

中华人民共和国国家标准

GB/T 17037.1—2019
代替 GB/T 17037.1—1997

塑料 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 长条形试样的制备

Plastics—Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials—
Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens

(ISO 294-1:2017, MOD)

2019-05-10 发布

2020-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 设备 4

5 步骤 9

6 试样制备报告..... 10

附录 A (资料性附录) 流道布置示例 12

附录 B (资料性附录) 塑料注塑模具零件的部分标准 13

附录 C (资料性附录) 注塑模具示例 14

附录 D (资料性附录) 注塑参数的设定方法 15

附录 E (资料性附录) 保压压力和保压时间的确定方法 19

参考文献 24

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形试样的制备；
- 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：各向异性评估用标准试样的制备。

本部分为 GB/T 17037 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 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》。与 GB/T 17037.1—1997 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 增加了以下术语和定义：模塑件质量(3.22)、试样质量(3.23)、缩痕比(3.24)和型腔压力(3.25)；
- 按 GB/T 37426 的规定修订了试样类型代号；
- 增加了注塑机参数的设定方法(见附录 D)；
- 增加了保压压力和保压时间的确定方法(见附录 E)。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 294-1:2017《塑料 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形试样的制备》。

本部分与 ISO 294-1:2017 的技术性差异及其原因如下：

- 关于规范性引用文件，本标准做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 1043.1 代替了 ISO 179-1；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 17037.4 代替了 ISO 294-4；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 37426 代替了 ISO 20753。

本部分做了以下编辑性修改：

- 将第3章术语和定义中 ISO 和 IEC 维护术语数据库的网址信息以注的形式给出。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国石油和化学工业联合会提出。

本部分由全国塑料标准化技术委员会(SAC/TC 15)归口。

本部分起草单位：中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司树脂应用研究所、北京华塑晨光科技有限责任公司、同轨科技成都有限公司、中国石油化工股份有限公司北京北化院燕山分院、中蓝晨光成都检测技术有限公司、北京燕山石化高科技技术有限责任公司。

本部分主要起草人：陈宏愿、郑慧琴、刘欢胜、王超先、陈敏剑、张昌怡、王少鹏、于洋、王哲。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 17037.1—1997。

引 言

在注塑过程中,很多因素可以影响注塑试样的性能和用此试样获得的各种试验的测定值。制备注塑试样过程中使用的注塑条件对试样的力学性能有很大的影响。对注塑过程每一个主要参数给出确切的定义是标准化的基本要求,可使操作条件具有再现性和可比性,参见参考文献[1]、[2]、[4]、[5]和[6]。

在确定注塑条件时,考虑注塑条件可能对被测定材料性能的影响是很重要的。热塑性塑料中,无定形的聚合物可显示出不同的分子链取向;结晶性和半结晶性聚合物可显示出不同的结晶形态;非均相热塑性塑料可显示出不同的相态;各向异性的填充材料,如短纤维,也可显示不同的取向,参见参考文献[3]。“被冻结”在注塑试样里的残留应力和注塑过程产生中的热降解也可能影响试样的性能。因此,必须控制这些现象,以避免试样性能测试值的波动。

需特别注意以保证 GB/ISO 标准模具描述的要求可全部适用所用的注塑设备以及所有可更换的型腔板。

塑料 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形试样的制备

1 范围

GB/T 17037 的本部分给出了热塑性塑料材料注塑试样所遵循的一般原理，给出了用于制备两种试样的模具设计的详细参考数据，例如 GB/T 37426 规定的 A1 型和 B1 型试样，提供了可再现的注塑条件，其目的是提供模塑过程主要参数的一致性描述，并在报告的模塑条件下建立统一的方法。试样的可再现性制备所需的详细条件会随使用材料而有所变化，这些条件在相关材料的国家标准中有规定，或由相关方约定。

本部分适用于热塑性塑料材料注塑制备具有可再现性的多用途试样和长条形试样。

注：对丙烯腈/丁二烯/苯乙烯(ABS)、苯乙烯/丁二烯(SB)和聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)的实验室之间试验表明，模具设计是保证试样的可再现性制备的重要因素之一。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1043.1 塑料 简支梁冲击性能的测定 第1部分：非仪器化冲击试验 (GB/T 1043.1—2008, ISO 179-1:2000, IDT)

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)

GB/T 17037.4 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 (GB/T 17037.4—2003, ISO 294-4:2001, IDT)

GB/T 37426 塑料 试样 (GB/T 37426—2019, ISO 20753:2018, MOD)

ISO 294-2 塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备 第2部分：小拉伸试样 (Plastics—Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials—Part 2: Small tensile bars)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

注：ISO 和 IEC 用以下网址维护术语数据库：

——IEC 世界在线电子技术词汇：<http://www.electropedia.org>

——ISO 在线浏览平台：<http://www.iso.org/obp>

3.1

模具温度 **mould temperature**

T_c

模具系统达到热平衡后，打开模具，立即测得的模具型腔表面的平均温度，单位为摄氏度(℃)。

3.2

熔体温度 melt temperature

T_M

对空注射所得的熔融塑料的温度,单位为摄氏度(℃)。

3.3

熔体压力 melt pressure

p

在模塑过程中的任一时刻,螺杆前端处塑料材料的压力,单位为兆帕(MPa)。

3.4

保压压力 hold pressure

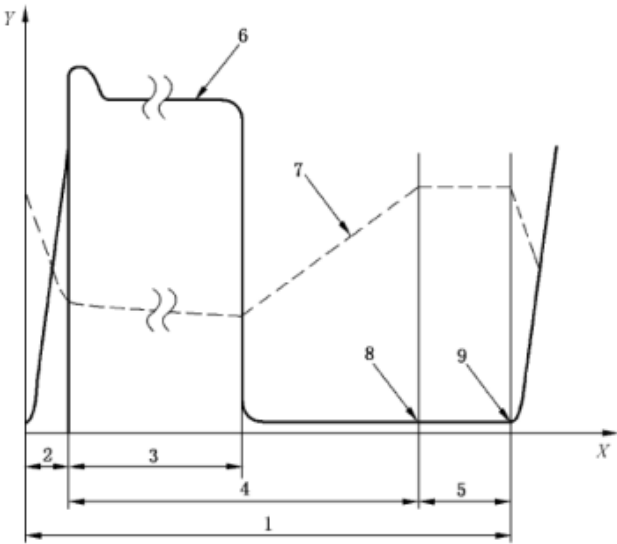
p_H

在保压时间(3.9)内的熔体压力(3.3),单位为兆帕(MPa)。

3.5

模塑周期 moulding cycle

在模塑过程中,制备一模注塑试样所需要的全部操作工序(见图 1)。



说明:

X ——时间 t ;

Y ——熔体压力 p ;

1 ——循环时间 t_T ;

2 ——注射时间 t_i ;

3 ——保压时间 t_H ;

4 ——冷却时间 t_C ;

5 ——开模时间 t_O ;

6 ——熔体压力 p ;

7 ——螺杆轴向位置 l ;

8 ——模具开模;

