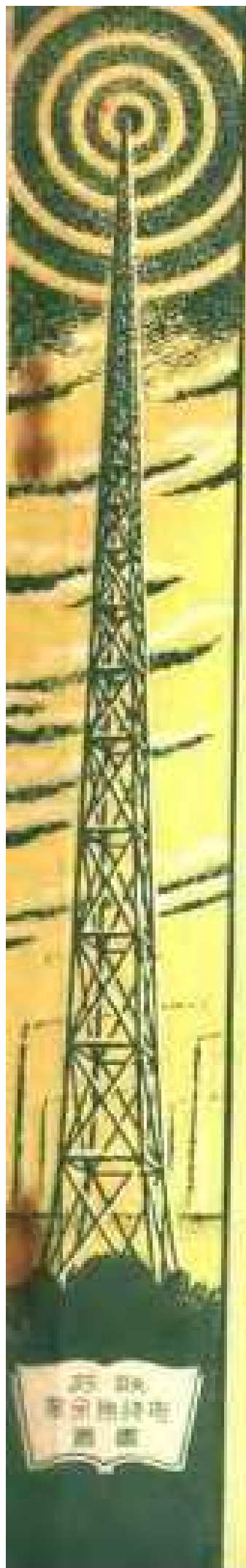


# 業餘 無線電儀器

蘇聯 B. A. 瓦爾塔夫 著

吳 璋 譯

人民郵電出版社



蘇聯  
業餘無線電  
儀器

# 業餘無線電儀器

蘇聯 B·A·奧爾洛夫 編

張 曙 譯

人民郵電出版社

## 本書內容提要

這本小冊子敘述了幾種自製的測量儀器，包括：(1)萬用電表，(2)射頻振盪器，(3)正弦波和方形波的音頻振盪器，(4)陰極射線示波器。

這裏不僅介紹儀器的線路和結構，而且分析儀器每一部份的工作原理。

## 業餘無線電儀器

---

原編者：蘇聯 B. A. 奧爾洛夫  
譯者：張曙  
出版者：人民郵電出版社  
北京東四區6條13號  
印刷者：郵電部供應局瀋陽印刷廠  
發行者：新華書店

---

1956年2月瀋陽第一版第二次印刷 4,001—7,500 冊  
787×1092  $\frac{1}{32}$  37頁印張2 $\frac{1}{2}$  字數41,000字定價0.35元

★北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四八號★

## 原 序

蘇聯共產黨和蘇聯政府對於在羣衆中發展和傳播無線電技術知識非常重視。在蘇聯廣泛地建立了無線電俱樂部和無線電小組的分佈網。結果便大大地提高了無線電業餘家的理論和技術水平。

今天，蘇聯無線電業餘事業已經發展到一新階段，就是業餘者已能完成一些複雜裝置。假如沒有一套完整的測量儀器來校正，便會感到非常困難，因此測量儀器不僅開始在無線電小組和熟練的業餘家中間流傳，就是在剛踏上自己創作道路的業餘家中間，也越來越廣地傳播着。

爲了裝置和很好地校正品質優良的無線電收音機、電視接收機和錄音機，就需要一系列的儀器，其中一部份，例如萬用電表、射頻振盪器、音頻振盪器等是特別首要的儀器。另一部份例如Q表（註：Q表已列入本社叢書「無線電製作資料」第一集，本譯本已刪去）。陰極射線示波器，以及其他校對無線電線路的儀器等，就比較次要。它們大大地保證和縮短了無線電機件裝置和校整的過程。

這本小冊子敘述了幾種自製的測量儀器，包括了儀器的線路、工作原理和結構。

希望裝置這些儀器的同志們，必須牢記下列一些必要的條件。遵守這些條件在自製儀器時將會有很大益處。

(1) 必須小心地裝置和校整所有的儀器。不要隨意簡化儀器或降低它的價格。這些沒有基礎的簡化會嚴重地降低儀器的準確度。在初期你也許不覺得這種措施的影響，但在將來隨着你的技術程度的增長，你將不自主地要求提高測量準確度，因而又要改裝儀器。

(2) 所有標度應具有劃分清楚的黑紋，標以鮮明的紅色數字。過多地加紅色標度將會使你看不清標度，甚至在測量中造成錯誤。所有引出面板的旋鈕應有着適當的標註。

(3) 必須切實地熟悉這些儀器的性能，知道它的準確度，並應在校準後經常校對。記牢，假如熟悉並能校準的話，甚至用簡陋的儀器也能進行精確的測量。

這本小冊的任務不僅是敘述測量儀器結構，而且包括訓練在無線電業餘者分析儀器每一部份的工作原理。自覺地去裝置業餘實驗室的儀器，也就是訓練正確地和大胆地創造業餘設計各種型式的基礎。這個任務作者已完成一部份，留下來的讓讀者來完成吧！

作者準備接受所有的指示和嚴格的批評。

B.A. 奧爾洛夫

# 目 錄

原 序	1
第一章 萬用電表	1
1.1 線路	2
1.2 結構與裝置	17
1.3 校整與刻度	17
1.4 使用法	20
第二章 射頻振盪器	23
2.1 線路	24
2.2 裝置、校整和刻度	29
第三章 正弦波和方形波的音頻振盪器	35
3.1 工作原理	36
3.2 線路	41
3.3 裝置、校整和刻度	45
第四章 陰極射線示波器	52
4.1 線路	53
4.2 裝置和校整	59
4.3 使用法	64

# 第一章

## 萬用電表

本文所述的儀器可用以測量直流電壓、交流電壓、固定電阻和電容器以及直流電流。

線路中採用了真空管測量電橋，因此顯著地提高了測量直流電壓時輸入端的電阻。此外還擴大了它的頻率特性，使適合於測量超高頻的交流電流。

用這架萬用電表可以測量：

(1) 在 0.05 伏至 10000 伏範圍內的直流電壓。測量範圍有七檔標度：3—10—30—100—300—1000—3000 伏。電壓表輸入端的電阻在各檔標度均為 11 兆歐。

測量 10000 伏直流電壓時，須用 1000 伏特的標度，並附加一 90 兆歐的額外電阻器。

(2) 電壓在 0.05 伏至 1000 伏，頻率在 20 週至 100 兆週範圍內的交流電壓。電表共有六檔標度：3—10—30—100—300—1000 伏。電壓表輸入端的電阻足夠測量 100 兆週的電壓。

(3) 在 0.5 歐至 200 兆歐範圍內的電阻。電阻表共有七檔標度：基本標度是 0 至 200 歐（10 歐的數值位於標度中央），其

他六檔標度爲基本標度  $\times 10$ ,  $\times 10^2$ ,  $\times 10^3$ ,  $\times 10^4$ ,  $\times 10^5$ ,  $\times 10^6$ 。測量低電阻(小於 1 歐)時,最大電流不超過 300 毫安。

(4) 在 50 微微法至 1000 微法範圍內的電容。共有七檔標度,其分法將於下文中述及。

(5) 在 10 微安至 1 安範圍內的直流電流。共有四檔標度: 0—1 毫安, 0—10 毫安, 0—0.1 安, 0—1 安。

在進行交流電壓標度的刻劃時,要能在最高諧波的頻率不超過 100 兆週的條件下,測量正弦電壓的平均值、有效值和各種波形的峯值。

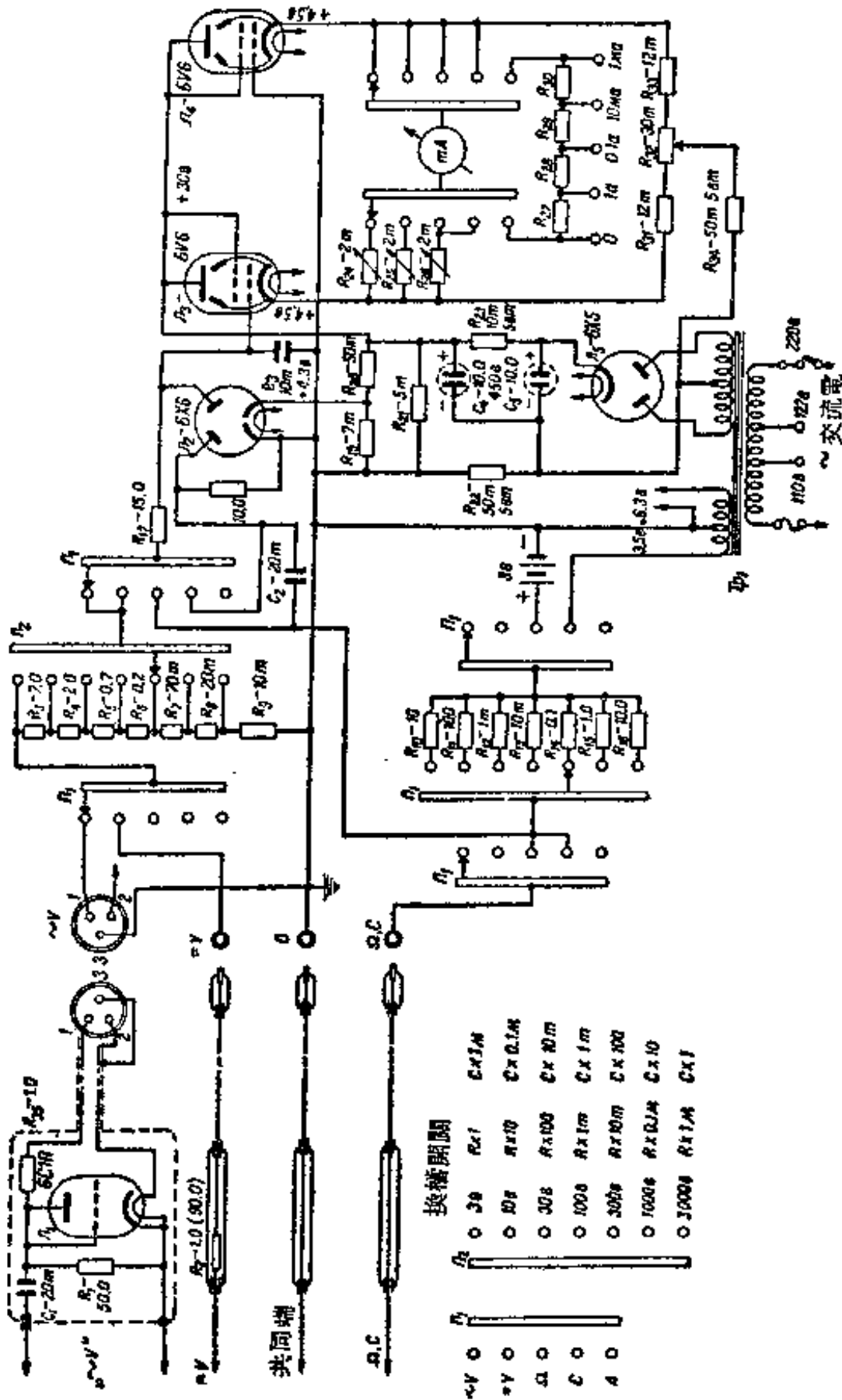
在上述範圍內,各種測量的準確度是  $\pm 5\%$ 。

運用面板上的電阻器  $R_{52}$  的旋鈕,可使電表指針停在標度中央。在這種情況之下,可以不要改變測量棒的位置而測量正的和負的直流電壓。例如在校整調頻收音機的鑑頻器時,這就是非常方便的。

### 1.1 線 路

萬用電表的線路圖如圖一所示。這只萬用電表由下列基本部份組成:(1) 橋式線路的直流電壓表(在各標度中,當真空管  $M_3$  柵極上輸入電壓爲 +3 伏時,電表指針指滿度),及二極管整流器;(2) 測量交直流電壓的普通分壓回路;(3) 電阻及電容測量線路中的附加電阻器;(4) 毫安電流表的各種分流器及三伏特電池。現在將在各種測量中,電表的工作原理敘述如下:



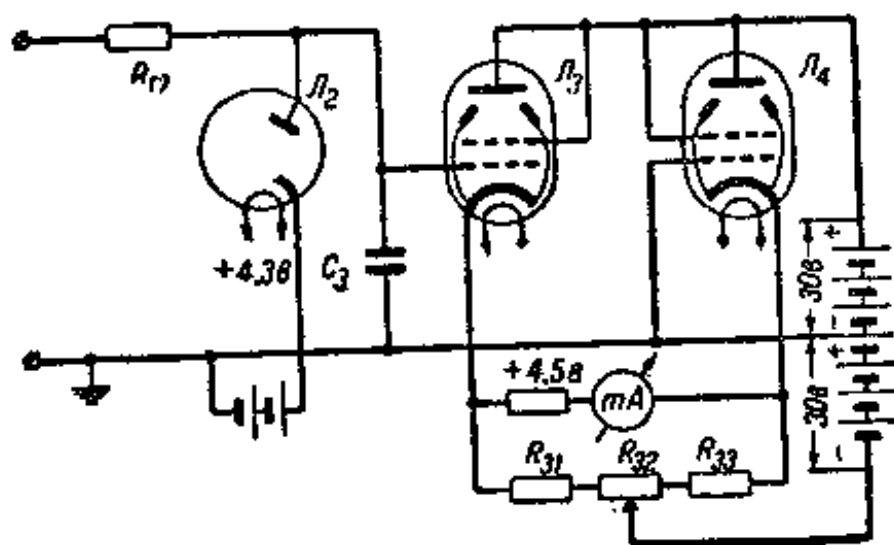


圖一 萬用電表的線路(電阻器 $R_2 = 90$ 兆歐放在測量10000伏電壓的測量棒中,由三個30兆歐的電阻器串聯而成)。

測量電橋 測量電橋(圖二)是由二隻 6V6 真空管和真空管陰極回路中的電阻器  $R_{31}$  和  $R_{33}$  所組成(並與可變電阻器  $R_{32}$  串連)。電阻器  $R_{32}$  是用以平衡電橋的,也就是調節電表指針到零點。在必要時,電橋也可以成爲不平衡狀態,而電表指針被  $R_{32}$  調節到標度的中央。採用真空管 6V6 的原因是由於牠的屏極電流較小,作爲陰極輸出器(註一)時,其頻率響應曲線有很好的直線性。真空管 6Φ6 (6F6) 的特性就差一些。

真空管  $J_3$  和  $J_4$  的柵極與底板間的電位差,即兩個真空管的柵極上的負偏壓是 -4.5 伏。

橋式線路很適合於應用各種指針式的儀器——電表,電表的最大電流標度等於或小於 1 毫安。這裏如採用蘇聯出品的 IT 式電表就非常適合。這類指針式的 150 微安電流表會應用在 TT-1 試驗器和 BK-2 電壓表中,它具有高的準確度和穩定度



圖二 測量電橋的線路。

以及複雜而明顯的標度。

毫安電流表和串聯的可變電阻器  $R_{21}$ 、 $R_{23}$  和  $R_{26}$ ，接在電橋的對角線上——即真空管  $J_3$  和  $J_4$  陰極間。被測量的電壓接到真空管  $J_3$  的控制柵極上(真空管  $J_4$  的柵極接地)。真空管  $J_3$  控制柵極上負偏壓的變化，引起真空管  $J_3$  的屏極電流的變化，改變了真空管的內部電阻，因而就有電流流過測量電橋的對角線——毫安電流表，其數值與接入的電壓成比例。

接入的電壓與底板間的電位差如不超過  $+4.5$  伏便無問題。假使真空管  $J_3$  柵極上的電壓超過  $+4.5$  伏，則在柵極回路中就有柵極電流，能完全改變真空管的工作特性。為了不使真空管  $J_3$  柵極上的電壓超過  $+4.3$  伏，需在線路中安置真空管  $J_2$ ，即 6X6，從分壓電阻器  $R_{19}$  和  $R_{20}$  將  $+4.3$  伏電壓輸至 6X6 一個陰極。假使此電壓超過上述的數值時，則真空管  $J_2$  便成通路，因此在  $R_{17}$  上發生一電位降，以限制在真空管  $J_3$  柵極上的電壓值。

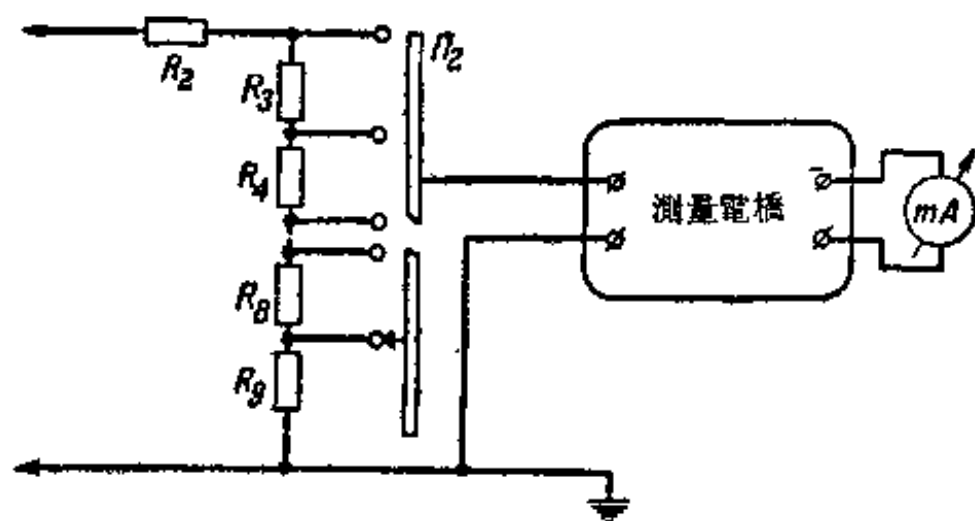
假使柵極得到絕對值大於  $4.5$  伏的負電位，真空管  $J_3$  就會斷流。因此上限被真空管  $J_2$  的作用所限制，而下限便是真空管  $J_3$  的斷流。偏轉電壓的工作範圍可以在  $\pm 3$  伏的左右選擇，恰好使電表指針指滿度。這種範圍也可以參攷真空管  $J_3$  特性曲線的直線部分來選擇。真空管特性曲線極小的非線性，如不超過  $3\%$  的話，在校整時也可以不影響儀器的標度。

