



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 38683—2020

---

## 轴承钢中大夹杂物的超声检测方法

Method of ultrasonic testing for large inclusions in bearing steel

2020-03-31 发布

2020-10-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 检测要求 ..... 2

5 检测设备 ..... 3

6 设备检验 ..... 3

7 检测过程 ..... 5

8 设备校验 ..... 6

9 评价 ..... 6

10 检测报告..... 7

库七七 www.kq qw .com 提供下载

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位:钢铁研究总院、江阴兴澄特种钢铁有限公司、河钢集团石家庄钢铁有限责任公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、武汉中科创新技术股份有限公司、青海华汇检测技术有限公司。

本标准主要起草人:张建卫、范弘、白云、周立波、董莉、王子成、沈海红、章伟陆、金雄英、王殿峰、刘光磊、周友鹏、李翠春、徐磊。



库七七 www.kq9w.com 提供下载

# 轴承钢中大夹杂物的超声检测方法

## 1 范围

本标准规定了轴承钢中大夹杂物超声检测方法的检测要求、检测设备、设备校验、检测过程、评价及检测报告。

本标准适用于液浸式脉冲反射法纵波入射探头,检测直径或边长为 35 mm~100 mm 的轴承钢棒材中内部夹杂物。其他尺寸或钢种材料也可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

GB/T 27664.1 无损检测 超声检测设备的性能与检验 第 1 部分:仪器

GB/T 27664.2 无损检测 超声检测设备的性能与检验 第 2 部分:探头

## 3 术语和定义

GB/T 12604.1 界定的以及下列术语和定义适合于本文件。

### 3.1

**大夹杂物 large inclusions**

超声反射当量不小于 0.4 mm 平底孔的夹杂物。

### 3.2

**过程检测 process testing**

C

在产品生产过程中对中间坯的检测。

### 3.3

**最终检测 final testing**

L

交付用户前对最终产品的检测。

### 3.4

**回折扫查 meandering scan**

探头从受检面的一端扫查至另一端后,步进,再进行相邻的路径扫查,从而在受检面形成回折型轨迹的扫查。

### 3.5

**螺旋扫查 helical lines scan**

圆柱形工件旋转,探头沿圆柱轴线方向移动,探头在圆柱表面形成螺旋状轨迹的扫查。

3.6

步进扫查 scan in steps

圆柱形工件在完成一周扫查后,步进,再进行相邻的下一周扫查。

4 检测要求

4.1 检测技术要求

超声检测的技术要求应按产品标准规定或协议执行,应包含如下内容:

- a) 超声检测的样品应在状态“C”或“L”时进行(见 4.2);
- b) 灵敏度等级(见 6.4);
- c) 检测体积(见 6.5);
- d) 评价(见第 9 章)。

示例:检测要求为“C—2—c”,表示该批次产品在“C”阶段,灵敏度等级 2,检测体积  $c$  为  $5\text{ dm}^3$ ,可接受的评价结果供需双方协商确定。

4.2 检测样品状态

4.2.1 样品要求

检测样品的选择可分为两类:过程检测(C)和最终检测(L),样品应是圆柱形和长方体。样品的内部及表面不应有影响检测的缺陷,表面粗糙度应符合检测要求。取样部位和要求应按产品标准或协议规定,未规定时,按 4.2.2 和 4.2.3 规定进行。

4.2.2 过程检测(C)

4.2.2.1 样品可以取自连铸坯的头部、中部或尾部,如果是钢锭可以取自钢锭头、钢锭中或钢锭尾。样品需经过轧制或锻压变形,压缩比应大于 4。

4.2.2.2 为了满足检测的灵敏度,样品在表面加工之前需进行热处理,使其晶粒度达到 GB/T 6394 规定的 5 级或更细。

4.2.2.3 样品表面应清洁光滑。长方体样品相对面应平行且所有面均为矩形。样品加工应符合表 1 的规定。

4.2.2.4 在制备过程中,样品被标记,确保对可追溯性;标记不能标识在检测面或相对面。检测记录中应有样品的压缩比和尺寸。

表 1 样品加工要求

| 项目                            | 圆柱形                             | 长方体                             | 说明  |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|
| 表面加工量                         | $\leq 5\%d$                     | $\leq 2.5\%t$ (每个面)             | 例如:加工前 $d=100\text{ mm}$ 加工后 $d\geq 95\text{ mm}$<br>加工前 $t=100\text{ mm}$ 加工后 $t\geq 95\text{ mm}$ |
| 表面粗糙度*                        | $Ra\leq 2.0\text{ }\mu\text{m}$ | $Ra\leq 2.0\text{ }\mu\text{m}$ |   |
| 椭圆度*                          | $\leq 1\%d$                     |                                 |   |
| 注: $d$ ——圆柱的直径; $t$ ——长方体的边长。 |                                 |                                 |   |
| * 必备条件。                       |                                 |                                 |   |

