



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—XXXX

相控阵超声试块校准规范

Calibration Specification for Phased Array Ultrasonic Test Blocks

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

相控阵超声试块校准规范

Calibration Specification for Phased Array Ultrasonic Test Blocks

JJF（有色金属）XXXX—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：

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

1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	1
4.1 几何尺寸测量误差.....	1
4.2 平面度.....	2
4.3 垂直度和平行度.....	2
4.4 声速误差.....	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.....	3
6.1 准备工作.....	3
6.2 几何尺寸测量误差.....	3
6.3 平面度.....	5
6.4 平行度、垂直度.....	5
6.5 声速误差.....	5
7 校准结果表达.....	8
8 复校时间间隔.....	8
附录 A.....	10
附录 B.....	12
附录 C.....	14
附录 D.....	17

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、JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示、GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测、GB/T 23905 无损检测 超声检测用试块、GB/T 11259 无损检测 超声检测用钢参考试块的制作与检验方法、GB/T 18852 无损检测 超声检验 测量接触探头声束特性的参考试块和方法、GB/T 1958-2017 产品几何技术规范（GPS）几何公差 检测与验证、JB/T 8428 无损检测 超声试块通用规范、JJF 1338 相控阵超声探伤仪校准规范、JJF 1487 超声波探伤试块校准规范为基础性系列规范进行编写。

本规范为首次发布。

相控阵超声试块校准规范

1 范围

本规范适用于评定和校准相控阵超声检测设备的校准试块（标准试块）和用于检测校准时使用的参考试块（对比试块）。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

GB/T 23905 无损检测 超声检测用试块

GB/T 11259 无损检测 超声检测用钢参考试块的制作与检验方法

GB/T 18852 无损检测 超声检验 测量接触探头声束特性的参考试块和方法

GB/T 41114 无损检测 超声检测 相控阵超声检测标准试块规范

GB/T 1958-2017 产品几何技术规范（GPS）几何公差 检测与验证

JB/T 8428 无损检测 超声试块通用规范

JJF 1338 相控阵超声探伤仪校准规范

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

相控阵超声试块分为校准试块（标准试块）和参考试块（对比试块）。校准试块是指具有规定的化学成分、表面粗糙度、热处理及几何形状的材料块，用于评定和校准相控阵超声检测设备，即用于仪器探头系统性能校准的试块。

参考试块主要用于检测校准，按其制作方法和用途不同可分为通用对比试块和专用对比试块；对比试块中应含有意义明确的采用机加工方式制作的参考反射体。

4 计量特性

4.1 几何尺寸测量误差

试块外形尺寸的测量误差一般不超过 $\pm 0.1\text{mm}$ 。【JB/T 8428】

平底孔、横通孔的直径测量误差一般不超过 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

相关角度测量误差一般不超过 $\pm 1^\circ$ 。

4.2 平面度

试块探头接触面平面度最大允许值一般不超过 $\pm 0.03\text{mm}$ 。【JB/T 8428】

4.3 垂直度和平行

试块相邻平面垂直度最大允许值一般不超过 $\pm 0.2\text{mm}$ 。【平板，量块】

试块对应平面平行度最大允许值一般不超过 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

4.4 声速误差

对于校准试块，型式检验所得试块材料的声速值应作为标称值，声速测量误差一般不超过 $\pm 1\%$ 。【JB/T8428】

对于参考试块，试块材料的声速值应与相应被检工件或材料相同或相近，二者的误差一般不超过 $\pm 1\%$ 。【JB/T8428】

5 校准条件

5.1 环境条件

校准试验应在 $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 65\%$ 的条件下进行，实验室内应无振动和磁场等影响测量的因素。

