

軍訓部頒行軍事學校教科書

無線電學

通信士兵用

軍事委員會軍訓部訓令

訓通技壁字第〇一五五號

茲編訂有線電學無線電學兩書，作為通信士兵技術教本仰即遵照試用！前頒之電學淺說、電機淺說、無線電學、有線電學電話、電報、線路測驗、無線電器材概說，有線電器材概說等九書，着予廢止！

此令！

中華民國三十四年 月

日

部長 白崇禧

序

通信士兵技術教本，前編有電學淺說及電機淺說、無線電學、有線電學、電話、電報、線路測驗、無線電器材概說、有線電器材概說等九書，自二十八年部令頒用以來，迄將六年，凡教育通信士兵，固以此九書為進繩。

惟士兵教育之着眼，在乎簡易專精，前頒之書，分本過多，不適於施教，因將各書重加編修，擇其要者存之，其不必要者則去之。

現編僅分無線電學與有線電學兩書，所選以學理為主，其關實用方面之連接、使用、檢修諸方法，則合併於通信教範。

本書為無線電學，無線電通信士兵適用之，凡電磁大意、電源設備及無線電報無線電

話諸原理，悉皆擇要說明，士兵所應知者，大致已足，教育時誠能參用教範，則於通信士兵之教育，不無裨益矣！

通信兵監華振麟

無線電學 (通格士兵用)

目錄

第一章 電與磁

第一節 電

第二節 磁

第三節 電與磁的關係

第二章 電源

第一節 電池

第二節 電機

第三節 內燃機

第三章 電的振盪和發射

第一節 電荷振盪

第二節 電子發射和真空管

第三節 電液發射和天線

第四章 無線電報

第一節 無線電報述要

第二節 發報機

第三節 收報機

第五章 無線電話

第一節 無線電話述要

第二節 發音機

第三節 收話機

無線電學 (通信士兵用)

第一章 電與磁

第一節 電

電的根源

一、電的根源 電的發生，其根源由於電子的活動。所謂電子，為組成物質的基本單位，由電子組成原子，由原子組成分子，由分子則組成物質，無論固體或液體均是如此。物質的原子內，除電子而外，尚有質子，電子與質子性質各異，電子帶陰性，質子帶陽性。質子與一部分的電子居在原子的中央，為原子的核心，另一部分的電子則散在核心外面，比較能夠活動。在平常狀態之下，核心以外的電子和核心互相吸引，其陰陽兩電又是相等，因之相消而不顯電的作用。如果另有外力以相吸引，原子內的電子有的被吸而出，則本原子內電子數目減少，以致陽電過剩，而顯現陽性。吸出的電子，或飛入別原子內，別原子內的電子數目加多，以致陰電過剩，而顯現陰性。原子內的陰陽兩電既不得平衡，隨時有招引或排斥電子之可能，於是發生電的現象和作用。

各種物質，就電子活動的程度而論，可分兩種：一種是導體，其內的電子頗



(南)

MG
E 962
8



電的性質和作

得自由活動，故能導電，如銅，鐵，鋁，銀等金屬皆是，另一種是非導體，亦稱絕緣體，其內的電子為核心所束縛，難以自由活動，故不能導電，如膠木、橡皮及其他多種非金屬皆是。

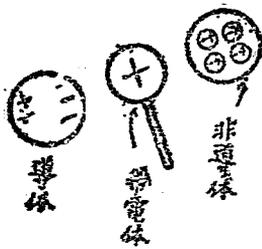
二、電的性質和作用 電分陰電和陽電，其性質為

同性的相拒，異性的相吸。

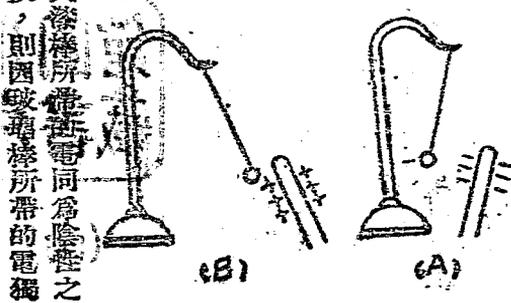
用絲線掛通草球，以貓皮擦過的火漆棒輕觸之，球立即離開，表明與棒相拒，如第一圖(A)。以絲絹擦過的玻璃棒，移近此球，則球趨近於棒而附着其上，表明與棒相吸如第一圖(B)。其所以能相拒，因通草球所帶的電與火漆棒所帶的電同為陰性之故。其所以能相吸，則因玻璃棒所帶的電獨為陽電之故。

第二圖

電感應現象



第一圖 電的吸拒現象



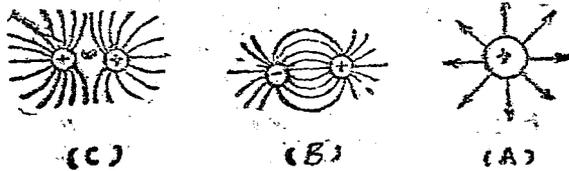
帶電的物體，移近不帶電的物體，則不相拒，而不帶電的物體亦帶電，其內之電子因相吸而起移動，異性電集於近端，同性電趨於遠端，如第二圖所示。此種電現象稱為感應，導體能受感應，非導體則否。

帶電體移近帶電體，兩體如果為同性的即相拒，異性的即相吸，因此之故，知有一種力存在其間。此種力稱為電力。電力大小，以兩體所帶的電子數量愈多而愈大，若其間距離愈遠，則很快的減小。

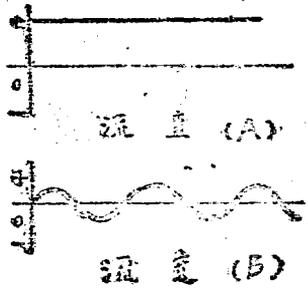
電力所能及的範圍，稱作電場。電力愈大，所能及的範圍愈廣，即電場愈強，電故場亦所以表電力的強弱。電場的強度，為便於說明起見，常以線表示之，此種線稱為電力線。線從陽電體發出，傍邊如果有陰電體，則沒入陰電體，如果又是陽電體，則互相接觸，如第三圖所示。

三、電的種類 上面所說的電，僅僅顯現於帶電體上，是處於靜止狀態，稱作靜電。如果將兩帶電體接觸，電立即中和而全失。要保持電之勿失，必須有其繼續存在的原動力。這個原動力，即稱電壓，如電池或發電機所

第三圖 電力線



第四圖 直流和交流



發生的電壓是。有電壓 後能使電不斷流動，則成爲電流。能夠不斷移動的電，故別稱爲動電。動電之中，其流動方向有不變的，譬如在一長導線中流動的電流，就是由正端流過負端，是爲直流。如果流動方向是一來一去的，則爲交流。在圖上表示電流的方法，以縱橫兩線相交於一點，橫線表示時間，縱線表示電流的強度，分正(+)和負(-)兩方向。直流和交流不同之點，於第四圖上見之。

交流一正一負的變動 每變動一次爲一週。一秒鐘內所能變動的週數，爲週率。城市中常見的點燈用的交流電，其週率甚低，爲五十週或六十週。有線電及無線電的電流，亦爲交流，但週率甚高，則稱爲高週率電流，其中有一部分週率較低，與聲波而週率相等，則稱爲低週率電流，亦稱爲音週率電流。

四、電的發生方法 電的發生方法，約有下述幾種：

電的發生方法

爲甚甚微。

- (一) 摩擦生電。用貓皮擦火柴棒而顯現電的作用 這種電是由摩擦而生，
- (二) 由熱生電。用銅絲、鐵絲等類兩種不同的金屬絲，各以一端互相連結

以火熱其游輪。恰的所講如果連接於極靈敏的電表，則電表上指針因之轉動，表明有電流通過，這就叫做感生電。

(三)由於化學作用。通常所用的電池，其電即由於化學作用而生。所生的是直流電，為量甚大。

(四)由於電磁感應。常用的發電機，即由電磁感應而發生。所發生的是交流電；整流後可變為直流電，為量甚大。

(五)由於振盪而生。是以直流電源轉變為高週率交流電，無線電機所能發生的即是。但此仍是以電生電，不過為發生一種交流電的特例。

電壓電流與電阻

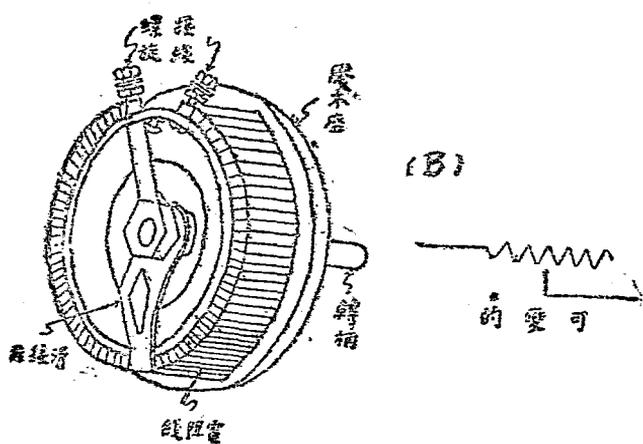
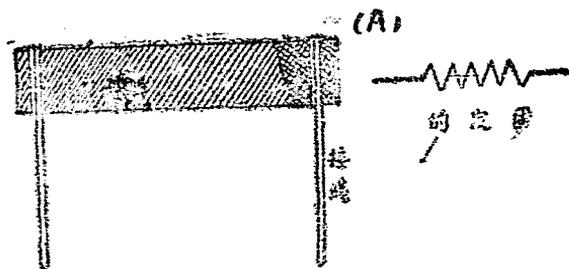
五、電壓電流與電阻 電子流動成電流，電流是以電壓為原動力，前已述明。電流有流動的阻，這個阻稱作電阻。電路中電流的流動，並非暢行無阻，其中必有阻力以阻其流，猶之水管中的水流，因受水管粗細的限制，而使水量減小。這種在電路中限制電流的阻力，稱作電阻。其製成品即為電阻器。

電壓、電流和電阻三者，有歐姆定律說明其關係，即

$$\text{電流 (I)} = \frac{\text{電壓 (E)}}{\text{電阻 (R)}} \dots\dots\dots (1)$$

電流的單位為安培，電壓的單位為伏脫，電阻的單位為歐姆。這個歐姆定律，

器阻電 圖五第



非常重要。其意即謂電路中的電流，依電阻加大而減小，依電壓增高而加大。

電阻器分為固定的和可變的兩種，如第五圖所示。無論那一種，能擔當電流大一點的，大多用電阻絲纏繞而成。此外尚有用炭質製成的，無線電機中常用之。

導線的電阻，導線愈長而愈大，截面積加大却減小。以同長度同截面的導線相比較，銀線的電阻最小，銅線較大，鐵線、錳線、鉛線等則尤大。銀線較貴，故通常以銅為導線。

電功率及電壓

六，電功率及電壓降 有電壓必能發生電流，此即表明其能作功，電壓與電流每秒鐘內所能作的電力，即稱電功率，其計算公式如下：

$$P = E \times I \dots\dots\dots (2)$$

上式中的P，即是電功率，單位為瓦特。亦有用馬力為其單位，和瓦特的關係是1馬力=746瓦特。

電流通過電阻，必因發熱而耗去功率，所耗去的為：

$$P = I^2 R \text{ 瓦特} \dots\dots\dots (3)$$

這是和電流平方成正比，故電阻上電功率的消耗為甚大。又以電流通過電阻，必將電源上的電壓降低，這叫作電壓降。所降落的為：

電容

$$E = IR \text{ 伏特} \dots \dots \dots (4)$$

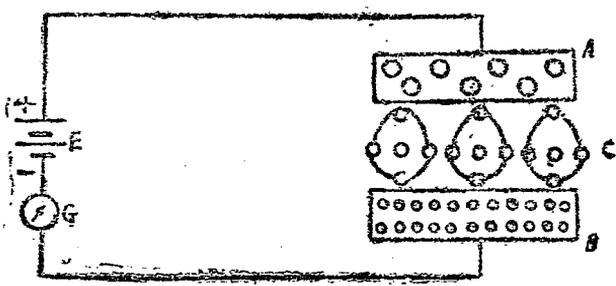
七、電容 兩薄片中間夾以絕緣體，即成電容器。其作用為能隔斷直流，而容交流通過。

將電容器連接於電池 E，如第六圖，剛一連上之頃，電容器絕緣體內電子因受到電壓而略移動，同時全路上電子亦隨之略起移動，成為瞬時的電流，但是立即停止。電池所生的電為直流，電路上電子故不再移動，為已將直流隔斷。

