

汽轮机铸钢件超声波探伤及 质量分级方法

1 范围

本标准规定了 A 型脉冲反射式超声波探伤及对缺陷进行分级的方法。

本标准适用于容量大于或等于 12 MW 电站汽轮机用铸钢件。

采用本标准时,必须提供铸钢件的超声波探伤用图,图中应注明要求探伤的部位和相应的质量等级。

2 引用标准

下列标准包含的条文,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。

JB/T 10061—1999 A 型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件

3 人员资格

3.1 铸钢件超声探伤人员,应取得主管无损检测人员资格鉴定机关颁发的超声波探伤人员资格证书,并从事相应的工作。

3.2 铸钢件超声探伤人员,还应具有铸钢材料、工艺、铸造缺陷及热处理等方面的基础知识。

4 设备器材

4.1 探伤仪器

铸钢件超声波探伤的仪器,其性能应符合 JB/T 10061 有关规定。

4.2 探头

4.2.1 直探头的频率为 1~5 MHz,晶片直径为 10~20 mm。带有软保护膜的同规格直探头优先采用。

4.2.2 斜探头的频率为 2~5 MHz,折射角为 45°~70°,晶片直径为 10~20 mm。

4.2.3 双晶直探头的频率为 2~5 MHz,0°入射角,晶片直径不大于 20 mm。

4.3 对比试块

4.3.1 垂直法探伤,采用图 1、表 1 和图 2,表 2 所示的 ZGZ 系列和 ZGS 对比试块。

4.3.2 斜射法探伤,采用图 3、表 3 所示的对比试块。

4.3.3 制造对比试块的材料应是经正火或正火、回火热处理的碳素钢或低合金钢铸件,其超声衰减特性应与被检铸钢件相同或接近,并且必须经过超声探伤,不得有等于或大于 $\varnothing 2$ mm 平底孔当量的缺陷。

4.3.4 成品对比试块的侧面,应标明试块代号、编号、材料牌号和材质衰减的标记。

4.4 耦合剂

可采用机油或其他适用的耦合介质。实际探伤和校正所用的耦合剂必须相同。

5 制备要求

5.1 要求进行超声波探伤的铸钢件,应经过正火或正火、回火热处理。

5.2 探伤面须经机械加工、磨光或喷丸处理。对于1级质量要求的部位,其探伤面必须机械加工。机械加工的探伤面粗糙度 R_a 值不大于 $6.3\mu\text{m}$,喷丸处理后铸钢探伤面粗糙度 R_a 值不大于 $12.5\mu\text{m}$ 。

5.3 铸钢件探伤面应经清理,不得一有妨碍探伤的污垢杂质。

5.4 为方便探伤和记录,铸钢件探伤面应画出 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 的方格(小尺寸铸件探伤面可相应缩小方格尺寸),并给每一个方格编号。

6 探测方法和条件

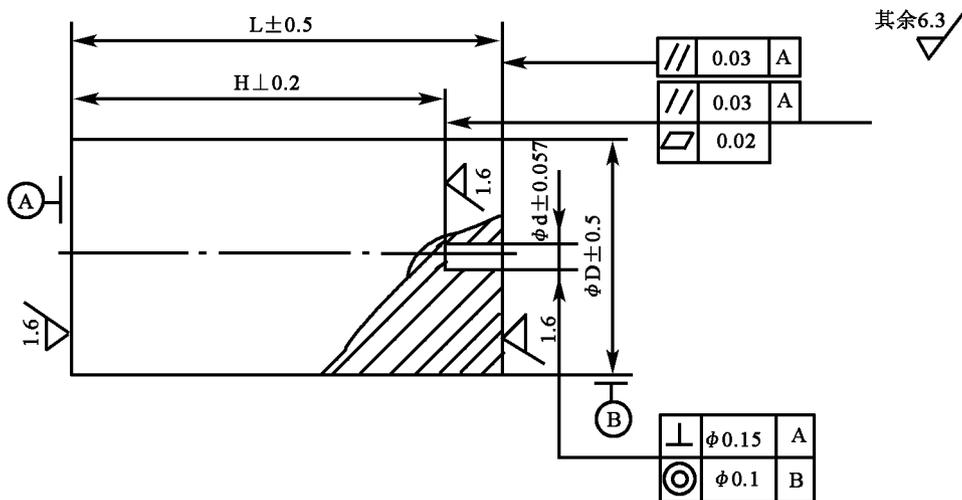
6.1 由铸钢件的厚度、所探部件的重要性等情况,分别选用的探伤方法。

6.1.1 厚度小于或等于 50mm 的铸钢件,采用双晶直探头从一个探伤面作重垂直法探伤。

6.1.2 厚度大于 50mm 的铸钢件,采用单直探头从相对的两个探伤面作垂直法探伤,只能从一个探伤面探伤的区域,应从这一探伤面分别作单直探头和双晶直探头垂直法探伤。

