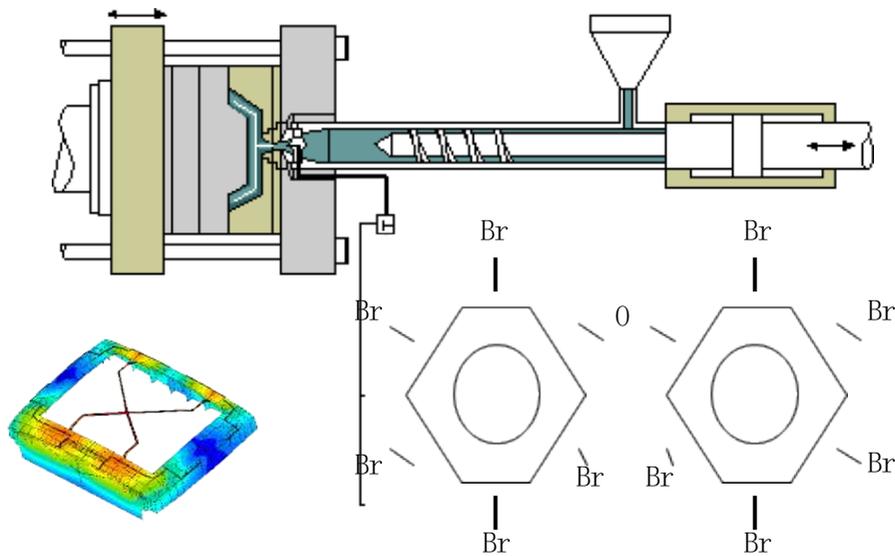


注塑成型 注塑成型 工艺-

注塑成型目录



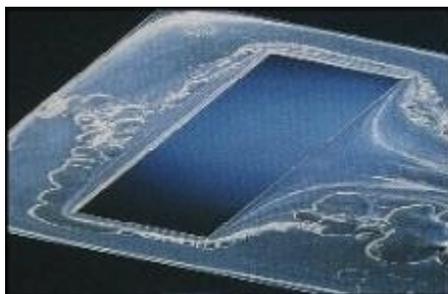
I. 注塑成型概论

II. 注塑成型机

III. 注塑成型条件

IV. 注塑成型不良类型分析

附录: Plastic的成型加工法



I . 注塑成型(射出成形)是什么?

- **原理**
 - 加热而成熔融状态的Plastic材料,通过施加压力,注入到封闭的模具空间内,通过在模具内的冷却和固化,制造出与模具形象同样形态的方法.
- 在热加塑性Plastic的成型加工方法中,目前最为一般,最发展的成型技法.
- 注塑成型(射出成形)的 3大 要素
 - 树脂,模具,注塑成型机



树脂

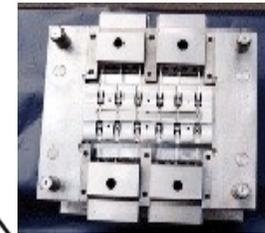
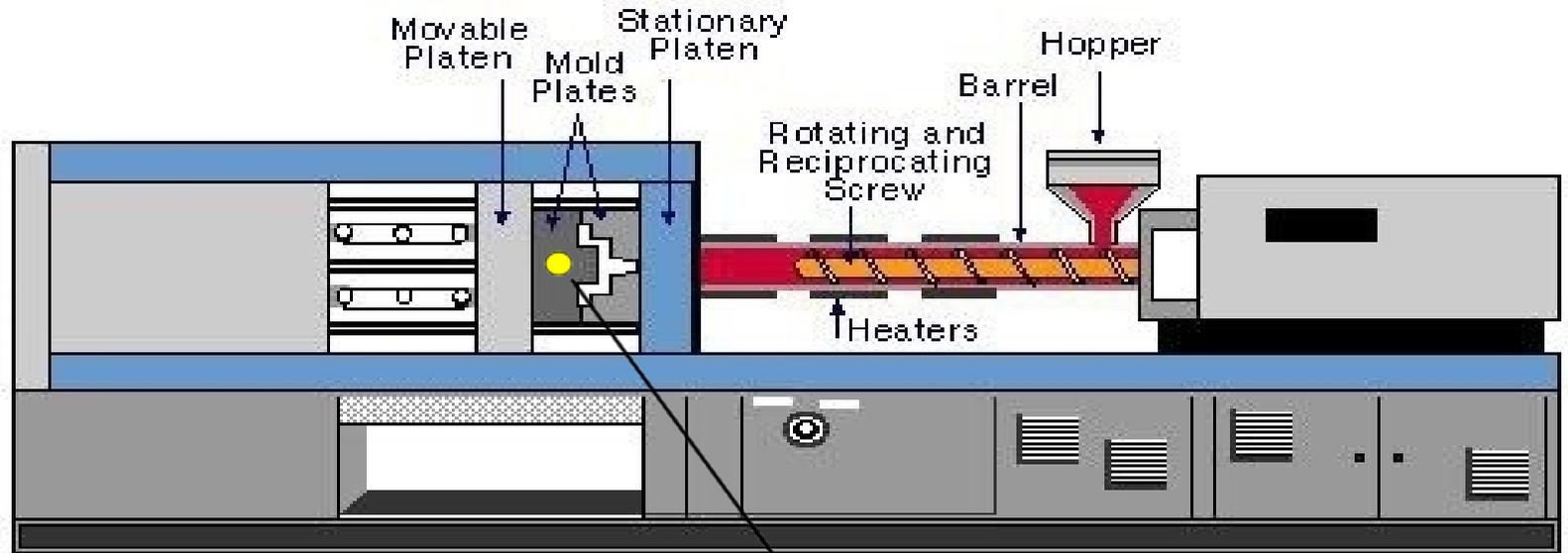


模具



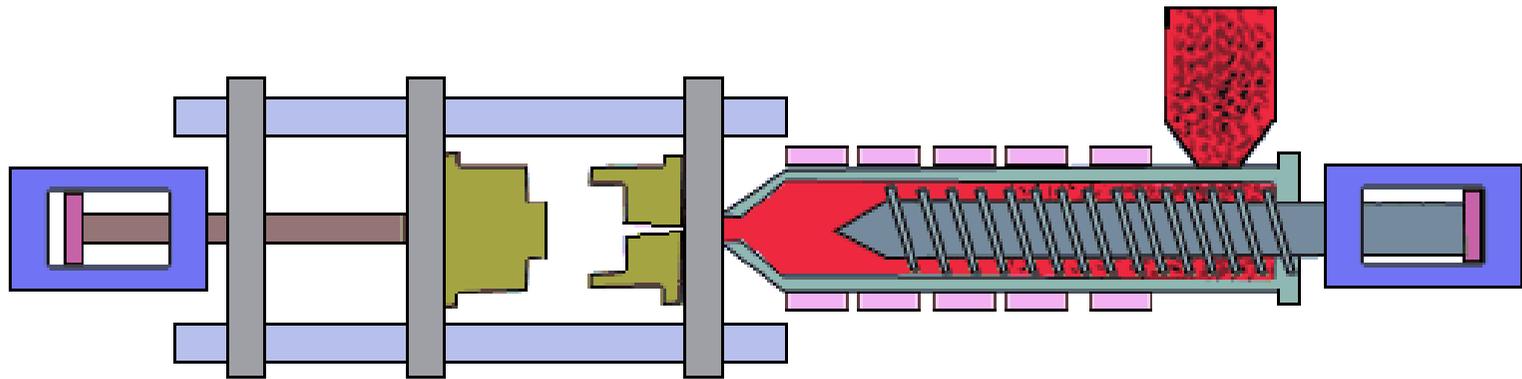
注塑成型机

I . 注塑成型概论



I . 注塑成型概论

注塑过程: 合模→注塑→保压→冷却(塑化) →开模→脱模



合模

■ Plastic的成型加工法

树脂种类	成型法	其他
热加塑性 (Thermo Plastics)	<ul style="list-style-type: none">- 压出成型 (Extrusion)- 压缩成型 (Compression Molding)- 真空成型 (Vacuum/Thermo Foaming)- 中空成型 (Blow Molding)- 注塑发泡 (Injection Thermo Foaming)- Gas注塑 (Gas Assist Injection)- ICM (Injection Compression Molding)	
热硬化性 (Thermo-set)	<ul style="list-style-type: none">- 压出成型 (Compression Molding)- SMC (Sheet Molding Compound)- 移送成型 (Resin Transfer Molding)- FRP (Fiber Reinforced Plastic)	

II. 注塑成型机

II. 注塑成型机 (Injection Molding Machine)



II. 注塑成型机

■ 注塑成型机的区分

区分方法	区分内容	其他
形态别	水平型(Horizontal)/ 垂直型(Vertical) Flinger型 / 垂直水平型 / 特殊注塑	
形体方式 (锁模)	直压式(Direct) / 曲臂式(Toggle) / DIMA式 / Tie-bar less式	
树脂别	热硬化性(Thermo-set) /热加塑性(Thermo-plastics)	
<u>Multi Components</u>	一般(1种)/Insert 注塑/多种材料注塑	
驱动方式	油压式(Hydraulic) / <u>电动式(Electricity)</u>	

