

中華百科叢書

俞子夷編

無線電初步



1934

中華書局印行

總序

這部叢書發端於十年前，計劃於三年前，中歷徵稿、整理、排校種種程序，至今日方能與讀者相見。在我們，總算是「慎重將事」，趁此發行之始，謹將我們「慎重將事」的微意略告讀者。

這部叢書之發行，雖然是由中華書局負全責，但發端卻由於我個人。所以敘此書，不得不先述我個人計劃此書的動機。

我自民國六年畢業高等師範而後，服務於中等學校者七八年。在此七八年間無日不與男女青年相處，亦無日不為男女青年的求學問題所擾。我對於此問題感到較重要者有兩方面：第一是在校的青年無適當的課外讀物，第二是無力進校的青年無法自修。

現代的中等學校在形式上有種種設備供給學生應用，有種種教師指導

學生作業，學生身處其中似乎可以「不違他求」了。可是在現在的中國，所謂中等學校的設備，除去最少數的特殊情形外，大多數都是不完不備的。而個性不同各如其面的中等學生，正是身體精神急劇發展的時候，其求知慾特別增長，課內的種種絕難使之滿足，於是課外閱讀物便成爲他們一種重要的需要品。不幸這種需要品又不能求之於一般出版物中。這事實，致少在我個人的經驗是足以證明的。

當我在中等學校任職時，有學生來問我課外應讀什麼書，每感到不能爲他開一張適當的書目，而民國十年主持吳淞中國公學中學部的經驗，更使我深切地感到此問題之急待解決。

在那裏我們曾實驗一種新的教學方法——道爾頓制，此制的主要目的在促進學生自動解決學習上的種種問題，以期個性有充分之發展。可是在設備上我們最感困難者是得不着適合於他們程度的書籍，尤其是得不着適合

於他們程度的有系統的書籍。

我們以經費的限制，不能遍購國內的出版品，爲節省學生的時間計，亦不願遍購國內的出版品，可是我們將全國出版家的目錄搜集齊全，並且親去各書店選擇，結果費去我們十餘人數日的精力，竟得不到幾種真正適合他們閱讀的書籍。我們於失望之餘，曾發憤一時擬爲中等學生編輯一部青年叢書。可惜未及一年，學校發生變動，同志四散，此項叢書至今猶祇無系統地出版數種。此是十年前的往事，然而十餘年來，在我的回憶中卻與當前的新鮮事情無異。

其次，現在中等學生的用費，已不是內地的所謂中產階級的家長所能負擔，而青年的智能與求知慾，卻並不因家境的貧富而有差異，且在職青年之求知慾，更多遠在一般學生之上。卽就我個人的經驗而論，十餘年來，各地青年之來函請求指示自修方法，索閱自修書目者，多至不可勝計，我對於他們媿不能

盡指導之責，但對此問題之重要，卻不曾一日忽視。

根據上述的種種原因，所以十餘年來，我常常想到編輯一部可以供青年閱讀的叢書，以爲在校中等學生與失學青年之助。

大概是在民國十四五年之間，我曾擬定兩種計劃：一是少年叢書，一是百科叢書，與中華書局陸費伯鴻先生商量，當時他很贊成立即進行，後以我們忙於他事，無暇及此，遂致擱置。十九年一月我進中華書局，首卽再提此事，於是出計劃而徵稿，而排校。至二十年冬，已有數種排出。當付印時，因估量青年需要與平衡科目比率，忽然發現有不甚適合的地方，便又重新支配，已排就者一概拆版改排，遂致遷延至今，始得與讀者相見。

我們發刊此叢書之目的，原爲供中等學生課外閱讀，或失學青年自修研究之用。所以計劃之始，我們卽約定專家，分別開示書目，以爲全部叢書各科分量之標準。在編輯通則中，規定了三項要點：卽（一）日常習見現象之學理的說

明，(一)取材不與教科書雷同而又能與之相發明，(二)行文生動，易於了解，務期能啓發讀者自動研究之興趣。爲要達到上述目的，第一我們不翻譯外籍，以免直接採用不適國情的材料，致虛耗青年精力，第二約請中等學校教師及從事社會事業的人擔任編輯，期得各本其經驗，針對中等學生及一般青年的需要，以爲取材的標準，指導他們進修的方法。在整理排校方面，我們更知非一人之力所能勝任，乃由本所同人就各人之所長，分別擔任。爲謀讀者便利計，全部百冊，組成一大單元，同時可分爲八類，每類有書八冊至廿四冊，而自成爲一小單元，以便讀者依個人之需要及經濟能力，合購或分購。

此叢書費數年之力，始得出版，是否果能有助於中等學生及一般青年之修業進德，殊不敢必，所謂「身不能至，心嚮往之」而已。望讀者不吝指示，俾得更謀改進，幸甚幸甚。

告讀者

這是一本無線電初步。無線電的歷史雖不久，但是近二十多年來的進步却非常之快。到近來，愈弄愈精巧，花樣也愈弄愈多，範圍廣大了，內容豐富了，依照研究的目標，化分了好多專精的門類。有的重在通信的技術，有的重在工程，有的重在欣賞，有的重在教育。方面太多了，要兼通各門，是不容易的事。初步是彷彿一個引言，就興趣上說，還是注重普通的收音和廣播，似乎較為合宜。本書的着筆，就是拿這一點做目標的。由此謀進一步的研究，或者將來做一個業餘者，或者將來做一個工程師，或者將來做一個播音家，可以看各人的興趣而定。或者不想專精，得些常識，這裏面記載的，也可以滿足一般人的好奇心。

這是引言，所以內容比較的籠統些。同是初學，有的人喜歡一面動手做，一面看書學。有的人喜歡先讀了書得到一個大略的影象，然後再謀進一步的工

作。本書是爲後一種人編的，所以籠統，也就爲此。喜歡照前一種方法學習的，可以買一套無線電入門，作爲工作的參考。同時再參考本書，得到些關於無線電的基本學理。就是先讀本書者，也宜參考入門，自己動手做做，因爲無線電是帶些工的意味的學問，只看不做，恐怕是學不會的。

無線電是新的學問，裏面含着好多新的名詞，就是在外國辭典裏，常常有好多新字是找不到的。名詞是事物的代表，不見事物，名詞當然覺得很難。我記得幼時自己看化學須知時，拿了燐字去問我的業師，他看了許久，向我說：『燐是鬼火。』我退下來細讀全文，終究看不出什麼鬼火來。若沒有實物，只靠文字，讀本書，或者要和我幼時關於燐的失望一樣。用說話來解釋文字，終不如親見事物的妥當。尤其是這等關於工的書，或者要動一動手，才能明白文字的眞意義。

無線電名詞的譯文，現在還沒有統一。有的譯音，有的譯意，同是譯意，有的

很典雅，有的很新穎，本書却注重通俗。榻字似比柵字生些，所以捨榻而用柵。容字似比儲字或蓄字筆劃簡些，所以捨儲字蓄字而用容字。一百萬不一定叫兆，而且一百萬分之一若譯作兆分兩字，似太累贅，所以用釐毫絲忽的忽字。外國書中通例千以上用十千，百千，千千，實在和我們命數的習慣不合，所以例如三十五千瓦特，改譯三萬五千瓦特。書末有一張中英文的對照表，可供參考。

工程，科學，都是拿數學做基礎的。我們對於無線電的本質，至今不過有幾個假定，根本還沒有明瞭，究竟是什麼東西。但是我們懂得數學，所以有好多無線電的現象，我們有方法控制，管理，利用。若要深切的明白無線電，當然不能拋開數學。這書是初步，力避複雜高深的算式，一切化得簡單，務使不過普通的算術範圍以上。有意探討進一步的理論的，請讀倪尙達先生的無線電學。

無線電的說明是離不開圖的，所以本書裏的圖共有一百幾十個。無線電的圖有一種特殊的符號，代表機件的各部。某符號代表某物，在敘述的中途逐

漸介紹。有時更附實物的圖形，使讀者可以互相對照。圖形以簡明爲主，力避繁複。有好多地方，把與本文說明無關係的地方省略。

近年來無線電的進步很快。本書取材，努力收羅新近的事物。但是書本的印刷要經過相當的時日，或者出版以後，又有好多新的發明發現，非到改版，無由加入。這是要用期刊來補充的。現在已出版的有無線電半月刊和無線電問答彙刊。脫稿時正在籌備印行的有無線電雜誌。

下面是幾種重要的參考書報：

俞子夷 無線電入門，中華書局印行。

林履冰 實驗無線電話收音機製造法，商務印書館印行。

俞 忽 無線電淺說，商務印書館代售。

倪尙達 無線電學，商務印書館及亞美公司代售。

蘇氏兄弟 科學叢書，已出六冊，亞美公司出售。

無線電半月刊 杭州亞洲公司印行。

無線電問答彙刊 亞美公司印行。

無線電雜誌 上海中國無線電工程學校發行，正在籌備中。

無線電收音機製造範本 亞美公司印行。

這本書雖不過是小冊子，但是成功也不很容易。我要感謝的人太多了。有的供給我材料，有的幫助我校對。我把這小冊子供獻給麗蓮！因為他在精神上鼓勵我研究無線電。

二十一年十月五日俞子夷在浙江大學。

無線電初步目錄

總序

告讀者

第一章	聲音是什麼	(一)
第二章	電是什麼	(一〇)
第三章	播音臺的概觀	(一五)
第四章	收音的基本原理	(六〇)
第五章	真空管的巧妙作用	(七二)
第六章	放音距離的增遠	(九五)
第七章	音量的增大	(一四)
第八章	收音器的進步	(三〇)

第九章	電池的淘汰	(一四二)
第十章	短波的特性	(一五)
	中文名詞索引	
	中英文名詞對照表	

無線電初步

第一章 聲音是什麼

無線電廣播 秀才不出門，能知天下事。自己做了一架無線電收音機，可以不出大門一步，耳聆美妙的音樂，重要的新聞，有益的演講。這實在是近世的大發明。我們人類的談話，平常只能在十丈以內聽到。就是最響的砲聲，也不過達到幾十里路遠。要把聲音送到幾百里或幾千里路以外，單靠空氣的傳送是不可能的。因為聲音在空氣中傳送，愈遠愈弱。距離稍遠，空氣中的音波已經弱得沒有力量來激動我們耳內的鼓膜。所以，要把聲音傳送得遠，決不能直接用空氣中的音波。電是我們最忠實，最有力的公僕。我們知道電話，長途電話，都會得把聲音送到很遠的地方去。不過有線電話，還要架起電線來，使我們的忠

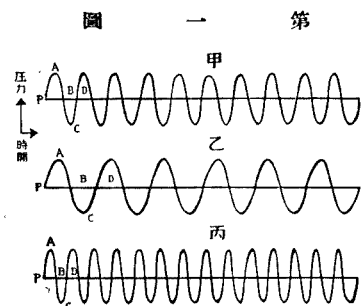
僕——電——有一條通路可走。無線電却不必如此。太空就是通路。

無線電廣播，說得簡單些，不過是把音波先改成電波。電波會得向四方放射，不受中途高山大河的阻礙，而且傳送的力量可以及到幾千里的遠。在收聽的地方，只須設法把太空中的電波收集下來，再使它變成音波。所以電是一種中間的媒介。我們把不能及遠的音波，變成了能及遠而不能聽聞的電波。向四方廣播。到了要收這廣播的人們家裏，再把那來自遠方不能聽聞的電波，變成音波。

幾個人在一地方同時談話，聲音多少喧鬧。直接傳送音波，空氣裏的喧擾極多。要免喧鬧，只能像打長途電話般，掛了號，按了次序傳送。幸而音波傳送不及遠。不然，我們常常被不要聽以及不願聽的音波，日夜的喧擾，勢必弄出神經衰弱病來。電波是不能聽聞的，在太空中向四方廣播，絲毫不覺得它的喧鬧。聽的人，可以自由揀選，要聽那一家，便把那一家的使變音波。不要聽的，儘管由它

們播送；我不使它變成音波，便不來擾亂我了。

音波



聲音是一種進退連續的振動。發音的東西，在那裏連續進退的振動時，四週的空氣受了振動的壓力，便生出疏密的波動來，這就叫音波。振動得快，音調高；振動得慢，音調低。振動力大，音強；振動力小，音弱。強力的振動可以送得較遠，弱的振動，只能送得很近。在空氣中，音波的傳送，每秒鐘不過三百幾十公尺。在銅上傳送可以快十倍，在水裏傳送可以快四倍多，在鋼鐵上傳送，可以快十三至十八倍。

音波的情形，可以用第一圖來表明。圖中自左而右是表示時間的，自下而上是表示振動壓迫空氣而生的疏密。中央的一條直線是代表空氣在未振動時的原來狀態。愈向上面，表示空氣愈密；愈向下面，表示空氣愈疏。這樣，在未振

動時，音波如P，受了振動的壓迫，由P到A，空氣漸漸變密。A是最密的頂點。由此而B，空氣漸疏。B是和P一樣的，仍和未振動時一樣。因為振動是進退的，所以空氣還要繼續的變疏。由B到C，C是最疏的頂點。再由C而D，仍到原來的情形。這樣便成功一個音波。

週率與波長

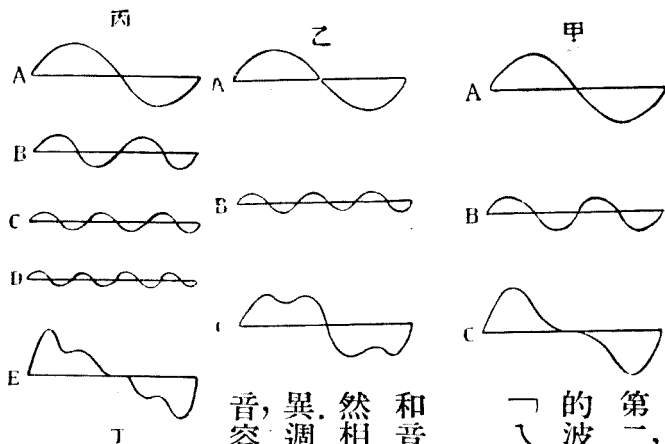
譬如第一圖甲乙丙三圖的時間，都算是一秒鐘。甲圖，一秒間有十個音波經過，乙圖只有六個，丙圖共有十四個。甲圖的週率是十，乙圖是六，丙圖是十四。週率的意思，是一秒鐘裏音波的數目。聲音在空氣裏一秒鐘進行約三百二十公尺。所以如甲圖，在三百二十公尺的距離間，有十個音波，就是每個音波長約三十二公尺。又如乙圖，三百二十公尺的距離間，只有六個音波，就是每個音波長約五十三公尺。又如丙圖，三百二十公尺的距離間，有十四個音波，就是每個音波長約二十三公尺。週率愈大，波長愈短；週率愈小，波長愈長。波長是把週率除速度所得的商數。若用鋼做傳送的媒介，一秒鐘裏聲音可

以達到五千六百公尺遠。如甲圖週率十，波長便成五百六十公尺；乙圖週率六，波長便成九百三十公尺；丙圖週率十四，波長便成四百公尺。人耳能聽的聲音，至低到十六週率，至高到二萬週率。普通談話，平均在八百週率左右。這不過是大概，實際情形要看聲音的強弱和各人聽覺的敏銳與遲鈍而不同。

音色與倍週率

音波的基本情形如第一圖。實際的聲音決不是如此簡單的。這種簡單的音波，聽起來太平凡，毫無音樂的美趣的。我們各種樂器的週率雖在相同的調子，譬如笛、笙、簫、簫，合奏一個「上」字音時，週率應當相同，然而我們仍能感覺到有笛、笙、簫，三種不同的樂器。所以笛有笛的音色，笙有笙的音色，簫有簫的音色。各種樂器，各有特色，名叫音色。音色是倍週率的結果。譬如鋼琴上中央的C，週率是256。同時，鋼絲上有512，1024，等等倍週率發生。如第二圖甲，基本波A和第二倍週率B，合成功的波形如C。又如第二圖乙，基本波A和第三倍週率B，合成功的波形如C。又如第二圖丙，基本波A和

圖 二 第



第二,第三,第四,三個倍週率 B, C, D, 合成功的波形如 E. 人聲的波形是很複雜的一個「ㄟ」字音的波形, 彷彿如第二圖的丁.

音感

人耳對於聲音的感覺, 不是

和音的強弱成正比例的. 二個聲音, 強弱雖然相同, 若週率不同, 人耳感到的響便生差異. 週率少的低音, 容易覺得輕; 週率多的高音, 容易覺得響. 所以同一強弱的兩個聲音,

高音覺得響些, 低音覺得輕些. 聲音振動的能力, 是和週率的平方成比例的. 例如同一強弱的三個聲音, 週率是 20, 40,

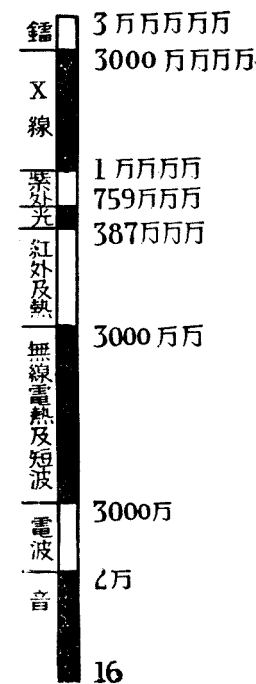
60, 就是週率的比是 1, 2, 3. 振動能力的比, 却是 1, 4, 9. 但是這振動能力的比不能代表人耳所感到的響和輕. 振動能力相等時, 高週率的音, 人耳容易覺得響. 這是人耳的特性. 反過來說, 就是人耳對於高音的感覺靈敏些, 對於低音的感覺遲鈍些.

電波, 熱波, 光波

譬如我們用一條鋸子放在火裏燒, 起先是鋸條發熱. 後來黑色的鋸條, 漸漸變成暗紅色, 再後來變成鮮紅色. 火的熱度若加高, 鮮紅色的鋸條變成橘黃色, 到後來變成功白熱. 這一個試驗, 可以證明好多週率不同的波. 鋸條在火中受熱, 鋼的分子發生一種振動. 起先是熱波, 向四方散射. 熱加多時, 鋼的分子振動更快, 所以由熱波而變成暗紅, 鮮紅, 橘黃, 白色等等光波. 振動加快, 週率加多. 反過來說, 就是波長變短. 聲音的高低, 是由於音波週率的多少. 顏色的區別, 是由於光波週率的多少. 紅色的週率最少, 由紅而橘色, 黃, 綠, 青, 一步一步的週率加多. 紫色的週率最大.

前述音波是在空氣裏傳送的，週率在十六到二萬間。現在所說的是熱波和光波。熱波的週率，約在三千萬到四千萬萬之間。光波的週率更大。在熱波以下，音波以上，便是我們所利用於無線電的電波。X線，是比光波週率更大的振動；鐳的放射線g，是比X線週率更大的振動。根本上說，都不過是一種振動。音波、電波、熱波、光波、X線、鐳的放射線g，種種現象，不過是週率不同所產生的結果罷了。第三圖是一個連續的圖。我們無線電裏用的電波，就是在二萬週率到三萬萬週率間的一段。週率小的音波，只須用普通人工的敲打吹彈可以產生。電波的產生，却要靠特別的方

圖 三 第



波比光波容易通過，不透光的物質，對於電波是遮不斷的。

問題

- 一、爲什麼鋼琴上的中央C音和提琴上的中央C音是不同的？
- 二、爲什麼週率大的振動，波長是短的？
- 三、利用電波傳送聲音，比直接傳送音波，有什麼利益？
- 四、那幾種樂器的週率較小？那幾種樂器的週率較大？
- 五、光波、電波、X線、音波等，有什麼不同的現象？有什麼共同的原則？

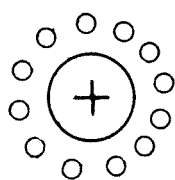
第二章 電是什麼

電子說

電是什麼？這個問題，現在還沒有圓滿的解答。眼睛看不見，耳朵聽不出，所以我們好像不容易認識。但是近年來科學進步，我們對於電的性情逐漸明白，而且我們管理電的方法也逐漸高明。即使在感覺上我們不能認識，在事實上却已經成功我們的忠僕。電子說是一個較近情的理論，現在大家都承認了。大意是：一切物質最小的部份叫做分子。如用化學的方法，可以把分子分析成功原子。例如鹽是一種物質，最細小的分子，仍是鹽。分析以後可以得到金屬性鈉原子和有毒的氯氣原子，不是味鹹的鹽了。每

一原子有一個核。核是有正電荷的。核的周圍是轉動的電子。電子是有負電荷的。設想的形狀如第四圖。在平常狀態，核的正電荷與周圍各電子的負電荷的總量相等，所以正

第四圖



負電荷相平衡。物質分子性質的不同，不過是電子數的多寡不同罷了。電子是轉動的。若電子沿了導線運動起來，便生電流。所以電流是電子在導體裏流動的現象。物質中電子容易流動的，叫導體，像金、銀、銅、鐵等等。電子不容易流動的物質，叫絕緣體，像膠木、磁、雲母、乾燥的空氣等等。

電壓電流

上面說電子在導體中流動，便生電流。但是單單一條銅線的導體，電流的現象是不會發生的。要水管裏水流，一定要在一端加壓力。同樣，要導體中電流，也一定要加壓力。這就是電壓。用化學的方法使生電壓的，叫做電池。乾電池、溼電池、蓄電池等都是發電機。是發電壓的機器。電壓的單位名叫弗打，也叫伏脫。由電壓而生的電流，單位名叫安培。少量電流，用一安培的一千分之一做單位，名叫釐安培。發生電壓的力，如電池發電機等所生的力，名叫電動力。量電壓多少弗打的表，名叫電壓表。量電流多少安培的表，名叫電流表。電壓表亦名弗打表，電流表亦名安培表。電流有正負，平常都以爲從正極向負

極流去。電子的流動方向却相反，從負極流向正極。

抵抗，歐姆定律

凡是一種力的運動，總有一種相反的抵抗。水在管子裏流動時，管子的內面對於水的流動有一種抵抗。電在導體內流動，導體也有一種抵抗。好的導體抵抗小，不好的導體抵抗大。同一導體，長的抵抗大，短的抵抗小。同質同長的導體，粗的抵抗小，細的抵抗大。大多數的物質，溫度高時，抵抗也要增加。抵抗的單位名叫歐姆。電壓、電流、抵抗三者有一個密切的關係。譬如六弗打的電壓間，連上二十四歐姆的抵抗的導體時，電流是四分之一安培。這關係名叫歐姆定律。照了歐姆定律論，上述三個單位的意義，可以說：在一歐姆的導體上，加一弗打的電壓時，生一安培的電流。那末，這定律便成功了一個如下的公式：

$$\text{弗打} = \text{安培} \times \text{歐姆} \quad \text{安培} = \frac{\text{弗打}}{\text{歐姆}} \quad \text{歐姆} = \frac{\text{弗打}}{\text{安培}}$$

通例用 E 字代電壓，I 字代電流，R 字代抵抗。上式用字母表示時如下：

$$E=I \times R \quad I=\frac{E}{R} \quad I=\frac{E}{R}$$

有了這定律和公式，我們可測算一切。例如『電壓是一百弗打，在二十歐姆的導體上，有多少電流？』可以解答如下：

$$I = \frac{100}{20} = 50 \text{ 安培。}$$

又如『要在一百五十歐姆的導體上生二安培的電流，應加多少電壓？』可以解答如下：

$$E = 150 \times 2 = 300 \text{ 弗打}$$

又如『二百二十弗打的電壓，在某導體上通過，發生十分之一安培的電流，這導體有多少抵抗？』可以解答如下：

$$R = \frac{220}{\frac{1}{10}} = 2200 \text{ 或姆}$$

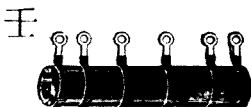
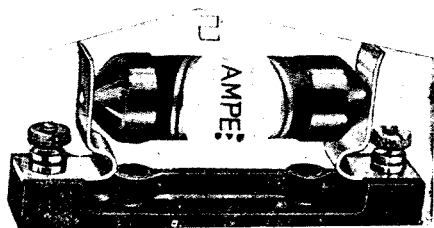
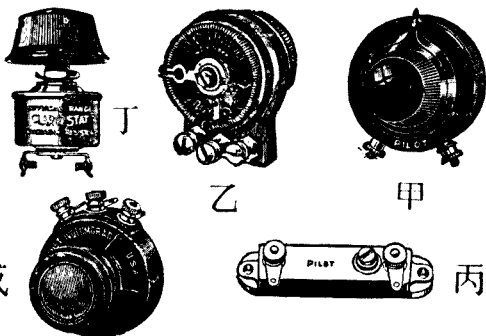
有時候歐姆的單位嫌太小了，英文書裏用千倍的 Kilo ohm，或者用百萬倍的 Meg ohm 我們數目的命法千以上是用萬的，所以宜用比 Kilo 大十倍的萬

歐姆，百萬歐姆，可以照用。例如 3Kilo ohm 是三千歐姆，30Kilo ohm 是三萬歐姆；3Meg ohm 是三百萬歐姆，12Meg ohm 是一千二百萬歐姆。

無線電裏用的抵抗器

無線電裏常用的抵抗器，有固定的和活動的兩種。活動的大多是用通電較難的金屬線繞在膠木或磁上，另有一柄可以旋轉，使柄在金屬絲長短不同的地位接觸而變化歐姆的大小。如第五圖甲，便是調節真空管燈絲電流用的，名曰燈絲抵抗器。乙是二百或四百歐姆的分壓器。丙是一千歐姆的活動抵抗器。在電壓高或者電流大的地方往往不用金屬絲做而用炭精。如第五圖丁，可以旋轉調節自幾百歐姆到幾百萬歐姆。在電壓高而電流不大的地方用時，用墨汁或銀粉塗在紙片上做的。抵抗最大時，有五萬或十萬歐姆，如戊。固定的抵抗器用在燈絲上的，名曰自動調節器，如第五圖己。普通是用鐵絲，封在裝滿輕氣的玻璃管子裏。電流大時，鐵絲發熱，但是鐵絲熱時抵抗便大。抵抗大時，電流小了。輕氣受熱，他的散熱力比空氣小，所以使鐵絲

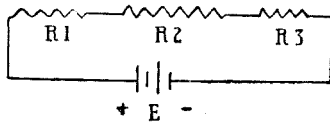
圖 五 第



更容易熱，因此抵抗可以迅速的加大。用金屬絲繞的固定抵抗器如第五圖。庚、

(甲)燈絲抵抗器 (乙)分壓器 (丙) 1000 Ohm (丁)炭 Volume control (戊) Volume control (己) Ballast amperite (己)中心 20 Ohm (辛) Fixed resistor (甲) Voltage divider (癸) Grid leak

