

·教学·

工程教育背景下《高分子物理》多元化课程评价体系探讨

夏天* 李又兵 吕文晏 杨屹 朱海娥

(重庆理工大学材料科学与工程学院, 重庆 400054)

摘要:《高分子物理》是高分子材料类专业非常重要的核心课程之一, 该课程的评价体系对于考察学生的工程能力有着重要的指导作用。本文结合《高分子物理》课程特点以及工程教育认证要求, 分析了课程考核方式的现状与问题, 探讨了过程性考核与总结性考核相结合的多元化课程评价体系, 以提高学生解决工程实际问题的能力为导向, 从理论知识、文献拓展、案例分析、模块测验等方面建立了从理论到应用的多维度课程评价方案。

关键词: 工程教育; 高分子物理; 评价体系; 过程性考核

Exploration of a Diversified Course Evaluation System for *Polymer Physics* in the Context of Engineering Education

XIA Tian*, LI You-bing, LV Wen-yan, YANG Yi, ZHU Hai-e

(College of Material Science and Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China)

Abstract: *Polymer Physics* is one of the essential core courses in the field of polymer materials. The evaluation system of this course plays a crucial role in assessing students' engineering abilities. This article combines the characteristics of *Polymer Physics* and the requirements of engineering education accreditation, analyzing the current situation and issues of the assessment methods in the course. It discusses the diversification of the evaluation system through the combination of process-oriented assessment and comprehensive assessment. With a focus on improving students' ability to solve engineering practical problems, a multidimensional course evaluation plan is established, considering aspects such as theoretical knowledge, literature expansion, case analysis, and module exams, to bridge the gap between theory and application.

Keywords: Engineering education; Polymer physics; Assessment system; Process assessment

引用: 夏天, 李又兵, 吕文晏, 杨屹, 朱海娥. 工程教育背景下《高分子物理》多元化课程评价体系探讨. 高分子通报, 2024, 37(7), 974-978

Citation: Xia, T.; Li, Y. B.; Lv, W. Y.; Yang, Y.; Zhu, H. E. Exploration of a diversified course evaluation system for *polymer physics* in the context of engineering education. *Polym. Bull.* (in Chinese), 2024, 37(7), 974-978

近年来, 教育部按照国家教育事业发展规划“十三五”规划工作要求, 提出了“新工科”的建设理念, 使工程教育能够更好地适应政府、行业

和社会需求, 提升中国工程教育的国际竞争力^[1]。在工程教育专业认证的大背景下, 专业建设过程中需要明确专业培养目标、规定专业毕业要求能

2024-01-10 收稿, 2024-03-11 录用, 2024-03-29 网络出版

基金项目: 重庆理工大学本科教育教学改革研究项目“工程教育认证背景下《高分子物理》课程评价体系改革”(项目编号 2023YB014), 重庆理工大学 2023 年研究生教育教学改革研究项目(项目编号 gzljg2023102)

* 通信联系人: 夏天, E-mail: xiatian@cqut.edu.cn

doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2024.24.011

力、设置支撑毕业要求指标点的课程体系、制定课程评价及反馈机制,并将评价结果针对专业培养目标、毕业要求和课程教学活动三重循环的持续改进,以保证学校人才培养体系符合不断变化的社会需求^[2]。

为了提高学生的核心竞争力及综合素质,同时杜绝与避免工科教学理科化,《教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》明确指出,要改革课程考试的管理体系,加强过程性考核并提升其在考核成绩中的占比,建立健全多元化、多维度的课程评价体系,考核学生基础理论与核心能力^[3,4]。

作为高分子材料与工程专业非常重要的专业核心课程,《高分子物理》的考核评价方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。在“以学生为中心,以产出为导向,以持续改进为驱动力”的先进教育理念下,传统的考核方式已无法适应工程教育论证的培养质量要求。

