

注塑制品件重重复精度的影响因素研究

张友根

(宁波海航塑料机械制造有限公司, 宁波 315801)

摘要 对影响注塑制品件重重复精度的塑化位移、背压、螺杆转速、加热温度、螺杆性能、注塑压力、注射速率、注射效率、模具温控性能等主要因素, 从理论和实践上作了比较具体的分析, 提出了提高注塑制品件重重复精度的具体措施。

关键词 注塑制品 件重 重复精度 解决措施

注塑制品件重重复精度反映了注射成型的主要技术性能, 其中包含三个方面的内容: 塑化量的重复精度、注射量的重复精度和模具的温控精度。笔者主要从这三个方面分析影响注塑制品件重重复精度的因素并提出选购注塑机的几点注意事项。

1 影响塑化量重复精度的因素

塑化量重复精度是保证注射量重复精度的前提。要保证塑化量重复精度, 主要是减少影响塑化量重复精度因素的干扰。

1.1 塑化位移

塑化位移(行程)重复精度在一定程度上反映了塑化量重复精度。现在, 大多数注塑机的塑化位移采用了电子尺(位移传感器), 比传统的限位开关提高了位移精度, 在其它因素达到理想条件下, 电子尺的重复精度为 0.10 mm, 确实能提高塑化量重复精度。但是, 对目前的注塑机来讲, 塑化位移采用电子尺并不是提高塑化量重复精度的重要方面。塑化位移采用电子尺主要是为注塑压力和注射速率的调节提供了更方便的手段, 并不能从根本上解决塑化量重复精度。

1.2 背压

背压对塑化量重复精度具有较大的影响。塑料在预塑过程中, 熔融料在螺杆输送和背压作用下流动至螺杆前端机筒腔, 背压大, 螺杆后退速度慢, 塑化量大; 背压小, 螺杆后退速度快, 塑化量小。由于塑料分子排列得并不那么紧密, 其彼此间存在很多微小间隙, 在受到不同背压作用时, 熔融料的密度也不同, 如果背压不稳定, 则每次的塑化量也不同。背压控制的精度与稳定性主要与背压阀的形式和质量有关。有的企业为降低成本, 采用节流阀强制节流达到降压以取得背压, 而节流阀本身强制节流的不稳定性决定了其控制背压的不稳定性, 在塑化过程中, 背压波动幅度大, 导致塑化量重复精度差。也有

的企业采用直动溢流阀作背压阀, 其控制背压的性能比节流阀控制背压的性能有所提高, 但直动溢流阀容易受到油温的干扰, 控制精度不高。较为理想的是采用先导溢流阀, 可精确控制背压。如要更精确地控制背压, 比如精密注塑, 则应采用闭路反馈控制背压。

1.3 螺杆转速

螺杆转速的稳定性对塑化量重复精度也具有较大的影响。螺杆转速的稳定性直接关系到剪切速率的稳定性, 而剪切速率对塑料的表观粘度有直接的影响, 表观粘度又与熔体的密度有直接关系。当剪切速率增加时, 大多数塑料熔体的表观粘度下降, 不同种类的塑料对剪切速率的敏感性有所差别, 其表观粘度的变化也不同。表观粘度恒定, 熔体的密度也恒定。要使表观粘度恒定, 必须使螺杆转速及重复精度恒定。如果螺杆转速的波动大, 引起塑料表观粘度的波动, 从而产生塑化量的波动, 降低了塑化量的重复精度。现在大多数国产的注塑机对螺杆转速的控制基本上都是通过节流阀控制流量, 由于节流阀本身抗干扰性差而不能对流量进行精确的控制, 所以其控制螺杆转速的恒定性和重复精度的性能差。工业发达国家在 20 世纪 80 年代初制造的注塑机就已淘汰用节流阀调节螺杆转速, 转而采用带闭路反馈的调速阀调节螺杆转速, 以提高控制螺杆转速精度。

