

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 4340.2—2012  
代替 GB/T 4340.2—1999

## 金属材料 维氏硬度试验 第2部分：硬度计的检验与校准

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

(ISO 6507-2:2005, 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

## 前 言

GB/T 4340《金属材料 维氏硬度试验》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 4340 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 4340.2—1999《金属维氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验与校准》，与 GB/T 4340.2—1999 相比，主要技术变化如下：

- 修改了名称；
- 增加了表题(见表 1~表 6)；
- 增加了 4.3 的注和 5.2 的注(见 4.3 和 5.2)；
- 删除了 1999 年版的附录 A“测量装置的间接检验法示例”，并将附录 B 修改为附录 A“金刚石压头的说明”(见附录 A, 1999 年版的附录 A、附录 B)；
- 增加了资料性附录 B“硬度计校准结果的测量不确定度”(见附录 B)。

本部分使用重新起草法修改采用国际标准 ISO 6507-2:2005《金属材料 维氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验与校准》(第三版)，在文本结构和技术内容方面与 ISO 6507-2:2005 一致。

本部分与 ISO 6507-2:2005 的技术性差异及其原因如下：

- 删除了 ISO 6507-2:2005 的前言，重新编写了前言；
- 关于规范性引用文件，本部分作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：
  - 用修改采用国际标准的 GB/T 4340.1 代替 ISO 6507-1(见第 1 章、4.5、5.5 和附录 B)；
  - 用修改采用国际标准的 GB/T 4340.3 代替 ISO 6507-3(见 5.1)；
  - 用等效采用国际标准的 GB/T 7997 代替 ISO 3878(见 4.4.1)；
  - 用等同采用国际标准的 GB/T 13634 代替 ISO 376(见 4.2.3)；
- 增加了表题(见表 1~表 6)；
- 增加了 4.3 的注和 5.2 的注；
- 修改了 4.5 试验循环时间的最大允许误差的技术指标，由“ $\pm 1.0s$ ”修改为“ $\pm 0.5s$ ”(见 4.5 和附录 B.1.4)；
- 将表 6 中的“ $\times$ ”改为“ $\surd$ ”；
- 改正了附录 B 中一些错误的计算结果和数据，并规范了向公式中代入数值的算式的表达方法；
- 将附录 B 中式(B.10)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 6507-2:2005 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 6507 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：昆山市创新科技检测仪器有限公司、长春机械科学研究院有限公司、莱州华银试验仪器有限公司、上海泰明光学仪器有限公司、上海市计量测试技术研究院、上海尚材试验机有限公司。

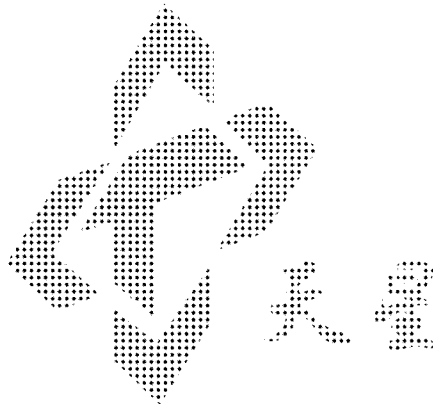
本部分主要起草人：陶泽成、陈洪程、周巧云、马财樑、虞伟良、盛健勇、杨琼。

本部分所代替标准的历次版本发布情况：

——GB/T 7664—1987；

——GB/T 17198—1997；

——GB/T 4340.2—1999。



# 金属材料 维氏硬度试验

## 第2部分:硬度计的检验与校准

### 1 范围

GB/T 4340 的本部分规定了按 GB/T 4340.1 测定维氏硬度用的维氏硬度计(以下简称硬度计)的检验和校准方法。

本部分适用于检验硬度计基本功能的直接检验法和对硬度计综合检查的间接检验法。间接检验法可独立地用于使用中的硬度计的定期常规检验。

如果硬度计还可用于其他方法的硬度试验,则应按每一种方法单独地对硬度计进行检验。

本部分也适用于便携式硬度计。

### 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 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 4340.1—2009,ISO 6507-1:2005,MOD)

