

·教育与教学·

高分子材料与工程专业项目化实践教学探索

徐守芳* 李因文 李传明 田相鑫 章强 李兴建 马登学

(临沂大学材料科学与工程学院 临沂 276005)

摘要: 针对高分子材料与工程专业实践教学过程中存在的育人链与产业链脱节、实验内容不衔接等问题,构建“课程实验链—创新实践链—工程实践链”三链贯通项目化实践大体系,提升人才培养与产业需求适配度。首先修订培养方案,整合课程实验链,构建“高分子合成与表征—聚合物成型加工与性能测试—高分子材料失效分析—新产品研发”4个模块的专业综合实验实践体系;其次紧密对接行业需求,精选高分子保护膜、输水管材、冰箱用密封圈等8个大项目,将项目梯次分解融入模块化综合实验中。贯通专业实验链与创新实践链,将课程实验与学科竞赛匹配,学生校级学科竞赛参赛率100%。针对项目化实践,开展教学质量评价,并将评价结果反馈项目迭代,形成项目化教学持续改进闭环。经过项目化实践教学改革,学生综合素质和工程素养显著提高。

关键词: 项目化实践教学; 高分子材料与工程; 教学改革

Reform of Project-based Practical Teaching of Polymer Materials and Engineering

XU Shou-fang*, LI Yin-wen, LI Chuan-ming, TIAN Xiang-xin, ZHANG Qiang, LI Xing-jian, MA Deng-xue

(School of Material Science and Engineering, Linyi University, Linyi 276005)

Abstract: In view of the problems in the practical teaching process of polymer materials and engineering, such as the disconnection between the education chain and the industrial chain, and the inconsistency of experimental content, a project-based practice system is built to improve the adaptability of talent training and industrial demand. Firstly, the training plan was revised, the curriculum experiments were integrated, and a comprehensive experiment of four modules of “polymerization and characterization—polymer molding and performance testing—material failure analysis—new product development” was constructed. Secondly, it closely connects with the needs of the industry, 8 major projects such as food packaging film, water pipes, and refrigerator sealing rings were selected, and integrates the content into the modular comprehensive experiment; Then the professional experimental chain, innovation practice chain and engineering practice chain are connected to form a joint force for education. In view of project-based practice, evaluation was carried out, and provide feedback on projects improvement, forming a closed loop of continuous improvement. After the project-based practical teaching reform, students' comprehensive quality and engineering literacy have been significantly improved.

Keywords: Project-based practice teaching; Polymer materials and engineering; Teaching reform

引用: 徐守芳, 李因文, 李传明, 田相鑫, 章强, 李兴建, 马登学. 高分子材料与工程专业项目化实践教学探索. 高分子通报, 2026, 39(1), 185–192.

2025-08-14 收稿, 2025-10-22 录用, 2025-11-20 网络出版

基金项目: 山东省一流本科课程“高分子化学”建设项目, 山东省本科高校教学改革研究项目 (项目号 M2022048, M2023027, Z2024298)

* 通信联系人: 徐守芳, E-mail: xshfang1981@163.com

doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2025.25.230

Citation: Xu, S. F.; Li, Y. W.; Li, C. M.; Tian, X. X.; Zhang, Q.; Li, X. J.; Ma, D. X. Reform of project-based practical teaching of polymer materials and engineering. *Polym. Bull.* (in Chinese), **2026**, 39(1), 185–192.

高分子材料作为现代材料体系的重要组成部分,在高端装备制造和日常生活等诸多领域发挥着重要作用。我国高分子学科虽起步相对较晚,但发展态势极为迅猛。四川大学、浙江大学、复旦大学、东华大学、吉林大学、青岛科技大学等众多高校积极投身于高分子专业的建设^[1~5]。这些高校设立高分子材料与工程专业,构建了完善的高分子教学体系,从专业初创开始,就对接国家需求和行业需求构建人才培养体系,把国家需求和行业需要写入教科书,引入实验实践教学体系,将“先进技术”“重大科研项目”引入教学,为高分子学科人才培养提供了坚实的保障,为国家和行业输送了大批有用人才。同时,部分高校的高分子学科建设存在起步晚、特色优势不明显的现象。也有部分学校并不设置高分子材料与工程专业,而是将材料化学专业或材料科学与工程专业的培养特色定位于高分子材料,因此部分高校高分子学科建设存在不系统、不完善的问题。表现在实验实践教学中,存在实验课程之间内容衔接不畅、能力培养碎片化、育人链与产业链脱节等问题,人才培养难以适应产业发展需求^[6~8]。临沂大学的学校发展定位为应用型高校,自2015年开始建设高分子学科,起步较晚,在建设初期受硬件设施和师资团队等条件限制,实践教学与行业对接不足,造成人才培养与行业对高素质专业人才需求的匹配度不足。

