

高分子基础实验的优化与改革

李真, 刘瑾, 任琳, 覃忠琼, 赵青春, 徐文总
(安徽建筑工业学院材料与化学工程学院, 合肥 230022)

摘要:为适应高分子材料与工程专业实验分层次教学改革的要求, 结合我院高分子材料与工程专业的具体实际, 在教学内容设计中融入科学、节约、环保的理念, 对高分子基础实验体系、内容、组织与运行、教学方法与手段进行了整体优化和改革。使实验成本得到降低, 污染物明显减少, 实验教学效果得到显著提高, 实现了高分子专业基础实验教学效益的最大化。

关键词: 高分子基础实验; 优化; 改革

随着工科本科专业实验教学改革的不深入, 基础性、综合性和设计性或研究型等多层次的实验教学体系被普遍采用^[1-3]。我院高分子材料与工程专业实验教学已由高分子化学实验、高分子物理实验和高分子成型加工实验等以往独立开设, 逐步改变为高分子基础实验、高分子综合实验、高分子设计性实验三层次模式运行^[4]。以加强对学生综合运用知识, 分析问题、解决问题的能力培养, 提高学生的创新能力, 提升教育教学水平。作为底层设计的高分子基础实验, 高分子化学实验、高分子物理实验的基础内容纳入其中, 但却面临学时大幅度减少的情况。如何适应教学体系改革, 不削弱并不断提高其教学质量、效果, 在改革和专业人才培养中发挥作用, 是我们课程组所面临的任务。为此, 我们结合高分子材料与工程校级示范专业建设, 以教学大纲的修订为契机, 力求在教学内容设计中融入科学、节约、环保的理念, 对教学内容进行调整优化, 对实验的组织与运行进行规范, 对教学模式进行改革, 以求实现高分子基础实验教学效益的最大化。

1 高分子基础实验体系优化

1.1 实验优化指导思想与原则

多层次教学虽然摆脱了以理论知识为主线组织实验教学的旧模式, 但也出现了新问题, 如实验教学与理论教学不能有机结合, 交叉渗透脱节, 影响教学质量。有些人在强调开展综合性实验和设计性或研究型实验教学改革中, 忽视了基础的训练, 尤其是专业基础实验的重要性^[5]。作为专业基础实验, 为了避免这种现象, 课程组始终坚持高分子基础实验应紧密结合高分子化学、高分子物理理论课开设。因此, 高分子基础实验课程的定位: (1) 坚持基本技能训练, 规范科学实验行为, 培养学生从事高分子实验工作的兴趣; (2) 为后续的高分子综合实验、高分子设计性实验课程学习打下基础。

如何进行教学内容的调整, 我们制定如下原则: (1) 遵循理论与实践相结合的原则^[3]。高分子基础实验不仅要使学生接受系统实验方法和实验技能训练, 而且内容应紧密结合理论课教学, 是理论教学的继续、补充、扩展和深化, 避免单纯的验证。使学生进一步巩固和加深对理论知识理解, 培养学生分析、解决问题的能力, 激发创新思维; (2) 整体优化, 提高效益原则。在有限学时内, 精选实验内容, 控制实验项目, 要少而精, 避免冗长。尽可能使实验知识的覆盖面宽, 保证实验知识的系统与完整。切实加强具有先进性、典型性和规律性实验教学内容, 提升教学质量。

1.2 实验项目优选

基金项目: 安徽建筑工业学院质量工程教学研究项目; 安徽省高等学校质量工程教学研究重点项目 (项目编号: 2010076);

作者简介: 李真, (1964—), 女, 副教授, 主要从事高分子领域教学与科研工作, E-mail: zhen-li@yeah.net.

