

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1217—2018

变形金属超声波水浸 C 扫描检测方法

Ultrasonic immersion C-scan Test method of Forging

2018 - 12 - 26 发布

2019 - 01 - 26 实施

陕西省市场监督管理局

发 布

目 次

前 言 II

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 2

5 检测设备和器材 2

6 检测要求 3

7 评定 5

8 质量控制要求 6

9 检测记录和检测报告 6

附录 A（资料性附录） 机械精度的参考值 8

附录 B（资料性附录） 动态响应的测试方法 10

附录 C（资料性附录） 非相关显示的识别 11

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草

本标准由中国航发西安航空发动机有限公司提出。

本标准由陕西省市场监督管理局归口。

本标准起草单位：中国航发西安航空发动机有限公司。

本标准主要起草人：董瑞琴、王婵、何喜、杨宏伟、荆砚、赵娜、李铮、冯萍、王文艳、张浩喆。

本标准由中国航发西安航空发动机有限公司负责解释。

本标准首次发布。

联系信息如下：

单位：中国航发西安航空发动机有限公司

电话：029—86153709

地址：陕西省西安市未央区凤城十路

邮编：710021

变形金属超声波水浸 C 扫描检测方法

1 范围

本标准规定了变形金属超声波水浸C扫描检测的术语和定义、一般要求、检测设备和器材、检测要求、评定、质量控制要求，检测记录和检测报告的内容和要求。

本标准适用于变形金属材料的水浸式纵波脉冲反射法检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声波检测

HB 20159 变形金属超声检测

3 术语和定义

GB/T 12604.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

采样间距 data acq rate

采样间距为圆周方向扫查间距，用于位置脉冲控制设备的参数，若圆周方向扫查间距确定后，设备在每个扫描间距上自动产生脉冲，并采取数据。

3.2

有效声束宽度 effective beam width

在所选对比试块上调整检测灵敏度，使孔底最大反射波高为荧光屏满刻度的80%，然后找出探头沿孔径方向移动时，反射波高下降某一规定值的两点间的距离。

3.3

扫查间距 scan index

相邻两扫查线之间的距离，分为径向或轴向扫查间距。

3.4

扫查速度 scan speed

探头在工件上的移动速度。

3.5

脉冲重复频率 pulse repetition rate

每秒钟产生触发脉冲数目。

4 一般要求

- 4.1 从事检测工作的人员应按行业标准取得技术资格证书，各级人员只能从事与其技术资格等级相应的工作。
- 4.2 超声检测应在不影响正常工作的场地进行，应避开强磁、震动、高频、灰尘、腐蚀性气体、噪音及明亮的光线。
- 4.3 工作场地的温度及湿度应满足仪器、设备及材料的要求。

5 检测设备和器材

5.1 检测仪

5.1.1 性能要求

仪器投入使用前、修理后或每年应至少校验一次使用性能，要求应符合HB 20159。

5.1.2 报警器

报警器应符合下列要求：

- a) 检测过程中，应尽可能将声报警和光报警结合起来使用，报警的幅度和位置应能任意调节，当检测系统具有自动显示、记录功能时，可以不使用声光报警器；
- b) 报警闸门应覆盖整个被检测区域，当采用分区检测时，闸门可分区设置，但是不同区域的闸门应相互搭接，相邻的两个检测区的深度应至少有 10mm 以上的覆盖。

5.2 探头

- 5.2.1 应采用圆形或矩形的平面探头或水浸点聚焦探头，所选探头和检测仪相匹配并满足被检件的要求。
- 5.2.2 缺陷评定应采用圆形晶片探头。

5.3 耦合剂

当采用水作耦合剂时，可添加润湿剂和防腐剂，所添加的润湿剂或防腐剂应不对被检件的表面和检测系统造成损害，耦合剂中不应存在影响超声检测的气泡和外来物。

5.4 水浸槽与机械系统

- 5.4.1 浸槽尺寸应能保证探头在所需要的范围内运动。
- 5.4.2 机械系统应具有零件对中功能和足够的刚性支撑，探头操纵装置应能够使探头在两个相互垂直的平面内进行角度调节。
- 5.4.3 机械系统的精度要求参见附录 A。

