

新工科背景下冶金工程专业的《化工原理》授课模式改革探索

范桂侠^{1,2} 曹亦俊¹ 滕道光¹ 李鹏² 通讯作者

1. 郑州大学 中原关键金属实验室; 2. 郑州大学 化工学院

摘要:《化工原理》是一门具有典型工程性和实践性的工科类课程,作为冶金工程专业的基础专业课程,对培养学生的工程理念,提高学生的实践意识,以及理论联系实际的能力具有重要的作用。然而,在《化工原理》授课过程中,受限于理论与实践的时空不一致性,授课教师不仅难以通过直接的理论讲述将工程理念传授给学生,也存在学生学习兴趣不高、知识难以具象化、理解不深入等现状。本文基于多年一线教学经历与思考,开展了针对冶金工程专业的《化工原理》课程体系构建与授课模式改革,通过建立课程典型案例库、理论课与实验课融合贯通、多元授课模式探索等方式,提高学生对《化工原理》课程的兴趣,认识化工单元操作的实践意义,特别是结合《化工原理实验》,强化学生对单元操作过程与化工设备的认识,提高对化工原理单元操作的理解与应用,培养脚踏实地的工科型人才。

关键词: 冶金工程; 化工原理; 化工原理实验; 教学改革

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2025.03.049

引言

工程教育的总体目标是利用自然科学的原理得到解决实际工程问题的理论和方法,着重培养学生的工程概念和工程实践能力^[1]。另外,在培养专业素养的同时,以人为本,立德树人,通过课程思政正面教育来引导和激励学生,以服务社会发展,培养高素质工科创新人才,着力培养学生面对新知识、新技术、新问题的工程实践能力、创新能力和创业能力,打造“产学研创”一体化全方位育人体系,具有重要的意义^[2],本文基于此展开研究。

一、《化工原理》在冶金工程专业建设中的重要性

《化工原理》作为冶金工程专业的重要基础专业课程,具有很强的工程性和实践性,是学生“由理转工”“承前启后”的桥梁课程,课程体系对培养工科学生的工程思维和工程意识、提高工程实践技能与工程素质具有重要意义,而工程素质与实践能力是冶金工程专业学生必备的能力^[3]。化工相关技术在冶金行业中的广泛应用,可最大程度地减少冶金工艺中的能量消耗,降低冶金工艺过程中产生的废水、废气和固体废弃物,实现化工冶金生产与环境保护的和谐统一^[4]。然而,学生在学习《化工原理》这门课程时,面临许多原理分析和数学模型,面临从理论学习向工程思维的转变,将复杂的工程问题进行合理简化^[5-7]。

二、新工科背景下冶金工程专业《化工原理》课程改革的必要性

为应对新一轮的产业革命和未来以高科技为核心的

国际竞争形势,国家对高等学校的工程教育提出了新的要求。2017年以来,教育部提出发展新工科的理念并大力推进全国高校开展新工科的相关研究和实践。其目的是深化工程教育改革、建设工程教育强国以提高国家未来竞争力^[8,9]。新工科研究和实践的其中一个关键词是学科交叉融合,重点是推动现有工科间的交叉融合,打破学科壁垒,推动传统工科专业改造升级,实现跨学科、多学科交叉融合的研究、教学、应用^[10,11]。

从冶金工艺角度来说,化工技术是利用化工原理和工程技术提高冶金生产加工的质量以及效率,同时将生产过程中产生的有毒、有害等对环境不友好的物质进行转化、分解甚至消除^[12]。因此,《化工原理》课程的学习在冶金工程专业中具有重要的作用,相继涌现“一流课程”、“混合式”教学、课赛融合、虚拟仿真、课程思政等创新教学模式和方法,教育活动由“教师中心”向“学生中心”转移,并践行OBE(以学生为中心、成果导向、持续改进)教育理念^[13],如图1所示。将化工单元操作与马克思主义基本原理和唯物主义哲学观关联,加强学生的思政教育,弘扬工匠精神。采用知识竞答、多媒体混合、虚拟仿真等手段增加课堂的多彩性、可视化和真实感。建设课程体系,构建知识架构及其与相关课程的关联性,增强知识覆盖面和工程应用性^[14]。因此,无论是顶层设计,还是实施细节,《化工原理》课程改革对教师能力提升、课程体系建设和专业发展都起到了积极推动作用^[15]。归根结底,课堂的主体目标是学生。而学生自主性差、兴趣低,导致缺少最基本的原始知识

