

J 72

# JB

## 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 5441 - 1991

---

### 压缩机铸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

## 压缩机铸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铸钢零件（以下简称工件）和其他类似铸件的超声波探伤。

本标准不适用于奥氏体不锈钢等粗晶材料钢铸件的超声波探伤。

### 2 引用标准

- GB 7233 铸钢件超声探伤方法及质量评级方法  
ZBY 230 A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件  
ZB J04 001 A 型脉冲反射式超声探伤系统工作性能测试方法  
JB 3111 无损检测名词术语

### 3 术语

#### 3.1 平面型缺陷

采用本标准规定的方法，检测一个缺陷，如果只能测出其二维尺寸，则称为平面型缺陷。

#### 3.2 非平面型缺陷

采用本标准规定的方法，检测一个缺陷，如果能测出其三维尺寸，则称为非平面型缺陷。

#### 3.3 本标准其他术语符合 JB 3111 和 GB 7233 的规定。

### 4 探伤人员

压缩机铸钢零件探伤应由具有一定基础知识和铸件探伤经验，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，频率误差为  $\pm 10\%$ 。

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

标准试块用铸造碳钢或低合金钢材料制作, 其透声性应与被检铸钢件相同或相近, 不允许存在大于或等于 2 mm 平底孔当量的缺陷。也可用锻钢件试块, 通过透声补偿进行替代。

5.4.1 纵波直探头采用的标准试块

5.4.1.1 工件探测距离大于或等于 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。

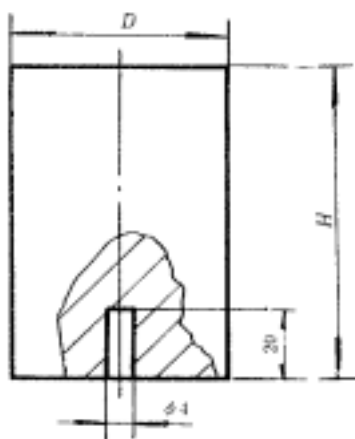


图 1

表 1

mm

高度 $H$	45	75	95	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。

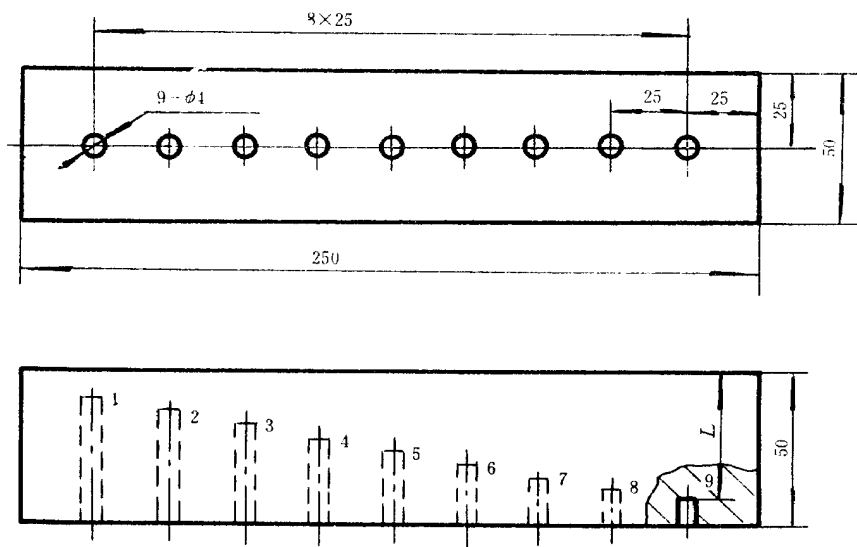


图 2

表 2

mm

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
探测距离 $L$	5	10	15	20	25	30	35	40	45

5.4.3 横波斜探头探伤采用的标准试块的形状和尺寸应按附录 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 及表 1。

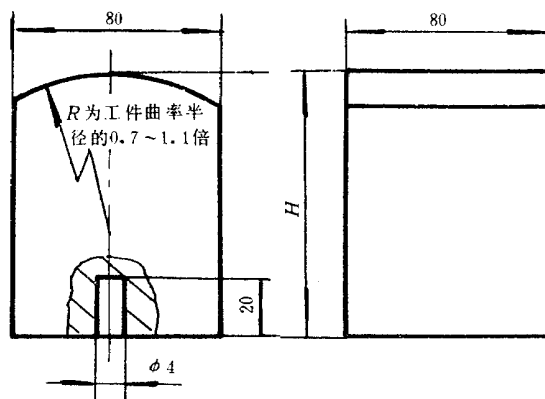


图 3

### 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。若因热处理后铸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 铸钢件应在外观检查合格后，方可进行超声探伤，所有影响超声检测的物质都应予以清除。