### 4.2.3 最终检测(L)

对于同一炉批钢材(坯)检测应在不同支钢材(坯)上取样。其他要求按照“C”状态制样。

## 4.3 检测人员

检测人员应取得符合 GB/T 9445 或者同等标准的资格证书。从事超声检测人员应取得超声探伤专业 1 级及其以上资格证书,签发检测报告者应取得超声探伤专业 2 级及其以上资格证书。

## 5 检测设备

### 5.1 扫查装置与水槽

水槽尺寸和扫查装置需满足工件检测要求,按照 7.1 给定的扫查网格要求来调整轨距,扫查装置应通过和计算机连接的电气控制系统来操作。

### 5.2 检测软件

检测软件宜具有 C 扫描显示功能,能够按照 7.3 的方法直观的进行评定,并按照第 9 章要求进行评价。

### 5.3 超声检测仪

超声检测仪应有实时 A 扫描显示功能,仪器应能满足 GB/T 27664.1 的要求,并具有深度补偿功能。

### 5.4 超声探头

液浸探头应符合 GB/T 27664.2 的要求。直探头晶片直径应为 $(6.3\pm 0.3)$ mm;探头标称频率 10 MHz,其 6 dB 带宽应为 $(6\pm 1)$ MHz。

注:如果探头参数变化,供需双方在协议中进行约定。但本标准的目的是保证检测结果的一致性,当设备参数发生变化,检测结果一致性不能保证。

### 5.5 耦合剂

一般用水作为耦合剂,为防止样品生锈可加入必要的添加剂。水温应在 15℃~30℃之间。用于标定和检测应是同一耦合剂,且应保证在水槽不发生影响检测灵敏度的物理或化学变化。必要时,水槽要配有循环过滤装置,保证影响检测的悬浮颗粒物可去除。对比试样标定与被检样品检测时的温度差应不超过 5℃。

## 6 设备检验

### 6.1 对比试样

#### 6.1.1 试样要求

6.1.1.1 设备应用对比试样进行校验。用于调整和设置检测灵敏度的对比试样,应与被检样品声学性能相同或相似、表面状态相同(见 4.2.2 和 4.2.3)。

6.1.1.2 对于圆柱形样品,要用直径相同或相近的对比试样,被检样品直径应在对比试样直径 $\pm 20\%$ 范围内。

6.1.1.3 对于直径大于 100 mm 的圆柱形样品,可用长方体对比试样代替。对于长方体样品,试样边长至少应符合各自被测区域的厚度(声程)(见 7.1)。

## 6.1.2 人工反射体

6.1.2.1 对比试样中应有 1.0 mm 直径的平底孔。

6.1.2.2 在测试范围内,对比试样中应至少包含 4 个不同埋藏深度平底孔。两个平底孔间距应不小于探头晶片直径的 2 倍。平底孔回波与底波应能清晰分辨,距离底面至少 2 mm。孔的底部应经过机械加工成平面,为了防止孔的腐蚀,平底孔口可以加塞。塞子应距离孔底一段间隙,以免检测到塞子本身。

