



中华人民共和国国家标准

GB/T 17394.2—2022

代替 GB/T 17394.2—2012

金属材料 里氏硬度试验 第2部分：硬度计的检验与校准

**Metallic materials—Leeb hardness test—
Part 2: Verification and calibration of hardness testers**

**(ISO 16859-2:2015, Metallic materials—Leeb hardness test—
Part 2: Verification and calibration of the testing devices, MOD)**

天星

2022-07-11 发布

2023-02-01 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
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	1
5 直接检验	1
5.1 总则	1
5.2 技术参数	2
5.3 冲击体质量和几何尺寸的检验	3
5.4 球头几何尺寸和硬度的检验	3
5.5 支承环几何尺寸的检验	3
5.6 冲击速度的检验	3
5.7 硬度计的间接检验	3
6 间接检验	3
6.1 总则	3
6.2 方法	4
6.3 变异系数(V)	4
6.4 示值相对误差	5
6.5 测量不确定度	5
7 检验周期	5
8 检验报告和/或校准证书	6
附录 A(资料性) 硬度计校准结果的测量不确定度	7
附录 B(资料性) 单线圈硬度计的直接检验	10
参考文献	11

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。

本文件是 GB/T 17394《金属材料 里氏硬度试验》的第 2 部分。GB/T 17394 已经发布了以下部分：

- 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：硬度值换算表。

本文件代替 GB/T 17394.2—2012《金属材料 里氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验与校准》，与 GB/T 17394.2—2012 相比，主要技术变化如下：

- 删除了 DC 型冲击装置（见 2012 年版的第 1 章）；
- 修改了检查项目（见第 4 章，2012 年版的第 3 章）；
- 增加了冲击速度和支承环的检验（见 5.1.3）；
- 修改了直接检验相关要求（见第 5 章，2012 年版的第 4 章）；
- 增加了间接检验相关要求（见 6.1.2~6.1.4）；
- 修改了标准里氏硬度块硬度范围（见表 2，2012 年版的表 4）；
- 修改了检验周期（见第 7 章，2012 年版的第 6 章）；
- 删除了硬度计冲击装置类型（见 2012 年版的附录 A）；
- 增加了单线圈硬度计的直接检验（见附录 B）。

本文件修改采用 ISO 16859-2:2015《金属材料 里氏硬度试验 第 2 部分：试验装置的检验和校准》。

本文件与 ISO 16859-2:2015 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。具体的技术性差异及其原因如下：

- 在第 1 章“范围”中增加了具体的冲击装置类型的代号；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 4340.1 代替了 ISO 6507-1（见 5.4.3）；
- 用 GB/T 17394.1 代替了 ISO 16859-1（见第 1 章、6.2）；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 17394.3—2022 代替了 ISO 16859-3（见第 1 章、5.6.2、6.1.1），以适应我国技术条件。

本文件做了下列编辑性修改：

- 在表 2、表 3 的脚注 a 中，用关于里氏硬度值代号的释义代替 ISO 16859-2:2015 中表 2、表 3 中注释 a 相应的描述；
- 按照冲击装置类型重新排列整理 ISO 16859-2:2015 中表 3 的内容。

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专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

