

高分子材料专业贯通式实验案例教学探索

王仕峰^{1*}, 潘三水¹, 张 勇¹, 李嘉曦², 李 航³

(1. 上海交通大学 化学化工学院, 上海 200240; 2. Department of Polymer Engineering, University of Akron, Akron 44301, USA; 3. Bridgestone Americas Center for Research and Technology, Akron 44301, USA)

摘要: 高分子材料专业的贯通式实验案例教学是将基础知识、探索性专业实验和工程化实践应用融汇贯通的新型教学模式。以高分子材料反应共混改性沥青加工试验为例, 介绍了该教学模式的方法、步骤与特点。学生通过查阅文献、实验设计、动手操作、撰写论文及实体工程实践等环节, 深化利用已学基础知识和专业知识, 培养分析问题和解决问题能力。该贯通式实验案例教学有利于本科生、研究生尽快掌握高分子材料科学与工程的内涵, 选择感兴趣的方向, 快速进入毕业设计研究, 了解社会需求和优化职业取向, 加强专业体验性和理解能力。对培养学生综合素质, 提高创新、创业能力有重要意义。

关键词: 高分子材料; 贯通式教学; 实验案例; 创新; 创业

引言

高分子材料科学与工程是一门理论与实践紧密结合的专业, 实验和实践教学是高校高分子材料专业学生必修环节。但是, 传统教学模式下的高分子材料加工工程实验明显存在专业实验“按部就班”和实践过程“走马观花”等问题。此外, 还有实验教学内容相对陈旧, 与我国工业化发展程度脱轨; 实验课时间少且死板, 不利于实验的深入开展; 只注重已经成熟的实验操作与报告书写, 不利于创新思维的培养; 实验设备陈旧, 许多新的实验无法满足我国现今创业、创新人才的培养。

与欧美等先进高校的高分子材料专业实验、实践课程相比, 我国高校学生普遍存在动手操作能力弱、安全意识不足和解决实际问题能力差等缺点。以美国阿克伦大学高分子加工实验课程为例, 实验课时间长, 且强调学生亲自动手, 并鼓励使用拍照、录像等手段得到各种数据, 实验报告内容丰富。即使实验失败, 只要学生对失败的原因分析透彻, 依然可以得到完美的分数。根据学生的反馈, 这样的学习方法普遍比单纯的理论灌输和死板的实验更加有效, 实验过程更具体验性。他们还将试验内容与工程实践紧密结合, 将试验内容拓展到课外, 加深高分子科学与工程的理解和应用。

近年来, 我国对创新、创业型人才的培养日益重视, 推动传统实验、实践课程改革和激发学生创造力日益重要, 增加综合型、研究创新型、实践型实验是大势所趋^[1~9]。相对于基础型和综合型实验的“验证性”而言, 研究型实验具有不确定性、探索性、自主性、开放性与可操作性等“探索性”特点^[1]。作为学生由知识学习向科学研究、工程应用转变的衔接点, 研究实践型创新实验涉及多学科知识的交叉运用, 侧重于运用所学知识、文献查阅和基本技能等手段应用, 并要求实验结果以研究论文和工程实践报告的形式完成, 其设置重在培养发现问题和解决问题能力, 更具挑战性。

我校高分子材料专业方向已在综合化学实验基础上, 开设了自主研究型实验。通过学生与感兴趣的导师联系, 共同确定实验方向, 在五周内完成实验设计、实验操作、实验分析、报告撰写等相关内容。收到了较好的效果。为加强该专业的工程实践体验, 我们在此基础上拓展设计了贯通式实验, 即在自主研究型实验技术基础上, 进入实际生产一线进行工程实践, 贯通理论与实践, 建立理论研究与应用的关系。

10.14028/j.cnki.1003-3726.2017.02.012

收稿: 2016-08-22; 修回: 2016-12-05;

基金项目: 国家自然科学基金(51273110), 江苏省科技成果转化(BA2016002)

* 通讯联系人: 王仕峰, 男, 副研究员, 研究方向为高分子材料加工工程。E-mail: shfwang@sjtu.edu.cn.

系。具体是结合联系导师的转化成果,将研究型实验延伸,进行三天的工程实践,尝试将学生基础知识、专业知识和产业化实践结合运用,培养学生的工程认知和实践能力。

本文以高分子材料反应共混改性沥青材料的高分子加工试验为例,探讨了该贯通式实验教学设计思路、目的、试验步骤、报告撰写方法以及实验心得等,以期促进贯通式试验教学的开展。这对培养我国迫切需要科技成果转化背景下的创新、创业人才有重要意义。

1 贯通式实验教学思路

该贯通式试验案例教学是以我校比较成熟的产业化特色项目高分子材料反应共混改性沥青展开。首先指导老师布置课题,讲解贯通式实验的目的、方法和意义等过程,实验小组根据讲解内容选择高等级公路用改性沥青材料为课题展开研究。研究小组通过查阅文献、小组内讨论和教师的共同探讨,决定以苯乙烯-丁二烯-苯乙烯三嵌段共聚物(SBS)改性沥青为主题开展本次贯通型实验。其次,通过以 SBS 反应共混沥青改性、结构表征、性能测试为主线的研究型实验,旨在提高学生创新意识以及创新能力,培养其团队意识,了解和熟悉开展科研工作的方法。最后,通过工程实践和产学研交流,贯通试验室研究与工程实践的联系与区别,建立室验式开发研究、工程放大生产和工程应用之间的关系(如图 1 所示)。

