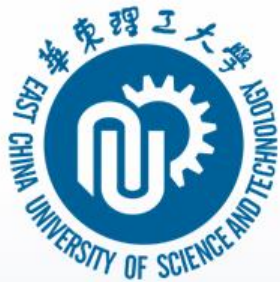


第三章

高分子材料 的配方设计

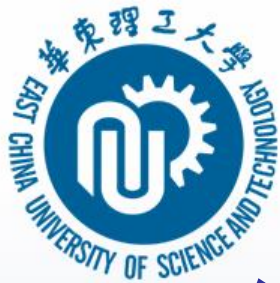


第一节 高分子材料制品设计的一般原则和程序

- 一、制品设计
- 二、设计原则
- 三、设计程序

第二节 高分子材料配方设计

- 一、制品对材料性能的要求
- 二、配方设计
- 三、材料配方的表示方法

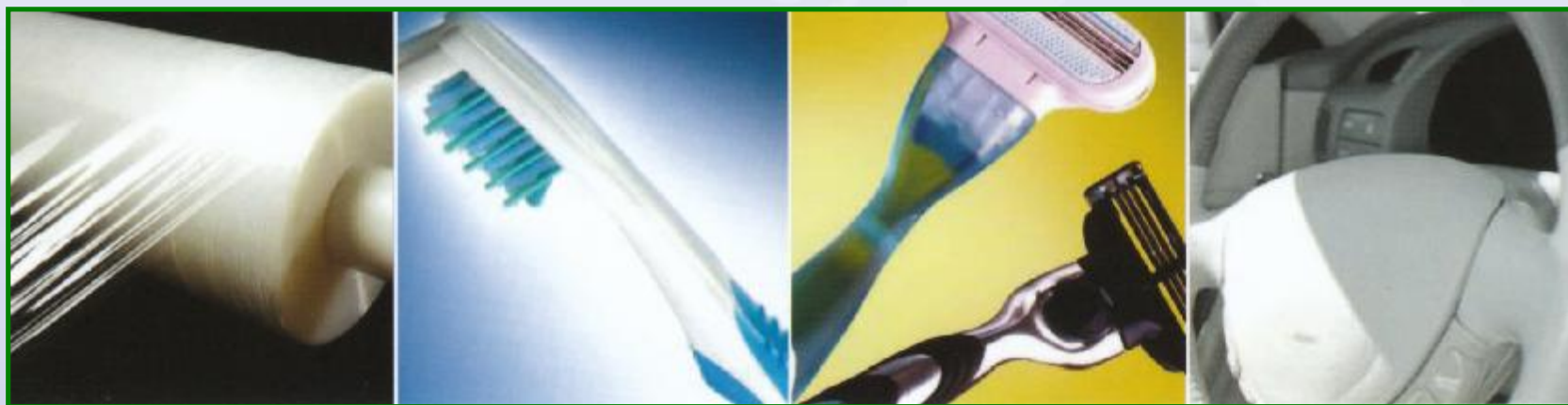


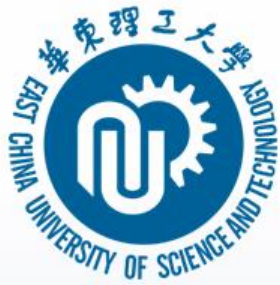
第三节 高分子材料的配方设计方法

一、配方设计时考虑的因素

二、配方设计方法

第四节 高分子材料配方实例

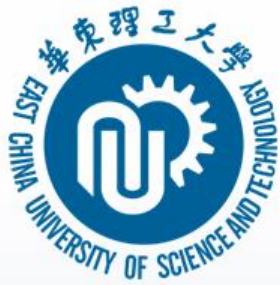




高分子新材料的研制、开发、产业化是一个系统工程，所涉及到的问题很多，有配方设计、工艺设计、设备选型、制品造型设计、结构设计、模具设计。

实际上是制品设计，其中配方设计是核心。





