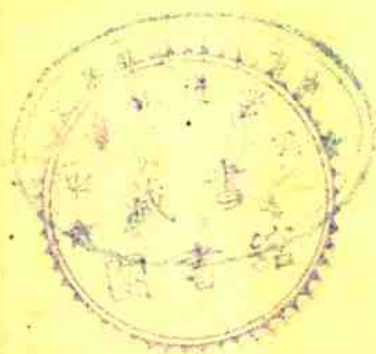


051962²

99175

超音波鋼軌探傷器

莫克葉夫 合著
施特列密爾
鐵道研究所 譯



人民鐵道出版社

超音波鋼軌探傷器

莫克 葉夫 合著
施特列密爾
鐵道研究所

人民鐵道出版社

一九五四年·北京

超音波鋼軌探傷器是最新型的鋼軌探傷器，在蘇聯鐵路系統中，已推廣應用。本書內容敘述探傷器的原理、構造和使用探傷器在鐵道綫路上的工作方法。並可作為蘇聯УРД—52型探傷器的使用手冊，以及做為仿造該種探傷器的參考。因此對我國鐵路採用新式探傷器，來提高綫路質量，增強列車運行安全有着重大意義。本書係由鐵道研究所吳德雨、劉見龍二位同志合譯。

• 本書可供從事鋼軌探傷工作的工程師、技術員及綫路工程師、技術員以及鐵道綫路研究人員和有關製造廠參考之用。



超 音 波 鋼 軌 探 傷 器

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ РЕЛЬСОВЫЙ ДЕФЕКТОСКОП ЦНИИ МПС

蘇聯 М.Е. МОКЕЕВ, Ю.Н. ШТРЕМЕР 合著

蘇聯國家鐵路運輸出版社（一九五三年莫斯科俄文版）

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва 1953

鐵道研究所 譯

責任編輯 周士鍾 責任校對 龔鳴第

人民鐵道出版社出版（北京市霞公府十七號）

北京市書刊出版營業許可證出字第零壹零號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印（北京市東郊區建國門外七聖廟）

一九五四年十二月初版第一次印刷平裝印1—2,600冊

書號：264 開本：850×1143 $\frac{1}{32}$ 印張 $\frac{6}{8}$ 22千字 定價1,600元

目 錄

全蘇鐵道科學研究所序言	1
1. 概 論	2
2. 探傷器的構造	4
3. 探傷器的動作原理	4
4. 探傷器的結構圖及其主要部分的用途	5
5. 探傷器各個部分的作用	7
高周波電脈衝發生器	8
壓電晶體片	9
電脈衝接收機	9
陰極綫顯示器	11
電源部分	12
6. 探傷器連接的步驟以及其性能的檢查	13
7. 探傷器在綫路上工作	14
8. 對探傷器的保養	16
9. 對蓄電池的保養	16
10. 探傷器的調整	17
11. 探傷器的各種障礙及其修理方法	18
附錄：鋼軌損傷狀態的分類	19

全蘇鐵道科學研究所序言

共產黨和蘇聯政府對於以新的技術裝備鐵道運輸予以重大的關懷。

黨的第十九次代表大會的指示在第五個五年計劃中要進一步以新的技術方法裝備鐵路運輸。

這些技術的正確運用是運輸的領導者和工程技術工作人員們的重要任務。

廣泛地應用新的、完善的探傷器來檢查鋪設在綫路上的鋼軌對進一步提高列車運行的安全具有重大的意義。但鋼軌接頭部分夾有魚尾板，這一部分的檢查最為困難，因為必須將魚尾板卸下後方能作確實的檢查，而每次裝卸，需要耗費許多時間與勞力。

爲了簡化軌道接頭部分的檢查，全蘇鐵道科學研究所研究出超音波鋼軌探傷器，它在軌綫上的廣泛應用對列車運行的安全及綫路的質量均有所提高。

探傷方面的先進技術人員的工作經驗指出：超音波探傷器除了本身直接用途外，尚能成功地被利用在鋼軌接頭範圍以外作重點的檢查，同樣也可用來確定由別種探傷器試過而未被證實的軌頭內部的暗傷。

例如莫斯科—梁贊鐵道的探傷技術員 Я.Я. 捷尼森科，莫斯科地下鐵道探傷工程師 В.А. 奧里謝夫斯基以及另外一些人很成功地利用超音波探傷器重點地檢查鋼軌的全長。這樣檢查的目的是爲了以精密的檢查來發現其中對列車運行最危險的傷痕。

