

·教育与教学·

“高分子物理”一流课程建设探索与实践

冉蓉* 刘正英 崔为 黄华东 秦家强 曾科 邓华 肖明

(四川大学高分子科学与工程学院 成都 610065)

摘要: “高分子物理”课程作为高分子材料与工程专业的核心课程,承担着高分子材料领域人才培养的重任。本文主要介绍了围绕国家级一流课程“高分子物理”的建设,课程组不断丰富课程资源的同时,在课程思政、探究式小班化教学、全过程考核非标答案考试等方面的探索,在传授知识的同时树立学生爱国情怀与科技报国担当,激发他们探索与创新意识,培养他们解决实际问题的能力。通过改革提高了课程教学效果,取得了一定成效,以期为新形势下“高分子物理”课程的教学改革提供参考。

关键词: 课程建设; 高分子物理; 课程思政; 课程考试

Exploration and Practice of the First-Class Course Construction of “Polymer Physics”

RAN Rong*, LIU Zheng-ying, CUI Wei, HUANG Hua-dong, QIN Jia-qiang,
ZENG Ke, DENG Hua, XIAO Ming

(College of Polymer Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065)

Abstract: As a core course for the major of polymer materials and engineering, “Polymer Physics” plays a significant role in the cultivation of talent in the field of polymer materials. This paper mainly introduces the exploration of the course group around the construction of the national first-class course “Polymer Physics”. While constantly enriching the course resources, the group has also made efforts to integrate ideological and political education into the course, implement small-class inquiry-based teaching, and conduct non-standard answer examinations throughout the process. This approach not only imparts knowledge but also instills patriotic sentiments and a sense of responsibility for serving the country through science and technology in students, stimulating their awareness of exploration and innovation, and cultivating their ability to solve practical problems. Through these reforms, the teaching effect of the course has improved, and certain achievements have been made. It is hoped that this study can provide a reference for the teaching reform of “Polymer Physics” courses in the new era.

Keywords: Course construction; Polymer physics; Course-oriented ideological and political education; Course examination

引用: 冉蓉, 刘正英, 崔为, 黄华东, 秦家强, 曾科, 邓华, 肖明. “高分子物理”一流课程建设探索与实践. 高分子通报, 2026, 39(2), 300–305.

Citation: Ran, R.; Liu, Z. Y.; Cui, W.; Huang, H. D.; Qin, J. Q.; Zeng, K.; Deng, H.; Xiao, M. Exploration and practice of the first-class course construction of “Polymer Physics”. *Polym. Bull.* (in Chinese), 2026, 39(2), 300–305.

高分子物理教育与教学专题;2025-09-29 收稿,2025-12-16 录用,2026-01-13 网络出版

基金项目:2024~2026 年四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目(项目号 JG2024-0021, JG2024-0136),四川大学高等教育教学改革工程(第十一期)研究项目(项目号 SCU11042, SCU11233)

* 通信联系人:冉蓉, E-mail: ranrong@scu.edu.cn

doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2025.25.289

“高分子物理”作为高分子材料与工程专业的核心课程,对于高分子材料领域人才培养具有重要意义。四川大学高分子学科历史悠久,一直以来都是我校的优势学科,承担着培养高分子材料领域人才的重任。四川大学“高分子物理”课程是由徐僖先生于20世纪60年代创建,至今已60余年。课程建立与发展历程如图1,1953年,徐僖先生在当时的四川化学工业学院创立了我国第一个高分子专业;1961年,《高分子化学及物理学》的物理部分以我校(当时校名为成都工学院)的教材讲义为蓝本定稿;1990年出版了我校自编教材《高分子物理》(成都科技大学出版社)。历经部、省、校各级数次教改,资源建设和课程体系逐步完善,在教师教学水平和学生创新能力培养等方面实现全面提升,相继被认定为校级精品课程、省级一流课程,2019年该课程进入首批国家级一流课程建设名单,形成了理论与应用相结合的川大工科特色。

本课程作为高分子材料与工程专业的核心基础课程,基于四川大学“建设具有中国特色、四川大学风格的世界一流大学”的办学定位,为国家特别是“长三角”“珠三角”地区以及四川省新材料行业培养具有“强竞争意识、创新精神和创业能力”的高分子材料高级工程技术人才,服务国家战略部署,支撑经济社会发展^[1]。课程设定了清晰的课程目标:即让学生掌握高分子材料结构特征,通过分子运动这一纽带,建立结构与性能之间的关系,培养他们解决复杂工程问题的能力。使学生从原理上认识高分子材料的基本结构性能特点,引发学生以应用需求为导向,基于所学的高分子材料基本构效关系理论,形成新材料开发的科研思维,结合大学生创新实验提升创新意识。

