

·教育与教学·

新工科背景下的“材料科学基础”课程教改探索 ——以浙江大学高分子材料与工程专业为例

高微微^{1*} 邵子钰² 毛峥伟¹

(浙江大学¹高分子科学与工程学系²化学工程与生物工程学院 杭州 310058)

摘要: 在“新工科”背景下,“材料科学基础”课程面临提升专业适配性与实践关联性的现实需求。针对浙江大学多元生源结构与跨专业选课的特点,本课程围绕教学内容与教学方法进行了系统优化。通过调整课程章节逻辑、强化高分子相关内容、构建工程案例体系、优化教学方式与数字化辅助手段,使课程在保持材料共性理论系统性的同时,增强了专业针对性与实践结合度。教学实践表明,课程改革后学生平均成绩(由 78.4 分提升至 81.6 分)稳步提升,学生课堂参与度与专业获得感明显增强。相关教学实践为多元生源背景下高分子专业基础课程的优化提供了参考。

关键词: 材料科学基础; 高分子材料与工程; 教学改革; 专业适配; 实践融合

Exploring Teaching Reform of Fundamentals of Materials Science under Emerging Engineering Education

— A Case Study of Polymer Materials and Engineering Major at Zhejiang University

GAO Wei-wei^{1*}, SHAO Zi-yu², MAO Zheng-wei¹

(¹Department of Polymer Science and Engineering, ²College of Chemical Engineering and Biological Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310058)

Abstract: With the increasing emphasis on engineering practice in the cultivation of Polymer Materials and Engineering, the course Fundamentals of Materials Science faces growing demands for stronger professional alignment and closer integration with practical applications. Considering the diverse student backgrounds at Zhejiang University and the presence of cross-disciplinary course enrollment, systematic adjustments have been made to the organization of course content and instructional approaches. By optimizing the sequence of theoretical development, strengthening polymer-related relevance, incorporating engineering-based case studies, and refining teaching organization with digital support, the course enhances professional orientation while maintaining the integrity of the fundamental materials theory. Teaching outcomes indicate a steady improvement in students' average scores (from 78.4 to 81.6), with increased classroom engagement and a stronger sense of professional relevance. This teaching practice provides a useful reference for optimizing foundational materials courses for increasingly diversified student structures.

Keywords: Fundamentals of materials science; Polymer materials and engineering; Teaching reform; Professional compatibility; Practice integration

2026-04-11 收稿, 2026-05-11 录用

* 通信联系人: 高微微, E-mail: wwgao@zju.edu.cn

doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.182

引用: 高微微, 邵子钰, 毛峥伟. 新工科背景下的“材料科学基础”课程教改探索: 以浙江大学高分子材料与工程专业为例. 高分子通报, doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.182

Citation: Gao, W. W.; Shao, Z. Y.; Mao, Z. W. Exploring teaching reform of fundamentals of materials science under emerging engineering education—a case study of polymer materials and engineering major at Zhejiang University. *Polym. Bull.* (in Chinese), doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.182

“材料科学基础”是高分子材料与工程专业本科阶段的一门核心专业基础课程,在人才培养体系中十分重要。该课程系统介绍了材料的成分、组织结构、制备工艺和宏观性能之间的关系,引导学生建立从微观结构分析到宏观性能表征的系统性思维框架。通过课程学习,学生不仅能够掌握材料科学的基本概念和核心理论,更能初步形成运用理论知识分析与解决实际工程问题的能力,为后续深入学习高分子物理、聚合物加工工程等专业课程打下坚实的理论基础,也为未来从事材料科学研究与工程技术应用提供必要的知识储备和能力支撑。作为连接基础理论与工程应用的桥梁,本课程在知识体系构建、科学思维训练与创新能力培养等方面具有不可替代的作用。目前,高分子材料与工程专业的人才培养向着理论基础与工程实践能力协调发展的方向迈进,特别是在新工科建设背景下,本科工程教育改革强调课程体系与产业需求紧密对接,提倡基础理论教学与工程实践相结合^[1-4]。因此,“材料科学基础”课程的教学改革,对于培养高素质、复合型的高分子专业人才意义重大,也是推动专业教育与产业需求协同发展的关键环节。

浙江大学近年来受新高考选考和跨专业选课制度的影响,学生知识基础与专业取向日趋多样化。部分学生高中未系统修读理化课程,基础知识储备存在差异,跨专业选修学生在学习目标与关注重点上也不同,这要求课程在统一理论框架下,兼顾不同背景学生的多元化需求。近年来,国内材料类基础课程在案例教学、混合式教学等方面开展了诸多探索^[5-7],对加深学生理解课程内容起到了积极作用,但从高分子专业需求出发,对材料科学共性理论进行系统性适配调整的相关研究仍较为有限。