6.1.3 工艺部门认为有必要时,对切割冒口、放置冷铁、切除铸造拉筋等处以及厚度急剧变化处可补充斜探头作斜射法探伤。这些要求补充的部位,也应在铸钢件超声波探伤用图上注明。

6.1.4 加工焊接坡口部位,自端面 $2T$ (T 为壁厚) 长度(长限为 100mm) 范围内,对深度小于或等于 50mm 区域用双晶直探头在端面和外圆作重垂直法探伤;对深度大于 50mm 处,则在端面和外圆用直探头作垂直法探伤。此外,这个部位还应采用适当角度斜探头分别在相对的两个方和向作周向扫查的斜射法探伤。



d —平底孔直径; H —探测距离; L —试块全长; D —试块直径;
 T —铸件厚度 (T 大于 250mm)

图1 ZGZ系列对比试块

表1 ZGZ系列对比试块参数

mm

| 试块代号 | d | H | L | D |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 6025 | 6 | 25 | 45 | 50 |
| 6050 | 6 | 50 | 70 | 50 |
| 6075 | 6 | 75 | 99 | 50 |
| 6100 | 6 | 100 | 120 | 75 |
| 6150 | 6 | 150 | 170 | 75 |
| 6200 | 6 | 200 | 220 | 75 |

| | | | | |
|----|---|---|--------|----------------|
| 6T | 6 | T | T+T/10 | 100 或 T/4, 取大者 |
|----|---|---|--------|----------------|

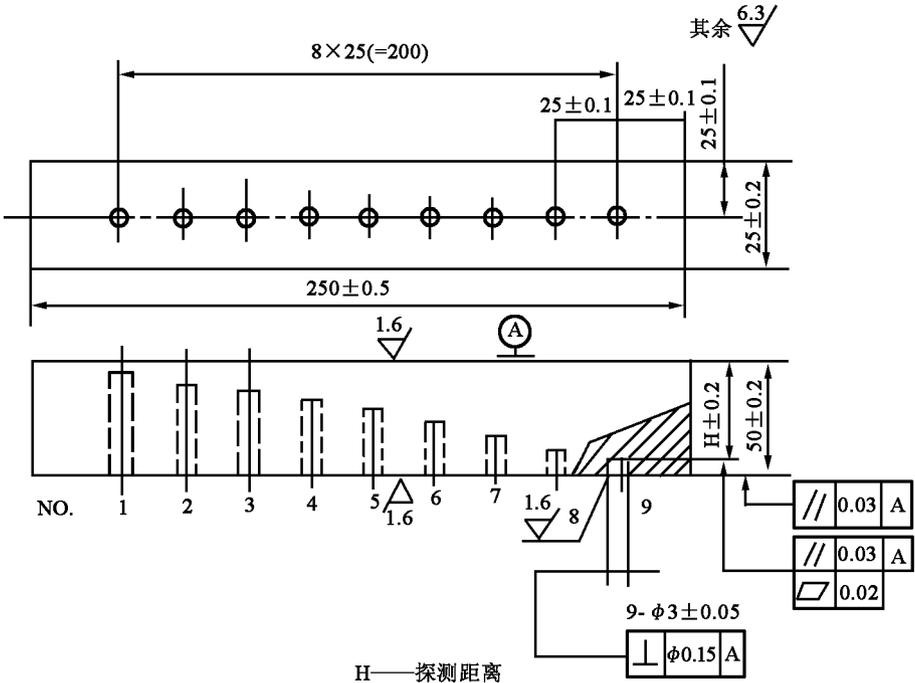


图 2 ZGS 系列对比试块参数

表 2 ZGS 系列对比试块参数

| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H mm | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |

6.1.5 除了 6.1.4 规定的以外,铸钢件其它部位的垂直法探伤,在条件许可时,均应分别从两个表面进行。假如由于几何形状或尺寸限制无法实施和存在扫查不到的部位时,应在探伤报告中加以说明。

