

ICS:19.100

CCS:H26

团 体 标 准

T/CAMAC 0003—2020

民用航空无损检测 超声检测

Civil Aviation Nondestructive Testing

Ultrasonic Testing

2020年5月12日 发布

2020年5月18日 实施

中国民用航空维修协会 发布

目 次

前言	III
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 详细要求.....	6
6 质量等级与评定.....	8
7 质量控制.....	9
附录 A（资料性附录） 超声仪与探头匹配时使用性能测试方法.....	11

前 言

本标准代替MH/T 3002-2018 《航空器无损检测 超声检测》。

本标准与MH/T 3002-2018 相比主要变化如下：

- 修改 4.2.3.g) 受检件草图的要求；
- 修改 4.2.3.i) 探头类型和尺寸的要求；
- 修改 4.3.1.2 超声仪使用性能要求来源；
- 修改 4.3.1.2 超声仪测试频率的要求；
- 修改表 1 中 10MHz 时入射面分辨力要求；
- 增加表 1 中标注 e；

本标准的附录A为资料性附录。

本标准由中国民用航空维修协会无损检测人员资格鉴定委员会提出。

本标准由中国民用航空维修协会批准立项。

本标准由中国民用航空维修协会归口。

本标准起草单位：北京飞机维修工程有限公司、厦门航空有限公司。

本标准主要起草人：付杭君、胡小虎、杨剑英、黄毅斌。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：MH/T 3002.4-1997，MH/T 3002-2006，MH/T3002-2018。

民用航空无损检测

超声检测

1 范围

本标准规定了民用航空器所用材料及其零、部件的超声检测脉冲反射方法的基本要求。
本标准适用于民用航空器所用材料及其零、部件的接触和液浸超声检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的引用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。如果本标准 and 在此引用的文件发生冲突时，以本标准的要求为主。本标准内容不能替代适用的法律和法规，除非已得到特别的豁免。

GB/T 12604.1-2005 无损检测术语 超声检测
T/CAMAC 0001—2020 民用航空无损检测人员资格鉴定与认证
AMS-STD-2154 变形金属超声检测
ASTM E 127 铝合金超声标准参考试块制作和检测的方法
ASTM E 164 焊缝超声接触法检验方法
ASTM E 317 不使用电子测量仪器评价脉冲反射式超声检测系统工作性能的方法
ASTM E 1065 评价超声换能器特性的方法
ASTM E 428 用于非铝金属超声检测参考试块的加工和控制的标准规范

3 术语和定义

GB/T 12604.1-2005确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 认可的工程机构 cognizant engineering organization

对要求超声检验的系统或零件的设计、交付或最终使用负责的公司、代理商或其他被授权的机构。
注：该机构包括设计人员、材料、工艺、应力分析、无损检测 (NDT) 或质量组织及其他相关的人员。

3.2 入射面分辨力 entry surface resolution

超声检验系统能分辨的已知尺寸不连续性与入射面之间的最小距离。

3.3 背面分辨力 back surface resolution

超声检验系统能分辨的已知尺寸不连续性与背面之间的最小距离。

3.4 水平线性范围 horizontal linearity range

A扫描显示的垂直偏转信号的水平位移增量与反射波在均匀介质中通过已知长度所需时间增量之间有不变更关系的范围。

3.5 垂直线性范围下限 lower linearity limit

在A扫描显示屏上的指示幅度和从已知尺寸不连续性上反射的超声波量值大小之间,能观察到的不变更关系的垂直偏转范围下限。

3.6 垂直线性范围上限 upper linearity limit

在A扫描显示屏上的指示幅度和从已知尺寸不连续性上反射的超声波量值大小之间,能观察到的不变更关系的垂直偏转范围上限。

3.7 噪声 noise

在显示屏基线上的大量不可分辨的信号。

注:这可能是由于组织不均匀、表面粗糙、电干扰等原因所引起。

3.8 有效声束宽度 effective beam width

在参考试块上找出人工反射体最大反射波高后,探头沿前后或左右方向移动时反射波高下降6dB的两点间距离。

3.9 虚拟探头 virtual probe

以同步脉冲或相位间隔激发并产生更大声孔径的一组晶片。

3.10 线性阵列探头 linear array probes

由一组沿线性轴向并列排列的晶片所组成的探头。能使波束仅沿单一方位角平面(激励轴)光栅化和聚焦。

4 一般要求

4.1 检验人员

从事超声检测工作的人员应按T/CAMAC0001的规定进行培训与考核,取得技术资格证书。各级人员应从事与自己技术资格等级相应的工作。

4.2 作业指导书

4.2.1 要求超声检测的材料及零、部件应按指定的作业指导书进行检验。作业指导书可以是航空器制造厂提供的维修手册、通告或其他有关资料。

4.2.2 航空器制造厂未提供作业指导书时,应按本标准的要求编写详细的作业指导书。编写的作业指导书应经超声检测3级人员批准,如果需要,应提交认可的工程机构审核和(或)批准。