基于此,本研究结合浙江大学高分子材料与工程专业人才培养实际情况,围绕“专业适配”与“实践融合”这一主线,对“材料科学基础”课程的内容体系与教学组织进行了系统优化。通过调整章节逻辑、强化高分子知识点、引入工程案例、

建立分级支持机制,逐步形成了兼顾理论系统性与专业针对性的改革思路,为多元生源背景下的基础课程建设提供实践参考。

1 教学背景与现状分析

1.1 高分子材料与工程专业人才培养特点

高分子材料与工程专业以聚合物的结构设计、性能调控与加工应用为核心,培养兼具理论基础与工程实践能力的人才。随着高分子材料在生物医用器械、电子封装和绿色制造等领域的广泛应用,专业教育更注重帮助学生建立从分子结构到加工工艺、再到应用的系统性思维。与金属材料不同,高分子材料具有多尺度结构特征,其性能与分子链构型、聚集态结构紧密相关,且对加工过程敏感,要求学生具备跨尺度的逻辑思维能力。若基础课程未能建立结构与性能的初步关系,将增加学生后续专业课程的学习负担,影响课程间的有效衔接。因此,“材料科学基础”不仅要为学生建立材料结构与性能关系的理论框架,更要注重与工程实践场景的衔接,为后续专业课程学习打下坚实基础。

1.2 学生结构与选课背景

浙江大学高分子材料与工程专业生源覆盖全国,受各地高考科目设置及新高考选考机制影响,学生入学时物理、化学等基础知识储备参差不齐,尤其在微观结构、化学键及晶体结构等概念的理解上差异明显。部分学生因高中阶段未系统接触相关内容,学习材料缺陷、相变等概念时需更多引导,而基础较好的学生则更关注理论体系的整体逻辑与应用拓展。这种差异虽不必然影响最终学习效果,但会影响课堂节奏和吸收效率。同时,浙江大学开放的选课机制使“材料科学基础”吸引了部分跨专业学生(如生物医学、化学等)。本专业学生希望课程能与后续专业课程自然衔接,而跨专业学生则更看重材料理论的通用性。若课程缺乏针对性调整,既可能削弱本专业学生的课程认同感,也可能增加部分学生的学习压力。因此,在生源多样与跨专业选课并存的背景下,课

程需在保持共性理论体系完整性的同时,通过合理的内容与案例设计,使不同背景学生均能获益。如何兼顾基础差异与专业需求,是课程重构亟需解决的关键问题。

1.3 课程结构适配问题

在上述专业培养特点与生源结构背景下,现有课程结构问题逐渐显现。“材料科学基础”目前按传统材料学科体系编排,以金属材料为主线构建理论框架,与高分子专业需求存在一定错位。高分子材料在分子结构、性能响应和加工行为等方面具有独特性,若基础理论阶段缺乏铺垫,将影响后续专业课程的衔接。此外,课程案例多围绕金属材料展开,对高分子在成型加工与服役环境中的典型问题涉及较少,缺乏工程情境支撑,学生难以将理论与实际行为有效联系。高分子相关内容多安排在章节末尾补充,前期未作为对比对象出现,削弱了基础课与专业课之间的关联。因此,需在保持材料共性理论系统性的前提下,适度调整内容结构和案例选择,通过引入跨材料体系的对比内容,并在前期增加高分子相关案例,增强课程的专业针对性和学生认同感,实现与后续课程的有效衔接。

2 课程重构与实践融合探索

2.1 课程重构思路

针对高分子材料与工程专业人才培养要求提升与生源结构多样化的特点,授课教师在多年教学实践基础上,围绕“专业适配”与“实践融合”主线,在保持材料共性理论体系完整性的前提下,对课程内容与教学组织进行调整,形成了由知识体系优化、实践融合设计与教学组织优化构成的课程重构路径,其总体逻辑如图1所示。

课程重构通过调整内容顺序、强化高分子关联案例、融入工程情境,以及完善差异化教学与过程性评价,使课程在稳定框架内增强专业指向性。具体路径包括:优化章节顺序与案例安排,使结构与性能关系的表达更贴近高分子材料特征;引入工程应用情境,提升学生的知识迁移能力;结合学生基础差异与跨专业背景,提升教学的适应性与支持度。3条路径协同推进,在保持理论系统性的同时,逐步实现了专业导向与实践情境的融合。

