

# 電學大意



蒙育強  
五二九  
州

中華民國三十四年 月

◀ 防空學校印發 ▶

省圖書館  
中文書

15.10.10  
2  
R T N 10.1  
2

# 無線電學大意

## 第一章 無線電概述

### 1.1 概況

(甲) 無線電亦稱射電，無線電波由一方發出，傳送至遠地，而由另一方收入，兩方遙相呼應，互通聲息，是為無線電通信。無線電波，亦稱電磁波，傳遞此種波所應用的機器，統稱無線電機。研究無線電原理的科學，即為無線電學。

(乙) 無線電通訊方式：無線電為用甚廣，分門別類，不勝枚舉，惟就其傳送方式而別之，有下列各種：

- (甲) 無線電報 以無線電傳報者；
- (乙) 無線電話 以無線電傳聲者；(言語音樂)
- (丙) 無線電相 以無線電傳照片筆跡者。
- (丁) 無線電視 以無線電傳影者。

(丙) 一般機器 無線電通信用的機器，統稱為無線電機，其中收發電報者，為無線電報機，收發電話者，為無線電話機。更就電報機加以區別，則在發報方面的是發報機，收報方面的是收報機，收發兩方，均藉天綫以發射或接收無線電波。

1.2 無線電通訊既是賴無線電波而傳遞，所以對於波的情形在下面加以說明：

(甲) 週率 波的變動，以一起伏為一週，如第一圖由 A 點變至 B 點是。自零點至波峯的高度為振幅，如第一圖所示的 P 是。每秒鐘所變動的週數，即稱波的週率。無線電波的週率很高，所以稱為高週率，亦稱射電週率。人們的聽覺所能聽得的週率，均低於二萬週，故凡在二萬週以下而能成音的週率，稱為成音週率，或低週率。

#### 第一圖 波的變動

(乙) 波長 波的每週進程，即兩相隣波的相當點間距離，稱為波長，如第二圖中所示的入是。波長通常以公尺計算，且有長波中波中短波短波超短波超短波之分，長波之波長在三千公尺以上，中波波長在三千至二百公尺之間、中短波在二百公尺至五十公尺之間，短波在五十公尺至十公尺之間，在十公尺以下的，為超短波。

(丙)速度 每秒鐘間波的前進距離速為度，即等於週率乘波長。無線電波傳播的速度很高，在空間一秒鐘內可進行十八萬六千英里，即三萬萬公尺（300,000,000公尺），此數為一定不變，故無線電波週率、波長及速度三者的關係，可用下式表明，

$$\text{波長} \times \text{週率} = \text{速度} = 300,000,000 \text{公尺/秒}$$

照上式，波長及週率兩者，若知其一，即可求得其他。

### 習 題

1. 何謂波長？週率？振幅？
2. 三十萬週的無線電波，其波長為若干公尺？
3. 短波、中短波及長波如何劃分？

## 第二章 振盪電路

2.1 (甲) 振盪現象 如何纔是振盪？可舉例以明之：譬如一隻鐘擺，此時向左邊盪去，須臾回轉，改向右邊盪去，繼又轉向左邊，復轉向右邊，如此左右擺動，是鐘擺的振盪。又如一根彈簧，用力拉長後釋放，彈簧自然地一疎一密的彈動，此是彈簧的振盪。由此可知各種機械，各有其不同的振盪現象，電亦不在例外。

(乙) 電的振盪 電流在電路中，先照時計指針的轉動方向流過去，繼即改向而照指針相反的方向流回來，如此一來一往，反復流動，即為電的振盪。此振盪現象，在無線電學上頗為重要。

2.2 振盪電路的構成 線圈及容電器連成的電路，如第二。一圖，電流在此電路中，能反復流動，而成為電的振盪，故稱振盪電路。

### 第二。一圖 振盪電路

**振盪電路的振盪原理** 振盪電路中的容電器，假定先已充電（即蓄電），其兩邊電位不相等，一與線圈連接後，即發生電流而通過線圈，其方向如圖二。二圖（甲）所指。但線圈恰因所通過電流的變動，顯現其反抗性質，使電流的流動減慢，其本體內亦即發生磁力線，漸漸向外擴展，如圖（乙）。迨容電器兩邊電位漸至相等，本可使電流不再流動，但此時線圈內磁力線恰擴展

## 圖二。二圖 振盪的發生

到極點，而反向收縮，此一收縮的變動，却仍發生電流，照圖示方向充電於容電器，在先電位低的一邊，現受充電而變高，如圖（丙）。磁力線收縮既盡，電流本亦可不再流動，無如容電器兩

邊電位相差又到極點而不得平衡，因此容電器再放電，一樣有電流的流動，惟其方向與前次相反。依此遞推，線圈中的磁力線時而擴展時而收縮，容電器時而充電時而放電，電流即反復流動，繼續不已，而成所謂電的振盪。如此振盪情形，正似第二·二圖左邊所示的載重車，因兩邊拉力不平衡，為彈簧推挽而左右移動。惟電的振盪非常快，每秒鐘可往復數百萬次，非比率的移動那樣慢。

2.3 (一) 諧振 如第二·三圖所示的兩音叉，擊動其一A，使其振動發聲，音叉B因A的振動而亦起振動，如果B近於A而其質料大小又是相同的話。此為聲的諧振。同樣情形，如第二·四圖 音叉的諧振 第二·四圖 諧振電路

• 四圖（甲）及（乙）在 A 與 B 電路兩相靠近的時候，如電路 A 已經發生振盪，而電路 B 本無振盪，可由 A 的振盪，輸入電能於 B，以使 B 亦起振盪，此為電路方面的諧振。電路 B 中的容電器  $C_2$  可以變動，在變動到  $C_1 L_1 = C_2 L_2$  的時候，諧振程度即達最高點，電路中的電流及所輸入的電能均為最大。所以可說：振盪電路中電流達到最大時的振盪，就是諧振。調準諧振的手續，是為調諧；發生諧振時的振盪電路，即為諧振電路。

（二）耦合 第二。四圖（甲）的 A 及 B 兩電路，A 電路裏的電能和棧圈的互感應輸入 B 電路裏稱為耦合。亦即節二。四圖（甲）所示者，是以兩電路的棧圈相耦合，故稱線圈耦合，亦稱電感耦合。第二。四圖（乙）是用容電器相耦合，則稱為電容耦合。其他又有鐵心變壓器及電阻器耦合，收報機中或音放大級間多用之。



## 第三章 真空管通論

### 3.1 概要

(甲) 一般構造 真空管 (Vacuum tube) 又稱熱游子管 (Thermionic tube) 內裝一燈絲 (Filament) 及數電極 (Electrodes) 外用玻璃泡封固，抽去內部空氣，而將燈絲及各電極引接於管外之插腳，此插腳即可裝插於燈座。燈絲為發射電子之用，而各電極則為吸收或控制電子之用。

(乙) 類別 上述之真空管，係以玻璃泡為其外罩者，亦稱玻璃真空管。有用金屬物為其外泡者，另稱為金屬真空管 (Metal tube)，體積較小，發熱較易。各電極所取給之電源，均須穩定直流，惟燈絲則交直流均有，故有交流真空管 (A. C. tube) 與直流真空管 (D. C. tube) 之區別，即視其燈絲供電為交流抑直流而命名之。燈絲為真空管之主體，其另配有一電極者，為二極管 (Diode)，若另配有二極或二極以上者，則分別為三極管 (Triode)，四極管 (tetriode)，五極管 (Pentode) 及其他之特種真空管，種類頗多，構造略異。

(丙) 一般功用 真空管之功用，可分別用作放大 (Amplification) 振盪 (Oscillation) 檢波 (Detection) 調幅 (Modulation) 及

整流( Rectification) 等。二極管僅具整流及檢波作用，三極以上者，有放大作用，其外電路連接與用電之不同，因亦成振盪或調幅之作用。

### 3.2 真空管燈絲

(甲) 燈絲發射 金屬物內之電子，甚得自由活動，如復加之熱能 (Energy)，其活動加快，有脫離其本原子組織而發射之可能。真空管中。陰極電子之發射，則以，電流通過燈絲而發熱，此熱能即使燈絲內電子運行加速，結果電子突破表面張力而飛散於空間，在真空中更易於飛散。此為熱游子發射 (Thermionic emission)，亦即陰極發射 ( Filament emission )。真空管之能完成各種作用，端賴電子發射之本能。

