

冶金设备制造通用技术条件
锻钢件超声波探伤方法

1 主题内容与适用范围

本标准规定了锻钢件超声波探伤的专用术语、探伤条件、探伤方法、缺陷的记录和探伤报告的内容。

本标准适用于冶金设备(包括矿山、冶炼、轧钢、环保等)的零部件厚度或直径不小于 60 mm 的碳钢及合金钢锻件的超声波探伤。

本标准不适用于奥氏体不锈钢锻件和有专用标准锻件的超声波探伤。

2 引用标准

GB 6402 钢锻材超声纵波探伤方法

GB 9445 无损检测人员技术资格鉴定通则

GB/T 12604.1 无损检测术语 超声检测

ZBY 230 A 型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件

ZBJ 04001 A 型脉冲反射式超声探伤系统工作性能测试方法

3 术语

3.1 透声性

在探测面与反射面平行的锻钢件上,当超声纵波垂直入射时,超声波在其中往返一次所引起的声压降,称为该处锻件的透声性。通常用第一次底波(B_1)与第二次底波(B_2)波幅相差的分贝(dB)数来表示。

3.2 密集缺陷

在钢中距离 50 mm 的范围内,有 5 个以上大于或等于探伤灵敏度基准的缺陷波,称密集缺陷。

3.3 条状缺陷

当缺陷反射波幅大于或等于探伤灵敏度基准波幅,长度大于或等于 30 mm 的连续性缺陷,称条状缺陷。

3.4 其他术语

本标准中有关超声探伤的其他术语,一律按 GB/T 12604.1 的规定。

4 探伤条件

4.1 探伤时机

锻钢件探伤时机,原则上应在热处理之后和精加工之前进行。如果热处理后锻件的几何形状不适合探伤时,也可在热处理前探伤,但在热处理后在可能的范围内再重新探伤。

4.2 探伤面

锻钢件的探伤面应无氧化铁皮和油垢,表面粗糙度 R_a 应小于或等于 $6.3 \mu\text{m}$ 。

4.3 仪器、探头

- 4.3.1 锻钢件超声探伤使用 A 型脉冲反射式超声波探伤仪,其性能应符合 ZBY 230 的规定。
- 4.3.2 在探伤中,以采用直探头为主,也可用其他形式的探头辅助探伤。直探头晶片直径、频率原则上按表 1 选用。

表 1

频率, MHz	1~1.25	2~2.5	4~5
晶片直径, mm	20~30	14~30	10~25

4.3.3 仪器、探头及系统性能的测试方法应符合 ZBJ 04001 的规定。并且组合灵敏度余量应满足探伤要求。

4.4 试块

4.4.1 探测面为平面时,原则上远场区使用 CS-2 型标准试块,近场区使用 CS-1 型标准试块。

4.4.2 探测面是曲面时,选择与锻钢件大致相同曲率半径(0.9~1.1 倍的曲率半径)的曲面参考试块。参考试块用的材料,应与被检锻钢件具有相同或相近的声学性能,并且不准有大于或等于 $\phi 2$ mm 当量平底孔的缺陷。

4.5 探伤人员

探伤人员应符合 GB 9445 的有关规定。

5 探伤方法

本标准中锻钢件的超声探伤是采用接触式脉冲反射法。主要采用纵波探伤,如果要求用横波等其他超声探伤方法时,其探伤方法、探伤灵敏度、参考试块及验收方法均由供需双方商定。

5.1 探测方向

- 圆柱形锻钢件,用直探头对整个圆周面进行径向探测。条件具备时,也应做轴向探测;
- 矩形锻钢件,用直探头在相互毗邻的 3 个表面上探测,对有中心孔的矩形锻钢件,要在工件的 6 个表面上探测;
- 异形锻钢件,需要多探测面、多方向进行探测。

5.2 扫查方法

采用手工扫查方式,相邻两次扫查应相互重叠约为探头晶片直径的 15%,探头的移动速度不得大于 150 mm/s。

5.3 探测频率

探测频率应以 2~2.5 MHz 为主,必要时可变换探测频率。

5.4 仪器调整方法

- 时基线扫描的调节,应以试块或工件的两次底波来校正时基线的零点。
- 探伤灵敏度的调整,应根据锻钢件的技术条件或供需双方协商可采用 $\phi 2$ mm、 $\phi 3$ mm 或 $\phi 4$ mm 当量平底孔作为探伤灵敏度。探伤灵敏度的调整采用底波反射法或试块法。

