

金属板材超声板波探伤方法

GB 8651—88

The inspection method of ultrasonic plate wave
for the metal plates

1 适用范围

本标准适用于金属板材的超声板波探伤,但必须证实所激发的声波确为板波,并能以足够的探伤灵敏度进行探伤。

2 术语

2.1 板波

板波指的是当导声板状物体横截面厚度与波长在同一数量级时,在此板内所传播的声导行波。它包括 Lamb 波和 SH 波。Lamb 波是由纵波与垂直偏振的横波合成的,而 SH 波则是一种水平偏振的横波。每种板波都有自己的频率方程及依此绘制出的频散曲线,即相速度与群速度对频率与横截面尺寸乘积的关系曲线。

2.2 相速度

波上相位固定点沿传播方向的速度。

2.3 群速度

一段波的包络上具有某种特性(例如幅值最大)的点沿传播方向的传播速度。它表示能量的传播速度,在非频散介质中等于相速度。

2.4 频散

声速随频率而变的现象称为频散。

2.5 模式

声传播过程中质点位移对板中心的变化方式称为模式。

3 通则

3.1 板波探伤可用压电换能器也可用电磁声换能器进行。不论用哪种换能器,都要确保探伤灵敏度,并要测准换能器使用状态下辐射声波和接收声波的中心频率,使之与发射机、接收机的频率一致。

3.2 被探伤板材表面应平整、光滑,不应有液滴、油污锈蚀和其他污物。

3.3 被探板材的厚度及金相组织应均匀,不致在探伤时产生组织干扰回声。

3.4 探伤场地处应无强电磁干扰,无强的机械振动及腐蚀性气体。

3.5 从事板材探伤人员应具有足够的超声探伤知识特别是板波探伤基础知识和技能,签发探伤报告者要获得 II 级以上超声探伤专业的资格证书。

4 探伤设备

4.1 板材探伤用的探伤仪应具有足够的发射功率和足够宽的发射脉冲宽度。探头晶片应足够长,且探头在使用时必须实际测定其声频率,使之满足 3.1 中的要求。

4.2 应尽量采用脉冲调制正弦波发射机及宽带接收机。如采用脉冲敲击式发射机时,必须使换能器辐射声波的频率与接收机的中心频率调配一致。

4.3 探伤仪的其他性能应满足 ZB Y 230—84《A 型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件》的要求。

4.4 其他探伤设备如传动机构都要保证探伤结果的可靠性与重复性。

5 标准试样

5.1 标样可用来调整供需双方探伤仪的灵敏度。

5.2 标样应选用与被探板材的厚度、声学性质及表面状态相同的材料,并要保证内部无宏观缺陷。

5.3 标样应在成品板材上切取,其长边要垂直轧制方向,端面要平直,厚度公差应小于板厚的 2%。

5.4 标样的尺寸、形状如图 1 所示。

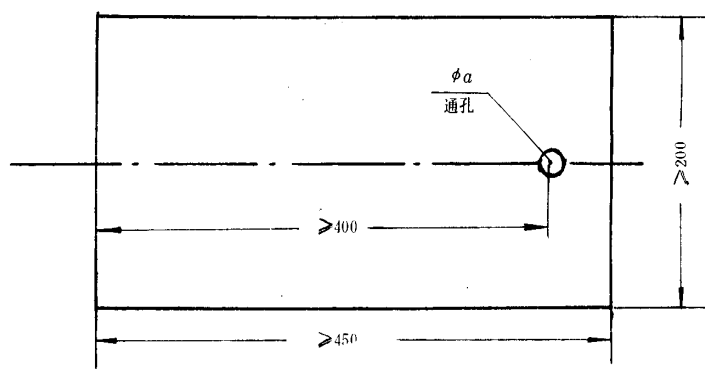


图 1 板波探伤标样示意图

图中 a 值如下表所示:

mm						
板厚	0.5~1.0	>1.0~2.0	>2.0~4.0	>4.0~8.0	>8.0~10	>10~12
ϕa	0.8	1.2	2.0	3.0	4.0	5.0

5.5 鉴于板波探伤的复杂性,为了保证板波探伤结果的可靠性,允许在供需双方协商一致的情况下,根据可靠的实验结果选用其他形式的标样。

6 波模选择

6.1 探伤时波模的选择方法是根据板波的频率方程或由其绘出的频散曲线,在已给定的板厚及选定的工作频率下,找出所需模式的相速度。对压电探头而言,还需据此求出入射角 α 。

