

基于 OBE 理念的 CAD 课程教学改革探索

桂元¹, 高祥^{2*}

1. 四川轻化工大学食品与酿酒工程学院, 四川 宜宾 643030

2. 四川轻化工大学机械工程学院, 四川 宜宾 643030

DOI: 10.61369/ETR.2025460015

摘要 : 在大力推进国家工程教育认证背景下, 融合专业认证的 OBE 理念, 通过重构以生物反应器设计、工艺流程图和车间布局为核心的教学内容, 构建“课堂授课—实验教学—学科竞赛—项目实践—产学合作”五位一体的教学模式, 搭建教学资源平台和建立多元过程性评价体系, 探讨基于 OBE 理念的 CAD 课程教学改革, 全面强化学生在工程设计、系统分析和工程实践方面的能力, 为培养生物工程专业应用型复合人才提供参考。

关键词 : CAD 课程; OBE 理念; 教学改革

Exploration on the Teaching Reform of CAD Course Based on OBE Concept

Gui Yuan¹, Gao Xiang^{2*}

1. School of Food and Liquor Engineering , Sichuan University of Science & Engineering, Yibin, Sichuan 643030

2. School of Mechanical Engineering, Sichuan University of Science & Engineering, Yibin, Sichuan 643030

Abstract : Against the background of vigorously promoting national engineering education accreditation, this paper integrates the OBE concept of professional certification to explore the teaching reform of the CAD course. Measures include reconstructing the teaching content centered on bioreactor design, process flow diagrams, and workshop layout; constructing a five-in-one teaching model consisting of "classroom teaching, experimental teaching, discipline competitions, project practice, and industry-university cooperation"; building a teaching resource platform; and establishing a diversified process-oriented evaluation system. The reform aims to comprehensively strengthen students' abilities in engineering design, system analysis, and engineering practice, providing a reference for cultivating applied and interdisciplinary talents in the biotechnology major.

Keywords : CAD course; OBE concept; teaching reform

在健康中国2030规划纲要和中国制造2025战略持续推进下, 生物医药产业加速同步智能化转型。同时, 与之关联的生物工程专业对复合型人才的要求也随之提高。既要从业人员熟练掌握生物技术原理, 又要具备能够将生物过程转化为装备系统、将工艺参数落实为工程图纸的能力^[1-4]。在这一形势下, 工程教育认证和一流专业建设正在推动高校人才培养模式发生深刻变革。工程教育认证强调以成果为导向(OBE), 贯彻“学生中心、产出导向、持续改进”的理念, 要求课程体系明确支撑学生解决复杂工程问题的能力^[5-7]。一流专业建设则聚焦实践教学创新与专业特色强化, 旨在培养具有国际竞争力的高素质工程技术人才^[8-10]。

生物工程专业作为四川轻化工大学国家级一流专业, 计算机辅助设计(CAD)课程是本专业高年级学生的专业选修课, 共包含16个理论课时和16个上机实验课教学。该课程要求学生能够针对生物工程相关的复杂工程问题, 选择、使用特定工具进行分析、模拟和预测, 并能够理解其局限性。然而, 该课程目前面临与专业背景结合松散、实践环节薄弱、产教融合不足等现实问题, 难以匹配工程教育认证和国家级一流专业建设的要求。基于此, 本研究以工程认证标准和一流专业建设目标为引领, 围绕生物工程专业特色, 系统开展CAD课程的教学改革, 以期能全面强化学生在工程设计、系统分析和工程实践方面的能力, 为培养生物工程专业应用型复合人才提供参考。

一、教学现状与问题分析

认证及一流专业认证要求。其现状主要体现在以下三方面:

(一) 课程内容与专业背景结合松散, 教学案例缺乏学科针对性

当前, 在我校生物工程专业 CAD 课程教学中, 存在若干问题制约了学生工程实践与创新能力的有效培养, 难以适应工程教育

目前, 我校 CAD 课程仍沿用机械类专业的传统教学内容与案

基金项目: 四川轻化工大学校级教改项目(JG-24102); 四川轻化工大学研究生教学建设项目(SZ202306)。

作者简介: 桂元(1987—), 女, 汉, 四川自贡人, 博士, 讲师, 研究方向为微生物发酵技术与应用, guiyuan@suse.edu.cn。

* 通讯作者: 高祥(1983—), 男, 汉, 山东青岛人, 硕士, 讲师, 研究方向机电一体化, gaoxiang@suse.edu.cn。

例，以通用零件绘制和三视图练习为主，严重脱离生物工程的专业背景。学生较少接触到生物反应器、发酵罐、细胞培养设备、蛋白质纯化系统及工厂工艺管道等典型生物工程对象的设计与表达。这就导致了课程学习与专业应用严重脱节，“为画而画”现象突出，学生难以将 CAD 技能有效转化为解决生物工程复杂设计任务的能力。

