

中华人民共和国国家标准

GB/T 1043.2—2018/ISO 179-2:1997

塑料 简支梁冲击性能的测定 第2部分:仪器化冲击试验

Plastics—Determination of charpy impact properties—
Part 2: Instrumented impact test

(ISO 179-2:1997, IDT)

2018-03-15 发布

2018-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 原理 4

5 仪器 5

6 试样 7

7 试验步骤 7

8 结果的计算与表示 8

9 精密度 9

10 试验报告..... 9

附录 A (资料性附录) 惯性峰 11

附录 B (资料性附录) 机架质量 14

附录 C (资料性附录) 精密度数据 15

参考文献 17

前 言

GB/T 1043《塑料 简支梁冲击性能的测定》共分为 2 个部分：

——第 1 部分：非仪器化冲击试验；

——第 2 部分：仪器化冲击试验。

本部分为 GB/T 1043 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 179-2:1997《塑料 简支梁冲击性能的测定 第 2 部分：仪器化冲击试验》和 ISO 179-2:1997/Amd.1:2011《塑料 简支梁冲击性能的测定 第 2 部分：仪器化冲击试验精密度》。

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通用方法和产品分技术委员会(SAC/TC 15/SC 4)归口。

本部分负责起草单位：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、大连理工大学。

本部分主要起草人：王超先、邓燕霞、张友稳、郭曦、陈敏剑、王艳色。

塑料 简支梁冲击性能的测定

第2部分:仪器化冲击试验

1 范围

1.1 GB/T 1043 的本部分规定了一种使用力-挠度曲线测定塑料简支梁冲击性能的试验方法。遵循 GB/T 1043.1—2008 规定的几种不同类型的试样和试验,以及根据不同的材料类型、试样类型和缺口类型而规定的试验参数。

描述了动态效应,例如传感器-冲击刀系统的共振,试样共振以及初始接触与惯性峰之间的关系(参见图 1 中曲线 b 和附录 A)。

1.2 简支梁和悬臂梁试验方法间的对比参见 GB/T 1043.1—2008 的第 1 章。

GB/T 1043.1—2008 适用于只用冲击强度表征冲击行为,并且冲击试验机的势能要与待测试样的断裂能近似匹配(见 ISO 13802:1999,附录 C)。本部分适用于使用力-挠度曲线或力-时间曲线详细表征冲击行为,以及用于研制能避免上述提及的能量匹配要求的自动化冲击仪器。

1.3 本部分适用的材料范围参见 GB/T 1043.1—2008 的第 1 章。

1.4 保证试验结果可比的通用要求参见 GB/T 1043.1—2008 的第 1 章。

1.5 本部分得到的试验数据不适用于零部件的设计计算,对试验数据的使用方法也不属于本部分讨论的内容。应用本方法所得的数据时,须标明引用本部分或与相关当事人协商。

通过改变试验环境温度、试样缺口半径、试样厚度以及使用不同条件制备试样等方法可以获得材料的断裂行为的信息。

本部分不涉及解析力-挠度曲线上每个点的形成机理,对该机理的解析方法现仍处于研究阶段。

1.6 只有在试样制备条件和试验条件均相同时,测定的结果才具有可比性。综合评价试样对冲击应力的响应时,需要确定变形速率以及温度对结晶度和水分含量等材料参数的影响关系。因此,不能用本部分直接预测制品的冲击断裂行为,但可以用本部分测量从制品上裁取的试样。

1.7 如果通过前期试验建立了本部分与 GB/T 1043.1—2008 的可比性,则冲击强度可采用本部分测定的结果。

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 2008 塑料 简支梁冲击性能的测定 第1部分:非仪器化冲击(ISO 179-1:2000, IDT)

ISO 13802:1999 塑料 摆式冲击试验机检测 摆锤式冲击试验,悬臂梁式冲击试验和抗拉冲击试验(Plastics—Verification of pendulum impact-testing machines—Charpy, Izod and tensile impact-testing)