如果就電池的所在位置，換上交流發電機，其電壓是時時變動的，變動之頃，當有電子流動，所以電路上電流即跟着電壓的變動而流動不斷。

上述電容器在有電壓加上之時，其內的電子因起移動，電壓一去，其勢仍在，是猶將電蓄在其內，在每伏脫電壓下所能蓄電的多寡，稱

第六圖 電容器的作用
電子流動



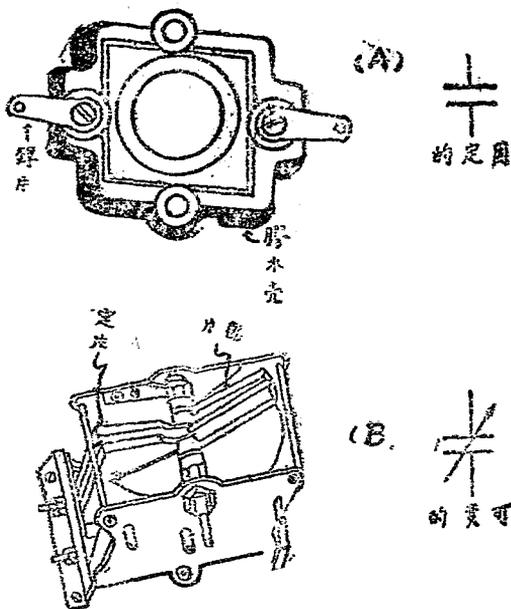
磁鐵

八、磁鐵 具有吸鐵性質的物體，稱為磁鐵。磁鐵的發現尤較電的發現為

第二節 磁

間的絕緣體，導片分兩組，相對運動而變其電容。

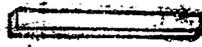
第七圖 電容器



為電容器的電容。電容器兩片中間距離愈近或兩片的面積愈大，這種性質愈顯，即其電容愈大。電容的單位為法拉。
 電容器分固定的與可變的兩種，如第七圖所示。固定的大都用錫箔和蠟紙或雲母片疊捲而成，外作圓柱狀或扁方形，可變的常以空氣為其中

早。當時所發現的，爲一種磁鐵，其後即由人工造成，故有天然磁鐵和人造磁鐵之分。人造磁鐵可隨人意而造成條形、圓形或蹄形，見第八圖。

鐵磁 圖八第



鐵磁形條(a)



鐵磁形圓(b)



鐵磁形蹄(c)

另有一種電磁鐵，鐵心外面用導線纏繞，將電流通過導線，鐵心即變成磁鐵。其磁性有永遠存在的，爲永久磁鐵，亦有只是暫時存在，電流斷後磁

性隨之消失的，爲暫時磁鐵。

許多物質，能被造成磁鐵的，稱爲磁質，如鐵、鋼、等是。亦有不能造爲磁鐵的，稱爲非磁質，如銅、鉛等是。

磁的性質和作

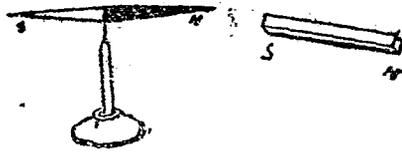
九、磁的性質和作用 磁鐵的磁性，兩端爲最強。如將條形磁鐵於其當中心點上擱起，使其能自由轉動，必轉至南北方向而靜止。指北的一端名爲指北極，亦稱N極，指南的一端，名爲指南極，亦稱S極。兩極的性質爲：

同名的相拒，異名的相吸。

將條形磁鐵移近平直的磁針，如相近的兩端是異名的即相吸而不動，見第九

第九圖

磁的拒吸試驗



圖。如果是同名的，磁針被拒而旋轉，轉至異名之極相近時而仍相吸。此即為相吸相拒的證明。

將條形磁鐵，放近原無磁性的鐵釘，鐵釘被吸而附着於磁鐵，且再能吸住第二鐵釘與第三鐵釘，吸着的一端與磁鐵為異名，遠端則為同名。此兩鐵釘受着磁鐵的感應，鐵釘本身亦變為磁鐵，故即相吸，這種現象，稱作磁感應，見第一〇圖。

兩磁極之能相吸或相拒，知有一種力存在其間。這種力，即稱磁力。磁力大小，以兩極磁性愈強而愈大，如果兩極離開較遠，則很快的減小。

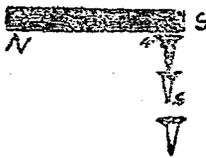
磁場和
磁力線

一〇、磁場和磁力線 磁力所能及的範圍、稱為磁場。磁力愈大，所能及的範圍愈廣，即磁場愈強，故所謂磁場亦即表磁力之大小。磁場的強度，為便於說明起見，常用線表示之，線愈多即為磁場愈強，此種線，稱為磁力線。

磁力線出沒的方向，為從北極起經過空氣或其他物質

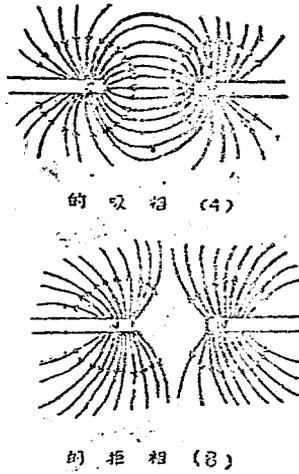
第一〇圖

吸鐵現象



電磁

第一圖 磁力的線拒吸



一圖 (B) 所示。磁極所以能相吸相拒，其故即由於此。

第三節 電與磁場的關係

一一、電磁 電流通過導線時，導線的近邊以磁針驗之，則見磁針轉動，致某一方而而止。磁針何以能轉動？導線四週因有磁力線之故。

電流通過導線，導線置於磁場中，則見導線能自移動。導線何以能移動？因導線中通過電流時而生磁，磁與磁遇而生吸拒的力之故。

這樣由電而生磁，名為電磁。其作用，概括言之如下：

(一) 電流通過導線時，導線四週產生電場，電變磁亦變。

，而回到南極，再經過磁鐵本身和出發點接合。這個磁力線經行的路，稱為磁路。

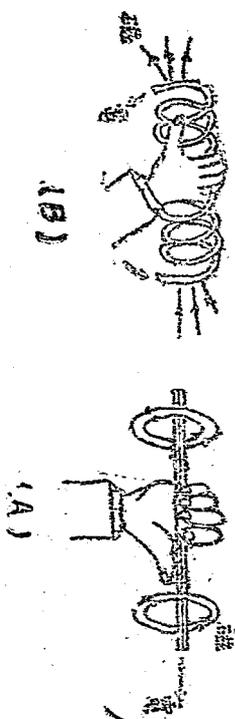
兩磁極間的磁力線，如果兩磁極是異名的則互相連絡而有縮緊的勢，如第一一圖 (A) 所示。如果是同名的，則互相擦開，而有推拒之勢，如第一

(二) 以通有電流的導線，置於磁場中，即有力加於導線，使導線移動。由於前者的作用，電磁鐵和繼電器等因之造成。由於後者的作用，各種電表和電動機等因之造成。

單根的直線中通過電流時所生的磁極微。如果將導線捲成線圈，因各匝線四週的磁力線互相合併，同穿過線圈的內部，則磁性加強，線的匝數加多，則更強。同是一個線圈，其所生的磁，因通過線圈的電流加大而加強，有鐵心的又比空心的為更強。

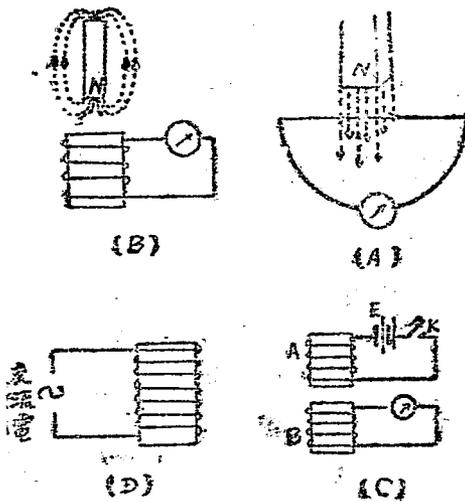
電流和磁力線方向的關係，以安培右手定則決定之。右手握導線，大姆指所指方向，如果是通過單線的電流方向，則其餘各指所指的方向，即為磁力線的方向。

右手的安培定則 圖二一第



電磁感應

第一三圖 電磁感應的試驗



向，如第一二圖（A）所示。右手握線圈，伸出大姆指，其餘各指所指方向如果是通過線圈的電流方向，則大姆指所指的方向為線圈中磁力線的方向，如第一二圖（B）所示。

一二、電磁感應

上面說的是由電生磁，現在要說由磁生電。譬如用一導線

連接電表，於磁極近旁急速移動之，則見導線中有電流發生，如第一三（A）的試驗。又如圖（B），磁鐵向線圈中急速插入或拔出，線圈中亦有電發生。圖（C）以A和B兩線圈靠近，A圈上連接電池E和電鍵K，將電鍵按下或即放開，因A圈中通過電流而且變動，所以發生變動的磁力線，而穿過B圈則B圈中亦見有電流發生。同理，以變動的電流通過

電感

一線圈，本線圈中亦另有電流發生，如圈（D）。

上面的試驗，說明磁能生電，是爲電磁感應。由感應而生的電稱爲感應電。生電的情形，概括言之如下：

導線割過磁力線，或以磁力線割過導線，或線圈中通過變動的電流，導線或線圈中必發生感應電壓與電流，是即磁變而生電，磁不變則電不生。

由於電磁感應，發電機和變壓器等因之造成，後再說明。

一三、電感 線圈中通過變動的電流，必起電磁感應，因此之故，線圈具有阻礙電流變動的性能，見下述的楞次定律：

凡由感應而生的電壓，與原動電壓方向相反，送入的電流大起時，阻礙其立即大起，小落時又阻礙其立即小落，所以電流的變動，終須延遲。

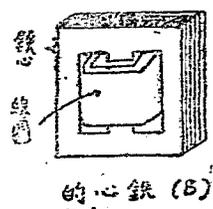
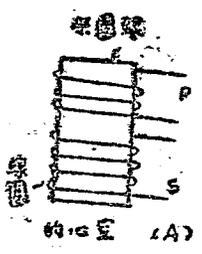
由此知線圈的作用，爲能阻止交流，而直流因無變動，可容通過。

變動的電流通過線圈，線圈上必因感應而生電。在電流如何變動情形之下所能生電的關係，謂爲線圈的電感，其單位以亨利表之。線圈的匝數愈多，電感即愈大，所能感生的電壓愈高，因之上述的阻流作用亦愈顯。

具有電感的線圈，式樣和種類頗多。因其繞線方法不同，除圓筒狀的螺形線圈外，另有蜂房形和蛛網形等。如果是兩個線圈同繞在一起，即成爲變壓器。電

壓向一線圈送入，而由另一線圈傳出，線圈匝數多的，電壓變高，少的電壓變低。在其線圈的內部，有空心的，和鐵心的之分，各稱爲空心變壓器和鐵心變壓器。空心的適合高週率電壓的傳變，亦稱高週率變壓器，鐵心的適合低週率電壓的傳變，亦稱低週率變壓器。見第一四圖（A）和（B）。

第一四圖 變壓器



第二章 電源

第一節 電池

電池的種類

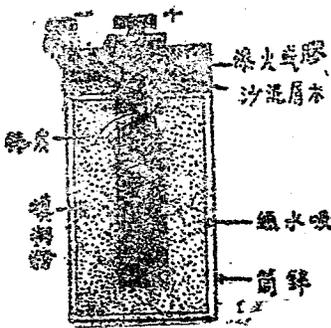
一四、電池的種類 電池分兩種：一種是可以充電復原的，為蓄電池；另一種是不可能，為原電池。蓄電池又有鉛板蓄電池與愛迪生蓄電池之分，所生的電壓，前者是二伏脫，後者為一、二伏脫。除此兩種蓄電池之外，餘的均為原電池，所生電壓大都為一、五伏脫，如乾電池，注水電池，等都是。鉛板蓄電池和乾電池應用較多，下面述明其構造。

電池的構造

一五、電池的構造 乾電池和鉛板蓄電池構造不同，略見下述。

(一) 乾電池構造——第一五圖示乾電池的構造，是用一炭棒插在鋅筒中心，棒和筒中間實以混合物，以電解液濕潤之，藉化學作用而生電。炭棒為電池的正極(+)，鋅筒則為負極(-)。混合物以氯化銨和氧化錳炭粒等混合而成。鋅筒內壁襯以吸水紙，筒口封以

第一五圖 乾電池



不透水的火漆等物，內部的電解質，不致倒出外面。外觀上故為乾型，內部的電解質是濕的。

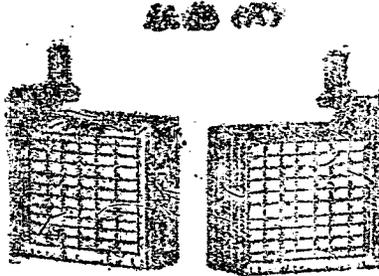
(二) 鉛板蓄電池構造——鉛板蓄電池是以鉛板浸於硫酸溶液中而成。亦以化學作用而生電。

鉛板分兩組，一組為正極板，另一組為負極板，如第一六圖(A)，正負各板相間夾緊，中間隔以凸筋木片，防其接觸。硫酸溶液以玻璃缸或硬橡皮缸盛之。鉛板即裝在缸內，於缸面上接出正負兩極。通常所用的鉛板蓄電池為六伏脫的，是將三

