

## 立德树人与工科人才培养融合的“化工原理”教学探索与实践

雷洋, 蔡洁琼, 孙大明, 陶彩虹\*

兰州交通大学化学化工学院, 兰州 730070

**摘要:** 阐述了一种符合新工科化工专业课程特色的“价值、知识、能力”三位一体的教学模式。该模式强调“立德树人”在课堂教学中的价值引领作用, 通过教学全过程的创新设计和多元化的评价体系改革, 促进学生在知识掌握、能力培养和价值观塑造上的全面发展。本文进一步探讨了德育思政教育与化工原理课程的多向融合, 以通过教学实践激发学生的创新意识、强化学生的理想信念, 达成“立德树人”德育渗透的教学成效, 使其与思政课程同频共振形成育人合力。

**关键词:** 德育思政融合; 立德树人; 化工原理教学; 工程实践; 人才培养

**中图分类号:** G64; O6

## Exploration and Practice of Integrating Moral Education with Engineering Talent Development in the Instruction of “Principles of Chemical Engineering”

Yang Lei, Jieqiong Cai, Daming Sun, Caihong Tao \*

College of Chemistry and Chemical Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China.

**Abstract:** This paper presents a “value, knowledge, ability” three-in-one teaching model that is consistent with the course features of chemical engineering in the new engineering education. This model emphasizes the value-guided role of moral education in classroom instruction, fostering students’ comprehensive development in terms of knowledge acquisition, skill development, and the cultivation of values, through innovative design throughout the entire teaching process and the implementation of a diversified evaluation system. This paper further explores the multidimensional integration of moral education and the course of Principles of Chemical Engineering, with the aim of inspiring students’ innovative consciousness and strengthen their ideals and beliefs through teaching practices. The ultimate objective is to achieve the educational effectiveness of moral education permeating throughout, fostering a resonant harmony with ideological courses and creating a powerful force for nurturing individuals.

**Key Words:** Moral education and ideological integration; Cultivating morality and talents;  
Chemical engineering principles teaching; Engineering practice; Talent cultivation

高等教育的主旋律始终是人才培养, 培养“德才兼具”的高质量人才已成为高校“双一流”建设中重要的目标和导向。为达成新工科背景下高校“立德树人”的人才培养目标, 并针对化工相关专业学生未来持续面临的行业内人才竞争压力 and 自我提升需求, 探索符合工科人才成长规律的“价值、知识和能力”三位一体的教学模式, 已成为化工原理课程改革的关键策略。这一策略的实施离

收稿: 2024-06-20; 录用: 2024-08-12; 网络发表: 2024-09-19

\*通讯作者, Email: taoch@mail.lzjtu.cn

基金资助: 兰州交通大学本科教学改革项目(JGY202304)

不开思政教育与工科人才培养融合并行的教学创新过程的探索与实践,其重要意义在于可通过化工专业核心基础课程激发本专业学生的创新意识、创新思维和工匠精神,引导学生通过生动的实践案例发现问题,唤醒学生的好奇心,培养具有解决实际工程问题、自我获取知识能力和创新研究能力的卓越人才,以适应新技术、新产业、新业态和新模式的工程技术发展进程<sup>[1]</sup>。

将德育思政与工科人才培养紧密结合还可以有效促进学生在学科交叉、跨界应用和综合创新能力方面的发展。化工原理课程覆盖了物理学、材料科学、机械工程及新型分离技术等多个学科领域,要求学生进行多维度的思考和综合分析,以实现工程知识与人文素养的深度融合<sup>[2]</sup>。良好的人文素质和道德修养能够使学生对这一过程有更清晰的认知和更深入的参与,进而逐步构建更高阶、更广阔的工程思维框架,自主挖掘并产出科学、合理及可持续的工程实践解决方案。这是培养能够应对未来工业发展的高素质工程师教育环节中不可或缺的部分<sup>[3]</sup>。

