

# JB

## 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 5440 - 1991

---

### 压缩机锻钢零件的超声波探伤

1991-07-22 发布

1992-07-01 实施

---

中华人民共和国机械电子工业部 发布

## 压缩机锻钢零件的超声波探伤

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了采用 A 型脉冲反射式超声波探伤仪所进行的探伤方法和缺陷等级分类。

本标准适用于压缩机锻钢零件（以下简称“工件”）和其他类似锻件的超声波探伤。

本标准不适用于奥氏体等粗晶材料钢锻件的超声波探伤。

### 2 引用标准

ZB J04 001 A 型脉冲反射式超声探伤系统工作性能测试方法

ZBY 230 A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件

JB 3111 无损检测名词术语

### 3 术语

#### 3.1 密集区缺陷

即在荧光屏扫描线相当于 30 mm 声程范围内同时有 3 个或 3 个以上的缺陷反射信号，或是在 30 mm × 30 mm 的探测面上发现在同一深度范围内有 3 个或 3 个以上的缺陷反射信号。

#### 3.2 由缺陷引起的底波降低量 BG/BF (dB)

即无缺陷完好区内的第一次底波高度 (BG) 和有缺陷区域内的第一次底波高度 (BF) 的幅度之比，用 dB 值表示。

#### 3.3 本标准其他术语符合 JB 3111 的规定。

### 4 探伤人员

压缩机锻钢零件探伤应由具有一定基础知识和锻件探伤经验，并经考核取得有关部门认可的资格证书者担任。

### 5 探伤器材

#### 5.1 探伤仪

5.1.1 采用 A 型脉冲反射式超声波探伤仪，其频率范围应在 1~5 MHz 之间。

5.1.2 仪器至少应在满刻度的 75% 范围内呈线性显示，垂直线性误差不得大于 5%。

5.1.3 仪器的水平线性、分辨力和衰减器的精度等指标均应符合 ZBY 230 的有关规定。

#### 5.2 探头

5.2.1 纵波直探头的晶片直径应在 10~30 mm 之间，工作频率为 1~5 MHz，误差为 ± 10%。

5.2.2 横波斜探头的晶片面积应在 100~400 mm<sup>2</sup>，K 值一般取 1~3。

5.2.3 纵波双晶直探头晶片之间的声绝缘必须良好。

#### 5.3 仪器系统的性能

仪器系统的灵敏度余量和分辨力应按 ZB J04 001 的有关规定进行测试。

