



中华人民共和国工业和信息化部 有色金属计量技术规范

JJF（有色金属）XXXX—20XX

金属裂纹超声试块校准规范 (报批稿)

Calibration Specification for
Metal Crack Ultrasonic Test Blocks

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

金属裂纹超声试块 校准规范

Calibration Specification for
Metal Crack Ultrasonic Test Blocks

JJF（有色金属）XXXX—
20xx

归口单位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：东北轻合金有限责任公司

参加起草单位：有色金属技术经济研究院有限责任公司

西南铝业（集团）有限责任公司

国标（北京）检验认证有限公司

广东省科学院工业分析检测中心

西安汉唐分析检测有限公司

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：

罗海军（东北轻合金有限责任公司）

马金萍（东北轻合金有限责任公司）

闫雁楠（有色金属技术经济研究院有限责任公司）

高新宇（东北轻合金有限责任公司）

兰胜川（西南铝业（集团）有限责任公司）

陈晓朋（国标（北京）检验认证有限公司）

刘巨强（广东省科学院工业分析检测中心）

刘泽晨（西安汉唐分析检测有限公司）

目录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
4.1 表面粗糙度	(1)
4.2 测量面的平面度	(1)
4.3 裂纹深度	(2)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 测量标准及其他设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 校准项目	(2)
6.2 校准方法	(2)
7 校准结果表达	(4)
8 复校时间间隔	(5)
附录 A 金属裂纹超声试块校准记录参考格式	(6)
附录 B 金属裂纹超声试块校准证书内页参考格式	(7)
附录 C 金属裂纹超声试块裂纹深度测量不确定度评定示例	(8)

引 言

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》和JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

金属裂纹超声试块校准规范

1 范围

本规范适用于裂纹深度为3mm~30mm金属裂纹超声试块的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1487 超声波探伤试块校准规范

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 概述

金属裂纹超声试块是用于无损检测时评价工件中缺陷的配套设备，应选用与相应工件或材料化学成分相同或相似的材料，且其声学特性应与工件或材料相同或接近，其断面形状为矩形，根据断面不同深度，确定标准当量值，作为超声检测的判定标准。金属裂纹超声试块的校准用万能工具显微镜采用直接测量法进行测试。金属裂纹超声试块的外形见图1。

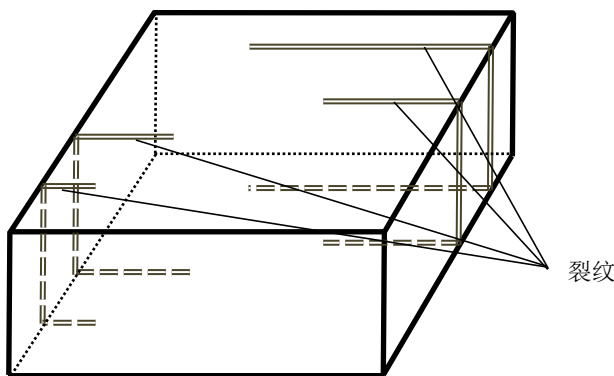


图1 金属裂纹超声试块示意图

4 计量特性

4.1 表面粗糙度

表面粗糙度 R_a 不大于 $0.63\ \mu\text{m}$ 。

4.2 测量面的平面度

测量面的平面度不大于 0.03 mm。

4.3 裂纹深度

裂纹深度最大允许误差（MPE）为 ± 0.10 mm。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度应在 (20 ± 5) °C，温度波动不超过 0.5 °C/h。

5.2 测量标准及其他设备

金属裂纹超声试块测量标准及其他设备技术指标见表 1。

表 1 测量标准及其他设备

校准项目	测量标准及其他设备名称	技术指标
表面粗糙度	表面粗糙度比较样块	MPE: $+12\% \sim -17\%$
	表面粗糙度测量仪	MPE: $\pm 7\%$
测量面的平面度	刀口形直尺	MPE: $\pm 3.0 \mu\text{m}$
	塞尺	MPE: ± 0.012 mm
裂纹深度	万能工具显微镜	MPE: $\pm (1+10L)\mu\text{m}$, L 为测量长度
注：允许采用满足要求的其他测量设备进行校准，设备的选择可参照 JJF 1487 的要求。		

