

《高聚物加工工程》教学大纲

课程性质：专业必修课

课程代码：

学时：48（讲课学时：48 实验学时： 课内实践学时： ）

学分：3.0

适用专业：高分子材料与工程

一、课程教学基本要求

通过对《高聚物加工工程》的学习，使学生掌握高分子材料的加工方法和成型工艺，掌握聚合物加工性能、流变性能、物理和化学变化等加工原理，了解高分子复合材料及共混物的加工成型。对高分子的加工工艺有明确的认识，为今后从事高分子的加工工作和进行科学研究打下坚实的基础。

二、课程教学大纲说明

1. 本门课程的研究对象、性质；本门课的知识、技术在国内外的情况及发展前景。

高聚物加工工程是高分子材料与工程专业的一门专业必修课，主要研究研究高分子材料加工性质（包括加工过程中的行为）和加工原理以及高聚物加工设备，是一门紧密联系实践的课程，传授的实际上一种工程技术。通过这门课程的学习，让学生掌握如何将聚合物转变为实际使用的制品或材料。其教学内容的重点放在聚合物加工的理论基础与塑料、橡胶的成型加工上，同时注意与实际应用的联系。高聚物加工工程在绪论之后，依次论述聚合物加工的基础理论、塑料的成型加工、橡胶的成型加工、合成纤维的纺丝及加工、高分子复合材料及高分子共混物的加工成型诸篇。

2. 本门课在专业教学计划中的地位与其他课程关系

本门课程高分子材料与工程专业教学计划的重要组成部分，课程属于专业必修课，是高分子专业的三门主要基础之一，是高分子材料研究和应用的前提。

前期课程为高分子化学、高分子物理、化工原理、机械原理等。

3. 本门课教学目的、任务及基本教学方法与手段

通过本课程的学习掌握高聚物加工的基本知识，掌握塑料和橡胶加工的基本方法与基本原理，了解加工过程中聚合物发生的物理和化学变化。能够运用所学高聚物加工知识解决聚合物材料生产和实际使用中遇到的问题，从加工对聚合物结构影响的角度分析其对聚合物制品性能的影响。本课程以聚合物的加工理论为基础，从加工中的流变性质、加工中的物理化学变化等角度阐释加工的基本理论；以塑料和橡胶的加工为重点，联系实际生产，讲授其加工理论及常用加工设备。

本门课程主要采取课堂讲授为主，辅以多媒体演示、生产录像演示、生产设备参观，多角度展示本课程的内容，以期提高学生的学习兴趣 and 热情。

三、各章教学结构及具体要求

第一章 概论

[教学目的和要求]

本章教学使学生明确聚合物加工研究基本任务，了解其基本发展，了解聚合物加工的过程和主要的形式。

[教学内容和要点]

聚合物加工的概念、本门课程研究的主要任务、加工过程中聚合物的变化、聚合物加工过程与形式。掌握聚合物加工的基本概念、研究的基本任务。

[思考题]

- 1、聚合物成型加工主要研究的任务是什么？
- 2、聚合物加工的过程由几步组成？
- 3、聚合物加工的形式有哪些？试举例说明。

第二章 材料的加工性质

[教学目的和要求]

通过本章教学使学生基本掌握聚合物的一些特有的加工特性，如可挤压性、可模塑性、可纺性和可延性；掌握聚合物加工过程中的粘弹性行为。

[教学内容和要点]

第一节 聚合物材料的加工性

- (1) 聚合物的可挤压性与可模塑性
- (2) 聚合物的可纺性与可延性

第二节 聚合物加工过程中的粘弹性行为

- (1) 聚合物的粘弹性形变与加工条件的关系
- (2) 粘弹性形变的滞后效应

[思考题]

- 1、聚合物的熔融指数是根据什么原理及如何测定的？
- 2、聚合物加工中的松弛时间是如何表示的？

第三章 聚合物的流变性质

[教学目的和要求]

在大多数加工过程中，聚合物都要产生流动和变形。它是聚合物加工过程中最基本的工艺特征，流变学研究对聚合物加工有非常重要的现实意义。

通过本章教学，使学生认识流变性质对聚合物加工的重要意义。掌握牛顿流体和非牛顿流体的流变行为和流动方程，掌握影响流变行为的三个因素—温度、压力和剪切力对流变行为的作用机理和效果。

[教学内容和要点]

第一节 聚合物熔体的流变行为

- (1) 聚合物的流动行为
- (2) 热塑性和热固性聚物流变行为的比较

第二节 影响聚物流变行为的主要因素

- (1) 温度、压力对粘度的影响
- (2) 粘度对剪切速率或剪应力的依赖性
- (3) 聚合物结构因素和组成对粘度的影响

[思考题]

