

高分子流变学教学的探讨 ——借鉴美国大学高分子流变学课程教学经验

白绘宇,罗 静,倪才华,东为富,刘晓亚,陈明清

(食品胶体与生物技术教育部重点实验室,江南大学化学与材料工程学院,无锡 214122)

摘要:高分子流变学是一门研究聚合物材料的流动与变形的科学。在专业本科教学过程中高分子流变学课程是一门承上启下的关键课程,地位与作用明显。高分子流变学课程又不同于一般流变学课程,有着自身的特点,在课程的教学过程中,既要突出其科学研究的前沿性也要强调其实用性。本文借鉴美国大学高分子流变学课程教学经验,针对我校高分子材料与工程专业高分子流变学教学中存在的问题,提出了一系列改革思路,希望为高校高分子流变学教学改革提供借鉴。

关键词:高分子材料与工程;高分子流变学课程;教学;改进;创新能力

物质流变是自然现象,也是认识世界的方法,是材料制备的科学基础,又是材料制备的技术途径。高分子流变学(聚合物流变学)是一门研究聚合物材料的流动与变形的科学,是高分子物理、高分子化学、流体力学、固体力学和计算机科学等交叉学科,在材料专业教学计划中是具有承上启下地位的关键性课程。高分子物理的基本原理在聚合物流变学中有充分体现^[1,2],而通过对聚合物熔体或溶液流变性质的把握,将有助于进一步理解和掌握成型工艺原理与模具设计原理^[3]。因此,在工科院校中,有效地、快速地提高高分子流变学课程教学质量势在必行。

1 美国大学高分子流变学教学的做法及经验

作者曾作为国家公派访问学者到美国北卡罗来纳州立大学留学访问一年,期间有幸旁听了一门《聚合物流变学》课程,对美国高分子流变学的教学特色有了一定的了解。结合我校高分子材料专业加工方向的研究特色是聚合物的共混改性研究,重点学习了美国大学《聚合物的共混和合金》中流变学内容,其教学大纲中聚合物流变学部分的内容为:聚合物的粘弹性、聚合物的流变行为、简单剪切流动中流体的速度和流量、挤出机/注塑机模具中流体的速度和流量、注塑机中流道中流体的速度和流量、单螺杆挤出机中聚合物的流变行为等。在其教学大纲中包含了实践环节,即对最新相关文献的评述和应用计算机验证课堂中学习的理论部分。而国内的流变学教学大纲包括流变学基本概念、线性弹性、线性粘性流动、橡胶弹性、非牛顿流体、线性粘弹性和聚合物的断裂和强度等内容。通过与美国教学大纲的对比,可以发现:聚合物流变学中枯燥的理论部分如果能与工程实际结合起来就会变得有趣,同时巩固和加深了课堂上的教学内容,从而达到“变枯燥为有趣”的教学目的。

1.1 教学基础宽厚、扎实,教学要求很严格

美国工科教学重视引导和启发学生如何分析问题并找到解决的方法。教师根据学生前期基础阶段掌握的高分子化学和高分子物理的知识,教师引导学生进一步学习高分子流变学,同时给学生留下很多拓宽学习高分子材料成型加工思路的问题。最后,布置查阅最新的高分子流变学方面的文献,在规定的时间内完成,学生需对实验设计方案、仪器选择、实验结果等进行分析、讨论。在美国,学校和老师都十分

10.14028/j.cnki.1003-3726.2015.07.013

收稿:2014-09-09;修回:2014-12-16;

基金项目:国家自然科学基金资助项目(NSFC51373070);产学研联合创新资金-前瞻性联合研究项目(BY2014023-07);

作者简介:白绘宇(1972—),女,博士,副教授,主要从事高分子材料与工程专业教学与科研工作。E-mail: bhy_chem@163.com.

