

《高分子物理实验》的组化教学实践

朱利平*, 唐安琪, 吴子良, 金 桥, 王 齐

(高分子合成与功能构造教育部重点实验室, 浙江大学高分子科学与工程学系, 杭州 310027)

摘要:在《高分子物理实验》的教学中,将原本独立完成的实验进行有机组合和串联,设计实际问题情境,由学生自主完成并在小组内共享实验结果。教学效果评价表明,组化教学突破了传统的验证型教学模式,激发了学生的学习兴趣,大大提高了学习主动性。学生不仅可掌握单项实验内容和知识点,而且加深了对各实验之间关联性的理解。将预习小测、个人实验评价、小组实验评价、期末考试按照合适比例纳入学生成绩评价,建立了科学合理的成绩评定方式,受到修课学生的欢迎。

关键词:《高分子物理实验》; 组化教学; 教学改革

引言

《高分子物理实验》课程在分子物理的教学中发挥着相当重要的作用,不仅能够帮助学生加深理解《高分子物理》理论课程中的难点和抽象概念,而且有利于锻炼学生的动手能力,发挥学习积极性,提高发现问题、分析问题和解决问题的能力。然而,受传统教学模式和客观条件的限制,高分子物理实验课程尚存在以下问题:

(1)理论和实验两个教学环节分离,实验教学常常仅仅成为理论知识的验证,出现“重理论,轻实验”的现象;

(2)在实验教学中,常常是教师讲解实验原理和仪器操作方法,然后学生按部就班完成实验,记录实验结果并撰写实验报告,学生处于一种被动接受的状态,难以发挥学生的自主性和积极性;

(3)实验对仪器的依赖性很强,仪器的自动化程度越来越高,对学生的实验操作技能要求下降,导致学生在对实验原理似懂非懂的状态下完成实验,参与性和探究性不足;

(4)各项实验分开独立进行,知识点分散,相互之间无法形成串联,学生难以从实验教学中加深对各部分知识的关联性和系统性的理解和把握。

为了提高高分子物理实验课程的教学效果,许多兄弟院校的同行对授课模式和方法进行了大量的创新性尝试。例如,中国科技大学将分子模拟技术引入到高分子物理实验课程中,取得了优异的教学效果^[1];东北大学将高分子化学与物理实验设置为基础性实验、综合性实验、设计性实验、研究性实验和趣味性实验五个部分,以激发学生的学习兴趣,培养学生的综合能力^[2];上海工程技术大学将该校教师的科研成果融入到高分子物理实验教学中,将枯燥的实验丰富起来,调动了学生的积极性^[3];浙江农林大学尝试将高分子物理的理论教学和实验教学融为一体,加深了理论和实践的联系,提高了教学质量^[4];大连理工大学进行了高分子物理实验的开放式教学改革和摸索,采取实验时间开放、实验设备开放、实验人员开放的三开放实验模式,取得了良好的教学效果^[5]。上述这些教学方法的共同特点是调动学生的积极性和主动性,变被动学习为主动学习,从而使学生在完成实验的过程中加深对基础理论知识的理解。然而迄今为止,尚未见到将高分子物理多项实验进行串联,进行组化教学改革的报道。

10.14028/j.cnki.1003-3726.2017.12.009

收稿:2016-12-06;修回:2017-07-17;

基金项目:2015年浙江省高等学校课堂教学改革研究项目资助;

* 通讯联系人:朱利平,男,浙江大学高分子科学与工程学系副教授,主要从事高分子化学与物理、分离功能高分子等方面的研究,同时开展高分子物理实验的研究与教学。E-mail:lpzhu@zju.edu.cn.