1 传统评价方式存在的问题

以我校高分子材料与工程专业为例,《高分子物理》作为专业基础核心课程,课堂内容丰富,从2019级开始教学量从之前的48学时增加到56学时,现行教学大纲(2019版)中,课程目标及其与毕业要求的关系如表1所示。

原有的评价方式以期末总结性评价为主,其中期末考试占比60%,平时作业占比30%,课堂表现占比10%。期末考题类型主要以简答、计算、分

析为主,所涉及的知识点较多。尽管这种传统的考核方式对于考察学生的学习效果有一定的督促作用,但其局限性在工程教育认证过程中也逐渐凸显,主要体现在以下两方面:

(1) 考试内容不能有效反映学生的工程应用能力

本课程具有理论性强、知识点多、教学重难点较为分散、学科交叉性强涉及物理、化学、数学等多学科知识的特点,通过一次期末考试很难将课程的大部分内容包含在内,从而容易造成学生实际所掌握的知识点较多,而答卷上呈现出对知识点的掌握度不够的情况。此外,传统的考核方式着重于考察学生对基础知识点的掌握,而忽略了学生综合运用所学知识的能力,不利于学生创新能力的培养。换言之,这种考核方式不能客观反映出学生的真实水平和综合能力。

(2) 无法激励学生的自主学习能力

无论是平时作业还是期末考试环节,所涉及的对知识点的主观理解不够深入,且相关知识与工程应用的联系度不高,这种通过“刷题”就能获得高分的考核模式让大部分学生处于被动学习的状态,无法激励学生的自主学习能力,而教师在固有题库及固定考核模式下更容易养成工科教学理科化的习惯。

2 多元化评价方式改革思路

为了实现专业工程教育认证工作的持续推进,《高分子物理》课程考核方式的改革迫在眉睫。基于Outcomes-based Education (OBE)理念,《高分子

表1 课程目标及其与毕业要求的关系
Table 1 Course objectives and their relationship with graduation requirements

课程目标	简述	关联程度	毕业要求简述
目标1	运用数学、物理、化学基础知识来理解高分子的结构及运动特征,并通过高分子物理的基本理论对复杂工程问题进行求解。	H	能够针对高分子材料合成与制备、成型加工、改性与应用领域复杂工程问题,选择合适的数学、物理与力学模型,并进行求解。
目标2	运用高分子材料的结构、物理化学性质、力学性能等专业知识推演在制备、加工及工程应用中遇到的复杂工程问题。	H	能够运用工程基础和专业基础知识推演和分析高分子材料合成与制备、成型加工、改性与应用领域复杂工程问题。
目标3	应用室温等效原理等高分子物理知识,对高分子材料在设计、合成、加工与应用中的复杂工程问题进行识别、表达与分析,判断影响高分子材料物理性能的关键环节及因素。	H	能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、表达高分子材料合成与制备、成型加工、改性与应用的复杂工程问题,表达、判断所涉及的关键环节及因素。
目标4	能够根据高分子黏弹行为、相分离理论等知识,分析高分子材料在制备、应用过程中的复杂工程问题,设计合理的解决方案,并对其可行性进行论证。	M	能够对高分子材料合成与制备、成型加工、改性与应用中的复杂工程问题进行分析,设计解决方案并对其可行性进行分析与论证。

物理》课程评价体系应以学生为中心,把过程考核作为工程专业技术人才培养的重要组成部分,着力培养学生的创新能力以及分析和解决复杂工程问题的能力^[5]。

对此,结合《高分子物理》的课程特点以及工程教育专业认证的相关培养目标,我们提出了多元化考核方案,进一步强化了过程性考核的重要性并明确了考核内容。

如图1所示,将《高分子物理》的评价体系分为过程性考核和总结性考核两部分,其中过程性考核涵盖思维导图、文献阅读、案例分析、模块测验四部分,各部分成绩分别占期末总成绩的10%、10%、10%、20%,共计50%;总结性考核则以期末考试的形式体现,占总成绩的50%。各部分成绩均采用百分制,最终成绩由各部分成绩加权平均得出。

