

以《高分子物理与化学》课程为中心的教学体系改革初探

魏 朋^{1,2*}, 章 伟^{1,2}, 张一风^{1,2}, 郭 正^{1,2}, 喻红芹^{1,2}, 马季玫^{1,2}

(1. 中原工学院, 郑州 450007; 2. 纺织服装产业河南省协同创新中心, 郑州 450007)

摘要:《高分子物理与化学》作为中原工学院新开设专业非织造材料与工程的一门专业必修课程, 具有内容多、理论知识抽象和课时少的特点。如何在较短的时间内, 根据学生特点、课程要求和人才培养目标讲授好这门课, 需要对各方面实际情况进行分析, 并采取相应的解决措施。本文对我校非织造材料与工程专业《高分子物理与化学》课程教学存在的学时少、前修课程衔接和理论与实践联系不紧密问题进行了分析, 提出了解决方案。通过实施, 收到了好的成效。

关键词: 高分子物理与化学; 非织造材料与工程; 课程改革

非织造材料与工程专业(以下简称非织专业)是一个多学科交叉且实践性较强的专业, 既涉及到高分子材料、纺织工程、机械装备、电子信息等学科的综合, 又体现出物理学, 化学, 力学等知识的交叉融合, 是对工程实践能力培养非常注重的专业^[1]。非织造产品从开发设计至生产、销售, 都会综合运用到上述知识。而以高分子聚合物、纤维为原料的非织造产品的开发、生产和应用已经成为当前非织造材料领域的主要内容。目前, 开设非织造材料与工程专业的十多所高校, 都把《高分子物理与化学》列为该专业的核心课程, 由此可以看出, 高分子物理与化学相关知识在非织造人才培养中占有重要地位。中原工学院(以下简称我校)的非织专业为新办专业, 2015 年开始招生, 至今有三届在校学生; 经过这几年的努力, 该专业的培养方案、课程设置得到不断完善, 专业建设取得了一定的成绩, 与此同时, 课程建设、教学研究与改革也在不断深入。以下就是《高分子物理与化学》课程的教学实践与体会。

1 基本情况

我校“非织造材料与工程专业”的开设是顺应产业用纺织品行业的发展及人才的需求。该专业的培养目标是: 培养具有扎实纤维材料基础、非织造工艺与产品设计及较强创新能力的非织造工程领域高级应用型人才。在调研产业用纺织品行业人才需求、学习借鉴已开设该专业高校的经验、结合河南省产业用纺织品行业的发展等基础上, 经过专家论证, 制定了该专业的培养方案。

由于社会对纺织行业特别是产业用纺织品的认识不足等原因, 出现了市场对“非织造材料与工程专业”人才的迫切需求, 而本科院校该专业的招生不理想的情况。我校的“非织造材料与工程专业”从 2015 年开始招生, 从在校的学生基本情况看, 生源质量也不够理想(调剂生比例过高), 这对我们办好新专业、培养合格人才是个考验。为此我们在专业建设、课程建设、教学研究与改革方面做了许多工作和努力。

1.1 高分子物理与化学课程的特点

高分子物理与化学课程主要讲授高分子化学和物理的相关知识, 具有内容多而繁琐、概念公式多易于混淆、理论知识多而抽象等特点^[2]。主要表现在:

(1) 内容繁琐, 涉及的知识点多。教学内容包括: 高分子的基本概念、高分子缩聚反应、自由基聚合反应、离子聚合、配位聚合、高分子结构、高分子运动和力学状态及其转变、高分子基本力学性质、高分子溶

10.14028/j.cnki.1003-3726.2018.10.009

收稿: 2017-10-25; 修回: 2018-03-07;

基金项目: 中原工学院教学改革研究项目, 纺织工业联合会教改项目;

作者简介: 魏朋(1987-), 男, 博士, 讲师, 主要从事高性能聚合物合成及加工成型方面的研究和教学工作;

* 通讯联系人, E-mail: appletree0322@163.com.