2.2 知识体系优化

课程内容重构不是简单地增加高分子章节比

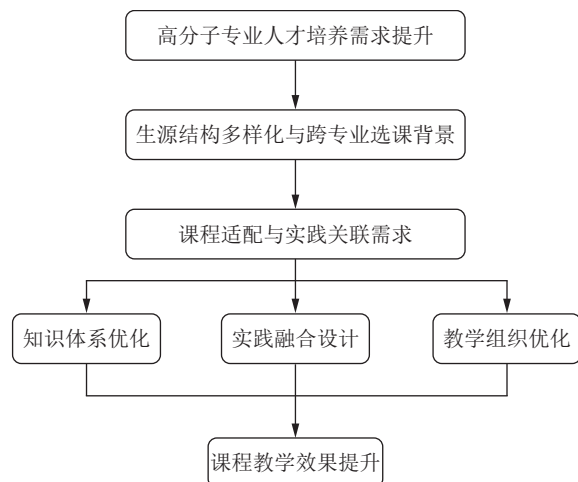


图1 高分子专业背景下课程重构总体框架

Figure 1 Overall framework for the courses reconstruction of polymer science and engineering

重,而是围绕“材料结构与性能关系”主线,对章节逻辑与案例分布进行了系统优化,如图2所示。

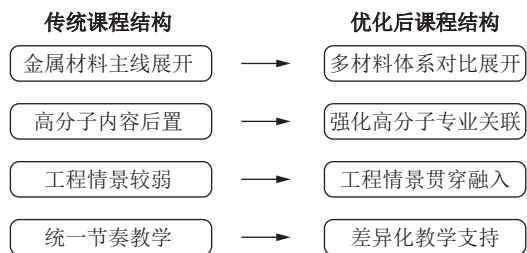


图2 课程结构优化对比示意图

Figure 2 Comparison diagram of course structure optimization

教学以金属材料为主要理论对象,高分子内容多置于后续章节补充。针对这一特点,课程在保持共性理论框架稳定和总学时(48学时)不变的前提下,通过调整理论讲授部分与案例嵌入方式,使高分子材料的结构特征与加工行为在前期理论建构阶段得到体现。具体的章节内容与学时分配安排见表1。

具体实施方法包括,在讲授晶体结构、缺陷等基础内容时,引入跨材料对比,如将位错与塑性形变同高分子链段取向与应变响应并列讲解,使学生理解不同材料体系的结构响应差异。在讲授扩散与相变时,引入高分子结晶行为与玻璃化转变,使学生理解结构演变在聚合物中的特殊表现。在加工相关内容中,结合聚合物成型加工中的流变行为与结构取向,强调加工参数对材料内部结构的调控作用。这种方式在材料共性理论框架内融入高分子特征,既保持了理论系统性,又

表1 课程内容安排与学时分配对比

Table 1 Comparison of course content arrangement and class hour allocation

教学单元	改革前主要内容 (以金属为主线)	学时	改革后主要内容(融入高分子内容与对比)	学时
绪论 晶体结构	材料分类金属晶体结构	6	材料分类(突出高分子结构特点), 各类材料晶体/非晶结构对比 (引入高分子聚集态结构概念)	6
晶体缺陷	点、线、面缺陷(以金属为例)	6	点、线、面缺陷(金属/陶瓷), 高分子材料中的缺陷(链端、链环、 缠结等)及其对力学性能的影响, 引入工程案例	6
扩散与相变	菲克定律金属中的扩散与相变	9	菲克定律与应用, 高分子链扩散、玻璃化转变、结晶行为(Avrami 方程)与金属/陶瓷相变对比, 引入工程案例	9
材料性能	金属应力-应变曲线强化机制 (以力学性能为主)	12	金属、高分子、陶瓷的力学性能对比(引入高分子的银纹、剪切 带与应变软化/硬化, 高分子黏弹性)以及热/电/磁/光性能对比	12
材料制备与加工	金属凝固与热处理	9	凝固与结晶(共性), 高分子聚合、挤出、注塑等加工工艺中的结 构与性能演变, 引入工程案例	9
复习与研讨	习题课与总复习	6	课程总结与综合案例分析	6
总计		48		48

增强了工程实践的可理解性。通过这种“融入式”的章节和学时设计, 课程知识体系在整体框架稳定的前提下, 高分子材料不再作为后续补充, 而是在共性理论讲授中逐步融入, 使学生在早期学习阶段可以建立与专业方向相关的认知基础。

