



中华人民共和国国家标准

GB/T 24523—2020
代替 GB/T 24523—2009

金属材料 快速压入(布氏型) 硬度试验方法

Metallic materials—Test method for rapid indentation
(Brinell type) hardness testing

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 24523—2009《金属材料快速压痕(布氏)硬度试验方法》，与 GB/T 24523—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 修改了范围(见第 1 章,2009 年版的第 1 章)；
- 修改了规范性引用文件(见第 2 章,2009 年版的第 2 章)；
- 修改了原理(见第 4 章,2009 年版的第 4 章)；
- 修改了符号与说明(见第 5 章,2009 年版的第 3 章)；
- 删除了试验力应具有初始试验力和工作试验力的规定(见 2009 年版的 5.2.1)；
- 删除了关于试验温度的规定(见 2009 年版的 7.1)；
- 删除了关于选取初试验力的规定(见 2009 年版的 7.2)；
- 删除了关于试验循环时间的规定(见 2009 年版的 7.3)；
- 增加了硬度极值的确定(见第 9 章)；
- 增加了影响测量结果准确度的因素(见第 10 章)；
- 修改了试验报告(见第 11 章,2009 年版的第 8 章)；
- 删除了硬度计的检验与校准(见 2009 年版的第 9 章)；
- 删除了标准硬度块的标定(见 2009 年版的第 10 章)；
- 修改了硬度计的检验与校准(见附录 A,2009 年版的附录 C)；
- 删除了使用者对金属快速压入(布氏型)硬度计的日常检验,其技术内容合并到附录 A(见附录 A,2009 年版的附录 D)。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：沈阳天星试验仪器有限公司、钢铁研究总院、泉州市丰泽东海仪器硬度块厂、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：张路明、高怡斐、陈俊薪、吴益文、张凤林、侯慧宁。

本文件的所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB/T 24523—2009。

引 言

本文件规定的试验方法主要用于需要对大量零件快速地进行布氏型硬度试验的场合,例如热处理炉的出炉检验。

本文件要求对压入深度进行测量,不要求按照布氏硬度试验方法使用光学仪器对压痕直径进行测量。

本文件给出的方法不是标准的布氏硬度试验方法,不符合 GB/T 231.1 试验方法的要求。

由于快速压入(布氏型)硬度计的不同制造商可能采用不同的试验力,采用不同的方法将压入深度值转换为布氏硬度值,因此,不同制造商生产的硬度计,其试验结果不一定具有可比性。

注:布氏型硬度试验是指允许布氏硬度试验的三个基本参数,即试验力、压头直径和试验循环时间不完全符合 GB/T 231.1规定的硬度试验。布氏型硬度试验的试验结果不能直接用 HBW 表示。



金属材料 快速压入(布氏型) 硬度试验方法

1 范围

本文件规定了金属材料快速压入(布氏型)硬度试验的原理、符号、试验设备、试样、试验程序、硬度极值的确定、影响测量结果准确度的因素和试验报告。

本文件适用于应用快速压入(布氏型)硬度计在生产现场对零件进行快速布氏型硬度的检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 231.1—2018 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 231.2 金属材料 布氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准

GB/T 231.3 金属材料 布氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定

GB/T 13634 金属材料 单轴试验机检验用标准测力仪的校准

JJG 144 标准测力仪检定规程

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 原理

将碳化钨合金球压头在规定的条件下压入金属材料表面,并测量压入深度。压入深度从施加初试验力后建立的基准位置开始测量。压入深度测量值转换为总压入深度,再转换为相应标尺的布氏硬度值。