在這本小冊子內除探傷器一般的敘述外，關於調諧、調節以及用它在綫路上工作的方法亦加以敘述。它可以幫助綫路工作人員們學習探傷器，及其正確使用方法，從而提高列車運行的安全。

研究所所長 И.А. 伊萬諾夫

探傷分組組長 А.Н. 馬特耶夫

1. 概 論

鋼軌在使用過程中，穿透的裂縫，橫的和縱的成層等形狀的傷漸漸在鋼軌接頭魚尾鉗所夾的部分發展起來。這些傷的存在比在魚尾鉗所夾範圍以外的傷對行車安全的威脅更為顯著重大，因為後者可以直接觀察出來，或藉鐵路探傷器檢查出來。

近代在鐵路運輸上所採用的鐵路探傷器不能檢查鋼軌接頭魚尾鉗所夾範圍內的傷。因此鋼軌接頭雖經探傷器通過後仍不能被檢查到。

為了保證列車運行安全採用了兩種方法檢查鋼軌接頭部分：（1）用特製的小錘敲打；（2）拆下魚尾鉗來檢視。

第一種方法在個別的情況下可能找出一些發展嚴重的傷，多半是在軌頭與軌腹連接處的裂縫，這些裂縫是由鋼軌端頭發展起來的。但許多其他的傷却不能被發現出來。

第二種方法是比較可靠的，然而非常麻煩，因為要觀察軌頭必須拆裝魚尾鉗，因而需要很長的時間，因此，用這個方法檢查鋼軌就僅能在列車之間稍長間隔的時間內進行。而且這個方法不能發現在軌頭或軌腹尚未露到表面上的薄的縱或橫的成層狀的傷。並且在螺栓孔旁或軌頭下等處的薄裂縫也有可能被遺漏。這個方法的效果要依檢查人員的經驗和注意力而定。

創造出可靠地檢查鋼軌接頭部分而不需拆除魚尾鉗的探傷器是首要任務之一，這個任務藉超音波而得到解決。超音波的方法能克服所有的困難，可不拆卸魚尾鉗而檢查出軌道接頭部分各種形狀的裂縫和成層狀的傷，這樣就顯著的提高了鋼軌檢查的確實性，並可在勞動力和經費最少的消耗下實行軌道接頭部分經常的檢查。這些已由中央科學研究所超音波探傷器實驗組在一系列的幹綫上工作的結果而得到的證實（就是由УРД—52新型探傷器的工作所證實）。

用這種探傷器可檢查出以下的各種傷：

- （1）在軌頭與軌腹連接地方的裂傷（附錄圖10及70，程式ПУ-3）；
- （2）在軌腹部水平的裂縫（附錄圖12及71）；
- （3）通過螺栓孔的傾斜裂縫（附錄圖11及12）；

(4) 在軌頭及軌底內的縱的或橫的裂縫及成層狀的損傷(附錄圖20, 21, 22, 40)。

檢查出在發展開始階段的裂傷要靠探傷器使用人的經驗和技巧。實驗證明由螺栓孔裂出來的傷, 只要它在軌腹平面內螺栓孔水平軸延長綫上的投影大於10公厘時, 可以用探傷器正確地探出。