液等十余章。许多概念非常容易混淆,如“凝胶现象”和“凝胶效应”,“结构单元”和“单体单元”、“构型”和“构象”、“阻聚”和“缓聚”等等。

(2)公式多,难记忆。高分子化学部分,每章都有数十个公式。在线型缩聚反应章节中,涉及到的公式就有将近 20 个,涉及到反应程度和聚合度、反应速率、分子量控制、分子量分布等。由于一些公式又分为多种情况,比如聚合度的计算又分为封闭体系和非封闭体系,反应速率又分为自催化体系和外加酸体系,对学生而言更加难以通过硬性记忆来掌握,只能通过理解进行学习。

(3)内容抽象。该课程的理论体系和假设较多,是课程学习的难点。课程很多内容都是建立在假设推导出的理论基础上的。比如均方末端距的计算,先假设出模型,然后再根据定义进行推导。再比如 Flory-Huggines 高分子稀溶液理论,它的推导是基于溶液中溶剂和溶质分子排列是晶格排列、高分子链是柔性的,可以采取任何构象且能量相同、高分子链段在晶格中分布概率相等假定的。学生对这些抽象内容的理解,往往是比较困难的。

1.2 课程教学中存在的问题

《高分子物理与化学》课程在“非织造材料与工程专业”整个课程体系占有重要地位(如图 1 所示)。

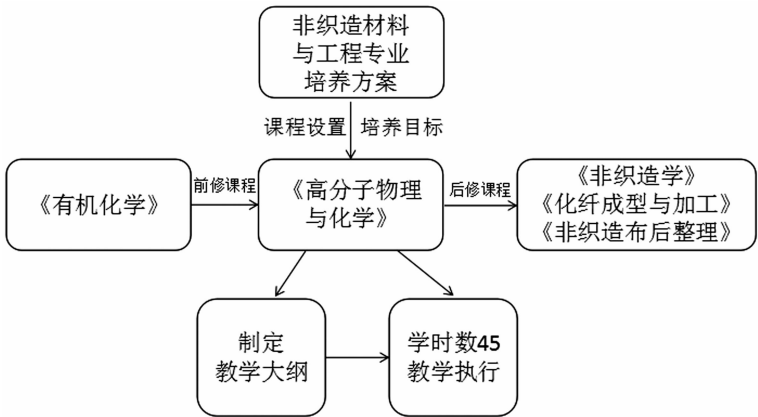


图 1 《高分子物理与化学》课程设置情况

Figure 1 Curriculum settings of Polymer Physics and Chemistry

可以看出该课程是非织造专业的“核心课”,起到承上启下的作用。学好这门课是学生掌握专业知识的重要基础。

在教学过程中我们发现存在以下问题:

(1)与《无机化学》《有机化学》和《物理化学》三门课程的衔接问题

在学习高分子课程前,修读《无机化学》、《有机化学》和《物理化学》可具备坚实的化学基础,有助于课程的学习。由于当前本科教育对基础课程的重视度越来越大,专业基础课和核心课程的学时受到了压缩。目前只开设了基础化学课程中的《有机化学》。这就造成学生《有机化学》课程学习效果较差,而《物理化学》中的熵、焓、反应动力学和化学反应平衡的内容又没有学习,势必会影响到《高分子物理与化学》课程的学习效果^[3]。

(2)学时问题

本校非织专业《高分子物理与化学》的计划学时数只有 45 学时,学时少而内容又多,无疑对课程的教学增加了难度。

(3)理论与实践的联系问题

由于学时有限,《高分子物理与化学》只有理论教学,并未开设课内实验,也没有开设与课程相关的实践课程。而非织专业对实践技能要求是较高的,实践和理论课程的联系程度不够的矛盾对专业人才培养目标的达到是不利的。

2 教学改革与实践探讨

课程组根据非织专业的培养目标,从课程体系出发,针对教学中存在的问题,进行了相关的改革与实践,具体措施如下。

2.1 开设化学通识课,强化基础

针对本专业培养计划学时有限,未能开设《无机化学》和《物理化学》课程造成学生化学基础差,不利于《高分子物理与化学》学习的情况,教研室决定通过开设《大学化学基础》通识课进行解决,由本人和系里具有化学背景的教师共同承担。通识课的学时数为 30,可在课程开始前或与课程同时进行授课(需合理安排教学进度,做好知识衔接)。重点讲述《高分子物理与化学》课程中涉及到的化学概念和理论。在《高分子物理与化学》课程相关章节教学中用约 5min 的时间通过板书和多媒体结合的形式对化学通识课中的知识理论进行回顾,并与课程教学内容进行结合,再通过引导和互动,提升学生对知识体系的理解,有利于知识的掌握。如在讲到缩聚反应章节中反应动力学时,即可设计并采用如下图所示的教学方法。

