

从高分子实验教学改革谈创新人才培养

杨 燕,刘春林*,陈智栋,李锦春,王标兵

(常州大学 材料科学与工程学院,常州 213164)

摘要:培养创新人才是高校永恒的历史使命,实验教学是理工科院校人才培养的重要环节。本文以培养创新人才为背景,针对高分子材料专业学生学习中积极性不高、理论与实践脱节等问题,开展教学研究与教学改革,从改革实验教学体系,改进实验教学内容,创新教学方法与手段等方面介绍了高分子实验教学改革在创新人才培养中的重要作用。实践证明,这些改革可有效激发学生的学习兴趣,提高学生的动手能力和创新意识,是培养学生综合素质的重要途径。

关键词:高分子实验;教学改革;创新人才

创新是民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力^[1]。培养和塑造一支富有社会责任感、思想道德优良、业务过硬的高质量创新人才队伍,是实施科教兴国战略的重要途径。实验教学是高校本科教学中一个重要的实践环节,与理论教学相比,其具有直观性、实践性、综合性、设计性与创新性等特点^[2,3],对培养学生的实践和创新能力有着至关重要的作用。因此,高校培养创新人才必须重视实验教学,不断探索、改进。

1 高分子实验教学在创新型人才培养中的作用与意义

高分子化学和高分子物理课程是我校高分子材料与工程相关专业学生必修的重要专业课程,也是理论与实践结合十分紧密的课程,其教学质量的高低直接影响人才培养的质量。我国高等工程教育教学改革,其目的就是要在“大工程观”的教育理念背景下,培养能适应 21 世纪社会经济、科学技术、文化发展需要的创新人才^[4]。在高等教育中,实验教学是全面实现人才培养目标的一个重要环节。实践教学的直观性、实践性和探索性赋予了它传授知识、培养能力以及思想品德教育的作用,是培养创新人才不可替代的重要教学环节。尤其是对理工科的高分子材料专业学生,实验教学能培养独立分析问题和解决问题的能力,为今后从事高分子材料相关工作奠定坚实的理论与实践基础。为此,必须从实验教学体系、内容、方法及手段等多方面入手,不断进行改革和创新,强化对学生工程实践能力和创新精神培养,为学生成长为合格的材料工程师打下坚实的基础。

同时,科学、合理的实验教学体系可以有效促进专业建设与发展。以常州大学江苏省精品课程“高分子物理”为例,通过课程和实验课程改革,综合了高分子材料、功能材料、材料加工等专业基础知识,构筑了新的基础平台课程体系,特别是改革实践教学环节,增设了设计性、综合应用性、研究性实验,优化专业人才培养新模式;突出“宽口径、厚基础、高素质、强能力”的创新教育理念,促进了专业建设与发展,使高分子材料与工程专业成为常州大学的特色专业,并获批为国家特色专业和江苏省品牌专业。2014 年 6 月常州大学材料科学与工程学院组织了高分子专业建设研讨班,与会专家对课程建设进行了深入讨论,计划由常州大学牵头,联合南京理工大学、苏州大学、江苏大学等高校,以创新人才培养为理念,针对高分

10.14028/j.cnki.1003-3726.2015.11.013

收稿:2014-12-31;修回:2015-04-21;

基金项目:本文是江苏省高等教育教学改革研究课题(编号:2013JSJG106)、常州大学教研课题(编号 GJY2013020、GJY2014013)研究部分成果;

作者简介:杨燕(1984—),女,汉,助理研究员,硕士,常州大学材料学院办公室主任,研究方向为高分子化学与物理;

* 通讯联系人,E-mail:chunlin@cczu.edu.cn.

子实验教学中出现的问题,提出创新实验教学体系规划,并特别提出由几个高校联合有针对性的编写具有创新人才培养特色的教材,期望从实验教学体系建设推动专业建设,进而推动创新人才培养。

2 改革实验教学,创新人才培养

创新人才的培养是一项系统工程^[5],必须全面提高学生创新思维、实践能力和科学素质^[6],实验教学在培养学生创新能力方面有着特殊的作用。常州大学依托学科优势,坚持以人为本,积极探索,改革创新,将实验教学改革和人才培养结合起来,在促进创新人才培养方面取得了良好的成效。

2.1 改革教学体系

依据材料类专业工程教育认证标准要求,以实验教学目标为导向,构建了以“以人为本,培养实践能力、激发创新精神”为特色的“能力四层次、安全不间断”的高分子实验教学体系。

