

接触式超声斜射探伤方法

1 主题内容与适用范围

本标准规定了接触式 A 型显示超声斜射纵波、横波、瑞利波、莱姆波的检验技术及它们的校准,同时对系统设备作了适当的规定。

本标准适用于常规超声探伤中超声探头与被检物直接接触进行的斜射探伤。

2 引用标准

ZB Y 230—84 A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件

ZB Y 231—84 超声探伤用探头性能测试方法

ZB Y 232—84 超声探伤用 1 号标准试块技术条件

ZB J 04001—87 A 型脉冲反射式超声探伤系统工作性能测试方法

3 一般规定

3.1 超声斜射探伤方法应根据材料的几何形状以及缺陷可能存在的位置、形状、大小、方向和反射率来选择波束方向和振动模式。

3.2 操作者需持有国家有关主管部门颁发的并与其工作相适应的资格证书。

3.3 如需定量进行超声斜射探伤,则仪器适用的垂直线性和水平线性都应按 ZB Y 230 标准校验或由检验机构和要求检验单位双方同意的其他方法校验。

3.4 检验前应按 ZB J 04001 标准校准探伤系统。

3.5 检验结果按被检产品验收技术条件或规定的标准作出评定。

4 检验系统

4.1 仪器 超声探伤仪应符合 ZB Y 230 标准,如对探伤仪有特殊要求也可用产品承检单位和送检单位双同意的其他方法校验。

4.2 探头 斜射横波检测探头应符合 ZB Y 231 标准,探头上应附有能按需要的角度和波型并能向被检物传播超声波的斜楔。其他探头也可参照 ZB Y 231 标准执行。

4.3 耦合剂

4.3.1 探头斜楔和被检物检查表面间应施加足够的耦合剂,以保证检测时具有良好的声耦合。

4.3.2 耦合剂通常为液体或糊状体,典型的耦合剂为机油、水、甘油、浆糊、水溶性油和油脂等。耦合剂可添加防锈剂或润湿剂。选择的耦合剂应对产品或工艺无害。

4.3.3 不适于探伤的表面必须用适当的方法进行加工。在适于探伤后应根据被检材料的表面粗糙度和探测位置取向选择合适的耦合剂,一般来说检查表面粗糙或倾斜的材料时需用较高粘度耦合剂。检验时用的耦合剂须与校准时用的相同。

4.4 校准用试块

4.4.1 具有已知尺寸人工反射体的试块都能作为校准用试块。

4.4.2 人工反射体的形状可以是横孔、刻槽或平底孔。

4.4.3 试块应采用与被检物具有相同声速、衰减、曲率和表面粗糙度的材料。若不能满足这些条件,则应在产品检查时引起的影响作适当修正;对不同具体产品的修正方法应列入产品验收标准中。

4.4.4 检测时应根据相应的标准和有关规定选用校准用试块,校准用试块不得混杂使用。

4.5 检验时和校准时被检物表面温度差应在 $\pm 14^{\circ}\text{C}$ 内,以免在斜楔材料内产生较大的衰减和声速差异。

5 斜的横波检验技术和校准

5.1 检验技术

5.1.1 最常用的斜射横波折射角应在 $40^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 范围内,折射角在 $80^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 时易在材料表面同时产生瑞利波,这种角度范围内的斜射波应受到限制。

5.1.2 斜射横波检验通常采用单探头型式。也可采用双探头型式。探伤时应充分估计可能产生的缺陷类型及缺陷产生的方向,以便使超声束射向缺陷而产生最理想的反射。如果缺陷的方向是任意的,则常需要用多个声束方向检查或将声束转动。

5.2 校准

5.2.1 斜射横波探伤由于探测对象不同,因此使用的频率和探头型式以及他们使用的试块也各不相同。如被检物有适当的几何形状,则被检物本身就能提供更为可靠的校准。

5.2.2 在具体产品的探伤规程中应写明使用频率、探头和试块型式等。需要时应作出距离——幅度校准线。

5.2.3 在常用的声程范围内,斜探头的距离特性曲线往往各不相同,因此在制作校准曲线时必须用实际探伤用的探头。

6 斜射纵波检验技术和校准

6.1 检验技术

6.1.1 斜射纵波的折射角为 $1^{\circ}\sim 40^{\circ}$ (此时同时存在很弱的斜射横波)。

6.1.2 斜射纵波探伤时总是同时存在横波,因此校准测距标度时应予注意,不要错误引用行程时间较大的横波信号进行校准。

6.1.3 在斜射纵波范围内一般应用的探头可分为三组即:单晶探头、平行声束的双晶探头和交叉声束的双晶探头。

6.1.3.1 单晶探头

a. 斜射纵波范围的单晶探头应用不多,一般单晶探头可在轴类的端头利用直接反射或角反射探测缺陷。当预期缺陷的主要反射面角度为已知时,则检验用声束的角度应与此反射面垂直。在缺陷可能存在的区域,应在声束与缺陷主要平面相互垂直的条件下对材料进行扫描。

b. 在特殊情况下奥氏体不锈钢焊缝可采用斜射纵波探伤。

6.1.3.2 平行声束双晶探头

当反射体的声程较近时,为避免斜楔中的杂波,可采用分开的发射和接收探头或双晶探头。在双晶探头中,发射晶片及其斜楔与接收晶片及其斜楔用隔声材料分开,以防止串音。发射声束和接收声束基本上是平行的。