第 六 圖



如第六圖， E 代表電池， R_1 、 R_2 、 R_3 等代表三個固定抵抗器，另外的線代表導線。在這電路裏，假定 R_1 是二歐姆， R_2 是五歐姆， R_3 是三歐姆時，全電路的抵抗 R

是 R_1 、 R_2 、 R_3 三者的和，共十歐姆。若 E 的電壓是二十弗打，那末，電流是二安培。抵

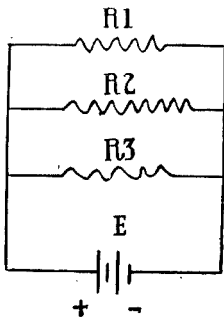
電路

辛、壬等。庚是中心分頭的，辛是完全不分頭的，壬是分好幾個頭的。在百萬歐姆以上的固定抵抗器，大都是用筆鉛或墨汁等塗在玻璃紙條或別種不通電的物質上面，裝在一個小玻璃管裏，如第五圖癸普通名叫柵電漏。

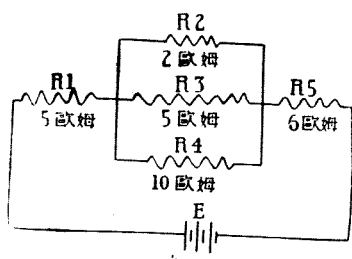
電壓的來源，或是發電機或是電池，一定要有導體連續起來，才

會有電流。這樣連結的，名叫電路。完全的電路名叫閉電路。電路中某一部份脫離了，名叫開電路。電路裏的導線，多少總有若干抵抗。

第 七 圖



第 八 圖



抗直連時， $R = R_1 + R_2 + R_3$ 。若如第七圖，三個固定抵抗器並聯起來，那末全電路的抵抗 R ，如下式：

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

照上例

$$R = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10}} = \frac{1}{\frac{5}{10} + \frac{2}{10} + \frac{1}{10}} = \frac{1}{\frac{8}{10}} = \frac{10}{8} = 1.25 \text{ 歐姆。}$$

又如第八圖，三個固定抵抗器 R_1, R_3, R_5 是直連的，三個固定抵抗器 R_2, R_3, R_4 是並聯的，各個的歐姆數如圖中所註，先求 R_2, R_3, R_4 三個並聯的。

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{2}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{4}{10}$$

$$R = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ 歐姆。}$$

再求三個直連的，共十二又四分之一歐姆。若 E 是六弗打時，電流是 4.9 安培。

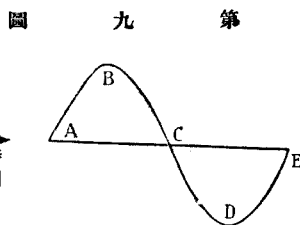
電力

電流在導體上流過，有熱的效果，省稱熱效。熱效和導體的抵抗有關。在一定的時間（用秒數計）裏，一定的電流（用安培計）所生的熱效和抵抗成正比。發生熱效的電力就是電路裏熱的散射，可以從歐姆定律推算。照歐姆定律 $E \parallel IR$ ，電力是電流和電壓相乘的積， $P \parallel EI$ 所以 $P \parallel EI \parallel IR \times I$ 就是 $P \parallel I^2 R$ 。 P 代電力，單位是瓦特， E 代電壓， I 代電流， R 代抵抗。所以我們知道了電路中電流和抵抗多少，可以求出電力；知道了電壓和電流，可以求出電力。我們知道了電壓和抵抗，電力可用 E^2 / R 的式子求得。

直流交流

從根本上說，不論是用乾電池或是蓄電池或是發電機，所產生的電是同一性質的。不過在人生應用方面，電的行爲，却可以分三式。一式是叫直流，就是流的方向，從正極向負極始終不變的，縮寫是 DC，普通電池或蓄電池所生的電是這式。又一式是脈動直流，方向仍舊從正極向着負，始終不

變的。但是電流的大小却由弱而強，由強而弱，斷續不均勻。第三式是交流，縮寫是A C。不但電流的力量由弱而強，由強而弱，並且方向也正負相間。譬如第九



圖，電流在A點是零，由A而上至B，正電流漸漸加強，到B點是正電流最強的一點。由此而C，正電流漸漸減弱，到C最弱仍是零。再由C而D，負電流漸漸加強，到D點負電流最強。由D而E，負電流漸漸減弱，到E和A一樣。A B C D E成一週。A B C，或C D E是半週，名叫一轉。一秒鐘內週的變動的數目，名叫週率。用f字作縮寫的符號。普通日用的交流電，總是用每秒五十或六十週率的，也有用二十五

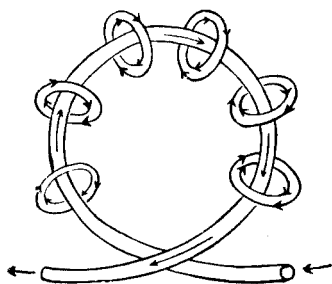
或三十週率的。在無線電裏的交流，每秒從十六週率到三千萬週率。在短波，更有用三萬萬週率的。週率小的名低週率，週率大的名高週率。週率愈高，電流的行為愈和低週率不同。所以無線電成了特殊的科學。

電磁

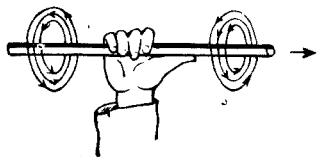
磁石一名吸鐵石，有天然的磁鐵礦，有人造的磁鐵。磁石的特性是會得吸鐵，這一種力名叫磁力。磁石有兩極，一極叫南極，一極叫北極。磁力分佈在磁石的四週，在兩極處最大。磁力可用線代表，名叫磁力線。磁力線的形狀，彷彿從一極向空間散佈，再回到又一極。在磁力線範圍裏的地方，名叫磁場。

電流在導體裏通過時，導體的四週會得發生磁場。所以在磁針旁把通電

流的銅線放近時，磁針會得轉動。因為導線旁產生了磁場。磁場的極和磁針的極相同時，互相排斥；磁場的極和磁針相異時，互相吸引。或吸或斥，磁針便起轉動。銅絲導體通電時四週所生的磁場如第十圖，磁力線在銅線周圍成功圓狀，銅線彷彿是

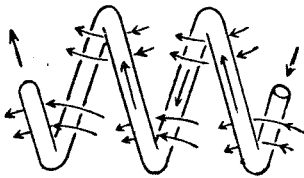


第十圖

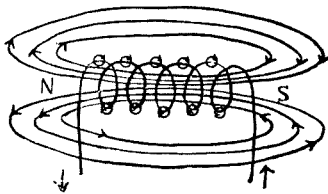


第十一圖

第十圖



第十圖



圓的中軸。磁力線愈近銅線，愈密；愈遠愈稀。第十圖粗線代表通電的銅線，箭頭表示電流的方向。小圓代表磁力線。電流方向和磁力線方向可以用第十一圖來說明。電流方向自正而負，磁力線方向自北而南。第十一圖假定右手握一銅線，電流方向如姆指所指，磁力線方向如其他四指所指。

倘使一條很長的銅線，繞成一個線圈，如第十二圖，電流在銅線線圈中照箭的方向通過時，銅線四周產生磁力線如前述。因為銅線繞成線圈，所以銅線互相接近，因此隣接處的磁力線便起了相互的作用。在銅線線圈的內面，磁力線的方向完全相同，所以磁力很强。因此線圈內面的磁力線，彷彿成功一條直線，向線圈兩端延伸。在線圈外面，便成了曲線。全體的情

形如第十三圖。線圈內磁力線密集，所以磁力強。線圈外磁力線分散，所以磁力弱。拿線圈正對了身體，電流方向和鐘表上指針轉動方向一樣時，近身處是磁場的南極，離身處是北極。若電流方向和鐘表針轉動方向相反時，近身處是北極，離身處是南極。

電磁感應 在通過電流的導體周圍，會得產生磁場。反過來，一個導體連結起來使自成一個線路，而用磁石在這線路中運動時，線路內便有電流。不一定要磁石運動，也可以把線路在磁石旁運動，一樣的線路中會生電流。所生電流的強弱，要看磁場磁力的大小，運動的快慢，每秒間和磁力線相切的導線的多寡而定。導線和磁場內磁力線成直角時，感應最大。

在平勻的直流電經過的導體周圍，所生的電磁場是穩靜的，所以導線本身或附近，沒有另外的電流產生。若導線中流過的是交流，那末每一轉時，電流的正負方向變換一次，所以導線本身或附近的電磁場，也跟了交流有強弱南

北的變化。因此，便產生電流。這便是感應電流。生在導體本身的，叫做自己感應。附近另外用導線做成一線路，裏面產生的，名叫相互感應。在原來的電流強大時，感應電是和原電流方向相反的。在原來電流減弱時，感應電是和原來電流同方向的。

感應力的單位，名叫亨利，一亨利就是一弗打的電動力，在一秒鐘內，發生一安培的變化的感應力在無線電裏，有時用的感應很大，要幾十亨利。有時很小，不過千分之幾亨利，或竟百萬分之幾亨利。千分之一亨利名叫釐亨利；百萬分之一亨利名叫忽亨利。直線導體的感應很小。做成圓狀時感應便大。若把很長的線繞成線圈，感應力便很大。線圈裏若插入了鐵心，感應力更大。兩個或幾個線圈直連時，感應力等於兩個感應力的和。 L_1, L_2 分別代表兩個線圈的感應力，直連時的感應力 L ，如下式：

$$L=L_1+L_2$$

式：
例如 L_1 是三十亨利， L_2 是二十亨利，直連時共得五十亨利，若並聯了，便如下

$$L = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}}$$

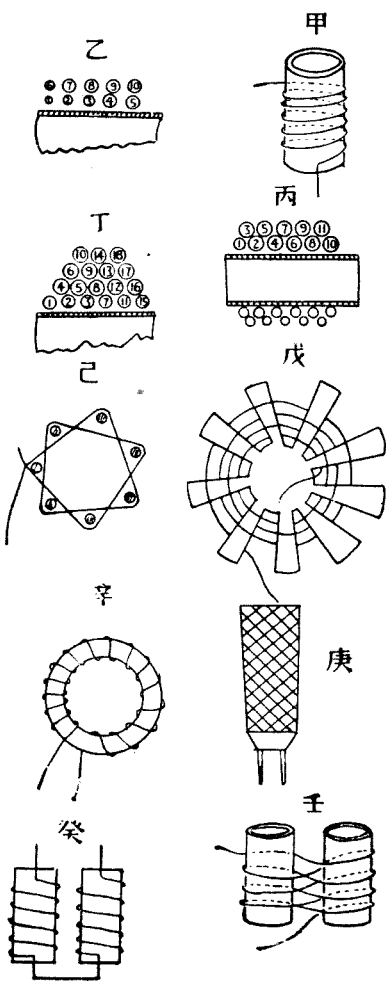
照上例，代入公式是：

$$L = \frac{1}{\frac{1}{20} + \frac{1}{30}} = \frac{1}{\frac{3}{60} + \frac{2}{60}} = \frac{1}{\frac{5}{60}} = \frac{60}{5} = 12 \text{ 亨利}$$

第十四圖是各式線圈的繞法，這許多都是沒有鐵心的，一名空氣心的，所謂空氣心，就是線圈中心只有空氣，繞線圈是用絕緣銅線的，銅線絕緣的方法，不外包上一層或幾層絕緣物，塗假漆的，名叫漆包線，包一層絲的，叫單絲，縮寫是 S S C，包二層絲的，叫雙絲，縮寫是 D S C，包一層紗的，叫單紗，縮寫是 S C，包二層紗的，叫雙紗，縮寫是 D C C，此外還有絲漆包的，紗漆包的種種，紗包的價便宜，絲包的不容易吸收濕氣，漆包的地位省，各有各的長處，也各有各的

缺點，要看用途而定。第十四圖甲是普通的單層圓筒式，乙是雙層繞法的一種。

第 十 四 圖



丙是雙層繞法的又一種，丁是多層繞法，戊是蛛網式，己是籃式繞法，庚是蜂窩式的側面，辛是圓式，壬是8字式，癸是U字式。

甲式線圈頂簡單易做，長比直徑二倍半時，效力最大，這種線圈要一圓筒

做架子。或用膠木，或用硬橡皮，或用絕緣纖維都可以。乙式的損失很大，丙式丁式一名堆繞法，損失較小，可以用較短的圓筒得到較大的感應力。因地位關係，單層不能繞時，常用這等繞法。戊式是用特製扁平放射形架子繞的。架子往往是紙做的。己式不必用架子，繞時要用釘子，如圖中的小圓繞成以後用線紮好從釘子上取下。庚式也沒架子，繞法較複雜。以上三式各圈不並行，所以損失很小。辛式也可以省去架子，這種感應磁場完全不出線圈以外。壬式磁場在線圈裏雙方互相增強；在線圈外互相打消，所以外面的磁場極小。癸式的磁場，線圈外也是很小。以上三式都是用在地位擁擠的地方，勿使線圈的磁場干涉附近別部份去，以至發生不良影響。

普通無線電收音機用線圈，大多是用二十四號二十六號或二十八號銅線繞的。也有用二十二號的，不過是極少數。線太粗了，地位占得過大。線太細了，抵抗太大，損失較多。線的號數，常用的有美國標準和英國標準兩種，美國標準

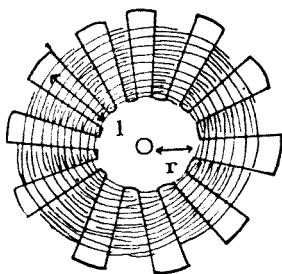
第 一 表

直徑 長	K	直徑 長	K
.00	1.000	0.95	.700
.05	.979	1.00	.688
.10	.959	1.10	.667
.15	.939	1.20	.648
.20	.920	1.40	.612
.25	.902	1.60	.580
.30	.884	1.80	.551
.35	.867	2.00	.526
.40	.850	2.50	.472
.45	.834	3.00	.429
.50	.818	3.50	.394
.55	.803	4.00	.365
.60	.789	4.50	.341
.65	.775	5.00	.320
.70	.761	6.00	.285
.75	.748	7.00	.258
.80	.735	8.00	.237
.85	.723	9.00	.219
.90	.711	10.00	.203

線圈的感應，在單層圓筒形，可照下列公式求得：

的縮寫是 B & S，英國標準的縮寫是 S W G。同一號數，英國標準比美國標準粗些。例如美國標準二十四號線粗細却和英國標準二十五號相彷彿。

圖 五 十 第



式中 L 是感應，用忽亨利做單位。 r 是圓筒的半徑， l 是線圈的長，都用公分做單位。 n 是圈數。 K 是一個常數，看線圈的長和直徑而定。例如圓筒形，直徑四公分，線圈長十公分，用二十六號漆包線，繞二百圈。 r 是四公分的一半，二公分。 K 是十分之四，查第一表，應為·八五。代入公式如下：

$$L = \frac{.03948 r^2 n^2}{l} K$$

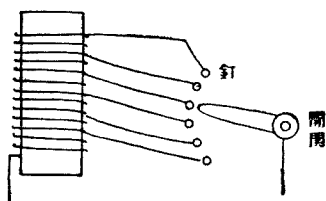
蛛網形線圈，求感應力的公式如下：

$$L = \frac{.03948 \times 2^2 \times 200^2}{10} \times .85 = 536.928 \text{ 忽亨利}$$

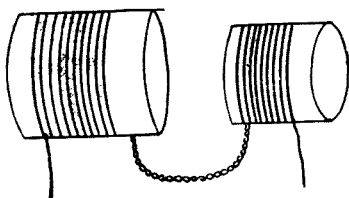
$$L = \frac{\left(\frac{l}{2} + r\right)^2 n^2}{8 \times \left(\frac{l}{2} + r\right) + 11 \times l}$$

式中 L 代表感應力，用忽亨利做單位。 l 代表線圈的長，見第十五圖。 r 代表內半徑，見第十五圖。均用公分做單位。 n 代表圈數。

第 十 六 圖



第 十 七 圖



例如內半徑一·五公分，線圈長一·六公分，圈數是五十，代入公式如下：

$$L = \frac{(8+1.5)^2 \times 50^2}{8 \times (8+1.5) + 11 \times 1.6} = \frac{2.3^2 \times 50^2}{18.4 + 17.6} = \frac{5.29 \times 2500}{36} = 367.4 \text{ 亨利}$$

線圈的感應，有固定的，也有可以變動的。平常線圈的感應，當然是固定的。若如第十六圖在作線圈時，每繞若干圈抽一個頭，把它們接在分頭釘上，另外

電路的一端接在一個分頭開關上。這樣，分頭開關和不同的分頭釘接觸時，電路裏的線圈數多寡不同，感應量便跟了變化。又如第十七圖是一個線圈分別繞在兩個直徑不同的圓筒上，中間用軟銅線連接起來。這樣，小筒可以放

進大筒，也可以從大筒中拉出；或者小筒對於大筒的方向成一致，或成傾斜，或成直角，都可以使感應力生變化。舊來收音機裏用得很多，名叫變感器，更有用漆包線做了線圈，用刀沿圓筒把漆刮去一條，另裝一銅條，銅條上裝一個能移動的銅接頭，名叫滑接頭，使電路裏的線圈或多或少，因而感應力生變化。如第十八圖是一例。現在用這種的人已經很少了。

變化感應力的方法，還可以用兩個不相連結的線圈使交連或近或遠，或方向一致或方向傾斜，或成直角。這種名叫交連變感器。一個線圈叫初級，一個線圈名次級。如第十九圖。近來通行的，初級和次級都是固定的，名叫高週率變壓器；如第二十圖甲。這是沒有鐵心的，所以感應量很小。若中心裏

圖 八 十 第

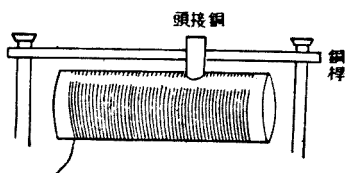
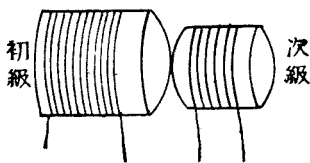
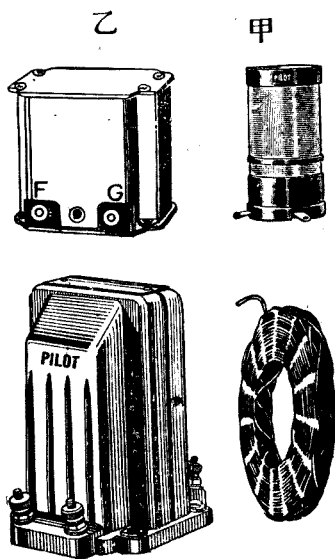


圖 九 十 第



一種阻塞的作用，所以用了線圈可以阻塞高週率的電流通過。供給這種用的線圈，名叫高週率塞流圈，是空心的，常用的不過四十釐亨利到八十釐亨利。在短波收音機或發報機上用的，感應力還要小。中間插入了鐵心的，感應力便很大。有的是六亨利，有的是二十或三十亨利。如第二十一圖，甲是八十厘亨利的，高週率塞流圈，乙是六亨利的低週率塞流圈。

第 二 十 圖



插入了鐵片，感應力便大了許多。普通用的低週率變壓器便是。如第二十圖乙，還有名叫中間週率變壓器的，也是彷彿的，不過感應力較小罷了。

感應力對於交流電有

抵抗或感應常有一種符號來代表，在畫圖的時候可以省便不少。如第二

十二圖甲是代表各式

燈絲抵抗器或別種活

動的抵抗器。乙是代表

固定抵抗器。丙是代表

自動調節器。又如第二

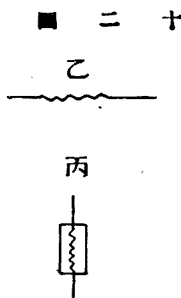
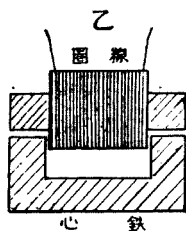
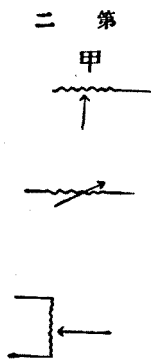
十三圖甲是普通的線

圈，感應力是固定的。乙

是代表感應力可以變動的。丙是代表感應器。丁是代表交連變感器。戊是代表

高週率變壓器。己是代表低週率變壓器。高週率塞流圈同甲，低週率塞流圈如

庚。

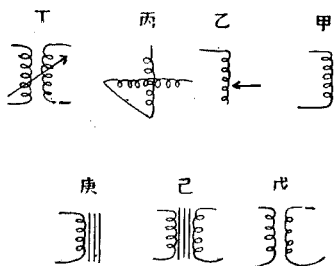


交流抵抗

直流電在線圈裏流行，導體的銅線有一種抵抗，已如前述。

交流電在線圈裏流行，也有抵抗。這種抵抗和直流電的抵抗不同。因為線圈有

第 二 十 三 圖



感應，所以有一種和交流電方向相反的力。這一種力名叫交流抵抗。X 是用來代表交流抵抗的符號。因感應生的交流抵抗，是用 X_L 代表的。因為這也是一種的抵抗，所以仍用歐姆做單位。電路中若單有感應線圈時，交流的電流，常常比所加的電壓落後九十度。就是說，照第九圖，A 點電流最小，電壓最大；B 點電壓最小，電流最大。

由感應生的交流抵抗，不但和感應有關係，而且同時和週率也有關係。同一週率，感應大時，交流抵抗亦大。同一感應，週率大時，交流抵抗亦大。計算的公式如下：

$$X_L = 2 \times 3.1416 \times f \times L$$

式中 X_L 代表由感應生的交流抵抗，單位是歐姆。f 代表週率，L 代表感應，單位是亨利。例如六十週率的交流，流過三十亨利的感應線圈時，交流抵抗，可照下式求得：

$$X_L = 2 \times 3.1416 \times 60 \times 30 = 11309.76 \text{ 歐姆}$$

又如，週率三百萬，感應四十釐亨利，交流抵抗可照下式求得。

$$X_L = 2 \times 3.1416 \times 3000000 \times 0.4 = 753984 \text{ 歐姆}$$

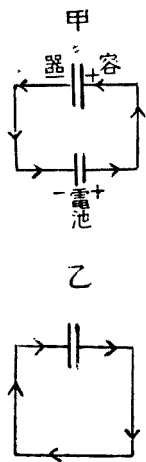
所以無線電裏高週率用的塞流圈，感應很小；低週率用的塞流圈要感應很大的鐵心線圈。

電容量

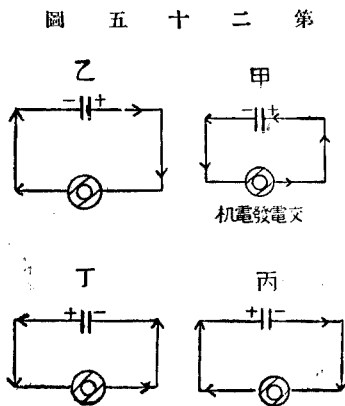
假如兩片金屬間用相當的絕緣物隔開，而用直流電通到金

屬片上時，有電可以保存在兩金屬片上，如第二十四圖甲。拿去外來的電用導體把金屬片連接起來，保存

第二十四圖



的電便放走了，如第二十四圖乙。這兩片金屬片和相當絕緣物做成的叫電容器。絕緣物叫通感體。如二十四圖甲，名叫充電；如第二十四圖乙，名叫放電。若用交流電通到電容器上，起先的四分之一週裏，容器充電，到電壓和外來電源相等如第二十五圖甲。第二個四分之一週時，容器放電，如乙。第三個四分之一週時，再充電，不過方向和以前相反，如丙。第四個四分之一週時，再放電，如丁。每一週總是如此，充電放電相間而行。實際容器的中間有絕緣物隔開，交流電並未通過。不過因為充電放電相間而行，所以在電路裏交流電是繼續流行，彷彿是經過了容器流通的一樣。電容量是用C字作符號代表的。單位名叫法拉特。一個法拉特的容量，能由一弗打的電壓保持在一秒間流一安培的



電流。這單位太大，實用時用他的百萬分之一，名叫忽法拉特。更小的，用一萬萬分之一法拉特做單位，名叫忽忽法拉特。

兩個或兩個以上的電容器在電路中並聯時，容量是各個容量相加的和。例如：○○二忽法拉特和○○五忽法拉特並聯時，容量共○○七忽法拉特。用公式表示如下：

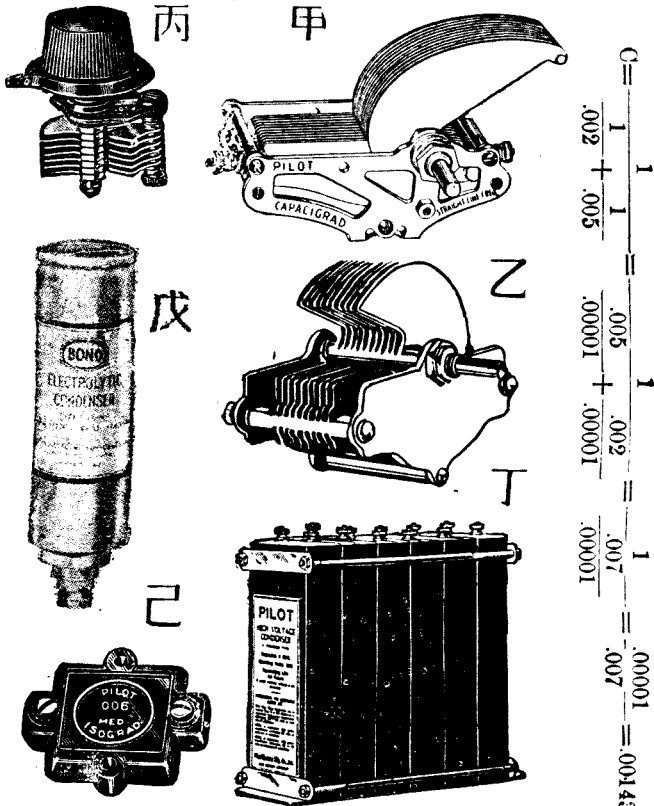
$$C = C_1 + C_2$$

式中 C_1 代表一個電容器的容量， C_2 代表又一個電容器的容量， C 是兩者的總容量。若兩個或兩個以上的電容器直連時，容量應照下式計算：

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

例如 C_1 是○○二忽法拉特， C_2 是○○五忽法拉特時， C 便如下式求得：

圖 六 十 二 第



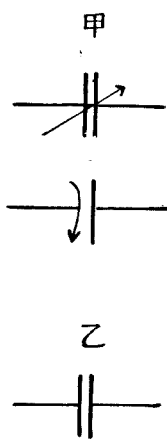
(甲)半圓形 (乙)直線 (丙)中和
(丁) 2 mfd (戊)液電 (己) 1 mf

