

竞赛项目驱动下的课程教学改革实践

——以化工过程设计课程为例

韩佳佳 程海蒂 包文亚 宗建平 解娅男 胡晶晶

齐鲁理工学院

摘 要：针对化工过程设计课程在传统教学中存在的理论与实践脱节、学生主动性不足、考核方式单一等问题，本文开展了“以竞赛项目为驱动”的教学改革研究。结合专业人才培养方案重塑课程目标，聚焦学生工程设计能力、创新思维及团队协作能力的培养。在改革实施阶段，通过竞赛项目优化课程内容、采用项目式教学模式、构建多元化考核体系，综合评价学生的知识掌握、实践操作及创新表现。教学实践表明，课程教学质量显著提高，有效提升了学生的工程实践能力与竞赛参与积极性，为化工类课程的实践教学改革提供了参考。

关键词：化工过程设计；教学改革；项目式教学；多元评价

化工过程设计作为我校化学工程与工艺专业核心课程，课程涉及化工设计概念、化工工艺流程设计、化工设备设计与选型、管道和工厂布置设计等多个专业领域，是一门着重培养学生工程实践能力的综合类课程^[1]。课程目的在于使学生明确化工设计的规范和标准，借助化工设计常用软件，完成化工厂及设备设计流程，最终促进工程科学基础知识的转化应用。然而，受到教学模式以及学时的制约和限制，课程内容往往侧重于理论知识的传授，同时实践教学环节相对薄弱，导致课程与实际工程应用脱节。全国大学生化工设计大赛作为一项面向全国高校化工类本科生的学科竞赛活动，其贴近工程实际、综合性强、创新性要求高^[2]。通过将竞赛项目引入课程教学，以实际项目为依托，让学生在实践中学学习，增强学生的实践能力和解决实际问题的能力。同时使学生更好地了解行业需求，掌握最新的工程设计理念和方法，提高学生的工程设计能力和创新思维能力。而 Aspen Plus 与欧贝尔仿真软件作为化工领域中广泛应用的模拟软件，可以帮助学生更好地理解化工过程的原理和操作，提高学生的工程分析和设计能力^[3,4]。

基于 OBE 教育理念，本课程结合自身特点，将化工设计大赛的项目和要求融入到化工过程设计课程的教学，以竞赛项目为依托，结合 Aspen Plus 与欧贝尔仿真软件，对教学内容进行优化整合，并对传统教学的教学方法与考核方式进行改革，从而强化学生的学习能力、实践能力、创新能力以及综合素质，全面助力创新型应用工程技术人员培养。

一、传统教学问题分析

（一）传统教学模式存在的问题

1. 教学内容与实际工程需求脱节

在传统的化工过程设计课程教学中，教材中的案例和习题大多是经过简化处理的，与实际工程中的复杂情况相差甚远。学生在学习过程中，只是机械地掌握了一些理论知识和计算方法，缺乏对实际工程问题的深入理解和分析能力。在实际工程中，化工过程设计需要考虑如原料的性质、设备的性能、操作条件的变化、安全环保等，而这些因素在传统教学中往往被忽视。

2. 教学方式单一，缺乏趣味性

传统的化工过程设计课程的教学方式主要以教师讲授为主，教师在课堂上按照教材的顺序逐一讲解知识点，学生则被动地听讲、记笔记。这种“填鸭式”的教学方式忽视了学生的主体地位，抑制了学生的学习主动性和积极性。在课堂上，学生缺乏与教师和同学的互动交流，难以对所学知识进行深入的思考和理解。学生在学习过程中，只是机械地记忆知识点，而不知道如何运用这些知识解决实际问题。

3. 考核方式重结果轻过程

传统考核评价方式以期末考试成绩为主，往往侧重于对理论知识的考查，而难以反映学生在学习过程中的表现和进步，导致评价的不准确性和不公平性，同时也忽视了对学生实践能力、创新能力和团队协作能力的考察。

