

注塑参数对聚碳酸酯成型收缩率的影响研究

杨 其 王鹏驹 黄亚江 肖红玉 薛 良

(四川大学高分子材料科学与工程学院, 成都 610065)

摘要 研究了注塑参数对聚碳酸酯(PC)成型收缩率的影响, 从理论上探讨了注塑参数-制品结构-收缩率之间的关系。试验结果表明, 对PC成型收缩率影响最大的注塑参数是料温, 其次是模具温度、注塑压力和注射速率, 而保压时间、冷却时间、预塑速率在实验范围内对PC成型收缩率影响较小。

关键词 聚碳酸酯 成型收缩率 注射成型

随着塑料在更广泛领域的应用, 人们对塑料制品尺寸精度的要求日益严格, 精密注射成型已经成为塑料件成型的重要方法之一。精密注射成型的最大特点是注塑件的精度高, 包括尺寸精度和重复精度。而决定注塑件精度的因素包括模具精度、成型收缩率、制件的使用环境等。因此, 开展塑料件成型收缩率的研究十分必要。国外对塑料成型收缩率的研究开始得较早, 且取得了较丰富的研究成果^[1~5], 而国内对塑料成型收缩率的研究较少^[6~9]。

聚碳酸酯(PC)因具有突出的冲击韧性、良好的透明性、热稳定性、尺寸稳定性和电气绝缘性而被广泛应用于电子电气、仪器仪表、汽车、机械、医疗、照明和建筑等领域, 是一种综合性能优良的工程塑料^[10]。笔者研究了注塑工艺参数对PC成型收缩率的影响, 并对成型收缩率进行了精确测试, 为降低制件的成型收缩率及其波动, 提高PC制件及其模具的设计水平提供了重要依据。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PC: 6109, 重庆长风化工厂。

1.2 主要仪器设备

干燥料斗: FNH-A, 日本日永化工株式会社;

模温调节机: NT-55, 日本日永化工株式会社;

注塑机: PS40SE5ASE, 日本日精树脂工业株式会社;

模具: ASTM-D955, 自制。

1.3 测试方法

试样分别为长条(127.045 mm × 10 mm × 3.2 mm)和圆片(101.975 mm)。测试时采用带百分表的靠模, 精度0.01mm, 测试长条试样在平行于流动方向及圆片试样在平行和垂直于流动方向上的尺寸变化。测量时间分别为试样出模后2、24、48 h。按公式(1)计算试样的成型收缩率:

$$\text{收缩率} = \frac{L_0 - L_t}{L_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: L_0 ——模具型腔上任意单向上的尺寸;

L_t ——试样在不同测试时间相应的单向上的尺寸。

1.4 基本工艺条件

将PC原料在110℃干燥4 h, 注射成型, 最后在规定的时间内进行测试。注射工艺条件如下:

料筒温度: 280 ~ 330℃;

模具温度: 80 ~ 90℃;

注塑压力: 80 ~ 160 MPa;

注射速率: 11 ~ 16 cm³/s;

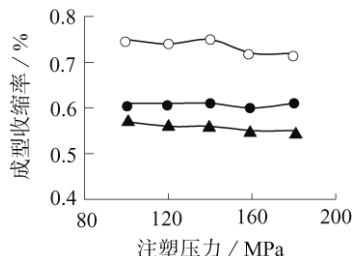
冷却时间: 25 ~ 70 s。

2 结果与讨论

2.1 注塑压力和保压压力与成型收缩率的关系

注塑压力是注塑机螺杆或柱塞顶部对塑料熔体施加的压力, 其作用是克服料流阻力, 使熔体具有一定的充模速率并将熔体压实。注塑压力越大, 熔融树脂越密实, 热收缩性越小。图1示出PC的成型收缩率与注塑压力的关系。为了稳定PC制件的成型收缩率, 一般宜采用高的注塑压力。

型腔充满后, 螺杆头部继续作用于熔体产生注

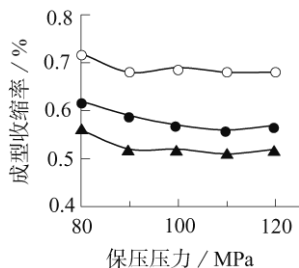


○—长条试样, 平行流动方向; ●—圆片试样, 平行流动方向;

