

Reconstruction of OBE-CDIO Curriculum System for Materials Related Majors Based on Background of Industry-Education Integration

Dan Zhao Yongke Zhao Lei E Bo Zhang Ya'nan Chen

School of Materials Science and Engineering, TianJin Chengjian University, Tianjin, 300384, China

Abstract

Under the background of industry-education integration, a curriculum reform framework based on the OBE-CDIO model has been constructed in response to the problems of insufficient industrial docking and weak practical innovation ability in the curriculum system of Materials Related Majors. The principles of "outcome-oriented, industry-education synergy, and project-driven" have been proposed to reconstruct the curriculum system with industry demand as traction. The article elaborates on the implementation strategies of curriculum system reform, adopting a modular curriculum restructuring, a combination of virtual and real teaching mode, and a diversified dynamic evaluation system, forming a training path of "industry education docking-project carrier-competency progression". Through practical case analysis, the effectiveness of reform measures has been verified, providing a scalable paradigm for the cultivation of applied talents in the field of materials.

Keywords

Industry-education integration; Curriculum system reform; OBE concept; CDIO

产教融合背景下材料类专业 OBE-CDIO 课程体系重构

赵丹 赵永克 鄂磊 张博 陈亚楠

天津城建大学材料科学与工程学院, 中国·天津 300384

摘要

产教融合背景下, 针对材料类专业课程体系存在的产业对接不足、实践创新能力薄弱等问题, 构建了基于OBE-CDIO模式的课程改革框架, 提出“成果导向、产教协同、项目驱动”原则, 以产业需求为牵引重构课程体系。文章详细阐述了课程体系改革的实施策略, 采用模块化课程重组、虚实结合教学模式及多元动态评价体系, 形成“产教对接-项目载体-能力进阶”的培养路径。通过实践案例分析, 验证了改革措施的有效性, 为材料类应用型人才培养提供了可推广的范式。

关键词

产教融合; 课程体系改革; OBE理念; CDIO

1 引言

随着新材料技术的突破性进展与智能制造产业的迭代升级, 材料类人才能力需求正经历从单一技术型向复合创新型的历史性转变^[1,2]。传统的材料科学与工程专业课程体系存在理论教学与实践脱节、学科交叉不足、创新能力培养薄弱等问题, 这种滞后性严重制约了工程教育认证标准中“解

决复杂工程问题能力”指标的达成度^[3,4]。产教融合作为新型人才培养方式, 能够促进教育内容与产业需求的紧密对接, 提升学生的就业竞争力, 促进教育模式的创新和改革, 是实现教育与产业共赢的重要途径^[5,6]。基于此, 本研究依托天津城建大学材料科学与工程专业的 OBE-CDIO 课程体系重构实践, 探索 OBE (成果导向教育) 理念导向的跨校专业课程体系改革路径, 为同类型院校专业建设提供实证参考。

2 材料类专业课程体系现状分析

当前, 材料类专业课程体系在产教融合与创新型人才培养方面存在显著的结构矛盾, 亟待基于 OBE 理念进行系统性改革^[7-9]。具体而言, 其一, 课程架构呈现理论主导型特征, 企业参与的工程实践项目占比低于 30%, 且专业实验项目多局限于验证性操作, 难以培养学生的工程实践能

【基金项目】天津城建大学教育教学改革与研究项目 (项目编号: JG-ZD-22020)。

【作者简介】赵丹 (1976-), 女, 满族, 中国天津人, 硕士, 副教授, 从事纳米功能材料研究。

【通讯作者】赵永克 (1989-), 男, 汉族, 中国河北石家庄人, 博士, 讲师, 从事绿色功能复合材料研究。

力；其二，课程内容更新周期普遍超过 4 年，无法及时反映材料领域的最新发展动态，滞后于产业技术迭代速度；其三，教学模式仍以单向知识传递为主，缺乏互动和实践环节，难以激发学生的学习兴趣和创新思维，制约了学生复杂工程问题解决能力的塑造。这些问题导致人才培养质量与行业需求产生结构性错位，具体表现在：毕业生工程实践能力不足，难以快速适应工作岗位；创新能力欠缺，难以应对材料领域的快速变化；综合素质不全面，难以胜任跨学科、跨领域的复杂工程任务。因此，参照 OBE-CDIO 工程教育模式构建“理论 - 实践 - 创新”深度融合的动态课程体系，已成为推进新工科建设的关键路径^[10,11]。

3 基于 OBE 理念的课程体系改革设计

基于 OBE 成果导向教育理念的课程体系改革，应以《华盛顿协议》毕业生能力要求和教育部新工科建设指南为基准，以培养具有扎实理论基础、较强工程实践能力和创新精神的高素质材料类人才为目标，着力构建“理论奠基 - 工程实践 - 创新突破 - 跨界融合”四位一体的能力培养框架。改

革遵循“三对接”原则：一是理论与工程实践深度耦合，通过引入 CDIO（构思 - 设计 - 实施 - 运行）模式建立螺旋式进阶培养机制，确保实践学分占比不低于 30%；二是学科交叉与产业前沿动态匹配，拓宽学生知识面，要求跨学科课程模块学分占比 $\geq 15\%$ ；三是创新能力培养与个性化发展协同推进，实行创新学分积累与转换制度。

