

注射成型中保压曲线对制品表面质量的影响

邱斌 刘赣华 李伟

(江西理工大学机电工程学院,赣州 341000)

摘要 在分析前人研究结果的基础上,总结出要获得较高表面质量的注塑制品需要两个条件:一是模腔压力值要大;二是模腔压力分布要均匀。利用 Moldflow 软件对矩形制品的注射成型过程进行了模拟。结果表明,采用先恒压后线性降压的保压曲线可以获得较大且分布均匀的模腔压力,故其成型的制品有较高的表面质量。

关键词 注射成型 保压 表面质量 Moldflow

注射成型过程是一个间歇操作的循环过程,通常可根据注塑模具型腔压力(通称为模腔压力)的变化历程将成型过程划分为充模阶段、压实阶段、保压阶段和冷却阶段^[1]。不均匀的模腔压力会导致制品的不同部位收缩不一致,从而带来不均匀的制品厚度分布,较大的不均匀收缩还有可能导致制品翘曲。保压阶段的主要工艺参数(保压压力、保压时间)是影响模腔压力分布的主要因素。

陈锋^[2]通过分析压力-体积-温度($P-V-T$)状态曲线得出了使制品收缩率为零的成型工艺路线,如图1所示。由图1可知,与普通加工路线(A-B-C-D-E-F-G)相比,“零”收缩率加工路线(A-B-C-H-K-G)之所以可以实现制品的零收缩且又没有高的取向,是因为在浇口封闭之前就已经达到了制品的比容积,只要再保持适当的压力就会使其在等比容积的条件下冷却到制品所需要的温度。采用这种方法在保压时不会有物料进出模腔,除可以达到零收缩外,也不会出现高的保压取向,而且温度分布均匀,收缩更加一致,从而可以使得制品的尺寸精度和形状精度都比较高。但由于所需要的压力大,对成型机械则有更高的要求。

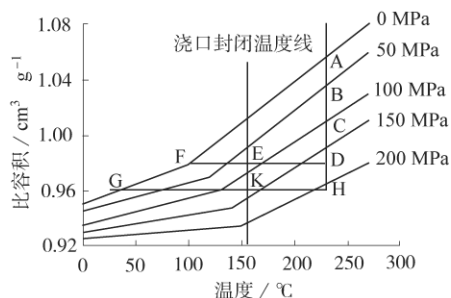


图1 $P-V-T$ 状态图及其加工路线

Bandreddi 等^[3]利用仿真结果比较了恒压保压曲线、递增阶跃保压曲线和递减阶跃保压曲线对注塑品收缩的影响。结果表明,递减阶跃保压曲线可以形成最均匀的模腔压力分布,从而带来最均匀的

制品厚度分布。V. Leo 等^[4]的研究也得到类似的结论。

陈曦^[5,6]研究了保压压力曲线与制品表面糙度的关系。结果表明,使用线性递减的保压曲线可以获得较小的制品表面糙度,并指出采用递减阶跃保压曲线会造成熔体的倒流,不利于提高制品的表面质量。

综合以上的研究可以得出的结论为:要使得注塑制品的表面质量较高需要两个条件:一是模腔压力值要大;二是模腔压力分布要均匀。笔者在 Moldflow 模拟中设定了不同的保压曲线以便对矩形制品注射成型过程的模腔压力进行分析。

1 保压压力和保压时间的设定

保压曲线的两个决定因素为保压压力和保压时间。

1.1 保压压力的设定

保压时由于冷却作用使得聚合物的熔体粘度增大,如果保压压力不足就不能克服流道的阻力进行补缩,导致所成型的制品出现严重的收缩和翘曲;但保压压力也不能太大,否则会顶开模具,造成溢料,使制品产生飞边。一般可用式(1)计算出允许的最大保压压力^[7]:

$$P_{\max} = \frac{\text{锁模力}}{\text{注塑件总投影面积}} \cdot (0.5 \sim 0.8), \text{MPa} \quad (1)$$

1.2 保压时间的设定

保压应持续到浇口封闭为止,过早地停止保压会造成模腔内的熔体倒流;而当浇口封闭后熔体无法再补充进入模腔,模腔内的熔体也不会倒流,如果继续保压则会造成能量的浪费,而且也会降低生产效率。因此可以根据试验或计算机模拟软件确定最佳的保压时间。

2 不同保压曲线下的模腔压力分布

图 2 为 120 mm ×60 mm ×2 mm 的矩形制品及其浇注系统的网格划分。分别采用恒压保压、阶梯降压保压、线性递减保压及先恒压后线性递减保压 4 种保压曲线, 用 Moldflow 软件进行模拟, 得到不同保压曲线下 A、B、C 3 处的模腔压力分布曲线。对于所用的制品, 假设注塑机的锁模力为 1 300 kN, 根据式(1) 可以计算出所允许的最大保压压力范围为 91 ~144 MPa, 本研究中将保压压力的最大值设定为 90 MPa。

