

·教育与教学·

“新工科”背景下高分子材料与工程专业核心课程群建设的探索与实践

——以郑州大学材料科学与工程学院教学改革为例

王昆仑¹ 崔 喆¹ 徐慎刚¹ 刘 洋² 王万杰^{1*}

(¹郑州大学材料科学与工程学院 郑州 450001)

(²郑州工程技术学院 郑州 450044)

摘要: 高分子材料与工程专业课程体系中存在知识点碎片化、理论与实践脱节等问题。本研究以“新工科”建设需求为导向,紧跟高分子材料行业发展趋势,构建了“三层次”专业课程群体系。通过对教学内容的整合、实践环节的优化、教学方法与模式的改革,以及课程思政的深度融合,实现了郑州大学材料科学与工程学院高分子专业核心课程的系统化重构。实践表明,通过课程群建设,学生的工程实践能力与创新素养显著提升,教学成果丰硕,该研究成果为同类专业课程群建设提供了重要参考和借鉴。

关键词: 高分子材料与工程专业; 核心课程群建设; 教学改革; 新工科

Exploration and Practice on the Construction of Curriculum of Polymer Materials and Engineering under “New Engineering” Background

—Taking School of Materials Science and Engineering at Zhengzhou

University as an Example

WANG Kun-lun¹, CUI Zhe¹, XU Shen-gang¹, LIU Yang², WANG Wan-jie^{1*}

(¹School of Materials Science and Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001)

(²Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450044)

Abstract: There are problems of fragmented knowledge points and a disconnection between theory and practice in the curriculum module of the polymer materials and engineering major. This research—guided by the “new engineering” initiative and aligned with the latest polymer industry trends—has established a “three-tier” major course module. By integrating teaching content, optimizing practice components, reforming teaching methods and strategies, and deep integration with curriculum-based ideological and political education, a systematic reconstruction of the polymer major core courses of the School of Materials Science and Engineering at Zhengzhou University was accomplished. The results of this study show that the reform efficiently enhances students’ engineering practice capability and innovative literacy, leading to fruitful teaching achievements and offering valuable experience for developing similar major course clusters.

Keywords: Major of polymer materials and engineering; Construction of core curriculum module; Teaching reform; New engineering

2025-09-29 收稿, 2025-12-10 录用, 2026-01-09 网络出版

基金项目: 郑州大学教学改革研究与实践项目(项目号 2024ZZUJGXM010), 郑州大学课程思政教育教学改革示范课程(项目号 2025ZZUKCSZ028), 郑州大学研究生课程思政示范课程(项目号 SFKC202513)

* 通信联系人: 王万杰, E-mail: wwj@zzu.edu.cn

doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2025.25.290

引用: 王昆仑, 崔喆, 徐慎刚, 刘洋, 王万杰. “新工科”背景下高分子材料与工程专业核心课程群建设的探索与实践: 以郑州大学材料科学与工程学院教学改革为例. 高分子通报, 2026, 39(3), 486–492.

Citation: Wang, K. L.; Cui, Z.; Xu, S. G.; Liu, Y.; Wang, W. J. Exploration and practice on the construction of curriculum of polymer materials and engineering under “new engineering” background—taking school of materials science and engineering at zhengzhou university as an example. *Polym. Bull.* (in Chinese), 2026, 39(3), 486–492.

高分子材料作为新材料产业的重要组成部分, 已逐渐成为推动国家科技进步和产业转型升级的关键力量之一, 也是国家战略性新兴产业发展的关键领域。其中功能高分子材料在信息技术、生物医药、新能源等领域的应用潜力日益凸显; 纳米级高分子材料被列为解决“卡脖子”技术的关键突破口之一。传统高分子材料与工程专业课程体系已难以满足复合型人才培养需求, 所以教育部高等教育司“新工科”建设要求明确指出要进一步推进课程体系模块化改革。在“十五五”规划启动之年, 高分子材料与工程专业人才培养模式面临着学科交叉需求深化、产业技术迭代加速及工程能力培养不足的三重挑战^[1]。在此背景下, 近年来部分高校对高分子专业课程群进行了改革^[2,3]。

