

一、塑料的概念及材质分类

1.1、塑料的定义



塑料——以树脂为主要成分，加入或不加入其他配合材料(助剂)构成的，在加热、加压条件下可塑的高分子材料。

塑料的英文名是plastic，俗称：塑胶。

1.2、塑料的来源

塑料的基本原料是低分子碳、氢化合物。



石油



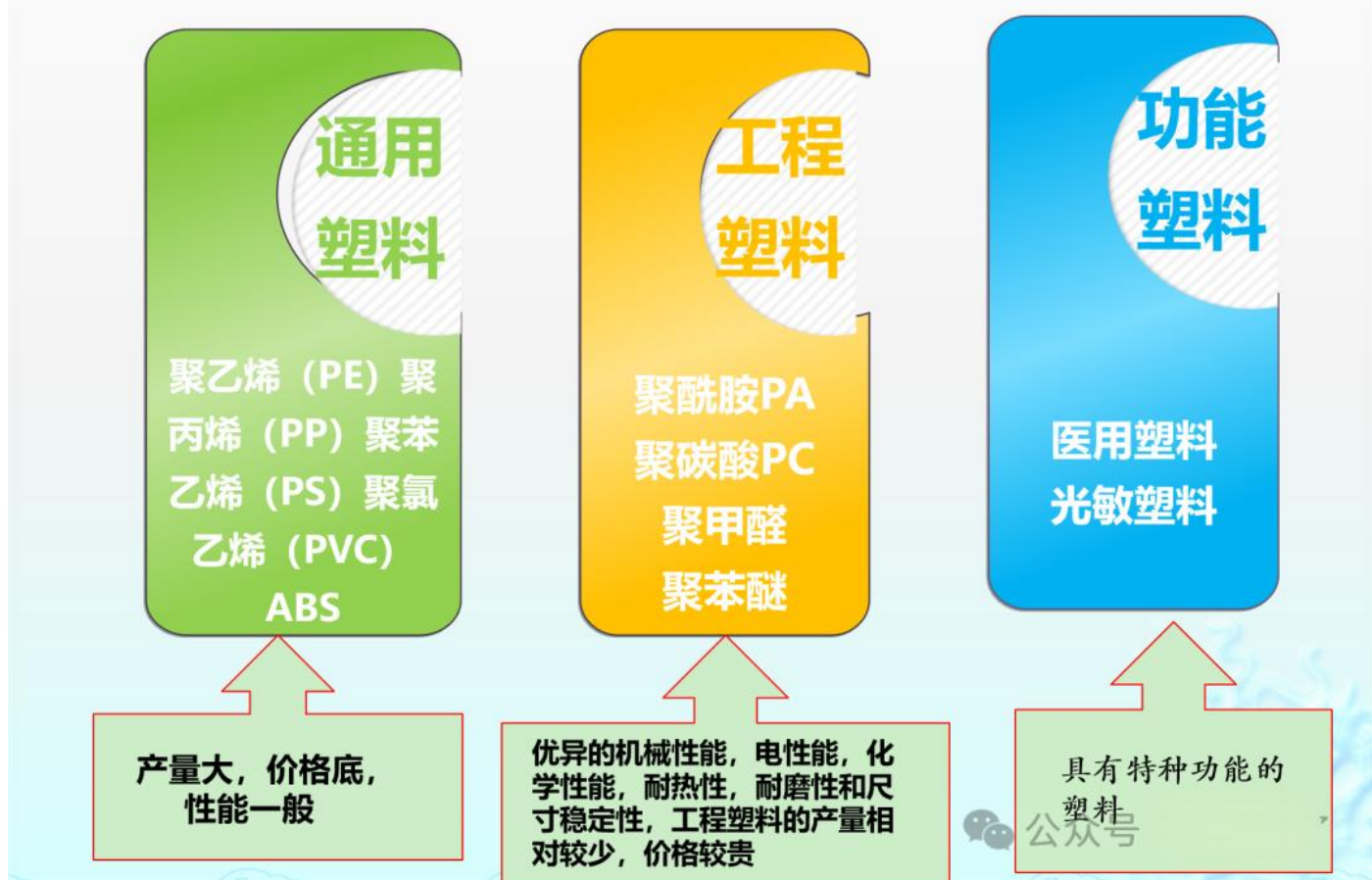
天然气



煤裂解物

提炼和合成出来的人造树脂。

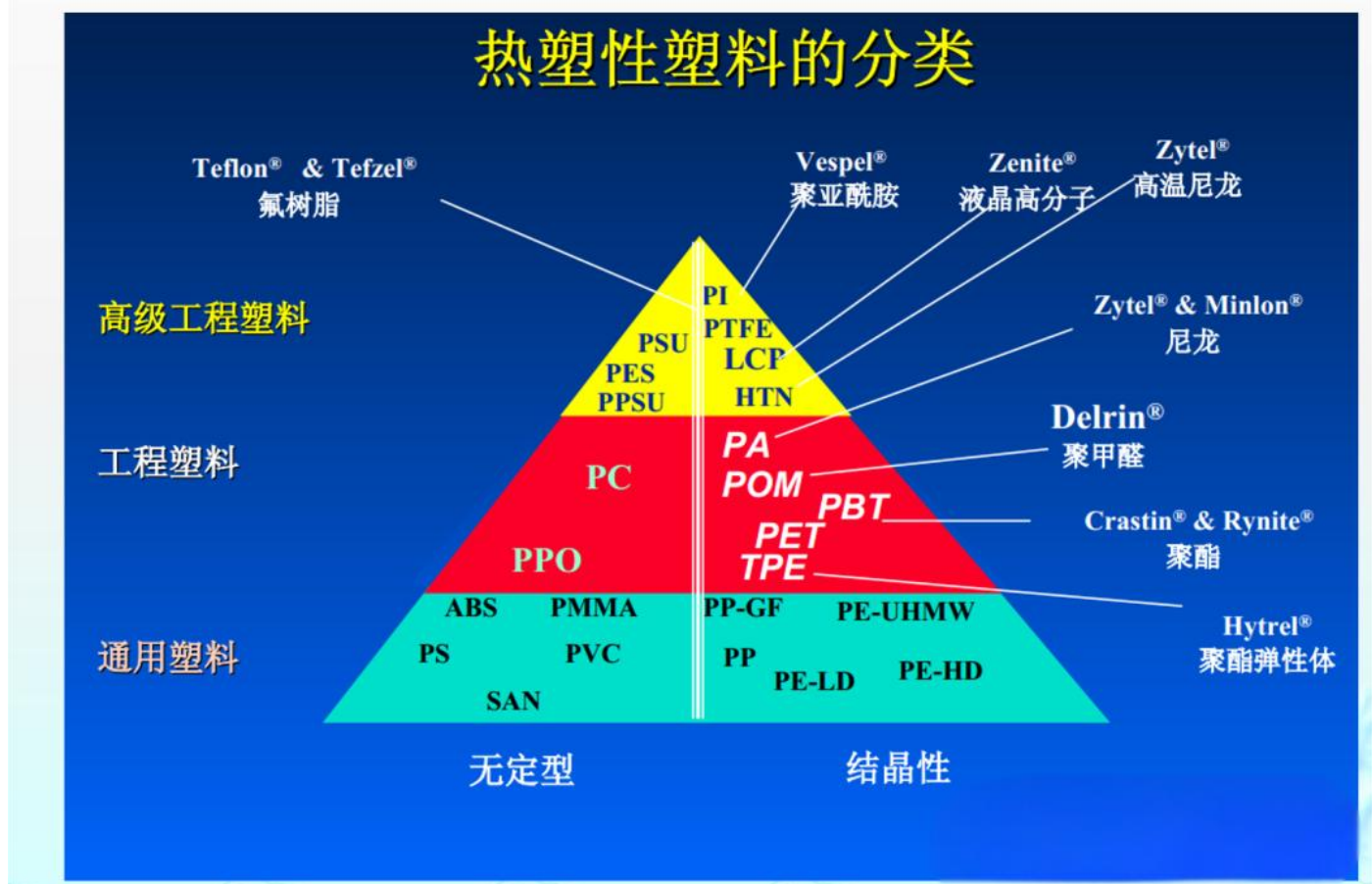
1.3、塑料材料的分类 – 按照基本性能



1.3、塑料材料的分类 – 按受热所呈现的基本行为



1.3、塑料材料的分类 –按照分子受热特性



1.3、塑料材料的分类—按照分子受热特性

无定型塑料与结晶性塑料的区别

分子结构:

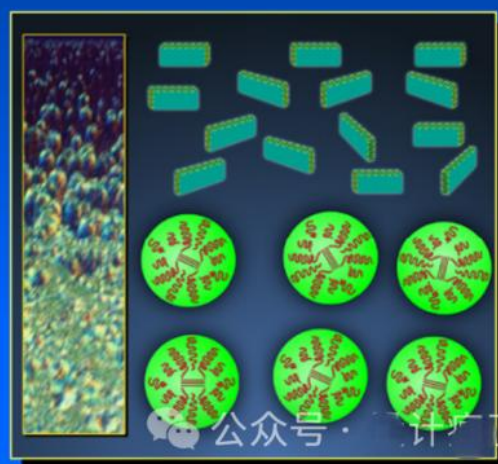
- ☒ 无序结构 = 不定型
- ☒ 有序结构 = 结晶性

热性能:

- ☒ 玻璃转化温度
- ☒ 熔点
- ☒ 软化温度范围
- ☒ 最高使用温度
- ☒ 比体积
- ☒ 熔融粘度

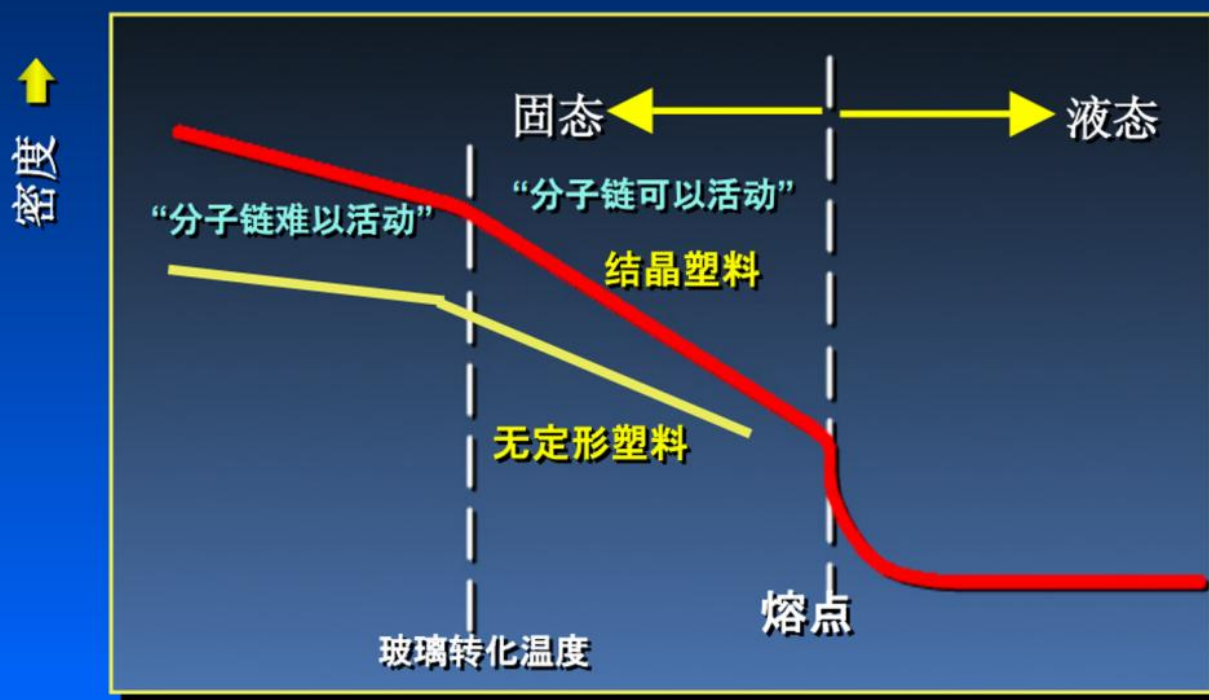
加工参数:

- ☒ 固化
- ☒ 保压
- ☒ 冷却
- ☒ 经浇口流动
- ☒ 加工不当产生的缺陷

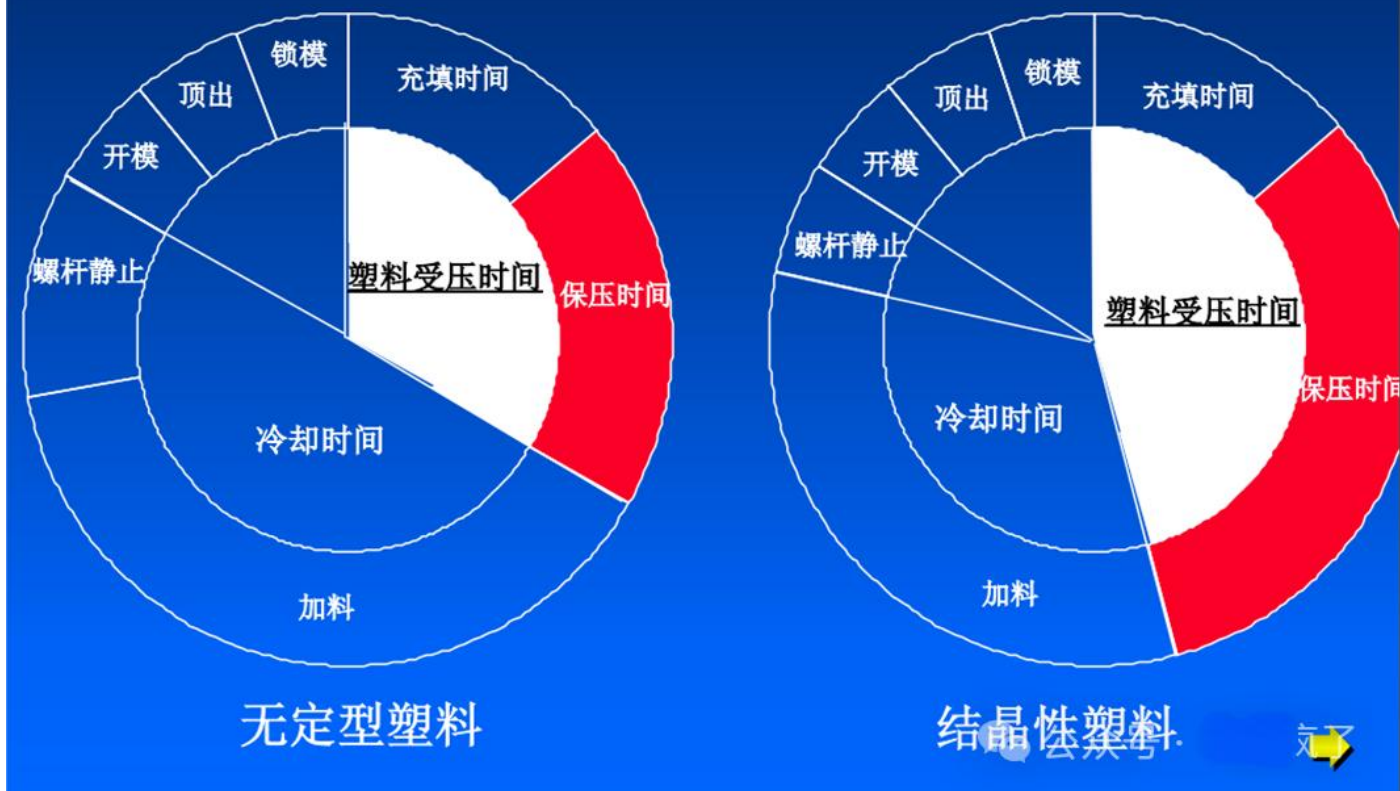


1.3、塑料材料的分类—按照分子受热特性

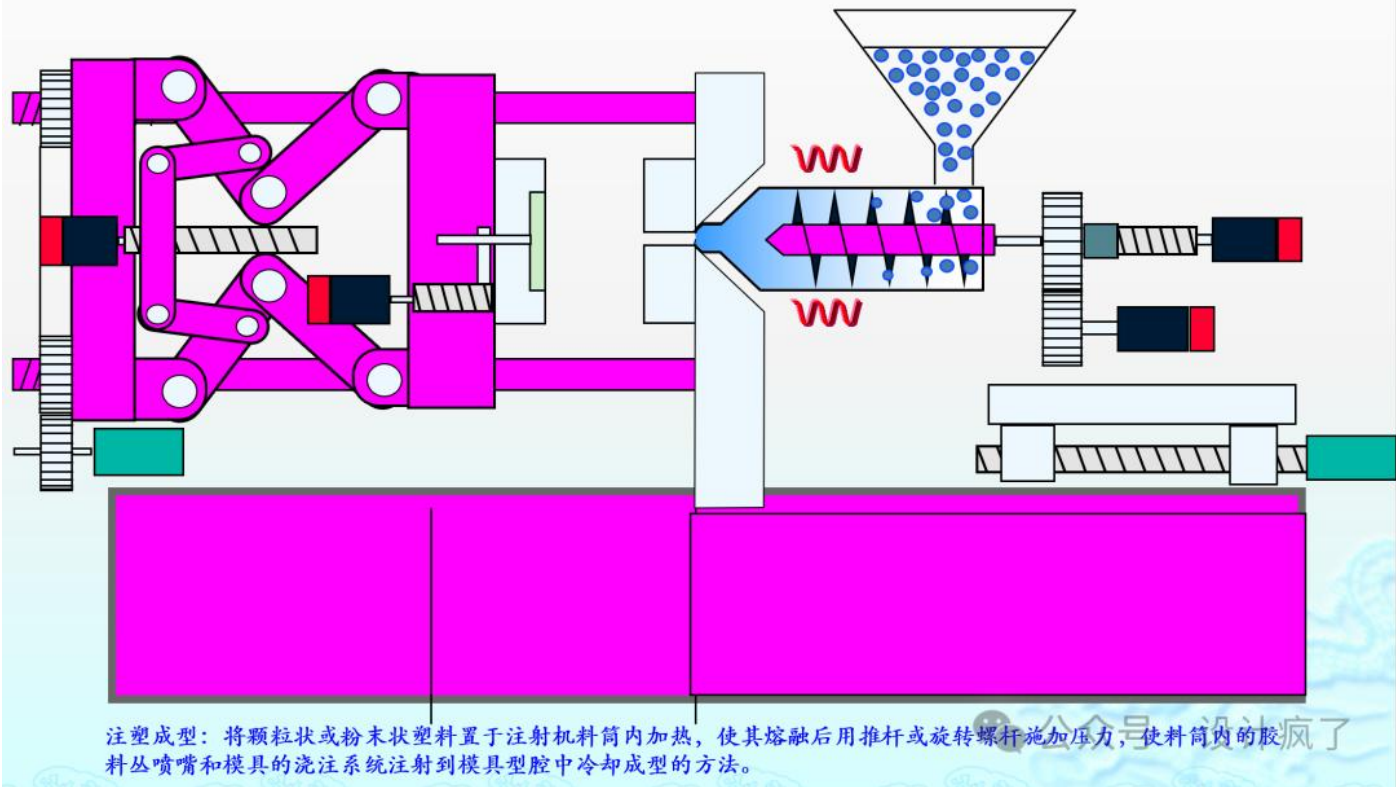
无定型塑料与结晶性塑料的热行为



注射成型周期 无定型 / 结晶性 塑料

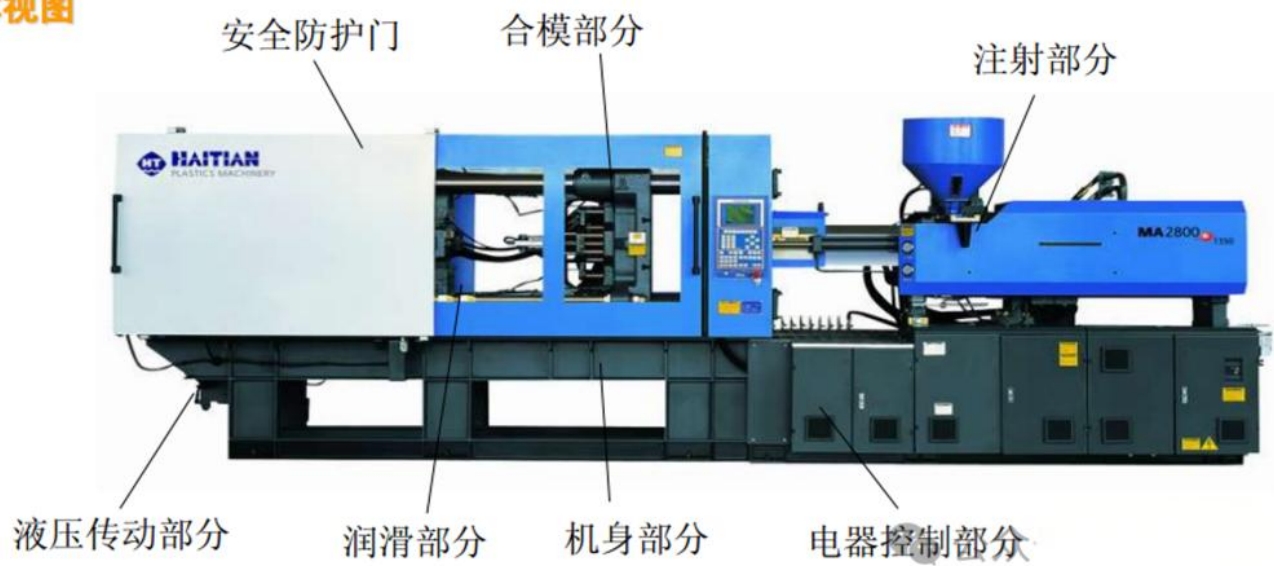


二、注射成型介绍



注塑机整体结构

立体视图

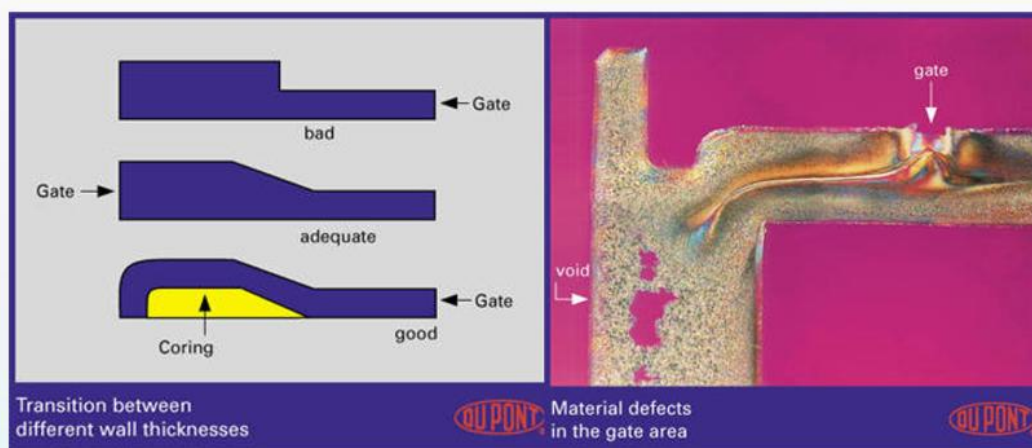


三、注塑件设计注意事项

3.1 注塑件的模具设计的两个基本要求

合理的结构设计	
不良的结构设计	
要求	1、合模形成零件腔 2、开模零件能取出 备注：模具设计应尽可能简单（模具动作应尽可能少）

3.2 塑料件壁厚均匀的重要性

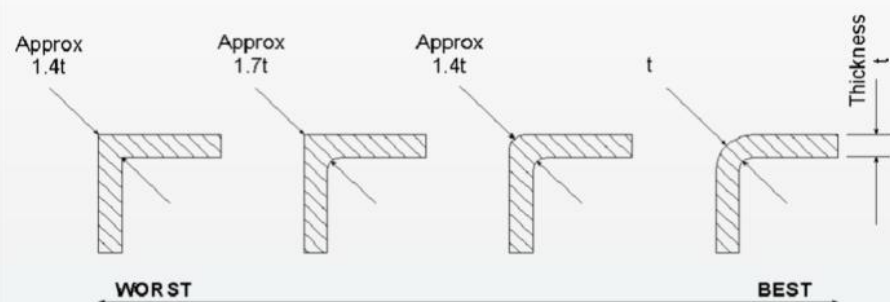


如果设计者选择了错误的浇口，成型加工时几乎不可能从优化加工参数来矫正由此产生的后果

不论模具浇口在什么位置，都容易产生成型不良

3.3 注塑件设计时应合理考虑圆角设计

用正确的圆角设计保证壁厚均匀



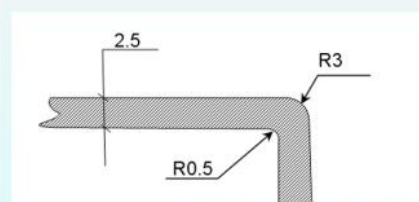
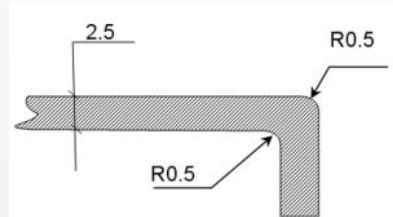
Internal: Sharp
External: Sharp

Internal: $r = 0.6t$
External: Sharp

Internal: $r = 0.6t$
External: $r = 0.6t$

Internal: $r = 0.6t$
External: $r = 0.6t + t$