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

表面粗糙度、测量面的平面度和裂纹深度。

6.2 校准方法

6.2.1 准备工作

6.2.1.1 校准前应清洗金属裂纹超声试块，并确认无影响校准结果的因素。

6.2.1.2 校准前金属裂纹超声试块和万能工具显微镜应进行温度平衡2h。校准用仪器设备规定了正常使用的环境温度时，应符合其规定。

6.2.2 表面粗糙度

金属裂纹超声试块的表面粗糙度可以用表面粗糙度比较样块或其他仪器进行比较测量，测量时应选择最接近被测表面粗糙度值的样块标称值作为测量结果；也可以用表面粗糙度测量仪进行直接测量，测量时仅测量带裂纹测量面的表面粗糙度。对于加工痕迹乱纹的试块应注意选取不同的方向，分别在带有裂纹的测量面进行测量，测量面选取如图2所示（共4个测量面），取测量最大值为表面粗糙度。

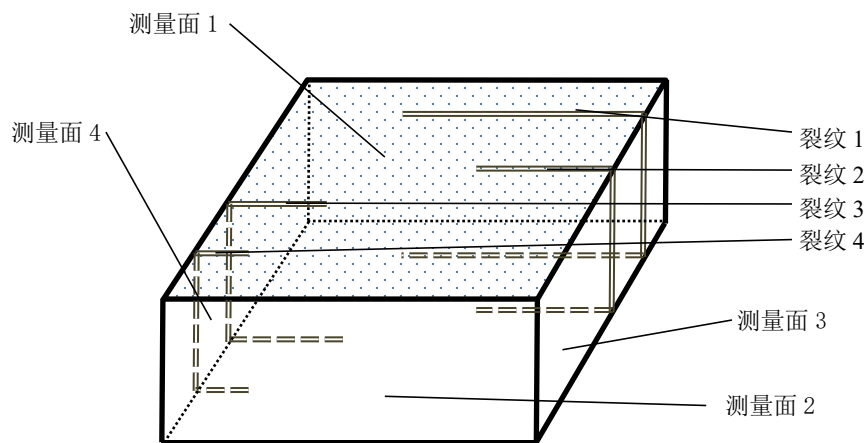


图2 测量面示意图

（裂纹深度1-4分别为裂纹由大到小排列，测量面1-4分别为带有裂纹的测量面，为试块的上、下、左、右四个面）

6.2.3 测量面的平面度

金属裂纹超声试块测量面的平面度用刀口形直尺以光隙法测量，仅测量带裂纹的测量面及其对称面的平面度，按照图2所示需在金属裂纹超声试块的4个测量面表面进行测量。将刀口形直尺贴附在金属裂纹超声试块带有裂纹的测量面及其对称面上，在金属裂纹超声试块的被校测量面的长边、短边和对角线位置上进行测量（见图3，其中虚线为测量位置），观察刀口形直尺与测量面校准位置之间的最大光隙（当光隙较大时插入塞尺进行测量），选取测量面各方位间隙中最大的间隙量作为此测量面的平面度，选取各测量面平面度的最大值作为该金属裂纹超声试块测量面的平面度。

