



中华人民共和国国家标准

GB/T 17037.4—2003/ISO 294-4:2001

塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备 第4部分：模塑收缩率的测定

Plastic—Injection moulding of test specimens of
thermoplastic materials—Part 4: Determination
of moulding shrinkage

(ISO 294-4:2001, IDT)

2003-02-10 发布

2003-07-01 实施

中华人民共和国 发布
国家质量监督检验检疫总局

前 言

GB/T 17037《塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备》分为五个部分:

——第1部分:一般原理及多用途试样和长条试样的制备;

——第2部分:小拉伸试样;

——第3部分:小方试片;

——第4部分:模塑收缩率的测定;

——第5部分:研究各向异性用标准试样的制备。

本部分为 GB/T 17037 的第4部分。

本部分等同采用 ISO 294-4:2001《塑料 热塑性塑料材料试样的注塑 第4部分:模塑收缩率的测定》(英文版)。

本部分等同翻译 ISO 294-4:2001。

为便于使用,本部分做了下列编辑性修改:

a) 型腔长度“ l_c ”改为“ l_0 ”;

b) 型腔宽度“ b_c ”改为“ b_0 ”。

本部分的附录 A 为资料性附录。

本部分由中国石油化工股份有限公司提出。

本部分由全国塑料标准化技术委员会石化塑料树脂产品分会(CSBTS/TC 15/SC 1)归口。

本部分起草单位:北京燕化石油化工股份有限公司树脂应用研究所。

本部分主要起草人:王晓丽、王树华、陈宏愿、杨春梅、邸丽京。

引 言

GB/T 17037.1 的引言适用于本部分。

在热塑性塑料材料注塑时,模塑件与相应的型腔尺寸间的差异随模具设计和模具使用的不同而变化。这种差异可能与注塑机的大小,受收缩干扰作用的模塑件的形状和尺寸,材料在模具内流动或移动的程度和方向,喷嘴、主流道、流道及浇口的尺寸,注塑机的操作循环,熔体温度和模具温度,保压压力的大小和保压时间等因素有关。模塑收缩率和模塑后收缩率是由于材料的结晶、材料的松弛(如解取向)以及热塑性塑料和模具的热收缩而产生的。另外,模塑后收缩率也可能受所处环境湿度的影响。

模塑收缩率和模塑后收缩率的测定有助于热塑性塑料间的比较及检查生产的均一性。

本部分所得数据不能作为组件设计计算的依据,然而,通过测定在不同熔体温度、模具温度、注射速度、保压压力和其他注塑参数下材料的收缩率可得到材料典型性能的信息。在生产具有精确尺寸的制品时,收缩率的信息对选择适用的模塑材料是重要的。

塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备

第4部分:模塑收缩率的测定

1 范围

GB/T 17037 的本部分规定了热塑性塑料材料注塑试样在平行和垂直于熔体流动方向上的模塑收缩率和模塑后收缩率的测定方法。

热固性材料收缩率的测定方法见 ISO 2577^[2]。

本部分规定的模塑收缩率不包括吸湿的影响。该影响包括在模塑后收缩率和总收缩率中。仅由吸湿而产生的模塑后收缩率的测定方法见 ISO 175^[1]。

本部分规定的模塑收缩率系指自由收缩率,即保压期间模具中的试片因冷却而不受限制变形产生的收缩。因而它可被视为受限制收缩的最大值。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 17037 本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 17037.1—1997 热塑性塑料材料注塑试样的制备 第1部分:一般原理及多用途试样和长条试样的制备(idt ISO 294-1:1996)

GB/T 17037.3—2003 塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备 第3部分:小方试片(ISO 294-3:2002, IDT)

3 术语和定义

GB/T 17037.1 中确立的以及下列术语和定义适用于 GB/T 17037 的本部分。

3.1

模塑收缩率 moulding shrinkage

S_M

试验室温度下测量的干燥的试样和模塑它的模具型腔之间的尺寸差异。

注1: S_M 用相关型腔尺寸的百分数表示。

注2: 平行于熔体流动方向的模塑收缩率 S_{M_p} 在试样宽度的中间测定;垂直于熔体流动方向的模塑收缩率 S_{M_n} 在试样长度的中间测定。

3.