重视把最新的科研成果引入到教学中,让学生及时了解、接触和掌握新事物,使学生体会到科技的进步,为其后来的学习和科研奠定坚实的基础。

1.2 教学注重提高科研能力,灵活教学

美国注重将科研成果转化为教学内容,要求更新教材内容,这样在教学内容和教学方法上都要有新思想和新东西产生,教师的教学方法很灵活,主要是提出问题、启发思路和引导讨论。例如,教师布置一个课题后,学生通过查阅文献,设计实验等合作完成,最后,汇报实验方案和分析实验结果,使学生从知识运用和归纳等方面得到锻炼。比如,学生在制定聚合物流变行为的实验方案过程中,自己多思索,并查阅相关的文献,教师鼓励学生摸索实验条件,使学生逐渐养成科学的思维和预见性,这样提高了学生的科研能力。

1.3 教学方案和过程因材施教

美国的教学方案和教学过程中对学生的独立性研究成分比较多,在教学中按学生的实际情况因材施教,充分尊重学生的个性的发展,对某个问题师生一起讨论,形成一个学术自由的良好氛围,同时使学生树立学习高分子流变学的自信心,有利于以后的科研工作。

1.4 考核方法松中有严

美国高校考核方法多样化,对《聚合物流变学》课程,平时有文献报告,学生通过阅读发表在高档次杂志上的最新文章,发现文章中的创新点,在课堂上师生一起讨论;期中考试,采用笔试的形式对已经学过的知识进行考核,这个测试是在课堂外规定时间内,学生通过开卷考试形式完成;期末考试,对后一阶段所学知识内容以开卷的形式考核完成。课程的最终成绩要根据上述考试成绩评定。考核过程中更重视学生的基础知识的掌握、创新和科研能力的提高。

2 我校高分子材料与工程专业的高分子流变学教学中存在的问题

目前,我校的高分子流变学的教学质量和教学水平与美国大学情况相比差距很大,在教学中存在的诸多问题主要表现在:

2.1 教学体系不合理

理论教学和实验教学是相辅相成的,但是目前教学中实验教学重视程度不够,实验课时较少,仅在高分子物理实验课和聚合物加工工程课程的实验课中开设了聚合物流变学的相关实验。这样在培养学生的创新和实践能力方面,该课程所起的作用远远不够,无法适应新世纪创新人才培养的需要。

2.2 教学内容滞后,缺乏实用性

作为流变学的一个重要分支,高分子流变学实际上是建立在连续介质的流体力学基础上的。对于高分子材料专业的本科生来说,由于数理基础相对较弱,流变学还是有一定难度的。目前,选用的教材《聚合物流变学基础》阐述了聚合物流变学的基本概念、理论和实验手段,并讨论了聚合物材料各种不同的流变行为,内容的难易程度适中,但是涉及的流变学知识面不宽,有些内容的讲解不够详细,体现高分子流变学最新研究成果很少,同时研究性和应用性的实验内容很少,这样不利于学生巩固基础知识和基础理论,也不利于培养学生的独立思考和创新能力。

2.3 教学方法单一

目前的教学模式是教师依照教材内容把高分子流变学的相关知识按部就班进行详细的讲解,学生很少进行独立的思考和实验的操作,这样的教学方法使学生对教师过于依赖,也抑制了学生个性思维的发展和能力的培养,不能发挥学生的学习高分子流变学的积极性,同时学生的动手能力和实践技能也得不到应有的培养,教学效果较差。对于网络 and 多媒体等现代教学技术在教学中的应用程度还是较低,还未能与实际教学更有效地结合。

2.4 考核方式落后

目前高分子流变学课程的特点在于课时少,教学内容多,特别是新概念多,且偏重理解而非简单的记

忆。然而所选用的教科书中的习题集,涉及的知识覆盖面较窄、缺乏应用型的习题。《高分子流变学》课程的考核仅仅通过评述一篇研究论文(关于高分子流变学的最新研究成果的文章)结合平时成绩给予评定。

3 高分子体系流变学教学改革思考

在我校的高分子材料与工程专业中,只有高分子材料加工方向开设了《高聚物流变学》课程。对于高分子体系流变学的认识上还存在狭义性、简单化、绝对化、抽象化和脱离实践等误区,亟待我们在教学中探索一些解决办法。可以归纳为:两基和两实,突出基本概念,重视基础知识,从物理实质进行教学,结合实验进行教学,追踪最新研究成果,深入了解流变学问题本质,联系与解决生产实际问题。

