

# 第五章 高分子材料成形

**5.1 高分子材料成形的基本原理**

**5.2 高分子材料的成形方法及设备**

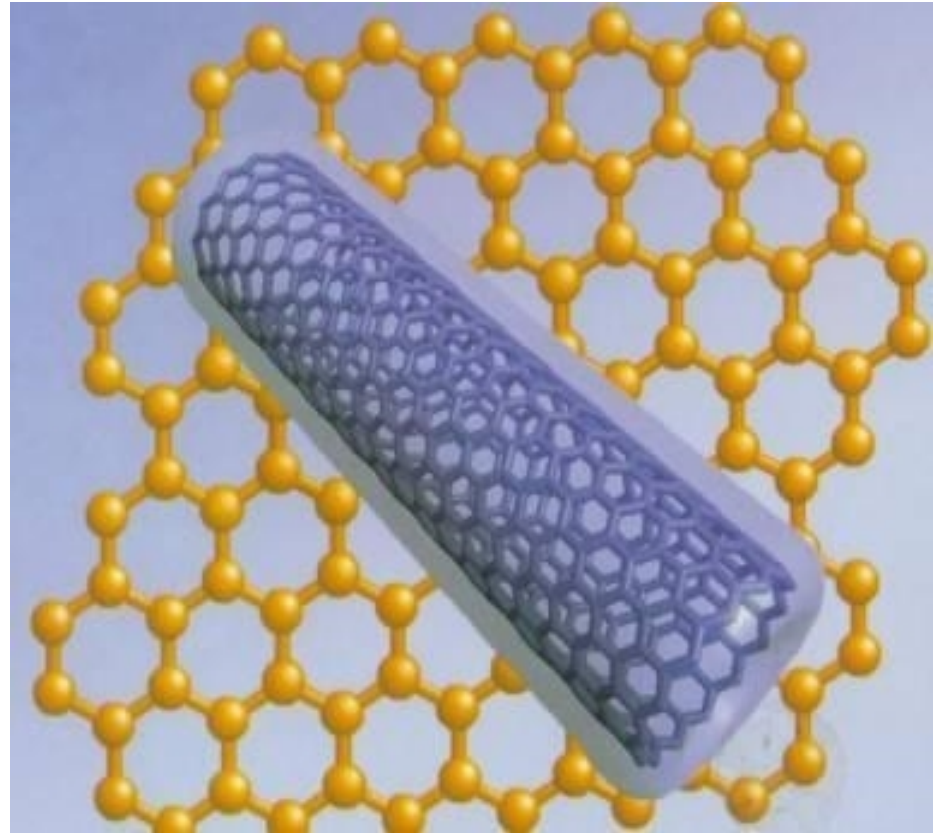
**5.3 高分子材料制品的结构工艺性**

**5.4 高分子材料成形新技术**

**5.5 复合材料成形**

## 5.1 高分子材料成形的基本原理

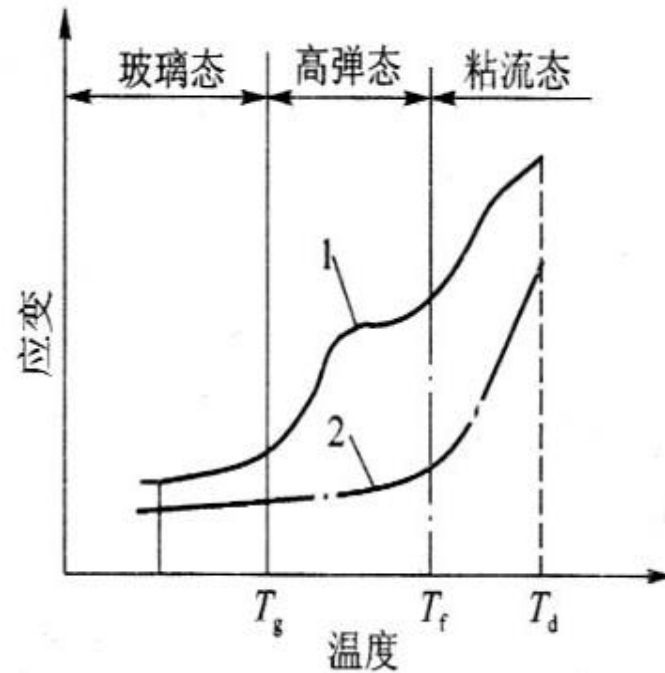
高分子材料又称聚合物（**polymers**）。与金属材料及无机非金属材料相比，呈现良好的可塑性。



