

JB/T 6050—2006

《钢铁热处理零件硬度测试通则》介绍

由中国机械工业联合会提出，全国热处理标准化技术委员会归口，北京机电研究所负责起草的 JB/T 6050—2006《钢铁热处理零件硬度测试通则》（以下简称新标准）已于 2006 年 5 月 6 日发布，2006 年 10 月 1 日实施。JB/T 6050—1992《钢铁热处理零件硬度检验通则》（以下简称旧标准）作废。

1 新旧标准的主要差异

1) 标准名称

由于硬度值的大小是按试验方法对试样的测定而来，所以硬度检验即为硬度测试，故新标准将“硬度检验”改为“硬度测试”。

2) 标准结构

a) 标准正文保持九章不变，但具体顺序和内容均有较大变化，如旧标准中的第 5 章在新标准中放在第 8 章，名称也由“检验设备与人员”改为“硬度计与测试人员”等；

b) 附录由一个增加为四个，将原附录 A（参考件）改为新标准的附录 C（资料性附录）等。

2 新标准的主要内容

1) 标准的适用范围

新标准规定了钢铁热处理零件硬度测试方法与硬度计选择、测试结果的判定、仲裁及测试报告；适用于钢铁热处理零件在室温环境中硬度的测试。

2) 相关术语和定义

新标准增加了“钢铁零件”、“硬度”两个术语。其中“钢铁零件”，即用钢或铸铁为材料制成的零件。材料中以铁为主要元素，并含有其他元素，其中钢的含碳量一般在 2% 以下，铸铁含碳量 $\geq 2\%$ 。“硬度”为固体坚硬的程度，即矿物或材料抵抗其他物体刻划或压入其表面的能力。就金属硬度测试而言，硬度的实质是材料抵抗另一较硬材料压入的能力。

3) 待测试件及测试部位的选取及要求

新标准的第 4 章“待测试件及测试部位的选取及要求”相当于旧标准的第 3 章“选取待检件的原

则”，由于对待测试件及测试部位的选取必将按一定的规则进行，故在名称中取消“原则”二字，而要求则是更进一步明确要表达的目的，因此在此章中新标准进行了改写。在对旧标准 3.1、3.2、3.3、3.4、和 3.6 条内容保持基本不变的情况下，取消了旧标准 3.5 条“特殊重要件一般应全部检验”的内容，增加了以下对待测试件的要求：

a) 为确保测试结果准确，待测试件外观不应存在影响测试结果的污物；

b) 待测试件应有足够质量和刚度及所选用的硬度测试方法所要求的厚度，保证测试过程中不产生震动和发生位移，以确保硬度测试结果的准确；

c) 对于表面硬化层有要求的待测试件，应保证测试结果能正确表征表面硬化层的硬度。

4) 硬度测试

新标准第 5 章包括旧标准第 4 章、第 6 章的内容，并在 5.1 条中增加了如下对测试面的品质要求：

a) 制备测试面过程中，应避免过热或冷作硬化等因素对表面硬度值的影响；

b) 待测试面不应有氧化、脱碳及影响测试结果

c) 待测试面的粗糙度应符合相应硬度测试方法的规定；

d) 待测试面尽可能选择平面，非平面测试面亦应能符合不同硬度测试方法的相关要求。

由于相关标准中对硬化层深度及硬度测试方法与试验力的选择都有规定，故在新标准 5.2 条中取消了旧标准中的表 1，即硬度试验方法与试验力的一般选择。并将旧标准中的表 2 修改为新标准的表 1，见本文表 1。

新标准的 5.3 条“测试部位与测试点数”的内容与旧标准的第 6 章“检验部位与试验点数”相当，由于 5.1 条已经对测试面做了规定，故取消了旧标准中 6.1.4 条“被检面应尽可能选择平面”。

