

产教融合视域下《煤化工工艺学》课程建设改革与实践——以应用型本科化学工程与工艺专业为例

苏婷 高雯雯 霍文兰 李健

榆林大学化学与化工学院, 中国·陕西 榆林 719000

摘要: 产教融合是深化高等教育综合改革、提升应用型人才培养质量的关键路径。《煤化工工艺学》作为化学工程与工艺专业(煤化工方向)的核心课程, 长期存在教学内容滞后于产业发展、理论教学与生产实际脱节、实践教学环节薄弱、师资工程实践能力不足、考核评价方式单一等问题。本文以产教融合理念为指导, 对接现代煤化工产业链对人才知识、能力与素质的要求, 从课程目标重构、模块化教学内容体系再造、校企协同教学组织机制建设、虚实结合实践教学平台搭建、多元化课程评价改革五个方面, 系统阐述了课程建设的思路与实施路径, 并对建设成效与持续改进方向进行了总结。教学实践表明, 产教融合导向的课程建设能够有效增强课程内容的先进性与实践性, 提升学生解决复杂工程问题的能力和行业认同感, 可为同类专业课程改革提供参考。

关键词: 产教融合; 煤化工工艺学; 课程建设; 校企合作; 应用型人才

Reform and Practice of "Coal Chemical Engineering Technology" Course Construction from the Perspective of Industry-Academia Integration — Taking the Applied Undergraduate Program of Chemical Engineering and Technology as an Example

Su Ting, Gao Wenwen, Huo Wenlan, Li Jian

College of Chemistry and Chemical Engineering, Yulin University, China Shaanxi Yulin 719000

Abstract: Industry-education integration is a key pathway to deepen comprehensive reform in higher education and improve the quality of applied talent development. As a core course for the Chemical Engineering and Technology program (Coal Chemical Engineering track), "Coal Chemical Process Engineering" has long faced challenges such as outdated teaching content, disconnection between theoretical instruction and industrial practice, weak practical training components, insufficient engineering experience among faculty, and single assessment methods. Guided by the concept of industry-education integration and aligned with the knowledge, skills, and competencies required by the modern coal chemical industry chain, this paper systematically outlines the design and implementation strategies for curriculum development through five dimensions: redefining course objectives, restructuring modularized teaching content, establishing collaborative teaching mechanisms between universities and enterprises, building integrated virtual and physical practical teaching platforms, and reforming diversified course evaluation methods. The paper also summarizes the outcomes achieved and directions for continuous improvement. Teaching practice demonstrates that curriculum development oriented toward industry-education integration effectively enhances the advancement and practicality of course content, strengthens students' ability to solve complex engineering problems, and increases their industry engagement. This approach offers valuable references for curriculum reform in similar programs.

Keywords: Industry-education integration; Coal chemical process engineering; Curriculum development; University-enterprise collaboration; Applied talent cultivation

1 产教融合课程建设背景

2021 年 9 月, 总书记在榆林市考察时强调……煤炭作为我国主体能源, 要按照绿色低碳的发展方向, 对标实现碳达峰、碳中和目标任务, 立足国情、控制总量、兜住底线, 有序减量替代, 推进煤炭消费转型升级。为提高陕北

地区煤化工利用效能, 促进煤化工产业高端化、多元化、低碳化发展。在地方政府和各大煤化工企业的积极支持下, 我校从 2021 年起, 与陕煤集团神木天元公司、陕煤集团榆林化学、中煤陕西能源化工集团、陕西北元化工集团、兖州煤业榆林能化等多家头部企业签订合同, 达成合作培养

育人意向,同时建成现代煤化工产业学院,联合研发中心。其中,以《煤化工工艺学》课程作为重点对象,结合我校“惟实尚能”的校训,实现高素质应用型人才的培养目标,为陕西煤炭行业输出综合素质较强的人才,服务区域煤化工发展。

1.1 国家政策对产教融合课程建设的制度牵引

2017 年国务院办公厅印发《关于深化产教融合的若干意见》,明确将产教融合上升为国家教育改革和人才体制机制改革的总体制度安排;2018 年教育部《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》进一步强调,要深化校企合作育人,推动教学内容与产业需求对接;一流本科课程“双万计划”也将“具有先进性与创新性、高阶性与挑战度”作为课程建设的基本标准。2021 年总书记考察榆林煤化工产业时提出了更高要求,这些政策和要求共同指向一个目标,那就是专业核心课程的建设逻辑必须从“学科逻辑本位”转向“产业需求与学科逻辑并重”,尤其是在榆林当地煤炭资源和产业密集发展的现状下,把企业的真实技术、真实项目、真实问题引入课程,使人才培养供给侧与产业需求侧在结构、质量、水平上能够越来越匹配。