郑州大学材料科学与工程学院(以下简称“郑大材料学院”)目前开设材料科学与工程、高分子材料与工程和材料化学3个本科专业。其中, 高分子材料与工程专业(以下简称“高分子专业”)入选国家一流本科专业建设点, 包括高分子材料、高分子材料与加工和高分子智能材料与设计3个方向。本研究以郑大材料学院一流学科建设为背景, 以高分子专业教学改革实践为例, 以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导, 落实立德树人根本任务, 深入贯彻落实全国教育大会、新时代全国高等学校本科教育工作会议精神, 以新工科“应对变化、塑造未来”的核心为背景, 基于“学生中心、产出导向、持续改进”的OBE(成果导向教育)理念, 以培养学生解决未来新兴产业中复杂工程问题的能力、适应地方发展需要为导向, 以“加强通识、夯实基础、强化实践、多元发展”为总体原则, 优化课程设置、更新教学内容, 对高分子专业核心课程进行系统性整合, 强化课程间的逻辑关联, 形成协同育人效应, 探索课程群建设的实施路径与成效, 构建特色鲜明、优势突出的人才培养体系。

1 课程群建设目标与原则

1.1 建设目标

针对目前专业人才培养问题及学科发展趋势, 依托橡塑模具CAE国家工程研究中心、资源材料省部共建协同创新中心等国家级创新平台, 以战略用高分子材料成型与模具、高性能尼龙及柔性高分子光电材料为学科特色, 高分子专业核心课程群的建设目标通过“知识整合—能力培养—创新驱动”3个维度展开, 注重夯实基础与多元发展。

1.1.1 知识整合

基础层课程夯实化学与材料科学基础, 整合普通化学、物理化学、材料科学基础、材料研究方法等课程, 为后续高分子分子结构设计、聚合反应机理等专业核心知识奠定扎实的理论基础(图1); 核心层课程注重专业核心能力培养, 涵盖高分子化学、高分子物理、聚合物成型加工原理及其对应的实验课等核心课程, 构建“合成—结构—性能—加工”知识体系, 使学生掌握高分子材料从分子设计到工程应用的全流程。进阶课程聚焦前沿交叉与创新应用, 除保留原高分子材料专业英语、高分子材料、聚合物加工工程、塑料成型模具、信息功能高分子材料基础、柔性电子与智能器件等课程外, 各方向分别增设了材料的生物学评价原理及方法、高分子材料增材制造技术与创新设计、聚合物共混改性原理与应用、智能产品设计与开发、人工智能基础、高分子材料发展与未来等进阶任选课程, 以行业发展趋势为导向, 培养学生的跨学科思维 and 创新能力另外, 增设材料合成与制备和材料结构与性能两门进阶任选课程, 完成此课程后, 研究生阶段可免修类似课程, 为高分子专业学生留院深造提供了便利。

1.1.2 能力培养

传统工科教学中存在的“理论课灌输原理、实验课内容陈旧、工程实践严重脱节”等痛点。



图1 高分子材料与工程专业“基础—核心—进阶”三级课程群

Figure 1 The “fundamental-core-advanced” three-tier curriculum module of polymer materials and engineering major

这些问题能够通过课程群的有机整合。虚拟仿真课程的引入及学院实验实习平台的升级得到较大改善,最终形成了“课堂学习—仿真模拟—实验验证—企业实践”的全链条式课程群培养模式。例如,通过在高分子材料与加工方向相关课程中引入“汽车面板材料选型与成型工艺优化”的真实生产案例,培养学生材料选型、工艺优化、性能测试、失效分析等工程能力。

