

应用型课程《聚合物流变学》的“汇集式”教学

杨泛明*, 贺国文, 游一兰, 吴 丹

(湖南城市学院材料与化学工程学院, 益阳 413000)

摘要:《聚合物流变学》是高分子材料与工程专业的核心课程之一,在新能源领域应用较广。该课程涉及高等数学、线性代数、化工原理、高分子化学等多门学科知识,理论性较强。在有限课时内使学生理解课程服务目标并摄取足够理论知识具有重要意义。教学过程中,教师可以采取“汇集式”教学方式,激发学生学习兴趣,提高学生学习效率及教师教学质量。此方法包括:(1)立足“门户”,提出课程服务目标;(2)归集“散点”,为服务目标构建知识框架;(3)思维发散,根据服务目标设计习题;(4)知识总结,为学生勾勒美好前景。“汇集式”教学方式的提出,有望为提高应用型课程教学质量提供新思路。

关键词:应用型课程;汇集式;教学;服务目标;先进性

十九大报告指出,高等学校须“全面贯彻党的教育方针”,优化高等院校学科结构、凝练学科发展方向,提高学科教育质量。为了实现这些目标,根据人才培养计划对课程教学方法进行设计显得尤为重要。应用型课程《聚合物流变学》是高分子材料与工程专业及复合材料专业中的核心课程,对高分子材料性质测试与分析、新能源产品制作等具有重要指导意义。因此,对该课程教学方法进行设计显得尤为重要。

《聚合物流变学》课程内容包括“流变学基本概念”、“高分子流体的流变模型”、“高分子流体的流动分析”、“高分子流体的流动因素”、“流变仪的基本原理及应用”等。它是一门交叉性较强的课程,内容涉及高等数学、线性代数、化工原理、高分子化学等^[1, 2]。根据教学要求,要求学生熟练掌握以下内容:(1)流变学基本概念,主要为应力张量、应变张量与本构方程;(2)高分子流体流变模型,主要为广义牛顿流体及其流变模型、幂律流体模型、宾汉塑性流体模型、触变性流体、震凝性流体、粘弹性流体;(3)高分子流体流动分析,主要为流体在圆管中的流动、流体在平板间的压力流动;(4)高分子流体流动影响因素,包括剪切速率、分子量、分子形状、时间、压力、温度等对粘度的影响;(5)流变仪及应用,重点为转矩流变仪的原理、使用方法、测试及数据分析。根据学生反映,本课程涉及知识点较多,理论性极强,但不知课程内容的具体用途。尽管部分老师已经在课堂上列举较多实例,但所举实例归属不统一,导致出现知识点混乱的局面。针对这些难题,本文提出“汇集式”教学方法,具体如图 1 所示:首先,结合专业人才培养计划,立足“门户”,在绪论讲解过程中,提出本课程服务目标——锂离子电池,简单介绍这一目标的发展现状,并结合教材列出学生所需掌握的基础知识,使学生了解本课程重点内容;其次,理清后续各章内容,同时提出各章节内容与课程服务目标“锂离子电池”的关系,构建课程知识框架;再次,结合每章内容及课程服务目标设计习题,巩固课程知识;最后,结合课程内容、课程服务目标及相关企业发展现状,为学生勾勒美好前景,使学生真正明白本课程开设目的,同时掌握本课程重点知识。这一教学方法的提出,有望整合零散知识点,并使学生明确课程宗旨,为理论性较强的同类型课程的讲解提供新思路。

1 立足“门户”,提出课程服务目标

“绪论”是《聚合物流变学》课程的“门户”,通过“门户”可总揽全局(见图 2)。绪论中,除“应力”与“应

10.14028/j.cnki.1003-3726.2019.11.008

收稿:2019-04-23;修回:2019-08-08;

基金项目:湖南省教育科学“十三五”规划 2018 年度课题(XJK18BGD006);

作者简介:杨泛明(1988-),男,博士,讲师,主要从事复合材料合成与应用相关研究;

* 通讯联系人:杨泛明, E-mail: ychufei@163.com.

