

b.

國立政治大學圖書館典藏  
由國家圖書館數位化



百 科 小 叢 書

無 線 電 原 理

王 錫 恩 著

王 雲 五 主 編

商 務 印 書 館 發 行



647.6  
033

621.38  
W185

書叢小科百

理 原 電 線 無



編主五雲王

行發館書印務商

213561



百林全書卷

雙 鳳 圖 冊 拾 卷

王 世 昌 著

王 世 昌 著

上海圖書館藏書

132818

# 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  |
| 一 無線電略史       | 二  |
| 二 無線電實用       | 三  |
| 三 各國無線電之設備    |    |
| 第二章 電氣振動····· | 一〇 |
| 一 振動放電        | 二  |
| 二 電氣振動之實驗     | 三  |
| 三 電氣振動之關係     | 四  |
| 四 振動數及振動週期    |    |
| 第三章 論電波·····  | 一五 |
| 一 電力線說        | 二  |
| 二 磁力線說        | 三  |
| 三 電波與磁波之區別    | 四  |
| 四 電波之實驗       |    |
| 五 電波之返射       | 六  |
| 六 電波之屈折       | 七  |
| 七 電波之性質       |    |
| 第四章 協振·····   | 二六 |

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

第六章 發波器……………四二

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……………五〇

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……………五四

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……………五七

一 天線 二 地線

|      |         |    |
|------|---------|----|
| 第十章  | 蓄電器     | 六二 |
| 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      | 六五 |
| 一    | 耐久重鉻酸電池 |    |
| 二    | 乾電池     |    |
| 三    | 蓄電池     |    |
| 第十二章 | 測量器     | 七〇 |
| 一    | 電動表     |    |
| 二    | 電溜表     |    |
| 三    | 電阻表     |    |
| 四    | 電波表     |    |
| 第十三章 | 調整器     | 七五 |
| 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    | 擴音器     |    |
| 三    | 電鈴      |    |
| 四    | 變換電鍵    |    |
| 第十五章 | 電報號碼    | 八一 |
| 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

五 短電波

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……………一〇二

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

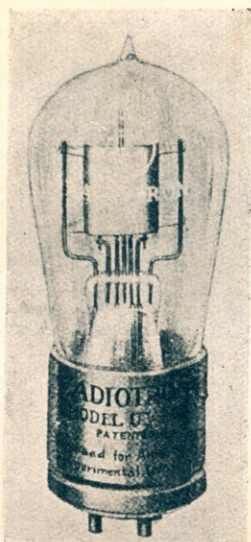
第十九章 軍用無線電話……………一一一

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

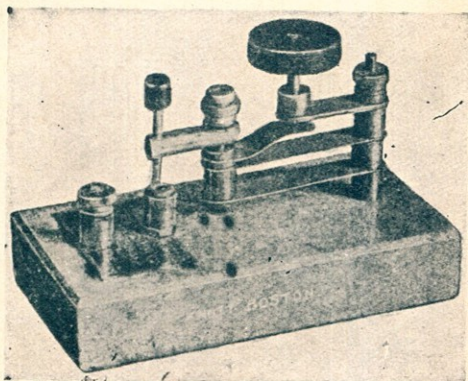
四 發聲器副線圈之電路 五 發聲器正副線圈內電溜之作用 六 發聲機全部

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

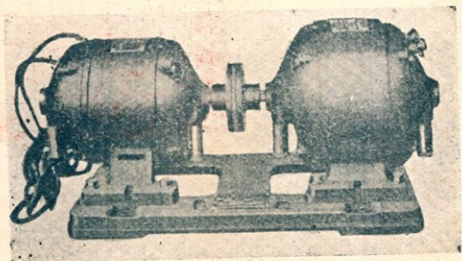
之高壓電路 十 收聲機全部電路之作用



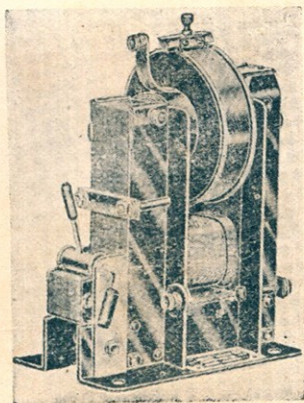
器波現管空眞



器波現石礦



機電生溜交之動拽機動電



機電變溜交



教育部  
無線電原理

第一章 緒言

無線電略史

一八三八年，德人司太赫爾(Steinheil)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，不能遠於五十英尺之外。

