

国外超声探伤技术綜述

查 济 璇 著

学 出 版 社

目 录

1. 前言	1
2. 超声探伤的簡史以及与其他非破坏性探伤方法的比較	1
3. 超声探伤技术	3
(1) 超声探伤中的波型	3
(2) 超声探伤的方法	6
(3) 探头的結構	7
(4) 超声探伤中的指示方法	10
(5) 超声探伤的自动化	13
(6) 超声探伤中的超声频率	14
(7) 超声探伤結果的定量解釋	16
a) 确定缺陷的位置和深度	16
b) 判断伤的性質和大小	20
c) 斜角探伤中契块斜角对指示灵敏度的影响	21
d) 探头与被測物表面的接触情况对反射信号指示大小的影响	21
e) 超声探伤的統計比較与判定标准問題	22
4. 超声探伤的应用情况	22
5. 結束語	24
6. 关于超声探伤的一些参考文献目录	24

1. 前 言

利用超声来检查金属或非金属材料内部的缺陷的工作,在我国已经发展起来,我們已经自己制造出超声探伤仪,并正在不断地扩大实际应用的工厂和研究单位。实践表明,超声探伤是材料非破坏性检查的经济而简便的方法之一,值得重视和加速推广。在我们的工作中,常常有些单位提出希望,要求介绍有关超声探伤的資料。在全国大跃进的当前,作为向九週年国庆节的献礼,我們就把有关超声探伤的国外文献資料,整理成这个小册子,希望能对要了解 and 要投入超声探伤工作的同志,有所帮助。

作者过去并未参預过超声探伤的工作,加以外文水平尚低,又一时找不到好多杂志,因此仅就現有的一部分俄文和英文資料整理而成这个小册子。写成以后,曾經应崇福先生急促地审阅和修改。但内容不够全面,也还可能有些錯誤,以后有必要和有机会时,打算再加以补充和重新整理。目前有不妥或錯誤的地方,极希望閱讀的同志们来信指出。

为了便于讀者去閱讀原文文献,作者把所查到的一些文献目录,都附在最后,其中相当大的一部分,作者以前以及在为准备整理这个小册子中,均还未閱讀过。

在这个小册子中,主要地只談到了关于用超声对金属材料和物件的探伤問題,对非金属材料的超声检查,例如混凝土的超声检测問題等,近来也发展得很快,这次因時間仓促来不及把它整理起来,准备在以后再加以补充。另外,对于我国的超声探伤情况,因正在迅速发展,又来不及調查,所以暂时还不能把它整理起来。

2. 超声探伤的簡史以及与其他非破坏性探伤方法的比較

从最早利用超声到現在,中間只有四十多年的历史,而在生产中

比較多地利用超声技术,那仅是最近几年的形势。虽然就本質来讲,超声只是可听声的一个扩展:在頻率方面由 20 千赫提高到上百千赫以至兆赫的频段,在传播媒質方面由最常遇到的空气扩展到各种气体,液体和固体等,但是因为超声技术能直接应用在工业生产和国防建設等許多方面,因此受到人們的重視,而迅速地发展成为应用技术的項目之一。按最近的情况看,超声技术本身,已扩展到要分立成几个分支項目。

在目前所有的超声技术的应用中,超声探伤可說是在实际生产上应用得較久較广的少数項目之一,它早在 1928 年即由苏联 C. Я. 索可洛夫通訊院士首先提出。应用原理是基于当超声波在被測物体中穿过时,如遇到物体內有孔洞,則超声波被反射,在孔后将产生声的阴影。当时是将被測物体浸沒在液体中进行探测,而用但培-西尔斯的光衍射的方法作指示,由于这样的指示方法很繁杂,所以这个探伤方法并未获得在实际生产上的应用。此后,1935 年索可洛夫又提出基于超声脉冲在物体內缺陷处的反射情况来判断缺陷情况的超声脉冲反射探伤法。这个方法由于无綫电技术与雷达技术的迅速发展而获得很快的改善,終于成为便于实用的非破坏性探伤法之一。其他較早的研究利用超声来探伤的,有 1931 年德国繆赫豪斯的索可洛夫的穿透阴影法,1938 年波耳曼(德国)提出的用同样原理但利用浮悬鉛粉来指示的方法,美英等国則是在 1942 年才开始研究超声探伤的方法,并且主要是在脉冲反射法方面作工作。关于新的发展,苏联近来在試驗室已制成高效果指示超声的声电轉換管,这虽还未进入生产上的正式应用,但对超声探伤将起改革作用。

