CDIO-OBE融合视阈下“基因工程”课程内容重构及评价体系优化的探索和实践

杨 爽,马枝枝,胡 斌,白丽娜
山西医科大学基础医学院,太原 030001

【摘要】随着生物医药产业的快速发展,传统教学模式和理念难以满足生物制药专业高级应用型人才培养的需求。基因工程作为生物制药专业本科教学中的核心课程之一,在人才培养中占有重要地位。基于“构思—设计—实施—运行”和“成果导向教育”融合的理念对“基因工程”课程进行设计,该课程以能力产出为核心,紧密围绕生物制药产业需求,采用模块化教学及“目标导向+项目驱动+闭环反馈”的教学模式,旨在提升课程的实践性、创新性和社会适应性。同时通过多元化的评价体系,持续优化课程内容和教学方法,培养适应社会发展和行业需求的高素质人才。

【关键词】OBE;CDIO;基因工程;生物制药
【中图分类号】R-4;G642.0 【文献标志码】A 【文章编号】1004-5287(2026)04-0465-08
【DOI】10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202604006

Exploration and practice of curriculum content reconstruction and evaluation system optimization in “Genetic Engineering” from the integrated perspective of CDIO-OBE fusion

YANG Shuang, MA Zhizhi, HU Bin, BAI Lina
School of Basic Medical Sciences, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, *China*

【**Abstract**】With the rapid development of the biopharmaceutical industry, traditional teaching modes and concepts are unable to meet the needs of advanced applied talents in the biopharmaceutical field. Genetic Engineering, as a core course in undergraduate teaching of biopharmaceuticals, plays an important role in talent cultivation. Based on the concept of integrating “conceive-design-implement-operate” and “outcome-based education”, the “Genetic Engineering” course was designed. This course focuses on the output of abilities, closely aligning with the demands of the biopharmaceutical industry. It adopts a modular teaching approach and a teaching model of “goal-oriented + project-driven + closed-loop feedback”, aiming to enhance the practicality, innovation, and social adaptability of the course. At the same time, through a diversified evaluation system, the course content and teaching methods are continuously optimized to cultivate high-quality talents who are adaptable to social development and industry demands.

【**Keywords**】OBE; CDIO; Genetic Engineering; biopharmaceutical

随着全球生物医药技术的迅猛发展和中国“健康中国2030”战略的深入推进,生物制药行业正处于快速扩张期,对高素质、复合型人才的需求持续攀升[1-2]。生物制药领域人才不仅需要具备坚实的专业基础,还应具备解决复杂问题的能力、团队沟通与协作能力以及较强的创新意识。作为生物制药专业的核心课程,“基因工程”在教学过程中,仍存在实践教学与行业实际应用衔接不够紧密、创新思维培养环节设计不足等问题,难以充分匹配药品生产企业对人才复杂问题解决、跨团队协作及技术创新等核心能力的要求。因此在授课体系中,应全面结合行业发展需求,以能力产出为导向,通过先进的教学理念和教学方式培养高级

基金项目:山西省高等学校教学改革创新项目一般性项目(J20250071);山西省高等学校教学改革创新项目一般性项目(J20240681)
收稿日期:2026-01-05
作者简介:杨爽,讲师,博士,研究方向为生物技术制药。E-mail:yangshuangzz@126.com

应用型人才[3-4]。

构思—设计—实施—运行(conceive-design-imple-ment-operate, CDIO)是国际知名高校联手创建的一种基于工程管理视角的教育模式,强调对操作能力的培养,倡导“基于项目教育与学习”和“做中学”[5-6]。CDIO通过构建项目化、实践导向的教学模式,解决课程内容与实践脱节的问题,同时强调团队合作、创新思维、工程实践等能力的系统性培养,能很好地激发学生学习兴趣,增强教学效果[7-8]。成果导向教育(outcome-based-education, OBE)是以学生学习成果为导向的教育理念,强调以学生为中心,与传统的教学理念相比较,OBE更关注对学生独立思考、自主学习能力的引导[9]。CDIO与OBE的融合代表了新时代工程教育改革的方向,二者融合不仅是一种教学方法的创新,更是教育理念的升华[10-11]。

