

《高分子材料研究方法》教学大纲

课程性质：专业必修课

课程代码：050293

学时：32（讲课学时：32 实验学时：0 课内实践学时：0）

学分：2

适用专业：高分子材料与工程

一、课程教学基本要求

学生需要具备扎实的有机化学、分析化学、物理化学、化工原理、工程力学等课程的基本素质，并经过系统学习了高分子化学、高分子物理课程之后，才能掌握本课程的内容。通过本课程的学习，使学生对高分子材料的主要研究方法，尤其是近代研究技术有一个初步的较全面的了解和认识；理解波谱分析、热分析、动态力学分析、流变性能分析、显微分析、分子量测定技术、表界面分析等方法的基本原理、过程及应用；掌握相应的基本知识和必要的基础理论。开拓研究思路，为学生在将来从事相关研究工作时，能够借助具体仪器的使用说明书，较快地掌握其使用方法作技术铺垫。学生通过本课程的学习之后，要做到：

- （1）在进行高分子材料研究时，能够正确选择分析、测试方法；
- （2）看懂或会分析典型、较简单的测试结果（图谱、图像）；
- （3）可以与专业人员共同商讨有关研究的方案和分析复杂的测试结果；
- （4）具备专业从事材料分析测试工作的初步基础，具备通过继续学习掌握新方法、新技术的自学能力。

二、课程教学大纲说明

高分子材料研究方法是应用近代实验技术，分析测试高分子材料的组成、微观结构、微观结构和宏观性能之间的内在联系以及高分子材料合成反应及在加工过程中结构的变化等。以通过合成反应与结构、结构与性能、性能与材料加工之间的各种关系，得出大量的实验分析数据，从而找出其内在的基本规律，按照事先指定的性能进行材料设计，并提出所需的合成方法与加工条件。

以聚合物不同层次的结构形态和聚集态为主线，围绕高分子研究领域中所涉及到最常用的现代分析仪器，简要阐述它们的结构、测试原理、制样技术、影响因素、谱图解析、数据处理和它们在高分子研究领域中的应用举例。深入浅出，避免与其他专业课程的重叠、繁琐的数学推导和复杂图谱的解析。由于各种近代仪器是基于不同的测试原理，应用于各自特定的层面或领域，所以各种仪器可以单独讲述，自成体系。本门课程主要采取课堂讲授的方法，同时辅以一些应用实例。以我院配备的研究设备为重点，根据实际情况为学生增加一些感性认识。

三、各章教学结构及具体要求

第一章 绪论（2学时）

1、教学目的和要求

介绍和回顾一下有关高聚物结构与形态的特点，以及高聚物状态及其行为。了解聚合物结合和性能的主要测试方法，认知本课程的目的和意义。

2、教学内容和要点

1-1 高聚物的结构与形态的特点：什么是高聚物，聚合物结构的层次。

1-2 高聚物的转变及其行为。

1-3 聚合物结合和性能测试方法概述：高聚物结构的测定，高聚物转变与松弛的测定，高聚物性能的测定。

1-4 本课程的目的和意义。

第二章 波谱分析 (8 学时)

1、教学目的和要求

了解和认知红外光谱、激光拉曼光谱、紫外—可见光谱、核磁共振谱、质谱和 X 射线法对聚合物相关结构特性的分析方法和原理,掌握上述分析方法的基本原理、操作要点、谱图解析的方法和特点,对于红外光谱、核磁共振谱和 X 射线法要重点掌握。

2、教学内容和要点

2-1 红外光谱:掌握红外光谱的基本概念和原理,红外光谱的表示方法,基团特征频率及其影响因素,红外谱图的解析要素和方法;了解聚合物的常见制样方法,红外光谱在聚合物研究中的应用。

2-2 激光拉曼光谱:认知拉曼效应和拉曼光谱的基本原理,了解拉曼光谱在聚合物研究中的应用,掌握拉曼光谱和红外光谱的对比。

2-3 紫外—可见光谱:认知紫外光谱的基本原理,电子的跃迁类型和吸收带;了解紫外光谱在聚合物研究中的应用。

2-4 核磁共振谱:掌握核磁共振谱的基本概念和 ^1H 核磁共振谱的基本原理,分析方法;了解 ^{13}C 核磁共振谱的基本原理, ^{15}N 核磁共振谱的基本原理, ^{19}F 核磁共振谱的基本原理, ^{29}Si 核磁共振谱的基本原理,以及核磁共振谱在聚合物研究中的应用。

