

热塑性塑料流动性能测定方法的研究

廖秋慧 曹阳根

(上海工程技术大学材料工程学院, 上海 200336)

摘要 用一定注射成型条件下的流动长度来表征热塑性塑料注射成型的流动性能。主要介绍阿基米德螺旋线法测定热塑性塑料流动性能的原理、测定方法和工具, 对注射成型系数的影响因素进行了探讨, 可供指导生产实践参考。

关键词 热塑性塑料 流动性 阿基米德螺旋线法 注射成型系数

热塑性塑料注射成型的流动性能可以用一定注射成型条件下的流动长度来表示。注射成型条件与注塑机、注塑模具、注射料均有密切的关系。影响塑料熔体流动长度的主要因素是注射料的牌号与品级、注塑压力、熔体温度、模具温度及注塑件壁厚等。当注塑模具设计完成后, 在大批量生产之前还需进行试模以确定最佳注塑工艺参数。此时注塑工艺参数是针对塑料的某一特定品级和批号而确定的。在生产精密塑料件时, 如果实际采用的注射料品级和批号与试模时不同, 通常还必须进行塑料流动性能测试, 用以比较同种塑料不同批次或不同厂家同种塑料质量的优劣。通常采用的流动性能测定方法主要是熔体流动速率 (MFR) 法。由于 MFR 法所得的塑料流动性是在静态压力和温度条件下测定的, 与实际生产时的工艺条件相差甚远。阿基米德螺旋线法也是一种测定塑料流动性能的方法。当应用这种方法在注塑机上进行实验时, 如果采用与实际生产一致的工艺条件, 可以较为准确地反映塑料注塑时的流动性能, 为确定注塑工艺提供第一手资料。与 MFR 法相比, 该方法较为复杂, 相关参考资料较少, 影响了该法在实际生产中推广应用。笔者主要就阿基米德螺旋线法测定热塑性塑料流动性能的原理和过程作一详细介绍, 为指导生产实践提供参考。

1 数学模型

阿基米德螺旋线法是利用型腔形状为阿基米德螺旋线的注塑模具测定某种塑料在一定工艺条件下流动长度的一种方法。当型腔截面形状为矩形时, 塑料注射流动长度的函数表达式为^[1]:

$$L^{m+1} = \frac{K(1 - \frac{H}{2W})H^{m+3}}{2^{m+3}(m+2)(m+3)}(P_{\max})^m \quad (1)$$

式中: L ——塑料熔体的流动长度, cm;

W ——型腔的宽度, cm;

H ——型腔的深度, cm;

$P_{\max}$ ——注塑压力, MPa;

m ——流变指数 ($m = \frac{1}{n}$; ABS 的 n 为 0.25, PA 的 n 为 0.63, PS 的 n 为 0.22, PP 的 n 为 0.37)^[2];

K ——注射成型系数。

在塑料的牌号、品级确定后, m 为常数, 则式 (1) 可以简化为:

$$L^{m+1} = K'(1 - \frac{H}{2W})H^{m+3}(P_{\max})^m \quad (2)$$

如果测定出流动长度数值, 即可根据式 (2) 得出特定的塑料注射成型系数 K' 的计算公式:

$$K' = L^{m+1} / [(1 - \frac{H}{2W})H^{m+3}(P_{\max})^m] \quad (3)$$

注射成型系数 K' 包含了除注塑压力之外的模具冷却系数、压力传递性能等影响成型的因素。由于一些因素无法实际测定, K' 集中反映了这些因素对流动性能的综合影响。利用式 (3) 还可以确定各因素对注射流动长度的影响规律, 而实际生产中可以通过改变注射温度、注射时间及变更模具的冷却情况等工艺条件以增加 K' 值, 进而用于指导此种塑料注塑工艺的确定。在注塑工艺参数相同的情况下, 通过比较 K' 值的大小即可定量说明所测批次塑料流动性能的优劣。

2 测定方法

2.1 实验仪器

测试是在注塑机上采用矩形截面的阿基米德螺旋线的注塑实验模具进行多次注射, 通过测量塑料熔体的流动长度, 利用式 (3) 计算出注射成型系数 K' , 以平均值作为测定结果, 所得塑料熔体形状及流动长度测量图如图 1 所示。