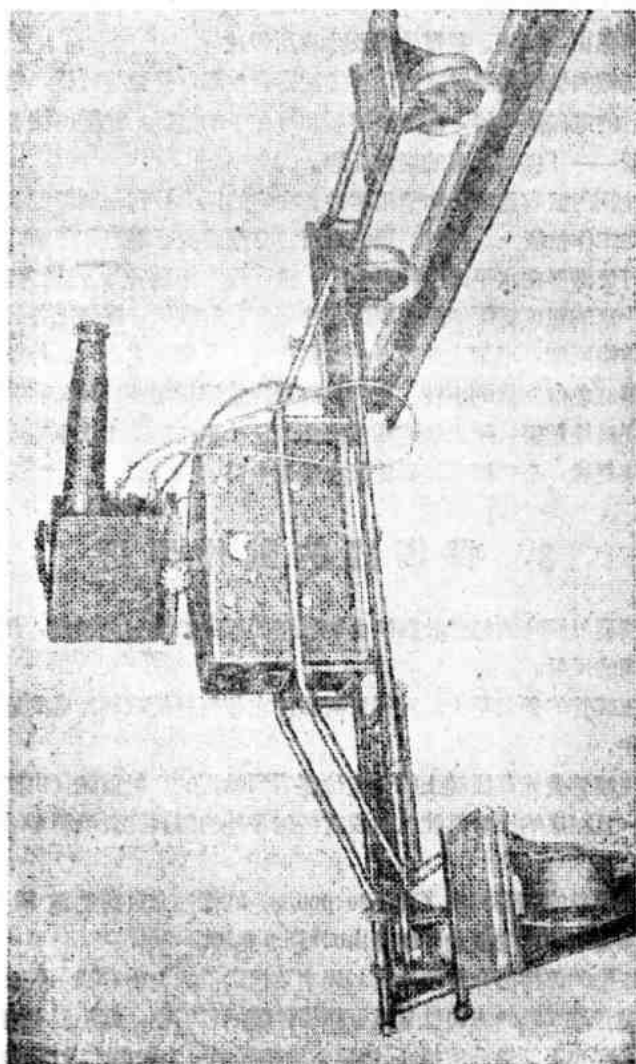


圖1 YPD-52 探傷器的外形

發展開始階段的單面縱裂縫（附錄圖70及71的開始階段）當裂進至軌腹的深度還小於5公厘時，以及在螺栓孔下的傷，探傷器均不能探出。

2. 探傷器的構造

探傷器係由機器箱、蓄電池箱及小車所組成。

在機器箱內裝有高周電脈衝和掃描電壓發生器，信號接收機，陰極線顯示器，振動的電磁斷續器，電源變壓器和可卸下的電纜，電纜連接着一個裝在特殊裝置——「探頭」裏的壓電晶體。

蓄電池箱內裝有蓄電池和備用零件。在它的頂上裝有一個轉盤以便使機器箱安置在工作位置上。蓄電池箱的正面裝有電壓表、電源開關和可變電阻。轉盤可使機器在水平面內轉動 120° ，垂直面內轉動 50° 。

四輪小車的組成爲兩個縱的車架與連接它們的橫架，縱架上各裝有帶滾珠軸承的車輪兩個，車架上並設有座位爲探傷人員乘坐之用，此外並裝有兩個油壺與插紅色信號旗的小柱。車架以薄無縫管焊接而成，構架容易活動的部分以金屬綫條繫緊，架上裝有四個提把以便小車在綫路上上下搬動之用，車輪與車架絕緣，全部探傷機器安裝在橫架中部。

3. 探傷器的動作原理

探傷器發射瞬時的超音波脈衝由鋼軌踏面經過軌腹射到軌底，然後再接收這些脈衝的反射。

在陰極綫管的螢光幕上，可從反射脈衝在相對於橫綫開始處的位置來判斷傷的存在。

在陰極綫管螢光幕橫綫上的一定位置看到軌底的反射信號（由底的最下面回回的）且在底的反射信號以前沒有任何另外的信號就表示鋼軌是完好的。

超過可聽見的聲音周率（高於20,000周）的彈性介質振動波稱爲超音波。金屬探傷所採用的振動周率是由0.8到3兆周。

彈性振動的傳播與介質的性質，周率及振動子的大小有關。例如提高周率就增加超音波振動的方向性且減少繞過障礙的可能性，即加強傷痕的發現。然而周率也不能過分地提高，因爲當周率高到一定程度時，就開始發生了

由金屬結構所引起的干擾。

超音波振動子是採用片狀的壓電晶體，這類晶體的壓電效用是當壓力加到特製的晶體片上時，在它們的面上引起電荷的出現；當拉伸時引起反號電荷的出現。如把電荷加到晶體片的面上可觀察到它的變形，即產生相反的壓電效用。如果把這樣晶體片放到交變電場中則它將與電場同周率而振動。

當着中間有傳聲的接觸時，超音波就可以由壓電晶體片傳入固體內。在塗上液體（油或水）的平滑表面上可以得到良好的傳聲的接觸。液體的作用是爲了排出探頭與被探物之間的空氣，因爲金屬外面如有空氣，則空氣將完全反射加於其上的彈性振動。當用平探頭時壓電晶體片在物質裏造成與波的傳播方向平行的縱波的振動。

用超音波作金屬探傷具有下列的特點：

（1）由於超音波的高速傳播（每秒鐘幾千公尺）當檢查鋼軌時必須只用一段極短的時間近於幾十個兆分秒；

（2）超音波被發射到物體內然後再接收其反射，其間有大的能量損失。

因此接收機必須能接收到比主脈衝弱到十萬倍的信號，並且陰極綫顯示器也應該在主脈衝經過幾十個兆分秒之後把這個信號顯示出來。

4. 探傷器的結構圖及主要部分的用途

超音波探傷器的結構圖如圖2。它是由下列各主要部分所組成：

- （1）高周波電脈衝及掃描電壓發生器；
- （2）壓電晶體片；
- （3）電脈衝接收機；
- （4）陰極綫顯示器；
- （5）電源部分。

高周波電脈衝發生器產生約2.5兆周延續5微秒的衰減振盪。此周率是由壓電晶體片以及與其並連的振盪電路的數據來決定。當電容器經閘流管放電時，壓電晶體片受到激勵。同時，依靠和閘流管陽極相連的電容器 C_{10} 上電荷的增多，掃描電壓也產生了。產生掃描電壓的電容器充電約延續200微秒。