II. 注塑成型机

<形态别的机种分类>

◆ 水平型



◆ 垂直型



◆ Insert专用



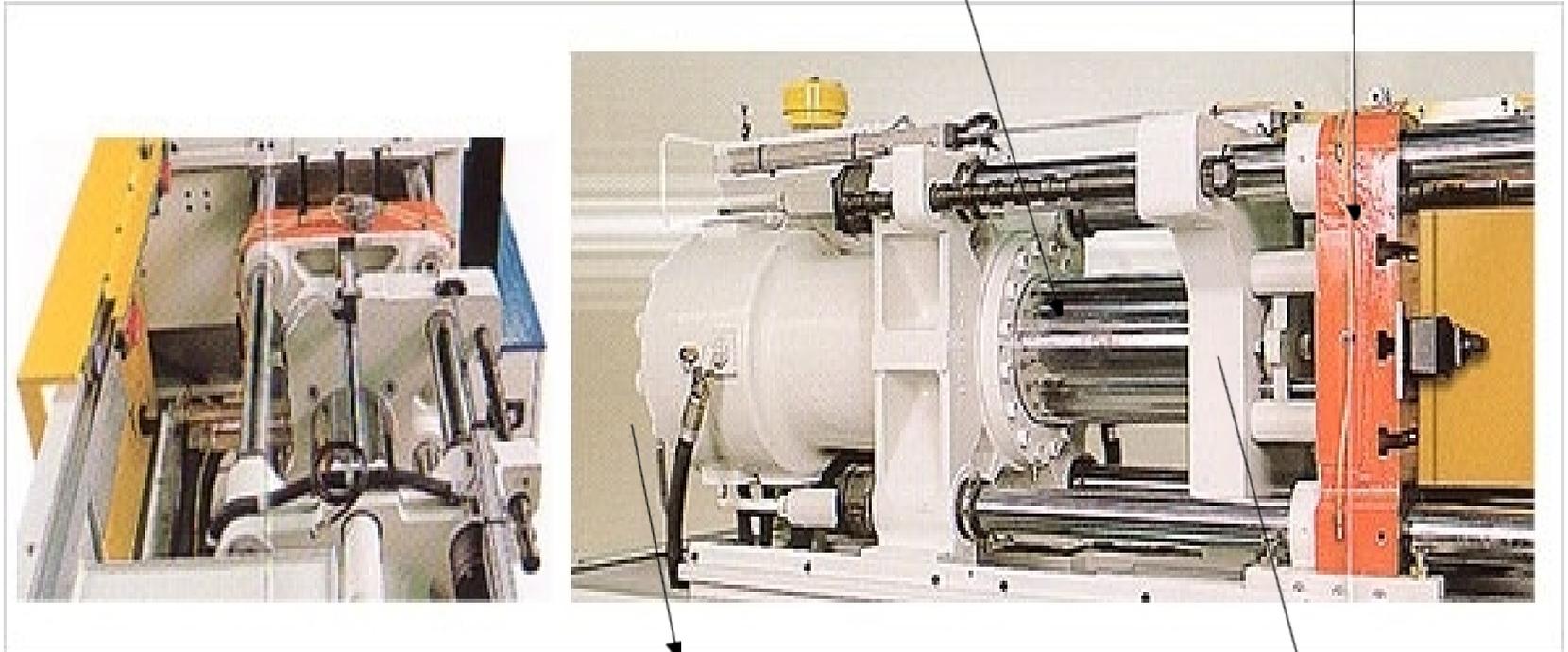
II. 注塑成型机

<形体（锁模）方式分类>

◆ 直压式的构造

形体（锁模）Cylinder

稼动 Die-platen

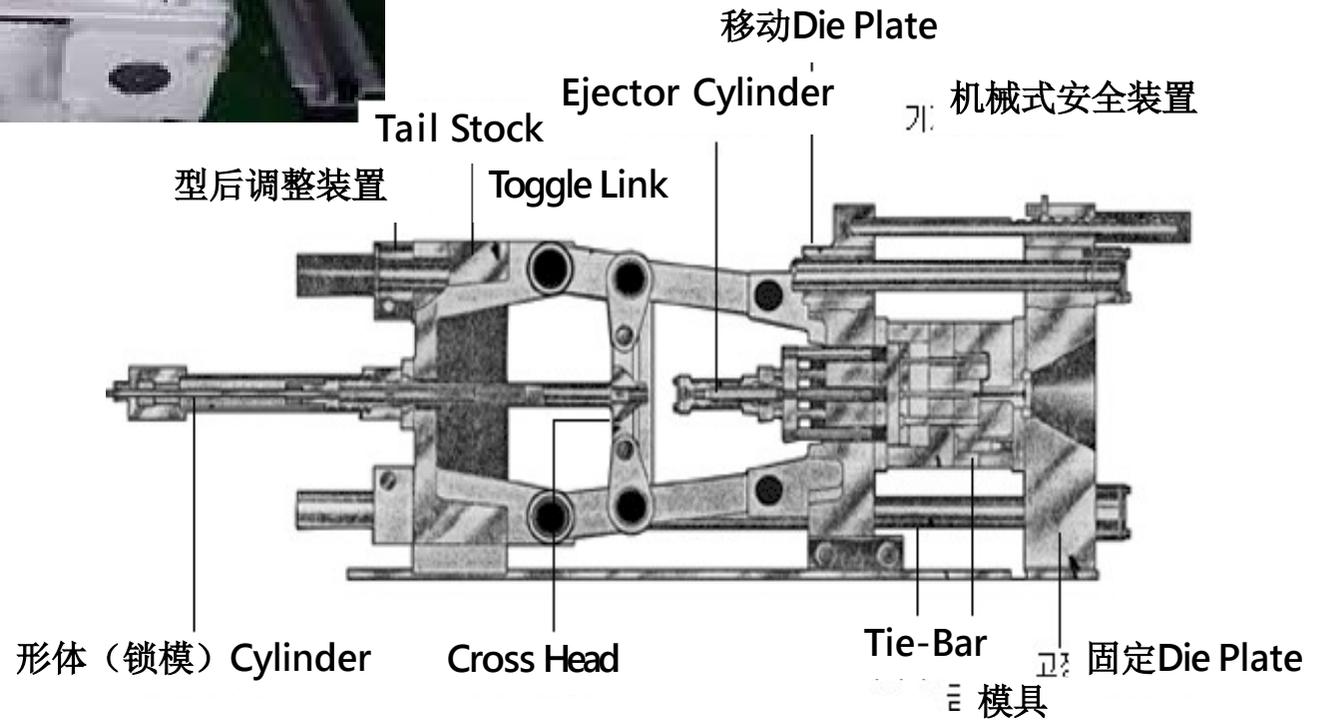


形体（锁模）油压Hose

油压 推杆

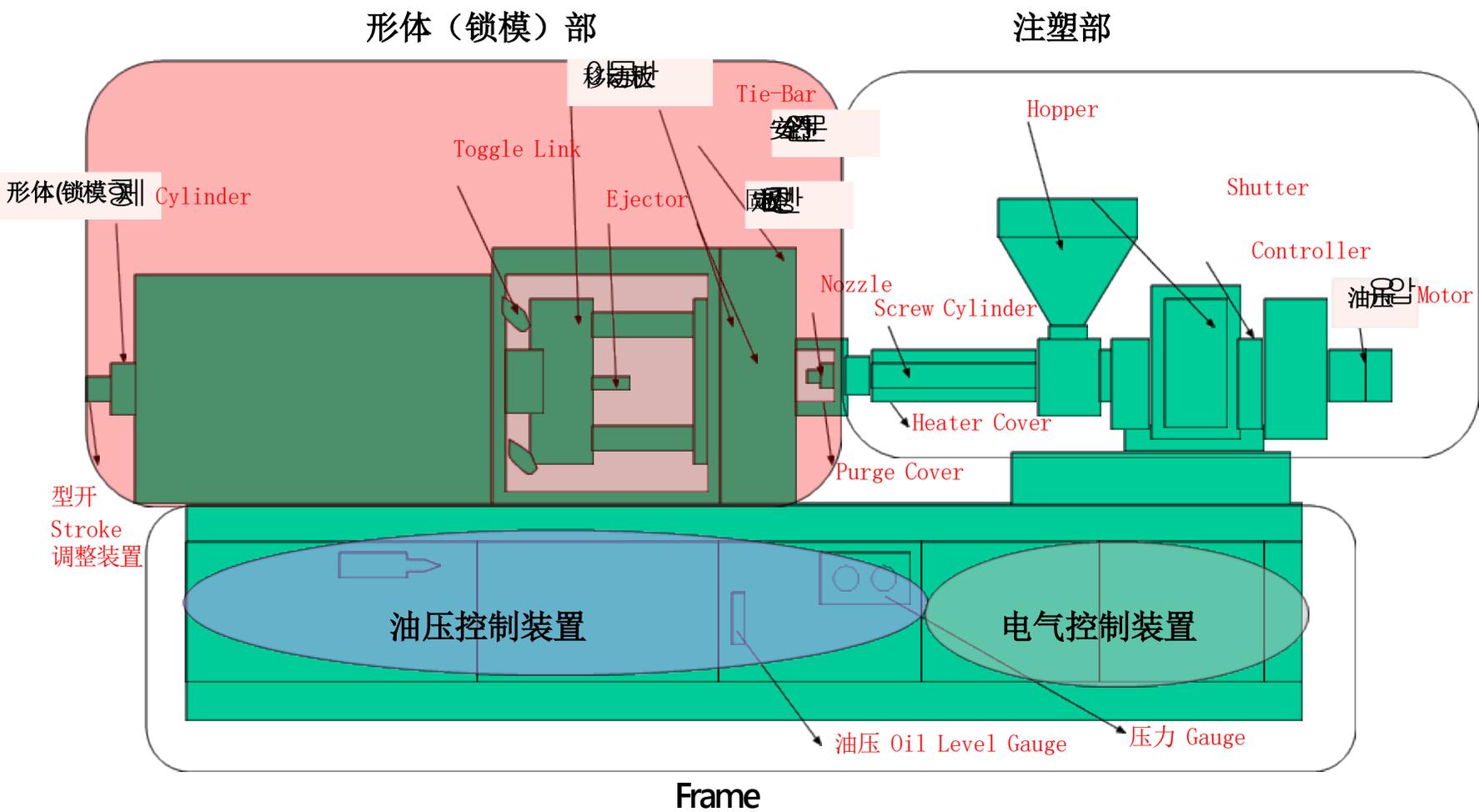
II. 注塑成型机

◆ 曲臂式(Toggle)的构造



II. 注塑成型机

■ 注塑机的构造和名称



■ Frame

设置形体（锁模力），注塑，油压，电气装置的基础部位
形体（锁模），注塑一般在Frame上面放置，油压和电气控制部在Frame内部，内装油压机器的一部分（板操作侧）设置在 Frame外部。

■ 形体（锁模）装置(Clamping Unit)

在注塑时用强力来维持模具，防止模具发生推动的装置

<形体装置的构成>

① 固定板, 可动板(型板, Die Platen)

- 固定板, 可动板所构成
- 固定板固定在Frame上, 可动板随着Tie-bar开闭模具

② Tie-bar

- 支持型板,在模具开闭动作时, 发挥Guide功能
- 在Toggle式,通过Tie-bar的伸张引起的弹性恢复力而发生形体（锁模）力。

③ 形体（锁模） Cylinder

- 模具在开闭时, 发生形体力油压Cylinder
直压式 : Piston直接结合到可动板
Toggle式 : 通过Toggle Link的构造, 可增加力量

④ 模具厚度调整装置

- 直压式的原理上, 不需要模具厚度调整装置
※ 但, 调整0点时需要
- Toggle式, 因需要按模具厚度来调整形体（锁模）装置, 才能得到形体力, 因此需要厚度调整装置

Ejector

⑤ 注塑后, 从模具突出成型品的装置

⑥ 安全门

- 考虑作业者的安全和防止受伤, 和注塑机的动作进行设定Inter Lock
: 后门一般是作业者的死角, 通常和Power连接进行Open时Power Off

<形体（锁模）装置的种类>

- 一般直压式和Toggle式最为代表, 也有移送用Toggle,最终形体力用直压式的复合式,还有最近开发的2Plate工法的DIMA式。

① 直压式

- 型开闭速度慢 (∵Cylinder Size 大)
- 一直维持同样的形体力
- 易于把握形体力（锁模力）
- 形体力发生的时间長

② Toggle式

- Energy效率高,可进行轻量化
- 可进行Hi-Cycle成型(高速型开闭)
- 难于正确确认形体力（锁模力）
- Tie-bar的伸张和弹性恢复会发生形体力,因此必要设定模具厚度

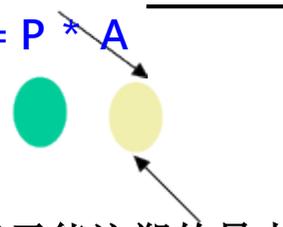
■ 注塑机 选定方法

1. 锁模力：根据产品的大小决定 锁模力。

- 模内有效内压(Ph)预估値：
- 較易流動原料：PS、PP、PE 等以 360kg/cm^2 預估，除以 1000 等於 0.36T/cm^2 。
 - 流動次之原料：NYLON、PBT、ABS、AS、CA、LCP、POM、PPS 等以 0.48T/cm^2 計。
 - 流動較差的原料：PMMA、PC、PPO、PVC 及低粘度加 GF 的原料以 0.6T/cm^2 計。
 - 高粘度加玻璃纖維的原料以 0.72T/cm^2 計。

平均有效压力(3

锁模力 = $P * A$



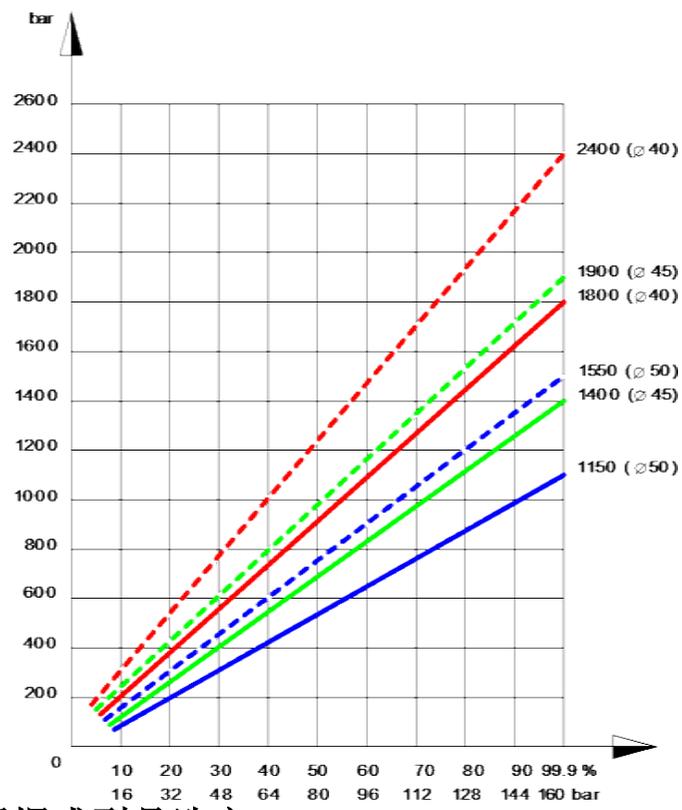
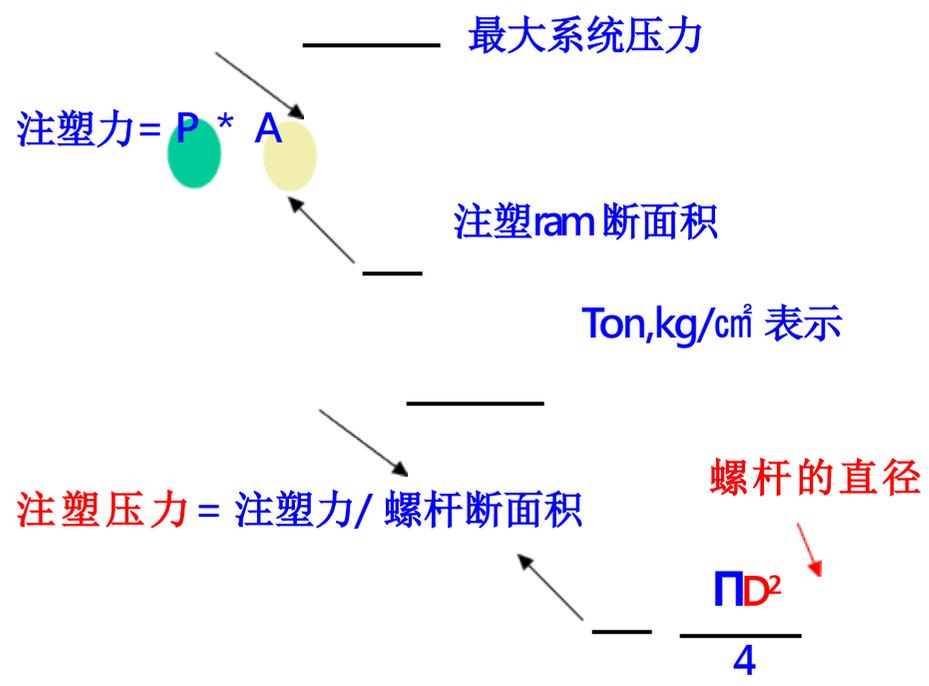
投影面积(计算型开闭方向面积)