1.2 现代煤化工产业转型升级对人才供给新要求

我国“富煤、贫油、少气”的资源禀赋决定了煤炭清洁高效转化在保障国家能源安全中的战略地位。经过二十余年的技术攻关与工程示范,现代煤化工产业已进入规模化、基地化发展的新阶段:煤制油、煤制天然气、煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制乙醇等示范工程相继建成投产,内蒙古鄂尔多斯、陕西榆林、宁夏宁东、新疆准东等国家级现代煤化工产业示范区加快集聚,产业整体向高端化、多元化、低碳化方向转型。与此同时,大型先进煤气化技术持续迭代,费托合成催化剂与反应器工程不断突破,甲醇制烯烃(MTO/MTP)工艺包实现国产化,二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)与绿氢耦合等低碳技术加速导入,行业的知识边界和技术内涵正在快速扩展。

产业变革直接改变了煤化工工程师的职业能力结构。企业需要的不再是仅能复述教材流程的“知识型”毕业生,而是既掌握反应工程、分离工程、化工热力学的原理内核,又能读懂真实装置的管道仪表流程图,理解工艺控制逻辑,具备安全环保意识和初步技术经济分析能力的“能力型”工程师。然而,高校课程体系的更新周期通常以年计,明显滞后于以月计的产业技术迭代,这一“代差”正是课程改革最直接的动因。

1.3 课程自身存在的现实问题是改革的内在压力

在上述外部驱动之外,课程教学的内生矛盾同样较为突出。对本校化学工程与工艺专业连续三届学生的问卷调查和座谈访谈显示,多数学生反映工艺流程“课上听得懂、课后画不出、遇到实际装置更无从下手”,超半数学生认为教材内容虽然经典,但缺乏与当前实践与前沿进展结合的案例,与实际生产联系不紧密。同时,与煤化工行业就业的毕业生跟踪反馈亦表明,入职煤化工企业的毕业生普遍需要一个较长的“回炉再造”适应期,所学知识与岗位要求之间存在明显断层。课程改革势在必行,而产教融合正是撬动这一改革最合适的支点。

2 课程目标及问题诊断

2.1 课程目标

在产教融合的背景下,《煤化工工艺学》课程目标旨在培养德技并修、全面发展的高素质应用型人才。课程紧密对接现代煤化工产业的需求,以服务区域经济发展为导向,致力于培养学生践行社会主义核心价值观,具备良好的职业道德和工匠精神,培养家国情怀,强化科技兴国的信心,提升价值目标。课程核心目标是使学生系统掌握煤化工生产的基本原理、典型工艺流程、关键设备、操作条件及安全环保知识,达成资源—工艺—环境—经济四维体系的知识目标。通过与企业深度合作,将行业标准、生产案例和岗位技能融入教学全过程,强化学生的实践动手能力、工程应用能力和职业素养,充分调动学生的思辨应用、创新实践能力,强化分析和解决煤化工生产实际问题的能力,从而实现能力目标。这三个目标构成了《煤化工工艺学》的课程目标,它可以被拆解为多个服务自身目标达成的课堂目标,而每个课堂目标同时也匹配人才培养方案目标,这所有目标都将统一于学校的人才培养目标,最终目标也就是为现代煤化工产业输送一批热爱行业、扎根基层、具备实践能力、可持续发展能力的优秀应用人才。上述各目标的逻辑关系如图 1 所示。