产业需求为导向的项目化教学模式为应用型高校人才培养提供了可借鉴的实践路径。项目化教学是指紧密对接企业岗位任务,以企业真实项目为载体,师生共同完成完整的项目任务而进行的教学活动,强调将项目“转化”为教学过程。项目化教学的核心理念是培养学生独立分析问题、解决问题的能力,其关键是学生能够面对真实项目开展过程中的不确定性,独立提出解决方案并有自己的创新^[9]。临沂大学材料科学与工程学院自2018年开始,从课程项目化改革入手,逐步深化,紧密对接行业需求和真实工作场景,重构模块化课程体系,贯通专业实验链、创新实践链和工程实践链,打造“项目贯穿、任务驱动、层次递进”

的项目化实践大体系,开展高分子材料与工程专业项目化实践教学改革,经过7年实践,学生综合素质和工程素养得到显著提高。

1 高分子材料与工程专业实践教学存在问题

高分子材料与工程专业实验实践课程一般由专业实验课程、创新创业课程和综合实践课程3部分组成。专业实验包括无机化学、有机化学等化学类课程对应的专业基础实验课和高分子化学、高分子物理等专业核心课程对应的专业核心实验课。创新创业实践一般为学生参与教师科研、大学生创新创业训练项目、学科竞赛等第二课堂项目。综合实践一般由认知实习、毕业实习、课程设计、毕业论文等组成,其学分占比较高,主要借助企业平台完成。我校原高分子材料与工程专业实验实践内容贯通性不足,3类实验实践课程在人才培养中育人合力不足。具体来讲,实验课程多为相关理论课程配套,项目设置聚焦某个知识点或单一情景,内容设置相对简单;各个实验课程之间的项目前后缺少融会贯通,学生仅掌握基本操作技能,缺乏对真实场景复杂性的认知。学科竞赛等创新项目一般为“碎片化嵌入”,与专业课程融合性不足,学生参赛率偏低,“精英选拔”导向的比赛与教学的“普惠性”需求矛盾突出。毕业实习等综合实践课程产教融合深度不足,协同育人效果不明显,使创新创业项目停留在纸面创新,与行业需求对接不足,成果难以转化,对学生工程素养和应用创新能力培养支撑不足。

由于“课程实验链、创新实践链、工程实践链”三链缺乏有效贯通,产业真实需求未能反馈教学,企业中的师资、平台、工艺、设备等未能有效地转换为实践教学资源,人才培养缺乏“技术—创新—应用”的贯通能力,其就业竞争力不足。具体表现为学生知识欠缺、技能短板、素养不足。在知识上,对生活中常见的高分子材料,不了解其分子结构、成型工艺、失效原因和性能改进方法。在技能上,缺乏完成合成、成分分析、性能测试、加工成型、失效分析、方案优化等系统化工程能

力和面对复杂工程问题的分析问题、解决问题的工程创新能力。在素质上,团队协作能力、工匠精神 and 工程伦理意识有待进一步加强。针对以上问题,学院探索项目化实践教学,构建模块化递进式项目化实践教学大体系,教学内容紧密围绕实际产业项目展开,学生在执行项目任务的过程中,实现知识获取、能力提升、创新激发以及素质养成。

2 高分子材料与工程专业项目化实践体系构建

项目化教学模式依托项目生命周期构建学习脉络,创新性地将虚拟仿真或真实项目情境嵌入教学内核,构建起知行合一的新型教学范式。项目化实践教学体系有助于强化学生的综合实践能力和创新创业能力,并且基于项目协同的实践活动还能显著提升团队协作能力等核心职业素养。目前多个院校的多个课程^[10,11]或专业^[12,13]开展项目化实践教学研究。我校与临沂地区高分子产业建立密切合作关系,校企协同打造了一支“双师双能”师资队伍、共建实习实践平台,精选8个项目开展项目化实践教学改革。

