

基于绿色化学理念的高分子化学实验教学改革探讨

王素娟*, 白利斌, 温 昕, 武永刚, 赵洪池, 闰明涛, 底墨寒

(河北大学化学与环境科学学院, 保定 071002)

摘要: 高分子化学是我校高分子材料与工程专业一门专业核心课程, 高分子化学实验是在高分子化学课程基础上开设的实验课程, 高分子化学课程教学内容决定了高分子化学实验以合成实验为主。本文从实验教学内容的设计出发并结合我校实际教学情况, 详细分析了实现高分子化学实验绿色化教学的必要性, 并总结了实现绿色化教学的具体措施和方法。利用这些措施和方法, 在达到所需教学效果的前提下, 最大限度地降低合成实验对教师和学生身体造成的伤害, 减少对环境造成的污染。

关键词: 绿色化学; 环境保护; 高分子化学; 实验教学

引言

随着高分子工业的迅速发展, 高分子科学在人类的经济和社会生活中占据越来越重要的地位。高分子化学实验是高分子材料专业领域应用型人才培养的重要环节, 是我校高分子材料与工程专业和材料化学专业必修课程, 是高分子化学课程教学的一种最有效的实践教学形式。高分子化学实验课教学要以高分子化学理论课程为基础, 教学内容与高分子化学课程所讲理论知识密切相关。高分子化学是研究高分子化合物的合成和化学反应的一门科学, 高分子化学理论课教学重点主要包括两大部分内容: 第一部分主要研究小分子化合物如何聚合成高分子化合物, 涉及到自由基聚合、离子聚合、配位聚合、缩聚和逐步聚合等反应机理和本体聚合、溶液聚合、悬浮聚合、乳液聚合、熔融缩聚、溶液缩聚、界面缩聚等实施方法; 第二部分内容主要是高聚物的化学反应, 包括侧基转化反应、接枝反应、交联反应、扩链反应、老化和降解等。通过高分子化学实验教学可以加深学生对课堂讲授知识的理解和掌握, 同时可以提高学生实际动手操作技能和研究创新能力^[1, 2]。

高分子化学的教学内容决定了高分子化学实验主要以合成实验为主, 合成过程中需要消耗大量的药品和溶剂, 所用的有些原料和试剂本身具有较强的毒性, 反应过程会产生大量的废气、废液和固体废弃物, 甚至合成的目标产物本身就具有毒性, 这不仅对从事实验教学的教师和学生身体造成伤害, 同时会对环境造成大量污染。因此, 在实验教学过程中引入绿色化学理念, 能够达到教学目的的前提下, 积极寻找或开发有利于节约化学药品资源和能源的实验项目, 从根本上和源头上解决或防止污染的产生, 真正做到绿色环境、技术先进、经济可靠, 真正实现高分子化学实验教学的绿色化, 是高校化学实验室建设和实验教学的努力方向^[3~5]。

1 高分子化学实验绿色化的措施

根据高分子化学实验教学内容的特点, 并结合我校现有的实验条件提出以下几条实现高分子化学实验教学绿色化的具体改革措施。

1.1 实验教学中渗透绿色化学理念、增强环保意识

绿色化学不仅是化学科研战线的任务, 而且也是化学教育战线应承担的重要任务, 要想在整个化学

10.14028/j.cnki.1003-3726.2020.10.011

收稿: 2019-06-19; 修回: 2019-12-04;

基金项目: 河北大学高层次创新人才培养项目(521000981308), 河北大学创新创业训练项目(2019183), 河北省高等教育教学改革研究与实践项目(2019GJJG019);

* 通讯联系人: 王素娟(1979-), 女, 副教授, 博士, 从事高分子的教学和研究工作。E-mail: wangsj@126.com.

