

基于“解决工程问题能力”培养的高分子材料专业实验教学探索与实践

徐 琰*

(安徽工业大学化学与化工学院, 马鞍山 243032)

摘要:工科教育的目的在于将学生培养成为负责任的工程师。具备解决工程问题的能力是工科毕业生的基本要求。为此,我们以培养学生“解决工程问题能力”为核心目标,对高分子材料专业实验课程进行了以下教学改革与探索:将教学内容分为高分子材料的制备、成型加工、结构与性能测试三大模块;以解决成型加工缺陷问题为切入点培养学生的工程能力;通过实验分工和数据共享培养学生团队协作和沟通能力。上述改革使高分子材料专业实验形成了模块化、系列化、实训化、标准化的特点,取得了较好的教学效果。

关键词:工程问题; 高分子材料专业实验; 教学改革

引言

工科教育应将学生培养成为负责任的工程师,因此工科本科生的专业课程应立足于工业服务^[1]。在中国工程教育认证协会 2017 年 11 月修订的工程教育认证通用标准的 12 项毕业要求中,“工程知识、问题分析、设计/开发解决方案、研究、使用现代工具、工程与社会、环境和可持续发展、沟通”等项均涉及到与“复杂工程问题”相关的能力和知识要求。复杂工程问题是工程问题的高阶形式^[2],解决复杂工程问题的能力也不可能一蹴而就。毕业生只有在具备解决一般工程问题的能力这一前提下,才能通过不断的训练、实践和积累,逐渐获得“解决复杂工程问题”的能力。因此,专业课程的各教学环节、教学活动都应尽可能将培养学生“解决工程问题能力”纳入教学目标之中。“解决工程问题”的能力本身是一种实践能力,而实验教学是培养学生实践能力和创新能力的最直接、有效的教学环节,在人才培养过程中发挥着重要作用。相对于理论课,工科专业实验课程中的实验项目大多具有工程背景,借助此类课程对学生进行工程训练,培养“解决工程问题”的能力,才能取得较好的教学效果。

我校的高分子材料专业实验课程以高分子材料制备、成型加工和结构性能测试为主要教学内容。与以验证性实验项目为主要内容的《高分子化学》、《高分子物理》课内实验课程不同,该课程独立设课,以综合性实验项目为主,实验内容与高分子材料工业生产和研发流程相近,所用设备仪器也以具有小批量工业生产能力的工业化设备为主,这就为培养学生识别、表达、研究分析、预测与模拟、解决、评价、交流沟通工程问题的能力提供了有利条件。在当前国内高校全面开展工程教育专业认证工作的背景下^[3,4],我们结合多年的教学实践经验,对《高分子材料专业实验》课程进行了以培养学生“解决工程问题能力”为核心目标的教学探索和实践,使本课程能够支撑工程认证标准中的研究、个人和团队、沟通^[5](通用标准)以及课程实验(材料类专业补充标准)等指标点。

1 《高分子材料专业实验》课程教学目标的确立

传统的高分子材料专业实验教学存在问题:实验项目相互割裂、教学内容自身的系统性、整体性和层次性不强^[6,7];实验教学内容受限于理论教学,与工程实际有一定的脱节^[8];更多地强调实验操作技能的传授,而对系统培养学生“解决工程问题能力”重视不足。为提高教学质量和教学效果,适应工程教育认证的需求,就必须使专业实验教学内容和教学模式回归工科教育的本质——以培养学生工程能力为

基本任务。因此,我们将高分子材料专业实验课程的教学目标确立为:通过本课程的学习,使学生掌握高分子材料制备、加工成型和研究开发等方面的实验技能和工程知识,能够利用相关专业理论解决高分子材料制备、成型加工和性能测试过程中的工程问题。这样的课程目标,要求任课教师通过实验教学,不仅要使学生掌握专业实验技能,还要在教学过程中对学生进行工程训练,引导学生将在实验过程获取的感性经验认知与理论知识融会贯通,上升并积累为经验认知,并用于处理或解决实际工程问题,进而转化为分析、发现和解决高分子生产加工材料领域工程问题的基本能力和素养。