2.1.1 能力四层次 围绕“加深理论认知、强化操作技能、提升工程能力、培养创新能力”的实验教学理念,搭建了专业基础型、专业技能型、工程实践型、创新研究型的“四层次”实验体系。各层次对学生专业能力的训练各有侧重,循序渐进,持续提高学生的实践能力,启迪学生科学思维和创新意识。

2.1.2 安全不间断 培养具有社会责任感的人才才是高校的社会责任,基于材料行业高度系统集成、安全因素复杂等特点,强化学生在实验过程中的安全意识已成为实验教学的重要内容之一。我校将实验室安全管理和人才培养相结合,注重对学生的安全素质培养,在实验教学全过程中贯穿安全“人格品质、意识思维、安全工程管理”不间断的安全意识行为训练,做到安全意识行为训练四年不间断,培养安全素质高和工程应用能力强的综合性创新人才。

重视对学生的安全教育,将安全教育作为实验室安全建设的重要工具和手段,通过安全教育提高学生的安全素质和安全修养。建立了《实验室安全培训与能力自测》系统,从学生入学到进入实验室之初对学生进行安全与环境保护基本知识的教育;每个实验项目开始前 10min,均结合实验项目进行防火、防爆、危险化学品的安全使用、电气安全与防护、三废处理等相关知识的教育,每个实验项目均制定安全事故应急处理预案;定期组织学生进行紧急事故处理及救援的模拟演练;对进入研究室进行创新科研及毕业论文的学生实行网上随机考试,以获得研究室的准入资格;虚实结合,将收集到的有关材料安全生产问题重现在 3D 仿真环节中,训练学生的安全行为。通过“安全不间断”的安全意识、行为训练,将安全意识固化到学生的专业能力中,提升学生的综合素质。

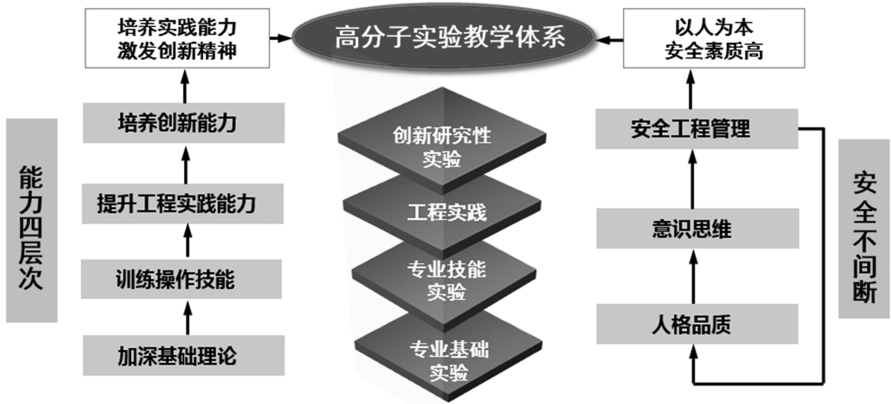


图 1 实验教学体系示意图

Figure 1 Schematic of experimental teaching system

2.2 改进教学内容

2.2.1 注重“两基本,三结合”,持续改进实验教学内容 为了适应当今社会对人才的需求,我们以提升

实验教学内涵为抓手,注重学生的基本规范的养成和专业基本能力的培养(两基本),采取真实体验与虚拟仿真、实验教学与科学研究、实验教学与工程实际相结合(三结合)的策略,对相关的实验教学内容进行了整合。

专业基础实验 使学生学习掌握典型的材料专业的单元操作、数据处理、实验规范和实验方法,注重基本规范的养成和专业基本能力的培养,提高学生的动手能力和实验能力。

专业技能实验 以综合性、设计性实验项目为主,学生在掌握综合应用实验方法的基础上,进一步深化和拓展专业理论知识,采用真实体验与虚拟仿真相结合的教学模式,有效扩展和延伸了现场实验教学。