電容器有活動的，也有固定的。活動如第二十六圖甲，乙，都是收音機裏調節用的。丙的容量很小，名叫中和電容器。活動的容器大多是用金屬片做的。一半的片子是固定的，叫定片。又一半是活動的，叫動片。動片由柄轉動，和定片相重的面積或大或小，因此容量發生變化。也有在定片和動片間夾油紙、雲母等物的。地位較小容量較大，不過調節較難。丁、戊、己等是固定的。丁、戊二種容量很大，都在一個忽法拉特以上。丁是用蠟紙和錫箔相間疊起來做成的。因為用紙做通感體的，所以叫紙容器。戊的通感體是用一種電液（例如硼酸）的，名叫電液容器，容量很大。新近更有用糊狀物質做通感體的。己是容量小的電容器，大多是用雲母做通感體的，所以名叫雲母容器。常用的容量在 $\cdot 00001$ 到 $\cdot 01$ 忽法拉特之間。

電容器的符號如二十七圖。甲是代表活動的，乙是代表固定的。活動電容器的柄上，常裝一個可以旋轉而刻有度數的度盤。這樣，在收音機箱板外面，看

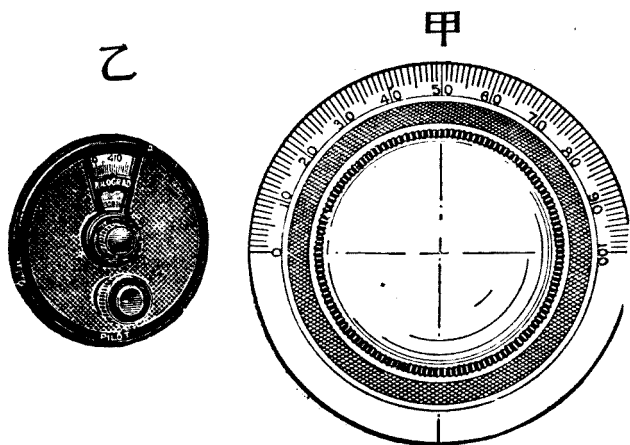
了度盤上的度數，可以知道箱裏活動電容器的情形。普通的度盤如第二十八圖甲，乙是微動度盤的一種。這種度盤的轉動極慢，可以使調節便利。

第 二 十 七 圖



活動電容器片子的形式和收音機的調節很有關係。收音機的調節是用線圈和活動電容器組成一個線路，配合播音臺所發電波的週率。如第二十九圖甲的形式。度盤上轉動的度數是和電容量成正比例的，名叫直線容量式。直線就是正比例的別名。用這種調節收音時，電臺容易密集在度盤上度數少的一端。乙的形式，度盤轉動的度數是和波長成正比例的，名叫直線波長式。這種比甲式較好，但度數少的一端電臺仍比較的密集。丙式度盤的轉動是和週率成比例的，名叫直線週率式。這可以把電臺平均分開。惟若強力電臺多用長的波長時，這式也有不利。所以更有丁式的折衷辦法。在度數少的一端，差不多和

圖 八 十 二 第



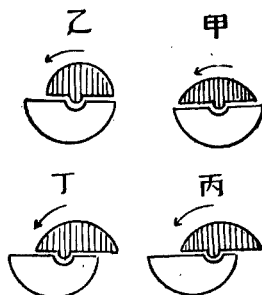
週率成正比例；在中段差不多和波長成正比例；在度數多的一端，差不多和容量成正比例。這式名叫中線式。

在做容量大的固定電容器時，如通感體是用紙做的，往往把長條的錫箔和蠟紙相間疊了，再捲緊起來的。我們知道凡是導體捲了起來便成一種線圈。線圈是有感應力的。凡是在須用電容量的地方，切不可把感應力混入。因為兩者的作用是相反的。在須用電容量的地方混入了感應力，無形中把電容量取消。所以用疊捲方法做的電

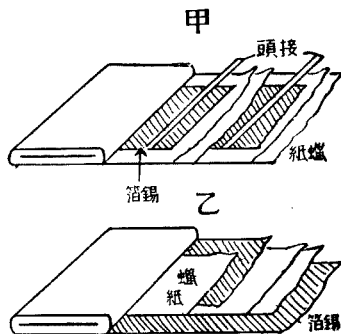
長端，所以有感應力。照乙法疊捲時，錫箔的兩邊都接通外面，所以不成線圈而沒有感應力。

同樣，把絕緣包皮的銅線繞做線圈時，相隣接的兩圈導體間，有絕緣物在那裏做通感體，彷彿成功了一個電容器。但是我們須用感應的地方，切不可使容量混入。若混入了，彷彿把感應取銷。這種容量名叫分佈容量，在線圈是有損

第 二 十 九 圖



第 三 十 圖



容器，要避免它生感應力。這種叫無感應的電容器。如第三十圖甲的疊捲法，容器接通外面的頭，在錫箔的

失的。所以高週率用的線圈，各圈間是要留出若干空間。這種繞法，名叫間隔繞法。第十四圖的戊己庚各式線圈，不使相鄰的圈並行，也就是要減少分佈容量的損失。

計算容量的公式如下：

$$C = \frac{.0088A(n-1)K}{100000d}$$

式中C代表容量，單位是忽法拉特。A是導體金屬片相重的面積，單位是平方公分。n是金屬片的數目。K是通感體的比感量，見第二表裏的第二行。d是通感體的厚，單位是公分。例如用空氣做通感體的活動電容器，計十七片，各片完全相重時，面積是四十二平方公分，各片相重時的距離，就是空氣層的厚是二公分。代入上式，如下：

$$C = \frac{.0088 \times 42 \times (17-1) \times 1}{100000 \times 2} = .00034568 \text{ 忽法拉特}$$

第 二 表

通感體	K	厚一公分能耐電壓
空氣	1.00	7.8千弗打
硬玻璃	6.6到10	90萬弗打
雲母	4.6到 8	150萬弗打
地蠟	2.0到2.5	40萬弗打
硫黃	3.9到4.2	—
蓖麻子油	4.7	15萬弗打
磁	4.4	9萬弗打
石英	4.5	—
松香	2.5	—
橄欖油	3.1	12萬弗打
馬來樹膠	3.8到4.9	8到20萬弗打
洋乾漆	3.1	—
平常玻璃	3.1到4.0	30到150萬弗打
松節油	2.23	11到16萬弗打
乾槲木	2.5到6.8	—
膠木等	5到6	—

這一個活動電容器各片完全相重時，有這許多的容量若把這容器浸在蓖麻

子油裏，那末 K 是四·七倍，所以完全相重時的容量便成： $4.7 \times .00034568 = .0016247$ 忽法拉特。

再看第二表中第一行，空氣做通感體時， $(.2 \times 7800 = 1560)$ 電壓到了一千五百六十弗打時，各片便要發生火花，通感體的絕緣力失去效用了。浸在蓖麻子油中時， $(.2 \times 150000 = 30000)$ 要三萬弗打的高電壓才能把·二厚公分的油打穿。

計算固定電容器容量的方法，也是一樣。例如有錫箔二十三條，各條相重的面積，有五千公分，通感體是塗地蠟的紙條，厚·〇一公分。代入上式，如下：

$$C = \frac{.0088 \times 5000 \times (23 - 1) \times 4}{100000 \times .01} = 3.872 \text{ 忽法拉特。}$$

如改用雲母做通感體，仍是厚·〇一公分，那末 $(3.872 \div 4 \times 4.6 = 4.4528)$ 便有四個半小法拉特光景了。用蠟紙時， $(.01 \times 400000 = 4000)$ 到四千弗打便要打穿。若用雲母 $(.01 \times 1500000 = 15000)$ 却要到一萬五千弗打才打穿。

由容量生的交流抵抗，也和週率及容量相關，計算的公式如下：

$$X_c = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times f \times C}$$

式中 X_c 代表由容量生的交流抵抗，單位仍是歐姆， f 代表週率， C 代表容量，單位是法拉特。例如週率是六十，容量是二忽法拉特，交流抵抗可照下式求得：

$$X_c = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 60 \times .000002} = \frac{1}{.000753984} = 1326 \text{ 歐姆}$$

又如週率是三百萬，容量是 $\cdot 0002$ 忽法拉特，交流抵抗可照下式求得：

$$X_c = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 3000000 \times .00000002} = 26.5 \text{ 歐姆}$$

所以無線電裏高週率通過的容器，容量很小；低週率通過的容器，容量非很大不行。電路中，若單有容電器時，交流的電流，常比所加的電壓先導九十度，恰巧和單有感應的電路相反。

總抵抗

上面所說的交流電路裏，只講到感應或容量的一種。實際情形，決不如此簡單。電路總包含抵抗、感應、容量三件。單就交流抵抗論，在兼有感

應和容量的電路裏，是兩者的差（ $X \parallel X_L - X_C$ ） X 代表電路的交流抵抗，連同直流抵抗 R ，全電路的總抵抗 Z 便成下式：

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\sqrt{R^2 + \left(2 \times 3.1416 \times f \times L - \frac{1}{2 \times 3.1416 \times f \times C}\right)^2}$$

爲寫式便利計，3.1416用 π 符號代表，上面的公式如下：

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2}$$

交流電路用的歐姆定律應當改如下式：

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2}} = \frac{E}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

諧振 從上面的式子看來，若交流電壓不改，那末總抵抗愈小時，電流

第 三 表

a.	安培	ma.	釐安培
a.c.	交流	Mh	釐亨利
a.f.	低週率	mfd(μ fd)	忽法拉特
ant.	天線	mmfd(μ μ fd)	忽忽法拉特
C	容量	M Ω	百萬歐姆
c, ~	週	mw	釐瓦特
c.w.	連續波	μ	放大倍數
d.c.	直流	μ h	忽亨利
E(e)	電壓	μ v	忽弗打
e.m.f.	電動力	Ω	歐姆
f	週率	p	電力
gnd.	地線	π	圓週率
h	亨利	l (r)	抵抗
I(i)	電流	r.f.	高週率
i.f.	中間週率	v	弗打
kc	千週率	W	能力(工作)
kw	千瓦特	w	瓦特
L	感應	X(x)	交流抵抗
入	波長	Z(z)	總抵抗

愈大。假如我們能把直流抵抗 R 減到 0，再把 X_L 和 X_C 使相等，那末 X_L 減 X_C 也等於 0 了，電流可以最大了。要直流抵抗減到 0 是不可能的。要 X_L 和 X_C 相等是可能的，在一定的週率時，只要調節 L 和 C 或兩者之一便行。這樣，

$$X_L = X_C \text{。 就是 } 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

那末 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2} = R$

在這時候，電路中的感應和容量彷彿都不見了，這叫諧振。無線電裏的主要工作，就是得到這諧振。用活動容器和線圈配合起來，便是調節得到諧振的方法。

縮寫符號 上面用了好多縮寫的符號，第三表是一個總括，並且再加了些單位名稱的符號。

問題

- 一、一百瓦特，二百弗打普通電燈泡的燈絲有多少歐姆？這燈泡在二百弗打的電路裏，燈絲電流有多少安培？
- 二、三個同式真空管，燈絲是並聯了接的，用六弗打的電壓，三管共耗一八安培的電流，各管的燈絲有幾歐姆的抵抗？
- 三、爲什麼直流電不能用變壓器使生感應電力？

- 四、爲什麼直流電在感應線圈裏比交流電容易流通？
- 五、爲什麼交流電在容器裏比直流容易流通？
- 六、在六十週率，二百弗打的交流電路裏，有三十亨利的線圈，應當再加一個多少生拉特的電容器直連在內，才可以得到最大的電流？
- 七、前問的電路中，假定直流抵抗是二百歐姆，在不加電容器時，有多少安培的電流？
- 八、在第六問的電路中，拿去線圈，換入一個 $\cdot 000$ 一忽法拉特的電容器，直流抵抗假定是三歐姆，應有多少安培的電流？

第三十一圖

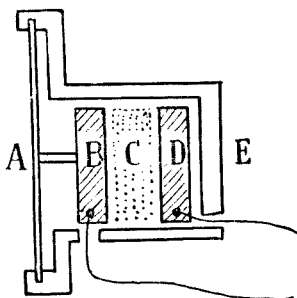


發送機在第一章裏我們已經提過廣播。廣播是把音波使成電波，然後再使向四方發送。這等機件，名叫發送機。發送機中第一個主要部分，是話筒。這是有線電話上也要用的。根本構造，不論有線電話用的，或是無線電話用的，差

第二章 播音臺的概觀

不多是一樣的。不過在無線電話裏用的，特別精巧些罷了。近年來新的式樣，發明了好多。第三十一圖是頂普通的炭精式話筒。內部構造，大概像第三十二圖。A是一片薄薄的膜片，用鉛製或用鐵製。四週裝牢在絕

圖二十三第



抗，因接觸的鬆緊而起變化。鬆時抵抗大，所以電流弱。緊時抵抗小，所以電流強。這樣，電路中的電流，便跟了音波，起強弱。例如第三十三圖甲是代表話筒電路的直流電在沒有人聲或音樂聲時的情形。乙是代表向話筒發一個「Y」字音時，電流因炭精粒抵抗大小所生強弱的情形。

發送機中第二個主要部份是連續波的發振器。現在通行的是用強力的真空管。關於真空管的巧妙作用，我們到第五章再詳細的講。現在我們要明白

緣物製成的匣子E上，中心和炭精片B連牢。D是另一塊炭精片。C是兩炭精片間的炭精細粒。B、D兩片上各有導線通到外面，可以接在電池的兩極上。人聲或音樂聲，就是空氣中的音波，激動了膜片A，炭精B也跟了發生振動。炭精粒C因此有時壓緊，有時放鬆。炭精粒對於電流的抵

的，就是發送機中有一部份是會得發生週率很高的振動，例如第三十四圖甲，代表發振器所產生的高週率振動。若把第三十三圖乙的強弱變動三的電流使和第三十四圖甲的高週率振動波併合起來，那末高週率的電流強弱，也起了強

弱的變化，如第三十四圖乙。強弱是關係於振動波的幅，所以這一個作用，名叫調幅。在發送機中做這調幅工作的，叫調幅器。

發送機的第三個主要部份是放射電路。放射是要靠天線的。實際，話筒電路裏的電流是很微弱的，所以平常總有幾級的放大。這叫放大器。是發送機中

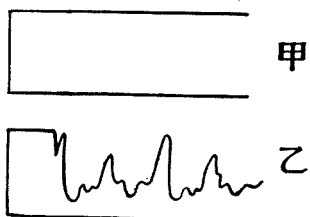


圖 四 十 三 第

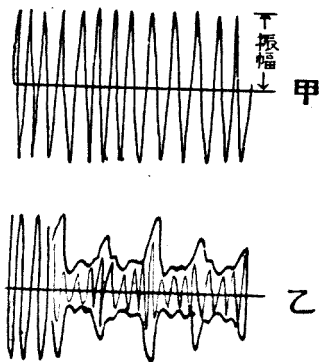
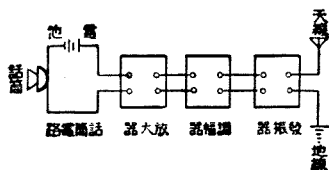


圖 五 十 三 第



的第四個主要部份。放大器也是用真空管的。真空管的放大作用，詳後。把上述的大略情形作成簡明的略圖如第三十五圖。

播音臺裏播送留聲機唱片時，不用話筒，改用電唱頭。唱頭的構造，如第三十六圖。M是一塊強力的馬蹄形永久磁石。在磁場裏有一個線圈C，這用絕緣銅線繞成的，

圈數很多。線圈中央有一個電樞A，下端可以插入唱片用的鋼針N。R是橡皮，用來裝電樞的。S是螺絲，用來裝鋼針的。線圈的兩端接通放大器。鋼針在唱片上槽裏動，電樞也跟了動。磁場中電樞起了振動，因感應作用，線圈中便生電。這電是跟了唱片上的聲音變化的。這電

圖 六 十 三 第

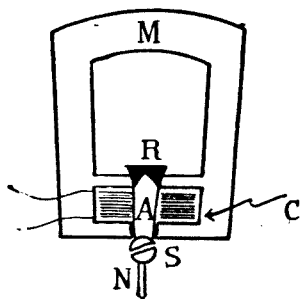
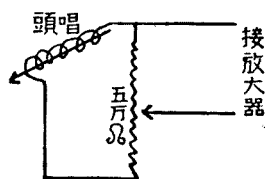


圖 七 十 三 第

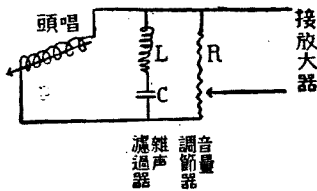


力是極小的，但是由線圈的兩端接通到放大器裏，便足夠供調幅器的用了。第三十七圖是加上音量調節器的情形。這實在就是一個五萬歐姆的活動抵抗器罷了。因抵抗的大小，可以調節唱頭所生的電力使強弱不至過度。第三十八圖是加上雜聲濾過器的情形。因為鋼針在唱片上槽裏動，往往有好多可厭的雜聲。若一一把它們放大了播送出去，收聽起來，非常討厭。大多數的雜聲，在四千週左右。所以用二百釐亨利的線圈和 $\cdot 006$ 忽法拉特的電容器，可以把雜聲濾去。近今新出的唱頭，已經把構造改良，不用雜聲濾過器也行。

播音臺

播音臺是合播音室和發送機而成的。在電力小的電臺，兩者合在一處，也是有的。電力稍大，便應分開。播音室要安靜，尤其要沒有回聲。窗上的玻璃，地板，牆壁等等富於彈性的東西，極容易發生回聲。我們平常在屋子裏，

圖 八 十 三 第



極大，決不可以和播音室相隣接，以至把機聲也播送了出去。

對於這等回聲，毫不介意。若經過了話筒和放大器，播送出去，在收聽的人，覺得非常嘈雜。所以播音室的四週要沒有雜聲，窗上要用吸收聲音的織物做成帘子。牆壁、地板，或者用沒有回聲的材料特造，或者另外裝鋪厚重的織物。除了話筒、唱頭，以及唱機唱片樂器等等以外，或者把放大器也裝放在室裏。道地的電臺，放大器不和播音室合用，而在隣近另闢一室。從播音室到發送機室往往要經過若干遠的路。從放大器到調幅器，在路上用特製的電纜接通，播音室不能距交通繁盛的地點過遠，要鬧中取靜。這樣，播音的人往來可以便利。發送機室，愈離鬧市愈好。普通是包含調幅器、發振器、放射電路和天地線。此外，強力的電源，當然也在這裏。電源方面，在電力稍強的電臺，往往用發電機等，因此聲音

電波的進行

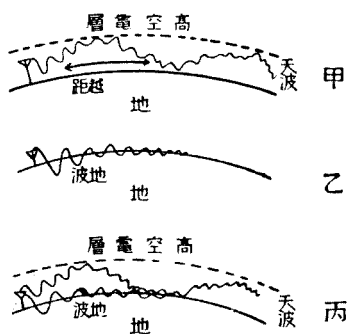
電波是從天線上向四方放射的，進行的速度，每秒鐘是二萬九千九百八十二萬公尺，即二十九萬九千八百二十公里。約略說起來是三萬萬公尺，或三十萬公里。電波進行愈遠愈弱，和音波是彷彿的。不過電波的力量強，所以能及遠，並且達遠的力和週率還有關係。週率愈高，愈能及遠。近來業餘者利用短波可以用小小電力和遠地通報通話，便是這個道理。不過短波的進行有一個奇怪的現象，就是在若干遠以外，電波所不及，收聽不到；更遠却又能收到。這中間若干里的地帶，是收不到的。這叫越距。越距的情形，因時間季節變的。冬、夏、晝、夜，各各不同。大概夜裏比日裏越距大，半夜最大。冬天比夏天的越距也遠。據試驗，十五公尺的短波，日裏的越距約一千四百五十公里，夜裏約一千六百公里。二十七公尺的短波，日裏越距約一百四五十公里，夜裏約七百五十公里。三十三公尺的短波，日裏越距約一百四五十公里，夜裏約六百四十公里。五十公尺的短波，越距不很顯著。波長愈長，越距愈不顯著。到一百五十公

尺以上，越距殆完全不見。普通的廣播常用二百到六百公尺的波長，所以不見有越距的現象發生。在日落前一點鐘，收聽的情形漸漸良好。日落時便要差些。到日落後一點鐘，收聽又好。夜裏收聽情形，也有變化。在日出前兩點鐘，最好在日出前後的情形，和日落前後恰恰相反。

收聽時往往有一種衰落的現象，就是聲音時強時弱，變化不定。普通廣播波長也有這等情形。夜裏收短波，格外的顯著。大概是因為發送的電波，可以分成兩路進行。一路沿地進行的，可以叫做地波。一路向天空放射，達到一百幾十公里處，再反射到地面上來的，可以叫做天波。地波進行中逢到地面上種種障礙，如山中的鑛石，鋼鐵的建築物，容易減弱。天波反射下來和地波混合，如兩者同週，那末互相幫助，力量加強。不然，互相干擾，聲音減弱。衰落和週率有關。週率愈高，衰落愈著。

解釋越距和衰落的理由，有一種高空電層的學說。大意是：在距地一百二

第 三 十 九 圖



波地波相混的情形。

問題

一、發送機何以必須要調幅器？

十到一百五十公里高處的空氣，因為受太陽紫外線的作用，發生一種電離的現象，把中和的分子，分成負荷正電及負電的電離子。這一層電離子，便叫高空電層，是可以導電的。在日裏，這一層距地近些。因為太陽紫外線的作用，電離進行下來，到了夜裏，太陽不在，下面電離子又漸結合中和，所以高空電層距地高些。在日裏，電波容易被高空電吸收去，只靠地波播送，所以不易及遠。夜裏，天波不易被高空電層吸收，所以播送可以及遠。第三十九圖甲是天波，乙是地波，丙是天

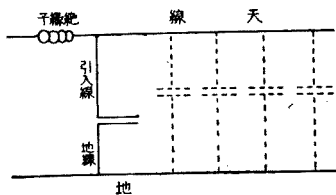
二、中央廣播電臺，從前 X G Z，二百五十瓦特電力，用二百九十公尺波長時，各地收音，極易有衰落
的現象。近改 X G O A，七萬五千瓦特電力，用四百四十公尺波長時，夜裏衰落的情形差不多沒有。
這是什麼道理？

三、用四十公尺短波，冬季裏上海和杭州只能日裏通報，夜裏不能。在夏季裏，日夜都能通報。這是什
麼道理？

四、爲什麼用話筒時要接電池，用唱頭時不必加電池？

五、在話筒線路中可以裝音量調節器嗎？

第 四 十 圖



第四章 收音的基本原理

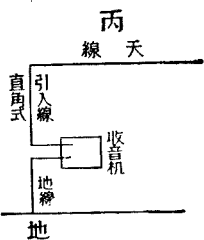
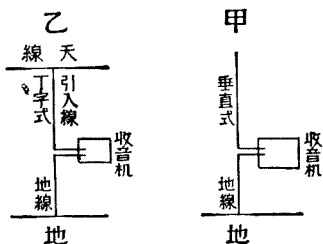
收音,收音機

收音是把調幅的高週率電波,使恢復原狀,仍舊成功音波。做這工作的,名叫收音機。因為電波在太空中向四方散射,所以收到的不過是所發力量中極小的一部份。若在距離播音臺較遠的地點,當然,所得的力量更是微弱。

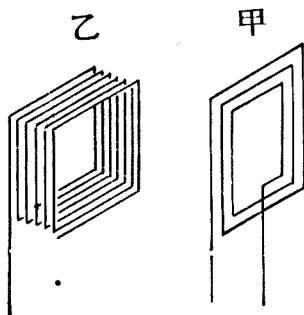
天線,地線 太空中進行的電波,第一要設法收

受下來,然後才能使它變成音波。做收受工作的,名叫天線。例如第四十圖,天線的兩端是用絕緣子和所裝的支柱絕緣的。下連引入線,通到收音機。機上再裝一地線。這樣,天線和地線彷彿成功了一個電容器。這電容器的兩片導體,是天線和地。中間的空間便是通感體。因為這是一個電容器,所以交流

圖一十四第



圖二十四第



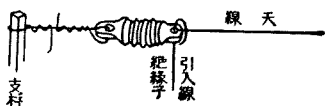
的電波，能够在這容器間發生電流。收音的第一步工作，是收受電波，使在天地線間成功高週率的交流。這電流的力量是極微弱的，但是調幅和週率，却和發送機裏完全一樣。

天線的式樣有好多，例如第四十一圖甲是垂直式，這式的天線，不便裝較長的，所以實用的地方很少。乙是丁字式，上面是一條水平的天線，中央有一條引入線，所收電臺在天線兩端所指的方向較好。丙是直角式，亦叫倒L式，引入

線連在天線的一端，所收電臺在天線和引入線連結的方向較好。第四十二圖甲和乙是兩種環狀天線，甲是平的，一名盤香形，乙是立體的，一名箱形。繞法雖然不同，作用是一樣。用環狀天線時，不必裝地線，所收電臺和天線的平面在同方向時，聲音頂強，若互成了直角，聲音便頂弱。所以這種天線，總是繞在可以轉動的架子上，收的音比室外天線弱。有時利用了這定向性，可以知道飛機船舶等的方向和地位。

裝天線的地位，千態萬狀，鄉間易得空曠的場所，城市的住屋往往十分密集，裝天線的地位便成功困難的問題。長短和收音情形有密切關係。要收音強，宜長。但是長天線的選擇性却很不好。在城市裏附近強力電臺的地方，天線宜短。因為距電臺近，所以選擇性比敏銳性更重要。鄉村距城市裏大電臺遠，天線宜長。這等地方敏銳性比選擇性尤其要緊。天線長四丈，高三丈，地線一丈，在城市裏頂合宜。如在鄉間，天線可以加到十丈。要收短波，天線和引入線合起來不

圖 三 十 四 第



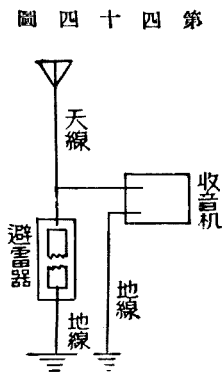
宜超過五丈；合共三丈或四丈最好。

裝天線一定要絕緣良好。支持不論金屬、竹、木，或竟利用屋簷牆角，都行。最要緊的是縛在支柱上的繩不可和天線相碰。第四十三圖是一個裝法的例子。引入線經過屋簷牆壁等處，都應當裝二三尺長的木柱，柱端裝絕緣子，使引入線和近旁東西相距常在二尺以上。引入線通進屋內，最好從玻璃窗中心，或用磁管，切勿使和窗框牆壁相碰。天線是通行用裸線的。引入線和天線如用同一線的，進屋時格外要留心絕緣。若用普通十六號皮線做引入線時，和天線接的地方要鐸牢。