近年来,浙江大学高分子物理教学团队不断推进高分子物理课程的教学改革,郑强教授领衔《高分子物理》先后被评为浙江省精品课程和国家级精品课程^[6]。作为该精品课程的组成部分,高分子物理实验的教学改革也在不断进行中。针对目前高分子物理实验教学中存在的问题,我们提出采用组合化教学方法对课程进行改革,将原本分开进行的独立实验进行组合,设计实际问题情境,学生自主设计实验方案和参数完成实验,该项目获得 2015 年浙江省高等学校课堂教学改革研究项目的资助。我们在 2016 年的高分子物理实验教学中进行了组合化教学实践,教学效果评价表明能有效地发挥学生的积极性和主动性,提高动手能力和创新能力,加深了学生对高分子物理各知识点的理解和关联。本文将对这次教学改革进行总结和介绍。

1 组合化教学方案设计

目前,浙江大学高分子系开设的高分子物理实验课程共开设了七项实验,我们选取了关联性较强的三项实验“聚合物温度形变-曲线的测定”、“聚合物的示差扫描量热分析”、“偏光显微镜观察聚合物球晶结构”进行组合化教学改革,设计了教学方案,如下图 1 所示。

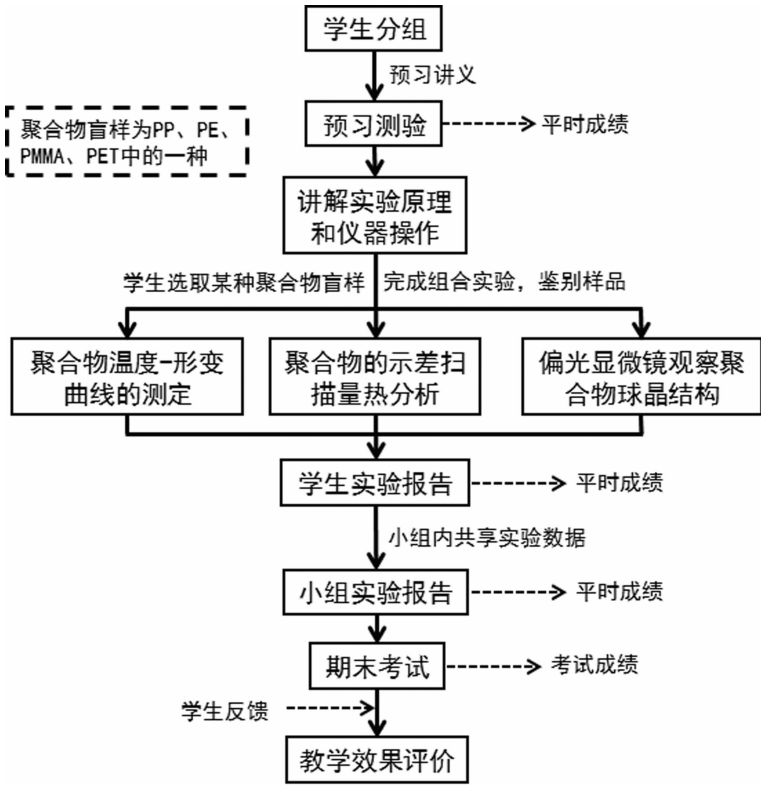


图 1 《高分子物理实验》的组合化教学实施方案图

Figure 1 Procedure of the combination teaching method for class “Polymer physics experiment”

在教学方案中,选取了四种典型的高聚物高密度聚乙烯(HDPE)、全同聚丙烯(PP)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和甲基丙烯酸甲酯(PMMA)作为聚合物盲样。由学生从这四种样品中选取一种,自主设置实验条件和参数,分别完成上述三项实验,对高聚物的结构和性能进行分析,从而鉴别出所选高聚物的种类。学生在完成自己所选样品实验报告的同时,与小组内其他同学共享实验数据,比较不同高聚物物化参数(如玻璃化温度、熔融温度、粘流温度、结晶形貌、熔融焓、结晶度等)的差异,分析高聚物结构的特点,并共同撰写小组实验报告。根据预习情况、实验操作情况、个人实验报告、小组实验报告等综合评价学生的平时成绩,再结合期末考试成绩综合评定学生的课程成绩。在实验报告中增加栏目“对组合化教

学模式的意见和建议”，征集学生对本教学方案的意见和建议，进而评估和改善教学效果。

2 组合化教学实施

2.1 课前准备

为了使修课学生适应新的教学模式，我们在原有的《高分子专业实验教程》(涂克华等，浙江大学出版社，2011 年)的基础上编写了组合化教学讲义，主要内容包括实验目的、实验原理、实验内容、仪器操作方法、实验报告要求和成绩评定细则等，在学生选课下发教学讲义，提醒学生进行课前预习。