目前理论课程共64学时,4学分,课程内容主要包括3部分:(1)通过掌握高分子的近程结构、远程结构、凝聚态结构,尤其是分子链的尺寸与

大小、柔性及刚性等概念,使学生建立高分子材料结构特征的基本概念以及掌握各级结构的表征手段等;(2)通过掌握链段运动、整链运动的热力学动力学特征,掌握高分子材料微观到宏观的结构变化特点,建立高分子材料3个力学状态和2个转变的宏观图谱,培养学生建立多层次结构与多级分子运动的关系框架;(3)通过掌握结构与性能之间关系的基本规律,了解高分子材料性能与结构之间的关系。

1 课程资源

自创立以来,课程团队对教学大纲进行了多次修订与完善。按照工程教育专业认证的要求,新修订的教学大纲包括:课程基本信息、课程简介、课程目标及其对毕业要求的支撑、课程基本内容、课程内容对应的课程目标、考核方式及成绩评定标准、教材与教学资源。以信息技术为依托,打造课程教学资源库、试题库和典型案例库,课程MOOC于2019年在大学生慕课网上正式上线,与课程配套的“高分子物理实验”课程MOOC也于2023年正式上线,实现了课程网络化教学。将传统的静态课堂教学变成图、文、声、像并茂的动态教学过程,使学生有实际感性认识,更全面、更完整地掌握高分子材料结构特征、结构与性能之间的关系、高分子材料的制备与加工方法、工艺过程及原理,培养他们解决复杂工程问题的能力。

结合四川大学“以先进高分子为特色”的材料科学与工程国家“双一流”学科和国家一级重点学科建设^[2],以落实产教深度融合的培养为指引,在1990年出版的高分子物理教材基础上,经课程组3年的努力完成了《高分子物理》教材的编写,即将出版;建设了课程思政案例库,专业理论案例库。目前,正在进行课程知识图谱建设,由课程组牵头与6所高校合作建设的高分子物理

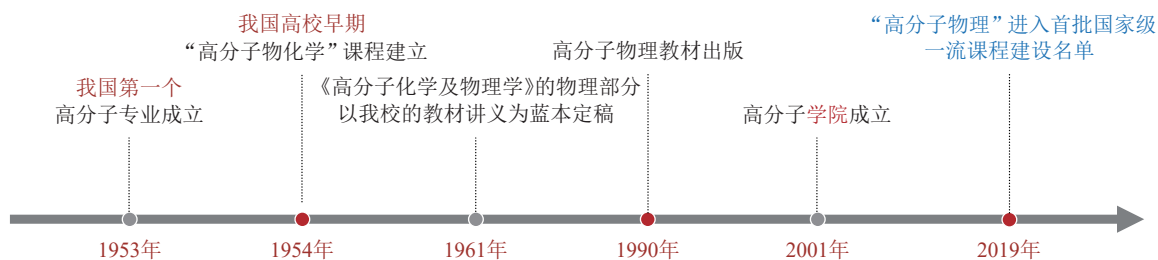


图1 四川大学高分子学科与“高分子物理”课程大事记

Figure 1 Major events in polymer science and “Polymer Physics” courses in Sichuan University

虚拟教研室已开始使用。

2 教学改革

为更好地完成立德树人根本任务,培养高分子材料专业高级工程技术人才,服务国家战略部署,支撑经济社会发展。课程组重点围绕知识传授、能力培养和价值塑造的目标,积极进行教改,在传授知识的同时,培养学生爱国情怀与科技报国担当,激发他们探索与创新意识,培养他们解决实际问题的能力。在课程思政、探究式小班化教学、全过程考核和非标答案考试等方面进行了探索,提高了课程教学效果,取得了一定成效,以期为新时代背景下高分子物理课程的教学改革提供参考。

做好课程思政建设,完成立德树人根本任务。深入挖掘四川大学高分子学科课程思政素材,以高分子发展历程中鲜活的人物事迹,培养学生面对质疑、坚定信念,探索未知、追求真理、勇攀科技高峰、精益求精的工匠精神。以本校学科创始人等老一辈科学家为榜样,树立工程能力与素养的高标杆,激发学生苦干精神与科技报国的家国情怀(图2)^[3]。以国家“卡脖子”问题为出发点,呼吁学生与国家同呼吸、共命运,坚定学生为中华之复兴而学习的信念。以高分子材料在抗击疫情中的重要作用,启发学生积极响应“四个面向”的科技创新方向,选择有重要社会价值的学习方向。