5.3.1 在工作频率下，纵波直探头的灵敏度余量不得低于 30 dB，横波斜探头的灵敏度余量按附录 A（补充件）A1.2 条的规定。

5.3.2 在工作频率下，纵波直探头的分辨力不得低于 20 dB，横波斜探头的分辨力不得低于 15 dB。

5.4 试块

标准试块用碳钢或低合金钢锻件材料制作，其衰减系数应与被检工件相同或相似，不得存有大于等于 2 mm 平底孔当量的缺陷。

5.4.1 纵波直探头采用的标准试块

5.4.1.1 工件探测距离大于等于 1.6 倍近场区，应采用纵波直探头。

5.4.1.2 纵波直探头探伤采用的标准试块的形状和尺寸按图 1 和表 1。

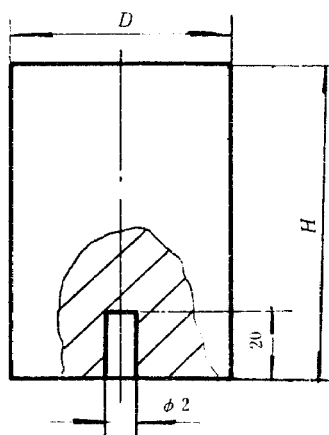


图 1

表 1

mm

高度 $H$	70	120	170	220
直径 $D$	50	60	80	

5.4.2 纵波双晶直探头采用的标准试块

5.4.2.1 工件探测距离小于 1.6 倍近场区，应采用纵波双晶直探头。

5.4.2.2 纵波双晶直探头探伤采用的标准试块形状和尺寸按图 2 和表 2。

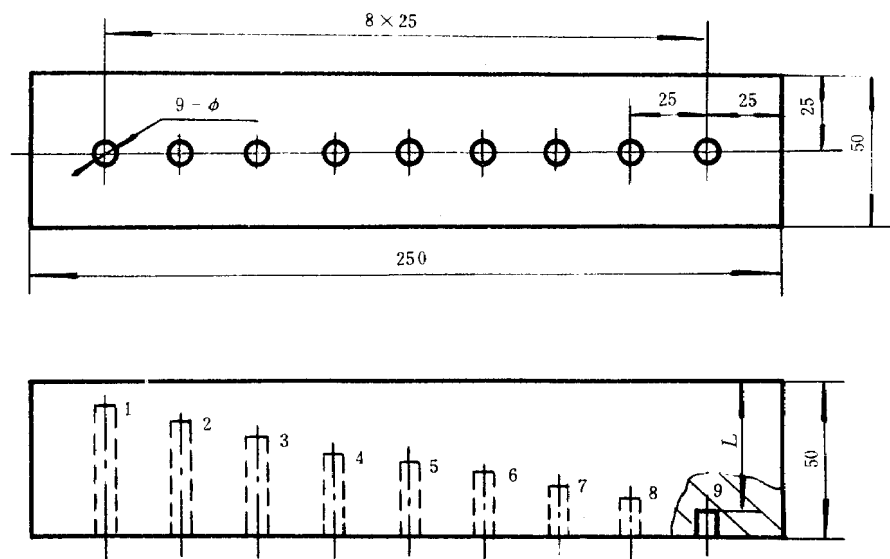


图 2

表 2

mm

序 号	2	3	4	6
	探 测 距 离 $L$			
1	5			
2	10			
3	15			
4	20			
5	25			
6	30			
7	35			
8	40			
9	45			

5.4.3 横波斜探头探伤采用的标准试块的形状和尺寸按附录 A 中 A1.3 条及图 A1 的规定。

5.4.4 探伤面是曲面时，应采用与工件曲率半径相同或接近（0.7~1.1 倍）的对比试块来测定由于曲率不同而引起的声能损失，其形状和尺寸按图 3。

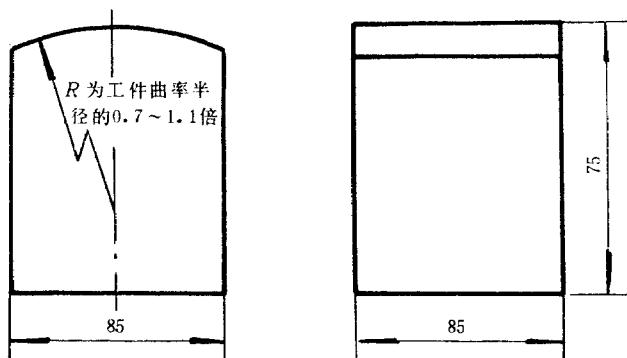


图 3

## 5.5 耦合剂

可采用机油、甘油、油脂等透声性能好，且不损害工件的耦合剂。

## 6 探伤时机及准备工作

6.1 探伤原则上应安排在最终热处理后进行。若因热处理后工件形状不适于超声探伤，也可将探伤安排在热处理前，但热处理后，仍应对其进行尽可能完全的探伤。

6.2 工件应在外观检查合格后，方可进行超声探伤，所有影响超探的油污及其他附着物都应予以清除。

6.3 探伤面的表面粗糙度值应为  $R_a 3.2\mu\text{m}$ 。

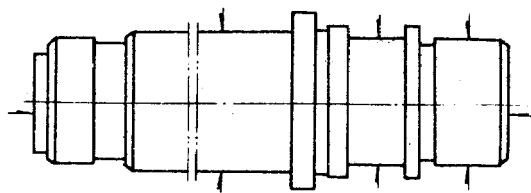
## 7 探伤方法

工件超声探伤以纵波直探头和纵波双晶直探头为主要探伤方法。如因受工件形状和缺陷方向的限制，无法单独用纵波探伤进行有效的检测，经供需双方协商同意，可采用附录 A 规定的横波探伤。