3 术语和定义

GB/T 1043.1—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

冲击速度 impact velocity

v_0

当冲击发生时,冲击刀相对于试样支座的速度。用米每秒(m/s)表示。

3.2

惯性峰 inertial peak

冲击刀第一次和试样接触后使试样加速,改变试样受接触部分惯性的力而形成力-时间或力-挠度曲线上的第一个峰。(参见图 1 中曲线 b,和附录 A)。

3.3

冲击力 impact force

F

在冲击方向上冲击刃施加到试样上的力。用牛顿(N)表示。

3.4

挠度 deflection

s

冲击过程中冲击刀相对于试样支座的位移,以冲击刀和试样第一次接触的位置为起点。用毫米(mm)表示。

3.5

冲击能量 impact energy

W

在挠度 s 时使试样加速、变形和断裂所消耗的能量。用焦耳(J)表示。

其测量方法为计算力-挠度曲线下方从冲击起初点到挠度 s 的积分面积。

3.6

最大冲击力 maximum impact force

F_M

在力-时间或力-挠度曲线上冲击力最大时的力值(见图 1)。用牛顿(N)表示。

3.7

最大冲击力挠度 deflection at maximum impact force

s_M

出现最大冲击力 F_M 时的挠度(见图 1)。用毫米(mm)表示。

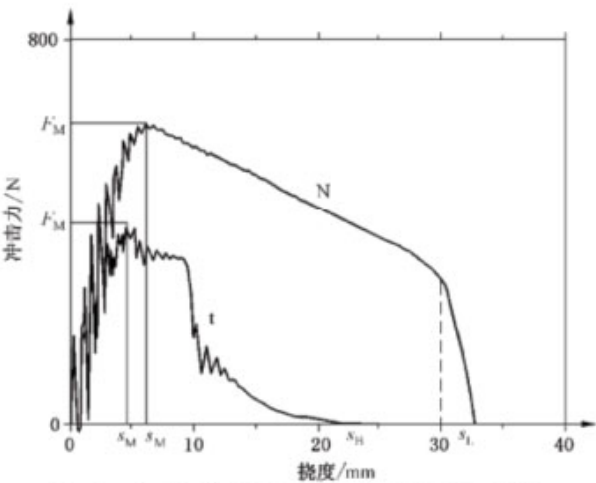


图 1 力-挠度(N 与 t)和力-时间(b)曲线

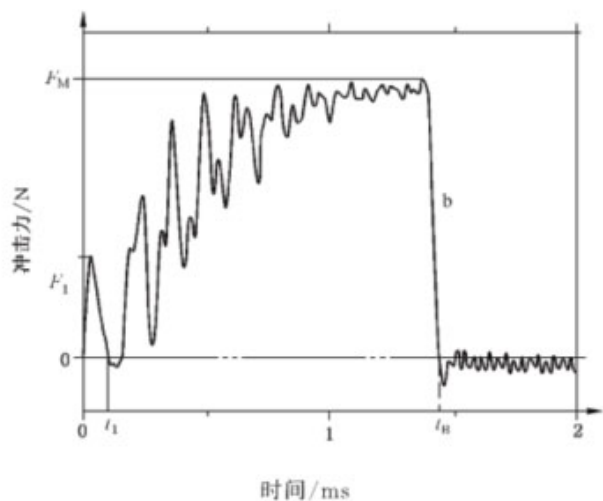
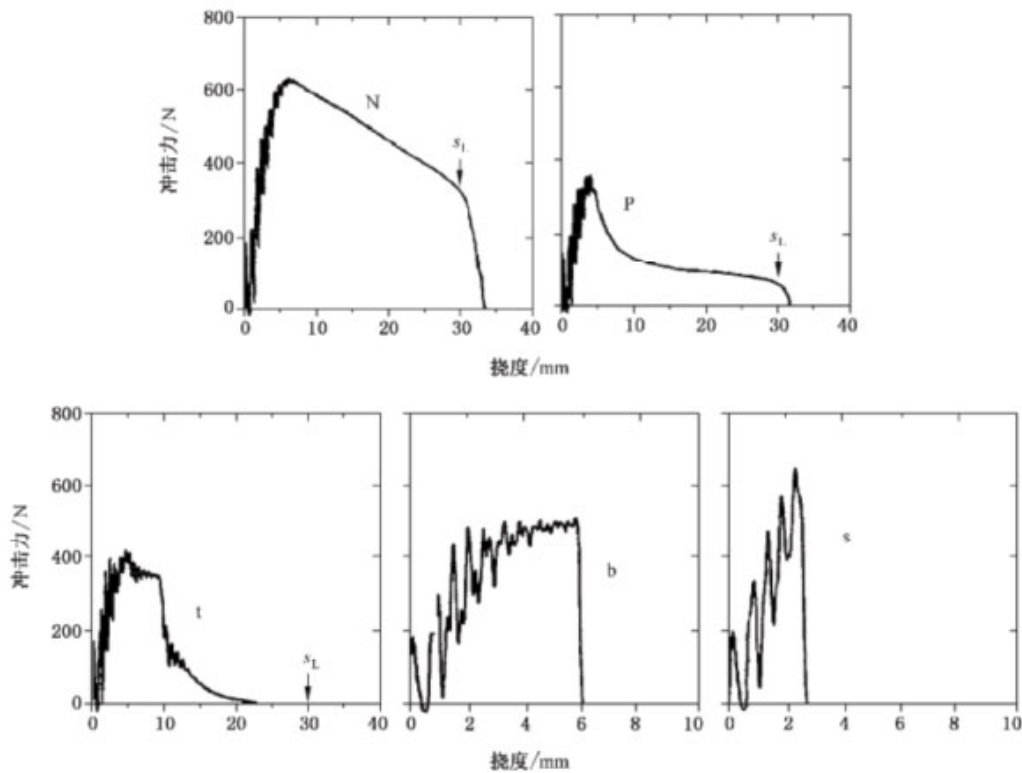


图 1 (续)

(破坏曲线见图 2)



图中：
N —— 不断裂：屈服后的塑性变形持续到极限挠度 s_L ；
P —— 部分断裂：试样屈服后裂纹稳定扩展，达到极限挠度 s_L 时的冲击力大于最大冲击力的 5%；
t —— 韧性断裂：试样屈服后裂纹稳定扩展，达到极限挠度 s_L 时的冲击力小于或等于最大冲击力的 5%；
b —— 脆性断裂：屈服后裂纹不稳定扩展；
s —— 碎性断裂：屈服前裂纹不稳定扩展；
 s_L = 极限挠度；拖移起始。

注：由于试样的变形方式不同，用本部分获得的力-变形曲线与用 ISO 6603-2 获得的曲线存在差异。不同之处在于仪器化落锤试验中的第一个破坏作用后力突然有个轻微的降低(裂纹产生)，随后是力逐渐增大。在仪器化的三点弯曲冲击试验中，从未观测到裂纹产生后力的增大。此外，在平板的落锤冲击试验中没有弯曲冲击的惯性效应(见附录 A)。

