



中华人民共和国国家标准

GB/T 38751—2020

热处理件硬度检验通则

General rules of hardness test for heat treated parts

2020-04-28 发布

2020-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 硬度检验方法选用原则	2
5 待检样品	4
6 检验环境	4
7 人员要求	4
8 仪器管理	5
9 硬度检验	5
10 检验结果与硬度值表示	6
11 检验报告与报告报出	6
12 不确定度评定	7
附录 A(资料性附录) 不同硬度检验方法与适用范围(仅限于钢铁零件)	8
附录 B(规范性附录) 硬度检验方法与待检验件允许的最小厚度	9
附录 C(规范性附录) 不同硬度检验方法的曲面检验硬度修正值	15
附录 D(资料性附录) 不同检验方法的硬度值表示	21

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国热处理标准化技术委员会(SAC/TC 75)提出并归口。

本标准起草单位：江苏丰东热处理及表面改性工程技术研究有限公司、北京机电研究所有限公司、天津市热处理研究所有限公司、株洲中车天力锻业有限公司、上海大众动力总成有限公司、常州新区河海热处理工程有限公司、珠海格力电器股份有限公司、西安福莱特热处理有限公司。

本标准主要起草人：史有森、李俏、王琴、宋宝敬、苏立武、李鹏、殷和平、胡余生、陈森、王安民、毕革平。



热处理件硬度检验通则

1 范围

本标准规定了热处理件硬度检验方法选用原则、待检样品、检验环境、人员要求、仪器管理、硬度检验、检验结果与硬度值表示、检验报告与报告报出、不确定度评定的内容。

本标准适用于金属材料热处理件的硬度检验。使用便携式硬度计时也可参照执行。

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 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 230.2 金属材料 洛氏硬度试验 第2部分:硬度计(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)的检验与校准
- GB/T 230.3 金属材料 洛氏硬度试验 第3部分:标准硬度块(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)的标定
- GB/T 231.1 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 1172 黑色金属硬度及强度换算值
- GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 4340.2 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 4340.3 金属材料 维氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定
- GB/T 4341.1 金属材料 肖氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 4341.2 金属材料 肖氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验
- GB/T 4341.3 金属材料 肖氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定
- GB/T 7232 金属热处理工艺 术语
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 13313 轧辊肖氏、里氏硬度试验方法
- GB/T 17394.1 金属材料 里氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 17394.2 金属材料 里氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准
- GB/T 17394.3 金属材料 里氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定
- 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
- GB/T 33362 金属材料 硬度值的换算

3 术语和定义

GB/T 7232界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

硬度 hardness

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。

3.2

检验 test

对实体的一个或多个特性进行诸如测量、检查、试验或度量,并将其结果与规定的要求进行比较,以确定每项特性的合格情况所进行的活动。

3.3

校准 calibration

在规定条件下,先确定测量标准提供的量值与相应示值之间的关系,然后确定由示值获得测量结果的关系。

注:测量标准提供的量值与相应示值都有测量不确定。

3.4

检定 verification

查明和确认测量仪器符合法定要求的活动。

注:检定包括检查、加标记和/或出具检定证书。

4 硬度检验方法选用原则

4.1 按试验原理将硬度检验方法分为洛氏、布氏、维氏、里氏、肖氏及努氏等,不同方法的适用范围参见附录 A 中表 A.1。

4.2 一般检验方法可根据工件的材料及硬度高低进行选择。常用热处理件的硬度范围及检验方法参见表 1。

4.3 不同工艺热处理后零件硬度检验方法及选用原则参见表 2。

4.4 选定检验方法后,如果试样的硬度范围、厚度、大小等允许,应选用较大的试验力进行检验。

4.5 对于硬度值小于 450 HBW 的金属工件,宜选用布氏硬度检验方法。

表 1 常用热处理件的硬度范围及检验方法

工件材料	热处理工艺	热处理后硬度范围	检验方法
优质碳素结构钢	热轧 退火 等温正火	131 HBW~302 HBW 140 HBW~255 HBW 150 HBW~180 HBW	布氏硬度法 GB/T 231.1
合金结构钢	退火	140 HBW~269 HBW	布氏硬度法 GB/T 231.1
碳素工具钢	退火 淬火后	140 HBW~217 HBW ≥62 HRC	布氏硬度法 GB/T 231.1 洛氏硬度法 GB/T 230.1
合金工具钢	钢厂交货状态 淬火	140 HBW~268 HBW ≥45 HRC~64 HRC	布氏硬度法 GB/T 231.1 洛氏硬度法 GB/T 230.1
高速工具钢	钢厂交货状态 淬火+回火	≤285 HBW ≥63 HRC~66 HRC	布氏硬度法 GB/T 231.1 洛氏硬度法 GB/T 230.1
轴承钢	退火 淬火 回火	170 HBW~207 HBW 58 HRC~66 HRC	布氏硬度法 GB/T 231.1 洛氏硬度法 GB/T 230.1

表 1 (续)

工件材料	热处理工艺	热处理后硬度范围	检验方法
弹簧钢	热轧 淬火+中温回火	≤ 321 HBW ≤ 50 HRC	布氏硬度法 GB/T 231.1 洛氏硬度法 GB/T 230.1
灰口铸铁		150 HBW~280 HBW	布氏硬度法 GB/T 231.1
球墨铸铁		130 HBW~320 HBW	布氏硬度法 GB/T 231.1
可锻铸铁(黑心)		120 HBW~290 HBW	布氏硬度法 GB/T 231.1
可锻铸铁(白心)		≤ 230 HBW	布氏硬度法 GB/T 231.1
耐热铸铁		160 HBW~364 HBW	布氏硬度法 GB/T 231.1
铁基粉末冶金	烧结 渗碳淬火或碳氮共渗淬火	160 HBW~364 HBW 60 HRA ~83 HRA	布氏硬度法 GB/T 231.1 洛氏硬度法 GB/T 230.1
马氏体不锈钢	退火 淬火或固溶+回火或时效	≤ 230 HBW ≤ 520 HBW	布氏硬度法 GB/T 231.1
奥氏体型不锈钢	淬火或固溶+回火或时效	≤ 300 HBW	布氏硬度法 GB/T 231.1
沉淀硬化型	淬火或固溶+回火或时效	30 HRC~50 HRC	洛氏硬度法 GB/T 230.1
铸造铝合金	固溶+时效	≤ 321 HBW	布氏硬度法 GB/T 231.1

