

# 钢中主要缺陷的超声波探伤判定方法(二)

牛俊民

## 第二章 白点的超声波探伤

白点是钢中最危险的缺陷之一。钢中白点的存在破坏了钢的连续性,并形成严重的应力集中,经常使工件在热处理中开裂,或在使用中突然破断造成人身设备事故。因此白点的检验工作十分重要。

过去检验白点一般采用低倍组织检查和断口检验,它必须在坯料或工件上规定部位截取测片,费工费料,而且有可能漏检。

近年来,随着无损检测技术的发展,特别是超声波探伤技术的广泛应用,白点缺陷的检验有了新的可能。但是目前的超声波探伤仪大都是利用A型脉冲波形对缺陷进行判断,不够直观,难于定性。本章在介绍白点的波形特征和分布规律基础上,提出了白点的超声波探伤判定方法,并列出了不同分布形式白点的探伤实例。

### 第一节 白点的波形特征

#### 一、白点的特点及反射特性

白点是钢中的不允许缺陷,它是以脆性断裂形式的群集裂纹,白点裂纹呈锯齿状,这些凹凸不平的尖角必然会造成声波的大量散射,从而大大减少了声波在白点处的反射强度,使其伤波反射幅度低下。通常白点的伤波高度要比相同大小的人工平底孔的反射波低得多。大量的解剖结果表明, $\phi 4$ 平底孔的检测灵敏度根本发现不了 $\phi 4\text{mm}$ 大小的白点,甚至连 $\phi 8\text{mm}$ 白点有时也难以发现。

为了弄清白点缺陷对伤波幅度的影响,有人<sup>[2-1]</sup>从解剖出来的白点试片中切取出单个白点,尺寸约为 $\phi 6\text{mm}$ ,做成 $\phi 50 \times 250\text{mm}$ 的试棒,采用逐层切削探伤,每次切削 $5 \sim 10\text{mm}$ ,记录伤波与声程的关系。然后再制取 $\phi 6\text{mm}$ 的平底孔试棒,按同样条件逐层切削探伤试验,得到了图2-1的结果。从图中可以看出二者伤波高度的差异,白点伤波的幅度远低于人工平底孔,并随探伤距离的增加,其差距也愈大。因此对于大型锻钢件来说,白点的探测要比小型零件困难得多。在实际探伤中为了可靠地发现白点,避免漏检,通常要采用较高的灵敏度探伤。一般是将以人工平底孔校准的探伤基准灵敏度再提高一定的灵敏度,以弥补因白点这种缺陷性质造成的伤波幅度的降低量。灵敏度的提高大约为 $15 \sim 20\text{db}$ 左右。

白点多以群集形式出现,因此白点波形的研究应建立在群集形式的基础上,来探讨其波形特性及规律性,因为在大型锻件中,单个白点的出现几乎是不存在的。

#### 二、白点的波形特征

白点的波形特征之一是伤波的幅度不高,为了观察,必须采用较高的探伤灵敏度(例如

$\phi_2$ 或更高),白点缺陷波形尖锐,彼此独立,伤波数量较多,在水平扫描基线上分布比较均匀。移动探头,伤波此起彼伏,交替变化,其变化速度较慢。

在较低灵敏度探伤时,常常既无伤波又无底波。白点是一种脆性断裂,其低倍形态呈锯齿状裂纹,由于白点缝隙中存有气体,因此必将引起声波的强烈反射。虽然声波在白点表面的几何散射损失了相当一部分声能,伤波幅度低下,但探伤时依然明显地感到白点的缺陷波反射强烈,白点裂纹周围纯净无杂质,这使得白点的波形尖锐而清晰,即使提高仪器灵敏度也不会出现群集夹杂高灵敏度时图象模糊、波峰连成一线的情况。

白点的波形特征之二是白点波幅度虽低但对底波反射幅度与反射次数有明显影响。

白点裂纹的宽度很小,一般零点几毫米或更小,它可以看作是钢中的异质层薄层,但由于白点裂缝存在着气体,因此白点实际上是一种很好的隔声材料,声波在白点处全部反射(包括散射),而声波的透过系数几乎为零。同时白点的数量多,而且分布较均匀,这就使得声波很难穿过缺陷区到达工件底部,因此就造成底波幅度下降,底波反射次数减少。白点严重时通常无底波。根据经验,对于中、小型锻件无位向分布的白点,白点级别小于2级时,通常探伤灵敏度可出现3—4次底波;2—3级的白点,可出现1~2次底波;3级以上的白点,出现一次底波或无底波。当提高探伤灵敏度时,底波反射次数并无明显增多。需要指出的是,白点对底波反射次数的影响不适用于轴内纯径向分布的放射状白点,因为放射状分布的白点在圆周探伤时,白点裂纹面与声束平行,其实际声影面积很小,不具备遮蔽主声束的条件,因此它对底波幅度及底波反射次数的影响并不明显。

白点的波形特征之三是随仪器灵敏度的降低其伤波下降速度迟缓,特别是伤波高度降低到垂直高度的15%以下时,伤波迟迟难以消失,这时多见波形模糊,而伤波的辉度增强。

白点的这一波形特征,如果与同数量级的分散性夹杂物波形相比是非常显著的。如果在高灵敏度时底波高于伤波或两者相等,但降低灵敏度时,底波首先消失,而白点伤波却消失迟缓。白点伤波消失的迟缓特性与交混回响的作用有关。

白点的波形特征之四是白点的波形为林状波,它彼此独立,挺拔排立。

由于白点在钢中分布比较均匀、分散并彼此尺寸相差不大,因此白点的伤波呈现彼此独立、分布均匀的波形特征。在较高灵敏度下观察,白点伤波犹如远山中的松林,挺拔排立,连绵不断。林状波是白点固有的波形特征,它与粗晶模糊的草状波根本不同。

白点的波形特征之五是斜探头对白点很敏感。

当斜探头在轴的圆周方向或纵向探伤时,只要入射角合适,常在相应深度上出现彼此独立的数个伤波,稍微转动探头角度,缺陷波便迅速切换;前后移动探头,伤波会在水平基线上前后移动一定距离并消失,在这几个波消失的同时,差不多在相同深度上又会出现另外几个缺陷波。