图 2 1 型试样受侧向冲击时不同断裂形式的典型力-挠度曲线

3.8

最大冲击力能量 energy to maximum impact force

W_M

达到最大冲击力时所消耗的能量。用焦耳(J)表示。

3.9

断裂挠度 deflection at break

s_B

当冲击力降低到小于或等于最大冲击力 F_M 的 5% 时的挠度(见图 1)。用毫米(mm)表示。

试样在断裂处的断裂挠度 s_B 和试样在拖移起始时的极限挠度 s_L (见图 1, 曲线 N) 的区分可以用试样的长 l 、宽 b 和跨距 L 来判断。对于侧向冲击的 1 型试样, s_L 的范围在 32 mm 到 34 mm。

注: 在侧向冲击 1 型试样时, 有时会观察到疑似挠度极限, 即当冲击力下降到零时挠度值异乎寻常的低(低到只有 20 mm), 然而此时试样并没有断裂。将试验速度降低后会发现, 此行为受弯曲和扭曲变形的综合作用影响, 试样从侧向翻转到较为稳定的贯层位置。通过检查试验后的试样可以证实该行为, 此时试样上的弯曲轴线不是平行而是倾斜于试样的宽度方向。

其产生的原因是试样在侧向和贯层冲击方向之间存在高的弯曲刚度比, 同时试样轮廓上存在如脱模斜角等微小的不对称性会引发该行为。

其消除的方法是在仪器化冲击刀的刃部前方安装导向部件, 这样能避免试样的中部出现大的扭曲。但该导向部件不能安装在冲击刀的刃部。

3.10

冲击断裂能 impact energy at break

W_B

达到断裂挠度 s_B 时所消耗的能量。用焦耳(J)表示。

3.11

简支梁无缺口(缺口)冲击强度 Charpy (notched) impact strength

$a_{cU} (a_{cN})$

相对于无缺口(缺口)试样中部的单位原始横截面积 $A (A_N)$ 的冲击断裂能量(见 8.4 和 GB/T 1043.1—2008 的 3.1 和 3.2)。用千焦每平方米(kJ/m²)表示。

3.12

破坏类型 type of failure

材料在试验时的变形行为(见图 2)类型。其类型包括不破坏(N)、部分破坏(P)、韧性破坏(t)、脆性破坏(b)和碎性破坏(s)。

类型 t、b 和 s 是属于 GB/T 1043.1—2008 定义的完全破坏(C)和铰链破坏(H)的子类。这些破坏类型的冲击断裂能量值 W_B 和简支梁冲击强度可用相应试验结果的平均值表示。

部分破坏(P)的试样和出现层间剪切破裂的材料, 见 GB/T 1043.1—2008 的 7.6。如果一组试样的破坏类型不止一种, 见 GB/T 1043.1—2008 的 7.7。

注: 在图 2 中可见, 对于碎性破坏(见曲线 s)和脆性破坏(见曲线 b), 断裂时的挠度和冲击能量与最大冲击力时的挠度和冲击能量相同, 在最大冲击力处发生裂纹不稳定扩展。

4 原理

用两支座支撑长条状试样接近两端的部位构成一个水平梁, 冲击线处于支座的中间部位, 试样受到垂直冲击并以恒定的标称速度高速弯曲。冲击试验的几何结构图见 ISO 13802:1999 的第 5 章。在冲击过程中记录冲击力。根据测定方法的不同, 试样的挠度可以用适合的测量设备直接测量, 也可以在载能体能施加无摩擦冲击的情况下, 用初始速度、力与时间的函数关系计算其挠度。通过上述试验获得的

力-挠度曲线可以描述试样在高弯曲速率下的冲击行为,从而推断材料的一些性能。

5 仪器

5.1 试验机

5.1.1 基本部件

载能体、冲击刀和配有试样支座的机架是试验机的基本部件。载能体可以是惯性型的(例如摆锤或自由落镖,也可用弹簧或气动辅助等冲击形式),或者是液压型的。

试验机应能确保试样受到垂直于试样长度方向的标称恒定速度的冲击而弯曲。可以测量到试样上的力,同时可以推算或测量试样在冲击方向上的挠度。

5.1.2 载能体

GB/T 1043.1—2008(也可参见 ISO 13802:1999 的 4.2.4)规定的低能量型摆锤的冲击速度 v_0 为 $2.90 \text{ m/s} \pm 0.15 \text{ m/s}$,高能量型摆锤的速度是 $3.8 \text{ m/s} \pm 0.2 \text{ m/s}$ 。尽管也可采用 $v_0 = 3.8 \text{ m/s} \pm 0.2 \text{ m/s}$ 的速度,但为了使数据与依据 GB/T 1043.1—2008 测得的数据具有可比性,GB/T 1043 本部分的冲击速度应选用 $2.90 \text{ m/s} \pm 0.15 \text{ m/s}$ (见下面的注 1 和注 2)。

为了避免材料在试验时的粘弹性行为使测得的数据不具有可比性,在冲击过程中速度的降低不能超过 10%(见下面的注 3)。

液压型载能体是配有合适附件的高速冲击试验机。需要检查冲击过程中冲击刀相对于试样支座速度的任何误差,例如采用检查挠度-时间曲线斜率的方法。

在使用重力加速的载能体时,上述冲击速度对应的高度分别为 $43 \text{ cm} \pm 5 \text{ cm}$ 和 $74 \text{ cm} \pm 7 \text{ cm}$,如果相同的载能体使用两个不同的速度,后者的冲击动能 E 增加了 1.54 倍。

前文所述的冲击过程中允许速度最多下降 10%意味着冲击时动能 E (用焦耳表示)应满足以下条件。

$$E/W^* \geq 5 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

E ——载能体的动能,单位为焦耳(J);

