

Innovation and Practice of the “Three Stage, Four Dimensional, and Five Scene” Teaching Mode for Intelligent Driven Chemical Unit Operation Technology

Xiaoqin Fu¹ Fanghai Xu^{2*} Yuanhui Jiang³ Wusheng Wang⁴

1. Public Course Teaching Department of Yan'an Vocational and Technical College, Yan'an, Shaanxi, 716000, China

2. Department of Petroleum and Chemical Engineering, Yan'an Vocational and Technical College, Yan'an, Shaanxi, 716000, China

3. Network Center of Yan'an Vocational and Technical College, Yan'an, Shaanxi, 716000, China

4. Shaanxi Huaqin New Energy Technology Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

Based on the national “dual-carbon” goals and the requirements for high-quality skilled talents specified in the Digital Transformation of Vocational Education, this paper addresses the teaching pain points in the course of Chemical Unit Operation Technology in higher vocational education and innovatively proposes a “Three-Stage, Four-Dimension, Five-Scenario” teaching mode. This mode takes the “three-stage” (cognition→ application → innovation) growth of “knowledge seeds of chemical unit operations” as the main thread. It incorporates cutting-edge disciplinary advancements, integrates real enterprise production projects and ideological and political elements, and reconstructs the teaching content. In line with the requirements of integrating “posts, courses, competitions, and certificates”, it forms a closed-loop teaching system through the integration of the four dimensions of “hearing, seeing, knowing, and doing”, guiding students to learn, think, practice, and comprehend, thereby strengthening the integration of theory and practice. Relying on the linkage of five scenarios—“independent learning, virtual demonstration, flipped classroom, comprehensive practice, and literacy development”—it applies digital and intelligent technologies such as VR/AR and DCS simulation to break through the limitations of high-risk practical training.

Keywords

Chemical unit operation technology; The teaching mode of “three-level, four-dimensional, and five scene”; Empowering with digital intelligence; Integration of industry and education

数智驱动化工单元操作技术“三阶四维五场景”教学模式创新与实践

付小琴¹ 徐仿海^{2*} 蒋远辉³ 王武生⁴

1. 延安职业技术学院公共课教学部, 中国·陕西延安 716000

2. 延安职业技术学院石油和化学工程系, 中国·陕西延安 716000

3. 延安职业技术学院网络中心, 中国·陕西延安 716000

4. 陕西华秦新能源科技有限公司, 中国·陕西榆林 719000

摘要

立足国家“双碳”目标及《职业教育数字化转型》对高素质技能人才的要求, 文章针对高职化工单元操作技术课程的教学痛点, 创新“三阶四维五场景”的教学模式。该模式以“化工单元操作知识种子”的“三阶”(认知→应用→创新)生长为脉络, 引入学科前沿, 融入企业真实生产项目与思政元素, 重构教学内容; 基于“岗课赛证”融通要求, 以“闻、见、知、行”四维融通贯通教学闭环, 引导学生学、思、践、悟, 强化理论与实践融合; 依托“自主学习、虚拟演示、翻转课堂、综合实践、素养拓展”五场景联动, 运用VR/AR、DCS仿真等数智技术突破高危实训限制。该教学模式的实施, 激发了学生的学习兴趣, 提升了学生的技能水平, 增强了学生的工程理念, 效果显著, 为化工职业教育数字化转型提供了可复制的教学范式。

关键词

化工单元操作技术; “三阶四维五场景”教学模式; 数智赋能; 产教融合

【基金项目】陕西省职业技术教育学会教改项目《人工智能赋能化工单元操作实训课程“虚实融合”实训模式的研究与实践》(项目编号:2025SZX016)。

【作者简介】付小琴(1986-), 女, 中国陕西榆林人, 硕士, 讲师, 从事分析化学研究。

1 引言

化工单元操作技术作为高职化工类专业的核心课程, 承载着培养学生掌握化工生产核心技能、适应产业需求的创新型高技能^[1]人才的关键使命。因此, 化工单元操作技术课程的教学内容建设、教学场景创设以及教学模式改革对于

