

基于应用型人才培养的高分子化学实验教学改革

杨金燕*, 赖俐超

(嘉应学院化学与环境学院, 梅州 514015)

摘要: 高分子科学是一门应用性很强的学科, 高分子科学实验在该学科体系中占有重要地位。在分子化学实验课程的教学过程中, 通过对实验项目的重新整合、不断改进实验内容、提高实验内容的趣味性和实用性以及强化绿色、环保实验理念等几个方面进行了一系列改革, 有效增强了实验教学和理论教学的互动性, 激发了学生做实验的兴趣, 增强了学生的化学环保意识。对提高学生的综合实际应用能力, 培养适应社会需求的高素质应用型人才起到很好的作用。

关键词: 高分子化学实验; 教学改革; 应用型人才

高分子科学在国民经济和人类社会生活中占据着日益重要的地位, 高分子材料已渗透到人们日常生活的方方面面, 人类社会对高分子人才的需求也越来越大^[1]。因此, 如何培养出一批能满足现代社会需求且具有创新精神的高素质应用型人才是目前高分子学科面临的一项重要研究课题。

高分子科学作为一门应用性很强的学科, 除基础理论教学之外, 实验教学在该学科体系中占据重要地位^[2~4]。实验教学具有直观性、实践性和探索性, 它具备传授知识和培养能力的双重作用, 是培养应用型人才不可缺少的重要教学环节^[5,6]。对于高分子材料与工程专业的学生, 通过实验教学可以很好地培养学生的动手能力、独立分析问题、解决问题的能力 and 创新意识, 为今后从事相关专业的的工作奠定良好基础^[7,8]。为此, 需要对高分子科学的实验教学内容、教学体系以及教学手段进行不断改革和完善, 从而更好地满足高等教育以及现代社会对应用型人才的培养和需求。

1 我校高分子化学实验课程的现状和存在的问题

高分子科学实验课程是我校高分子材料与工程专业学生的必修专业课, 包括高分子化学实验、高分子物理实验和高分子成型加工实验三大部分内容。课程开设以来对学生动手能力、实践能力和创新意识的培养起到了积极的作用。但对于高分子化学实验课程来说, 由于原来的实验项目是按实验教材上的顺序来排序的, 因此各个实验项目相对独立、零散, 缺乏相互联系和系统性, 所以学生做实验时只是对照着书本上的实验步骤, 机械、被动地完成一个个实验任务。这种相互独立、零散的实验体系极大地限制了学生的实验主动性, 导致学生在做实验过程中盲目、被动, 知其然, 不知其所以然, 不利于培养学生解决实际问题的能力, 不能取得良好的实验教学效果。另外, 现有的实验内容主要是以验证型实验为主, 学生做完实验往往都是对合成出来的产品做简单的称量和观察就结束了, 不对产品做后续的性能测试和相关应用性实验, 比如分子量、粘度、结构和用途方面的实验测试, 没有形成一系列综合型实验项目。这样就导致了学生对实验内容理解不深刻, 做实验仅仅是为了完成一项学习任务, 学习缺乏主动性、探索性, 同时也不利于学生系统掌握、学习解决问题的完整过程, 不利于激发学生的学习兴趣和创新思维^[4]。与普通高职院校培养服务于生产一线的操作型技能型人才不同, 本科院校的培养目标是要培养既有一定理论基础, 又具备较强实践能力的高素质应用型人才^[8]。因此, 为了改善这种现状, 适应人才培养的需求, 在高

10.14028/j.cnki.1003-3726.2019.09.010

收稿: 2018-10-27; 修回: 2019-03-04;

基金项目: 嘉应学院高等教育教学改革项目(JYJG20160205);

* 通讯联系人: 杨金燕(1970-), 女, 博士, 副教授, 主要从事聚合物电解质膜的研究。E-mail: yangjinyanr@126.com.