5.2 测量标准及其他设备

表 1 校准设备

序号	仪器设备名称	技术要求
1	坐标测量机	MPE: $\pm (2\mu\text{m} + 3 \times 10^{-6}L)$
2	影像测量仪	MPE: $\pm (3\mu\text{m} + 5 \times 10^{-6}L)$
3	万能工具显微镜	MPE: $\pm (1\mu\text{m} + 10 \times 10^{-6}L)$
4	游标卡尺	MPE: $\pm (0.02 \sim 0.05) \text{mm}$
5	千分尺	MPE: $\pm 4\mu\text{m}$
6	针规	(尺寸间隔为 0.01mm)，MPE: $\pm 2\mu\text{m}$
7	塞尺	($0.02 \sim 1.00$) mm，MPE: $\pm (5 \sim 16) \mu\text{m}$

8	刀口形直尺	MPEV: 2μm
9	直角尺	I级
10	平板	I级
11	超声波发射接收仪(或能产生、接收并显示超声波电信号的仪器)	频带宽度≥15MHz
12	数字示波器	频带宽度≥100MHz
13	纵波直探头	中心频率≥5MHz, 晶片直径: 10mm~12.5mm
14	横波直探头	使用频率: 4MHz~5MHz, 晶片直径: 10mm~12.5mm
15	声速试块	已知超声波速度的任何材料

注：用于相同校准项目的测量标准器至少具备一台，也可采用满足技术要求的其它测量标准进行校准。

6 校准项目和校准方法

6.1 准备工作

校准前应清洁试块，去除表面油污，并确认无影响校准结果的因素。

6.2 几何尺寸测量误差

可采用接触测量或非接触测量的方法。被校试块几何尺寸误差按公式（1）计算：

$$\Delta = L_X - L_N \quad (1)$$

式中：

Δ ——几何尺寸测量误差；

L_X ——几何尺寸测得值；

L_N ——被校试块标称值（由试块加工图纸得到）。

6.2.1 试块外形尺寸

6.2.1.1 用三坐标测量机测量

测量时，按照三坐标测量机开机程序操作；根据被校试块的形状和尺寸装夹试块；选择并校准测头，建立工件坐标，编辑测量程序；然后按照自动测量模式测量出试块上对应的点、线、面坐标值；通过测量软件计算出该试块被测外形尺寸。长度尺寸 L 按式（2）计算。

$$L=A-A_0 \quad (2)$$

式中:

L ——被测尺寸, mm ;

A ——第二个位置(终点)坐标值, mm;

A_0 ——第一个位置(起点)坐标值, mm。

6.2.1.2 用游标类量具或千分尺测量

长度和厚度尺寸可选用相应分度值的游标类量具或千分尺直接测量;所选用量具的最大允许误差应不超过被测尺寸公差值的 $1/3$ 。

6.2.1.3 用万能工具显微镜或影像测量仪测量

测量时调整仪器,使试块边缘清晰地出现在仪器视场内,按仪器操作方式进行测量,测量时要注意避让试块被测几何体的边缘倒角和毛刺等影响测量结果的因素。用影像仪测量时,优先使用仪器自动寻边的方式瞄准和选点。数据处理按式(2)计算。

6.2.2 孔、槽尺寸

优先选择 6.3.1 条方法对孔和槽的尺寸进行测量。对于有封口的孔、槽,经委托方同意后方可去掉封口对其进行测量。

6.2.2.1 用内径表测量孔径

对于 2mm 以上的孔直径可选择合适量程的内径表进行测量。首先用内径表的校对环规调整好内径表的初始值,然后直接用内径表测量孔直径,读数值即为孔直径。

6.2.2.2 试塞法

对于 2mm 以下的孔直径可用尺寸间隔为 0.01mm 的针规试塞测量;小于 1mm 的槽宽度可用塞尺试塞测量。测量时根据孔直径(或槽宽度)的标称值选择合适直径的针规(或塞尺)试塞,以刚刚能塞入孔(或槽)内的针规(或塞尺)的标称尺寸作为被测尺寸。

