

基于创新性应用型人才培养的高分子化学实验教学体系建设

王丽梅

(德州学院化学系,德州 253023)

摘要:高分子化学是材料化学专业重要的技术基础课,是一门以实验为基础的学科,因此,高分子化学实验是高分子科研和高分子教学的重要组成部分,是学生在掌握高分子化学的基础上,学习高分子合成的各种实验技术、聚合实施方法,培养学生进行高分子材料研究和技术开发的基本能力。从市场就业对高分子材料方向的人才需求出发,以培养创新性应用型人才为目标,通过开展实验技术讲座、改进基础性实验为综合性实验和设计性实验、增加研究性实验对高分子化学实验教学体系进行了改革,实验内容体现材料的应用性和工程价值,培养了学生的创新能力、工程实践能力。

关键词:应用型人才;高分子化学实验;基础性实验;实验教学

1998年国家教育部确立了材料化学是材料科学与工程二级学科。材料化学专业规范中指出该专业的人才培养业务目标是培养较系统地掌握材料科学的基本理论与技术,具备材料化学相关的基本知识和基本技能,能在材料科学与工程及其相关的领域从事研究、教学、科技开发及相关管理工作的材料化学高级应用型人才。不是要培养学生掌握纯科学知识,而是“倾向于把较大的视野放在真实材料和工业的相关性上”^[1]。因此,可以说材料化学专业不仅有纯科学的研究内容,还包括了工程领域的研究内容。

2006年经教育部批准德州学院对材料化学专业进行招生。结合地方人才需求现状,2008年我院材料化学专业开始按“无机材料方向”和“高分子材料方向”进行人才培养。根据学生就业情况和我院“培养创新性应用型人才、打造山东省应用型人才培养名校”的目标,2011年我院材料化学专业正式进行“高分子材料方向”招生。为切实配合我院培养“创新性应用型人才”的需要,对“高分子材料方向”的几门核心课程进行了教学改革,尤其是将“高分子化学”和“高分子物理实验”内容与“高分子化学实验”相结合,确立了更加科学的高分子化学实验教学体系。

1 开展实验技术讲座

通过前期的高分子化学实验教学改革,材料化学专业形成了“基础性实验+综合性实验+设计性实验+探索性实验”渐进式四层次实验教学体系^[2]。但是,教学实践显示学生对基础知识掌握的系统性明显不足。为此,开设了“高分子化学实验技术讲座”,内容包括原料的制备和精制、聚合装置的安装及使用方法、聚合方法、聚合物的分离和纯化、基本物理性能的测定。通过实验技术讲座,学生加深了对高分子化学实验技术和高分子材料研究方法的了解,拓宽了学生知识面,完善了学生的知识结构。其中,考虑到“聚合方法”在《高分子化学》理论课程也是单独的章节^[3],为避免重复性,不再占用理论课时,在实验开设前结合具体的实验项目进行讲解,既保证了知识结构的完整性,又增强了课堂内容的针对性。

2 优化实验内容

2.1 基础性实验的改进

收稿:2012-03-22; 修回:2012-05-08;

基金项目:德州学院教学改革项目(JGLX-B1108)、德州学院实验技术研究项目(SYJS-A11014)和山东省教育科学“十一五”规划重点课题(2010GZ081);

作者简介:王丽梅(1978—),女,山东武城人,副教授,实验教研室主任,硕士,主要从事高分子材料合成与表征,承担高分子化学及实验的教学工作。E-mail: wlm916@126.com.