由于超声波在固体材料中传播时具有的一些特点,用超声波来作为金属材料探伤的工具是非常合适的,它的特点之一,就是超声波在金属中传播时,在常見情况下,能量衰耗較小,因而它能在金属中传播相当大的距离。根据現有資料,現有的超声探伤仪最大可以探测六米多些的厚度,不过此时探测缺陷的鑑別率則大大降低。一般可探测 2.5—3 米的深度,例如苏联出产的 УЗД-7Н 型超声探伤仪的穿透深度为 2—2.5 米。超声在固体中传播时的另一个特点是当遇到

介质的不連續处,特別遇到气隙处时,超声能量的反射非常強。

超声探伤装置的設備和技术比較簡單,使用时安全,沒有特殊危险性,也是使超声探伤法便于推广应用的优越条件。

除了超声探伤以外,現有的材料非破坏性检查的方法中,还有磁粉探伤法,X綫探伤法, γ 射綫探伤法等,最近还作了 β 射綫探伤的研究。磁粉探伤的方法比較簡單,但只能应用于磁性材料,且受物件的几何外形及可能的外加磁場方向的限制。它又只能检查浅层的伤,最深可能探测达15—20毫米的深度,而在这样的深度,解释已很困难。在設備方面,需要有一个大电流設備。X綫探伤能直接显示物件内部的情况,且有照片可作記錄,但这种探伤法是基于X射綫在材料中透过时遇到空隙而有不同的強度衰减程度,故为了能够对比出来,空隙所占的厚度不能太小,要为材料总厚度的一定百分数(例如5%),因此X綫探伤的鑑別率是比較低的。由于X射綫在金属材料中的衰减較大,X綫法探伤能探测的最大厚度大約为60—70毫米。在設備方面,X綫法探伤需要高电压装置,因此手續比較复杂, γ 射綫能穿透的厚度比X綫大,可达250—300毫米,但为保证安全,射綫探伤的設備和手續也相当复杂。至于 β 射綫,它在金属材料中穿透的深度要比 γ 射綫还大,但在目前要获得強的 β 射綫在技术上还比較复杂,故这种方法还没有推行到生产上实际应用。

現时,作为材料非破坏性检查的方法,实际应用得最多的是X綫探伤和超声探伤, γ 射綫探伤正在很快发展。超声探伤在某些地方已成为生产中的一个独立檢驗程序,在有些地方則与X綫探伤或 γ 射綫探伤配合着使用。

3. 超声探伤的技术

(1) 超声探伤中的波型 超声波在固体中传播时可能存在的波型有纵波,横波,瑞利波,蓝姆波等。纵波是波传播时媒质质点的位移方向与波传播的方向相平行的波,横波是质点位移的方向与波传播的方向相垂直的波。当波沿着物体界面的方向传播时,若物体的

厚度比波长大得很多,則形成瑞利波,波的扰动主要趋集在物体的界面附近。若物体的厚度比波长小得很多,則产生藍姆波。在超声波探伤技术的早期应用中,只应用了超声縱波,这是由于发射和接收超声縱波的技术比較直接和簡單。利用縱波来检查几何形状簡單的物件是很方便的,直到現在,象检查鋼錠,鋼板,渦輪机圓盘、輪軸等部件,大部都是应用縱波。但是只利用縱波,不能滿足超声探伤的全部要求,因此近几年来,在超声探伤方面,广泛利用了超声橫波,也用了其他型类的波。

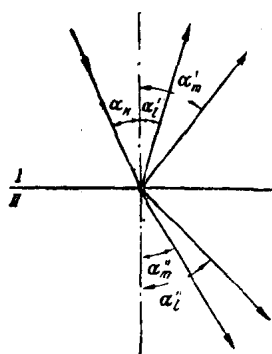


图1 超声波在两固体界面上的折射和反射

在探伤中,发射超声橫波,一般利用超声波經固体介面折射时所引起的波型轉換。由于超声波的縱波速度比橫波大,同时超声波在金属中,無論縱波和橫波的速度都要比在有机玻璃等材料中的大,所以当在有机玻璃中的超声縱波以傾斜角投射到与金属材料的分界时,所产生的二个折射綫束(一个为縱波折射綫束,一个为橫波折射綫束),縱波折射