分子化学实验课程的教学过程中进行了相应的教学改革与初步探索。

2 重新整合实验项目,提高实验课程的系统性和相关性

我校目前对高分子材料与工程专业本科生共开出 10 个高分子化学实验项目,分两个学期完成,每学期 20 个实验学时。其中,包括甲基丙烯酸甲酯的悬浮聚合、乙酸乙烯酯的乳液聚合、甲基丙烯酸甲酯的本体聚合、乙酸乙烯酯的溶液聚合、聚乙烯醇的制备及其缩醛化反应等。这些实验都属验证型实验,体现了自由基聚合反应的不同实施方法和高分子化学反应的功能基转化等基础知识。但在教学安排上这些实验分别被排在不同学期进行,而且各个实验是相互零散、独立的。例如,甲基丙烯酸甲酯的悬浮聚合和乙酸乙烯酯的乳液聚合实验是安排在第 1 学期来完成,而甲基丙烯酸甲酯的本体聚合、乙酸乙烯酯的溶液聚合实验则安排在第 2 学期进行,同时中间还穿插有其它实验。这样学生在下个学期做甲基丙烯酸甲酯的本体聚合实验时,如果问学生,“我们还用哪种方法做过甲基丙烯酸甲酯的聚合实验?”大部分学生已经不记得了,即使部分学生能回忆得起来,印象也是很模糊了。两个实验被隔离孤立起来,学生做实验时根本没有形成对比,自然就容易盲目机械地照搬书上的实验步骤,不会主动去思考,更谈不上创新思维的培养。针对这一问题,我们将所选实验项目进行了重新整合,将甲基丙烯酸甲酯的悬浮聚合和本体聚合、乙酸乙烯酯的乳液聚合和溶液聚合、聚乙烯醇的制备及其缩醛化反应几个实验安排在同一个月完成,而且按顺序依次进行。这样学生在做完上个实验后,紧接着做下个实验时,就会自然而然地想到同一种单体可以采用不同的聚合实施方法,得到的产物状态不同用途各异。对什么情况下应选用什么样的聚合实施方法,每种聚合实施方法所具备的特点,引发剂的选用原则等一系列基础理论知识产生清晰的对比和深刻理解。通过完成乙酸乙烯酯的溶液聚合、聚乙烯醇的制备及其缩醛化反应这个系列实验后,能更好地巩固课堂上所学的高分子化学反应中功能基转化这部分知识。在第 1 学期实验的基础上,我们将第 2 学期的实验项目也有针对性地做了同样的调整,表 1、表 2 分别是经过调整后第 1 学期和第 2 学期的高分子化学实验安排表。学生通过前后实验对照,大大加深了对实验内容和相关理论知识的理解程度,有效提高了课堂教学和实验教学的相互促进作用,提高了学生的实验积极性和主动性。

同时将高分子化学实验、高分子物理实验和高分子成型加工实验相关联,形成一系列综合型实验项目。高分子化学实验主要注重对学生进行高分子合成操作的训练,而高分子物理实验主要注重对高分子化合物物理性能的测试,成型加工实验是将测试过性能的聚合物加工成最终制品,三者本身就构成一个从合成到应用的完整体系。例如,做甲基丙烯酸甲酯的悬浮聚合实验时,让学生把合成出的聚甲基丙烯酸甲酯产物贴上标签保存好,告诉学生在做凝胶渗透色谱法测定聚合物的分子量及分子量分布实验时,需要对自己合成出的产品进行分子量及分子量分布的测试,这样学生在做甲基丙烯酸甲酯的悬浮聚合实验时,就会更认真地去完成实验,同时也会积极主动地考虑自己合成出来的产品分子量大小到底怎么样?影响分子量大小和分子量分布的因素又有哪些?再将测试过分子量的聚甲基丙烯酸甲酯留作注射成型加工实验用原料,加工出具有一定形状的制品,无形中使课堂上学过的理论知识得到进一步的巩固加深。这样让学生亲自动手从单体出发最后制备出一个具有实用性能的制品,在这样一个系统化的训练过程中,不仅使学生掌握了相关仪器的操作技能,而且很好地锻炼了学生独立分析问题、应用相关知识解决实际问题的能力,使学生深切感受到学以致用乐趣。

总之,将高分子化学实验经过调整纵向关联,形成模块化实验结构,再将验证型的高分子化学实验、高分子物理实验和成型加工实验进行横向关联,形成一系列综合型实验项目,使学生在做实验时思路清晰,实验目的明确,有效地巩固了基础理论知识,同时在更高层次上提高了学生的综合实践应用能力。

