

Exploration of the Teaching Model for the *Chemical Engineering Design* Course in Vocational Undergraduate Programs

Hongmei Mu Fei Wen

Lanzhou Resources and Environment Vocational and Technical University School of Environment and Chemical Engineering, Lanzhou, Gansu, 730021, China

Abstract

Against the background of digitalization and intelligence, the teaching of Chemical Engineering Design course in vocational undergraduate universities is plagued by a series of problems, including outdated teaching content, misalignment between position requirements and curriculum arrangement, deficient practical teaching modules, and undiversified assessment methods. Targeting these pain points, this study takes chemical plant engineers as the core position role, and builds a three-dimensional integrated system consisting of position competency module, curriculum competency module and project competency module. Accordingly, an innovative teaching model is proposed, which integrates position-curriculum matching, digital and intelligent technical empowerment, project-led teaching implementation and diversified evaluation mechanism. The practical exploration carried out in the chemical engineering major of Lanzhou Resources & Environment Vocational Technical University proves that the proposed model can effectively elevate students' engineering design competence, digital-intelligent technology application skills and post adaptation ability, and offer useful reference for the teaching reform of engineering majors in vocational undergraduate education.

Keywords

the digital and intelligent era; vocational undergraduate programs; chemical engineering design; teaching models; integration of work, curriculum, and competitions

职业本科《化工设计》课程教学模式探索

慕红梅 文斐

兰州资源环境职业技术大学环境与化工学院, 中国·甘肃 兰州 730021

摘要

针对数智背景下职业本科《化工设计》课程存在的教学内容滞后、岗课分离、实践薄弱、评价单一等问题,以化工现场工程师为核心岗位,构建“岗位能力图谱—课程能力图谱—项目能力图谱”三维贯通体系,形成“岗课对接、数智赋能、项目驱动、多元评价”教学模式。经兰州资源环境职业技术大学化工类专业的实践验证,该模式可有效提升学生工程设计能力、数智技术应用能力与岗位适配度,为职业本科工程类课程改革提供参考。

关键词

数智时代; 职业本科; 化工设计; 教学模式; 岗课赛融合

1 引言

随着大数据、云计算、人工智能、区块链等现代信息技术的发展,人类已经进入数智化时代^[1]。在科技革命与产业变革深度融合的当下,受数字经济与新质生产力双重驱动,化工行业迈入智能化、绿色化、精细化转型,对技术技能型人才的工程实践能力、数字应用能力和创新设计能力提出了全新要求^[2]。数智化带来工作过程的弹性化,导致智能

技术支撑的技能,不再是通过反复训练达到熟练程度便可掌握的技能,而是需要方法论支撑的技能^[3]。化工现场工程师岗位,需要培养面向生产一线、兼具工艺设计、装置调试、故障诊断、数字化运维与现场管理能力的复合型技能人才,已经成为当下职业本科化工类专业的核心培养定位。化工设计课程是职业本科应用化工技术、现代精细化工技术等专业的核心必修课,具有理论性强、工程性突出、实践要求高、知识跨度大、岗位对接紧的特征,是连接专业理论知识与工程实践、培养学生工程素养与设计创新能力的关键环节。

2 数智时代职业本科《化工设计》课程存在的问题

数智时代下,课程教学必须从“知识传授”转向“能

【基金项目】兰州资源环境职业技术大学教育教学改革研究项目资助(项目编号: JG202525, JG202522)。

【作者简介】慕红梅(1980-),女,中国甘肃庆阳人,硕士,教授,从事化工教学及理论化学计算研究。

力本位”，从“图纸导向”转向“工程导向”，从“课堂封闭”转向“产教融合”，才能真正适配化工现场工程师的岗位能力需求。

通过调研与访谈，结合教学实践，当下的《化工设计》课程主要存在以下问题：

2.1 教学内容滞后，数智化元素缺失，与岗位需求脱节

教材内容仍以单元设计、设备选型为主，缺少智能流程设计、绿色低碳设计、安全仪表系统 SIS、全生命周期设计等数智化、现代化内容；知识体系碎片化，缺乏“工艺—设备—控制—安全—环保—节能”一体化工程思维训练。行业新标准、新规范、新设备、新技术更新不及时，与企业真实设计场景差距明显。

2.2 岗课分离，能力传导断裂，缺乏系统化设计

课程目标设定以知识掌握为主，未对标化工现场工程师真实岗位能力。岗位能力未转化为可教学、可训练、可评价的课程能力点，岗位需求—课程目标—教学内容—考核标准传导链条断裂。能力培养停留在绘图、计算、写说明书等浅层技能，缺乏现场调试、故障诊断、方案比选、经济评价、安全风险评估等工程核心能力。

2.3 实践教学薄弱，数智工具应用不足，工程体验缺失

实践以 CAD 绘图、简单流程模拟为主，数字孪生、工智能仿真优化等数智技术应用不足。项目多为虚拟例题，与企业真实技改项目、新建项目、现场设计任务脱节。缺乏企业工程师深度参与，学生难以获得真实工程情境、工程规范与工程决策训练。重结果轻过程，学生“会画图、不会设计、懂理论、不懂现场”。

