

·教育与教学·

基于“互联网+”的“高分子物理”课程教学改革与实践探索

王秀娟* 薛善锋

(青岛科技大学 高分子科学与工程学院 高性能有机光学聚合物与先进制造技术全国重点实验室
先进橡胶材料教育部重点实验室 橡塑材料与工程教育部重点实验室 青岛 266042)

摘要:“高分子物理”作为高分子材料相关专业的一门基础课程,其核心架构为高分子结构-性能的构效关系,具有概念多且抽象、理论性强等特点,传统的课堂教学方法很难在有限的课时内达到较好的教学效果,学生在课堂上的自主学习能力、高阶思维能力和创新意识仍需提升。随着互联网技术的快速发展,“互联网+与高等教育”的融合模式得到持续探索与深化发展。工科院校的课堂教学锚定应用型人才的培养目标,针对该课程在教学过程中的“困点”问题,采用混合式教学模式,大力推进“科教交叉融合”的课堂改革,借助移动设备,搭建包括云教学平台、知识内容的百科化、移动App应用于辅助教学的体系。通过科研项目牵引教学过程,构建多维融合教学模式,注重培养学生的创新意识和工程素养,提高学生解决工程实际问题的能力,以满足当前社会对高分子材料与工程专业人才的要求。

关键词: 高分子物理课程;混合式教学;科教融合;互联网+;教学改革

Teaching Reform and Practice Exploration of “Polymer Physics” Course Based on the Background of “Internet +”

WANG Xiu-juan*, XUE Shan-feng

(College of Polymer Science and Engineering, State Key Laboratory of Advanced Optical Polymer and Manufacturing Technology, Key Laboratory of Advanced Rubber Material, Ministry of Education, Key Laboratory of Rubber-Plastics, Ministry of Education, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042)

Abstract: “Polymer Physics”, as a fundamental course for polymer materials-related majors, has a core framework of the structure-performance relationship of polymers, featuring numerous abstract concepts and a strong theoretical nature. Traditional classroom teaching methods are difficult to achieve satisfactory teaching results within limited class hours. Students’ autonomous learning ability, higher-order thinking ability, and innovative consciousness in class still need to be enhanced. With the rapid development of internet technology, the integration of “Internet+” and higher education is constantly being explored and developed. Classroom teaching in engineering colleges aims to cultivate applied talents. In response to the “bottleneck” problems in the teaching process of this course, a blended teaching model was adopted to vigorously promote the classroom reform of “integration of science and education”. By leveraging mobile devices, a cloud teaching platform, encyclopedic knowledge content, and mobile applications for auxiliary teaching were established. Through the traction of scientific research projects in the teaching process, a multi-dimensional integrated teaching model is constructed, emphasizing the cultivation of

高分子物理教育与教学专题;2026-01-04 收稿,2026-01-28 录用

基金项目:山东省泰山学者人才计划(项目号 tsqn202408195),青岛科技大学教学改革研究项目(项目号 2022MS006),2025 年校级智慧课程立项建设(项目号 2025ZGZHKC013),2025 年校级研究生教育质量提升工程项目立项(项目号 SZ202504)

* 通信联系人;王秀娟,E-mail: wangxj@qust.edu.cn

doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.001

students' innovative consciousness and engineering literacy, and improving their ability to solve practical engineering problems, so as to meet the current social demands for talents in the polymer materials and engineering field.

Keywords: Polymer physics course; Blended teaching; Integration of science and education; Internet plus; Teaching reform

引用:王秀娟, 薛善锋. 基于“互联网+”的“高分子物理”课程教学改革与实践探索. 高分子通报, doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.001

Citation: Wang, X. J.; Xue, S. F. Teaching reform and practice exploration of “polymer physics” course based on the background of “Internet +”. *Polym. Bull.* (in Chinese), doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.001

“高分子物理”是高分子专业本科生的重点专业基础课程^[1-3]。它上承“无机化学”“有机化学”“分析化学”“物理化学”“高分子化学”等基础课程,下接高分子材料、高分子聚合工程、橡塑加工工程等专业课程。“高分子物理”又是典型的知识点琐碎、理解难度大的课程,要求学生在短时间内掌握高分子链的长链结构特点和复杂的多层次跨尺度结构,建立材料结构与性能的关系^[4-6],对教学提出更高的要求。

“高分子物理”教学的难点是内容庞杂、概念抽象和数学公式多且推导过程复杂。传统教学模式往往偏重教知识,注重考察作业和试卷,激发情感层面较为薄弱。学生学习过程中缺乏切身感受和生活体验的对应,会产生难学的认识,高阶能力和创新意识不强。“十五五”发展规划对新工科提出新的要求,工科院校需要深入共建产学研融合的人才培养模式,为技术革新储备复合型