5.5 对比试块

5.5.1 基本要求

5.5.1.1 对比试块的声学特性（如声衰减系数、噪声等级和声速等）应和被检件的声学特性相同或相似。

5.5.1.2 应根据技术条件的规定确定对比试块的形状、参考反射体的类型、孔径大小以及分布形式。

5.5.1.3 在检测曲面时采用的对比试块其曲率半径应为被检件曲率半径的 0.9 倍~1.5 倍。当被检件曲率半径大于等于 125mm 时可使用平面对比试块。

5.5.2 参考反射体

对比试块的参考反射体可选用平底孔、横孔或切槽。

5.6 前置放大器

宜使用前置放大器，以降低系统电噪声，前置放大器应尽可能靠近探头安装。

6 检测要求

6.1 检测时机

6.1.1 被检件应在精加工前检测，当被检件受外形限制，不能一次完成所有部位的检测时，应在原材料、锻件毛坯、机加工各阶段对可检测的部位分别进行检测，被检件的终验收检测宜在最终热处理之后进行。

6.1.2 表面粗糙度应不大于 $1.6\mu\text{m}$ 。当采用更高或更低级别的验收等级时，可以根据实际需求提高或降低表面粗糙度要求。表面车削宜采用 R2 以上圆头刀具。

6.2 声束方向

应使得声入射表面尽可能的平行于缺陷的取向，或使声束中心线尽可能垂直于缺陷反射面或零件的流线，若被检件的检测区域没有明显的流线，应从其它的表面辅助检测。

6.3 入射面分辨力

入射面分辨力应小于被检件加工余量，入射面的分辨力不足以探测到近表面缺陷时，应从正、反面来检测。表面粗糙度不能满足分辨力的要求，应在修整表面后重新检测。

6.4 检测频率

检测频率范围为 2.25MHz~10MHz。

6.5 对比试块的选择

6.5.1 至少应选择以下三种埋深的对比试块：

- a) 埋深小于等于入射面加工余量；
- b) 埋深约等于或接近于被检件厚度的一半；
- c) 埋深大于等于被检件厚度。

6.5.2 选的对比试块应包含验收标准中规定的反射体的类型和尺寸。

6.6 探头的调节

6.6.1 界面垂直

应在与声束轴线平行的、两个相互垂直的平面内调节探头角度，使被检件前表面的回波幅度最大。

6.6.2 水程调节

水程应保持在设定值的 $\pm 2\text{ mm}$ 范围内，二次前表面回波不应出现在被检件的一次底波之前。对聚焦探头，宜采用表面聚焦以满足近表面分辨力要求。

6.7 检测参数的确定

6.7.1 扫查间距

最大扫查间距应不大于有效声束宽度的75%，宜测量-6dB的有效声束宽度。

6.7.2 扫查灵敏度

6.7.2.1 不使用距离幅度补偿电路时灵敏度的确定

应选择工件深度范围内回波幅度值最小的一个点，调节仪器的增益值使其幅度达到显示屏满刻度的80%。该增益值为扫查灵敏度。

6.7.2.2 使用距离幅度补偿电路时灵敏度的确定

通过增益补偿使不同深度的反射体回波幅度相同，使所有反射体的回波均达到显示屏满刻度80%的增益值为扫查灵敏度。

6.7.3 采样间距

6.7.3.1 采样间距 CI 应采用公式（1）计算获得。

$$CI = \sqrt{EBW^2 - RAI^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

CI ——采样间距；

EBW ——有效声束宽度；

RAI ——扫查间距。

6.7.3.2 采样间距应小于上式确定的数值。

6.7.4 脉冲重复频率

6.7.4.1 最小脉冲重复频率 f_n 应采用公式（2）计算获得。

$$f_n = \frac{V}{CI} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

f_n ——最小脉冲重复频率；

V ——扫查速度；

CI ——采样间距。

6.7.4.2 脉冲重复频率应大于最小脉冲重复频率，但脉冲重复频率不宜过大，脉冲重复频率过大时会产生幻像波干扰检测。

6.7.5 扫查速度

扫查速度的确定应以公式（2）计算获得。采用的扫查速度应保证能得到清晰的回波或能够有效的触发报警或记录，扫查速度不宜超过650mm/s。

6.7.6 报警闸门设置

检测仪可设置两个报警闸门，一个报警闸门用于监控内部缺陷，不宜超过拒收极限的-6dB；另一个报警闸门可独立调节增益，用于监控底波损失。若无法同时监控缺陷与底波，必要时进行一次底波损失的检测。