（二）学生学习效果与反馈

通过对学生的成绩分析可以发现，虽然部分学生在期末考试中取得了较高的分数，但在实际操作和解

课题项目：齐鲁理工学院教学改革项目（JYSZH202304）。

决问题的能力方面却表现不佳。这说明传统教学模式
下，学生对知识的掌握更多停留在理论层面，缺乏将
知识转化为实际能力的有效途径。为了深入了解学生
的学习情况，笔者还进行了问卷调查。结果显示，大
部分学生对化工过程设计课程的学习兴趣不高，认为
课程内容枯燥乏味，与实际联系不紧密。此外，学生
还对课程的实践环节提出了更高的要求。他们希望能
够增加实践教学的比重，通过实际项目的参与，提高
自己的实践能力和解决问题的能力。

二、课程目标重塑

针对传统化工过程设计课程在教学实践中存在等
问题，以“竞赛项目驱动”为核心，严格对标专业人
才培养方案中对学生工程设计能力、团队协作能力及
创新思维的培养要求，重塑课程教学目标。

（1）课程目标 1（CO1）：能够分析化工设计的
基本程序、基本规律、基本方法及主要规范，运用物
料衡算、热量衡算及设备选型与工艺计算的原理和方
法解决实际问题；能够评估并选择工艺方案，设计工
艺流程，完成车间设备布置和管道布置；能够综合运
用化工设计的基本思维方式，提出优化设计方案。

（2）课程目标 2（CO2）：能够以竞赛项目为载体，
团队协作完成从项目调研、工艺设计、设备选型到图
纸绘制、设计说明书编制的完整化工过程设计流程，
并熟练运用化工过程模拟软件、CAD 绘图软件、工程
计算软件等专业工具。

（3）课程目标 3（CO3）：能够解决化学工业实
际问题，提出可行的解决方案；能够分析问题并提出
创新性解决方法，体现正确的设计思想；能够坚持实
事求是、严肃认真、高度责任感的工作作风；能够树
立报国情怀，勇于探索创新，体现独立思考和解决问
题的能力。

三、课程教学改革策略

（一）基于竞赛项目的课程内容优化

以化工设计大赛的命题方向和内容要求为导向，
对课程内容进行重新梳理和整合。将原本按章节划
分的知识点，融入到具体的竞赛项目中。围绕大赛中
常见的“某化工产品生产工艺设计”项目，将化工流
程设计、物料衡算与能量衡算、设备选型与计算、车
间布置等知识点整合在一起，形成“项目引领、任务
驱动”的课程内容体系，使学生在完成项目的过程
中系统掌握相关知识。在课程内容中增加前沿技术
和绿色化工相关知识，拓宽学生的知识面，培养学
生的环保意识和创新思维。

增加实践教学环节，充分利用 Aspen Plus 与欧

尔仿真系统开展模拟实验教学，在物料衡算与能量
衡算章节，用 Aspen Plus 搭建基础流程模型，让学
生通过输入工艺参数模拟计算，对比理论公式结果，
深化对衡算原理的理解；引入欧贝尔仿真软件的沉
浸式场景，模拟实际工厂开停车、故障处理等过程，
帮助学生衔接理论设计与实际生产，提升工程实践
能力。

（二）项目式教学方法的创新

采用项目式教学法，以化工设计大赛项目为载
体，将课程教学内容分解为多个具体的项目任务，让
学生以团队形式参与项目的全过程。

例如：在物料衡算与能量衡算章节，引入化工
设计大赛中实际项目的案例，如 1,3- 丙二醇、1,4-
丁二醇清洁生产等项目。通过该项目的分析，让学
生掌握物料衡算和能量衡算的实际应用技巧，学会
根据不同的工艺要求和生产条件，准确计算物料和能
量的输入输出，为后续的设备选型和工艺设计提供
数据支持。同时，引导学生思考如何在衡算过程中
优化工艺参数，提高生产效率和能源利用率，培养
学生的工程优化意识。