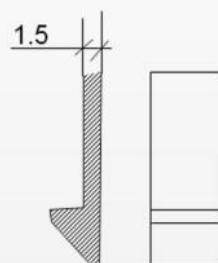
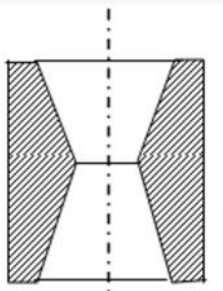
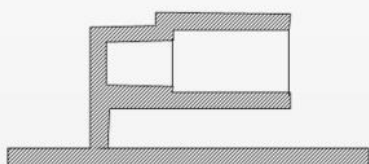
Good and bad corner design



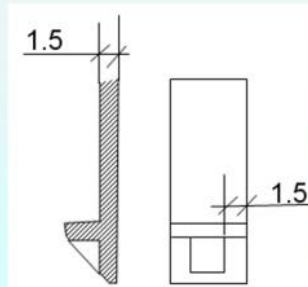
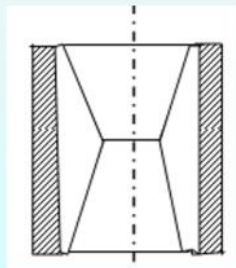
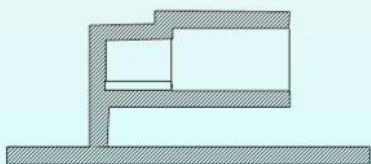
3.4 注塑件设计时应考虑塑料壁厚均匀

用加强筋的方式来改善塑料件壁厚

差的结构设计



好的结构设计



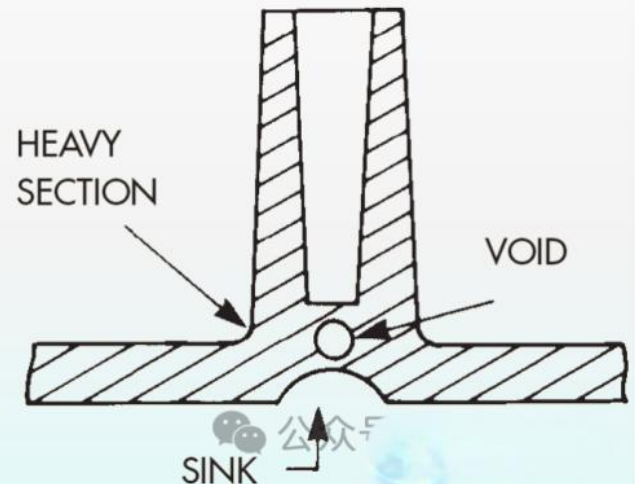
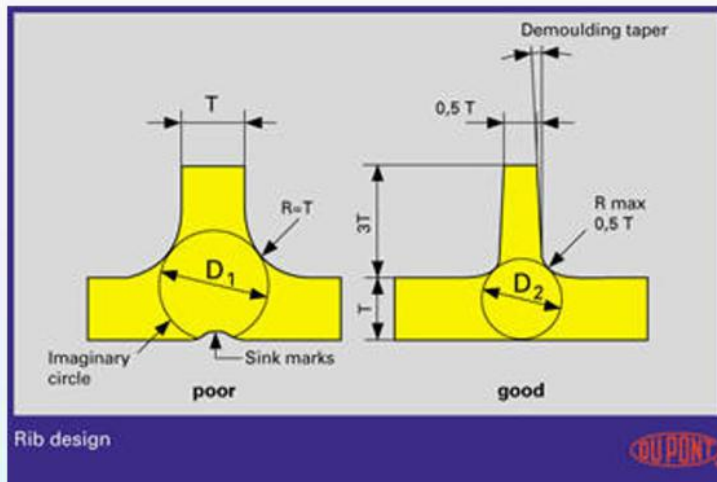
3.5 注塑件设计时应考虑模具强度

	有细长狭缝的塑料结构设计	有细长圆孔的设计	有尖角的塑料结构设计	
差的结构设计				
好的结构设计				

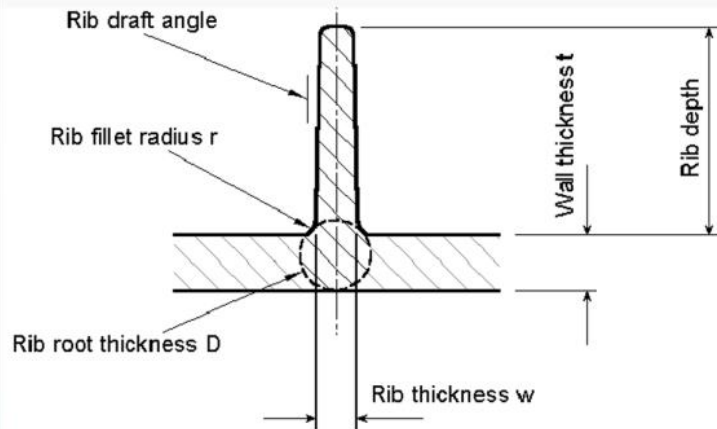
3.6 注塑件设计时应考虑模具简化（减少模具动作）

	有模具侧向抽芯塑料结构设计	有尖角的塑料结构设计
差的结构设计		
好的结构设计		

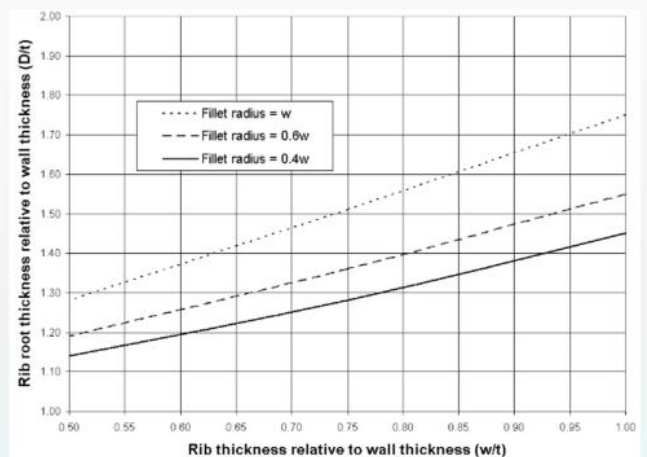
3.7 合理设计加强筋



3.7 合理设计加强筋



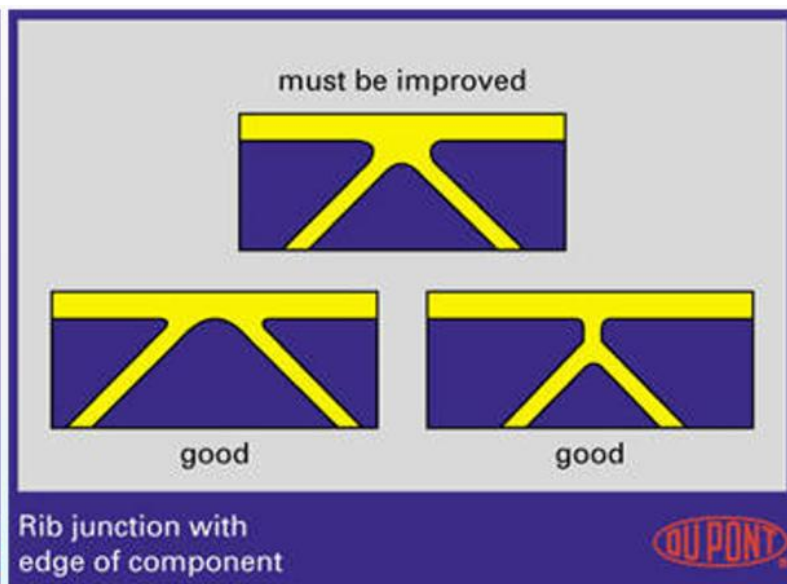
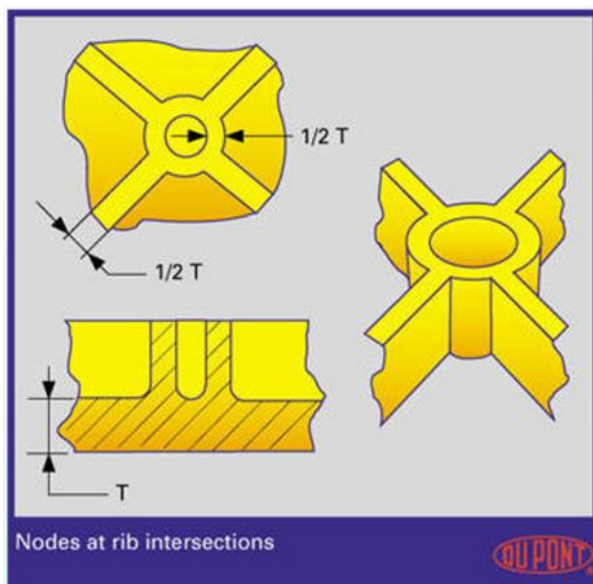
Ribs create thick sections at the root