表 2 不同工艺热处理后零件硬度检验方法及选用原则

热处理工艺	硬度检验方法及执行标准	选用原则
正火与退火	洛氏硬度法 GB/T 230.1 布氏硬度法 GB/T 231.1 维氏硬度法 GB/T 4340.1	一般按 GB/T 231.1 检验,当硬度低于 225 HBW 时,可按 GB/T 230.1(C 标尺)或 GB/T 4340.1 检验
淬火与回火 调质处理	洛氏硬度法 GB/T 230.1 布氏硬度法 GB/T 231.1 维氏硬度法 GB/T 4340.1 肖氏硬度法 GB/T 4341.1 里氏硬度法 GB/T 17394.1	淬火与回火件一般按 GB/T 230.1(C 标尺)方法检验;对调质处理件可按 GB/T 231.1 方法检验;对小件、薄片按 GB/T 230.1(A 标尺或 15 N 标尺)或 GB/T 4340.1 方法检验;对大件可选 GB/T 4341.1 或 GB/T 17394.1 方法检验
感应淬火与火焰淬火	洛氏硬度法 GB/T 230.1 维氏硬度法 GB/T 4340.1 肖氏硬度法 GB/T 4341.1 里氏硬度法 GB/T 17394.1 努氏硬度法 GB/T 18449.1	检验表面硬化层深度时按 GB/T 4340.1 或 GB/T 18449.1 方法检验;表面硬度可按 GB/T 230.1 方法检验;对大件可按 GB/T 4341.1 或 GB/T 17394.1 方法检验
渗碳与碳氮共渗	洛氏硬度法 GB/T 230.1 维氏硬度法 GB/T 4340.1 肖氏硬度法 GB/T 4341.1 里氏硬度法 GB/T 17394.1	对硬化层深度(CHD)可按 GB/T 4340.1 方法检验;当 CHD ≥ 0.65 mm 时,表面硬度可按 GB/T 230.1 方法检验;对大件可按 GB/T 4341.1 或 GB/T 17394.1 方法检验
渗氮与氮碳共渗	洛氏硬度法 GB/T 230.1 维氏硬度法 GB/T 4340.1 肖氏硬度法 GB/T 4341.1 里氏硬度法 GB/T 17394.1	检验氮化层深度(NHD)时按 GB/T 4340.1 方法检验,试验力 2.94 N(0.3 kgf);脆性评级时按 GB/T 4340.1 方法检验,试验力为 98.07 N;表面硬度可按 GB/T 230.1 方法检验;对大件可按 GB/T 4341.1 或 GB/T 17394.1 方法检验

表 2 (续)

热处理工艺	硬度检验方法及执行标准	选用原则
其他渗非金属材料	维氏硬度法 GB/T 4340.1 洛氏硬度法 GB/T 230.1 里氏硬度法 GB/T 17394.1	表面硬度一般按 GB/T 4340.1 方法检验;基体硬度按 GB/T 230.1方法检验,对大件可按 GB/T 17394.1 方法检验

5 待检样品

5.1 试样

5.1.1 热处理件硬度检验时可选用实物产品或随炉试样。选用随炉试样时,其材料牌号、原材料钢坯批次号、锻造状态、预处理状态、特征尺寸等应与实物保持一致。

5.1.2 当随炉试样硬度的检验结果不合格时,允许对实物零件本体硬度进行复检,并以其结果作为判定值。

5.1.3 随炉试样一般不应用于仲裁硬度检验。

5.2 抽样

5.2.1 热处理件硬度检验的抽样数量、位置、频次应根据委托单位的规定选取。可选取实物零件作为待检验件,也可采用与零件材料和状态相同的随炉试样来代替实物作为待检验件。

5.2.2 对于批量零件在抽样进行硬度检验时,抽样率与抽样位置应保证被选热处理件能代表同炉处理零件的热处理结果。

5.3 制样

5.3.1 待检面不应有氧化皮、外来污物及油脂、脱碳、裂纹,其支撑面及边缘应无氧化皮、毛刺或其他可见变形痕迹。待检面的表面粗糙度 Ra 一般不大于 $1.6 \mu\text{m}$,采用维氏、努氏硬度检验时一般根据样品的材料特性进行抛光或电解抛光处理。

5.3.2 试样制备过程中应避免受热冷加工等因素的影响。

5.3.3 不同检验方法要求的试样最小厚度见附录 B。

5.3.4 对形状不规则,尺寸小和厚度薄的试样应进行冷或热镶嵌后才能检验。

6 检验环境

6.1 检验环境应清洁干燥,无振动、无腐蚀性气体。

6.2 检验场所的环境温度一般为 $10 \text{ }^\circ\text{C} \sim 35 \text{ }^\circ\text{C}$ 。硬度计检定/校准或期间核查时的环境温度应控制在 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

6.3 检验场所的相对湿度应不大于 70%或硬度计使用环境条件规定的范围内。

7 人员要求

7.1 检验人员应熟悉所用硬度计的试验原理、操作规程、试验方法、日常点检、数据处理和检验报告报出及相关热处理工艺,并经培训考核持证上岗。

7.2 应定期监督检验人员的技能和检验工作质量。

8 仪器管理

8.1 硬度计

8.1.1 硬度计铭牌上应注明硬度计的名称、规格型号、编号、制造商名称及出厂年月,安装时应符合 GB/T 230.2、GB/T 231.2、GB/T 4340.2、GB/T 4341.2、GB/T 17394.2 或 GB/T 18449.2 的规定和要求。

8.1.2 硬度计压头的使用和维护应满足 GB/T 230.2、GB/T 231.2、GB/T 4340.2、GB/T 4341.2、GB/T 17394.2 或 GB/T 18449.2 的相关规定,首次使用时应采用显微镜或放大镜检查压头表面,日常使用过程中应定期检查。重新研磨或修复的压头应校验后才能使用。

8.1.3 硬度计的示值重复性和示值误差应满足 GB/T 230.2、GB/T 231.2、GB/T 4340.2、GB/T 4341.2、GB/T 17394.2 或 GB/T 18449.2 的相关规定及产品的检验需求。

8.1.4 硬度计首次使用、移动后使用和大修后使用应由有资质的检定/校准机构进行检定/校准,具备计量溯源性。

8.1.5 硬度计上应有检定或校准标识,并注明校准或检定日期,检定/校准周期不应超过 12 个月。无检定/校准证书或检定/校准证书超出有效期的硬度计不应用于检验。

8.1.6 每天使用硬度计前应对硬度标尺或范围进行检查,在标定过的标准块上测量的硬度(平均)值与检定证书上标准值的差值应在 GB/T 230.2、GB/T 231.2、GB/T 4340.2、GB/T 4341.2、GB/T 17394.2 或 GB/T 18449.2 给出的最大允许误差范围内。