要增加综合性实验,要增加设计性实验。但是并不是说让老师去盲目的开设综合性设计性实验,而完全抛弃基础的验证性实验。因为在有限的学时里学生还必须完成对课程基本知识的掌握,只有基础知识掌握好了,才能进一步进行综合性实验、设计性实验。

基础性实验能够帮助学生掌握基本实验技术和有关仪器设备的使用,增强学生对理论知识的感性认识。但是纯粹的验证性实验并不能有效提高学生学习的积极性和主动性^[4],因此,必须对基础性实验进行改进,使其成为综合性实验、设计性实验,并且兼具趣味性和应用性。

2.1.1 扩展为综合性实验,体现材料的应用性 如“甲基丙烯酸甲酯的本体聚合”实验是经典的高分子化学实验,加上小饰品、小虫子形成的“人工琥珀”也使学生对该实验充满向往,但是实践证明产品中产生的气泡常使学生产生挫败感。为保证实验的顺利进行,我们会让学生展开“往期问题”讨论,将往届学生实验室遇到的实验现象展现给大家:(1)预聚阶段产生气泡,难以排出;(2)浇模时进入气泡;(3)低温反应阶段出现产品与模脱离的情况;(4)后聚合的高温反应阶段,出现气泡,甚至爆聚。学生围绕实验现象展开讨论,讨论结束后教师进行总结:(1)预聚反应时,粘度增大,不要剧烈摇晃锥形瓶,否则会造成空气掺入,形成很多气泡;(2)浇模速度要慢,让流体沿器壁缓慢、连续流入模内;(3)预聚时间要足够长,否则后聚合时因产品收缩率较大,会造成与壁面脱离的情况;(4)低温反应时间要足够长,完全消除凝胶效应,否则高温反应时,会出现气泡,甚至爆聚。制备“人工琥珀”时,为防止产品产生气泡,应注意:(1)物件应充分干燥,否则后聚合时会有水气及气泡产生,影响产品外观;(2)物件表面要用单体或预聚物充分浸润,否则浇模时表面极易残留气泡。此外,不要选取膨胀比相差过大的产品,否则高温处理时会造成产品或模具开裂。

为了体现材料的应用性,对该实验进行了改进,扩展内容为透光率的测定。学生在学习理论知识时,已经知道聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)被称作有机玻璃,但是到底它的透光率和真的玻璃相比如何呢?带着这种疑问,学生的学习的主动性提高,学习效果提高,我们的教学效果也可得到大大的提升。为了保证所得透光率数据的可比性,有机玻璃的透光率是使用分光光度计、根据国家标准 GB/T 2680-94《建筑玻璃——可见光透过比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关玻璃参数的测定》对“可见光透过比”进行测定的。实验测得 PMMA 的透光率大都在 86~92%,与市场产品的值所提的高达 93%相接近。个别产品透光率较低,原因主要有:(1)表面收缩造成壁面不平;(2)模具夹层厚度上下不一致;(3)表面硬度不够,因擦拭造成划痕。

2.1.2 与工业生产相结合,展现材料生产全过程 基础性实验与工业生产相结合,开设综合性实验。综合实验要求学生完成从原料准备到产品检测全过程,提高学生的综合能力,尤其是工程实践能力。如“线形酚醛树脂的制备”实验项目,根据金光集团酚醛泡沫恒温板的生产工艺进行了改进,扩展为“发泡用酚醛树脂的制备及性能检测”。作为发泡用酚醛树脂,树脂合成后,学生不再进行常规的粘度测定和固含量测定,而重点进行发泡起发时间和固化时间测定。在 25℃,称取酚醛树脂 50g,将乳化剂(有机硅泡沫稳定剂) 2g 和发泡剂(正戊烷)2g 加入到酚醛树脂中,用机械搅拌器搅拌 1min,然后加入固化剂(对甲苯磺酸:磷酸:水=5:3:2) 8 g,同时用秒表开始计时,搅拌 30s。一般所得酚醛树脂室温下发泡起发时间 70~200s,固化时间 3~10min。

普通高化实验无非就是高分子材料的合成,要求学生掌握高分子材料的合成工艺。该实验在原有合成实验基础上,增加了“泡沫塑料的成型”工艺学的内容,使学生掌握了利用低沸点发泡剂液体蒸发气化而使聚合物发泡的方法^[5],即物理发泡法。实验技术讲座中对泡沫塑料的发泡方法进行详细讲解,如聚氨酯软泡沫塑料是采用异氰酸酯与水(或羧基)反应放出 CO₂ 气体的化学发泡法,又如脲甲醛开孔硬质泡沫塑料采用机械发泡法。

