

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 7522—94

材料超声速度的测量方法

1994-10-25 发布

1995-10-01 实施

中华人民共和国机械工业部 发 布

材料超声速度的测量方法

1 主题内容与适用范围

本标准规定了材料中超声速度的工程测量方法。

本标准适用于采用 A 型脉冲反射式超声波探伤仪、通过与已知声速的对比试块的比较,求得需测定材料的(纵波和横波)声速。

本方法适用于测量厚度为 5 mm(含 5 mm)以上的固体声速,试样上垂直于超声入射方向的两个表面(入射面和底面)的平行度精度优于 12 级,其表面粗糙度优于 $3.18\ \mu\text{m}$,入射面积应大于声束尺寸,且无侧壁干扰。

2 引用标准

ZBY 230	A 型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件
ZBY 231	超声探伤用探头性能测试方法
ZB J04 001	A 型脉冲反射式超声探伤系统工作性能测试方法

3 超声检测系统的装置

3.1 检测仪器

符合 ZBY 230 的要求,能从仪器的内刻度阴极射线管示波屏(CRT)时基线上以 0.5 mm 精度读出测量中各次底面回波位置(或距离值),水平线性误差小于 2%的 A 型脉冲反射式超声波探伤仪均可使用。

3.2 探头

测量纵波声速应使用接触式纵波直探头,测量横波声速应使用接触式横波直探头。换能器应选用适当的尺寸(晶片半径至少要有几个波长长)、形式(如单晶片或双晶片)和频率。

3.3 耦合剂

纵波声速时,应使用超声波探伤中实际使用的液体耦合剂,例如轻质洁净的机油;测量横波声速时,应使用树脂或固体粘结剂之类的高粘性材料作耦合剂,例如环氧树脂和真空油脂;对多孔性材料,应使用专门的非液体耦合剂(如真空油脂)。

耦合剂必须对检测材料无害。

3.4 对比试块

3.4.1 声速对比试块可以用声速已知的任何透声材料来制作,应具有合适的表面粗糙度、形状、尺寸和平行度。其典型尺寸为直径 10~30 mm,长度为 10~50 mm 的圆柱体。

对比试块的材质衰减应与被测材料的衰减相似。

3.4.2 也可使用其他精度更高的声速测量方法或通过与已知声速的水作比较,取得声速基准。

4 测定方法

4.1 纵波声速

通过对被测材料内纵波传播时间与纵波声速(V_k)已知的对比试块内超声纵波传播时间的比较,测定其纵波声速(V_L)。

4.2 横波声速

通过对被测材料内横波传播时间与横波声速(V_k)已知的对比试块内超声横波传播时间的比较,测定其横波声速(V_s)。

4.3 多次底波法测定要求

4.3.1 挑选具有光滑、洁净、平行表面的试样,试样尺寸符合要求,厚度测量精确度为 ± 0.02 mm。

4.3.2 将换能器置于每一块试样上调节超声探伤仪的相关旋钮(详见 ZB J04 001 水平线性测定方法),获得清晰可辨的一次和二次底面回波,必要时亦可采用 5 次或更多次底面回波,如图 1 所示。对比测量时,各次时基调节必须保持不变。

4.3.3 在示波屏(CRT)上读出(或用量器测定)一次底波前沿至最后一次底面回波前沿之间的距离。为提高读数准确度,在第一次底面回波前沿位置确定后,可调节增益旋钮,使最后一次底面回波幅度升高,直至与第一次底面回波幅度相同,如此确定最后一次底面回波前沿位置。

4.3.4 相邻两次底面回波间的距离,代表的是超声波在试样内往返一次所经历的时间。例如,在图 1 中一次底面回波与七次底面回波之间的距离代表的是声在试样中往返六次后经历的时间。即声的往返程数 N 为底波数 B_n 减去 1:

$$N = B_n - 1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

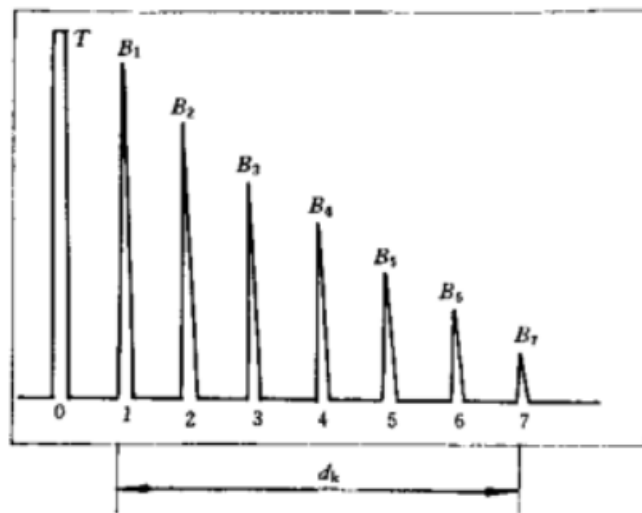


图 1 多次底波法示意图

在对比试验中,对比试块和试样的厚度,声的往返数和底面回波次数都不必是相同的。

4.3.5 按式(2)计算试样的未知纵波声速值 V_L :

$$V_L = (d_k N T V_k) / (d_n N_k T_k) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中: d_k ——对比试块上第一次和第 n 次底面回波距离测定值, $m \times 10^{-3}$;

N ——测定材料上声的往返路程数;

T ——测定材料的厚度, $m \times 10^{-3}$;

V_k ——对比试块已知纵波声速, $m \times 10^{-3}/s$;

d_n ——测定材料上第一次和第 n 次底面回波距离测定值, $m \times 10^{-3}$;

N_k ——对比试块上声的往返路程数;

T_k ——对比试块的厚度, $m \times 10^{-3}$ 。

4.3.6 按式(3)计算试样的未知横波声速值 V_s :

$$V_s = (d_k N T V_k^s) / (d_n N_k T_k) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: d_k ——对比试块上第一次和第 n 次底面回波距离测定值, $m \times 10^{-3}$;

N ——测定材料上声的往返路程数;

T ——测定材料的厚度, $m \times 10^{-3}$;

V_k^s ——对比试块已知横波声速, $m \times 10^{-3}/s$;

d_n ——测定材料上第一次和第 n 次底面回波距离测定值, $m \times 10^{-3}$;

N_k ——对比试块上声的往返路程数;

T_k ——对比试块的厚度, $m \times 10^{-3}$ 。

4.4 其他方法

精确测量材料中声速的方法很多,其中大多数需使用特殊的或辅助设计,要严格的实验室条件和精细的试样制作。工程测量中推荐使用的其他方法见附录 A(参考件)。

5 报告

5.1 声速测量报告的技术内容应包括:

测量仪器的型号、编号和检测频率范围、仪器的水平线性误差;探头的型式、频率、晶片尺寸、形状、编号和相关特性;耦合剂;对比试块的材质、形状、尺寸、表面状态和声速;测试环境温度($^{\circ}C$);测试材料的材质、形状、尺寸、表面状态;测试材料声速测定结果。

5.2 测试人员的技术资格和姓名。

5.3 测试日期和报告签发日期。

附录 A

用双晶探头脉冲回波法测定材料的声速 (参考件)

A1 双晶探头脉冲回波法声速测定

本方法使用一个双晶探头,其中一个晶片作发射,另一个晶片用作接收。

A2 所有采用双晶探头的厚度测量仪器,均可作为本附录推荐使用的声速测量仪器,其中包括用内刻度示波屏显示的和表头读数的,刻度经精确校正的仪器,仪器刻度读出精度为 ± 0.2 mm。

A3 大多数双晶探头测厚仪是根据入射面回波和第一次底面回波之间的时间测量来获得测量数据的。

A4 测量方法

A4.1 在已知声速的试块上校正仪器和探头。通过调节扫描延迟和量程旋钮,以确保对比试块和待测试样上的厚度读数都能读出。对钢而言,例如把对比试块的声速校正到 5900 m/s 的已知声速。

A4.2 在不改变测厚仪扫描延迟和量程的情况下,测量未知声速试样的指示厚度。用千分卡或其他测具测出试样测厚部位的实际厚度。

A4.3 按式(A1)计算试样的测定声速 V_x :

$$V_x = V_{\text{已知}} \times \frac{\text{实际厚度}}{\text{指示厚度}} \quad \dots\dots\dots (A1)$$

附录 B

用延迟块(棒)脉冲回波法测定声速
(参考件)