以“探究式-小班化”教学为突破口,推动课

堂教学方式变革。高分子物理课程具有理论性强、抽象性强、数学模拟多等特点,是一门典型的硬核工科课程。长期以来以教师课堂讲解为主,这种以教师为中心的教学范式,很容易造成学生的认知度低、注意力难以集中等情况发生,有的学生甚至因产生焦虑而放弃学习,更无法培养学生的创新思维。基于对学生实际状态进行的分析,发现他们思维活跃,对解决实际案例与问题有一定的好奇和兴趣,但厌学情绪普遍存在,对理论学习缺乏兴趣。学生对高分子材料合成、加工、生产和高分子结构表征等缺乏直观的认识及举一反三的解决问题的能力。

针对以上现状,按照课程目标,开展探究式-小班化教学,进阶式讨论,全面实行启发式教学、互动式交流、探究式讨论。将教学过程划分为课前自学、课中深化和课后巩固拓展3个阶段。课前,通过SPOC(小规模限制性在线课程)发布由教师精心设计的趣味性实际案例,推送学习资料、视频等,学生以小组为单位,课余时间除利用图书馆、数据库等资源查阅文献收集资料外,小组分别有侧重地就如何解决实际问题进行讨论、制定解决方案,再制作10 min内的汇报PPT。教师通过批阅学习小组上传的预习作业,适时调整课堂教学策略。课中,教师课堂讲解为主,师生共同讨论为辅的教学方式,学练结合。通过师生互动,完成教学。理实一体,将学到的理论知识应用于解决实际问题。解决教学重点与难点问题,实现知



“中国塑料之父”
(1921~2013年)

徐德先生是我国高分子材料科学领域奠基人和开拓者之一,国际高分子力化学的引领者之一,也是我国高分子领域杰出的教育家。他为我国高分子材料事业做出了卓越贡献,在国内外高分子材料界享有崇高的声誉。

我国高校第一个高分子材料专业

1953

1953年6月,四川化学工业学院设“高分子化合物专业”,学制4年,同年招收我国该专业第一批本科学生。徐德院士是该专业的主要创始人,任教研组主任。1954年“高分子化合物专业”更名为“塑料工学专业”。



高分子学科早期学术团队成员



乐以伦

张承琦

张开

江之桢

李升平

蔡兴贤

李克友

黄锐

图2 “苦干精神与科技报国的家国情怀”的典型事例

Figure 2 Typical cases of “the spirit of hard work and dedication to serving the country through science and technology”

识传授、能力与创新精神培养的教学目标。课前与课中的一系列学习,使学生逐渐提升了自学能力,协作与创新能力,实现过程与方法教学目标。同时,情境及案例教学升华了学生爱专业的热情,激发了他们的创新意识,实现情感与价值观教学目标。课后,学生通过个性化、碎片化学习,参与课程配套的实验,创新创业实验与实践活动,导师课题组的科研活动,并完成课后作业,学练结合,加深对高分子物理的基本内容的理解与掌握,最终完成课程内容的学习。以上各环节不仅促进了学生对任务完成质量精益求精的态度,在解决教学重难点问题的同时还培养了学生的创新精神,提升了职业素养。通过每堂课45 min的教学环节,真正培养学生独立思考的能力、创新创业能力、团结协作和社会担当能力。通过课外的小组讨论环节,潜移默化地影响每个学生,启发他们的想象力、批判思维和独立思考能力。

全过程考核和非标准答案考试,提升学生主动学习和高阶学习能力。改革后,更注重启迪学生创新思维、引导学生发现、分析和解决问题,激发学生的想象力和创造力,真正培养学生的批判性思维和独立思考能力。改革后,不及格特别是50分以下的人数比例有所下降,90分以上的人数比例提升。从制度设计上,彻底消除学生逃课、考试抄袭、舞弊等现象发生的可能性,学习效果得以明显提升(图3)。

将教师科研成果引入课堂教学,以高水平科研优势引领教学创新。围绕国家重大战略需求及产业创新链条的动态发展需求,对市场和国内外一流高校进行调研,依托学科一流的科研优势与合作企业的龙头地位,进一步优化课程内容,在教学过程中引入相关学科前沿与行业需求,同时将教师最新的科研成果和企业实际案例转化为教学和实验内容(图4),有效提升课程的高阶性、创新性和挑战性。