- 1、聚合物的流动性为是如何分类的？
- 2、非牛顿性液体的流动行为曲线和流变行为是怎样的？
- 3、常见的非牛顿性液体有几种？它们流动时粘度是如何随着剪切速率变化的？

第四章 聚合物液体在管和槽中的流动

[教学目的和要求]

聚合物可以采用各种不同的方法加工成型，为理论研究和计算的简化，将其它形状的管道都看作是在管和槽中的流动的各种过渡组合。研究聚合物液体在管和槽中的流动可以为学生分析、研究聚合物的流动行为进行理论指导。学生应掌握聚合物液体在管道中流动的行为，能够对一些流动现象进行解释。

[教学内容和要点]

第一节 在简单几何形状管道内聚合物液体的流动

- (1) 聚合物液体在圆管中的流动
- (2) 聚合物液体在狭缝通道中的等温流动
- (3) 聚合物的拖曳流动和收敛流动

第二节 聚合物液体流动过程的弹性行为

- (1) 端末效应
- (2) 不稳定流动和熔体破裂现象

第三节 聚合物液体流动性测量方法简介

- (1) 毛细管粘度计、旋转粘度计与落球粘度计

[思考题]

- 1、简述一下聚合物的拖曳流动。
- 2、简述聚合物的离模膨胀效应出现的机理。
- 3、聚合物流动粘度的测定方法有哪些？简单介绍一下旋转粘度计测定粘度的原理。

第五章 聚合物加工过程中的物理和化学变化

[教学目的和要求]

聚合物在加工过程中，会发生一些物理和化学变化，如发生结晶、取向，当分子链上有活性反应基团时，能发生降解或交联反应。掌握这些变化对提高制品的性能有重要意义。要求掌握结晶形成和影响结晶的因素，了解聚合物取向结构，掌握聚合物的拉伸取向和影响聚合物取向的因素，掌握聚合物降解的机理、降解的因素影响，掌握加工过程中交联的机理和影响因素。

[教学内容和要点]

第一节 成型加工过程中聚合物的结晶

- (1) 聚合物球晶的形成和结晶速度
- (2) 加工成型过程中影响结晶的因素
- (3) 聚合物结晶对制件性能的影响；

第二节 成型加工过程中聚合物的取向

- (1) 聚合物及其固体添加物的流动取向
- (2) 聚合物的拉伸取向以及影响聚合物取向的因素
- (3) 取向对聚合物性能的影响

第三节 加工过程中聚合物的降解

- (1) 加工过程中聚合物降解的机理
- (2) 加工过程中各种因素对降解的影响，加工过程对降解作用的利用与避免

[思考题]

- 1、简述一下聚合物结晶的过程和温度对结晶的影响是怎样的。
- 2、结晶后的球晶是如何在外力作用下重新取向结晶的？
- 3、聚合物降解机理是怎样的？列出其主要的几个阶段。

第六章 成型物料的配制

[教学目的和要求]

单一的聚合物制成的制品往往不能满足需要，因而往往加入各种添加剂配制成混合组分，来满足对制品的各种要求。为将添加剂和聚合物形成一种均匀的复合物，需要对其进行配制。通过本章的教学，学生应对各种添加剂的作用、物料混合的机理和配料工艺有所了解。

[教学内容和要点]

第一节 物料的组成和添加剂的作用

- (1) 聚合物与各种添加剂

第二节 物料的混合和分散机理

- (1) 混合的基本原理
- (2) 混合效果的评定
- (3) 主要的混合设备结构与作用

第三节 配料工艺简介

- (1) 粉料、粒料与溶液的配制
- (2) 糊的配制和性质

[思考题]

- 1、助剂的作用有哪些？
- 2、如何将增塑剂与树脂混合均匀？

第七章 塑料的一次成型

[教学目的和要求]

一次成型是塑料成型的主要方法,它能成型各种形状简单到极复杂形状和尺寸精密的制品,绝大多数塑料制品都是通过一次成型法制的。通过本章教学,使学生了解挤出机的结构,掌握挤出成型原理,了解注射成型中注塑机的组成,掌握影响注射成型工艺的因素,掌握模压成型的工艺特性和影响因素,了解压延成型和其他成型方法。

[教学内容和要点]

第一节 挤出成型

- (1) 单螺杆挤出机的基本结构与挤出成型原理
- (2) 挤出成型工艺与过程

第二节 注射成型

- (1) 注射机的基本结构
- (2) 注射成型的工艺过程与注射成型的影响因素

第三节 压制成型

- (1) 模压成型的工艺过程
- (2) 模压成型的工艺特性和影响因素;

第四节 压延成型

- (1) 压延原理
- (2) 压延设备与压延工艺过程

第五节 其它成型方法

- (1) 铸塑成型
- (2) 模压烧结成型
- (3) 传递模塑
- (4) 泡沫塑料的成型

[思考题]

- 1、挤出机的螺杆的主要技术参数有哪些？
- 2、简述固体床输送理论,并描述螺纹中的塑料粒子是如何融化的？
- 3、注塑机的分流梭有什么作用？
- 4、注塑机的模具由几个部分组成？
- 5、注射成型过程中,注射压力的主要作用有哪些?为什么注射成型的制品都要进行后处理?