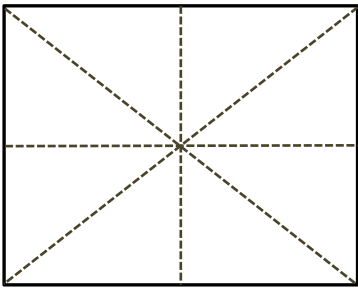


图3 平面度测量面校准位置

6.2.4 裂纹深度

裂纹深度用万能工具显微镜测量。测量时调整万能工具显微镜，使金属裂纹超声试块测量面的裂纹深度两端清晰地出现在仪器视场内，分别在带有裂纹的测量面按照图 4 选择相应裂纹深度进行测量，每个测量面测量 2 次，共测 4 次，取其算术平均值作为该裂纹深度的实测值。如图 2 中，裂纹 1 对应的测量面为测量面 1 和测量面 2，实际测量时需在测量面 1 和测量面 2 对裂纹 1 的裂纹深度各进行 2 次测量，计算 4 次测量的算术平均值作为该裂纹深度的实测值。裂纹深度实测值与标称值之差即为裂纹深度示值误差，计算方法见公式（1）。

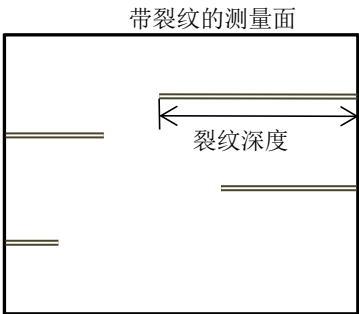


图 4 裂纹深度示意图

$$d = \bar{d} - D \tag{1}$$

式中：

d —— 裂纹深度示值误差，mm；

\bar{d} —— 裂纹深度实测值，mm；

D —— 裂纹深度的标称值，mm。

7 校准结果表达

经校准的金属裂纹超声试块出具校准证书，校准证书至少应包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室的名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和联络信息；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准活动的日期，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和证书发布日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用的测量标准和溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- m) 校准人和核验人签名；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

校准原始记录参考格式见附录A，校准证书内页参考格式见附录B。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由金属裂纹超声试块的使用保养情况、使用者、试块本身质量等因素所决定，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔为1年。

附录 A

金属裂纹超声试块校准记录参考格式

记录编号					证书编号					
委托单位					校准依据					
接收日期					校准日期					
被校设备信息										
设备名称					设备编号					
型号/规格					制造厂					
校准地点					环境温度 (°C)					
测量标准信息										
名称	型号	出厂编号	不确定度/准确度等级/最大允许误差			证书编号	有效日期			
校 准 结 果										
表面粗糙度 (μm)	测量面 1		测量面 2		测量面 3		测量面 4		最大值	扩展不确定度 $U, k=2$ (μm)
测量面的 平面度 (μm)	测量面 1		测量面 2		测量面 3		测量面 4		最大值	扩展不确定度 $U, k=2$ (μm)
	测量值		测量值		测量值		测量值			
	测量值		测量值		测量值		测量值			
	测量值		测量值		测量值		测量值			
	测量值		测量值		测量值		测量值			
	最大值		最大值		最大值		最大值			
裂纹深度 (mm)	标称值		测量值				平均值		示值误差	扩展不确定度 $U, k=2$ (mm)
			测量面 1							
			测量面 2							

附录 B

金属裂纹超声试块校准证书内页参考格式

证书编号:

表面粗糙度

测量面	测量值 (μm)	校准结果(μm)	扩展不确定度 $U, k=2$ (μm)
1			
2			
3			
4			

测量面的平面度

测量面	平面度(μm)	校准结果(μm)	扩展不确定度 $U, k=2$ (μm)
1			
2			
3			
4			

裂纹深度

裂纹深度 标称值 (mm)	裂纹深度 (mm)	平均值 (mm)	示值误差 (mm)	扩展不确定度 $U, k=2$ (mm)

附录 C

金属裂纹超声试块

裂纹深度测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 评定依据

本规范。

C.1.2 测量标准

万能工具显微镜，规格为 200 mm×100 mm，MPE: $\pm (1 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} L)$ ，其中 L 为测量长度，单位为 m。

C.1.3 被测对象

金属裂纹超声试块，测量范围：（3~30）mm。

C.1.4 测量方法

将表面处理干净的裂纹超声试块放置在工作台上。校准裂纹超声试块中的参考量值为 30mm 裂纹时，在万能工具显微镜视场内以坐标线与其中一条裂纹的端边对齐，再以坐标线与该裂纹的另一端边对齐的线间长度为裂纹深度。