3.1 高分子流变学教学的基础性、系统性和前沿性相结合

对高分子材料与工程专业的学生而言,学习高分子流变学对以后的工作或科研均有重要的意义:(1)可以指导高分子聚合反应,制备加工性能优良的聚合物;(2)可以指导聚合物加工改性研究,评定聚合物的加工性能,正确选择加工工艺条件和指导配方设计;(3)可以指导模具开发,设计加工机械和模具。高分子流变学作为一门新兴交叉学科,不仅要重视流变学教学的基础性和系统性,而且要不断灌输本学科研究的前沿进展,对培养从事应用开发的高素质学生,是非常重要、不可替代的。因此选择合适的教材,同时向学生推荐优秀的国内外教材作为参考。在教学过程中,基于高分子流变学的基本概念结合自己和流变学同仁的教学实践,系统讲解基本概念和基本理论,重点剖析在教学中已被误解的实例;同时通过分析相关知识的最新研究动态,来理解这些概念和理论,从而帮助学生正确掌握并夯实基本概念和基础知识,对于学生学术的长远发展具有重要的意义。

3.2 高分子流变学教学内容和形式的创新性,增加实验教学内容

高分子物流变学是建立在高分子化学和高分子物理基础之上,包含了高分子材料的力学性质,其研究目的是揭示材料流动与变形的规律。同时聚合物的流变特性也是决定聚合物成型工艺参数以及制品质量的重要因素。聚合物流变学课程涉及的教学内容很多,而且涉及到较为高深的数学知识,在实际学习中许多学生感到知识点多、杂和难。因此需要在教学内容和教学形式上有进一步的创新。

针对聚合物流变学课程的教学重点和教学措施,郝文涛^[4]提出:“以高分子物理为依托,服务于聚合物成型工艺,强调课程实用性”的教学思路。国外教材 *Polymer and Composite Rheology*^[5]突出了流变学教学的使用功能,该教材的教学内容用较多的篇幅介绍不同体系,诸如悬浮体系、乳液体系、发泡体系等流变体系的流动特征,内容较浅,但是覆盖面很广,能使学生会到学而有用。这些为我们提供了很好的借鉴思路。由于我校的高分子研究以聚合物改性制备功能性环境友好型材料为主,涉及大量的成型工艺过程。因此,在聚合物流变学教学中需要结合本校科研特点,突出讲授“聚合物溶液或熔体的流动分析”“聚合物熔体黏度的测定”“转矩流变仪的原理和应用”以及“聚合物材料的力学性能测试”等内容。具体措施为:在授课过程中,结合在聚合物加工工程课程中遇到的具体实例,由浅入深地分析科学原理。比如在对转矩-时间曲线的分析过程中,以聚氯乙烯为例,通过分析曲线中的特征转变点,分析各时刻的聚合物所发生的物理和化学变化,可以确定聚合物成型工艺条件。通过教学,使学生理解和掌握流变学的基本原理,巩固了高分子物理和高分子化学知识,并且能够分析和判断聚合物熔体和溶液在流动过程中的流动特征及其影响因素,根据流动特征来合理选择成型工艺条件,指导成型机械与模具设计,这样可以提高学生应用流变学原理和聚合物流变性的影响因素来分析和解决实际问题的能力。

此外,在教学过程中,还要注重密切跟踪高分子流变学研究的最新动态,不断更新教学内容,将其渗透到聚合物流变学的教学过程中。

为了加深学生对流变学理论的理解,在理论教学过程中应开设实验课。通过实验课的教学,使学生理解聚合物的流动和变形的基本原理、测试仪器的结构、原理及其操作以及影响流变性能的因素,从而训

练学生生产和科研的方法,培养学生动手能力、分析问题和解决问题的能力。

3.3 改革高分子流变学的教学方法和手段

为提高高分子流变学课程的教学质量,需要在教学方法和手段上做一些改进:理解教学思路,明确教学目的;重视课堂教学,加强课外学习;以通俗易懂的语言讲授复杂的流变学内容。