壓電晶體片將脈衝發生器所產生的脈衝電振盪轉變成機械振盪，並傳送它們到被檢查的物品中去。反射回來的機械振盪再作用到壓電晶體片上，又

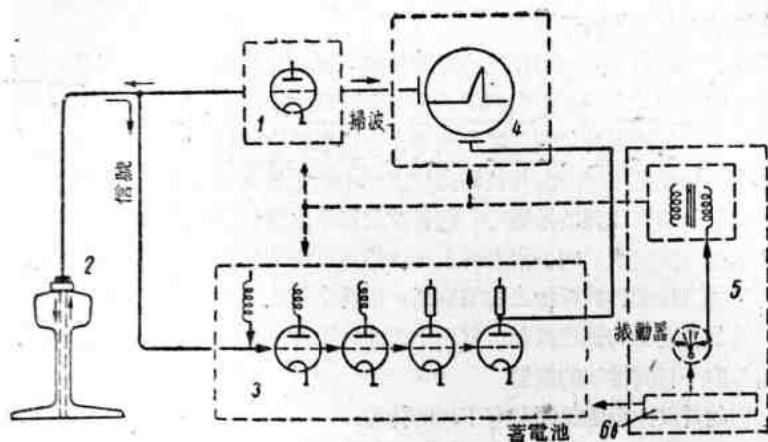


圖 2 探傷器的結構圖：

- 1—脈衝發生器； 2—探頭； 3—接收機；
4—陰極綫顯示器； 5—電源部分。

引起電荷的發生。這些反射回來的機械振盪所引起的電荷與原來的脈衝相類似，但是已大大地減弱了。

電脈衝接收機將接收的電信號放大，並轉變其成為單向的（單一極性的）脈衝。然後，這個信號被傳送到陰極綫管的垂直偏位板上。

由陰極綫顯示器可以看出超音波脈衝在被試物品中通過過程與時間的關係。

電源部分以必需的交直流電壓供給探傷器各部分。

探傷器各個部分間相互作用如下：

由脈衝發生器 1 發生的高周波電脈衝在裝於探頭 2 內的壓電晶體片上激起了超音波的機械振盪。這振盪被引入鋼軌，以大約每秒 5000 公尺的速度從軌頭踏面經軌腹而至鋼軌底部，到達軌底最下面的邊界後，又返回至踏面。反射回來的信號作用在壓電晶體片上，再轉變成電勢。與晶體並連的接收機 3，這時得到了兩個單獨的信號（對時間而言），其中之第一個有很大強度的是發出的主脈衝，而第二個是鋼軌底的反射。由接收機放大並經檢波後的信號進到陰極綫顯示器 4。

陰極綫顯示器螢光幕上光點的位置隨着加到垂直和水平偏位板上的電壓而變。每一個送進接收機並經放大的信號被導至垂直偏位板，所以它只能使光點在垂直方向移動。

採用水平掃描以確定輸入各脈衝的時間間隔，這是由於送一鋸齒形電壓到水平偏位板上而完成的。在這個電壓作用下，當主脈衝發生之瞬間，電子束的光點很快地從右偏移到左面；然後，依掃描電容器 C_{10} 上電荷的累積，較慢地從左移到右面。

光點在螢光幕上移動的速度是這樣選擇的，恰使光點偏移到最右位置所需的時間，等於或稍大於超音波脈衝從軌頭踏面通過鋼軌至軌底的最下面而反射回來所需的時間。當着電子束在兩個相互垂直方向同時受到作用的情形下，也就是短促的信號電壓和延續較長的掃描電壓同時作用到電子束上時，電子束的光點繪出如圖 3 的曲綫。

概括探傷器作用的方式，必需經下列兩種過程。這兩種過程發生於產生試探用的主脈衝和接收從軌底反射脈衝間的一段時間內。

第一個過程包括高周波脈衝的產生，以及藉壓電晶片將其轉變成超音波振盪。這些振盪傳送至被試的物件中，由它自己折回來後再作用到接收機的輸入端。超音波振盪以一束縱彈性振動的形式，傳播到試件的內部；並按光學定律，當在它進行的道路上碰到任何不同類的物質時，就被反射回來。