2 工程项目化的专业实验教学内容改革

接近工程实际的实验教学内容是培养学生的工程实践能力的基础,为此我们对高分子材料专业实验课程教学内容进行了目标化、模块化分割,使实验教学内容按照工程化高分子材料研发、生产模式划分为高分子材料的制备、成型加工、结构与性能测试三大模块(见图1)。其中,高分子材料制备模块包括阳离子交换树脂的制备、高分子材料的混合配制、PE/PP共混挤出造粒三个实验项目,具体实验内容涉及聚合物基团反应、物理共混、染色造粒等。成型加工模块包括注塑、模压成型和玻璃钢(复合材料)裱糊成型三个实验项目,以成型标准试样为主要内容。结构与性能测试模块则是按照试验标准进行高分子材料力学、电学和热学性能测试。三大模块相对独立,又可依次关联,所开设的实验从整体上实现了大综合,使专业实验教学内容呈现出模块化、系列化、工程项目化和标准化的特点,有利于学生掌握高分子材料研发、工业生产的基本流程。必须强调的是,无论是成型加工模块所制备的试样,还是性能测试模块的各种性能测试方法,全部按照国家标准进行,让学生加深对测试规范的理解。

从上述实验项目可以看到,高分子材料专业实验项目涉及的材料品种包括热塑性塑料、热固性塑料以及复合材料,成型加工方法包括注塑、挤出、模压、裱糊等高分子材料主要成型加工方法,结构性能测试内容涵盖了红外光谱、力学性能、热学性能、电学性能等方面。因此,通过实验能够较为全面地模拟工业化高分子材料生产加工流程,有利于对学生进行系统训练,培养实验技能和解决工程问题的能力。还要强调的是,我们不仅注重课程内容各试验模块之间的衔接,也注重实验课程与专业基础课程之间的相互衔接,以期加强学生对课程相互关联性的理解。例如,“阳离子交换树脂制备”实验所用原料是由高分子化学实验“苯乙烯-二乙烯基苯悬浮共聚”所制备的,而“PE/PP共混挤出造粒”实验则是以高分子物理实验“熔融指数测定”评价流动性的同种聚乙烯为原料。

3 以工程能力培养为目标的高分子材料专业实验课程教学模式探索

3.1 以解决成型加工缺陷问题为切入点,培养学生工程能力的逆向教学模式改革

作为一名合格的高分子专业技术人员,不仅应该具备成型加工原理、原料工艺性能、工艺装置、设备结构与工作原理等基本理论知识,还应具备将理论知识用于解决实际工程问题的能力。因此在专业实验教学中,除了要求学生掌握基本原理和操作技能外,还应尽最大程度地培养学生解决实际工程问题的能力,促使学生积累一定的工程经验。这就需要在实验教学过程中找到一个较好的切入点,快速引导学生找到或发现工程问题,并予以解决。原料、设备、工艺条件(时间、温度、压力)和模具等因素之间只有相互匹配,才能保证成型加工质量,反之就会导致成型加工异常,出现残次品。而快速处理各种成型加工异常、排除成型加工缺陷是解决工程问题能力的具体体现。因此,我们在实验讲解过程中,除了成型加工原理、设备结构及工作原理、操作方法外,更注重为学生讲解、演示各类成型加工缺陷的成因及其解决方法。以注塑成型为例,主要向学生讲解以下内容:(1)注塑成型原理;(2)注塑机的结构、动作原理和操作方法;(3)注塑模具的基本结构、动作原理;(4)展示“欠注、缩痕、熔接痕、飞边、翘曲变形、表面云纹”等常见注塑成型缺陷,进而引导学生从原料、工艺条件、设备和模具等方面分析引起这些加工缺陷的原因,提出解决方案。这种逆向教学模式本质上是一种工程化、实训化的教学模式,能够使学生深入理解影响成型加工