本文件起草单位：北京时代之峰科技有限公司、中机试验装备股份有限公司、广州大学、莱州华银试验仪器有限公司、沈阳天星试验仪器股份有限公司、中信戴卡股份有限公司。

本文件主要起草人：周激、张金伟、徐忠根、王敬涛、张路明、黄亮、任震。

GB/T 17394.2—2022

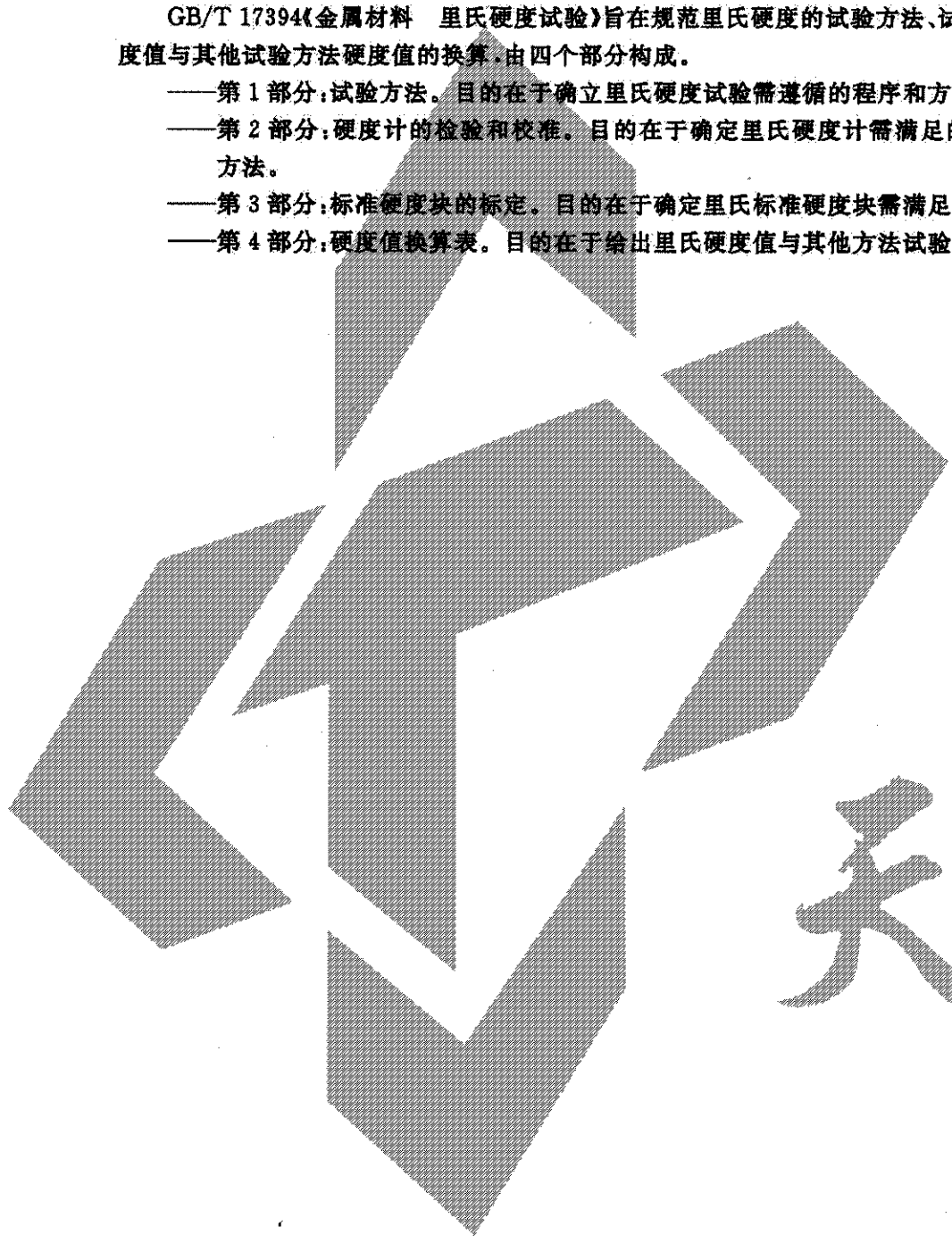
本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：
——2012年首次发布为 GB/T 17394.2—2012；
——本次为第一次修订。



引 言

GB/T 17394《金属材料 里氏硬度试验》旨在规范里氏硬度的试验方法、试验仪器的检验及里氏硬度值与其他试验方法硬度值的换算,由四个部分构成。

- 第1部分:试验方法。目的在于确立里氏硬度试验需遵循的程序和方法。
- 第2部分:硬度计的检验和校准。目的在于确定里氏硬度计需满足的技术要求和检验、校准方法。
- 第3部分:标准硬度块的标定。目的在于确定里氏标准硬度块需满足的技术要求和标定方法。
- 第4部分:硬度值换算表。目的在于给出里氏硬度值与其他方法试验结果的换算关系。



天星

金属材料 里氏硬度试验

第2部分：硬度计的检验与校准

1 范围

本文件规定了按 GB/T 17394.1 对里氏硬度计(以下简称硬度计)进行直接检验和间接检验的方法。

直接检验适用于检查硬度计的性能参数是否在规定的范围内。间接检验是使用根据 GB/T 17394.3 校准的标准里氏硬度块的硬度值,检查硬度计在重力方向上的整体性能。间接检验可独立应用于使用中硬度计的定期常规检查。

本文件适用于带有 D、S、E、D+15、DL、C 和 G 型冲击装置的硬度计。

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 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法 (GB/T 4340.1—2009, ISO 6507-1:2005, MOD)

GB/T 17394.1 金属材料 里氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 17394.3—2022 金属材料 里氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定 (ISO 16859-3:2015, MOD)

