

工程认证背景下高分子材料与工程专业实验教学的改革初探

罗 静*,刘 仁,施冬健,魏 玮,东为富,刘晓亚

(江南大学,化学与材料工程学院,高分子材料与工程专业,无锡 214122)

摘要:基于专业认证视角,分析了高分子材料与工程专业实验教学的现状及存在问题,提出了改革实验实践课程的具体举措。遵循工程认证的三个核心理念(以学生为中心、产出导向、持续改进),聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养,我校本专业对课程体系进行调整,构建了“链条式”实验课程体系,促进理论与实践的无缝对接;对实验课程实施过程性评价,建立了形成性评价与结果性评价并重的评价体系;通过提高综合性与探究性实验的比例,精心设计高分子综合实验,来提高学生解决复杂工程问题的能力。

关键词:工程教育专业认证;高分子材料与工程;实验实践教学;“链条式”实践课程体系

不断提高教育质量是高等教育追求的永恒“不动点”。2006年我国开始工程教育专业认证工作,它以工程教育国际接轨为突破口,通过强化内涵发展提高教育质量,在促进教育意识的更新、标准意识的建立、质量意识的强化上发挥了重要作用^[1]。2016年,我国正式成为《华盛顿协议》缔约成员,工程教育开始正式面向世界,工程专业毕业生从此有机会获得国际市场通行证。基于该协议颁布实施的工程教育认证标准着重强调“以学生为中心”、“以产出为导向”、“持续改进”的教育理念,培养学生具有解决复杂工程问题的能力。

与理论教学相比,实验教学具有直观性、实践性、综合性、设计性与创新性等特点,是高校本科教学中一个重要的教学环节,对培养学生的实践和创新能力有着至关重要的作用,在专业认证过程中占有举足轻重的地位,可以支撑工程问题分析、研究、使用现代工具、个人和团队、沟通等多项毕业要求^[2]。特别是对理工科的高分子材料与工程专业学生,实验实践教学与理论教学具有同等重要的地位,能培养学生独立分析问题和解决复杂工程问题的能力^[3]。

1 高分子材料与工程实验实践课程教学存在问题

然而,在传统的实验教学过程中,还存在以下问题:(1)各实验课程、项目之间缺乏有效的联系和配合。目前多数实验教学在内容和形式上都附属于理论教学,各门实验课程、各实验之间缺少有机的联系和配合,体现不出实验教学自身的连贯性和系统性^[4];(2)综合与设计性实践教学占比不高。验证性实验多,综合性、设计性应用性实验少。教学方式以老师为中心,学生处于被动状态,积极主动性不高;(3)部分实验教学内容陈旧。在当前专业实验教学中,传统、经典的实验内容较多,与时俱进的较少;注重学生实验技能以及实验内容与结果的实验多,培养学生综合能力的实验少;(4)实验评价机制不完善。考核方式单一,缺乏合理科学的考核模式,学生只要完成实验,写好实验报告就可以得到高分。为此,必须对实验教学体系、内容、方法及手段等多方面进行改革和创新,强化对学生解决复杂工程问题能力和创新精神的培养,为学生成长为合格的材料工程师打下坚实的基础。构建一套工程教育专业认证背景下的实验教学改革方案,可以促进教学质量的持续提高,通过增强学生的实践能力、创新能力,为培养国际认可的高分子材料与工程专业人才而服务。

10.14028/j.cnki.1003-3726.2021.05.012

收稿:2019-08-25;修回:2020-04-18;

基金项目:江南大学教育教学改革研究项目(JG2019053);

* 通讯联系人:罗静(1980-),女,博士,教授,江南大学化学与材料工程学院材料系系主任,研究方向为功能高分子材料。
E-mail:jingluo19801007@126.com.