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

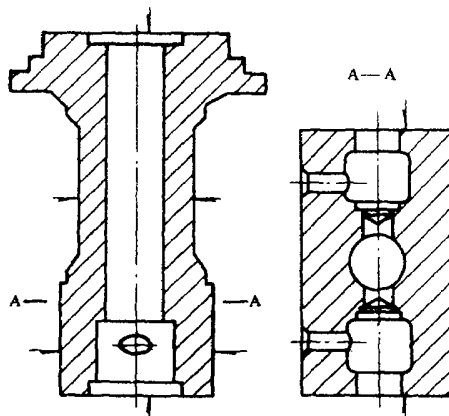
## 7 探伤方法

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 规定的横波检验方法。

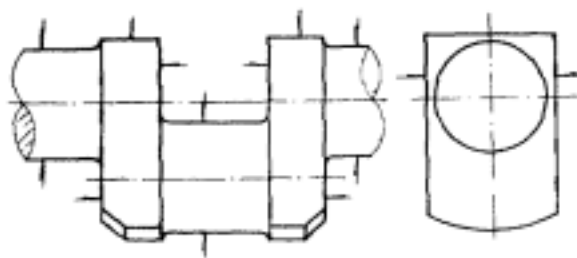
### 7.1 探测方向

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。

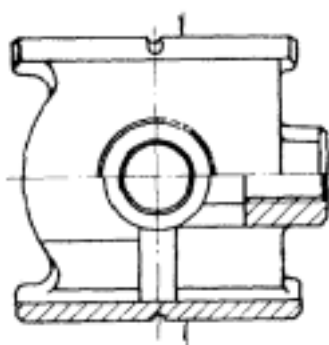
7.1.2 主要工件的探测方向如图 4 所示。



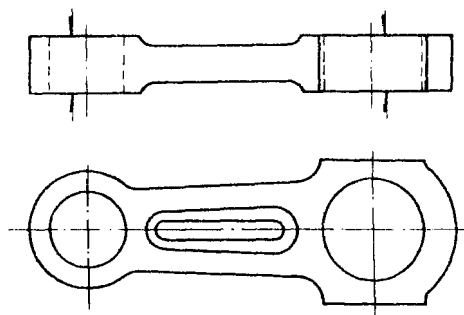
a 高压气缸体与高压气缸头



b 曲轴



c 十字头



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 透声性的测定

将纵波直探头与工件上探测面和底面平行而且无缺陷的部位耦合接触，调节仪器使第一次底面回波幅度达到满刻度的 50%，记录此时衰减器的读数。再调节衰减器，使第二次底面回波的幅度达到满刻度的 50%，两次衰减器读数之差即为该测量点的透声性。测量点不得少于三点，以其平均值表示该区域的透声性。

### 7.4 探伤灵敏度的确定

#### 7.4.1 纵波直探头探伤灵敏度的调整

首先，将工件与探测距离等于或最接近该工件厚度的标准试块相比较，求出透声性补偿值和表面粗糙度补偿值。然后在该试块上测试，使其 4 mm 平底孔的回波幅度达到满刻度的 10%~20%，不改变仪器的参数，对探测距离较小的一系列试块逐一测试，测出其平底孔回波的最高点，绘在荧光屏上，连接这些点，即可建立距离—幅度曲线。也可用 A、V、G 计算法或 A、V、G 曲线板确定其距离—幅度曲线。

#### 7.4.2 纵波双晶探头探伤灵敏度的调整

测试一组不同探测距离的 4 mm 平底孔、调整衰减器，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，对探测距离不同的平底孔逐一测试，将其回波幅度的最高点绘在荧光屏上，连接这些点，即可建立距离—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，应对由于表面粗糙度引起的能量消耗进行补偿。

7.4.3.2 透声性补偿：在检测和缺陷定量时，应对透声性引起的探伤灵敏度和缺陷当量的误差进行透声补偿。

7.4.3.3 曲面补偿：对于探测面是曲面的工件，应采用曲率半径与工件相同或接近（0.7~1.1 倍）的对比试块来校正，否则应进行适当的曲面补偿。

7.4.4 探测灵敏度不得低于最大探测距离处的 4 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当量。