领域都实现从传统化学到绿色化学的转变,应该让未来的化学工作者从一接触化学就开始培养绿色理念和环保意识。实现这一重要而艰巨任务的前提条件是高校要培养出一支具有绿色化学理念的高素质师资队伍。在日常教学中可以利用课上时间给学生播放有关环境污染对人们生活造成严重影响的图片和视频;也可以带领学生到周围环境污染比较严重的工厂企业,让同学们去亲身体验刺鼻的气味,亲眼观察各种污染对当地动植物生长造成的影响,亲耳倾听环境污染对当地人们健康造成严重危害的悲惨故事,让学生充分认识到实施绿色化学的重要性,培养学生对环境保护的责任感,加强对学生绿色环保意识的培养,帮助学生建立绿色化学思想。

1.2 学校加大资金投入,完善实验设施

要做到实验教学过程中的绿色化,需要有配套的实验设备对实验过程中产生的废气、废水和废液等环境污染物进行处理。但是由于不少高校环保意识薄弱,只强调教学质量,忽略对实验室的建设和规范化管理,实验教学经费投入不足,只能勉强购买实验所需药品,对环境污染的防治显得无能为力。要从根本上解决问题,相关负责人需从思想上认识到环保的重要性和必要性,并加大经费投入,完善相关设备。我校在本科实验室建设方面投入了大量资金,改善实验条件。比如对所有实验室的老旧通风装置进行了更新,并在通风管道出风口处加装了气体处理装置,避免具有刺鼻气味的有毒气体直接排入空气中;各实验楼层统一设立液体废弃物和固体废弃物的回收点,并由学校相关部门定期统一处理;易燃、易爆及易制毒危险药品,由学院统一购买并安排专人保管;合成实验时间较长,需要大量的冷凝循环水,为减少水的浪费,上课过程中我们要求同一个试验台的同学将循环水串联起来使用。

1.3 开展串联实验,充分利用实验产品

依据绿色化学的理念,实验教学过程中应合理安排实验内容,仔细挖掘各个实验之间的紧密关系,按照它们之间的内在联系有机地将它们串联起来,最大限度地减小实验步骤的重复对环境污染造成的影响,使上一个实验的产物成为下一个实验的原料,既减少污染物的排放也降低实验成本。在我校高分子化学实验教学中,我们将醋酸乙烯酯的乳液聚合、聚醋酸乙烯酯的醇解反应制备聚乙烯醇和聚乙烯醇的缩醛化反应这三个实验串联进行;另外我们还将高分子化学实验与高分子物理实验或者成型加工实验结合起来,通过乳液聚合制备聚苯乙烯,实验教师将同学们合成的产物收集起来,作为高分子物理实验中的分子量测定、粘度测定、溶度参数测定等实验的样品;通过熔融缩聚合成不饱和聚酯并进行玻璃钢制备,产品用于成型加工实验中抗冲抗拉等性能测试。

表 1 串联实验项目表
Table 1 The table of series experimental contents

高分子化学实验	高分子物理实验	成型加工实验
聚苯乙烯的乳液聚合	a 聚苯乙烯的分子量测定	
	b 聚苯乙烯的粘度测定	
	c 聚苯乙烯溶度参数测定	
	d 聚苯乙烯热重分析	
	e 聚苯乙烯差示扫描量热分析	
不饱和聚酯的合成及玻璃钢制备		a 玻璃钢拉伸性能测试
		b 玻璃钢压缩性能测试
		c 玻璃钢抗冲击性能测试
		d 玻璃钢弯曲性能测试

1.4 开设微量或半微量实验减少药品用量

常规实验所用仪器体积大,反应物和溶剂用量多,同时产生的废渣废液等污染物也比较多。基于环境保护和绿色化学理念,近二三十年来微量或半微量化学实验受到实验工作者的广泛关注,是一种新型

的实验技术和实验方法,是指在比常规仪器体积小的微型仪器中进行的实验,所用反应物和溶剂相对于常规实验大大降低,产生的废弃物也大量减少,但是不会对实验过程、实验现象和结果造成影响,仍能达到实验教学目的。在我校高分子材料与工程和材料化学两个专业的高分子化学实验教学中,甲基丙烯酸甲酯的本体聚合采用了微量实验,改用小试管进行浇注实验,用量降低造成污染减少;醋酸乙烯酯的溶液聚合中减少单体醋酸乙烯酯的用量,既可以降低成本也能避免实验中因粘度过大引起自动加速效应而导致实验失败;阴离子聚合中也采用半微量实验,减少溶剂用量,体现绿色化学教育的同时,也能让同学们很好地观察到不同单体阴离子颜色的不同,达到良好的实验教学效果。