2 高分子材料与工程专业实验实践改革的主要举措

2.1 强化实践育人,建立了“链条式”实践课程体系

根据实验课程本身所处的层次与功能以及它们内在的逻辑,将整个实验实践体系分为基础实验、专业基础、专业实验、应用实践四个阶段,分别培养学生的基本操作技能、专业实验技能、专业工程能力和综合能力(如图 1 所示)。其中低年级所开设的四大化学实验(“无机化学实验”、“分析化学实验”、“有机化学实验”、“物理化学实验”)以及暑假短学期开设的“基础化学实验训练”配合基础化学理论的教学,验证课堂上所学的理论,夯实化学知识基础,培养学生的基础化学实验操作技能,为后续高年级的高分子专业实验和毕业论文奠定良好的基础;“高分子化学实验”、“高分子物理实验”、“专业基础综合训练”这三门实验课程主要训练学生高分子专业基础实验单元操作的能力,对专业技能进行训练,注重学生专业范的养成和专业基本能力的培养;以专业特色与江南大学服务地方产业的发展战略为出发点,我们开设了“高分子成型工艺实验”、“涂料配方与测试”两门高分子材料专业实验课程,进一步培养学生的专业素养。与此同时,我们还安排了认识实习和生产实习,让学生走进江苏金发科技新材料有限公司等五家长三角地区高分子材料企业,了解塑料、橡胶、涂料的生产工艺和生产流程,学生亲自动手操作,增加对行业、企业、工艺及设备的直观认识,使学生了解到行业特点、企业组织及一些材料生产工艺,培养学生的工程能力;大四所开设的“高分子材料综合实验”、“专业课程设计”以及最终的毕业论文促使学生综合运用所学的化学基础知识、高分子专业知识,自行查阅相关资料并设计方案,系统完成高分子的合成、高分子表征、高分子材料加工与改性、高分子材料性能测试等实验内容,运用所学的专业知识解决实验中遇到的问题,解释实验现象和实验结果,全面培养学生综合运用知识的能力、分析解决复杂工程问题的能力和创新思维能力。

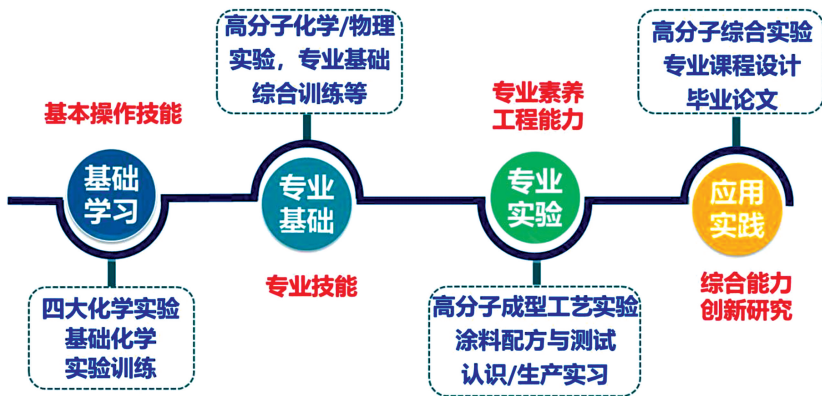


图 1 “链条式”实验实践教学体系示意图

Figure 1 The illustration of “chain” experimental and practical teaching system

江南大学高分子材料与工程专业有三个方向:功能高分子,涂料科学与技术,高分子材料工程。具体以涂料方向的课程为例,涂料方向是高分子材料与科学工程专业的分支方向,也是本专业的特色方向。本专业学生在学习了基础化学知识和高分子化学、高分子物理等专业课程后,在三年级下半学期开始学习涂料方向的专业知识。我们通过课程体系的连贯设计,建立了“小分子单体的设计—树脂的设计与合成—涂料配方及涂装—涂料实践应用”这一涂料特色链式实验训练体系(具体见表 1),实现了涂料方向专业知识的纵向拉伸,一方面让学生“学以致用”,提升基础课的学习兴趣;另一方面有利于学生掌握扎实的专业基本功。在大二的有机化学课程中专门设计了“小分子单体的合成”环节,并在实验课中加入与之相关的实验训练,纵向拉伸,让有机化学与高分子化学进行有效的衔接。另外,在实践环节中,我们围绕环氧丙烯酸酯类涂料为主题,从环氧丙烯酸酯树脂的合成、表征、涂料配方的调制、固化到最后涂层性能的测试,伴随着涂料相关理论知识体系的深入,将其嵌入到从二年级到四年级对应的专业基础综合训练、

高分子化学实验、高分子物理实验、生产实习、高分子科学综合实验以及专业课程设计等环节中,由浅入深,环环相扣,让学生对整个涂料知识体系有一个比较连贯性的认识。

表 1 涂料方向实验实践课程教学链条

Table 1 The “chain” experimental and practical teaching system of coating direction

