

高分子科学实验教学改革初探

殷勤俭, 周 歌, 何波兵, 陈 弦, 陈民助, 江 波^{*}

(四川大学化学学院, 成都 610064)

摘要:设想将高分子化学、高分子物理和高分子成型加工三门实验课程有机地串联起来, 建成一门包括从高分子材料设计(用计算机软件进行分子设计、性能模拟)、聚合物合成、性能测试(物性表征)到加工成型(制成高分子材料制品), 能环环相扣、互动式的、柔性化的高分子科学实验课程; 提出了初步的实践方案。

关键词:高分子科学实验; 柔性实验课程; 互动式教学

我国的高等教育由以往的精英教育改为了素质教育, 高等教育的目的也逐渐趋向于实用性和创造性, 各高校专业的设置渐渐向宽的方向发展。化学是一门中心的、基础的、实用性的学科, 高等化学的教育除了要传授学生化学知识和技术以外, 更重要的是要训练学生科学的方法和思维, 培养科学精神和品德。化学实验是化学教学的主要手段, 就是在教师指导下进行科学实验, 训练学生用实验来解决化学问题。

高分子材料已深入到人类生活和生产的每一个角落, 不仅在材料结构中金属材料、无机材料形成三足鼎立, 高分子化工也在化工工艺中与无机化工、有机化工平分秋色。高分子科学又是一门实用性和实验性都很强的学科, 是化学、化工、材料等专业必须修读的基础课程, 与原来的四大化学并列, 成为了第五大化学。实验是高分子科学教育中最有效的教学形式, 它既可以帮助学生建立和巩固高分子科学的基本概念和基本理论, 培养科学素养, 又可以锻炼学生的综合技能。以往的教学无论是理论课还是实验课, 几乎都是传统的“填鸭式”, 实验课程没有连贯性, 各实验课都只按自己的特点组织实验内容, 相互之间没有交叉、衔接; 教学内容僵化, 基本上都是验证性的。

当代高等教育又受社会发展、知识量激增以及 Inter Net 普及的影响, 呈多学科交叉、涉及面宽广而学时数却不断缩短的趋势影响。作者认为将高分子实验课中聚合物的分子设计、合成、加工和测试等实验内容互相串联起来组成一门环环相扣、有机结合的高分子科学实验课程, 必将引起学生的浓厚兴趣和高度重视, 也是高分子教学改革的必然趋势。

1 将实验课程系统化、柔性化

高分子科学是一门应用性很强的学科, 现代高分子科学应该包括高分子化学、高分子物理、高分子工程(高分子合成和成型加工)几部分, 是一个有机的统一体。同时高分子科学又是一门实验性很强的学科, 高分子科学实验也是一个统一体, 缺少任何一部分都不完整, 而我们以往的课程设置却将它人为的割裂开, 分成高分子化学实验、高分子物理实验和高分子成型加工实验。理科学生基本都没有开设高分子成型加工实验课, 高分子理科的学生毕业后不知道注塑机、挤塑机, 工科的学生不知道自由基聚合时发生自动加速的原因和现象也就不足为奇了。

现有的高分子化学实验大部分都是一些聚合方法的罗列, 如用自由基聚合、离子聚合、缩聚、开环聚合等来制备一些常见、简单的化合物。而物理实验则主要是测定聚合物溶液性质、结晶形态以及热、电和力学性能等。化学实验合成出来的样品只作简单的称量、观察后就丢弃, 做物理实验则需另外准备聚合物样品, 学生不知道所制备出来样品的分子量、结构及其它物理性质和有什么用途。这样的课程设置让

基金项目:四川省高等教育人才培养质量和教学改革资助项目;

作者简介:殷勤俭(1969年—), 男, 博士, 讲师。主要从事高分子合成和功能高分子材料的制备研究。

*** 通讯联系人:** Tel: 028-85418112, E-mail: jiangbo@china.com

学生颇有支离破碎甚至自相矛盾之感,那么为什么不设法将两门课有机地整合为一体呢?合成出样品后,测定其分子量等物理参数,然后加工成制品测定其使用性能。再返回去改变反应条件或方法制备出另一样品,重新测定其物理参数,制成制品,这样让学生比较后分析其原因,一定会加深对实验内容和相关理论知识的理解与掌握。

因此,可以将高分子化学实验、高分子物理实验以及高分子成型加工实验等多门课程有机地串联起来,形成一门能环环相扣,集知识性、趣味性为一体,互动式的柔性高分子科学实验课。让学生学习从高分子化合物的分子设计(利用计算机软件在分子科学研究中的应用和理论指导作用)、聚合物合成制备、基本性能(分子量和分子量分布、力学性能、热性能、电学性能等)测试到将聚合物加工成型制作成高分子材料制品的连续“链”组成的实验内容。用一条贯穿始终的“链”,辅以多个含多项内容的实验单元,根据可能拥有的学时数来安排教学内容,这个“链”可粗可细,可长可短,但必需完整、系统化。