培养“懂生产、精操作、能创新”的数智化^[2-3]化工人才具有深远意义。

2 化工单元操作技术课程的教学现状

化工单元操作技术课程主要是面向高职二年级的学生开设,该阶段的学生具备初步的数理化知识,但理论基础相对薄弱、对化工行业及典型设备认知较为缺乏。具有一定的学习能力,但对化工单元操作的核心原理、内在联系的理解不够深入,分析和解决实际工程问题(尤其是操作、故障判断)的能力有待加强。在化工单元操作技术课程的教学中存在以下问题:

2.1 教学内容难以适应化工行业发展的需要

在“双碳”^[4]目标、创新驱动发展战略背景下,化工行业的转型升级对新技术、新工艺的应用需求迫切,但目前化工单元操作课程的内容仍以传统单元操作为主、产教融合深度不足,无法满足行业快速发展对人才培养的新需求。

2.2 教学资源难以满足对高职学生工程实践能力培养的需要

传统的教学资源多以文本、静态图表的形式呈现,难以复现真实的传递过程;教学场景单一、设备落后,难以动态模拟参数耦合、边界条件变化等实际生产过程。

2.3 教学模式与数字化创新型人才培养的目标不协调

化工企业的转型升级对数字化技能人才提出了新要求,由于教学场景单一、设备落后导致高危实训难开展,使得学生掌握的知识缺乏系统性、较为零散,对单元操作的耦合以及化工全流程的理解不够深入,“知识技能、职业素养”贯通性培养^[5]模式尚未建立。

针对高职化工单元操作技术教学中存在的问题,教学团队立足国家“双碳”目标及《职业教育数字化转型》^[6]对高素质技能人才的要求,以“化工单元操作知识种子”的“三阶”(认知→应用→创新)生长为脉络,引入学科前沿,融入企业真实生产项目与思政元素,重构教学内容;基于“岗课赛证”融通要求,构建“闻、见、知、行”四维融通贯通教学闭环,引导学生学、思、践、悟,强化理论与实践融合;依托“自主学习、虚拟演示、翻转课堂、综合实践、素养拓展”五场景联动,激发学生的学习兴趣,提升学生的技能水平,增强学生的工程理念。培养“懂生产、精操作、能创新”的数智化化工人才。

3 创新“三阶递进四维融通五景联动”的教学模式

以立德树人为根本,以学生的发展为中心,以“化工单元操作知识种子”的“三阶”生长为脉络(认知→应用→创新),引入学科前沿,融入企业真实生产项目,重构教学内容;通过构建“自主学习、虚拟演示、翻转课堂、综合实践以及素养拓展”五大立体化教学场景,引导学生“闻其概

念”,理解理论知识;“见其实物”,观察实际操作;“知其原理”,掌握科学方法;“行于实践”,应用知识于实践。开展“闻、见、知、行”四维教学,旨在循序渐进地加深学生对化工单元操作知识内涵的理解,培养具有系统分析问题解决问题、改革创新的数智化化工人才。

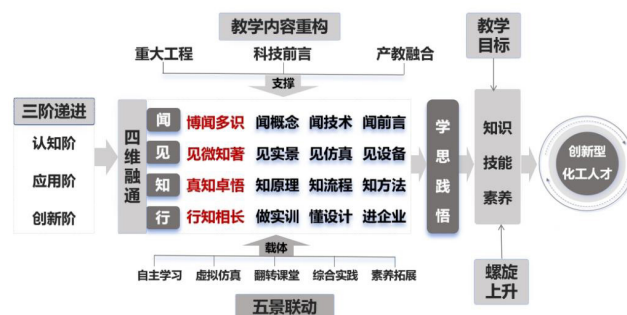


图1 “三阶四维五场景”教学模式设计

3.1 重构专思融合的教学内容

围绕化工总控工的岗位标准,对接化工企业绿色低碳、节能降耗、数智转型需求,延安职业技术学院化工单元操作教学团队重构了线上线下^[7-8]教学内容,如图2所示。

教学团队聚焦课程内容与国家重大工程案例,挖掘其中蕴含的思想价值与精神内涵,培养学生关注国家战略、服务社会的意识;紧密追踪科技前沿,将气凝胶、石墨烯散热膜等最新成果引入课堂,激发学生的创新意识与探索精神;将杰出企业家的成功案例融入教学,增强学生的专业认同感与自信。将家国情怀、科创精神、责任担当等思政元素润物细无声地融入日常教学中,营造“有温度、有深度、有广度、有厚度”的课堂氛围;通过重构模块化教学内容,确保教学匹配产业岗位需求,教学过程反映行业技术发展,学生成长贯穿专业核心能力与素养。