# 一. 聚合物的力学状态与流变行为

聚合物的类型不同，  
受热时表现的力学  
状态也不同。

根据聚合物所表现的  
力学性质，可以将  
聚合物的力学状态  
划分为三种：玻璃  
态、高弹态和粘流  
态。



## 1.1 玻璃态 (glassy)

在玻璃化温度  $T_g$  以下的聚合物处于玻璃态，为坚硬固体。

在外力作用下，玻璃态聚合物具有一定变形能力，形变具有可塑性。



玻璃的分材料。  
玻璃态高子料。



图 5-2 聚合物大分子运动状态示意图

# 1.2 高弹态 (elastic)

- 当温度在  $T_g \sim T_f$  范围时，大分子链可获得足够的热运动能量，此时聚合物的弹性模量迅速降低，变形能力显著增强，变形可逆。



图 5-2 聚合物大分子运动状态示意图

# 1.3粘流态 (viscous)

□ 当温度为成型温度时

06  
09

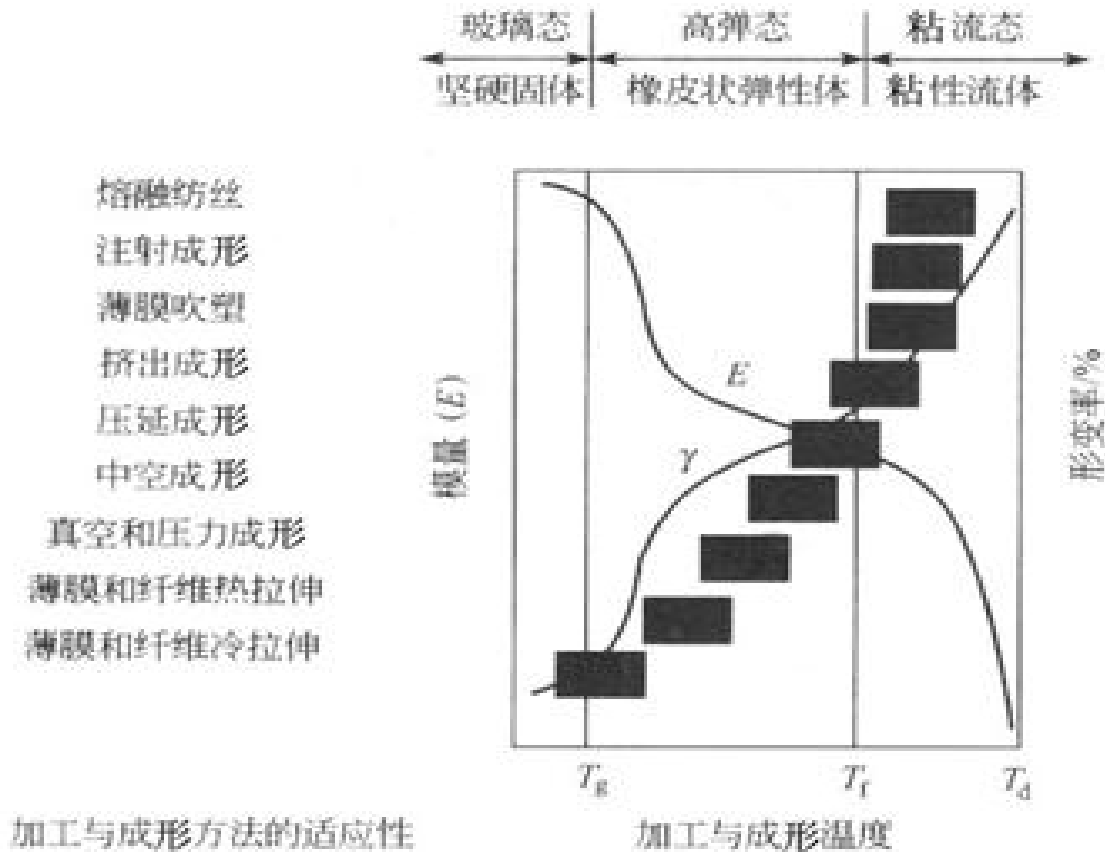