面向化学、化工专业领域未来的技术发展和产业变革,新工科专业人才的培养蕴含了新理念、新要求和新途径三个新层次<sup>[4]</sup>。因而探索化工原理课程与立德树人理念的融合机制涉及到基础知识、科技创新能力、科研思维、实践能力、团队合作等多方面的培养内容,使学生获得专业领域的实践经验和科研方法,强化科研思维和创新精神,从而深化对化工专业的认同感,为未来职业发展打下坚实基础,提供更加多元化的发展空间和模式,为化工领域的技术发展不断注入新的动力和活力。具体表现在以下几方面:

(1) 为化工学科的创新提供发展支持。在当今社会,化工学科正处于发展的黄金时期,需要不断推进科技创新,培养创新人才。化工原理作为化学工程专业的基础课程,需要通过改革创新,提高教学质量,培养创新人才,为化工学科的创新提供发展支持。

(2) 为企业发展提供优秀人才。化工工程是与生产、生活紧密相连的学科,培养高质量的化工工程专业人才,对于产业的发展有重要的意义。通过改革创新,化工原理课程可以更好地培养出具有实践能力的复合型人才,为企业的发展提供良好的人才支持。

(3) 有利于提高科技创新能力。化工原理课程涉及很多复杂的理论知识和实践技能,通过改革创新可以激发学生的创新精神,提高自主学习能力和科技创新能力,为社会、国家培养一批具有坚定爱国主义精神的科技尖兵。

## 1 结合化工原理课程教学现状问题探索“立德树人”融合方法

化工原理是广泛应用于化学工程领域的核心基础课程。该课程主要研究化学工程所涉及的物理、化工过程、传热传质、流体动力学等方面的基本原理和方法。但课程理论抽象、工程实践性强、模型抽象难懂、设备及工艺过程流程复杂,涉及学科交叉的工程实践案例设计计算。此外,化工过程涉及的物理量、影响因素和经验参数往往非常多且不唯一,因而在解决工程实际案例时,需要进行经验数据调研,实践模型抽象化建模,实际案例与数学模型差别校核、试差等工程设计手段<sup>[5]</sup>。作为化工专业人才培养的“策源地”和“主战场”的传统化工原理课程,对于授课对象为专业素养和专业实践能力尚处于提升阶段的学生而言,在教育教学中突出体现了以下几方面的问题:

(1) 化工原理课程教学理念的变革与创新。

问题:传统化工原理课程注重理论知识的讲解和学生知识点的刻板记忆,自主学习内容少,不够重视学生在工程实际应用方面能力的培养,仅凭借刻板式的记忆方式很难适应未来工程和科技实践的需求。

对策:新工科化工原理课程改革的方向则应注重实践能力的培养,鼓励学生通过实验、课程论文和项目实践来掌握知识,并将理论知识运用到工程实践中去。采用“以学生为中心,面向产出,持续改进”的基于学习产出的教育模式(OBE),引导和帮助学生取得有效的学习成果,强调将工程理论内化到学生能力目标的过程历程、学生的价值观和情感因素,要求学生通过具有挑战性的任务,例如提出化工单元操作优化建议,完成单元操作设计方法的策划,开展单个单元设备工程案例前沿

探究, 展示专业综合能力。

问题: 传统的化工原理课程模式缺乏师生、生生间交流与合作的机会, 并且注重竞争学习, 使学生被区分化, 难以建立和谐的互动关系。

对策: 首先, 新工科化工原理课程的改革注重学生之间的合作与交流, 通过要求学生参与团队项目, 发挥各自的特长, 共同完成一个完整的实践项目或设计任务, 将学生之间的竞争有效地转化到合作学习成果中去, 营造共同提升的良好氛围; 其次, 以学习目标为起始进行化工原理课程教学活动反向设计, 通过创造教师引导和团队协作建立伙伴关系, 通过学生的主动思考提升创新实践能力, 达到促进工程认证要求的能力培养, 提高教学效果和培养水平的教学目的。

### (2) “立德树人”融入化工原理课程的迫切性。

问题: 理论知识传授多, 价值塑造少。化工原理课程包含大量的数学建模方法和工程计算基础, 在教学过程中, 如果只注重技术训练和知识传授, 可能会忽视培养工程师所必需的社会责任感和伦理道德意识, 因此在化工原理课程中及时融入思想政治教育, 重视学生道德素养的培养, 有着迫切的必要性。但创新思维意识、家国情怀、经济环保与可持续发展等工程理念在专业核心课程中的体现仍旧是应用型人才培养的难点, 在专业性与思政教育的融合方面的尝试还需不断推进。