5.4.2.1 底波反射法

探测面与底面平行,且厚度或直径在 150 mm 以上(包括 150 mm)的锻钢件可用底波反射法来调整探伤灵敏度。

将直探头放在锻钢件的完好部位上并使其耦合良好,把第一次底波调至满刻度高的 40%作为基准波高,然后按下述两种情况分别提高增益值。

对实心锻钢件,增益数值按公式(1)计算:

$$A = 20 \lg \frac{2\lambda T}{\pi \phi^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中: A ——需要提高的增益值, dB;

T ——被探部位的厚度或直径, mm;

ϕ ——平底孔直径, mm;

λ ——波长, mm;

π ——圆周率。

对空心锻钢件, 用中心孔的反射作基准波时, 其增益值按公式(2)计算:

$$A = 20 \lg \frac{2\lambda T}{\pi \phi^2} - 10 \lg \frac{R}{r} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: R ——被探部位的外半径, mm;

r ——被探部位的内半径, mm。

5.4.2.2 试块法

探测厚度或直径在 150 mm 以下的锻钢件, 须用试块法调整探伤灵敏度。

首先, 将探测距离等于或接近于工件厚度的试块与工件相比较, 求出表面粗糙度补偿和透声性补偿的代数和。其次, 调整仪器增益使选用的灵敏度平底孔回波达到满刻度高的 40%, 最后, 调整衰减器对表面粗糙度和透声性进行补偿。

5.5 缺陷的测定

5.5.1 对小于探头晶片直径的单个缺陷, 用当量法确定其当量直径。如果锻钢件的透声性 (B_1/B_2 的 dB 值) 超过 9 dB 时, 要进行衰减修正。材料衰减系数的测定方法按 GB 6402 中 5.2 条规定进行。

5.5.2 对大于探头晶片直径的缺陷, 用 6 dB 法来确定缺陷的指示长度或缺陷的边界范围。

5.5.3 密集缺陷区的测定, 按照探伤灵敏度的基准, 确定密集缺陷区的边界范围。

6 缺陷的记录

6.1 对检出大于或等于探伤灵敏度平底孔当量直径的缺陷, 应记录其位置、大小和数量。

6.2 对密集缺陷区, 应记录密集缺陷区的面积和其中最大单个缺陷的当量直径。

6.3 在探伤灵敏度状态下, 第一次底波降低到满屏高以下时, 应记录底波的降低量和底波衰减区的投影面积及伤波情况。

7 探伤报告

探伤报告应包括以下内容:

- a. 工件情况: 工件名称、编号、材质、热处理状态、表面粗糙度;
- b. 探伤条件: 仪器型号、探头频率及晶片尺寸、探伤标准、探伤方法、探伤灵敏度、标准试块、耦合剂;
- c. 探伤结果: 探伤部位、缺陷的位置、缺陷当量直径、缺陷数量、缺陷分布草图、缺陷等级评定;
- d. 其他内容: 探伤人员、探伤日期、报告编号、探伤负责人。

附 录 A
缺陷等级分类
(参考件)

A1 单个缺陷的等级分类按照表 A1 规定。

表 A1

mm

等 级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
缺陷当量 直径 ϕ	≤ 3	> 3 ≤ 6	> 6 ≤ 9	> 9 ≤ 12	> 12

A2 条状缺陷的等级分类按表 A2 的规定。

表 A2

mm

等 级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
缺陷指 示长度	≤ 40	> 40 ≤ 50	> 50 ≤ 60	> 60 ≤ 70	> 70

A3 允许中心部位(1/5 直径或厚度)存在密集缺陷区,但其中最大当量的缺陷不得超过表 A1 中相应级别的规定。非中心部位允许存在的密集缺陷应由供需双方商定。

A4 如能判断确认是白点、裂纹和缩孔者可不受上述条款所限,应评为超标缺陷。

A5 锻钢件探伤质量验收等级及本标准未尽事宜应由供需双方协商确定。

附加说明:

本标准由冶金工业部机械动力司提出。

本标准由冶金工业部北京冶金设备研究所归口。

本标准由本钢第一机修厂负责起草。

本标准主要起草人王德明。