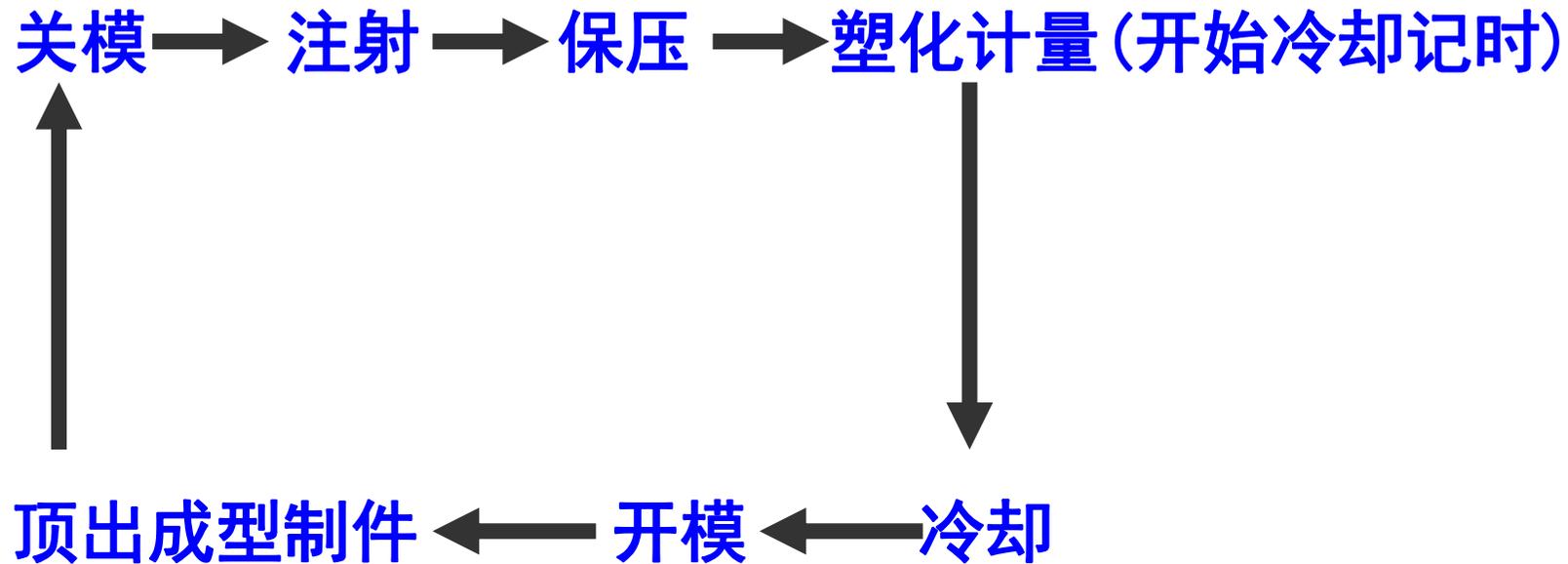


先进的模具带来高效率的注塑生产

注塑成型的原理和工艺过程

将塑料颗粒定量地加入到注塑机的料筒内, 通过料筒本身设置好的的温度以及螺杆转动时产生的剪切磨擦作用使塑料逐步熔化呈流动状态, 然后在螺杆的推挤下熔融塑料以高压和较快的速度通过射嘴注入到温度较低的闭合模具的型腔中, 由于模具的冷却作用使模腔内的熔融塑料逐渐凝固并定型, 最后开模取出塑件。

一个完整的注射成型周期由以下几个组成部分：



常用材料的工艺特性

材料名称	熔融温度	模温	烘料温度	烘料时间	流动性能	缩水率	水口可回收率
ABS+PC	230—310℃	50—90℃	80—100℃	2—4H	一般	0.5—0.7%	20%
PPO	250—300℃	80—100℃	100—120℃	3—4H	较好	0.2—0.7%	25%
ABS	160—260℃	30—80℃	70—80℃	2H	良好	0.3—0.8%	30%
PC	260—315℃	80—120℃	110—125℃	2—4H	较差	0.5—0.7%	20%
PA6.6	260—290℃	70—100℃	75—85℃	2—8H	非常好	0.8—1.3%	10%
POM	160—215℃	80—120℃	70—80℃	1—2H	良好	2.0—2.5%	25%
PS	180—230℃	30—50℃	75—85℃	1—2H	较好	0.2—0.6%	100%
PMMA	170—260℃	50—80℃	80—90℃	3—4H	良好	0.3—0.7%	建议不回收
PP	160—250℃	30—70℃	70—80℃	1—2H	非常好	1.0—2.5%	100%
PBT	210—260℃	60—80℃	110—120℃	3—4H	良好	0.4—0.6%	10~15%
PA6	220—280℃	70—100℃	75—85℃	2—8H	非常好	0.6—1.4%	10%

关于热塑性塑料成型

收缩率

一般宜用如下方法设计模具：

- ①对塑件外径取较小收缩率，内径取较大收缩率，以留有试模后修正的余地。
- ②试模确定浇注系统形式、尺寸及成型条件。
- ③要后处理的塑件经后处理确定尺寸变化情况（测量时必须在脱模后 24 小时以后）。
- ④按实际收缩情况修正模具。
- ⑤再试模并可适当地改变工艺条件略微修正收缩值以满足塑件要求。

流动性

按模具设计要求大致可将常用塑料的流动性分为三类：

- ①流动性好：尼龙 PA、聚乙烯 PE、聚苯乙烯 PS、聚丙烯 PP；
- ②流动性中等：聚苯乙烯系列树脂（如 ABS、AS）、有机玻璃 PMMA、聚甲醛 POM、聚苯醚 PPO；
- ③流动性差：聚碳酸酯 PC、聚苯硫醚 PPS、聚砜 PSF、聚芳砜 PSU、氟塑料 PTFE。