对策: 整合挖掘化工原理课程中有趣、实用的生活案例、工程案例, 将工程技术前沿、发展历程、科学家的工匠精神与思想政治教育相结合。例如, 引入可持续发展的概念, 探讨环保、安全方面的问题, 鼓励学生多关注行业的发展趋势、前沿技术和绿色技术, 让学生不仅学会技术, 还学会如何将技术应用于实际情境中, 增强学生对综合性问题的综合分析能力; 将化工原理课程思政教育元素与化工原理实验等实践课程进行深度融合, 让学生身临其境地去体验, 从而对技术理论有更深刻认识的同时, 增强学生的家国情怀。例如让学生在实操案例中感受、思考环保、安全的工程意义, 这都需要工程师具备社会责任的基本素养。

### (3) 化工原理课程教学过程和评价成效的多元化需求。

问题: 传统的化工原理课程多为灌输式单一讲授教学模式, 常常以教师自身为中心, 仅注重教学过程的输出而不是输入, 教学内容照搬教材, 缺少跨学科和综合性实践, 缺乏生动有趣的案例拓展和挖掘, 在提升学生综合创新能力和更新信息化智能课堂教学手段方面均存在局限性。2020年, 在中共中央、国务院印发的《深化新时代教育评价改革总体方案》中明确提出“坚持科学有效, 改进结果评价, 强化过程评价, 探索增值评价, 健全综合评价, 充分利用信息技术, 提高教育评价的科学性、专业性、客观性”。传统工科实践类课程教学评价存在手段单一、科学性欠缺、“重智育轻德育、重分数轻素质”等突出问题, 在评价方式方面传统化工原理课程仅依托作业和考试两方面, 这种方法仅能体现知识目标的达成情况, 对于能力目标和素养目标方面的达成很难进行评价, 例如学生的创新能力、自主学习能力和实践探索能力等。

对策: 新工科化工原理课程在改革时需更加注重多元化、个性化的教学方式, 而不是“车厢”式教学, 可采用多种形式的课程资源和教学方法, 例如互联网智慧课堂新形态教学模式, 利用新形态学习软件(超星尔雅学习通、中国大学慕课MOOC)开展在线视频课程、在线平台交流和电子教案等, 以提高学生的学习兴趣和参与度。新时代人工智能的发展, 为课程考核方式的创新提供了新的可能性, 能够使教师对学生综合创新能力的考核评价更为客观。例如, 利用在线平台发放托兰斯创造性思维测验或设计自陈量表等开放性测试, 来量化学生的创新思维能力、创新态度和对新奇事物的追求; 利用在线课程资源平台设置课外拓展学习任务, 通过智能分析关注学生的自主学习能力和学习习惯; 通过设计一系列具有挑战性的实验和项目评估学生的创新技能。结合化工原理课程的特点和新工科人才培养的要求, 设置并考评的开放性创新项目可包含多种类型。例如, 化工设备设计与优化项目: 让学生团队设计一个小型化工生产装置, 如反应器、蒸馏塔或过滤系统, 并进行计算机模拟和成本效益分析; 工艺流程改进项目: 给定一个现有的化工流程, 要求学生分析其效率和可持续性, 并提出创新的改进措施; 环境影响评估项目: 提供某化工过程对环境可能产生的潜在影响, 学生提出或设计减少污染、

提高能效的策略：参与先进的开放实验室项目：微流控反应器使用或膜分离技术探究，让学生探索这些技术在化工过程中的应用。这些实验和项目不仅能够评估学生的创新技能，还能够激发他们对化工原理的深入理解，培养他们的团队合作能力、项目管理能力和实际操作技能。在评估过程中，教师可注重学生在实验设计、数据分析、问题解决和创新思维方面的表现<sup>[6]</sup>。其次，课程评价时采用多元和阶梯式的评价标准聚焦学习成果的内涵，鼓励学生发表个人观点和意见，增加学生和教师之间的互动和交流，在营造良好学习氛围的同时使得学生能够更加全面地了解化工领域的实践与前沿，更好地应对新时代的发展和挑战。此外，也可以鼓励学生与行业企业相关的人员实践合作，增强学生的创新思维和解决实际工程问题的能力。