此外,该生产原有工艺中采用的发泡剂氯氟烃会导致大气层臭氧层的破坏,对人类生态平衡不利,实验室工艺中发泡剂改用了生理毒性较小的正戊烷。

2.1.3 与学生创新成果相结合,组建设计性实验 在实验室开放阶段,曾指导学生对“苯乙烯的悬浮聚合”进行改进。实验教材上选用的分散剂多为聚乙烯醇类的有机分散剂,但是理论上也可用无机分散体

系。该实验要求学生自选分散体系,进行实验步骤设计,确定实验所需仪器设备及药品。学生有选用 $Mg(OH)_2$ 为分散剂的,也有选用聚乙烯醇为分散剂的。当分散介质蒸馏水为 100mL,引发剂过氧化二苯甲酰为 0.6g,苯乙烯单体为 20mL,搅拌速度为 250r/min,在 $85^\circ C$ 反应 3h,分散剂用量选用 1mol/L $MgCl_2$ 溶液 3mL 和 1mol/L NaOH 溶液 6mL 或 0.3%(wt)聚乙烯醇溶液 8mL,所得产品颗粒均匀且直径较大。前者所得直径 2.0~2.5mm,后者所得直径 3~3.5mm。

因为是设计实验,只要实验方案切实可行的,都可进入实验室做实验,所以学生所选分散剂用量和搅拌速度等都不尽相同。但也恰恰是这种不同,让学生直观地认识到悬浮聚合的一些特点:搅拌速度较大时,颗粒粒径较小;无机分散剂用量过多时,产品的透明度不好;聚合后如不进行表面处理,颗粒表面会残留有分散剂。

2.2 增加研究性实验项目

要求每位学生限选一个研究性实验项目。比如“聚丙烯(PP)/蒙脱土(MMT)纳米复合材料的制备及热性能分析”实验是根据老师的科研方向提炼出来的实验项目^[6]。教学与科研相结合,用高水平的科研带动实验课教学,培养了学生的初步科研能力和创新意识。

通过高分子化学理论知识的学习,学生已经知道 Ziegler-Natta 引发剂的发现在高分子科学的发展史上具有划时代的意义,但其主要原料三乙基铝在空气中能自燃,遇水爆炸,对人体有灼伤作用; $TiCl_4$ 与水接触会发生剧烈反应,冒白烟,对呼吸道有刺激作用,而且该引发剂在空气中放置会失去活性。因此,在引发剂制备及使用时都要采用无水无氧操作,且氮气必须为高纯氮气。通过该探索实验,学生很好地掌握了无水无氧操作技术,如双排管的使用、注射器法(见图 1)和内转移法(见图 2)移取溶液。

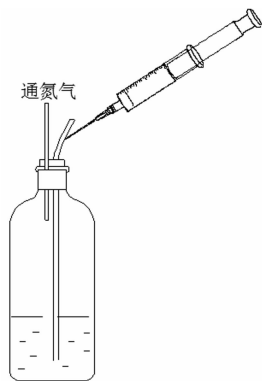


图 1 注射器法移取溶液

Figure 1 Transfer solution with a syringe

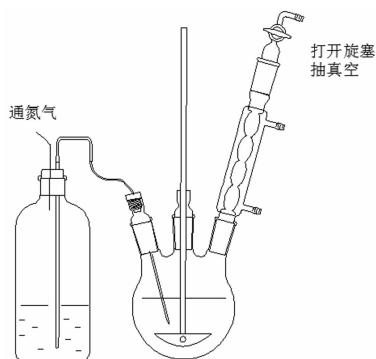


图 2 内转移法移取溶液

Figure 2 Transfer solution by a tube

为提高复合材料的热稳定性能,采用化学反应法制备了 $MgCl_2$ -MMT 复合载体型 Ziegler-Natta 催化剂,通过单体原位插层聚合法有效地制备了剥离型 PP/MMT 纳米复合材料。通过该实验,学生了解了蒙脱土有机改性的方法,掌握了 Ziegler-Natta 复合载体催化剂的制备方法,掌握了一种聚合物/无机纳米复合材料的制备方法——单体原位插层聚合法,了解了无机材料对高分子材料的改性作用。