W^* ——最大待测冲击能量,单位为焦耳(J)。

载能体的质量 m_c 应满足式(2)和式(3)的要求。

$$m_c \geq 10W^*/v_0^2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$m_c \geq 1.2W^* \text{ (当 } v_0 = 2.9 \text{ m/s 时)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

m_c ——载能体的质量,单位为千克(kg);

v_0 ——冲击速度,单位为米每秒(m/s);

W^* ——最大待测冲击能量,单位为焦耳(J)。

例如当 $W^* = 10 \text{ J}$ 时 $m_c \geq 12 \text{ kg}$ 。

注 1: 随着冲击速度的增大,惯性峰 F_1 的高度(见图 1,曲线 b)和随后试样振动的振幅都要增加。关于这些振动的基本知识参见附录 A 和参考文献[1]和[2]。惯性峰和阻尼振动的详情参见附录 A。

注 2: 对于一些特定的应用,例如要获得预制裂纹试样的冲击性能数据,采用较低的冲击速度(例如 $1 \text{ m/s} \pm 0.05 \text{ m/s}$)可有助于减小注 1 中提及的振动。

注 3: 本标准遵循 GB/T 1043.1—2008 的 7.3 要求的试验条件。其能确保在冲击过程中速度的变化相当于常规的冲击试验,进而冲击强度值可比。其重要性在于塑料是弯曲速率敏感的材料,尤其当温度接近于转变温度时。

5.1.3 冲击刃

见 ISO 13802:1999 的 5.8.1 和表 3。

可用于冲击刃的材料是任何耐磨、强度高而不变形,又能将施加到试样上的力传送到测力系统上的材料。

注:经验表明钢铁通常适用于冲击刃。而像钛金属那样的低密度材料可用于提高力测量装置的固有频率。

5.1.4 摆锤

摆锤要符合 ISO 13802:1999 的 5.2 和表 3 的要求。

5.1.5 试样支座

试样支座要符合 ISO 13802:1999 的 5.7.1 的要求。

5.1.6 机架

试验机的机架能够调节水平,冲击刀和试样支座符合 5.1.3 和 5.1.5 的要求。

当使用载能体的动能计算挠度时,机架与载能体的质量之比 m_F/m_C 应不小于 10(参见附录 B 和下面的注 1 和注 2)。可直接测量挠度时,该比值仅作为推荐。冲击试验机通常易受到振动的影响,因此机架的重心应落在冲击投影线上。

注 1: ISO 13802:1999 的 5.3.3 中机架质量与摆锤质量之比要达到 40,使得传递到机架上的能量减小到最低。然而在本方法中测定的是施加到试样上的力和试样的挠度,所以传递到机架的任何能量不会影响试验结果。

注 2: m_F/m_C 的比值为 10 是防止在试验后期机架被加速到冲击速度的 1% 以上(参见附录 B)。

5.1.7 摩擦损失

在不测量挠度的情况下,使用落镖或摆锤等无摩擦冲击的载能体时,冲击速度的偏离不能超过计算值的 1%。即摩擦损失 W_f 在第一个四分之一摆动周期内应小于标称能量 E 的 2%,完整摆动周期内应小于 8%(见 ISO 13802:1999 的 5.6)。

注:如果挠度是直接测量的,当冲击速度在规定的范围内时,由摩擦造成的载能体的能量损失不会影响试验结果。

5.2 力和挠度的测量装置

5.2.1 力的测量

采用在冲击刀上安装应变片或压电传感器的方法测量施加在试样上的力,其安装部位要靠近冲击刃,也可以采用其他合适的方法。测力系统的测量精度应不低于所测量最大力值的 1%。

装配完毕的测力系统要经过校准,校准可采用静态法(如在冲击刀上施加已知的负荷)或动态法,力的测量误差在校准后应小于 $\pm 2\%$ 。

冲击试验的测力系统其固有频率 f_0 要比试样在冲击后的共振频率 f_r 高 3 倍以上(见下面的注 1)。

设计测力系统时要考虑能将惯性峰后的负值力减到最小,这样能确保测力系统能快速准确地测量使试样挠曲的力(见注 2 和注 3)。惯性峰后的负值力应不超过惯性峰值的 20%(见图 A.2)。

选用的直流或载频放大器的带宽上限要涵盖测试设备的响应频率。

如果实施了冲击后的滤波处理,应在试验报告中给出滤波器的类型及其基本特性(见第 10 章的 m 项)。

注 1: 塑料试样的共振频率 f_r 在 2 kHz~10 kHz 之间。固有频率 f_0 为 30 kHz 的测力系统通常能适用于塑料测试。

f_r 和 f_0 之间的差别越大,越易于检测到裂纹的起始和扩展。

此外,满足上述要求则可能把试验时试样的振动(见图 1,曲线 b, t_B 点左侧的记录线)和测力系统的振动(t_B 点右侧的记录线)区分开。

注 2: 受到冲击后测力系统将被激发出固有频率的振动,系统的质量和刚度的设计决定了振动的振幅。在惯性峰后冲击刃和试样脱离接触的期间,如果受激振动的振幅很大,同时有效质量会“拉”测力元件,这样就可能观察到与试样挠曲无关的负值力。

注 3: 试样的振动(见图 1 曲线 b)以及冲击曲线线上的噪音将影响最大冲击力的确定,但对最大冲击力能量或断裂能的确定几乎没有影响。

惯性峰的持续时间 t_1 (见图 1, 曲线 b) 一般为 0.1 ms, 随之的振动频率视试样的模量在 2 kHz~10 kHz 范围内。为了完整地记录惯性峰,测力系统(瞬时记录器)的采样频率应不低于 100 kHz(见下面的注 4)。