斜探头高灵敏度探伤时,疏松和粗晶也会出现草状波,这时的波形模糊、虚幻,波形并不彼此独立,移动探头时变化速度很快,与白点波容易区别。

除以上五个特征之外,轴类工件中的白点圆周分布上只有心部和环状分布两大类,所以它还具有圆周各处波形均相类似的特征。

## 第二节 白点在钢中的分布规律

### 一、白点的产生及出现规律

超声波探伤虽然不够直观，但是它能提供缺陷在工件中的立体分布，并且可以提供缺陷大小的当量概念。所以白点在钢中的分布规律以及白点在不同钢种的出现规律对白点的判定有很大意义，因此首先作一介绍。

首先，不同的钢种对白点的敏感性不同。含碳量0.30%以上的碳钢和合金结构钢、合金工具钢都可能产生白点。实践证明，合金钢的白点敏感性比碳素钢大，并且以含铬、镍、锰等元素的合金结构钢、合金工具钢的白点敏感性最大，而奥氏体钢、铁素体钢及莱氏体钢中没有白点。

关于白点的形成机理有许多种假说，但比较有说服力的几种观点都认为与钢中含有较多的氢有关。实践证明，钢中氢含量低于2.0毫升/每100克铁便不产生白点。普遍接受的观点是，钢中原子状态的氢使钢变脆，钢在锻轧和冷却时的应力，例如热应力，组织应力，形变应力原子氢变为分子氢产生的压力等是使钢破裂的动力。这些应力可能是共同起作用，也可以是单独起作用。在氢和破裂动力作用下，形成了钢中内部的裂纹群—白点。

预防白点的措施主要是减少钢中的氢含量。其中使氢从钢中逸出是很重要的环节。

鉴于白点的形成与氢的逸出及材料有关，因此白点在钢中的分布有以下几个特征。

白点的出现往往具有批量特征，即相同冶炼炉次，相同处理工艺，相同锻件及锻后冷却工艺，往往都会成批出现白点。

白点容易产生在大截面的部分。由于氢的扩散外逸，靠近锻坯端头及表面都不会产生白点（经机加工后白点露至表面的情况例外）。在轴锻件中，白点多分布在轴心或轴横截面上

$\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 半径的环状范围内。对于阶梯轴而言，白点多出现在直径大的部位，轴的直径越大，

白点越多。轴的直径减小，白点的分布包围和数量也相对减少。在同一个轴锻件上，白点的分布范围随轴的直径变化而变化。当白点较少时，通常只发生在直径大的部位。白点严重时，其分布范围就由大直径向小直径部位扩展，白点越严重其扩展的范围越大。然而在不同直径上白点距离轴表面的深度几乎变化不大。

在大型锻件中，白点多产生于锻件偏析区。

## 二、白点在不同形状锻体中的出现规律

根据白点的出现规律，概括起来，白点在钢锻件中的分布主要有以下几种形式。

### 1. 圆饼形锻件中白点分布形式

圆饼形锻件是指盘、轮、盖等形状似饼的锻件，它单向锻比大，金属流线多平行于上、下平面，因此白点裂纹一般也平行于上、下平面。

### 2. 厚壁管形锻件中白点的分布形式

厚壁管形锻件中的白点主要有以下两种分布形式，第一种是平行于内外表面以同心圆状分布或呈无位向分布，但内外表面都没有白点，白点一般离内壁较近，离外表面较远，并且随着内孔直径的减小白点越接近内壁；第二种是在切向应力作用下形成的放射状分布的白点，白点同样离内外表面有一定距离。

### 3. 轴类锻件中白点的分布形式

轴类锻件中白点的分布形式多种多样，常见的有分布在阶梯轴的大直径部分，无位向白点呈环状分布，放射状白点呈环状分布等。

### 4. 长条形方截面锻件中白点的分布

长条形方截面锻件常常是无位向分布的白点，白点在横截面的中心部位。

#### 5. 方形锻件中白点的分布形式

方形锻件中白点的分布形式主要有三种。第一种形式是锻件三个方向锻比相近时白点多为中心部无位向分布，在单方向锻比大的情况，白点多平行于主锻造平面，合金钢大锻件中有时会发现锻件心部白点很少，白点主要分布在平行于主锻造平面的两个条带中。

除上述分布形式之外，有时因特殊的冷却条件，白点也可能分布在工件长度的一半上或在圆形截面的半个圆上，但比较罕见。

白点的上述分布特征是我们判定白点的重要依据。

### 第三节 白点的超声波探伤

白点缺陷的超声波探伤可以使用带衰减器的仪器，也可以使用不带衰减器的仪器。为使不同深度的缺陷在示波屏上有相同的反射幅度最好使用带深度补偿的仪器，或者带有距离—幅度—补偿（DAC）的仪器。对于观察波形特征来看，使用电子管仪器较好，并且“抑制”通常置“开”，探伤灵敏度一般使用 $\Phi_2$ 或稍高灵敏度。横波探伤可酌情用入射角 $30^\circ$ 、 $40^\circ$ 及 $50^\circ$ 斜探头。灵敏度一般用CSK—Ⅲ或CSK—ⅢA试块调整，使相应深度的 $\phi_1$ 孔反射波高为垂直刻度的80%。

白点的探伤一般应在锻造、轧制后停放一定时间，白点形成之后进行。

#### 一、心部无位向分布白点的探伤

心部无位向分布的白点比较多见于碳钢和合金钢中、小型锻件中，下面就轴类锻件和方形锻件的探伤方法加以叙述。

##### 1. 轴类锻件

白点的分布形式如图2-2所示，它的探伤过程如下：

直探头粗探伤，灵敏度调好以后，先在外圆探查，观察多次底波反射。A段因无白点多次反射良好并无缺陷波；从B段开始底波突然减少并伴有丛林状缺陷波，D段靠C段部分情况基本同B段，D段端头部分一段长度（靠锻坯距离一般100~200mm不等）内多次反射又恢复正常，并且这段内一般也无缺陷波。

精探伤，一般情况用一次底波或两次底波观察，缺陷波分散分布在相应深度上（图2-3-a）。当白点严重时底波幅度一般较低。直探头从轴随头入射，也可以看到杂乱分布的白点反射波（图2-3-b），这时，声波穿透较困难，不易出现底波。

