

科教融合视域下高分子材料专业综合实验教学探索与实践

官贵贞*, 陆 洋

(徐州工程学院材料与化学工程学院, 徐州 221018)

摘要: 基于科学技术的发展、时代的要求, 教育改革势在必行, 科教融合是发展的新趋势。《高分子材料综合实验》是高分子材料与工程专业的一门必修课, 在学生从学校到工作岗位顺利过渡中起着重要的桥梁作用。科教融合在该门课的教学中显得尤为重要, 能使学生综合能力、科学素养得到有效提升。以花生壳吸附剂的制备及其应用为例, 介绍了科教融合的教学方法、实施步骤及教学成效, 涉及理论知识、实践操作、数据处理、现代仪器使用、谱图解析、论文撰写等多门学科知识, 实现了跨界知识体系的交叉融合。科教融合不仅提高学生的兴趣性、积极主动性、综合能力、创新能力、分析解决问题能力, 还可提高学生的专业认同感、成就感、社会责任感, 树立正确的环保意识, 成为推进生态文明建设的中坚力量, 有助培养成具有良好科学素养的新工科复合型创新人才。

关键词: 高分子材料; 综合实验; 科教融合; 案例教学; 综合能力

《高分子材料综合实验》是高分子材料与工程专业的一门必修课程, 学生在学习《高分子化学》、《高分子物理》、《高分子材料研究方法》、《聚合物合成原理与工艺》和《高分子材料成型工艺与设备》等课程的基础上, 开设的一门综合实践教学过程。通过本课程的学习, 使学生了解与熟悉有关高分子材料制品制备、加工过程、分析测试及应用等的实验技术和方法; 掌握过程开发的基本研究方法和常用的实验基本技能; 培养学生创造性思维, 提高实践动手能力。巩固和运用所需专业知识, 理论联系实际, 培养应用观点, 提高分析和解决实际问题的独立工作能力, 培养学生的实际操作能力; 掌握高分子材料产品分析的基本技能, 并初步具备从事高分子材料的研究和开发的能力。培养学生事业心、使命感和务实精神, 巩固专业实习、增强职业适应性, 缩短自我追求和社会需要的差距; 综合运用已学的高分子材料产品的制备、分析测试方法开发新产品; 培养学生独立思考、综合分析、科学思维及创新能力^[1,2]。但目前所设实验内容很多比较陈旧, 大多是验证性、简单的、相对独立实验。难以达到该课程要求目标, 且与《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020年)》和教育部在《关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见》文件中要求的实验教学中应增加综合性和创新性实验, 同时将可持续发展、环保等生态文明理念渗透到实验教学之中, 提高学生的自主学习和独立研究的能力有差距, 难以培养出新工科创新型复合型人才。

科教融合, 将新的科研成果转化为教学内容, 是使其保持前沿性、科学性、实用性的有效途径。能使学生及时了解当前科学领域研究的热点问题及急需解决的问题, 使其具有专业使命性、责任感和价值感^[3~5]。一些高校在科教融合的内容及形式上进行了探究和实践^[6~11]。濮永喆等^[12]介绍了一个新的高分子综合实验项目——聚乳酸基复合材料的3D打印成型及性能检测, 涵盖高分子材料的成型加工、结构分析、物理力学性能检测及新型聚合物材料的设计、合成等内容。刘士荣等^[13]设计了分子印迹水凝胶光子晶体对L-色氨酸的比色检测综合化学实验, 体现了乳液聚合、自组装及超分子化学等前沿领域的相互渗透与交叉。肖勇等^[14]将绿色水热法快速制备荧光碳点实验设计为农业院校研究创新性综合性实验。但这些实验往往专业性、学科性较强, 其开设受到学校的仪器设备和教师的研究方向限制。故此, 本

10.14028/j.cnki.1003-3726.2021.02.015

收稿: 2019-09-26; 修回: 2020-10-26;

基金项目: 中国建筑材料联合会课题(2014-M3-4), 江苏省教育科学研究院课题(2017-R-57116), 江苏省教育信息化研究课题(20172127), 江苏省双创计划(FZ20180295), 徐州工程学院科研课题(XKY2018124), 徐州工程学院教研课题(YGJ1821);

* 通讯联系人: 官贵贞(1973-), 女, 博士, 副教授, 从事功能高分子材料的教学及研究。E-mail: ggz72@163.com.