首先厘清培养方案中理论教学和实践教学的主线,重构模块化实践教学体系,构建了“课程实验链+创新实践链+工程实践链”大实践体系。以“认知实习—生产实习—毕业实习”构建“工程认知—工程实践—工程创新”工程实践链。校企双导师指导实习过程,在实习中发现问题、分析问题,将工程实践中发现的问题反馈到实验链和创新链。在工程实践链中,对接鲁南地区高分子行业,聚焦产业需求和岗位胜任力培养,筛选了高分子保护膜、一次性塑料餐具、输水管材、冰箱密封圈、锂离子电池用塑料隔膜、高分子水处理膜、混凝土减水剂、环氧树脂基半导体芯片封装材料8个与生活密切相关的大项目,将内容拆解融入实验链。

在课内实验链,根据高分子材料产品开发和这条主线,将实验课程重构为“基础实验—高分子合成和表征—聚合物成型加工和性能测试—材料失效分析—高分子材料新产品研发”5个模块。基础实验对接无机、有机、分析、物化四大化学专业基础课程,掌握基本实验操作,单点筑基,强化基础实验技能的培养。整合原高

分子化学实验(大学第四学期,32学时)、高分子物理实验(大学第五学期,32学时)、材料分析测试方法实验(大学第五学期,32学时),形成96学时的高分子合成和表征专业综合实验,在大学第四和第五学期完成。学生通过该综合实验主要掌握高分子材料的聚合方法、原理,以及产品分子量、形貌、粒径、黏度、玻璃转化温度等性能测试表征方法^[14-17]。根据8个产业大项目,高分子合成与表征综合实验项目由原来高分子化学实验中的单体和引发剂的精制、界面聚合法制备尼龙-610、脲醛树脂的制备、甲基丙烯酸甲酯本体聚合、丙烯酰胺的水溶液聚合、乙酸乙烯酯的乳液聚合、苯丙乳液聚合、聚乙烯醇缩甲醛的制备,更新为界面缩聚制备芳香族聚酰胺反渗透膜及其水通量、截留率、抗污染性能表征,环氧树脂的交联固化及交联密度和玻璃转化温度的测定,聚丙烯酸酯压敏胶的制备和固含量及胶粘强度性能表征,PE接枝马来酸酐热熔胶及其接枝率和熔融指数的测定,聚醚大单体接枝共聚成聚羧酸系减水剂及其对混凝土性能影响综合实验项目。同时针对管材、餐具、冰箱密封圈等应用到的PE和PP等材料,设置了PE配位聚合虚拟仿真实验。为匹配全国大学生高分子材料实验实践大赛,保留了甲基丙烯酸甲酯或苯乙烯悬浮聚合及分子量测定这个经典实验。实验项目进行调整后,增加了结构预聚物交联、接枝共聚物制备、开环聚合和配位聚合等相关内容,知识覆盖面更广,体系更加完整。更重要的是相关实验内容与后续成型加工、失效分析等课程内容贯通、目标贯通。

整合了聚合物成型加工实验(大学第六学期,32学时)、高分子材料与工程综合实验(大学第六学期,64学时),形成96学时的聚合物成型加工和性能测试综合实验模块,在第六学期完成。受制于校内实验设备,原聚合物成型加工实验主要由转矩流变仪测量塑料熔体的流变性能、毛细管流变仪测定塑料熔体流变性能、螺杆挤出机中塑料熔体的表观黏度测定、转矩流变仪研究热塑性树脂的交联与固化、塑料和橡胶的压制成型、紫外光引发模具中本体聚合成型、塑料挤出造粒工艺等项目构成。项目化实践教学改革后,学院加强校企融合产教协同,充分利用企业的产线、师资、工艺完成教学。该实验模块对接聚合物合成与表征实验,从8个大项目中分解形成聚合物树脂造

