

伤痕深度探测仪器

苏联 A. K. 古尔维奇

黄河三门峡工程局生产技术处译

78

水利电力出版社

內 容 提 要

本書簡要地介紹了脈動超聲波探傷器的工作原理，着重介紹了超聲波探傷器的深度計的測法，接綫圖、深度計的結構、安裝和調整。書後還附有帶有深度計的各種脈動超聲波探傷器的試驗結果。

本書供各種機械製造部門的工程技術人員及製造和使用這類儀器的技術人員、工人閱讀。

А.К.ГУРВИЧ

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ ДЕФЕКТА
ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ
ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ
И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ—ЛЕНИНГРАДСКИЙ ДОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ПРОПАГАНДЫ 1956

伤痕深度探测仪器

根据苏联政治科学普及协会列宁格勒分会1956年版翻譯

黄河三门峡工程局生产技术处譯

*

1966R427

水利电力出版社出版(北京西郊科學路二里溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 开本 * $\frac{3}{16}$ 印張 * 12千字

1959年3月北京第1版

1959年3月北京第1次印刷(0001—3,100册)

統一書号: 15143·1553 定价(第9类)0.09元

目 录

1. 前言.....	2
2. 深度計的測法.....	3
3. 深度計的單位接綫圖.....	7
4. 深度計的原理接綫圖.....	9
5. 結構和安裝.....	14
6. 深度計的調整.....	16
7. 試驗結果.....	17
8. 附表.....	18

1. 前 言

苏联科学院通讯院士 С. Я. 索柯洛夫教授所研究的超声波探伤仪愈来愈获得广泛的应用。

应用超声波探伤法，不但能探索隐藏于厚度很大的制品内部的细小缺陷，并能测定缺陷隐藏的深度。

然而只有在电子射线指示屏上出现由探索制品（其厚度假定为已知数）对立面来的回波（底冲击波）时，所使用的大多数冲击式超声波探伤仪才能很准确的测量缺陷隐藏深度。

在不能保证出现“底冲击波”时，为测定反射面坐标，必须在探伤仪上附加一深度计^①。一般在以下情况才能安装深度计：

1. 当为斜探制品时；
2. 当为直探非平行对立面制品时（其一平行面装有探头）；
3. 检查厚度很大的制品底深时。

本册作者同桥梁研究实验组长 В. С. 库德利雅符采夫研究了一种深度计（图 1），这种深度计接在 УЗД-10、УЗД-12Т、86-ИМ-2、86-ИМ-3、УЗД-5 和其他型式的冲击式超声波探伤仪上即可。在检查缺陷时，确定隐藏深度以及测量制品厚度。

当用直头探测钢材时，测量下限为 20 公厘；而用斜体探头时，则测量下限等于零。

根据这种仪器，绘制 НИИМ-2 型超声波探伤仪的深度计结构图。

连接深度计的接线图和结构都很简单，所以能在任何企业

① 中央机器制造与工艺科学研究所和桥梁研究院的探伤仪均装有深度计。

中制造，无需专门装置和仪器就能调整。

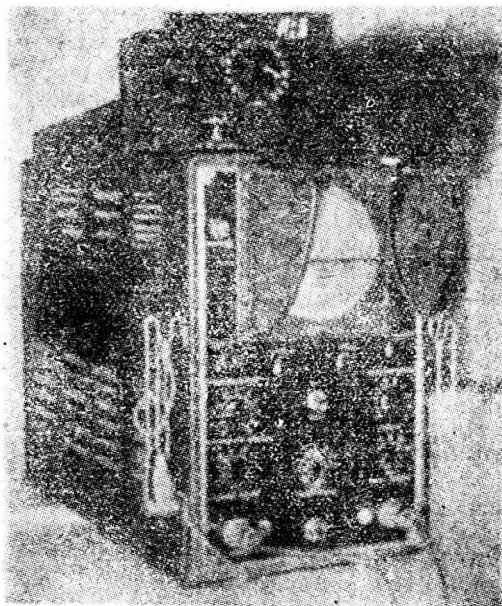


图 1 连接深度计及 86-ИМ-3 型超声波探伤仪

2. 深度计的测法

用冲击式超声波探伤仪测定缺陷隐藏深度，首先要测定冲击波发射及反射接收间隔时间 T 。

反射面隐藏深度 h (其时间 T 为已知) 用直探头 (图 2 a) 探测时，按下列公式计算：

$$h = \frac{C_{np} \cdot T}{2}. \quad (1)$$

用棱体形探头(图 2 6)探测时, 按下列公式计算:

$$h = \frac{C_n \cdot (T - 2t_u) \cos \alpha}{2} \quad (2)$$

式中 C_{np} ——超声波纵向振荡传播速度, 在钢材内 $C_{np} = 6,100$ 公尺/秒;