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 一般要求

在检验硬度计以前,应对其进行检查,以保证硬度计按制造商的说明书正确安装和操作。应特别检查确定:

- a) 冲击体正确安装在导管内;
- b) 支承环牢固安装在冲击装置的底部;
- c) 电缆连接正确,工作可靠;
- d) 显示单元设置正确。

5 直接检验

5.1 总则

5.1.1 直接检验宜在(23±5)℃的温度范围内进行,如在此温度范围以外进行检验,则应在检验报告中

注明。

5.1.2 检验和校准用的计量器具应能溯源到国家基准。

5.1.3 直接检验包括：

- a) 依据 5.3 对冲击体质量和几何尺寸的检验；
- b) 依据 5.4 对球头几何尺寸和硬度(E 型球头硬度除外)的检验；
- c) 依据 5.5 对支承环几何尺寸的检验；
- d) 依据 5.6 对冲击速度的检验。

5.2 技术参数

对里氏冲击装置直接检验用技术参数如表 1 所示。

表 1 里氏冲击装置直接检验用技术参数

符号	项目	单位	冲击装置类型						
			D	S	E	DL	D+15	C	G
v_A	冲击速度 ^a	m/s	2.05±0.1	2.05±0.1	2.05±0.1	1.82±0.1	1.7±0.1	1.4±0.1	3.0±0.1
	速度测量时,从试件表面到冲击体的最大距离	mm	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00
m	冲击体质量(含球头)	g	5.45±0.1	5.40±0.1	5.45±0.1	7.25±0.1	7.75±0.1	3.1±0.05	20.0±0.3
R	球头半径	mm	1.5±0.005	1.5±0.005	1.5±0.005	1.39±0.005	1.5±0.005	1.5±0.005	2.5±0.005
	球头材料		碳化钨钴硬质合金, 均衡, 游离碳: <2%(质量分数)钴: 5%~7%(质量分数) 密度: (14.8±0.2) g/cm ³	陶瓷: Si ₃ N ₄ >90%(质量分数) 密度: (3.1±0.2) g/cm ³	金刚石; 密度: (3.5±0.2)g/cm ³	碳化钨钴硬质合金, 均衡, 游离碳: <2%(质量分数)钴: 5%~7%(质量分数) 密度: (14.8±0.2) g/cm ³	碳化钨钴硬质合金, 均衡, 游离碳: <2%(质量分数)钴: 5%~7%(质量分数) 密度: (14.8±0.2) g/cm ³	碳化钨钴硬质合金, 均衡, 游离碳: <2%(质量分数)钴: 5%~7%(质量分数) 密度: (14.8±0.2) g/cm ³	碳化钨钴硬质合金, 均衡, 游离碳: <2%(质量分数)钴: 5%~7%(质量分数) 密度: (14.8±0.2) g/cm ³
HV	维氏硬度	HV2	1 600±100	1 600±100	≥4 500 ^b	1 600±100	1 600±100	1 600±100	1 600±100
d_x	球头最小凸出量	mm	0.3	0.3	0.3	2.0	0.3	0.3	0.6
	DL 型夹持圆柱尺寸	mm				直径: 2.5±0.1 长度: 65.15±0.1			

^a 沿重力方向竖直向下的冲击。

^b E 型冲击体的球头硬度值为标注信息,不需要验证。

5.3 冲击体质量和几何尺寸的检验

5.3.1 冲击体的质量应满足表 1 中规定的要求。

5.3.2 冲击体应由球头和支架组成。如果是通过电磁感应线圈读取冲击信号,则冲击体应包含有永磁体。

5.3.3 对于 D、D+15、S、E 和 C 型冲击装置,球头顶端应从夹持处突出至少 0.3 mm。对于 G 型冲击装置,球头顶端应从夹持处突出至少 0.6 mm。对于 DL 型冲击装置,夹持的圆钢筋直径为 (2.5 ± 0.1) mm,长度为 (55.15 ± 0.1) mm,球头顶端应从夹持处突出至少 2 mm。

5.4 球头几何尺寸和硬度的检验

5.4.1 为了检验球头几何尺寸和硬度,应从一批球中随机抽取一个样品对其直径和硬度进行检测。该批球应提供合格证书或所需硬度的证明。做过硬度试验以后的球应予以剔除。