粒和流变性能研究、PE 保护基膜的流延成型及力学性能测试、PE 钢丝骨架管的挤出成型及机械性能测试、冰箱用密封圈的注塑成型及环境耐受性测试、一次性餐具热压成型及安全性测试、食品包装瓶的吹塑成型及流变性能测试等多个综合实验项目。同时保留和拓展了原高分子材料与工程实验中的几个专业交叉综合实验项目和科研项目转化的综合实验,如聚丙烯阻燃改性及在电池包装中的应用、环氧树脂基形状记忆高分子材料结构调控。通过聚合物成型加工与性能测试综合实验学生主要掌握挤出成型、注塑成型、吹塑成型、模压成型等多种成型方式的原理,设备结构和工作原理,操作方法,以及制品冲击、拉伸、弯曲等机械强度测试、维卡软化点、熔融指数等热稳定性测试、耐化学性能测试、安全性能测试等多种性能测试方法。在成型过程中,更加注重各类成型缺陷的原因和解决方法。如在注塑成型中,展示“欠注、缩痕、飞边、翘曲变形、表面云纹”等常见的注塑成型缺陷,在挤出成型中展示“表面鲨鱼皮、制品内部气泡、产品收缩或膨胀、制品冷却后出现弯曲翘曲”等缺陷,在吹塑成型中出现“壁厚不均匀、表面缺陷、结合线弱”等缺陷,引导学生从原料、工艺条件、设备和模具等方面分析引起缺陷的原因。学生了解成型工艺控制、残次产品的产生根源,掌握从树脂配方设计到产品成型到出厂检测的全流程。

材料失效分析研究是一种典型逆向思维,其分析结论对于新材料的研发、使用、可靠性及内在机理研究有着重要意义^[18,19]。因此在第七学期为期4周的课程设计实践模块设置了材料失效分析综合实践,针对8个大项目,分析相关的失效案例,如针对压敏胶在不同环境下失效、橡胶密封圈在不同工况下的失效、PE 管材在焊接接头或薄弱部位失效、高分子水处理膜物理、化学失效行为等高分子材料失效行为进行分析。在这个过程中,学生综合运用高分子化学、高分子物理、高分子加工工艺学、材料分析测试方法、材料力学、机械设计基础等多学科理论知识,强化大型仪器设备的规范使用及数据处理,锻炼表达能力、综合分析能力和团队协作能力,综合运用知识解决复杂工程问题的能力得到提升。高分子材料新产品开发设计综合性创新实验,针对企业对产品性能、工艺、成本等方面的需求,或通过失效分析反向

引导材料设计开发。这部分内容在第七到第八学期的毕业论文(设计)模块完成。模块化综合实验的完成实现学生“基本技能—专业技能—应用能力和创新能力”的能力递进。

需要说明的是,高分子合成与表征综合实验和聚合物成型加工与性能测试综合实验中的实验项目是本专业每个学生都会参与的实验,其覆盖面100%。材料失效分析课程设计以小组的形式进行,每组4~6名学生选取其中一个失效案例进行全面分析。毕业论文每个学生一个题目。为使3年贯通8个大项目,对失效分析课程设计和毕业论文均采用全员参与公开答辩的形式提交课程作业。学生在课程考核的听、询、辩环节了解其他项目,形成完整的项目闭环。

在创新实验链,通过技能大赛练技、创新大赛提质,与课程实验链匹配了化学实验技能大赛、高分子材料实验实践大赛、材料失效分析大赛、高分子材料创新创业大赛四大专业赛事和挑战杯大赛、中国国际大学生创新大赛等通用赛事,实现了课赛耦合、以赛促学、以赛促练^[20]。如高分子材料合成与表征模块的期末考试,对接全国大学生高分子材料实验实践大赛,考察聚苯乙烯或甲基丙烯酸甲酯的悬浮聚合,将大赛的评分规则和细节,如称量、聚合、抽滤、产品质量评判,与期末考试评分规则并轨。材料失效分析综合实验模块,对接全国失效分析大赛,学生分组协同,完成某个失效样品的分析,期末通过PPT进行汇报失效原因和改进方案,并从中选出优秀的作品参加全国失效分析大赛。在材料失效分析新产品设计模块,筛选创新实验作品参加高分子创新创业(PMC)大赛。学科竞赛对接课程,实现校级竞赛的全覆盖。此外在第二创新课堂,学生从大二进入学业导师团队开展创新实验训练,从参与到主持大学生创新训练项目。通过以上教学设计,学生将工程实践中发现的问题反馈到实验链和创新链。三链能力、内容和机制贯通,实现“实验验证—创新孵化—产业应用”的闭环。三链协同形成育人合力。

