

HB

中华人民共和国航空行业标准

FL 0199

HB/Z 75-2012

代替 HB/Z 75-1983

航空用小直径薄壁无缝钢管超声检测方法

Ultrasonic testing method for small-diameter thin-wall seamless steel pipe
used in aviation

2013-01-04 发布

2013-05-01 实施

国家国防科技工业局 发布

前 言

本指导性技术文件代替 HB/Z 75-1983 《航空用小直径薄壁无缝钢管超声波检验说明书》。

本指导性技术文件与 HB/Z 75-1983 相比主要变化如下：

- 扩大了标准的适用范围(钢管的外径范围)；
- 明确了被检管的平直度为每米不大于 1.5 mm；
- 修改了人工刻槽的尺寸，明确了横向刻槽的要求；
- 增加了人工刻槽加工及测量方法的内容；
- 修改并明确了超声检测仪、机械装置的要求；
- 探头推荐采用线聚焦型，并给出了具体参数及焦线测量方法；
- 增加了水距、偏心距等检测参数；
- 修改了扫查间距和扫查速度的要求；
- 修改了检测灵敏度的调节及校验要求；
- 补充了检测记录和检测报告的要求。

本指导性技术文件的附录 A 为资料性附录。

本指导性技术文件由中国航空工业集团公司提出。

本指导性技术文件由中国航空综合技术研究所归口。

本指导性技术文件起草单位：中国南方航空工业(集团)有限公司、中国航空综合技术研究所。

本指导性技术文件主要起草人：廖小宁、朱芳镇、肖先彪、郭志光、叶 慰。

本指导性技术文件于 1983 年 1 月首次发布。

航空用小直径薄壁无缝钢管超声检测方法

1 范围

本指导性技术文件规定了用局部水浸超声脉冲横波反射法对航空用小直径薄壁无缝钢管进行自动检测的一般要求、检测程序、检测记录和检测报告。

本指导性技术文件适用于外径 6 mm~50 mm、壁厚 0.5 mm~2 mm，且壁厚与外径之比不大于 0.2 的冷拔/轧无缝钢管。其他相近规格的钢管和高温合金、钛合金无缝管可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本指导性技术文件的引用而成为本指导性技术文件的条款。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指导性技术文件，然而，鼓励根据本指导性技术文件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指导性技术文件。

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

GB/T 18694 无损检测 超声检验 探头及其声场的表征

GJB 9712 无损检测人员资格鉴定与认证

HB/Z 59 超声波检验

YB/T 145 钢管探伤对比试样人工缺陷尺寸测量方法

YB/T 4082 钢管自动超声探伤系统综合性能测试方法

3 术语和定义

GB/T 12604.1 确立的术语和定义适用于本指导性技术文件。

4 一般要求

4.1 人员

从事超声检测的人员应按 GJB 9712 进行技术培训和资格鉴定，取得相应的资格等级证书，各级人员只可从事与其技术资格等级相适应的工作。

4.2 环境

钢管超声检测场地不应存在影响工作的强磁、震动、高频、灰尘大、腐蚀性气体及噪音大等因素，应避免或遮住明亮的光线。

工作场地的温度和湿度应满足仪器设备的使用要求。

4.3 被检钢管

对被检钢管要求如下：

- a) 尺寸偏差符合钢管技术条件的规定；
- b) 平直度为每米不大于 1.5 mm；
- c) 内、外表面光滑，粗糙度 R_a 宜小于 1.6 μm ；
- d) 无凹陷变形，端头无毛刺；
- e) 内、外表面无油污、锈斑、氧化皮、油漆等；
- f) 内部不得进水，两端可用橡胶堵头堵塞。

4.4 检测器材

4.4.1 超声检测仪

超声检测仪应为单通道或多通道脉冲反射式，应至少具有两个缺陷报警闸门、界面跟踪触发功能，每个通道的最高重复频率不低于 2 kHz，衰减器最小步进量应不大于 0.5 dB。

为滤除外界电干扰信号，宜配用交流净化稳压电源。

4.4.2 探头

4.4.2.1 探头可采用线聚焦或点聚焦探头，频率范围为 5 MHz~10 MHz，水中焦距、焦点/焦线尺寸应满足检测要求。推荐采用如下探头：

- a) 钢管外径 6 mm~25 mm 时，使用标称频率 10 MHz、水中焦距 25 mm、焦线长度 5 mm 的水浸线聚焦探头；
- b) 钢管外径 25 mm~50 mm 时，使用标称频率 10 MHz、水中焦距 40 mm、焦线长度 5 mm 的水浸线聚焦探头。