5.4.2 球头直径应通过在球上不同位置测量不少于 3 个直径值的算术平均值来确定,在任一位置上的单个测量值与其标称值之差,应满足表 1 中的要求。

5.4.3 球头应由钨钴硬质合金、陶瓷或人造金刚石制成(如表 1 所示)。应按 GB/T 4340.1 的规定进行硬度测试,硬度值应符合表 1 中的规定。钢球可以直接在球面上进行测试,也可以在钢球的内部进行切片测试。人造金刚石球头不需要检验硬度。

5.4.4 在 100 倍放大镜下进行检查时,球头表面应光滑、无缺陷。

5.5 支承环几何尺寸的检验

支承环的厚度应通过在支承环上不同位置测量不少于 3 个厚度值的算术平均值来确定。在任一位置上的单个测量值与其标称值之差应不超过 0.1 mm。

5.6 冲击速度的检验

5.6.1 冲击速度应在重力方向上直接测量,速度值应在表 1 所列距试件表面上方最大高度处读取。

5.6.2 如果不能进行冲击速度的直接检验,则应对冲击速度进行间接检验。例如:将冲击装置的冲击体替换成符合 GB/T 17394.3—2022 表 A.1 中规定参数的标准冲击体。冲击装置连接到标准显示装置,对标准试块进行垂直向下测试,将显示的测量信号与标准信号值进行比较,如附录 B 所示。冲击前的信号波形响应是硬度计特有的,与被测材料无关。

5.7 硬度计的间接检验

直接检验合格后,应按照第 6 章的要求进行间接检验。

6 间接检验

6.1 总则

6.1.1 间接检验宜在 (23 ± 5) °C 的温度范围内进行,使用的标准里氏硬度块应符合 GB/T 17394.3 的要求。如在此温度范围以外进行检验,则应在检验报告/校准证书中注明。

6.1.2 冲击装置、冲击体、支承环和显示装置目视外观检查应无损坏。

6.1.3 显示装置的分辨力应至少为 1 HL。

6.1.4 硬度计应从表 2 中规定的硬度范围内选用三块标准里氏硬度块对硬度值进行检验(每个硬度范围选择一块标准里氏硬度块)。

表 2 标准里氏硬度块硬度范围

冲击装置类型	标准里氏硬度块硬度范围 HL*
D、D+15	<500 500~700 >700
S、DL	<700 700~850 >850
C、E	<600 600~750 >750
G	<450 450~600 >600

* HL 为通用的里氏硬度单位符号,当具体表示每一标尺硬度值时应在 HL 后面加上代表相对应标尺的符号,例如:使用 S 型冲击装置测定的里氏硬度值为 650,表示为 650 HLS。

6.2 方法

将标准里氏硬度块放置在刚性水平支承面上。沿重力方向在标准里氏硬度块的试验面上均匀分布测量 10 点,测试应按照 GB/T 17394.1 的规定执行。

注 1: 对于特殊的应用,仪器的检验可限制在与工件硬度相对应的硬度范围内。

注 2: 只能在标准里氏硬度块的测试面进行测试。

注 3: 在重力方向以外的方向进行测试时,测量的里氏硬度值会有所不同。对于这种情况,可由制造商提供适用的校正方法。

6.3 变异系数 (V)

在规定的检验条件下,硬度计的变异系数 V,按公式(1)计算:

$$V = \frac{s(H)}{\bar{H}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

s(H)是当 n=10 时,里氏硬度值的标准偏差:

$$s(H) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

\bar{H} 是 n=10 时,里氏硬度值的算术平均值:

$$\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_n}{n} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

H₁, H₂, ..., H_n——各点的里氏硬度测量值;

n ——里氏硬度值的测试点数, $n=10$ 。
 硬度计的变异系数应满足表 3 的要求。

6.4 示值相对误差

在规定的检验条件下, 硬度计的示值误差 E , 按公式(4)计算:

$$E = \bar{H} - H_{CRM} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

H_{CRM} ——标准里氏硬度块的标定值。

在规定的检验条件下, 硬度计的示值相对误差 E_{rel} , 按公式(5)计算:

$$E_{rel} = \frac{H - H_{CRM}}{H_{CRM}} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

硬度计的示值相对误差以百分数的形式表示, 应满足表 3 的要求。

表 3 硬度计的允许变异系数和最大允许示值相对误差

冲击装置类型	标准里氏硬度块	变异系数 V	示值相对误差 E_{rel}
	HL*	%	%
D、D+15	< 500	2.5	±4.0
	500~700	2	±3.0
	> 700	1.5	±2.0
DL、S	< 700	2.5	±4.0
	700~850	2	±3.0
	> 850	1.5	±2.0
C、E	< 600	2.5	±4.0
	600~750	2	±3.0
	> 750	1.5	±2.0
G	< 450	2.5	±4.0
	450~600	2	±3.0
	> 600	1.5	±2.0