1 基于CDIO-OBE融合模式的“基因工程”课程教学改革前景分析

1.1 “基因工程”课程简介及现状分析

“基因工程”是生物制药专业重要的核心课程之一,是现代生物制药领域的核心内容。目前在授课中,教材选用由宋运贤、王秀利主编的普通高等学校“十四五”规划创新型特色教材。授课的重点章节主要包括基因工程的基本技术、工具酶、克隆载体、目的基因的获取、目的基因的导入与重组体的鉴定、外源基因的表达系统。“基因工程”课程传统上采用“单向传递知识”的讲授方式,实践环节则主要安排学生完成教师设计的综合性实验。学生的学习过程往往局限于上课听讲和课后完成作业,实践环节也主要是按照步骤进行实验操作,导致实验结果雷同。此外,大部分实验工作由能力较强的学生承担,教师难以对每位学生提供个性化的指导和准确的评价。“基因工程”课程的学习过程中,学生整体表现为缺乏主动性、探究与创新精神。整个课程的设计未能将职业能力、行业发展需求有效地融入课程的教学内容和教学资源中。课后反馈和调查发现,学生在知识系统化、工程思维培养以及应用创新能力等方面存在不足,且这些方面在课程中缺乏相应的培养与考核机制,缺乏对学生发现问题、自主学习、解决问题等职业核心能力的有效评价。因此,基于以上的教学困境,需要先进的理念和教学模式助力“基因工程”课程的教学改革。

1.2 CDIO与OBE的理论适配性及融合优势

在“新工科”的建设中,教育部明确提出要强调工程教育与产业需求对接,注重实践能力、创新能力培养。同时“双万计划”中要求课程体系与教学模式的改革,要注重课程的高阶性、创新性和挑战度[12-13]。产教融合与创新创业教育相关政策鼓励校企合作、项目化教学。基于此,CDIO-OBE融合模式符合“新工科”和“医工结合”的建设方向,CDIO的“构思—设计—实施—运行”过程与OBE的“成果导向”相契合,能有效对接产业需求,二者的融合可提升课程授课质量[14]。在融合过程中,CDIO为教学过程提供了框架,而OBE则明确了课程目标和评价标准。二者结合能够系统化课程设计,具有互补性。具体而言,基于OBE的评价结果可以指导CDIO框架下的课程内容重构,形成“设计—实施—评价—改进”的持续改进机制,从而实现闭环反馈。国内外研究表明,CDIO与OBE的融合模式可在工程教育中显著提升学生创新能力[15-16]。CDIO的项目化教学与OBE的能力导向评价结合,能有效解决传统课程的“重知识轻能力”的问题。OBE为CDIO提供了明确的目标导向和评估体系,以确保教学活动紧密围绕学习成果展开;CDIO则为OBE提供了具体的实践路径和教学方法,使教学活动更具有针对性和高效性。如图1所示,两者相辅相成,共同构成了CDIO-OBE融合的理论基础。

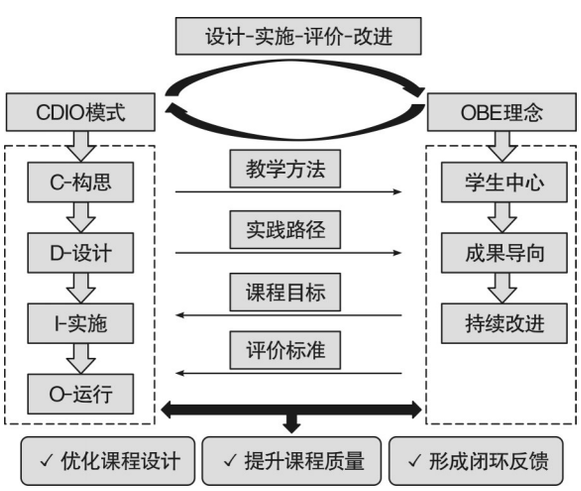


图1 CDIO与OBE融合的适配性和优势

1.3 CDIO-OBE融合模式适用于基因工程的教学改革

“基因工程”作为一门高度交叉、实践性强的课程,结合了生物学、化学、微生物等多个领域的知识。学生需要在掌握基础理论知识的同时,将其应用于基因工程的实际问题中。“基因工程”课程也强调实验技能的培养,作为快速发展变化的领域,新的研究成果和技术方法层出不穷。由于基因工程项目的复杂性,往往需要多学科背景的人员合作完成,让学生学习如何在团队中发挥作用,以及如何有效地沟通和协作至关重要。因此可借助CDIO-OBE融合模式,实现“基

因工程”课程的目标导向与能力本位、实践驱动与项目整合以及闭环反馈与持续改进。通过逆向设计课程目标，确保教学内容与能力需求精准对接。通过能力指标（如“能独立设计克隆载体”）量化评价学生表现，以基因工程真实项目为载体，贯穿“构思—设计—实施—运行”全流程。可通过引入企业案例（如某种生物医药研发），强化学生解决复杂工程问题的能力。CDIO-OBE融合模式能够为“基因工程”课程改革提供系统性框架，通过“目标导向＋项目驱动＋闭环反馈”，显著提升课程的实践性、创新性和社会适应性，是基因工程这门应用型为主的课程未来发展的必然趋势。基于CDIO-OBE融合模式的“基因工程”课程教学改革前景广阔，尤其在应对生物制药领域快速发展的需求、培养复合型创新人才方面具有显著优势。