2. 最大注塑量：表示能注塑的最大重量 (oz,g)。
虽然根据树脂的比重有所差距,但是一般都以PS为基准。
(最佳注塑量为 最大注塑量的 30~80%)

最大注塑量 = 螺杆截面积 * 最大计量距离 * 树脂的比重

II. 注塑成型机

3. 注塑压力: 注塑成型机能射出的最大树脂的压力.(设计基准2000 kg/cm²)



统一的注塑成型机上一一般能装三种不同直径螺杆， 根据成型品选定。

4. 最大注塑速度：注塑成型机的最大注塑速度(mm/sec)

用 m³/sec表示

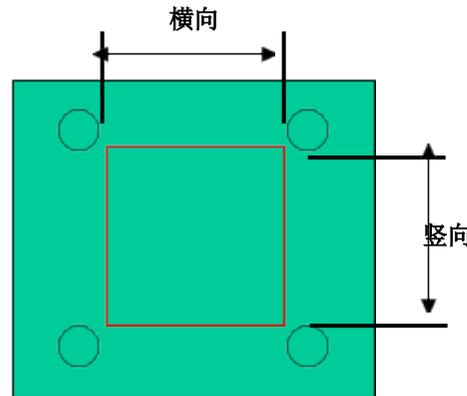
$$\text{最大注塑速度} = \frac{\text{注塑率}}{\text{螺杆断面积}}$$
$$\frac{\pi D^2}{4}$$

螺杆的直径

最大注塑速度影响产品的外观(熔接线(weld), 流痕(flow mark) 等)

选注塑成型机的时候要确认。要是成型机大的话, 最大速度变小。

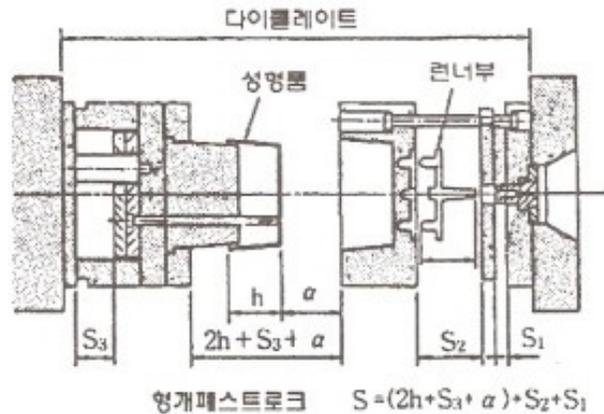
5. 格林柱 间距: 根据模具大小检讨是否能装载, 还得确认模具的油压型腔或设置固定的空间是否足够.



适合装载的模具大小

6. 可塑化能力: 可塑化能力是 对于每段时间树脂能可塑化的性能 大容量 成型品必须检讨.

7. 型开闭距离：确保取出产品的空间虽然需要产品长度的2倍
但是在三段模具的时候需要两倍以上的距离.



8. 最小模具厚度：表示能安装的最小模具厚度比这个小的模具不能安装.

9. Ejector 距离：表示取出 成型品时的ejector的动作距离.

■ 注塑机周边附带设备

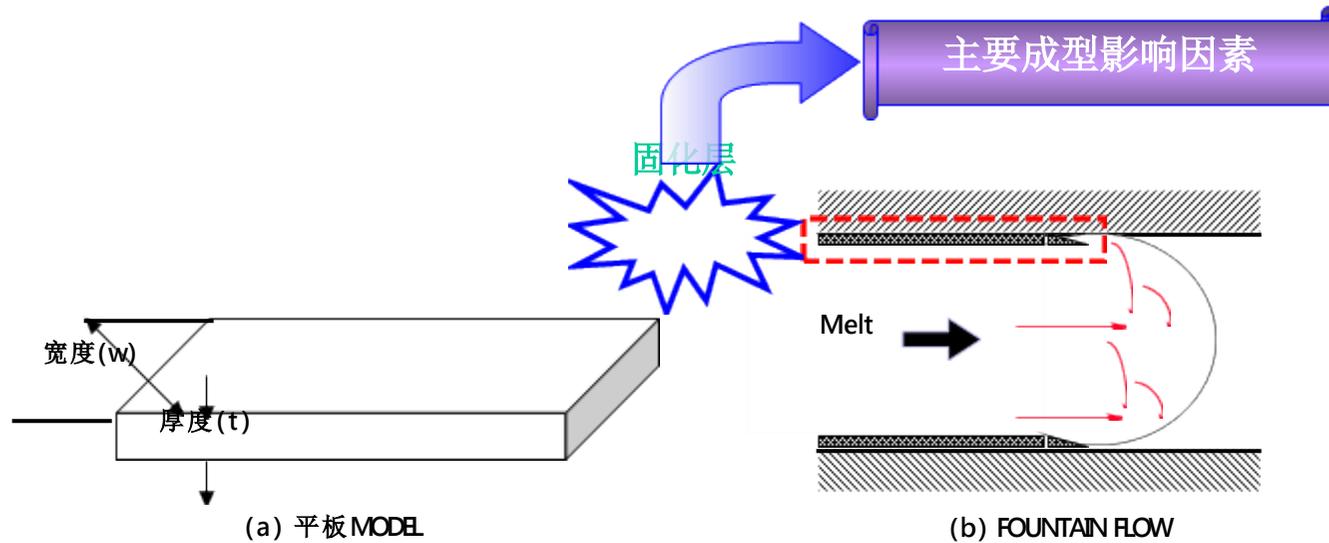
- 模具温度调整机(Mold Temperature Controller)
- 原料自动移送装置(Auto Feeding System)
- 原料 Tank/容器 (Silo/Hopper)
- 原料干燥机
; Hopper Dryer (除湿)/ Oven & Convection Dryer(热风)
- Robot & Stocker
- 混合机 (Mixer)
- 粉碎机 (Crusher)
- 其他

■ 流动理论

1. 喷泉流动 (fountain flow)

一般的注塑产品是壁厚薄的平板产品。平板产品的定义是厚度在 3-4mm 以下，宽度为厚度 5 倍的产品。在这种 CAVITY 内 树脂流动 时在模具上产生固化层形成 分水状模样 前进。

根据这种原理在 前端的计量树脂形成 产品的表面部位，后端的计量树脂填充产品的中央部位。

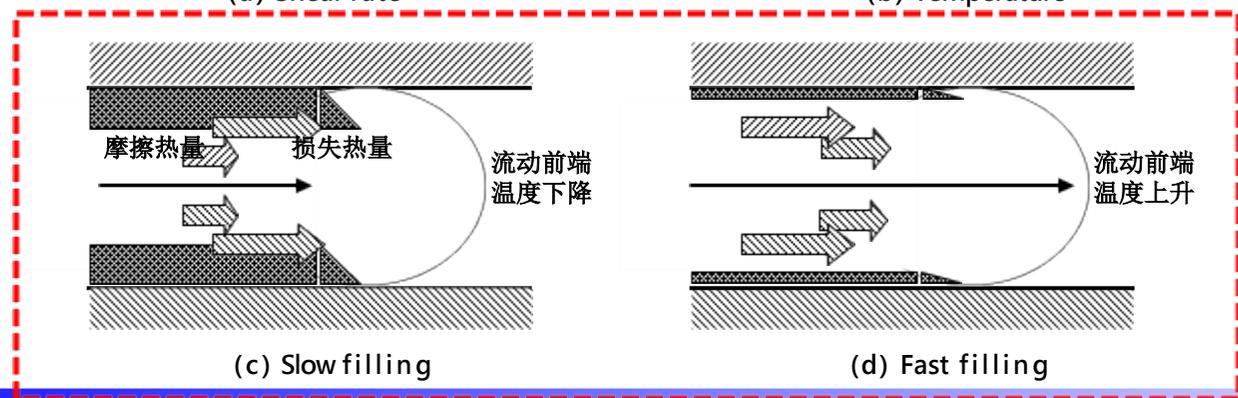
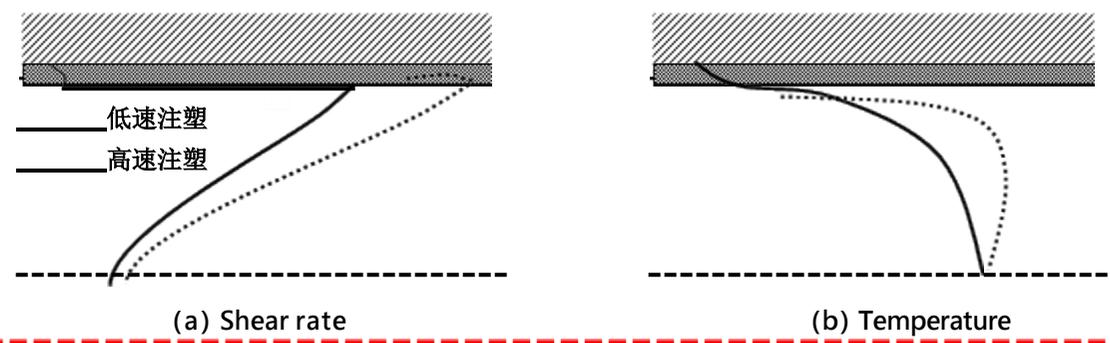


■ 流动理论

2. 剪断变形率 和 摩擦热量

前端变形跟产品的厚度，注塑速度有关系。注塑速度快时，壁厚薄时 前端变形大排象性增大。还有在固化层和流动层分界面上变形最大。

前端变形大时在分界面上产生摩擦热量。一般转入到模具的树脂由冷模具呈现出温度下降的倾向，但是注塑速度在特定速度以上的话 减少跟模具的接触时间 热损失少，根据剪断变形率增加 摩擦热量也发生增加 树脂的流动线段温度保存 或者 上升。此外 固化层厚度 是注塑速度越慢 模具的损失热增加， 固化层的厚度也增加。



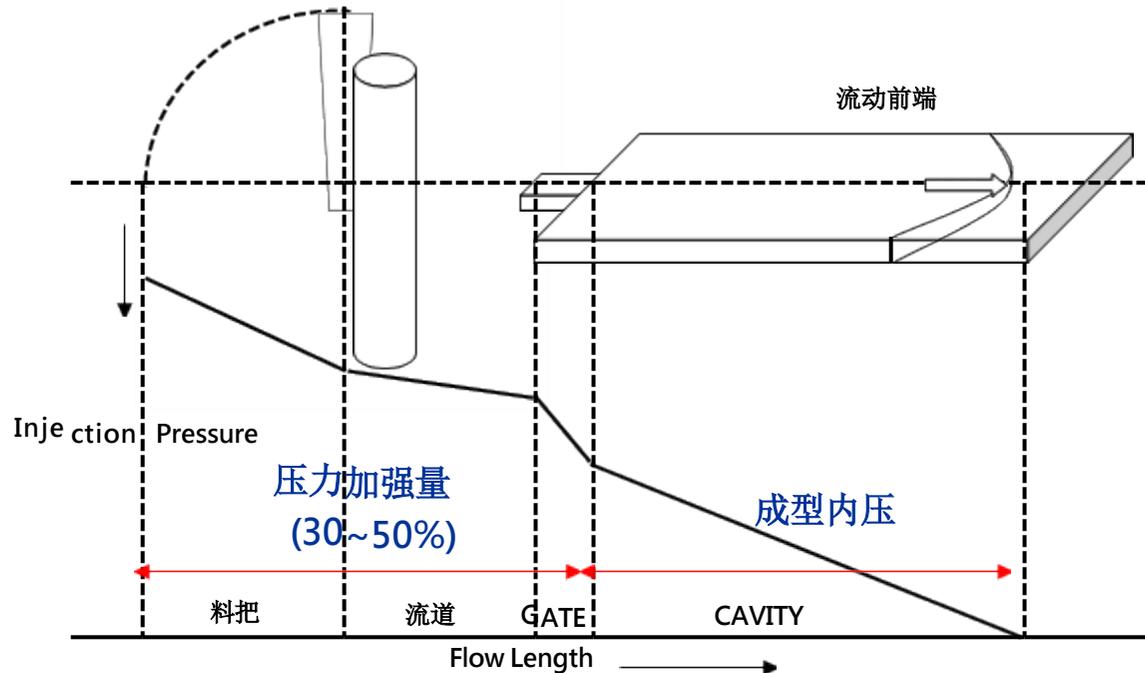
■ 流动理论

3. 注塑压力

压力是 熔融树脂 克服流动 阻力的 原动力.