在高聚物样品的准备上，我们预先对一系列候选高聚物(包括 HDPE、LDPE、PP、PMMA、PC、PET 等)进行了细致的评估，并分别采用教学实验仪器进行了测试，综合考虑样品制备便利性、样品区分度、数据重现性等因素，最终确定 PP、HDPE、PMMA、PET 作为组合化教学用聚合物盲样，编号为 A、B、C 和 D。

三项实验对样品形态有不同的要求，温度-形变曲线要求样品是片状或颗粒状、DSC 要求样品是小颗粒或粉末、偏光显微镜要求样品在载玻片上制备。考虑到学生课程时间的限制，我们预先将高聚物样品进行了切片和粉碎处理，并制备了熔融冷却结晶样品。在偏光显微镜观察聚合物结晶结构的实验中，我们预先制备了全同 PP 的溶液结晶样品，供学生学习偏光显微镜的操作，并观察球晶的黑十字消光图像，判断球晶的正负性。

2.2 课堂教学

为了使学生在进行实验时做到心中有数，我们要求学生在课前预习教学讲义，特别是实验原理、仪器操作步骤。我们设计了预习测试题，在上课时进行预习测验(填空题，笔答)，要求学生在 3min 之内答完，作为学生平时成绩的依据之一，以督促学生切实做好课前预习。

将修课学生进行分组，每四人一个小组，选出一名学生作为小组长。学生分别选择 A、B、C 和 D 样品(小组内每人不同样)，在授课老师讲解实验原理和仪器操作后(包括多媒体课件讲解和仪器操作示范)，由学生自主完成所选样品的三项实验，并记录实验数据。

考虑到四种样品有的是结晶性的、有的是非结晶性的，在偏光显微镜观察聚合物结晶结构的实验中，选择非晶样品的学生无法观察到球晶结构。因此，作为组合化实验的补充，我们制备了全同 PP 的溶液结晶样品，要求学生采用偏光显微镜观察溶液球晶的黑十字消光图像、判断球晶的正负性，并测量球晶尺寸。

2.3 学生成绩评定方式

为了与组合化教学方式相适应，我们对成绩评定方式进行了改革，如下表 1 所示。评分细则直接放在教学讲义中，便于学生在修课前了解。该课程总成绩采取百分制，七项实验总共 70 分作为平时成绩(每项 10 分)，期末课程考试占 30 分。此次纳入组合化教学的 3 项实验总共 30 分，其中预习测试占 20%(6 分)、个人实验报告占 60%(18 分)、小组实验报告占 20%(6 分)。相比改革前的成绩评定方式，增加了预习测验和小组实验数据共享和小组报告的成绩部分，有助于督促学生进行课前预习、小组合作和相互交流。

表 1 课程成绩评定比例
Table 1 Grading method for the course

平时成绩			考试成绩	
纳入组合化教学的三项实验(30%)			其它四项实验	统一闭卷考试
预习测试	个人实验报告(包括实验操作)	小组实验报告		
6%	18%	6%	40%	30%

3 教学效果评价

3.1 学生学习表现和成绩对比

相比于传统的教学模式,组合化教学给学生提供了更大的自主学习空间,学生在实验课程中明显比以往表现得更加投入,善于发问和勇于探索。例如,在“偏光显微镜观察聚合物球晶结构”实验中,学生往往不满足于只观察自己所选的盲样,而是通过观察其它样品或同种样品的不同样片,达到比较鉴别的目的。部分同学自己动手制备样片。在“聚合物的示差扫描量热分析”实验中,由于不同样品的差异,测试参数需要自主设定,学生能够主动查找资料确定相关参数。学生的表现说明传统的授课模式在一定程度上限制了他们学习的主动性和创造性,组合化教学方法的探究性有利于激发学生的积极性和创造力,从而达到更好的教学效果。

我们对比了课改前(2014~2015 学年)和课改后 2 年(2015~2016 学年、2016~2017 学年)学生的课程成绩,见表 2。从表中数据可以看出,学生的平均成绩逐年上升但没有突变,说明教学改革试行成功,效果平稳,学生的成绩评定方式合理。相比课改前,课改后的平时成绩逐年上升,说明组合化教学方式有效地调动了学生的学习兴趣,学生能够更加积极地参与到实验课程中,从而提高分析问题和解决问题的能力。