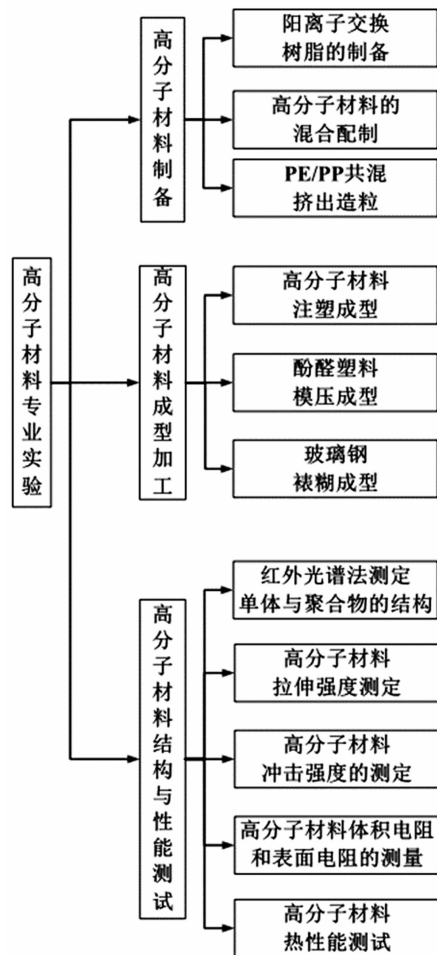


图 1 高分子材料专业实验教学内容模块划分

Figure 1 Modular teaching content of polymer specialty experiments

质量或材料性能的因素,全方位、多角度培养学生解决工程问题的能力。

3.2 基于实验分工和数据共享培养学生的团队协作和沟通能力

由于专业实验所用仪器均为大型仪器设备,台套数有限,需要分组进行。为调动学生的积极性,在各实验项目进行时,我们采用了以教师为主导、学生为主体的方式固定学生分组,小组内每个同学分别承担不同的实验任务,并通过组内和组间实验数据共享培养学生的团队协作精神和沟通能力。比如在注塑实验中,不同小组采用不同的工艺条件成型标准试样,鼓励不同实验小组间对性能测试结果进行共享,进而分析对比加工工艺条件对材料性能的影响、加深对成型理论的理解。

4 结语

我们对高分子材料专业实验以培养“解决工程问题能力”为核心目标进行了教学探索与实践,使教学内容和教学模式紧密围绕培养学生工程实践能力展开,形成了模块化、系列化、实训化、标准化的特点,取得了较好的教学效果。但在以下方面仍需完善:要进一步加强各模块之间以及模块内部实验项目之间的相互联系,不断提高实验项目的整体化程度;在有限的学时内,难以将各类成型加工缺陷完全展现给学生,可借助网络数字化实验教学资源建设,丰富实验教学手段;应在考核内容以及实验成绩评定中增加解决工程问题能力部分的权重和比例,并探索过程性评价机制。另外,需要进一步提高实验室的开放度,鼓

励学生探索工艺条件、测试条件对成型质量和测试结果的影响,提升教学效果。在今后的教学实践中,我们将不断完善高分子材料专业实验教学内容和教学模式,提高教学质量和教学水平,希望能为社会输送更多负责任的高分子材料专业工程师。

参考文献:

- [1] Wankat PC, Oreovicz FS. Teching Engineering(工程教学指南). 王世斌, 鄧海霞, 孙颖, 杨秋波, 刘扬. 北京: 高等教育出版社, 2012, 378.
- [2] 林健. 高等工程教育研究, 2016, 5: 17~26, 38.
- [3] 邓萌, 程捷, 陈珏, 陈飞. 高分子通报, 2018, 9: 72~76.
- [4] 王浩, 高新勤. 高教论坛, 2019, 2: 81~83, 120.
- [5] 蒋姗, 杨燕, 丁永红, 姜彦, 张洪文. 高分子通报, 2017, 5: 76~80.
- [6] 蒋姗, 丁永红, 俞强. 高分子通报, 2015, 2: 75~78.
- [7] 张其梅, 李准准, 李敏, 钱立武, 伍光辉, 汪新. 高分子通报, 2017, 11: 90~93.
- [8] 王仕峰, 潘三水, 张勇, 李嘉曦, 李航. 高分子通报, 2017, 2: 84~87.

Teaching Reform of Polymer Specialty Experiments Based on Cultivation of Ability to Solve Engineering Problems

XU Yan*

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Anhui University of Technology, Maanshan 243032, China)

Abstract: The purpose of engineering education is to train students to be responsible engineers. For engineering graduates, the ability to solve engineering problems is basic requirement. For this reason, we have practiced teaching reform of polymer materials specialty experiments. The core goal of this teaching reform is to cultivate student's ability to solve engineering problems. In this reform, the course contents were divided into three parts including preparation of polymer materials, moulding processing, structure and performance testing. The students' engineering ability was cultivated by solving the defect of moulding process; The students' team working ability and communication skills was trained through experimental division of labor and data sharing. The reform make the course form characteristics of modularization, serialization, training and standardization, and achieved good teaching results.

Key words: Engineering problems; Polymer specialty experiments; Teaching reform