9 ——模具合模。

注: 由于背压的影响,冷却时间(3.8)内熔体压力不为零。

图 1 模塑周期示意图——熔体压力(实线)和螺杆轴向位置(虚线)与模塑时间的坐标图

3.6

循环时间 cycle time

t_T

完成一个模塑周期(3.5)所用的时间,单位为秒(s)。

注: 循环时间等于注射时间 t_i 、冷却时间 t_C 和开模时间 t_O 之和。

3.7

注射时间 injection time t_1

从螺杆向前运动开始,直至从注射转换到保压过程所需要的时间,单位为秒(s)。

3.8

冷却时间 cooling time t_c

从注射过程结束,至模具开始打开前所用的时间,单位为秒(s)。

3.9

保压时间 hold time t_H

保压压力(3.4)阶段,维持该压力的时间,单位为秒(s)。

3.10

开模时间 mould-open time t_o

从模具开始打开的瞬间到再关闭并施加最大锁模力(3.19)时的时间,单位为秒(s)。

注:这段时间包括从模具中移出模塑件的时间。

3.11

型腔 cavity

在模具中,用于制备一个试样的空腔部分。

3.12

单型腔模具 single-cavity mould

仅有一个型腔(3.11)的模具。

3.13

多型腔模具 multi-cavity mould

包含两个或多个相同且与流动方向平行排列的型腔(3.11)的模具。

注:相同几何形状的流道和对称的型腔位置能保证一次注塑的所有试样在性能上是相同的。

3.14

家族式模具 family mould

包含不同几何形状和尺寸的型腔(3.11)的多型腔模具(3.13)。

3.15

GB/ISO 模具 GB/ISO mould

用于制备具有可比性和再现性试样的几个标准模具之一,包括制备 GB/T 37426 中 A1 型、B1 型、C1 型、D11 型和 D12 型等试样的标准模具。

注 1: 标准模具包括一个有中心主流道的定模板和一个有 3.13 中所描述的多型腔的型腔板。

注 2: 其他详细情况见 4.1.1.4,附录 C 给出了一套完整模具的部件分解示意图。

3.16

关键部位横截面面积 critical cross-sectional area A_c

在一个单型腔模具(3.12)或多型腔模具(3.13)中,成型试样关键部位型腔(3.11)的横截面的面积,亦即测试时试样被测量的部分,单位为平方毫米(mm²)。

注:例如拉伸试样,试样的关键部位为其狭窄部分,试验时该部分承受最大的应力。

3.17

模塑体积 **moulding volume**

V_M

模塑件质量(3.22)与固体塑料密度的比值,单位为立方毫米(mm^3)。

3.18

投影面积 **projected area**

A_p

模塑件在分型面上的投影面积,单位为平方毫米(mm^2)。

3.19

锁模力 **clamping force**

F_M

模塑过程中为保持模具闭合而加在模具上的力,单位为千牛(kN)。

3.20

注射速率 **injection velocity**

v_1

熔体通过关键部位横截面(3.16)时的平均速率,单位为毫米每秒(mm/s)。

3.21

最大注射量 **shot volume max.**

V_s

注塑机的最大计量行程与螺杆横截面积的乘积,单位为立方毫米(mm^3)。

3.22

模塑件质量 **mass of moulding**

W_m

包括试样、分流道和主流道的模塑件的总质量,单位为克(g)。

3.23

试样质量 **mass of test specimen**

W_s

不包括分流道和主流道的单一试样的质量,单位为克(g)。

3.24

缩痕比 **sink mark ratio**

SR

试样表面上显示的缩痕的相对深度,无量纲。

注:缩痕的测量以及缩痕比的计算方法见 E.1.2.1。

3.25

型腔压力 **cavity pressure**

p_c

熔体在型腔内的压力,通过型腔底部表面的压力传感器测量,单位为兆帕(MPa)。

4 设备

4.1 模具

4.1.1 GB/ISO 模具(多型腔模具)

4.1.1.1 应采用 GB/ISO 模具制备试样,制备的试样不但可获得具有可比性的数据(参见 GB/T 19467.1,

GB/T 19467.2, ISO 11403-1, ISO 11403-2 和 ISO 11403-3), 而且可解决执行不同标准的争议。

4.1.1.2 应使用 Z 形或 T 形流道的两型腔模具(参见附录 A)制备 GB/T 37426 规定的 A1 型多用途试样。模具应满足 4.1.1.4 中所列的要求, 示意图见图 2。在两种类型的流道中, 推荐使用 Z 形流道, 因其能获得更均衡的合模力。制备试样的尺寸应符合 GB/T 37426 规定的 A1 型多用途试样的尺寸。

4.1.1.3 应使用双 T 形流道的四型腔模具制备 GB/T 37426 规定的 B1 型 80 mm×10 mm×4 mm 长条形试样, 模具应满足 4.1.1.4 中所列的要求, 示意图见图 3。制备的长条形试样应与多用途试样的关键部位横截面尺寸(见 GB/T 37426)相同, 试样长度为 80 mm±2 mm。

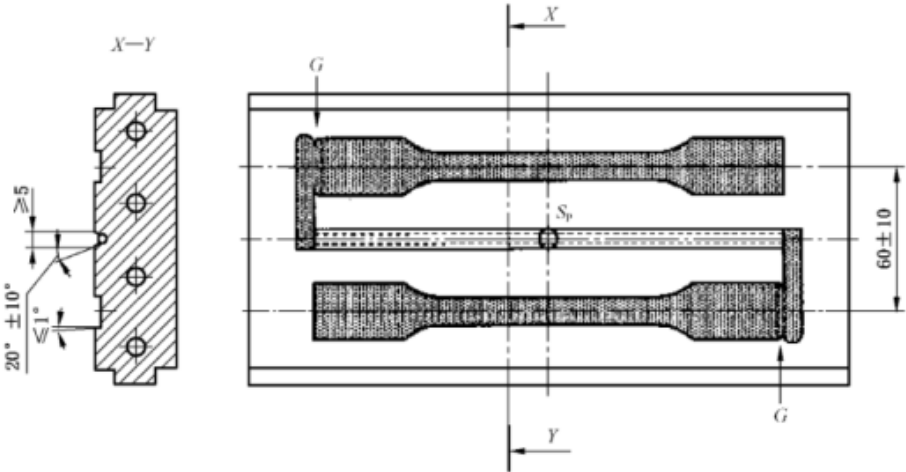
4.1.1.4 制备 GB/T 37426 规定的 A1 型试样和 B1 型试样的 GB/ISO 模具的主要结构见图 2 和图 3, 并应满足下列要求:

- a) 靠近喷嘴侧主流道入口的直径至少应为 4 mm。
- b) 分流道的宽和高(或直径)至少应为 5 mm。
- c) 浇口应设置在型腔的一端, 见图 2 和图 3。
- d) 浇口的高度至少应为型腔高度的 2/3, 浇口的宽度应和与其相连接的型腔的宽度一致。
- e) 浇口长度应尽可能短, 无论如何不应超过 3 mm。
- f) 流道的脱模斜角至少应为 10°, 但不应超过 30°。型腔的脱模斜角不应大于 1°, 拉伸试样肩部脱模斜角不应大于 2°。
- g) 型腔的尺寸应使制备试样的尺寸符合有关试验方法标准的要求。考虑到各种材料的模塑收缩率不同, 型腔尺寸的选择应使制备试样的尺寸在规定的标准值与允许的上限值之间。对于 GB/T 37426 规定的 A1 型和 B1 型试样, 标准模具型腔的主要尺寸如下:
 - 1) 深度: 4.0 mm~4.2 mm。
 - 2) 中间部位宽度: 10.0 mm~10.2 mm。
 - 3) (GB/T 37426 规定的 B1 型试样)长度: 80 mm~82 mm。
- h) 如使用顶出杆, 应设置在试样测试区域之外。例如: GB/T 37426 规定的 A1 型多用途试样(哑铃型试样)和 C 型小拉伸试样(由 ISO 294-2 规定的 C 型模具制备), 顶出杆可设置在肩部; GB/T 37426 规定的 B1 型长条形试样, 顶出杆可设置在中心区域 20 mm 以外的部分; GB/T 37426 规定的 D 型方板形试样(由 ISO 294-3 规定的 D 型模具制备), 顶出杆可设置在中心区域直径 50 mm 之外的部分。
- i) 模板加热/冷却系统的设计, 应能保证在操作条件下, 型腔表面和任一模板表面上任意两点间的温度差小于 5 °C。
- j) 推荐使用可更换式的型腔板和浇口镶件, 以便从注塑一种试样转换成注塑另一种试样时, 可以迅速更换。通过调整注射量 V_s 可使转换后注塑条件尽可能保持一致。附录 A 给出了一个带浇口镶件的可更换式型腔板的示意图。
- k) 推荐在中心分流道处安装压力传感器, 以给出注射期间合适的控制参数(传感器是 GB/T 17037.4 的强制性要求)。在 GB/T 17037.3—2003 中图 2 和 4.1 中 k) 给出了使用各种类型的 GB/ISO 模具时合适的传感器位置。
- l) 为确保不同 GB/ISO 模具间型腔板可以互换, 除了图 2 和图 3 以及 ISO 294-2 和 GB/T 17037.3 规定的要求外, 应注意以下结构细节:
 - 1) 制备 GB/T 37426 规定的 A1 型多用途试样时, 推荐型腔长度为 170 mm, 型腔板之间最大长度 180 mm;
 - 2) 型腔板的宽度取决于连接的加热/冷却流道之间的最小距离。此外, 制备 GB/T 37426 规定的 B1 型试样的模具, 可能需要安装制备 GB/T 1043.1 缺口试样用的特殊插件, 因此需留有一定的空间;
 - 3) 为了分离试样与流道, 在制备 GB/T 37426 规定的 A1 型、B1 型和 C 型(模具见