高分子化学的理论课教学涉及的聚合机理有自由基聚合、共聚合、逐步聚合等,涉及的聚合方法有本体聚合、悬浮聚合、乳液聚合、溶液缩聚等;涉及的聚合物有塑料、纤维、粘合剂、涂料和功能高分子等。据此,选择必做实验项目如表 1。内容的选择基本涵盖了高分子聚合原理和聚合方法,重点是让学生学习自由基聚合反应原理和自由基聚合反应的实施方法,掌握不同体系的聚合反应机理、聚合方法和相应的操作要求,删除了原有耗时较长,聚合原理或方法重复的实验,并加强了聚合反应动力学实验内容,以使学生从实验中学习和体会科学研究的思想和方法,切身感受那些看似遥不可及、高深的理论和数据,利用实验室常规的仪器设备即可实现。如实验 3 就是选用紫外分光光度计进行实验的。一方面可以巩固和加深对理论知识理解,另一方面可以激发学生的学习热情。

表 1 高分子化学必做实验

Table 1 The schedule content of polymer chemistry experiment must to do

序号	实验内容
1	有机玻璃的制备(本体聚合)
2	膨胀计法测定苯乙烯自由基聚合反应速度
3	苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯自由基共聚反应竞聚率的测定
4	苯乙烯悬浮聚合
5	苯乙烯-丙烯酸酯共聚乳液的制备
6	丙烯酸酯氨基涂料的制备(溶液聚合)
7	聚酯反应的动力学关系测定(缩聚反应)

高分子物理实验,是一门技术基础课,在高分子材料与工程专业课程体系中起着承前启后的作用。主要是研究聚合物的结构与性能,一方面为高分子性能测试和结构表征提供实验手段和分析方法,另一方面为高分子成型加工和材料选用提供依据,是一门综合性很强的实验课程^[6,7]。测试方法所涉及的学科领域及所用的仪器种类较多,实验目的除使学生进一步掌握高分子物理的课程内容提高动手能力外,另一重要目的则应让他们了解高分子材料各项性能的测试原理、选用标准、测试方法和主要仪器的结构,扩大知识面。因此,高分子物理实验教学力求让学生多了解先进的仪器设备和学科前沿动态。开设的必修实验如表 2 所示。

表 2 高分子物理必做实验一览

Table 2 The schedule content of polymer physics experiment must to do

序号	实验内容
1	用“分子模拟”软件构建全同立构聚丙烯分子、聚乙烯分子并计算分子链的末端的直线距离
2	偏光显微镜观察聚合物结晶形态
3	粘度法测定高聚物的分子量
4	聚合物的体积电阻系数和表面电阻系数的测定
5	聚合物温度-形变曲线的测定
6	电子拉力机测定聚合物的应力-应变曲线
7	差示扫描量热测定聚合物的热性能
8	毛细管流变仪测定聚乙烯流变性能
9	聚合物的动力学扭辫分析

内容含盖聚合物溶液的性质、聚合物形态结构、聚合物力学性质、聚合物热学性质、聚合物熔体流变性能等高分子物理基础知识。涉及示差扫描量热仪、热机械检测仪、动态扭辫分析仪、毛细管流变仪、微机控制电子万能试验机等系列检测分析设备,并积极引入计算机分子模拟实验教学,使学生对大分子链构象形态这一高分子特有的问题,通过计算机模拟有直观、形象、透彻的了解^[8~9]。

1.3 实验内容优化

在当前高校普遍存在经费不足的现状下,有的学校把一人一组的实验变为二人甚至多人一组,严重削弱了对学生实验动手能力培养。如何利用有限的实验经费,实现强化训练的目标,是教师们一直关注的问题。在实验项目确立后,进一步调整和优化实验教学内容。在分子合成实验设计中推行“三化”原则,即在不影响结果的前提下,要求使用试剂要常规化,品种要少样化,用量要最小化。秉承节约,环保的理念,在大幅度节约实验成本的前提下,也培养学生环保观念和科学素养。从表1实验可以看出系列实验所用主要原料只有常用的几种。常规化的试剂易得,相对价格较为便宜,能有效地降低成本。如实验6的内容也进行了精心选择,原开设的实验是丙烯酸酯聚氨酯涂料的制备,实验中的异氰酸酯预聚体或系列品,由于是工业品,量少商家不愿意供应,量多用不完,容易产生固化失效,造成浪费。而改为丙烯酸酯氨基涂料后,由于氨基树脂固化剂活性低,不易产生固化失效,这样既避免了浪费,又保证了实验的正常进行。授课教师也可借此对学生进行讲解和拓展。原聚酯反应的动力学关系测定实验,由于最后生成产物的分子量较大,反应瓶中的聚合物很难除去,实验时既消耗了大量溶剂,又浪费了时间。新内容设计中则选择时间短,聚酯分子量相对较低的实验方案,很好地解决了此问题,并且提高了数据的准确性。同时根据我校教学实际条件,在尽量不改变仪器设备,保证实验教学效果的前提下,采取对常规实验进行减量化改造,探索研究实验试剂用量的小量化。试剂减量约1/2左右。大幅度地降低了实验成本,节约了资源。与之相应,实验对环境造成的污染也降低到很小的程度。