角要比入射角大,同时也总是比橫波折射角大,如图1所示。图1中I为有机玻璃材料,II为金属材料, α_K 为入射角, α_l'' 为縱波折射角, α_m'' 为橫波折射角(除两个折射綫束外,在有机玻璃中,另有两个反射綫束,一个是縱波,一个是橫波),这时,

$$\alpha_l'' > \alpha_m''; \quad \alpha_l'' > \alpha_K.$$

而

$$\frac{\sin \alpha_K}{\sin \alpha_l''} = \frac{v_K}{v_l},$$

$$\frac{\sin \alpha_K}{\sin \alpha_m''} = \frac{v_K}{v_m}.$$

其中 v_K 为有机玻璃中超声縱波的速度,

v_l 为金属中超声縱波的速度,

v_m 为金属中超声橫波的速度。

当 v_K, v_l, v_m 值为一定时, 增大 α_K 的值, 可使 $\alpha'_l = 90^\circ$, 再增大 α_K 时, 也还可能使 $\alpha'_m = 90^\circ$ 。在有机玻璃和钢的情形, 这两个 α_K 的值约为 29° 及 58.5° 。当入射角为: $29^\circ < \alpha_K < 58.5^\circ$ 时, 在超声折射波束中, 就只有横波 (有机玻璃中纵波发生全内反射)。所以用 x 截的石英片发射纵波, 再用一个以有机玻璃等材料做的斜角楔块来转换波型, 便可得到超声横波。

对某种有机玻璃和钢的分界面中, 晶体的倾斜角 α_K 和折射横波的折射角 α'_m 间有如下的关系:

α_K	30°	40°	50°	60°	61°
α'_m	35°	47°	61°	82°	90°

可以注意到超声横波是斜着进入金属的。这样可使超声探伤的应用范围大大扩大, 管件、棒件、其他几何外形复杂的物件以及焊缝的超声检查工作, 得到大量的发展, 并获得显著的良好结果。此外, 因横波的速度几为纵波的二分之一, 故在同样频率下, 由于横波波长比纵波的几乎小一半, 利用横波的结果, 可使超声探伤的分辩率几乎提高一倍。

利用瑞利波可以检查物体表面的伤。发射瑞利波的方法与发射横波的方法相同, 就是利用斜角楔块。当楔块的倾斜角适宜, 使纵波折射角恰为 90° 时, 在被测物件的表面就引起瑞利波。瑞利波在传播中遇到表面上或表面下层的裂缝时, 即发生波的反射, 因而利用瑞利波来探测表面伤是很合适的。瑞利波在遇到物体表面有转角时, 能够沿表面转向行进, 由于这一个特点使可能利用它来不仅检查平的表面, 也可以检查曲的表面。

利用蓝姆波来进行超声探伤

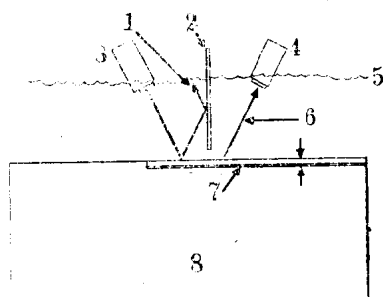


图2 用蓝姆波探伤的简图

图内的说明: 1. 表面的反射, 2. 隔板, 3. 发射探头, 4. 接收探头, 5. 水面, 6. 蓝姆波所形成的辐射波, 7. 层状缺陷, 8. 被测铝块。

的可能性已被提出來。在單探頭脈沖探傷法中，淺層傷的反射常難與表面的反射相分離，若傷是與表面相平行的裂面傷，則表面處形成的層狀結構即可能存在藍姆波。用藍姆波探傷的布置如圖 3 所示，圖內中間的擋板是為隔掉表面反射波，不使達到接收探頭。利用藍姆波，不僅可能探測平表面下的層狀傷，也有可能探測曲表面下的層狀傷或物體內孔壁下的層狀裂面。

(2) 超声探傷的方法 現在應用的超声探傷方法，可歸納為穿透法、共振法和反射法三種。其中共振法是利用連續波，穿透法一般也用連續波，反射法則都用脈沖波。穿透法是最早用來探傷的一種方法。它的儀器設備比較簡單。與最先索可洛夫等人提出來的相比，除指示探測結果改用电表指示外，現今的儀器，其基本結構并無很大變化。為了消除干涉和駐波的影響，在連續波穿透法中，現在都加調頻，調制深度約為： $\frac{\Delta f}{f} = \pm 25\%$ 。利用穿透法可探測物件內的夾

