

# 新工科背景下地方高校制药类专业“分子生物学与基因工程”课程教学改革研究

许存宾, 李向东<sup>\*</sup>, 田兴国, 马小彦, 于志海

贵州理工学院, 贵州 贵阳 550025

**摘 要 :** 在新工科背景下, 制药类专业“分子生物学与基因工程”课程进行了系列教学改革, 旨在培养适应未来生物医药产业需求的综合性高素质人才。改革措施包括融入课程思政、实施“一弱化两加强”的学科交叉融合、开展 SPOC 混合式课程教学、基于 CDIO 的项目式工程实验教学和虚拟仿真实验教学。通过这些改革, 加强课程的多学科交叉融合和课程的工程实践教学, 提升了学生的学习兴趣 and 实践能力, 构建了定位明确、层次分明、紧密衔接的专业课程教学体系。

**关 键 词 :** 新工科; 制药工程; 分子生物学; 基因工程; 教学改革

## Research on the Teaching Reform of the "Molecular Biology and Genetic Engineering" Course for Pharmaceutical Majors in Local Universities under the Emerging Engineering Education Background

Xu Cunbin, Li Xiangdong<sup>\*</sup>, Tian Xingguo, Ma Xiaoyan, Yu Zhihai

Guizhou Institute of Technology, Guiyang, Guizhou 550025

**Abstract :** Under the background of new engineering, the course "Molecular Biology and Genetic Engineering" of pharmaceutical major has carried out a series of teaching reforms, aiming at training comprehensive and high-quality talents to meet the needs of future biomedical industry. The reform measures include integrating curriculum ideology and politics, implementing interdisciplinary integration of "one weakening and two strengthening", carrying out SPOC mixed course teaching, CDIO-based, project-based engineering experiment teaching and virtual simulation experiment teaching. Through these reforms, the multi-disciplinary integration of the curriculum and the engineering practice teaching of the curriculum are strengthened, students' learning interest and practical ability are enhanced, and a professional curriculum teaching system with clear positioning, clear hierarchy and close connection is built.

**Key words :** new engineering; pharmaceutical engineering; molecular biology; genetic engineering; teaching reform

## 引言

随着科学与工程技术的革命性创新及全球化发展的融合, 对工程科技人才的培养提出了更高的要求, 新工科 (Emerging Engineering Educating, 3E) 这一概念自 2016 年被首次提出就在学界引起了广泛讨论<sup>[1]</sup>。近年来, 卓越工程师计划、工程教育认证、双一流学科建设等相关政策出台, 工科专业教育和相关专业课程教学开展丰富多彩的探索和研究。目前, 对工程教育新工科达成的普遍共识是立足于立德树人的现实需要、遵循于新兴行业发展规律、服务于国家战略安排而提出的“我国工程教育改革方向”。

制药工程是一个历史悠久的传统行业, 更是紧跟科技创新步伐和产业升级的行业, 以智能制造、云计算、人工智能和基因工程等技术在医药制造行业的升级改造, 对专业的培养提出了新的要求<sup>[2]</sup>。“分子生物学与基因工程”课程是生物制药等专业的核心专业课程, 是将分子生物学理论知识应用于生物制造的重要基础课程。近年来, “分子生物学与基因工程”开展多类型的课程教学改革<sup>[3-6]</sup>, 但是授课缺乏工程性, 特别是在工程思维、工程问题解决和工程实践上的教育培养缺乏系统性的问题仍旧存在。因此, 新工科背景下开展制药类专业“分子生物学与基因工程”课程的教学改革研究是十分重要且必要的, 将有利于制药类专业学生的培养, 有利于学科专业发展。

基金项目: 贵州理工学院 2022 年新工科教学研究课题《新工科背景下制药类专业“分子生物学与基因工程”课程教学改革研究》(2022XGKJG06); 贵州省教学内容和课程体系改革项目“‘一求实、四融合’制药类虚拟仿真实验体系改革”(编号: 2022207); 贵州省虚拟仿真实验教学一流课程“发酵工程实验-(新冠)灭活疫苗生产虚拟仿真实验”(编号: SJK20220122259)

作者简介: 许存宾 (1987-), 男, 汉族, 浙江湖州, 博士研究生, 贵州理工学院食品药品制造工程学院, 讲师, 主要研究方向: 特色生物资源开发与利用。