How rib root thickness increases

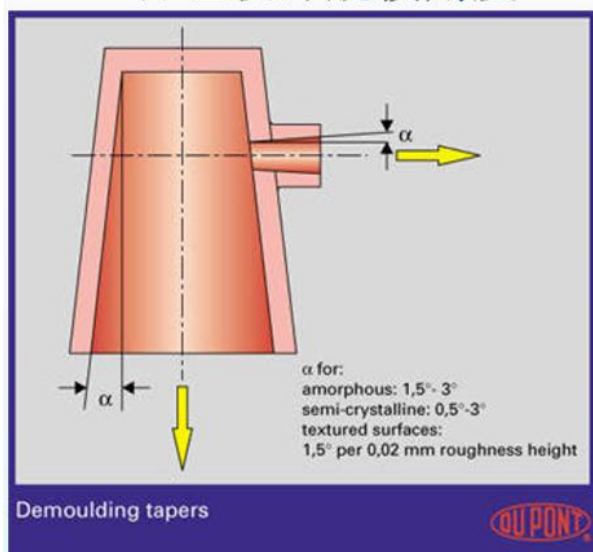
DESIGNER'S NOTEBOOK

- Rib thickness should be 50 - 75% of the wall thickness.
- Fillet radius should be 40 - 60% of the rib thickness.
- Rib root thickness should not be more than 25% greater than the wall thickness.
- Rib depth should not be more than 5 times the rib thickness.
- Taper ribs for mould release.



在塑料设计中，十字结构是最好的，因为它能应付许多不同的负荷排列变化。正确设计的可承受预期应力的十字结构，可以确保在整个制品上的应力均匀分布。在的十字交叉处形成的节点代表材料的积聚，但可以将节点中心挖空，以防止产生问题。还必须注意，不要在交叉处和组件的边相交的地方形成材料积聚。

3.8 合理设计脱模角度



	Shallow taper (less than 25 mm deep)	Steep taper (more than 25 mm deep)
POM	$0 - 1/4^\circ$	$1/2^\circ$
PA (unreinforced)	$0 - 1/8^\circ$	$1/4^\circ - 1/2^\circ$
PA (GR)	$0 - 1/2^\circ$	$1/4^\circ - 1^\circ$
PET / PBT (GR)	$1/2^\circ$	$1/2^\circ - 1^\circ$

Demoulding tapers

脱模斜度的重要性在于它能使脱模容易及防翘曲

备注：FSU 产品POM材料推荐使用0.5度拔模

四、注塑机简介

注塑机的分类

按结构分：

1.立式注塑成型机

注塑机的注塑柱塞（或螺杆）垂直设置，锁模装置的移动模板也沿垂直方向移动。

2.卧式注塑成型机

注塑机的注塑柱塞（或螺杆）与模板的合模运动均沿水平方向装设，并且多数在一条直线上（或相互平行），它是目前使用最广泛的注塑成型机。

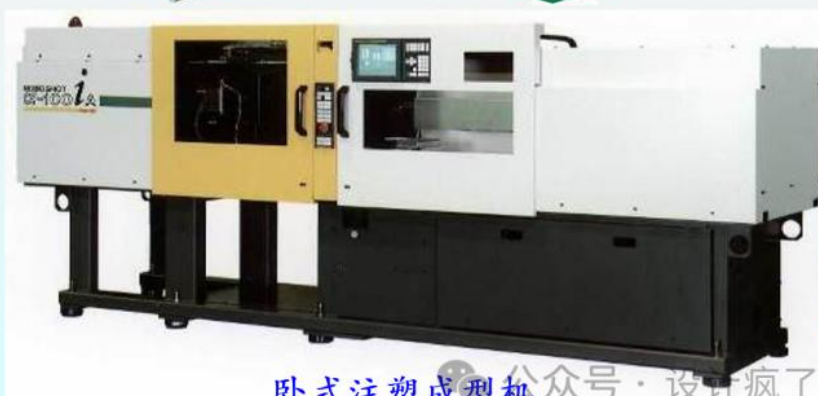
3.角式注塑成型机

注塑机的注塑柱塞（或螺杆）与合模方向相互垂直，大型角式注塑成型机注塑料筒和合模运动均与地面水平布置。

立式注塑成型机



角式注塑成型机

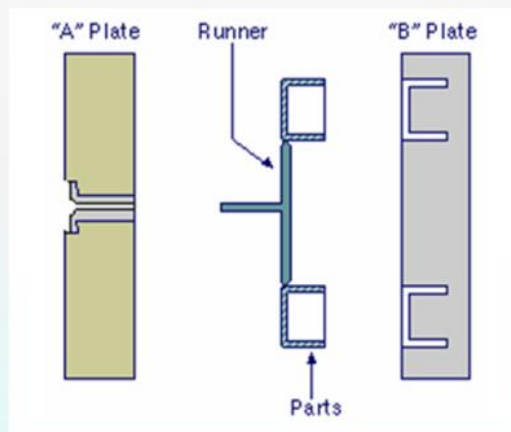


卧式注塑成型机

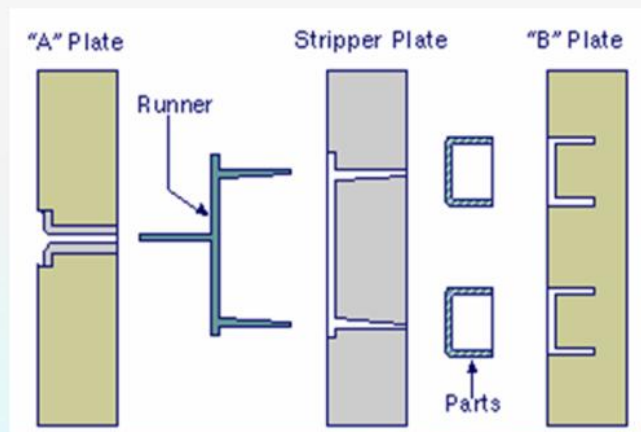
五、模具介绍

基本上，模具是一座热交换器，使热塑性塑料的熔胶在模穴内凝固成需要的形状及尺寸。

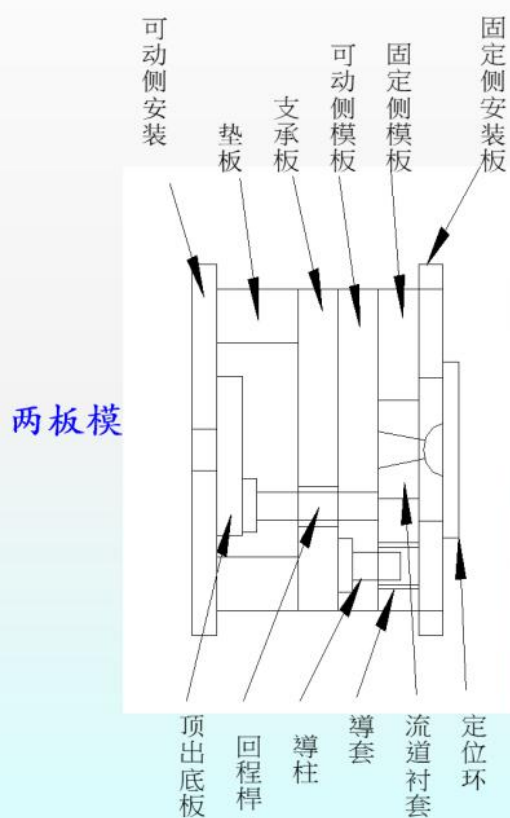
模具分类



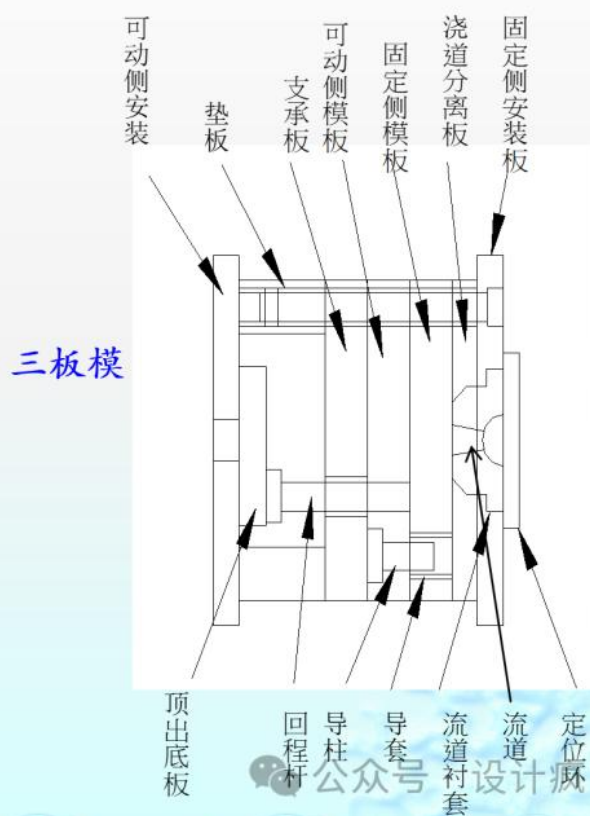
两板模



三板模



两板模



三板模

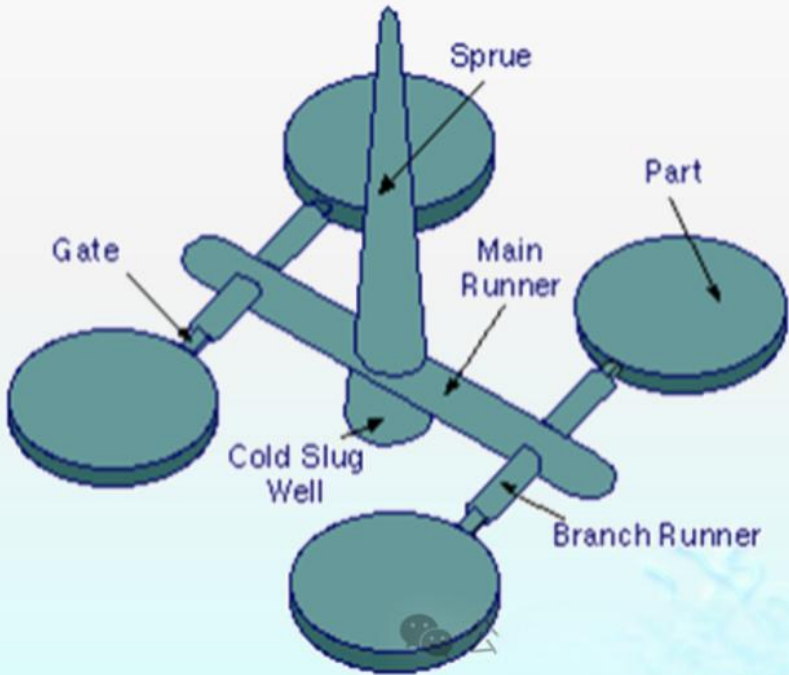
二板式模具和三板式模具的不同点

项目	二板式模具	三板式模具
1.浇口位置	常见边浇口	浇口自由选择
2.浇口形式	有限制	自由
3.成型周期	短	长
4.模具结构	简单	复杂
5.模具费用	便宜	昂贵
6.成型制品	小制品,成型后需切断浇口	大制品,成型后不需切断浇口