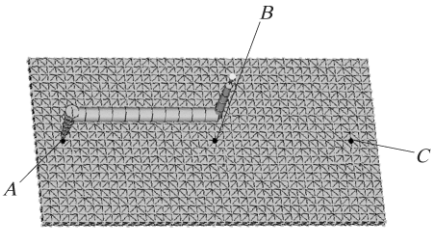


图 2 矩形制品及浇注系统的网格划分

2.1 模拟结果

在以下的模拟分析中, 所变化的工艺参数为保压阶段的保压压力和保压时间, 其它的工艺参数相同, 即螺杆直径为 45 mm, 采用的注射时间控制为 2 s, 当时间到达 2 s 时即切换为保压, 熔体温度为 220 ℃, 模具温度为 40 ℃, 材料选用 SK 公司生产的牌号为 Yuplene R370Y 的聚丙烯。

(1) 恒压保压过程

将保压压力设定为 90 MPa, 保压时间设为 10 s, 模拟得到的模腔压力分布曲线如图 3 所示。

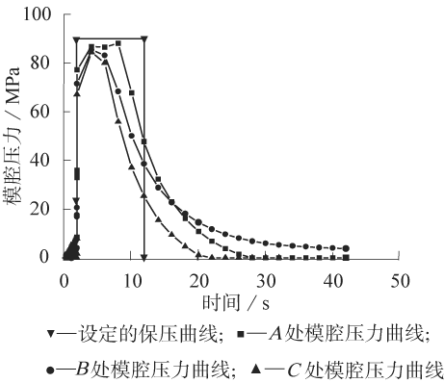


图 3 恒压保压下的模腔压力分布

(2) 阶梯降压保压过程

设第一阶保压压力为 90 MPa, 保压时间为 3.33 s, 第二阶保压压力为 60 MPa, 保压时间设为 3.33 s, 第三阶保压压力为 30 MPa, 保压时间为 3.33 s, 模拟得到的模腔压力分布曲线如图 4 所示。

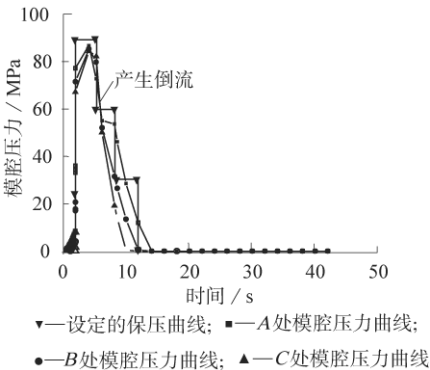


图 4 阶梯降压保压下的模腔压力分布

(3) 线性递减保压过程

将初始保压压力设定为 90 MPa, 保压结束时的保压压力设为 0, 保压时间为 10 s, 模拟得到的模腔压力分布曲线如图 5 所示。

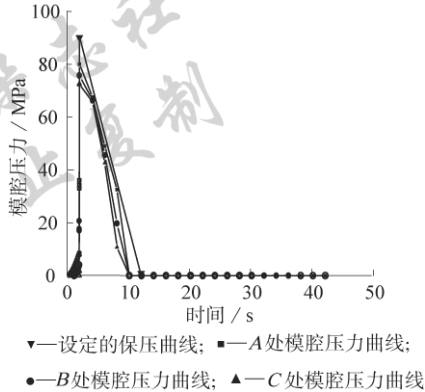


图 5 线性递减保压下的模腔压力分布

(4) 先恒压后线性递减保压过程

将初始保压压力设定为 90 MPa, 先恒压保压 3.33 s, 然后经过 6.67 s 将压力线性降至 0, 模拟得到的模腔压力分布曲线如图 6 所示。

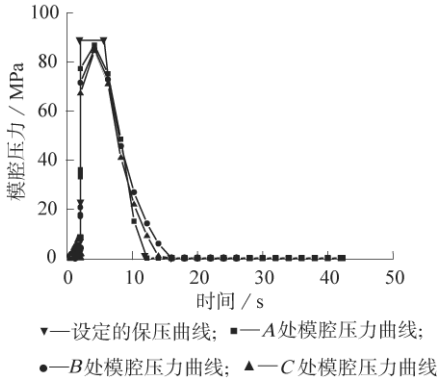


图 6 先恒压后线性递减保压下的模腔压力分布

2.2 模拟结果分析

恒压保压过程虽然保压设定和控制比较简单, 但从图 3 可以看出, 模腔中的压力沿着流动方向始终存在着较大的压力梯度, 模腔压力分布很不均匀,

很容易造成制品的厚度分布不均,而且恒压保压过程在保压结束后仍然有较大的模腔压力,这会使制品内部留有较大的残余应力,造成制品脱模后发生翘曲变形。

阶梯降压保压过程的保压设定和控制也较为简单,而且模腔压力分布比恒压过程的模腔压力分布均匀得多。但由于阶梯降压保压过程所设定的压力会突然发生变化,加之聚合物熔体具有粘弹特性,模腔中的压力无法快速地作出响应,故可能出现模腔压力高于保压压力的情况,产生倒流(见图4),使制品的质量不稳定。为了保证制品的质量,阶梯降压保压压力的设置应确保模腔内的熔体不发生倒流和使模腔压力分布均匀为前提,其保压阶数、保压压力的大小和保压时间存在最优值。

