

《化工分离工程》教学改革与创新实践

王涛*, 冯英楠, 赵之平

北京理工大学化学与化工学院 北京

【摘要】《化工分离工程》作为研究化学工业过程中分离与纯化的重要工程技术学科课程,是化工类专业研究生知识体系构建的重要环节,针对当前课程涉及的基础理论知识繁杂、难点较多、理论联系实践不足、创新思维启发不足、以及思政教育元素缺乏的育教难点,从教学方案改革角度入手,从课程体系、教学方法与思政融合三方面进行系统性创新实践。改革构建了“认知-实践-创新”三位一体的培养模式:在认知层面,采用“问题导向+案例驱动”教学模式,夯实理论基础;在实践层面,依托科研实验室与中试基地搭建“科教融合”实践平台,开设“分离膜制备”等专项实训模块,强化工程实训能力;在创新层面,引入小组课程设计与汇报环节,通过解决实际工业分离问题激发学生的创新潜能。同时,多角度思政教育元素设计引入,在政治信仰、爱国情怀、专业素养、工匠精神等方面开展了综合熏陶与引导。通过专业与思政的有效融合与贯通,有效提升了课程建设质量,有利于引领培养学生成为科学知识 with 精神素养融合发展与进步的新时代工匠人才。

【关键词】《化工分离工程》;科教融合;创新实践;课程思政;教学探索

【收稿日期】2026 年 1 月 12 日

【出刊日期】2026 年 2 月 10 日

【DOI】10.12208/j.ije.20260025

Teaching reform and innovative practice of *Chemical Separation Engineering*

Tao Wang*, Yingnan Feng, Zhiping Zhao

School of Chemistry and Chemical Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing

【Abstract】 As a core course in the knowledge system of chemical engineering graduates, *Chemical Separation Engineering* focuses on the separation and purification processes in the chemical industry. Addressing existing challenges—such as complex theoretical fundamentals, difficulties in integrating theory with practice, insufficient stimulation of innovative thinking, and a lack of ideological and political education elements. Starting from the reform of the teaching program, systematic innovative practices have been carried out in three aspects: the curriculum system, teaching methods, and the integration of ideological and political education. The reform establishes a tripartite educational model of "cognition-practice-innovation". At the cognitive level, a "problem-based and case-driven" teaching mode is adopted to consolidate the theoretical foundation. At the practical level, a "research-education integration" practice platform is built by leveraging research laboratories and pilot-scale bases, offering specialized training modules such as "separation membrane fabrication" to enhance engineering practical skills. At the innovative level, group-based course design and presentation sessions are introduced to stimulate students' innovative potential through solving real-world industrial separation problems. Additionally, through the deliberate incorporation of ideological and political education elements, the curriculum fosters political conviction, patriotic values, professional ethics, and a spirit of craftsmanship. The integration of specialized knowledge with moral education significantly improves course quality, cultivating talents who possess both scientific proficiency and holistic scientific literacy during the new era.

【Keywords】 *Chemical Separation Engineering*; Integration of science and education; Innovative practice; Ideological and political education; Teaching exploration

引言

《化工分离工程》是研究化学工业过程中物质分

离与纯化技术的工程学科。该课程知识体系交叉性强,涵盖化工原理、化工工艺、环境工程、能源工程、化工

*通讯作者:王涛(1986-)男,汉族,山东新泰人,副教授,博士,主要从事膜分离及化工过程强化研究。

设计、化工机械等多个学科的知识体系,不仅涉及专业理论与技能,更深层次地关联到资源、能源与环境的综合利用技术,既是探索自然科学规律的课程,也是解决工程实际问题的应用课程,为石油化工、制药、能源、环保等工业进步与发展做出了极其重要的贡献^[1-6]。分离技术在应对能源、资源及环境危机中发挥着日益重要的作用^[7,8]。随着绿色化工、低碳技术及高端材料需求的增长,分离过程的高效化、节能化与智能化已成为行业发展趋势,也对化工人才综合素质提出了更高要求^[9-11]。