## 2 契合新工科化工专业课程特色的“三位一体”教学模式建设

结合化工专业特色，打造有用、有趣、有料、有效的“四有”课堂，“破旧立新”整合化工原理课程资源，采用基于OBE理念的混合式教学模式，建设“三位一体”的化工原理课程教学模式，其实施方式及内容如图1所示。



图1 “三位一体”化工原理课程教学模式

其一，既要突出化工专业人才需要具备的工程思维和实践创新能力，又要强调“立德树人”在课堂教学中价值引领的作用。采用课前渗透-课中内化-课后拓展探究的教学模式。在课程进行时设计不同阶段的学习重点，从基础知识的传授到综合实践的深入，每个阶段都设定有明确的德育目标和创新能力提升要求。每个阶段又设计丰富的实践环节，如实验操作、工程设计计算、设备选型等，使学生能够将理论知识应用于解决实际问题。此外，寓价值引领于“进、知、学、探、强”的教学全过程中，凸显化工原理作为重要专业基础课隐性的思政教育价值。探索化工原理单元操作所涉及的实际工程案例，如中国制造的超级泵站、前沿的海水淡化技术、我国稀土多级萃取技术等，让学生了解化工领域的大国重器和我国新技术的发展，积极引导培养学生家国情怀、科研创新精神、环保节能意识并践行绿色发展观。强化学生的理想信念和奉献精神，提升学生的社会责任感和历史使命感，使专业核心课程与思政课程同频共振，形成育人合力。

其二，结合化工原理实验、化工原理课程设计、认识实习等课程开展实践操作和课外拓展机会的设计，提升化工原理课程体系教学的有效性和实用性。通过课堂教学和解决工程实际问题案例的结合，为学生提高整体综合素质和发展潜力奠定基础。通过调查问卷等形式充分掌握学生的学情，完善教学过程设计和教学学案，在课程的实施过程中利用“超星尔雅学习通”信息化教学手段与教学资源，融入更多的工程案例探析、技术前沿探究、职业素养讨论、知识理论框架综合设计竞赛等教学组织形式，提升学生的参与感，使课程更加有用、有趣、有料、有效，让学生在获得快乐和学习的成就感、自豪感，最终建立“学生为主，教师为辅”的学习共同体。

其三, 丰富教学设计体系的内容创新, 以学生综合能力评价为目标, 从专业素养、工程实践应用、小组合作成果产出等方面构建多维度、全过程的课程评价方式。以“立德树人”为核心, 过程形成性考核为手段, 构建线上、线下混合教学模式下的行业专家点评、师生互评、生生互评或自我评价的多主体、多元化课程评价体系。邀请行业专家参与评价为学生提供专业视角的建议, 帮助学生了解行业需求和标准, 提升其职业素养。教师根据学生的课堂表现、作业质量和项目成果进行评价, 提供有针对性的反馈, 帮助学生识别改进方向。生生互评可通过小组讨论或项目合作, 互相评价在协作交流中的表现, 增强团队意识和沟通能力。学生通过自我反思和自评表, 评估自己的学习态度、学习进度和实践能力, 促进自我认知和自主学习。这些多元化的评价手段, 可以更全面地评估学生的学习效果和综合能力, 促进他们在知识、能力和人格等方面的全面发展。通过评估反馈机制, 及时发现和纠正教学中存在的问题和不足, 以持续优化化工原理课程教学改革的研究思路和教学效果。