(二) 实践教学环节薄弱，未能形成实践能力训练体系

当前我校教学多局限于软件命令讲解和简单模仿绘图，缺乏综合性与设计性实践项目。学生鲜有机会完成从设备零部件设计、装配图绘制到车间工艺布局的完整训练流程，更缺乏将 CAD 设计与下游控制、模拟分析相结合的高级应用体验。实践环节的碎片化和浅层化，使学生无法形成系统化的工程设计与表达能力，背离了工程教育认证中对“解决复杂工程问题”的能力要求。

(三) 产教融合不足，教学与行业需求存在显著脱节

我校课程教学往往局限于课堂和机房，未能有效引入生物制药、发酵工程、生物环保等领域的实际项目、技术规范与企业专家资源。学生不了解行业最新设计标准、设备开发流程与实际工程约束，所学技能难以与产业接轨。此外，课程评价多以图纸作业和软件操作熟练度为主，缺乏基于真实项目成果和企业评价的外部反馈机制，导致人才培养质量与行业期望之间存在差距。

综上所述，生物工程专业 CAD 课程亟待突破传统教学定式，全面系统地从教学内容、教学模式、教学平台以及教学评价等多维度进行教学改革，从而真正支撑高素质工程应用型人才的培养目标。

二、教学改革具体内容与实践路径

为推动生物工程专业 CAD 课程从工具教学向能力培养转型，我校拟以工程教育认证的 OBE 理念为统领，聚焦教学内容、教学模式、教学资源及评价体系四个维度，进行如下系统性改革与实践：

(一) 重构教学内容：从通用机械到生物工程

针对原有课程内容与生物工程背景脱节的问题，对教学内容进行模块化重构，摒弃以机械零件为主的传统案例，形成以生物工程对象为核心、梯次递进的内容新体系。

第一基础技能模块：精简传统机械制图理论，强化机械制图、技术制图等国家标准中与生物工程设备相关的规范要求，重点训练投影、剖视、尺寸标注等核心制图能力，夯实工程表达基础。

第二专业核心模块：围绕生物工程典型装备和系统设计开发专业案例库。该模块涵盖三大核心实践任务：一是生物反应器设计与建模，要求学生完成机械搅拌式发酵罐的罐体、搅拌桨等零部件设计至三维装配体建模，并输出符合规范的工程图；二是工艺流程图绘制，重点训练管道及仪表流程图（P&ID）与工艺流程图绘制，以抗生素、啤酒酿造等真实流程为背景，掌握设备符号与流程线的规范表达；三是车间设备布局设计，基于具体生产目

标开展设备选型与区域规划，完成兼顾人流、物流及安全规范的 CAD 车间平面布局图。整个模块突出工程实景，强化设计与制图能力的专业应用。

第三拓展创新模块：结合行业技术发展，引入 CAD 与有限元分析、流体仿真等工具的集成应用案例，拓展学生基于模型的设计和数字化分析能力。

(二) 创新教学模式：构建五位一体、梯次推进的教学闭环

以产教融合为依托，以学科竞赛和项目实践为双驱动，打破传统课堂边界，形成多环节联动、能力逐级深化的“课堂授课—实验教学—学科竞赛—项目实践—产学合作”五位一体、梯次推进教学模式新范式：

第一理论授课奠定基础：保持传统课堂授课和实验上机教学的基础教学模式，聚焦核心概念与国家制图标准，精讲 CAD 软件关键功能。结合线上学习资源如在线视频、模拟软件等，形成混合式学习模式，让学生在课堂外随时随地学习 CAD 知识，课堂上则进行实践操作和案例分析，提高学生的实际操作能力和问题解决能力。这样既能弥补该课程课时设置的不足，又能让学生随时保持学习的状态与热情。