(乙) 類別及構造 燈絲之類別及其構造如下：

純鎢燈絲 (Tungsten filament) 以純鎢絲製成，電工率較大之真空管中均用之。其所需熱能較大，頗為費電。

塗鈷燈絲 (Thoriated filament) 鎢絲面上塗以鈷層而成，用電較省，但其電壓不可過高或過低，低則電子發射不足，高則鈷層消失，甚則燈絲燒壞。

氧化面燈絲 (Oxide coated filament) 以鎳之合金絲面上塗

有氧化物而成者，用電尤省，僅須熱至暗紅，即能發出足量電子。  
• 二伏脫真空管之燈絲，均屬此類。

上述各種燈絲，直接加熱而發射電子者，為直熱式 (Direct-heated type)，如第三。一圖(a)所示，此種燈絲除用于大電工

### 第三。一圖 燈 絲

率真空管（燈絲較粗短，溫度較平均）及整流管等者外不直接通  
交流電，因熱度隨交流變動發射電子不勻穩。用於交流者，另將  
燈絲外圍套以金屬管，交流通過燈絲而發熱，傳熱於套管，而由  
套管發射電子，此為傍熱式燈絲 (Indirect-heated type) 如圖  
三。一圖(b)，套管即名為陰極 (Cathode)。交流與直流真空管  
構造上之不同處，即在於此。

### 3.3 二極真空管

式(甲)構造及作用 真空管中燈絲之外，加一電極，即成二極管，如第三・二圖。此極名爲屏極(Plate)或陽極(Anode)，係以金屬板製成圓筒或碟形筒狀，如第三・三圖。屏極圍在燈絲外週，但不接觸，燈絲兩端可連接一電池組或通路，爲燈絲電路

### 第三・二圖 二極管

### 第三・三圖 屏極

### 第三・三圖 屏極

所連接之電池組，即曰A電池組。電池供給電流於燈絲，燈絲受熱後散佈電子於真空，而成空間電荷 (Space charge)。如第三。四圖(a)所示，電子為負性，空間電荷亦即負性之電場。屏極若另接一電池組，如第三。四圖(b)，屏極一端為正，則因正負相吸之理，負性電子飛趨陽極而成屏極電流，使其內外均成通路，是為屏極電路，此路上之電池組，即曰B電池組。若屏極接於B電之負極，如第三。四圖(c)，則因同性相斥之故，負性之屏

### 第三。四圖 三極管之作用

極不復能吸引電子，而屏極電流亦即斷絕。由此知二極管有單向導電之作用。

(乙)特性 真空管屏極電流與屏極電壓或其其他電流，能互相變動，觀其變動之關係，可明其特性之為如何。屏極電壓加

高，屏極電流亦隨增大，但未能以歐姆定律計之。互相變換之關係反以曲線說明。此曲線亦即其特性者，是曰特性曲線 (Characteristic Curve)。二極管之燈絲電流，若規定不變，而

將屏極電壓，由零起而逐漸增加，則屏極電流亦隨之增加。此種關係，可繪成圖三。圖三之特性曲線，即係屏極電流  $I_p$  與屏極電壓  $E_p$  之關係。圖三之特性曲線，即係屏極電流  $I_p$  與屏極電壓  $E_p$  之關係。圖三之特性曲線，即係屏極電流  $I_p$  與屏極電壓  $E_p$  之關係。

### 圖三。五圖 二極管之特性曲線

將屏極電壓逐次加高，與所得屏極電流畫成曲線，如圖三。五圖，曰  $I_p - E_p$  曲線，亦曰特性曲線。觀此知其特性之一斑。(甲)加高屏極電壓  $E_p$  即能增大屏極電流  $I_p$ ， $E_p$  繼續加高， $I_p$  亦相比例增大。(乙)  $E_p$  再若加高，燈絲所發電子至為屏極吸盡， $I_p$  不再增大，此為已至飽和，過此飽和點之電流，為飽和電流 (Saturation

中電壓五。電壓極高者，除非屏燈絲電流亦增大，所  
 獲度之  $I_{f2}$  大於  $I_{f1}$ ，故其飽和點  $S_2$  高於  $S_1$ 。屏電壓亦可稍調  
 節。3.4 三極真空管

(甲) 構造及作用 二極管之燈絲及屏極間，另插入一電極  
 ，如第三。六圖，成爲三極管。此新加入之電極，係以金屬絲製

第三。六圖 三 極 管

圖五。三極管，其構造及原理與二極管相似，惟其屏極與燈絲  
 (甲) 屏極之電壓，由一電極所控制，此電極之電壓，可  
 出射電  $q_1$ ，高則電流  $q_2$ ， $q_1$  與  $q_2$  之關係，可  
 更不  $q_1$ ，其原理與二極管相似，惟其屏極與燈絲  
 Saturated

或冊狀或螺旋狀，如第三·七圖，名爲柵極(grid)，亦稱控制柵  
(Control grid)。柵極之作用，爲控制電子，燈絲發出之電子，  
須穿過柵網，然後可達屏極，柵極上電壓之正負變動或高低變動

### 第三·七圖 柵 極

• 足以控制屏極電流之大小。如第三·八圖(a)所示，柵極上不  
加電壓時，其作用與二極管同，若加上負電壓，如圖(b)，因其  
電子相斥，原可射達屏極者，茲亦有一部份斥回燈絲，以致屏極  
電流減小，負電壓愈高而愈小，甚可小至零。反之，柵極連接  
正電壓，如圖(c)，則不需增加屏極電壓，屏極吸引電子加多，  
屏極電流尤較(a)之情形爲大。加在柵極上之電壓，亦稱柵極壓  
(Grid bias)，電池組之爲其給柵極電壓者，名爲C電池組，其  
與柵極及燈絲所連成之通路，即曰柵極電路。屏極電壓之變動，



原可使屏極電流隨而變動，但相距離燈絲近於屏極，對於屏極電流之控制，較變動屏極電壓時為更有效。三極管之有放大作用即基於此。

### 第三·八圖 三極管之作用

如左圖所示，(a) 顯示三極管之基本構造，(b) 顯示其電路接法，(c) 顯示其放大作用之原理，(d) 顯示其應用於放大電路之情形。當輸入信號加於燈絲時，燈絲溫度隨之而變，此溫度之變化將引起屏極電流之變化，此即為放大作用之原理。在放大電路中，三極管之屏極電壓通常保持不變，而通過屏極之電流則隨輸入信號之大小而變，此即為三極管之放大作用。

### 3.5 四極真空管

(甲) 構造及作用 四極管又稱網柵管 (Screen grid tube)。三極管中之屏極與柵極間加入一簾柵 (Screen grid) 極而成者，如第三七圖所示。此網柵係以金屬絲製為網狀，故名。四極管

第三·七圖 四 極 管

因多一網柵，將屏極與柵極間之靜電感應隔離使其間電容量減至極小。

### 3.6 五極管及其他特種管

(甲) 五極管 五極管四極管更增一極之異變管，如第三。八圖所增之一極，介在網柵與柵極之間，直接由管內與燈絲或陰

第三。八圖 五 極 管

極相連，狀與網柵相若，名為陰極柵 (Cathode grid) 或壓制柵 (Suppressor grid)，其功用能壓制二次發射電子，與免除負電阻特性。

(乙) 其他特種管 四極管及五極管中，有所謂超控制網柵管 (Super control screen grid tube) 及超控制五極管 (Super control pentode) 者，其控制柵之構造，中疏而兩端密，如第三·九圖所示，所加於控制柵之負電壓可以高低變動，因而改變放

### 第三·九圖 超控制之控制柵

大因數，放大波形不致畸變。若普通四極管或五極管之柵極電壓，則非適當固定不可。其他各種多極管 (Multi-electrode tube) 與多組管 (multi-unit tube)，名目繁多，構造不一，各有其特種之用途，但其基本原理猶無大異。第三·一〇圖所示者，(a) 為三

柵放大管 (Triple-grid amplifier tube) , 中有三柵極 , 用不同接法 , 可作各類不同放大。(a) 爲五柵整流管 (Pentagrid convertor) , 屏極與陰極間介入五柵極 , 同一管可用以振盪檢波兼放大。

### 第三。一〇圖 特種真空管

(c) 及 (d) 分別爲雙三極管 (Twin triode) 及三極五極管 (Triode pentode) , 各爲兩管所有電極合裝一管而成 , 其作用與分裝者無異。(e) 及 (f) 分別爲二極三極管 (Duplex diode triode) 及二極五極管 (Duplex diode pentode) , 除三極或五極部份外 , 附裝