然而,当前课程在教学过程中普遍存在教学内容偏重理论传授,与实际工程脱节;学生被动接受知识,创新与实践训练不足;考核方式单一,难以全面评价学生的综合能力;课程蕴含的思政元素挖掘不够,价值引领作用未能充分发挥^[12-18]。为此,本研究以北京理工大学化学与化工学院研究生课程《化工分离工程》为对象,从教学内容重构、教学方法创新、实践平台搭建、思政融合路径等多方面进行系统改革,旨在实现知识传授、能力培养与价值塑造的有机统一,培养具备创新精神与实践能力的高素质工程人才。

1 解决的关键教学问题

本课程的教学内容包括相平衡、分离原理、热力学、动力学、传热、传质等理论,以及在此理论指导下,典型分离技术过程的基本理论、操作特点、简捷和严格计算、优化与改进操作途径,以及新型分离技术,涉及的概念较多,物理量复杂,数学公式与推导过程也多,这些繁杂的知识点给学生掌握分离工程技术的核心要点带来了很大的困难,严重影响了学生的学习积极性与专业认同感。

该课程目前的授课方式还是以课件及板书辅助面授的模式,新的教学理念与教学手段不足,教学方法单一,学生参与度不高,传统“教师讲—学生听”模式难以调动学生主动性与创造性,缺乏互动与研讨环节,不利于批判性思维与创新能力的培养;实践环节薄弱,创新能力训练不足,课程缺乏与科研项目、工程案例相结合的实践训练,学生动手能力及解决复杂工程问题的能力得不到有效锻炼,学生对知识的理解与工程的领悟大多停留在书本层面,难以满足行业对研究生创新与实践能力的现实需求。

此外,该课程在授课过程中专业基础知识与思政教育衔接融合不紧密,尤其是思政教育元素较为匮乏,未能与专业知识有机融合。工程伦理、环保意识、工匠精神等价值内涵未能系统挖掘并融入教学,影响全员、

全过程、全方位育人格局的形成,不利于培养专业技术与精神素养高度融合的新时代工匠人才。

因此,针对课程在上述教学过程中暴露出的关键问题,需要从课程体系构建、教学方法设计、思政教育融合等方面对该课程进行相应的改革与实践。

2 教学改革方案的设计与实践

2.1 改进教学方法,提升学生课程学习主观能动性

化工分离工程课程涉及的分离技术较多,知识点的难易程度较为分散,再加上研究生个体之间的理解与掌握能力不同,教师在较短的课堂讲授过程中很难顾及到每位学生,由此会导致学生对教学难点产生畏惧心态,严重影响其课程学习积极性。

为此,本课程针对知识难点与重点,以“问题导向+剖析化解”的知识架构方式进行讲授,根据课程典型的工程应用导向特征,以实际问题出发,将知识点引出,并在发现和分析问题的过程中,让学生掌握知识点,同时培养学生的自主思考能力,并能应用基础理论知识解决实际问题,推行“问题导向+案例驱动”的教学模式,比如,在讲解膜分离技术中,学生对于不同膜材料的分类及其过滤机理等较难掌握,因此,在讲授过程中,先以“家用净水器”这种贴近生活的典型案例作为出发点,然后化整为零,对家用净水器进行分析,将核心单元“膜”材料问题抛出:净水器的核心在于“膜”,那么膜究竟长什么样?它是如何实现分离的?到底什么样的膜材料与膜结构才可以化污水为甘泉?引发学生思考,之后将主体膜材料拎出,并借助图片展示膜结构,再结合视频、动画演示水如何透过膜孔,通过图片与视频在二维与三维空间层面相融合的方式,让学生明晰膜分离知识点的具体应用过程,然后引出溶解扩散的分离机理公式,并针对公式中的各个参数变量进行图文与视频的交互认知与讲解,由此让学生更为具象直观的理解专业概念与复杂公式,引导学生主动性思考,更好地掌握知识难点。同时,影像图片与公式的交互授课方式,也有效激发了学生个性化视野和能力的提升。

