

· 郵電叢書 ·

簡單無線電裝置

人民郵電出版社

簡 單 無 線 電 裝 置

蘇 聯 B. K. 拉 布 金 著

人 民 郵 電 出 版 社

В. К. ЛАБУТИН
ПРОСТЕЙШИЕ
РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ
КОНСТРУКЦИИ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ 1949

本分冊是第一本小冊子「我想成爲一個無線電愛好者」的第二冊。本書敘述了簡單的自己設計的設備和其工作原理，即業餘無線電收音最重要的設備——天線和地線，最簡單的礦石收音機，礦石收音機的低頻放大器，電唱機，直接放大式的交流收音機和電池收音機及短波變頻器。敘述某一構造結束時都列舉了進一步改進它的方案。這本小冊子是爲了開始不久的無線電愛好者而寫的。

簡 單 無 線 電 裝 置

著者：蘇聯 В. К. 拉布金
譯者：陳體鏞 宓冠泉 葉彥瀨
賀明 汪明遠
審校者：中央人民政府郵電部編譯室
出版者：人 民 郵 電 出 版 社
北京西長安街三號
印刷者：郵 電 部 南 京 印 刷 廠
南京太平路戶部街十五號
發行者：新 華 書 店

書號：17 1954年8月南京第一版第一次印刷1—8,500冊
850×1143 1/32 46 頁 字數 75,000字 定價 4,500元

★北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四八號★

目 錄

雷雨和無線電.....	(1)
天線與地線.....	(4)
礦石收音機.....	(11)
低頻放大器.....	(23)
電子管收音機.....	(65)
下一步學習什麼?	(85)
問題解答.....	(87)

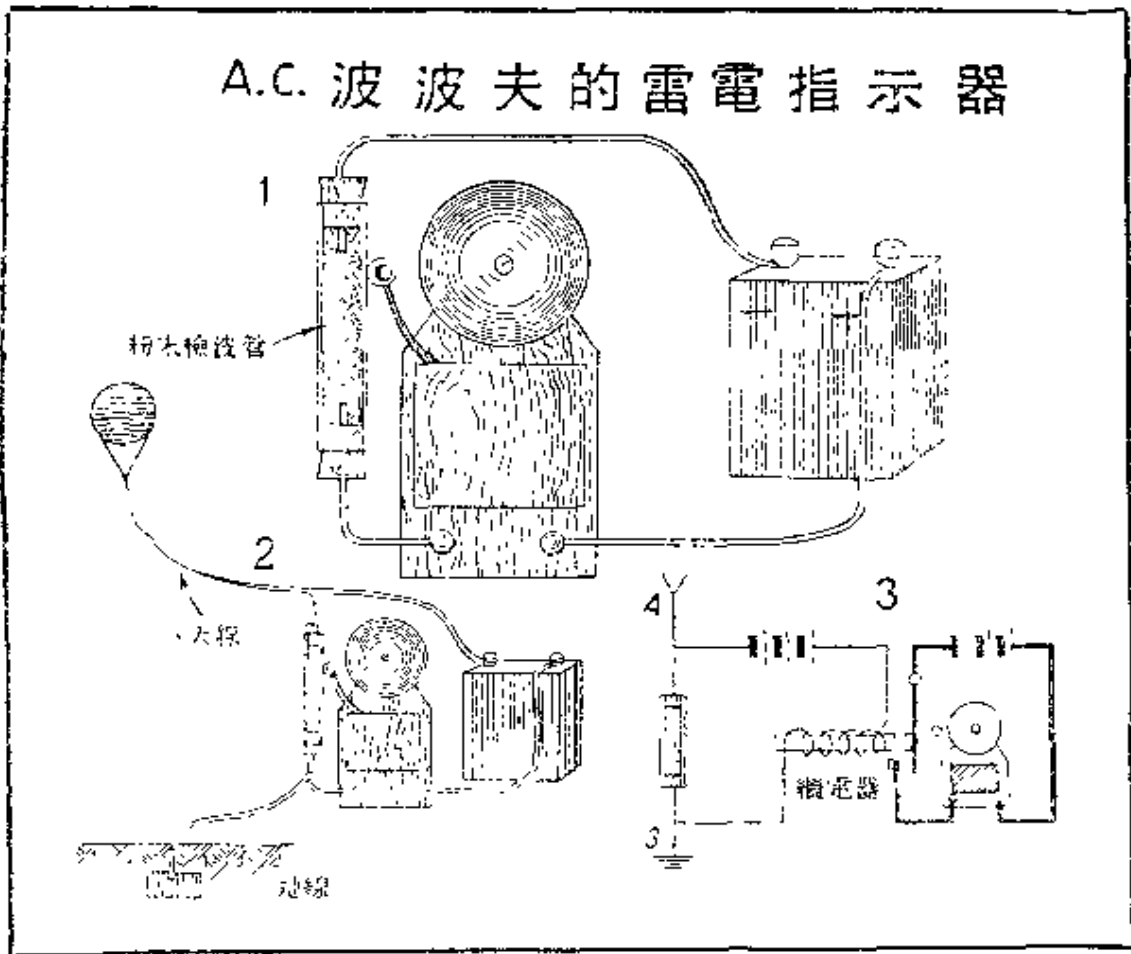
雷雨和無線電

每一個廣播收聽者都知道雷雨對無線電所具有的有害影響。甚至遠處的雷雨都能產生破壞無線電發送的喀嘍聲，使廣播收聽受到干擾。而在雷雨地區，這種所謂「天電干擾」特別強，它能使廣播收聽無法進行。並且在雷雨時使用安裝在屋外的天線是非常危險的，因為閃電對天線襲擊不僅可能燒燬收音機，甚至還可能燒燬房屋。因此，爲了防止火災：

當雷雨將至時，應立即將天線拆離收音機，並使之接地。

但是，與此同時，也不能不提一提雷雨在發明無線電初期所起過的有益作用。A. C. 波波夫在試驗他所發明的第一個無線電收音機（在當時這種收音機會叫做雷電指示器）時，曾利用閃電作爲發射機。我們早就知道，閃電並不是別的東西，它就是巨大的電火花。任何一種電火花都能產生對無線電收音機起影響的電磁波。（譬如電鈴火花斷續器產生的干擾）。A. C. 波波夫的雷電指示器也能感受閃電所發射的電磁波。

雷電指示器最重要的一個部分就是粉末檢波管。粉末檢波管是一個玻璃小管，裏面裝滿金屬粉末，其兩端裝有引出線。電流平常不通過粉末檢波管的金屬粉末，但是只要電磁波一對這些粉末發生影響時，粉末檢波管就立即變成導體。A. C. 波波夫把這種粉末檢波管接到電鈴電路上來代替按鈕，電鈴平常不響（見總圖一的圖一）。但在剛一閃電時，電流就開始通過粉末檢波管，並使電鈴動作起來。是的，在閃電過後，電流仍繼續通過粉末檢波管，電鈴也依然通電。爲了使粉末檢波管重新變成絕緣體，需要將它微微抖動。在A. C. 波波夫的雷電指示器中，震動粉末檢波管粉末的動作是用電鈴的小鎚來自動進行的：粉末檢波管的位置恰在鈴鎚第一次



總圖 1

敲過小鈴後，在回頭的路上能撞擊到的地方。這以後雷電指示器又呈原狀，並能再度感受第二次電擊。這樣，粉末檢波管就把電磁波高頻振盪電能改變成直流。在無線電工程中類此的變頻器就叫作檢波器。這種自動震動的粉末檢波管就是世界上第一個檢波器。

這種檢波器的靈敏度很低：能夠影響它的只有近處的閃電，因為近處的閃電的能量有很大一部分能進入雷電指示器，而遠處的閃電則不能使它動作。A. C. 波波夫在不改變雷電指示器電路的條件下，將粉末檢波管的一根引出線接地，另一根引出線接在一根被一個氣球高升空中的電線上（圖二）。這樣，雷電指示器就能夠感受較遠處的閃電。藉助氣球升起的電線，是世界上最第一根天線。

粉末檢波管的另一個缺點，就是在電磁波影響下流過它的直流

電流很小，因而不得不採用極其靈敏的電鈴，以使電流很弱時也能動作。於是，A·C·波波夫就用了一個靈敏的繼電器來消除這一缺點（圖三）。靈敏繼電器由一塊具有較多圈數的電磁鐵、一塊銜鐵和一個接觸螺絲組成。當電流通過電磁鐵線圈時，銜鐵就緊貼接觸螺絲。從圖三可以看出：電磁鐵線圈接在粉末檢波管回路中以代替電鈴，而銜鐵和接觸螺絲則被用作電鈴開關。閃電時通過粉末檢波管的弱電流吸引繼電器的銜鐵。銜鐵緊貼接觸螺絲並將另一個连接有尋常電鈴的電流較強的回路閉合起來。這樣，弱電流便能藉繼電器控制較強的電流。粉末檢波管回路中沒有電流時，繼電器就被放離接觸螺絲，電鈴回路中也就沒有電流。檢波管回路中出現弱電流時，繼電器銜鐵緊貼接觸螺絲，電鈴回路中就產生較強的電流，就好像是繼電器放大了電流。這就是世界上第一個放大器。

裝有天線及放大器的雷電指示器能記錄四十公里距離的雷雨放電。一八九五年五月七日（新曆），亞歷山大·斯杰潘諾維奇·波波夫第一次在彼得堡的俄國物理化學協會會議上公開實驗了這樣的雷電指示器的工作。從那時到現在已經有五十多年，無線電工程已經大大地向前發展，無線電機械的外貌和構造已經變得無法認識了。它們的特性已有了改變，應用範圍也大大的擴展了。但是直到今天，對於任何一種無線電接收機無論是無線電廣播機、電視機、無線電報機或無線電測向站的接收機，檢波器、天線和放大器都仍舊是主要的和不可缺少的部分。因此理應承認一八九五年五月七日是無線電節。

不到一年，A·C·波波夫又改進了它的雷電指示器：使它能在紙條上記錄點和劃以接收電報信號。與此同時，他又裝置了一個無線電報發射機，並於一八九六年三月二十四日公開實驗了二百五十公尺距離的無線電報的發送。這種無線電發射機藉助於一種類似電鈴的裝置來產生火花——小閃電，因此就把這種發射機叫做「火花發射機」。火花發射機一直使用了二十多年，直到電子管被研究出以後，才為電子管發射機所代替。

由於火花發射機能產生很大的無線電干擾，所以在今天，法律上已禁止製造它。

天線與地線

顯然，所有的讀者對什麼是天線和無線電收音機中為什麼要用天線已經有了一些概念。有趣的是接收（找到）無線電波的不是接收機，而是天線。由許多無線電發射機那裏來的無線電波的能量在天線上變成電流，而收音機則只是把這些電流改變一下，讓它能使揚聲器或聽筒動作。不能把天線看作是與地線相脫離的。地線就像是這個能「找到」無線電波的設備的另一個電極。很明顯，任何一個無線電收音機，特別是簡單的收音機，其工作好壞在很大程度上是由所採用的天線的特性和地線的質量來決定的。那麼，對接收天線究竟有些什麼要求呢？

第一、在所收電台的無線電波影響下，天線上應能產生儘可能大的電動勢。為此目的，需要將天線製造得很長，並使之高懸於地面。天線與大地還必須有良好的絕緣，否則天線電流將不流入收音機，而流入大地。第二、天線應該能防止干擾，也就是說，它不應接受工作時能造成火花的電氣器械（電鈴、電動機、電車等）所放射出來的電磁波。這些「工業干擾」強烈作用的範圍不很大，所以離開各種電線很遠高懸的天線在這一方面就很好了。圖四（總圖二）繪有能夠做得很長和架設得相當高的天線的構造。這就是所謂Γ形天線。雖然這種Γ形天線的架設需要兩根天線桿，這樣使得在架設時較為複雜，較為困難，但正是這種Γ形天線，再配合以良好的地線，能保證使開始不久的無線電愛好者自製極簡單的收音機工作良好。對於靈敏度高的較好的收音機，則可採用較簡單的天線：帶形（圖五）天線甚至室內天線（圖六）都行。裝置帶形天線只需要一根天線桿，而其工作質量則與一根小Γ形天線差不多。架設室內天線比架設帶形天線還要容易，可是由於這種天線的高度有限，其長度又為房間大小所限制，所以它的工作質量却比室外天線差得多。

只是在靈敏度較高、電子管最少有四五個的收音機中才適合使用室內天線。在城市中，位置和電線極為接近的室內天線，能接受許多的工業干擾，因此對靈敏度高的多燈收音機，使用室內天線也是不完全合適的。遠方無線電台的弱信號將被本地的干擾所「遮蓋」，因而遠方電台只有短波的才能清晰收到，因為用短波時，收音機本身就能很好避免工業干擾的影響。

除了上述各種天線外，還使用「代用天線」。大家知道，在任何位於無線電波傳播道路上的導體上，無線電波都能產生電動勢。所以這些導體中最長的一些（市電電力線，鐵屋頂等）可以用來代替天線。這就是代用天線。通常，代用天線與大地之間是沒有很好的絕緣的，因而會「聚集」許多干擾。當然，為了開玩笑，實驗這種代用天線時，還可以使用雨傘（帶金屬置架的）。甚至你還可以表演「床上」或桌燈無線收音使你的朋友們感到驚奇。在所有各式各樣的代用天線中，特別值得注意的是用一根市電電力線來代替天線。

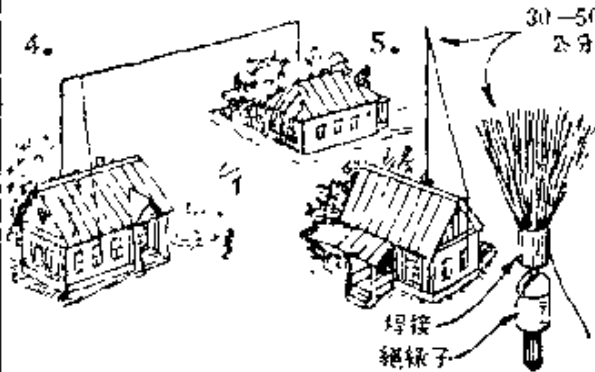
不能將市電電力線直接接入收音機的天線插孔中去。

因為這可能引起市電電流通過收音機電路接地。為了防止接地，應在這種天線的回路中連接一個電容器（圖七）。直流電不能通過電容器，因為它的道路被電容器的介質擋住了。但是我們知道，交流電卻能夠流過有電容器的電路。同時還要補充一點：交流電的頻率越高，電容器的電容量越大，交流電就越容易通過。如果使用電容量很小的電容器，則它不僅將阻擋直流電通過，同時也將阻擋低頻的交流電通過。這樣，頻率低的市電電流（每秒鐘五十週）不能通過收音機電路。同時，對無線電波所產生的高頻電流，甚至電容量很小的電容器也不能起很大的阻擋作用。電容器能給予各種不同頻率的電流以各種不同阻力的這種特性，被廣泛運用在無線電工程中。

因為市電電力線很長，所以它是靈敏度很高的天線。這樣的代用天線甚至適用於礦石收音機（用來收聽本地電台）。不過對於簡

天線與

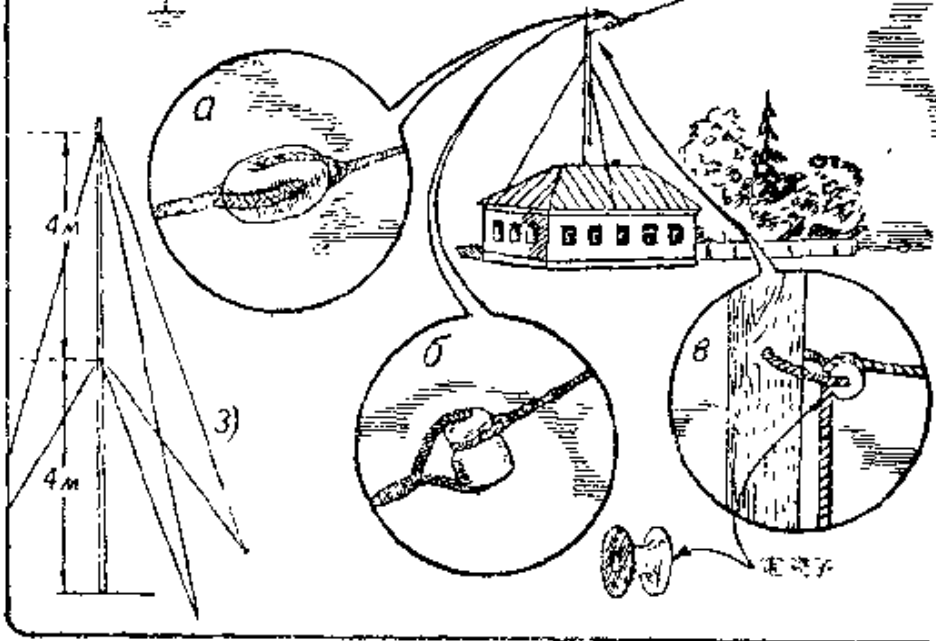
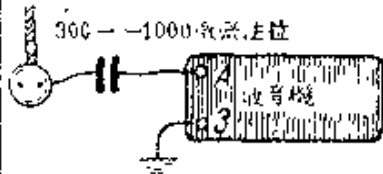
室外天線



6. 室內天線

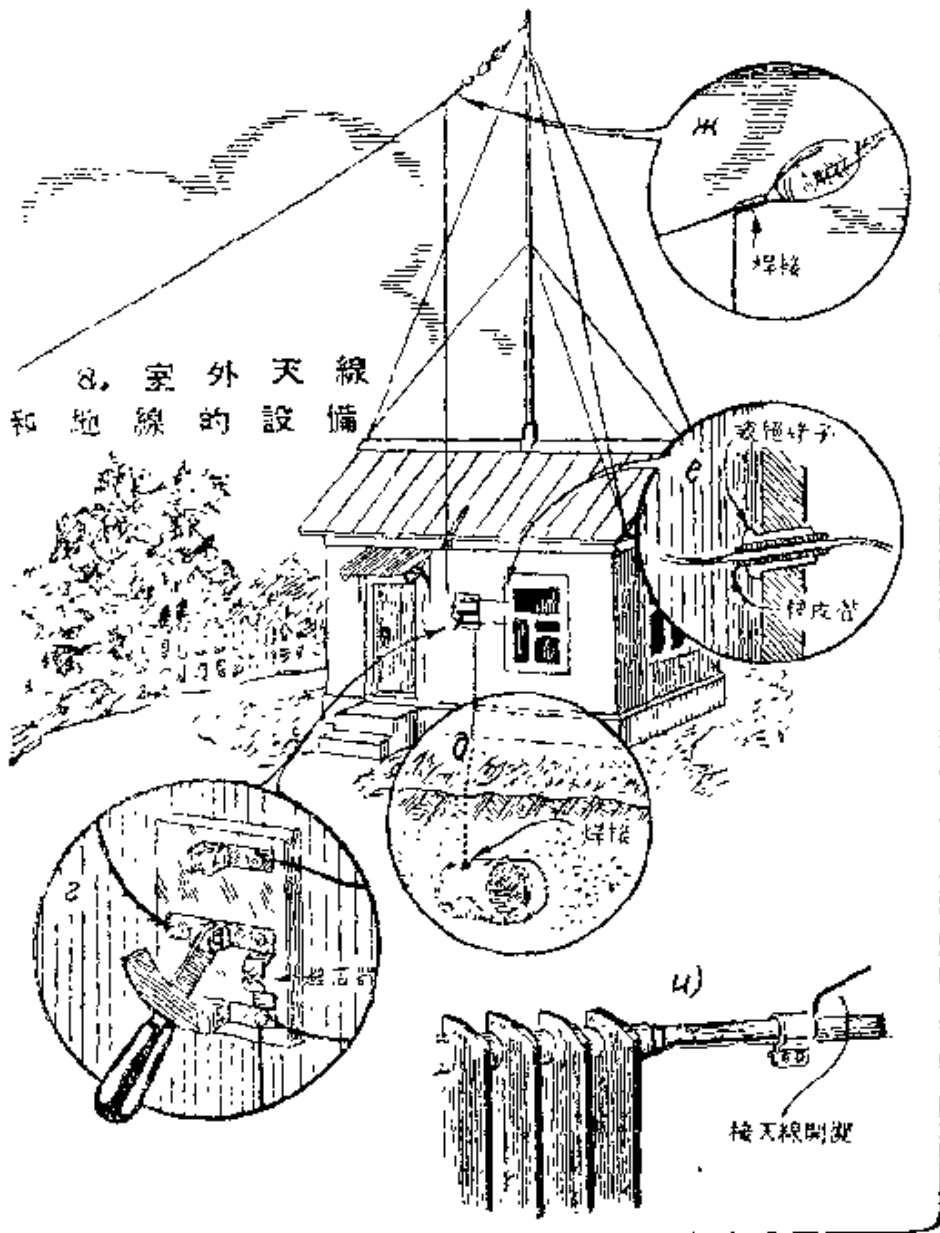


7. 代用天線



0

地 線



總圖 2

單的收音機(其中也包括這本小冊子中所述的收音機)，還是不得不承認Γ形天線是主要的類型。圖 8 即係解釋這種Γ形天線裝置情形。

選擇室外天線架設地點及其構造時，首先要以防止損壞和不幸事件發生的技術標準為指針。這些標準禁止：

- 一、建立的天線，兩桿間距離在五十公尺以上；
- 二、在屋頂上架設的天線桿，高於八公尺；
- 三、將天線綁在煙囪、通風管或其他管筒、天窗上，屋頂照明燈上、屋頂和陽台欄干上，或電線的撐架和支柱上。
- 四、天線緊拉在架空電線上或下面（當天線與架空電線平行架設時，其距離應不小於天線桿的高度）。

從無線電工程的要求這個觀點來看，要注意下面數點：

一、儘管任何導線都能用作天線，但是工作質量較高的是多芯的銅線（即所謂軟天線），較次點的是單芯青銅線或銅線，更次的是鐵線。天線可以是絕緣的，也可以是裸露的。

二、在固定天線和引入線的各個點上，必須使用絕緣子（最好是瓷的），同時拉線與天線應用三、四個絕緣子隔開（圖八、a、б），引入線在引入處裝於橡皮管內經過瓷襯管引入屋內（圖八、б），屋內的天線佈線使用絕緣線，安裝於電瓷子上，電瓷子裝在牆上每隔四、五十公分安裝一個。

如果沒有瓷絕緣子，可以使用電木絕緣子，萬不得已時，還可以使用在瀝青中煮過的本絕緣子（例如縫衣用線的線軸）。

三、天線的水平部分的位置，最好是在它下面和附近沒有別的巨大物體（樹木、屋頂），其垂直部分——引入線——的位置距離牆不應少於廿五公分。

無論任何物體均不應使之直接接觸天線或引入線。

最後，架設天線時，也不要忘記它的機械堅固性等條件。用作天線的導線宜盡量的粗（直徑達 2.5 公厘），這種導線的優點不僅表現在天線的堅固性上，同時也表現在電氣質量上。引入線最好是和天線由同一根導線組成（參閱圖 8、ac），若要連接的話，則其焊

接無論在機械方面或電氣方面，均應特別堅固可靠。對於把天線固定在天線桿上的拉線，最好是採用叫做測程繩的絞合的粗繩。天線桿也應相當堅固。天線桿應該用直徑3——4公厘的鐵線拉線來固定。天線桿的高度每隔四公尺應單獨有一層這樣的拉繩(圖八、3)。如果天線桿是由幾根竿子接起來的，對其連接地方的鞏固結實，就更應特別注意。

天線按下列步驟來架設：先準備好帶有引入線的天線導線。導線末端綁上絕緣子，然後再綁上測程的(粗繩的)拉線。對引入線來說拉線的長度應該使引入線差不多在引入屋內位置的上面。將這根拉線綁好在天線桿上以後，就可以把這第一根桿子豎立並固定起來。第二根拉線應該是相當長的：把它穿過第二根天線桿上的滑輪(圖八、4)，再將它綁到桿子底部，並須使天線不致拉緊，且不妨礙架設第二根桿子。只有在把第二根天線桿豎立和固定了以後，才可用這根長拉線將天線拉緊，然後重新將拉線綁到桿子底部。

第三頁中已經指出：雷雨時必須將室外天線接地。但是危險的不僅是閃電對天線的直接襲擊，雷雨時附近每一次閃電，都將在天線上感應出很強的電流，這種強電流輕則可能損毀收音機，重則同樣也能引起火災。下雪時，也常常能發現天線上聚集電流。這些情況就使每一個有室外天線的無線電愛好者都需裝設一套防止天電影響的裝置。這種裝置的一個最重要的部分就是天線開關(圖八、5)。天線開關能使天線接通收音機(當其槓桿在上部位置時)，它又能使天線接地(如圖所示，當其槓桿轉向下時)。可以使天線僅僅在收聽無線電時才接通收音機。收聽完畢，即可用這開關使天線接地。只要是可能的話，天線開關都應裝設在屋外。如裝在屋內，則應儘可能使之固定在引入線引入地點，但不應裝在窗戶的木框上，因為這是安全技術所禁止的。

除天線開關外，還使用經常連接在天線與地線之間的避雷器。最簡單的避雷器就是空隙不大的(0.5—1.0公厘)空中火花間隙。平時，避雷器並不對接收設備有所影響，但一當天線與地線之間產

生很大的電壓，電火花就打穿避雷器空隙，而聚集在天線上的電流就不經收音機電路而入地。這樣，即使天線不通地，避雷器也能使天線上不致出現過高的電壓，並減輕由於使用室外天線時不小心而產生的不良後果。避雷器的齒形薄片（極）可用罐頭盒切成。通常將這種薄片固定在天線開關的底部分（圖八、2）。如果它們之間的空隙為0.5公厘，則在電壓約為1000伏特時放電。較靈敏些的避雷器是氣體避雷器。它們的兩極（電極）裝在一個充滿了特殊氣體的管子內。這樣的避雷器在電壓為數百伏特時即被擊穿。我們在第一本小冊子（我想成爲一個無線電愛好者）中已很好知道了的霓虹燈（任何類型的），便可用作氣體避雷器。使用霓虹燈的另一個合適的地方是它能預告雷雨的來到。當天線上出現很大電壓時，霓虹燈就開始發光。霓虹燈的頻繁發光和微弱的亮光的出現，表示必須將天線接地。

如果您要架設室外天線，那麼必須首先裝置好地線。對於農村的無線電愛好者，更應特別仔細地注意裝置地線，因爲在農村中沒有很高的建築物，所以天線就是最能吸引閃電的物體。通常利用某種舊的金屬家常用品，如破爛的水桶、茶壺、臉盆等（當然不是用塗上絕緣的油漆或珐瑯的東西）作爲地線。把一根直徑1.5—2.0公厘的銅線牢靠地焊接在所選定的物體或者乾脆就焊接在一塊銅片、鋅片或鐵片上，把這物體埋到地下出水深處，而將導線由地下引出連接到天線開關上去。在沒有適合於用作地線的物體時，可以用一束裸導線，就用連接地線於天線開關的這根導線就行。接地導線可以用裸導線，並無需用絕緣子而把它沿牆固定在釘子上。

城市中的無線電愛好者則用較簡單的地線把自來水管、暖氣管或煤氣管當作地線。因爲上述這些管子都是敷設在地下並直接通入住宅內的。用作地線的導線，最好是能焊接在管子上。但是，在這種情況下，牢靠的焊接只有使用噴燈才能辦到。導線也可以不用焊接，而連接到管子上去，因此，把幾圈裸導線纏在一段預先已擦得發亮的管子上，然後再用夾頭把這些線圈固定起來（圖八、2）。

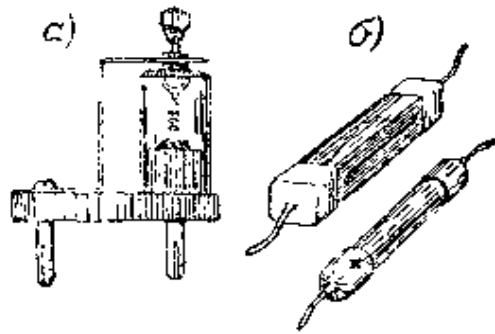
再一次提醒讀者：無論是天線或地線首先必須接到天線開關，然後再由開關接到收音機上。最後，仍須指出：天線和地線應仔細小心、不慌不忙地從你所能找到的材料中選擇最好的去裝設。當然，這對一個熱望儘快地試驗自己已經做好的收音機的無線電愛好者，是非常困難的事。所以不得不建議在未裝置好第一個自製收音機以前就來架設天線和地線。否則，匆促地做好的天線，甚至可能使裝設得毫無缺點的收音機工作不良。在您那收音機還沒有裝好的開始時期，您可以試驗下述最簡單的礦石收音機。礦石收音機總共才由一個零件——晶體檢波器組成（總圖三圖九、a）這種檢波器在任何無線電行都有。檢波器的引出線一端應連接於天線，另一端連接於地線。再用同樣的方法，即與檢波器並聯一副頭戴的聽筒。上述全部必需的連接都可以很方便地在一塊安裝有三對插孔的小底版上進行。從圖十中可以清楚地看出底板的構造及連接插孔的方法。一對插孔中連接天線和地線，另一對連接檢波器，第三對連接聽筒。如果離您不遠有一個強力的廣播電台正在工作，那麼把檢波器彈簧的尖端向晶體的各不同點調整，您就可以「捕獲」這個電台。是的，這種簡單收音機甚至連距離極近的無線電台，也只能保證接收很小的聲音。如果電台離您很遠，試驗也許就根本無法進行。但是裝設這樣的收音機還是合算的：因為一、它不需要耗費任何材料（檢波器、聽筒和插孔對裝置一架「真正的」收音機來說都是有用的）；第二、將這種試驗結果和試驗「真正的」收音機的結果相比較，您能明顯地看出，進而相信在校完善的收音機中的許多零件的用途。