用斜探头圆周探伤或纵向探伤，一般都有敏锐的缺陷波（如图2-3-c），前后移动探头时，缺陷在水平基线上移动一定距离，在这几个波消失的同时，又会在相应深度上出现几个缺陷波。转动探头，缺陷波便迅速切换。当探头移动到无缺陷部位时，便不再出现缺陷波。

##### 2. 方形锻件

方形锻件无位向白点的分布如图2-4所示。在方形锻件中常遇到两种分布形式，一种是白点只在方锻件心部，离边缘一定距离都没有白点；另一种是白点也在心部，但两端头暴露于表面，这种情况是由于原锻坯是一个长条形方截面锻件，在白点形成后又用冷加工方法切许多段，因而白点外露（如图2-4-b）。

第一种情况粗探伤时，A面边缘多次反射良好，无缺陷波；心部底波次数明显减少并伴有缺陷波，由于上表面与底表面都无缺陷，因而伤波只在底波与始波之间的中心位置，靠近

始波及底波都无伤波。B面和C面探伤基本同A面，但由于工件的形状和白点的方向的影响，底波次数和伤波幅度可能不完全相同。

第二种情况与第一种情况的不同点在于，A面探伤时，边缘无缺陷区只是两侧条带。从C面探伤时，四个边缘一定区域内底波多次反射良好；心部白点区缺陷波一般从始波开始，而底波难出现或次数更少。

无论是哪种情况，也无论是从哪一面入射，斜探头探伤都容易出现缺陷波，这是无位向白点的一个特征。

## 二、合金钢环状分布的白点的探伤

合金钢大中型锻件白点常分布在1/2半径至1/3半径的一个环形带内，这时就会出现特殊的波形，下面分别叙述。

### 1. 环状无位向分布的白点的探伤

环状无位向白点的分布如图2-5所示。直探头粗探伤情况与心部无位向白点相近，不过缺陷波为两撮的将底波拉开，观察一次底波前的情况，发现在始波后和底波前都有一撮缺陷波，每撮各有几个彼此独立的伤波，但这两撮波都分别与始波和底波保持有一定距离，中心位置反而无缺陷波或很少，提高灵敏度后，这一特征比较明显，如图2-6-a所示。探伤大型工件或者白点特别严重时，常常只出现始波后的那撮伤波，而底波前的很低或难以出现，但圆周一圈都是如此，说明缺陷依然是环状分布，如图2-6-b所示。

斜探头探伤依然很敏感，无论是位置Ⅰ还是位置Ⅲ。横波因速度较慢，相对来说穿透能力较纵波差，一般情况只能探着一撮伤波，如图2-6-c；但是有时入射方向合适并且工件不太大时，也会出现两撮伤波，如图2-6-d所示。

### 2. 环形放射状白点的探伤

环形放射状白点的分布如图2-7所示。图2-8就是50Mn<sub>2</sub>钢齿轴环形放射状白点的纵向断口。

直探头在Ⅰ位置多次反射良好。当在Ⅱ位置时，虽对底波有一定影响，但对底波影响不大，同时低灵敏度时也无缺陷波，提高探伤灵敏度才能发现环状白点的波形。斜探头Ⅲ位置的人射方向同样也难发现缺陷，但将探头左右摆动一定角度时会出现白点伤波。斜探头在Ⅳ位置对白点最敏感。

### 3. 厚壁管形锻件放射状白点的探伤。

厚壁管形锻件的探伤与轴中环形放射状白点探伤一样，直探头外圆及端面探伤都不易发现缺陷；斜探头纵向放置也不易发现缺陷，只有圆周方向探伤比较敏感。

4. 合金钢大型方锻件有时会产生类似轴中环形分布的白点的分布情况，即白点分布在方框形偏析的位置上。它的探伤与轴类中环形分布白点的探伤类似；在边缘探伤时，四周因无白点多次反射良好。白点区域的伤波则呈现两撮的形式。中心部位一般也不会绝对没有白点，因此中心部位偶尔也会出现伤波。

## 三、饼形锻件白点的探伤

### 1. 圆饼形锻件白点的探伤

圆饼形锻件，由于单方锻比较大，因而白点方向多平行于上、下平面，同样离外圆一定距离和离上、下表面一定距离内无白点。

直探头在平面上探伤，边缘多次反射良好，无缺陷波。心部底波很少并有中心部位林状



缺陷波。直探头在圆周方向难于发现缺陷，高灵敏度时才能见到伤波。斜探头圆周移动探头，同样由于白点裂纹与声束平行，难于出现伤波，但用折射角较小的斜探头，纵向探伤会出现较强的缺陷反射。

## 2. 方饼形锻件的探伤

在单向锻比大的方形锻件上，也会出现平行于上、下表面的白点。这时探伤情况与圆饼形锻件基本相似，不再赘述。

## 四、白点与夹渣并存时的探伤

在大中型锻件探伤中，常常出现白点与夹渣共存的情况。白点都分布在锻坯内部，夹渣大都分布在锻件的一个端头——冒口端，两种缺陷混在一起，使探伤判定变得困难。下面以长条形方锻件为例加以讨论。

缺陷分布区域及探伤情况如图 2-9 所示。探伤时，除具有方形锻件中无位向分布的白点特征外，还发现缺陷波一直沿伸到锻坯的端头，这与白点的生成规律有矛盾。除此之外，缺陷的其它特征都符合白点的波形。仔细观察我们会发现，A 面探伤时底波的情况分三个区域，即底波多次反射正常区、底波多次反射衰减区（夹渣引起，其范围与白点不完全一样）和底波严重衰减区（白点引起）三种情况。底波衰减区缺陷波虽高，但对底波影响比白点小，而且当提高灵敏度时底波次数明显增加。

斜探头探伤，白点区伤波反射强而敏感，而夹渣区伤波难于发现。

## 五、白点与偏析共存时的探伤

在大型锻件中，白点的出现往往与偏析点有一定的关系，即白点裂纹往往穿过偏析点而形成，这可能与偏析部分碳、硫、磷和合金元素含量较高以及这里富集有包括氢在内的气体有关。