第二实验教学强化技能：新教学模式注重实践操作，通过与生物工程工厂设计概论课程联动，进行企业案例分析、引入实践项目驱动的教学模式，提供充足的实验室资源和项目指导，设计真实生物工程项目为背景的 CAD 设计任务，让学生在实际项目中应用 CAD 技能，培养他们的实践能力和解决问题的能力。如设置发酵罐零部件测绘与建模、工艺流程图绘制等专项实验，促进知识向技能转化。

第三学科竞赛激发创新：以学科竞赛为抓手，促进并加强课程的实践能力应用，让学生通过实际操作以及竞赛中案例的分析、产品的设计等手段掌握 CAD 技能，培养他们的实际操作能力和团队合作精神。如对接中国国际大学生创新大赛、中国大学生工程实践与创新能力大赛、全国大学生生命科学竞赛、全国微生物绘画艺术大赛等赛事，将企业实际需求和创新主题引入课程，鼓励学生开展探索性设计。

第四项目实践融合贯通：依托校企合作平台，将课堂教学与实际工程应用结合起来，为学生提供更多实践机会和就业渠道。通过引入企业实际案例，让学生了解 CAD 在实际工程设计中的应用，激发学生学习兴趣，增强他们对知识的实际运用能力。如引入细胞培养车间布局优化、生物纯化系统设计等实题项目，学生以团队形式完成从方案设计、图纸绘制到答辩评审的全流程训练。

第五产学合作反馈提升：邀请企业专家作为客座讲师，分享 CAD 在企业中的应用经验和技巧，帮助学生更好地理解 CAD 软件的实际用途。为学生提供到企业实习的机会，让他们在真实的工作环境中应用 CAD 技能，加深对其理解和掌握。并聘请企业专家参与 CAD 项目评审，组织学生参观生物医药数字化工厂，推动教学与产业需求持续对接。

(三) 搭建教学平台：建立以学生为中心的教学思想

为保障上述教学内容与教学模式有效实施，还需构建多层次

次、开放式、可持续迭代的 CAD 课程培养体系平台。该平台以学生能力发展为主线，整合资源、活动、评价与反馈四大核心模块，全面支撑五位一体教学模式的运行。

第一资源支撑平台：建设开放共享的专业学习资源库。一是建立生物工程 CAD 专业案例库：开发包含生物反应器、分离纯化设备、工艺管线系统等典型对象的二维 / 三维模型库、P&ID 符号库及标准图块库，学生可随时调用、修改和拓展，强化专业认知与绘图规范。二是建立微课与可视化操作库：围绕软件核心操作、复杂建模流程、国家标准解读等制作微视频和动态演示库，支持学生按需学习、自主训练和故障排查。三是建立真实项目资源包：结合企业生产需求，开发一批覆盖基础—综合—创新三个层次的实题项目任务书（如生物合成车间布局设计、疫苗制剂生产线 P&ID 绘制），提供原始资料、技术参数与评价标准，为学生开展项目实践提供原型支持。

第二活动组织平台：推行课堂 + 竞赛 + 项目三阶递进实施机制。一是推行智慧课堂模块：利用线上教学平台（如超星、Moodle 等）发布任务、组织分组、管理进度，线下课堂聚焦研讨、答疑和关键能力训练，形成线上自学基础、线下强化实践的混合式教学环境。二是推行竞赛孵化模块：建立与学科竞赛（如中国大学生工程实践与创新能力大赛等）对接的长效机制，将竞赛题目纳入课程项目库，配备校内外导师提供针对性指导，突出创新设计与团队协作能力培养。三是推行项目实践模块：依托校企合作基地、产业学院等实体平台，组织学生参与企业实际工程项目或研发需求，经历从需求分析、方案设计、图纸交付到答辩评审的全流程实战训练。

第三评价与反馈平台：构建持续改进的质量保障机制。一是构建多维度评价系统：融合教师评价、企业导师评价、团队互评和自评，依托量规表对图纸质量、设计合理性、规范性和创新性等进行多角度考评。二是构建动态学习档案：为每位学生建立电子学习档案，持续记录其课堂表现、实验成果、项目完成度和竞赛参与情况，实时追踪能力发展轨迹。三是构建闭环反馈与改进机制：定期收集学生、教师和企业导师反馈，针对教学痛点、资源缺口和项目适用性进行动态调整，推动课程内容与教学方法的持续优化。

