

# HB

## 中华人民共和国航空行业标准

FL 6200

HB 20445-2018

---

### 金属钎焊结构超声 C 扫描检测

Ultrasonic C-scan inspection of brazed bonds within metal structure

2018-01-18 发布

2018-05-01 实施

---

国家国防科技工业局 发布

## 前 言

本标准由中国航空发动机集团有限公司提出。

本标准由中国航空综合技术研究所、北京航空材料研究院归口。

本标准起草单位：中国航发北京航空材料研究院、中国南方航空工业(集团)有限公司、西安航空发动机(集团)有限公司、中国航发贵州黎阳航空动力有限公司。

本标准主要起草人：沙正骁、梁 菁、史亦韦、石 剑、李 泽、邱伦厚。

# 金属钎焊结构超声 C 扫描检测

## 1 范围

本标准规定了采用水浸聚焦脉冲反射超声 C 扫描成像技术检测金属钎焊结构的一般要求、检测程序和检测结果的评定等。

本标准适用于蜂窝支撑板厚度不大于 20 mm、蜂窝边长不小于 0.5 mm 的金属板-蜂窝钎焊件，以及入射面厚度不大于 20 mm 的金属板-板单层钎焊结构的超声 C 扫描检测。其他规格和形式的钎焊结构可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

HB 20159 变形金属超声检测

## 3 原理

采用聚焦探头和脉冲反射式超声 C 扫描成像自动检测系统，使探头的焦点位于钎焊缝上，通过扫描完成焊缝区的缺陷成像检测。利用图像处理软件，确定焊缝区，根据焊缝区的 C 扫描显示，对缺陷进行判别和定量评价。

## 4 一般要求

### 4.1 检测人员

从事超声检测工作的人员应持有符合航空工业无损检测人员认证相关标准的资格证书，或顾客认可的相应资格等级证书，并从事与专业资格等级相适应的工作。

### 4.2 设备

#### 4.2.1 概述

采用的检测设备和相应的操作软件能够实现被检件的超声 C 扫描成像。超声检测仪、探头及探头操纵装置应满足 HB 20159 的规定，同时应满足 4.2.2~4.2.4 的要求。

#### 4.2.2 超声检测仪

仪器带宽应满足所用探头对带宽的要求。

#### 4.2.3 探头操纵装置

探头操纵装置最小步进值应不大于 0.1 mm，并能达到 0.1 mm 的重复定位精度。

#### 4.2.4 探头

探头应为水浸点聚焦探头，频率为 10 MHz~25 MHz，焦距应满足 5.3 对水距的要求。对于蜂窝钎焊结构，推荐使用焦点直径不大于蜂窝边长 0.7 倍的探头。在保证检测效率的前提下，应尽可能选择焦点直径小的探头。

### 4.3 对比试样

4.3.1 对比试样应采用与被检件声传播特性相同或相近的材料制作，试样的结构参数(包括蜂窝支撑板、蜂窝芯的形状、规格等)、焊接材料(包括钎料、钎剂等)和焊接工艺应与被检件相同。

4.3.2 在对比试样中规定检测的焊缝区内，应包括平底孔、槽或模拟未焊合缺陷等人工缺陷。对于技术条件有要求的，应根据技术条件要求确定人工缺陷尺寸；对于技术条件没有要求的，可自行确定人工

缺陷尺寸，但应保证人工缺陷直径大于探头的焦点直径。除人工缺陷外，对比试样中应不包含影响使用的其他缺陷。

#### 4.4 被检件的表面状态

4.4.1 被检件的入射面表面粗糙度  $R_a$  值应不大于  $1.6 \mu\text{m}$ ，且表面不允许存在影响超声检测的松动的氧化皮、折叠、毛刺、油污和冗余钎料等。若个别部位无法清除，应在被检件上作出标记，供评定时参考。