地線，在有自來水的城市中，可以接在水管上。平常是用四五尺長，半寸直徑的鐵條，打在潮濕地方的泥裏。或者不用鐵條，用二三尺見方的銅片，埋在六七尺深的地裏，銅片四週鋪炭屑，那末效力更好。地線雖只一條，鐵條或銅片却

可以分出好幾條或好多片的。這樣，效力當然更好。

避雷器是裝在天地線間的一個火花隙。



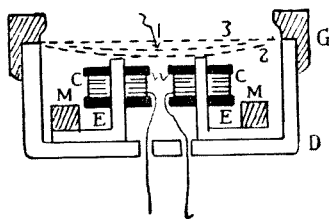
裝的地位宜在室外，引入線將要引進屋裏的地方。裝法如第四十四圖，一端接天線，一端接良好的地線。避雷器的內容是兩個金屬片，相距不過二百幾十分之一寸。有的裝在真空的

匣子裏。電波的電壓不高，電流不強，所以這火花隙是跳不過去的。雷電的電壓極高，週率也極高，所以收音機裏不過幾圈的線圈，也能阻塞，因此，跳過這火花隙通到地中去了。在收音機裏，只不過一聲喧嘈，不會發生危險的。普通避雷器大約到電壓五百弗打以上時，便生火花。

聽筒

收音必用聽筒。聽筒是把電流變成聲音的機件。有線電話用的，無線電話用的，沒有多大出入。有線電話用的不如無線電的敏銳，因為無線電

圖 五 十 四 第



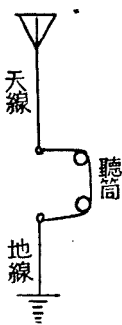
的電流是很弱的，構造像第四十五圖。D 是一隻硬膠皮或金屬製的匣子，G 是硬橡皮的罩。匣子底裏有強力的永久磁石 M，E 是磁石的兩極。極外套線圈 C，是用四十幾號漆包線繞成的。兩個線圈是直連的，兩條接線通到外面來。同樣兩隻直連了，裝在一個架子上。敏銳的聽筒，線圈有一萬多圈，所以極微弱的電流，也能產生相當力量的磁場。罩下是薄鐵的膜片，是軟鐵做的，很有彈性，厚不過一公分的百分之一。在沒有電流通過線圈時，膜片因永久磁石的吸引，地位如 1，常向下凹。線圈裏有電流通過時，如電流方向所生的磁場和原來永久磁石的兩極同方向時，磁場的磁力加強，而膜片更向下凹。如 2，如電流方向所生磁場和永久磁石的兩極相反時，膜片略向上如 3。電流強時，這種作用大，膜片的振動也盛。電流弱時，膜片的動振便輕。膜片振動，空氣裏

產生音波。音波是完全跟了線圈裏電流的情形變的。

檢波

有了天地線，收受外來的電波，在天地線間，接上一付聽筒如第四十六圖，不是可以收聽播音了嗎？不！播音臺放射出來的調幅過的電波，週率很高。普通廣播電臺的週率在五十萬到一百五十萬之間——就是波長二百到六百公尺。人耳能聽的週率，是在十六到二萬之間。所以天線上收受的高週率電流，即使到了聽筒裏，膜片跟了高週率振動，因為振動太快，人耳依然聽

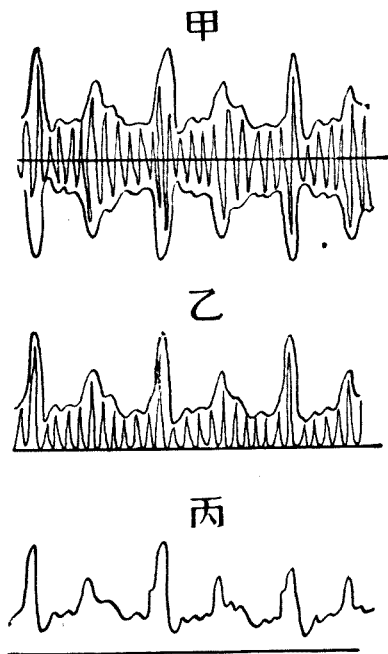
第四十六圖



不到實際，膜片雖富彈性，決不能振動得這樣快的。而且聽筒裏的線圈總抵抗極大，對於週率高的電流，差不多完全阻塞。普通的聽筒，有二千歐姆的直流抵抗。在週率一千時，總抵抗已經有四五千歐姆了。所以第四十六圖的收音方法，是不可能的。

要收聽聲音，一定要使膜片的振動不跟了高週率，而在二萬週率以下。就

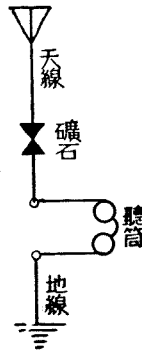
圖 七 十 四 第



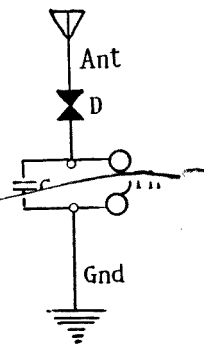
是說要把前章第三十四圖乙的振動，分開來，仍舊還復到前章第三十三圖乙的情形。這樣的電流在聽筒的線圈裏流時，膜片的振動才能和原來的聲音一樣。在發送機中，要調幅。在收音機中要檢波。檢波的作用，恰巧和調幅相反。做檢波工作的名叫檢波器。最簡便的是鑽石、方鉛礦、紅鋅礦、黃鐵礦等，都有一種特殊的的作用，就是電流只有一個方向容易通過。若反了一個方向，抵抗極大，彷彿阻塞不通。如第四十七圖甲是天線上收受來的調幅的高週率電波。經過鑽石檢波

器以後，交流的一半被阻塞，只有一半通過，如乙。五十萬以上的高週率，振動太快，聽筒的膜片，來不及跟了振動。聽筒所能振動的，只不過如丙的情形罷了。這樣，膜片的振動和原來的音波便相同了。線路如第四十八圖。若要使收的聲音響些，清楚些，可以在聽筒兩端並聯一個

圖八十四第



圖九十四第

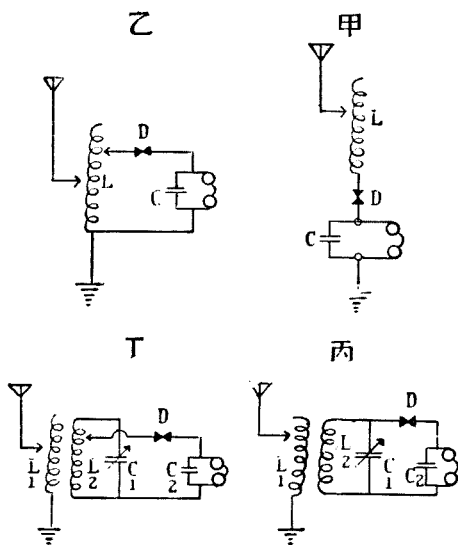


地位保持到檢波器中後來的交流通過時再變。這樣，使膜片的振動更加和原來音波的情形切合。

響些，清楚些，可以在聽筒兩端並聯一個
 • ○○○五忽法拉特的固定電容器，如
 第四十九圖。這電容器的作用是檢波器
 裏交流的一半通過時，一方使聽筒生聲，
 同時也使電容器荷電。在交流又一半通
 不過時，電容器C放電到聽筒。因為放電
 的方向和前一半相同，所以能使膜片的

調節 講到這裏，收音是可以成功了，不過只有天地線恰合播音臺的波長時，成績最好。不然，聲音便不免微弱。如同地同時有了二個播音臺，收音機裏聲音混雜，分別不開。就是說收音機沒有良好的選擇性，增加選擇性，要有調節。調節的方法有兩式：第一式在線路中加相當的活動感應線圈，變動感應的多少來配合播音臺的波長。如第五十圖甲的L，便是第二章裏所說活動感應線圈的一種。乙的變動比甲更多一個。一面天線和感應圈的接點，是可以變動的。天線線圈L，

第五十圖



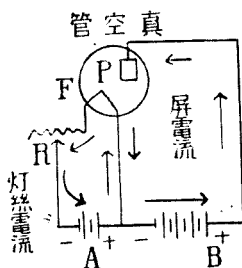
和地線成一電路。另外檢波器D，線圈L，和聽筒又成一電路。檢波器D和L的接點也是可變的。共有兩處活動，所以調節更好。丙是第二式的一種。天線電路中L₁和檢波電路中L₂是不相連接的，就是第二章裏所說高週率變壓器的一種。L₁是初級，可以活動的；L₂是次級，不可活動的。次級並聯活動電容器C₁，用來調節。丁是和丙彷彿的，不過檢波器D和L₂的接點也是活動的。這樣，共有三個地方活動，調節起來更多選擇。

收音的主要部份，有四：一是天地線，一是調節器，一是檢波器，一是聽筒。關於收音的基本原理，有了這四部份可以完備了。但是鑽石收音機不能把微弱的電波使它加強，却是一個最大的缺點。所以真空管發明以來，鑽石機彷彿成了孩子們的玩具。不過初學的人，拿來當作初步的入門試驗，仍舊是很有價值的。

問題

- 一、說環狀天線是一個感應線圈，對嗎？爲什麼？
- 二、避雷器的火花隙相碰觸時，收音機裏的聲音要變微弱，是什麼道理？
- 三、把檢波作用和調幅作用做一個簡明比較表，看有什麼異同？
- 四、調節感應和調節電容量，那一個方法便利？
- 五、若要把第五十圖丙丁的天線電路改用容量調節，電容器應裝在那裏？
- 六、若把第二章裏所說的變感器代第五十圖乙的L時，這圖應當怎樣畫法？

圖 一 十 五 第



第五章 真空管的巧妙作用

真空管

真空管和普通的電燈泡，構造上所差有限，功用上却大不相同。近來的無線電，差不多完全拿真空管做主要的中心。要是沒有真空管，無線電決不能有現在的進步。真空管的根本作用，仍不外乎是電子學說。遠在公元一八八四年時，發明家愛迪生氏，在他研究電燈時，發見一件奇妙的現象，就是在普通電燈泡中，燈絲以外，再加入一個冷的金屬絲叫做屏的。屏與燈絲絕緣不通電，從外面加相當的正電壓在屏上，負電壓在燈絲上時，燈絲與屏間絕緣的空間，在燈絲點熱時，會得有電流通過。若燈絲不點，這電流便停止。屏上電壓若和燈絲互換，那末燈絲雖點熱，這屏和燈絲間的電流也不通。這一個作用名叫愛迪生效。說明

這愛迪生效，可以用電子學說。燈絲受熱，放射電子。屏如有正電壓，那末負電性的電子，向屏飛去，所以電流通。屏如有負電壓，對於負電性的電子不能吸引，所以電流通。燈絲不點，沒有發熱，電子不能放射，所以即使屏有正電壓，電流也不通。

在公元一八九〇年時佛蘭銘氏，把這愛迪生效實用起來，做成真空管，如第五十一圖F是燈絲，用A電池點使發熱，R是燈絲抵抗器，用來管理燈絲電流的。P是屏，接B電池的正極，B電負極接A電正極。燈絲和屏，密封在真空的玻璃泡中。A電在燈絲上流時，燈絲發熱，放射電子，向屏飛去。屏電流由P向下流通。這種真空管，有屏P，有燈絲F，共有兩極，所以名叫兩極管。從前也作檢波的用，近來只不過供整流用了。因為另有三極管發明，效力更好。整流問題，等第九章再說。

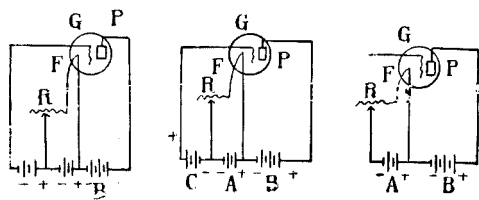
到了公元一九〇七年時地福來氏在兩極管的燈絲和屏間，再加上一個，

名叫柵的東西，便成現在通行的三極管。柵是一個近乎網形的東西。柵在屏和燈絲之間，所以電子放射時，必定要經過這網形的柵。假如柵也有相當的正電壓時，可以幫助屏使吸引多量的電子，因此屏流可以增加。假如柵有相當的負電壓，那末，電子的一部份退回燈絲，不飛過去，因此屏流減少。在柵有正電壓時，一部份的電子被柵在半途中吸去，所以柵路也生電流，這叫做柵電流。如第五十二圖甲，是柵極沒有電壓時的情形。乙是用C電池加正電壓在柵極時的情形。丙是C電池負極接在柵極時的情形。圖中G是代表柵的。

真空管的構造

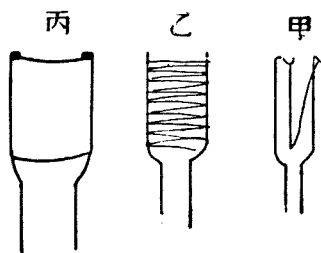
如第五十三圖，是三極管的各部形式。甲是燈絲，乙是柵，丙是屏。這不過是一種真空管的例子，各廠家出品各有不同。三極封在玻璃

第 五 十 二 圖



知道加上一層鈦的酸化時，放射電子的效力可以加增十幾萬倍。近今凡是用乾電池或蓄電池作A電的，燈絲都加鈦質，名叫含鈦燈絲。既可省A電，電子放射的效力又大。不過燈絲電一定要在製造廠

圖 三 十 五 第



泡裏，各有接頭通入燈腳。燈腳有四個，兩個是燈絲的兩端，一個是柵，一個是屏。裝管用管座，有U X式和德、法式。如第五十四圖甲是U X式，乙是德、法式。U X式四腳地位如一梯形，德、法式似一菱形。四孔是插燈腳的，外週四螺絲是接線的。燈座普通用膠木做，也有用磁做的。

從前燈絲是用鎢絲做的。後來經過研究改良，

圖 四 十 五 第

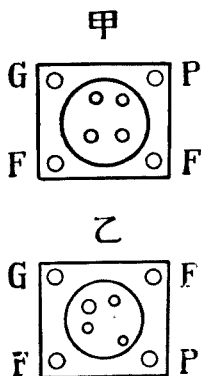
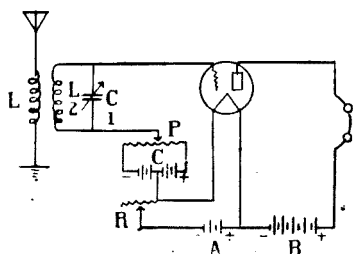


圖 五 十 五 第



規定的電壓範圍以內。若電壓過多，燈絲過熱時，表面的鈦質飛散，便要失却效用。偶然的失效可以用復活法來補救。先用較高的電壓使燈絲受十秒到十五

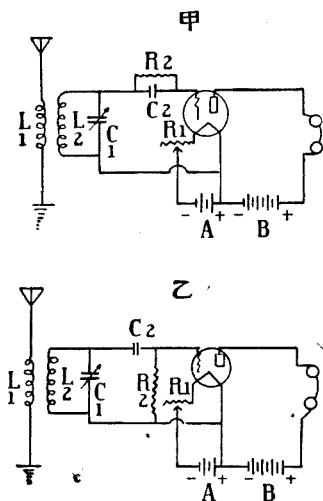
秒鐘的閃燒。所用電壓約當規定電壓的三倍到四倍。在這短時的閃燒以後，再用規定電壓，或比規定電壓多三分之一到十分之四，點半點鐘。名叫益壽。做來得法，燈絲可以復元。若不小心，在閃燒時，或許把燈絲燒斷。每燈可以復活六七次。不過常久使燈絲過熱的，便難修復。新近的真空管，尤其是交流用的，燈絲用白金和鎳的合金做成扁帶形，專供通電

傳熱，上面塗鋇、鈣等的酸化物使放射電子。此等燈絲名叫酸化物燈絲，效力很大。不過過熱後却無法復活。柵是鉬做的。屏是用鎳做的。有的上面再塗一層炭。

真空管的檢波作用

如第五十五圖的線路天線下的 L1 和 L2 C

圖 六 十 五 第



1 等是收受及調節部份，和礦石機沒有兩樣。調節部份，一端接到真空管的柵極，一端接在分壓器的活動臂上。分壓器約有二百或四百歐姆的抵抗，兩端分接 C 電的正負兩極。中央活動臂可以移動，或居正中，或偏正極，或偏負極。R 是燈絲抵抗器，A B 電接法同五十二圖。外來調幅的電波是一種交流，在 L 2 C 1 柵極燈絲間往來。P 的活動臂調節合宜時，柵極受交流電正的一半時，幫助電子飛散，屏流增加。柵極受交流電負的一半時，阻礙電子飛向屏極，屏流減到差不多沒有。因此柵路裏如第四十七圖甲的交流，在屏路的

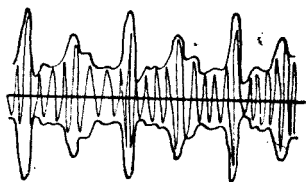
電流却成功了第四十七圖乙的樣子。聽筒的振動像丙，理由見前章。這是檢波方法的一種。因為柵極的交流，在屏路才成

斷續的直流，所以名叫屏路檢波法。因為用C電池使柵極得到偏重的電壓，所以亦名C偏檢波法或柵偏檢波法。因為新式強力收音機常用這方法檢波的，所以亦名強力檢波法。

又一個檢波方法，名叫柵路檢波法，一名柵容器法。線路如第五十六圖甲，或乙。從柵到L₂C₁的路中有一個柵容器C₂。L₂C₁的又一端是接在A電正極的調幅的交流電波，在柵路中往來時，原形如第五十七圖的甲。因為柵上常有正電壓，所以交流中正的一半加到柵極時，電子飛到柵上。到柵極受交流負的一半時，因為柵極有容器，所

圖 七 十 五 第

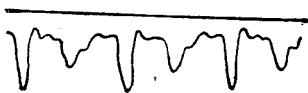
甲



乙



丙



以電子不能通過，因此柵上電壓漸漸偏向負的方面。另外的 R_2 是叫柵電漏，有幾百萬歐姆的抵抗。柵上經過相當時間，電子積集太多了，要把真空管的作
用阻塞。有了這柵電漏，可以使積集的電子，經若干時後漏去。那末柵路的電壓，
成功第五十七圖乙的樣子。屏路的電流也跟了同樣變化。聽筒裏膜片的振動
便如丙的樣子。柵容器的容量平常是 $\cdot 00025$ 忽法拉特。收短波時，可用
 $\cdot 0001$ 忽法拉特。柵電漏普通用二百萬歐姆。收遠地的音，可以用到六百
萬至一千萬歐姆。收近地強力電臺，不宜超過三百萬歐姆。柵電漏抵抗過大時，
收音不清，時斷時續，彷彿有阻塞的樣子。柵電漏的接法或和 C_2 並行，或直通
燈絲正極。

上述兩種檢波方法，各有利弊。屏路檢波法宜用在收強力的電臺，柵路檢
波法宜用在收微弱的電臺。小規模的收音機，檢波以前沒有放大的，常用柵路
檢波法。新式強力收音機，在檢波以前有二三級的放大，常用屏路檢波法。在屏

路檢波法中，L 2 C 1 的回路，別名柵回路，常接在燈絲電路 A 電的正極，也有特種真空管，須接 A 負才行。

新近的真空管都是硬管，就是玻璃泡裏空氣抽盡的意思。若玻璃泡裏放了些氣體，在檢波時可以敏銳得多。這種名叫軟管，不過軟管的作用不能如硬管的整齊。同一牌號，有很敏銳的，也有很不靈的。出品不齊，所以用的人漸少了。

真空管的放大作用

用真空管檢波，所以比鑽石檢波好的緣故，就是——一方面檢波，一方面還有放大的作用。柵路裏小小的變化，可以使屏電流的變化大了好幾倍。微弱的電波，可以使屏電流生很大的變化，這是鑽石所萬萬做不到的。舊來的真空管，放大倍數，有六七倍的，有八九倍的。近來進步顯著，放大倍數有到四百倍的。關於放大的線路及方法等，詳下兩章。

再生回授

這是放大大方法的一種，就在檢波真空管的線路中，在屏路裏加一個線圈，使和柵路裏的線圈，交連起來。如第五十八圖中的 L 3，就是屏

圖 八 十 五 第

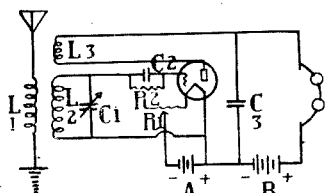
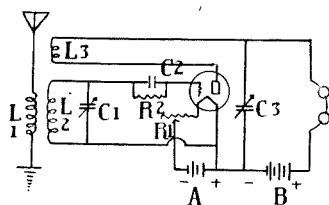


圖 九 十 五 第



路裏的線圈，名叫再生圈，亦名屏路線圈。這樣，屏路中電流，經過再生圈時，因為和柵路L2交連，所以能起感應作用，使柵路的電壓增加。柵路電壓加大時，屏路電流也跟了增加。屏路電流增加時，柵路電壓尤高。把屏路的力量回授到柵路裏去，所以名叫再生。用了這方法，一個真空管的效力，增加了好幾倍。普通只

2 相同。若相反了，不但不能放大，反而使收音微弱。再生圈數普通約當L2

能收本地電臺的收音機，改用再生式時，可以收遠距離的播音。這是無線電中一個很重要的發明。C3是支路電容器，使屏路裏的高週率電流，經由C3不入總抵抗很大的聽筒和B電容量約·○○○五到·○○一忽法拉。再生圈的繞線方向，應和次級圈L

圖 十 六 第

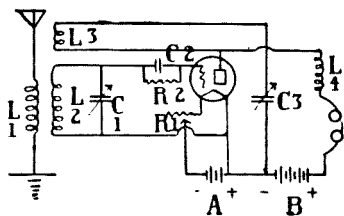


圖 一 十 六 第

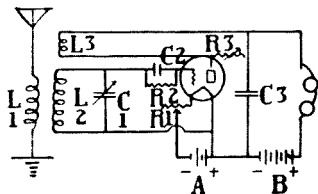
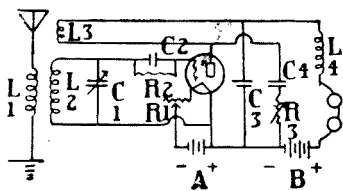


圖 二 十 六 第

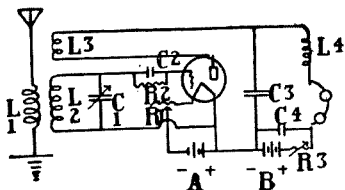


圖,再生圈L3可以和L1,L2,同繞在一個圓筒上,不必活動,名叫固定再生

的三分之一到一半光景,平常是活動的,可以轉動調節,所謂三回路線圈,就是一個圓筒上一端繞L1,一端繞L2,L3是一個小的圓筒,裝在L2的一端,活動旋轉,變化地位,加減相互感應。

調節再生力的方法有好多,上面所說,是再生圈活動的方法,如第五十九

圖 三 十 六 第



圈調節用一個活動電容器C3。這電容器專供再生力的控制，所以名叫控制容器。C3容量和C1彷彿，在短波機，C3亦可以比C1大些。第六十圖也是用控制容器的，不過接線和第五十九圖不同。第五十九圖的接法名叫直連回授；第六十圖的接法名叫並聯回授。L4是高週率塞流圈，縮寫符號亦作RF。C大約要四十到八十釐亨利。用四十號漆包線在細的木架上繞一千多圈，約可得五六十厘亨利。第六十一、六十二、六十三圖，又是一種調節法。三圖的接線方法有三個不同的樣子，但是有一共同的要點，就是用活動抵抗器來調節。六十一圖中的R3是二千歐姆的活動抵抗器。接法和L3並行。六十二圖中的R3要二十萬歐姆，直連的電容器C4，容量有 \cdot 〇〇六忽法拉特。接法從屏極到B電負極。L4是高週率塞流圈，同第六十圖。六十三圖的R3約五萬

或十萬歐姆，C₄是一忽法拉特接法，R₃在聽筒和B正間，如用上等活動抵抗器時，這三式的調節都能十分平靜。以上三種方法中，再生圈活動的一種最難平靜，近來大多數用後二式了。

回授作用，在理論上說，可以到無窮大。就是說，屏路電流，感應柵路使電壓增加，柵路電壓高時，屏路電流也大，屏路電流大時，由再生作用而柵路電壓再高，因此屏路電流更大，相互作用，似可到無窮大。實際却不是這樣。回授作用，漸漸加大，到了某一程度時，真空管使自己發生振動了。收音最好的情形，是在回授作用最大，真空管將振未振時，真空管一生振動，收音機彷彿變了一個小小的發送機了。自己振動的波長，看L₂C₁調節的情形而定。如恰和外來播音臺的波長一樣，雖可收聽，不過聲音混濁。如L₂C₁調節的波長不和外來的波長一致，兩波長週率相差如在人耳能聽的範圍以內，那末，吹笛聲，狂叫聲，便一一來了。在附近的人家，收音機裏，時常要得到這種叫聲的干擾。所以在熱鬧

地方，再生式收音機不可以使它發生振動。

再生式收音機如生振動，在 $L_2 C_1$ 接到柵電漏的一端上，用濕手指觸碰時有朴的一響，放手時也有一聲，這是試驗振動的方法，如不生振動，可以加多再生圈的圈數，或加多 B 電的電壓，成加塞流圈，或加多支路電容器的容量。如在調節再生力時，朴的一聲，真空管忽然自生振動，這便是再生力過大不易控制的證據，宜減少再生圈數，減低 B 電池電壓，調換歐姆不同的柵電漏，使它平靜。要在波長最長時，恰能起振動為度。燈絲抵抗器的調節也和再生力有關係。

普通收音機，調節部份雖用了高週率變壓器 $L_1 L_2$ ，但是選擇性往往仍嫌寬泛。若用再生式，可以使收音機調節精銳，這是再生式的又一好處。只不過調節較難，用活動電容器調節再生力的，往往 C_3 到最好的地位時， C_1 又和電臺的波長不合，要重行調節，用活動抵抗器調節的，這弊病可以不生。