图 5-3 线型聚合物的聚集态与成形过程的关系

## 二、高分子材料成形性能

- (1) 可模塑性
- (2) 可挤压性
- (3) 可延性
- (4) 可纺性

## (1) 可模塑性

- 可模塑性  
(**mouldability**)  
是指材料在温度和压力作用下变形和在模具中成形的能力。

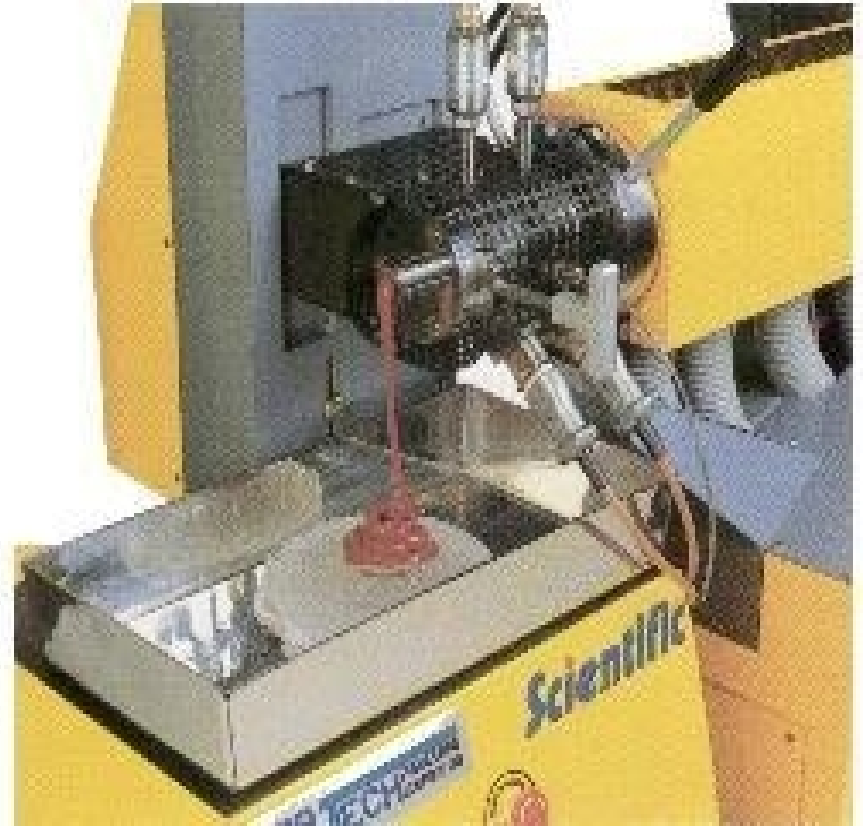


图 5-4 聚合物可模塑性测定实验模具



## (2) 可挤压性

- 可挤压性指聚合物通过挤压作用变形时获得形状和保持现状的能力。
- 材料的挤压性能与聚合物的流变性、熔融指数和流动速率密切相关



### (3) 可延性

- 可延性表示无定形或半结晶聚合物在一个方向或两个方向受到压延或拉伸时变形的能力。
- 利用聚合物的可延性，可以通过压延或拉伸工艺生产薄膜、片材和纤维。

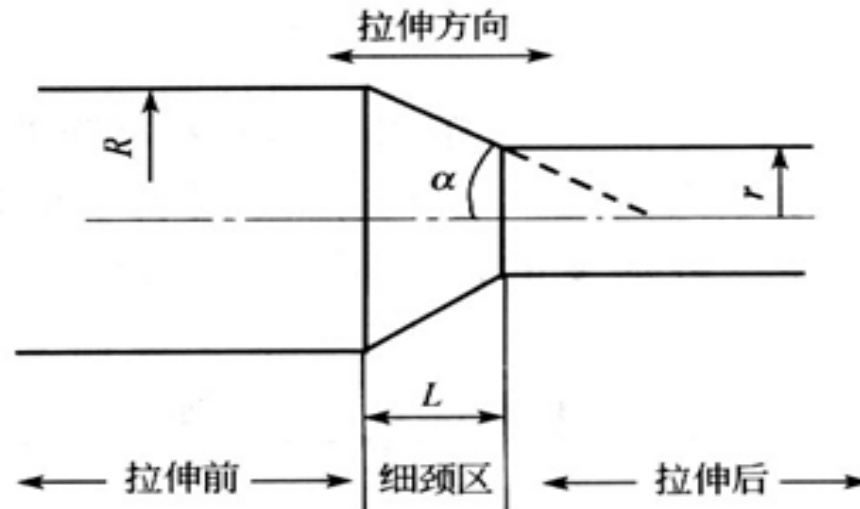


图 5-5 聚合物拉伸时的细颈现象