6.2.2.3 倒模法

根据孔径选择适当大小的医用针头和注射器,首先用无油、无腐蚀性的溶剂(如无水乙醇或丙酮)清洗平底孔,然后用过滤干燥的空气吹干;将配置复制品用的有机硅凝胶混合液注入孔中(从孔底开始,逐渐填充至外面,确保没有气泡产生);同时孔中插入一根金属丝以便于拔出复制品;待混合液固化后,用金属丝将复制品慢慢取出即可。复制品反映了平底孔的特征,使用影像测量仪测量出塑性复制品的几何尺寸及形状误差。

6.2.2.4 用深度指示表测量深度尺寸

根据被测孔、槽等深度尺寸选取合适的深度指示表。如果指示表的测头尺寸过大,可

换上合适尺寸的探针。测量时，将深度指示表的基座放在试块基面上，调整指示表的测量端于孔（或槽）的顶部并记下指示表初始值。在试块基面上移动深度指示表的基座，慢慢使指示表的测头插入到孔（或槽）的底部，此时指示表的读数与初始值之差的绝对值即为该孔（或槽）的深度尺寸。

6.2.3 试块相关角度测量

使用万能工具显微镜测量，测量前清洁测量面，测量时保证试块水平放置。

6.3 平面度

平底孔的平面度按 6.3.2.3 条配合刀口形直尺进行测量。

6.4 平行度、垂直度

在用三坐标测量机测量试块外形尺寸的同时，可以通过三坐标测量软件一并评定出试块上对应面、线的相互位置误差。

试块的平行度可在平板上用打表法测量，垂直度可在平板上用直角尺比较测量。也可以选择其他计量器具进行测量，只要满足测量不确定度要求即可。测量应符合 GB/T 1958 规定的检测原则、评定方法和检测方案。

6.5 声速误差

对于校准试块，声速误差表达式见式（3）

$$\Delta V = V_{Xj} - V_N \quad (3)$$

式中：

ΔV ——声速误差；

V_{Xj} ——校准试块声速标称值（由试块加工制造方提供）；

V_N ——校准试块声速测得值；

对于参考试块，声速误差表达式见式（4）

$$\Delta V = V_{Xc} - V_N \quad (4)$$

式中：

ΔV ——声速误差；

V_{xc} ——参考试块声速测得值；

V_N ——被检工件声速测得值；

使用超声波发射接收仪（或能产生、接收并显示超声波电信号的仪器）、数字示波器、探头对试块声速进行校准。对于纵波速度测量，耦合剂应使用洁净的轻质油等材料；对于横波速度测量，应采用树脂或固体粘结剂等高粘性的材料。

6.5.1 纵波速度测量

方法一：通过比较纵波在被测材料与在已知声速（ v_k ）的试块中的传播时间，来测量纵波速度（ v_l ）。在每个试样（试块和被测材料）上各选择两个平行表面，测量其厚度，精度高于 $\pm 0.02\text{mm}$ 或 0.1%。在每个试样上用探头测得一个信号模式（见图 1），在可清晰分辨的条件下，尽可能使反射回波数多。两次测量的时基线（扫描线控制）必须设置相同。