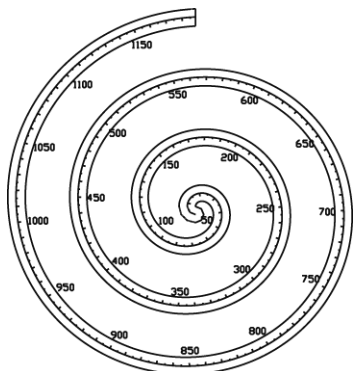
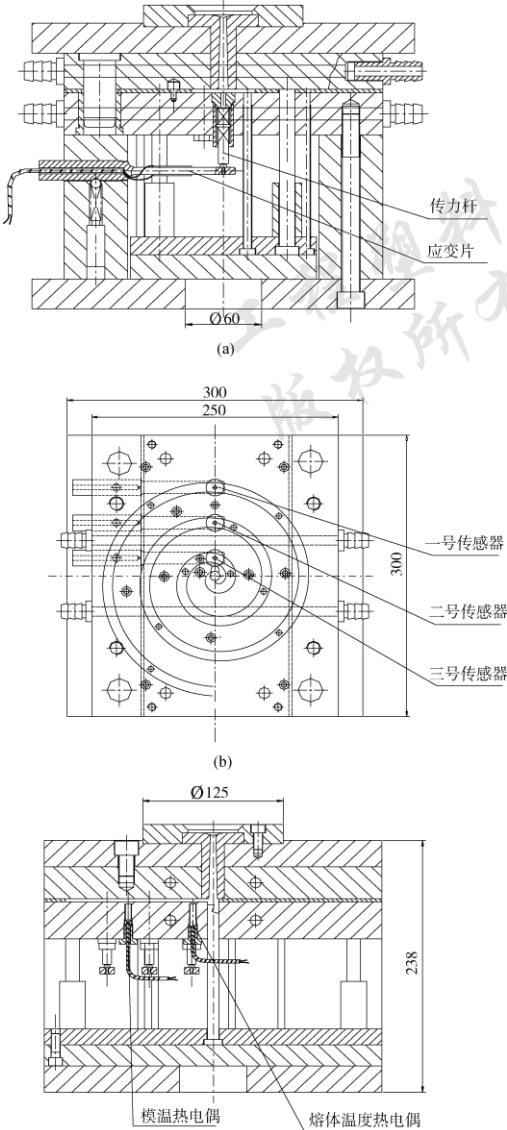


图1 塑料流动长度测量标准图

对一定厚度的阿基米德螺旋线型腔板进行聚苯乙烯(PS)注塑实验,实验模具如图2所示。在模具型腔的不同位置设置压力传感器,可以反映出熔体



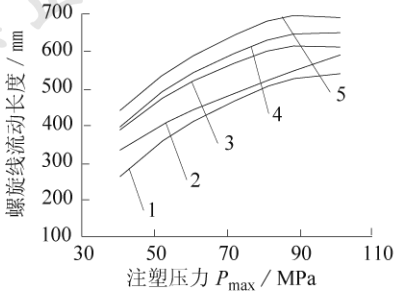
a—正视图;b—俯视图;c—侧视图

图2 注塑实验模具图

在型腔内流动过程中的压力损耗。

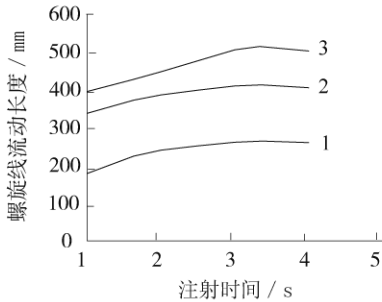
2.2 实验结果

分别应用不同的注塑压力、料筒温度、模具温度、注射时间及保压时间可以获得不同的流动长度。记录对应各组的实验数据,可以整理绘成实验曲线,从而分析得出各因素对流动长度的影响规律。图3为注射壁厚 $H=3\text{ mm}$ 、宽度 $W=10\text{ mm}$ 的型腔板时所得注塑工艺参数对塑料熔体螺旋线流动长度的影响。图3a为不同注塑压力和注射温度对螺旋线流动长度的影响;图3b为相同注射温度($200\text{ }^{\circ}\text{C}$)条件下不同注塑压力和注射时间对螺旋线流动长度的影响。由图3可以清楚地看出,注塑压力和注射温度对螺旋线流动长度的影响较大,而注射时间对螺旋线流动长度的影响相对较小,提高注塑压力和注射温度、适当延长注射时间可以提高塑料的流动性能。由于流动长度与注塑压力呈指数关系,因此在图3b(相同的注射温度)中,注塑压力的提高对流动长度的增加有明显作用。



1—160℃; 2—200℃; 3—210℃; 4—220℃; 5—230℃

(a)



1— $P_{\text{max}}=40\text{ MPa}$; 2— $P_{\text{max}}=60\text{ MPa}$; 3— $P_{\text{max}}=80\text{ MPa}$

(b)

a—注塑压力;b—注射时间

图3 注塑工艺参数对螺旋线流动长度的影响

在式(2)中没有直接反映出注射温度和注射时间对螺旋线流动长度的影响,它们是通过注射成型系数 K' 的影响来间接表示的。图4示出在注射时间为3 s的条件下,注射温度与注射成型系数 K'

值之间的关系。由图 4 可见, K' 值随注射温度的增加而增大, 尤其当进入较高注射温度(在略低于降解温度的情况下注射)范围时, K' 值出现急剧增大的现象。从图 4 还可看出注塑压力对 K' 值也有较