4.4.2 被检件的圆度或平面度应使自动扫查时的水距变化不超过  $1 \text{ mm}$ 。

### 5 检测程序

#### 5.1 选择扫查方式

采用水浸法纵波垂直入射 C 扫描方式，检测时应尽可能保持纵波声束与入射面垂直。图 1、图 2 分别为板-蜂窝钎焊结构和板-板钎焊结构扫查示意图。

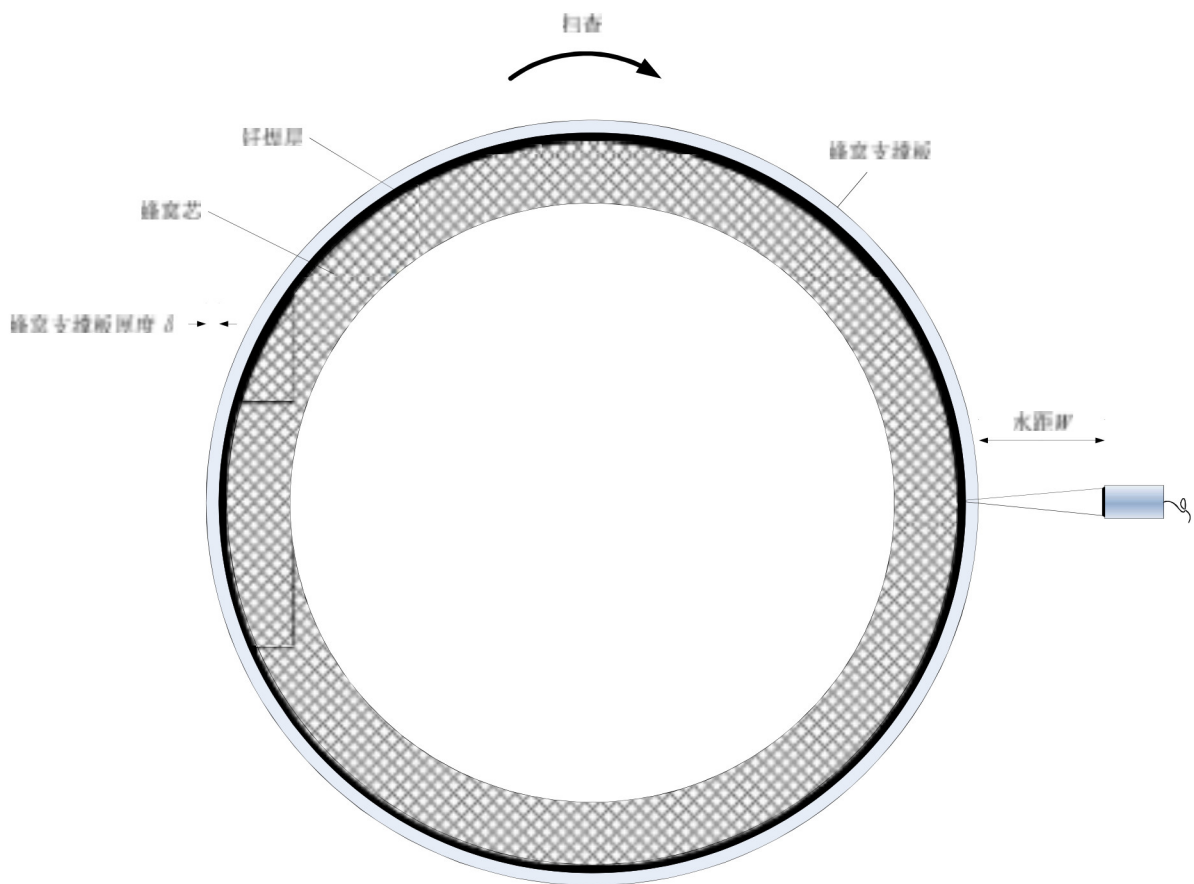


图 1 板-蜂窝钎焊结构扫查示意图

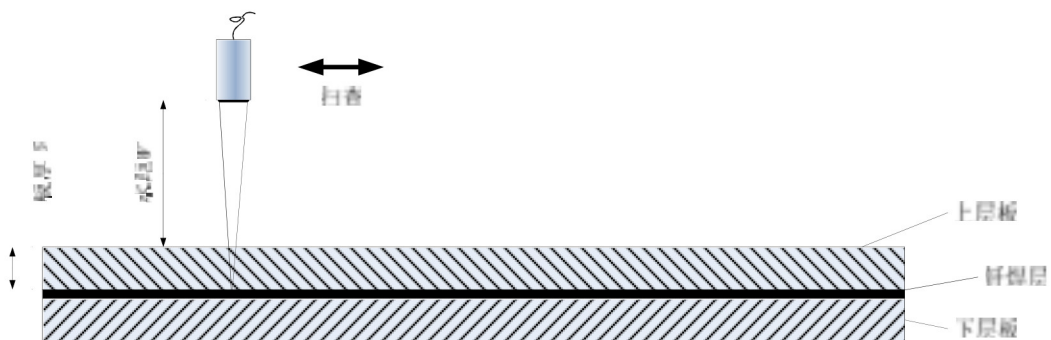


图 2 板-板钎焊结构扫查示意图

## 5.2 调整探头角度

调整探头角度，使探头声束轴线与被检件入射面垂直。在扫查过程中，应保证探头声束轴线与被检件表面垂直。

## 5.3 调整水距

扫查前调整水距使焦点落在焊缝面上。调整水距至初始水距，初始水距可按公式(1)计算：

$$W = F - \frac{c_{\text{材}}}{c_{\text{水}}} \delta \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$W$ ——水距，单位为毫米(mm)；

