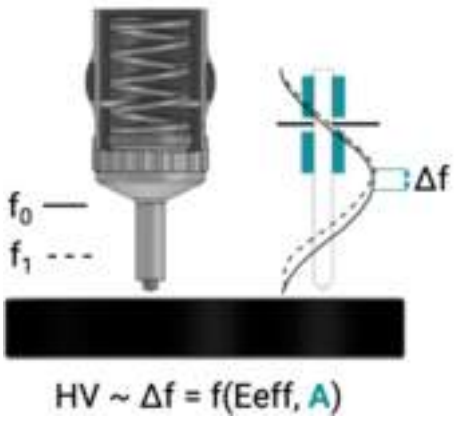
钻石并非永恒：超声波接触阻抗 (UCI) 探头中的钻石可实现精确测量

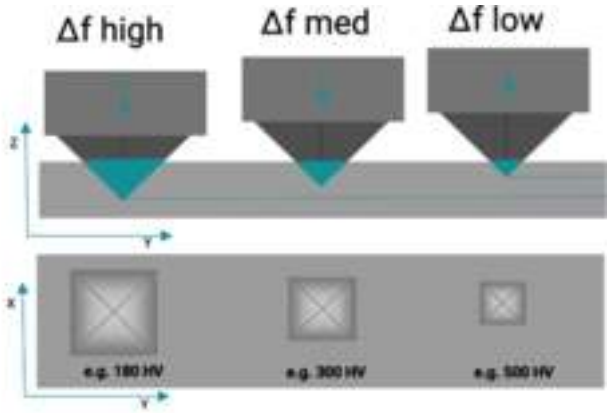
简介

超声波接触阻抗 (UCI) 测量中使用的维氏金刚石为金字塔形状，在 ISO 6507-2 & ASTME92-17 标准中有精确定义。金刚石的质量及其几何形状会影响测量精度。

改编自台式仪器，提供更快的读数

UCI 金刚石的使用方式已从传统的台式设备中借鉴而来，用户在压头上设置负载，然后压头穿透材料并产生压痕。压痕深度反映了试件的硬度。然后，用户使用显微镜评估压痕的对角线，由于金刚石的几何形状众所周知（由标准定义）且精确，因此可以评估压痕深度，从而评估维氏硬度。





caption

- 超声波频率下谐振杆的振动
- 维氏压头强制接触试件（表面 A 暴露）
- 测量的频率偏移转换为硬度（阻抗）

在 UCI 设备中，相同的钻石安装在以特定频率振动的谐振器尖端。压痕时（即，将钻石压入测试件），频率会发生变化，并且与材料的 E 模量以及钻石的暴露表面有关。以下说法是正确的：压痕深度越低，钻石与材料的接触（表面）越低，频率偏移越小。对于各种测试力也是如此，如果检查员使用 1N 负载，其压入材料的深度将比使用 100N 测试力时要浅得多。然后根据预定义的频率偏移将频率偏移转换为硬度值 - 维氏硬度转换曲线，默认情况下为 E 模量为 210 GPa 的材料创建。因此，用户无需在显微镜下测量压痕，因为它是由探头固件/设备软件自动计算的。

