

工程教育认证背景下的《高分子成型加工实验》 教学改革研究

许泽军* 张俊珩 程娟

中南民族大学化学与材料科学学院

摘要:针对新技术、新产业的人才培养需求,在中南民族大学高分子材料科学与工程专业进行工程教育认证的背景下,同高分子成型加工理论教学与科研项目的实际情况相结合,开展了“高分子成型加工实验”模块化教学模式的探索与改革,该模块化教学探索考虑了实际课堂环境和教师的科研亮点。依据学校为社会培养实用型高分子专业人才的目标,提高本科生科研创新能力,使他们能够独立解决高分子材料工程问题。高分子成型加工实验课程为学生提供该领域必要的理论和实践知识,为他们从事高分子产品的设计、研发和生产工作奠定坚实的基础。

关键词:高分子成型加工实验;工程教育认证;模块化;教学改革;考核体系

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2024.10.020

引言

《高分子成型加工实验》是高分子材料与工程和材料化学专业本科生的一门重要专业实验课^[1-3]。高分子成型加工技术是将聚合物及各种添加剂转变成实用材料或制品的一种工程技术。通常是在一定温度下固体粉状或粒状、糊状或溶液状态的聚合物变形或熔融,经过成型加工模具得到所需形状,并在此过程中材料会发生一定的物理化学变化,最终得到能保持所得形状制品的工艺加工过程。高分子加工实验基本任务是研究实现从原料到制品转变所要采用的适当方法及所获得的产品质量与各种因素(如材料的流动和变形的行为以及其性质、各种加工条件参数及设备结构等)的关系。成型加工工程的任务包括赋予作为原料的成型材料以一定特性和加工价值,并制成所要求得到的实用性制品。该课程的教学目标是帮助学生理解和掌握影响高分子材料加工性能和综合质量的各种因素,让学生熟悉各种添加剂的作用和高分子材料的配方设计方法^[1]。通过模块化实验教学让学生熟悉高分子材料的具体工艺流程,进一步提高本科生实践操作技能和解决加工过程中所遇到的关于高分子材料实际问题的能力。本课程涵盖了一系列实验原理、成型加工实验仪器,学生系统地、全面地掌握高分子材料加工方法和实验仪器的熟练使用至关重要。本文对该实验课程的教学改革进行了初步探索,取得了一些较好的效果。

一、教材选用及课程内容

《高分子成型加工实验》学生教材选用张爱清教授

主编的第二版《高分子科学实验教程》,实验教学内容分为四个模块,总共64学时,具体实验教学内容如下:

(1)天然橡胶实验模块。实验内容包括橡胶的塑炼、硫化及拉伸、撕裂性能测试。本模块的实验目的与要求:学习橡胶的基本概念;了解开炼机及密炼机的结构及工作原理,掌握使用开炼机来塑炼、混炼天然橡胶的工艺技术与操作要点,了解橡胶硫化的工艺原理,掌握使用平板硫化仪来硫化橡胶的工艺技术与操作;探究在橡胶混炼中工艺参数的区别对混炼橡胶质量的影响(如混炼温度、转速、时间等);了解橡胶混炼过程中各种助剂的配方设计方法、探究不同助剂配方对混炼橡胶性能的影响;掌握橡胶拉伸、撕裂性能测试方法(包括万能试验机操作以及拉伸、撕裂实验的基本操作过程),理解不同配方对高分子材料拉伸、撕裂性能的影响,获得橡胶材料的拉伸(撕裂)强度^[2]。

(2)塑料填充改性实验模块。实验内容包括双螺杆挤出机、注射机、单螺杆挤出机和密炼机的使用、熔融指数、哈克流变仪、维卡软化点的测试、力学性能测试(冲击+拉伸+弯曲)。本模块的实验目的与要求:进一步了解塑料填充改性的方法,掌握高分子材料基本配方设计方面的专业知识,了解配方中各个组分的作用;了解单螺杆挤出机、双螺杆挤出机、注射成型等相关仪器的构造及操作方法,重点掌握单螺杆挤出机和注射成型的工作原理,还应该掌握热塑性塑料成型加工技术、实验数据处理和数据分析的方法^[2]。

(3)塑料阻燃实验模块。实验内容包括聚丙烯与阻

燃剂的开炼、压制成型、氧指数和水平垂直燃烧性能测试。本模块的实验目的与要求：了解热塑性塑料原料共混的方法，熟练掌握塑料开炼和压制成型的工艺技术与操作要点，掌握开炼机的工作原理，压制成型的基本原理，熟悉相关成型工艺参数对产品综合性能的影响规律；明确氧指数的定义及其用于评价高聚物材料相对燃烧性的原理；了解氧指数测定仪的结构和工作原理；掌握氧指数测定仪测定常见材料氧指数的基本方法；掌握水平垂直燃烧测定仪的使用方法，了解塑料或其他自撑材料的质量控制和燃烧性分类^[2]。

