

OBE理念下化工设备机械基础课程教学改革与实践

李礼^{*} 吴京平 张兴然 齐学强 邱发成
重庆理工大学化学化工学院, 中国·重庆 400054

摘要: 基于成果导向教育 (OBE) 理念, 针对化工设备机械基础课程学科交叉性强、工程概念多、实践性强的特点, 从教学目标重构、教学内容优化、教学方法创新及评价体系改革等方面提出改革路径, 以提升课程教学效果, 推动化工专业人才培养。通过实践验证, 学生的工程实践能力和问题解决能力显著提升。
关键词: 化工设备机械基础; 教学改革; OBE 理念; 新工科

Teaching Reform and Practice in the Course of Fundamentals of Chemical Equipment and Machinery under OBE Concept

Li Li^{*}, Wu Jingping, Zhang Xingran, Qi Xueqiang, Qiu Facheng
School of Chemistry and Chemical Engineering, Chongqing University of Technology, China Chongqing 400054

Abstract: Based on the concept of Outcome Based Education (OBE), this paper proposes a reform path from the aspects of teaching goal reconstruction, teaching content optimization, teaching method innovation, and evaluation system reform in response to the strong interdisciplinary nature, multiple engineering concepts, and strong practicality of the chemical equipment and machinery foundation course, in order to improve the teaching effectiveness of the course and promote the cultivation of chemical engineering professionals. Through practical verification, students' engineering practice ability and problem-solving ability have significantly improved.
Keywords: Fundamentals of chemical equipment and machinery; Teaching reform; OBE concept; New engineering

0 引言

随着科学技术的发展, 化学工业在国民经济生产和人们社会生活中扮演的角色也越来越重要, 化工行业对发展新质生产力要求更为迫切。所谓的化工新质生产力, 就是有别于目前传统化工行业的发展现状, 对传统现状的创新和革新。因此, 企业对化工专业毕业生的专业知识和素养提出新的要求, 也就要求化工专业课程进行相应的改革。

《化工设备机械基础》是面向化学工程与工艺专业本科生开设的一门核心基础课程, 具有鲜明的学科交叉特色。通过本课程的学习, 使学生掌握化工设备的性能及特点, 学习化工设备的结构和机械设计方法, 具备化工容器及设备设计的能力^[1]。但是, 该门课程具有内容丰富、多学科交叉、涉及知识面广、工程实践性和理论性较强等特点, 在教学过程中学生反馈难度大、学习成效不理想^[2]。此外,

表1 课程目标及其与毕业要求的关系

课程目标	描述	关联程度	毕业要求	描述
目标1	能够根据工艺要求, 设计出相应的压力容器, 并对其进行强度校核, 给出维护方案, 遇到突发事件能有初步的判断和解决能力。	H	3-2	按需设计: 能够根据化工过程实际需求, 设计化工过程相关的工艺流程及控制、化工过程设备, 并采用设计说明书、工程图纸、设计报告等方式呈现设计结果;
目标2	能够根据设计资料 and 标准, 对化工设备进行结构设计和材料选择, 确定各零部件的具体尺寸, 对定型设备进行选型。	H	5-2	工具表达: 能够选择与使用恰当的方法、模型、技术、资源, 采用现代工具对化工过程复杂工程问题进行表达和分析。
目标3	了解压力容器相关的法规、行政规章、安全技术规范和标准。	M	6-1	行业背景: 了解国家对化学工程及相关行业的生产、设计、研发及安全和环境方面的方针、政策和法规。

化工行业正经历着前所未有的技术变革，新能源设备的广泛应用、智能化监测技术的快速发展和绿色低碳转型的深入推进，正在重塑行业格局。然而，作为化工类专业核心课程的《化工设备机械基础》却未能及时跟上这一发展步伐，出现了教学内容与行业需求之间出现了明显的脱节现象，存在教学目标定位模糊、能力导向不明确的问题，过度侧重理论知识的灌输，而忽视了学生工程实践能力的系统培养。这种目标导向的偏差直接导致课程内容与行业需求脱节，培养出的学生难以快速适应实际工程工作。因此，从新工科的建设以及发展新质生产力的要求来看，着手对该课程进行全面的教学改革与探索，是十分必要的。

1 课程概况

目前我校采用的教材为喻建良等主编的《化工设备机械基础》第八版(大连理工大学出版社)，与之前版本相比，第一篇章工程力学基础已经被删减。并且随着人才培养方案的优化修订，该课程的理论教学由原来的 48 学时降至 32 学时，教学目标与毕业要求及支撑关系见表 1 所示。

