



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 18449.2—2012  
代替 GB/T 18449.2—2001

## 金属材料 努氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验与校准

Metallic materials—Knoop hardness test—  
Part 2: Verification and calibration of testing machines

(ISO 4545-2:2005, MOD)

2012-12-31 发布

2013-06-01 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 一般要求 .....	1
4 直接检验 .....	1
5 间接检验 .....	3
6 检验周期 .....	4
7 检验报告和(或)校准证书 .....	5
附录 A (资料性附录) 关于金刚石压头的说明 .....	6
附录 B (资料性附录) 硬度计校准结果的测量不确定度 .....	7



## 前 言

GB/T 18449《金属材料 努氏硬度试验》分为如下四个部分：

- 第 1 部分：试验方法；
- 第 2 部分：硬度计的检验与校准；
- 第 3 部分：标准硬度块的标定；
- 第 4 部分：硬度值表。

本部分为 GB/T 18449 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 18449.2—2001《金属努氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验》，与 GB/T 18449.2—2001 相比，主要技术变化如下：

- 修改了名称；
- 删除了 ISO 前言(2001 版的 ISO 前言)；
- 增加了试验力范围(见第 1 章,2001 版的第 1 章)；
- 增加了引用标准 GB/T 13634—2008《单轴试验机检验用标准测力仪的校准》(见第 2 章)；
- 增加了检验温度、检验和校准器具的溯源性、压头常数、试验循环时间、间接检验时测量校准块上参考压痕、硬度计示值相对重复性和示值相对误差的计算公式(见 4.1.1、4.1.2、4.3.5、4.5.5.1、5.2.5.7、5.8)；
- 修改了试验力允差的指标和表示方式、金刚石棱锥体相对棱间  $\beta$  角的允差指标(见表 1、4.3.4, 2001 版 4.1.4、4.2.3)；
- 修改了硬度计示值重复性和示值误差的指标(见表 2 和 5.8,2001 版的 5.2.2 和表 1)；
- 调整了标准的结构(见第 4 章、第 5 章,2001 版的第 4 章、第 5 章)；
- 增加了检验周期的规定(见第 6 章)；
- 增加了资料性附录 A“关于金刚石压头的说明”；
- 增加了资料性附录 B“硬度计校准结果的测量不确定度”。

本部分使用重新起草法修改采用国际标准 ISO 4545-2:2005《金属材料 努氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验与校准》(第一版)。在文本结构和技术内容方面与 ISO 4545-2:2005 一致。

本部分与 ISO 4545-2:2005 的技术性差异及其原因如下：

- 删除了 ISO 4545-2:2005 的前言,重新编写了前言；
- 关于规范性引用文件,本部分做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的内容集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下：
  - 用等同采用国际标准的 GB/T 13634 代替 ISO 376(见 4.2.2)；
  - 用修改采用国际标准的 GB/T 18449.1—2009 代替 ISO 4545-1:2005(见第 1 章、4.2.1、4.3.5、4.5.5 和附录 B)；
  - 用修改采用国际标准的 GB/T 18449.3 代替 ISO 4545-3:2005(见 5.1)；
- 改正了附录 B 的表 B.1、表 B.3、表 B.4、表 B.5 和表 B.8 中一些错误的计算结果和数据,并在做过改正的地方用下划线注明；
- 规范了附录 B 中向公式里代入数值的一些计算式的表达方法；
- 将附录 B 的式(B.10)、式(B.13)和表 B.9 中的符号“ $\bar{b}$ ”用符号“E”替换；
- 删除了参考文献。

本部分与 ISO 4545-2:2005 相比存在技术性差异,这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(|)进行了标示。

本部分还做了下列编辑性修改:

- 将“ISO 4545 的本部分”一词改为“本部分”;
- 用中文的小数点符号“.”代替英文的小数点符号“,”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

本部分起草单位:泉州市丰泽东海仪器硬度块厂、长春机械科学研究院有限公司、上海泰明光学仪器有限公司、上海市计量测试技术研究院、莱州华银试验仪器有限公司、深圳市华测检测技术股份有限公司。

本部分主要起草人:李松茂、袁松、马财樑、虞伟良、陈志明、周巧云、朱平。

本部分所代替标准的历次版本发布情况:

- GB/T 18449.2—2001。

# 金属材料 努氏硬度试验

## 第2部分:硬度计的检验与校准

### 1 范围

GB/T 18449 的本部分规定了按 GB/T 18449.1—2009 测定金属材料努氏硬度用的试验力范围从 0.098 07 N~19.614 N 的努氏硬度计(以下简称硬度计)的检验和校准方法。本部分仅适用于长对角线长度不小于 0.020 mm 压痕。

本部分适用于检查硬度计基本功能的直接检验法和检查硬度计综合性能的间接检验法。间接检验法可独立地用于使用中硬度计的定期常规检查。

如果硬度计还用于其他方法的硬度试验,则应分别按每一种方法单独对硬度计进行检验。

### 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 13634 单轴试验机检验用标准测力仪的校准(GB/T 13634—2008,ISO 376:2004,Metallic materials—Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines,IDT)

GB/T 18449.1—2009 金属材料 努氏硬度试验 第1部分:试验方法(ISO 4545-1:2005,MOD)

GB/T 18449.3 金属材料 努氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定(GB/T 18449.3—2012,ISO 4545-3:2005,MOD)

### 3 一般要求

在检验硬度计以前,应对其进行检查以确保硬度计按制造者的说明书正确地安装,并要特别检查:

- a) 压头主轴能够自由滑动没有任何摩擦或明显间隙;
- b) 压头牢固地安装在主轴上;
- c) 施加和卸除试验力时,无冲击或振动且不影响读数;
- d) 对于测量装置与主机为一体的硬度计:
  - 从施加和卸除试验力状态到测量状态的转换过程不影响读数;
  - 照明不影响读数;
  - 压痕中心位于视场中心附近。

### 4 直接检验

#### 4.1 通则

4.1.1 直接检验宜在(23±5)℃的温度范围内进行。如果在此温度范围以外进行检验,则应在检验报告中注明。

4.1.2 用于检验和校准的器具应能溯源到国家基准。

4.1.3 直接检验包括:

- a) 试验力的校准;
- b) 压头的检测;
- c) 测量装置的校准;
- d) 试验循环时间的检测。

#### 4.2 试验力的校准

4.2.1 对硬度计工作范围内所使用的每一个试验力(见 GB/T 18449.1—2009 表 2)均应进行检测。

4.2.2 应采用下述两种方法之一测量试验力:

- 使用满足 GB/T 13634 要求的 1 级标准测力仪;
- 用校准过质量的砝码或具有相同准确度的其他方法施加一个准确到 $\pm 0.2\%$ 的力,使该力与被测试验力相平衡。

4.2.3 对每个试验力应读取 3 个读数。每次即将读数之前,压头的移动方向应与试验时的移动方向一致。所有读数应在表 1 给出的允差之内。

表 1 试验力的允差

试验力 $F$ N	允差 %
$0.098\ 07 \leq F < 1.961$	$\pm 1.5$
$1.961 \leq F \leq 19.614$	$\pm 1.0$