二屏極如  $D_1$  及  $D_2$ ，可用以檢波而復以三極或五極部份○大，一管有兩管之功用。

### 習 題

1. 真空管如何構成？有何功用？試概言之。
2. 試述燈絲種類及其發射電子之理。
3. 真空管中之控制柵，網柵，壓制柵及極屏，各有何用？
4. 真空管燈絲電壓過高或過低均不可，何故？
5. B 電池組電壓高於 A 電池組或 C 電池組，若有錯接，發生何種影響？
6. 四極管用作放大時，勝於三極管，而五極管又勝於四極管，其故安在！
7. 三極管中柵極正電壓，又四極管中簾柵極電壓，若高於屏極電壓，各發生何種影響？

## 第四章 真空管對於無線電通訊 之應用

### 4.1 要義

(甲) 真空管各種應用及其要義 真空管可用以放大振盪調幅檢波及整流，前已言之，茲述其要義如下：

**放大** 藉真空管之作用放大電壓或功率之謂。

**振盪** 利用真空管以產生及保持振盪之謂，振盪現象，前已言之。

**調幅** 使等幅波之振幅（或言電流強度）隨聲音電流而變動之謂。

**檢波** 變高週率電流為低週率電流之謂，即於不能聽聞之電流中檢取其低週率部份而成音者。

**整流** 變交流為直流之謂。

利用真空管構成電路，而可以放大振盪調幅檢波或整流者，即分別為放大器(Amplifier)振盪器(Oscillator)調幅器(Modulator)檢波器(Detector)及整流器(Rectifier)。

(乙) 電路上之常用名詞第四。一圖示真空管電路之一斑。

電壓或功率(Power)由柵極電路輸入，而由屏極電路輸出，故前者亦稱輸入電路，後者亦稱輸出。各電路中之電壓電流或，除由電池組所供給者外，當有作用時，復產生變動之一部份。柵極與燈絲間之電壓，曰柵極電壓，其由輸入之變動部份，曰輸入電壓，亦曰激發電壓(Excitation Voltage)。屏極與燈絲間之電壓，曰屏極電壓。屏極電路中之電流，曰屏極電流，其變動部份 $i_p$ 通過負載電阻造成之電壓降，因可傳輸於下級，則曰輸出電壓。負載電阻上之功率，曰輸出功率，應用與乎柵極電壓上之輸入功率。輸出電壓或功率與輸入電壓或功率之比，曰放大率(Amplification)。功率消耗於屏極而變熱散失之一部份，則曰屏極散逸。

#### 第四。一圖 電路上常用名詞之說明



(Plate Dissipation) • 明乎以上各名詞，便於以後之說明。

#### 4.2 放大器

以真空管用作放大電壓或電功率用的一種裝置，稱爲真空管放大器，其電路如第二十九圖所示。設於柵極電路上輸入變動的電壓，則屏極電路中隨起變動的電流，通過變壓器繞圈，遂亦感生變動的電壓而輸出。因爲真空管的柵極在接上負電位的時候不能吸引電子可是負電位的變動却能使空間電流發生同樣的變動所以一個電壓實際上可以說不含電能可以控制一個比較大的空間

第二十九圖 真空管放大器電路

電流而在原極電路中發生一個相當的電能的數量。例如輸入電壓的波形如圖三十圖(甲)，其振幅為  $a$ ，輸出波如圖(乙)，振

### 第三十圖 電波的放大

幅為  $b$ ，則  $b$  必大於  $a$ ，此即所謂放大。

放大器可放大電壓或功率，因有功率放大器及電壓放大器之

### 第四。二圖 高週率放大器



入柵極面激發放大，其他週率因不與諧振而無輸入，蓋放大器僅

#### 第四・三圖 低週率放大器

在單一之週率也。圖示用四極管，蓋為防止反饋，免生振盪。

成音週率放大器 第四・三圖所示，(a)為電阻耦合放大器，  
屏極電路上接用電阻器 $R_o$ ，使造成電壓降，由容電器 $C$ 傳輸於下  
級之柵極而復放大之。 $C$ 亦為隔斷直流之用， $B$ 電不至壓入下級  
之柵極。 $R_g$ 為柵漏(Grid leak)亦稱柵極電阻(Grid resistance)

，為維持柵極電壓之用，柵極電路上設無此電阻，電將無從饋入，若逕接於柵極則由上級輸入之變動電壓，至此轉成短路而不復能激發放大矣。圖46 (b)為成音變壓器耦合放大器，上級電壓即由變壓器傳輸於下級，變壓器本身亦能放大電壓，故每級之放大率較電阻耦合者為高。惟成音週率之變動，約自16週至6000週，或至10000週，對於每一週率之放大頗難均勻，不如電阻耦合者為佳。

#### 4.3 振盪器

(甲) 構成振盪器之必要條件 真空管振盪器實即一自激式放大器，電流之振盪仍在 $LC$ 之電路中，特藉真空管之裝置，以造成電能由屏極電路反饋於 $LC$ 電路中而得繼續不斷之振盪而已。 $LC$ 之電路因電源閉合時偶有電能之衝擊，而生極微之振盪電

#### 第四·四圖 振盪器之一種

流，第四・四圖， $L$  或  $C$  上之振盪電壓，遂激發柵極，使屏極電流周期變動，通過線圈  $L_1$  而生變動之磁力線， $L_1$  係與  $L$  相耦合，由感應之理， $L_1$  上感生電壓，其方向在屏柵兩端上適相反，能助長  $LC$  電路中電流之振盪，振盪之電能猶自  $L_1$  反饋而來，且逐次放大，繼長增高，至柵極與屏極兩路中電能平衡時而已。由知振盪器之構成，第一屏極與柵極兩電路須有適當之耦合，第二須有源源反饋之適量電能，第三柵極上須有適當之激發電壓，第四屏極與柵極兩端電壓之變動方向須相反。至振盪週率之高低仍由振盪電路中電感  $L$  與容  $C$  大小而定。

(乙) 種類及電路 雙四・四圖電路係電感耦合，為振盪器中之一種。其他如第四八圖所示。(a) 為哈脫來電路 (Hartley circuit) 猶將第四七圖電路兩線圈相耦處直接連合而成。線圈上連接燈絲處之高週率電位等於零，而其兩端電壓之變動適相反，保持振盪之理與上述同，(b) 為考畢子電路 (Colpitts circuit) 是將振盪電路中之容電器分而為二，中間相連處通地，則屏極與柵極兩端上電壓之變動亦適相反，以成反饋而保振盪。(c) 則為調屏調柵電路 (Tunedplate tuned grid circuit)，亦稱阿姆司屈郎電路 (Armstrong circuit)，其屏柵兩路均用  $LC$  調諧

#### 第四·五圖 各種振盪電路

。當其邊振速率調至相等時，因真空管內極板電容  $C_{1-2}$  之耦合，兩路電能即可互相傳受，而其振盪各不至停止。

#### 4.4 調幅器

(甲) 完成調幅之原理 調幅器雖無接電話機上裝置之，其所以完成調幅之原理，是調幅振盪器之有效電壓或電流，先隨調幅器之收音波幅而變動，隨其所產生之振盪電流或電壓即隨而變動。振盪器中之等幅電流，當有收音電流與之相調時，其幅不復

#### 第四·六圖 調幅波形

相等，收音電流向正增高則隨而加高，反是亦隨而減低，如第四·六圖B至H一段。振幅加高者適至一倍，而減低至於零，則其調幅作用為最佳。

(乙) 調幅器之一班 調幅器實即一收音速率功率放大器，



電路如第二節中說明者異。除此之外，尚有推挽式B類放大  
(Push pull class B)之調幅器，電路如第四。七圖(a)所示。

#### 第四。七圖 B類調幅器

此電路之原理與普通B類調幅器無異，惟其輸出電壓之(甲)  
圖所示，其動作原理與普通B類調幅器無異，惟其輸出電壓之  
圖而論，其動作原理與普通B類調幅器無異，惟其輸出電壓之  
圖不詳其，其原理與普通B類調幅器無異，惟其輸出電壓之

其C電須加高至屏極電流斷絕或近乎斷絕之一點為止(在此無激  
發時而言)，即其動作點適落在  $i_p - E_c$  曲線下端之灣曲部分。  
兩管柵極上所受激發電壓之相位適相反，每管各放大半波，於輸  
出變壓器上仍變還正負對稱之波形，如第四。七圖(b)所示。輸