高分子化合物的结构与性能、材料的组成是影响材料性能的主要因素。影响材料性能
的其它因素包括：

1. 制样条件

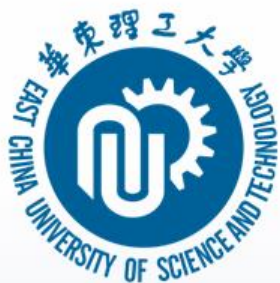
成型方法、成型条件、试样形状等

2. 测试条件

升温速度、作用力形式和速度等

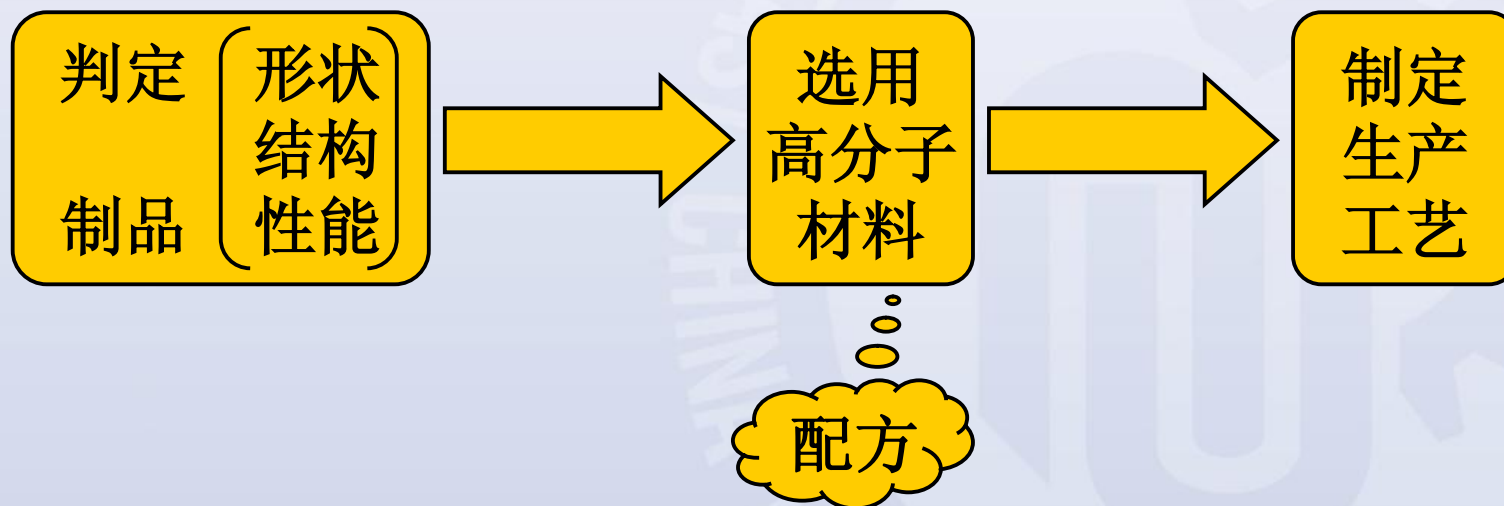
3. 外界因素

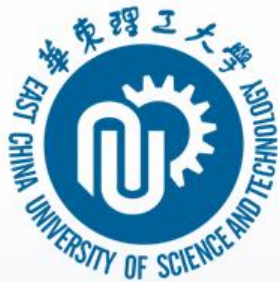
温度、湿度、使用环境及光的波长等



第一节 高分子材料制品设计 的一般原则和程序

一、制品设计





二、设计原则

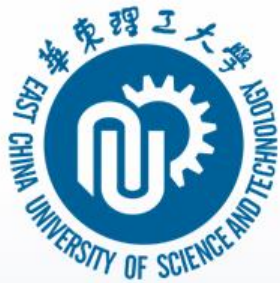
实用 —— 按使用要求

高效 —— 成型加工工艺性好、生产效率高

经济 —— 成本低

三、设计程序

图3-1



第二节 高分子材料配方设计

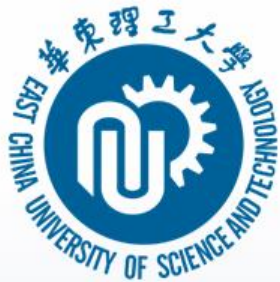
一、制品对材料性能的要求

制品对材料性能的要求是多方面的，也是千差万别的。 [表3-1](#)