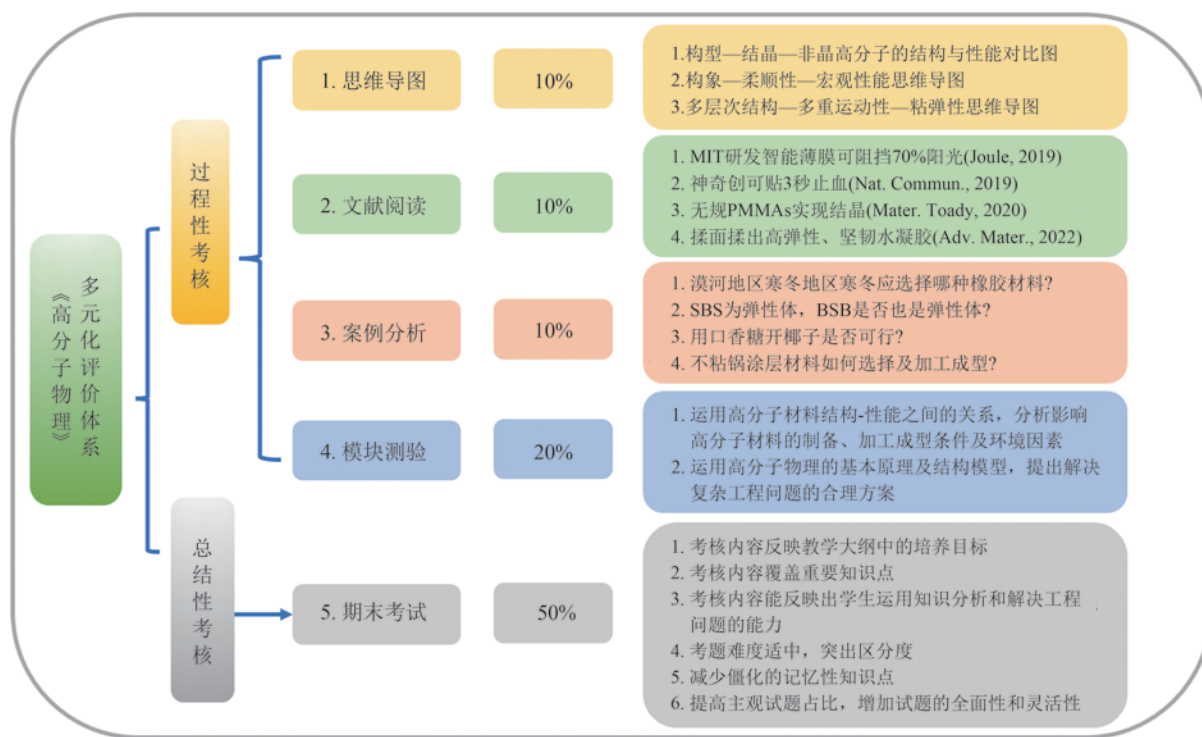


图1 《高分子物理》多元化评价体系

Figure 1 Diversified course evaluation system for *Polymer Physics*

(1) 思维导图

思维导图主要用于增强各章节知识点之间的联系,使得《高分子物理》教学中看似零散的知识点构成“有机”整体。由于主观思维差异,知识点数量较大,且绘图形式多样,如树状图、链接图、散点图等,因此,这种开放式设计的思维导图作为过程性考核可以避免千篇一律的标准答卷,防止学生作业盲目照搬、相互抄袭的现象^[6]。此外,思维导图所涉及的知识点众多,学生在绘制过程中可以加深对知识点的理解,教师在批阅过程中可以全面了解每个学生对相应知识点的掌握程度或疏漏情况。思维导图包括但不限于图1中所列举的纲要,因此,绘图内容灵活广泛,能有效反映出学生的创新思维能力。