在分子物理相关实验内容和教学组织设计中,注意体现“两重一准”,即重视实验原理的讲授,重视相关应用的拓展,让学生更多了解先进的仪器和设备,了解其在分子结构和性能方面可提供的信息及在学科发展中作用。检测方法上要体现准字,力争与国家、国际及行业标准相统一。在实验试样的选择上,注意使其形成系列化,如聚乙烯就分别在表2序号为1、5、6、7、8、9实验中被作为测试样品使用,学生可以从不同的角度对该聚合物的性能及检测有全面地认识,对检测方法与应用有更进一步的甄别,并可类推去进行其它物质的研究。

2 实验的组织与运行

教学内容的改革是基础,而教学组织与运行是教学质量的保证。良好的教学组织与运行将会起到事半功倍的效果。为此,重点从三方面入手,对分子基础实验教学进行规范。

2.1 实验的开出顺序优化要求根据分子化学,分子物理理论课的授课进度,顺序,合理安排实验开出项目,建立起理论课与实验课的联动机制,并尽可能实现互串互动式教学^[10]。原则上做到实验比相关理论课延后一至两周。这样,在理论课的引领下,将相应部分书本里的知识通过学生的亲自操作直观化和具体化,提高学生对实验基本原理和相关知识点的理解程度。对一些仪器类循环批次多的实验,则采取先开出与理论课联系不大或原理易于理解的实验。例如在分子物理实验中将“聚合物的体积电阻系数和表面电阻系数的测定”等放在先期开出,以调整实验课的节奏。

2.2 教学过程中的控制

分子基础实验在运行安排上要求合成实验原则上一人一组,小型仪器二人一组,大型仪器不超过五人一组,指导教师一次指导的学生数最多不超过20人,并在教学大纲中明确规定。教学过程严格遵循预习检查,实验前讲解和提问,现场实验训练及过程指导,实验报告提交、批改与反馈等教学环节。

2.3 完善实验考核体系

以前对学生实验成绩的考核是由每个指导教师自行决定,随意性较大。为了既规范指导教师的教学过程,又能充分考查学生的动手能力、综合分析问题能力,在大纲中明确要求教师对每个实验依据出勤、预习报告、实验操作过程、实验报告分别占分值比例为10%、20%、30%、40%来进行考核。老师也可根据实验类型对不同实验的操作过程、实验报告的分值比例进行适当调整。如对仪器类实验则把对结果的表述,综合分析问题的能力放在重要位置等。

3 发挥教师的主导作用, 加强学生学习的主动性

现代教学的理念主张在教学活动中以教师为主导, 以学生为主体。作为主导, 如何充分利用实验教学, 寻求一条将专业教学与实际相联系的途径, 将本学科研究中蕴含的大量实践素材用于学生实践能力的培养, 有目的地培养学生探究知识的热情, 激发学习的主动性。为此主要做了以下两个方面的尝试:

(1) 编写了具有自身专业培养特色的高分子基础实验指导书。在实验指导书中增加了预习要求、实验的组织运行栏目, 为学生实验前预习提供了方向, 学生可据此对基础理论等相关内容进行复习, 对实验进行预习, 理论与实验内容的有机结合会使学生更好掌握实验的重点;

(2) 要求教师应将认识问题、分析问题、解决问题的思路经由教学传授给学生作为实验教学的重点, 对不同类型实验教学的重点要有区别。

如高分子合成实验, 要求教师应对所做实验产物的性能及在工业领域和日常生活中的应用等知识加以补充, 从而提高学生的学习兴趣和信心。以甲基丙烯酸甲酯的本体聚合—有机玻璃的制备实验为例, 该实验是让学生了解自由基聚合反应特点和本体聚合的基本原理, 掌握本体聚合的实验技术和方法。在实验前则向学生展示产品的图片或实物介绍其在各行各业中的实际应用, 并通过对产品性能的优点和缺点, 改性研究进展等知识的讲授来激发学生学习兴趣和探究欲, 提高学生的学习兴趣和信心。