6.1.2.3 可在加工适当深度的平面台阶后再加工平底孔,台阶处平底孔示意图及公差要求见图 1。长方体试样的公差与圆柱形试样要求相同。

单位为毫米

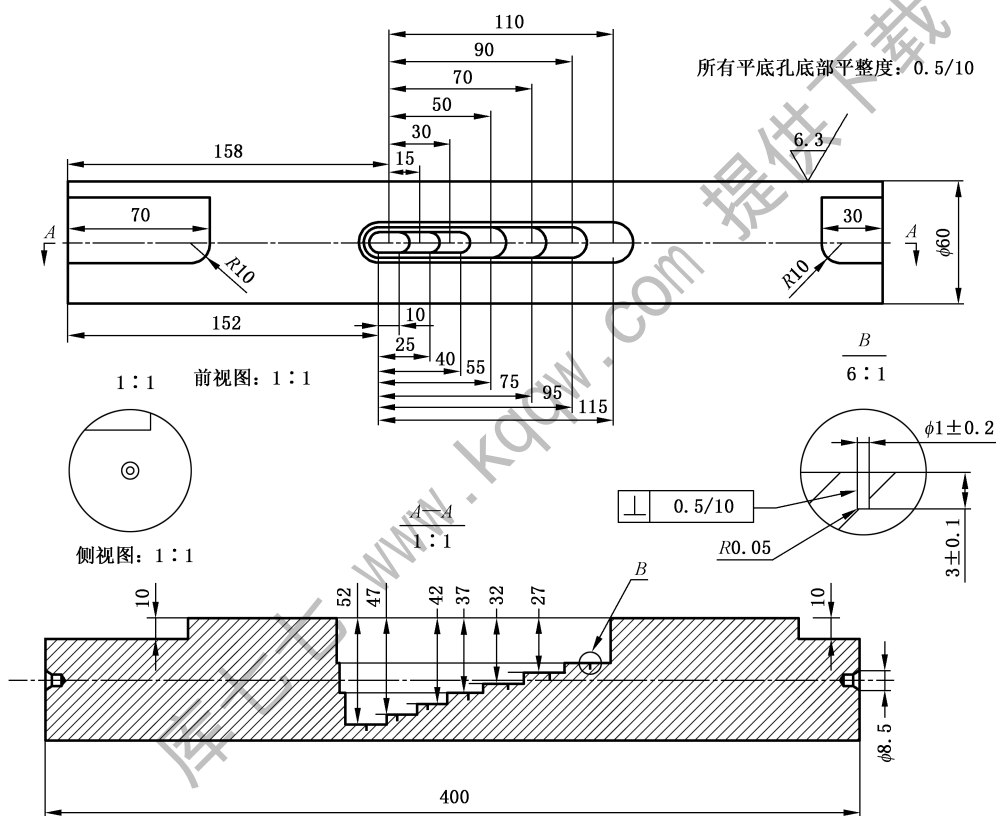


图 1 对比试样加工示例

## 6.2 水层厚度

在调整和检测时,探头和被检样品之间的水层厚度应在 40 mm~45 mm 之间。

## 6.3 灵敏度调整

6.3.1 基准灵敏度通过带有直径为 1.0 mm 平底孔的对比试样来调整,将回波最高的平底孔反射波高调整至显示屏满屏高度(FSH)的 80%,该灵敏度为基准灵敏度。其他深度平底孔通过深度补偿对回波幅度进行调节,即在基准灵敏度基础上增加增益  $V_J$ ,使波高达到显示屏满屏高度(FSH)的 80%。

6.3.2 根据需要的灵敏度等级(见 6.4),需要增加不同的增益因子  $V_k$  加在基准灵敏度上;这样将深度补偿计算在内,实际的放大增益  $V_R$  等于深度补偿增益  $V_J$  和增益因子  $V_k$  之和,如式(1)所示。

$V_R = V_J + V_K$  ..... ( 1 )

6.4 灵敏度等级

灵敏度等级按产品标准或协议确定。由表 2 给出具体值。未规定时,灵敏度按 1 级执行。不准许按 AVG 曲线规律换算平底孔的尺寸和深度,应根据试样和 1.0 mm 平底孔实测,在自动超声检测中噪比应不小于 6 dB,最好达到 10 dB,必要时,在检测前进行专项热处理(见 4.2.2 和 4.2.3)。

表 2 灵敏度等级

|           |     |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 灵敏度等级     | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 显示波高/%    | 80  | 80  | 80  | 80  | 80  |
| 平底孔直径/mm  | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| $V_K$ /dB | +6  | +12 | +15 | +18 | +21 |

6.5 检测体积

最小的检测体积见表 3,具体检测体积按产品标准或协议要求执行。如果没有具体要求,通常按直径不大于 50 mm 执行 b 类,直径大于 50 mm 执行 c 类。为了提高统计可靠性,可以增加样品的体积。检测体积根据实际评估体积而定。测试范围具体在 7.1 规定。

表 3 检测体积

|                      |   |   |   |    |
|----------------------|---|---|---|----|
| 检测类别                 | a | b | c | d  |
| 检测体积/dm <sup>3</sup> | 1 | 2 | 5 | 10 |