礦石收音機

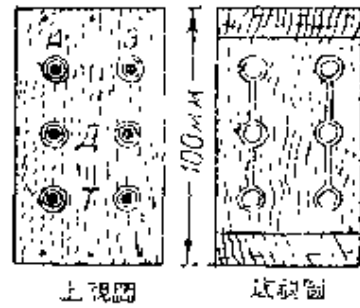
上述最簡單的收音機是不能滿足業餘無線電愛好者，甚至無線電收聽者的要求的。因為它在好的情況下也只能勉強收聽最近的電

礦 石 收

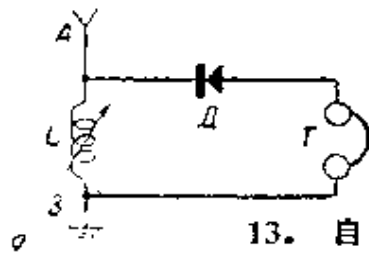
9. 檢 波 器



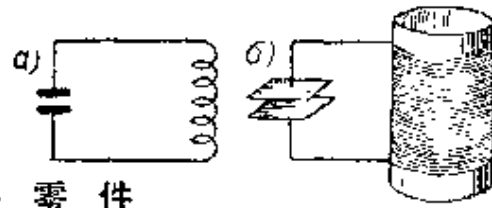
10. 最 簡 單 的
收 音 機 底 板



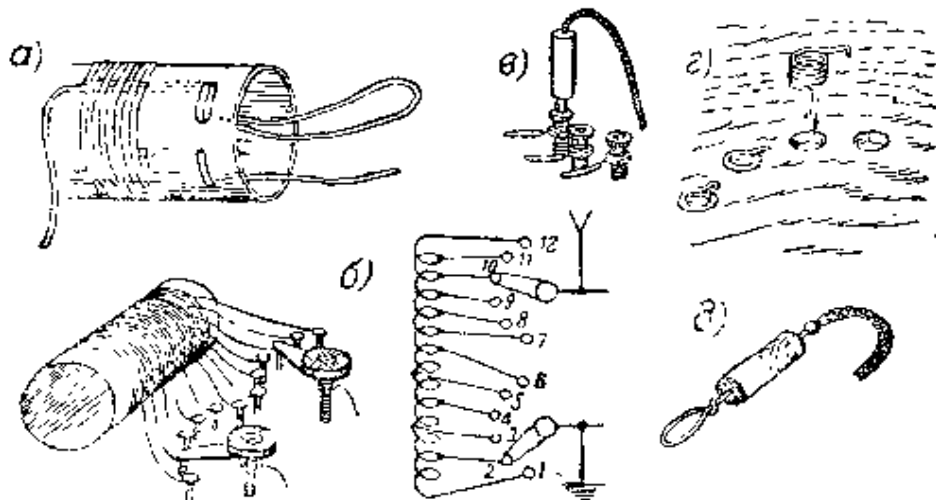
11. 礦 石 收 音 機
電 路 圖



12. 振 盪 回 路

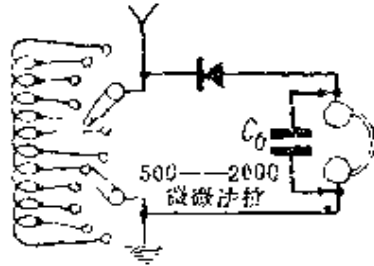
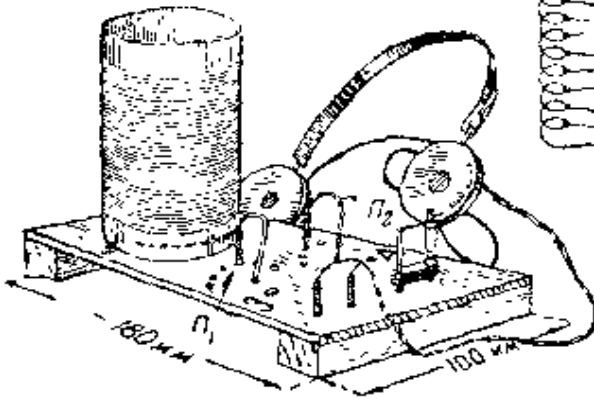


13. 自 製 零 件



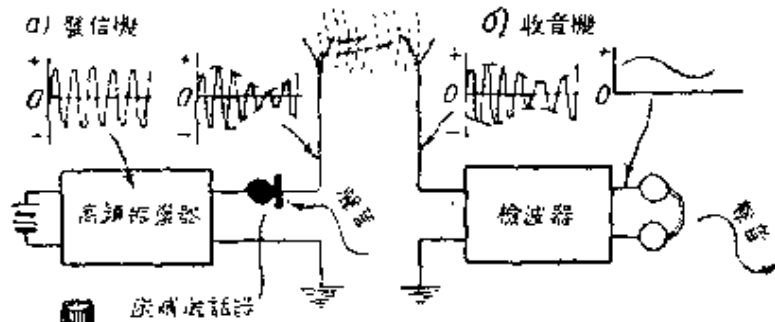
音 機

14. 收音機的構造



16. 傍路電容器
連接電路圖

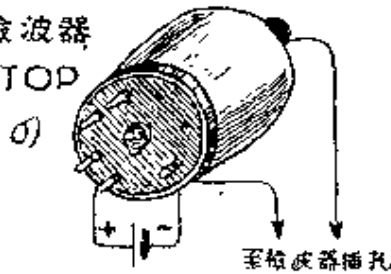
15. 無線電話的原理



17. 電子管檢波器

а) 1E7EXTOP

電子管
2X2-M
(2X2-M)



總圖 3

台，而在壞的情況下就只能聽到一片大氣放電的沙沙聲。這種收音機不能按照我們的願望調整到任何一個電台，而且如果近處有兩三個強力的無線電台工作時，它們的聲音將互相干擾，同時聽到。對收音機電路作某些改進，便能消除這些缺點。這種改進了的收音機電路繪於圖十一。在這圖中我們遇到代表別的零件的新符號：有箭頭穿過的螺旋線。這是代表可變（電感）線圈的符號。感應線圈是最通用的無線電零件，任何一架收音機沒有它都不行。因此它們的構造與特性詳細介紹一下。

感應線圈通常就是一個由絕緣導線製成的線圈，這個線圈套在一個絕緣材料所製的圓形線架上（圖12.6）。帶電線圈的磁場蓄有一定的能量。例如磁場可以引起機械動作——吸動電鈴小錘或繼電器的腳鐵，如果是交流電還可使耳機的振動膜或動圈式揚聲器的紙盒發生振動——這些現象就能說明了上述問題。我們還知道，在變壓器中初級線圈的交變磁場可以在次級線圈中感應電動勢。原來，變化着的磁場不僅在另一線圈中感應電動勢，而且也在產生磁場的電流所通過的線圈中感應電動勢。這種現象就叫做自感，而在自感影響下產生的電動勢就叫做自感電動勢。自感電動勢總是抗拒其本身產生的原因的。若線圈中的電流增大，則自感電動勢便產生了反向電流，此種反向電流阻止線圈中電流的增長。反過來說，如果線圈中的電流減少，則自感電動勢產生方向相同的電流，此種電流保持線圈中減少着的電流，直到磁場將以前儲存的能量放完為止。正是由於這個原因，在電鈴的接觸開關中才產生火花，即當每次電流中斷時，電磁鐵的兩個線圈中便產生了很大的電動勢，這種電動勢極力要在斷路電路中保持電流，因此電路中斷的地方就產生火花。在拆開任何一種具有線圈的電器（例如變壓器、電動機）的電路時，都會看到這種火花。在所有這些情況下，自感現象都是有害的（因為開關的接觸會被火花很快地燒壞或氧化）。爲了克服這種現象還須採取一些專門的措施。但是在無線電工程中這種自感現象却有很大的用處。用以利用自感現象的線圈就叫做感應線圈，如果說在第

一本小冊裏我們已經說過電容器能儲蓄電能，那麼我們現在也可以說感應線圈是儲蓄磁能的。無線電波是在空間傳播的電磁振盪。而電磁振盪可利用相互聯接的電容器和感應線圈來得到。這樣的電路如圖12所示，叫做振盪電路。每一個無線電發射機和收音機裏都有這種振盪電路。天線就是一種特殊的振盪電路（所謂「開路」電路）。

我們試來研究一下振盪電路中發生了些什麼。爲了做這件事，首先要瞭解振盪電路中自由振盪的過程。這種過程就好像掛鐘鐘擺的自由擺動一般。爲了使鐘擺開始擺動，須把它從平衡位置上向一旁拉動（圖18.a左面），然後再行放開。圖18.b, c, d, ……u 上畫的是鐘擺在整個擺動過程中順次所處的位置。從這些圖形上可以看出，當鐘擺擺動末了時，它又回到了原來的位置（圖18.u）。之後，鐘擺又開始作下一次相同的擺動，擺動時又將重新經過那些相同的位置（b, c, d, ……u），以下依此類推。在這些圖形上，從右邊起，畫着振盪電路中振盪過程的相當時刻。圖18.a表示使振盪電路脫離穩定狀態的一種方法——就是用電池來使振盪電路的電容器充電。將電容器與線圈聯接之後，電容器便開始放電，電路中就產生了電流（圖18.b）。這個電流在線圈周圍形成一個磁場，或者換句話說，就是電能變成了磁能。當電容器已完全放電，且電路中不再有電流時（圖18.c），線圈的磁場將全部電能蓄積於本身後，就開始放出來並在原來的方向中產生電流。所以，自感現象與那種迫使鐘擺越過其平衡位置的惰性一樣，當電容器放電時也不使電流停止流動。而且，這個彷彿是從線圈中出來的電流又重新使電容器充電（圖18.d），同時，充電的極性和鐘擺偏轉的方向一樣都是相反的：鐘擺現在離開平衡位置向右偏轉，電容器的正極在下面一片板上，負極在上面一片板上。

只要自感作用一旦停止（即磁場消失了），電路中的電流便立即消失（圖18.e）。這時，振盪電路的全部電能便回到了電容器內部，這種情況相當於鐘擺在最右面位置上的情況。但是鐘擺既不

能長久停留在偏轉的狀態中，電容器也不能夠在電路中將電荷保存在自身。所以鐘擺就開始往回運動（圖18.e），而電容器便開始放電。而且電容器電荷的極性既已變換，那麼放電電流的方向便相反。電容器的電能又重新轉變為感應線圈的磁能（圖18.g）。而電容器完全放電以後，自感產生的電流又重新使電容器充電（圖18.i）。當線圈的磁場再次消失時，電容器就像振盪過程開始時那樣成為充電的了（圖18.k）。上面剛講過的這種變化循環發生時所經過的時間就叫做週期。與鐘擺一樣，在振盪電路中第二次振盪也

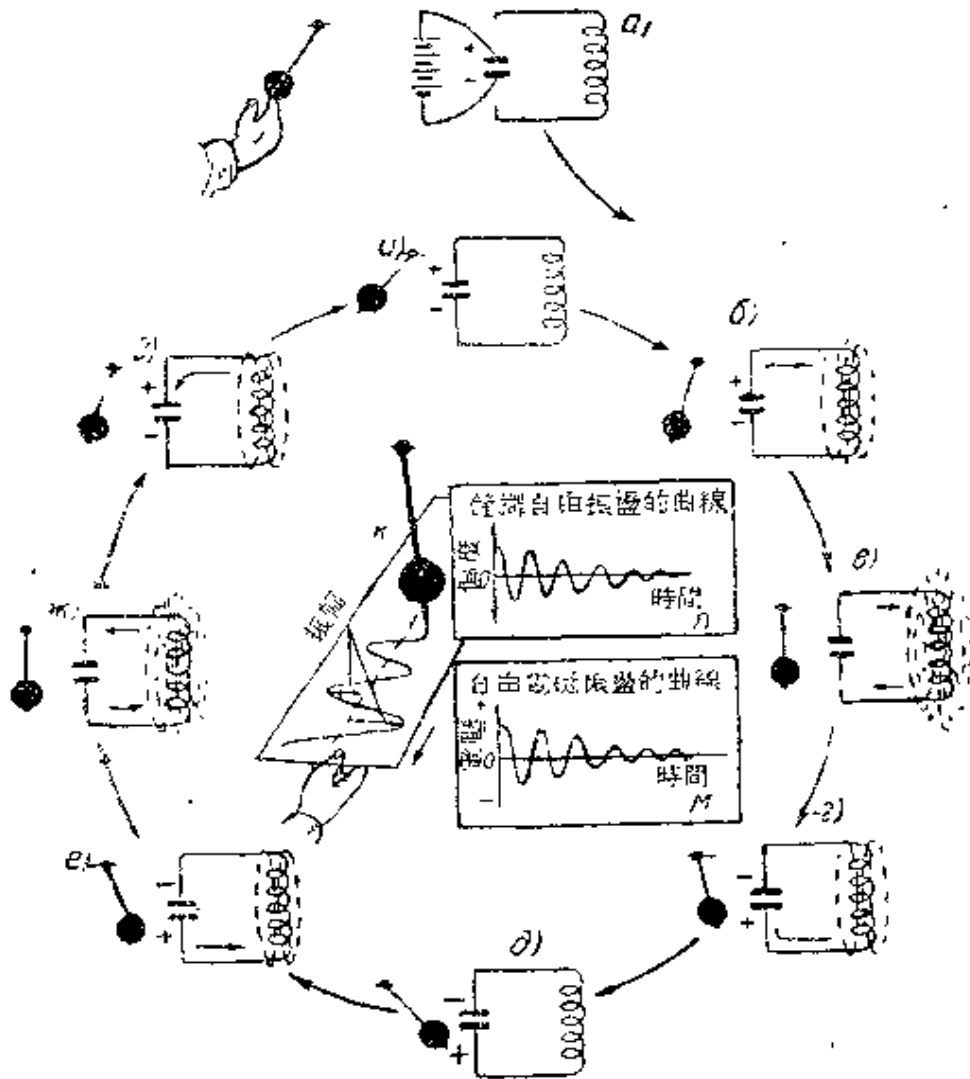


圖 18 自由振盪

是緊跟着第一次振盪產生的。

如果給鐘擺裝上一枝鉛筆，使一張紙在鐘擺下面移動，那麼就會像圖 18. *n* 所示的一樣，在紙上留下一個鐘擺擺動的記錄，即擺動的「曲線」。這個曲線表明鐘擺的位置是怎樣隨時間變化的。從圖上可以看出，擺動的振幅（幅度）是逐漸減小的。這種擺動叫做「衰減擺動」。鐘擺的擺動之所以衰減，是由於它最初所具有的能量逐漸消耗來克服軸上的以及和空氣的摩擦。摩擦愈大，擺動就衰減得愈快，鐘擺從一面向另一面來回擺動的次數亦就愈少。振盪電路中自由電磁振盪的性質也可以用這樣的曲線來表示（圖 18. *m*）。電路中的自由振盪也是衰減振盪。這裏電能是在導線的電阻中和絕緣物中損耗的。這些損耗愈小，電路中的振盪就衰減得愈慢，也就是說電路的質量愈高。所以，在設計任何一種無線電收音機的時候，應特別注意用來製造電路零件的那些材料。電路中最好使用空氣介質的電容器，因為空氣是最優良的絕緣物。用粗導線纏繞的線圈的損耗比細導線纏繞的線圈小。絕緣材料的數量應減至最少，同時要為優良的絕緣質量，要為絕緣物的抗濕度而鬥爭（因為潮濕是絕緣的最兇惡的敵人）。所以，例如自造的電路線圈的架子應用薄馬糞紙做成（圖 12. 5）。纏繞以後，把它浸入溶化的（但不是燒沸騰的）石臘中。在損耗減至最小的振盪電路中，固有振盪進行得時間較長，但是和任何一個鐘錶一樣，這些振盪仍然是要逐漸衰減的。為了使振盪不衰減，就須利用在每次振盪時補充其損耗的電能的辦法來保持這種振盪。如果振盪的頻率不高，在機械上做到這一點是比較簡單的。在鐘擺每一次擺動時，可隨其節拍將鐘擺「輕輕推動」，例如在鐘錶機械中鐘擺的擺動就是不衰減的。但是，只要想一想在無線電工程中應用的振盪是多麼迅速的振盪（每秒鐘振盪幾百萬次），那麼就可以明白此處「輕輕推動」是如何難做了。只是發明了電子管以後才有可能創造一種不衰減的高頻振盪器。我們在下邊就可以知道它是如何構造和發生作用的，這裏我們只指出，在現代無線電發射機裏應用的正是此種振盪器。

振盪電路的重要特性就是只有在一定的頻率時電路中才發生振盪，這種頻率就叫做電路的固有頻率。電路的固有頻率決定於電容器的電容和線圈的電感（所謂電感就是一種藉以表示線圈自感現象表現的明顯程度底數值）。電容很大的電容器和電感很大的線圈（體積大的線圈，圈數很多的線圈以及裝有鐵心的線圈都有大電感）所組成的電路具有較低的固有頻率。相反地，由小電容的電容器和小電感的線圈（體積不大，圈數不多的線圈）所組成的電路却具有非常高的固有頻率，可達到每秒振盪數萬萬次。爲了表示這樣大的頻率，引用專門的單位：千週（每秒1000個週期），兆週（每秒一百萬個週期）。這兩個單位都是由基本的單位——週（每秒一個週期）得來的。利用上述的各種單位，我們中央廣播電台所用的頻率——每秒174,000週，就可以表示爲：174,000週，174千週，0.174兆週。這是無線電廣播用的最低頻率中的一種。

如果說在無線電發射機裏振盪電路是用來獲取所需頻率的電磁振盪，那麼，在無線電收音機裏，振盪電路就是爲另一種目的服務的，即利用它來使收音機調到需要接收的那個電台的頻率。原來，振盪電路可以分出和放大那些頻率與其固有頻率相同的振盪，並擺脫其他頻率的振盪。振盪電路的這些特性須歸功於諧振。如果您有一個七弦琴、三弦琴或其他的弦樂器，您就可以進行一個非常簡單的實驗，這個實驗可以清楚地說明諧振的實質。將兩根弦調爲相同的音調。彈動其中的一條弦並立即使其停止。您就可以聽到由第二條弦發出的同樣的聲音。但調爲不同音調（頻率）的弦却不發生共鳴。與這種情況相同，當收音機振盪電路被由無線電台來，而在天線上感應出來的電流所「激勵」時（該電台的頻率與振盪電路的固有頻率相同），其中就產生了固有振盪。用其他各種頻率工作的各個無線電台的電流却不激勵這個電路。爲了能調到各種不同的電台，就需變更收音機振盪電路的固有頻率。由於固有頻率決定於電容器的電容和線圈的電感，所以可以採用兩種方法，即使用可變電容器或電感可變的線圈。兩種辦法的效果一樣，在實際中都廣泛地

採用。對於自製的簡單的收音機來說，最好不採用可變電容器，因為這種電容器是一種比較貴重和稀少的零件。裝製帶有電感可變的線圈的收音機就很簡單，因為這種線圈不難自製。圖11上在收音機電路圖中被箭頭橫過的螺旋線就代表這種線圈。細看這個線路圖時，我們就可以發現電路中沒有電容器。在這種收音機裏，帶有地線的天線就起了槽路電容器的作用。事實上，天線和地線就是兩個導體（彷彿電容器的兩個板），其間的空氣就是介質。由於天線與線圈 L 的一端聯接，而地線與其另一端聯接，所以天線和地線就代替了電容器，並與線圈 L 共同形成了一個振盪電路。檢波器 A 將電路所分出的無線電台的高頻振盪改變為低頻振盪，而這種低頻電流所通過的耳機 r 使重新產生了無線電播送的聲音。

收音機的製造是從電感可變的線圈開始的。變更電感的最簡單的方法就是轉換接入電路中的線圈匝數。如何做這種線圈呢，首先用馬糞紙或結實的紙糊成直徑為75公厘、高130公厘的筒形線架。作這種線架時可以利用一個半公升的瓶子。首先用兩層報紙把瓶子包住。在報紙上面捲一條塗有膠土薄馬糞紙或厚紙，一直捲到線架壁厚度達到2公厘時為止。然後把線架小心地從瓶子上取下，並把它放到暖和的地方使其乾燥（放1—2晝夜）。當膠徹底乾燥以後就開始繞線圈。最好是用直徑為0.4公厘漆包線來繞線圈，但亦可應用任何一種其他的絕緣導線，例如電鈴導線。線圈總共應有252圈，這些圈都互相緊貼着繞成一層。第一個12圈繞完後應作一個抽頭。為了作這種抽頭，須用錐子將線架鑿個孔，用導線做一個長200—250公厘的環子，並將這個線環經過小孔穿入線架（圖13.a）。然後再繼續纏繞。在第84、126、168、210、217、224、231、238及245圈時都要做這種抽頭。做成的線圈最好用石臘加以浸注。這樣它的絕緣就可具有抗潮性，其電路的質量也可經久不壞。而電路的質量愈高，則諧振就愈「尖銳」，接收亦愈響亮，也愈能很好地調整使其不受干擾電台的影響。

通常是利用滑臂式轉換開關（圖13.6）來變更接入電路中的線

圈圈數。如果不可能獲得這種開關，而製造又很困難，那麼就可以利用插頭式開關（圖13,e），這種開關是由一排塞孔和一些單個的插頭（插銷）組成的。線圈的抽頭與塞孔聯接，而插銷代替了滑臂。自己用直徑為0.5—1.0公厘的裸銅線很容易製造這種塞孔。取一個插頭，並用這種裸銅線纏繞其中的一個插銷。然後將做成的螺形彈簧從插銷上取下並將它固定在收音機底板上的小孔中（圖13,z）。這種塞孔適於用來連接檢波器和聽筒，天線和地線。如果找不到現成的插銷，也可以用導線來製造（圖13,o）。利用一截拔掉鉛心的鉛筆桿來做插銷的絕緣手柄很是方便。膠板底座的大小及收音機的構造如圖14所示。用兩個白鐵做的角鐵將線圈固定在底座上。線圈的12個抽頭與轉換開關 Π_1 ， Π_2 的12個接點（塞孔）聯接。開關 Π_1 可以把使用的線圈圈數變更4圈，它是用來「粗」調收音機的。在開關 Π_1 的每一位置的範圍內，較精細的調整都是利用開關 Π_2 來進行的。當開關 Π_1 處在1的位置上，而 Π_2 處在12的位置上時所接收的頻率最低而波長最長。將開關 Π_2 轉接到11、10、9、8及7等位置時，就逐漸把收音機調整到比較高的頻率和比較短的電波上了。將開關 Π_1 放在位置2上，並再次用開關 Π_2 通過12、11…7等位置，就可以調到更為高的頻率，也就是說調到更加短的波長了。當開關 Π_1 處在位置6， Π_2 處在位置7時收音機接收的波長就最短。

製造上述收音機是非常簡單的，甚至鄉村的無線電愛好者都可以介紹每個希望聽無線電的人來自己製造它。鄉村的無線電愛好者不僅可以用這種收音機來促進國家的無線電化，而且可以藉此推廣無線電愛好運動，甚至還可以利用這種收音機來進行許多很有益處的實驗。但是，在進行實驗之前，我們不妨首先來搞清楚。到底檢波器是怎樣把高頻電流變為低頻、音頻電流的。

我們熟悉了第一部檢波器——粉末檢波器——就可知道在電磁波的影響下，這種檢波器的電路中開始有直流電通過。這種直流電的來源就是一個獨立電池組，而粉末檢波器本身的作用和一個開關一樣。當無線電波在振盪電路中產生高頻振盪時，在晶體檢波器的

電路中也產生方向不變的電流。但是，在礦石收音機的電路圖（圖11）中我們並未看到有電池組。顯然，晶體檢波器是由於高頻電流的能量來產生直流電的。通常是說：檢波器將高頻交流電進行了整流，使其變為直流電。其原因就是由各種不同導體組成的接觸點有一種特性，這種特性可使電流在一個方向通過時比在其相反的方向中通過時方便。採用那種實際上只可以在一個方向中導電的一對導體（晶體和彈簧或兩個晶體）可當作檢波器。當高頻交流電正恰好是這種方向時，在檢波器的電路中就也有電流通過。而當高頻電流方向相反時，在檢波器電路中就完全沒有電流產生。結果，經過檢波器以後，電流的方向就成為固定的了。所以可想而知，高頻振盪的振幅愈大，則經檢波器所整流的電流亦愈大。檢波器的這種特性可以利用來接收無線電話。

圖15可以幫助理解無線電話發送（用無線電播送音樂、講話）的原理。在發射電台由高頻振盪器產生的振盪是不衰減的，即其振幅不變。最簡單的無線電話發射機（圖15左面）的天線電路中接有一個磁粒送話器。我們已經知道，磁粒送話器電路中的電流是隨着作用於其振動膜上的每一聲音振盪而變化的。於是，天線電路中的高頻電流的大小（或者叫做高頻振盪的振幅）將隨着每一個聲音振盪而增大或變小。這一過程就叫做調幅，而經過調幅所獲得的振盪就叫做被調（調幅）振盪。由被調振盪所產生的無線電波在接收天線中也產生同樣的振盪。

現在我們再回來講檢波器。由於被接收的高頻電流的振幅是變化着的，所以被檢波器所整流的電流就不能保持不變。這種電流也將隨着播送的聲波忽大忽小地變化不定。這種電流在經過聽筒的線圈時，就迫使鐵質振動膜重複發射機中送話器所作過的那些振盪。在收音機的聽筒裏將聽到那些在送話器前播送的聲音。

在礦石收音機的電路中常常可以看到與聽筒並聯的電容器（圖16）。這個電容器通常具有500至2000微微法拉的電容。這種電容器叫做旁路電容器。由於在檢波時（即將被調高頻振盪變為低頻振

盪)，不能完全去掉高頻電流，所以說被整流的電流具有高頻脈動。爲了使這種脈動「緩和」，就使用旁路電容器。將電容爲1000微微法拉的電容器與聽筒並聯（圖16），並注意地收聽無線電播送，這時請您留心聽一聽聲音將發生什麼變化。原來高頻脈動的緩和就可增大接收的響度。

可以用來檢波的不只是晶體檢波器。還有一種所謂檢波器，在這種檢波器裏檢波接點是由銅導體和導體上的氧化層所形成的。圖9,0是兩種最普通的檢波器的外形。檢波器的優點是在它的上面不必像晶體檢波器那樣必須尋找靈敏點。但是用檢波器的接收響度却較用品體檢波器的接收響度低。不過也有一些具有固定工作點的晶體檢波器。在工廠出產的「共青團員」牌收音機中就是採用這種檢波器中的一種——矽檢波器。在無線電器行裏也有出售，商標是JK。

用電子管也可以將高頻振盪加以檢波。鄉村無線電愛好者需要用2K2M型或2K2M型電子管（圖17,a）來製造下面幾節中所講的機器。用這種電子管來代替晶體振盪器很容易。如圖17.6所示，須將一個原電池（任何型式都可）與電子管的兩個插腳聯接。原電池的一個極和管帽與用來接通檢波器的塞孔聯接。這種電子管檢波器的聲音並不比晶體檢波器的響，但是它卻可以不必尋找工作接點，只要接通了原電池，檢波器就立即開始工作。

希望了解其他各種晶體收音機結構的愛好者們，首先應當讀一讀「大衆無線電叢書」中的一本小冊子：И·В·庫巴爾庚和B·B·苞鈕金著的「如何裝晶體的收音機」（國家電力出版社1948年出版）。

最後我們指出，不管礦石收音機的結構有時是如何多樣和複雜，但它也只能限於用耳機來接收較強且距離較近的無線電台。這是由於礦石收音機所利用的僅僅是傳來的無線電波的能量，而這種能量甚至在離發射機不遠的情況下都是不大的。只有離無線電台非常近，即離無線電台只有幾公里遠的地方才可以試圖獲得聲音響亮