8.1.7 应制定硬度计的日常点检、检定/校准、期间核查等管理要求并实施和记录。

8.2 标准块

8.2.1 应使用有资质制造商生产并经标定合格的标准块。

8.2.2 标准块的厚度、硬度均匀度的最大允许值、标识、证书,试验面与支撑面的平面度、平行度,试验面外观、表面粗糙度等应满足 GB/T 230.3、GB/T 231.3、GB/T 4340.3、GB/T 4341.3、GB/T 17394.3 或 GB/T 18449.3 的相关规定。

8.2.3 标准块仅对其标定的标尺有效。

8.2.4 首次检定后的标准块检定周期为 1 年,1 年后复检合格且稳定性满足要求才能继续使用。以后检定周期一般不超过 2 年。

8.2.5 使用过的标准块不得磨制后再重新进行检定和使用。

9 硬度检验

9.1 一般要求

9.1.1 硬度检验前应确认检验环境、样品状态、硬度计状态,由有资质的检验人员按硬度计操作规程和检验作业指导书进行检验。

9.1.2 检验时应保证待检验面与压头压入方向垂直。

9.1.3 硬度检验过程应满足 GB/T 230.1、GB/T 231.1、GB/T 4340.1、GB/T 4341.1、GB/T 17394.1 或 GB/T 18449.1 等规定以及待检验件的检验作业指导书。

9.2 待检验部位确定

9.2.1 待检验部位应具有代表性或图纸规定的部位。

- 9.2.2 待检验部位应能够用规定的硬度计方便、快捷、准确地进行硬度检验。
- 9.2.3 待检验部位要求磨掉氧化层、脱碳层或刀痕时,不应超出工艺要求所规定的机加工余量。
- 9.2.4 待检验部位应保证硬度压痕不影响工件表面的最终质量。
- 9.2.5 一个工件的待检验部位可以是一个或多个,但应反映该工件的整体硬度水平。
- 9.2.6 相邻检验部位的距离应满足 GB/T 230.1、GB/T 231.1、GB/T 4340.1、GB/T 4341.1、GB/T 13313、GB/T 17394.1 或 GB/T 18449.1 的规定。

9.3 检验点数

- 9.3.1 按图纸或供货合同要求确定每个待检验件的测试点数,每个检验点对应一个硬度值。
- 9.3.2 每一待检验件在正式测量前,一般先测一个点,该点不记入检验点数,只确认检验系统工作条件是否正常。
- 9.3.3 发现某一点的检验结果异常时,可以在该检验点附近补测 2 次,但原异常测试结果应与补测数值同时记录。

10 检验结果与硬度值表示

- 10.1 检验结果应根据测量系统的修正值进行修正。
- 10.2 曲面待检验件的检验结果应根据 GB/T 230.1、GB/T 231.1、GB/T 4340.1、GB/T 4341.1、GB/T 17394.1 或 GB/T 18449.1 的规定进行修正,不同硬度检验方法的曲面检验硬度修正值见附录 C。
- 10.3 对检验值进行数值修约时应按 GB/T 8170 规定执行。
- 10.4 硬度值的表示方法应符合 GB/T 230.1、GB/T 231.1、GB/T 4340.1、GB/T 4341.1、GB/T 17394.1 或 GB/T 18449.1 的规定。不同硬度检验方法的硬度值表示方法可参考附录 D。记录硬度平均值时,一般在硬度平均值后面加括号注明计算硬度平均值所用的各测试点硬度值。
- 10.5 不同硬度值之间的换算或硬度值与抗拉强度之间的换算应符合 GB/T 1172、GB/T 33362 等相关规定,但换算值不应替代选用正确的检验方法测得的硬度值和抗拉强度值,需考虑换算的不确定性。
- 10.6 使用换算硬度值时应在换算值后面加括号注明硬度实测值。

11 检验报告与报告报出

11.1 检验报告包括但不限于下列内容:

- a) 检验单位的名称、地点及送检方的名称,报告的唯一性编号;
- b) 检验样品名称、图号、热处理批次号、材料牌号、数量及热处理状态及其他有关说明;
- c) 检验环境的温度、湿度;
- d) 硬度检验方法或标准,必要时应说明检验部位与检验点数、抽样方法、抽样日期;
- e) 硬度值检验结果;
- f) 检验日期及检验者签名或盖章;
- g) 审核者签名或盖章;
- h) 检验结果仅与被检验样品有关的声明;
- i) 送检方其他要求。

11.2 检验报告采用电子版报出时应采用 PDF 格式。

11.3 当需要更改、修订或重新发布已发出报告时,应在报告中清晰标识修改的信息,标注修改的原因。当有必要发出全新的报告时,应予以重新编制唯一性编号,并注明所替代的原报告编号。

12 不确定度评定

12.1 用硬度计进行校准/检定、期间核查时需要进行不确定度评定。

12.2 不确定度评定可按 GB/T 230.1、GB/T 231.1、GB/T 4340.1、GB/T 4341.1、GB/T 17394.1 或 GB/T 18449.1 的方法进行。

附 录 A
(资料性附录)

不同硬度检验方法与适用范围 (仅限于钢铁零件)