团队教师将自身的科研成果与课程内容有机融合。教师逐渐从课本的讲授者转变为知识的引导者。例如,崔为围绕课程中的高分子溶液凝胶-溶胶转变理论和高分子材料力学性能内容,针对目前大力发展的柔性可穿戴设备,介绍开发的新型智能凝胶材料;肖明围绕课程中的结晶高聚物的结构与光学性质,从蝴蝶翅膀的结构色出发,剖析蝴蝶翅膀的结构与成分特点,融入自己

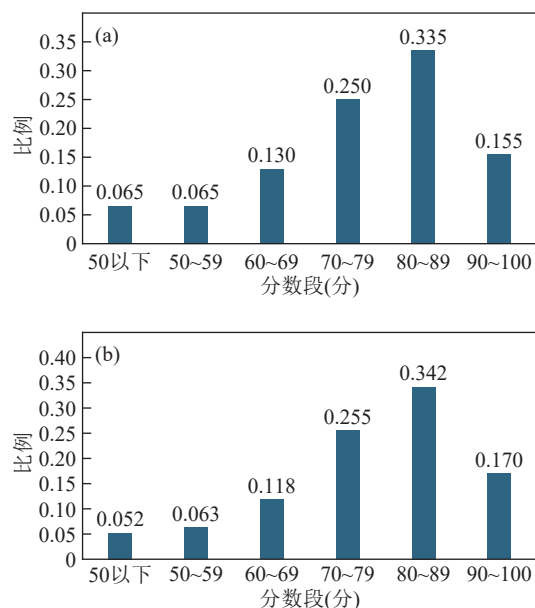


图3 教学改革前(a)和改革后(b)学生的成绩分布

Figure 3 The distribution of students' scores before (a) and after (b) the teaching reform

发表的有关聚合物结构的高水平研究论文;邓华围绕课程中的高分子材料电性能,结合导电高分子材料结构和影响因素,介绍开发的新型导电高分子材料。

此外,还根据相关企业的需求,扩充基础理论知识的实际案例系统,并应用于课程教学。例如以下2个案例:案例一,聚丙烯微孔膜硬弹性成孔机理研究;案例二,结晶聚合物相变材料(通过相变储存热或释放潜热)应用于保温材料或界面散热材料(如手机散热)的研究。二者均是来自与企业合作的项目。科学研究和实际生产与基础理论知识密切相关,使学生有机会接触到实际研究与生产实例,有效提升了学生科研思维、创新意识和解决复杂问题的能力。

通过以上课程教改取得了显著的教学成效,共完成并承担了3项省级教改6项校级教改(表1)。通过教改,充实了课程内容,持续更新了前沿知识,丰富了教学资源,也完善了线上线下课程。同时,通过四川大学的智慧教室,实现了手机互动教学、小班化教学,“以教为中心”逐渐转变为“以学为中心”,过程化考核与非标考题的实施极大地激发了学生的学习兴趣 and 求知热情,学生的创新能力、自主学习能力等得到培养,参与专业领域科研的积极性明显提高,学习效果有效提升。课程团队获得全国石油和化工教育优秀教学团队,

聚焦科技前沿, 科研成果融入课堂, 激发学生学习兴趣

► 天然水凝胶力学性能优异(耐疲劳、高强度、高韧性), 功能强大

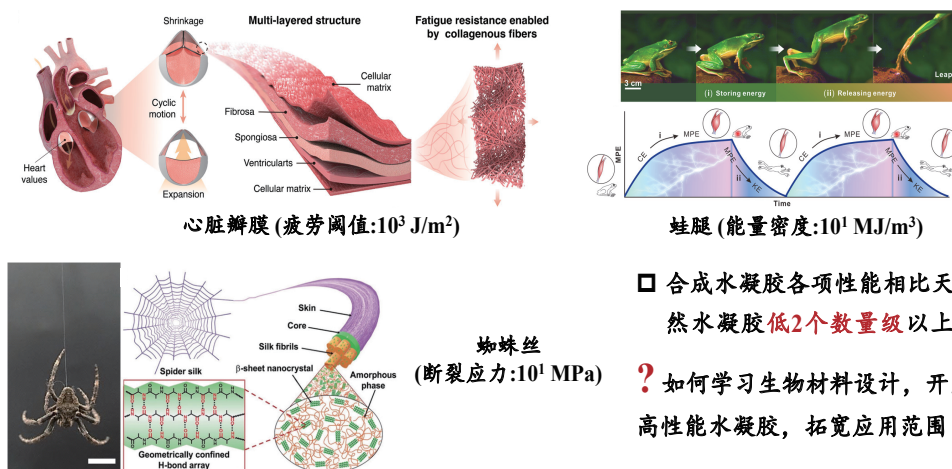


图4 教师最新的科研成果转化为教学和实验内容

Figure 4 Supplementing the teaching process and experimental content with scientific research