## (4) 可纺性

可纺性指聚合物通过成形过程形成连续固态纤维的能力。

可纺性主要取决于材料的流变性质、熔体粘度、熔体强度以及熔体的热稳定性和化学稳定性等。

### 三. 聚合物在成形过程中的粘弹行为 (viscoelasticity)

- 聚合物在成形过程中通常是从固体变为液体，再从液体变为固体。在材料成形的各个阶段，聚合物将分别呈现出固体和液体的性能，表现出弹性和粘性。
- 当成形温度高于 $T_f$ 以致聚合物处于粘流态时，聚合物的变形发展则以粘性变形的不可逆性提高了制品在长期使用过程中的形状和尺寸的稳定性；

## 5.2 高分子材料的成形方法及设备

- ❑ 塑料成形方法
- ❑ 橡胶成形方法
- ❑ 复合材料成形方法



## 塑料成形方法

- 塑料成形是将原料在一定温度和压力下塑制成具有一定形状制品的工艺过程。成形是塑料制品生产过程中的重要工序

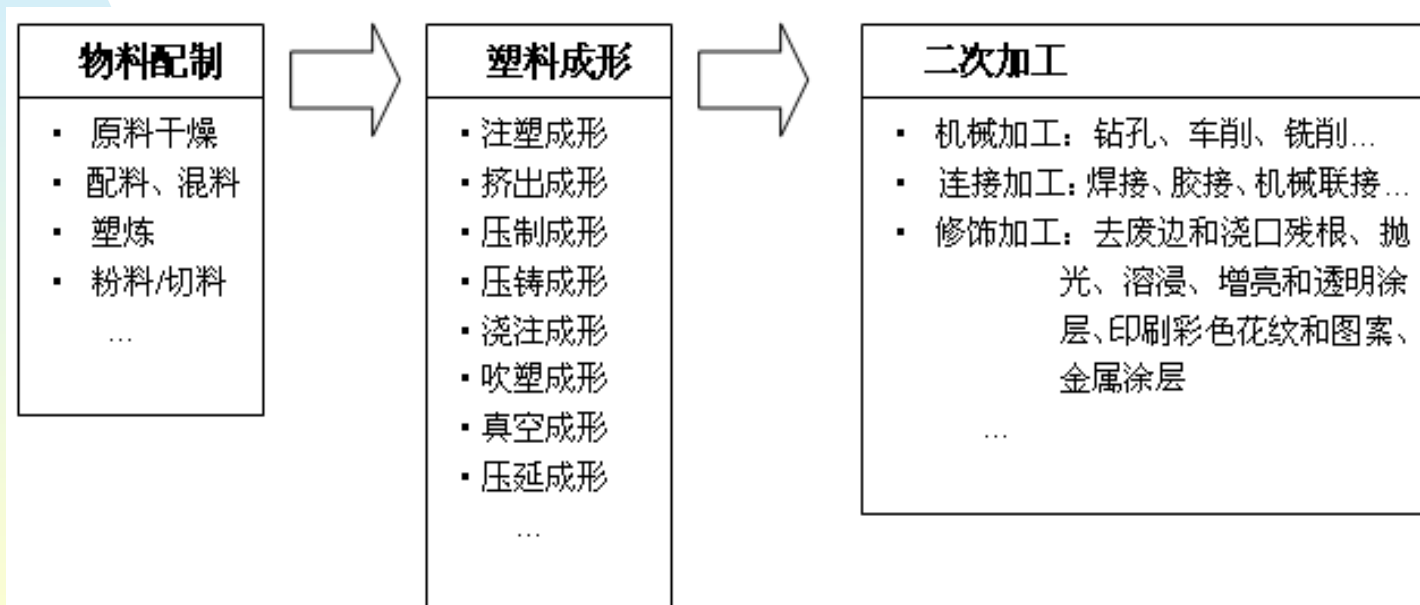
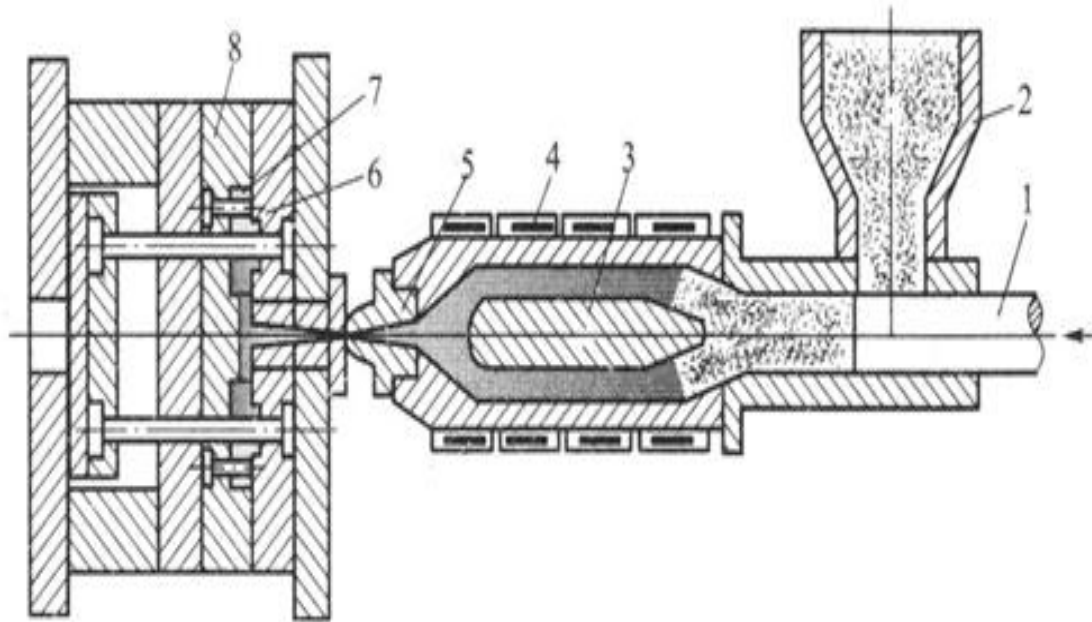