2 课程教学现状及存在的问题

2.1 教学目标模糊

当前化工设备机械基础课程的教学目标普遍存在笼统、难以量化评估的问题。多数教学大纲中关于目标的描述停留在“掌握化工设备设计基本原理”、“了解典型设备结构”等宽泛表述，缺乏具体、可测量的能力指标。例如，课程目标仅表述为“使学生掌握化工压力容器设计的基本原理”，而未明确学生应达到的具体能力水平。这使教师在教学过程中难以精准把握教学深度，也使学生对学习目标缺乏清晰定位。此外，传统课程目标过度强调理论知识的完整性，如材料力学性能、薄壁容器设计理论、法兰连接计算等知识点面面俱到，但对如何将这些知识转化为解

决实际工程问题的能力缺乏明确要求。

2.2 教学内容滞后

化工行业正经历着前所未有的技术变革，新能源设备的广泛应用、智能化监测技术的快速发展和绿色低碳转型的深入推进，正在重塑行业格局。然而，作为化工类专业核心课程的《化工设备机械基础》却未能及时跟上这一发展步伐，教学内容与行业需求之间出现了明显的脱节现象，见表 2 所示。

2.3 教学方法单一

当前的教学依然以教师为中心，学生参与度低。主要表现为：一是学生学习主观能动性不强。该课程知识面覆盖力学、材料、机械和化工等多个学科，学科交叉性强、工程概念多、实践性强；并且包含大量公式、图表以及未接触过的工程化术语。此外，学生在功利心的驱使下，对《化工设备机械基础》这类非考研课程的学习重视程度不够，导致学生在学习过程中感觉比较枯燥、学习难度大、兴趣不浓、学习主动性差。二是当前的教学模式单一。传统“填鸭式”的讲解化工设备设计标准、规范和案例，很难激发学生的学习兴趣 and 激情，更不用说培养其工程设计思维和解决实际问题的能力。

2.4 评价体系片面

依赖期末笔试，缺乏过程性评价。现有的教学考核方式不能有效衡量学习成效。该课程现在仍按照传统的考核模式，即课堂教学（平时考勤 + 作业）加期末终结性考试评价，不能真正反映学生学习效果。

3 课程教学改革与实施

3.1 重构教学目标

在工程教育认证背景下，化工设备机械基础课程需要建立清晰的能力培养框架，明确课程目标与专业毕业要求

表2 新能源设备设计在课程中的缺失情况

方面	传统教学内容	行业现状与发展趋势	脱节表现
设备类型	管壳式换热器、反应釜等传统设备	氢能装备、CCUS设备、电化学反应器等新能源设备	新能源设备设计原理缺失
技术应用	结构设计、强度计算等基础理论	智能监测、数字孪生、预测性维护等智能化技术	智能化技术内容不足
设计理念	安全性与经济性平衡	全生命周期评估、碳足迹分析等绿色设计方法	绿色低碳设计内容薄弱
标准规范	传统压力容器标准(如GB150)	新型设备标准、智能化运维规范	新标准体系更新不及时

的对应关系,形成可实施、可评价的能力指标体系。本文以“毕业要求-课程目标-能力指标”为主线,系统分析该课程学生需达到的三大核心能力:掌握化工设备设计规范(支撑“工程知识”毕业要求)、具备设备选型与故障分析能力(支撑“问题分析”)、能运用软件完成简单设备设计(支撑“现代工具使用”)。通过细化各能力层级的具体要求与评价标准,构建完整的课程能力培养体系,为化工类专业工程人才培养提供参考。

工程教育专业认证强调成果导向教育(OBE)理念,要求课程教学直接支撑专业毕业要求的达成。在这一框架下,化工设备机械基础课程需要建立从宏观到微观的完整能力培养链条:专业的毕业要求分解为若干指标点,课程目标明确支撑特定指标点,而具体的能力指标则进一步细化和落实课程目标^[3]。

3.2 教学方式改革与探索

3.2.1 基于智慧化工的课程内容更新

智能化与数字化技术的应用是当前化工设备发展的另一大趋势,但课程对此的响应明显不足。现代化工企业正大力推进“5G+工业互联网”平台建设,通过智能巡检机器人、数字孪生技术、远程监控系统等手段实现设备的智能化管理。因此,在课堂教学中增加智能化监测与诊断技术等内容,让学生了解传感器网络布置、数据采集系统、预测性维护算法等关键技术,有针对性地培养其实践能力及创新能力,促进知识与工程实践的有机融合^[4]。