的接收，而且還得十分細緻地選取收音機的零件，特別是檢波器和揚聲器。使用了電子管放大器就可以保證可靠的大音量接收，這種電子管放大器與雷電指示器的繼電器相似也是由弱訊號控制，並利用局部電源的能量來產生出比較強的電流。如果在雷電指示器中需要放大直流電（像繼電器這樣簡單的機件就可以很成功地作這種用途），那麼在接收無線電話傳輸時，經過檢波器以後我們還必須涉及低頻電流，而這種低頻電流只有用電子管才能放大。關於如何製造檢波收音機上所用的低頻電子管放大器，下一節即敘述。

低 頻 放 大 器

有一個講述發現電的傳說。有名的古希臘學者法列士·米列特斯基的女兒曾經用琥珀做的紡錘紡毛線。紡錘上粘上了許多羊毛，她決定將這些羊毛取下，於是就用毛線擦紡錘。但是當她擦紡錘時，粘的羊毛更多，她是多麼驚奇啊！她愈是用琥珀紡錘與羊毛摩擦，在紡錘面上蓋的羊毛就愈厚。她把這個難解的現象的謎拿去問她父親。在此以前，還沒有任何人觀察過這一類的東西。法列士·米列特斯基認為琥珀有一種能夠吸引羊毛的特殊力量，他把這種力量稱之為電力，因為希臘話琥珀就叫做電子。

這件事情發生在兩千五百多年以前〔琥珀力〕。長期不為科學家們所注意。只是在兩百多年以前科學家們才開始研究這種奇怪的現象，不久就發現不僅僅琥珀具有這種謎一般的力量。原來其他許多物質也都具有電力。拿您剛剛梳過頭髮的電木梳子去接近一些小紙片，這些小紙片就黏到梳子上。同時又發現了兩個帶電物體之間有時互相吸引有時互相排斥。由此就可以得出一個結論，就是電有兩種形態它們即叫做正電和負電。和磁極一樣，異名電荷互相吸引，同名電荷互相排斥。只是在半世紀以前才發現了帶電的真正原因。

原來在每一個物體內都有電荷；電荷每時每刻到處都存在着（只要那裏有物質）；電荷是物質底不可分離的一種特性。您一定會問，爲什麼電力不是任何時候都會出現，而只有在一定的情況下才會出現？爲什麼那個梳子在梳頭以前它不能吸引小紙片？物質構成的電子原理就說明了這些問題。

我們周圍的一切都是由最微小的粒子構成的，這種微小的粒子用最強的顯微鏡也看不見，它們就叫做「不可分解的」粒子，即原子。儘管大自然多麼豐富，儘管我們周圍物體的形狀和特性是無限的紛繁多樣，但各種原子還總共不到一百種。這樣數目不多的各種小粒子是如何形成大量存在的物質呢？這問題可由化學來解釋。希望更進一步認識這些問題的讀者們，可以去讀一讀 A·И·基塔耶夫羅得斯基教授所著的通俗小冊子「物質的構成」。將是很有益處的。對於我們來說現在比較重要的却是另外一個問題：原子的構成是怎樣的？雖然在很長時間內人們認爲原子是不可分解的，但五十年以前證明原子並不是物質分解的極限，原子並不是最小的粒子，它也是由許多更小的粒子組成的。根據現在的了解，原子的構造有點像太陽系的情況。在原子的中心有一個「太陽」這就是原子核，在原子核周圍有許多「行星」在旋轉，這就是電子。所有的電子都是相同的。這是我們已熟悉的所有的微粒子中最微小的和最活動的粒子。如果把電子放大到印刷的小點一樣大，而將印刷小點也放大同樣的倍數，那麼它就要比地球還要大了。電子是帶負電的，每個原子核含有正電。通常原子所具有的電子數正好能使原子核的正電荷剛爲這些電子的負電荷所平衡。但是電子乃是一些很小的活動的粒子，所以可以使它離開自己的原子而到其他的原子上去。在摩擦多數物體時所發生的正是這種現象，這種現象就是這些物體帶電的原因。失去本身一部分電子的物體呈現正電電荷的特性，這是因爲所剩餘的電子的負電荷已不能補償原子核的正電荷了。反之，從外面獲得某些「外來」電子的物體却是荷負電的。

電子在金屬中的移動特別容易。在金屬中有許多所謂自由電

子，這些自由電子離原子核很遠，原子核對它們的吸力很弱，甚至在一般情況下它們在物體內部毫無順序地游來游去，並且常常離開了某些原子而轉移到其他的原子上去。導體內電荷的任何移動就是電流。但是自由電子不規則運動所產生的電流相互抵消了。所以在金屬沒有外加電動勢的時候，金屬內是不會顯著的電流存在的。電源的任務就是來策動自由電子，以使其在導體內產生向一個方向流動的自由電子流。只要在導體的兩端維持不同的電荷就可以做到這一點。自由電子離開負電荷並為正電荷所吸引，因此就開始沿導體流動並因而在導體內產生電流。講了這些以後，也就明白了為什麼原電池的兩極以 $+$ 號和 $-$ 號來表示。電子的運動是從負極向正極，而不是相反的如當時所認為的電流的方向。甚至現在當電子理論已經解釋了電流的實質，並提供了關於電流真正的流動方向的無可辯駁的資料時，為了避免推翻由來已久的傳統習慣，我們還不得不沿用這個不正確的概念。

這樣，我們就知道了金屬內的自由電子很容易脫離原子而跑出來；電子因具有負電荷故為正電荷所吸引而為負電荷所排斥；這時所形成的有秩序的電子底運動就是電流。現在，為了理解電子管作用原理所需要的知識，我們尚不知道的祇有很小一部分了。

我們試看一看水燒開的過程。倒在器皿內的冷水是靜止的，我們看不出水中各個粒子的運動。把盛水的器皿置於火上，隨着熱度的增加，水就開始「活躍」了，其粒子發生運動，隨着溫度的增加運動愈來愈明顯，最後就變成了沸騰（當 100° 時），這時水就開始迅速地蒸發。將一塊金屬或一截導線加熱時自由電子活動的情況也是如此。隨着加熱，自由電子運動的速度不斷增加。在一定的溫度之下電子開始如此迅速地奔馳，以至有一部分飛出了被加熱的物體——「蒸發」了。這種加熱的導體放射電子的現象就叫做熱電子放射。熱電子放射就是電子管作用的基礎。

最簡單的電子管（總圖 4 中的 19, a）是一個玻璃泡，裏面裝有可以為電流所燒熱的金屬絲（陰極）及一個金屬板（屏極），這個

金屬板可以吸引從燈絲上所飛出的電子。燈泡內的空氣須抽出，因為空氣的分子將使電子從燈絲上飛出及其繼續運動時發生困難。此外，加熱至高溫的燈絲在空氣中由於它和氧氣的化合立即就會燒毀。裝在電子管燈泡內的導體（陰極和屏極）就叫做電極。這種電子管就是二極電子管或簡稱為二極管。

二極管是怎樣發生作用的呢？當把燈絲電池與燈絲接通時，燈絲就被上面通過的電流燒熱，並開始放射電子（圖19,6）。這些電子在燈絲上面的空間中形成了一層負電荷（「電子霧」），這種負電荷將阻礙電子從燈絲上繼續飛出。如果再用另外一個電池（圖19,6上的Ba）供給燈絲以負電荷，在屏極上供以正電荷，那麼從燈絲上飛出的電子將被屏極所吸引，於是就有電流通過電子管。顯然，屏極和絲極上的電荷越多，即電池Ba的電壓越高，則通過電子管的電流亦愈大。當屏極電壓升高時，通過電子管的電流將一直增加，直到屏極吸引了燈絲在這種溫度下所能放出的全部電子時為止。繼續升高屏極電壓是無益的，因為燈絲的放射已不足以滿足屏極的需要了。

這種現象就叫做電子管的飽和電流。如果更換電池Ba的兩極（圖19,2），那麼屏極這時由於得到了負電荷所以就停止吸引電子，反而排斥電子，於是電流就停止通過電子管。在這種情況下就說電子管「鎖閉」了。電子不能向相反的方向飛（即從屏極飛到絲極），因為陽極並未加熱故不能放射電子。二極管具有只在一個方向導電的特性，這種特性在用電子管替換晶體檢波器時我們已經利用過了（圖17,6）。

雖然二極電子管在許多情況下很有效用，但沒有它也行，因為還有許多器件也具有單向導電性，而這些器件幾乎任何時候都可以代替二極管。三電極的電子管——三極管的發明才是無線電工程中一個真正的大轉變。由於使用了三極管，就有可能來放大弱訊號，並大大地增加無線電通信的距離；也就有可能來產生不衰減的振盪並進行無線電話通信。三極管在其他技術部門裏的應用亦很廣泛。

它是電子儀器的基本型式。現代電子工程應用着幾千種各式各樣的電子儀器，而這種電子工程就是由於對三極管不斷加以改善發展起來的。那麼三極管構造到底是怎樣的呢？

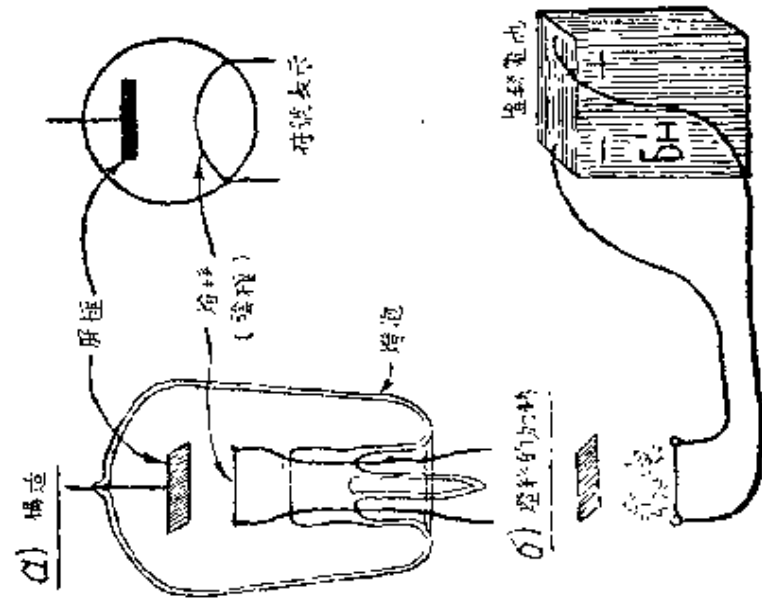
三極管與二極管的差別就是在它的陰極和屏極之間有一個柵狀電極，叫做控制柵（圖20,a）。這個電極並不是平白無故就叫做控制柵的，它上面的電荷可以對電流通過電子管的條件產生很大的影響。

首先我們來看一看，如果燈絲為燈絲電池 B_a 的電流所燒熱，如果用另外一個電池 B_a 使屏極荷正電，如果控制柵上什麼也不聯接（圖20,b），那麼三極管內將要發生些什麼呢？很顯然，陰極將要放射電子，而這些電子即奔向電子管的屏極。一部分電子通過了柵極上的小孔而到達屏極，於是就產生屏流。而另外一部分電子「滯留」在柵極上，即停止在柵極上了。這些電子在控制柵上迅速地聚集負電荷，這種負電荷阻礙後來的電子通向屏極，於是屏極電流立即停止，電子管就鎖閉了。為了不使發生這種現象，就必須用導體或電阻來聯接柵極和陰極。這樣一來，停留在柵極上的電子將從柵極「流回」陰極，柵極上就再不會形成負電荷。每個進行實驗的人都必須了解以上所講的這些情況。

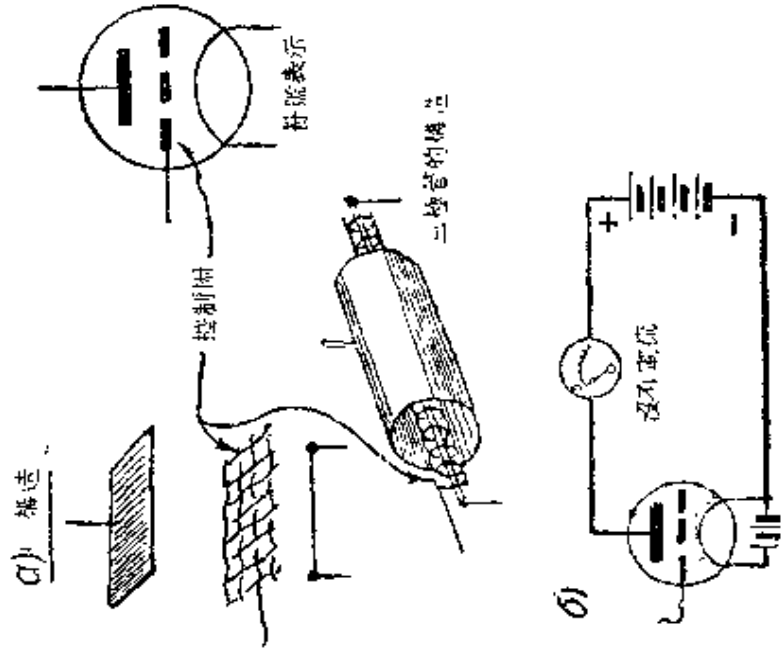
如果用任何一種電池來供給控制柵以很大的負電荷，三極管亦要鎖閉（圖20,c）。如果減少柵極的負電荷，那麼負電荷所藉以排斥電子的力量亦將減小，終至小於屏極正電荷對電子的吸力。因而就有一些電子得以經過柵極上的小孔，「溜入」屏極，於是就出現屏極電流（圖20,d）。隨着柵極負電荷數值的繼續降低，衝向屏極的電子數亦愈增多，屏流即增大。但是，如果完全從柵極上取消負電荷（圖20,e），即柵極和陰極間沒有電壓存在時，屏極電流是否可以達到最大值呢？不，不能達到。要是使柵極充正電（圖20,f），則屏極電流將繼續增加。電子為柵極的正電荷所吸引。雖然一部分電子滯留在柵極上，並於柵極電路中產生電流（「柵流」），但另一部分電子却加速運動，穿過柵極上的小孔更加迅速地達到屏極，於是

電 子 管

19. 二 極 管



20. 三 極 管



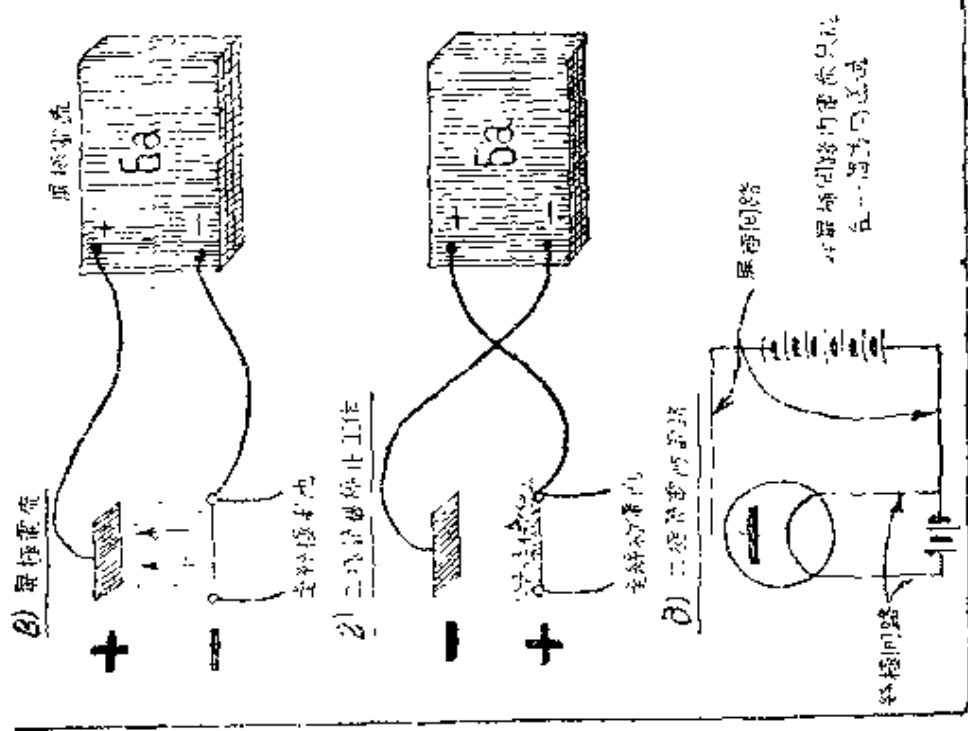
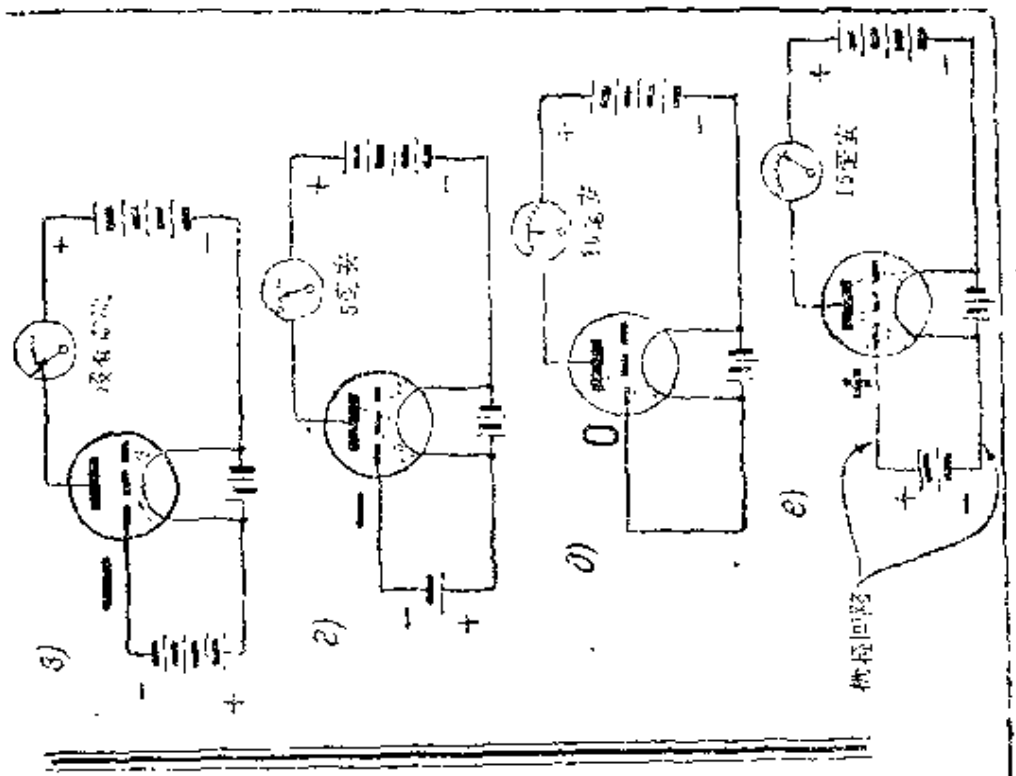


圖 4

屏極電流就增加。只有在柵極上正電荷很大，當柵極開始截獲過多的電子，當所有陰極能夠放出的電子為控制柵和屏極所獲得時，屏極電流才停止增加。和二極管的情況一樣，這時所出現的最大屏流就叫做飽和電流。正電荷的繼續增大並不能再使三極管的屏極電流增大。

從圖 20, 6, 6, 7, 8, 9 中看出，在屏極電流截止和飽和的範圍內，變更接至控制柵和陰極的電壓，可以控制屏極電流值。而且，柵壓只要稍許變化一些，就能使三極管屏流值起相當大的變化。三極管的這種特性使其適合於作放大微弱電流之用。

礦石收音機用的最簡單的放大器。圖 21, a (總圖 5) 所示為最簡單的礦石收音機用的三極管低頻放大器的電路。這個電路我們可以用那些曾作檢波用的電子管 2K2M 或 2K2M 來裝置。以後，我們將看到，這些電子管有較複雜的結構，但採取不同的接線法，就可以使這些管子又用作二極管，又用作三極管。在 21, a 電路圖中，三極管控制柵上接有從礦石收音機 (受話器塞孔) 來的低頻電壓。字母 R 所表示的電阻 (0.1 兆歐) 用來將停滯在柵極的電子 [漏回] 至陰極。這個電阻一般稱為 [柵漏電阻] 。電子管屏極迴路內電流發生的變化，同控制柵上電壓的變化是相同的。如果在屏流迴路內接上聽筒 (如圖 21, a 所示) ，則聽筒發出的聲音同在塞孔 T 內接上礦石收音機時發出的聲音是相同的，但收訊的音量却增大了。

圖 21, a 的低頻放大器裝在一個小的底盤上，作為礦石收音機的一個附屬部分。底盤的構造和放大器的接線示於圖 21, 6, 6。為了便於將電子管接入電路我們使用電子管底座，底座為一特殊的插頭座子，座子塞孔的分佈位置同管底插腳的位置相同。圖 21, 6, 6 所示是將電子管底座鞏固在底盤上的簡單方法，底盤的上底板由兩塊板組成。在底盤的後面側壁上裝有 3 個端子，以連接絲極和屏極的電池 (其中一個端子是共用的，接二付電池的負極) 。為了接聽筒和將放大器和收音機連接起來使用兩對塞孔。在與電子管管帽連接的導體上裝有灣成小圈的小鐵片的接頭。這種接頭可以利用從燒壞

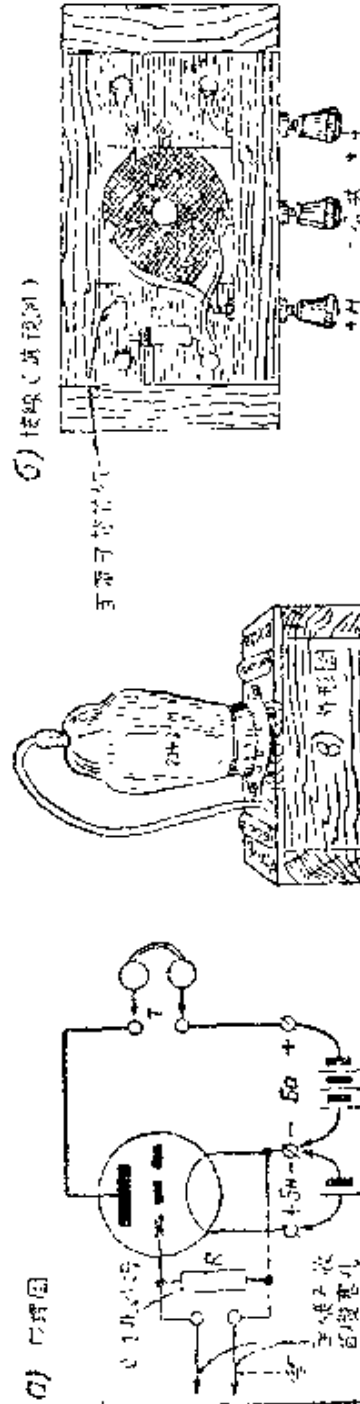
了的保安器上取下的蓋來做（見圖8，圖35,6）。放大器的內部接線用直徑為0.4—1.0公厘的銅線。如果接線是裸線，則在各迴路中的導體可能偶然相碰的地方，要套上「細麻布的套管」，一種浸透絕緣漆的紗質管子。細麻布套管有各種不同的顏色。不同顏色的麻布常用於複雜的佈線中，以便於辨識迴路的分佈位置。同時，紅色麻布一般是套在接至高壓（屏壓）正極的導線上的。

現在我們來談談維護放大器的規則。只要將接屏極和絲極電池正極的端子一搞錯，就會燒壞電子管的絲極，因而使電子管受到無可挽救的損毀。為了預防類似的錯誤，必須在佈線完後，在端子和塞孔附近，馬上寫上符號，標明他們的用途。屏極電池可以應用BAC牌子的任何電池——BAC-60，BAC-70或BAC-80。同時順便說明一下，BAC牌子上還註有下列字樣：屏極乾電池。這就是說，我們曾用來供給氬管振盪器電源的這些電池，可以直接用來供給電子管屏極迴路的電源。供給絲極的電源，同以前一樣（圖17）適於應用一個任何型的原電池：3C，6-CMBД，BHC-100，BHC-MBД-500。所有這些型的電池都具有同樣的電動勢（約1.5伏特）並能供給必需的電流值（50—60毫安）。固然，2Ж2М和2К2М電子管絲極預計需要2伏特電壓，而在減低絲極電壓的情況下，電子管不能給予充分的放大，可是却使電池和電子管的壽命增加了。

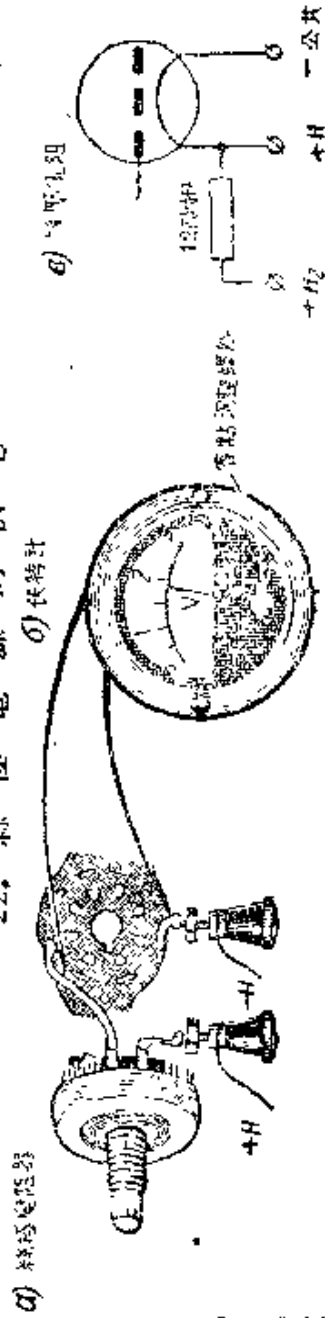
電子管壽命的計算同電燈壽命的計算不同，這個情況是須要知道的。如果不將燈泡打碎，那麼只要被電流灼熱的燈絲是完整的，電燈就會工作（發光）。電子管照例却在絲極燒壞以前就停止工作。這點用下面的解釋來說明。為了使電子管絲極放射很多的電子，必須將絲極灼熱到很高的溫度，這就要費去很多電能。第一批電子管的情況就是這樣：它們不僅像電子管那樣工作，而且還照明和暖房子。用「激活」陰極的方法可大大減少耗費在無效工作上的電能。如將陰極（絲極）塗上特殊的物質——激活物，我們亦能在較低的絲極溫度下，由陰極得到大量的電子放射。但是激活陰極有

礦石收音機用的最簡單的放大器

21. 三極管低頻放大器

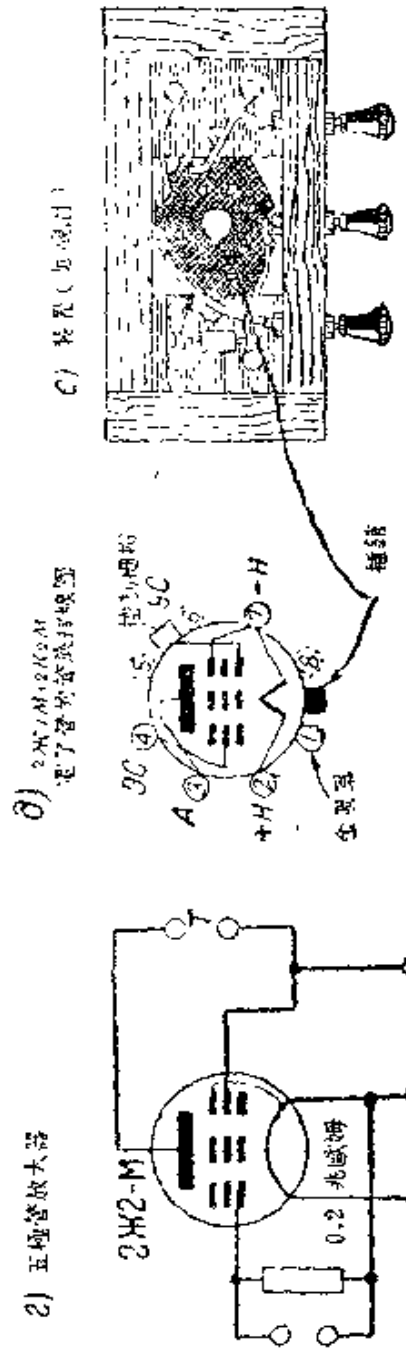
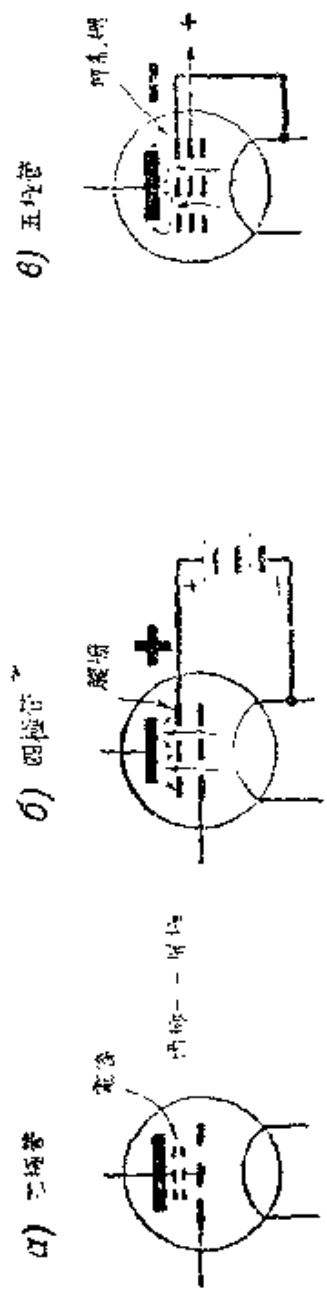


