

高分子树脂合成技术特色实验教学改革初探

袁泽红, 杨 光

(北京航空航天大学材料科学与工程学院, 北京 100191)

摘要:实验教学在高分子材料科学中占据着十分重要的地位。为进一步突出实验教学内容的专业特色、强化学生专业技能、提升学生的创新与科研能力,在原有综合实验教学体系的基础上,以耐烧蚀性酚醛树脂的研究为典型,为高分子方向的四年级本科生增设了一门更具专业特点的高分子树脂合成技术特色实验,进而实现人才培养的目标。

关键词:高分子材料; 酚醛树脂; 特色实验; 实验教学改革

引言

实验教学的全过程对于巩固大学生科学知识,提高实验技能和动手能力,培养科学研究方法,提高科研能力,形成科学品质,弘扬科学精神起着理论教学不可替代的作用^[1]。随着科学技术的不断发展,社会对大学生科学素养提出了更高的要求。北航本科教育致力于培养热爱科学事业,基础知识扎实,具有创新意识,善于自主学习,实践能力较强,获得专业基本训练的高级专门人才。实验教学在加深学生对理论知识的理解以及培养学生的实验技能,动手能力和创新能力方面至关重要,因此为实现人才培养目标,在教学内容中实现教学改革尤为重要^[2~4]。

1 特色实验内容的选题依据

特色实验应具有一定的研究性、设计性和开放性,实验的内容设计需贴近生活实际应用,从而有助于激发学生兴趣。通过引入当今热点研究课题内容,将科研成果转化为教学实验,更能有效地启迪学生探索精神。目前,我校越来越多的本科生选择考研,且学生毕业后都优先考虑进入航空航天领域就业,因此,本科生实验教学需将专业理论知识与应用实践有机结合,充分发挥本科实验教学对于本科教学与研究生培养和就业的纽带作用。北航材料学院高分子及复合材料系结合我校的航空航天特色以及高分子方向的专业特点,深入分析现今航空航天领域对本专业人才的需求,试图通过在原有综合实验教学体系^[2]的基础上,为高分子方向的四年级本科生增设一门更具专业特点的以航空航天用耐烧蚀树脂改性作为主要内容的特色实验,以进一步提高学生专业实验技术水平,实现学生创新能力和科研思维的培养。

树脂基体对烧蚀复合材料的性能有着举足轻重的影响,因此选择优良的树脂基体对改进复合材料的烧蚀性能起着重要的作用。开发可取代 C—C 复合材料的低成本、高性能的树脂基抗烧蚀复合材料是国内外常规和战术导弹发展的主要方向^[5]。由于酚醛树脂耐烧蚀性能良好,尤其具有突出的瞬时耐高温烧蚀性能和较好的耐冲刷性能,因而在宇航工业中长期作为耐高温抗烧蚀复合材料的基体材料。近几十年随着火箭和宇航技术的发展和进步,对耐烧蚀复合材料基体的耐热性和耐烧蚀性提出了更高的要求。传统的酚醛树脂由于分子结构的限制,其耐烧蚀性受到一定的限制,而且在高温烧蚀过程中会降解严重,容易在材料中产生较多的孔洞和开裂,使材料极快损耗,因此难以满足更高的要求。但酚醛树脂有广泛的

10.14028/j.cnki.1003-3726.2016.03.014

收稿:2015-06-02;修回:2015-07-14;

基金项目:北京航空航天大学教学改革资助项目;

作者简介:袁泽红(1986—),女,四川人,助理实验师,硕士,主要从事高分子化学实验教学以及高分子材料的合成及材料热性能和结构的研究工作。Tel:15210983412,E-mail:zhyuan@buaa.edu.cn.

