

ABS 注射成型收缩率的研究

杨 其 王鹏驹 雷 军 薛 良 黄亚江

(四川大学高分子科学与工程学院,成都 610065)

摘要 采用 ASTM D 955 - 89 标准测定了 ABS 塑料在不同工艺条件下注射模塑的成型收缩率,得出了 ABS 塑料的成型收缩率随工艺条件的变化规律,为制订合理的工艺条件、进行正确的工艺控制和模具设计,从而生产出合格尺寸的产品提供了重要依据。

关键词 ABS 注射成型 收缩率

塑料收缩率直接关系到制品的形状和尺寸精度。塑料制品特性、模具设计、工艺条件控制等影响成型收缩率和后收缩的各因素,对注塑制品及其稳定性影响极大^[1]。目前模具尺寸的设计通常运用公差带或平均收缩率的方法计算,模具在试模后,根据试制出的制品尺寸来修正模具,然而一些高硬度、低粗糙度模具的表面尺寸修正起来相当困难,且费工费时,有时甚至无法修正,造成巨大的损失。所以,要得到所需尺寸的精密注塑件,同时又能尽量减少对模具的修正,就需要充分了解成型收缩率随工艺条件的变化规律,预先精确测定成型收缩率。

(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)三元共聚物(ABS)塑料综合了丙烯腈的耐化学药品性、耐油性、刚度和硬度,丁二烯的韧性和耐寒性及苯乙烯的电性能,被广泛应用于汽车、电器仪表和机械工业中,是目前通用工程塑料中应用最广泛的品种之一^[2]。

国外对塑料成型收缩率的研究开始得较早,且取得了比较丰富的研究成果^[3~7],国内专门从事塑料成型收缩率研究的并不多^[8~11]。因此,笔者采用 ASTM D 955 - 89 标准测定了 ABS 塑料在不同工艺条件下注射模塑的成型收缩率,得出了 ABS 塑料的成型收缩率随工艺条件的变化规律,为制订合理的工艺条件、进行正确的工艺控制和模具设计,从而生产出合格尺寸的制品提供了重要依据。

1 实验部分

1.1 主要原材料

ABS: IH - 100, 上海高桥石化公司。

1.2 主要设备

干燥料斗: FNH - A 型, 日本日永化工株式会社;

模温调节机: NT - 55 型, 日本日永化工株式会社;

注塑机: PS40SE5 ASE 型, 日本日精树脂工业株

式会社;

模具: 按 ASTM D 955 - 89 制造, 长条模、圆片模, 自制。

1.3 测试方法

试样分别为长条(127.045 mm × 10.000 mm × 3.200 mm)和圆片(101.975 mm)。测试时运用带百分表的靠模, 精度为 0.01 mm, 测试长条形试样在平行于流动方向及圆片形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(s)。

$$s = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: s ——试样成型收缩率, %;

L_0 ——模具型腔任意单向上的尺寸, mm;

L_1 ——试样在不同测试时间相应的单向上的尺寸, mm。

1.4 基本工艺条件

将 ABS 原料干燥 4 h, 注射成型为标准试样, 然后在规定的时间内进行测试。具体的注射工艺条件见表 1。

表 1 试样注射基本工艺条件

熔体温度 / ℃	注射时间 / s	冷却时间 / s	注塑压力 / MPa	模具温度 / ℃
205	9	30	37	25

2 结果与讨论

塑料的成型收缩主要由热收缩、相变收缩、取向收缩和压缩收缩及弹性回复四部分组成。对无定形的 ABS 塑料, 不存在相变收缩。下面分别讨论测试标准、成型工艺参数对 ABS 成型收缩率的影响。