1.4 温度

塑化量重复精度必须保证塑料熔体粘度的重复精度, 塑料熔体粘度不稳定必然导致其密度不稳定。热塑性塑料熔体的粘度随温度升高而呈指数函数的方式降低。粘度对温度的依赖关系可用下式表示^[1]:

$$\ln \eta = \ln A + E_{\eta} / RT \quad (1)$$

式中: η 、 A 、 E_{η} 、 R 、 T 分别为粘度、温度 $\rightarrow \infty$ 时的粘度常数、粘流活化能、气体常数和温度。

在给定的条件下, 由于 A 、 R 、 E_{η} 均为常数, 故粘度仅与温度有关, 温度对粘度的影响比剪切速率对粘度的影响要大, 粘度变化也与熔体密度变化直接有关。提高温度控制精度能有效地控制粘度, 也能有效地控制塑化量的稳定性。不同塑料的熔体粘度对温度敏感性不同, 聚苯乙烯(PS)、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、乙酸纤维素、聚乙烯、聚丙烯(PP)、聚甲醛等对温度较为敏感, 例如, PS 的温度从 190 °C 上升至 225 °C, 其粘度由 450 Pa·s 下降至 200 Pa·s; PP 的温度从 190 °C 上升至 225 °C, 其粘度由 11 Pa·s 下降至 9 Pa·s。对于粘度对温度敏感性强的塑料, 在塑化过程中, 塑料的内外层温度容易快速达到均一; 而对于粘度对温度敏感性差的塑料, 在塑化过程中, 塑料的内外层温度不容易以较快速度达到均一, 对于该类塑料, 提高温度控制精度能更好地缩小内外层的粘度差, 也就是说缩小两者的密度差, 稳定控制其塑化量。

1.5 螺杆性能

螺杆性能对塑化量及塑化效果具有重大影响, 在一定程度上说, 塑化量及塑化效果的重复精度主要取决于螺杆的设计。现在, 一般注塑机都为三段式通用螺杆, 能适应绝大多数塑料的加工, 但离塑化量及塑化效果的高重复精度还有一段距离, 一般塑化量 2% 的重复精度已不能满足要求, 用户对螺杆的塑化性能提出了更高的要求。

现以 PP 为例来分析螺杆性能对塑化量及塑化效果重复精度的影响。实践证明, 尽管 PP 的流动性很好, 但由于它是一种较难塑化的塑料, 使用通用螺杆塑化时其塑化效果很难达到理想状态, 特别在大中型注塑机上反映更为明显, 常见的塑化缺陷是: 螺杆均化段(计量段)熔料层环内外层温差大, 即内层温度低, 外层温度高。塑化时, 内层塑料在螺杆塑化推力作用下滞留在螺杆头部, 外层熔料越过滞留在螺杆头部的内层塑料流向前端, 所以每次注射仅把机筒内腔前端的外层熔料注进模具, 而内层塑料因未达到熔融温度而仍滞留在螺杆头部, 这样, 经多次塑化注射后, 滞留在螺杆头部的塑料越来越多, 每次实际塑化量越来越小, 注射量也越来越小, 即使提高加热温度也不起作用, 只有去掉滞留料后才能进行正常生产。对此现象应首先从分析 PP 注射料的

特性着手, 研究 PP 注射料所需螺杆的加工特性。PP 是分子链节排列成立体构形很规整的等规聚合物, 在注射温度下, 比热容为 2.94 kJ/(kg·K), 比 PS 的比热容 1.764 kJ/(kg·K) 高 67%; PP 热扩散率为常用热塑性塑料中最差的, 仅为 0.067 m²/s, 比 PS 的热扩散率 0.089 m²/s 低 25%。从这些分析可知, PP 塑化时需吸收的热量多, 而熔化主要是凭借塑料与加热机筒摩擦生成的摩擦热, 但由于 PP 热扩散率低, 包容在螺杆上的塑化层的外层温度容易升高, 而内层温度不易升高。所以必须对注射 PP 的螺杆形式和技术参数进行特殊设计才能保证塑化效果, 以达到塑化量及塑化效果的重复精度。没有高的塑化效果的重复精度, 谈不上塑化量的重复精度。注射 PP 螺杆的设计主要考虑其塑化量的重复精度, 而塑化性能主要研究其塑化层温度的一致性 & 高的重复精度。从这一点出发来设计螺杆的结构形式及各项技术参数。在 SZ-2500/5000 型注塑机上用通用螺杆塑化 PP, 塑化效果始终不理想, 在其它厂家生产的同规格注塑机上用通用螺杆塑化 PP, 其塑化效果也不理想, 计量精度差, 后来采用改性 PP, 提高其热扩散率, 基本上达到了要求。根据这种情况, 开发了在压缩段带有副螺纹的分离型螺杆用于 SZ-6300/8500 型注塑机, 并增加压缩比, 使 PP 塑料在压缩段得到充分捏合, 熔融层温度达到均一, 保证了塑化效果及重复精度。分离型螺杆降低了在压缩段的输送速度, 其塑化能力有所降低。若采用通用螺杆塑化 PP, 推荐长径比为 21, 压缩比为 3, 压缩段取 3~4 个螺距, 计量段取 6 个螺距, 计量段螺槽深度为常规设计的 1/2~2/3, 但不得大于 4 mm。