表 A.1 给出了不同硬度检验方法与适用范围。

表 A.1 不同硬度检验方法与适用范围

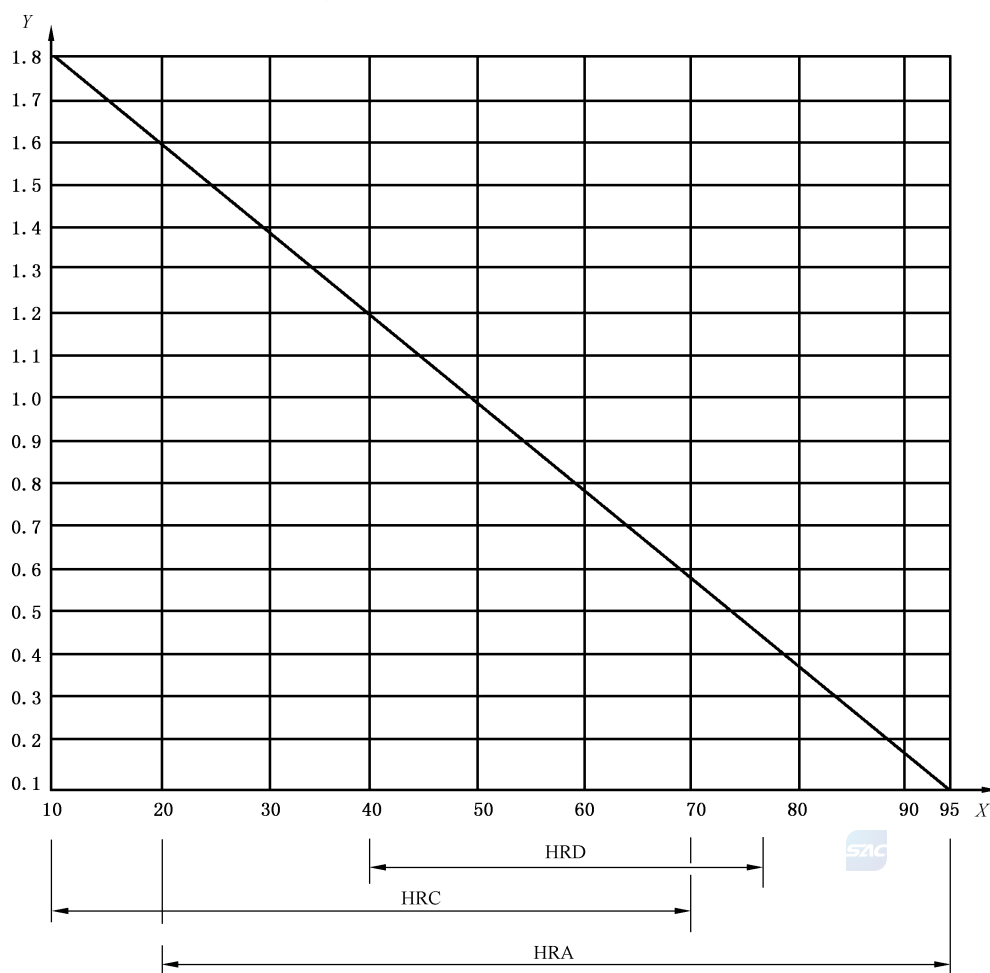
硬度 检验方法	检验方法 参考标准	适用范围
布氏硬度	GB/T 231.1	统一规定用不同直径的硬质合金球为检验用球,不再使用钢球为检验用球。布氏硬度检验上限值可达 650HBW,扩大了布氏硬度的适用范围。 一般情况下适用于检验退火件、正火件及调质件的硬度值,特殊条件下亦可检验钢铁零件其他热处理后的硬度值。 对于铸铁件,硬质合金球直径一般为 2.5 mm、5 mm 和 10 mm。现场检验可用便携式或锤击式硬度计,对成品件不宜采用布氏硬度检验方法
洛氏硬度	GB/T 230.1	适用于批量件、成品件及半成品件的硬度检验,有 A、B、C、D、E、F、G、H、K、N 和 T 等多种标尺: A 标尺适于检验高硬度淬火件、较小与较薄件的硬度,以及具有中等厚度硬化层零件的表面硬度; B 标尺适于检验硬度较低的退火件、正火件及调质件; C 标尺适于检验经淬火回火等热处理后零件的硬度,以及具有较厚硬化层零件的表面硬度; N 标尺适于检验薄件、小件的硬度以及具有浅或中等厚度硬化层零件的表面硬度; 对晶粒粗大且组织不均的零件不宜采用
维氏硬度	GB/T 4340.1	有 3 种检验方法: a) 试验力范围为 49.03 N~980.7 N,主要用于检验小件、薄件的硬度以及具有浅或中等厚度硬化层零件的表面硬度,现场检验可用超声硬度计。 b) 试验力范围为 1.961 N~29.42 N,适用于检验小件、薄件的硬度以及具有浅硬化层零件的表面硬度。 c) 试验力范围为 0.098 07 N~0.980 7 N,适用于检验微小件、极薄件和显微组织的硬度,以及具有极薄或极硬硬化层零件的表面硬度
肖氏硬度	GB/T 4341.1 GB/T 13313	检验范围为 5 HS~105 HS,主要用于较高硬度和高硬度大件的表面硬度现场检验,也是各种辊类件专用的硬度检验方法
里氏硬度	GB/T 17394.1	适用于大型金属件及部件里氏硬度的检验。该检验方法具有多种检验冲击装置,也适用于钢铁零件热处理后在现场进行的硬度检验
努氏硬度	GB/T 18449.1	试验力一般不超过 9.807 N,主要用于检验微小件、极薄件和显微组织的硬度,以及具有极薄或极硬硬化层零件的表面硬度

附录 B
(规范性附录)