重构后的“四维协同”课程体系包含：（1）基础理论模块，整合专业核心课程，实施项目式教学，设计思路如图 1 所示；（2）工程实践模块，构建“基础实验 - 专业实习 - 工程实践”三级梯度实训体系，强化产业前沿技术反哺教学的实践课程更新；（3）创新研究模块，将大学生创新创业训练计划项目、挑战杯、中国国际大学生创新大赛、专业技能竞赛等纳入创新实践环节，实施“导师 + 项目 + 团队”培养模式；（4）跨界融合模块，开设“新能源材料与器件”等微专业，推行跨学院课程互选认证机制。各模块通过 OBE 理念下的“需求分析 - 能力矩阵 - 课程映射 - 持续改进”闭环设计实现有机衔接，形成支撑工程教育认证标准的课程体系。

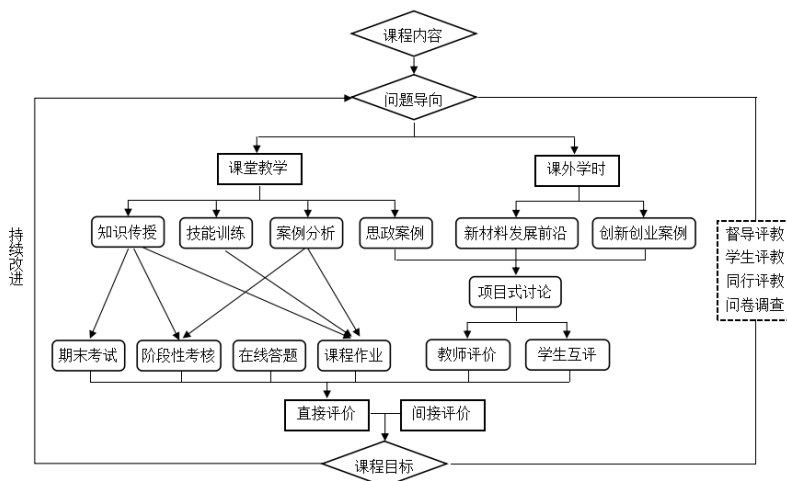


图 1 项目式课程教学设计思路

Fig.1 Design ideas for project based course teaching

4 课程体系改革的实施策略

课程体系改革的实施路径应聚焦“内容重构 - 方法革新 - 评价转型”三维度协同推进。在课程内容优化维度方面，依据《中国制造 2025》重点领域技术路线图，增设实践学时和课外学时，创建创新和学科前沿专题模块。在教学方法创新层面，鼓励项目式课程建设和人工智能赋能本科教育教学，增加师生互动，提高学生参与度。评价体系完善是教育教学改革的重要保障环节，应构建“三维六度”评价模型知识维度采用多元考核方式，其中过程性评价占比提升至 40% 以上。

5 改革实践与效果分析

作为天津市首批新工科研究与实践项目试点单位，天津城建大学材料科学与工程专业构建了“产教融创·四维驱

动”课程改革范式。在课程体系重构方面，依托工程教育认证标准，对《材料工程基础》、《材料现代研究方法》和《无机材料工艺学》等核心理论课程开展项目式教学建设；同时增设《绿色建筑材料导论（双语）》、《智能建筑节能与材料》、《建筑材料质量检测》、《现代城市建设创新创业基础》、《高阶创新创业—新材料技术创新研讨》等新课程，实现了“基础理论 - 前沿技术 - 工程应用”三层次教学目标。其中《绿色建筑材料导论（双语）》入选首批天津市新工科特色课程，《材料工程基础》、《无机材料工艺学》获批天津城建大学项目式课程建设项目。课程思政建设方面，融入“工匠精神”、“绿色低碳”等思政元素，其中《新时代材料人的光荣与梦想》获批天津市一流本科建设课程、天津市新时代课程思政改革精品课。

实践教学环节引入企业导师占比30%以上,实施校企联合和跨学院联合培养真题真做毕业设计(论文)课题(占比约40%)。本专业与科之杰新材料集团(厦门)有限公司已连续三年合作,联合培养本科生共22人;与其他学院等联合培养本科生共45人,毕业设计(论文)均取得良好以上成绩。

科教融合层面,建立“科研反哺教学”转化机制,将教师科研成果转化为优质教学资源,提升教学前沿性。近5年,已有20余项科研课题成果(如自然科学基金项目、国家重点研发计划项目等)融入15门本科生课程,并开发3门教材融入科研成果(包括《无机材料科学基础》、《无机非金属材料物理性能》、《材料概论》)。创新评价体系实施“三替代”机制,允许国家级大创项目成果替代毕业论文、学科竞赛获奖替代科技创新学分(最高可置换2学分)。学生科研兴趣显著提升,参与专利申请、科研论文发表数量逐年上升。近5年本科生参与科研项目30余项,500余名学生获创新创业项目支持,参与发表论文70余篇,就业率达90%以上。