C.1.5 测量模型

金属裂纹超声试块裂纹深度的测量模型见公式（C.1）。

$$d = \bar{d} - D \quad (\text{C.1})$$

式中：

d ——裂纹深度示值误差，mm；

\bar{d} ——裂纹深度实测值，mm；

D ——裂纹深度标称值，mm。

C.1.6 灵敏系数

金属裂纹超声试块裂纹深度的灵敏系数见公式（C.2）。

$$c_1 = \frac{\partial \Delta d}{\partial \bar{d}} = 1 \quad (\text{C.2})$$

所以，合成标准不确定度公式为：

$$u_c^2 = u^2(\Delta d) = c_1^2 u_1^2(\bar{d}) = u_1^2(\bar{d})$$

C.2 测量不确定度的来源分析

根据测量模型，金属裂纹超声试块裂纹深度测量结果的不确定度来源主要是：

- 1) 测量重复性引入的不确定度分量 u_1 ；
- 2) 由万能工具显微镜示值误差引入的不确定度分量 u_2 ；
- 3) 金属裂纹超声试块裂纹形状误差引入的不确定度分量 u_3 。

C.3 测量不确定度评定

C.3.1 测量重复性引入的不确定度分量 u_1

采用A类评定，在重复性条件下用万能工具显微镜对金属裂纹深度连续测量10次，测量数据见表C.1。

表C.1 金属裂纹深度测量数据

标称值 (mm)	金属裂纹深度测量值 (mm)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
30	30.06	30.02	30.03	30.03	30.04	30.04	30.04	30.02	30.03	30.02	30.033

其标准偏差 s 为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} = 0.013 \text{ mm}$$

实际测量以4次测量值平均值作为测量结果，所以由测量重复性引入的不确定度分量 u_1 为：

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{0.013}{\sqrt{4}} = 0.0065 \text{ mm} = 6.5 \text{ } \mu\text{m}$$

C.3.2 万能工具显微镜示值误差引入的不确定度分量 u_2

万能工具显微镜的最大允许误差为 $\pm (1 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} L)$ ，被校试块的长度为50 mm，

采用B类评定，按均匀分布处理，取 $k = \sqrt{3}$ ，所以由万能工具显微镜示值误差引入的不确定度分量 u_2 为：

$$u_2 = \frac{a}{k} = \frac{1 + 10 \times 10^{-6} L}{\sqrt{3}} = \frac{1 + 10 \times 10^{-6} \times 50 \times 10^3}{\sqrt{3}} = 0.9 \text{ } \mu\text{m}$$

C.3.3 金属裂纹超声试块裂纹形状误差引入的不确定度分量 u_3

由于加工的原因会产生形状误差，一般机加工的裂纹平面度不大于20 μm ，因此它

的区间半宽度为 $10\text{ }\mu\text{m}$ ，符合均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，所以金属裂纹超声试块裂纹形状误差引入的不确定度分量 u_3 为：

$$u_3 = \frac{a}{k} = \frac{10}{\sqrt{3}} = 5.8\text{ }\mu\text{m}$$

C.4 不确定度汇总

金属裂纹超声试块裂纹深度的不确定度分量汇总见表C.2。

表C.2 裂纹深度不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度（ μm ）
u_1	测量重复性	6.5
u_2	万能工具显微镜示值误差	0.9
u_3	金属裂纹超声试块 裂纹形状误差	5.8

C.4 合成标准不确定度

因 u_1 、 u_2 和 u_3 三个不确定度分量互不相关，所以其合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 8.8\text{ }\mu\text{m}$$

C.5 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$ ，当金属裂纹超声试块裂纹深度标称值为 30 mm 时，其扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 8.8 = 17.6\text{ }\mu\text{m} = 0.018\text{ mm}$$