



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 39933—2021

---

## 滚塑成型 低温冲击试验

Rotational moulding—Test method for low temperature impact

2021-03-09 发布

2021-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

目 次

前言 ..... I

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 原理 ..... 2

5 仪器设备 ..... 2

6 试样 ..... 5

7 试验环境 ..... 6

8 试验步骤 ..... 6

9 数据处理 ..... 7

10 精密度..... 8

11 试验报告..... 8

附录 A（资料性附录） 试验数据表 ..... 10

附录 B（资料性附录） 试验数据表示例 ..... 11

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国轻工业联合会提出。

本标准由全国塑料制品标准化技术委员会(SAC/TC 48)归口。

本标准起草单位:浙江瑞堂塑料科技股份有限公司、安徽省宁国天亿滚塑有限公司、烟台镇泰海立方科技有限公司、东莞市精建自动化设备有限公司、河北金后盾塑胶有限公司、北京低碳清洁能源研究所、中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司、国家化学建筑材料测试中心。

本标准主要起草人:温原、黄明、陈冬梅、邱建道、李彦平、孙小杰、林华杰、张伟、郭德宇、宋洪锁、张洪松、杨来琴、史春才。



# 滚塑成型 低温冲击试验

## 1 范围

本标准规定了滚塑成型低温冲击试验的两种方法：通过法(A法)和梯度法(B法)。  
本标准适用于滚塑成型半硬质塑料制品或硬质塑料制品在-40℃时的低温冲击性能。其他温度下的冲击性能可参照本标准执行，滚塑成型用材料的低温冲击性能可参照本标准执行。  
本标准不适用于厚度小于3.0 mm的滚塑成型制品。

## 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 2035—2008 塑料术语及其定义  
GB/T 2918 塑料 试样状态调节和试验的标准环境  
GB/T 10589 低温试验箱技术条件  
GB/T 11997—2008 塑料 多用途试样  
GB/T 14123 机械冲击 试验机 性能特性

## 3 术语和定义

GB/T 2035—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**滚塑成型**    **rotational moulding**  
旋转模塑  
滚塑  
旋塑

将树脂成型材料加入模具中，加热模具并使之低速连续旋转，模具内树脂在重力和热量的作用下逐渐涂布、粘附于模具内表面，形成所需要的形状，经冷却得到塑料制品的加工方法。  
注：改写 GB/T 2035—2008，定义 2.873。