教师在项目式教学中扮演引导者和指导者的角
色，在项目开始前，为学生提供必要的背景知识和指
导意见，帮助学生明确项目目标和任务；在项目实施
过程中，定期组织学生进行小组讨论和汇报，及时了
解学生的进展情况，解答学生遇到的问题，引导学生
不断优化设计方案；在项目结束后，对学生的项目成
果进行评价和总结，指出学生的优点和不足之处，
提出改进建议，帮助学生积累经验，提高能力。

（三）多元考核评价体系的完善

改变传统的以期末考试为主的考核方式，采用
过程性考核与终结性考核相结合的方式。全面评价
学生的学习成果和综合能力，具体考核环节如表 1
所示。

表 1 化工过程设计课程多元考核环节

课程 目标	支撑考核环节及分值					课程 目标分值	
	过程性考核				终结性 考核		
	平时考核				项目 成绩		期末 考试
	线上 学习	课堂 表现	习题 作业	单元 测验			
CO1	2	3	4	5	5	5	24
CO2	2	4	4	7	17	15	49
CO3	1	3	2	3	8	10	27
占比(%)	5	10	10	15	30	30	100

过程性考核占总成绩的 70%，包括平时考核与
项目成绩考核。其中平时成绩占总成绩的 40%，主
要包括线上学习、课堂表现、作业完成情况以及单
元测验

等。线上学习情况主要通过学习通平台记录学生的学习时长、在线测试的成绩等进行评定,鼓励学生充分利用线上学习资源,自主学习。课堂表现包括学生在课堂上的参与度、提问回答、小组讨论等方面的表现,旨在考查学生的学习态度和积极性。习题作业完成情况主要考查学生对知识的理解和应用能力。单元测验主要围绕工艺流程设计基础、物料衡算与能量衡算、设备选型与车间布置等内容,考查学生对课程基础理论的掌握程度及在简单工程场景中的应用能力。

项目成绩考核占总成绩的30%,学生在以项目为依托的学习过程中,需要团队协作完成项目的选题、调研、设计等阶段的任务。项目成绩的评定主要从项目方案的合理性、可行性,以及学生在项目实施过程中的团队协作能力、问题解决能力等方面进行考核。

终结性考核(即期末考试)占总成绩的30%,主要考查学生对课程知识的整体掌握程度和综合应用能力。在考试题型上,设置选择题、分析题、计算题与设计题,要求学生能够对所学知识进行系统的梳理和总结,并能够运用所学知识进行工程设计和分析。