行业需求: 绿色低碳 节能环保 安全生产		
重大工程	科技前言	产教融合
动量传递 项目一 流体流动 项目二 流体输送	动量传递 项目三 物料传热	质量传递 项目四 气体吸收 项目五 液体精馏 项目六 液液萃取
专思融合 南水北调·倒虹吸 京杭大运河 蛛网仿生膜口罩 “双碳”目标·流体机械	专思融合 热传导·气凝胶 微细·尺度传热 石墨烯散热膜 太阳能热气流发电	专思融合 绿色环保·工业尾气吸收 “双碳目标”·乙醇汽油 新能源·太阳能蒸馏提锂 民生·青蒿素的萃取
强国力量 责任担当 流体阻力损失的经验式 离心泵节能设计与优化	创新精神 节能环保 传热过程强化技术 辐射传热研究的应用	绿色低碳 安全环保 双组分连续精馏 加料位置的设计与优化
聚合材料 坚韧如钢 轻盈如纱 修复泵心 索雷显威	换点技术网络 节能先锋 降耗英杰 换热巧妙 效益翻倍	吸收法气体 膜净化如诗 吸收高效 节能增益

图2 线上线下教学内容重构

3.2 打造虚实融通的教学场景

教学团队整合线上线下优质教学资源，打造虚实融合的五大教学场景（见图3），促进学生的自主学习，提升学生的学习效果。



图3 虚实融合的教学场景

职教云等线上平台提供了单元操作原理动画、安全操作、设备拆解等数字化资源，支持学生课前预习。实物教具模型能让学生亲手触摸、拆装关键部件，将抽象的原理结构形象化。东方仿真突破了时空与安全限制，让学生在虚拟环境中进行设备启停、参数调节、故障处理、应急处置等全流程操作演练。实训装置可直观地展示单元操作过程，验证虚拟操作结果，深化对原理和现象的理解。在课堂进行实体模型演示或虚拟场景模拟分析，展开小组研讨，促进知识内化迁移，锻炼学生的系统思维和分析解决问题的能力。利用VR技术^[9]沉浸式体验合作企业真实生产车间、中控室的“虚拟”场景，同时积极创造条件组织现场参观、工程师进课堂分享真实工程案例与故障处理经验。鼓励学生参与化工生产的相关技术技能大赛，将竞赛标准要求融入教学，以赛促学、以赛促练，全面提升学生的职业素养。

3.3 开展“闻见知行”四维教学

教学团队立足学生技能习得规律，创新“闻、见、知、行”四维融通教学，实现“学中做、做中学、学思践悟”循环递进，加深其对所学知识、技能的理解，提升其分析问题、解决问题以及规范操作的能力，培养其安全责任意识和良好的职业素养。

在翻转课堂^[10]教学中，学生通过多元渠道“闻概念、闻工程、闻前沿”。教师将工程案例、前沿技术及思政元素有机融入课堂教学，让学生充分理解化工单元操作与生活、生产以及工程的联系，做到博“闻”多识。

在模拟演示场景中，学生通过观察实物、虚拟仿真等途径“见实物结构、见装备运行、见过程状态”。教师再结合典型设备（如精馏塔）进行演示讲解核心设备的结构、原理及操作过程，加深理解，达成“见”微知著。

在翻转课堂教学中，教师通过启发教学、互动研讨，再结合桌面智能工厂等方法，使学生形成解决单元操作实际问题的真“知”灼见。在精熟理论的基础上，教师通过实验设计、方案优化及实际操作，强化学生的全流程化工认知、精强技能，实现实践认知的升华（知“行”合一）。