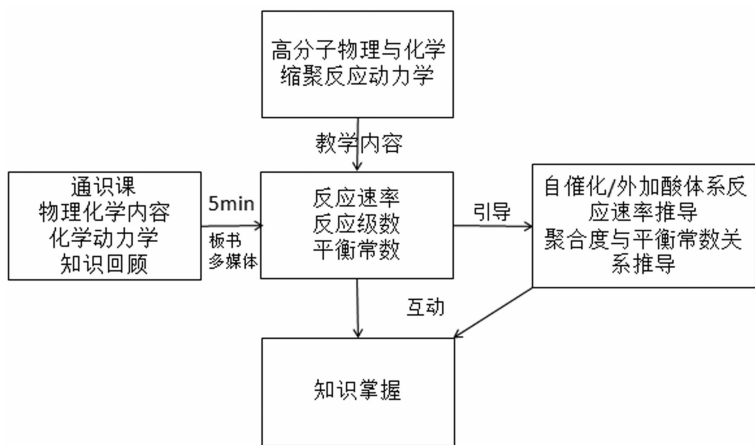


图 2 化学通识课增强课程教学效果示意图

Figure 2 The diagram of chemistry general-knowledge course strengthen teaching efficiency of the course

2.2 精选授课内容,加强与后续课程联系

正如前面所述,要在 45 个计划学时内讲授完《高分子物理与化学》的所有知识点,还要保证具有良好的教学效果是非常困难的事情。因此,必须选择合适的教材,对授课内容进行精选,着重突出基本概念和重点知识内容,同时做到教学的逻辑性。根据专业培养目标和课程设置情况,选择魏无际编写的《高分子化学与物理基础》作为授课教材,内容编排较为合理^[4]。后续专业课程要用到高分子化学结构、分子结构(结晶、取向)、力学性能、流变性质等相关知识。教材全书共有 11 章,因此则重点要讲授的是绪论、缩聚反应、自由基聚合反应、高分子结构、高分子的分子运动、力学状态及其转变、高分子溶液的基本性质相关章节。对其它章节则简要讲述,或让学生课下进行自学。通过对授课内容进行精选,在较短的学时内做到对基本概念和重点章节内容的讲授,避免出现因知识点多、宽广和重点不突出造成的“面面俱到,面面又不精”的现象,也有助于避免学生因内容繁多而产生学习抵触情绪。

2.3 注重教学的逻辑性,加强知识的纵横向联系

在教学中要注重基本概念和重点知识教学的逻辑性,即做到知识的层层递进讲授,注意知识点的横向联系,并采用适当举措引导学生由浅入深,从知识纵向发散到横向,提升学习效果。首先,通过课下对章节内容知识进行梳理,绘制得到知识点逻辑关系图,并精心设计教学方法做好各知识点的衔接。如,在讲述高分子结构—近程结构内容时,可得到图 3 所示的教学方案。