### 3.2

**延性破坏**    **ductile failure**  
测试后试样形成一个贯穿式裂纹、缝隙或孔洞，且裂纹、缝隙或孔洞周边试样有被拉伸的现象。

### 3.3

**脆性破坏**    **brittle failure**  
测试后试样破碎、分裂成两个以上碎片，或形成贯穿式裂纹、缝隙或孔洞且裂纹、缝隙或孔洞周边试样没有被拉伸的现象。

### 3.4

**未破坏**    **no failure**  
测试后试样完好，或仅形成没有贯穿试样的裂纹、缝隙。

3.5

冲击高度 impact height

$h$

锤头的顶端到试样上表面的距离。

3.6

冲击质量 impact mass

$m$

跌落在试样上的冲击物质量。

注：通常指落锤及落锤支架的总质量。

3.7

有效事件 effective event

试样破坏[含延性破坏(3.2)和脆性破坏(3.3)]和未破坏(3.4)两者中,出现频次较小的现象。

3.8

有效事件累计值 cumulative value of effective event

$N$

有效事件(3.7)出现的频数总和。

3.9

中值破坏高度 mean failure mass

$h_p$

一定冲击质量(3.6)的落锤落到试样上,造成试样破损机率为50%时的平均冲击高度(3.5)。

3.10

冲击强度 impact strength

$a$

冲击高度(3.5)等于中值破坏高度(3.9)时,单位厚度试样的冲击能量值。

4 原理

通过法(A法):采用一定冲击质量的落锤在规定冲击高度下冲击试样,获得冲击通过率。

梯度法(B法):采用一定冲击质量的落锤在变换冲击高度下冲击试样,获得冲击强度。

5 仪器设备

5.1 量具

用于测量试样厚度的量具,应有测量试样中心厚度的能力,分度值应不大于0.02 mm。

5.2 低温装置

低温装置应满足 GB/T 10589 的要求,选用温度等级不大于-40℃的试验箱。应使用空气作为制冷介质。

5.3 冲击装置

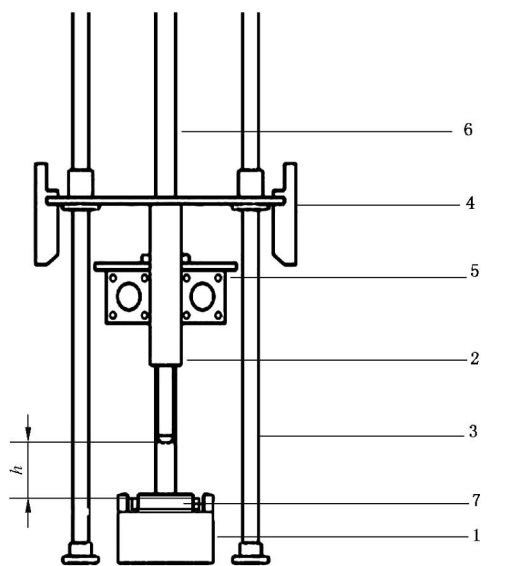
5.3.1 总则

冲击装置应满足 GB/T 14123 的要求。冲击装置示意图如图1所示,应采用落锤自由下落冲击形

式,应有防止二次冲击的装置,应有安全防护装置,并满足表 1 的要求。

表 1 冲击装置要求

项目	冲击装置要求
落锤下落能量损失/%	≤5
冲击中心与支撑座中心偏差/mm	≤2
冲击高度偏差/mm	±2



- 说明：
- 1——支撑座；

2——落锤；

3——落锤导向杆；

4——落锤支架；

5——提锤装置；

6——提锤导向及丝杆；

7——试样；

$h$ ——冲击高度。

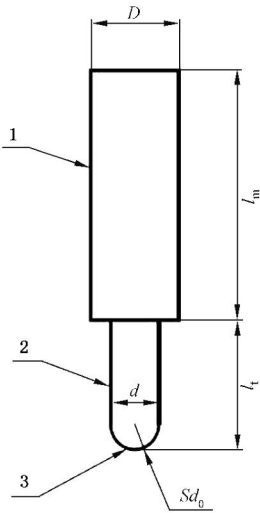
图 1 冲击装置示意图

5.3.2 落锤

落锤由落锤上部、落锤下部和锤头构成,落锤上部和落锤下部为圆柱形,锤头为半球形。落锤形状示意图如图 2 所示,落锤应符合表 2 的要求。

表 2 落锤要求

项目	落锤要求						
	A 型	B 型	C 型	D 型	E 型	F 型	G 型
冲击质量 $m$ /kg	4.536 $\pm 0.005$	6.804 $\pm 0.005$	9.072 $\pm 0.005$	13.608 $\pm 0.005$	20.412 $\pm 0.005$	30.844 $\pm 0.005$	46.720 $\pm 0.005$
落锤上部直径 $D$ /mm	$50.8 \pm 1.0$						
落锤下部直径 $d$ /mm	$25.4 \pm 0.13$						
落锤上部高度 $l_m$ /mm	$\leq 240$						
落锤下部高度 $l_t$ /mm	$114.3 \pm 0.5$						
锤头直径 $d_0$ /mm	$25.4 \pm 0.13$						
锤头表面硬度 /HRC	$\geq 54$						
锤头表面粗糙度 $Ra$ / $\mu\text{m}$	$< 3.2$						