2.4 评价方式单一，过程性考核缺失，难以衡量能力达成

建立科学合理的评价体系是项目式教学的重要组成部分^[4,5]。以图纸、设计说明书为唯一评价依据，属于结果性评价，忽视设计过程、团队协作、工程规范、安全意识、创新优化。评价主体单一，仅由校内教师评分，缺乏企业工程师、行业专家参与。未建立基于能力达成度的量化评价体系，无法精准判断学生岗位适配水平。

以上问题集中表现为：岗位能力不明、课程能力不准、项目能力不实，最终导致人才培养与产业需求错位，难以满足数智化工时代对现场工程师的能力要求。

3 核心岗位界定与“三图谱”理论框架构建

3.1 典型岗位分析

化工现场工程师是数智化工时代的核心岗位，主要面向化工、材料、新能源、环保等领域，从事工艺方案设计、全流程模拟、设备选型计算、P&ID 图纸绘制、装置调试、生产优化、故障诊断、安全环保管理、数字化运维等一体化工作，是兼具设计能力、现场能力、数智能力、管理能力的复合型技术技能人才。

3.2 “三图谱”内涵与逻辑关系

岗位能力图谱源自产业或企业，是岗位所需知识、技能、

素养的结构化集合，是课程改革的出发点。课程能力图谱通过拆解岗位能力的“知识-技能-素养-发展”四维属性，匹配课程教学载体。课程能力图谱源自岗位能力，将岗位能力转化为课程可承载的教学目标、知识点、技能点、素养点，是课程改革的核心。项目能力图谱源自课程能力，以真实工程项目为载体，将课程能力转化为可训练、可完成、可评价的项目任务，是课程改革的落脚点。三者逻辑关系在于岗位能力图谱决定课程能力图谱，课程能力图谱支撑项目能力图谱，项目能力图谱反向验证岗位能力达成，形成“岗—课—项目”闭环育人体系。

4 构建基于化工现场工程师的“三图谱”

岗位能力图谱：锚定现场工程师核心能力，通过企业调研、岗位说明书分析、工程师访谈、对标职业技能等级标准，构建五大维度、22 项核心能力的岗位能力图谱。

课程能力图谱：将岗位能力转化为课程目标以化工设计课程为载体，将岗位能力图谱拆解、转化、重构为知识、技能、素养、发展四维课程能力图谱。

项目能力图谱：以真实工程任务驱动能力落地，按照“基础项目→综合项目→企业真实项目”三阶递进，构建可训练、可评价、可落地的项目能力图谱，实现“做中学、练中会、干中强”。项目能力图谱强调：任务真实化、流程工程化、评价岗位化、成果标准化。

5 构建基于“三图谱”的数智化教学模式

以“岗位能力图谱为方向、课程能力图谱为核心、项目能力图谱为载体”，构建“岗课对接、数智赋能、项目驱动、多元评价”四位一体教学模式。

通过培养化工现场工程师岗位能力为主线，以岗位能力图谱、课程能力图谱、项目能力图谱为支撑，由岗课对标重构内容，数智技术创新教法，项目实战强化能力，多元评价保障质量的四大环节构成培养适配数智化工产业需求的现场工程师。

按照“岗位能力→课程模块→项目任务”，构建了六大模块化教学内容，每个模块均明确能力点、知识点、技能点、项目任务、评价标准。创新了混合式工程教学和项目式教学方法（PBL）。项目式教学将学生置于项目的中心，让学生自主决定项目的实施步骤和方法，能够激发学生的学习兴趣 and 主动性^[6]。构建了“三阶递进”的项目实践教学体系，课堂上进行基础实训，开展软件练习，开展数智技术应用和单元设计；课后开展综合实训，借助全国化工设计大赛项目进行全流程设计、协作设计和图纸绘制；企业实战包括进企业、进项目、进现场，完成真实设计任务。

基于能力达成的过程性评价，建立“过程+结果、知识+技能、校内+企业、能力+素养”四维多元评价体系。评价严格对标课程能力图谱与项目能力图谱，实现“能力可衡量、质量可监控、达成可验证”。

