对实验数据进行评估与处理。通过此类任务，学生不仅掌握了基本的统计分析工具，还切实理解了数理统计在实验科学中的实际应用，增强了数理与化学的知识联结，为后续科研能力的提升打下坚实基础。

3.2. 交叉核心模块：问题与项目导向并举，构建交叉学科思维能力

交叉核心模块着重于多学科知识网络的系统构建与跨学科思维能力的培养，通过“问题导向 + 项目驱动”的双 PBL 教学模式，实现教学目标从知识积累向综合应用的过渡。以《化学生物学》课程为例，设计“某类疾病的致病分子机制分析”问题，学生需综合运用化学与生物的基础知识，绘制代谢通路图，分析关键代谢阻断环节，提出潜在药物干预靶点。在此基础上，课程进一步引导学生理解相关临床药物以及有机化学中官能团的识别与性质分析，实现模块内容的顺畅衔接与知识迁移。又如，在《分析化学实验》课程中，通过设置“检测药品中有效成分含量”的实验项目，引导学生从药品质量控制的实际需求出发，深入理解分析检测方法在医药、食品等行业中的核心作用。围绕该项目，学生需要思考如何选择合适的滴定方法，并引入对数据偏差与不确定度的判断，通过将实验误差分析与统计推理相结合，建立起以“项目导向”的跨学科定量分析与质量控制思维框架。通过交叉核心模块的学习，学生不仅能够建构起横向整合的知识网络，也能够真实情境中形成系统化、逻辑化的综合思维能力，为高阶科研实践做好知识与方法的双重准备。

3.3. 实践创新模块：深度融合项目导向式，培养科研能力与解决方案设计力

本模块通过“导师制 + 项目制”的教学方式，构建以项目导向为核心组织形式的实践教学体系，强调过程驱动与成果导向，注重学生在实践中掌握科学研究方法和创新思维，采用“科教协同”的方式，旨在系统提升学生的创新科研能力与综合解决问题的能力。我院结合本专业教师研究方向，征集创新科研项目 30 余项，涉及药物成分检测与分析、药物设计与合成、环境毒理检测、微流控分析技术等化生医药交叉学科领域，以真实科研课题为基础，完成课题设计、实验路径规划、数据处理与成果汇报，最终以研究型论文或展示作品结题。例如，以“传统中药治疗疾病的网络药理学与实验验证”实践项目为牵引，引导学生完成从数据库检索、疾病靶点与中药作用靶点预测，到 GO 功能富集与 KEGG 通路分析、作用机制建模，再到分子生物学实验验证的全过程任务。学生需综合运用生物信息学工具、药理学知识与实验技能，深入理解中药复方治疗疾病的多靶点、多通路机制，提升其在信息技术与生命科学交叉领域的综合应用能力。该项目不仅强化了学生理论联系实际的能力，还锻炼了其科研思维、数据分析与团队协作能力，切实推动科研素养的全面提升。此外，与实验室科研团队深度协作，构建“科研 - 课程 - 竞赛”三位一体的协同育人路径。学生参与导师在研项目，承担实际科研任务，并以项目成果申报“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛或国家级大学生创新创业训练计划项目，形成“螺旋式渐进”的人

才成长机制,实现知识积累、能力提升与科研素养的协同发展。

4. 评价与实施保障机制

为确保问题导向式学习与项目导向式学习的有效实施,本文提出在不同层次模块下进行多元化评价机制:基础模块以知识掌握与问题解决能力为重点,采用小测、课堂练习与作业结合的方式;交叉核心模块增加跨学科项目任务评分,综合考察协作能力、方案设计与创新思维;实践创新模块以长周期项目成果为核心,辅以过程记录、导师评价和成果展示评分,全面反映学生能力发展。同时,为促进两种学习模式的顺利保障,需定期开展师资培训,强化跨学科教学能力;同时组织跨学科教研室活动,促进教师交流与课程设计优化;建立阶段性教学反馈机制,及时调整课程与评价方案,确保教学目标与学生能力培养目标高度契合。

5. 总结与展望

综上所述,面对新时代交叉融合背景下复合型创新人才培养的迫切需求,我校依托化学生物学这一典型交叉学科,探索构建了“通识为基、交叉为核、实践为本、创新为魂”三层次课程体系,积极实践融合问题导向与项目驱动的双 PBL 教学模式,建立知识、能力与素养协同提升的教育机制。通过分阶段、模块化推进,贯通基础理论、交叉整合与科研实践,系统提升学生的科学素养、跨学科思维与科研创新能力,初步形成了一条以真实任务为驱动、以学生为中心、以科研为平台的复合型人才培养路径。

未来,随着科技发展和生命健康领域对高层次复合型人才需求的持续增长,化学生物学等交叉学科的教育改革势在必行。面向新理科与新工科融合发展的新趋势,我们将持续深化“三层次课程体系+双 PBL 教学模式”的内涵建设,优化教学资源配置,强化“科教协同”机制与多元化实践平台支撑,推动从“知识传授”向“能力建构”与“素养提升”的系统转变。通过构建“课程-科研-产业”一体化协同育人机制,进一步提升学生的科研创新能力与社会适应能力,持续探索具有中国特色、时代特征的交叉学科人才培养新范式,为国家生命科学与医药健康事业的发展提供坚强的人才保障和智力支持。进一步拓展校内外资源联动,构建高水平交叉学科育人体系,力求为推动我国高等教育高质量发展和生命健康领域战略人才储备提供坚实支撑与有力借鉴。

基金项目

北京工业大学教育教学研究课题(ER2024RCA02),北京工业大学研究生精品课程建设。

参考文献

- [1] 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[M]. 北京:人民出版社,2022.
- [2] 徐林. 交叉学科人才培养高质量发展:逻辑脉络、关键挑战与实现策略[J]. 高校教育管理,2023,17(1):35-46.
- [3] 陈露洪,张艳. 化生医药交叉平台推动的化生交叉学科建设与研究生培养——南京大学化学和生物医药创新研究院的探索与实践[J]. 大学化学,2024,39(6):12-16.
- [4] 朱立成,贺根和,肖宜安,许冬梅,黄族豪. 基于多学科交叉融合的复合型人才培养体系构建与实践[J]. 井冈山大学学报(自然科学版),2022,43(1):103-106.
- [5] 蔡菲,秦小雨,贺利贞,等. 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.
- [6] 赵嫚,柳志强,郑裕国. 基于问题导向学习的混合式教学模式在“基因工程”课程中的应用[J]. 生物工程学报,2025,41(5):2210-2218.
- [7] 何娇燕,武或. 融入 PBL 的 5E 教学模式在化学教学中的应用[J]. 化工管理,2025(8):36-40.