

# 多学科交融教学模式在《高分子化学》课程中的应用研究

陈 旻<sup>1,2\*</sup>, 乔 宁<sup>1,2</sup>, 闫 莉<sup>1,2</sup>

(1. 华北理工大学材料科学与工程学院, 唐山 063000;

2. 河北省无机非金属材料重点实验室, 唐山 063000)

**摘要:** 基于《高分子化学》课程的特点和教学体会, 在教学内容和教学方式上进行了设计, 以聚合方法的分类为主线, 将多学科交融教学模式融入到高分子化学课程教学中, 与板块联系性教学法、案例教学法、验证性教学法相结合, 并通过实验平台的搭建, 理论联系实际, 夯实学生学习效果, 典型实验设计已通过实验验证, 并撰写了论文。结合笔者自身的教学体会, 分析和阐明了该教学模式在优化教师的教学效果, 提升学生综合素质中所起的作用以及在其它课程当中的应用性。

**关键词:** 高分子化学; 多学科交融教学模式; 教学改革

高分子化学作为高分子科学体系的基础, 它不只是高分子专业的必修课程, 对于所有材料类相关专业而言也极其重要, 在材料改性及新产品研发中占据重要地位。高分子化学课程主要包括高分子合成和高分子化学反应等内容, 重点涉及了聚合反应机理及动力学、聚合方法、高分子化学反应规律等重难点问题, 该课程具有内容多、概念多、理论新、理解难度大、难以具体感知等特点; 同时, 高分子化学的许多理论尚不成熟, 新方法和新技术不断涌现, 涉及的许多内容较难掌握, 学生学习兴趣较低。基于此, 笔者提出多学科交融教学模式应用于《高分子化学》课程当中, 就高分子化学课程教学改革中的一点做法及思考进行阐述, 请同行指导。

## 1 近年来课程改革趋势

近年来, 关于高分子化学教学改革的报道很多, 主要集中在以下几个方面: (1) 根据该课程的特点, 通过对多年课程教学经验的总结, 针对高分子化学课程所涉及的基础理论知识较多且较为复杂、知识点抽象空洞、学生难以理解、听课枯燥乏味等问题, 从突出重难点、合理安排教学模式、理论联系实际和师生互动等方面入手进行教学改革, 提高学生的学习兴趣和主动性, 取得了不错的教学效果<sup>[1~3]</sup>; (2) 建立能够吸引学生的网络学习环境, 构建高分子化学网络课程, 建立课堂学习和线上学习的有机结合机制。网络教学平台的应用及开发, 一定程度提高了教学效率、拓宽了师生交流平台, 改善了目前普遍存在的课堂教学模式, 为学生在学习过程中遇到的困难提供了解决的途径, 同时缩短了交流时耗; (3) 针对课程特点, 采用灵活多样的方法如讲授、问答、讨论、专题讲座等, 激发学生的学习兴趣, 注重信息技术在教学中的运用, 借助多媒体对一些难以理解或抽象的原理、结构或工艺过程通过视频形象地传达给学生, 加深学生对知识的理解和掌握<sup>[4~6]</sup>。注重教学改革, 探索新的教学方法, 提高课程教学的趣味性和师生的互动性, 启迪学生思维的主动性<sup>[7,8]</sup>。

## 2 多学科交融教学模式的必要性

在《高分子化学》课程的教学和学习过程中, 以有机化学为基础, 深入理解单体及聚合物性能和合成机

10.14028/j.cnki.1003-3726.2021.02.013

收稿: 2019-09-21; 修回: 2020-05-21;

基金项目: 华北理工大学教育教学改革研究与实践项目(Q1864-01);

\* 通讯联系人: 陈旻(1983-), 女, 副教授, 博士, 主讲课程:《高分子化学》《高分子材料》《材料工艺学》。E-mail: 360266139@qq.com.