GB/T 4340.3 金属材料 维氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定(GB/T 4340.3—2012,ISO 6507-3:2005,MOD)

GB/T 7997 硬质合金 维氏硬度试验(eqv ISO 3878,1983)

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 verification of uniaxial testing machines, IDT)

### 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安装,并要特别检查:

- a) 压头主轴在其导向体中能够滑动;
- b) 压头牢固地安装在主轴孔中;
- c) 试验力的施加和卸除无冲击或振动,且不影响读数;
- d) 如果硬度计的测量装置与主机为一体,则:
  - 从卸除试验力到测量压痕的转换过程不影响读数;
  - 照明不影响读数;
  - 需要时,压痕中心要位于视场中心。

测量显微镜的照明装置应均匀的照明整个视场,并应在压痕与周围表面之间产生最大的对比度。

### 4 直接检验

#### 4.1 总则

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 用于检验和校准用的器具应溯源到国家基准。

4.1.3 直接检验包括：

- a) 试验力的校准；
- b) 压头的检测；
- c) 压痕测量装置的校准；
- 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的每一个试验力均应进行测量。只要适合,应选择在试验过程中主轴的整个移动范围内至少 3 个间隔相等的位置上对每个试验力进行测量。

4.2.2 应在主轴的每一位置上,对每个试验力进行 3 次测量。每次读数之前的瞬间,主轴的移动方向应与试验时的移动方向一致。

4.2.3 应采用下述两种方法之一测量试验力：

- 使用符合 GB/T 13634 规定的 1 级标准测力仪测量；
- 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。

4.2.4 力的每一次测量均应在表 1 给出的试验力标称值的允差以内。

表 1 试验力允差

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

#### 4.3 压头的检测

注：金刚石压头的说明见附录 A。

4.3.1 金刚石正四棱锥体的四个面应抛光且无表面缺陷。

4.3.2 通过直接测量或通过投影屏上测量压头的投影能够对压头的形状进行检测。

4.3.3 金刚石棱锥体锥顶两相对面夹角应为  $136^\circ \pm 0.5^\circ$  (见图 1)。

注：两相对面夹角也可以通过两相对棱夹角确定,其值为  $148.11^\circ \pm 0.78^\circ$ 。

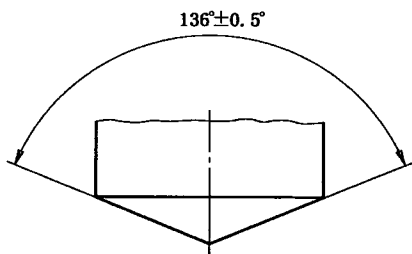
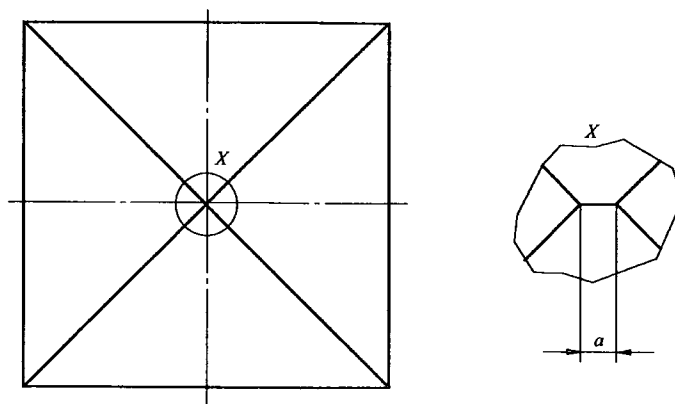


图 1 金刚石棱锥体的锥角

4.3.4 金刚石棱锥体轴线与压头柄轴线(垂直于安装面)的夹角应小于  $0.50^\circ$ 。4 个面应相交于一点, 表 2 中给出了相对面间交线的最大允许长度(见图 2)。



