

新工科背景下基于 OBE-CDIO 理念的“物理化学实验”课程改革与实践

刘永亮 杨超普

商洛学院化学工程与现代材料学院(陕西省尾矿资源综合利用重点实验室)

摘要: 培养创新复合型人才,充分挖掘实验课程的潜力,提高实践教学质量已成为传统工科向“新工科”转型升级的发展需求。在这一背景下,针对“物理化学实验”课程的教学内容成果导向不显著、教学模式陈旧和评价体系不完善等问题,引入 OBE-CDIO 教学理念,以 OBE 理念构建教学目标,结合 CDIO 的工程教育理念,从教学内容、教学模式、思政融入和教学评价等多方面对“物理化学实验”进行改革和探索,以实现其对新工科人才培养的驱动。

关键词: 新工科; OBE-CDIO 教育理念; 教学改革; 物理化学实验

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.10.078

引言

新工科建设是在“卓越工程师教育培养计划”基础上,为服务国家战略、满足产业需求和面向未来发展而提出的一项持续深化工程教育的重大战略行动^[1]。与“老工科”相比,“新工科”更强调学科的实用性,综合性和交叉性,其培养的人才不仅要具有扎实的理论知识和实践经验,还要具备较强的分析和解决问题的能力、人际沟通能力、团队协作能力和创新实践能力等,以适应新工科背景下产业发展对创新复合型人才的需求^[2]。面对新工科建设对人才培养的新目标,传统的教学模式已不能满足要求。因此,作为新工科教学改革的主阵地之一的实验课程教学改革势在必行。

OBE(Outcome-Based Education)教育理念是以学生为中心,采用“逆向设计,正向实施”的原则来组织、开展和评价课程的理念,是一种基于成果为目标导向的教育模式^[3]。这种以最终目标为起点、反向进行课程设计的方式,有助于开展教学活动的探索,回答“培养什么样的人”的问题^[4]。CDIO(Conceive(构思)、Design(设计)、Implement(实施)、Operate(运作))是美国麻省理工学院为培养适合时代发展需要的高层次复合型专业人才而提出的工程教育理念。它是以产品研发到运行的生命周期为载体,通过项目推行过程引导学生沉浸式融入,充分调动学生的主观能动性和积极性,回答“如何培养人”的问题^[5]。OBE-CDIO 实现了上述两种教育理念的优势互补,能够更好地适应新工科建设背景下创新复合型人才培养目标。现阶段,OBE-CDIO 理念已经成为推进实验课程教学改革和提高人才培养质量的重要举措。“物理化学实验”是应用型本科院校材料、化学、化工等专业的核心课程,具有很强的理论性与实

践性,是衔接基础实验、综合实验和毕业论文的重要课程。其对培养学生的综合素质和创新能力起着至关重要的作用^[6]。“物理化学实验”作为 OBE-CDIO 理念实施的关键课程,根据“物理化学实验”课程的特点和人才培养目标,构建以成果为导向的多元化教学模式,增强学生自主探究实验的能力,促进师生、生生间的有效交互,以实现其在新工科背景下创新复合型人才培养目标。

一、高校物理化学实验课程教学现状

对于应用型本科院校,“物理化学实验”是物理化学学科体系中的核心教学环节,其在人才培养和素质教育中起着非常重要的作用,是培养学生综合能力和创新能力,有效衔接基础实验、科技前沿和生产实际的重要课程^[7]。然而,通过近年来的大量教学改革实践和调研分析,结合我院“物理化学实验”教学的具体情况,目前“物理化学实验”课程仍存在实验项目简单,以验证性实验为主,虚拟仿真实验、综合性实验和设计性实验不能完全落实等问题,不利于引导学生形成良好的创新意识;理论和实践严重脱节,不利于学生综合素质的培养;教学评价方式单一,无法有效调动学生的学习积极性和主观能动性。

为了解决上述教学中存在的问题,引入 OBE-CDIO 教育理念,构建以“学生中心、产出导向、持续改进、工程应用”为核心的课程体系,积极开展课程的教学改革,将物理化学理论知识与工程应用有机结合,以适应新工科背景下“物理化学实验”对创新复合型人才的要求。课程的评价考核要增加过程性评价的权重,鼓励学生注重实验项目实施的各个环节,引导学生养成自主学习的好习惯,提高教学效果^[8],具体改革过程如图 1 所示。