ISO 294-2) 试样的模具中可设置切断线。为方便从多用途试样上裁出 80 mm 长的部分,也可再设置一对切断线,也可以用于切割方板形试样(模具见 GB/T 17037.3)。

- m) 为方便确认一个模具注塑的所有试样是否一致,建议在每个型腔中试样有效面积之外[见 h)]做标记。例如,简单地在顶出杆顶面上刻上符号,这样可避免对型腔板表面的任何伤害。
- n) 有缺陷的表面将影响试验的结果,特别是对力学性能试验的结果。因此,模具型腔表面应高度抛光,抛光方向应与试样在试验中的受荷方向一致。

单位为毫米



说明:

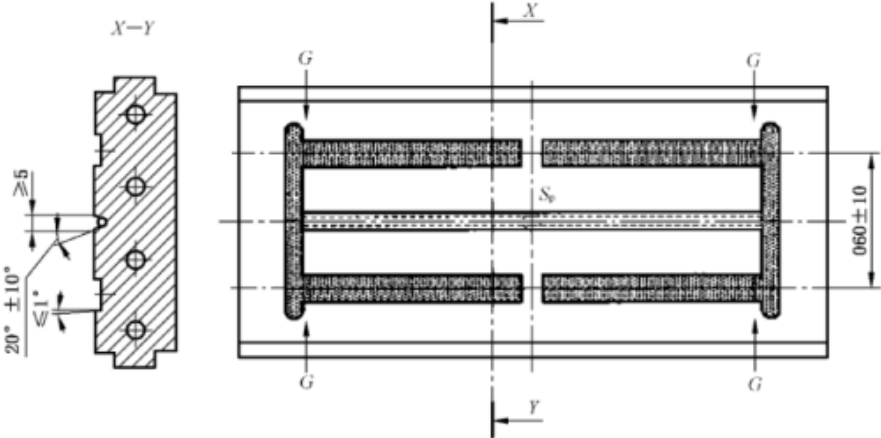
S_p ——主流道;

G ——浇口。

注: 模塑体积 $V_M \approx 30\,000\text{ mm}^3$; 投影面积 $A_p \approx 6\,300\text{ mm}^2$ 。

图 2 GB/T 37426 规定的 A1 型试样两型腔的型腔板示意图

单位为毫米



说明:

S_p ——主流道;

G ——浇口。

注: 模塑体积 $V_M \approx 30\,000\text{ mm}^3$; 投影面积 $A_p \approx 6\,500\text{ mm}^2$ 。

图 3 GB/T 37426 规定的 B1 型试样四型腔的型腔板示意图

4.1.1.5 其他标准给出了注塑模具零件的更多信息,参见附录 B。

4.1.2 单型腔模具

单型腔模具(见图 4)的型腔可以是哑铃形、圆形或其他形状。单型腔模具制备试样给出的某种性能测定值通常与 GB/ISO 模具制备试样的测定值不同。

注：上述差异的产生可能是由于单型腔模具的型腔体积与模塑体积 V_M 之比和 GB/ISO 模具的不同。同时,单型腔模具的注塑体积较小,不符合 4.2.2 要求的体积比,由此也可能会产生错误的性能测定值。

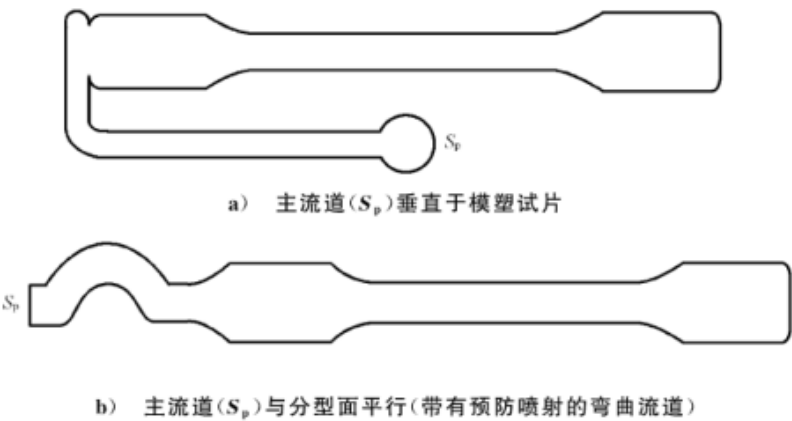


图 4 单型腔模具示例

4.1.3 家族式模具

家族式模具(见图 5)可同时制备长条形试样、哑铃形试样和圆形试样等。

当家族式模具制备的试样和 GB/ISO 模具制备的试样性能测定结果一致时,才可以使用家族式模具。

注：多数情况下,在不同的注塑条件下连续、同时注满家族式模具中不同形状的型腔是困难的,且同时注满的各型腔内真实的注塑条件存在差异。另外,使用家族式模具时不能精确设定各型腔内的注射速率 v_i 。因此,家族式模具不适用于制备标准试样。

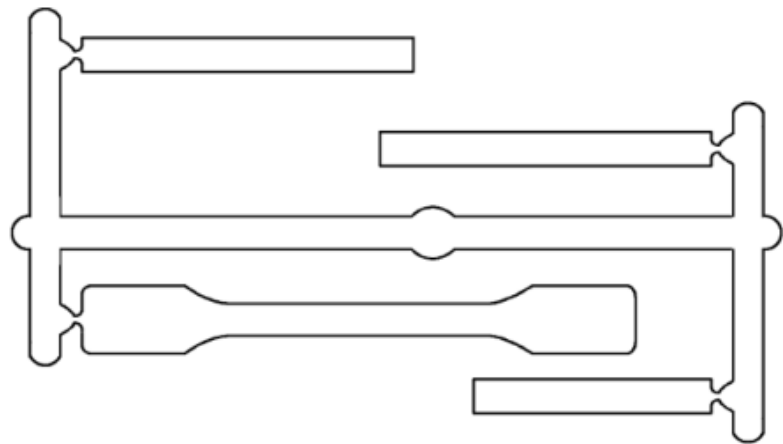


图 5 家族式模具示例

4.2 注塑机

4.2.1 总则

为制备具有再现性的试样使测试结果可以比较,仅应使用往复式螺杆注塑机,注塑机应配备带有控制注塑条件的必要器件。

更详细的信息,见参考文献[7]。

4.2.2 模塑体积

模塑体积 V_M 与注塑机最大注射量 V_S 之比应在 20%~80%,仅当有关材料标准规定或制造商推荐时,才可使用较高的比例。

4.2.3 控制系统

注塑机的控制系统应能使操作条件保持在下列允许偏差内:

注射时间 t_I : ± 0.1 s;

保压压力 p_H : $\pm 5\%$;

保压时间 t_H : $\pm 5\%$;

熔体温度 T_M : ± 3 °C;

模具温度 T_c : ± 3 °C (≤ 80 °C 时);

± 5 °C (> 80 °C 时);

