

塑料成型工艺注射成型



- 注射成型（注塑成型）是热塑性塑料的一种主要成型措施。几乎全部热塑性塑料都能够采用这种措施，目前注射成型已成功地应用于热固性塑料的成型。如原采用模压成型的酚醛电器产品，现可采用注射成型。目前，注射制品约占塑料制品总重量的20~30%，是第二大成型加工措施



- 塑料（注射）：合模与锁紧 → 注射装置前移 → 塑化 → 注射 → 保压 → 制品冷却 → 注射装置后退和开模顶出制品
- 橡胶（注压）：以条状或块粒状的混炼胶加入注压机，压注入模后须停留在加热模具中一段时间，进行硫化反应（模型硫化），不必冷却固化，得到最终产品。
- 橡胶注射成型类似于橡胶制品的模型硫化，只是压力传递方式不同（压力大，速度快），比模压生产能力大，劳动强度低，易自动化，是橡胶加工的方向。

- **注射成型用于热塑性塑料的成型加工最普遍，本章主要讨论热塑性塑料注射成型原理及工艺**



第一节 注射机的构造与作用

一. 注射机分类:

1. 按构造特点分类

(1) 柱塞式注射机

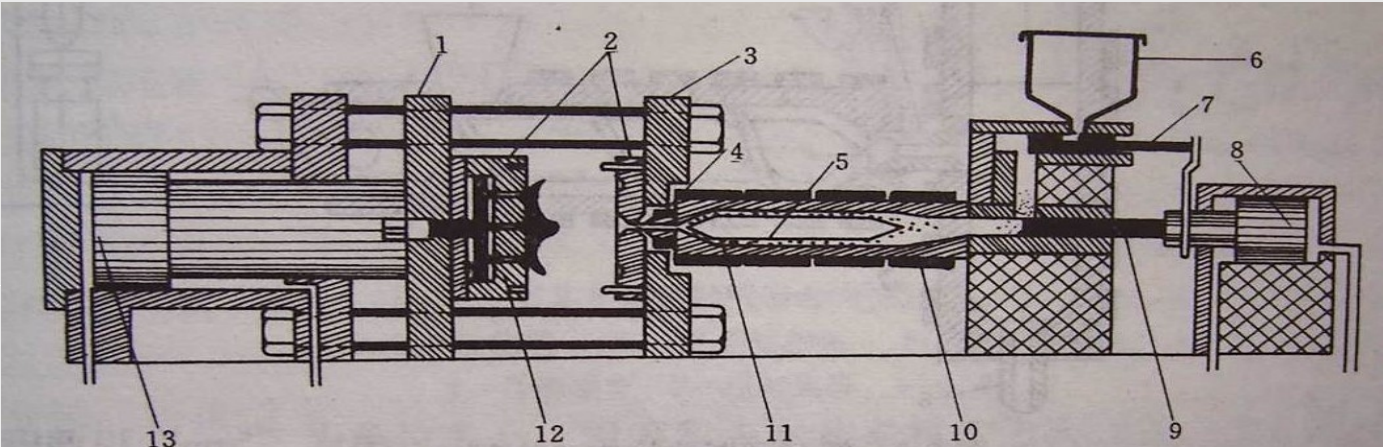


图 8-1 柱塞式注射装置

- 1—动模板 2—注射模具 3—定模板 4—喷嘴 5—分流梭
- 6—料斗 7—加料调节装置 8—注射油缸 9—注射活塞 10—加热器
- 11—加热料筒 12—顶出杆(销) 13—锁模油缸