4.4.2.2 探头的水中焦距、焦点/焦线尺寸测试方法参见附录 A，也可采用其他适当方法。

4.4.3 机械装置

4.4.3.1 传动设备应采用柔性密封装置和定心装置，防止钢管运动过程中跳动，且不应损伤钢管。

4.4.3.2 传动设备应运行稳定、具有控制装置，保证转速和螺距的变化不大于 10%。

4.4.3.3 检测设备宜具有钢管校直和/或探头随动装置，可同时安置两个探头进行双通道检测，宜具有遇缺陷自动停止功能和钢管外表面预先湿润装置。

4.4.3.4 钢管跳动对检测灵敏度的影响应不大于 1 dB。

4.4.4 对比试样

4.4.4.1 超声检测用对比试样应使用与被检钢管的牌号、规格、生产工艺、热处理状态及表面状态一致的钢管制作，制作对比试样的钢管应没有影响使用的冶金缺陷。

4.4.4.2 对比试样的长度根据检测设备确定，允许在两端接长后使用。

4.4.4.3 用电火花等方法在对比试样管上加工窄槽，人工刻槽的横截面形状为 U 形，分别刻在对比试样管的外壁和内壁。如加工条件限制，内径小于 6 mm 的钢管可不刻内壁槽，内径小于 12 mm 的钢管可不刻内壁横向槽，但检测时还是应监控内壁缺陷。内、外刻槽的间距和刻槽距管端的距离应满足检测设备的需要。横向刻槽应垂直于钢管轴线；纵向刻槽长度应沿钢管的母线方向、深度应沿钢管的半径方向。

4.4.4.4 人工刻槽的尺寸可按表 1 加工制作，也可根据具体情况作适当调整。

表 1 对比试样人工刻槽的尺寸

刻槽深度 ^a		刻槽宽度 mm	刻槽长度 ^b mm
深度计算式(式中 <i>t</i> 为钢管壁厚)	允许偏差		
$t \times 5\%$	±10%	不大于深度的 2 倍	7±0.5
^a 刻槽的最小深度为 0.05 mm; ^b 横向刻槽的长度为 3 mm~7 mm。			

4.4.4.5 刻槽尺寸可用 HB/Z 59、YB/T 145 规定的复型方法、机械方法、光学方法或其他合适的方法测量。对比试样有磨损、损伤或怀疑有损伤时应重新测量。

4.4.4.6 对比试样上应有钢管牌号、规格等识别标记。

4.4.5 耦合剂

采用水做耦合剂，水中应无影响检测的气泡和悬浮颗粒，宜使用过滤器、除杂质装置、加温除气泡装置处理。可在水中加入防锈剂，但不应损伤钢管及检测用器材。

4.4.6 其他要求

整个检测系统的性能应符合 YB/T 4082 的规定，其他要求应满足 HB/Z 59 的规定。

5 检测程序

5.1 检测方法

5.1.1 检测纵向缺陷时采用声束在管壁内沿圆周方向传播的周向检测；检测横向缺陷时采用声束在管壁内沿管轴向传播的轴向检测。钢管的技术条件和合同未规定时只进行周向检测。