二、配方设计

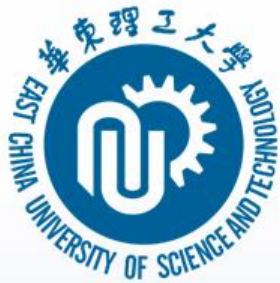
配方设计是高分子化合物与添加剂的配合，需满足以下条件：

1. 制品的性能要求
2. 成型加工性能的要求
3. 原材料的要求
4. 配方成本的要求



配方设计的一般步骤:

1. 收集原材料资料，初定产品形状尺寸、部件的作用和成型加工方法。
2. 初选材料，进行配方设计和试验。
3. 依据材料性能数据，进行结构设计。
4. 制成实物模型，进行实样试验或模拟试验。
5. 再设计与再试验。
6. 依模型试验和制品成本，进行最终选材和配方设计。
7. 材料规范化。



三、材料配方的表示方法

1、以聚合物质量为100份的配方表示法

以聚合物的量为基准（100份），其它组分以相对于聚合物的质量份数表示。^{3/4}_{3/4} 适用于科研论文和报告

2、以混合料质量为100份的配方表示法

以聚合物及各种添加剂的混合料总质量为100份，各组分以质量分数表示。^{3/4}_{3/4} 便于成本核算、计算材料消耗

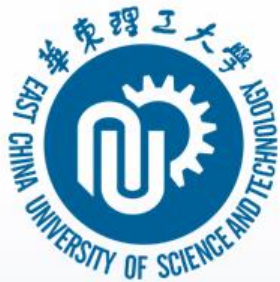
3、以混合料体积为100份的配方表示法

各组分体积总和为100。^{3/4}_{3/4} 常用于按体积计算成本

4、生产配方

按设备的生产能力，计算出各组分每次的投料质量数。

^{3/4}_{3/4} 便于生产操作



第三节 高分子材料的配方设计方法

配方设计方法是指确定配方中各种添加剂加入量的方法，涉及实验步骤安排、变量选择和变量范围的确定。

配方的制定是一个经验加理论的过程：

初始工作人员：要反复修改多次才得到一个配方；

经验工作人员：可能一次性得到合理配方；

现在已发展到用计算机进行配方制定。

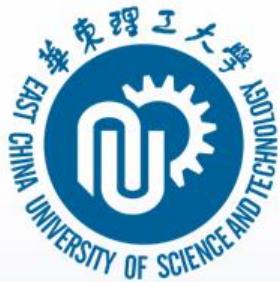
配方设计术语：

因素 $^{3/4}$ 是指影响材料性能指标的因子

如原材料、工艺条件等

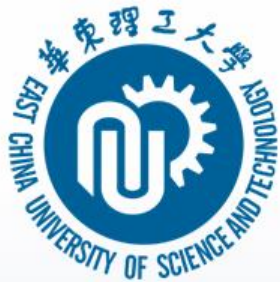
水平 $^{3/4}$ 是指每个因素可能处于的状态

如原材料品种、用量或工艺参数等



一、配方设计时考虑的因素

- (1) 配方包括多种原料，存在多因素变量的问题。
- (2) 各因素的水平数并不相等，需要活用正交表。
- (3) 各原料之间存在显著的交互作用。
- (4) 可根据试验情况，将工艺条件作为独立的因素。
- (5) 严格控制试验的每一步骤，尽量排除试验误差。
- (6) 经验规律和统计学相结合，发挥最佳效能。