表 1 专业技能实验一览表
Table 1 Experiments of professional skills

实验课程	实验名称	实验子项目
高分子材料专业实验	高性能化高分子材料制备与应用	聚乙烯熔融接枝马来酸酐反应
		聚乙烯接枝马来酸酐效果评价
		尼龙/聚乙烯/阻燃剂反应性共混挤出
		PET 薄膜表面改性及红外光谱测定
		聚氯乙烯塑料力学性能的测定
		聚合物安全性能评价(阻燃、抗静电、耐腐蚀)
	聚合物配方设计及制备工艺	EPDM 橡胶配方设计及硫化工艺研究
		PVC 配方设计及加工条件实验
		聚乙烯膜工艺实验及抗静电研究
材料虚拟仿真实验	涂料的配方设计、合成及性能测试	涂料的设计与合成
		涂料的性能测试
	压敏胶的配方设计、制备及性能表征	压敏胶的配方设计
		压敏胶的制备及性能测试
	聚丙烯聚合工段仿真	
	聚氯乙烯合成工艺仿真	
	聚苯乙烯合成 3D 虚拟仿真	
	PET 合成 3D 虚拟仿真	

工程实践 充分利用校内实习基地和校外实践基地的优质资源为实践教学服务,将实验教学与工程实际相结合,让学生能够深入到科研和生产第一线,做到认识实习、上机训练、生产实习、课程设计和毕业设计等实践环节连续化、系统化和规范化,培养学生解决实际工程问题的能力。

创新性研究性实验 提供创新研究平台,学生参加教师的科研课题或自主设计创新研究项目,实现实验教学与科学研究相结合。通过学生参加“创新”大赛、全国“挑战杯”科技大赛等竞赛活动,将课内实验和课外训练结合在一起,培养学生的创新创业能力。

2.2.2 坚持教学科研相结合,有利训练学生创新意识与能力 鼓励教学经验丰富、科研能力强,并取得一定成果的教师将科研成果转化成实验项目。由于密切结合实际科研课题,学生通过关联实验项目链的设计、模仿与重现,更加有助于学生创新能力的训练与意识的养成;同时,这些综合性实验的开设,“配合课程教学,培养学生实验设计、仪器选择、测试分析的综合能力”,吻合了工程教育认证对实验课程的标准要求。

例如,我们将教育部技术发明一等奖“典型高分子材料无卤阻燃化关键性技术及应用”和省部级科学技术二等奖“高拉伸混沌混合技术与装备及其在高填充复合材料生产中的应用”等科研成果加以组合,构

表 2 工程实践项目一览表

Table 2 Projects of engineering practice

序号	实验项目名称	实习地点
1	衣架成型技术及工艺	材料成型加工实验实训基地
2	高透明聚丙烯卡套生产技术与工艺	材料成型加工实验实训基地
3	塑料薄膜生产及工艺	材料成型加工实验实训基地
4	中空制品生产及工艺	材料成型加工实验实训基地
5	不饱和树脂工艺品制备	材料成型加工实验实训基地
6	尼龙 6 聚合工艺与设备	江苏瑞美福实业有限公司
7	玻璃钢复合材料制备工艺与设备	江苏恩菲防腐设备有限公司
8	高分子材料的功能化与高性能化	常州塑金高分子科技有限公司
9	高分子材料的再生利用	常州塑金高分子科技有限公司
10	电力电缆的生产与工艺装备	常州昌盛电缆有限公司
11	注射成型工艺与装备	常州胜威注射成型有限公司
12	太阳能光伏器件与系统集成技术	常州天合光能有限公司
13	离子型聚合物太阳能电极制备	常州天合光能有限公司
14	太阳能封装材料	常州亚玛顿有限公司
15	光学 PET 膜的生产	常州裕兴绝缘有限公司

表 3 创新研究性实验一览表

Table 3 Experiments of innovation research

序号	实验项目名称	面向专业
1	星状/支化聚合物的合成与表征	高分子、材化、轻化、化工
2	聚芳酰胺的合成与表征	高分子、材化、轻化、化工
3	嵌段共聚物的合成及其应用研究	高分子、材化、轻化、化工
4	可生物降解聚氨酯的药物可控释放研究	高分子、材化、轻化、化工
5	聚合物半导体的合成及性能研究	高分子、材化、轻化、化工
6	共聚物结晶行为的研究	高分子、材化、轻化、化工
7	HDPE 微孔膜结构与性能研究	高分子、材化、轻化、化工
8	不饱和聚酯增韧改性研究	高分子、材化、轻化、化工
9	含聚硅氧烷共聚物改性 PET 表面的研究	高分子、材化、轻化、化工
10	玻璃纤维增强聚丙烯改性研究	高分子、材化、轻化、化工
11	石墨烯复合材料的制备及其应用	新能源、功能材料、高分子、光电信息、电子科学与技术
12	先进催化材料制备与应用	新能源、功能材料、高分子、材化