5.1.2 周向检测和轴向检测均应在钢管的声波的两个相反传播方向上进行。

5.1.3 应采用自动螺旋扫查方式进行检测。自动检测时对钢管两端不能有效检测的区域应切除或者采用其他有效方法(如手动检测)予以保证。

5.2 水距设置

5.2.1 周向检测

水距可按公式(1)确定，使探头端面到钢管横截面中心线的距离等于探头水中实测焦距(见图 1)，在此基础上可适当增大水距。也可采用其他合适的水距。

$$W_1 = F - R \dots\dots\dots (1)$$

式中：

W_1 ——周向检测的水距，钢管最高点与探头端面之间的垂直距离，单位为毫米(mm)；

F ——探头水中实测焦距，单位为毫米(mm)；

R ——钢管的外半径，单位为毫米(mm)。

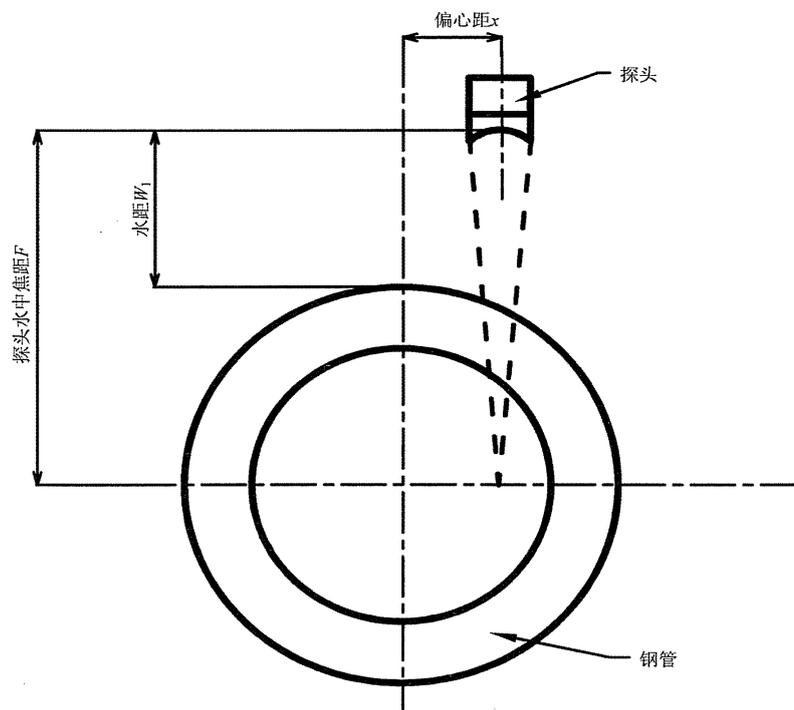


图 1 周向检测示意图

5.2.2 轴向检测

水距可按公式(2)确定，使探头端面沿声束中心线到钢管轴线的距离等于探头水中实测焦距(见图 2)，在此基础上可适当增大水距。也可采用其他合适的水距。

$$W_2 = F \cos \theta - R \dots\dots\dots (2)$$

式中：

W_2 ——轴向检测的水距，探头端面中心与钢管最高母线之间的垂直距离，单位为毫米(mm)；

- F ——探头水中实测焦距，单位为毫米(mm)；
- θ ——中心声束入射角，单位为度(°)；
- R ——钢管的外半径，单位为毫米(mm)。

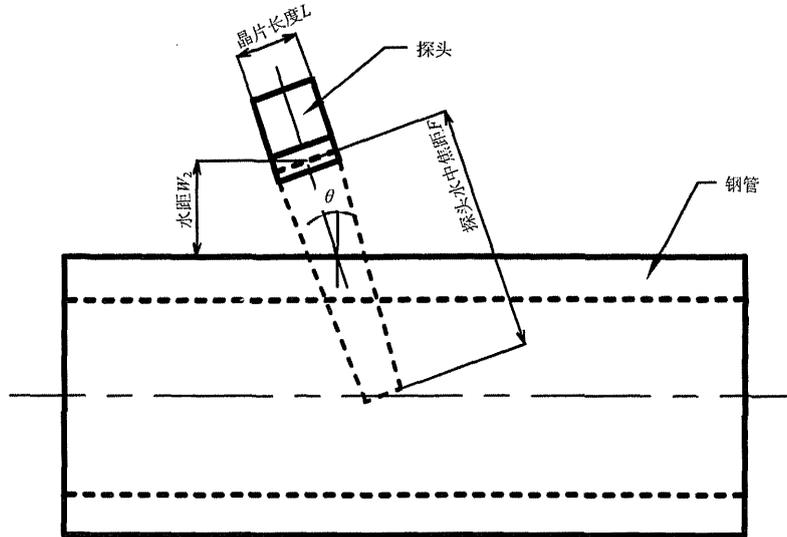


图2 轴向检测示意图

5.3 偏心距(入射角)设置

5.3.1 周向检测

探头偏心距应符合公式(3)(约为钢管外径的1/6)。

$$0.251R < x < 0.458r \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- R ——钢管外半径，单位为毫米(mm)；
- x ——偏心距，探头中心线与钢管轴线之间的垂直距离，单位为毫米(mm)；
- r ——钢管内半径，单位为毫米(mm)。

5.3.2 轴向检测

中心声束入射角约为 19.2°(使钢管中产生约 45°折射横波)。调节检测灵敏度时，可根据钢管对比试样内外壁刻槽的回波情况适当调整中心声束入射角，使内外壁刻槽的回波幅度趋于一致。