模塑件质量 W_M : $\pm 2\%$ 。

4.2.4 螺杆

螺杆的类型(如长度、直径、螺纹高度和压缩比等)应适于所注塑的材料。推荐使用直径 18 mm~40 mm 的螺杆。

4.2.5 锁模力

在所有操作条件下注塑机的锁模力 F_M 应足够大以防止材料溢出。

注塑所需的最小锁模力可按式(1)计算:

$$F_M \geq A_p \times p_{\max} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

F_M ——锁模力,单位为千牛(kN);

A_p ——投影面积,单位为平方毫米(mm²);

$p_{\max}$ ——熔体压力的最大值,单位为兆帕(MPa)。

注塑机液压系统产生的熔体压力可根据螺杆的轴向作用力 F_s 用式(2)计算:

$$p = \frac{4 \times 10^3 F_s}{\pi \times D^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

p ——熔体压力,单位为兆帕(MPa);

F_s ——螺杆的轴向作用力,单位为千牛(kN);

D ——螺杆直径,单位为平方毫米(mm²)。

对于制备 GB/T 37426 规定的 A1 型和 B1 型试样的 GB/ISO 模具,最小锁模力可由 $F_M \geq 6\,500 \times p_{\max} \times 10^{-3}$ 计算得出,例如当最大熔体压力为 80 MPa 时,最小锁模力为 520 kN。

带有可更换型腔板的注塑模具系统,需考虑例如制备 GB/T 37426 规定的 D11 型和 D12 型试样用 GB/ISO 模具的投影面积 $A_p \approx 11\,000\text{ mm}^2$,因更大的投影面积而需要更高的锁模力。

4.2.6 温度计

应使用精确至 $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ 的带针形探头的温度计测量熔体温度 T_M 。同样,应使用精确至 $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ 的表面温度计测量模具型腔表面的温度以给出模具温度 T_c (见 3.1)。

5 步骤

5.1 材料的状态调节

注塑前,应按有关材料标准的规定对热塑性塑料材料的粒子或颗粒进行状态调节。如尚无相关材料标准,推荐使用生产商提供的条件进行状态调节。

应避免材料在其温度明显低于室温时直接暴露在空气中,以防止湿气在材料上冷凝。

5.2 注塑

5.2.1 按有关材料标准的规定设定注塑机的操作条件。如尚无相关材料标准,则按相关方约定的条件进行设定。

5.2.2 对很多热塑性塑料,当使用制备 GB/T 37426 规定的 A1 型试样或 B1 型试样的模具时,注射速率的适用范围是 $200\text{ mm/s} \pm 100\text{ mm/s}$ 。应注意,对于一个给定的注射速率 v_1 的值,注射时间 t_1 与模具中型腔数 n 成反比[见式(3)]。应尽可能减少注射速率的变化。

注:在附录 D 给出了注塑操作参数的设定方法。

注射速率范围的讨论仅适用于单型腔模具和多型腔模具,并可按式(3)计算注射速率:

$$v_1 = \frac{V_M}{t_1 \times A_c \times n} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

v_1 ——注射速率,单位为毫米每秒(mm/s);

V_M ——模塑体积,单位为立方毫米(mm^3);

t_1 ——注射时间,单位为秒(s);

n ——模具型腔数,无量纲;

A_c ——关键部位横截面积,单位为平方毫米(mm^2)。

5.2.3 保压压力 p_H 由材料的结构和性能决定;保压压力应由制备试样的相关性能确定。当使用不同保压压力下制备的无凹痕、无空洞和无其他可见缺陷的试样,可获得相似的性能测定值时,推荐使用低压力作为保压压力。

可采用下列方法之一确定保压压力:

- a) 从模塑件切取试样的试样质量法;
- b) 缩痕比法;
- c) 不产生飞边的最大熔体压力法。

注:附录 E 给出了上述三种确定保压压力方法的描述。例如,其中方法 c) 为最大熔体压力法。也可使用其他可比较的方法确定正确的保压压力。

5.2.4 确保材料在浇口区域凝固前维持恒定的保压压力,如在保压时间 t_H 内保持恒定的保压压力。可采用下列方法之一确定保压时间:

- a) 测量试样质量的试样质量法；
- b) 测量型腔压力的方法。

注：附录 E 中 E.2 给出了上述两种确定保压时间方法的描述。也可使用其他可比较的方法确定正确的保压时间。

5.2.5 弃掉注塑机达到稳定状态之前的模塑件。当达到稳定条件后，记录操作条件，开始收集试样。

在注塑过程中，应使用合适的方法，如检查模塑件质量的方法，维持注塑条件的稳定。

5.2.6 注塑材料的任何变化，均应彻底清空和清洗注塑机。使用新材料注塑试样时，收集试样前应至少弃去 10 个模塑件。

5.3 模具温度的测量

当系统达到热平衡后，打开模具并立即测量模具温度 T_c 。用表面温度计测量每对型腔四个点的型腔表面温度。在继续进行下一测量之前，应使模具保持至少 3 个循环周期的操作。记录每个测量值，计算所有测量值的平均值作为模具温度。

5.4 熔体温度的测量

采用下述方法之一测量熔体温度 T_M ：

- a) 当达到热平衡或稳定的温度状态后，将至少 30 cm³ 的塑料熔体对空注射进入一个适当大小的隔热的非金属容器内，立即将一个反应灵敏经预热的针型温度计插入熔体中心并轻轻移动直至温度计读数达到最大值。温度计需预热到接近被测熔体的温度。对空注射时注塑条件应与注塑试样时的注塑条件相同，2 次对空注射之间的时间允许使用合适的循环时间。
- b) 当能得到的测量值与对空注射测量值相同时，也可使用测温传感器测量熔体温度。传感器应有较低的热损失，并且对熔体温度的变化有较快的响应。传感器应安装在合适的位置上，如注塑机的喷嘴内。如有疑义，则采用 a) 的方法。

5.5 试样的后处理

为避免各个试样脱模后热历史的差异，允许将脱模后的试样放在实验室内逐渐冷却到实验室的环境温度。对大气暴露敏感的热塑性塑料，应将制备的试样保存在密闭的容器内，如需可加入干燥剂。按相关材料或制品标准的规定进行其他所有的调节。