年级	实验课程	实验训练题目与实验性质	实验简介
二年级	有机化学实验	丙烯酸丁酯的制备(基础操作性实验)	酯化反应,学习小分子单体的合成.
	专业基础综合训练	环氧树脂的开环反应(基础操作性实验)	学习环氧丙烯酸树脂的合成,了解环氧树脂的开环方法。
		环氧值的测定(基础操作性实验)	采用盐酸丙酮法测定树脂的环氧值。
	高分子化学实验	双酚 A 环氧树脂制备(专业基础实验)	熟悉双酚 A 型环氧树脂制备方法、合成原理及实验室制法。
三年级	高分子物理实验	应力-应变曲线	测试聚合物膜的拉伸性能。
		凝胶渗透色谱(GPC)	测试树脂的分子量和分子量分布。
		动态力学分析(DMTA)	聚合物膜的储能模量、损耗因子。
		示差扫描量热法(DSC)(专业基础实验)	测试聚合物相转变和玻璃化转变温度。
	认识实习	无锡造漆厂	了解涂料的大型化生产和性能测试。
	生产实习	开磷瑞阳化工厂	了解涂料用活性单体的生产和安全环保、废水处理知识。
四年级	专业课程设计	汽车用金属涂料的制备车间设计 (综合应用性实践)	了解和学习涂料车间设计知识。
	高分子材料 综合实验	环氧丙烯酸树脂光固化木器涂料 (创新设计性实验)	合成环氧丙烯酸酯光固化树脂,并对树脂进行表征。
			使用所合成的丙烯酸酯树脂制备光固化木器涂料, 并对配方进行调试,对最终所得的涂层进行性能测试。

经过几年的探索,本专业已构建起一个特色鲜明、层次合理、功能完善并相互融通的“链条式”实验教学体系。在这个实验教学体系中,四个阶段虽有功能分工,但不是孤立和分割的,而是相互渗透、相互融通过和相互促进,形成了完整的链条。基础操作性实验与专业基础实验是开展综合应用性实验与创新设计性实验的基础和前提,综合应用性实验和创新设计性实验是基础操作性实验的深化和发展。

2.2 组建教学团队,调整课程体系,理论与实践环节无缝对接

在本专业最开始的教学过程中,由于种种原因,专业理论课与专业实验课由不同的老师来负责。如高分子化学与高分子物理课程的主讲教师只要按照课程教学大纲的要求负责上讲台讲好知识内容即可,而负责高分子化学实验和高分子物理实验课的教师只要按照实验课程的安排负责指导实验即可,不用过多考虑学生到底有没有相应的理论基础知识,也不用考虑理论课上相应的理论知识如何与实验项目内容衔接。单从教师的角度来看,无论理论课教师还是实验课教师,各自都是认真负责的。可是不难发现,这样课程设置模式是站在老师的角度来安排课程,没有很好地站在学生的角度来对课程设置进行合理的安排。这种做法造成的后果就是专业实验项目与理论课程的关联性不强,会出现实验及应用探究先行于理论知识的尴尬。

为了解决该问题,我们将实验教学与理论教学相互融通,打破两者之间的壁垒,将专业理论和实验课的教师组合成统一的教学团队,形成稳定的教学队伍。专业组建了“高分子化学(实验)”、“高分子物理(实验)”、“高分子加工(实验)”三支教学团队,每支教学团队由三到五名教师组成,以教授牵头,2~3 名骨干教师组成教学核心团队,再辅以一名实验教师。理论课主讲教师需要与实验课教师进行沟通共同安排实验课,并承担一部分实验课的教学。理论课老师与实验课老师紧密配合,定期交流研讨,共同进行教学实践。

