

工程教育专业认证视角下“高分子材料研究方法”课程教学改革与探索

段 芳*, 陈明清, 罗 静

(江南大学化学与材料工程学院, 无锡 214122)

摘要:“高分子材料研究方法”课程是高分子材料与工程专业必修的核心课程之一, 具有理论与实践并重的特点。本文在工程教育专业认证视角下, 主要从教学内容、教学形式与方法、课程评价、教学反馈等几个方面对课程进行改革与探索, 通过理论学习与实践训练相结合, 提高学生的理论基础和创新实践能力, 培养学生形成基于高分子材料合成到表征, 再到结论的科学研究方法, 达成工程教育专业认证要求学生应该具备的能力和

要求。

关键词: 高分子材料研究方法; 教学改革; 工程教育专业认证

工程教育专业认证是国际通行的工程教育质量保障制度, 也是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础。工程教育专业认证的核心就是要确认工科专业毕业生达到行业认可的既定质量标准要求, 是一种以培养目标和毕业出口要求为导向的合格性评价。工程教育专业认证要求专业课程体系设置、师资队伍配备、办学条件配置等都围绕学生毕业能力达成这一核心任务展开, 并强调建立专业持续改进机制和文化以保证专业教育质量和专业教育活力^[1]。在此背景下, 对每门课程的教学内容、教学目标和课程评价都提出了严格和规范的要求。

“高分子材料研究方法”课程是高分子材料与工程专业必修的核心课程之一, 是在完成四大基础化学、高分子化学、高分子物理等基础课程学习之后开设的一门理论与实践相结合的课程^[2]。该课程是在对高分子材料的理论、实验原理和方法、实际应用有足够的了解和认识的基础上, 教授学生运用先进的实验仪器和科学方法来研究高分子材料, 并通过可靠的数据和信息来指导生产实践和科学研究^[3~5]。该课程主要介绍了高分子材料研究用到的仪器及原理、操作及制样方法、测试结果与分析等内容, 分别从高分子材料的结构鉴定、成分分析、分子量测定、形貌分析、性能测试等方面进行阐述。在工程教育专业认证背景驱动下, 我们对该课程教学中存在的问题进行了总结和凝练, 如教学中互动不够频繁、教学方法不够丰富以及课程评价较为单一等问题。大部分学生能较好地掌握理论知识, 但实践操作能力较弱, 缺乏对高分子材料进行研究的科学思维和方法。

基于此, 本教学小组对“高分子材料研究方法”课程进行了深入的教学探索与改革, 主要基于教学内容、教学组织形式与教学方法、课程评价、教学反馈等几个方面开展相应的探索与改革, 构建以产出为导向, 以学生为中心, 并进行持续改进的质量体系, 达成工程教育专业认证背景下要求学生应该具备的能力和

1 优化课程教学内容

本课程共 48 学时, 其中理论教学 32 学时, 实验部分 16 学时, 根据有限的课时数合理安排和优化教学内容十分重要。

10.14028/j.cnki.1003-3726.2021.07.011

收稿: 2019-11-11; 修回: 2020-08-04;

基金项目: 江南大学本科教育教学改革研究项目(JG2019108);

* 通讯联系人: 段芳(1982-), 女, 副教授, 主要从事功能纳米材料的制备与性能研究。E-mail: duanfang@jiangnan.edu.cn.

表 1 理论教学内容及课时分配

Table 1 Theoretical teaching content and class hour distribution

课程模块	教学内容	课时安排
第一部分 绪论	阐述高分子材料研究方法的重要性	4
第二部分 波谱分析	红外光谱、激光拉曼光谱、核磁共振谱、质谱、X 射线衍射、X 射线光电子能谱	12
第三部分 聚合物相对分子量及其分布	端基滴定法、光散射法、粘度法和凝胶渗透色谱法	4
第四部分 热分析	差热分析、差示扫描量热分析、热重分析、动态力学分析	6
第五部分 显微分析	光学显微镜、透射电子显微镜、扫描电子显微镜、原子力显微镜	6
合 计		32

(1)理论部分:该部分包括绪论部分、波谱分析、聚合物相对分子量及其分布、热分析和显微分析五大模块,每部分的具体教学内容和课时安排如表 1 所示,涉及到的仪器种类较多,囊括高分子材料研究常见的表征仪器,全方位覆盖高分子材料结构、组成、分子量、形貌和性能等方面的表征和测试方法,能满足本专业学生开展基本科学研究的需求。