C_n ——超音波横向振荡传播速度, 在钢材中 $C_n = 3,260$ 公尺/秒;

t_u ——冲击波通过探头棱体的时间;

α ——射线入角, 此角取决于 β 角(射线入射角)和超声波在被检查金属中及在探头棱体材料中的速度比。

时间间隔 T 可按指示屏上反射冲击波的位置大致估计出; 更准确地测定时间 T 则可通过周期振荡时间(利用时间记号“固定”)比较, 或与专门装置的脉冲延迟时间(利用时间记号“混合”)比较的方法求出。

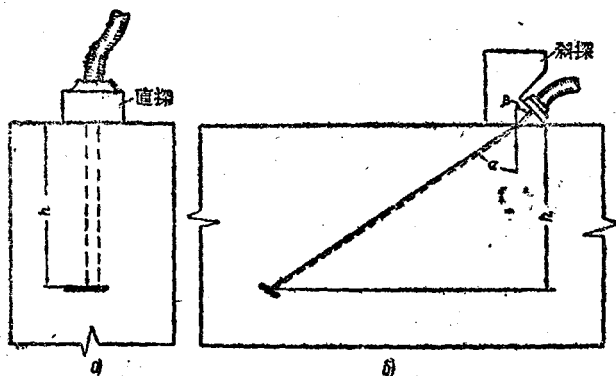


图 2 缺陷隐藏深度测量图

a—用直探头; 6—用棱体探头。

測定時間的簡單方法是在指示屏上的扫描綫上，重現一系列由专用发生器发出的“固定”記号(图3)。

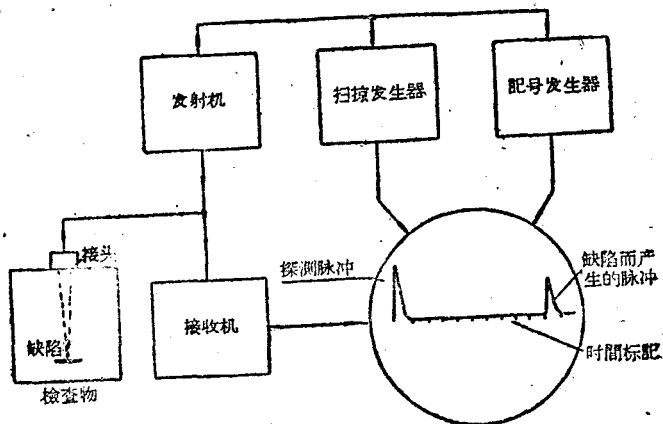


图3 探伤仪結綫图(帶“固定”記号的发生器)

時間 T 是按記号发生器振蕩周期和在探测脉冲和反射脉冲之間的記号数来計算的。

这种方法不便之处，在于計算記号时常易出錯，故在測定时需时很多，非常費力。

最完美的方法是用記号時間混合測定法。因为此种記号也在指示屏上扫描重現的(图4)。

对着发射机所发射的脉冲，把時間記号“混合”移到所需的值上，此值可根据記号发生器的刻度算出。

在指示屏上的記号和由于缺陷而反射的脉冲結合时，記号变动時間和脉冲变动時間 T 相等，从而可以确定 T 的值。

作为延迟装置可采用：

1. 机械(超声波)綫；

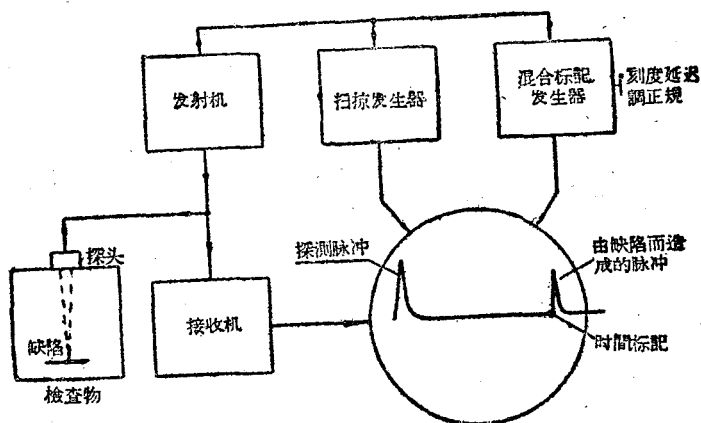


图 4 探伤仪接线图(带有“混合”记号的发生器)