2 影响注射量重复精度的因素

在保证塑化量及塑化效果的重复精度的前提下, 影响注射量重复精度的主要因素是注射速率和注塑压力的重复精度, 以及注射效率恒定性精度。

2.1 注射速率和注塑压力

影响注射速率和注塑压力的重复精度的因素, 主要是液压驱动系统流量控制阀和压力控制阀控制的重复精度及控制油温变化的精度。熔料在高速高压下注进模具, 在此过程中, 熔料通过喷嘴产生大量的剪切热, 熔料的密度发生变化。如果注射速率和注塑压力在注射过程中的重复精度差, 则熔料密度的重复精度也差, 导致每次注进模腔的熔料量不一致。

2.2 注射效率恒定性精度

注射效率恒定性精度主要指止回环的性能。止回环主要有两种形式:一种是和螺杆同步旋转,塑化过程中与螺杆头接触面的磨损小,能使注射效率保持长时期稳定;另一种是在塑化过程中不和螺杆同步旋转,而与螺杆头接触面产生相对旋转,接触面的磨损大,注射效率不能长时期保持稳定。

3 模具的温控性能

塑化量的重复精度和注射量的重复精度仅是保证制品件重重复精度的前提。

模具对制品件重重复精度的影响主要取决于模具的温度控制性能,温度控制重复精度高,则制品件重重复精度高。模具的加热功率和冷却能力必须与制品的要求相匹配。熔料密度与温度有关,模具温度控制精度差,则每次进入模腔的熔料不一样,冷却成型后制品件重不一致。目前一些用户对模具温度控制不太重视,特别是大型制品件重偏差比较大,提高了制造成本,这一点应加以注意。

4 选购注塑机的几点注意事项

性能良好的注塑机是保证注塑制品件重重复精度的前提,用户选购注塑机时必须注意以下几点:

(1) 液压系统的性能 控制流量及压力变化的重复精度,控制油温的性能。

(2) 塑化部件的性能 控制机筒加热精度的性能,机筒加热功率能否满足塑化要求,塑化性能能否满足所要塑化原料的要求,特别对比热容高、热熔高、流动性好、对温度敏感性强的塑化原料的加工,必须特别注意塑化部件的性能,应给制造厂家提出特殊要求,因为制造厂家一般提供的都是通用塑化装置。

(3) 控制系统性能 现在,注塑机基本上都用专用电脑控制,市场上专用电脑品种较多,温度控制精度差别较大,性能高的专用电脑温控精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,性能差一点的温控精度为 $\pm 10^{\circ}\text{C}$,温控精度不同,其价格相差很大。

5 结论

影响注塑制品件重重复精度的因素归结为两点:

- (1) 塑料特性,模具的温控精度,成型工艺。
- (2) 塑化特性,液压系统性能,塑化温控性能。

参考文献

1 Glanvill A B. The Plastics Engineer's Data Book. Beijing: China Light Industry Press, 1983.

STUDY ON IMPACTING FACTORS FOR REPEATING WEIGHT PRECISION OF INJECTION MOLDING PRODUCTS

Zhang Yougen

(Ningbo Haihang Plastic Machinery Mechanism Co. Ltd., Ningbo 315801, China)

ABSTRACT The impacting factors for repeating weight precision of injection molding products such as plasticating displacement, backpressure, screw speed, heating temperature, screw property, injection pressure, injection rate, injection efficiency, property of control system of mold temperature are analyzed in theory and practice. The specific measures of raising weight precision of injection molding products are put forward. And the notices are listed for selecting injection molding machine.

KEYWORDS injection molding products, weight, repeating precision, resolving measures

欢迎查询有关广告

对于在我刊刊登的所有广告,如读者需要查询更详细的资料或了解情况,请填好《读者查询广告资料服务卡》后寄回或来函。本杂志社将为您提供或转请有关单位提供资料,以满足您的要求。如需购买任何广告单位的材料、设备、仪器及配件等产品,我社将帮助您联系,以保证产品质量,争取优惠价格。欢迎各单位在我刊刊登广告。刊登办法函索即寄。

《工程塑料应用》读者查询广告资料服务卡

No_____

读者姓名_____单位_____

通讯地址_____电话_____邮政编码_____

欲获得《工程塑料应用》_____年第_____期第_____页_____

广告中有关_____的详细资料。

如空位不够,请另附纸。填好后请寄回。

山东省济南市 108 信箱杂志社

邮政编码: 250031