1.1.3 创新驱动

本研究基于《华盛顿协议》对工程人才的12项能力要求^[4],以实现高阶培养目标为导向,进一步优化课程群。例如,设置高分子材料多尺度模拟及应用和材料化学软件课程以培养学生高分子材料设计与优化能力;智能产品设计与开发课培养学生工艺开发与设备操作能力,掌握注塑、挤出、3D打印等加工技术;通过材料产业项目管理创新实验及大学生创新创业培训项目相结合,重点培养学生团队合作与项目管理能力。

1.2 建设原则

在专业课程群建设过程中,需要确保其科学性和可操作性,因此,本研究课程群建设遵循了以下系统性、动态性、协同性和成果导向原则,如图2所示。

1.2.1 系统性原则

通过对课程群内容的有机整合,实现高分子材料“合成—结构与性能—加工—应用—回收”的全流程涵盖。例如:高分子化学侧重聚合反应机理,即材料的合成;与研究材料结构与性能关系的高分子物理构成高分子专业知识体系的一个核心主线,明确材料的合成与加工的方向;接着,



图2 课程群建设原则

Figure 2 The principles of construction of curriculum module

通过聚合物成型加工原理掌握材料成型工艺;而高分子材料的降解回收则贯穿“资源材料与可持续发展”“绿色化学与化工”“高分子化学”和“聚合反应工程”等课程中,塑造学生的绿色发展观。同时,构建专业知识图谱能直观展示专业知识的衔接关系,如高分子物理中的“流变学”与聚合物成型加工原理中“熔体流动行为”的紧密联系。

1.2.2 协同性原则

将同一案例运用在不同课程中,进行“案例贯穿式”教学,推动专业课程的交叉融合。例如:通过“新型人造血管的开发”这个案例,引导学生首先利用高分子化学中的知识讨论单体与聚合反应选择问题;随后以高分子物理中的知识分析相关材料所需的力学性能;最后利用聚合物成型加工原理中的知识,探索材料的挤出成型工艺,让学生综合运用各课程知识点。在教学中设立跨课程综合实验,如“聚氨酯(PU)的合成、表征及注塑成型综合实验”,结合生产实习,让学生体验高分

子材料从实验室小试到工程放大的完整过程。

1.2.3 动态性原则

课程建设重视学科交叉融合,紧跟行业技术发展^[5]。各教学团队每年需结合学科发展现状,更新15%~20%的教学内容。例如,本次新增了跨学科的“可持续高分子”等模块以响应“双碳”政策;在绿色化学与可持续发展生物医用高分子及高分子材料的化学与升级回收等课程中引入“AI辅助材料设计”内容,介绍“AI+高分子材料研发”概念。另一方面,建立了企业专家参与机制,邀请行业工程师参与课程大纲修订,确保教学内容与产业需求同步。同时,各教学团队与时俱进,及时更新课程教材,如高分子化学课程团队将使用2025年5月新出版的《高分子化学(第六版)》作为教材,新教材在原版体系基础上,完善或新增了活性聚合、开环易位聚合及动态共价聚合等高分子学科的前沿概念。

1.2.4 OBE(成果导向教育)原则

以学生能力达成为核心,各课程需明确对应的毕业要求指标点。比如,《高分子化学》对应“能够设计聚合反应方案”能力。另外,优化课程考核方式,如聚合物成型加工原理采用实验报告(30%)、工程项目(30%)、理论考试(40%)的多元化考核方式,重视过程考核,全面评估学生能力和授课效果。

2 课程群体系构建

2.1 课程群的结构优化

基于“基础—核心—进阶”三级课程群建设框架,团队进一步优化课程模块设置,强化专业知识衔接,实现学生能力递进培养。以高分子材料方向为例,表1中列出了培养方案中的主要课程及其能力培养重点(生产实习、毕业论文等课程未列出)。

2.2 课程思政深度融合

在“十五五”规划发展谋篇布局的关键时期,人才培养需以课程思政建设为引领,坚持三全育人,才能全面提升人才培养质量,为实现中华民族伟大复兴提供坚实人才支撑^[6]。因此,本次建设注重在专业课程培养目标中嵌入高分子行业痛点与国家战略需求。例如:讲解高分子化学配位聚合这一章时,以中国科学院长春应用化学所黄葆同和沈之荃开发出三元镍系催化体系,并于20