6.8 动态响应

动态响应应依据被检件检测工艺卡设定的参数，使用近表面分辨力试块测试动态响应（参见附录B），动态响应应控制在±2dB范围内。在动态响应符合检测要求的前提下，扫查速度可不受限制。

7 评定

7.1 非相关显示

7.1.1 非相关显示包括：点噪声、悬浮物信号和边缘信号等，非相关显示的识别参见附录C。

7.1.2 非相关显示不进行评定。

7.2 相关显示

相关显示应进行评定。评定时，应找出相关显示的最大信号幅度和最大尺寸。

7.3 缺陷评定

7.3.1 单个缺陷的评定

单个缺陷，其最大信号幅度超过所要求等级的当量平底孔指示幅度，应评定为不符合。

7.3.2 多个缺陷的评定

多个缺陷，其中任何两个缺陷的中心间距小于所要求验收等级的距离，且最大信号幅度超过所要求验收等级的当量平底孔指示幅度，应评定为不符合。

7.3.3 长条缺陷的评定

任何长条缺陷，其最大信号幅度和长度超过所要求等级的当量平底孔指示幅度和所规定的长度，应评定为不符合。

7.3.4 噪声的评定

7.3.4.1 验收标准对噪声水平有明确的要求时，应按照噪声水平进行评定。

7.3.4.2 若验收标准对噪声水平无明确的要求时，噪声显示信号幅度应比要求检出的最小不连续性显示信号幅度至少低6dB。

7.3.5 底反射损失的评定

记录所有底波损失不符合技术文件要求的位置，并判断是否由被检件表面粗糙度或表面不平行所造成，如果确定是由表面粗糙造成，则应重新处理表面并复检，如果仅是表面不平行造成，则评定为合格，否则，则评定为不合格。

8 质量控制要求

8.1 工艺卡

工艺卡应包含以下内容：

- a) 被检件的名称和材料；
- b) 依据的标准、规范和技术要求，规定所选择的检测技术；
- c) 质量验收标准，如缺陷的验收等级、对底波和杂波的要求；
- d) 检测设备，应包括设备名称和型号等相关内容；
- e) 试块编号、探头的型号、水程、扫查速度及最小脉冲重复频率等相关参数；
- f) 检测面和声入射方向；
- g) 每个检测面的加工余量、扫查深度及所使用的探头。

8.2 系统校验和复检

8.2.1 在下列情况下，应对系统的灵敏度进行校验：

- a) 检测开始前和结束后；
- b) 在仪器的调整或插接件有任何改变时；
- c) 每连续工作 2 个小时；
- d) 对于大型件，在每一件检测的开始和结束时。

8.2.2 校验过程中灵敏度变化超过规定要求时，应按以下要求处理：

- a) 如发现调整的不正确或设备有问题，则在发现问题之前和上次调整之后所检测过的全部被检件应重新检测。
- b) 如发现只是灵敏度发生变化，当灵敏度降低时，则应按照之前的步骤对合格件进行复检；当灵敏度提高时，则对自上次校验合格后所有拒收的被检件进行复检。

8.3 系统质量控制项目

检测系统质量控制项目及要求见表2。

表1 检测系统质量控制项目及要求

序 号	校验项目	周 期	要 求	对应章节
1	检测仪	12 个月	符合表 1 的要求	5.1
2	探头频率	12 个月	±10%	5.2
3	距离-幅度特性	6 个月	±20%	6.7.2.1
4	动态响应	3 个月	±2 分贝	6.8
5	有效声束宽度	6 个月	±10%	6.7.1
6	系统的机械精度	12 个月	表 A.1	5.4

