

# 天津市地方计量技术规范

JJF(津)90-2023

## 钢砧校准规范

Calibration Specification for Steel Anvil

2023-03-01发布

2023-06-01实施

天津市市场监督管理委员会 发布

# 钢砧校准规范

Calibration Specification for  
Steel Anvil

JJF(津) 90—2023

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市交通科学研究院天津市交通  
工程计量中心站

参加起草单位：天津市计量监督检测科学研究院  
天津交科检测科技有限公司  
天津铸津工程检测技术有限公司

本规范委托天津市交通科学研究院天津市交通工程计量中心站负责解

释

**本规范主要起草人：**

王立军（天津市交通科学研究院天津市交通工程计量中心站）

冯 伟（天津市交通科学研究院天津市交通工程计量中心站）

户伟华（天津市交通科学研究院天津市交通工程计量中心站）

姜建楠（天津市交通科学研究院天津市交通工程计量中心站）

张春昱（天津市交通科学研究院天津市交通工程计量中心站）

**参加起草人：**

王 鹏（天津市计量监督检测科学研究院）

贾启坤（天津市计量监督检测科学研究院）

李玉波（天津交科检测科技有限公司）

姜翰臣（天津交科检测科技有限公司）

胡志扬（天津铸津工程检测技术有限公司）

# 目 录

引 言.....	( II )
1 范围.....	( 1 )
2 引用文件.....	( 1 )
3 术语和计量单位.....	( 1 )
3.1 术语.....	( 1 )
3.2 计量单位.....	( 2 )
4 概述.....	( 2 )
5 计量特性.....	( 2 )
5.1 钢砧质量示值误差.....	( 2 )
5.2 砧芯撞击面硬度示值误差.....	( 2 )
6 校准条件.....	( 2 )
6.1 环境条件.....	( 2 )
6.2 校准用计量器具及技术要求.....	( 3 )
7 校准项目和校准方法.....	( 3 )
7.1 钢砧质量示值误差.....	( 3 )
7.2 砧芯撞击面硬度示值误差.....	( 3 )
8 校准结果表达.....	( 4 )
9 复校时间间隔.....	( 4 )
附录 A 原始记录参考格式.....	( 5 )
附录 B 校准证书内页参考格式.....	( 6 )
附录 C 钢砧校准结果不确定度评定方法及实例.....	( 7 )
C.1 概述.....	( 7 )
C.2 钢砧质量示值误差测量结果不确定度评定.....	( 7 )
C.3 砧芯撞击面硬度示值误差测量结果不确定度评定.....	( 9 )
C.4 钢砧质量示值误差测量结果不确定度评定实例.....	( 11 )
C.5 砧芯撞击面硬度示值误差测量结果不确定度评定实例.....	( 12 )

## 引言

本校准规范依据 JJF 1071 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001 《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1 《测量不确定度评定与表示》规定的规则进行编写。

本校准规范主要参考 JJG 817 《回弹仪》、JJG 113 《标准金属洛氏硬度块(A,B,C,D,E,F,G,H,K,N,T 标尺)》、JJG 539 《数字指示秤》、JJF 1436 《超声硬度计》及 GB/T 9138 《回弹仪》等国家标准。

本校准规范给出了钢砧的校准条件、校准项目和校准方法及不确定度评定方法和实例。本规范系首次制定。

# 钢砧校准规范

## 1 范围

本校准规范适用于回弹仪率定试验所用钢砧的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071 国家计量校准规范编写规则

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJG 817 回弹仪

JJG 539 数字指示秤

JJG 113 标准金属洛氏硬度块(A,B,C,D,E,F,G,H,K,N,T 标尺)

JJF 1436 超声硬度计

GB/T 9138 回弹仪

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范；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 术语和计量单位

### 3.1 术语

#### 3.1.1 回弹仪 rebound tester

回弹仪是用于现场检测混凝土抗压强度的无损检测仪器。回弹仪分重型、中型和轻型三种类型，按标称能量分为 H980、H550、H450、M225、L75 和 L20 六种规格。