表1 课程组完成与承担的与课程相关的教改项目

Table 1 Teaching reform projects completed and undertaken by the course group related to the course

序号	项目名称	项目类别	完成时间
1	“分散式”高分子创新实验教学课程模式探索与研究	四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目	2021~2023年
2	创新探索型“高分子物理”课程体系建设与实践	四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目	2014~2016年
3	高分子物理课程教学新体系的探索与实践	四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目	2009~2012年
4	现象教学法在“高分子物理”力学性能模块中的教学效果研究	四川大学新世纪高等教育教学改革工程项目(第十一期)	2025年
5	“新工科智育与新时代德育”相融合的“高分子物理”课程思政探索	四川大学新世纪高等教育教学改革工程项目(第十期)	2023年
6	“高分子物理”教学中开展动态阶梯复合式小班讨论的思路及实践探索	四川大学新世纪高等教育教学改革工程项目(第八期)	2017年
7	以学为中心的“高分子物理”课程体系构建与实践	四川大学新世纪高等教育教学改革工程项目(第七期)	2015年

中国石油和化工教育教学优秀成果一等奖1项, 二等奖1项。此外, 获批2023年四川省第二批省级虚拟教研室, 四川省首批高等学校课程思政典型案例。课程在课程思政方面的教学改革获得校级立项6项。

3 教学团队

引育结合建设结构合理的教学团队, 开展教育教学研究。团队成员包含老、中、青各年龄段教师。其中, 全国石油和化工教育教学名师1人, 优秀青年人才3人, 青年教师占比超过60%。课程

教师重视现代信息技术与教育教学研究的融合, 广泛开展教育教学研究交流活动, 尤其是在教学方法、教学手段和教学评价等方面进行研究探索, 在互动式教学、问题式教学、案例教学等方面探索新路。积极进行高分子物理理论和实验教学改革等, 进行教学研究与研讨, 发表教改文章^[4]。借助本学院学生进行认识实习和工厂生产实习的契机, 由课程教师带队向学生讲解本课程理论知识在工厂实践中的应用, 引导学生学以致用、知行合一, 得到了较好的效果。获得全国石油和化工教育优秀教学团队。

4 结语

课程经过六十余年的建设与发展,教学理念先进,教学资源丰富,教学团队优秀;建设了MOOC、试题库、案例库等资源,教学模式新颖、目标明确、思政随行;教学成果显著,推广效果好;建立了完善的实验课程体系,凸显高分子材料制造及加工的工程特色,注重培养学生动手能力、工程能力和创新精神。

在今后的课程建设中将着重深化线上与线下课堂相结合、理论与实际应用相结合、现代技术与基础学科相结合,真正实现以学生为中心的课程教学。面向国家重大战略需求,围绕未来新工科建设,针对高分子材料领域中的“卡脖子”问题,培养学生创新思维,突出课程的示范性作用,以前瞻性引领课程长远发展。课程组计划结合高分子材料发展前沿,加强教学资源建设;借助AI课程建设等深入教学方式改革,全面推进知识图谱建设,继续开展SPOC线上线下混合式教学并注

重课程思政建设。进一步解决在有限的学时数内,如何让学生系统学习和掌握必要的知识点,调动学生主动学习的积极性,引导学生持有正确的学习态度,改变把考试得分作为唯一目标的学习目的,以及如何充分发挥线上资源的作用等问题。持续提高课程的教学质量。

参考文献

- 1 木肖玉,钱祉祺,李芸焜,徐源廷,李艳梅,杨昌跃,陈建野,蒋雨芹,冉蓉.依托“一流”学科的高分子创新创业人才培养模式初探.化学教育,2020,41(22),105-108.
- 2 徐源廷,赵伟锋,木肖玉,魏强,刘晓玲,钱祉祺,冉蓉,赵长生.新工科背景下高分子材料类人才创新创业能力培养的改革与实践.高分子通报,2022,(4),89-93.
- 3 黄华东,崔为,刘正英,冉蓉,李忠明.新工科智育与新时代德育相融合的高分子物理课程思政教育.化学教育(中英文),2025,46(10),31-34.
- 4 李润莱.Scatchard-Hildebrand公式发展脉络梳理:作为教学中的拓展知识.高分子通报,2023,36(10),1362-1365.