硬度检验方法与待检验件允许的最小厚度

B.1 洛氏硬度检验方法与待检验件允许的最小厚度

洛氏硬度检验法中待检验件允许的最小厚度见图 B.1、图 B.2 和图 B.3。

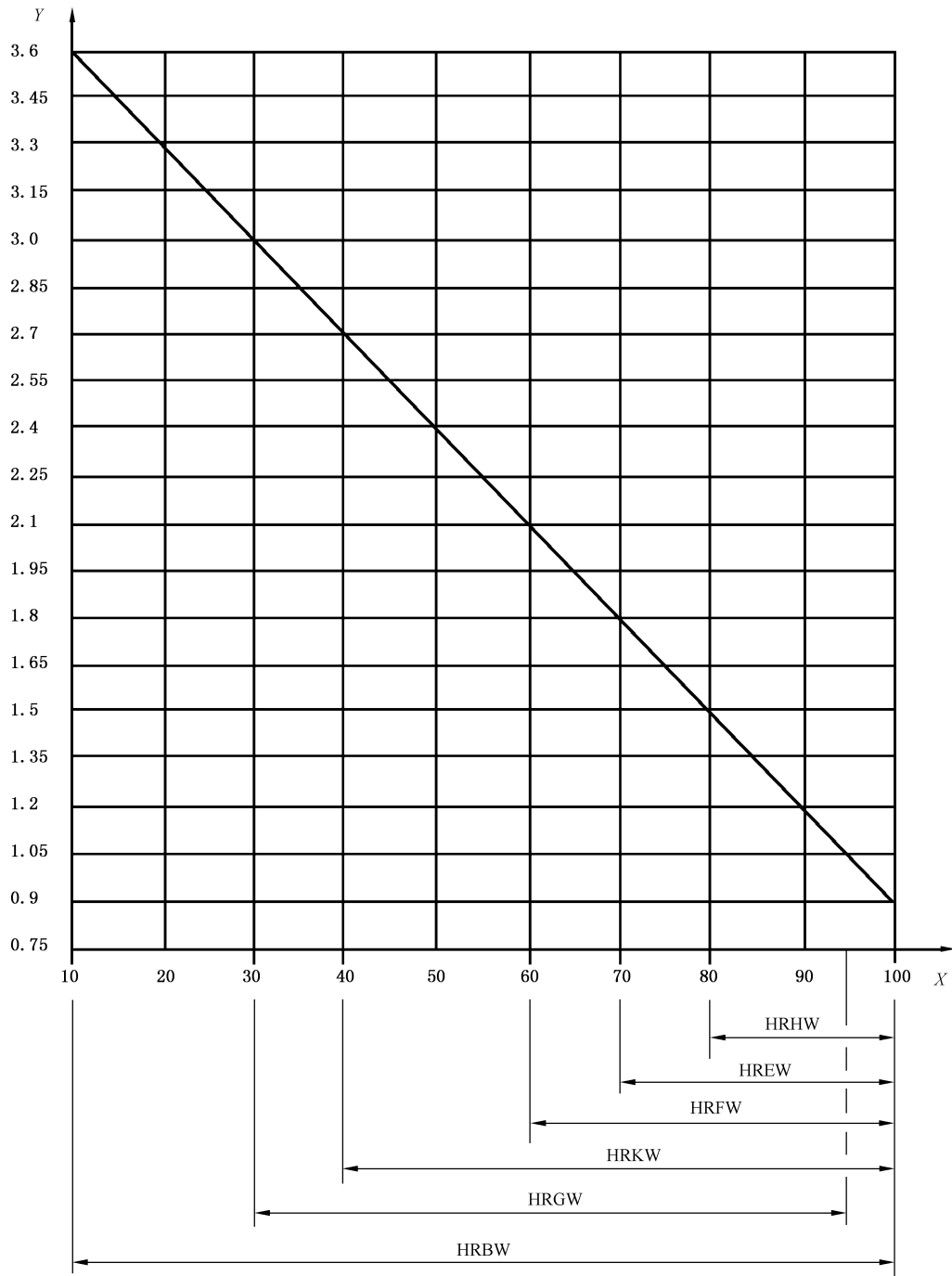


说明：

X —— 洛氏硬度；

Y —— 试样最小厚度，单位为毫米 (mm)。

图 B.1 洛氏硬度金刚石圆锥压头试验 (A、C 和 D 标尺)

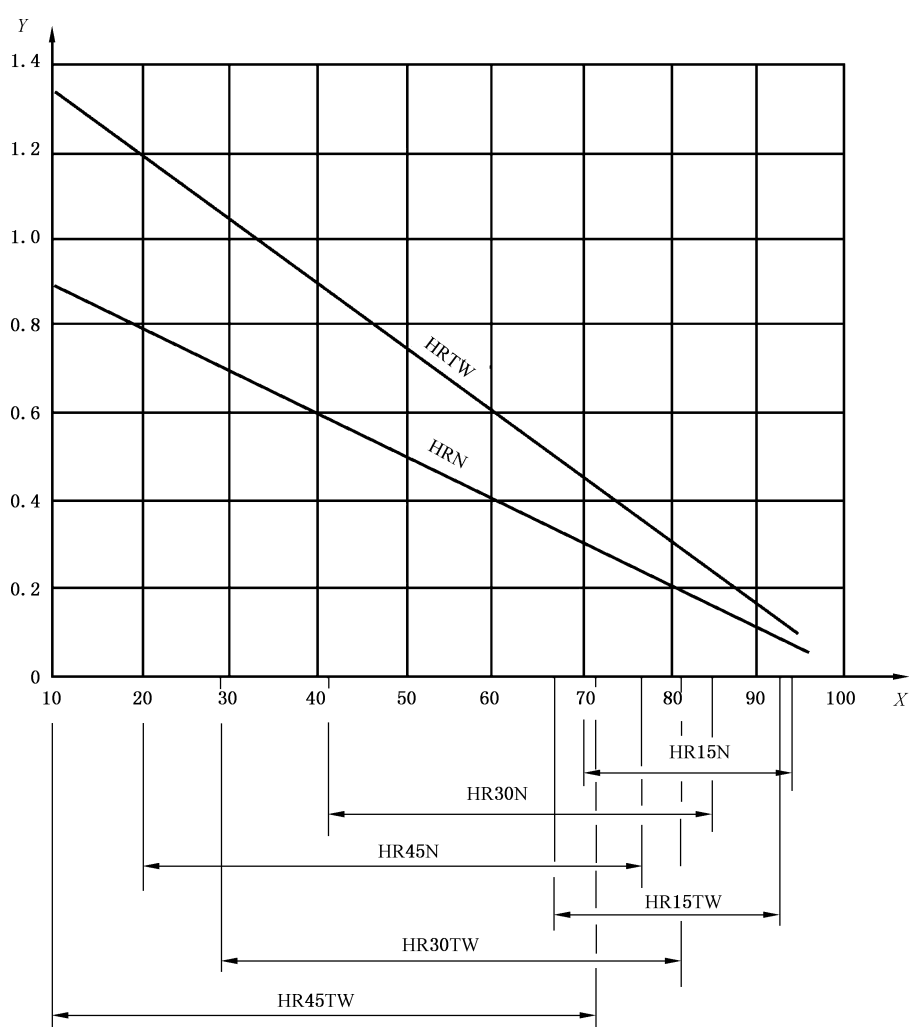


说明：

X —— 洛氏硬度；

Y —— 试样最小厚度，单位为毫米(mm)。

图 B.2 洛氏硬度球形压头试验(B、E、F、G、H 和 K 标尺)



说明：

X —— 洛氏硬度；

Y —— 试样最小厚度，单位为毫米(mm)。

图 B.3 表面洛氏硬度试验(N 和 T 标尺)

B.2 里氏硬度检验法对试样的质量和厚度要求

里氏硬度检验法对试样的质量和厚度要求见表 B.1。

表 B.1 里氏硬度试样的质量和厚度要求

冲击设备类型	最小质量	最小厚度(未耦合)	最小厚度(耦合)
D、DC、DL、D+15、S、E	5 kg	25 mm	3 mm
G	15 kg	70 mm	10 mm
C	1.5 kg	10 mm	1 mm