22. 絲極電源的供電



23. 放大器的改進

圖 6



2

6

它本身的缺點。首先，如果絲極被昇高的電壓燒得過熱，激活物質層亦會損壞，而陰極就馬上喪失了放射電子的能力——[喪失發射性]。其次，就是在正常的絲極電壓下，激活物質隨着時間會逐漸喪失。這使陰極的發射性逐漸降低，電子管變壞，到最後就完全損失發射性。損失發射性（逐步地或由於絲極過熱的緣故）是電子管失效的主要原因。

供無線電收音機和不大的放大器用的各種電子管，都有激活陰極。所以，無論如何要防止絲極電壓超過正常值。在電池式電子管內，其中包括已經指出過的 2K2M 和 2K2M 電子管，正常的絲極電壓為 2 伏特。但是用甚麼方法來得到這樣的電壓呢？如果一個電池只有 1.4 伏特，而二個串聯電池已經是 2.8 伏特了。在第一本冊子內，我們已經熟悉了調節電壓大小的設備。雖然這樣，我們還來談談無線電轉播網用戶收音點的音量調整器。我們知道這樣的調整器有兩種型式：平均的和步進的。由可變電阻組成的平均調整器可以均衡地降低負荷上（揚聲器上）的電壓，其方法是將調整器電阻的一部分接入迴路內。步進調整器是用躍進方式，將某一固定電阻接入迴路以調節電壓的。這些調整器宜用來降掉電子管絲極電源迴路內多餘的電壓。電子管 2K2M 或 2K2M 絲極可變電阻應具有 15—25 歐姆的電阻。這樣的可變電阻（圖 22, a）固定在放大器底盤的側壁上，並接入由端子 +H 來，至電子管絲極的導線中。在旋臂軸上套有旋鈕。現在，如將由兩個串聯電池組成的電池組接上絲極端子，我們就可以用可變電阻，將輸至電子管絲極的電壓降低至 2 伏特。但是怎樣知道，可變電阻旋臂在甚麼位置時，輸入電子管絲極的電壓正好是 2 伏特？我們如何來測量絲極二端的電壓呢？一般地說，測量電壓採用叫做伏特計的測量儀器（圖 22, b）。伏特計上有刻成分度的刻度盤，沿刻度盤有一指針轉動。在伏特計刻度盤上寫着字母 V。伏特計的兩個引出線一般標有符號 + 和 -。依照這些符號，伏特計引出線被接至迴路中希望測量其電壓的兩根導線上。根據指針的偏度，我們就能斷定電壓值。例如在圖 22, b 上，伏特計表示 1.9 伏特

(整個刻度盤為3伏特，一個分度為0.1伏特)。這樣的儀器，亦很適於作其他用途。有了伏特計就便於裝配電子管電路，可以在電路外進行無線電零件的試驗等。關於如何使用測量儀器，可以閱讀P.M. 馬里寧編的小冊子〔自製歐姆表和萬能表〕(大衆無線電叢書，國家動力出版社，1949年出版)。就在這本小冊子內，你能找到關於許多自製測量儀器的敘述，爲了裝配更複雜的電路，這些儀器對於無線電愛好者都是需要的。但在這裏，沒有伏特計也行，〔用感覺〕或更正確地說〔用聽覺〕藉下列方法也可以正確地確定絲極電壓。在沒有放大器的礦石收音機上收來某一電台的信號，而後將聽筒接至預定的放大器塞孔內。把放大器同礦石收音機連接起來。我們將絲極可變電阻的旋鈕轉至使電子管絲極迴路內引入最大的電阻。此後，在放大器端子上接入電源。慢慢旋轉變阻器的旋鈕，使接入絲極迴路內的電阻值減小，因而增加了絲極電壓。當收訊音量不再顯著增加時，須將旋鈕向反方向稍微旋轉一些，因爲最大音量是在絲極燒得稍有些過熱時得到的。

如果不能獲得這樣的變阻器，就可以應用步進調整器。這種調整器雖不能永遠保持正常的絲極電壓，但當絲極電源由二個電池供給時，還是能夠預防絲極燒得過熱。爲此目的，在步進調整器上有二個位置就夠了。最簡單就是在放大器底盤上安裝一個額外端子 $+H_2$ ， $+H_2$ 經過10—12歐姆電阻與端子 $+H$ 連接(圖22,6)。新電池接至共用端子和 $+H_2$ 端子上。長時期工作後，當音量顯著下降時，絲極電池正端引線改接至端子 $+H$ 。

習題1：如果絲極電池電壓爲2.7伏特，迴路電流等於60毫安和調整器電阻是12歐姆，試應用歐姆定律，計算調整器電阻上的降壓和2K2M電子管絲極上的電壓各爲若干伏特？

要斷開放大器的電源，可以在其底盤上安裝一專門的絲極迴路開關或者就利用絲極的變阻器，將電阻加大，使其旋臂進入絕緣部分。但斷開這個放大器電源的最簡單的方法，是將電子管從底座中取出。永遠要記住：

在從底座中取出電子管時，不應該拿住管子的燈泡，這樣，燈泡可能會同管底分開。取出電子管時，只能夠拿住管底。

用拆離電池的方法來將電源斷開是不合適的，因為這樣須要每次將電池端部絕緣起來，否則他們可能會短路。

當你這個放大器能夠工作時，可進行下一實驗。將由聽筒的一個塞孔接至電子管的導線，改接至電子管底座的鄰近塞孔，而空出來的電子管底座的塞孔，則同端子+A 連接起來。這樣改裝後，放大器的接線就如圖 23,e 所示。再將電源接上後，你就會發覺電子管產生的音量更大了。改裝後放大器的電路原理圖示於圖 23,f 上。將這個圖與原先的（圖 21,a）相比較，不難發現，新電路圖上所示的是有三個柵極的電子管。我們會用來代替二極管和三極管的 2K2 M (2K2 M) 電子管就具有這樣的裝置。這就是五極管。

實驗證明，五極管比起三極管來具有顯著的優點。五極管中第一個柵極（從陰極算起）所起的作用，就同三極管中的一樣，它是控制柵。有了附加的二個柵極：簾柵（從陰極算起第二個）和抑制柵（從陰極算起第三個），就大大地改善了電子管的特性。

在三極管內控制柵和屏極好像形成一個電容器（圖 23,a）。放大器工作時在電子管屏極上產生的交流電荷，通過這個電容器影響至控制柵的迴路。結果，除放大以外，在三極管內電能由屏極迴路回授給柵極迴路。以後我們會知道，這種所謂「回授」作用是產生特殊電氣振盪的原因，是電路「自激」的原因。三極管的放大率愈高，自激就愈容易產生，尤其是在放大高頻振盪時更為容易。爲了抵制這種寄生回授，在電子管內多加一簾柵，將屏極同控制柵隔開（圖 23,b）。爲了使這種電子管（四極管）能正常工作，簾柵上須加一正電荷，例如由屏極電流來供給。這樣，簾柵不僅預防了產生自激，而且還加速了電子趨向屏極的運動，同時就增大了電子管的放大率。

四極管較三極管更為完善，但它亦有一個缺點。由於在電子管內加了帶正電荷的簾柵，電子飛向屏極的速度就急劇的增加，達到

每秒鐘幾萬公里的速度。以這樣巨大速度飛奔的電子真像「轟擊」屏極一樣，這些電子由於它們的衝力，從屏極上打出所謂二次電子。這個現象叫做負阻效應。在特殊儀器——電子倍增管——內，可以利用這個現象來放大弱電流。在一般電子管內，負阻效應在電子管各電極迴路內引起寄生電流，所以是一個有害的現象。在五極管內，稱為抑制柵的第三個柵極位於屏極附近。由於抑制柵同陰極相連，所以它有負電荷，這個負電荷將二次電子反「推」至屏極（圖23,6）。抑制柵常常沒有引出端，而在電子管燈泡內部同陰極連接起來。例如，在2K2M和2K2M電子管內就是這樣裝置的。

這些電子管的電極同管底插腳的连接圖——「管底接線圖」示於圖23,6上。知道了管底接線圖後，就可以按原理圖安裝任何一種電子管結構，而用不着該結構的接線圖。圖23,6上所示，是由下面從接線方面看管底時的插腳分佈情況。管底接線圖總是這樣表示的。

我們在單管低頻放大器的例子中，熟悉了電子管的構造和工作原理，知道了運用這些電子管的基本規則。但上述放大器的放大率，還不能永遠滿足揚聲器接收。而兩管放大器却能保證揚聲器有足夠的音量。當然，兩管放大器比單管放大器所消耗的電能要多，但仍然需要推薦這種放大器來作為礦石收音機上用的標準的放大器。

礦石收音機用的二級低頻放大器。多管放大器的構造原理在於將一個電子管所放大的信號加至下一個電子管的控制柵，各電子管依次將信號放大。這種放大器的每一階段（包括電子管和輔助另件：電阻，電容器，線圈）叫做一級。圖24（總圖6）所示是二級放大器的原理圖。在輸入塞孔上接上需要放大的低頻電壓（由礦石收音機聽筒塞孔接來）。電阻 R_1 是電子管 Π_1 的柵漏電阻。在這個電子管的屏極迴路內接有電阻 R_2 。電子管 Π_1 屏極電流值的任何變化都會引起該電阻上電壓的相應變化。這樣，在放大器工作時，電阻 R_2 上分出經第一個電子管放大的低頻電壓。這個電壓經過電容器 C_2 傳給第二個電子管 Π_2 的控制柵。這裏放着電容器，目的是為

了使電子管 J_1 屏極上的正電荷不致於進到電子管 J_2 的柵極上。電容器 C_2 好像將直流和交流電流的通路分開，所以它被稱爲分路電容器（即耦合電容器——譯者）。電阻 R_4 是電子管 J_2 的柵漏電阻。在屏極迴路中有輸出塞孔，用來接揚聲器。

現在來談一下放大器的電源迴路。兩個電子管的簾柵極均由屏極電池，經過電阻 R_3 和 R_5 供給電源。這些電阻將接至簾柵上的電壓降低，使簾柵上的正電荷不超過電子管屏極上的正電荷。如果不是這樣，那麼簾柵將截去很多飛向屏極的電子，這就要白白增大由屏極電池所供給的電流（放大器不經濟），或甚至使放大器工作的質量變壞（產生失真，放大率降低）。電阻 R_3 和 R_5 不僅降低（消耗）加至簾柵的電壓，而且它們可以成爲屏極的負荷，因爲簾柵極奪取了一部分電子，在電阻 R_3 和 R_5 上就可能通過一部分經電子管放大的低頻電流。因而在簾柵上出現有被放大訊號的交流電荷，使它們（簾柵）喪失屏蔽作用，因爲它們本身就成了小的屏極。爲了不使這種情況發生，經過電阻接有電源的簾柵極，必須要用電容器同陰極聯接起來，這些電容器對被放大頻率的電流僅有很小的阻抗，所以這些電流將通至陰極，而在簾柵上不致產生交流電壓。在放大器電路中，電容器 C_1 和 C_3 就是起這種作用的。

放大器電子管的絲極是串聯的。爲了明瞭這樣接的道理，我們來計算一下下列的習題。

習題 2：利用計算串聯的公式和計算原電池容量的公式，求出需要用幾個3-C型的電池以供給放大器電子管絲極迴路的電源（圖24）？這些電池能保證放大器工作多少時間？（3-C電池的容量——30安培小時，電動勢—1.4伏特，放電電流—100毫安，一個2K2M或2K2M電子管絲極的電流—60毫安，絲極電壓2伏特）。

習題 3：求出：如果放大器中兩個電子管的絲極是並聯的，則要用幾個3-C型電池才能保證放大器工作同樣長的時間。

算了這兩個習題後，你就看到，在這種情況下電子管絲極的串聯電路要比較經濟些。這是由於，如果將絲極接成並聯，並用兩個

串聯電池供給絲極的電源，就會形成1伏特左右這樣大的多餘電壓，這個電壓不得不由變阻器或固定的附加電阻白白地消耗掉。

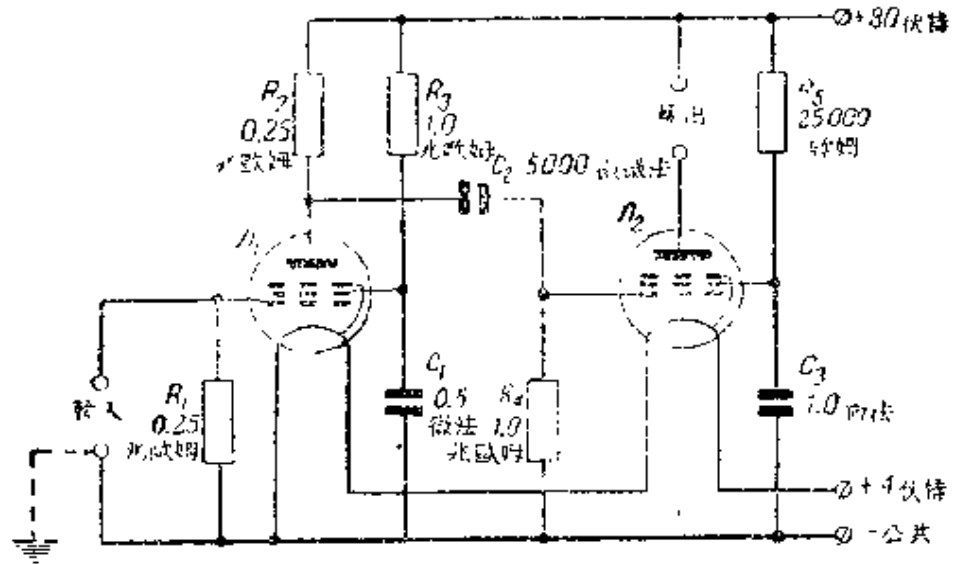
現在我們注意一下放大器第二級電子管的柵極迴路。這個迴路單獨地繪於25圖上。柵漏電阻 R_1 不是接至電子管 J_2 的絲極，而是接至絲極電池的負端。電子管 J_1 的絲極接至電子管 J_2 控制柵的迴路，因而迴路上亦就接有電子管絲極的電壓。這樣，電子管 J_2 的控制柵通過電阻 R_1 獲得一個對陰極不太大的負電荷，大約為2伏特。以負端加至放大管控制柵的不大的直流電壓被稱為柵偏電壓。

〔柵偏電壓〕這一術語的涵義，只有在你更詳細地研究電子管性質和了解〔電子管特性〕後，才會完全明白。在這方面可以閱讀基娜（Кина）編的〔無線電工程初步常識〕一書（國家電力出版社，1948年出版）。現在需要知道的，就是柵偏電壓對電子管的工作具有很大影響。正確地選擇和採用柵偏電壓值，可達到：1)放大音頻電流時，失真最小，2)電子管屏極迴路的電源供給最經濟，3)放大器高度的靈敏性。此外，對於某些電子管（有特殊構造的控制柵）放大係數決定於柵偏電壓的大小。這些電子管叫做〔可變放大係數〕管。利用這些管子可實現音量（放大係數）的自動調節。

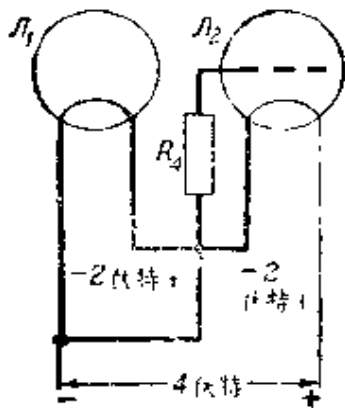
放大器的結構示於圖26中。當然，零件的分佈不一定完全仿照圖上的樣子。根據使用的零件，設計者的愛好和實際的可能性，接線是可以變換的。在進行任何一架無線電機的接線時，必須遵守下列規則。首先，零件的連接要和原理圖一樣。其次，零件的分佈應該使連接線儘可能地短。特別重要的是要使接至電子管控制柵和屏極的導線，尤其是接至第一級電子管控制柵的導線變短。當放大器即將裝成時，可以進行這樣的實驗。將接至輸出塞孔的揚聲器的軟線移近第一個電子管控制柵的導線（電子管燈泡上的管帽）。揚聲器內發出強力的哨聲。由於回授作用，放大器開始產生特殊的〔寄生〕振盪。爲了避免寄生振盪，所以需要在接線中儘量縮短柵極和屏極的導線。因此須將放大器放在貼近礮石收音機的地方，使連接它們的導線儘可能地短。在連接收音機和放大器時，須注意一點就

礦石收音機用的

24. 放大器原理圖

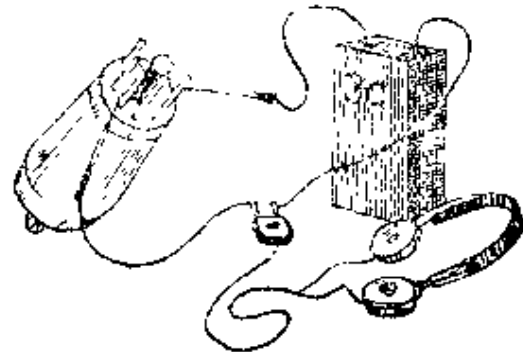


25. 棚極電壓供給圖



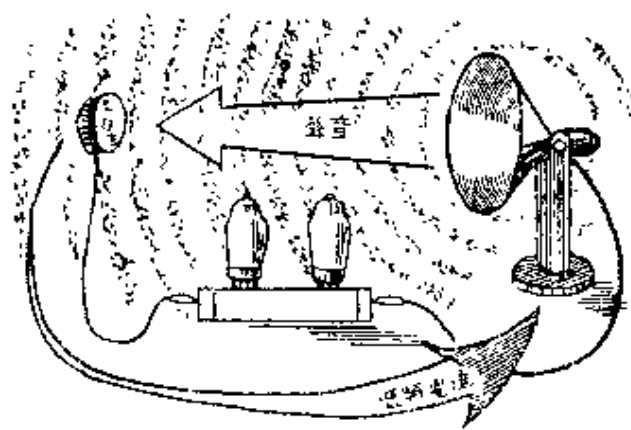
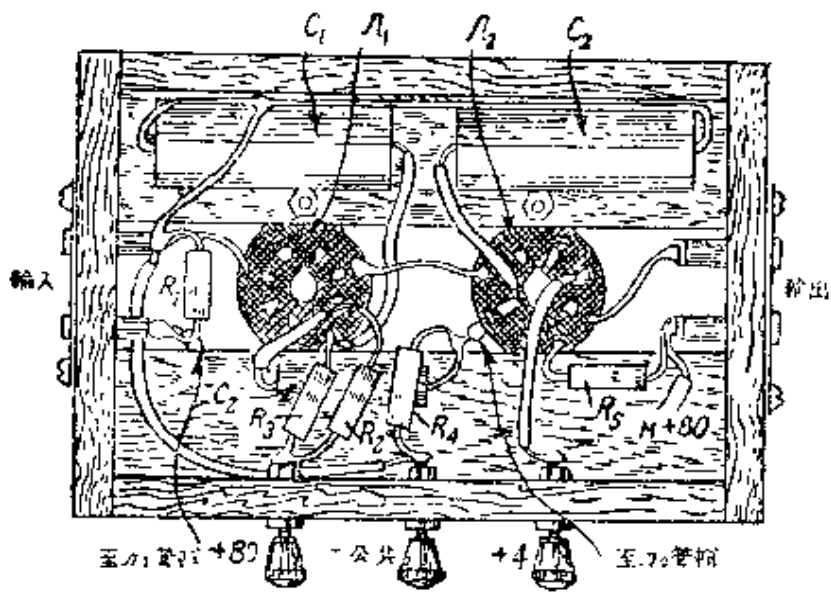
27. 用受話器的檢驗器

檢查極間完整性



兩級放大器

26. 裝置 (底視圖)



總圖 6

是將接至共用端子的放大器輸入塞孔，與收音機中接至地線端子的那個聽筒塞孔連接起來。同樣地，接至電子管 V_1 控制柵的放大器輸入塞孔應同接至檢波管的收音機受話器塞孔連接起來。如果收音機內受話器塞孔被 500 微微法以上的電容器閉塞，那末這個電容器需要另換一個容量為 200—500 微微法的電容器。放大器預計供「記錄」牌揚聲器工作之用，揚聲器則接入二個輸出塞孔。

維護二級放大器不比維護一級放大器更複雜。絲極電池組由三個 3-C 型的電池組成。亦可以應用任何其它的三個串聯的原電池。因為它們總的電動勢比需要的絲極電壓只超過一點點，所以亦就不須要用絲極變阻器。要撤下放大器，可以將放大器中的一個電子管從底座中取出，但為了使用更方便起見，最好在放大器底板上裝置一個接入絲極迴路的開關（任何結構都可以）。為什麼電源開關只放在電子管絲極迴路內？有沒有必要還斷開屏極電池？這些問題讓你自己試看回答。屏極電源可以用一個 70—80 伏特的電池組。

如果接線正確，並遵照了圖 24 上所示的零件的數值，放大器就不需要再作任何調整，在裝好後放大器就可以立刻使用。如果接線接得不正確，就可能發生各種毛病，甚至使電子管絲極燒燬。因此，在接上電池以前，必須再一次地檢查接線是否正確，是否同原理圖符合，有無偶然短路的可能。任何一次接上新製的或修理後的機器以前，都需要進行這樣的檢查。在第一次使用時，應該先接上絲極電池，看到電子管絲極燒紅（燒至赭紅色）後，此時才將揚聲器接入輸出塞孔並接上屏極電池。絲極不紅證明電子管或原電池有毛病或接線連接得不對。如果接線不錯，則須檢查原電池，其方法是用手電筒的燈泡或受話器同每個電池連接一下（此時，受話器內應該聽到響亮的彈指聲）。受話器內沒有彈指聲，說明電池引出線有斷線現象。彈指聲輕或者燈泡亮得不夠說明電池已放電完畢。如果電池亦是正常的，則須檢查電子管絲極是否完整。為此，在有效的原電池上重新接上聽筒，但在迴路內，與聽筒相串聯接有被試驗電子管的絲極（圖 27）。如果聽不到彈指聲，則表示電子管燈絲斷

了，必須將該電子管加以更換。用這種方法，還可以檢查其它的另件，導線和銲接部分。用通過電流的辦法檢查迴路和另件的儀器叫做檢驗器。消除了電子管絲極不紅的原因後，就可以接上屏極電池。屏極電池宜先接正極，而後接負極。這樣，還沒有接好的屏極電池正端和絲極端子偶然相碰，就不會燒壞電子管絲極。如果先接負極，這種情況是可能發生的。

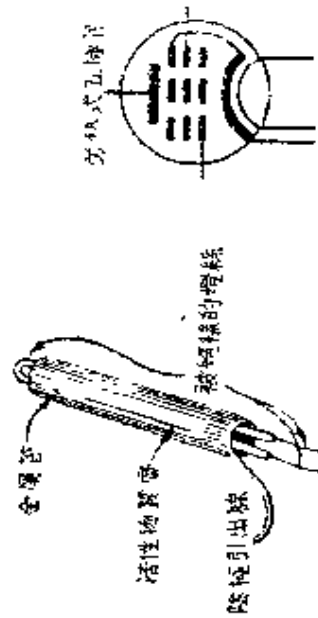
檢查放大器是否良好，可以不將放大器同礦石收音機連接起來。用手指接觸第一個電子管的管帽，揚聲器內就應聽到哨聲或噪音。亦可以用另一種辦法。將聽筒接入輸入塞孔，將聽筒移近揚聲器時，揚聲器內應該產生一個巨大的聲音。此時，聽筒的功用如同送話器一樣（圖28）。由揚聲器發出的聲音迫使聽筒振膜振動。銅質振膜在聽筒的永久磁鐵的磁場內振動時，引起這個磁場的變化，由於電磁感應，在聽筒線圈內就產生一個交流電動勢。這個電動勢被放大器的電子管所放大，並使揚聲器繼續發出聲音。在這裏我們又遇到了回授現象（輸出回授至輸入）。不過，在這個情況下是通過空氣分子聲音振盪的音響回授。

可以這樣認為，在聲音振盪作用於聽筒振膜上時，聽筒能產生電流。如果你將接至放大器輸入塞孔的一個聽筒拿近嘴邊並隨便說一個字，揚聲器就同你一起發出這個字的音。當然聽筒不是作這個用途的，因此在當送話器用時，聲音失真很厲害，甚至你會辨別不出這是自己的聲音。但是，將聲音振盪改變成電氣振盪這個原理完全適於利用來構造優良的送話器。這種送話器比起炭質送話器來有一個很大的優點：它本身產生電動勢，而不須消耗特備電池的電能，對於炭質送話器，這種電池則是必需的。

電磁拾音器就是按這個原理工作的。拾音器可以將以波紋槽的形式記錄在唱片上的聲音振盪，直接變成電氣振盪。應用低頻放大器將這些振盪放大後，揚聲器內就發出原來的聲音。與上述完全相似的，有一種叫做電唱機，這種裝置比普通的、帶着音響振膜的留聲機要複雜些，但電唱機的音質却高得多。此外，還能夠得到大得

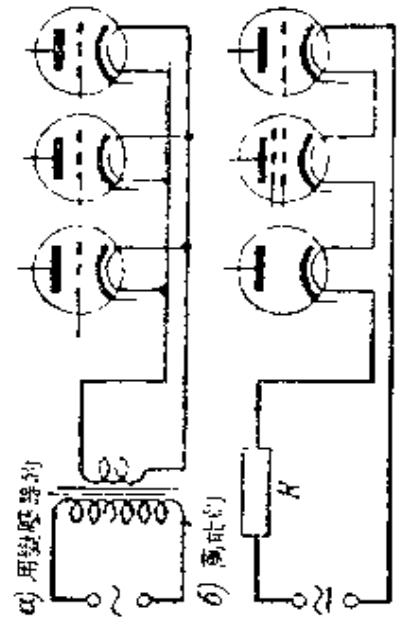
電子管的電源

29. 旁熱式陰極

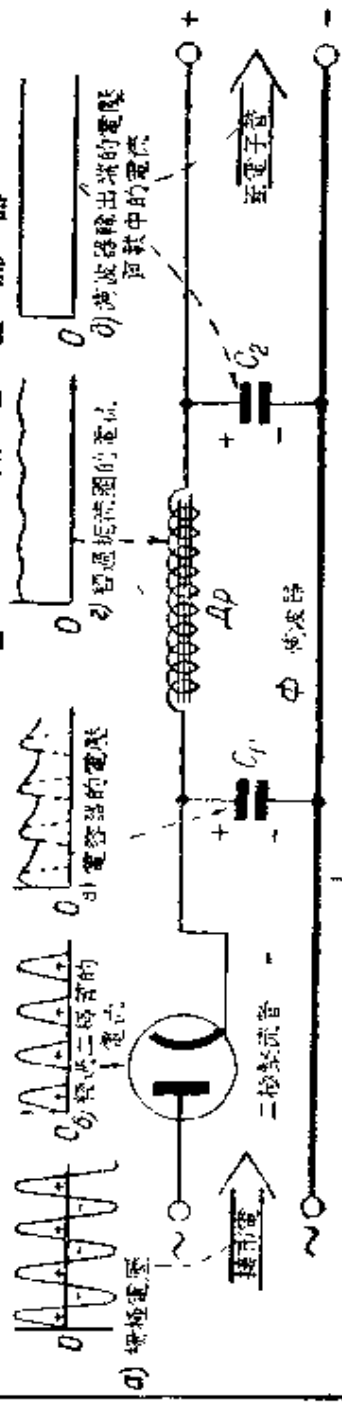


加熱器引出線

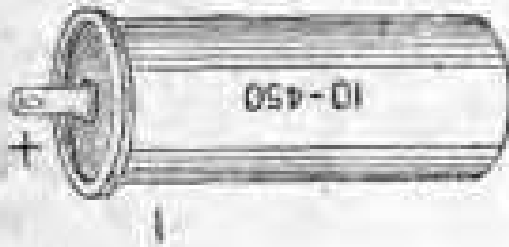
30. 燈絲的供電方法



31. 供給屏極電路用電的二極管整流器



32. 電解電池器



10 厘米 x 450 伏

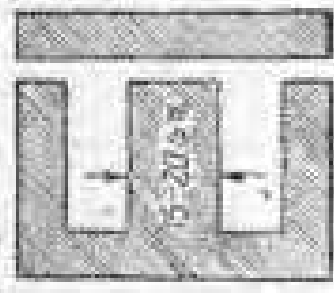


15 厘米 x 285 伏

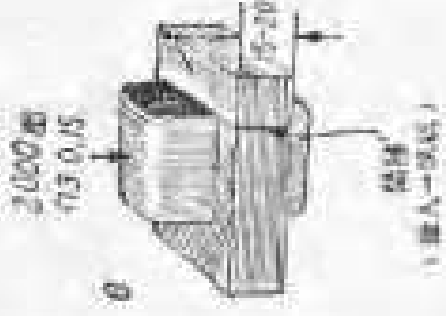
33. 平滑濾波器的極流圖



a)



b)



c)