世纪70年代实现高性能高顺式聚丁二烯橡胶的生产制造,推动我国高分子材料发展这个案例,启发学生要立志做“有用”的科研,即以国家重大战略需求为导向,树立为国家民族解决“卡脖子”问题的雄心壮志。在高分子物理课上,通过讲解高分子材料的结构特征(如官能团、立体化学等)与材料性能(如力学性能、光学性能、电学性能等)之间的关系,强调材料性能的稳定性和可靠性对于实际应用的重要性,如在航空航天、电子信息等领域的关键材料,引导学生树立质量安全意识,培养他们严谨的科学态度和对产品质量精益求精的精神。在聚合物成型加工原理中,以“高铁减震材料国产化”为例,强调核心技术自主可控的重要性^[7]。再如,在高分子材料中,通过分析“限塑令”政策对高分子材料行业的影响,讨论绿色环保高分子材料研发方向,培养学生绿色发展观。

3 课程群建设特色与创新点

3.1 翻转课堂与线上线下混合式教学

近年来,高分子专业教学团队一直重视对教学方法的改革,改变传统的灌输式教学模式,通过翻转课堂大幅提升学生的学习积极性。同时,团队不断加强线上资源建设,为学生营造良好的课前自学与课后知识巩固平台(图3)。教学团队在《高分子化学》双语课程中进行了多个学期的教学实践,在授课过程中有机整合线上线下资源,采用雨课堂教学软件辅助教学全过程,适度翻转课堂,引入英文学术报告的课程考核方式,进而实现了教学课堂的维度扩展。从课前、课中、课后的有效互动和过程学习效果的跟踪,大幅提升了学生学习积极性,获得了学生的好评,为高分子专业课程群进行混合式教学改革提供了很好的参考^[8,9]。《高分子化学》课程也入选国家级一流本科线上、线下混合式课程建设点。另外,通过精心的课堂活动设计激发学生的学习兴趣,如以“杜邦尼龙纤维的研发历程”为行业经典案例进行分组研讨,教师引导学生分析技术突破点与存在问题,与高分子化学知识相印证,实现理论知识与实际问题的结合,激励学生主动进行学习。近3年学生问卷调查结果显示,97%以上的学生对《高分子化学》的线上线下混合式教学效果表示满意,认为能够通过课程全面系统了解高分子材料合成过程中的化学原理,并认为教学中使用的各种资源对学习

表1 郑州大学材料学院高分子材料与工程专业(高分子材料方向)的主要课程
Table 1 Appendix the main courses of polymer materials division of polymer major in School of Materials Science and Engineering in Zhengzhou University

