



中华人民共和国国家标准

GB/T 18449.3—2012
代替 GB/T 18449.3—2001

金属材料 努氏硬度试验 第3部分：标准硬度块的标定

**Metallic materials—Knoop hardness test—
Part 3: Calibration of reference blocks**

(ISO 4545-3:2005, 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 发布
中国国家标准化管理委员会



中华人民共和国

国家标准

金属材料 努氏硬度试验

第3部分：标准硬度块的校准

GB/T 2849.3—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市西城区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn
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 0.75 字数 19 千字
2013年4月第一版 2013年4月第一次印刷

*

书号: 155066·1-46688 定价 16.00 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

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3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 18449.3—2001《金属材料 努氏硬度试验 第3部分：标准硬度块的标定》，与 GB/T 18449.3—2001 相比，主要技术变化如下：

- 修改了标准名称；
- 在第2章规范性引用文件清单中用 GB/T 3505 代替了 GB/T 1031—1995《表面粗糙度 参数及其数值》，增加引用了 GB/T 13634（见第4章，2001年版的第2章）；
- 修改了标准硬度块厚度的要求（见第3.2，2001年版的3.2）；
- 增加了使用标准测力仪检测标准硬度块的测量次数（见4.4）；
- 增加了标定期间温度波动有效性的要求（见第5章和第9章）；
- 修改了硬度均匀度的技术指标并增加了标准块相对均匀度的计算公式（见第7章，2001年版的第7章）；
- 增加了资料性附录 B“标准块平均硬度值的测量不确定度”（见附录 B）。

本部分使用重新起草法修改采用国际标准 ISO 4545-3:2005《金属材料 努氏硬度试验 第3部分：标准硬度块的标定》第二版。在文本结构和技术内容方面与 ISO 4545-3:2005 一致。

本部分与 ISO 4545-3:2005 的技术性差异及其原因如后。

- 删除了 ISO 4545-3:2005 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 3505 代替 ISO 4287（见 3.6）；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 13634 代替 ISO 376（见 4.4）；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 18449.1—2009 代替 ISO 4545-1:2005（见 4.5 b）、第5章和附录 B）；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 18449.2—2012 代替 ISO 4545-2:2005（见第1章、4.1、附录 B 的 B.1）；
- 将既不可能误差也不可能是不确定度的不合实际的指标 $0.02 \mu\text{m}$ 修改成最低分辨力为 $0.05 \mu\text{m}$ （见 4.6）；
- 国际标准 ISO 4545-3:2005 原文中标准硬度块的均匀度符号为“U”，易与测量不确定度的符号混淆，本部分用符号“J”表示（见 7.1 和表 1）；
- 删除了参考文献。

本部分与 ISO 4545-3:2005 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。

本部分还做了如下编辑性修改：

——用“本部分”代替“ISO 4545 的本部分”；

——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。

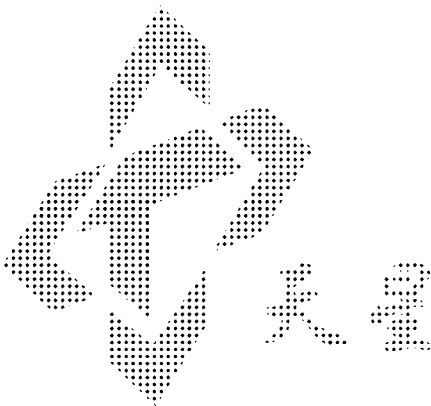
本部分由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

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、上海市计量测试技术研究院、上海泰明光学仪器有限公司、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、郭健、虞伟良、陈志明、马财探、朱平。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 18449.3—2001。



金属材料 努氏硬度试验

第3部分：标准硬度块的标定

1 范围

GB/T 18449 的本部分规定了在 GB/T 18449.2—2012 中描述的努氏硬度计间接检验用标准硬度块(以下简称标准块)的标定方法。

本部分仅适用于长对角线长度不小于 0.02 mm 的压痕。

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 3505—2009 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数(ISO 4287:1997, IDT)

GB/T 13634 单轴试验机除使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 18449.2—2009 金属材料 努氏硬度试验 第2部分：硬度计的检验与校准(ISO 4545-2:2005, MOD)