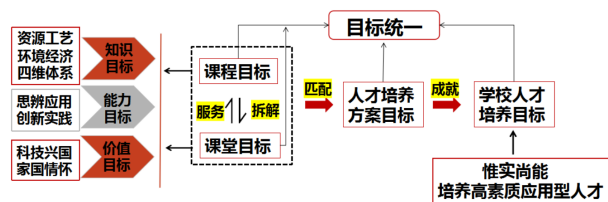


图 1 七大目标的统一关系图

2.2 学情分析

《煤化工工艺学》是面向高等院校化学工程与工艺专业本科三年级学生开设的一门专业基础必修课。通过智慧

平台统计的数据,详细了解学生的知识掌握程度、学生反馈关键词云以及学习需求分析,完成较为全面的学情分析,给出产教融合设计的解决策略,具体数据如图2所示。

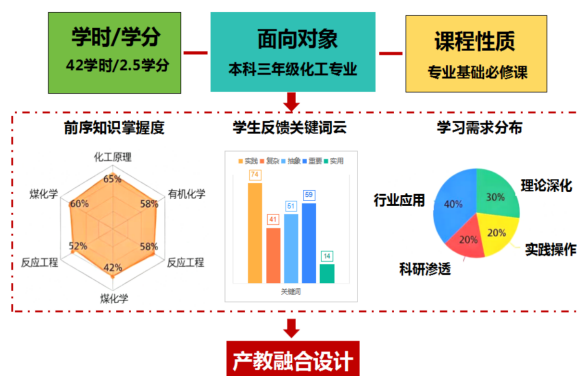


图2《煤化工工艺学》学情分析图

2.3 痛点问题

通过对煤化工发展方向的深刻分析、对在校学生的学习需求的调查研究、对往届煤化工从业毕业生的沟通反馈与企业调研,团队梳理出当前《煤化工工艺学》教学存在的问题,即(1)教材内容与区域产业技术发展进度不统一:“教材里的煤化工”与“装置上的煤化工”存在代差。现行主流教材的主体框架形成于传统煤化工时期,焦化、固定床气化、中小型合成氨等内容篇幅较大,而对当前产业主流的大型气流床气化、煤间接液化、煤制烯烃、煤制乙二醇等现代煤化工技术的覆盖深度不足,碳减排、废水近零排放、绿氢耦合等前沿与低碳内容几乎缺位,学生“学过的用不上、用得上的没学过”。(2)理论知识与真实工程场景应用联系不紧密:实践教学环节薄弱且相互脱节。认识实习受制于企业接待容量与安全管控,往往走马观花,生产实习看得多、动得少,学生难以接触核心操作。此外,课程设计题目多年沿用、互相雷同,且与课堂理论教学在时间与内容上缺乏贯通设计,实践环节的育人功能被大幅稀释。(3)培养评价与企业应用能力需求吻合有偏差:考核评价方式单一。课程成绩以期末闭卷考试为主,记忆性、复述性知识占比较高,难以有效考查学生综合运用知识解决复杂工程问题的能力,也在客观上助长了“考前突击背流程”的应试倾向,与课程的能力导向目标背道而驰。

3 产教融合课程建设的总体思路

针对上述问题,我们以成果导向教育(OBE)理念为逻辑主线,按照“岗位能力需求—课程目标—教学内容—教学实施—课程评价”的反向设计、正向实施路径,与区域内大型现代煤化工企业共建课程,确立校企“双主体”共建、共管、共享的课程建设机制。课程教学团队充分发

挥校企合作的优势,通过共同制定人才培养方案、共同承担课程教学任务、共同参与过程考核全面评价、共同编写产教融合教材、共建煤化工产业学院、实践平台、联合研发实验室等多维模式,以“服务区域发展、强化工程实践、推动协同育人”为导向,提出“以产业项目为牵引、以真实问题为驱动、以能力提升为核心”的教学理念,系统构建“需求对接—项目导入—教学重构—实践贯通—成果转化”全链条应用型课程体系创新思路,推动课堂教学与产业发展同频共振,在实现教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接的道路上起到积极作用。

4 创新举措及实施路径

4.1 “三化二体”课程内容重构

课程内容重构体系围绕“内容动态化、新闻资源化、思政常态化”三个维度展开:内容动态化依托专业教师、行业专家、企业工程师、学生反馈构建更新机制。新闻资源化通过整合前沿讲座、学术热点、行业动态等煤化工领域的工艺优化、重大突破、安全环保等即时信息参与更新,共同构筑了师—生—企—机联合的学研共同体。思政常态化建设通过融入章节、实践、项目的同时兼顾趣味性和互动性,对中等水平地方院校学生的科技自信积极调动,支撑师生素养共同体的形成。

4.2 全链条应用课堂

4.2.1 创建煤炭“产学研”基地

以陕北榆林煤炭主产区为核心,联合政府、高校、科研院所、煤化工企业,通过共建产教融合实训基地、联合研发实验室、虚拟仿真示范中心、现代煤化工产业学院、煤基新材料实践基地、煤化工环保实践基地等方式,构建陕北煤化工产教融合生态圈。目前与学校长期稳定共建基地的企业包括陕煤集团神木天元、陕西北元化工集团等十几家头部和优秀的民营企业,形成规模庞大的产学研基地,具有丰富的数字资源库和真实案例库资源。

4.2.2 形成稳定“企业师资”生态

为进一步加强校企深度融合,促进理论知识与实践技能的紧密结合,共同培养适应现代煤化工产业发展的高素质应用型人才,《煤化工工艺学》依托现代煤化工产业学院形成一个稳定“企业讲师”集合团体,聚集一线行业专家参与专家进课堂的讲学任务和校企合编教材工作。

4.2.3 搭建短流程“科研融汇”平台

采用研究型教学和本科生科研两种方式,优化教育资源供给与配置模式,打破校园“围墙”,将科研实验作为“校内—中试—企业”三级递进式实践平台首要环节,助力

实践链全面贯通应用链。

4.2.4 项目制教学过程

项目制的学习过程旨在让学生通过解决一个真实的、复杂的企业工程问题,深入理解理论知识并通过实践途径主动应用巩固,最终内化成自身能力,同时也提升了学生工程设计、团队协作和解决复杂问题的能力。以“煤的低温干馏”为例的项目制教学过程示意图,通过由浅入深的三大层级,让学生的专业知识积累实现从校内科研实验及产品分析向实践再向产业的链接,是课程创新举措的最大亮点。