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

一八四五年，英人法拉德(Paraday)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，則光似爲電磁之阻擾以成波，由電磁界以散佈於他處也。馬克斯韋爾之擬理，則以爲有一種玄妙之氣，充塞宇宙之間，體物不遺，此氣無論何處被阻擾，則此阻擾卽成波形，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，無可爲名，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，皆爲  $v = \lambda \nu$ ，此處之  $v$ ，乃代其速度， $\lambda$  代其波之長， $\nu$  代其每秒振動之次數也。雖其散佈之速度，每秒皆爲十八萬六千五百英里，而其波之長短，則爲數各異。以脫波在可見定長之間，卽能生出光之感覺，而較此略長之波，卽生煖之熱波，較此甚短之波，卽通物電光之波。而以脫波之長若干米達，或若干英里者，卽飛渡大西洋，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伯爾德 (Poldhu) 電臺，與紐芬蘭島東端之聖約翰 (St. John) 電臺，爲大西洋較窄處之通信，此神妙莫測之電波，果從伯爾德越海飛來，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 (De Forest)，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)，匡耳柯 (Arco)，卜倫 (Braun)，法國之棣克銳特提 (Ducretet)，勃藍利 (Branly)，羅施福耳 (Rochefort)，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 (Schafer)，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，即冰山之地點，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，各國船舶，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，與留聲機之助音筒頗相類似，能將所收之聲音放大，使一室中之人，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報，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

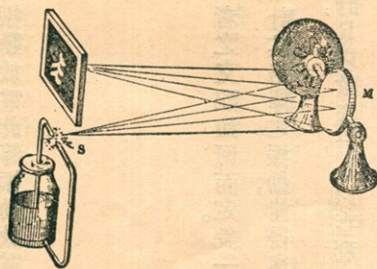
### 一 振動放電

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。於一剎那間，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

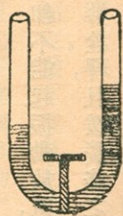
表陰陽電位之不同，如第一圖所示。若微開其塞門，則水之流動頗難，必緩緩流過，而成一向之溜，此喻空氣之抵抗力大，而電氣一躍即止，不能往復振動。若全啓其塞門，則水流無阻，必往復動蕩，至二股水平面齊平而止，此喻空氣之抵抗力小，而電氣往復振動，直至陰陽電位齊平而止也。

## 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，其所反映之像，如P屏上之式。據此實



第二圖 電氣振動之實驗



第一圖 水溜振動



驗，足徵來頓瓶之放電，爲往復之振動放電，他如感電圈，變電機，亦皆爲振動放電，此等振動放電，實爲發生電波之原因，而爲無線電報之基礎也。

### 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爲  $K$ ，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  $\sqrt{\frac{4L}{K}}$  或小於  $\sqrt{\frac{4L}{K}}$  而定，（式中之  $K$  以法拉計， $R$  以歐姆計， $L$  以亨利計）。

若式中之  $R > \sqrt{\frac{4L}{K}}$  則爲振動放電， $R < \sqrt{\frac{4L}{K}}$  則爲非振動放電，是知電路之抵抗力  $R$ ，必如前之不等式，其抵抗程度不可過大，若抵抗力至超過極限，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，L若減小，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



圖三第

動週期。設  $N$  爲振動數，據物理家所推公式，爲  $N = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{KL} - \frac{R^2}{4L^2}}$  設  $K = 0.01$  米扣法拉，

$L = 0.00001$  亨利， $R = 0$  則  $N = 503000$ ，若  $R$  爲數甚小，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  $T$  爲振動週期，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。

