

The Innovative Teaching Practice of Polymer Matrix Composites By “Theory-practice-extension” Method

Peijun Xu Junji Wei Yefei Tian Zhen Du Yixin Han

School of Materials Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi, 710018, China

Absrtact

In response to the issue of complex and difficult-to-grasp theories, abstract and inaccessible practices, and restricted expansion of innovative thinking in the course of polymer matrix composites, the course innovation and reform have been carried out through modular reconstruction of teaching content, multi-dimensional integration of teaching resources, using the “theory-practice-thinking expansion” integrated teaching method as the main thread to drive students' internal learning demands, the ideological and political education of the course as the secondary thread to stimulate students' internal learning drive, and implementing the “four things, diversity and double-feedback” assessment mechanism as a guarantee. The students' mastery level of theoretical knowledge, the cognitive depth of the combination of theory and practice, and the effect of expanding innovative thinking have been continuously enhanced. In the teaching process, more attention should be paid to expanding students' innovative research thinking, and flexibly applying the core concepts of the structure and performance of polymer matrix composites to thrive in emerging fields.

Keywords

polymer matrix composites; curriculum innovation; teaching model; curriculum ideology

聚合物基复合材料“理—实—拓”贯通式教学创新实践

许培俊 魏俊基 田野菲 杜贞 韩懿鑫

长安大学材料科学与工程学院, 中国·陕西 西安 710018

摘要

针对聚合物基复合材料课程理论繁杂难掌握、实践抽象难接触、创新思维难拓展的问题,通过模块化重构教学内容、多维度融合教学资源、以“理论—实践—拓思”融会贯通式教学方法为主线牵引学生学习内需,以课程思政为辅线激发学生学习内驱,以落实“四化多样双反馈”考核机制为保障,开展课程改革创新。学生理论知识掌握程度、理实结合认识深度、创新思维拓展效果不断提升。教学过程中应更加注重拓展学生的创新研究思维,灵活运用聚合物基复合材料结构性能核心思想,在新兴领域发扬光大。

关键词

聚合物基复合材料; 课程创新; 教学模式; 课程思政

1 引言

《聚合物基复合材料》是一门面向高分子材料与工程专业大三学生开设的中英文双语专业方向课程。培养学生运用“组成—结构—性能”这一复合材料核心思维,提升学生解决复杂工程问题的实践能力与综合素养,为从事聚合物及其复合材料的研究应用等相关工作提供必要的基础知识和

【基金项目】长安大学教育教学改革研究项目(项目编号: BY202338); 陕西省重点研发计划项目(项目编号: 2022GY-371); 长安大学中央高校基本科研业务费专项资助(项目编号: 300102312404)。

【作者简介】许培俊(1984-),男,中国甘肃兰州人,博士,教授,从事高分子材料与工程研究与教学研究。

相关技能。

2 课程概述及教学痛点问题

通过本课程的理论教学,使学生具备下列能力:①理解聚合物基复合材料设计的基础知识,理解复合材料界面结构和界面效应、材料复合过程与复合后材料的物理及力学性能的一般规律;理解和掌握各类聚合物基复合材料中典型材料的性能及应用。②具备聚合物基复合材料组织结构分析与设计能力,能根据工程应用对聚合物基复合材料的要求,从微观或亚微观水平上选定合适的基体和增强体^[1]。运用合适的表面处理技术和成型工艺,使基体和增强体具有良好的界面,从而达到预期的性能指标。③掌握各种聚合物基复合材料结构组成、制备方法、制备工艺及设备的原理及技术关键,提高相关材料知识的综合应用能力,为培养具有较强工程能力和良好科学素养,今后从事复杂技术工作和新材料开发的