3 改进实验内容,激发学生学习兴趣

高分子化学实验普遍存在实验操作步骤单调、实验耗时长、实验现象变化不明显等特点。如果实验

表 1 高分子化学实验安排表(第 1 学期)

Table 1 Schedule of polymer chemistry experiments (for the first term)

序号	实验项目名称	学时	实验性质				每组 人数
			演示	验证	设计	综合	
1	甲基丙烯酸甲酯的悬浮聚合	4				综合	2
2	甲基丙烯酸甲酯的本体聚合	4		验证			2
3	乙酸乙烯酯的乳液聚合—白乳胶的制备	4				综合	2
4	乙酸乙烯酯的溶液聚合	4				综合	2
5	聚乙烯醇的制备及其缩醛化反应	4				综合	2

表 2 高分子化学实验安排表(第 2 学期)

Table 2 Schedule of polymer chemistry experiments (for the second term)

序号	实验项目名称	学时	实验性质				每组 人数
			演示	验证	设计	综合	
1	反相悬浮聚合法制备珠状强吸水聚合物树脂	4		验证			2
2	丙烯酰胺的水溶液聚合	4		验证			2
3	分散聚合法制备 PMMA 微球	4		验证			2
4	苯乙烯与马来酐酐的交替共聚合	5		验证			2
5	对苯二甲酰氯与己二胺的界面缩聚	3		验证			2

条件控制不好,还容易出现爆聚或聚合不能发生等现象,这些问题都会严重影响学生做实验的兴趣。为此,我们首先对实验内容进行了不断改进,提高实验成功率。在甲基丙烯酸甲酯的悬浮聚合反应中,如果单体分散得不好,搅拌速度控制不合适,很容易使产品成为粉状和乳液状,或结成大块而得不到均匀透明的聚合物珠粒。经过反复摸索实验条件,最后确定将本实验室的机械搅拌速度固定在约 240r/min 下操作,可以做出较理想的产品,实验的重现性好,成功率高。图 1 是学生采用悬浮聚合法制备的聚甲基丙烯酸甲酯产品。乙酸乙烯酯的乳液聚合实验中,按教材上的步骤是将温度控制在较低条件下进行聚合反应,结果实验耗时很长,相当一部分同学因单体滴加速度不合适而产生凝胶现象,反应最后得不到均匀的乳液。根据这种情况我们将反应温度适当提高,确定了一个合适的反应温度后,上述凝胶现象就基本消除了。



图 1 甲基丙烯酸甲酯的悬浮聚合产物

Figure 1 Product of poly methyl methacrylate prepared by suspension polymerization method

其次,通过增加实验内容的趣味性来激发学生的学习兴趣。如在甲基丙烯酸甲酯的本体聚合实验中,实验前提前通知学生准备一些干花等小饰品,在浇铸灌模时加入其中,制成有装饰品在内的有机玻璃棒,同时把成型加工的一些理念贯穿到实验中,很好地提高了学生做实验的兴趣,做完实验后部分学生在中途就迫不及待地询问自己制作的有机玻璃棒的情况了,很多学生在制备好的有机玻璃棒上挂上吊绳等装饰品,留作大学四年的纪念品。图 2 是学生用本体聚合法制备的聚甲基丙烯酸甲酯产物(有机玻璃

棒)。另外,在实验内容上补充了丙烯酰胺的水溶液聚合和反相悬浮聚合法制备强吸水聚合物珠粒两个实验,这两个实验的特点是能让学生直接观察到产品的性能变化特点,而且产品又能和实际生活紧密联系起来。学生做出聚合产物后,分别进行水溶性和吸水性能的测试。当学生惊奇地看到自己合成出来的聚丙烯酰胺慢慢溶解到水里,聚丙烯酸钠微球能吸收大量水溶胀时,自然就会联想到它们的用途和实用价值,学生就会真切感受到高分子科学的魅力所在,极大地提高了学生的学习兴趣 and 实验获得感。



图 2 甲基丙烯酸甲酯的本体聚合产物

Figure 2 Products of poly methyl methacrylate prepared by bulk polymerization method

