JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—20XX

标准努氏硬度块校准规范

Calibration Specification for

Metallic Knoop Hardness Reference Blocks

（征求意见稿）

20XX-XX-XX发布 20XX-XX-XX实施

国家质量监督检验检疫总局 发 布

标准努氏硬度块

JJF XXXX-20XX

替代 JJG 1048-2009

校准规范

Calibration Specification for

Metallic Knoop Hardness Reference Blocks

归 口 单 位：全国力值硬度计量技术委员会

主要起草单位：中航工业北京长城计量测试技术研究所

参加起草单位：

本规范委托全国力值硬度重力计量技术委员会负责解释

目 录

引言 ………………………………………………………………………………………………（II）

1 范围 ……………………………………………………………………………………………（4）

2 引用文件 ………………………………………………………………………………………（5）

3 概述 ……………………………………………………………………………………………（5）

4 计量特性 ………………………………………………………………………………………（5）

4.1基本性能 ………………………………………………………………………………………（5）

4.2 标准块的几何参数和表面粗糙度 ……………………………………………………………（5）

4.3 标准块的硬度范围及均匀度 …………………………………………………………………（6）

4.4 标准块的稳定性 ………………………………………………………………………………（6）

5 校准条件 ………………………………………………………………………………………（6）

5.1 环境条件 ………………………………………………………………………………………（6）

5.2 校准装置 ………………………………………………………………………………………（6）

6 校准项目和校准方法……………………………………………………………………………（7）

6.1 校准前检查……………………………………………………………………………………（7）

6.2 几何参数和表面粗糙度的校准………………………………………………………………（7）

6.3 均匀度的校准…………………………………………………………………………………（7）

6.4 稳定性的校准 …………………………………………………………………………………（7）

7 校准结果表达 …………………………………………………………………………………（7）

7.1 标准块的标记 …………………………………………………………………………………（7）

7.2 校准证书………………………………………………………………………………………（8）

8 复校时间间隔 …………………………………………………………………………………（8）

附录 A ……………………………………………………………………………………………（9）

附录 B ……………………………………………………………………………………………（11）

附录 C ……………………………………………………………………………………………（12）

附录 D ……………………………………………………………………………………………（13）

引 言

本规范根据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》规定的规则编写。

本规范在制定过程中充分考虑了JJG1048-2009《标准努氏硬度块检定规程》、JJG1047-2009《金属努氏硬度计检定规程》、GB/T 18449.1-2009《金属材料 努氏硬度试验 第1部分：试验方法》、GB/T 18449.2-2012《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 18449.3-2012《金属材料 努氏硬度试验 第3部分：标准硬度块的标定》、ISO 4545-1：2017 Metallic materials –Knoop hardness test – Part 1: Test method、ISO 4545-2：2017 Metallic materials - Knoop hardness test – Part 2: Verification and calibration of testing machines、ISO 4545-3：2017 Metallic materials – Knoop hardness test – Part 3: Calibration of reference blocks、ISO 4545-4：2017 Metallic materials – Knoop hardness test – Part 4: Table of hardness values等有关标准的术语、符号与定义，以及相关的技术要求、技术指标和检验方法。本规范给出了标准努氏硬度块计量特性的具体校准条件、校准项目和校准方法。

标准努氏硬度块校准规范

1 范围

本规范适用于试验力范围为（0.009807～19.613）N，且压痕长对角线≥0.020mm的标准努氏硬度块的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1011-2006 力值与硬度计量术语及定义

JJG144 标准测力仪检定规程

GB/T 18449.1 金属材料 努氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 18449.2 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 18449.3 金属材料 努氏硬度试验 第3部分：标准硬度块的标定

ISO 4545-1：2017 金属材料努氏硬度试验 第1部分：试验方法（Metallic materials –Knoop hardness test – Part 1: Test method）

ISO 4545-2：2017 金属材料努氏硬度试验 第2部分：试验方法（Metallic materials – Knoop hardness test – Part 2: Verification and calibration of testing machines）

ISO 4545-3：2017 金属材料努氏硬度试验 第3部分：试验方法（Metallic materials – Knoop hardness test – Part 3: Calibration of reference blocks）