3.2.2 基于 OBE 理念的教学模式创新

以 OBE 理念为指导,形成以学生为中心的教学模式。探索“课堂授课+实验”相结合的教学模式,如工程力学基础部分,涉及物体受力分析、应力状态分析、化工设备失效分析等,单纯的公式推导,课程乏味,若同时增加材料常数 E 的测定、应力集中实验及薄壁圆筒电测实验等,更能直观理解和掌握压力容器的应力分布规律和失效原因分析^[4]。探索“案例式+研讨式”的教学模式,通过实践中工程设计案例或化工设备相关前沿课题研究,引导学生通过课后查阅资料、制定方案完成自学,然后结合课堂中的小组讨论、老师评讲等,培养学生工程意识和分析解决实际问题的能力。

3.2.3 贯穿整个课程体系的产教科教融合观

从化工设备由以前“傻大粗”到今日“专小精”的变化,引入现代化工行业的发展趋势,彰显本课程对化工

行业发展的重要性。从泰坦尼克号船的断裂事故引出材料力学性能,再到天津滨海新区爆炸事故引出压力容器的安全性等一系列安全事故,提高学生社会责任感^[5]。在课程案例的选择方面,优选来自科研团队与企业的联合攻关成果,通过实实在在的校企合作项目,增强教学案例的实用性,提高学生运用理论知识解决实际问题的能力。在培养学生化工设备设计能力方面,不局限于本课程教学,将其与学生见习实习、课程实习和化工设计竞赛等相结合,培养学生将所学专业知识融会贯通,自主创新探索的精神。

3.4 完善评价体系

建立“多元动态”评价机制。传统的课程考核中,成绩一般由平时成绩与期末考试成绩加权组成。为了更加注重学习过程,平时成绩的权重逐渐增大,由 30% 提高至 50%,但是平时成绩主要由考勤和作业构成,无法真正考查学生的主动性和创新性,也不能很好的体现学生学习状态的差异化。因此,改革现有的课程考核模式以促进学生学习过程。根据本课程的特点,采用形成性评价和总结性评价相结合的综合评价方式,形成性评价也称为学习活跃度评价,主要包括课前预习(文献查阅和视频资料学习)、课堂表现(小组讨论和问题回答)及过程测评(作业和单元测试);总结性评价以闭卷考试方式进行,以考试成绩作为评价依据^[6]。

4 结语

为顺应新质生产力蓬勃发展态势及新工科建设浪潮下人才培养模式革新与专业课程教学改革的新要求,我们以学生为中心,提出以 OBE 理念为指导的教学改革路径,包括重构教学目标、优化课程模块、创新教学方法、强化实践环节和构建动态评价体系,实现教学目标和能力指标的达成度评价,切实保证我校达到工程人才、应用型人才的培养目标。

参考文献:

- [1] 黄承都,黄永春,艾硕,曹艳,黄琼.新工科背景下“化工设备机械基础”课程教改探索与实践[J].广东化工,2023,50(18):208-209.
- [2] 李志义.对毕业要求及其制定的再认识—工程教育专业认证视角[J].高等工程教育研究,2020(5):1-10.
- [3] 段建国,成建国,马力通,王亚雄,赛华征.化工类思政融合课程教学建设与探讨—以《化工设备机械基础》为例[J].化学工程与装备,2022,(3):293-294.

[4] 陈欣, 翟翠萍, 常凤香, 李亚敏, 徐元清. 新质生产力背景下基于 OBE 理念的物理化学课程改革研究[J]. 化学研究, 2025, 36(3): 326-330.

[5] 陈丽娟, 张亚新, 魏博, 努兰·苏力坦汗. OBE 理念下“化工设备机械基础”课程建设思考与对策[J]. 广东化工, 2021, 48(13): 222-223.

[6] 周一卉, 武锦涛, 李志义, 喻健良, 夏良志. 关于

形成性评价机制与课程产出合理评价的思考[J]. 化工高等教育, 2023, 40(1): 70-75.

基金项目: 重庆理工大学本科教育教学改革研究项目(2024YB35)。

作者简介: 李礼(1984-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 化工专业教学及科研工作。