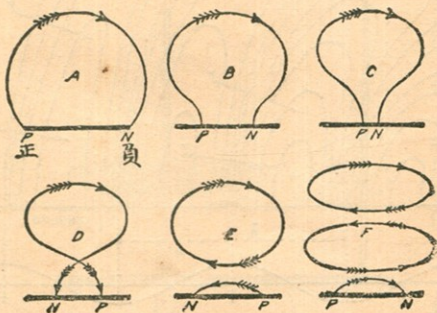


## 第二章 論電波

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：

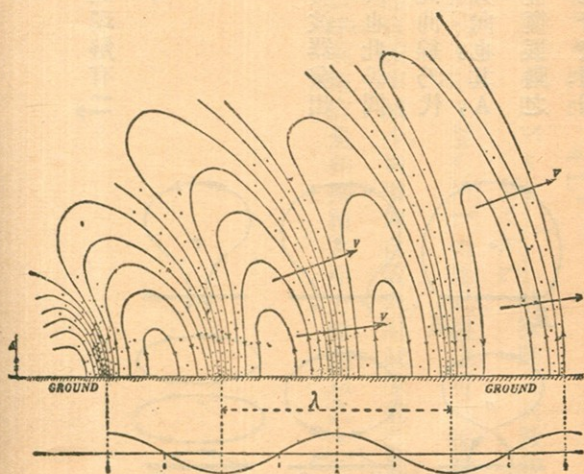
### 一 電力線說

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 電力線合鈕圈圖

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，電力線向上時，則感生之電溜亦向上也。



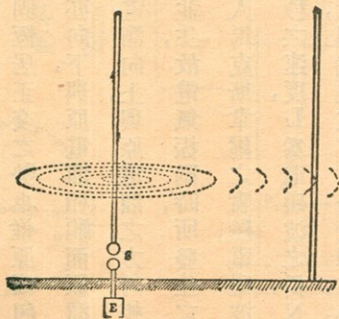
式想理之佈散波電 圖五第



## 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，如下圖所示，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。

## 三 電波與磁波之區別



式之波磁 圖六第

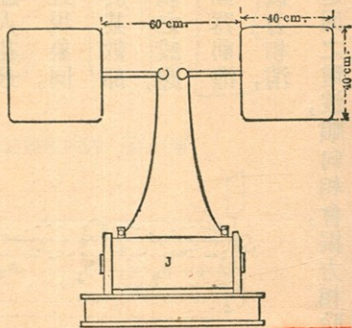
電波之成既有二說，則由前之說，電溜向下時，其電力線亦向下，電溜向上時，其電力線亦向上，是電波之方向，與原溜之方向相順。由後之說，電溜向下時，其磁力線圈左轉，電溜向上時，其磁力線圈右轉，是磁波之方向，與原溜之方向正交，以此知電波與磁波，固恆居正交之勢也。惟原溜向下時，其電力線亦向下，而向下之電力線，遇於導電體，所感生之電溜亦向下，與原電溜相順。而原溜向下時，其磁力線圈左轉，但左轉之磁力線圈，遇於導電體，所感生之電溜向上，與原電溜之方向相逆，此電波與磁波，所感生之電溜，其方向不同也。既電波與磁波同時並生，故電氣振動時，所發生之電波與磁波，分言之可謂電波與磁波，合言之則可謂電磁波也。據英人馬克斯韋爾之實驗，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

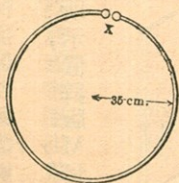


一八八八年，德人赫爾資試知電波之被返射，亦如光波之被返射然。彼所用發電波之器，如第七圖所示，此器有二金屬之導電體，其形爲四十纏見方之方片，各連於一小金屬桿上，其距離約爲六十纏，而桿之一端，有磨滑之小金屬球，再將此器各連於感電圈副線之二端，而二小金屬球之間，留一甚近之隙口，感電圈之原線，通以電溜，則兩球間即飛火花，而射發電波矣。

又以粗銅條作圓圈，其直徑長三十五纏，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



赫爾資之發電波器 圖七第



電波環 圖八第



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，再備一頗廣大而均勻之鋅版或銅版，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力，自振動器前進之電波，與遇於金屬版而返回之電波，於N<sub>2</sub>N<sub>3</sub>諸點，逆向相會，振力相消，故火花因之而滅，是為波之節，於L<sub>1</sub>L<sub>2</sub>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