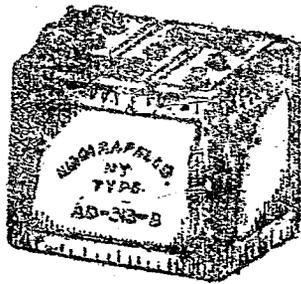
只蓄電池串聯而成。外形如第一六圖(B)。

池內硫酸液濃淡，用比重表測量其比重而知之。良好蓄電池的硫酸液較濃。

第一六圖 鉛板蓄電池



(B)

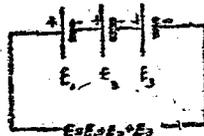


電池的
連接法

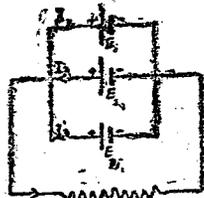
比重約在一、二五以上。放電時間內，硫酸液逐漸淡去，至其比重在一、一五以下，須即加以充電，使能恢復原來的比重以爲度。

一六、電池的連接法 每只電池的電壓和可能輸出的電流，多有一定。使用時如果要加高或加大，須將各電池互相串聯或並聯。第一七圖（A）示串聯的連接法，就是將電池的正極和

第一七圖
電池的連接法



(A)



(B)

後電壓加高，即等於各個電池電壓之和。譬如說各電池電壓爲一·五伏脫，三只電池串聯後電壓加高爲四·五伏脫。並聯後的電壓，仍與各個電池電壓相等，但每一電池所担負的電流却可以減小。譬如說電路上電流需要三安培，用三只電池並聯時，每電池僅須分担一安培。電池電流的輸出，不宜過大，過大則壽命減短。所以並聯應用，必較能耐久。兩只以上連接而成的電池，亦稱電池組。

電池的電路上，必須連接有電阻，否則即成短路。譬如以導線直接連上電

另一電池的負極彼此相連接，而連成一串。第一七圖（B）示並聯的連接法，就是將各電池的正極互連一起，各負極又互連一起。串聯

池，因短導線的電阻幾等於零，依歐姆定律，電流必甚大，易將接線及電池燒壞。連接時，須十分留意。

第二節 電機

電機の種類

一七、電機の種類 電機爲各種發電機電動機的總稱。其以機械能方面轉動發電的，爲發電機。因電而動，轉爲機械能的，爲電動機。無論發電機或電動機，各有交流和直流之分。此外亦有同機內裝置發電機和電動機兩部分，由於電動而發電的，爲電動發電機。發電機和電動機如果是各成一機，而以其轉軸相連轉動的，則爲電動機發電機組。

交流發電機和直流發電機內部構造並無大異，惟直流的須有整流裝置。直流電動機和直流發電機本身構造相同，有的且可互用。至於交流電動機之構造則有其特殊之處，種類又頗多。在此僅就交流發電機，直流發電機和直流電動機三者，略加說明。

發電及

電動原理

理

一八、發電及電動原理 發電機所以能發電，其原理基於電磁感應（見上章第一二）。電動機所以能電動，其原理基於電磁的作用（見上章第一一）。

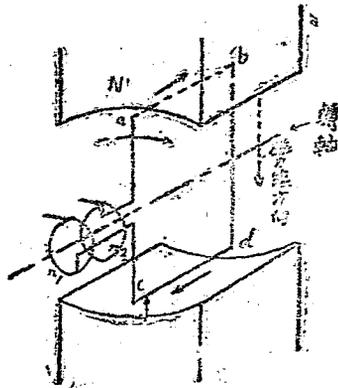
（一）發電原理——第一八圖爲說明發電機發電的圖示。線圈 *abcd* 置於兩磁極 *N* 和 *S* 之間。 r_1 和 r_2 爲連接於線圈兩端的銅環。銅環和線圈同裝一轉軸，線

第一九圖 佛來銘右手定則



圈即於兩磁極間旋轉之。旋轉的時候，因割過磁力線，線圈中發生電流，由銅環接出外電路。電流方向，視線圈旋轉方向和磁力線方向而定。三者的關係，可用佛來銘右手定則決定之。以右手伸出大指，食指和中指，互成直角，大指指線圈轉動方向，食指指磁力線方向，中指所指，即為電流方向，如第一九圖

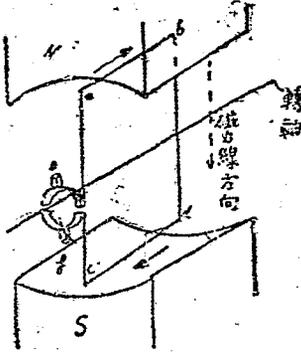
第一八圖 交流發電機原理



所示。今如第一八圖的圖示，線圈旋轉方向，如弧形箭頭所指，磁力線方向為自上而下，依照佛來銘右手定則，線圈中的電流方向，當如圖上直箭頭之所指。
電流的強度，因線圈割過的磁力線愈多而愈大，當線圈轉至圖上所示的位置時

電流為最大，至線圈平面和磁力線垂直時則小達於零。線圈自圖上位置起每轉過半週，電流即反一方向。這樣發出的電流，強度一大一小，方向一正一反，是為交流。

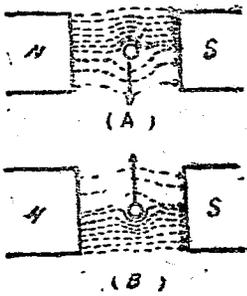
圖〇二第 理原的電發機電發流直



交流發電機上裝的銅環所在，換以兩半圓形的銅片，這樣即成為直流發電機，如第二〇圖所示。半圓形的銅片是和線圈同時旋轉，接觸於銅片的炭刷，如上圖所示的e和f，是固定不動。線圈轉動時所生電流的方向，在上面的邊終是自左而右，在下面的，終是右而左，電流即向e流。

入而由f流出，接於外電路的電流，故為直流。
 (二) 電動原理——第二二圖表示一導線放置於磁場中，導線與紙面垂直，當電流通過導線時，如其方向為向紙面流入，如(A)；

圖一二第 用之的磁電



依安培右手定則，由電流而生的磁力線，在導線上邊的，和S N間原有磁力線方向相同，故磁力線加密，在下邊的，因方向相反則液疏，磁力線因自有縮緊之勢，

電流方向

第二二圖 佛來銘左手定則



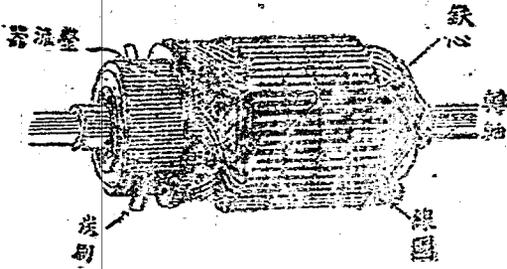
故使導線向下移動。導線中電流如果是由紙面流出，如(B)，結果適相反，使導線向上移動。所以通有電流的導線放置磁場中必發生一種力，使導線移動。移動的方向，可依佛來銘左手定則決定之，見第二二圖。伸出左手的大指，食指和中指，互成直角，中指指電流方向，食指指磁力線方向，則大指所指，即為移動方向。

直流電動機，即由此原理而能因電而動。今如先有電流通入第二〇圖所示的線圈，線圈本來不動，因通有電流而生磁力線，和原有N S間磁力線相合，且其方向互成直角，故即發生一偶力，使線圈帶軸旋轉，方向可依佛來銘左手定則定之。

電機的構造

一九、電機的構造 上面說的線圈，實際構造不祇一圓，是將多數線圈繞於圓筒形的鐵心外面，鐵心中心貫一轉軸，如第二三圖所示的形狀，是為發電機

電樞 圖三二第

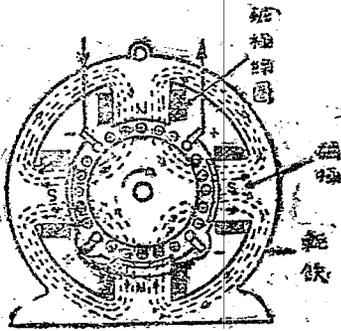


機殼，這機殼亦為電樞的軛鐵。第二四圖為四極機的剖面形，觀圖可知其構造大概。大致言之，發電機分電樞與磁極兩部分，

的電樞。圖示左端的整流器，為許多銅片湊合而成，電樞滾圈的每一匝即連接一銅片，其作用如第二〇圖所示的半圓形銅片是。炭刷作長方形，以彈簧壓緊，使與整流器接觸，電樞轉動時，炭刷即於整流器面上滑過。整流器惟直流發電機上有之，在交流發電機上則用兩銅環，名為集流環。

電樞是裝置於發電機中央，外週裝置磁極，兩者中間留一空隙，使電樞的轉動，可不與磁極相觸。磁極外面亦纏繞線圈，通入電流時發生磁力線。磁極裝置於

面剖的機電發 圖四二第



含有電路與磁路各一。彼此置於可以互生感應的地位而相對旋轉。配成各路的機件，舉其大者言之，在磁路中有轉鐵，磁極鐵心，磁極面上的極靴及電樞鐵心。電路中則有電樞線圈，磁極線圈，整流器（在直流機）或集流環（在交流機）及炭刷等。

直流電動機構造和直流發電機相仿，不另述

直流電動發電機，其電樞裝有兩副線圈，並各用一整流器，實即以電動機和發電機兩部分的線圈和整流器，合裝而成一電樞，於同一的磁極間旋轉之。電流先通入電動機部分而電樞旋轉，發電機部分因之發電，電壓可以變高或降低。

第三節 內燃機

內燃機 的種類

二〇、內燃機的種類 內燃機為發動機的一種，發電機或充電機之發動常以內燃機為其原動力。內燃機之所以能發動，是利用燃料和空氣混合，在汽缸內燃燒爆發，由於熱能變為機械的動作。

內燃機因所用燃料不同而有多種，大別之如下：

(一) 油類內燃機

1. 汽油機

2. 煤油機

發動原理

3. 柴油機

(二) 煤汽內燃機

各種機的構造與發動情形略有不同，在此僅述汽油機的一種。

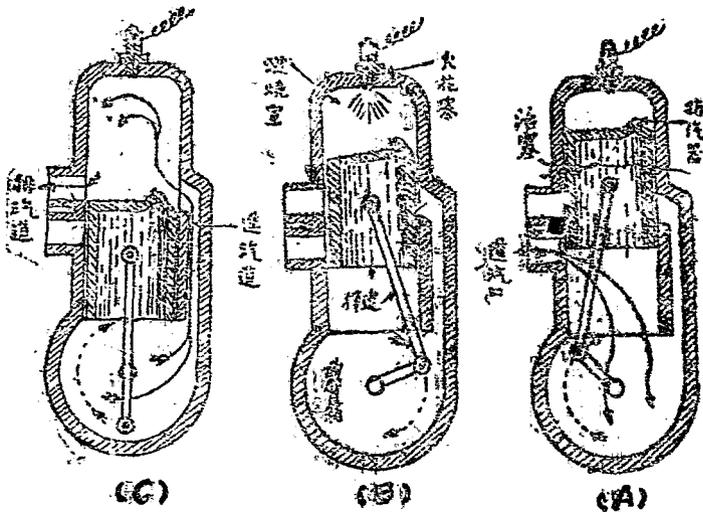
二一、發動原理 汽油自細管中滴下或噴出時，試以口氣急吹之，即變成霧狀的汽體，這就是空氣和汽油的混合汽，如果混合適當，即易於燃燒。內燃機即將此種混合汽吸入汽缸內而以活塞壓縮之，引以火種，使其燃燒，同是這點混合汽，壓縮時體積縮小，至燃燒後體積驟然膨脹，發生一種壓力，以推動活塞。活塞是用一連桿與內燃機的轉軸相連，轉軸因此而連帶轉動。混合汽繼續送入汽缸內而着火燃燒，活塞即上下移動，轉軸乃得以不斷轉動。

活塞在汽缸中由上而下或由下而上移動一次，為一行程，混合汽被吸入汽缸內壓縮燃燒而復排出，分為四時期，即（一）吸汽（二）壓汽（三）燃燒爆發（四）排汽。每四時期成爲一循環。內燃機的發動，有由於活塞的四行程成爲一循環，亦有二行程成爲一循環。茲述二行程的循環動作。

第二五圖示發動部分的構造，上部爲汽缸，下部爲曲臂箱。汽缸頂部有一火花塞，通以電流後能發生火花。邊上有進汽道和排汽道。活塞即塞在汽缸之內而可以上下移動。連桿上端和活塞相連，下端和轉軸相連，由於活塞的上下移動，