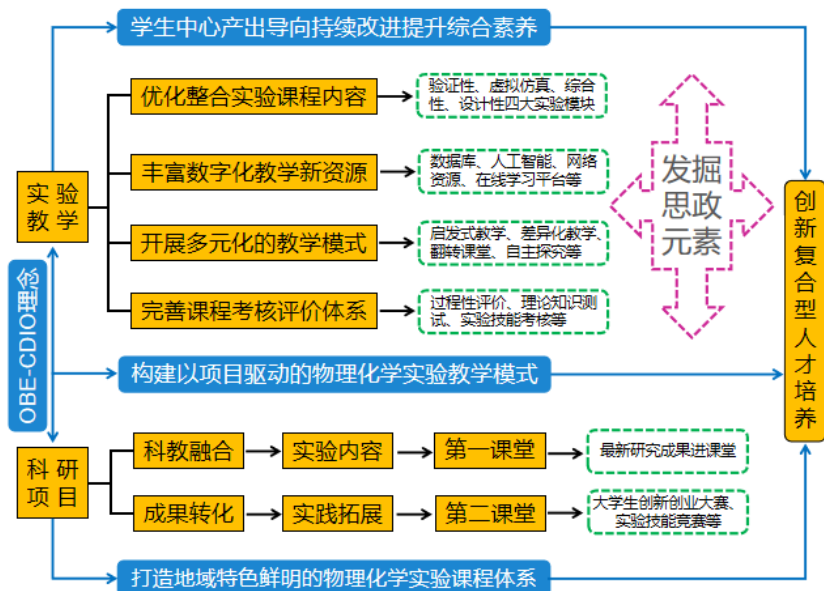


图1 基于 OBE-CDIO 理念的物理化学实验课程改革流程

二、物理化学实验教学改革的具体措施

(一) 优化实验内容，革新实验项目

现有的“物理化学实验”大纲中包括验证性、综合性和设计性实验三大类，其中的综合性实验仅仅是学科内的综合并没有与生产实践相结合；设计性实验不是以成果为目标导向，不能满足新工科背景下人才培养的需求。基于 OBE-CDIO 理念，可将实验内容与实际生产相结合，设置一系列真正意义上的虚拟仿真、综合性、设计性实验项目，使“物理化学实验”兼具“科学”与“工程”特色。

(二) 整合教学设计，促进科教融合

科教融合是新工科背景下高校教师将科研项目与教学紧密结合的必然选择。根据“物理化学实验”课程特点，结合学院教师科研项目和成果实际，将最新研究成果转化为实验内容，实现最新成果进课堂的教学理念，确保教学内容的科学性和前瞻性；教师针对实验项目进行重新规划，按照新工科的培养目标进行模块内容设计，丰富实验教学的第一课堂，提高学生综合运用知识的能力。

(三) 拓展实践教学，开辟第二课堂

“物理化学实验”虽然是一门理论性较强的学科，但它也兼具有很强的实践性。因此，教师在平时的教学活动中应开辟第二课堂，积极倡导学生利用课余时间申报大学生科技创新项目或参加大学生创新创业大赛、实验技能竞赛等各类比赛，实现“教”中“赛”与“赛”中“学”，实践在“物理化学实验”课上学到

(四) 丰富教学方法，突显学生中心地位

传统课堂以教师为中心，教学方法多为注入式，缺乏趣味性和互动性，教学方式单一，缺乏多样性和灵活性。而基于 OBE-CDIO 的实验教学改革，是以学生为中心，以成果为导向，将“启发式教学”、“差异化教学”、“翻

转课堂”“自主探究”等教学方法融入到教学实践过程中，在充分调动学生学习积极性的同时，也能提高学生的团队合作意识和理论联系实践能力。

(五) 多措并举，丰富教学资源

现代教育技术是教育现代化的重要标志，其广泛应用性既是教学方式的变革，也是教学理念的革新。高校教师应在实践教学中不断提高数字化教育资源的利用程度，丰富教学内容，提高教学效率；例如在实验教学中可以引入“学科数据库”、“人工智能(AI)”、“网络公共资源”、“在线学习平台”等教学新资源，助力于学生了解前沿的研究热点和新技术、新方法，激发学生的学习兴趣 and 科研热情。

(六) 融入课程思政，加强育人目标

“思政元素”是实践教育对学生科学素养培养的深层次挖掘，是赋予课程内容“魂”的举措。以实验项目为载体，深入挖掘项目中的课程思政元素，并在项目实施的过程中充分融入思政元素，避免专业教育和思政教育“两张皮”，实现课程思政的本质内涵。基于 OBE-CDIO 理念的教学，育人目标不再是知识传授，而是将知识传授、能力培养、价值塑造三者高度融合的综合培养。

(七) 注重过程性评价，构建多元化评价体系

构建更加全面、科学的评价体系，即过程性评价和终结性评价相结合的评价方式对实践教学势在必行。现有的“物理化学实验”评价模式较为单一，不能真实地反映学生的学习效果。基于 OBE-CDIO 理念的实验项目实施，从文献调研、方案设计、实验开展、数据分析、结果汇报及报告撰写等多维度形成过程性评价，再结合实验理论和技能测试等终结性评价，将实验过程中各环节的成绩按一定比例计入总成绩，从而使得考核结果更加全面客观。