摄入,“原料断供”,使得教育变成了“无米之炊”。因此,有效提升学生对课程的兴趣,是需要解决的重点问题之一^[16]。

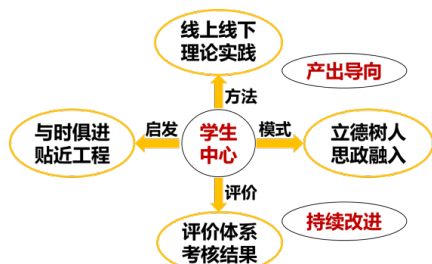


图1 《化工原理》课程改革思路

三、冶金工程专业《化工原理》课程改革的途径探索

(一) 建立具有冶金工程专业特色的《化工原理》典型案例库

不断改进课堂教学方式,通过收集工程实际问题和案例,开展“基于问题、基于项目、基于案例”等研究性教学和学习方法,培养学生工程实践和创新能力。以伯努利方程在热轧厂层流冷却装置中的应用、溶剂萃取在铜湿法冶金中的应用、碳排放理念、沉降(如图2所示)与过滤技术(如图3所示)在冶金固废和废水中的应用等工业实例为引入,提炼化工原理基本知识点,建立具有冶金工程专业特色的《化工原理》课程案例库,结合课堂展示与讲解、学生反馈,总结并更新案例库,增强学生对化工原理单元操作的理解与应用。

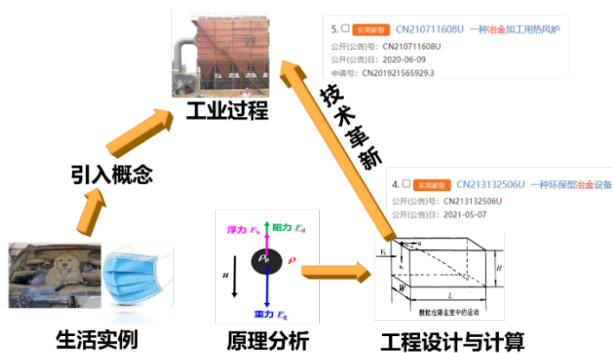


图2 沉降单元操作的授课案例设计

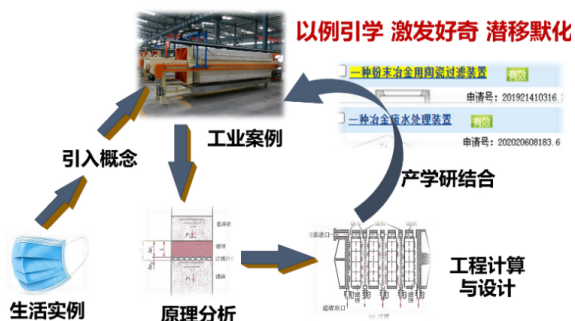


图3 过滤单元操作的授课案例设计

(二) 理论课与实验课融合贯通的教学过程

在理论授课中,融合《化工原理实验》与《冶金原理实验》内容,如流体输送、传热、干燥、萃取等实验,剖析冶金工业生产中换热器、降尘室、萃取釜等典型设备结构和工作原理,使理论知识有了承载实体,学生通过对实验设备、实验流程、实验过程的分析,强化对单元操作的理解和认识,提升冶金工程专业学生对化工原理单元操作的直观认识,着重培养学生广泛的专业交叉和融合能力,提高学习效率。注重实验教学中学生的整体意识、全局观念的工程素养训练,尤其是培养学生团队意识,提升学生在新工科背景下的工程大局意识和团队合作精神^[11]。结合真实设备进行单元操作的原理和设备的讲解,使学生更容易接受和掌握,培养学生的实践性和工程观念。

(三) 以社会实践驱动多元《化工原理》授课模式

通过带领冶金工程专业学生参观学习化工专业实验室、化工虚拟仿真实验室、化工企业等方式,深入认识化工原理在化工中的实际应用,结合对比冶金工业过程,积极开展现场实践互动教学,优化教学模式,增强对化工原理单元操作的新技术、新业态、新产业的认识,使学生利用所学的理论知识来分析和解决实践中的问题。如图4所示,将授课方式自由化,摒弃单一的、枯燥的理论教授,采用研讨课、观摩课、公开课、示范课和教学讲座等形式,将工业生产、课堂教学、研究与创新相融合,以层层深入、循序渐进实现知识的传授,同时注重学生能力的培养与德育的渗透,使学生在理论学习的同时,潜移默化的培养工程概念,解决工程问题的意识,提升工程素养和创新能力。

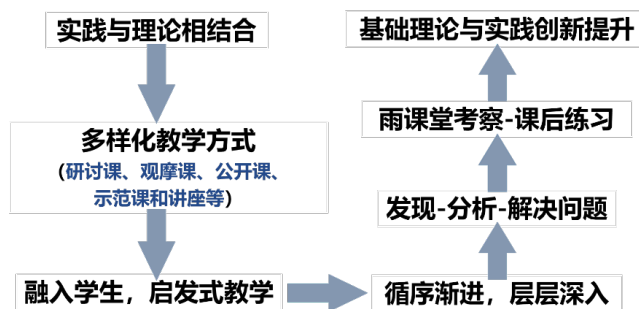


图4 多元化的《化工原理》课程授课模式

四、改革目标与预期成效

(一) 培养学生主动学习的意识与自我提升的能力
打造融合趣味性、理论性、实践性的《化工原理》教学课堂,改变课程过于注重传授理论知识的倾向,强调形成积极主动地学习态度,创设情境,诱发探究,调