這架儀器允許極短時間的過荷。因為輸到真空管  $J_3$  柵極上的直流電壓不超出從  $+4.3$  到  $-4.5$  伏的範圍，在電橋對角線

中的電流也就自動的被限制了。因此極大的過荷(1.5倍)對於電磁儀器來講是沒有多大危險的。

**電壓表** 直流電壓表的線路如圖三所示。在換檔開關  $H_2$  關閉時電阻器  $R_{17}$  減少了真空管  $J_3$  的柵漏電阻的變化，同時也避免了從某一檔標度換到另一檔標度時的零位調節。當電阻器  $R_{17}$  是 15 兆歐時，即使柵漏電阻從 25 兆歐變為 15 兆歐，實際上並不影響儀器的零位。必須附帶說明，當換檔開關  $H_1$ 、 $H_2$  和真空管  $J_2$  和  $J_3$  的管座絕緣電阻較小時，電表的指針却可能離開零位。因此無論是換檔開關，或是真空管管座，都應採用品質優良的，最好是瓷質的。

電阻器  $R_{17}$  在測量交流電壓時還是一只濾波電阻器。因為被測量的交流電壓須經真空管  $J_1$  整流，並經濾波，取得直流，再輸入真空管  $J_3$  的柵極。真空管  $J_1$  輸出端上獲得的脈狀電壓，是由  $R_{17}$  和  $C_3$  組成的濾波器來濾波的。



圖三 直流電壓表的線路。

應注意， $R_{17}$  的數值不是嚴格固定在 15 兆歐的，而可以在 10 兆歐到 15 兆歐的範圍中選擇。

除此而外，當換檔開關  $\Pi_1$  放在測量 [ 直流電壓 ] 的位置時，例如測量放大級的屏極電壓時，電容器  $C_3$  還防止可能的交流部份侵入真空管  $\mathcal{A}_3$  的柵極回路。因此電容器  $C_3$  應具有良好的絕緣，最好用雲母電容器，直接將它鉗在真空管管座的鉗腳上。

電阻器  $R_2$  裝在測量棒中，儘可能地靠近末端。當在振盪真空管或射頻真空管的柵極上測量直流電壓時，這電阻器防止高頻回路受測量棒導線電容的影響。但必需明白，用電阻器保護測量棒尖端，僅在測量直流電壓時應用。

在線路中應採用較靈敏的電表，例如 150 微安表，不過需要相配合地增加串聯的標準電阻器  $R_{21}$ 、 $R_{25}$  和  $R_{26}$  的數值(註二)，其數值可由下列公式計算之：

$$R = \frac{U_x}{I_n} = \frac{1.5}{I_n} \quad (1)$$

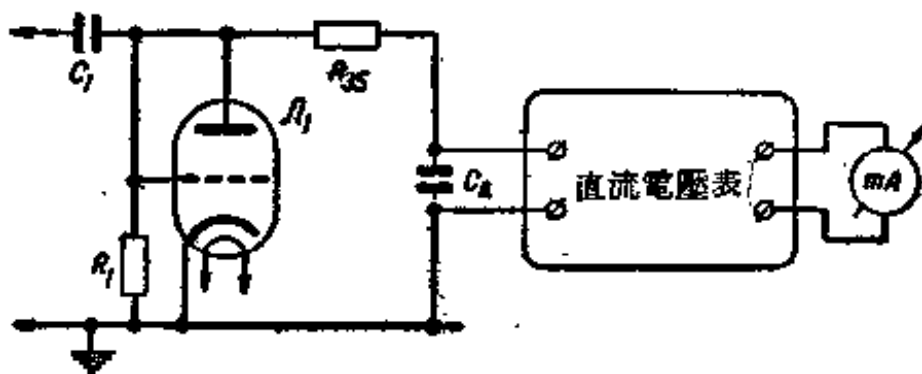
其中  $I_n$  是滿度時的電流，單位以安培計算。 $U_x$  是當真空管  $\mathcal{A}_3$  柵極上電壓為 3 伏時，電橋對角線上的電壓（這時真空管  $\mathcal{A}_3$  可認為放大倍數  $K$  是 0.5 的陰極輸出器）。

我們不推薦採用較差的電表，因為在這種情況下很容易破壞刻度的直線性。

分壓電阻器（電阻表回路中的其他電阻器也一樣）不應與線路圖上所示的標準數值相差 1%。儀器的準確度決定於這些電

阻器的準確度，因此這些電阻器應採用耐久的，不隨時間而改變自己數值的電阻器，最好採用 BC 型一瓦特的電阻器（譯註：這是蘇聯程式）。這可選擇兩個適當數值的電阻器，並配合電阻誤差：第一個電阻器的數值最好採用較標準值小 3—5%（但測量準確度應達 0.5%），而第二個電阻器的選擇應使二電阻器的總和數值達到標準誤差，即  $\pm 1\%$  的誤差。

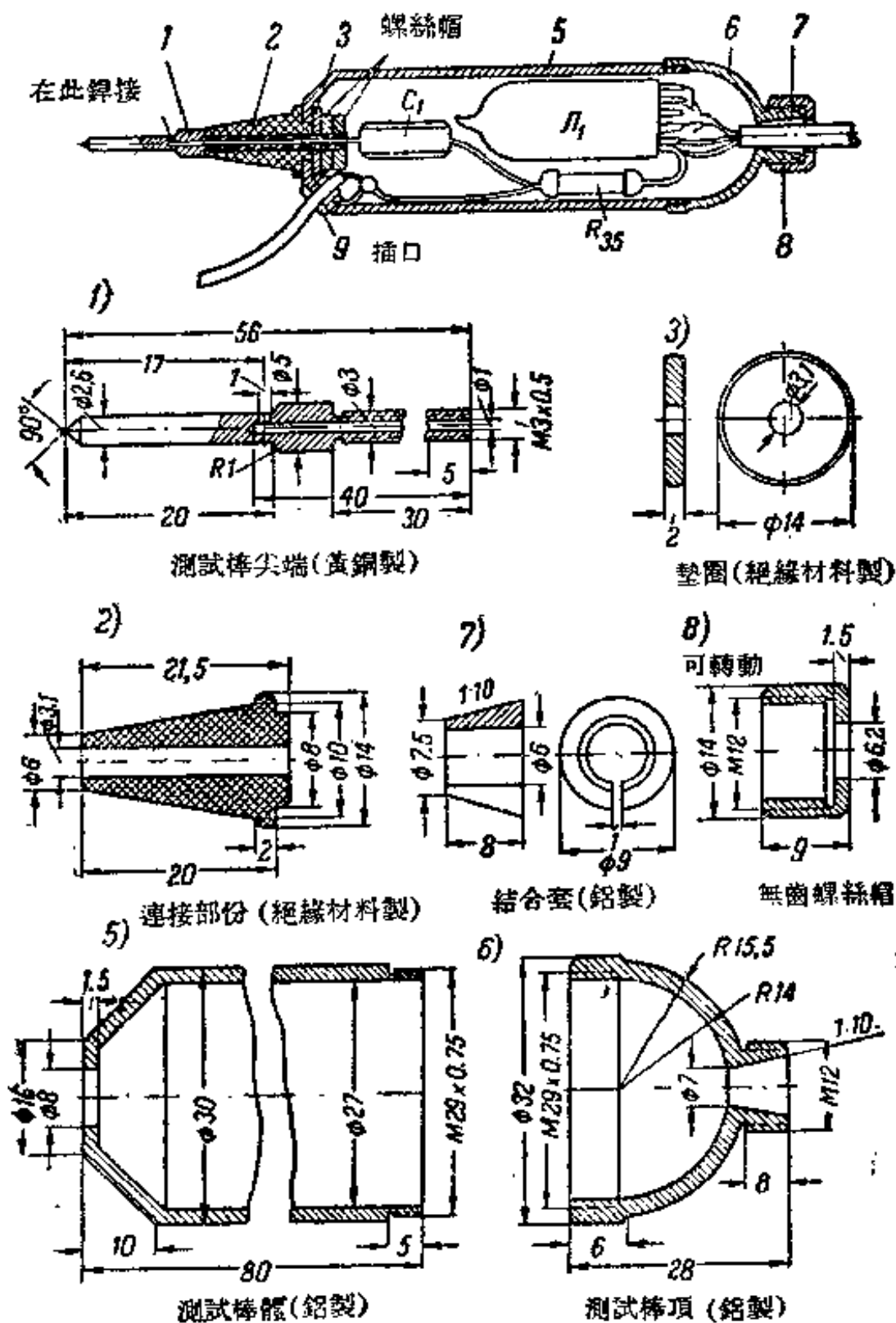
**交流電壓表** 交流電壓表線路（圖四）中的真空管  $\Pi_1$  與測試棒串接。測試棒的結構如圖五所示。真空管可以用 6K1П、6C1Ж 和 6K1Ж（將所有柵極與屏極相連）代替 6C1П，也可以採用 EA—50、9004 或 Д1Д。測試棒的接線應儘量的短，也可以直接將導線鐸到管腳上，因為這樣在測量射頻時（高於  $10^5$  週），準確度起來可以大大地提高起來。真空管管座最好由優良的絕緣材料製成。



圖四 交流電壓表的線路。

選擇  $C_1$  和  $R_1$  的數值時，必需符合下列原則。

測量低頻率交流電時，如使測量誤差不超過 1%，必需適合下列條件：



圖五 測量交流電壓的測試棒。

$$f C_1 R_1 \geq 10$$

其中  $f$  是最低頻率(週);  $C_1$  是電容(法);  $R_1$  是電阻(歐)。

電阻器  $R_{85}$  有兩個功用: 第一, 它與導線的電容和電表輸入端的電容, 構成濾波器的第一部份, 可以防止整流後電壓的交流部份輸入真空管  $J_1$  的柵極(計三)。第二, 它減小測試棒的輸入電容, 將真空管  $J_1$  的輸入電容與儀器接線的電容隔開。

照線路圖中所示的電阻器及電容器的數值, 在 20 兆週到 100 兆週範圍內, 測量誤差不超過 5%。

當測量交流電壓時, 電壓表將經常指示一些電壓, 在正常情況下約達 0.3—0.4 伏, 甚至在拆除測試棒時也存在。這是由於真空管陰極發射電子的初熱速度而產生的電流, 通過二極管輸至真空管  $J_1$  的屏極。

這「零位」電流輸到電阻器  $R_1$  就使電表的指針轉動。

(1) 通常從電壓表的讀數中除去「零位」電壓, 即

$$U = U_n - U_0 \quad (2)$$

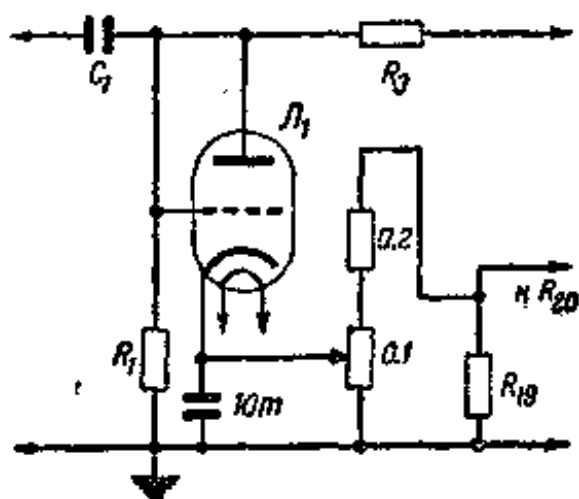
其中  $U$  是真實電壓;  $U_n$  是指示電壓;  $U_0$  是「零位」電壓(在各測量檔上的數值都相同。)

(2) 在除去測試棒尖端時, 在各檔調節電表指針的「零位調節器」(實際上這僅需在 3 和 10 伏二檔進行)。

(3) 最後, 零位電壓還可以用線路來平衡掉, 即從分壓電阻器上接一電壓到真空管  $J_1$  的陰極, 這電壓應與「零位」電壓相等而相反。這類補償線路之一式可如圖六所示。



電阻表 當換檔開關旋到測量電阻的位置 [Ω] 時，實際上就是用直流電壓表進行測量 (圖七)。電壓表所測量的是被測量的電阻器  $R_x$  從 3 伏電池上所分得的電壓。未知電阻器是與電阻表回路中電阻器  $R_{10}$  到  $R_{16}$  的任何一個串聯，再跨於電池。被測量電阻器的數值，可從電表的標度直接讀出歐姆數。

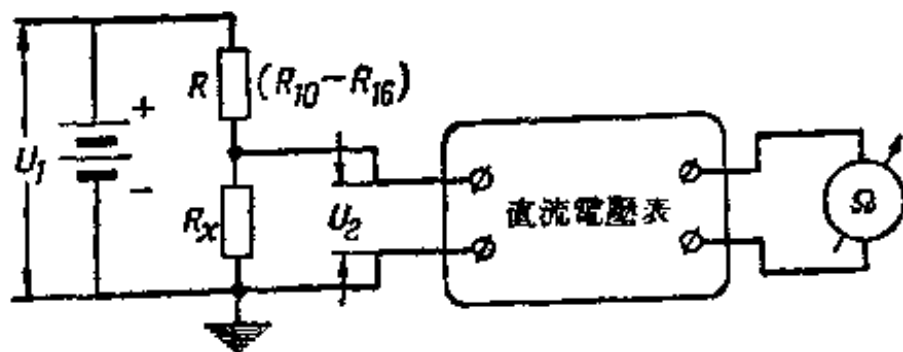


圖六 補償線路。

按圖七上符號：

$$\frac{U_2}{U_1} = \alpha = \frac{R_x}{R + R_x} \quad (3)$$

$\alpha$  的定值 (1, 2, 3, ……9, 10, 15, 20, 30, ……90, 100, 200, ……至 1000) 是用來刻度並計算  $U_2$  的，可按 (3) 式令  $U_1 = 3$  伏， $R = 10$  歐 (對基本標度檔而言) 求得。超過 1000 以上的標度可以不刻於表面上。



圖七 電阻表的線路。

表一 電阻表面的 $\alpha$ 值。

$R$ , 歐	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
$\alpha$	0	0.048	0.091	0.130	0.167	0.200	0.231	0.259	0.286	0.316	0.333
$R$ , 歐	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	
$\alpha$	0.354	0.375	0.394	0.412	0.428	0.444	0.459	0.473	0.487	0.500	
$R$ , 歐	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	
$\alpha$	0.523	0.546	0.565	0.583	0.600	0.615	0.629	0.643	0.655	0.667	
$R$ , 歐	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50	55	60	65	70	
$\alpha$	0.714	0.750	0.777	0.800	0.818	0.833	0.846	0.857	0.868	0.875	
$R$ , 歐	80	90	100	150	200	300	400	500	1000	$\infty$	
$\alpha$	0.889	0.900	0.909	0.938	0.953	0.968	0.976	0.980	0.990	1.000	

電阻表面刻度的方法很多，可以用十分刻度儀的一般刻度方法，或利用誤差達1%的已知電阻的電阻器。這種刻度方法僅能在整個儀器全部接線竣工以後才能進行。

電阻器 $R_{10}$ 到 $R_{16}$ 各差十倍，所以基本標度檔以上的各檔也應是基本標度檔的十倍、百倍等。這在電容測量時同樣適合。3伏特電池可用兩個一伏半的乾電池串聯。電池的內阻應甚小，以提高測量低電阻時的準確度，因為乾電池的內阻與 $R$ 是串聯的。

使用電阻表時必需注意乾電池的質量，並時常用同一個3

至 5 歐姆的電阻器來作校正。假使電阻表所指示的數值較標準值大一些，這表示乾電池放電快完了，有換新的必要。

由於電壓表的輸入端電阻與被測量的電阻是並聯的，要減少在測量高電阻時的誤差（超過 200 兆歐），必需使輸入端電阻高於被測電阻器數倍。輸入端電阻是由電容器  $C_3$  的漏電電阻、真空管  $J_3$  管座的電阻以及換檔開關的絕緣電阻相加而成。因此，我們必需採用品質優良的管座和換檔開關，而電容器  $C_3$  應採用漏電很小的。

**電容測量器** 電容測量器利用交流電壓表。交流電壓表指示輸到被測電容器上的交流電壓。已知電阻  $R$  及未知電抗  $Z_c$  的回路由電源變壓器  $Tp_1$  的 3.5 伏線圈供給電壓。

真空管  $J_2$  左邊的二極部份作為交流電壓整流器。整流和濾波後的電壓輸至真空管  $J_3$  的柵極。

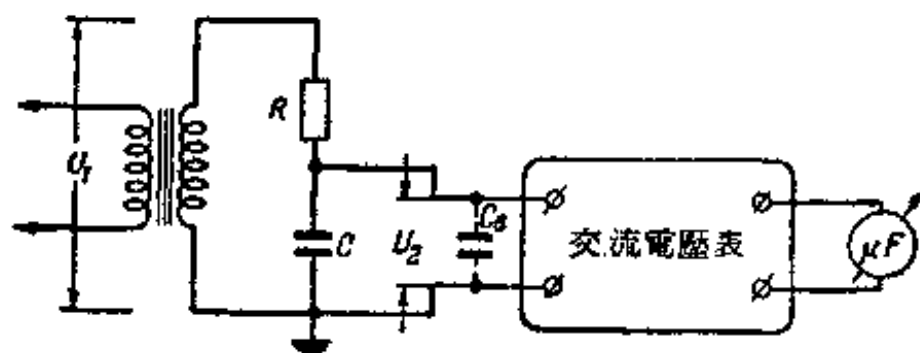
在未知電抗  $Z_c$  兩端測量電壓的情況下（圖八），存在着下列關係：

$$\frac{U_2}{U_1} = \alpha = \frac{Z_c}{\sqrt{Z_c^2 + R^2}} \quad (4)$$

指示標度可以直接按微微法或微法刻出。在刻度時可以用公式

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + (318 RC)^2}} \quad (5)$$

其中  $\alpha$  以滿度為 1 的小數； $R$  是串聯電阻器（歐）； $C$  是被測的



圖八 電容測量器的線路。

電容值(法)。

對於各種  $C$  和  $R$  (註四) 的  $\alpha$  值如表一及表二所示。

表二 電容刻度的  $\alpha$  值。

$C$ , 微微法	0	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
$\alpha$	1.000	0.988	0.954	0.903	0.844	0.723	0.619	0.534
$C$ , 微微法	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	15.0	20.0	30.0
$\alpha$	0.463	0.408	0.366	0.336	0.300	0.205	0.155	0.104
$C$ , 微微法	40.0	50.0	70.0	100.0	200.0	300.0		
$\alpha$	0.078	0.062	0.045	0.031	0.016	0.010		