大锻件中的点状偏析超声波探伤中也能够发现，但它要比白点缺陷的当量小得多。偏析与白点共存也使超声波探伤时的定性判断变得复杂。但是大型锻件中的白点裂纹实际尺寸比较大，而且由于探头离缺陷较远，探伤中缺陷位于声束范围内的时间较长，因而探伤时白点伤波有比较明显的面积感觉；即发现缺陷时探头能移动一段距离伤波才消失。这种现象在斜探头探伤时尤为明显。偏析则没有上述特征，即斜探头难于发现伤波，即使发现，探头移动时便迅速消失。

## 第四节 白点工件的探伤实例

以下解剖实例中未加注明的照片都属热酸腐蚀的低倍照片。

### 例一：40 车轴钢心部无位向白点的探伤

这是一个碳素钢中型锻件心部无位向白点的探伤实例，该例中白点位于轴心，白点裂纹多而短。

#### 1. 概况：

名称：渣罐车车轴，材质：40 钢，锻坯尺寸： $\phi 250\text{mm} \times 2800\text{mm}$ ，探伤时尺寸为  $\phi 230\text{mm}$ ，光洁度： $\nabla 6$ 。

按照技术条件规定，该轴的两端要作磁粉探伤检查。这批车轴在作磁粉探伤时有 12 根在车轴的细直径处发现有不同程度的发裂，多者一根轴有 60~70 条，少则 5~6 条，长度在 2—10mm 范围内。缺陷磁粉痕迹密实，裂纹两端尖锐，裂纹方向不完全与轴线平行，有的则呈

现 $30^\circ$ 角，这与夹杂物形成的发纹明显不同。后经超声波探伤，发现内部有较严重的白点，经钢厂查证，这批车轴中有违反工艺，锻后未经缓冷的现象。

探伤仪器：JTS-3型，CTS-4B型，探头：2.5MC $\phi$ 12mm直探头和2.5MC $\phi$ 20mm直探头  
探伤灵敏度：CS-I型试块深150mm $\phi$ 2平底孔反射波高为80%。

## 2. 超声波探伤情况

用CTS-4B型探伤仪探伤波形情况如下（见图2-10）。

无白点轴多次反射良好且无缺陷波（图2-10-1）；白点车轴底波只有两次（图2-10-2）。图2-10中 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 的波形为圆周不同位置的伤波，图中一次底波在4格， $a_1$ 为置“近场”时的波形，其余置“通常”。

### 例二：45#方钢中白点的探伤

这是一个长条形方截面锻件中白点探伤解剖实例。

#### 1. 概况

锻压车间用 $300 \times 300 \times 5000$ mm的长条形方钢锻制齿轮毛坯时，发现内孔及外表都出现裂纹，材质是45#钢，经超声波探伤检查，判定原材料有白点。

探伤灵敏度，2.5MC $\phi$ 12和 $\phi$ 20直探头CS-I试块深200mm $\phi$ 2孔反射波高80%。

用CTS-4B型探伤仪在截取试料上探伤并记录切片处的探伤波形如下，探伤表面加工成 $\nabla 5$ ，机油耦合，从主探伤面探伤，容易发现缺陷，从 $90^\circ$ 方向探伤则难于发现伤波。图2-11是解剖位置的缺陷及波形，其中图2-11中 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 是直探头在图示相应位置的波形，一次底波在水平线的10格附近，探头 $a$ 、 $b$ 因靠边缘而没有伤波。图中的低倍照片只是局部， $e$ 、 $f$ 是纵向放置 $40^\circ$ 斜探头探伤波形。

### 例三：38CrSiMnMo钢主动轴白点的探伤

这是一个合金钢中型锻件环状分布放射状白点的探伤实例。

#### 1. 概况

名称：4m<sup>3</sup>电铲主动轴，材质：38CrSiMnMo锻件，锻坯尺寸 $\phi 250$ mm $\times$ 150mm，锻后空冷，共5件。其中三件有白点，调质处理后探伤。表面光洁度： $\nabla 5$ ，仪器：CTS-4B型，探头：2.5MC $\phi$ 20直探头，灵敏度：CS-I型试块深度200mm $\phi$ 2孔反射波高为80%，‘通常’档。

#### 2. 探伤情况

由于白点呈放射状，对底波多次反射的影响不明显，另外的探伤感觉是，圆周各处探伤波形均相类似，伤波出现的位置与缺陷位置相对应，斜探头（折射角大些）圆周探伤易于发现伤波。

图2-12是主动轴白点的低倍和波形，其中图2-12-1是白点轴的多次反射情况，虽然一次底波前有伤波，但多次反射仍不少；图2-12中 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 是直探头圆周各处的探伤波形，其中 $a_1$ 是低灵敏度下拍的，这时一次底波（在水平线10格处）幅度仍很高。

### 例四：40CrMnMo连接轴白点的探伤

这是一个合金钢大型锻件中白点兼有偏析的探伤实例。

#### 1. 概况

名称：连接轴，材质：40CrMnMo锻件，调质状态探伤，表面光洁度： $\nabla 5$ ，耦合剂：机油，仪器：CTS-11、CTS-4B，探头：1,25MC和2,5MC $\phi$ 20直探头，灵敏度：CS-I试块，200

mm深 $\phi$ 2反射波高调80%，工件尺寸及切片位置如图2-13所示。

## 2. 探伤情况

整轴探伤情况：直探头探伤，A段底波3次以上无伤波，与A段同直径的B段则底波突然变成一次或根本无底波，只有环状分布的缺陷波，圆周各处探伤波形均相类似；细直径的C段也只有一次底波，伤波也呈环状分布，但在波形图中可以看到两撮伤波。D段基本同B段。

按水平基线与实际尺寸1:100调整，测定伤波出现位置，缺陷深度出现在130mm~270mm的环形带内，用斜探头深度1:50调节，横向探伤，缺陷出现在117~170mm范围内。

提高探伤灵敏度，丛林状伤波会迅速增加，增加的伤波移动探头时变化较快，伤波没有面积感，这些属于偏析的反射波。

1.25mc直探头探伤情况基本同2.5MC探伤情况只是无缺陷部位反射次数稍有增加。

图2-14是连接轴的低倍组织与探伤波形。低倍组织除疏松与点状偏析外，还有环形无位向分布的白点，其中55mm长白点裂纹一条，35mm长1条，20—30mm长7条，10—20mm长21条，5—10mm长180条左右。