多的音量。

裝製帶有由電池供給電源的放大器的電唱機是不合算的，因為如使用經濟的低頻放大器，則所產生的效果比普通的留聲機好得不多，如果使用質量好的強力放大器，則消耗的電池電能太多，使用時花費很大。但住在電氣化地方的無線電愛好者，裝一個普通留聲機用的放大器是極有意思的。下面將談到如何裝配電唱機，亦就是帶電唱頭設備的放大器。已經有了普通留聲機的讀者只要將留聲機的振膜換上拾音器，並裝一個放大器就夠了。

我們先來看一看，放大器若由市電供電，對放大器的電路會有什麼影響。絕大多數的市電都是交流。如果電子管的燈絲用交流電加熱，則燈絲放射電子是不均勻的：燈絲電流的每一變化都會使燈絲溫度發生變化，於是使燈絲的放射也發生變化。由於這種變化的頻率是在音頻範圍內，所以，接在燈絲用交流電加熱的電子管屏極電路中的揚聲器，就會連續地發出一種聲音。在這種情況下，由於「聽到了交流聲」，使人感覺很不愉快。為了避免這種現象，在預定用市電供電的電子管中裝的是旁熱式陰極（總圖7、圖29）。在旁熱式陰極的燈絲上不塗有一層活性物質，所以它也不放射電子。在這裏，燈絲只是用來燒熱在它外面的細長金屬管子。活性物質就塗在這個管子上，所以它可以放射電子，這個管子正是電子管的陰極。當旁熱式電子管接上電源時，它不是馬上就可以工作的；這是因為當陰極還燒得不夠熱的時候，它不會放射電子，所以要呆一會兒。可是在陰極燒熱了以後，它就會保持穩定的溫度，因為燈絲電流每次變化時，溫度是來不及跟着它變化的。旁熱式陰極又叫做間接加熱式的陰極，它和只有一個燈絲的直熱式陰極（電池或電子管）不同。旁熱式陰極的符號在圖29上看得很清楚，圖中畫的是一個交流五極管的略圖。雖然旁熱式陰極是由彼此絕緣的兩個獨立的零件組成，我們仍然把它看做一個電極。燈絲有兩個引出線，以便通過加熱電流。陰極通常只有一個引出線，因為對於電子管的工作來說一根引出線就滿可以傳導一定的電荷，這經常總是藉助於由電極引出

的一根引出線來完成的。

圖30 a.6 上畫的是用降低電壓方法供給燈絲電源的兩種實用的方法：用變壓器的和不用變壓器的。用變壓器供給燈絲電源的方法只能用於交流市電，交流電源在圖30 a 中是用波浪式符號 $[\sim]$ 表示的，如果把燈絲串連起來，那麼無論用交流電或直流電都可以供給(圖30 b)。所以不用變壓器的電路又叫做萬能供電電路。在萬能供電電路中只是當所有電子管的燈絲電壓之和小於電源電壓，也就是爲了消耗掉多餘的電壓時，才使用電阻 R 。通常在萬能供電電路中所裝的電子管，它們的燈絲電流強度都預定是一樣的。不然的話，就還得在電路中增裝一些白白消耗電能的電阻。我們爲萬能供電電路製造了一種燈絲電流是 0.3 安的電子管。在加熱不超過限度時，消耗電阻 R 應能經得住同樣的電流強度。

導體中的電流愈大，導體兩端的電壓愈高，那麼導體中所放散的熱量也就愈多。電流和電壓的乘積是表示在一秒鐘內消耗於產生熱量的電能是多少，叫做電功率（在公式中習慣上用拉丁字母 P 來表示）

功率 = 電壓 × 電流，

或

$$P = U \cdot I。$$

當用這個公式計算時，如果電壓取伏特（伏）值，電流取安培（安）值，那麼求出來的功率應以瓦特（瓦）來表示。

習題 4：若所用電子管的電流是 0.3 安，燈絲電壓是 127 伏，而全部電子管的燈絲電壓是 67 伏，試求在消耗電阻中所消耗的功率是多少。

這個問題是根據我們電唱機的放大器電路擬出來的。這個問題的解答表明，在消耗電阻中消耗的功率是很大的。這麼大的功率差不多可以把照明用的電燈泡的燈絲燒得發白。所以選擇萬能供電電路的消耗電阻時要注意。應當使用由足夠粗的電阻線繞成的線繞電阻來做這種電阻。在這種地方用上釉的電阻是很適合的（這是一種

繞在瓷管子上並塗以耐火玻璃的線繞電阻)。

對於攜帶式的電唱機來說，萬能供電法是較適合的，因為變壓器是個大而重的零件，若應用這種零件，就會增加電唱機的重量和體積。

現在我們來研究一下用交流市電供給電子管屏極電路的電路圖。電子管的屏極電路必須用直流供電。爲了從交流電得到直流電，通常是利用我們都知道的二極管單方向導電特性。圖31就是這種電子管整流器的電路圖。和電路圖一起載有說明整流器各個部分工作情況的圖形。交流市電的電壓繪於圖31.a上。當二極管的屏極是正的時候，才有電流通過（見圖6）。經過二極管的電流，它的方向是固定的，但是電流却成週期性變化，甚至有時電流完全停止。這就是所謂脈動電流。對於電子管屏極電路的供電來說，需要方向固定，強度不變，而且沒有中斷和脈動的電流。爲了獲得這種電流，就要使脈動電流通過平滑濾波器。

一般說來，濾波器在無線電工程中是用得很廣的一種電路，這種電路是由幾個電容器、線圈和電阻組成的。濾波器是用某一種方法把各種頻率的電流分開的一種裝置。

整流器上所用平滑濾波器的工作情形如下。當二極管通過電流的時候，這種電流不僅流入負載（放大器的電子管），而同時使電容器 C_1 充電。當二極管屏極是負的時候，這種電流就停止了，電容器 C_1 開始放電，因此負載中的電流可以保持一個時間。電容器 C_1 的容量愈大，那麼在充電時它所儲存的能量就愈多，因而在二極管停止工作時，負載中電流維持的時間也就愈長。電容器 C_1 上的電壓變化如圖 b 所示。這也是脈動電流，但是它的脈動程度比通過二極管的電流脈動程度（圖6）要弱得多。在供給電能的時候已經沒有中斷的情形了，但是僅僅一個電容器所能展平的程度還是不夠的。所以在整流電路中接入一個電感很大的線圈——扼流圈。像我們所知道的那樣，線圈中電流的任何變化所產生的自感電動勢都會對這種變化起反作用的。於是，當脈動電流通過扼流圈時，就變得

更平滑了(圖2)。最後，應用第二電容器 C_2 ，使電流的脈動更為減小，因而在濾波器輸出端可以得到實際上是很純的直流(圖 d)。

為了使濾波器工作好，扼流圈的電感和電容器的電容必需相當大。扼流圈應裝有鐵心，在電路圖中鐵心習慣上是用順着線圈符號畫的幾條平行線表示的。濾波電容器的容量通常選定為10到50微法拉。電容器的容量是使用很薄的介質(使極板很近)或增加極板的面積來獲得的。很薄的絕緣材料是很難製造的，而且它沒有足夠的耐壓強度，因為它很容易被小電壓打穿。所以可以用大大增加極板的面積，也就是增加電容器的尺寸來獲得較大的電容。電解電容器(圖32)的發明使大容量電容器的尺寸和重量大為減小。電解電容器由兩塊鋁板組成，兩塊鋁板之間有一種特殊的導電化學溶液——電解質。電解質通常是甘油、硼酸和氨溶液的混合物。在電解電容器中覆在其中一塊鋁板上的氧化物薄膜起着介質的作用。介質薄膜是藉助於電解——電流通過電解質時所起的一種化學反應而形成的。這個薄膜具有一些極好的特性。第一、它特別薄，薄到甚至用很精確的儀器也不能量出其厚度。第二、它具有很高的電氣可靠性。因而，和紙電容器同樣容量的電解電容器，比紙電容器要小得多。但是如果把電解電容器接入交流電路中或是當接入直流電路時把電容器上的極性標記弄錯了，那麼介質薄膜馬上就被破壞了。因此

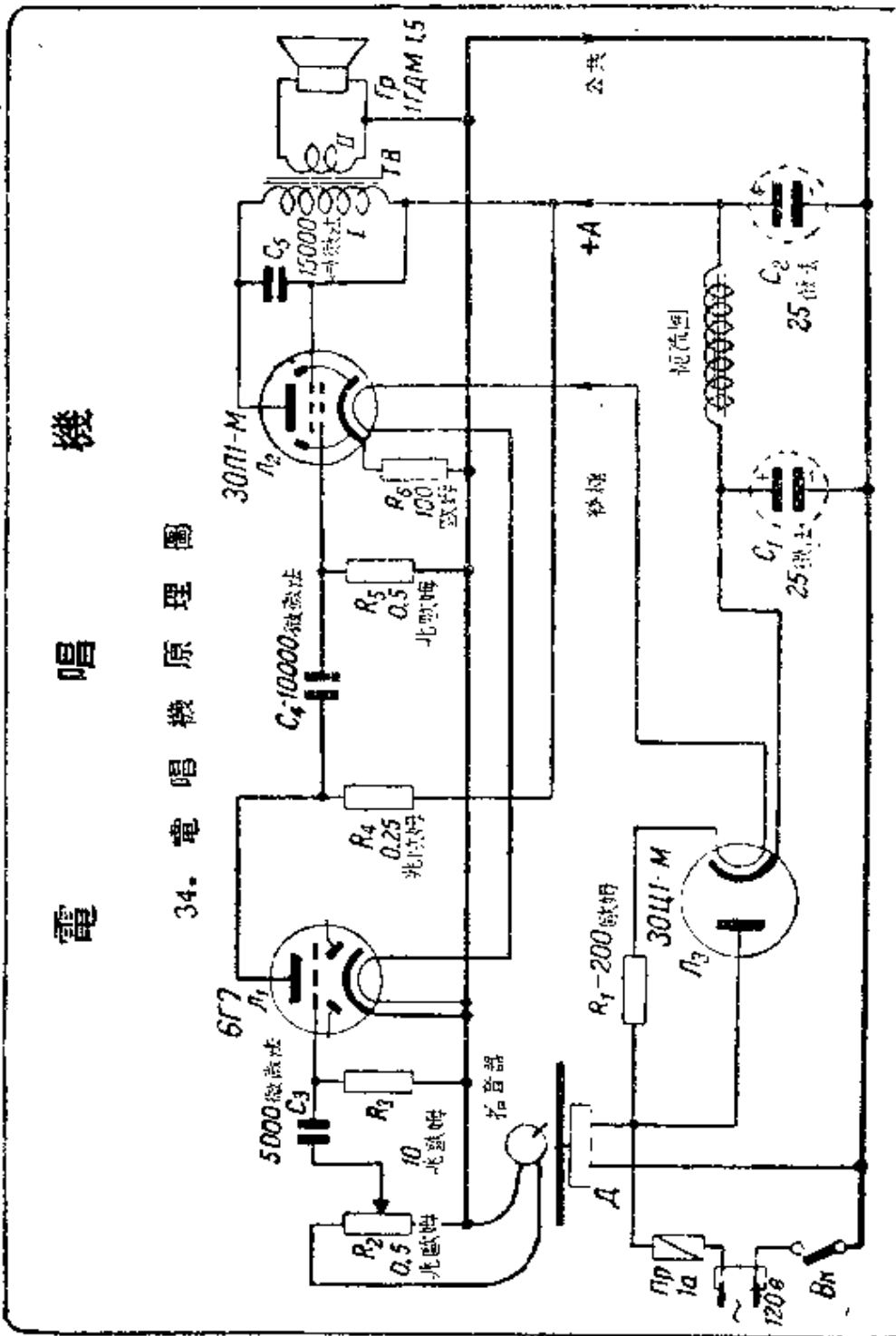
電解電容器只可以接在直流電路內，同時要嚴格保持極性的正確。

如果電解電容器的極性沒有指明，那麼這就是說它的鋁殼是負極，引出線是正極。常常會遇到有兩個與外殼絕緣引出線的電解電容器。也有一種在一個殼內裝有兩個電解電容器。在整流器的濾波器中最好是採用電解電容器。還要補充說一下，也和一切電容器一樣，電解電容器預定用一定的工作電壓，這種工作電壓工廠把它指明在電容器的外殼上。

電容器兩端接上超過電容器上所指明的工作電壓值是不允許的

電 唱 機

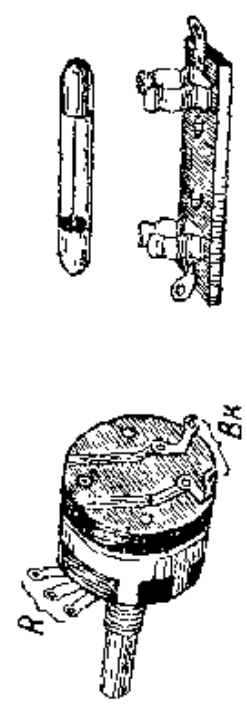
34. 電唱機原理圖



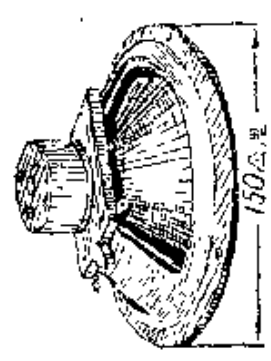
總圖

35. 電唱機零件

а) 保驗米

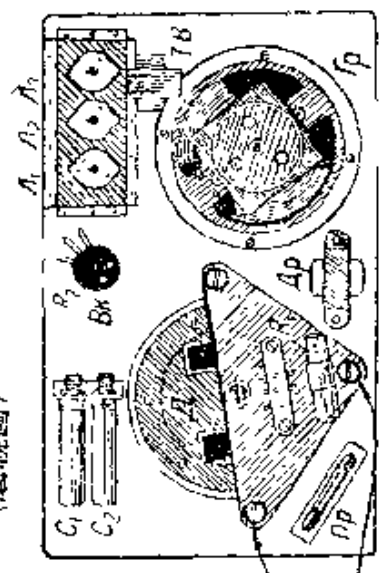


б) 電動式揚聲器



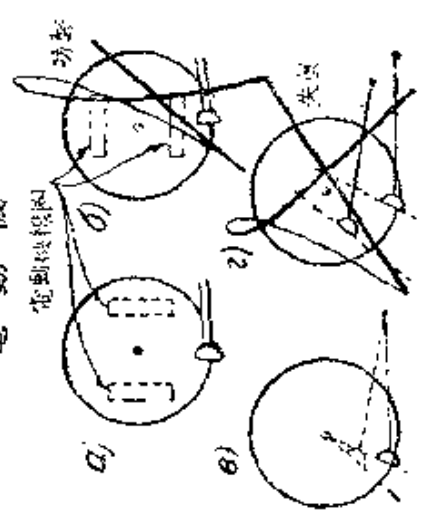
36. 嵌入座板上的零件佈置

(底視圖)



防盜保險管

37. 怎樣裝檢音器和電動機



因爲這會把介質打穿。

電解電容器的耐壓強度的後備力量比紙或雲母電容器小得多，所以在使用電解電容器時遵守這項規則是特別主要的。何況製造出來的還有一種所謂低壓電解電容器，其預定的工作電壓總共只不過幾伏特。由於上述原因，必須很細心地對待電解電容器。

在結束關於放大器供電電路——放大器〔電源〕部分的敘述時，我們指明一下，就是在整流裝置中所用的電子管叫做二極整流管。其中，在所述電唱機整流器中用的是 30L1M 二極電子管，這種電子管叫做單屏二極整流管。

有一個單屏二極整流管的整流器叫做半波整流器，因爲這種整流器只是當交流市電每週（振盪）的一半時，才有整流作用，當另半週時，就是二極整流管的屏極爲負時，市電的電流不會通過。這只要把圖 a 和 b （圖 31）加以比較即可看清楚。

現在我們來研究一下電唱機的整個原理圖（總圖 8，圖 34）。我們按這個圖再來看一下電子管的燈絲供電電路：從交流 120 伏插頭的上腳開始，經過保險絲 Π_r ，消耗電阻 R_1 ，二極整流管 J_2 的燈絲，放大器第二級電子管 J_2 的燈絲，第一級電子管 J_1 的燈絲，沿着粗黑線表示的公共導線經過開關 B_k 回到插頭的下腳。裝在電唱機上的保險絲 Π_p 預定比住宅保險絲所通過的電流爲小。所以這個保險絲不僅防止導線短路，而且比住宅保險絲更敏銳地保護電唱機的零件，以防止短路所造成的後果。現在我們再來看一下電唱機上的電動機 M 的供電電路。這個電路也從插頭的插腳起始並修結於該處，途中經過保險線 Π_p 和開關 B_k 。從保險絲那裏分接出一條到二極整流管 J_2 屏極上的導線。在二極管的陰極上接着一個平滑濾波器，這個濾波器是由兩個電容器 C_1 ， C_2 和一個扼流圈 L_p 組成的。在濾波後，被整流的電流就流到電子管 J_1 的屏極上去（經過電阻 R_2 ），並流到電子管 J_1 的電極上去（直接流到簾柵，經過輸出變壓器 T_1 的初級圈流到屏極）。屏極電流電路從電子管的陰極起，沿公共導線（粗黑線）經過開關 B_k 到交流 120 伏插頭的下腳。同時在

電子管 J_1 的屏極電路中，屏流流過電阻 R_0 ，因此在這個電阻上就得到了一定的電壓。

習題 5：如果電子管 J_1 的屏流是 73 毫安，簾柵電流是 7 毫安，利用歐姆定律計算一下電阻 R_0 兩端的電壓降是多少？

這個電壓正的一端是加在電子管 J_1 陰極上的，而負的一端是（經過電阻 R_0 ）加在它的控制柵上。這個電壓是放大器末級管 J_1 的柵偏壓。這樣的偏壓是靠管子本身的屏流得到的，所以叫做自動偏壓。在我們瞭解了電子管供電所需要的電壓和電流怎樣到達電子管各電極的情形以後，再來看一下放大器的低頻電路——電子管放大的音頻電流所經過的電路。可變電阻 R_2 兩端就是放大器的輸入端。這種有三個引出線接入電路的可變電阻叫做電位器。電位器和變阻器的裝置一樣，只是在電位器的蹄形電阻上有兩個引出線，從它的兩端引出。在電位器 R_2 蹄形電阻的兩端加上一個拾音器 A_0 產生的低頻電壓。從旋臂所控制蹄形電阻的下一部分取得這個電壓的某一部分，供給放大器第一級電子管的控制柵。旋轉電位器的手柄，也就是改變旋臂在蹄形電阻上的位置，可以改變蹄形電阻下部（按電路圖來說）的大小，因而就增加或減小從拾音器加到電子管的那一部分電壓。這樣，電位器 R_2 就可以調整被放大的低頻電壓的數值，所以叫做音量調整器。低頻電壓從電位器 R_2 經過電容器 C_3 加到電子管 J_1 的控制柵上。電阻 R_3 是電子管 J_1 的柵漏電阻。用作第一級電子管 J_1 的是複合管 $6\Gamma 7$ 的三極管部分。在這個管子裏，除去一個三極管外，還有兩個二極管，這兩個管子在這個電路中是沒有被利用的。三極管的屏極負載是電阻 R_4 。低頻電壓從這個電阻經過耦合電容器 C_4 到達電子管 J_2 的控制柵。作放大器的第二（末級）電子管 J_2 用的是一個集射四極管。由於在這種管子裏使用了特殊構造的電極，於是飛向屏極的電子就聚成爲電子柱。我們不去深入研究集射管工作的物理現象，即可注意到這種電子管具有比五極管更好的一些特性，所以它是功率放大管。雖然沒有抑制柵，但是在集射四極管內負阻效應却可防止。爲了這個目的，在屏極附近

特別裝了兩塊金屬片，而且這兩塊金屬片在管內是和陰極相連的。這兩塊金屬片是裝置集射管必須的零件，因而根據四極管的符號上有無這兩塊金屬片，就可以斷定這個四極管是否是集射管（試比較圖34和圖 23 6上的兩個四極管的符號就可以看清）。電阻 R_1 是電子管 J_2 的柵漏電阻。輸出變壓器 TB 的初級圈接到屏極電路中。在它的次級圈上接的是一個電動式揚聲器 Γ_0 的音圈。試分析一下為什麼電動式揚聲器要經過輸出變壓器連接起來？

如同還在「初步」中即曾指出，電動式揚聲器工作時所需要的電流要比「記錄」式揚聲器大得多。對於電動式揚聲器的工作來說，放大器末級管的屏極電路中電流振幅是不夠的。如果把正在工作的放大器輸出變壓器取消，而把電動式揚聲器的音圈直接接在電子管 J_2 的屏極電路中（代替變壓器 TB 的初級圈），就不難相信這一點。此時，電動式揚聲器的聲音極低。藉助於變壓器可以提高電流強度。變壓器不能改變能量：多大的功率加在它的初級圈上，輸入到接在次級圈上電路中去的功率還是那麼大。但功率是等於電流和電壓的乘積。由此可以得出結論：例如把電壓增加一倍，功率保持不變，則僅是電流減小了二分之一。這是任何昇壓變壓器都可以做到的。相反的，電壓降低時，電流就同樣地增大。我們這個放大器輸出變壓器的變壓係數是 23:1，也就是它的次級圈兩端電壓只有加在初級圈上的電壓的 $\frac{1}{23}$ 。次級電路中電流比初級圈的電流大 22 倍。當末級管是 30П1М 式時，1ГДМ—1.5 牌電動式揚聲器（它的音圈電阻是 3.25 歐姆）的輸出變壓器應具有這樣的變壓係數。當所用電動式揚聲器的音圈電阻是另一個數值時，以及使用另一種末級管時，就需要另一種常數的輸出變壓器。正確地設計輸出變壓器，不僅可以使電動式揚聲器發音很響，而且失真最小。如果輸出變壓器稍微和它的設計常數有些差別，常常會使放大器的工作變得很壞。在電唱機中可以應用工廠出品的「記錄」牌收音機用的輸出變壓器。它的初級圈有三個抽頭：一個是白的，一個是黑的，還有一個是紅的。當接入電路時要用白的和黑的抽頭，而紅的留下沒用。

如果自己單獨繞製輸出變壓器時，應遵循下列數據：III-16型鐵片，鐵心厚度16公厘，初級圈——直徑0.12公厘漆包線繞2,070圈，次級圈——直徑0.7公厘漆包線繞90圈。

至於其他零件的選擇，我們指出一下，使用接有開關的電位器（圖35 a）作為音量調整器 R_2 是比較適合的。它的開關用來接入電源（作為開關 B_K ）。 R_1 是300毫安的線繞電阻（功率20—30瓦）。 R_3 、 R_4 、 R_5 是功率0.1—0.25瓦的普通小型電阻。電阻 R_6 的功率1—2瓦，最好是用線繞電阻。 C_1 、 C_2 是工作電壓不低於175伏的電解電容器， C_3 、 C_4 、 C_5 是紙質或雲母電容器。任何一種有直徑0.15—0.2公厘導線3—5千圈的鐵心扼流圈，都可用作整流器濾波器的扼流圈（ Π_L ）。這種扼流圈商店中有賣的，叫做電源濾波器中的扼流圈，同時自己也很容易繞製。自己繞製電源濾波器中的扼流圈的數據示於圖33（總圖7）。如圖33 b 所示，疊放鐵心時應留出一個間隙來。在壓緊鐵心時，在這個間隙裏放一條薄紙，使得加上的鐵片與III形鐵片不要碰上。在所有的扼流圈和變壓器中，凡是在它們的線圈中通過較大的直流電流時都要這樣做。在輸出變壓器TE的鐵心中也需要這樣放有襯墊的間隙。

應使用無線電裝置專用的小型保險絲作為保險絲 Π_P 。這種保險絲是一個帶有兩個金屬端頭的小玻璃管（圖35 6）。管內裝有一條易熔的細金屬線。保險絲嵌在一個易於替換保險絲的支架上。現在剩下的問題是如何選擇拾音器 A_0 和留聲機的電動機了。拾音器基本上有兩種型式：一種是電磁式的，它的工作原理我們已經知道了，另一種是壓電式的。壓電式拾音器的構造是另一個樣子。在這種拾音器中有一塊特殊物質（最通常是酒石酸鉀鈉）的結晶體，這個晶體具有這樣一種特性，就是當它壓縮或彎曲時會產生一個電動勢。當放留聲機唱片時，拾音器唱針的振動就轉到壓電晶體上，這個晶體就產生了一個與聲音振動相符合的交流電動勢。晶體夾在兩塊金屬片（板）的中間，電動勢就從晶體的稜面上取得。哪一種拾音器——電磁式還是壓電式的更好一些呢？這很難回答，它的每一

種都有自己優缺點。通常壓電式拾音器所產生的電動勢比電磁式的為大，而且壓電式拾音器所反映出來的聲音也較逼真。但是壓電式拾音器的晶體是一個很脆的零件，如不仔細地對待很容易弄壞。電磁式拾音器具有很大的機械強度，但是它電氣特性常常是較差的。在我們所談的電唱機中大概用壓電式拾音器是比較好的，因為用這種拾音器可以獲得較強的發音。當有留聲機的時候，使用「無線電員」工廠或基輔無線電工廠製造的電磁式拾音器頭是比較好的，這種拾音器頭是適於套在傳聲管上來代替振動膜。

留聲機的電動機也有兩種型式：同步的和非同步的。這兩種電動機的基本區別，就是同步電動機的轉動速度只決定於市電電流的頻率，而非同步電動機的轉動速度則決定於市電的電壓，而且可以調整。因為市電電壓絕不能總保持像頻率那樣穩定，所以在原則上同步電動機比非同步的要好。但是現在銷售的同步電動機有兩個很大的缺點。第一，它沒有自動起動，因而只能在用手傳給它一個正常轉動速度時才能開始轉動。第二，所製造的同步電動機沒有足夠的後備功率，所以當供給的電壓大大降低時，它就「不能拖曳」，由於拾音器的重量而使它停止不動。而非同步電動機完全沒有第一個缺點，第二缺點的程度也輕得多。在選擇電動機時，還得考慮到這種情況，就是非同步電動機比同步的要貴一倍。因此，哪一種電動機較好，應由愛好者自己決定。

電唱機可裝在留聲機的匣子裏，或是裝在大小相似的小手提箱裏。這樣裝置是為為了便於搬移。所有零件都裝上一塊放在箱子裏面厚7—12公厘的木板上。用鑿子鑿製幾個大的孔（為電動機、電子管和電動式揚聲器口用的）。為此目的也可以利用鑽孔器。沿着被切去部分的邊緣（用3—5公厘的鑽頭）把木板鑽成一個挨着一個的一圈小孔。然後再用堅固的刀子在這些孔之間切開許多隙縫，最後用銼刀銼平。按照孔的形狀使用各種銼刀，對於大圓孔用半圓形銼刀，對於小圓孔用圓形銼刀，對於多角形的孔和平面用平的銼刀，對於內角用三角形和菱形的銼刀。很不平的平面用粗紋的銼刀——木

或粗銼銼平。然後再使用有較細紋的細銼。最精細的加工直到磨光，是用所謂最細銼銼的。爲了把小孔加工可用小銼——針形小細銼來做。銼刀可用來對許多硬的材料加工——金屬、木頭、電木以至於玻璃。

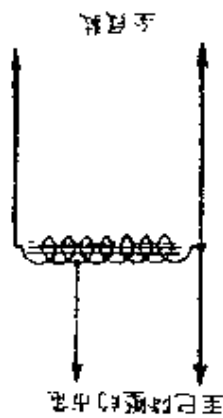
裝在木板下面的大零件的佈置示於圖36。電子管底座裝在一個特殊的小底板上，電子管就是插在小底板上。小底板最好是用厚1—1.5公厘的鋁板作成上面開口的盒子。在盒底裝上管座。電解電容器用角鐵或卡釘固定住。留聲機的電動機用大螺釘（直徑5—7公厘）扭緊。但不能把電動機硬固定在木板上，因爲如果堅硬地固定在上面，那麼電動機的振動會傳給木板和整個箱子，產生一種很不悅耳的隆隆聲。