各种塑料的流动性也因各成型因素而变，主要影响的因素有如下几点：

①温度：料温高则流动性增大，但不同塑料也各有差异，聚苯乙烯（尤其耐冲击型的 HIPS）、聚丙烯、尼龙、有机玻璃、改性聚苯乙烯（如 ABS、AS）、聚碳酸酯等塑料的流动性随温度变化较大。对聚乙烯、聚甲醛，则温度增减对其流动性影响较小。所以前者在成型时宜调节温度来控制流动性。

②压力：注塑压力增大则熔融料受剪切作用大，流动性也增大，特别是聚乙烯、聚甲醛较为敏感，所以成型时宜调节注塑压力来控制流动性。

③**模具结构**：浇注系统的形式，尺寸，布置，冷却系统设计，熔融料流动阻力（如：型面光洁度，料道截面厚度，型腔形状，排气系统）等因素都直接影响到熔融料在型腔内的实际流动性，凡促使熔融料降低温度，增加流动性阻力的则流动性就降低。

因此，模具设计时应根据所用塑料的流动性，选用合理的结构。

成型时则也可控制料温，模温及注塑压力、注塑速度等因素来适当地调节填充情况以满足成型需要。

结晶性

热塑性塑料按其冷凝时是否有出现结晶现象可划分为结晶型塑料与非结晶型（又称无定形）塑料两大类。

所谓结晶现象即为塑料由熔融状态到冷凝时，分子由独立移动，完全处于无次序状态，变成分

子停止自由运动，按略微固定的位置，并有一个使分子排列成为正规模型的倾向的一种现象。

作为判别这两类塑料的外观标准可视塑料的透明性而定，一般结晶性料为不透明或半透明（如聚甲醛等），无定形料为透明（如有机玻璃等）。但也有例外情况，如 ABS 为无定形料但却并不透明。

在模具设计及选择注塑机时应注意对结晶型塑料有下列要求及注意事项：

①料温上升到成型温度所需的热量多，要用塑化能力大的设备。

②冷却固化时放出热量大，要充分冷却。

③熔融态与固态的比重差大，成型收缩大，易发生缩孔、气孔。

④冷却快，结晶度低，收缩小，透明度高。结晶度与塑件壁厚有关，壁厚则冷却慢，结晶度高，收缩大，物性好。所以结晶性料应按要求必须控制模温。

⑤各向异性显著，内应力大。脱模后未结晶化的分子有继续结晶化倾向，处于能量不平衡状态，易发生变形、翘曲。

热敏性塑料及易水解塑料

热敏性系指某些塑料对热较为敏感，在高温下受热时间较长或进料口截面过小，剪切作用大时，料温增高易发生变色、降解，分解的倾向，具有这种特性的塑料称为热敏性塑料。如聚甲醛 POM。热敏性塑料在分解时产生单体、气体、固体等副产物，特别是有的分解气体对人体、设备、模具都有刺激、腐蚀作用或毒性。因此，模具设计、选择注塑机及成型时都应注意，应选用螺杆式注塑机，浇注系统截面宜大，模具和料筒应镀铬，不得有死角滞料。

有的塑料（如聚碳酸酯 PC）即使含有少量水分，但在高温、高压下也会发生分解，这种性能称为易水解性，对此必须预先加热干燥。

应力开裂及熔体破裂

有的塑料对应力敏感，成型时易产生内应力并质脆易裂，塑件在外力作用下或在溶剂作用下即

发生开裂现象。为此，除了在原料内加入添加剂提高抗裂性外，对原料应注意干燥，合理的选择成型条件，以减少内应力和增加抗裂性。并应选择合理的塑件形状，不宜设置嵌件等措施来尽量减少应力集中。

模具设计时应增大脱模斜度，选用合理的进料口及顶出机构，成型时应适当的调节料温、模温、注塑压力及冷却时间，尽量避免塑件过于冷脆时脱模，成型后塑件还宜进行后处理提高抗开裂性，消除内应力并禁止与溶剂接触。

当一定融熔体流动速率的聚合物熔体，在恒温下通过喷嘴孔时其流速超过某值后，熔体表面发生明显横向裂纹称为熔体破裂，有损塑件外观及物性。故在选用熔体流动速率高的聚合物等，应增大喷嘴、浇道、进料口截面，减少注塑速度，提高料温。

热性能及冷却速度

各种塑料有不同比热、热传导率、热变形温度等热性能。比热高的塑化时需要热量大，应选用塑化能力大的注塑机。热变形温度高塑料的冷却时间可短，脱模早，但脱模后要防止冷却变形。热传导率低的塑料冷却速度慢，故必须充分冷却，要加强模具冷却效果。热浇道模具适用于比热低，热传导率高的塑料。比热大、热传导率低，热变形温度低、冷却速度慢的塑料则不利于高速成型，必须选用适当的注塑机及加强模具冷却。

各种塑料按其种类特性及塑件形状，要求必须保持适当的冷却速度。所以模具必须按成型要求设置加热和冷却系统，以保持一定模温。当料温使模温升高时应予以冷却，以防止塑件脱模后变形，缩短成型周期，降低结晶度。当塑料余热不足以使模具保持一定温度时，则模具应设有加热系统，使模具保持在一定温度，以控制冷却速度，保证流动性，改善填充条件或用以控制塑件使其缓慢冷却，防止厚壁塑件内外冷却不匀及提高结晶度等。

对流动性好，成型面积大、料温不匀的则按塑件成型情况有时需加热或冷却交替使用或局部加热与冷却并用。为此模具应设有相应的冷却或加热系统。

吸湿性

塑料中因有各种添加剂，使其对水分有不同的亲疏程度，所以塑料大致可分为吸湿、粘附水分及不吸水也不易粘附水分的两种，料中含水量必须控制在允许范围内，不然在高温、高压下水分变成气体或发生水解作用，使树脂起泡、流动性下降、外观及力学性能不良。