模塑后收缩率 post-moulding shrinkage

S_p

试验室温度下测量的模塑收缩率测定后又经后处理的试样在后处理前后的尺寸差异。

注1: S_p 用百分数表示。

注2: 平行于熔体流动方向的模塑后收缩率 S_{p_p} 和垂直于熔体流动方向的模塑后收缩率 S_{p_n} 按与 3.1 中 S_{M_p} 和 S_{M_n} 类似的方式定义。

3.

总收缩率 total shrinkage S_T

试验室温度下测量的模塑后处理之后的试样与模塑它的模具型腔之间的尺寸差异。

注 1: S_T 用百分数表示。

注 2: 平行于熔体流动方向的总收缩率 S_{Tp} 和垂直于熔体流动方向的总收缩率 S_{Tn} 按与 3.1 中 S_{Mp} 和 S_{Mn} 类似的方式定义。

3.

型腔压力 cavity pressure p_c

模塑过程中任意时刻,在靠近浇口中心处测量的型腔内热塑性塑料材料的压力。

注: P_c 用 MPa 表示。

3.5

保压时的型腔压力 cavity pressure at hold P_{CH}

注射时间 t_1 (见图 1) 结束后 1 s 时的型腔压力(3.4)。

注: P_{CH} 用 MPa 表示。

4 设备

4.1 D2 型标准模具

D2 型标准模具应符合 GB/T 17037.3 中 4.1 的规定,用于制备 60 mm×60 mm×2 mm 的试片。

为便于用光学法测量试样尺寸,可在模具型腔内刻上参考标记。参考标记应在距模具型腔边缘(4±1)mm 处。

为确保在任何方向都不限制收缩,建议参考标记的最大深度为 5 μm(见引言)。使用调整到合适位置的镶件效果较好。

GB/T 17037.1 中 4.1.1.4,k) 和 GB/T 17037.3 中图 2 建议安装的压力传感器 P 对测定收缩率是必需的。

模具型腔板应有足够的硬度,以防止保压期间模塑试片厚度超过型腔的厚度,保证试片长度和宽度的收缩率为正值。

4.2 注塑机

注塑机应符合 GB/T 17037.3 中 4.2 的规定,但应在 GB/T 17037.1 中 4.2.2 给出的操作条件内增加下述允许偏差的内容:

型腔压力 P_c : ±5%

4.

测量设备应能测量试样及其对应的型腔长度和宽度,精确至 0.02 mm。测量在对边的中心之间、对边之间或参考标记之间进行(见附录 A)。测量试样长度时,注意试样末端浇口处 0.5 mm 高的台阶。如果使用机械测量仪,注意测量系统的触头不能划出刻痕。

建议使用校准板定期校准测量设备。

4.

当有关双方同意进行模塑后收缩率测定时,才需要恒温箱。

5 步骤

5.1 材料的状态调节

应符合 GB/T 17037.1 中 5.1 的规定。

5.2 注塑

5.2.1 注塑的基本条件应符合 GB/T 17037.3 中 5.2 的规定。

5.2.2 制备测定模塑收缩率的试样时,保压时的型腔压力 P_{CH} (见 3.5) 最好在 20 MPa、40 MPa、60 MPa、80 MPa 和 100 MPa 中选择一个或多个值,也可以使用其他值。

注:型腔压力高于 80 MPa,需要很高的锁模力,普通商用设备可能达不到此要求。

5.2.3 测定保压压力 P_H ,确认其是否与选定的 P_{CH} 相符,并且在每一个压力下模塑试样时,考虑以下附加说明:

a) 仔细找出注射和保压的转换点,避免时间-压力曲线出现凹陷的情况(见图 1,曲线 c),同时也要在转换点后 1 s 内避免峰值超出保压时型腔压力的 10%(见图 1,曲线 b);