#### 4.3 压头的检测

4.3.1 金刚石棱锥体的四个面均应抛光,且无表面缺陷。

4.3.2 压头的形状可通过直接测量或光学测量进行检测。所用检测装置应准确到 $\pm 0.07^\circ$ 以内。

4.3.3 金刚石棱锥体锥顶相对棱间的 $\alpha$ 角应为 $172.5^\circ \pm 0.1^\circ$ (见图 1)。

4.3.4 金刚石棱锥体锥顶相对棱间的 $\beta$ 角应为 $130^\circ \pm 1.0^\circ$ (见图 1)。

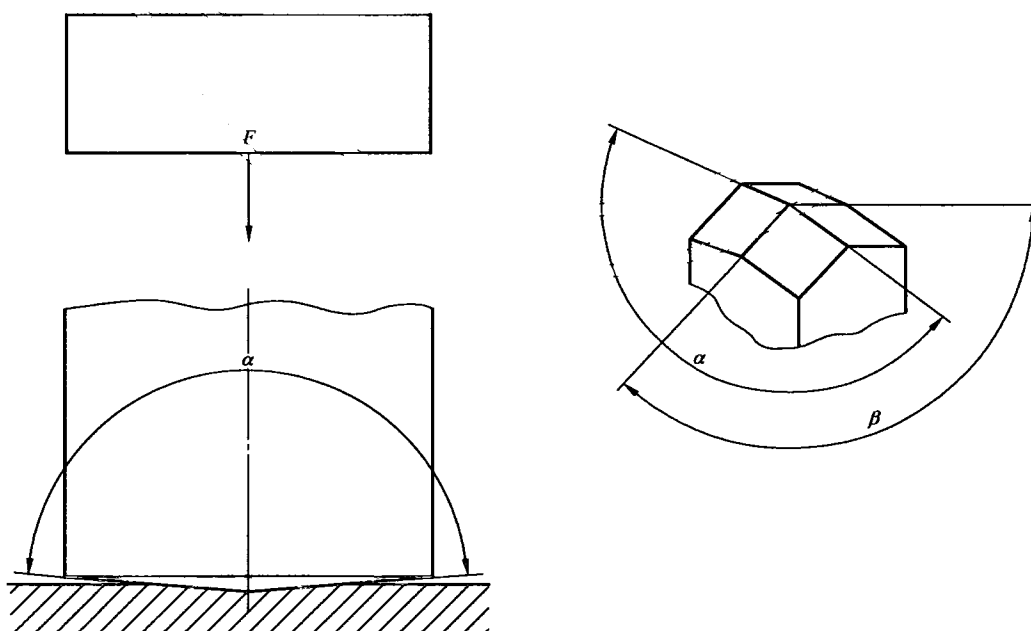


图 1 试验原理和压头几何形状



4.3.5 压头常数  $c$  (见 GB/T 18449.1—2009 表 1) 应在理论值 0.070 28 的  $\pm 1.0\%$  以内 ( $0.069\ 58 \leq c \leq 0.070\ 98$ )。

注：为了获得理想的压头常数  $c$ ,  $\alpha$  角和 (或)  $\beta$  角的值可以给出比上述更严的允差值。

4.3.6 金刚石棱锥体轴线与压头柄轴线 (垂直于安装面) 间的夹角应在  $\pm 0.5^\circ$  以内。

4.3.7 四个面应相交于一点。相对面间交线长度的最大允许值为  $1.0\ \mu\text{m}$  (见图 2)。

单位为微米

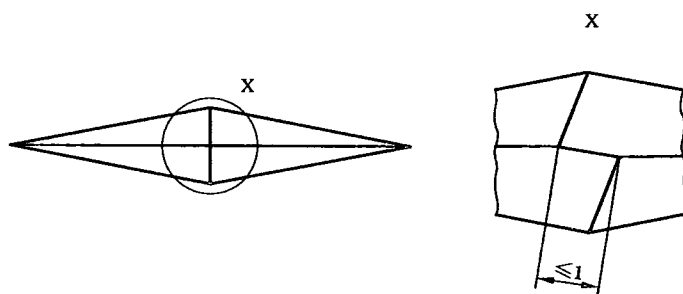


图 2 压头锥顶交线 (示意图)

注 1：对于小于  $0.020\ \text{mm}$  的压痕, 交线的长度宜尽量小。交线可通过测量压痕确定；

注 2：附录 A 给出了关于金刚石压头的说明。

#### 4.4 测量装置的校准

4.4.1 测量压痕长对角线的装置应在每个放大倍数下使用标准线纹尺或准确度相当的装置进行校准。标准线纹尺的测量不确定度为  $0.1\ \mu\text{m}$  或测量长度的  $0.05\%$ , 以较大者为准。

4.4.2 将测量装置每个工作范围至少分成五个测量段, 使用标准线纹尺对其进行检测。

4.4.3 测量装置的最大允许误差为  $\pm 0.5\%$  或  $\pm 0.4\ \mu\text{m}$ , 以较大者为准。如果需要, 校准系数也可给出此允差。

#### 4.5 试验循环时间的检测

试验循环时间的允许误差为  $\pm 0.5\ \text{s}$ , 应与 GB/T 18449.1—2009 规定的试验循环时间一致。

### 5 间接检验

5.1 宜在  $23^\circ \pm 5^\circ$  的温度范围内, 使用按 GB/T 18449.3 标定的标准硬度块进行间接检验。如果在此温度范围以外进行检验, 则应在检验报告中注明。

5.2 应测量每一标准块上的标准压痕。对于每一标准块, 测得的平均值与校准证书给出的长对角线值之差不应超过  $0.5\%$  和  $0.4\ \mu\text{m}$ , 以较大者为准。