(2) 双阶柱塞式注射机

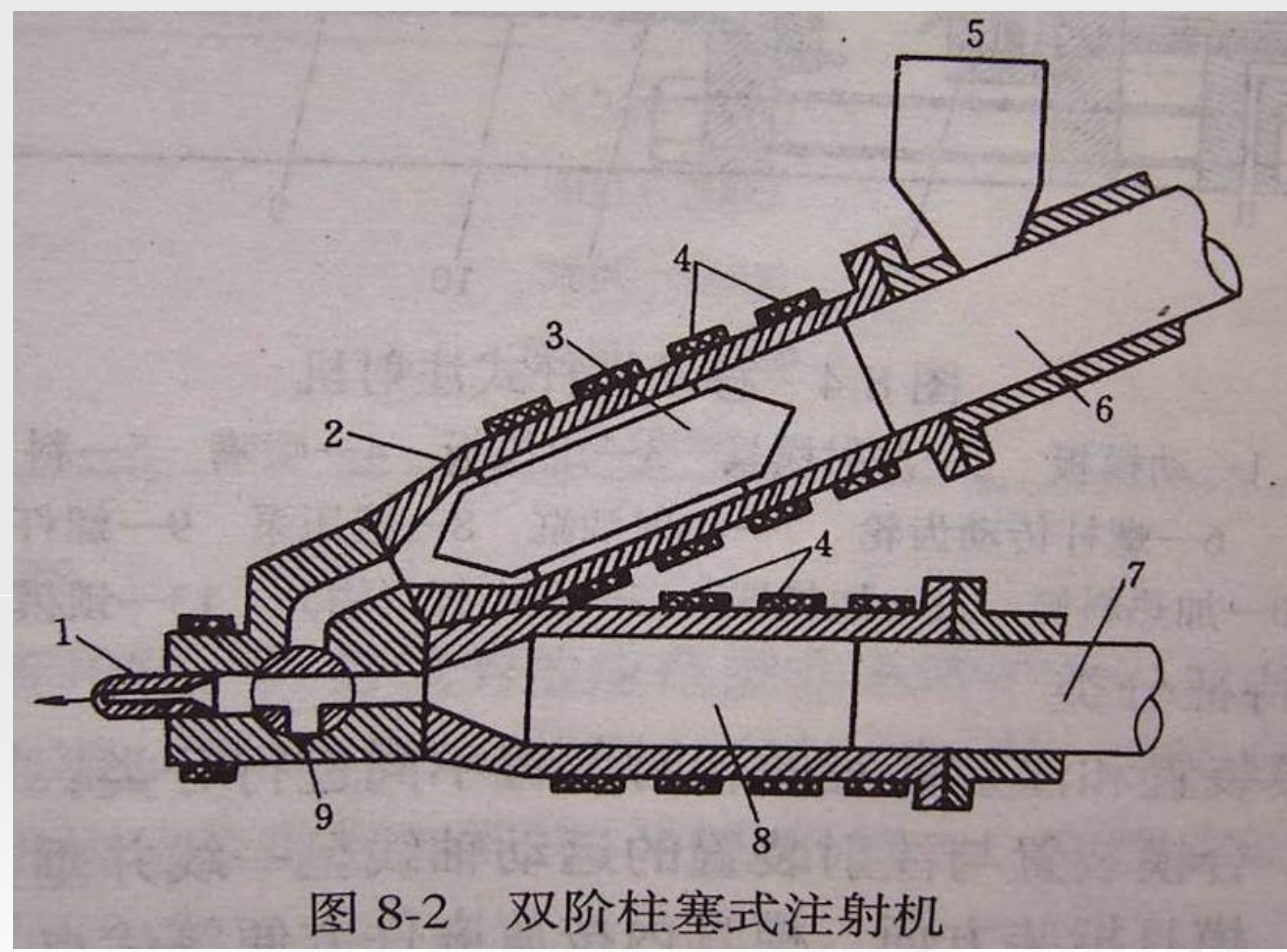


图 8-2 双阶柱塞式注射机

(3) 螺杆预塑化柱塞式注射机

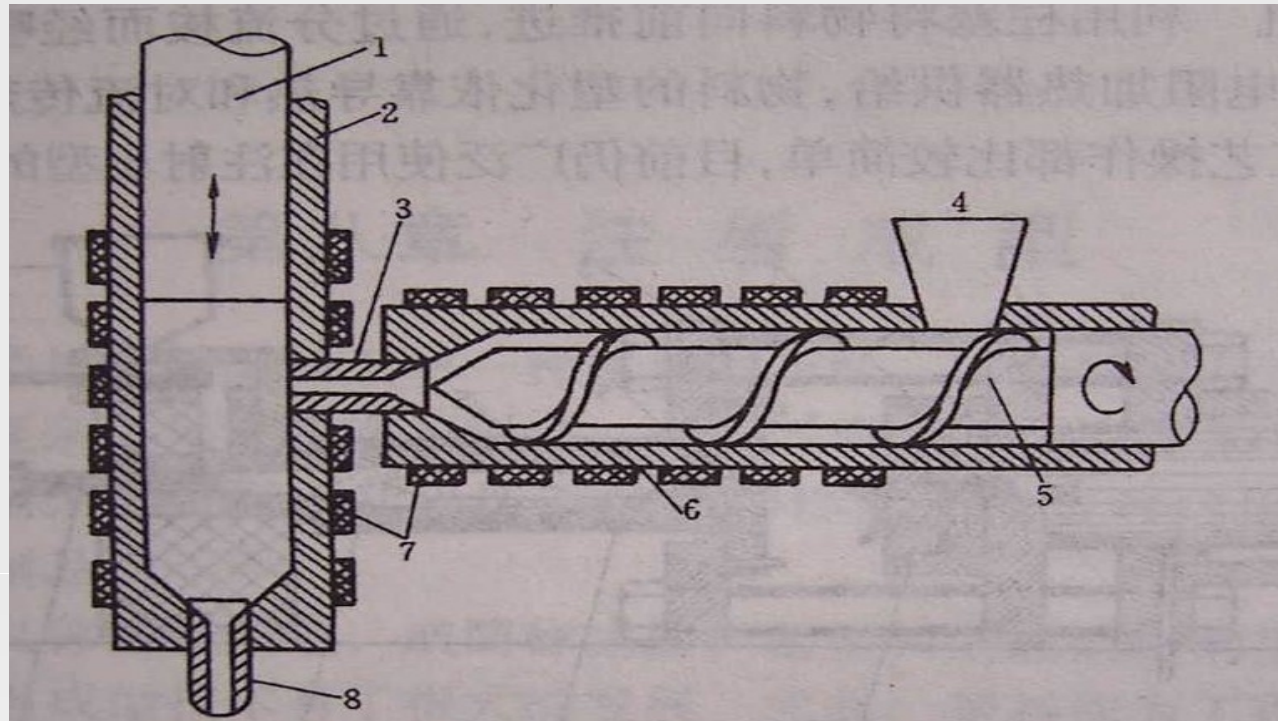


图 8-3 螺杆预塑化柱塞式注射机

- 1—注射活塞 2—注射料筒 3—球式止逆喷嘴 4—加料斗
5—挤出螺杆 6—预塑化料筒 7—加热器 8—喷嘴

(4) 移动螺杆式注射机

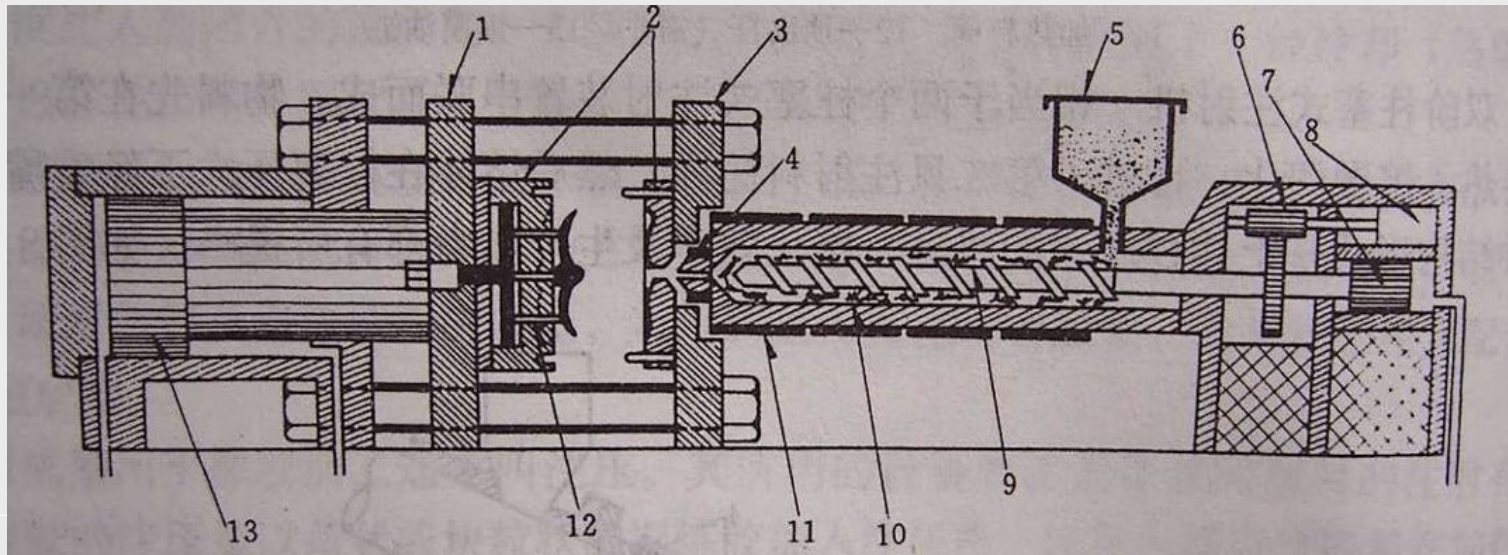