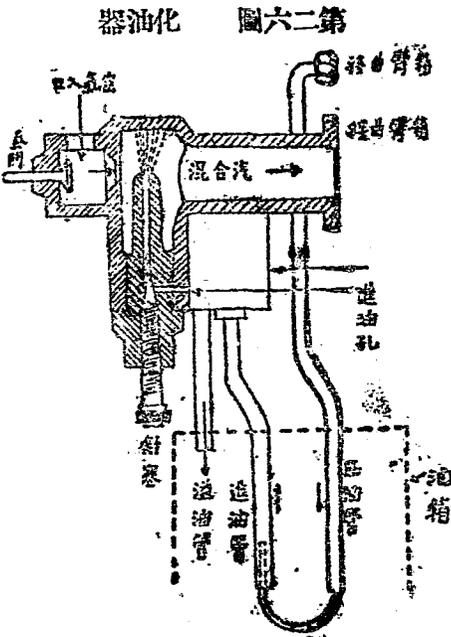
轉軸即連帶轉動。當活塞向上移動時，汽缸內原有未經爆發的混合汽被擠至上部，同時排汽口關閉，進汽口開放，另有外來的混合汽被吸入曲臂箱內，如第二五圖（A）的情形。汽缸內的混合汽被擠至缸頂時，火花塞適於此時發火，混合汽乃即燃燒爆發，衝壓活塞向下移動。此時曲臂箱內混合汽因活塞下行而開始壓縮，如圖（B）。到了活塞頂露開排汽口後，汽缸中已經燃燒的廢汽立即由排汽道中排出，同時曲臂箱內被壓的混合汽，則由進汽道而吸入汽缸內，如圖

環循程行二的機燃內 圖五二第



內燃機
的構造

(C)。此時因活塞又向上移動，第二循環乃復開始，如此即使轉軸繼續轉動。二、內燃機的構造 內燃機構造頗為複雜，分化油、點火、調速、潤滑及減熱等部分的裝置。化油和點火裝置，為內燃機的主要部分，不可缺少，餘的比較可以簡單。譬如二行程循環的單缸機，其汽缸外面的熱度，以空氣冷卻。調整空氣門以控制轉速。潤滑油混和汽油內以潤滑活塞與汽缸，其他轉動部分則用牛油。

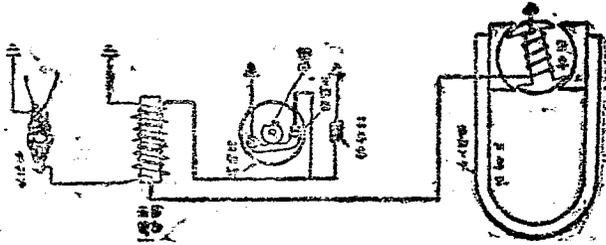


化油器部分最重要的為化油器，其內部有用浮標的，亦有不用浮標的，第二六圖所示為不用浮標的一種。空氣由空氣入口吸進，汽油由油箱送入盛油部分，經過進油孔自噴射口噴出。空氣多少由氣門調整之，噴油多少，由針塞調整之。汽油自噴射口

噴出後，即遇有急速流過的空氣流，和汽油混合而變成混合汽，被吸而入於汽缸下部之曲臂箱內。圖示的壓油管，進油管和溢油管是同插在油箱內。壓油管上端連接於曲臂箱，當活塞向下移動時（參攷第二五圖），曲臂箱內混合汽被壓，將壓油管與曲臂箱相接觸之處之汽門壓開，一部分混合汽衝入壓油管中，以致油箱內油面上壓力加高，汽油即由進油管送入盛油部分內。盛油部分內的油面最高時與噴射口相等，設或過高，即由溢油管溢出。

汽缸內混合汽的燃燒，大都用高壓電點火。其電源有用蓄電池，亦有用磁電機。第二七圖示磁電機點火裝置的一種。磁電機由一永久磁鐵與電樞造成，電樞是與內燃機的轉軸連帶轉動。電樞線圈連接於感應線圈及斷續器。斷續器中心有一回輪，亦與轉軸連帶轉動，使斷續器內的接觸點或離或合。感應線圈是繞兩線圈，與磁電機相連接，又一與火花塞相連接。火花塞下端有一隙口如圖

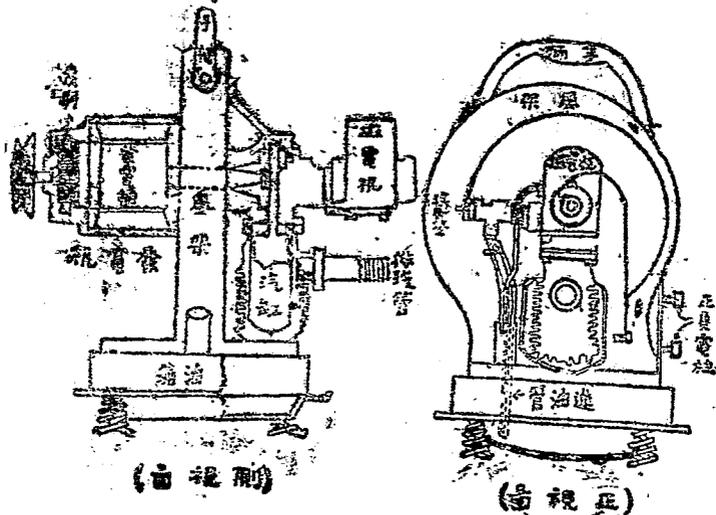
第二七圖 點火裝置



上所示的 a b，當有高壓電加上時發生火花。今如磁電機已發電，又當斷續器內的接觸點適相離合，而且立即離開，此時的電流通過感應線圈和斷續器的接觸點而回轉，此電流通即斷，由於電磁感應之理，相接於火花塞的線圈上發生高壓電，火花塞的 a b 的隙口上即發生火花。火花塞是鑲在汽缸頂內的，汽缸內的混合汽因之着火燃燒。

軍用的充電機 (Homelite)，其內以直流發電機和汽缸內發機兩部分合裝而成，兩部分同軸運轉，內燃機發動後，發電機隨之發電。發電機是以導線連接於蓄電池，開動時藉蓄電池的電力以發為發電

第 二 八 圖 充 電 機



機，此時的發電機實卽一電動機。發電機既已轉動，內燃機隨之發動。第二八圖示此種充電機構造大概。內燃機部分的構造與上面說明的，大致相同。但亦有將油箱裝置於機身上面的，化油器內部則用有浮標。

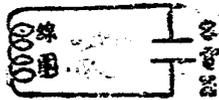
第三章 電的振盪和發射

第一節 電的振盪

二三、振盪 何謂振盪？譬如鐘擺，左右的擺動，又如彈簧，疏密的顫動，這些現象，都是振盪。電亦不能例外，電流之在電路中往復流動，就是電的振盪。由振盪而生的電流稱為振盪電流。其週率可甚高，故所謂振盪電流，即指高週率電流而言。點燈用的交流電，亦是往復流動的，但不是由振盪而生，不包含在振盪電流範圍之內。

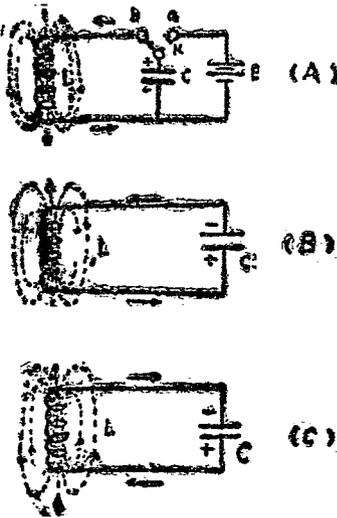
線圈容電器連成的電路，如第二九圖，因其能發生振盪的稱為振盪電路。

第二九圖 振盪電路



假如容電器先連接於電

第三〇圖 振盪發生

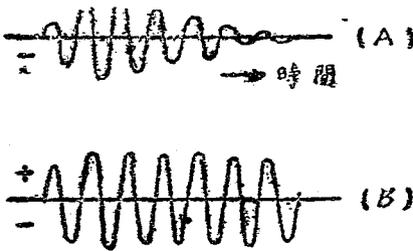


池，加以充電，然後轉接於線圈。此時因電容器上兩邊電壓不相等所以發生電流而通過線圈，線圈中亦發生磁力線，如第三〇圖(A)所示。到了電容器上兩邊電壓相等時候，電流該要停止，但是線圈內的磁力線正因電流停止之故，要隨之消失，就是要反向收縮。因此收縮之變動，依電磁感應之理，仍然發生電流而充電於電容器，使其下邊的電壓加高，如第三〇圖(B)容電器上電壓既又不相等，一俟線圈內磁力線全消之後，復發生電流，通過線圈而發生磁力線，惟其方向與前相反，如第三〇圖(C)這樣電流在電路中一來一去的流動，即成所謂振盪。

振盪電路中，不免有電阻存在，所以電流逐次減少，終至於停止。這樣振盪而成的電流，適如第三一圖(A)所示，要依振盪保持不停，必從外面源源加入電能，然後可成第三一圖(B)所示的電流。

二四、諧振和耦合 何謂諧振？譬如聲音又A和B，如第三二圖，質料和大小都是相同，擊動A發聲之後，B隨之發聲，這是聲的諧振。振盪電路A靠近

第三一圖 振盪電流的波形



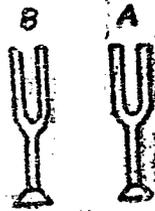
二五、電子發射和真空管構造 用鎢絲等類的燈絲，封在玻璃泡裏面，燈絲

第二節 電子發射和真空管

能發生諧振的一種手續，稱為耦合。如第三三圖所示的，即為電感耦
合。
如果將兩線圈拉遠，磁力線不能同時穿過，兩電路的電容電感就
是相同，亦不能起諧振。所以電路的線圈要互相靠近。這樣靠近，使
能發生諧振的一種手續，稱為耦合。如第三三圖所示的，即為電感耦

於B，如第三三圖，電路A已經發生振盪，B本未振
盪，但由於A的振盪亦起振盪，B對於A而言，說是發生
諧振。依第三三圖所示，線圈 L_1 和 L_2 ，是相靠近的，假
如，A電路中有振盪電流發生，線圈 L_1 內發生磁力線，
同時穿過 L_2 ，因電磁感應之理，B電路中故亦發生電流。惟若B中的
電感 L_2 和電容 C_2 不等於A中的 L_1 和 C_1 ，猶之兩音叉的質料和大小都不
相同，B電路就是能起感應，但其電流終是不大。故如B電路要發生
諧振，其必 $L_2C_2 = L_1C_1$ ，如此則B電路中的電流可達到最大。換言
之，電路中知電流到了最大時候的振盪，始成諧振。容電器 C_2 是可變
的，因可調整諧振，其手續即稱調諧。

第三三圖 聲的諧振



第三三圖 耦合諧振電路

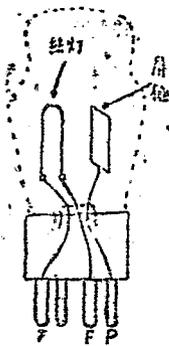


射和真空管構造

連接於電池，通過電流而發熱。如第三四圖所示。燈絲內的電子因受熱後加快活動，能突破燈絲表面而發射，這種現象，稱為電子發射。發射而出的電子，散布於玻璃泡內的空間，稱為空間電子。

第三五圖

二極管

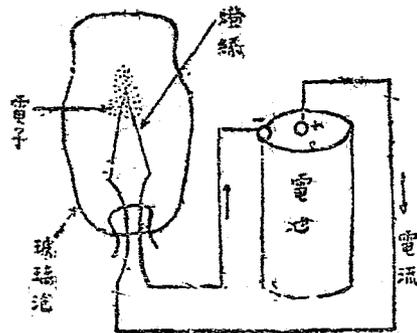


真空管成因

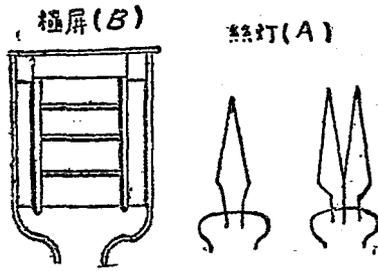
電子發射而造成。管內的空氣，是抽去的，故有真空管之名。通用的真空管，

分二極管，三極管，四極管和五極管等。二極管內裝二個電極，如第三五圖，一即燈絲，又其一是屏極，如第三六圖。屏極是以金屬片做成，裝在燈絲的外圍，但不與燈絲相接觸。二極管的燈絲和屏極中間，插入一個電極，所

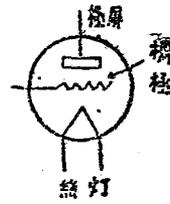
第三四圖 電子發射



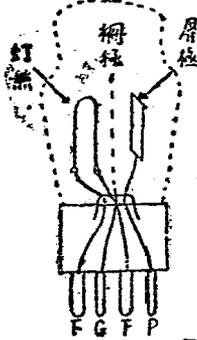
極屏及絲燈 圖六三第



圖七三第

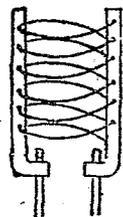


管極三



成的真空管，即稱三極管，如第三七圖所示。此新加入的電極，名為柵極，是用金屬絲製成窗柵狀或螺旋狀，如第三八圖所示。

第三八圖 柵極



四極管和五極管的電極數目，均如其名。與三極管同樣的在屏極和柵極中間，插入另一柵極，如第三九圖所示，即成四極管。此柵極名為網柵，又稱簾柵，亦用金屬絲製成窗柵狀。四極管的屏極和網柵中間，再加裝一柵極，連燈絲、柵極合為五個電極，故成爲五極管，如第四〇圖所示。此新加入的柵極，名為壓制柵或陰極柵，常與燈絲直接相連。