普通浇注系统（冷流道系统）

它通常包括：

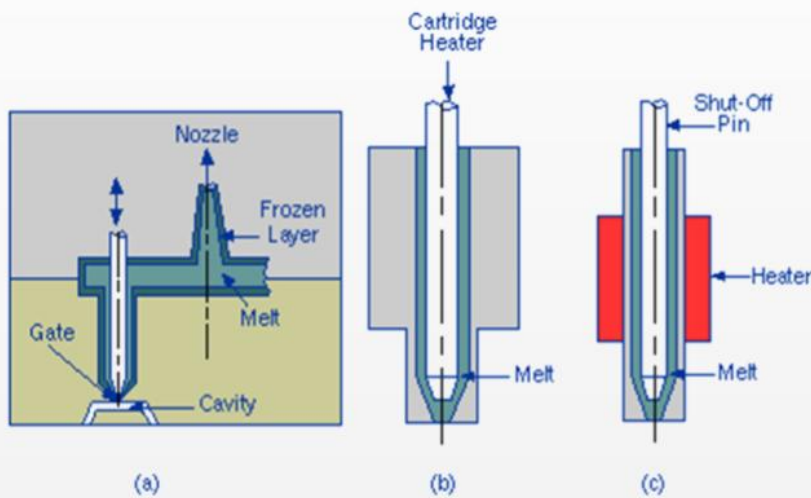
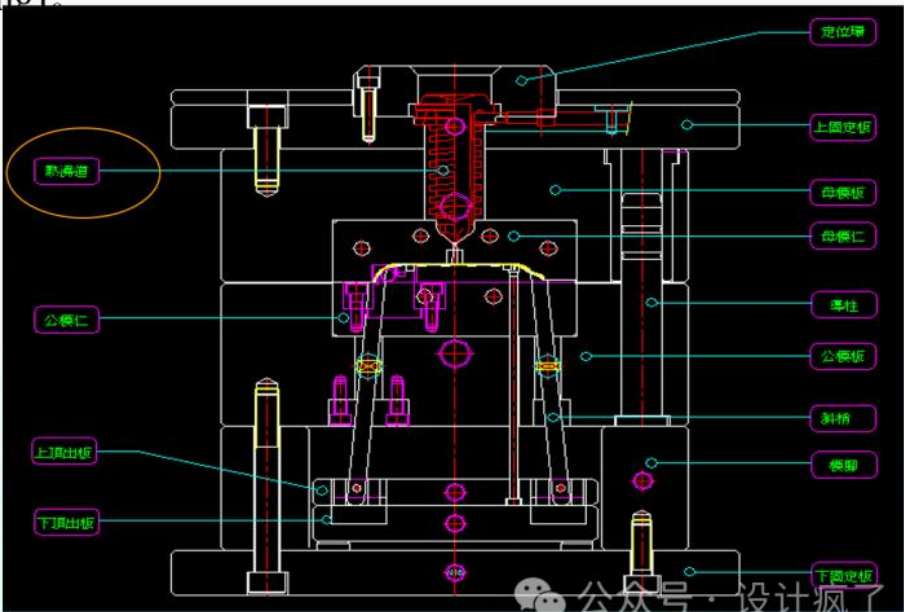
- 竖浇道(sprue)、
- 冷料井(cold slug well)、
- 主流道(main runner)、
- 分枝流道(Branch runner)、
- 浇口(gates)。



热流道浇注系统

热流道内尚未射进模穴的塑料会维持在熔融状态，等充填下一个塑件时再进入模穴所以不会变成浇口废料。热流道系统也称作热歧管系统(hot manifold systems)或无流道成形(runnerless molding)。

常用的热流道系统包括：
绝热式
加热式(内热式和外热式)



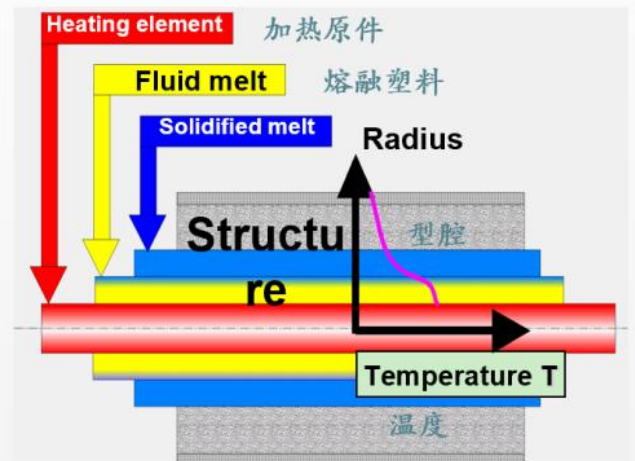
热流道系统之种类：(a)绝热式、(b)内部加热式、和(c)外部加热式。

热流道种类	优 点	缺 点
绝热式	设计较简单 成本较低	• 会在浇口处产生不必要的凝固层。 • 必须以短周期时间维持熔融状态。 • 需要较长的启动时间以到达稳定的熔胶温度。 • 有充填不均之问题。
内部加热式	改善热分布情形	• 成本较高，设计较复杂。 • 应注意流动平衡和复杂的温度控制。 • 应考虑模具的不同组件之间的热膨胀。
外部加热式	改善热分布情形 温度控制较佳	• 成本较高，设计较复杂。 • 应考虑不同的模具组件之间的热膨胀。

热流道系统加热原理

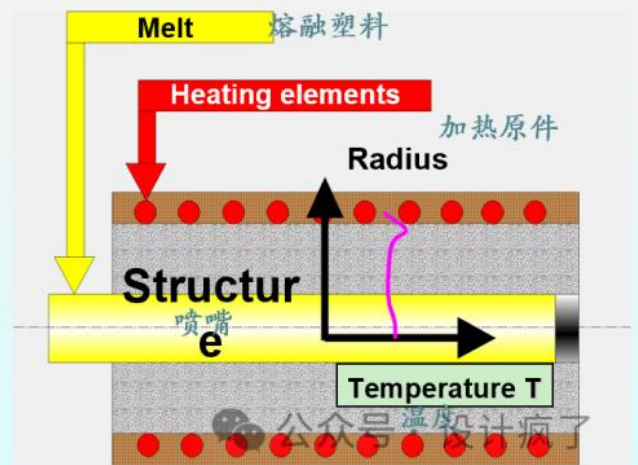
Internally heated system

内加热系统



Externally heated system

外加热系统



浇口直接与塑料件相连,把塑料件熔体引入型腔.浇口是浇注系统的关键部位,浇口的形状和尺寸对塑料件的影响很大,浇口在大多数情况下是整个流道系统中断面尺寸最小的部分,对充模流动起着控制作用

浇口的分类:

按断口形状分:

圆形

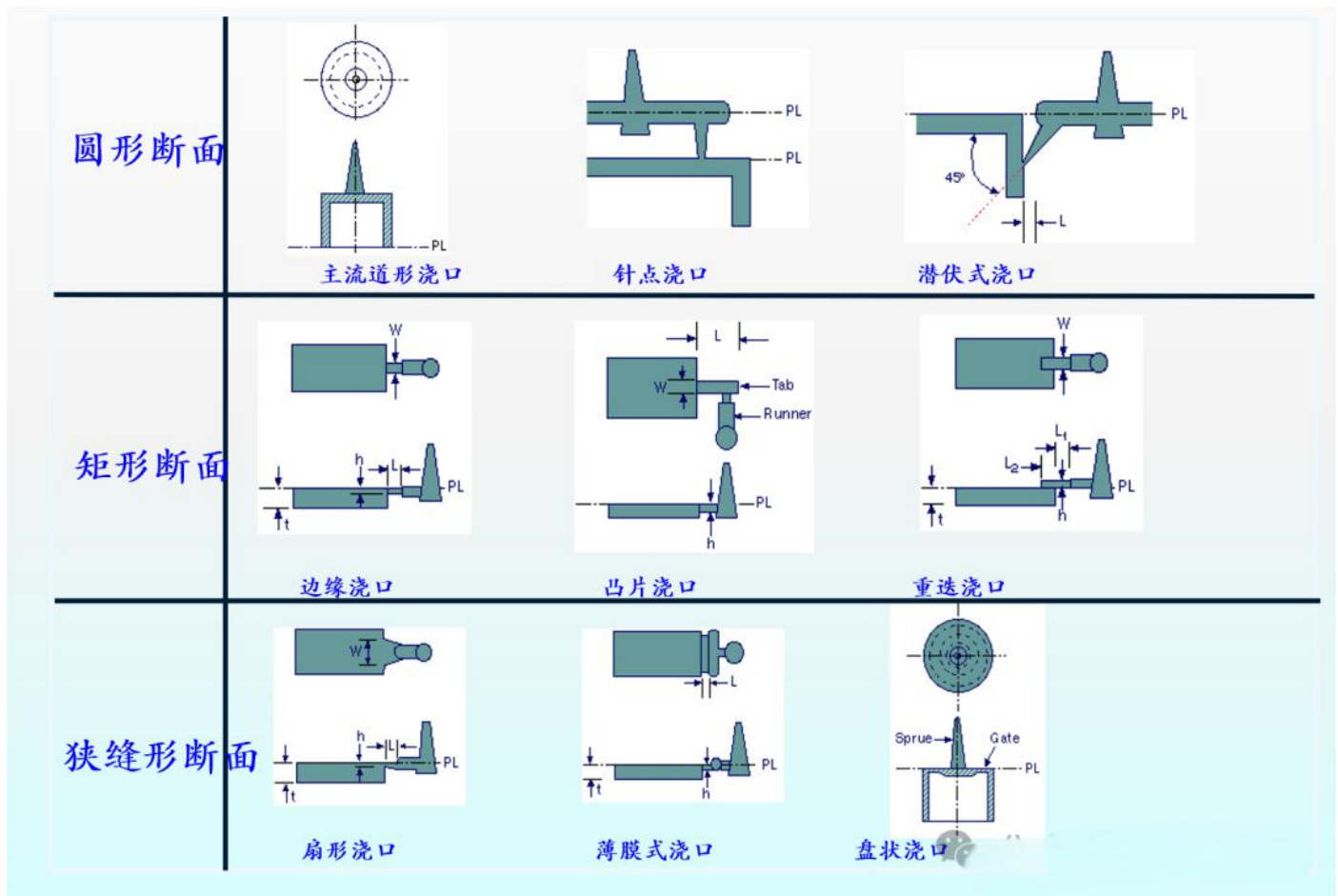
常见有针点浇口、潜伏式浇口、主流道形浇口;

