

《高分子物理实验》教学中实验内容的一体化设计

赵丽芬*, 田秀娟, 张 军

(山东科技大学材料科学与工程学院, 青岛 266590)

摘要:在 高 分 子 物 理 实 验 教 学 中, 为 消 除 学 生 对 实 验 内 容 的 零 碎 感, 提 出 了 实 验 内 容 一 体 化 设 计 的 思 路。以 高 分 子 “链 结 构 与 凝 聚 态 结 构” 和 “分 子 运 动、结 晶 结 构 与 力 学 性 能” 的 相 关 实 验 为 例, 设 计 了 采 用 同 一 样 品 串 联 实 验 内 容, 并 利 用 “旧” 实 验 知 识 控 制 “新” 实 验 样 品 制 备 条 件, 实 现 了 实 验 内 容 的 前 后 一 体 化。同 时, 指 出 了 目 前 该 方 法 存 在 的 问 题。

关键词:高分子物理实验; 实验内容; 一体化设计

根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020 年)》的要求, 教育教学应与生产实践相结合, 特别是在高等教育领域, 需要不断强化实践教学。实验是实践教学的重要环节, 在提高学生的学习能力、创新能力和实践能力方面具有重要意义。对于高分子材料专业, “高分子物理” 作为高分子材料与工程专业重要的骨干课程, 是学习后续高分子专业课程不可或缺的基础。“高分子物理实验” 是高分子材料专业重要的实践教学环节, 既能帮助学生更好的理解理论知识, 又能促使学生掌握高分子材料结构分析及测试的方法, 为今后从事高分子专业的科研、生产打下坚实的基础。因此, 大多数工科院校的高分子物理实验课程都设置了两个学分的实验课程, 内容涵盖了从分子量的测定, 到聚合物的力学、电学性能等十多个实验, 如粘度法测分子量、偏光显微镜观察聚合物的结晶形态、聚合物的拉伸曲线等。

但是, 由于实验内容较多, 每个实验内容针对一个理论知识点, 相互之间联系比较松散。对于许多学生来说, 每个实验是孤立, 很难达到融会贯通、学以致用效果。因此, 广大教学工作者进行了从实验教学内容到实验教学模式、教学手段多方位的探索 and 改革。在实验内容的设计方面, 许多高校引入了综合性实验和设计式实验的内容, 以此提高学生对理论知识的综合运用能力^[1~3]; 在实验教学模式和教学手段方面, 引入开放式教学模式、翻转课堂模式^[4, 5], 采用多媒体教学、视频教学等多种教学手段^[6], 提高学生学习的积极性和主动性, 很大程度上提高了实验的教学效果。在多年的教学实践中, 我们发现在提高学生兴趣的同时, 加强学生对实验的一体化感知也是提高实验效果的一个有效途径, 它有助于实现零碎知识到系统知识的整合, 这也是布鲁姆的教学目标中, 对认知领域较高水平的要求。为此, 我们将现有的大部分高分子物理实验内容进行了一体化设计, 以此缩小学生对孤立实验的零碎感, 提高学习效率和实验效果。

1 高分子链结构与凝聚态结构相关实验的一体化设计

在经典高分子物理实验中, 对高聚物分子量的测定作为高分子链结构研究的重要内容, 不可或缺。在该实验中, 粘度法测分子量紧扣理论教学内容, 设备也简单易得, 适用于对学生的训练。因此, 将某种高聚物溶于某种溶剂, 配制不同浓度的溶液即可方便地实现该实验。而在凝聚态结构研究的实验中, 结晶形态观察和结晶度的测量是较为经典的内容。其中, 结晶形态的研究是通过培养结晶样品后, 利用偏光显微镜对样品进行观察, 而结晶度的测定可以通过培养大块结晶样品后, 采用密度法进行测量。因此,

10.14028/j.cnki.1003-3726.2019.12.010

收稿: 2018-09-17; 修回: 2019-02-01;

基金项目: 山东科技大学“群星计划”项目(QX2018M48); 材料学院教育教学改革项目;

* 通讯联系人: 赵丽芬(1979-), 女, 博士, 副教授, 主要从事高分子材料结构与性能的研究与教学工作。E-mail: lfzhaol2009@126.com.

可以采用同一培养方法制备不同形状的样品,将这两个实验捆绑在一起,作为高分子结晶实验的一个综合内容。

那么,如何将分子量的测定与结晶结构的研究进行一体化的联系呢?我们采用聚乙二醇作为一个统一的样品来研究这两个实验内容。聚乙二醇为水溶性的高分子,采用粘度法测分子量时,只要以水为溶剂就可以进行实验,避免了有机溶剂对学生身体的伤害。同时,聚乙二醇有着完美的结晶结构,不同分子量的聚乙二醇样品都有相对快速的结晶速度和清晰的球晶形态。此外,在同样的结晶时间内,采用不同分子量的聚乙二醇样品,可以获得具有不同结晶度的样品。因此,在实践中,以五个学生为一组,组内每个学生分配了分子量从 2000 到 20000 不等的聚乙二醇样品,要求每个人独立采用粘度法测出相应样品的分子量。然后,用各自的样品进行结晶样品的培养,要求不同分子量的样品培养时间相同。最后,该组同学将五个样品放在一起,比较结晶形态和结晶度的差异,讨论分子量对结晶结构影响。

在此实验过程中,学生采用同一个样品串联了链结构和凝聚态结构的两个实验内容,实现了样品的一体化,在形式上,加强了学生对两块实验的整体化认识。同时,研究了链结构对凝聚态结构的影响,实现了实验内容的一体化,促使学生对知识的掌握达到融汇贯通的效果。