B.3 布氏硬度检验法压痕平均直径与试样最小厚度关系

布氏硬度压痕平均直径与试样最小厚度关系见表 B.2。

表 B.2 布氏硬度压痕平均直径与试样最小厚度关系

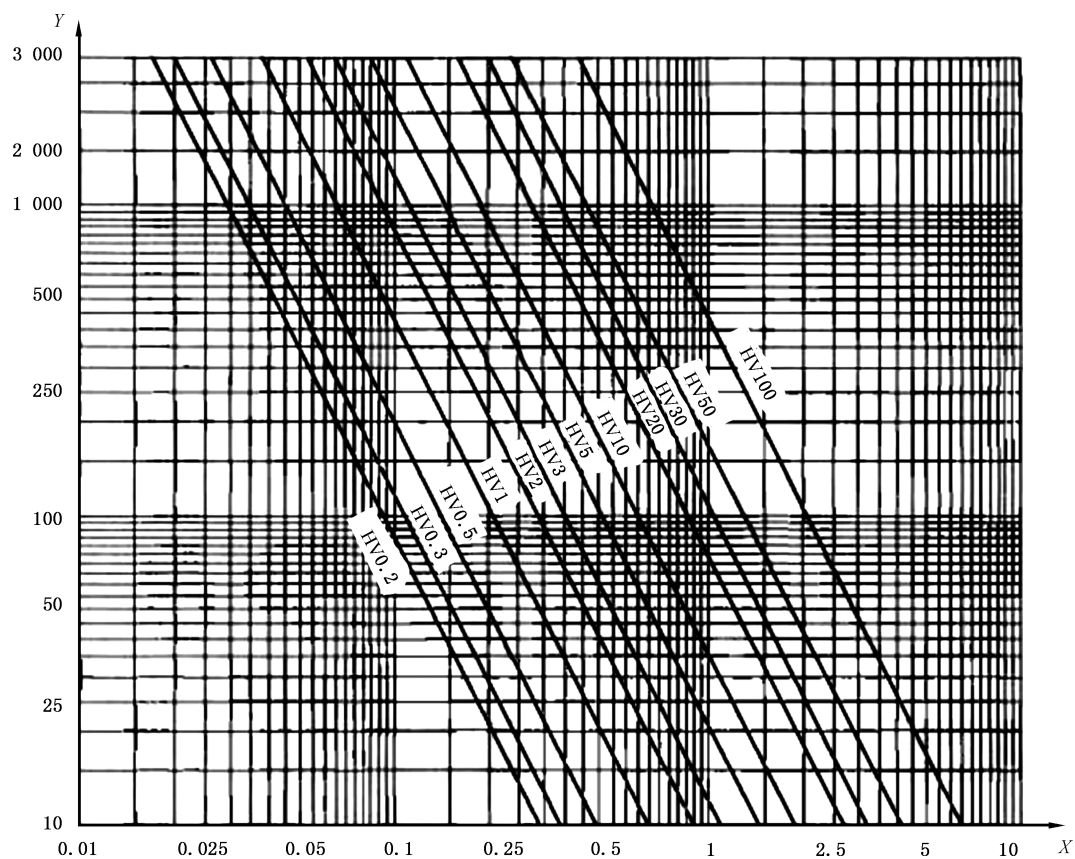
压痕的平均直径 d mm	最小厚度/mm			
	$D=1$	$D=2.5$	$D=5$	$D=10$
0.2	0.08			
0.3	0.18			
0.4	0.33			
0.5	0.54			
0.6	0.80	0.29		
0.7		0.40		
0.8		0.53		
0.9		0.67		
1.0		0.83		
1.1		1.02		
1.2		1.23	0.58	
1.3		1.46	0.69	
1.4		1.72	0.80	
1.5		2.00	0.92	
1.6			1.05	
1.7			1.19	
1.8			1.34	
1.9			1.50	
2.0			1.67	
2.2			2.04	
2.4			2.46	1.17
2.6			2.92	1.38
2.8			3.43	1.60
3.0			4.00	1.84
3.2				2.10
3.4				2.38
3.6				2.68
3.8				3.00
4.0				3.34
4.2				3.70
4.4				4.08
4.6				4.48
4.8				4.91
5.0				5.36

表 B.2 (续)

压痕的平均直径 d mm	最小厚度/mm			
	$D=1$	$D=2.5$	$D=5$	$D=10$
5.2				5.83
5.4				6.33
5.6				6.86
5.8				7.42
6.0				8.00