層、結合松脫、夾灰、孔洞等以及檢查焊縫的質量。在發展過程中，曾一度認為穿透法因有衍射而靈敏度低，又要兩個探頭，結構較為複雜等一些缺點，從而低估了它的有效性。但是近年來的一些試驗結果和討論表明，利用穿透法有其固有的優點，而它的優點又往往正是反射波法的缺點，在很大程度上正好互相彌補，如穿透法不受傷的取向的影響，而反射法則要受影響。穿透法當設備調整好以後，易于進行自動的流水作業，反射法則比較困難。現在的超声自動探傷裝置中，都是利用浸沒在液體中的穿透法；被測物件的幾何外形和表面情況，對於用浸沒穿透法時影響也小。穿透法探傷儀的構造要比脈沖反射法簡單，雖然由於缺陷陰影的衍射現象而穿透法的靈敏度有所降低，但實驗結果得出，根據散射能量的指示，用穿透法仍可發現相當小的

缺陷。例如左表：

被測物件的厚度	可發現的缺陷截面
3—25毫米	1.5—2.5厘米 ²
25—40毫米	3—4 厘米 ²
>40 毫米	4.5—5 厘米 ²

上述結果是在下列情況下獲得的：當物件內無傷時，接收器的电表指針指到最大，有傷時指針指在全刻度的 10%。另一方面，穿透波法

需要用二个探头，結構和調節要比单探头脉冲反射法略为复杂。此外，用穿透波法不能判断伤的深度。

共振法本来是用于测量材料的厚度，近来已被用来检查成层材料的胶結情况和鋼板和鋼軌的缺陷等，也被用来检查容器壁或管的腐蝕情况以及某些焊接处的缺陷等。由共振頻率的改变，可确定出裂面的深度。

反射法是目前超声探伤技术中最广泛应用的，由于无綫电技术和雷达技术的发展，超声脉冲探伤法已成为十分簡單而經濟的方法。它的工作原理，是很簡單的，和雷达的工作原理十分类似。当超声脉冲在物件中传播时遇到缺陷，即发生反射，由此可在示波器上指示出来。因为即使很小的裂縫，裂面，对超声波的反射都很強，故用脉冲反射法可探測毛发状的裂縫伤。目前都是按照反射脉冲的能量来指示缺陷的位置和性質。近表面（几毫米）处的伤，用单探头不易指出，改善的办法除减小脉冲寬度外，可改用双探头，或加用斜角楔块以作为緩冲装置，并利用超声橫波。比較反射脉冲与发射脉冲的相移来指示浅层伤的存在和位置，估計也是可能的，不过这种方法至今尚未被試用。虽然有上述限制，由于結構和使用簡單，現在仍极普遍采用单探头脉冲反射法。直到目前为止，探伤时基本上也只用一套探头以手移动逐点进行检查。只有在探測鋼板等材料方面，已开始用一套探头自动来回检查，或用多套探头同时自动連續探測。显示成象的探伤方法还未在实际生产上推广应用。

(3) 探頭的結構 在探头結構的发展上，探头的材料除了用石英片以外，現在已开始应用鈦酸鋇片。这是一个新的进展，用鈦酸鋇可使得电压降低用时又易于获得探头材料。利用鈦酸鋇的結果，探头的形状也出現了不少变化，有了某些新的探头結構，图 5 即是其中之一。图 3 是一个石英片組成的为連續检查板件用的探头的結構；图 4 是二种由鈦酸鋇片組成的为类似目前用的探头的結構。图 3 中 Q 是石英片， M 是与 Q 相胶合的金属块， R 是四个小輪子。图 4 中 a 是探头图， G 是其外形。

探头的結構在于能保护換能元件，不被損毀，又保証在探測过程

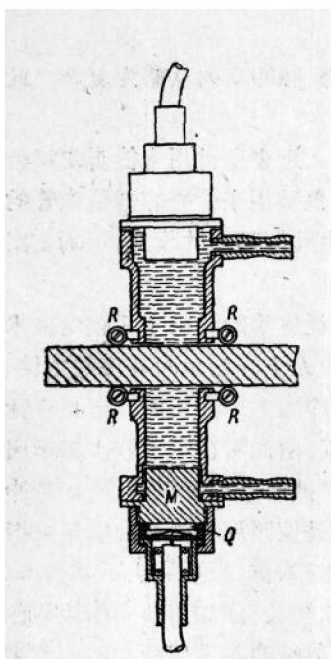


图3 一种为板件超声連續探伤用的探头的结构

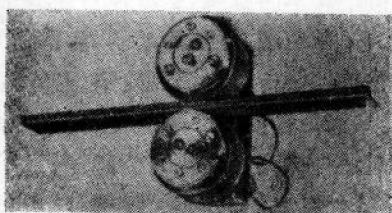
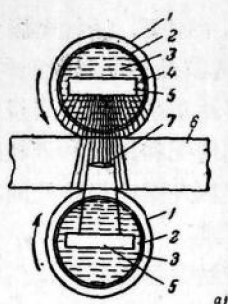