第八章 塑料的二次成型

[教学目的和要求]

聚合物在处于类橡胶态下仍具有抵抗形变和恢复形变的能力,只是在较大的外力作用下才能产生不可逆的形变。利用这些性质可以使塑料具有新的性能和其他方法所不具备的优

势。

通过本章教学,使学生掌握塑料二次的原理,了解中空成型、热成型和拉幅薄膜成型等成型方法。

[教学内容和要点]

第一节 二次成型的粘弹性原理

第二节 中空吹塑成型

(1) 成型工艺、工艺过程的影响因素

(2) 中空吹塑设备的结构与特点

第三节 热成型

(1) 热成型方法、热成型的影响因素

(2) 热成型设备的结构与特点

第四节 拉幅薄膜的成型

(1) 薄膜取向的原理和方法、拉幅薄膜的成型工艺

第五节 冷成型

[思考题]

1、二次成型依据的是什么原理?

2、拉幅薄膜成形时,无定形高聚物和结晶高聚物在工艺上有区别,这些区别是什么?为什么要去被对待?

第九章 胶料的组成及配合

[教学目的和要求]

橡胶的加工是指由生胶及其配合剂经过一系列化学和物理变化制成橡胶制品的过程。为制得合适的橡胶制品,需要在胶料中加入各种配合剂。

要求学生了解两大类的胶料,掌握加入的各种配合剂的作用和具有代表性的配合剂。

[教学内容和要点]

第一节 橡胶

(1) 天然胶与合成胶

第二节 配合剂

(1) 橡胶加工助剂

[思考题]

1、天然橡胶与合成橡胶的加工性质有何区别?

2、分析橡胶加工中助剂应按何种顺序添加,为什么?

第十章 胶料的加工

[教学目的和要求]

橡胶具有在外力作用下变形,当外力消除后能自动恢复的能力,这种能力称之为可塑性,要增加橡胶的可塑性就要对其进行塑炼,通过塑炼能够改善橡胶的流动性,使其混炼时易与配合剂混合均匀,加工时易于渗入织物。通过混炼能过将各种配合剂与生胶更好的混合均匀。压延工艺是将胶料制成一定厚度和宽度的胶片。

[教学内容和要点]

第一节 胶料的加工性能

(1) 胶料的粘度与弹性记忆

(2) 胶料的断裂特性

第二节 塑炼

(1) 塑炼的目的与机理

(2) 塑炼工艺与各种橡胶的塑炼特性

第三节 混炼

- (1) 混炼的目的与混炼理论
- (2) 混炼时胶料的包辊特性与混炼工艺

第四节 压延

[思考题]

- 1、橡胶塑炼的机理是什么？
- 2、简述橡胶的混炼理论。

第十一章 硫化

[教学目的和要求]

硫化是橡胶加工的最重要的工艺过程，通过硫化使橡胶的化学结构发生变化，从而使其物理机械性能和化学性能发生显著改进，得到有价值的材料。

要求学生掌握硫化对橡胶性能的影响，了解硫化的几个阶段和如何测定硫化的程度。掌握采用硫磺和非硫磺作为硫化剂的硫化反应机理，掌握硫化的工艺。

[教学内容和要点]

第一节 硫化对橡胶性能的影响

第二节 硫化过程的四个阶段

第三节 用硫化仪测定硫化程度

- (1) 硫化仪的测定原理与硫化曲线的分析
- (2) 硫化参数的确定

第四节 硫化反应机理

- (1) 硫磺硫化
- (2) 非硫磺硫化

第五节 硫化工艺与主要硫化设备

[思考题]

- 1、以硫磺作为硫化剂时，聚合物硫化反应机理是怎样的？
- 2、硫化的方法有哪些？以注压硫化为例说明硫化的方法。

第十二章 纺丝液体的性质及制备

[教学目的和要求]

合成纤维纺丝成型的整个过程就是将聚合物制成具有纤维基本结构。将聚合物制成熔体或溶液，再通过纺丝成型，获得需要的制品。所以必须研究纺丝液体的性质和制备。

要求学生掌握纺丝液体的制备原理，了解纺丝液体的性能和用于纺丝的聚合物应具有的性能。

[教学内容和要点]