9 检测记录和检测报告

9.1 检测记录与检测报告应包括以下内容：

- a) 报告编号；
- b) 送检单位；
- c) 受检件编号、材料牌号与规格；

- d) 检验规程的编号;
- e) 验收要求;
- f) 评定结论;
- g) 检验员签字与日期等。

9.2 检验报告应一式两份，由检验单位和送检单位各持一份，检验报告应作为质量档案保存。

附录 A
(资料性附录)
机械精度的参考值

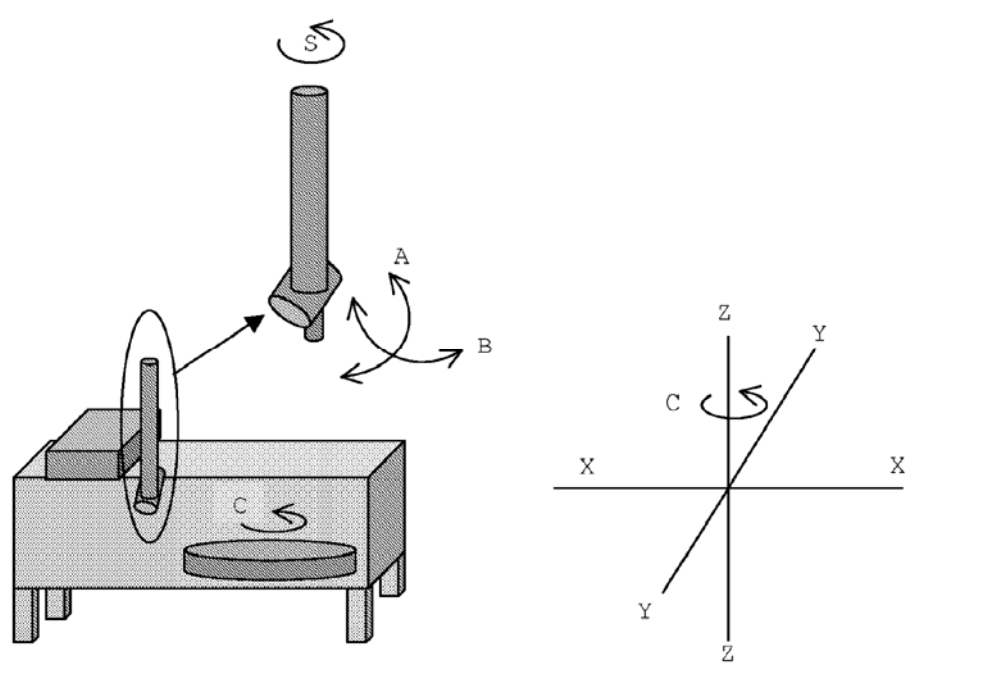
A.1 扫描系统的机械精度参考值

A.1.1 水浸式超声波检测系统的坐标

A.1.1.1 坐标轴定义如下：

- a) 直线轴：X、Y 和 Z；
- b) 旋转轴：A、B 和 C。A 轴和 B 轴安装在 Z 轴的底部并且在两个相互垂直的平面内提供运动。

A.1.1.2 直线和旋转坐标轴示意图见图A.1。



图A.1 直线和旋转坐标轴示意图

A.1.2 各轴机械精度参考值

各轴机械精度的误差范围见表A.1。

表A.1 机械精度要求

项 目	精 度	运动控制方法
轴定位 X, Y 和 Z 轴	$\pm 0.8\text{mm/m}$ 对于大于 3000mm 的范围, 最大 1.6mm/m 包括回程间隙	自动
X, Y 和 Z 轴分度	0.1mm	自动
探头定位 A 和 B 轴	$\pm 0.5^\circ$ 包括回程间隙	自动 手动
平行度 B 轴与 X 轴 A 轴与 X 轴	0.5mm/90 ° 或 $\pm 1.12\text{mm}/180^\circ$ 0.25mm/45 °	自动 手动
垂直度 Z 与 Y, Z 与 X 和 X 与 Y	$\pm 1.6\text{mm/m}$ 对于大于 0.61m 的范围, 最大 $\pm 3.2\text{mm/m}$	自动 手动
表面跳动量 被检件定中	0.25mm 满负荷工作	自动 手动
表面速度 (转数/分)	在满负荷下 $\pm 3\%$	自动
转台与桥的平行度 X 和 Y 轴	0.8mm/m 对于大于 0.6m 的范围, 最大 1.6mm/m	自动 手动