快速压入(布氏型)硬度值按式(1)计算。

$$HBWT = 0.102F / (\pi Dh) \quad \dots\dots\dots (1)$$

注:由于不同制造商生产的硬度计采用的初试验力值可能不同,硬度计测得的压入深度与总压入深度的转换方法由硬度计制造商决定。

5 符号和说明

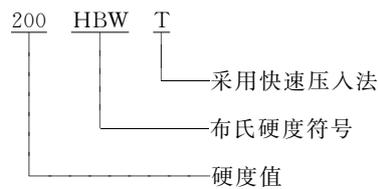
5.1 表1给出的符号和说明适用于本文件。

表 1 符号和说明

符号	说明	单位
D	压头直径	mm
F	总试验力	N
h	总压入深度	mm
HBWT	快速压入(布氏型)硬度	—

5.2 采用快速压入(布氏型)硬度试验方法测得的硬度值表示方法如下示例。

示例：



6 试验设备

6.1 硬度计

6.1.1 快速压入(布氏型)硬度计应使用一个适合待测试样的测台或试样支撑装置,并对与试样接触的压头施加试验力,硬度计还应包括一套压入深度测量及示值显示系统。

6.1.2 硬度计应按附录 A 进行检验与校准。

6.1.3 硬度计可直接施加总试验力,也可分别施加初试验力和总试验力。

6.1.4 硬度计应保证施加到压头上的试验力加载平稳,且无影响测量结果的冲击力。应采取预防措施,避免由系统惯性及液压系统过冲等引起的过载。

6.1.5 硬度计的设计和制造,应保证在试验力的施加和卸载过程中,压头不会出现转动或侧向移动。

6.1.6 硬度计测台的底面和支撑面应保持清洁,无附着物。

6.1.7 有关硬度计的特点、限制条件及操作方法,可参考硬度计的使用手册。

6.2 试验力和压头

6.2.1 总试验力通常为 29.42 kN(3000 kgf)、14.71 kN(1500 kgf)、9.806 kN(1000 kgf)或 4.903 kN(500 kgf),如果可以保证测量精度,经供需双方协商,也可以采用更小的试验力。如果使用初试验力,初试验力的大小由硬度计制造商决定。

6.2.2 用于快速压入(布氏型)硬度试验的压头应是符合 GB/T 231.2 规定的碳化钨合金球。

6.3 压入深度测量装置

6.3.1 压入深度测量装置应符合 A.3.3.2 的规定。测量压入深度的方法由硬度计制造商决定。

6.3.2 硬度计的显示应包括测得的压入深度值和相应的布氏硬度值。显示的布氏硬度值应是由测得的压入深度转换而来的相应标尺的布氏硬度值。测得的压入深度转换为布氏硬度值的方法由硬度计制造商决定。

7 试样

7.1 一般要求

快速压入(布氏型)硬度计检测的试样主要是在生产现场需要快速检验布氏型硬度的大批量生产的零件,零件可以是平的,也可以是曲面的。任何能用 GB/T 231.1—2018 规定的试验方法检测的零件,都可以使用快速压入(布氏型)硬度计进行检测。

7.2 试样表面加工

为了准确的测量压入深度,并为了去除影响试样硬度测量真实性的表面状况(例如脱碳、氧化层),必要时应对试样表面进行打磨、切削或抛光处理。在进行试样表面加工时,应注意尽量减小对试样表面硬度的影响(例如由于过热或冷加工)。当使用支撑测台时,与测台接触的试样表面应洁净,应无可能影响试验结果的各种状况。

7.3 试样厚度

试样厚度应至少为总压入深度的 8 倍,以保证试样背面不会出现由试验力引起的凸起或其他痕迹。不同硬度试验条件下,能测试的试样最小厚度与压痕直径的关系见 GB/T 231.1—2018 的附录 A。

8 试验程序

8.1 选择试验条件

总试验力和压头直径的选择应符合 GB/T 231.1—2018 的规定,并且应与准备代替的布氏硬度试验条件相同。

8.2 压痕间隔

从压痕中心到试样边缘或另一压痕边缘的距离应至少为压痕直径的 2.5 倍。

8.3 施加试验力

使压头垂直于试样表面移动,无冲击、振动和过载地接触试验面,压头轴线及加力方向应垂直于试验表面。

8.4 压入深度测量

按照制造商的使用说明测量压入深度。当使用本试验方法检测零件硬度时,建议记录测得的压入深度值。

9 硬度极值的确定

快速压入(布氏型)硬度试验通常仅用于测量有限的布氏硬度范围。为了确定一个给定零件可接受的硬度极值(最大值和最小值),应使用快速压入(布氏型)硬度计对代表可接受范围极值的样品进行测量,测量结果可作为快速压入(布氏型)硬度试验的测量范围极值。