文就该问题进行研究,意在设计一个具有广泛使用性的高分子综合实验项目—花生壳吸附剂的制备及在吸附重金属方面的应用。该实验为教师的科研项目,简单易操作,而且涵盖了有机化学、高分子化学、高分子物理、高分子分析测试等多学科知识。通过该实验的开设,可有效提高学生分析问题、解决问题及创新思维,同时加深对生态价值观的认识,对于培养新工科创新型复合人才具有重要意义。

1 实验设计思路

科教融合的教学实施不仅在内容上融入科研项目,教学模式也参照科研的形式,教学思路如图 1 所示。提前把实验内容发布给学生,以问题导学形式布置任务,让学生独立查阅文献找出解决办法,列出实验方案。先以团队的形式进行探讨,再与教师一起商讨实验方案的可行性,可确定几种实验方案,分组进行不同的实验方案。通过这些前期问题的设置,已经调动起学生探索的兴趣,迫不及待地准备大显身手。基于综合实验内容较多,耗时较长,故实验室可设置为开放性实验,有专任老师看管,每组学生可根据自己的空闲时间提前预约。根据实验复杂程度,以 2~3 个人一组为宜,遇到问题以便相互讨论,可提升交流能力、团队协作能力,故这也是一种提升学生能力的模式^[15]。引导学生实验现象的观察、实验数据的记录、处理。对于大型仪器,可采用仿真模拟、网络平台等,让学生了解仪器的使用方法,教师可设置一些问题进行测试,了解学生对仪器的操作掌握情况,通过测试的学生可进行操作,没通过的则继续学习。这样可减少学生对现代科研仪器的神秘感和距离感,从而进一步丰富实验内容提高实验兴趣^[16]。不同实验方法的结果进行比较,分析误差原因。通过差异性研究分析,可进一步提高学生分析问题、解决问题及创新能力。实验结果,以科技论文格式撰写,独立完成,对实验过程、现象、数据处理、谱图解析等进行归纳、整理、总结,提高学生的科技论文写作能力。实验考核涵盖实验过程各个环节的表现。通过各方面的实验训练,同学们对科研过程有了较全面的认识,在这个过程中,不仅具备了基本的科研能力,也提高了学生的创新和综合思维能力,有助于培养成具有良好科学素养的“厚基础、善实践、能创新、高素质”的新工科复合型创新人才。

2 科教融合实验案例设计背景及意义

高分子材料如今已经融入到国民经济各个部门和人们日常生活的各个方面,人类已进入高分子材料时代。但目前制备高分子材料的原料仍主要来自于化石资源,但约有 50%~60% 的原料在使用后无法回收利用,且难以在自然条件下降解,若燃烧则会释放出有害气体。因此说基于化石基高分子材料的生产应用,带来资源匮乏和环境恶化的严重社会和经济问题,与目前倡导的生态文明建设相违背。为此各国纷纷加大投入并出台相应政策,鼓励寻找可替代的再生资源和发展可生物降解高分子材料,实现可持续发展和环境保护。我国为农业大国,每年的农业废弃物产量巨大,但目前其未得到充分利用,大量被燃烧或堆放,不仅是资源的浪费还导致环境污染。以农业废弃物为原料制备高分子材料不仅提高资源的利用效率,还使所制备材料更加绿色环保、安全及健康。

在当代社会,随着科学技术的日益发展,重金属引起的环境污染愈加严重,不仅危害到人类的身体健康,还使整个生态体系遭到破坏,尤以水体环境中重金属污染问题较为突出。废水中的重金属可通过离子交换法、高分子螯合剂、化学沉淀法、氧化还原法、膜分离法、吸附法等。用吸附剂吸附水中重金属离子,操作简单、高效、无毒无害尤其受青睐。本文以花生壳为原料提取纤维素经改性制备吸附剂用于吸附镉离子的应用为例,探索科教融合的实践形式,以期促进科教融合教学的开展。

3 科教融合实验教学方法及步骤

3.1 实验前准备

课前 2 周左右给学生发布实验任务,学生通过查阅文献资料完成如下准备工作:

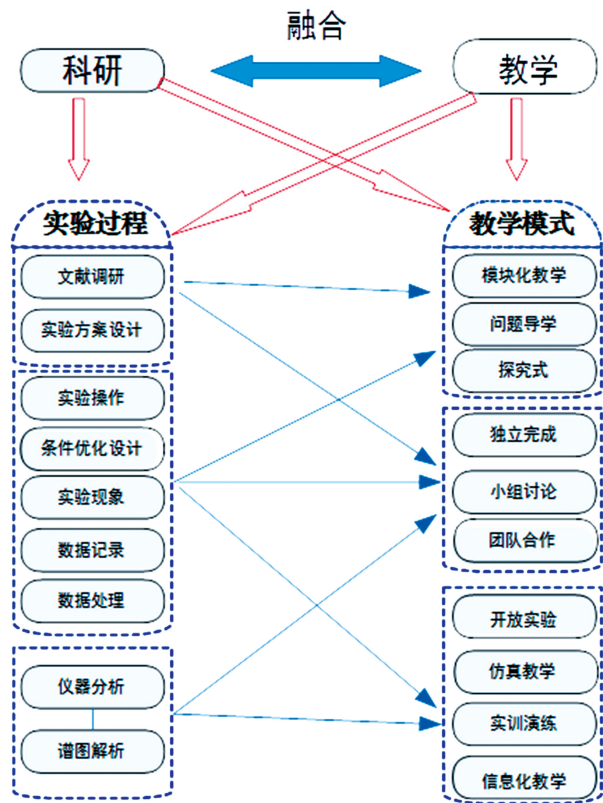


图 1 科教融合实验教学思路

Figure 1 Ideas of experiment teaching of science and education integration

- (1)了解水体污染的危害及治理方法,各种方法的优缺点;
- (2)了解花生壳制备吸附剂的原理,纤维素改性的目的及方法;
- (3)了解镉离子溶液浓度的测定方法,标准曲线的作图;
- (4)通过独立思考及小组讨论,确立可行的实验方案;
- (5)了解 FTIR、XRD、SEM 等现代分析仪器的基本原理、操作方法、用途及谱图解析。

3.2 实验安排

本实验可为高分子材料及相关专业本科生开设,实验的完成需要学生具备一定的化学基础知识,故该实验宜安排在相关专业基础实验之后毕业设计之前,即第六学期或第七学期较合适。总学时为 26 学时,具体安排如表 1 所示,分为课前任务布置及理论讲解(2 学时)、吸附剂的制备(10 学时)、吸附剂的应用(4 学时)、吸附剂的表征(4 学时)和数据处理(4 学时)及论文撰写(2 学时)六部分。其中吸附剂的制备耗时较长,可分步操作(花生壳的预处理、纤维素的提取、纤维素的改性)。实验安排在开放性实验室,学生根据自己的空闲时间提前预约。实验完成后,学生可将实验过程中出现的问题、现象、结果等制作成 PPT,进行汇报、交流、讨论、总结,进行差异性分析,并以科技论文形式上交实验报告。

3.3 实验操作

实验操作步骤包括花生壳的预处理、纤维素的提取及接枝改性、镉离子的吸附性能,如图 2 所示。以 FTIR 研究产品的结构特征,采用溴化钾压片测试,扫描范围为 4000~400cm⁻¹。SEM 观察样品表观形貌,试样在液氮中冷冻脆断表面喷金,加速电压为 15kV。X 射线衍射分析用以分析晶型情况,Cu 靶发射 X 射线,Ni 片滤光,管流为 40mA,管压为 40kV,扫描速度为 10°/min,扫描范围为 5~90°。差热分析(DSC)考察吸附剂的热稳定性;原子吸收光谱法来定量测量吸附后的离子浓度。通过实验过程,学生熟悉和掌握了 FTIR、原子吸收光谱法等仪器的使用方法,并接触到基础实验涉及不到的先进设备如 SEM、

表 1 实验安排

Table 1 Experimental schedule

实验部分	学时	具体内容	涉及知识点
实验任务分解及整体安排	2	以学术讲座的形式,介绍实验的任务分解、实验的重要性及意义、研究背景、实验内容和注意事项等	高分子材料的制备、重金属离子污染治理、学科前沿、文献检索
吸附剂的制备	10	花生壳的预处理、纤维素的提取、接枝改性	有机基础实验知识、高分子接枝改性实验及相关仪器的使用
吸附剂的应用	4	不同条件对镉离子吸附影响;原子吸收光谱的使用、标准曲线的作图方法	影响因素的设计知识、仪器使用及数据处理的综合知识
吸附剂的表征	4	FTIR 对结构的表征;XRD 对结晶情况的分析;SEM 表面形貌分析;DSC 热稳定性分析	现代分析仪器研究方法、谱图解析
数据处理	4	纤维素收率、接枝率、吸附容量及作图方法	实验设计与数据处理、专业绘图方法
论文撰写	2	科技论文完整要求进行撰写	科技论文撰写格式