由于注塑机惯性的影响,有效的转换时间要比正常值长。在试验中需要对每种材料和每一注射速度调整正确的转换点:

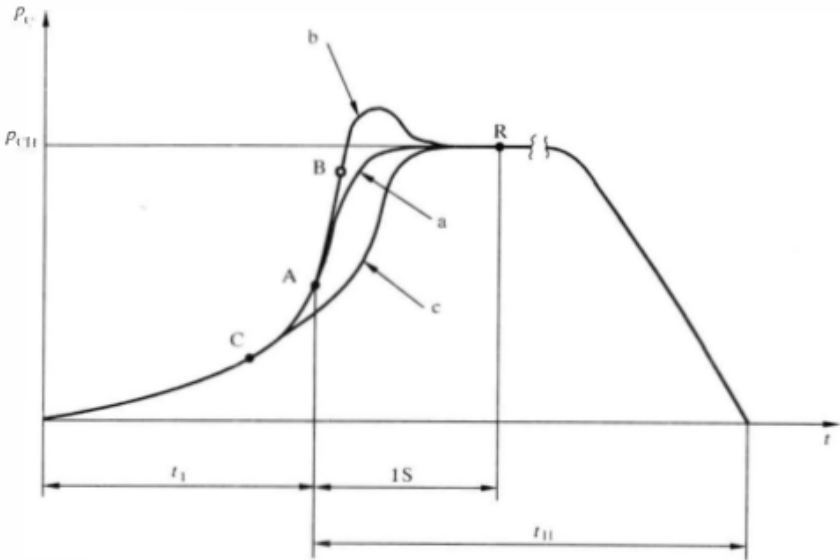
注:型腔压力曲线出峰是由于部分熔体回流引起型腔瞬时超压。因而注射到型腔内的材料的质量没有被清楚地确定,接近浇口处材料的取向将被扰动。

b) 保压期间保持压力恒定;

c) 保压时间按 GB/T 17037.1 中 5. 材料已经充分凝固不再向型腔内流动;

d) 选择试样从模具中移出且不变形的最短的冷却时间。因为材料的冷却速率与厚度平方的倒数成正比,所以对于 GB/T 17037.3 中浇口高度与试片厚度比为 3:4 的情况,型腔的最短冷却时间约为保压时间(浇口的冷却时间)的 1.8 倍;

e) 按 GB/T 17037.1 中 5. 图 1 靠近 A 点曲线的曲率变化表明从熔体流动期到膨胀压缩期的转变。保压时的型腔压力值在 R 点记录,最短的保压时间是型腔压力值降为零的时间。



曲线 a——注射时间(接近 A 点)合适;
曲线 b——注射时间(B 点)过长;
曲线 c——注射时间(C 点)过短。

图 1 注塑过程中型腔压力-时间的关系图

5.3 模具温度的测量

应符合 GB/T 17037.1 中 5.3 的规定。

5.4 熔体温度的测量

应符合 GB/T 17037.1 中 5.4 的规定。

5.5 脱模后试样的处理

5.5.1 为减小试样的变形,脱模后应立即将试样与流道分离开。在切割时,注意不能损伤尺寸测量所用的边。

5.5.2 允许把试样平放在低导热的表面上冷却到室温。冷却后,试样应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的温度下,放置 16 h~24 h。假如材料放置在潮湿与干燥的环境中收缩率有明显的差异,则应将它放置在干燥的环境(例如装有干燥剂的密闭容器)中。

5.6 模塑收缩率的测定

5.6.1 比较试片厚度和型腔高度,特别是接近浇口中间位置,检验模具型腔板是否有足够硬度(见 4.1)。

5.6.2 假如没有已知数据,应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 温度下测量模具对边的参考点处型腔的长度 l_0 和宽度 b_0 ,精确到 0.02 mm。这些点可以是対边中点、浇口末端与対边中点、边棱中点或模具型腔内的参考标记。