2.2 创新教学方法,强化学生主体地位

化工分离在实际应用过程中往往是多种分离技术的集成与耦合应用,多种技术的叠加对于学生掌握每种单元操作所蕴含的专业知识及关键要点往往存在迷惑,为此,本课程在教学环节中进行“课程设计+分组讨论与汇报”的教学模式,每3-6人为一小组,针对实际工业分离需求完成方案设计,涵盖技术分析、经济评价、环保与法律考量等,并以设计报告和课堂汇报形式

展示。其他小组则针对本小组整体方案进行交流与探讨, 并提出见解, 形成有效率、有成果、有收获的交互模式; 之后, 再由课程授课教师与课程聘请企业指导教师针对报告情况进行整体的评价, 并对知识点和案例关键技术点等查缺补漏, 补充指导, 汇报小组再根据交流成果与教师指导意见进行设计报告的优化提升, 在此过程中, 充分锻炼了研究生的文献查阅与总结能力、主观学习积极性、团队协作能力、以及创新思维意识。

2.3 构建“科教融合”实践平台, 提升工程实训能力

实践教学是研究生培养的重要环节, 应贯穿于化工类专业型研究生的整个培养过程中, 为此, 课程从“认知-实践-创新”三个维度优化了现有的课程内容教育体系, 将课内与课外实践、基础训练与创新提升深度融合, 突出工程实训, 强化创新培养, 实现理论教学、实践特训、创新研学三位一体的研究生实践与创新型人才培养新模式。

依托学院科研实验室与中试基地, 建立面向化工分离技术的研究生工程实践与创新教育科教融合平台, 依托该平台开展“基本实验技能训练、工程技术实训、课外实践教学、创新科研探索”四个层次的教学活动, 设立“分离膜制备”“精馏-渗透汽化耦合工艺”等专项实训模块, 学生通过两个模块的学习锻炼, 能够认识规模化制备分离材料所用装备及其运行操作, 同时结合分离应用专项模块, 加深对分离应用技术环节涉及的知识体系。

综上改革内容, 通过利用科研实验室中现有的中试规模的化工生产与实践装备, 针对典型化工行业问题开展系统性的工程实践、教学实践、创新实践和科学研究, 学生得以深入理解课程工程背景, 为解决实际工程问题、提升科研创新能力奠定坚实基础, 实现了“理论-实践-创新”的融会贯通, 对于研究生进行专业学习具有重要的支持意义。

2.4 深化课程思政, 实现知识传授与价值引领融合

《化工分离工程》课程作为研究生专业必修课之一, 承担着化工专业人才培养主阵地的课程角色, 针对该课程知识内容涵盖面广, 可挖掘思政元素较多的潜力, 拟从政治信仰引领与爱国情怀建设、专业知识能力提升与创新精神培养、科学素养与工匠精神树立三方面开展课程教育改革, 通过教学团队的合理组建, 从教学理念、教学内容、教学方式三维度进行思政建设内容的构建与讲授, 促进课程教学目标、教学要素与教学过程相互耦合, 协同发展的课程新体系^[6,7]。

2.4.1 政治信仰与爱国情怀引领

课程以新时代中国特色社会主义建设思想为指导, 在课程讲授过程中, 充分结合中国共产党领导下中国在化工分离技术领域的发展历程与重大成就, 通过课程讲授、影像视频资料播放等方式, 向研究生介绍中国在化工分离领域取得的技术突破, 以及我国科学家的感人事迹, 让研究生充分了解共产党在新中国建立与发展过程中付出的努力和艰辛, 了解科学家的卓越贡献, 弘扬与发展前辈学者的高尚道德情操与无私奉献的爱国主义情怀, 帮助学生树立梦想、追求梦想、实现梦想的雄心壮志; 同时, 借助典型案例分析, 介绍我国在技术领域存在的“卡脖子”问题, 激发学生投身科研、报效国家的使命感和责任感, 为成为中国特色社会主义建设者和接班人而努力奋斗。