说明：

1 —— 落锤上部；	$l_m$ —— 落锤上部高度；
2 —— 落锤下部；	$l_t$ —— 落锤下部高度；
3 —— 锤头；	$d$ —— 落锤下部直径；
$D$ —— 落锤上部直径；	$d_0$ —— 锤头直径。

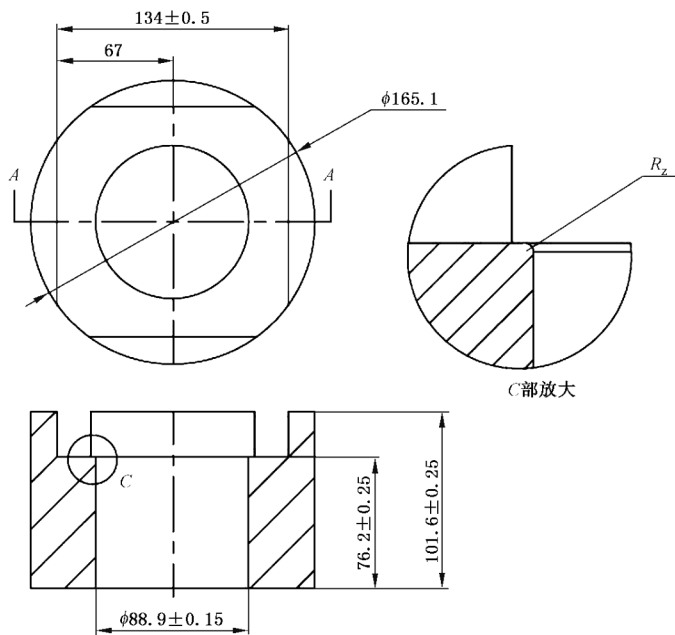
图 2 落锤形状示意图

5.3.3 支撑座

支撑座尺寸应符合图 3 的要求，与试样接触的内孔倾角直径  $R_z$  应不大于 0.8 mm。



单位为毫米



说明：

$R_z$ ——内孔倾角直径。

图 3 支撑座尺寸

## 6 试样

### 6.1 尺寸

试样应通过滚塑工艺加工制作或选自滚塑制品,按照 GB/T 11997—2008 中 4.4 的要求,通过机加工制备成试样,并满足以下条件:

- 应选用边长为  $(127 \pm 2)$  mm 的正方形或直径为  $(127 \pm 2)$  mm 的圆形试样。
- 试样厚度应不小于 3.0 mm。当试样厚度不大于 7.5 mm 时,同组试样厚度偏差应不大于  $\pm 10\%$ ,试样厚度大于 7.5 mm 时,同组试样的厚度偏差应不大于  $\pm 5\%$ 。
- 试样应具备相同的平面特征,如平面、沟槽、凸起或纹理。当试样具有弧度时,同组试样弧度偏差应不大于  $\pm 10\%$ 。

### 6.2 质量

试样表面应无明显划痕、裂纹等可能影响抗冲击性能的缺陷。

注:试样内部气孔会显著影响抗冲击性能。试样存在内部气孔时,试验结果同时表征滚塑工艺的缺陷。

### 6.3 数量

采用通过法(A法)时,如无指定试样数量,试样数量应符合表 3 的规定。如指定的冲击通过率未在表 3 中列出,应选用比指定冲击通过率低一级的试样数量。

采用梯度法(B法)时,试样数量至少 21 个,并应满足有效事件累计值  $N=10$  的情况。

表 3 试样数量的选择

冲击通过率/%	试样数量/个
100	≥5
90	≥5
80	≥8
70	≥13
50	≥20
示例：指定冲击通过率为 75% 时，选用 70% 冲击通过率对应的试样数量(≥13 个)。	

#### 6.4 状态调节和预处理

试样在测试前应按 GB/T 2918 的要求进行状态调节。将状态调节后的试样放置于 $(-40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的低温装置下冷冻，试样之间应有空隙，不应叠放。最少冷冻时间的小时数应不小于试样平均厚度值毫米数的 2 倍。