课程类别	课程名称	能力培养重点
专业基础课	工程力学	材料力学的基础知识
	机械设计基础	设计一般机械、运用标准、规范等技术资料的能力
	材料科学基础(I)&(II)	掌握材料科学的基本概念,各种材料的结构、性能与应用,材料的制备与加工等
	材料研究方法	材料研究的基本方法,测试方法与数据分析能力
	材料产业项目管理	掌握项目管理的内容,培养项目管理能力
专业课程	资源材料与可持续发展	树立可持续发展理念,将绿色发展观融入高分子材料研发中
	有机化学	高分子结构、聚合反应等核心知识点的基础
	高分子物理	掌握高分子材料结构与性能的关系,高分子材料的现代研究方法
	高分子化学	聚合反应机理与实施方法,常见聚合物的合成,聚合物的反应,特别是掌握前沿的活性聚合、开环易位聚合及动态共价聚合等概念。
	聚合物成型加工原理	结合高分子物理知识,掌握聚合物加工的基础理论,塑料、橡胶等的加工工艺
专业核心	高分子物理实验	高分子物理课配套实验,掌握高分子材料的研究、测试方法与数据处理
	高分子化学实验	高分子化学课配套实验,掌握常见聚合物的实验室合成方法
	聚合物成型加工原理实验	掌握聚合物成型加工的原理和方法,了解产品质量与各因素的关系,培养高分子材料及制品的设计、生产的基本能力
	高分子材料专业英语	英文文献阅读、高分子专业国际化能力
	高分子材料多尺度模拟及应用	高分子材料设计与优化能力
高分子材料方向进阶模块	材料的生物学评价原理及方法	掌握生物材料与人体的相互反应,指导生物医用材料的设计与制备方法
	高分子材料	掌握高分子的分子结构、聚集态结构特性,阐释高分子化合物的合成路径与分子量调控方法
	高分子材料发展与未来	高分子材料的发展历程、分类、应用领域、未来发展方向
	聚合反应工程	了解聚合物生产过程中的化学工程知识,了解聚合物反应器的设计方法,掌握生产过程中控制聚合物分子量的方法
	材料化学软件	现代高分子材料设计与优化能力
	绿色化学与化工	利用前沿化学与化工技术实现可持续发展,培养学生社会责任感
	聚合物共混改性原理与应用	了解聚合物共混改性的基本原理、共混物结构与性能的关系,了解聚合物共混改性的研究进展
	天然高分子材料	掌握天然高分子材料的结构、性质与应用,熟悉其发展趋势,了解绿色高分子材料的研究进展
	高分子材料增材制造技术与创新设计	融合增材制造技术与创新设计的专业实践课程,突出3D打印工艺操作及创新产品设计能力的培养
	材料合成与制备	高阶课程,掌握更前沿的材料合成方法
	材料结构与性能	高阶课程,掌握更前沿的材料研究方法

过程有明显帮助;96%的学生认为课程内容不仅涵盖专业知识,还扩展到思政、美育和劳育教育;93%的学生认为课程考核方式能有效激发学习动力,提升学习效果。

3.2 问题导向阶段式课题教学模式

在授课过程中,通过层次不同的具体课题来训练学生解决实际问题的能力(图3)。初级课题注重单课程能力培养,配合相关实验课进行。例

如,在 高 分 子 化 学 中 完 成 “聚 甲 基 丙 烯 酸 甲 酯 的 自 由 基 聚 合 实 验”,从 课 本 学 习 聚 合 机 理、反 应 条 件,到 教 学 实 验 室 完 成 实 验,使 学 生 掌 握 基 础 的 高 分 子 合 成 能 力。进 阶 课 题 强 调 多 课 程 知 识 体 系 协 同 训 练,如 “热 塑 性 弹 性 体 TPE 运 动 鞋 材 料 设 计 开 发”,需 结 合 高 分 子 物 理 中 的 力 学 性 能 分 析、高 分 子 化 学 中 的 单 体 及 聚 合 反 应 选 择、聚 合 物 成 型 加 工 原 理 中 的 注 塑 工 艺 优 化 等 知 识 点,使 学 生