5.3 当被检验的硬度计使用几个试验力时, 宜对所使用的每个力进行检测。在特殊情况下, 至少应选择两个不同的力进行检测, 其中一个力应为所使用的最小力, 另一个力应在硬度计所有力的中间力级以上选取。对应所选的每一试验力, 应在被检验的硬度计工作范围内选择两块不同硬度的标准块。这两块标准块的硬度值的比值应不小于 2。

5.4 当被检验的硬度计仅使用一个试验力时, 应选用 3 块标准块进行检测, 这 3 块标准块的硬度应在硬度计的工作范围内均匀分布。

5.5 应在每一标准块上压出并测量 5 个压痕, 试验应按 GB/T 18449.1—2009 进行。

5.6 将每一标准块上所测得的 5 个压痕对角线的值  $d_1, d_2, \dots, d_5$ , 按从小到大递增的次序排列, 并按式(1)计算其算术平均值:

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_5}{5} \dots\dots\dots(1)$$

5.7 在规定的检验条件下,硬度计的重复性  $r$  按式(2)计算:

$$r = d_5 - d_1 \dots\dots\dots(2)$$

以  $\bar{d}$  的百分比表示的相对重复性  $r_{rel}$ ,按式(3)计算:

$$r_{rel} = \frac{d_5 - d_1}{\bar{d}} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

如果  $r \leq 0.001$  mm 硬度计的重复性满足要求。若  $r > 0.001$  mm 时,硬度计的相对重复性应符合表 2 的规定。

表 2 相对重复性

标准块的硬度范围 HK <sup>a</sup>	试验力 N	相对重复性 $r_{rel}$ 的最大允许值 %
100~250	0.098 07 ≤ F ≤ 4.903	9
>250~650		5
>650		4
100~250	4.903 < F ≤ 19.614	8
>250~650		5
>650		4

<sup>a</sup> HK——努氏硬度。

5.8 在规定的检验条件下,硬度计的示值误差  $E$  按式(4)计算:

$$E = \bar{d} - d_c \dots\dots\dots(4)$$

以百分比表示的硬度计示值相对误差  $E_{rel}$ 按式(5)计算:

$$E_{rel} = \frac{\bar{d} - d_c}{d_c} \times 100 \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$d_c$ ——标准块检定证书给出的平均对角线长度,单位为毫米(mm)。

硬度计误差的最大允许值为 ±0.000 5 mm 或 ±2%,以较大者为准。

5.9 硬度计校准结果的测量不确定度的评定方法见附录 B。

## 6 检验周期

硬度计直接检验项目和检验周期见表 3。

间接检验的周期不应超过 12 个月,并应在直接检验完成以后进行。

表 3 硬度计的直接检验

直接检验要求	力	测量装置	试验循环时间	压头 <sup>a</sup>
安装后首次开始工作以前	√	√	√	√
经拆卸并重新装配后,如果影响到力、 测量装置或试验循环时	√	√	√	
间接检验不合格时 <sup>b</sup>	√	√	√	

表 3 (续)

直接检验要求	力	测量装置	试验循环时间	压头 <sup>a</sup>
间接检验超过 14 个月	√	√	√	
<sup>a</sup> 建议当压头使用 2 年后要对其进行直接检验。 <sup>b</sup> 可对这些检测项目按顺序进行直接检验,以便找出未通过间接检验的原因,如果能够证明压头失效的原因(例如使用标准压头进行试验),则不需要对其进行直接检验。				

## 7 检验报告和(或)校准证书

检验报告和(或)校准证书应包括以下内容:

- a) 注明执行本部分,即 GB/T 18449.2;
- b) 检验方法[直接和(或)间接];
- c) 硬度计标识的信息;
- d) 检验器具(标准块、标准测力仪等);
- e) 检验的各级试验力;
- f) 所用标准块的硬度值;
- g) 检验温度,如果超出第 4 章规定的范围;
- h) 检验结果;
- i) 检验日期和检验机构;
- j) 检验结果的测量不确定度。

附 录 A  
(资料性附录)  
关于金刚石压头的说明

经验表明许多初始合格的压头在使用一段时间后可能变劣。这主要由于在表面有小的裂纹、凹痕、或其他划痕。如果这种缺陷能被及时发现,许多压头经过重新研磨可以继续使用。否则,表面上任何微小的缺陷能迅速损坏压头并使其报废。

因此:

- 每天使用硬度计时,宜观测检查标准块上压痕的形状来监视压头的完好状况;
- 当压头出现缺陷时,压头的检验结果不再有效;
- 重新研磨或用其他方法修复的压头应满足 4.3 全部要求。