（四）改革教学评价：构建多元化、过程性考核机制

打破一张图纸定成绩的考核方式，建立全方位、贯穿教学全过程的评价体系。突出工程能力导向构建多元化、过程性评价体系，注重能力达成与反馈改进：

第一过程性评价（占50%）：包括课堂实操（10%）、实验报告（15%）、阶段项目成果（25%），重点考察学生的学习态度、软件熟练度、制图规范及团队协作能力。

第二终结性评价（占50%）：以课程大项目答辩形式开展，学生需提交包括零件图、装配图、工艺流程图或车间布局图在内的完整设计成果，并进行陈述与问答，综合评价其设计合理性、工程规范性、创新性和解决复杂工程问题的能力。

通过以上四个方面的系统化改革与实践，本课程需达到从教软件到教设计、从脱离专业到深度融合、从知识输入到能力输出的根本性转变，有效增强学生在生物工程领域的设计实践能力和创新素养，形成可复制、可推广的课程建设路径。

三、结论

本研究面向生物工程专业 CAD 课程教学改革，以工程教育认证和国家一流专业发展需求为导向，系统重构了教学内容、教学模式、教学平台与评价体系，取得以下结论：一是改革摒弃传统机械案例，聚焦生物反应器设计、工艺流程图等专业核心内容，构建了深度融合专业特色的课程新体系，有效解决了课程与专业脱节问题。二是通过建立“课堂授课—实验教学—学科竞赛—项目实践—产学合作”五位一体、梯次推进的教学新模式，以产教融合为依托、竞赛与项目双驱动，显著提升了学生的创新实践能力和学习主动性。三是构建了开放资源平台和过程性多元评价机制，引入企业真实项目与反馈，确保教学与行业需求同步。

综上所述，本研究中以 OBE 理念为指导、以产教融合为主线的 CAD 课程改革，显著提升了生物工程专业学生的工程实践与创新能力，为同类专业课程建设提供了实践依据。未来将持续推进课程高阶性与创新性，并跟踪改革成效，进一步深化产教协同与资源建设，实现课程的持续改进，为培养生物工程专业卓越工程人才提供支撑。

参考文献

- [1] 国务院办公厅.“健康中国2030”规划纲要 [J]. 中华流行病学杂志, 2016, 37 (12) : 1713–1724.
- [2] 谢伟全, 涂剑, 李国庆, 等.“健康中国”背景下多元化生物医药人才协同培养机制研究 [J]. 高教学刊, 2022, 8(15):173–176+180.
- [3] 王健伟, 尹岭, 刘德培, 等. 加强生物医学大数据建设应用, 推动健康中国战略实施 [J]. 科学通报, 2024, 69(09):1123–1131.
- [4] 李清江, 刘世爽, 蒋莉, 等. 在“互联网+”和“中国制造2025”背景下的产教融合创新基地建设 [J]. 实验技术与管理, 2021, 38(03):242–245+250.
- [5] 李静, 牛文杰.OBE 视阈下高校 CAD 课程多元考核体系的探究 [J]. 图学学报, 2016, 37(04):561–566.
- [6] 刘家友, 杜灿鹏, 陈玉婷. 基于 OBE 理念的土木工程 CAD 课程实践教学改革探究 [J]. 西部素质教育, 2024, 10(10):11–15.
- [7] 方波. 新工科背景下的生物工程 CAD 实验教学改革与探索 [J]. 安顺学院学报, 2023, 25(05):113–117+136.
- [8] 王启要, 高淑红, 白云鹏, 等. 面向生物医药新工科方向的生物工程一流本科专业建设探索与实践 [J]. 生物工程学报, 2022, 38(03):1227–1236.
- [9] 袁文杰, 姬芳玲, 赵婷婷, 等. 新经济形势下的生物工程一流专业建设与实践 [J]. 生物工程学报, 2022, 38(12):4789–4796.
- [10] 李金, 陈明, 金朝霞, 等. 以专业认证为导向的生物工程专业实践教学策略 [J]. 科教导刊 (中旬刊), 2020, (26):42–43.