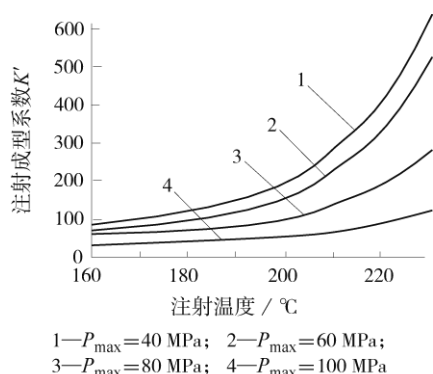


图 4 注射温度、注塑压力对注射成型系数的影响

大的影响。

3 结论

由实验结果可知, 在低压力下注塑时, 提高注射温度可以使注射成型系数 K' 值急剧增大, 但在高压下注塑时注射温度的增大所产生的作用不是很明显。阿基米德螺旋线法测量塑料流动性能的方法与注塑工艺条件密切相关, 因此利用实验确定出对注射成型系数影响最大的因素, 在实际注塑时加以改善, 可以获得较为理想的注塑工艺条件。所以, 在大批量生产精密塑料件或注射新批号塑料材料之前应进行试模以确定最佳注塑工艺参数, 这对生产厂家是非常必要的。

参考文献

- 1 王兴天. 注塑成型技术. 北京: 化学工业出版社, 1989.
- 2 张中元. 塑料注射模具设计. 北京: 航空工业出版社, 1999.

STUDY OF METHOD TO DETERMINE FLUIDITY OF THERMOPLASTICS

Liao Qiuhui, Cao Yanggen

(College of Materials Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 200336, China)

ABSTRACT Flowing length in certain injection conditions can show the fluidity of thermoplastics. The principle, method and tool to determine the fluidity of thermoplastics using Archimedeian spiral method are introduced. In addition, the factors influencing injection molding coefficient are introduced, which can provide practical process with reference as well.

KEYWORDS thermoplastics, fluidity, Archimedeian spiral method, injection molding coefficient

纳米空心颗粒研制成功

中科院化学研究所开发成功一种新型有机-无机杂化纳米空心颗粒。该颗粒结构新, 即有机-无机杂化, 结构稳定; 制备简便, 通过自身带有硅的反应性嵌段聚合物的自组装生成; 可溶解, 不同于文献中已有的无机空心颗粒。

空心的纳米颗粒具有一定的内部空间, 可以包容其它的客体分子和颗粒, 可望在控制释放、功能负载等方面开拓重要的应用。专家认为, 该制备方法简便、新颖, 可望得到纳米空心颗粒制备和应用领域的化学家和材料科学家的关注, 并开展进一步研究。

(王红)

未来我国塑料消费增长迅速

随着我国经济的持续发展, 塑料的应用也更加广泛, 预计 2005 年我国塑料市场的需求量为 2500 万 t, 年均增长率为 10%。最大的消费领域是包装材料, 将消耗塑料 550 万 t, 占总消费量的 22%; 其次是日用和医药领域, 将消耗塑料 472 万 t, 占总消费量的 18.9%; 农用塑料和工业配套领域的塑料使用量相当, 各约占总消费量的 18%, 各约为 460 万 t; 建筑领域约占 16%, 合 400 万 t; 化纤领域将消耗 78 万 t, 占总消费量的 3.1%。

(张征)

全球聚丙烯供应短缺

近日, 沙特 Sabic 公司负责聚丙烯市场营销的总经理 Mustafa Alsahan 认为, 聚丙烯在未来相当长的一段时间内将

呈现需求旺盛而供应不足的局面。他说 2000~2010 年间聚丙烯全球的需求量以每年 6%~7% 的速度增长, 而生产能力的增长率却只有 2%~3%, 到 2010 年聚丙烯的需求量将达到 5500 万 t, 而生产能力只有 4500 万 t。需求量增长最快的地区集中在中国、中东和非洲。由于催化剂、加工助剂及加工技术的进步使聚丙烯的应用领域进一步扩大, 也使聚丙烯的消费量增长较快。他预计到 2015 年仅 Sabic 公司的聚丙烯生产能力就会由现在的 200 万 t 增加到 700 万 t。

(闻芝)

环氧树脂及其复合材料研究取得进展

由大连理工大学完成的“潜伏性环氧树脂体系及其复合材料的理论与实践”项目已成功地应用于国防、输变电重大工程, 取得了显著的社会效益与经济效益。

据悉, 该项研究在系列潜伏性环氧树脂体系固化反应机理、固化反应动力学、固化物结构与性能关系、潜伏性环氧树脂基体配方及复合材料介电性能优化设计等方面进行了系统的理论研究, 解决了树脂储存使用期短、界面粘接强度低、高低温大温差动态疲劳性差、固化热应力开裂等一系列技术难题, 填补了国内空白。国内外同行专家、学者认为, 该项研究对丰富和发展我国环氧树脂固化反应及复合材料介电理论与应用具有重要的指导意义, 其创造性成果达到国际先进水平。

(王雄伟)