2-5 质谱:了解质谱的有关概念,质谱的基本原理和特点。

2-6 X 射线法:掌握大角 X 射线衍射法的基本原理,聚合物集聚态的特征示意图,了解大角 X 射线衍射法在聚合物研究中的应用,认知小角 X 射线散射法 (SAXS)。

第三章 分子量分析 (3 学时)

1、教学目的和要求

了解并掌握聚合物分子量及其分布的表征,认知聚合物分子量的主要测试方法,掌握凝胶渗透色谱法测试聚合物分子量及分布的基本原理,了解相关的测试方法和操作。

2、教学内容和要点

3-1 聚合物分子量及其分布的表征:掌握数均分子量、重均分子量、分子量分布的意义和计算方法,了解 Z 均分子量和粘均分子量的计算方法。

3-2 常规分析方法:了解化学法、热力学方法、粘度法、光散射法等测定聚合物分子量的基本原理。

3-3 凝胶渗透色谱法:掌握凝胶渗透色谱法的基本原理,了解凝胶渗透色谱法的影响因素,凝胶渗透色谱法在聚合物研究中的主要应用。

第四章 热分析 (5 学时)

1、教学目的和要求

了解并掌握对差式扫描量热法、差热分析法和热重分析的基本原理、实验方法、测试影响因素及其在聚合物研究中的应用。要求掌握 DSC 和 TG 的基本原理和实验技术,了解 DSC 和 TG 的应用,DTA 的基本原理和应用。

2、教学内容和要点

4-1 差式扫描量热法 (DSC):掌握 DSC 的基本原理和实验技术,了解 DSC 在聚合物研究中的主要应用,认知有关应用实例。

4-2 差热分析法 (DTA):了解 DTA 的基本原理和应用。

4-3 热重分析 (TGA):掌握 TGA 的基本原理和实验技术,了解 TGA 在聚合物研究中的主要应用,认知有关应用实例。

第五章 热-力分析 (4 学时)

1、教学目的和要求

掌握热-力分析的基本原理，高分子材料的力学性质与温度、频率、时间的关系，了解介绍热-力分析常用仪器的基本原理，相关实验技术，认知热力分析在聚合物研究中的应用。

2、教学内容和要点

5-1 热-力分析常用仪器的基本原理：掌握动态力学性能的基本推导，高分子材料的力学性质与温度、频率、时间的关系；动态力学分析的基本概念及意义。

5-2 主要测试方的原理与装置：了解热机械曲线法、扭摆法、扭辫法、动态粘弹谱法（DMA）的基本原理和装置。

5-3 实验技术：掌握 DMA 测量方法和测试条件的选择，了解测试扫描模式的选择。

5-4 热力分析在聚合物研究中的应用：认知有关应用实例。

第六章 流变性能分析（3 学时）

1、教学目的和要求

简要了解研究聚物流变性能对聚合物力学性能表征和聚合物加工工程的意义。掌握聚合物材料关于变形的流变学主要理论内容，聚合物材料关于流动的流变学主要理论内容，了解旋转流变仪、毛细管和相对流变仪的基本原理和测试方法，掌握相对流变仪测试曲线的意义，认知聚合物变动性能测试分析在聚合物研究中的应用。

2、教学内容和要点

6-1 聚物流变学概述：了解聚物流变性能研究对聚合物力学性能表征和聚合物加工工程的意义。

6-2 聚合物粘弹特性：了解蠕变、应力松弛、滞后的基本原理和特征。

6-3 聚合物流动性能：掌握聚合物的流动规律，相对流变仪测试曲线的意义；了解聚合物流动的特征，旋转流变仪、毛细管和相对流变仪的基本原理和测试方法。

6-4 聚合物变动性能测试分析在聚合物研究中的应用：认知有关应用实例。

第七章 显微分析（4 学时）

1、教学目的和要求

本章讲述透射电子显微镜和扫描电子显微镜的工作原理及其构造、样品制备技术和在材料研究中的应用。要求了解电子光学的基础，透射电子显微镜和扫描电子显微镜的构造、特点样品制备技术及其在材料研究中的应用；掌握透射电子显微镜和扫描电子显微镜的工作原理。