4 通过实验教学强化绿色、环保实验意识

环境污染是人类面临的严重挑战,而全球面临的重大环境问题如大气污染、环境公害等又直接或间接地与化学污染有关。因此,在化学实验教学过程中对学生传授环保意识,强化绿色化学理念显得尤为重要,尤其对高素质应用型人才的培养具有长期而深远的意义^[9,10]。在这方面也做了一些初步的探索,主要体现在如下几个方面:(1)采用密闭式实验装置,尽量避免试剂的直接挥发。如在乙酸乙烯酯的乳液聚合实验中,按原来的实验步骤是将剩余单体乙酸乙烯酯在约 2h 内用滴管从冷凝管的上端分次滴入三颈烧瓶中,在实验过程中由于反应时间较长,势必会出现单体挥发污染问题,直接影响实验室的环境卫生。因此在这一步骤中采用恒压滴液漏斗代替滴管滴加的方式,采用这样一个密闭式实验装置后起到了很好的效果;(2)降低实验试剂用量。高分子化学实验过程中通常要消耗大量的有机试剂,如果按常规用量操作会造成污染及浪费,因此对部分实验项目采用试剂用量减半的方法,让学生在尽量减少污染、浪费的前提下进行实验操作,能观察到同样的实验结果与现象,达到同样的实验教学目的;(3)在实验过程中及时渗透绿色化学理念。如在做乳液聚合和丙烯酰胺的水溶液聚合等实验过程中,不断向学生灌输绿色化学理念,强化学生的绿色环保意识,从源头上减少和消除化学工业生产对环境的污染^[10]。

5 结论

通过对现有高分实验项目重新整合,使相关验证型实验项目合理排序同时形成一系列综合型实验项目,有效提高了实验教学和课堂教学的相互促进作用,同时提高了学生做实验的积极性和主动性,使学生在得到基本实验技能训练的基础上能进行更高层次的综合实验训练,提高了学生分析问题、解决问题的能力。通过对高分子化学实验内容的不断改进、完善,极大地激发了学生对高分子化学实验和高分子学科的浓厚兴趣。在实验教学过程中,通过鲜明具体的实验内容,向学生灌输绿色、环保的化学实验理念,提高了学生的环保意识,这对高素质应用型人才的培养具有长期而深远的意义。

参考文献:

- [1] 刘艳丽,陈建芳,黄先威,刘拥君,邱建霞. 高分子通报,2015,11:83~85.
- [2] 覃忠琼,李真. 安徽理工大学学报(社会科学版),2011,13(3):85~87.

- [3] 庄启昕,承建军,韩哲文. 化工高等教育,2005,4:69~70,83.
- [4] 刘宇艳,刘宇婷,刘立洵,孟令辉,黄玉东.实验技术与管理,2011,28 (1):9~11.
- [5] 杨燕,刘春林,陈智栋,李锦春,王标兵. 高分子通报,2015,11:86~92.
- [6] 王丽梅. 实验技术与管理,2014,31 (1):19~21.
- [7] 赵颖,罗美香,蒋智杰,姜蕾,张安强,吴水珠. 高分子通报,2016,6:90~94.
- [8] 李田,刘宁,王小丹. 高分子通报,2017,6:75~78.
- [9] 张红霞,刘昌伟,苏桂仙,和 芹,张 青,李德玲. 高分子通报,2017,5:73~75.
- [10] 黄军左. 化工高等教育,2007,2:48~49,44.

Teaching Reform of Polymer Chemistry Experiment Based on Cultivating Applied Talents

YANG Jin-yan^{*}, LAI Li-chao

(*School of Chemistry and Envirment, Jiaying University, Meizhou 514015, China*)

Abstract: Polymer science is a subject with strong applicability. Polymer science experiments play an important role in this subject. A series of reforms have been carried out in the polymer chemistry experiment course by rearranging the experiment items, innovating on the experiment contents constantly to improve the interesting and practicability of them, emphasizing on the ideas of green chemistry experiment and environmental protection. The interactive promotion between experimental teaching and theoretical teaching has been effectively enhanced, the enthusiasm of students has been obviously inspired and the chemistry environmental protection consciousness of the students has been increased. These are important for improving the comprehensive practical ability of the students and cultivating the high quality applied talents to meet the requirements of the society.

Key words: Polymer chemistry experiment; Teaching reform; Applied talent