在標度「 $C$ 」上註以下列電容值: 0, 1, 2, …… 9, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 300。

這種刻度法僅適合於六個標度檔。測量最小電容值的第七檔, 如用這種刻度法, 將有一些誤差。照圖八所示, 這誤差是由電表本身的電容  $C_0$  並聯作用造成。因此測量較小的電容時, 應從電表指示的數值中減去電表本身的電容數值。電表本身的電

容數值可用下述方法求得：換檔開關先旋在第六檔，校正電表的零位，再將換檔開關擲於最末的一檔，即第七檔，指示器的指針將有些偏轉，指示某微微法數值的電容，這數就是電表本身的電容。

裝置儀器時必需要使接線電容減到最小。通常接線電容約可達 50—70 微微法。

測量電容器的電容時，也必需致慮到漏電的有效電阻。我們必需先用直流測量這電阻，假使它與測得的容抗相差不大的話，則必需適當地校正測量結果。校正公式如下：

$$C = \frac{R - Z_c}{318RZ_c} = \frac{1}{318Z_c} \left( 1 - \frac{Z_c}{R} \right) \quad (6)$$

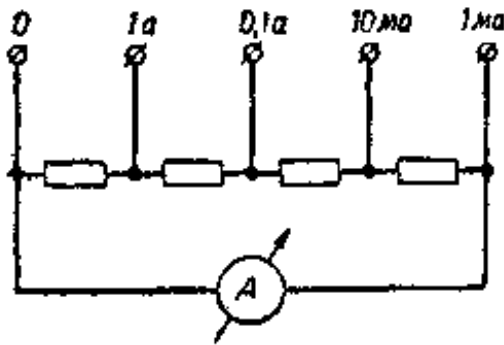
其中  $Z_c$  和  $R$  是在交流和直流上所測得電容器的容抗和電阻，統按電阻標度計算。假使  $R$  大於  $Z_c$  百倍以上，測量所得電容偏高方面的誤差將小於 1%。求得  $R$  和  $Z_c$  後，也可以按下列公式決定電容器在 50 週的耗損正切角：

$$\tan \delta = \frac{1}{Q} = \frac{R}{Z_c} \quad (7)$$

其中  $Q$  是電容器的  $Q$  值，在任何頻率  $\omega$  時， $\tan \delta = \omega C R$ 。

電流表 爲了測量直流電流，毫安電流表與真空管線路隔離，單獨成爲普通帶有分流器的多檔電流表。電流表的線路如圖九所示，分流電阻器  $R_{27}-R_{30}$  決定於毫安電流表的內阻及其靈敏度，可按一般公式計算，或用實驗的方法來決定。在選擇分

流電阻器的質料時，同樣需要估計它對斷路的可能性。要免去斷路的可能，最好用錳鎳銅合金線來製成分流電阻器。



圖九 電流表的線路。

在一般業餘製作中，很少測量電源和音頻交流電流，所以不須裝置交流電流表。測量射頻電流僅能使用熱電或熱偶儀器，而這類儀器以分別裝置比較適當。

**整流器** 在這個儀器裏可以採用能在 300 伏電壓時供給電流 20 毫安的任何整流裝置。在我們的線路中，整流管是全波熱陰極真空管 6X5。

穩定電阻器  $R_{21}$ 、 $R_{22}$  和  $R_{23}$  的數值應能使真空管  $J_3$  和  $J_4$  的屏極電位較底板高 +30 伏。真空管  $J_3$  和  $J_4$  的陰極經過電阻回路接到一點，這點對底板的電位差是 -270 伏。變更電阻器  $R_{22}$  和  $R_{21}$  的數值，可使真空管  $J_3$  和  $J_4$  的陰極電位較底板的電位高 4.5 伏。

適當地選擇電阻器  $R_{19}$  和  $R_{20}$ ，使真空管  $J_2$  陰極電位較底板電位高 4.3 伏。這些電阻器可以用 50,000 到 100,000 歐姆的可變電阻器來代替。

這具儀器所需要的屏極電流不高，且接入電橋臂中的真空管  $J_3$  和  $J_4$  有自動地補償屏極電壓的變化，所以採用由電阻器  $R_{23}$  及電容器  $C_4$  和  $C_5$  組成的簡單濾波器，就能得到必要的濾波效果。

萬用電表的電源變壓器的數值如下：

鐵心以 II<sup>r</sup>-22 號矽鋼片疊厚 30 公厘。初級線圈以直徑 0.3 公厘的漆包線繞 1100 + 170 + 970 圈。高壓線圈以直徑 0.1 公厘的漆包線繞 2500 + 2500 圈。絲極線圈以直徑 0.9 公厘的漆包線繞 63 圈。整流管的絲極線圈以直徑 0.55 公厘的漆包線繞 63 圈。電容測量器交流電源的線圈用直徑 0.9 公厘的漆包線繞 35 圈。

## 1.2 結構與裝置

萬用電表的面板如圖十所示，底板上另件佈置如圖十一所示。在面板上引出了換檔開關的旋鈕  $H_1$  和  $H_2$ 、電源開關  $H_3$ 、電阻器  $R_{26}$  和  $R_{32}$  的旋鈕、指針式的電表、測試棒和測量高頻的插口，以及這架儀器接入市電的訊號燈。

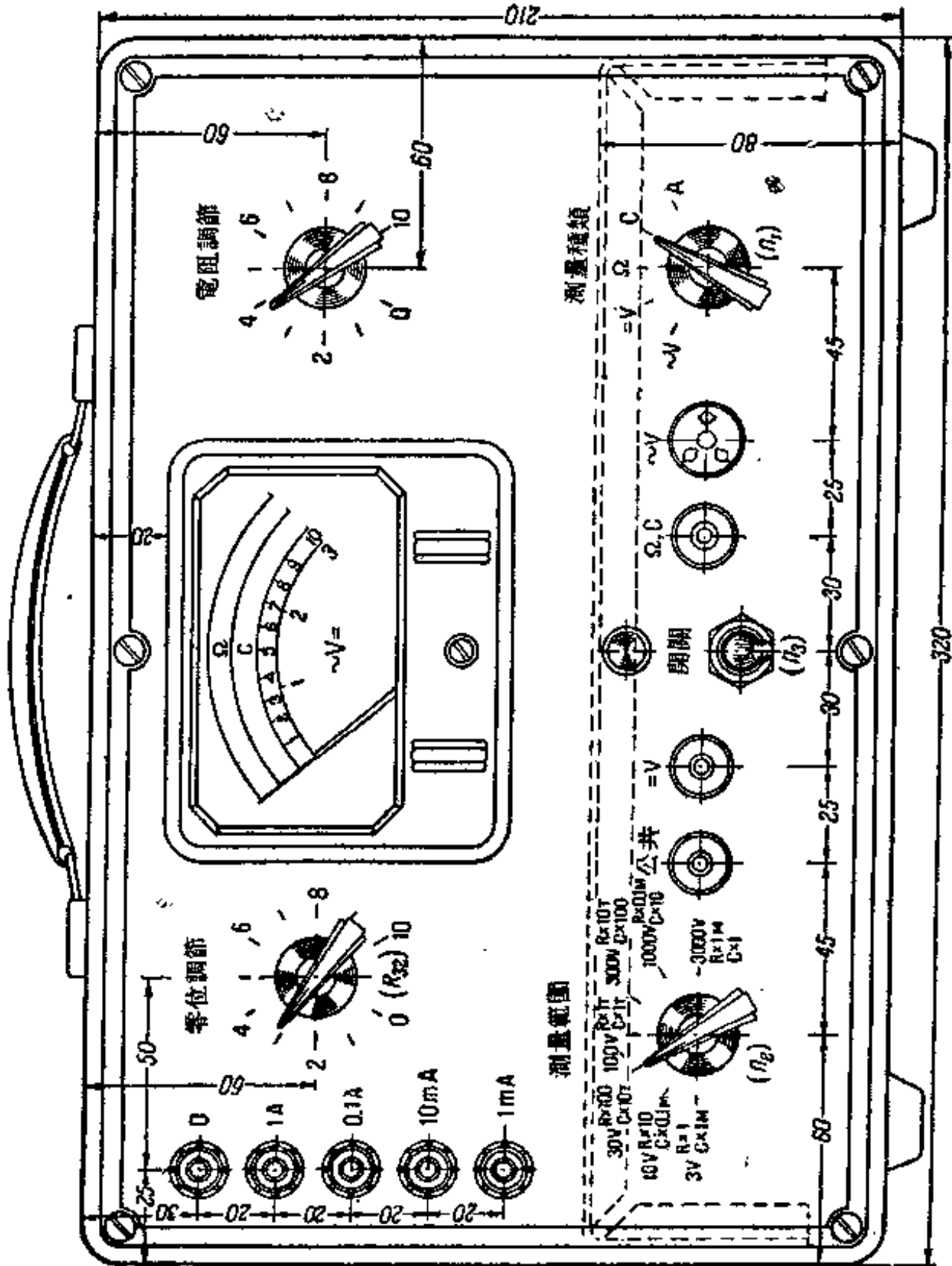
電阻器  $R_{24}$  和  $R_{25}$  固定裝在底板的後方。對着電阻器的外壁上鑽有小孔，以便於旋鑿通過小孔調節電阻器的數值。

接線最好用鍍錫的硬銅線。在接線交叉的地方應套以絕緣套管。換檔開關最好用有瓷板的。

## 1.3 校整與刻度

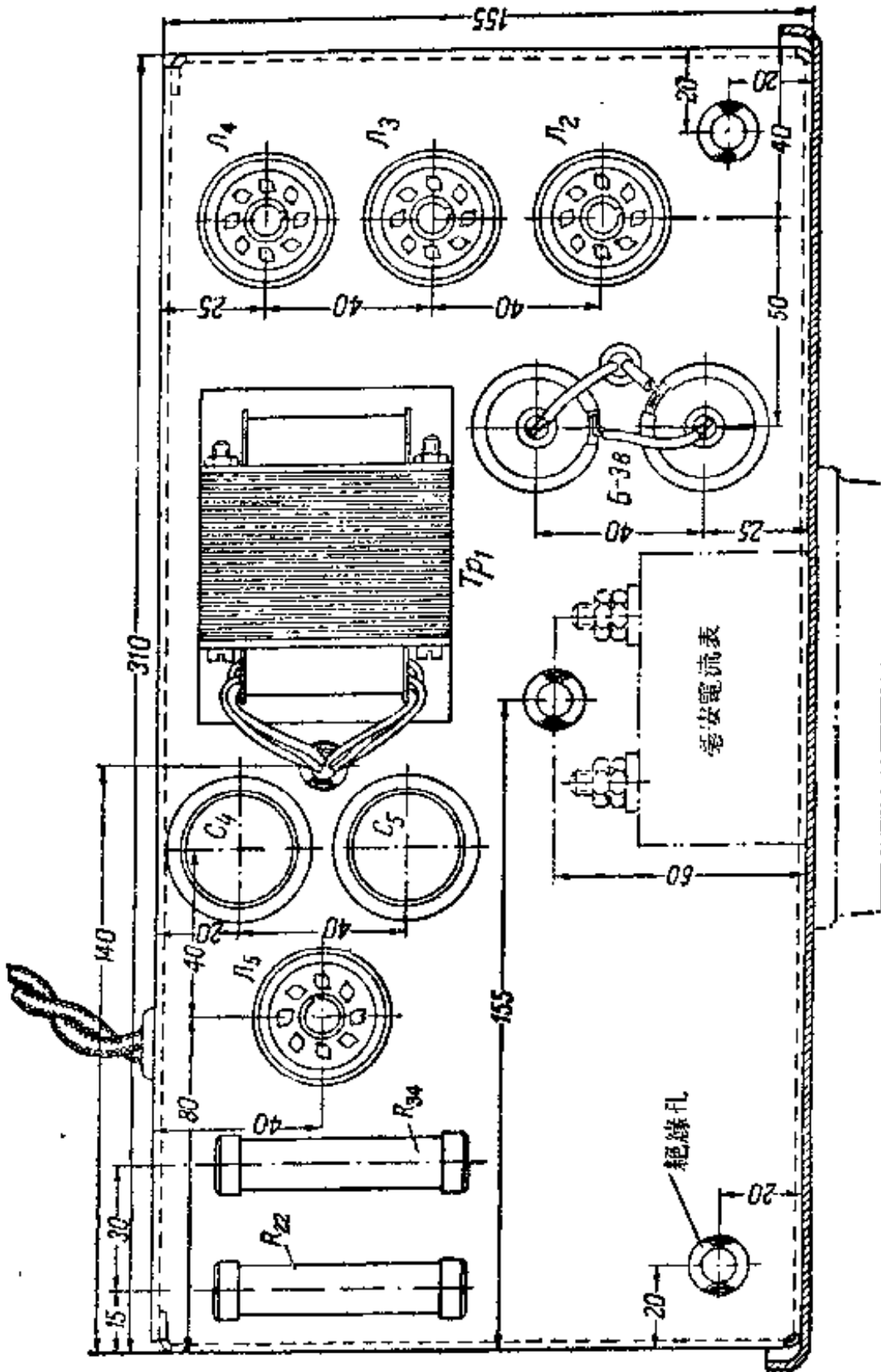
假使所有的電阻器都經過精密的檢查，其數值與標準值的差別不大於 1% 的話，則校整時可先調節真空管  $J_3$ 、 $J_4$  和  $J_2$  的屏極和陰極上的電壓。

電表的刻度可按下列次序進行。在將儀器插入市電之前，先將儀器放在垂直地位，旋轉游絲，使指針指在零點。然後將儀



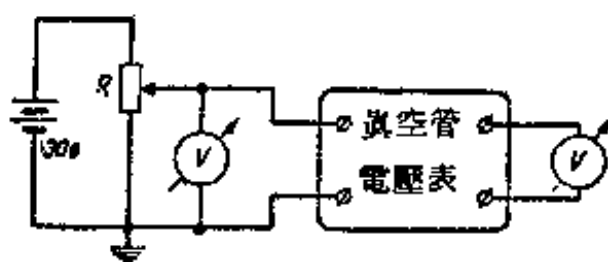
圖十 萬用電表的面板。





圖十一 萬用電表零件在底板上的位置。

器插入市電，並將換檔開關  $H_1$  旋在測量直流電壓的位置「 $=V$ 」在刻度前必需使儀器燒熱約 20 分鐘，然後用電阻器  $R_{32}$  調節電表指針於零點。先在 30 伏或 100 伏標度檔進行刻度。將換檔開關  $H_2$  旋在 30 伏的一檔，再將測試棒接到 30-40 伏的電源(圖十二)。調節圖上電位器  $R$ ，使作為參考的電壓表  $V$  的指針，指示 30 伏。然後再調節電阻器  $R_{25}$ ，使電表指針偏至標度的最後一條線(即 30 伏處)。將測試棒拆離電源，假如必要的話，再用電阻器  $R_{32}$  校正電表的零點。調節這二個電阻器  $R_{25}$  和  $R_{32}$ ，使指針準確地指在標度最邊上的一條線為止。



圖十二 電壓表刻度線路。

當這手續做完以後，將換檔開關  $H_1$ ，旋到測量「 $\sim V$ 」位置上，假如必需的話，用電阻器  $R_{32}$  調節指針於零點。將測試棒接向交流電源。依照刻直流電壓標度的同樣方法進行，惟現在利用電阻器  $R_{24}$  使指針位於最後的一條線。

電阻器  $R_{24}$  和  $R_{25}$  校準後，就可認為儀器已經刻度完畢。真空管或其他重要另件的線路中如不出現故障時，不要輕易改變調節器。

#### 1.4 使用法

1. 儀器的準備 將儀器插入市電電源，使其燒熱約 15—20 分鐘。用電阻器  $R_{32}$  調節電表指針的零位。

2. 測量電壓 根據測量的電壓是直流還是交流，而將換檔開關  $H_1$  置於「 $=V$ 」或「 $\sim V$ 」的位置。將測試棒接至要測量的電源，並用換檔開關  $H_2$  選擇所需的範圍。按指針的位置讀得結果。

在測量電壓達 10000 伏時，在「 $=V$ 」的插口上插入一高壓測試棒（內附有電阻器  $R_2=90$  兆歐）。換檔開關旋到 1000 伏的位置上，測試棒即可接到要測量的電源。

3. 測量電容及電阻 將換檔開關  $H_1$  旋在適當的位置，即「 $\Omega$ 」或「 $C$ 」。換上測量電阻的測試棒，並調節電表的零位。將兩根測試棒短路，並用電阻器  $R_{26}$  調節電表的指針使達滿度（即標度最邊上的一條線上）。再將測試棒連於被測量的電阻器，並用換檔開關  $H_2$  選擇適當的範圍。

最初在直流上測量電容器（換檔開關旋在位置「 $\Omega$ 」上），再將換檔開關旋到位置「 $C$ 」上。假使要向增加電容的方向進行，改動換檔開關  $H_2$  的步位來換置測量範圍，則無需校整電容器的漏電。在相反的情況下，必需按公式(6)計算實際電容值。