记录这些数据,用于收缩率计算。

注:应经常检查型腔内的标记是否磨损。

5.6.3 何试样,变形高度(超出平面的变形量)超过 2 mm 时,均应废弃。

5.6.4 mm(见 5.6.2)。

可通过使试样水平受压以减小其变形(小于 2 mm 的变形)。在尺寸测量中,试样的任何变形应小于 1 mm。

注:变形使试样的尺寸减小,试样尺寸减小可用近似式(1)计算:

$$-\Delta x \approx 4h^2/3x \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

x ——试样尺寸(长度 l 或宽度 b),单位为毫米(mm);

$-\Delta x$ ——尺寸减小(长度 l 或宽度 b),单位为毫米(mm);

h ——变形高度(超出平面的变形量),单位为毫米(mm)。

试样尺寸 x 为 60 mm,变形高度 h 为 1 mm, x 的减小 Δx 为 0.02 mm,符合 5.6.2 和 5.6.4 给出的允许偏差。

5.6.5 每一个注塑条件,至少测量 5 个试样。

5.7 模塑收缩率测定后试样的处理

试样模塑收缩率测定后至模塑后收缩率测定前试样的处理条件(温度、湿度或其他环境)应采用相关材料标准的规定或按有关双方商定的条件。

注:模塑后处理的条件也可以作为贮存或使用时的条件。

5.8 模塑后收缩率的测定

试样按 5.7 要求处理后,在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的温度下再次测量试样,结果精确至 0.02 mm(见 5.6.3 至 5.6.5),长度记为 l_2 ,宽度记为 b_2 。

6 结果表示

6.1 模塑收缩率

平行和垂直于熔体流动方向的模塑收缩率 S_{M_p} 和 S_{M_n} 分别按式(2)和式(3)计算,以百分数表示。

$$S_{M_p} = \frac{l_0 - l_2}{l_0} \times 100\%$$

$$S_{M_n} = \frac{b_0 - b_2}{b_0} \times 100\%$$

式中:

l_0 ——型腔长度(见 5.6.2),单位为毫米(mm);

l_1 ——试样长度(见 5.6.4),单位为毫米(mm);

b_0 ——型腔宽度(见 5.6.2),单位为毫米(mm);

b_1 ——试样宽度(见 5.6.4),单位为毫米(mm)。

6.2 模塑后收缩率

平行和垂直于熔体流动方向的模塑后收缩率 S_{p_p} 和 S_{p_n} 分别按式(4)和式(5)计算,以百分数表示。

$$S_{p_p} = 100(l_1 - l_2)/l_1 \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$S_{p_n} = 100(b_1 - b_2)/b_1 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

l_1 ——试样长度(见 5.6.4),单位为毫米(mm);

l_2 ——试样经模塑后处理(见 5.8)后的长度,单位为毫米(mm);

b_1 ——试样宽度(见 5.6.4),单位为毫米(mm);

b_2 ——试样经模塑后处理(见 5.8)后的宽度,单位为毫米(mm)。

6.3 总收缩率

平行和垂直于熔体流动方向的总收缩率 S_{T_p} 和 S_{T_n} 分别按式(6)和式(7)计算,以百分数表示。

$$S_{T_p} = 100(l_0 - l_2)/l_0 \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$S_{T_n} = 100(b_0 - b_2)/b_0 \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

l_0 ——型腔长度(见 5.6.2),单位为毫米(mm);

l_2 ——试样经模塑后处理(见 5.8)后的长度,单位为毫米(mm);

b_0 ——型腔宽度(见 5.6.2),单位为毫米(mm);

b_2 ——试样经模塑后处理(见 5.8)后的宽度,单位为毫米(mm)。

模塑收缩率、模塑后收缩率和总收缩率之间的相互关系见式(8)。

$$S_T = S_M + S_p - S_p S_M / 100 \quad \dots\dots\dots(8)$$

注:模塑收缩率和模塑后收缩率表示的百分数不是用相同的起始尺寸[分别见式(2)和式(3),式(4)和式(5)],因此总收缩率并不是二者之和。但是式(8)的最后一项通常可以忽略。