矩形

常见有边缘浇口、凸片浇口;

狭缝形

常见有扇形口、薄膜式浇口;

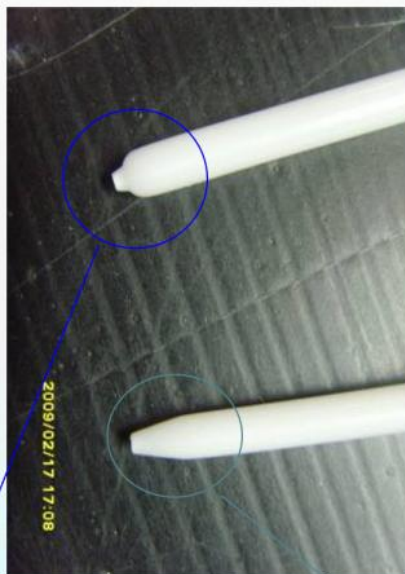


- 1.设计恰当的浇口可以均匀迅速、单一方向地传送熔胶以充填模穴，并且获得适当的凝固时间来冷却塑件。
- 2.浇口应该射在非功能区、非外观区等适当位置。
- 3.浇口设置在塑件的最厚部位，让塑料从厚区流向薄区，有助于获得良好的流动路径和保压路径。
- 4.将浇口位置应设置在塑件中央，可以使熔胶流动到塑件的各个极端位置都有相同的流动长度。
- 5.浇口的位置必须让模穴内的气体于射出成形时逃逸出，
- 6.浇口位置与尺寸的设计也应该要避免喷射流现象
- 7.良好设计的浇口必须防止熔胶逆流
- 8.射出成形的数值模拟分析是用来比较不同浇口设计的效果之有效工具

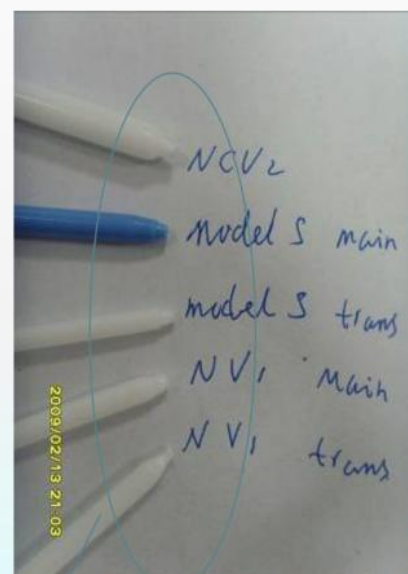
点浇口设计（油泵法兰常用浇口设计）



合理的浇口形状设计



不合理的浇口形状设计



产品



公（凹，定）模

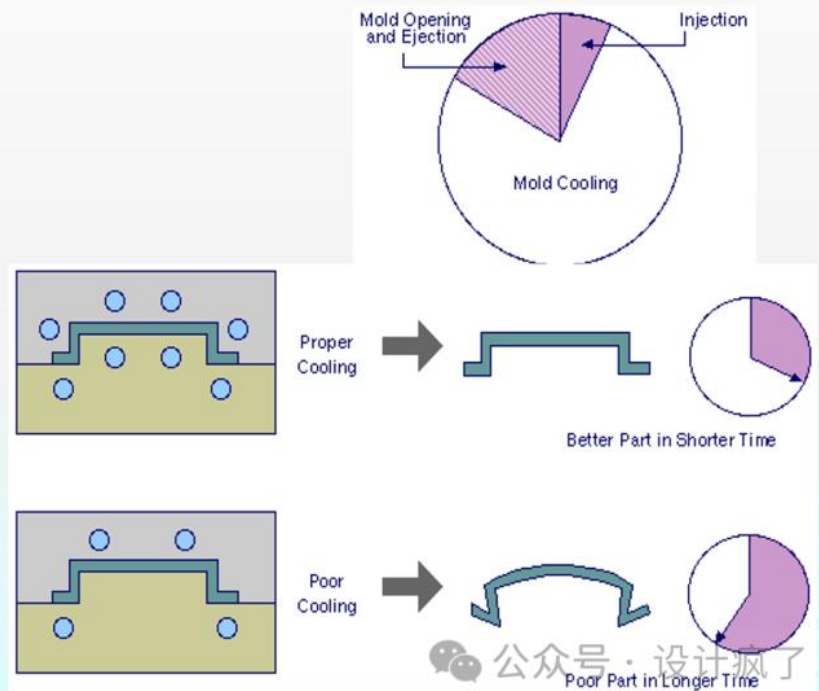


排气槽

母（凸，动）模仁、

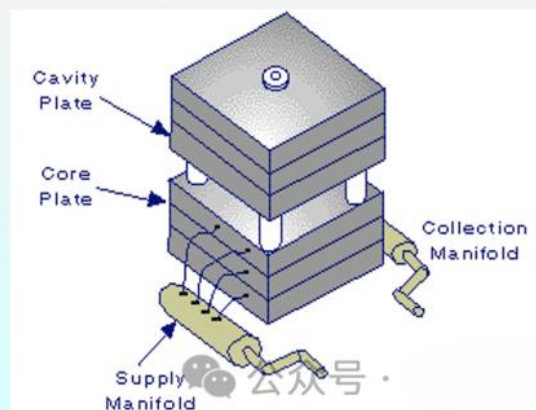
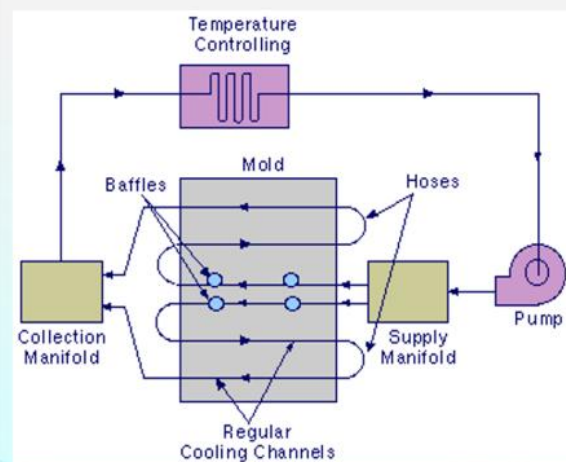
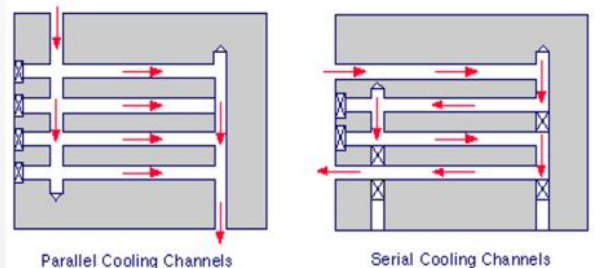


热塑性塑件的射出成形中，模具的冷却时间占整个周期的2/3以上，如图所示。效率好的冷却回路可以缩减冷却时间，增加产能。再者，均匀的冷却可以降低残留应力，维持塑件尺寸的精度与稳定性，进而改良塑件品质。



典型的模具冷却系统如图所示，包括下列组件：

- 模温控制单元
- 泵
- 冷媒供应歧管
- 管路(hoses)
- 模具内的冷却孔道(channels)
- 冷媒收集歧管



六、注塑原材料特性-以 POM 为例

英文名称: Polyoxymethylene (Polyformaldehyde)

比重: 1.41-1.43 克/立方厘米

成型收缩率: 1.2-3.0%

成型温度: 170-200°C

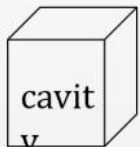
干燥条件: POM吸湿性小, 加工前一般不需干燥。必要时, 可在90~100°C下, 干燥2~4h。

POM是热敏性塑料, 240°C下会严重分解。在210°C下。停留时间不能超过20min; 即使在190°C下, 停留时间最好也不能超过1h。注塑时, 在保证物料流动性的前提下, 应尽量选用较低的成型温度和较短的受热时间

由于POM结晶度高、体积收缩大, 为防止制品出现空洞、凹痕等缺陷, 必须要有足够的保压时间进行补缩。一般制品越厚, 保压时间越长。

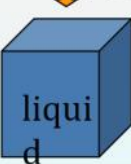


1CM³ 固体POM重量为1.414g



1CM³ 模具型腔

↓ 注塑



冷却

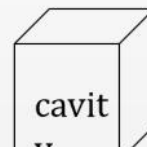
收缩



1CM³ 液体POM重量约为1.148g
量为1.414g

注塑切换点

Switch over point = $1.148/1.414 = 81.2\%$
88%~92%



1 X 101.019% CM³ 模具型腔

↓ 注塑



冷却

收缩



加入保压工艺后, 得到的重

Conti 内部标准

有三种方法:

1.位置切换方法

从螺杆计量位置开始射出至切换位置,就切换成保压。

2.压力切换方法

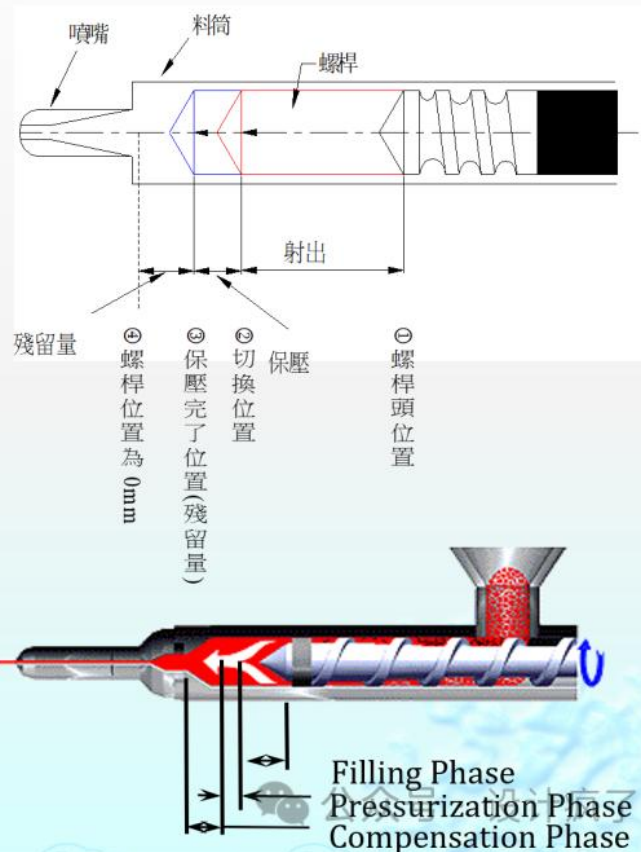
从螺杆计量位置开始射出,当最终压力达到设定的压力,就切换成保压。

3.时间切换方法

从计量位置开始射出,超过设定时间后就切换成保压。

这三种切换方法中,位置切换方法用得最多。

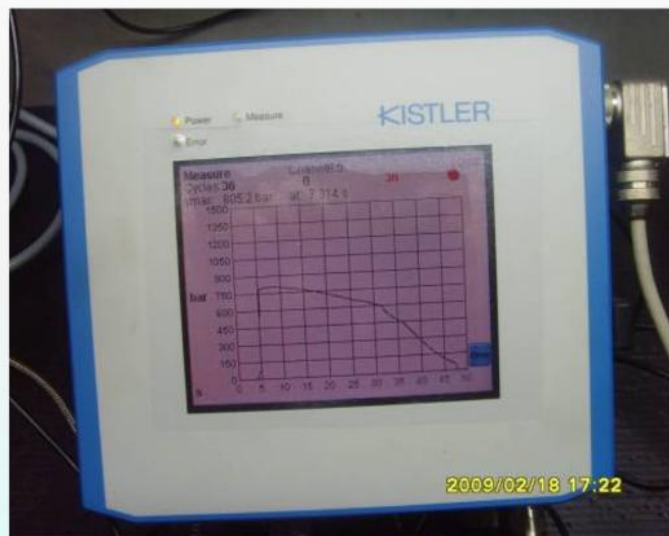
一般以残留量(缓冲垫)为3mm~5mm左右来设定螺杆计量。



七、注塑工艺参数

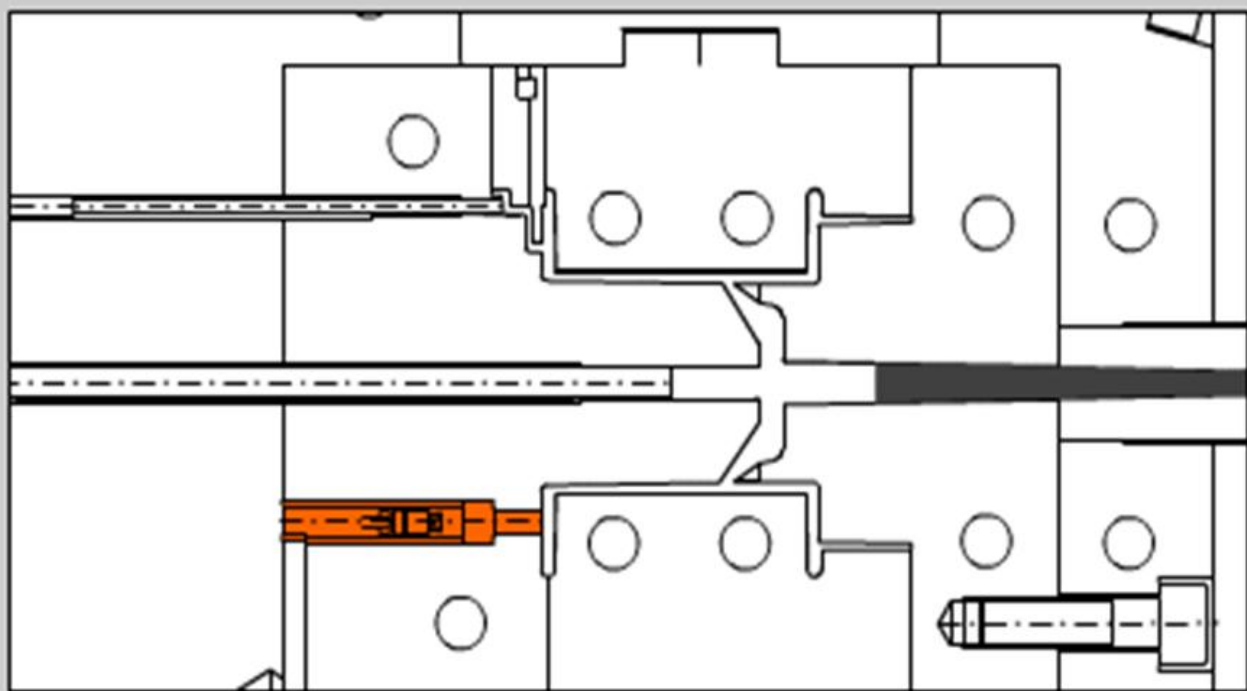
压力传感器和模温机

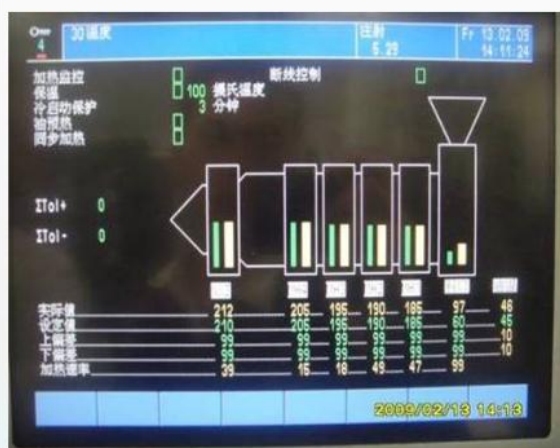
压力传感器以及压力曲线图



模温机

压力传感器





Melt temperature

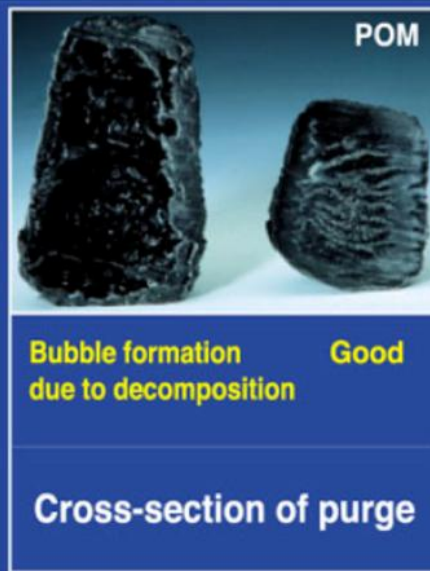
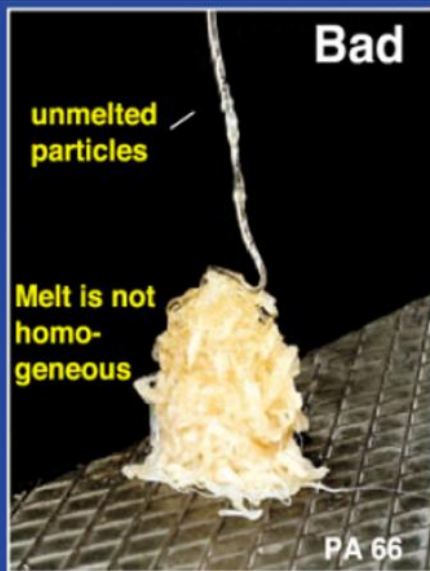
No machine set points.

Melt temperature is the temperature of the molten plastic in a free shot.

It is expressed in degrees centigrade



熔胶品质的评鉴



Melt temperature

No machine set points.

Melt temperature is the temperature of the molten plastic in a free shot.

It is expressed in degrees centigrade



Mould temperature

The average temperature of the mould surface measured after the system has attained thermal equilibrium and immediately after opening the mould.

One specification fixed mould half and one ejector half and the measurement points
It is expressed in degrees centigrade

产品重量的稳定性是考察工艺稳定性的重要指标

同样对重量的测量也需要注意测量的精度

按产品的重量等级,选择合适的测量仪器.

零件重量(g)	测量仪器 ()
~0.99	.0000
1~9.9	0.000
10~99	00.00
100~999	000.0



八、塑料件缺陷

1. 充填不足

树脂没有充填到模具型腔角落。

〔对策〕

①树脂的流动性不足，内压不足

提高最大射出压力和射出速度，提高模具温度和树脂温度。

②可塑化不足

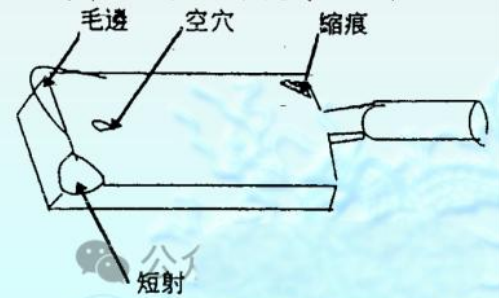
提高背压，提高料筒后部的温度。

③气体，空气造成注射不足

模具排气不足，在模具厚度不均的较薄的部位更容易发生这种情况。减慢射出速度，可使排气通畅。有时，减小锁模力也能解决排气不良，以消除充填不足。

④一模多穴的模具，部分充填不足

加快射出速度，使其能均匀充填。如果在加快速度以后造成峰压过大的现象，要调整保压转换位置，抑制峰压。



2. 毛边

熔融树脂流入的分割面和型芯的接合面等的间隔，成形后会发生毛边。

〔对策〕

①确认是否在正常的锁模力条件下发生毛边。

②降低树脂温度和模具温度，减慢射出速度。

③变更保压转换位置，降低峰压。

在成形品发生了充填不足，要使模具内的流动良好，要提高树脂温度，模具温度。

2-1 充填不足和毛边同时存在

流道和浇口附近有毛边，成形品末端部分充填不足。

(1). 设定多段射出

故意以短射来成形，将充填不足和毛边部分的速度变更。

(2). 提高模具温度，树脂温度，改善流动性，减慢射出速度

如果在减慢射出速度后发生了充填不足，就将这部分的射出速度加快。

(3). 确认模具浇口的平衡度。



3. 气泡、空洞

在成形品内部出现的空洞，由成形品的体积收缩差引起厚度部分的空洞；树脂中的水分和气体成泡后就变成了气泡。

[对策]：

对于气泡，为防止树脂的热分解而降低树脂温度，同时施加背压，防止空气进入树脂中。

对于空洞，模具设定引起空洞的很多，可延长保压时间，提高模具温度。

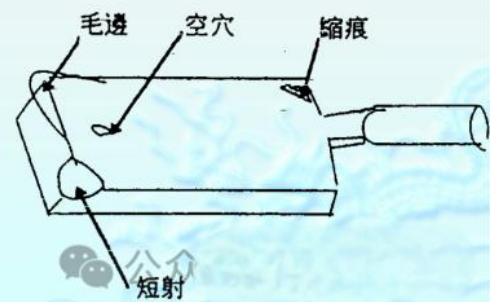
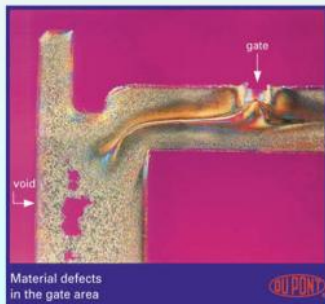
为防止空气的吸入，减少螺杆的后退距离，放慢后退速度。