2　基于CDIO-OBE模式的“基因工程”课程内容重构

2.1　OBE导向的课程能力目标的设定

OBE的核心思想是反向设计，即首先预设最终教学目标，再一步步进行反向的课程设计，其出发点是以学生为中心。因此要按照“内外需求→培养目标→课程体系”的顺序进行课程的设计。根据目前的行业发展形势以及与用人单位沟通后获得的企业招聘需求，大多数生物药物相关企业希望学生能够具备“构建某种生产重组蛋白的宿主，并能够对重组效果进行鉴定，获得纯化后的重组蛋白”的综合能力。这与目前基因工程教材中的相关知识点高度契合。基于以上分析，将培养目标预设为以下几个方面。①以“通过基因工程手段在某一特定宿主表达某一特定重组蛋白”为课程主线，学生能够掌握和理解基因工程的基本要素、目的基因的获得、外源基因的导入、重组DNA的筛选和鉴定等知识点。②学生能够运用基因工程的相关知识，解决生物药物相关重组蛋白的设计和筛选等实践问题，培养学生的学习主动性和良好的自学能力，掌握文献检索、资料查询及运用现代信息技术获取基因工程相关领域信息的能力。③了解基因工程在医药领域中的应用和学科前沿发展动态，理解基因工程在科技进步和社会发展中的重要作用，辩证思考基因工程产品的安全性。

2.2　CDIO框架下的教学模块设计

本课程以CDIO工程教育理念为核心框架，围绕“医工结合”的专业特色，首先基于OBE理念明确人才培养目标与能力需求，结合真实医药案例完成构思；再将课程内容拆解为3个模块，通过理论讲授、案例分析与实践任务分层推进设计；随后以团队协作、角色分工的方式组织学生完成实践项目，提交成果完成实施；最后通过实践验证、创新实验和开放实验等环节检验教学成效，并依托反馈机制对教学过程进行动态优化，具体流程如图2所示。

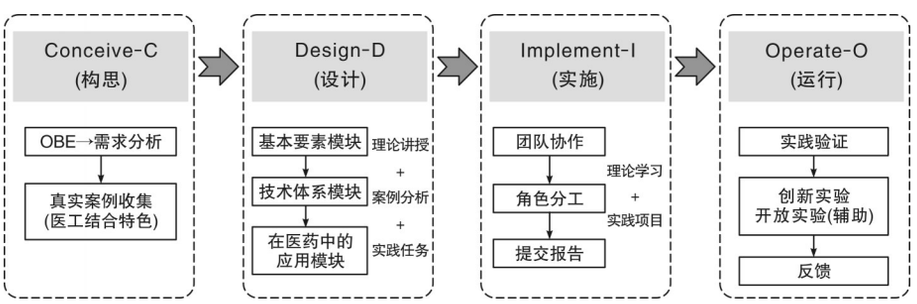


图2　CDIO框架下的教学设计

(1)Conceive(构思)

结合OBE指导的教学目标和行业评价标准，构思相关案例。

需求分析：通过访谈或行业报告（如《中国生物医药产业报告》），收集基因工程领域企业对人才能力的需求。将行业能力需求转化为OBE能力目标，进行OBE目标的映射。

真实案例库的构建：收集真实项目案例，依据GMP规范和FDA指南等行业标准进行筛选与优化，确保案例设计符合产业实践要求。同时设计“医工结合”案例，突出专业医学背景的特点，通过思维导图梳理案例与OBE能力目标的关联性。

(2)Design(设计)

基于CDIO的“构思—设计—实施—运行”阶段划分，本课程以真实项目为载体，系统设计教学模块架构。每个模块均围绕能力目标导向展开，采用“理论讲授→案例分析→实践任务”的递进式设计，确保知识输入、情境应用与能力输出的闭环衔接。具体模块划分及对应教学内容如表1所示。

表 1 “基因工程”课程设计模块架构表

模块名称	理论讲授	案例分析	实践任务
模块 1:基因工程的基本要素	工具酶:核酸内切酶、DNA 连接酶等 克隆载体:质粒、病毒载体等 目的基因:来源和获得方法 宿主细胞:原核/真核选择原则等	案例 1:CRISPR-Cas9 在镰刀型细胞贫血症治疗中的目的基因选择 案例 2:低表达量宿主细胞的优化策略	任务 1:撰写验证性实验方案 任务 2:绘制知识点思维导图
模块 2:基因工程的技术体系	技术原理:凝胶电泳、PCR、DNA 测序等 导入方法:转化、转染技术 筛选鉴定:抗性筛选、蓝白斑筛选	案例 1:基因克隆失败的鉴定技术选择 案例 2:PCR 非特异性扩增的优化策略	任务 1:设计实验方案解决技术问题 任务 2:撰写故障排除报告
模块 3:基因工程在医药中的应用	表达系统:原核/真核表达系统及差异 基因治疗:Luxturna 药物原理、应用等	案例 1:融合蛋白表达失败的根源分析 案例 2:基因编辑“设计婴儿”的伦理讨论	任务 1:构建克隆载体并转染宿主细胞 任务 2:检测转染效率并优化参数