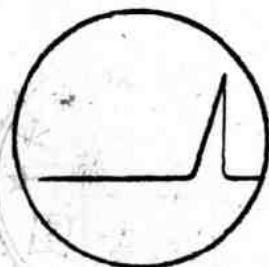


圖 3 底的反射

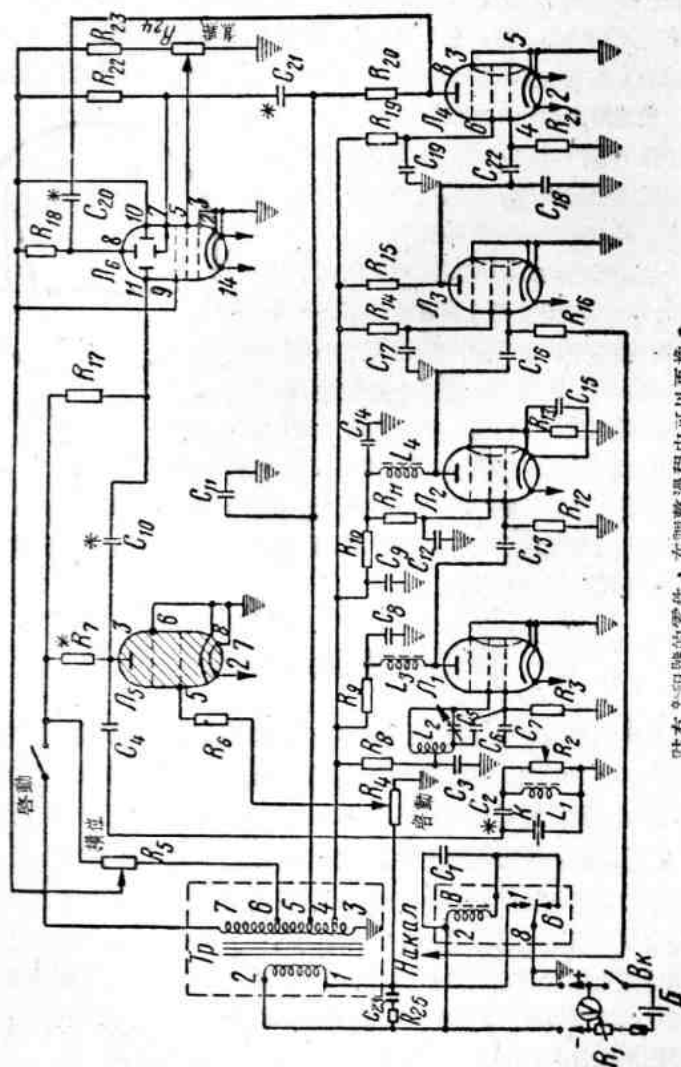
第二個過程是影像的掃描。在陰極綫管中聯合這兩種過程，結果，每一個進到接收機的脈衝隨着它作用於壓電晶片上時間的不同，在水平軸上一定的地方可看出尖峯的形狀。

5. 探傷器各個部分的作用

圖 4 是探傷器的原理（裝置）圖。它的電源是由 6 個容量為 45 安時的鎳鐵蓄電池串連組成的電池組供給。當機器接入電源時，加熱燈絲的電壓加到真空管，而且切斷流經電源變壓器初級綫圈中的直流電的振動器開始動作。當綫路切斷之瞬間，變壓器綫圈中發生時間延續約 $\frac{1}{1000}$ 秒的脈衝。在這時間內和變壓器相當的綫圈抽頭連接的真空管陽極及陰極綫管得到了電源。

只是在變壓器斷路感應電流作用的時間內，才有電源供給陽極電路。但是，這個時間比起超音波經鋼軌傳播的時間長得多，以致可認為下述各部分的作用如同以直流電供給它們時一樣。由機器的脈衝電源所引起的特殊性，主要是屬於陰極綫管的綫路。

高周波電脈衝發生器 發生器由下列元件組成：閘流管（ Π_5 ， $\Gamma\Gamma 2-0.1/1.3$ ），電容器 C_4 ，壓電晶體片 K 和與其並連的由電感 L_1 及電容器 C_2 所組成的振盪電路，並連於振盪電路的可變電阻 R_2 ，閘流管陽極電路內的電阻 R_7 ，連在閘流管控制柵上的可變電阻 R_4 及固定電阻 R_6 。當接上電源時，在電容器 C_4 及約有3700微微法電容量的壓電晶體片 K 上逐漸充積了電荷。



