

PtIrRu 薄板的超声波检测

陈亮维, 周世平, 陈 力, 谢 明

(贵研铂业股份有限公司, 昆明 650221)

摘 要: 鉴于 PtIrRu 板材是新研发的功能材料, 目前尚无现成的 PtIrRu 板材超声波探伤标准, 采用兰姆波对 PtIrRu 板材进行了无损探伤, 并提供了一套可行的兰姆波探伤的方法。该方法对其他新材料的板材探伤具有参考价值。

关键词: 超声波探伤; PtIrRu 合金; 兰姆波

中图分类号: TG115.28

文献标识码: A

文章编号: 1000-6656(2007)08-0477-02

Ultrasonic Testing of PtIrRu Alloy Thin Plate

CHEN Liang-wei, ZHOU Shi-ping, CHEN LI, XIE Ming

(Sino-Platinum Metals Co. Ltd., Kunming 650221, China)

Abstract: PtIrRu alloy plate is a new function material which has just been researched. The requirement for its quality is special strict since it is used in the motor of aeroplane. There has not been a standard method of ultrasonic testing for PtIrRu alloy thin plate so far. The method of ultrasonic testing for PtIrRu alloy thin plate with Lamb wave is introduced in the paper. The method of ultrasonic testing for other new plate material can refer it.

Keywords: Ultrasonic Testing; Alloy of PtIrRu; Lamb wave

超声波的理论发展相当成熟, 其检测方法和检测设备都在不断进步。但新材料的不断涌现, 与之对应的超声波探伤标准需要不断制定。PtIrRu 板材是新研发的功能材料, 目前尚无现成的 PtIrRu 板材超声波探伤标准。笔者采用兰姆波对 PtIrRu 板材的探伤方法和实验结果进行了讨论。

1 实验原理与方法

1.1 兰姆波的原理及对检测仪的要求

波在板中的传播, 受两个板面的影响。在使用透声斜楔以纵波入射法在板中激发兰姆波时, 为得到较强的发射, 入射角可由下式确定:

$$\sin\alpha = \frac{C_l}{C_p}$$

式中 C_l 为透声斜楔中纵波传播速度, 斜楔为有机玻璃时, $C_l = 2700 \text{ m/s}$; C_p 为在板中激发的兰姆波的传播相速度。不同材料薄板的 f_d 与 C_p 的关系

曲线可得, 因此可以算出入射角 α 与 f_d 的关系曲线。为了易于激励兰姆波, 要求激励脉冲持续时间长, 晶片尺寸大; 为使激励的兰姆波模式相对单一, 要求超声波检测仪发射脉冲的带宽和接收放大器的带宽尽可能窄。因此, 发射脉冲为方波的检测仪与发射脉冲为三角波的检测仪相比, 前者更适于兰姆波检测, 另外, 最好选用具有窄带滤波的检测仪。试验选用 CTS-26 型仪器。

1.2 试块的制作

在被检的 PtIrRu 板材上, 距板端 15 mm 处用钻头钻出一直径为 1.0 mm 的通孔。以此通孔作为人工缺陷。

1.3 入射角的确定

用式(1)可算出入射角, 查表可得 $C_l = 2700 \text{ m/s}$, 但 C_p 值不易获得。下面介绍一种简易可行的入射角实验测量方法。分别用频率为 2.5 和 5 MHz、晶片尺寸为 10 mm×12 mm、范围为 0°~80°的可变角探头, 将探头前沿对准人工通孔, 保持 15 mm 的距离, 调节入射角度, 记录人工通孔对应的反射波高最大时入射角的值。测得在 0.985 mm 厚的 PtIrRu 板

收稿日期: 2006-06-08

作者简介: 陈亮维(1968—), 男, 博士研究生, 高级工程师。

材上,频率为 2.5 MHz 的斜探头激发出兰姆波的人射角为 48° ;频率为 5 MHz 的斜探头激发出兰姆波的人射角为 32° 。两种不同频率和入射角,代表兰姆波的两种模式。不同模式的兰姆波其灵敏度沿深度的分布不同,因此选用两种模式的兰姆波能发现距表面不同深度的缺陷。

1.4 水平时基线的调节

在测距离-波幅曲线之前,分别用 5 MHz 32° 和 2.5 MHz 48° 斜探头与超声波探伤仪配套,以探头前沿距人工缺陷的水平距离和探头前沿与端边的水平距离为参考,调节水平时基线,比例为 1:1。