真空管的振動作用

在收音機裏真空管起了振動非常討厭。但是真空管的振動作用，利用到了發送機裏去，却可以產生連續波，供我們發送電話

圖 四 十 六 第

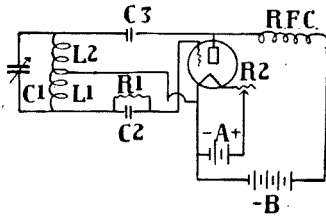


圖 五 十 六 第

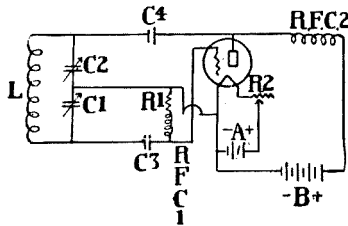
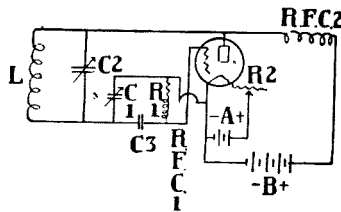


圖 六 十 六 第

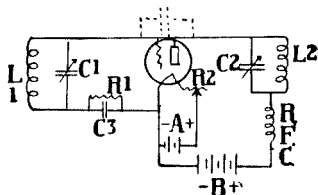


電報。在再生式收音機裏，再生圈對於次級圈的交連要不接不離，恰到好處。在將振未振時，收音最好。交連太緊了，振動不易控制，所以普通的交連都是很鬆的。若把真空管用作發振器時，交連愈緊愈好。緊到再生圈和次級圈連在一起，

便成功第六十四圖的樣子。L 1 和 L 2 是連牢的一個線圈。C 3 名叫斷流電容器，所以用來使 B 電不流到 L 2 裏去；流去了 B 正和 B 負相碰，便成功短路。R F C 是高週率塞流圈。柵電流 R 1 的抵抗，比收音機裏用的，小，大約從一萬到四五萬歐姆，也有只用五千歐姆的，要看眞空管而定。振動的波長，用 C 1 調節。這線路名叫哈脫來式。

第六十五圖又是一種振動器的線路，名叫克必此式。試把第六十五圖和第六十四圖比較，可以看出一個有趣的關係出來。譬如在第六十四圖中，把 C 1 拆去，換上一個線圈 L；再把原來的線圈 L 1 L 2 拆去，換上兩隻活動電容器 C 1, C 2，便變成第六十五圖了。所以哈脫來式和克必此式的區別點，不過是感應和容量對調罷了。第六十五圖裏柵電漏 R 1 不能和 C 3 並行，因為在六十四圖，R 1 經 L 1 通到燈絲。在六十五圖，C 1 是不通直流電的，所以 R 1 宜直接到燈絲。並且在柵電漏前加一個高週率塞流圈 R F C 1 這樣，高週率

第 六 十 七 圖



可以不入柵電漏而向 C 3 C 1 去。第六十六圖是克必此式的一種變相，名叫曷脫老定式。實在就是在第六十五圖裏，把 C 2 和 C 1 連接處，拆換裝在 C 1 的又一端就是了。斷流電容器可以省去不用，因為 B 負不會和 B 正發生短路。

第六十七圖是振動線路的又一種，名叫屏柵諧振式。在上述各式裏，屏路電力回授到柵路裏去的方法，或用線圈或用電容器，總是在線路中使生交連

的。用線圈交連的名叫感應交連。用電容器交流的名叫容量交連。屏柵諧振式屏路和柵路，在線路裏，絲毫看不出有什麼交連的關係。回授力在乎真空管的內部，三極管裏，有三個極。三個極之間是真空絕緣的，所以屏和柵，柵和燈絲，屏和燈絲，彷彿成功了三個小小的電容器。這種容量，名叫柵屏容量，柵絲容量，屏絲容量。普通真空管柵屏容量約有十忽忽法拉特，另外兩種約五六忽忽法

拉特第六十七圖點線所示，就是代表柵屏容量的柵路中 $L_1 C_1$ 和屏路中 $L_2 C_2$ ，調節到了同一波長，互相諧振時，屏路電力經過柵屏容量回授到柵路去了。

發振器用一切零件比收音機的大而堅，活動電容器的片子要厚，距離要遠，線圈用的線要粗，普通用十六號或十四號，有時用半公分到一公分直徑的空心銅管，固定電容器要用能耐高電壓的，柵電漏要用線繞的，尤其是屏路中的線圈和電容器，這裏振動的電力很大，名叫振路，連接線也要用銅片或粗銅線才行。發送機的天線是和振路中偏於屏路方面交連的，交連的方法有兩種，一種是直接交連，就是用一個活動的或固定的電容器，一端裝在振路中線圈的

圖八十六第

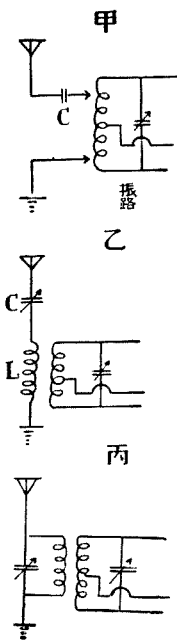
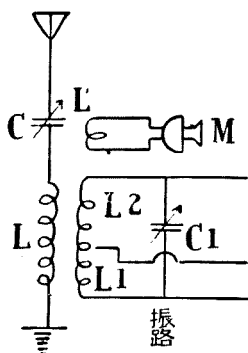


圖 九 十 六 第



某一圈上，一端由饋線通到天線，在收音機，天線下通到機上的名叫引入線，在發送機，由振路通到天線的名叫饋線，直接交連法如第六十八圖甲，又一法如乙，名叫鬆交連法，亦名間接交連法， L 、 C 是天線路裏的線圈和活動電容器，線圈和振路中線圈生感應交連，電容器是調節用的，如乙叫直連調節式， L 、 C 也可以並行裝，如丙，便成並聯調節式。

調幅

發送機只有了振動器，僅能發送電報，不能播送音樂言語，振動的連續波，還要用音波去調幅，連續波一名載波，意思是載運音波的，調幅方法中最簡便的，如第六十九圖，這叫天線吸收法，除 C 、 M 、 L 外，完全和前面講過的振動器一樣， L' 只不過一圈，和 L 及 L_2 交連， M 是話筒，這方法是使電波在未經天線放射以前，因話筒電路中，電流強弱所起的感應，

把它調幅方法是很簡單的，效力却不十分大，只能用在小規模，近距離的發送機上。如第七十圖的方法，名叫柵路調幅法。這一圖裏的振動器是一種哈脫來式。（這是例子，隨便用了哈脫來式。當然，別種振動器線路，也是一樣的。第六十八圖，六十九圖，也如此，以後凡舉例處也如此。讀者注意。）MT是調幅變壓器，初級接D電，話筒，次級和C2並行，彷彿代替了第六十四圖中的R1。話筒中電流因言語而起變化，調幅變壓的次級中發生感應電，加到振動器內原來的振動上面，便把它調幅。這

圖 十 七 第

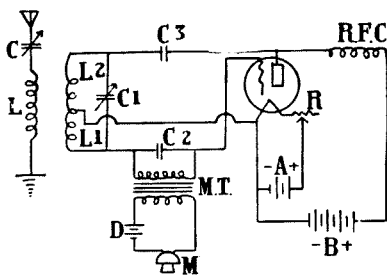


圖 一 十 七 第

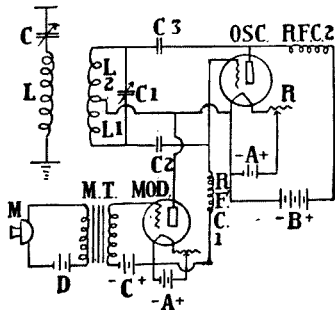
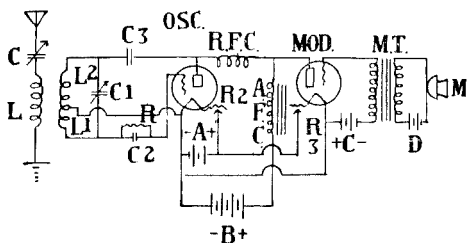


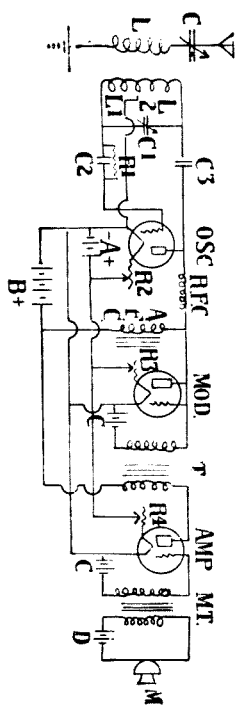
圖 二 十 七 第



方法比上面的好些。

第七十一圖是用真空管的柵路調幅法，效力很大。OSC是振動器的真空管。MOD是調幅器用的真空管。這管只有C電A電，不接B電。原應接B負的，加一個高週率塞流圈，接通振動管的柵極。原應接B正的屏，接到振動管的燈絲。這樣，振動管彷彿是一個第六十四圖中的柵電漏R1，一端改接到燈絲而加一個R.F.C.（就是第六十五圖的接法。）用這方法時，理由和第七十圖彷彿，效力却比第七十圖大。不過調幅管的C電A電絕對不能和振動管合用。R.F.C.1是不可少的。不然振動器裏的振動走進了調幅器，聲音失真，並且要狂叫起來。

第七十二圖的方法，名叫屏路調幅法。調幅管的柵路接調幅變壓器，屏路和振動器屏路接連而有一個高週率塞流圈 R F C 和一個低週率塞流圈 A F C。調幅管的柵路是跟了調幅變壓器次級的感應而生變化，因此屏路電流也生變化。B 電是雙方合用的。若調幅管多用了，振動管方面只得減少些。若調



第 七 十 三 圖

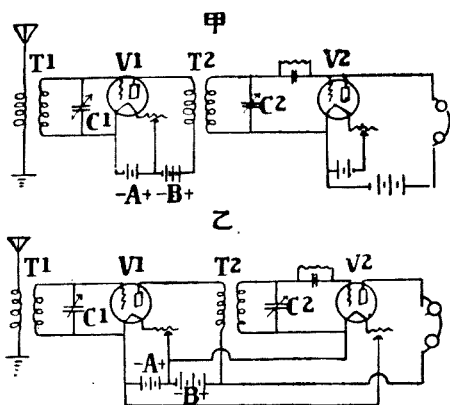
幅管少用了，振動管方面便多些。所以調幅管屏流的變化，影響到振動管所生振動的強弱。R F C 是不使高週率逃到調幅管去用的。我國電臺最通行用這方法調幅。在調幅以前，平常還要加幾級放大，名叫言語放大器。如第七十三圖

的A M P便是從言語放大器接到調幅器上，是用一隻普通低週率放大器，如圖中T。

問題

- 一、爲什麼真空管能檢波？
- 二、爲什麼真空管能放大？
- 三、有什麼方法使屏路電力回授到柵路？
- 四、爲什麼再生力不能無限增加？
- 五、有什麼方法使真空管發生振動？
- 六、調幅作用像檢波嗎？像放大嗎？爲什麼？

圖 四 十 七 第



第六章 收音距離的增遠

放大

收音機照了前章再生式做，效力已經比平常的一個真空管大

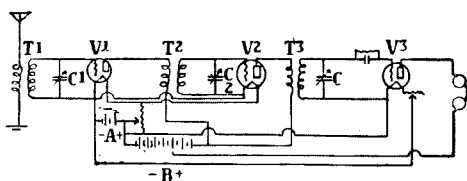
了好幾倍。但是再生力的回授，有一定的限制。超過這限制時，自生振動，反而妨礙收音。好在真空管有放大的作用。我們可以利用這巧妙作用，做幾個真空管的收音機。在檢波真空管以前，加上一個或幾個真空管做放大的，名叫高週率放大。因為沒有檢波以前是高週率的電波。在檢波管以後加上一個或幾個真空管做放大的，名叫低週率放大。因為檢波以後，已

經成功人耳能聽的低週率。假如來的電波並不很弱，不過檢波以後聲音較輕，只能用聽筒收聽，不可以用喇叭時，宜加低週率放大。若是來的電波十分微弱，非經放大，不能使檢波管發生作用，那末宜加高週率放大。加高週率放大，可以使收音的距離增遠。就是說距收音機過遠的電臺，在再生式機上電波力量過小，不能檢波的，因為檢波以前有了高週率放大，所以能檢波了。每加一真空管放大，名叫一級。

高週率放大的裝接法

高週率放大是裝在檢波管以前。如第七十四圖甲的V 1是高週率放大管，V 2是檢波管。V 2的線路和第五十六圖比，實在沒有兩樣。不過天地線路中的線圈，在第七十四圖甲是不和T 2的次級交連。當然天地線路接受的電波，應和V 1的線路交連，經過V 1放大後，再把放大的高週率和V 2的線路交連。T 1，T 2，是同樣的高週率變壓器，C 1 C 2的容量也宜一樣。在甲圖中V 1和V 2的電池是分別的。實在，都是合用的，如

圖 五 十 七 第



乙圖 V 1 放大管的柵回路接到 A 負，這是要當心的，燈絲抵抗器也可以合用一個分裝兩個，調節便利些。

加一級高週率放大的效力很小，普通總要加到二級三級四級以上，聲音又要失真，如第七十五圖 V 1 V 2 是兩級高週率放大管，V 3 是檢波管，如在檢波管後再加兩級低週率放大，便成通行的五燈機。T 1, T 2, T 3 是三個同樣的高週率變壓器。C 1, C 2, C 3 三個電容器的容量也應一致，有用聯合電容器的，幾個同量的容器，裝一共同軸，用一個度盤轉動。V 1 V 2 的柵回路是接到 A 負的，V

1 V 2 的 B 電壓平常要比 V 3 檢波管多二十餘弗打。這種裝法，各管間的交連是用變壓器的，並且可以用電容器調節的，所以名叫調節變壓器交連。用這種交連的放大法，名叫調節高週率放大交連的方法，還有別種，例如第七十六

圖 六 十 七 第

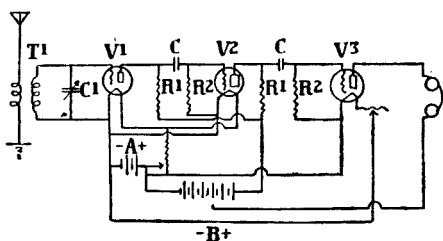
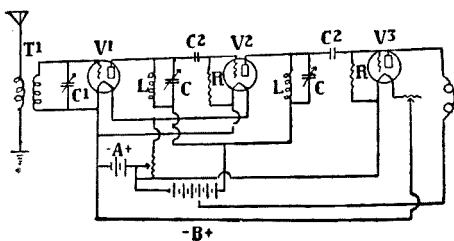


圖 七 十 七 第



圖名叫抵抗交連法。天線和 V 1 是仍用高週率變壓器 T 1，並且用 C 1 的容器調節。以後兩個交連是用 R 1，C，R 2，合組成功的。C 是防止 B 電短路用的

電容器。R 1 和 R 2 是固定抵抗器。一個接 B 正和屏極，一個接燈絲和柵極。用這種交連法，放大的倍數比前一種小。在普通二百公尺到六百公尺波長的範圍裏，各波長的放大不能一致，只有一千公尺以上的長波才能合用。如第七十七圖，名叫調節屏總抵抗法。除天線路

和 V 1 仍用 T 1 變壓器交連，並且用 C 1 容器調節外，以後兩個交連是用 L

圖 八 十 七 第

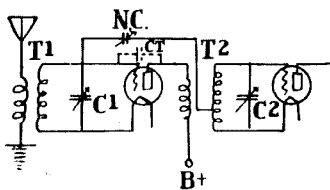
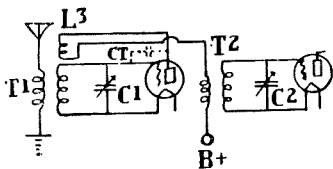


圖 九 十 七 第



線圈，C 活動容器，C₂ 固定容器和柵電漏 R 組合成功的。線圈的感應是固定的，調節 C 的容量，屏路和柵路容易諧振，發生振動，所以這交連不能用在普通真空管的線路中，下面所說四極管線路是很合用的，詳後。

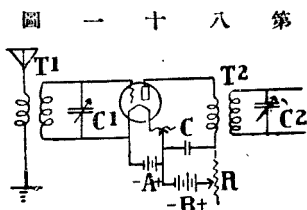
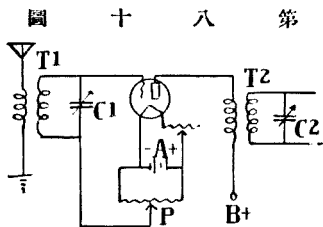
高週率放大的穩定法

上述三種交連方法，還是調節高週率變壓器

最簡便合用，但仍有一個缺點，就是極容易發生振動，不能穩定，不穩定的最大

原因，是在屏柵間的容量，所以凡是用普通三極管作高週率放大時，總要謀一個使不生振動的穩定方法，放大的總數愈多，穩定的方法愈需要，研究的結果，有好多，各方法各有利弊，大概可以分成三類，一類名叫中和法，用這一類方法的線路名叫中和式，第七十八圖是一個例子，這

例只有一級放大，三級二級，可以照此類推，以下均同。在 T₂ 高週率變壓的次級圈相當地位，抽一個分頭，接一個容量很小的中和電容器 N C 到前面放大

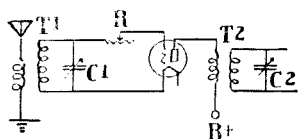


管的柵極。點線 C T 是代表管內屏柵容量的。N C 的容量若和 C T 相當時，彼此平衡，無形打消。所謂中和，就是這個意思。T₂ 亦名中和變壓器。第七十九圖是第一類中的又一個例子。這方法不用中和電容器，把再生圈 L₃ 用和再生式線路相反的方向接上。在再生式裏，是用再生

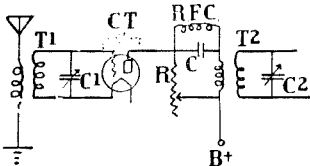
圈來幫助次級放大。這裏是用再生圈來抑制振動。這種名叫反再生式。

第二類的穩定法，名叫消耗法，就是在線路裏使生相當的消耗，把回授的再生力勿使到發生振動的地步。但消耗不能過多，否則把放大的效力減小。普

圖二十八第



圖三十第



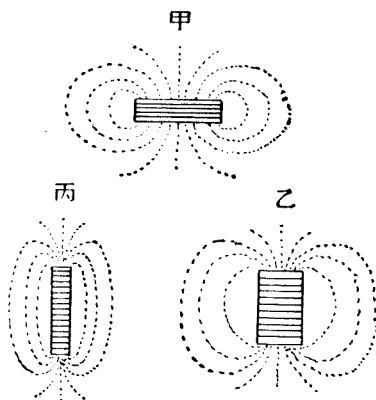
通用的有第八十圖的柵路分壓法。放大管的柵回路，不直接 A 電負極。在 A 電正負兩極接一個二百到四百歐姆的分壓器，柵回路接在分壓器的中央臂。中央臂略向正極轉動，使柵路發生若干電流，因此再生力略為消耗。要消耗多少才合，可以用分壓器自由調節。這一類中又一個例子如第八十一圖，名叫屏路

抵抗法。在放大管的 B 正路內裝一個二萬歐姆的活動抵抗器 R，用來使 B 電壓略為降落。從 B 正到 B 負間要加裝一個支路電容器 C。容量要半或一忽法拉特。這第一類第三例如第八十二圖，名叫柵路抑制法。就是在放大管的柵極裝一個一千歐姆的活

動抵抗器。有的收音機是裝固定抵抗器的，大約在四百到八百歐姆光景。

第三類的穩定名叫相角平衡法。線路如第八十三圖。放大管的屏路裏有

第十八圖



一個高週率塞流圈 R F C，固定電容器 C，活動抵抗器 R C 的容量約 $\cdot 00$ 二忽法拉特。R 是一萬歐姆。圖中 C T 是管內的屏柵容量。假如真空管內沒有容量時，因為感應線圈中電流常常比電壓落後九十度的相角，所以屏路 T 2

致。對於柵路有屏柵容量在，當然相角差九十度。這樣，便難起振動。活動抵抗器

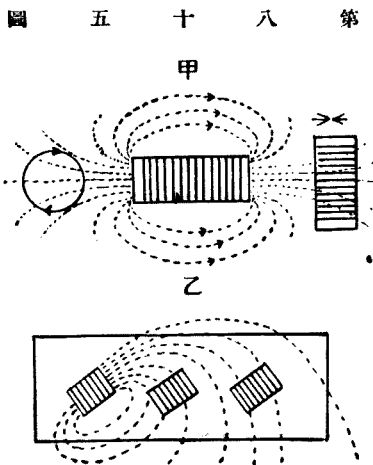
初級裏的電流永遠不會回授到柵路裏去的。但是真空管內却有屏柵容量。電路中有了容量，電流常比電壓先導九十度。本來落後九十度的，現在因屏柵容量而先導了九十度。那末不先不後，恰巧一致。這樣才生回授。屏路裏 T 2 初級前，加上一個容器，在屏路本身，有感應線圈，也有容量，電壓和電流可以不先不後恰巧一

R 是調節 B 電壓用的。

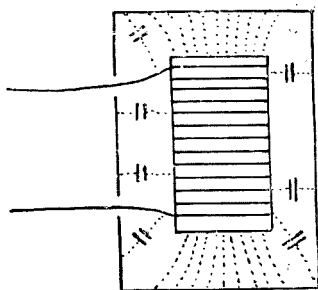
野交連及級間交連

使真空管發生振動的原因，是在回授。回授的來

源除真空管屏柵間容量以外，還有好多別的交通作用，統名野交連。有的是因為感應，有的是因為容量，有的是因為抵抗。線路中的接線愈短愈好。尤其是通柵路的接線和通屏路的接線距離要遠，免得由接線發生容量。即使不得已而要靠近，方向宜成直角，切勿並行。線圈的大小長短，和四週所生磁場的範圍有關係。例如第八十四圖，甲是扁形線圈，磁場範圍擴張很大。乙是長比直徑稍大的線圈，磁場範圍較小。丙是細長形的線圈，磁場範圍最小。普通收



第 八 十 六 圖

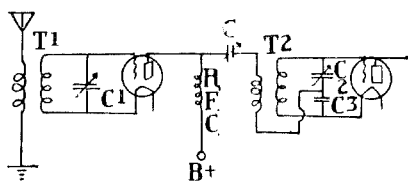


音機用線圈，長約五公分，直徑約二公分半。線圈的地位也有關係。一律並放，極容易發生級間交連。如第八十五圖甲，三個線圈，彼此都互成直角。乙是一種傾斜的裝法。圖裏點線，都是代表磁場裏的磁力線的。傾斜的角度，要看線圈的長短大小而定。舊來中和式收音機，是用五十四度半作標準的。

遮隔

用金屬板（銅板或鋁板）把各級放大，分別遮隔開來，可以避免級間交連。遮隔往往接通 A 電，連到地線。這樣，還可以減少人體作用，一名人體容量亦名人手作用或人手容量。就是人的身體和手等在收音機附近移動時，會得使機內容量發生變化。因此手轉度盤，調節才好，一等放手，波長即變。遮隔通地，這弊全免。不過遮隔對於線圈，如第八十六圖，無形中，生了好多容量。這等容量，彷彿增加線圈

圖 七 十 八 第



裏的分佈容量，使線圈的感應力受到損失，所以做線圈時要酌加幾圈。線圈和遮隔的距離宜在五公分以上，不可過近。

抵抗交連

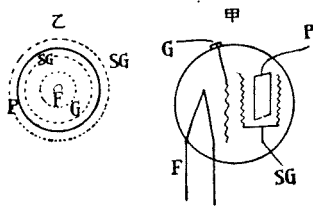
抵抗交連大多是因為放大各級合用了B電，無論用乾電池，蓄電池，或代B電的，內部總有若干抵抗，這抵抗可以使合用的各級間發生交連，要避免這等抵抗，宜在線路中加高週率塞流圈和支路電容器。在通B正的一端，多裝高週率塞流圈時，屏路高週率不容易經過B電，再在屏路加支路電容器使直通燈絲時，高週率有路可通，決不至於通過B電，因抵抗交連而生回授。

交連的恆性

因交連用的高週率變壓器，初級是固定的，所以放大效力對於各波長不能一律。在波長二百公尺時，高週率電壓比在波長六百公尺時要大得多。這樣，收音機在波長二百

公尺處若是敏銳了，在六百公尺處便收音不良。要是使它在波長六百公尺處很敏銳了，那末在二百公尺處便要發生振動。這叫做交連缺乏恆性。研究改良交連恆性的方法有好多，最有趣的是第八十七圖的陸丁衛兩氏式。除普通T₂的變壓器交連外，還有C和C₃的容量交連。C是和第八十三圖的C同一作用的，就是變化相位角度不使一致用的。T₂的相互感應，在波長短時效力大。C和C₃的容量交連在波長長時，效力大。因此，波長二百到六百公尺，放大的效力，差不多沒有出入。此外還有變化相角度數的C，所以放大管決不再會發生振動。就是不用遮隔法，也無妨礙。三極管極高週率放大，研究到這地步，可以說近乎登峯造極。四極管的產生，却像是異軍突起。於是高週率放大，又開了一新紀元。

第 八 十 八 圖

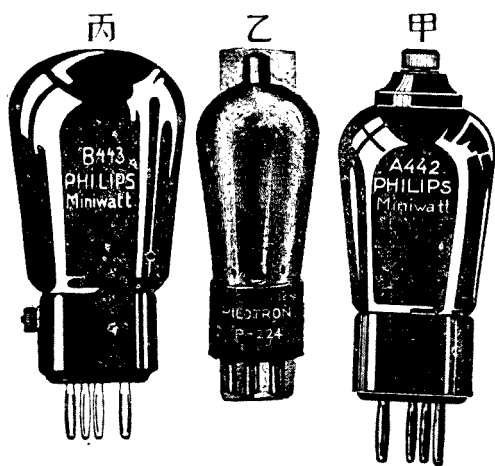


四極管

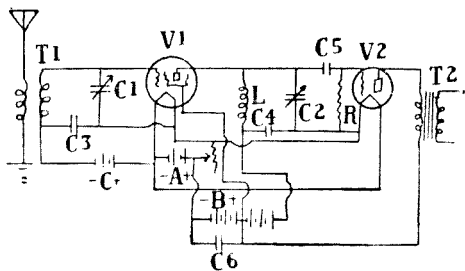
四極管，一名網柵管，就是在從前三極管的柵和屏間，再加一個網罩。如第八十八圖甲，F是燈絲，G是平常的柵，一名控制柵，P是屏，S、G就是新加的網。燈座仍和從前一樣。網極通左上方角的脚，即原來柵極的脚。控制柵在管頂中央。如第八十九圖甲和乙。如此，可以減少柵屏間的容量。因為管內通屏的線向下入燈腳，通柵的線向上到管頂，各不並行，容量自然很小。網極也接B正，通常約四十五弗打到六十七弗打，屏可用B電壓一百三十五弗打。這新加的網，功用是在幫助電子向屏盛飛。在三極管裏，電子的飛散有一定的限度。到了限度，屏流飽和，不能再加。在屏柵間加了一個網時，因為網上有正電荷，所以有吸引電子的力量。但是屏的正電荷比網更高幾倍，所以電子不會聚集網上，通過網眼，向屏飛去。三極管用作高週率放大時，B電壓平常不過六十七弗打。四極管的屏壓可加一倍。放大倍數也大增，有三四百倍那麼多。柵屏容量却大減。普通有十忽忽法拉特，四極管不過○二五忽忽法拉特罷了。所以回