3 项目化实践教学案例

以高分子保护膜大项目为例说明项目化实践教学具体实施路径。高分子保护膜作为一类经典的高分子制品,其制备工艺流程涉及高分子化学、高分子物理、聚合物加工与成型原理、树脂配方原

理、胶黏剂等多门课程。高分子保护膜常用基体树脂(低密度聚乙烯、茂金属聚乙烯及聚酯等)和压敏胶(丙烯酸类、聚氨酯类及有机硅类等)制备过程涉及的自由基聚合、配位聚合、缩聚是高分子化学、聚合物合成工艺学以及粘合剂等课程的主要内容;高分子保护膜制备涉及的造粒、挤出、吹膜等是高分子物理、聚合物加工与成型原理以及聚合物改性等课程的重要内容。以高分子保护膜制备与性能开展项目化教学,具体分解项目如下:

(1)项目1 高分子保护膜基体材料制备和性能表征。根据高分子保护膜基体材料不同,分为自由基聚合制备高分子保护膜用聚乙烯与性能测试、配位聚合制备高分子保护膜用茂金属聚乙烯与性能测试、高分子保护膜用聚对苯甲酸丁二醇酯的制备与性能测试3个平行项目。这3个聚合实验由于高温高压高真空实验条件限制,均需采用虚拟仿真实验完成。通过3个虚拟仿真实验,学生可掌握自由基聚合、配位聚合、缩聚3种不同的聚合机理、聚合方法及其聚合度、结晶度等控制方法。结合其他几个大项目,选择PE配位聚合虚拟仿真实验为必做实验项目。

(2)项目2 高分子保护膜用丙烯酸酯类压敏胶的制备和性能测试。设计了白乳胶的乳液聚合及其分子量测定,丙烯酸丁酯(软单体)/甲基丙烯酸甲酯(硬单体)/丙烯酸(功能单体)三元共聚物的乳液聚合及黏性调控2个层次递进的乳液聚合项目,为高分子合成和表征综合实验项目。学生分组进行实验,通过调控单体种类、配比,掌握乳液聚合的配方组成、聚合条件控制、多元共聚单体种类和配比等对产品性能的影响。

(3)项目3 高分子保护膜用材料的成型和性能测试。在高分子材料成型加工和性能测试模块,设计了高分子保护膜用聚合物树脂造粒与性能研究、挤出成型工艺与性能、吹膜成型工艺与性能3个项目。在树脂造粒与性能研究中,从后期成型工艺选择、应用领域等方面考虑物料组分选择(基体树脂、增塑剂、抗氧剂以及填料等)及组分间的相互作用、配伍关系对树脂造粒性能的影响。在成型实验项目中,系统学习挤出成型和吹膜流延成型的工艺、原理以及影响因素,探求树脂配方、成型工艺和产品性能之间的关系。对成品性能进行机械性能、热稳定性能等测试,评估制品性能

和使用寿命。聚合物树脂造粒与性能研究实验在校内实验室完成,保护膜的挤出成型和吹膜成型在企业内完成,学生参观企业生产现场,由企业工程师讲解工艺原理、因素控制。

(4)项目4 高分子保护膜的失效性能研究。针对高分子保护膜受应用场景、客户及时空差异等多重因素影响,导致其在应用过程中发生黄变、老化开裂、撕揭困难、残胶以及污染被保护基材表面等诸多失效问题,从高分子保护膜成型制备工艺及压敏胶涂布工艺等多方面入手,系统开展从原材料选取、配料与制备、工艺条件及应用场景等环节的性能评价,包括耐水、耐热、耐湿热、耐低温及老化等多种工况。拓展高分子保护膜失效分析案例,添加食品标签用压敏胶低温下失效行为和汽车车标用压敏胶高温失效行为以及户外光伏组件用压敏胶UV环境下失效行为分析。学生分组协作,以4~6人为1组,在1个月内完成失效样品的检测分析并制作汇报PPT。通过课程考核汇报,学生可以接触8~10种产品失效分析案例,拓展了知识面。该课程的组织实施和课程汇报,参照全国大学生失效分析大赛的比赛规则。可直接选拔学生课程优秀成果参加全国大学生失效分析大赛,并且失效分析反向指导新产品研发。