5) 测试结果与硬度值表示

表1 经不同工艺热处理后的钢铁零件表面硬度测试方法及选用原则

热处理件类别	表面硬度测试方法标准	选用原则
正火件 与退火件	GB/T 230.1—2004《金属洛氏硬度试验 第1部分：试验方法》、GB/T 231.1—2002《金属布氏硬度试验 第1部分：试验方法》、GB/T 4340.1—1999《金属维氏硬度试验 第1部分：试验方法》、GB/T 17394—1998《金属里氏硬度试验方法》	一般按 GB/T 231.1 测试，或用 GB/T 17394 中 D 型装置测试
淬火件 和调质件	GB/T 230.1、GB/T 231.1、GB/T 4340.1、GB/T 4341—2001《金属肖氏硬度试验方法》、GB/T 13313—1991《轧辊肖氏硬度试验方法》、GB/T 17394	一般按 GB/T 230.1 (C 标尺) 测试；辊类件按 GB/T 13313 测试；调质件按 GB/T 231.1 测试；小件、薄件按 GB/T 230.1 (A 标尺或 15N 标尺) 或 GB/T 4340.1 测试
表面淬火件	GB/T 230.1、GB/T 4340.1、GB/T 4341、GB/T 13313、GB/T 17394	一般按 GB/T 230.1 (C 标尺) 测试；硬化层深度较浅时，可选用 GB/T 4340.1 或 GB/T 230.1 (15N 标尺或 30N 标尺) 测试；生产现场测试可用 GB/T 17394 中 D 型冲击装置测试
渗碳件 与碳氮共渗件	GB/T 230.1、GB/T 4340.1、GB/T 4341、GB/T 17394	一般按 GB/T 230.1 测试（有效硬化层深度大于 0.6mm 时，可用 A 标尺或 C 标尺）；硬化层深度较浅（小于 0.4mm）时，可选用 GB/T 4340.1 或 GB/T 230.1 (15N 标尺或 30N 标尺) 测试
渗氮件	GB/T 230.1、GB/T 4340.1、GB/T 4341、GB/T 18449.1—2001《金属努氏硬度试验 第1部分：试验方法》、GB/T 17394	一般按 GB/T 4340.1 测试（试验力一般选 98.07N，如果渗碳氮深度不大于 0.2mm 时，试验力一般不超过 49.03N）；渗碳层深度大于 0.3mm 时，亦可选用 GB/T 230.1 (15N 标尺) 测试，化合物层硬度按 GB/T 4340.1 测试（试验力一般小于 1.961N）
氮碳共渗件	GB/T 230.1、GB/T 4340.1、GB/T 18449.1、GB/T 17394	一般按 GB/T 4340.1 测试（试验力一般选 0.4903N ~ 0.9807N，如果渗层深度不小于 0.2mm 时，亦可选用 GB/T 17394 中 C 型冲击装置测试
其他渗非金属材料与渗金属材料	GB/T 18449.1、GB/T 4340.1、GB/T 17394	

新标准第6章“测试结果与硬度值表示”内容与旧标准第7章“测量数据的处理与表示”相当，较旧标准明确规定了“测试结果可能是单一的硬度值，也可能是一个硬度范围，但每一个硬度值均应按不同硬度测试方法的规定来确定。如连续五次有效读数为一个肖氏硬度测量值，即为一个硬度值”。同时，另外单独列出了第7章“仲裁试验”以解决争端。仲裁时机和依据如下：

a) 对硬度测试值产生异议或供需双方的硬度测试结果不一致时，可进行仲裁试验；

b) 仲裁试验可在共同认可的条件下，双方共同测试。亦可由权威部门用规定的测试方法进行测试，依据测试结果重新判定。

6) 硬度计与测试人员

新标准第8章“硬度计与测试人员”内容与旧标准第5章“检验设备与人员”基本相当，较旧标准明确了检验设备即硬度计及标准试块，它们均应符合相应国家标准和行业标准的规定，并处于检定有效期内，持有效期内的检定证书。明确规定“每一次测试前，要用标准试块对硬度计进行校准，校准合格后方可用于测试，否则，需进行调整或维修”。