7 精密度

因未获得实验室间的数据,本方法的精密度尚不可知。

8 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 采用 GB/T 17037 的本部分;
- b)~h) 按 GB/T 17037.1,第 6 章中 b)~h)的规定,但 g)中保压压力 P_H 用型腔压力 P_{CH} 代替;
- i) 平行和垂直于熔体流动方向的模塑收缩率、模塑后收缩率和总收缩率,用百分数表示,精确到 0.1%。

附 录 A
(资料性附录)
测量长度和宽度的参考点

图 A.1 是试样的透视图,阴影为浇口末端台阶和与流道切割处的剖面。

用机械测量仪测量长度 l_1 和 l_2 , 宽度 b_1 和 b_2 , 试样三对模塑面的中心 S 和台阶中心 G 是合适的参考点。

用光学仪器测量时,可用试样边棱的中点 E 或距边棱 4 mm 处(见 4.1)型腔板上预制的标记 M 作为参考点(图 A.1 仅显示了一个这样的标记)。

只要采用相同的参考点测量试样和型腔,每对参考点间的高度差就不会对收缩率产生显著的影响。参考点的一致可避免测量试样时的倾角和不同类型的参考点产生的影响,例如:一面的“机械”参考点 S 和与之相对面的“光学”参考点 E 或 M 相结合。

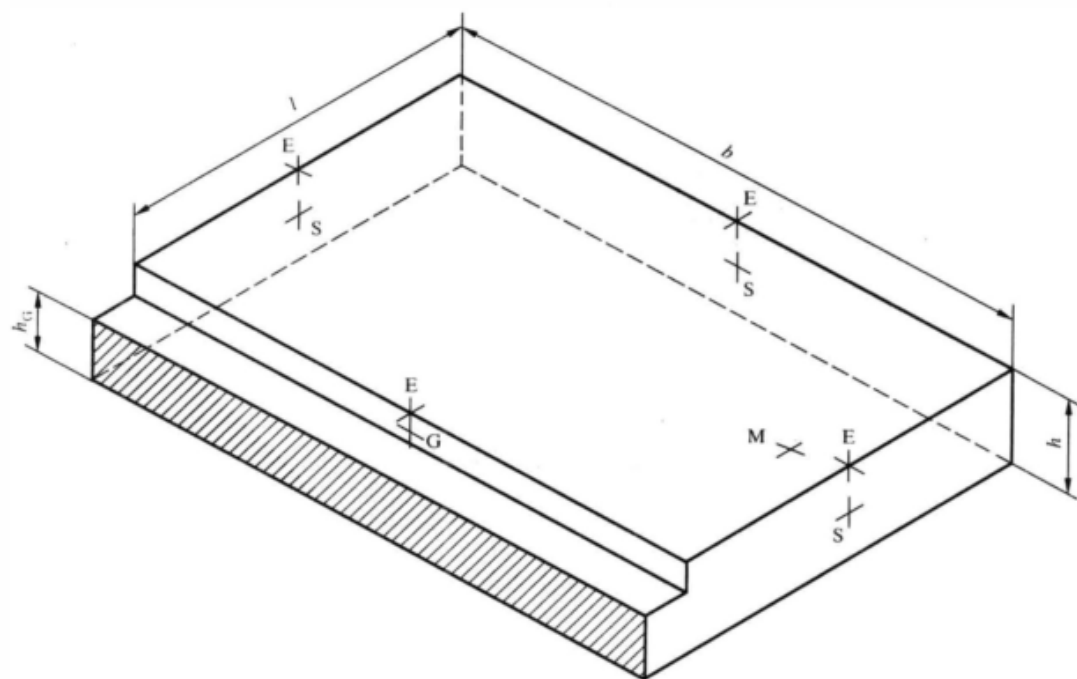


图 A.1 注塑试片透视图

参考文献

- [1] ISO 175:1999 塑料 测定液体化学物质浸没效果的试验方法
 - [2] ISO 2577:1984 塑料 热固性塑料模塑材料 收缩率的测定
-