



中华人民共和国国家标准

GB/T 37900—2019

超薄玻璃硬度和断裂韧性试验方法 小负荷维氏硬度压痕法

Test method of hardness and fracture toughness for ultra-thin glass—
Low-load vickers hardness indentation method

2019-08-30 发布

2020-07-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国工业玻璃和特种玻璃标准化技术委员会(SAC/TC 447)归口。

本标准起草单位:中国建材检验认证集团股份有限公司、中国建筑材料科学研究总院有限公司、江苏铁锚玻璃股份有限公司、醴陵旗滨电子玻璃有限公司。

本标准主要起草人:刘小根、包亦望、万德田、王银茂、刘松华、邱岩、涂昊、田远、孙与康、刘柏辉、潘瑞娜、马德隆、王艳萍、艾福强。

超薄玻璃硬度和断裂韧性试验方法

小负荷维氏硬度压痕法

1 范围

本标准规定了采用加载力为 1.961 N~49.03 N 的维氏压痕法测量超薄玻璃硬度和断裂韧性的术语和定义、试验原理、试验设备、试样、试验、结果计算、标记及试验报告。

本标准适用于厚度为 0.1 mm~1.1 mm 的玻璃的硬度测试及厚度为 0.3 mm~1.1 mm 的玻璃的断裂韧性测试。

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 4340.2 金属材料 维氏硬度试验 第 2 部分:硬度计的检验与校准