通过上述调整, 课程知识体系在整体框架稳定的前提下实现重心前移, 高分子材料不再作为后置补充, 而是在共性理论讲授中逐步融入, 使学生在早期学习阶段即可建立与专业方向相关的认知基础。这种优化方式既避免了课程体系的大幅改动, 也有利于基础课与后续专业课之间的衔接。

2.3 实践融合设计

实践融合围绕理论认知向工程应用迁移的核心目标, 构建了课堂情境嵌入、问题导向深化和实践拓展支撑的递进结构。在理论讲授阶段, 通过引入高分子材料加工及应用的实际情境, 将材料结构与性能关系对应到具体加工条件与服役环境, 并结合问题导向讨论, 引导学生在理论框架内分析应用场景, 提升工程理解能力与课堂互动性。此外, 课程设置选修性质的实践拓展环节, 通过企业参观或材料应用调研, 帮助学生直观认识材料从原料到成品的转化过程, 增加对结构与加工关系的认识, 与理论讲授联系起来。整体实施不增加大规模实验任务, 而是通过情境嵌入与案例优化, 在稳定教学进度的同时逐步增加工程情境教学, 帮助学生建立对高分子材料工程应用行为的整体认知。

2.4 教学组织优化与教学资源建设

针对学生基础与专业背景差异, 教学组织在

统一课堂主线的前提下, 实施差异化学习支持与分层教学设计。课程仍以材料结构与性能关系为核心逻辑, 通过调整讲解深度与案例说明方式, 使不同背景学生都能理解。针对微观结构与化学基础薄弱的学生, 课前提供核心概念资料(本节课的关键知识点与基础术语), 课后辅以补充资源与例题解析, 在不改变课堂节奏的前提下缓解学习压力。课程适度增加对比式讲解与结构化板书, 突出关键逻辑节点, 避免长时间推导造成理解困难。案例分析环节鼓励学生多元表达, 课堂讨论在理论框架之内。围绕高分子工程应用设置开放性讨论与实践延伸, 既满足本专业学生的关联需求, 也为跨专业学生提供理解材料工程应用的切入点, 使课堂在统一结构下保持弹性。本课程选用胡赓祥等主编的《材料科学基础》(上海交通大学出版社)为主教材, 同时推荐何曼君等编著的《高分子物理》(复旦大学出版社)作为拓展参考书, 兼顾共性理论与高分子专业深度。此外, 课程在教学支持上引入数字化辅助工具, 用于课前提示、课后答疑与作业反馈, 帮助学生整理知识结构并进行自我检测, 提升学习效率。通过上述优化, 课程在理论系统性、专业表达与学生差异适应之间实现平衡, 使不同基础的学生均能在统一框架内完成知识建构。

2.5 典型教学案例

以“高分子的结晶行为与相变”为例, 介绍具体的教学实践。改革前, 该知识点仅在“扩散与相变”章节末尾作简单介绍。改革后, 在讲解金属与陶瓷的凝固和相变热力学后, 立即引入高分

子结晶行为的相关内容。具体教学包括两个方面:一是对比式理论讲授。结晶是形成有序结构的过程,遵循形核与生长机制。不同材料体系的差异在于:金属以均质或异质形核为主,高分子多为异质形核;金属晶体呈各向同性生长,高分子则以各向异性的折叠链片晶形式生长;金属形成多晶结构,高分子则形成复杂的半晶结构。通过动画模拟,可帮助学生直观地理解高分子结晶的特殊性。二是问题导向的工程案例讨论。以“聚丙烯(PP)注塑制品的透明性受模具温度影响的原因”为题,组织学生分组讨论。学生需运用刚学习的结晶动力学与异质形核理论,分析模具温度对冷却速率的影响,来解释冷却速率如何改变PP的结晶度、晶粒尺寸和球晶形态,最终影响制品的光学性能和力学性能。课堂讨论后,教师进行总结,并引入实际注塑工艺参数优化案例,将理论、工艺与性能联系起来。通过此案例,学生不仅掌握了高分子结晶的知识点,同时提升了跨材料分析和解决复杂工程问题的能力。

3 教学实施与成效分析

3.1 教学实施情况

教学实施围绕知识体系优化、实践情境融入与教学组织调整逐步展开。课堂讲授以材料结构与性能关系为主线,在保持共性理论框架的前提下,强化高分子材料在结构层级与加工行为中的关系。通过对比式分析与工程案例引入,将晶体结构、缺陷、形变等基础概念与高分子特征对应,帮助学生建立跨材料体系的整体认知。课堂案例选择更贴合加工过程和服役情境,选修实践环节与课堂内容相呼应,使学生直观理解材料微观机制与工程场景的联系。