图2-14-1是端头无缺陷部分1.25MC的多次反射波形。 $a_1$ 、 $a_2$ 是2.5MC探伤波形，其中 $a_2$ 无底波； $a_3$ 、 $a_4$ 是1.25MC的探伤波形，其中 $a_4$ 无底波； $a_5$ 是提高灵敏度后，底波前有两撮伤波的情况。

### 例五：40Cr方形大锻件白点的探伤

这是一个合金钢方形大锻件中类似环状分布白点伴有粗晶时的探伤实例。

#### 1. 概况

名称：650轧机鞍形座，材质：40Cr锻件，毛坯重4800kg共4件全部有白点，锻后退火状态探伤，表面光洁度： $\nabla 5$ ，耦合剂：机油，使用仪器：CTS-8A型，拍波形用仪器：CTS-4B，探伤灵敏度：2.5MC $\phi$ 20直探头CTS-8A仪器按8AZ<sub>2</sub>底波调整后提高10dB，CTS-4B型仪器按CS-I试块 $\phi 2/200$ 深波高80%调整，探伤尺寸1535mm $\times$ 800mm $\times$ 45mm。

#### 2. 探伤情况

用CTS-8A探伤仪，2.5MC从主探伤面探测，在离边缘100mm~150mm范围以内部分，底波反射只有一次，有的部位底波消失，只有缺陷波，缺陷最大当量 $\phi 8$ mm。底波深度为450mm，缺陷波出现在离表面100~200mm深度上，分散分布。在100mm~150mm边缘区域，底波多次反射5~6次无伤波。

提高灵敏度，伴有粗晶反射波形。

改用1.25MC探伤，除边缘多次反射稍多以外，基本与2.5MC相似。

用2.5MCK<sub>1</sub>斜探头探伤，只见粗晶草状波，改用1.25MC30°斜探头除粗晶反射外，伴有单个或多个伤波。

用CTS-4B型仪器拍摄波形如图2-15所示。

其中图2-15-1是1.25MC边缘区多次反射8次以上且无缺陷；图2-15-2是白点区的底波次数，有两次底波； $a_1$ 、 $a_2$ 是a位置探伤波形，b是1.25MC30°斜探头探伤时白点伴有粗晶的波形。

### 例六：45钢大型管锻件白点的探伤

这是一个碳钢大型管锻件中白点的探伤实例。



## 1. 概况

名称：柱塞体 材质：45钢锻件 工件净重：6373kg 锻坯尺寸：外径 $\phi 690\text{mm}$ ，内径 $\phi 320\text{mm}$ 长 $430\text{mm}$ 。外圆光洁度： $\nabla 5$ 。内圆为锻坯未加工，锻后退火状态探伤 耦合剂：机油 仪器：CTS-11型和CTS-4B型 探头：2.5MC $\phi 20$ 直探头，2.5MC $30^\circ$ 斜探头，灵敏度：直探头CS-I型试块 150mm深 $\phi 2$ 孔反射波高80%，斜探头CSK-III试块深120mm $\phi 1$ 孔反射波高80%。

## 2. 探伤情况

对柱塞体一件超声波探伤情况如下：

直探头外圆探伤，离端头200mm内4次底波无缺陷波（因内孔未加工，比较粗糙而次数较少），图2-16-1是多次反射波形。其余部位底波次数1~2次，有丛生林状波（图2-16-2）， $a_1$ 、 $a_2$ 是不同部位的白点波形，一次底波在水平基线4格左右。 $30^\circ$ 斜探头纵向与圆周方向探伤都有伤波，但纵向放置探头可以打着内壁并产生反射（在图2-16-b中水平基线的5格处），探伤中底面波位置不变。转动斜探头伤波迅速切换，白点的波形特征比较明显。