### 3 “立德树人”与工科人才培养在化工原理教学中的融合与实践

#### 3.1 知识目标、能力目标和素养目标的整合

完善教学方案的课前设计, 包括细化每个单元操作的知识目标、能力目标、思维目标和思政目标。通过案例分析、理论教学、项目驱动、思政引领和“超星尔雅学习通”网教平台互动辅助等教学方法的相互结合提升学生对重、难点理论基础的掌握深度、创新实践能力和思想素质, 完成知识、能力和素养这三个方面的相互关联和相互融合; 根据每节课的课程内容优化教学实施线索, 在丰富的教学活动实施中逐步完成立德树人的目标, 包括师生互动型案例介绍、教师引导型工程案例、生生互评型创新探究讨论、优秀案例分享归纳总结等活动, 从而使学生获得的化工原理基础理论知识框架更为系统, 引导学生能够独立思考和自主学习; 针对大学生年龄段的生理发展特点, 采用更容易接受的、轻松的教学课后辅导, 包括利用“超星尔雅学习通”网络学习平台, 推送并鼓励学生利用课后时间参与技术前沿学术讲座、实践活动和文化活动网络直播, 从而在再实践过程中进一步巩固提升德育目标的达成。

#### 3.2 项目式驱动教学实现科教融合

采用以项目驱动的方式引入创新性较强的科学实践案例设计, 让学生通过理论知识分析实践应用, 实现知识与技术学科前沿相结合; 针对不同学生的学情, 适时、适度地提高课程的高阶性和挑战性; 重点突出化工专业人才需要具备的科学素养和创新思维能力, 采用注重科技前沿和课外拓展机会的“输入-过程-输出”的教育教学模式, 提高学生对化工原理课程的学习兴趣和参与度, 最终达到提升学生创新能力、科学综合素养和解决问题能力的目的。节选案例举例, 如表1所示。

表1 项目式驱动教学实现科教融合的实施案例

课程内容章节	任务驱动案例	教学设计解析
绪论: 化工设计与单元操作	聚乙烯生产流程	化工过程实践与单元操作的概念与关系
流体流动	爬杆效应、无管虹吸湍流减阻效应	结合先进工程材料的流体特性, 以案例探究的形式展示流体流动的理论知识, 既结合专业理论, 又引入学科前沿
传热	航空高分子隔热保温材料科学原理探究	强化学生查阅文献和知识应用、理论联系实际的能力, 让学生感受到知识就是强国的力量, 提升学生的专业认同感
传质与分离过程	中国水墨画赏析: 张之洞——“酒香不怕巷子深”的科学原理	基于有趣的课堂形式, 提升学生理论与实践相结合、分析和解决复杂工程问题的能力

### 3.3 德育引领与新工科时代化工工程师素养提升相契合

在化工原理教学内容的设置中体现化工工程师素养的哲学情怀，主要包括动量传递、质量传递和热量传递的相似性、雷诺实验揭示的物质运动规律，理想流体、理论板、双膜理论反应的主要矛盾和次要矛盾，准数方程、经验数据、物性图表、因次分析手段体现出化工工程的方法论意识和主次因素关系的工程科学思想，速度梯度、温度梯度、浓度梯度、对数平均温差、对数平均推动力的科学含义，所反应出的“大道至简、知易行难”的哲学情怀<sup>[7,8]</sup>。德育引领的主要方向包括认识质量守恒、能量守恒是马克思主义哲学的自然科学基础。根植于理论联系实际、具体问题具体分析、实事求是和科学发展的人文意识，体现社会主义先进文化和核心价值观，有助于达成“立德树人”德育渗透的教学成效。节选案例举例，如表2所示。

表2 德育引领与工程案例相契合的实施案例节选

课程内容章节	工程案例	教学设计解析
管路计算	西气东输、南水北调工程	培养学生的工程观念、家国情怀提升学生理论与实践相结合、分析和解决复杂工程问题的能力
流体输送机械	中国制造的超级泵站	培养学生的民族自豪感，践行新时代工匠精神
沉降过滤	返销世界各地的陶瓷过滤技术	强化学生的民族责任感和使命感，让学生感受到知识就是强国的力量，提升学生的专业认同感
传热	介绍青藏铁路的高原冻土热管	践行绿色发展观

### 3.4 多元化混合教学与多维度、全过程评价考核方式的联动

利用面授教学与现代网络学习平台教学资源的联动开展多元化的混合式教学(图2)，如化工设备及前沿技术国内讲座分享活动、技术发展史或工程领域科学家案例自主探究分享活动，复杂工程案例网络资源探究解析活动，智慧平台问卷活动，辅助课后巩固环节中的高阶性实践挑战活动、在线巩固学习等，更为有效地为学生创造实践机会，增加学生的学习兴趣和参与度，强化学生理论与实践创新能力，推动基于OBE理念的混合式教学模式的开展及课程综合目标的达成；在评价过程模式