其次,创新教学模式,采用项目式教学(PBL),建设项目式课程,例如在《专业综合技能实践》课程中,学生以“陶瓷艺术作品制作”等实践项目为载体,学生分组完成全部项目。该课程获批天津市一流本科建设课程,天津市创新创业教育特色示范课程、天津市劳动教育精品课程、天津城建大学项目式课程建设项目。另外,建设虚拟仿真平台,利用浮法玻璃生产虚拟仿真平台学习玻璃生产工艺,在《毕业设计》环节中,学生通过BIM等软件进行建筑材料工厂工艺设计,解决了传统教学中理论与实践脱节、真实生产环境接触受限、复杂工艺可视化不足的问题。

最后,构建“输入-过程-输出”三维联动的评价体系,过程性评价包括平时作业和表现、实验报告、项目答辩、团队协作等,终结性评价中降低期末考试占比,一般不超过60%。如《材料现代研究方法》课程(总学时48,含16学时课内实验),教学内容主要包括课堂讲授,以基本理论—工作原理—技术应用及数据分析为主线,将几种测试技术的实际应用纳入教学过程中,以工程应用为出发点,帮助学生从理论转向实际,从简单转向综合,培养学生的工程素养;实验教学采用项目式分组模式,从教师当前科研课题中拆解子任务,要求5~7人小组综合运用X射线衍射(晶体结构分析)、扫描电镜(微观形貌观测)、热分析(相变特征)与红外光谱(官能团鉴定)四大核心实验技术解决单一工程问题,通过“文献调研-实验操作-数据分析”三阶段递进培养实践能力;此外,根据课程内容布置一定量的课程作业,利用学习通进行线上学习等。该课程考核采用过程性评价、终结性评价、课程实验考核相结合的方式,在总评成绩中占比分别为20%、50%和30%。这种多元考核方式改革使考核成为材料工程师能力养成的“预演场”,推动学生从“背公式”转向“解真问题”,更契合新工科“解决卡脖子材料难题”的人才培养导向。

经过近5年的改革实践,成效显著:学生工程实践能力和创新意识明显提升,获“互联网+”大学生创新创业大赛、“挑战杯”创新大赛国家级奖项6项、省部级奖项120项;专业吸引力显著增强,成功实现转入本专业人数从零到有的跨越式突破且逐年增加;建成天津市一流课程3门、虚拟仿真实验教学项目1项。但改革仍面临双重困境:专任教师中具有工程背景者占比不足40%(据2025年师资评估数据),校企共建项目仅30%。为此,需要进一步加强师资队伍建设,完善校企利益共享机制、推动校企长期合作,不断完善课程体系,确保改革持续推进。

6 结论

以成果导向教育(OBE)为核心驱动材料类专业课程体系重构,能够有效对接产业升级需求,为培育新时代创新型工程人才提供系统性支撑。通过优化课程内容、创新教学方法、完善评价体系等策略,可以有效提升学生的工程实践能力和创新精神。实践证明,改革后的课程体系能够更好地满足社会对材料类人才的需求,为相关领域的发展提供有力的人才支撑。未来,应进一步结合人工智能、绿色制造等趋势,继续深化课程体系改革,不断探索创新人才培养模式,以应对材料领域的快速发展和变化。

参考文献

- [1] 孙宝德,疏达,付华栋,等. 高端新材料智能制造的发展机遇与方向[J]. 中国工程科学, 2023, 25(03): 152-160.
- [2] 高斯,崔文,刘杰. 智能制造背景下融合思政创新创业教育的化工材料类课程改革实践[J]. 广东化工, 2024, 51(18): 246-248.
- [3] 朱海,沈洁,罗卓,等. 产业需求驱动材料类应用型专业的课程体系建设——以长沙学院为例[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2020(07): 144-146.
- [4] 梁策,韩奇钢,于歌,等. 基于产教融合的材料专业课程体系改革研究[J]. 高教学刊, 2024, 10(12): 154-157.
- [5] 杨钟. 新时代高校产教融合人才培养模式的变革与创新研究[J]. 大学, 2024(16): 129-132.
- [6] 饶美娟,王发洲,杨露. 基于产教融合的无机非金属材料工程专业实践教学体系改革与探索[J]. 硅酸盐通报, 2024, 43(09): 3494-3498.
- [7] 刘巧宾,刘旭冉,肖聪利. 基于“双碳”战略背景的材料类专业“产教、专创双融合”育人模式探索[J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(23): 170-173.
- [8] 杨闯,杨峰. 新工科背景下材料科学与工程专业协同育人的创新与实践[J]. 创新创业理论与实践, 2025, 8(04): 171-174.
- [9] 夏春艳,孙鹏飞,邸可新,等. “新工科+工程教育专业认证”背景下材料类专业建设的研究与探讨[J]. 中国现代教育装备, 2024(15): 67-69.
- [10] 孙璐,李殿举,万良田,等. 基于CDIO理念的OBE教学模式研究[J]. 高教学刊, 2023, 9(24): 25-28.
- [11] 朱磊,李博解,魏鹏任,等. 基于CDIO模式的材料科学与工程专业应用型人才研究[J]. 教育教学论坛, 2020(30): 230-231.