说明:

$a$  —— 交线长度。

图 2 压头锥顶交线的示意图

表 2 相对面间交线的最大允许长度

试验力范围 $F$ N	交线的最大允许长度 $a$ mm
$F \geq 49.03$	0.002
$1.961 \leq F < 49.03$	0.001
$0.098\ 07 \leq F < 1.961$	0.000 5

#### 4.4 测量装置的校准

4.4.1 所需的测量装置的分辨力根据要测量的最小压痕的大小而定。

压痕测量装置标尺的分度应能按表 3 的规定估测压痕对角线。

表 3 压痕测量装置的分辨力和最大允许误差

对角线长度 $d$ mm	测量装置的分辨力	最大允许误差
$d \leq 0.040$	0.000 2 mm	$\pm 0.000 4 \text{ mm}^{1)}$
$0.040 < d \leq 0.200$	$0.5\% d$	$\pm 1.0\% d^{1)}$
$d > 0.200$	0.001 mm	$\pm 0.002 \text{ mm}^{1)}$

注: 测量压痕对角线长度所需的测量装置放大倍数  $V$  应满足以下条件:  
 $V \times d \geq 14 \text{ mm}$   
 当压痕对角线  $d < 0.035 \text{ mm}$  时, 可能不满足此条件, 但放大倍数宜至少为 400 倍。

1) 这里的“±”号是本部分加上的, 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中没有该符号。

GB/T 7997 规定了有关硬质合金材料维氏硬度试验用的测量装置的分辨力。

4.4.2 测量装置应使用标准线纹尺对其每一工作范围至少分 5 个测量段进行检测。

测量装置的最大允许误差不应超过表 3 给出的值。

4.5 试验循环时间的检测

试验循环时间的最大允许误差为±0.5 s<sup>2)</sup>, 应与 GB/T 4340.1 规定的试验循环时间一致。

5 间接检验

5.1 间接检验宜在(23±5)°C 温度范围内, 使用按 GB/T 4340.3 标定的标准硬度块进行。如果在此温度范围以外进行检验, 则应在检验报告中注明。

5.2 应通过测量每一个标准硬度块上的标准压痕, 可间接检验压痕测量装置。对于每一个标准硬度块, 其平均测量值与证书给出的平均对角线长度之差应符合表 3 中最大允许误差的规定。

注: 如果证书给出的是标准硬度值, 则计算出与其对应的压痕平均对角线长度。

5.3 应在每一个所使用的试验力下对硬度计进行检验。对于每一试验力, 应从以下规定的不同硬度范围中选择两个标准硬度块。应合理选择标准硬度块, 以使下列每一个硬度范围中至少有一个标准硬度块用于检验。

- ≤225 HV;
- 400 HV~600 HV;
- >700 HV。

5.4 当所检验的硬度计仅使用一个试验力时, 应使用 3 块标准硬度块进行检验, 并应在 5.3<sup>3)</sup> 规定的每个硬度范围中各选用一块。

5.5 在每一标准硬度块上应压出 5 个压痕并测量。试验应按 GB/T 4340.1 进行。

5.6 对于特殊情况, 硬度计可以仅在一个硬度值下进行检验, 所检验的硬度值应近似等于待做试验的硬度值。

5.7 将每一标准硬度块上所测得的各压痕两对角线长度的算术平均值  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5$ , 以从小到大递增的次序排列, 并按式(1)计算其算术平均值  $\bar{d}$ ;

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} \dots\dots\dots (1)$$

5.8 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:

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

所检验硬度计的重复性应符合表 4 的规定。

2) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中为 ±1.0s。

3) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中为 5.2, 有误。

表 4 硬度计重复性的最大允许值

标准块的硬度	硬度计重复性的最大允许值						
	$r_{rel}/\%$			$r$ HV <sup>b</sup>			
	HV5~HV100	HV0.2~<HV5	<HV0.2	HV5~HV100		HV0.2~<HV5	
				标准块的硬度	HV	标准块的硬度	HV
≤225 HV	3.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	9.0 <sup>a</sup>	100 200	6 12	100 200	12 24
>225 HV	2.0 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	250 350 600 750	10 14 24 30	250 350 600 750	20 28 48 60