四、课程改革成效

(一) 知识掌握程度提升

通过项目式教学改革,学生对化工过程设计的课程内容有了更系统、更深入的理解和掌握。课程目标达成度分布如图1、图2所示。

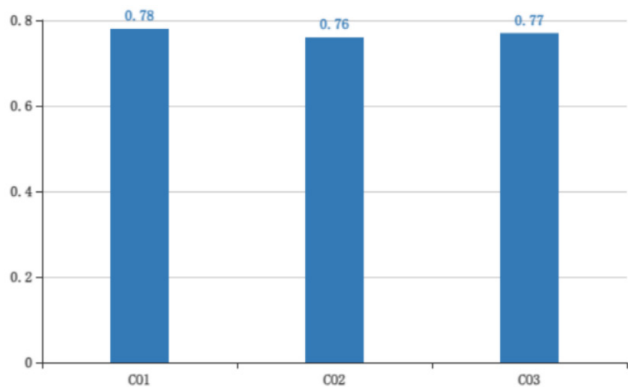


图1 化工过程设计课程目标平均达成度

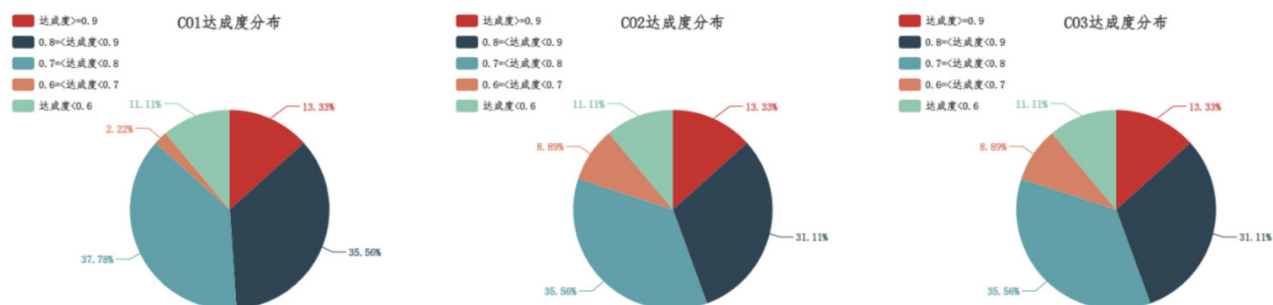


图2 化工工程设计课程目标达成度分布

课程目标1达成度为0.78,其中达成度大于0.7的占比为86.67%,表明大部分学生能够熟练掌握化工设计的基本程序与主要规范,在物料衡算、热量衡算及设备选型等核心任务中,能准确运用原理和方法解决实际问题;课程目标2达成度为0.76,其中达成度大于0.7的占比为80%,从习题作业及项目成果来看,大部分学生能够通过团队协作完成从项目调研、工艺设计(确定工艺路线、计算工艺参数)、设备选型到图纸绘制及设计说明书编制的全流程任务;课程目标3达成度0.77,其中达成度大于0.7的占比为80%,从考核与项目表现来看,大部分学生能够针对化学工业实际问题提出可行的解决方案,并在设计过程中展现出实事求是、严肃认真的工作作风。

(二) 工程实践能力及参赛能力提升

学生能够熟练使用 Aspen Plus 软件、欧贝尔仿真软件及 Auto CAD 软件工具,完成化工过程设计的各项任务。同时项目式教学有效激发了学生的参赛热情,更推动学生在赛事中斩获佳绩,其中在全国大学生化工过程设计大赛获三等奖一项、山东省化工过程创新设计大赛中获一等奖一项、二等奖三项。

五、结语

本研究围绕“以竞赛项目为依托”的理念,对化工过程设计课程进行了教学改革与实践。通过重构教学内容、创新教学方法和改革考核方式,有效解决了传统教学中存在的理论与实践脱节、学生实践能力和创新能力不足等问题,提高了课程教学质量和学生的综合素养。从课程目标达成度来看,学生在知识掌握、实践能力和团队协作能力等方面都有了显著提升,能够更好地适应化工行业发展对人才的需求。

然而,教学改革是一个持续不断的过程,在实践中还存在一些问题和不足,如竞赛项目与课程教学的结合不够紧密、师资队伍的工程实践能力有待进一步提高等。在今后的教学改革中,我们将不断优化教学内容和教学方法,加强师资队伍建设,提高教师的工

程实践能力和教学水平。同时,进一步完善考核评价体系,确保教学改革的效果。

参考文献:

- [1] 梁志武,陈声宗.化工设计[M].4版.北京:化学工业出版社,2024.
- [2] 刘作华,刘鑫婷,魏顺安,等.化工设计竞赛对课程的改革意义及其未来发展方向[J].广东化工,2020,47(9):198-199.
- [3] 马楠柯,石尧,杨纯,等.化工设计竞赛推动化工设计课程教学改革探讨[J].天津化工,2025,39(4):175-177.
- [4] 余长林,吴世远,樊启哲,等.卓越工程师计划下的“化工设计”课程教改分析与研究[J].教育现代化,2020,7(54):46-49.