交叉人才,提升国家工科教育的国际竞争力。为了上好这门课,培养符合国家战略需求的高素质人才,基于“互联网+”背景下,应以学生发展为中心,融入“科教交叉融合”的理念,重点推进混合式教学的课堂改革^[7]。

1 背景及教学理念

“高分子物理”课程可以分为2大部分:分子结构与运动、材料性能与功能。目前课程面临的“困点”如图1所示。教师在教授课程时需要针对工科院校的培养目标,以学生为中心,围绕课程的“教学”(教)、“学习”(学)、“国家需求”(求)3个维度实现“知识—能力—素质”的一体化教学。而学生面对全新的挑战,需要理解抽象概念,建立结构与性能的关系。整个教学过程中要清晰工科本科生的培养目标,注重国家战略需求,培养符合新工科环境下的新时代综合型人才。

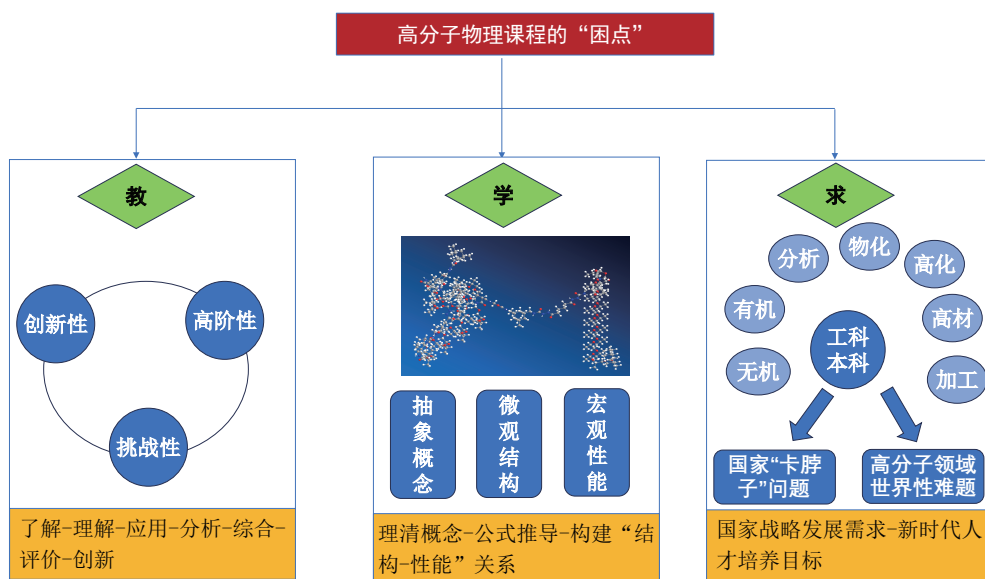


图1 “高分子物理”课程的“困点”

Figure 1 “Challenges” in the “Polymer Physics” course

“高分子物理”是高分子材料与工程专业核心的课程,教学模式对于实现工程教育认证模式下的人才培养目标起着重要的支撑作用,传统的教学方式存在诸多“困”点,已无法适应工程教育论证的培养质量要求。基于“互联网+”的背景,在“以学生为中心,以科研项目为载体,以持续改进为驱动力”的先进教育理念下,目前亟待推动课堂革命与学习革命,开发适合高分子物理学科特点的混合式教学模式(图2)。

线上线下混合式教学是一种有效提高教学质量的方式。在教学过程中配备线上完整的教师讲授视频,实体课堂中设置课堂“讲教”和课下“学练”,采用翻转课堂可以有效利用线上线下教学模式的各自优势,解决单一教学模式的困难。如线上课程无监督考试,公信力不足,而线下课程学生学习过程记录较难的问题。提高师生高效互动,从仅关注“教”,转变为既关注“教”,又关注“学”。以青岛科技大学“高分子物理”教学为例,结合本校办学定位、学生情况和专业人才培养要求,本课程目标要求以学生发展、学生学习和学生成效为中心,培养学生的三维目标。具体实施时采用引导式:教知识概念和思维脉络;案例式:科研问题导向教的模式进行“教”。与此同时采用探究式:案例与评价;实践式:做中学和学中做的模式进行“教”,最终实现的教学要求是“了解—理解—应用—创新”的认知程度。借助移动设备,搭建包括云教学平台、知识内容的百科化、移动App(知道)应用于辅助教学。在线课程选择慕课的方式(<https://onlineweb.zhihuishu.com/onlineMuster/>

teacherIndex),单一教学视频15 min,慕课学期中设置作业、讨论和测试。为学生提供充足且优化的自主学习资源,任课教师站在学生角度提供教与学的服务,多渠道关注学习效果,解决因材施教的问题。

