

## 汽轮机叶轮锻件超声波探伤方法

## 1 范围

本标准规定了用直射法对叶轮锻件进行接触式脉冲反射超声波探伤的各种检验程序、缺陷信号的分类、缺陷的测量与记录、探伤报告等内容。

本标准适用于 JB/T 1266 和 JB/T 7028 中各类叶轮锻件的超声波探伤,其他轮盘锻件可参考使用。只要在订货合同上规定锻件按本方法进行超声波检查时,则要采用本方法。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 9445—88 无损检测人员技术资格鉴定通则

JB/T 1266—9325~200 MW 汽轮机轮盘及叶轮锻件技术条件

JB 4126—85 超声波检验用钢质试块的制造和控制

JB/T 7028—9325 MW 以下汽轮机轮盘及叶轮锻件技术条件

ZBY 230—84A 型脉冲反射式超声波探伤仪技术条件

ZBY 231—84 超声探伤用探头性能测试方法

## 3 一般要求

3.1 叶轮锻件的超声波探伤应在最终热处理后进行,其材质衰减系数应不大于 4 dB/m。

3.2 叶轮锻件应尽可能加工成简单的扁圆形状,避免出现妨碍探伤操作的锥体、沟槽等几何形状。表面不得有刀具划痕、氧化皮、机械加工后残留的细屑、油漆或其他外来物。表面粗糙度  $R_a$  不大于  $3.2\mu\text{m}$ 。

3.3 从事叶轮锻件超声波探伤的人员,应持有有关部门颁发的相应级别的资格证书,并能正确理解和使用本方法。探伤人员的资格鉴定,应符合 GB 9445 的规定。

## 4 设备及附件

4.1 叶轮锻件的超声波探伤,采用 A 型脉冲反射式超声波探伤仪,其性能指标应符合 ZBY 230 的规定。

4.2 用于叶轮锻件探伤的超声波探伤仪,应至少具有 1~5 MHz 的探测频率。

4.3 仪器应提供至少为扫描线至满屏高的 75% 范围的线性显示,其垂直线性误差应不大于 5%。

4.4 仪器的组合灵敏度,应在发现叶轮锻件最大声程处  $\phi 2$  当量缺陷时,其余量不低于 20 dB。

4.5 叶轮锻件探伤,一般采用频率为 2~2.5 MHz,直径 20~24 mm 的直探头。其他探头可以用来评定缺陷和缺陷定位,或者进行特殊部位的探伤。探头的性能按 ZBY 231 规定进行测定。

4.6 耦合剂用普通机油,也可用其他性能良好的耦合剂,但校正和检测时要使用同一种耦合剂。

## 5 检验程序

## 5.1 一般规则

5.1.1 叶轮探伤应按标准或订货协议规定的部位,在端面进行。

5.1.2 扫查速度不得超过 150 mm/s。

5.1.3 为确保叶轮锻件的全面扫查,探头移动每次至少有 15% 的重叠覆盖。

## 5.2 探伤灵敏度

5.2.1 用于叶轮锻件的探伤灵敏度,应能有效地发现被检叶轮中当量等于和大于  $\phi 2$  mm 平底孔的缺陷。在扫查过程中可适当提高灵敏度,以便发现缺陷。但当发现缺陷,需要进行各种测量工作时,则应回复到原来的基准灵敏度。

5.2.2 探伤灵敏度的基准高度,应在扫描线与满屏高的 40%~70% 范围内选定。

5.2.3 当被探叶轮部位厚度等于或大于所用探头的三倍近场时,可用底波法或试块法调整探伤灵敏度;小于三倍近场时,则应采用试块法调整探伤灵敏度。

### 5.2.4 试块调整法

5.2.4.1 试块调整法原则上采用 CS-2 型参考试块进行。将测距等于或接近于被探叶轮厚度、直径 2 mm 的平底孔回波,调整到 5.2.2 中所选定的基准高度。