10 影响测量结果准确度的因素

某些因素会影响测量结果的准确度,参见附录 B。

11 试验报告

试验报告应包含以下内容:

- a) 本文件编号;
- b) 总试验力和初试验力;
- c) 压头直径;
- d) 压入深度值和相应标尺的布氏硬度值;
- e) 试验日期。

附录 A

(规范性)

快速压入(布氏型)硬度计的检验与校准

A.1 总则

A.1.1 快速压入(布氏型)硬度计有三种检验方法:直接检验、间接检验和日常检验。

A.1.2 直接检验是通过对试验力、压入深度测量装置和压头进行直接测量,检验硬度计的关键部件是否在允差范围内的过程。

A.1.3 间接检验是通过使用标准硬度块或已知硬度的零件或样品,对硬度计的性能进行周期性检验的过程。

A.1.4 日常检验是通过使用标准硬度块或已知硬度的零件或样品,在间接检验期间内,对硬度计的性能进行监测的过程。

注 1:可能需要参照制造商的说明书进行本附录中规定的部分检验。

注 2:样品通常是从待测零件上截取下来的。

A.2 总体要求

A.2.1 应在规定的条件下,按照表 A.1 规定的周期间隔,或在发生可能影响硬度计性能的情况时,对硬度计进行检验。

A.2.2 应使用分辨力至少为 1 °C 的温度计,对检验地点的温度进行测量,建议对整个检测期间的温度进行监测,记录并报告明显的温度变化。在日常检验中,不需要对检验地点的温度进行测量。

A.2.3 当用户有溯源要求时,按本附录要求进行测量所使用的全部分量器具都应能溯源到国家基准。

A.2.4 硬度计的间接检验应在硬度计的使用地点进行。

A.2.5 对于新制造或重新装配的硬度计,直接检验可在制造、重新装配、维修或使用地点进行。

A.2.6 检验快速压入(布氏型)硬度计的校准装置应经过有资质的计量机构的检验或校准。

表 A.1 快速压入(布氏型)硬度计检验周期

检验程序	检验条件及周期
直接检验	a) 新的硬度计,或当硬度计经过调试、改动或维修后可能对试验力的施加或压入深度测量装置产生影响时; b) 间接检验不合格时
间接检验	a) 硬度计安装时; b) 直接检验后; c) 建议每 12 个月检验一次,但应不超过 18 个月,如有需要可增加频次
日常检验	a) 应在每天使用硬度计之前进行检验; b) 建议在改变压头或试验力时检验

A.3 直接检验

A.3.1 一般要求

应在表 A.1 规定的条件下,对硬度计进行直接检验,应按 A.3.2、A.3.3、A.3.4 的要求对试验力、压入深度测量装置和压头进行检验。

A.3.2 试验力的检验

A.3.2.1 应使用符合 GB/T 13634 规定的 1 级或优于 1 级的,或符合 JJG 144 规定的 0.3 级的标准测力仪测量试验力。

A.3.2.2 应对每个试验力进行三次测量。在与试验相同的条件下施加试验力,并对其进行测量;为了使测力仪能够取得准确测量值,如有必要,允许采用更长的试验力保持时间。