在測量較小電容時，必需作除去電表本身電容的校整工作。

4. 測量電流 測量直流電流時，不要將儀器接入市電。換檔開關  $H_1$  旋至位置「 $A$ 」上。首先將進行測量的回路接至 0—1 安的接線柱。假使電流較小，則依次地改接至下列各檔：0—0.1 安；0—10 毫安和 0—1 毫安，直到指針轉動。

註一：陰極輸出器是放大器形式的一種，具有 100 % 負回輸的電阻放大。在陰極與屏壓負端間接有一電阻器，輸出電壓從此電阻器上獲得，其相位與輸入電壓相同。

註二：在綫路圖一上所示的電阻器  $R_{25}$ 、 $R_{26}$ 、 $R_{24}$  的數值是適合於 0—1 毫安電表的。

註三：第二部份是由電阻器  $R_{17}$  和電容器  $C_5$  組成。

註四：電阻表的標度。

## 第二章

# 射頻振盪器

爲了測量業餘實驗中經常遇到的無線電收音機的基本特性，射頻訊號振盪器是非常需要的。射頻訊號的性質決定於三個重要的因數，即：(1)頻率，(2)載波電壓和(3)調幅度。

文中所述的射頻振盪器是用來測量各項無線電收音機基本特性的，但在調整收音機的射頻回路時也可應用。

這架射頻振盪器由：(1)射頻振盪部份，(2)調幅波振盪部份，(3)調節和測量輸出電壓的裝置，(4)調節和指示調幅度的裝置以及(5)穩定屏極電源和供電部份合併組成的。

振盪器的頻率範圍是從 100 千週到 50 兆週，分爲六個波段，各波段的範圍如表三所示。在此表中並指出電路線圈的數值。

最後，第二波段中，射頻振盪部份採用再生式線路，使振盪頻率的三次諧波達到足夠的強度。這種三次諧波能用來進行 150 兆週左右的測量。

這架振盪器不僅能由內部的固定 400 週的音頻振盪器進行調幅，也能從外部的音頻振盪器以及變頻振盪器進行調幅。

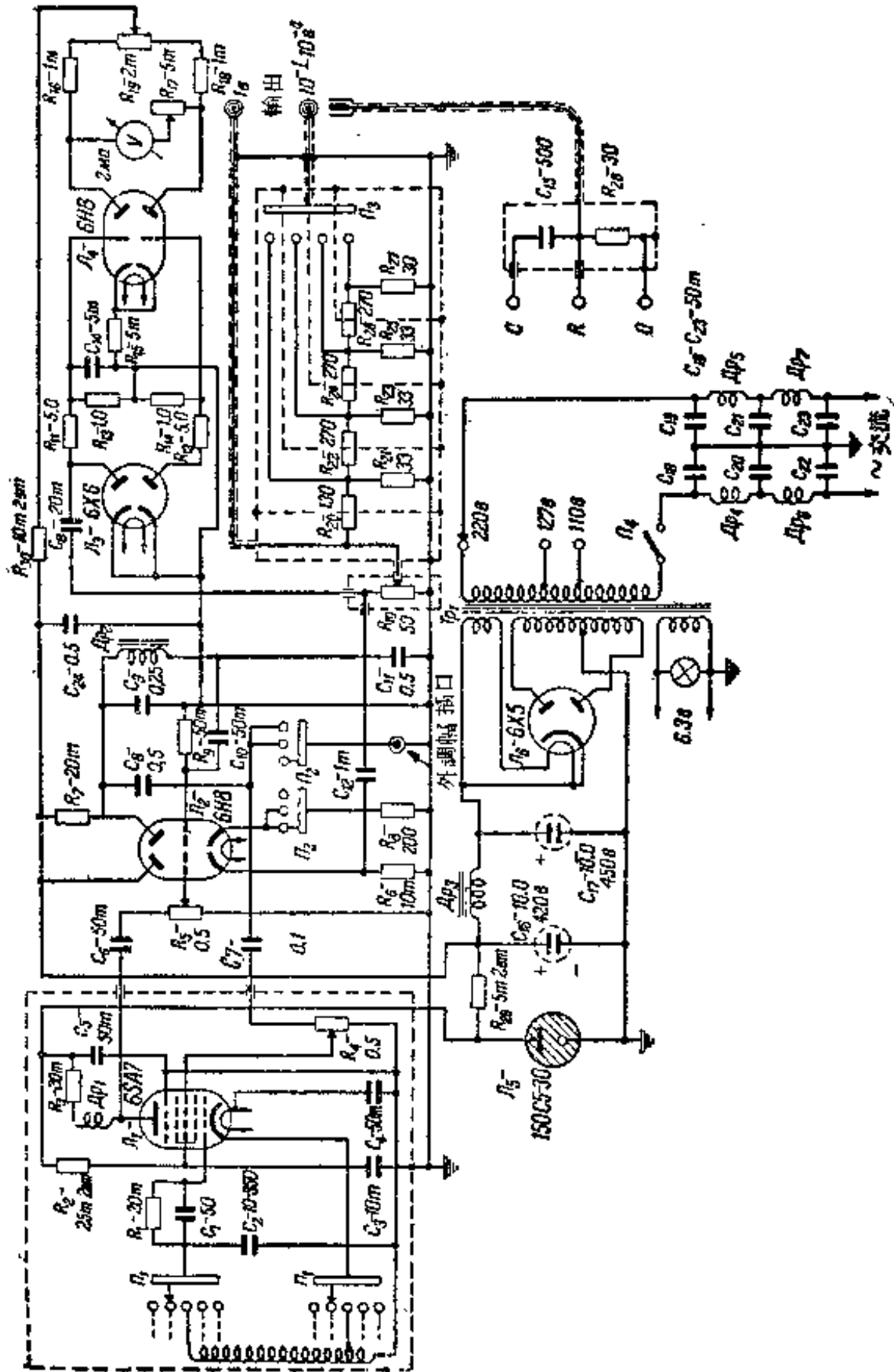
表三 射頻振盪器線圈表。

波段	頻率範圍 (兆週)	線圈架直徑 (公厘)	導線直徑及種類 (公厘)	繞法	線圈寬度或 間隔(公厘)	圈數	抽頭
1	0.10—0.31	21	單層絲漆包線 直徑0.15	蜂房式	6	540	204
2	0.28—0.85	21	絲包多股漆包線 10股×0.07	蜂房式	5	205	65
3	0.80—2.45	21	絲包多股漆包線 14股×0.10	蜂房式	5	76	29
4	2.30—6.95	21	漆包線 直徑0.5	單層	密繞	32	13
5	6.30—19.0	21	漆包線 直徑1.2	單層	間隔2圈	9½	4
6	17.50— 52.00	不用線圈架 直徑18	鍍銀導線 直徑2	單層	間隔5圈	3½	1½

應用電壓分配器也可以使輸出電壓在 10 微伏到 1 伏的範圍內改變。除此而外，在輸出導線的末端，還有一個控制電阻或電容輸出的分配器。測量輸出電壓及調幅度是用峯值二極管電壓表和直流放大器。

## 2.1 線 路

射頻振盪真空管是 6SA7 或 6A10 (圖十三)，振盪線路是陰極耦合和並聯供電的三點式線路。射頻振盪管的屏極負荷是扼流圈  $L_{p1}$  和直接與它連接的電阻器  $R_3$ 。扼流圈  $L_{p1}$  用作負荷時，可使振盪的頻率特性曲線平坦，因為真空管  $\mu_1$  柵極上振盪電壓的振幅隨頻率的增加而減小。扼流圈  $L_{p1}$  的電感量為 100 至 125 微亨。真空管  $\mu_1$  的柵極回路中有電阻器  $R_1$  及電容器  $C_1$ ，其數值的選用，以能獲得不間斷的且頻率最高的振盪。假使有間斷振盪現象（真空管有週期地被電容器  $C_1$  上所產生的負電壓所



圖十三 射頻振盪器的線路。

閉塞),則電阻器  $R_1$  的數值必需減少一些。

爲了穩定振盪頻率和振幅,真空管  $J_1$  的屏極經電壓穩定管  $J_6$  150C5-30 而獲得 150 伏的電壓供給。

射頻電壓從真空管  $J_1$  屏極經過電容器  $C_6$  輸至電位器  $R_5$ , 再輸至真空管  $J_2$  6H8 的左邊三極管部份。這三極管作爲陰極輸出器,其負荷是電阻器  $R_6$ 。爲了使具有高輸出電阻的振盪器與低電阻的分配器相配合,振盪管與輸出分配器作這樣的連接,是完全必要的。射頻訊號從電阻器  $R_6$  上輸出,經過分配電容器  $C_{12}$  送到電位器  $R_{10}$ ,再送到電阻器  $R_{20}$  至  $R_{27}$  所組成的分配器。

電位器  $R_{10}$  和分配器需用電感量最小的非線繞電阻器,而且即令如此,在射頻時其準確性仍不十分可靠。

分配器電阻數值的選擇,使在低頻段上從一個波段轉換至另一個波段時,電壓標度的準確度不小於  $\pm 3\%$ 。頻率超過 10 兆週時,電阻換檔開關和接線的分佈電容開始有影響,因此,準確度亦開始減低。頻率達 50 兆週時,準確度約爲  $+20\%$ 。

振盪輸出最好用 75 歐姆鎳鉻線連接。

音頻振盪部份由真空管  $J_2$  右邊的三極管按電容三點式線路組成。這架音頻振盪器的頻率固定於 400 週。從真空管  $J_2$  屏極上所獲得的音頻電位,經過電容器  $C_8$  和  $C_7$  輸至  $R_4$ ——調幅度電位器。音頻電壓從這電位器的中點輸至真空管  $J_1$  的第三柵極,對射頻載波調幅。調幅程度由電位器  $R_4$  來控制。



需要非調幅波工作時，開關  $H_2$  擲於「外調幅」的位置上。此時真空管  $J_2$  右邊三極管的陰極回路斷路，音頻振盪就停止了。

外部的調幅電壓用電話式的插頭經  $H_2$  和  $C_7$  輸至  $R_4$ 。(註一)

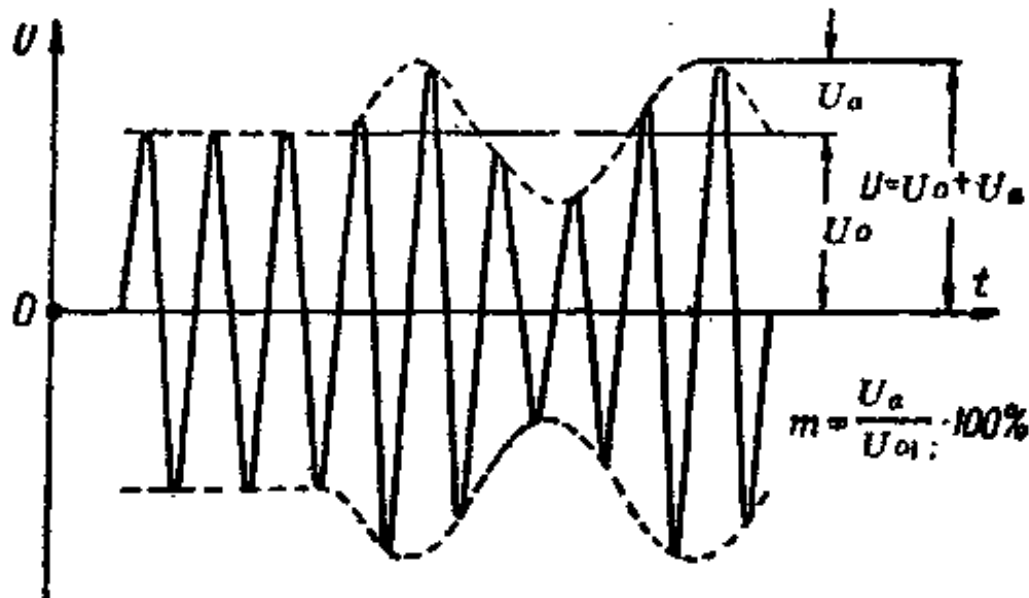
真空管  $J_3$  6X6 作為電壓表的整流管。射頻電壓從電位器  $R_{10}$  上輸出，經電容器  $C_{13}$  到達真空管的屏極。

整流後的電壓送到真空管  $J_4$  6H8 的柵極上。真空管  $J_3$  的第二個二極管部份及真空管  $J_4$  的第二個三極管部份組成一個補償回路，使電壓表指示的讀數不受市電電壓變化的影響。在兩個三極管屏極中間接入串聯電阻器  $R_{17}$  和毫安電流表(註二)。這電阻器是用作電壓表靈敏度的初步調節。調節時應使電位器  $R_{10}$  上的射頻電壓為 2 伏，毫安電流表的指針則指滿度。電阻器  $R_{17}$  裝在面板上，並有螺絲釘頭露出。

電壓表的零位調節利用電阻器  $R_{19}$ ，也由螺絲釘頭引出，不過裝在儀器的後壁。

由於電壓表採用峯值電壓表的線路，也就是它測量交流電的最大波幅。因此，測量載波的波幅和調幅度，須照下列方式進行。當沒有調幅訊號時，載波的波幅是不變的。先調節電阻器  $R_5$  使電壓表的讀數為 1 伏。有音頻調幅訊號時，電壓表的讀數將大於 1 伏，而等於調幅訊號電壓的峯值，此時每超過載波電壓十分之一伏，就等於調幅 10%，如圖十四所示。

全波整流器是真空管  $J_5$  6X5。濾波器是二節濾波式的。第一節濾波器由電容器  $C_{17}$ 、扼流圈  $L_{p_3}$  和電容器  $C_{16}$  組成；第二節



圖十四 調幅電壓的波形圖。

濾波器由電阻器  $R_{29}$  和充氣穩壓管  $J_6$  150 C5-30 組成。真空管  $J_2$  和  $J_4$  的供電電壓為 250 伏，從第一節濾波器上獲得。穩壓後的 150 伏電壓供給振盪真空管  $J_1$ ，亦就是這種電壓從第二節濾波器上獲得。為了避免可能破壞射頻振盪器正常工作而無用的訊號沿供電回路的侵入，所以交流電源經過扼流圈  $A_{p1}$  至  $A_{p7}$  和電容器  $C_{18}$  至  $C_{23}$  組成的射頻濾波器濾波後再行整流。

射頻振盪器的電源變壓器的數值如下：鐵心用 III-22 號矽鋼片疊成，厚 30 公厘。初級線圈以直徑 0.45 公厘的漆包線繞 1100 + 170 + 970 圈。隔離線圈以直徑 0.3 公厘的漆包線繞一層。高壓線圈以直徑 0.2 公厘的漆包線繞 2500 + 2500 圈。絲極線圈以直徑 0.9 公厘的漆包線繞 63 圈。整流管絲極線圈以直徑 0.55 公厘的漆包線繞 63 圈。

射頻振盪器的扼流圈的數值如下： $A_{p1}$  以直徑 0.15 公厘的

單層絲漆包線繞 100 + 50 + 110 圈，成蜂房式，線圈架直徑 11 公厘。 $A_{p_2}$  鐵心用 III-16 號矽鋼片疊成，厚 16 公厘，空氣隙 0.2 公厘，以直徑 0.2 公厘的漆包線繞 2500 圈。 $A_{p_3}$  鐵心用 III-19 號矽鋼片疊成，厚 19 公厘，空氣隙 0.5 公厘，以直徑 0.3 公厘的漆包線繞 3500 圈。 $A_{p_4}$  至  $A_{p_7}$  以直徑 0.4 公厘的單層絲漆包線繞 75 圈，成蜂房式，線圈架直徑 15 公厘。

## 2.2 裝置、校整和刻度

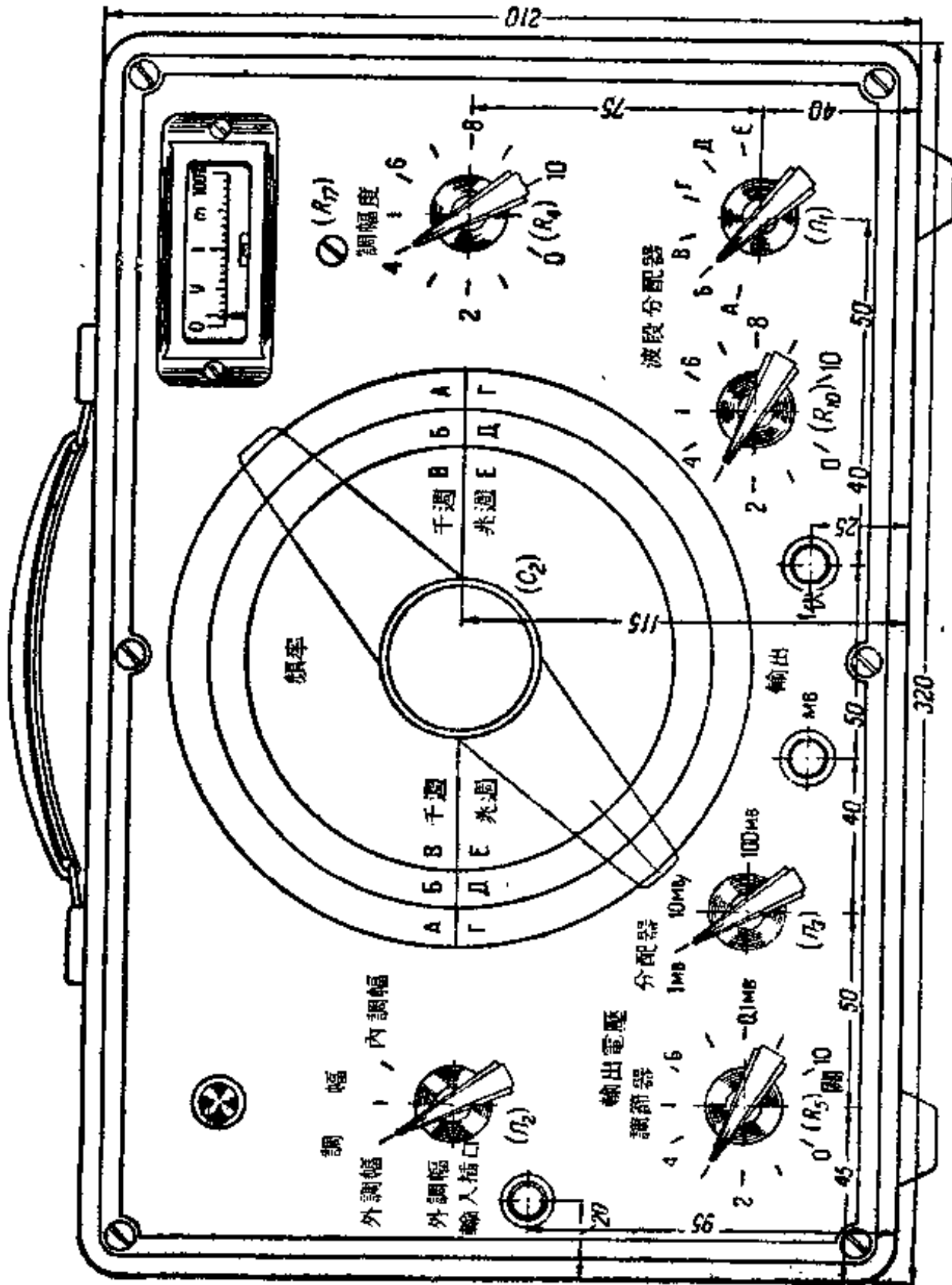
振盪器裝置在平面的底板上，並配圖十五的面板。零件在底板上的佈置如圖十六所示。

在底板的上面，裝置下列零件：電源變壓器、扼流圈、濾波電容器、真空管及射頻振盪部份。在面板上引出換檔開關  $H_1$ 、 $H_2$ 、 $H_3$  及電位器  $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_{10}$  及  $R_{19}$  的旋鈕。