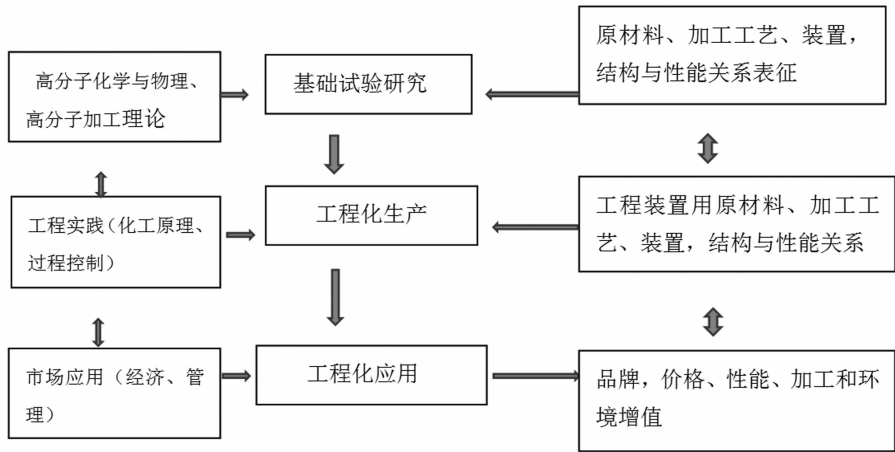


图 1 高分子材料专业贯通式实验探索思路

Figure 1 Flow chart of thorough knowledge lecture on experimental case of polymer materials

2 贯通式实验教学方法及步骤

贯通式实验教学方法是用讨论式、启发式教学方法;以学生为主,允许失败,多次尝试,提倡提出问题和解决问题的锻炼模式;讲究基础理论、专业实验和工程实践相结合,融汇贯通的模式。

- 贯通式实验教学包括以下步骤:
- (1) 师生双向选择
 - 导师公布课题后进行师生双向选择,通过与导师交流,达成合作关系,挑选组长并布置研究实践内容和任务;
 - (2) 设计课题
 - 学生通过导师指导查找课题领域的前沿文章,以及和老师讨论,设计出切实可行的实验方案,培养学生独立设计实验的能力;
 - (3) 实验操作
 - 小组成员们利用已有基础实验知识结合专业知识的了解,比如通过实验过程既熟悉了红外光谱、光

学显微镜等仪器的使用方法,又接触到了传统教学实验难以接触的新型实验设备如高速剪切机、胶体磨和低温粘度计等设备;

(4)数据总结与讨论

小组成员将所得试验结果进行整理作图,分析讨论试验结果;

(5)工程实践

通过参观学习生产流水线,与操作工人、车间主任和总工程师交流学习;

(6)课程总结与评价

与指导老师交流实践过程的问题与收获,撰写研究报告和实践报告。

3 贯通式实验教学效果与心得

贯通式实验教学摒弃了传统实验机械、死板、陈旧的教学方式,为老师教学以及学生学习都带来了创新的想法和创业的火花。贯通式实验教学效果总结有如下四点:

(1)培养了研究方法和团队协作意识

实验小组通过前期选题,查阅大量的资料,了解目前高分子科学领域的新的研究方向。实验过程中,小组成员们接触到并使用了許多传统实验教学中难觅踪影的仪器,SBS、石油沥青等材料的特性,开阔了他们的视野,真正体验了科学研究的过程。分工明确,通过各成员间的协作配合,共同完成。提高了实验操作技能以及与他人合作的能力。在实验过程中不断思考并对实验方案进行改进,定期与老师见面并报告相关进展,最后完成整个实验部分;

(2)培养了学生独立思考分析问题和总结升华能力

数据总结处理阶段,通过分析实验结果,学会了用统计方法软件对所得数据进行处理,对实验现象运用理论知识做出合理的解释。对有疑惑的问题,小组成员之间随时进行讨论分析,并查阅相关文献,进一步试验验证,最后找到了问题的根源。将所有结果整理并书写成报告。通过对实验结果进行分析与写作,培养了他们独立思考、清晰表达、总结升华的能力;

(3)培养了学生工程化思维

在工业实际生产阶段,进一步考察工厂生产环节,书写工程实习报告,丰富学生的社会适应能力,并为迅速进入企业工作奠定良好的基础。例如,在工厂实践阶段,认识了实验室实验与工程试验的差别,深化了化学工程中原材料、操作单元选择原则,化工原理中“三传一反”的理解。以搅拌装置的设计为例,大型搅拌桨根据物料粘度设计的原理,SBS与沥青混合加料时的弱搅拌与反应后的强搅拌桨叶的不同;以我国早期SBS改性沥青生产时,为解决高熔体粘度的SBS与低粘度沥青的分散性通过胶体磨等特殊设备强化剪切变形实现分散;还可以通过选择SBS的嵌段比例、分子量等手段提高其在沥青中的分散性;