第九圖 電波之節腹

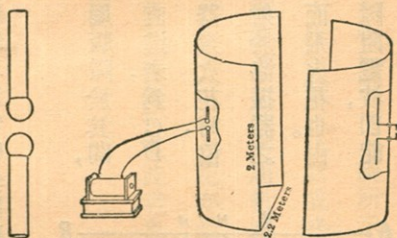
赫爾資曾用千萬分



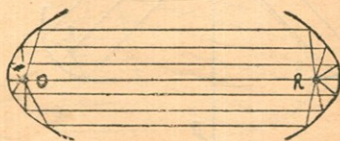
之三秒之振動週期之振動器，而得定常波之長為四十五米達云。

## 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，於協振器相鄰之二端，聯精細之火花計，(即有螺旋，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



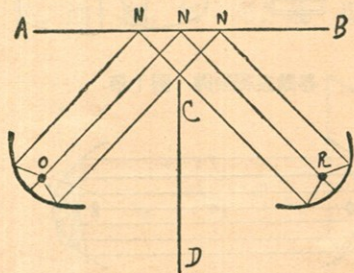
第十圖 拋物線振動器



第十圖 電波之返射

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，即相去十六米達之遠，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，則火花即熄，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。

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，爲C D版障阻故也。若再以A B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A B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。



射返之波電 圖二十第



## 六 電波之屈折

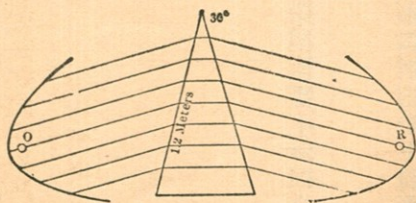
欲知電波之有屈折性，即以前用之兩拋物線狀版，如第十三圖所示，中間置木作之大三稜，此三稜係等腰三角形，各腰之長十二米，腰間角三十度，中實以松脂或蜂蠟之類，置於兩版相向之交點，使振動器飛火花，電波進遇三稜體，屈折透過，又折而達於協振器，誘起電氣振動，亦飛火花，若取去三稜，而火花亦熄。由此實驗，可知松脂等不導電體，電波遇之能透過，亦即能屈折電波者也。

## 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

### 第三章 論電波



折屈之波電 圖三十第

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。

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

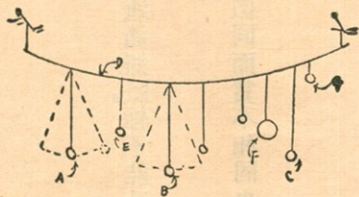
金屬物體耳。

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，C, E, F, G 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



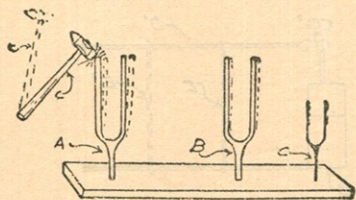
第十四圖 協振之擺子



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

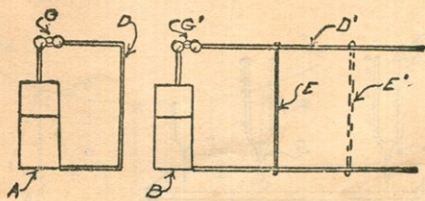
設 A B 二音叉之振動數相同，C 音叉之振動數與 A B 不同，試將此三音叉列於相當之距離，如第十五圖所示。若擊 A 音叉使振動發聲，則 B 音叉亦起振動而自鳴，即抑 A 音叉使之不鳴，而 B 音叉猶悠悠然有餘音焉。此何故也？因二音叉之振動數相同，A 被擊而起振動，其周圍之空氣，次第傳其振動力於四方，而 B 音叉間接受空氣之振動，遂以其相同固有之振動數，鏘然相協而自鳴矣。C 音叉之振動數，既與 A 音叉之振動數不同，則不受振激而共鳴也。



振協之叉音 圖五十第

## 三 電氣之協振

協振之效，非惟擺子音又爲然，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，首爲英國人羅治 (Lodge) 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，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