5.2.4.2 CS-2 型参考试块的形状、尺寸、数量、材质及加工要求等,见附录 A(标准的附录)。

5.2.4.3 本标准不限制使用与 CS-2 型试块有等效作用的其他试块调整探伤灵敏度。

### 5.2.5 底波调整法

5.2.5.1 在叶轮锻件的完好部位,将底波调至 5.2.2 中所选定的基准高度,然后根据被探叶轮的厚度处  $\phi 2$  mm 平底孔所需的灵敏度,提高探伤仪增益 dB 数至规定值。

5.2.5.2 提高仪器增益数的规定值,可由式 (1) 求得:

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

式中:  $\Delta\text{dB}$ —需提高增益分贝数;  $T$ —被探部位的厚度,mm;  $\phi$ —平底孔直径,mm (此处  $\phi$  等于 2 mm);  $\lambda$ —波长,mm;  $\pi$ —圆周率,取 3.14。

## 5.3 材质衰减系数的测定

5.3.1 材质衰减系数的测定在叶轮的完好部位选取三处进行,并取其平均值。

5.3.2 叶轮锻件的材质衰减系数 (dB/m),按式 (2) 求得:

$$\alpha = \frac{(B_1 - B_2) - 6\text{dB}}{2T} \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $\alpha$ —材质衰减系数, dB/m;

$(B_1 - B_2)$ —第一次底波与第二次底波幅度差, dB;

$T$ —工件厚度, m。

## 6 缺陷信号的分类

### 6.1 密集缺陷信号

在边长 50 mm 的立方体内,缺陷数量为五个或五个以上,当量直径不小于 1.6 mm 的缺陷信号。

### 6.2 单个分散缺陷信号

相邻两缺陷之间的距离大于其中最大缺陷当量直径的 10 倍,且当量直径不小于 2 mm 的缺陷信号。

### 6.3 连续缺陷信号

某个测距上当量直径不小于 2 mm,在探头持续移动距离等于或大于 30 mm 的区间内信号幅度波动范围不大于 2 dB 的缺陷信号。

## 7 缺陷的测量与记录

7.1 探伤中遇到缺陷信号之后,应根据缺陷信号的类别采用不同的方法对缺陷进行测量。

### 7.2 密集缺陷信号的测量

a) 根据缺陷信号在扫描线上的位置,测量缺陷的深度分布范围; b) 根据探头中心扫查到缺陷的移动范围测量缺陷的平面分布范围; c) 缺陷的当量直径; d) 缺陷密集区在锻件上的位置。

### 7.3 单个分散缺陷的测量

a) 用底波法或试块比较法测量缺陷的当量直径; b) 缺陷在锻件上的位置。

### 7.4 连续缺陷信号的测量

a) 用半波高度法测量缺陷的指示长度和宽度; b) 缺陷的最大当量直径; c) 缺陷在锻件上的位置。

7.5 当需要判定缺陷性质时,应根据缺陷的尺寸(当量、长度、宽度等)、数量、形状、取向分布状况、信号的静态和动态特征,以及锻件的冶炼、锻造、热处理等工艺因素进行综合分析,提出判定缺陷性质的意见。必要时采取其他检验方法协同验证。

7.6 记录 7.1~7.5 所述的全部测量结果,以及探伤人员认为应该记录的其他缺陷信号。

## 8 探伤报告

8.1 探伤完毕后,应书写探伤报告。

8.2 探伤报告要求字迹工整、图表清晰,并按规定的格式填写完整。探伤报告应包括下列内容:

a) 锻件名称、图号、材质、尺寸简图、热处理状态; b) 锻件生产编号、炉号、卡号(工件序号); c) 委托单位、委托日期、委托编号、探伤标准、探伤条件、探伤部位; d) 缺陷位置、缺陷深度、当量直径、缺陷分布示意图等必须说明的情况 e) 未探伤部位及其原因,探伤者认为有必要说明的其他情况; f) 探伤评定结果; g) 探伤日期、探伤者及审核者的签名。