在《高分子结构》章节中,分子链的结构层次为近程结构、远程结构、三级结构和高级结构,这是符合分

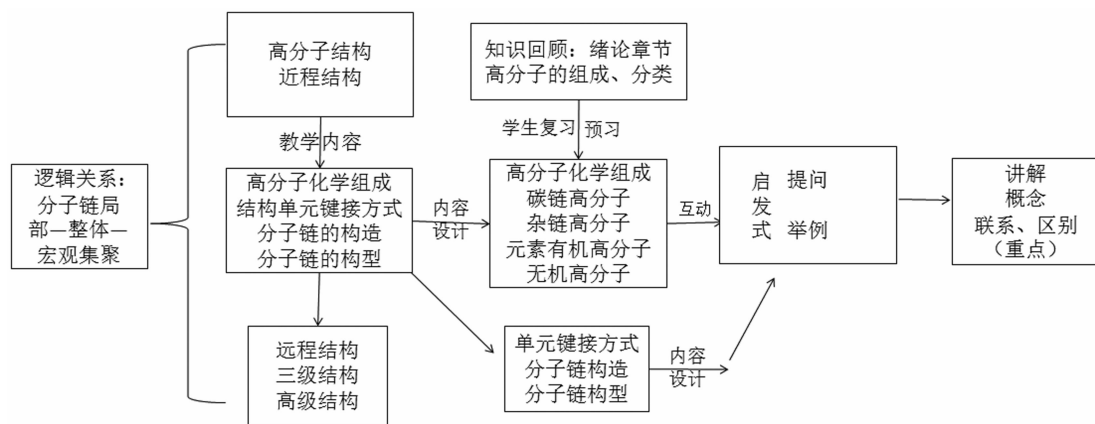


图 3 课程教学设计方案

Figure 3 The design of course teaching

子链局部-整体-宏观集聚逻辑关系的。因此,在设计教学方案时可依据此关系进行讲授。从近程结构入手,分析分子链“局部”结构即化学组成和结构单元链接方式。此时回顾绪论章节中讲到的高分子组成和分类相关知识点(为了强化学习效果,要求学生做好复习和预习),引出化学组成的主要内容。通过互动,采取案例启发式教学方法,让学生回答列举常见高分子的化学组成,并归纳类型(可板书总结,尤其是重要公式的推导)。之后,再对学生的回答进行点评(给予鼓励,提升学习自信),进而提出相关概念。对不同化学组成的高分子再引导学生与聚合方法建立联系,从聚合机理上区别结构组成的不同,归纳出碳链高分子大都是连锁聚合制备而杂链高分子是经逐步聚合得到的(重点讲述),培养学生的发散思维。对分子链构造、构型和远程结构(分子量、构象、柔顺性)知识则从“局部”扩展到“整体”,同样采用类似的教学设计,完成知识的讲授。在此过程中,对构型和构象容易混淆的概念重点进行区别讲述。构型是聚合过程决定的,一旦高分子形成构型就固定了,是高分子的固有性质,是“本性”。而构象是高分子众多碳碳单键受外部条件影响发生旋转后的状态,具有“条件性”。要改变构型,必须进行化学键重组。构象和构型分别可以与“江山易改”和“本性难移”对应,学生就很容易理解了。三级结构和高级结构则又从分子链的宏观集聚反映聚合物性质方面进行展开,按照类似的教学设计,突出内聚能、结晶、取向等基本概念,重点讲授分子链的堆砌集聚引起的结晶、取向对高分子性能内在的影响。采用这种教学方案设计,可做到授课内容条理清晰并“温故而知新”,结合案例启发式教学方法,加强与学生的互动,引导基本概念及注重点知识的联系区别,起到提升学生学习兴趣和强化学习效果的目的。

在上述教学方案中,多媒体的应用可以使授课内容做到层次清晰、逻辑性突出。此外,多媒体可将抽象性的理论授课内容以图片、影像、声音的形式展现出来,使课堂教学变得生动活泼^[5],学生反响较好。比如,讲解自由基聚合反应历程时可以通过 flash 动画的形式,让学生直观的认识理解引发剂分解、链引发、链增长、链终止和链转移过程。而在高分子的化学反应章节中,通过观看汽车轮胎制的造视频短片,让学生理解橡胶的特性和硫化的目的。

4 开辟第二课堂,引导学生自主学习

本校正在大力推广大型网络式开放课程建设(massive open online courses,即 MOOC)^[6],通过《纤维(高分子)化学与物理》MOOC 建设和网络技术,开辟第二课堂。MOOC 教学将章节单元的知识点或知识体系通过教师主讲拍成教学短片。用知识碎片化的理念,让学生在短时间内集中注意力,掌握 1~2 个知识点,避免冗长的学习时间带来的抵触情绪,提高学习效率。将 MOOC 作为第二课堂,学生可以对书本中的知识点进行针对性的预习和强化性的复习,对课堂教学进行补充。同时与课堂教学对接,可以丰

富教学手段,增加学生学习的兴趣和参与的积极性,大幅度提升课程教学效果。

借助网络平台,建立课程学习微信群和课程知识库,对课堂教学和 MOOC 教学再进一步补充。微信平台可做到随时随地与学生进行交流、解疑答惑,加强与学生的交流互动,拉近了彼此间的距离,有益于课程的学习。课程知识库则可由与课程相关的一些习题、视频、专家资料、知识趣闻、前沿技术等构成,方便学生线下自主学习。