B1 延迟块(棒)脉冲回波法声速测定

B1.1 本方法适用于块状试样声速的测量,其典型尺寸为直径 10~30 mm,长度为 10 mm 数量级。

在试样和换能器间用延迟块(棒)联结,以使晶片与试样表面间保持一定的距离,使探头远离试样,以利测量特定环境(如高温状态)下试样的声速,也有利于测定较薄试样的声速。

B1.2 延迟块(棒)的材料可以与试样相同或相异。

B1.2.1 延迟块(棒)的材料与试样相同时,延迟块(棒)上应加工有一平面台阶或凹槽,平面方向与声束传输方向垂直,当声波传输到台阶或凹槽时尺寸的突变会产生第一个回波,自由端平面产生第二个回波,声速由台阶(或凹槽)与端面的距离及二个回波间的时间间隔算出。

B1.2.2 当延迟块(棒)的材料与试样相异时,则延迟块(棒)与试样介面产生第一个回波,在试样底面产生第二个回波,则声速由二个回波间的时间间隔与试样厚度间关系算出。

B1.3 声速按式(B1)计算:

$$V = x/t \quad \text{.....(B1)}$$

式中: V ——测定材料声速, m/s;

x ——声波在试样中的往返路程, m;

t ——声传播时间, s。

附 录 C
常用工程材料中的声速
(参考件)

C1 常用工程材料中的声速

表 C1 给出的数据取自不同的资料,其测试条件不尽相同,数据精度各不一样,但在大多数工程应用场合,一般来说,这些数据是足够精确的。

表 C1 工程材料中的声速

材 料	密 度 g/cm^3	纵波声速 m/s	横波声速 m/s
铝	2.7	6300	3130
铝(铸)		4800~6350	
铍	1.85	12400	8650
铋	9.8	2180	1100
黄铜	8.1	4370	2100
青铜	8.86	3530	2230
镉	8.6	2780	1500
铌(钨)	8.58	4950	2180
紫铜	8.9	4700	2260
黄金	19.3	3240	1200
铪	11.3	3860	2180
英康镍合金(Inconel)	8.25	5702	3020
铁(电解)	7.9	5960	3220
铁(铸)	7.2	3500~5600	2200~3200
铅	11.4	2160	700
铅铋合金	10.9	2160	810
镁	1.74	5740	3080
蒙乃尔合金	8.83	6020	2720
镍	8.8	5630	2960
塑料(丙烯酸树脂)	1.18	2670	1120
铂	21.45	3960	1670
溶凝石英	2.2	5930	3750
银	10.5	3600	1590
银镍合金	8.75	4620	2320
不锈钢(347)	7.91	5790	3100
不锈钢(410)	7.67	5900	3300
铜	7.7	5900	3230
锡	7.3	3320	1670
钛	4.54	6240	3215
钨	19.1	5460	2620
铀	18.7	3370	1930
锌	7.1	4170	2410
锆	6.49	4310	1960

附 录 D
不同温度下水的声速值
(参考件)

D1 温度对水声速的影响

表 D1 水在不同温度下的声速

温 度 ℃	声 速 m/s	温 度 ℃	声 速 m/s
15	1470.6	20.2	1483.6
15.2	1471.1	20.4	1484.1
15.4	1471.6	20.6	1484.6
15.6	1472.1	20.8	1485.1
15.8	1472.6	21	1485.6
16	1473.1	21.2	1486.1
16.2	1473.6	21.4	1486.6
16.4	1474.1	21.6	1487.1
16.6	1474.6	21.8	1487.1
16.8	1475.1	22	1487.6
17	1475.6	22.2	1488.1
17.2	1476.1	22.4	1488.6
17.4	1476.6	22.6	1489.1
17.6	1477.1	22.8	1489.6
17.8	1477.6	23	1490.1
18	1478.1	23.2	1490.6
18.2	1478.6	23.4	1491.1
18.4	1479.1	23.6	1491.6
18.6	1479.6	23.8	1492.1
18.8	1480.1	24	1492.6
19	1480.6	24.2	1493.1
19.2	1481.1	24.4	1493.6
19.4	1481.6	24.6	1494.1
19.6	1482.1	24.8	1494.6
19.8	1482.6	25	1495.1
20	1483.1		1495.6

附加说明：
本标准由全国无损检测标准化技术委员会提出并归口。
本标准由上海交通大学负责起草。
本标准主要起草人王怡之。

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
材料超声速度的测量方法
JB/T 7522—94

机械工业部机械标准化研究所出版发行
机械工业部机械标准化研究所印刷
(北京 8144 信箱 邮编 100081)

版权专有 不得翻印

开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 14,000
1995 年 5 月第一版 1995 年 5 月第一次印刷
印数 00,001—500 定价 6.00 元
编号 94—268