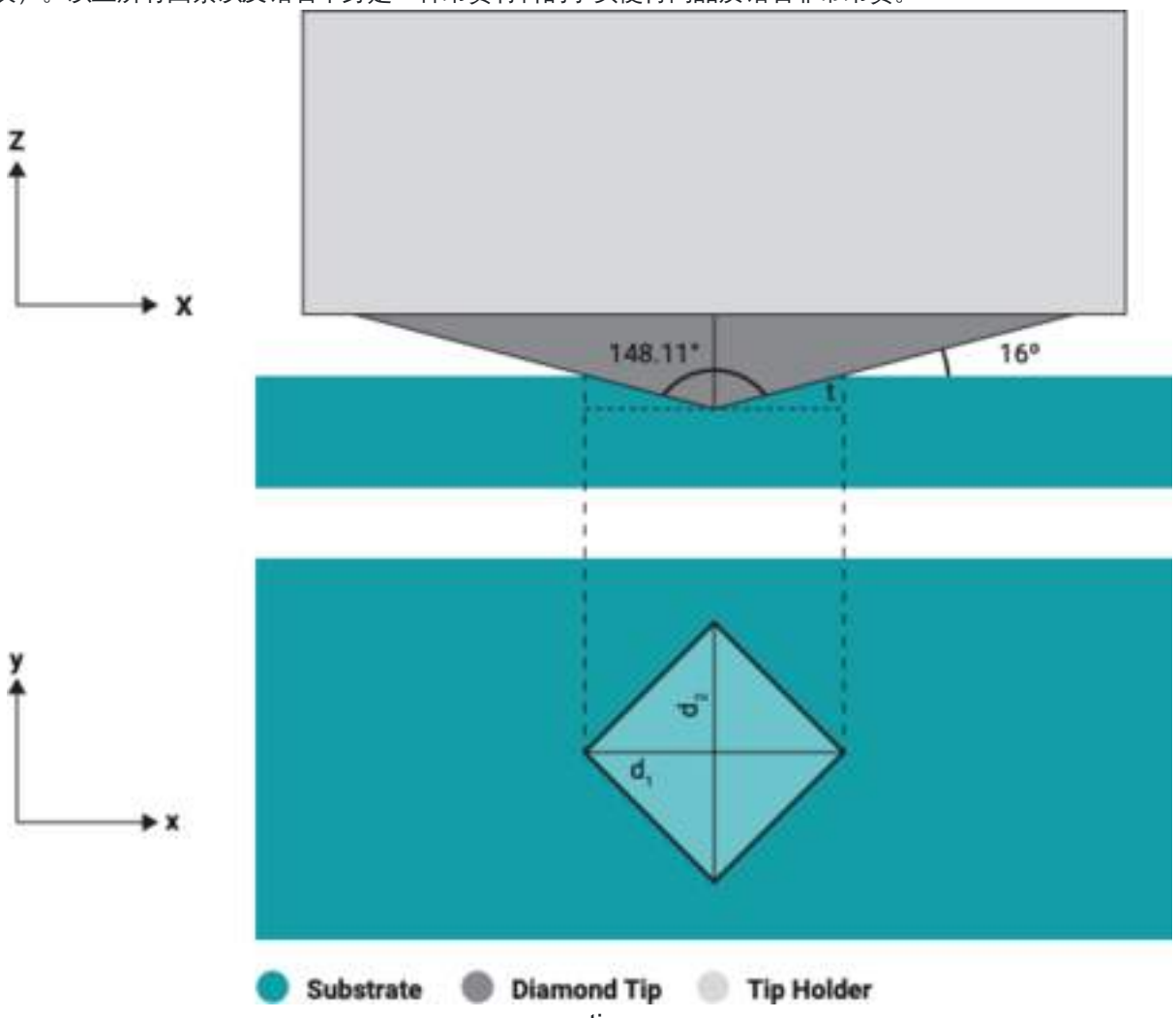
因此，这种微小、精确制造的钻石是 UCI 测量装置和测试件之间的接口——它是“放大”与测试件接触的元素。不完美和损坏的钻石会导致测量准确度和精度低。

ISO 6507-2 定义了“真”钻石

真正符合 Vickers 6507-2 标准的钻石具有非常窄的公差，具体取决于施加的测试力。如上所述，使用 HV1（10N）或更低的测量与测试件的接触会少得多，并且这些测量所需的公差甚至比用于 HV5 或 HV10（分别为 50N 和 100N）的公差更高。下图给出了正确的几何形状，可以进行双重测量：

- 通过测量相对面之间的角度，该角度由相对边缘之间的角度决定，必须等于 148.11° ±0.76°，另外“a”参数（连接线）必须在特定力的公差范围内（见下表）
- 直接测量菱形金字塔顶点相对面之间的角度，该角度必须为 136° ±0.5°，另外“a”参数（连接线）也必须在特定力的公差范围内（见下表）

需要强调的是，必须使用适当的设备检查这种钻石的公差，这些设备可以进行高分辨率、高精度和不确定度的测量。适合 HV1 的钻石也适合 HV5，但 HV5 钻石可能不适合 HV1，因为连接“a”参数的线错误（见下表）。以上所有因素以及钻石本身是一种昂贵材料的事实使得高品质钻石非常昂贵。



caption

维氏测试压头的示意图，显示测量维氏硬度和压痕深度 (t) 的相关测量距离 (d1 和 d2) 和角度。相对面之间的角度由相对边缘之间的角度决定，必须等于 148.11° ±0.76°。压头顶部连接线上的 X 放大图（示意图）。

Force denotation in "HV load"	Ranges of test force, F in N	Maximum permissible length of the line of conjunction "a" in µm
HV0.1 ≤ F < HV 0.2	0.009 ≤ F < 1.961	0.5
HV 0.2 ≤ F < HV5	1.961 ≤ F < 49.03	1
≥ HV5	F ≥	2

Table.1. Line of conjunction tolerances for a specific test load applied.