振盪頻率的刻度盤位於面板的中央。刻度盤的直徑是很大的，能很精確地調節頻率。指示計（電壓表）裝在面板的左上角。

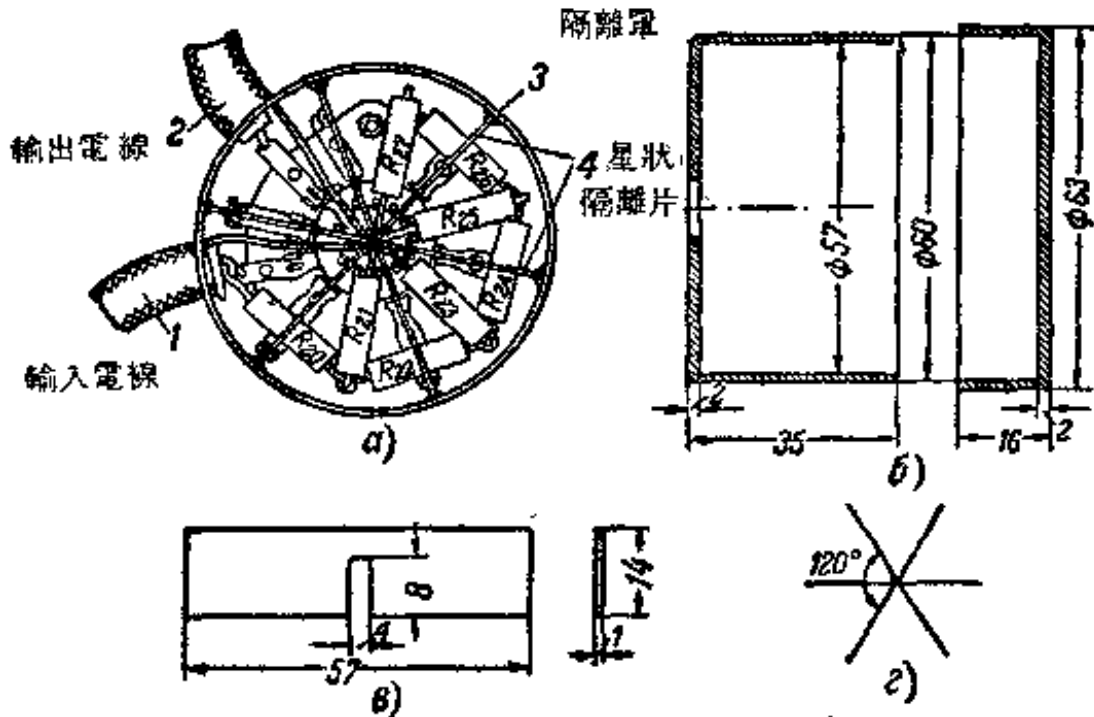
真空管  $A_1$  和  $A_2$ 、電容器  $C_1$ 、線圈、輸出分配器以及線路中與這些零件有關的其他零件，都裝在一個 1.5 公厘厚鋁片製成的附加隔離罩中。除此而外，電位器  $R_{10}$ 、電壓輸出分配器  $H_3$  及電阻器都有單獨的隔離罩。電位器  $R_{10}$  隔離罩的大小決定於電阻器的數值。電壓輸出分配器的隔離罩的結構如圖十七所示。

電壓輸出分配器  $H_3$  是由一個無線電收音機中的普通三波段換檔開關改製而成。其改製法如下：定簧片不動，而動簧片要能接觸七個位置。



圖十五. 射頻振盪器的面板.





圖十七 電壓輸出分配器的結構。

電阻器  $R_{20}$ 、 $R_{22}$ 、 $R_{24}$  和  $R_{13}$  跨接於電壓輸出分配器 2-4、4-6、6-8 和 8-10 的簧片上。爲了不損害電阻器，在電阻器外面套一層麻布套管。電壓輸出分配器裝在盒中，其大小如圖十七所示。在電阻器上部再加上一個六角星狀的隔離片，這隔離片銲於電壓輸出分配器第 3、5、7、9 簧片及隔離罩上。電阻器  $R_{21}$ 、 $R_{25}$ 、 $R_{26}$  和  $R_{27}$  一端聯於簧片 2、4、6 和 8，而另一端銲於隔離片的中心。輸入導線銲接於第一簧片及隔離片的中心。輸出電線銲接於第十簧片及隔離片中心。輸送射頻電壓至分配器的導線及振盪器的輸出導線最好能採用鍍鎳導線，然後用蓋封閉，其大小如圖十七所示，蓋好後，將蓋和盒體銲好。

在裝配電壓輸出分配器時，必需注意到隔離片及隔離罩上

的錫不要太多，以免電壓輸出分配器的蓋蓋不緊。不然的話，射頻訊號將會通過電壓輸出分配器而輸至輸出部份。這樣裝配好的電壓輸出分配器，在某些中間位置（第二、第四和第六）會失去效用，在這些位置上，接觸簧片是通地的。避免的辦法是比較麻煩地改變電壓輸出分配器的固定簧片。

在裝置振盪器時，接線最好儘可能地短。

對於真空管  $J_1$  來說，採用瓷質管座及瓷質換檔開關  $H_1$  可以提高振盪器的穩定性。爲了使振盪器溫度改變時頻率仍能穩定，可用一個 15 至 20 微微法的半調整電容器與電容器  $C_2$  並聯。

校整振盪器的目的，在使各種頻率皆有穩定的振盪，而改變線圈電感量所產生的各個波段，應有明確的界限。間斷的振盪存在與否，可以用任何收音機來測定。這是將收音機調節到振盪頻率 5 分之一至 20 分之一的頻率，這樣調節點就會很多，而頻率並不互成倍數（註三）。此時便需減少柵極電路的時間常數，也就是減小電阻器  $R_1$  的數值。

假如射頻電壓小於 1 伏，則必需稍稍增加回輸的數值，將線圈  $L_1$  的引出端移近真空管  $J_1$  的柵極。

刻劃振盪器的標度可按下列方法進行。首先必需要有標準振盪器和收音機。將標準振盪器的輸出，和被刻度的振盪器所產生的射頻輸出，同時接到收音機的輸入端，使兩種射頻訊號在此地相混。假如頻率差在音頻波段範圍內，揚聲器就放出一種

聲音，聲音的頻率愈低，標準振盪器和被刻度振盪器的頻率相差就愈小。

假使使用波長表，可以進行更準確的刻度。假使沒有極準確的波長表和標準振盪器，則可用收音機，利用已知波長的無線電廣播電台的頻率來進行刻度。

音頻振盪器在裝配完成後，插上電源即可工作。

用零位調節電阻器  $R_{17}$  校整電壓表，使電阻器  $R_{10}$  上有正弦波交流電壓 2 伏時，電表指針指滿度。

調節電阻器  $R_{17}$  後，必需校整標度的直線性，使所受到的電壓每改變 0.1 伏，電表的指針與直線標度的數值符合。如所有標度的誤差超過 5%，就需要重新繪製刻度曲線。

註一： $\Pi_2$  在嚮向「外調幅」的中間位置時，振盪器中就產生音頻電壓，這種電壓用以校整無線電設備的音頻電路。

註二：電壓表的表頭可採用任何小型的 1—2 毫安電流表。

註三：將產生一系列帶有大量諧波的振盪。



## 第三章

### 正弦波和方形波的音頻振盪器

音頻振盪器是應用很廣而且非常便利的儀器。用它可以校正音頻放大器、測量放大器、變壓器、無線電收音機和發射機的非線性失真。與射頻訊號振盪器合用，它可以測量通過收音機射頻電路的邊帶。測量時，就供給各種電橋式線路訊號來說，音頻振盪器也是非常必要的。

振盪器所產生的方形波電壓，可以用來調節放大器的頻率和相位特性，幫助顯示放大器和變壓器中的週期作用。當然，方形波振盪器所給予的這些可能，只有在備有陰極射線示波器的時候才能實現。

本文所述的振盪器具有下列特性：

- (1) 振盪的頻率範圍從 20 到 20000 週(註一)。
- (2) 電壓為正弦波及方形波。
- (3) 輸出電阻為 500 和 10000 歐。
- (4) 在 500 歐姆的輸出端，輸出電壓的峯值為 10 伏，在 10000 歐姆的輸出端，輸出電壓的峯值為 70 伏。
- (5) 正弦波輸出中，高頻率的諧波率小於 1.5%。

(6) 方形波輸出中，頻率為 20000 週的諧波峯值電壓(在最後真空管的屏極上)：第一次諧波(基波)——48 伏，第十次諧波(200 千週)——5 伏，第五十次諧波(1 兆週)——0.2 伏。

(7) 頻率的變動：(甲) 供電電壓變動 10% 時——2%。  
(乙) 時間上——每小時小於 1.5%。

(8) 在振盪頻率範圍內(從 20 到 20000 週)，輸出電壓的變動小於 5%。

### 3.1 工作原理

振盪器採用電阻電容式線路，這種線路較其他型式的振盪器具有一連串的優越性能和特點，其中最基本的如下：

- (1) 容易在較大的頻率範圍內產生振盪。
- (2) 頻率穩定性很高。
- (3) 所含諧波較少。
- (4) 在所有振盪頻率範圍內輸出電壓都很穩定。
- (5) 沒有笨重和昂貴的變壓器和線圈。
- (6) 校整簡單。

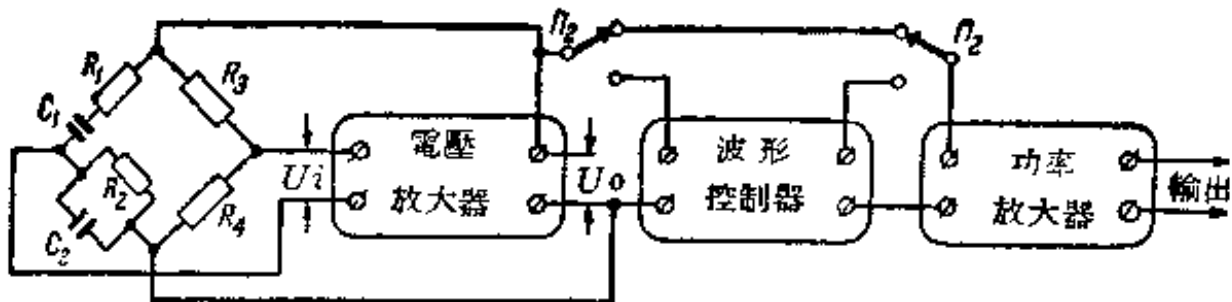
因為這些特點，我們認為電阻電容式振盪器對於業餘製作是最適宜的。

這架振盪器的工作原理如下。

假使放大器輸入端具有電壓  $U_i$ ，而放大器輸出端獲得輸出電壓  $U_o$ ，其相位與輸入電壓  $U_i$  的相位吻合，此時如將輸出電壓的一部份  $U_n$  輸至放大器的輸入端，將引起這放大器的自勵作

用。

假使在相位和數值上， $U_n$  都等於  $U_i$  的話，放大器的自勵是很重要的，就能夠不用感應方式獲得正回輸所需電壓的相位和數值，就可以在電阻電容的線路上裝置正弦波振盪器。



圖十八 音頻振盪器略圖。

音頻振盪器的略圖如圖十八所示。振盪器由電阻電容的電橋組成，其對角線接至一個二級放大器。電橋由放大器的輸出電壓供電。輸出電壓或直接輸至功率放大器，或先經過波形控制器將正弦波電壓變為方形波，再輸至功率放大器。

這種線路產生振盪的條件，是將放大器輸出和輸入電壓間的相位變動  $2\pi$ 。對於在圖中所示的電橋，僅有一種頻率可以滿足此條件，就是在這頻率上含有電抗(電容)的電阻臂相等：

$$Z_1 = Z_2 \quad (8)$$

$$Z_1 = R_1 - j \frac{1}{\omega C_1} \quad (9)$$

$$Z_2 = \frac{R_2 (1 - j\omega C_2 R_2)}{1 + (j\omega C_2 R_2)^2} \quad (10)$$

使(9)(10)二式相等，即得

$$R_1 - j \frac{1}{\omega C_1} = \frac{R_2}{1 + (R_2 \omega C_2)^2} - j \frac{R_2^2 \omega C_2}{1 + (R_2 \omega C_2)^2} \quad (11)$$

只有當實數部份等於實數部份，虛數部份等於虛數部份時，上式方能成立；即

$$R_1 = \frac{R_2}{1 + (R_2 \omega C_2)^2} \quad (12)$$

$$\frac{1}{\omega C_1} = \frac{R_2^2 \omega C_2}{1 + (R_2 \omega C_2)^2} \quad (13)$$

將等式(13)兩邊除以  $R_2 \omega C_2$  即得：

$$\frac{1}{R_2 \omega^2 C_1 C_2} = \frac{R_2}{1 + (R_2 \omega C_2)^2} \quad (14)$$

將(12)(14)二式相等，即得：

$$R_1 = \frac{1}{R_2 \omega^2 C_1 C_2} \quad (15)$$

即

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (16)$$

或

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (17)$$

當  $R_1 = R_2 = R$  及  $C_1 = C_2 = C$  時，即得

$$f = \frac{1}{2\pi RC} \quad (18)$$

即當電橋臂上的電阻和電容相互相等時，頻率與電容成反比。  
在  $LC$  (電感電容) 線路中，頻率與  $\sqrt{LC}$  (註二) 成反比。如用同樣的電容器電容比(註三)可以獲得較寬的頻帶。

放大器的輸出和輸入電壓間存在的關係如下：

$$U_o = KU_i \quad (19)$$

其中  $K$  是放大器的放大倍數。這公式需要用電阻器  $R_3$  和  $R_4$  來平衡電橋得到。電阻  $R_3$  和  $R_4$  的計算公式是很煩的，因此我們僅引用它的結果：

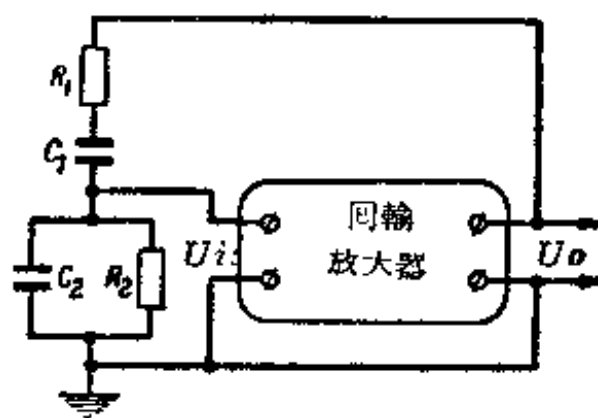
$$R_3 = \frac{R[R - 2R_4(K - 1)]}{R(K - 1) - R_4} \quad (20)$$

當  $R_1 = R_2 = R$  和  $C_1 = C_2 = C$  時。

爲了穩定振盪波幅，並使它與頻率、放大器真空管的特性曲線以及供電電壓不發生關係，電阻  $R_4$  可以用 127—220 伏、5—8 瓦特的電燈泡，以便保持振盪電流。

同時， $R_3$ - $R_4$  回路也是電壓負回輸電路(電阻  $R_4$  尚產生電流的負回輸，因爲它接在真空管  $A_1$  的陰極上，所有真空管的電流都經過它)。因此

可將原線路改成相當的線路，如圖十九所示。



圖十九 音頻振盪器的代替線路。

其中 
$$K_o = \frac{U_o}{U_i} = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2} = 1 + \frac{Z_1}{Z_2} \quad (21)$$

但 
$$Z_1 = \frac{R_1 \omega C_1 - j}{\omega C_1} \quad (22)$$

及 
$$Z_2 = -\frac{j R_2}{R_2 \omega C_2 - j} \quad (23)$$

將(22)(23)代入(21),即得:

$$K_o = 1 + \frac{R_1 \omega C_1 + R_2 \omega C_2}{R_2 \omega C_1} + j \frac{R_1 \omega C_1 R_2 \omega C_2 - 1}{R_2 \omega C_1} \quad (24)$$