理;以高分子物理介绍的高聚物性能和结构的相应关系为前提,制定合成目标;以高分子工艺学作为制备手段,高分子化学的制备过程中的机理作为讲授主体,四者有着紧密的关系。此外,针对材料学科应用性较强的特点,将产品从选料、制备、实施到应用有机的结合,不仅能够体现教学的完整性,还能够提高学生的学习兴趣 and 创新能力。为此,如何将多学科交融教学模式融入到高分子化学课程教学中,对教师来说是一个艰巨而意义重大的课题,不仅教学内容要体现多学科融合的多端模式,教师更应将自身的多学科思维模式自行渗透于教学过程之中,而且要在教学方式上不断创新,教学内容上不断充实和新颖。针对多学科的相关性,设置研究小组、如布置一些小专题给学生,引导学生自己查找资料,为学生提供实验平台,鼓励学生以报告形式在课堂上讲解或探讨,通过小规模翻转课堂形式,将枯燥的理论知识学习提升到自主学习的层面,同时扩宽学生对于高分子学科知识的涉猎范围,培养学生从性能要求、产品设计、原料选择到产品生产工艺设计、产品制备、控制等一系列完整的学习模式,这对提高学生综合素质有着极其重要的作用。

### 3 课程设计和改革实践

#### 3.1 课程思路

基础性化学、高分子物理以及相关的设计高分子物理和工艺的课程已在高分子化学课程开始之前进行了设置,相关知识能够很好地衔接。在高分子化学课程的涉及当中应明确在教学大纲中讲授的内容,合理分配学时,保证有足够学时讲授重点难点内容。因为高分子化学课程无论进行怎么样改革仍以其主体内容为主,高物、工艺、及相关基础性化学课程的引入只是起到辅助作用,以期在老师的引导下,学生课下进行更深入的知识框架的建立和夯实。在讲述重点难点的同时,遵循“理论联系实际”的原则,将相应内容在目前高分子化学科研、生产领域的应用情况对学生进行渗透,拓宽学生思维广度,实现多学科思维模式,提高他们对所学内容的重视程度,体会自己所学课程的巨大应用潜力和前景<sup>[9~11]</sup>。例如,以聚合机理和聚合动力学为基础进行的聚合方法分类,将高聚物的聚合分成连锁聚合和逐步聚合。按照这一主线,围绕各自机理特点分别进行讲授,并注意总结对比,拓展应用,能够使明晰机理特点和产品特点<sup>[12]</sup>。教学过程中结合生活中的常见高分子材料讲授,消除未知情绪和神秘感;阐述力求准确,对容易混淆的概念通过已学课程联系、辨析,帮助学生解释疑,并将学生的常见误解总结讨论。

将多学科交融模式融入板块式教学,将该课程的内容构建成清晰的板块模式,并注重相互之间的联系性<sup>[13]</sup>。例如,结合微结构、宏观结构、性能、工艺、原理之间的相应关系,搭建多学科思维导图,培养学生提出问题,解决问题,总结问题的思维能力,对所学知识融会贯通。在引导学生理清思路后再选择重点或难点等关键内容进行重点讲授,达到举一反三的目的。例如,在讲授聚合动力学、聚合机理、分子量的控制等问题时,以高分子聚合物结构与性能的关系为理论基础,使学生有针对性的听讲。如果不作一定的铺垫过渡,将自由基均聚合中分子量的控制方法直接灌输给学生,往往不能达到预期的教学效果,但若结合分子量与性能之间的相应关系、工艺操作中涉及的影响因素,能够让学生有的放矢的接受授课内容,并能发散其思维,使学生根据之间的相互联系提出问题,利用课下或网络平台与老师形成反馈,及时的解决问题并加深对所学内容的理解,提高学习兴趣。