5.4 扫查间距设置

5.4.1 周向检测

使用线聚焦探头时的螺距应同时符合公式(4)和公式(5)。使用点聚焦探头时的螺距应小于 1 mm。

$$P < |N - B| \dots\dots\dots (4)$$

$$P < B \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- P ——螺距，单位为毫米(mm)；
- N ——对比试样刻槽长度，单位为毫米(mm)；
- B ——线聚焦探头的实测焦线长度，单位为毫米(mm)。

5.4.2 轴向检测

使用线聚焦探头时的螺距应符合公式(6)。使用点聚焦探头时的螺距参照周向检测。

$$P < L / (2 \cos \theta) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- P ——螺距，单位为毫米(mm)；
 L ——线聚焦探头的晶片长度，单位为毫米(mm)；
 θ ——中心声束入射角，单位为度(°)。

5.5 扫查速度设置

选择扫查速度应考虑钢管的平直度、传动的稳定性及缺陷报警的可靠性，应满足 5.6.2 的要求。钢管相对于探头转动的外表面线速度可按公式(7)计算。

$$V < f s \dots \dots \dots (7)$$

式中：

- V ——钢管外表面转动线速度，单位为毫米每秒(mm/s)；
 f ——超声检测仪脉冲重复频率，单位为赫兹(Hz)；
 s ——一个脉冲周期内允许的钢管位移，单位为毫米(mm)，通常不大于 0.5。

注：超声检测仪脉冲重复频率的选择主要取决于扫描范围和干扰信号的情况。

5.6 检测灵敏度调节

5.6.1 静态调节

使用对比试样调节超声检测仪的增益和闸门等，内外壁人工刻槽的信号幅度应调节到显示屏满刻度的 50%~80%之间。

当内外壁人工刻槽信号使用同一个报警闸门时，内外壁刻槽信号的幅度应尽可能调到相差±2 dB 以内，报警灵敏度应按内外壁刻槽信号中的较低幅度进行设定；当内外壁人工刻槽信号使用两个报警闸门时，报警灵敏度应分别按内外壁刻槽信号的幅度进行设定。

5.6.2 动态调节

调节完仪器设备后，在静态调节的基础上用对比试样在实际检测速度下反复作 6 次试验，应无漏报和误报。

5.7 检测

5.7.1 检测过程中应监视显示屏、声光报警、钢管的运动、设备的运行情况，钢管的报警部位应做上可靠标记。

5.7.2 每批钢管检测前、检测后和检测过程中每隔 1 h 应对检测灵敏度进行静态和动态校验，如发现检测灵敏度变化超过 1 dB，则应重新调节仪器设备，必要时对上次校验后检测过的钢管进行重新检测。

5.8 结果评定

有报警并经确定为非干扰信号引起报警的钢管应判为不合格。剩余长度不影响使用时，经需方同意可将报警部位切除报废，余下的无报警的钢管判为合格。

在钢管尺寸公差范围内，经需方同意允许对缺陷进行清除，并重新检测。

6 检测记录和检测报告

每批钢管检测结束后应及时记录检测情况，当需方有要求时发出检测报告。检测记录、检测报告应至少包括下列内容：

- a) 钢管牌号、规格、批次号和数量；
- b) 检测标准、验收标准；
- c) 检测规程、检测仪器设备、探头和对比试样；
- d) 检测结果、检测日期和检测人员。

附录 A

(资料性附录)

水浸聚焦探头水中参数测试方法

A.1 水浸点聚焦探头

水浸点聚焦探头的水中焦距、焦点尺寸的测试方法按 GB/T 18694 的规定。

A.2 水浸线聚焦探头

水浸线聚焦探头的水中焦距、焦线尺寸的测试方法参照 GB/T 18694，反射体采用直径 1.5 mm 的钢丝。

测量探头水中焦线长度时将钢丝置于焦点处，使钢丝与探头焦线长度方向垂直，沿焦线长度方向移动探头，取钢丝反射波幅度降低 3 dB 的两点间距离为焦线长度。



中华人民共和国航空行业标准
航空用小直径薄壁无缝钢管超声检测方法
HB/Z 75-2012

*

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 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 19 千字
2013 年 4 月第一版 2013 年 4 月第一次印刷
印数 1-30

*

书号: 标 301.2609 定价 15.00 元

加入“常州精密钢管博客官方知识星球”即可免费下载所有的专业技术文档!

常州精密钢管博客 知识星球

专业的 钢铁知识 钢管知识 热处理知识 钢铁行业资讯 分享网站

官方网站: <http://www.josen.net>

微信扫码加入星球

知识星球