使用的采样频率(≥ 100 kHz)和断裂时间 t_B (≤ 13 ms)决定了用于数据存储容量的大小。

注 4: 冲击是一个速度为 2.9 m/s、最长持续时间约为 13 ms 的快速过程。如适用,有必要在瞬时记录器中储存试样受力和挠度(如果挠度为测量值)的数据。约有 50% 的存储空间可用于储存实际试验的数据。

采样频率越高则时间分辨率越好,提高采样频率有助于评价断裂时间 t_B 很短的脆性材料的冲击试验。

5.2.2 挠度的测量

试样的挠度是时间的函数,其既可以通过对力-时间曲线二次积分计算得出,也可以直接测量得到。

如果直接测量挠度,所用的采样频率要和测量冲击力的频率相同。时间与挠度测量的分辨率要相匹配。

在大多数情况下,用于测量力与挠度的仪器会在信号传输时间上有差异,导致力-挠度曲线出现偏移。该偏移量与冲击速度成正比。应根据传输时间的差异进行时间平移,以实现时间记录线的同步。

5.3 测微计和量规

测微计与量规应符合 GB/T 1043.1—2008 的 5.2 的要求。

6 试样

试样要符合 GB/T 1043.1—2008 的第 6 章的要求。

7 试验步骤

7.1 在试样状态调节的环境下进行试验,或者保证试样由状态调节环境转移到试验环境的时间足够短,以防止试样的状态发生变化从而机械性能发生改变。

在室温下测试经低温调节的试样时,可以在调节后 10 s 内进行试验。状态调节和试验环境间的湿度差异对试样的影响较小,如聚酰胺的试样转移时间达 30 min 后,其冲击行为没有出现明显的差别。

7.2 按照 GB/T 1043.1—2008 的 7.1 的要求测定试样的宽度和厚度。

7.3 根据 5.1.2 的规定核查试验机的冲击速度,依据标准要求使用低能量的惯性型载能体。冲击速度准确至 $\pm 1\%$ 。

7.4 将载能体放到起始位置。在试样支座上摆放试样,使得冲击刃击打试样的中心部位。安放缺口试样时,应使缺口中央正好位于冲击平面上(见 GB/T 1043.1—2008 图 1 中的左图)。

7.5 释放载能体,记录冲击过程中力随时间的变化。如果有位移测量系统,记录试样挠度随时间的变化。

8 结果的计算与表示

8.1 通则

试验结果是力-时间曲线,以及挠度-时间曲线(如果挠度为测量值)。其他结果可以通过对这些数据的计算得出。计算冲击能量,需要利用随挠度变化的力值。

8.2 挠度的计算

在载能体施加无摩擦冲击情况下,当试样的挠度不是用位移测量系统直接测量时,可应用式(4)或式(5)从力-时间曲线计算挠度。

用于水平冲击的摆锤式载能体的公式为:

$$s(t) = v_0 t - \frac{L_P \times g}{M_H} \int_0^t \int_0^{t_1} F(t) dt dt_1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

用于垂直冲击的自由落体式载能体的公式为:

$$s(t) = v_0 t - \frac{1}{m_c} \int_0^t \int_0^{t_1} F(t) dt dt_1 + \frac{1}{2} g t^2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$s(t)$ ——冲击后在 t 时试样的挠度,单位为米(m);

v_0 ——冲击速度,单位为米每秒(m/s);

t ——冲击后用于计算挠度的时间,单位为秒(s);

L_P ——摆锤的(物理)摆长,单位为米(m),见 ISO 13802:1999 的 5.2.1;

M_H ——摆锤的水平力矩,单位为牛顿米(N·s),见 ISO 13802:1999 的 5.2.3;

$F(t)$ ——冲击后在 t 时测得的力,单位为牛顿(N);

m_c ——载能体的质量,单位为千克(kg);

g ——当地的重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s²);

注1: 如果 W_H/E 的比值(冲击断裂能对摆锤或落锤的能量之比)小于 0.2,式(4)和式(5)的二重积分项的修正量小于 $v_0 t$ 项的 5%。

注2: 对于选定能量的摆锤,随其冲击速度的降低,式(5)中最后一项(t)的相对贡献会增大。

8.3 能量的计算

当得到冲击后同一时刻 t 的力和挠度后,用式(6)对力-挠度曲线下的面积进行积分以测定达到一定挠度所消耗的能量 W ,用焦耳表示。

$$W_j = \int_0^{s_j} F(s) ds \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

W_j ——规定挠度下的能量,单位为焦耳(J);

j ——表示力-挠度曲线上的某个点

断裂点(B);

最高点(M);

s ——挠度,单位为米(m);

F ——力,单位为牛顿(N)。

注: 对水平无摩擦冲击的载能体,可不用测量挠度 $s(t)$,而用式(7)计算能量。

$$W_j = W_{js}(1 - W_{js}/4E) \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中 W_{js} 是能量的近似值, 用式(8)计算。

$$W_{js} = v_0 \int_0^{t_k} F(t) dt \quad \dots\dots\dots (8)$$

如果测定的冲击能量对载能体能量的比值 W/E 小于 0.2, 式(7)中括号内的第 2 项小于 5%。

8.4 冲击能量的计算

8.4.1 无缺口冲击试样

用式(9)计算无缺口试样的简支梁冲击强度 a_{cU} , 单位为千焦耳每平方米(kJ/m^2):

$$a_{cU} = \frac{W_B}{bh} \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

W_B ——冲击断裂能, 单位为焦耳(J);

b ——试样的厚度, 单位为毫米(mm);

h ——试样的宽度, 单位为毫米(mm)。

8.4.2 缺口冲击试样

用式(10)计算缺口试样的简支梁冲击强度 a_{cN} , 单位为千焦耳每平方米(kJ/m^2):

$$a_{cN} = \frac{W_B}{hb_N} \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