6 试样制备报告

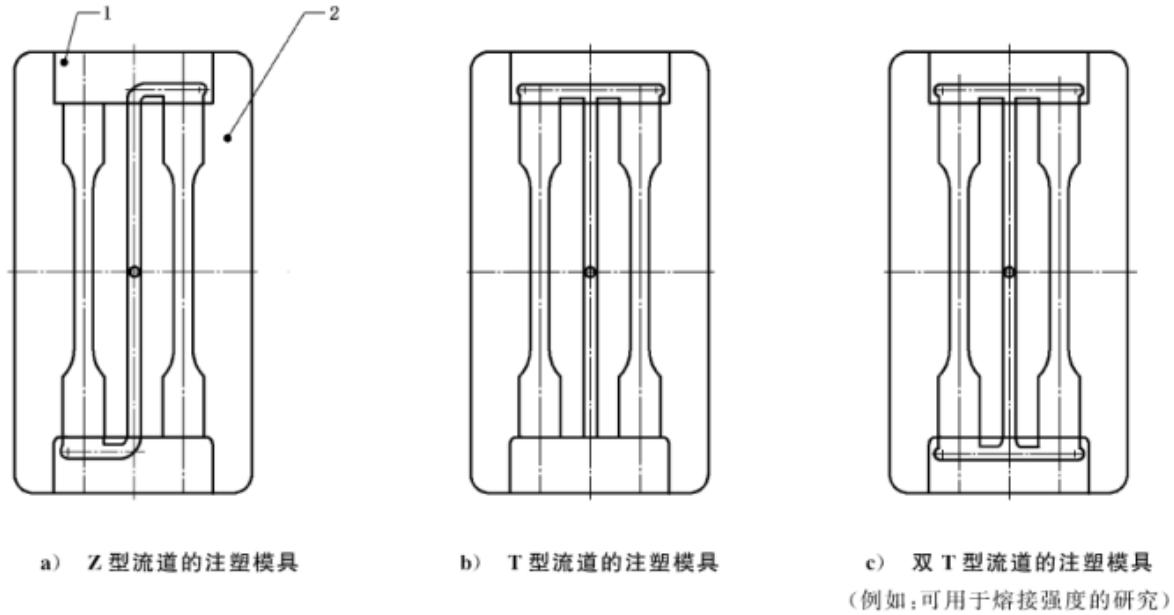
试样制备报告应包括以下信息：

- a) 注明采用本标准，例如 GB/T 17037.1。
- b) 注塑试样的日期、时间和地点。
- c) 使用材料的完整描述（如类型、牌号、生产商和批号等）。
- d) 注塑前，材料状态调节的详细情况。
- e) 使用模具的类型（如 A1 型试样模具和 B1 型试样模具等），如用其他类型模具，给出制备试样的类型、相关的标准、型腔数、浇口尺寸和位置等。
- f) 使用注塑机的详细情况（如制造商、最大注射量、锁模力及控制系统等）。
- g) 注塑条件：
 - 1) 熔体温度 T_M ，单位为摄氏度（℃）。
 - 2) 模具温度 T_c ，单位为摄氏度（℃）。
 - 3) 注射速率 v_1 ，单位为毫米每秒（mm/s）。
 - 4) 注射时间 t_1 ，单位为秒（s）。

- 5) 保压压力 p_H , 单位为兆帕(MPa)。
- 6) 保压时间 t_H , 单位为秒(s)。
- 7) 冷却时间 t_C , 单位为秒(s)。
- 8) 循环时间 t_T , 单位为秒(s)。
- 9) 模塑件质量 W_M , 单位为克(g)。
- h) 其他有关详细情况(如收集试样前弃去的模塑件数量、收集试样数量、试样的后处理方法等)。

附录 A
(资料性附录)
流道布置示例

借助于浇口镶件可改变模具流道的布置,见图 A.1。



说明:
1——可更换的浇口镶件;
2——可更换的型腔板。

图 A.1 不同类型流道布置的模具示意图

附 录 B
(资料性附录)

塑料注塑模具零件的部分标准

GB/T 4169.1—2006	塑料注射模零件	第 1 部分:推杆
GB/T 4169.2—2006	塑料注射模零件	第 2 部分:直导套
GB/T 4169.3—2006	塑料注射模零件	第 3 部分:带头导套
GB/T 4169.4—2006	塑料注射模零件	第 4 部分:带头导柱
GB/T 4169.5—2006	塑料注射模零件	第 5 部分:有肩导柱
GB/T 4169.6—2006	塑料注射模零件	第 6 部分:垫块
GB/T 4169.7—2006	塑料注射模零件	第 7 部分:推板
GB/T 4169.8—2006	塑料注射模零件	第 8 部分:模板
GB/T 4169.9—2006	塑料注射模零件	第 9 部分:限位钉
GB/T 4169.10—2006	塑料注射模零件	第 10 部分:支承柱
GB/T 4169.11—2006	塑料注射模零件	第 11 部分:圆锥定位件

附 录 C
(资料性附录)
注塑模具示例

注塑模具示例见图 C.1。

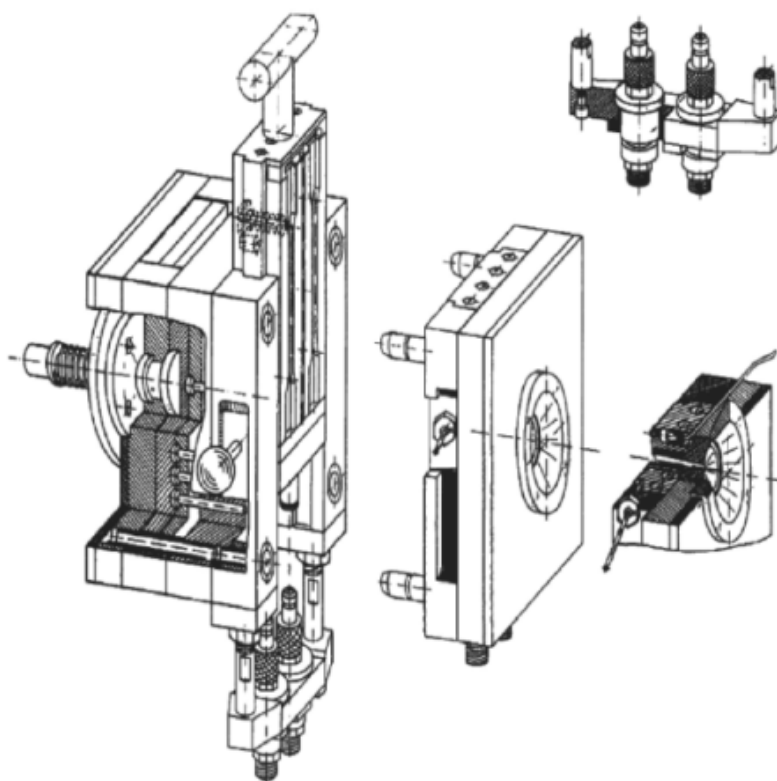


图 C.1 带有两型腔的可更换型腔板的注塑模具部件分解图
(图示模具可用于制备 GB/T 37426 规定的 A1 型试样)

附 录 D
(资料性附录)
注塑参数的设定方法

D.1 总则

本附录推荐了制备试样时设定注塑机操作参数的方法,按照 5.2 注塑过程的内容,并遵循其技术要求。

当相关材料标准对操作参数有规定时遵循标准的规定,如果没有相应的规定则根据本附录或双方协商确定注塑机的操作参数。

D.2 熔体温度和模具温度的设定

按相关材料标准或双方协商确定熔体温度和模具温度。

D.3 材料的塑化

D.3.1 总则

注塑机螺杆旋转将来自料斗的塑料粒子塑化、均化,并将均质的熔体输送到螺杆前端,在每个注塑循环内要熔融一定体积的熔体用于制备模塑件并在螺杆前端保留部分熔体作为“垫料”并减少收缩。在此过程中为保证熔体在各注塑循环的一致性和均匀性,通常在冷却阶段时间内需对背压、螺杆速度、塑化时间(螺杆回退时间)和塑化体积等参数进行设定。

D.3.2 背压的确定

根据材料的类型设定背压的高低,保证材料充分塑化。背压过高会导致熔体温度过高和材料降解,背压过低会导致熔融不良且所形成的熔体不均匀。过高或过低的背压均会对熔体的性能造成影响进而影响试样性能。

D.3.3 塑化时间的设定

合理分配螺杆转速和背压的设定参数,以使塑化时间(螺杆回退时间)小于冷却时间。

D.3.4 塑化体积和体积量的确定

塑化体积包括制备模塑件时的模塑注射体积、保压补料体积和垫料体积。其体积量依据在保压完成后所需的垫料体积确定,垫料体积大小的确定以是否能有效传递螺杆的推力为准,参见 D.6。

D.3.5 料筒泄压的设定

在螺杆完成塑化后,如果料筒内的熔体在背压的作用下从喷嘴挤出,则螺杆要向后退回一段距离以降低熔体压力。该操作是为保证注塑过程中能准确对注射体积进行控制,因此设定的回退距离应为注射开始前熔体恰好不流出喷嘴的最小值。

D.4 注塑

D.4.1 总则

在一定的螺杆注射速度下,熔体充模但尚未填满模腔的过程,见图 D.1。该过程的终止由转换点方式控制。注塑机一般均可采用体积(或行程)、压力、时间等转换模式。推荐使用 D.4.3.1 体积(螺杆位置)转换设定“转换点”,并在恒定的螺杆速度下实施注射操作的方法。其原因是在没有确定注射体积前,采用压力转换或时间转换可能会导致熔体在模腔内过充或未充满,因此建议使用体积转换模式(见 D.4.3.1)下的注射速率恒定的方式。