$F$ ——探头在水中的焦距，单位为毫米(mm)；

$c_{\text{材}}$ ——材料中的纵波声速，单位为米每秒(m/s)；

$c_{\text{水}}$ ——水中的纵波声速，单位为米每秒(m/s)；

$\delta$ ——蜂窝支撑板厚度或上层板厚度，单位为毫米(mm)。

在初始水距的基础上，通过微调使蜂窝支撑板或单层板(与上层板等厚度)的底波幅度达到最大，将此时的水距确定为工作水距。扫查过程中工作水距的最大偏差不应超过 3 mm。

## 5.4 调整灵敏度

在工作水距下，将单层板(与上层板等厚度)或蜂窝支撑板底面的反射信号幅度调整到荧光屏满刻度的 80%~100%，作为检测灵敏度。

## 5.5 设置仪器闸门

设置仪器闸门，使钎焊缝部位的反射波信号位于仪器闸门内。

## 5.6 设定扫查间距

最大扫查间距应不大于焦点直径的 0.7 倍。当需要在  $C$  扫描图上进行尺寸测量时，扫查间距还应小于所需达到的测量精度。对于蜂窝钎焊结构，扫查间距还应小于蜂窝边长的 1/2。

## 5.7 设定扫查速度

采用的表面线速度应不大于重复频率与扫查间距的乘积。

## 5.8 扫查对比试样

按 5.1~5.7 确定的检测参数扫查对比试样并测量其中的人工缺陷尺寸，测量方法可采用“-6dB法”或其他类似方法，但应保证与评定缺陷所用方法相一致。若所测尺寸超出人工缺陷实际尺寸的 ±10%，则应采用更小的扫查间距或更换焦点尺寸更小的探头重新扫查和测量，直到人工缺陷的测量尺寸与实际尺寸相差在 ±10% 以内。若顾客对定量精度另有规定，则按顾客文件要求执行。

## 5.9 检测

按 5.1~5.8 确定的检测参数扫查被检件，存储  $C$  扫描检测图像。

## 6 检测结果的评定

### 6.1 概述

推荐采用具有选区功能的定量评价软件进行  $C$  扫描图像的处理及钎着率的统计。

### 6.2 缺陷面积的测量

6.2.1 在统计板-板钎焊结构缺陷面积时首先应确定缺陷边界，若在将单层板(与上层板等厚度)的反射信号幅度调整到荧光屏满刻度的 80%，且焊缝区正常部位反射幅度不大于 10% 时，可将 40% (-6dB) 作为缺陷边界的阈值。否则，应将超声检测结果与焊缝区缺陷解剖结果进行比较，确定合适的缺陷边界阈值。

6.2.2 在统计板-蜂窝钎焊结构缺陷面积时，直接在  $C$  扫描图像上根据蜂窝格显示的缺损情况判定缺陷边界。

6.3 缺陷长度的测量

当技术条件对缺陷长度有要求时，可按“-6dR 法”测量缺陷长度。

6.4 钎着率的计算

若焊缝区总面积为  $S$ ，缺陷总面积为  $S_f$ ，则钎着率  $Q$  可按公式(7)计算：

$$Q = \frac{S - S_f}{S} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$S$  ——焊缝区总面积，单位为平方毫米( $\text{mm}^2$ )；

$S_f$  ——缺陷总面积，单位为平方毫米( $\text{mm}^2$ )。

7 检测记录及报告

检测记录及报告应符合 HR 20159 的要求。



中华人民共和国航空行业标准  
金属钎焊结构超声 C 扫描检测

HB 20445—2018

中国航空综合技术研究所出版  
(北京东外京顺路 7 号)  
中国航空综合技术研究所印刷车间印刷  
北京 1665 信箱发行  
版权专有 不得翻印

开本 880×1250 1/16 印张 3/4 字数 15 千字  
2018 年 3 月第一版 2018 年 4 月第一次印刷

书号: 标 301.3420 定价 15.00 元