授的弊病
 很少，不容
 易自生振
 動，放大的
 效力便大
 大的顯著
 起來了，第
 八十八圖
 乙是自上
 向下俯視

第 八 十 九 圖



第 九 十 圖

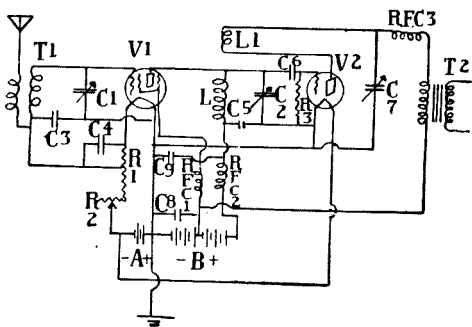


管內各極的地位，中央是燈絲F，燈絲外包控制柵G，網S，G是兩層相連的，內層在柵和屏之間，外層包在屏P的外面，這樣，彷彿是一種屏的遮隔。

用四極管作高週率放大，通常要加一弗打半的C電，如第九十圖中V₁是高週率放大，V₂是檢波。普通三極管一級高週率放大，效力很微，平常總要二級三級。四極管一級可以抵三極管兩級而有餘。若用兩級，收音距離可以大大的增加。V₁和V₂交連的方法，是用調節屏總抵抗法的。試和第七十七圖比較，L同七十七圖的L，C₂即七十七圖的C，C₅即七十七圖的C₂，R同七十七圖。不同點在C₃和C₄，這是七十七圖所沒有的。七十七圖C和L接而不直接燈絲。九十圖C₁，C₂和燈絲接而不直接T₁的次級和L，中間用C₃，C₄斷流電容器。接法雖有不同，目的是一樣的，不使B電正負短路。四極管所以不用調節變壓器交連，是因爲這等管的屏總抵抗比平常三極管大，普通高週率變壓器的初級配用不合。例如三極管作高週率放大，B電九十弗打時，屏總抵抗約有一萬二千歐姆。高週率變壓器的初級配用五圈到十五圈很合。四極管屏電壓一百三十五弗打，C電壓一弗打半時，屏總抵抗有八十五萬

歐姆，那末初級圈非三十五圈不行。三極管所以不用調節屏總抵抗交連法，是怕屏柵雙方諧振時，回授振動，使放大器變成小小的發振器。四極管屏柵容量極小，這一層弊病，可以不怕。所以現在便通行了。第九十一圖是一級四極管高週率放大，再生式檢波的線路。再加二級低週率放大，四管機可以抵以前的五管或六管機。第九十一圖比第九十圖，多再生圈L1，控制電容器C7，高週率塞流圈RFC1，RFC2，RFC3，支路電容器C8，和C9。此外一弗打半的C電改用R1代。R1是十五歐姆的固定抵抗器，在十歐姆處分出一頭。用燈絲電壓三弗打的四極管和燈絲電壓五弗打的三極管時，裝R1很合用。因為燈絲電壓相差

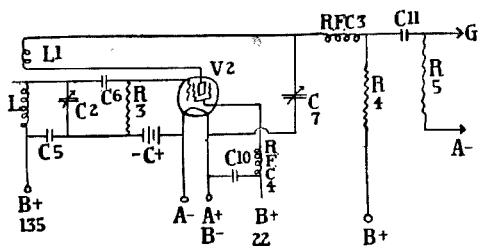
第 九 十 一 圖



二弗打，四極管燈絲電流約一三安培，照歐姆定律 $R = V/I$ 等於 V ，恰巧是二弗打餘。如此，合用六弗打的的 A 電，用 R_2 燈絲抵抗器調節，可以簡便得多。四極管的柵回路接在分頭上，離燈絲十歐姆，恰巧得一弗打半光景的負電壓，C 電因此省去。

用四極管作高週率放大時，要有良好的遮隔。不然，些少的野交連也可以妨礙放大的效能。平常用調節屏總抵抗法交連的收音機，往往把放大級和檢波級的線圈，電容器，真空管等，分別裝在鋁製或銅製的箱匣裏做遮隔，並且遮隔是通地的。天下事，一利總有一弊。四極管的高週率放大，可以說是近乎理想了。不過有一缺點，就是選擇性比用三極管的差些。原因：一是級數少，當然選擇性要差些。二，過分敏銳了，當然選

圖 二 十 九 第



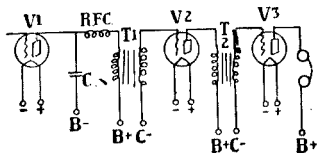
擇性也要減些。要增加選擇性而不減少敏銳性，近來通行的是超差率式線路。四極管也可以用作檢波的，例如第九十二圖。這圖的高週率放大線路省去沒有畫出。左方 L, L_1, C_2, \dots 等，參看第九十一圖。九十一圖 V_2 是普通三極管，所以和低週率放大級是用變壓器 T_2 交連的。四極管的屏總抵抗比三極管大到七十多倍，普通低週率變壓器的初級圈不能合用。所以通行用抵抗交連法。例如第九十二圖的 R_4, C_1, R_5 便是低週率的抵抗交連法。下章再說。四極管用作檢波時，網極電壓大約在二十二弗打左右。也有好多人研究過，用四極管作低週率放大的。但是現在不很行了。

問題

- 一、在什麼情況下，宜用高週率放大？在什麼情況下，宜用低週率放大？
- 二、放大級交連的方法，那一種最簡便？那一種最合理？
- 三、有什麼幾種方法，可以避免放大管自生振動？

- 四、四極管比三極管有什麼優點？
- 五、高週率塞流圈和支路電容器，有什麼重大的功用？
- 六、何以四極管的交連法不能和三極管完全一樣？

第九十三圖



第七章 音量的增大

低週率放大

高週率放大，只能增加收音的距離。若要使檢波出來的聲量宏大，在喇叭裏放音使多數人能聽，非用低週率放大不可。從理論上說，高週率放大以後，若用屏路檢波法，放大效能，和平方成比例。就是說放大倍數六時，檢波以後，可以得三十六倍。那末只須儘量的加多高週率放大的級數，然後再檢波便行。低週率放大，六倍仍是六倍，不會三十六倍的事實上却不能如此。因為高週率放大級數過多時，檢波管沒有這樣大的能力。所以高週率放大了相當程度，只得檢波。還有一半的工作，留給低週率放大管去做了。平常用兩級。過多了聲音也容易失真。

變壓器交連法

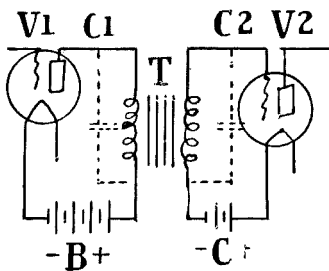
低週率放大的交連方法，也有

用變壓器的。這種變壓器是不能調節的。線路如第九十三圖。V 1 是檢波管。C 是支路電容器。R、F、C 是高週率塞流圈。這圖重在說明低週率放大，所以檢波以前都省略。關於 A、B、C 電的接法，也不過標明符號罷了。以下各圖都是這樣。圖中 T 1、T 2 都是低週率變壓器。V 2、V 3 都是低週率放大管。T 1 和 T 2 的初級接在屏路，一端接屏極，一端接 B 正。次級接在柵路，一端接柵極，一端接 C 負。C 正接 A 負是常例。這樣，屏路電流在初級裏流，使次級感應而生電壓。這電壓作用在下一級的柵路，經過真空管的放大作用，使屏路電流起同樣而力量較大的變化。C 電是用來配正柵極負電荷，使放大效力最好的。各真空管各有一定變壓器的次級，比初級的線圈大三倍、五倍、不等。因此次級的電壓可以變高。這名叫電壓放大。柵路電壓高了，屏路電流也依照真空管的放大倍數跟了起較大的變化。這叫電流放大。

低週率變壓是有鐵心的。鐵心是用對於磁力很好的薄片矽鋼做的。銅線

是極細的，在四十號以上，圈數有好幾千，初級的圈數要使在低週率範圍裏的總抵抗，和真空管相配。次級的圈數，依變壓器倍數而增加，例如三比一的是三倍；五比一的是五倍。因為圈數這樣多，所以線圈間的分佈容量也很大。如第十四圖，初級次級彷彿各有了一個並行的固定電容器。因為電容器對於週率高的交流抵抗小，所以高音部往往經分布容量逃入別路去了。這不是使音樂言語中失去了高音了嗎？所以低週率變壓器，只有用在收聽電報的，呆定一千週率或別種一定週率時，可以用十比一等高比例以外，凡是收廣播的，總在三比一光景。初級感應力約一百亨利，直流抵抗三千七百歐姆，總抵抗在週率三十二週時一萬九千歐姆，在一千週時六十二萬六千歐姆。次級感應力九千亨利，直流抵抗一萬歐姆。普通商品往往

第 九 十 四 圖

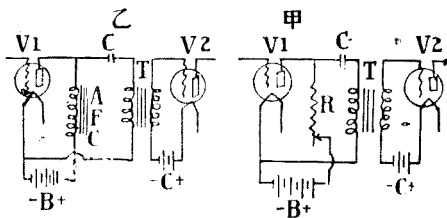


偷工減料，不能及到這標準。在比例高的變壓器，往往不肯多繞次級而減少初級。因此使初級的總抵抗不能和真空管的屏總抵抗相配。檢波管的屏總抵抗往往比放大管大。例如某種通用管用屏壓四十五弗打檢波時，屏總抵抗有一萬八千五百歐姆。若用屏壓一百三十五弗打，柵偏九弗打時，屏總抵抗只一萬一千歐姆。所以初級總抵抗高的變壓器，宜裝在第一級。

變壓器的鐵心要用上好的矽鋼，要用薄片，這樣才可以多容磁力線。鐵心的尺寸宜大，太小了磁力線容易飽和。但是初級裝在B正到屏極的電路裏，常常有若干釐安培的直流電通過，鐵心生成了永久磁場，彷彿也成了一種飽和的現象，極容易使放大的聲音失真。要免這弊，可用第九十五圖的裝法。甲圖，變壓器T的初級一端接固定電容器C，又一端接B負。由屏極接C的又一端及R。R通B正。這樣，直流B電不入T的初級。C的容量約二到四忽法拉特。R是活動抵抗器，有三萬歐姆。或者如乙圖，AFC是低週率塞流圈，要有一百亨利。第

九十六圖又是一種方法。V1是檢波管，C1及RFC同前。R是固定抵抗器，第一級用一萬歐姆，第二級以後用三萬歐姆。V2 V3是放大管。C是固定電容器。T是自變壓器。自變壓器的做法，和前述變壓器不同。鐵心是一樣的，不過線圈却只有一個。在中間某一部份抽一分頭。分頭對於一部份和對於又一部份圈數的比平常是三半比一少的一部份作初級，全體作次級。所以成功四半比一。這種自變壓器，可以節省好多銅線。因此線圈間分佈容量也減少了許多。高音的失真可以避免。要低音放大得好，只須把C的容量配好。以上各法屏路B電

第 九 十 五 圖



第 九 十 六 圖

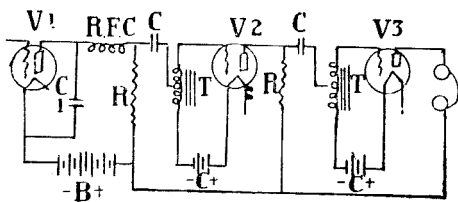
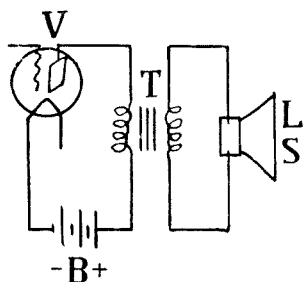


圖 七 十 九 第



和交連兩路並聯，所以名叫屏路並饋法。

柵偏與失真

失真的原因或者是爲

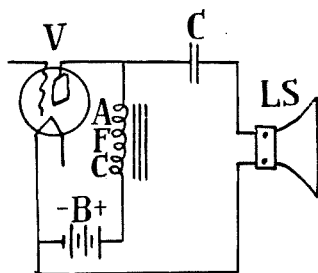
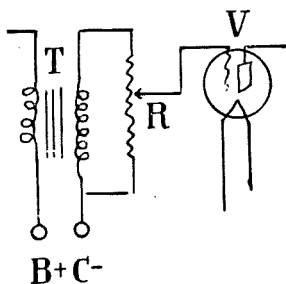
了柵偏不合，真空的檢波作用和放大作用，所須柵偏是各不相同的。在檢波時，我們要使交流的

一半消滅，在放大時，我們要使屏流的變化完全很忠實的跟了柵路電壓的變化，絲毫不失真相。

關鍵全在柵極的電荷，各種真空管各有一個特性。要柵偏到某程度時才能使檢波的效能最大。若要使放大忠實，柵偏又須另一電壓。製造廠家，常把此等特性印在說明書裏，或匣子上面。通例，放大愈在後級，B電壓愈高時，柵偏也愈大。有所謂強力真空管的，專供末級放大用。放大的倍數並不很大，屏總抵抗也較小。屏電壓却要較高，屏電流也較大。柵偏也很多，有二十幾弗打的，也有四十多弗打的。末級用了強力管後，屏流很大，不宜直接通過喇叭，使喇叭裏線圈斷線。

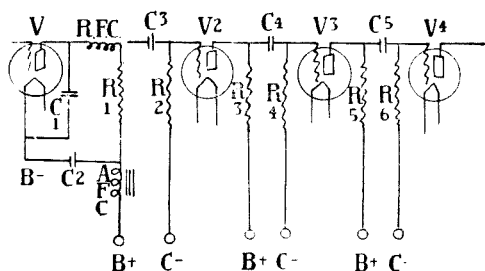
圖 九 十 九 第

圖 八 十 九 第



如第九十七圖T是一比一的變壓器，初級接在屏路，喇叭LS接在次級。第九十八圖又是一個方法。AFC是三十亨利的低週率塞流圈，C約二到四忽法拉特。這叫輸出濾流器。用強力管放大以後，如逢本地播音，聲音嫌得過響，宜在第一級放大的柵路裏，照第九十九圖法，裝一個音量調節器R。這是五萬歐姆的分壓器，接在變壓器次級的兩端。柵極接分壓器的活動臂。在變壓放大的線路中，如生叫聲，在第一級變壓器次級的兩端裝一個十萬或七八萬歐姆的固定抵抗器，可以避免音量調節器也可以裝在天地線路裏，也可以裝在高週率放大級裏。也有高週率放大級裏與低週率放大級裏同時

圖 百 一 第



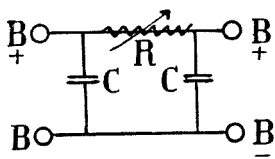
都裝的。

抵抗交連

力量，雖不及變壓交連的大，然而聲音清楚却要勝過變壓器的交連。不過二級低週率放大級用抵抗器作交連的，也很普通。每級放大的

是不够的，往往要用三級，甚至用四級。末級用強力管時，兩級也比平常兩級變壓交連輕。線路如第一百圖。V 1 是檢波管。C 1 和 R F C 同前。V 2, V 3, V 4 是三個放大管。C 3, C 4, C 5 等是斷流電容器，普通有二忽法拉特的容量，小到 $\cdot 01$ 也行。在屏路裏的固定抵抗器 R 1, R 3, R 4, 平常是十萬歐姆。在柵路裏的 R 2 是一百萬歐姆，R 4 是五十萬歐姆，R 6 是二十五萬歐姆，也有各用一百萬歐姆的。柵路抵抗太小了，聲音輕微。太大了，強音容易

圖 一 百 一 第



被阻。屏路有了十萬歐姆的抵抗，B 電壓一律要在二百八十弗打以上。有爲抵抗交連特製的真空管放大倍數較大，屏總抵抗也很大，屏電流只有十分之一二釐安培。在抵抗交連的收音機，如 B 電用舊或蓄電池放電將完時，極容易發生一種汽船聲，連續不斷的響着，阻礙收音。用代 B 電的，也往往遇這困難。這是因爲電池裏內抵抗變了一種交連。第一百圖裏的 C₂ 和 A F C，就是補救這汽船聲的。C₂ 約二到十忽法拉特，A F C 約三十到五十亨利。或如一百一圖，在 B 負和檢波管的 B 正間加一濾流器。由二個二忽法拉特的固定電容器 C 和一個一萬歐姆的活動抵抗器 R 組織而成。在變壓器交連的機裏發生汽船聲時，可以把某一低週率變壓器初級的两个接頭對調就能停止。

總抵抗交連

如第一百二圖是一種總抵抗交連法。就是把第一百圖

兩者間裝一個·一忽法拉特的固定容量而屏路用的感應有一百亨利時，放大的效力極好，因為合用一個鐵心，所以AFC₂有感應電發生，因此放大的力量可以加大。

在實際做收音機時，以上各法可以混合配用。例如第一第二級是抵抗器交連，末級是變壓器交連，合成三級變壓器交連和別種交連合用時常在末級變壓器比例高的，常居末級。這樣可以避免使真空管負擔過度——省名過荷。過荷，便要失真。變壓交連放在末級還有一個好處，就是容易糾正汽船聲。如有發現，只須把初級兩接頭互調便可免去。

推挽式

要得強大的聲音使廣大的地方，羣衆都能聽到，一定要用強力的喇叭，要使強力的喇叭發音，一定要有強力的放大。通行的強力放大器，有的用來放大演講使廣大的聽衆可以全體聽到，有的用來放大有聲電影的言語音樂。運動會，禮拜堂，羣衆的大集合，都要利用。在強力放大器的末級總是用

強力管的，而且通行的是推挽式線路。如第一百五圖，兩個強力管，燈絲是並聯的。柵極接推挽式變壓器T，二管的柵分別接次級兩端，次級中心接C負。屏極分別接推挽式低週率塞流圈兩端。塞流圈中心接B正。這樣，兩個強力管交互作用，彷彿一推一挽的樣子，所以叫做推挽式。AFC也可以用變壓器代，如第一百六圖。初級兩端分別接兩管的屏極，中心接B正，次級接喇叭。第一百五圖的變壓器名叫推挽式輸入變壓器。第一百五圖的，名叫推挽式輸出變壓器。推挽式的要點在兩管和線路兩半的平衡。變壓器或塞流圈裏的中心，若不在正確的中點，極容易因回授作用而生振動。在C負

圖 四 百 一 第

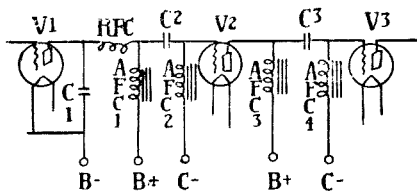


圖 五 百 一 第

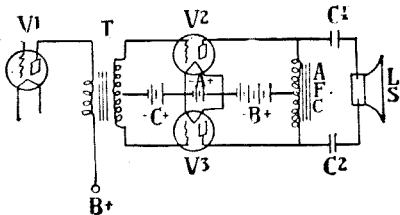
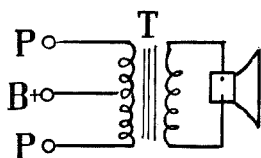


圖 六 百 一 第



和輸入變壓器次級的中心間加一個低週率塞流圈（用低週率變壓器初級代亦可）或五萬歐姆的固定抵抗器，可以阻止在B正和輸出變壓器初級的中心間加三十亨利的塞流圈，也有同一效力。

五極管 四極管用在高週率放大，效力很好，前章

已經說過，有許多人試過，用四極管作低週率放大，效力未見得十分顯著，而交連的方法却比三極管麻煩，原因是，高週率放大重在電壓變化的擴張，低週率放大却要使電流的變化增多，要屏電流的變化增多，網極的電壓宜加高，四極管的網極電壓，一定要比屏極低，若過高了，反而阻礙電子的飛散，新近流行的五極管，可以把這點補救，就是在網和屏的中間再加一個柵，這柵不通外面，在管內直接燈絲，因為燈絲是帶負性的，所以網極電壓加到和屏極一樣時，電子的分散不但不受阻礙，反而可以增加，如第一百七圖，F是燈絲，G是控制柵，

圖 七 百 一 第

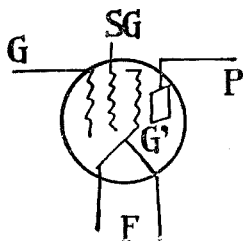
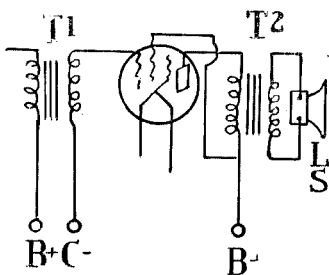


圖 八 百 一 第

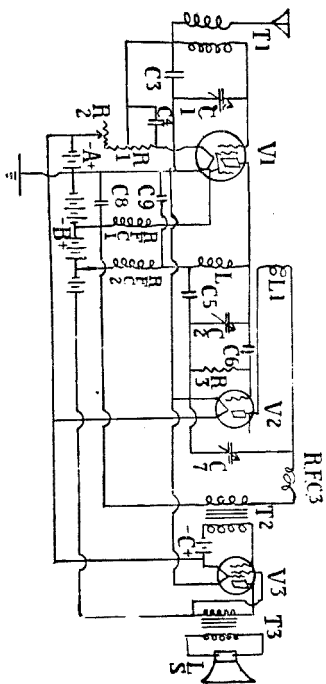


九圖內網極電壓和屏極一樣。至少要一百五十弗打，多的有三百弗打。屏流很大，有三十五釐安培的。所以喇叭接在屏路裏，很不妥當。第一百八圖的T₂是一比一的變壓器，和前面九十七圖一樣。初級線圈不能用細線，因為屏流很大。圈數不能過少，因為要和屏總抵抗相配。次級只要保持對初級是一與一的比，線稍細也不妨事。第一百九圖是一個三管機的全線路圖。V₁是四極管的高

S、G'是網，P是屏，G'是新加的第三柵，亦叫抑制柵。這種真空管的外形和四極管有些兩樣。控制柵的地位和三極管一樣，通入左上角的燈腳裏。網通燈座，外有一個螺絲，接到B電正極。如第八十

週率放大, V_2 是三極管的再生式檢波, V_3 是五極管的低週率放大, 全機只有三個真空管, 效力和五管機彷彿。這圖前半 V_1, V_2 的線路和前章第九十一圖完全相同, T_2 可以用上等三比一低週率變壓器, T_2 以後, 就是第一百

圖 九 百 一 第



八圖, 若在高週率級再加一級四極管放大, 收音距離可以大增, 有了兩級高週率放大, 連檢波級共有三個活動電容器調節, 改用聯合電容器時, 只有一個調

節。用二級四極管高週率放大時，檢波管不必再加再生圈。低週率放大，在檢波後，可以用抵抗交連法，加一級三極管放大，然後末級用變壓器交連或抵抗交連五極管放大。如此，平常用已經太響了。用在大的演講廳裏，末級可用五極管作推挽式放大。聲音很強時，普通喇叭力不勝任，要改強力喇叭才行。第八章我們來講喇叭罷。

問題

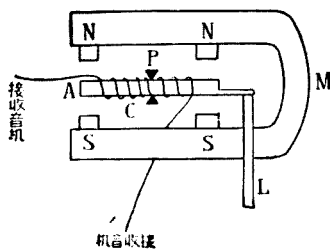
- 一、第九十六圖和第一百三圖，有什麼兩樣？
- 二、何以第一百三圖不能叫做屏路並饋法？
- 三、用二級變壓器交連，變壓器三比一，真空管放大倍數九，共放大幾倍？
- 四、用一級變壓器交連，變壓器三比一，五極管放大倍數九十六，共放大幾倍？
- 五、試在第一百九圖V2和V3間，加繪一級三極管的放大，用抵抗交連法。
- 六、試把第一百五圖推挽式末級放大改繪五極管。

第八章 收音器的進步

收音器

收音器俗名喇叭。從前的構造，和聽筒彷彿。不過一切都比聽筒大。另外有一個金屬的匣子裝這喇叭頭。喇叭筒是接在匣子上的。發生聲音的理由和聽筒完全一樣。膜片的振動是跟了屏路裏電流的變化。膜片振動所生的聲音經喇叭筒裏的空氣傳出來，達到人的耳朵裏。這種喇叭頭聲音是從薄鐵膜片振動發生的，所以名叫鐵膜喇叭頭。這種唱頭擔負不起大力量。因為膜片和磁石兩極的距離不可太遠，太遠了吸引力弱，聲音輕。若使膜片和磁極的距離靠近，那末達到強大的聲音時膜片完全被磁石吸住，在磁極上相碰，於是有一種敲打的雜聲發出。而且鐵膜自身也有一個固定的週率。所

圖 十 百 一 第



收聲音若和這週率相同時，因諧振而聲音特強，不諧振的，聲音較弱，因此腔調十分難聽。

平衡電樞頭

這是一種改良的喇叭頭，構造和前一種不同。放在磁石極端的鐵膜不用了，改用一个鐵做的電樞，放在大馬蹄形磁石兩極之間。如第一百十圖。M是大馬蹄形磁石，南S北N兩極間有一個電樞A，A的中心是支持軸P，A的外面是線圈C。這是由好幾千圈細銅線繞成的。永久磁石的兩極是固定的。電樞外線圈，接收音機。因線圈中電流通過而生磁場。電樞的兩極，和永久磁石相異的互相吸引，相同的互相排斥。電樞的磁力跟了線圈中電流的強弱而變。就是在磁石兩極間吸引排斥的大小，和電流一致。電樞連槓杆L，接膜片通喇叭筒，或由槓杆直接紙錐筒。膜片是用雲母或鋁做的，不用鐵。電樞的支持軸在中心，所以兩端的運動，力量平衡。聲音比膜片頭清楚，而且可以擔負較大的力量。不過敲打聲的缺點，仍舊不能完全免除。因為電樞和磁石兩極的