通讯作者: 李向东 (1988-), 男, 汉族, 河南安阳, 硕士研究生, 贵州理工学院食品药品制造工程学院, 高级实验师, 主要研究方向: 制药工程。

本文将总结课程团队从提炼课程思政教育打牢立德树人根本任务、课程内容“一弱化两加强”改革、基于 SPOC 课程的混合式课程教学建设和基于 CDIO 的项目式工程实验教学四方面进行分子生物学与基因工程课程教学改革经验，旨在提高课程的综合性、应用型和实践性，将高端化、智能化和绿色化的产业新要求引入课堂，助力培养满足新经济时代发展的新时代制药类专门人才。

## 一、课程建设目标

在新工科背景下，制药类专业“分子生物学与基因工程”课程教学改革的建设目标聚焦于培养适应未来制药行业需求的高素质、复合型人才。因此，课程教学注重课程思政、学科交叉融合和实践教学的改革，构建定位明确、层次分明，各环节紧密衔接、相互贯通的专业课程教学体系（图1），使学生不仅掌握扎实的分子生物学与基因工程基础知识，还能紧跟学科前沿动态，具备解决实际问题的能力。

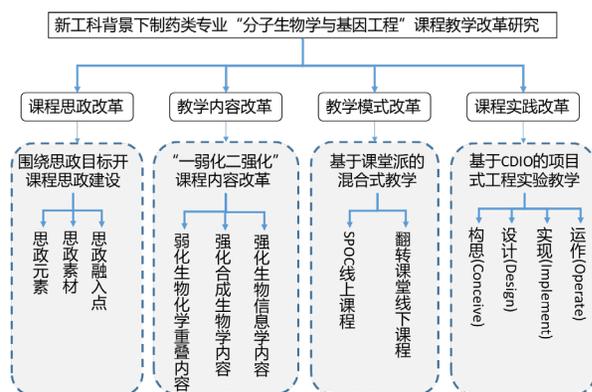


图1 新工科背景下制药类专业“分子生物学与基因工程”课程教学改革策略

## 二、课程改革建设内容

### （一）提炼课程思政教育打牢立德树人根本任务

“分子生物学与基因工程”开展课程思政教学探索，即明确课程的思政教育目标，围绕目标将“思政元素”“思政素材”和“思政融入点”三者有机结合，实现立德树人的根本任务<sup>[7]</sup>。本课程的课程思政教学目标是坚持把培育和践行社会主义核心价值观融入教书育人全过程，着眼“又红又专、德才兼备、全面发展”的根本要求，培养爱党爱国爱社会的优秀人才。课程思政改革的切入点在思政素材与融入点的设计，本课程将从以下四个方面开展课程思政素材与切入点设计。第一，在分子生物学与基因工程的学科发展中中国（或华人）科学家做出的重大贡献作为素材，例如中国分子生物学与基因工程学科奠基人李载平教授在乙肝疫苗开发中贡献，将其测序乙肝病毒基因组与基因组概念及测序技术作为切入点；钱学森的侄子华人科学家钱永健因发现和改造绿色荧光蛋白而获得诺贝尔化学奖，将其与课程载体中的分子标记作为切入点；华人科学家张锋在CRISPR-Cas9的工作与基因编辑技术相结合等。第二，从归国科学家的事迹与对中国科学的进步做出的贡献作为素材，例如老一辈科学家吴乃虎老师去耶鲁大

学求学与归国的过程，以及与其妻子70多岁高龄仍坚持到各大高校板书上课；施一公、饶毅联手回国的佳话。第三，课程知识点与人们的生命健康、日常生活息息相关，例如疾病检测、疫苗、转基因食品等，有许多可以挖掘的思政教育元素。第四，近二十年中国在分子生物学和基因工程方面的前沿工作引领了部分领域的发展法向作为思政素材，例如淀粉的人工合成、水稻基因组测序等。

### （二）“一弱化两加强”提高课程学科交叉融合

“分子生物学与基因工程”是一个理论性很强的课程，在课时有限的情况下如何，但“一弱化”是指分子生物学部分与专业平台课程“生物化学”具有较多的重叠，如DNA转录过程的基本概念和一般过程，将这些前期已经学过的内容弱化，通过在线课程学习等方式进行自学和复习。“两加强”是根据课程高端化、前沿化和智能化的要求，将前沿的生物信息学和合成生物的内容进行加强。合成生物学是当下发展最迅速的新兴科学，其把生物体基因和代谢网络转变为工程化的元件、模块、网络用以创造具备各种功能的新的生物组件和生命体，并利用它们生产多种高附加值的工业产品<sup>[8]</sup>。增加与分子生物学与基因工程课程衔接的合成生物学内容符合国家对新工科专业的需求和定位。生物信息学是生命科学和计算机科学相结合形成的一门新学科，它通过综合利用生物学、计算机科学和信息技术而揭示大量而复杂的生物数据所赋有的生物学奥秘，同时也是开展现代分子生物学研究的基础工具。随着课程教学课时逐渐压缩，通过“一弱化两加强”的课程内容改革，增加课程在工程领域的高端化、智能化和绿色化。