在教学过程中,注重理论联系实际,激发学生的好奇心。《聚物流变学》课程属于理论性比较强的学科,枯燥的理论解释会导致学生失去学习的兴趣,所以通过现实中的鲜活的实例来讲述理论问题显得尤为重要。比如以沼泽地为例讲解非牛顿流体的触变性行为,如果人掉到沼泽地后,人越挣扎陷得会越深,这是由于人在沼泽地中挣扎相当于给沼泽地中流体持续的剪切速率,使得沼泽地的黏度下降的厉害,导致人陷得越厉害。这样就反映了流体的触变形行为。

在教学过程中,采用多媒体和板书相结合的教学方式。利用多媒体把包含图像、声音和动画的枯燥的流变学知识变得生动有趣,促进学生对流变学知识的理解;对于较为复杂的数学推导,如流体的流动行为的分析,需用板书的方式进行逐步的推演,边推导边讲解,加强学生对教学难点的理解和掌握,同时要求学生在课后复习做出总结,发现规律,从而能较好地激发学生参与课堂教学和自主学习的积极性,教学方式的多样性也促进了教学效果提高。

在教学过程中,应用探索式教学法^[6],教师及时把最新的科研成果有机地融入课堂教学中,一方面通过研究的样品实际展示给学生,另一方面,也是最重要的方式,即布置某一课题的课件制作,让学生了解高分子流变学的最新研究动向,比如为了更好地理解材料的模量,让学生查阅最新的高分子材料的研究成果,再制作课件 ppt 上台展示和演讲,在规定时间内讲完,这样让学生自己动脑筋,分析问题和理解基本概念和基本知识,突破了老师“满堂灌”的传统教学方法和手段。在教学中培养学生独立获取知识的能力,切实调动学生的学习积极性,让学生自己实践,为其留下思考的余地,加强学生的主体意识,为激发学生的求知欲提供条件,从而开发其创造性思维。同时学习最新研究成果,也会让学生对流变学学科领域较前沿的研究成果产生浓厚的兴趣,激发他们学习的热情和积极性。可见探索性教学法可以有效地调动学生的学习积极性,使学生在主动探索的过程中培养创新学习的精神,有利于培养知识与能力兼备的创新性人才,并且其新颖性和探索性的魅力也吸引了很多有想法、肯钻研的学生提早进入科研,积极从事科技创新活动。

通过教学过程,学生由于自己的参与,学习流变学的积极性有了很大的提高,同时学生的学习热情也鼓舞了教师的讲课热情,也让教师认识到学生的实际情况,授课更有了针对性,认识到学生的需求,从而提高流变学的教学质量。

3.4 完善高分子流变学教学质量考核评价体系

近年来,高等教育在课程教学质量的评价体系方面也进行了诸多的改革^[7],以突出时代发展的要求,突出对学生个性和创造性的培养。恰当的考核方式不仅能检查对所传授知识的掌握程度,考查运用知识的能力和创新意识,比较全面地反映学生的学习情况和潜在能力,而且能够充分调动学生学习的积极性,变“要我学”为“我要学”,不为应付考试而学习,对提高学习积极性、培养创新精神和实践能力、全面评价教学效果具有重要意义。

作为一门与生产实践结合紧密的专业课程,《聚物流变学》课程不能唯期终成绩为主要考核指标,而是把学生平时所做文献报告和专业小论文等计入综合评价环节,将平时成绩所占的比例由 15% 提高到 30%,这部分成绩的考核主要依据学生的出勤率、平时作业的成绩、课堂报告的水平、实验动手能力等几方面综合评定。

对于平时作业的成绩,习题的设计显得尤其重要。为了使习题有代表性而且覆盖知识面大,在教材习题的基础上,搜集、编辑和制作习题集,让学生对所学知识从不同角度得到温习和巩固,从中发现学生知识的缺陷,通过对错误错误的归纳剖析,了解学生知识的薄弱环节,然后在课堂上进行针对性的解释,使学生对高分子流变学有更深入的理解。