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

努氏硬度试验的原理是将顶部两棱之间的α角为172.5º和β角为130º的棱锥体金刚石压头用规定的试验力压入试样表面，经一定的保持时间后卸除试验力（见图1），以压痕单位投影面积上的试验力表示试样的努氏硬度。实际操作中，测量压痕长对角线长度，按式（1）计算努氏硬度值HK：

（1）

式中： —— 单位换算系数，=0.102；

 —— 试验力，N；

—— 压痕投影面积，；

 —— 压痕长对角线长度，mm；

c —— 压头常数,，与用长对角线长度的平方计算的压痕投影面积有关。

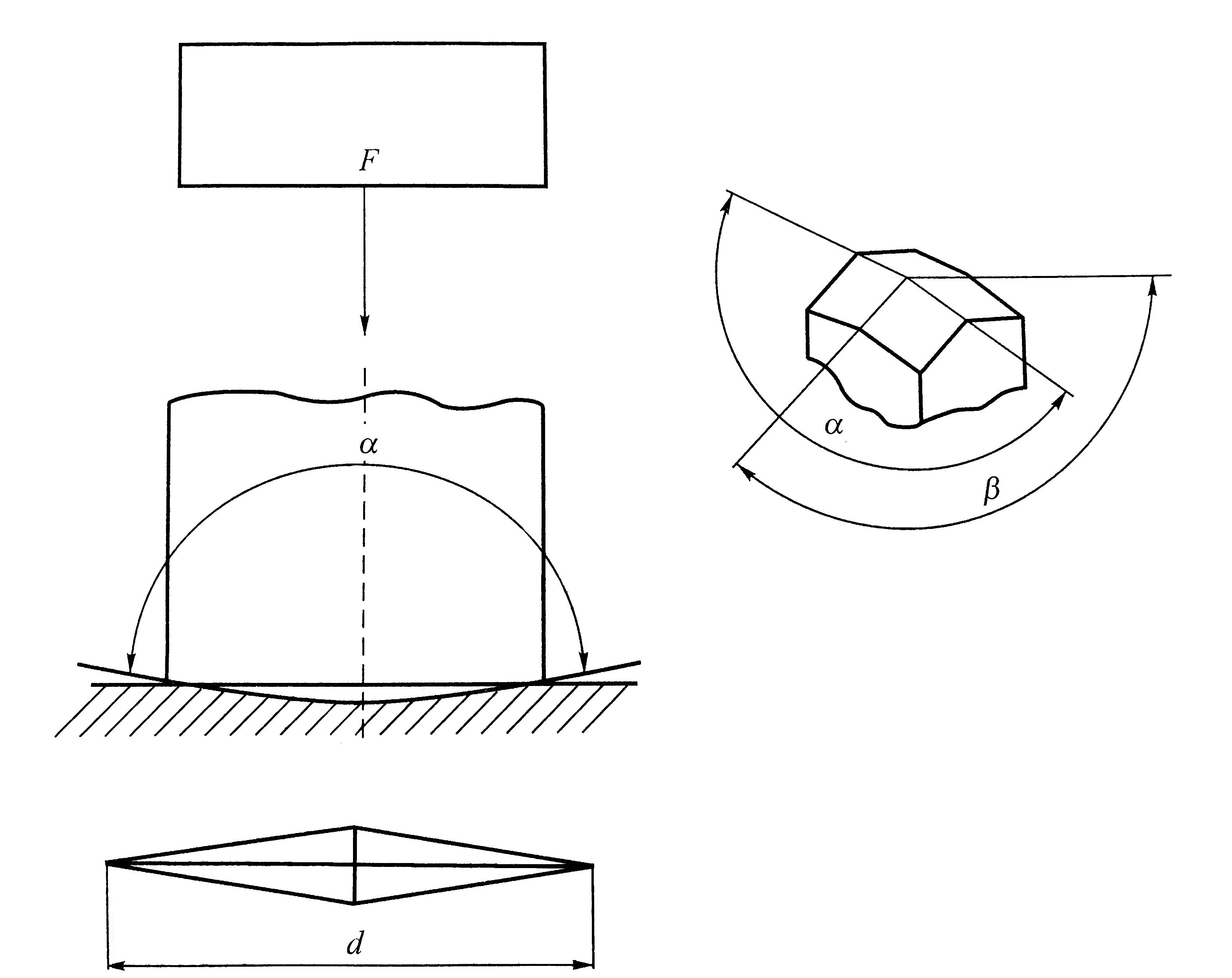


图1 压头几何形状和试验原理示意图

标准努氏硬度块(以下简称标准块)主要用于努氏硬度计的示值校准。

4 计量特性

4.1基本性能

4.1.1 标准块不得有磁性，其工作面和支承面不得有锈蚀、裂纹、划痕及任何影响压痕测量的缺陷。

4.1.2 标准块的几何参数和表面粗糙度要求见表1。

**表1 标准块的几何参数和表面粗糙度要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表面  形状 | 几何参数 | | | | 表面粗糙度Ra | |
| 边长或直径/mm | 厚度/mm | 工作面与支承面的平面度/mm | 工作面与支承面的平行度/mm | 工作面/μm | 支承面/mm |
| 长方形 | ≥25 | ≥5 | ≤0.003 | ≤0.010 | ≤0.05 | ≤0.2 |
| 圆形 | ≥25 |
| 注：  1 Ra的取样长度L=0.8mm。  2 硬度块周边、尖角倒钝，倒角为0.5×45º。  3 特殊形状的标准块，可以为其他形状，但工作表面积不大于40cm2。 | | | | | | |

4.1.3 为保证标准块的稳定性，在生产钢制硬度块时，必须进行-70℃以下温度的深冷处理，并做退磁处理和经过至少半年以上时间的自然时效。

4.1.4 标准块应刻有制造单位的标志和批号，其标志和批号应清晰可辨。

4.1.5 使用过的标准块，不允许磨平后重新校准使用。

---------------------

1. 计量特性条文中给出的技术指标不用于合格性判定，仅供参考。

4.2 标准块的硬度范围及均匀度

标准块的硬度范围及均匀度要求见表2。

