

Application News

No. i274

动态超显微硬度计

塑料材料硬度测试 (ISO/TS 19278:2019)

近年来，塑料材料被广泛应用于各个领域的各种产品中，不仅包括保险杠等汽车零部件，还包括日用品、包装、体育用品和医疗材料。塑料的一个重要特点是可以生产硬度范围广泛的产品，从软质材料到硬质产品（如机械零件）。硬度测试在质量控制和研发方面都非常有效和关键，因为它可以简单方便地测量塑料材料的力学性能和物理性能。

另一方面，在塑料的洛氏硬度测试中会出现以下问题。由于受力较大，无法对小试样和薄膜试样进行准确测量，当厚度小于 6 mm 时，会根据材料的不同而使用不同的刻度，因此无法通过硬度数值进行简单比较。

为解决这些问题，2019 年发布了 ISO/TS 19278，作为测量塑料压痕硬度的技术标准。由于对试样的施加试验力很小，因此即使是小试样和薄膜试样也能进行硬度测试，而且无论材料类型如何，都能用相同的刻度来评估硬度。本文介绍了岛津 DUH™-210 动态超显微硬度计使用代表性塑料材料进行的符合上述标准（ISO/TS 19278:2019）的硬度测试。

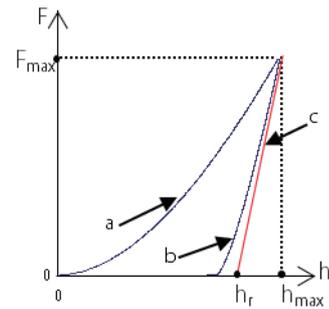
C. Oya

■ 标准介绍

根据 ISO/TS 19278:2019 标准，必须使用符合 ISO 14577-1（金属材料 -- 硬度和材料参数的仪器压痕测试 -- 第 1 部分：测试方法）的硬度计。这是一款硬度测试仪，可实时测量力和压痕深度，并能评估试样的表面特性。压痕硬度是根据使用该仪器进行一次加载 / 卸载过程的结果计算得出的。如图 1 所示，在此时的力和压痕深度图中，根据最大深度和卸载开始时的切线计算出接触深度，并将力 F_{max} 除以根据该接触深度计算出的投影面积 A_p 所得的值定义为压痕硬度 H_{IT} 。表 1 列出了 ISO/TS 19278 的主要测试条件。

表 1 ISO/TS 19278 的主要测试条件

最大载荷	500 mN
加载时间	30 s
卸载时间	30 s
最大力保持时间	40 s
测试周期数	Min.5



$$H_{IT} = F_{max} / A_p$$

$$A_p = 23.96 \times h_c^2$$

$$h_c = h_{max} - 3/4 \times (h_{max} - h_r)$$

此处，

H_{IT} : 压痕硬度

A_p : 压头与试样接触的投影面积

h_c : 接触深度

F_{max} : 最大载荷

h_{max} : 最大压痕深度

a: 载荷加载曲线

b: 载荷卸载曲线

c: 曲线 b 在 F_{max} 处的切线

图 1 压痕硬度 H_{IT} 的定义

■ 样品和检测条件

表 2 列出了测量中使用的试样信息。选择 PP、HDPE、ABS/PMMA 和 PS 作为代表性塑料。表 3 显示了测试条件，图 2 显示了用于塑料的 DUH-210 动态超显微硬度计的外观。

表 2 样本信息

样品名称	PP、HDPE、ABS/PMMA 和 PSc
几何样本	矩形固体，20 mm × 10 mm × 3 mm

表 3 试验条件

仪器	塑料硬度分析仪 (塑料动态超显微硬度计 DUH-210)
室温 (°C)	23 ± 2
湿度 (%)	50 ± 10
上压力压头	Berkovich 压头 (金刚石)
试验模式	加载 / 卸载测试
试验载荷 (mN)	500
加载 / 卸载时间 (秒)	30
保持时间 (秒)	40
测试周期数	5