厚度变化较大的成形品，模具内气体难排出去，或者吸入空气，要放慢射出速度。

4. 缩痕

成形品表面发生凹陷现象

[对策]：降低模具温度和树脂温度，减慢射出速度，延长保压时间



4. 缩痕

成形品表面发生凹陷现象

[对策]：降低模具温度和树脂温度，减慢射出速度，延长保压时间。

5. 流痕：

以浇口方向为中心，树脂流动的痕迹以同心圆的形状在成形品的表面刻印的现象。

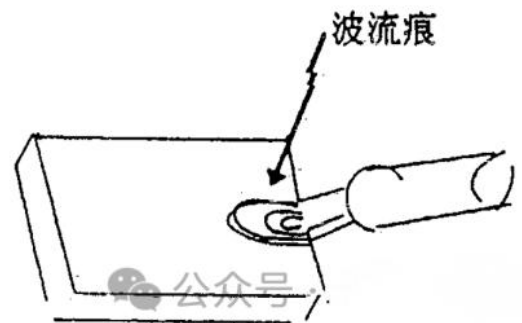
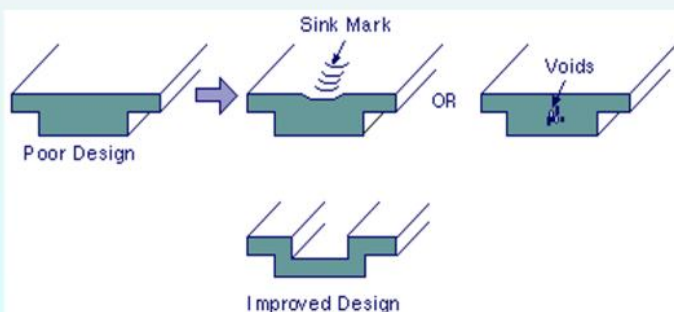
[对策]：

提高树脂温度和模具温度，必要时变更射出速度。

如果在变更射出速度以后仍无法消除，就必须对模具进行检查和修理。

出现水波纹的场合，要提高水波纹部位的速度，主要是因为射出速度慢，在充填过程中冷却，由于粘度高而出现年轮状的皱纹。

浇口部失去光泽的部分，要使用射出多段，减慢这一部分的速度。



6. 喷射痕

型腔内由于高速度射出，成形材料喷出，与模具壁面接触后冷却，这部分材料与充填的材料不能融着，而无法得到理想的光泽度。

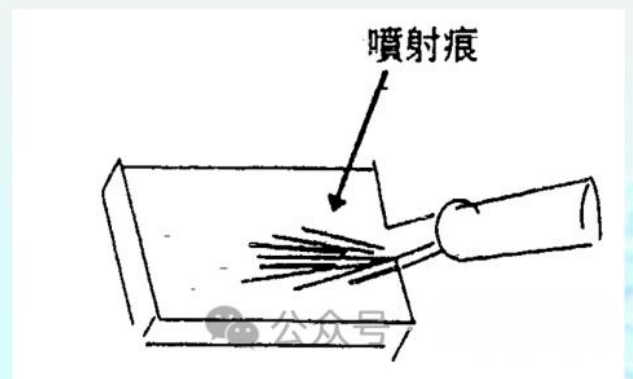
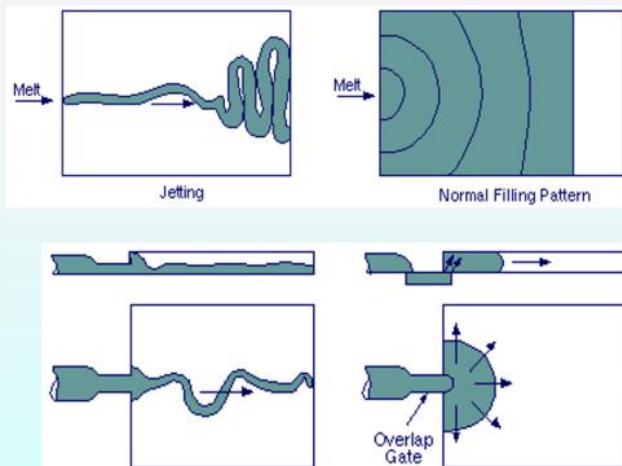
[原因]：

射出速度过快，树脂温度和模具温度过低而发生。

[对策]：

使用多段射出，减慢开口部的射出速度。

提高树脂温度和模具温度。



7. 开裂和白化

在成形品的表面有很小的开裂，尤其是有尖锐的角的产品较会发生开裂现象。白化现象是由于脱模不良施加了不必要的压力而使这部分发白。

[原因和对策]：

① 开模时脱模不良，充填过高，要降低树脂和模具温度。

② 使用脱模剂，减慢射出速度。



8. 光泽度不良

要有好的转印，必须提高模具温度，树脂温度，加快射出速度。

压力的变动不要激烈，成形时不要有振动。

模具的研磨不好，脱模剂用得过多。

9. 变形和扭曲

从模具取下来的成形品，如果是平衡方向的变形叫“变形”，如果是对角成的变形叫“扭曲”。

[对策]：

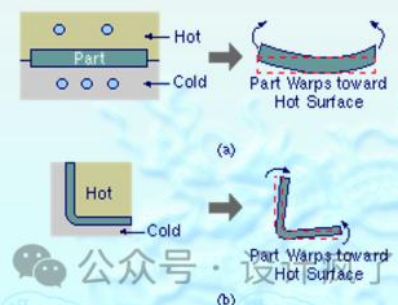
模具设计和模具温度调整有

降低树脂温度和模具温度，提高保压。

充填压力过高时，提高树脂温度，加快射出速度。

一旦保压第一段的压力下降，在第2段再提高压力。

成形品内部的密度不均匀会发生变形。这时要提高保压。



10. 熔接痕

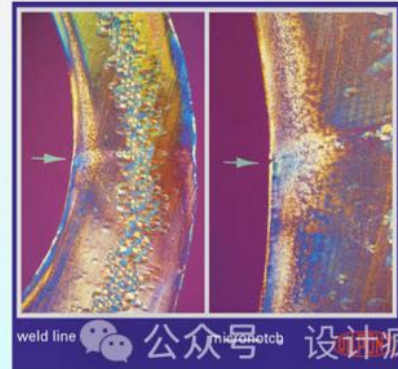
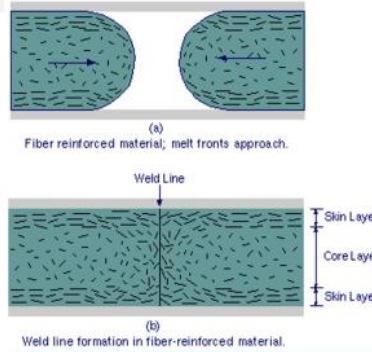
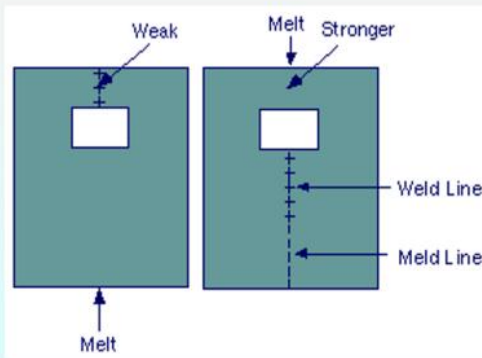
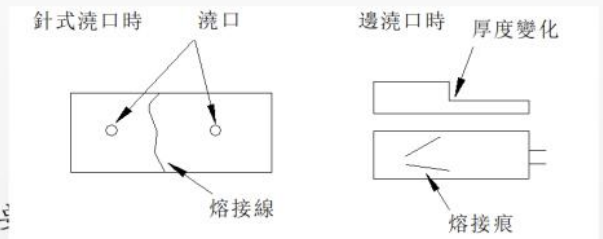
两种树脂合流部分出现熔接痕。

[原因]: 树脂粘度太高, 射出速度慢。

[对策]: ① 提高树脂温度和模具温度。

② 加快射出速度。

③ 型腔内的空气和挥发成份若妨碍树脂的合流, 应



11. 银条

树脂的流动方向发生银白条

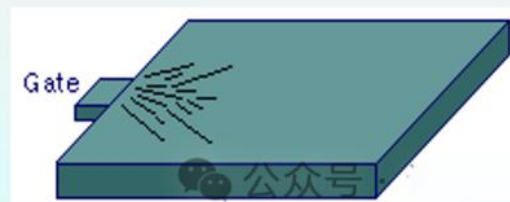
[原因和对策]:

① 树脂的干燥不足, 在料筒内蒸发水分发生气泡。树脂干燥要充分。

② 厚度变动大的成形品, 模具内的气体难以排出, 放慢射出速度。

③ 在输送树脂时, 从料斗下来的树脂有空气夹杂, 一直到喷嘴。提高背压, 降低回转数。料斗下要充分冷却, 降低料筒后部的温度。

④ 树脂分解的气体和螺杆后退太多而引起。降低树脂温度, 料筒内滞留时间不要太长。调整螺杆返回量。



12.脱模不良

成形品粘在模具的母模或公模上，脱模变得困难。

[原因和对策]:

- ⑦ 模具设计不良，射出速度不快。
- ⑦ 降低最大射出压力，减慢射出速度。
- ⑦ 降低树脂温度，使用脱模剂。
- ⑦ 如果粘在模具的固定侧，采用注料口脱离的方法很有效。

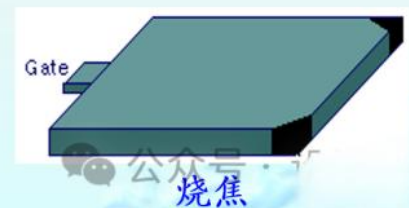
13.烧焦

由于树脂过热而使成形品表面变色，成形品的头部凸起部分，由于树脂的阻力而使树脂烧焦发黑。

[原因]:树脂温度过高，或者是型腔内滞留的空气无法排出去，会引起绝热压缩现象而烧焦树脂。

[对策]:

- ⑦ 减慢射出速度。
- ⑦ 降低树脂温度，树脂不要在料筒内长期滞留。
- ⑦ 清扫或加大模具排气孔。
- ⑦ 若螺杆或螺杆尖头磨损，要更换磨损件。

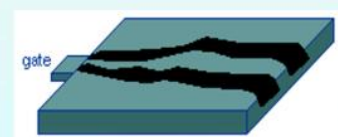
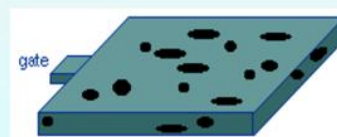


14.黑条

成形品有黑筋和斑点。

[原因和对策]:

- ⑦ 是树脂熔融时的热分解物。
- ⑦ 降低树脂温度，放慢射出速度。
- ⑦ 螺杆、料筒如果有破损，破损部分附着的树脂会引起热分解，成为黑条。要更换磨损部件。



15.残留应力

成形品成形时（成形过程中或成形后）会发生应力，也就是成形品的应变现象，一般称残留应力。

[残留应力的发生原因]:

射出，保压时型腔内如果注入过量的树脂，不均匀的厚度会造成收缩率的差别，在脱模、插入时也会发生。

[对策]:

- ⑦ 提高树脂温度，模具温度。
- ⑦ 降低最大射出压力，缩短保压时间。
- ⑦ 通过浇口形状的变化，如多点的点浇口，边浇口和薄片浇口。