電動機應該利用海綿狀的橡皮來防止震動，橡皮塊套在電動機機座二邊的緊固螺絲上。

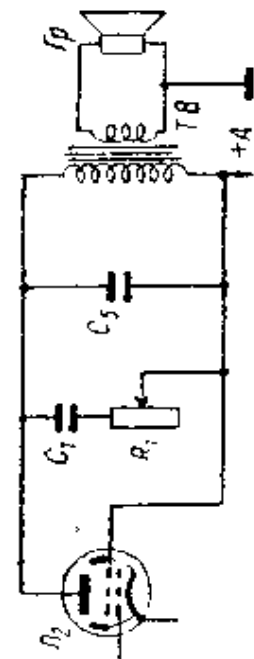
對於零件和連接線的分佈，必須予以很大的注意。在有交流電的各個零件和導線周圍都產生有交變的磁場和電場。這些磁場和電場又在各鄰近的零件和導線上感應出（引起）交流的電動勢。因而形成了原理圖所沒有預料到的各不同迴路間的寄生耦合，這些耦合可以破壞機器的正常工作。在用交流電源供電時，零件分佈考慮得不週到常是產生交流哼聲的原因。最容易引起哼聲的是第一個電子管 J_1 控制柵的迴路——拾音器，音量調節器。因此這個迴路的導線應該儘可能地短，並儘可能地遠離電源導線、陰極迴路導線、電動機線圈和電源的扼流圈。放大器輸入迴路的導線最好使用金屬隔離線。隔離線的金屬套管應同公共導線（粗黑線）連接起來。這樣，套管內的導體就不會受到附近其它迴路來的電氣影響，如同在四極管或五極管內簾柵保護控制柵免受屏極電荷影響的原因一樣。如果你使用的是電磁拾音器和同步電動機，則須要將它們這樣地分置，使拾音器線圈最大限度地遠離電動機線圈（圖37 a）。此外，還必須遵守裝置拾音器的總的規則，這個規則就是：在拾音器沿唱片移動時，拾音器的前壁應該始終在片子的半徑上（從盤中心爲起點的

電唱機 · 的 改 進

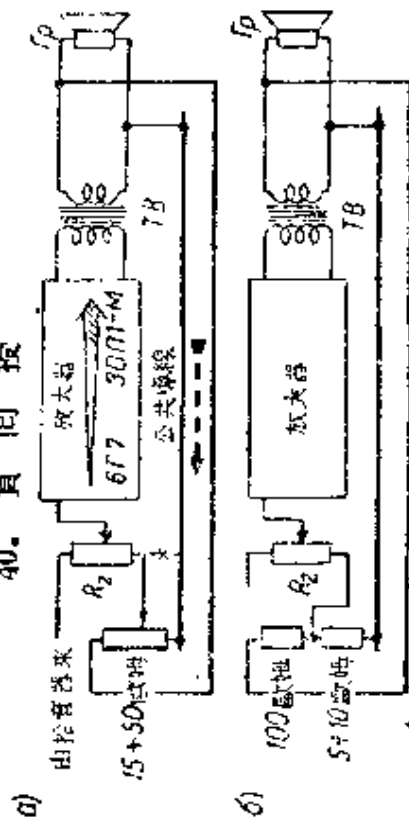
38. 自耦變壓器



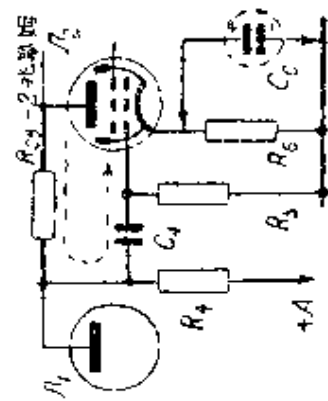
39. 音色調整器



40. 負回授



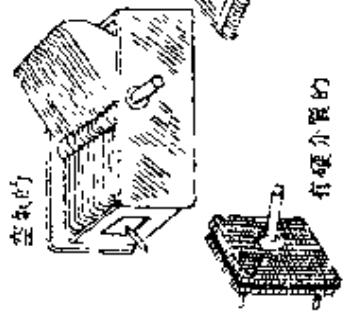
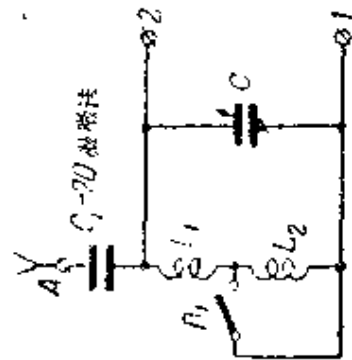
θ) 負回授的簡單電路



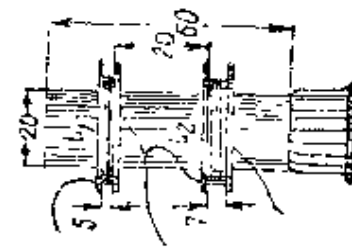
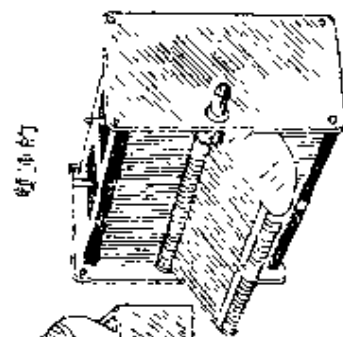
41. 無線電收音機低頻放大器的附加設備

圖 9

а) 原理圖

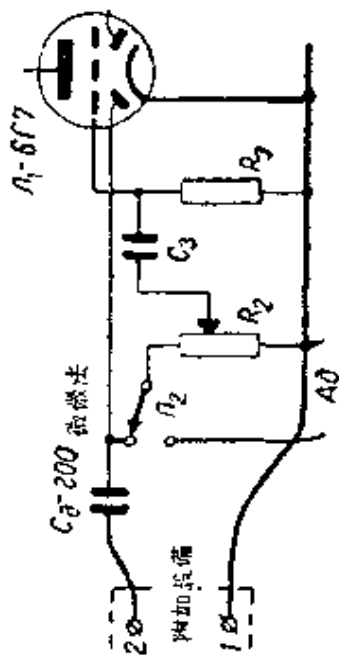


б) 可變電容

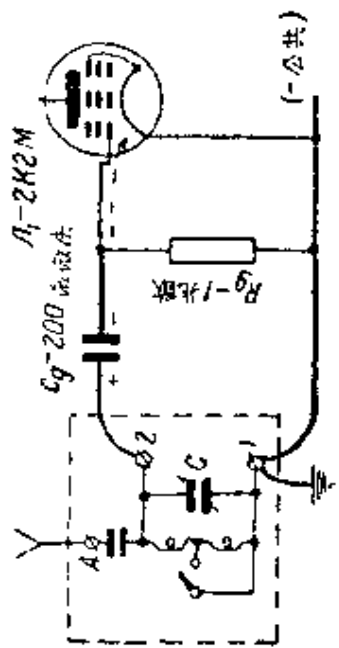


в) 構造圖

2) 電噴機放大器與附加設備接線圖



3) 電池放大器與附加設備接線圖



直線上——圖37b)。在進行放大器接線時，不應該忘記：

放大器輸出和輸入導線的接近會引起寄生振盪

這是由於通過這些導線間的電容產生回授。電阻 R_1 須要用鐵皮卡釘固定在離木頭部分有些距離的地方，因為電阻內散出很多熱量，易燃的材料可能燒起來。

根據圖34的電路，用上述零件裝起來的放大器不須要再進行調整。而唯一的缺點可能就是有交流雜音。除了上述防止雜音的辦法外，還可用增加電容器 C_2 容量的方法來消除它（如雜音的原因是因為整流器的濾波器過濾屏極脈衝電壓不足時）。為此必須把電容器 C_2 另換一個較大容量的來代替，或者並聯一個容量為10—20微法的第二電解電容器。在並聯電容器時，等於它們極板的面積增加，因此總的容量也就增大，總容量等於各並聯電容器容量的總和。

市電電源電壓降低或整流後的屏壓降低經常使放大器的工作微弱。市電電壓低的現象很易發現，因為這時電動機「轉動不良」，當拾音器放上唱片時就停止。這一不良現象只有一種方法來克服：即將設備經過自耦變壓器接入市電電源。自耦變壓器是一般變壓器的變形，在它同一個線圈上利用圈數不同，作為兩個線圈使用（見總圖9第33圖）。如果市電電壓降低，即將自耦變壓器線圈的一部分圈數接入電源，而從圈數較多的部分就可以取得正常的電壓送往負載。自耦變壓器也和任何其他變壓器一樣，只能接入交流電源。這種自耦變壓器是無線電愛好者日常工作中極有用的工具。應用這種能將電壓從220伏降低到120伏的自耦變壓器，就可以由220伏市電電源對所述之電唱機供電。

自造簡單自耦變壓器的方法在1947年出版的第4期「無線電」雜誌中拉以庚所著的「自耦變壓器」一文中已有敘及。

整流後的屏極電壓降低的現象利用氬燈裝置也不難發現。為此，將照明機樹用的小氬燈與100—200千歐的電阻串聯，並接到電容器 C_2 的輸出端上。如屏極低於70伏，該小燈就不發亮。這種屏壓

低的原因（在市電電壓正常時），可能是電容器 C_1 的電容較小或扼流圈 Δp 線圈電阻大所致。扼流圈電阻大是因為繞製該圈的導線太細（0.1—0.2公厘）的緣故。這時它常常發生高熱。

電唱機工作微弱以及聲音失真的原因也可能是拾音器、電子管或電動式揚聲器不良，輸出變壓器不適合或電阻 R_3 、 R_4 的數值不準所致。假若正是（ R_3 ）的電阻達不到 10 兆歐，則可用幾個電阻串聯組成一個 R_3 ，以使其值達到 10 兆歐（例如用兩個 5 兆歐的電阻來串聯）。

在電唱機工作完善時，就可進行許多實驗。如將其他容量為 50000 微微法以下的電容器接入替換電容器 C_1 ，可以得到更為悅耳的音色，減少「針尖噪音」，這種噪音在放「陳舊」唱片時更為嚴重。但是，在放其他各種唱片時也可適當地改變音色。為此，將電容器 C_1 仍保持原有容量（15000 微微法），並將圖 39 上粗線所繪的電路與其並聯。此處 C_T ——容量為 0.2 微法的紙電容器， R_T ——20000 歐的變阻器。電容器 C_T 的作用在於：除了輸出變壓器的初級線圈外（也就是除了電動式揚聲器外）另給較高頻電流一條通路（「截止」高音）。如改變與該電容器串聯的電阻值（變阻器 R_T ），就可以改變電容器 C_T 對電動式揚聲器工作影響的程度，並以此不穩地調整音色，使之在或大或小的程度上抑制高音。

然後進行以下實驗。按圖 40. a 之電路，取一 15—50 歐的電位器，將其蹄形電阻兩端與電動式揚聲器的音圈並聯，而電位器 R_2 蹄形電阻下端（按電路圖）首先由公共導線斷開接到電位器的旋臂上。再將電唱機接上放上唱片，轉動接入電路的電位器並觀察聲音的變化（這時電位器 R_2 的旋臂——音量調整器——應放在中間位置）。而後，將銲接在新電位器蹄形電阻各端的導線互換，並重複進行上述實驗。在第一種情況下新調整器可增加音量並引起寄生振盪，同時音質惡化。而在另一種情況下，由於音量減低就可以得到較純的音色，如將放大器輸入端與其輸出端相聯，使放大器發生回授。電位器可以調整該回授的大小。回授的極性，即電壓自輸出

端加入輸入端的極性，能決定回授所產生的作用。當回授電壓極性與輸入電壓極性相同時，這兩電壓相互疊加，彷彿放大增加。在這種回授增加相當大時，就會產生寄生振盪——自激放大器，這就叫做正回授。如回授電壓的極性與輸入電壓極性不同，則這兩電壓相減，彷彿放大減小。這就叫做負回授。不大的負回授能夠急驟地減小由放大器所引起的失真，而放大則減少不多。在低頻放大器中經常引用負回授以改進其工作質量。爲了實用目的也可不要電位器，用固定電阻實現負回授。這種有固定分壓器的負回授電路如圖40.6所示。圖40.6所示爲另一種只在放大器末級(電子管 A_2)有負回授的電路。此處這種負回授是由電阻 R_{cs} 實現，該電阻把降低的低頻電壓由電子管 A_2 屏極送往該管控制柵(通過電容器 C_c)。只要注意一下這種電路的工作原理，即不難了解，電子管把它所放大電壓的相位翻轉過來。在相反的情況下，圖40.6的電路產生正回授。對該電路的實地試驗可證明這一論點的正確性。

如把容量較大的(40—100微法)電容器與電子管 A_2 的柵偏電阻(R_c)並聯，就能夠增加音量。因爲電子管屏流和由其放大的信號同時均通過自動柵偏電阻。因此，電阻中產生放大信號的電壓，並加到電子管控制柵電路，就產生負回授效果。但是柵偏電阻的大小是根據規定的直流柵偏電壓的計算來選擇。在這種情況下，要同時保證有良好的負回授是不可能的，因爲對這一情況，耦合電阻應該是另一值而不同於柵偏電阻。所以寧願用以上所述的另一方法來產生負回授，而已放大的信號電流不加到柵偏電阻上。把電容器 C_c (圖40.6)與柵偏電阻並聯，這樣一來，給低頻電流一條通路而不經過電阻 R_c 。 C_c 電容器可採用工作電壓12—15伏的低壓電解電容器 C 。把這一電容器接入時，就可消除通過電阻 R_c 的不良負回授並提高放大。

後一種改進無論在電唱機中或在低頻電池放大器中均可進行(按圖24的電路)，這只是裝上一個附加設備以接收本地電台。在放大器第一級工作的6F7型電子管的兩個二級部分仍然不用。其中

之一可作為檢波之用。因此，附加設備應該只包含振盪迴路。這種附加設備的電路很簡單（參閱圖41, a）。振盪迴路包括有：帶轉換開關 Π_1 的分段線圈 L_1, L_2 和可變容量的電容器 C 。空氣可變電容器的外型如圖41, b所示。它由兩組金屬片組成：定片和動片。該兩組金屬片相互之間以空氣隙分開。各動片在軸上轉動時，金屬片之面積可或大或小地插入各定片間的空氣隙中。這樣就使電容器的容量變化。可變電容器也常帶有如好似賽璐珞的特種塑料所製成的硬介質。對於我們這個附加設備所用的可變電容器的最大容量應達450—500微微法。還有一種雙連可變電容器，往下我們利用這種雙連可變電容器來裝配電子管收音機。在附加設備中必須利用該雙連電容器的一部分來作為電容器 C 。槽路線圈是自製的。它繞在由獵槍彈取下的厚紙筒上（圖41, d）。 L_1 部分用0.15單絲漆包線繞70圈， L_2 部分也用同樣線繞270圈〔單絲漆包線（ПЭШО）是漆包線外面再用一層絲線絕緣的導線〕。線圈的兩部分順着同一方向一圈一圈的疊繞數層並互相串聯起來（ L_1 的末端與 L_2 的始端聯接）。它們的聯接點引出在波段轉換器 Π_1 上。在接收中波時——波長200公尺到550公尺——轉換開關 Π_1 使 L_2 部分短路，這樣就只有 L_1 部分接入槽路。在接收長波時——波長700公尺到2000公尺——轉換開關又斷開，線圈的兩個部分均接入槽路。也可用小型開關（起倒開關）或任何自造的開關來作波段轉換開關 Π_1 。電容器 C_1 是作天線與振盪槽路的聯系用。在附加設備盤上裝有三個接線柱：聯接天線用的（A）和把附加設備與放大器相聯接的（1, 2）。在放大器電路中還須加以少許改變。如圖41, z可見，在放大器中還要加接一個固定容量的電容器 C_A ，經由該電容器附加設備的接線柱2可與6Г7電子管中的一個二極管的屏極相聯。在電容器 C_A 上可分出已被二極管整流的低頻電壓。為了將該電壓送往放大器的輸入端，必須把電位器 R_2 的頂端與拾音器斷開，並接到二極管（檢波器）的屏極上。為了由放唱片極快的轉換為無線電接收或由無線電接收極快的轉為唱片演奏，必須在電唱機中裝一轉換開關 Π_2 （參閱41, z電路圖）。當

附加設備與電唱機放大器工作時絕不可接入地線，因為交直流電源電路是與市電電源直接相聯，而市電電源中的一根導線在電廠總是接地的。若市電電源的第二點又行接地就可能發生短路。

不允許接地乃是有交直流電源的任何無線電機的一條通則。

在低頻電池放大器工作時地線可接在附加設備接線柱 1 上（圖 41, z）。在電池放大器中也可促使放大器的第一電子管同時完成檢波器的作用。我們曾經利用 2Ж2М 電子管柵陰極的間隔代替二極管作檢波之用（圖 17）。同樣，在電子管作低頻放大器工作時也可利用這種方法。這種相類似的電路如圖 41, б 所示。接收廣播電台的高頻振盪經由電容器 C_2 進入電子管 J_1 之控制柵。當高頻振盪作用到柵極上為正時，由電子管陰極飛出的電子均吸向柵極。換言之，柵陰極的間隔開始傳送電流。這種電流對電容器 C_2 充電。柵流的方向如圖 41, б 虛線箭頭所示（該電流方向與電子運動方向相反），該圖也示有電容器電荷的極性。當高頻電壓的負半週由振盪槽路加於控制柵時，柵流即停止。這時，電容器 C_2 通過槽路線圈與電阻 R_2 放電，並在其中產生電壓降。電阻 R_2 中的電壓只在這種負半週時方才形成，因為在正半週作用時電阻被電子管柵陰極的間隔所短路。所以電阻 R_2 電壓的極性是固定不變的。而它的大小也取決於高頻信號的振幅而定。若高頻振盪是調幅的（接收無線電話），則電阻 R_2 電壓將隨與發送聲音相應的低頻而變化。因此柵陰極間隔就對已調幅高頻振盪檢波。但是，接在電子管 J_1 控制柵和陰極之間的電阻 R_2 同時又是低頻放大器的輸入。所以，除了檢波之外，電子管 J_1 仍繼續做電壓放大器工作（該電壓是由電阻 R_2 所產生的），即低頻放大器的工作。所說的這種檢波電路叫做柵極檢波。柵極檢波器要比二極管檢波器靈敏，因為在事實上柵極檢波器就是二極管檢波器加上一個低頻放大級。也請注意一下放大器輸入電路的必要改裝（以圖 24 和 41, в 之電路相比較）。促使電子管做柵極檢波器工作的電容器 C_2 和電阻 R_2 通常叫做「柵漏」。

爲了以低頻放大器接收無線電信號起見，可以利用礦石收音機

的振盪槽路來代替上述的附加設備。按圖11—14電路所裝的礮石收音機中，大線和地線接線柱是振盪槽路的兩輸出端。爲了把它們接上放大器的輸入端，就必須把天線接線柱與柵極電容器 C_1 相聯，地線接線柱與放大器的公共導線相聯，而天線和地線並不與這兩個接線柱斷開。結果大概就和有放大器的礮石收音機的工作一樣，但是可不必選擇晶體檢波器的靈敏點。

最後還要再一次地指出，各柵極導線應儘可能地短。兩電容器 C_1 （圖41, γ ）和 C_2 （圖41, θ ）必須與電子管 Π_1 的各相應輸出端焊接非常近。附加設備和放大器之間的聯接導線不應過長。不應將這些導線編織爲繩索，因爲這時導線的電容量就要和附加設備的可變電容器 C 並聯地相加起來，而調諧槽路的範圍（接收波段範圍）也被破壞。

電子管收音機

現在我們對瞭解簡單的電子管無線電收音機的工作原理及對其作自行裝置已具備了足夠的知識。這種收音機包括三個電子管，並用來接收以長波（2000—720公尺）和中波（560—200公尺）工作的無線電信號，在本章中敘述兩種供電方式：電池供電和交流電源供電。

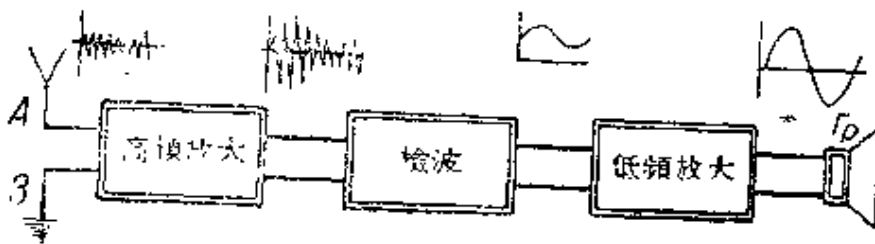


圖 42 直線放大收音機的方框圖

圖42所示爲收音機的方框圖。第一個方框是高頻放大器。高頻放大器的作用是放大所接收信號的振幅，再送到檢波器中去。因爲任何型式的檢波器，甚至是最靈敏的檢波器——柵極檢波器，也不能使極微弱的信號接收和進行檢波。爲了接收遠地的無線電台，必須

要把微弱的高頻信號再放大到它們能檢波的程度。此外，採用高頻放大器還可改善收音機的選擇性，即改善調整干擾電台的性能，這種干擾電台的工作波長與所接收的（所選擇的）無線電台的波長極為相近。

收音機的第二個方框乃是我們所熟識的檢波級。在檢波器之後就是低頻放大器，從它那裏我們能夠得到音量很大的收訊。

在高頻和低頻兩個放大器中也可以各採用幾個電子管。如高頻放大的級數愈多，則收音機也愈靈敏，它能接收的電台數目也愈多。如低頻放大器的級數愈多，則被接收電台的音量愈宏亮。因此，按所述方框圖裝置的收音機，在結構上和工作質量上可能有顯著的區別。但是，它們所接收的任何信號都是要經過同樣的三個步驟：1) 高頻放大，2) 檢波，3) 低頻放大。

所述的這種收音機叫做直線放大收音機。在直線放大收音機中的級數是以一個簡略的式子來表示，該式由兩個數字，中間夾一個字母組成，例如，1—V—2。第一個數字表示高頻放大器的級數，字母V表示有電子管檢波器（晶體檢波器或金屬檢波器以字母Π表示），第二個數字表示低頻放大的級數。例如，[1—V—2]就表示：該直線放大收音機是有一個高頻放大級，一個電子管檢波器和兩個低頻放大級。若沒有低頻或高頻放大器，那末就以零來表示相應的數字。例如，0—Π—1就表示：該收音機是有一晶體檢波器，一個低頻放大級，但沒有高頻放大器。

除了直線放大收音機之外，現在還有一種所謂超外差收音機。超外差機所接收的信號要檢波兩次並放大三次。超外差機的工作原理及其各級的工作原理相當複雜，所以我們稍後再介紹它。超外差機與直線放大收音機競爭幾達廿年之久，現在已完全獲得勝利，工業上已完全停止出產直線放大收音機。但是，自己獨立製造而尤其安裝一般的（第二等的）超外差機就要求無線電愛好者們具有比裝置直線放大收音機豐富得多的經驗，所以我們首先應該試裝直線放大收音機。

電池式 1—V—1 收音機。 電池式收音機的原理圖如圖 43 所示。高頻振盪由天線通過電容器 C_1 進入收音機第一振盪槽路。這一槽路包括帶有轉換開關 Π_1 的線圈 L_1, L_2 和一個可變電容器 C_2 。槽路隨着調諧而選擇某一電台的信號。高頻電壓由振盪槽路送往電子管 J_1 (2K2M 型) 控制柵。該電子管作高頻放大器工作。在其屏極電路接入第二振盪電路，電子管 J_1 的電流將通過電子管，線圈 L_3 和可變容量電容器 C_3 。兩槽路的兩個可變電容器 (C_2 和 C_3) 是在同一個軸上。所以兩個槽路可同時調諧到所接收電台的頻率。第二槽路由於諧振作用就得以放大所接收的信號並可再一次地把所接濾去其他電台的信號 (提高收音機的選擇性)。可變電容器 C_3 經過電容器 C_4, C_5 接在槽路線圈 L_3, L_4 上。電容器 C_4, C_5 的容量很大，對槽路工作沒有重大影響。裝這些電容器的目的是使屏極高電壓不能加到可變電容器的各金屬片， L_3, L_4 線圈是直接接在高壓的正極上。

高頻振盪由第二振盪槽路又經過柵漏電容器 C_6 送到柵極檢波電子管 J_2 (也是 2K2M 型) 的控制柵。

必須指出，我們所已知的任何一個檢波器均不能保證對高頻振盪全部整流。除了低頻電流外，在檢波之後經常總剩餘一些高頻電流。我們需要高頻振盪只是爲了利用它們來幫助傳送，發送聲音的低頻電流。所以當它們這個作用完成之後 (即檢波之後)，就力求去掉它們。爲了這一目的，例如，在礮石收音機中裝有旁路電容器 C_7 (參閱總圖 3 第 16 圖)，該電容器可給高頻電流一條通路而不經過受話器。但是，在用電子管檢波時，可使這些剩餘的高頻振盪產生極大的效益。請看看檢波電子管的屏極電路 (圖 43)。若電位器 R_1 的旋臂轉向蹄形電阻下端，則電子管 J_2 的屏流將通過電子管和變壓器 T_1 的線圈 I 而不通過電位器。若電位器的旋臂轉向上端，屏流就要通過電位器 R_1 的蹄形電阻。蹄形電阻兩端接有線圈 L_5 。這就是說，在這種情況下，部分屏流也將通過這一線圈。在原理圖上線圈 L_5 與線圈 L_3, L_4 繪在一處，因爲 L_5 和它們是繞在一個架子上 (參閱圖 44 右方)，並與它們具有公共的磁場。這就是特殊的變壓器：

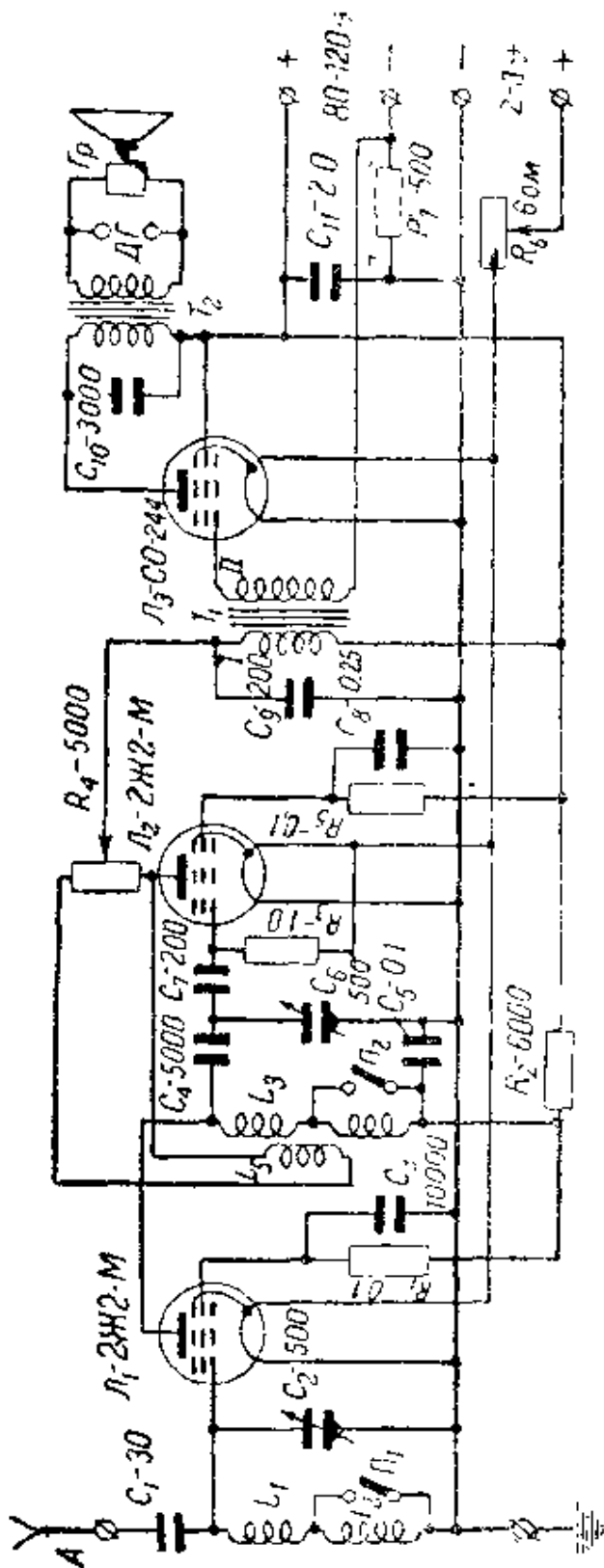


圖 43 電池式1-V-1收音機原理圖

在 T_2 檢波器屏極電流中的高屏電流成分通過線圈 L_3 時在兩槽路線圈 L_3, L_4 中感應起高頻電動勢。這樣就形成了回授。在檢波級利用正回授，在正回授時由屏極電路回輸到柵極電路的振盪電動勢是與所接收信號的電動勢相加。由於有這種回授，以至進入檢波器的信號電壓就增大。這也就等於提高了檢波器的靈敏度。有這種檢波器的收音機可以接收非常微弱的信號，接收遙遠的電台。有正回授的檢波器叫做再生檢波器，而具有這種再生檢波器的收音機就叫做再生式收音機。再生檢波器不僅能提高收音機的靈敏度，而且還能夠提高選擇性。正確地利用回授比添加高頻放大級更能獲得良好的效果。為了正確地最適宜地利用這種回授就必須能夠調整回授的程度。電位器 R_7 就是一個回授調整器。

