



中华人民共和国国家标准

GB/T 21838.1—2019/ISO 14577-1:2015
代替 GB/T 21838.1—2008

金属材料 硬度和材料参数的 仪器化压入试验 第1部分:试验方法

**Metallic materials—Instrumented indentation test for hardness
and materials parameters—Part 1: Test method**

(ISO 14577-1:2015, IDT)

2019-08-30 发布

2020-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 符号和说明	1
4 试验原理	3
5 试验机	4
6 试样	4
7 试验程序	5
8 试验结果的不确定度	7
9 试验报告	7
附录 A (规范性附录) 根据试验力-压入深度数据测定材料参数	9
附录 B (资料性附录) 压入试验过程所用的控制方式	18
附录 C (规范性附录) 试验机柔度和压头面积函数	19
附录 D (资料性附录) 关于金刚石压头的说明	20
附录 E (规范性附录) 试样表面粗糙度对试验结果准确度的影响	21
附录 F (资料性附录) 压入硬度 H_{IT} 和维氏硬度 HV 的换算	22
附录 G (规范性附录) 漂移率和蠕变率测定	23
附录 H (资料性附录) 硬度和材料参数值的不确定度评定	25
附录 I (规范性附录) 径向位移的修正计算	31
参考文献	32

前 言

GB/T 21838《金属材料 硬度和材料参数的仪器化压入试验》分为四个部分：

- 第1部分：试验方法；
- 第2部分：试验机的检验和校准；
- 第3部分：标准块的标定；
- 第4部分：金属和非金属覆盖层的试验方法。

本部分为 GB/T 21838 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 21838.1—2008《金属材料 硬度和材料参数的仪器化压痕试验 第1部分：试验方法》，与 GB/T 21838.1—2008 相比，主要技术变化如下：

- 标准名称由《金属材料 硬度和材料参数的仪器化压痕试验 第1部分：试验方法》改为《金属材料 硬度和材料参数的仪器化压入试验 第1部分：试验方法》；
- 增加了符号和说明(见第3章)；
- 增加了试验面清洗方法(见第6章)；
- 增加了马氏硬度 HM_{diff} 的测定(见 A.3.3)；
- 细化了压入模量 E_{IT} 的测定(见 A.5.1, 2008 年版的 A.5.1)；
- 增加了平面应变模量 E^* 的测定(见 A.5.2)；
- 增加了规范性附录 G“漂移率和蠕变率测定”(见附录 G)；
- 增加了资料性附录 H“硬度和材料参数值的不确定度评定”(见附录 F)；
- 增加了规范性附录 I“径向位移的修正计算”(见附录 I)。

本部分使用翻译法等同采用国际标准 ISO 14577-1:2015《金属材料 硬度和材料参数的仪器化压入试验 第1部分：试验方法》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 21838.2—2008 金属材料 硬度和材料参数的仪器化压痕试验 第2部分：试验机的检验和校准(ISO 14577-2:2002, MOD)；
- GB/T 27418—2017 测量不确定度评定和表示(ISO/IEC Guide 98-3:2008, MOD)。

本部分由中国钢铁工业协会提出。

本部分由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本部分起草单位：上海材料研究所、武汉华拓量测科技有限公司、武汉钢铁有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司。

本部分主要起草人：王滨、侯晓东、李荣锋、高怡斐、沙菲、王春亮、王博亚。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 21838.1—2008。

引 言

硬度的经典定义是一种材料抵抗另一种较硬材料压入产生永久压痕的能力。进行洛氏、维氏和布氏硬度试验时得到的试验结果是在卸除试验力以后测定的。因此,忽略了在压头作用下材料弹性形变的影响。

GB/T 21838(所有部分)的制定,使用户能够在材料的塑性和弹性变形过程中通过研究力和形变两者的关系来评定材料的压入特性。通过监控试验力施加和卸除的整个周期,本方法能够测定出与传统硬度值等效的硬度值。具有重要意义的是,本方法还能够测定压入模量和弹-塑性条件下的硬度值,不需要采用光学法测量压痕大小,就能计算上述所有的值。此外,借助各种技术,仪器化压入试验可以记录一个可能复杂的压入试验循环中硬度和模量沿深度的分布。

GB/T 21838(所有部分)的制定得以对各种试验后的数据进行深入分析。

金属材料 硬度和材料参数的 仪器化压入试验 第1部分:试验方法

1 范围

GB/T 21838 的本部分规定了下列三个范围内金属材料仪器化压入试验法测定硬度和其他材料参数的方法:

- 宏观范围: $2\text{ N} \leq F \leq 30\text{ kN}$;
- 显微范围: $F < 2\text{ N}, h > 0.2\text{ }\mu\text{m}$;
- 纳米范围: $h \leq 0.2\text{ }\mu\text{m}$ 。

对纳米范围,力学变形严重依赖于压头顶端的实际形状,试验机所用的压头接触面积函数会严重影响材料参数的计算。因此,为了使不同仪器测得的材料参数的复现性在可接受范围内,需要仔细校准仪器和压头形状。

宏观和显微范围是按照相对于压入深度的试验力大小区分的。

注意,显微范围上限以试验力(2 N)表示,下限以压入深度(0.2 μm)表示。

硬度和其他材料参数的测定见附录 A。

宏观范围内通常使用硬质合金压头,因为接触压力大时压头易损坏。对于检测硬度值和弹性模量较高的样品,可以通过标准块来检测压头可能产生的永久变形,并且需要考虑压头永久变形对试验结果的影响。

本部分也可适用于薄的金属和非金属覆盖层以及非金属材料。在这种情况下,宜参考相关的标准(见 6.3 和 ISO 14577-4)。

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。

ISO 14577-2:2015 金属材料 硬度和材料参数的仪器化压入试验 第2部分:试验机的检验和校准(Metallic materials—Instrumented indentation test for hardness and materials parameters—Part 2: Verification and calibration of testing machines)

ISO/IEC Guide 98-3:2008(GUM:1995) 测量不确定度 第3部分:测量不确定度表示的导则 [Uncertainty of measurement—Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)]

3 符号和说明

本部分使用的符号和相应的说明见表 1、图 1 及图 2。