**表2 标准块的硬度范围及均匀度要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准块的硬度范围 | 均匀度的最大允许值 | | |
| HK0.001～HK0.1 | >HK0.1～HK0.5 | >HK0.5～HK2 |
| 100≤HK≤200 | 16 | 14 | 8 |
| 200<HK≤250 | 10 | 14 | 8 |
| 250<HK≤650 | 8 | 8 | 6 |
| HK>650 | 6 | 6 | 4 |

4.3 标准块的稳定性

标准块的稳定性要求见表3。

**表3 标准块的稳定性要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准块的硬度范围 | 稳定性的最大允许值 | | |
| HK0.001～HK0.1 | >HK0.1～HK0.5 | >HK0.5～HK2 |
| 100≤HK≤200 | 8 | 7 | 4 |
| 200<HK≤250 | 5 | 7 | 4 |
| 250<HK≤650 | 4 | 4 | 3 |
| HK>650 | 3 | 3 | 2 |

5 校准条件

5.1 环境条件

硬度块应在(23±5)℃和相对湿度不超过70%的环境条件下进行校准，并应在校准记录和校准证书中说明。

校准硬度块时，周围环境应清洁，无明显振动，无腐蚀性气体，温度的变化应不超过1℃。

5.2 校准装置

标准块的硬度值、均匀度和稳定性用标准努氏硬度机进行校准，其技术要求见附录A。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准前检查

6.1.1 按4.1的要求，通过实际操作、观察和检验合格报告的方式进行标准块基本性能的检查，经检查符合要求后，再进行其他项目的校准。

6.1.2 校准前，应将标准块用汽油或酒精擦洗干净，并在试验环境中放置2h后再进行校准。

6.2 硬度值及均匀度的校准

6.2.1标准块在标准努氏硬度机上进行。校准时，应首先确定标准机的系统误差，并进行修正。

6.2.2 在标准块上均匀分布压出5个压痕，并选定一个压痕作为标准压痕。当为减小测量不确定度，压痕数量多于5个时，建议在均匀分布的五个区域共计压出10、15或25个压痕。两相邻压痕中心的距离及压痕中心至标准块边缘的距离均应不小于压痕长对角线长度的1/2，测量压痕的长对角线长度并计算硬度值，硬度值用3位有效数字表示。