#### 3.1.2 钢砧 Steel Anvil

钢砧是用于回弹仪率定试验的标准器具。

#### 3.1.3 回弹仪率定试验 calibration test of springback instrument

回弹仪率定试验是确保回弹仪（包括机械式回弹仪和数字式回弹仪）的技术稳定性、保证检测结果的准确度、定期对回弹仪的标准状态进行校验的试验。

#### 3.1.4 砧芯撞击面硬度 impingement surface of the anvil core

用超声硬度计测得的钢砧砧芯撞击面的洛氏硬度值。

### 3.1.5 标准洛氏硬度块 standard rockwell hardness block

标准洛氏硬度块是用于校准超声硬度计洛氏硬度值的标准性试块。

### 3.1.6 超声硬度计 ultrasonic hardness tester

超声硬度计是用于校准砧芯撞击面硬度的计量器具。

## 3.2 计量单位

计量单位：千克（kg）和洛氏硬度值（HRC）。

## 4 概述

钢砧是用于回弹仪率定试验的标准器具，由砧体、砧芯和导向套筒组成，砧体材料为钢制件，砧芯材料为工具钢，其基本结构如图 1 所示。

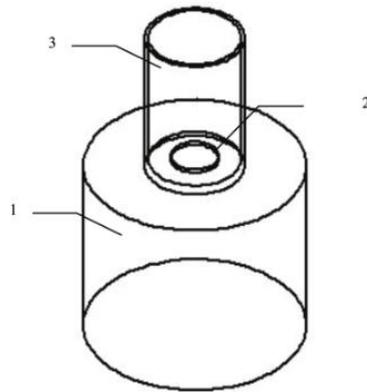


图 1 钢砧结构示意图

1—砧体；2—砧芯；3—导向套筒

## 5 计量特性

### 5.1 钢砧质量示值误差

钢砧质量称量示值与相应质量标准的参考值之差。

### 5.2 砧芯撞击面硬度示值误差

砧芯撞击面硬度测量示值与相应硬度值标准的参考值之差。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

温度：(20±5)℃；湿度：≤80%RH。

其他条件：室内应保持清洁、无腐蚀性气体、无电磁场、无振动或其他干扰源。

## 6.2 校准用计量器具及技术要求

校准用计量器具及技术要求见表 2。

表 1 校准用计量器具及技术要求

校准用计量器具名称	技术要求
数字指示秤	Ⅲ级，最大量程不超过 50kg，分度值小于 0.01kg。
标准洛氏硬度块	硬度值范围（55~65）HRC，均匀性与稳定性均不大于 0.4HRC。

## 7 校准项目及校准方法

### 7.1 钢砧质量示值误差

拆卸钢砧的定位套筒，使用数字指示秤直接称量钢砧的质量，重复测量 3 次。钢砧质量示值误差为质量示值与质量标准值之差的平均值，按照公式（1）和公式（2）计算。

$$M_{mi} = m_i - m \quad (1)$$

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_{mi} \quad (2)$$

式中：

$M$ —钢砧质量示值误差，kg；

$m_i (i=1,2,3)$ —数字指示秤示值，kg；

$m$ —钢砧质量标准值（见表 2），kg。

表 2 钢砧质量标准值

回弹仪规格型号	H980	H550	H450	M225	L75	L20
钢砧质量 (kg)	45.0	20.0		16.0		

### 7.2 砧芯撞击面硬度示值误差

先用与砧芯硬度值相近的标准洛氏硬度块（硬度值在 55HRC~65HRC 之间）对超声硬度计进行校准，符合使用要求后，将硬度计探测头主轴与砧芯撞击面调整为互相垂直，再用超声硬度计对砧芯撞击面硬度进行测量。均匀选取 5 处测量点，各测量点间距大于 2mm，测量点离砧芯撞击面边缘的距离应大于 5mm，重复测量 5 次。砧芯撞击面硬度示值误差为硬度示值与硬度标准值之差的平均值，按照公式（3）和公式（4）计算。

$$H_{hi} = h_i - h \quad (3)$$

$$H = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_{hi} \quad (4)$$

式中：

$H$ —砧芯撞击面硬度示值误差，HRC；

$h_i(i=1,2,3,4,5)$ —超声硬度计示值，HRC；

$h$ —砧芯撞击面硬度标准值，HRC。

砧芯撞击面硬度标准值为 60HRC，砧芯表面经再次平整后，仍需满足撞击面硬度要求。

## 8 校准结果表达

经校准后，出具校准证书，校准证书内容应至少包含：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 进行校准的地点；
- c) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- d) 委托方名称和地址；
- e) 被校对象的描述和明确标识；
- f) 收样、校准及证书签发日期；
- g) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- h) 校准环境的描述；
- i) 本次校准用设备的溯源性及有效性说明；
- j) 校准项目、校准结果以及测量不确定度的说明；
- k) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- l) 校准人员及核验人员的签名或其他有效标识。