当螺杆 达到 保压转换点的时候 螺杆前段的 压力叫注塑压力.

用比注塑成型机的最大注塑压力小的压力充满型腔(cavity)端点为止. 要不然会有可能发生未成型. 一般考虑安全率, 模具设计 及注塑成型条件设定的时候 注塑压力在注塑成型机最大注塑压力的80%以下

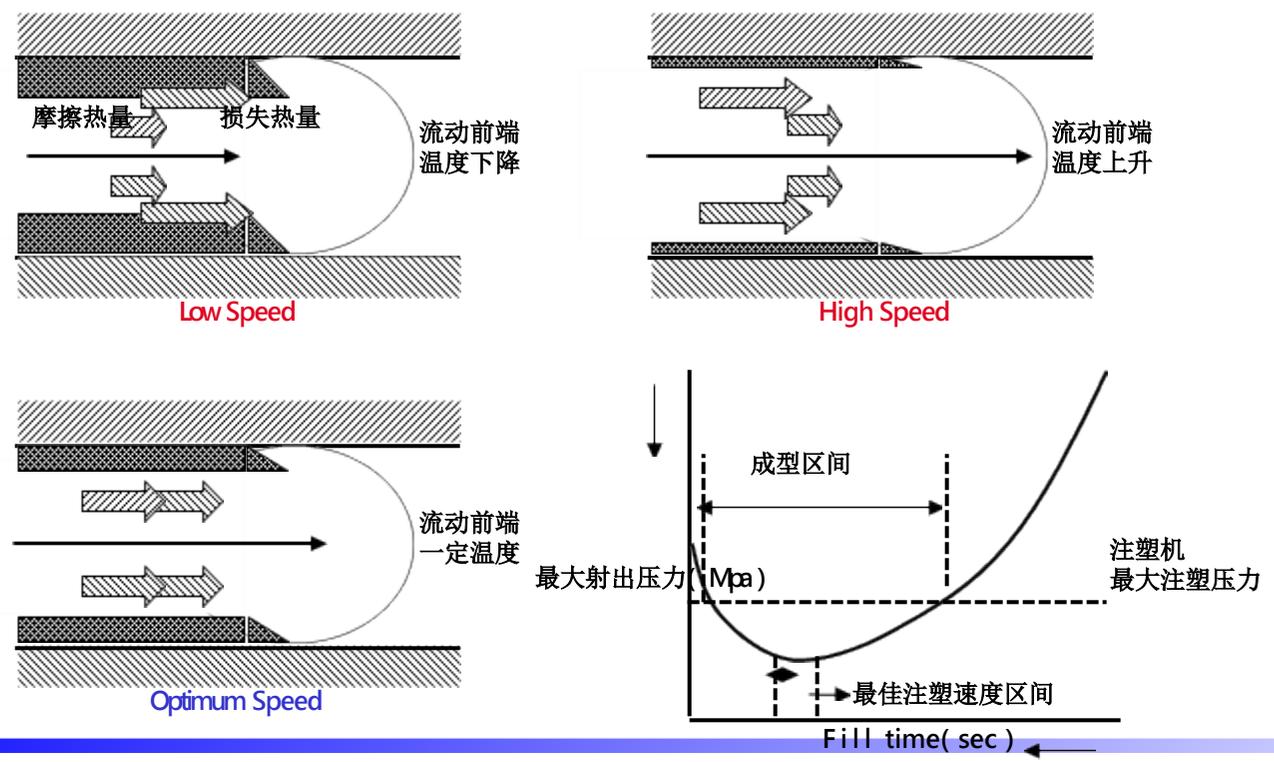


■ 流动理论

4. 注塑速度 (Fill time)

对于 **注塑速度** 的 **注塑压力** 呈现 **U型**。注塑速度慢的话，比起发生热 热损失更大，流动温度下降，粘度增加，固化层 厚度增大，所以流动阻力大，注塑压力增大。

相反 注塑速度快的话流动温度会上升，粘度减小，固化层的厚度会变小，但是固化层和流动层之间的摩擦阻力会大大增加，反而会使**注塑压力增大**。Caviti内的流动速度一定时，注塑压力最小。

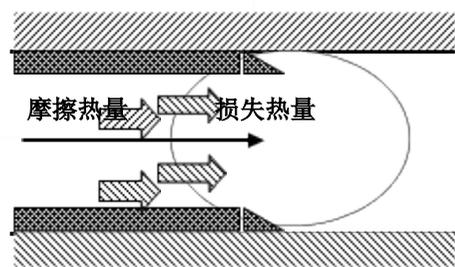


■ 流动理论

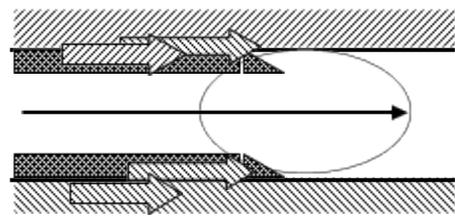
4 - 1. 最佳注塑速度

最佳的注塑速度是，在给定的条件下使注塑压力最小化。根据型腔的厚度注塑速度也应不同。薄的比厚的有效流动断面较小，所以要增加注塑速度 提高全段变形率，增加摩擦变形力，才能使流动温度稳定，使注塑压力减小。

根据树脂的材料，比热，热导电率，粘度等等都会有很大不同。根据温度的变化，粘度变化大的材料 (PC, PMMA)有较小的U型弧度，但是没有那种属性的材料 (PP, ABS)有较大的U型弧度。所以有的材料对注塑速度敏感，有的材料则不敏感。

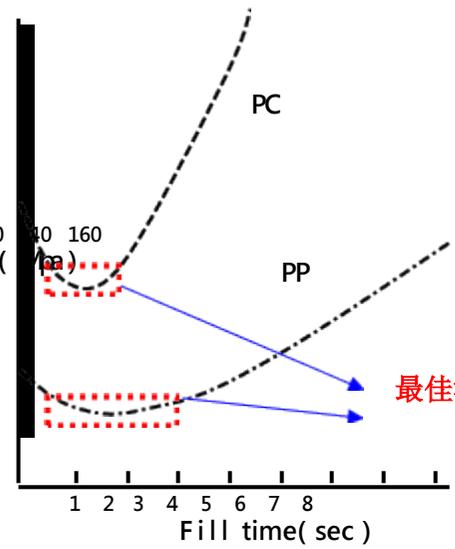


(a) 厚 CAVITY



(b) 薄 CAVITY

20 40 60 80 100 120
最大注塑压力(MPa)



(c) 不同注塑速度下的注塑压力

■ 流动理论

5. 保压设定

(1) 保压的意义

保压是在充进工程以后在型腔内为了保证树脂冷却收缩率 在用适当压力 适当时间 内前进螺杆 继续提供树脂到型腔内的工程。 对于产品的收缩率有很大的影响。

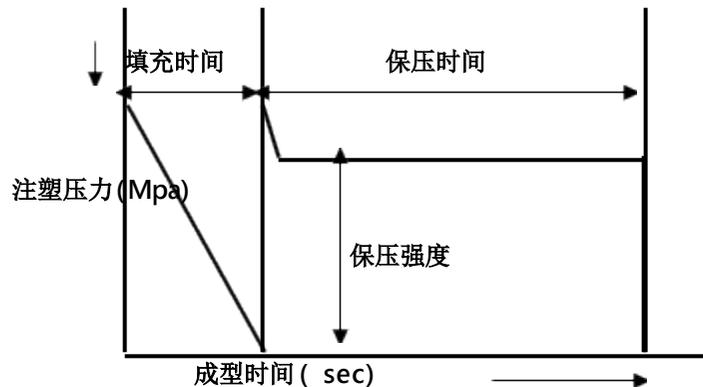
(2) 保压强度和时间的确定

保压的大小 左右 收缩率的大小。 提高保压产品会变大 能阻止发生 缩印。

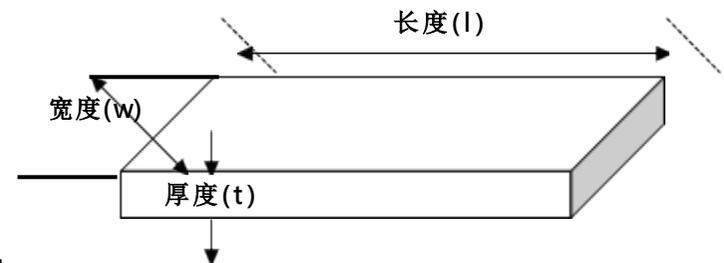
但是相反的情况 产品尺寸变小发生 缩印。 但是太高的保压会增加形体力和 残留硬力 会使产品变形。

一般适 当保压是 最大注塑压力的 70~80%。

保压的时间： 保压时间关联与型腔的厚度。 因为产品厚度厚冷却时间长 发生收缩的话在那个时间内一直提供树脂。 但是GATE固化之后树脂不能进到型腔内， 毕竟保压时间是 GATE的固化时间。 根据产品厚度设计适当的GATE。 GATE的 固化时间依赖 GATE的厚度跟长度。