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{c_L}{c_P}$$

式中: c_P ——所激发出波模的相速度;

c_L ——入射介质的纵波速度。

也可根据所选的波模的相速度和板厚从频散曲线上求出激励频率。

附录 A、B 分别给出板波的频率方程及 406 高强度钢板的各种板波频散曲线。

6.2 无论采用哪种方法选择波模,都要保证供需双方探伤灵敏度的一致性,并保证各种缺陷不漏检,必要时可采用两种或更多的波模进行探伤。

6.3 为减少由频散引起的信号显示上的混杂现象,在选择波模和频率时,应使群速度对频率-板厚乘积的变化率尽可能小,群速度尽可能大。

7 探伤方法及评定

7.1 探伤方法

7.1.1 按供需合同(协议)所确定的人工伤调节探伤仪的起始灵敏度。在无杂波情况下,使反射波高不低于仪器荧光屏满刻度的80%,并使仪器还有足够的灵敏度余量。在可能的情况下,扫查时至少再提高6dB,而且仪器的动态范围不低于20dB,为提高探伤效率,应使探头至人工缺陷的距离尽量大。

7.1.2 原则上探测方向应与轧制方向垂直。必要时可沿轧制方向再探一次。

7.1.3 在使用压电探头时须确保声耦合稳定。

7.1.4 在探伤过程中要保证板边盲区小于50 mm,且在板的其他位置不存在盲区。

7.2 缺陷评定

7.2.1 当仪器荧光屏上的始波和板边反射波间出现回波信号或当探头与板位置不变时其板边反射波的位置前移,在排除探头回波及油污等引起的回波外,应视为缺陷信号。产生缺陷的原因,应进一步验定。

7.2.2 可用液滴衰减法或试块比较法估计缺陷位置。

7.2.3 板波探伤中所探出的缺陷位置与长度,应利用测厚方法进行核定。

8 钢板的验收

钢板的验收要根据有关技术标准及供需双方协议中的技术条件进行。

9 探伤报告

探伤报告应包括下列主要内容:试验项目、板材编号、板材规格、实测平均厚度、探伤方法、探伤仪器、工作频率、探头频率或波长、探头入射角、标准试样厚度、标准试样上用于校准灵敏度的人工缺陷尺寸、探测距离、探伤起始灵敏度、缺陷的位置与长度及回声幅度等。

附 录 A
板波的频率方程
(参考件)

对称型式(S 型):

$$\frac{\operatorname{tg}(\frac{d}{2}\beta)}{\operatorname{tg}(\frac{d}{2}\alpha)} = -\frac{4\alpha\beta\xi^2}{(\xi^2 - \beta^2)^2}$$

非对称型式(A 型):

$$\frac{\operatorname{tg}(\frac{d}{2}\beta)}{\operatorname{tg}(\frac{d}{2}\alpha)} = -\frac{(\xi^2 - \beta^2)^2}{4\alpha\beta\xi^2}$$

式中: $\alpha^2 = \frac{\omega^2}{c_L^2} - \xi^2$;

$$\beta^2 = \frac{\omega^2}{c_S^2} - \xi^2;$$

$$\xi = \frac{\omega}{c_P};$$

$$\omega = 2\pi f;$$

f —— 激发超声波的频率;

c_L —— 材料中的纵波速度;

c_S —— 材料中的横波速度;

c_P —— 被激发出的 Lamb 波的相速度;

d —— 板材的厚度。

附录 B
406 高强度钢板板波频散曲线
(参考件)