註有*記號的零件，在調整過程中可以更換。

圖 4 探震器的原理圖

當開流管的控制柵達到了點火電壓時，儲存在電容器中的電能經開流管發生放電，這時，在壓電晶體片和與其並連的振盪電路中發生衝擊的脈衝，這脈衝迫使晶體以它固有的諧振周率振盪。振盪電路也是調諧到晶體的固有周率。在這種情況下，壓電晶體片輸出最大強度的機械振盪。

與激起超音波振盪的同時，陰極綫管水平偏位板10及11上受到了掃描電壓，在此電壓的作用下，電子束的光點沿着螢光幕從左偏移到右面。因為這個過程以每秒100次重複着，所以對觀察者而言，在螢光幕上造成了一根固定曲綫的影像（波形圖）。

壓電晶體片 在探傷器中採用特製的鈦酸鋇多晶體的薄片作為壓電晶體片。鈦酸鋇薄片的機械特性和一般陶瓷物品相似，即是：性脆，當打擊或彎曲時易折斷，但能支持住很大的壓力。薄片具有的壓電特性是用高電壓極化而得到的。為了接觸良好，薄片的工作表面鍍上一層銀。工作時為着避免極化喪失，薄片上印有正號(+)的一面應與探頭內壁相連接。為了使超音波能正常的發射，探頭的底的兩面應該很光很淨地加工；並且兩面要平行。在接觸的表面之間應有一薄層油，以排出其中不傳導超音波的空氣。

當激勵電流的周率和壓電晶體片固有的周率一致時，壓電晶體片的機械振盪有最大的強度，壓電晶體片固有的基本諧振周率和超音波在其中傳播的速度以及它的厚度有關。

$$f = \frac{C}{2t}$$

式中 f = 壓電晶體片固有的振盪周率，以周/秒計；

C = 超音波傳播的速度，以公厘/秒計；

t = 壓電晶體片的厚度，以公厘計。

這個關係是由機械諧振的特性而來的。機械諧振發生於振動物體的厚度等於半波波長的情況下。這個關係也可說由下面的等式而來的：

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

式中 λ = 波長。

探頭底的厚度也應該等於半波波長或是它的倍數，不過，這個波長是超音波在採用作為探頭底的金屬內所應有的波長。

電脈衝接收機 接收機由四個真空管組成，該真空管的作用是放大及轉變從晶體輸入的電脈衝，然後，將脈衝送到陰極綫管垂直偏位板7及8上。接收機應具有當發生器發出強大的主脈衝作用在其上之後，能夠迅速恢復自己靈敏度的特性。

爲着這個目的，採用了差周混波器因爲它能改變接收的信號周率到更高的周率，同時還限制了信號的大小。這樣，就可以利用同一個壓電晶體片來發送和接收超音波振盪。接收機的第一個真空管 π_1 就作差周混波的工作。它主要是改變壓電晶體片發生的2.5兆周到較高的中間周率 f_{np} 。因爲用來發射和接收超音波的是一個晶體片，當主脈衝在晶體片上工作時，接收機會發生過負荷，提高周率是迅速消除接收機過負荷的一種方法。在這混波的情形下，只是當信號和本地振盪周率共同作用下才出現中間周率，這中間周率總是隨着信號終止而截止，其間看不出有延遲。本地振盪是按三點法連接真空管控制柵及屢柵的 L_2C_5 振盪電路所形成。 L_2C_5 振盪電路調諧到產生等於信號周率與中周之和的周率的等幅振盪。中周電流從混波管陽極電路的繞圈 L_3 (L_3 是調整這個周率的) 經電容器 C_{13} 傳到次級真空管(中周放大管 π_2)的柵極。真空管 π_2 的柵極以及真空管 π_3 輸入端由數值不大的純電阻 R_{12} 及 R_{16} 與機殼相連， R_{12} 及 R_{16} 是用來增大放大器周率通過的範圍，這樣，使螢光幕上所看到的脈衝的形狀變得更加尖銳。

如所周知，振盪電路有明顯的諧振特性，如果振盪電路引起在它內部脈動的電能損失最小時，它對於諧振周率的振盪有最大的選擇性。這時，激起一個振盪或是衰減一個振盪都進行得較慢，換一句話說，從一種情況過渡到另一種情況的過程需要長一點的時間。例如，調諧在僅僅一個周率(準確說是一個窄的頻帶)的諧振放大器，不會使被放大後的電壓的大小發生很快的變化。這是因爲其振盪電路有電的惰性所致。

只有用上面指出的純電阻並連於振盪電路後，才可能使探傷器中所採用的短刻脈衝經諧振放大器傳送出來。在這情形下，放大器才可放大較寬的周率範圍。放大器通過的周率範圍不應少於500千周。