建了高分子材料专业实验项目链“聚乙烯熔融接枝马来酸酐—接枝效果评价—尼龙/聚乙烯/阻燃剂反应性共混挤出—聚合物红外光谱的测定—塑料常规力学性能的测定—聚合物阻燃及安全性能评价”。该实验不仅综合了塑料的配方、配制、挤出成型、性能表征等专业知识,在实验过程中学生既要熟悉设备,又要对经常出现的影响制品质量的问题进行讨论,培养了学生的工程分析和解决问题的能力,有利于培养学生学习理论和实践操作的兴趣。

2.2.3 积极发挥科研对教学的反哺作用,不断提高教学质量

(1)科研实践促进学生创新 教师科研项目的大量增加,科研水平的不断提高,为学生的毕业实习、毕业设计(论文)、学生研究计划、开放实验研究、竞赛选题等提供了大量的研究课题和研究内容,增加了学生实践研究的机会,增强了实践研究的能力。近年来,学生毕业设计(论文)题目 85%以上源于教师的科研项目,一批学生承担的开放实验项目和课外科技创新项目都直接或间接来源于指导教师的科研课题。学生参与科研实践,不仅在实践中深化了课程知识,而且增强了提出问题、分析问题和解决问题的能力,培养了创新精神、创新意识和创新能力。

(2)科研平台与实验教学平台资源共享 我校积极协调促进各类科研平台和科研实验室以多种形式向本科教学和本科生开放,将学科和科研的优势条件纳入本科生实验教学之中。这些平台和实验室以各种形式承担本科生相关实验教学任务,提高了综合性、设计性、创新性实验内容,推进实验课程体系改革及实验内容的整合和优化,学生经过与科研过程基本一致的实验程序学习,初步掌握科学研究的基本思路与方法,培养其科学研究和创造性思维能力。

2.3 创新教学方法与教学手段

我校遵循工程教育认证“以学生为本”的理念,经过多年的研究与探索,总结出一套行之有效的“跟进式教育”方法,跟进学生的成才需求,跟进学生的实验学习困扰,跟进学生的能力短板,对实验教学过程中运用的方式与手段进行大胆的改革创新,努力提升人才培养水平。

2.3.1 跟进学生实践动手能力短板,在传统的现场实验教学基础上,引入了网上虚拟、仿真模拟、工程实践,建立集现场教学、网上虚拟、仿真模拟、工程实践“四位一体”多维度实验教学方法,形成了现代化、多元化的实验教学模式。

(1)网上虚拟实验教学方法 以典型高分子材料、金属材料、新能源材料及功能材料的制备工艺过程为原型,自主开发集 2D 虚拟动画展示、多媒体授课、实验预习、数据处理为一体的材料虚拟实验室,涵盖了“聚丙烯聚合工段仿真”、“聚氯乙烯合成工艺仿真”、“挤出成型”、“压制成型”、“注射成型”等多种工艺技术。利用网上虚拟实验平台,将书本中静态的平面工艺流程动态化,将单元操作流程、实验操作视频和实验原理动画等信息生动逼真地呈现在学生面前,丰富了实验教学手段,有效扩展和延伸了现场实验教学,使学生更易于理解和掌握相关专业知识。

虚拟实验室还配备了 Materials Studio 分子模拟软件、ANSYS、FLUENT、PRO/E、Moldflow、离散元软件 EDEM 等涉及聚合反应机理研究、热力学动力学分析、参数化模型研究的教学科研软件,为学生提供了对实验结果进行数据处理及分析的软件平台。

(2)3D 材料模拟仿真实验教学方法 在二维虚拟的基础上,与企业共同开发了 3D 材料模拟仿真平台。场景以真实工厂为背景进行设计,采用烟雾、火焰、声音等特效,真实感强,学生的高逼真的虚拟场景中可漫游和自由穿行,实现人机互动;操作者可以一人多角色全流程体验,也可以多人多角色协同演练。学生通过 3D 材料模拟仿真平台的实践训练,弥补了工厂实习环节实践时间短、动手操作机会少的不足,工程应用能力得到了明显的提高。目前我们已开发“聚苯乙烯合成 3D 虚拟仿真”、“PET 合成 3D 虚拟仿真”。

(3)工程实践教学方法 建立了材料成型加工实验实训基地,配备了双螺杆挤出、注塑成型、挤管成型、超硬材料六面顶液压机等多条与工业化生产相同的材料成型加工生产线。利用实验实训基地的工程化装置条件,促进学生将专业知识用于实践,使他们对生产设备的运行使用、生产工艺过程等环节加深了理解,解决了学生对所学知识不能融会贯通、工程概念不清楚以及工程素质不高的问题。通过工程实践的教学方法,显著提高了学生的工程应用能力,就业优势显著。