所以吸湿性塑料必须按要求采用适当的加热方法及规范进行预热，在使用时还 需用红外线辐照以防止再吸湿。

关于增强塑料

为了进一步改善热固性及热塑性塑料的力学性能。常在塑料中加入玻璃纤维(简称玻纤),滑石粉、云母、碳酸钙、高岭土、碳纤维等作为增强材料,以树脂为母体及粘结剂而组成新型复合材料,称为增强塑料(如环氧树脂为母体树脂塑料的增强塑料又称为玻璃钢)。

由于塑料混用玻璃纤维的品种、长度、含量等不同，其工艺性及物性也各不相同。下面主要介绍注射用的热塑性增强塑料。

热塑性增强塑料

热塑性增强塑料一般由树脂及增强材料组成。目前常用的树脂主要为尼龙、聚苯乙烯、ABS、AS，聚碳酸酯、线型聚酯、聚乙烯、聚丙烯、聚甲醛等。增强材料一般为无碱玻璃纤维（有长短两种，长纤维料一般与粒料长一致，为2~3毫米，短纤维料长一般小于0.8毫米）经表面处理后与树脂配制而成。玻纤含量应按树脂比重选用最合理的配比，一般为20%~40%之间。由于各种增强塑料所选用的树脂不同，玻纤长度、直径，有无含碱及表面处理剂不同其增强效果不一，成型特性也不

一。

如前所述增强料可改善一系列力学性能，但也存在一系列缺点：冲击强度与冲击疲劳强度低（但缺口冲击强度提高）；透明性、焊接点强度也降低，收缩、强度、热膨胀系数、热传导率的异向性增大。故目前该塑料主要用于小型，高强度、耐热，工作环境差及高精度要求的塑件。

工艺特性

(1)流动性差：增强塑料熔融指数比普通料低 30%~70%故流动性不良，易发生填充不良，熔接不良，玻纤分布不匀等弊病。尤其对长纤维料更易发生上述缺陷，并还易损伤纤维而影响力学性能。

(2)成型收缩小、异向性明显，成型收缩比未增强料小，但异向性增大沿料流方向的收缩小，垂直方向大，近进料口处小，远处大，塑件易发生翘曲、变形。

(3)脱模不良、磨损大不易脱模，并对模具磨损大，在注射时料流对浇注系统，型芯等磨损也大。

(4)易发生气体：成型时由于纤维表面处理剂易挥发成气体、必须予以排出，不然易发生熔接不良、缺料及烧伤等弊病。

成型注意事项

为了解决增强塑料上述工艺弊病，在成型时应注意下列事项：

(1)宜用高温、高压、高速注射。

(2)模温宜高（对结晶性料应按要求调节），同时应防止树脂、玻纤分头聚积，玻纤外露及局部烧伤。

(3)保压补缩应充分。

(4)塑件冷却应均匀。

(5)料温、模温变化对塑件收缩影响较大，温度高收缩大，保压及注射压力增大，可使收缩变小但影响较小。

(6)由于增强料刚性好，热变形温度高可在较高温度时脱模，但要注意脱模后均匀冷却。

(7)应选用适当的脱模剂。

(8)宜用螺杆式注射机成型。

模具设计注意事项

(1)塑件形状及壁厚设计特别应考虑有利于料流畅通填充型腔，尽量避免尖角、缺口。

(2)脱模斜度应取大，含玻璃纤维 15%的可取 $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ ，含玻璃纤维 30%的可取 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 。

当不允许有脱模斜度时则应避免强行脱模，宜采用横向分型结构。

(3)浇注系统截面宜大，流程平直而短，以利于纤维均匀分散。

(4)设计进料口应考虑防止填充不足，异向性变形，玻璃纤维分布不匀，易产生熔接痕等不良后果。进料口宜取薄片，宽薄，扇形，环形及多点形式进料口以使料流乱流，玻璃纤维均匀分散，以减少异向性，最好不采用针状进料口，进料口截面可适当增大，其长度应短。

(5)模具型芯、型腔应有足够刚性及强度。

(6)模具应淬硬，抛光、选用耐磨钢种，易磨损部位应便于修换。

(7)顶出应均匀有力，便于换修。

(8)模具应设有排气溢料槽，并宜设于易发生熔接痕部位。

模温的设定

(1)模温影响成型周期及成形品质，在实际操作当中是由使用材质的最低适当模温开始设定，然后根据品质状况来适当调高。

(2)正确的说法，模温是指在成形被进行时的模腔表面的温度，在模具设计及成形工程的条件设定上，重要的是不仅维持适当的温度，还要能让其均匀分布。

(3)不均匀的模温分布，会导致不均匀的收缩和内应力，因而使成型口易发生变形和翘曲。

(4)提高模温可获得以下效果；

- ①增加成型品结晶度及较均匀的结构。
- ②使成型收缩较充分，后收缩减小。
- ③提高成型品的强度和耐热性。
- ④减少内应力残留、分子配向及变形。
- ⑤减少充填时的流动阻抗，降低压力损失。
- ⑥使成型品外观较具光泽。
- ⑦增加成型品发生毛边的机会。
- ⑧增加近浇口部位和减少远浇口部位凹陷的机会。
- ⑨减少结合线明显的程度
- ⑩增加冷却时间。

计量及可塑化

(1)在成型加工法, 射出量的控制(计量)以及塑料的均匀熔融(可塑化)是由射出机的可塑化机构(Plasticizing unit)来担任的。

①加热筒温度 (Barrel Temperature)

虽然塑料的熔融, 大约有 60--85%是因为螺杆的旋转所产生的热能, 但是塑料的熔融状态仍然受加热筒温度的影响, 尤以靠近喷嘴前区的温度—前区的温度过高时易发生滴料及取出制件时牵丝的现象。

②螺杆转速 (screw speed)