GB/T 16534 精细陶瓷室温硬度试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

小负荷维氏硬度 low-load vickers indentation

以 1.961 N~49.03 N 的负荷,将金刚石维氏压头压入试样表面形成压痕,载荷除以根据压痕对角线长度平均值计算出的压痕表面积所得的值。

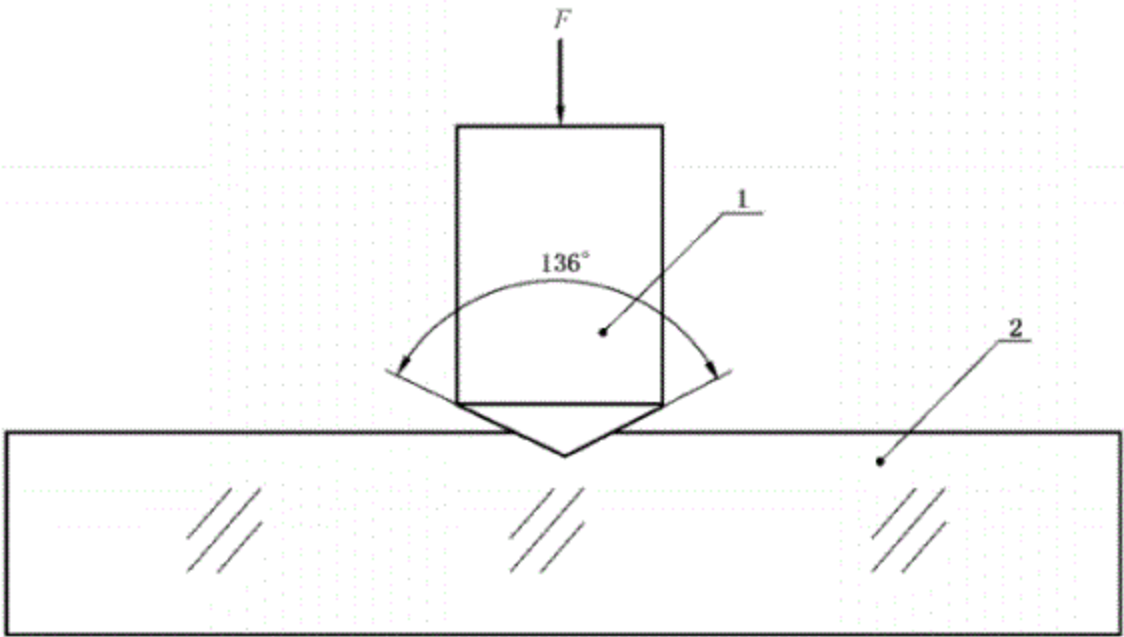
3.2

维氏压痕断裂韧性 vickers indentation fracture toughness

以一定的负荷,将金刚石维氏压头压入试样表面形成压痕,并在压痕的 4 个顶点产生预制裂纹,根据载荷和压痕裂纹扩展长度计算出的值。

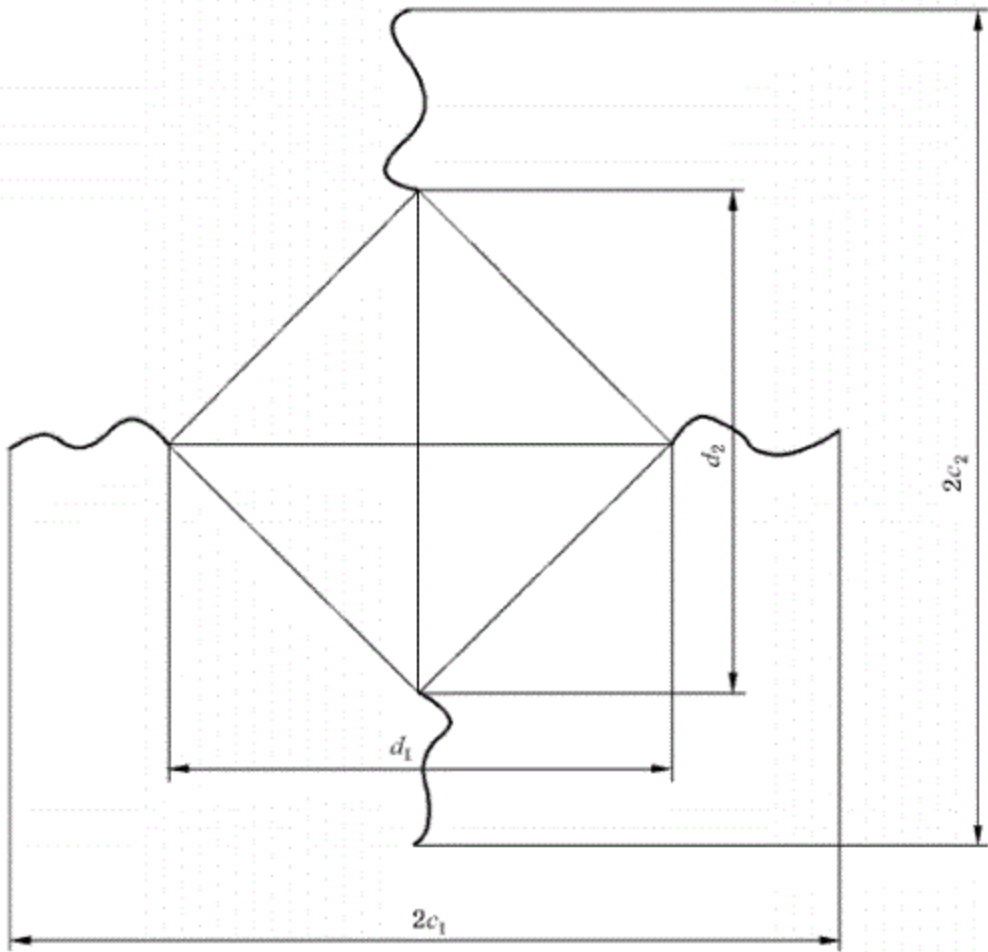
4 试验原理

将一个相对面夹角为 136°的方锥形金刚石压头,以给定的试验压力压入试样表面,并保持规定的时间后,卸除试验力,用显微镜测量压痕两对角线的长度及其压痕对角线裂纹扩展长度,根据给定的计算公式,算出试样表面的硬度及断裂韧性,试验原理示意图如图 1 所示,压痕形貌及对角线与对角线裂纹长度测量示意图如图 2 所示。



说明：
1 ——维氏压头；
2 ——试样；
 F ——试验压力。

图 1 试验原理示意图



说明：
 d_1, d_2 ——压痕对角线长度；
 $2c_1, 2c_2$ ——压痕对角线方向裂纹扩展长。

图 2 维氏硬度压痕形貌及对角线与对角线裂纹长度测量示意图

5 试验设备

5.1 维氏硬度计要求试验力分辨率不低于 0.01 N, 试验力允许误差应不大于 $\pm 1.0\%$, 并能施加 1.961 N(0.2 kgf)~49.03 N(5.0 kgf) 的力, 具有自动加载、卸载功能。

5.2 维氏硬度计金刚石压头应符合 GB/T 4340.2 的规定。

5.3 维氏硬度计读数显微镜放大倍数应不小于 $50\times$, 测量压痕对角线长度及压痕对角线裂纹扩展长度的读数精度不低于 $0.1\mu\text{m}$ 。

6 试样

6.1 将超薄玻璃切割成边长为 30 mm~50 mm 的正方形试样, 试样周边不需磨边, 但边缘不应有长度大于 0.5 mm 的爆边或裂纹。

6.2 试样表面应洁净且无肉眼可见的划伤、凹坑及裂纹等损伤。

6.3 测量超薄玻璃硬度和断裂韧性, 应分别制备不少于 5 个试样。

7 试验

7.1 硬度试验

7.1.1 试验应在 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下进行。

7.1.2 根据不同厚度的试样确定加载力值, 试验加载力值应采用表 1 列出的数值。优先采用较大力值进行试验, 但压痕对角线长度应不大于 0.7 倍的玻璃厚度。整个试验过程中, 在试样背面及压痕周边应无肉眼可见的损伤, 且压痕的 4 个顶点附近无明显的裂纹。试验推荐名义力值为: 1.961 N(0.2 kgf)、2.942 N(0.3 kgf)、3.922 N(0.4 kgf)、4.903 N(0.5 kgf)、9.807 N(1 kgf)、29.420 N(3 kgf)、49.030 N(5 kgf)。