使其中實數部份相等,即獲得產生振盪所必需的負回輸放大器的放大倍數

$$K_o = 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1} \quad (25)$$

使虛數部份等於零,即得(9)式中所介紹的振盪頻率和電橋參數間的關係式

$$\frac{R_1 \omega C_1 R_2 \omega C_2 - 1}{R_2 \omega C_1} = 0 \quad (26)$$

由(26)式, 
$$\omega = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (16)$$

所有上面的演算都是有目的的。第一:讀者可以更好地想像和理解 RC 電橋振盪器的工作原理。第二:使業餘者企圖不採用線路圖上所示數值的零件時,知道如何計算線路中的各個

數值。例如，當無法獲得最大電容為 650 微微法的雙連電容器時，則可用最大電容量為 450 微微法的三連電容器，將第一和第二連並聯，效果亦甚良好。此時

$$C_1 = 2C_2 \quad \text{和} \quad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{2RC}}$$

其中  $C$  是每一連電容器的電容量。但是其放大倍數即由 3 ( $C_1 = C_2$  的結果) 增至 4，因而要減低  $R_7$  的數值(見圖二十)。  $R_7$  的數值可用類似的方法測量。

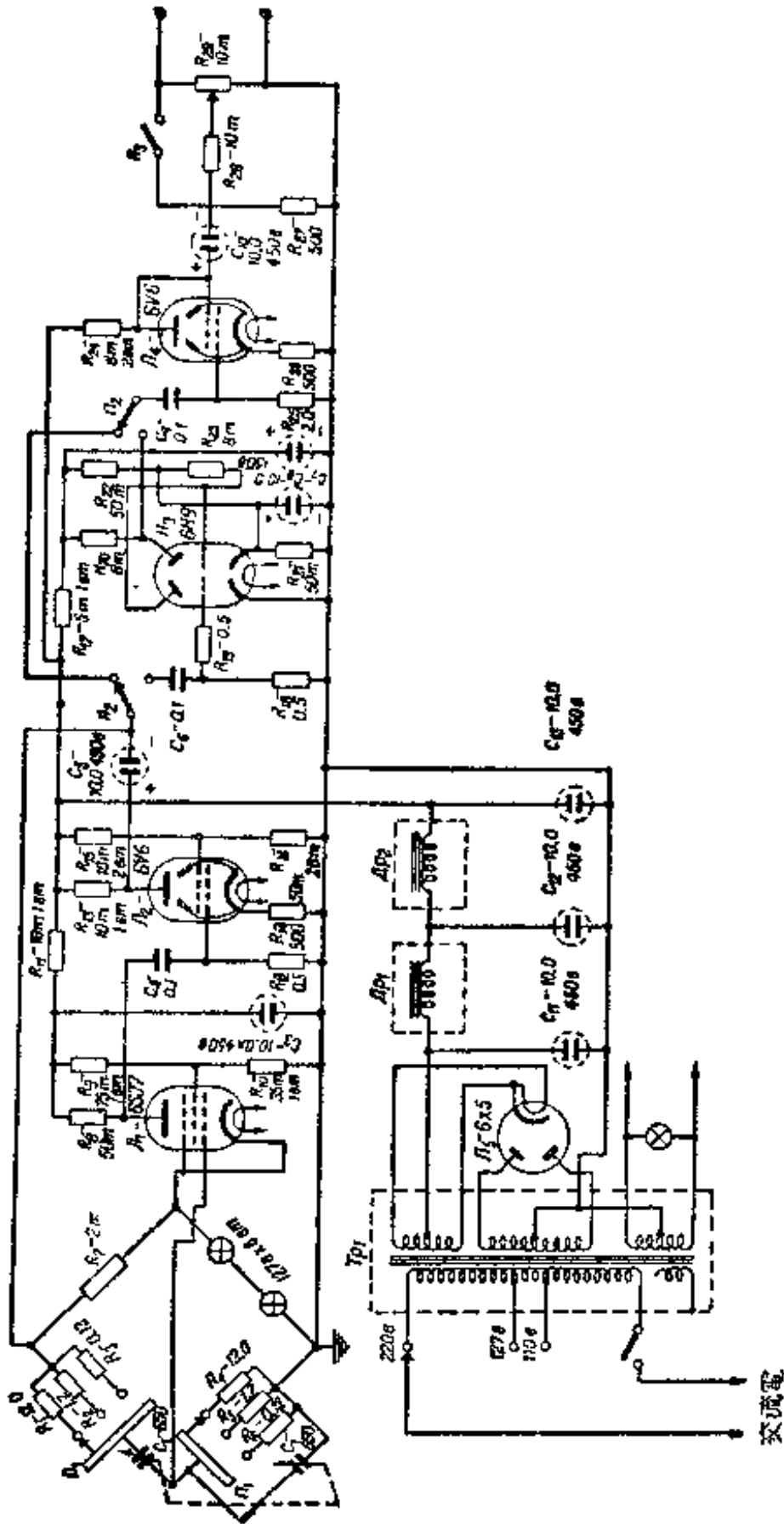
### 3.2 線 路

振盪器線路如圖廿所示。真空管  $J_1$  6SJ7 和真空管  $J_2$  6V6 是有強力電壓負回輸的二級放大器。這裏必需採用放大因數較大的五極管作第一級真空管，因為這一級必須有強大的放大力，才可以用較強的負回輸以減少諧波。用集射四極管作為第二級真空管，是因為由電阻器  $R_7$  及電燈泡所組成的回輸電路需要較大的功率。回輸電壓從真空管  $J_2$  的屏極上獲得，經過電容器  $C_5$  輸至電阻器  $R_7$ 。

電容器  $C_5$  應具有很大的電容量(大於 10 微法)，使在最低的振盪頻率時，電阻非常小。此外，這電容器需具有很小的漏電電流(註四)。

假使在輸出端上需要有正弦波電壓，則輸出級真空管  $J_4$  的柵極，由換檔開關  $D_2$  經電容器  $C_5$  接至真空管  $J_2$  的屏極。

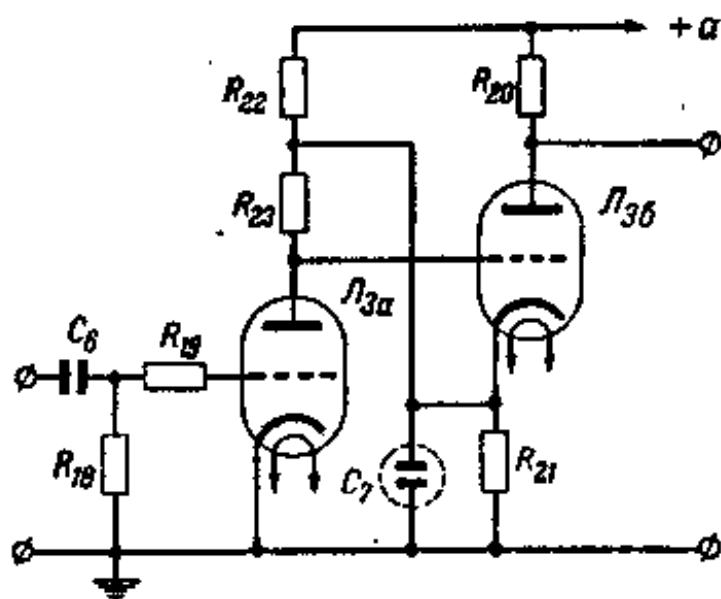
假使在振盪器輸出端上需要方形波電壓時，則在真空管  $J_3$



圖二十 音頻振盪器的線路圖。



屏極與真空管  $J_4$  柵極之間用換檔開關  $\Pi_2$  接入一個波形控制器——真空管  $J_3$  6H9。

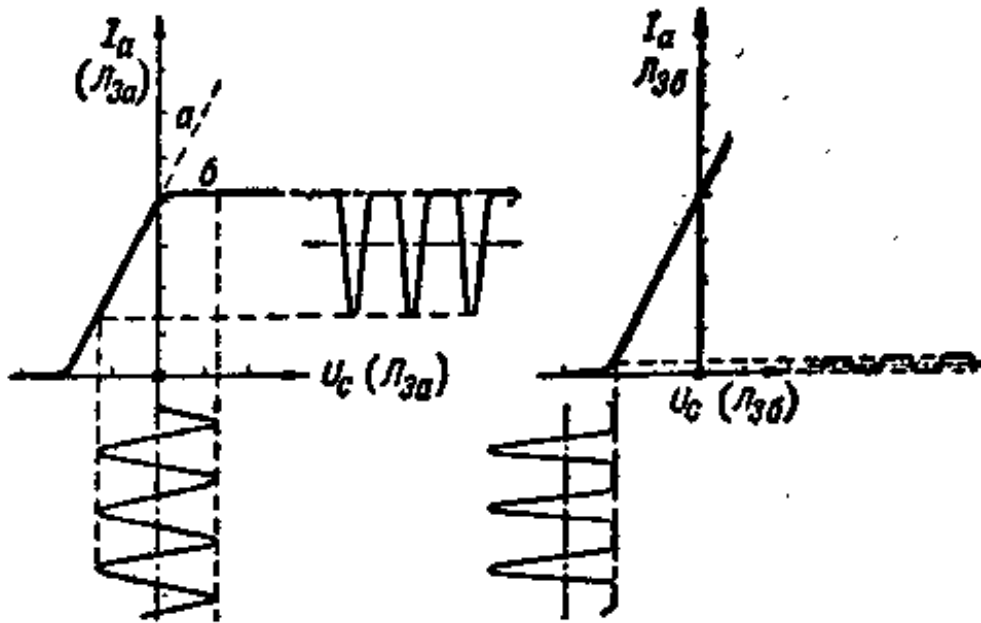


圖廿一 波形控制器線路圖。

波形控制器以下述方式工作(圖廿一):真空管  $J_3$  左邊之三極管(即圖廿一中的真空管  $J_{3a}$ )沒有柵偏壓,但在柵極電路中却有很大的電阻; $R_{19}$  等於 0.5 兆歐。在這種情況下,真空管屏極電流的特性曲線如圖廿二所示,其中虛線表示柵極電路中沒有電阻時的屏極電流特性曲線。

從特性曲線中可以見到,左邊三極管的屏極電流在控制柵為正偏壓的範圍內為常數。根據這一點,就可以控制輸至這真空管柵極上的正弦波電壓的正半週,於是真空管左邊三極管屏極的電壓波形如圖廿二所示。

真空管  $J_3$  右邊三極管的工作方式是控制柵的工作點靠近屏流截止點。結果,正弦波電壓的負半週在真空管  $J_{3b}$  的屏極



圖廿二 控制器各部份的電壓及特性曲線。

電流中就被截去。因此在真空管  $A_{3b}$  屏極上所產生的電壓波形就接近於方形波。

真空管  $A_3$  所組成的方形波脈衝，經過換檔開關  $H_2$  和電容器  $C_9$  輸至真空管  $A_4$  的柵極，在那裏放大其電壓及電流。被放大後的脈衝，從真空管  $A_4$  的屏極，經電容器  $C_{10}$  輸至 500 或 10000 歐的輸出分配器。用換檔開關  $H_3$  變換輸出電阻，使振盪器適合於外部負荷的電阻。

輸出級的頻帶寬度應為 20 週到 2 兆週，方可通過從 20 到 20000 週無顯著畸變的方形波脈衝。為了減少末級放大器所引起的畸變，6V6 須連成三極管，以便獲得更好的結果。

為了保持最小的頻率畸變及使訊號波幅穩定起見，所有的放大級中都加入了負回輸線路，所有的陰極電阻器（真空管  $A_3$  的

除外) 都沒有旁路電容器, 五極管簾柵極電壓由電壓分配器供給, 同時就交流電流說, 簾柵極並不通地。所有這些方法, 都使振盪器的較高諧波總量不超過 1—1.5%。

50 週的市電交流聲和 100 週的整流器交流聲是裝置交流音頻振盪器中最討厭的, 我們必須想盡一切方法來驅除它, 因此採用了雙節濾波器; 此外, 真空管  $J_1$  和  $J_2$  的屏極回路中還有良好的洩放電路。

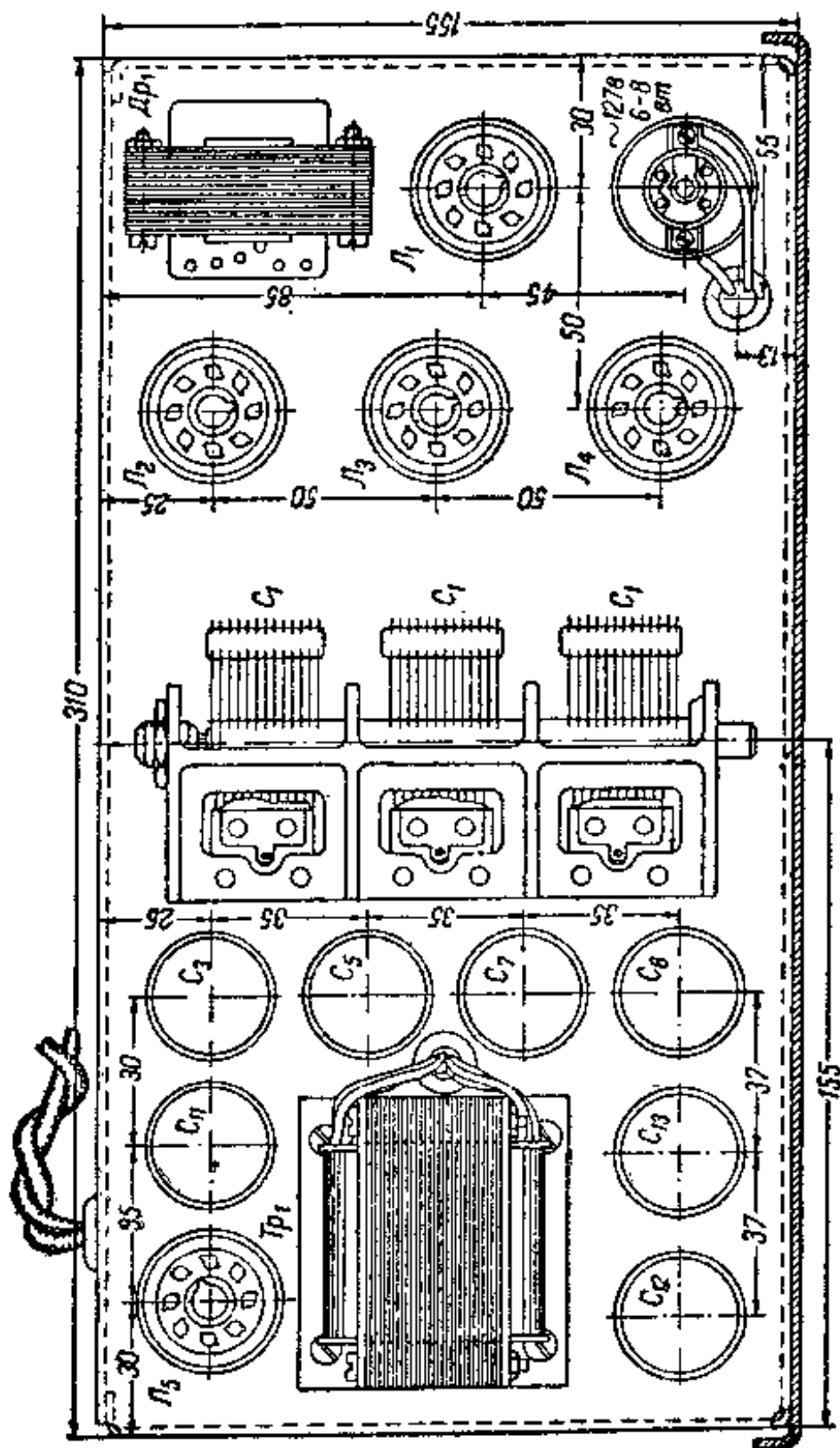
爲了減少 50 週的交流聲, 整流管和各級真空管的絲極線圈都有中心抽頭——第一個與濾波器輸入端連接, 第二個接地。爲了減少由變壓器和扼流圈磁場所引起的電動勢, 在所有變壓器和扼流圈上都加了 1 公厘厚軟鋼製成的隔離罩。真空管  $J_6$  6X5 是全波整流器, 輸出電壓爲 250 伏時, 輸出電流能有 75 毫安。

振盪器電源變壓器的數值如下: 鐵心以 III-22 號矽鋼片疊厚 30 公厘。初級線圈用直徑 0.45 公厘的漆包線繞 1100+170+970 圈。隔離線圈用直徑 0.3 公厘的漆包線繞一層。高壓線圈以直徑 0.2 公厘的漆包線繞 2500+2500 圈。絲極線圈用直徑 0.9 公厘的漆包線繞 31.5+31.5 圈。整流管絲極線圈用直徑 0.55 公厘的漆包線繞 31.5+31.5 圈。

扼流圈數值如下:  $J_{p1}$  和  $J_{p2}$  一樣, 鐵心以 III-19 矽鋼片疊厚 19 公厘, 空氣隙爲 0.5 公厘, 用直徑 0.3 公厘的漆包線繞 3500 圈。

### 3.3 裝置、校整和刻度





圖廿四 音頻振盪器在底板上的零件佈置圖。

在振盪器的面板上(圖二十三)引出: 頻率調節旋鈕  $C_1$ 、波段開關  $\Pi_1$ 、輸出電壓調節電位器  $R_{23}$ 、輸出開關  $\Pi_3$ 、波形開關  $\Pi_2$ 、輸出插口、電源開關及指示燈。

振盪器底板上零件的佈置如圖廿四所示。底板上部置有變壓器  $T_1$ 、扼流圈  $A_{p_1}$ (第二個扼流圈置於底板下)、可變電容器  $C_1$ 、真空管和一部份電解電容器。其餘零件置於底板下。

接線最好採用鍍錫的硬導線, 交叉之處套以絕緣管, 所有接地點用一根接地線相連, 用銲片與底板作三四處的連結。接地的銲片不是銲牢於底板上, 而是用螺絲接牢, 並在銲片與底板間加一墊圈。

在線路圖上沒有標明功率的電阻器, 一概為 0.5 瓦。所有電阻器最好用線繞的, 尤其電阻器  $R_1-R_6$ 、 $R_7$ 、 $R_{20}-R_{23}$  為然, 因為振盪器工作的穩定性決定於電阻器的品質。