改性余地,且价格低廉,工艺性能良好,因此酚醛树脂的改性就成了耐烧蚀材料基体树脂的研究热点^[6~8]。

因此,我院以耐烧蚀性酚醛树脂改性作为典型,设计了包含含硼有机单体硼酸三苯酯的合成和硼改性酚醛树脂的制备两个部分的高分子树脂合成技术特色实验,进而打开高分子树脂合成与改性研究的窗口,引导学生对高分子材料的研究进行全面的了解和深入的思考。

2 特色实验的设置与实施

2.1 加强专业知识面的扩充,注重自主设计与互动性以及学生专业实验兴趣的激发

实验在预习思考题的设置方面注重知识面的扩充和问题的发散性,如有机单体制备实验中的“简述酯化反应的基本原理、特点以及影响因素,了解平衡反应需注意哪些方面”、“简述薄层色谱法的基本原理及在有机物分离中的应用”;硼改性酚醛树脂的合成实验中的“如何控制聚合反应进程以及影响产物质量的工艺参数有哪些,高分子材料结构和性能的特征大致都有哪些实验方法”、“简述烧蚀材料的应用、原理和分类以及归纳耐烧蚀性酚醛树脂的改性方法”等。

此外,在实验设置方面注重自主设计与互动性,除了反应配比可自行设计外,实验装置图由学生根据反应条件自行设计。实验教师通过批改预习报告掌握学生预习情况,在实验前讲解时对预习薄弱环节有所侧重,且在实验前与学生之间进行互动讨论,通过分析不同实验对比对实验结果的影响以及实验装置图设计的优缺点,对学生实验起到补充与引导作用。通过特色实验开设目的与意义的讲解,例举高硅氧增强酚醛塑料、碳布(石墨布)增强酚醛塑料等耐烧蚀材料在火箭发动机燃烧室和喷管上的应用实例,以及根据我校现有条件,例举我校航空航天博物馆馆内陈列的航天器返回舱对烧蚀材料应用的原理进行讲解等等,拉近材料与学生实验和生活的距离,激发学生对专业实验的学习以及科学研究的兴趣,调动学生积极性。

2.2 加强分析与解决问题能力以及创新能力与思维的培养,实现专业实验技术水平的提高

实验过程中涉及反应装置图的自主设计、薄层色谱法的掌握、凝胶测试系统的组装以及反应过程的检测与控制等多方面的知识,实验设置多处难点,涉及到理论知识的综合运用、实验操作技能的训练以及需要更多的讨论、互动与分析和一定的创新,有效地促进了学生专业实验技术水平提高,动手能力、分析与解决问题的能力及创新能力与思维的培养。

硼酸三苯酯是制备含硼型耐烧蚀材料的一种常用单体,有机化学中可通过酯化反应原理,利用苯酚与硼酸进行硼酸三苯酯的合成。在制备过程中,硼酸和苯酚的反应是分步进行的,依次得到硼酸一苯酯、硼酸二苯酯和硼酸三苯酯,但整个体系这三步反应可能同时存在,如何控制反应进程,提高目标产物的产率,需要从反应物配比、产物的监测和产物分离三方面入手,这个过程对学生综合运用理论知识和分析解决问题的能力得到了训练。薄层色谱是快速分离和定性分析少量物质的一种很重要的实验技术,具有微量、快速和简便的特点,属于固-液吸附色谱。实验通过薄层色谱法监测反应进程,该过程的难点在于展开剂的选择与极性配比控制,需综合样品的极性、溶解度和吸附剂的活性等因素来考虑。通过薄层色谱分析过程(展开剂的选择和配比尝试、点样、展开、显色),在反复实践、观察与分析过程中,让学生掌握了有机反应监测与跟踪的基本方法,提高了学生的专业实验技术水平,培养了学生动手能力和独立分析问题与解决问题的能力。

酚醛树脂的改性是在树脂分子结构中引入热稳定性好、柔韧性高、耐磨以及高强度、高键能的一些化学基团或元素,其在性能上互相取长补短,产生协同效应,从而提高树脂的使用性能。现今酚醛树脂的改性方法,包括有机物改性、无机物改性和纳米材料改性等,学生通过文献调研选择并确定实验方案与设计反应装置图,该过程为学生在高分子材料改性方面的创新开发能力提供了窗口,同时为学生在材料改性方面的研究提供了思路。该实验的难点与关键过程之一在于树脂聚合度的控制,通过控制反应工艺条件