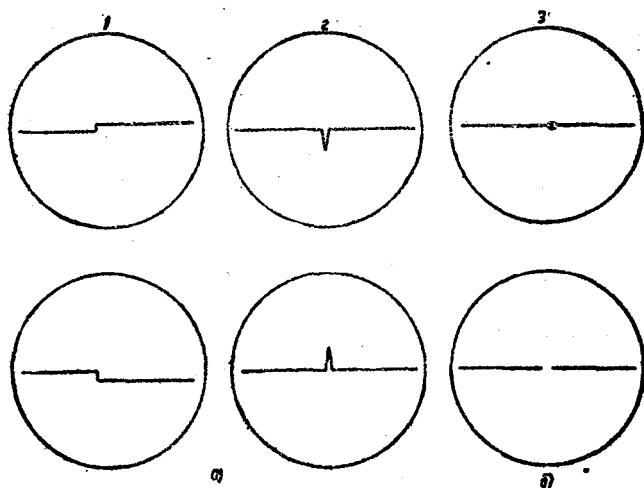


图 5 “混合”记号的种类

1—阶梯；2—脉冲；3—光点(黑点)。

2. 电回路(鋸齒形电压发生器)。

在精確度方面帶鋸齒形發生器系統不如帶有超聲波綫路的系統；而在結構和使用方面，前者比後者要簡單的多；尺寸、重量均小，價格也便宜。

利用發射機脈沖或重複頻率發生器脈沖，使“固定”和“非固定”記號發生器與探傷器同步工作。

時間目視記號分為兩類：

1. 由於射綫沿垂直綫偏移而形成的記號(圖 5 a)；
2. 由於射綫高度變化而形成的記號(圖 5 b)。

3. 深度計的單位接綫圖

根據深度計工作的情况，通過與鋸齒形电压發生器電路內的脈沖延遲時間相比較的方法，測定探測脈沖輻射時間和反射脈沖接收時間之間的間隔時間。

由探傷儀閘流管陽極出來的脈沖(圖 6)起動鋸齒形电压發生器，此脈沖是在压電振動器內振蕩勵磁時產生的，選擇這種同步系統的條件是：各種型式的單探頭脈沖探傷儀都使用同樣的压電晶体閘流管勵磁機電路。