4.3 多元评价机制

《煤化工工艺学》课程产教融合的教学改革中,采用过程性评价、成果性评价、企业性评价相结合的多元评价机制,分别占比为 30%、60%、10%,具体的执行办法如图 3 所示。

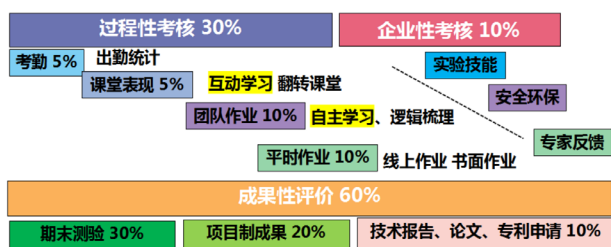


图 3 多元评价机制

5 课程建设成效

课程团队经过几年教学创新研究与实践,基于多元项目对 2021 到 2025 年学生在智慧平台对其综合能力进行测评分析发现,相对 2021 年,产教融合改革后的几年学生高阶能力呈现出逐步提升的趋势,《煤化工工艺学》课程逐渐激发出学生的兴趣,目前学生评教排在全院前 5%。项目制的学习模式可以帮助学生更好地掌握实践知识,在团队老师的带领下,近几年获得化工设计大赛、大创赛奖励 16 项。同时,课程团队在产教融合课程改革的过程中,每位成员对课程、对教学的思考也在不断深入,近年来在产学研协同育人及教改项目,教学成果奖等方面取得一定成绩。

6 结语

《煤化工工艺学》的产教融合课程建设实践表明:以产业需求为牵引重构课程目标与内容,以校企双主体机制组织教学,以虚实结合平台贯通实践环节,以多元评价保障能力导向落地,能够有效弥合课堂与现场的“代差”,提升课程的先进性、实践性和育人实效。课程改革没有终点,随着“双碳”战略的深入推进和现代煤化工技术的持

续演进,课程还将在内容更新、资源建设与机制创新上不断迭代。希望本文的探索能为同类工科专业课程的产教融合建设提供有益参考。

参考文献:

- [1] 国务院办公厅. 关于深化产教融合的若干意见(国办发〔2017〕95号)[Z]. 2017.
 - [2] 教育部. 关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见(教高〔2018〕2号)[Z]. 2018.
 - [3] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
 - [4] 郭树才. 煤化工工艺学[M]. 3版. 北京: 化学工业出版社, 2012.
 - [5] 贺永德. 现代煤化工技术手册[M]. 2版. 北京: 化学工业出版社, 2011.
 - [6] 顾佩华, 胡文龙, 陆小华等. 从 CDIO 到 EIP-CDIO- 汕头大学工程教育与人才培养模式探索[J]. 高等教育研究, 2008(1): 12-20.
 - [7] 中国煤炭加工利用协会. 现代煤化工产业高质量发展相关政策文件汇编[R]. 北京, 2023.
 - [8] 任艳娇, 徐荣声, 赵换萍. 应用型本科化工专业煤化工工艺学教学探究与实践[J]. 大学化学, 2023, 38 (11): 16-21.
 - [9] 陈娟, 范晓勇, 杨院梅等. 基于“2+5”式结构主义教学设计与实践 - 以煤化工工艺学课程为例[J]. 化工设计通讯, 2025, 51 (4): 64-67.
 - [10] 史利娟, 王宁远, 付子卓等. 碳中和背景下“能源化工工艺学”课程教学改革与设计 - 煤化工工艺课改案例[J]. 化工时刊, 2024, 38 (1): 81-83.
 - [11] 王跃梅, 庞晶琳, 吴珍. 基于应用技术型人才培养的现代煤化工工艺学课程教学改革与实践[J]. 山东化工, 2021, 50 (19): 261-262.
 - [12] 高松平, 梅艳钢, 张小平等. 地方应用型高校煤化工课程教学改革的探索与实践 - 以《炼焦工艺学》课程为例[J]. 云南民族大学学报(自然科学版), 2022, 31 (3): 329-334.
- 基金项目: 行业企业共建课程(AL202319); 能源利用与环境保护案例库(yjskc202402); 产教融合课程(PX-5224382、PX-1824564、PX-7251673)。
- 作者简介: 苏婷(1984-), 女, 汉族, 陕西榆林人, 博士研究生, 副教授, 研究方向: 煤基新材料。