振協之氣電 圖六十第



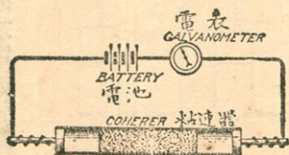
變其電容量與自感率，則可使其相協振也。近時無線電之收報機，無論何處發來之電波，皆能感應而收報者，即依據此理，而使其協振也。

## 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



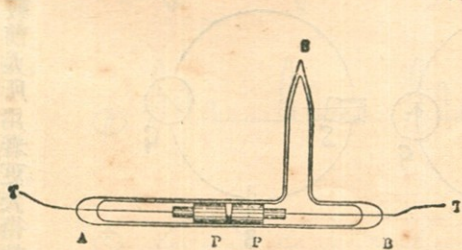
器連黏之利藍勃 圖七十第



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，連爲橋形，其橋形雖不甚堅，然足爲電溜通過之用，既被振擊，則橋形解散，管中金屬屑遂又爲不導體，而電池之電溜停止不流，羅治謂此等黏連器爲熔質管，而德人斯勒伯不以此說爲然，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，徑約二零十分之五厘米米達，管中有密合之二銀餅，二銀餅相對之面略斜，其相距約二三百厘米米達，連二銀餅者，有二白金絲，出於玻璃管之外，以備與他機相連，管中滿以摻金屑，以百分論之，九十六分爲鎳，四分爲銀，並有少許水銀屑，抽盡空



馬可尼之黏連器 圖八十第

氣，而嚴封之，以免金屬屑養化而生銹。此等黏連器，經馬可尼改良之後，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

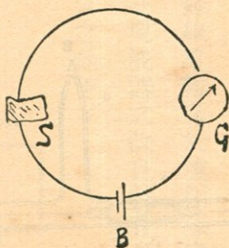
電池之電路中，假如電溜通過，電表之針旋轉，如第十九圖所示，若將

電池之兩極，調換位置，則電溜不能過通，電表之針不轉，如第二十圖

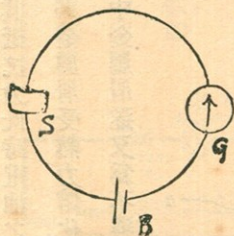
所示，設有波狀電溜，經過鉛硫礦，則祇有一向之溜通過，火花隙發報

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，

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



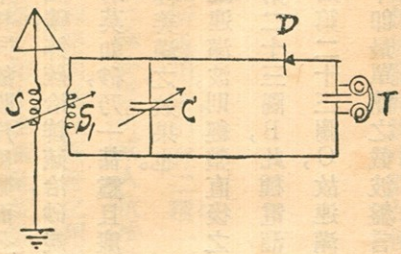
圖九十第



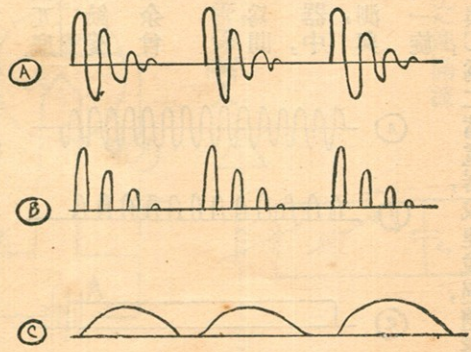
圖十二第



覺，故不能作聲音之信號，波股週率之數較少，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



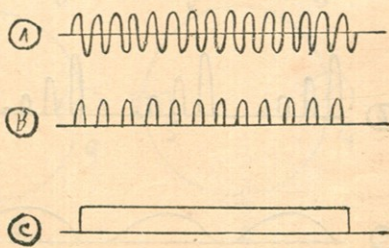
測探之波縮斷 圖一十二第



波縮斷 圖二十二第

效用，在改正波狀之交換電溜，爲單向之直溜，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，爲間斷而非連續，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，鋅硫治，銻硫治，砂炭治，砂，及鈦養等，皆具鉛硫礦之性質，其最佳者莫如砂，乃一甚靈且廉之品也，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，爲高週率之連滿波，則經整直後之電溜，不爲間斷之直溜，而爲連貫之直溜，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，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 爲截波盤，T 爲收聲器，C 與 C<sub>1</sub> 爲二蓄電器，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>