图 5-6 塑料制品的制造过程

# 1. 注塑成形的原理、特点和应用

- 注塑成形又称注射成形 (**injection molding**)。注塑成形是将粒状或粉状塑料加热至粘流态后，通过加热的喷嘴，充满模具型腔，冷却后得到相同形状。



- 其主要特点：  
1) 自动化生产  
2) 可以  
3) 可以  
4) 可生

。自  
高。（  
（

图 5-7 注塑成形的原理图

1-柱塞； 2-料斗； 3-分流梭； 4-加热器； 5-喷嘴； 6-定模板； 7-塑料制品； 8-动模板

## 2. 注塑成形的工艺过程

- 注塑成形工艺过程包括：成形前准备、成形过程、塑件后处理三个主要部分。

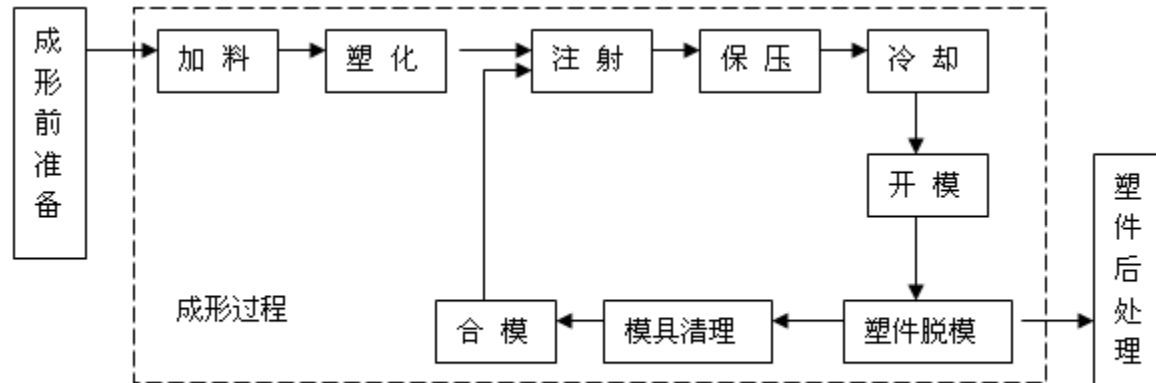


图 5-8 注塑成形工艺过程

- (1) 成形前准备 成形前的准备工作主要有：原料的检查、原料的干燥、料筒清洗。



- (2) 成形过程 成形过程一般包括：加料、塑化、注射、保压、冷却和脱模几个步骤。
- (3) 塑件的后处理 成形后的塑料制品经过适当的后处理，可以消除内应力，改善制品性能，提高尺寸稳定性。