注 1: 可采用其他转换点控制方法,只要该方法不会出现熔体未充满型腔的现象。

注 2: 本方法制备的试样具有较好的重复性和再现性。

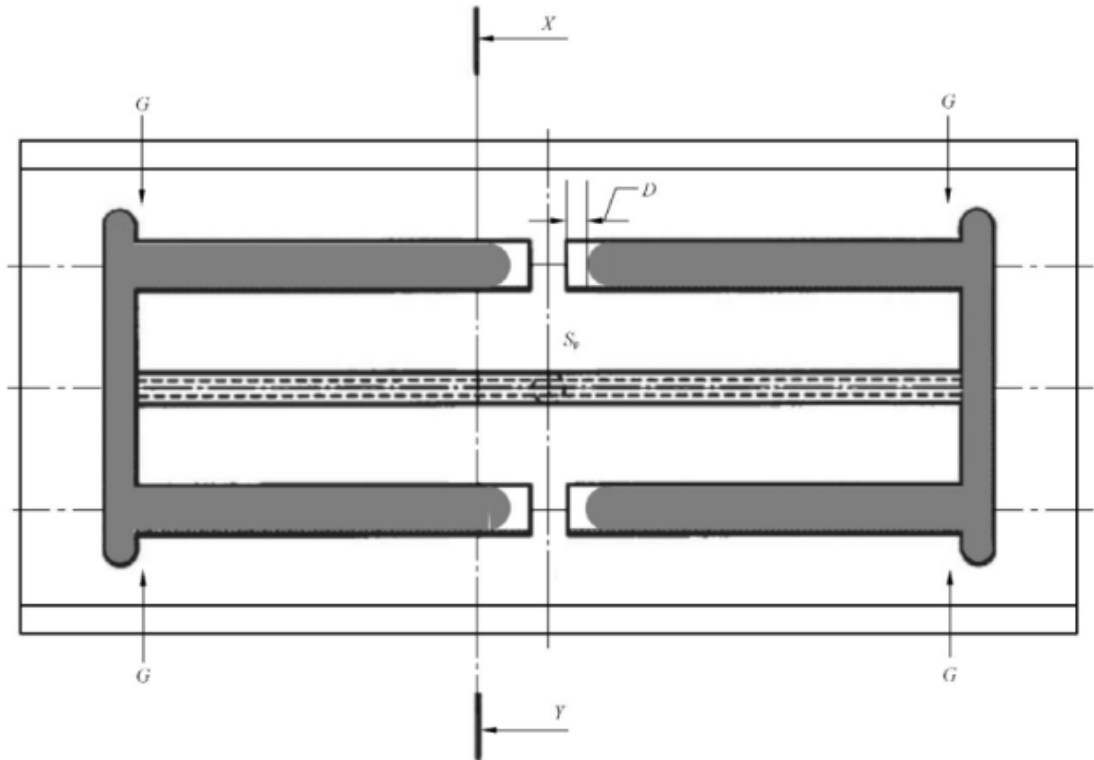
D.4.2 注射模塑体积的确定

当熔体恰好未完全充满模腔时注入模具的熔体体积为注射模塑体积。确定方法为设定保压压力近似为 0 MPa,实施一次注射,进入模具的熔体经过适当时间的冷却后,观测熔体前缘距型腔“末端”的位置。通过改变转换点体积(螺杆位置)达到熔体恰好没有完全充满模腔的状态。

当熔体流动的前缘距离型腔“末端”为 1 mm~2 mm 时(见图 D.1)记录塑化体积(螺杆位置)和转换点体积(螺杆位置),其的差值为当前注射速度下的注射模塑体积(螺杆位置)。

注 1: 该步骤需要设定一个螺杆速度,该速度可能与最后在 D.4.3.1 确定的速度不同。

注 2: 由于没有保压过程,此时样条有凹陷,模塑件可能不能正常脱模。



说明:

S_p ——主流道;

G ——浇口;

D ——熔体前缘与型腔“末端”之间的距离,1 mm~2 mm。

图 D.1 熔体尚未完全充满型腔的位置示意图

D.4.3 转换模式的选择

D.4.3.1 体积转换

设定转换模式为体积转换,设定体积(螺杆行程)为 D.4.1 中确定的注射模塑体积。选择一个螺杆注射速度并保持恒定的速度实施注射操作,使得注塑机上显示的注射时间与式(D.1)计算的注射时间相符。式(D.1)为式(3)的转换:

$$t_1 = \frac{V_M}{v_1 \times A_c \times n} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

t_1 ——注射时间,单位为秒(s);

V_M ——模塑体积,单位为立方毫米(mm^3);

v_1 ——注射速率,单位为毫米每秒(mm/s);

A_c ——关键部位横截面积,单位为平方毫米(mm^2);

n ——模具型腔数,无量纲。

注射压力在此过程为显示值,其值在注射过程中应不断逐渐上升。记录最大的压力为注射压力。由于熔体存在均匀性差异以及注塑机的精度,每次注射的注射压力(转换点处的压力)会不同。如果到一定数值后保持不变,则调整注塑机的注射压力设定值,使其高于显示的注射压力。如果突然出现急剧上升,则熔体在模腔内过充,需要调整模塑注射体积。

重复 D.4.1~D.4.2,确认该螺杆注射速度下的熔体注射体积刚好未充满模腔。在 D.4.1 步骤中的螺杆注射速度可能与此时的螺杆速度不同,其造成的注射压力变化会导致模塑注射体积的改变。

D.4.3.2 压力转换

转换方式为压力转换并设定所需注射压力,压力可以为熔体压力或在模腔内的压力传感器压力。设定体积(螺杆位移)为 D.4.1 中确定的注射模塑体积。改变压力使得熔体刚未充满模腔时的注射时间符合式(D.1),记录此时的注射压力、螺杆最大或平均注射速度和注射模塑体积。

如受试材料在注射阶段需采用将过量熔体注入模腔实施压实操作(或过充),则需要在 D.4.2 中确定的注射模塑体积基础上增加注射熔体体积,并且提高注射压力。记录此时的注射压力、螺杆注射速度和注射模塑体积。如采用压实操作则需要在报告中注明。

由于注射体积增加,如果才能保证注射时间与 D.4.3.1 相同,则需要加快熔体通过关键横截面的速度,这将提高熔体在流动状态下充满模腔的压力。

D.4.3.3 时间转换

注射时间是监控注射速度的关键参数,许多参数都会影响该时间的变化。故只有经过体积或压力转换等方法确定了注射条件的情况下才可使用该方式。记录注射压力、螺杆速度和注射模塑体积。

D.5 保压条件的确定

根据材料标准或附录 E 确定保压压力和保压时间,开始保压时采用和注射速度相同的速度。

注:有些注塑机需要设定保压起始时的螺杆速度。

在保压过程结束后,料筒内螺杆前端要剩余一定的熔体体积(垫料),此时螺杆位移一般保持在 3 mm~6 mm。调整垫料时,要保证 D.4.2 步骤采用的模塑注射体积不变,其方法是塑化体积(螺杆位移)和转换点体积(螺杆位移)同时增加或减少相同的数量。

D.6 冷却时间的设定

在保压完成后继续降低试样温度,其时间的长短以方便模塑件顺利脱模并且试样不出现翘曲为准。熔体的塑化(见 D.3)在该阶段内实施,故冷却时间的设定要比塑化时间长。

注:某些注塑机上设定的冷却时间与标准中的冷却时间(3.8)是不同的概念。

D.7 开模时间的设定

该时间要短以减少塑化好的材料在料筒内的停留时间。

D.8 循环时间的确定

在注塑机上根据不同的转换方式设定相应的操作参数,循环注射确定总循环时间是否符合相应材料标准的要求。如果有差异则调整冷却时间和/或开模时间等参数,或双方协商确定最终的循环时间。

D.9 试样制备

总循环时间符合标准要求后,开始试样的制备。

附录 E (资料性附录)