对实验内容的提问或讲授, 要防止学生预习时抄讲义, 实验时“照方抓药”, 糊里糊涂只动手不动脑地完成实验的现象, 引导学生从仪器选择、实验配方确定、实验条件的控制中掌握其蕴涵的理论依据和遵循的原则。培养学生应用理论知识指导实践的能力和解决问题的能力。

针对高分子物理实验教学大型仪器使用较多的特点, 在实验讲解中, 大量采用 PPT 课件(或多媒体), 以扩大实验讲授的信息量, 使学生更多了解先进的仪器设备, 测试原理和应用领域。如聚合物形变—温度实验, 实验目的是使学生了解聚合物的三个力学状态和二转变; 掌握聚合物形变—温度曲线的测定方法; 测定线形非晶态聚合物的玻璃化转变温度 T_g 、粘流温度 T_f 以及结晶聚合物的熔融温度 T_m 。教学中就使用 PPT 进行讲解, 以提问的方式让学生对待测样品的属性给予合理判断, 对实验结果进行预测。重点让学生了解形变—温度在判定聚合物分子量大小、聚合物中增塑剂的含量、交联和线形聚合物、晶态和非晶态乃至聚合物在高温下可能的热分解、热交联等方面的应用; 了解形变—温度对材料选择、模具设计及成型加工上的应用。

4 结束语

实验体系的优化改革通过两年运行、实践, 在取得很好教学效果的同时, 降低了实验成本, 减少了污染; 在培养学生实践能力、解决问题、分析问题能力的同时, 也培养了学生经济意识、工程意识、环境意识, 实现了效益最大化。实践证明, 正确的指导思想是教学质量提高的前提, 科学的教学内容设计优化是基础, 合理的组织运行是最有力的保证, 教师对教学的规律认识与投入则是根本。同时, 一个较稳定的教学团队对实验教学质量的提高也十分重要, 只有亲历改革, 才能有所传承, 才能把对教学的改革理念与思考贯穿于实验教学之中。

参考文献:

- [1] 龚建良, 吴宇雄, 谭惠平, 吴志平. 高教论坛, 2006, 4: 56~58.
- [2] 吕守林. 实验研究与探索, 2008, 27(8): 112~114.
- [3] 杨明山. 化工高等教育, 2010, 27(1): 25~28.
- [4] 徐文总, 刘瑾, 赵青春, 李真, 任琳, 胡先海. 高等建筑教育, 2009, 18(3): 46~48.
- [5] 阴金香, 林天舒. 实验技术与管理, 2001, 18(4): 71~73.
- [6] 韩哲文. 高分子科学实验. 上海: 华东理工大学出版社, 2004.
- [7] 邵毓芳, 嵇根定. 高分子物理实验. 南京: 南京大学出版社, 1998.
- [8] 何平笙, 杨海洋, 朱平平, 瞿保均. 高分子物理实验. 合肥: 中国科学技术出版社, 2002.

[9] 何平笙, 杨小震. 高分子通报, 2000, 1, 86~89.

[10] 萧聪明. 高分子通报, 2006, 1, 70~72.

The Reformation and Optimization to Polymer Fundamental Experiments of Polymer Materials and Engineering

LI Zhen, LIU Jin, REN Lin, QIN Zhong-qiong, ZHAO Qing-chun, XU Wen-zong

(School of Materials Science and Chemical Engineering, Anhui University of Architecture, Hefei 230022, China)

Abstract: Combining of the teaching practice of our own, it has incorporated the ideas of science, economy and environmental protection into the experiment teaching to satisfy a need of the tree experiments teaching reformation of basic experimental system of polymer materials and engineering major. The unitary optimization and reformation of fundamental experimental system of the major content, organization, operation, teaching methods and means were explored, and the education effect of polymeric experiment was raised evidently, meanwhile, the cost, pollutants of experiments were reduced significantly. The maximization of benefits of the fundamental experiments of polymer science teaching comes true.

Key words: The fundamental experiments of polymer science; Optimization; Reformation