## 9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，为了确保钢砧在其规定的技术性能下使用，建议不超过 1 年。

## 附录 A

## 原始记录参考格式

证书编号：

委托方名称					
仪器名称		规格型号			
出厂编号		生产厂家			
校准日期	年 月 日	环境条件	温度	℃	
			湿度	%RH	
校准依据					
校准地点					
本次校准所使用的 计量器具	名称	编号	溯源证书编号	溯源有效期	溯源机构
校准项目	校准结果				
钢砧质量 (kg)	1		平均值		测量结果 不确定度
	2				
	3				
砧芯撞击面硬度 (HRC)	1		平均值		测量结果 不确定度
	2				
	3				
	4				
	5				
备注					
校准人员		核验人员			

## 附录 B

## 校准证书内页参考格式

校准项目	校准结果	扩展不确定度 $U( )$ , $k=2$
钢砧质量/kg		
砧芯撞击面硬度/HRC		

(以下空白)

## 附录 C

### 钢砧校准结果不确定度评定方法及实例

#### C.1 概述

C.1.1 测量标准：数字指示秤、超声硬度计和标准洛氏硬度块。

C.1.2 校准依据：JJF XXXX-20XX 《钢砧校准规范》。

C.1.3 环境条件：温度：(20±5)℃；湿度：≤80%RH。

其他条件：室内应保持清洁、无腐蚀性气体、无电磁场、无振动或其他干扰源。

C.1.4 测量对象：回弹仪率定试验所用钢砧。

C.1.5 测量过程：按照校准规范要求，用数字指示秤测量钢砧的质量示值误差，用超声硬度计测量砧芯撞击面的硬度示值误差。

#### C.2 钢砧质量示值误差测量结果不确定度评定

##### C.2.1 数学模型

测量模型如公式(1)所示：

$$M = m - m_0 \quad (1)$$

式中：

$M$ —钢砧质量示值误差，kg；

$m$ —数字指示秤质量示值，kg；

$m_0$ —钢砧质量标准值，kg。

##### C.2.2 不确定度来源分析

a) 重复性引入的标准不确定度  $u_1(m)$

b) 数字指示秤引入的标准不确定度  $u_2(m)$

##### C.2.3 测量不确定度评定

###### C.2.3.1 重复性引入的标准不确定度 $u_1(m)$ 评定

重复性引入的标准不确定度按照公式(2)和公式(3)计算。

$$s(m) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}{n-1}} \quad (2)$$

式中:

$m$ —数字指示秤质量示值, kg;

$\bar{m}$ —数字指示秤质量示值平均值, HRC;

$s(m)$ —单次试验标准偏差, HRC。

以 3 次测量的结果计算示值误差时, 示值重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_1(m) = \frac{s(m)}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

#### C. 2. 3. 2 数字指示秤引入的标准不确定度 $u_2(m)$ 评定

在使用数字指示秤进行测量的过程中, 偏载误差和电源电压都将引起示值的变化, 所以需要这两种因素引入的标准不确定度进行评估。

计算偏载引入的标准不确定度时, 需将  $1/3\max$  的标准砝码放在各个承重点上进行称量, 计算最大值和最小值之差, 取差值的  $1/2$  为半宽  $a$ , 按均匀分布  $k = \sqrt{3}$ , 所以偏载引入的标准不确定度为:

$$u_2(m_a) = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

取电源电压造成变化值的  $1/2$  为半宽  $b$ , 按均匀分布  $k = \sqrt{3}$ , 所以电源电压引入的标准不确定度为:

$$u_2(m_b) = \frac{b}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

所以, 数字指示秤引入的标准不确定度可由公式 (6) 计算得出:

$$u_2(m) = \sqrt{[u_2(m_a)]^2 + [u_2(m_b)]^2} \quad (6)$$

#### C. 2. 4 合成标准不确定度 $u_c(m)$

钢砧质量合成标准不确定度可由公式(7)计算得出:

$$u_c(M) = \sqrt{u_1^2(m) + u_2^2(m)} \quad (7)$$

### C.2.5 扩展不确定度 $U$

取包含因子  $k=2$ , 则扩展不确定度可由公式(8)计算得出:

$$U = k \times u_c(M) \quad (8)$$

## C.3 砧芯撞击面硬度示值误差测量结果不确定度评定

### C.3.1 数学模型

测量模型如公式(1)所示:

$$H = h - h_0 \quad (1)$$

式中:

$H$ —砧芯撞击面硬度示值误差, HRC;

$h$ —超声硬度计硬度示值, HRC;