图4 轉动式探头

- a) 探头的结构: 1. 橡皮环; 2. 金属壳; 3. 接触剂; 4. 发射晶片; 5. 接收晶片; 6. 被测物件; 7. 伤。
- b) 探头的外形。

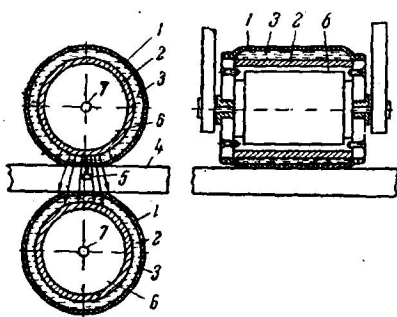


图5 用环形鈦酸鋇的轉动式探头

1. 橡皮环; 2. 鈦酸鋇环; 3. 接触剂; 4. 被测物件; 5. 伤; 6. 塑料外壳; 7. 轴。

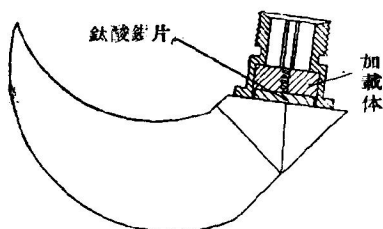


图6 一种波型轉換器的结构

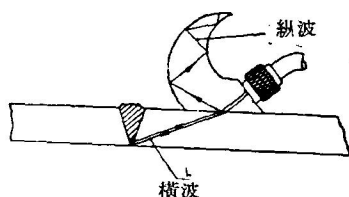


图7 波束行进的路綫

中,換能晶体与被測物件間有良好的声的接触。在需要进行自动化連續探伤的装置中,則还需保証便于自动探伤的进行。

图 5 所示探头的結構就是有可能完成这些任务的一种結構形式。为利用橫波探伤,有一些使縱波轉換成橫波的探头結構,它們的主要目的是保証由界面反射的反射縱波和反射橫波不致經多次反射而回到晶片,因而引起扰乱。图 6 所示的探头楔块上附有一个尖角状体,这种探头的結構可以使橫波发射入金属,而縱波在界面上发生全反射,且反射縱波的能量因縱波在尖角状体上多次反射而全部消耗掉,其反射情况如图 7 所示。图 8 是另一种斜探头的形状,晶体片所成的斜角同样使縱波发生全反射,而楔块的寬度和高度則設計得使从界面反射的縱波在楔块里多次反射时不再落到晶体上,以避免扰乱。这种斜探头是苏联制成,使用起来比較方便。

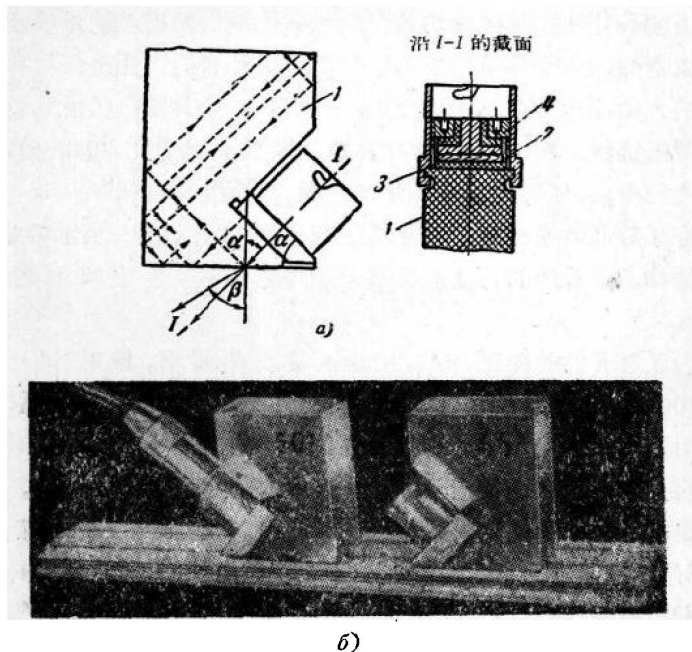


图 8. 一种斜探头的結構及外形

a) 探头連同楔块的結構: 1. 楔块; 2. 晶片; 3. 減振器; 4. 压紧环。

b) 两种不同斜角的探头外形。

此外,还設計出了一些可以調变折射橫波束的方向的探头結構,

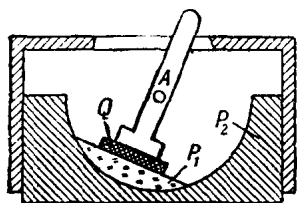


图 9. 一种可調斜角的探头結構

以便获得所需的波束方向。图 9 是其中的一种結構形式, Q 是石英片 P_1 和 P_2 均为有机玻璃材料所做成。图 10 是另一种結構形式, 当压电晶体連同上半楔块轉动时, 即改变了晶体的傾斜角, 也即改