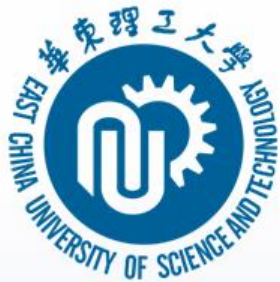
二、配方设计方法

1、单因素变量配方设计方法

适用于制品性能只受一个因素（**添加剂**）影响的配方。

单因素变量试验采用的搜索方法有：

- * 爬山法
- * 黄金分割法
- * 平分法
- * 分批试验法
- * 抛物线法
- * 分数法



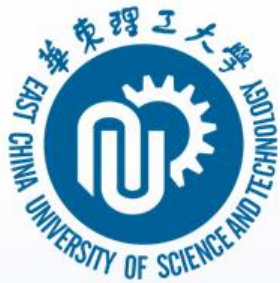
2. 多因素变量配方设计方法

适用于制品性能受二个或二个以上因素（**添加剂**）

影响的配方。

多因素变量试验采用的搜索方法有：

- (1) 正交设计法
- (2) 回归分析法



第四节 高分子材料配方实例



1、基本配方：主体 + 交联剂 + 稳定体系

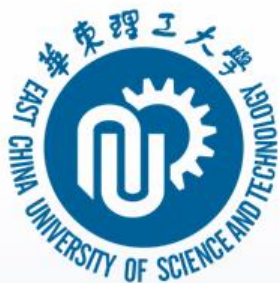
试验所添加的配合剂的合理性，包括种类、用量（要求用量稳妥）。

2、性能配方：基本配方 + 性能体系

针对某种性能要求：往往专门提高某一（些）性能。

3、实用配方：性能配方 + 加工体系、成本体系

要考虑原料的来源、生产的可行性和经济性，须全面考虑。



基本配方、性能配方、实用配方是相互制约、相互影响的。

基本配方首先提出一组配合剂及其基本用量，一般采用传统使用量，并且尽可能简单。

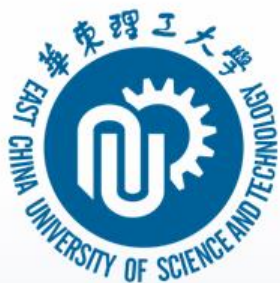
例：橡胶基本配方

生胶：100phr； 硫：0.5~3.5phr； 促进剂：0.5~1.5phr；

ZnO：1~10phr； HSt：0.5~2.0phr； 防老剂：0.25~1.5phr；

[PVC配方原料-1](#)

[PVC配方原料-2](#)



配方的组成:

配	方	组	成	组分数
主体部分	聚合物			1~2
交联体系	交联剂、促进剂、活性剂、防焦剂			4~5
稳定体系	热稳定剂、抗氧化剂			1~2
性能体系	增塑剂、补强剂、增韧剂、防老剂、发泡剂、着色剂			2~5
加工体系	增塑剂、润滑剂			1~2
成本体系	填充剂			1~2

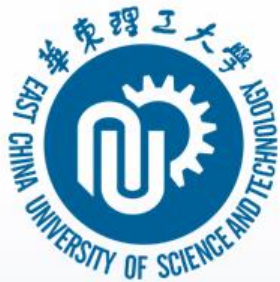


表3-3 天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶、异戊橡胶的配方实例

表3-4 丁基橡胶、乙丙橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶的配方实例

表3-5 几种橡胶的基本配方

表3-6 聚氯乙烯的配方

表3-7 聚乙烯、聚丙烯配方实例

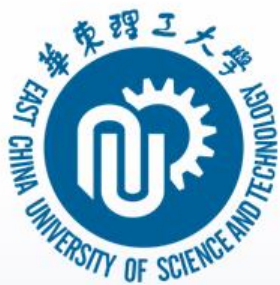
表3-8 酚醛树脂、脲醛树脂配方实例

表3-9 不饱和聚酯树脂的配方实例

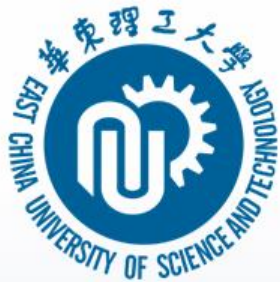
表3-10 环氧树脂配方实例

第五节 高分子材料性能的估算方法

—— 自学



本章结束



课堂练习

1. 试述作为高分子材料的要求。
2. 为什么聚合物的结晶温度范围是 $T_g \sim T_m$?
3. 高分子材料中添加助剂的目的的是什么?
4. 试述增塑剂（极性与非极性）的作用机理。
5. 什么是硫化剂，分哪几类，各自适用的橡胶类型是什么?