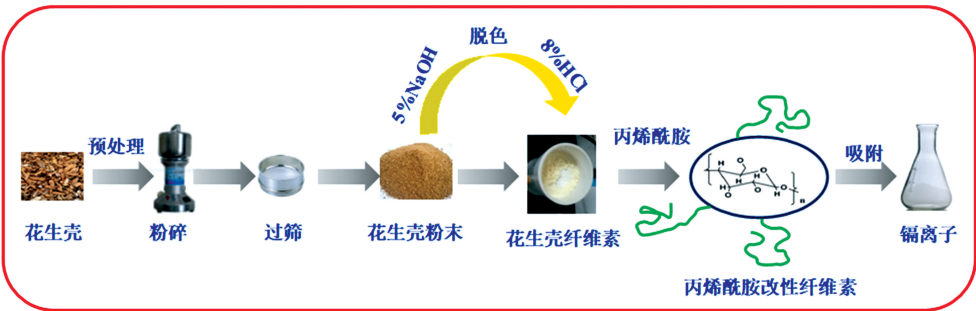


图 2 综合实验流程

Figure 2 Flow chart of experiment

XRD 等,增长了见识,拓展了知识面。

3.4 谱图解析与数据处理

加强谱图解析能力,掌握各种谱图解析的方法、技巧和规律,从中获取重要信息。将所收集的数据,进行整理统计,利用有效数据进行作图,并对结果进行分析,通过逻辑推理,合理判断,得到有用结果,并能用其指导解决实际问题。

3.5 课程总结与评价

以学术交流的形式,进行总结。分组以 PPT 形式进行汇报,与指导老师、同学交流实验过程的问题与收获,实验报告以科技论文的形式上交。实验考核涵盖实验过程各个环节的表现,不以实验成败为标准,侧重解决问题的能力 and 探索精神。

4 科教融合实施成效

4.1 理论与实践相结合,提高专业认同感和成就感

将科技前沿、最新研究成果动态、应用融入到教学内容,理论联系实践,有助于学生对理论知识的理解,拓宽视野,丰富知识,同时了解自己所学专业有所用,增加专业成就感和专业情怀。近年,大学生尤其是化工类大学生,专业认同感较低,看到的都是负面影响,如环境污染、对身体有害等。顾在就业时对化工类工作有抵触,大多就业方向选择与所学专业不相关。教师科研基本涉及解决一些实际问题,将其转化为综合实验,学生就能体会到专业的重要性、实用性,继而转化为动力,增加自己的专业认同感和责任感。

4.2 提高学生兴趣性、积极性与主动性。

将具有实际应用价值、贴近生活的例子设置为实验项目,学生充满了好奇心和极大的兴趣性,积极性和主动性也大大提高。就该案例花生壳制备的吸附剂可轻易的把镉离子从水中除去,达到净化目的。而不同条件下制备的吸附剂及不同吸附条件均会影响吸附性能,这就激发了学生的好奇性、探索性,想揭开引起这种情况的原因。从而改变了传统教学学生被动接受知识的局面,充满热情、主动探究。

4.3 思政教育,增加社会责任感

随着我国时代的发展、经济全球化及信息化,大学生的思想观念、价值取向受多元文化的冲击,思政教育成为高校面临的重要课题。化工类大学生思政教育尤其重要,如何坚守职业道德,不被利欲熏心,树立正确的价值观,坚持以人为本,绿色、环保、可持续发展。把工程伦理教育贯穿在专业学习始终,实践教学更能彰显其重要性。把绿色发展、“原子经济”、环保理念贯穿在产品生产整个过程,使学生把这些意识植根于心,成为一种习惯,赋予良好的社会责任感。

4.4 提升学生综合素质,培养科研素养,提高创新能力

科研成果融入教学过程,教学模式多样化,实验过程综合化、创新化。学生的自主学习、发散思维、创新意识能力以及分析问题、解决问题能力等综合能力得到提高,如图 3 所示。实验前文献资料的获取、实验方案的设计,可培养学生独立思考和决策的能力。实验过程动手操作,现象的观察、分析、讨论,实验结果的总结,亦可能会失败的考验,均可提高学生的团队协作、交流能力、面对挫折的不屈精神。数据处理、论文的撰写,提高学生的科技论文写作能力,规范性、严谨性要求。故在实践过程中,学生的综合能力得到提高,科学素养、创新能力、意志力得到有效提升。