$h_0$ —砧芯撞击面硬度标准值, HRC。

### C.3.2 不确定度来源分析

- a) 重复性引入的标准不确定度  $u_1(h)$
- b) 超声硬度计引入的标准不确定度  $u_2(h)$
- c) 标准洛氏硬度块引入的标准不确定度  $u_3(h)$

### C.3.3 测量不确定度评定

#### C.3.3.1 重复性引入的标准不确定度 $u_1(h)$ 评定

重复性引入的标准不确定度按照公式(2)和公式(3)计算。

$$s(h) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h - \bar{h})^2}{n-1}} \quad (2)$$

式中:

$h$ —超声硬度计硬度示值, HRC;

$\bar{h}$ —超声硬度计硬度示值平均值, HRC;

$s(h)$ —单次试验标准偏差, HRC。

以 5 次测量的结果计算示值误差时, 示值重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_1(h) = \frac{s(h)}{\sqrt{5}} \quad (3)$$

### C. 3. 3. 2 超声硬度计引入的标准不确定度 $u_2(h)$ 评定

超声硬度计引入的标准不确定度服从均匀分布, 则  $k = \sqrt{3}$ , 按公式 (4) 计算:

$$u_2(h_a) = \frac{MPE}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

超声硬度计分辨力引入的标准不确定度服从均匀分布, 则  $k = \sqrt{3}$ , 按公式 (5) 计算:

$$u_2(h_b) = \frac{d/2}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

所以, 超声硬度计引入的标准不确定度可由公式 (6) 计算得出:

$$u_2(h) = \sqrt{[u_2(h_a)]^2 + [u_2(h_b)]^2} \quad (6)$$

### C. 3. 3. 3 标准洛氏硬度块引入的标准不确定度 $u_3(h)$ 评定

标准洛氏硬度块均匀度  $J$  引入的标准不确定度服从均匀分布, 则  $k = \sqrt{3}$ , 按公式 (7) 计算:

$$u_3(h_a) = \frac{J/2}{\sqrt{3}} \quad (7)$$

标准洛氏硬度块的稳定性  $W$  引入的标准不确定度服从均匀分布, 则  $k = \sqrt{3}$ , 按公式 (8) 计算:

$$u_3(h_b) = \frac{W/2}{\sqrt{3}} \quad (8)$$

所以, 标准洛氏硬度块引入的标准不确定度可由公式 (9) 计算得出:

$$u_3(h) = \sqrt{u_3^2(h_a) + [u_3(h_b)]^2} \quad (9)$$

### C. 3. 3. 4 砧芯撞击面硬度示值误差的合成标准不确定度 $u_c(H)$ 评定

砧芯撞击面硬度合成标准不确定度可由公式(10)计算得出:

$$u_c(H) = \sqrt{u_1^2(h) + u_2^2(h) + u_3^2(h)} \quad (10)$$

#### C.3.3.5 砧芯撞击面硬度示值误差的扩展不确定度 $U$ 评定

取包含因子 $k=2$ , 则扩展不确定度可由公式(11)计算得出:

$$U = k \times u_c(H) \quad (11)$$

### C.4 钢砧质量示值误差测量结果不确定度评定实例

#### C.4.1 标准器信息

- a) 数字指示秤的质量测量范围: (0-50) kg;
- b) 数字指示秤的硬度测量分辨力: 0.01kg。

#### C.4.2 重复性引入的标准不确定度 $u_1(m)$

在相同条件下对钢砧质量进行 10 次重复测量, 测量数据见表 1。

表 1 测量数据

kg

校准次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
实测值	20.01	20.02	20.00	20.03	20.03	20.02	20.02	20.01	20.02	20.01	20.02

由测量数据计算单次实验标准偏差为:

$$s(m) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}{n-1}} = 0.009\text{kg}$$

实际工作时以 3 次测量的算术平均值作为校准结果, 故重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_1(m) = \frac{s(m)}{\sqrt{3}} = \frac{0.009}{\sqrt{3}} = 0.005\text{kg}$$