▲—圆片试样, 垂直流动方向

图1 注塑压力与成型收缩率的关系

塑压力,其作用在于压实和补缩。在压实阶段,塑料受冷发生收缩,料筒储存室内的熔体在保压压力的作用下会继续向模内流动,从而补充因收缩而留下的空隙。因此,增加保压压力能有效降低成型收缩率,提高制件的密度。图2示出PC成型过程中保压压力与成型收缩率的关系。由图2看出,随着保压压力的增加,PC的成型收缩率明显下降,但这种影响效果也与PC本身的分子量及有无填料有关。

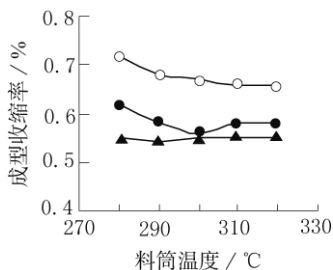


○—长条试样, 平行流动方向; ●—圆片试样, 平行流动方向;
▲—圆片试样, 垂直流动方向

图2 保压压力与成型收缩率的关系

2.2 料筒温度和模具温度与成型收缩率的关系

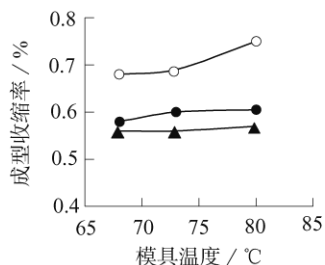
塑料由料筒逐渐进入型腔,料温有所下降,但下降的幅度有限,因此进入型腔的料温近似于料筒的温度。根据 $P-T-V$ 的关系,如果其它条件不变,料温越高,PC制件冷却至室温时的收缩率就越大。图3是PC成型过程中料筒温度与成型收缩率的关系。由图3可知,PC制件的成型收缩率并非随料温的增加而简单地增大,这是因为料温增加后,物料的粘度下降,这有利于注塑压力的传递,当注塑压力不变时,型腔内物料必然增加,这会使收缩率降低而不是增大。所以,想要得到收缩率小的PC制件,宜采用高压低温。



○—长条试样, 平行流动方向; ●—圆片试样, 平行流动方向;
▲—圆片试样, 垂直流动方向

图3 料筒温度与成型收缩率的关系

受实验条件限制,在模具温度对PC成型收缩率的测试中,笔者只测定了三个点,结果如图4所示。从图4可以明显看出,随着模温的升高,PC的成型收缩率明显增大。

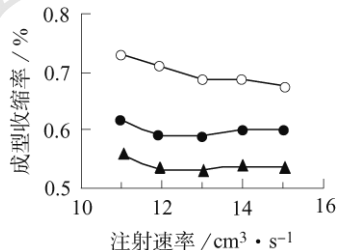


○—长条试样, 平行流动方向; ●—圆片试样, 平行流动方向;
▲—圆片试样, 垂直流动方向

图4 模温与成型收缩率的关系

2.3 注射速率与成型收缩率的关系

注射速率是指单位时间内注入模具型腔的熔体体积。根据固化层增厚的原理,注射速率增高时,熔体在模壁处的固化层减薄,使成型收缩率增加;但从料温和压力传递的角度而言,增大料流速率有利于压力传递,使成型收缩率下降。图5是PC注塑时注射速率与成型收缩率的关系。从图5可知,PC制件的成型收缩率随着注射速率的增大而下降,但下降的幅度较小。

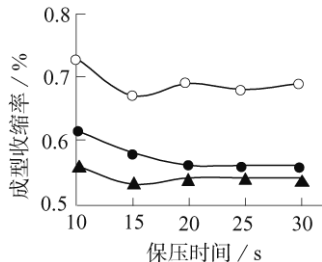


○—长条试样, 平行流动方向; ●—圆片试样, 平行流动方向;
▲—圆片试样, 垂直流动方向

图5 注射速率与成型收缩率的关系

2.4 保压时间与成型收缩率的关系

图6为PC注塑中保压时间与成型收缩率的关系。由图6可知,PC的成型收缩率随保压时间的增加而下降,但仅以浇口封冻时为止。浇口封冻后,这种规律就不起作用。



○—长条试样, 平行流动方向; ●—圆片试样, 平行流动方向;
▲—圆片试样, 垂直流动方向

图6 保压时间与成型收缩率的关系

3 结论

PC制件的注塑参数对成型收缩率的影响很大,

特别是注塑压力、保压压力、料筒温度、模具温度、注射速率、保压时间等。要获得成型收缩率小的 PC 制件, 应该采用高的注塑压力和保压压力; 低的料筒温度及模具温度。