(a) 保压强度和时间的

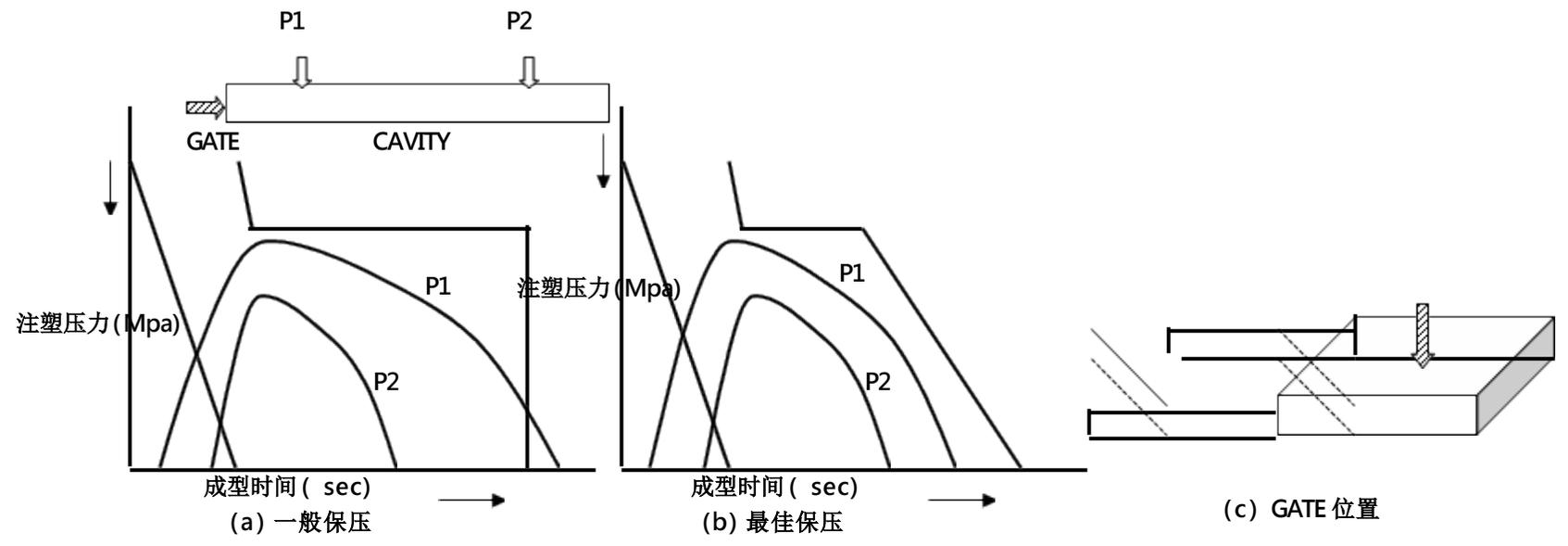


(b) GATE 长度

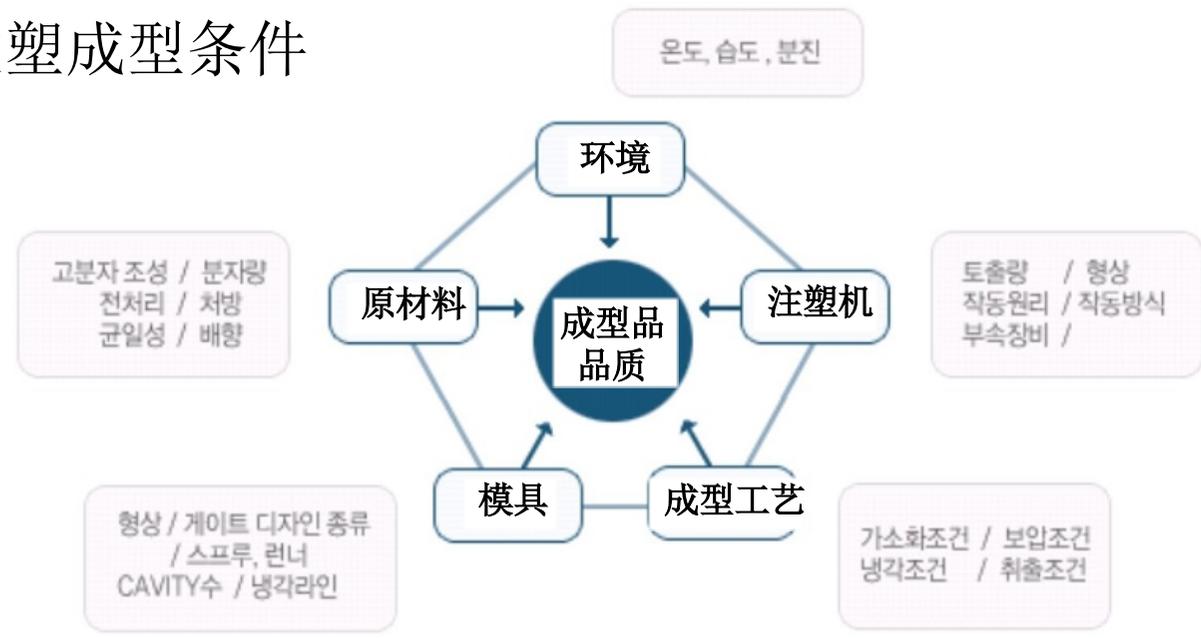
(3) 最佳保压设定

一般把保压按照一定的压力平均给的话 **GATE**附近受到的保压大收缩率小，填充最后部位相对不能充分的受到压力发生收缩率大的收缩不平均。这样的不平均增加残留应力会是变形的重要原因。因此不是用平均的压力 设定保压，逐渐减少保压的 **大小** 通过 **多次保压设定** 减少**CAVITY** 内压位置的偏差

此外 产品厚的地方设置**GATE**。一般收缩率依赖压力和固化速度。在固化速度慢收缩率大的地方设置**GATE** 能充分的提供压力能让收缩率平均。保压时间要设定在gate 固化时间以上。把保压设定在 **GATE** 固化时间以下的话，螺杆为了可塑化后退(因为通常保压工程后是计量工程) 压缩在gate 前端原有的树脂往后流出去。跟着**GATE**周围收缩率大。



III. 注塑成型条件



成型工艺	压力	注塑压力, 保压, 背压
	速度	注塑 速度, 螺杆 rpm
	位置	计量, 保压 切换, 注塑 切换
	时间	注塑 时间(位置控制), 保压时间, 冷却时间
	温度	加热桶 温度, 模具 温度, 环境

■ 螺杆温度 (Cylinder)

原材料的计量, 压缩和供应领域的熔融温度设定和实测值

■ 模具温度 (Mold Temperature)

为良好外观和防止变形的模具冷却温度 (均一化管理)

■ 注塑速度 (Injection Speed)

从Nozzle流入树脂到模具的速度 → Screw的前进速度

■ 螺杆回转数 (Screw RPM)

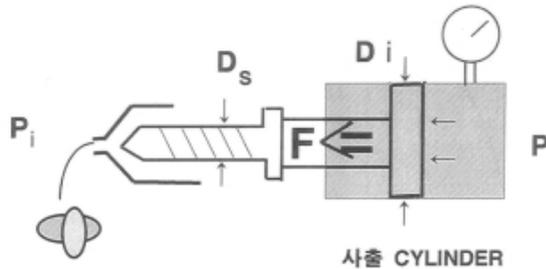
意味着计量时Screw的回转速度

RPM和加塑化(熔融) 时间有密切关系, 需要按材料来调整

III. 注塑成型条件

■ 注塑压力 (Injection Pressure)

推动Cylinder内树脂到模具内的力量 → 推动Screw的压力



* 注塑压力的理论计算

$$F = \text{Cylinder 单面积} \times \text{油压} = \frac{\pi D_i^2}{4} \times P$$

■ 保压 (Packing Pressure)

注塑完毕后，为了防止树脂逆流，继续推动Screw的状态
保压有助于补偿收缩率和防止树脂的逆流

■ 背压 (Back Pressure)

在保压工程完毕后，抓住为计量而后退的Screw的力量(油压)

背压上升时

长处

熔融

空气排除

供应安定化

短处

燃烧

分解

加塑时间的延长

III. 注塑成型条件

■ 供应量 (Screw RPM)

意味着产品的适当成型量，通过Short Shot成型，可选定供应位置。

■ 切换 (V -> P Change Point)

切换意味着注塑阶段到补压阶段的移动时点或位置。

■ 射退(Suck Back)

计量完毕后，为了防止Drooling而强制后退Screw的量。

■ 料垫(Cushion)

意味着，注塑终了后Screw的许可位置区间，为补压的充分传达而需要。

■ 注塑/保压时间 (Injection/Hold Time)

一般注塑时间，包括注塑/补压时间，可Control产品的适当充填。

■ 冷却时间 (Cooling Time)

为了确保置数的安定性，注塑完毕到模具型开之间的冷却时间，如果太长会影响到Cycle time，如果太短会发生变形。

III. 注塑成型条件

■ 形体力（锁模力）（Clamping Force）

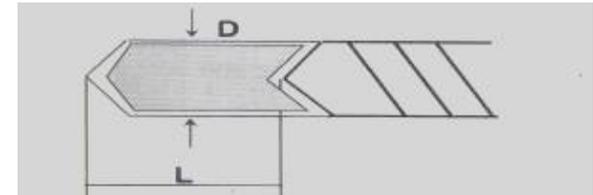
在注塑工程上支持模具而防止模具发生推动的力一般是区分注塑机大小的基准之一。

☞ 一般性的产品，要求形体力是

$$F(\text{Ton}) > \text{产品投影面积}(\text{cm}^2) \times \text{树脂模具的内压}(\text{kgf/cm}^2) \times 10^{-3}$$

■ 注塑量 (Shot Weight)

从Nozzle可注塑的树脂最大重量



■ 注塑容量 (cm³/shot)

表示1 Shot最大量的数值和形体力一起是代表注塑成型机能力的数值

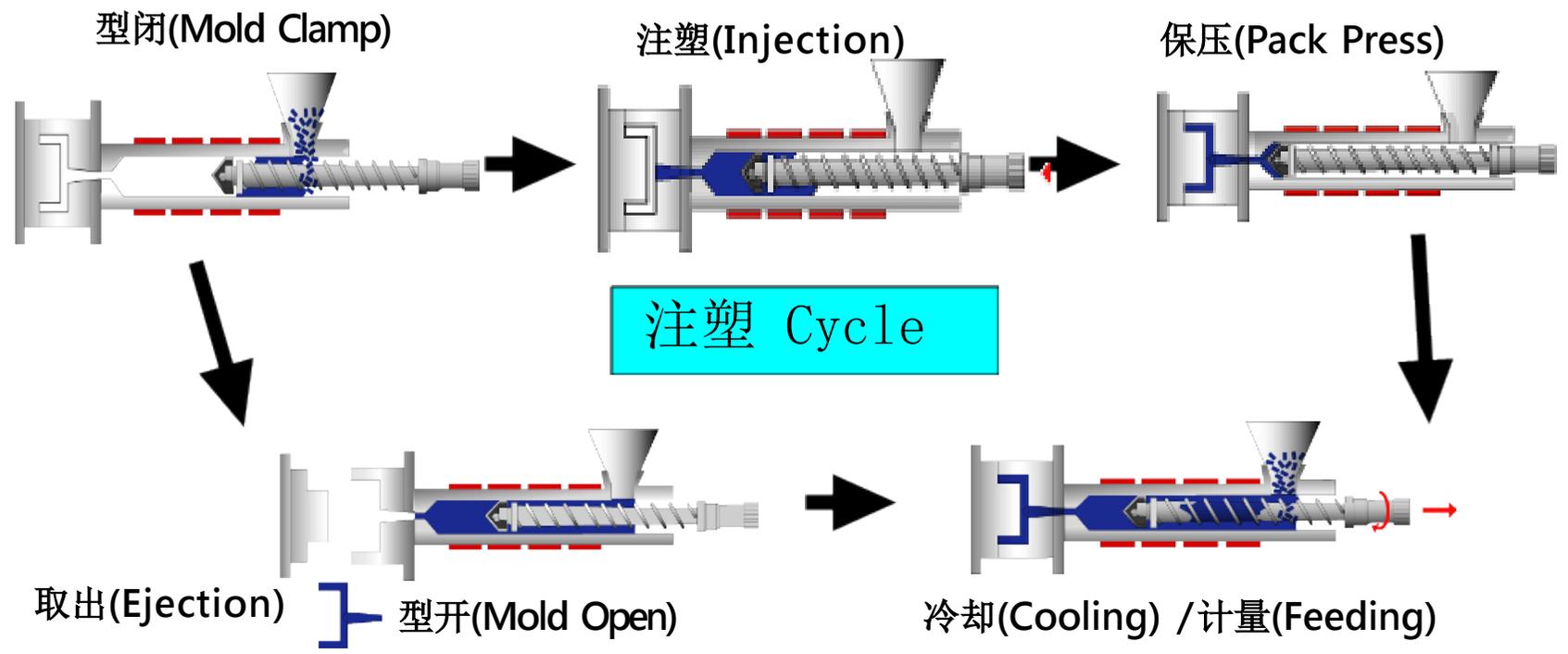
$$* \text{ 注塑容量 } C = \frac{\pi D^2}{4} \times L$$

- $W = C \times \text{密度} \times \text{注塑效率}$
- $C = \text{Sprue Runner} + \text{Cavity} + \text{Cushion量}$

III. 注塑成型条件

IV. 注塑工程 (Injection Process/ Cycle)

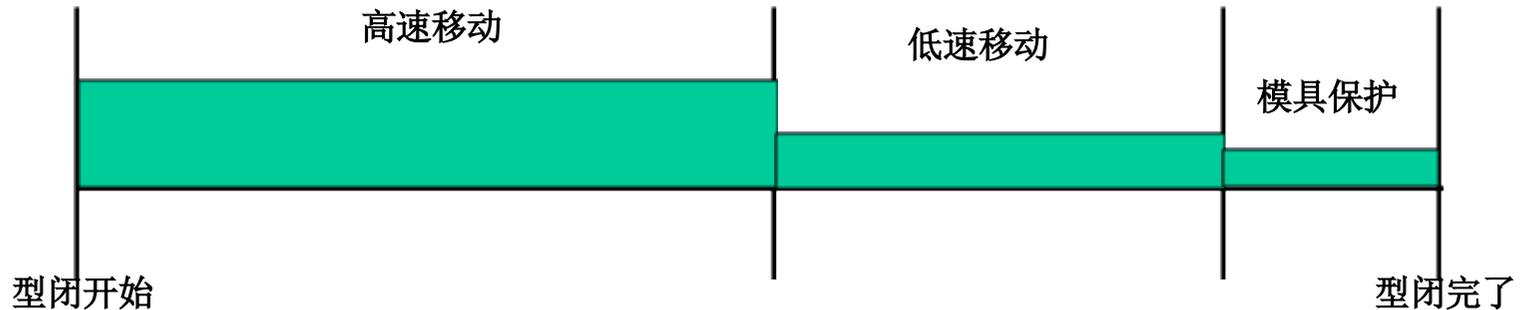
注塑工程是指，下列的模具关闭到加塑化，注塑，冷却，计量，型开，取出的循环工程(1 Cycle)的连续。



III. 注塑成型条件

■ 型闭 (Mold Closing)

在模具最终关闭瞬间，需要低速移动的理由是：顾虑到离型不良或成型品的Burr等导致的模具损伤。



■ 形体（锁模）(Mold Clamping)