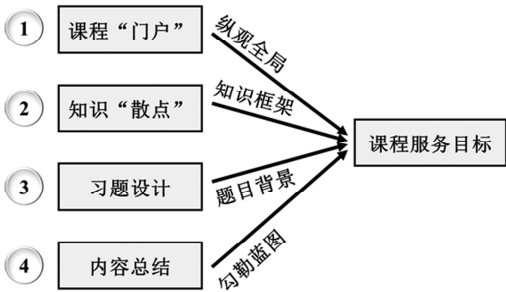


图 1 《聚物流变学》的“汇集式”教学思路设计图
Figure 1 The aggregate teaching design for polymer rheology

变”两个基本概念外,其重点为“魏森贝格效应”、“剪切变稀现象”、“挤出胀大现象”、“二次流动”和“减阻效应”的理解及原因分析。利用锂离子电池制作过程中的相关工序,可以对这些概念和现象进行通俗化解释。例如,通过正极聚合物粘结剂聚偏氟乙烯(PVDF)配制实例,对剪切力和聚合物分子链发生的变化进行解释,帮助学生理解“应力”与“应变”的概念与关系;引入锂离子电池正极配料实例,结合工程师“刮锅”操作,讲解浆料在配料过程中出现的“爬杆现象”,并分析该现象产生的原因及相关解决方法,帮助学生理解“魏森贝格效应”。后续各章内容均以这些概念和现象为基础,并且均与锂离子电池制作有较大关系。因此,可以在绪论讲解过程中提出本课程的总体服务目标(见图 2):锂离子电池,同时提醒学生这一目标与人才培养计划的相融性及该目标的先进性,要求学生掌握每一章中的重点内容。

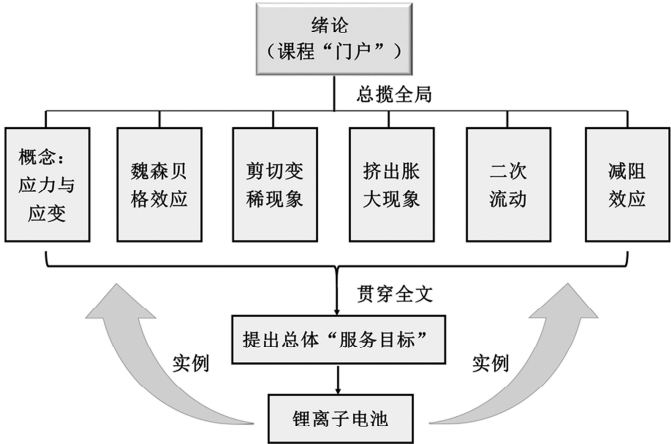


图 2 基于“绪论”提出的课程服务目标
Figure 2 The proposed service objectives based on the introduction

针对本课程提出服务目标时,应该考虑到这一目标的科技含量和先进性。如果科技含量过低或服务目标已经过时,无法吸引学生眼球,难以激起学生学习兴趣,难以实现提高教学质量的目的。当前,“锂离子电池”在我国乃至全世界受到广泛关注,并且科技含量较高^[3, 4]。尽管如此,仍然有较多问题没有解决。“锂离子电池”这一服务目标的提出,可以快速引起学生注意。此外,它的提出,不仅可以解释绪论中所涉及的重点“概念”和不同现象,还可以引出课程具体内容,如利用锂离子电池中“浆料粘度测试与分析”这一工序引出第三章内容“高分子流体的流变模型”、利用“正负极浆料输送”实例引出第五章内容“高分子流体流动的影响因素”等。利用“锂离子电池”制作中相关实例可将本课程内容进行串联,引导学生明确课程目标,抓住课程重点。

2 归集“散点”，为服务目标构建知识框架

纵观《聚物流变学》课程大纲，不难发现课程版面较少，但涉及学科内容众多，如高等数学、化工原理、高分子化学。因此，教师授课和学生学习难度较大。为了在有限的课时内使学生获取更多的知识，掌握更多与知识点相关的应用信息，需要对知识“散点”（表观上关联度较小的知识点）进行汇集，并结合课程服务目标提出每个知识点可以解决的问题，以引起学生重视、提高学生在学习兴趣和效果。

本课程中除绪论之外，第二章至第六章分别为“流变学基本概念”、“高分子流体的流变模型”、“高分子流体的流动分析”、“高分子流体流动的影响因素”、“流变仪的基本原理及应用”。整体上，课程内容理论性较强，学习难度较大。为了提高学生学习兴趣，可将所述知识点与锂离子电池制作过程中的某一工序进行衔接（见图 3），通俗化讲解理论性较强的概念或公式。例如，结合视频，利用 PVDF 制胶和正负极配料中搅拌、剪切及聚合物状态变化的实例解释第二章“流变学基本概念”中的重要概念“剪切应力”、“应力张量”和“应变张量”等；浆料输送及其在涂布过程中的流变性阐述高分子流体的流变模型（第三章）；利用管道设计、购买及正负极浆料在管道中的流动阐明流体流动相关公式（第四章）及流体流动影响因素（第五章）；利用浆料粘度测试与分析、粘度测试仪的使用阐述流变仪的基本原理与应用。将知识点与服务目标中的相关实例进行融合，有望使理论性较强的知识点通俗化，促进学生理解，提高学生学习效率和教学效果。