6.2 探测频率

一般应使用不低于 2 MHz 频率的超声波进行探测。因铸造组织结构影响而使用低于 2 MHz 频率时,应在探伤报告中加以说明。

6.3 探测灵敏度

6.3.1 垂直法探伤时使用 ZGZ 对比试块校准探测灵敏度。

6.3.1.1 仪器灵敏度给定下,分别测试 ZGZ 系列对比试块,绘制试块 $\phi 6\text{mm}$ 平底孔的距离—幅度曲线 2 线。

6.3.1.2 当被检铸钢件的表面粗糙度和材质衰减与试块存在差别时,应对上述曲线分别进行补偿修正。

6.3.1.3 将上述修正后的距离——幅度曲线,并取最大测距处 $\phi 6\text{mm}$ 平底孔回波高度等于屏高的 10% 后描绘在仪器示波屏前面板上。此线定为被检铸钢件的 $\phi 6\text{mm}$ 平底孔的 100% 波高线。

6.3.1.4 探测灵敏度校准时,可取测距在最大测距之内的任一 ZGZ 试块,调节仪器灵敏度使此试块的 $\phi 6\text{mm}$ 平底孔回波高度等于 100% 波高线即可。但对铸钢件 1 级质量要求部位的探伤,应再提高增益 12 dB 后进行。

6.3.3.2 垂直法探伤时使用铸钢件底面校准探测灵敏度。

6.3.3.2.1 在铸钢件两表面平行而粗糙度有代表性的无缺陷的部位获得稳定的底面回波,调节仪器灵敏度使其高度为屏高的10%。

6.3.3.2.2 然后根据铸件厚度、超声频率、晶片直径和 $\varnothing 6$ mm平底孔等参数,从AVG线图上求得应给底面回波的增益值(dB),并对仪器增益此dB值。此时探测灵敏度已校准完毕。如果对铸件1级质量要求部位探伤,则应再提高增益12 dB。

6.3.3.2.3 为便于评定缺陷,可根据AVG线图上的 $\varnothing 6$ mm平底孔的距离——幅度曲线并考虑铸钢件不同深度处材质衰减而进行修正之后,在仪器示波屏前面板上描绘出定为 $\varnothing 6$ mm平底孔的100%波高线。

6.3.3 双晶直探头垂直法探伤时使用ZGS试块校准探测灵敏度。

6.3.3.1 用ZGS试块测绘必 $\varnothing 3$ mm平底孔的距离——幅度曲线于仪器示波屏前面板上。此线定为 $\varnothing 3$ mm平底孔的100%波高线。

6.3.3.2 当铸钢件1级质量要求部位探伤时,探测灵敏度可用ZGS试块校准,使试块的 $\varnothing 3$ mm平底孔回波与100%波高线高度相同。如试块表面粗糙度与所控检测钢件表面不同,则应再补偿因粗糙度引起的损失值。

6.3.3.3 如果用于其它质量等级要求部位的探伤,则探测灵敏度应降低12 dB。

6.3.4 斜射法探伤时的探测灵敏度校准。

6.3.4.1 用图3、表3所示试块并按图4方法测绘距离——幅度曲线于仪器示波屏前面板上。此线定为斜射法探伤规定直径横孔的100%波高线。

| 铸件名义厚度 T | 孔径 $d \pm 0.5$ |
|------------------|----------------|
| ≤ 25 | 2.4 |
| $> 25 \sim 50$ | 3.2 |
| $> 50 \sim 100$ | 4.8 |
| $> 100 \sim 150$ | 6.3 |
| $> 150 \sim 200$ | 7.9 |

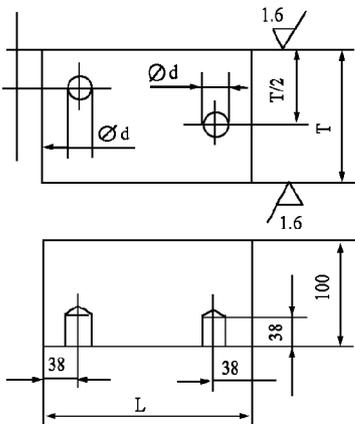


图3 斜探头用对比试块参数

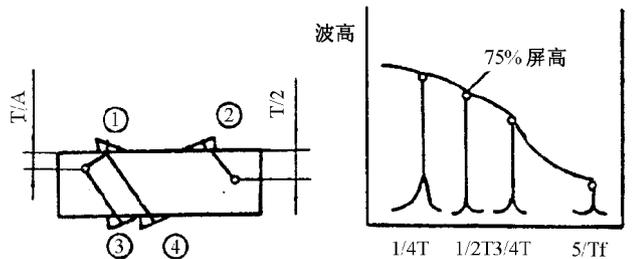


图4 横波斜探头探伤用100%波高线制作

6.3.4.2 探测灵敏度校准时,斜探头可置于图4所示任一测点,调节仪器灵敏度使横孔的回波高度等于100%波高线。然后,如铸件与试块之间存在材质衰减和表面粗糙度差异,则应分别进行补偿增益。