2.4.2 专业知识与创新精神培养

课程讲授过程中, 以专业知识为主线, 辅助实物、视频、工程案例、视频等手段, 结合启发式、讨论式、翻转课堂、线上线下混合等教学模式, 提升研究生的专业知识获取能力和掌握能力; 以典型案例分析及课程设计环节的引入, 锻炼学生运用知识解决实际问题的能力; 同时, 结合个技术领域中, 国内外在科学前沿取得的重大突破(以《Science》、《Nature》等顶级期刊为素材基地)进行专业知识的融合衔接, 开拓学生的视野, 使学生认识到国内分离技术领域中的不足, 甚至卡脖子的技术现状, 让学生意识到自主知识产权与创新的重要性, 激发学生的专业认同感及学习兴趣, 培养学生的创新意识和创新能力。

2.4.3 科学素养与工匠精神塑造

化工分离技术的发展路径始终以专业、环保、经济的方向发展, 在课程讲授过程中, 通过教学内容和案例的设计, 结合职业素养, 对学生社会担当及专业精神进行教育引领, 通过分离技术领域的共性环保案例分析, 尤其是以典型的三废处理工艺, 使学生加深对环保意识的认识, 结合化工园区的典型安全事故案例, 使学生树立牢固的安全意识。在课程内容中设计专业操作与实验研究过程问题剖析, 融入职业道德教育, 培养学生实事求是的良好职业道德素养。通过对化工分离技术中某项科技瓶颈的突破, 讲授勇于创新, 求真务实的重要性, 培养学生精益求精的工匠精神, 引领学生成为科学知识与人文学素养均衡发展的新时代工业领域专业人才。

3 课程考核方式的优化

课程考核体系包含一组既独立又相互关联, 并能相对完整的表达出评价要求的考核指标所构建的系统。

合理的考核体系的建立, 可以改善课程效果的反馈机制, 有助于评价学生的学习状况, 反馈学生对于知识的掌握和运用技能, 同时, 也可以提升学生的学习积极性。为全面反映学生的学习成效与能力发展, 构建多元化、

过程性考核体系, 具体包括: 课堂参与和互动、课后作业、课程设计项目、实验实践表现、期末考试, 课程考核的主要组成如表 1 所示。

表 1 课程考核分数设计

考核项目	分值(分)	评分标准	设计目的
课程考勤	1.6	32 学时, 每学时 0.05 分	考查学生课程学习态度
课堂互动	1.6	32 学时, 每学时 0.05 分	考查学生随堂思考能力以及学习积极性
课后作业	4.8	作业共 8 次, 每次 0.6 分	考查学生掌握知识能力
小组课程设计	12	设计报告 8 分, 汇报 4 分	考查学生课程知识学习效果、创新潜能及思政教育
工程案例分析	10	案例讨论 5 次, 每次 1 分, 案例分析总结报告 5 分	考查学生知识运用能力, 以及发现并解决问题的能力
实验实践专项训练	20	2 个专项训练模块, 按 20%折算	锻炼学生实践技能, 激发创新潜能
期末考试	50	卷面总分 100 分, 按 50%折算	考查学生对课程知识的整体理解、掌握与运用能力

4 教学改革成效

经过 4 年的教学实践探索, 通过教学方法优化、理论与实践深度融合的课程体系建立、以及思政教育与专业知识的有机融合, 逐步形成了更契合学生能力培养的教学模式。学生通过本课程的学习, 能够较好的掌握核心知识要点, 并能较为灵活的运用该知识点分析解决实际问题, 学生对于课程学习的积极性大大提高, 对于知识的深层次延伸以及探索求知欲望也大幅提升, 学生课程满意度调查得分从 85 分提高至 95 分, 很好地激发了学生的创新潜能。