<sup>a</sup> 或 0.001 mm,以较大者为准。  
<sup>b</sup> HV——维氏硬度。

5.9 在规定的检验条件下,硬度计的误差  $E$  按式(4)计算:

$$E = \bar{H} - H_c \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中硬度值的算术平均值  $\bar{H}$  按式(5)计算:

$$\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$H_1, H_2, H_3, H_4, H_5$ ——与  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5$  对应的硬度值;

$H_c$ ——所用标准硬度块标定的硬度值。

相对误差  $E_{rel}$ 按式(6)计算:

$$E_{rel} = \frac{\bar{H} - H_c}{H_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots(6)$$

以标准块标定硬度值的百分比表示的硬度计的最大允许相对误差  $E_{rel}$ 应符合表 5 的规定。

5.10 硬度计校准结果测量不确定度的评定方法见附录 B。

表 5 硬度计的最大允许误差

硬度符号	硬度计的最大允许误差 $E_{rel}$															
	$\pm^{4)}\%$															
	硬度 HV															
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1 000	1 500
HV 0.01																
HV 0.015	10															
HV 0.02	8															
HV 0.025	8	10														
HV 0.05	6	8	9	10												

4) 这里的“±”是本部分加上的,国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中没有该符号。



表 5 (续)

硬度符号	硬度计的最大允许误差 $E_{rel}$															
	$\pm^a/\%$															
	硬度 HV															
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1 000	1 500
HV 0.1	5	6	7	8	8	9	10	10	11							
HV 0.2		4		6		8		9		10	11	11	12	12		
HV 0.3		4		5		6		7		8	9	10	10	11	11	
HV 0.5		3		5		5		6		6	7	7	8	8	9	11
HV 1		3		4		4		4		5	5	5	6	6	6	8
HV 2		3		3		3		4		4	4	4	4	5	5	6
HV 3		3		3		3		3		3	4	4	4	4	4	5
HV 5		3		3		3		3		3	3	3	3	3	4	4
HV 10		3		3		3		3		3	3	3	3	3	3	3
HV 20		3		3		3		3		3	3	3	3	3	3	3
HV 30		3		3		2		2		2	2	2	2	2	2	2
HV 50		3		3		2		2		2	2	2	2	2	2	2
HV 100				3		2		2		2	2	2	2	2	2	2

注 1: 当压痕对角线长度小于 0.020 mm 时,表中未给出值。  
 注 2: 对于中间值,其最大允许误差可通过内插法求得。  
 注 3: 表中有关显微维氏硬度计的最大允许误差值是基于 0.001 mm 或所测压痕对角线长度平均值的 2% 给出的,以较大者为准。

6 检验周期

硬度计直接检验的项目和检验周期见表 6。

应在直接检验后进行间接检验,间接检验的周期不超过 12 个月。

表 6 硬度计的直接检验

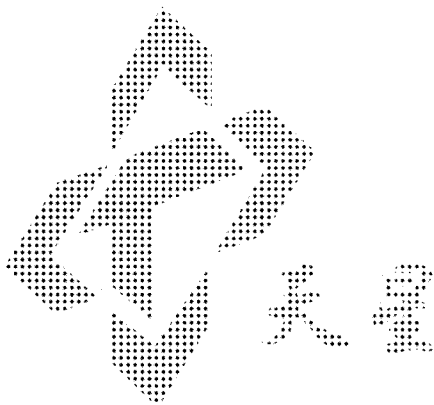
直接检验的要求	力	测量装置	试验循环时间	压头 <sup>a</sup>
安装后首次工作以前	√	√	√	√
经拆卸并重新装配后,如果影响到力、测量装置或试验循环时	√	√	√	—
间接检验不合格 <sup>b</sup>	√	√	√	—
间接检验超过 14 个月	√	√	√	—