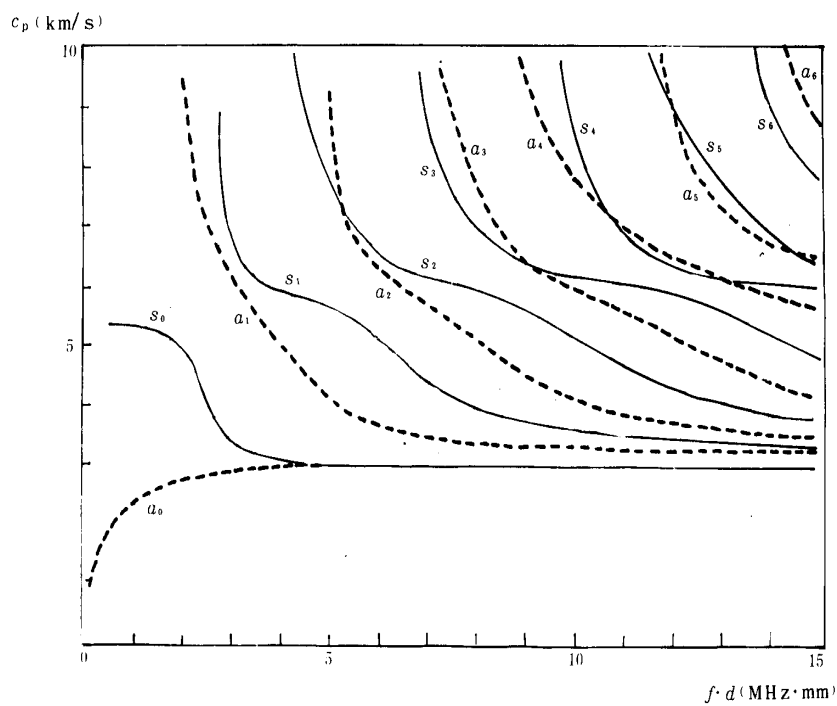


图 B1 406 钢板 Lamb 波相速度曲线

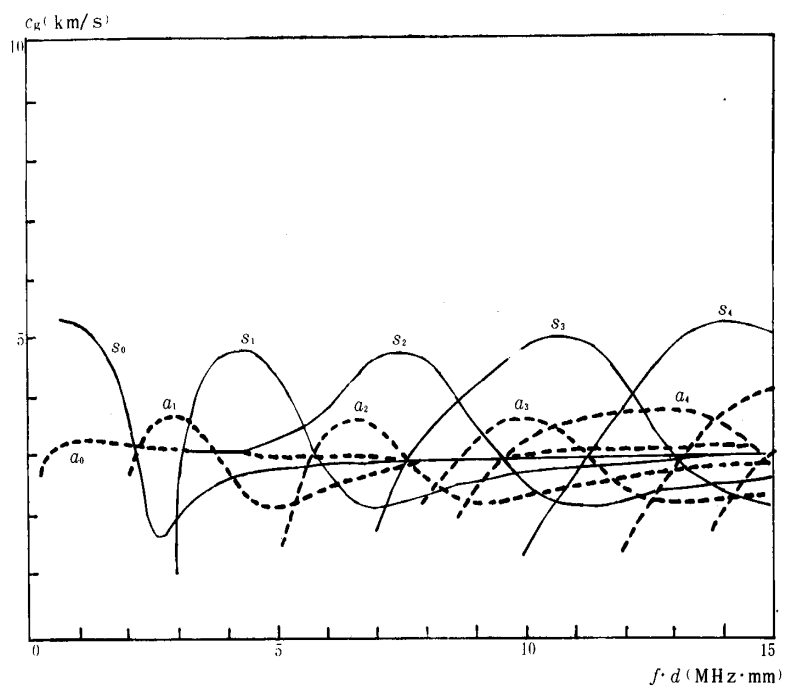


图 B2 406 钢板 Lamb 波群速度曲线

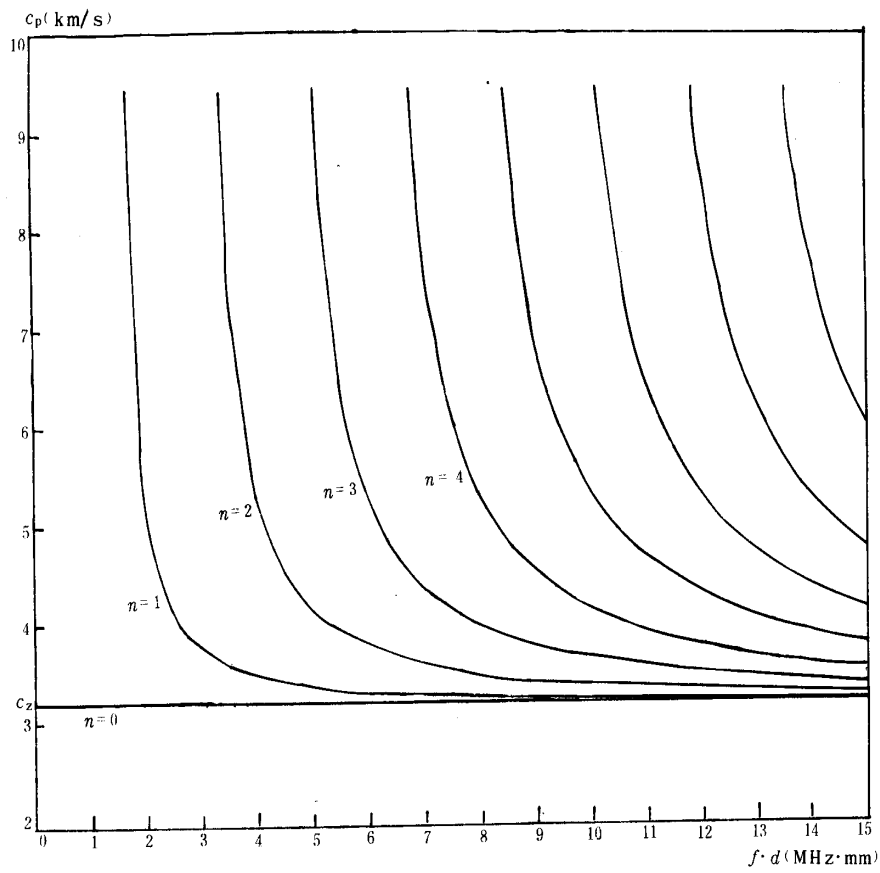


图 B3 406 钢板 SH 波相速度曲线

横波速度 $c_z = 3.2 \text{ km/s}$

对称型式 $n = 0, 2, 4, 6, \dots$