参考文献

1 Robert G, Keith G. Shrinkage properties of HDPE – an aid to the mold designer. *Plastics Engineering*, 1979, 8: 23

2 Sun D C, Magill J H. Thermal interactions in oriented polymeric materials: Shrinkage, crystallization, and melting. *Polymer Engineering and Science*, 1989, 29 (21) : 1503

3 Sun D C, Magill J H. Thermal analysis of coupled processes in oriented polymers. *Div Polym Chem Polym Prepr*, 1987, 28: 351

4 Sanjuan M A, Moragues A. Polypropylene-fibre-reinforced mortar mi-

xes: optimization to control plastic shrinkage. *Composites Science and Technology*, 1997, 57: 655

5 Radocea. A model of plastic shrinkage. *Magazine of Concrete Research*, 1994, 46: 125

6 付兴中, 王学文. 减小聚甲醛注塑制品收缩率的工艺研究. *工程塑料应用*, 2001, 29 (6) : 17

7 赵文聘, 黄海清, 杨健, 等. 聚丙烯改性料的收缩率探讨. *工程塑料应用*, 2000, 28 (11) : 8

8 王鹏驹, 张杰, 余卫东. 塑料收缩率及其数据库的研究. *中国塑料*, 1997, 11 (3) : 65

9 戴文利, 薛良. 聚酰胺 1010 精密注射成型收缩率的研究. *高分子材料科学与工程*, 1995, 11 (5) : 97

10 黄德余. 塑料性能评定. 北京: 中国标准出版社, 1990

INFLUENCE OF INJECTION MOLDING PARAMETERS ON THE MOLDING SHRINKAGE OF POLYCARBONATE

Yang Qi, Wang Pengju, Huang Yajiang, Xiao Hongyu, Xue Liang

(College of Polymer Material Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065)

ABSTRACT The effects of the injection molding process on the molding shrinkage of Polycarbonates were studied. Based on a lot of experiments, the relationship between the product structure and shrinkage was discussed. The most important parameter effecting the shrinkage of polycarbonate is the melt temperature in the barrel, the second is the mold temperature.

KEYWORDS polycarbonate, shrinkage, injection molding



洪湖市恒基化工有限公司
(洪湖市洪林精细化工厂)

欢迎使用我们的产品——双马来酰亚胺

恒基化工有限公司是国内较大的一家专业生产 *N, N'-4, 4'-二苯甲烷双马来酰亚胺* 的厂家, 拥有完善的设备和先进的生产工艺。该厂采用优质原料精制成的产品已广泛用于高分子合成, 绝缘材料等多种行业。经国内一些厂家应用和有关权威机构认定, 该产品为橡塑改性的理想偶联剂。

双马来酰亚胺在改性聚丙烯中的应用效果

双马来酰亚胺 / 份	玻璃纤维 / 份	聚丙烯 / 份	缺口冲击强度 / $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$	拉伸强度 / MPa	弯曲强度 / MPa	热变形温度 / $^{\circ}\text{C}$
0	30	70	7.61	61.5	95.5	146
0.2	30	70	10.0	91.9	152.6	149
0.5	30	70	11.2	100.9	133.0	150
0.7	30	70	11.9	99.4	133.6	149
1.0	30	70	13.5	98.8	136.1	146

我们的宗旨是: 上乘的质量、合理的价格、完善的服务

地址: 湖北省洪湖市戴家场镇代市路 195 号 传真: (0716) 2884322 邮编: 433204
联系人: 赵四清 陈家龙 电话: (0716) 2882317 手机: 013972137569 013507268620