(3)Implement(实施)

根据设计的模块,组织学生模块化学习,强化团队协作。将理论学习和项目实践有机结合,采取团队协作模式,如进行角色分工:组长(负责研究思路设计)、技术员(负责实验操作)、分析师(负责数据处理)、整理和汇报员(负责报告整理和成果展示),鼓励学生使用协作平台管理项目进度和线上交流。每个模块结束时以小组形式提交“里程碑报告”,总结模块的阶段性学习成果。

(4)Operate(运行)

引导学生在各模块学习过程中,通过实践环节进行验证,并能不断优化方案,培养工程思维与解决问题的能力。除了在有限课时的实验环节,鼓励学生进行创新实验和参加开放实验(蛋白质药物的研发与生产),通过实验室的操作验证设计方案。根据实验数据或模拟结果,引导学生优化方案(如调整 PCR 参数和体系),在实验失败时讨论、分析原因并改进方案,评价方案的科学性、可行性,也可以与企业人员(生物制药专业实习基地)沟通,验证方案或思路是否符合相关企业标准。

基于以上内容的设计,将 CDIO 工程教育框架与 OBE 成果导向理念深度融合,如图 3 所示,完成“基因工程”课程内容重构,并实现“以学生为中心、以成果为导向”的持续改进。

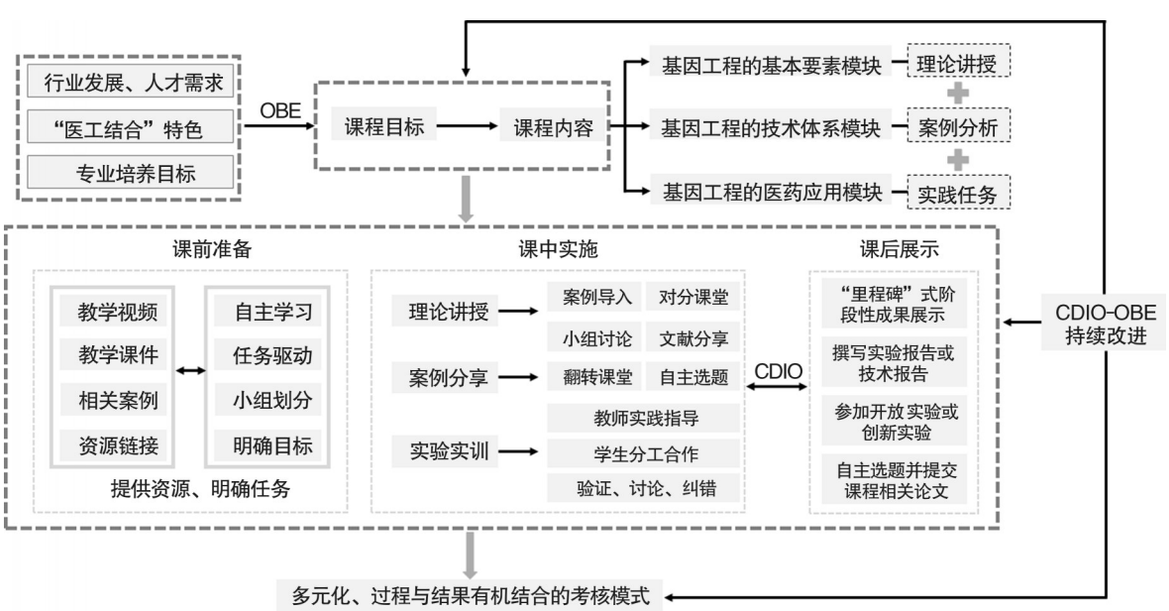


图 3 基于 OBE 理念的 CDIO 框架下的“基因工程”课程教学模块设计

2.3 反向设计课程,全方位、多角度完善课程大纲

基于 CDIO-OBE 融合框架,将“基因工程”课程的能力目标拆解(构思、设计、实施、运作)。立足学校“医工结合”的生物制药专业培养目标,将“基因工程”课程与“医工结合”专业目标深度融合,强化医学与工程的交叉能力培养。“基因工程”课程中 CDIO 不同阶段目标与 OBE 的对应能力关系如表 2 所示。将课程目标与专业目标衔接,同时通过调研文献、产业报告等资料,了解行业的技术瓶颈,并结合基因工程行业的技术前沿、产业趋势及人才需求,完善课程大纲,确保学生既能掌握核心技术,又能理解行业动态与社会责任。