非对称型式 $n = 1, 3, 5, 7, \dots$

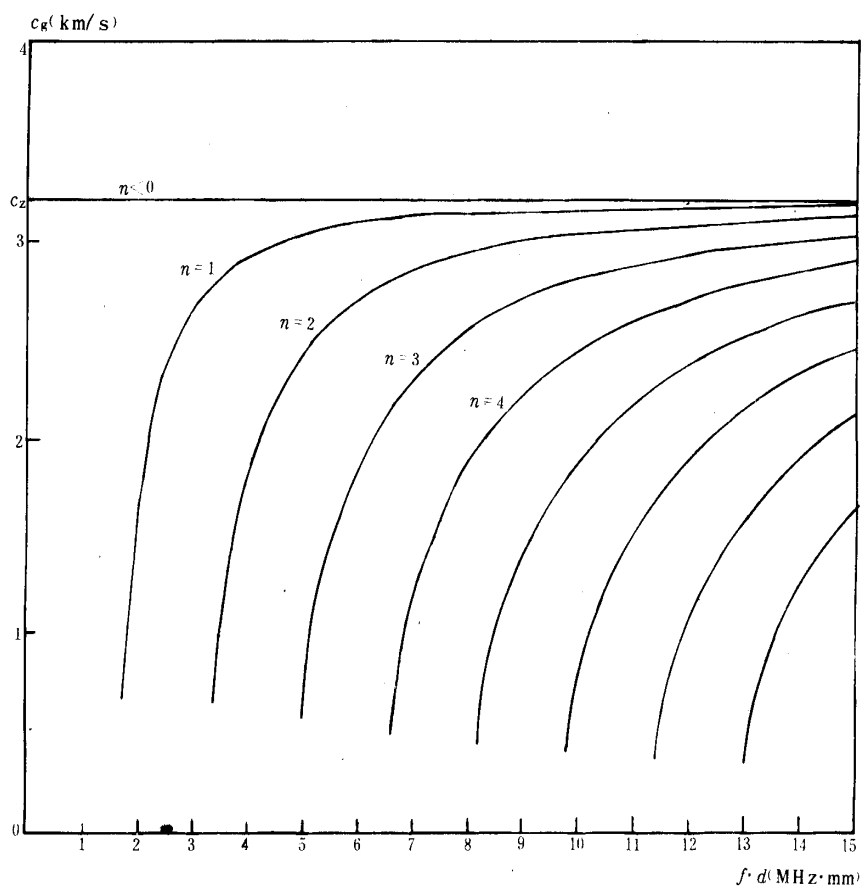


图 B4 406 钢板 SH 波群速度曲线

横波速度 $c_2 = 3.2 \text{ km/s}$

对称型式 $n = 0, 2, 4, 6, \dots$

非对称型式 $n = 1, 3, 5, 7, \dots$

附加说明:

本标准由冶金工业部钢铁研究总院负责起草。

本标准主要起草人张广纯、李希英、张伟代。

本标准水平等级标记 GB 8651—88 I