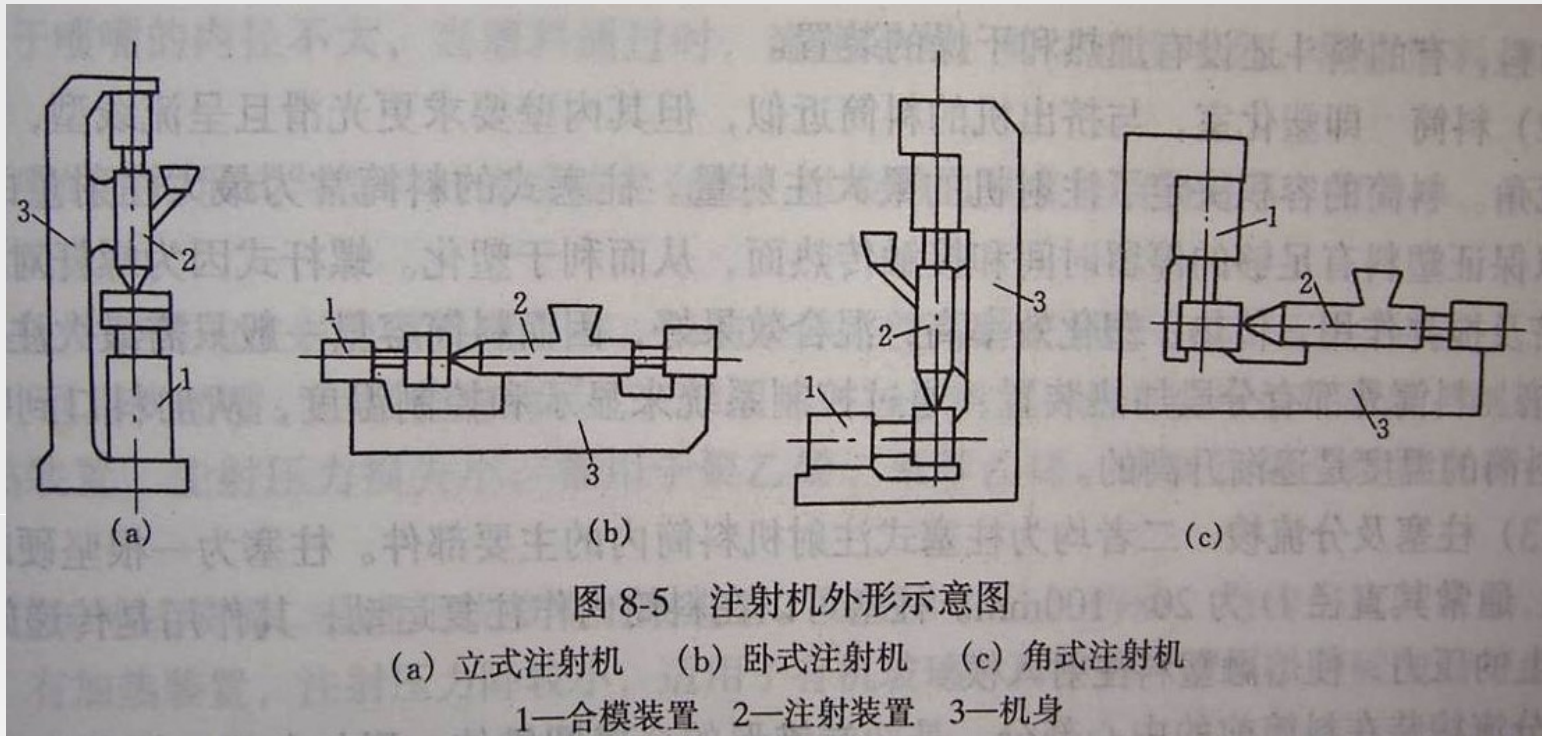


图 8-4 移动螺杆式注射机

- 1—动模板 2—注射模具 3—定模板 4—喷嘴 5—料斗
- 6—螺杆传动齿轮 7—注射油缸 8—液压泵 9—螺杆
- 10—加热料筒 11—加热器 12—顶出杆(销) 13—锁模油缸

2. 按注射机外形特征分类



3. 按注射机加工能力分类

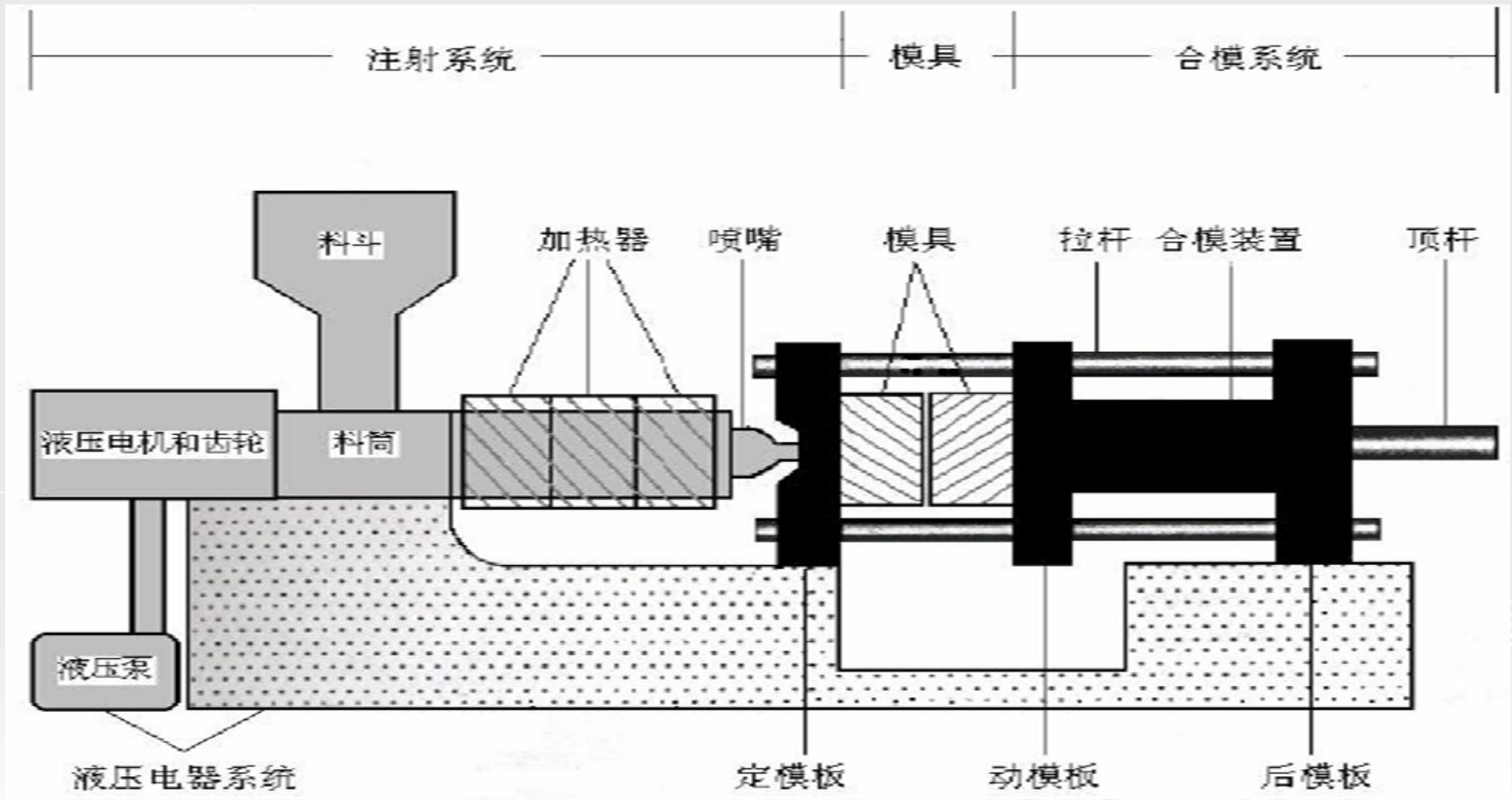
- 注射量：注射机在注射螺杆（柱塞）作一次最大注射行程时，注射装置所能到达的最大注射量
- 锁模力：注射机合模机构所能产生的最大模具闭紧力