以“闻、见、知、行”为脉络，有机串联课前自主学习、课中沉浸研讨、课后实践巩固环节，实现了对学生知识、能力、素养的协同培养。

3.4 构建“三基四元”全方位多维度评价体系

为精准契合“岗（岗位标准）、课（课程标准）、赛证”综合育人要求，课程团队构建了以“知识、能力、素质”三基为核心，由平台、教师、企业导师以及大赛获奖学生四元评价主体的全方位、多维度教学评价体系。该评价体系由过程性评价（60%）、结果性评价（30%）和增值性评价（10%）三部分组成。多元化教学评价旨在强化过程管理、转变突击学习模式、提升教学质量。

“三基四元”评价体系构建												
评价构成	评价内容	评价标准	评价主体	评价构成	评价内容	评价标准	评价主体	评价构成	评价内容			
										评价标准	评价主体	
课前15%	知识目标	课前测试	知到	结果性评价	专业知识	期末理论测试	课程标准	增值性评价	课内增量值			
	能力目标	资源学习	授课教师+知到			各单元仿真工艺流程图	化工总控工证书			授课教师+知到		
	素质目标	任务完成	授课教师+知到			各单元开车操作	化工技能大赛标准			授课教师+知到		
过程性评价	课中70%	知识目标	线上学习	课证赛岗	专业技能	各单元停车操作	化工总控工证书	增值性评价	课内增量值			
		知识目标	课堂知识			知到	职业素养			职业素养测评	岗位要求	授课教师+知到
		能力目标	课堂活动			知到	任务得分/次			评分等级	评分标准	
	能力目标	任务练习	化工总控工证书	授课教师+知到	≥90分	学界楷模 (A)	+5分					
	能力目标	技能测试	化工技能大赛标准	企业导师+获奖学生	80~89分	奋进之星 (B)	+3分					
	能力目标	小组竞技	化工操作岗位要求	学生	70~79分	潜力新苗 (C)	+1分					
课后15%	素质目标	小组展示	化工操作岗位要求	授课教师+知到	60~69分	进步可期 (D)	上一个层级+3分, 下一个层级-3分					
		思政分享	授课教师	授课教师	<60分	励志前行 (E)	-3分					
		素质模块	化工技能大赛标准	授课教师+学生	课外增量值							
课后15%	知识目标	实训报告	授课教师+企业导师	参加化工技能大赛一、二、三等奖	+7分/次、+5分/次、+3分/次							
	能力目标	课后作业	授课教师+学生	化工总控工证书(中级)	+2分							
	素质目标	拓展任务	企业导师	企业专家讲座、线上	0.5分/次							
		课后评价	课程标准	知到	企业实践	0.2分/次						

图4 “三基四元”全方位课程评价

3.4.1 过程评价, 全程覆盖

过程性评价由课前(15%)、课中(70%)和课后(15%)组成。依据课程标准和知到平台数据, 聚焦知识、能力、素质目标, 评价学生线上资源学习和任务完成情况, 从而达成课程评价。深度融合化工总控工证书、化工技能大赛标准和化工操作岗位要求, 由教师、企业导师、学生针对课堂考勤、课堂互动、小组练习、技能实操(如单元开停车仿真)以及职业素养等过程进行评价。通过课后作业质量、实训报告、拓展任务完成度及评教反馈, 巩固所学知识技能并拓展职业视野、提升学习深度。

3.4.2 三基并重, 能力导向

结合课前预习、课中表现、课后作业及期末测试, 系统检验学生知识掌握情况。以《化工总控工证书》和技能大赛标准为标准, 通过单元仿真操作、技能测试、实训报告等, 由校企双师严格评定学生的专业实践能力。同时润物细无声地融入课程思政(如团队协作)、职业素养测评(对标岗位要求)及课后拓展(企业讲座、实践参与), 引导学生全面发展。

3.4.3 动态激励, 多元协同

通过建立清晰的激励评价制度, 学生的任务得分对应“学界楷模(A)”“奋进之星(B)”等层级加分; 技能大赛获奖、获取职业证书、参与企业实践均可获积分。

通过过程性、结果性以及增值性评价相结合, 多元主体(教师、企业导师、在线平台(知到)、学生)参与、确保评价客观全面, 动态积分激励, 构建了能体现产教融合特色、有效驱动学生主动学习与职业发展的科学评价闭环, 为培养创新型化工高技能人才提供坚实保障。