2.3.2 跟进学生实验全过程,过程性评价与结果性评价并举,建立综合的实验教学考核方法 探索实验教学考核方法改革,把握实验教学的目标与特点,突出学习、安全、实践和创新等多方面素质和能力的综合考评,建立了过程性评价和结果性评价相结合的实验教学考评机制。同时,还成立了实验教学督导组,

聘任经验丰富的实验教师对学生监督指导,包括实验预习报告、课堂操作、课堂纪律、实验报告,以及遵守实验室规章制度、参与实验室环境、安全卫生工作等。

过程性评价:针对每个实验项目制定出具体的评分标准,包括实验预习、基本操作规范及过程、安全、卫生、环保等,结合网上虚拟实验室的预习情况,客观评价实验过程。

结果性评价:将实验数据误差、数据处理、结果分析、报告撰写、课程期末考等纳入实验项目评分标准中,评价实验结果与学习效果。

2.3.3 跟进学生自主学习、创新实践的需求,形成自主式、合作式、研究式相结合的学习方式

(1)实施开放式实验教学,促进学生自主式学习 充分考虑每一位学习者的自主式发展,始终坚持开放式教学。既可以由学校提供选题,也可以由学生自拟课题,学校为学生提供技术指导、场地支持,构建“以学生为主体、能力培养为核心、挖掘学生潜力为宗旨”的开放性实验教学运行机制。

(2)以科技创新活动为契机,促进合作式学习 建立学生创新实验室,为实践动手能力强、创新内趋动力足的学生提供科技创新活动的场所、装备与指导。学生自行组成研究小组,以课题组的形式合作完成创新项目,促进学生的团队合作能力与科技创新思维能力。

(3)学生参与教师的科研项目,促进研究式学习 学生充分利用教师的研究课题,借助提供的实验教学平台,开展创新性研究。

3 人才培养成效

在多年的探索与实践中,我们以工程教育认证理念为指引,坚持以学生为本,在“能力四层次、安全不间断”的实验教学体系下,突破原有教学方法的界限,统筹安排实验教学内容,实现了教学资源的优化组合,全面增强了学生实验的积极性和创新能力,培养安全素质高和工程应用能力、创新能力强的综合性人才,学生的获奖面与获奖等级迅速提升,成效显著。近三年,共获得国家级大学生创新训练计划项目 13 项,江苏省大学生创新训练计划项目 32 项,省级以上各类学科竞赛奖励 100 多项(其中国家级奖 30 多项),省级优秀毕业设计(论文)16 篇,本科生在读期间发表论文 30 余篇。其中,“固体推进剂硝基胍的连续安全生产工艺”获得第十三届全国大学生“挑战杯”特等奖。

参考文献:

- [1] 李青山,杨庆祥,张士良. 高分子通报,2008(12):80~84.
- [2] 张巧玲,刘有智,杜栓丽. 高分子通报,2010(7):107~110.
- [3] 李俊燕. 广州化工,2014,42(19):207~208.
- [4] 刘春林,李伟明,薛勇. 江苏高教,2010(3):78~79.
- [5] 杨志强. 实验室研究与探索,2013,32(12):130~132.
- [6] 叶秉良,戴文战,杨蔚琪. 实验技术与管理,2008,25(11):131~134.

Preliminarily Study on the Cultivation of Innovative Talents with Teaching Reform of Polymer Experiment

YANG Yan, LIU Chun-lin*, CHEN Zhi-dong, LI Jin-chun, WANG Biao-bing

(School of Materials Science & Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, China)

Abstract: Experimental teaching is an effective form in the colleges of science and engineering talent cultivation, while the colleges undertaking the historical mission of cultivating innovative talents. Based on the background of the cultivation of innovative talents, the new approach was adopted to solve the problem of polymer materials students, such as the low learning enthusiasm and the disconnection between theory and practice. Teaching research and reform was developed to improve the culturing of innovative talents. The purpose is to motivate the students' interest in learning the subject of polymer materials and overcome the separation of theory from practice. Practice showed that these reform measures can effectively stimulate students' learning interest, improve practical ability and innovative consciousness, and it is an important way of cultivating students' comprehensive quality.

Key words: Polymer experiment; Teaching reform; Innovative talents