* HL 为通用的里氏硬度单位符号, 当具体表示每一标尺硬度值时应在 HL 后面加上代表相对应标尺的符号。例如, 使用 S 型冲击装置测定的里氏硬度值为 650, 表示为 650 HES。

6.5 测量不确定度

硬度计校准结果的测量不确定度的评定示例见附录 A。

7 检验周期

硬度计直接检验的项目见表 4。建议在使用两年后对冲击体和支承环进行检验或更换。
 直接检验完成后, 应进行间接检验。两者之间时间间隔 12 个月, 最长不应超过 14 个月。

表 4 硬度计的直接检验项目

直接检验要求	冲击体	冲击装置 ^b	支承环	球头
首次开始工作以前	√	√	√	√
在可能影响冲击能量、机械装置或检验周期的维修之后	√	√	√	√
间接检验不合格时 ^a	√	√	√	√
距上次间接检验超过 14 个月	√	√	√	√
<p>^a 这些参数需要连续检验,直到硬度计通过间接检验为止。当使用参考冲击体可以证明原冲击体失效造成间接检验不合格时,则无需进行检验。</p> <p>^b 使用参考冲击体和参考指示单元进行检验。</p>				

8 检验报告和/或校准证书

检验报告和/或校准证书应包含以下内容:

- a) 注明执行本文件,即 GB/T 17394.2;
- b) 检验或校准方法(直接和/或间接检验);
- c) 硬度计的标识信息;
- d) 检验器具(标准里氏硬度块、冲击体等);
- e) 被检验或校准的里氏硬度标尺;
- f) 检验或校准温度;
- g) 检验或校准结果;
- h) 检验或校准结果的测量不确定度;
- i) 检验或校准的日期及检测机构。

天星

附录 A

(资料性)

硬度计校准结果的测量不确定度

注：在 ISO 16859-1:2015 图 C.1 中展示了用于定义和区分各硬度标尺的计量溯源链结构图。

A.1 硬度计的直接检验

A.1.1 冲击体和支承环的检验

冲击体装有由钨钴硬质合金、陶瓷或人造金刚石制成的球头和支承环，不能在现场进行检验或校准。球头的几何偏差、物理特性和化学成分，需要由认证的实验室出具的有效检验证书予以证明（见 5.3）。

A.1.2 使用参考冲击体和参考显示装置对冲击装置的检验

在实验室条件下，使用标准冲击体和标准显示装置对冲击装置进行间接检验（见 5.4）。

A.2 硬度计间接检验

通过使用标准里氏硬度块进行间接检验，能检查硬度计的综合性能。同时根据标准里氏硬度块的标定值，测出硬度计的变异系数及示值相对误差。

硬度计间接检验时的合成标准不确定度（见 ISO/IEC Guide 98-3）按公式（A.1）计算：

$$u_{CRM} = \sqrt{u_{CRM-a}^2 + u_{CRM-b}^2 + u_H^2 + u_{ms}^2} \quad \text{--- (A.1)}$$

式中：

u_{CRM} —— 标准里氏硬度块校准证书给出的标准不确定度（ $k=1$ ）；

u_{CRM-b} —— 标准里氏硬度块，自量块一次标定，其硬度值随时间漂移引入的标准不确定度（当使用满足标准要求标准里氏硬度块检验时，此项可忽略不计）；

u_{ms} —— 硬度计分辨力引入的标准不确定度；

u_H —— 由硬度计测量结果引入的标准不确定度。

示例：使用的有关数值见表 A.1 和表 A.2。

标准里氏硬度块的标定值 $H_{CRM} = (767 \pm 5.5) \text{HLD}$ 。

标准里氏硬度块的扩展测量不确定度 $U_{CRM} = 5.5 \text{HLD}$ 。

硬度计分辨力引入的标准不确定度 $u_{ms} = 1 \text{HLD}$ 。

表 A.1 间接检验的结果

序号	测得的硬度值 HLD
1	764(最小值)
2	770
3	768
4	768
5	765

表 A.1 间接检验的结果 (续)