(5)项目5 高分子保护膜的配方设计与新产品开发。针对样品失效分析,提出改进意见,开发性能更加优异的产品。选取和确定高分子保护膜应用场景、客户及时空条件,开展高分子保护膜的配方设计与新产品开发,并以高分子保护膜为媒介贯通高分子化学、高分子物理以及聚合物加工与成型原理等基础高分子专业知识。

以上项目之间的层级递进关系如图1所示。将以上各个项目融入综合实验链中,纵向上完成实验内容的贯通、能力培养的递进。横向与创新实验链对接,将失效分析案例对接失效分析大赛、对接真实企业需求,达到了实验链与创新链和工程实践链的协同和递进。

4 项目化实践教学评价

围绕创新应用型人才培养目标,从“知识—能力—素质”3个维度,“过程—结果—发展”3个层面,构建了“教师—企业工程师—学生—平台”三维三层多主体育人成效评价。在多主体评价中,校内教师侧重理论知识迁移能力评价;企业导师

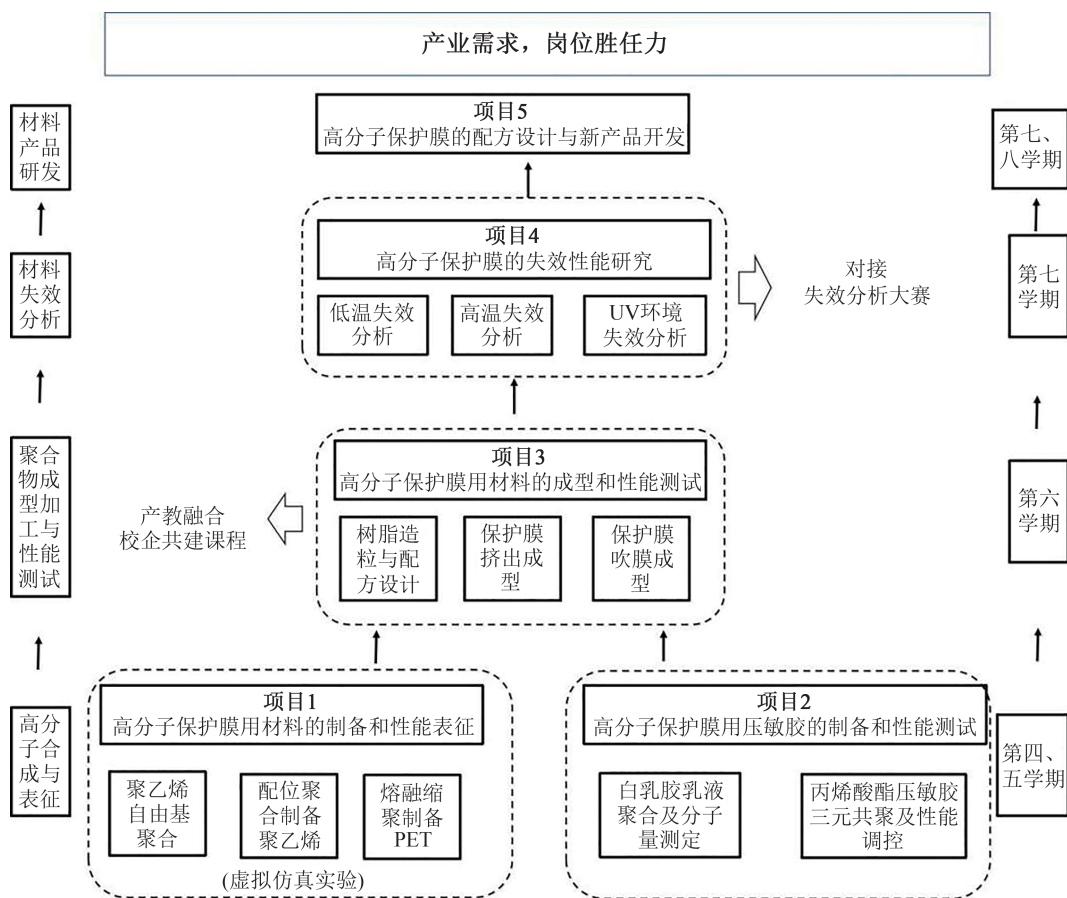


图1 基于高分子保护膜的项目化实践教学设计

Figure 1 Project-based practical teaching design based on polymer protective films