以科研项目牵引高分子物理课堂的“课前思辨—课堂体验—课后实践”环节,使学生在“引导式—探究式—实践式”的“科教交叉融合”过程中学习,做到学思结合与知行统一,有效实现“知识—能力—素质”一体化育人,可以有效提高本科生在基础研究领域中的原创能力和教师教学创新成效。

2 教学设计创新

教学设计中采用新手段对课程内容进行优化选择,对课程教学方法借助新型教学手段进行优化设计与实施,使学生易于学习和理解,激发学生学习的活力。青岛科技大学被社会赞誉为“中国橡胶工业的黄埔”,学科特色鲜明。“高分子物理”作为重要的专业课程需展现出更深邃的内涵和橡胶特色,合理提升课程深度和学业挑战度。具体分为课程内容重构、教学方法再造和考核方式再造,使“高分子物理”呈现内容的知识脉络化和可视化,实现课程目标的高阶性、课程内容的创新性和考试的挑战度。

教学过程中采用大型开放式网络课程MOOC(massive open online course)完全课堂、小规模限制性在线课程SPOC(small private online course)加强课堂相结合的方式(图3)满足不同需求的学生,实现因材施教的教学理念。本校“高分子物

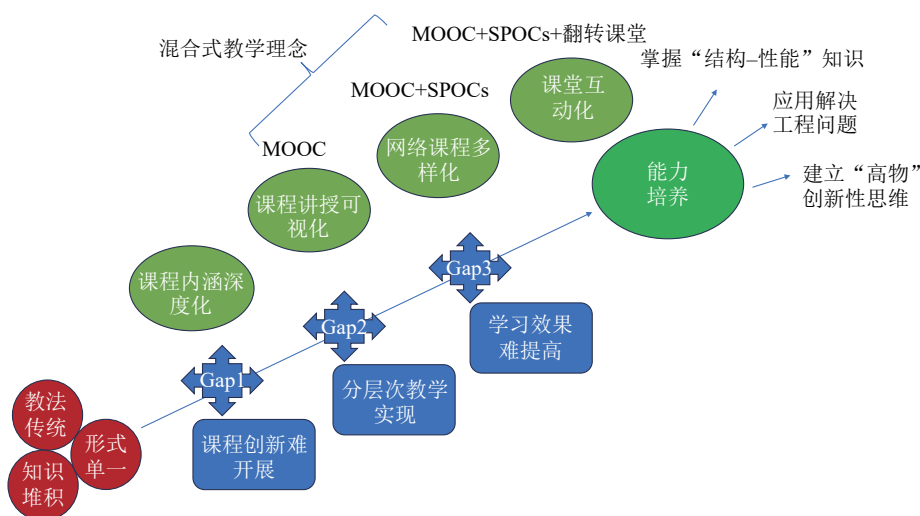


图2 基于“互联网+”的混合式教学模式应用于“高分子物理”教学

Figure 2 Application of the blended teaching model in “Polymer Physics” teaching based on “Internet +”



图3 “高分子物理”教学改革实践

Figure 3 Practice of teaching reform in “Polymer Physics”

理”课程为64学时，线上课时安排1/3。小班研讨采用秀成果、矛盾碰和解疑惑的方式，强化学生的自学能力。教学活动设计采用生讲生评与平行互动结合的模式，以“结晶”知识点授课为例，首先，将学生进行线上慕课分组(学习分组)，探索结晶的本质及生活中的结晶现象。课堂上进行重新分组(研讨分组)进行扩展性讲解。每个研讨分组包含多个学习分组，每个学习分组包含多个研讨分组的同学，多个分组平行进行研讨，从学习成果与学习深度两方面相互评价。课程结束后在“知道”App发布“结晶与聚合物加工关系”的作业。整个过程通过学生讲授和学生评价强化了学生对课程内容的理解深度和广度，有效解决了翻转课堂互动性不充分的问题。

教学考核中要注重从知识考核向能力考核过渡，知识考核以低起点：概念和问答的形式开始，以高落点：科研项目为载体，采用场景化、探究化和递进式进行，搭建知识的“梯子”，实现能力的考核。成绩获取分为线上和线下，线上考核(MOOC+SPOC)30%，期中考试和平时成绩20%，线下期末50%。