另外,我们也采取了在理论课程里开设相应实验项目的措施,也就是一门课程里面同时包含理论与

实验。比如我们在“高分子材料研究方法”课程中,专门设置了 16 个学时的实验环节,授课教师在课堂上讲完相关的理论知识后,让学生进实验室开展“苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物的合成与表征实验”。学生以苯乙烯和甲基丙烯酸甲酯为单体自主设计合适的共聚路线,调控反应参数如单体配比、引发剂加入量等,得到共聚物后对所得产物进行分子量、红外、核磁、差示扫描量热法等表征分析,考察反应参数对所得共聚物分子量、结构和热性能的影响规律,完成一份从设计合成-表征测试-结果分析的实验报告。该实验综合了高分子化学、高分子物理、高分子表征等专业知识,实验项目设置承前启后、互相渗透,学生不仅将高分子材料研究方法这门课与高分子化学、高分子物理课程之间的关系有了一个清楚的了解,还对相关常用的高分子材料研究方法及应用技术融会贯通。另外,我们在“功能高分子设计”与“涂料配方设计”这两门专业课中也专门设置了四个单元实验,如表 2 所示。教师可以根据自己的讲课进度来进行相关实验的安排,在时间和空间允许的条件下做到上午讲理论,下午进行相对应的实验,最大限度地做到理论与实践环节的无缝对接。

表 2 “功能高分子设计”与“涂料配方设计”课程实验
Table 2 The experiments in “functional polymer design” and “coating formulation design”

课程名称	实验项目名称	课程名称	实验项目名称
功能高分子设计	超支化聚氨酯的合成	涂料配方设计	紫外光固化 EA 树脂
	导电聚苯胺的制备		卷材底漆涂料
	光刻胶用丙烯酸类树脂的合成		防腐蚀涂层用胶粘剂
	丙烯酸类树脂在光刻胶中的应用		耐划伤木器漆

2.3 对实验环节实施过程性评价,建立形成性评价与结果性评价并重的评价体系

传统的实验教学模式大多是学生预习实验讲义、教师讲解实验内容与实验原理、学生再按照实验步骤完成的“三步式”实验过程。这种实验教学模式具有以下特点:(1)教师为主导;(2)成绩=实验报告+出勤情况;(3)忽视了对学生科学探究过程和科学态度的评价。该模式下的实验教学带来了众多问题:(1)有的学生不进行实验预习,只带耳朵来听老师讲;(2)实验过程中学生自由散漫,脱离岗位,等待过程玩手机;(3)师生之间缺乏互动;(4)学生不肯积极思考,不愿花力气去解释实验现象和实验结果,实验报告基本上和老师给的讲义一样,千篇一律,结果雷同。这些现象大大弱化了实验教学应有的效果,也不利于学生良好科研习惯和严肃科研作风的形成。

在近三年的高分子化学实验和高分子物理实验教学中,我们尝试采取过程性评价体系,以促进自主学习、思考能力的提高。过程性评价由课前评价(包括预习报告和回答问题,占 20 分),实验过程评价(包括实验操作、实验态度、分析与解决问题,占 40 分),实验报告评价(包括实验结果分析讨论、实验心得,占 40 分)三个部分构成。在课前评价中,预习报告和回答问题的情况各占 10 分,老师不仅仅查看学生的预习报告,还通过提问、交流的方式来检查学生是否已经掌握实验目的、实验原理等。在实验过程中,教师实时跟踪学生操作,及时规范学生的不当或错误操作,避免让错误成为习惯,并督促同学随时注意观察并记录实验现象,与学生进行互动讨论,分析实验现象产生的原因。在这个过程中,教师对每个学生的实验操作与实验现象的观察、记录、分析进行评价打分,这样学生就会认真地对待每个实验。教师要求学生必须在实验报告中详细记录实验步骤、实验现象、对实验现象与结果分析讨论、组别间对比讨论分析实验现象与结果、记录实验心得体会等。教师严格批改实验报告,通过对实验报告的分析,了解同学们对实验原理、实验现象的理解程度。同时针对实验报告所存在的一些问题向学生反馈,指导并帮助学生发现实验过程中存在的问题,并引导其改正学习态度和办法。