真空管 π_2 的陽極電路內的電感 L_4 和分佈電容形成了振盪電路，這電路和混波管的陽極電路一樣，也諧振在中周和鄰近中周的周率。真空管 π_2 放大了的中周信號由第三個真空管 π_3 檢波(就是整流)並同時放大，即陽極檢波。檢波後使信號的形狀更適宜於觀察，因爲顯示的綫條大大地明亮了。

在檢波後的信號電壓作用下，陰極綫僅沿着高周脈衝的外圍路徑而移動。如果不檢波，那末在同一時間間隔內，陰極綫必須描出組成脈衝的全部高周振盪，其移動所經的路徑是長得多了。

由檢波管陽極電路中的負荷電阻 R_{15} 及電容器 C_{18} 所得出的短的負的信號，藉電容器 C_{22} 傳到末級真空管 π_4 的柵極，以作最後的放大。經檢波後剩下的組成脈衝的高周電流，和部分穿透過來的本地振盪周率的電流，被旁路電容

器 C_{18} 和對地的分佈電容所短路。

真空管 Π_4 的末級放大保證了在陰極綫管的偏位板上有足夠的電壓。因為僅僅是負的脈衝進到放大管的輸入端，並且不給它的柵極以偏倚電壓，這樣就增大了它的有效功率。用電位器 R_2 來調節接收機的增益，藉它來變化從輸入振盪電路得到而傳至混波管 Π_1 柵極上的電壓的大小。

陰極綫顯示器 用陰極綫管（8П0—29）作為顯示器，它的內部是真空的，當被控制的電子造成一條細的電子束而在高的正電壓作用下打擊到幕上的螢光物質時，就引起了螢光物質發光。調節加到管內各電極上的電壓，能變化螢光幕上光的亮度，並可使光點在螢光幕上移動。

在放射電子的陰極2的外面是電極3，稱為控制柵，它是圓筒形，陰極綫的強度，也就是螢光幕上發光的亮度是隨着加在其上的電位而變。隨後的兩個電極（陽極5和9）能使電子向螢光幕方面加速，並且，當適宜地調整其上的電壓，可使射綫聚焦，以增大光點繪出的亮度。

除了這些電極外，管內還有四個偏位板，在相互垂直方向成對作用於射綫。掃描電壓加在水平偏位板10及11上，使螢光幕上造成了一條水平綫；而接收機輸出的信號電壓則加於垂直偏位板7及8上。

用電位器 R_{24} （焦點）及 R_5 （橫位），可適當地選擇聚焦電壓和掃描綫的水平位置。掃描綫在幕上的地位（按其高低而言）隨着從脈衝電源開始到開流管放電為止的時間間隔而定。如果恰當電源電壓數值升至最大開流管即發生放電，那末掃描綫就沿管面直徑掃開。如果開流管點火較遲，掃描綫就移向上面；因為管內偏位板上電荷分佈是這樣的，當電源電壓下降時，不論水平偏位是否存在，陰極綫均由下向上偏移。（這現象當拔掉開流管時可以看到。）

因為用交流的脈衝作為機器的電源，射綫發生了較慢的偏移，在螢光幕的最右部分造成明亮的綫條。為了消除電源電壓對被看到的

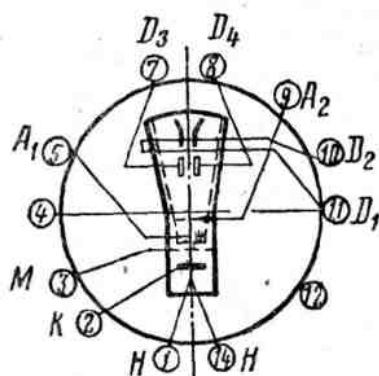


圖5 8П0—29型陰極綫管管座：

- 1和14—燈絲； 2—陰極； 3—控制柵；
- 4—空腳； 5—第一陽極； 6和13—缺位；
- 7—下面的偏位板 D_3 ； 8—下面的偏位板 D_4 ；
- 9—第二陽極； 10—上面的偏位板 D_2 ；
- 11—上面的偏位板 D_1 ； 12—空腳。

信號形狀發生變形的影響，管的垂直偏位板按微分線路和接收機相連，以抵銷電源電壓的變化。電阻 R_{18} ， R_{22} ， R_{20} 以及電容 C_{20} ， C_{21} 都屬於這個作用。