7) 测试报告

新标准第9章“测试报告”较旧标准第9章“检验报告”多了“审核者签名或盖章及公章”一条。

8) 硬度符号与表示

附录A给出了硬度符号与表示及举例说明，见表2。

表2 硬度符号与表示及举例说明

硬度符号与表示	示例说明
350HBW5/750 600HBW1/30/20	表示用直径 5mm 的硬质合金球在 7.355kN 试验力下保持 10s ~ 15s 测定的布氏硬度值为 350; 表示用直径 10mm 的硬质合金球在 29.42kN 试验力下保持 10s ~ 15s 测定的布氏硬度值为 600
90HBR 62HRC 70HRN30	表示用直径 1.5875mm 的钢球在 980.7N 总试验力下以 B 标尺测定的洛氏硬度值为 90; 表示用金刚石圆锥 (120°) 压头在 1471N 总试验力下以 C 标尺测定的洛氏硬度值为 62; 表示用金刚石圆锥 (120°) 压头在 294.2N 总试验力下以 N 标尺测定的洛氏硬度值为 70
620HV30 660HV0.5/20 860HV0.02/30	表示在试验力为 294.2N 下保持 10s ~ 15s 测定的维氏硬度值为 620; 表示在试验力为 4.903N 下保持 20s 时测定的小负荷维氏硬度值为 660; 表示在试验力为 0.1961N 下保持 30s 时测定的显微维氏硬度值为 860
45HSC 50HSD 55HSE	表示用 C 型硬度计测定的肖氏硬度值为 45; 表示用 D 型硬度计测定的肖氏硬度值为 50; 表示用 E 型硬度计测定的肖氏硬度值为 55
700HLD 600HLDC 550HLG	表示用 D 型冲击装置测定的里氏硬度值为 700; 表示用 DC 型冲击装置测定的里氏硬度值为 600; 表示用 G 型冲击装置测定的里氏硬度值为 550
640HK0.1 640HK1/20	表示在试验力为 0.9807N 下保持 10s ~ 15s 测定的努氏硬度值为 640; 表示在试验力为 9.807N 下保持 20s 时测定的努氏硬度值为 640

9) 硬度符号、标准及硬度试验原理

a) 布氏硬度的测试原理

对一定直径的硬质合金球施加试验力使其压入试样表面, 经规定保持时间后, 卸除试验力, 测量试样表面压痕的直径。

$$\begin{aligned} \text{布氏硬度 (HBW)} &= \text{常数} \times \frac{\text{试验力}}{\text{压痕表面积}} \\ &= 0.102 \times \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \end{aligned}$$

式中: D 为球直径 (mm); F 为试验力 (N); d 为

压痕平均直径 (mm)。

b) 洛氏硬度的测试原理

将压头 (金刚石圆锥体、钢球或硬质合金球) 按规定分两个步骤压入试样表面, 经规定保持时间后, 卸除主试验力, 测量在初始试验压力下压痕残留的深度。

$$\text{洛氏硬度 (HR)} = N - \frac{h}{s}$$

式中: N 为给定标尺的硬度数; h 为压痕残留的深度 (mm); s 为给定标尺的单位 (mm)。

c) 维氏硬度的测试原理

将顶部两相对面具有规定角度的正四棱锥金刚石压头用试验力压入试样表面, 保持规定的时间后, 卸除试验力, 测量试样表面压痕对角线长度。

$$\text{维氏硬度 (HV)} = 0.102 \times \frac{2F \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} \approx 0.1891 \frac{F}{d^2}$$

式中: d 为两压痕对角线长度 d_1 和 d_2 的算术平均值 (mm)。

d) 肖氏硬度的测试原理

将规定形状的金钢石冲头从固定的高度 h_0 落在试样表面上, 冲头弹起一定高度 h , 用 h 与 h_0 的比值计算肖氏硬度值。

$$\text{肖氏硬度 (HS)} = K \frac{h}{h_0}$$

式中: K 为肖氏硬度系数; h 与 h_0 单位均为 mm。

e) 里氏硬度的测试原理

用规定质量的冲击体在弹力作用下以一定速度冲击试样表面, 用冲头在距离试样表面 1mm 处的回弹速度与冲击速度的比值计算里氏硬度值。

$$\text{里氏硬度 (HL)} = 1000 \frac{v_R}{v_A}$$

式中: v_R 为冲击体回弹速度; v_A 为冲击体冲击速度。

f) 努氏硬度的测试原理

将顶部两相对面具有规定角度的菱形棱锥体金刚石压头用试验力压入试样表面, 经规定保持时间后卸除试验力, 测量试样表面压痕长对角线的长度。

$$\begin{aligned} \text{努氏硬度 (HK)} &= \text{常数} \times \frac{\text{试验力}}{\text{压痕投影面积}} = 0.102 \times \frac{F}{Cd^2} \\ &= 0.102 \times \frac{F}{0.07028d^2} = 1.451 \frac{F}{d^2} \end{aligned}$$

式中: C 为压头常数; d 为压痕对角线长度 (mm)。