表 1 超薄玻璃硬度试验力值

超薄玻璃厚度 h/mm	试验力值 F/N
$0.7 < h \leq 1.1$	1.961 N、2.942 N、3.922 N、4.903 N、9.807 N、29.420 N、49.030 N
$0.3 < h \leq 0.7$	1.961 N、2.942 N、3.922 N、4.903 N、9.807 N、29.420 N
$0.2 < h \leq 0.3$	1.961 N、2.942 N、3.922 N、4.903 N、9.807 N
$0.1 < h \leq 0.2$	1.961 N、2.942 N、3.922 N、4.903 N
0.1	1.961 N、2.942 N

7.1.3 开启检测设备, 并对设备进行校验。

7.1.4 将试样放置于一刚性垫块上, 且垫块应光滑、平整、洁净, 试样与垫块平整紧密接触, 以保证试验过程中, 试样不能移动及挠曲。

7.1.5 垂直于试样表面进行均匀平稳地加载直至达到规定的试验力值, 且加载开始至全部试验力施加完毕应在 1 s~5 s 之间, 最大恒定试验力的保持时间应为 15 s。整个加载及保载过程中不应有振动和冲击。

7.1.6 加载完成后, 移开压头, 用读数显微镜对准压痕, 并测量压痕的对角线长度 d_1, d_2 值。

7.1.7 压痕的有效性应符合 GB/T 16534 的规定。重复 7.1.5~7.1.6 步骤, 至少在同一试样上进行 10 个有效压痕形貌的测量, 并计算其平均值作为该试样的最终结果值。测量过程中, 两压痕之间的最小距离至少大于压痕最大对角线长度的 4 倍以上, 且压痕离试样边缘大于 10 mm。

7.1.8 硬度测量时,同一批次测量试样数量不少于 3 个,并计算其平均值作为该批次样品的最终结果值。

7.2 断裂韧性试验

7.2.1 试验应在 10℃~35℃ 的室温条件下进行。

7.2.2 按 7.1.3~7.1.5 对试样进行加载制备压痕,且压痕的 4 个顶点处均应产生裂纹。测量压痕的对角线方向的裂纹长度 $2c_1, 2c_2$ 值,且其最大值不得超过玻璃的厚度。

7.2.3 压痕的有效性应符合 GB/T 16534 的规定。重复 7.2.2 步骤,至少在同一试样上进行 20 个有效压痕形貌的测量,并计算其平均值作为该试样的最终结果值。测量过程中,两压痕之间的距离应符合 7.1.7 的规定。

7.2.4 断裂韧性测量时,同一批次测量试样数量不低于 3 个,并计算其平均值作为该批次样品的最终结果值。

8 结果计算

8.1 维氏硬度按式(1)计算:

$$HV = 0.007\,416 \frac{F}{(d_1 + d_2)^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- HV ——维氏硬度,单位为吉帕(GPa);
- F ——试验载荷值,单位为牛(N);
- d_1, d_2 ——压痕对角线长度,单位为毫米(mm)。

8.2 压痕断裂韧性按式(2)计算:

$$IFR = 0.026 \left[E \cdot \frac{F}{(2c_1 + 2c_2)/4} \right] \cdot \frac{d_1 + d_2}{2c_1 + 2c_2} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- IFR ——压痕断裂韧性,单位为兆帕二分之一次方米(MPa·m^{1/2});
- E ——试样的弹性模量,单位为吉帕(GPa);
- $2c_1, 2c_2$ ——压痕对角线方向裂纹扩展长,单位为毫米(mm)。

9 标记

- 9.1 维氏硬度标记为:硬度值 HV 试验力,见表 2。
- 9.2 断裂韧性标记为:断裂韧性值 IFR 试验力,见表 3。

表 2 维氏硬度试验中硬度符号和试验力 F

硬度符号	试验力 F 的标称值
HV1.961	1.961 N
HV2.942	2.942 N
HV3.922	3.922 N
HV4.903	4.903 N
HV9.807	9.807 N
HV29.420	29.420 N
HV49.030	49.030 N

表 3 维氏硬度压痕试验中断裂韧性符号和试验力 F

断裂韧性符号	试验力 F 的标称值
IFR1.961	1.961 N
IFR2.942	2.942 N
IFR3.922	3.922 N
IFR4.903	4.903 N
IFR9.807	9.807 N
IFR29.420	29.420 N
IFR49.030	49.030 N

10 试验报告

试验报告至少应包含以下信息：

- 所用标准；
- 测试日期、报告编号，以及测试用户名、地址和签字；
- 测试机构名称及地址；
- 材料的名称；
- 试样的厚度；
- 试验力；
- 试验结果；
- 总压痕数和有效压痕数；
- 环境条件，温度。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
超薄玻璃硬度和断裂韧性试验方法
小负荷维氏硬度压痕法
GB/T 37900—2019

*

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

服务热线: 400-168-0010

2019年8月第一版

*

书号: 155066 · 1-63274

版权专有 侵权必究



GB/T 37900-2019