

**JJF**(有色金属) **XXX─XXXX**

××××-××-××发布 ××××-××-××实施

发 布

中华人民共和国工业和信息化部

摆锤动态撕裂冲击试验机校准规范

Calibration Specification for Pendulum Dynamic Tear Impact Testing Machines

（预审稿）

摆锤动态撕裂冲击试验机

校准规范

Calibration Specification for Pendulum Dynamic Tear Impact Testing Machines



**JJF（有色金属）XXX—XXXX**

归 口 单 位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：西安汉唐分析检测有限公司

参加起草单位：中国石油集团工程材料研究院有限公司

西安建筑科技大学

湖南湘投金天钛业科技股份有限公司

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

**参加起草人：**

目 录

[引言 （II）](#_Toc9228_WPSOffice_Level1)

[1 范围](#_Toc23837_WPSOffice_Level1) [（1）](#_Toc23837_WPSOffice_Level1)

[2 引用文件](#_Toc7848_WPSOffice_Level1) （1）

[3 术语和定义](#_Toc7848_WPSOffice_Level1) （1）

[4 概述](#_Toc13054_WPSOffice_Level1) （1）

[5 计量特性](#_Toc19851_WPSOffice_Level1) （2）

[5.1试验机机架](#_Toc27161_WPSOffice_Level2) （2）

[5.2摆锤](#_Toc15588_WPSOffice_Level2) （2）

[5.3支座](#_Toc27161_WPSOffice_Level2) （2）

[6 校准条件](#_Toc25829_WPSOffice_Level1) （3）

[6.1 环境条件](#_Toc5126_WPSOffice_Level2) （3）

[6.2 测量标准及其他设备技术要求](#_Toc9866_WPSOffice_Level2) （3）

[7 校准项目和校准方法](#_Toc2741_WPSOffice_Level1) （4）

[7.1 校准项目](#_Toc22718_WPSOffice_Level2) （4）

[7.2 校准方法](#_Toc22008_WPSOffice_Level2) （4）

[8 校准结果表达](#_Toc25466_WPSOffice_Level1) （7）

[9 复校时间间隔](#_Toc14803_WPSOffice_Level1) （7）

[附录A 校准原始记录参考格式](#_Toc20191_WPSOffice_Level1) （8）

[附录B 校准证书内页参考格式](#_Toc29371_WPSOffice_Level1) （9）

[附录C 冲击试验机冲击刀圆弧半径示值误差测量不确定度评定示例](#_Toc5266_WPSOffice_Level1) （10）

引 言

本规范是以JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行编写。

本规范为首次发布。

摆锤动态撕裂冲击试验机校准规范

1 范围

本规范适用于摆锤动态撕裂冲击试验机（以下简称冲击试验机）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 5482-2023 金属材料 动态撕裂试验方法

TB/T 2985-2000 金属材料的动态撕裂试验方法

JJG 145-2008 摆锤式冲击试验机

ASTM E604-18 金属材料动态撕裂试验的标准试验方法（Standard Test Method for Dynamic Tear Testing of Metallic Materials）

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；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 术语和定义