序号	测得的硬度值 HLD
6	770
7	766
8	767
9	772(最大值)
10	771
平均值 \bar{H}	768.1
标准偏差 S_H	2.6

$$E = \bar{H} - H_{CRM} \dots\dots\dots (A.2)$$

$E = 768.1 - 767 = 1.1 \text{ HLD}$

$$u_H = \frac{t \times S_H}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (A.3)$$

取 $t=1.06$ 、 $n=10$ 、 $S_H=2.6 \text{ HLD}$ 时, $u_H = 0.87 \text{ HLD}$ 。
硬度计的分辨力引入的标准不确定度按公式(A.4)计算:

$$u_{ms} = \frac{\delta_{ms}}{2\sqrt{3}} \dots\dots\dots (A.4)$$

$$u_{ms} = \frac{1}{2\sqrt{3}} = 0.29 \text{ HLD}$$

表 A.2 测量不确定度的评定

不确定度分量 X_i	估计值 x_i HLD	标准测量不确定度 $u(x_i)$ HLD	分布类别	灵敏系数 c_i	不确定度的贡献 $u_i(H)$ HLD
u_{CRM}	767	2.75	正态	1.0	2.75
u_H	0	0.87	正态	1.0	0.87
u_{ms}	0	0.29	矩形	1.0	0.29
u_{CMR-D}	0	0	三角	1.0	0
合成标准不确定度 U_{HTM}					2.9
扩展不确定度 $U_{HTM}(k=2)$					5.8

包含测量不确定度的硬度计的最大误差见表 A.3。

表 A.3 包含测量不确定度的硬度计的最大误差

硬度计测定的硬度值 \bar{H} HLD	扩展不确定度 U_{HTM} HLD	用标准里氏硬度块校准时 硬度计的示值误差 E HLD	包含扩展不确定度的 硬度计示值最大误差 $\Delta H_{HTM \max}$ HLD
768.1	5.8	1.1	6.9

$$\Delta H_{HTM \max} = U_{HTM} + |E| = 5.8 + 1.1 = 6.9 \text{ HLD}$$

结果表明,包含扩展不确定度的硬度计示值最大误差满足表 3 中规定的 $\pm 2.0\%$ 的要求。

天星

附录 B

(资料性)

单线圈硬度计的直接检验

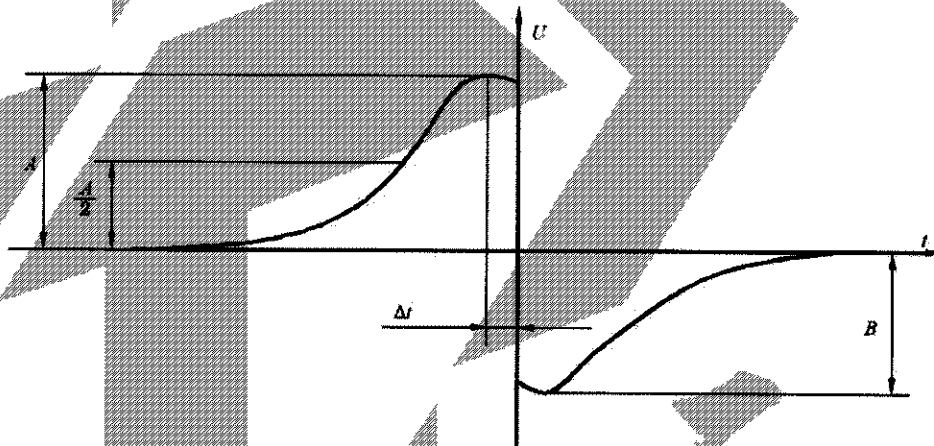
图 B.1 显示了单一线圈硬度计的典型信号(感应电压 U 相对于时间 t), 信号曲线的关键部分是在冲击之前。因为它是硬度计特有的且与试验材料无关, 可以对冲击前的速度进行间接检验。

Δt 是峰值电压与过零电压之间的时间。 Δt 与冲击速度 V_A 成反比, Δt 允许的最大误差见表 B.1。

表 B.1 里氏冲击装置 Δt 直接检验参考值

符号	单位	定义*	冲击装置类型						
			D	S	E	DL	D+15	C	G
Δt	ms	峰值电压与过零电压之间的时间	0.55 ± 0.15	0.55 ± 0.15	0.55 ± 0.15	0.65 ± 0.15	0.55 ± 0.15	0.75 ± 0.15	0.55 ± 0.15

* 沿重力方向竖直向下冲击。



标引符号说明:

A —— 电压幅值, 单位为毫伏(mV), 与冲击速度成比例;