## 附 录 A

### (标准的附录)

#### CS-2 型参考试块及其技术要求

A1 CS-2 型参考试块为平面型试块,由两种试块组成。一种是没有平底孔的大平底块,另一种是底部直径 2~8 mm 平底孔的试块。

A2 试块总数 36 块,其中大平底试块 6 块,平底孔试块 30 块。

A3 采用电炉或平炉熔炼的 45 碳素钢钢锭,经锻压和正火处理后进行加工(锻压比不小于 3)。

A4 CS-2 型参考试块的制造和质量控制,应符合 JB4126 规定。

A5 试块外形及各部分尺寸见表 A1 和图 A1。

表 A1 CS-2 型参考试块尺寸和外形

序号	试块编号	孔径 $d$ mm	测距 $L_1$ mm	高度 $L_2$ mm	外径 $D$ mm	示意图	序号	试块编号	孔径 $d$ mm	测距 $L_1$ mm	高度 $L_2$ mm	外径 $D$ mm	示意图
1	25/0	0	25	25	$\geq 35$	a	19	100/0	0	100	100	$\geq 70$	a
2	25/2	2	25	50	$\geq 35$	b	20	100/2	2	100	125	$\geq 70$	b
3	25/3	3	25	50	$\geq 35$	b	21	100/3	3	100	125	$\geq 70$	b

序号	试块编号	孔径 $d$ mm	测距 $L_1$ mm	高度 $L_2$ mm	外径 $D$ mm	示意图	序号	试块编号	孔径 $d$ mm	测距 $L_1$ mm	高度 $L_2$ mm	外径 $D$ mm	示意图
4	25/4	4	25	50	$\geq 35$	b	22	100/4	4	100	125	$\geq 70$	b
5	25/6	6	25	50	$\geq 35$	b	23	100/6	6	100	125	$\geq 70$	b
6	25/8	8	25	50	$\geq 35$	b	24	100/8	8	100	125	$\geq 70$	b
7	50/0	0	50	50	$\geq 50$	a	25	125/0	0	125	125	$\geq 80$	a
8	50/2	2	50	75	$\geq 50$	b	26	125/2	2	125	125	$\geq 80$	b
9	50/3	3	50	75	$\geq 50$	b	27	125/3	3	125	150	$\geq 80$	b
10	50/4	4	50	75	$\geq 50$	b	28	125/4	4	125	150	$\geq 80$	b
11	50/6	6	50	75	$\geq 50$	b	29	125/6	6	125	150	$\geq 80$	b
12	50/8	8	50	75	$\geq 50$	b	30	125/8	8	125	150	$\geq 80$	b
13	75/0	0	75	75	$\geq 60$	a	31	150/0	0	150	150	$\geq 85$	a
14	75/2	2	75	100	$\geq 60$	b	32	150/2	2	150	175	$\geq 85$	b
15	75/3	3	75	100	$\geq 60$	b	33	150/3	3	150	175	$\geq 85$	b
16	75/4	4	75	100	$\geq 60$	b	34	150/4	4	150	175	$\geq 85$	b
17	75/6	6	75	100	$\geq 60$	b	35	150/6	6	150	175	$\geq 85$	b
18	75/8	8	75	100	$\geq 60$	b	36	150/8	8	150	175	$\geq 85$	b

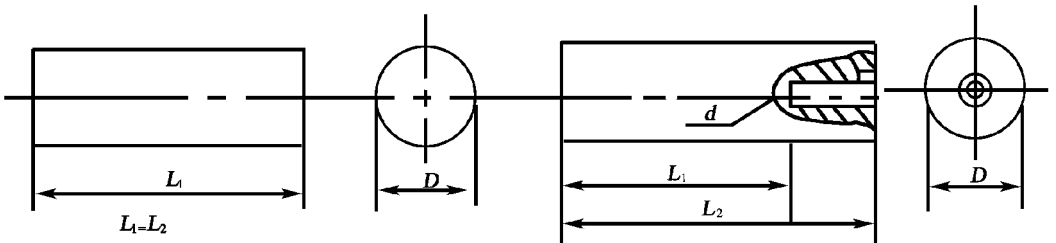


图 A1 示意图