圖 一 十 百 一 第

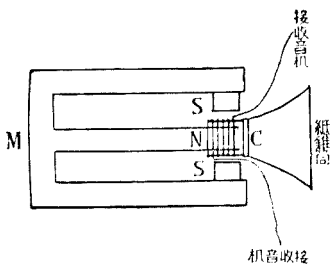
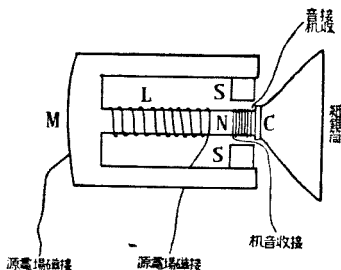


圖 二 十 百 一 第



距離不能過遠。過遠時敏銳度大大的減小了。在從前收音機放大力不大時，膜片頭可以應付。後來放大的力量增加了，喇叭頭便改良而有平衡電樞式。

線圈移動頭

近來的放大，力量更大。平衡電樞頭又嫌不能勝任，於是

有線圈移動頭出世。如第一百十一圖，永久磁石 M 是山字形的。在中央的外面，

套一個輕小的線圈 C，名

叫聲音線圈。線圈接兩

端通收音機。線圈接牢紙

錐筒，或由槓杆連接雲母

片通喇叭筒。這樣，電流在

線圈中流通時，線圈發生

磁場。和永久磁石相吸或

相斥，線圈便沿了磁極移進或移出。進出的方向和磁極並行的，所以即使距離

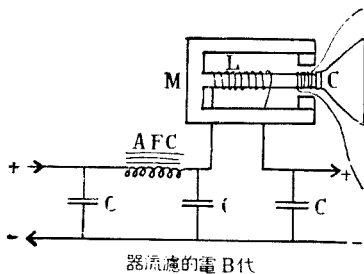
極小，也不會相碰而發生敲打聲。

電動喇叭

電動喇叭就是線圈移動式的一種。不用永久磁石，改用力量很強的電磁石。這樣，磁場極強，可以擔負很大的力量。近年來新式的收音機，不論大小，總是用這一種的。如第一百十二圖，磁石 M 外有線圈 L，線圈 L 中通了電，M 才有強大的磁

力。L 中電流斷時，M 的磁力便消失。供給 L 的電流，名叫磁場電源。用蓄電池供給直流電，是一個方法。裝在代 B 電的濾流電路裏，如第一百十三圖，又是一法。用

第一百十三圖



第一百十四圖

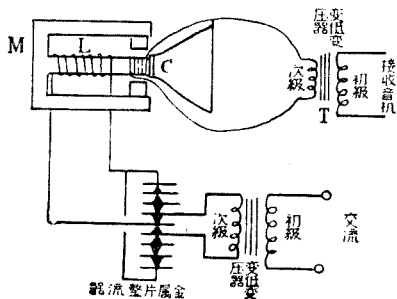
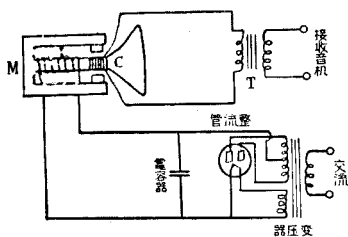
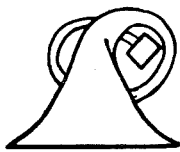


圖 五 十 百 一 第

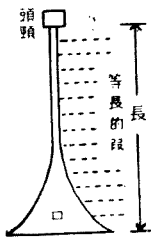


這方法時，電磁石外的線圈L，同時兼作代B電中的一個塞流圈。新近流行的交流機大多採用這法。在強力放大的電磁喇叭，往往是另外利用交流，經整流後通到線圈L。關於整流方法以及代B電等，到下章再說。第一百十四圖是一種用金屬片整流器的例子，第一百十五圖是一種用真空管整流器的例子。這種喇叭頭裏的聲音線圈是很小的，圈數不能多，平常在一百圈左右。總抵抗在一百週率時只四歐姆，在六千週率時不過二十歐姆。如此小的總抵抗，決不能直接在放大管的屏路。因為放大管的屏總抵抗總在幾千歐姆以上。所以用電動喇叭時，放大管的屏路要接在變低的變壓器上。（例如第一百十四圖，一百十五圖的T）初級的圈數很多，可以和屏總抵抗相配。次級的總抵抗和喇叭頭裏聲音圈相配。這種由高壓而低壓的名叫變低。低週率

圖七十百一第



圖六十百一第



或高週率變壓器由低壓而高壓的名叫變高。

喇叭筒的進步

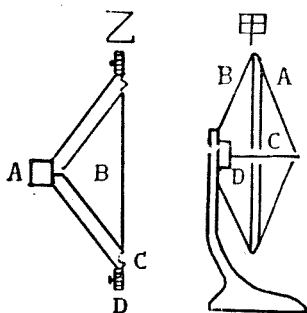
喇叭的進步，如上述。喇叭筒也跟了有好多的變化。從

前是用頸細口大的喇叭筒。頸口小大以及筒的長短和聲音很有關係。因為喇叭的作用，彷彿是使筒裏的空氣，對於膜片特別加多壓力。因為這壓力加重，所以膜片的振動似乎格外要努力。由細小的頸漸漸向廣大的口展開，聲音可以

遠送。試把喇叭筒拿去，膜片就容易發出敲打的聲來，同時音量就減輕好多。喇叭的大小尺寸，據現在的通例，是按照二的方指數展開的，所以名叫指數展開式。如第一百十六圖，把喇叭筒全長等分做若干段，由頸始，每向口進展一段時，空氣截面積是頸的兩倍；進展到二段時，空氣截面積是前段的兩倍。如此遞進，每展一段，截面大兩倍，就是每展開一段，截面積的倍數是

2 的指數加一次。要使筒不把膜片所發三十二週率以上的聲音阻擋，筒的構造應如下：頸的直徑約十六公分，面積是二百零一平方公分。筒長等分每段假定是六十公分。每段三十公分長或四十公分長也無不可。不過每段愈短，展開愈快。展開得快時，低的週率容易被阻擋。要三十二週率以上不被阻時，每段的長，要六十公分。若改短了成三十公分，那末六十四週率以下的聲音，都被阻擋了。每展六十公分一段，空氣截面積加倍。在六十公分處，面積四百平方公分；一百二十公分處，面積八百公分；依此類推。假定空氣中聲音速度是三百四十公尺，那末三十二週率的波長是十一公尺。十一公尺就是一千一百公分。喇叭口的直徑要展開到三十二週率的波長的四分之一，才能避免筒的本身的諧振。一千一百公分的四分之一是二百七十五公分。直徑二百七十五公分時，面積約五萬九千平方公分。照上面每長六十公分面積展開加一倍，到長四百八十分時，面積才不過五萬一千二百平方公分。喇叭筒全長要五公尺多才行。如

圖 八 十 百 一 第



此喇叭，除有聲電影院以外，平常是太累贅了。普通喇叭的展開，每進展一段時，面積不是加倍的，不過相當於加倍數目的百分之七到百分之十光景罷了。阻擋去的低週率我們聽不到了。但是低週率的倍週率是可以聽到的。如第一百十七圖，較長的筒，可以卷曲作蝸牛壳形，不過形式欠雅觀些。喇叭筒的質料要不易起諧振的，最忌用金屬。

紙錐筒

喇叭筒改成紙錐筒，是一個很大的進步。用特種紙做成圓錐

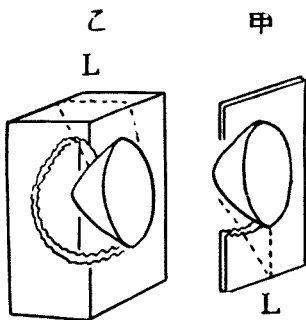
形，頂點直接喇叭頭。這樣，喇叭頭的振動拉動錐筒，由錐筒的振動，把聲音傳到空氣。在低週率，錐筒全體振動。在高週率，只有靠近頂點處振動。四週因紙錐的惰性而不振。有兩種裝法，一種錐筒週邊固定的，如第一百十八圖甲。A B是兩個錐筒，週邊裝牢在架子上面。喇叭頭

D 接槓杆 C, 和 A 錐頂點連結。又一種是錐筒週邊不固定的, 如第一百十八圖乙, 喇叭頭 A 接牢錐筒 B 的頂點, 錐筒週邊由彈性的毡或皮革和架子 D 相連, 不固定的錐筒振動自由, 聲音格外清楚, 所以近來通行的都是這種。錐筒週邊的直徑有小到十五公分的, 也有大到九十多公分的。常用的, 直徑在三四十分左右。頂點上常裝調節的螺絲, 因為即使是特製的紙, 也難免因氣候的冷熱燥濕而生若干變化, 有調節的螺絲, 可以隨時矯正。

擋板

紙錐筒完全在空氣裏, 前後振動時, 筒前的空氣若變密, 那末筒後的空氣便變疏。反過來, 筒前空氣若變疏, 那末筒後空氣便變密了。這疏密的變化, 傳到空氣中, 就是聲音。若在疏密變化週率的範圍以內, 前面密的空氣, 沿紙面向後流動, 去補充筒後的疏處, 那末疏密變化便相抵消, 喇叭頭雖振動紙筒却不跟了振動。要免除這弊病, 宜裝一擋板, 如第一百十九圖甲, 使空氣不會沿錐筒紙面向後流動, 而要繞道經過板面, 如點線所示的 L L 的距離要在聲

圖九百一第



音週率範圍以外。在三百週率的聲音，這距離約須二十五公分已够。在三十週率的低音却非三百三十公分不可。實際決沒有如此大的，總不外一百二十公分左右。因為低音有倍週率可以利用，即使三十二週率消失了，六十四週率我們還可以聽到的。如第一百十九圖乙，擋板是作箱形的，距離 L ，自錐筒週邊，經箱板，由箱後再到筒的背面，箱後面切不可密閉。不然，箱內發生諧振，某一週率特別加強，腔調非常難聽。如要避免箱內灰塵，後面板上可以留出孔洞，使空氣流動自由。箱內再糊不易振動的毡，免除諧振。

問題

- 一、喇叭頭有幾種式樣？那一種效力最大？

- 二、錐筒比喇叭筒的優點是什麼？
- 三、喇叭筒宜聽平劇，錐筒宜聽西樂，確嗎？什麼道理？
- 四、喇叭頭裏用電磁石的，何以比用永久磁石的力量大？
- 五、電動喇叭能不能裝在普通用三極管兩級低週率放大的收音機上？什麼理由？

第九章 電池的淘汰

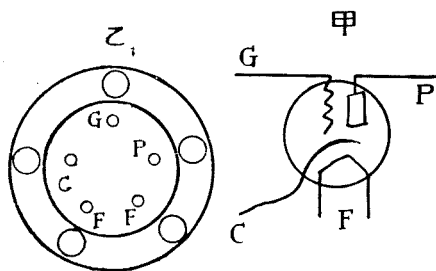
電源

從前收音機，凡是電源，不論點燈絲的A電，柵路的C電，屏路的B電，總是用直流電的。A電的電壓不大，電流較多，所以通例用蓄電池。有所謂省電真空管的，燈絲電流不十分大，那末用乾電池作A電源也行。C電差不多只用電壓，小小乾電池當然可以應用。B電的電壓是很高的，但是電流很小，仍舊可以用乾電池。有一時，也盛行過小形蓄電池。但是乾電池不經濟，蓄電池保管手續麻煩。日夜有電燈的城市裏，儘可以設法利用交流電，何必再用蓄電池和乾電池？近年來收音機的進步，這一方面非常的快，差不多乾電池蓄電池只供鄉村小城鎮用了。對於電池收音機言，現在的，統叫燈電收音機。普通的燈電是交流的居多，所以近年來交流收音機便盛行了。

交流管

普通真空管的燈絲，用交流電點時，收音機裏有一種嗡嗡的

圖 十 二 百 一 第



蜂聲。這是因為交流燈電，平常是五十或六十週率。這週率在我們人耳能聽的範圍裏，要用交流電點燈絲，真空管的構造要改良才行。有一種是把燈絲縮短，加粗。這樣，燈絲電壓不過在一、二弗打之間。這種真空管用作高週率放大或低週率放大，都可以不生問題。惟用作檢波時，蜂聲依然不小。所以後來有間接熱

管的發明。如第一百二十圖甲，G是柵，P是屏，F是燈絲。新加了一個陰極C。C是專任電子的放射，F任熱的供給。交流電只在F路中流通，C受熱後，放射電子。這叫做間接熱式。不用陰極的，叫直接熱式。高週率放大用的四極管，現在也用間接熱式。低週率放大用的五極管，却用直接熱式。因為在檢波以後，交流的蜂聲為害較小，所以用直接熱式也不妨事。間接熱式多了一個陰極的，腳燈座要用五孔的，如第一百二十圖乙。

圖 二 十 二 百 一 第

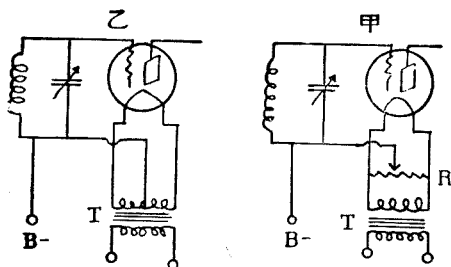
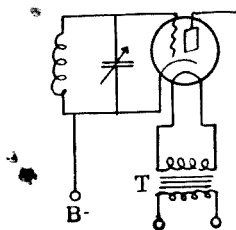
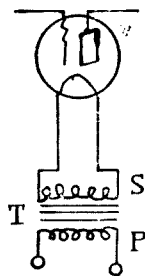


圖 三 十 二 百 一 第



燈絲電壓在直接熱的，不過一、二弗打，就是末級放大的強力管和五極管，也不過四、五弗打。燈電普通用二百二十弗打或一百十弗打。一定要有一

圖 一 十 二 百 一 第



個變低的燈絲變壓器才能使二百二十或一百十弗打的高壓變成一、二或四、五弗打，來供燈絲的用。如第一百二十一圖的T，初級P接燈電，次級S接燈絲。柵回路的接頭，在放大級常接在A負，在檢波級常接在A正。改用交流以後，正負交互往來，柵回路的接法，如第一百

二十二圖甲法，在燈絲變壓器的次級，裝一隻中心分頭的固定抵抗器R，把柵回路和B負接在這中心分頭上。乙法，在燈絲變壓器的次級線圈上抽一個中心分頭，把柵回路和B負接上。這是直接熱式真空管的接法。間接熱式如第一百二十三圖，柵路和B負接在陰極，和燈絲不生關係。我們爲說明便利起見，一步一步的從A電講起。實際，燈絲變壓器往往和下面講的代B電用變壓器合在一起的，統名電源變壓器。凡供給燈絲交流電的接線要相絞作普通花線形，使兩線中電流正負不同點常在隣近而相消，可以減去蜂聲。

柵偏 柵偏平常是用C電池的。在交流機，可以利用B電壓的降落。照

歐姆定律，抵抗乘電流等於電壓。在電路裏加上一個抵抗，例如二千歐姆，而通過三釐安培電流時，電壓的降落是六弗打。這樣，便可以得到柵偏抵抗的多少，要看所用真空管而定。例如屏流三釐安培，柵偏六弗打的管，照歐姆定律算，抵抗是二千歐姆。接法，在直接熱式，如第一百二十四圖甲或乙。試和第一百二十

二圖比較， R_2 是在 B 負和柵回路接燈絲的中心間，C 是供高週率通過用的支路電容器，容量約 $\cdot 0$ 一忽法拉特。在間接熱式，如第一百二十五圖試和第一百二十三圖比較， R 在陰極和 B 負間，或者如第一百二十六圖甲乙，燈絲的中心和 B 負相接，使陰極通地，這是比較道地的接法，平常多用一百二十五圖的方法。第一百二十七圖是二個真空管合用一個抵抗器得柵偏的方法，抵抗的歐姆數，應減半。三管合時，只須三分之一。餘類推。

代 B 電

如上述，用燈絲變壓器，我們可以把 A 電池淘汰；用固定抵抗器可以把 C 電池淘汰。方法都不很複雜，惟有 B 電池的淘汰，不能如此簡易。原因是 B 電一定要直流的。如要淘汰 B 電，非設法把交流改成直流不可。要把交流改成直流，應當整流。整流的方法有好多，近來通行的，用二極管。如第一百二

第一百二十四圖

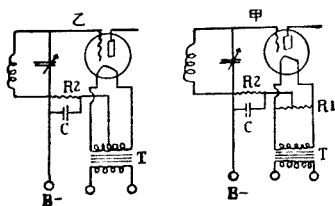


圖 五 十 二 百 一 第

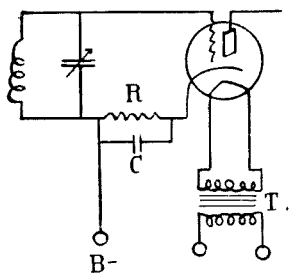


圖 六 十 二 百 一 第

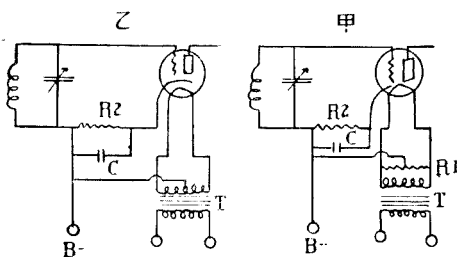
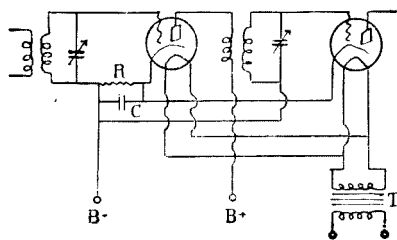


圖 七 十 二 百 一 第



十八圖是半波整流器。T 是電源變壓器，初級 P 接燈電，次級 S 1 接整流管的燈絲，中心分頭通到外面，這是變低的。S 2 一端接屏極，一端通到外面，這是變高的。如甲，交流電使次級 S 2 上端正下端負時，屏極得到正電壓，燈絲放射電

圖 八 十 二 百 一 第

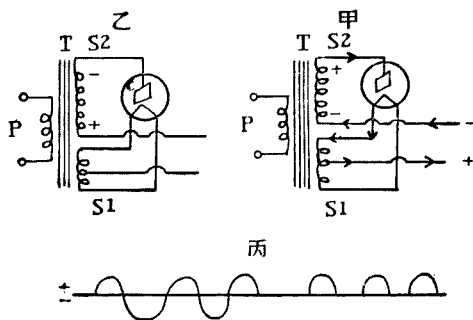
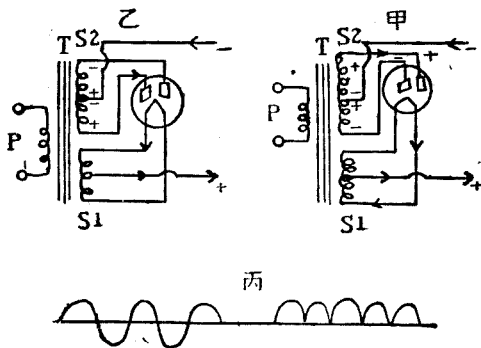


圖 九 十 二 百 一 第



子，管內電流照箭的方向經燈絲，由中心分頭通到外面，再入S₂負的一端。如乙，S₂上端負下端正時，屏極得到負電壓，燈絲電子不易放射，管內電流停止。所以原來的交流如丙圖左半的樣子。整流以後一半阻止，成丙圖右半的樣子。

這法只整流波的一半，所以名叫半波整流器。第一百二十九圖是全波整流器。真空有兩個屏極。變壓器次級S 2中心分頭，通到外面。如甲，右方的屏得正電壓時，電流由右屏向燈絲流通，經燈絲的中心分頭，流到外面，再由S 2的中心分頭流入S 2的上半，回到右屏。這時左屏有負電壓，電流不通。如乙，右屏有負電壓時，左屏有正電壓，電流由左屏向燈絲流通，經燈絲中心分頭流到外面，再由S 2中心分頭流入S 2的下半，回到左屏。這樣，交流的兩半，由左右兩屏分別整流。結果，丙圖為方形式的交流，成功右方的樣子。

濾流器

整流出來的直流，如上二圖的丙，是斷續的；方向是一個，強弱却有變化。用到屏路裏去，還是不行。務必使直流不生強弱變化。如第一百三十圖的C 1, C 2, C 3, 和A F C 1, A F C 2, 合組成的，名叫濾流器。三隻電容器的容量很大，從四忽法拉特到十忽法拉特。二個塞流圈的感應各約在二十到三十亨利光景，也有用五十亨利的。電容器的功用，是在電流強時，蓄積起來，到

圖 一 三 百 一 第

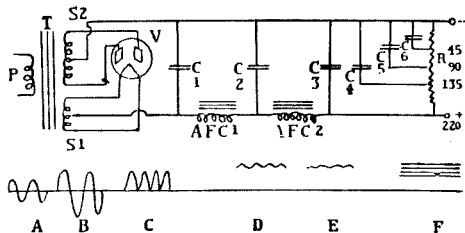


圖 一 三 百 一 第

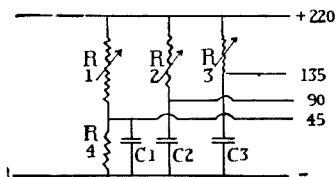
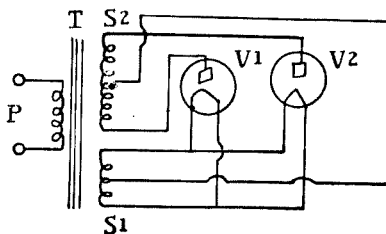


圖 二 三 百 一 第



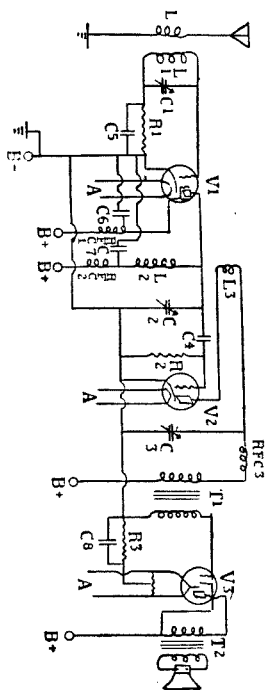
電流弱時再漸漸的放電。塞流圈是使交流難通。隔幾千歐姆抽一個頭。再各裝一個一或半忽法拉特的電容器。C 5 C 6 等。這樣，所得電流差不多完全是直流，而且各分頭有各各不同的電

壓，分別供檢波，高週率放大，低週率放大等用。如圖下所示，A 是燈電交流，經電源變壓器後，電壓變加如 B。整流以後，交流成斷續的直流，如 C。經 C₁、A、F、C₁ 到 C₂ 後，電流的強弱變化很少，如 D。再過 A、F、C₂、C₃，差不多已成完全直流如 E。到分壓器各接頭時，如 F，是各種不同電壓的直流。分壓器亦可以用活動抵抗器，如第一百三十一圖。除 R₄ 是一萬歐姆的固定抵抗器外，R₁、R₂、R₃ 都是活動可以調節的。現在通行的，電源變壓器上連同燈絲用的變低次級圈也繞在一起，所以代 B 電中也兼供 A 電源。這種名叫電源供給器，亦名代 A、B 電。現在通行的二極管，全波式的，電流較大，電壓不能過高。半波式的電壓很高，電流往往較小。如第一百三十二圖，把二個半波式二極管合作全波式時，電流電壓，都能很大。

量代 B 電用的電壓表，宜用內抵抗很大的。這樣，表裏消耗的電流較小，所測電壓的數目，可較正確。因代 B 電有一個特性，電流用得較多時，電壓要降落

的。例如只用電流十釐安培時，電壓可得七百弗打。若電流用到一百釐安培時，電壓便只剩四百五十弗打了。總之，代B電的電力，是有一定限制的。代B電如發生汽船聲，可以用第七章第一百一圖的方法免除。蜂聲是交流機的大缺點，現在還不能完全制止。普通自己裝的交流機，往往因各部份磁場的交連而生可厭的蜂聲。電源變壓器，濾流用塞流圈，低週率變壓器等，都是有磁場的。若彼此的地位生了交連，便生蜂聲。低週率放大改用抵抗交連，可以省去低週率變

圖 三 十 三 百 一 第



壓器，免得它把交流週率吸收了放大出來。上述各零件的距離宜遠，或者使磁場的方向互成直角，如第七章八十五圖甲。柵路屏路的接線愈短愈好。不和通燈絲及其他交流電的接線相近。有時，換了真空管，也可以減輕蜂聲。

第一百三十三圖是交流三燈機。高週率放大V1用四極管。再生式檢波V2用三極管。低週率放大V3用五極管。線路和第七章第一百九圖彷彿。V1的柵偏是用R1得到的。V3不用C電，由R3得相當柵偏。燈絲和B負B正各端都應接到相當的變壓器次級和代B電上。圖中省略，沒有繪出。照這線路，成績比第七章第一百九圖更響。

問題

- 一、燈絲電用電池和用交流電各有什麼利弊？
- 二、代B電共有幾部份？各部有什麼功用？
- 三、交流燈何以要用間接熱式？五極管何以是直接熱式？

- 四、本章第一百三十二圖和第一百二十九圖甲有什麼異同的地方？
- 五、本章第一百三十三圖和第七章第一百九圖有什麼異同的地方？
- 六、蜂聲和汽船聲的原因有什麼不同？各有什麼補救的方法？

第十章 短波的特性

短波 短波是對長波說的，實在是一個相對的名詞。二百到六百公尺範圍裏的波長，是一向用作廣播的，我們可以叫做長波。那末在二百公尺以下的波長，都可以叫短波。用短波來通報或者廣播，是近年才流行的事。但是業餘家研究短波，却有很久的歷史。從前人以爲二百公尺以下的波長是不適用於正式交通的，所以規定把短波給業餘家用。那知業餘家研究的結果，竟有出於常人意想不到的成績。近年來大家都知道利用短波。大規模的電臺，播音時往往長短波並用。國際間的電報臺，電話臺，也是用短波的居多。還有業餘家的私人電臺，也完全是用短波的。用短波時，電力不必大，然而效力却可以及遠。

以前說過，電波每秒速度是三萬萬公尺。用每秒週率除這數目，便是波長的公尺數。所以二百公尺波長的週率是一百五十萬；十公尺波長的週率是三

千萬短波，就是週率高的電波。週率很高的電波，有好多特別的性情。第三章講到電波進行時，關於衰落、越距等特性，都已說過。短波收音機，有和長波收音機不能全同的地方。機中物品的地位和接線，要特別注意。因為些少的感應或容量，對於高週率有極大的影響。柵路屏路的接線愈短愈好；兩者離開得愈遠愈好。柵路接線，接通活動電容器的，務必接在定片，動片使通燈絲遮隔，通地，都是很重要的。人體作在短波機特別的顯著，當設法免除。不然，收音極難調節。高週率放大級數不能過多。太多，極不穩定。現在通行的，一級四極管的高週率放大，一級再生式檢波，二級三極管或一級五極管低週率放大。