3.1术语

3.1.1打击中心 center of percussion

摆锤冲击试样时，使摆轴对摆锤的水平冲击反力为零时，打击点在锤刃上的位置。

3.1.2打击点 center of strike

将厚度为标准厚度一半（即8mm或12.5mm或16mm或20mm）的试样或等值量规放在试样支座上，摆锤在自由悬挂位置时，冲击刀刀刃与试样上水平面相接触的点。

3.1.3冲击刀刃 striking edge

冲击试样时，冲击刀与试样相接触的直线部分。实际接触试样的刀刃曲率半径有12.7mm或38mm。

3.1.4支座跨距 support span

两支座圆弧对应圆心之间的距离。

3.1.5动态撕裂能（DT能） dynamic tear energy

动态撕裂冲击试验时试样所吸收的能量，用以表征各特定厚度的金属材料抵抗动态撕裂的能力。

4 概述

摆锤动态撕裂冲击试验机是金属材料动态撕裂性能测试的常用设备，一般由基座、支座、摆锤、显示装置等部分组成。

5 计量特性

5.1试验机机架

5.1.1摆锤自由悬挂时，冲击刀刃与试样侧面的距离应小于5mm。

5.1.2 摆锤两个侧面与支座之间的间隙应不小于51mm。

5.1.3冲击刀中心线的运动平面，应通过支座跨距的中点，偏差不应超过0.8mm。

5.1.4摆轴轴向间隙应不超过0.75mm。

5.1.5摆轴轴承处的径向间隙应不超过0.075mm。

5.2摆锤

5.2.1试验机势能因摩擦和空气阻力造成的损失不应超过原势能的2.0%。

5.2.2试验机摆轴中心至打击中心的距离应与摆轴中心至试样中心的距离一致，允许偏差为1% 。

5.2.3摆锤的重量误差或由下落高度的误差造成的动态撕裂功值的误差应不超过1%。

5.2.4打击瞬间摆锤的冲击速度应为4.0m/s～8.5m/s。

5.2.5试验机读数盘的分度值应符合表1的规定：

表1 试验机读数盘 单位：J

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 最大冲击能量值 | 最大分度值 | |
| 指针式 | 数显式 |
| ≤500 | 5 | 1 |
| ＞500～1500 | 10 | 1 |
| ＞1500～3000 | 20 | 1 |
| ＞3000～7500 | 40 | 1 |
| ＞7500 | 50~100 | 1 |

5.2.6冲击刀圆弧半径12.7mm±0.8mm或38mm±0.5mm，冲击刀夹角30°±1°。

5.3支座

5.3.1支座的垂直支撑面、水平支撑面的左右面应在同一平面上，偏差不大于0.13mm。

5.3.2支座尺寸

支座圆弧半径和支座跨距应符合表2的规定。

1. 表2 支座参数表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 最大冲击能量值 | 支座圆弧半径 | 支座跨距 |
| 1 | ≤3000 | 12.7mm±0.8mm | 165mm±0.8mm |
| 2 | ＞3000 | 35mm±0.5mm | 406mm±1.5mm |
| 3 | 500mm±1.5mm |
| 4 | 600mm±1.5mm |

6 校准条件

6.1 环境条件

通常校准的温度范围应为（10~35）℃，相对湿度不大于80%，试验周围无腐蚀性介质，附近无影响试验结果的振源。

6.2 测量标准及其他设备技术要求

试验机的测量标准及其他设备技术要求见表3。

1. 表3 测量标准及其他设备技术要求

| 序号 | 计量器具 | 技术要求 | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 水平仪 | 0.2级 | | | |
| 2 | 倾角仪或冲击试验机检定仪（具有角度测量功能） | 5′ | | | |
| 3 | 游标卡尺、深度卡尺 | 分度值不低于0.02mm | | | |
| 4 | 百分表 | 1级 | | | |
| 5 | 电子秒表或冲击试验机检定仪（具有时间和计数功能） | 分度值不大于0.2s | | | |
| 6 | 塞尺、半径样板或数显半径测量仪、万能角度尺、直角尺、象限测量仪 | 通用量具 | | | |
| 7 | 测力传感器 | 准确度优于0.3% | | | |
| 8 | 打击点推力块 | 180mm×40mm×16mm钢块，在180mm长中间加工成深度20mm，夹角30°，尖端R为12.7mm或38mm的V型槽推力块 | | | |
| 9 | 矩形截面试样 | 180mm×40mm×45mm钢块  460mm×120mm×125mm钢块  550mm×160mm×165mm钢块  650mm×200mm×205mm钢块 | | | |
| 10 | 标准试样 | 型号 | 长度 | 宽度 | 厚度 |
| I | 180±2 | 40±1 | 16±1 |
| II | 460±5 | 120±1 | 25±0.5 |
| III | 550±5 | 160±1 | 32±0.5 |
| IV | 650±5 | 200±1 | 40±0.5 |
| 单位：mm；材质：钢 | | | |
| 11 | 影像仪 | ±（5+1L/100）μm | | | |
| 12 | 瞬时速度测量仪 | 测量范围（1~10）m/s，  最大允许误差±0.03m/s | | | |

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

通用技术要求、冲击刀与试样间隙、摆锤两个侧面与支座之间的间隙、冲击刀的中心与支座跨距的中心差、摆轴轴向、径向间隙、摩擦和空气阻力损失、摆轴到打击中心的距离、势能、动态撕裂能示值误差、摆锤的冲击速度、冲击刀刃、支座尺寸。

7.2 校准方法

7.2.1通用技术要求检查

采用目测和手动方式进行检查。

7.2.2冲击刀与试样间隙

在摆锤自由悬挂时，将40mm×45mm（或120mm×125mm或160mm×165mm或200mm×205mm）的矩形试样，分别以40mm（或120mm、160mm、200mm）和45mm（或125mm、165mm、205mm）截面尺寸方向放在支座上，检查冲击刀刃与试样间隙。

