

## 注塑模成型必须考虑的七个因素

### 一、收缩率

热塑性塑料成型收缩的形式及计算如前所述，影响热塑性塑料成型收缩的因素如下：

1.1 塑料品种热塑性塑料成型过程中由于还存在结晶化形起的体积变化，内应力强，冻结在塑件内的残余应力大，分子取向性强等因素，因此与热固性塑料相比则收缩率较大，收缩率范围宽、方向性明显，另外成型后的收缩、退火或调湿处理后的收缩率一般也都比热固性塑料大。

1.2 塑件特性成型时熔融料与型腔表面接触外层立即冷却形成低密度的固态外壳。由于塑料的导热性差，使塑件内层缓慢冷却而形成收缩大的高密度固态层。所以壁厚、冷却慢、高密度层厚的则收缩大。另外，有无嵌件及嵌件布局、数量都直接影响料流方向，密度分布及收缩阻力大小等，所以塑件的特性对收缩大小、方向性影响较大。

1.3 进料口形式、尺寸、分布这些因素直接影响料流方向、密度分布、保压补缩作用及成型时间。直接进料口、进料口截面大（尤其截面较厚的）则收缩小但方向性大，进料口宽及长度短的则方向性小。距进料口近的或与料流方向平行的则收缩大。

1.4 成型条件模具温度高，熔融料冷却慢、密度高、收缩大，尤其对结晶料则因结晶度高，体积变化大，故收缩更大。模温分布与塑件内外冷却及密度均匀性也有关，直接影响到各部分收缩量大小及方向性。另外，保持压力及时间对收缩也影响较大，压力大、时间长的则收缩小但方向性大。注塑压力高，熔融料粘度差小，层间剪切应力小，脱模后弹性回跳大，故收缩也可适量的减小，料温高、收缩大，但方向性小。因此在成型时调整模温、压力、注塑速度及冷却时间等诸因素也可适当改变塑件收缩情况。模具设计时根据各种塑料的收缩范围，塑件壁厚、形状，进料口形式尺寸及分布情况，按经验确定塑件各部位的收缩率，再来计算型腔尺寸。对高精度塑件及难以掌握收缩率时，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。

### 二、流动性

2.1 热塑性塑料流动性大小，一般可从分子量大小、熔融指数、阿基米德螺旋线流动长度、表现粘度及流动比（流程长度/塑件壁厚）等一系列指数进行分析。分子量小，分子量分布宽，分子结构规整性差，熔融指数高、螺旋流动长度长、表现粘度小，流动比大的则流动性就好，对同一品名的塑料必须检查其说明书判断其流动性是否适用于注塑成型。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 PA、PE、PS、PP、CA、聚（4）甲基戊烯；
- ②流动性中等 聚苯乙烯系列树脂（如 ABS、AS）、PMMA、POM、聚苯醚；
- ③流动性差 PC、硬 PVC、聚苯醚、聚砜、聚芳砜、氟塑料。

2.2 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，PS（尤其耐冲击型及 MFR 值较高的）、

PP、PA、PMMA、改性聚苯乙烯（如 ABS、AS）、PC、CA 等塑料的流动性随温度变化较大。对 PE、POM、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 PE、POM 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。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。

### 三、结晶性

热塑性塑料按其冷凝时无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厚壁塑件的透明性而定，一般结晶性料为不透明或半透明（如 POM 等），无定形料为透明（如 PMMA 等）。但也有例外情况，如聚(4)甲基戊烯为结晶型塑料却有高透明性，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冷却回化时放出热量大，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。

⑥结晶化温度范围窄，易发生未熔料未注入模具或堵塞进料口。

### 四、热敏性塑料及易水解塑料

4.1 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。如硬 PVC、聚偏氯乙烯、醋酸乙烯共聚物，POM，聚三氟氯乙烯等。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，必须严格控制成型温度、塑料中加入稳定剂，减弱其热敏性能。

4.2 有的塑料（如 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。

### 五、应力开裂及熔体破裂

5.1 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。

5.2 当一定熔融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。

## 六、热性能及冷却速度

6.1 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(如离子聚合物等冷却速度极慢),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。

6.2 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。

## 七、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,在使用时防止再吸湿。