### （三）开展 SPOC 课程的混合式课程教学

地方性普通本科高校的学生学习基础较弱，学习的自主性、自律性不强，课堂接受知识能力有限，利用多资源和多场景来辅助教学是一种有效的策略。SPOC（Small Private Online Course）是指小规模限制性在线课程，主要是针对特定的学生（校内选课学生）进行在线教学，适合开展线上线下相结合的混合教学模式<sup>[9]</sup>。课程应用“课堂派”教学平台，利用浏览器和微信公众号开展教学的服务平台，能融合不同教学场景，连接各项教学元素，从而打造多元化互动的创新教学模式。平台包括线上、线下和混合三种课程模式，能开展课前、课中、课后全过程管理，并能获取全方位教学数据信息，可视化实时监测教学质量，把控教学进度，提升教学效果。课程利用课堂派教学平台开展基于 SPOC 课程的混合式课程教学实践，解决教学平台、教学材料等混合式教学要件。

### （四）基于 CDIO 的项目式工程实验教学

分子生物学与基因工程融合了生物化学、分子生物学、蛋白质工程等多学科的理论基础，是一门实用性强的工具学科，其相

关技术已经广泛渗透到医药、食品、化工、农业以及能源等领域<sup>[10]</sup>。CDIO教学即项目构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate)，“分子生物学与基因工程”CDIO训练项目属于三级课程级别实践项目<sup>[11]</sup>，把原先的综合性实验转变为设计性实验，即向学生布置基因工程相关的科研课题任务，学生以小组形式课下进行文献调研，并在课堂和课下引导学生分组设计完整的课题研究方案，加深对基础知识的理解；随后，学生以报告形式进行任务反馈，针对项目的拟解决问题进行分析、方案制定以及模拟实施结果，在课堂进行讲解和讨论，加深对理论体系和实验操作体系的理解，最后通过分散的开放实验自主完成实验操作和项目实践<sup>[12-13]</sup>。

课程改革以前以实验室保存的人表皮生长因子hEGF载体为实验材料，通过PCR-酶切-载体连接-转化等基本的分子实验操作重新获得带有hEGF的工程菌，学生按照自编的实验指导书进行集中实验教学。教学改革后引入构思、设计环节，并增加生物信息学等学科交叉内容，学生自己寻找和设计一个水稻DNA片段构建到pMD-18T基础载体上并转化进入TOP10大肠杆菌，要求学生自己通过数据库查找基因序列，自己通过软件设计引物，自己从水稻苗中提取DNA进行目的基因扩增，通过TA克隆构建基础载体，转化大肠杆菌并通过蓝白斑筛选和PCR验证确定阳性克隆(表1)。

表1 分子生物学与基因工程课程CDIO的项目式教学设计

| 年份   | 构思<br>(Conceive)        | 设计<br>(Design)                         | 实现<br>(Implement)  | 运作<br>(Operate)        |
|------|-------------------------|--|--------------------|------------------------|
| 改革前  | 重构一个含有hEGF表达基因的工程菌构建    | 实验指导书                                  | 集中实验教学             | 实验报告进行总结               |
| 2023 | 将枯草芽孢杆菌的SOD基因通过载体导入大肠杆菌 | 实验指导书                                  | 集中实验教学             | 通过实验论文进行总结             |
| 2024 | 扩增一个水稻的DNA片段并构建载体导入大肠杆菌 | 学生按小组进行实验设计，包括DNA片段获取、引物设计等，提交实验设计报告审核 | 开放实验室，学生在4周内自行安排实验 | 通过实验设计报告、实验记录和实验论文进行总结 |