7.2.3摆锤两个侧面与支座之间的间隙

采用深度卡尺进行直接测量。

7.2.4冲击刀的中心与支座跨距的中心差

将标准试样缺口背面粘贴复写纸，将试样在支座之间对正后，由摆锤冲击刀刃轻击标准试样，用游标卡尺测量试样上冲击刀痕迹中心线与缺口顶端之间的距离。

7.2.5冲击刀刃与试样纵轴的垂直度

将标准试样缺口背面粘贴复写纸，将试样在支座之间对正后，由摆锤冲击刀刃轻击标准试样，用影像仪测量标准试样上冲击刀痕迹中心线与试样纵轴的夹角。

7.2.6冲击刀刃与试样侧面的平行度

采用标准试样与冲击刀刃接触，通过直角尺、塞尺、象限测量仪等校准。

7.2.7支座的垂直支撑面与水平支撑面的垂直度

采用直角尺、塞尺、象限测量仪等校准。

7.2.8支座的垂直支撑面、水平支撑面的的左右面的平行度

采用水平仪、塞尺、象限测量仪等进行校准。

7.2.9摆轴轴向、径向间隙的校准

将打击点推力块置于试样支座中间，使冲击刀紧卧其Ｖ型槽口内，将装好百分表的磁性表架置于主机架上适当位置，当百分表垂直对准冲击刀刃时，用于测量摆轴的轴向间隙；当百分表垂直对准摆轴上方中心处时，测量摆轴的径向间隙；将测力传感器对准打击点推力块中心，施加相当于摆锤有效重量4%的横向力，记录百分表最大示值，作为测量结果。

7.2.10摩擦和空气阻力损失

摩擦和空气阻力损失为摆锤开始位置时的势能与摆锤完成一次无试样时的摆动后的势能之差。测量完成后，补偿摩擦和空气阻力损失，使摆锤无试样释放时指示出零势能。

7.2.11摆轴到打击中心的距离

使用分度值不大于0.2s的电子秒表或其他计时器，将摆锤提起，提起至总角度不大于15°位置释放，记录摆锤往返摆动100次的时间t，重复测量3次计算摆动时间平均值，按下式计算摆轴到打击中心的距离。

（1）

（2）

式中：

*g*—当地重力加速度，9.81m/s2；

*t*m—摆锤往返一次的时间，s。

7.2.12势能

在某一个最能与测力传感器起作用的一点上将摆锤支在水平位置（离静止位置90°±1°），测出摆锤质量，操作时务必使承载支撑和称重支撑处的摩擦力减至最小，测定力臂长度（即摆轴中心与通过支撑点的垂直线之间的水平距离），按照下式进行势能计算。

（3）

式中：

*E*—势能，J；

*F*—测出的摆锤重量，N；

*L*—力臂长度，m；

*β*—摆锤从自由悬挂状态的静止位置向上回转所转动的角度。

如果摆轴中心与摆锤重力中心之间的距离已知且误差在0.1%之内时，可以使用一种代用方法。在与重力中心成一条线的某一点上水平地支起摆锤，测定摆锤的重量（允许偏差0.4%），此时，任一点的势能即等于重量乘以摆锤的重力中心从静止位置抬起的高度。

7.2.13动态撕裂能示值误差的校准

同样用倾角仪或冲击试验机检定仪（具有角度测量功能）测量摆锤不同位置的仰角，进行指示能量与动态撕裂能示值误差的校准。校准范围选择试验机度盘标称能量的10%~80%，不少于5点，抬起摆锤使指针分别指示要求校准的各分度标记，然后测量升角α，按下式计算动态撕裂能。

（4）

（5）

式中：

*DT*—升角为α时实际动态撕裂能，J；

—动态撕裂能示值误差，%；

—试验机指针或其他指示装置指示的动态撕裂能，J；

—试验机制造厂家给出的标称能量，J。

7.2.14摆锤的冲击速度

考虑摩擦和空气阻力损失时，采用瞬时速度测量仪测量打击瞬间摆锤的冲击速度。不考虑摩擦时，打击瞬间摆锤的冲击速度按下式计算：

（6）

式中：

锤头刃边的起始升高量，m。

7.2.15冲击刀刃、支座尺寸

采用游标卡尺、万能角度尺、半径样板或数显半径测量仪等校准。

7.2.16双摆锤试验机校准方法与单摆锤试验机相同。

8 校准结果表达

校准原始记录参考格式见附录A，校准证书参考格式见附录B。

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

a) 标题：“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准的地点（如与实验室的地址不同）；

d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e) 客户的名称和地址；

f) 被校对象的描述和明确标识；

g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

j) 校准环境的描述；

k) 校准结果及测量不确定度的说明；

l) 对校准规范的偏离的说明；

m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；

n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。冲击试验机使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中冲击试验机经过修理、更换重要部件的应重新校准。