保压压力和保压时间的确定方法

E.1 保压压力的确定方法

E.1.1 试样质量法

E.1.1.1 范围

本方法确定用于模塑成型的保压压力。在模塑过程中(见 5.2.3),模塑件质量随熔体压力的逐渐增大而增加,当其达到一个恒定值时对应的熔体压力作为保压压力。如果模塑件质量随着熔体压力的增大而持续增加,或者只有熔体压力提高到非常高的水平时才能获得恒定的模塑件质量,在确定保压压力时,可能决定使用试样的质量作为指标,而不是模塑件的质量。在这种情况下,由于试样的质量小于模塑件的质量,故测量试样质量时,需保证有足够的重复性。

一旦采用 E.1.1、E.1.2 和 E.1.3 所描述的一种方法确定了保压压力,对相同的材料就没必要进行重复确定,对相似材料保压压力的确定也可简化。

E.1.1.2 步骤

用足够的保压时间保证熔体在浇口区域凝固,在一系列逐渐增大的熔体压力下制备模塑件,一个模塑件对应一种熔体压力。推荐第一次使用的熔体压力为注射压力的 10%,随后的熔体压力为第一次熔体压力的整数倍(否则,不同实验室注塑试样的测试结果不一定具有可比性)。利用精度为 ± 0.1 g 的天平称量模塑件质量。绘制模塑件质量与熔体压力的关系曲线,如图 E.1 中曲线 A 所示。如果在熔体压力增加的过程中,统计的模塑件质量至少出现 3 个恒定值,则取前 3 个点(曲线 A 上的 1~3 点)所对应的熔体压力的平均值作为保压压力。

如果出现随着熔体压力的增加(曲线 C)模塑件质量持续增加,或仅在非常高的熔体压力下(如产生飞边时)模塑件质量才达到恒定值的情况,则以能达到恒定值并且没有出现飞边的试样质量(代替模塑件质量)对熔体压力绘制曲线。否则,保压压力用 E.1.2 和 E.1.3 所描述的一种方法确定。

E.1.2 缩痕比法

E.1.2.1 范围

本方法采用缩痕比(SR)确定保压压力,其可以采用式(E.1)量化地表示试样表面的缩痕深度。随注塑过程中的保压压力(见 5.2.3)的增加,缩痕比相应减少直到达到一个恒定值(缩痕深度值为最小)。该方法适用于结晶性的聚合物,其试样有大的表面缩痕深度并且其深度随保压压力增加变化明显。

$$SR = \frac{(h_{\max} - h_{\min})}{h_{\max}} \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

SR —— 缩痕比,无量纲。结果保留两位有效数字(如 0.032);

$h_{\min}$ —— 试样的最小厚度,沿试样长度方向取 3 个点 $P_{\min 1}$, $P_{\min 2}$, $P_{\min 3}$, 计算 3 点厚度的平均值,如图 E.2 和图 E.3 中表示;

$h_{\max}$ ——试样的最大厚度,沿试样长度方向取 3 个点 $P_{\max 1}, P_{\max 2}, P_{\max 3}$, 计算 3 点厚度的平均值, 如图 E.2 和图 E.3 中表示。

E.1.2.2 步骤

采用足够长的保压时间确保熔体在浇口区域凝固,在一系列逐渐增加的熔体压力下制取模塑件,每个模塑件对应相应的一个熔体压力。推荐第一次使用的熔体压力为注射压力的 10%,随后的熔体压力为第一次熔体压力的整数倍(否则,不同实验室注塑试样的测试结果不一定具有可比性)。

用尖端半径为 4 mm 且精度为 0.01 mm 的半球状千分尺,测量每个样品在 $P_{\min 1}, P_{\min 2}, P_{\min 3}$ 的最小厚度 $h_{\min}$,精确至 0.01 mm。

用精度为 0.05 mm 的游标卡尺测量每个样品在 $P_{\max 1}, P_{\max 2}, P_{\max 3}$ 的最大厚度 $h_{\max}$,精确至 0.01 mm。

由于试样厚度会随时间变化,在大致相同的环境条件和模塑后的时间内测试所有试样的厚度。

应用式(E.1)计算每一个熔体压力下试样的缩痕比,绘制缩痕比与熔体压力的关系曲线,如图 E.1 中曲线 B 所示。如果在熔体压力不断增加的过程中,以统计方法评价缩痕比至少有 3 个恒定值时,则取前 3 个点(曲线 B 上的 1~3 点)所对应的熔体压力的平均值作为保压压力。

如果 $h_{\max}$ 随熔体压力的增大而几乎不变,可以用 $h_{\min}$ 的示值代替缩痕比来确定保压压力。

E.1.3 采用不产生飞边的最大熔体压力法

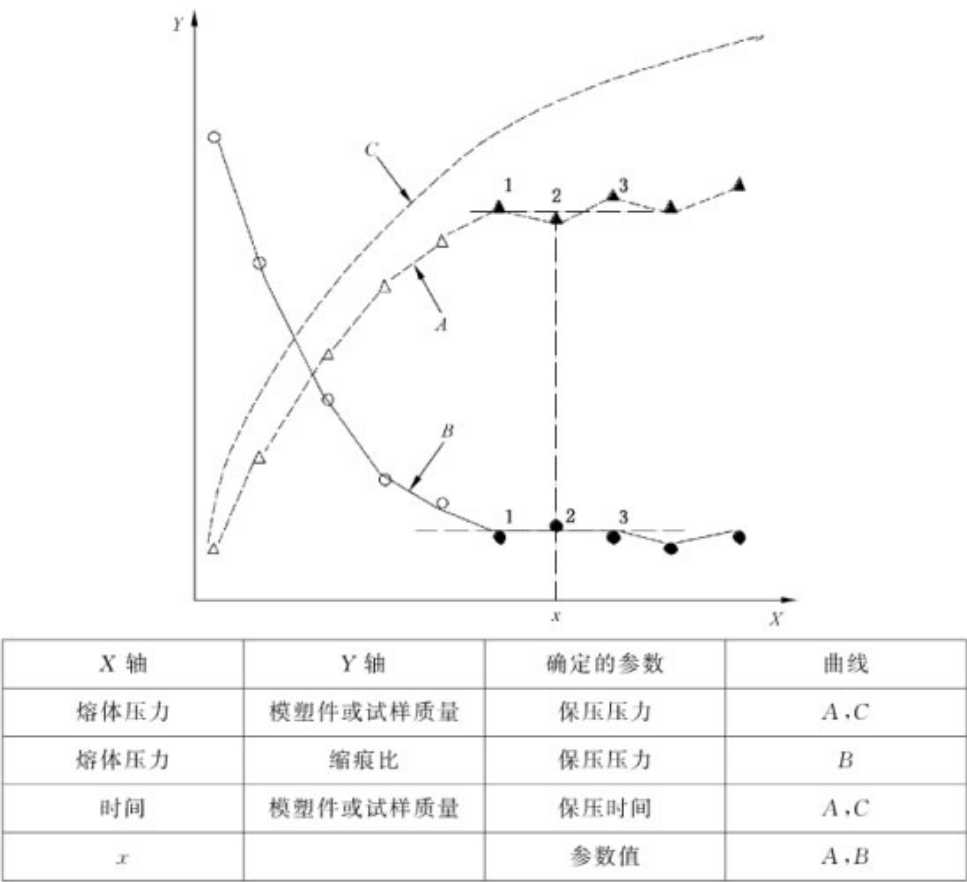
E.1.3.1 范围

本方法将随熔体压力逐渐增加首次产生飞边的熔体压力确定为模塑成型的保压压力(见 5.2.3)。本方法适用于在熔融状态具有高流动性和可能产生飞边的材料。

E.1.3.2 步骤

采用足够长的保压时间确保熔体在浇口区域凝固,在一系列逐渐增加的熔体压力下制备模塑件,每个模塑件对应相应的一个熔体压力。推荐第一次使用的熔体压力为注射压力的 10%,随后的熔体压力为第一次熔体压力的整数倍(否则,不同实验室注塑试样的测试结果不一定具有可比性)。用目测或放大镜检查法检查出现飞边的每个模塑件。