在回授電路之後裝有旁路電容器 C_{11} ，該電容器可給高頻電流一條入地的通路。檢波器後的低頻電流在變壓器 T_1 初級線圈中通過。這種變壓器

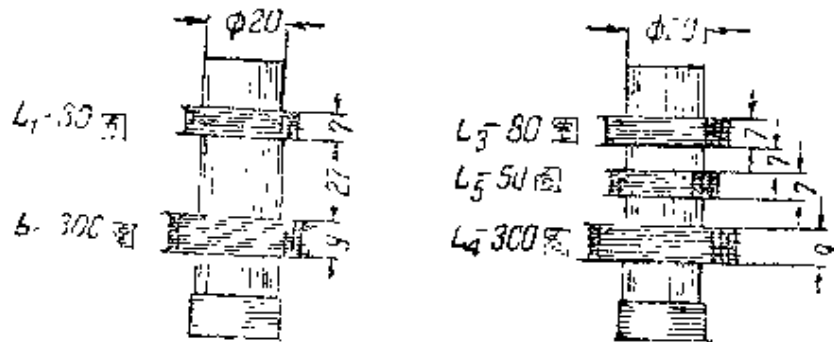


圖 44 1-V-1式收音機的槽路線圈

通常叫做耦合變壓器，因為它把低頻振盪由一個電子管 J_1 的屏極電路傳送到另一電子管 J_2 的柵極電路。在以前所述的結構中（參閱圖24和34低頻放大器的電路圖），我們利用電阻和電容器來達到這一目的。並且必須指出，利用電阻和電容器的電路對被放大信號引起的失真較小，所佔地位不大而價值低廉。但是有變壓器的電路能產生較強的放大。

電子管 J_1 (CO—244型) 作低頻放大器之用。在其屏極電路中接有輸出變壓器 T_1 ，在該變壓器的次級線圈上接有揚聲器 Γ_0 。兩插孔 $\Delta \Gamma$ 作接入附加揚聲器或聽筒之用。

我們再來瞭解一下電阻 R_7 的用途。這個電阻是接在屏壓負極通到電子管燈絲的導線上。因此，所有電子管的屏流均通過電阻 R_7 ，並在其中降低一部分屏壓。如電路圖所示，該電壓加到電子管 J_1 的控制柵電路。電壓的正極附加於絲極，而負極附加於控制柵（通過變壓器 T_1 的線圈 II ）。還有一種取得柵偏電壓的方法——依靠所有電子管總的屏流。在這種連接電路方式下，柵偏電阻不用電容器來旁路，正如我們在圖40.6電路中所做的一樣。在本節所說的收音機中有一個電容器 C_{12} ，該電容器可給收音機各電子管所放大的所有交流電流一條通路。所以交流電流既不流入屏極電池也不流入電阻 R_7 ，因此也不需要傍路電阻。

各電阻和電容器的數值如電路圖中所示。可變容量電容器 C_1 和 C_2 是雙連的（圖41,6）線圈 $L_1—L_6$ 是自製的。這些線圈是用0.15

單絲漆包線繞在獵槍彈的厚紙筒上面製成。線圈的圈數，大小和配置如圖44所示。兩個轉換開關 Π_1 和 Π_2 聯結起來。這兩個轉換開關也可採用自製的刀形轉換開關(圖45, a)，四接點的小型開關(圖45, b)或多層轉換開關(圖45, c)來代替。電位器 R_1 最好是線繞的。 R_2 是燈絲變阻器。耦合變壓器 T_1 的變壓係數為1:2或1:3。也可按下列數據自己來繞製它：用截面為3平方公厘的III-15型或III-19型鐵片(鐵片的截面就是放置線捲的中心舌片之寬度與該鐵心疊片厚度的乘積)，初級線圈I用0.1漆包線繞2700圈，次級線圈II亦用0.1漆包線繞3000圈。每繞600—800圈要放上一層薄紙。次級線圈與初級線圈要用兩層白帆布或厚紙隔開。輸出變壓器 T_2 是自製的。鐵片是III-15型和III-19型，其截面為3平方厘米。初級線圈用0.1漆包線繞1000圈，次級線圈用0.2漆包線繞1000圈。這種變壓器的次級線圈可以接用任何型式的用戶揚聲器(「記錄」揚聲器，「馬留特卡」電動式揚聲器，MAF-1等)。上述這種電動式揚聲器是放在一個盒子裏，在這盒子裏並裝有專用的輸出變壓器和音量調整器。電動式揚聲器也可由盒中取出與收音機固定在一個箱子內。也可將收音機與電動式揚聲器分開裝置，不過要在收音機中裝上插孔，以便接入單獨放在盒中的電動式揚聲器。在任何情況下都必須要有電動式揚聲器的輸出變壓器，通過該輸出變壓器將電動式

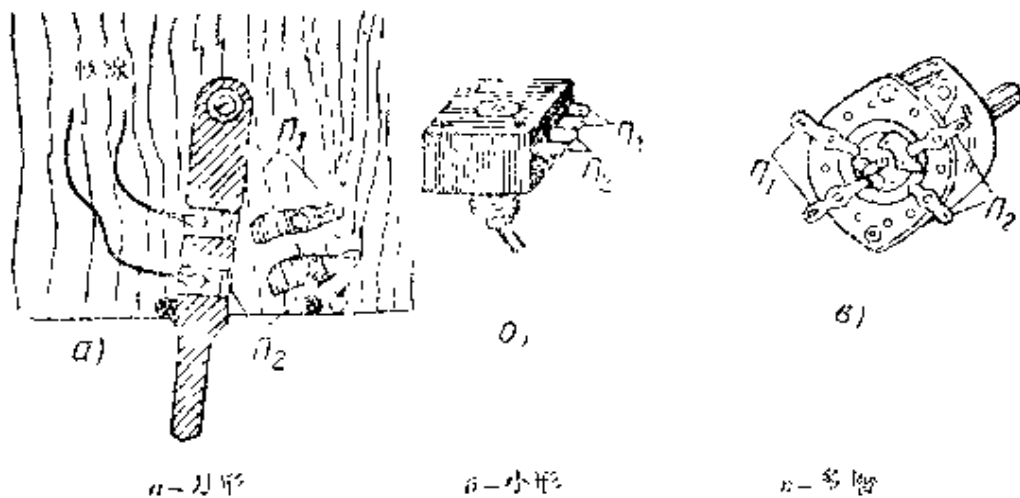


圖 45 轉換開關：

揚聲器與收音機變壓器 T_2 的次級線圈相聯。用戶電動式揚聲器所裝的變壓器的初級線圈有兩個抽頭：15伏與30伏。以15伏抽頭接到收音機的電動式揚聲器（圖46）。若應用附加電動式揚聲器，則爲了使它們不致顯著地減低基本電動式揚聲器的音量，將它們接到30伏抽頭上。爲了提高收音機的輸出功率起見，尤其在有附加的電動式揚聲器工作時，可以用CB-258電子管來代替CO-244電子管（ J_2 ）。這種替換在安裝上不需要什麼改變就能把收音機的輸出功率提高一倍多。當然，CB-258電子管絲極和屏極電路所消耗的電流也較大，所以使用CB-258電子管時電池使用期限要比使用CO-244電子管時小30—40%。五極管2Ж2М和2К2М可以用作 J_1 和 J_2 電子管工作，具有同樣效果。

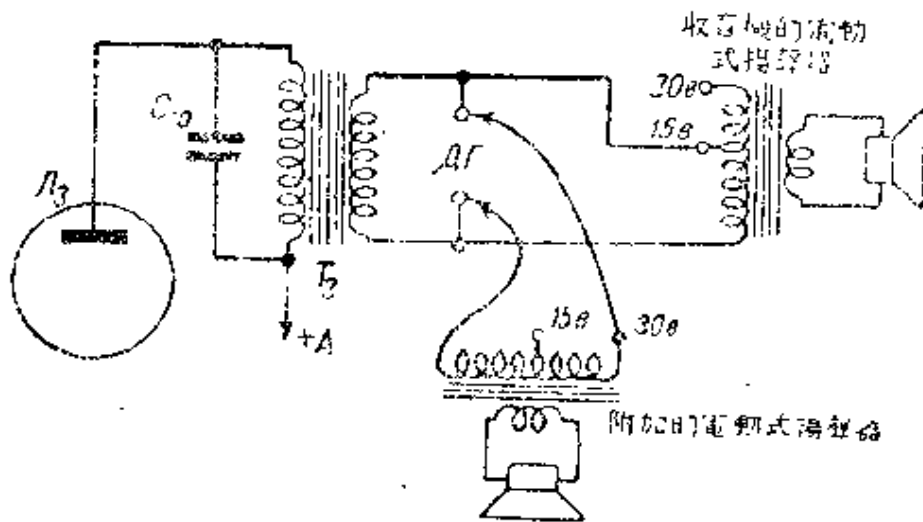


圖 46 接入電動式揚聲器的電路圖

在安裝收音機時須藉助安裝電路圖（圖47,48）。

收音機最好的一套供電電源就是兩個БНС—МБД-500電池串聯起來的電池組（絲極電池）和一個BC-70電池（供給屏極電路）。絲極電路電流的消耗約0.3安培，而屏極電路是5—6毫安。因此，上述全套電池的使用期限達1000小時（如每天收音機工作二、三小時就可用一年）。這種收音機的調整與交流收音機相似，下面將要敘述，對兩種電路均同樣有效。

交流 1-V-1 收音機。交流收音機的原理圖如圖 49 所示。該電路圖基本上與上述電池式收音機電路圖相似。因此我們只介紹該電路與圖 43 所示電路所不同的地方。首先，在交流收音機中是應用另一些電子管：高頻放大器 Π_1 使用可變放大因數五極管 6K7^①，檢波器 Π_2 用五極管 6Ж7，低頻放大器 Π_3 用集射四極管 6П6С^②。在整流器中裝有第四個電子管 Π_4 ——雙屏整流管 5Ц4С。所有這些電子管均有傍熱式陰極。在可變放大因數電子管 6K7 的陰極電路中接有電阻 R_1 和電位器 R_2 的下臂。

在這些電阻中，由於電子管 Π_1 的屏流作用，產生控制柵的柵

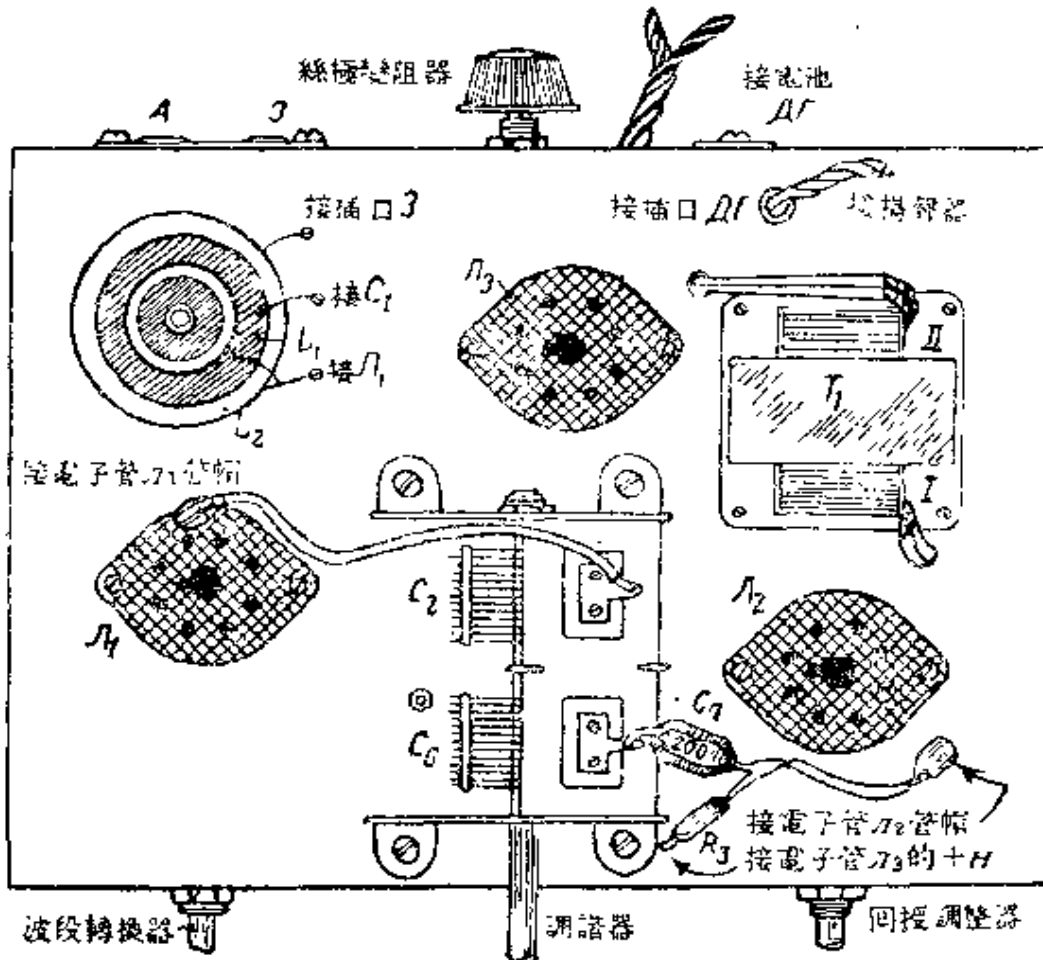


圖 47 電池式 1-V-1 的裝置圖 (上視圖)

① 也可採用另一種可變放大因數五級管 6Ж9-А 作電子管 Π_1 之用。

② 也可用 6П3 電子管代替 6П6-С 電子管。

偏電壓。在圖48上，此電路用粗線表示。如向上旋轉電位器 R_0 的旋臂，則蹄形下臂的電阻就增大。同時，柵偏電壓也增大。上面已經提到，可變放大因數電子管的放大程度決定於柵偏電壓的大小。控制柵愈負，放大就愈小。因之，電位器 R_0 可以調整所接收振盪的放大程度，即調整收訊音量。同時也可利用電位器 R_0 的上臂。該旋臂連接在天線與大地之間，並給天線電流一條不經過第一振盪槽路的旁路。將電位器 R_0 的旋臂向上旋轉則將降低這個旁路的電阻，同時使大部分的天線電流不經過振盪槽路而入地，因此接收的聲音就更降低了。

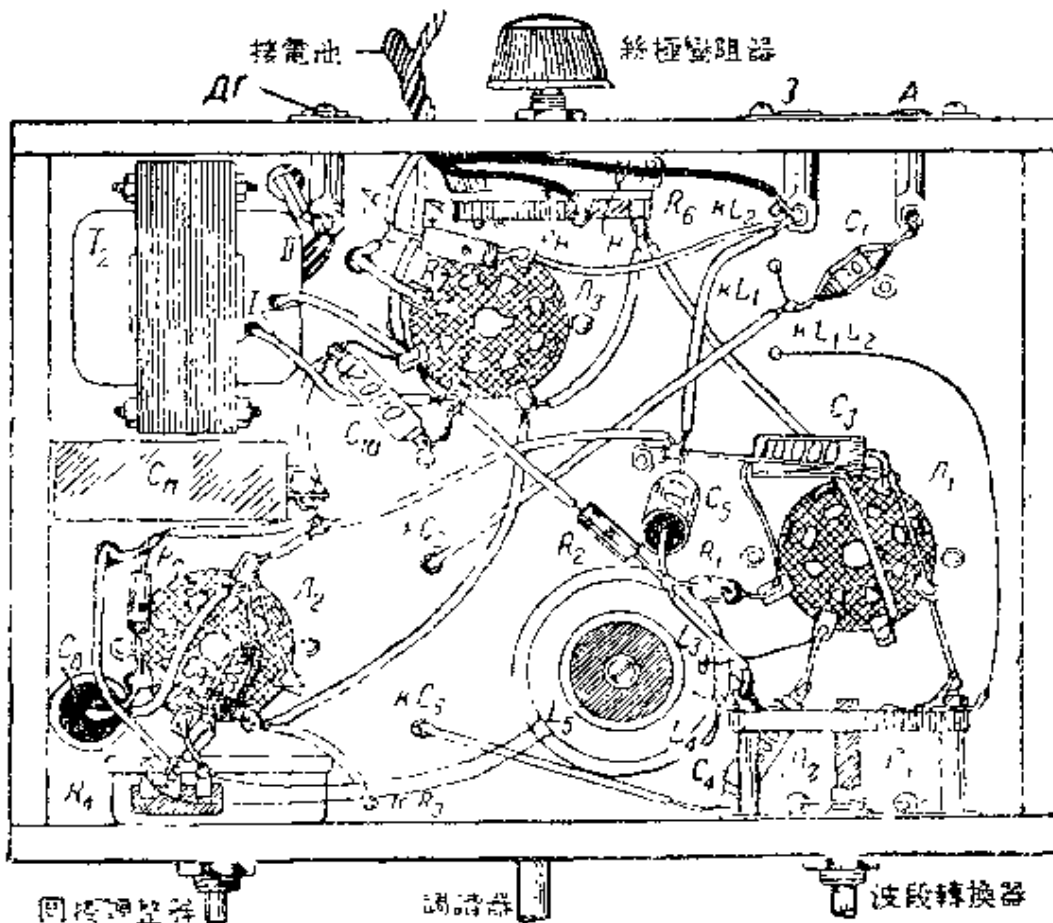


圖 48 電壓式1-V-1收音機的裝置圖(底視圖)

在電子管 V_2 控制柵電路中裝有連接拾音器用的插孔 $A\theta$ 。在接收無線電訊號時，電子管 V_2 作柵極檢波器之用，因而這個電子管

不需要（固定的）柵偏電壓。當使用拾音器時，這個電子管用作低頻放大的第一級，必須有不大的負電壓供給其控制柵。這種不大負電壓是在將拾音器連接到插孔 A0 時自動產生的。拾音器的右面插孔經過電阻 R_{11} 與電阻 R_7 相連接，電阻 R_7 是接在屏極電壓的負端與全部電子管陰極相連接的線路中。在電阻 R_7 上產生一個不大的電壓，在拾音器（電磁式的）插入塞孔 A0 ① 時，該電壓即加到電子管 Π_2 的控制柵電路中。

另一個值得注意的回路是圖中用粗線畫的 C_{14} 及 R_{11} 回路。電阻 R_{11} 連接在屏極電壓正端加到電子管 Π_2 的導線上，電容器 C_{14} 一端聯接到耦合變壓器 T 的初級線圈，另一端接地（ Π_1 的陰極）。電阻和電容器的這種組合在電子管電路中常常可以見到，並把它叫

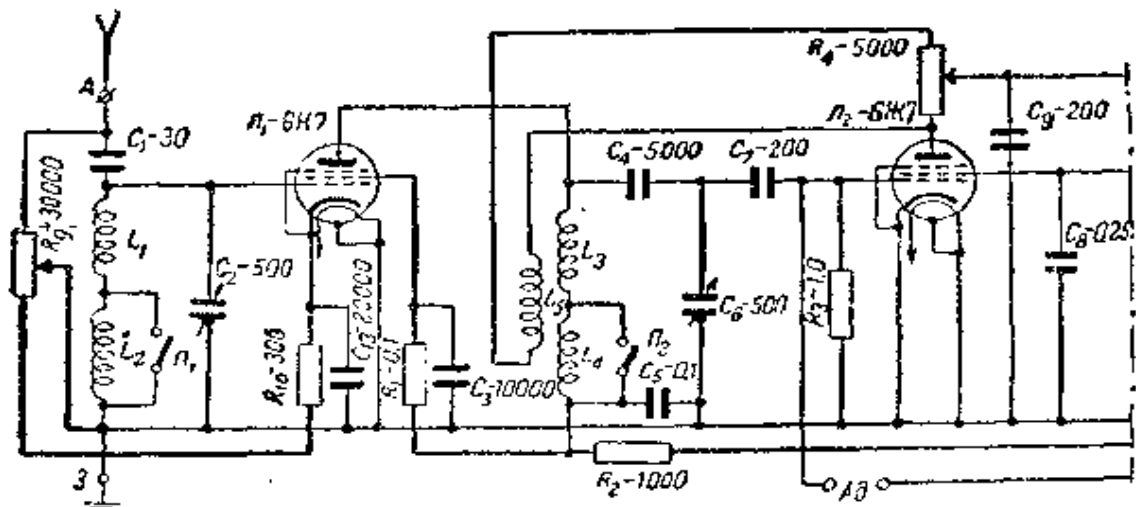
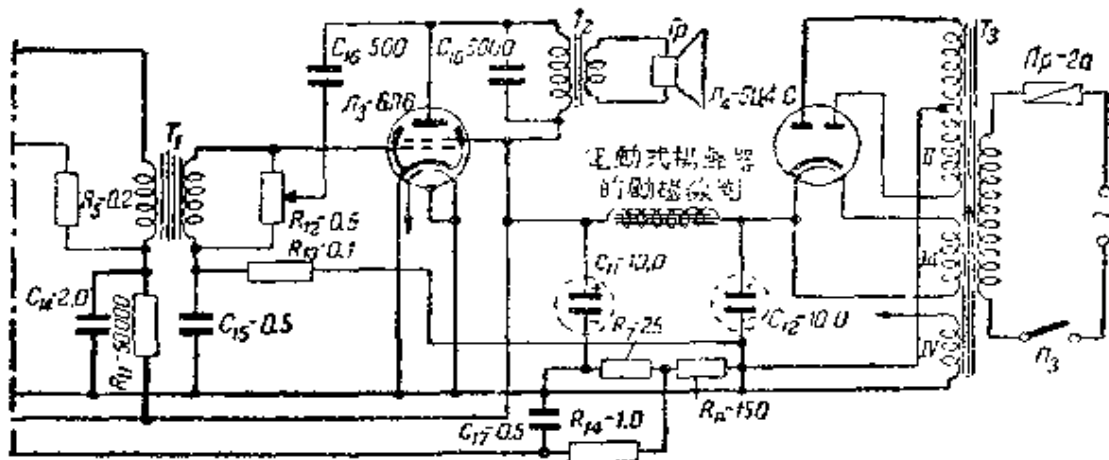


圖 49 交流 1-V-1

作去耦濾波器或簡稱為「去耦器」。雖然去耦器是電路的第二級回路，但它却具有巨大的意義，並同時完成幾個作用。第一、連接在電子管屏極電流回路上的去耦電阻 R_{11} 降低屏極電壓。當電路中一個電子管的屏極電壓比其他電子管的屏極電壓較低時，這種電路常常是最良好的工作方式。當由公共電源供電的情況下，在該電子管的屏極回路中接入一個附加電阻（圖 50a）。為了使這個電阻僅僅

① 晶體拾音器不能產生這個電路，因為它的晶體具有絕緣子的特性。如果使用晶體拾音器，應和它並聯以 0.5 兆歐姆的固定電阻。

降低電壓而不致成爲屏極的負荷，須用電容器將它旁路，該電容器能通過放大的信號頻率電流，使之不經過降壓電阻。如果旁路電容器與降壓電阻並聯（圖506），則被放大信號電流不經電阻而流到屏流電源中，再由此處流到其他級的屏極回路中去。這就可能引起各級間回授和電路自激的原因。去耦器所完成的第二個任務是防止各級間經過公共屏壓電源的雜散交連，使電子管所放大的交流電流與這個電源不產生耦合。爲此目的，只要用一個電容器將電阻和屏流的電源旁路就行（圖50σ）。去耦器還有一個用途就是它能再一次平滑由整流器出來的脈動屏壓。事實上從圖50z可以看出去耦器實際上就像是整流器的平滑濾波器的另一部分，在這一部分中用電阻來代替扼流線圈。雖然電阻在此處工作比扼流線圈差，但是當電阻



收音機的原理圖

和電容器容量的數值相當大時，還是能具有很大的平滑剩餘脈動的作用。爲了使去耦器能順利地完成它在各低頻放大級中的上述全部任務，電阻（歐姆）與電容器電容（微法拉）的乘積應不小於4—6萬。上述收音機中去耦器的 R_{11} 和 C_{14} 的這一乘積爲 50000 歐姆 \times 2微法拉 $=100,000$ 。高頻放大器屏極回路中的 R_2C_5 ，使用拾音器時供給電子管 J_{12} 柵偏電壓的回路中的 $R_{14}C_{17}$ ，供給低頻放大器最後一個電子管柵偏電壓的回路中的 $R_{13}C_{18}$ 都是去耦器。

電位器 R_{11} 是用來調整音色的。這裏利用經過電容器 C_{16} 的負

回授。由於電容器 C_{10} 的電容不大，所以這個電容器能保證僅對最高音調具有回授，因此最高音調的放大被減弱。當電位器 R_{12} 的旋臂轉到（按電路圖）蹄形電阻的上端時，回授的程度最大。這時高音調發生最大的壓低。當電位器 R_{12} 的旋臂轉到蹄形電阻的下端

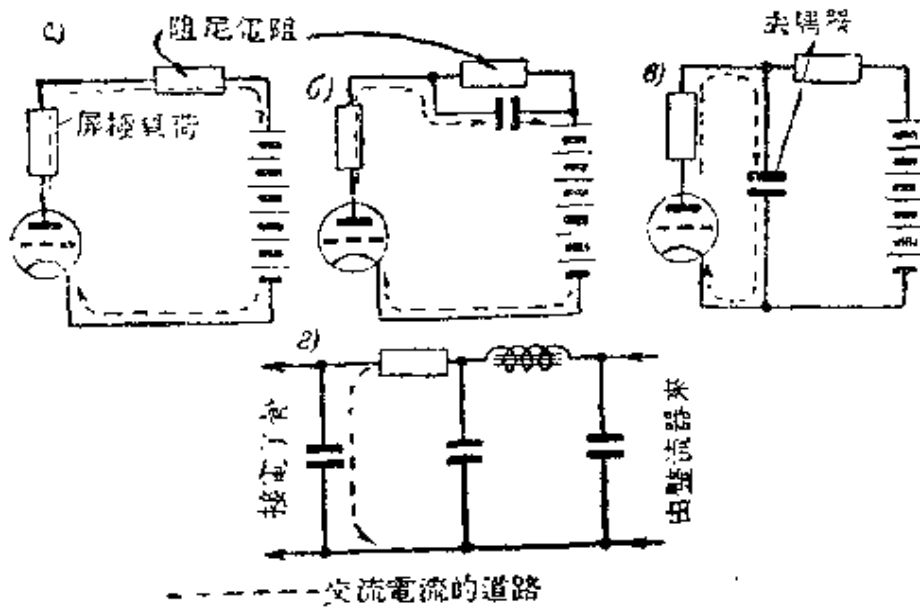


圖 50 去耦濾波器的工作

時，因為電流由電子管 Π_3 的屏極經過電容器 C_{10} 和 C_{11} 進入陰極，而不經過控制柵的回路，所以沒有回授。

為了燒熱燈絲收音機的所有電子管，都要求有一樣的電壓——6.3伏特。所以各電子管的燈絲並聯並由電源變壓器 T_0 的一個線圈供電。為了簡化原理圖，燈絲電路通常不畫出來。電路圖上的燈絲用箭頭來表示。燈絲所應連接的電源變壓器線圈的終端也畫以同樣的箭頭。電源變壓器有幾個能供給各種不同電壓的次級線圈。收音機中電子管燈絲的線圈IV是降壓線圈。另一個降壓線圈III是用來燒熱二極整流管 Π_1 的燈絲。這個線圈供給二極整流管5U4C燈絲所需要的5伏特電壓。線圈II是升壓線圈。這個線圈具有中心抽頭且其每一部分（線圈的一半）即能產生約300—350伏特的電壓。升壓線圈是用來供給整流器屏極電壓的。整流所採用的電路叫作全波整流電路，因為電路中的整流是在交流電流每一週期的兩半週進行的。