表 8-1 不同类型注射机的加工能力

类别	锁模力/kN	注射量/cm ³
超小型	<200~400	<30
小型	400~2000	60~500
中型	3000~6000	500~2000
大型	8000~20000	>2000
超大型	>20000	

4. 按注射机用途分类

二.注射机的基本构造



1. 注射系统

- 作用
- ①塑化—能在要求的时间内将要求数量的物料均匀地熔融塑化，并到达流动状态
- ②注射—以一定的压力和速度将熔料注射到模具型腔中去
- ③保压—注射完毕后，有一段时间螺杆保持不动，以向模腔内补充一部分因冷却而收缩的熔料，使制品密实和预防模腔内的物料反流

(1) 加料装置：料斗，计量、加热干燥、自动上料装置

(2) 料筒

作用、构造、要求与挤出机的基本相同

(3) 柱塞

•作用：将注射油缸的压力传给塑料，并使熔体注射入模具

(4) 分流梭

- 将物料流变成薄层，使塑料产生分流和收敛流动
- 加紧热传递，缩短传热过程，防止物料过热分解
- 熔体在分流梭表面流速 \uparrow ，剪切速度 \uparrow ，产生较大的摩擦热，使料温 \uparrow ，有利于塑料的混合与塑化，有效提升产量和质量

(5) 螺杆

	注射机	挤出机
螺杆功能	加料、输送、塑化、注射	加料、输送、塑化、挤出
螺杆运动	旋转、轴向运动	旋转
螺杆结构	<ul style="list-style-type: none"> ①加料段长度变化, L_1较长 ②$L/D=15\sim 20$, ③h_3较大, 大15~20% ④螺杆头部结构 尖头 ⑤ $\delta < 0.5$ mm 防止注射压力大, 而漏流 	<ul style="list-style-type: none"> L_1不变, L_3较短 $L/D=20\sim 30$ 圆头、平头