(2) 文献阅读

21世纪是信息大爆炸的时代,随着互联网和移动智能设备的普及,人们获得的信息渠道越来越多,信息量越来越大。如能在课余时间通过微信订阅号、B站等网络平台了解有关高分子材料的最新研究进展,可极大地提高学生对《高分子物理》课程的学习兴趣,推动学生的学习主动性,从而改善学习效果。因此,在本课程的教学改革中,教师可在课堂上列举创新性强、技术先进的文献报道,如哈佛大学锁志刚教授团队最近报道的通过揉“面”的方法制备高弹性、高韧性水凝胶的研究(Making highly elastic and tough hydrogels from doughs. *Adv. Mater.*, 2022, 34(50), 2206577)。该文献于2022年9月20日首次报道,时效性强。

文中采用高分子量的聚乙二醇(PEG)作为水凝胶的骨架材料,学生通过对该文献的深度阅读可以对亲水性高分子的结构特征有更好地理解,同时对凝胶材料的形成原理及性能有直观的印象,还可以借此引申至不同分子量的PEG从物理状态到性能差异的对比分析。本部分采用文献报告的形式进行考核,学生可选择老师课堂上所介绍的文献或自行查阅的与课程内容相关的文献进行精读,报告内容包括对文献研究内容、方法及结论的概要介绍,提炼文献中所涉及的有关高分子物理知识点,并适当加以论述或衍生。因此,文献阅读可有效考核学生搜集信息、文献研究、外语能力以及发掘问题的能力。

(3) 案例分析

案例选择应根据当前高分子学科领域的热点,体现出先进性、实用性、趣味性等特点。图1列举了从工程应用、生活所见及网络趣事等几个典型案例。以口香糖打开椰子壳为例,让学生就此引发网络争议的问题开展讨论,通过《高分子物理》的专业知识来辨别真伪并给出相应解释。事实上,这一案例是《高分子物理》中有关非牛顿流体教学的经典案例。口香糖中有一种胶基的成分,属于非牛顿流体,且表现出剪切增稠行为(此时还可引出剪切变稀行为)。一般情况下,剪切增稠流体呈现出稀软的状态,而当受到外部剪切力时,如撞击等猛烈刺激,流体内部的分子间应力就会变大,外在表现为黏度升高,质地坚硬,甚至扎破椰子坚硬的外壳。形式上,案例分析可采用分组讨论来进行,案例分析结果以PPT形式进行展示,每4名同学一组,由小组成员自行指定组长,组长负责PPT讲解,然后由教师和其他同学对相关内容进行提问,组员进行回答,教师可补充解答,在此过程中教师扮演提问者和解说员两种身份。案例分析是评价学生利用基础理论知识分析专业工程问题最直接的方式,也是培养学生团队合作能力的有效形式。

(4) 模块测试

本课程现用教材为何曼君等编著的《高分子物理》(复旦大学出版社第三版),教材内容按照先结构后性能的顺序进行编撰,如第二章为高分子的链结构;第五、六章为分别为聚合物的非晶态、结晶态,即凝聚态结构;第七章为聚合物的屈服和断裂,即力学性能;第八章为聚合物的高弹性

和粘弹性,即流变性。根据本课程结构—分子运动—性能的课程主线,我们以分子运动为切入点,将课程分为两个主要模块:(i)根据高分子的多层次结构理解高分子的分子运动;(ii)通过高分子的运动对高分子的力学性能及流变性能进行分析。