附 录 B
(资料性附录)
动态响应的测试方法

B.1 动态响应测试概述

动态响应测试是为了验证在设定的扫查速度下,记录系统来自缺陷处的反射信号的能力。动态响应测试只是针对特定的检测设备与记录系统的组合。

B.2 动态响应测试准备

动态响应测试准备过程如下:

- a) 记录仪器、探头及记录仪的型号和序列号;
- b) 将零件装载在转盘上,并且使零件对中;
- c) 将近表面分辨力试块水平放置在零件上;
- d) 安装工艺卡中规定的探头;
- e) 将仪器设定为:
 - 1) 频率: 宽带;
 - 2) 滤波: 关闭;
 - 3) 检波: 负半波;
 - 4) 抑制: 关闭;
 - 5) TCG: 关闭。
- f) 调节探头的界面垂直;
- g) 将水程调整到探头的标称水程。

B.3 动态响应测试程序

动态响应测试程序如下:

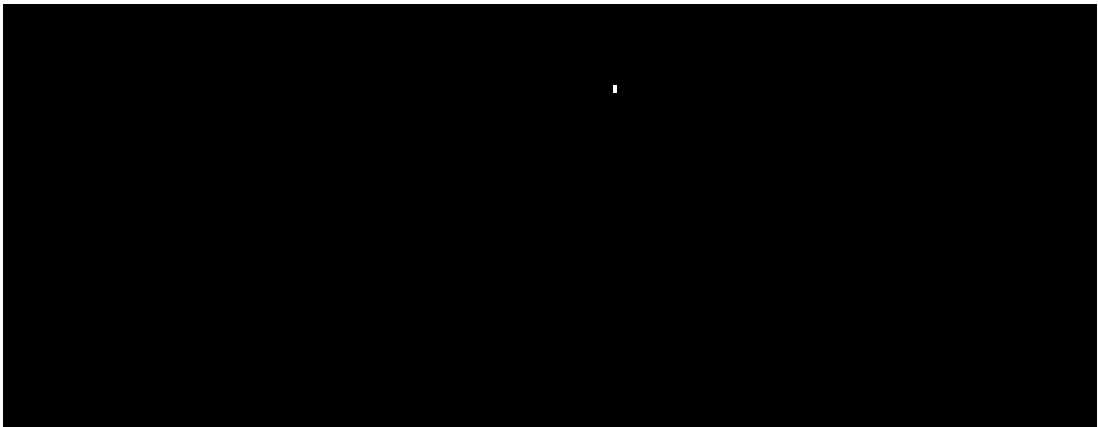
- a) 将 Y 轴放到零件的中心线位置,通过旋转或者沿 X 方向移动探头使平底孔的反射波最高;
- b) 调整增益值使反射波高达到荧光屏满刻度的 80%;
- c) 通过编程,在扫查间距为 0.4 mm,表面速度设定为工作中使用的最大扫查速度时,使探头沿 X 轴方向越过平底孔,移动距离不小于 10 mm;
- d) 测定动态下记录仪采集到的平底孔的最大信号,确定动态与静态下平底孔的反射信号误差值。