7 检测过程

7.1 轨迹、扫查方法、检测范围和闸门调节

7.1.1 为了实现全覆盖检测,扫查网格中与主要变形方向(轧制方向)垂直的最大间距是 0.25 mm,与主要变形方向平行的最大间距是 1.0 mm。供需双方也可协商确定网格最大间距。

7.1.2 样品尺寸不大于 100 mm,采用全截面检测。表 4 列出样品全截面扫查范围和扫查方法要求。

表 4 全截面检测范围和扫查方法要求

|      |             |                   |               |
|------|-------------|-------------------|---------------|
| 几何形状 | 样品尺寸/mm     | 扫查方法              | 检测范围          |
| 长方体  | $t \leq 50$ | 彼此互成 90°的两个面,回折扫查 | $0 \sim t$    |
| 长方体  | $t > 50$    | 4 个面,回折扫查         | $0 \sim 1/2t$ |
| 圆柱形  | $d \leq 50$ | 180°,回折扫查         | $0 \sim d$    |
| 圆柱形  | $d \leq 50$ | 360°,回折扫查         | $1/2d \sim d$ |
| 圆柱形  | $d \leq 50$ | 螺旋扫查或步进扫查         | $1/2d \sim d$ |
| 圆柱形  | $d > 50$    | 360°,回折扫查         | $0 \sim 1/2d$ |
| 圆柱形  | $d > 50$    | 螺旋扫查或步进扫查         | $0 \sim 1/2d$ |

注 1:  $t$ ——检测面厚度, $d$ ——圆柱的直径。  
注 2: 也可以采用能达到以上扫查效果的其他扫查方法。



7.1.3 当全截面检测及检测扫查至  $1/2t$ , 或  $1/2d$  处, 闸门起始位置应设置在检测面下 8 mm 以内位置。当全截面检测及检测扫描从  $1/2d \sim d$ , 闸门终止位置应设置在底面前 2 mm 处。

7.1.4 样品尺寸大于 100 mm, 仅检测由检测面至内部 50 mm 声程距离(见表 5)。近表面检测时, 闸门起始位置应在样品检测面下 8 mm 位置以内设置。

表 5 尺寸大于 100 mm 的区域检测扫查方法

| 几何形状 | 长方体       | 圆柱形        | 圆柱形     |
|------|-----------|------------|---------|
| 扫查方法 | 4 个面上回折扫查 | 360°, 回折扫查 | 螺旋或步进扫查 |

## 7.2 扫描速度、脉冲重复频率和脉冲间距

7.2.1 根据脉冲重复频率和扫描速度可以得出两个脉冲之间的距离(脉距), 考虑到可统计的干扰抑制(伪回波抑制), 脉距不能大于网格距离。

示例: 如扫描速度 150 mm/s, 脉冲频率是 1 500 Hz, 则脉距是  $(150 \text{ mm/s}) / 1\,500 \text{ s}^{-1} = 100 \mu\text{m}$ 。

7.2.2 过高的脉冲重复频率会引起幻影回波, 所以应避免。

## 7.3 检测方法

7.3.1 一个超声脉冲能产生不同距离的反射回波, 应选择评价窗口内最大的回波。

7.3.2 从几个面检测矩形样品, 会发生缺陷重复评定( $90^\circ$ 相互垂直方向检测 2 次)。同一缺陷在不同检测面会产生 2 次回波, 显示的仅是一个缺陷, 这只能算一次。

7.3.3 圆柱形工件检测时由于闸门覆盖设置也可能出现缺陷的重复扫查, 经过分辨确定为同一缺陷后, 只评定 1 次。

## 8 设备校验

应定期(一般不超过 8 h 或换班前后或工作结束前)使用人工反射体来校验检测设备的重复性, 当人工反射体的回波高度偏差超过  $\pm 2 \text{ dB}$ , 则上一次校验之后的数据记录应重新评估, 或所有样品应重新检测。