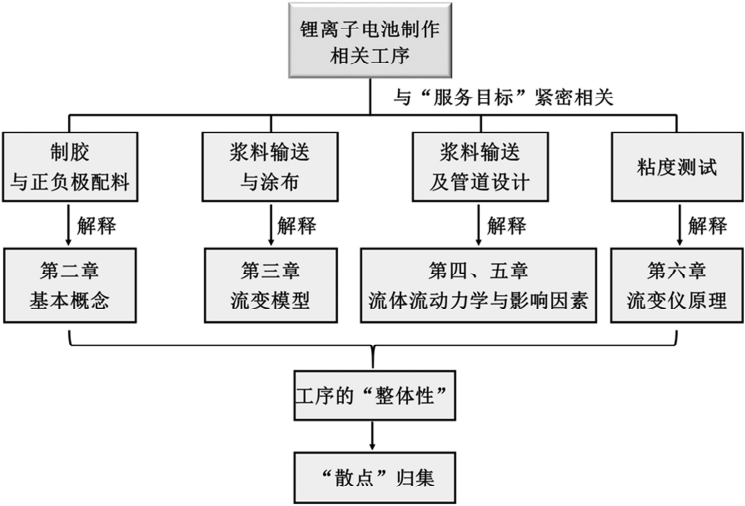


图 3 基于服务目标的“散点”归集方案

Figure 3 The collection scheme for scattered knowledge points based on the service objectives

3 思维发散，根据服务目标设计习题

习题布置是理论教学过程中的重要环节^[5]。为了检验学生对知识点的掌握程度，需要根据所讲授的知识点设计不同的习题。目前，大学教师布置作业主要有以下几种方法：(1)从教材中每章或每节内容之后的习题中抽选；(2)自行设计习题。两种方法相比较，前一种方法比较简单，与教材内容切合度较高，难以解答学生对于“课程知识凌乱”的疑惑。后一种方法比较灵活，但目前老师们设计的习题多是仅根据某一章知识点进行设计，很少将习题与本专业课程开设目标和本课程服务目标进行结合，难以解决“课程何用”的问题。两种方法均较少涉及应用背景。学生进行习题解答后，并不能很好地解释应用领域中所出现的现象。

为了使学生更好地理解、掌握重要知识点，可以根据本课程服务目标为相关习题设计应用背景，明确

具体知识点可以解决的问题,增强学生对本课程服务目标的印象,解决“知识点凌乱”和“课程何用”的问题(见图 4)。以《聚物流变学》课程习题为例,可以结合第三章“高分子流体流变模型”、第六章“流变仪的基本原理及应用”及锂离子电池中粘结剂的粘度测试设计习题,具体如下:锂离子电池正极浆料涂布前,需要对浆料流变性进行测试。流变性良好,并且涂布过程中不结冻的浆料方可用于涂布。现以镍含量较高的三元材料 $\text{Ni}_{0.88}\text{Co}_{0.05}\text{Al}_{0.07}$ 为主料、超导电碳(SP)为导电剂、聚偏氟乙烯 PVDF 为粘结剂、N-甲基吡咯烷酮 NMP 为溶剂进行正极配料,将配料结束后的浆料进行流变性测试,具体结果如图 5 所示。根据题意和测试结果进行分析:(1)正极浆料表现出哪一类流体(假塑性、胀塑性、触变性、震凝性流体)性质,并说明原因;(2)正极浆料出料后,是否能进行涂布,如果不能,请说明原因,并阐述涂布可能出现的结果。