6.3.5 材质衰减和表面粗糙度差异的补偿值,由实测求得。

6.3.6 铸钢件粗探伤时,允许使用比上述稍高的灵敏度进行,但在评价缺陷时必须按规定灵敏度测定。

6.3.7 探伤过程中和结束之前,应对探测灵敏度进行校验,如发现灵敏度已降低,则须对在校验前的所检测部分重新规定灵敏度探测。

6.4 扫查

6.4.1 探头的扫查应 100% 进行,相邻两次扫查带之间至少应有探头晶片直径(或边长)的 10% 重叠。

6.4.2 扫查速度不得超过 150 mm/s。

7 缺陷的评定

7.1 应记录的缺陷或信号

7.1.1 达到或超过 100% 波高线的缺陷回波。

7.1.2 底面回波高度降低到正常底面回波高度的 25% 或以下区域。但判断确认因几何形状引起者可不作记录。

7.1.3 确认为裂纹性质的不论其回波高度如何,均须记录。

7.2 缺陷定量

7.2.1 达到或超过 100% 波高线的缺陷回波,用移动探头到缺陷回波降低到 50% 波高线高度时探头中心点(直接标在探伤面上)确定缺陷边界,求出缺陷面积。

7.2.2 缺陷回波高度达到或超过 100% 波高线,但由于几何形状限制,探头稍一移动,缺陷回波即下降或消失者,此种缺陷的面积以 1cm^2 计算。

7.2.3 底面回波降低到正常高度的 25% 或以下的衰减区域。用移动探头到底面回波降低 75% 时探头中心点确定其边界,求出面积。

7.2.4 密集缺陷以几个缺陷的外围周界包围的面积作为一个缺陷面积。

7.3 缺陷分类

7.3.1 线状缺陷是由 7.2.1 确定的缺陷尺寸,其长度与宽度之比大于或等于三倍的缺陷。

7.3.2 分散缺陷为相邻缺陷边界间的距离大于其中较大一个缺陷的长度者。

7.3.3 密集缺陷为相邻缺陷边界间的距离小于或等于其中较大一个缺陷的长度者。

8 质量等级

8.1 铸钢件质量等级应符合表 4 中所列各项的规定。质量等级以探伤面内 $15\text{cm} \times 15\text{cm}$ 评定框所含缺陷面积进行划分为五级,评定质量等级时,评定框应置于缺陷程度最严重的部位。

表 4 铸钢件质量等级

| 质量等级 | 在 $15\text{cm} \times 15\text{cm}$ 评定框内允许存在的非线性缺陷 | | |
|------|---|------------------------|-----|
| | 缺陷总面积 cm^2 | 单个缺陷最大面积 cm^2 | |
| | | 内、外层 | 中间层 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 15 | 8 | 15 |
| 3 | 25 | 20 | 25 |
| 4 | 40 | 30 | 40 |
| 5 | 55 | 45 | 55 |

注:内、外和中间层以铸钢件的厚度划分,每层为 $1/3$ 铸钢件厚度。对于处于内、外层与中间层交界处的缺陷,如大部分在内、外层,则列入内、外层评定;如大部分在中间层,则列入中间层评定。

8.2 任何质量等级的铸钢件,均不允许存在判定裂纹性质的缺陷、线状缺陷和在厚度上超过铸钢件厚度 $1/3$ 的缺陷。

9 处理

9.1 铸钢件超声探伤结果评定的质量等级低于该铸钢件超声探伤用图所规定的等级时,则作为不合格处理。

9.2 不合格铸钢件中超过质量等级规定的缺陷,允许去除补焊。

9.3 铸钢件补焊处,必须按原探伤方法质量等级进行探伤和评定。

10 探伤报告

探伤报告应包括以下内容:

- a) 定货单位和合同号或委托单位、报告编号和签发日期;
- b) 铸钢件名称、图样代号、炉号、编号、材料及热处理状态;
- c) 超声探伤仪型号、探头规格、耦合剂;
- d) 探测灵敏度校准方法和试块规格;
- e) 探伤的评定框编号图及每个评定框的探伤结果记录,因几何形状或尺寸限制而未能探伤的部位说明;
- f) 铸钢件质量等级和合格与否的结论;
- g) 探伤人员签署。