B —— 电压幅值, 单位为毫伏(mV), 与反弹速度成比例;

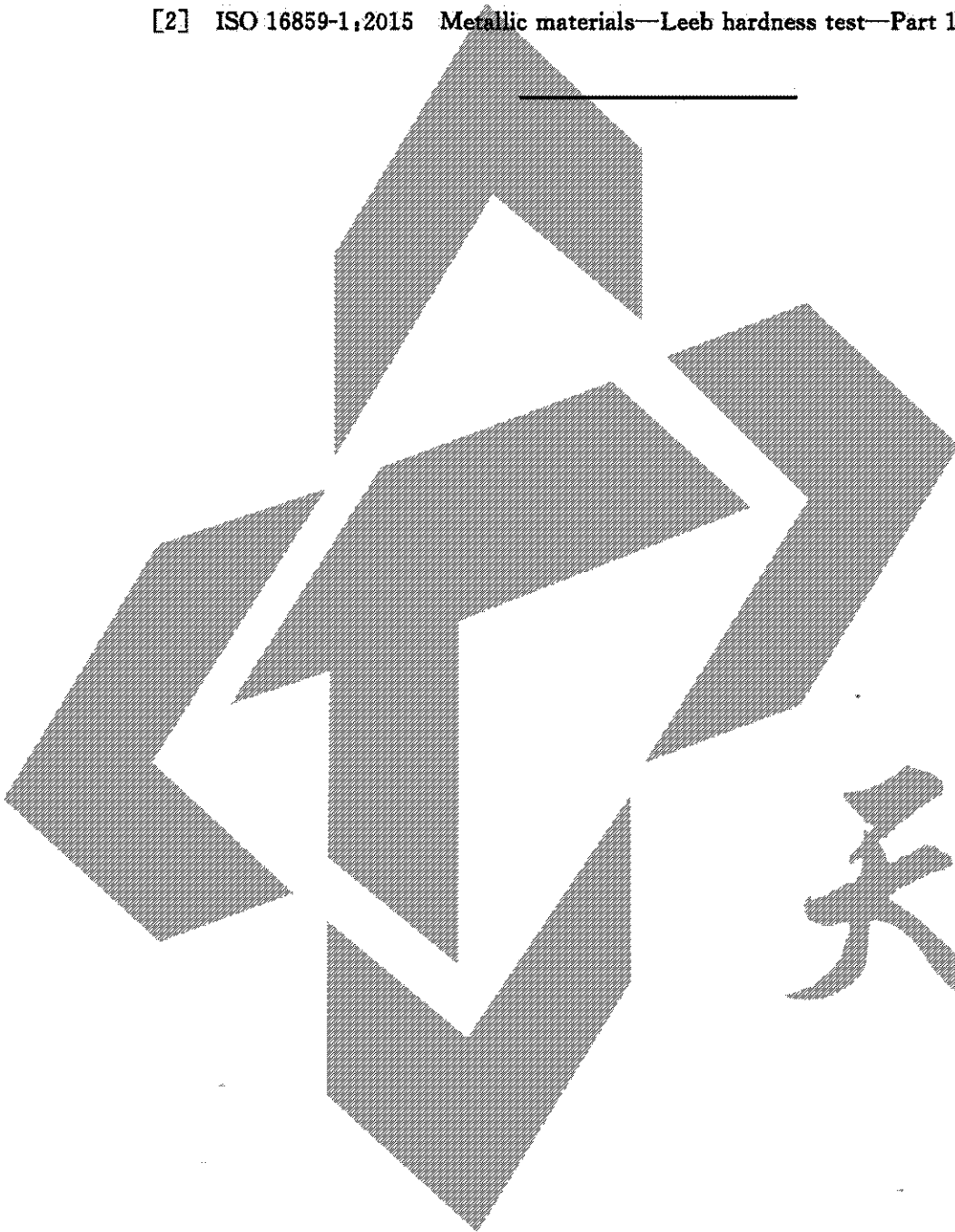
U —— 电压, 单位为毫伏(mV);