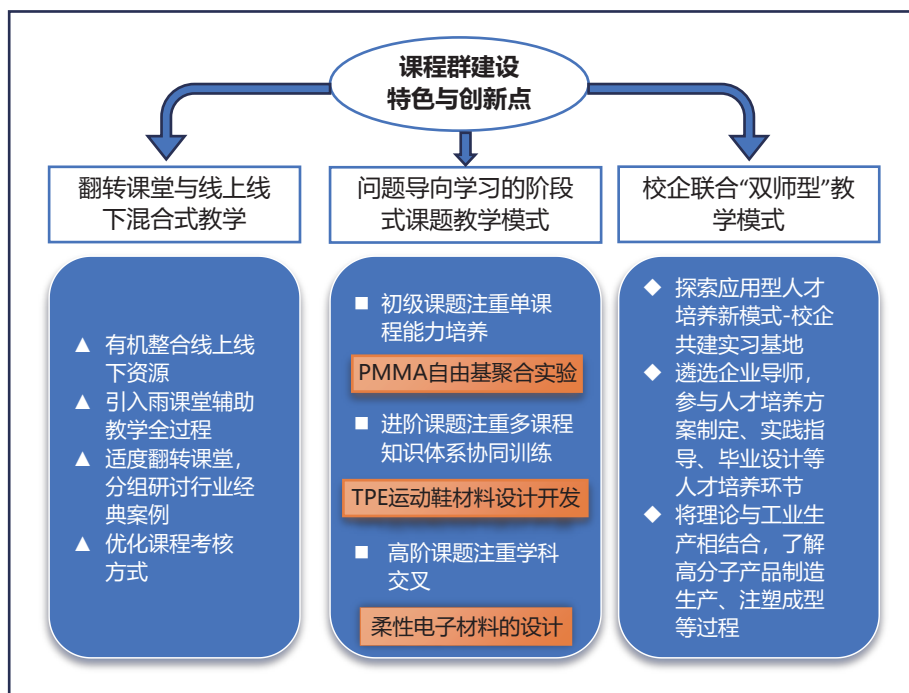


图3 课程群建设的特色与创新点

Figure 3 Features and innovations curriculum module construction

融会多门课程的知识重点,训练解决实际问题的能力。高阶课题聚焦学科交叉,进一步拔高学生创新能力。如“导电高分子柔性电子材料的设计”,面向国家重大战略需求,课题涉及电子科学与技术、材料科学、化学、物理学、生物学等多个学科领域,需要学生具备高分子材料的合成化学、半导体物理学、柔性电子学、电路与逻辑设计学、柔性电子器件加工与封装、自动化控制等多课程知识,具有较高的挑战性。

3.3 校企联合“双师型”教学模式

近年来,高分子专业不断加强校企合作,与多个企业签订了实习基地协议,除了专业必修的认识实习和生产实习在实习基地进行外,专业还积极探索与行业企业和科研机构共同培养高素质应用型人才的新机制新模式,按照郑大材料学院《本科生校外指导老师聘任制度》要求,从相关企业中遴选了一批具有丰富实践经历和管理经验的企业家、技术专家和高技能人才作为企业导师,企业导师将参与人才培养方案制定、课程教学、实践指导、毕业设计等人才培养环节,举办学术报告、专题讲座,参与青年教师培养,推动所在企业成为学校实习实训基地和就业基地(图3)。例如:在河南大岭塑胶有限公司,企业导师给专业学生详细讲解了火花机、精密磨床、铣床等模具加工设备的工

作原理和操作要求,注塑成型的原料(如聚丙烯)、成型条件,以及塑料桶、塑料量杯等制品的工艺条件;在郑州精益达汽车配件公司,学生学习了汽车仪表盘成型制造生产过程、仪表台切割工艺方法、行李架聚氨酯发泡成型工艺流程。“双师型”教学模式,通过现场的讲授、参观、座谈、讨论及作业等方式,学生将所学理论知识与工业生产相结合,深入了解了高分子专业相关产业发展现状。

4 实施成效

近年来,在郑大材料学院的专业改革实践中,依托目标清晰、责任明确、制度健全的教学质量保障体系,实现了对教学过程的监控、约束、保障、评价与改进,为毕业要求的达成奠定了基础,进一步提高教学质量、专业建设质量和人才培养质量,亮点措施与工作成效如下:

(1)打造教学名师,积极培育教学成果奖。专业教师先后获得河南省高等教育教学成果奖一等奖、河南省教学名师称号。

(2)狠抓本科课程建设。专业核心课程高分子化学和资源材料与可持续发展两门课程入选第二批国家级线上线下混合式一流本科课程建设点。近期,专业课程天然高分子材料成功入选第三批国家级一流本科课程。