N ——表示缺口类型 A, B 或 C 之一(见 GB/T 1043.1—2008 的 6.3);

W_B ——冲击断裂能, 单位为焦耳(J);

h ——试样的宽度, 单位为毫米(mm);

b_N ——试样的剩余厚度, 单位为毫米(mm)。

8.5 统计参数

见 GB/T 1043.1—2008 的 8.3。

8.6 有效数字

所有计算结果的平均值取两位有效数字。

9 精密度

参见附录 C。

10 试验报告

试验报告应报告以下内容:

- a) 注明采用 GB/T 1043 的本部分;
- b) 按 GB/T 1043.1—2008 中表 2 的规定, 标明所用方法; 例如:
仪器化简支梁冲击试验



-
- GB/T 1043.2/1 n
- 试样类型(见 GB/T 1043.1—2008 中表 1)
- 冲击方向(见 GB/T 1043.1—2008 中图 4)
- c)到 k) 见 GB/T 1043.1—2008 中第 10 章的 c)到 k)项;
- l) 测力系统的固有频率;
- m) 如果使用了冲击后的滤波器,写明其类型和基本特性;
- n) 冲击速度;
- o) 单次测试结果,及其算术平均值和标准偏差或变异系数
最大力 F_M ,单位为牛顿;
最大力挠度 s_M ,单位为毫米;
最大力能量 W_M ,单位为焦耳;
断裂挠度 s_B ,单位为毫米;
断裂能量 W_B ,单位为焦耳;
破坏类型。
- p) 测得的力-挠度和/或力-时间曲线;
- q) 试验日期。

附 录 A
(资料性附录)
惯 性 峰

在摆锤初次接触试样后,试样的受接触部分(称为接触质量)被加速时要受其惯性的影响,在力-时间或力-位移曲线上形成惯性峰。接触质量和接触刚性决定了惯性峰的峰值力 F_1 和经历的时间 t_1 。试样的接触刚性比弯曲刚性要大得多。对塑料而言,已经发现接触刚性大约是弯曲刚性的 7 倍。

随着冲击速度的增大,峰值力 F_1 几乎线性地增加,持续时间 t_1 则降低(见图 A.1)。冲击速度大于 2 m/s 时持续时间 t_1 几乎恒定,在此试验条件下可以测试材料的特性。

由于冲击过程中存在弹性变形,冲击曲线通常会出现“跳动”现象。这意味着试样加速后的速度大于冲击速度,致使时间 t_1 后试样和摆锤间脱离接触,图 A.2 示意了一个脱离接触后有可忽略的负值力的惯性峰的例子。根据受试材料的阻尼特性,每个冲击试验是由一系列的多次冲击组成。

如果关注于去除惯性效应的影响而测定没有振动的力-挠度曲线,可以将软的阻尼材料(如铅丝或焊丝)放在冲击刃和试样之间。由于这些阻尼材料的塑性变形,可以大幅度地降低力 F_1 和振动的振幅。为有效地衰减惯性峰,阻尼材料的最小厚度要依据无阻尼试验下持续时间 t_1 时的挠度确定。冲击速度为 2.90 m/s 时,该厚度大约为 0.4 mm。使用阻尼材料时要注意,因下列两个原因会导致测定的能量发生变化。