(5) 喷嘴

引导熔体从料筒进入模具，并具有一定的射程

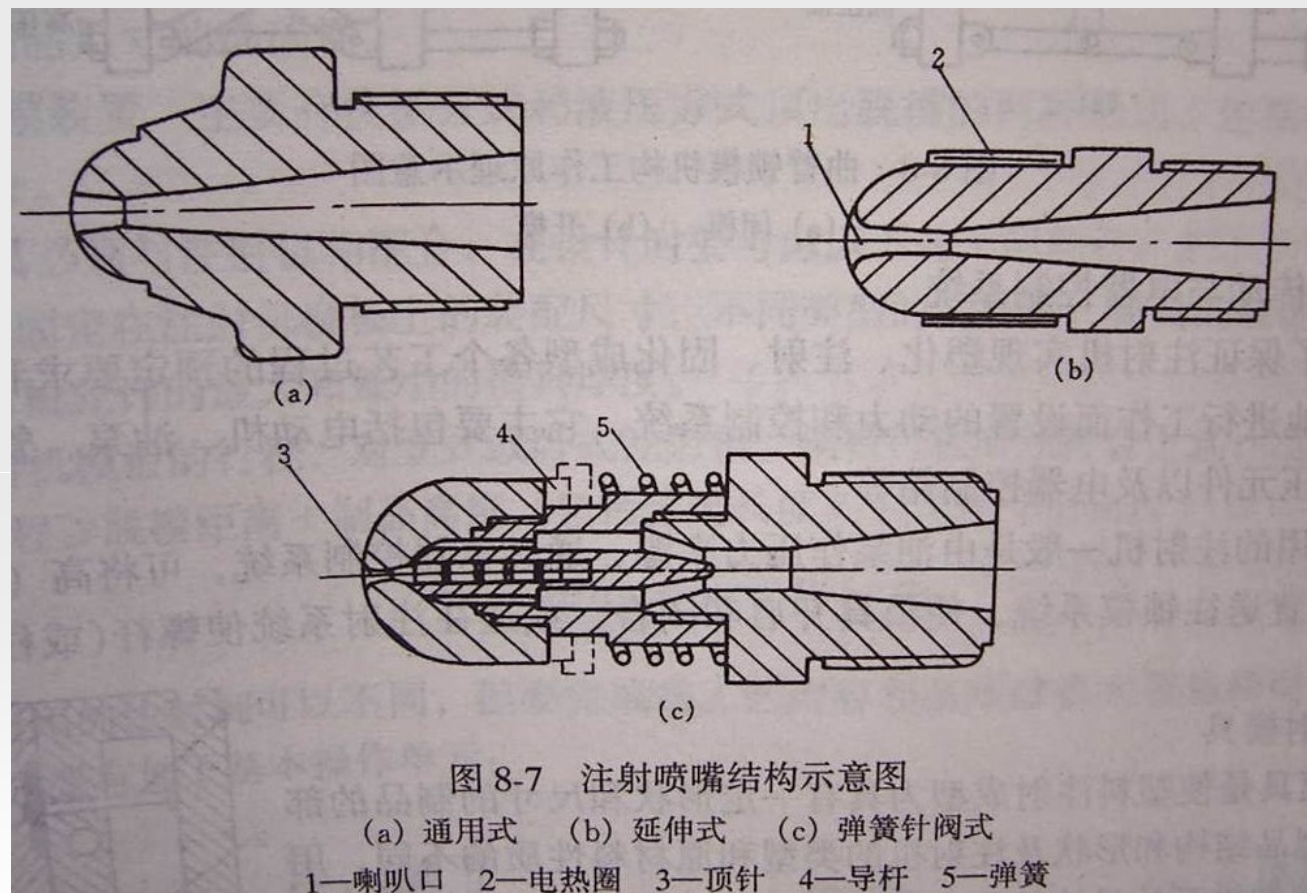


图 8-7 注射喷嘴结构示意图

(a) 通用式 (b) 延伸式 (c) 弹簧针阀式

1—喇叭口 2—电热圈 3—顶针 4—导杆 5—弹簧

2. 锁模系统

$$F \geq xKPA \times 10^3$$

机械式、液压式、液压—机械式

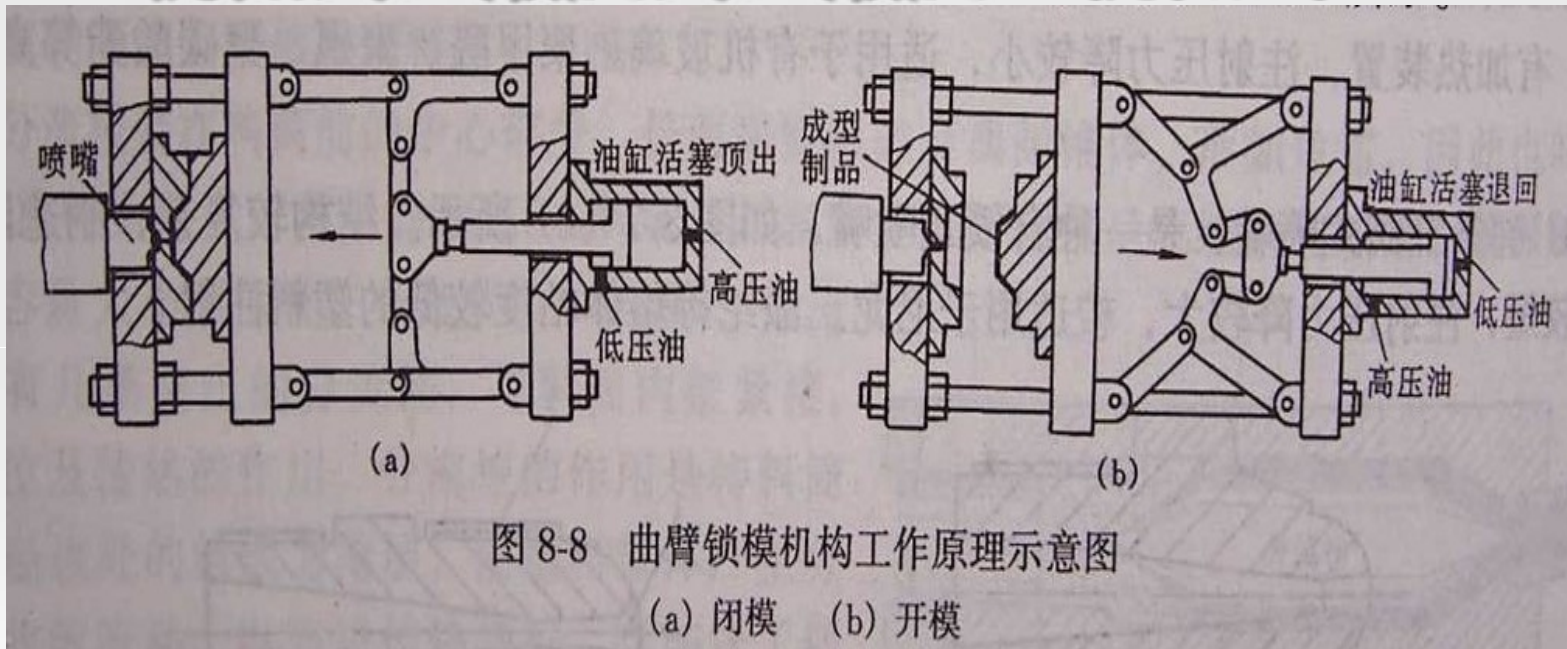


图 8-8 曲臂锁模机构工作原理示意图

(a) 闭模 (b) 开模

3. 液压传动与电器控制系统

- 电动机
- 油泵
- 管道
- 各类阀件
- 液压元件
- 电器控制箱

4. 注射模具

- 成型零部件

- 凸模、凹模、型芯、成型杆、镶块、动模、定模

- 浇注系统

- 主流道、分流道、浇口、冷料阱、导向零件、分型抽芯机构、顶出、加热、冷却、排气

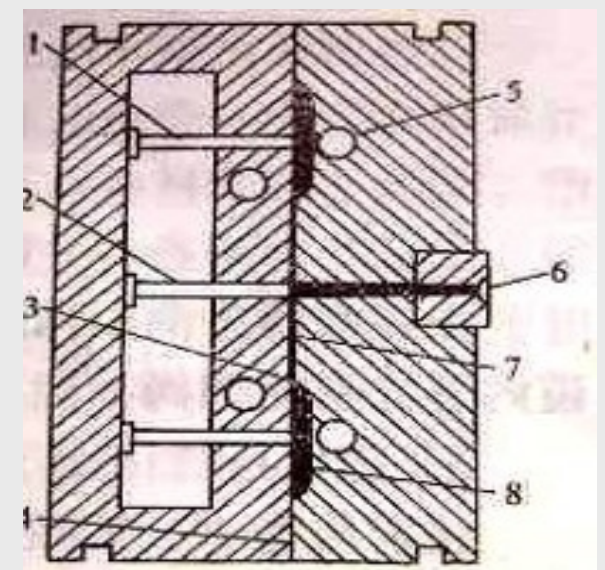
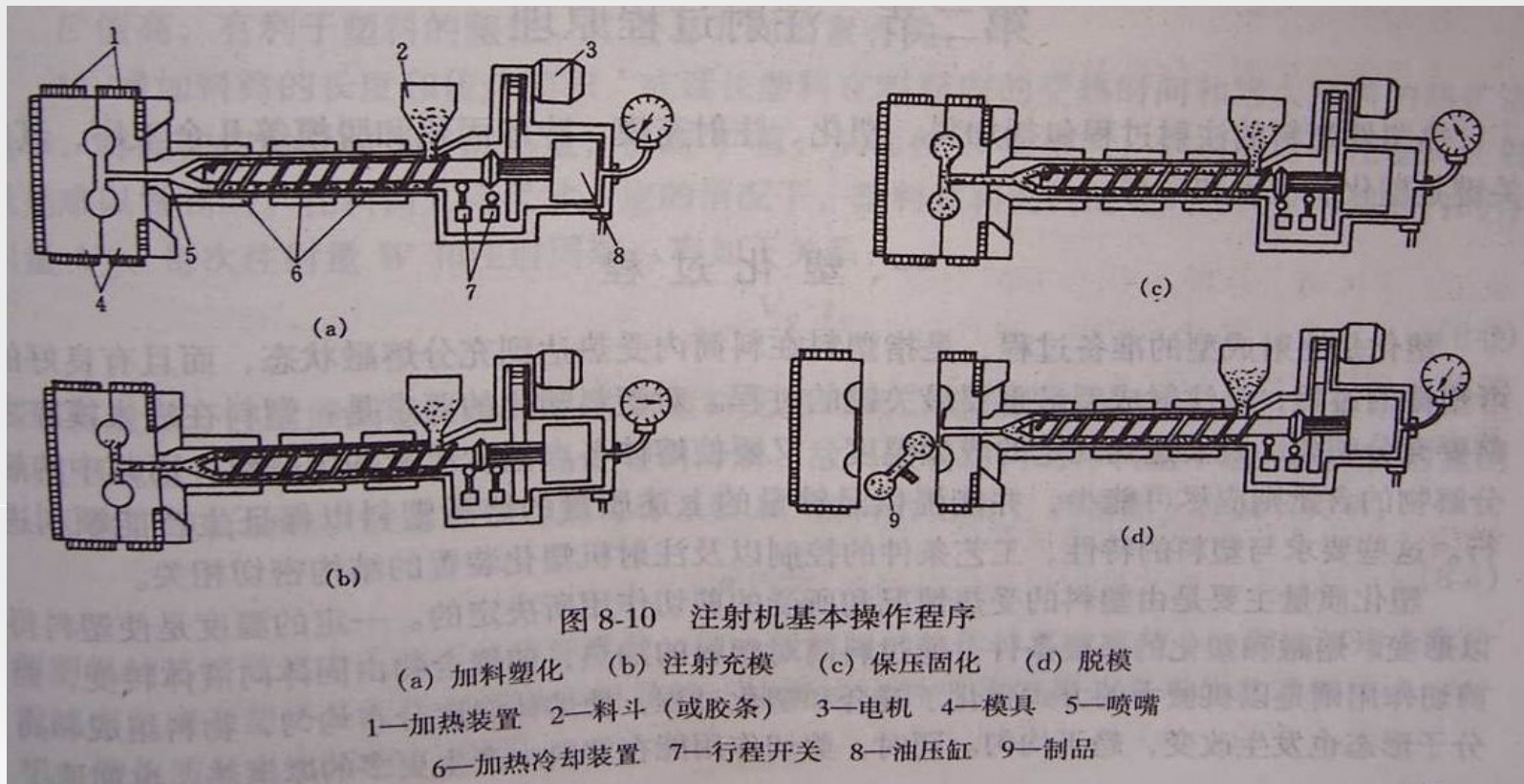