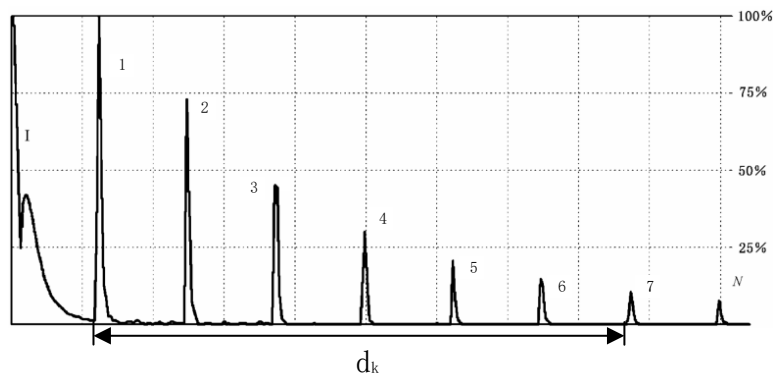


图 1 始波脉冲和反射回波示意图

用刻度尺或卡尺分别测量试块和被测材料上第一个反射回波前沿和最后一个可清晰识别的反射回波前沿之间的时基线距离。为了获得更高的精度，可在第一个反射回波的前沿位置固定之后，调节放大器使最后一个反射回波与第一个反射回波的高度一致。随后再确定最后一个反射回波前沿的位置。在任意两个反射回波之间，信号传播声程为 2 倍的试样厚度。信号传播通过试样并返回到入射点称为一次完整路径。在图 1 中回波 1 和回波 7 之间信号通过了 6 次完整路径。计算在两个试样上从第一个反射回波到最后一个反射回波之间通过的完整路径次数。这个数字比反射回波的数目少 1。注意每次测量到的试样厚度、完整路径次数和从第一个到最后一个回波之间的距离不必相同。

按下式计算被测材料的声速值：

$$v_1 = (A_k n_1 t_1 v_k) / (A_1 n_k t_k) \quad (5)$$

式中：

A_k ——沿 A 扫描显示的时基线测量到试块从第一个到第 N 个反射回波之间的距离，

单位为米 (m);

n_1 ——被测材料中完整路径的次数;

t_1 ——被测材料的厚度, 单位为米 (m);

v_k ——试块中的声速, 单位为米每秒 (m/s);

A_1 ——沿 A 扫描显示的时基线测量到被测材料从第一个到第 N 个反射回波之间的距离, 单位为米 (m);

n_k ——试块中完整路径的次数;

t_k ——试块的厚度, 单位为米 (m);

方法二: 使用数字示波器来观察回波模式, 通过示波器测量出连续多次反射回波之间的传播时间, 再按照下式计算速度:

$$\text{速度 (m/s)} = [2 \text{ 厚度 (m)}] / [\text{时间 (s)}] \quad (6)$$

6.5.2 横波速度测量

方法一: 通过比较横波在已知声速 (v_t) 的试块和被测材料中的传播时间, 来测量横波波速 (v_s)。

在每个试样 (试块和被测材料上) 上各选择两个平行表面, 测量其厚度, 精度高于 $\pm 0.02\text{mm}$ 或 0.1%。在每个试样上用探头测得一个信号模式 (见图 1), 在可清晰分辨的条件下, 尽可能使反射回波数多。两次测量的时基线 (扫描线控制) 必须设置相同。

用刻度尺或卡尺分别测量试块和被测材料上第一个反射回波前沿和最后一个可清晰识别的反射回波前沿之间的时基线距离。为了获得更高的精度, 可在第一个反射回波的前沿位置固定之后, 调节放大器使最后一个反射回波与第一个反射回波高度一致。随后再确定最后一个反射回波前沿的位置。计算在两个试样上从第一个反射回波到最后一个反射回波之间通过的完整路径次数。这个数字比回波数目少 1。注意每次测量的试样厚度、完整路径次数和从第一个到最后一个反射回波之间的距离不必相同。

按下式计算被测材料的声速值:

$$v_1 = (A_t n_s t_s v_t) / (A_s n_t t_t) \quad (7)$$

式中:

A_t ——沿 A 扫描显示的时基线测量到试块从第一个到第 N 个反射回波之间的距离, 单位为米 (m);

n_s ——被测材料中完整路径的次数;

t_s ——被测材料的厚度，单位为米（m）；

v_t ——试块中的声速，单位为米每秒（m/s）；

A_s ——沿 A 扫描显示的时基线测量到被测材料从第一个到第 N 个反射回波之间的距离，单位为米（m）；

n_t ——试块中完整路径的次数；

t_t ——试块的厚度，单位为米（m）；

方法二：与 6.6.1 方法二相同。

7 校准结果表达

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。

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。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由试块的使用保养情况、使用者、试块本身质量等因素所决定，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/576125111023010212>