表 2 教学改革前后学生平均成绩对比			
Table 2 Comparison of students' scores before and after the educational practice			
	平时成绩(满分 70)	考试成绩(满分 100)	总成绩(平时成绩+考试成绩×0.3)
2014~2015 学年(课改前)	58.2	81.8	82.8
2015~2016 学年(课改后)	60.1	78.9	83.9
2016~2017 学年(课改后)	63.9	77.0	87.0

3.2 学生反馈与评价

我们在实验报告中增加了栏目“对组合化教学模式的意见和建议”,征集学生对本教学方案的意见和建议。大部分学生表示,相对于其它四项实验的传统授课模式,组合化教学模式更加新颖,内容更有挑战性、关联性和实用性,参与其中更有成就感,且有利于同学间互相合作与交流。修课学生不仅养成了自己动脑,对数据负责的态度,而且锻炼了查阅文献能力,学会了多种研究方法,对基础原理的认知也更深刻。

另一方面,修课学生也提出了一些中肯的建议,主要包括:(1)增加高聚物盲样种类,并在不同组别学生实验时变动样品编号,提高鉴别难度和挑战性,进一步激发学生兴趣;(2)提供专门讲解样品制备方法、数据处理方法的环节,让学生自主准备样品,进一步提高学生自主性;(3)进一步加强小组内部和小组之间的相互交流和学

4 启示与展望

组合化教学方式将高分子物理实验从传统的验证型模式转为探究型模式,提高了各项实验间的关联性,丰富了课程内容,激发了学生的学习兴趣,培养了分析问题和解决问题的能力,加深了对理论知识之间关联性的理解。科学的成绩评价体系对课程建设非常重要,需要综合考量学生的理论基础、动手能力、数据处理、分析总结等方面的能力。在教学实践中,我们发现学生的潜力很大,传统的教学模式难以满足他们的学习需求,高分子物理实验课程应该朝着更灵活、更丰富、更自主的方向发展。在实验设计、授课形式和仪器硬件方面需要不断完善和加强,并力求打好基础、联系实际,培养学生的综合能力。高分子物理实验教学改革将继续沿着优化方案设计-试点教学-总结反馈-优化推广的思路前进,不断改善教学效果,提高人才培养质量。

参考文献:

- [1] 朱平平,何平笙,杨海洋,梁好均. 大学化学,2010,25(4):41~46.
- [2] 胡建设,周爱娟,王宏光. 高分子通报,2010,3:70~73.
- [3] 王继虎,甘文君,温绍国,刘宏波,陈月辉. 高分子通报,2012,(5):119~121.
- [4] 吴强,傅深渊,宋平安,张艳,李倩,刘丽娜. 广州化工,2014,42(21):179~181.
- [5] 唐萍,张春庆,李战胜,李健丰,曹玉明. 实验室科学,2015,18(1):89~93.
- [6] 杜滨阳,叶一兰,郑强. 高分子通报,2011,(5):98~102.

Educational Practice on the Combination of Multi-experiments in Polymer Physics

ZHU Li-ping*, TANG An-qi, WU Zi-liang, JIN Qiao, WANG Qi

(MOE Key Laboratory of Macromolecular Synthesis and Functionalization, Department of Polymer Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: The educational practice on the combination of multi-experiments in polymer physics is described in this paper. In the teaching of experiments of polymer physics, the separate experiments were combined and connected each other. A hypothetical problem was presented and needed to be solved by the combination of several experiments. The students were required to share the experimental results by team-work. The evaluation of teaching effects indicated that, compared to the traditional teaching method, the combinatorial teaching were paid more enthusiasms by the students. The combination of multi-experiments was advantageous to understand well not only the isolated knowledge point, but also the relevance of different knowledge points. The students' scores in this course were graded comprehensively based on course preparation, personal experiment report, team-work report and semester examination. This new teaching method was successfully carried out and approved by most students.

Key words: *Experiments of polymer physics*; Combinatorial teaching; Teaching reform