B.4 维氏硬度检验法试样最小厚度-试验力-硬度关系

维氏硬度检验时试样最小厚度-试验力-硬度关系见图 B.4 和图 B.5。

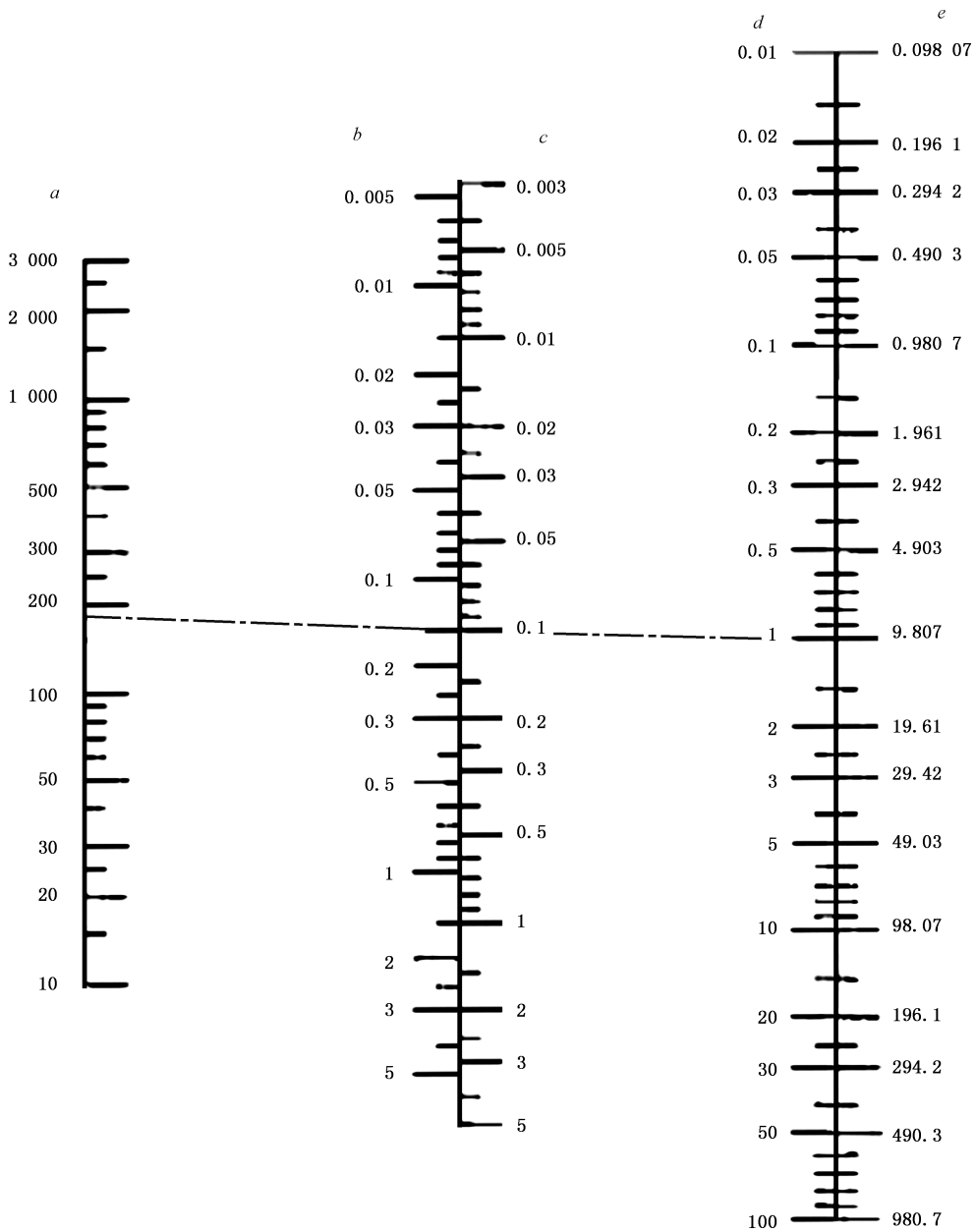


说明：

X —— 试样厚度，单位为毫米(mm)；

Y —— 硬度值，HV。

图 B.4 试样最小厚度-试验力-硬度关系图(HV0.2~HV100)



说明：

本图按试样最小厚度为压痕对角线长度的 1.5 倍设计，将右边标尺选定的试验力和左边标尺硬度值作一连接线，此连接线与中间标尺的交点所示的值为该条件下的试样最小厚度。其中：

- a* —— 硬度值；
- b* —— 试样最小厚度，单位为毫米(mm)；
- c* —— 对角线长度，单位为毫米(mm)；
- d* —— 硬度符号，HV；
- e* —— 试验力 *F*，单位为牛顿(N)。

图 B.5 试样最小厚度图

附 录 C
(规范性附录)

不同硬度检验方法的曲面检验硬度修正值

C.1 洛氏硬度检验法曲面检验硬度修正值

洛氏硬度检验法的曲面检验硬度修正值,见表 C.1、表 C.2、表 C.3、表 C.4 和表 C.5。

表 C.1 用金刚石圆锥压头试验(A、C 和 D 标尺)

洛氏硬 度值	洛氏硬度修正值								
	曲率半径/mm								
	3	5	6.5	8	9.5	11	12.5	16	19
20				2.5	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0
25			3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
30			2.5	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5
35		3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5
40		2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5
45	3.0	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5
50	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
55	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0
60	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
65	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
70	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
75	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0
80	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0
85	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0
90	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0

注：大于 3 HRA、3 HRC 和 3 HRD 的修正值太大，未列入表中。

表 C.2 用 1.587 5 mm 球形压头试验(B、F 和 G 标尺)

洛氏硬度值	洛氏硬度修正值						
	曲率半径/mm						
	3	5	6.5	8	9.5	11	12.5
20				4.5	4.0	3.5	3.0
30			5.0	4.5	3.5	3.0	2.5

表 C.2 (续)

洛氏硬度值	洛氏硬度修正值						
	曲率半径/mm						
	3	5	6.5	8	9.5	11	12.5
40			4.5	4.0	3.0	2.5	2.5
50			4.0	3.5	3.0	2.5	2.0
60		5.0	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0
70		4.0	3.0	2.5	2.0	2.0	1.5
80	5.0	3.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.5
90	4.0	3.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.0
100	3.5	2.5	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5

注：大于 5 HRB、5 HRF 和 5 HRG 的修正值，未列入表中。

表 C.3 表面洛氏硬度试验(N 标尺)^{a、b}

表面洛氏 硬度值	表面洛氏硬度修正值					
	曲率半径 ^c /mm					
	1.6	3.2	5	6.5	9.5	12.5
20	(6.0) ^d	3.0	2.0	1.5	1.5	1.5
25	(5.5) ^d	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0
30	(5.5) ^d	3.0	2.0	1.5	1.0	1.0
35	(5.0) ^d	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0
40	(4.5) ^d	2.5	1.5	1.5	1.0	1.0
45	(4.0) ^d	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
50	(3.5) ^d	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
55	(3.5) ^d	2.0	1.5	1.0	0.5	0.5
60	3.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5
65	2.5	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5
70	3.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5
75	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0
80	1.0	0.5	0.5	0.5	0	0
85	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
90	0	0	0	0	0	0

^a 修正值仅为近似值，代表从表中给出曲面上实测平均值，精确至 0.5 个表面洛氏硬度单位。
^b 圆柱面的试验结果受主轴及 V 型试台与压头同轴度、试样表面粗糙度及圆柱面平直度综合影响。
^c 对表中其他半径的修正值可用线性内插法求得。
^d 括号中的修正值经协商后方可使用。

表 C.4 表面洛氏硬度试验(T 标尺)^{a,b}

表面洛氏 硬度值	表面洛氏硬度修正值						
	曲率半径 ^c /mm						
	1.6	3.2	5	6.5	8	9.5	12.5
20	(13) ^d	(9.0) ^d	(6.0) ^d	(4.5) ^d	(3.5) ^d	3.0	2.0
30	(11.5) ^d	(7.5) ^d	(5.0) ^d	(4.0) ^d	(3.5) ^d	2.5	2.0
40	(10.0) ^d	(6.5) ^d	(4.5) ^d	(3.5) ^d	3.0	2.5	2.0
50	(8.5) ^d	(5.5) ^d	(4.0) ^d	3.0	2.5	2.0	1.5
60	(6.5) ^d	(4.5) ^d	3.0	2.5	2.0	1.5	1.5
70	(5.0) ^d	(3.5) ^d	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0
80	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5
90	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5

^a 修正值仅为近似值,代表从表中给出曲面上实测平均值。精确至 0.5 个表面洛氏硬度单位。
^b 圆柱面的试验结果受主轴及 V 型试台与压头同轴度、试样表面粗糙度及圆柱面平直度综合影响。
^c 对表中其他半径的修正值可用线性内插法求得。
^d 括号中的修正值经协商后方可使用。

表 C.5 凸球面上 C 标尺洛氏硬度修正值

洛氏硬度 度值	洛氏硬度修正值								
	凸球面直径 d /mm								
	4	6.5	8	9.5	11	12.5	15	20	25
55 HRC	6.4	3.9	3.2	2.7	2.3	2.0	1.7	1.3	1.0
60 HRC	5.8	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.5	1.2	0.9
65 HRC	5.2	3.2	2.6	2.2	1.9	1.7	1.0	1.0	0.8