表2　“基因工程”课程中CDIO不同阶段目标与OBE的对应能力关系

CDIO阶段	目标	OBE对应能力
构思	能分析基因工程在医学领域的应用需求（如基因治疗），能提出基于医学问题的基因工程解决方案	问题分析能力、需求识别能力
设计	能运用基因操作技术（如克隆载体构建）设计实验方案，能结合医学伦理与规范设计实验流程	跨学科整合能力、独立思考和创新能力
实施	能操作基因工程相关的实验技术（如PCR、电泳、微生物培养），能使用生物信息学工具（如BLAST等软件）分析数据	实践动手能力、自学能力和数据分析能力
运作	能评估基因工程项目的可行性与安全性，能进行实验结果总结，撰写报告	项目运行、总结能力，团队合作和技术文档撰写能力

3　基于CDIO-OBE模式的“基因工程”课程评价体系的优化

3.1　过程性评价的优化

基于CDIO四个阶段设计动态评估指标，持续跟踪和评估学生的学习成果。在构思阶段，设计动态评估指标主要包括方案设计（可行性与创新性）、问题分析（剖析原因和技术前景等），引导学生在学习通上传小组讨论记录等。在设计阶段，主要考察技术方案设计能力（如载体设计、实验参数优化）、团队协作能力（分工与沟通），可设计和上交同伴互评表。在实施阶段，评估指标包括实验操作规范性、故障排除等，以实验记录表为主要工具。在运作阶段，以技术应用能力为指标，最终以小组为单位撰写技术报告、展示小组成果。“基因工程”课程CDIO各阶段成果与最终成果导向评价映射表如表3所示。

表3　基因工程课程CDIO各阶段成果与最终成果导向评价映射表

CDIO阶段	过程性成果	最终成果导向评价关联点（支撑最终项目成果）
构思	小组讨论记录、问题分析报告、初步方案设计报告（含可行性与创新性分析、技术前景研判）	方案设计的创新性与可行性，问题分析的针对性，直接支撑项目目标的定位
设计	完整技术设计方案（含载体设计、实验参数优化等）、同伴互评表（体现分工与沟通情况）	技术方案的科学性、可操作性、团队分工的合理性，支撑项目的实验设计与实施思路，保障项目推进
实施	规范的实验操作记录表、实验故障排查记录（含故障原因、解决方法与效果）	实验操作的规范性、故障解决的有效性，决定实验数据的真实性与完整性，提供核心支撑
运作	小组技术应用分析报告、成果展示PPT	技术应用能力、成果总结与展示能力，直接对应项目报告的核心内容与成果呈现，体现整体完成质量

3.2　成果导向评价

通过设计的OBE能力目标及对应CDIO阶段和模块对应表，以及评估载体和工具，要求学生撰写综合项目报告或论文，评估其技术整合与创新能力。评分标准包括技术方案可行性、逻辑性、创新性，学生在实验课上展示最终成果。在此过程中，对比CDIO-OBE融合前后的学生能力提升效果，通过问卷调查，收集学生对OBE目标达成的自我评估。

3.3　多元化评估方式，实现教学质量的持续改进

通过多维度反馈提升评估客观性，促进教学质量持续改进。评估主体包括教师、同学、本人和企业导师，按自评20%、学生互评30%、教师评价与企业导师评价共50%（其中企业导师占比20%）分配权重，如图4所示。通过多维度反馈，在学期末整合教师评分、学生互评等数据，通过统计工具进行整理和分析。同时构建教师、学生、企业导师协同讨论机制，明确各主体在评估全流程中的协作职责，任课教师主要负责章节测验、实验操作、终结性评价的成绩整合和反馈，企业导师主要围绕实验报告和项目作业展开评价。在评估过程中，结合权重分配规则，针对性优化评估工具、细化评估指标与评估方法，确保多维度评估的科学性和可操作性。

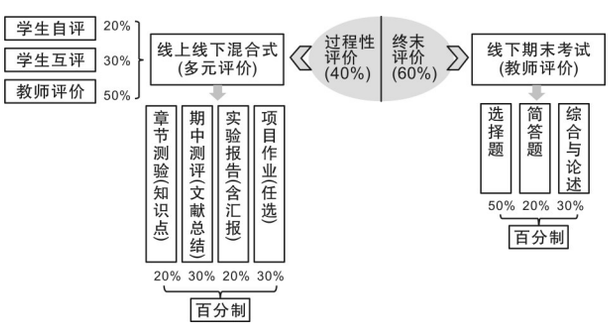


图4　基因工程课程评价体系构成

4　教学评价和满意度调查分析

生物制药专业在课程体系、实践平台、师资结构等方面具备医工交叉特征，是医科类院校的典型“医工结合”特色专业。授课结束后通过对该教学改革模式进行教学评价和满意度调查分析，将为同类“医工结合”背景的生物工程等相关专业提供一定的参考。