其中,绪论部分主要以经典案例和各届大学生课外竞赛获奖作品为例,介绍科学研究的一般过程、步骤和思维,阐述了高分子材料研究方法的重要性,启发和激励学生对课程学习的积极性和热情,建立正确的科学研究思维方式。其它部分由于理论课时数有限,授课内容应做到详略得当。如在“仪器分析”课程中已经讲解过的核磁共振、红外光谱、质谱等波谱分析方法以及在“高分子物理”课程中已经学习过的激光光散射、凝胶渗透色谱、动态力学分析、偏光显微镜等仪器,原理部分只需简略介绍,帮学生回顾一下即可,侧重介绍这些仪器的操作和制样方法、测试结果的分析以及在高分子材料领域的应用。对首次接触的表征仪器和方法如 X 射线衍射、X 射线光电子能谱,透射电子显微镜、扫描电子显微镜以及原子力显微镜等,要进行详细的原理介绍,操作和制样方法介绍,以及测试结果的分析,使学生对这台仪器能做什么、怎么做、为什么可以做建立起完整的思维闭环。此外,对每个仪器的使用要求、样品要求、以及能解决的问题范围进行详细阐述。

(2)实验部分:实验是对理论教学的进一步巩固和反馈。主要分为实验设计合成、制样、仪器操作和结果分析,建立完整的高分子材料合成-表征-结论的研究路线,进一步培养学生的科学研究思维和能力。设定好实验目的和任务(如研究分子量和链段比对共聚物性能的影响),由学生自主设计协作完成样品合成,制样也是由学生自己完成,我们只提供必要的试剂和器材,仪器操作是在教师指导下完成的,实验结果由学生自行分析,最后完成实验报告。所以,整个实验部分,需提前准备好实验药品和器材,安排好每个表征仪器,学生按照实验目的和任务自主完成实验内容。实验部分看似简单,实则全面考查了学生的科学研究素质和对知识灵活应用的能力。如何在有限的条件和时间内设计出合理的实验方法,自主制备出符合测试要求的样品,对学生来说是具有一定的挑战性的。因此,该部分内容要侧重现场指导,规避潜在的不利因素,保证大部分同学的实验设计合理,准确调控反应参数,制备出符合要求的样品,利用多种表征手段,研究不同样品的结构与性能差异,得出有效结论。实验部分的教学让每位同学都能参与和亲身体会从高分子材料合成到表征,再到结论的整套研究过程,提升他们的综合素质和能力。

2 融入多种教学形式和教学方法

本课程分为理论教学部分和实验教学部分,在理论教学部分避开传统的以教师讲授为主体的教学模式,采用以学生为中心的教学模式,充分调动学生的学习积极性和课堂的参与性。在实践教学部分也避开传统的演示实验或已知物的验证性实验,采用以学生为主体的研究性实验方式,注重学生综合能力的培养。主要从以下几个方面进行探索:

(1)以教师为主导,以学生为主体的启发式教学

启发式教学是符合学生认识规律的,也是素质教育积极提倡的,它要求摆正师生在教学中的地位:教师的主导作用,学生的主体地位。学生认识活动是一个在教师指导下的由不知到知,由知之不多到知之较多的转化过程,没有教师的主导作用,学生的认识就不可能顺利地向前发展。因此,在课堂上运用各种方法启发引导学生,调动学生的学习积极性、自觉性,促使他们自主地探索和学习知识。

(2)培养学生科研素养和激发创新能力的案例式教学

在教学中广泛采用案例教学的方式,利用一些学生课外科技获奖案例或相关科研课题研究案例,进行案例分析,对学生启发式教育,引导学生由感性认识上升到理性认识,并能用相关的理论知识对案例中的问题进行分析 and 解决,激发学生主动学习,鼓励学生参与相关课题研究、课外科技活动等创新活动,培养和提高学生的创新能力,加深对广义研究方法的理解,为今后毕业论文的开展以及将来走上工作岗位打下坚实的基础。

(3)课堂讨论式的互动教学

在教师指导下,就课程中的主要疑难问题或教师设计的一些探究性课题,学生以小组为单位,在分工合作明确、查阅相关资料的基础上,相互交流小组看法、相互启发、相互学习,将课堂和课外有机联系起来,培养学生自主式、合作式、研究式的学习方法。

(4)理论联系实际的实践式教学

我们的学生最终都将走向社会、服务社会,学生除了要掌握必要的理论知识外,还要学会将理论知识应用到实践中去,通过实践教学部分的研究性实验的设计,学生是自己实验的主宰者,实验如何设计,需要做哪些表征都由自己主动安排。这比传统的实验模式更能激发学生的学习动力和对实验结果的期待。学生能切身体会到所学知识的重要性,既锻炼了他们的动手能力,又进一步巩固了课堂的理论知识。

3 完善课程评价体系

本课程采用多元化评价方式,注重学生理论知识学习的同时,更注重学生科研思维和动手能力的培养,构建知识与能力并重的评价方式。成绩包括:平时成绩、实验成绩、期末成绩三部分构成。其中,平时成绩占30%,包括课堂出勤、课堂参与、专题讨论、课程作业等;实验成绩占30%,包括实验的操作规范性、实验设计的合理性、实验结果的准确性以及实验报告的完成质量;期末成绩占40%,考题注重知识的灵活应用。通过这种多元化的评价方式既考查了学生对理论知识的掌握程度,也考查了学生对知识的灵活运用能力,将理论学习与实践有机结合起来,全面合理评价学生对该课程的学习情况。