收報機或收話機上用的真空管，除上述各種以外，尚有雙管管和五柵管等就

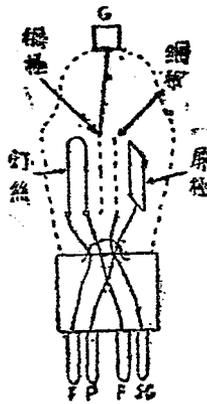
真空管的作用

是將多個真空管的電極合裝而成，種類繁多，不勝枚舉。常見的真空管，其外部都採用玻璃管，但亦有採用金屬管的，則稱為金屬真空管。

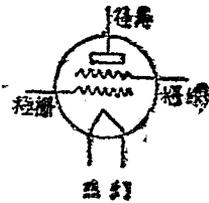
二六、真空管的作用 真空管的燈絲，受熱後發射電子，散布於管內的空間，由於其他電極吸收之或控制之，使電子分頭工作，而成各種作用。

供用於燈絲的電池組，稱為A電池組。連接於燈絲而成燈絲電路。二極管的

管極四



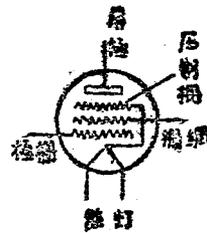
圖九三第



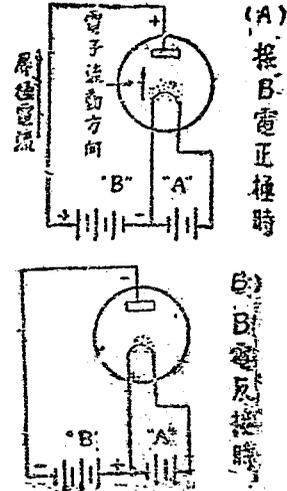
管極五



圖〇四第



第四圖 二極管的作用



(A) 接 B 電正極時

(B) B 電反接時

屏極，亦用一電池組由管外相連於燈絲，此電池組稱為 B 電池組，所成的電路，稱為屏極電路。屏極如果連接於 B 電池組的正極，燈絲發出的陰性的電子，遂被陽性的屏極所吸引，經屏極電路仍流回燈絲，成為屏極電流，如第四圖 (A) 屏極上電壓加高或減低屏極電流亦

相比的加大或減小。所以屏極是為吸引電子用的。屏極上如果相反的連接以負電，則因同性相拒之故，電子不再為屏極所吸引，屏極電流亦即斷絕，如第四圖 (B) 所以二極管有單向導電的作用。

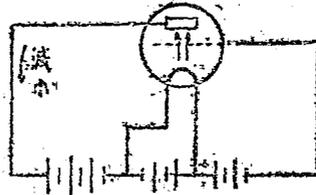
三極管的柵極，亦用一電池組相連於燈絲，成為柵極電路此電池組即稱 C 電池組。柵極常連接於 C 電池組的負極，如第四圖 (A) 柵極上有一負電壓，燈絲發出的電子，因同性相拒之故，有的被拒而回轉燈絲，屏極電流因之減小，柵極的負電壓愈高而愈小，反之則加大。如果反接 C 電池組，如第四圖 (B) 所示的情形，則屏極電流更大。由是可知柵極電壓的高低，足以控制屏極電流的

大小。所以柵極是為控制電子用的。還有一層，柵極距離燈絲較近，吸拒的力尤比屏極為強，柵極電壓就是很小的變動，屏極電流常起很大的變動，所以三極管有放大的作用。

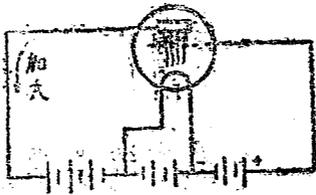
四極管和五極管的作用與三極管相同，惟較三極管為改良。因三極管的空間電子，未必全為屏極吸去，阻礙空間，將塞住從來電子的通路。四極管中有一網柵，是連接以正電壓的，因可將空間電子消去一部分，減小阻礙，可提高放大效率。惟燈絲發出的電子是很快的衝到屏極，使屏極上原有電子，有被衝出而為網柵所吸收的，以致屏極電流減小。在五極管中，有一陰性的壓制柵，由其相拒，可使被衝而出的電子仍回轉屏極，屏極電流可不致減小，得以彌補四極管的缺點。

第三節 電波發射和天線

圖二四第 三極管的作用



(A) 柵極接正電壓時，屏極電流減小

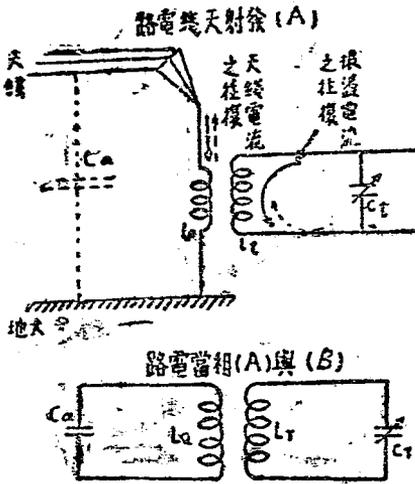


(B) 柵極接正電壓時，屏極電流加大

電波發射和天線的功用

二七、電波發射和天線的功用 前節所述電的振盪，是很快的，就是說振盪電流的週率是很高的，就因為振盪很快，電流週率很高之故，可由振盪而發射。無線電機即利用天線為電波的發射體。先由電的振盪產生高週率的振盪電流，輸往天線發射而出，成為電波，再因電磁之理，遂成電磁波，此即所謂無線電波，輻射前進可達遠地。

第四三圖 發射電路



接自發報機真空管

發射機中必裝有振盪器，其振盪電路如第四三圖（A）所示的 L_t C_t 。此電路即耦合天線電路。天線和地線均為導體，中間隔以空氣，成一容電器 C_a ，和線圈 L_a 亦成一振盪電路，如第四三圖（B）所示。 L_t C_t 電路既有振盪，因諧振之理， L_a C_a 路中當亦起振盪。天地線間的電場，終是向外擴展的。每次展出之後，因天線電路中電流振盪極快之故，接着就有後來的電場，連續的

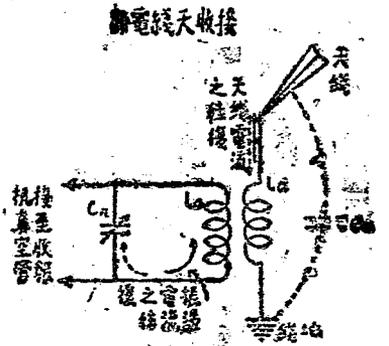
擠遠，故成爲無線電波而向空中輻射。

接收和發射時情形適爲反一方向。無線電波彌佈於空中，一與天線相接觸，即生振盪電流，如第四圖（A）天線電路 $L_a C_a$ 是與接收機的調諧電路 $L_r C_r$ 相耦合，如第四圖（B）， C_r 是可以調諧的，至 $L_r C_r$ 發生諧振時爲已將外來的無線電波收入。同時對於其他週率不同的無線電波，因不相諧振，故不收入。

無線電波的特性

二八、無線電波的特性 波的變動，如第三一圖（B）所示，自零點至波峯的高度爲振幅。每秒鐘變動的次數，即爲週率。每週的進程，即相隣兩週波的相當點間距離，稱爲波長。每秒鐘內波的前進距離爲波的進行速度，即等於週率乘波長。無線電波傳播的速度，一秒鐘可進行十八萬六千英里，即三萬萬公尺。故

第四圖 接收電路



（A）與（B）當電路



無線電波的週率，波長和速度三者的關係，當為

$$\text{波長}(\lambda) \times \text{週率}(f) = \text{速度}(v) \quad \text{即 } 300,000,000 \frac{\text{公尺}}{\text{秒}} \dots \dots (5)$$

波長有長波、短波之分。十公尺以上至二百公尺以下的，為短波。在此範圍內二百公尺以下至五十公尺的波帶，亦有區分作中短波。在十公尺以下的，為超短波。在二百公尺以上的，則為長波。

週率有高週率低週率之分。在萬週以下的，可區分為低週率亦稱收音週率。萬週以上的則為高週率，亦稱射電週率。

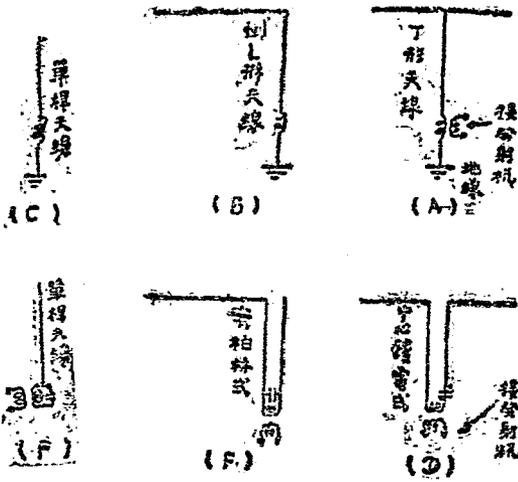
無線電波之在空中進行，其性質和光波、聲波相似，亦有屈射、反射及干擾等現象，與波長長短及氣候寒熱亦有關係，在短波一段內的情形，大約以波長短一點的，通訊距離較遠，反之則較近。就同一波長而論，天熱時通訊距離較近，天寒時則較遠。

天線的種類及其裝置法

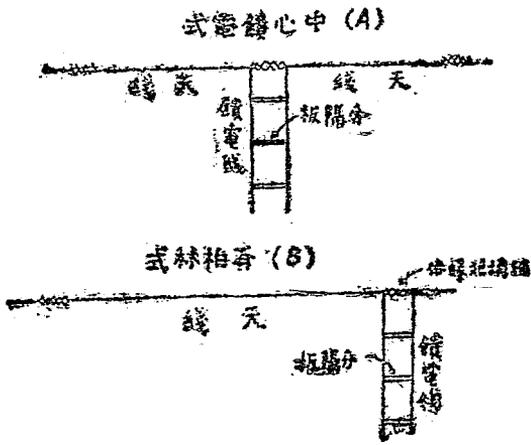
二九、天線的種類及裝置法 天線分馬可尼式和赫志式，前者為四分之一波長的一種，連接地線的就是如第四五圖(A)(B)(C)所示。後者為半波天線，不接地線的就是，如第四五圖(D)(E)(F)所示。短波機上用的，大約以赫志式為多。

赫志天線的垂直部分，為其饋電線。發射機振盪電流，先輸送於饋電線，然

第四五圖 常見各種天線



第四六圖 郝志天線的裝置



接饋電到天線而發射。其裝置情形，以中心饋電式及齊柏林式天線爲說明，饋電線的兩線條須平行裝置，天線的各端均用絕緣體連接之，如第四六圖所示。

天線長度和發射的波長有關，如郝志天線的長度，應等於發射波長的二分之一（約數）或二分之一的倍數。譬如發射波長爲三十公尺，採取天線長度十五公尺或三十公尺的爲佳。饋電線的長度，應等於波長的四分之一或四分之一的倍數，如上例，應採取七公尺半或十五公尺。

天線裝設所在，最好擇在空曠地方，不宜靠近樹木，或碰觸屋簷。高度當然愈高愈好，但因與饋電線長短有關，過高有時爲不可能。天線須拉緊，倘有搖動，發射信號恐難以穩定。

第四章 無線電報

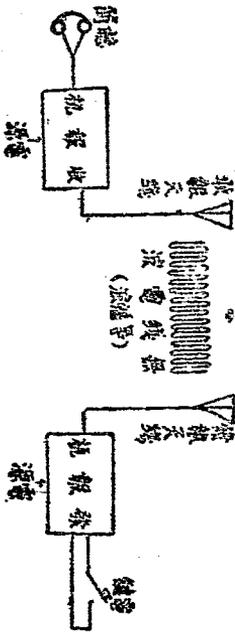
第一節 無線電報述要

無線電
通報大意

三〇、無線電通報大意 無線電報收發兩方，並無導線以相連絡，中間所以為聯系的，其惟無線電波。發的一方面，將無線電波斷續長短的發出，對方所收到的，依樣斷續長短，是為一種信號。辨別其信號，因之判明所發來的意義。

發的方向用一發報機，收的方向則用收報機。所謂發報機，實即一發生電振盪的振盪器，用一電鍵控制其振盪有無，電鍵按落時，因將振盪器的電路接通，振盪以生，如果將電鍵放開，振盪即停。天線是連接於發報機，振盪的電流，由

圖七四第 無線電報收發機大樣

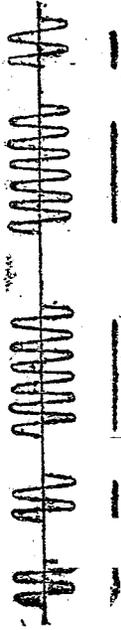


天線發出，成爲無線電波，彌佈於空中，與收報天線接觸後，遂被導入收報機，變爲聲音，由聽筒聽得之。其大概情形，如第四七圖所示。故在發報方面電鍵按下之時，收報方面即能聽到聲音，按下時間長，聲音亦長，短則亦短。如果放開電鍵，因無線電波斷絕，聲音即無。例如連發 a 字 (—) 和 d 字 (— · · ·)，電鍵動作時間分別長短，無線電波依樣長短斷續，如第四八圖，收報方面，聽到如此聲音即知爲 a 和 d 字。