复合应用型人才奠定基础。

基于本课程特点,我们结合近年来课堂教学效果、学生问卷调查结果,以及毕业生回访反馈,对学情进行了深入分析。①课堂教学分析:在多年课堂教学中,我们发现学生抬头率较高的时间段多集中在复合材料的应用场景和实践效果的介绍和讨论,尤其是在图片、视频、小故事分享等环节。但原理分析和公式推导等理论知识抽象繁杂,学生对理论内容兴趣不足,学习效果较差,对理论指导实践、实践来源于理论的理解不够深入^[2]。②学生问卷分析:聚合物基复合材料理论抽象繁杂,实物及实践过程多集中于高端装备制造领域,学生难以身临其境体会材料制备过程、性能特点以及应用效果。③毕业生反馈分析:基于聚合物基复合材料优异的高比强度、高比模量和低密度等诸多特点,聚合物基复合材料在航空、航天、军工领域的轻量化应用方面一直扮演重要角色,但我校毕业生更多就业于汽车、能源、电力、交通等民用行业^[3]。

综上,我们分析出关于本课程的几项教学难点问题。

①复合材料微观结构与宏观性能之间映射关系复杂,学生难以掌握理论核心思想:复合材料“组成—结构—性能”三要素间的相互关系是学习本课程的核心思想,也是研究复合材料的基本思维。本课程是学生接触的一门重要的中英文双语专业方向课,理论抽象繁杂,学生的复合材料理论核心思想难以建立。②实践环节缺乏身临其境,学生难以建立理实结合思维:聚合物基复合材料突出的轻量化特性使其在航空、航天、军工等高端装备领域一直扮演重要角色,但由于制造成本高昂或存在保密问题,非军工院校难以实施与复合材料理论教学相应的实践环节,学生学习兴趣浓厚但缺乏身临其境的直观感受,难以理论联系实际,限制了学生对聚合物基复合材料组成、结构、性能三者关系的理解和理实结合思维的建立^[4]。③聚合物基复合材料结构与特性关系理解不深,学生难以拓展创新研究思维:学生对材料组成和微观结构如何影响聚合物基复合材料高强、高模、超轻特性的理解不深,未能建立聚合物基复合材料“组成—结构—性能”对应关系与应用场景具体需求的研究和设计理念,针对交通运输、新能源、新基建等新兴产业的应用需求,学生难以建立拓展性研究思维。

3 创新理念及思路

依据新工科背景下教育部本科院校材料类专业人才培养目标和工程教育认证毕业要求,本教学团队在改革探索过程中,始终坚持“以学生为中心”,引入“学科前沿”和“工程实践”进行“理论—实践—拓思”融会贯通式教学方法,针对痛点问题,从课程思政、教学内容、课程资源、方法手段及评价体系五方面进行改革创新。在教学过程中先笃学:分层次、逐递进,化抽象为形象,让学生掌握理论知识;其次格物:建“教学互长”机制,培育“格物致知”能力,让