2 分子运动、结晶结构与力学性能的一体化设计

在分子物理的结构与性能主线内容中,分子运动是联系结构与性能的桥梁。在分子运动的内容中,玻璃化转变温度的测量是最为经典的实验。我们设计采用膨胀计法测定尼龙-6 样品的玻璃化转变温度。在获得玻璃化转变温度的基础上,将尼龙-6 的注塑样品发放给学生,仍然以 5 人为一组,要求学生根据已测得的玻璃化温度,结合文献,自己设计合理的结晶温度和时间,获取五组结晶度不同的尼龙-6 样品。然后,在万能拉力机上进行拉伸曲线的测定,分组讨论结晶度对力学性能的影响规律。

在该实验中,仍然是同一样品,串联了分子运动、结晶结构及力学性能多个实验。在分子运动实验中,学生获取了该样品的玻璃化转变温度,由此得到了结晶温度条件的选择依据,再次理解了课堂讲述的结晶温度与结晶速度之间的关系。由于结晶度的实验已进行了统一实验,学生可以运用了自己已有的实验技能测试自己制备样品的结晶度,提高了学生的主动性和成就感。最后,研究不同结晶度的样品对材料拉伸性能中模量、拉伸强度、断裂伸长率的影响以及与拉伸曲线整体特征之间的关系,加强了结构与性能关系的认识,形成了知识的一体化。在这个过程中,学生不断地运用已有知识,去设计新的实验条件,达到了学以致用目的。

3 教学实施的效果及存在的问题

这种一体化的实验教学设计显著提高了实验教学的效果,学生学习的主动性和积极性明显提高。首先,学生在实验课程上表现得更加认真、投入。例如,测量尼龙-6 的玻璃化温度的结果,会影响后续实验条件的设计。因此,每个学生都表现的非常认真,力求结果准确。消除了以往实验课堂上看手机、聊天的现象。其次,学生在实验中表现得更加善于思考。在进行分子量测定的实验中,有同学能考虑到溶剂的不同会影响到粘度计型号的选择;在进行力学性能的实验中,有同学提出用聚丙烯制备不同结晶度的样品进行该实验,进而会思考这种样品与尼龙-6 样品的实验条件、实验结果的区别。最后,学生更加牢固地掌握了该门实验课程的内容。在后续的毕业设计阶段,学生能考虑到样品制备条件对材料力学性能的影响,主动控制实验条件制备合适的测试样品。并且,能自主设计实验,利用偏光显微镜、乌氏粘度计等进行课题研究。此外,教学改革前后的学生实验成绩也明显得到了提升,改革前,实验课程的卷面平均成绩为 80 分左右;改革后的卷面平均成绩约为 86 分。

但是,该实验教学过程与传统实验过程具有一定的差别,它在不少环节需要学生自己查阅资料,总结已有的实验数据,设计新的实验条件。另外,组内同学的数据也不完全一样。因此,学生对这样的实验训

练,需要一个接受过程。在第一个分子量测定实验中,组内同学数据的差别往往让许多学生感到比较慌乱。然而,到了第二模块实验的玻璃化温度测定和拉伸实验中,这种慌乱情绪已经消失了。

另外,组内同学的实验条件和实验数据不同,所以实验学时相应比传统实验教学的学时要略有延长。在教学中,我们发现,不但实验条件变化带来学时的延长,而且学生的问题也多了,师生讨论的时间也需要延长。因此,在每个大模块实验进行中,我们增加了一节课的小组讨论时间;在大模块实验内容结束后,还加入一节师生讨论时间。由此,丰富了实验教学的形式,提高了学生学习的参与度,有效的提高了实验教学的效果。

4 结语

在“高分子链结构与凝聚态结构”相关实验和“分子运动、结晶结构与力学性能”两大模块的实验教学中,设计一体化实验教学,可以消除学生对实验内容的零碎感,提高实验教学的效果。实践证明,学生对高分子物理实验中这两个方面的实验内容体会深刻,收到了预想的效果。但是,高分子物理还有其它相应的热行为实验、电性能等实验,如何实现实验内容的一体化设计,充分发挥该门课程在学生培养中的作用,还值得我们继续探索。

参考文献:

- [1] 王继虎,甘文君,温绍国等. 高分子通报,2012, 5: 119~121.
- [2] 胡建设,周爱娟,王宏光. 高分子通报,2010, 3: 70~73.
- [3] 苗继斌,夏茹,陈鹏,钱家盛. 高分子通报,2018, 3: 83~85.
- [4] 唐萍,张春庆,李战胜,李健丰,曹玉明. 实验室科学,2015, 1: 79~83.
- [5] 肖谷清,贺国文,游一兰,吴丹. 高分子通报,2018, 1: 79~83.
- [6] 赵丽芬,张军. 广州化工,2017, 3: 116~117.

Integrated Design of Experiments in *Polymer Physics Experiment*

ZHAO Li-fen*, TIAN Xiu-juan, ZHANG Jun

(School of materials science and engineering, Shandong University of Science and Technology,
Qingdao 266590, China)

Abstract: To eliminate the fragmentary feelings of students in the study of *polymer physics experiment*, the integrated design of experiments were proposed. Two modules including the experiments about “chain structures and condensed state structures”, and “mobility, crystallization structures and mechanical behaviors” were taking as examples. In these experiments, the same samples were used in the different experiments. At the same time, the theory learned in “old” experiment was used to design the “new” experiment conditions. Therefore, the integrated design of experiment contents were realized. In addition, the existed problems were also analyzed.

Key words: *Polymer Physics Experiment*; Experiment contents; Integrated design