6.2.3 所测5点或多于5点的硬度值的平均值即为标准块的硬度值。其中最大值与最小值之差除以硬度平均值即为均匀度。

6.3 稳定性的校准

本次校准硬度值与前次校准硬度值的差值除以前次标准块的硬度值，即为标准块的稳定性。

7 校准结果表达

7.1 标准块的标记

每一块标准块都应标注以下信息：

1. 硬度值；
2. 供应商或制造商的名称或标志；
3. 编号；
4. 试块的厚度或测试表面的识别标记；
5. 校准年份（如果没有在编号中标明校准年份的话）

所有标记都应当标刻在标准块的工作面边缘或侧面。当测试表面向上时，标准块侧面的标记应当处于正向位置。

7.2 校准证书

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

a) 标题：“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d) 校准证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e) 客户的名称和地址；

f) 被校对象的描述和明确标识；

g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k) 校准环境的描述；

l) 校准结果及其测量不确定度的说明；

m) 对校准规范的偏离的说明；

n）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

q) 其他需要说明的与本次校准有关的信息。

8 复校时间间隔

硬度块的复校时间间隔由硬度块的稳定性以及使用情况等因素决定，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔一般不超过1年。

附录 A

标准努氏硬度机的技术要求

B.1 通用技术要求

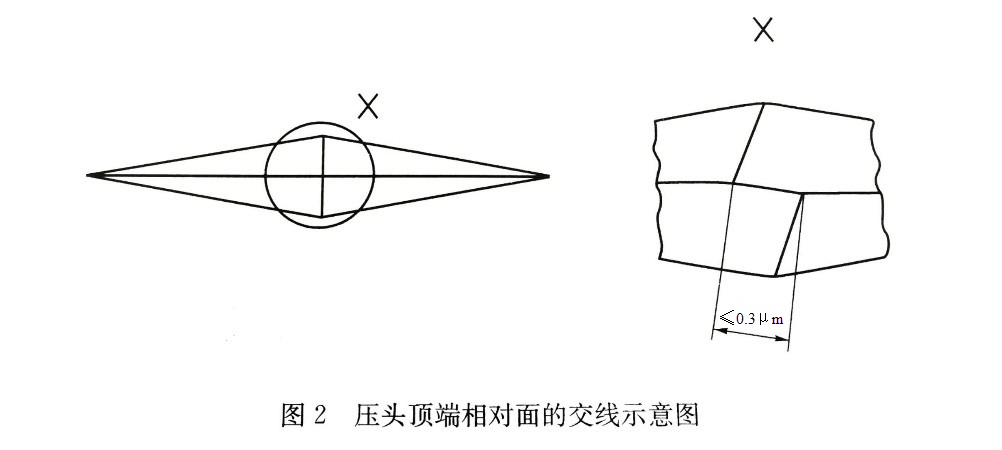
1. 硬度机应正确安装在稳固的基础上；
2. 标准压头柄应牢固的安装在主轴孔中；
3. 硬度机的主轴、加卸试验力升降机构、压痕测量装置等均应正常灵活的工作。
4. 压痕测量装置的照明在整个视场内应均匀，不影响读数，压痕应可以清晰地确定边界。
5. 试验循环时间（试验力的施加时间、保持时间和卸除时间）的最大允许误差为±0.5s。

B.2 试验力

1. 各级试验力的最大允许偏差为±0.5%。
2. 施加试验力时间（从开始施加试验力至试验力全部加上的时间）为（7±1）s，试验力保持时间为（14±1）s。
3. 压头下降的空程速度为（15～70）μm/s，传到标准机上的最大允许加速度应小于0.005 gn，（gn=9.80665m/s2）。