将多学科交融模式融入到案例教学方法,从例到理,再以理立例,引导学生运用所学内容,经过自主合作,群体思维撞击,寻找知识形成规律,并运用掌握的规律和机理去解决实际问题。以生活中塑料、橡胶、纤维、粘结剂等材料的应用范围和使用特点为例,巩固理论和使用中的相应关系,结合有机化学基础、高分子物理、聚合物工艺学等课程的主体内容,提出问题,学生结组解决,并设立翻转课堂,进行相应的课题报告,以理论指导实验设计,并以实例验证所学理论。

高分子化学体系复杂多样,涉及多门基础学科,应用多学科融合教学法使教学内容丰富多彩,启发引导学生,把相关知识不断进行分析、总结、归纳,使学生所学知识条理化、系统化,从单一的知识结构走向

纵横交错,多层次的知识网络,达到触类旁通,以一变应万变的效果。将多学科融合思维不断应用到高分子化学课程中,希望借助此方法能够培养学生的实践能力,加强对高分子化学课程的学习兴趣,让学生有独立思考的能力,加强学生的创新意识。

借助于计算机技术,将与高分子化学相关的工艺、结构与性能的关系等相关内容以适当的方式展示给学生,如动画演示化学结构中电子得失过程及难易程度;视频演示高聚物聚合过程、工作环境等;图文类比演示结构与性能相应关系等,把相对抽象的内容具体化,使学生对知识有更为直观的把握,同时提高其学习兴趣。此外,利用模拟技术,通过设置不同的反应环境,显示最终的聚合产品特点和聚合行为规律,克服高分子化学纯理论教学的固有模式。为学生提供真实的实验机会在分子化学的教学中也至关重要。在讲授乳液聚合机理时,除充分应用多媒体动画外,还应适当引入高分子材料中典型的乳液聚合实例或视频进行辅助教学,同时让学生自己动手进行高聚物乳液聚合实验的设计,对方案进行批阅,为可行性较强的方案提供实验平台验证,并以翻转课堂的方式反馈给其他学生,以提高学生的学习效果和综合素质。

### 3.2 多学科融合教学法课程改革实践

3.2.1 多学科融合教学法的应用 为加深对高分子化学的理解,必须将有机化学、高分子物理、高聚物成型工艺、材料分析测试等学科相结合,注重学科交叉。首先有机化学基本理论渗透至高分子化学教学的各个层面,在教学过程中注意引导学生将之前学过的知识过渡到新知识学习之中,加以阐述及拓展。例如:烯丙基的自阻聚作用<sup>[1]</sup>,掌握知识关键是其自由基的稳定性。有机化学中, $p-\pi$ 共轭效应正是对这一问题的理解要点,烯丙基自由基相对稳定,反应活性低,继而不能引发链增长,导致其只能与其它自由基结合,最终使链终止,从某种程度来说发挥了自阻聚的功效。其次注重高分子相关知识的融合。例如,在介绍自由基共聚合时,涉及ABS树脂、高抗冲击聚苯乙烯和丁苯橡胶,先从聚合物的结构出发,引导学生结合高分子物理的基团位阻效应和分子链柔顺性的概念,让学生自行推导出三者的性能特点,以此引导学生自主将高分子物理和高分子化学的知识结合起来。此外,我们讲解一种材料的基本概念和聚合机理特点时不可避免会涉及其它材料,而材料的共性决定了不同材料具有共通性,我们应该注意在教授高分子化学时有效地结合其它材料的知识,将材料的合成基本原理融会贯通。通过这样的融合学习,可以拓宽学生的认知面,形成大材料的概念,为学生走向工作岗位后及时适应现代复合材料的发展方向提供理论基础。