指示器掃掠綫上的明亮光點用來作為目視“非固定”的時間記號，由於以下兩種原因使用這種類型的記號是很適合的。

1) 光點記號並不使缺陷回波形狀失真，並在指示器屏上能清楚地認出這種記號；

2) 這種記號的調制方式對各種脈沖探傷儀來說都是一樣的，一般地說來探傷儀中指示器就是電子綫管。

延遲的大小由轉換開關分級調整，而在一級的范围內均勻

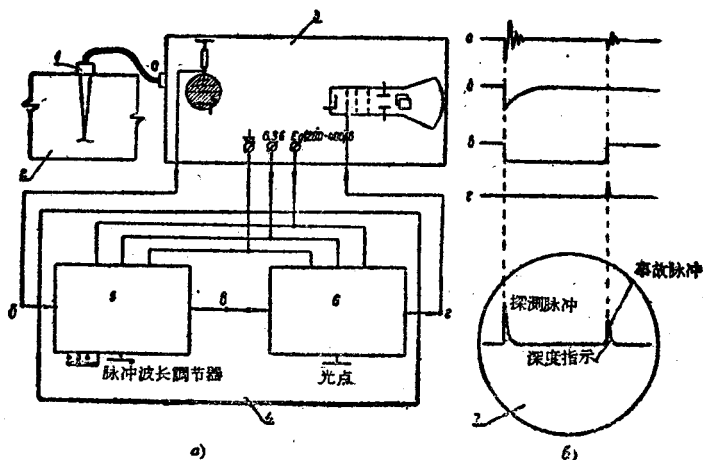


图 6 深度計单位結綫图

a—单位結綫图；b—結綫图各点电压曲线。

1—探头；2—检查物；3—超声波探伤仪；4—深度計；5—锯齿形电压发生器；6—記号发生器；7—指示屏。

地用手沿刻度来調整之。

延迟总值是由轉換开关刻度盘上的讀数和均匀調整讀数累积而成。

級的数量是由最大深度及讀数的准确度来計算，此准确度在檢查时是假定的。

在锯齿形电压发生器接綫系統的調节参数与時間变动之間的关系应是直綫关系，因为只有直綫关系的条件下，才能很容易进行深度規的調諧和校准。

深度規接綫系統在网路电压变动时无需灵敏。此电路应保証在200伏至400伏的电子管供电情况下正常工作。

4. 深度計的原理接綫图

按照繪制单位接綫图过程所規定的要求考虑原理接綫图(图7与附表)。

利用鋸齿形电压发生器(幻象延迟綫路——真空管 J_1) 作为延迟系統, 而用閏歇振荡器(真空管 J_2 的右半部) 作为記号发生器。

幻象延迟綫路保証振荡脉冲时间与阳极电位之間保持直綫关系, 并可采用非稳定整流器作为供电电源。选择幻象延迟綫路(J_1) 电极的电压时, 要使在一般情况下真空管阻塞屏极电流, 并由于第二栅极电流而产生全部阴极电流。

在第三栅极对阴极电压开动的情况下, 当通过二极管($\frac{1}{2}J_1$) 供电給起动力脉冲第一栅极 J_2 时, 阴极电压就下降, 从而增大第三栅极的电压(相对于阴极)。

第三栅极电压的升高会产生屏极电流, 降低屏极电流, 这样就促使第一栅极电压和阴极电压进一步降低。

这个过程一直延續到第一栅极电压的降低引起屏极电流的增加为止。屏极电流的增加也会引起第一栅极电压进一步降低。

随着脉冲开始, 电容器 C_1 开始放电; 这种电容器放电会大大降低阳极的电压和稍微升高控制栅极的电压。

当由于第一栅极电压进一步升高引起屏极电流降低时, 幻象延迟綫路脉冲就停止, 并开始系統状态地恢复过程。电容器 C_1 放电电流很接近常值, 因此脉冲持續时间的长短, 取决于电容器充电过程中电容器板电压变化的大小。

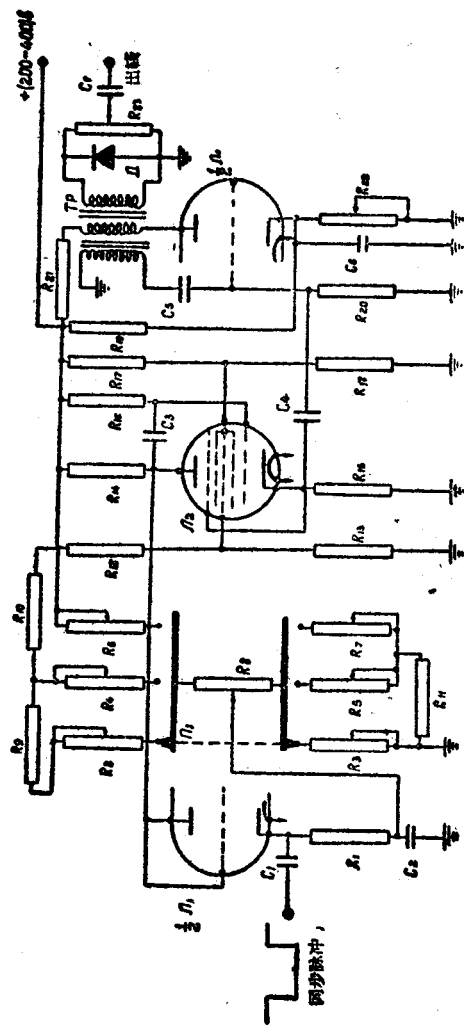


图 7 深度计原理接线图

很明显当电容器充电时，电压的大小与脉冲之間阳极的电压的大小成正比。

由于 $R_{14} \gg R_1 + R_8 + R_5 + R_{11}$ ，脉冲之間的阳极电压几乎与电位計 R_8 滑块头上的电压相等，該电位計是用来調整脉冲持續時間的。