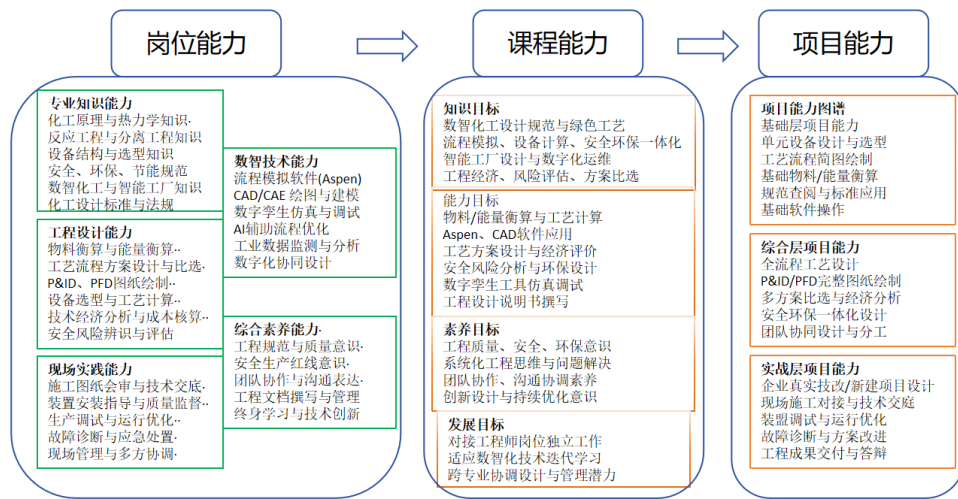


图 1 能力图谱

6 教学模式实施路径

(1) 岗课对标: 通过梳理岗位能力, 转化课程能力, 项目任务, 制定评价标准, 完成“三图谱”。

(2) 资源建设: 搭建数智化教学环境, 建设数字化资源库、软件平台、虚拟仿真中心、企业项目库(案例库)。

(3) 师资提升: 构建双师教学团队教师下企业实践、企业工程师进校园、数智技术专项培训。定期组织教师参加化工工程实践培训、项目管理培训等, 提高教师的工程实践和项目管理能力。同时, 要合理调整教师的教学工作量, 让教师有足够的时间和精力投入项目式教学中。此外, 可以建立教师团队, 共同承担教学任务, 减轻单个教师的工作量。

(4) 教学实施: 开展项目式教学运行分组(以全国化工设计大赛为例), 下达项目任务, 过程指导, 中期检查, 成果答辩(校赛), 企业评价(省赛, 区赛)。

(5) 持续改进, 闭环优化教学体系基于评价数据、企业反馈、学生学情迭代教学内容、项目任务与评价标准。

7 教学模式实践成效

以兰州资源环境职业技术大学现代精细化工技术专业 2022 级、2023 级四年制学生、2023 级、2024 级专升本学生共 320 名学生为样本, 开展了教学改革实验。通过毕业设计质量和连续两年参加全国化工设计大赛的结果, 得出该模式在提升学生工程设计能力, 图纸规范性、计算准确性、方案合理性、数智技术应用能力等方面有明显效果。对毕业生的企业满意度调研, 得出毕业生岗位适配度良好, 团队协作、解决问题、工程素养等综合能力优异。对课程教学质量, 专业认可度、招生就业质量同步提升。

实践证明, 基于“三图谱”的数智化教学模式能够有效解决传统教学痛点, 实现岗课赛深度融合, 提升人才培养质量。

8 结论

数智时代背景下, 职业本科化工设计课程改革必须以化工现场工程师岗位为核心锚点, 通过构建岗位能力图谱—课程能力图谱—项目能力图谱三维贯通体系, 实现从岗位需求到课程教学再到项目实战的全链条传导。新模式通过重构教学内容、创新数智化教学方法、强化项目实战、建立多元评价, 有效解决课程内容滞后、岗课脱节、实践薄弱、评价单一等突出问题, 显著提升学生工程设计能力、数智技术能力与岗位适配度, 符合职业本科类型定位与产业高质量发展需求。展望

未来可进一步深化 AI 自适应学习、数字孪生沉浸式教学、云端协同设计、岗课赛证融通等方向研究, 持续推动化工设计课程向更智能、更工程、更岗位、更开放方向发展, 为我国数智化工产业培养更多高素质现场工程师, 服务新质生产力发展与职业教育强国建设。

参考文献

- [1] 张娟, 黄宇嫣, 刘霞, 数智时代“三融四阶五化”的应用型创新人才培养路径——以经济统计学专业为例[J]. 林区教学, 2026(3), 51-55, doi: 10. 3969/j.issn.1008-6714.2026.03.012.
- [2] 焦林宏, 王红玉, 王春磊等. 石油化工职业本科专业人才培养模式探索——以兰州石化职业技术大学为例[J]. 化纤与纺织技术, 2024, 53(4), 177-179.
- [3] 徐国庆. 办好职业本科教育必须以技术学科建设为根基[J]. 职教论坛, 2025(9):1.
- [4] 吕利平, 董立春, 李航等. 化工设计课程思政教学探索与实践[J]. 化工设计通讯, 2024, 50(5): 77-80.
- [5] 严晓阳, 郑绍成, 胡鸿雨. 基于设计实践的“化工设计”课程教学改革: 以混合式学习评价体系构建为例[J]. 教育教学论坛, 2023, (42): 61-64.
- [6] 吴宇琼, 晋梅, 邹琳玲等. 项目式教学法在“化工课程设计”中的探索与实践[J]. 化学工程与装备, 2024(1):169-171.