2.1 测试标准的确定

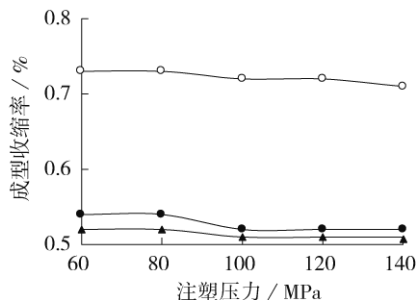
测定塑料试样收缩率的标准有很多种, 如国际

标准 ISO 2557/1 - 1989 (E)、德国标准 DIN、前苏联标准 IOCT 18616 - 80 [CT C 3B 890 - 78] 及美国标准 ASTM D955 - 89 等^[12~15]。其中, 国际标准测定的是“最大收缩率”和“部分收缩率”, 而且测试范围仅限于无定形热塑性塑料, 不能测定玻纤增强和结晶性塑料; 德国标准同样也是测定“最大收缩率”的方法, 仅限于无定形热塑性塑料; 前苏联标准虽然能测定各种塑料的“收缩率”、“后收缩率”及“各向异性收缩(横向收缩和纵向收缩的比值)”, 但测定的“收缩率”只适用于压制成型。而美国标准适用于各种不同类型的塑料, 且能测定“1~2 h”、“24 h”、“48 h”成型收缩率, 因此其测试范围广, 可测定的塑料品种多, 能测定反映纵、横向收缩率差异的“各向异性收缩”, 而且能反映塑料件收缩率随时间的变化规律, 这是上述三个标准不能做到的。因此, 笔者选择美国 ASTM D 955 - 89 标准作为 ABS 试样成型收缩率测定的标准。

2.2 注塑工艺对 ABS 成型收缩率的影响

2.2.1 注塑压力

注塑压力对 ABS 成型收缩率的影响如图 1 所示。由图 1 看出, 成型收缩率随注塑压力的提高而减小。这是因为增加注塑压力会使 ABS 制品密实程度增加, 线胀系数减小, 热收缩减小, 况且弹性回复加大, 从而使成型收缩率减小。与此同时, 随注塑压力的增大, ABS 分子链的取向也会有所增加, 这会使收缩率变大, 但比较两种效应, 前者占主导地位。

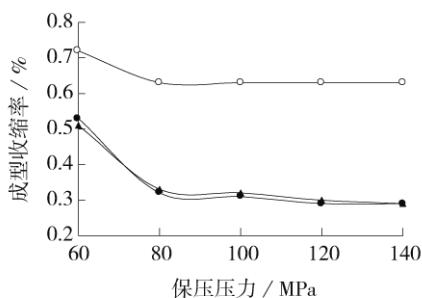


○—长条试样平行流动方向；●—圆形试样平行流动方向；
▲—圆形试样垂直流动方向

图 1 注塑压力与 ABS 成型收缩率的关系

2.2.2 保压压力

保压压力对 ABS 成型收缩率的影响最大, 如图 2 所示。这是因为在注塑过程中型腔尚未充满熔体, 注塑压力对熔体的压实不明显, 而保压压力作用时模具型腔已被充满, 因此保压压力对制品的补缩、压实作用明显, 从而导致制品的成型收缩率大大降低。由图 2 还可以看出, 当保压压力增加到 80 MPa