4.2.3 作业指导书应至少包括以下内容:

- a) 检验单位名称;
- b) 作业指导书编号、编写(或修改)日期、依据文件号;
- c) 人员要求;

- d) 受检件名称、件号、材料等信息；
- e) 采用的检验技术，质量等级或验收标准。采用多个等级时，应注明每一等级所适用的区域；
- f) 检验方法（横波，纵波等）；
- g) 受检件的草图，图上应标明超声检验部位，声波入射处及入射面状态；
- h) 超声仪型号及生产厂家；
- i) 探头类型和尺寸(包括频率、声束角度和楔块等)；
- j) 操作和扫查描述；
- k) 耦合剂；
- l) 试块类型或件号,水程,标定或入射点的确定；
- m) 扫查速度和间距；
- n) 检验灵敏度调整；
- o) 拒收、噪声电平和闸门高度的限制；
- p) 不连续性评定方法；
- q) 完成检查后的清洁方法，或参考包含此类要求的程序；
- r) 符合 5.7 的标记要求；
- s) 任何有关的其他数据。

4.3 仪器和设备

4.3.1 超声仪

4.3.1.1 超声仪应至少具备一种信号报警功能。超声仪与探头配用时，应至少具备 2.25MHz~10MHz 工作频率范围。

4.3.1.2 超声仪使用性能应满足表 1 的最低要求或航空器制造厂的要求。应按照表 1 的规定，在超声仪所使用的每个工作频率上进行参数测试，表 1 中特别标注的项目可选择任何一种频率进行测试。测试方法按附录 A 或 ASTM E317。针对每一检验对象，仪器与探头配用的灵敏度、分辨力和信噪比应满足检验要求。

4.3.1.3 检验零、部件时应采用报警器。触发报警所需的超声信号幅度应可调。

4.3.1.4 当信号幅度调整到显示屏垂直极限的 50%时，如果电源电压的波动引起信号幅度变化超过垂直极限的±2.5%，则应使用稳压器。电池供电的系统除外。

4.3.1.5 在有可燃气体环境中（如油箱内）应使用电池供电的超声仪。

4.3.2 探头

4.3.2.1 通用直探头和斜探头应由生产商或供应商提供测试数据。否则，应按 ASTM E1065 测试探头的工作频率和带宽。频率在 2.25MHz~10MHz 范围内的探头，其工作频率与标称频率的偏差应在±10%以内。晶片直径（或矩形晶片长度）应在 3mm~20mm 之间。探头应有编号。

4.3.2.2 用于接触法检验的斜探头，在检测标定时，若发现探头性能达不到要求，应测量入射点和折射角。当斜楔经修理或更换以及在测定不连续性的位置时，应检查入射点和折射角。

表1 仪器使用性能的最低要求

仪器性能	超声检测频率 MHz
------	------------

	1	2.25	5	10	15
垂直极限 ^e	满刻度	满刻度	满刻度	满刻度	满刻度
垂直线性范围上限 ^e	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%	≥95%
垂直线性范围下限 ^e	≤10%	≤10%	≤10%	≤10%	≤10%
水平极限 ^e	满刻度	满刻度	满刻度	满刻度	满刻度
水平线性范围 ^e	≥85%	≥85%	≥85%	≥85%	≥85%
灵敏度	100% ^a	50% ^b	100% ^b	100% ^b	100% ^b
信噪比	100% / 10% ^a	100% / 10% ^a	100% / 10% ^a	100% / 10% ^a	100% / 10% ^a
入射面分辨力, mm	38 ^c	17.5 ^b	12.5 ^b	7.5 ^b	5 ^{b,d}
背面分辨力, mm	19 ^a	7.5 ^b	5 ^b	2.5 ^b	2.5 ^{b,d}
增益或衰减器精度 ^e	每 20 dB 的误差不超过±2 dB, 校验方法参考 ASTM E 317。				
<p>a 铝合金材料中埋深不小于76mm 的直径0.8mm 平底孔。</p> <p>b 铝合金材料中埋深不小于76mm的直径0.4mm 平底孔。</p> <p>c 铝合金材料中埋深不小于38mm 的直径1.2mm 平底孔。</p> <p>d 15MHz 探头测试分辨力时, 孔底反射波与试块上下表面反射波相交处和时基线距离应在垂直满刻度 40%以内。</p> <p>e 可以选择任何一种检测频率测试。</p>					

4.3.2.3 线性阵列探头可用于检查锻件, 书面程序至少应包含下列使用阵列探头的附加要求:

4.3.2.3.1 虚拟探头应满足扫查和入射方向最小有效声束宽度的要求;

4.3.2.3.2 每一个虚拟探头应满足常规探头的要求;

4.3.2.3.3 每一个虚拟探头内不能有超过一个的坏晶片, 阵列内不允许有两个相邻的坏晶片;