B.3 压头

1. 金刚石棱锥体（以下简称棱锥体）的四个面应严格抛光，棱锥体表面距顶端0.15mm范围内，表面不得有缺陷，平面度应在0.0003mm以内。
2. 棱锥体锥顶相对棱间的α角为172.5º±0.1º，β角为130º±0.1º；
3. 棱锥体轴线与压头柄轴线的倾斜角应小于0.3º；
4. 棱锥体四面应相交于一点，其相对面间的任一交线（横刃）长度应小于0.3μm（见图2）；
5. 压头的校准周期一般不超过5年。



B.4 压痕测量装置

1. 照明系统应使压痕测量装置获得最佳的分辨力，并可以得到清晰的压痕焦平面。
2. 压痕测量装置的最大允许误差应不超过±0.4μm或±0.5%d中的较大值。

附录 B

校准记录式样

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 送校单位 |  | | | | | | | | | | 单位地址 | | | |  | | | | | | |
| 制造厂商 |  | | | | | | | | | | 上周期值 | | | |  | | | | | | |
| 标准器 | 名 称 | | |  | | | | | | | 测量范围 | | | |  | | | | | | |
| 证书编号 | | |  | | | | | | | 有效期至 | | | |  | | | | | | |
| 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | |
| 校准环境 | 温度: | ℃ | | | | | 相对湿度: | | | | % | | | | 校准地点 | | | |  | | |
| 外观检查 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准结果 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 硬度块  编号 | 标尺 | 压痕长对角线读数/mm | | | | | | | | | | | | | | 硬度平均值 /HK | | 均匀度 /% | | | 厚度  /mm |
| 1 | | | 2 | | | 3 | | 4 | | | 5 | | |
|  |  |  | | |  | | |  | |  | | |  | | |  | |  | | |  |
|  | | |  | | |  | |  | | |  | | |
|  | | |  | | |  | |  | | |  | | |
|  | | |  | | |  | |  | | |  | | |
|  | | |  | | |  | |  | | |  | | |
| 标准压痕位置点 | | | | | | 第（ ）点 | | | | 标准压痕长对角线读数 | | | | | | d= mm | | | |
| 校准结果的不确定度： | | | | | | | | | | | | 稳定性 | | | | | |  | | | |
| 式中：——标准努氏硬度机引入的相对标准不确定度；——标准努氏硬度块测量引入的相对标准不确定度；——标准努氏硬度机的分辨力引入的相对标准不确定度；——灵敏系数均为——灵敏系数；为硬度平均值，为压痕长对角线平均值。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 依据文件 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准员 |  | | 核验员 | | |  | | | 校准日期 | | | | |  | | | 建议复校日期 | | |  | |

第 页，共 页

附录C

校准证书内页式样

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 证书编号: ××××××-×× | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准使用的计量标准装置 | | | | | | | | | | | | | | |
| 名称 | |  | | | | | | | 证书编号 | |  | 有效期至 | |  |
| 测量范围 | |  | | | | | | | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | | |  | | |
| 校准环境 | | 温度: ℃；相对湿度: % | | | | | | | 地 点 | | |  | | |
| 依据文件 | |  | | | | | | | | | | | | |
| 外观检查 | |  | | | | | | | | | | | | |
| 校 准 结 果 | | | | | | | | | | | | | | |
| 标尺 | 压痕长对角线读数/mm | | | | | | | | | 硬度平均值 /HK | | | 均匀度 /% | 厚度  /mm |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | | | 5 | |
|  |  | |  |  |  | | |  | |  | | |  |  |
|  | |  |  |  | | |  | |
|  | |  |  |  | | |  | |
|  | |  |  |  | | |  | |
|  | |  |  |  | | |  | |
| 标准压痕位置点 | | | 第（ ）点 | | | 标准压痕长对角线读数 | | | | | | d= mm | |
| 上周期值 |  | | | | | 稳定性 | | | | | |  | | |
| 校准结果的不确定度：*U*rel= | | | | | | | | | | | | | | |
| 说明：1、只准在工作面上使用；  2、校准点应均匀分布；  3、用后妥为保藏，防止锈蚀、碰撞 | | | | | | | | | | | | | | |
| 限制使用范围及条件**：** | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 本证书的校准结果仅对本次校准的测量仪器有效；  2未经实验室书面批准，不得部分复制本证书；  3 建议复校时间间隔： | | | | | | | | | | | | | | | |