2.4 提高综合性、探究性实验在实验环节中的比例

工程认证倡导增加综合性、设计性、探究性实验在整个实验体系中所占的比例,让学生在学中思、在

思中做。我们除了专门设置高分子材料综合实验,还在传统的高分子化学实验和高分子物理实验中引入综合性实验,将综合性、探究性实验在实验环节中的比例提高到 63%。传统的高分子化学实验基本上都是经典的验证性单元实验,学生只需按照实验讲义“照方抓药”,就可以将实验现象重复出来,学生缺乏独立思考^[5]。高分子物理实验则选取现成的高分子材料进行单一的分析测试,而且大多是大型仪器演示性实验,学生仅仅对相关的仪器设备有一个简单的认识和初步的操作。近两年,我们提高了高分子化学实验及高分子物理实验的学分,由 1 个学分扩展到现在的 1.5 个学分。在原有实验项目的基础上,各增加了一个综合实验,综合实验的学时为单个普通验证性实验的 4 倍。高分子化学实验中增设了“苯乙烯乳液聚合实验”,对其进行系列化拓展,通过调整乳化剂、引发剂的用量以及搅拌速度、反应温度等因素,让学生按不同实验条件进行实验,要求同学们观察不同组别的实验现象,引导学生们进行生生交流,对不同实验条件所带来的不同现象以及所得产物的物化性能进行深入的思考与分析。在分子物理实验中,增加了“热固性环氧树脂增韧改性的分析与表征”,放在其它单元验证性实验后面进行。该实验让学生对液体丁腈橡胶增韧改性的环氧树脂样条进行表征与性能测试,分别采取差示扫描量热法、动态力学分析、拉伸性能测试和冲击性能测试等四种前面单元验证性实验中已经训练过的表征方法,综合分析增韧改性效果,考察丁腈橡胶添加量对固化物热性能和机械性能的影响,对比几种不同方法所得结果的差异,要求学生思考造成这种差异的原因。通过该综合实验,学生对相关仪器分析方法及原理解理解更为透彻,仪器操作更为熟练,对相关理论知识掌握得更好,高分子物理期末考试该知识点得分率明显提高。

3 精心设计高分子材料综合实验,培养学生解决复杂工程问题能力

目前国内高分子材料与工程专业的实验课程主要包括高分子化学实验、高分子物理实验和高分子成型工艺实验,分别对应于高分子化学、高分子物理、高分子加工工程这三门核心理论课。其中,高分子化学实验以一些简单常见的聚合物合成及改性为主线,停留在样品合成出来的阶段,通常不做表征就丢弃,学生无法得知所制备得到的样品结构与性能方面的信息。而高分子物理实验以及聚合物成型工艺实验则紧紧围绕“聚合物结构与性能及其联系”这条主线,样品为教师提前准备,学生仅对测得的数据进行处理与分析。这三门实验课程独立设课,缺乏必要的联系,这就对高分子材料科学的整体性造成了割裂,也使学生在实验教学中处于被动地位,学习的主动性和积极性均没有得到激发^[6]。鉴于此,我们在大四上学期开设了“高分子材料综合实验”课程,该课程学时长,共四周,学生有充分的时间进行探索与实践。一共包含六个实验,均为综合性与设计性实验,实验内容均来源于教师的相关科研课题,包含了聚合物的合成、表征、配方设计、加工到性能测试,内容丰富,目的就是让学生熟悉高分子材料科学研究的过程,使学生结合多门课程知识来分析解决问题,培养他们解决复杂工程问题的能力,养成良好的科研作风和科学的态度,为后续的毕业论文阶段打下良好的基础。

以“环氧丙烯酸树脂光固化木器涂料”实验为例(如图 2),实验内容包括:用开环法合成环氧丙烯酸光固化树脂;利用傅立叶红外光谱以及核磁来对树脂的结构进行分析测定,用凝胶渗透色谱测定光固化树脂的相对分子量;涂料配方调试(包括填料助剂的选择、分散方式的选择、涂料黏度的测定);涂料涂装(包括常见的几种涂装方式,如辊涂、刷涂、喷涂);涂层固化:针对涂料领域的前沿发展以及环境保护方面的考虑,选择了两种先进的绿色固化方式——光固化和电子束固化;涂性能测试(包括硬度、柔韧性、耐磨性)等基本性能。在这一综合实验中,学生首先要了解羧基开环反应原理及光交联等基础知识;通过红外光谱、核磁、GPC 等表征手段来跟踪反应的进行,确定环氧丙烯酸光固化树脂的成功合成;了解涂料配方调试中所用填料助剂和分散方式的作用和工作原理,以及这些条件参数对所得涂料黏度的影响;了解常用的几种涂装方式的工作原理和适用条件;了解固化过程所涉及的化学交联机理以及不同的固化过程其自身的优缺点;掌握树脂制备过程中物料配方及各控制条件对所得聚合物的结构、分子量的影响规律,掌握树脂化学结构、涂料配方、涂装工艺以及固化过程对最终涂层性能的影响规律等。通过该实验,学生对