2 把计算机技术引入到高分子科学实验教学中

随着计算机技术的发展,用计算机模拟真实发展体系的结构与行为的方法已逐渐形成了一个全新的领域即“分子模拟”。高分子化合物结构与性能的关系非常密切,高分子所有的性能都与其结构有关,整个高分子科学研究都是围绕聚合物的结构与性能展开的。计算机技术非常适合于高分子科学研究。迄今已有大量计算机软件用于高分子科学中的链结构、凝聚态结构、Monte Carlo 模拟以及聚合物材料设计等,但很少见到用计算机开设高分子教学实验的报道,这一方面是因为受传统教学方式的影响没人愿意去尝试改革,另一方面可能是成本因素,国产软件质量都欠佳,而一个稍好一点的进口正版软件动则就上万美元。但作者认为计算机技术已成为不可逆转的时代特征,现代科学研究必需借助计算机手段,而且与传统的动手实验相比,高分子教学中的计算机实验无疑将在直观性和兴趣性方面有它独特之处。

作者曾用美国 Accelrys Software Inc. 的“Materials Studio Modeling”软件来开设了两个实验,即《用“MS Modeling”软件构建全同立构聚丙烯、聚乙烯分子并计算它们的均方末端距》和《用“MS Modeling”软件计算聚丙烯酰胺水溶液中在盐存在下分子尺寸和构象变化》。该实验使同学们以前只能靠想象去理解的微观分子运动,变得可以直接在屏幕上看到,象动画片一样逼真。屏幕上大分子链和三维空间的旋转以及分子之间的作用栩栩如生,有以前用实体分子模型根本达不到的效果,一下使学生做实验的兴趣大增,争着到计算机上去亲自操作。

3 改实验的“验证性”为“探索性”,增加学生自主性

现行的实验课程基本上都是验证型的,在实验教材(讲义)上已将实验过程中要用到什么试剂、多少量、实验时的操作步骤以及可能出现的实验现象和出现某种现象后如何处理等都详细的告诉了学生,学生就拿着老师提供的原料药品、器材按教材上写的步骤依样画葫芦做一遍。实验课成了一个简单的复制过程,缺乏探索性和实用性。

作者试着在实验教学这个舞台上,将教师由“主角”变成“导演”,将学生由“观众”变成“主角”。教师在实验教学中先引导学生提出问题,指导学生去设计、探索解决问题的方法,然后由学生自行设计实验方案、准备实验原料器材,教师指导完成实验,收到了良好效果。

4 增加实验的趣味性和创意性

大多数学生都觉得做化学实验比较枯燥,特别是高分子科学实验,实验时间比较长,过程变化慢,学生难以产生兴趣。作者在 2004 年的高分子设计实验中稍做了一些改革,就让学生对实验有了美的感觉,觉得做实验是一种乐趣了。例如在“双酚 A 型环氧树脂的合成与粘接”实验中,作者不再只让学生合成一杯简单的环氧树脂糊,而是将实验向前延伸。在实验前让他们去实验室外面的银杏树上采回一些精美的银杏叶子或准备几张自己的小画片、小照片,实验合成出环氧预聚体后加入少量颜料,调成一定颜色的透

明浆料,然后让学生将准备好的银杏叶或小画(照)片放到模具中,倒入预聚合产物进行灌浆、封口、加热固化,脱模后就得到一个自制的美丽画框。有的学生还饶有兴趣的将“画框”打磨、抛光、钻孔,制成钥匙牌、台历板等,后来的同学还嵌入日期条或赠言作为纪念品保存,他们觉得很有成就感,不但对高分子而且对环氧树脂都产生了浓厚的兴趣。这种实验教学方式虽然看起来没有传统的实验教学方式规范、整齐,也对任课教师的管理增加了难度,加大了工作量,但学生的兴趣却空前高涨,对实验的认识也大大加深。

5 改指导性为互动性

如何激发学生的学习积极性一直是作者探讨的重要问题之一。作者认为要把课堂教学搞活,首先要求教师的思想要“活”,指导实验课的教师要性格开朗,思想活跃,在实验过程中既要做引导者,又要做个合作者,不能象讲授课一样只站在讲台上滔滔不绝,要深入到学生中去,和他们一起动手、探讨。其次是对实验课堂不能要求象授课教室一样做到鸦雀无声,大家摒神凝气,在实验课上可以让大家充分讨论,允许提不同意见,教师也要注意听学生的意见,和他们交谈,倾听他们对实验的感受和建议。