Δt —— 峰值电压与过零电压之间的时间, 单位为毫秒(ms)。

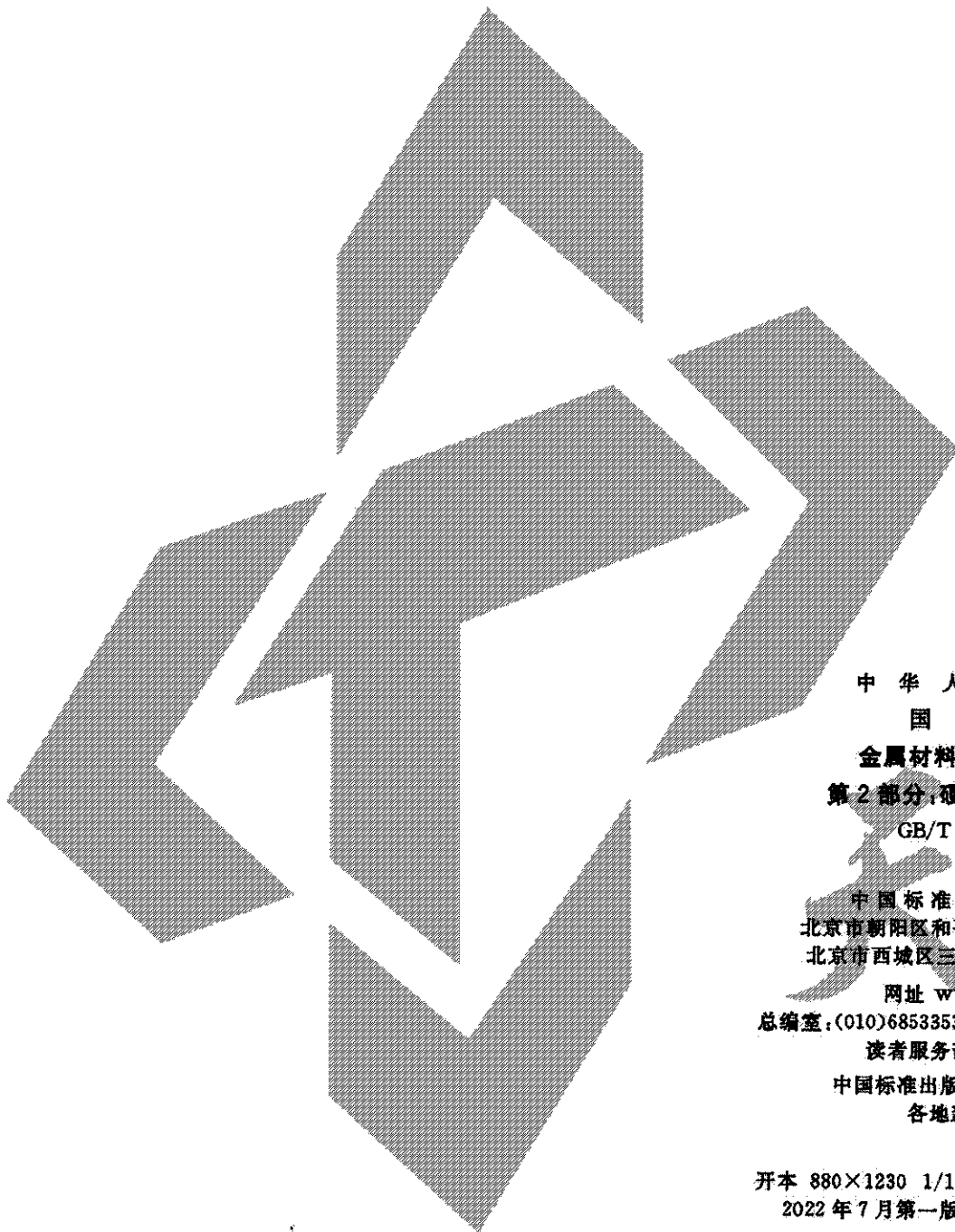
图 B.1 硬度计典型信号示意图(单线圈)

参 考 文 献

- [1] ISO/IEC Guide 98-3 Uncertainty of measurement—Part.3;Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM;1995)
- [2] ISO 16859-1;2015 Metallic materials—Leeb hardness test—Part 1; Test method



天 星



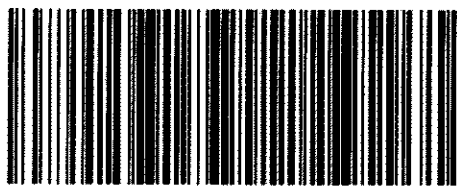
中华人民共和国
国家标准
金属材料 里氏硬度试验
第2部分:硬度计的检验与校准
GB/T 17394.2—2022

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
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 1.25 字数 31 千字
2022年7月第一版 2022年7月第一次印刷

书号: 155066·1-70393 定价 31.00 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



GB/T 17394.2-2022



码上扫一扫 正版服务到