能信斷續的波電線無 圖八四第

(a)

(d)

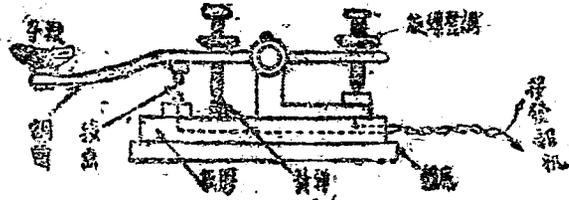


無線電報的應有設備

三一、無線電報的應有設備 依上所述，知發報設備，應有 (一) 發生振盪的發報機，(二) 控制振盪的電鍵，(三) 供給發報機的電源，(四) 發射無線電波的天線。

收報的設備，應有 (一) 檢收信號的收報機，(二) 變電流爲聲音的聽筒，

第 四 九 四 號 電 鍵

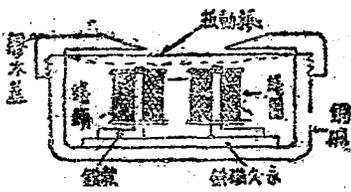


第 五 〇 圖 聽 筒

(A) 筒 音



(B) 內 部 構 造



(三) 供給收報機的電源，(四) 接收無線電波的天線。

發報機和收報機的構造，留後再述。天線及電源部分，前兩章已經論及。在此先說明電鍵和聽筒的構造。

發報電鍵的構造，如第四九圖所示。其上有一接觸點，所以啓閉電路之用，發報時以手指按下鐵手，此接觸點即碰合，放開後，由於彈簧將其彈開，可隨人

意而動作。

第五〇圖(A)示聽筒的實體，(B)爲其內部構造。係用一振動板和一磁鐵裝置於銅碗之內，而以膠木蓋旋緊之。振動板裝置磁鐵上面，中間留一空隙。磁鐵外面纏繞線圈，下端裝一永久磁鐵。變動的電流通過線圈時，磁鐵發生強弱的磁力，吸引振動板，使之振動。振動板既經振動，乃激動空氣以成聲音。

第二節 發報機

發報機
的種類

三二、發報機的種類 發報機可分兩種：一是單級自振式，又一是主振放大式。前者以一只振盪器連接天線而成，較爲簡單。後者則有振盪器和高週率放大器，將振盪電流先行放大，然後發射，效率較高，但構造則甚複雜，使用上尙以自振式爲靈便。

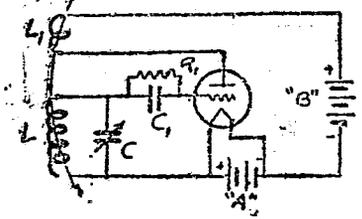
發報機電源，用電池或手搖（或腳踏）發電機。電功率（亦稱電力）大一點的，則用電動發電機。軍用發報機因須時時移動，城市中的交流電未能利用，以充電機充電於蓄電池，再以蓄電池發動電動發電機。

發報機
的構造

三三、發報機的構造 發報機是以振盪器構成的。振盪器如何始能產生振盪，先加以說明。

依照真空管電路，除燈絲電路外，分柵極電路和屏極電路，如第五一圖所示。

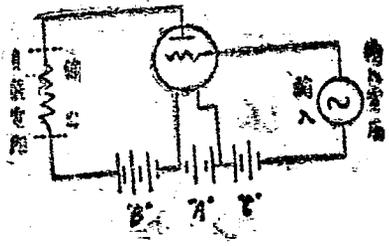
第五二圖 振盪器電路之一種



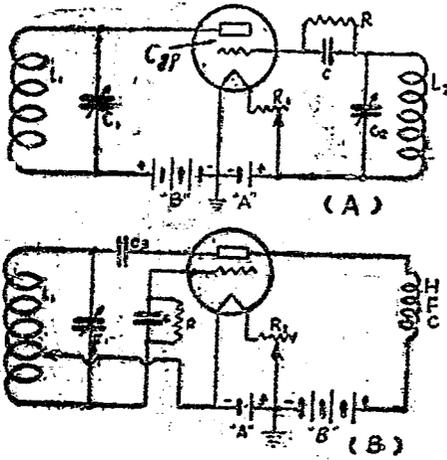
變動的電壓由柵極電路上輸入，經過真空管由屏極電路負載電阻上輸出，因真空管有放大作用，所以輸出的電壓可以變高。真空管放大器就是因而構成的，惟其輸出的電壓不應有回轉柵極電路，如果有之，可成爲振盪器。第五十二圖所示的電路爲真空管振盪器的一種，屏極電路上有一線圈 L_1 和柵極電路上的振盪電路 L_1C 相耦合。假使 L_1C 電路已發生振盪，其電

壓輸入柵極，屏極電流隨之變動，每次經過 L_1 ，其電能回轉 L_1C 電路中。使 L_1C 電路的振盪，不致停止。故所謂振盪器，即爲保持連續振盪的一種裝置。由振盪器振盪而生的電流，如第三十一圖(B)所示的即是，每週，振幅均相等，謂之等幅電流，如果發爲電波，即稱等幅波。無線電發報機發出的無線電波，爲等幅波的一種。

第五一圖 真空管電路說明



第五四圖 振盪器另種電路

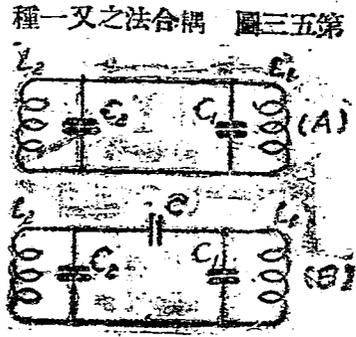


上面說明的，兩電路是以線圈相耦合，如果將兩電路分開，中間以導線直接相連，如第五三圖 (A) 祇要其 $L_1 C_1$ 和 $L_2 C_2$ 相等，兩電路上的電能亦能互相回轉。導線中間連接以容電器 C ，如第五三

第五四圖 (A) 所示，屏極和柵極兩電路分開，但其中間有以屏極和柵極所成的容電器 C_{gp} 相耦合，依上面所述之理，故能保持振盪，是為調屏調柵電路。第五四圖 (B)

過高週率電流的，一樣能互相回轉。

第五三圖 (A) 所示，兩電路是以線圈相耦合，如果將兩電路分開，中間以導線直接相連，如第五三圖 (A) 祇要其 $L_1 C_1$ 和 $L_2 C_2$ 相等，兩電路上的電能亦能互相回轉。導線中間連接以容電器 C ，如第五三

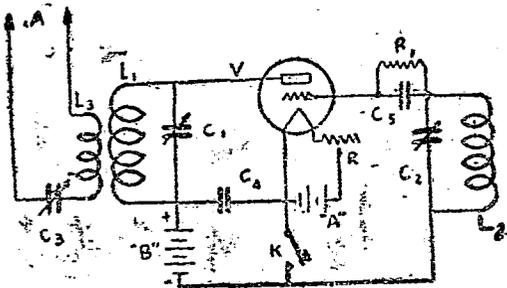


所示的，猶將第五二圖中的兩線圈合而為一，作用相同，是為賡脫來電路。

上述的各種振盪器，耦合於天線，並於屏極或柵極電路上連接電鍵，即成為簡單的發報機。第五五圖所示的，是用調屏調柵振盪器。其輸出電功率大小，隨所用真空管大小及電源強弱而定。發報波長的長短，依其振盪電路中線圈 L_1 和容電器 C_1 的大小為轉移。容電器是可變的，將其動片退出，即其電容減小，波長減短，反是則加長。發報電鍵在燈絲和屏極、柵極的回線上連入，按下電鍵時，屏柵各路均通，產生振盪而發射，放開後故即停止。

發報機亦有用雙管並聯的，其電功率比用單管的為

第五五圖 單管調屏調柵發報機電路



- A 天線
- V 真空管
- C_1, C_2, C_3 調諧容電器
- C_4 旁路容電器
- C_5 柵極容電器
- L_1, L_2, L_3 線圈
- R 燈絲變阻器
- R_1 柵漏
- K 發報電鍵

調諧發報方法

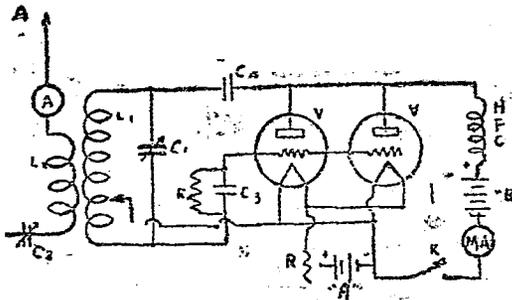
大。兩真空管的屏極是連接在一起，柵極又連接在一起，即將兩管作為一管之用。第五六圖所示的，為變管並聯式的一種，其振盪器電路作哈脫來式，與第五四圖（B）所示的相同。屏極電路和天線電路上連接電流表，可以指示，屏極電流和天線電流的大小。圖示是用三極管，如果改用五極管，輸出電功率可較大。

三四、調諧發報方法

發報機中的振盪電路，即如第五五及五六圖所示的 $L_1 C_2$ 電路，如欲變換發報波長，應將此電路加以調諧。一般手續如下：

(一) 將電源開關閉合，按下電鍵，緩緩轉動屏極調諧容電器，同時以波長

第五六圖 雙管聯發報機電路圖



- A V 真空管
- A 天線
- C_1, C_2 調諧容電器
- C_3 柵極容電器
- C_4 隔直流容電器
- R 燈絲變阻器
- R_1 柵漏
- L_1, L_2 線圈
- H F C 扼流線圈
- A 安培表
- M A 千分安培表
- K 電鍵

表轉至預定波長的度數。放在振盪線圈近旁，俟屏極調諧容電器轉至一點，波長表的小電泡發光最亮時即可。此時屏極電流應在最小之一點。但哈脫來電路上，屏極電流恆為一定。

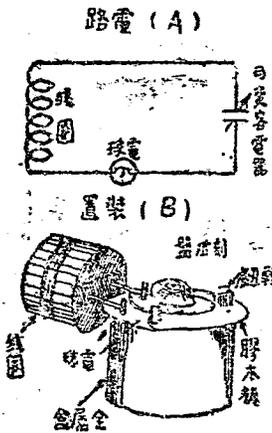
(二) 接上天線，緩緩轉動天線調諧容電器，如果容電器和天線線圈是串聯的，至天線電流最大時為止。此時之天線電路為已諧振，屏極電流加大。

(三) 按動電鍵，連發V字信號(……)，屏極電流和天線電流，在每次按下電鍵時候，如果無忽高忽降現象，所發的信號知已穩定，否則，甯將天線，調諧容電器的動片退轉少許，使天線電流減小一點為是，由此即可以發報。

(四) 此後如須變換波長，仍將屏極調諧容電器和天線調諧容電器稍為變動，用波長表測知其波長。

波長表是用一可變容電器和一線圈連成，如第五七圖所示。容電器裝置於金屬盒內，上連一刻度盤，和容電器的動片同軸轉動。測量時，視小電泡發光最亮，知其電路已成諧振，

第五七圖 波長表



波長相等。容電器刻度盤轉到的度數，相當多少波長為已知，故可測明所測的波長。

第三節 收報機

收報機的種類

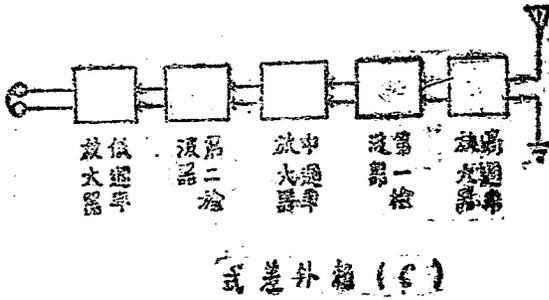
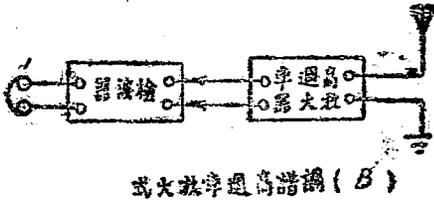
三五、收報機的種類 遠方發來的高週率等幅波，收到後成為電流，仍是高週率，須將其變為低週率後，始可用聽筒聽取之。這種變高週率電流為低週率電流的方法，稱為檢波。最簡單的收報機，是用一檢波器接合於收報天線，檢波之後用一聽筒，如第五八圖(A)所示。比較靈敏的收報機，檢波之前，先用高週率放大器，調準高週率電流而加以放大，是為調諧高週率式，其設置如第五八圖(B)所示。又有一種超外差式，(或稱超等他拍式)，如第五八(C)所示，構造比較複雜，先有高週率放大，經過第一檢波器變為中週率，再行檢波，然後為低週率，其靈敏度特高。