来控制产品质量,该过程还涉及到凝胶测试系统的组装以及利用该系统监测与控制树脂分子量的过程,有效地实现了学生专业实验技能以及创新能力与思维的培养。

2.3 将先进的科研用材料分析设备融于本科教学,建设本科实验教学平台

我院实验教学示范中心新购置的傅立叶变换红外光谱仪和同步热分析仪对于研究高分子树脂结构和性能具有重要的意义,特色实验将这两台先进的科研用材料分析设备应用于教学,让学生在本科阶段就接触到先进的科学研究平台,同时注重学生在材料研究与分析方法上的有效掌握,学会拓展学生视野,为将来解决专业和课题中的科学问题打下基础。

在本科四年级的阶段,除了专业实验技能上的提高,创新能力和科研思维的培养尤其重要。材料的研究离不开先进的测试设备和分析方法,特色实验侧重方法教学,通过特色实验的学习让学生学会如何正确的选择分析测试设备,了解有关制样、数据处理与分析方面的基础知识,为学生今后在材料研究方面提供方法和思路。

3 创新点

3.1 实验突出专业特点,注重知识的系统性

实验内容针对航空航天用耐烧蚀性树脂的研究热点进行选材,专业特点更突出,与现今社会需求以及我院研究生阶段高分子专业的课题研究衔接更加紧密。实验从培养具有专业特点人才的角度出发,内容上涵盖了高分子材料的结构设计、合成、改性以及材料结构和性能测试等方面的知识,注重专业知识的系统性。

3.2 采用开放式与兴趣引导的教学模式,实验互动更多

结合应用实例拉近材料与学生实验和生活的距离,增强实验的趣味性。同时,实验包含几个难点环节,有的需要多次尝试与综合分析,此过程在训练专业实验技术水平的同时加强了学生与老师之间的互动,调动了学生的学习热情和主动性。

3.3 将科研设备融于本科教学,注重材料研究与分析方法的培养

将科研设备应用于教学并非仅测试完样品后将数据交于学生,而是利用该科研平台让学生了解设备的原理及应用,掌握材料基本的测试与研究方法,为今后材料研究方面提供思路。

4 结束语

该教学改革已经在我院执行了两年,对培养学生的专业实验技能,掌握高分子树脂合成与改性研究方法,增强学生创新与科研能力起到了重要作用。学生普遍反映实验内容丰富新颖,与专业结合更加紧密,在本科四年级阶段完成该专业方向的专业实验技能培训,接触科学研究方法,有利于今后更好地过渡到实际工作以及研究生阶段学习。此外,学院在实验教学方面十分重视,在我院实验教学示范中心的基础上,会尽可能的为学生提供更好的更先进的实验平台,增强了实验的可行性与推广性,为进一步实现教学改革提供了基础与平台。

参考文献:

- [1] 沈秀,张黎,戎红仁,乔元明,席海涛. 实验室研究与探索,2012,31(3):163~165.
- [2] 杨光,付春娟,李松梅,宫声凯. 实验技术与管理,2011,28(6):242~245.
- [3] 王放,陈志谦. 西南师范大学学报(自然科学版),2014,39(2):156~162.
- [4] 李青山,杨庆祥,张士良,于金库,王明智. 高分子通报,2008(12):80~84.
- [5] 魏化震,高永忠,李乃春,王成国. 工程塑料应用,2000,28(5):4~7.
- [6] 白侠,李辅安,李崇俊,张世杰. 玻璃钢/复合材料,2006(6):50~55.
- [7] 蒋凌澜,陈阳. 玻璃钢/复合材料,2014(7):78~84.

[8] 龚艳丽,邓朝辉,伍俏平,杨新国,李辉. 材料导报 A:2013,27(6):83~88.

Reform of Characteristic Experimental Teaching for Polymer Synthesis Technology

YUAN Ze-hong, YANG Guang

(School of Materials Science and Engineering, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China)

Abstract: Experimental teaching plays a very important role in polymer material science. A new characteristics experiment about polymer resin synthesis technology was designed based on the comprehensive experimental teaching system for senior students majoring in polymers. The characteristics experiment focused on the synthesis and characterization of ablation resistive phenolic resin. The professional characteristic of the new experimental teaching contents is distinctive. The professional skills and the ability of innovative and scientific research of the senior students could be improved effectively, which will promote the goal achievement of talent cultivation.

Key words: Polymer materials; Phenolic resin; Characteristic experiment; Experimental teaching reform