假如有現成的小型 10 微法、耐壓 300 伏的紙質電容器, 可用以代替電解電容器  $C_5$  和  $C_{10}$ 。

可變電容器的架子應與底板絕緣, 因為它是雙連的共同點, 而此點應接至第一真空管的柵極。為避免調節時的人手電容作用, 旋轉柄必需與電容器的動片絕緣。

在接線以前, 所有零件都應精細的校驗。假使零件數值與線路圖上所示數值的誤差不大於 10% 的話, 則所有振盪器校整手續僅在於調配電阻器  $R_{23}$  的數值, 偏壓從這電阻器上獲得後, 再輸至控制器的第二個三極管部份——真空管  $\mathcal{A}_{36}$ 。假使不能

與標準數值校對零件，則可按下述次序校整。電容器  $C_1$  置於最小電容的位置上，波段開關  $D_1$  置於中間位置（波段 200—2000 週），而波形開關  $D_2$  置於「正弦波」的位置上。用 5000—10000 歐姆的可變電阻器暫時代替電阻器  $R_7$ 。將聽筒或陰極射線示波器插入「輸出插口」，改變電位器  $R_7$  的電阻直至產生振盪。然後進一步改變電阻器  $R_7$  約 3—5%（註五），使在所有波段上，電容器  $C_1$  在任何位置都產生振盪。最後測量  $R_7$  的數值，並代以固定電阻器。

在順利獲得穩定振盪後，必需調節控制器。因此波形開關須換置在「方形波」位置，並由測量交流電壓峯值的電壓表，或由陰極射線示波器觀察，使方形波的振幅等於正弦波的振幅。暫時用另外一個可變電阻器來代替控制振幅大小的電阻器  $R_{23}$ ，增加電阻的數值就使振幅減小（工作點移近屏流截止點）。

校整控制器時，如採用陰極射線示波器，則振盪器的輸出插口必需直接接至陰極射線管的偏向屏，而不通過示波器的放大器。因為一般型式示波器的放大器的通過頻帶都不超過 200 至 400 千週。假使振盪器的結構不允許直接接到陰極射線管的偏向屏，最好將控制器調節於 20—50 週，因為此時對方形波的畸變可以略而不計。

可用下述方法檢驗在振盪器中是否有 50 週或 100 週的交流聲。調節振盪頻率於 50 或 100 週，如交流聲使振盪波幅跳動不大於  $\pm 2\%$ ，實用上就可以認為沒有交流聲。在頻率 100 週

時，如波幅的振動大於  $\pm 2\%$ ，必需改善屏壓的濾波器，增大電容器  $C_{11}$  和  $C_{18}$  的電容量，可大至 20 微法。電阻器  $R_{11}$  和  $R_{17}$  的數值可適當的增加至 20000 和 10000 歐。在 50 週時，如振盪波幅有顯著跳動，必需檢查變壓器和扼流圈的隔離罩。隔離所有通過交流電的回路，並將其與電橋和第一個真空管柵極的電路遠離。再試將變壓器絲極線圈的一端接地，而不使中心抽頭通地。

刻劃振盪器的刻度，最好利用另一刻度準確的音頻振盪器來進行。在示波器上可按李沙音圖形來比較頻率。假使沒有示波器，將標準振盪器和裝好的振盪器分別接至聽筒的右邊和左邊，按其聲音比較其頻率(註六)。

當沒有標準振盪器時，可比較振盪器的音調和大提琴的音調來進行刻度。各種音調的振盪頻率是已知的，可查閱格金著的《無線電工程手冊》。

刻度也可以應用示波器按李沙音曲線，用 50 週的交流市電作為臨時的掃描電壓來進行。但是必須記着，市電頻率可能在從 49 到 51 週範圍內變動，因此刻度時，必需先用頻率表測定市電頻率。在這種情況下，最好先在第二波段(200 至 2000 週)進行刻度。假如在電橋中的電阻器互相差達 10 倍(準確度達 1%)，則其他二個波段的刻度將也正確。

然後，需要測量電位器上輸出電壓的數值。調節電位器於一定的數目，以得所需的電壓，但不每次都去測量它。至此振盪



器的刻度可認為完成。

註一：整個波段分成三部份：I—20 至 200 週；II—200 至 2000 週；III—2000 至 20000 週。

註二：LC 電路的振盪器的頻率決定於下列公式  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 。

註三：電容比 =  $\sqrt{\frac{\text{可變電容器最大電容}}{\text{可變電容器最小電容}}}$

註四：最好用紙質電容器代替電解電容器。電容器  $C_{10}$  亦可作如此代替。

註五：使電燈泡的燈絲剛開始發光(暗紅色)。

註六：這種刻度法不太準確，但誤差不致超過 3%。

## 第四章

### 陰極射線示波器

示波器是用來研究電路中極快電波波形的，在業餘實驗中是一種很貴重的儀器。

示波器愈來愈廣地用在業餘無線電測量工作中，利用它可更快更好的調節各種裝置，音頻放大器的調節過程可大為簡化，並可用以選擇真空管供電方式和校整的頻率和相位的畸變。

各種輔助裝置使示波器應用的範圍大為擴大。例如有變頻振盪器和標準訊號振盪器時，可以很快並且很準確地調整所有廣播收音機或電視接收機的射頻部份。

應用方形波的音頻振盪器，能很快地調節放大器的相位和頻率的特性曲線，還能測量變壓器和扼流圈所帶來的畸變。應用電子變換開關，就可以同時觀察二個有關交流電壓的相互作用，例如干涉電路、差動電路、和放大器的輸出和輸入電壓。

某些機件的工作，不僅決定於電壓或電流的頻率和數值，而且決定於其波形，觀察波形示波器更是惟一的儀器，例如調節電視接收機掃描器的直線性。在熟練業餘家的手中，示波器更能進行各種測量。

下面介紹一架幾乎能進行各種測量的示波器的結構，而這種示波器又可以在業餘條件下裝置。

雖然它的線路很複雜而且笨重（示波器有八個真空管），但在裝置和校整上是簡單的，裝置是不會失敗的。這具示波器有下列特性：

掃描器頻率範圍	從 10 週到 20 千週
50 週以下掃描器的非線性	10%
超過 50 週時掃描器的非線性	5%
Y 軸的靈敏度	0.05 伏特/公厘
X 軸的靈敏度	0.08 伏特/公厘
訊號強度為 5 分貝時通過頻帶	10 週至 50 千週
陰極射線管直徑	75 公厘
同步作用	內外皆為 50 週

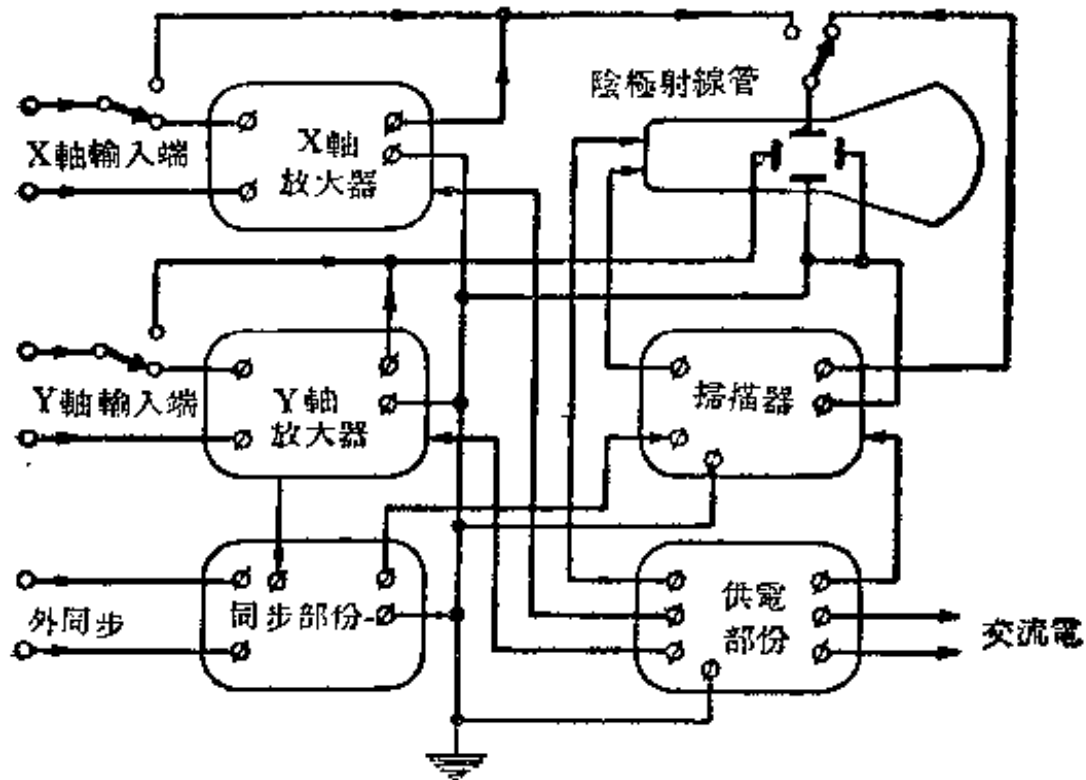
訊號可直接或經過放大器輸至偏向極。掃描點飛回時陰極射線消逝。

#### 4.1 線 路

示波器的線路如圖廿五所示。其簡圖如圖廿六所示，由此可知，示波器係由下列部份組成：陰極射線管和調節器、掃描器、Y 軸放大器、X 軸放大器和整流器。

被測訊號輸到 Y 軸放大器的輸入接線柱，再經過電容器  $C_1$  輸至增益控制電位器  $R_1$ 。這電位器的中點與真空管  $J_1$  6SJ7 的控制柵相連。真空管屏極負荷是電阻器  $R_2$ ，其數值較小。這

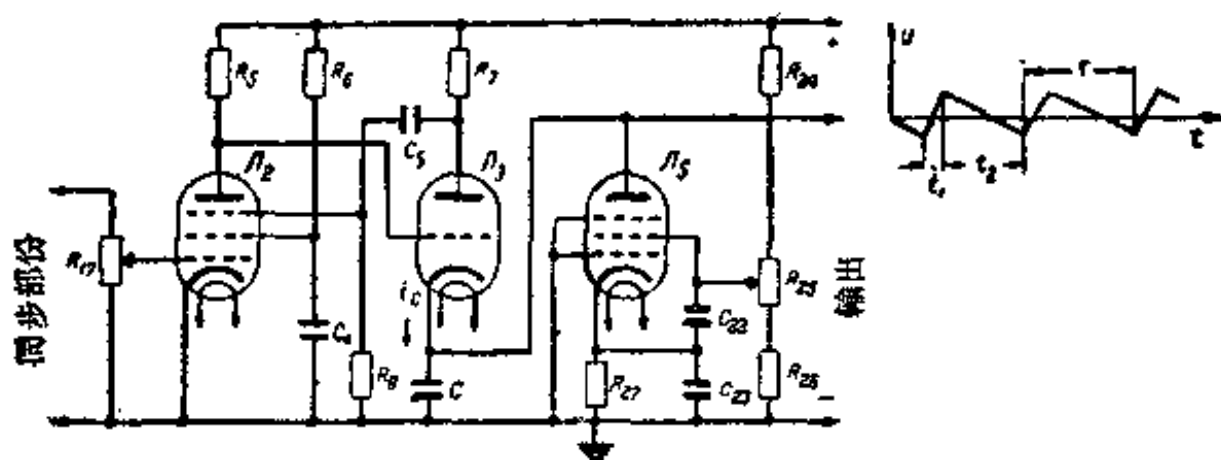




圖廿六 示波器的略圖。

是爲了向頻率較高的一端放寬通過頻帶。爲了同樣的目的，電容器  $C_2$  減小到 10000 微微法，使其在低頻時產生較大的負回輸。從真空管屏極上所得放大後的訊號電壓，經過開關  $H_3$  和電容器  $C_{27}$  輸到陰極射線管的垂直偏向屏。當訊號必須直接輸至偏向屏時，可以用開關  $H_3$  將被测訊號直接接至輸入接線柱。

掃描電壓從外部的掃描器輸到 X 軸放大器的輸入端接線柱，再經過電容器  $C_{10}$  和開關  $H_1$  輸至真空管  $J_4$  8SJ7 的控制柵。假使外部的掃描電壓足夠高的話，則可以將它直接從輸入接線端輸至水平偏向屏。掃描器的線路如圖廿七所示。



圖廿七 掃描器的線路。

掃描器由三個電子管組成： $J_2$  是 6SK7， $J_3$  是 6Φ6 和  $J_5$  是 6X7。這種複雜的線路產生良好的線性掃描頻率範圍。線路工作如下。在接入屏極電壓時，電容器  $C$  經真空管  $J_3$  充電。充電電流  $I_c$  的初值減低了真空管  $J_3$  屏極上的電壓。負脈衝從真空管  $J_3$  的屏極轉送到真空管  $J_2$  的簾柵極，真空管  $J_2$  就斷流，結果它的屏極上以及真空管  $J_3$  的柵極上電壓就提高了， $J_3$  的屏極電流就增加。

真空管  $J_3$  陰極的電位隨電容器  $C$  充電的程度而提高，同時充電電流  $I_c$  將以指數函數降低，因此真空管  $J_3$  的屏極電壓將增加。正脈衝從真空管  $J_3$  的屏極轉送到真空管  $J_2$  的簾柵極，使其導電。於是真空管  $J_2$  屏極電壓減低，因而又使真空管  $J_3$  斷流。這些變化過程在線路中同時進行，並帶有交錯的特徵。

當真空管  $J_3$  斷流後，電容器  $C$  受充電達某值  $U_c$ ，經真空管  $J_5$  放電，其放電大小並不決定於其屏極上的電壓，而使通過真空管的電流保持常數。因此，電容器的放電，就是以向一個方向

流的電流，形成了鋸齒形電壓的工作部份。電容器  $C$  放電達一定值後，屏極電流開始通過真空管  $J_3$ 。真空管  $J_3$  中屏極電流的出現，在線路中引起交錯過程，並開始循環。

射線飛回的是否很快，決定於真空管  $J_3$  的屏極負荷，即電阻器  $R_7$  的數值。

掃描頻率用以下方法調節。第一，用充電電容器  $C$  的電容量（在線路  $C_{11}$  至  $C_{16}$ ），控制振幅強度。第二，用電位器  $R_{25}$  改變放電的五極管  $J_5$  簾柵極電壓，以調節其平滑性。

適當配合  $H_2$  和  $R_{25}$  旋鈕的位置時，掃描（註一）頻率的準確度可達 10%。利用換檔開關  $H_2$ ，掃描頻率可以調節到下列波段：(I) 10 週—50 週，(II) 40—200 週，(III) 180—900 週，(IV) 0.85—4.25 千週，(V) 4—20 千週。

假使  $R_{25}$  的電阻值隨接觸片的位置作線性變化，它旋轉五分之一，將使振盪的頻率從最小數值增加同樣的倍數。例：換檔開關置於第二段，電位器  $R_{25}$  在  $3/5$  圈處，頻率 =  $40 \times 3 = 120$  週。這樣可使標度與電位器  $R_{25}$  的旋鈕產生聯系，以便在示波器面板上進行刻度。

掃描電壓的同步是將被测電壓輸至真空管  $J_2$  的柵極而取得的。假使開關置於「內同步」的位置上，則被测訊號從真空管  $J_1$  的屏極，經過電容器  $C_{10}$  和同步調節電位器  $R_{17}$  輸至真空管  $J_2$  的柵極。需用 50 週同步時，即可從真空管絲極引出 6.3 伏電壓輸至真空管  $J_2$  的柵極。用外同步時，「外同步」接線柱之一與

換檔開關  $H_1$  相連。換檔開關  $H_1$  的第四個位置是將線路轉換成利用外部掃描電壓的工作位置。掃描電壓從真空管  $6\Phi 6$  的陰極獲得而輸至電位器  $R_{19}$ ，再從其中點輸至陰極射線管的水平偏向屏。

在具有電子鎗和偏向屏構造特殊的陰極射線管  $J10-729$  中，梯形畸變是極小的。因為掃描偏向電壓的傳送是按不對稱的線路完成的，電壓僅僅輸至偏向屏的一片，第二片偏向屏和第二屏極接地。

陰極和第二屏極(接地的)間的加速電場，是由整流管  $6X6$  (註二)屏極上的高負電位(-1250 伏)接至陰極而產生的。

用電位器  $R_{13}$  和  $R_{14}$  改變偏向屏的靜電電位，就可調節射線在水平和垂直方向的偏向。

電位器  $R_{10}$  改變第一屏極的電位，這樣可調節靜電場的集焦作用。亮度由電位器  $R_9$  來調節，牠改變柵極與陰極的負電位。

掃描光點飛回時，電容器  $C_{26}$  上產生而輸至陰極的正脈衝使射線暫時消逝。電容器  $C_{26}$  應為雲母的，耐壓為 1500 伏特，因為它是接在陰極射線管中具有 -1250 伏電位的陰極和達 +250 伏電位的真空管  $J_5$  的屏極之間。

整流器的變壓器是  $Tp_1$ ，供給低壓(真空管  $J_7 5U4$ )和高壓(真空管  $J_6 6X6$ )兩個整流管。為了避免整流後電壓的脈動，在兩個整流電路中都採用  $\pi$  形電容電阻濾波器。



高壓從變壓器  $T_{p1}$  次級高壓線圈一半的一端輸至真空管  $J_6$  的陰極。真空管  $J_6$  的絲極線圈另繞，但在變壓器內部與高壓線圈相連。變壓器  $T_{p1}$  的數值如下：鐵心以 III-32 號矽鋼片疊成，厚 40 公厘。初級線圈用直徑 0.55 公厘的漆包線繞 550 + 85 + 465 圈。隔離線圈用直徑 0.3 公厘的漆包線繞一層。高壓線圈用直徑 0.23 公厘的漆包線繞 1500 + 1500 + 3000 圈。絲極線圈用直徑 1 公厘的漆包線繞 32 圈。整流管絲極線圈用直徑 1 公厘的漆包線繞 25 圈。高壓整流管的絲極線圈用直徑 0.4 公厘的漆包線繞 32 圈。陰極射線管的絲極線圈用直徑 0.55 公厘的漆包線繞 32 圈。