型闭后，为了防止注塑时模具因流动树脂压力而发生推动，支持可动侧模具的力。

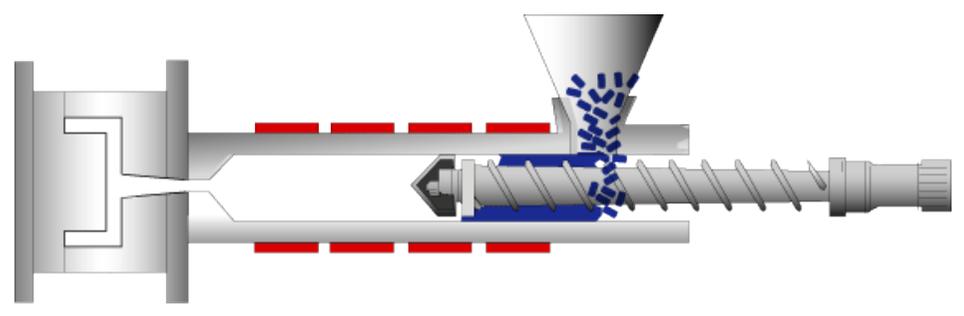
■ 喷嘴 前进 (Nozzle Advancing)

在模具成缩完全完毕后，注塑部往前前进，Nozzle接触到Sprue Bushing的阶段。

III. 注塑成型条件

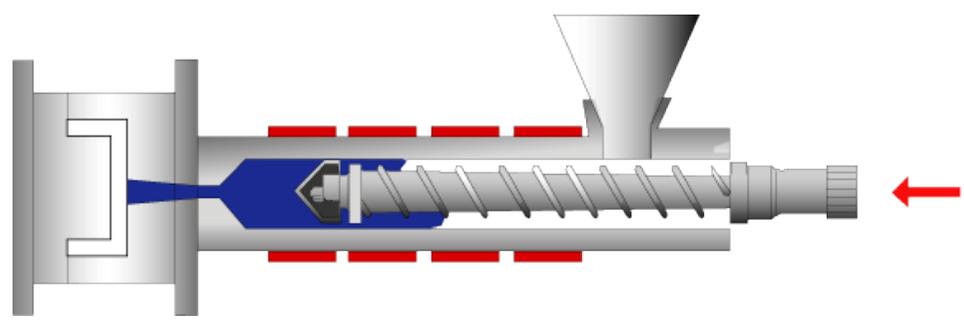
■ 加塑化 (Plasticization)

在模具内树脂进行固化时，在注塑部为下一Cycle注塑的准备，开始进行树脂熔融的阶段。(包括计量阶段)



■ 注塑 (Injection)

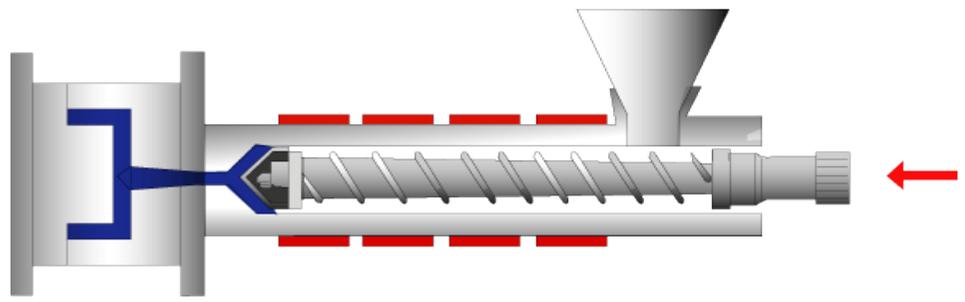
Nozzle和Sprue Bushing结合后，注塑Screw往前前进而供应熔融树脂到模具内。



III. 注塑成型条件

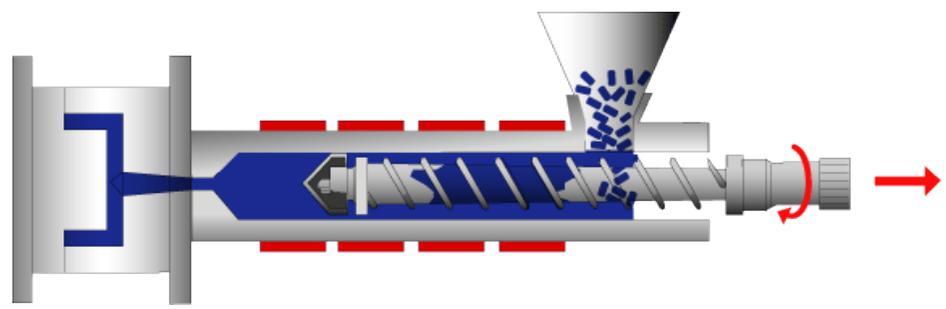
■ 保压 (Holding)

为了维持所要得到的产品形象，防止发生Sink或Void等的不良，在充填完毕后，持续施加一定压力的工程。



■ 冷却 (Cooling)

在通过注塑和补压，产品的形象填满到模具内的状态下，为了得到所要的形象和安定的置数，需要一定时间维持模具的温度。



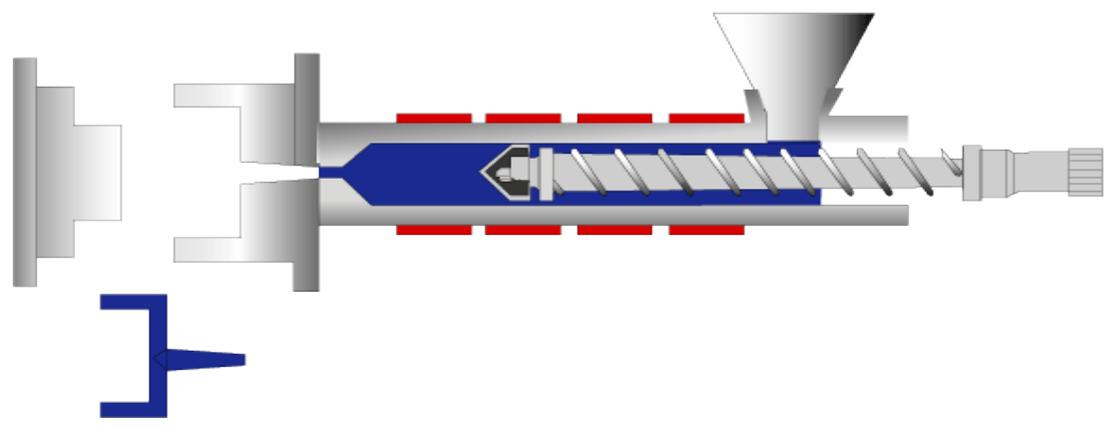
III. 注塑成型条件

■ 喷嘴 后退 (Nozzle Retreat)

在成型的树脂冷却过程中，为了防止因模具的冷却而导致Nozzle内树脂的固化，注塑部会进行后退，解除Nozzle和Sprue Bushing的接触，准备下一次注塑的阶段。(如果没有Nozzle固化的忧虑时，可省略)

■ 型开和离型 (Mold Opening & Ejection)

树脂的固化完毕，模具打开之后，固定侧的Ejector Pin动作而从模具取出成型品的工程。



V. 成型条件的决定方法

■ 初期成型条件的设定基础

1) 温度: 尽可能 **低** 设定 (防止分解和缩短Cycle时间为目的)

2) 压力: 注塑压/补压/背压 **低** 设定 (防止Over Packing引起的模具损伤)

3) 形体压: **高** 设定 (防止发生Burr和考虑装备的安全率)

4) 速度:

- 注塑速度	低速	(防止Over Packing)
- Screw RPM	低速	(顺便看着产品外观来调整)
- 型开闭	低速	(防止模具破损)
- 供应 Stroke	小	(防止Over Packing)

5) 时间:

- 注塑补压	长	(确实Gate Seal)
- 冷却	长	

III. 注塑成型条件

V. 成型条件的决定方法

HAITIAN 2014.08.21/11:07:19

射出设定

	六段	五段	四段	三段	二段	一段
位置	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
压力	0	0	0	0	0	70
速度	0	0	0	0	0	99

转保压 位置

	位置	时间
	50.0	99.0

	六段	五段	四段	三段	二段	一段
压力	0	0	0	0	0	0
速度	0	0	0	0	0	0
时间	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

开模总数 5456 Cnt

全程计时 0.0 Sec

动作计时 0.1 Sec

射出位置 293.9 mm

感应器 0 bar

转换位置 50.0 mm

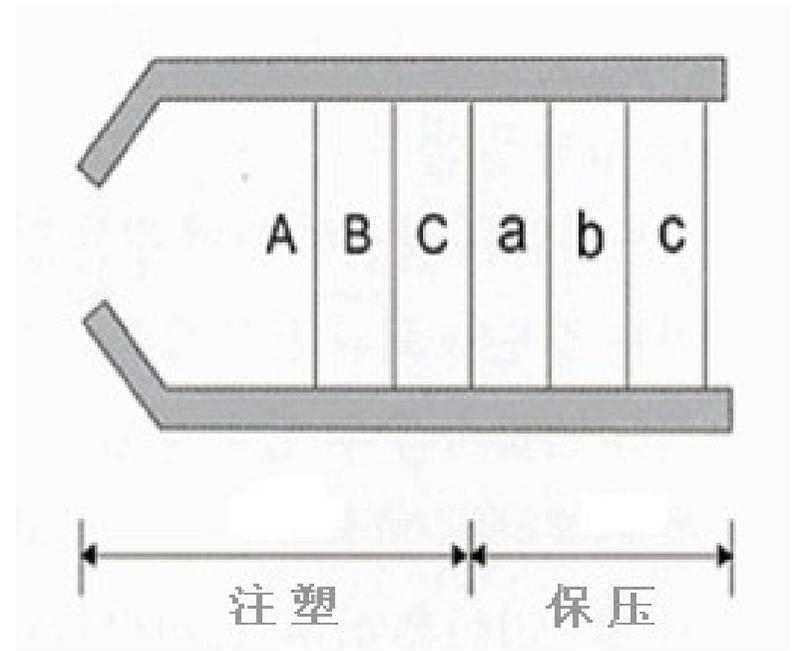
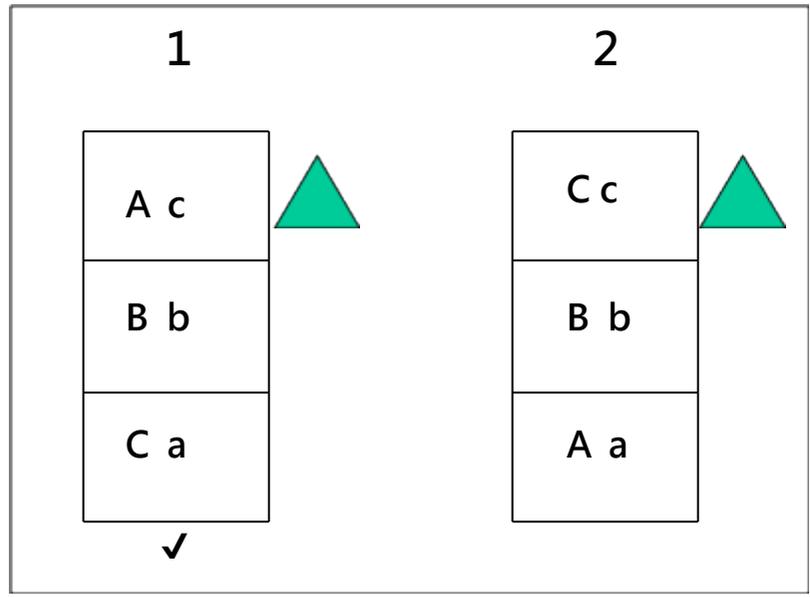
终点位置 45.6 mm