附录A

校准原始记录参考格式

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原始记录编号 |  | | | 证书编号 |  | |
| 送校单位 |  | | | 校准依据 |  | |
| 被校设备信息 | | | | | | |
| 器具名称 |  | | | 出厂编号 |  | |
| 型号/规格 |  | | | 设备编号 |  | |
| 制造厂家 |  | | | | | |
| 校准地点 |  | | | 环境条件 | ℃ %RH | |
| 测量标准信息 | | | | | | |
| 名称 | 型号 | 编号 | 测量范围 | 测量不确定度/  准确度等级/  最大允许误差 | 证书编号 | 有效期至 |
|  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准结果 | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | | |
|  | | | | | |  | | | |
|  | | | | | | | | | |
|  |  | | |  | | |  | |  |
|  |  | | |  | | |  | |  |
|  | | | | | | | | | |
|  |  |  | | |  |  | |  |  |
|  |  |  | | |  |  | |  |  |
|  | | | | | | | | | |
|  |  |  | | |  |  | |  |  |
|  |  |  | | |  |  | |  |  |
|  | | | | | | | | | |
|  |  | |  | | |  | | |  |
|  |  | |  | | |  | | |  |

附录B

校准证书内页参考格式

校准证书编号：××××

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 校准结果 | | |
| 校准项目 | 测量值 | 扩展不确定度*U*（*k*=2） |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

附录C

冲击试验机冲击刀圆弧半径示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

本附录以冲击试验机冲击刀圆弧半径示值误差为示例，对其进行测量不确定度评定。其他校准项目可参照本附录作类似评定。

C.1.1 测量依据

依据摆锤动态撕裂冲击试验机校准规范。

C.1.2 被测对象

选用圆弧半径为38mm±0.5mm的冲击刀作为被测对象。

C.1.3 测量方法及主要设备

使用游标卡尺，测量范围（0~150）mm，最大允许误差±0.03mm。

用游标卡尺测量冲击试验机冲击刀圆弧半径，对选定的冲击刀圆弧半径重复测量10次。

C.2 测量模型及不确定度来源分析

C.2.1 测量模型

被校冲击试验机冲击刀圆弧半径示值误差的测量模型为：

（C.1）

式中：

——冲击刀圆弧半径示值误差，mm；

——冲击刀圆弧半径标称值，mm；

——冲击刀圆弧半径测量值，mm。

C.2.2 测量结果不确定度的主要来源分析

冲击试验机冲击刀圆弧半径示值误差测量结果不确定度的主要来源：

（1）测量重复性引入的标准不确定度；

（2）标准器分辨力引入的标准不确定度；

（3）标准器引入的标准不确定度。

C.3冲击刀圆弧半径示值误差测量不确定度的评定

C.3.1测量重复性引入的标准不确定分量

通过连续测量得出测量数列，对冲击刀圆弧半径重复测量10次，然后计算半径，结果见表C.1，由贝塞尔式计算其标准偏差*s*，属A类不确定度分量。

表C.1 测量结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点  /mm | 测量结果/mm | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值/mm |
| 38 | 38.16 | 38.18 | 38.20 | 38.22 | 38.18 | 38.24 | 38.28 | 38.30 | 38.28 | 38.32 | 38.24 |

由测量数据计算得到其标准偏差：



实际测量以3次测量值作为测量结果，则重复性引入的标准不确定度分量：

C.3.2标准器分辨力引入的标准不确定度分量

数显卡尺的分辨力为0.01mm，服从均匀分布，取，则分辨力引入的标准不确定度分量：

C.3.3标准器引入的标准不确定度分量

数显卡尺的最大允许误差为±0.03mm，假设服从均匀分布，取，则标准器引入的标准不确定度分量：

C.3.4各输入量标准不确定度汇总

表C.2 不确定度汇总

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 不确定度分量 |
|  | 重复性引入的分量 | 0.033mm |
|  | 标准器分辨力引入的分量 | 0.003mm |
|  | 标准器引入的分量 | 0.017mm |

C.3.5合成标准不确定度

重复性和分辨力引入的不确定度取较大者，所以分辨力引入的不确定度分量忽略不计。被校冲击试验机冲击刀圆弧半径示值误差的合成标准不确定度根据以下计算：

C.3.6扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则冲击试验机冲击刀圆弧半径示值误差的扩展不确定度：

8 mm（*k*=2）