4.3.2.3.4 阵列内所有虚拟探头的响应幅度应在平均幅度的 1dB 范围内。

4.3.2.4 对于一些特殊的应用, 需要某些辅助装置如喷水器或探头定位器等与探头配合使用, 以满足相关检测的需求

4.3.3 液浸槽及探头操纵装置

4.3.3.1 用于液浸法检验的液槽尺寸应合理, 应能浸没所检部位并保证探头在所需的工作范围内运动, 同时应方便操作。

4.3.3.2 探头操纵装置应能在两个相互垂直的平面内以不超过±0.5° 的误差提供探头角度调节。桥架应有足够的强度以便对操纵装置提供刚性的支持, 并能平滑准确地将探头定位于所需的位置上。机械装置在按设定的距离扫查时, 距离偏差应不超过±2.5mm。扫查间距应满足实际检验的需要。

4.3.3.3 转动夹具应能夹住受检件, 使其在所要求的扫查速度下作顺时针或逆时针方向的平稳转动。转动夹具应有中心定位装置, 使受检件和转动夹具同心, 偏差不应超过 0.5mm。

4.4 检验材料及试块

4.4.1 耦合剂

4.4.1.1 检验用的耦合剂不应使探头和受检件造成损害。

4.4.1.2 接触法可采用水、油类、脂类、水溶性凝胶等作为耦合剂，耦合剂的粘度和表面润湿性应根据受检件的表面粗糙度来选择，应保证超声波能很好地进入受检件。

4.4.1.3 液浸法可采用水作为耦合剂，既可在液浸槽中使用，也可以水柱的形式使用。水中应无可见的气泡及其他会妨碍超声检验的外来物，必要时可在水中加入适量的防腐剂和润湿剂。

4.4.1.4 当有特殊要求时，应选用指定的耦合剂。

4.4.2 标准试块

4.4.2.1 标准试块用于测试超声仪及探头性能，确定试验条件的再现性。

4.4.2.2 用于直射声束检验的铝合金标准试块，其材质、尺寸及技术要求应符合 ASTM E 127 的要求。

4.4.2.3 用于直射声束和斜射声束检验的钢标准试块(IIW 1 号试块)，其材质、尺寸及技术要求应符合 ASTM E 164 附录 A 中图 A1.1 的规定。

4.4.2.4 用于斜射声束检验的钢标准试块(IIW 2 号试块)，其材质、尺寸及技术要求应符合 ASTM E 164 附录 A 中图 A1.12 的规定。

4.4.3 参考试块

4.4.3.1 参考试块用于调整检验灵敏度和扫描范围，评定不连续性的当量尺寸及保证检验结果的再现。

4.4.3.2 参考试块应采用与受检件成分及组织相类似的材料制作，其声学特性(如衰减、声速、声阻抗、噪声等)应与受检件相同。否则，应按 5.3.2 做必要修正。一般情况下，检查铝合金、镁合金、钛合金及低合金钢时参考试块的材料可按表 2 选定。

4.4.3.3 参考试块的声入射面表面状况应与受检件的声入射面相同。否则，应按 5.3.2 作必要修正。

4.4.3.4 参考试块的人工反射体类型、尺寸及埋藏深度应按作业指导书、受检件的检验部位或检验等级确定。

4.4.3.5 如果尺寸、材料等要求与标准试块相同，则标准试块也可用作参考试块。

4.4.3.6 当有特殊要求时，应选用指定的参考试块。

表2 参考试块的制作用料

受检件材料	参考试块用料
铝合金	7A09 固溶处理、人工时效或 7075-T6
	2A12 固溶处理、人工时效或 2024
镁合金	MB15 或 ZK60A
钛合金	TC4 退火或 Ti-6Al-4V 退火
低合金钢(如 4130、4330、4340)	40CrNiMoA,退火 或 4340 退火
低合金高强度钢(如 NAX、T-1、300M)	
碳钢及工具钢(如 H-11)	

4.4.4 参考试块的检验

4.4.4.1 对于自制的参考试块，应采用比检验等级高一级的灵敏度对制作参考试块的材料进行检查。以避免存在影响检验的自然缺陷。对参考试块材料应进行背反射损失检查，其背反射幅度差值不应大于 3dB。参考试块制作后，除按图纸要求进行检查外，还应对手工反射体超声响应进行检验，检验方法应参考相应的作业指导书。检验合格的试块应予编号。