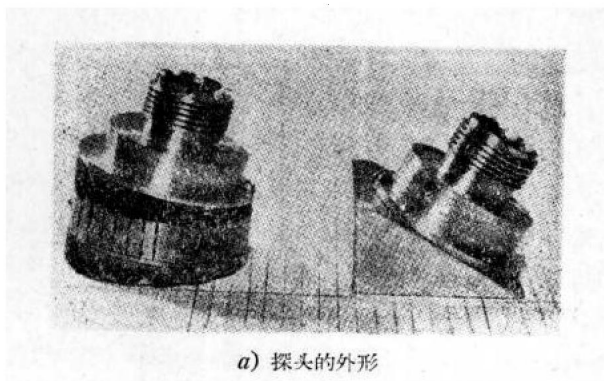
变了金属內超声束的方向, 其角度可以从探头側面的刻度表直接讀出。苏联 B. C. 索可洛夫等还提出用液体做楔块以成斜角探头, 这对角度的調节更加方便, 图 11 a 是双晶片式的; 图 11 b 是单晶片式的, 这种探头在結構上却复杂得多。另外, 还会提出一种使晶体分段以迟延相位振動, 由于干涉結果而达到波束方向改变的探头。

上述各种波型轉換器的一个缺点是所換得的橫波能量很小, 由晶体发射的大部分能量均成为反射波。为此曾提出用叠层材料做成密度很大但超声波在其中速度仍小的楔块, 使其波阻抗值尽量接近鋼的波阻抗值。图 12 为有这样性质的两种不同叠层方向的楔块, 这种結構的楔块, 还可改善对晶体的匹配, 从而提高鑑別率。

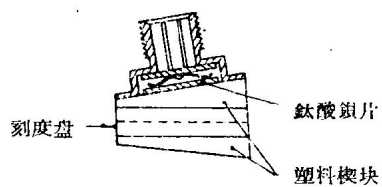
为了对晶体增加阻尼以提高鑑別率, 曾提出如图 13 所示的晶背部加载結構。加载体的弯曲形状是为了避免反射波集中回击到晶体上。

为了对管件的探测, 有时把晶体做成曲面形, 但对于大直径 (> 100 毫米) 的管件来說, 实验指出, 还是用平面晶体較合适, 因为这时由曲面晶体能送入的能量反要比平面的来得小。

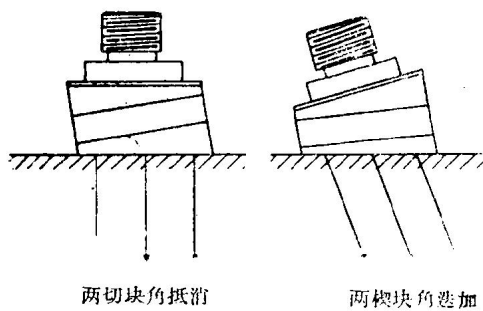
(4) 超声探伤中的指示方法 在現有的超声探伤設備中, 几乎全部在指示方面都不能供給可保存的記錄。在脉冲反射法探伤仪中, 都用示波器作为指示設備; 在穿透法探伤仪中, 通常用指針电表作为指示設備; 在共振法探伤仪中, 为了便于用作厚度測量时能够直接讀数, 也多用示波器来指示。此外, 在現場应用及野外应用的探伤仪中, 为了簡化多采用耳机及指示灯来作为指示設備。在探测的同时, 有时要自动控制生产过程, 則再用繼电器及相应的装置来作为