A.3.2.3 每个试验力应准确到标称值的 1 % 以内。

A.3.3 压入深度测量装置的检验

A.3.3.1 应通过与准确度优于压头直径 0.016 % 的仪器进行比较,对用于测定压入深度的测量装置进行检验。

注:如果对压入深度测量装置不能进行直接检验,可通过使用标准布氏硬度块和已检验合格的压头所做的间接检验结果对其性能进行检查。

A.3.3.2 压入深度测量装置应能正确显示压入深度,其准确度应为压头直径的 $\pm 0.05\%$ 。

A.3.4 压头的检验

A.3.4.1 应按照 GB/T 231.2 的规定检验碳化钨合金球。

A.3.4.2 用于检验的碳化钨合金球可以用同批次生产的其他碳化钨合金球代替。

A.4 间接检验

A.4.1 应按照表 A.1 给出的检验周期,对硬度计进行间接检验。可根据硬度计的使用情况,要求比表 A.1 频次更高的间接检验。

A.4.2 应对下一次间接检验之前硬度计将要使用的每个总试验力和压头直径的组合进行检验。

A.4.3 应使用符合 GB/T 231.3 规定的标准布氏硬度块,或使用经 GB/T 231.1—2018 试验方法测试的已知硬度的零件或样品,通过各进行三次试验的方式,对快速压入(布氏型)硬度计进行间接检验。使用的两个标准硬度块、零件或样品应覆盖将要检测的最软和最硬的零件。当需要检测曲面零件时,应使用具有相同曲率半径的已知硬度的零件或样品对硬度计进行检验。

A.4.4 应在与硬度计实际使用时相同的条件下对硬度计进行间接检验,应使用相同的试验力、相同直径的压头和相同的加力时间。

A.4.5 每个压痕的平均直径与标准硬度块上标准压痕直径的偏差应不大于 2 %。

A.4.6 6.3.2 规定的压入深度显示值的准确度,应符合制造商给出的技术参数。当快速压入(布氏型)硬度计显示布氏硬度值时,每次试验的显示值与标准硬度块或零件(或样品)标示值的偏差应不大于 3 %。

A.5 日常检验

A.5.1 日常检验是硬度计使用者在间接检验周期内,监测硬度计性能的重要手段。作为最低要求,应按照表 A.1 给出的时间表,对将要使用的每个总试验力及压头直径的组合进行日常检验。

A.5.2 日常检验的程序与间接检验相同,但日常检验只要求使用一个标准硬度块或一个已知硬度值的零件(或样品)进行至少一次试验。A.4.5 和 A.4.6 规定的最大允许偏差适用于日常检验。建议日常检验使用的标准硬度块或零件(或样品)的硬度值接近将要使用硬度范围的中间值。当需要检测曲面零件时,应使用具有相同曲率半径的已知硬度的零件(或样品)对硬度计进行日常检验。

A.6 检验报告

A.6.1 一般要求

应由检验人员填写检验报告,直接检验和间接检验都需要提供检验报告,日常检验不需要检验报告。

A.6.2 检验报告信息

A.6.2.1 直接检验的检验报告应包含以下信息:

- a) 本文件编号;
- b) 快速压入(布氏型)硬度计的识别信息,包括型号和编号;
- c) 检验所用全部设备的识别信息,包括编号及其量值溯源上级标准的识别信息;
- d) 检验时的温度,至少分辨到 1 °C;
- e) 用于确定硬度计是否符合检验要求的测量结果和计算结果;
- f) 如对硬度计进行了调整或维修,对调试或维修的描述;
- g) 检验日期及检验机构名称;
- h) 检验人员识别信息。

A.6.2.2 间接检验的检验报告应包含以下信息:

- a) 本文件编号;
- b) 快速压入(布氏型)硬度计的识别信息,包括型号和编号;
- c) 检验所用全部设备的识别信息,包括编号及其量值溯源上级标准的识别信息;
- d) 检验时的温度,至少分辨到 1 °C;
- e) 被检试验力和压头的组合;
- f) 用于确定硬度计是否符合检验要求的测量结果和计算结果;
- g) 如对硬度计进行了调整或维修,对调试或维修的描述;
- h) 检验日期及检验机构名称;
- i) 检验人员识别信息。