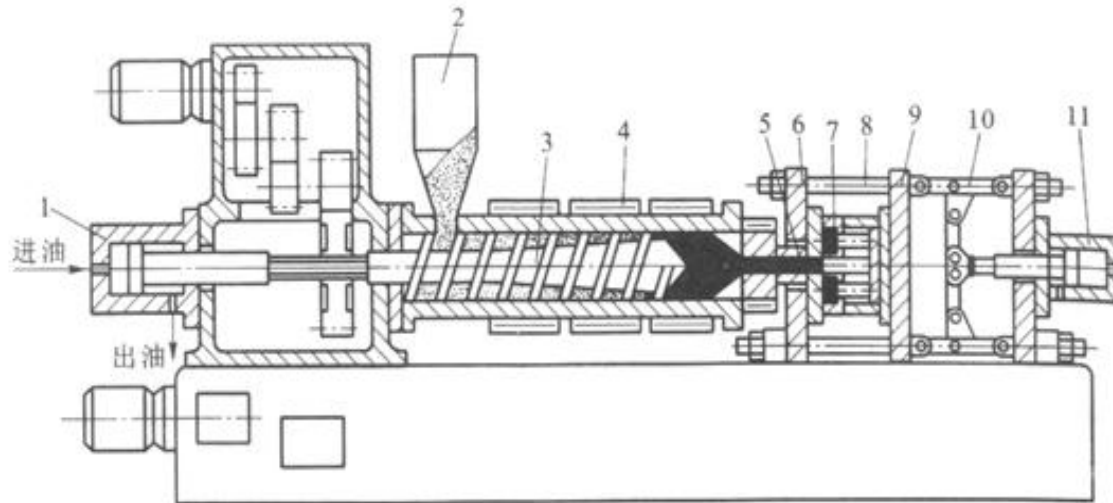
### 3. 注塑成形的工艺条件

主要的工艺参数有：温度，压力和对应的作用时间



## 4. 注塑成形设备

- 注塑成型的主要设备是注塑机（注射机）(**injection molding machine**)和模具(**mold**)。注射机是塑料注射成形的专用设备，有柱塞式(**plunger type**)和螺杆式(**reciprocating screw type**)两种类型，目前最常用的是螺杆式注射机。
- 注射机的主要组成部分是注射系统与合模系统。



(a) 螺杆式注射机结构示意图

1-注射液压缸；2-料斗；3-螺杆；4-加热器；5-喷嘴；6-定模板；7-模具；8 立柱；9-动模板；10-合模机构；11-合模液压缸

- 注射系统的作用就是加热塑料使之塑化，并对其施加压力使之射入和充满模具型腔，它包括了注射机上直接与物料和熔体接触的零部件。



(b) 注射机实物图片

图 5-9 卧式注射机

塑料注射成形所用的模具称为注射模。注射模的基本结构都是由动模和定模两大部分组成的。

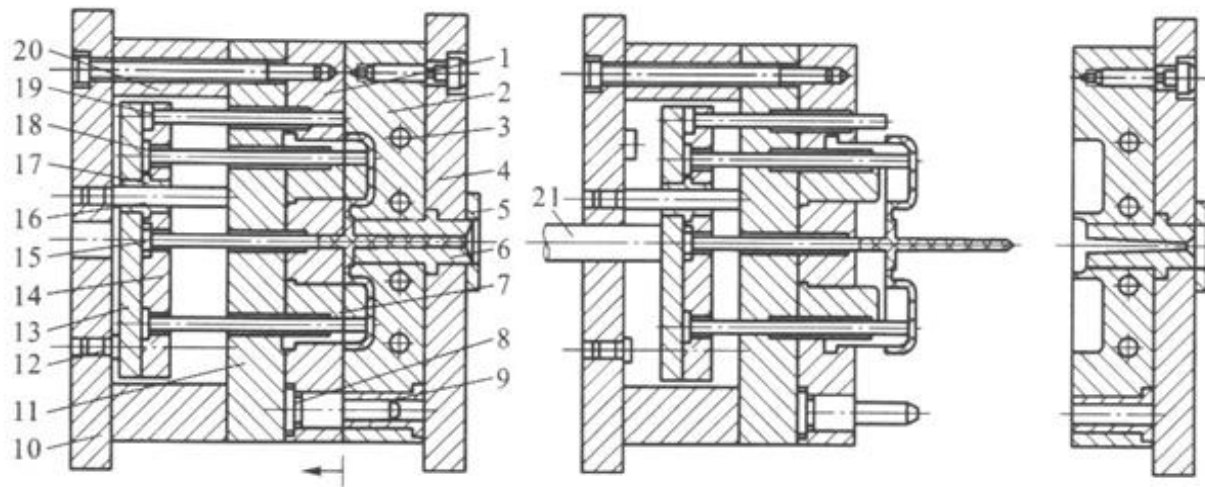
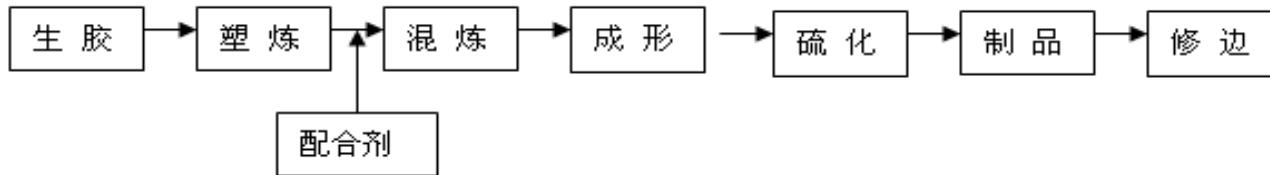