電源部分、探傷器的電源裝置是由蓄電池、電磁振動器及電源變壓器所組成。它能得到各種必需的電壓，與其他的電源裝置（如旋轉變流機、振動轉變器等）比較，有最大的效率。

用脈衝方法作高壓回路的電源，可大大減少電能的消耗，燈絲加熱直接由蓄電池供給，而利用由蓄電池供給變壓器線圈的電流被小型電磁振動器斷路所生的感應電流作為陽極電路的電源。

變壓器初級線圈接入蓄電池的時間，是使在此時間內。電流約增長至穩定值的 80%。此後，線路被切斷，儲存的磁能迅速地降落到零，而建立起約 50 伏的脈衝電壓。

變壓器次級於適當的抽頭處得出下列的峯值電壓：300 及 500 伏作為接收極陽極電路的電源。大約 2000 伏作為陰極線管及閘流管的電源。上述的陽極電壓有脈衝的形狀它的寬度足夠使探傷器中所有部件發生作用。

圖 6 表示波形圖：（1）流經變壓器初級線圈中的脈衝電流；（2）在這個線圈中的電壓（當振動器接點接合時，它是負的，當接點斷開時，它是正的，並且是很快衰減的）；（3）變壓器次級線圈中的電壓。

在每一個電源脈衝的時間內，不但產生了超音波振盪的脈衝，而且還接收了它的反射。因此超音波脈衝每秒發出和接收反射的大數，相當於電源部分中振動器振動的周率（等於 100 周）。

蓄電池可保證工作 18 小時，此後，需再行充電。探傷器配備了兩套 6 ЖН—45 型的蓄電池，有了兩套蓄電池，並適時地充電，可保證探傷器在線路上不間斷地工作。

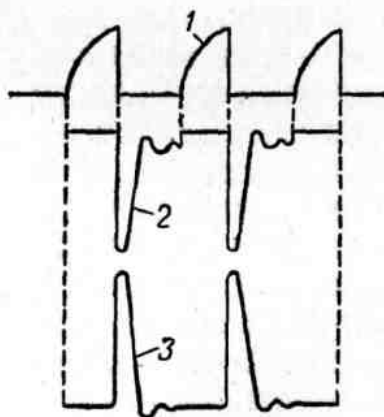


圖 6 電流和電壓的波形圖：

- 1—由蓄電池流出的電流；
- 2—初級線圈內的電壓；
- 3—次級線圈內的電壓。

6. 探傷器連接的步驟 以及其性能的檢查

探傷器依下列順序連接：

1. 將已充好電的蓄電池放在蓄電池箱內，並按其極性，引向電源插座以導線連上。
2. 打開並取下蓋覆着機器正面面板的蓋子。
3. 安裝儀器箱在旋轉裝置上，並固定之。
4. 將帶有探頭的電纜插頭插入位於儀器正面面板的插孔內。
5. 將電門 B_k 放在『關』的位置，電源電壓調節器的手柄轉到極端。當電門放在『關』的位置時，電壓表應該沒有指示。
6. 儀器箱和蓄電池藉電纜相連。當電纜接入機箱和蓄電池箱的插孔時，極性應該正確地連接，極性是由符號(+)和(-)表示的。
7. 將電門 B_k 放在『開』的位置，機箱就接通了電源。
8. 藉變阻器 R_1 和電壓表之助，將工作電壓調至6伏。
9. 真空管燒熱後（經0.5分鐘），調節『啟動』電位器，調到使掃描綫最爲明亮。
10. 正常的掃描綫應該在稍低於螢光幕水平直徑的地方。當掃描綫模糊不清時，可藉『焦點』電位器使其聚焦。
11. 用『橫位』電位器，將掃描綫調到使它的尾端從右面伸出螢光幕之外少許。

攜帶探傷器到綫路上去之前，必須檢查其工作情况以及蓄電池的情況是否良好。檢驗探傷器的靈敏度以及其作用的完好性，可在帶有螺栓孔及軌頭踏面正常的標準鋼軌上進行之。

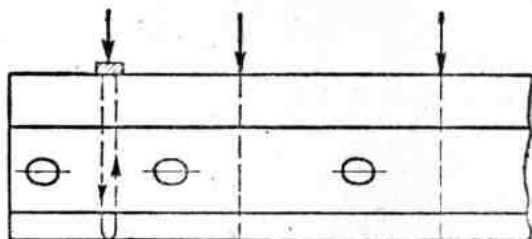


圖7 放置探頭在螺栓孔之外

用下列方式來進行檢驗：

1. 儀器開至工作狀態，轉動『增益』電位器的手柄到最右，使其增益最大。
2. 正在軌腹上方軌頭踏面的中間部分塗上一薄層油。