资料范围 上限: 99 下限: 0

F1 待机 F2 启动 F3 功能 F4 参数 F5 帮助 F6 翻页 F7 加减 10-返回

III. 注塑成型条件

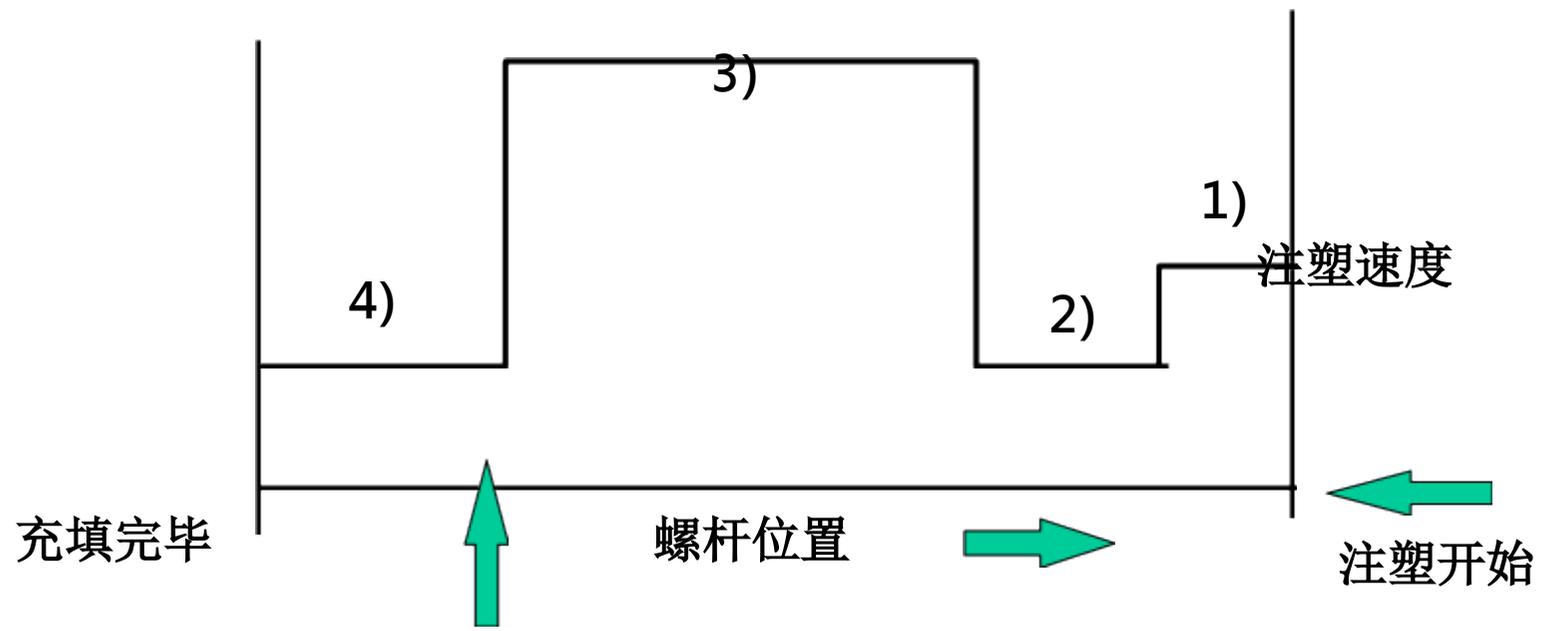
■ 阶段注塑成型(多段注塑)



- A, B, C 领域(skin层)的 注塑速度 控制 给 成型品 外观 有 影响.
- a, b, c 领域(中间部位)的 保压 控制 给 成型品 技能 有 影响.

III. 注塑成型条件

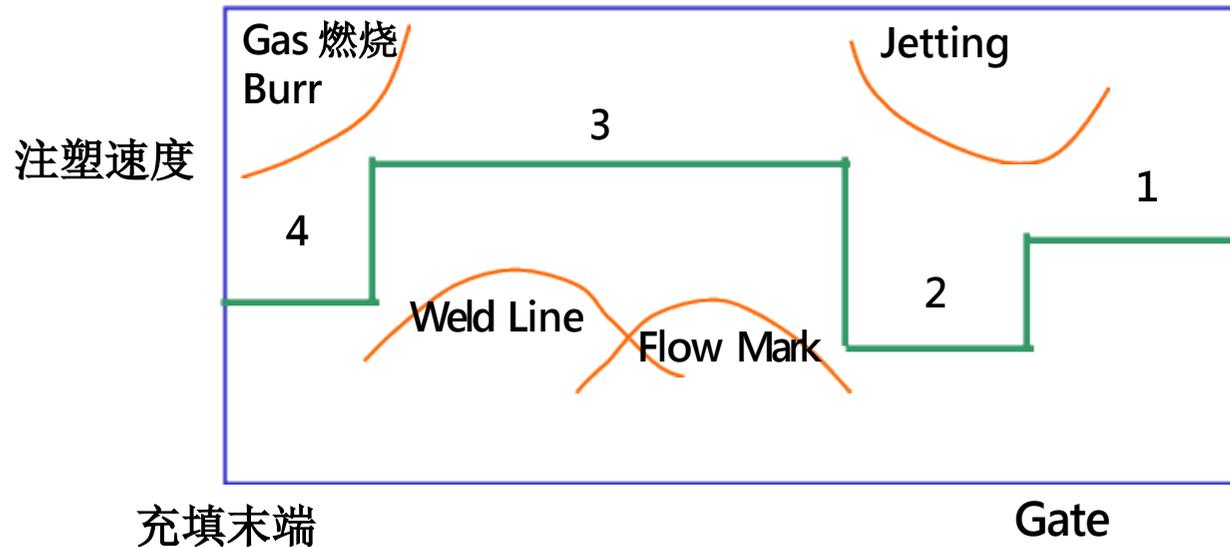
■ 注塑速度调整方法



- 1) 浇道, 流道部：在期高速到量产时中速(防止凝固 &过热)
- 2) 进胶口部：低速 (防止Jetting, Silver Streak 等)
- 3) 成型部：高速 (防止Flow Mark, Weld)
- 4) 保压部：低速 (Gas, Burr等的减小, 保压的切换位置重要)

III. 注塑成型条件

■ 注塑速度的功能

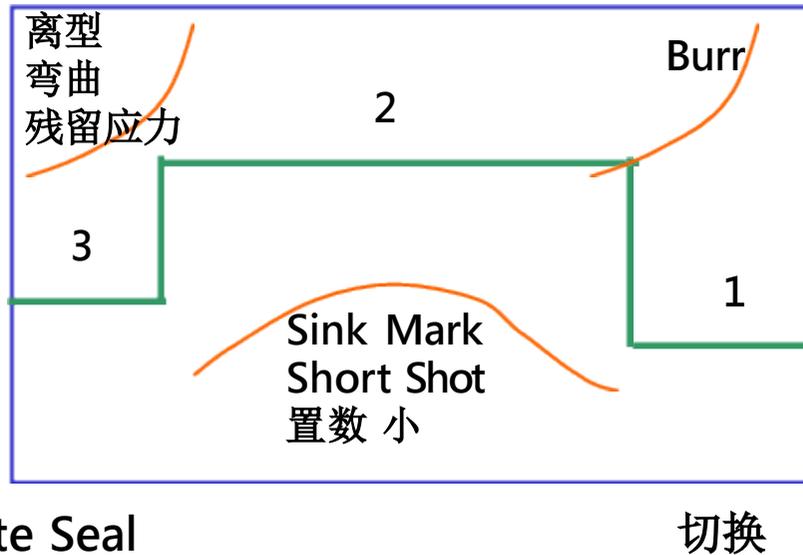


- 1) 中 ~ 高速
- 2) 为防止Gate周边的Jetting或Silver Streak发生，需要低速进行
- 3) 为防止Flow Mark或 Weld Line，需要高速
- 4) 为防止Gas 燃烧或发生Burr，需要中低速进行和安全切换

III. 注塑成型条件

■ 保压形态

- 在低压时
- Short Shot
- Sink Mark
- 置数 小

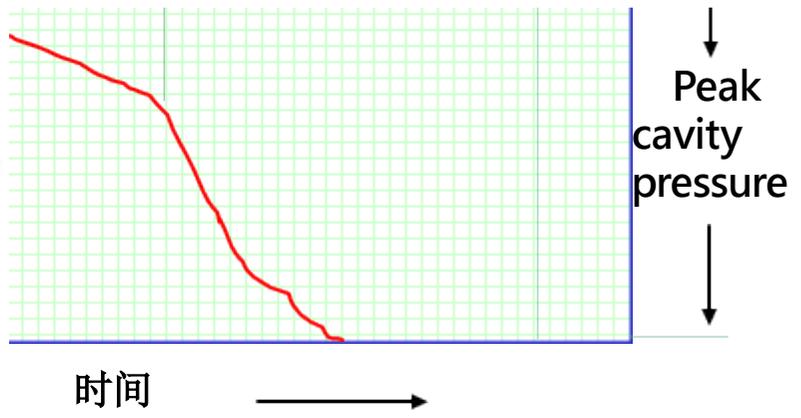
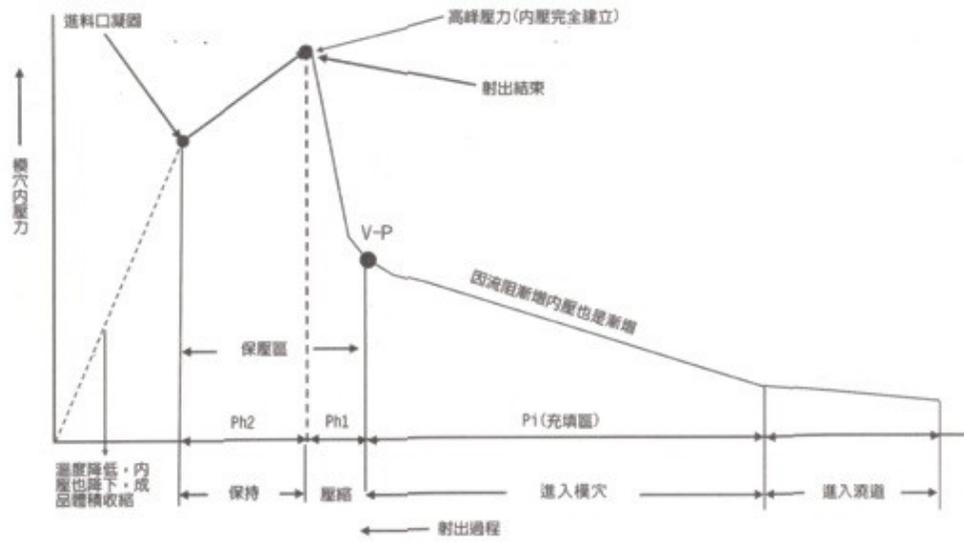
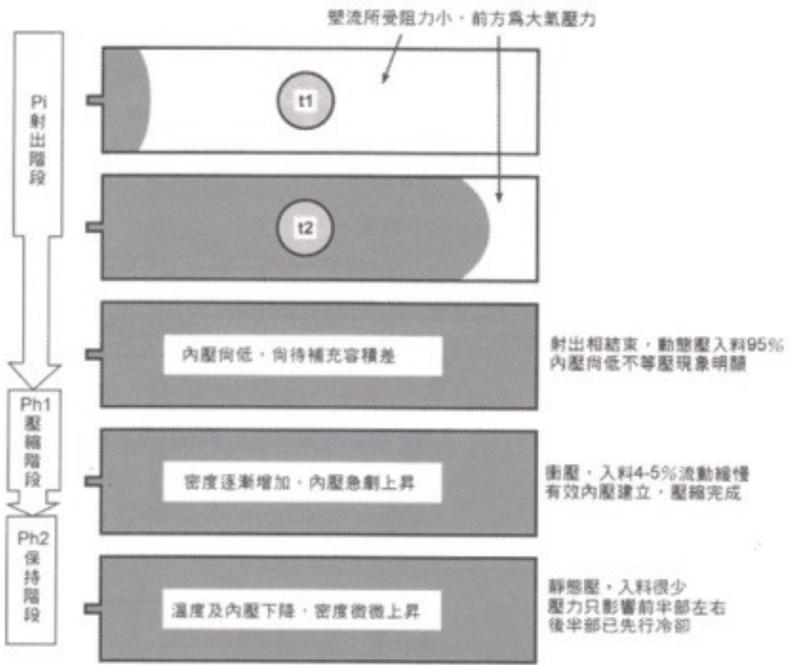
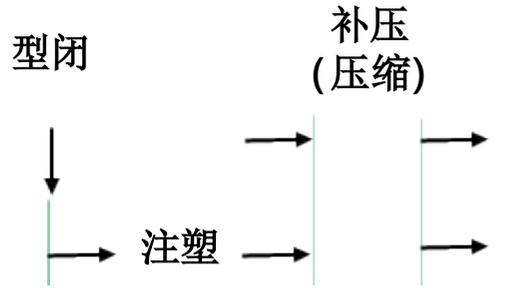