<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)校准证书应包含以下内容:

- a) 注明执行本部分,即 GB/T 4340.2;
- b) 检验方法[直接和(或)间接检验];
- c) 硬度计的标识;
- d) 检验器具(标准块、标准测力仪等);
- e) 检测的试验力;
- f) 检验时的温度;
- g) 检验结果;
- h) 检验日期和检验机构;
- i) 检验结果的不确定度。

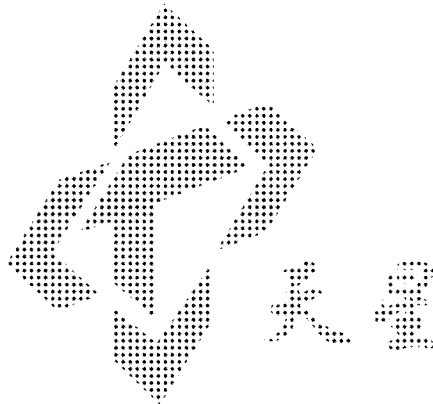


附 录 A  
(资料性附录)  
金刚石压头的说明

经验表明,许多起初良好的压头在使用了较短的时间以后就可能变劣。这是由于其表面上的小裂纹、凹痕或其他缺陷所致。如果这样的缺陷能被及时发现,许多压头通过再次研磨可以重新修复,否则,其表面上任何小的缺陷会快速恶化并使压头报废。

因此:

- 每天使用硬度计时,宜通过目测检查标准硬度块上压痕的形状以监视压头的完好状态;
- 当发现压头有缺陷时压头的检验结果不再有效;
- 重新研磨的或用其他方法重新修理后的压头应重新进行检验。



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

GB/T 4340.1 图 D.1 示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**

校准试验力的相对合成标准不确定度按式(B.1)计算：

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

式中：

$u_{FRS}$ ——标准测力仪的相对标准不确定度(由校准证书给出)；

$u_{FHTM}$ ——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。

示例：

标准测力仪的扩展测量不确定度(由校准证书给出)： $U_{FRS} = 0.12\% (k=2)$

标准测力仪的校准值： $F_{RS} = 294.2\text{N}$

表 B.1 试验力的校准结果

校准试验力时 主轴测量位置的序号	第 1 列 $F_1$ N	第 2 列 $F_2$ N	第 3 列 $F_3$ N	平均值 $\bar{F}$ N	相对误差 $\Delta F_{rel}$ %	相对标准测量不确定度 $u_{FHTM}$ %
1	294.7	294.9	294.5	294.7	-0.17 <sup>5)</sup>	0.04
2	293.9	294.5	294.6	294.3	-0.03 <sup>5)</sup>	0.07
3	293.1	294.0	293.7	293.6	0.20	0.09

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

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

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

式中：

$s_{Fi}$ ——在第  $i$  位置试验力示值的标准偏差。

表 B.2 中,将使用到表 B.1 中  $u_{FHTM}$  的最大值。

5) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文在数值前无“-”号。

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 $a_i$	分布类型	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	$6.0 \times 10^{-4}$	1	$6.0 \times 10^{-4}$
$u_{FHTM}$	294.2N <sup>6)</sup>		正态	$9.0 \times 10^{-4}$	1	$9.0 \times 10^{-4}$
相对合成标准不确定度 $u_F$						$1.08 \times 10^{-3}$
相对扩展测量不确定度 $U_F(k=2)$						$2.2 \times 10^{-3}$

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

试验力相对误差 $\Delta F_{rel}$ %	试验力相对扩展测量不确定度 $U_F$ %	包含标准测力仪测量不确定度的 试验力最大相对误差 $\Delta F_{max}$ %
0.20	0.22	0.42

