

钛及钛合金加工产品

超声波探伤方法

GB5193 — 85

Method of ultrasonic inspection for wrought
titanium and titanium alloy products

本标准适用于横截面厚度大于或等于 13mm 的钛及钛合金加工产品的超声波探伤。

1 一般要求

1.1 目的

主要用于探测内部缺陷，如裂纹、气孔、疏松及其它暴露或未暴露到表面的组织上的不连续性。

1.2 方法类别

本标准规定采用纵波脉冲反射法进行超声波探伤。需要时，供需双方协商也可采用横波或其它波型，如 13 ~ 70mm 棒材可考虑增加横波探伤。水浸法或接触法皆可。

1.3 人员

操作人员应达到部级或与此相当的学会级三级以上无损检测人员水平，签发及解释检验报告人员应达到部级或与此相当的学会级二级以上人员水平。

1.4 表面

1.4.1 被检查的表面，其光洁度应相当于 $\nabla 5$ 。若需加工时，应采用圆头刀具加工或磨削。表面不应有机械加工或打磨的颗粒、油、润滑脂、切削混合物等。

1.4.2 被检查的产品应具有普通的几何截面，如圆形的、方形的、多角形的等。平面产品应保证各个面的平直度。

2. 探伤设备

2.1 探伤仪

探伤仪应符合 JB1834 - 76 《A 型脉冲反射式超声波探伤仪技术条件》要求。

2.2 探头

2.2.1 直径为 12 ~ 32mm、工作频率为 5MHz 的直探头，推荐用于 20 ~ 230mm 厚的平面产品的水浸探伤，或用于 70 ~ 230mm 厚的平面产品或圆形产品的接触法探伤。

2.2.2 直径为 6 ~ 16mm、工作频率为 5 ~ 10MHz 的聚焦探头，推荐用于直径为 13 ~ 70mm 的圆形产品的纵波发散声束水浸法探伤。

2.2.3 当供需双方同意时，允许使用频率低于 2.25MHz 或特殊型式的探头。

2.3 耦合剂

2.3.1 水浸法探伤时，可采用清洁的自来水作耦合剂，可以添加防锈剂或湿润剂，水中不应有可能干扰超声波探伤的可见气泡。

2.3.2 接触法探伤时，可采用机油、甘油、变压器油、水玻璃等作耦合剂。

3 对比试块

3.1 对比试块应采用与被检验产品的声学性能和表面状态相同或类似的钛及钛合金材料制备。其声学特性的变化要求在 $\pm 25\%$ 以内。如果超出 $\pm 25\%$ ，则应进行必要的补偿校正，校正方法应征得用户的同意。

3.2 对比试块加工技术条件，应满足本标准附录 A 的要求。

3.3 检验平面产品时，应使用平面试块；检验曲面产品时，应使用与探伤面几何形状大致相同的对比试块，其差别不应超过被检验产品曲率半径的 $\pm 25\%$ 。

3.4 纵波校准时，反射体采用平底孔。其埋藏深度根据产品的外形和截面厚度“T”，按表 1 中的数值来确定。

表 1

mm

被检验产品		平底孔埋藏深度
圆形产品直径	13~26	$\frac{1}{2}T, 6.5$
	> 26~50	$\frac{1}{2}T, T - 6.5, 6.5$
	> 50~130	$T - 13, \frac{1}{2}T, \frac{1}{4}T$
	> 130	$\frac{1}{2}T, \frac{1}{4}T, \frac{1}{8}T$
平面产品厚度	13~50	$T - 3.5, \frac{1}{2}T$
	> 50~130	$T - 13, \frac{1}{2}T, \frac{1}{4}T$
	> 130~200	$T - 13, \frac{1}{2}T, \frac{1}{4}T, \frac{1}{8}T$
	> 200	$\frac{1}{2}T, \frac{1}{4}T, \frac{1}{8}T$