3 标准块的制造

3.1 标准块应专门制造。

注：对需要使用的制造工艺引起关注，这些制造工艺将使标准块具有必要的均质性、组织稳定性和表面硬度的均匀性。

3.2 标准块厚度应大于标定试验力所压出的压痕深度的 20 倍。

3.3 标准块应无磁性。

3.4 标准块表面的平面度为 0.005 mm。

3.5 标准块的平行度为 0.010 mm/50 mm。

3.6 标准块的试验面不应有影响压痕测量的划痕；试验面的表面粗糙度参数 R_a 的最大允许值为 0.1 μm ；其取样长度 L 应为 0.80 mm(见 GB/T 3505—2009 的 3.1.9)。

3.7 为能查验以后不从标准块上去除任何材料，应在标准块上标注其标定时的厚度，准确至 0.1 mm 或在其试验表面作出鉴别标记[见 8.1 e)]。

4 标准机

4.1 标准努氏硬度计除应满足 GB/T 18449.2—2012 规定的一般要求外，还应满足 4.2~4.7 的要求。

注：附录 A 给出了调整照明系统方法的示例。

4.2 应对标准机进行直接检验,检验周期不超过12个月。直接检验包括:

- 试验力的校准;
- 压头的检测;
- 压痕测量装置的校准;
- 试验循环时间的检测,如果此项检测不能完全实现,至少应检测力对时间的特性。

4.3 用于检验和校准标准机的器具应溯源到国家基准。

4.4 每个试验力应使用符合 GB/T 13634 规定的 0.5 级或优于 0.5 级的标准测力仪检测 3 次,也可用具有相同或更高准确度等级的其他方法进行测量。每次测量均应准确到其标称值的 $\pm 0.5\%$ 以内。

4.5 压头应满足如下要求:

- 金刚石棱锥体的四个面应高度抛光且无表面缺陷;
- 金刚石棱锥体锥顶两相对棱间的夹角 α 和 β (见 GB/T 18449.1—2009 的图 1) 应为 $172.5^\circ \pm 0.1^\circ$ 和 $130^\circ \pm 0.1^\circ$ 。

金刚石棱锥体轴线与压头柄轴线(垂直于安装面)间的夹角不应大于 0.3° 。金刚石棱锥体的四个面应交于一点,相对面间的任一交线长度不应大于 $0.3 \mu\text{m}$ 。

4.6 压痕对角线测量装置应能将对角线长度误差控制在 $0.1 \mu\text{m}^D$ 以内。

测量装置应使用标准线纹尺或准确度相当的装置进行校准。线纹尺的最低分辨率应为 $0.05 \mu\text{m}$ 。

测量装置误差的最大允许值为 $\pm 0.08\%$ 或 $\pm 0.3 \mu\text{m}^D$, 以较大者为准。

4.7 传到标准机上的最大允许驱动加速度应小于 0.06 m/s^2 。

5 标定方法

标准块应在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度范围内,使用 GB/T 18449.1—2009 规定的一般试验方法,在第 4 章规定的标准机上进行标定。

标定时,温度波动不应超过 1°C 。

从开始施加试验力到撤除试验力的时间应在 $5 \text{ s} \sim 7 \text{ s}$ 之内。压头即将接触标准块前的接近速度应在 $15 \mu\text{m/s} \sim 70 \mu\text{m/s}$ 范围内,试验力保持时间应为 $13 \text{ s} \sim 15 \text{ s}$ 。

6 压痕数目

在每一标准块的整个试验面上应均匀分布地至少压出 5 个压痕。

为了减少测量不确定度,压痕的数目最好多于 5 个。建议在标准块上分布的 5 个区域压出 10 个、15 个或 25 个压痕。

7 硬度均匀度

7.1 将 n^D 个标定时测得的压痕对角线的值 d_1, d_2, \dots, d_n , 按从小到大递增的次序排列,并按式(1)计算 n 个压痕对角线的算术平均值:

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n} \quad \dots \dots \dots (1)$$

在规定标定条件下,标准块硬度的均匀度 J 由式(2)表示:

1) ISO 4545-3:2005 原文在此处前加“±”号。

2) 这里的“±”是后加的,国际标准 ISO 4545-3:2005 原文中没有该符号。

3) 用符号“ n ”代替原文在此处的具体数目。

$$J = d_n - d_1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

以 d 的百分比表示的标准块硬度的相对均匀度 J_{rel} 按式(3)计算:

$$J_{rel} = \frac{(d_n - d_1)}{d} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

7.2 如果标准块硬度均匀度满足下列条件之一即认为是满足要求的:

- $J \leq 0.001$ mm;
- $J > 0.001$ mm, 且 J_{rel} 符合表1的规定。

7.3 附录B给出了标准块测量不确定度的评定方法。

表1 标准块的相对均匀度

| 标准块硬度范围 HK* | 试验力 N | 相对均匀度 J_{rel} 最大允许值 % |
|---|------------------------|----------------------------|
| 100~200 >200~250 >250~650 >650 | 0.038 07 ≤ F ≤ 0.980 7 | 8 5 4 3 |
| 170~250 >250~650 >650 | 0.980 7 < F ≤ 4.903 2 | 7 4 3 |
| 100~250 >250~650 >650 | 4.903 2 < F ≤ 19.614 | 4 3 2 |

* HK—努氏硬度。

8 标识

8.1 每一标准块上应标记下列内容:

- a) 标定时测得的硬度值的算术平均值, 如 249 HK1;
- b) 供应商或制造者的名称或标志;
- c) 编号;
- d) 校准机构的名称或标志;
- e) 标准块的厚度或试验面上的鉴别标记(见 3.7);
- f) 标定年份(如果在编号中未标出时)。

8.2 当试验面朝上时, 标在标准块侧面的任何标记都应是正立的。

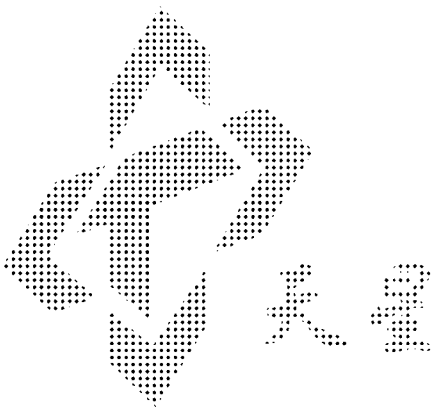
8.3 随提供的标准块, 应附有至少包括下列内容的合格证书:

- a) 注明执行本部分, 即 GB/T 18449.3;
- b) 标准块的标识;
- c) 标定日期;
- d) 标准块硬度值的算术平均值和均匀度;
- e) 标准压痕位置和长对角线值的相关信息。

9 有效性

标准块仅对其标定的标尺有效。

标定的有效期不宜超过五年。对铜合金和铝合金材料制成的标准块,其标定的有效期宜减少到2年~3年。



附录 A
(资料性附录)
柯勒照明系统的调整

A.1 总则

尽管已对某些光学系统做了固定调整,但是还有一些其他的微调方式。为了获取最佳分辨率应进行如下调整。

A.2 柯勒照明

照射光对准已抛光的试样平面并调整到最佳清晰度。

对准中心照明光源。

将场光阑和孔径光阑对中。

卸下目镜并检查物镜的后表面。如果所有部件的位置都正确,则照明光源和孔径光阑将使聚焦清晰。

打开全孔径光阑以获取最大分辨率;如果光线太强则应缩小光阑孔径,但切勿使光阑孔径小于 $3/4$,因为这样会降低分辨率并产生衍射现象而造成图像失真。

如果光太强而刺眼,可使用一片适当的中性滤光片或利用电阻器进行调节以降低光的强度。

附录 B
(资料性附录)

标准块平均硬度值的测量不确定度

GB/T 18449.1—2009 的图 B.1 示出硬度标尺的定义和量值传递所需计量链。

B.1 标准硬度机的直接检验

B.1.1 试验力的校准

试验力的校准见 GB/T 18449.2—2012 的附录 B。

B.1.2 光学压痕测量装置的校准

光学压痕测量装置的校准见 GB/T 18449.2—2012 的附录 B。

B.1.3 压头的检测

压头的检测见 GB/T 18449.2—2012 的附录 B。

B.1.4 试验循环时间的检测

试验循环时间的检测见 GB/T 18449.2—2012 的附录 B。

B.2 标准努式硬度机的间接检验

通过使用基准硬度块进行间接检验,能检查标准硬度机的综合性能,并根据基准硬度块的基准值测出标准硬度机的重复性和误差。

标准硬度机间接检验时的合成标准不确定度按式(B.1)求得:

$$u_{CM} = \sqrt{u_{CRM-P}^2 + u_{CRM-1}^2 + u_{CRM-D}^2 + u_{ms}^2} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

u_{CRM-P} —— 基准硬度块校准证书给出的标准不确定度($k=1$);

u_{CRM-1} —— 标准硬度机重复性引入的标准不确定度;

u_{CRM-D} —— 基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;

u_{ms} —— 由标准硬度机的光学压痕测量装置分辨率引入的标准不确定度。

评定不确定度的示例如下:

基准硬度块的硬度值:

$$H_{CRM-P} = 402.1 \text{ HK1}$$

基准硬度块的标准不确定度:

$$u_{CRM-1} = 6.0 \text{ HK}(k=1)$$

基准硬度块硬度值随时间的漂移:

$$u_{CRM-D} = 0$$

光学压痕测量装置的分辨率:

$$R_{ms} = 0.1 \mu\text{m}$$

表 B.1 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 ^a |
|---------------------|------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0.188 0 | 402.6 |
| 2 | 0.187 5 _{min} | 404.7 _{max} |
| 3 | 0.187 9 | 403.0 |
| 4 | 0.188 4 | 400.9 |
| 5 | 0.188 8 _{max} | 399.2 _{min} |
| 平均值 \bar{H} | 0.188 1 | 402.1 |
| 标准偏差 s_{sCRM-1} | 0.000 50 | 2.10 |
| 标准不确定度 u_{sCRM-1} | 0.000 26 | 1.07 |

^a HK——努氏硬度。

表 B.1 中标准不确定度 u_{sCRM-1} 按式 (B.2) 计算：

$$u_{sCRM-1} = \frac{t \times s_{sCRM-1}}{\sqrt{n}} = \frac{1.14 \times 0.00050}{\sqrt{5}} = 1.07 \quad \text{..... (B.2)}$$

式中，取 $t=1.14$ ， $n=5$ 。

附录 B.2 测量不确定度的评定

| 不确定度分量 | 估计值 | 标准不确定度 ^a | 分布类别 | 灵敏系数 | 不确定度的贡献 $u_i(H)$ HK ^a |
|-------------------|-------------|---------------------|------|----------|--|
| X_i | z_i | $u(z_i)$ | | c_i | |
| u_{sCRM-1} | 0.000 26 HK | 0.000 26 HK | 正态 | 1.0 | 6.0 |
| u_{ma} | 0 | 0.000 029 mm | 矩形 | -4.228 4 | 1.07 |
| u_{CRM-D} | 0 | 0 HK | 三角 | 1.0 | 0.12 |
| 合成标准不确定度 u_{CM} | | | | | 6.1 |

^a HK——努氏硬度。
^b 灵敏系数按式 (B.3) 计算：

$$c = \frac{\partial H}{\partial d} = -2(H/d) \quad \text{..... (B.3)}$$

式中： $H=402.1$ HK， $d=0.1881$ mm。

B.3 标准块的测量不确定度

标准块的合成标准不确定度按式 (B.4) 计算：

$$u_{CRM} = \sqrt{u_{CM}^2 + u_{sCRM-2}^2} \quad \text{..... (B.4)}$$

式中：

- u_{CRM} —— 标准块标定时的合成标准不确定度；
 u_{sCRM-2} —— 标准块由于硬度均匀度引入的标准不确定度；
 u_{CM} —— 标准硬度机间接检验时的合成标准不确定度，见式 B.1。

表 B.3 标准块硬度均匀度的测定

| 序号 | 测得的压痕对角线 d mm | 计算的硬度值 H_{CRM} HK* |
|-------------------|------------------------|-------------------------|
| 1 | 0.188 1 | 402.2 |
| 2 | 0.187 6 _{min} | 404.3 _{max} |
| 3 | 0.188 2 | 401.7 |
| 4 | 0.188 5 _{max} | 400.5 _{min} |
| 5 | 0.187 6 | 404.3 |
| 平均值 H | 0.188 0 | 402.6 |
| 标准偏差 s_{sCRM-2} | 0.000 39 | 1.67 |

* HK——努氏硬度。

标准块由于硬度均匀度引入的标准不确定度按式(B.5)计算：

$$u_{sCRM-2} = \frac{t \times s_{sCRM-2}}{\sqrt{n}} \quad \text{..... (B.5)}$$

式中，取 $t=1.14$ 时得出

$$u_{sCRM-2} = 0.385 \text{ HK}$$

表 B.4 标准块的测量不确定度

| 标准块硬度值 H_{CRM} HK* | 由标准块硬度均匀度引入的 不确定度分量 u_{sCRM-2} HK | 基准努氏硬度机测量 的不确定度 u_{CM} HK | 标准块标定的扩展不确定度 $U_{CRM}(k=2)$ HK |
|----------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 402.1 | 0.85 | 6.1 | 12.3 |

* HK——努氏硬度。

表 B.4 中 U_{CRM} 按式(B.6)计算：

$$U_{CRM} = 2\sqrt{u_{CM}^2 + u_{sCRM-2}^2} \quad \text{..... (B.6)}$$



GB/T 18449.3-2012

版权专有 侵权必究

书号：155066·1-46688

定价：16.00 元