整个木器涂料的制备过程都有了一个清楚的了解与认识,切实提高了学生对涂料的认知和实践水平,提升了学生的工程设计能力。而且,学生会发现要想得到一个综合性能优良的光固化木器涂料是不容易的,如涂料的硬度和柔韧性是相矛盾的。在木器涂料的配方设计中,增加涂层的硬度,必须以附着力和柔韧性、冲击强度几个指标协同通过为好。单单从树脂的结构角度出发往往是“按下葫芦浮起瓢”,解决该问题时涉及多方面的技术和因素,需要综合考虑涂料的配方和固化工艺,从而平衡涂料其他各类性能,避免产生其他不利的问题。



图 2 “环氧丙烯酸树脂光固化木器涂料”综合实验教学内容导图

Figure 2 Flow diagram of “epoxy acrylic light cured wood coatings” comprehensive experimental teaching content

除了实验内容,我们还对高分子综合实验的教学过程进行了改革。在综合实验教学中,没有现成的实验讲义,实验过程由对已知知识的传授变为引导学生主动思考,自发探索未知。学生根据自己的兴趣提前一周选择实验题目,并根据实验的目标和要求,在教师的指导下通过查阅相关资料自行设计实验方案。实验指导老师确认方案的可行性后,学生即可进入实验室进行实验。实验结束后,要求学生进行总结评价,进行 PPT 展示,并以论文形式完成实验报告。综合实验的实施主要分为三个阶段(如图 3 所示):①实验前。教师提出选题,学生进行分组后按小组搜集资料,在教师的适当引导下完成实验路线的设计;②实验中。学生进行实验操作,发现问题,教师参与讨论,并引导学生找出问题所在,并找到正确的解决方案;③实验后。每一组学生需准备 PPT,内容包括实验背景、实验步骤、结果与讨论、结论等。指导教师对小组成员进行提问,并依据评分体系给出答辩成绩。在答辩过程中,教师对学生 PPT 以及讲解

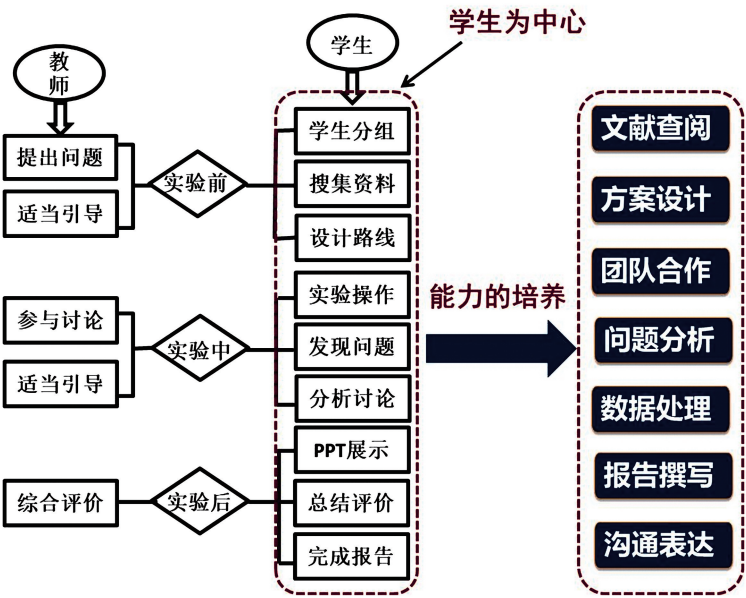


图 3 高分子材料综合实验实施与综合能力培养导图

Figure 3 Flow diagram of implementation and comprehensive ability cultivation of polymer materials comprehensive experiment