- A. 塑料的熔融, 大体是因螺杆的旋转所产生的热量, 因此螺杆转速太快, 则有下列影响:
- a. 塑料的热分解。
 - b. 玻纤(加纤塑料)减短。
 - c. 螺杆或加热筒磨损加快。

B. 转速的设定，可以其圆周速的大小来衡量：

$$\text{圆周速} = n (\text{转速}) * d (\text{直径}) * \pi (\text{圆周率})$$

通常，低粘度热安定性良好的塑料，其螺杆杆旋转的圆周速约可设定到 1m/s 上下，但热安定性差的塑料，则应低到 0.1 左右。

C. 在实际应用当中，我们可以尽量调低螺杆转速，使旋转进料在开模前完成即可。

③背压 (BACK PRESSURE)

A. 当螺杆旋转进料时，推进到螺杆前端的熔胶所蓄积的压力称为背压，在射出成型时，可以由调整射出油压缸的退油压力来调节，背压可以有以下的效果：

- a. 熔胶更均匀的熔解。
- b. 色剂及填充物更加均匀的分散。
- c. 使气体由落料口退出。

d. 进料的的计量准确。

B. 背压的高低，是依塑料的粘度及其热安定性来决定，太高的背压使进料时间延长，也因旋转剪切力的提高，容易使塑料产生过热。一般以 5—15kg/cm² 为宜。

④松退 (SUCK BACK, DECOMPRESSION)

A. 螺杆旋转进料开始前，使螺杆适当抽退，可以使模内前端熔胶压力降低，此称为前松退，其效果可防止喷嘴部的熔胶对螺杆的压力，多用于热流道模具的成型。

B. 螺杆旋转进料结束后，使螺杆适当抽退，可以使螺杆前端熔胶压力降低，此称为后松退，其效果可防止喷嘴部的滴料。

C. 不足之处，是容易使主流道 (SPRUE) 粘模；而太多的松退，则能吸进空气，使成型品发

生气痕。

安定成型的参数设定

1、事前确认及预备设定

(1)确认材料干燥、模温及加热筒温度是否被正确设定并达到可加工状态。

(2)检查开闭模及顶出的动作和距离设定。

(3)射出压力 (P1) 设定在最大值的 60%。

(4)保持压力 (PH) 设定在最大值的 30%。

(5)射出速度 (V1) 设定在最大值的 40%。

(6)螺杆转速 (VS) 设定在约 60RPM。

(7)背压 (PB) 设定在约 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

(8)松退约设定在 3mm。

(9)保压切换的位置设定在螺杆直径的 30%。例如 $\phi 100\text{mm}$ 的螺杆，则设定 30mm。

(10)计量行程比计算值稍短设定。

(11)射出总时间稍短，冷却时间稍长设定。

2、手动运转参数修正

(1)闭锁模具（确认高压的上升），射出座前进。

(2)以手动射出直到螺杆完全停止，并注意停止位置。

(3)螺杆旋退进料。

(4)待冷却后开模取出成型品。

(5)重复(1)---(4)的步骤，螺杆最终停止在螺杆直径的 10%---20%的位置，而且成型品无短射、毛边及白化，或开裂等现象。

3、半自动运转参数的修正

(1)计量行程的修正[计量终点] 将射出压力提高到 99%，并把保压暂调为 0，将计量终点 S0 向前调到发生短射，再向后调至发生毛边，以其中间点为选择位置。

(2)出速度的修正把 PH 回复到原水准，将射出速度上下调整，找出发生短射及毛边的个别速度，以其中间点为适宜速度[本阶段亦可进入以多段速度对应外观问题的参数设定]。

(3)保持压力的修正上下调整保持压力，找出发生表面凹陷及毛边的个别压力，以其中间点为选择保压。

(4)保压时间[或射出时间]的修正逐步延长保持时间，直至成型品重量明显稳定为明适选择。

(5)冷却时间的修正逐步调降冷却时间，并确认下列情况可以满足：

- 1、 成型品被顶出、夹出、修整、包装不会白化、凸裂或变形。
- 2、 模温能平衡稳定。

(6)塑化参数的修正

①确认背压是否需要调整；

②调整螺杆转速，使计量时间稍短于冷却时间；

③确认计量时间是否稳定，可尝试调整加热圈温度的梯度。

④确认喷嘴是否有滴料、主流道是否发生猪尾巴或粘模，成品有无气痕等现象，适当调整喷嘴部温度或松退距离。

(7)多段保压与多段射速的活用

①一般而言，在不影响外观的情况下，注射应以高速为原则，但在通过浇口间及保压切换前应以较低速进行；

②保压应采用逐步下降，以避免成型品内应力残留太高，使成型品容易变形。

实用小贴士：

● 模具与注塑机的良好匹配

- a. 模具定位圈标准化和通用性；
- b. 过胶咀的球石半径与射咀球石半径的配合要标准化和通用性；
- c. 过胶咀孔径与射咀孔径的配合要合理；
- d. ①在模具的四个方向都要设置吊模孔；

- ②吊模扁担或吊环能让模具平稳起吊；
- e. 模具上的运水接头在上下模具时尽量免拆装。

- 模具在生产中体现的高效性

- a. 所有模具在设计时都要考虑自动化生产；
- b. 水口最小化；
- c. 有效均衡的冷却系统；
- d. 型腔、型芯的钢材保证足够的硬度。

● 实用的模具保养计划：

- a. 生产过程中的模具日保养；
- b. 3-5 万啤全面保养；
- c. 生产前的模具检查及清油准备。

常见的产品缺陷与模具的相关性：

产品缺陷

模具相关性

- 1. 披锋 → 模具磨损
- 2. 烧焦 → 模具排气不良
- 3. 阴阳色 → 模具排气不良
- 4. 缺胶 → 模具胶位太薄或排气不良或入水口太大
- 5. 拖伤 → 导柱磨损或倒扣
- 6. 尺寸偏差 → 模具金属尺寸不到位
- 7. 粘模 → 脱模角度不良或模具磨损
- 8. 熔合线 → 冷运水槽、离胶料熔合位太近
- 9. 变形 → 冷却系统不良或顶出机构不平衡