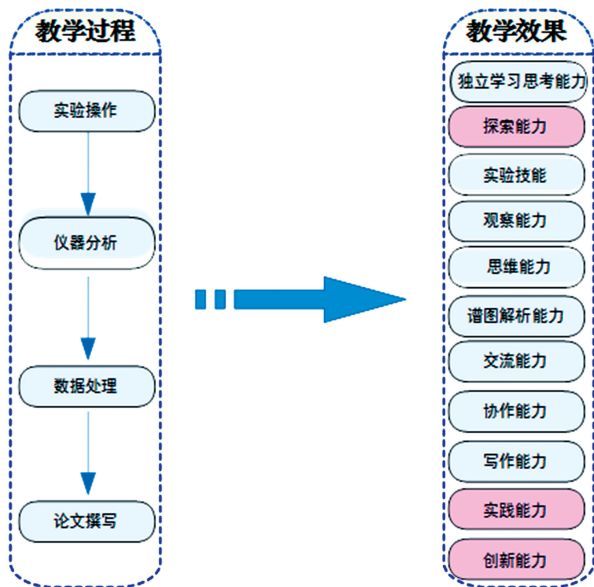


图 3 科教融合教学成效

Figure 3 Teaching effect of science and education integration

5 结论

科教融合,将新的科研成果转化为教学内容,增强了实验教学的趣味性挑战性、提高了学生的积极主动性,培养了学生的专业认同感、社会责任感,树立正确的生态价值观,对培养新工科创新型复合人才具有重要意义。教师科研“花生壳制备吸附剂并用于水中重金属离子的处理”设计为教学实验项目,涵盖可再生资源的利用、绿色发展理念及水体污染处理等当今研究热点问题,体现了知识跨界交叉融合。通过

该实验的开设,可有效提高学生的综合能力和科学素养。由此,该实验是一个非常有推荐价值的综合性实验项目。不同类别学校教学内容、教学时数、教学模式可适当调整。

参考文献:

[1] 王仕峰,潘三水,张勇,李嘉曦,李航. 高分子通报,2017,2:84~87.

[2] 施燕琴,马猛,陈思,吴波震,王旭. 高分子通报,2017,2:88~93.

[3] 顾少轩,祝振奇,雷丽文,赵春霞,徐庆,文进. 教育教学论坛,2019,46:128~129.

[4] 曹江平,邸宏伟,赵文霞,张萍,郭敏慧,丁炜,屈娟娟. 实验室研究与探索,2020,39 (1):191~193,240.

[5] 罗洪光. 高等建筑教育,2019,28 (5):86~90.

[6] 周亭,刘淑贞,杨涛瑞,陈天银,张志庆. 实验技术与管理,2019,36 (4):57~62.

[7] 徐鸣. 化学教育,2019,40 (8):46~50.

[8] Huang M Rong, Tao T, Li X G, Gong Q C. Am J Phys, 2007, 75 (9), 839~843.

[9] 曾鸣,严蕾,潘勇军,范力仁,顾宜. 高分子材料科学与工程, 2011, 27 (10):185~187.

[10] 田林,沃恒选,王翔,陈艳. 化学教育,2018,39 (24):44~48.

[11] 方正军,李靖,邬峰,陈建芳,阳海. 实验室研究与探索,2019,38 (5):160~163.

[12] 濮永喆,舒灏,雷文. 化工时刊, 2019,33 (12):35~36,62.

[13] 刘士荣,杨兆昆,陈明清. 实验技术与管理,2017,34 (1): 168~171.

[14] 肖勇,陈训,陈敏,卢其明,刘应亮. 化学通报,2018,81 (8):763~767.

[15] 杨修洁,胡若娜,张鹏,吴萍萍,殷长龙. 实验技术与管理,2019,36 (5):42~46.

[16] 谢一凡,刘慧中,杨若林,蔡玉兴,金玉杰,李宁. 化学教育,2019,40 (12):40~43.

Exploration and Practice on Comprehensive Experimental of Polymer Material Based on the Integration of Scientific Research and Teaching

GONG Gui-zhen^{*}, LU Yang

(School of Materials and Chemical Engineering, Xuzhou University of Technology, Xuzhou 221018, China)

Abstract:Based on the development of science and technology and the requirements of the times, educational reform is imperative, and the integration of science and education is the new trend of development. “Polymer material comprehensive experiment” is a required course for polymer material and engineering major, which plays an important role in the smooth transition of students from school to work. The integration of science and education is particularly important in the teaching of this course, which can effectively improve students’ comprehensive ability and scientific literacy. Taking the preparation and application of peanut shell adsorbent as an example, this paper introduces the teaching methods, implementation steps and teaching results of science and education integration. It involves theoretical knowledge, practical operation, data processing, use of modern instruments, spectrum analysis, thesis writing and other disciplines, and realizes the cross integration of cross-border knowledge system. The integration of science and education can not only improve students’ interest, initiative, comprehensive ability, innovation ability, analysis and problem-solving ability, but also improve students’ sense of professional identity, achievement and social responsibility, establish correct environmental protection awareness, become the backbone of promoting the construction of ecological civilization, and help to cultivate new engineering compound innovative talents with good scientific literacy.

Key words: Polymer materials; Comprehensive experiment; Integration of science and education; Case teaching; Comprehensive ability