a) 探头的外形



b) 探头的结构



c) 波束方向的改变



d) 探头斜角的指示法

图 10. 一种波束方向可调的斜角探头

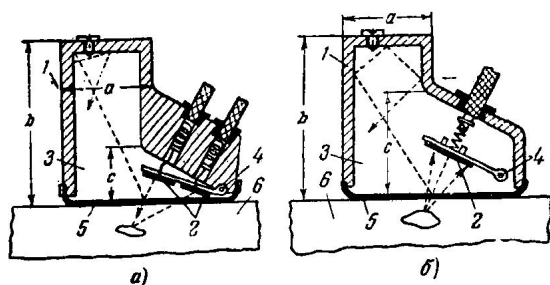


图 11. 液体楔块式斜角探头的结构

a) 双晶片式 b) 单晶片式

1. 塑料外壳; 2. 压电晶片; 3. 接触剂;
4. 晶片转轴; 5. 橡皮膜; 6. 被测物件。

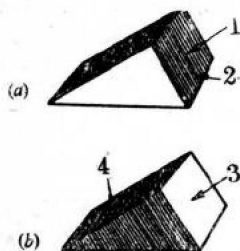


图 12. 迭层式楔块

1. 入射超声波; 2. 迭层体;
3. 入射超声波; 4. 迭层体。

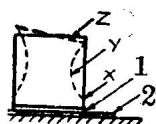


图 13. 晶片加载的结构

1. 晶片; 2. 薄膜。

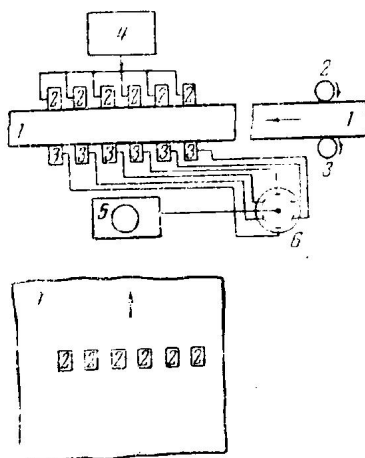


图 14. 一种穿透式多探头装置的简图

1. 被测钢板; 2. 发射探头; 3. 接收探头; 4. 振荡器; 5. 放大器及指示器;
6. 转换开关。

指示和调节设备, 比如可使自动地在查出有缺陷的地方打上记号。用照相记录示波器上的曲线, 在某些探伤情况已被采用, 但是很不普遍, 显然是由于费用过高的缘故。因此直到现在, 在超声探伤中缺乏

可供保存复核的记录结果,这对探伤解释的客观性是有影响的。

(5) 超声探伤的自动化 为了适应检查大量产品的要求,超声探伤的自动化问题已被注意,并已获得了一定的发展。现在,已经可以对形状最简单的产品进行自动检查,例如探测钢板、钢管、轮轴等。所有的方法几乎均为水中浸没法,因为这样易于在运动条件下保证较好的接触。图 14 是为探测钢板用的一种多探头探伤装置的方块图,这里利用转换开关来依次联接到每一个接收的石英探头上,用指针电表来作为其指示器。图 15 为相类似的一组多探头的板件材料探伤装置的外形。这种装置的一个缺点是由于利用机械开关来轮流联接多个探头,因而其轮接速度不能太快,探测的速度也因而降低。又由于固体接触,探头也容受损坏。为此已另有一种多探头探伤装置。如图 16 所示,其中包括十对探头,用水作为接触剂。可探测钢板的宽度为 240 毫米,钢板的运动速度为每分钟 0.9 米。另有一种改善了装置,轮接机构改用电子转换开关,而用变压器油作为接触剂。用这种装置曾探测 3.5 毫米厚的钢板。钢板的运动速度为每分钟 1 米。探头的总宽度为 160 毫米(每个探头的大小为 20×10 毫

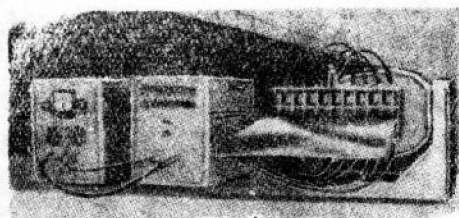


图 15. 多探头钢板连续探伤
左, 穿透式探伤仪; 中, 转换设备。

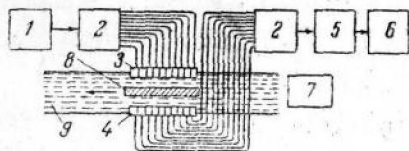


图 16. 列宁格勒电工研究所制多探头钢板探伤装置简图

1. 振荡器; 2. 转换开关; 3. 发射探头; 4. 接收探头; 5. 高频放大器;
6. 记录设备; 7. 移动钢板的机构; 8. 被测钢板; 9. 接触剂(水)。

米²),故检查的速度为每分钟 0.16 米²。能够探出的伤的截面为 30 毫米²。此外还有其他的自动装置,如在水槽中为铝板探伤用的装置,使铝板固定而移动单探头,这时检查速度大为降低。为管件探伤用的自动探伤装置,也已出现了好多种,图 17 为一种装置的方块图,其中