(4) 薄膜实验模块。实验内容包括中空吹塑、薄膜吹塑和薄膜流延实验。本模块的实验目的与要求：了解塑料中空吹塑、薄膜成型和流延成膜工艺原理，工艺参数的作用及其对制品性能的影响；了解塑料中空吹塑、薄膜成型和流延成膜机器的基本结构，掌握他们的基本操作方法^[2]。

二、《高分子成型加工实验》课程目标

通过本实验课程的学习使学生了解我国高分子工作者在分子成型加工实验领域的最新研究成果，国内与国外相比在分子加工实验方面的优势和不足，培养学生的学习兴趣、学习热情、创新品质和敬业精神，激发学生的爱国热情。通过模块化专业实验课程训练，了解在材料加工过程中加工助剂的种类与作用，掌握高分子材料配方设计方法和高分子材料加工配方中每个组分对材料性能的影响；巩固并加深高分子成型加工理论课程基本原理和概念的理解^[2]；掌握橡胶、塑料和薄膜的样品制备及性能测定仪器的操作、有关测试的原理等；学会独立设计高分子材料综合性实验的能力，包括实验方法的确定、实验材料与设备的准备、研究方法的运用、实验数据的处理和测试结果的解析等；并讨论分析材料、加工条件、测试方法等对测试结果的影响；培养具有独立设计实验、分析问题、解决问题和创新能力的创新型高级专业人才^[2,4-5]。专业实验课程体系的设计必须与专业工程教育认证和“新工科”建设目标相结合，专业工程教育认证目标包括：①能够结合文献分析高分子材料合成及加工过程可能出现的问题，掌握高分子材料制备及研究的基本方法，从分析问题、确定思路、工艺选择、设计综合实验等方面形成解决材料制备问题的基本思路；②独立设计高分子材料综合性实验的能力，包括实

验方法的确定、实验材料与设备的准备、研究方法的运用、测试结果的解析等；③掌握高分子材料结构与性能的研究方法，了解常用测试仪器的工作原理，熟悉常用测试手段与仪器的使用，能熟练使用常用数据处理软件；④通过实验过程，培养学生的大工程观理念，深刻理解高分子材料科学是一门与社会、环境密切相关的科学，为将来更高层次的学习和生产实践打下基础。本校的《高分子成型加工实验》实践课程不仅为本专业学生将来从事高分子材料产品的研发设计、工艺生产等相关工作奠定了良好的实践理论基础，而且也符合我校高分子材料与工程专业为民族地区培养专业应用型少数民族人才的培养目标^[2-3]。

三、《高分子成型加工实验》课程改革与措施

(1) 坚持立德树人、以学生为中心，结合民族院校《高分子成型加工实验》服务少数民族地区特色，把敬业精神和爱国教育贯穿本实验课程培养全过程，将专业实验教学与思政爱国教育相结合，进一步培养大学生爱国热情 and 创新能力^[2]。

(2) 改革实践教学模式，在分子成型加工的理论基础上，通过高分子材料成型加工实验教学，使学生有效地掌握高分子材料加工工艺的基本实验技能和相关加工原理，进一步巩固基础理论内容^[2-3]。传统的实验缺乏系统性和连贯性，单个、分散的实验教学多，没有注重承上启下的连贯性、综合性。为此，作者团队对这16个实验的内容进行了合理的改革调整，改革后的实验路线安排为：天然橡胶的塑炼、混炼及硫化成型实验——拉伸、撕裂力学性能实验；聚丙烯填充改性的挤出造粒实验——塑料的注塑成型加工实验——塑料的冲击强度、拉伸强度、弯曲强度等力学性能测试实验——高聚物流动速率（熔体流动速率）的测定实验——高聚物维卡软化点测定实验；聚丙烯阻燃实验——聚丙烯与阻燃剂的开炼实验——模压成型实验——氧指数和水平垂直燃烧性能测试；聚乙烯薄膜实验——中空吹塑、薄膜吹塑和薄膜流延实验——力学性能实验；同时，也可以安排为多个综合实验模块，如天然橡胶综合实验模块、聚丙烯填充改性综合实验模块、聚丙烯阻燃综合实验模块。以聚丙烯填充改性综合实验为例，先进行改性配方设计，然后用挤出机对不同配方样品挤出造粒，测定粒料的熔体流动速率，分析配方对熔体流动速率的影响规律，然后通过注塑机注塑成型得到所需要的样条，