脉冲持續時間与电位計 R_8 滑块头的电压值的关系，几乎成一个理想的直綫关系。

按照电位計 $R_2 - R_3$ 、 $R_4 - R_5$ 和 $R_6 - R_7$ ，在第一、第二和第三波段用电位計 R_8 确定脉冲持續時間調整的上限和下限。

在其他条件相同的情况下，脉冲持續時間与 C_2 和 R_{18} 的数值成正比。为了进行温度补偿，电容器 C_2 和 R_{18} 的温度系数应等值而符号相反。

从幻象延迟綫路阴极上除去負极性輸出脉冲，并通过电容器 C_4 傳到間歇振蕩器真空管的柵极上。

間歇振蕩器真空管的阻塞是通过从分压器 $R_{19} - R_{22}$ 引来的阴极正偏电压来实现的；偏电压的大小用电位計 R_{12} 調整。

当幻象延迟綫路脉冲結束时，在間歇振蕩器真空管柵极上产生正电压。当柵极对阴极的电压达到阻塞电压时，便产生屏极电流。

通过变压器增大的屏极电流，在柵极綫卷上感应出电压，因此柵极的电位进一步向正向增补，屏极电流也进一步增大。

这样，屏极电流和柵极电位便产生出雪崩式的渐起过程。当柵极是阴极的正极时，便产生电容器 C_5 充电的柵极电流。

当柵极电位和屏极电流达到真空管特性规定的最大值时，便开始出現暂时“平衡”状态。这种暂时“平衡”的特征是：电容器 C_5 充电而逐漸减低柵极电位和屏极电流稳定。随着柵极电位

的减小,真空管的互导增强,并在某些时刻可达到这样的数值。在此数值情况下,栅极电压进一步的改变就会引起屏极电流显著的减小。这样将会造成栅极綫卷感应电压降低,因而促进栅极电位进一步更激烈地下降。

这样便产生很快阻塞真空管的回轉过程。

从电位計 R_2 除去負极性輸出脉冲,此电位計接在变压器第三綫卷內。在此接綫图参数情况下,脉冲時間近似为 1 微秒。在 0—80 伏 ($E_a=300$ 伏时) 範圍內用电位計 R_2 調整輸出脉冲值。在这种情况下,允許改变标记亮度。

为了在主要脉冲停止真空管阻塞的情况下切断变压器綫卷感应的反极性脉冲,把鍺二极管 A 接入变压器回路中。

在用直探头工作时,接綫方式是按照鋼測量深度在 900 公厘以下考虑的。

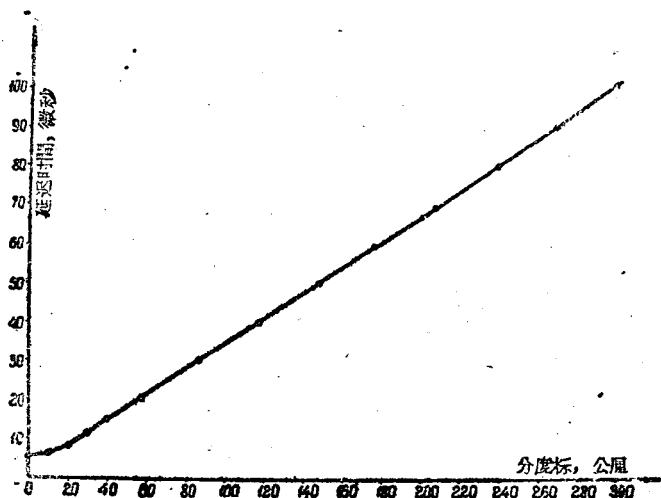


图 8 脉冲延迟时间与电位計軸回轉关系曲线图

根据波段轉換开关 Π_1 和电位計 R_0 刻度盘上的讀数总数确定探伤隐藏深度。

当轉換开关在极左边位置时，測量深度在 320 公厘以下，当轉換开关在中間位置时，測量深度为 300~620 公厘，当开关在极右边位置时，測量深度为 600~920 公厘。