依托真实生产环境,重点评估创新思维、解决问题能力、团队协作能力。学生互评引入“贡献度可见化”机制,对任务分工、问题解决参与度等进行星级评分。探索了学分替代办法,学生可将论文、专利、竞赛等成果替代创新实践课程学分。通过“阶段监控—节点答辩—转化追踪”数据链闭环,期末生成学生能力雷达图,直观展示各维度成长轨迹,为学生成长链全周期赋能,以评价体系驱动学生主动创新实践。

育人成效评价反馈项目迭代和课程提质,以高质量项目保障育人成效。项目评价基于产出成果的创新性、实用性和推广性,构建了A级培优、B级提质、C级调整三级动态优化机制。对课程中项目进行动态调整,形成企业经典项目+企业实时需求项目相结合的项目来源。例如,在2020~2022年新冠疫情期间,以一次性口罩为大项目设计了一条项目化教学实验链。2023年,随着疫情结束,结合学院在新能源材料与器件专业的发展,又将相关内容调整为锂离子电池用PP隔

膜这个交叉融合大项目。项目的更新替换一般跟随培养方案的修订,4年1个循环。跟随新版培养方案修订课程教学大纲,可对其中的具体项目进行部分更新。虽然项目发生了变化,但项目涉及材料合成、成型加工、性能测试等高分子学科主要知识点并未发生变化,只是这些知识点依托新的项目以一种新的形式展示出来。项目课程建设赋能教师—学生同向发展,推动学生从操作者到决策者角色转变,教师同步从技能示范者转向系统构建者。形成师生能力进阶与项目课程动态优化的双向赋能机制,驱动“教学—评价—升级”螺旋迭代。

5 项目化实践教学成果

面向企业真实需求的项目化实践产出一批创新成果。近5年,高分子材料专业学生承担省级以上大学生创新创业训练项目26项,发表论文24篇,授权发明专利12项,成果向企业转化10项。例如,基于高分子保护膜用聚丙烯酸酯类压敏胶

的研究,先后获批大学生创新创业项目5项,其中国家级2项、省级2项,校级1项,指导学生发表论文6篇、申报发明专利6项;指导学生获得挑战杯、互联网+、中国大学生高分子材料创新创业大赛、失效分析大赛以及全国大学生节能减排社会实践与科技大赛等竞赛奖励7项,3项专利实现成果转化。

项目化实践教学实施后,采用问卷调查的方式对学生进行调研,90%以上同学对项目化实践学习模式充分认可。有同学反馈将行业问题和科研难题引入到课程体系,有效激发了学生的科研兴趣。有的学生已经选择硕博连读,其研究方向与本科阶段的创新实验项目密切相关。另有同学反馈,本科阶段接触的来自产业的全流程实验,在企业面试过程中知识积累给自己工作方向奠定了基础,企业面试官看重学生在相关领域的背景知识使得学生当场就签订工作,帮助学生成功入职。项目化教学的开展提升了学生的岗位胜任度。相关综合实验均具有完整的教学案例,我们将综合实验案例编写成了材料科学综合创新实验教材,将于年底出版。

6 小结

针对高分子材料与工程专业实验实践体系中存在的“实验链—创新链—工程链”主线不清、逻辑不明的问题,梳理实践课程体系,构建了三链内容、机制、目标贯通的大实践体系。从工程链发现问题、提出问题,到实验链进行验证,在创新链进行创新孵化,成果再应用到工程链,实现三链贯通螺旋发展的闭环。以高分子保护膜项目化教学为例,说明了高分子材料与工程专业如何贯通实验链、创新链和工程链,实施高效项目化实践,使人才培养对接产业需求,提高学生工程素养和岗位胜任力。

在实施项目化教学过程中,仍有部分问题需要完善。项目化教学实施后,大部分同学对课程改革表示认同,但一部分同学反映改革增加了学习的高阶性、创新性和挑战度,课程难度增大,对创新性综合实验项目存在应付现象。因此,项目化实践教学改革后,需要继续修订培养方案,将总学分、周学时下调,给学生留出充分的第二课堂时间。此外,加强项目指导老师队伍的建设,提高教师的工程素养,保障项目化教学的顺利实施。