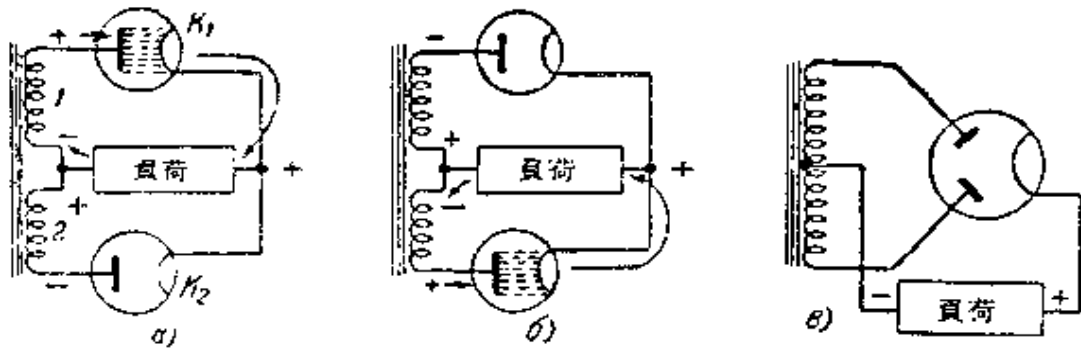


圖 51 交流電流的全波整流

爲了解釋這樣的整流器的工作原理，我們來研究一下圖 51。圖 51a 繪有兩個半波整流器的電路圖，這兩個整流器各由電源變壓器的線圈 1 和 2 單獨供電並接有一個公共的負荷。這兩個線圈這樣的連接：當正極作用於整流管 K_1 的屏極時，則負極作用於整流管 K_2 的屏極。電流經過整流管 K_1 進入負荷，而整流管 K_2 停止工作，所以在這時候， K_2 的存在對整流器的工作毫無影響。但是這兩個線圈上電壓的極性剛一變換時（圖 51, b），作用於整流管 K_1 屏極上的將是負極，因此，假如沒有第二個整流器的話，負荷中的電流便會停止流通。但是，這時另一線圈的正極作用於整流管 K_2 的屏極，因此第二個整流器開始工作。將圖 51, a 和 b 比較一下，便能發現負荷中電流的方向未變化。簡言之，這樣的整流電路能夠在交流的每一週期的兩半個週中，在負荷中均有直流電流通過。爲了簡化電源變壓器中全波整流器的構造起見，所以不繞成兩個單獨的線圈，而繞成一個有中心抽頭的線圈（圖 51, c），這樣做對整流器工作原理不會有絲毫改變。正如用一個雙屏二極整流管去代替兩個單屏二極整流管 K_1 和 K_2 。圖 51, c 就是我們研究的交流收音機 1-V-1 中所採用的整流器的電路圖。

這個收音機的電阻和電容器的數值示於圖 49 的電路上。在這裏我們遇到已經在電池式收音機內敘述過的許多另件（ $C_1 - C_2$ 、 $R_1 - R_5$ 、 $L_1 - L_5$ 、 $\Pi_1 - \Pi_2$ 、 T_1 ）。 R_7 、 R_8 爲線繞電阻，工作電流爲 80--100 毫安。電位器 R_6 或 R_1 ，最好應用帶開關的，這個開關

就用作收音機開關 Π_{30} 。 R_{10} 、 R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} 、 R_{14} 是普通0.25瓦特的小型電阻。紙質電容器 C_7 、 C_8 、 C_9 、 C_{14} 的工作電壓不低於400伏特。電解電容器 C_{11} 和 C_{12} 的工作電壓為450伏特。2ГДП3型勵磁電動式揚聲器用作揚聲器 Γp 。在這種揚聲器內用電磁鐵來代替永久磁鐵。將電磁鐵線圈用作半滑濾波器的扼流圈。就可得到電動揚聲器電磁鐵的激勵（勵磁），這時就不需要另外的濾波扼流圈了。輸出變壓器 T_2 ，可以應用許多工業聯合製造廠都出產的「6Л16電子管和音圈電阻為3歐姆的電動式揚聲器用的輸出變壓器」。在自製輸出變壓器時，可利用以下數據：Ш—19型鐵片，鐵心20公厘，初級線圈用0.2漆包線繞2500圈，次級線圈用1.0漆包線繞90圈。電源變壓器 T_1 ，最好使用工廠製造的，因為製造這種變壓器對開始學習的無線電愛好者來說是相當複雜的。現有出售的CT—70型電源變壓器，以及「少年兒童隊員」6H—1、禮砲、ВЭФМ—557、里加T—755、烏拉爾47收音機用的電源變壓器都完全適合。

主要零件的分佈和交流收音機機殼的構造示於圖52、53。

$I-V-I$ 收音機的調整。如果完全遵照電路圖上所示的電阻和電容器數值，則收音機的調整只要調整回授的必需範圍就夠了。但個別零件的質量低劣和接線不好可以使收音機的正常工工作受到許多破壞，只有在消除這些現象後，才能夠着手調整回授。因此，在初次接上收音機時，必須精密地檢查它的工作，不用顧及回授（此時最好將回授線圈的一端同電位器 R_2 焊開，使回授線圈根本不接上）。

在接上電源後，揚聲器應該沒有聲音或者只發出極小的噪音。如果發出哨聲、吠聲或好像汽艇所發出的噼啪聲，則證明有寄生振盪。爲了消除寄生振盪，須要首先確定振盪包括那幾級。如果在取出電子管 Π_1 後還有振盪，則須要尋找電子管 Π_2 屏極迴路同電子管 Π_2 柵極迴路間有無寄生回授。回授可能因電容器 C_{11} 容量不夠經過屏極電源耦合而產生的。在這種情況下，寄生振盪不僅可用增加電容器 C_{11} 容量的方法，而且可用將耦合變壓器 T_1 的一個線圈的兩端相互換接的方法予以消除。 Π_2 和 Π_3 兩級間寄生回授的原因，亦可

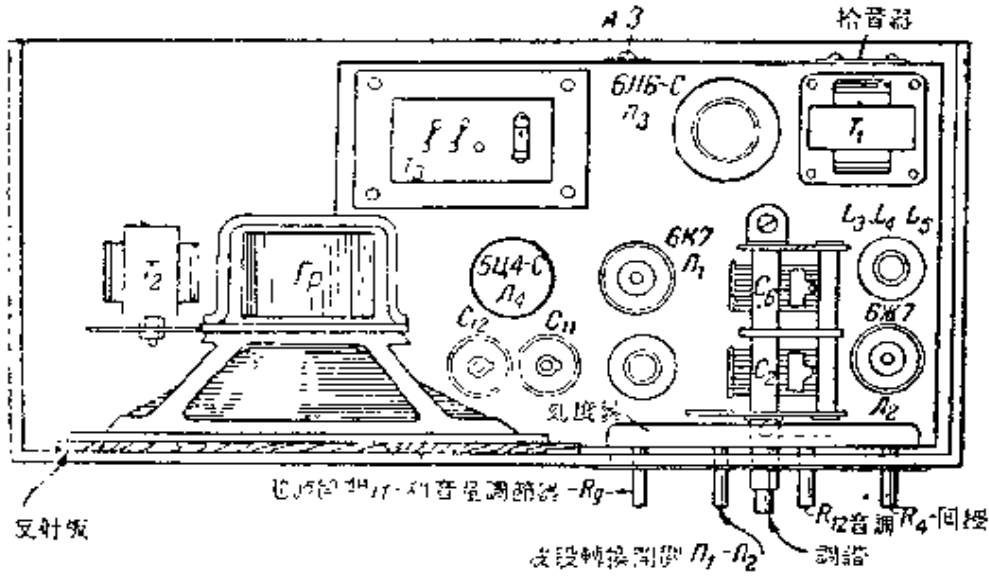


圖52. 1-V-1交流收音機的主要零件的分佈

能是電子管 J_1 屏極導線和電子管 J_2 柵極迴路導線放得太近。這種粗魯的違反接線規期的現象，應該用分散這兩個迴路的導線和零件的方法，予以立刻消除。如果在接上回授線圈 L_4 後發生高頻自勵，自勵表現的形式是強烈的哨聲，並在調整可變電容器 C_2 和 C_6 時，在轉換波段（用波段開關 Π_1 和 Π_2 ）時和在調整回授程度（用電位器 R_4 ）時這個哨聲都要變化；自勵的原因可能是：1) 檢波級的回授太強；2) J_1 高頻放大器屏極和柵極迴路間有寄生耦合；3) 在電子管 J_1 屏極迴路和天線迴路間有寄生回授。所有這三種原因都可能是由於相當的迴路過份延長或互相接近的緣故。因此，必須首先檢查上述迴路的接線並使接線佈得最合理。由於經過電源的級間耦合而引起的高頻寄生振盪消除的辦法是：

將另外一個電容為10,000微微法至0.1微微法（用實驗的方法選擇）的雲母或紙質（無感的）電容器與電容器 C_1 並聯，以及更換電容器 C_5 ，有時也用增加電容器 C_1 容量的辦法來消除它。

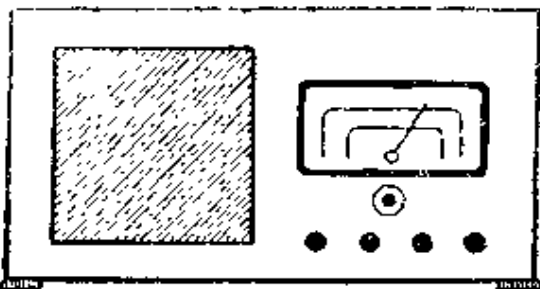


圖 53 裝在機壳內的 1-V-1 交流收音機的外形

將另外一個電容為10,000微微法至0.1微微法（用實驗的方法選擇）的雲母或紙質（無感的）電容器與電容器 C_1 並聯，以及更換電容器 C_5 ，有時也用增加電容器 C_1 容量的辦法來消除它。

如果在增加回授程度（用電位器 R_4 ）時產生尖銳的彈指聲，和在發生特性嘶音後，如繼續旋轉電位器 R_4 ，就產生強烈的哨聲，則可以確定在檢波級內有太強的回授。這種振盪一般只在一個波段上，或甚至只在一個波段的一部分上發現。如果在兩個波段上都得到強的回授，則須要將回授線圈 L_1 的線圈退出一部分。如果在一個波段上得到的回授比另一個波段的強，則須要將支架上的回授線圈 L_1 移近回授弱的波段槽路線圈的一邊。回授調整的程度和均勻性主要決定於檢波管的工作方式。爲了得到最好的回授，可以進行廣泛的試驗，以選擇下列零件的數值： C_7 、 C_8 、 R_3 、 R_5 、 R_{110} 。調整得好的回授應該保證均勻地（沒有尖銳的彈指聲）接近每個波段的任何波長的振盪。

交流收音機的另一個毛病可能是電源網路的交流電雜音很響。交流雜音可能由於電源變壓器的磁場或接至電源變壓器線圈的導線的電氣影響，而在電子管 J_2 控制柵迴路上產生的。因此電子管 J_2 控制柵的導線應該是短的（其中並包括由控制柵至拾音器塞孔的導線）。如果在短接拾音器塞孔時還有交流雜音，則其原因就在於整流電流的脈衝被整流濾波器平滑得不夠。這時須要試用增加 C_{11} 、 C_{12} 電容量的方法來消除它。產生電源雜音的原因，亦可能是由於變壓器 T_1 和 T_2 分置得不適宜，因此電源變壓器 T_2 的磁場就作用到耦合變壓器 T_1 的線圈。在這種情況下，如果從收音機中取出電子管 J_2 ，雜音亦不會消失。

僅僅在收到無線電台時才出現的交流電的雜音，可能就由無線電台本身發射出來的。這種雜音當然不可能在收訊時消除。但有時這種現象是由於電源變壓器構造不良而引起的。在這種情況下產生的所謂「調變雜音」，消除的方法，是將容量爲5000——10000微微法的電容器並聯於電源變壓器升壓線圈的每一部分。這些電容器的工作電壓應不低於700伏特。

在接上拾音器時才出現的交流電的雜音，其消除方法是用金屬編織的套管隔離拾音器的繩索。隔離體（鍍裝）必須接地。同時，

爲了同外面的電(磁)場隔開，許多交流式無線電電子管都使用金屬罩，電池式電子管的玻璃泡都塗上金屬層。這些隔離體都引至管底的第一個插脚上(見附註)。在接線時電子管管座的第一個塞孔同地線相連。

再生式收音機的運用須要有經驗中所取得的某些技巧。在調至本地電台時，我們先建立最小的回授，而後再調至所希望的電台，並利用音量調節器、回授調節器和音色調節器的旋鈕來獲得最滿意的聲音。在調遠距離電台時，我們建立最大的音量(用音量調節器和音色調節器)，選擇一個波段，而後使回授保持在振盪點上，再旋轉調諧旋鈕。當電台找到後，儘可能將回授減少並建立所希望的音量和音色。

阻塞濾波器 直接放大的收音機的選擇性一般不很高，並且有時可能同時聽到兩個電台。在聽到兩個電台時，常不能夠去掉干擾電台，尤其是當干擾電台的聲音比另一電台的聲音大時。在這些情況下可以應用一個阻塞濾波器。阻塞濾波器是一個普通的振盪槽路(圖59)，這個槽路接入天線迴路(圖50)以去掉干擾信號。如同任何一個振盪槽路一樣，由於諧振作用，阻塞濾波器內產生振盪，其頻率同槽路的本身頻率相符。對於這個頻率的振盪，阻塞濾波器就阻止其通入收音機。對於其他頻率的電流，阻塞濾波器不發生很大的阻力，它們可以自由地進到收音機的輸入端。將阻塞濾波器調至干擾電台的頻率，就可以顯著地減弱這個電台的可聽度，並使其它無線電台的收訊更清楚。

可以使用任何一個調至干擾電台頻率的振盪槽路來作爲阻塞濾波器。例如，上面敘述的[接收本地電台用的附加設備](總圖9, 圖41, a)就適用。端鈕1須要接至收音機天線的塞孔，而天線須要接至附加設備的端鈕2。將收

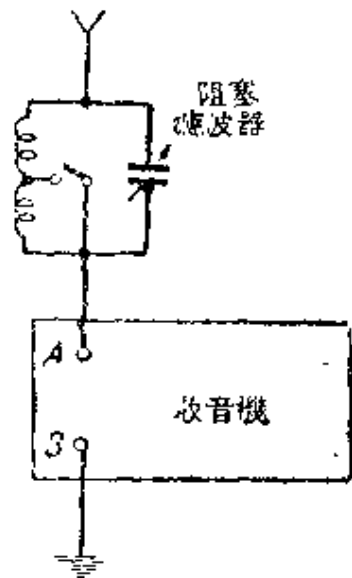


圖 59 阻塞濾波器的接線圖

音機調至所希望的電台後，旋轉附加設備的調諧旋鈕，就能將干擾電台的聲音壓至最小。

但須要說明：應用阻塞濾波器時，對其它電台的可聽度亦要降低一些，所以在接收時，尤其在接收聲音小的電台時，將阻塞濾波器斷開或將其短路是有好處的。

短波變頻器 上述收音機可接收中波和長波的無線電台。雖然亦用同樣的電路來製造直接放大的短波收音機，但這些收音機並不保證短波收訊的穩定和音量。有短波波段的最新式收音機都用超外差式電路來裝置。普通超外差式收音機的裝配和調整，須要相當的經驗和某些測量儀器。這超出了最簡單的無線電構造的範圍。但是利用相當簡單的附件，我們就可以將普通的直接放大的收音機改變成短波的超外差式收音機。這種附件叫做變頻器。觀察再生式收音機內的回授工作將幫助理解變頻器的工作原理。

在使用直接放大的收音機時，你一定曾經不止一次地覺察到，如果將回授增大至產生振盪的程度，電台的收訊就有哨聲。當你旋轉旋鈕，接近任何一個電台的波長（頻率）時，就有高音的哨聲發生。以後，哨聲逐漸下降，而在諧振時哨聲就消失。如果繼續旋轉調諧旋鈕，則在離開諧振時重新發生哨聲，首先聲音低，以後愈來愈高，在相當大的調離諧振時，你就聽不到哨聲，而只剩振盪檢波器的特性「噝音」。這個哨聲是從什麼地方來的呢？為什麼這個哨聲只有在調至無線電台時才聽到呢？

我們已經知道，振盪管的頻率決定於振盪槽路的本身頻率。因而在增大回授至產生振盪後並重新調整振盪槽路（旋轉調諧旋鈕），我們就使振盪檢波級的振盪頻率改變。從物理上我們知道，如果混合不同頻率的振盪，即形成所謂「拍頻」——就是新的振盪，其頻率等於二個混合頻率之差。隨着收到電台時發生的哨聲，就是由於接收電台的振盪同檢波器本身的振盪混合而形成的拍頻的頻率。在準確調至接收電台的頻率時，哨聲在實際上聽不到，這是因為二個頻率（接收的和本身的）都相等，其差別等於零。在稍許調離諧

振時又產生哨聲。接收電台的頻率和本身振盪的頻率間的差別愈大(收音機調離諧振愈大)，哨聲的音就愈高。在頻率差別相當大時，我們聽不到哨聲，因為這時拍頻的頻率很大，超出了聲音振盪的範圍。

這樣，由於兩個高頻相加，就能得到低頻振盪。這樣將較高的頻率改變成較低的頻率的原理，就是變頻器的基本原理；它使帶有接收頻率為150千週—1.5兆週的普通長波收音機能夠接收短波(頻率6—15兆週)。

電池式短波變頻器的原理圖示於圖54上(總圖10)。將這個電路同I—V—I收音機檢波級的電路相比較，我們發現一個不大的差別：回授調節器沒有了，在變頻管的屏極迴路內，裝着一個沒有鐵心的線圈(高頻扼流圈— L_p)來代替低頻變壓器。在變頻器內不須要用回授調節器，因為只有在級內發生振盪時，才會產生拍頻。在變頻器內回授的調整就是使整個波段上都得到不斷的振盪。

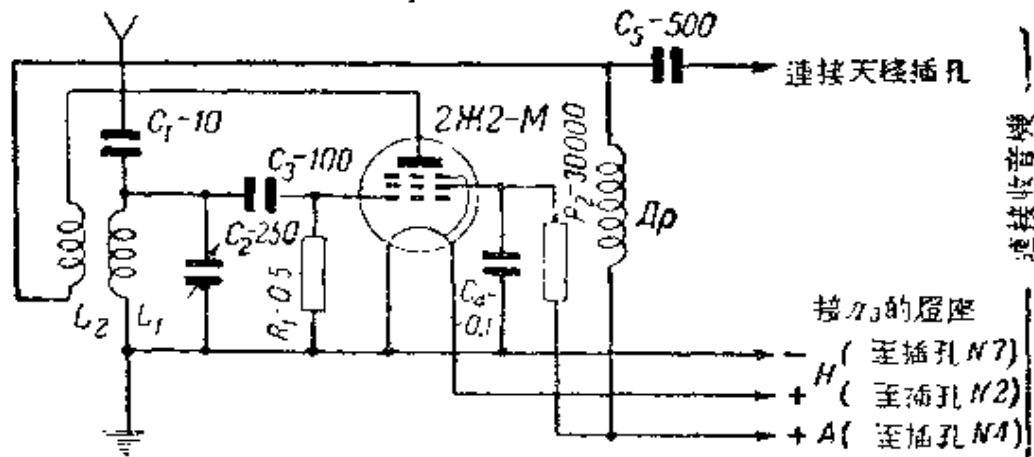
高頻振盪從天線通過調合電容器 C_1 進入由線圈 L_1 和電容器 C_2 組成的振盪槽路。由於用線圈 L_1 產生的回授作用，變頻管就能保持槽路內的本身振盪。接收頻率同本身頻率混合的結果產生拍頻，其頻率在變頻管的屏極迴路內(在高頻扼流圈上 L_p)分出來。分出來新的更低頻率的振盪通過電容器 C_3 接至長波收音機的天線塞孔。如果任一短波電台的拍頻同長波收音機調諧的頻率相一致，這個短波無線電台就會被長波收音機接收下來。通常長波收音機調至300—400千週處(長波波段的開始)。再調整變頻器的本身頻率(調整可變電容器 C_2)，就能使變頻器本身振盪同接收電台振盪的拍頻亦為300—400千週。

所以變頻器的振盪槽路實際上是調至與接收電台頻率差300—400千週的頻率。在實踐中我們並不去注意這一點，因為我們是根據電台的聲音響度來判斷電台的調諧。長波收音機的調諧旋鈕，亦可以用來作更精確和更均勻的調諧之用，作「微調」之用。

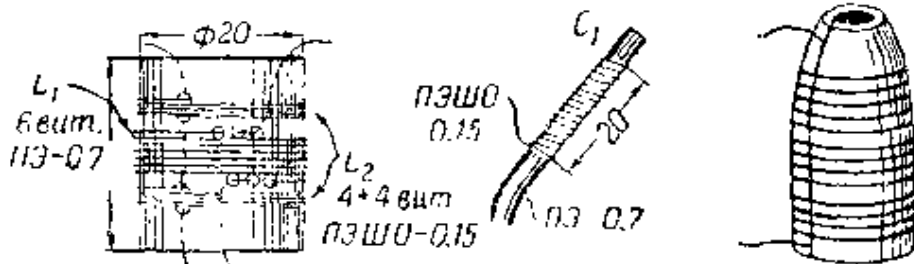
變頻器零件的數值示於總圖10。圖上所繪的是自製槽路線圈的

變 頻 器

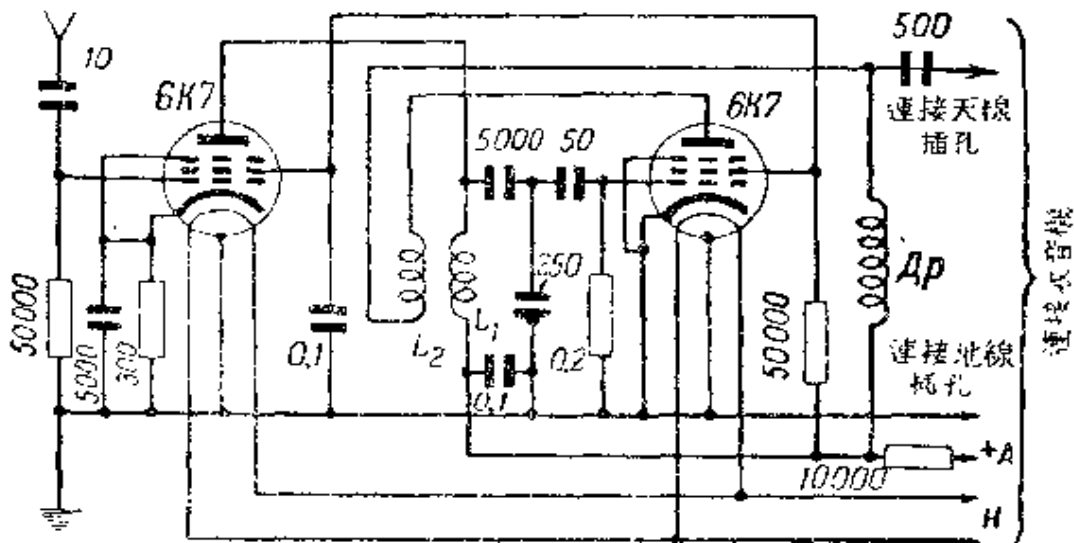
54. 電池式變頻器的原理圖



55. 線圈 L_1, L_2 56. 電容器 57. 高頻扼流線圈



58. 交流式混頻器的原理圖



結構(圖55)，由兩根絕緣導線組成的自製電容器 C_1 的結構(圖56)和最合適的高頻扼流圈的外形(圖57)。變頻器裝在單獨的底盤上。變頻器的電源供給通常就用收音機的電源，只要將變頻器接至收音機佈線的相當接頭上就行了(圖54)。

交流變頻器的電路如圖58。在這電路中有一高頻放大級。在電池變頻器中，振盪器的振盪槽路連接在天線電路中(圖54)。因此變頻器所發生的振盪由天線發射出去並引起附近正在工作的收音機發生哨聲。如果說在電池供電時爲了節約可以使用單管變頻器，那末在交流供電時，就不允許使用這種阻塞以太的變頻器。具有高頻放大級不僅將使天線與振盪級振盪槽路分開，同時也將增加變頻器的靈敏度(增加收訊的響度和增多接收電台的數目)。變頻級的高頻放大器可以在控制柵回路中裝配調諧振盪槽路(與 $I-V-I$ 收音機高頻放大器電路的裝配相同)。但爲了簡單起見，最好還是用不調諧的高頻放大器的電路(非週期性放大器)。這種電路工作起來要稍微差些，但是調整起來却簡單得多。

如果裝配好的變頻器與收音機連接是對的，但却不能工作，那末應該將回授線圈 L_2 的兩端互換。

短波變頻器不僅能接收廣播電台，同時也能接收短波工作者的播送，使您真正能成爲一個短波工作者。電報傳輸的接收是在將收音機檢波級的回授增加到發生振盪時進行的。

下一步學習些什麼

本書中敘述了最簡單與最通用的，幾乎每一個無線電愛好者都能夠進行的工作。這好像是所有無線電愛好者共同的[第一階段]。在您跨過了這第一階段時，在您面前開闢了能進一步自修的寬廣前途。下面是無線電愛好者學習基本方向。

廣播收音機。大多數的無線電愛好者都不滿足於直線放大收音機。通常學過直線放大收音機後就去學裝設簡單的超外差式收音機。掌握了調整二級超外差式收音機的技術後，就可以獨立地去設

計較完善的收音機（體積小的、輕便的、有着聲音洪亮的電唱機的收音機）；去尋找和無線電接收干擾鬥爭的方法；最後是製造具有各種自動化裝置、按扭調整、擴展短波波段裝置等的一級超外差式收音機。

低頻放大器。是無線電收音機的一個組成部分，但是也常常把它當作一個獨立的構造來研究（爲了放唱片、轉播、錄音機及某些特殊的目的）。低頻放大器構造上的主要問題是獲得不失真的聲音放大。多方面地實驗負回授、實驗音色調整的各種方法和波段音量擴張器^①，這就是無線電愛好者裝置低頻放大器的實踐活動。無線電愛好者也爲廣播站研究着放大的設備，爲農村廣播站節約電源而鬥爭，他們正在建立沒有值班技術員的自動廣播站。

短波和超短波。在第一本小冊子的最後一章中已敘述過獲得短波無線電員專長的方法。這裏只要補充一點：每一個具有接收電報信號的短波收音機的無線電愛好者都有可能成爲短波工作者。對於短波無線電愛好者，他有很大的可能從事超短波方面的工作。在今天，許多超短波愛好者已經掌握了質量優良地發送聲音的新方法——調頻。短波無線電工作者的活動範圍就是設計各種不同的無線電台；在國民經濟中使用無線電通信；尋求無線電通信的新方法及研究以太。

錄音。最近數年中，錄音的新方法——磁錄音已經廣泛採用。磁錄音的原理是藉助於一塊電磁鐵（低頻電流由發話器流過磁鐵的線捲），使塗有磁材料的帶子磁化。聲音就這樣記錄到帶子上。當磁化了的帶子在線圈旁邊運動時，由於電磁感應的緣故線圈內將產生低頻電動勢。這個電動勢經過放大後便能使擴音器發出聲音。磁錄音機構造簡單、維護容易、聲音質量優良以及其他的許多優點使這種錄音在無線電愛好者中廣泛採用。

電視。電視是無線電技術中最有興味，但同時又是最複雜的一

① 譯註：波段音量擴張器是用來增加強音與弱音之間音量的差別，在錄音時尤其需要。

部分。人們常說電視是整個無線電技術的精華。電視既包括有調頻的超短波，還包括電子真空技術的最新成就，既包括最完善的放大技術和獲得高電壓的技術，又包括產生與改變各種形式的交流電的技術。研究電視要求具有很高的理論基礎和實際工作中很高的技藝。電視給予實驗以很大的可能性。這一部分裏有許多最有興趣的問題必須解決，其中包括創造大衆化的、簡單而價廉的電視機。屏幕的大小、傳輸長度、彩色的和立體的形像等問題都應詳加研究。

無線電測量。如果說我們上述的最簡單的構造可以不靠測量儀器便能完成，那麼要調整較複雜的設備沒有測量儀器就是不可想像的。像伏特表、歐姆表這樣一些測量儀器，是無線電愛好者實用中必不可少的東西。在裝置超外差式收音機以前，必須先預備好測量儀器。無線電愛好者自己能製成測量儀器。測量儀器能幫助我們看見無線電機件的工作情況，確定儀器的毛病，並治好這些毛病。某些無線電愛好者還專門去學習無線電測量，因為無線電測量技術乃是在裝置任何無線電機時使我們能獲得成就的東西。

問題解答

1. 1.98伏特。
2. 3個電池，500小時。
3. 4個電池，
4. 18瓦特。
5. 8伏特。