**(五) 虚拟仿真资源辅助实验教学**

分子生物学与基因工程主要从分子水平研究生物大分子的结构与功能，研究对象为DNA、RNA和蛋白质等，并研究DNA重组技术对生物体内的基因改造中的应用。研究对象微观，研究机理抽象，研究方法精密，实验过程复杂，这对实验内容及教学策略提出了高要求。在学生进行具体的实体实验操作之前，依靠学校虚拟仿真软件资源及网络资源，引入虚拟仿真实验项目教学，让学生通过仿真技术模拟实验相关的凝胶电泳环节、DNA提取环节、PCR环节等，让学生在实验前对这些复杂的实验操作及原理进行虚拟仿真模拟和学习，同时仿真课堂上对关键点和易错点进行问题引导，如各溶液、样品的加入量、加入位置等，让学生

对实验中重点操作和易错操作点进行总结思考，带着对实验流程的进一步熟悉和对一些实验中问题的思考进入实验室进行实体实验。通过“虚”“实”结合，使学生更好得掌握了该实验的操作方法，最终学生实验成功率和往届相比明显提升，同时减少了试剂的浪费，节省了实验时间<sup>[14]</sup>。

**三、结语**

在新工科背景下，制药类专业中的“分子生物学与基因工程”课程教学改革，旨在培养适应未来生物医药产业发展需求的综合性、高素质人才<sup>[15]</sup>。课程融入课程思政、多学科交叉教学、SPOC在线课堂和CDIO课程实践项目等教学改革措施，有效提升了学生的学习兴趣和实践能力。课程改革中仍存在一些挑战和不足，例如创新创业教育、虚拟仿真、国际化合作等方面缺乏突破性举措。我们将继续深化教学改革，进一步加强多学科交叉融合，更新教学内容和课程体系，注重工程实践教学，培养更多具有创新精神和实践能力的优秀人才。

**参考文献**

[1]刘坤.新工科教育治理:框架、体系与模式[D].天津大学,2020.DOI:10.27356/d.cnki.gtjdu.2020.000385.

[2]杨俊杰,李灿.新工科背景下地方高校制药工程专业实践能力培养的研究与实践[J].化工时刊,2021,35(05):53-5.

[3]任桂萍,李德山,苍晶.分子生物学与基因工程课程双语教学的探索与实践[J].高校生物学教学研究(电子版),2014,4(01):20-3.

[4]高乐,侯玥,王清爽,张昊.新工科建设背景下分子生物学课程的线上线下混合教学设计[J].中国多媒体与网络教学学报(上旬刊),2023,(07):29-32.

[5]赵昶灵,董陈文华,赵鹏宇,刘正杰,文国松,毛白朝,林春,李建宾.农业院校研究生物化学与分子生物学课程思政元素范畴解析[J].生命的化学,2023,43(01):148-56.

[6]李融,苏璇.教科研一体化模式在分子生物学与基因工程课程教学中的应用探究[J].佳木斯大学社会科学学报,2022,40(02):237-9+43.

[7]曹蕾,王莉,何冰,贺宝玲,林佳.课程思政融合教学模式与教学策略研究[J].高教学刊,2022,8(35):67-9+73.

[8]徐欣怡,陈丹,沈晓敏,曾盛,谢晖.高等院校新工科专业“分子生物学”教学改革初探[J].教育教学论坛,2020(38):2.DOI:CNKI:SUN:JYJU.0.2020-38-085.

[9]莫川翊.后MOOC时代SPOC混合式模式构建研究[J].数字通信世界,2024,(09):215-7.

[10]杨帆,李宪臻.以科研项目为驱动的基因工程教学模式的初探[J].科技风,2020(17):2.DOI:CNKI:SUN:KJFT.0.2020-17-059.

[11]顾佩华,胡文龙,林鹏,包能胜,陆小华,熊光晶,陈严.基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J].高等工程教育研究,2014,(01):27-37.

[12]吕东瀚,朱佰成,崔桂梅,等.基于CDIO理念的嵌入式系统教学探索[J].实验室研究与探索,2019,38(1):3.DOI:CNKI:SUN:SYSY.0.2019-01-042.

[13]吴剑英,杜勇,王丹琦.虚拟仿真技术在电路课堂和实验教学中的应用[J].教育现代化,2019,6(23):93-94.

[14]王春霞,刘艳红,杨凤.虚实结合的多元化实验教学探索[J].实验科学与技术,2024,22:1-10.DOI:10.12179/1672-4550.20230300.

[15]符丹丹,官强,孙晓菲,李市场,邱智军.混合式教学在新工科背景下“基因工程”教学改革中的应用[J].生物化工,2022,8(05):134-6.