入之激發電壓若適當高低。使於  $I_p - E_a$  曲綫平直部份之範圍內儘量放大，則輸出功率可得較大。收音週率B類放大器之電路及作用亦如是。

#### 4.5 檢波器

(甲) 類別及其大意 檢波依所檢波形不同而分幅調波檢波與等幅波檢之二類，前者為無線電話之檢波是，後者為無線電報之檢波是。幅調波檢波中，其法有多種，擇其重要者如下：

二極管檢波 藉二極管之單向導電而檢波者。

屏極檢波 檢波作用在屏極電路中者。

柵極檢波 亦稱柵漏柵電容檢波，先由柵極檢波而再放大

者。再生檢波 (Regenerative detection) 柵極檢波後再反饋電能而加高激發電壓者。

等幅波之檢波，又可分下列兩種：

外差法 (Heterodyne) 分用真空管振盪而檢波者。

自差法 (Autodyne) 同一管振盪兼檢波者。

幅調波之檢波，係將輸入電流割去半波，而於所留半波中取得平均值而成音。等幅波之檢波，須以週率不相同之本地振盪

#### 第四、八圖 二極管檢波

大電流與外來等幅電流相拍而變為拍合週率電流 (Beat frequency current) 後，始以幅調波檢波法而檢得成音電流。若非先變拍合電流，而直接檢得之平均值係穩定直流，除起止時略聞漸瀝之聲外，中間即寂焉無聞。

(乙) 幅調波之檢波 依上分四種，分別述明如下：

二極管檢波 第四、八圖(a) 示二極管檢波器電路，外來之波形如(b)，由 $L_1C_1$  電路調入後，其電壓送達二極管屏極及陰極之時仍如是。惟當正半週時，屏極始能吸引電子而成電流，循繞圈原路通過聽筒而回展陰極，故已將半波割去，如(b)。聽筒

震動板 (Diaphragm) 惰性頗大，僅能隨通過電流之平均值振動成音，如(c)。此種檢波因無失真之弊，傳真度極佳，但無放大能力。

#### 第四·九圖 屏極檢波

屏極檢波 屏極檢波器實即一半波放大器，電路如圖四。九圖(a)所示，其C電加高使屏極電流至將斷絕之一點，即其放大動作點恰在  $I_p - E_g$  曲綫下端之灣曲處，則外入波經放大後，割去負之半波，如圖(b)所示。乃以其所留半波之平均值來通過聽筒而成音。此種檢波較二極管檢波為靈敏，因復有放大能力。

第四・一〇圖 柵極檢波

此種檢波電路，其柵極與屏極間，接有柵漏電阻 $R$ ，及柵極電容 $C$ ，如圖(a)所示。

(b)波電壓連續輸達柵極後，每當正半週時柵極上吸有電子，以致柵極電壓向負之變動甚於向正之變動，如(c)。

至言柵極電流，即因電子愈多而愈大，如(d)。

高週率部份仍由柵電容通過，而其平均部份則由柵漏漏去，以造成柵極負電壓，如(e)。

同時因柵極電壓向負變動，屏極電流即減低變動，如(f)，低週率部份之平均值通過聽筒而成音。

先由柵極檢波，再由屏極放大，雖以極微之柵極電壓變動，亦可  
得屏極電流之較大變動，故此種檢波，尤較靈敏。柵漏R亦可並  
聯於柵電容C，如虛線所示。

再生檢波 電路如第四。一一圖，是將柵極檢波器之屏極電

#### 第四。一一圖 再 生 檢 波

路中另加一反饋棧圈 $L_2$ 與 $L_1$ 相耦合，如此，可反饋電能於 $L_1 C_1$   
電路，以補償其損失，則激盪更強，靈敏度且較柵極檢波者更高  
。屏極電路上連接一反饋容電器 $C_2$  (throttle condenser)，可調  
準最靈敏之一點，但不使反饋過強而自生振盪。

(丙)等幅波之檢波 第四。一二圖(a)示外差檢波器電路  
， $V_1$ 部份為檢波器， $V_2$ 部份為振盪器，其調諧電路以電感為耦

合。設外來波形如(b)，由振盪器產生之等幅波如(c)，兩波週率須略差，如言相差，如言相差 1000 週。此兩波同輸入檢波器之調諧電路  $L_1 C_1$ ，相拍後變如(d)之拍合週率波，其振幅蓋已合乎

#### 第四。一二圖 外 差 檢 波

1000週之高低變動矣。經檢波後割去半波如(e)，此後即與柵極檢波一樣情形而檢得低週率電流而成音，此週率仍合乎1000週之變動。

自差檢波係同用一管振盪兼檢波，原理即如上述，電路有與第五四圖再生檢波器者同，將容電器  $C_2$  調至發生振盪即得。通

常收報機中之檢波，以自差法爲多，蓋其構造可較簡單，但自差法則較靈敏。

#### 4.6 整流器

(甲) 半波整流 整流器須用二極管，其整流法蓋與二極管檢波者同，而可分爲半波整流 (Half wave Rectification) 及全波整流 (Full wave rectification)。第五六圖 (a) 示半波整流器電路，由變壓器輸入之交流如 (b)，當其電壓送達屏極而變至負半週時，屏極不能吸引電子，故無電流發生，但至正半週時，

#### 第五六圖 半波整流

即有電流通過。是已割去負之半週，而僅得正之半週，如 (c) 所示，此爲脈動直流。



(乙) 全波整流 全波整流器上須用兩隻二極管或一隻全波整流管(有兩屏極者)。變壓器副線圈  $S$  兩端分別接至各管之屏極，而由其中點  $A$  接至電阻器  $R$  連燈絲，如第五七圖(甲)所示之

### 第五七圖 全波整流

電路。輸入之交流當如(b)，在  $S$  上電壓之變動仍如是，然其兩端電壓相位適相反。當  $V_1$  一端為正時，電流由燈絲經  $R$  至  $V_1$  而成通路，同時  $V_2$  一端為負，則  $V_2$  一路無電流通過。及至另一半週時， $V_2$  一端變為正，電流由  $V_2$  一路通過， $V_1$  則無整流作用。是每一半波各由一管而檢得，但電流通過  $R$  之方向每次均同，且燈絲一端恆正(電流流進)，而另一端恆為負(電流流出)，其波形如(c)。

## 習 題

1. 試說明下列名詞之意義。

(a) 偏栅壓  $C$ -電壓，柵極電壓，輸入電壓，訊號電壓。

(b) 屏極電壓  $B$ 電壓，輸出電壓。

2. 試述真空管放大器，所以能放大之理由。

3. 振盪器為一自勵放大器試解釋之。

4. 試繪哈脫來振盪器電路圖。

5. 自差檢波器與再生檢波器電路相同但其檢波作不同試述其故。

6. 試述整流器之作用。

## 第五章 發報機

### 5.1 程式及構造大概

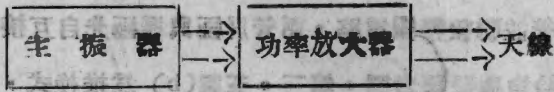
(甲) 程式及其優劣 各式發報機中之最簡單者，為單級自振式，是直接以真空管振盪器耦合於天綫而成，如第五。一圖(a)。此式構造簡單，調諧便易，惟發射週率頗難穩定。另一種為主振放大式以一週率穩定度甚高之振盪器激勵 (Master oscillator power amplifier system)，功率放大器以放大功率，而再耦合於天綫，如第五。一圖(b)所示，如此則功率輸出加大，週率亦較穩定，但無如單級者之易於調諧，其構造亦較繁複。此式中有用晶體 (Crystal) 控制主振器之振盪者，對於週率穩定度 (Frequency stability) 而言，尤勝一籌。其晶體振盪器與末級功率放大器之間，復加入週率倍增器 (Frequency multiplier) 與其他之放大器，如第五。一圖(c)

(乙) 構造大概 長波短波及超波發報機電路及程式，大致相同。電功率大小均視所用真空管及電源強弱而定，電源應用種類及其供給法另詳。移動電台之電力可較小，發報機構造因較簡單，然以輕小精固為尚。

五。一圖



(a) 單級自振式



(b) 主振放大式



(c) 晶體控制主振放大式

## 5.2 單級自振發電機

(甲) 單管式 以單管振盪器耦合於天線，即成最簡單之單管發報機。振盪器電路為哈脫來式，第五。二圖(a) 或調屏調柵式，五。二圖(b) 電鍵接於陰極回路中電鍵按下時屏路接通，振盪開始，電鍵放開時屏極不為振盪停止，取其他電路亦無不可。發射波長依櫃路上  $L C$  大小而定，電工率大小則視所用真空管及電源而定，其他各配件常數統已註明圖下。此種發報機所用之天線倘被風吹而搖動，則天線電路常數及其耦合係數均因而變動， $L_1 C_1$  櫃路中之感應量改變，以致振盪週率不穩定。機內配件或