第一节 纺丝液体的性质及制备、

第二节 成纤聚合物的熔融及溶解

第三节 纺丝液体的性能

[思考题]

- 1、纺丝液体是如何制备的？
- 2、试述纺丝液体的粘度和温度、压力的关系。

第十三章 纤维成形原理及方法

[教学目的和要求]

纺丝液要经过成型过程才能变成能够使用的纤维，本章研究目前工业生产上主要使用的熔法、干法和湿法纺丝和纤维成形的原理。

要求学生了解三种纺丝方法，掌握纺丝细流的形成和冷却、固化过程。

[教学内容和要点]

1) 内容

第一节 纤维纺丝成形方法的一般特性

(1) 熔法纺丝

(2) 干法纺丝

(3) 湿法纺丝

第二节 纺丝溶液细流的形成

第三节 纺丝细流的冷却及固化过程

第四节 纺丝设备

[思考题]

- 1、纤维纺丝成形方法的一般特性是什么？
- 2、试述熔融纺丝的冷却固化过程。

第十四章 高分子复合材料与高分子共混物

[教学目的和要求]

单一的高分子材料往往不能满足对性能的要求，而高分子复合材料由于“复合”所赋予的各种优良性能，如高强度、耐热性、低透气性等等。使其得到广泛的应用在航空航天、机械、化工、建筑、交通等领域。高分子材料的共混可以改变高分子物的物理机械性能、改善加工性能、降低成本和扩大适用范围。要了解复合材料的组成、复合材料的成型工艺和一些特殊的复合材料；了解高分子物的相容性原理、高分子共混物的流变特性和一般的制备方法。

[教学内容和要点]

1) 内容

第一节 概述

第二节 高分子复合材料的组成与力学性能

第三节 复合材料成型工艺与成型设备

第四节 高分子物相容性理论

第五节 高分子共混物的流变特性及其制备方法

[思考题]

- 1、复合材料的成型工艺有哪些？
- 2、简述复合材料的层压成型的工艺过程和固化制度。
- 3、试述高分子的相容性理论

四、各教学环节学时分配表

(一) 理论教学学时分配表 (共 48 学时)

章 序	讲授题目	学 时	主要内容	学时分配	备 注
第一章	绪论	1	绪论	1	
第二章	材料的加工性质	2	聚合物材料的加工性	1	
			聚合物加工过程中的粘弹性行为	1	
第三章	聚合物的流变性质	4	聚合物熔体的流变行为	2	
			影响聚物流变行为的主要因素	2	

第四章	聚合物液体在管和槽中的流动	4	在简单几何形状管道内聚合物液体的流动	2	
			聚合物液体流动过程的弹性行为与流动性的测量	2	
第五章	聚合物加工过程的物理和化学变化	5	成型加工过程中聚合物的结晶	3	
			成型加工过程中聚合物的取向与降解	2	
第六章	成型物料的配制	2	物料的组成和添加剂的作用	1	
			物料的混合和分散机理及配料工艺简介	1	
第七章	塑料的一次成型	6	挤出成型	2	
			注射成型	2	
			压制成型、压延成型及其它成型方法	2	
第八章	塑料的二次成型	3	二次成型的粘弹性原理与中空吹塑成型	1	
			热成型、拉幅薄膜的成型、冷成型	2	
第九章	胶料的组成及配合	2	橡胶	1	
			配合剂	1	
第十章	胶料的加工	7	胶料的加工性能	2	
			胶料的塑练	2	
			胶料的混炼与压延	3	
第十一章	硫化	6	硫化对橡胶性能的影响、硫化过程的四个阶段以及硫化程度表征	2	
			硫化反应机理	2	
			硫化工艺与主要硫化设备	2	
第十二章	纺丝液体的性质及制备	2	纺丝液体的性质及制备、成纤聚合物的熔融及溶解、纺丝液体的性能	2	
第十三章	纤维成形原理及方法	2	纤维纺丝成形方法的一般特性与纺丝溶液细流的形成	1	
			纺丝细流的冷却及固化过程与纺丝设备	1	
第十四章	高分子复合材料与高分子共混物	2	高分子复合材料	1	
			高分子共混物	1	
			高分子共混物的流变特性和制备方法	1	

(二) 实验教学学时分配表 (共 0 学时)

实验顺序	实验项目名称	学 时	实验类型	备 注

(三) 课内实践教学学时分配表 (共 0 学时)

序 号	课内实践内容	学 时	备 注
.....

五、教材及主要参考书

教材:

《高分子材料成型加工原理》王贵恒化学工业出版社 1982 年

《高分子材料加工原理》沈新元中国纺织出版社 2000 年

大纲执笔人: 张大伟、朱丽滨

课程组负责人: 朱丽滨

大纲审核人: 苏文强

大纲撰写日期: 2013.5.12