因此，在“基因工程”课程最后一节课，采取了无记名问卷调查法，评估该教学模式对2022级生物制药专业学生能力发展的影响。问卷的样本量覆盖授课年级的全部教学班（除请假人员）。调查中要求学生对该授课模式下自我能力提升情况进行量化评价，填写教学满意度评价量化表，量化表包括职业认同感的提升、学习兴趣的提升、口头表达与团队沟通能力、分析和解决复杂问题的能力、创造性思维的培养、核心知识与技能的掌握6个维度，其中每个维度满分为5分。问卷中也包含了对基因工程课程的总体满意度评价，其中“非常满意”为5分、“满意”为4分、“一般满意”为3分、“不满意”为2分、“非常不满意”为1分。

课程结束后面向授课对象发放问卷，因生物制药专业总生源规模有限，无法达到理论大样本要求，所以本次调查以全年级在读学生为样本，采用年级范围内全覆盖普查方式，能够客观反映2022级生物制药专业学生学习的现状，调查结果具备代表性与参考价值。本次调查应参加总人数95人，剔除当日因体能检测请假人员20人，实际发放问卷75份，回收有效问卷75份，有效问卷回收率为100%。调查结果如图5所示，问卷总体的Cronbach's α=0.896，表明问卷具有良好的内部一致性信度；KMO=0.764，Bartlett球形度检验P<0.001，累积方差贡献率为63.00%，表明问卷结构效度良好。学生关于授课模式中职业认同感的提升、学习兴趣的提升、口头表达与团队沟通能力、分析和解决复杂问题的能力、创造性思维的培养、核心知识与技能的掌握6个维度的评分分别为：(4.84±0.37)、(4.87±0.34)、(4.81±0.46)、(4.81±0.43)、(4.79±0.41)和(4.89±0.31)分，对课程总体满意度的评分为(4.83±0.38)分。分析结果显示，生物制药专业学生对CDIO-OBE模式应用于“基因工程”课程教学的认可度较高，总体满意度与采用传统模式授课的2021级生物制药专业[总体满意度评分为(4.56±0.51)分]相比，得到了明显提升(P<0.01)。为深化量化分析，在总体均值统计基础上，结合无记名问卷的特点，开展了各能力维度与总体满意度的关联性分析。分析前对数据进行前提条件检验，本研究中各能力维度及总体满意度均为量表量化得分，属于连续型计量资料，量表得分数据近似服从正态分布，且观测值相互独立，符合Pearson相关分析的适用条件。本研究以相关系数r作为效应量指标，量化各能力维度与课程总体满意度的关联程度，结合P值判定统计显著性与实际关联强度，结果如表4所示。统计分析发现，口头表达与团队沟通能力和总体满意度评分关联性最强，其次分别为核心知识与技能的掌握、分析和解决复杂问题的能力与学习兴趣的提升，相关系数较低的维度是职业认同感和创造性思维的培养。上述结果表明该教学模式在促进综合能力协同提升方面有一定的效果，而创造性思维培养和职业认同感维度相关系数较低，可能由于上述结果仅进行了Pearson相关分析，旨在初步识别各维度与总体满意度之间的关联趋势，属于探索性研究，因此未对多重比较结果进行I类错误校正。后续的验证性研究可采用Bonferroni等方法进行多重比较校正，以提高统计结果的严谨性。

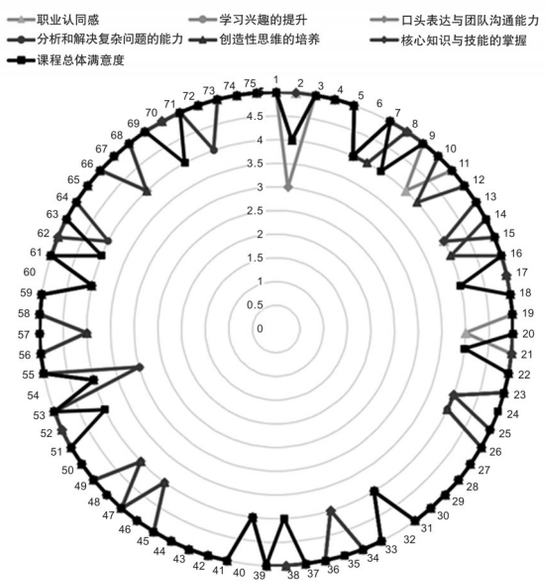


图5 “基因工程”课程满意度评价雷达图

表4 各能力维度与课程总体满意度的Pearson相关性分析结果

评价维度	相关系数r	P
口头表达与团队沟通能力	0.43	0.01
核心知识与技能的掌握	0.41	0.01
分析和解决复杂问题的能力	0.38	0.01
学习兴趣的提升	0.34	0.01
职业认同感	0.28	0.05
创造性思维的培养	0.28	0.05