4 建立有效的课程教学反馈机制

在工程教育专业认证驱动下,建立有效的课程教学反馈机制以及学生自我评价体系对进一步提升和完善课程教学具有促进作用,利于教学的持续改进。对一门课程的效果评价应该是多方位的,从学生总评成绩上可以反映出学生对这门课程的学习情况,从学生自我评价上可以看出学生对这门课程知识掌握情况的自我判断,从学生对课程的评价上可以看出学生对这门课程的诉求以及需要进一步改进的地方。因此,综合这几个方面的评价,实现对课程教学效果的有效反馈,从而不断的发现问题和进一步完善。对于“高分子材料研究方法”这门课程,学生的总评成绩是平时成绩、实验成绩和期末考试成绩这三部分分别按照30%、30%和40%的比例加和得到,可以全面评价学生对该课程的学习情况;学生的自我评价主要按照表2所列内容进行自我评价;学生对课程的评价主要按照表3的内容进行评价。

5 课程教学改革效果及需进一步完善的地方

通过本课程的教学改革与实践,学生对本课程的学习兴趣得到激发,课堂上主动参与性增强。自主学习能力得到锻炼和提升,能针对具体问题进行资料查询和小组讨论,分析和解决问题的能力得到显著

表 2 学生自我评价

Table 2 Students' self-evaluation

序号	能力要求	每项分数(1~25)
1	能从高分子材料合成-表征-结论出发,形成正确的科学研究方法。	
2	能够基于专业知识,根据高分子材料特征,选择正确的研究路线,设计可行的实验测试方案。	
3	能正确采集、整理实验数据,对实验结果进行关联,分析并解释实验结果,获取合理有效的结论。	
4	具备对专业文献中涉及到的高分子材料表征测试方法进行分析 and 总结的能力。	

表 3 学生对课程的评价

Table 3 Students' evaluation of the course

序号	评价内容	评价结果
1	您认为本课程任课教师在教学中有哪些优点?	
2	您认为本课程任课教师的教学还有哪些方面需要改进?	
3	在本课程的学习中,您在哪些方面还需要教师或学校提供进一步的学习支持?	
4	您对本课程的教学或学习还有哪些建议?	

提升。并且理论联系实践,学生的实验设计和动手能力也显著提高,能有效结合理论和实践,对实验结果进行正确分析,得到有效结论,形成从高分子材料合成-表征-结论出发,建立正确的科学研究方法。课程教学改革后,班级学生的总评成绩均分相比改革前稳步提高,能较好的达成课程各指标点所对应的目标值。虽然课程教学改革效果显著,但也存在一些问题需进一步完善,如课程讲授的仪器种类和表征方法较多,而理论课时有限,只能有所侧重,导致有些复杂的理论推导在课程中没有进行详细讲解,这对学生全面理解该测试方法有一定的影响,希望以后可以借助网络教学,将这些理论性强的知识点建立线上教学模式,方便学生能更好的理解和掌握这部分知识点。

6 结语

本课程通过教学内容、教学组织形式与教学方法、课程评价、教学反馈等方面的改革与探索,实现了以学生为中心,并进行持续改进的教学模式,注重学生综合素质的培养,科学研究思维的培养以及实践能力的培养。通过本课程的学习,学生掌握了高分子材料表征的常见仪器和方法,懂得如何利用各种表征手段对已知或未知高分子材料的结构和性能进行分析,为后期的本科毕业论文环节和今后的科研工作打下坚实的基础,达成工程教育专业认证对学生的能力要求。

参考文献:

[1] 杨燕,陈智栋,刘春林,张洪文. 高分子通报,2016,11:88~91.

[2] 刘岚,曾幸荣,侯有军. 高分子通报,2010,1:69~72.

[3] 陈志民. 科技风,2019,16:46~49.

[4] 刘小娟,吴锋景. 广东化工,2018, 45(19):164~165.

[5] 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.

Teaching Reform and Exploration of *Polymer Materials Research Methods* from the Perspective of Engineering Education Professional Certification

DUAN Fang^{*}, CHEN Ming-qing, LUO Jing

(School of Chemical and Materials Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: *Polymer Materials Research Methods* is one of the core courses required for polymer materials and engineering major. It has the characteristics of emphasizing both theory and practice. This article mainly carries on the reform and the exploration from the teaching content, the teaching form and method, the curriculum appraisal, the teaching feedback and so on from the perspective of engineering education professional certification. The theoretical basis and innovation ability of students can be improved through theoretical study, case analysis and practical training, and the scientific research methods of students can be formed based on the practice of synthesis, characterization and result analysis of polymer materials. Therefore, it meets the requirements of students' abilities for engineering education professional certification.

Key words: *Polymer Materials Research Methods*; Teaching reform; Engineering education professional certification