1、充填不足 (short shot)

熔融之塑料经射入模穴中，尚未灌满时即已冷却硬化，此种欠料之现象称之为充填不足。

■由机床引起的原因及对策

原	因
对	策

1. 射出能力不足

机台射出部能力确认

2. 射出压力太低

提高压力

3. 原料温度低, 流动性差

确认加热缸温度及提高射出压力

4. 原料供给量不足

增加料量

5. 射出速度慢

提高射速

6. 射出喷嘴部阻力大

确认孔径及电热能力

7. 螺杆进料不良

手动进料

8. 原料落下困难

确认清除原料团, 降低入料口温度

9. 螺杆射出逆流

更新 check ring (逆止环)

■由模具引起的原因及对策

原 因
对 策

1. 汤口设计不平均
重新计算与修正
2. 汤口\流道\浇口设计过小
重新计算及加大尺寸
3. 冷料储井阻塞
清除阻塞部位
4. 排气不良
追加逃气设计
5. 模温低
减少冷却水温、水量
6. 成品肉厚太薄
检查排气性或增加肉厚设计
7. 热料道阻塞未通
检查电路及温度并检修
8. 模具冷却不当
确认水路系统并修改之

■由原料引起的原因及对策

原 对	因 策
--------	--------

1. 材料本身流动性差
确认或材料变更
2. 润滑处理不当
修正使用部位及量的多少
3. 离喷过多
降低使用量



2、毛边 (flash)

塑胶料流出动静模之接合面，形成芒刺壮之现象，称之为毛边。

■由机床引起的原因及对策

原	因
对	策

1. 射出压力大
降低压力

2. 开模压力不足
重新调整增加

3. 射出供料量太多
降低射出供料量

4. 原料温度高，流动性过佳
降低原料加热温度

5. 保压时是过长
压低保压时间

6. 射出速度太快
降低射出速度

7. 机台动静模板平行度欠佳
利用长度规测量平长度、调整

■由模具引起的原因及对策

原 因
对 策

1. 公母模接合不良
确认平行度及合模线、调整

2. 合模面附着异物
清除异物

3. 模具之投影面积太大
重新计算机台能力或换机

4. 模具老旧破损

修补破损部位

5. 热浇道温度设定过高 调整适当的温度

■由原料引起的原因及对策

原	因
对	策

1. 材料本身的粘度低，流动性良 降低成型温度、模具温度或变更材质



3、缩水 (sink mark) :

此种现象在成型品表常会发现到，其发生之主要原因系原料在准却过程中，体积向肉厚的中心部逐渐收缩，而造成成品表面的凹陷状况。特别是肉厚特别大的部位，其表面更加明显。

■由机床引起的原因及对策

原	因
对	策

1. 射速太慢 提高射出速度

2. 射压偏低
提高射出压力

3. 保压时间不足
增加保压时间

4. 原料供应量不足
增加原料供应量

5. 原料温度偏高
降低原料加热温度

6. 射出喷嘴太长或孔径太小
更换短喷嘴或增大喷嘴孔径

7. 射出喷嘴与模具汤口未吻合
重新校正中心度及圆弧度

8. 射出喷嘴部温度低
提高喷嘴温度

9. 开模太早、冷却不足
增加冷却时间

10. 热流道温度低
提高热流道之温度

11. 射出时原料产生逆流 螺杆逆止环更换

■由模具引起的原因及对策

原 对	因 策
--------	--------

1. 模具温度太高
增加冷却水路或降低水路

2. 模具温度不一局部过高
确认水路循环系统或增减

3. 汤口或流道细小
重新计算及修改汤口或流道

4. 模穴有特别厚肉的部位
增加厚肉部位之流道

5. 肉厚设计不均一或不适当
依肉厚比例修正

■由原料引起的原因及对策

原 对	因 策
--------	--------

- 1. 原料流动性太好
修正成型条件配合或变更材质或规格级数
- 2. 原料收缩率太高



4、流道痕（flow mark）

熔融的原料射入模穴后，以进料点为中心，呈现年轮状纹路的现象。

■由机床引起的原因及对策

原	因
对	策

- 1. 原料温度低, 流动性不够
提高原料加热温度
- 2. 射出速度慢
提高射出速度
- 3. 射出喷口太长、孔径太小
适当修正孔径、更换合适品
- 4. 保压压力低

提高保压压力

5. 保压时间不足

增加保压时间

6. 原料供应略不足

略增加计量值

7. 刚成型时冷料流入

可以松退来防止冷却出现

8. 射出喷口部温度低

检修喷口部电热圈及能力

■由模具引起的原因及对策

原 因
对 策

1. 模温偏低

确认后再适提高

2. 模具冷却不当

确认整个水路系统再修正

3. 冷料储陷设计太小

增大冷料储陷部位

4. 脱气不良

增加逃气槽设计或追加 pin

5. 热浇道温度偏低

适当提高温度

■由原料引起的原因及对策

原	因
对	策

原料本身之流动性差

修正成型条件来配合变更规格级数或材质



5、银线 (silver streak) :