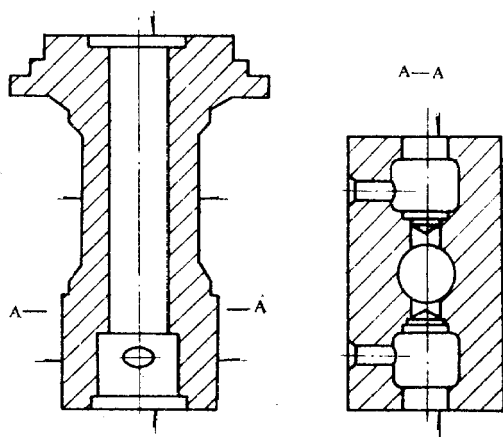
### 7.1 探测方向

7.1.1 原则上应从探测面上两相互垂直的方向进行，并应尽量扫查到工件的整个体积。

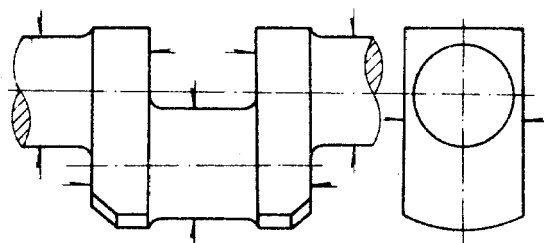
7.1.2 压缩机主要零件的探测方向如图 4 所示。



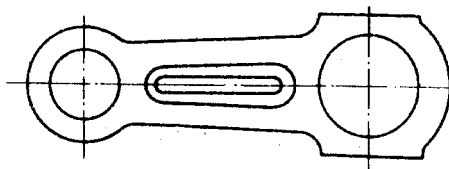
a 活塞杆



b 高压气缸体和高压气缸头



c 曲轴



d 连杆

图 4

## 7.2 扫查

7.2.1 应对工件整个探测面进行全面连续的扫查。相邻两次扫查其重叠部分约为探头晶片直径的 15%。

7.2.2 扫查时，探头移动速度不得大于 150 mm/s。

7.2.3 因工件几何形状所限而扫查不到的区域，应在探伤报告中予以注明。

## 7.3 工件材质衰减系数的测定

7.3.1 在工件无缺陷完好区域，选取三处探测面与底面平行且有代表性的部位，调节仪器使第一次底面回波幅度 ( $B_1$ ) 为满刻度的 50%，记录此时衰减器的读数。再调节衰减器，使第二次底面回波幅度 ( $B_2$ ) 为满刻度的 50%，两次衰减器读数之差即为 ( $B_1 - B_2$ ) 的 dB 差值。

7.3.2 衰减系数的计算公式为：

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

式中：——衰减系数，dB/m；

( $B_1 - B_2$ ) ——两次衰减器的读数之差，dB；

S ——工件的探测声程，m。

7.3.3 工件上三处部位衰减系数的平均值即作为该工件的衰减系数。

## 7.4 探伤灵敏度的确定

### 7.4.1 纵波直探头探伤灵敏度的确定

当被探部位的厚度大于探头的 1.6 倍近场区时，原则上可选用底波（采取 A、V、G 算法）确定探伤灵敏度。对由于几何形状所限，不能获得底波者，可直接采用试块法确定探伤灵敏度。

### 7.4.2 纵波双晶直探头探伤灵敏度的确定

根据需要选择不同直径平底孔的试块，并测试一组不同探测距离的平底孔（至少 6 个）。调节衰减器，使其中最高的回波幅度达到满刻度的 80%。不改变仪器的参数，测出其他平底孔回波的最高点，将其绘在荧光屏上，连接这些点，即是对应于不同直径平底孔的纵波双晶直探头的距离—幅度曲线。

### 7.4.3 补偿

7.4.3.1 表面粗糙度补偿：在探伤和缺陷定量时，应对由表面粗糙度引起的能量消耗进行补偿。

7.4.3.2 材质衰减补偿：在探伤和缺陷定量时，应对由材质衰减引起的探伤灵敏度和缺陷当量的变化进行衰减补偿。

7.4.3.3 曲面补偿：对于探测面是曲面的工件，可采用与工件曲率半径相同或接近（0.7~1.1 倍）的对比试块，否则应补偿因曲率不同引起的声能损失。

7.4.4 探伤灵敏度一般不低于工件最大探测距离处的 2 mm 平底孔当量。

## 7.5 探伤灵敏度的复查

探伤中，应核查探伤灵敏度，发现探伤灵敏度有改变时，应重新调整。当增益电平降低 2 dB 以上时，应对上一次校准以来所检查的工件进行复探；当增益电平升高 2 dB 以上时，应对所有记录缺陷进行重新定量。

## 8 缺陷检测

### 8.1 缺陷当量的确定

8.1.1 采用 A、V、G 算法确定缺陷当量。对位于近场区不能用上述方法确定缺陷当量的，可以利用双晶直探头，采用不同直径平底孔的试块，通过比较法来确定缺陷当量。