图 5-10 注射模结构示意图

1-动模板；2-定模板；3-冷却水道；4-定模座板；5-定位环；6-浇口套；7-凸模；8-导柱；9-导套；10-动模座板；11-支承板；12-限位销；13-推板；14-推杆固定板；15-拉料杆；16-推板导柱；17-推板导套；18-推杆；19-复位杆；20-垫块；21-顶杆

# 橡胶成形方法

## 橡胶加工的工艺过程



## 2. 橡胶成形方法

(1) 借助于压延机辊筒的作用把混炼胶压成具有一定厚度的胶片，完成胶料贴合，以及骨架材料（纺织物）通过贴胶、擦胶制成片状半成品的工艺过程叫压延（**calendering**）。

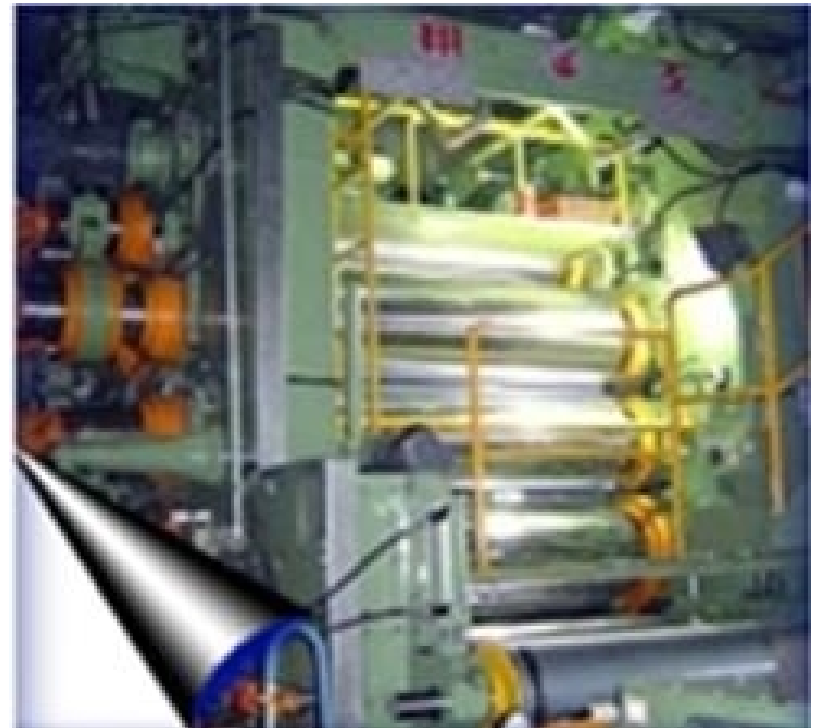
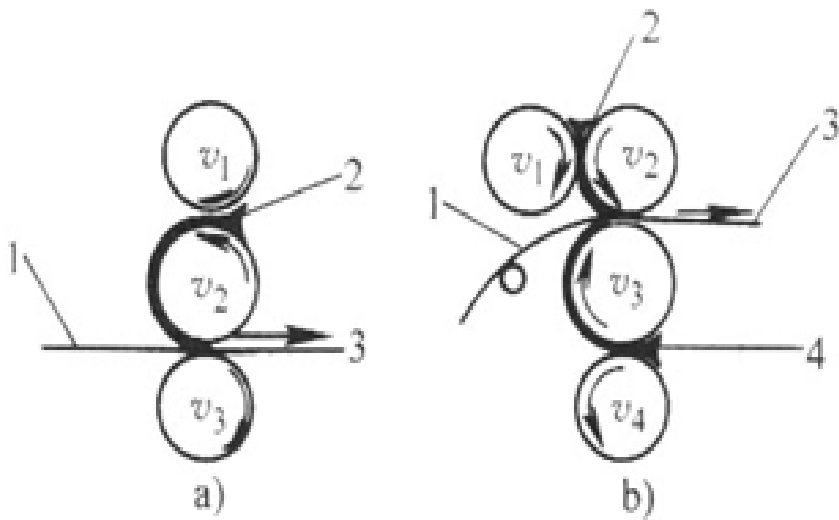