4.4.4.2 对于采购的参考试块，应由生产商或供应商提供人工反射体尺寸测试数据。

4.4.4.3 使用前应目视检查参考试块外观有无影响检验的表面机械损伤、腐蚀、磨损等。超声 3 级人员应对其可见损伤进行评定，最终确定是否可用。

4.4.5 试块在使用后应干燥或清除耦合剂。不使用时应防止损坏和腐蚀。

5 详细要求

5.1 表面准备

5.1.1 应确认受检件表面粗糙度和几何形状能进行良好的超声检测。如果表面粗糙度妨碍声波入射和影响近表面不连续性的评定，应采用允许的方法予以修整。

5.1.2 在超声检测前，应目视检查受检件有无裂纹、刻痕、不规则的涂层等。妨碍超声检测的任何表面缺陷、防腐剂或胶均应在检测前去除。如果不能去除，则该部位不宜进行超声检测。

5.1.3 采用表面波检测时，对声入射面应有更高的要求。

5.2 声束入射方向和入射面的选择

5.2.1 应使声波入射方向与不连续性的取向尽可能垂直。

5.2.2 当入射面分辨力不足以分辨靠近检验表面的不连续性时，应从对面进行附加的检验或在声程内分区域进行检验。如果不能从对面进行检验，可采用加延迟块的方法检验。

5.2.3 除另有规定外，铝锻件及其零、部件的入射面分辨力见图 1，非铝锻件及其零、部件的入射面分辨力见表 3。

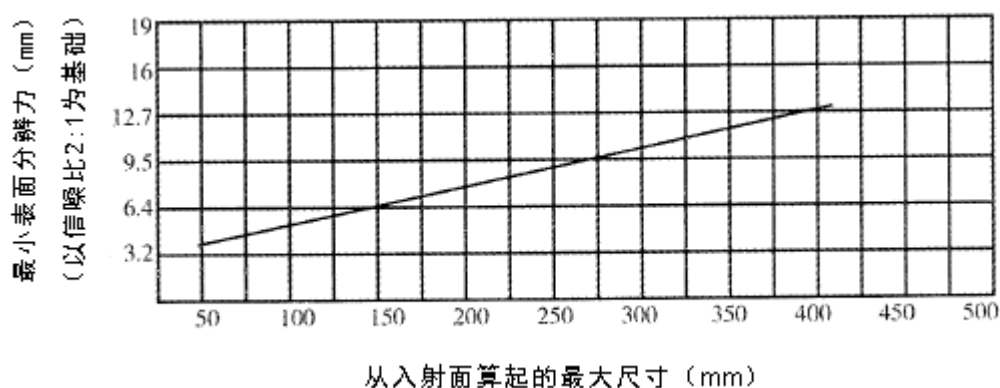


图1 铝锻件及其零、部件的入射面分辨力

表3 入射面分辨力要求（铝锻件除外）

单位为毫米

材料厚度 t	分辨力要求	
	锻件	其他材料
$t \leq 32$	6.4	3.2
$32 < t < 64$	6.4	t/10
$t \geq 64$	t/10 或 12.5, 取最小值	

5.2.4 对于每一检验方向,如果最大声程使得仅从一面检验无法发现所要求的最小不连续性,则应从对面进行检验。

5.3 参考试块的选择

5.3.1 按 4.4.3 要求选择。

5.3.2 如果参考试块的声学特性与受检件不同,可采用传输修正,记录参考试块与受检件的反射波幅的分贝差来实现修正。反射波幅可以是来自背表面或其他有助于完成传输修正的反射体。

5.4 探头频率的选择

频率的选择应满足检验灵敏度的要求。在噪声处于低水平、背反射幅度高而稳定的情况下,选用较高频率的探头。

5.5 检验灵敏度的调整

5.5.1 按检验要求或根据受检件厚度和检验区域调整声程范围。水浸法检测时,应调节水距使受检件的二次前表面反射出现在一次底面反射之后。

5.5.2 除非另有规定,“抑制”旋钮应处于关闭位置。

5.5.3 应使参考试块中的人工反射体显示波幅达到最高,然后将波幅调至显示屏满刻度的 50%~80%。调整好后至至少重复扫查两次,以检查探头移动状态下不连续性显示再现性是否良好,波幅是否达到所设置的高度。

5.5.4 按检验要求设置报警闸门。如果检验工艺没有具体要求时,应将报警闸门水平设置在波幅高度的 50%左右,闸门宽度应覆盖扫描范围内的监控区(可能出现缺陷的区域)。

5.5.5 如果采用距离-幅度校正(DAC),应按 ASTM E 127(铝), ASTM E 428(钢)或航空器制造厂规定的方法制定 DAC 曲线。

5.6 扫查

5.6.1 探头相对于受检件的移动速度,应使参考试块中的人工反射体显示波幅能够看清,使记录装置或

5.6.2 报警装置能够触发。目视监测时的扫查速度不宜超过 50mm/s。

5.6.3 扫查间距应不大于二分之一有效声束宽度。对于矩形晶片,其扫查间距应不大于二分之一长轴方向有效声束宽度。

5.7 标记

5.7.1 检验后的零、部件均应加标记。

5.7.2 当零、部件由于其结构、精度或用途原因,不允许采用压印、蚀刻或涂色时,可采用跟踪记录卡、挂标签和装袋等方法进行标记。对有显示的部位应用专用涂色笔将其标记出来。