学生学会理论结合实际;再次创新:齐调动、融汇通,激发学生的创新拓思意识。从而形成“理论—实践—拓思”融会贯通式教学创新与实践的理念及思路(图1)。



图1 “理论—实践—拓思”融会贯通式教学创新理念及思路

4 创新方法及途径

4.1 忆往昔、破封锁、领先锋,“突破卡脖子”思政育人

结合学校特色、专业特点和课程特色,遵循“立德树人”“以生为本”“为党育才”“培养社会主义接班人”的育人原则,我们通过课程思政资源库建设、“翻转课堂”追忆复合材料发展、思政认知考核各环节,培养学生的心系家国情怀、科学思维方法、工程伦理素养、弯道超车精神和科技报国担当(图2)。课程思政资源库建设中,通过师生共同收集汇总思政案例、递阶迭代历届学长工作体会和寄语、邀请领域内专家开展线上课程或录制校外讲师微视频,形成系统的全过程课程思政案例库,作为学生“翻转课堂”的预习资源和范例,形成显性和隐性结合、课内和课外结合的思政育人模式。教学组织中,以“翻转课堂”为抓手。引导学生自主分享聚合物基复合材料在航空、航天、军工领域的重要应用和标志性突破。以课堂教学主阵地为线下课堂,通过观看视频追忆中国复合材料发展历史、对比现状、突破“卡脖子”等活动,潜移默化融入课程思政;以校外工程师“校外讲师”分享研究进程为线上课堂,让学生切身感悟课程思政;将毕业学生学习和工作过程中获得的思政感悟通过“学长寄语”的方式汇入思政案例库,进行学长奋斗故事的迭代更新,使学生体会到思政育人的温度。思政考核中,通过分享故事互评、课后小作业、在期末考试中增加与思政内容有关的客观题,开展定量考核;调查问卷方式评估学生听取学术报告或利用网络资源进行思政学习的效果,并在暑期社会实践中通过校友访谈、单位走访、专家座谈等实现课外实践活动的定性考核^[5]。在历届“翻转课堂”的循环过程中优化课程思政库和思政考核的教学方法。



图2 基于课程思政库和思政考核开展“翻转课堂”思政育人

4.2 笃学：分层次、逐递进，化抽象为形象

围绕聚合物基复合材料理论体系引入“学科前沿”和“工程实践”案例。一方面，融合具体工程问题，重点引用近年来对行业发展有推动作用的项目作为案例，提高学生理论联系实际能力，加深对复合材料“组成-结构-性能”相互关系的理解；另一方面，引入相关科研课题，增强学生对学科发展前沿和行业动态的把握，培养应用理论知识进行创新的意识。在此基础上，将内容模块化，划分为基本概念模块、结构分析模块、性能特点模块三个维度（图3），分别通过

线上学习形成复合材料基本概念、课上研讨提升理论联系实际的能力、体验式学习拓展复合材料创新思维。

教学环节的虚实融合。通过学生小组合作、自主设计实验方案、结合虚拟仿真实验和课程实验探索，培养学生主动学习意识和团队协作精神，激发学生学习内驱力。采用虚拟仿真实验，形象再现复合材料微观结构，虚实融合，拓展课堂“空间”，让抽象的理论知识形象化，帮助学生建立基于“组成—结构—性能”三要素关系的复合材料基本概念。