4 成果成效

4.1 教学质量提升

针对24学年学生(2个班, 约80人)知识技能、职业素养等进行问卷调查(见图5), 结果显示学生的学习兴趣、课堂参与度有了明显提升, 基础知识、基本技能、分析解决问题的能力等都有较大提升, 这表明“三阶四维五场景”的教学模式对学生的能力培养起到了重要作用, 学生职业资格证书的取证率达90%以上。此外, 学生参与化工类竞赛的积极性不断提高, 多次获得教育部组织的“一带一路”金砖大赛—实验室安全技术赛项的一等奖、二等奖。

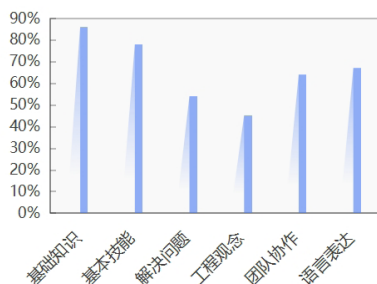


图5 学习能力提升调查问卷结果图

4.2 示范辐射效果

“三阶四维五场景”教学模式的实施取得了良好的成效, 主持建设国家教学资源库核心课程—化工单元操作技术, 教学资源辐射全国; 主持省级教改课题两项, 获得课程思政优秀案例等; 积极参与公开课、示范课活动, 交流课程教学经验, 在校内外产生了良好的示范引领和辐射效应。

5 经验总结

本案例以“专思融合、知行合一、育种成才”为核心理念, 通过“三阶递进”(认知→应用→创新)重构教学内容, 融入“双碳”目标、科技前沿及思政元素; 以“四维融通”(闻、见、知、行)贯通教学闭环, 再结合企业案例、虚拟仿真和“桌面智能工厂”深化理论实践融合; 依托“五场景联动”(自主学习、虚拟演示、翻转课堂等)突破高危实训限制, 实现数智赋能。该模式的实施, 使学生的工程观念、技能水平以及职业素养等均有较大提升, 在校内外产生了良好的示范引领和辐射效应, 得到同行的广泛认可, 为石油化工技术专业群的数字化转型提供了可借鉴的教学范式。

未来, 教学团队将聚焦校企共建实时数据平台, 开发智能诊断模块, 成立校企联合教研室, 推行“产业导师”制度, 构建“资源互通、人才共育、技术共研、成果共享”的产教共生生态, 为化工职业教育数字化转型提供可复制范式。

参考文献

- [1] 黄磊. 创新型高技能人才培养体系的构建[J]. 山西财经大学学报, 2024, 46(S02):227-229.
- [2] 陈隆升. 数智化时代分布式动态学情测评范式转型与路径建构[J]. 开放教育研究, 2025, 31(1):110-118.
- [3] 林素繁, 罗智超, 林欣. 数智化助力职业教育高质量发展—基于赋能方式和创新要素二维框架的分析[J]. 高等工程教育研究, 2024(5):133-139.
- [4] 刘莉雯, 王谋. 数字经济赋能“双碳”战略研究—影响机理及实现路径[J]. 气候变化研究进展, 2024, 20(4):440-453.
- [5] 曹晓明, 罗九同, 何涛, 李臣, 曾莹. 人工智能教育贯通式培养体系: 价值、挑战与构建路径[J]. 电化教育研究, 2025(3).
- [6] 邱飞岳, 张彭丽, 袁霄, 等. 职业教育数字化转型能力成熟度模型与评估方法[J]. 远程教育杂志, 2025, 43(1):75-84.
- [7] 郭兴荣. 虚拟现实技术赋能海事英语线上线下融合教学模式构建研究[J]. 外语学刊, 2023(1):97-104.
- [8] 徐岸峰, 李斌, 李玥. 线上线下混合智慧教育模式研究. 教育理论与实践, 44.15(2024):57-60.
- [9] 余凯华. 排水泵站巡检安全教育培训中VR技术的应用[J]. 中国给水排水, 2024, 40(4):93-98.
- [10] 高志鹏等. 基于“翻转课堂”的“双创融合”混合式教学模式: 以“水产微生物学”课程为例. 微生物学通报, 51.4(2024):1329-1339.