5.8 检验记录

所有检验结果均应有记录存档,供追溯查阅。记录应包括下列内容:

- a) 检测单位名称;
- b) 受检件名称、件号、检验部位、数量(如适用);
- c) 作业指导书或依据;
- d) 仪器和探头型号;
- e) 检验结果(不连续性显示波幅和位置等);
- f) 操作、检验人员签字或盖章;
- g) 检验日期。

5.9 检验报告

需要时应签发检验报告。检验报告应包括5.8的内容。检验报告的保存期限按有关单位的规定执行。

6 质量等级与评定

6.1 质量等级

6.1.1 按作业指导书规定的质量等级进行检验。

6.1.2 无具体质量等级时可按表4规定。

表4 质量等级

等级	单个不连续性响应 ^{a,g} mm	多个不连续性响应 ^{b,f,h} mm	长条形不连续性的 长度和响应 ^{c,h} mm	背反射损失 ^d %	噪声 ^e
AAA	1.2响应的25%	1.2响应的10%	3.2; 1.2响应的10%	50	报警电平
AA	1.2	0.8	12.7; 0.8	50	报警电平
A	2.0	1.2	25.4; 1.2	50	报警电平
B	3.2	2.0	25.4; 2.0	50	报警电平
C	3.2	不适用	不适用	50	报警电平

注:本表不适用于复合材料检验。

- a 任何不连续性如果其显示大于埋藏深度相同、尺寸(直径)给定的参考平底孔或当量槽响应,不予验收。
- b 多个不连续性如果其显示大于埋藏深度相同、尺寸(直径)给定的参考平底孔或当量槽响应,且其中任意两个不连续性的中心间距小于25.4mm,则不予验收。此要求不适用于C级。
- c 任何长度大于给定值,且显示大于给定(平底孔或当量槽)响应的长条型不连续性,不予验收。此要求不适用C级。
- d 在相同或类似的零件中与无缺陷相比,背反射损失大于给定的百分比,并且这样的背反射损失伴随有前后表面之间噪声信号的增多(至少为正常本底噪声信号的两倍)时不予验收。此要求只适用于直射声束检验。

- e 噪声超出所设置报警电平时，不予验收。
- f 当检测 AA 级的钛合金，多个不连续性的间隔应为 6.4mm。
- g 对于 AAA 级单个不连续性响应，0.8mm 响应的 50%等于 1.2mm 响应的 25%。
- h 对于 AAA 级长条形和多个不连续性，0.4mm 的响应或者 0.8mm 响应的 25%等于 1.2mm 响应的 10%。

6.2 评定

6.2.1 应按作业指导书规定评定检验结果。

6.2.2 作业指导书未规定具体评定方法时，可按下述方法进行评定：

- a) 对于单个不连续性，首先在孔径等于所用等级（见表 4）中最小可接受值的试块上将反射体回波重新调整到满刻度的 80%。所用试块中反射体的埋藏深度等于零件中不连续性的埋藏深度，允差应在表 5 所规定的范围内；
- b) 对于多个不连续性，将探头放在每一不连续性的波幅最大处标出位置，以测出多个不连续性之间的距离；
- c) 对于长条形不连续性，将探头放在不连续性的一个末端，在此处找出信号的最高幅度，调整仪器增益使波幅位于满刻度的 80%，然后移动探头到波幅降到 40%。向不连续性的另一相反末端移动探头直到信号幅度再次下降到 40%。在此两位置间的距离表示长条形不连续性的长度。

表5 参考试块中人工反射体埋深允差

单位为毫米

不连续性埋深 h	参考试块中人工反射体埋深允差
$h \leq 6.0$	± 1.6
$6.0 < h \leq 25.4$	± 3.2
$25.4 < h \leq 76.0$	± 6.0
$76.0 < h \leq 150.0$	± 12.5
$h > 150.0$	埋深的 $\pm 10\%$

6.2.3 超过指定作业指导书或质量等级规定的任何不连续性显示的受检件均应拒收。

7 质量控制

7.1 检验场所

7.1.1 不应在影响正常工作的强磁、震动、高频、灰尘、腐蚀性气体及噪声的场所进行超声检测。

7.1.2 检验场所应避免影响观察超声显示的明亮光线。

7.1.3 检验场所的温度及湿度应控制在仪器、设备及材料所允许的范围內。

7.2 超声仪的检查

7.2.1 超声仪每年或经过修理后均应校验，校验方法按附录 A 或 ASTM E317，其性能应满足 4.3.1.2 的最低要求。

7.2.2 每次校验所得的数据应保存备查。

7.3 探头

7.3.1 每次检验前后，应检查探头是否完好。发现保护膜有损坏或出现裂缝应停止使用。

7.3.2 若斜射声束探头折射角与标称值相差 2° 以上，应予以修正，否则不应继续使用。

7.4 试块

标准试块的校验周期应不超过5年。

7.5 检验系统的性能校验

在每次检验前后，仪器的任何调整或仪器的插接件有任何改变以及连续工作每隔2h均应对系统的检验灵敏度重新进行标定，若有明确的系统性能稳定性记录，2小时间隔可以延伸至8小时。如果发现灵敏度增大，则只对在此期间所发现的显示信号重新检验。如果发现灵敏度下降大于10%，则在此期间所检验过的零、部件均应按正确的灵敏度重新检验。