结合问卷量化数据及问卷开放性问题的补充，制定以下针对性改进措施，将学生反馈切实转化为课程优化的动力。①分层创新任务设计：提升不同层次学生对创造性思维培养的接受度。增设基础型和提升型创新任务，基础型任务主要贴合课程核心知识点，满足大部分学生的基础创新需求；提升型任务主要是结合生物制药领域热点设计，供学生自主选择，同时

可增加创新思维专题讲解，实现更具针对性的创新能力培养。②职业案例渗透与CDIO衔接：强化职业认知与项目实践性。在授课中，结合自身经历、优秀毕业生或企业家的案例，解读行业发展趋势和职业价值，在CDIO构思环节，引导学生结合职业需求设计项目方案，明确项目与职业岗位的衔接点，帮助学生建立对职业的正确认知。③动态评估与持续优化：构建教学改进闭环机制。结合量化关联性分析结果和开放性反馈，梳理教学痛点，将改进措施落实到下一学年教学计划中，统计不同学年学生的学习情况，增设不同能力水平学生的满意度差异分析，对比评估改进效果并持续优化，确保教学评估与教学优化深度衔接。

5　总结与展望

5.1　核心创新点

本研究核心创新点主要有三个方面。一是，CDIO框架与OBE成果导向理念的深度融合。以OBE成果目标为导向，反向驱动CDIO实践的模块化重构，让教学内容、实践项目围绕预设能力目标展开；同时将评价体系嵌入CDIO全流程，构建“目标—过程—评价”完整闭环，确保教学环节紧扣能力培养核心，避免“教非所需、评非所教”。二是，构建动态反馈评价机制，解决传统评价滞后性的痛点。多元评价体系的动态反馈机制中，评价数据实时来源于CDIO项目实践（方案设计、操作实施、团队协作）、阶段性能力考核等多个维度，有助于实现“评价-反馈-优化”的实时联动，让评价成为推动教学质量持续改进的有效动力。三是，教学内容与产业需求深度衔接。以基因工程项目为驱动，而非传统的“理论＋简单验证性实验”模式，将企业真实项目案例融入CDIO实践全流程，搭配企业导师的引导，让学生不仅掌握基因克隆、载体构建等技能，更能直观地了解产业实际需求，培养符合生物制药行业发展的工程思维和创新能力。

5.2　局限性分析

研究存在一定的局限性，主要包括三个方面。一是，动态评价体系的细化不足。目前多元评价体系虽实现了“过程＋结果”的覆盖，但细化程度不足，针对不同能力水平学生的个性化评价指标缺失，因此动态反馈缺乏针对性，难以兼顾学生的个体差异。二是，跨学科融合层面不足，缺少改革成效的长效跟踪机制。CDIO-OBE融合的深度仍有待提升，未充分结合发酵工程、AI等相关学科内容，学生跨学科整合能力的培养效果未达到预期，与目前复杂的生物制药岗位需求仍存在差距。同时缺乏长期跟踪机制，无法全面验证CDIO-OBE融合模式的长期成效，尚未得到学生毕业后的岗位反馈。三是，统计学研究的局限性。本次调研对象主要为2022级生物制药专业学生，而采用传统模式授课的2021级学生仅对其课程总体满意度进行了问卷调查，无法比较各维度评分的差异，统计结果外推性受限。同时，受年级总招生规模限制，实际有效样本量未达到理想样本规模，各维度与总体满意度的关联分析仅采用Pearson相关分析开展探索性研究，未进行多重比较校正，存在一定的Ⅰ类错误风险，统计论证的严谨性有待进一步提升。

5.3　未来展望和改进方向

课程将细化实施路径，明确阶段性目标，重点完善动态评价体系的精细化设计，根据调研结果优化评价指标权重，确保动态反馈的针对性和有效性，完成个性化评价指标体系构建。在跨学科融合方面，提升融合模式深度。设计跨学科综合性CDIO项目，确保项目贴合产业实际需求。加强授课教师的跨学科培训，提升跨学科教学能力，完成1个跨学科综合性项目设计。在课程建设长效发展上，优化OBE目标，动态调整教学内容模块、CDIO项目及评价体系，加强与企业的深度合作，建立完善的长效跟踪机制，实现课程内容、实践项目与产业发展的同步更新。