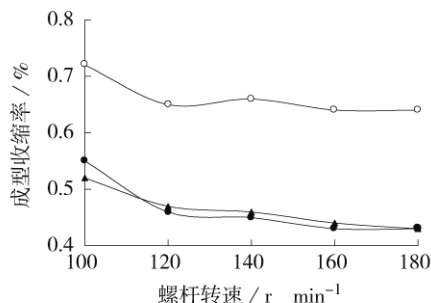
○—长条试样平行流动方向；●—圆形试样平行流动方向；
▲—圆形试样垂直流动方向

图 2 保压压力与 ABS 成型收缩率的关系

后, 压力的改变对成型收缩率的影响已不明显了。

2.2.3 螺杆转速

图 3 是 ABS 成型收缩率随螺杆转速变化的关系曲线。由图 3 可看出, 随着螺杆转速的增大, 成型收缩率减小。这是因为螺杆转速增加, 料筒内的剪切作用增加, 使料温上升, 熔体粘度减小, 流动阻力减小, 促进了压力的传递, 使成型收缩率降低。但另一方面, 制品的热收缩率也变大, 图 3 是综合以上两种效应得到的结果。当螺杆转速较小时, 转速的提高, 减小收缩率的因素占主导地位, 但转速提高到 120 r/min 以上, 减小和增大收缩率的因素趋于平衡, 对制品成型收缩率的影响趋缓。



○—长条试样平行流动方向；●—圆形试样平行流动方向；
▲—圆形试样垂直流动方向

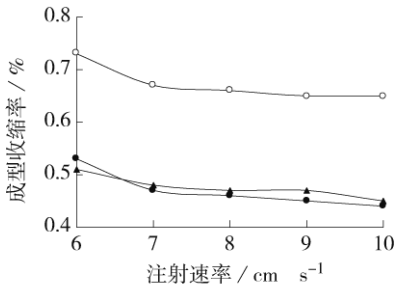
图 3 螺杆转速与 ABS 成型收缩率的关系

2.2.4 注射速率

注射速率的增大可以促进 ABS 分子链的取向, 但快速充模时, 会使制品维持在较高的温度下冷却, 分子在高温下松弛的时间延长, 明显对解取向有利, 使取向度降低, 成型收缩率减小, 结果如图 4 所示。反之, 如果低速注射, 进模熔体的温度相对低些, 冻结的取向结构多, 同时高分子链布朗运动的能力减弱, 解取向作用小, 使成型收缩率增大。

2.2.5 保压时间

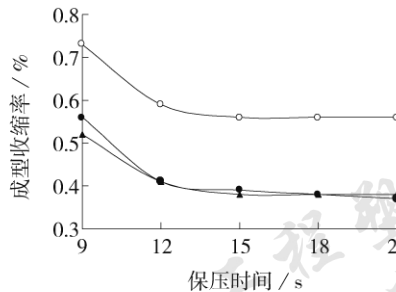
延长保压时间, 可以减少熔体向浇口的倒流, 增强补缩作用, 使制品密实, 从而使制品的成型收缩率



○—长条试样平行流动方向；●—圆形试样平行流动方向；
▲—圆形试样垂直流动方向

图4 注射速率与ABS成型收缩率的关系

减小,如图5所示。但是,在浇口封闭后再延长保压时间,就起不到补缩的作用。由图5可见,随保压时间的增加,成型收缩率出现一平台,由此看出,该注射试样浇口的封闭时间为15 s。

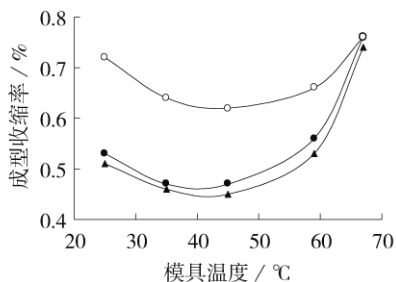


○—长条试样平行流动方向；●—圆形试样平行流动方向；
▲—圆形试样垂直流动方向

图5 保压时间与ABS成型收缩率的关系

2.2.6 模具温度

模具温度升高,虽然熔体充模时冷却慢,有使制品加大弹性回复的作用,而且模具温度越高,解取向的作用越显著,使分子定向减少,成型收缩率减小。但模具温度高也会使制品的热收缩加大,成型收缩率增大。图6是模具温度与ABS成型收缩率的关系曲线。由图6可知,在模具温度较低时,热收缩居于次要地位,因而随着模具温度的升高,制品的成型收缩率减小;而在较高的模具温度下,热收缩成为主