图 8-9 典型注射
模具基本结构

- 顶出杆 2—注道残料顶杆
- 3—浇口 4—分模线
- 5—水冷管线 6—注道
- 7—流道 8—型腔

二. 注射机的工作过程



第二节 注射过程原理

一. 塑化过程

- 对塑料塑化的要求:塑料熔体进入模腔之前要充分塑化, 到达要求的成型温度。
- 塑化料各处的温度要均匀一致。
- 热分解物的含量达最小值。

1、热均匀性

$$E = \frac{(T - T_0)}{(T_w - T_0)}$$

- 增长料筒长度和受热面积
延长受热时间和增大热扩散效率

$$t = \frac{V_p \cdot t_c}{W}$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{C\rho}$$

- 降低料层厚度，提升料筒壁温

$$E = f \left[\frac{\alpha t}{(2\delta)^2} \right]$$



2. 塑化能力：单位时间内注射机料筒熔化塑料的质量， q_m 。

●每一注射周期 t 的注射量 m

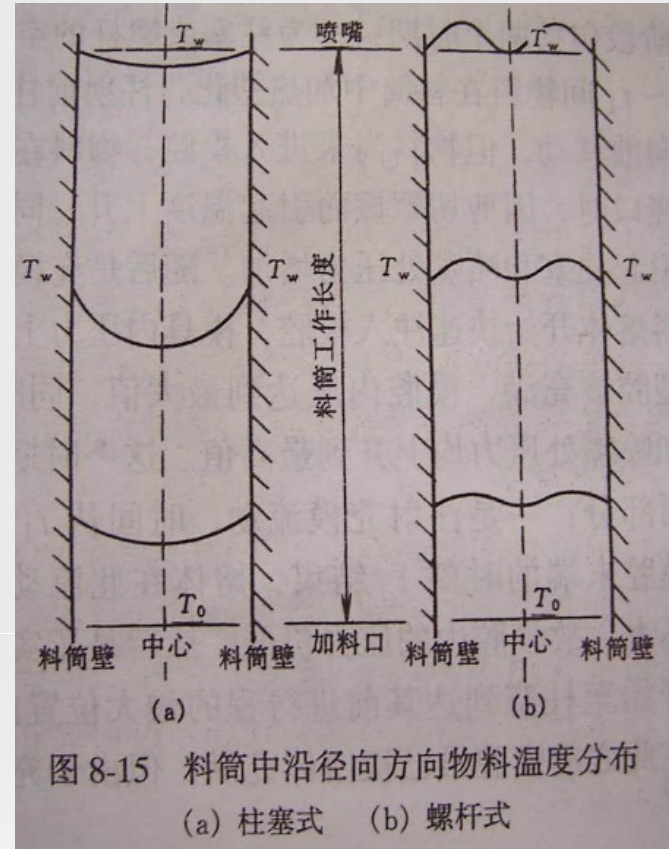
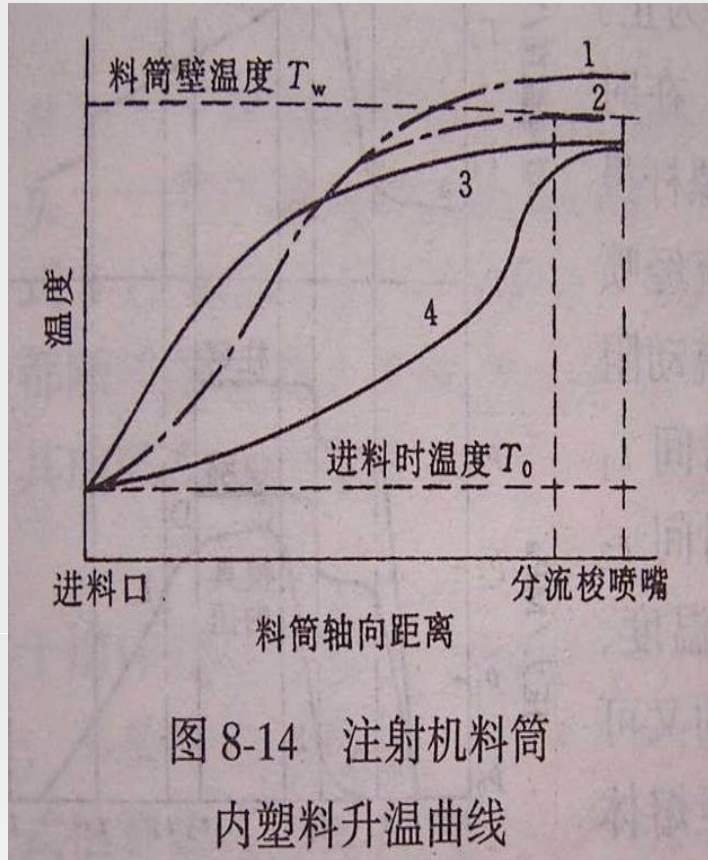
$$q_m = 3.6m / t$$