（待续）

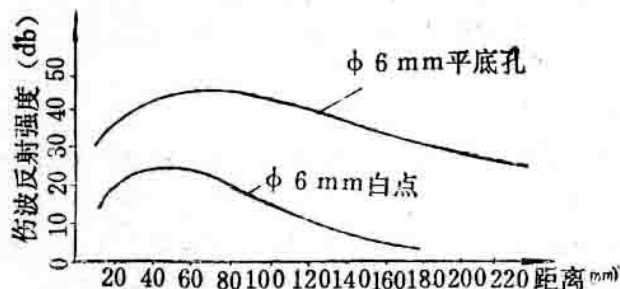


图 2-1 白点与相同大小平底孔伤波幅度的比较

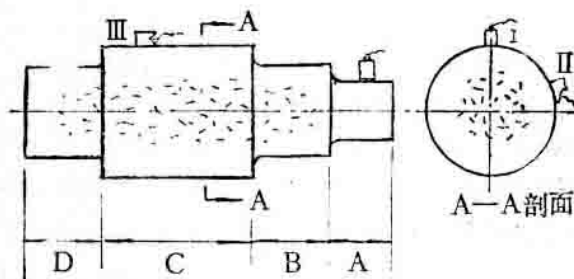


图 2-2 心部无位向白点的探伤

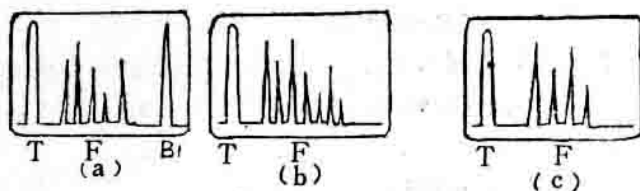


图 2-3 轴类心部无位向白点的波形

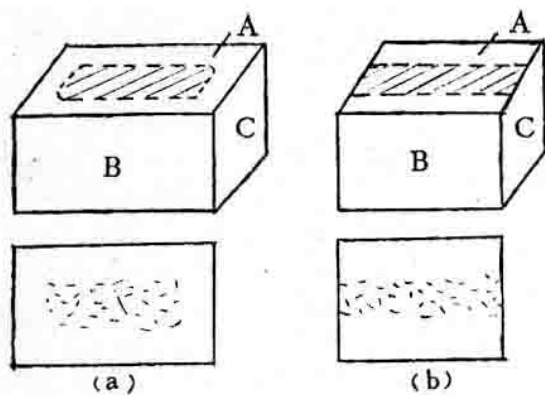


图 2-4 方形锻件无位向白点的分布

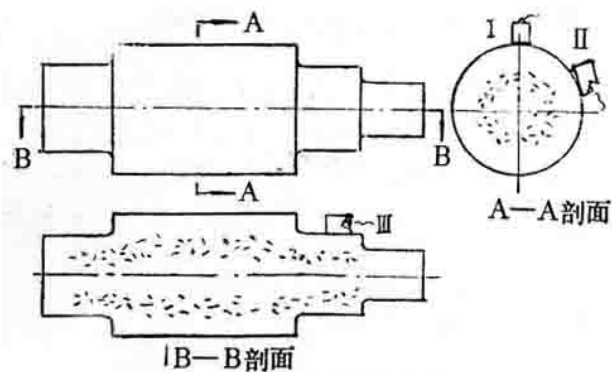


图 2-5 环形无位向白点的分布与人射方向

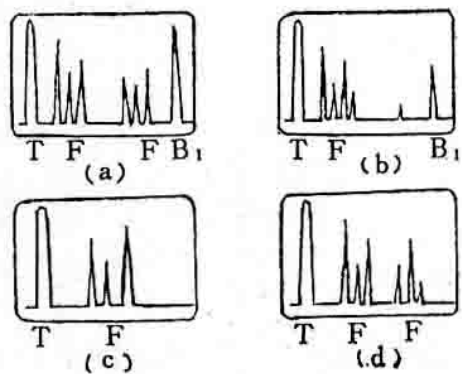