图 4 基于服务目标的习题设计思路

Figure 4 The exercises design route based on the service objectives

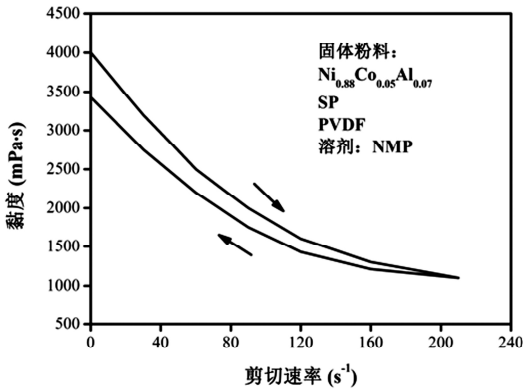


图 5 锂离子电池正极浆料流变性测试结果图

Figure 5 The rheological tested results of anode slurry in lithium ion battery

作业设计过程中,需要注意:(1)设计背景应当与课程服务目标一致,保证知识点整体性,避免产生错乱;(2)题目背景中应当提供基本信息,保证学生能结合所学知识及题干内容,理解本习题的设计目的,巩固所学知识;(3)为习题设计背景时,应当掌握好字数和重点提示内容,避免出现题目过长及所提供信息混乱的现象。

4 知识总结,为学生勾勒美好前景

在课程结束之际,可以根据课程服务目标对课程知识点进行总结,为学生勾勒蓝图,强化学生对课程内容和服务目标的印象,例如,对服务目标简介进行更新,包括服务目标与本课程的关系、发展现状、相关企业及企业招聘等(见图 6)。

以《聚物流变学》为例,在课程结束之时,可以对课程内容进行归纳,同时举例说明锂离子电池(手机电池、新能源汽车中动力电池等)的发展现状,亟需解决的问题及其对于大学生知识储备的具体要求(聚合物打浆方法、爬杆现象的解决方法、流变仪使用及数据分析等)。此外,采用视频教学方法,对某一锂电池企业的锂电池制作进行剖析,巩固所学理论知识,同时使同学们在脑海中勾勒出以后工作蓝图,达

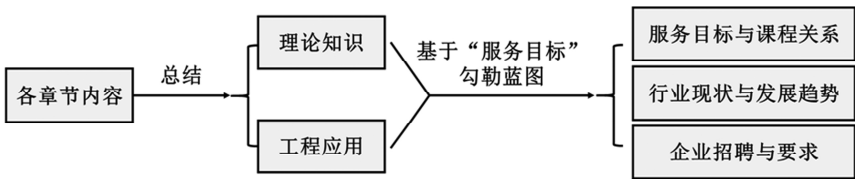


图 6 基于服务目标的知识总结方案

Figure 6 The knowledge summary scheme based on the service objectives

到一举两得的效果。

5 结语

在应用型课程教学过程中,教师采用“汇集式”教学方法,首先提出课程服务目标,其次根据服务目标讲解每章知识点、设计习题,并基于这一服务目标进行知识点总结。通过这种教学方法,有望解决“知识点凌乱”和“课程何用”的问题,提高学生学习效果和教师教学质量。

参考文献:

[1] 欧阳婷. 高分子通报, 2015,7: 95~98.

[2] 白绘宇, 罗静, 倪才华, 东为富, 刘晓亚, 陈明清. 高分子通报, 2015,7: 89~94.

[3] 赵红光, 李静, 张洪凯, 华周发. 电池工业, 2017, 21(2): 46~50.

[4] 饶睦敏, 焦奇方, 杨泛明, 许辉, 刘家捷. 电源技术, 2018, 42(10): 1434~1437.

[5] 郝文涛, 王小明, 杨文. 高分子通报, 2012,1: 108~112.

Aggregate Teaching Method of Applied Course of Polymer Rheology

YANG Fan-ming*, HE Guo-wen, YOU Yi-lan, WU Dan

(College of Materials and Chemical Engineering, Hunan City University, Yiyang 413000, China)

Abstract: Polymer rheology is one of core courses for the professional of polymer materials and engineering, and it is now widely used in the field of new energy. Polymer rheology is a highly theoretical course involving multiple subject knowledge, such as advanced mathematics, linear algebra, the principles of chemical engineering and polymer chemistry. In the teaching process within a limited time, it is of significance for the students to understand the service objectives and acquire enough theoretical knowledge. In the teaching process of polymer rheology, the aggregate teaching method could be used to stimulate the students’ interest in learning, improve their learning efficiency and enhance the teaching quality of the teachers. The contents of the aggregate teaching method are as follows: Firstly, the service objectives should be proposed based on the portal of the applied courses. Secondly, a knowledge framework for the service goals should be established by collecting the decentralized knowledge. Thirdly, an appropriate amount of exercises based on the service goals must be well-designed to expand their thinking. Finally, all of the content should be summarized to outline a good beautiful feature for the students. The proposed aggregate teaching method may provide new ideas for the enhancement of teaching quality of application-oriented curriculum.

Key words: Applied course; Aggregation; Teaching; Service target; Advanced