通过及时了解学生对两大模块知识点的掌握情况,引导学生针对性地进行复习,培养其自主学习、持续改进的能力。

(5) 期末考试

高分子材料与工程专业工程教育认证的一个重要目标就是要求学生具有发现、分析和解决专业复杂工程问题的能力。因此,期末考试的题目也应从单纯对知识点记忆性考核转变成为对能力的考核。例如,在考核构型和构象相关内容时,最为直接的传统提问是:“请问构型和构象的区别是什么?”如若换成对分析问题能力的考核,则可写作:“假若聚丙烯(PP)的等规度不高,能否采用改变构象的办法来提高其等规度?说明理由。”显然,后者不仅要求学生了解等规度属于旋光异构的一种键接方式,属于聚合物的构型,还需要学生从题目里提炼出问题的本质,即构型和构象的区别,前者属于化学结构,不受环境因素影响;后者指高分子链的大小、尺寸和形态,可在温度、外力等因素下发生变化。结合工程背景,该题目可进一步变换为:“某工厂生产PP制件时,发现这一批的样品抗冲击强度不如上一批样品高,通过显微镜观察发现,这一批的样品中的球晶尺寸更大,请问可否通过改变加工成型条件来改变PP构型,从而提高制件的抗冲击强度?试分析原因及可行的解决方案。”

由于期末考试在总成绩占比高达50%,因此,考题的合理性将直接影响学生对本课程的学习效果真实性。在工程认证的背景下,试题内容应反映教学大纲中的课程目标及重要知识点,以学生运用课程知识发现、分析和解决专业工程问题的目标为导向,减少对知识点的僵化性记忆,凝练试题内容,精简试题数量,提高主观试题占比,增加试题的全面性和灵活性。

值得说明的是,为确保学生在考核过程中的主动性及独立性,期末考试与模块测试采取闭卷定时独立作答方式。案例分析本身就在考核专业能力的同时考核团队合作意识,需要鼓励学生组队协作完成。思维导图和文献阅读两部分过程性

考核中,如何确保学生完成作业的主动性和独立性所面临的挑战更大。

如思维导图部分的讨论所述,这种开放式设计的思维导图从概率上讲,本身就可以避免千篇一律的标准答卷,提高学生完成作业的主动性和独立性。文献阅读部分类似,由于没有限制文献阅读内容,而文献选题极为广泛,因此从文献报告本身选题来讲,重复性较低,报告论述内容出现高度相似的情况就会更低。

因此,从考核内容角度而言,开放性的考核方式虽然无法确保学生全程独立完成,但能够从呈现的书写结果的多样性来反向预防相互抄袭。此外,也正因为是开放性的考核,学生在课后完成此类作业时,相互之间进行讨论是值得鼓励的,这不仅有助于学生之间对所掌握知识点的相互补充,还能开阔思维,对个性化的作业书写有所启发。

3 结语

在工程教育认证大背景下,《高分子物理》课程评价方式改革可有效促进学生工程能力的培养及教学方式的改进,培养学生的主动思考、创新及解决实际工程问题的能力。课程评价方式的改革并非一劳永逸,在制定新的多元化课程评价体

系及多维度课程评价方案后,专任教师需要保持对高分子物理学科发展的关注,将自身科研经历与教学经验相结合,不断丰富并更新高分子物理的知识及工程应用案例,稳步推进高分子材料与工程专业学生的综合能力,实现专业教师科研与教学相互促进的良性循环。

参考文献

- 1 白晨希,宋亚林.基于工程认证的课程评价系统的构建.电脑知识与技术,2022,18(31),22-25.
- 2 李志义,朱泓,刘志军,夏远景.用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革.高等工程教育研究,2014,(2),29-34.
- 3 余碧春,林启法,颜桂炀,魏远竹.基于OBE理念的地方院校教师教育人才培养模式构建.应用型高等教育研究,2020,5(1),22-26.
- 4 孙巍,尹爱国,夏春雨,徐波,韦明肯.生物工程专业课程的过程性评价与考核机制构建.教育教学论坛,2022,(11),113-116.
- 5 熊磊,梁红波,刘芳,黄圣梅.工程教育认证背景下“高分子物理”过程性考核改革的探讨.南昌航空大学学报(自然科学版),2020,34(3),111-116.
- 6 曾小平,江学良,王大威,黄华波,吴江渝.基于工程教育认证的课程评价方案设计与实践:以《高分子物理》为例.高分子通报,2019,(12),60-65.