3.2.2 多学科融合教学法与板块联系性教学法的结合 这里所说的板块性教学不仅仅局限于高分子化学这一门课中的板块。而是将有机化学、物理化学、高分子物理、高分子材料、高分子成型工艺等课程作为板块进行分类和联系。通过板块联系性教学,将已学知识(如有机化学基础)融入到高分子化学教学内容当中,并对由此可能得到的高聚物的性能通过分子量、分子量分布的理论计算与高分子物理中结构与性能的关系有机地结合起来,加以制备工艺的影响,强调各大板块的联系性,包括电子原子结构、分子链段结构、工艺因素影响、高聚物性能及使用特点。将高分子教学与实际应用联系起来,既能够加深学生对知识点的记忆,又能够充分调动学生的学习热情,同时使多门课程内容的有机地结合起来,提高学生学以致用、融会贯通的能力,有助于其综合素质的提高。例如:介绍悬浮聚合方法时,提出硬质与软质聚氯乙烯的制备条件?引出增塑剂含量与二者的对应关系;而增塑剂的相对含量与悬浮聚合产物颗粒的致密度有关,是松散型还是紧密型?这与分子量又有直接关系;分子量的控制对于聚氯乙烯的制备尤为特殊,其主要控制步骤在于向单体转移常数非常大,那么为什么?这又涉及有机化学知识的运用;此外制备工艺过程中可能涉及的因素也是要考虑的问题。综上,将多门课程的内容通过既定产品需求的提出引申出来,不仅能够将高分子化学主要介绍的机理通过实用性的问题提出,还能够将这门课程与其它学科结合,加强学生对这门课程应用性的重视,强化他们的参与感,提高他们的学习兴趣。

3.2.3 多学科融合教学法与案例教学方法的结合 利用案例教学方法引导学生加深对概念和机理的理解。在教学过程中,要不时地将课堂内容与生活实际相联系。比如讲聚合物的命名,内容相对枯燥单调,

如果平铺直叙教学效果一般。可以通过观察衣服标签材质,矿泉水瓶底部的环保循环符号,让学生结合生活中直接接触到的高分子材料,从而认识高分子材料,掌握高分子材料的命名、英文代号、单体和用途。在讲授线形缩聚反应分子量的控制时,在课堂中可以举生活中应用的例子如矿泉水瓶,循环符号为 1,常用材质为聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。可设计实例通过对聚合度的要求来计算设计合成高分子材料所需原料的配比。如生产 PET,想获得  $M_n=10000$  的产品,采用乙二醇过量的办法,若使反应程度  $P=0.995$ ,试求对苯二甲酸和乙二醇的配料比。首先给学生讲明本题是根据产品分子量的要求来设计原料的配比,是树脂合成工程师必备的基本技能,具有较强的实用性,一开始就提高学生的学习兴趣,然后引导学生写出 PET 反应式,并讨论分子链结构和性能的关系,融入有机化学及高分子物理相关知识。之后找出结构单元和重复单元,算出结构单元的平均分子量,进而计算得到题目所要求的聚合度,再根据线形缩聚反应聚合度公式计算出基团数比,最后根据基团数比算出两种单体的原料配比。最后,可以给学生布置课外作业,调研相关文献,撰写论文,对制备聚对苯二甲酸乙二醇酯的原料、合成机理、实施方法、工艺流程控制和必要的改性,以及矿泉水瓶的成型加工和生产成本进行系统综述。通过具体实例使学生懂得所学知识具有实用性,认识产品生产的全过程,了解产品生产存在的问题以及未来改进的方向,最终形成一个完整系统的知识脉络。通过抛出常见生活用品实例,引发学生思考、查阅文献、师生交流互动、激发学生创新意识、提高创新能力及自学能力。

3.2.4 多学科融合教学法与验证性教学法的结合 充分利用模拟软件,将实验设置和结果尽可能的在软件上完成,既节省授课时间,节约实验资源,又能更加直观的讲授抽象概念和原理。例如:在自由基共聚合的聚合行为曲线的学习中,可利用模拟软件,通过输入两单体竞聚率,直接显示共聚物瞬时组成与单体瞬时组成曲线、反应趋势、产品特点。此外,为了让学生不仅能够理论上达到多学科融合,还能够能够在实践中验证知识的理解和融合效果,为学生提供实验验证平台。选取学生小组中提出的比较合理的实验构想,为其提供试验平台,让学生在实验室完成配方设计、树脂合成,并通过翻转课堂的方式反馈给其他学生,真正做到理论与实践相结合。通过开放实验项目的完整过程训练,使学生认识科研过程,懂得创新方法,真正实现综合素质和创新能力的提升。目前,以学生自主设计的凝胶注模成型制备牙齿托槽材料的有关实验已经完成,并取得了一定的成果。学生参与热情高,对 16 级学生在毕业实验设计的进行起到了很大作用,对其知识运用能力、综合素质提高有很大帮助。