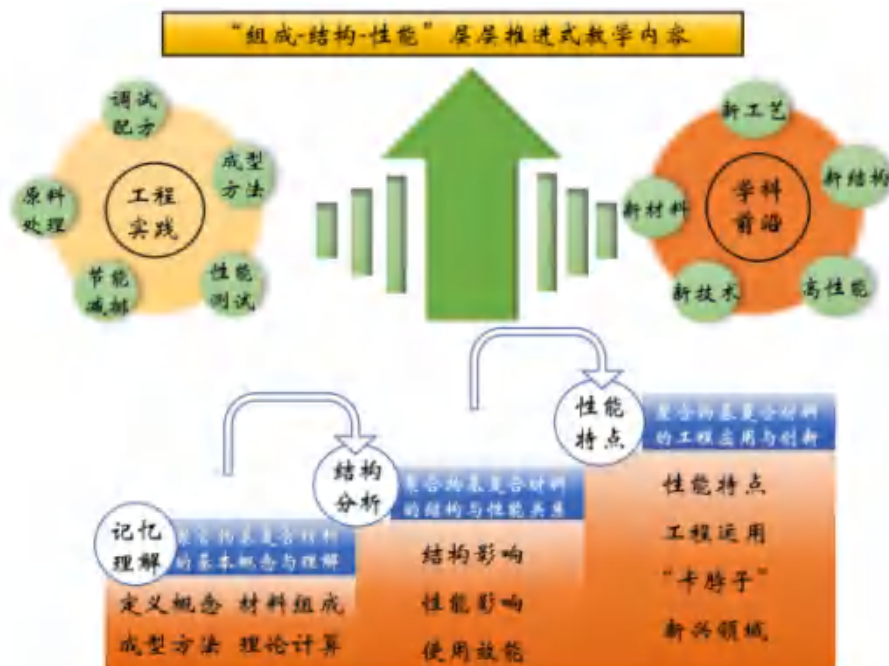


图3 “组成—结构—性能”层层推进式教学内容

4.3 格物：建“教学互长”机制，育“格物致知”能力

师生共建“理论指导实践”素材库，建立“课程教师—校外讲师—优秀校友—学生”教学互长机制（图4）。优秀校友录制微课，追踪行业动态的同时，将理论知识与实践应用结合，引发深度思考；发挥“校外讲师”的“传、帮、带”优良传统，通过理论学习心得传授、实践心路历程分享、突破卡脖子展望等形式，推动学生自主探索与辩证思考，在思辨过程中实现知识的深层次理解。

在培养理实结合研究思维的过程中打破传统教与学的模式，让理论学习和实践操作同步，提高学生综合解决问题的能力。落实教师讲授、学生实践、师生研讨，并通过“校外讲师”和“优秀校友”的演讲、合作、交流、实践等全过程多维度评价，在新工科的课堂上改变了传统的老师在上面滔滔不绝地讲，学生在下面被动地听的方式，真正在课程中做到了“教学互长”机制，学生通过一个明确的实践载体，可以把所用到的知识再进行深加工，调动学生学习的主动性，从理论到实践培养“格物致知”能力。



图4 建设形式多样的理论指导实践素材库

4.4 创新：齐调动、融汇通，激发创新拓思意识

将线上视频、工程案例、相关文献等有机融合，为学生设置拓展问题，拓宽视野，激发学生的创新意识。针对课程案例，学生通过小组讨论、总结分析、制定方案，将理论知识应用于实际案例分析，开展拓展性、创新性的思维能力训练。通过分组展示、讨论互动、小组互评等，对案例解决方案进行论证，明辨材料“组成—结构—性能”的关系本质，在思辨过程中拓展学生的创新研究思维。以科研为导向，将教师科研课题与课程内容相结合，鼓励学生主动提出关键问题并制定科学创新项目，在科创训练和竞赛过程中培养创新

研究思维。鼓励学生理论与实践相结合，积极开展探索性实验，在团队合作的基础上，依托各类科创大赛，扩大学生参与度和覆盖面，提升创新研究思维（图5）。

5 创新成果

就业方向上，本专业在行业内的知名度不断提升，复合材料领域就业人数逐年增加，近五年均有毕业生在航空航天、交通装备企业就业，也有本校本科生在其他高等学府深造后在军工院校执教的案例。充分体现了本课程改革创新后对毕业生就业方向和领域的引领和指导作用。



图5 在教学环节设计中培养学生创新拓思意识

6 结语

本专业学生考研率连续五年持续攀升，考研学生中选择聚合物基复合材料相关研究方向的学生人数同样逐年增加，说明本课程起到了重要的支撑和导向作用。学生创新研究思维的拓展效果显著提升，各类科创项目、学科竞赛全员参与，获省级以上奖励人数占比超过24.6%。

参考文献

[1] 郭霖. 高分子化学创新教学与一流课程建设[J]. 大学化学, 2021, 36(12): 38-50.

- [2] 代坤, 纪又新, 韩文娟. 以创新能力和工程能力协同提升为导向的教学改革探索[J]. 教育教学论坛, 2019(23): 36-37.
- [3] 李叶青, 徐元婷, 徐泉, 等. 教学改革中对学生创新意识的培养研究——以“工程材料基础”课程为例[J]. 科技与创新, 2021(23): 161-162.
- [4] 杨文, 郝文涛, 殷俊, 等. 在课堂教学过程中培养学生创新能力——以功能高分子课程为例[J]. 化工时刊, 2021, 35(4): 40-43.
- [5] 任冬燕, 杜海峰, 杨娟, 等. 基于实践教学的创新意识培养初探——以“复合材料工程技术”专业为例[J]. 广州化工, 2022, 50(3): 171-172.