- 在高压时
- Burr
- 弯曲
- 置数 大
- Crack
- 残留应力
- 离型问题

- 1) 为了防止Burr，要低压
- 2) 为了防止Sink Mark或置数变小，要高压
- 3) 为了防止残留应力，要低压

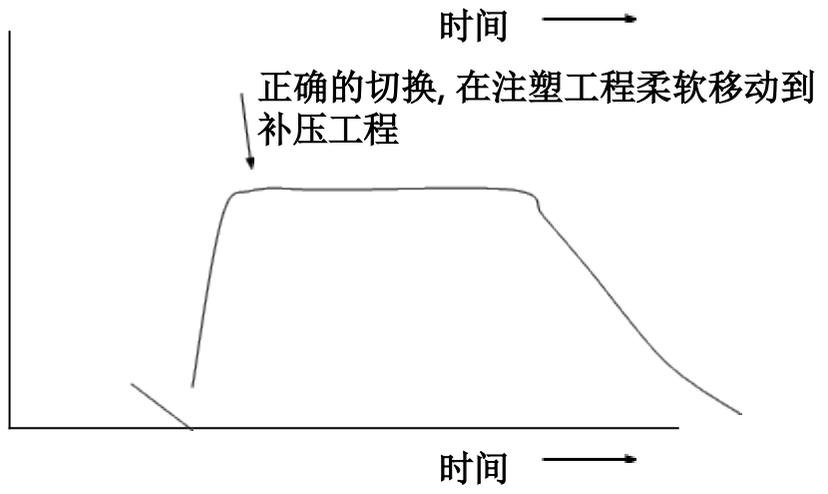
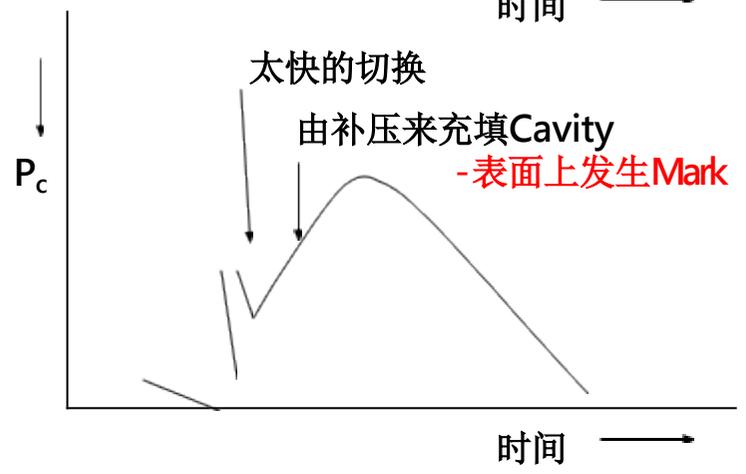
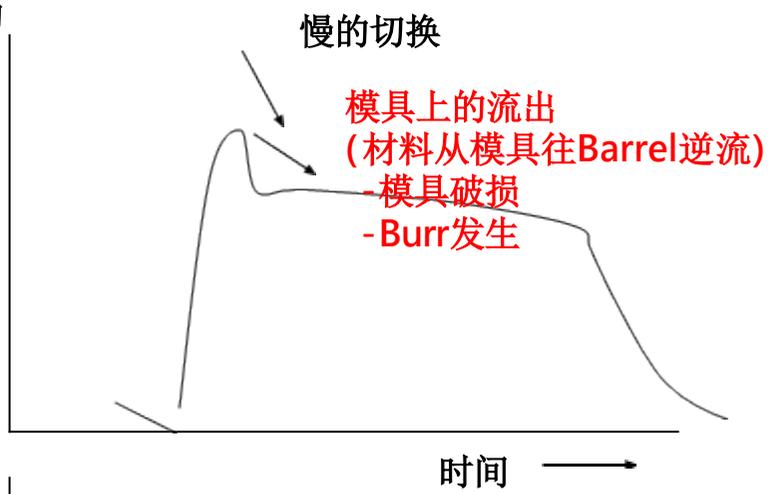
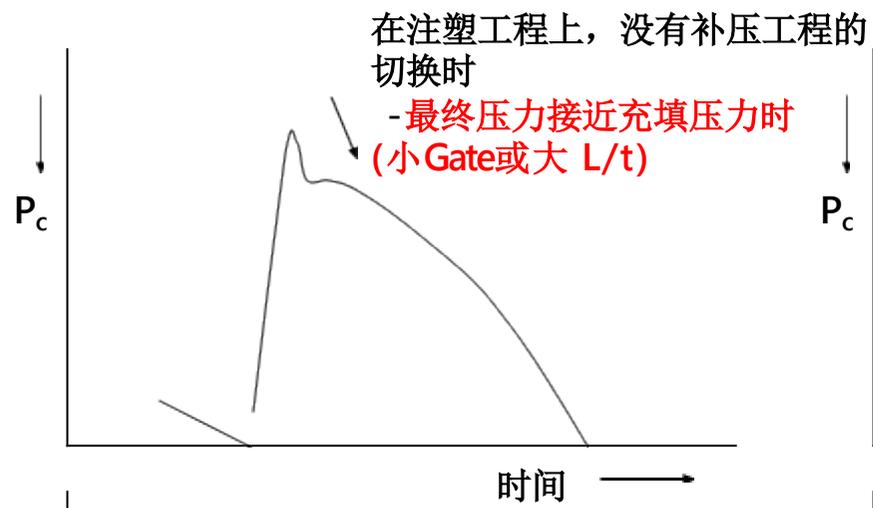
III. 注塑成型条件

■ 注塑成型工程时间别的型内压力分布



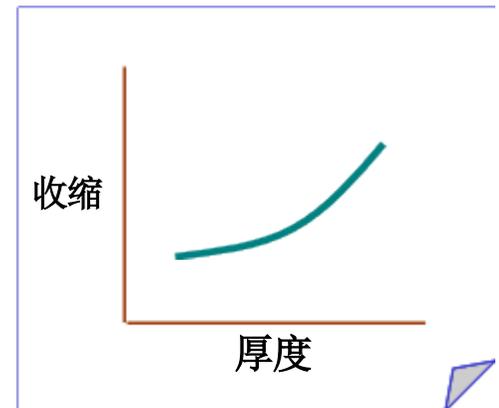
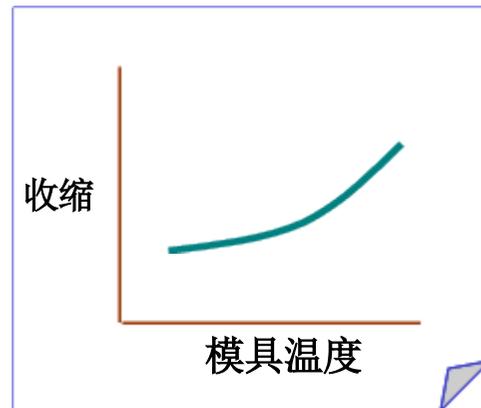
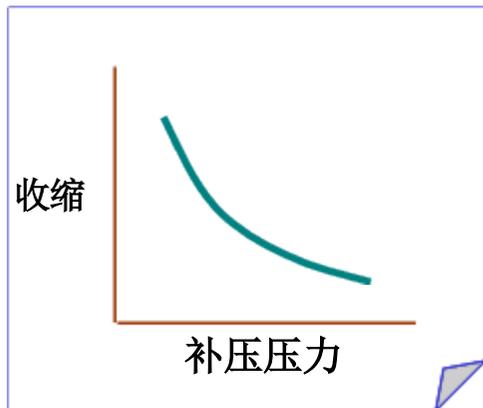
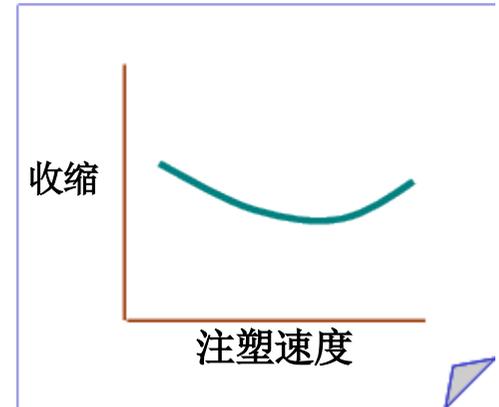
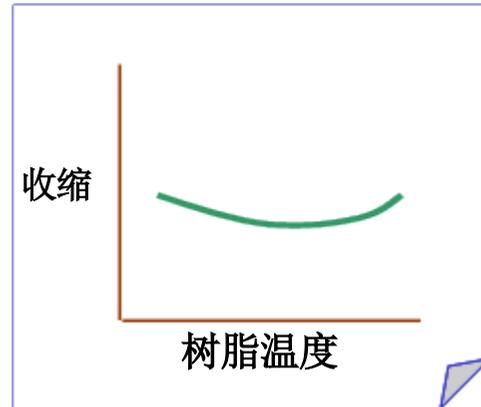
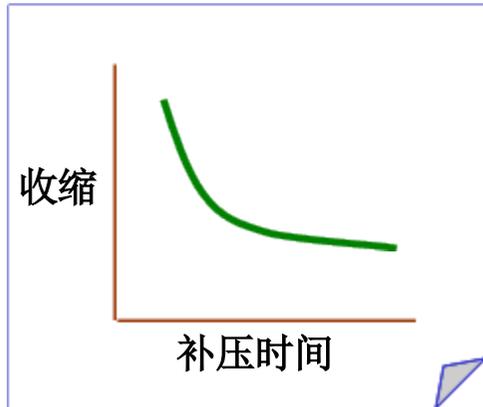
III. 注塑成型条件

■ 注塑 ⇒ 补压工程切换位置别的Cavity内压力的变化



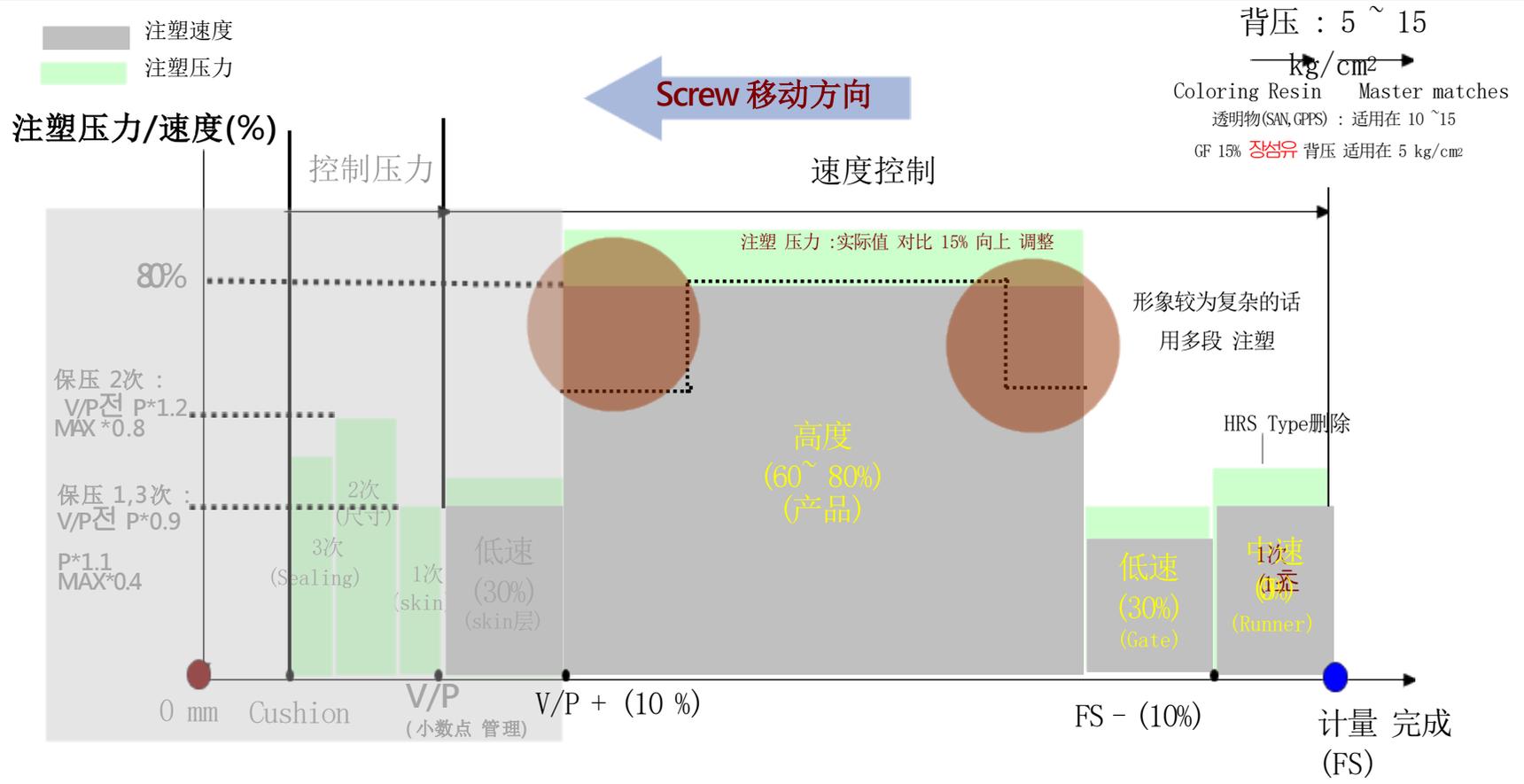
III. 注塑成型条件

■ 注塑条件对收缩率的影响



III. 注塑成型条件

● 注塑工艺最佳化 : 通过注塑初期 Setting 条件提示, 缩短设定时间及试模次数 注塑工艺



- 理论注塑容积 * 树脂常数 = 实际注塑重量
 - = 4 * 实际注塑重量 / (树脂常数 * 3.14 * 0.2) + Cushion

树脂名	PS	SAN	ABS	LDPE	HDPE	PP	PA	POM	PC	PMMA
树脂常数	0.91	0.88	0.88	0.69	0.71	0.71	0.9	1.13	1.03	0.97

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/517036052152006063>