教学组织上,课程强化过程评价,将课堂讨论、案例分析、实践参与纳入综合评价体系,并通过阶段性反馈提升学生工程分析能力。针对学生基础差异,配套课前概念梳理与课后学习资源,借助人工智能辅助工具支持预习、答疑与作业反馈,提高学习效率与参与度。同时,结合材料发展历程与重大工程案例,融入科学精神与工程责任教育,实现知识传授与价值引领的统一。

3.2 教学效果分析

课程重构与教学组织优化后,教学效果稳步提升。根据教务系统成绩统计,课程改革实施后,

学生期末总评成绩较改革前有明显提升。改革前平均分为78.4分,优秀率(≥ 90 分)为16%。改革后3个学年的平均分为81.6分,优秀率提升至25%。整体成绩分布未出现异常波动,说明课程在增强专业表达与实践联系的同时,有效提升了学习效果。

课程结束后,面向近3学年选课学生($N=233$)发放了匿名教学反馈问卷,回收有效问卷210份,回收率90.1%。统计结果显示,92.3%的学生对“课程的专业适配性”表示“满意”或“非常满意”;89.6%的学生对“课程的实践融合度”表示“满意”或“非常满意”。

对本专业学生(191人)与跨专业学生(42人)的成绩进行统计,改革后专业学生平均分为81.9分,跨专业学生平均分为80.2分,课程的差异化教学策略有效支持了不同背景学生的学习。在课堂观察和课后非正式访谈中,本专业学生普遍反映,该课程和后续“高分子物理”衔接更顺畅,能够清晰理解基础理论对高分子加工的意义。跨专业学生则表示,虽然高分子内容增多,但通过对比讲解,抽象概念变得更容易掌握。同时,引入工程案例也有助于理解材料科学中的共性理论。

学生课堂参与度明显增强,案例分析中,学生更注重从材料结构、工艺与性能关系角度进行分析,课堂讨论逐步从理论框架概念复述向结构化表达转变。本专业学生普遍反映课程与后续专业课衔接更顺畅,跨专业学生则认为理论表达完整,案例有助于理解抽象概念。教学调整未影响课堂节奏与考核体系,学生在适应过程中未出现明显断层。课程在保持理论系统性的同时,通过结构优化与实践融合,显著提升了专业关联度与学习体验。

4 结论

针对高分子材料与工程专业人才培养需求与生源多样化背景,在多年教学实践基础上,对“材料科学基础”课程进行了系统优化。在保持材料共性理论体系完整性的前提下,通过调整章节逻辑、强化高分子相关内容、构建工程案例及完善差异化学习支持与过程性评价,形成了专业适配与实践融合的教学模式。

教学实践表明,该优化在不改变课程基本框架的情况下,增强了基础课与专业课的衔接,使学生不仅理解材料结构-性能关系,更清晰理解

理论的工程意义。课堂参与度与反馈显示,课程在专业表达与应用理解上持续改善。材料类基础课程兼具理论构建与专业衔接功能。高分子材料与工程专业课程建设应在坚持材料共性理论系统性的基础上,强化专业表达与实践情境嵌入,使基础课程与专业发展衔接顺畅。本文的教学实践为多元生源结构背景下的基础课程优化提供了参考路径。

参考文献

- 1 钟登华.新工科建设的内涵与行动.高等工程教育研究, 2017, (3), 1-6.
- 2 陆国栋,李拓宇.新工科建设与发展的路径思考.高等工程教育研究, 2017, (3), 20-26.
- 3 牛余忠,马松梅,孙昌梅,刘希光,陈厚,曲荣君.新工科建设背景下高分子材料与工程专业人才培养模式改革与实践.高分子通报, 2022, (6), 78-83.
- 4 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.
- 5 谢长征,张天文,鲁海胜,孟影,马小航,晷振发.《材料科学基础》课程教学改革探索与实践.广东化工, 2023, 50(2), 204-205.
- 6 杨宏宇,邱丰,舒世立,常芳.新时代科教融汇背景下材料科学基础课程教学改革探索.高教学刊, 2025, 11(4), 55-59.
- 7 张红霞,刘昌伟,杨笑春,和芹.以应用型人才培养为导向的材料科学基础课程教学改革.高分子通报, 2020, (6), 78-80.