7.6 检验过程的监控

7.6.1 检验过程中，应利用背反射回波或其它固定回波监视可能使灵敏度改变的耦合情况或其他异常情况(如原位检验中，探头移动情况不能被直接观察时)。

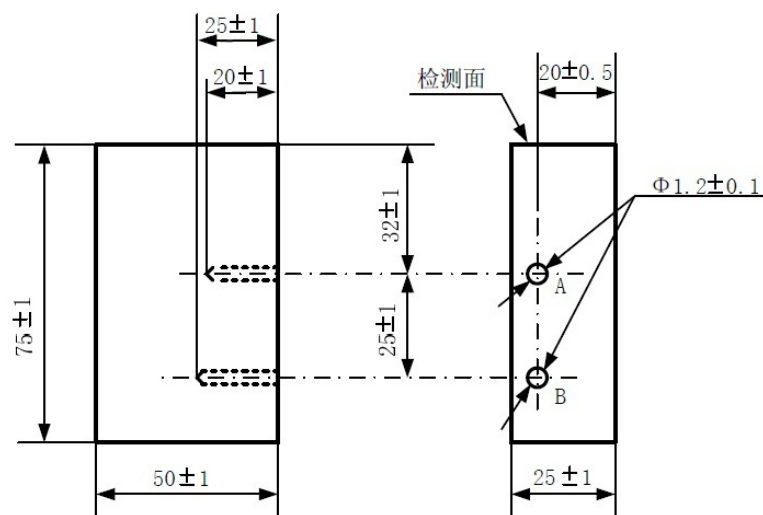
7.6.2 由于受检件形状或声束角度等原因，显示屏不出现背反射回波或其他固定回波时，则应注意利用显示屏基线上的噪声信号波动状态监视耦合情况或其他异常情况。

附 录 A
(资料性附录)
超声仪与探头匹配时使用性能测试方法

A.1 垂直极限和垂直线性的测定

将纵波直探头耦合在图A.1所示试块的检测面上并移动,使孔A的反射波高 H_A 与孔B的反射波 H_B 之比为荧光屏满刻度的60%:30%(设 $H_A > H_B$)。调节仪器的增益控制使 H_A 以荧光屏满刻度10%或更小的增、减量变化。记录 H_A 以及相应 H_B 的波高并用图A.2所示图形表示。

单位为毫米



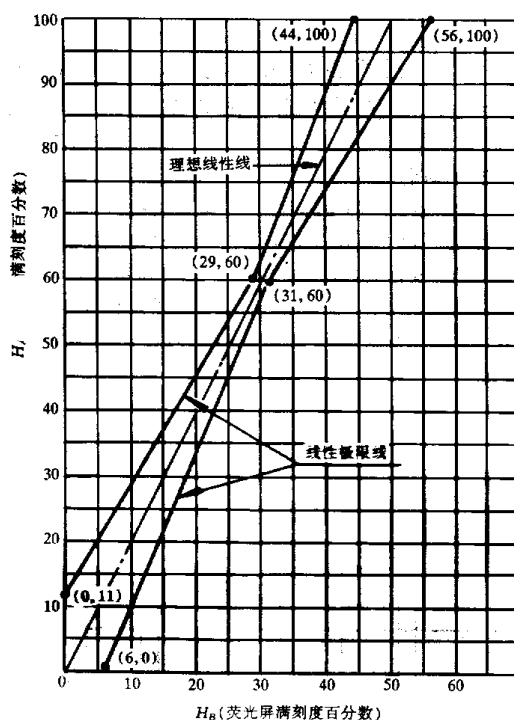
注1: 材料: 铝或钢

注2: 用不溶于水的塑料堵孔

图A.1 测量垂直线性用的参考试块

垂直极限指的是当增益增大时,反射波高 H_A 在荧光屏上所能获得的最大高度。

垂直线性范围由超过及低于调定点而最先与极限线相交的点来确定。线性的上限由相应的 H_A 给出,线性的下限由 H_B 给出。



图A.2 确定垂直线性范围的图形

A.2 水平极限和水平线性的测定

将纵波直探头耦合到厚度适当、前后表面平行的试块上。调节仪器的增益、扫描延迟和扫描长度控制器以显示出11次无干扰的背面反射；进而调节扫描控制器使第三次和第九次背面反射的前沿分别准确地调定在水平标尺分度上的20%和80%处。然后，读出并记录其余各多次背面反射的位置。在测量每一背面反射的位置之前应将其幅度调到荧光屏满刻度的50%。如果第11次回波有干扰，可以利用六次背面反射；此时，可将第二次和第五次背面反射的前沿调定在20%和80%的水平标尺分度上。