收報機所用的電源，以乾電池為多，取其便於攜帶。所用的電池，分A、B、C三組，各以多個電池串聯，以合乎所需要的電壓。A電池組且有串聯後而再並聯，較可經久耐用。

收報機的構造

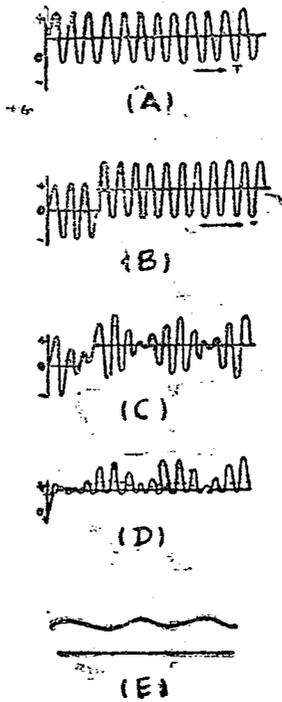
三六、收報機的構造 收報機檢收高週率等幅波，必須有檢波器的裝置。其法如第五二圖所示的拆疊器，以其本機所生的高週率電流與外來的高週率電流相

類種的機報收 圖八五第



和，變為低週率電流。此種檢波法，是利用振盪器為檢波，稱為振盪檢波。本機自生的電流週率應和外來電流週率稍有相差。如外來的電流，譬如第五九圖 (A) 週率為一百萬週，本機所生電流如 (B)，為一百萬一千週，兩電流相和後變如 (C)，經過

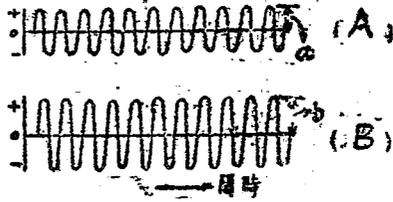
檢波器以後，割去負的半週，如 (D)，經過聽筒時則如 (E)，其週率已變為一



千，故可以聞聽。

放大器的作用，須將電流上下兩半週完全放大，屏極電路和柵極電路須免去耦合關係。譬如送入柵極電路上的電流波形如第六〇圖 (A) 所示，放大後由屏極電路輸出的如 (B)，(B) 波的振幅 b 大於 (A) 波振幅 a ，則 (B) 為已放大。放大器的電路，因所放大的為高週率電流或為低週率電流，其耦合方法有不同，放大低週率電流的，常用鐵心變壓器以相耦合，如第六一圖 (A)，放大

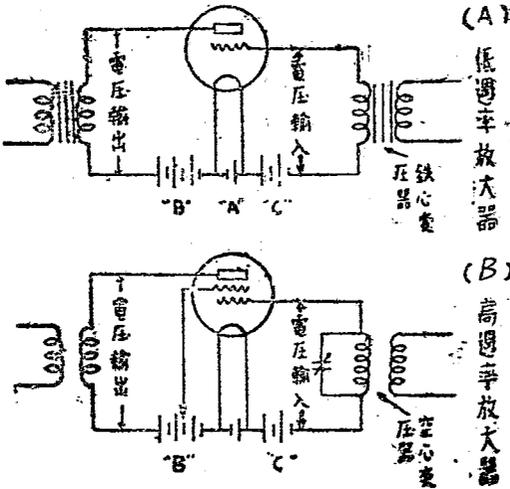
大放大圖○六第



路中原已發生振盪電流，惟其週率稍有相差，使與外來電流稍和，同送入檢波真空管V的柵極，經過半波放大，取其低週率部分的電流通過聽筒而成音。可變容電器C₂為調整振盪之用，將其動片旋入至相當位

高週率的，則用空心變壓器，如第六一圖(B)。單管檢波的收報機電路，如第六二圖所示。外方無線電波之來，觸及天線時，因電磁感應之理，天線電路中即發生電流，天線線圈L_a是和調諧電路L₁C₁相耦合，將容電器C₁調準之，調諧電

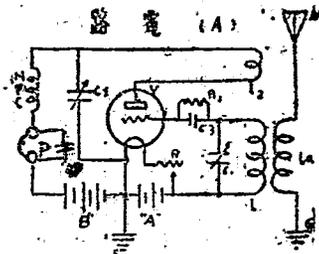
路電器大放大管空真圖一六第



高週率的，則用空心變壓器，如第六一圖(B)。

單管檢波的收報機電路，如第六二圖所示。外方無線電波之來，觸及天線時，因電磁感應之理，天線電路中即

圖二六第
路電機報收波檢管單



影情化交流電 (B)



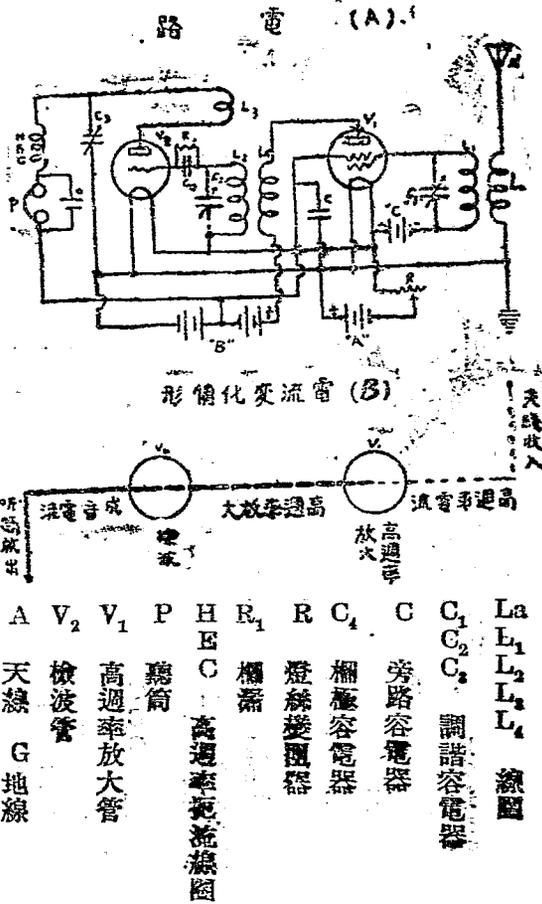
- P 聽筒
- H F C 高週率扼流線圈
- V R₁ 真空管
- R C₃ 燈絲變阻器
- C₁ C₂ 柵極容電器
- L₁ L₂ 調諧容電器
- G A 天線
- 地線

置時， $L_1 C_1$ 電路即發生振盪，若退出，可使振盪停止。

第六三圖為一種調諧高週率放大收報機的電路，檢波之前，先用一高週率放大器，以空心變壓器相耦合。調準 $L_1 C_1$ 電路至與外入電流成諧振，其電壓送入高週率放大真空管 V_1 的柵極， V_1 的屏極電流遂起同樣變動，即其週率和送入的相同，此電流通過線圈 L_2 而生感應電壓，但此電壓和在柵極上送入的電壓相較，已加高，故謂已為放大。然後由於耦合之理，將此已放大的高週率電壓，轉入 $L_3 C_2$ 電路中，再經檢波作用，變為低週率成音電流，由聽筒聽取之。如此，在檢波之前，先由高週率放大器放大，檢波之發聽到聲音，故可較強，比較單管檢波的為

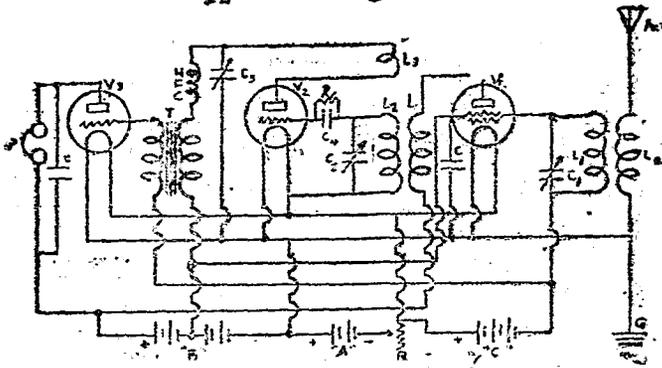
路電機報收大放率週高諧調 圖三六第

較靈敏。圖示高週率放大器中用四極管，因其放大效率可較高。
檢波之後，再接用低週率放大器，如第六四圖，已成音的低週率電流，通過

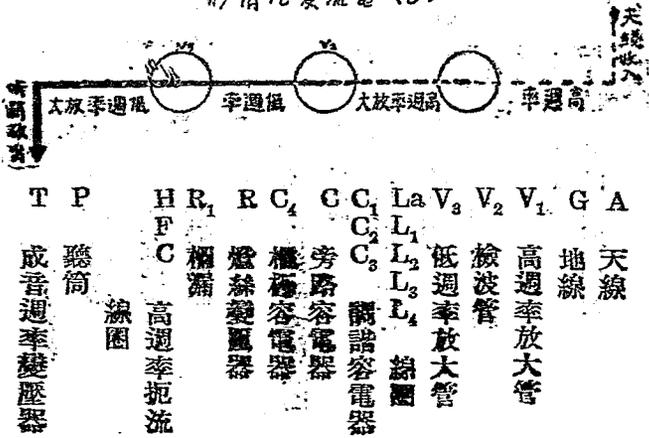


電機報收大放音成率週高諧調 圖四六第

路電 (A)



形情化變流電 (B)



調諧收報方法

變壓器T的正線圈，再傳入副線圈，其電壓送上真空管V₃的柵極，經過放大作用，其屏極電流的變動可較大，即其輸出聲音可更高。此外亦有兩級低週率放大或兩級高週率放大的，構造大致相同。

三七、調諧收報方法 收報時的一般手續，約如下述：

(一) 將燈絲電路閉合，轉動燈絲變阻器，使A電池組所輸電壓至燈絲額定電壓時為止，不可過高，過高易將真空管燈絲燒斷，可用一直流伏脫表在真空管插座上量明之。

(二) 緩緩轉動反饋容電器(第六三圖所示的C₃)至聽得「卜的」一聲，此時檢波器為已發生振盪。

(三) 同時轉動放大器及檢波器的調諧容電器，至能聽到所收信號，並調準至最強最清楚時為止。

(四) 調諧容電器的刻度量度數，相當多少波長，多為已知，否則可用波長表放近線圈傍邊以校準之。

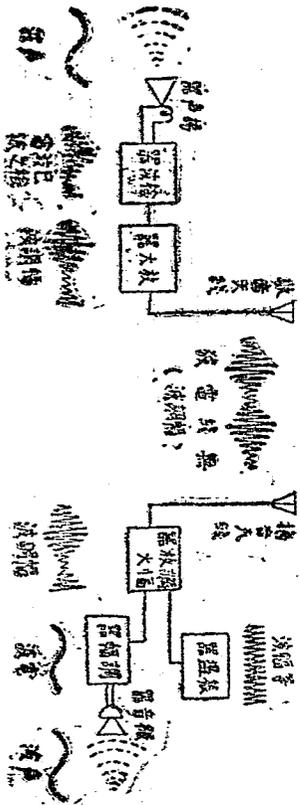
第五章 無線電話

第一節 無線電話述要

無線電
通話大
意

三八、無線電通話大意 無線電報以電鍵控制等幅波的斷續，收報方面收得之後，由於信號之不同，而辨其意義。無線電話有異於此，發的方面以言語或音樂送入發話機中，發為幅調波，收的方面收到之後，直接聽得同樣的言語或音樂。其情形猶是有線電通話，所不同的，收發機器構造各異，有線電以導線連絡兩方，無線電則以無線電波為其中間的連系。第六五圖表示無線電話收發大概，口辟

圖五六號 無線電話收發大概



或樂器發出的聲波，送入微音器中，將聲波變為電流，經過調幅器送往振盪器或振盪放大器。振盪器發生的高週率等幅電流，因受調幅器的調幅，變為隨聲波高低變動的電流。由天線發出，成為無線電幅調波。收話機收入，經過檢波。變高週率為低週率，聽筒中發出聲音。這中間是將聲波變為電流，為無線電波，仍變還為電流為聲波，每經過一步，無論電流或電波，其振幅終隨聲波的變動而變動，所以收得的聲音和發出的一樣。

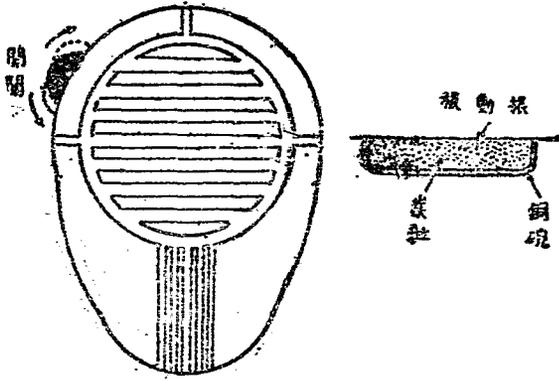
無線電
話應有
的設備

三九、無線電話的應有設備 無線電話的設備，和無線電報大致相同，發的方面，應有（一）變聲波為電流的微音器，（二）振盪調幅的發話機，（三）供給發話裝置的電源，及（四）發射無線電波的天線。收的方面，應有（一）接收無線電波的天線，（二）檢波放大的收話機，（三）供給收話裝置的電源，及（四）變電流為聲波的聽筒。