对于理论部分的内容可以作业的形式进行考核,考察学生对理论的理解和掌握程度。对于实际的成型加工部分如挤出成型、模压成型、注射成型等,作业中除了理论内容外,增加部分来源于聚合物生产厂家的实际问题,主要考察学生解决实际问题的能力,学生通过自己查资料、做研究方案、递交作业的方式完成。

为了提高学生的动手能力,就《高分子流变学》课程中某一特定内容,开展初步的具有探索性研究工作的小项目,帮助学生更好地理解高分子流变学的基本理论和获得科学研究的基本训练和研究技能,明确学习目的和兴趣,以较早地培养本科生独立开展科研工作能力。《聚物流变学》这门课程的学习不仅仅是单一的理论学习,而且是有诸多的实际案例需要亟待解决,这种通过自身的学习和实践来解决问题所带来的学习兴趣,是发自内心的、持久的。这个过程既锻炼了同学们利用已学的高分子流变学知识进行综合分析的能力,又培养了其查阅文献、分析文献的能力。

对于课堂报告的检查,在学生查阅文献,得出初步结论后,教师要组织学生进行课堂讨论。每个同学将自己的研究结果以适当的方式展示出来,在教师的引导下通过讨论得出最终的共识性结论。同时对个别问题求同存异,并对整个探究过程进行反思,给出恰当的评价。通过表达与交流,学生们可以多角度地理解所探究的问题,获知自身的差距与不足,在交流的过程中并有可能产生新的想法,引发更深入的探究。在这一过程中,学生的语言表达能力、合作精神以及尊重他人的品质都可以得到有效的培养。

对于期末考试,采用开卷形式,在规定时间内完成一篇指定英文文章的阅读和分析,回答问题,通过制定评分标准,教师给出对学生的综合评价。

4 结 论

高分子材料与工程专业高分子流变学的教学应立足于现代教育平台,在教学内容、教学方法、教学手段和考核制度等方面进行调整,以焕发学生在教学过程中主体意识和主动精神,把教学过程作为加强多种素质训练的过程,全面提高学生分析和解决问题的能力 and 创新能力,有望培养具有创新能力的高分子材料的高素质人才。

参考文献:

- [1] 何曼君,陈维孝,董西侠. 高分子物理(修订版). 上海: 复旦大学出版社, 1990, 462.
- [2] 何平笙. 新编高聚物的结构与性能. 北京: 科学出版社, 2009, 593.
- [3] 王贵恒. 高分子材料成型加工原理. 北京: 化学工业出版社, 2008, 320.
- [4] 郝文涛, 王小明, 杨 文. 高分子通报, 2012, (1): 108~112.
- [5] Gupta R K. Polymer and Composite Rheology. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 2000, 390.
- [6] 张志明, 李婷婷. 学园, 2012, (9): 19~20.
- [7] 刘晓光. 黑龙江高教研究, 2009, 186 (10): 75~76.

Discussion on Polymer Rheology Teaching —According to the Teaching Experience of Polymer Rheology Course from USA's University

BAI Hui-yu, LUO Jing, NI Cai-hua, DONG Wei-fu, LIU Xiao-ya, CHEN Ming-qing

*(The Key Laboratory of Food Colloids and Biotechnology, Ministry of Education, School of Chemical and
Material Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)*

Abstract: Polymer Rheology is the study of the flow and deformation of polymer materials. Polymer rheology is a key course in the process of polymer undergraduate teaching, and both its status and role are obvious. Polymer rheology course is different from the general rheology course, which has its own characteristics. So its frontier of the study is highlighted and the practicality is also emphasized in the process of teaching. In this paper, according to the teaching experience of polymer rheology course from USA's university, a series of reform ideas are put forward in view of the problems existing in the polymer rheological teaching of the polymer material and engineering in our school, which can provide reference for the reform of polymer rheology teaching of the university.

Key words: Polymer material and engineering; Polymer rheology course; Teaching; Improvement; The innovation ability