2.3 健全实验室开放制度 配合学生探索性实验

因为课程学时有限,学生有时不能完成高分子材料的性能测试与表征实验内容。通过开放实验室,学生一方面可以继续实验,另一方面可根据个人兴趣,进行探索性实验。为了方便解决学生疑问,高分子化学实验室每天安排有老师值班,随时解答学生疑问。学生探索性实验已经取得一定成果。如“蒲公英橡胶的制备及物理性能研究”,采用组织破碎机破碎蒲公英植株的根部组织,用环己烷萃取破碎物中胶乳成分,将萃取液与水共沸蒸馏,抽滤后得蒲公英橡胶。粘度法测得蒲公英橡胶的粘均分子量为 4.9×10^5 ;红外光谱法测试显示,所得蒲公英橡胶与天然橡胶的结构相似;差热-热重分析法测得蒲公英橡胶失重 15% 的温度为 $271^\circ C$,此数值与天然橡胶的测试结果相接近。该项目综合运用了有机化学、高分子化学和化工原理等课程知识,2011 年 7 月获得了第十二届山东省挑战杯大赛三等奖。

学生除了可以当面向老师请教外,还可通过《高分子化学实验》课程网站、QQ和飞信与指导老师取得联系。每个老师负责6~8位学生、2~3项探索性实验项目。

3 结语

实验技术讲座的开展、综合性实验的开设,使学生可以系统地掌握高分子实验技术、高分子材料的合成及性能表征的方法,完善了学生的知识结构。研究性和探索性实验项目切实提高了学生的创造性思维及创新能力。工程性实验项目培养了学生的工程意识,为培养应用型人才提供了新的途径。开放实验室为全面提高学生的创新能力、实践能力提供了有力支持。总之,通过高分子化学实验教学体系改革,有效提高了学生的创新能力和工程实践能力。

我们将进一步加强实验教学的研究与探索,不断进行实验教学的改革,提高实验教学水平,为全面培养创新性应用型的高素质人才而努力。我们将从以下几点继续努力:(1)深化教学改革,不断将最新的科研成果应用到教学中;(2)进一步加强实验教材建设,更新教材内容;(3)加强教学队伍建设,吸收高学历高水平的教师加入到实验课程教学队伍中;(4)以精品课程建设为契机,完善课程网站建设,增加知识的先进性、全面性、导向性。

参考文献:

- [1] 材料科学与工程教学指导委员会. 高等学校材料化学专业规范(讨论稿). 2006, 1~2.
- [2] 王丽梅. 化学工程与装备, 2011, (1): 219~220, 216.
- [3] 潘祖仁. 高分子化学(第四版). 北京: 化学工业出版社, 2007, 36~37, 135~136.
- [4] 李新娟, 徐桂清, 胡志国. 高分子通报, 2011, (7): 113~115.
- [5] 黄锐. 塑料成型工艺学(第2版). 北京: 中国轻工业出版社, 2000, 271~274.
- [6] 王丽梅, 贺爱华, 董金勇, 韩志超, 黄雅钦. 石油化工, 2006, (9): 881~884.

Teaching System Construction of Polymer Chemistry Experiment and its Function on Training Creative Applying Talents

WANG Li-mei

(Department of Chemistry, Dezhou University, Dezhou 253023, China)

Abstract: Polymer chemistry is an important technical basic course of material chemistry discipline. It is a subject based on experiment, so polymer chemistry experiment is an important component of polymer scientific research and polymer teaching. In this course, students learn all kinds of experimental techniques and methods after they have a grip of polymer chemistry knowledge and their basic capacity in scientific research and technological development are cultivated. From the view of the requirement of qualified personnel on polymer materials, in order to train creative applying talents, the new teaching system is established by giving lecture on experimental technique, improving basic experiment to comprehensive experiment or designing experiment, adding researching experiment. The new experiment contents contain material properties and engineering process. Practice proves that innovative ability and engineering practice ability of students are improved.

Key words: Applying talents; Polymer chemistry experiment; Basic experiment; Experimental teaching