**附录 B**  
**(资料性附录)**  
**硬度计校准结果的测量不确定度**

GB/T 18449.1—2009 图 B.1 中给出了硬度标尺的定义和量值传递所需的计量链。

**B.1 硬度计的直接校准**

**B.1.1 试验力的校准**

试验力校准的相对合成标准不确定度按式(B.1)计算：

$$u_F = \sqrt{u_{FRS}^2 + u_{FHTM}^2} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$u_{FRS}$  ——标准测力仪的相对标准不确定度(在校准证书中给出)；

$u_{FHTM}$  ——硬度计试验力的相对标准不确定度。

标准测力仪的测量不确定度在相应的校准证书中给出。对于重要的应用宜考虑下列影响量,例如：

- 温度相关性；
- 长期稳定度；
- 内插法误差。

根据传感器的结构设计,在校准过程中还宜考虑将传感器相对硬度计的压头轴线转位。

评定不确定度的示例如下：

标准测力仪的扩展测量不确定度(由校准证书给出): $U_{FRS} = 0.24\% (k=2)$

标准测力仪的校准值:  $F_{RS} = 9.8067 \text{ N}$

表 B.1 试验力校准结果

校准试验力时 主轴上测量 位置的序号	第 1 列	第 2 列	第 3 列	平均值	相对误差	相对标准测量不 确定度 $u_{FHTM}$
	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$\bar{F}$	$\Delta F_{rel}$	
	N	N	N	N	%	%
1	9.809	9.815	9.822	9.815	-0.08	0.04

表 B.1 中的  $\Delta F_{rel}$  和  $u_{FHTM}$  分别按式(B.2)和式(B.3)计算：

$$\Delta F_{rel} = \frac{F_{RS} - \bar{F}}{\bar{F}} \dots\dots\dots (B.2)$$

$$u_{FHTM} = \frac{s_{Fi}}{\bar{F}} \times \frac{1}{\sqrt{n}} (n=3) \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

$s_{Fi}$  ——在主轴第  $i$  个位置测量的试验力示值的标准偏差。

表 B.2 试验力测量不确定度的计算

不确定度分量 $X_i$	估计值 $x_i$	相对极限值 $a_i$	分布类别	相对标准测量不确定度 $u(x_i)$	灵敏系数 $c_i$	相对不确定度的贡献 $u_i(H)$
$u_{FRS}$	294.2N		正态	$1.2 \times 10^{-3}$	1	$1.2 \times 10^{-3}$
$u_{FHTM}$			正态	$4.0 \times 10^{-4}$	1	$4.0 \times 10^{-4}$
相对合成标准不确定度 $u_F$						$1.26 \times 10^{-3}$
相对扩展测量不确定度 $U_F(k=2)$						$2.5 \times 10^{-3}$

表 B.3 包含标准测力仪测量不确定度的试验力最大相对误差的计算

试验力的相对误差 $\Delta F_{rel}$ %	试验力的相对扩展不确定度 $U_F$ %	包含标准测力仪测量不确定度的 试验力最大相对误差 $\Delta F_{max}$ %
-0.08	0.25	0.33

表 B.3 中的  $\Delta F_{max}$  按式(B.4)计算:

$$\Delta F_{max} = |\Delta F_{rel}| + U_F \quad \dots\dots\dots(B.4)$$

此例的结果表明包含标准测力仪测量不确定度的试验力的相对误差是满足 4.2.3 规定的  $\pm 1.0\%$  要求的。

B.1.2 光学测量装置的校准

用标准线纹尺(参考标准)校准光学压痕测量装置的相对合成标准不确定度按公式(B.5)计算:

$$u_L = \sqrt{u_{LRS}^2 + u_{ms}^2 + u_{LHTM}^2} \quad \dots\dots\dots(B.5)$$

式中:

- $u_{LRS}$  ——标准线纹尺(参考标准)校准证书给出的相对标准不确定度( $k=1$ );
- $u_{ms}$  ——压痕测量装置分辨力引入的相对标准不确定度;
- $u_{LHTM}$  ——硬度计的相对标准不确定度。

校准光学压痕测量装置用的标准线纹尺的测量不确定度在相应的校准证书中给出。下列影响量不要对校准所用的标准线纹尺的测量不确定度产生实质的影响,例如:

- 温度相关性;
- 长期稳定度;
- 内插法误差。

评定不确定度的示例如下:

标准线纹尺的扩展测量不确定度: $U_{LRS}=0.0005\text{ mm}(k=2)$

光学压痕测量装置的分辨力: $\delta_{ms}=0.1\text{ }\mu\text{m}$

表 B.4 光学压痕测量装置的校准结果

标准线纹尺的示值 $L_{RS}$ mm	第 1 列 $L_1$ mm	第 2 列 $L_2$ mm	第 3 列 $L_3$ mm	平均值 $\bar{L}$ mm	相对误差 $\Delta L_{rel}$ %	相对标准测量 不确定度 $u_{LHTM}$ %
0.05	0.050 1	0.050 0	0.050 1	0.050 1	0.13	0.07
0.10	0.100 2	0.100 0	0.100 1	0.100 1	0.10	0.06
0.20	0.200 1	0.199 5	0.200 1	0.199 9	-0.05	0.10
0.30	0.299 7	0.300 1	0.300 1	0.300 0	-0.01	0.04
0.40	0.400 2	0.400 9	0.400 7	0.400 6	0.15	0.05

表 B.4 中  $u_{LHTM}$  和  $\Delta L_{rel}$  分别按式(B.6)和式(B.7)计算:

$$u_{LHTM} = \frac{s_{Li}}{\bar{L}} \times \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (n=3) \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

$$\Delta L_{rel} = \frac{\bar{L} - L_{RS}}{L_{RS}} \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

$s_{Li}$ ——对应标准线纹尺第  $i$  个示值,压痕测量装置长度示值的标准偏差。

光学压痕测量装置测量不确定度的评定方法和计算结果见表 B.5。

表 B.5 光学压痕测量装置测量不确定度的计算

不确定度分量 $X_i$	估计值 $x_i$ mm	极限值 $a_i$	分布类别	相对标准测量 不确定度 $u(x_i)$	灵敏系数 $c_i$	相对不确定 度的贡献 $u_i(H)$
$u_{LRS}$	0.40		正态	$6.25 \times 10^{-4}$	1	$6.25 \times 10^{-4}$
$u_{ms}$		$2.5 \times 10^{-4}$	矩形	$0.7 \times 10^{-4}$	1	$0.7 \times 10^{-4}$
$u_{LHTM}$	0.40		正态	$10.0 \times 10^{-4}$	1	$10.0 \times 10^{-4}$
相对合成标准不确定度 $u_L/\%$						0.12
相对扩展测量不确定度 $U_L(k=2)/\%$						0.24

表 B.6 包含标准线纹尺测量不确定度的光学压痕测量装置最大相对误差的计算

检测长度 $L_{RS}$	压痕测量装置的相对误差 $\Delta L_{rel}$ %	相对扩展测量不确定度 $U_L$ %	包含标准线纹尺的测量不 确定度的压痕测量装置 的最大相对误差 $\Delta L_{max}$ %
0.40 mm	0.15	0.24	0.39

表 B.6 中  $\Delta L_{\max}$  按式(B.8)计算:

$$\Delta L_{\max} = |\Delta L_{\text{rel}}| + U_L \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

此例的结果表明,包含校准用线纹尺测量不确定度的压痕测量装置的误差是满足 4.4.3 规定的  $\pm 0.5\%$  要求的。

**B.1.3 压头的检测**

压头是由压头体和压头柄组成,不能通过在现场分别测量进行检测和(或)校准。压头的几何偏差(见 4.3)应由认可的校准实验室出具的有效校准证书予以证明。

**B.1.4 试验循环时间的检测**

4.5 中规定试验循环每个阶段的时间允许误差为  $\pm 0.5$  s。当使用常规的时间测量装置(秒表)测量时,能够给出的测量不确定度为 0.1 s。因此,不需考虑对此测量不确定度分量的评估。

**B.2 硬度计的间接检验**

注:在本附录中,根据硬度试验标准的定义,下标“CRM”(有证标准物质)的含义是“标准硬度块”。

通过使用标准硬度块进行间接检验,能检查硬度计的综合性能,同时根据标准硬度块的标准值测定出硬度计的重复性及误差。

硬度计间接检验时的合成标准不确定度由式(B.9)求得:

$$u_{\text{HTM}} = \sqrt{u_{\text{CRM}}^2 + u_{\text{CRM-D}}^2 + u_H^2 + u_{\text{ms}}^2} \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

式中:

- $u_{\text{CRM}}$  —— 标准硬度块校准证书给出的标准不确定度( $k=1$ );
- $u_{\text{CRM-D}}$  —— 标准硬度块自最近一次标定,其硬度值随时间漂移而引入的标准不确定度(当使用满足标准要求标准硬度块检测时此项在计算时可忽略不计);
- $u_H$  —— 用标准硬度块检测时由硬度计引入的标准不确定度;
- $u_{\text{ms}}$  —— 由硬度计的分辨力引入的标准不确定度。

评定不确定度的示例如下:

标准硬度块的标定值:  $H_{\text{CRM}} = (802.7 \pm 12.0) \text{HK1}$

标准硬度块的扩展不确定度:  $U_{\text{CRM}} = 12.0 \text{HK1} (k=2)$

硬度计的分辨力:  $\delta_{\text{ms}} = 0.1 \mu\text{m}$

**表 B.7 间接检验结果**

序 号	测得的压痕对角线 $d$ mm	计算的硬度值 $H$ HK <sup>a</sup>
1	0.133 2	802.0
2	0.133 3	800.8
3	0.133 5 <sub>max</sub>	798.4 <sub>min</sub>
4	0.133 0 <sub>min</sub>	804.4 <sub>max</sub>
5	0.133 1	803.2



表 B.7 (续)

序 号	测得的压痕对角线 $d$ mm	计算的硬度值 $H$ HK <sup>a</sup>
平均值 $\bar{H}$	0.133 2	801.7
标准偏差 $s_H$		2.3
<sup>a</sup> HK——努氏硬度。		

根据表 B.7 中的数据按式(B.10)计算被检硬度计的示值误差:

$$E = \bar{H} - H_{\text{CRM}} \quad \dots\dots\dots (\text{B.10})$$

$$E = 801.7 - 802.7 = -1.0\text{HK}$$

标准不确定度按式(B.11)计算:

$$u_H = \frac{t \times s_H}{\sqrt{n}} \quad \dots\dots\dots (\text{B.11})$$

当取  $t=1.14$ ,  $n=5$ ,  $s_H=2.3\text{HK}$  时,  $u_H=1.18\text{HK}$ 。

### B.3 测量不确定度的评定

硬度计扩展不确定度的评定结果见表 B.8。

表 B.8 测量不确定度的评定

不确定度分量 $X_i$	估算值 $x_i$ HK <sup>a</sup>	标准测量 不确定度 $u(x_i)$	分布类别	灵敏系数 $c_i$	不确定度的 贡献 $u_i(H)$ HK
$u_{\text{CRM}}$	802.7	6.0HK	正态	1.0	6.0
$u_H$	0	1.18HK	正态	1.0	1.18
$u_{\text{ms}}$	0	0.000 029 mm	矩形	$-12\ 046.6^b$	$-0.35$
$u_{\text{CRM-D}}$	0	0HK	三角	1.0	0
合成标准不确定度 $u_{\text{HTM}}$					6.12
扩展测量不确定度 $U_{\text{HTM}}(k=2)$					12.2
<sup>a</sup> HK——努氏硬度。					
<sup>b</sup> 灵敏系数按式(B.12)计算					
				$c = \frac{\partial H}{\partial d} = -2\left(\frac{H}{d}\right)$	$\dots\dots\dots (\text{B.12})$
当取 $H=801.7\text{HK}$ $d=0.133\ 1\ \text{mm}$ 时得到该系数。					

表 B.9 包含测量不确定度的硬度计的最大误差

硬度计测定的硬度值 $H$ HK <sup>a</sup>	扩展测量不确定度 $U_{HTM}$ HK	用标准硬度块校准时 硬度计的误差 $ E $ HK	包含测量不确定度的 硬度计的最大误差 $(\Delta H_{HTM})_{max}$ HK
801.7HK1	12.2	1.0	13.2