5 强化理论知识在实践中的应用

新工科教育背景下,学生的实践与创新创业能力培养是高等教育的重要任务^[7]。工科课程的教学必须做到理论联系实际,在实践中实现培养学生创新素质进而培育创业能力的目标,为国家建设输送高质量的工程人才。围绕工程教育人才培养要求,采用“学习小组”+“导师制”的方法,通过多种方式培养学生的课程实践能力。课程中涉及到高分子化学和高分子物理的知识,可分为高分子化学合成和成型加工两个实践方向。学生根据兴趣,选择适合自己的方向,成立若干个学习小组,每组人数控制在 5~8 人。结合课程组老师的科研方向,将 2~3 个小组划分到每位老师名下,实行导师负责制,进行相关实践训练。如,作者本人擅长液晶高分子的缩聚合成和成型加工,结合自己的科研课题,可对小组成员进行指导开展熔融缩聚和溶液缩聚制备液晶高分子的实验和纺丝制备纤维实验。确定好实验内容后,让学生结合所学理论知识去查阅文献资料、设计实验方案、实施实验、表征结果和分析数据,教师对这些环节进行指导和把关。该方法的实施结果表明,学生具有很高的热情去参与实验项目,课程理论知识在实验方案设计、装置组建、结果分析环节中能够得到很好的运用,学生动手实践能力得到提升,师生交流互动也进一步加强。通过这种模式,学生还可以在教师的指导下参与挑战杯、金三发非织产品设计大赛等创新创业竞赛。在 2016~2017 学年中,学生累计参与各项创新创业竞赛已超过 20 人次,在非织专业领域学科竞赛—金三发杯全国大学生非织造产品设计及应用大赛中取得了奖项零的突破,所提交的作品《一种基于液晶高分子的高温过滤熔喷芯体材料》获得大赛三等奖的奖励。通过自己的努力获得比赛成绩,能够极大的提升学生学习的主动性和自信心。在 16 级学生的课程教学中,学生的课堂学习积极性和老师之间的互动较上届学生有明显提升。这些事例验证了这种模式具有一定的有效性。

6 总结

非织专业是我校较年轻的专业,课程建设、师资队伍和实验室硬件等方面仍在完善中。《高分子物理与化学》作为专业基础课程,具有内容多、理论性强、抽象难于理解的特点,教学工作也面临着一些问题。通过对专业、学生和课程特点进行分析,本文对课程理论教学和实践能力的培养方法进行了探讨,提出了适合本专业高分子课程教学的方法,可为后续专业建设及其他非高分子专业高分子课程学习提供一些参考和借鉴。此外,作为授课教师也要不断加强自身学习,认真对待教学工作,保持与学生有良好的沟通,才能建立有效的教学方法,让学生真正的喜欢上课程的学习。

参考文献:

- [1] 靳向煜,殷保璞,吴海波,柯勤飞,俞镇慌,王洪. 纺织服装教育, 2009, 24(3): 13~15.
- [2] 徐晓东. 高分子通报, 2010, 5: 74~78.
- [3] 吴宁, 晶华静. 大学化学, 2016. 31(8): 56~59.
- [4] 魏无际, 俞强, 崔益华, 高分子化学与物理基础. 第二版. 北京: 化学工业出版社. 2012.
- [5] 张伟. 信息技术, 2014, 1: 62~64.
- [6] 刘畅, 曹峰梅. 教育探索, 2016, 5: 131~133.
- [7] 钟登华. 高等工程教育研究, 2017, 3: 1~6.

Preliminary Study on Course-centered Teaching System Reform of *Polymer Physics and Chemistry*

WEI Peng^{1,2*}, ZHANG Wei^{1,2}, ZHANG Yi-feng^{1,2}, GUO Zheng^{1,2}, YU Hong-qin^{1,2}, MA Ji-mei^{1,2}

(1. *Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007, China*; 2. *Collaborative Innovation Center of Textile and garment industry, Henan Province, Zhengzhou 450007, China*)

Abstract: *Polymer Physics and Chemistry* as one of major compulsory courses of new opened major Non-woven materials and engineering of Zhongyuan University of Technology, exhibits characteristics of more contents, theory abstract and limited class hours. How to teach well based on student characteristics, course requirement and goals of talent training needs to adapt necessary measures after situation analysis. In this paper, the problems of insufficient teaching hours, perquisite course connection and combining theory with practice of *Polymer Physics and Chemistry* course teaching in our college were investigated, and corresponded resolutions were proposed. Good achievement has been made by conducted the projects.

Key words: Polymer physics and chemistry; Non-woven materials and engineering; Curriculum reform