聽筒天線及電源供給部分，前已論及。發話機和收話機的構造留後再述。茲先說明微音器的構造及其傳聲原理。

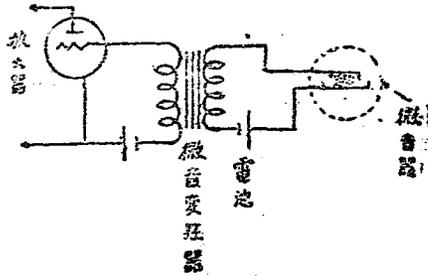
第六六圖所示的。為微音器的一種。其構造是以炭粒盛於銅碗之中，上面以振動板覆之。口腔對準振動板說話時，振動板發生振動，使炭粒的接觸加緊或放鬆，就是將其電阻減小或加大。微音器和變壓器電池連成電路，如圖六七圖，振

器音微 圖六六第



動板既動，電阻改變，由電池發出經過微音器，變壓器正線圈一路的電流隨之變動，副線圈輸出以至真空管放大，仍然依樣變動，故為將聲波的變動變為電流的

路電接連器音微 圖七六第



變動夫。

第二節 發話機

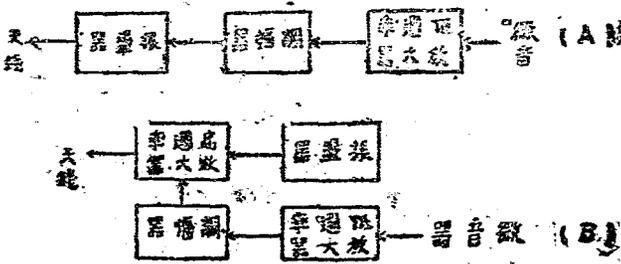
發話機
的種類

發話機
的構造

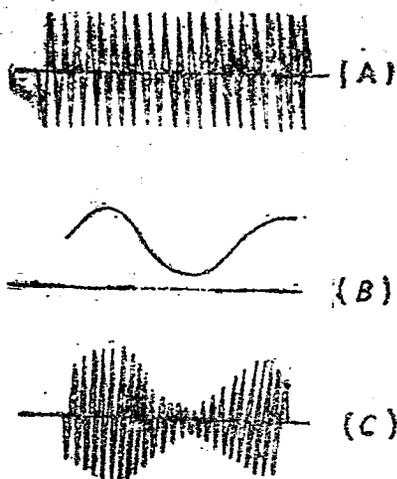
四〇、發話機的種類 發話機亦稱發音機或播音機，其種類之分，亦如發報機，惟須加裝低週率放大器和調幅器，如第六八圖(A)及(B)所示。前者為自振式，構造較為簡單，後者為主振放大式，效率較高，所發聲音亦較穩定。其振盪器部分，亦有用品體管控制振盪的，為現代最良好的一種。發話機中容易加裝一電鍵，除發話以外，兼可發報，即稱為話報兩用機。軍用的無線電話機，以話報雙用為多，構造與裝置則以簡單輕小為主，電功率較小的全副機器，可由一人或二人背負之，是為背負式無線電話機。

四一、發話機的構造 發話機比之發報機，其特殊之點，在於調幅裝置（現在亦有調變

第六八圖 發話機各種程式

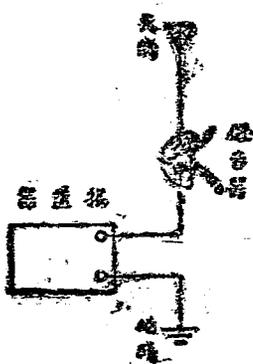


流電調幅 圖九六第



最簡單的調幅法，用一微音器連接於天線電路。如第七十圖，發話時微音器電阻的變動，遂將原來發出的電波變其振幅，惟此種調幅法，效率極低，殊鮮見用。其他有柵極調幅法和屏極調幅法。以微音器和變壓器連

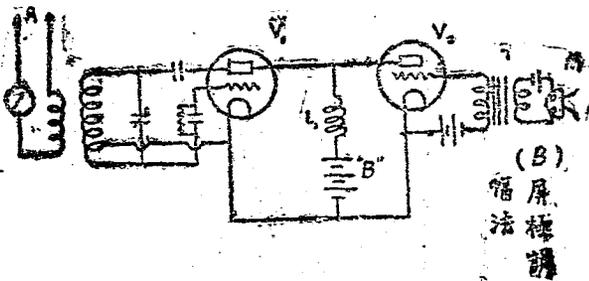
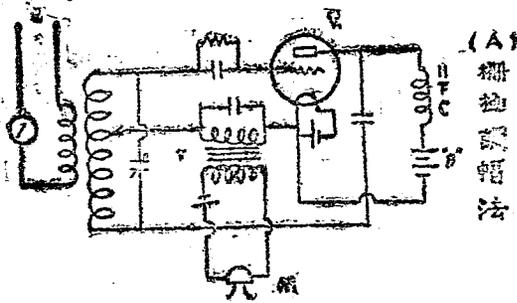
法幅調的單簡最 圖〇七第



週率的)。調幅的意義，就是將等幅電流的振幅，使其隨着聲波的變動而變動。譬如振盪器所生的等幅電流，如第六九圖(A)所示，隨着聲波變動的收音電流如(B)，受着調幅的高週率電流則如(C)。其振幅已隨聲波的變動而變動，但其週率仍與未調幅的相等。

接於振盪器的柵極電路，如第七一圖(A)所示，向微音器發話時，變壓器T發生變動電壓，因將柵極電壓變動高低，屏極電流隨之變動大小，由於天線發為幅調波。第七一圖(B)為屏極調幅的一種，用一電感甚大的線圈 L_1 ，連接於調幅器和振盪器相連的屏極電路中間，

第七一圖 柵極調幅和屏極調幅



話聲向微音器送入時，調幅管 V_2 的屏極電流隨之變動。但受線圈 L_1 的阻止，此變

動的電流，祇影響於振盪管 V_1 的屏極電流，故使振盪器的振盪電流變動其振幅。

發話機的構造，即如上述兼備調幅的振盪器耦合天線而成，電路亦如第七一圖(A)和(B)。惟裝置上比較完善的，微音器之後，先有低週率放大器放大，然後連接調幅器。高週率部分，振盪器之後，亦有先用放大器，將高週率電流放大後，和調幅器調幅。各種放大器的構造，與前章所述的相同。

調諧發話方法

四二、調諧發話方法 發話機的調諧，和發報機的調諧相同，波長的長短，亦將調諧電路中的容電器變動之。因機發話的一般手續，先閉合電源開關，轉動調諧容電器的刻度盤至所發的波長，可用波長表試明之。一面又看天線電流表所指示的電流，倘已有電流，而且到了最大一點，為已諧振，此時可向微音器發話，見天線電流隨話聲高低而大起，則為發話良好的證明。

第三節 收話機

收話機的種類

四三、收話機的種類 收話機亦稱收音機，其種類一如收報機，分調諧高週率式和超外差式，與收報機構造不同之點，在於檢波部分，因收報機所接收的為等幅波，而收話機則檢收幅調波。

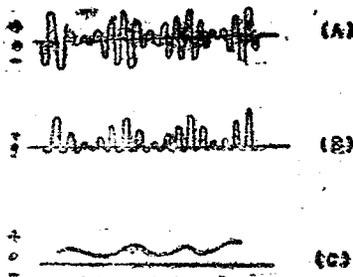
收話機有的合裝於發話機，成為收發兩用機。其天線可同用一根，收或發，關過開關以連接之。但亦有用繼電器或真空管的自動控制，依話聲的有無，收發

收話機的構造

兩機和天線隨時轉換，使用上至為靈便。發話機有的兼可發報，收話機有的亦兼可收報，所成的無線電機話報收發俱可。惟通話距離，比之同機的通報距離，恆為較近，故在近距離間以通話為便利，遠則以電報補救之。

四四、收話機的構造 發話機發來的無線電波，是高週率的幅調波，收話機的檢波法，應與收發機不同。幅調波的振幅是高低變動的，如第七二圖(A)，經過檢波時，須將其半週割去如(B)，同時將高週率部分除去，僅留圖(C)

第七二圖 檢波時的波形

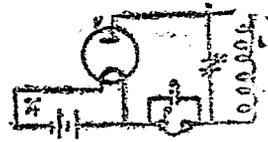


所示的低週率電流通過聽筒而成音。具有如此性能的檢波器，可用二極管，連成電路如第七三圖(A)，其調諧電路LC，與外來幅調波成諧振時，即為對外來波收入，正負變動的電壓，每次送上二極管的屏極，因二極管有單向導電的作用，所以在屏極電路上僅有正的半週的電流通過，此電流的高週率部分由容量器 C_1 濾去，通過聽筒的，僅為低週率電流。

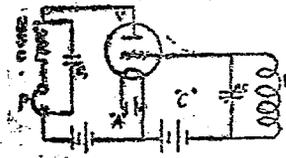
亦有二三極管檢波的，其法有二：一為屏極檢波，其電路如第七三圖(B)所示，所用的C電，

比用在放大器時為高，使屏極電流只當外來波正半週時始能大起，其作用即等於半波放大，此半波電流的高週率部分，受阻於線圈H F C，而由

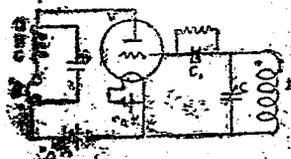
第七三圖 檢波電器路



(A) 檢波電器路



(B) 屏極檢波

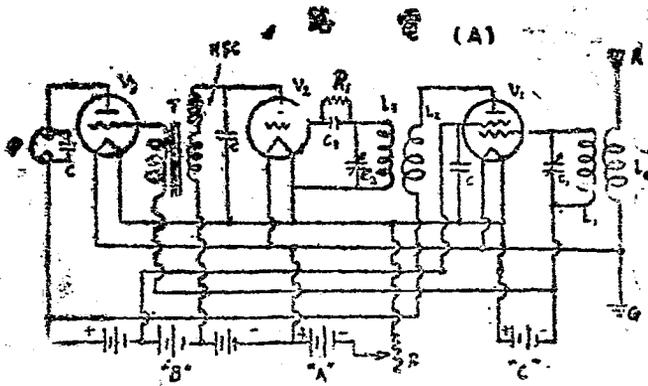


(C) 檢波電器路

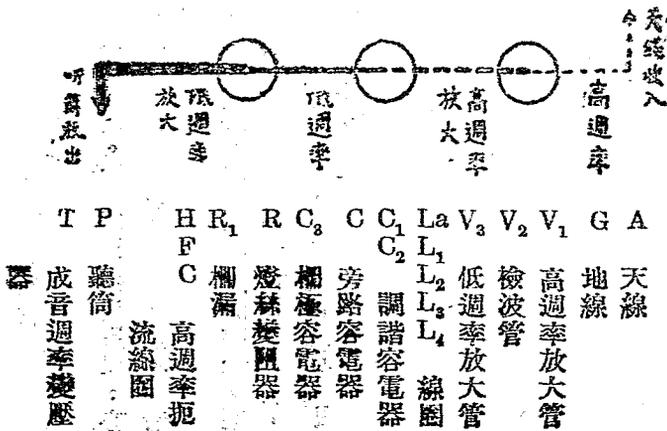
容電器 C_1 濾過，故祇有低週率部分通過聽筒。又其一為柵極檢波，如第七三圖 (C)，其柵極電路上不用 C 電，屏極電流原是很大，只當外來波負的半週時始有變動，其作用與上述的相同。惟其柵極電路上加接一電阻器 R，和一容電器 C_1 ，因當外來波正的半週時，柵極吸收燈絲發出的電子，可從電阻器漏去，而外來高週率波受阻於此，但由容電器通過，如此可使檢波管的作用更為靈敏。

此較簡單的收話機，即用上述的檢波電器耦合天線而成。如果更要靈敏，則在檢波前後加用放大器，成為調諧高週率式。第七四圖所示的，為其一種。無線電話幅調波之來，觸及天線即收入，由於高週率放大器放大，送往檢波器檢波，將

路電機話收率週高諧調 圖四七第



形饋化交流電 (B)



高週率電流變爲低週率電流。再經低週率放大器放大，於聽筒中放出話聲。其電路和第六四圖收報機電路相較，祇在於檢波部分略有分別，於此亦知收報機和收話機之所以不同。

調諧收話方法

四五、調諧收話方法 收話方法，和收報大致相同。波長或週率的選擇，亦在於調諧容電器的調諧。有的收話機，裝有音量控制器和音調控制器，所收聲音高低如何，合聽與否，調整控制器以得最佳的一點。

電報信號，祇要辨別清楚，聲音優劣，無大關係。收話機收到的聲音，則須清晰而復和諧悅耳，故必講求其選擇性、靈敏度和傳真度。聲音能分隔清楚，說是選擇性好，遠地來的極微聲音亦能收到，說是靈敏度高，收音能夠逼真，則說是傳真度高。這三種特性，關係收話良否，應加注意。



中華民國三十四年五月出版

軍事委員會軍訓部頒行

軍用圖書社承印發行

KBC

G

962