最后利用冲击仪和万能实验机测试塑料样条的冲击强度、拉伸强度、弯曲强度,获得样品力学性能数据,分析改性配方和测试条件对力学性能的影响规律,对不合格样条进行重新测试或者重新制样。围绕“高分子材料成型加工实验——产品综合性能”这条主线,让学生进一步理解塑料或橡胶制品的综合性能不仅取决于其结构和配方,还取决于成型工艺条件。通过实验教学改革,力学性能测定,高聚物流动速率(熔体流动速率)、氧指数和水平垂直燃烧性能测试等实验经过学生亲自实验操作后,增强了学生对成型加工仪器的基本操作方法和理论知识的理解掌握,为高分子专业课程设计和本科生毕业设计(论文)奠定了实验基础^[1-2]。

四、完善考核体系,全面评估学生能力

为了最大限度地提高学生对实验的积极性和参与度,我们创建了一个细致完善的成绩评价体系。学生的最终实验成绩为所有部分的平均值,以实验模块化方案设计和配方设计、实验操作过程、实验数据分析为主要考核标准,辅助以实验态度(预习报告,实验模块化方案的设计,实验目的与原理,配方设计,工艺参数是否合理)、具体实验操作(完成实验操作任务,获得相应成型加工产品,熟练掌握仪器设备操作方法)、实验结果分析(原始数据的详细记录、实验数据的处理与分析)、遵循标准化格式的科学实验报告的撰写(配方设计及改进意见、实验现象、过程和心得总结、实验思考题解答和书写整洁度等)等方面^[4-6],每个实验成绩以百分制(满分100)记录,实验前的预习成绩20分,具体实验操作30分,实验后的实验报告50分。在学期结束时,每个实验项目的分数根据相应学时进行加权平均,来确定总评成绩。实验的各个环节在这种改革后的成绩评价体系上都会有所体现,因此学生提前预习-现场动手操作-实验总结,三个过程均得到学生重视,改革后的成绩评估体系为学生提供更加全面、公平和公正的能力评估,这种客观的方法,能够全面了解每个学生的综合素质。

结语

自从20世纪以来,出现了大量新材料和新材料工艺技术,如电子信息技术和自动化技术等,这些技术对高分子材料的材料加工工艺研究做出了巨大贡献,许多高分子新材料技术得到了发展。技术与学科深度融合,对高分子材料工艺技术的发展和生产和改性具有巨大的促

进作用,对材料的生产效率有很大的提高。在保证材料的使用寿命的前提下,材料生产效率的提高,不仅可以降低生产成本,而且也促进高分子新材料的分析研究,对研究成果产业化具有重要意义。《高分子成型加工实验》作为一门实用且重要的专业课程,经过一段时间的广泛的教学改革、探索和优化,培养学生的工程实践和创新能力,使他们能够充分理解高分子材料的制备、加工、改性技术以及结构和性能的研究方法。重点传授客观知识,并为学生提供实际应用所需的专业知识。作者所在中南民族大学已经形成了自己独特的教学模式,为学生继续从事高分子材料方面的工作奠定良好的理论和实践基础。目前,我们已经指导了5届高分子材料与工程专业的本科生,他们能够迅速适应毕业后的岗位要求,为少数民族地区培养了大批高质量实用型的高分子材料与工程专业人才。

参考文献

- [1] 庞锦英,莫美忠,李建鸣,刘钰馨,陈云来.高分子材料成型加工实验教学改革探讨[J].企业科技与发展,2015,2:91-93.
- [2] 许泽军,张俊珩,程娟,张道洪.“新工科”背景下《高分子成型加工》模块化教学改革探索[J].山东化工,2021,50(21):159-160.
- [3] 张俊珩,张道洪.《高分子成型加工》课程教学改革与实践[J].广州化工,2019,47(17):198-199.
- [4] 王莹,杜武青,马艾丽,何晓红.设计性高分子成型加工与表征综合实验的教学改革[J].广东化工,2018,45(2):241-242.
- [5] 钱晨.应用型本科的高分子材料综合实验教学改革研究[J].广东化工,2018,46(19):143-144.
- [6] 荣介伟,徐迈,李莉,王龙德.高分子材料与工程专业综合性实验教学改革[J].山东化工,2019,48(14):207-208.

通讯作者:许泽军(1987.01-),男,副教授,博士,主要从事高分子材料的教学和科研工作。

基金项目:本文系中南民族大学校级教研项目:“新工科”背景下《高分子成型加工》模块化教学改革探索(基金编号:JYX21049);中南民族大学实验室研究项目:“高分子成型加工实验教学新模式、新方法的探索与实践”(基金编号:SYYJ2023036)