(4)培养了创业思维

通过与市场、采购和财务部门人员的交流,了解到企业的市场信息是生产的前提,市场信息是基于大量使用数据和与用户沟通相结合而得到的。市场原材料信息、市场销售信息反馈到研发部门进行开发,形成原材料进入、加工制造和产品销售与服务一体化的运转格局,为以后创业思维的培养打下基础。

工程化思维对促进学生校内培养有积极的影响。通过工程化实践锻炼了学生将高分子专业理论知识用于实践,并通过实践加深了对理论知识的学习。例如,深入了解了高分子材料工程的共同点,是解决高性能与易加工、经济性三者的矛盾,环境污染治理与经济性的矛盾。学习了公司治理结构,了解公司的发展核心,一是靠管理,二是靠科技。团队协作是公司高效运转的保障,注重团队建设。在此过程中,也培养了团队协作能力,更快融入将来的工作融合贯通,认识平时所学知识的重要性,促进专业知识的学习。

在基础理论与工程化生产方面,还认识到室内基础研究试验与工程化生产相辅相成,工程化提出问题必须通过基础研究指导才能获得突破。基础理论指导工程化实践,工程化实践又不能局限于基础理

论,还需考虑社会因素、市场因素和环境因素等。

在生产应用方面,深刻理会了“安全第一”是一切生产的根本。工厂的安全教育,为以后试验室及工程化生产奠定了基础。工程化放大生产是无数实验室试验的总结,也是指导实验室小试、中试和放大生产的根本。稳定化、规模化生产是市场化应用的根本保障,标准的试验方法和严格的产品检测是市场应用的根基。市场是科研的主要推动力,基础研究是推动科研进行的源动力。

4 贯通式教学总结

贯通式实验教学通过自主探索实验和工程实践体验的方式,增强了高分子材料专业教学的趣味性、探索性和创造性,不但对培养学生提出问题和解决问题的能力有积极作用,而且还有利于高校和企业培养创新和创业人才。贯通式实验教学的难点在于,建立良好的产学研信任关系和学生的积极主动性的配合。此外,指导教师的精细设计和企业、学校领导的大力支持也必不可少,有必要进一步深入挖掘适合贯通式实验教学的课题,深化与企业的合作关系,协同培养发掘创新、创业人才。当然,该贯通式实验教学仍处于探索之中,在培养时间、培养模式、培养效果等方面还值得商榷。

总之,贯通式实验教学的不确定性、探索性、自主性、开放性与体验性更契合当前学生对实验课的需求以及国家对创新、创业能力人才的培养,值得进一步推广和完善。

参考文献:

[1] 王新平,杨菊萍,张丽,等. 高分子通报,2010(7):97~102.
[2] 张兴宏,曾素林,张滢滢,涂克华,王齐. 高分子通报,2016(4):104~108.
[3] 施燕琴,陈思,马猛,吴波震,王旭. 高分子通报,2016(1):94~97.
[4] 武卫莉,刘喜军,贾宏葛,佟丽,程伟东. 高分子通报,2016(2):102~106.
[5] 牛余忠,杨正龙,陈厚,刘希光,蒙延峰. 化学教育,2014,(20):27~30.
[6] 张安强,吴水珠,刘海敏,潘其维,刘述梅. 化学教育,2014,(10):19~21.
[7] 张玉琦,王俏,宋延卫. 教育教学研究,2010,(3):132~134.
[8] 冯海柯. 广州化工,2013,41(9):243~244.
[9] 胡建设,周爱娟,王宏光. 高分子通报,2010,(3):70~73.

Discovering the Thorough Knowledge Lecture on Experimental Case of Polymer Materials

WANG Shi-feng^{1*}, PAN San-shui¹, ZHANG Yong¹, LI Jia-xi², LI Hang³

(1. School of Chemistry and Chemical Engineering, Shanghai 200240, China;

2. Department of Polymer Engineering, University of Akron, Akron 44301, USA; 3. Bridgestone Americas Center for Research and Technology, Akron 44301, USA)

Abstract:Thorough knowledge lecture mode on polymer materials is combined the basic knowledge, major knowledge and practical knowledge together. The methods and steps of thorough knowledge lecture mode based on the polymer modified asphalt by reactive processing are introduced. The deep understanding polymer materials and the ability of analyzing and solving problems was improved obviously through reading references, designing experiment, carrying out experiment and practicing in real project. This lecture mode is good for the graduates and undergraduates mastering the kernel of polymer engineering and science, selecting the interesting research, orientating the job career and meeting the requirement of society. It is also significant to nurture the comprehensive quality and to improve the innovation and entrepreneurship spirit of students.

Key words:Polymer materials; Thorough knowledge lecture; Experimental case; Innovation; Entrepreneurship