图 5-12 胶布压延工艺过程

(a) 三辊压延机单面贴胶 (b) 四辊压延机双面贴胶

1-纺织物； 2、4-胶料； 3-胶布

(2) 模压成形 将混炼好的胶料加工成一定规格和形状的半成品，按模具型腔的形状和尺寸对半成品进行定量下料，置于压制模具中，在加热、加压条件下，使胶料呈现塑性流动而充满型腔，再经一定的持续加热时间后完成硫化，最后经脱模和修边后得到橡胶制品。



(3) 注射成形将混炼过的胶料通过加料装置加入料筒中加热塑化成熔融态，在螺杆或柱塞的推动下，通过喷嘴注入到闭合模具中，并在模具的加热下硫化定型。





### 3. 橡胶成形设备

#### (1) 炼胶机

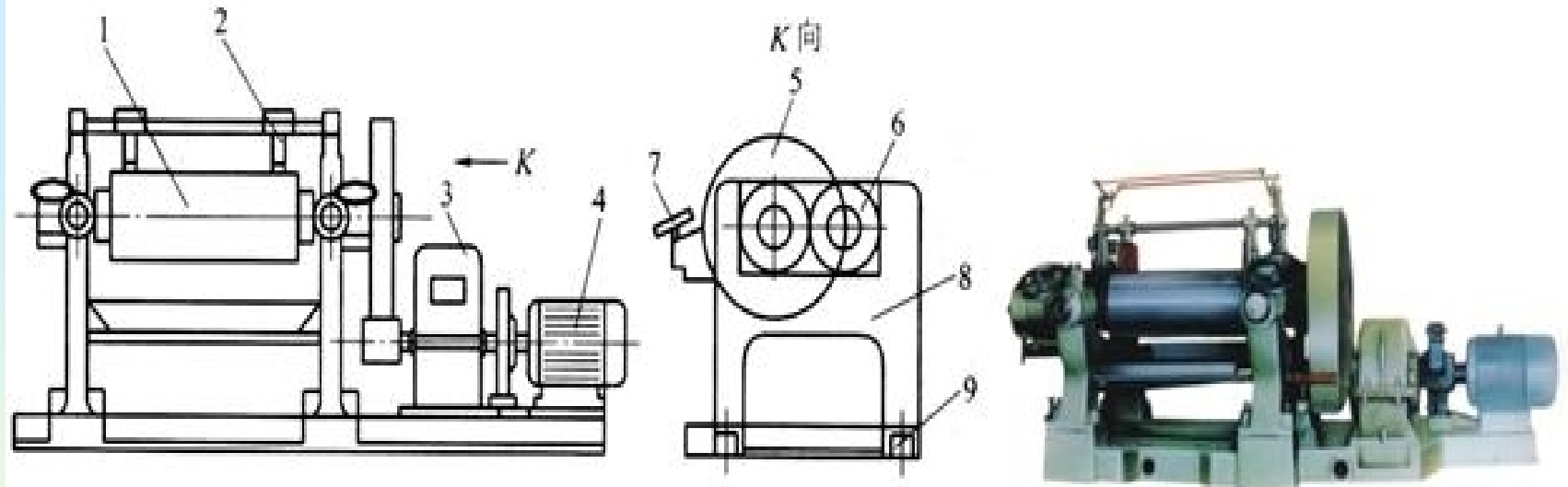


图 5-13 开炼机结构图与实物图片

1- 辊筒； 2-挡泥板； 3-减速器； 4-电动机； 5-大齿轮； 6-速比齿轮； 7-调距手轮； 8-机架； 9-底座

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/017024104116006062>