3 教学实施与成效

基于本校的工科特点，在教学实施中体现“学生中心，科教融合，持续改进”的课堂改革理念。讲授知识点时引入科学问题，将科研成果牵引教学过程的“课前思辨”“课堂体验”和“课后实践”，实现培养学生从知识到能力的跃迁。如在讲授结晶态的内容，利用慕课提前分组讨论生活中的结晶现象。课堂上把塑料制品的多样性引入课堂，带来不同塑料制品的实物，采用讨论探究的

方式分析：“PET瓶透明”“PE袋柔软”等工程问题。老师把科研项目背后的物理知识点讲授清楚，引导学生利用学到的知识解决工程问题，深入思考高分子结晶的物理本质这一科学问题，激发学生学习的成就感，引导学生互动，活跃课堂氛围，在轻松的课堂氛围中掌握知识。再如，讲到“高分子材料力学性能”时，引入国家“卡脖子”的技术难题，开发高性能复合材料，让学生切实体会到国家在材料领域的重大需求，激发学生的历史使命感，培养学生的高阶思维。

课后实践环节，设置科学问题，培养学生创新能力。如讲完黏弹性知识点后，设置“阻尼减振材料”“高导热材料”“AI遇上高性能材料”等研究课题，该问题与教学内容紧密相连，又符合《中国至2050年先进材料科技发展路线图》制定的战略规划。教学团队指导的本科生团队(刘肖含、陈兴昊、宋宏杰、范泽昊)通过知识学习和课后拓展实践，揭示了阻尼及导热橡胶结构与性能的关系，本科生以一作或二作等在国际核心学术期刊 *Composites Science & Technology* 和 *Industrial & Engineering Chemistry Research* 发表学术论文或授权国外专利(图4)^[8,9]，审稿人给予高度认可，称该方法为设计高阻尼材料提供了新范式。此外，教学团队老师带领的本科生(范泽昊、刘肖含、黄书伟、高泽坤)依托项目分别获批2019年、2020年、2025年国家级和2022年山东省大学生创新创业训练计划项目，本科生(李腾越、张萌等)获2021~2025年山东省大学生科技类大赛一等奖、二等奖、三等奖。通过科研项目为载体，深化课程改革，提高教学质量，突出工科院校教学特色和目标，在实践中培养学生的高阶能力。



图 4 科教融合实践培养学生的创新力

Figure 4 Practice of integrating science and education to cultivate students' innovation ability

通过调研发现，参与调研的120名22级高分子专业的本科生，有91%认为该课程提升了自已的学习能力，82%的学生提升了创新能力，68%的学生提升了发展规划能力，对本学科未来的发展方向有了进一步认识。与此同时，科教融合的育人模式有效提升了教师的教学水平和科研能力。团队教师均获国家自然科学基金的支持和省部级教学科研奖励等，充分体现了教学相长的好育人生态。

4 结语

基于“高分子物理”课程面临的挑战，我们采用混合式教学模式，基于“学生中心、科教融合、持续改进”实施课程改革，实现因材施教的教学目标，体现工科院校的特色，符合国家战略需求，教学成效显著，可以为专业课程的教学提供有效的借鉴。

参考文献

- 1 钱人元. 无规与有序-高分子凝聚态的基本物理问题研究. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1998.
- 2 何平笙, 朱平平, 杨海洋. 我国高分子物理的教学. 化

- 3 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, 2025, 39(2): 300-305.
- 4 吴其晔, 张萍, 杨文君, 林润雄. 高分子物理学. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- 5 杨玉良, 张红东. 漫谈高分子物理学的源起和发展. 高分子学报, 2020, 51(1), 87-90.
- 6 胡文兵. 高分子链结构的系统介绍. 大学化学, 2025, 40(4), 15-19.
- 7 战德臣, 徐晓飞, 张龙. 深度理解高校慕课指南, 建好线上线下混合课程. 计算机教育, 2021, (10), 1-6.
- 8 Liu, X. H.; Song, M.; Wang, H. Z.; Chen, S. H.; Zheng, W.; Wang, X. J. Hydrogen bond networks and wrinkles in graphene oxide/nitrile butadiene rubber composites for enhancement of damping capability: molecular simulation and experimental study. *Compos. Sci. Technol.*, 2023, 240, 110083.
- 9 Wang, X. J.; Chen, X. H.; Song, M.; Wang, Q. F.; Zheng, W.; Song, H. J.; Fan, Z. H.; Myat Thu, A. Effects of hindered phenol organic molecules on enhancing thermo-oxidative resistance and damping capacity for nitrile butadiene rubber: insights from experiments and molecular simulation. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 2020, 59(25), 11494-11504.