刻度盘分为 320 分度，其讀数的精确度达 0.5 公厘。

增加电容器 C_0 的电容量或采用补充波段，就可以把深度計最大測量范围很容易地增加到几公尺。

利用特殊示波器和同步脉冲发生器进行的接綫方式試驗研究表明：

(1) 在同步脉冲的时候，深度計工作很稳定，同步脉冲的波幅 ≥ 40 伏，而重复频率为 50~2500 赫芝。

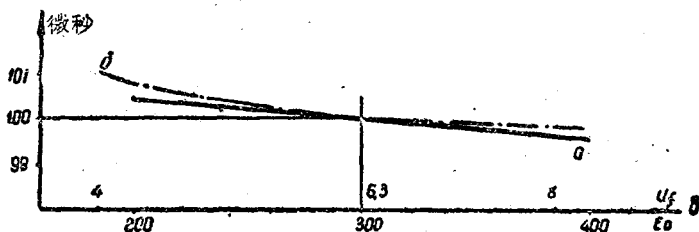


图 9 脉冲延迟时间与真空管阳极 a 电压和灯絲 δ 电压关系曲线图

(2) 在延迟值 > 7 微秒(图 8)时，对同步脉冲來說，此接綫方式在电位計位置和深度計脉冲延迟时间之間，可以保証較理想的直綫关系。

(3) 在阳极电压增加 200~400 伏和灯絲电压增加 4~8 伏(图 9)时，延迟可减少不大的程度。

(4) 当用非稳定整流器向深度計供电时，网路电压变化 $\pm 10\%$ ，都可引起 100 微秒(300 公厘)的延迟值，誤差为 ± 0.5 微秒(± 1.5 公厘)。

5. 結構和安裝

深度計安裝在H型底盤(圖10)上,深度計的尺寸為 $65 \times 100 \times 130$ 公厘,重量約1公斤。

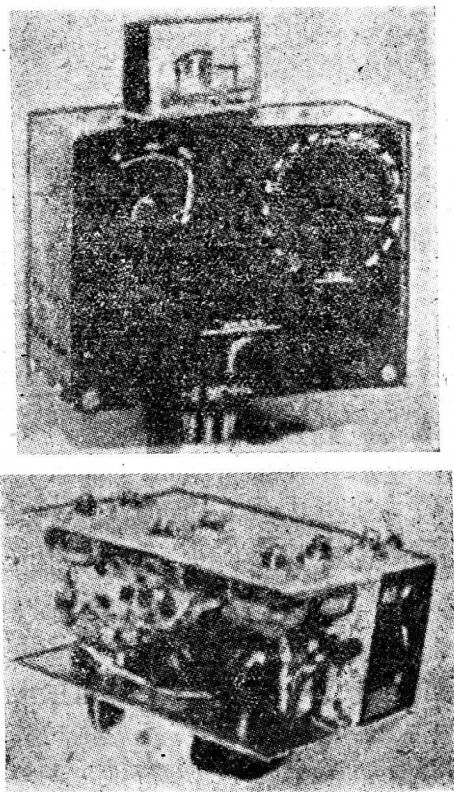


圖 10 附加深度計
a—裝在外殼內; б—無外殼。



底盘的上部装 Π_1 、 Π_2 ，轉換开关 Π_1 和电阻 R_9 、 R_{110} 。

在深度計正面板上装有：

(1) 轉換开关 Π_1 和电位計 R_9 的把手，按照轉換开关和电位計的位置标有深度的讀数；

(2) 調节記号亮度用电位計 R_{11} 把手。

在后面板上在槽下装有电位計 $R_2 - R_7$ 、 R_{12} 的軸，在深度計制成后，用电位計軸調整深度計。

底盘的側部和上部装有带通风孔的 Π 型外壳；底盘的下部用螺栓固定厚 1.5~2 公厘的铁制底板。

真空管的管座和带有金屬管底的无綫电真空管下部用轉接器。

根据原理結綫图深度計部分的电气連接采用一般的无綫电安装綫。

安装时，在探伤仪內管座与閘流管阳极連接（插脚 3YIT -0.1/1.3）最好采用屏蔽导綫，而連接指示屏控制柵（插脚 3Y8Л029 和 13Л037），采用任何型式的同軸電纜。

用照象表示法制造仪器刻度盘，图象是用墨汁以放大尺寸在瓦特曼紙上繪制。按照下面的公式确定用于直探头刻度盘上深度最大值 h_{max} ：

$$h_{\text{max}} = 50C_{np} \text{ 公厘}, \quad (3)$$

式中 50——轉換开关 Π_1 在极左位置时深度計接綫图中脉冲延迟時間最大值（100 微秒）的一半；

C_{np} ——材料內縱波的傳播速度，用公厘/微秒表示。

按照公式 1 和 2，应使有各种角度的棱形探头用刻度盘和直探头用的刻度盘協調。