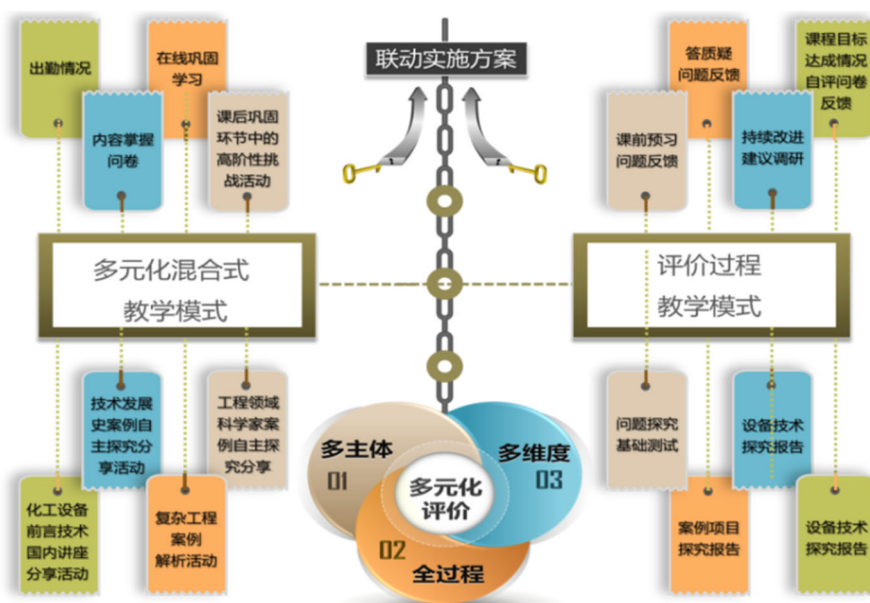


图2 多元化混合教学与多元化评价联动实施方案

方面, 利用学习通平台以更为开放和高阶的问题探究方式完成基础知识测试、案例项目探究报告、设备技术探究报告、学习经验和成果分享、课前预习问题反馈、答质疑问题反馈、课程目标达成情况自评问卷反馈, 持续改进建议调研。

#### 4 结语

培养创新型、应用型人才才是高校课程建设的基本目标, 构建完善的人才培养体系以适应新工科背景下的人才质量需求, 就必须要与与时俱进地打造以德育引领专业领域学生的新形态课堂。在化工原理课程改革实践中渗透思政教育, 实现符合时代需求的价值观引领, 从而推动课程内容与国家、地方、行业发展需求有效衔接, 助力政治思想学习和综合素质的全面提升。因此, 化工原理课程教学改革的实践意义与重要性不容忽视。借助新工科人才培养思路、工程认证的实践经验和OBE教育理念, 建立“立德树人”和工程实践教学融合并行的化工原理课程教学模式, 在化工专业教育中建立“工学结合”的科学方法, 能有效地满足现代社会对化学工程人才培养的新要求。

#### 参 考 文 献

- [1] 程倩, 李淑君, 张继国, 任世学, 李勃. *大学化学*, **2023**, *38* (9), 1.
- [2] 牛丽红, 许华平, 于莹. *大学化学*, **2024**, *39* (6), 7.
- [3] 李昱, 宋兰兰, 张红秀. *大学化学*, **2023**, *38* (9), 1.
- [4] 郝庆兰, 苏俊超, 贾原媛, 刘亚, 滕波涛. *大学化学*, **2023**, *38* (9), 32.
- [5] 王杜娟, 殷允强, 王婧熠, 徐起航. *电子科技大学学报(社科版)*, **2024**, *26* (1), 105.
- [6] 薛兵, 孙洪春. *创新教育研究*, **2021**, *9* (2), 312.
- [7] 鲁莉华, 吴现力, 王菊. *化工高等教育*, **2023**, *40* (6), 83.
- [8] 吴登峰, 曹东, 李仲. *当代化工研究*, **2023**, No. 18, 143.