插入式線圈

凡要使廣播的聲音好，各電臺應占有一萬週率的一段波帶。在二百到六百公尺波長的範圍裏，週率是一百五十萬到五十萬。全體共占一百萬週率。平常用一個 $\cdot 00035$ 忽法拉特的活動電容器，配上固定的線圈，儘可以調節應用。度盤分作一百度，如用直線週率式的活動電容器，恰

恰每一度合一萬週率，一個電臺這樣調節起來，不會過分的精銳。短波從二百公尺到五公尺的波長範圍，週率是一百五十萬到六千萬。全體共占五千八百萬週率，不是比長波大了六倍！這樣廣大的範圍，那裏可以用一個線圈和一個電容器來調節？若然，那末分作一百度的度盤上，每一度裏有五十八萬五千週率。如此精銳，那裏能調節？所以近來通行的是用一個容量較小的電容器，約○○○一五忽法拉特，配上一組插入式線圈。通例分四個，一是一百六十公尺，一是八十公尺，一是四十公尺，一是二十公尺，或分三個，一是五十公尺，一是二十五公尺，一是二十公尺。前一種是湊合業餘短波的範圍，後一種是湊合短波播音的範圍。插入式線圈的形式如第一百三十四圖。各有插腳。機裏裝燈座或特製的插座，接線都在座上。電容器不能超過○○○○一五忽法拉特。如用○○○○三五忽法拉特的，動片完全和定片不相重時，所有容量，不能調節到十七公尺的波長以下。容量減小了，調節起來又便利。短波機常用微動度盤的。

圖 四 十 三 百 一 第

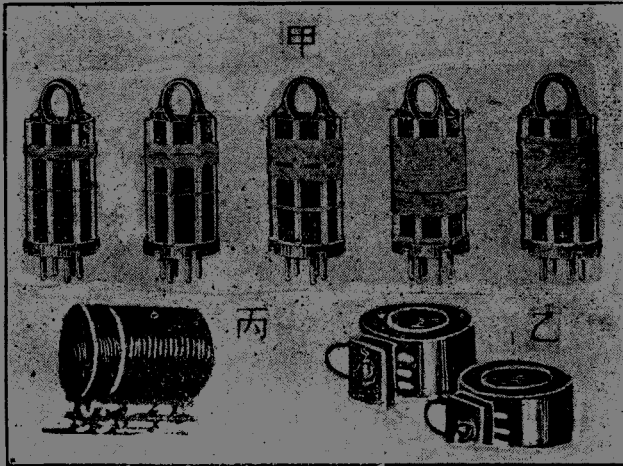
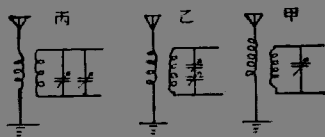


圖 五 十 三 百 一 第



如要精細，業餘家的收報機，也有用插入式電容器的，或者在線路裏用兩個直連，或兩個並聯，如第一百三十五圖。甲是普通的接法，乙是兩個直連法，例如兩個·○○○三五忽法拉特的直連了，便不過·○○○一七五忽法拉特了。丙是並聯

圖 六 十 三 百 一 第

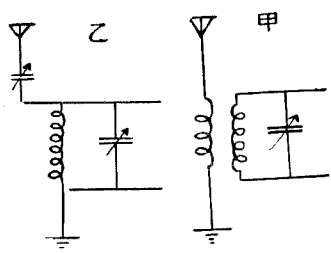
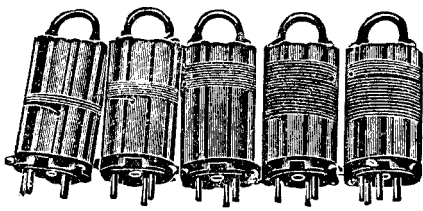
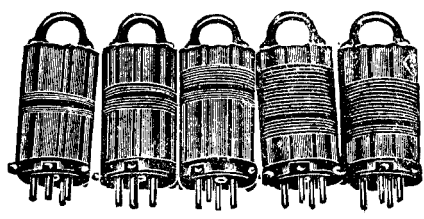


圖 七 十 三 百 一 第

甲



乙



法,例如一個是·○○○一忽法拉特,一個是·○○○五忽法拉特.並聯時
 可得·○○○一五忽法拉特.

再生式是短波機裏常用的,調節再生力的方法,已在第五章裏詳細說過.

短波機常用活動電容器調節，也有用活動抵抗器的。一來因為這二種比較的平靜，二來因為插入式線圈上的再生圈往往是固定的。檢波用的柵極固定電容器，平常用·○○○二五忽法拉特，短波機用·○○○一或·○○○一五忽法拉特。柵電漏在短波機關係很大，宜用得大些。大些時，調節再生力時，可以平靜些。在三百萬到六百萬歐姆間，也有用到一千萬歐姆的。天線路，往往不用初級圈和次級交連，改用一個三片或五片的中和電容器交連，如第一百三十六圖，甲是平常的交連法，乙是短波機常用的交連法。

除上述以外，線路和平常的彷彿。例如第七章的第一百九圖，T 1 的初級拿去，改用第一百三十六圖乙的交連法。T 1 的次級用第一百三十七圖甲的一套插入式線圈。L 和 L 1 改用第一百三十七圖乙的一套插入式線圈。C 1 C 2 改用·○○○一五忽法拉特。C 6 改用·○○○一忽法拉特。這樣，便成功了短波機。若要用交流的，可以用第九章第一百三十三圖，照上述方法一改

便行.

短波帶

第四表是短波範圍裏關於業餘及廣播的各波帶。除此以外，

波長(公尺)	週率(萬週)	用途
5.00—5.35	5600—6000	業餘,試驗
10.00—10.70	2800—3000	業餘,試驗
13.90—14.00	2145—2155	廣播
16.85—16.90	1775—1780	廣播
19.55—19.85	1510—1535	廣播
20.8 —21.4	1400—1440	業餘
25.2 —25.6	1170—1190	廣播
31.2 —31.6	950— 960	廣播
41.0 —42.8	700— 730	業餘
48.8 —50.0	600— 615	廣播
75 —85	350— 400	業餘
150 —175	171.5—200	業餘

表 五 第

地名	時間	時差
南京、上海	正午12:00	—
開封、漢口、廣州	上午11:30	-30分
庫倫、重慶、馬來、 安南	上午11:00	-1時
酒泉、片馬	上午10:30	-1時30分
科布多、拉薩	上午10:00	-2時
印度	上午9:30	-2時30分
疏勒	上午9:00	-3時
德、意	上午5:00	-7時
英、法	上午4:00	-8時
巴西	上午1:00	-11時
阿根廷	昨夜12:00	-12時
紐約	昨下午11:00	-13時
芝加哥	昨下午10:00	-14時
丹佛	昨下午9:00	-15時
舊金山	昨下午8:00	-16時
阿拉斯加	昨下午6:00	-18時
檀香山	昨下午5:30	-18時30分
日本	下午1:00	+1時
新金山	下午2:00	+2時
澳洲	下午3:30	+3時30分

都是給正式報臺用的。廣播和業餘用波帶是分散在各段的。十公尺的一段，日裏可以收到遠地。二十公尺的一段，也宜用在日裏。近地很輕，遠地很好。這是因為越距的關係。四十公尺的一段，遠近都好。這是大概，餘詳第三章。

收音

收短波，沒有長波那般容易。收音機的調節，要經過相當的練習。時間、天氣、地點等等，都能影響到收音距離的遠近。例如在某一夜，可以收到千餘公里外的電臺，次夜便不能及遠。距離過遠，收音和播音地方的時刻不同。拿到了遠地方的播音時間表，也要改算了本地的時間，才可收聽無誤。第五表是全世界時差表的大概。這表用上海、南京等地方的正午十二時作標準的。

天線不宜過長，連引入線地線等，三丈到五丈最好。地線要好。收音時先使真空管自生振動，然後轉動度盤，愈慢愈好。如有播音，可以聽到叫聲。調節再生力使減少，聲音可以清楚。同時也要略為轉動調節波長的度盤。若所收音很弱，可以使收音機在振動的狀態收聽，這叫零差法。自生的振動和外來的電波不致一致，兩種振動的差率在人耳能聽的範圍以內，便生叫聲。調節得宜，使自生的振動和外來的電波週率完全一致時，叫聲可以消滅，播音可以聽到。不過有時聲音略帶混濁。

問題

- 一、短波和長波有什麼分別？
- 二、爲什麼短波收音機裏調節波長的電容器，容量要小些？
- 三、爲什麼短波機要用好多插入線圈？
- 四、短波和長波比較，有什麼利弊？
- 五、爲什麼大電臺要用長短波同時播送？

名詞索引

名 詞 索 引

一畫

一級

一轉

8 字式

U 字式

C 偏檢波法

二畫

丁字式

人造的磁鐵

X 線

三畫

三回路線圈

三極管

四畫

分子

瓦特

天波

天線

天線吸收法

天然的磁鐵礦

中和式

中和法

中和電容氣

中線式

中間週率變壓器

引入線

五畫

正極

正電荷

正電流

弗打

弗打表

北極

四極管

代 B 電

半波整流器

平衡電樞式

平衡電樞頭

二三

二

二

二

二

二

二

二〇

一〇七

一四

一四

一三

一三

六畫

- 光波
- 安培
- 安培表
- 伏脫
- 自動調節器
- 自己感應
- 交流
- 交流抵抗
- 交流管
- 交連恆性
- 交連變感器
- 吸鐵石
- 多層繞法
- 充電
- 地波

地線

地福來

收音

收音機

再生回授

再生圈

全波整流器

七畫

低週率

低週率放大

低週率塞流圈

低週率變壓器

亨利

佛蘭銘

克必此式

言語放大器

八畫

沖長

負極

負電荷

負電流

抵抗

抵抗器

抵抗交連

抵抗交連法

忽亨利

放大器

放電

放音器

法拉特

直流

直角式

四

三

二

一

二

三

四

五

六

七

八

九

十

十一

十二

十三

名詞索引

電子說
電流
電流表
電流放大
電池
電源
電壓
電壓表
電路
電動力
電磁
電磁感應
電容量
電容器
電波
電動喇叭

一〇 電液容器
一一 電燈泡
一二 愛迪生
一三 愛迪生效
一四 過荷
一五 感應電流
一六 蜂窩式
一七 溼電池
一八 磁力
一九 磁力線
二〇 磁場
二一 磁針
二二 銅線
二三 膝包線
二四 網欄管

十四畫

二五 熱波
二六 熱效
二七 歐姆
二八 歐姆定律
二九 線圈
三〇 線圈移動頭
三一 調幅
三二 調幅器
三三 調節
三四 調節器
三五 調節高週律放大
三六 調節屏總抵抗法
三七 播音臺
三八 盤香形
三九 箱形

十五畫

四〇 三
四一 三
四二 三
四三 三
四四 六
四五 七
四六 三
四七 三
四八 三
四九 三
五〇 三
五一 三
五二 三
五三 三
五四 三
五五 三
五六 三
五七 三
五八 三
五九 三
六〇 三
六一 三
六二 三
六三 三
六四 三
六五 三
六六 三
六七 三
六八 三
六九 三
七〇 三
七一 三
七二 三
七三 三
七四 三
七五 三
七六 三
七七 三
七八 三
七九 三
八〇 三
八一 三
八二 三
八三 三
八四 三
八五 三
八六 三
八七 三
八八 三
八九 三
九〇 三
九一 三
九二 三
九三 三
九四 三
九五 三
九六 三
九七 三
九八 三
九九 三
一〇〇 三

遮隔

十六畫

導體

燈絲抵抗器

閘式

諧振

軟管

擋板

十七畫

總抵抗

總抵抗交連

縮寫符號

避免器

檢波

檢波器

聲音線圈

一〇

關

十八畫

二

四

五

六

七

八

九

一〇

一一

一二

一三

一四

一五

一六

雙紗

雙線

雙層繞法

釐亨利

斷流電容器

鬆交連法

十九畫

饋線

二十一畫

鋪的放射線G

籃式

二十二畫

聽筒

變低

變高

變壓器交連法

一〇

一五

一六

一四

一五

一六

一七

一八

一九

二〇

二一

二二

二三

二四

二五

二六

二七

中英文名詞對照表

A

'A" battery	A 電池, 燈絲電池	Amplification	放大
A. C.	交流	Amplification factor	放大倍數
A. C. tube	交流管	Amplifier	放大器
Accumulator	蓄電池	Amplitude	振幅
Aerial	天線	Antenna	天線
A. F.	低週率	Antenna absorption method	天線吸收法
Age	益壽	Antenna circuit	天線電路
Air condenser	空氣電容器	Antenna coil	天線圈
Air core	空心	Apex	頂點
Alternating current	交流	Armature	電樞
Alternation	轉	Atmospherics	天電
Aluminum	鋁	Atom	原子
Amateur	業餘家	Audio frequency	低週率
Ammeter	電流表, 安培表	Audion	三極管
Ampere	安培	Auto-transformer	自變壓器
Ampere-hour	安培時	Auto-transformer impedance	自變壓器紙抵抗交連
Amperite	自動調節器 (自動抵抗器)		

B

Baffle	檔板	Basket wound	籃式
Bakelite	膠木	Battery	電池
Balance	平衡	Battery receiver	電池收音機
Balanced armature unit	平衡電樞頭	"B" battery	B 電池, 屏電池
Ballast	自動調節器 (自動抵抗器)	Beat frequency	差週率
Bank wound	堆繞法	Beats	差
Bare wire	裸線	"B" eliminator	代 B 電
Barium	鎂	Bias	偏壓
		Binocular coil	U 字式

Blocking condenser 斷流電容器	Broad 寬泛
Body capacity 人體電容量	Broad-casting 廣播
Body effect 人體作用	By-pass condenser 支路電容氣
Box 箱式	

C

Cable 電纜	Coil antenna 環狀天線
Calcium 鈣	Colpitts circuit 克必此式
Capacity 電容量	Condenser 電容器
Capacity coupling 容量交連	Conductor 導體
Capacity reactance 容量交流抵抗	Cone 錐筒
Carrier wave 載波	Constant 恆性, 常數
Cathode 陰極	Continuous wave 連續波
"C" battery C 電池, 柵電池	Control grid 控制柵
"C" bias 柵偏	Core 心
"C" bias method 柵偏檢波法	Cotton enamel 紗漆
Center tap 中心分頭	Coupling 交連
Centraline 中線式	Critical 過銳
Charge 電荷, 充電, 過電	Crystal 鑽石
Choke 塞流圈	Current 電流
Circuit 電路, 線路	Current amplification 電流放大
Close 關	C. W. 連續波
Close coupling 緊交連	Cycle 週
Coil 線圈	

D

Deflection 轉動	Detune 失調
D. C. 直流	Dial 度盤
D. C. C. 雙紗包	Diaphragm 膜片
Dead spot 啞點	Dielectric 滲感體
De Forest 地福來氏	Diode 二極管
Detection 檢波	Direct coupling 直接交連
Detector 檢波器	Direct current 直流

Direct heating 直接熱
 Directional effect 定向性
 Discharge 放電
 Distortion 失真
 Distributed capacity 分佈電容量
 Double cotton 雙紗
 Double silk 雙絲

Dry cell 乾電池
 Dry plate rectifier 金屬片整流器
 D. S. C. 雙絲包
 Dual impedance coupling 二重總
 抵抗交連
 Dynamic speaker 電動喇叭

E

Ear phone 聽筒
 Earth 地線
 Ebonite 硬橡皮
 Edison 愛迪生
 Edison effect 愛迪生效
 Eight coil (8-coil) 8字式
 Electric receiver 燈電收音機
 Electrical wave 電波
 Electricity 電
 Electrolytic condenser 電液容器
 Electro-magnet 電磁石

Electro-magnet field 電磁場
 Electro-magnetic induction 電磁
 感應
 Electro-magnetism 電磁力
 Electro-motive force 電動力
 Electron 電力
 E. M. F. 電動力
 Enamel 假漆
 Energy 能力
 Exponential horn 指數展開式喇
 叭筒

F

Fading 衰落
 Farad 法拉特
 Feed back 回授
 Feeder 饋線
 Fibre 絕緣纖維
 Field current suply 磁場電源
 Filament 燈絲
 Filament current 燈絲電流
 Filament rheostat 燈絲抵抗器
 Filament transformer 燈絲變壓器

Filament voltage 燈絲電壓
 Filter 濾流器
 Fixed 固定的
 Fixed condenser 固定電容器
 Fixed edge cone 週邊固定的錐筒
 Fixed tickler 固定再生圈
 Flash 閃爍
 Flat 平式
 Fleming 佛來銘氏
 Flux 磁力線

Flux density 磁線密度	Fundamental wave 基本波
Free edge cone 週邊不固定的錐筒	Fundamental wavelength 基本波長
Frequency 週率	Full wave rectifier 全波整流器
Fundamental frequency 基本週率	

G

Galena 方鉛礦	Grid filament capacity 柵絲容量
Gamma rays 放射線 g	Grid leak 柵電漏
Gang condenser 聯合電容器	Grid modulation 柵路調幅法
Generator 發電機	Grid plate capacity 柵屏容量
Grid 柵	Grid potential 柵電壓
Grid battery 柵電池	Grid potentiometer method 柵路分壓法
Grid bias 柵偏	Grid return 柵回路
Grid bias method 柵偏檢波法	Grid suppressor method 柵路抑制法
Grid circuit 柵電路	Grid voltage 柵電壓
Grid coil 柵路線圈	Ground 地通, 通地
Grid condenser 柵路電容器	Ground wave 地波
Grid condenser method 柵容器法	Cutta percha 馬來樹膠
Grid current 柵路電流	
Grid detection 柵路檢波法	

H

Half wave rectifier 半波整流器	Heating effect 熱效
Hand capacity 人手容量	Heaviside layer 高空電層
Hand effect 人手作用	Heising modulation 屏路調幅法
Hard tube 硬管	Henry 亨利
Harmonics 倍週率	High frequency 高週率
Hartley circuit 哈脫來式	High tension supply 代 B 電
Head phone 聽筒	Honeycomb 蜂巢式
Head set 聽筒	Horn 喇叭筒
Heat dissipation 熱的散射	Howl 狂叫
Heat wave 熱波	Hum 蜂聲
Heater type 間接熱式	

I

Impedance 總抵抗
 Impedance coupling 總抵抗交連
 Indirect coupling 間接交連
 Indirect heating 間接熱
 Inductance 感應力
 Induction 感應
 Inductive coupling 感應交連
 Inductive reactance 感應交流抵抗
 Infra-red 紅外線
 Inertia 惰性
 Input 輸入
 Insulated wire 絕緣線

Insulation 絕緣
 Insulator 絕緣子
 Interference 干擾
 Intermediate frequency 中間週率
 Internal resistance 內抵抗
 Interstage coupling 級間交連
 Inverted "L" antenna 倒L式
 Ion 電離子
 Ionization 電離
 Iron core 鐵心
 Iron diaphragm unit 鐵膜喇叭頭
 Iron pyrite 黃鐵礦

K

Kilo 千

Kennelly-Heavisidelayer 高空電
 層

L

Lag 落後
 Lamination 薄片
 Lead 先導
 Lead-in 引入線
 Lever 槓杆
 Light wave 光波
 Lightning arrester 避雷器
 Line of force 磁力線
 Load 負荷

Loften-White 陸丁衛兩氏
 Long wave 長波
 Loop antenna 環狀天線
 Loose 鬆
 Loose coupling 鬆交連
 Looser method 消耗法
 Loud speaker 喇叭, 放音器
 Loud speaker unit 喇叭頭
 Low frequency 低週率

M

Magnet 磁石
 Magnetic field 磁場
 Magnetism 磁力

Meg. 百萬
 Megohm 百萬歐姆
 Mica 雲母

Mica condenser 雲母電容器
 Micro 忽
 Microfarad 忽法拉特
 Microhenry 忽亨利
 Micro-microfarad 忽忽法拉特
 Microphone 話筒
 Midget condenser 中和電容器
 Mike 話筒
 Milli 厘
 Milliampere 厘安培
 Millihenry 厘亨利

Modulation 調幅
 Modulation transformer 調幅變壓器
 Modulator 調幅器
 Molecule 分子
 Molybdenum 鉬
 Motor boating 汽船聲
 Moving coil unit 線圈移動頭
 Mushy 混濁
 Mutual inductance 相互感應

N

Negative 負極, 負
 Neutral condenser 中和電容器
 Neutralization 中和
 Neutroformer 中和變壓器
 Neutrodyne 中和式

Nickel 鎳
 Non-inductive condenser 無感應容器
 North pole 北極
 Nucleus 核

O

Oak 櫟
 Ohm 歐姆
 Ohm's law 歐姆定律
 Olive oil 橄欖油
 Open 開
 Oscillation 振動

Oscillator 振動器
 Output 輸出
 Output filter 輸出濾波器
 Output transformer 輸出變壓器
 Overload 過荷
 Oxide coated filament 酸化物燈絲

P

Pancake 盤香式
 Panel 箱板
 Paper condenser 紙電容器
 Paraffin 地蠟

Parallel 並聯
 Parallel feed 並聯回授
 Parallel tuning 並聯調節
 Pentode 五極管

Permanent magnet 永久磁石	Potential 電壓, 電位
Phastrol 相角平衡法	Potentiometer 分壓器
Phase 相	Power 電力
Phase angle 相角	Power amplifier 強力放大器
Pick-up 唱頭	Power detection 強力檢波法
Pitch 音調	Power pack 電源供給器
Pivot 支持軸	Power supply 電源
Plate 屏	Power transformer 電源變壓器
Plate circuit 屏電路	Power tube 強力真空管
Plate coil 屏路線圈	Power unit 電源供給器
Plate current 屏電流	Primary 初級
Plate detection 屏路檢波法	Propagation 進行
Plate filament capacity 屏絲容量	Pulsating current 脈動電流
Plate impedance 屏總抵抗	Puncture 打穿
Plate modulation 屏路調幅法	Push-pull 推挽式
Plate resistance method 屏路抵抗法	Push-pull audio frequency choke 推挽式低週率塞流圈
Plate voltage 屏電壓	Push-pull in-put transformer 推挽式輸入變壓器
Platinum 白金	Push-pull out-put transformer 推挽式輸出變壓器
Plug-in coil 插入式線圈	Push-pull transformer 推挽式變壓器
Plug-in condenser 插入式容器	
Pole 極	
Positive 正極, 正	

Q

Quadrode 四極管

R

Radiation 放射	Radio telephony 無線電話
Radio 無線電	Radio wave 無線電波
Radio frequency 高週率	Radium 鐳
Radio heat wave 無線電熱波	Rattling 敲打聲
Radio telegraphy 無線電報	Reactance 交流抵抗

Reaction 回授	Resistance 抵抗
Reactivation 復活法	Resistance coupling 抵抗交連
Receiver 收音機, 收報機	Resistor 抵抗器
Rectification 整流	Resonance 諧振
Rectifier 整流器	Reversed tickler method 反再生式
Regeneration 再生	Rheostat 燈絲抵抗器
Regeneration control 再生力調節	Rotor 動片
Regenerative 再生式	

S

Saturation 飽和	Single layer 單層
S. C. C. 單紗包	Single cotton 單紗
Screen grid tube 網柵管, 四極管	Single silk 單絲
Screen grid detector 網柵檢波管	Skip distance 越距
Scratch filter 雜聲濾過器	Sky wave 天波
Secondary 次級	Slide contact 滑接頭
Selectivity 選擇性	Smooth 平靜
Self inductance 自己感應	Socket 燈座
Sensation 感覺	Soft tube 軟管
Sensitivity 敏銳度	Solenoid 圓筒式
Series 直連	Sound wave 音波
Series feed 直連回授	Sound sensation 音感
Series tuning 直連調節	South pole 南極
Sharp 精銳	Space wound 間隔繞法
Shellac 洋乾漆	Spark gap 火花隙
Shield 遮隔	Specific inductive capacity 比感量
Short circuit 短路, 碰線	Speech amplifier 言語放大器
Short wave 短波	Spiderweb 蛛網式
Shunt 並聯	S. S. C. 單絲包
Shunt feed 並聯回授	Stability 穩定
Shunt plate feed system 屏路並饋法	Stabilization 穩定法
Silicon steel 矽鋼	Stage 級
Silk enamel 絲漆	Static 天電

Station 電臺	Stray coupling 野交連
Stator 定片	Stray field 電磁場
Steady 穩	Strays 野電
Step down 變低	Studio 播音室
Step up 變高	Superdyne 反再生式
Storage battery 蓄電池	Super-heterodyne 超差率式
Straight line capacity 直線容量	Suppressor grid 抑止柵
Straight line frequency 直線週率	Switch 開關
Straight line wavelength 直線波長	Switch lever 分頭開關
	Switch point 分頭釘

T

"T" antenna T 字式	Transformer 變壓器
Tank circuit 振動路	Transformer coupling 變壓器交連
Tap 分頭	Transmission 發送
Tetrode 四極管	Triode 三極管
Three circuit tuner 三回路線圈	Tuned impedance coupling 調節屏總抵抗交連
Third grid 第三柵	Tuned plate tuned grid circuit 屏柵諧振式
Thoriated filament 含鈷燈絲	Tuned radio frequency 調節高週率
Thorium 鈷	Tuned transformer coupling 調節變壓器交連
Throttling condenser 控制容器	Tungstan 鎢
Tickler 再生圈	Tuning 調節
Tight 緊	
Timbre 音色	
Toroidal 環式	
T. P. T. G. 屏柵諧振式	

U

Ultraudion 易脫老定式	Untuned radio frequency 不調節高週率
Ultra-violet 紫外線	

V

Vacuum tube 真空管

Valve 真空管

Variable 活動的

Variable condenser 活動電容器

Variable resistance 活動抵抗器

Vario-coupler 交連變感器

Variometer 變感器

Velocity 速度

Vernier dial 微動度盤

Vertical antenna 垂直式

Vibration 振動

Voice coil 聲音線圈

Volt 弗打

Voltage 電壓

Voltage amplifier 電壓放大

Voltage divider 分壓器

Voltage drop 電壓下落

Voltmeter 弗打表, 電壓表

Volume control 音量調節器

W

Watt 瓦特

Wave 波

Wave band 波帶

Wave propagation 波的進行

Wireless 無線電

X

X-rays X線

Z

Zero beat 零差率

Zincite 紅鋅礦

標商冊註