附 录 C
(资料性附录)
非相关显示的识别

C.1 非相关显示

C.1.1 点噪声的识别

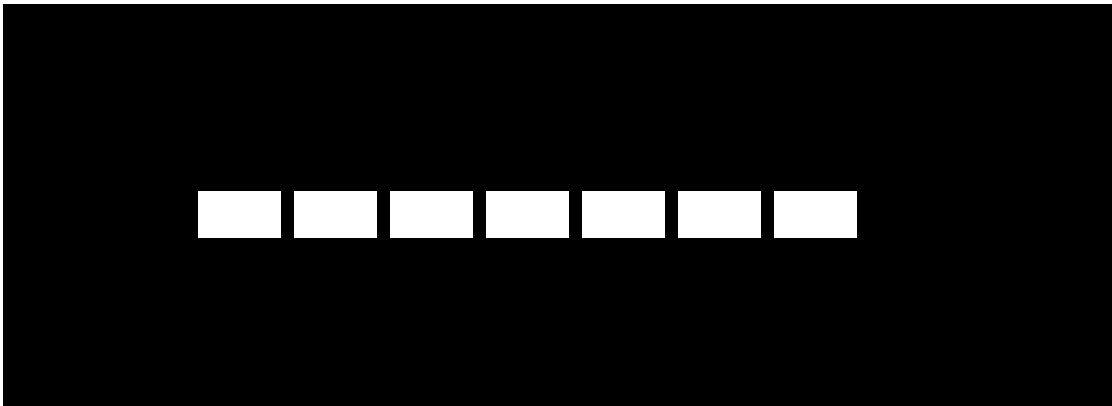
如果显示由单个高幅度像素构成时，而没有小于高幅度3dB范围内的背景像素则显示是点噪声，见图C.1。



图C.1 点噪声示意图

C.1.2 悬浮物信号的识别

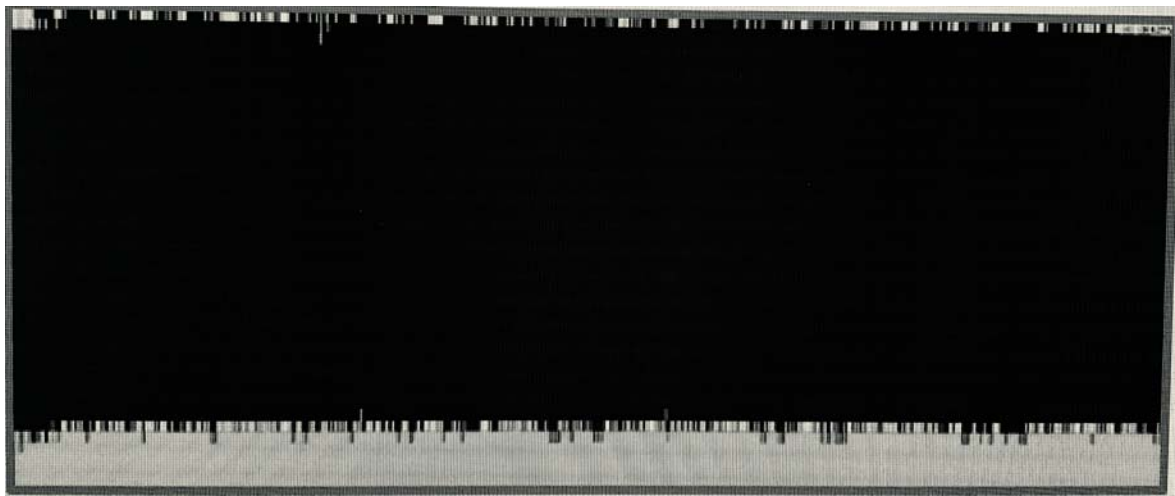
如果七个或较少的高幅度像素在扫查方向上相互相邻时，但在扫查间距方向内没有小于该显示3dB以内的相邻像素，则显示是悬浮物信号（气泡或其它颗粒），见图C.2。



图C.2 悬浮物信号示意图

C.1.3 边缘显示

如果显示接近于被检件的边缘，宽度小于十个像素宽度，长度超出25.4 mm时，则显示是边缘信号。见图3。



图C.3 边缘信号示意图

C.1.4 采用模拟记录系统下非相关显示的评定

在相同的扫查间距下不重复出现的显示，则显示是点噪声或悬浮物信号，而不必评定。对于该类显示，可使扫查装置在显示处停下，如果先前测出的显示没有出现在同一圆周位置上则可评定为非相关显示。