### 7 试验环境

试验环境应满足 GB/T 2918 的要求，选用“23/50”的标准环境，标准环境等级为 2 级。

### 8 试验步骤

#### 8.1 冲击质量和冲击高度的选择

##### 8.1.1 通过法(A 法)

如试验标准要求已经同时指定冲击质量和冲击高度，按试验的指定要求进行。如试验仅指定冲击能量，应按式(1)，将表 2 中不同类型的冲击质量带入求得不同的预计冲击高度，选用与 1 500 mm 最接近的冲击质量作为试验冲击质量，在该冲击质量下计算满足指定冲击能量要求的高度为冲击高度。如有两种冲击质量均可满足要求，应选用冲击质量较小的方案。

$$h^* = 1\,000 \times \frac{P^*}{m^* g} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$h^*$ ——预计冲击高度，单位为毫米(mm)；

$P^*$ ——指定冲击能量，单位为焦耳(J)；

$m^*$ ——预计冲击质量，单位为千克(kg)；

$g$ ——重力加速度，常量，取 9.81 N/kg。

##### 8.1.2 梯度法(B 法)

预估试样最可能承受的冲击能量，按 8.1.1 的规定选择冲击质量。初始冲击高度为 1 500 mm。

#### 8.2 试验

应按照以下步骤进行试验：

- a) 在试样放入低温环境冷冻前,应先测量试样中心冲击点的厚度,计算所有试样厚度的算术平均值作为试样的平均厚度  $H_p$ ,结果保留 1 位小数。应计算试样厚度对平均厚度的最大偏差,尺寸应满足 6.1 的规定。
- b) 根据试样的平均厚度值计算试样的最少冷冻时间,将试样放于低温装置中进行冷冻,冷冻时间应不小于最少冷冻时间,且不同试样的冷冻时间差应不大于 1 h。
- c) 将落锤调整到指定冲击质量,提升到初始冲击高度,记录冲击质量和高度值。
- d) 将试样从低温环境中取出,试样的模具面朝上,放置在支撑座中心。在试样从低温环境中取出 15 s 内,松开落锤,使落锤冲击到试样模具面。
- e) 观察试样被破坏情况,以符号“#”表示试样延性破坏,以符号“×”表示试样脆性破坏,以符号“○”表示试样未破坏。
- f) 更换试样,重复进行试验,每次冲击应选择一个新的试样。
- g) 采用通过法(A 法)时,应保持冲击高度不变进行重复试验。采用梯度法(B 法)时,如果上一个试样发生延性破坏或脆性破坏,降低冲击高度 150 mm 重复试验,如果上一个试样未破坏,升高冲击高度 150 mm 重复试验。
- h) 采用通过法(A 法)时,达到指定的试样数量后停止试验。采用梯度法(B 法)时,当有效事件累计值  $N = 10$  时,停止试验。
- i) 将所有试验数据记录在表单中,参见附录 A 所示。

9 数据处理

9.1 通过法(A 法)

按照式(2)计算指定冲击能量下的冲击通过率,结果保留到整数。

$$\beta_{W,M} = \frac{M_0}{M} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$\beta_{W,M}$ ——在冲击能量为  $W$ ,试样总数为  $M$  时的冲击通过率,%;  
 $M_0$  ——试验后试样未破坏的数量,单位为个;  
 $M$  ——试样总数,单位为个。

示例: 指定冲击能量  $W$  为 200J,试样数量  $M$  为 10 个,未破坏试样的数量为 9 个,冲击通过率表述为: $\beta_{200J,10} = 90\%$ 。

9.2 梯度法(B 法)

应按照以下步骤计算试样的冲击强度:

- a) 计算每个冲击高度下试样延性破坏和脆性破坏的频数  $n_x$  和未破坏的频数  $n_0$ ,对  $n_x$  和  $n_0$  进行累计,得到累计值  $N_x$  和  $N_0$ 。
- b) 将  $N_x$  和  $N_0$  中较小的值记为有效事件累计值  $N$ ,此时  $N$  应等于 10。
- c) 当  $N = N_x$  时,有效事件为“破坏”,每个冲击高度下有效事件的频数  $n_i = n_x$ ;当  $N = N_0$  时,有效事件为“未破坏”,每个冲击高度下有效事件的频数  $n_i = n_0$ 。
- d) 将出现有效事件时的最低冲击高度的计算指数  $i$  值记为 0,次冲击高度的计算指数  $i$  值记为 1,第三冲击高度的计算指数  $i$  值记为 2,以此类推。
- e) 按照式(3),计算有效事件的加权累计值:

$$A = \sum_{i=0}^k (i \times n_i) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$A$  ——有效事件的加权累计值;

$i$  ——计算指数,  $i=0,1,2,3,\dots,k$ ;

$n_i$  ——有效事件的频数。

f) 按照式(4), 计算中值破坏高度:

$$h_p = h_0 + d_h \left( \frac{A}{N} \pm 0.5 \right) \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$h_p$  ——中值破坏高度, 单位为米(m);

$h_0$  ——出现有效事件时的最低高度, 单位为米(m);

$d_h$  ——冲击高度增量,  $d_h=0.150$ , 单位为米(m);

$A$  ——有效事件加权累计值;

$N$  ——有效事件累计值。

注: 当有效事件为“破坏”时, 式(4)括号内选取“—”, 当有效事件为“未破坏”时, 选取“+”。

g) 按照式(5), 计算冲击能量:

$$P = mgh_p \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$P$  ——冲击能量, 单位为焦耳(J);

$m$  ——冲击质量, 单位为千克(kg);

$g$  ——重力加速度, 常量, 取  $9.81 \text{ N/kg}$ ;

$h_p$  ——中值破坏高度, 单位为米(m)。

h) 按照式(6), 计算冲击强度, 结果保留 1 位小数:

$$a = \frac{P}{H_p} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$a$  ——冲击强度, 单位为焦耳每毫米(J/mm);

$P$  ——冲击能量, 单位为焦耳(J);

$H_p$  ——试样的平均厚度, 单位为毫米(mm)。

## 10 精密度

对冲击强度范围在  $15 \text{ J/mm} \sim 32 \text{ J/mm}$  的 5 种聚乙烯所做的冲击强度的精密度实验进行结果分析, 得出重复性限为 1.332, 再现性限为 1.332。

本次精密度试验所得结果只对用于本次试验相关批次的、特定试验条件下进行试验的 5 种聚乙烯的数据负责。此数据不应简单地作为接受或拒绝某种材料的依据, 但对于测试结果根据本结论做出的判定有 95% 正确的可能性。

## 11 试验报告

试验报告示例参见附录 B, 至少应包含下列内容:

- 注明测试依据的标准;
- 试样的编号、产品名称、规格型号和生产厂家;
- 试验仪器名称、型号及生产厂家;

- d) 冲击质量；
- e) 试样制备方法、平面特征、试样数量及试样厚度(平均值及范围)；
- f) 试样状态调节过程参数和低温处理参数；
- g) 试验环境条件；
- h) 试验结果；
- i) 实验人、审核人、试验单位及试验日期。

附录 A  
(资料性附录)  
试验数据表

试验单位: \_\_\_\_\_ 操作人员: \_\_\_\_\_ 审核人员: \_\_\_\_\_ 试验日期: \_\_\_\_\_  
 试样编号: \_\_\_\_\_ 试样性质: \_\_\_\_\_ 产品名称: \_\_\_\_\_ 规格型号: \_\_\_\_\_  
 制造商: \_\_\_\_\_ 试样制备方法: \_\_\_\_\_ 加工历史(温度、时间等): \_\_\_\_\_  
 附加信息: \_\_\_\_\_ 仪器名称型号: \_\_\_\_\_ 仪器制造商: \_\_\_\_\_  
 测试标准: \_\_\_\_\_ 试验方式: ☐ A 法; ☐ B 法 试验环境: \_\_\_\_\_ 试样处理: \_\_\_\_\_ 冲击质量: \_\_\_\_\_ 型(\_\_\_\_ kg)