图 2 塑料硬度分析仪的外观
(塑料动态超显微硬度计 DUH™-210)

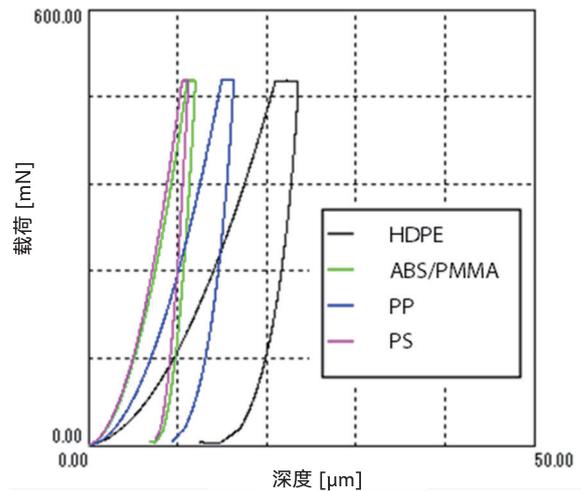


图 4 载荷 - 深度曲线

■ 试验结果

表 4 显示的是硬度测试结果 (平均值), 图 3 显示的是硬度测试结果 (平均值) 和误差范围, 图 4 显示的是力 - 深度曲线。对于这些样品材料, 在大约 500 mN 的载荷下, 压痕范围为 11.2 μm 至 23.5 μm, 结果显示硬度值为 45.7 至 227.8。按硬度排序, 结果显示最软的材料是 HDPE, 最硬的是 PS, 如下图所示。

PS > ABS/PMMA > PP > HDPE

表 4 硬度试验结果 (平均值)

样品	力 [mN]	深度 [μm]	压痕硬度 H_{IT} [N/mm ²]	标准差
PP	502.3	16.4	103.1	1.59
HDPE	502.2	23.5	45.7	0.87
ABS/PMMA	502.1	12.1	193.8	8.74
PS	502.2	11.2	227.8	6.15

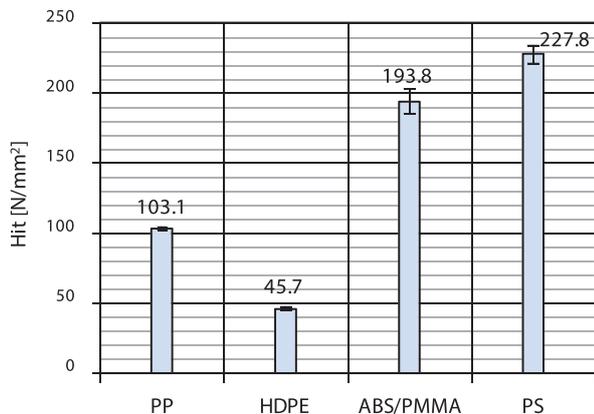


图 3 硬度测试结果 (平均值) 和误差范围

■ 结论

本文介绍了硬度测试的标准, 这是一种简单易行的塑料材料力学性能和物理性能测量技术。本标准于 2019 年根据日本的提议, 经与相关国家商议后制定, 适用于从以下角度对塑料进行硬度评估。

- 与条件变化有关的工作不是必要的。
- 可以测量比传统技术更小的微型样本。
- 可测量厚度小于 6 mm 的试样, 无需叠加。

根据上述特点, 可以广泛应用于树脂的质量控制评估、产品研发中树脂材料的选择以及已研发材料的评估。实验中使用的塑料硬度分析仪 (塑料动态超显微硬度计 DUH-210) 可进行符合 ISO/TS 19278 标准的简单测量。

岛津应用云



DUH 是岛津制作所在日本和 / 或其他国家的商标。



岛津企业管理 (中国) 有限公司
岛津 (香港) 有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话: 800-810-0439
400-650-0439

免责声明:

* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售;
* 本资料中的所有信息仅供参考, 不予任何保证。
如有变动, 恕不另行通知。

第一版发行日: 2019 年 11 月