接線裝置不穩固，或其空管內各電極因受熱伸縮以致極間電容變動不定，亦足影響輻射速率之穩定。

(乙) 雙管式 上述之發報機，若用雙管並聯或作推挽式，輻射電工率可以增大，推挽式又較並聯式為佳。第三·五圖(a)示雙管並聯發報機電路，兩管屏極與柵極先自互接，適為一管用法，餘均與單管者同。第三·五圖(b)為推挽式，作考畢子電路，兩管屏極與柵極交相接於LC電路之兩端，電壓相位相差 $180^\circ$ ，此與並聯者不同之處。圖示係各用三極管，若改用五極管且較佳。屏極電路中加接千分安培表，天線電路中加接安培表，所以

### 第五·二圖 雙管自振盪發報機電路

示明各該路中電流之大小，燈絲電路上並聯以電阻器與容電器，如圖中所示，如此則 $BC$ 兩電回線與地線可連接於燈絲電位之中點。直流與高週率電流仍可分由電阻與電容通至燈絲。直流電供給燈絲者，除將地線併接於燈絲一端之一法外（七三圖中接）法，亦用此法，若交流供給燈絲者則非用此法不可，因須穩定 $B$ 電壓而免除交響聲（Hum）。

### 5.3 主振放大發報機

（甲）單管放大 電路示單管放大發報機之一種， $V_1$ 部份為主振器， $V_2$ 部份為放大器，為一五極管，主振器專司振盪，

其周率之穩定度甚高，其輸出之電工率用以激勵放大器，兩級間

### 第五·三圖 主振放大後報機電路之一

以電容 $C_6$ 爲耦合，放大器屏極電路調諧諸振，使由主振器而來之激發電工率復經放大而輸出。

#### 5.4 一般調諧手續

(甲) 一般調諧手續 調諧目的在能調準既定波長而得最大功率之發射，一般手續如下：

將電源開關合閉，按下發報電鍵，緩緩轉動調諧容電器，

至以波長表量得預定波長時爲止，此時屏極電流不必求其大。

接上天線，再轉動天線調諧容電器，至以波長表就天線上量得最強時爲止，此時天線路已諧振，屏極電流隨而增大，但不可超過額定值。

按動發報電鍵連發V字信號(· · · -)，屏極及天線電流倘無忽高忽降之弊，所發信號知已穩定，然後可以發報，否則，寧將天線調諧容電器減退少許或將天線線圈之耦合略爲放疏。

### 習 題

1. 試說明各種發報機之優劣並以方塊圖表明其型式。
2. 發報機發射週率愈高愈難穩定，何故？試舉例說明之。
3. 試以五極管作單級自振發報機電路。



## 第六章 收報機

### 6.1 程式構造及特性概說

(甲) 程式 通用收報機程式有兩種，一為調諧高週率式 (Tuned radio frequency)，先有高週率調諧放大，繼以自差或外差檢波，最後成音放大，如六·一圖(a)所示。一為超外差式 (Super heterodyne)，先用第一檢波變高週率為中週率 (Intermediate frequency)，再經第二次檢波然後成音而輸出，如六·一圖(b)。進一步改良者為單信號超外差式 (Single signal-superhet)，第一檢波與首級中放之間加入晶體濾波器 (Crystal filter)，摒去干擾之信號，而僅容選收信號通過下級而放大，餘則與超外差者同，如六·一圖(a)。

(乙) 構造 收報機之靈敏度愈高者，或選擇性愈佳者，構造當愈複雜，然其基本電路仍不外為放大器檢波器與振盪器之連結，與各級間加以相當之耦合耳。倘單級各器之原理與電路既已明瞭，則全機之構造當可舉一反三。

### 6.2 調諧高週率收報機

(甲) 調諧放大 單獨檢波器耦合於天線，原即成簡單收報

第六·一圖 收機欄程式

(a)



(b)



(c)



機，然因靈敏度不高，且若自差檢波，因振盪而有電波發射妨礙他人收聽，故在檢波之前加一級高週率放大器以調諧放大為較佳。此為調諧高週率收機機，電路如圖六·二圖所示，放大器以空

氣心變壓器耦合於天線及下級之檢波器，用五極或四極管蓋可省

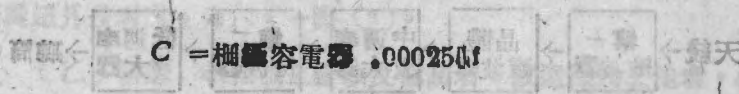
第六·二圖 調諧高週率收報機之一 (a)



(d)



(c)



$C =$  柵區容電器  $.00025\mu f$

$C_1 =$  調諧容電器  $.00015\mu f$

$C_2 =$  反饋容電器  $.00025\mu f$

$C_3 =$  旁路容電器  $.002\mu f$

$R =$  柵漏  $3M\Omega$

$R_1 =$  燈絲電阻器  $30\Omega$

HFC = 高週率扼流線圈  $85mh$

線圈匝數 (徑 1 1/2") 三。六級

| 波 滯  | L  | L <sub>1</sub> | L <sub>2</sub> |
|------|----|----------------|----------------|
| 160m | 20 | 50             | 30             |
| 80m  | 10 | 28             | 16             |
| 40m  | 6  | 11             | 8              |
| 20m  | 3  | 5              | 4              |

去中和裝置又可得較高之放大率。檢波部份用三極管，以自差抽檢波，調準反饋容電器  $C_2$  至生振盪時即得。外方電信之來經調諧而諧振，放大後即由檢波器檢波而成音，檢波以前之電流週率仍為高週率，檢波之後始成低週率。前後兩級可均用鋁板或銅板製成之隔離罩（亦稱屏蔽Shielding）罩設，所以隔斷前後級之串雜電場與磁場以增進放大作用也，其他配件常數及線圈匝數，適用於短波之接收者，均加圖下之註明。

(乙) 調諧高放兼低放 上述收報機檢波之後可再加一級或二級低週率放大器，則輸出音量可甚提高，適合於聽筒之聽取。

第六。三圖示此種收報機電路之一，低放各級間以低週率變壓器 T 為耦合，各用三極管放大。高放與檢波兩級結構與上述者略同

## 第六。三調諧高週率收報機電路之二

| 第一級  | 第二級 | 第三級 | 第四級 |
|------|-----|-----|-----|
| 160m | 30  | 50  | 30  |
| 30m  | 10  | 38  | 18  |
| 40m  | 8   | 17  | 8   |
| 30m  | 8   | 8   | 4   |

此機自以，普通三級份結成對。率大者之高週率可又量受球中去  
 調諧來之新電表。普通調諧則至至。C<sub>2</sub> 為平容電及平調，此對  
 率既對電之結成對，音調而差能器然由等角大者，現需而調  
 對能專調電成中流接調。天線以容電器 C<sub>4</sub> 耦合於棧圈 L<sub>1</sub>。  
 所知波綫可以較差而得較有效之接收。高放調檢波間則以調諧電  
 路直接耦合，對其首級高放而言，如此可得較高之數大率，因其  
 負載阻抗加大也。兩調諧電路均加裝容電器 C<sub>3</sub> 以完成之，此 C<sub>3</sub>  
 亦所阻隔 C<sub>2</sub> 電之直流，而高週率之電流仍可通過。各級所用電  
 源之高低，視真空管特性而定，設首級用 84 號管，餘三級用 80 管  
 。則檢波 B 電及高放網柵電壓可 45v，而高放及低級各管 B 電可  
 90v，C 電 1.5v，若 B 電 135v，C 電則 9v，各級 A 電均用 3v，而以

變阻器  $R_1$  降低至2v輸出至燈絲之兩端。外方電信之來，先經放大，檢波後變為低週率電流，復經兩級之放大，然後輸出較強之音量。

### 6.3 超外差式收報機

(甲) 超外差 傳六·四圖示超外差收報機電路之一種，全機用交流真空管，以交流電源供給之，若改用直流真空管而以乾電池供給者，自亦未嘗不可。首級為第一檢波器，與24管高週率振盪器相耦合，使外來波與此振盪波兩相拍合而變為中週率電流，通常所取之中週率為275或496千週，此中週率放大器之構造與其他放大器無甚大異，惟須以適合於中週率調諧之變壓器以相耦合而已。中週率電流經第二第三級中週率放大器放大後，輸往56第二檢波器，而復與24管中週率振盪器振盪電流相拍而變為低週率電流，然後經末級放大而輸出。本地之高週率振盪器振盪週率可較外來電波週率略高或略低，而其差數須適合於中週率之週數，中週率振盪器振盪週率亦與中週率放大器而來之電流週率略相差，譬如相差1000週，則第二檢波輸出即成1000週之低週率電流，此種收報機之靈敏度與選擇性均較調諧高週率者為佳，其原因即在中放各級之有效放大。