中存在的问题,如数据的处理、结果的解释、科学用语等都作出一点评,让学生意识到问题所在,并督促学生在实验报告中进行改正;另外,同一个实验项目不同的小组采取不同的实验方案取得的结果也不一样,学生们可以进行横向比较,通过分析实验结果,得出一些规律。实验报告包含以下几个方面:课题背景、实验原理、实验方案、实验原料和仪器装置、实验结果与分析、结论、感想等。经过老师引导和自身努力,有些小组实验报告写的很好,甚至可以以一篇小论文形式呈现。

要保证综合实验的顺利完成,学生必须查阅相关资料,详细地了解材料制备与表征方法,这在一定程度上也锻炼了学生的文献检索能力和方案设计能力。同时,实验是以小组为单位(3 人一组),因此也培养了学生的团队合作精神。在实验过程中,会碰到各种各样的问题,很多时候都要靠学生去查阅文献以及和指导教师讨论来解决问题,因此培养了学生的问题分析能力。另外,综合实验涉及到的数据比较多,比验证性实验所得到的数据复杂得多,还要对数据进行纵向横向比较,这就促使学生学会专业的数据处理软件与方法,如 chemdraw 和 origin 软件,并熟练掌握其使用方法。最后的 PPT 展示和论文撰写也对学生口头表达和书面表达能力提出了较高的要求,让他们学会如何用科学用语并以逻辑性强的方式来清楚地表达自己的观点,这就锻炼了学生们的报告撰写和交流表达能力。因此,综合实验对学生的综合能力的培养起到了重要的作用。

4 人才培养成效

我们以工程教育认证理念为指引,坚持以学生为中心,聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养,统筹安排实验教学内容,建立了“链条式”实践课程体系,实现了教学资源的优化组合,建立了形成性评价与结果性评价并重的实验评价体系,极大的提高了学生实验的积极性和创新能力,促进了综合素质高、工程实践能力和创新能力强的复合型人才的培养。近年来,本专业学生在一系列学科竞赛中获得多个奖项,表现出较强的创新实践能力和解决复杂工程问题的能力。本专业学生连续四届在全国大学生“挑战杯”竞赛中获奖,斩获一等奖三项、二等奖两项,获得累进创新银奖;并在第四届中国“互联网+”大学生创新创业大赛中获得金奖(2018 年);在第六届全国大学生高分子材料创新创业大赛中获得一等奖(2018 年);在首届全国大学生高分子材料实验实践大赛中获得一等奖、二等奖、三等奖各一项的好成绩,并荣获团体奖(2019 年)。近三年本科生在读期间发表论文 30 余篇,申请专利 50 余项。

参考文献:

- [1] 蒋宗礼. 中国大学教学,2016,11:27~30.
- [2] 杨燕,刘春林,陈智栋,李锦春,王标兵. 高分子通报,2015,11:86~92.
- [3] 蒋姗,杨燕,丁永红,姜彦,张洪文. 高分子通报,2017,5:76~80.
- [4] 卞军. 教育教学论坛,2014,19:26~28.
- [5] 唐萍,王艳色,张春庆,李战胜,张守海,李健丰,曹玉明. 实验室科学,2017,20:104~106.
- [6] 赵颖,罗美香,张安强,吴水珠. 高分子通报,2018,5:99~104.

Experiment Teaching Reform of Polymer Materials and Engineering Specialty under the Background of Engineering Education Accreditation

LUO Jing* , LIU Ren, SHI Dong-jian, WEI Wei, DONG Wei-fu, LIU Xiao-ya
(*Jiangnan University, School of Chemical and Material Engineering, Department of Polymer Materials and Engineering, Wuxi 214122, China*)

Abstract: Based on the perspective of engineering education accreditation certification, this paper analyzes the current situation and existing problems of experimental teaching in polymer materials and engineering majors, and proposes specific measures to reform experimental practice courses. Following the three core concepts of engineering certification (student-centered, output-oriented, and continuous improvement) and focusing on the cultivation of students' ability to solve complex engineering problems, this major adjusts the course system and constructs a "chain" experimental course system to promote the seamless connection between theory and practice. The evaluation system of formative evaluation and result-oriented evaluation is established for the process evaluation of experimental practice curriculum implementation. By increasing the proportion of comprehensive and exploratory experiments and elaborately designing comprehensive polymer experiments, students' ability to solve complex engineering problems is improved.

Key words: Engineering education accreditation certification; Polymer materials and engineering; experimental teaching; "chain" experimental course system