(3)鼓励教师积极申报各类教学改革项目。近年来,专业教师获批教改类项目20多项,并发表多篇教改论文。同时,高分子化学获批河南省本科高校研究性教学示范课程,另有2个实验课获批河南省材料科学虚拟仿真实验教学中心虚拟仿真一流课程。

(4)以赛促教,提升教学水平。专业中青年教师多次在河南省教师教学创新大赛、河南省教学技能大赛特等奖上取得特等奖的好成绩。

(5)大力做好实践教学工作,完成研究型人才培养目标。专业每年获批大学生创新创业训练计划项目20余项,其中国家级和省级项目5~6项。项目团队成员几乎实现了本科生的全覆盖。依托省级实践平台及各学科国家级、省级科研平台,学生创新项目多次在各类国家级学科竞赛中获奖,每年发表4~6篇左右高水平科研论文。近3年高分子专业深造率稳定在70%以上,深造院校包括新加坡国立大学、中国科学技术大学、复旦大学、上海交通大学、浙江大学、南京大学等QS排名前150名的国际知名高校。就业率95%以上,就业单位包括中国石油天然气股份有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司等中国500强企业。根据专业毕业生跟踪调查,高分子材料与工程专业校友在西安交通大学、中国科学院上海光学精密机械研究所、比亚迪等知名高校、研究所及企业担任重要职位,多人获得国家级、省级人才称号,知名校友遍布各行各业。这充分表明了专业在人才培养方面取得的显著成效。

5 结论与展望

郑州大学材料学院高分子专业针对课程体系中存在知识点碎片化、理论与实践脱节等痛点问题,结合行业发展趋势,围绕“知识整合—能力培养—创新驱动”3个维度进行了核心课程群建设,构建了“基础—核心—进阶”三级课程群,使知识点碎片化问题得到了解决,同时实现了专业

知识系统化;其次,通过强化“理论—实验—工程”全流程培养,对标国际工程教育认证标准,加强理论与实践的结合,关注行业发展新需要,注重培养学生解决复杂工程问题的实践能力,进一步提升了学生工程实践能力。更重要的是,以课程思政为引领,在课程中嵌入行业痛点与国家战略需求,培养学生的爱国主义情怀和社会主义核心价值观。本次课程群建设有效解决了传统教学中存在的问题,取得了良好的建设效果,为工科专业核心课程群建设提供了重要参考和借鉴意义。

参考文献

- 1 中国工程院化工、冶金与材料工程学部,中国材料研究学会组织.中国新材料产业发展报告(2022).北京:化学工业出版社,2023.
- 2 张兴宏,虞卿磊,张伟,刘建钊,王齐,徐志康.学科交叉背景下的高分子材料与工程专业的教学探索与实践:以浙大高分子科学与工程学系专业核心课程《高分子化学》教学为例.高分子通报,2023,36(9),1231-1236.
- 3 丁晓红,徐婕,刘瑞来,胡家朋,赵璿云.基于OBE-CDIO背景下高分子材料与工程专业课程群教学改革.广东化工,2022,49(6),217-218.
- 4 李志义,宫文飞,黎青青.工程教育要回归第一性原理——基于《华盛顿协议》毕业要求框架的反思.高等工程教育研究,2025,(9),1-8.
- 5 彭天英,刘赛文,张劲.产教融合背景下高分子材料专业人才培养模式探索.广州化工,2019,47(15),193-194.
- 6 刘羽熙,荆祥海.新工科背景下高分子材料与工程专业课程思政建设研究.模具制造,2025,25(4),88-90.
- 7 刘应良,毕晓漫,王昆仑,徐慎刚,曹少魁.高分子成型工艺学课程思政浅析.河南化工,2022,39(5),55-57.
- 8 崔喆,付鹏,曹少魁,庞新厂,王昆仑.“高分子化学”混合式教学模式探索与实践.广州化工,2022,50(20),244-245.
- 9 王昆仑,崔喆,徐慎刚,毕晓漫,刘应良,曹少魁.高分子化学英文学术报告教学改革的实践与体会.河南化工,2024,41(9),67-69.