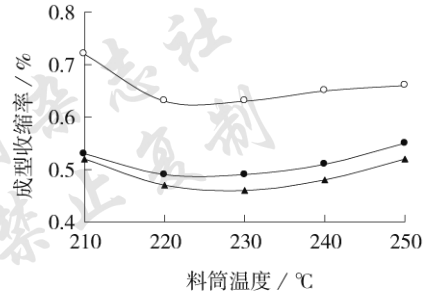
○—长条试样平行流动方向；●—圆形试样平行流动方向；
▲—圆形试样垂直流动方向

图6 模具温度与ABS成型收缩率的关系

要影响因素,此时,随着模具温度的提高,制品的成型收缩率增大。所以,在控制模具温度时,过高的模具温度是不合适的。

2.2.7 料筒温度

图7是料筒温度与ABS成型收缩率的关系曲线。由图7可看出,随着料筒温度的升高,ABS制品的成型收缩率先减小,尔后再增大。这是因为料温的升高使熔体粘度降低,压力损失减小,这与提高压力有相同的作用,同时,料温高时分子链的解取向作用增强,使成型收缩率减小;但随着料温的继续升高,热收缩作用更加显著,使制品的成型收缩率增大。因此,在图7中低温区分子定向起主要作用,而在高温区热收缩是主要的影响因素。



○—长条试样平行流动方向；●—圆形试样平行流动方向；
▲—圆形试样垂直流动方向

图7 料筒温度与ABS成型收缩率的关系

3 结论

通过测定成型收缩率不同标准的比较,最终选择了美国 ASTM D 955-89 标准来测定 ABS 试样的成型收缩率。在本试验条件下,ABS 的成型收缩率范围为 0.29% ~0.76%。ABS 成型收缩率受注塑压力、保压压力、螺杆转速、注射速率、保压时间、模具温度及料筒温度等诸多因素的影响,其中保压压力、保压时间的影响最显著。

参考文献

- 1 张治华. 塑料收缩性. 北京: 中国石油化工出版社, 1999.
- 2 丁浩. 塑料工业实用手册. 北京: 化学工业出版社, 1995.
- 3 Robert G E, Keith G J. Shrinkage properties of HDPE——an aid to the mold designer. *Plastics Engineering*, 1979, 8: 23
- 4 Sun D C, Magill J H. Thermal interactions in oriented polymeric materials: Shrinkage, crystallization, and melting. *Polymer Engineering and Science*, 1989, 29(21): 1503
- 5 Sun D C, Magill J H. Thermal analysis of coupled processes in oriented polymers. *Am Chem Soc, Div Polym Chem Polym Prepr*, 1987, 28: 351
- 6 Angel S M, Amparo M. Polypropylene-fibre-reinforced mortar mixes: Optimization to control plastic shrinkage. *Composites Science and Technology*, 1997, 57: 655

7

Radocea A. Model of plastic shrinkage. Magazine of Concrete Research, 1994, 46: 125

8

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

9

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

10

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

11

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

12

ASTM D 955 - 89

13

ISO 2557/1 - 1989 (E)

14

DIN 167. 7D: Part 3

15

IOCT 18616 - 80[CT C 3B 890—78]

STUDY ON THE SHRINKAGE OF ABS BY INJECTION MOLDING

Yang Qi, Wang Pengju, Lei Jun, Xue Liang, Huang Yajiang

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

ABSTRACT The standard, ASTM D 955 - 89, was used to test the shrinkage of ABS by the injection molding. The effects of the parameters of the injection molding on the shrinkage of ABS were discussed. The results provided help for making and controlling the processing technology and designing molds to produce satisfactory dimension parts of plastics.