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

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

此例结果表明,包含标准测力仪的测量不确定度的试验力的相对误差符合 4.2 规定的  $\pm 1.0\%$  的要求。

B.1.2 光学测量装置的校准

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

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

式中:

- $u_{LRS}$ ——由校准证书给出的标准线纹尺(参考标准)的相对标准不确定度,  $k=1$ ;
- $u_{ms}$ ——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。下列影响量不应在校准所用的标准线纹尺的测量不确定度产生实质的影响。如:

- 温度相关性;
- 长期稳定度;
- 内插法误差。

示例:

标准线纹尺的扩展测量不确定度:  $U_{LRS} = 0.0005 \text{ mm}(k=2)$   
 测量装置的分辨力:  $\delta_{ms} = 0.1 \mu\text{m}$

6) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中为 0.06N, 有误。

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 0	0.050 0	0.050 1	0.050 1	0.07	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 9	0.200 1	0.200 0	0.02	0.03
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 1	0.400 3	0.400 2	0.05	0.01

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

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

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

式中:

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

光学压痕测量装置不确定度的评定方法和计算结果见表 B.5。

表 B.5 光学压痕测量装置的测量不确定度的计算

不确定度分量 $X_i$	估算值 $x_i$	极限值 $a_i$	分布类型	相对标准测量不确定度 $\frac{u(x_i)}{\bar{x}(x_i)}$	灵敏系数 $q_i$	相对不确定度的贡献 $u_i(H)$
$u_{LRS}$	0.40 mm	0.5 $\mu\text{m}$	正态	$6.25^{7)} \times 10^{-4}$	1	$6.25^{7)} \times 10^{-4}$
$u_{ma}$	0 mm	0.1 $\mu\text{m}$	矩形	$0.7 \times 10^{-4}$	1	$0.7 \times 10^{-4}$
$u_{LHTM}$	0		正态	$6.7 \times 10^{-4}$	1	$6.7 \times 10^{-4}$
相对合成标准不确定度 $u_c/\%$ (相对于 $L_{RS}=0.4$ mm)						0.09 <sup>8)</sup>
相对扩展测量不确定度 $U_L(k=2)/\%$						0.18 <sup>9)</sup>

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

试验长度 $L_{RS}$ mm	压痕测量装置相对误差 $\Delta L_{rel}$ %	相对扩展测量不确定度 $U_L$ %	包含标准线纹尺测量不确定度的 测量装置的最大相对误差 $\Delta L_{max}$ %
0.40	0.10	0.18 <sup>10)</sup>	0.28 <sup>11)</sup>

7) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中为 1.0, 有误。

8) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中为 0.07, 有误。

9) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中为 0.14, 有误。

10) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中为 0.14, 有误。

11) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中为 0.24, 有误。

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

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

此例结果表明,包含标准线纹尺不确定度的测量装置相对误差符合 4.4 规定的  $\pm 1.0\%$ <sup>12)</sup> 的要求。

**B.1.3 压头的检测**

由压头体和压头柄组成的压头不能通过在现场分别校准进行检测,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,当用通常的时间测量装置(秒表)测量时,给出的测量不确定度为 0.1 s。因此,不需要评价测量不确定度。

**B.2 硬度计的间接检验**

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。

间接检验时硬度计的合成标准不确定度按式(B.9)计算:

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

式中:

- $u_{\text{CRM}}$ ——校准证书给出的标准硬度块标准不确定度( $k=1$ );
- $u_{\text{CRM-D}}$ ——标准硬度块最近一次标定由于硬度值随时间漂移引入的标准不确定度(使用满足标准要求标准硬度块检测时此分量在计算时可以忽略不计);
- $u_H$ ——当使用标准硬度块(CRM)检测时由硬度计引入的标准不确定度;
- $u_{\text{ms}}$ ——由硬度计压痕测量装置分辨力引入的标准不确定度。

示例:

标准硬度块的硬度值:  $H_{\text{CRM}} = (400.0 \pm 5.0) \text{HV30}$

标准硬度块的扩展测量不确定度:  $U_{\text{CRM}} = 5.0 \text{HV30}^{13)} (k=2)$

硬度计测量装置的分辨力:  $\delta_{\text{ms}} = 0.1 \mu\text{m}$

**表 B.7 间接检验的结果**

序号	压痕对角线的测量值 $d$ mm	计算的硬度值 $H$ HV*
1	0.371 6 <sub>min</sub>	402.9 <sub>max</sub>
2	0.372 4	401.1
3	0.372 8 <sub>max</sub>	400.3 <sub>min</sub>
4	0.371 9	402.2
5	0.372 2	401.5
平均值 $\bar{H}$	0.372 2	401.6
标准偏差 $s_H$		0.99

\* HV——维氏硬度。

12) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中为  $\pm 0.5\%$ , 有误。

13) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文在此量值前有“±”号。

根据表 B.7 中的数据分别按式(B.10)和式(B.11)计算硬度计的示值误差和标准测量不确定度:

$$E = \bar{H} - H_{CRM} = 401.6 \text{ HV} - 400.0 \text{ HV} = 1.6 \text{ HV} \dots\dots\dots(\text{B.10})$$

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

当  $t=1.15, n=5, s_H=0.99 \text{ HV}$  时,  $u_H=0.51 \text{ HV}$ 。

**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 $X_i$	估计值 $x_i$	标准测量不确定度 $u(x_i)$	分布类型	灵敏系数 $c_i$	不确定度的贡献 $u_i(H)$
$u_{CRM}$	400 HV <sup>b</sup>	2.50 HV	正态	1.0	2.50 HV
$u_H$	0 HV	0.51 HV	正态	1.0	0.51 HV
$u_{ms}$	0 HV	0.000 03 mm	矩形	-2 145.1 <sup>14)</sup>	0.06 HV
$u_{CRM-D}$	0 HV	0 HV	三角	1.0	0 HV
合成标准不确定度 $u_{HTM}$					2.55 HV
扩展测量不确定度 $U_{HTM}(k=2)$					5.1 HV
<sup>a</sup> $c = \frac{\partial H}{\partial d} = -2 \left( \frac{H}{d} \right)^{15)}$ , 且当 $H=400 \text{ HV}30, d=0.3729 \text{ mm}$ 时 $c$ 的数值。 <sup>b</sup> HV——维氏硬度。					

**表 B.9 包括测量不确定度的硬度计的最大误差**

硬度计测定的硬度值 $H$ HV <sup>a</sup>	扩展测量不确定度 $U_{HTM}$ HV	用标准硬度块校准时硬度计的示值误差 $ E $ HV	包括测量不确定度的硬度计的最大误差 $\Delta H_{HTMmax}$ HV
401.6HV30	5.1	1.6	6.7
<sup>a</sup> HV——维氏硬度。			

表中  $E$  按式(B.12)计算:

$$E = \bar{H} - H_{CRM} \dots\dots\dots(\text{B.12})$$

依据表 B.9 考虑了扩展测量不确定度的硬度计的最大示值误差为:

$$\Delta H_{HTMmax} = |E| + U_{HTM} = 1.6 \text{ HV} + 5.1 \text{ HV} = 6.7 \text{ HV}$$

上例结果表明,包含硬度计测量不确定度的硬度计的允许极限误差( $\Delta H_{HTMmax}/H=1.7\%$ )是满足第 5 章规定的 $\pm 2\%$ 的要求。

14) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文在数值前无“-”号。

15) 国际标准 ISO 6507-2:2005 原文中在等式  $2 \left( \frac{H}{d} \right)$  的前面漏掉“-”号,有误。



中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
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 4340.2—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 29 千 字  
2013 年 4 月 第 一 版 2013 年 4 月 第 一 次 印 刷

\*

书 号：155066·1-46683 定 价 21.00 元

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



GB/T 4340.2-2012