通过理论教学与工程问题衔接的教学设计, 学生参与科研项目及发表化工分离领域相关论文数量明显增加, 在校内外化工设计竞赛中屡获佳绩, 对于提升研究生实践技能也大有裨益, 使得学生应对行业需求的信心大增。同时, 以理论专业课教育为主线教学轨迹, 挖掘凝练专业知识体系中的思想价值与精神内涵, 有机的将思想政治教育元素融入到研究生专业课程教学过程中, 实现了思政教育的“润物细无声”, 有效地促进了研究生获取知识能力、应用知识能力、以及创新能力的提高, 同时促使研究生在科学精神、创新意识、求真务实、工匠精神等个人素养方面得到了均衡提升, 对于引领当代研究生成为科学知识 with 精神素养融合发展与进步的新时代工匠人才具有重要的现实意义。

5 结语

提高研究生工程实践技能与创新能力, 是新时代对化工类工匠人才的重要需求, 为此, 《化工分离工程》通过在教学中改革教学方法, 建立理论知识与工程实践高度融合的育教知识体系, 同时将思想政治教育元素融入课程教学, 将德育与智育相统一, 注重学生个人

发展与社会发展、国家发展相结合, 促使研究生在科学精神、创新意识、求真务实等个人素养方面能力均衡提升。未来, 教学团队将对上述改革措施持续优化与改进, 不断探索更高效的教学途径, 以培养更能适应时代需求的新工科卓越人才。

参考文献

- [1] 邓修, 吴俊生. 化工分离工程(第二版)[M].北京: 科学出版社, 2013.
- [2] 陈洪钊, 刘家祺. 化工分离过程(第二版)[M].北京: 化学工业出版社, 2014.
- [3] 朱家文, 吴艳阳. 分离工程[M].北京: 化学工业出版社, 2019.
- [4] 汪力, 李一菲, 王文珍, 等. 新时代背景下化工分离工程“三微一平台”混合式教学探讨[J].当代化工研究, 2024, (13): 132-134.
- [5] 范红红, 汪万强, 侯秋飞, 等. 基于化工分离工程课程教学改革的思考与探索[J].化工管理, 2025, (21): 44-48.
- [6] 张巧霞, 马杰, 徐勤海, 等. “新工科”背景下化工“分离工程”教学模式改革与实践[J].化工时刊, 2025, 39(01): 82-84+88.
- [7] Sholl D S, Lively R P. Seven chemical separations to change the world[J]. Nature, 2016, 532(7600): 435-437.
- [8] 于旭霞. 生物化工及膜分离技术研究[J].当代化工研究, 2021, (19): 63-64.
- [9] 王乃鑫, 李杰, 宋芑, 等. “双碳”背景下“化工分离技术”课程的教学探索[J].当代化工研究, 2025, (16): 136-138.
- [10] 邱健豪, 张雄飞, 顾晓利, 等. 浅谈工程教育认证背景下的

- 化工分离工程教学[J].当代化工研究,2023,(02):156-158.
- [11] 刘振,宋亚坤,勾明雷.“双碳”目标下“化工分离工程”教学改革探讨[J].化学工程与装备,2024,(01):157-158.
- [12] 刘思乐,韩悦.新工科背景下化工分离工程课程产学研融合建设与探索[J].上海化工,2024,49(06):52-55.
- [13] 平丹,韩光鲁,杨许召,等.过程性考核评价体系在“化工分离工程”教学中的探究与实践[J].化工时刊,2024,38(04):78-82+100.
- [14] 吴青芸.化工专业必修课《化工分离工程》的课程思政元素与教学实践[J].广东化工,2023,50(23):148-150.
- [15] 张红秀,宋兰兰,尹永恒,等.化工分离工程课程思政教学探索与实践——以精馏为例[J].化工高等教育,2023,40(05):35-39.
- [16] 毕秋艳,赵榕,付华.课程思政教学模式设计与探索——以化工分离工程课程为例[J].高教学刊,2023,9(17):185-188.
- [17] 刘丹青,郭英,于红,等.《化工分离工程》专业课在课程思政中的探索与实践[J].广州化工,2021,49(03):138-140.
- [18] 张红秀.基于工程教育认证的“化工分离工程”课程学习评价改革探究[J].教育教学论坛,2020,(26):202-203.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS