

種四十八第書叢小科百

理原電線無

著恩錫王



版出館書印商

商陽  
書館  
藏

UNIVERSAL LIBRARY, No. 84  
**PRINCIPLES OF WIRELESS  
 TELEGRAPHY**

BY  
**WANG SI EN**

Edited by  
**Y. W. WONG**

First Edition, July, 1925

**THE COMMERCIAL PRESS, LIMITED**  
 SHANGHAI, CHINA

*All Rights Reserved*

Price  
 \$2.00

中華民國十一年七月初版

（百科小叢書第八十四種）  
 （每冊十二種定價大洋壹元伍角）  
 回（無線電原理一冊）  
 （每冊定價大洋貳角）  
 （外埠酌加運費滙費）

著 者

王 錫

恩

本叢書編輯者

王 軸

庭

發 行 者

商 務 印 書 館

印 刷 所

上海北河南路北首寶山路  
 商 務 印 書 館

總 發 行 處

上海棋盤街中市  
 商 務 印 書 館

分 售 處

各埠商務印書館分館

# 凡例

一此書專論無線電緊要學理，讀者必須先有普通電學之知識，方可循序而進，不然則難免仰高鑽堅之歎也。

一西國科學家，聚精會神，爭功鬪巧，是以無線電之進步迅速，日新月異；歐戰以來，則又發明電能放大器，電波測角器。故此書即依據近日之新學說新構造，摘其要理而詳說之，俾讀者知無線電新式舊式之不同也。

一無線電之知識，首重實驗；徒讀書理，不如購器習練。余曾自製礦石現波器，與接收變電機；借濟南日人電臺發來之電波，以作試驗，得有極美滿之效果；今又購得電能放大器，試知較礦石現波器靈敏多矣。

一此書人名地名，皆係譯音，附以英文，以備讀者參考。

一此書祇言無線電之要理與實用。讀者欲知其沿革及各種儀器之逐漸改良，可參閱余前著之無線電學，上海商務印書館印行。

一電池之電溜，舊說自陽極流向陰極；今日電學家因陰電子之實驗，謂電溜自陰極流向陽極，並謂以脫 *Ether* 爲烏有子虛，惟恐眩迷讀者耳目，故本書仍從舊說。

一書中之圖，除摘諸他書者外，餘皆王君澄海所繪；此編之成，頗賴其力，於茲誌之，不掩其美。吾師狄君考文，美國人，精電學，余遊其門十有三年，雖未盡其道，然今日之能研究無線電，實有賴之，飲水思源，誌此以示不忘云。

編輯者識

# 無線電原理

## 目次

### 第一章 緒言

- 一 無線電略史
- 二 無線電實用
- 三 各國無線電之設備

### 第二章 電氣振動

- 一 振動放電
- 二 電氣振動之實驗
- 三 電氣振動之關係
- 四 振動數及振動週期

### 第三章 論電波

- 一 電力線說
- 二 磁力線說
- 三 電波與磁波之區別
- 四 電波之實驗
- 五 電波之返射
- 六 電波之屈折
- 七 電波之性質

### 目次

第四章 協振.....二七

- 一 擺子之協振
- 二 音叉之協振
- 三 電氣之協振

第五章 現波器.....三〇

- 一 勃藍利之黏連器
- 二 馬可尼之黏連器
- 三 礮石現波器
- 四 真空管現波器 (附

矯正電燈及電能放大器)

第六章 發波器.....四四

- 一 感電圈發波器
- 二 交溜變電機發波器
- 三 高週率發波器
- 四 弧光發波器
- 五

真空管發波器

第七章 振動螺線.....五三

- 一 發報機之振動螺線
- 二 收報機之振動螺線

第八章 火花隙口……………五六

一圓柱火花隙口 二圓輪火花隙口 三圓片火花隙口

第九章 天線地線……………五九

一天線 二地線

第十章 蓄電器……………六三

一發報機之蓄電器 二收報機之蓄電器 三各物通感力表

第十一章 電池……………六六

一耐久重銘酸電池 二乾電池 三蓄電池

第十二章 測量器……………七一

一電動表 二電溜表 三電阻表 四電波表



第十三章 調整器……………七六

一 調音圈 二 阻力圈

第十四章 相助爲用之器……………七七

一 雙頭收聲器 二 電鑰 三 變換電鍵

第十五章 電報號碼……………八〇

一 號碼之式 二 明碼暗碼

第十六章 無線電報之裝置……………八五

一 模範無線電報 二 普通無線電報 三 新式無線電報 四 電波及遠力

第十七章 軍用無線電報……………九九

一 陸軍無線電報 二 電波測角器

第十八章 無線電話

1011

一 聲波之理解 二 電波之變更 三 普通無線電話 四 新式無線電話

第十九章 軍用無線電話

111

一 發聲機正線圈之電路 二 發聲機副線圈之電路 三 發聲器正線圈之電路 四  
發聲器副線圈之電路 五 發聲器正副線圈內電溜之作用 六 發聲機全線電路  
之作用 七 反應螺線圈之作用 八 收聲機之低壓電路 九 收聲機之高壓電路  
十 收聲機全部電路之作用

# 無線電原理

## 第一章 緒言

### 一 無線電略史

一八三八年，德人司太赫爾 (Steinhell) 查知地能傳電之後，欲由地達報而毫不用金屬之導體；然僅於甚近之處，可以有效。據云此即首次達報之無線者；然所達之報，不能達於五十英尺之外。

一八四二年，美人莫爾司 (Morse) 試知電能過河，除水之外，則毫不用他類導體。

一八四五年，英人法拉德 (Faraday) 使平動之極光線，經過電磁件，則能轉其極光面，是光電二者之間，顯然有相關之理也。因作一書，名之曰光線振動上之思想，證明射發之種類，如光熱

等，乃由磁界內高等力線之振動而生也。法拉德之思想，於光之電磁理，可謂發軔家也。

一八六四年，有英人馬克斯韋爾 (Maxwell) 證明電動與磁動在居間物之內，所生力線之相關，電磁波經電磁界，向外散佈，每秒之速度約有十八萬六千五百英里。吾人已知光之速度，每秒十八萬六千英里，彼云電磁波之速度與光之速度幾相近合，以電磁例推之，則光似為電磁之阻擾以成波，由電磁界以散佈於他處也。馬克斯韋爾之擬理，則以為有一種玄妙之氣，充塞宇宙之間，體物不遺，此氣無論何處被阻擾，則此阻擾即成波形，以散佈於各方，而各射發力之外狀，如光如熱，實因此氣之阻擾，向外散佈以成電波也。此玄妙之氣，無可為名，名之曰以脫 (ether)。以脫波之顯者，乃光波也，而高週率之電溜，所生之長波，亦以脫波也。此二種波速度之方程，皆為  $\lambda = \frac{v}{f}$ ，此處之  $v$  乃代其速度， $\lambda$  代其波之長， $f$  代其每秒振動之次數也。雖其散佈之速度，每秒皆為十八萬六千五百英里，而其波之長短，則為數各異。以脫波在可見定長之間，即能生出光之

感覺而較此略長之波，即生煖之熱波，較此甚短之波，即通物電光之波。而以脫波之長若一、米達，或若干英里者，即飛渡大西洋，以帶舊世界之新聞至新世界之電波也。

一八八二年，波斯盾 (Boston) 人，頭福紫大學教授達倍耳 (Dolbear) 以送話器連於感電圈之原線內，其副線之兩端，一與高懸線相連，一與地相通，其收報處，亦有一高懸線，而收聲器則連於高懸線與地之間，乃憑靜電感電之理，凡送話器所有之振動，而收聲器亦必歷歷仿效之，故言語之聲音，因之復出而得聞矣。惜乎達報之距離不遠，未能供諸實用也。

一八八八年，德人赫爾資 (Hertz) 以二金屬圓片，各連於金屬桿上，而桿之一端，有磨滑之小金屬球，再將此物各連於感電圈副線之二端，而二小金屬球間，留一甚近之火花隙口，於電跳火花之際，隙口間之以脫被阻擾，而成斷續之電波。彼又用一銅線環，留一隙口於二金屬球之間，有螺旋以節制其隙口之距離，此器名之曰電波環。赫爾資查知電波落於此環，則能生一交換電

溜，其週率與原有之週率相同，彼用此電波環，查知電波之被返被折，具有光波之各種性情也。

義大利人銳赫 (Righi) 又將赫爾資發波器之金屬球，置於油中，免其養化，致生不依次序之動作。

法人勃藍利 (Branly) 創粘連器，以代赫爾資之電波環。

銳赫之弟子馬可尼 (Marconi) 始集大成，而置無線電報於實用之地。一九〇一年，馬可尼於

英國西端之怕爾德 (Poldhu) 電臺，與紐芬蘭島東端之聖約翰 (St. John) 電臺，為大西洋較窄處之通信，此神妙莫測之電波，果從怕爾德越海飛來，顯音於聖約翰，馬氏既奏此奇功，馬可尼之名遂炫耀於全球，而執無線電界之牛耳矣。此後各國創製無線電報之科學家，接踵而起，如美國之費森登 (Fessenden)，狄法熱斯提 (DeForest)，克拉耳克 (Clark)，司統 (Stone)，馬西 (Massie)；

英國之羅治 (Lodge)，莫爾赫德 (Muirhead)，福廉明 (Fleming)，湯姆生 (Thomson)，茹斯福耳德

(Rutherford) 德國之斯勒伯 (Slaby) 阿耳柯 (Arco) 卜倫 (Braun) 法國之棣克銳特提 (Ducretet) 勃藍利 (Branly) 羅施福耳 (Rocheport) 踢撒提 (Tissot) 義大利之撒勒銳 (Solari) 開斯太利 (Castelli) 湯馬斯拿 (Tommasina) 西班牙之柏弗勒 (Baviera) 俄羅斯之撲撲夫 (Popoff) 奧斯馬加之斯克腓耳 (Schaefer) 比利時之格銳尼 (Guarini) 阿真廷之銳渴登尼 (Recaldoni)。

上所述諸人，俱各自創一式，以成其名。日本人亦創出一式，於日俄交戰之時，曾實用之，且頗得其利焉。歐戰以來，法國人又發明三極電燈電能放大器，及電波測角器，今日各國之研究家，更僕難數，不勝枚舉矣。

## 二 無線電實用

一九〇二年，馬可尼創成無線電報之後，而東西各國，舉凡邊防要塞，海舶巨鎮，莫不建設電臺，互相通報，雖重洋遠隔，峻嶺橫阻，而傳遞消息，極稱便利。顧無線電報，其利固甚溥矣，陸地有線

電報，桿線尋查，費資甚鉅，海底電線，工程浩繁，動輒數百萬，一經損壞，修理尤爲困難。若用無線電報，則兩岸各設一局，所發電波，借空中以脫，以光之速度而傳播，收發迅速，耗費較少，此無線電利於經濟者一也。自來兩軍交戰，首賴消息之靈通，故電報尙矣，然在陸地有線電報，樹桿架線，工程極鉅，况兩軍開戰，其惟一之手段，卽割敵人電線，若用無線電報，而欲割斷電波，則非人力所能爲也。海軍散佈洋面，主帥欲招集之，難於一時皆至，若用無線電報，則一呼齊來，一九〇五年日俄之役，俄人保勒底海艦隊，四十餘船，經過臺灣海，東海，如入無人之境，將近旅順，日人藉其無線電報，招號兵船，羣集攻擊，俄人四十餘艦隊，一掃而空，此無線電報利於軍用者二也。大洋郵船時而遇險，將伯無助，倘裝置無線電報，若遇危險時，則立發……(SOS)救命符號，並佈告所在經度緯度，他船聞之，立即往救，卽冰山之地點，暴風之報告，莫不一一備悉，此無線電報利於救命者三也。船行海面，四顧茫茫，與陸地隔絕，音問不通，如在囚鄉，自無線電報發明後，各國船隻莫不裝



設無線電機，以便互相通報，或與海岸局傳遞消息，每日刷印新聞，散給乘客，其材料皆自各地無線電傳來者。且船上電報處，可代收發電報，遊子天涯，得與家人互通消息，此無線電便於海行者四也。船在洋海，若遇大霧，不見天日，則不知去向，為駛船者所最懼，自有電波測角器，雖大霧漫天，亦可測知海口及他船方位，而定其行向，此無線電便於行船者五也。天文家測各地面經度，概用度時表或月掩星，其推算浩繁，測驗不易，自有無線電報，若中央觀象臺報告準時，凡在四周電力範圍之內者，皆可同時較對時表，而知本處之經度矣，此無線電便於測經度者六也。他如指揮軍艦，調查礦務，以及報告氣象等事，無一不用無線電矣。居今日而預卜將來，則有線電報，或棄置不用，而無線電報成爲世界普通之用品矣。

### 三 各國無線電之設備

據一九二〇年之調查，美國無線電事業爲最盛，國際通信，百分之十五，已由無線電爲之，近

年來增設大電臺，尙奮進不已。三年以來，無線電之發展，非常迅速，其無線電事業，分國內國外兩項，國外通信，在長島建設強電力之電臺，名爲紐約中央電臺，期使紐約成爲全世界無線電交通之輻輳點，臺中裝有四百一十英尺高之鐵塔七十二座，面積十方英里，能使美國同時與六外國通電，此外尙有橫渡大西洋電臺數處，橫渡太平洋電臺一處。新式之無線電臺，皆用真空管式，其管理之總機關，在紐約城內，美國商界皆知無線電之效用，火車公司，水力公司，旅館，報館，無一不用無線電以經營其事業，更有以無線電拍照片於遠方，此又事之甚奇者矣。近來美國製造家新創一種無線電話收話機，與留聲機之蓄音筒頗相類似，能將所收之聲音放大，使一空中之人，皆可聽之，不必各人用一收聲器也。美國全國私人設置之無線電臺，計已有一萬四千所，可由之發演說或音樂，以供四周遠方之聽也。德國無線電事業，擬分爲三類：第一類爲世界制，第二類爲國內制，第三類爲特設制。世界制之無線電臺，以勞安及愛爾惠司地方者爲海上通信之用，以康

尼格斯地方者爲歐陸通信之用，國內通信，則以純粹德國式之十五電臺爲收發之用，其十三處海岸電臺，則專供船隻通信之用。特設制中包括甚廣，如傳達新聞，報告工業界與經濟界之情形，及氣候時刻，暴風颶風。凡關於航海航空之重要通信，俄國統計發報局三十八所，受信局有二百九十所。近於莫斯科附近之波哥落斯克建一大力電臺，可供大西洋通信之用。該臺天線鐵塔高九百英尺，較德國之腦恩大電臺鐵塔高出三百英尺，其電力爲五百啓羅瓦德，實爲近世大電臺之一。俄國政府雖貧，然近數年來，對於無線電事業，竭力經營，發展甚速。至於英國，除國內各機關及船舶皆用無線電外，擬於英格蘭，加拿大，澳大利亞，南非洲，印度，埃及，東非洲，新嘉坡，香港，皆設真空管電臺，以資聯絡，其及遠力均二千英里。我中華全境，共有無線電臺三十五所，其中由日本管理者十七所，英國三所，法國三所，美國二所，蒙古及俄紅黨一所（庫倫）中國自有者九所，電力僅自三至十啓羅瓦德，如日本設在滿洲之許多小電臺，法人設在雲南及廣州灣之電臺，及喀什

噶爾英領事署之收信電臺等。今日在中國最大之電臺，爲大連灣日人所設之電臺，電力爲三十  
五啓羅瓦德，其及遠力日間一千六百海里，夜間四千海里。北京美國之海軍電臺，電力三十啓羅  
瓦德，其及遠力日間一千八百海里，夜間三千二百海里。香港英國之電臺，電力三十啓羅瓦德，其  
及遠力日間一千五百海里，夜間三千海里。庫倫俄紅黨管理之電臺，電力二十五啓羅瓦德，其及  
遠力日間一千二百海里，夜間三千海里。又有兩電臺，方在建築中，一卽雙橋電臺，擬備電力五百  
啓羅瓦德，一在大沽，擬備電力八百啓羅瓦德。至馬可尼公司承造之烏魯木齊及喀什噶爾兩電  
臺，與庫倫之電臺相同，電力俱係二十五啓羅瓦德。又美國合衆無線電公司所訂無線電臺合同，  
爲在上海建造一千啓羅瓦德之電臺一所，在哈爾濱建造二百啓羅瓦德之電臺一所，又於上海，  
北京，廣州三處，各建六十啓羅瓦德之電臺一所。雲南，武昌，迪化，煙臺，青島等處，亦皆有無線電臺。  
法國無線電事業，進步甚速，近來又創出電波測角器，日本人有獨出心才所造之無線電燈，爲軍

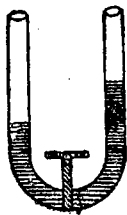
用甚是靈便，由近數年來觀之，無線電之進步甚猛，一日千里，其前途不可限量，將爲世界傳達消息，普通之用品，而大有有線電報革命之勢矣。

## 第二章 電氣振動

### 一 振動放電

凡蓄電器，如來頓瓶之電，若二放電球間，空氣之抵抗力大，則其電雖能破空氣而飛過，然乃一躍即止，不能往復振動，是爲非振動放電。若二放電球間空氣之抵抗力略小，則其電以極大之速率，往復振動，放於其間，是謂振動放電。蓋電氣自陽極移於陰極，本一渡而中和，歸於消滅，然電位甚高之電，其始受空氣之抵抗，迨空氣之抵抗不能支，電氣即破空氣而過，自陽極全量移於陰極。陰極忽增高其電位，而變爲陽極，原來之陽極反變爲陰極，復乘空氣之抵抗尙未復原，反其向而通過之。於一刹那間，以每秒數十百萬回之速度，往復振動，至兩極電位齊平，始歸寂滅。蓋電氣

之振動，亦一種由強漸弱之振動，如琴絃之振動，始則振幅最廣，以次振幅漸狹，終至於寂滅者也。電氣之何以起振動，本難直解，聊取一事譬之，如以U形玻璃管盛水，中設塞門，其塞門二邊之水平面，高低不等，以代表陰陽電位之不同，如第一圖所示。若微開其塞門，則水之流動頗難，必緩緩流過，而成一向之溜，此喻空氣之抵抗力大，而電氣一躍即止，不能往復振動。若全啓其塞門，則水流無阻，必往復動蕩，至二股水平面齊平而止，此喻空氣之抵抗力小，而電氣往復振動，直至陰陽電位齊平而止也。



第一圖 水溜振動

## 二 電氣振動之實驗

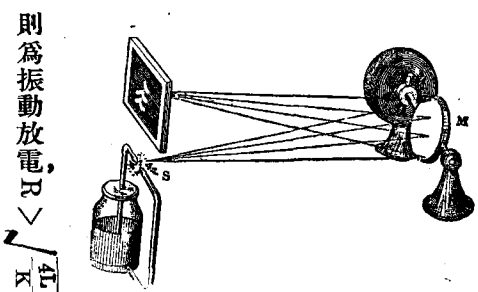
來頓瓶放電時，其火花遞次飛過，原非一躍即止，大抵往復飛躍二三十次，其時間約為千萬分之一秒，因其時甚短，在人目視之，僅為一小閃耳。然以旋轉鏡返於屏壁，則見其為絡繹不絕之

無數火花連續而成，如第二圖所示。S為火花隙口，M為旋轉鏡，P為映屏，當旋轉鏡旋轉極速之

時，其所返映之像，如P屏上之式。據此實驗，足徵來頓瓶之放電，為往復之振動放電，他如感電圈，變電機，亦皆為振動放電，此等振動放電，實為發生電波之原因，而為無線電報之基礎也。

### 三 電氣振動之關係

振動放電與非振動放電，概由電路之自感率，電容量，及抵抗力三者之支配如何而定。設一蓄電器之電容量為K，放其電由一抵抗力R，及自感率L之銅線圈而過，計其絡繹之振動，能得與否，惟視R大於 $\sqrt{\frac{4L}{K}}$ 即 $\sqrt{\frac{L}{K}}$ 或小於 $\sqrt{\frac{4L}{K}}$ 而定，(式中



圖二第 電氣振動之實驗

極限，而成後之不等式，即不能起振動放電，而成非振動放電矣。自感率，電容量，抵抗力，三者之支配，於電氣振動之關係，頗難詮釋，且援簧條之振動，反復比擬之，如第三圖所示。A 爲螺旋形有彈性之金屬絲，B 爲其下端附着之重物，上端固定之於○，引伸 B 重物而弛之，則一時伸縮上下，運動不已，是謂簧



圖三第

條之振動。此簧條振動之活潑與否，及其振幅之大小，視其本體 A 之長短，本體與 B 物之共重，及引伸距離之遠近，三者之支配而定，猶之電氣之支配於自感率 L，電容量 K，及抵抗力 R 之三者也。自感率可比簧條之長，電容量可比簧條與 B 物之共重，抵抗力可比引伸距離之遠近，簧條愈增長，而 B 物之重量不變，則長引伸之，亦無礙其運動，自感率愈增多，而來頓瓶之電容量不變，即增長火花隙口，亦可起振動放電，因 L 愈增大，R 亦同時增大，仍合於前之不等式也，簧條愈減短時，而 B 物之重量不變，則引伸之度，亦宜減小，自感率愈減少，而來頓瓶之電容量不變，則火花隙



口之距離，亦宜減小。因  $L$  減小， $R$  亦同時減小，若  $L$  減小，而  $R$  常不變，則成後之不等式，而為非振動放電矣。

#### 四 振動數及振動週期

電氣於一秒時間內，所振動之次數，謂之電氣之振動數，每一振動所需之時間，謂之電氣之振動週期。設  $N$  為振動數，據物理家所推公式，為 
$$N = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{KL} - \frac{R^2}{4L^2}}$$
 設  $K = 0.01$

米扣法拉， $L = 0.00001$  亨利， $R = 0$  則  $N = 503000$  若  $R$  為數甚小，則 
$$N = \frac{1}{2\pi\sqrt{KL}}$$

欲振動之次數變少，則增  $K$  之數，或增  $L$  之數即可。若以  $T$  為振動週期，則 
$$T = \frac{1}{N} = 2\pi\sqrt{KL}$$

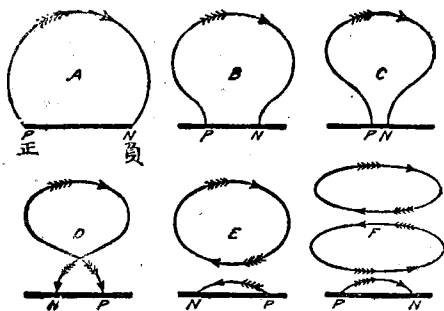
由此式觀之，可知振動週期，視自感率與電容量之相乘積而變。電容量增加，而自感率減少，與增加自感率，而減少電容量，其振動週期，仍可相等也。即電氣振動之週期，等於自感率與電容量相乘積之平方根，而以六·二八三二乘之者也。

### 第三章 論電波

無線電賴以達報之元素，恆曰電波，而電波之理解有二，一曰電力線說，二曰磁力線說，茲將二說分論如下：

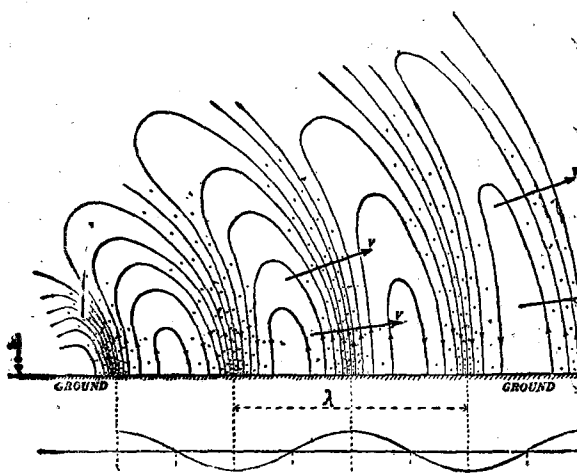
#### 一 電力線說

據赫爾資與亥克 (Dr. F. Hack) 等所論，發波器發出一電波，乃發出一有力之合鈕圈，並非浪形之電波也，此等問題，甚難簡言以該之。然其大旨，則如第四圖所示，此曲線乃代表陰陽極間，其若干電力線中，一線之形式及其方向也。其 A, B, C, D, E, F, 乃代表合鈕圈之漸變狀也，於電溜往復振動之際，則靜電力之線，由此而過，因而成一合鈕圈，而此合鈕圈，因



圖四第 電力線合鈕圈

有下圈追循於其後，故成圈之後，即時向外衝去，觀此諸圈，則見在每圈上之溜向，彼此互異，即此圈向右，而彼圈向左也。然著地發波器，其發出之電波，則如第五圖所示。此類之電波，非若原自由之電波，有電力線之合鈕圈也，乃為對向之半鈕圈，以遊行於地球外面，愈遠則擴張愈高，而每波之長度則不變，其一波之長度，即其向與電力線之極，二者相同之距離也。電波遇於導電體，則感生上下之交換電溜，電力線向下時，則感生之電溜亦向下，電力線向上

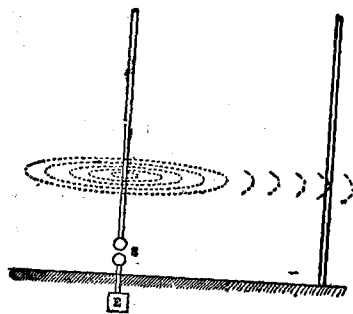


式想理之佈散波電 圖五第

時，則感生之電溜亦向上也。

二 磁力線說

設有一垂直銅線，通以交換電溜，吾人已知電溜向上時，則周圍之磁力線圈，逆時表之針而轉，謂之右轉磁線，電溜向下時，則周圍之磁力線圈，順時表之針而轉，謂之左轉磁線。若電溜往復流動不息，則左右旋轉之磁線，即相間而擴張於遠方，第六圖所示，此左右相間之磁線，即所謂磁波也。其左右磁線之闊度，即一磁波之長度，惟右轉之磁線，遇於導電體，即感生向下之電溜，左轉之磁線，遇於導電體，即感生向上之電溜，故左轉右轉相間之磁線，遇於導電體，即感生上下往復之交換電溜也。



式之波磁 圖六第

### 三 電波與磁波之區別

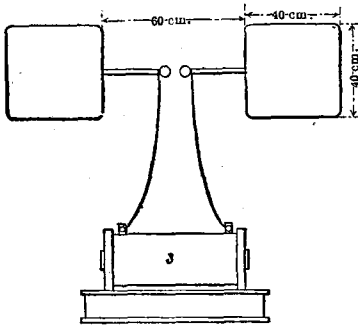
電波之成既有二說，則由前之說，電溜向下時，其電力線亦向下，電溜向上時，其電力線亦向上，是電波之方向，與原溜之方向相順。由後之說，電溜向下時，其磁力線圈左轉，電溜向上時，其磁力線圈右轉，是磁波之方向，與原溜之方向正交，以此知電波與磁波，固恆居正交之勢也。惟原溜向下時，其電力線亦向下，而向下之電力線，遇於導電體，所感生之電溜亦向下，與原電溜相順。而原溜向下時，其磁力線圈左轉，但左轉之磁力線圈，遇於導電體，所感生之電溜向上，與原電溜之方向相逆，此電波與磁波，所感生之電溜，其方向不同也。既電波與磁波同時並生，故電氣振動時，所發生之電波與磁波，分言之可謂電波與磁波，合言之則可謂電磁波也。據英人馬克斯韋爾之實驗，電磁波每秒之速度與光波同，皆為每秒十八萬六千英里，設  $V$  為電磁波每秒之速度， $L$  為電磁波之長， $N$  為每秒之振動數，則電磁波速度之方程式，為  $\lambda = \frac{V}{N}$ 。既云無有以脫，則電磁波

之射發於四方也，不借媒介物矣，說者謂電波光波，皆陰電子之現象也。

四 電波之實驗

一八八八年，德人赫爾資試知電波之被返射，亦如光波之被返射然。彼所用發電波之器，如第七圖所示，此器有二金屬之導電體，其形為四十厘米見方之方片，各連於一小金屬桿上，其距離約為六十厘米，而桿之一端，有磨滑之小金屬球，再將此器各連於感電圈副線之二端，而二小金屬球之間，留一甚近之隙口，感電圈之原線，通以電溜，則兩球間即飛火花，而射發電波矣。

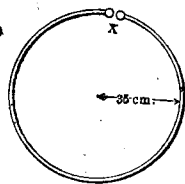
又以粗銅條作圓圈，其直徑長三十五厘米，缺口之二端，各著小金屬球，且有螺旋，可隨意加減二球之距離，如第八



第七圖 赫爾資之發電波器

圖所示，是謂電波環，或名電氣共鳴器，即簡易之電波探知器也。但此器之大小，其電容量與自感率，對於振動器宜取協同之度，方可收靈敏之效。今以之與振動器平行對列，且取適當之距離，飛火花於振動器兩球之間，則電波環兩球之間，亦有微小火花閃爍，可視察之。

既有振動器與電波環，再備一頗廣大而平勻之鋅版或銅版，如第九圖所示，置鋅版M於振動器前，相距約二三米遠之遠如N<sub>1</sub>S，一方飛火花於振動器之火花隙口S，一方持電波環，且保持其與振動器平行，徐徐自鋅版之中部N<sub>1</sub>向振動器前行，初於N<sub>1</sub>時，電波環不顯火花，漸進火花漸顯，至於L<sub>1</sub>點，火花最著，再進火花漸弱，至於N<sub>2</sub>點，火花全滅，如是遞進，於L<sub>2</sub>與在L<sub>1</sub>之現象同，火花最著，於N<sub>2</sub>與在N<sub>1</sub>之現象同，火花寂滅，觀此N<sub>1</sub>S軸線上，於某數部火花忽強，某數部火花忽止，遞此相間，則振動放電之際，其周圍之感應，而呈波浪之狀態已顯然矣。金屬版有返射電波之能

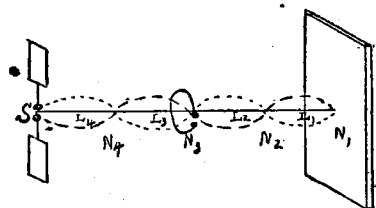


第八圖 電波環

力，自振動器前進之電波，與遇於金屬版而返回之電波，於  $N_2$   $N_3$  諸點，逆向相會，振力相消，故火花因之而滅，是為波之節，於  $L_1$   $L_2$  諸點，則前進之電波，與返回之電波，順向相會，振力相助，故火花因之而益顯，是為波之腹，節與節腹與腹之間，各為定常波，即一波長之半也。赫爾資曾用千萬分之三秒之振動週期之振動器，而得定常波之長為四十五米達云。

### 五 電波之返射

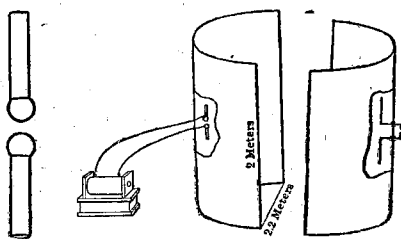
赫爾資實驗電波之返射，有特製之拋物線狀振動器，與拋物線狀協振器，即用二鋅片，各屈為同式拋物線瓦形，高二米達，口擴二零十分之二米達，於其一版之焦點距離，固定一振動器，他版之焦點距離，固定一協振器，而固定之點，均用愛波乃提 (ebonite) 絕緣之，於協振器相鄰之



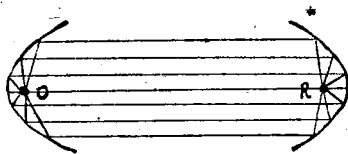
腹節之波電 圖九第



二端，聯精細之火花計，（卽有螺旋，可節制火花隙口之距離者）今以二器相對列，如第十圖所示，聯振動器於感電圈，使飛火花，則電波遇拋物線版面，返射而取平行之方向進行，及遇彼拋物線版面，復返射而聚於焦點，如第十一圖所示，因之協振器誘起電氣振動，亦飛火花，較之不用拋物線版之協振器，火花更爲強盛，其有效之距離，亦可擴張，卽相去十六米達之遠，仍有火花可睹，雖障以大玻璃版，或木版於其間，其飛火花如故也。若易之以大金屬版，則火花卽熄，可知玻璃等不導電體，無障阻電波之力，而金屬有導電之能者，乃有障阻電波之力也。



第十圖 拋物線振動器



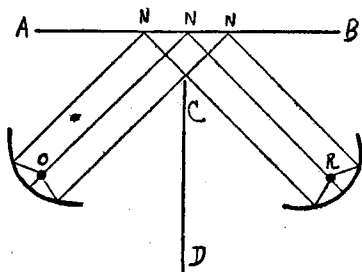
第十一圖 電波之返射

又斜置拋物線狀版，如第十二圖所示，以某金屬版障於其間，使振動器飛火花，而協振器全不顯作用，因電波之直進者，為CD版障阻故也。若再以AB金屬版遮於其上，則振動器飛火花時，協振器亦飛火花，因振動器射發之電波，遇AB版返射於協振器之拋物線狀版，而復返聚於焦點，故能誘起電氣協振，而飛火花也。由此實驗，可知電波之返射與光波相同，且金屬版能障阻電波，即能返射電波者也。

### 六 電波之屈折

欲知電波之有屈折性，即以前用之兩拋物線狀版，如第十

三圖所示，中間置木作之大三稜，此三稜係等腰三角形，各腰之長十二米達，腰間角三十度，中實以松脂或蜂臘之類，置於兩版相向之交點，使振動器飛火花，電波進遇三稜體，屈折透過，又折而



射返之波電 圖二十第

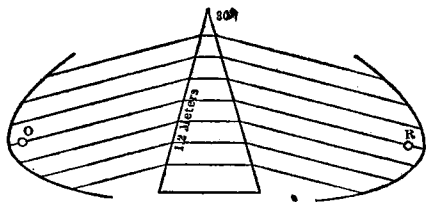
達於協振器，誘起電氣振動，亦飛火花，若取去三稜，而火花亦熄。由此實驗，可知松脂等不導電體，電波遇之能透過，亦即能屈折電波者也。

### 七 電波之性質

電波比之各種以脫波，有相同之處，亦有不相同之處，今專就光波比較之，其異同之處，列舉於下。

#### 相同之處

- 一 光波依直線進行。
- 電波亦依直線進行。
- 二 光波能返射。
- 電波亦能返射。



折屈之波電 圖三十第

三 光波能屈折。

電波亦能屈折。

四 光波可以物體障隔之。

電波亦可以物體障隔之。

不相同之處

一 光波遇不透光之物體，如牆壁迴光鏡而返射。

電波僅遇導電體，如金屬版而返射。

二 光波遇透明三稜鏡而屈折。

電波必遇不導電體，如松脂等三稜體而屈折。

光波僅對於空氣玻璃等透光體，能通過之。

三 電波則不惟能通過透光物體，即木版，牆壁，土石，橡皮等物，亦能通過無阻，惟不能通過金屬物體耳。

總觀以上數條，如前之四者，電波之性質，完全與光波相同，後之三者，則似同而實不相同也。

## 第四章 協振

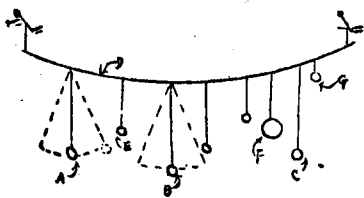
### 一 擺子之協振

設 A, B, C, E, F, G 爲不等重之六鉛球，以不等長之絲線，繫於一繩 D 之上，如第十四圖所示。A 與 B 等重而繫線等長，C 與 A 雖等重，而繫線之長不等，E, F, G 與 A, B 二球，非惟不等重，且繫線亦不等長，假令 A 球搖擺，未幾而 B 球亦隨之搖擺，C, E, F, G 諸球，靜止不動，即搖擺亦屬甚微。

蓋B與A既等重，繫線又等長，則同時之振動數必同，A之振動力傳於B，其振動數適合於B固有之振動數，故受振激而協同振動，CEFG諸球，既與A球不等重，繫線又不等長，則同時之振動數必不同，A之振動力傳於其上，其振動數與諸球之固有振動數，不相符合，則振動力互相抵消，故諸球靜止，不能協同振動也。由此觀之，可知諸球中之振動數相同者，則易受振激而協振，其振動數不同者，則不受振激，而不能協振也。

## 二 音叉之協振

設AB二音叉之振動數相同，C音叉之振動數與AB不同，試將此三音叉列於相當之距離，如第十五圖所示。若擊A音叉使振動發聲，則B音叉亦起振動而自鳴，即抑A音叉使之不鳴，



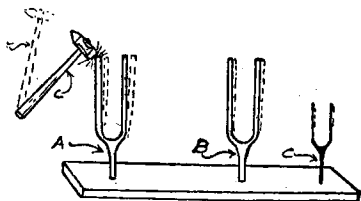
振協之子擺 圖四第十第

而B音又猶悠悠然有餘音焉。此何故也？因二音叉之振動數相同，A被擊而起振動，其周圍之空氣，次第傳其振動力於四方，而B音叉間接受空氣之振動，遂以其相同固有之振動數，鏘然相協而自鳴矣。C音叉之振動數，既與A音叉之振動數不同，則不受振激而共鳴也。

### 三 電氣之協振

協振之效，非惟擺子音叉爲然，即電路內之電溜，亦莫不然，以其自然之振動週期論之，則電路內有與之相似者，即電波是也。電波之振動

週期，則隨電容量及自感率而變，電氣協振之現象，首爲英人羅治 (Trotter) 所發明，即實驗相感瓶也，如第十六圖所示，以A、B二來頓瓶，彼此相距少許，以彎銅條連A瓶之外衣，爲其放電之路，在其頂之二小金屬球間，留一小火花隙口，B瓶之內外衣，各連銅條，可以游移之銅條E節制之，

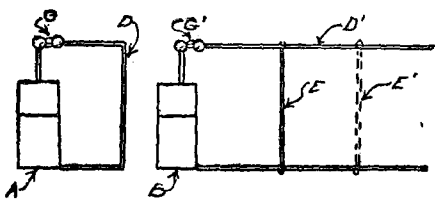


振協之叉音 圖五十第

B瓶之頂，亦留甚小之火花隙口，將A瓶連於感電圈上，以續授電於其內，斯時移動E銅條，則必尋獲一點，於A瓶放電，其G處飛火花時，而B瓶之G處，亦飛火花，如是二電路，始可謂共鳴，而協振也。於二電路之電容量及自感率，相乘之積相等時，則其自然振動之週期亦相同，故於二不相協之電路，改變其電容量與自感率，則可使其相協振也。近時無線電之收報機，無論何處發來之電波，皆能感應而收報者，即依據此理，而使其協振也。

## 第五章 現波器

現波器又名電波探知器，或名電探，電波之撼來，何由發現而知之，此無線電報中，惟一之重要問題也。赫爾資之協振器，固為現波器之嚆矢，但不適於遠距離之用，欲無線電報適於遠距離



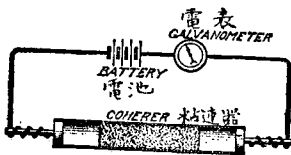
振協之氣電 圖六十第



之用，必改良現波器，現波器愈靈敏，則達報愈遠，近日無線電報，進步甚速，即在現波器之改良，較昔日尤為敏捷也。現波器之種類不一，今試舉普通常用者，及最近改良者，分別言之如下。

一 勃藍利之黏連器

一八九〇年，法人勃藍利創一現波器，較赫爾資之協振器，尤為靈敏，即用一玻璃管，內置密合之二金屬餅，二餅之間，滿以鐵屑或銅屑，外連電池與電表，如第十七圖所示。其金屬屑各點之間，隔以空氣，空氣原為不導體，故電路中有甚大之抵抗力，電池之電溜不通，而電表不轉，待電波撼來，電路內感生交換電溜，或曰電波溜，金屬屑受電波溜之作用，即彼此黏連，而大減其抵抗力，此時電池之電溜通過，電表之針旋轉，直至被擊而後止。英人羅治謂電波溜通過金屬屑，則金屬屑受熱力熔化，連為橋形，其橋形雖不甚堅，然足為電溜

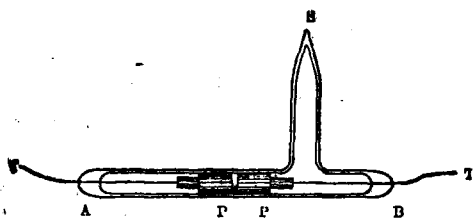


勃藍利之黏連器 圖七十第

通過之用，既被振擊，則橋形解散，管中金屬屑遂又為不導體，而電池之電溜，停止不流，羅治謂此等黏連器為熔質管，而德人斯勒伯不以此說為然，茲特錄其說，以備後人之研究云。

二 馬可尼之黏連器

馬可尼之黏連器，乃仿勃藍利之黏連器，而改良者也，其式如第十八圖所示。即用一玻璃管，長約四生的米達，徑約二零十分之五米里米達，管中有密合之二銀餅，二銀餅相對之面略斜，其相距約二三十米里米達，連二銀餅者，有二白金絲，出於玻璃管之外，以備與他機相連，管中滿以攪金屑，以百分論之，九十六分為鎳，四分為銀，並有少許水銀屑，抽盡空氣，而嚴封之，以免金屬屑養化而生銹。此等黏連器，經馬

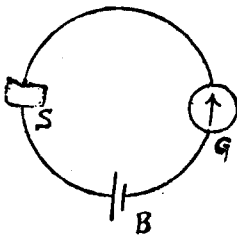


器連結之尼可馬 圖八十第

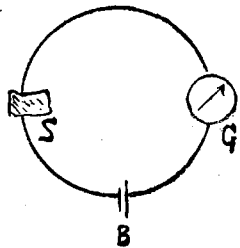
可尼改良之後，較前人所用者，更大得效果，其佈置之法，觀馬可尼之收報電路，可自明矣。

### 三 礦石現波器（或曰整溜器）

鉛硫礦即硫化鉛，據派耳斯（Pierce）之實驗，此種礦石有一特別之性質，即此向之傳電力，較彼向之傳電力大三千倍，換言之，彼向之抵抗力，較此向之抵抗力大三千倍也。今以鉛硫礦與電表，同置於電池之電路中，假如電溜通過，電表之針旋轉，如第十九圖所示，若將電池之兩極，調換位置，則電溜不能通過，電表之針不轉，如第二十圖所示，設有波狀電溜，經過鉛硫礦，則祇有一向之溜通過，火花隙發報機所射發之電波，係斷縮波，有二種週率，一曰波週率，一曰波股週率，

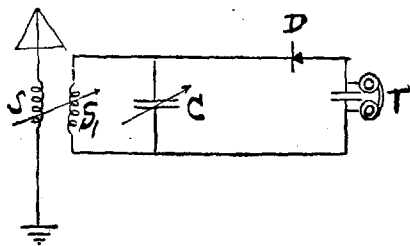


圖十二第



圖九十第

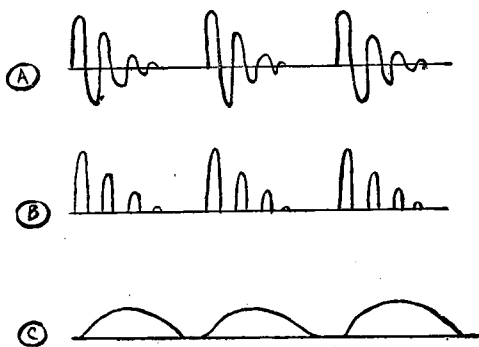
波週率為數甚多，每秒自數萬至數百萬，此種高週率，非耳官所能聽覺，故不能作聲音之信號，波週率之數較少，每秒約在一千左右，於耳膜上之感覺，適為一種和悅之聲音，斷縮波之探測，在利用波股週率，以節制收聲器膜片之振動，發為短長點畫之信號也。如第二十一圖所示，D為整溜器，T為收聲器，設外來之電波，為高週率之斷縮波，如第二十二圖A，其波股週率，約為一千，天線路中由感應所起之電溜，亦必為波狀之交換電溜，若收報機之電路中，無整溜器，則收聲器膜片，所受為高週率之反復抗引力，惟膜片緣物質之惰性，不克影響高速度之振動，故抗引相消，功效為無，膜片靜居不動，不成聲音，整溜器之效用，在改正波狀之交換電溜，為單向之直溜，如第二十二圖B。凡波狀電溜遇整溜器，則祇容每半



測探之波縮斷 圖一十二第

浪以過之，此整直之電溜，在收聲器中，起單向溜之作用，此溜一起一伏，為間斷而非連續，如第二十二圖C，起伏之速度與波股週率相同，故膜片感動而發聲矣。但兀底(Dunwoody)查知銅硫礦，鐵硫礦，鋅硫渣，銻硫渣，砂炭渣，砂，及鈦養等，皆具鉛硫礦之性質，其最佳者莫如砂，乃一甚靈且廉之用也，余曾以砂與鉛硫礦相對而用，得有極美滿之效果也。

設外來之電波，為高週率之連滿波，則經整直後之電溜，不為間斷之直溜，而為連貫之直溜，如第二十三圖B，此種電溜，在收聲器中，起一向定值溜作用，不成音節，

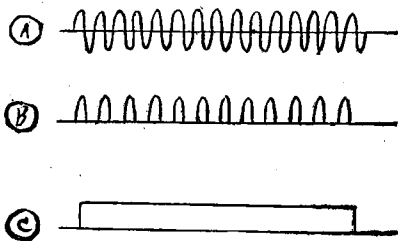


波縮斷 圖二十二第

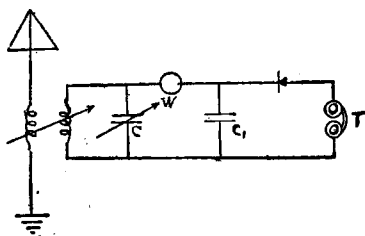
如第二十三圖C，故連滿波之探測，與斷縮波之探測不同，其法不一，今即最單簡之截波盤言之，即用一旋轉及開合之鍵，

如第二十四圖所示，W為截波盤，T為收聲器，C與C<sub>1</sub>為二蓄電器，或連或絕，隨盤之位置而定，C<sub>1</sub>與C相連時，C<sub>1</sub>受電於C，間斷時，C<sub>1</sub>中受蓄之電，流入收聲器，鏗然成聲，截波盤旋轉，C<sub>1</sub>與C或連或絕，每秒

時之次數隨盤之旋轉速度而定，故收聲器所受電溜，每秒激動之次數，亦可以盤之速度節制之，使成爲有聲音之信號也。近日無線電之收報機，概不用截波盤，惟於發報機中，設法使發間斷之



波滿連 圖三十二第



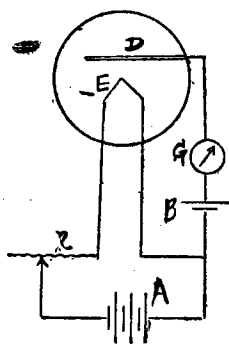
盤波截 圖四十二第

連滿波耳。

#### 四 真空管

真空管之種類殊多，無線電所通用者，約有二種：一曰二極管，係英人福廉明 (Fleming) 所發明；二曰三極管，係美國人狄法熱斯提 (De Forest) 所發明。二者之特相略同，惟三極管之用處較多，一用作現波器，二用作電能放大器，三用作連滿電波發生器，茲將二極管與三極管，分論於下。

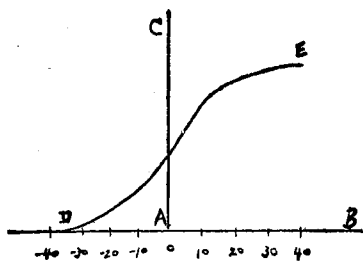
(一) 二極管 二極管又名二極電燈，即一尋常之電燈，於燈絲之外，加一金屬筒或金屬版，如第二十五圖所示，E 爲燈絲，D 爲金屬版，G 爲電表，A 電池供燃燈絲，R 爲抵抗力螺線，以節制入燈絲電溜之大小，使燈常在



第二十五圖 二極電燈

紅明之度。當燈絲燃着時，G 電表之針旋轉，查其旋轉之方向，知 B 電池之電溜，由 D 而 E，回於陰極，蓋燈絲紅亮時，燈絲周圍射發陰電子，飛至 D 版，B 電池之電溜，即藉陰電子為路而通過，故電表之針旋轉，若將 B 電池之陰陽極，調換位置，則電表之針不轉，因 D 版所得為陰電，與燈絲之陰電子相排斥，電路不通，故二極電燈祇有一向傳電之能也。

二極電燈通過電溜之多少，與 D 版之電壓有正比例，D 版之電壓高，則通過之電溜多，D 版之電壓低，則通過之電溜少，然通過之電溜與原電溜之比例數則相同。試以曲線代表通過電溜之多少，如第二十六圖所示，A B 橫線代表 D 版電壓之高低，A C 縱線代表通過電溜之多少，D E 為電溜曲線，觀圖便知 D 版之電壓增高，而通過之電溜亦增多也。

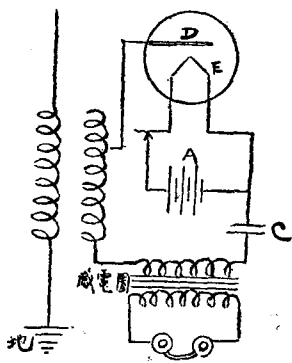


第二十六圖 電溜曲線



A 二極真空管現波器、接收變電機副線之一端，連於二極電燈之 D 版，彼一端通過感電圈之原線，連於蓄電器，由蓄電器連於二極電燈之燈絲，感電圈副線之二端，則連於收聲器，如第二十七圖所示。當遠處之電波撼來，則天線感生交換電溜，而變電機之副線，亦感生交換電溜，若 D 版之端為陽，則吸引燈絲之陰電子，飛至 D 版，遂藉以為路，電溜通過，入於蓄電器，而蓄電器被感之電溜，通過感電圈之原線，而副線感生之電溜，即入於收聲器中，若 D 版之端為陰，則排斥電絲之陰電子，而電溜不通，故感電圈之原線，無電通過，其副線亦不感生電溜，是以收聲器中，祇有一向之斷續溜，使之振動而發聲矣。

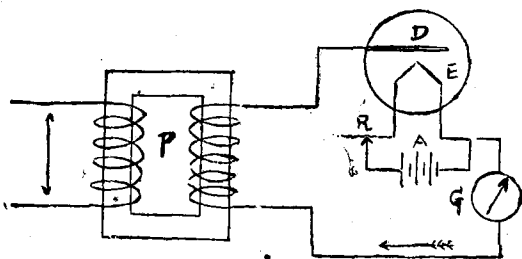
B 矯正電燈 欲發持久均勻之連滿電波，須用大動力之直溜電，惟大動力之直溜發電機，



第二十七圖 二極電燈現波器

不易構造，今則概用交換溜代那模，以其小動力之交換電溜，入於變電機之原線內，而使副線感生大動力之交換電溜，復以二極電燈矯正之，令變為大動力之直溜電，如第二十八圖所示。以變電機副線之一端，連於D版，彼一端經過電表G連於燈絲，若D版得陽電，則吸引燈絲之陰電子，飛至D版，而電溜不通，視電表針之轉向，便知副線之交換電溜，業已變為直溜電矣。

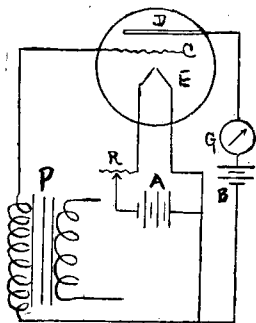
(二)三極真空管 三極真空管，又名三極電燈，即於二極電燈金屬版與燈絲之間，又加一金屬網，如第二十九圖所示。E為燈絲，D為金屬版，C為金屬網，G為電表，P為變電機，其副線之一端，連於金屬網，彼一端連於電池之陰極，若金屬網得陽電，



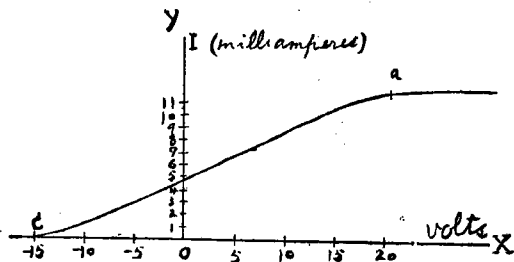
燈電正矯 圖八十二第

則吸引燈絲之陰電子，飛至D版，而D版與燈絲之間，傳電之能變大，通過之電溜增多，電表針之轉度亦增多。若金屬網得陰電，則排斥燈絲之陰電子，使

不至D版，而D版與燈絲之間電之能變小，通過之電溜減少，電表針之轉度亦減少。若燈絲之電溜與D版之電壓，二者皆不變，則通過電溜之多少，與金屬網之電壓有正比例，如第三十圖所示。以X橫軸代表金屬網之電壓，Y縱軸代表通過之電溜，則C A B即電溜曲線也，而A B一段，代表飽和電溜，不因金屬網之電壓而變也。

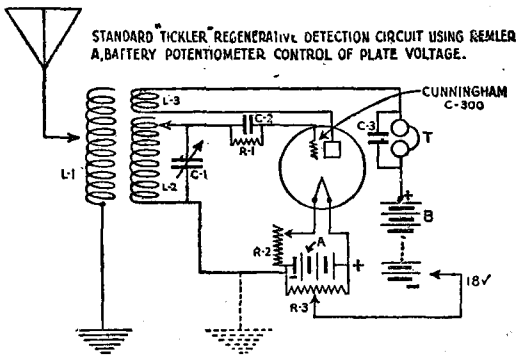


燈電極三 圖九十二第



線曲溜電 圖十三第

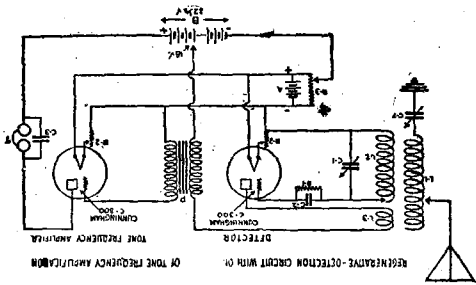
A 三極真空管現波器 三極真空管現波器，又名三極電燈現波器，係美國人狄法熱斯提所創，如第三十一圖所示。A 電池供燃燈絲，B 電池通過收聲器， $C_1$  為變量蓄電器， $C_2$ 、 $C_3$  皆為定量蓄電器， $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  皆為抵抗螺線， $L_1$  為接收變電機之原線， $L_2$  為副線，其一端連於金屬網，彼一端連於 A 電池之陰極， $L_3$  為能轉動之自感圈，以其自感溜，節制收聲器內電溜之大小，使能得適宜之數，設遠處之電波撼來，則天線感生交換電溜，而接收變電機之副線，亦感生交換電溜。若金屬網受有陽電，則吸引燈絲之陰電子，於是金屬版與燈絲間之陰電子增多，則通



器波現燈電極三 圖一十三第

電之能變大，收聲器中通過之電溜即增多。若金屬網受有陰電，則排斥燈絲之陰電子，於是金屬版與燈絲間之陰電子減少，則通電之能變小，收聲器中通過之電溜即減少。夫收聲器中通過之電溜既有多少，則感生之磁力即有大小，而吸抗起伏，故膜片振動而發聲矣。

B 真空管電能放大器 真空管電能放大器，又名三極電燈電能放大器，即於前之真空管現波器，又加一真空管及一有鐵芯之螺線圈。其佈置之式，如第三十二圖所示。A 電池供燃燈絲，有 R 抵抗螺線，以節制燈絲之明度；B 電池則供收聲器及螺



器大能電 圖二十三第

線圈當第一真空管之金屬網，受有陽電時，則吸引燈絲之陰電子，飛至金屬版。於是B電池之電溜，通過螺線圈之原線，由第一燈絲回至陰極；而螺線圈之副線，感生副電溜，其電壓較第一燈金屬網之電壓尤高，則第二燈之金屬網，吸引其燈絲之陰電子亦多。故B電池之電溜，通過收聲器者，較祇用一燈者為多。是以收聲器中之聲音尤高。如用多數電燈，即可將遠來之微小聲音，放大至可聽之度，而大增通報之距離矣。此種真空管電能放大器，在歐戰時，科學家極力擴充，得有美滿之效果，此誠無線電中之一大進步也。

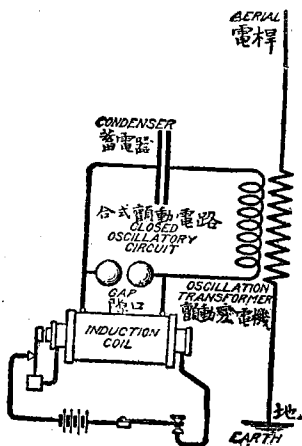
## 第六章 發波器

無線電報專賴電波傳達消息；而電波由於電氣振動，使電氣振動，而發生電波之器為發波器。今即電波之形式，大別之為二類：一斷縮波之發波器；二連滿波之發波器。斷縮波之發波器，細別之亦有二種：一曰感電圈發波器；二曰交溜變電機發波器。連滿波之發波器，則有三種：一曰高

週率發波器；二曰弧光發波器；三曰真空管發波器。

一 感電圈發波器

發生電波之感電圈，與通常之感電圈無異。一八八八年，德人赫爾資，以二金屬桿，連於感電圈副線之二端；二金屬桿之內端，各連磨滑之金屬球，外端各連金屬圓片，以增其蓄電量。如此佈置，則原電溜通斷時，二金屬球間，飛跳火花，往復振動，發生電波。赫氏藉以測知電波之被返被折，與光波相同，並知電波具有光波之各種性情。後有義大利人馬可尼，因舊式之發波器，雖能蓄大量之電力，然所發生電波，衰微甚速，不能持久。故將感電圈副線之二端，連於蓄電器，外加振動螺



器波發圈電感 圖三十三第

線(或曰顫動變電機)螺線之副線,一端連於天線,一端連於地,如第三十三圖所示。如此佈置,則成一偶感電路。若原電路之電容量及自感率,與開式電路之電容量及自感率二數相等時,則原電一通,便可授電於天線,使有大電力之振動,而發生電波。又有天線電路與振動電路合一之法;

其所得利益,較馬可尼之偶感電路,亦不稍遜;如

第三十四圖所示,即直連偶感法也。其自感圈連

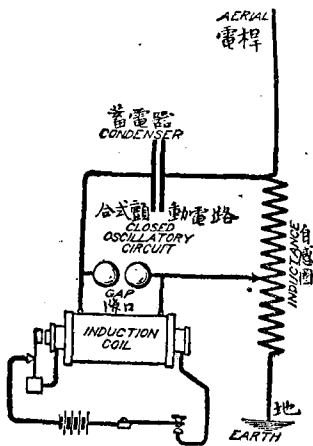
於地與天線之間,而其一段則入於振動電路之

中;若修整振動電路,及天線間之開式射發電路,

使有同一之振動時,則天線上常有數萬弗打之

動力,能發生持久之絡繹電波;其射發之力,能大

增通報之距離。則此法之利益,可謂無線電報歷



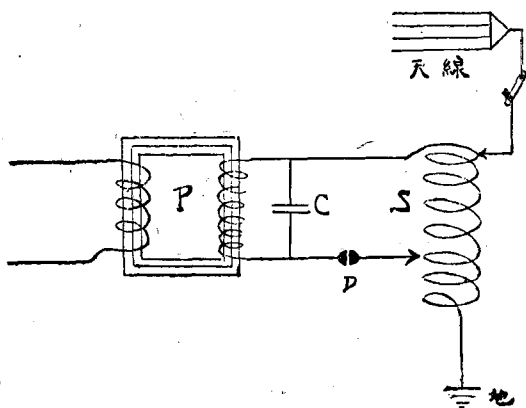
器波發感偶連直 圖四十三第



史中之一大進步也。

## 二 交溜變電機發波器

發生電波所用之交溜變電機，與通常之變電機，大略相同；即用鐵片製成方鐵環，將原線纏於鐵環之一邊，副線纏於彼邊，如第三十五圖所示。設原線有百週，而副線有兩萬週，若以一百十弗打之交換電溜，通入原線，則所感生副電之動力，必為二萬二千弗打；若副線有四萬週，則副電之動力，必為四萬四千弗打。以此類之交溜變電機，代前式之感電圈，則天線亦能發生大電力之振動。各國之無線電臺，皆有特製之交溜



器波發機電變 圖五十三第

變電機，其電力自數十啓羅瓦德，至一千啓羅瓦德，達報之距離，可自一千海里，至數千海里。

感電圈與交溜變電機，其火花連續飛過隙口，惟每火花飛過，並非一渡即止，乃往復飛渡數十次。而其電力由大漸小，故其電波之振動力，亦由闊漸窄，如第三十六圖所示。其電波之振動幅漸減，而成斷續之減縮波，簡言之曰斷縮波，各國大電臺之發波器，多屬此類。惟因其所發生之電波為斷縮波，不宜於無線電話之用。故近世之無線電研究家，又創製後三式焉。

### 三 高週率發波器

高週率發波器，或曰高週波機式，即高週率之交換溜生電機也。此等生電機，與通常之交溜生電機，其構造之法相同；惟其圓銜鐵之轉動，必須有極大之速度，使每秒交換之次數，為數萬或數十萬。故此等之交溜生電機，頗不易造。美

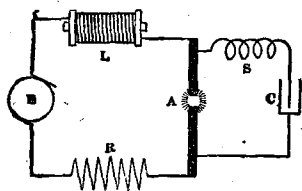


波縮斷 圖六十三第

國費森登造一交溜生電機，其週率爲八萬次，電力爲二百五十瓦德。德國茹姆耳以感電體法，創一交溜生電機，其週率爲三十萬次，惟其電力甚小，僅爲千分之一瓦德。杜底耳設法使週率爲十二萬次，而有較大之電力。此等生電機，若不設法增其電力，則其用終歸有限，不過僅供實驗室中，與短距離之用也。近來彼等大有進步，可以此等生電機，供無線電話之用矣。

#### 四 弧光發波器

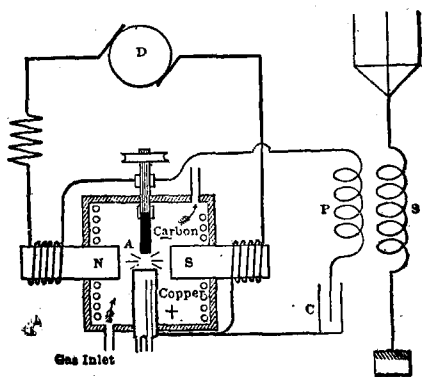
杜底耳用直溜電經過電弧燈，則能得絡繹無阻之振動，而發生持久之連滿電波，其佈置之式，如第三十七圖所示。L爲自感圈；E爲直溜生電機；A爲炭弧燈；R爲抵抗螺線；C爲變量蓄電器；S爲振動電路。其抵抗力甚小，約爲一歐姆。如此佈置，則生電機所發之電，先聚於蓄電器，復回於A而中和，故S之電溜，往復振動。若此器配置合宜，則能生一甚清之樂字，雖



器波發光弧 圖七十三第

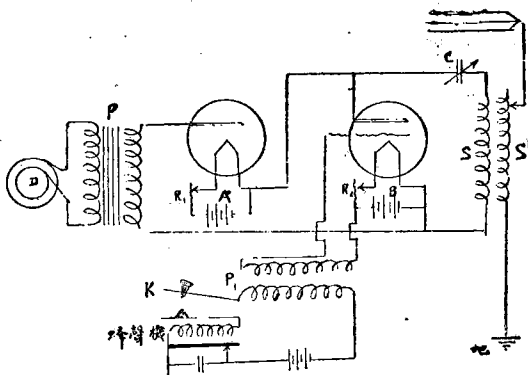
距若干遠，亦可聞之；而其音度之大小，則隨振動路內之電容量及自感率之為值而異。美國人頗歐森(Proutson)又將此法改良，而得有極大之進益，如第三十八圖所示。彼將弧光置於箱中，箱內滿以煤氣，用炭條為負極，及為水冷之正極；又於箱之兩傍，引入有大力之二電磁件，使其力線直過二極之間，可滅其顛倒光弧；其弧光之長，亦有一合宜之數，名之為靈便光弧。設其電容量與自感率得合宜之配置，則此器可生甚有力而無阻之振動，其週率約為一百萬次，或尤過之。通常所用之電動力，約為五百弗打云。

五 真空管發波器



器波發光弧森歐頗 圖八十三第

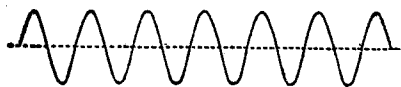
杜底耳以弧光燈法，使直溜電發生連滿電波；惟直溜電之動力太小，連滿波不能及遠。一九一八年法國科學家，將變電機之副溜，以二極電燈矯正之，使變為大動力之直溜電，再經過三極電燈，而發生強有力之連滿電波，大增通報之距離，其佈置之式，如第三十九圖所示。D 為交溜生電機；P 為變電機；A B 為供燃燈絲之電池；C 為變量蓄電器；S S<sub>1</sub> 為振動電路；P<sub>1</sub> 為小感電圈；K 為電鑰；P 變電機。其副線之溜，經過矯正電燈，變為強有力之直溜電，先聚於蓄電器，復回於振動電燈而中和。S 路內之電溜，往復振動；S<sub>1</sub> 因感而生之電溜，亦往復振動，即發



器波發管空真 圖九十三第

射強有力之連滿電波，達至遠方。惟連滿電波，不能影響收聲器，故用  $P_1$  小感電圈，使其副線連於振動電燈之金屬網與燈絲；按電鎗時，若金屬網受有陽電，則振動電燈通過之電溜即多，若金屬網受有陰電，則振動電燈通過之電溜即少。S 路內之電溜，既有多少，則其發生之電波，振動力即有大小；而收報機感生之交換電溜，亦有多少，故收聲器之膜片，一起一伏而振動發聲矣。

以上所論高週率發波器；弧光發波器；及真空管發波器；其振動之力均勻，故其所發生之電波，亦為持久均勻之電波，名之曰連滿波，如第四十圖所示。惟連滿電波，不能使收聲器，受影響而發聲。故高週率發波器，與弧光發波器，須於收報機加截波盤。而真空管發波器，則能於達報時，變更電波之振動力，故收報機上，勿用截波盤矣。

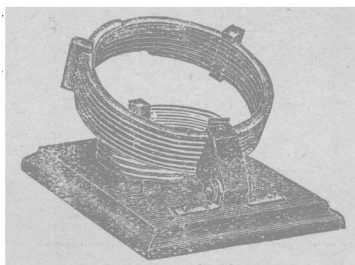


波滿連 圖十四第

# 第七章 振動螺線

## 一 發報機之振動螺線

振動螺線又名振動變電機，與電燈所用之變電機，大不相同；既無鐵芯，又無多週之線，以圍繞於其上也。通常所用者，原線祇有十數週，繞於阻電體上，而副線則有數十週，另繞於一阻電體上，如第四十一圖所示。凡此類之變電機，因其動力甚大，務使原副二線特別隔絕。近來造振動變電機者，使其原副二線之距離，可任意變更，而得隨意相感也。用此分離之法，因名之曰增減偶感焉；又有直連偶感之振動螺線，如第四十二圖所示。用粗銅條或銅帶十數週繞於阻電體上，其螺線之上端連於天線，下端連於地線，用移接器，任取中間一段，為振動電路。若

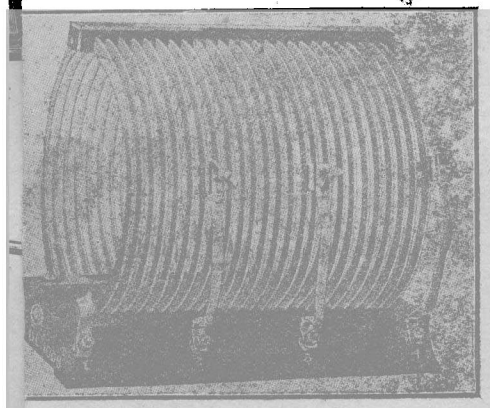


第四十一圖 偶感振動螺線

整理振動電路，與天線間有同一之振動時，則能發生持久之絡繹電波，而大增通報之距離。此法所得之利益，亦不稍遜於偶感之振動螺線也。

## 二 收報機之振動螺線

收報機之振動螺線，又名接收變電機。因收報機之電路中，其電動力甚小，故接收變電機之原副二線，勿用特別隔絕也。通常所用者，如第四十三圖所示。即將原線纏於阻電筒上，而分段之副線則纏於略小之阻電筒上，置於原線筒之內，可對外磁通，以變其原副



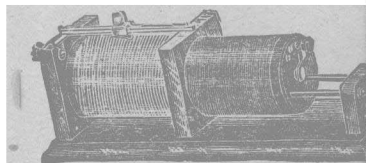
第四十二圖 直連偶感振動螺線



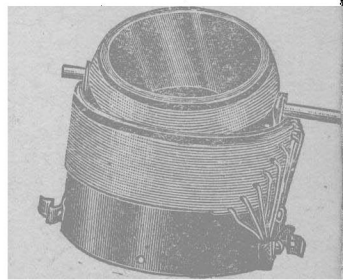
連於地如此之佈置法若變電機之原線足用，則可勿用調音圈矣。

又有一種接收變電機，專為真空管現波器而設，如第四十四圖所示。即將分段之原線，纏於阻電筒上，副線纏於球形木筒，置於原線筒內，可以旋轉，視副線與原線平行與否，以節制副溜之大小也。

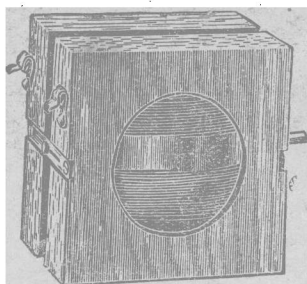
又有自感螺圈，如第四十五圖所示，其副線與原線乃係一線，原線繞於方木圓孔內，副線繞於木球，置於圓孔中，可以旋轉，以其自感溜之順逆，而節制原溜之大小也。



機電變收接 圖三十四第

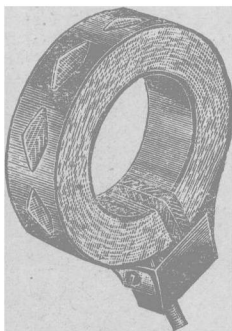


圈線螺應反 圖四十四第



圖五十四第 自感螺圈

新式收報機，有用感應螺圈者，如第四十五圖所示。乃以絲  
 裹之細銅線，繞成大小數種感應圈，有繞二十週者，有繞三十六  
 週者，有繞五十週，七十五  
 週，遞至一千五百週者。此  
 等感應螺圈，其二端連於  
 銅塞，以備接於天線地線，  
 及三極真空管；製此種感



圖六十四第 感應螺圈

應圈十數箇，以爲收報機互換之用也。

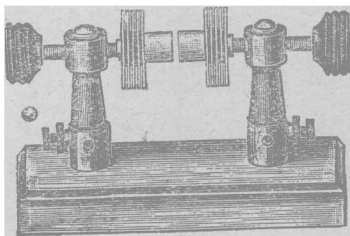
## 第八章 火花隙口

### 一 圓柱火花隙口

昔時赫爾資之發波器，以小金屬球爲火花隙口，用小量之電力，使發生短小電波，固甚有益。若用大量之電力，使發生長大之電波，則此種火花隙口，不能支持其力，而保存原形，必因熱而氟化，使成高低不平之勢，因而發生不規則之電波。馬可尼欲免此弊，即將金屬球置於油中，奈油因火花而化分，與無油相同。近日研究家，乃用鋅質圓柱爲火花隙口，如第四十七圖所示；圓柱上有數金屬圓片，使面積大而散熱速，免致隙口因熱氟化，而生高低不平之勢，可使放電面支持恆久，保存原形，不至發生不規則之電波矣。

## 二 圓輪火花隙口

又有一種圓輪火花隙口，可使放電面不至氟化，而得有甚大之利益。其佈置之式，如第四十



第四十七圖 圓柱火花隙口

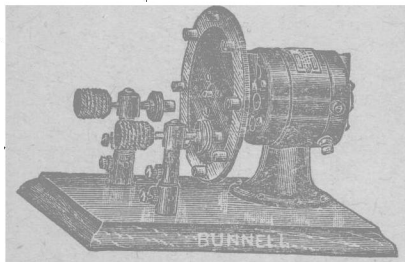
八圖所示；乃以電動機，轉動金屬圓輪片，圓輪片上有數金屬鈕，當圓輪旋轉時，金屬鈕與圓軸放電桿，遞次近合，成爲火花隙口。因圓轉動甚速，故火花隙口，不至因熱而氧化，則可發生絡繹不絕之電波矣。

三 圓片火花隙口

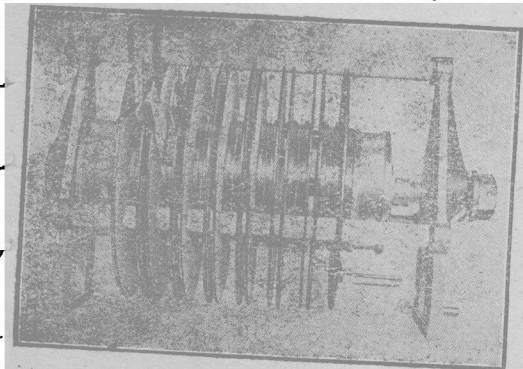
德國得力風根工廠，製造

一種圓片火花隙口，名曰已熄閃火機，如第四十九圖所示。即

用中厚外薄之圓銅片，數枚或數對，以三瓷柱貫聯之，置於



圖八十四第 圓輪火花隙口



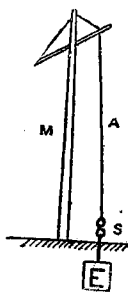
圖九十四第 圓片火花隙口

阻電架上，每二圓片之間，距有微隙，有移接器，可任用數枚間之微隙，為火花隙口，因其面積大，散熱速，不至氮化；且一大火花，分為數小火花，其響聲微小，亦不至震耳也。

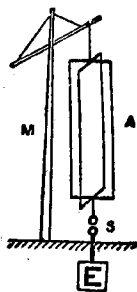
## 第九章 天線地線

### 一 天線

無線電報以天線感受電波，而知遠方信息，猶之蟲類，以鬚觸物，而知環境利害，故天線又名觸覺線。近日各國無線電臺，架設天線，工程浩大，形式繁多；然皆以擴大面積為要務；蓋面積大而振動力亦大也。惟二線之距離，不可太近，近則電量小，二線如一線矣。其最簡單之式，有垂直天線，梭形天線，矩形天線，三角形天線，圓錐體形天線，如第五十五

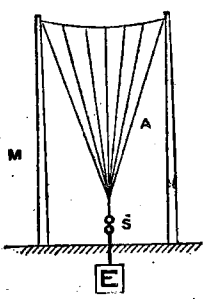


圖十五第  
線天直垂

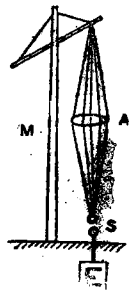


圖一十五第  
線天形矩

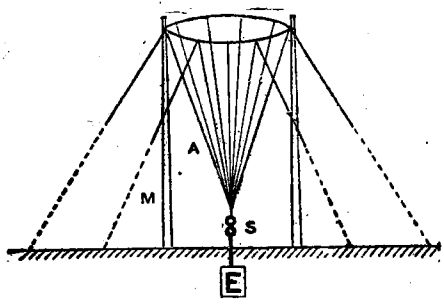
十一、五十二、五十三、五十四，諸圖所示。而最普通使用者，則為平行天線，如第五十五圖所示。即用維持數十英尺至三四百英尺，桿固愈高而愈佳也。維持線之兩端，皆繫阻電物，二桿之間，有數十條平行線，每二線之距離，約為三至



圖三十五第  
線天形角三

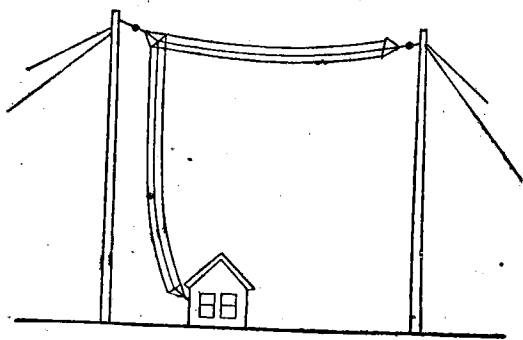


圖二十五第  
線天形椽

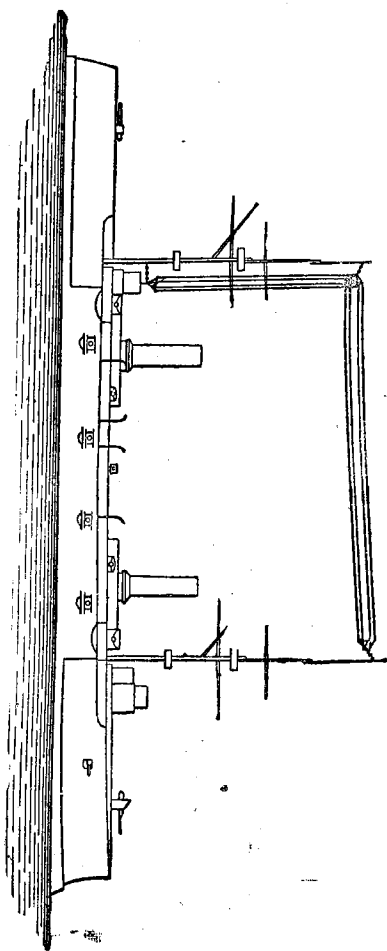


線天形錐圓 圖四十五第

五英尺，兩端皆用阻電物絕緣之，諸平行線皆鉗連於一總線，引之收發機上。所用之線，鐵線銅線皆可；爲取價廉之意，則用鍍鋅之鐵線。若收發二電臺之天線，同一方向，則最易感應。近日軍艦上之無線電臺，亦多用平行天線，如第五十六圖所示。取其佔地位小，而不易爲敵人所擊壞也。陸軍所用無線電臺，亦係與地面平行之一線，最爲單簡，甚便臨時架設也。



第五十五圖 平行天線



圖六十五 軍艦上之平天線

## 二 地線

無線電報之地線，乃以粗銅線鉗於銅版，版大約四五方尺，掘地及泉，埋於其中，因乾土不通



電也。尋常試驗，將地線插於地中，灌之以水亦可。陸軍所用者，則連於三四片丈餘長之銅絲布，鋪於地上，因其切面多，亦可通電也。軍艦所用者，則沈於水中，飛機所用者，則天線高舉，而地線下垂可也。

## 第十章 蓄電器

### 一 發報機之蓄電器

無線電報中所用之蓄電器，與尋常所用之蓄電器無異，皆按其動力之大小，而適其用也。如第五十七圖所示。發報機之電路中，其電之動力甚大，故所用之蓄電器，必須以甚佳之阻電質爲之。由試驗已知玻璃，千層紙，油，乃天生之通感物，爲此事而設者也。而千層紙則較他物尤佳。蓄電器之電容量，則與其面積及通感力，皆有正比例；若居間物之

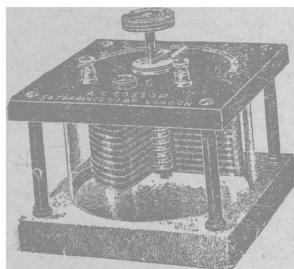


第五十七圖  
定容量蓄電器

通感力甚大，則大多數之電，亦可裝於甚小之蓄電器中。近來發報機之蓄電器，乃用若干銅片，其一三五等奇數片連為一組；二四六等偶數片連為一組；彼此相間，隔以玻片，置於阻電箱中。亦有用來頓瓶者，可隨意加減電量，以改變電波之長短，而與所欲通報之處相協也。

## 二 收報機之蓄電器

收報機之電路中，其感生之電量既小，故其所用之蓄電器，無須甚佳之阻電質，尋常多用油或空氣，為居間之通感物。昔日之收報機，皆用定量蓄電器；故一收報機，祇可與一發報機相協而收報。今則多用變量蓄電器，如第五十八圖所示。即用若干金屬半圓片，以三銅柱固定之；每二片之距離，約為三四厘米達；又有若干金屬片，定於一銅柱上，其距離與前相同，納入前半圓



第五十八圖 變量蓄電器

片之孔內，彼此不相切倚，可以轉動，改變其相合之面積；若相合之面積大，則蓄電多；相合之面積小，則蓄電少。亦有利用若干銅片，以玻璃隔之，置於阻電質之盒中，可以內外抽送，以改變其容電之量。收報機之用變量蓄電器者，能隨意改變其電路內之電容量，則與任何發報機，皆可相協而感應矣。

### 三 各物通感力表

物名	通感力 = K
空氣	1.0000
石腦油	1.68 - 2.30
蜂蠟	1.86
松香	1.77 - 2.55
硬橡皮	2.05 - 3.15
軟橡皮	2.22 - 2.495
樹汁膠	2.45 - 4.20
玻璃	3.013 - 3.258
千層紙	4.000 - 8.000
石油	2.17
磁器	4.38

蓄電器容量之計算法 蓄電器容量之大小，與金屬片之面積，及居間物之通感力有正比例，與通感物之厚薄有反比例，其計算之公式爲  $C = \frac{885AK}{10^6 D}$ 。此式內之  $C$  乃代蓄電器之容量，以米扣法拉計； $A$  代蓄電器之面積，以平方生的米達計； $D$  代居間物之厚薄，以生的米達計； $K$  代居間物之通感力。

例如一蓄電器，其金屬片有二千片。每片長二十生的米達，寬十六生的米達，用千層紙爲居間物，其厚薄爲千分之五生的米達，求其容電之量若干。

解 將諸數代入公式則  $C = \frac{885 \times 2000 \times 16 \times 20 \times 4}{10000000000 \times .005} = 45.312$  米扣法拉

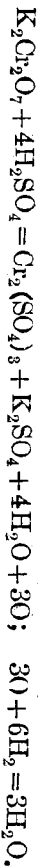
## 第十一章 電池

發報機所用之電，多取給於代那模。代那模又名生電機。而爲尋常之試驗，則用大電力之電池。本孫 (Bunsen cell) 電池之動力大而內阻小，固有強大之電力，然發生臭味，不宜於衛生。重

鉻酸加里電池，其電力亦大，然不能耐久，且不用時，又須提起鋅版，不便殊甚；近則改爲耐久重鉻酸電池，而收報機無須甚大之電力；尋常皆用電池，而爲便利起見，則用乾電池及蓄電池，其配製之法，分論於下：

### 一 耐久重鉻酸電池

即將素燒筒置於玻璃筒內，分盛內外二液；素燒筒須先以蜂蠟或巴拉芬浸透其口，免致吸引溶液；筒內用飽和之重鉻酸加里溶液，注加硫酸約五分之一，浸以炭精版；筒外用濃硝酸加里溶液，浸以鋅筒。此電池之動力，約爲一·八至二弗打。不用時鋅筒亦無須提出，且頗耐久，又毫不發生有害之氣體。配製一次，約可支持二月之久。其電力弱時，則注加硫酸少許，或更換新液。藥料皆常品，費資甚廉，其化合之式爲

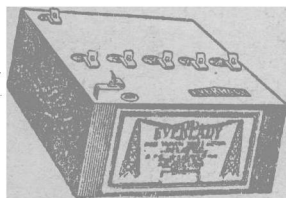


## 二 乾電池

乾電池之配製法，乃做雷克蘭舍電池 (Leclanché's cell) 之理，以鋅筒為陰極，內盛二  
 養化錳 ( $MnO_2$ ) 與焦炭粉，以飽和之綠化銨 ( $NH_4Cl$ ) 溶液調和之，中置炭精條為陽極，壓  
 緊之後，以松香煤油之混合質封嚴之，免致綠化銨溶液蒸發。此電池之  
 動力，約為一·五弗打。以此種小電池，數十箇串為一組，如第五十九圖  
 所示，自陰極起，十二箇露一陽極，動力十八弗打；十五箇露一陽極，動力  
 二二·五弗打；三十箇露一陽極，動力四十五弗打，遞至六十弗打，七十  
 五弗打，一百弗打，以備隨時取用也。

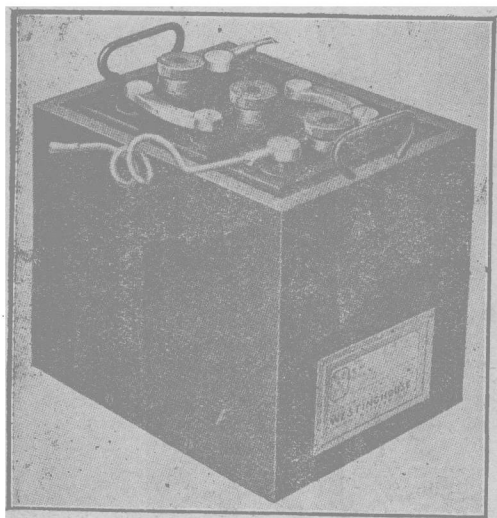
## 三 蓄電池

美國愛德森氏製一種蓄電池，甚便無線電之用，如第六十圖所示。其陽極版，係用鍍鎳之鋼



池電乾 圖九十五第

片，內裝輕養化鎳 ( $\text{NiOH}$  或  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ) 製成之網形物，謂之陽極片；數片連接一端，謂之陽極版；陰極版係鍍鎳之鐵片，內塗養化鐵 ( $\text{FeO}$ ) 製成格子形，謂之陰極片；數片連接一端，謂之陰極版；將陰陽極版置於長方形之鋼筒內，或硬橡皮筒內，各版之間，以硬橡皮隔之；筒外陰陽極，亦以橡皮圈隔之，免致防害生電。陽極以十字或紅色表示之，陰極以一字或黑色表示之。筒內電液，以百分論之，輕養化鈉 ( $\text{NaHO}$ ) 二十一分，蒸汽水七十九分，濃率在一·二。此電池之動力，約自一至二弗打。未用過之新電



池電蓄 圖十六第

池，電液灌入後，須待四五點鐘之久，俟電液浸透電片，然後充之以電。以後若電液不足，可加蒸汽水。如逾期二年，或用電時間過多，以致蓄電能力不足，則必另換新電液。但二次之電液，其成分稍有不同，大抵輕養化鈉稍多為宜。此等蓄電池，須以直溜電充之，其電壓必須大過電池之電壓十分之一，否則電溜反行。尋常充低壓電池之電，不得過十安培；充高壓電池之電，不得過四分之三安培。其容電之量不同，低壓電池之容量大，高壓電池之容量小，約自一·五安培鐘，至四十安培鐘。

蓄電池之修理保存法（一）電池之各木箱螺絲等，每日須用潔布拭淨之，以防電池外面發生白霜，因此霜最易銹壞電池，而洩電也。（二）電池內除電液外，他物不可添入。（三）每遇夜間檢查電池時，萬不可以燭火照之，以防觸燃電池內放出之氣。（四）若電池有因日久而銹壞者，須先將電氣放盡，電液傾出，方可以錫鉗之。（五）電池外面應常塗以臭油，藉防生銹。（六）電池內之電



液，本應用蒸汽水，即用雨水亦可。(七)電池內之溶液，宜高過電版半英寸許。(八)電池已經充電之後，雖未使用，但過兩星期，亦須充電一次，否則電氣自消過度，而不能發電矣。

## 第十一章 測量器

無線電報之大電臺，必有適足之器，以備測量之用，如電動表，電溜表，電阻表，電波表等，皆為不可少者也。蓋有此諸器，方可定電容量，自感率，及阻力等，有無錯誤，而配其相協，並推算電波之長也。茲將諸器，分論如下：

### 一 電動表

電動表又名弗打表，乃測量電動力之器也。其構造之法，如第六十一圖所示，即用馬掌恆磁件；有銅線圈在磁件二極之間，與磁界之力線平行；圈內有軟鐵柱，所以減磁線之阻力，而使磁力加濃者也；銅線圈之兩端，各有一軸，以便轉動；又加盤簧，以為節制力，並藉之以通電；其上軸連長

指針，轉於分度之弧面，以備查其轉度之多寡，而知動力之大小也。惟弗打表須有極大阻力，約自數千至萬餘歐姆。其所以須有極大阻力者，一因阻力既大，則過表之電溜，隨動力而變；二因阻力既大，則經表之溜微弱，不能改變其路線之溜，而所量者仍為原溜之動力也。

## 二 電溜表

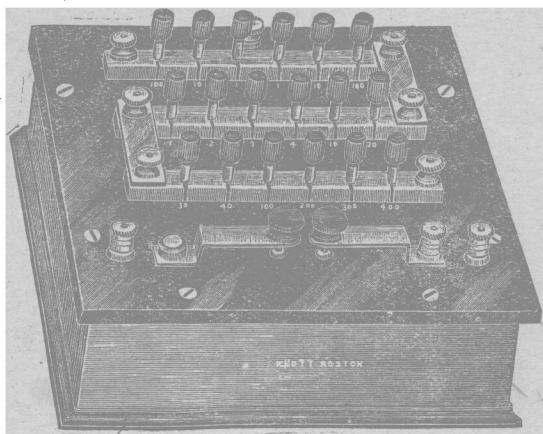
電溜表又名安培表，乃測量電溜大小之器也。其構造之法與弗打表相似；惟銅線之阻力小，而分度數為安培耳。亦有弗打安培合製之表者，其為用則尤便也。

## 三 電阻表

電阻表又名阻箱橋，乃測量電線抵抗之力者也。其全式如第六十二圖；其簡式如第六十三

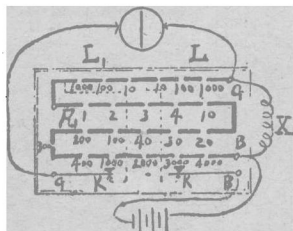


表動電 圖一十六第



式全表阻電 圖二十六第

圖。即將各種阻線圈，安置於硬橡皮版，每阻線圈之二端，分連於長方銅塊；二銅塊之間有圓孔，以粗圓銅釘塞之；若以銅釘塞圓孔，則電由銅塊通過，不經阻線圈；拔出某銅釘，則電經過某阻線圈。將此器置於箱內，以免損壞，用時 B B 連電池；G G 連電表；X 爲欲測量阻力之線；L L<sub>1</sub> 用相等之阻力；按下 K K 電鑰，使電



式簡表阻電 圖三十六第

表與電池通路，然後於  $R_1$  加若干阻力，視表針如何，如表針右轉，則減阻力若干，左轉則加阻力若干，如是加減  $R_1$  之阻力，終必有表針不轉之時，視  $R_1$  之阻力若干，即所欲量之阻力也。若箱內阻線圈無十分或百分之幾歐姆，而欲量十分或百分之幾歐姆，即使  $L L_1$  之阻力，差十倍或百倍可也。

#### 四 電波表

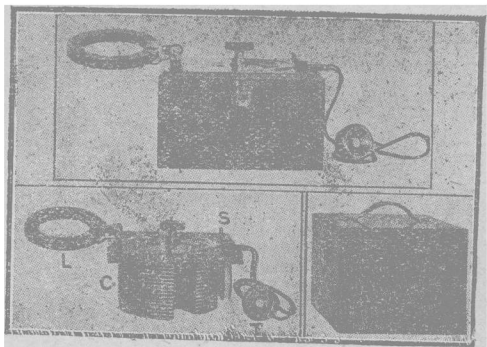
設已知螺線圈之自感率，及蓄電器之電容量，可由  $m\lambda = 1885 \sqrt{C L}$  公式，求得電波之長度。此式內之  $\lambda_m$  代電波長之米達數； $C$  代電容量之米扣法拉數； $L$  代自感率之米扣亨利數。如有一螺線圈，已知其自感率，用蓄電器之各種容量，代入前公式內，求得各等電波之長度，開列一電波長度表，即用此螺線圈與蓄電器，合製一電波表，如第六十四圖所示。 $L$  為螺線圈； $C$  為變量蓄電器； $T$  為收聲器。若欲測發報機電波之長度，則置此器於振動螺線之上，轉動變量蓄電器，俟收聲器中，聲音最大之時，（或小電燈最明之時），即與發報機相協之時，視蓄電器針指何度，以其

度數檢電波長度表，即知發報機電波之長度矣。欲測遠方電臺所發電波之長度，即將本處收報機，配至相協，再將電波表，置於收報機上，轉動蓄電器，至收聲器中，聲音最大之時，以蓄電器針指之度數檢電波長度表，即得遠方電波之長度矣。

設有一發報機，其振動螺線之自感率，為一四·一米扣亨利，蓄電器之電容量，為萬分之二米扣法拉，問其所發電波之長度若干？

解  $1885 \sqrt{0.0002 \times 14.1} = 1885 \times 0.053 = 99.905$

米達，即電波之長度也。



表波電 圖四十六第

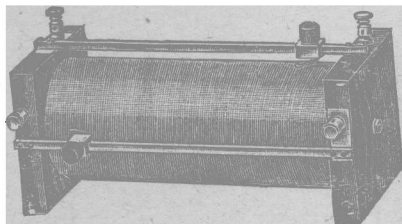
## 第十三章 調整器

### 一 調音圈

無線電報，欲使其振動電路易於感應，或曰較準，則常用若干器具，以改變電路內之電容量，及自感率。若欲改變電容量，可用變量蓄電器。而欲改變自感率，則用調音圈。其構造之法，如第六十五圖所示，即用數百週細銅線，纏於一阻電筒上，銅線須敷油漆，免致各週彼此通電。並有移接器，可於其間任用若干週也。此等調音圈，有具二三移接器者，可藉其自感溜，而作接收變電機之用也。

### 二 阻力圈（或名抵抗螺線）

收報機之電路中，因電波而感生之溜甚微，故電報號碼之點畫，



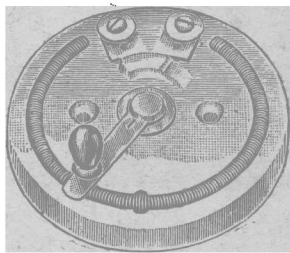
圖音調 圖五十六第

在收聲器中，不能成長短清晰之聲音，如用一二乾電池之電溜補助感應電溜之力，則可得更佳之利益。惟電溜之入於收聲器者，須多寡適宜，始有美滿之效果，故用阻力圈以節制之。此等阻力圈之製法，如第六十六圖所示，即用鋼絲或日耳曼銀絲，纏於一阻電物上，兩端有螺釘，可連於電池之二極，且有移接器，以備連於收聲器，使電溜之入於收聲器者，能得其適宜之數也。

## 第十四章 相助爲用之器

無線電報中，相助爲用之器甚多，而其中最緊要者有三：即雙頭收聲器，電鑰，及變換電鍵是也。茲分論於下：

### 一 雙頭收聲器

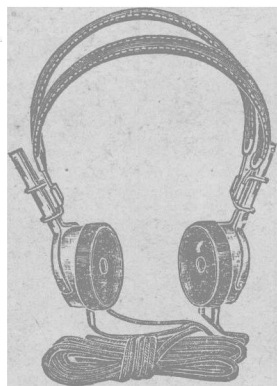


圖力阻 圖六十六第

雙頭收聲器，乃無線電報中，最適用之器也，如第六十七圖所示。其構造之法，與尋常之收聲器無異；惟其螺線圈之線，細而且長，週數多其阻力大，約自五百歐姆至三千五百歐姆。蓋天線因受電波，所感生之電溜，其動力大而電溜小，必須經過多週數之螺線圈，始能感生較大之磁力，而吸動其膜片也。

## 二 電鑰

無線電報中，所用之電鑰，較有線電報所用者，尤形繁雜，蓋所用之電溜較大，須當節制也。尋常莫爾司電鑰，所開之闊度，不過一英寸之六十四分之一。而無線電報工程中，既常用數十安培之電溜，其自感溜甚大，於電鑰啓時，自感溜追隨於隙口之間，使電溜不能速斷，致號碼之長短相



雙頭收聲器 圖七十六第

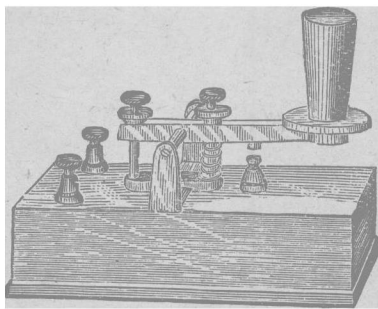


混，故莫爾司之電鑰，不適用也。欲免此弊，有用蓄電器，以滅其火弧者；亦有利用磁件之滅火星法者。如第六十八圖所示，即將蓄電器，置於電鑰下之盒中，其二極片連於隙口之旁；電溜斷時，自感溜蓄於其中，不成火弧於隙口之間；電溜通時，則自感溜隨原溜而放出矣。若所用之電溜，不過數安培，則尋常之電鑰，亦可用也。

### 三 變換電鍵

無線電報之天線，高約數百尺，易將雷電引下，

損壞機器，故用變換電鍵，於收發報時，則將天線連於機器，不收發時，或雷電逼近時，則將天線連



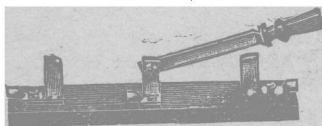
第 六 十 八 圖 改 良 電 鑰

於地線，免受雷電之害，而損壞機器也。其構造之法，如第六十九圖所示，即於盜版之中，置一能轉動之銅片，銅片上端有硬橡皮柄，可持之轉動，盜版之兩端，各置銅夾，此端連於機器，彼端連於地線。收發報時，將銅片轉於此端，使天線通連機器，不用時，轉於彼端，使天線通連地線，設或天線引下雷電，則直接入地，無害於事也。

## 第十五章 電報號碼

### 一 號碼之式

以點畫之長短，代表英文字母及數目字，此等符號，謂之電報號碼。近日世界常用者，約有三種：即大陸之號碼，莫爾司之號碼，及海軍之號碼是也。如第七十、七十一、七十二圖所示，商務中之電報，其大多數，乃用大陸之號碼所特用者，即船舶與陸局之報也。而莫爾司之號碼，陸地尤多用。



圖九十六第 變換電鍵

A	B	C	D	E	F
G	H	I	J	K	L
M	N	O	P	Q	R
S	T	U	V	W	X
Y	Z	WAIT	UNDERSTAND	DONT UNDERSTAND	
PERIOD		INTERROGATION		EXCLAMATION	
1	2	3	4	5	
6	7	8	9		
0	CALL		FINISH		

碼號報電之陸大 圖十七第

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N
O	P	Q	R	S	T	U
V	W	X	Y	Z	&	'
1	2	3	4	PERIOD	INTERROGATION	
5	6	7	8	COMMA	EXCLAMATION	
9	0			COLON	SEMICOLON	

碼號報電之司爾莫 圖一十七第

之。惟海軍之號碼，則僅用之於海軍耳。第七十圖中之 WAIT 之意，即少待也。 UNDERSTAND 即明白也。 DONT UNDERSTAND 即不明白也。 PERIOD 即全段點（.） INTERROGATION 即疑問也（?） EXCLAMATION 即感歎也（!） CALL 即呼喚也。 FINISH 即終也。於第七十一圖之中， COMMA 即句讀（,） COLON 即半段點（:） SEMICOLON 即句點（;）於第七十二圖之中， ERROR 即全誤也。其餘者則三圖之意皆同也。

二 明碼暗碼

無線電報，凡在發報電臺周圍，其電波能及之處，皆可收報。

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N
O	P	Q	R	S	T	U
V	W	X	Y	Z		
ERROR		UNDERSTAND		1	2	3
4	5	6	7	8	9	0

第七十七圖 海軍之電報號碼



法如 ·····

·····

····· 依海軍號碼譯為 WKH IOHHW RI

JHUPDQB LV VWDUWLQJ 因字母退三故原為 THE FLEET OF GERMANY IS

STARTING 即德艦隊正出口漢文暗碼電報如 ·····

·····

·····

····· 依海軍號碼譯為 2058 5329 0966

0559 3194 0235 0114 按數目查電報書為成艱地匪消倡伴此七字不成語因數目加

五故退五當為 2053 5324 0961 0554 3189 0230 0109 按此數目查電報書為我艦

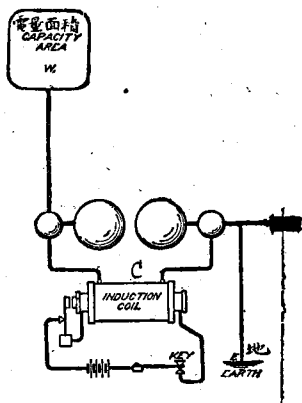
在北海候。令以上所列，乃示暗碼電報之大意，至於秘碼之運用，惟在各人之變通而已。

## 第十六章 無線電報之裝置

無線電報之種類甚繁，不勝枚舉。茲將普通常用者及最新之式，分論於下：

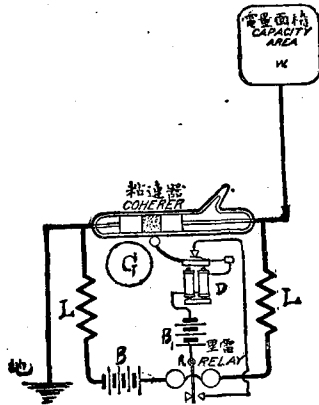
### 一 模範無線電報

昔時馬可尼曾製一種無線電報，甚便課室試驗之用。其發報機之佈置，如第七十三圖所示。C為感電圈；其副線之二端，各連金屬球，二球之間為火花隙口；一球連硬橡皮柄，可持以改變隙口之距離；副線之此端連於天線，天線之上連金屬片，以增大其電容量；副線之彼端通於地；B為電池，K為電鑰，依電鑰啓閉之



模範發報機 圖三十七第

久暫，而發生長短不同之電波羣，以傳達於四方也。其收報機之佈置，如第七十四圖所示， $B$ 、 $B_1$  為電池， $R$  為繼電器， $L$ 、 $L_1$  為螺線圈， $D$  為電磁件， $G$  為電鈴， $C$  為粘連器；一端連於天線，天線之上，亦有金屬片；一端通於地。當電波傳來，天線感生交換電溜，入於粘連器，故粘連器之金屬屑，彼此粘連，而  $B$  電池因之通電，繼電器之舌門，被吸切於右螺釘， $B_1$  電池通路，則電磁件吸動小錘，續擊粘連器及電鈴，因電波繼續發來，粘連器雖被擊，而金屬屑不能分離，直至電波停止不來時，金屬屑始被擊而分離， $B$  電池之路不通，電鈴不鳴，故電鈴鳴之久暫，與電鈴啓閉之久暫相同，則鈴鳴之久暫，可以代表長短之號碼矣。其  $L$ 、 $L_1$  二螺線圈，乃以自感溜，阻止天線電溜，免入電



第七十四圖 模範收報機

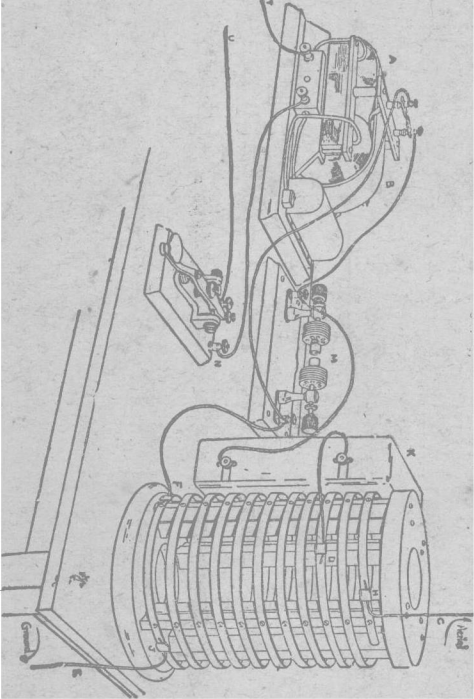


池者也。

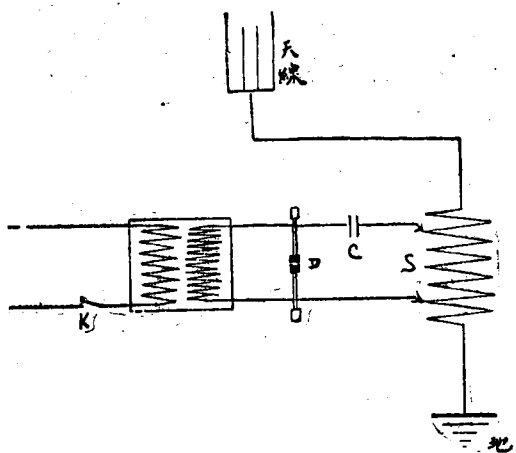
## 二 普通無線電報

普通無線電報之發報機，其所需之電溜，皆取給於代那模（即生電機）以動力一百一十弗打之交換電溜，通於變電機，有電鑰以司其電路之通斷，使變成數萬弗打之交換電溜。而變電機之副線，一端經過火花隙口，連於定量蓄電器；由定量蓄電器，再連於振動螺線之上，一移接器；其一端經過火花隙口，連於振動螺線之下一移接器；振動螺線之上端連於天線，下端通於地，其全器之佈置，如第七十五圖所示。其簡式則如第七十六圖所示。若改變移接器之位置，而得射發電路，與振動電路相協時，則振動電路之振力最大，而達報最遠矣。發報機之佈置，亦有用振動變電機者，其所得之效果，則與此式相同也。

註：大電臺之發報機，其火花之聲音暴烈，故將火花隙口，密封於器內，以消滅其裂耳之聲，並



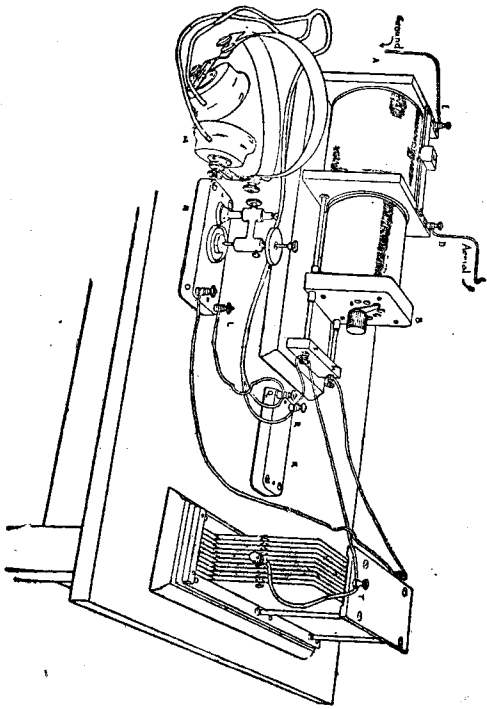
式全機報發通普 圖五十七第



式簡機報發通普 圖六十七第

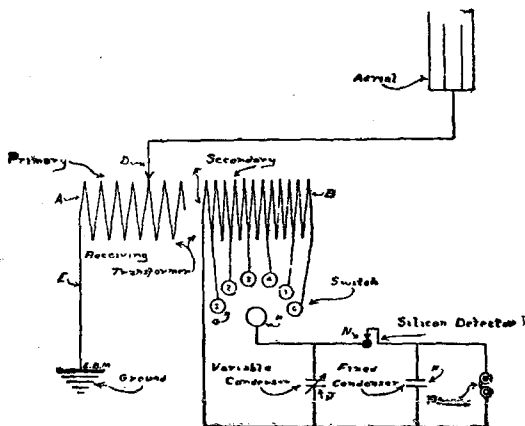
免火花之光傷目也。

普通無線電報之收報機，其接收變電機原線之一端連於天線，他一端通於地，其副線之此端，經過變量蓄電器，連於礮石現波器，由礮石現波器，再經過定量蓄電器，連於收聲器；其副線之彼端，經過變量蓄電器，又經過定量蓄電器，亦連於收聲器，其全式之佈置，如第七十七圖所示。其簡式則如第七十八圖所示。當遠方之電波撼來，天線感生交換電溜，入於接收變電機之原線，其副線亦感生交換電溜，經過變量蓄電器，入於礮

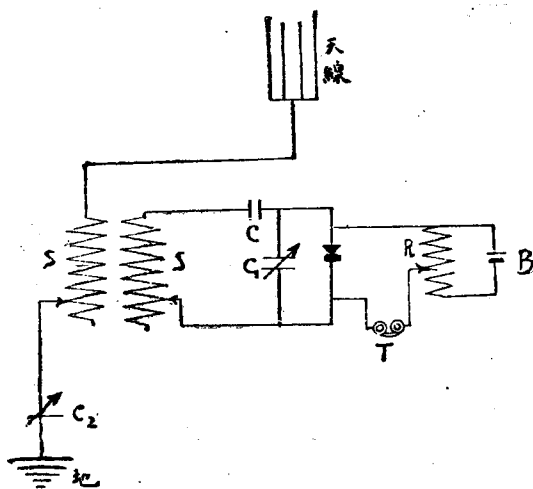


石現波器，  
被整為一  
向之電溜，  
再經定量  
蓄電器，聚  
而復出，入  
於收聲器，  
於是其電  
力增大，而  
聲音加高

矣。若收聲器中之聲音微弱，此乃收發報機，不相協合；則移動原線移接器，或抽送副線圈，或改變副線之段數，或轉動變量蓄電器，必可使收發二機相協，而聲音變大也。此種收報機，較昔日之一發一收相協，而不能與他機相協者，則靈便多矣。故一收報機，任何電臺發來之電波，皆可配置相協，而收其報，此無線電報之所以用秘碼也。有時因遠方發來之電波，其振動力微弱，所感生之電溜甚小，不能吸動收聲器之膜片，則加電池以助之，如第七十九圖所示。惟電溜之入於收聲器者，須多寡適宜，始能收美滿



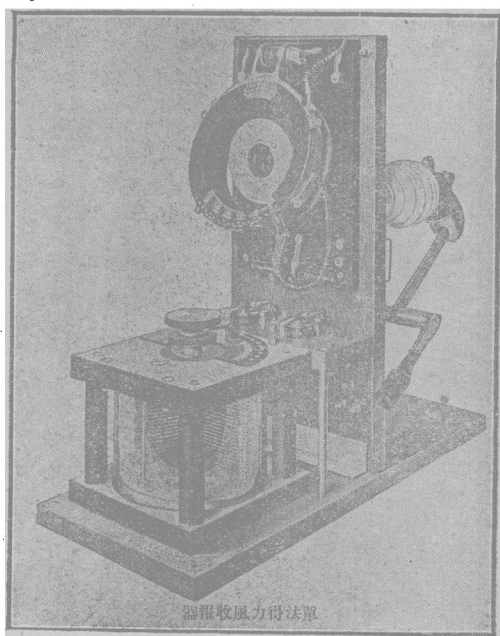
式簡機報收近普 圖八十七第



第七十九圖 助電之力收報機

之效果，故用阻力圈以節制之，使電溜之入於收聲器者，能得其適宜之數也。亦有用螺旋圈之自感溜，以代接收變電機之副溜者。此式之收報機，用於相近之距離，固能有效；若用於較遠之距離，則不能收效矣。

德國得力風根收報機，如第八十圖所示。分段之原線圈，接聯天線與地線，有移接器，可任用若干圈；分段之副線圈，置於原線圈內，有柄可使原線圈伏仰，以改變原副二線圈之距離；其現波器，變量蓄電器，定量蓄



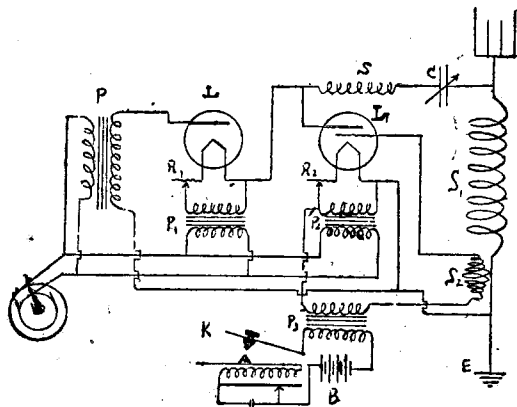
圖十八第 單法得方風根收報機

電器，及收聲器等之聯法，則與前式相同，勿用累述也。

### 三 新式無線電報

新式無線電報，係用真空管，其發報機之佈置，如第八十一圖所示。D 為交溜生電機；其動力一百一十弗打；P 為高壓變電機，能將一百一十弗打之動力，變為數萬或數十萬弗打；L 為矯正電燈；L<sub>1</sub> 為振動電燈；

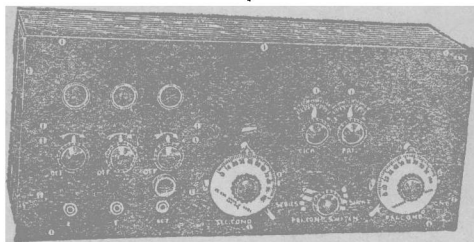
有  $P_1 P_2$  低壓變電機之副溜，供燃其燈絲  $R_1 R_2$  抵抗螺線，以節制其燈絲之明度；高壓變電機之副溜，入於矯正電燈，改為大動力之直溜電，先聚於變量蓄電器  $C$ ，後回於振動電燈而中和；有螺線圈  $S$ ，以自感溜節制其大小， $S_1$  為振動螺線， $S_2$  為反應圈，其線之一端，連於  $P_3$  變電機之副線，一端連於振動電燈之金屬網， $P_3$  變電機副線之彼端，連於振動電燈之燈絲，按電鑰時，則  $P_3$  變電機之副溜，與反應圈之副溜，或相助或相消，以改變振動電燈通電之能，故振動螺線內之電溜有大小，





而射發振力不同之電波羣，傳達於各方矣。

其收報機全式之佈置，如第八十二圖所示。其簡式則如第八十三圖所示。 $L_1$  爲接收變電機之原線， $L_2$  爲其副線，一端連於第一真空管之燈絲，一端連於金屬網， $L_3$  爲反應圈，一端連於金屬版，一端連於第一螺線圈之原線，以其自感溜節制原線溜之大小，其副線之一端，連於第二真空管之金屬網，一端連於燈絲，第二螺線圈之原線，則連於金屬版及 B 電池，其副線則連於第三真空管之金屬網與燈絲，收聲器之二端，則連於金屬版及 B 電池，A 電池供燃燈絲，有  $R_2$  抵抗螺線，以節制燈絲之明度，B 電池則供收聲器及螺線圈，當遠方之電波傳來，則  $L_2$  副線，感生交

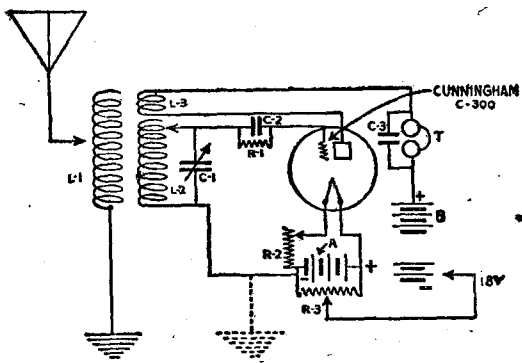


式全機報收式新 圖二十八第



過第二螺線圈之原線者，較通過第一螺線圈之原線者亦多，其副線感生之電壓，較第二燈之金屬網更高，則第三燈之金屬網，吸引其燈絲之陰電子亦更多。故B電池之電溜，通過收聲器者，較祇用二燈者為多，是以收聲器中之聲音更高。如用多數電燈，即可將遠來之微小聲音，放大至可聽之度，而大增通報之距離矣。此種收報機器，乃歐戰時法國科學家所發明，誠為無線電報中之一大進步也。

設發報機之電輪，不聯感電圈，而發長短之連滿電波，則另有一種收報機，如第八十四圖所示， $L_1$   $L_2$   $L_3$  皆為



機報收動振 圖四十八第

感應螺圈，如第四十六圖之式。若燈絲燃著，即發生陰電子，則B電池之電溜，自 $L_3$ 下行，經過真空管，回至陰極；此時 $L_2$ 感生之電溜上行，金屬網得陽電，吸引燈絲之陰電子，金屬網與燈絲間，通電之能變大， $L_3$ 下行之電溜增多， $L_2$ 感生之電溜亦多；如此直至滿量，則 $L_3$ 之電溜不復增，而 $L_2$ 即不被感，其電溜立時返行；如此則 $L_2$ 內，有上下往復振動之電溜，而發生連滿電波。倘遠方之電波撼來，其振次與之不同，則有相助相逆之時，一如聲波之有拍音；故 $L_2$ 內感生大小之電溜，而金屬網之電壓有高低，則B電池之電溜，通過收聲器者有多寡，其膜片因之起落，斯有聲可聞矣。此種收報機，尋常多用三箇真空管，有十數箇感應螺圈，更換相配爲用也。

#### 四 電波及遠力

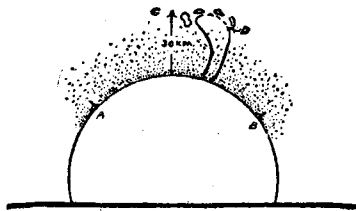
按電波及遠之力，白晝與夜間不同，如同一電波，白晝及遠一千五百里，夜間則可及遠二千五百里，蓋因白晝有日光，其振動力亦發生微小電波，與電臺射發之電波，相混合而阻滅，大減電

波及遠之能力；日光愈烈，則電波之損失愈多。是以熱帶之上，因日光正照，甚難通遠距離之報也。如第八十五圖所示，密小黑點爲空氣，大合紐爲電臺射發之電波，小合紐爲日光發生之電波，彼此阻滅，減少電波及遠之能力。故無線電通報之距離，白晝大遜於夜間也。據科學家之實驗，又知陸地通報之距離，不及洋海，似無線電特宜於水面也。

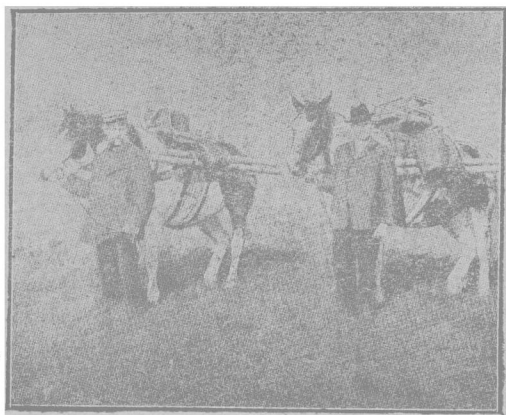
## 第十七章 軍用無線電報

### 一 陸軍無線電報

陸軍所用之無線電報，與尋常所用者無異。惟儀器輕小，便於搬運，或用馬馱，或用車載，如第八十六圖所示。以汽油機拽動之小代那模，供給發報機之電溜；有二桿架設一與地平行之天線，



礙阻之光日 圖五十八第



陸軍無線電報 圖六十八第

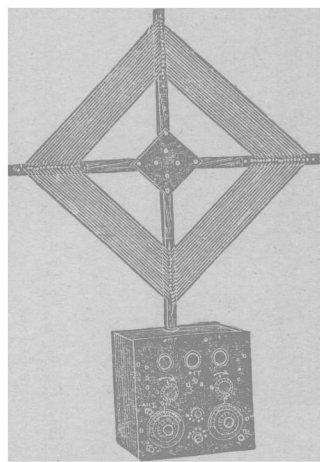
高約七八十英尺，其桿係數段鐵管，以螺絲接連之；又用數片銅絲布，鋪於地面爲地線。其收報機則用電能放大器；電池則用愛德森之鋼筒蓄電池，免致搬運損壞。通報之距離，約爲二百餘英里也。

## 二 電波測角器

發報電臺之天線，向各方射發電波及磁波，而電波與磁波係成直角，設收報機上不用天線，而用繞數十週銅線之方框，如第八十七圖所示，令方框之平面，能依垂直線旋轉；若方框之平面，與發報機之天線，在一平面內時，則方框內所受之磁線最多，

而感生之電溜亦最大；離此方向，則電溜漸小；正交時則電溜爲零。依據此理，可測知發報電臺之方位矣。然方框銅線之電溜微弱，不能使收聲器之膜片振動，必須使方框極大，所感生之電溜，始至可聽之度。但方框之尺寸太大，又不便於攜帶；幸有電能放大器，而方框每邊之長，二三米達即可。於戰場實際之測量，須有測

角器四五具，每具相距五六啓羅米達，每具測角器，有小指南針及分角度器，各測發報電臺之方向，爲正北或正南偏東西若干度；按三角理，可推其距離及方向。敵人之發報電臺，必在其司令部之左右，既知其方向與距離，可令砲隊直擊之。歐戰時法人即用此法，制勝德人，蓋此法乃法國人



器角測波電 圖七十八第

所發明也。德人常用飛機轟擊巴黎，當飛機出發後，隨時與其司令部，用無線電通信。法人即用測角器，測知飛機之所在，命砲隊及飛機隊，前往擊之。測角器不但於戰時有此大用，即平時亦可藉此器，測知航海船舶及飛機之所在也。

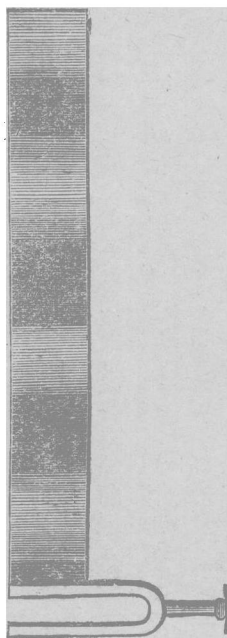
## 第十八章 無線電話

一八七七年，哀爾蘭人畢耳 Bell 創有線電話，較之電報爲奇。繼而又創無線電話，斯更奇矣。然畢耳所創之無線電話，乃以返光之多寡，節制電溜之大小，是藉光波交談，而未嘗以電波交談也。近日之研究家，乃專心致志於電波交談之術，故無線電話，緊追隨於無線電報之後，而大放光明，又於無線電界，別開一新門戶矣。按世之有線電話，因其路線感生副溜，時有阻擾之聲，不絕於耳；而無線電話，既無路線，不能感生副溜，毫無阻擾之聲可聞。故無線電話，尤足使人稱慕。今日既得電能放大器，其通話之距離，已達千餘英里，茲將其理解與構造，分論於下：



## 一 聲波之理解

空氣之密度均勻，則耳膜內外所受之壓力相等，耳膜無振動，即無聲音也。設有一音叉被擊，如第八十八圖所示，則音叉之二股內縮，股外之空氣被吸而稀；繼而二股外漲，則股外之空氣被



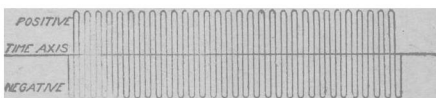
波聲之叉音圖八十八第

擠而密；如此一稀一密，成爲聲波，傳至耳內，稀則耳膜外漲，密則耳膜內縮，耳膜內外鼓蕩，與音叉之振動相同，故耳聞音叉之聲音矣。若空氣之密度不均，則當音叉之二股內縮時，股外之空氣宜稀，然適遇彼處之空氣爲密，則不能甚稀；當音叉之二股外漲時，股外之空氣宜密，然適遇彼處之空氣爲稀，則不能甚密。聲波之稀密，與空氣之稀密，混合阻滅，而振力微弱，音叉之聲音變小矣。是以有風時之聲音，不能遠揚；礮鳴時之聲音，不可得聞，卽此理也。欲聲音之遠揚而又洪也，必空氣之密度均勻，而發聲器之振動有秩序也。

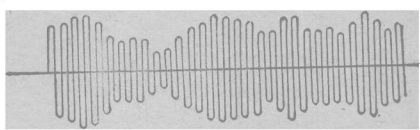
## 二 電波之變更

密度均勻之空氣，受音叉之振動，卽發生稀密相間之聲波，傳至耳中；耳膜因稀密之壓力不同，則內外鼓蕩，故耳膜做效音叉之振動，而聞音叉之聲音矣。不惟聲波如是，卽電波亦然。高週率之交換電溜，經過德律風之發聲器，則因增阻力之故，自顯其溜每半波減小之闊度，然於減其阻

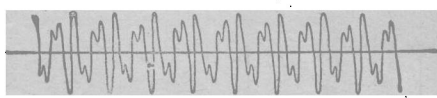
力時，則自顯其溜每半波之張大也。因此於阻力變更極速之時，即發聲器之膜片，為聲波變更振動之時；其施於交換電溜流行之效果，即呈一波形之振動也。如第八十九圖所示，乃代表一恆久之交換電溜，由有定阻力之發聲器而出者。第九十圖所示，則代表上所言之發聲器，因阻力變更，而縮漲其闊度也。第九十一圖所示，乃代表電溜之振動曲線。即一英文字母之主音 O（即歐），取其長音，向一發聲器言之，而德律風溜所生之形也。聲波之稀密，既可改變交



式略之動振溜電率週高 圖九十八第



式略之更變度闊 圖十九第

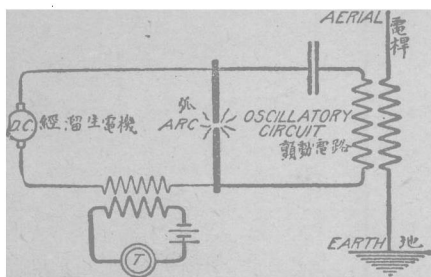


線曲動振之溜風律德 圖一十九第

換電溜振動之闊度，即發生振力不同之電波，傳達各方，而收聲機之天線，因而感生闊度不同之交換電溜，其收聲器膜片之振動，歷歷做效發聲器，故發聲器之聲音，在收聲器中可得而復聞也。

### 三 普通無線電話

普通無線電話，其發聲機之佈置，如第九十二圖所示，有一直溜生電機，其電溜通過小變電機之副線，先聚於蓄電器，復回於炭弧燈而中和；其振動螺線，乃偶感法也；於原線之內，則置有電池，與德律風之發聲器。設向發聲器談話，則稀密之聲波，遇於發聲器之膜片，其壓力有大小，因而發聲器之炭末有鬆緊，其阻力有增減，而通過之電溜有多寡，所感生之副溜，亦有多寡，與生電機之原溜，或相助或相阻，如是振動螺線內之電溜，因聲溜之



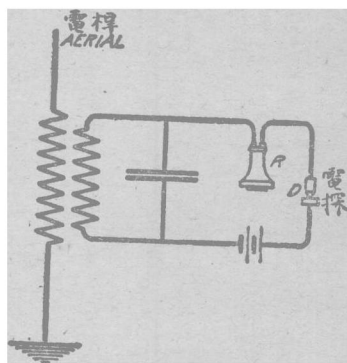
普通發聲機 圖二十九第

變更，而射發振力不同之電波矣。

其收聲機之佈置，如第九十三圖所示。接收變電機之副線，通過電池與礦石現波器，而與德律風之收聲器相連。且有變量蓄電器，以增加電溜之儲力。當遠方之電波傳來，副線感生交換電溜，經過礦石現波器，被整為一向之溜，與電池之電力相合，而通過收聲器。惟因遠來之電波，係為聲溜所變更者，故收聲器膜片之振動，一如發聲器膜片之振動，而復聞其言語之聲矣。

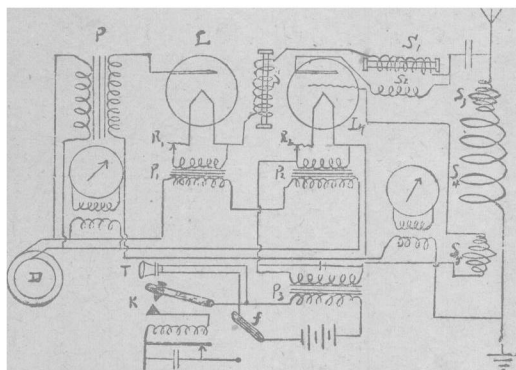
#### 四 新式無線電話

新式無線電話，係用真空管，其發聲機之佈置，如第九十四圖所示。D為交溜生電機，其動力



機聲收通普 圖三十九第

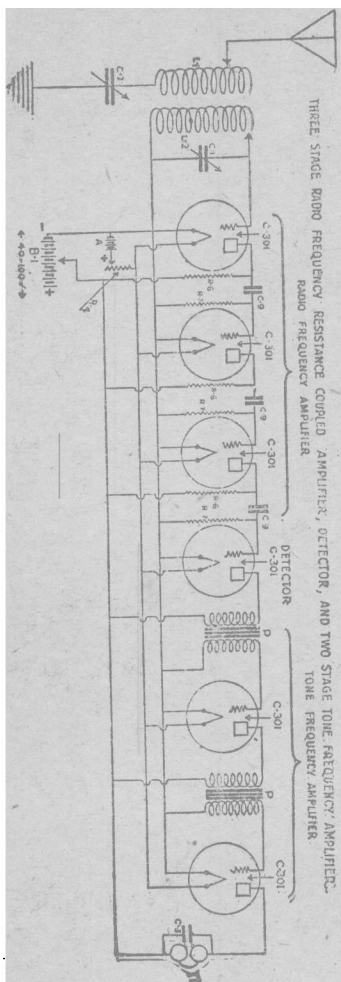
一百一十弗打。P 為高壓變電機，能將一百一十弗打之動力，變為數萬或數十萬弗打。L 為矯正電燈。L<sub>1</sub> 為振動電燈。有 P<sub>1</sub> P<sub>2</sub> 低壓變電機之副溜，供燃其燈絲。R<sub>1</sub> R<sub>2</sub> 抵抗螺線，以節制其燈絲之明度。高壓變電機之副溜，入於矯正電燈，變為大動力之直溜電；先聚於蓄電器 C，復回於振動電燈而中和。有鐵芯螺線圈 S S<sub>1</sub> 與空芯螺線圈 S<sub>2</sub> 以自感溜節制其大小。S<sub>4</sub> 為振動螺線。S<sub>3</sub> 為增減電波器，以自感溜節制振動螺線內之電溜。S<sub>1</sub> 為反應圈，其線之一端，連於 P<sub>3</sub> 變電機之副線，一端連於振動電燈之金屬網。P<sub>2</sub> 變電機副線之彼端，連於振動電燈之電絲，若向發



新式發聲機 圖四十九第

聲器談話時，則 P<sub>3</sub> 變電機之副溜，與反應圈之副溜，或相助或相阻，以改變振動電燈通電之能。故振動螺線內之電溜，因聲溜之變更，而射發振力不同之電波，傳達於各方矣。若移下變換電鍵，則可打報。其弗打表及安培表，乃示動力與電溜之大小也。

其收聲機之佈置，如第九十五圖所示，L<sub>1</sub> 為接收變電機之原線，L<sub>2</sub> 為副線，有彼此連合之六電燈，其首三電燈，專為擴張電波之用；第四電燈為現波器；其後二電燈，為放大聲音之用。P P 為小變電機；A 電池之電溜，供燃其燈絲，而燈絲之明度，以略發白光為宜。有 R<sub>4</sub> 阻力圈以節制之。B 電池供金屬版與收聲器，其動力自四十至一百弗打，其諸蓄電器，皆用以增電之儲力；當遠方之電波傳來，其副線感生交換電溜，若第一燈之金屬網，受有陽電，則吸引其燈絲之陰電子，飛至金屬版，而 B 電池之電溜，通過第一燈回至陰極。惟 B 電池之電溜初來時，先聚於 C<sub>1</sub> 蓄電器，則感其對面之副電，吸陰驅陽，故第二燈之金屬網，亦受有陽電，（當 C<sub>1</sub> 蓄電器之電，由第一燈歸陰極時，



變聲收式新 圖五十九第

則第二燈金屬網之陽電，由燈絲至 $R_7$ 螺線，與陰電中和，其電壓較第一燈金屬網之電壓為高，故吸引其燈絲之陰電子亦多，則第二燈之金屬版與燈絲間，通電之能亦大；如是B電池之電溜，



通過第二燈者，較通過第一燈者爲多；餘可類推。其後二電燈放大聲音之理，與新式收報機相同，無用累述。惟B電池之電路，務須潔淨無垢，被覆處不可破壞，否則因洩電之故，其電溜忽強忽弱，致使收聲器中發生亂聲，此不可不知者也。

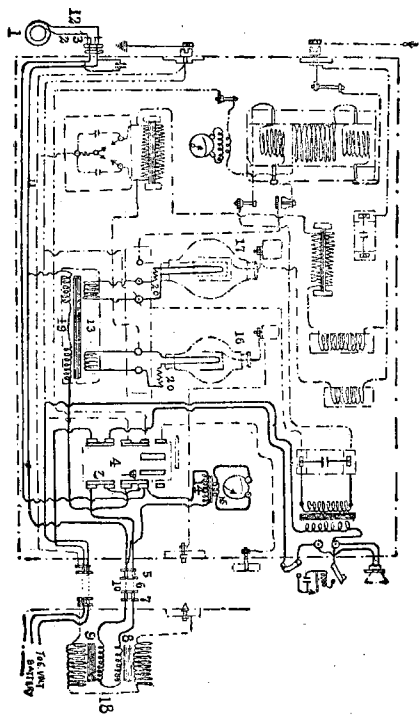
## 第十九章 軍用無線電話

無線電報較有線電報，固爲便捷，然尙有繙譯號碼之繁。故歐戰以來，陸軍傳遞消息，多用無線電話，今日中國陸軍，亦購用之，其式皆爲英國馬可尼公司所製者，茲將其收發報機之構造與理解，分論於下：

### 一 發聲機正線圈之電路（正線圈卽原線圈）

發報機正線圈之電路，分爲三支，如第九十六圖所示。其正線圈所經過之電溜，均係由交溜生電機發出者，故謂之交溜電。如高壓變電機正線圈所經過之電，自交溜機（1）起點，沿引線

(2) 至發報箱插塞座(3)，經過箱內之導線，至收發電門(4)之甲端，由甲端至乙端，隨至發報箱右邊插塞座(5)，經過引線(6)，至收報箱插塞座(7)，至高壓變電機正線圈(8)及(9)，由(9)之一端回至引線(10)，並至插塞座(5)，沿箱內之導線(11)回至插塞座(3)，至引線(12)，回至交溜生電機。該電溜所經過之路線，謂之高壓變電



路電之圈線正機聲發 圖六十九第

機正線圈之電路。

又由交溜生電機(1)至引線(2)至插塞座(3)至收發電門(4)之甲端，至丙端，由丙端至丁端，由此至電燈變電機正線圈(19)沿引線(11)並(12)回至交溜生電機。此電溜所經過之路線，謂之電燈變電機正線圈之電路。

弗打表之正線圈，係直接連於交溜生電機，故勿須收發電門啓閉之作用，但一經交溜生電機運動之時，其電溜即由引線(2)經過插塞座(3)至收發電門之甲端，直至弗打表正線圈(14)沿引線(11)及(12)回至交溜生電機。此電溜所經過之路線，謂之弗打表變電機正線圈之電路。

當電溜經過各正線圈時，其各副線圈，即受正線圈內電溜之感應，亦發生副電溜，故此  
T.電燈(17)M. R.電燈(16)內之燈絲，受副電溜之作用而發光，然受電溜強，其光亮，而傳電易；

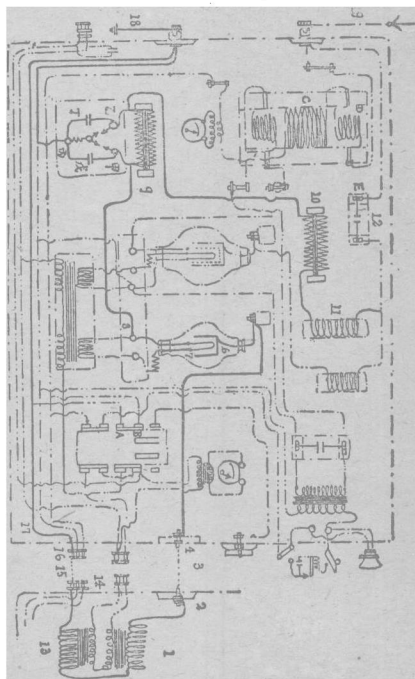
受電溜弱，其光亮紅，則傳電難；其電燈電路內之二阻力圈(20)係規定各電燈之電力；但依原來規定之地位，萬不可輕易移動，否則即將燈絲燒斷矣。惟交溜生電機，旋轉愈速，其電溜愈強，而弗打表度數愈高，慢則電溜弱，其弗打表度數即低，故弗打表度數之高低，或電溜之強弱，皆賴交溜生電機旋轉之快慢也。

## 二 發聲機副線圈之電路

弗打表變電機之副線圈，受正綫圈電溜之感應，其表針即指示弗打度數。電燈變電機之副線圈，受正線圈電溜之感應，則燈絲燃着，而射發陰電子。

高壓變電機之副線圈，受正線圈電溜之感應，其所感生之陽電，如第九十七圖所示，自副線圈(1)之一端，至插塞座(2)，至引線(3)，至發報箱插塞座(4)，經過接綫柱，至M. R. I. 矯正電燈之鎳筒(6)，經過陰電子至燈絲(7)，又由燈絲之一端(8)，至鐵芯螺線圈(9)至(10)。

至空芯螺線圈(11)至天線蓄電器(12)；而高壓變電機副線之彼端(13)傳陰電至插塞座(14)至引線(15)至發報箱插塞座(16)至導線(17)至收發電門(4)之A端，由A端至B端，順箱內導線至振動螺線圈(C)，至增減電波器(D)，至天線蓄電器(E)；而天線蓄電器(12)之一端，裝入陽電，其(E)之一端，裝入陰電，該蓄電器之電容量，為千分之一米扣法拉，此蓄



路電之圈線副機聲發 圖七十九第

電器雖裝入高壓電，然其容量小，所蓄之電亦少，故無危險之虞也。至於大蓄電器（甲）與（乙）之兩端，係連於鐵芯螺線圈（9）之兩端，其彼兩端（丙）係連於地線網，故彼時亦裝入高壓電，但其容量大，所蓄之電多，是以危險耳。放電叉（丁）係於停止送話時，用其放出各方面之餘電也。惟放電時，必須將電叉與蓄電器（甲）與（乙）之兩端相觸，則各方面之餘電，即由該電叉而中和。但放電時須以手按硬橡皮鈕，萬不可按銅器，以免觸電之虞。此蓄電器之電容量，每付為八分之一米扣法拉，其上所連帶之小阻力圈（戊）係用以防阻電氣，由放電叉直接入蓄電器（甲）與（乙）也。

M. T. 1 振動電燈之鍍筒，係連於短空心螺線圈之一端，該螺線圈之彼端，連於天線蓄電器（12）。振動電燈燈絲之一端，連於地線網，而此端又連於高壓變電機，副線圈（13）之一端，故此電燈亦受高壓變電機副溜之感應，又成一電路。該電燈傳電之作用，與矯正電燈之作用相同，蓋天地線兩端，受各方電氣感應之作用，隨起振動，因電溜往復振動，故謂之振動電溜，而該電溜往復

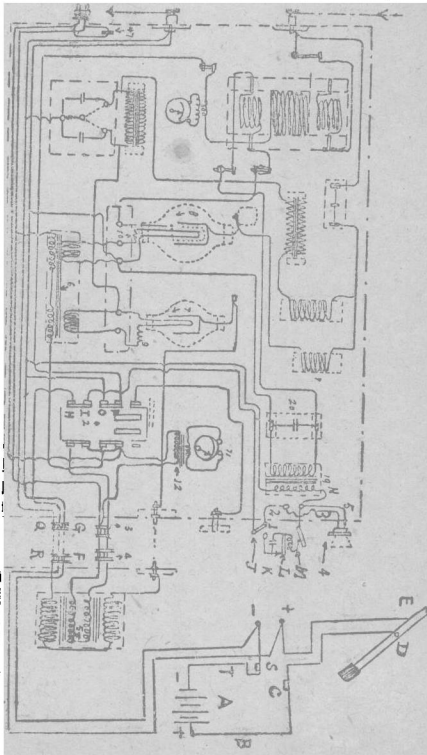
振動之時，即發生電波傳達於各方；但此電波未經音波感應之前，謂之恆波，即連滿波也。

### 三 發聲器正

#### 線圈之電路

#### 發聲器正線圈之電

路，如第九十八圖所示，其低壓電池 A 之電溜，自陽極（十）一端發出，至引線（B），至插塞座（C），至低壓電溜總閘一端（D），經銅棒至（E）一端，（此總



發聲器正線圈之電路 圖八十九第

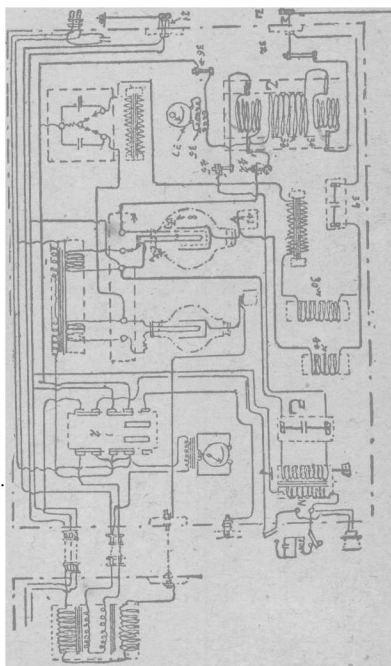
開無論收報發報，必須連接方可通電，即至擴大收波器之接線螺釘(十)（收報時其電溜，即由此端(十)入收波燈），經箱內導線，至插塞座(F)，過引線至發報箱插塞座(G)，至收發電門(H)與(I)，但H與I之兩端相連，係該開軸上銅片連接之故，發報之時，必須向發報一方面扳之，否則H與I二端不連，而低壓電池之路不通。又由I端至電報電話開(J)端，至(K)端，至蜂聲機(L)，經電鑰(M)，至正線圈(N)，回至收發電門(O)，至(P)，至插塞座(Q)，經引線至收報箱插塞座(R)，沿箱內導線回至擴大收波器螺釘(一)，至插塞座(S)，過引線(T)，回至電池陰極(一)。此電溜之路線，謂之打報機電路。但在發話時，必以(J)與(1)相連，其電溜即由(1)至引線(2)，至引線(3)，至發聲器(4)，至引線(5)，至正線圈(N)，如前回至電池陰極。此電溜之路線，謂之發聲器電路；然此二電路，皆為正線圈之電路也。

#### 四 發聲器副線圈之電路



發聲器副線圈之電路，如

第九十九圖所示，其(甲)之一端，連於反應螺線圈(乙)，該線圈之彼端，連於M. T. 振動電燈之金屬網(丙)，而副線圈之(丁)端，連於M. T. 振動電燈之燈絲(戊)，蓋副線圈內之電溜，由(甲)端發出，至反應螺線圈(乙)至(丙)，經過振動電燈，回至(丁)端。此電溜之路線，謂之發聲器副線圈之電路。而電絲與金屬網之間，係藉陰電子接連，



發聲器副線圈之電路 圖九十九第

故燈亮則電溜通，不亮則電溜不通。其蓄電器（己）之兩端，連於副線圈之（甲）（丁）二端，該蓄電器之功用，即增反應螺線圈乙之電壓，並減除發話間斷時之聲波餘音，又可收蓄該電路內之餘電也。

### 五 發聲器正副線圈內電溜之作用

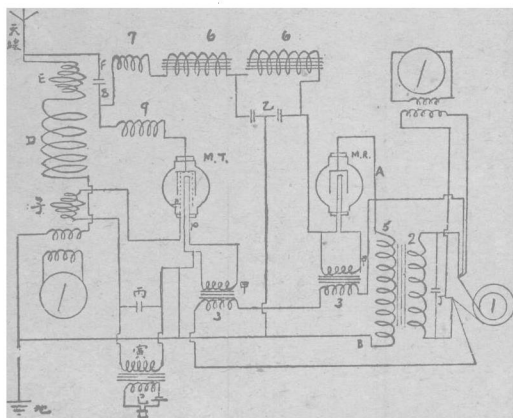
發聲器正線圈電路內，僅用低壓電池（即六弗打）內之直溜電，當電溜由該電池陽極（十）發出，經總開（DE），引線（FG），收發電門（HI），由電報電話開（JK），至蜂聲機（L），及電鑰（M）。若將該電開（J）與（I）相連，則電溜即至發聲器。但其電溜無論至蜂聲機，或發聲器，均入正線圈（N），由收發電門（OP），回低壓電池之陰極（一），而電溜即循環一週，彼時副線圈即受感應一次。蓋正線圈內電溜循環若干次，則副線圈即受感應若干次。但正線圈內電溜之通斷，即以言語之聲波，或蜂聲機，或電鑰，通斷其電路也。惟副線圈電路之通斷，乃以振動電燈燈絲之陰

電子通斷之，故副線圈內所受感應變化之電溜，即由該線圈（甲）端發出，經反應螺線圈（乙）至振動電燈之金屬網（丙），藉陰電子通至燈絲（戊），即由燈絲回至該線圈之（丁）端，則該線圈內之電溜，循環一週，彼時返應螺線圈（乙），受此電溜之功用，即增加其電壓，蓋以此反應螺線圈內之電壓，變更天線振動螺線圈（癸）內之電溜，故電波亦隨之變更也。

## 六 發聲機全部電路之作用

發聲機全部之電路，如第一百圖所示。當交溜電自交溜生電機（1）發出之時，一派至弗打表正線圈（4），一派至電燈變電機正線圈（3），一派至高壓變電機正線圈（2）。電溜經過各正線圈時，則各副線圈即起作用：如弗打表副線圈（戊），受原電之感應，即指示弗打度數，而電力強則弗打度數多，電力弱則弗打度數少；如電燈副線圈（甲），受原電之感應，其燈絲即生熱發光，並射發陰電子；如高壓變電機副線圈（5），受原電之感應，即生大動力之交換電溜，以供傳達聲波。

之用。其電溜自(A)端發出，至 M. R. 矯正電燈之鎳筒，藉陰電子經過電燈，即變為直溜電；由燈絲至兩鐵心螺線圈(6)，至空心長螺線圈(7)，至空心短螺線圈(9)，至 M. T. 振動電燈之鎳筒，藉陰電子至燈絲，由燈絲回至高壓變電機副線圈之(B)端。但副線圈內之電溜，由(A)經過兩電燈回至(B)端，成一電路之時，而各蓄電器即收蓄(A)(B)兩端之電氣。故天線蓄電器(8)端，即收蓄(A)端之陽電；其(F)端即收蓄B端之陰電；然其陰電由右端經過安培表正線圈(C)，振動螺線



第一百圖 發聲機全部電路之用作

(D)與增減電波器(E)至天線蓄電器(F)之時，則安培表與反應螺線圈同時皆受其感應。故電溜多則安培表之度數亦多，電溜少則安培表之度數亦少。但反應螺線圈(子)受振動螺線圈(D)內向上之電溜感應之時，(即電溜由(B)端，向天線流行)則振動電燈之金屬網變為陰極，即將鎳筒與燈絲間之電溜隔斷。當此電溜停止之時，而各蓄電器，即起放電之作用。故天線蓄電器(F)一端之電，復向外流行；而反應螺線圈(子)復受振動螺線圈(D)內向下電溜之感應；則金屬網(丑)復為陽極，其振動電燈，又能通電。而鎳筒與燈絲間之電溜，如此通斷循環不息，故電波亦不絕也。

## 七 反應螺線圈之作用

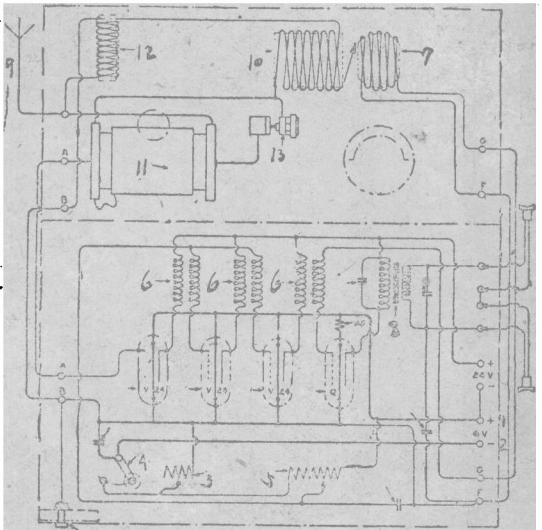
天地線間之振動螺線，其電溜既上下振動不息，即發生電波，傳達於各方，此未受變更之電波，謂之恆波，亦即連滿波也。而反應螺線圈之一端，連於金屬網(丑)，彼端經過發聲器副線圈

(寅)連於燈絲(10)故該線圈一經發聲器聲波之感應，則其副電溜，即使恆波變更。惟其變更之度，須與振動螺線圈內之電力相合；其相合之表示，即以安培表針不動為準，否則電力不合，而聲音亦不清晰矣。其各蓄電器，除天線蓄電器(F)與大蓄電器(乙)用以起振動電溜之作用外，其餘交溜生電機蓄電器(丁)與發聲器蓄電器(丙)皆用以儲蓄電力也。

#### 八 收聲機之低壓電路

低壓電路內，所設之電燈，分爲Q字與V.24字二種。其內部之構造，略有不同。如第一百零一圖所示，Q字燈鎳筒大，且與燈絲相隔稍遠；V.24字燈之鎳筒小，且與燈絲相距略近，故傳電易。但Q字燈，係專爲收電波之用，故謂之收波器。V.24字燈係專爲擴大聲音之用，故謂之擴大收波器。其各燈絲之上端，連於螺釘(1)並有(十)字記號表明之。凡此(十)記號，即表明此端必須連於陽極，否則電溜反向，而有害矣。燈絲之下端，連於螺釘(2)亦有(一)記號表明之。凡此

(一)記號，即表明必須連於陰極也。蓋低壓電池(即六弗打電池)之電溜，乃供燃燈絲；故電溜通過之時，則燈絲即發熱生光。而Q燈又連一小阻力圈；若加其阻力，則燈絲上之電溜變小；減其阻力，則燈絲上之電溜變大；惟燈絲之電溜過大，其聲音雖較前響亮，而燈絲則易於燒斷也。電閘(4)乃以啓閉電路者。連之則電溜通；不連則電溜斷。收報之時，必先將電閘(4)相連，使其電



第一〇一圖 收音機全部電路

溜燃着燈絲，以備高壓電流通於鎳筒與燈絲之間。此低壓電溜之功用，於收報機則供燃燈絲，藉其陰電子，傳導高壓電；於發報機，則為發聲器或蜂聲機之原電，以其副電變更電波也。

### 九 收聲機之高壓電路

高壓電池（高壓電池即二十四弗打之電池）之電溜，乃用以扶助空中電波。其陽極經各燈小變電機之正線圈，連於各鎳筒；陰極連於各燈絲，其電溜於鎳筒與燈絲之間，藉陰電子傳導；陰電子愈多，傳電之力愈佳，而電之流行愈速；然收電波之良否，並不在高壓電流行之快慢，過快則聲大而不清，過慢則聲音微小，故總以調和適宜為必要也。調整器（5）上有活動柄，此柄可隨意向左右移動，其作用與阻力圈相同，一端連於高壓電池之陰極，及各收波燈之燈絲；一端連於第二第三兩燈之金屬網。此器之功用，專為調整第二第三兩燈鎳筒與燈絲間之高壓電位，並以改變此電路內，電氣之振動。其三小變電機（6）之構造相同，而所纏之正副線圈，均有一定之阻力。

胡



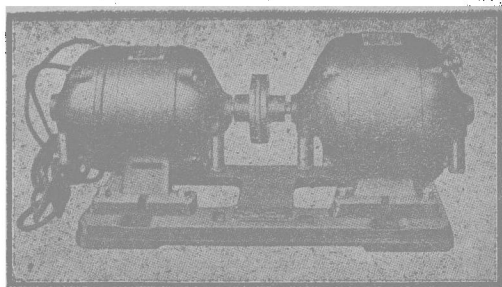
且適宜於收此電波之用。(即八百米達長之電波)其第三小變電機之副線圈，一端連於Q燈之金屬網，一端連於螺釘(G)，由此連於反應螺線圈(7)，該線圈之彼端，連於螺釘(F)，由此連於各燈之燈絲。收聲器之變電機，其正線圈之一端，連於高壓電池之陽極，彼端連於Q燈之鎳筒，而其副線圈之兩端，即連於收聲器之兩端也。

#### 十 收聲機全部電路之作用

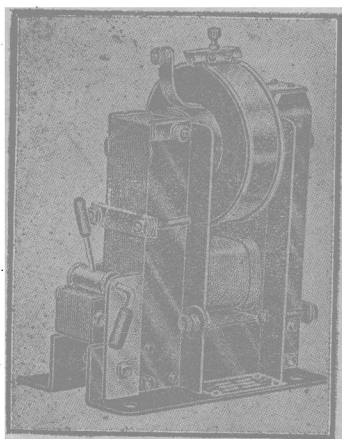
遠方之電波傳來，天線感生交換電溜，由天線傳入發報機，經過調整器，沿箱內導線，至收報機之膠皮線(9)，至變量蓄電器(11)之右端；由左端分爲兩派，一派經過反應螺線(10)之原線至B；一派至A，入第一燈之金屬網，吸引其燈絲之陰電子，藉陰電子至燈絲，至B，與前派同入於地；第一燈絲之陰電子，飛至鎳筒，於是鎳筒與燈絲間，通電之力變大；而高壓電溜，經過小變電機(6)之原線者即多，所感生之副電溜，其動力亦大，入於第二燈之金屬網，所吸引之陰電子更多，

則第二燈鎳筒與燈絲間，通電之力更大；故高壓電溜，經過第二小變電機（6）之原線者更多，所感生副溜之動力亦更大。依此推之，則高壓電溜，通過Q燈者最多，所感生之副溜亦最大；故收聲器中之聲音，即增大而響亮矣。反應螺線圈（7），乃以其副電溜，節制Q燈鎳筒與燈絲間通電之力；隙口（13）若遇猛烈電傳來，則由隙口飛跳火花入地，免致損壞蓄電器及電燈也。

無線電原理終



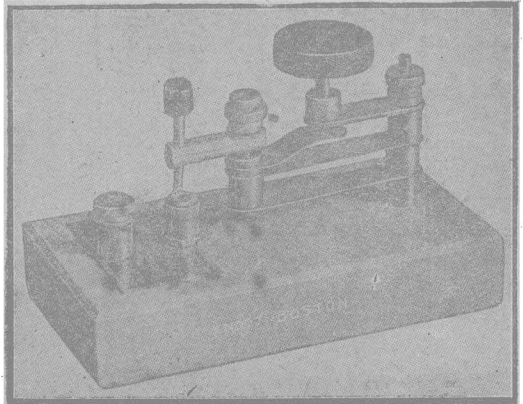
機電生溜交之動洩機動電



機電變溜交



器波現管空真



器波現石礦