## 合第6.4 調諧收報手續及波長測定方法

答第(甲)一般調諧手續用收報機收報時，一般調諧手續如下：

將燈絲開關閉合，轉動燈絲阻器使A電輸入電壓至燈絲兩端適等於燈絲額定電壓，過高或過低均不宜，可用伏脫表測定之。

緩緩轉動反饋容電器至生振盪時為止，振盪恰在開始一點至最靈敏。

同時轉動各調諧容電器至調得所收信號最清晰時為止。

上述為調諧高週率放大自差檢波之收報機而然，超外差收報機之調諧手續亦尚簡便，同時轉動第一檢波器及高週率振盪器之調諧容電器即得。超再生收報機在未收入信號時，夾有連續不斷之雜聲，待將調諧容電器調準而收到信號時即自止。

(乙)波長測定方法 收報機收得之信號如未知其波長，或已知波長而不得調諧容電器之度數時，可採取以下各法校準之。

用波長表測定 將波長表移近收報機檢波器之振盪線圈，而緩緩轉動其容電器，至聽筒中聽得振盪聲音忽然停止為止照此時之波長表度數，查得其相當波長。

用收報機相拍合 久用之收報機，其調諧容電器各度數相



雷之波長，殆已皆知，可同時開關與未知波長之收報機相拍合 (Beat)，轉動其調諧容電器至各發噓聲 (Howling) 時，兩者之波長即相等。兩機相拍時可開接一天線。圖 10 示其原理。上述係調諧高週率自差檢波者而然，若超外差除以拍合而相拍外，將波長表量取振盪器振盪波長，須再加中週率之波長數而得之。超短波機之波長甚短，普通波長表未週於其取，頗難測定。

### 習 題

1. 試述收報機之程式及其優劣。
2. 試試明調諧高週率式與超外差式收報機同具優點及其優劣。
3. 調諧高週率收報機優點何在？
4. 超外差收報機之靈敏度與選擇性均極佳，試說明其原因。
5. 用波長表移近自差檢波器之振盪線圈而至振盪停止時所量得之波長，是否即等於所收入之信號波長？若不然，應如何始得其真實波長？
6. 兩收報機互相拍合至能各發噓聲，其理安在？
7. 試以直流真空管作簡單之超外差收報機電路。

## 第七章 無線電話

### 7.1 一般應用

無線電話之應用一為廣播，其發射不限於一方，又不限於任何人之接收，但祇能單向通信，接收者未嘗仍以無線電回話也。二為無線電話通信，兩方應可互相接談，商業上及軍事上均利頗宏。廣播波長範圍，類在 200 公尺至 500 公尺之間，但為通信用者，則長短波均有，越洋通信或軍事通信尤側重於短波。無線電話亦與無線電報，構造上較為繁複，但其便利之處，在能以言語直接傳遞，無須乎收發電碼之特殊技術。

### 7.2 聲波之素質及其轉變為電碼之原理

(一) 聲波之本質 口腔或樂器之振動，聲為波動之聲波 (Sound wave)，其波形非單純之正弦波 (Sine wave)，但可析為若干諧波，實言之，聲波由多次諧波而組成者，諧波頻率倍於基本波者為二次諧波 (Second harmonic)，三倍於基本波者為三次諧波 (Third harmonic)，依次至無窮次數之諧波，但次數愈高者聲愈弱，可略而不計，由此知聲波之組成極為複雜。各種聲音所以有別，端由諧波速率及音調 (Pitch) 本不同，單言速率

由口腔發出之變動範圍約 100 至 10000 週秒，而由樂器發出之週率變動更廣，可自 40 至 15000 週秒。成人聽覺最高點達每秒 10000 週之振動，嬰孩聽覺較靈可倍之。波之進行，遇吸收物體即被吸收，或即反射而回，成爲回響 (Reverberation)。播音室中演奏節目時，微音器對於各聲波之入射須能均勻諧振，但須避免反射而來之回響，故播音室四壁恆帷以毛布吸聲板等吸聲物體，而合乎聲學原理 (Acoustic) 之佈置。曠野中回響較少，但外來雜聲較難避免。

(二) 聲波轉變爲電能之理 聲波激動空氣而傳達於各種機械，機械受空氣之壓力致與聲波諧振，是聲能 (Sound energy) 可變爲機械能 (Mechanical energy)，而機械能固亦可變爲電能也。微音器即爲轉變聲能爲電能之一種器具，其輸出兩端連接於低週率放大器之微音變壓器如第七。一圖 (a)。茲以炭精微音器 (Carbon microphone) 爲說明，其金屬匣內盛炭粒，上覆極薄之震動板 (Diaphragm)，震動板因聲波之擊動而諧振，炭粒又因震動板之振動而散鬆或壓縮，電阻隨而變動，T E M 電路中電流即因電阻之變動而變動，傳輸於放大器而仍作同樣之變動。例如送入之聲波如第八四圖 (b) 之波形，電流之變動如 (c)，變壓器



則爲調幅振盪器 (Modulated oscillator) 或調幅放大器 (Modulated amplifier)。變動等幅波幅之作用，曰調幅 (modulation)，其有作用於屏極電路中因而變動振幅者，爲屏極調幅 (Plate modulation)，有作用於柵極電路中者，則爲柵極調幅 (Grid modulation)，用四極管或五極管之放大器電路中，亦可於簾柵極或壓制柵電路上調幅之。其法蓋先變動電路電壓或電流或阻抗或放大管之放大率，因而變動振盪波幅者，頗有多端，最習見者莫如先變電壓，下段中說明之。

(二) 調幅直接作用於振盪器者 振盪器之以柵漏柵電容爲柵偏壓者，其屏極電壓與屏極電流及與振盪電流，恆有直線關係 (Linear relation)，即電壓與電流可成正比。茲如第八五圖(a)所示之屏極調幅電路，當有聲波於微音器  $M$  送入時，調幅器柵極上隨起與音波同樣變動之電壓，如(c)，其屏極電流當亦變動如(d)，振盪器屏極電路係以低週率扼流線圈  $L_1$  直接耦合於調幅器之屏極電路，當調幅器之屏極電流增大，取道於  $L_1$  而造成電壓降，對於振盪器屏極電路而言，其屏極電壓因即降低，同時屏極電流即亦減小，如(e)，反之，調幅器屏極電流減小時，振盪器之屏極電流則增大。至高週率振盪電流之振幅亦與屏極電流

合... 變... 電... 約... 80... 利...  $L_2$  ... 爲... 高... 週... 率... 扼... 流... 線... 圈... 防... 止... 高... 週... 率... 電... 流... 之... 饋... 入...

第 三 章

第 七 節

有直綫關係，恰如(f)之變動而完成調幅之作用。 $L_1$  電感頗大，約 80 亨利， $L_2$  爲高週率扼流線圈，防止高週率電流之饋入。

調幅器者也。第七。二圖(b)調幅法亦猶是，惟以變壓器為耦合，調幅器之成音電壓成生於副線圈 S，因而增減屏極電壓，而變動振盪電流者，成音電壓之變動至與 B 電壓相等時，調幅可達百分。此種調幅如上述者，亦稱韓星調幅法 (Heising scheme)，一般小電力電台咸用之。第七。三圖示柵極調幅之一種，變動柵極電壓而完成調幅作用者，其原理與上述相若，可無贅述。柵極

### 第七。三圖 柵 極 調 幅

調幅時，輸入之成音功率可較小，但無如屏極調幅百分數之高，而調幅音質 (Quality) 亦以屏極調幅為佳。

(三) 調幅作用於放大器者 在主振放大之播音機中，恆於放大器電路中調幅之，其法與上述者相同，惟幅調放大器取 C 類放大為多，即將其 C 電加高至屏極電流斷絕時數值之一倍，如此