2、教学内容和要点

7-1 光学和电子光学基础：掌握透镜的聚焦与放大原理，电子束与固体样品的相互作用，了解显微镜放大极限理论。

7-2 透射电子显微镜：掌握透射电子显微镜的构造和成像原理，了解透射电子显微镜的三要素。

7-3 扫描电子显微镜：掌握扫描电子显微镜的构造和成像原理，了解透射电子显微镜的三要素及焦深。

7-4 电镜样品的制备技术：了解电镜样品的基本要求，透射电子显微镜和扫描透射电子显微镜的一般制样方法。

7-5 电子显微镜在材料结构研究中的应用：认知有关应用实例

第八章 表界面分析方法（3 学时）

1、教学目的和要求

了解聚合物表界面特征，及其对于聚合物材料性能、加工、应用的意义，认知 XPS 和原子力显微镜的基本原理、及其对聚合物材料表界面的表征和应用，掌握 XPS 和原子力显微镜的基本原理。

2、教学内容和要点

8-1 概述：了解聚合物表界面的特征，表界面常用的研究方法。

8-2 XPS 法：掌握 XPS 的基本原理，了解 XPS 的仪器构造及 XPS 分析在聚合物研究中的应用。

8-3 原子力显微镜：掌握原子力显微镜的基本原理，了解原子力显微镜在聚合物研究中的应用。

四、各教学环节学时分配表

(一) 理论教学学时分配表 (共 32 学时)

章 序	讲授题目	学 时	主要内容	学时分配	备注
一	绪论	2 学时	1-1 高聚物的结构与形态的特点	1 学时	
			1-2 高聚物的转变及其行为		
			1-3 聚合物结合和性能测试方法概述	1 学时	
			1-5 本课程的目的和意义		
二	波谱分析	8 学时	2-1 红外光谱	2 学时	
			2-2 激光拉曼散射光谱	2 学时	
			2-3 紫外光谱		
			2-4 核磁共振谱	2 学时	
			2-5 质谱测法	2 学时	
			2-6 X 射线衍射		
三	分子量分析	3 学时	3-1 聚合物分子量及其分布的表征	1 学时	
			3-2 常规分析方法		
			3-3 凝胶渗透色谱法	2 学时	
四	热分析	5 学时	4-1 差式扫描量热法 (DSC)	3 学时	
			4-2 差热分析法 (DTA)		
			4-3 热重分析 (TGA)	2 学时	
五	热-力学分析	4 学时	5-1 热-力学分析常用仪器的基本原理	2 学时	
			5-2 主要测试方的原理与装置		
			5-3 实验技术	2 学时	
			5-4 热力学分析在聚合物研究中的应用		
六	流变性能分析	3 学时	6-1 聚合物流变学概述	1 学时	
			6-2 聚合物粘弹特性		
			6-3 聚合物流动性能		
			6-4 聚合物变动性能测试分析在聚合物研究中的应用	2 学时	
七	显微分析	4 学时	7-1 光学和电子光学基础	2 学时	
			7-2 透射电子显微镜		
			7-3 扫描电子显微镜		
			7-4 电镜样品的制备技术	2 学时	
			7-5 电子显微镜在高分子结构研究中的应用		
八	表界面分析	3 学时	8-1 概述	2 学时	
			8-2 XPS 法		

			8-3 原子力显微镜	1 学时	
--	--	--	------------	------	--

五、教材及主要参考书

教材：邸明伟、高振华. 生物质材料现代分析技术. 北京化学工业出版社, 2010

- 主要参考书：**
- 1、张美珍. 聚合物研究方法. 北京：中国轻工业出版社, 2000
 - 2、何曼君陈维孝. 高分子物理. 上海：复旦大学出版社,1990
 - 3、左演声等. 材料现代分析方法. 北京：北京工业大学出版社, 2000
 - 4、汪昆华等. 聚合物近代仪器分析. 北京：清华大学出版社, 2000
 - 5、D. 布里格斯. 聚合物表面分析. 北京：化学工业出版社, 2001
 - 6、于世林李寅蔚. 波谱分析法. 重庆：重庆大学出版社, 1994

大纲执笔人：高振华

大纲审定人：邸明伟

学院负责人：高振华

2013.5. 26