## 9 评价

### 9.1 回波数量

根据相应的校准和灵敏度等级来设定门限。在设定闸门内, 只要一个网孔振幅超过闸门就应记录。相邻网孔产生的值大于极限值时, 记为一个回波。累计回波的数量。

### 9.2 指示长度

应在变形的主方向(轧制方向)上评定缺陷指示长度。单点缺陷指示长度是扫查网格宽度在主方向上的 2 倍(即如果网格宽为 1 mm, 则指示长度为 2 mm)。

### 9.3 大夹杂物评价

9.3.1 大夹杂物指标等于这些指示长度之和除以被检测的总体积。

示例: 如检测体积为  $5.0 \text{ dm}^3$ , 在图 2 中给出长度 15 mm(计算方法见表 6), 则大夹杂物指标为  $15 \text{ mm} / 5.0 \text{ dm}^3 = 3.0 \text{ mm/dm}^3$ 。

单位为毫米

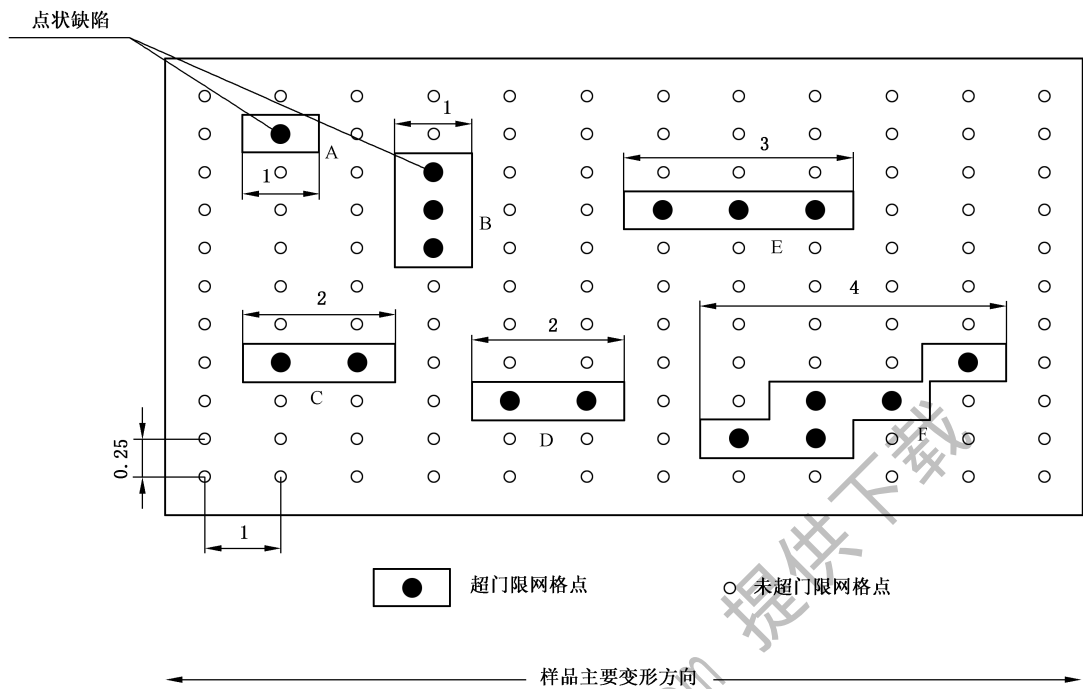


图 2 缺陷分布评定示意图

表 6 缺陷指示长度

单位为毫米

| 缺陷号    | 缺陷网格长度 | 缺陷指示长度 |
|--------|--------|--------|
| A      | 1      | 2      |
| B      | 1      | 2      |
| C      | 2      | 2      |
| D      | 2      | 2      |
| E      | 3      | 3      |
| F      | 4      | 4      |
| 指示长度合计 |        | 15     |

9.3.2 应通过 C 扫描图像给出超声检测结果。若不能用 C 扫描采用人工评定时,应使用适当的可成像的方式记录回波数量和指示长度。

9.3.3 两个点状指示之间的距离应不小于网格宽度,否则它们作为一个点记录。三维相邻准则可以适用于整个自动评价。

9.3.4 缺陷指示可接受的数量和对总指示长度的接受值,以及单个缺陷最大指示长度,由供需双方协商确定。

10 检测报告

检测报告应至少包括下列内容:

- a) 本标准编号;

- b) 工件情况:炉批号、检测样品编号;检测的生产阶段;压缩比和样品尺寸;
  - c) 检测条件:检测仪器、检测设备;探头型号及参数等;
  - d) 检测结果:检测范围和灵敏度等级、检测评定结果;
  - e) 检测人员、报告签发人的姓名及资格等级;检测日期,报告签发日期等。
- 

库七七 www.k99w.com 提供下载