KEYWORDS ABS, injection molding, shrinkage

日本将开发陈米造塑料技术

从 2004 年开始, 日本政府将援助实施一项新的产业——利用政府拥有并难以处理的大量陈米生产可降解塑料。这种塑料以植物为原料, 废弃后可能在土壤中分解。

据悉, 这种塑料可以通过土壤中的微生物分解成水和二氧化碳。由于原料使用的是大米和玉米淀粉, 这种塑料除了被用于农用保温大棚外, 一些日本公司也开始采用这种新型塑料, 如索尼公司已着手将其用于制作立体声耳机, 丰田公司则使用这种塑料制造汽车零部件。

截至 2002 年, 日本国产大米的库存量达到了 155 万 t, 其中 53 万 t 为 1996 年和 1997 年生产的难以再食用的陈米, 而这部分大米最终将被用于可降解塑料的生产。(中化)

PET 加工设备升级加速

目前, 全球对聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 制品的需求量年增长率约为 8%。这一巨大市场促使了 PET 预制型坯加工行业的发展。

最近, 瑞士 Netstal 公司推出了具有 PET 专用螺杆的加工机器。新螺杆增加了“挤料注塑”功能, 即在注塑过程中螺杆可持续高速旋转, 使一套现有 600 t 设备的产量由 500 kg/h 增加到 700 kg/h。它适用于各种规格的 PET 加工设备中, 并且式样可以翻新改造。

加拿大 Husky 公司也正在用新开发的 HyPET 系统替代已经建立的 G - PET 型坯模塑系统。与 G - PET 系统相比, 新系统具有单面模具和改进的冷却和型坯处理系统, 成型周期大约可缩短 5%, 减少了加工能耗, 设备占地也减少了 20%。(中化)

美国塑木复合材料市场增长迅速

据美国专题研究报告, 美国聚合物木粉复合材料需求在 2006 年前每年平均增长率可达 13%, 市场总值将达 20 亿美元。报告指出, 美国塑木复合材料增长较快的应用领域为各种辅板、栅栏和门窗。到 2006 年, 美国塑木辅板市场将提高

到 9 亿美元, 塑木栅栏市场将提高到 3.15 亿美元, 塑木门窗市场也将提高到 1.35 亿美元。但是, 塑木复合材料在同期装饰市场上的应用量增长缓慢。(中建)

纳米技术改性聚丙烯土工材料通过鉴定

日前, 由常州市生富公路材料有限公司与中科院固体物理研究所纳米技术中心合作完成的纳米材料改性聚丙烯技术及在土工产品方面的应用项目通过了江苏省科技厅组织的成果鉴定。

土工材料是一种以高分子聚合物为原料的新型岩土工程材料, 在高速公路、防洪堤坝等方面具有广阔的应用前景。我国土工材料产业是依托在传统的塑料加工基础上发展起来的, 生产土工产品的主要原料聚丙烯存在成型收缩率大、脆性高、冲击强度低、抗紫外老化性能差等弱点。

利用该项技术开发的土工编织布产品, 拉伸强度提高 10%、冲击强度提高 70%、压缩强度提高 30%、抗紫外老化能力提高 300% 以上。(中化)

聚酯新反应器开发成功

EMS 伊文达 - 费希尔 (Inventa - Fisher) 公司开发了创新的聚酯反应器, 可降低生产聚酯的原材料消耗和提高产率。这种称为 ESPRE 的塔式反应器可使转化费用降低 26%, 提高销售收益 22% 和改进聚酯质量。该反应器可灵活地用于 PET、PTT、PEN 和 PBT 及其共聚酯。

在新工艺中, 酯化和缩聚同时在降低了压力和温度的条件下进行, 有利于反应。采用反应气体或惰性气体完成相互混合, 避免了机械混合, 反应体系自动进行。利用新反应器的反应体系, 可避免产生副产物和反应死区, 同时可达到优化分子量分布的目的。

目前, 这种新技术除已有一套 1 t/d 的中型装置外, 还有三套聚酯装置采用新的反应器技术, 德国 240 t/d 装置正在建设中, 荷兰 180 t/d 装置处于基础工程阶段, 中国台湾 120 t/d 装置已决定采用这种反应器。(中化)