动学生的求知欲,由“被动学习”转变为“主动学习”,既注重“教得好”,更注重“学得好”,激发学生学习兴趣和潜能,增强学生对化工相关专业的认同感、兴趣感、责任心和专业情怀,立德树人,使学生在收获知识地同时形成正确的人生观和价值观,使学生“人人成才、人人出彩”。

(二) 培养学生融会贯通的能力与工程系统的意识

着力解决冶金工业生产中遇到的化工技术问题,把实践性知识的传授纳入现有的培养体系中,并与基础理论知识融为一体、相互依托、相互促进,提高学生理论应用于实践的能力,使产学研创能够有机的结合起来。打通化工原理课程与冶金学科的联系,建立与冶金学科相匹配的化工原理的课程案例库,将冶金工业生产中与化工单元操作相关的现象进行总结归类,剖析其中的基本原理、概念和知识点,通过多种实践渠道,强化教学质量评价保障体系,形成人才培养质量持续改进机制,培养学生的社会责任感、职业道德、工程伦理、价值观,培养创新型人才。

结语

综上所述可以看出,新工科背景下冶金工程专业的《化工原理》授课模式需要与时代接轨进行改革与创新,这是人才培养需求,也是新时代教育改革的趋势。本文对此进行分析,提出几点具体的建议,为新工科背景下冶金工程专业人才培育和课程优化提供参考。

参考文献

[1] 吴艳阳,孙丽,潘鹤林,等.以工程项目为主线的化工原理混合式教学探索与实践[J].化学教育(中英文),2023,44(16):13-19.

[2] 刘红梅,韩永萍,侯春娟,等.新工科建设背景下制药工程专业化工原理教学创新设计[J].化学教育(中英文),2022,43(4):101-106.

[3] 李燕,李翔.化工原理教学中学生工程能力的培养[J].广东化工,2022,49(16):263-264.

[4] 郭明媛,马永宁,王策.化工原理课程过程化考核教学改革探索[J].上海化工,2024,49(3):57-59.

[5] 刘志,鲁福身.新工科背景下基于超星学习通的化工原理教学实践研究[J].辽宁师范大学学报自然科学版,2022,45(3):362-366.

[6] 刘兵兵,韩桂洪,范桂侠,等.冶金与化工交叉专业冶金传输原理教学[J].中国冶金教育,2021,3:18-21.

[7] 郭文字,李华兰,彭波,等.基于应用导向的化工原理教学改革研究[J].绵阳师范学院学报,2022,41(11):58-63.

[8] 王娟,钟秦,蔡文彬,等.探究导向的化工原理实验教学设计与实践[J].实验室研究与探索,2024,43(4):138-142.

[9] 刘作华,唐小余,熊黠,等.大类招生背景下《化工原理》教学改革的探究[J].教学研究,2022,18:144-146.

[10] 成忠,诸爱士,刘宝鉴,等.面向新工科建设的化工原理课程教学改革与实践[J].化工高等教育,2021,38(2):40-46.

[11] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等教育研究,2017(3):1-6.

[12] 杨亮.化工技术在冶金工艺中的应用研究[J].中国金属通报,2020(6):76-77.

[13] 夏淑倩,王曼玲,程金萍,等.践行OBE理念,开展化工类专业新工科建设[J].化工高等教育,2018,35(1):9-12.

[14] 刘芬,柏凌,向程,等.一流课程建设背景下“化工原理实验”教学改革探索[J].化工时刊,2023,37(5):74-78.

[15] 刘博扬.化工原理教学过程中的课程思政研究[J].黑龙江科学,2022,13(11):120-121.

[16] 张海洋,董延召,李豪杰,等.化工原理实验与前沿科研成果相融合的探索[J].大学化学,2024,39:1-6.

作者简介:范桂侠,1987.10,女,汉,安徽太和人,博士,教授,博导,研究方向为低品质矿产资源高效选及提取。

通讯作者:李鹏,1987.04,男,汉,安徽淮北人,博士,教授,博导,研究方向为煤基矿物中关键金属提取分离。

基金项目:教育部产学合作协同育人项目:“新质生产力下化工类课程改革研究与实践”(项目编号:241006655253659);郑州大学研究生教育研究项目:“基于创新实践能力培养的研究生课程建设与改革研究——以‘高等传递过程’为例”(项目编号:YJSJY202343);郑州大学教育教学改革研究与实践重点项目:“基于交叉融合的冶金学科‘化工原理’课程改革研究与实践”(项目编号:2022ZZUJG051)。