1.5 距离-波幅曲线的测量

分别用型号为 5P9 $\times$ 9, 32° (记为 A)和 2.5P9 $\times$ 9, 48° (记为 B)的斜探头,在厚为 0.985 mm 的 PtIr-Ru 板材上测定探头前沿至通孔的距离-波幅曲线。测量结果见图 1。

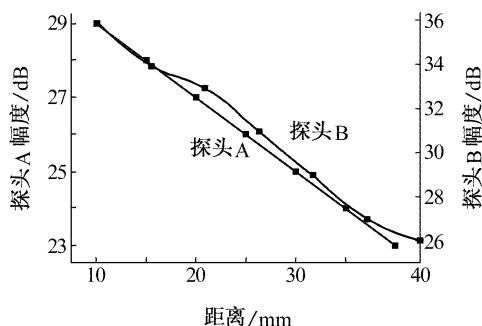


图 1 探头前沿至通孔的距离与反射波幅度的曲线

1.6 检测参数的确定

(1) 扫查行距确定 扫查行距确定方法参见文献[1]。对 PtIrRu 板材而言,有效检测范围达 40 mm。实际扫查行距确定为 15 mm。

(2) 灵敏度调整 将探头对准人工通孔,使探头前沿与人工通孔的间距等于所确定的扫查行距(15 mm)。擦净探头至通孔间的耦合剂,调整检测仪增益,使通孔反射波高达到规定的高度(一般为满屏的 80%)。根据对材料使用性能要求的高低,对衰减型仪器,再降低一定的 dB 值(对 PtIrRu 板材而言,降低 18 dB)。在实践中,可以把上述距离-波幅曲线绘在仪器的显示屏上,再把衰减器降低 18 dB。以此作为起始灵敏度。

(3) 扫查方式选择 扫查方式参见文献[2]。

(4) 缺陷的评判 缺陷在板中的位置可通过显示屏上缺陷回波的位置确定。在 PtIrRu 板材实验中,通过对水平时基线的调整(比例为 1:1),显示屏上缺陷回波前沿的刻度数就是缺陷离探头前沿的

距离,并且缺陷在探头的正前方。此外,或在声束传播路径上利用沾油的尖东西按压法判断,在缺陷迎波面边缘前拍打,缺陷反射波会减小或消失,在缺陷迎波面边缘后拍打,缺陷反射波幅度不变。

1.7 兰姆波的特性

在薄板的超声波检测中,探头离缺陷的距离越近,缺陷的超声波反射波形越尖锐;反之,反射波形越宽,如图 2 所示。端边的反射波形与探头离端边的距离也有同样的特点。兰姆波的反射波高与缺陷迎波面的形态有关,与缺陷面积并无一定关系。对于大面积的缺陷,可使波从四周入射,以定出周界或确定长度。

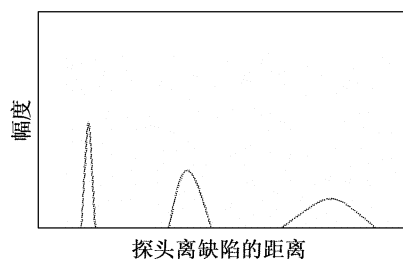


图 2 探头离缺陷的距离与反射波峰形的示意图

2 缺陷定性分析

PtIrRu 合金是通过真空高频电感应炉熔炼制成铸锭,然后通过热处理和机加工等工艺制成板材。PtIrRu 是三元固溶体,由于各组元的密度差异大,局部成分偏析在所难免,造成局部声阻抗存在细微的差异,很可能形成缺陷的强反射峰。但这类缺陷在材料使用时不会带来任何危害。另外,锭头与锭尾往往缺陷较集中,因此通常去掉锭头与锭尾,这样可以保障这类危险缺陷不会出现在产品中。

3 结论

兰姆波检测理论比较复杂。通过简单的实验方法,笔者找到激励兰姆波的人射角,并根据兰姆波的特性对缺陷回波是否是兰姆波进行判断。该方法为没有超声波探伤标准的 PtIrRu 板材提供了一套可行的兰姆波探伤的方法,对其他板材的探伤具有参考价值。

参考文献:

- [1] GJB 3384—1998 伤金属薄板兰姆波检验方法[S].
- [2] GB/T 8651—2002 金属板材超声波探伤[S].