8.1.2 密集区缺陷和单个大缺陷的边界可利用半波高度法来确定。

8.1.3 计算缺陷当量时若材质衰减系数超过 4 dB/m，应进行修正。

## 8.2 缺陷记录

8.2.1 记录当量平底孔直径超过 2 mm 的单个缺陷的位置和波幅。

8.2.2 记录当量平底孔直径超过 2 mm 的密集区缺陷，及其最大缺陷的位置和分布，密集区缺陷面积以 30 mm × 30 mm 的方块作为最小度量单位。

8.2.3 记录由缺陷引起的底面回波降低量及其分布范围。

8.2.4 虽不属于上述情况，但探伤人员能判定是危害性的缺陷也应予以记录。

8.2.5 应记录材质衰减系数。

## 9 缺陷等级分类

9.1 单个缺陷的等级分类按表 3 规定。

表 3

mm

等 级	1	2	3	4	5	6	7	8
缺陷当量直径	2	> 2~3	> 3~4	> 4~5	> 5~6	> 6~8	> 8~10	> 10

9.2 由缺陷引起的底波降低量等级分类按表 4 规定。

表 4

dB

等 级	1	2	3	4	5
底波降低量 (BG/BF)	8	> 8~14	> 14~20	> 20~26	> 26

9.3 密集区缺陷等级分类按表 5 规定。

表 5

%

等 级	1	2	3	4	5
密集区缺陷面积占探伤总面积的百分比	0	> 0~5	> 5~10	> 10~20	> 20

9.4 表 3、表 4、表 5 的等级在评定工件质量时，应作为独立的等级分别使用。

9.5 对于被探伤人员判定为危险性的缺陷，其分级不受上述条文的限制。

## 10 探伤报告

探伤报告应包括以下内容：

- a. 委托探伤的单位，探伤报告编号，签发日期；
- b. 锻钢件的名称、编号、材料牌号、热处理状态、探伤面的表面粗糙度、工件尺寸草图；
- c. 探伤仪的型号、探头型号、探伤频率、耦合剂、探伤灵敏度和扫查方式；
- d. 在草图上，标明检测区域。如有因几何形状限制而检测不到的部位也必须在草图上标明；
- e. 缺陷的类型，尺寸和位置；
- f. 缺陷等级和探伤结论；
- g. 探伤人员和审核人员签字。探伤人员的资格证号、等级和探伤日期。

附录 A  
横波检验  
(补充件)

A1 检测设备

A1.1 仪器和探头的性能应符合 5.1、5.2 和 5.3 条的要求。

A1.2 仪器和探头的组合灵敏度余量在达到所探工件最大检测声程时不得低于 10 dB。

A1.3 校正试块的形状和尺寸按图 A1 和表 A1。

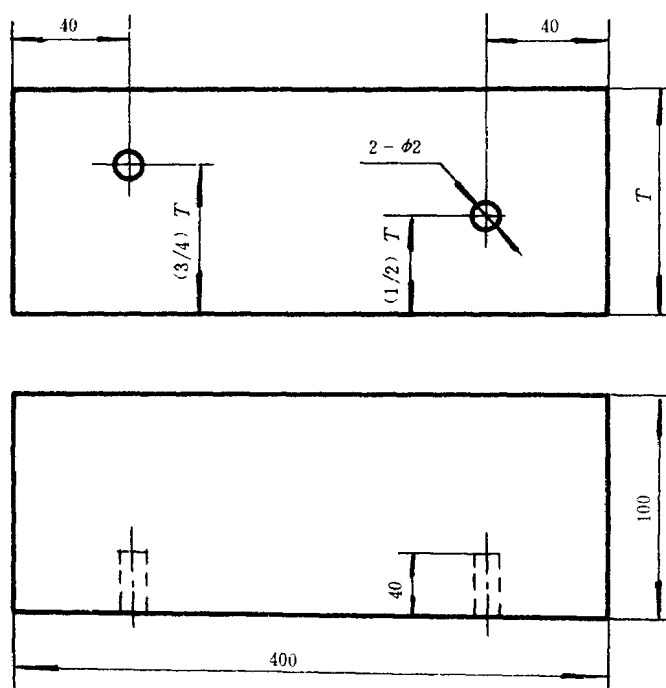


图 A1

表 A1

mm

材料公称厚度	试块厚度 $T$
25	25
> 25~50	50
> 50~100	100
> 100~150	150
> 150~200	200

A2 距离—幅度曲线的制作

利用图 A1 所示的基本校正试块，采用斜探头，探测试块深度位置分别为  $T/4$ 、 $T/2$ 、 $3T/4$  的横孔，分别找出各个最大反射波幅点位置，并在荧光屏上标记出来，连接这些点就得到其距离—幅度曲线。



### A3 扫查

斜探头至少应在探伤面上相互垂直的两个方向进行扫查。在扫查时，应不断偏转探头，偏转角度不得少于 15°。

### A4 缺陷记录

A4.1 记录回波幅度超过距离—幅度曲线的缺陷，并测定其几何尺寸和位置。

A4.2 探伤人员认为有必要记录的危害性缺陷。

### A5 验收标准

验收标准应由供需双方商定。

### A6 探伤报告

探伤报告应按本标准第 10 章的规定。

---

#### 附加说明：

本标准由全国压缩机标准化技术委员会提出。

本标准由机械电子工业部合肥通用机械研究所归口并负责起草。

本标准主要起草人袁榕。

中 华 人 民 共 和 国  
机 械 行 业 标 准  
压缩机锻钢零件的超声波探伤  
JB/T 5440 - 1991

\*

机械科学研究院出版发行  
机械科学研究院印刷  
(北京首体南路2号 邮编 100044)

\*

开本 880 × 1230 1/16 印张 3/4 字数 16,000  
1991年10月第一版 1991年10月第一次印刷  
印数 1 - 500 定价 1.20 元  
编号 0254

机械工业标准服务网：<http://www.JB.ac.cn>