●用料筒与塑料的接触面积 A 和塑料的受热体积 V_p 来表达

$$q_m = \frac{3.6A^2 E \rho}{4K_t (5 - n^2) V_p} = \frac{KA^2}{V_p}$$



3. 料温分布 P286 图 8-15、8-16



- 柱塞：与料筒接触处的塑料升温较快，中心升温很慢，流经分流梭时升温快，最终料温低于料筒壁温度
- 螺杆：开始时升温很慢，到达喷嘴前料温接近料筒壁温度，甚至超出

二. 注射充模过程

1、注射成型周期

- 注射充模 $t_0 \sim t_2$
- 保压 $t_2 \sim t_3$
- 倒流 $t_3 \sim t_4$
- 冷却 $t_4 \sim t_5$

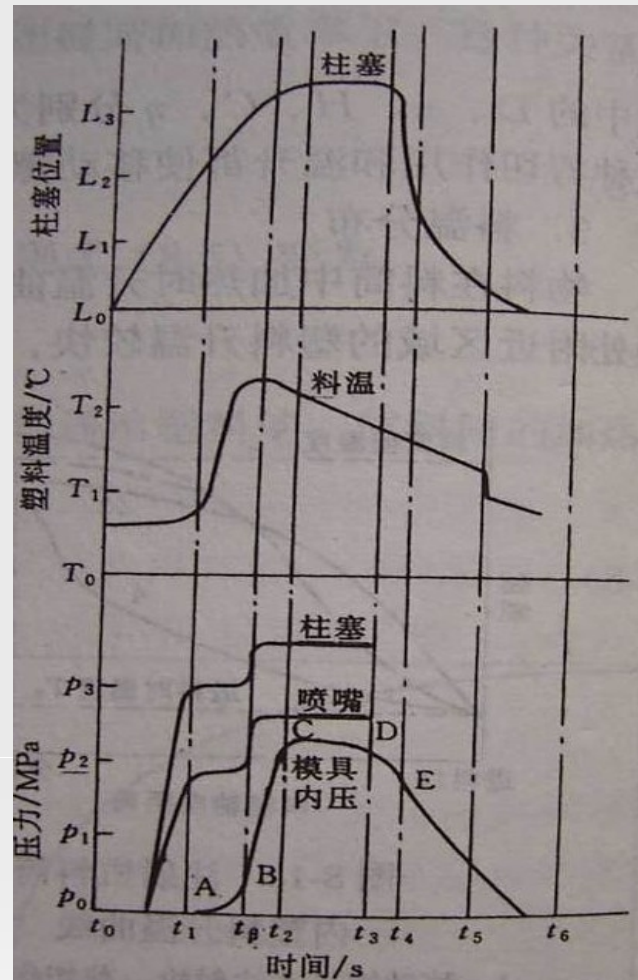


图 8-16 注射过程柱塞位置、塑料温度、柱塞与喷嘴压力以及模腔内压力的关系

- 2. 熔体在喷嘴中的流动:

- 2.1 压头损失

充模时熔体经过喷嘴能够近似看作等温条件下经过等截面圆管时的流动。对牛顿流体和假塑性幂律流体，其压力损失：

$$\Delta p = \frac{8\mu L q_v}{\pi R^4}$$

$$\Delta p = \frac{8\eta_a L q_v}{\pi R^4}$$

- 2.2 熔体温升

$$\Delta p q_v / J = \rho C_p q_v \Delta T \rightarrow \Delta T = \Delta p / \rho C_p J$$

3. 熔体在模具浇道系统中的流动:

充模时应有较高的熔体体积流率。对于牛顿流体，经过圆形截面或平板狭缝形浇口。

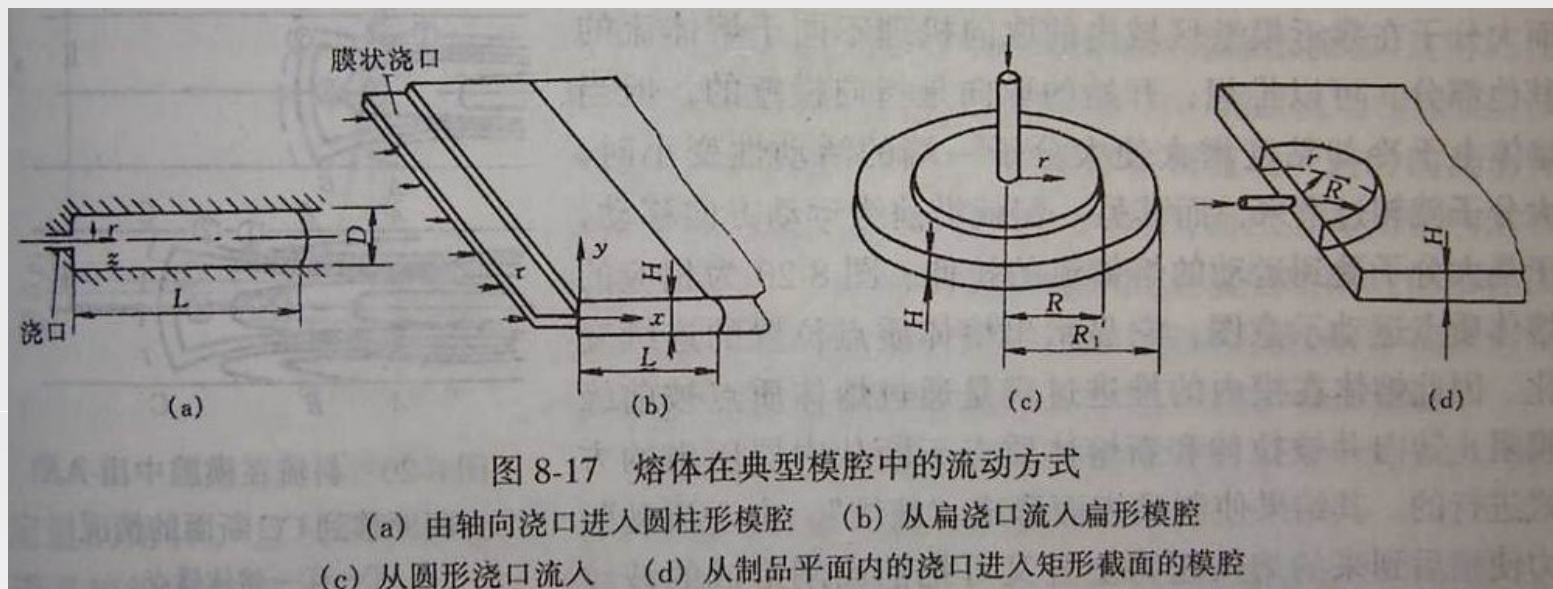
$$q_v = \frac{\pi R^4 \Delta p}{8 \mu L}$$