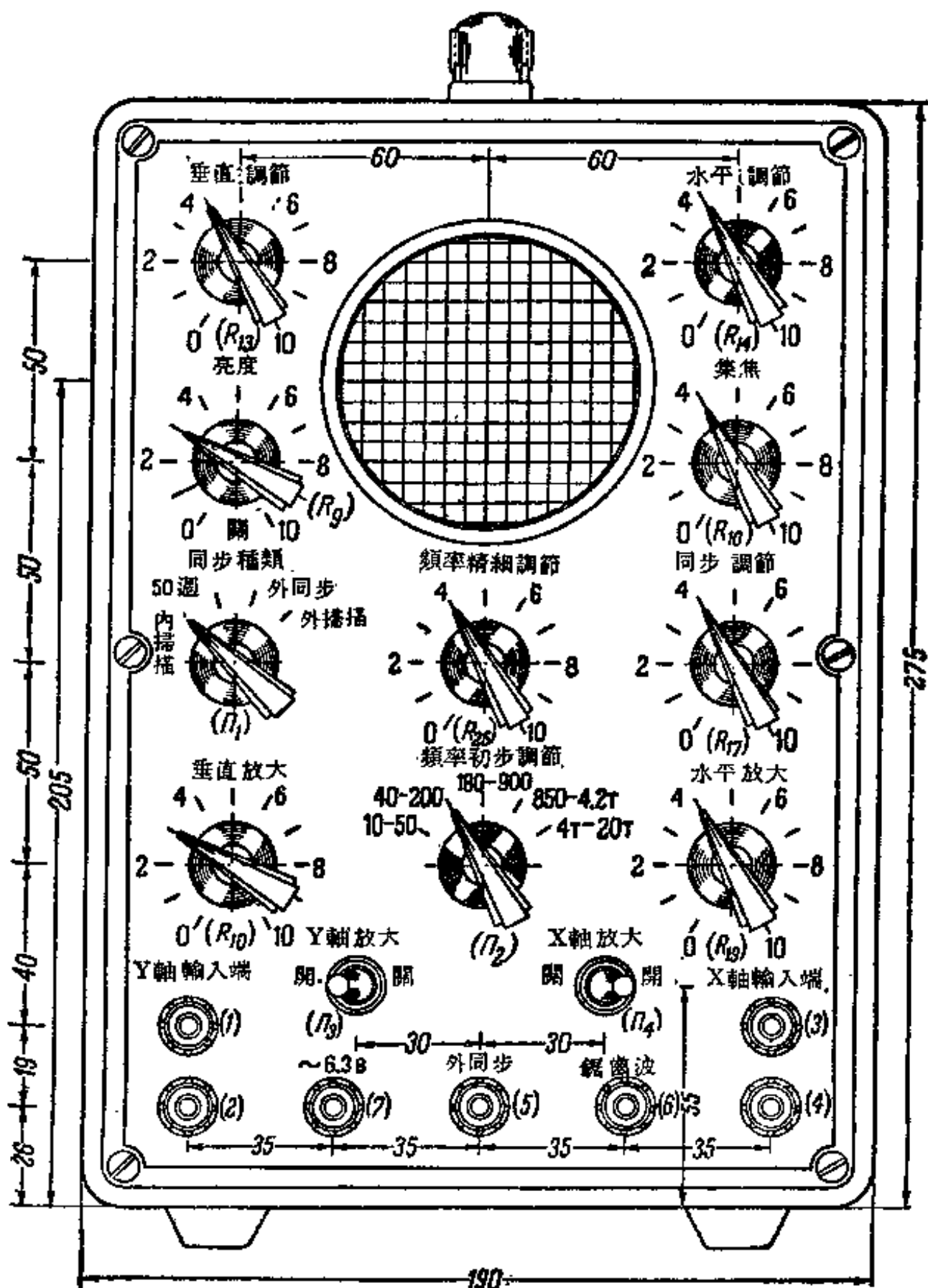
## 4.2 裝置和校整

在面板（圖廿八）上裝有全部調節電位器和換檔開關，以及電容器  $C_1$ 、 $C_{11}$  至  $C_{15}$ 、 $C_{16}$ 、 $C_{18}$  和  $C_{19}$  及電位器  $R_{11}$  和  $R_{18}$ 。

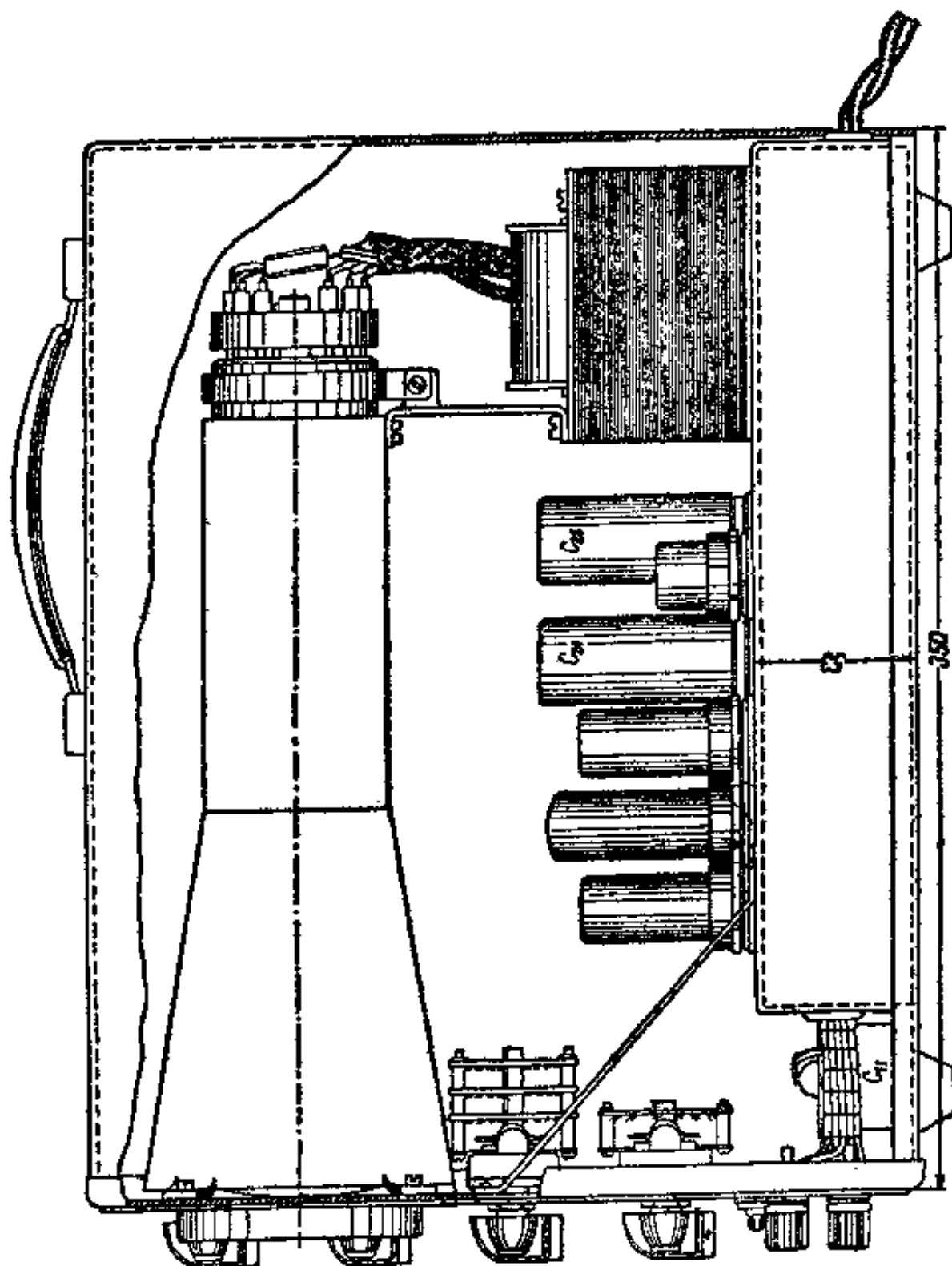
在底板（圖廿九）上置有真空管、電源變壓器和電解電容器  $C_{24}$  和  $C_{25}$ ，其餘零件置於底板內。

陰極射線管罩在一個軟鋼片製成的隔離罩中（隔離罩最好用導磁率很大的鎳鐵合金製成），隔離罩的一端固定裝在電源變壓器上，而另一端固定在面板上。隔離罩必須保護陰極射線管，免受下列磁場干涉：第一是電源變壓器所產生的磁場，第二是示波器周圍儀器的磁場。為了避免後者的影響，示波器的外殼也由軟鋼製成，而不用鋁製的。

接線採用鍍錫硬導線，電阻器和電容器接地端都鐸到硬導



圖廿八 示波器的面板。



圖廿九 示波器底板上的零件佈置圖。

線(截面 2 至 2.5 平方公厘)所組成的地網。示波器所有線路接地都應統一接地網,而在某幾處用鉚片與地相連。

對於具有負電位的電阻器、電容器和導線應極小心與地絕緣。絕緣體的耐壓應不小於 2000 伏。變壓器高壓線圈絕緣體的耐壓亦應達到此值。真空管  $J_6$  的管座最好採用磁質的。

[X] 軸和 [Y] 軸放大器的輸入回路,以及接至陰極射線管管座的導線,都應很好的隔離,導線可紮成一束,外面套以隔離套。

電容器  $C_{26}$  須直接鉚到陰極射線管的管座上,同時很小心地將其與真空管  $J_3$  陰極相連的導線隔離,但不紮成一束。

當裝置、檢查和接線完畢後,即可開始校整示波器。

校整工作須從調節整流器和穩定陰極射線管的工作開始。因此,插入整流管時,需測量濾波器輸出電容器上的電壓。此時電容器  $C_{24}$  與底板間的電壓應為 +350 至 375 伏,電容器  $C_8$  與底板間應為 1250 至 1350 伏。然後插上所有的真空管,唯陰極射線管除外,再校對  $C_{24}$  的電壓,其值應為 +225 至 250 伏。

再校對陰極射線管的工作。隨電位器  $R_9$  動片位置的不同,柵極對陰極的電壓(註三),應在 0 到 -75 伏特的範圍內變化。第一屏極對陰極的電壓,當電位器動片變動時,應在 0 到 +750 伏特的範圍內變化。

進一步決定電阻器  $R_{18}$  和  $R_{11}$  的數值。選擇時應掌握下列原則:二電阻數值之和應為 0.375 兆歐,而當電位器  $R_{13}$  和  $R_{14}$  位

於中點時，動片與底板間的電壓應為零。

此後可插入陰極射線管。陰極射線管熱後，在其中心應出現斑點。調節  $R_9$  和  $R_{10}$  使其集成一點。如電位器動片在中間位置而發出亮度不大，即需校對電位器  $R_9$  的接法正確與否。順時針方向轉動電位器  $R_9$  的旋鈕時，射線的亮度應增加。假如產生相反的結果，就必需變換位置。

再轉動電位器  $R_{13}$  和  $R_{14}$  的旋鈕，使光點從螢光屏的一邊轉到另一邊，甚至超出螢光屏的範圍。轉動旋鈕需與螢光屏上的光點變動相符合，即順時針轉動電位器  $R_{13}$  的旋鈕，光點應從上到下的運動，轉動電位器  $R_{14}$  的旋鈕時應從左到右。

在校整陰極射線管工作的過程中，遇到某些不正常情況時，可校對電位器  $R_9$ 、 $R_{10}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{14}$  和電容器  $C_6$ 、 $C_7$ 、 $C_{17}$ 、 $C_{18}$ 、 $C_{19}$  的數值，通常校整線路的這一些另件後，線路即能正常工作。

校整陰極射線管調節器後，即可開始校整掃描器。首先將同步開關放在第一檔，在這一檔上掃描器是接到陰極射線管的水平偏向屏，而放大器的控制旋鈕置於極大。此時在螢光屏上光點應拉成一直線。假使不產生這直線，就需要校對接線和電阻器、電容器的數值和真空管  $J_2$ 、 $J_3$  和  $J_5$ 。假使一切都正常，而不發生掃描現象，可略提高電阻器  $R_7$ ，但不能超過 2000 歐，而將電阻器  $R_8$  減至 1.5 兆歐。這就足夠使線路工作。然後使在所有波段都產生掃描現象。用換檔開關  $H_2$  和電位器  $R_{25}$  調節，頻率應在前述範圍內變化。掃描的方向應為從左向右，為了校

對這個，頻率固定於最小值(10週)，在這種頻率時，很容易測量射線的方向。假使掃描以相反方向進行，可將陰極射線管轉動 $180^\circ$ ，並將射線偏向控制器( $R_{13}$ 和 $R_{14}$ )的末端鉸好。

再校對[Y]軸放大器及同步工作。從音頻振盪器將正弦波電壓輸至放大器的輸入端進行校對。在放大調節電阻器 $R_1$ 的兩個位置上，即(1)放大最大和(2)距最大20%，測量輸入電壓的數值和示波器螢光屏上示波的範圍。在第一位置上，頻率從25千週開始，在第二位置上，頻率從10千週開始。如頻率降低，特性曲線即開始下降的話，就要減小電阻器 $R_3$ 和電容器 $C_2$ 的數值，或可直接和電阻器接入10至15微亨的電感量。

再測量垂直偏向屏接法正確與否。將正脈衝輸至[Y]軸放大器的輸入端，例如接入手電筒的乾電池。此時射線在第一瞬時應向上偏向。如發現相反的偏向，接至偏向電極的導線就應互換位置。

這架示波器中採用的掃描方式很好，因為僅當電位器 $R_{17}$ 電容器 $C_{10}$ 或開關 $H$ 損壞時才會發生錯誤。

到此示波器的校整可認為完成。

### 4.3 使用法

這本小冊子的任務並不是敘述所有可以利用陰極射線管示波器的測量方法，所以僅談一些典型的測量。

1. 研究電壓曲線的形狀 將被測電壓輸至[Y]軸放大器的接線柱，同步開關擲於第一檔——[內同步]。用電位器 $R_1$ 調

節所需的增益，而用換檔開關  $D_2$  和電位器  $R_{25}$  調節掃描的頻率。這頻率應較被測訊號的頻率小一二倍，以便示波器螢光屏上描繪出被測訊號的二三個完全週波。用電位器  $R_{17}$  達到同步（畫面完全不動）。

假使需要更精細研究曲線的某一部分，將增益調節旋到極大，而用電位器  $R_{18}$  向上或向下變換所示的波形，直到所需要的電壓曲線部份處於螢光屏的中心為止。

當測量頻率較高而振幅又大的電壓時，用換檔開關  $D_3$  將示波器的輸入接線柱直接接至陰極射線管的偏向屏。

2. 測量電壓的數值 爲了要測量交流電壓的波幅，用電位器  $R_1$  預先調節比例尺。將波幅已知的正弦電壓輸至輸入端。假如不需要太大的準確性，可將示波器中 6.3 伏（絲極電壓）的從輸出接線柱輸至放大器的輸入端。如需準確度很高，可用真空管電壓表測量在輸入接線柱上外來的電壓。被測波形的波幅，按陰極射線管螢光屏前賽璐璐上的比例格量度。

3. 測量音頻放大器的頻率和相位特性曲線 作這種測量時，必需要有方形波振盪器。將電壓從振盪器接至放大器的輸入端，放大器的輸出端與示波器相連。振盪器發出所需的頻率，而根據輸出電壓的形狀判斷其相位和頻率的畸變程度。此時在螢光屏上所獲得的畸變曲線和特性如圖三十所示。

4. 測量無線電收音機電路通過的邊帶 這類測量需同時使用另一變頻振盪器輔助進行。從示波器接線柱 6 獲得的掃描



圖三十 方形波的畸變。

(1) 不發生畸變的輸入方形波。(2) 頻率特性曲線在高頻時彎曲。(3a) 頻率特性曲線在低頻時彎曲。(3b)  $RC$  電路時間常數太小。(4)  $RC$  電路時間常數太大。(5) 在補償放大器中，低頻急劇上升。(6) 在高頻部份顯著的相位畸變。(7) 寄生振盪電路存在，例如由分佈電容量及電感量所引起的。

鋸齒形的電壓接入振盪器進行調變。振盪器的輸出接入被測收音機線路中適合之點。示波器輸入接線柱(1和2)接至檢波管的負荷。

5. 研究外同步作用 此時變換開關  $H_1$  擲於第三檔——「外同步」，而將外同步脈衝電訊接至接線柱5和2(或4)。例如研究每一行同步脈衝的形狀時，從電視接收機同步放大器所獲得的電壓，接至示波器的輸入端，而將每行的掃描電壓接至接線柱「外同步」。

6. 頻率的圖形比較 變換開關  $H_1$  擲於第四檔「外部掃描」，將被研究的電壓接至「Y」軸放大器的輸入端，而將音頻振盪器的正弦波電壓輸至「X」軸放大器的輸入端。改變音頻振盪器的頻率，使在陰極射線管螢光屏上的曲線，固定成一不動或很慢轉動的橢圓或圓。此時被研究電壓的頻率等於音頻振盪器的頻率，如被研究的電壓不是正弦波形，在螢光屏上，出現的是



不閉合的曲線，而不成橢圓形。假使研究的頻率超過音頻振盪器所能發出的頻率，可按李沙育圖形決定之。

註一：當同步波幅爲零時，電阻器完全不用。

註二：改動絲極電壓時，可用 1H1 或 2X2 代替真空管 6X6。

註三：內掃描器應關去，因此將換檔開關  $H_1$  置於第四檔—[內部掃描]。