图 2-6 环形无位向白点的探伤波形

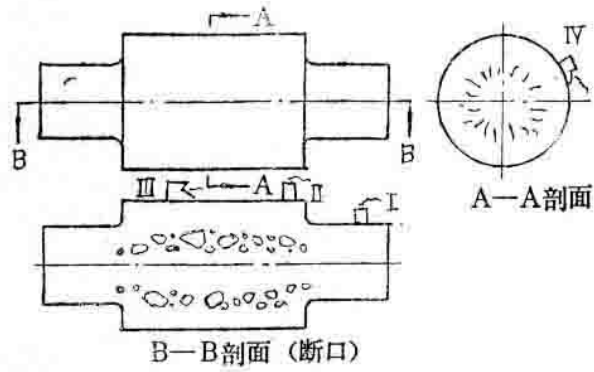


图 2-7 环形放射状白点与探伤人射方位

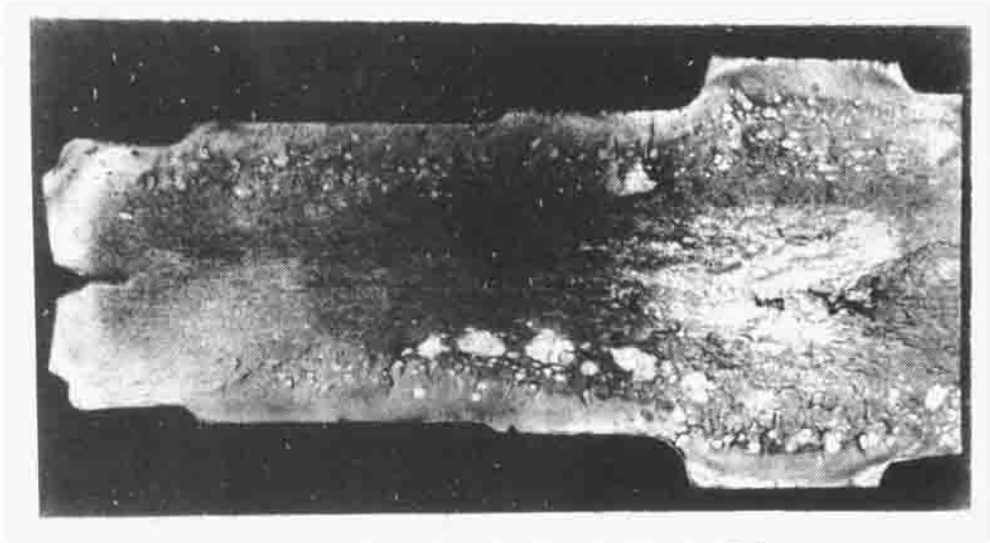


图 2-8 50Mn2齿轮轴纵向开裂断口上的白点

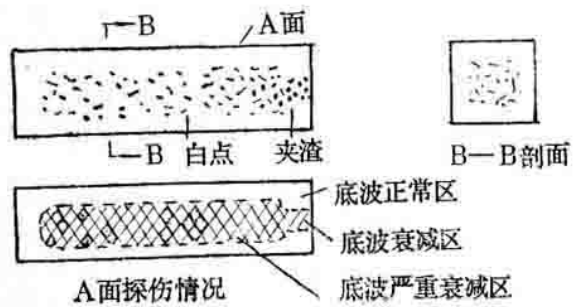


图 2-9 白点夹渣共存时的探伤

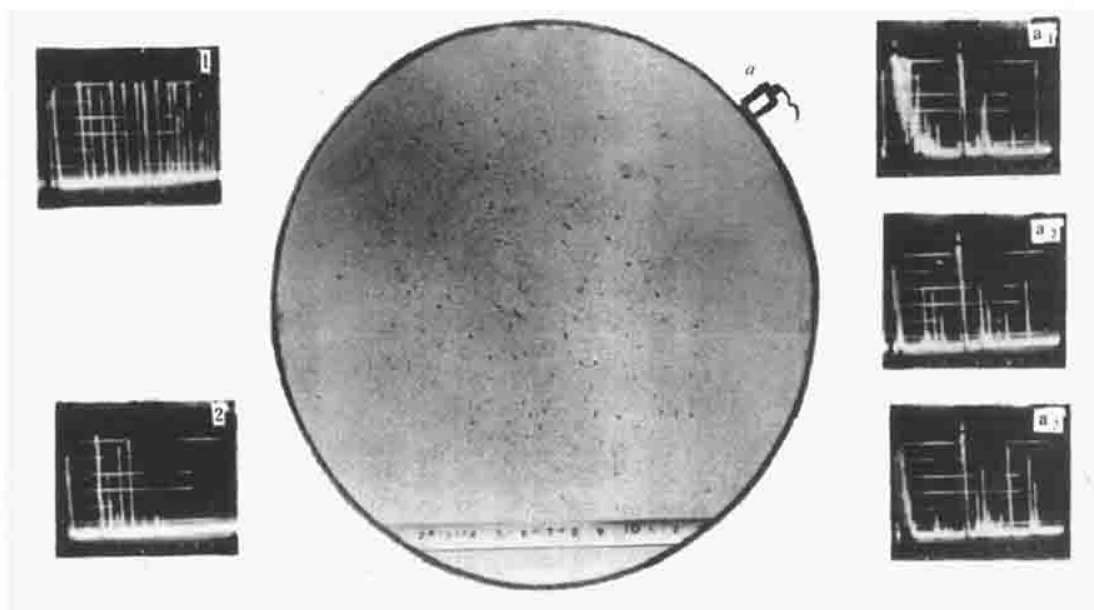


图 2-10 40车轴钢心部无位向白点探伤波形

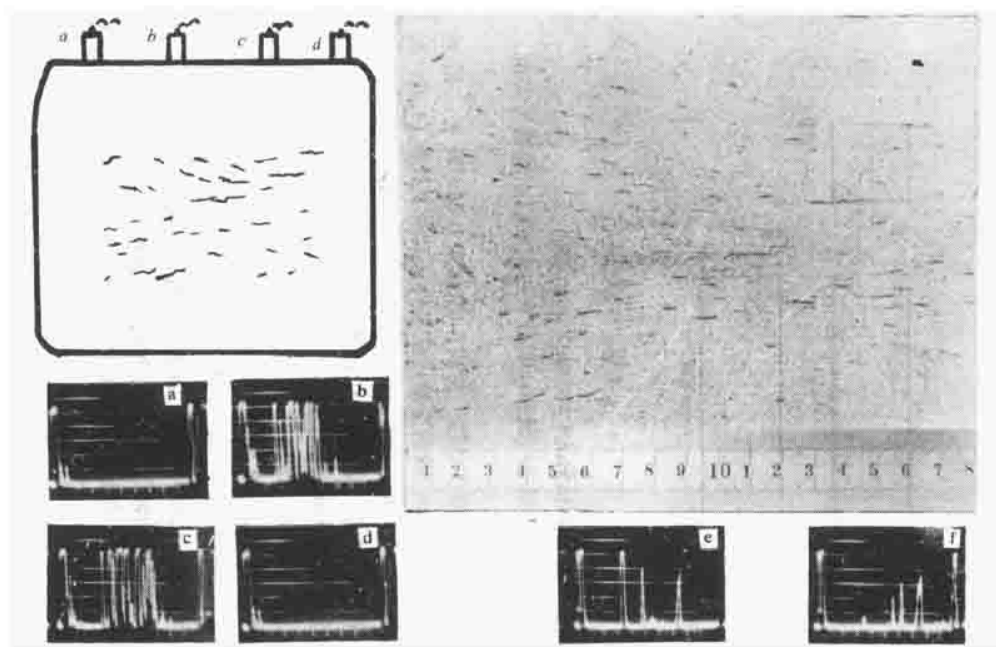


图 2-11 45方钢中的白点探伤波形