在注塑机可以方便地监控压力和时间的情况下,逐渐增加注射量并观察由于形成飞边导致的熔体压力的剧增,在低于首次产生飞边的压力下(如低于该压力 5 MPa)迅速选取一个合适的熔体压力值作为保压压力。



注：适用于按照如 E.1.3.2 的推荐，在规律的间隔下做测量的情形。

图 E.1 确定保压压力和保压时间的示意图

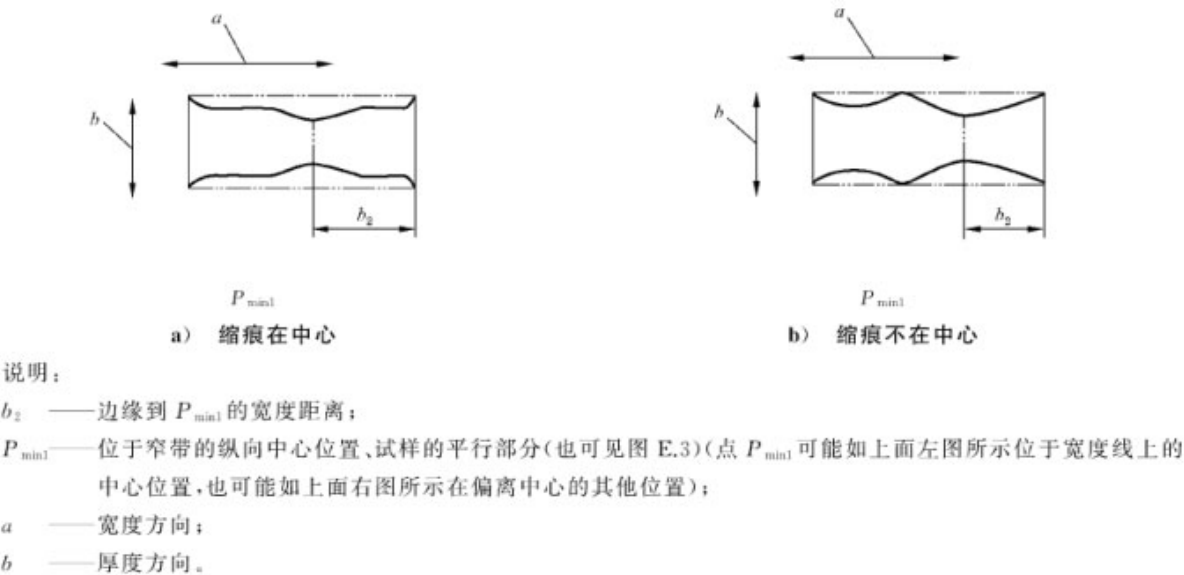
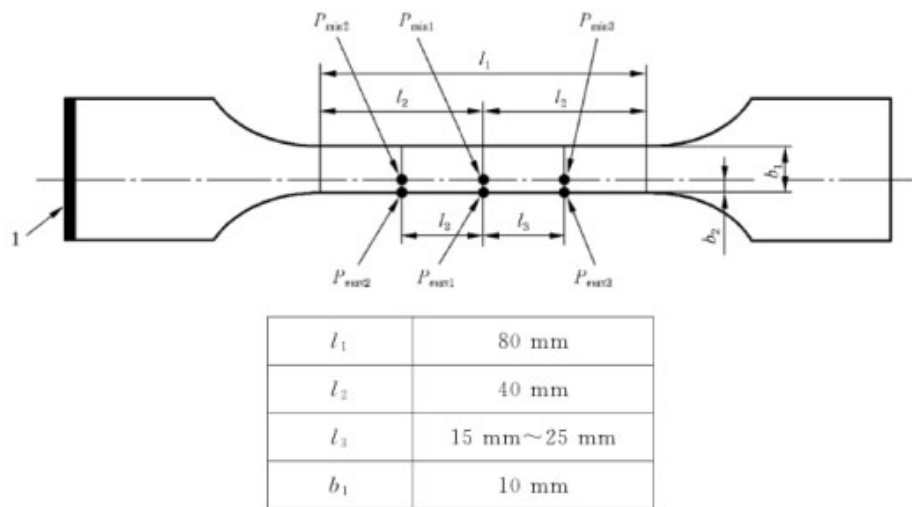


图 E.2 试样肩宽上测量点 P_{min} 的位置



说明:

1 — 浇口;

b_1 — 试样的宽度;

b_2 — 边缘到 $P_{\min 1}$ 的宽度距离(也可见图 E.2);

$P_{\min 1}$ — 位于试样窄带部分长度方向的中心、试样的平行部分(也可见图 E.3)[点 $P_{\min 1}$ 可能如图 E.2a) 位于试样宽度线上的中心位置,也可能如图 E.2b)所示在偏离中心的其他位置];

$P_{\min 2}$ 和 $P_{\min 3}$ — 测量点位于从边缘至 $P_{\min 1}$ 等宽且长度方向上距 $P_{\min 1} + l_3$ 和 $-l_3$ 的位置;

$P_{\max 1}$ 、 $P_{\max 2}$ 和 $P_{\max 3}$ — 测量点位于沿窄带的边缘、试样的平行部分且在长度方向分别与 $P_{\min 1}$ 、 $P_{\min 2}$ 和 $P_{\min 3}$ 相同的位置,如图所示。

图 E.3 多用途试样上 $h_{\min}$ 和 $h_{\max}$ 的测量点

E.2 确定保压时间的方法

E.2.1 试样质量法

E.2.1.1 范围

本方法确定模塑成型的保压时间 t_H (见 5.2.4),即将试样质量随着保压时间的增加而增大,达到一个稳定值时所需要的时间作为保压时间。一旦采用 E.2.1 和 E.2.2 所描述的一种方法确定了保压时间,对相同的材料就没必要进行重复确定,对相似材料保压时间的确定也可简化。

E.2.1.2 步骤

首先,从预试验中估算熔体在浇口区凝固的近似时间,从而确定“临时”保压时间。其次,在临时保压时间的 ± 10 s 范围内,每隔 1 s 的间隔制取一个模塑件。一个模塑件对应一个时间。用精度为 ± 0.1 g 的天平称量这些模塑件的质量,并绘制出模塑件质量对保压时间的曲线,如图 E.1(曲线 A)。将模塑件质量达到稳定值的时间延长 3 s~5 s 作为保压时间 t_H 。

注:另一种方法是,用材料的热性能^[8]估计注塑时所需的保压时间。该保压时间是在特定的熔体温度和模具温度下,浇口区的熔体固化时间乘以一个 1.5 的安全系数来确定的。该估计值不是一个特定材料和特定模塑条件的预测值,而是得到不开展初步试验而获得的“临时”保压时间。

E.2.2 型腔压力法

E.2.2.1 范围

本方法确定的保压时间 t_H 是熔体在浇口区凝固致使型腔压力开始下降的时间。

E.2.2.2 步骤

在足够长的保压时间内施加保压压力,直至因熔体在浇口处凝固而导致型腔压力开始下降。将型腔压力开始下降的时间延长 3 s~5 s 作为保压时间 t_H 。

参 考 文 献

- [1] GB/T 19467.1 塑料 可比单点数据的获得和表示 第1部分:模塑材料
 - [2] GB/T 19467.2 塑料 可比单点数据的获得和表示 第2部分:长纤维增强材料
 - [3] ISO 294-5 Plastics—Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials—Part 5: Preparation of standard specimens for investigating anisotropy
 - [4] ISO 11403-1 Plastics—Acquisition and presentation of comparable multipoint data—Part 1: Mechanical properties
 - [5] ISO 11403-2 Plastics—Acquisition and presentation of comparable multipoint data—Part 2: Thermal and processing properties
 - [6] ISO 11403-3 Plastics—Acquisition and presentation of comparable multipoint data—Part 3: Environmental influences on properties
 - [7] Johannaber F. KUNSTSTOFFE (German Plastics), 79 (1989), 1, pp. 15-28.
 - [8] Ballman R.L., & Shusman T. Easy way to calculate injection molding set-up times. Modern Plastics, 1959, 37 (3), pp. 126.
-