可得半波放大，而仍於屏極櫃路中變還全波。第七·四圖示屏極調幅之情形，其電路如(a)，調幅之成音電流(b)由屏極電路中

### 第七·四圖 放大器之屏極調幅

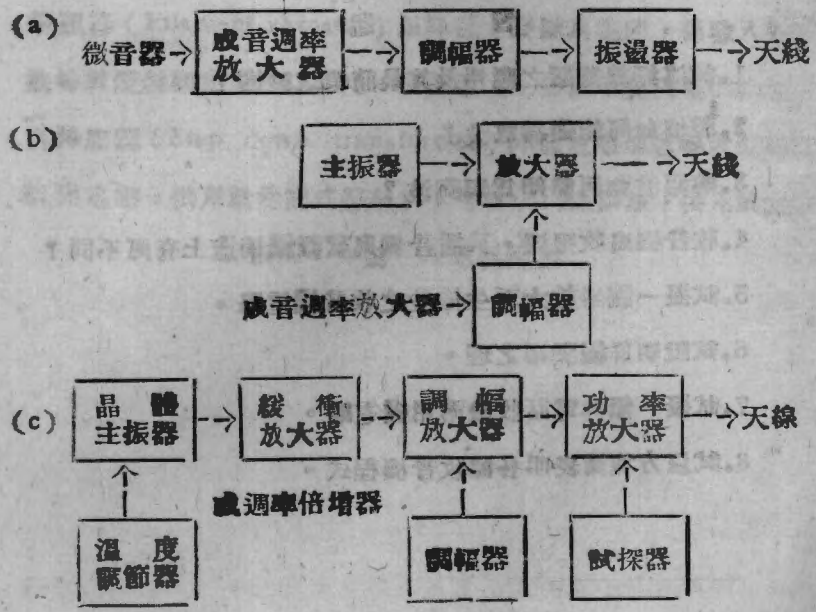
輸入。屏極之有效電壓隨而變動，如(c)，在柵極上輸入足量之激發電壓，最高變動可及於柵極零電壓，因屏極電壓之變動而柵極截止值生相當之變動如(d)，因此屏極電流起半波之變動如(e)，而櫃路中因當負半週時能由容電器之放電而仍變還全波如(f)之電流。第七·五圖示柵極調幅之情形，調幅之成音電壓與





響遠近有關，收音方面接收成音，須賴乎含有低週率變動部份之旁帶與幅調部份高低變動之振幅，其中高週率部份之裝置，與發報機相若，低週率部份之裝置，即低週率放大器，微音器轉變聲波為電流後，由放大器逐級放大，然後輸出調幅器，廣而音功率若愈大，則級數愈多，所用真空管亦逐級加大與普通之低週率放大器無異。播音機之最簡單者，以調幅器直接耦合於單級振

第七·六圖 播音機程式



邊器而成，如第七·六圖 (a)，裝置較複雜而週率穩定者，有手  
振放大式，如第七·六圖 (b)，大電力播音台之裝置尤較複雜，  
高週率放大器級數加多，其他之調節試探器等設備亦隨應用目的  
而力求完善，如第七·六圖 (c)。

(二) 收音機 收話機之程式與收報機相同，但須注意調  
諧式時反饋電容器之調節不能使檢波級發生振盪用超外差時檢  
波邊器應關去不用。

### 習 題

1. 試述無線電話之應用及其最簡單之設備？
2. 聲波如何能變為電波？
3. 等幅波如何能變為幅調波？
4. 收音機與收報機，又播音機與發報機構造上有何不同？
5. 試擬一調諧放大再生檢波之收音機電路。
6. 試說明屏極調幅之理。
7. 試擬一無線電話收發兩用機電路。
8. 試以方塊圖表明各種收音機程式。

## 第八章 電源供給

### 8.1

(一) 真空管陰極電源供給法 收音機中各級真空管陰極 (A 電) 電源，可用乾電池組或蓄電池組，在亦流機中則取給於交流電源。其供給法分別如圖八。一圖所示，(a) 係用電池組供給者，各燈絲均為並聯，倘 A 電壓高於燈絲額定電壓，則用燈絲變阻器 (Filament rheostat) 以降低，變動其電阻，使輸入電壓適等於燈絲額定電壓以為度。(b) 至 (d) 各圖示交流電供給者，用降壓器 (Step down transformer) 降低電壓至適等於燈絲之額定電壓，供用於傍熱式燈絲者，可如 (b) 之接法，供用於直熱

圖八。一圖 A 電供給法

式燈絲者，可如(c)之接法，降壓器副繞圈上恆裝有中分綫並連  
接通地，，真空管之屏柵兩回綫 (return wire)，即接於通地之  
一端，以免交流聲 (Hum) 之發生。降壓器輸出電壓若高於燈絲  
額定電壓時，亦可串聯一變阻器以降低，但不可利用中分綫以通  
地，而應如(d)之接法，先降低電壓，再以電阻器及容電器平分  
其電位而通地也。

(二) 屏極電源供給法 屏極電源 (B 電)，用電池組，電  
壓高者亦用直流發電機，交流機中則恆用整流器 (A. C. power  
supply unit)，移動電台之收報機，亦有用振盪器者，待後說

第八。二圖 B 電供給法

明。B 電須為穩定之直流，其正極接於屏極之一端，負極連接燈

絲而通地，如第八。二圖 (a)，正負兩端上恆並聯一旁路容電器  $C$ ，可使異極電路中之高週率（或低週率）電流取道於此而入地。  
 B 電負極通地一端，在放大器上恆相接於燈絲之正端，振盪器或檢波器上亦有相接於燈絲之負端者。同一機中各級真空管所訂 B 電若高低不等，用電池組供電時，即於電池組上分接之，如八。  
 二圖 (b)，若用交流供電器供電時，則可於其分壓器上分接之，如八。二圖 (c)。四極管或五極管之網柵電壓，恆與於 B 電上接至適當高低之電壓。

(三) 柵極電源供給法 柵極電源供給之方法頗多，用乾電池供給時如第八。三圖 (a) 所示，為乾電機中 C 電接法之普通者。  
 至於交流電中所取之接法，係自給法 (Self bias)，如第八。三圖 (b)(c) 及 (d) 所示皆是。圖 (b) 由燈絲連通電阻  $R$  於 (-B)，因異極電流回達燈絲而須通過  $R$ ，可造成電壓降，燈絲一端為正，他端為負，柵極回線連接於負端，適代作 C 電之用，其電壓高低，以  $R$  之歐姆數與通過之電流乘得之。圖 (c) 係用傍熱式燈絲之真空管，電阻  $R$  可連接於陰極，理與上同， $R$  兩端上並聯一容電器  $C$ ，蓋可勻穩其電壓不致高低變動。(d) 法應用一分壓器  $R_1$  及  $R_2$ ，柵極回線連接於 (-B)，而陰極則連接於  $R_1$  與  $R_2$  間

## 第八·三圖 電 供 給 法

電壓較高之一點，其C電即取給於B電者。同一樹中各級C電所需電壓若高低不等時，亦可於C電池組上分接引線，或另用C電勢壓器得之。

### 8.2 整流器

(一) 電路及其作用 交流供電器(A. C. power supply unit or power pack)，或稱代B電(B Eleminator)，由於下列四部份所構成：

(甲) 電源變壓器(power transformer) 升高及降低交

二 流電壓者：

(乙) 整流管 (Rectifier tube) 變交流為直流者；

(丙) 濾波器 (Filter) 濾平脈動直流電成穩定直流者；

(丁) 分壓器 (Voltage divider) 分接高低電壓者。

#### 第八·四圖 交流供電器電流及其電流變化情形

一般電路如第八·四圖所示，交流電源由變壓器輸入，其波形當係正負交變，至整流管整流後，變為脈動直流 (Pulsating D.C.) 復經濾波而輸出，始變為穩定直流，則由分壓器輸接高壓電壓於接收機之真空管屏極。濾波器由鐵芯扼流線圈  $L$  及濾波容電器  $C$  所組成，扼流線圈用以濾平電流，與容電器相合作用。



並得濾平電壓，使輸入接收機後不致因波紋 (Ripple) 起伏而發生雜聲。

(二) 各部份上應注意之點 變壓器之副繞圈除高壓繞圈  $S_2$  外，再有燈絲繞圈之  $S_1$ ，各電壓均須合乎額定。各繞圈電壓因相差頗大，絕緣裝置並須甚佳。變壓器由設計時規定適用之輸入電源與週率，譬如原定輸入電壓為 110 伏脫者，不可接用於 220 伏脫之電源，又如原定週率為 50 或 60 週者，不可接用於 25 週之電源。

整流管之通用者有真空整流管與汞汽整流管 (Mercury vapor rectifier tube) 兩種，前者如 ux-281 管是，後者如 ux-866 管是，兩者各有其利弊之處。汞汽整流管內含液體水銀。發報機上恆用之，惟在應用時須先燃點燈絲，待至有相當熱度，始可加上屏極電壓，若不然，易使燈絲損壞。真空整流管則應用於收訊機上。