成品表面出现随着原料流动方向的银白色线条之状况。

■由机床引起的原因及对策

原	因
对	策

1. 射出能力不足

确认射出容量/可塑化能力

2. 原料加热温度太高产生热分解
降低原料加热温度

3. 射出速度太快产生热分解
降低射出速度

4. 射压太高产生热分解
降低射出压力

5. 背压不足卷入空气
提高背压

6. 原料加热时间太长产生热分解
降低原料加热温度或时间

7. 原料加热温度低熔不均
提高原料加热温度

8. 螺杆转速太快产生热分解
降低螺杆回转 r. p. m 值

9. 螺杆不洁残留他料所致
彻清除螺杆内异物异质

■由模具引起的原因及对策

原 因
对 策

- 1. 模具温度低
可先行预热模具

- 2. 排气不良不顺
追加顶出梢或逃气槽

- 3. 汤口位置不适当
重新确认与修正

- 4. 汤口、流道、浇口设计太小
重新确认与变大尺寸

- 5. 冷料储陷设计太小
重新确认与变大尺寸

- 6. 肉厚设计不良
重新确认与修正

- 7. 模面残留水份或过多之润滑剂
彻底去除水份\适当润滑剂

■由原料引起的原因及对策

原 因
对 策

- 1. 原料含水份及挥发物质多

以干燥设备预热干燥

2. 材料受空气湿度影响混合一起 先预热干燥提高机台背压



6、表面雾状痕 (cloudym appearance)、光泽不良 (lusterless) :

成品光泽面的部分，出现类似云雾状的白色现象。

■由机床引起的原因及对策

原	因
对	策

1. 原料熔融程度不均匀、部分过热
增加原料加热时间使之均匀

2. 射出喷嘴太冷
检修喷嘴部电热片及提高温度

3. 射出喷嘴孔径太小
适当修改孔径或更换合适品

4. 射出速度太快或太慢
适当调整射出速度

5. 原料过热分解 降低原料加热温度或时间

■由模具引起的原因及对策

原	因
对	策

1. 模温过高或过低或不均
检查水路、水温及水量并修正之

2. 汤口、流道、浇口过小
重新确认与修改

3. 冷料储陷设计过小
重新确认与修改

4. 模面附着水份或油质
清洁及擦拭模面及顶出梢

5. 排气不良
追加顶出梢或逃气槽

6. 离型剂使用过多
减少离型剂之量

■由原料引起的原因及对策

原 因
对 策

1. 原料本身含水份或挥发物
预备干燥
2. 润滑剂中含挥发物所影响
适当地减少润滑剂使用量
3. 不同材料混合造成
更新材料



7、融接线 (weld line) :

塑料射入模具中，流经流道，面后再会合而成的细线。

■由机床引起的原因及对策

原 因
对 策

1. 原料温度偏低\流动性不足
提高原料加热温度

2. 射出喷嘴温度太低
检修喷嘴部电热片及提高温度

3. 射出压力低
提高射出压力

4. 射出速度慢
提高射出速度

■由模具引起的原因及对策

原 因
对 策

1. 原料流动距离太长
提高模具温度或增加流道数

2. 模具温度太低
提高模具温度

3. 汤口位置及数量不当
重新计算与修正

4. 汤口、流道、浇口太小
重新计算与修正

5. 冷却时间太长

缩短冷却时间

6. 排气不良

追加顶出梢或逃气槽

7. 离型剂使用太多

以少量多次来改善

■由原料引起的原因及对策

原	因
对	策

1. 原料本身含水份或挥发物
预备干燥时间加长

2. 原料流动性不良
提高原料温度

3. 原料硬化速度快
提高模具温度

4. 润滑剂不良或用量过多
适当修正



塑料注射成型机的基本构造

塑料注射成型技术是根据压铸原理从十九世纪末二十世纪初发展起来的,是目前塑料加工中最普遍采用的方法之一。该法适用于全部热塑性塑料和部分热固性塑料(约占塑料总量的 1/3)。

注塑成型机的工作原理

注塑机的工作原理与打针用的注射器相似,它是借助螺杆(或柱塞)的推力,将已塑化好的熔融状态(即粘流态)的塑料注射入闭合好的模腔内,经固化定型后取得制品的工艺过程。

注射成型是一个循环的过程，每一周期主要包括：定量加料—熔融塑化—施压注射—充模冷却—启模取件。取出塑件后又再闭模，进行下一个循环。

注塑机的结构

注塑机根据塑化方式分为柱塞式注塑机和螺杆式注塑机；按机器的传动方式又可分为液压式、机械式和液压—机械（连杆）式、以及最近几年开始兴起的电动机式；按操作方式分为自动、半自动、手动注塑机。

（1）卧式注塑机：这是最常见的类型。其合模部分和注射部分处于同一水平中心线上，且模具是沿水平方向打开的。

其特点是：机身矮，易于操作和维修；机器重心低，安装较平稳；制品顶出后可利用重力作用

自动落下，易于实现全自动操作。目前，市场上的注塑机多采用此种型式。

(2) 立式注塑机：其合模部分和注射部分处于同一垂直中心线上，且模具是沿垂直方向打开的。因此，其占地面积较小，容易安放嵌件，装卸模具较方便，自料斗落入的物料能较均匀地进行塑化。但制品顶出后不易自动落下，必须用手取下，不易实现自动操作。立式注塑机宜用于小型注塑机，一般是在 60 克以下的注塑机采用较多，大、中型机不宜采用。

(3) 角式注塑机：其注射方向和模具分界面在同一个面上，它特别适合于加工中心部分不允许留有浇口痕迹的平面制品。它占地面积比卧式注塑机小，但放入模具内的嵌件容易倾斜落下。这种型式的注塑机宜用于小机。

(4) 多模转盘式注塑机：它是一种多工位操作的特殊注塑机，其特点是合模装置采用了转盘式结构，模具围绕转轴转动。这种型式的注塑机充分发挥了注射装置的塑化能力，可以缩短生产周期，提高机器的生产能力，因而特别适合于冷却定型时间长或因安放嵌件而需要较多辅助时间的大批量塑料制品的生产，但因合模系统庞大、复杂，合模装置的合模力往往较小，故这种注塑机在塑胶鞋底等制品生产中应用较多。

一般注塑机包括注射装置、合模装置、液压系统和电气控制系统等部分。

注射成型的基本要求是塑化、注射和成型。塑化是实现和保证成型制品质量的前提，而为满足成型的要求，注射必须保证有足够的压力和速度。同时，由于注射压力很高，相应地在模腔中产生很高的压力（模腔内的平均压力一般在 20~45MPa 之间），因此必须有足够大的合模力。