同时课程将从评价体系、产教融合、长效跟踪机制三大方面落实改进工作。一是，优化动态评价体系，针对不同层次学生的学习需求，细化评价指标，增加个性化评价任务，引入数字化评价工具，实现评价数据的实时采集、分析与反馈，提升动态评价的精准度和效率。二是，深化产教融合，提升跨学科融合水平，加强与生物制药企业的合作，共建课程团队，将行业前沿技术、核心需求全面融入教学内容。开设选修内容模块，鼓励学生结合自身发展需求，自学相关内容，提升跨学科整合能力。三是，建立长效跟踪机制，明确跟踪周期和跟踪指标，完善学生毕业后的长期跟踪体系，结合跟踪数据及评价反馈结果，对授课模块及评价体系进行动态调整，持续完善生物制药专业“基因工程”课程体系，为行业培养更多的高素质人才。

6　结语

本研究深入探讨了CDIO工程教育框架与OBE成果导向理念的深度融合，构建了“目标-过程-评价”一体化闭环教学模式。在该融合模式指引下，以基因工程前沿项目为驱动，完成了教学内容的模块化重构，将工程实践贯穿于教学全过程。同时依托该融合模式构建的“能力导向、动态反馈”多元评价体系，实

现了“教-学-评”的有机统一，为教学质量的持续提升提供了可靠保障。以上教学改革举措有效强化了学生解决复杂工程问题的核心能力，契合生物制药专业人才培养的核心诉求。未来我们将持续收集反馈信息，动态调整授课模块和内容，不断优化评价体系，推动教学质量的稳步提升。

参考文献

[1] 支灵通，张璇，杨慈清，等. 医学院校生物制药专业应用型人才培养模式改革[J]. 医学教育研究与实践，2025，33(2)：169-174.

[2] 郝岗平，潘国军，刘兆玺，等. “新医科＋新工科”背景下的医药院校生物制药专业人才培养模式[J]. 大学教育，2025(4)：126-130.

[3] 杨靖亚，吴文惠，郭锐华，等. 生物制药人才培养的理念创新[J]. 药学教育，2023，39(1)：5-8.

[4] 董彬，宿志伟，王君，等. 生物制药专业核心课程思政教学改革与实践：以“生物技术制药”课程为例[J]. 中国生物化学与分子生物学报，2023，39(9)：1365-1374.

[5] 王志堂，曾旋，李满，等. CDIO理念下地方高校新工科拔尖创新人才培养模式与路径探索[J]. 广东科技，2025，34(3)：89-93.

[6] 丁转弟，张婷，贾新. KSR-CDIO结合吉布斯反思循环模式在老年科护理实习带教中的应用效果[J]. 中华医学教育探索杂志，2025，24(3)：396-401.

[7] 卢莉蓉，牛晓东，陈俊梅. 新工科背景下基于EIP-CDIO模式的生物医学传感器课程教学探索与实践[J]. 高教学刊，2022，8(20)：112-115.

[8] 李福送，娄玉印，秦臻，等. 基于CDIO背景下多方位三维CAD课程教学体系的研究[J]. 科技资讯，2025，23(15)：205-208.

[9] 杜毅，彭湃. 新医科背景下OBE导向的“生物技术制药”课程改革实践[J]. 工业微生物，2025，55(3)：134-136.

[10] 张新颖，杨梦柯，申东东，等. OBE-CDIO理念下医学信息管理人才创新实践能力培养路径构建研究[J]. 医学信息学杂志，2025，46(2)：93-97.

[11] 欧阳鑫玉，赵楠楠，姜冠杰，等. 基于OBE-CDIO的本科生“双创”能力培养途径探索[J]. 创新创业理论研究与实践，2024，7(1)：6-8.

[12] 王忠东. “新工科”“双一流”和“双万计划”背景下物联网一流本科专业建设的思考[J]. 物联网技术，2024，14(8)：152-155.

[13] 吴学文，熊艳，张晓文. 新工科和“双一流”背景下制药工程实习类课程教学实践[J]. 教育教学论坛，2025(23)：41-44.

[14] 范瑞娟，方苏，朱娟娟. 基于CDIO-OBE的发酵工程实验教学改革[J]. 实验室科学，2024，27(4)：96-101.

[15] 张楠楠，李军. 基于OBE-CDIO教育模式探讨“四位一体”医学技术创新人才培养[J]. 黑龙江医学，2024，48(24)：3030-3031.

[16] 喻伟闯，王慧，吉向东，等. 新工科背景下融合OBE-CDIO理念的数据结构课程改革实践与成效分析[J]. 湖北民族大学学报(自然科学版)，2025，43(3)：446-450.