4 探伤

4.1 探伤前，应采用适当的对比试块来校准仪器，使试块中人工缺陷的反射信号幅度在满屏高度的 $25\% \sim 90\%$ 范围内，以保证被检验的产品能按标准要求进行检验。

4.1.1 电子管式的仪器使用前应预热 15min 以上，固体电子元件仪器应预热 10min 以上。在校准和检验前，应有足够的时间使水、对比试块及被检测产品体系达到温度稳定。

4.1.2 在每次探伤前和连续倒班每次接班后，以及连续工作 2h 以后，应进行校准检查。探伤期间若设备状态发生变动，应立即对设备进行重新校准，并对上次校准以来检查的所有产品进行重新检查。

4.2 水浸法纵波探伤时，调节声束入射角，使入射面的反射信号幅度达到最大，从而使纵波入射角标准化（直射声束探伤）。探伤时，已确定的角度其变化应在 $\pm 2^\circ$ 以内。

4.3 底波损失的测定，应当在被检产品相互平行的表面上进行。在扫查灵敏度下，当被检验产品的底反射信号的平均变化值超过对比试块所记录的底反射信号高度的 $\pm 50\%$ 时，不能进行探伤，须对被检验产品进行必要的处理，以满足探伤要求。

4.4 允许的本底噪声应不超过对比试块中参考平底孔反射高度的 70% 。如果本底噪声超过这些水平，所涉及的截面应当重新全面检查，以保证产品满足规定的要求。

4.5 水浸法探伤时脉冲重复频率不低于 400Hz。

4.6 探伤时的扫描速度应不大于分辨出对比试块中的平底孔的扫描速度。对于无报警系统的手动扫描，推荐扫描速度，应不大于 150mm/s。对于有报警系统的手动或自动扫

描，推荐扫描速度，应不大于 500mm/s。

4.7 仪器控制旋钮设定位置和校准时所确定的参数，在产品探伤期间不得改变。脉冲宽度设定在最小，以便能提供适当的分辨力。

4.8 探伤表面积应符合表 2 的规定

表 2 mm

被检验产品	截面厚度	探伤面积	备注
棒和锻坯	棒，直径为 13~50	部分圆周	具体情况由双方协商
	棒，直径大于 50	整个圆周	
	锻坯	所有面	端面除外
	饼、环坯	两个端面	环坯需增加外侧面检查
板材		双面	
锻件和挤压件型材		按图纸和订货单要求的表面探伤	

注：如果用横波或折射纵波代替邻接面检验，则所有平面产品可以只进行单面检验或双面检验。这些检验和校准及检验参数，应由供需双方协商决定。

4.9 水浸法探伤时，应根据探头和检验时的金属声程选取最佳水程。检验时水程的变化，应在所确定的最佳水程的 $\pm 6\text{mm}$ 以内。

4.9.1 探测时所用的探伤间距，应为有效波束直径的 50 %。有效波束直径按下述方法确定：在适当的增益调整位置上，记录检测出试块中埋藏深度较小的平底孔时探头横向移动的总距离。在此距离内信号幅度衰减不大于 50 %。

4.9.2 距离 - 振幅的修正，推荐采用电子的距离 - 振幅修正方法。如果最小脉冲信号幅度符合 4.1 的规定时，也可以采用绘在荧光屏上的距离 - 振幅曲线，该曲线是用距离 - 振幅校准试块绘制出的。当噪声电平不遮蔽所需要的反射信号时，可采用距离 - 振幅校准试块最高灵敏度进行检验，用适当的金属声程进行评定。

4.10 接触法探伤时，探伤的间距不应大于探头晶片直径的 $\frac{1}{2}$ 或有效声束直径的 $\frac{1}{2}$ ，后者按 4.9.1 要求来确定。在二者中选取较小的一个。