<sup>a</sup> HK——努氏硬度。

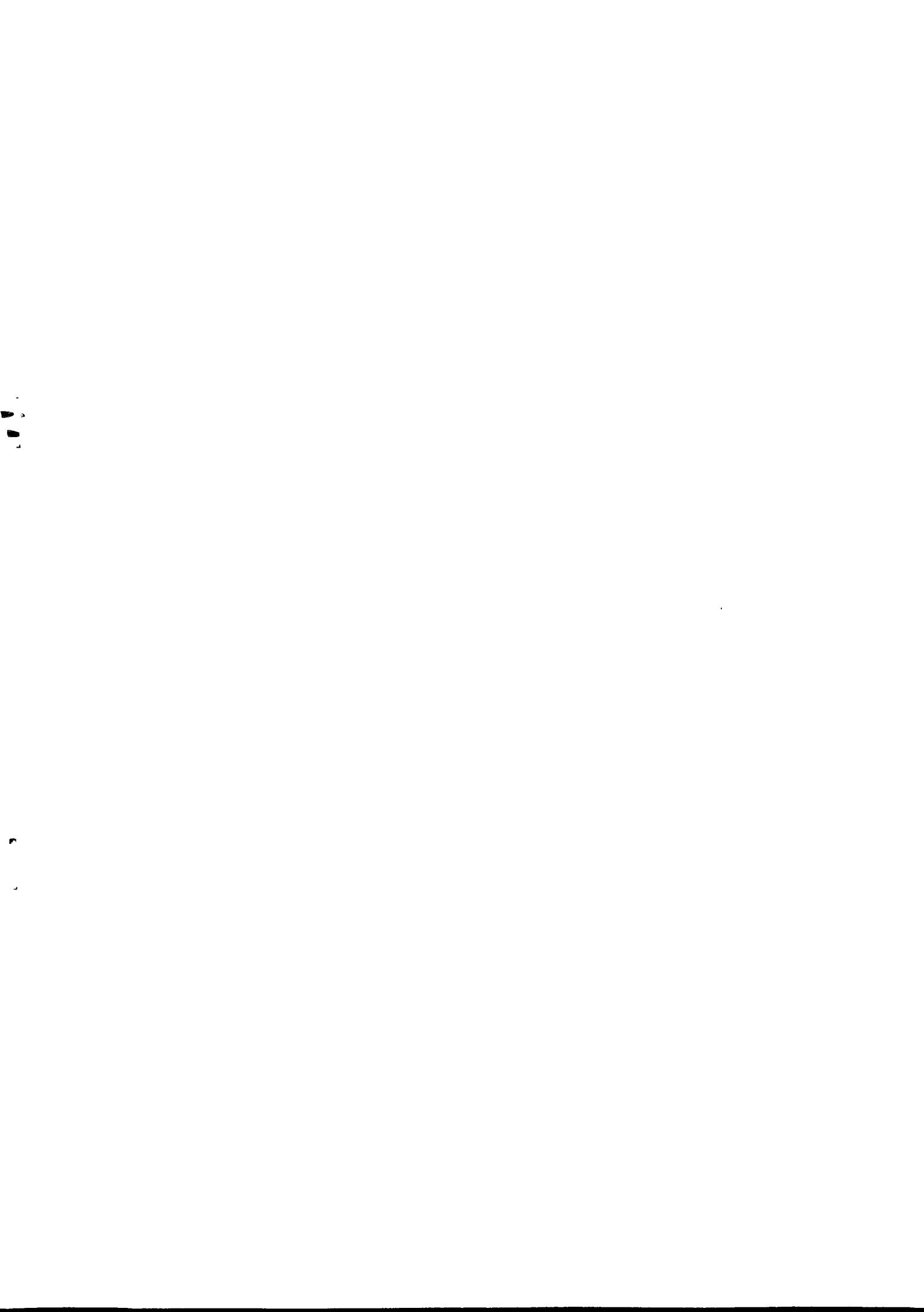
含有测量不确定度的硬度计的示值误差  $\Delta H_{HTM}$  按式(B.13)计算:

$$\Delta H_{HTM} = |E| + U_{HTM} \dots\dots\dots (B.13)$$

表 B.9 中包含测量不确定度的硬度计的最大示值误差:

$$(\Delta H_{HTM})_{max} = 12.2 + 1.0 = 13.2 \text{HK}$$

上例的结果表明,包含测量不确定度的硬度计的允许极限误差是满足 5.8 规定的  $\pm 2\%$  要求的。



中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
金属材料 努氏硬度试验  
第 2 部分：硬度计的检验与校准  
GB/T 18449.2—2012

\*

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(100013)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室：(010)64275323 发行中心：(010)51780235

读者服务部：(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 26 千字  
2013 年 5 月第一版 2013 年 5 月第一次印刷

\*

书号：155066·1-46689 定价 21.00 元



GB/T 18449.2-2012

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话：(010)68510107