(八) 产教结合, 突出学科专业地域特色

实验项目与地方经济产业相结合, 建立理论知识与实际生产的相互联系, 突出学科专业的区域性特色。例如, 我校作为一所坐落于秦岭腹地的应用型本科院校, 是以培养服务地方经济发展的应用型人才为目标。因而, 可将“物理化学实验”与地方经济产业相结合, 引入贴近商洛地区经济产业需求的实验内容。商洛既是全国著名的核桃产区, 也拥有丰富的尾矿资源, 因此对核桃资

源和尾矿资源的整合利用成为促进当地经济发展的契机, 例如可以设置“核桃壳基活性炭的制备及其对尾矿废水中锌铅离子吸附”的综合性实验, 该实验涉及核桃壳基活性炭的制备、制备条件的优化、对尾矿废水中锌铅离子的吸附、吸附数据模拟计算等多个步骤, 融合了无机、有机、计算等多方面的知识, 既促进了地方经济的发展, 也提升了学生解决综合问题的能力, 实验项目的具体实施过程如图 2 所示。

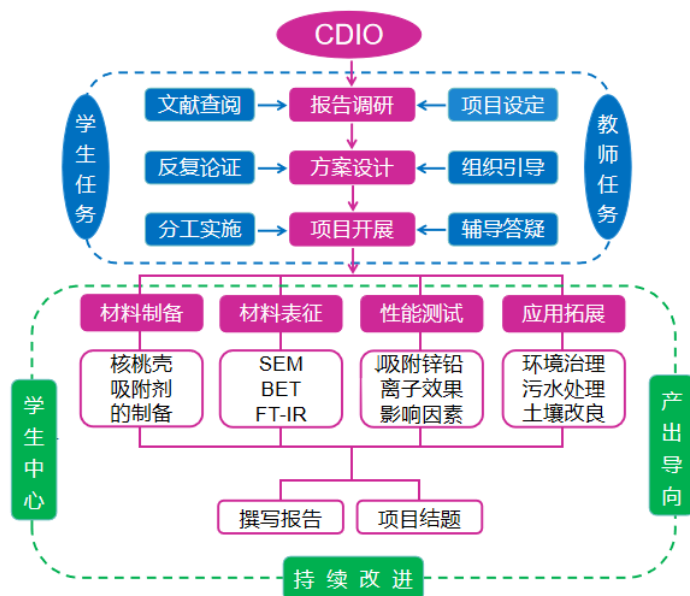


图 2 核桃壳基材料吸附尾矿废水中锌铅离子的实验项目实施过程

结语

“物理化学实验”因其广泛的学科交叉性和渗透性, 已经成为未来创新复合型人才培养的重要保障。因此, 应用型本科院校亟需优化并改革现有的“物理化学实验”教学模式, 打破教学与生产实践的壁垒, 实现两者的有效结合。在这一背景下, 针对“物理化学实验”教学过程中存在的问题, 本文提出了基于 OBE-CDIO 理念, 以成果为导向, 以工程应用为核心的举措对“物理化学实验”课程进行了改革, 有效提升了学生的综合素质, 增强了学生的创新能力, 为应用型本科院校的人才培养奠定了坚实基础。

参考文献

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动 [J]. 高等工程教育研究, 2017, (3): 1-6.
- [2] 王银玲, 于磊, 刘文富. 基于新工科专业的实践教学体系的构建—以黄淮学院新能源科学与工程专业为例 [J]. 教育现代化, 2018, (39): 140-142.
- [3] 蒙丽丽, 李媛媛, 李猛, 等. 基于 OBE 理念的物理化学实验教学改革探索与实践 [J]. 教育教学论坛, 2022, (17): 121-124.

[4] 郭勇, 陈玉霞, 涂道伍, 等. 一流本科专业背景下基于 CDIO 工程教育模式的木材科学与工程专业实践教学体系改革研究 [J]. 中国多媒体与网络教学学报, 2023, (3): 36-39.

[5] 李艳艳, 任富增, 廖成竹, 等. “101 计划”背景下基于 OBE-CDIO 理念的材料专业实验教学探索 [J]. 硅酸盐通报, 2024, 43 (4): 1539-1544.

[6] 唐森, 张鹏, 陈显玲, 等. 基于 OBE 理念下的“物理化学实验”教学改革探究 [J]. 安徽化工, 2024, 50 (1): 190-193.

[7] 温会玲, 唐林, 赵继宽, 等. 物理化学实验线上线下混合式一流课程建设 [J]. 化学教育, 2024, 45 (6): 16-22.

[8] 金鑫, 梁鑫, 胡坤宏, 等. 新工科背景下科研反哺实验教学——新能源材料与器件专业物理化学实验设计 [J]. 广东化工, 2024, 51 (6), 147-149.

作者简介: 刘永亮 (1984 -), 男, 汉族, 山西忻州人, 研究生学历, 副教授, 研究方向: 职业教育教学与研究。

基金项目: 校级教育教学改革研究项目, 新工科视域下工程训练教学中课程思政提质增效的路径与实践, (项目编号: 24jy jx121)。