6 实验要体现新颖性和时代性

实验课程不能拘泥于教材和讲义,要有时代特色,对那些已不常使用的实验技术,要下决心从教学实验中删去。例如在“用熔融缩聚法制备涤纶树脂”实验中,实验教材和讲义上都是先用对苯二甲酸二甲酯与乙二醇发生酯交换生成(对苯二甲酸二- β -羟乙酯)BHET,然后再用 BHET 在高温、真空条件下熔融缩聚成聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。实际上这种工艺在工业生产中已不再使用,如果在实验教学中还采用此方法,学生毕业后到实际工厂中根本见不到,他们就会觉得自己所学不能得到所用。作者就将实验改为用精对苯二甲酸(PTA)与乙二醇在高温、高压直接酯化,然后缩聚成 PET 的连续工艺,让学生感到了实验教学的实用性。

另外在高分子科学的发展历程中,基本上都是应用超前于理论。高分子科学的应用性很强,很多在实际生产和生活中已得到广泛应用的高分子材料,可能还根本没有找到理论依据,况且高分子科学的理论也很不完善,经验性很强,所以高分子科学实验一定要结合时代特征,尽量开设最先进、最实用的实验题目,使其具有新颖性和时代性。

7 开发应用型实验、培养进取创新精神

高分子科学实验为培养创新精神提供了最佳环境,尤其是开发一些能联系实际生活的应用型实验,可使学生亲身感受到高分子科学实验的实用价值,能强烈激发学生的创造动机。例如,作者在综合实验中将以前的“醋酸乙烯酯乳液聚合”实验改为“环保型纸张粘接剂的制备”,这个实验操作比较简单,但是应用性很强。在实验前一周,作者告知学生实验题目,做了指导性建议(可以用醋酸乙烯酯乳液聚合,也可以用聚乙烯醇缩醛化,还可以用淀粉改性等),让他们做完实验后相互比较自己制备的粘接剂的环保性、生产难易程度、质量、成本等。很多学生并没有采用实验教材和讲义上提供的参考方案,而是自己去查阅相关文献,拟出方案来跟老师探讨。实验完后发现学生们做的粘接剂虽然质量都不是很好,但他们在各自的实验中都溶进很多自己的思想,显示出了前所未有的自信,实验教学的内容也得到了延伸。

串连互动式的柔性高分子科学实验课程是一种新的教学方式和理念,虽然可促使学生积极投入、主动配合教学,有利于训练学生的实验技能与综合能力,但还有待于在实际的教学过程中不断完善和提高。

参考文献:

[1] 张其锦. 教育与现代化, 1995(3), 28~30.

[2] 萧聪明. 高分子通报, 2006(1), 70~72.

[3] 店启昕, 承建军, 韩哲文. 化工高等教育, 2005, 86(4), 69~70.

- [4] 何平笙, 李春娥. 高分子通报, 2000(2), 95~96.
- [5] 谈晓宏, 何平. 实验技术与管理, 1999, 16(3), 96~97.
- [6] 杨利庭, 赵敏, 高俊刚. 高等理科教育, 1997, 16(2), 50~52.
- [7] 王香梅, 张丽华. 华北工学院学报(社科版), 2003, 19(1), 42~44.
- [8] 杜崇旭, 孙静, 郑维. 大学化学, 2004, 19(3), 21~23.
- [9] 何曼君, 卜路嘉. 化工高等教育, 1992(4), 53~57.
- [10] 四川大学化学系高分子教研室编. 高分子科学实验. 成都: 四川大学出版社, 1988.
- [11] Williamson K L. Microscale Organic Experiments. Henth, 1987.
- [12] E. L. 麦卡弗里. 高分子化学实验室制备. 蒋硕健等译. 北京: 科学出版社, 1981.
- [13] D. 布劳恩, H. 切尔德龙等著. 聚合物合成和表征技术. 黄葆同等译. 北京: 科学出版社, 1981.
- [14] 北京大学化学系高分子教研室编. 高分子实验与专论. 北京: 北京大学出版社, 1990.

Preliminary Discussion on Teaching Reformation of Polymer Science Experiments

YIN Qin-jian, ZHOU Ge, HE Bo-bing, CHEN Xian, CHEN Min-zhu, JIANG Bo^{*}
(College of Chemistry, Sichuan University, Chengdu 610064, China)

Abstract: The preliminary plan and actualized blue prints were presented, which was to construct an interact teaching, interpenetrative and flexible polymer science experiment course combined polymer chemistry, polymer physics and polymer process. Students learn from molecular design to synthesize polymer compounds and character properties of the materials, them process them to an utilized produce in this course.

Key words: Polymer science experiments; Flexible experiment course; Interactive teaching