线性递减保压过程的模腔压力分布很均匀,各点模腔压力的差值较小。但为了使保压压力线性下降,对注塑机的液压系统和控制系统提出了更高的要求。线性递减保压过程中的最高压力是一个点,由于聚合物熔体为弹性体,对压力的传递存在一个延迟时间,模腔压力无法很快地响应保压压力的变化而上升到最大值。

先恒压后线性递减保压的模腔压力分布与线性递减保压的模腔压力分布的均匀程度基本一致,但前者的模腔压力的最大值要比后者大,跟阶梯降压保压的最大模腔压力大致相同。

比较图3~图6可知,线性递减保压的模腔压力最大值小于其它3种保压方式的模腔压力最大

值。对于所设定的4种保压曲线,先恒压后线性递减保压的保压曲线既能使模腔压力较大又能使模腔压力分布均匀,采用这样的保压曲线最有利于提高制品的表面质量。

3 结论

(1) 要使注射成型制品获得高的表面质量需要两个条件:一是模腔压力值要大;二是模腔压力分布要均匀。

(2) 恒压保压、阶梯降压保压、线性递减保压和先恒压后线性递减保压4种保压曲线中,由于先恒压后线性递减的保压曲线能使得模腔压力较大且模腔压力分布均匀,故可以使成型制品获得较高的表面质量。

参考文献

- [1] 王喜顺、彭玉成.注射模中圆形截面浇口封闭时间的简易计算方法[J].中国塑料,1997,14(5):5-7.
- [2] 陈锋.P-V-T状态曲线及其应用[J].轻工机械,2000(4):6-7.
- [3] Bandreddi, Nimmr, Malloyr. An investigating of time based holding pressure profiles[C]. SPE Annual Technical Conference Paper, 1994, 40: 348-356.
- [4] Leo V, Cuvelliez C H. The effect of the packing parameters gate geometry, and mold elasticity on the final dimension of a modeled part[J]. Polym Eng & Sci, 1996, 36(15):1961-1969.
- [5] 陈曦.基于质量的注塑过程建模方法研究[D].杭州:浙江大学,2001.
- [6] 陈曦.基于质量的保压过程建模方法研究:最优保压曲线设定[J].中国塑料,2002,16(4):51-54.
- [7] 宋光明,张君,董定福.基于CAE技术的注塑成型保压过程模拟分析[J].轻工机械,2003(3):84-86.

EFFECTS OF PACKING CURVE IN INJECTION MOLDING ON PRODUCTS SURFACE QUALITY

Qiu Bin, Liu Ganhua, Li Wei

(Institute of Mechanical and Electric Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

ABSTRACT Two factors to get perfect surface quality were summarized based on analyzing other researchers' results: firstly, the pressure in mold cavity should be high; secondly, the pressure in mold cavity should be uniform distribution. The injection molding process of rectangle part was simulated by Moldflow software. The results showed that pressure curve of first constant and then linear fall could get high and uniform distribution pressure in mold cavity, so the surface quality of parts was perfect.

KEYWORDS injection molding, packing, surface quality, Moldflow

美国工程塑料市场将快速复苏

Freedonia 咨询公司发布的最新研究报告显示,美国市场工程塑料的需求将快速恢复。Freedonia 预测,未来5年美国市场工程塑料需求增速,将达到年均3.5%的水平,到2010年其需求量将达247万t。而2000~2005年美国市场工程塑料的需求年均增速仅为0.8%。其增速拐点的出现,主要受益于电力和电子市场(工程塑料最大的终端用户)的复苏。同时大机动车市场每辆车中工程塑料用量的增加,也刺

激了工程塑料需求的复苏。

Freedonia 称,聚碳酸酯的需求将以年均4.2%的速度增长,其需求量将从2005年的42万t增至2010年的52万t。该市场主要将受到商业机械、医疗产品、天窗及玻璃窗领域需求量增长的刺激。而ABS和聚甲醛的需求增速则较为缓慢,不过一些需求量基数较小的工程塑料的需求增速则较快,这些工程塑料包括聚苯硫醚(PPS)、聚酰亚胺(PI)和聚砜(PSU)等。(化工报)