[illegible]

试样平均厚度  $H_p$  (mm): \_\_\_\_\_ 有效事件性质: ☐ 破坏 ☐ 未破坏 有效事件累计值  $N$ : \_\_\_\_\_ 有效事件加权累计值  $A$ : \_\_\_\_\_  
 有效事件最低高度  $h_o$  (m): \_\_\_\_\_ 中值破坏高度  $h = h_o + d_h(A/N \pm 0.5) =$  \_\_\_\_\_ 冲击通过率  $\beta$ : \_\_\_\_\_  
 冲击能量  $P$  (J) = \_\_\_\_\_ 冲击强度  $a$  (J/mm) = \_\_\_\_\_ 最接近试验结果的破坏类型: ☐ 脆性破坏 ☐ 延性破坏

## 附录 B (资料性附录) 试验数据表示例

试验单位: ×××××有限公司  
 试验编号: Q/ZL×××××  
 制造商: ×××××有限公司  
 附加信息: 试样为平面,无纹理。  
 测试标准: GB/T××××—×××  
 试样处理: 23/50 状态调节 96 h 后在 -40 °C 环境中冷冻 20 h 冲击质量: C 型(9.072 kg)  
 操作人员: 张××  
 样品性质: LLDPE  
 样品制备方法: 滚塑  
 仪器名称型号: D3000 低温落锤冲击试验机  
 仪器制造商: ××××有限公司  
 试验方式: ☐A 法; ☒B 法  
 试验环境: 23 °C, 相对湿度 55%  
 加工历史 (温度、时间等): 模内最高温度 215 °C, 加热时间 23 min, 风冷  
 产品名称: ××××  
 规格型号: ××××  
 审核人员: 李××  
 试验日期: 2019.7.11

冲击高度 m	试验结果(○ 未破坏 # 延性破坏 × 脆性破坏)																							破坏频数 $n_x$	完好频数 $n_o$	计算指数 $i$	有效事件频数 $n_i$	加权累计值 $in_i$		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23							
1.800																														
1.650						×																				1				
1.500	×		×		○	×													×						4	1	3	1	3	
1.350		○		○			×		×					#				○		×					4	3	2	3	6	
1.200								○			#		○			×		○			○				2	4	1	4	4	
1.050												○					○									2	0	2	0	0
																									11	10		10	13	
																									累计数 $N_x$	累计数 $N_o$		累计数 $N$	加权累计数 $A$	

试样平均厚度  $H_p$  (mm):  $5.2 \pm 0.2$  有效事件性质: ☐ 破坏 ☒ 未破坏  $N: 10$  有效事件加权累积计值  $A: 13$   
 有效事件最低高度  $h_o$  (m):  $1.050$  中值破坏高度  $h = h_o + d_h (A/N \pm 0.5) = 1.050 + 0.150 \times (13/10 \pm 0.5) = 1.320$  冲击通过率  $\beta: /$   
 冲击能量  $P$  (J) =  $9.072 \times 9.81 \times 1.320 = 117.5$  冲击强度  $a$  (J/mm) =  $117.5/5.2 = 22.6$  最接近试验结果的破坏类型: ☒ 脆性破坏 ☐ 延性破坏

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
滚塑成型 低温冲击试验  
GB/T 39933—2021

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

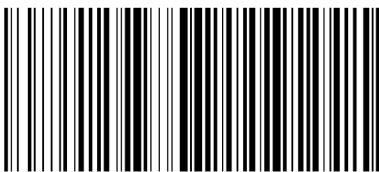
服务热线: 400-168-0010

2021年3月第一版

\*

书号: 155066 · 1-66895

版权专有 侵权必究



GB/T 39933-2021



码上扫一扫 正版服务到