参考文献

- 1 木肖玉,钱祉祺,丁明明,高雪芹,任世杰,孙小蓉,冉蓉.“双一流”建设背景下高分子材料与工程专业“六全”人才培养模式的探索与实践. 高分子通报, 2023, 36(5), 650–656.
- 2 朱世平,王齐,徐志康,何军坡,汪长春. 建学科犹如树牌坊: 高分子材料与工程专业建设漫谈暨浙江大学和复旦大学本科专业方案调整纪事. 化学教育(中英文), 2021, 42(2), 107–113.
- 3 王艳,李昊龙,赵成吉,陈峥,林权,郭玉鹏,牟建新,刘堃,吕中元,孙俊奇. 吉林大学“高分子材料与工程”国家级一流本科专业建设实践. 大学化学, 2025, 40(4), 1–8.
- 4 孙俊芬,龚静华,王燕萍,马敬红,赵昕. 高分子材料与工程专业企业实习线上教学模式的探索与实践. 塑料工业, 2022, 50(12), 171–172.
- 5 邵华锋,黄兆阁,赵菲. 基于OBE模式的高分子材料与工程专业培养目标的修订实践. 高分子通报, 2020, (11), 56–60.
- 6 徐琰. 基于“解决工程问题能力”培养的高分子材料专业实验教学探索与实践. 高分子通报, 2019, (6), 77–80.
- 7 曾安蓉,汪扬涛,曾安然,李云龙. 基于项目化的“理论—实操—虚拟仿真”一体化课程改革实践: 以《高分子化学》课程教学为例. 高分子通报, 2024, 37(3), 413–418.
- 8 高粱. 高分子物理的“理—实—智”一体化课程改革探索: 以聚乙烯醇缩丁醛合成—结构—性能为课程载体. 高分子通报, 2025, 38(6), 972–981.
- 9 杨国梓. 基于产教融合的“教学项目化、项目教学化”教学模式的研究与实践: 以北京科技大学天津学院为例. 西部素质教育, 2023, 9(7), 13–16.
- 10 蔡金燕,颜雪琴,薛斌. “三教”改革背景下仪器分析项目化教学策略实践研究. 化工管理, 2025, (19), 42–45.
- 11 陈瑛. 项目化教学与“KAPIQ”五位一体耦合: 新能源汽车动力蓄电池及管理技术课程建设的深度探索与实践应用. 汽车维修技师, 2025, (12), 75–76.
- 12 吴梦龙. 应用型本科院校环境设计专业项目化实践教学体系研究. 绥化学院学报, 2023, 43(3), 129–131.
- 13 刘涛,刘廷凤,胡志新,仇丽娟,王慧雅,徐昊. 基于应用型高校学生能力培养的项目化教学课程改革探索与实践. 化工时刊, 2025, 39(2), 65–68.
- 14 路平,李兴建. 基于科研思维培养为导向的高分子化学综合实验教学设计: 以“胺固化环氧树脂基形状记忆高分子的网络结构调控与性能”为例. 高分子通报, 2025, 38(3), 515–524.
- 15 王乐乐,徐守芳,李因文,马登学,宋慧,李兴建. “化学-分子运动-结构-性能”为主线的高分子综合实验

- 设计：以巯基-环氧化学制备环氧树脂基形状记忆高分子和网络结构调控为例. 广东化工, **2025**, 52(13), 179-183.
- 16 李因文, 徐守芳, 李兴建, 田相鑫, 章强, 马登学, 李法强. 基于综合实验集群课程设计的高分子物理实验教学探究. 高教学刊, **2023**, (11), 95-99.
- 17 刘开伟, 丁益, 吴修胜, 王爱国, 孙道胜, 管艳梅, 徐海燕. 新工科背景下无机非金属材料工程实践教学的重构与实践, 皖西学院学报, **2023**, 39(4), 51-57.
- 18 刘杰, 苗时雨, 李佳璇, 师红旗, 罗亚莉. 新工科背景下高分子材料专业实验课程改革研究：以“材料失效分析”为例. 高分子通报, **2022**, (9), 105-112.
- 19 张雅妮, 朱世东, 刘峰, 张钧. 逐层推进的科研反哺教学：以材料专业课程体系及材料失效分析课程为例. 中国现代教育装备, **2025**, (9), 107-110.
- 20 覃忠琼, 张峰君, 乔梦霞, 李真, 徐文总. 国家一流专业建设背景下“赛教融合”的高分子化学实验教学改革与实践. 高分子通报, **2023**, 36(7), 882-887.