4.11 水浸法或接触法探伤时，都可进行分区域检验，这时应对各个区域分别进行校准。

5. 验收

5.1 纵波探伤的超声质量要求，按表 3 规定分为四级。在材料技术标准或订货单上应指定适用的级别。

表 3 mm

级别	单个不连续性的孔直径
AA	0.8
A1	1.2
A	2.0
B	3.2

5.2 任何一个不连续点的反射信号，应不大于与该不连续点相同深度的参考平底孔的反射信号。

5.3 底波损失的检查，当底部反射信号与相同或相似的同类无缺陷产品比较时，出现大于 50 % 的非饱和底波损失，同时在入射面与底面间，伴随有讯号的增加（至少为正常的本底噪声信号的两倍），这时产品是不能接受的。

5.4 超出 4.4 规定的噪声电平是不能接受的。

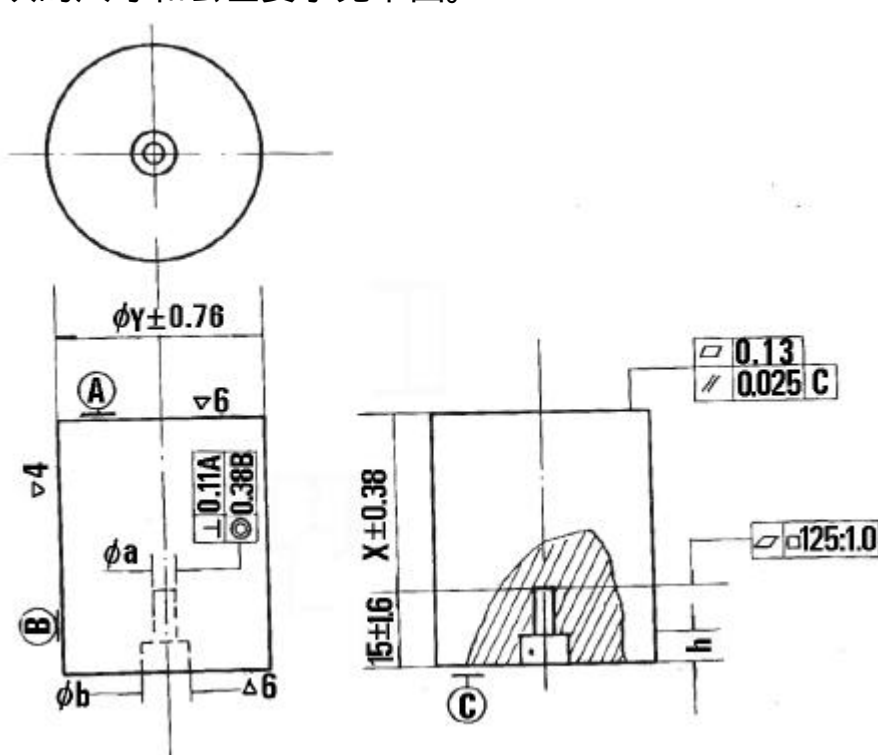
5.5 使用特殊的对比试块或没列入表 3 的标准进行检查时，验收标准由供需双方协商决定。

6 拒收与处理

经评定反射信号超出确定的标准，但缺陷在制造过程中可以被消掉，这样的产品可由供需双方协商决定，凡不能消除的一概拒收。

附录 A 对比试块技术要求 (补充件)

A.1 加工对比试块的尺寸和公差要求见下图。



对比试块外形尺寸和公差图

说明： X 为金属声程。

当 Y 为 50mm，适用于检测小于 150mm 的深度范围；当 Y 为 64mm，适用于 150~300mm 深度范围；当检测深度大于 300mm,应用更大直径。

a 1.6mm，偏差为 $\pm 0.013\text{mm}$; $a > 1.6\text{mm}$ ，偏差为 $\pm 0.03\text{mm}$ 。

b 3.2mm，h 3.2mm。

附加说明：

本标准由中国有色金属工业总公司提出。

本标准由宝鸡有色金属加工厂负责起草。

本标准主要起草人：胡绍庭、赵凤兰。