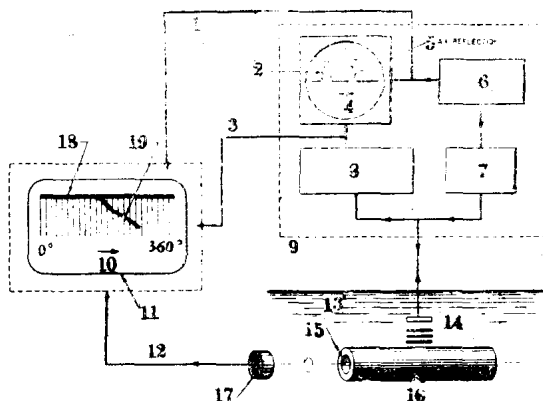


图 17. 一种管件的自动探伤装置

图中说明的翻译：1. 时间信号；2. 管壁的反射；3. 视频信号；4. 时间；5. 伤的反射；6. 时间信号发生器；7. 闸流管脉冲发生器；8. 接收放大器；9. 略；10. 管的旋转角度；11. 示波器屏；12. 旋转信号；13. 水；14. 晶片；15. 伤；16. 被测管件；17. 电位器。

除了用 A 类扫描的示波器指示外,还有 B 类扫描的示波器指示,能直接显示出管中伤的范围。图 18 为一种双声道式管件探伤的记录图, A 及 B 即为二个缺陷的反射位置。这种方法也适用于探测小直径的管件。图 18 即是探查外直径为 1 吋,壁厚为 0.085 吋的不锈钢管所得的记录。为探测大直径的钢管用的自动装置也曾被制成,此时多利用超声横波以便于探测整个管的截面。曾制成用 160 KC 的低频连续波来自动连续检查钢管的装置,管径为 24 厘米,厚为 5—20 毫米,管长为 70 厘米或 1.5 米。

(6) 超声探伤中的超声频率 在超声探伤中频率的选择受到需要的分辨率和不致有过大的散射衰减所限制。当频率过低时,相应地波长过大,小的缺陷就将探测不出来。频率过高,则金属晶粒的不均匀性对超声波能量的散射要引起超声波的高度衰减,使超声不能

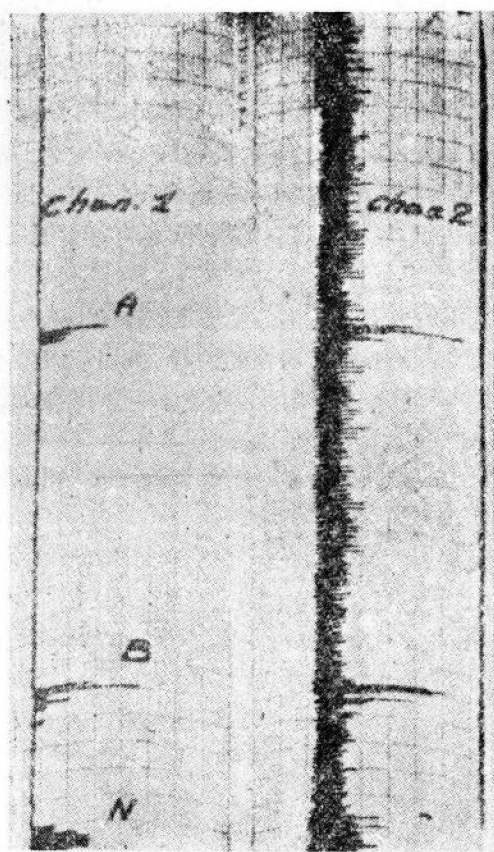


图 18. 双频道式超声探伤仪的记录图

透入深处。现在所设计的超声探伤仪中,选用频率一般在 $0.5-5$ mc 的范围内。为检查粗晶粒材料或表面粗糙的物件,采用较低频率,如曾用 0.5 mc 的频率作八角钢锭的检查,检查的结果能够为该钢锭进行下一步锻造工作提供必要资料。为探测簧片,钟表发条,丝、钎等小另件用的探伤仪,其所用频率有 2.8 及 8.5 mc。为奥氏体钢管焊缝的检查,曾作了试验,找出当所用频率为 1.8 mc 时能得出最好的检查结果,可测出裂纹,夹杂 (>20 mm²) 等,但也曾提出用 160 KC 的低频来对直径为 24 厘米的钢管作自动连续检查,因频率低,试件表面加