由此可见，注射装置和合模装置是注塑机的关键部件。

注塑机的操作

注塑机的动作程序

喷嘴前进→注射→保压→预塑→倒缩→喷嘴后退→冷却→开模→顶出→退针→开门→关门→合模→喷嘴前进。

注塑机操作项目：注塑机操作项目包括控制键盘操作、电器控制柜操作和液压系统操作三个方面。分别进行注射过程动作、加料动作、注射压力、注射速度、顶出型式的选择，料筒各段温度及电流、

电压的监控，注射压力和背压压力的调节等。

注射过程动作选择：

一般注塑机既可手动操作，也可以半自动和全自动操作。

手动操作是在一个生产周期中，每一个动作都是由操作者拨动操作开关而实现的。一般在试机调模时才选用。

半自动操作时机器可以自动完成一个工作周期的动作，但每一个生产周期完毕后操作者必须拉开安全门，取下工件，再关上安全门，机器方可以继续下一个周期的生产。

全自动操作时注塑机在完成一个工作周期的动作后，可自动进入下一个工作周期。在正常的连续工作过程中无须停机进行控制和调整。

正常生产时，一般选用半自动或全自动操作。操作开始时，应根据生产需要选择操作方式（手动、半自动或全自动），并相应拨动手动、半自动或全自动开关。

半自动及全自动的工作程序已由线路本身确定好，操作人员只需在电柜面上更改速度和压力的大小、时间的长短、顶针的次数等等，不会因操作者调错键钮而使工作程序出现混乱。

当一个周期中各个动作未调整妥当之前，应先选择手动操作，确认每个动作正常之后，再选择半自

动或全自动操作。

预塑动作选择

根据预塑加料前后注座是否后退,即喷嘴是否离开模具,注塑机一般设有三种选择。

- (1) **固定加料:** 预塑前和预塑后喷嘴都始终贴进模具,注座也不移动。
- (2) **前加料:** 喷嘴顶着模具进行预塑加料,预塑完毕,注座后退,喷嘴离开模具。选择这种方式的目的:预塑时利用模具注射孔抵助喷嘴,避免熔料在背压较高时从喷嘴流出,预塑后可以避免喷嘴和模具长时接触而产生热量传递,影响它们各自温度的相对稳定。
- (3) **后加料:** 注射完成后,注座后退,喷嘴离开模具然后预塑,预塑完再注座前进。该动作适用于加工成型温度特别窄的塑料,由于喷嘴与模具接触时间短,避免了热量的流失,也避免了

熔料在喷嘴孔内的凝固。

注射结束、冷却计时器计时完毕后，预塑动作开始。

螺杆旋转将塑料熔融并挤送到螺杆头前面。由于螺杆前端的止退环所起的单向阀的作用，熔融塑料积存在机筒的前端，将螺杆向后迫退。当螺杆退到预定的位置时（此位置由行程开关确定，控制螺杆后退的距离，实现定量加料），预塑停止，螺杆停止转动。

紧接着是倒缩动作，倒缩即螺杆作微量的轴向后退，此动作可使聚集在喷嘴处的熔料的压力得以解除，克服由于机筒内外压力的不平衡而引起的“留涎”现象。

若不需要倒缩，则应把倒缩停止开关调到适当位置，让预塑停止开关被压上的同一时刻，倒缩停止开关也被压上。当螺杆作倒缩动作后退到压上停止开关时，倒缩停止。接着注座开始后退。当注座后退至压上停止开关时，注座停止后退。

一般生产多采用固定加料方式以节省注座进退操作时间，加快生产周期。

注射压力选择

注塑机的注射压力由调压阀进行调节，在调定压力的情况下，通过高压和低压油路的通断，控制前后期注射压力的高低。

注塑机中往往具有多段注射压力和多级注射速度控制功能，这样更能保证制品的质量和精度。

注射速度的选择

在液压系统中设有一个大流量油泵和一个小流量泵同时运行供油。当油路接通大流量时，注塑机实现快速开合模、快速注射等，当液压油路只提供小流量时，注塑机各种动作就缓慢进行。

顶出形式的选择

注塑机顶出形式主要以液压顶出为主, 有的还配有气动顶出系统, 顶出次数设有单次和多次二种。

顶出动作是由开模停止限位开关来启动的。操作者可根据需要，通过调节控制柜上的顶出时间按钮来达到。顶出的速度和压力亦可通过控制柜面上的开关来控制，顶针运动的前后距离由行程开关确定。

温度控制

以测温热电偶为测温元件，指挥料筒和模具电热圈电流的通断，有选择地固定料筒各段温度和模具温度。

料筒电热圈一般分为三段、四段和五段控制。

合模控制

合模是以巨大的机械推力将模具合紧，以抵挡注塑过程熔融塑料的高压注射及填充模具而令模具发生的巨大张开力。

关妥安全门，各行程开关均给出信号，合模动作立即开始。首先是动模板以慢速启动，前进一小

短距离以后，活动板转以快速向前推进。在前进至靠近合模终点时，此时活动板又转以慢速且以低压前进。在低压合模过程中，如果模具之间没有任何障碍，则可以顺利合拢至压上高压开关，转高压是为了伸直机铰从而完成合模动作。这段距离极短，一般只有 0.3~1.0mm，刚转高压旋即就触及合模终止限位开关，这时动作停止，合模过程结束。

注塑机的合模结构有全液压式和机械连杆式。不管是那一种结构形式，最后都是由连杆完全伸直来实施合模力的。

开模控制

当熔融塑料注射入模腔内及至冷却完成后，接着便是开模动作，取出制品。开模过程也分三个阶段。第一阶段慢速开模，防止制件在模腔内撕裂。第二阶段快速开模，以缩短开模时间。第三阶段慢速开模，以减低开模惯性造成的冲击及振动。