6.1.3.3 交叉声束斜射纵波双晶探头

此种探头使声束直接在被检表面下方交叉,虽能改善近表面分辨力,但检测的深度受晶片尺寸和声束角度的限制。此种探头主要用于测厚或检查平行于探测面的反射体,如夹层等缺陷。对探测的深度校准以及对仪器以一收一发方式工作时均需特别小心。

6.2 校准

6.2.1 斜射纵波探伤应根据不同的探测对象、使用频率和探头型式采用不同的试块。如被检物有适当

的几何形状,则被检物本身就能提供更为可靠的校准。

6.2.2 在具体产品的探伤规程中,应写明使用频率、探头和试块型式等。需要时应作出距离——幅度校准线。

6.2.3 在常用的声程范围内,斜探头的距离特性曲线往往各不相同,因此在制作校准曲线时必须用实际探伤用的探头。

7 瑞利波检验技术和校准

7.1 检验技术

7.1.1 在检查面上瑞利波与检查面法线成 90° 方向传播,在厚度大于两个波长的材料中,瑞利波的能量大约穿透一个波长的深度。由于能量以指数形式分布,一半能量集中在四分之一的 λ (波长)深度表层内。

7.1.2 当瑞利波传播中碰到棱边时,若棱边曲率半径 R 大于5倍波长,瑞利波可不受阻碍地完全通过,当 R 逐渐变小时,部分瑞利波能量被棱边反射,当 $R \leq \lambda$ (波长)时反射能量最大。因此,在超声波探伤中瑞利波常被用来探测工件表面和近表面的缺陷。

7.1.3 由于波长改变后透入深度也改变,所以可用改变瑞利波频率的方法来估计开裂面与瑞利波传播方向垂直的裂纹的深度。

7.2 校准

7.2.1 瑞利波需用表面几何形状的突变(即转角处,方形槽等)作为距离校准的参考。荧光屏上的扫描线应按探头至对比试块上反射体的距离加以校准。

7.2.2 在幅度校准中应考虑到瑞利波的透入深度与频率有关,因此在有关要求中,应说明供校准用的参考反射体允许缺陷的最大埋藏深度。检查用的频率 f 按下式计算: $f \cong V_R 4d$

式中: f ——使用频率,Hz; V_R ——材料中瑞利波速度,mm/s; d ——参考反射体埋藏深度,mm。

8 莱姆波检验技术和校准

8.1 检验技术

8.1.1 莱姆波传播时与检查面法线成 90° 方向传播,并以椭圆形的质点振动充满薄板。根据材料厚度和检查用频率,莱姆波振动存在于不同数目的层中,并以低于瑞利波至接近于纵波的速度传播。

8.1.2 莱姆波对厚至5个波长的材料(根据同样材料的厚试样瑞利波速度)最为有效,能同时发现检查面和其对面上的表面缺陷。被检物板厚的变化将导致莱姆波振动模式的改变。

8.1.3 莱姆波可用于测量板状被检物厚度、探测分层、裂纹等缺陷和检验复合材料板的粘结质量等。

8.2 校准

8.2.1 莱姆波的相速度与超声波的频率以及被检物板厚有关,同时又与入射纵波的入射角有关,需要的参考反射体可以是厚度有差别的反射体或是人工反射体。荧光屏上的扫描线应按探头至对比试块上参考反射体的距离加以校准。

8.2.2 为从反射体获得一校准指示应以最大允许缺陷量选择适用的莱姆波类型和模式。

9 检验数据的记录和报告

9.1 每次检验应按下列内容要求记录

a. 工件名称和检验日期; b. 操作者姓名和资格等级; c. 使用的仪器名称、制造厂、型号及序号; d. 耦合剂种类、探头电缆长度、手工扫查或自动扫查等安置情况; e. 探头的类型、频率、晶片尺寸、斜楔及声束的振动模式; f. 为重复此检验所需的参考标准及校准数据; g. 规范要求记录的信号资料或检验结果,包括:缺陷的数量、类型、大小和位置等。

9.2 按检验物的具体检测要求或标准的检测要求写出检验报告。