1.5 将科研与实验教学结合起来

传统的实验教学内容只是为达到实验目的而设定,合成实验得到的产物没有任何应用价值而丢弃,既造成浪费又对环境产生污染。基于绿色化学教育理念,本着既能达到实验教学目的又能尽量减少浪费的原则,我校在设计高分子化学实验教学内容时,充分将实验教学内容与教师的科研相结合。比如有教师科研中需要用到不同分子量的聚氨酯,在分子化学实验教学中我们安排了聚氨酯的合成实验,同时把学生分成几个小组,每小组实验中反应物用量不同,反应温度和时间不同,最后得到不同分子量的产物,应用于教学科研工作中。

1.6 采用多媒体技术模仿化学仿真实验

传统的高分子化学合成实验不可避免地需要消耗化学药品和水资源,而造成环境污染,尤其一些剧毒、易燃、易爆药品和极难控制的化学反应,会对教师和学生身体健康造成危害而不适合在实验室进行操作,这时采用计算机多媒体技术模仿化学仿真实验显得尤为重要。化学仿真实验可以对实验原理、实验过程、实验现象和实验结果进行仿真模拟,通过用文字、声音、图像、动画的效果让学生在计算机屏幕上达到身临其境的感觉。但是,只进行仿真实验模拟而不让学生进行实际操作,会大大影响学生的实际动手能力,因此一般仿真实验的比例不应超过实验总数的 10%。我校结合实际情况,在不减少学生亲手操作实验数目的基础上,课前对实验失败可能出现的后果进行模拟,并深入分析影响实验成败的关键因素。例如,自由基聚合时的自动加速现象,高分子化学理论课上的讲解很难使同学们深刻理解,而在实验过程中如果出现自动加速现象,反应很难控制会出现“爆聚”而导致反应失败。课前通过多媒体模拟“爆聚”产生时的现象和严重后果,然后学生再进入实验室亲手进行自由基聚合操作,实验成功率大大提高,避免了因实验失败造成的巨大浪费及环境污染,符合绿色教学理念。

2 结语

在高校高分子化学实验教学过程中,应结合高分子物理实验和成型加工实验课程设置,以及本校教师的科研工作,积极探索,不断利用现代实验技术手段和实验方法,合理安排实验教学内容,努力使实验教学过程的每一个环节都最大程度地符合绿色化学教育的要求。通过这项改革,在能达到实验教学目的和教学效果的前提下,最大限度地降低合成实验对教师和学生身体造成的伤害,减小对环境造成的污染,真正实现绿色化教学。

参考文献:

- [1] 刘承美,邱进俊. 现代高分子化学实验与技术,华中科技大学出版社,2008.
- [2] 张兴英,李齐方. 高分子科学实验,化学工业出版社,2007.
- [3] 祁济. 化工管理, 2017, 1: 44.
- [4] 林秀梅,杨北平,朱明霞. 黑河学院学报,2011, 1: 61.
- [5] 罗晓明. 机电教育创新. 2019, 3: 202.

Reform Discussion of Polymer Chemistry Experiment Teaching Based on the Concept of Green Chemistry

WANG Su-juan^{*}, BAI Li-bin, WEN Xin, WU Yong-gang, ZHAO Hong-chi,
RUN Ming-tao, DI Mo-han

(College of Chemistry & Environmental Science, Hebei University, Baoding, Hebei 071002, China)

Abstract: Polymer chemistry is a core course of the major of polymer materials and engineering in our university. Polymer chemistry experiment is an experimental course established on the basis of polymer chemistry course. The teaching content of polymer chemistry course determines that polymer chemistry experiment is mainly composed of synthetic experiment. Based on the design of experimental teaching content and the actual teaching situation in our university, this paper analyzes the necessity of realizing the green teaching of polymer chemistry experiment in detail, and summarizes the concrete measures and methods of realizing the green teaching. Using these measures and methods, on the premise of achieving the required teaching effect, the harm caused by synthetic experiment to teachers and students' bodies is minimized, and the pollution caused to the environment is reduced.

Key words: Green chemistry; Environmental protection; Polymer chemistry; Experimental teaching