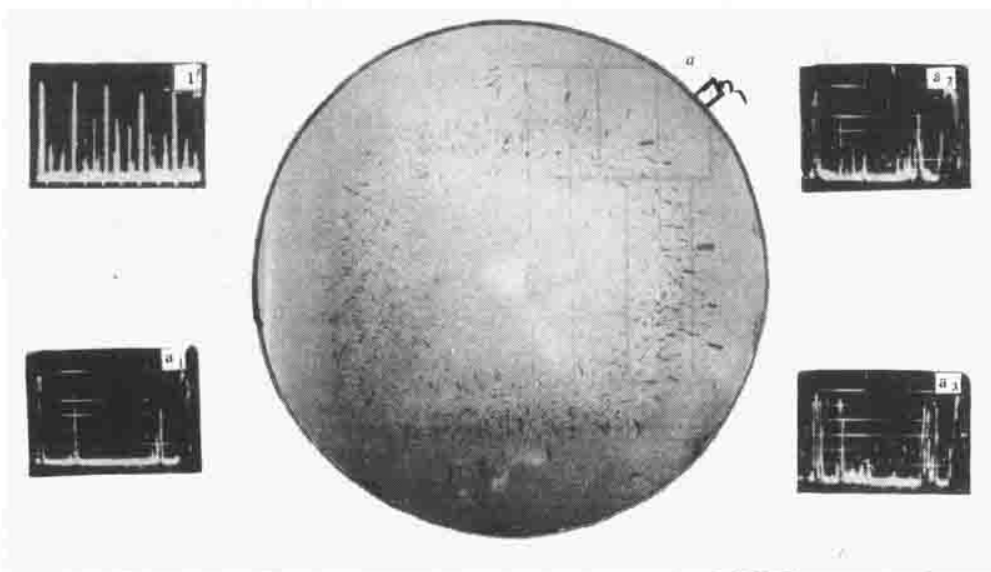


图 2-12 38SiMnMo钢主动轴环状分布白点的探伤波形

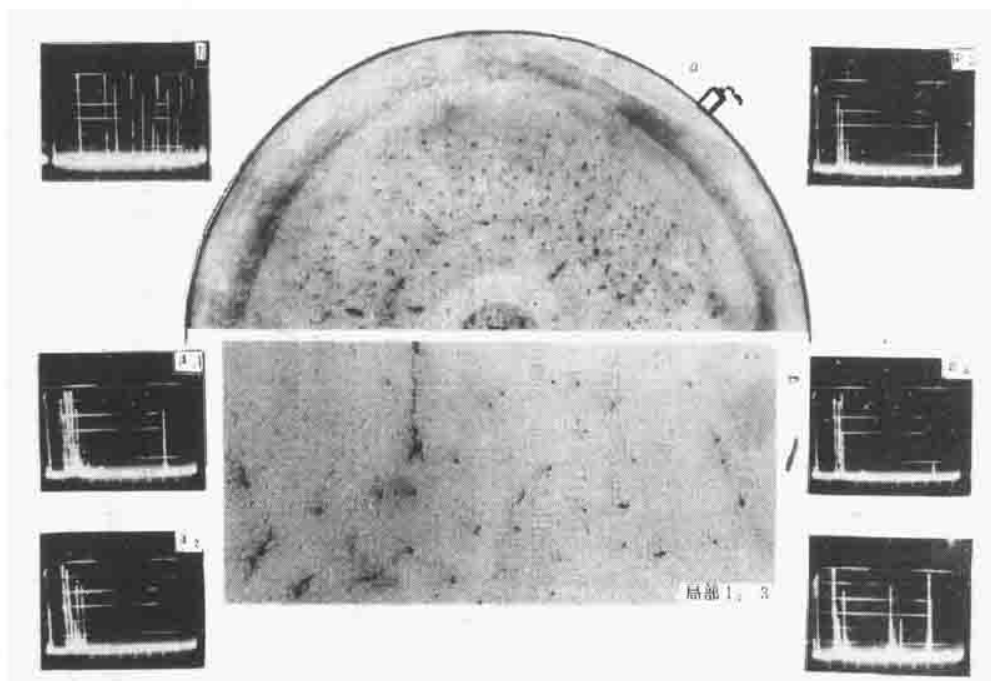
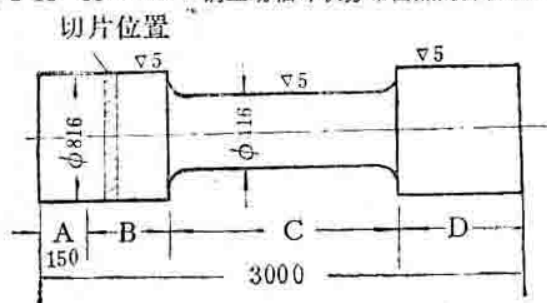


图2-14 40CrMnMo连接轴白点的探伤波形



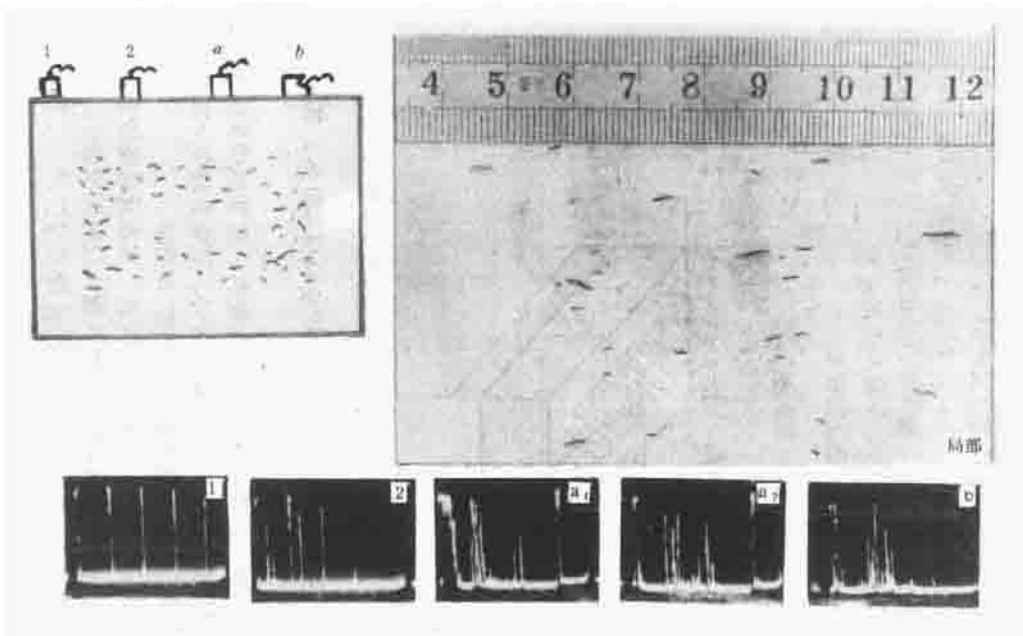


图 2-15 40Cr合金钢方形大锻件白点的探伤波形

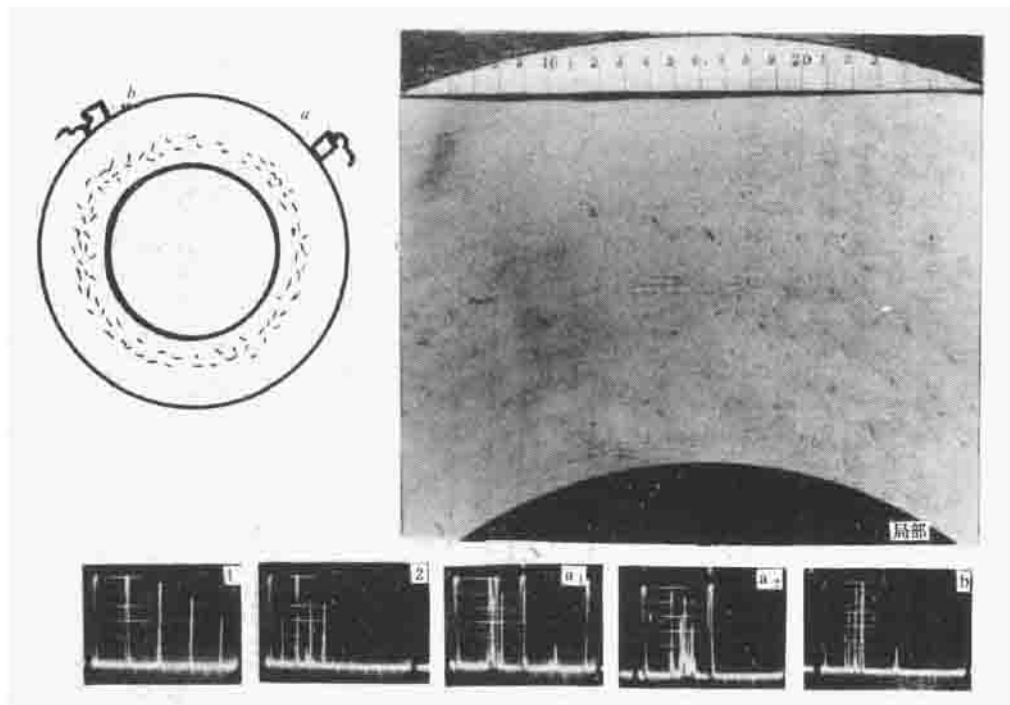


图 2-16 大型管锻件白点的探伤波形



访问我们的官方网站了解更多内容

扫描二维码关注