#### C.4.3 数字指示秤引入的标准不确定度 $u_2(m)$

##### C.4.3.1 偏载引入的标准不确定度 $u_2(m_a)$

将  $1/3\text{max}$  的标准砝码放在各个承重点上进行称量, 最大值和最小值之差为 10g, 取差值的 1/2 为半宽  $a$ , 按均匀分布  $k = \sqrt{3}$ , 所以偏载量引入的不确定度为:

$$u_2(m_a) = \frac{5}{\sqrt{3}} = 0.003\text{kg}$$

#### C.4.3.2 电源电压引入的标准不确定度 $u_2(m_b)$

取电源电压造成的变化值为 2g，则半宽  $b=1\text{g}$ ，按均匀分布  $k=\sqrt{3}$ ，所以偏载量引入的不确定度为：

$$u_2(m_b) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.0006\text{kg}$$

所以，数字指示秤引入的标准不确定度为：

$$u_2(m) = \sqrt{[u_2(m_a)]^2 + [u_2(m_b)]^2} = \sqrt{0.003^2 + 0.0006^2} = 0.003\text{kg}$$

#### C.4.4 合成标准不确定度 $u_c(M)$

钢砧质量合成标准不确定度为：

$$u_c(M) = \sqrt{u_1^2(m) + u_2^2(m)} = \sqrt{0.005^2 + 0.003^2} = 0.006\text{kg}$$

#### C.4.5 扩展不确定度 $U$

取包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c(M) = 2 \times 0.006 = 0.012\text{kg}$$

### C.5 砧芯撞击面硬度示值误差测量结果不确定度评定实例

#### C.5.1 标准器信息

- 超声硬度计的硬度测量范围：(20-68) HRC；
- 超声硬度计的硬度测量分辨力：0.1HRC；
- 标准洛氏硬度块的硬度值范围：(55~65) HRC。

#### C.5.2 重复性引入的标准不确定度 $u_1(h)$ 评定

在相同条件下对砧芯撞击面硬度进行 10 次重复测量，测量数据见表 2。

表 2 测量数据

HRC

校准次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
实测值	60.5	60.4	60.4	60.6	60.5	60.5	60.6	60.4	60.4	60.7	60.5

由测量数据计算单次实验标准偏差为：

$$s(h) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n-1}} = 0.11\text{HRC}$$

实际工作时以 5 次测量的算术平均值作为校准结果, 故重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_1(h) = \frac{s(h)}{\sqrt{5}} = \frac{0.11}{\sqrt{5}} = 0.05\text{HRC}$$

### C. 5. 3 超声硬度计引入的标准不确定度 $u_2(h)$

#### C. 5. 3. 1 超声硬度计最大允许误差引入的标准不确定度 $u_2(h_a)$

超声硬度计的最大允许误差为  $\pm 1.5\text{HRC}$ , 按均匀分布  $k = \sqrt{3}$ , 则:

$$u_2(h_a) = \frac{1.5}{\sqrt{3}} = 0.87\text{HRC}$$

#### C. 5. 3. 2 超声硬度计分辨力引入的标准不确定度 $u_2(h_b)$

超声硬度计分辨力为  $0.1\text{HRC}$ , 服从均匀分布  $k = \sqrt{3}$ , 则:

$$u_2(h_b) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.03\text{HRC}$$

所以, 超声硬度计引入的标准不确定度为:

$$u_2(h) = \sqrt{[u_2(h_a)]^2 + [u_2(h_b)]^2} = \sqrt{0.87^2 + 0.03^2} = 0.87\text{HRC}$$

### C. 5. 4 标准洛氏硬度块引入的标准不确定度 $u_3(h)$

#### C. 5. 4. 1 标准洛氏硬度块均匀度引入的标准不确定度 $u_3(h_a)$

标准洛氏硬度块的均匀度为  $0.4\text{HRC}$ , 按均匀分布  $k = \sqrt{3}$ , 则:

$$u_3(h_a) = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.12\text{HRC}$$

#### C. 5. 4. 2 标准洛氏硬度块稳定性引入的标准不确定度 $u_3(h_b)$

标准洛氏硬度块的稳定性为  $0.4\text{HRC}$ , 按均匀分布  $k = \sqrt{3}$ , 则:

$$u_3(h_b) = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.12\text{HRC}$$

所以，标准洛氏硬度块引入的标准不确定度为：

$$u_3(h) = \sqrt{u_3^2(h_a) + [u_3(h_b)]^2} = \sqrt{0.12^2 + 0.12^2} = 0.17\text{HRC}$$

#### C. 5. 5 合成标准不确定度 $u_c(H)$

砧芯撞击面硬度合成标准不确定度为：

$$u_c(H) = \sqrt{u_1^2(h) + u_2^2(h) + u_3^2(h)} = \sqrt{0.05^2 + 0.87^2 + 0.17^2} = 0.90\text{HRC}$$

#### C. 5. 6 扩展不确定度 $U$

取包含因子  $k = 2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c(H) = 2 \times 0.90 = 1.8\text{HRC}$$