例如，这是 3 合 1 探头用户的特殊优势，其中必须使用具有更苛刻参数的金刚石才能满足 HV1 负载的标准。

钻石品质和 UCI 标准合规性

某种设备的钻石质量较低（例如大于允许的参数，或钻石的表面超出公差范围）但测量精度（以及 DIN 50159 和 GB/T 34205 标准所要求的重复性）是否符合 ASTM A1038、DIN 50159 或 GB/T 34205 标准？

简短回答：不。

如何根据测试力调整测量偏差和重复性？

Scale / Range	Max. measurement deviation (E) in % DIN 50159, ASTM A1038, and GB/T 34205								Repeatability (R) / %			
	DIN & GB/T	ASTM	DIN & GB/T	ASTM	DIN & GB/T	ASTM	DIN & GB/T	ASTM	DIN & GB/T	ASTM	DIN & GB/T	ASTM
	<250 HV		250 -500 HV		500 – 800 HV		>800 HV		≤ 250 HV		> 250 HV	
HV 0.1	5	6	6	7	7	8	8	9	8	Not required	6	Not required
HV 0.3	5	6	6	7	7	8	8	9	8		6	
HV 0.8	4	6	4	7	5	8	6	9	8		6	
HV 1	4	5	4	5	5	7	6	7	8		6	
HV 5	4	5	4	5	4	7	4	7	5		5	
HV 10	4	5	4	5	4	7	4	7	5		5	

Table 2. The summary of maximum tolerable errors for measurement deviation and repeatability from DIN 50157-2, ASTM A1038 and GB/T 34205, used but the calibration laboratories.

所有 UCI 相关标准都考虑了较低的压痕深度，因此也考虑了分辨率，其中最大允许测量偏差和变异系数根据测试负载而变化。简而言之，这些最大允许公差反映了来自压痕深度（金刚石的表面暴露）的测量分辨率。例如，对于非常低的负载和硬质材料（ > 800 HV），DIN 50159 的最大允许测量偏差等于 8%（请注意，ASTM 标准允许的测量偏差高于 DIN 和 GB/T 标准），而对于 HV10，此要求缩小到 4%。在比较不同硬度范围内的相同负载时可以看到相同的情况，其中对于较软的材料，允许的测量偏差低于硬质材料（例如 HV1 < 250 HV 要求 4%，而 HV1 > 800 HV 要求最大 6%）。如果您的应用允许，请考虑使用更高的探头负载，特别是在测试较硬的材料时 - 这会增加压痕深度和测量分辨率。

钻石参数随时间变化如何？

钻石是人类已知的最坚硬的天然材料，但它会因设备使用不当而受损吗？探头在压痕时横向移动（图 2.a）并以动量撞击测试件表面（图 2.b），而不是缓慢且受控的材料穿透，会导致钻石破裂和磨损。应始终用双手控制探头的移动。



Figure.2. Schematic illustrations of potential probe applications that may lead to damage of the indenter. a) Lateral movements of the probe during the indentation. b) strong impact of the p

破裂的钻石可以修复吗？

简短回答：是的。

但是，该过程几乎需要完全拆卸设备，更换钻石或谐振器，然后重新组装，对新设备进行质量保证并随后进行校准。修复成本始终是非批量生产过程，并且并不比购买新设备低多少，用户会收到所有全新且原始的组件。

最佳做法是什么？

购买前：

- 确保您的设备具有符合 ISO 6507-2 维氏标准的真正钻石，该钻石符合您的测量期望和质量，并保证符合您选择的标准
- 考虑一下您想要使用的负载。使用更高的负载可能会让检查员更加疲惫，但可以提供更高的测量分辨率，也可以在更高的表面粗糙度上执行，从而节省时间。
- 可靠的测试结果要求压痕尺寸比材料的微观结构/晶粒尺寸分布更大。考虑金刚石的压痕尺寸以了解您需要的测试负载。

购买后：

- 确保不要通过在压痕上进行横向移动（刮擦表面）或用探针撞击表面而无意中损坏钻石。
- 定期维护和校准您的设备以确保您的设备安全。
- 使用安全盖保护压头，以便进行存储和运输，避免意外损坏（例如突然掉落）。
- 对员工进行充分培训，告知他们因无意或不当使用而可能造成的设备损坏。

参考资料

Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach dem UCI-Verfahren – Teil 2: Prüfung und Kalibrierung der Härteprüfgeräte, DIN 50159-2:2015-01, 2015

超声波接触阻抗法便携式硬度测试的标准测试方法，ASTM A1038-19，2019

金属材料 硬度试验 超声波接触阻抗法，GB/T 34205-2017，2017

便携式硬度测试。理论实践、应用、指南。Burnat, D.、Raj, L.、Frank, S.、Ott, T. Schwerzenbach，Screening Eagle Technologies AG，2022 年。

金属材料 — 维氏硬度试验 — 第 2 部分：试验机的验证和校准。ISO 6507-2:2018

Terms Of Use
Website Data Privacy Policy

Copyright © 2024 Screening Eagle Technologies. All rights reserved. The trademarks and logos displayed herein are registered and unregistered trademarks of Screening Eagle Technologies S.A. and/or its affiliates, in Switzerland and certain other countries.