## 8 缺陷检测

### 8.1 记录缺陷

8.1.1 反射回波幅度等于或高于距离—幅度曲线的缺陷。

8.1.2 在探伤灵敏度下，引起工件第一次底面回波消失的缺陷。

8.1.3 出现平面型缺陷显示，并被探伤人员判定为危害性的缺陷。

### 8.2 缺陷尺寸的测定

8.2.1 当缺陷回波幅度等于或高于距离—幅度曲线者，用 6 dB 法在探伤面上画出缺陷的范围。其在工件厚度方向的尺寸，可由不同方向检测所确定的缺陷上部和下部边界确定。

8.2.2 凡是因存在缺陷，而使底面回波消失者，其边缘应从探测面上底面反射波刚好消失时的探头中心算起到出现底面反射波时的探头中心为止。缺陷的深度由一组连续缺陷回波最左侧的波峰位置确定。

8.2.3 当两块缺陷间距小于其中较大缺陷直径时，两缺陷可折合为一个缺陷，缺陷面积按实测计。

8.2.4 单个缺陷的面积以该缺陷的最大尺寸与其在垂直方向的最大尺寸之积计算。

8.2.5 对于有疑问的缺陷，也可采用其他行之有效的方法来进行验证。

## 9 缺陷等级分类

9.1 在检测区域内不允许存在裂纹和缩孔。

9.2 缺陷在工件厚度方向的尺寸不得大于壁厚的 1/8。

9.3 缺陷所在的截面积为探测到缺陷部位的最小剖截面积。对于空心轴工件，其截面积应按实心轴计算。

9.4 工件的单个缺陷等级分类按表 3 规定；面积类缺陷等级分类按表 4 规定。

表 3

mm

等 级	1	2	3	4
缺陷当量直径	< 4	4~< 5	5~< 6	6

表 4

等 级	超过振幅参考线的缺陷	底波消失类缺陷
1	缺陷面积小于等于缺陷所在截面积的 5%	
2	缺陷面积小于等于缺陷所在截面积的 10%	
3	缺陷面积小于等于缺陷所在截面积的 15%	
4	缺陷面积小于等于缺陷所在截面积的 20%	
5	缺陷面积小于等于缺陷所在截面积的 25%	
6	缺陷面积大于缺陷所在截面积的 25%	

## 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. 铸钢件的名称、编号、材料牌号、热处理状态、探伤面的表面粗糙度、透声性、工件尺寸草图；
- c. 超探仪的型号、探头型号、探伤频率、耦合剂、探伤灵敏度；
- 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、姓名和探伤日期。

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。

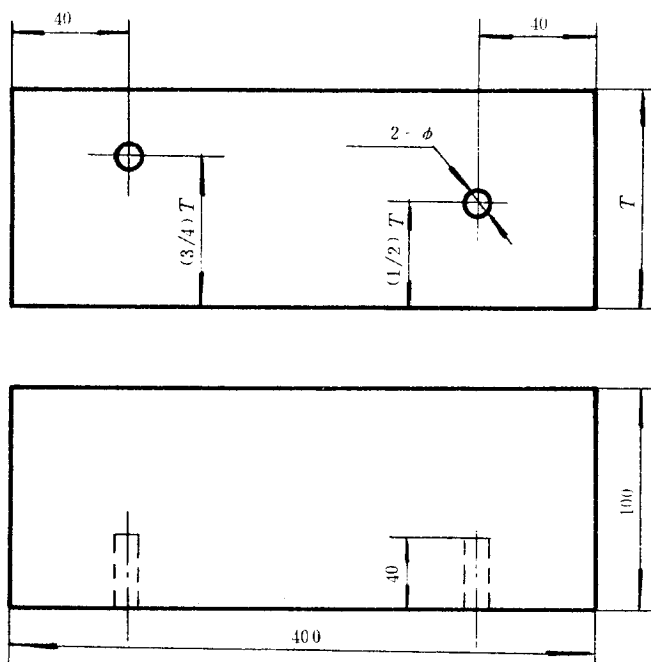


图 A1

表 A1

mm

材料公称厚度	校正试块厚度 $T$	孔径
25	25	2.5
> 25~50	50	3.0
> 50~100	100	5.0
> 100~150	150	6.0
> 150~200	200	8.0

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，并在荧光屏上分别标计出各个波幅点，连接这些点就得到距离—幅度曲线。



### A3 扫查

横波斜探头探伤至少要沿探伤面上相互垂直的两个方向进行扫查。在扫查的同时，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。

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 铸 钢 零 件 的 超 声 波 探 伤  
JB/T 5441 - 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 0255

机 械 工 业 标 准 服 务 网 : <http://www.JB.ac.cn>