C.2 维氏硬度检验法的曲面检验硬度修正系数

维氏硬度检验法的曲面检验硬度修正系数分别见表 C.6、表 C.7、表 C.8、表 C.9、表 C.10 和表 C.11, 实际值等于测量值×修正系数。

表 C.6 维氏硬度在凸球面上硬度修正系数

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.004	0.995	0.023	0.975
0.009	0.990	0.028	0.970
0.013	0.985	0.033	0.965
0.018	0.980	0.038	0.960

表 C.6 (续)

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.043	0.955	0.114	0.900
0.049	0.950	0.122	0.895
0.055	0.945	0.130	0.890
0.061	0.940	0.139	0.885
0.067	0.935	0.147	0.880
0.073	0.930	0.156	0.875
0.079	0.925	0.165	0.870
0.086	0.920	0.175	0.865
0.093	0.915	0.185	0.860
0.100	0.910	0.195	0.855
0.107	0.905	0.206	0.850

注： d = 压痕对角线的平均值(mm)， D = 凸球面的直径(mm)，表中未列出的 d/D 值可以用内插法计算。

表 C.7 维氏硬度在凹球面上硬度修正系数

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.004	1.005	0.057	1.080
0.008	1.010	0.060	1.085
0.012	1.015	0.063	1.090
0.016	1.020	0.066	1.095
0.020	1.025	0.069	1.100
0.024	1.030	0.071	1.105
0.028	1.035	0.074	1.110
0.031	1.040	0.077	1.115
0.035	1.050	0.079	1.120
0.038	1.055	0.082	1.125
0.041	1.060	0.084	1.130
0.045	1.065	0.087	1.135
0.048	1.065	0.089	1.140
0.051	1.070	0.091	1.145
0.054	1.075	0.094	1.150

注： d = 压痕对角线的平均值(mm)， D = 凹球面的直径(mm)，表中未列出的 d/D 值可以用内插法计算。

表 C.8 维氏硬度在凸圆柱面上硬度修正系数(一对角线与圆柱轴线呈 45°)

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.009	0.995	0.109	0.940
0.017	0.990	0.119	0.935
0.026	0.985	0.129	0.930
0.035	0.980	0.139	0.925
0.044	0.975	0.149	0.920
0.053	0.970	0.159	0.915
0.062	0.965	0.169	0.910
0.071	0.960	0.179	0.905
0.081	0.955	0.189	0.900
0.090	0.950	0.200	0.895
0.100	0.945		

注： d = 压痕对角线的平均值(mm)， D = 凸圆柱面的直径(mm)，表中未列出的 d/D 值可以用内插法计算。

表 C.9 维氏硬度在凹圆柱面上硬度修正系数(一对角线与圆柱轴线呈 45°)

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.009	1.005	0.127	1.080
0.017	1.010	0.134	1.05
0.025	1.015	0.141	1.090
0.034	1.020	0.148	1.095
0.042	1.025	0.155	1.100
0.050	1.030	0.162	1.105
0.058	1.035	0.169	1.110
0.066	1.040	0.176	1.115
0.074	1.045	0.183	1.120
0.082	1.050	0.189	1.125
0.089	1.055	0.196	1.130
0.097	1.060	0.203	1.135
0.104	1.065	0.209	1.140
0.112	1.070	0.216	1.145
0.119	1.075	0.222	1.150

注： d = 压痕对角线的平均值(mm)， D = 凹圆柱面的直径(mm)，表中未列出的 d/D 值可以用内插法计算。

表 C.10 维氏硬度在凸圆柱面上硬度修正系数(一对角线平行于圆柱轴线)

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.009	0.995	0.085	0.965
0.019	0.990	0.104	0.950
0.029	0.985	0.126	0.955
0.041	0.980	0.153	0.950
0.054	0.975	0.189	0.945
0.068	0.970	0.243	0.940

注： d = 压痕对角线的平均值(mm)， D = 凸圆柱面的直径(mm)，表中未列出的 d/D 值可以用内插法计算。

表 C.11 维氏硬度在凹圆柱面上硬度修正系数(一对角线平行于圆柱轴线)

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.008	1.005	0.087	1.080
0.016	1.010	0.090	1.085
0.023	1.015	0.093	1.090
0.030	1.020	0.097	1.095
0.036	1.025	0.100	1.100
0.042	1.030	0.103	1.105
0.048	1.035	0.105	1.110
0.053	1.040	0.108	1.115
0.058	1.045	0.111	1.120
0.063	1.050	0.113	1.125
0.067	1.055	0.116	1.130
0.071	1.060	0.118	1.135
0.076	1.065	0.120	1.140
0.079	1.070	0.123	1.145
0.083	1.075	0.125	1.150

注： d = 压痕对角线的平均值(mm)， D = 凹圆柱面的直径(mm)，表中未列出的 d/D 值可以用内插法计算。

附录 D
(资料性附录)

不同检验方法的硬度值表示

表 D.1 给出了不同检验方法硬度值表示。

表 D.1 不同检验方法的硬度值表示

硬度检验方法	硬度值示例	符号代表意义
洛氏硬度	70HR30TW	70——洛氏硬度值； HR——洛氏硬度符号； 30T——洛氏标尺符号； W——使用球形压头的类型,W=硬质合金球,S=钢球
布氏硬度	600HBW1/30/20	600——布氏硬度值； HBW——布氏硬度符号； 1——硬质合金球直径,mm； 30——施加的试验力对应的 kgf 值,30 kgf=294.2 N； 20——试验力保持时间(20 s)。不在规定的时间范围(10 s~15 s)内时标注实际值
维氏硬度	640HV30/20	640——维氏硬度值； HV——硬度符号； 30——施加的试验力对应的 kgf 值,30 kgf=294.2 N； 20——试验力保持时间
肖氏硬度	(25HSC) (25HSD)	25——肖氏硬度值； HS——肖氏硬度符号； C——表示用 C 型(目测型)肖氏硬度计； D——表示用 CD 型(指示型)肖氏硬度计
里氏硬度	570HLD	570——里氏硬度值； HL——里氏硬度符号； D——表示表示按重力方向使用类型 D 的冲击体测量的里氏硬度
努氏硬度	640HK0.1/20	640——努氏硬度值； HK——努氏硬度符号； 0.1——施加的试验力对应的 kgf 值,0.1 kgf=0.980 7 N； 20——试验力保持时间(20 s),如果不在规定时间的范围(10 s~15 s)内时标注实际值