水平极限指的是在荧光屏水平标尺范围内可以利用的最大扫迹长度。

水平线性范围可用完全落在所规定允差范围(允差不大于满刻度的3%)内的一组相邻接点的位置来给定。参见图A.3。

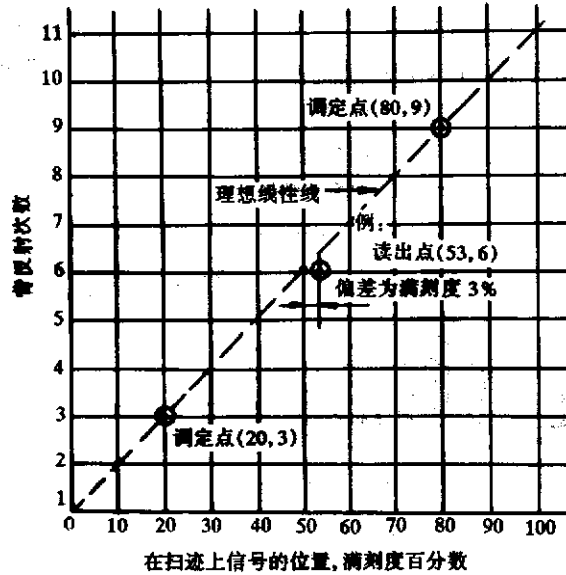
A.3 灵敏度和信噪比的测定

将纵波直探头耦合到试块上，在仪器灵敏度为最大的情况下测量孔底的反射波高及噪声电平。此时，孔底的反射波高至少为荧光屏满刻度的60%。

如果噪声电平不大于满刻度的10%而孔底反射波高不大于满刻度的100%，则以孔径、埋深和孔底反射波高来表征灵敏度(满刻度的百分数)并计算信噪比。

如果噪声电平超过满刻度的10%，则应降低增益，在噪声电平达到满刻度10%的情况下，以孔径、埋深及孔底反射波高来表征灵敏度并计算信噪比。

如果孔底反射超过满刻度的100%，则应降低增益使其达到满刻度的100%，记录孔径、埋深及不使噪声电平超过满刻度10%所保留的可用增益(即灵敏度余量，以分贝计)，并计算信噪比。