$$q_v = \frac{2H^3 b \Delta p}{3 \mu L}$$

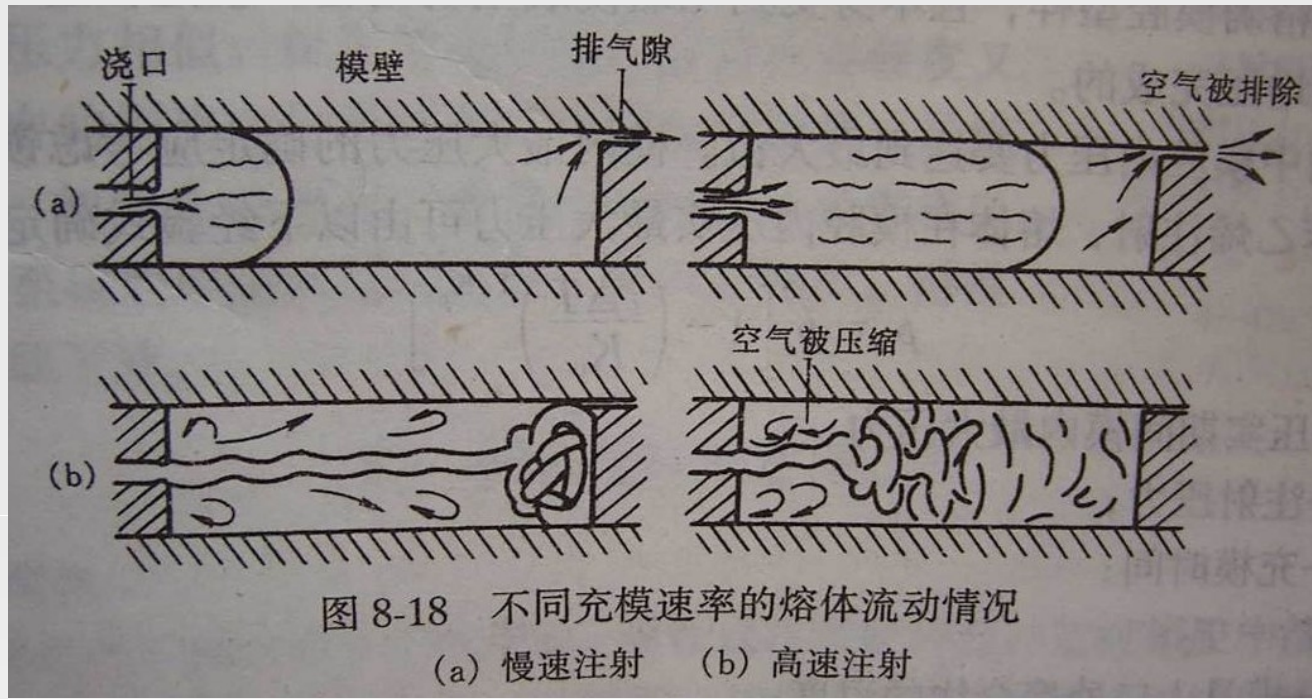
$$\eta_a = K \dot{\gamma}^{n-1} \quad (n < 1)$$

浇口的截面积 \uparrow ，熔体体积流量 \uparrow

- 4. 熔体在模腔的流动:
 - 4.1 熔体在经典模腔内的流动方式



● 4.2 熔体在模腔内的流动类型



三. 增密与保压过程:

- 1. 增密过程 (压实过程)
- 2. 保压过程

四. 倒流与冷却定型过程:

- 1. 熔体的倒流
- 2. 浇口冻结后的冷却

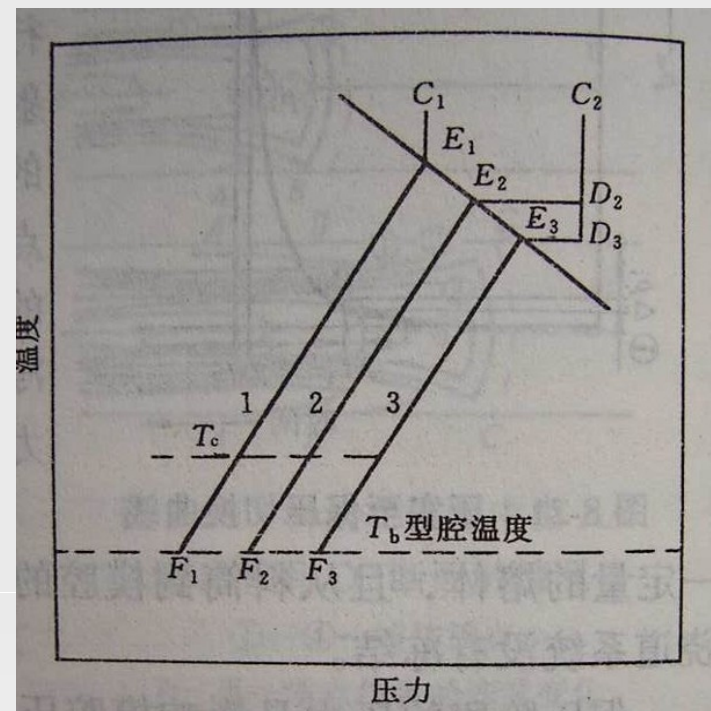
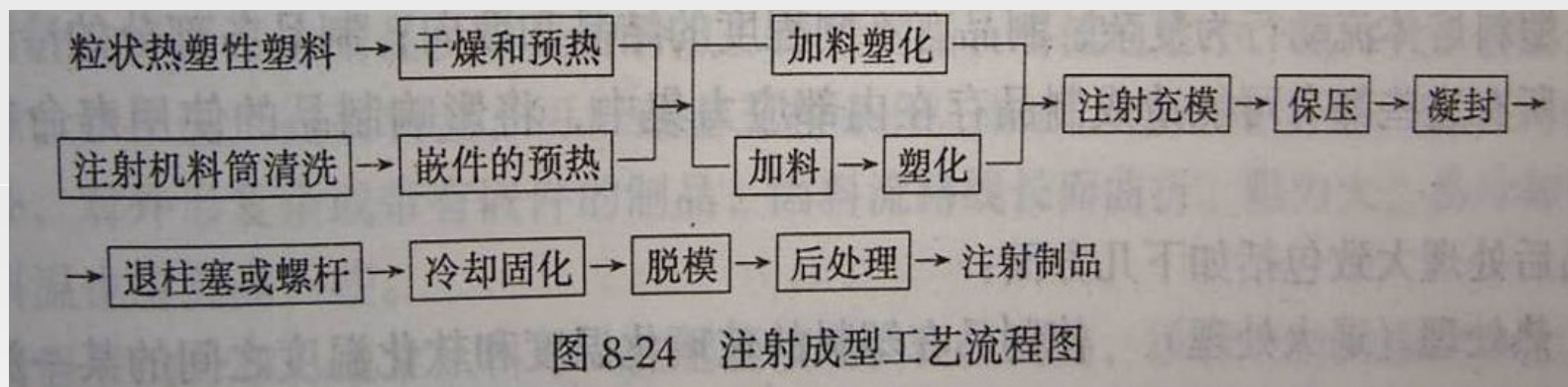


图 8-23 注射成型时模腔中的压力-温度关系
 C_1, C_2 —压实至保压切换点
 D_2, D_3 —保压切换点 E_1, E_2, E_3 —凝封点

第三节 注射成型工艺及工艺条件

一. 注射成型工艺流程P294



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/067035036062006155>