## 4 结语

在《高分子化学》课程教学中重视学科特点,将知识板块化,注重之间的相互联系,培育学生独立思考判断能力,结合现代技术,激活学生的想象力,提出符合高分子化学课程中知识构架完善化的教学方法。多学科融合教学模式的运用,使学生知识框架完整,触类旁通。提高学生参与度,实现从“纯课堂灌输”的模式逐步向“知识运用及验证”模式转化;促进学生“增量知识”,使学生能够将该学科相关课程有机融入这门课程当中,提高学生知识结构的完善化,激发学习兴趣和创造力;培养学生从机理出发,针对实际问题,分析问题和解决问题,培养学生的创新精神和实践能力;锻炼学生思维、开发学生智力、提高学生综合素质。将符合高分子化学多学科融合教学模式的研究成果,借鉴到其它课程,将起到类似的效果。

## 参考文献:

- [1] 张高文,龚兴厚,李学锋. 高分子通报,2013,8:76~79.
- [2] 西鹏. 高分子通报,2012,6:111~116.
- [3] 王国建. 高分子通报,2006,8:90~94.
- [4] 肖谷清,贺国文,游一兰,吴丹. 高分子通报,2018,1:79~83.
- [5] 徐晓冬. 高分子通报,2010,5:74~78.
- [6] 赵颖,罗美香,蒋智杰,姜蕾,张安强,吴水珠. 高分子通报,2016,6:90~94.

- [7] 钱浩,张莹雪,林志勇. 实验技术与管理,2007,24(8):78~81.
- [8] 郝智,伍玉娇,罗筑,黄彩娟. 高分子通报,2012,5:116~118.
- [9] 邓邵平,杨文斌,张欣向,宋建斌. 广州化工,2017,45(24):138~140.
- [10] 庄启昕,郑安呐,李欣欣,钱军,李慧,韩哲文. 高分子通报,2008,11:73~77.
- [11] 吴宁晶,华静. 大学化学,2016,31(8):56~59.
- [12] 王国建. 高分子通报,2012,11:97~100.
- [13] 王明. 西南师范大学学报(自然科学版),2013,38(7):152~156.

## Research on Multidisciplinary Blend Teaching Mode in the Application of “*Polymer Chemistry*” Course

CHEN Yang<sup>1,2\*</sup>, QIAO Ning<sup>1,2</sup>, YAN Li<sup>1,2</sup>

(1. College of Materials Science and Engineering, North China University of Technology, Tangshan 063000, China;  
2. Hebei Provincial Key Laboratory of Inorganic Nonmetallic Materials, Tangshan 063000, China)

**Abstract:** Based on the characteristics and teaching experience of “*Polymer Chemistry*” course, we design the teaching contents and teaching methods. The classifications of the polymerization methods as the main line, the multidisciplinary blend teaching mode integrate into the polymer chemistry course teaching, combined with the plate item teaching method, case teaching method, verification method, and through the construction of the experimental platform, link theory with practice, strengthen the students learning effect. In addition, the typical experimental design has been verified by experiments, and the paper has been written. Combined with the author’s own teaching experience, analysis and clarify the teaching mode in the optimization of the teacher’s teaching effect and improve the role of students’ comprehensive quality and the application in other courses.

**Key words:** *Polymer Chemistry*; Multidisciplinary blend teaching mode; Teaching reform