图A.3 用以确定水平线性的图形

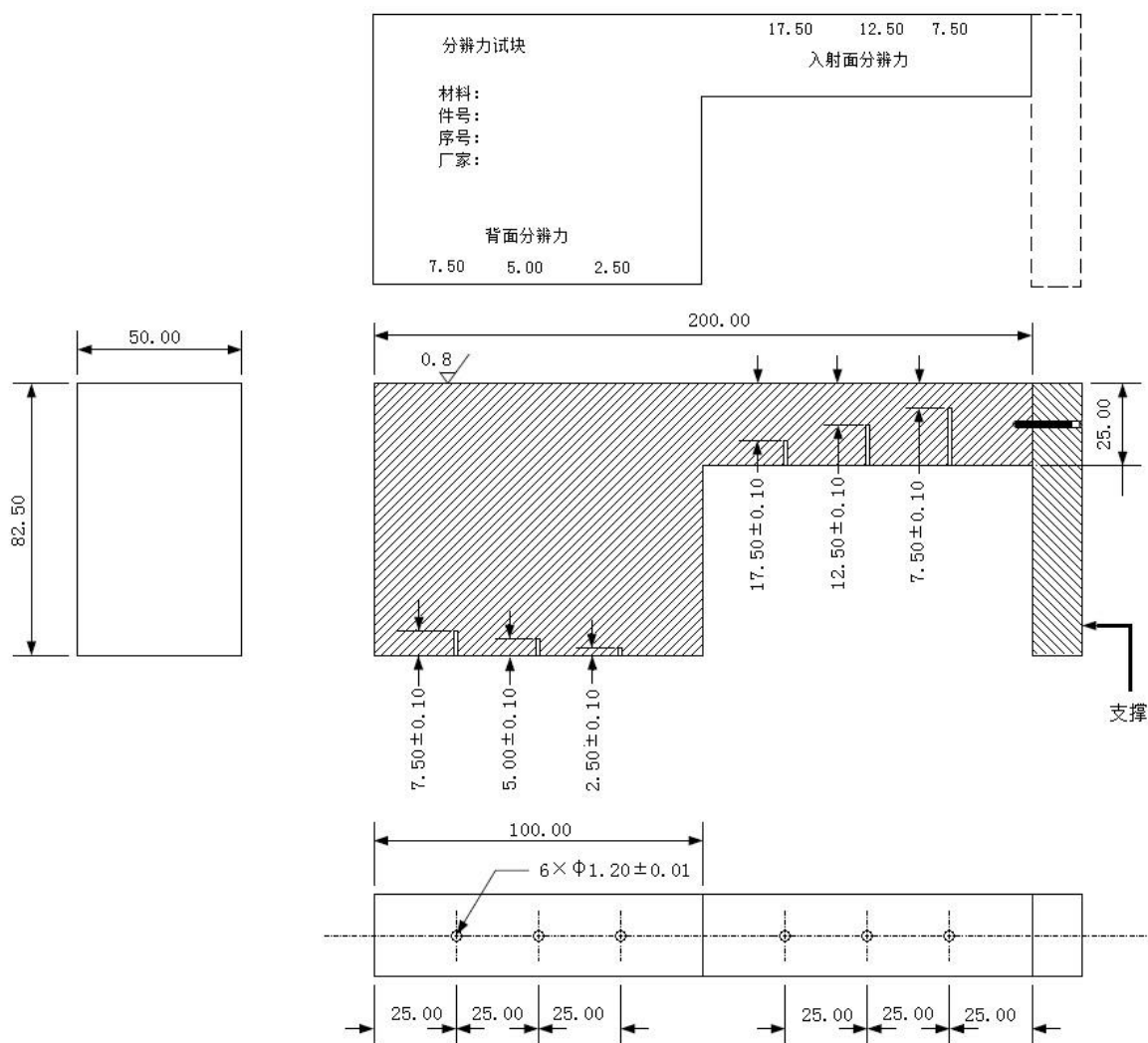
A.4 入射面分辨力和背面分辨力的测定

按照表1中规定的频率, 选用相应的灵敏度试块, 将纵波直探头耦合到试块上, 将平底孔反射信号调整到满刻度的80%, 允许调整脉冲宽度等参数, 以获得最佳灵敏度/分辨力性能。

在上述灵敏度下, 将探头放置在如图A.4所示的分辨力试块上, 使平底孔反射信号达到80%或以上且与相邻界面反射波相交处不大于满刻度20%, 测定可分辨的平底孔埋深。

若在上述灵敏度下, 分辨力试块上的平底孔反射信号达不到80%, 则应增加灵敏度直至达到为止, 若此时与相邻界面反射波相交处不大于满刻度20%, 测定可分辨的平底孔埋深, 如图A.5所示。

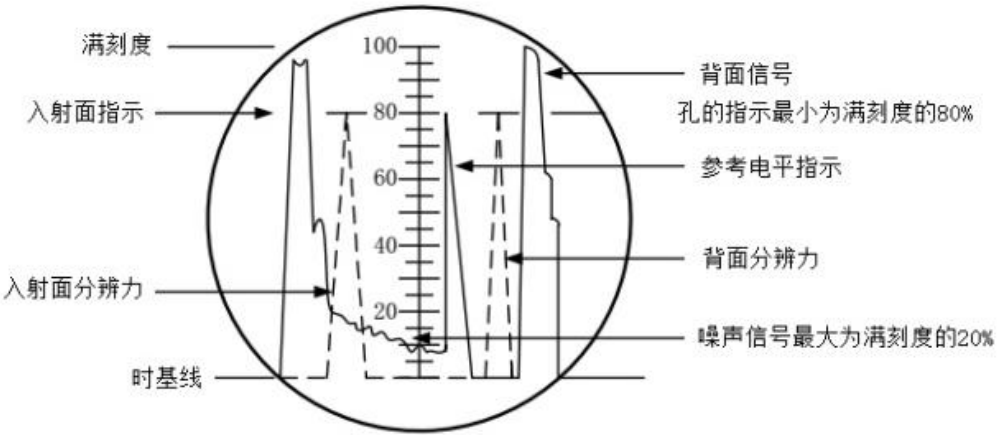
入射面与背面分辨力可用从孔底到相邻界面的最短金属距离、孔径及灵敏度大小来给出。入射面分辨力的测定也可采用直径1.2mm 平底孔的铝合金标准试块。



注释:

1. 单位: mm。
2. 材料: 铝合金。
3. 未注表面粗糙度 $Ra \leq 1.6 \mu\text{m}$; 未注公差 $\pm 0.5\text{mm}$ 。
4. 直径为1.2mm 的平底孔, 垂直于试块表面, 偏差不超过 1° ; 所有直径范围内需进行精磨; 孔要清洁、干燥并封堵, 至少与空气有1mm 隔绝范围。
5. 在适当位置刻上如图中所示的图例, 高度为3mm。
6. 按要求对试块表面进行阳极氧化。可选端面支撑位置; 安装时进入试块的深度不能超过6mm。

图A.4 用于确定入射面及背面分辨力的参考试块



图A.5 典型图示