A.6.3 日常检验

日常检验不要求检验报告,建议保留日常检验的记录,包括检验日期、测量结果、标准硬度块的标定值、标准硬度块编号和检验人员识别信息等。这些记录可用于评估硬度计的长期性能。

附录 B

(资料性)

影响测量结果准确度的因素

B.1 概述

在 GB/T 231.2 中,对采用 GB/T 231.1 试验方法的布氏硬度计测量结果的不确定度进行了评定。

在本文件规定的试验方法中,由于不同制造商生产的硬度计可能使用不同的试验力,可能使用不同的压入深度值转换为相应布氏硬度值的方法,不同制造商生产的硬度计的测量结果不一定具有可比性,因此难以对采用本试验方法生产的快速压入(布氏型)硬度计的测量结果进行统一的不确定度评定。可以对影响测量结果准确度的各种因素进行分析,以便硬度计的使用者对所用硬度计测量结果的准确度进行评估。

GB/T 231.2 对布氏硬度计测量结果进行了不确定度评定,其中分析到的影响硬度计测量结果准确度的误差因素,除光学测量装置外,在快速压入(布氏型)硬度计上都存在。此外,还有其他因素会引入误差,对这些误差因素的简单分析见 B.2。

B.2 影响快速压入(布氏型)硬度计测量结果准确度的误差因素

B.2.1 初试验力引入的误差

6.2.1 规定,初试验力的大小由硬度计制造商决定。初试验力的大小可能会对压痕的正确性产生影响。

B.2.2 试验循环时间引入的误差

本文件没有对试验循环时间做出规定。快速压入(布氏型)硬度计通常使用比 GB/T 231.1 规定更短的试验循环时间,较短的试验循环时间会对硬度测量结果产生影响。零件的硬度越低,这个影响越大。

B.2.3 压入深度测量引入的误差

压入深度测量装置可以引入如下的测量误差:

- a) 压入深度测量装置的检验设备测量不确定度引入的误差;
- b) 压入深度测量值与检验设备指示值之间的偏差;
- c) 压入深度测量装置测量分辨率引入的误差。

零件硬度越高,试验用压头直径越小,压入深度测量误差对硬度测量结果的影响就越大。

B.2.4 压入深度值转换为布氏硬度值的方法不同引入的误差

不同的硬度计制造商会采用不同的方法将压入深度值转换为相应标尺的布氏硬度值。这种转换过程会引入误差,不同的转换方法会引入不同程度的误差。

B.2.5 使用已知硬度的零件对硬度计进行检验引入的误差

B.2.5.1 A.4.3 和 A.5.2 规定,在间接检验和日常检验中可以使用标准硬度块,也可以使用已知硬度的

零件,这些零件的硬度应使用按照 GB/T 231.1 试验方法工作的布氏硬度计测出。当使用这些零件检验硬度计时,与使用标准硬度块相比,测得其硬度值的布氏硬度计测量误差会作为另外的误差被引入。

B.2.5.2 用于检验硬度计的零件的硬度不均匀性也会引入误差。

B.3 本文件控制测量误差的措施

B.3.1 本文件在 A.3 中规定了总试验力、压头和压入深度测量装置的最大允许误差。通过直接检验可以控制由试验力、压头和压入深度测量装置引入的误差。

B.3.2 本文件在 A.4.5 中规定了试验压痕与标准硬度块上标准压痕之间的允许偏差。本文件通过这一规定,可以保证压出的压痕准确,将包括试验循环时间在内的影响压痕准确性的误差因素对测量结果的影响,控制在可接受的范围内。

B.3.3 本文件在 A.4.6 中规定了当测得的压入深度转化为相应标尺的布氏硬度值时,这一硬度值与标准硬度块或已知硬度值的零件(或样品)硬度标示值的最大允许偏差。本文件通过这一规定,可以在各种误差因素的综合影响下,将转换后布氏硬度值的准确度控制在可接受的范围。