- 1) 阻尼材料的变形需要消耗能量;
- 2) 特别是脆性材料在有无振动的条件下会显现出不同的断裂行为。

出于 GB/T 1043 本部分的目的,推荐不对“跳动”状振动进行抑制。

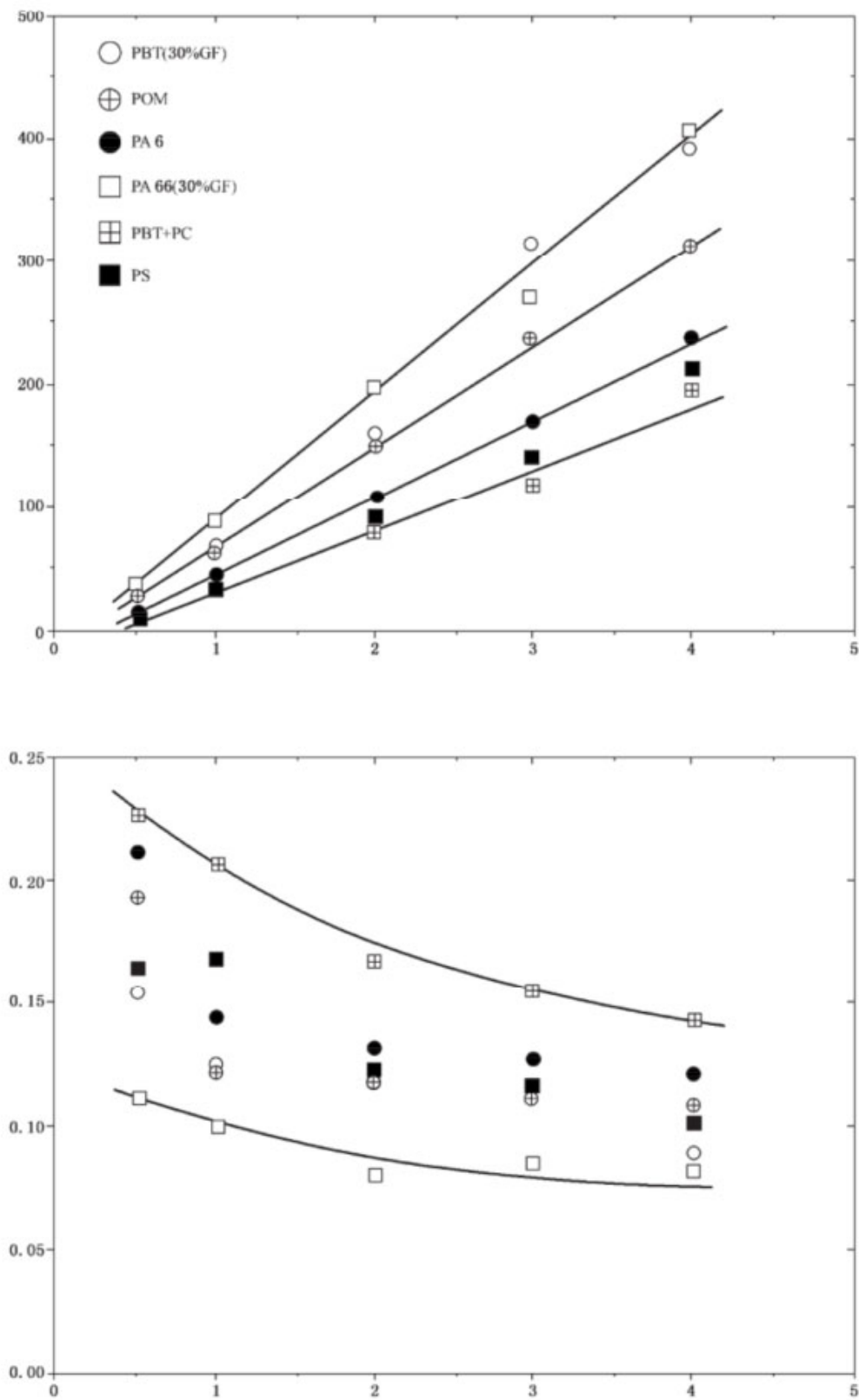
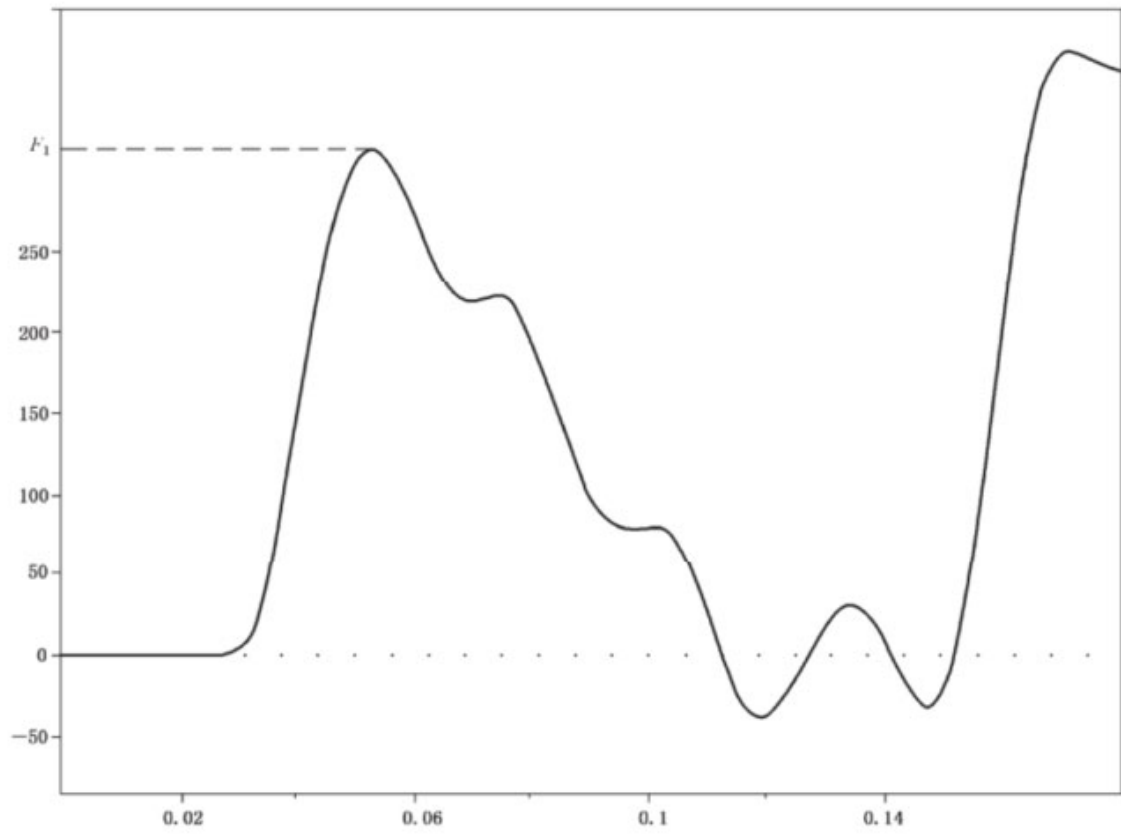