附录 D

努氏硬度块校准硬度值不确定度评定方法及实例

D.1概述

D.1.1 被校对象：标准努氏硬度块；

D.1.2 校准用标准：标准努氏硬度机；

D.1.3 校准依据：JJFXXXX-20XX《标准努氏硬度块校准规范》；

D.1.4 环境条件：室温（23±5）℃；

D.1.5 校准方法：用符合规定的标准努氏硬度机对标准努氏硬度块硬度值进行校准。5次或多次校准结果的算术平均值即为标准努氏硬度块的硬度值。

D.2数学模型

式中：

——标准努氏硬度机引入的标准不确定度；

——标准努氏硬度块硬度值测量引入的标准不确定度；

——标准努氏硬度机的分辨力引入的标准不确定度；

——灵敏系数，

——灵敏系数

——灵敏系数；为硬度平均值，为压痕长对角线平均值。

D.3标准不确定度评定

D.3.1标准努氏硬度机引入的相对标准不确定度

根据标准努氏硬度机证书给出的相对扩展不确定度，按式（D.1）计算其相对标准不确定度为：

（D.1）

D.3.2标准努氏硬度机测量系统的分辨力引入的标准不确定度

标准努氏硬度机测量系统的分辨力，按式（D.2）计算：

（D.2）

式中：

——标准努氏硬度机测量系统的分辨力；

——显微镜物镜的光学分辨力，，其中为光源的波长，为所用镜头的数值孔径；

——测量系统显示指示器的分辨力。

标准努氏硬度机测量系统的分辨力引入的标准不确定度，将其看作均匀分布，按式（D.3）计算：

（D.3）

D.3.3标准努氏硬度块硬度值测量不准确引入的标准不确定度

标准努氏硬度块硬度值测量不准确引入的标准不确定度，按式（D.4）计算：

（D.4）

式中：

——标准努氏硬度块硬度值的测量标准差；

——系数，；

——测量次数，。

D.4合成标准不确定度

D.4.1主要标准不确定度分量汇总表见表D.1。

表D.1 主要标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 评定方法 | 包含因子k |
| 标准努氏硬度机引入的标准不确定度 | B类 | 2 |
| 标准努氏硬度机测量系统的分辨力引入的标准不确定度 | B类 |  |
| 标准努氏硬度块硬度值测量不准确引入的标准不确定度 | A类 | 1 |

D.4.2合成标准不确定度计算

因为各分量独立不相关，所以标准努氏硬度块硬度值的相对合成标准不确定度按按式（D.5）计算：

（D.5）

D.5扩展不确定度

取，则标准努氏硬度块硬度值的相对扩展不确定度按式（D.6）计算：

（D.6）

D.6标准努氏硬度块硬度值的给出

对于没有对标准机测量偏差进行修正的标准努氏硬度块硬度值，硬度值按式（D.7）给出：

（D.7）

式中：

——标准努氏硬度机的偏差。

对于已对标准机测量偏差进行修正的标准努氏硬度块硬度值，硬度值按式（D.8）给出：

（D.8）

D.7 实例

某次标准努氏硬度块实测所用标准努氏硬度机信息及硬度值实测结果见表D.2，标准机的偏差为1.5HK1。

表D.2标准机信息及硬度值实测结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实测结果 | | | | | | |
| 编号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 |
| 硬度值/HK1 | 362.6 | 364.4 | 362.2 | 361.1 | 364.4 | 362.9 |
| 长对角线长度/mm | 0.1981 | 0.1976 | 0.1982 | 0.1985 | 0.1976 | 0.1980 |
| 评定结果 | | | | | | |
|  |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |
| 0.00043mm |  | |  | |  | |
| 相对合成标准不确定度 | | | | | 0.6% | |
| 相对扩展不确定度 | | | | | 1.2% | |
| 扩展不确定度= | | | | | 4.4HK1 | |
| 未修正且含标准不确定度的标准硬度块硬度值： | | | | |  | |
| 已修正且含标准不确定度的标准硬度块硬度值： | | | | |  | |
| \*a—灵敏系数；为硬度平均值，为压痕长对角线平均值。 | | | | | | |