濾波器係用於整流器之後者，屬於低週率濾波之一種裝置，含扼流線圈  $L$  與容電器  $C$  為一節，節數愈多，濾波為更平穩。其接法有先接扼流線圈者，為扼流線圈輸入濾波器 (choke input filter)，亦有先接容電器者，為容電器輸入濾波器 (Condenser input filter)，整流部份用汞汽管時可先接扼流線圈，若用真空

管時則須先接容電器。扼流線圈電感頗大，通用25或30亨利，容電器之電容，通用4至16兆分法拉。

### 第八·五圖 分壓器及濾波器圖

分壓器應用電阻大小，視通過電流大小與電壓高低而定，例如第八·五圖(a)所示之電路中，電壓為100伏脫，電流通過2<sup>0</sup>千分安培，則電阻R應為

$$\frac{100}{.02} = 5000 \text{ 歐姆。}$$

又如第八·五圖(b)於分壓器上分出40伏脫連接於真空管之屏極，則分流90千分安培之電流，其總電流為30千分安培，則

$$R_1 = \frac{.60}{.03} = 2000 \text{ 歐姆}$$

$$R_2 = \frac{40}{.01} = 4000 \text{ 歐姆}$$

### 8.3 振動整流器

(一) 振動整流之說明 振動整流器(Synchronous vibrator-rectifier B-power unit)，簡稱振動器(Vibrator)。用蓄電池為供給電源，由於振動作用將直流為交流，復升高電壓而加以整流，以代B電供用於接收機。其電路簡單說明如第八·六圖(a)。

振子(Reed)上裝A, B, C, D, E各接觸點，由彈簧F之拉力能將振子上舉而使A, B, D各點接合，此時一部份電流由蓄電池正極(+A)經電阻R電磁鐵線圈L及接點A回達蓄電池負極(-A)而成通路，電磁鐵發生吸力將振子吸下，離開A, B, D各點而與C, E兩點相接，A點既離開，電流遂斷，L上磁性全失，仍由彈簧將振子上舉，如此可使振子上下振動不已。當振子上舉時，因B, D兩點同時接合，另一路電流通過變壓器原線圈P之上半節，方向如圖(b)實矢所示，因此瞬時電流之變動，副線圈S上感生電壓，且與接點D相連一端為負(若正負不合可換接

## 第八。六圖 振動器之說明

一端)，由  $S$  中點接出之電壓爲正，電流流動方向如虛矢所示。  
• 當振子吸下時，其位置如圖 (c) 所示，電流通過  $P$  之下半節，

方向却與振子上舉時相反，如實矢所指， $S$  上電壓則下端為負但其中點上仍為正。振子繼續振動， $P$  上電流交相變動，由變壓器升高電壓，仍由振動作用而同步整流，變為脈動之直流。

(二) 實用電路 振動器之實用裝置應較完備，因電流時斷時續，接觸點開合時又發生火花，均足使接收機發生雜聲，以致干擾信號，故於其電路上各要點間均加濾波裝置以避免之。八·七圖示振動器實用電路之一種，上蓄電池正極至變壓器原線圈中點之一綫上，加高週率扼流綫圈及旁路容電器，變壓器副綫圈兩端亦加電阻器與容電器，蓋均作濾波之用。其輸出電流固為脈動。

第八·七圖 振動器實用電路之一

直流，又加裝低週率濾波器，然後輸接於接收機，可得平穩之B電。至於接收機A電係同取給於蓄電池，圖上亦示明其輸接之兩端。又接收機中可另裝一指示燈（Pilot lamp），藉以察知蓄電池電力充足與否。當開關Sw閉合時，即可見其發光也。移動電台之接收機，每用乾電池組為其ABC電供給電源，仍嫌繁重而不輕久，若改用振動器，僅須攜帶一蓄電池以作電源，較為輕便且耐用，振動器可合裝於接收機內，其本身亦殊輕小，蓄電池則可不用及手端電燈等之。

### 習 題

1. 設有 $3v$ A電供給四管並聯 $1v$ 燈絲電壓，每燈絲電流為 $0.06a$ ，向須用若干歐姆之變阻器始可降低？
2. 交流電供給燈絲電壓時，應如何接法始可避免交流聲之發生？
3. 試舉明可用為供給B電源之機器。
4. 試說明C電供給各法。
5. 設有四極管屏極電流 $.0058a$ ，網柵電流 $.0025a$ ，應用若干歐姆之電阻器連接於陰極接綫上，得 $1.5v$ 之C電？並繪圖說明之。

6. 設有用下列四管之接收機，同用135v之B電供給，試設計一分壓器。繪圖註明各應用電阻之歐姆數。

| 真空管及其用途 | 34管高放 | 30管檢波 | 兩只30管<br>低 數 |
|---------|-------|-------|--------------|
| $E_p$   | 1.35v | 45v   | 135v         |
| $I_p$   | 2.8ma | 2.5ma | @3ma         |
| EGS     | 67.5v |       |              |
| ISG     | 1ma   |       |              |

7. 交流供電器如何構成？其每部份之功用各若何？

8. 通用之整流管有若干種？應用時有何特須注意之處？

9. 試說明振動器振動整流之原理。

## 第九章 天 線

9.1 天線的功用 天線是爲發射或接收無線電波用的。無線電收發，全恃無線電波爲其連絡，所以天線的功用極稱重要，其配接與裝置，必有適宜的方法，否則，發報機雖有極大之電力，無從傳播遠方。收報機雖極靈敏，亦無從清晰接收。

9.2 天線的種類 天線的種類，大別之有馬可尼式及郝志式，前者爲四分之一波長的天線，連用地線者即是，後者爲半波天線，單根不着地者即是。郝志天線，爲短波機上常常用，本章即述此種。

9.3 構造及式樣 郝志天線可直接由收發報機上引出，伸展於空中，不必另用地線，但如此裝置，發射不佳，所以再用饋電線，將天線架高，以增加效率，如第三十三圖所示：（甲）爲郝志天線的中心饋電式，（乙）爲饋電線饋電式，亦稱齊柏林式。發報機上所有的電能，藉饋電線送達天線，由天線得以發射。饋電線本身不應有發射作用，亦不應有電能損耗。

天線長度與波長的關係 郝志天線的長度，應等於發報波長的二分之一（約數）或二分之一的倍數。設發報波長爲三十



### 第三十三圖 赫志天線

動圖。但限於篇幅，對於其構造與原理，不能詳述。其構造，要點如下：(1) 天線桿，應選用堅固之材料，如木桿或竹桿，其長度應根據所收報之波長而定。(2) 天線桿之兩端，應裝有絕緣體，以防漏電。(3) 天線桿之頂端，應裝有滑車，以便拉繩拉緊。(4) 天線桿之兩端，應裝有拉繩，以便拉緊。(5) 天線桿之兩端，應裝有拉繩，以便拉緊。

公尺。天線長度則取十五公尺或三十公尺的為最佳，倘用十公尺或二十公尺，其輻射效率勢必減低。饋電綫的長度，應等於發報波長的四分之一或四分之一的倍數，如仍以三十公尺的發報波長為例，則適用的饋電綫長度，約為七公尺半或十五公尺。

9.4 裝置 天線及饋電綫饋的綫條，以多股細銅綫絞成者為最通用。天線兩端各裝一玻璃絕緣體，以防漏電，拉繩即繫於絕緣體的另一端，跨過天線桿頂端的滑車而拉緊之。天線桿可用木桿或竹桿，豎立地上，以拉繩拉定。收報天線可用單根綫，同繫

於發報天線的拉繩上，如第三十四圖即是。亦有同用一副發報天線，在發報機上另裝一開關，收報時扳至收報一方向，即可利用以收報。

二、裝置時應注意之點 天線的裝設，最好擇在空曠地方，不可靠近樹木，或碰觸屋簷。高度愈高愈好，但亦不必過高，因饋電線的長短有關。天線拉緊至不覺風所吹動爲止，若天線有搖動，發射信號即難得穩定。

### 第三十四圖 天線裝置

#### 習 題

1. 天線大約有幾種？
2. 天線有何功用？
3. 馬可尼天線與赫志天線的不同點何在？

4. 天綫長度與發報波長有何關係？

5. 試繪一天綫，註明各部份長度，須適合於四十公尺發報波長之用。

6. 天綫與饋電綫有何區別？

7. 天綫裝置方法如何？