图 A.1 峰值力 F_1 和惯性峰的持续时间 t_1 是冲击速度的函数



注：惯性峰后的负值力小于 F_1 的 20%。

图 A.2 有惯性峰的力-挠度曲线的实例

附录 B
(资料性附录)
机架质量

用式(B.1)计算在冲击末期传递到试验机机架的动量 I , 单位千克米每秒(kg·m/s)。

$$I = \int_0^{t_B} F dt \approx v_F m_F \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

t_B ——断裂时间, 单位为秒(s);

F ——测定的力, 单位为牛顿(N);

v_F ——机架的最大速度, 单位为米每秒(m/s)。假定在短暂的 t_B 冲击时间内, 机架为自由运动;

m_F ——机架的质量, 单位为千克(kg)。

用式(B.2)能近似地计算所消耗的最大冲击能量(见 8.3 的注)。

$$W^* \approx I \times v_0 \approx v_F m_F \times v_0 \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

W^* ——最大冲击能量, 单位为焦耳(J);

I ——动量, 单位为千克米每秒(kg·m/s);

v_0 ——冲击速度, 单位为米每秒(m/s);

v_F, m_F ——见式(B.1)的示例。

从式(B.2), 可得到下式:

$$v_F/v_0 \approx W^*/m_F v_0^2 \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

如果用 k 表示最大冲击能量与载能体动能的比值 W^*/E , 那么:

$$W^* = k \times \frac{1}{2} m_C v_0^2 \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

m_C ——载能体的质量。

因此式(B.3)可以写为:

$$v_F/v_0 \approx 0.5k \times m_C/m_F \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

如果 $v_F/v_0 \leq 0.01$, 式(B.5)可以得出以下关系:

$$k \leq 0.02 m_F/m_C \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

如果损耗的能量小于载能体能量的 20%, 质量比 m_F/m_C 为 10 的机架将被加速到冲击速度的 1% 以下。

附录 C
(资料性附录)
精密度数据

C.1 表 C.1 和表 C.2 是由一种材料在四个实验室的循环试验结果得到的。所有的试验样品由同一实验室制备提供。每个“试验结果”都是 10 次独立试验结果的平均值。每个实验室得出并报告每个材料的 10 个试验结果。

C.2 表 C.3 和表 C.4 是由一种材料在三个实验室的循环试验结果得到的。所有的试验样品由同一实验室制备提供。每个“试验结果”都是 10 次独立试验结果的平均值。每个实验室得出并报告每个材料的 10 个试验结果。

C.3 由于材料和实验室数量有限,在 C.4 中给出 r 和 R 说明的唯一的目的是采用一个有意义的方法来考量这种试验方法的近似精密度。表 C.1~表 C.4 的数据不应严格地用于材料的接收或拒收,因为这些数据是循环试验特有的而且可能不代表其他的批、条件、材料或实验室。

C.4 表 C.1~表 C.4 中“ r ”和“ R ”的概念:如果 S_r 和 S_R 是由足够多的数据计算得出的,并且每个试验结果是 10 根试样试验的平均值,则适用于下述概念:

- a) 重复性(同样材料,同样操作员,用同样的设备在同一天所获得的两次试验结果的比较):如果两次试验结果间的差值大于该材料的 r 值,应判定为不等效。
- b) 再现性(同样材料,不同操作员在不同时间利用不同设备获得的两次试验结果的比较):如果两次试验结果间的差值大于该材料的 R 值,应判定为不等效。

对于 a) 和 b) 的判定,其正确的概率应近似为 95%(0.95)。

表 C.1 简支梁缺口冲击强度的精密度 单位为千焦尔每平方米

材料	平均值	s_r	s_R	r	R
PS-HI	13.03	0.099	1.56	0.28	4.36
注: s_r ——实验室内标准差; s_R ——实验室间标准差; r ——95%重复性限($=2.8s_r$); R ——95%再现性限($=0.28s_R$)。					

表 C.2 冲击断裂能的精密度 单位为焦耳

材料	平均值	s_r	s_R	r	R
PS-HI	0.40	0.004	0.04	0.01	0.11
注: s_r ——实验室内标准差; s_R ——实验室间标准差; r ——95%重复性限($=2.8s_r$); R ——95%再现性限($=0.28s_R$)。					

表 C.3 最大冲击力的精密度

单位为牛顿

材料	平均值	s_r	s_R	r	R
PS-HI	193.7	3.62	9.72	10.14	27.23
注：s_r——实验室内标准差； s_R——实验室间标准差； r——95%重复性限(=2.8s_r)； R——95%再现性限(=0.28s_R)。					

表 C.4 最大冲击力挠度的精密度

单位为毫米

材料	平均值	s_r	s_R	r	R
PS-HI	1.89	0.049	0.06	0.14	0.17
注：s_r——实验室内标准差； s_R——实验室间标准差； r——95%重复性限(=2.8s_r)； R——95%再现性限(=0.28s_R)。					

参 考 文 献

- [1] ISO 6603-2:2000,Plastics—Determination of multiaxial impact behaviour of rigid piastics—Part 2;Instrumented puncture test.
- [2] KALTHOFFJ.,F . On the measurement of dynamic fracture toughness—A review of recent work,International Journal of Fracture,27 (1985),pp. 277-298.
- [3] MAURERG.,.and BREUERH.. Instrumented impact test—Influence of shape and material of the striking fin on the force-time trace,Impact and Dynamic Fracture of Polymers and Composites,ESIS 19 (edited by J.G. Williams and A. Pavan),1995,Mechanical Engineering Publications, London, pp. 93-102.
- [4] MONEYM.,.W.,and SIMS,G.D. Calibration of quartz load cells—An in-situ procedure for instrumented falling-weight impact machines,Polymer Testing,8 (1989),pp. 429-442.
-