注塑工艺条件的控制

目前,各注塑机厂家开发出了各式各样的程序控制方式,大致有:注射速度控制、注射压力控制、注入模腔内塑料充填量的控制、螺杆的背压和转速等塑炼状态的控制。实现工艺过程控制的目的是提高制品质量,使机器的效能得到最大限度的发挥。

注射速度的程序控制

注射速度的程序控制是将螺杆的注射行程分为3~4个阶段,在每个阶段中分别使用各自适当的注射

速度。例如：在熔融塑料刚开始通过浇口时减慢注射速度，在充模过程中采用高速注射，在充模结束时减慢速度。采用这样的方法，可以防止溢料，消除流痕和减少制品的残余应力等。

低速充模时流速平稳，制品尺寸比较稳定，波动较小，制品内应力低，制品内外各向应力趋于一致。在较为缓慢的充模条件下，料流的温差，特别是浇口前后料的温差大，有助于避免缩孔和凹陷的发生。但由于充模时间延续较长容易使制件出现分层和结合不良的熔接痕，不但影响外观，而且使机械强度大大降低。

高速注射时，料流速度快，当高速充模顺利时，熔料很快充满型腔，料温下降得少，黏度下降得也少，可以采用较低的注射压力，是一种热料充模态势。高速充模能改进制件的光泽度和平滑度，消除了接缝线现象及分层现象，收缩凹陷小，颜色均匀一致，对制件较大部分能保证丰满。但容易产生制品发胖起泡或制件发黄，甚至烧伤变焦，或造成脱模困难，或出现充模不均的现象。对于高黏度塑料有可能导致熔体破裂，使制件表面产生云雾斑。

下列情况可以考虑采用高速高压注射：（1）塑料黏度高，冷却速度快，长流程制件采用 低压慢速不能完全充满型腔各个角落的；（2）壁厚太薄的制件，熔料到达薄壁处易冷凝而滞留，必须采用一次高速注射，使熔料能量大量消耗以前立即进入型腔的；（3）用玻璃纤维增强的塑料，或含有较大量填充材料的塑料，因流动性差，为了得到表面光滑而均匀的制件，必须采用高速高压注射的。

对高级精密制品、厚壁制件、壁厚变化大的和具有较厚突缘和筋的制件，最好采用多级注射，如二级、三级、四级甚至五级。

注射压力的程序控制

通常将注射压力的控制分成为一次注射压力、二次注射压力（保压）或三次以上的注射压力的控制。压力切换时机是否适当，对于防止模内压力过高、防止溢料或缺料等都是非常重要的。模制品的比容取决于保压阶段浇口封闭时的熔料压力和温度。如果每次从保压切换到制品冷却阶段的压力和温度一致，那么制品的比容就不会发生改变。在恒定的模塑温度下，决定制品尺寸的最重要参数是保

压压力，影响制品尺寸公差的最重要的变量是保压压力和温度。例如：在充模结束后，保压压力立即降低，当表层形成一定厚度时，保压压力再上升，这样可以采用低合模力成型厚壁的大制品，消除塌坑和飞边。

保压压力及速度通常是塑料充填模腔时最高压力及速度的 50%~65%，即保压压力比注射压力大约低 0.6~0.8MPa。

三级压力注射既能使制件顺利充模，又不会出现熔接线、凹陷、飞边和翘曲变形。对于薄壁制件、多头小件、长流程大型制件的模塑，甚至型腔配置不太均衡及合模不太紧密的制件的模塑都有好处。

注入模腔内塑料填充量的程序控制

采用预先调节好一定的计量，使得在注射行程的终点附近，螺杆端部仍残留有少量的熔体（缓冲量），根据模内的填充情况进一步施加注射压力（二次或三次注射压力），补充少许熔体。这样，可以防止制品凹陷或调节制品的收缩率。

螺杆背压和转速的程序控制

高背压可以使熔料获得强剪切，低转速也会使塑料在机筒内得到较长的塑化时间。因而目前较多地使用了对背压和转速同时进行程序设计的控制。例如：在螺杆计量全行程先高转速、低背压，再切换到较低转速、较高背压，然后切换成高背压、低转速，最后在低背压、低转速下进行塑化，这样，螺杆前部熔料的压力得到大部分的释放，减少螺杆的转动惯量，从而提高了螺杆计量的精确程度。过高的背压往往造成着色剂变色程度增大；预塑机构合机筒螺杆机械磨损增大；预塑周期延长，生产效率下降；喷嘴容易发生流涎，再生料量增加；即使采用自锁式喷嘴，如果背压高于设计的弹簧

闭锁压力，亦会造成疲劳破坏。所以，背压压力一定要调得恰当。

注塑成型前的准备工作

成型前的准备工作可能包括的内容很多。如：物料加工性能的检验（测定塑料的流动性、水分含量等）；原料加工前的染色和选粒；粒料的预热和干燥；嵌件的清洗和预热；试模和料筒清洗等。

原料的预处理

根据塑料的特性和供料情况，一般在成型前应对原料的外观和工艺性能进行检测。如果制品有着色

要求，则可加入适量的着色剂或色母料；供应的粒料往往含有不同程度的水分、熔剂及其它易挥发的低分子物，特别是一些具有吸湿倾向的塑料含水量总是超过加工所允许的限度。因此，在加工前必须进行干燥处理。在高温下对水敏感的聚碳酸酯的水分含量要求在 0.02%~0.04%，因此常用干燥箱干燥。已经干燥的塑料必须妥善密封保存，以防塑料从空气中再吸湿而丧失干燥效果，为此采用干燥室料斗可连续地为注塑机提供干燥的热料，对简化作业、保持清洁、提高质量、增加注射速率均为有利。干燥料斗的装料量一般取注塑机每小时用料量的 3~4 倍。