波滿連 圖三十二第



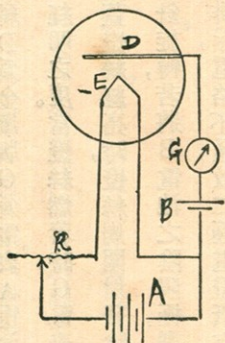
與C或連或絕，每秒時之次數隨盤之旋轉速度而定，故收聲器所受電溜，每秒激動之次數，亦可以盤之速度節制之，使成爲有聲音之信號也。近日無線電之收報機，概不用截波盤，惟於發報機中，設法使發間斷之連滿波耳。

#### 四 真空管

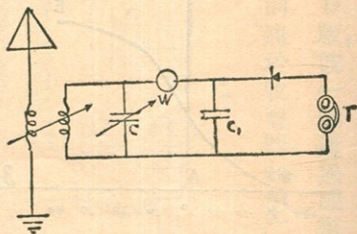
真空管之種類殊多，無線電所通用者，約有二種：一曰二極管，係英人

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，



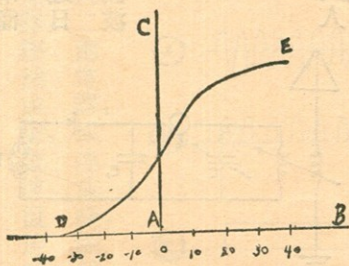
燈電極二 圖五十二第



盤波截 圖四十二第

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，即藉陰電子爲路而通過，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版所得爲陰電，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爲電溜曲線，觀圖便知D版之電壓增高，而通過之電溜亦增多也。

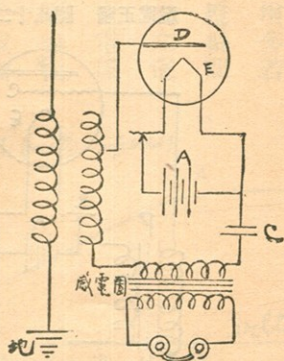


第二十六圖 電溜曲線



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，則排斥燈絲之陰電子，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。

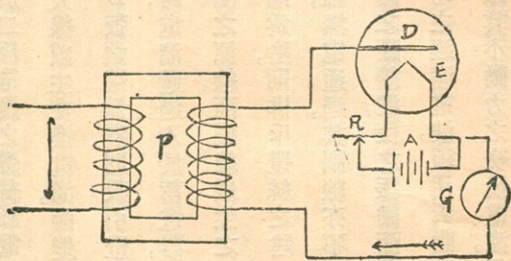
B 矯正電燈 欲發持久均勻之連滿電波，須用大動力之直溜電，惟大動力之直溜發電機，不易構造，今則概用交換溜代那模，以其小動力之交換電溜，入於變電機之原線內，而使副線感生大動力之交換電溜，復以二極電燈矯正之，令變為大動力之直電溜，如第二十八圖所示。以變電機副



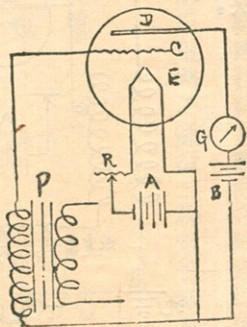
器波現燈電極二 圖七十二第

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，即借陰電子為路，而電溜通過若D版得陰電則排斥燈絲之陰電子而電溜不通，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



燈電正極 圖八十二第

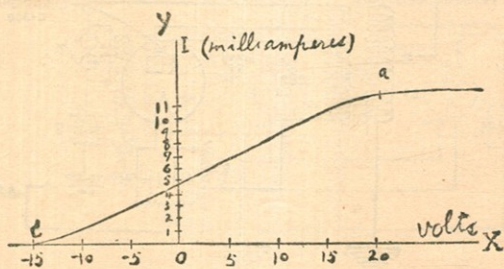


燈電極三 圖九十二第



燈絲，D 爲金屬版，C 爲金屬網，G 爲電表，P 爲變電機，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，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 版與燈絲間傳電之能變小，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。

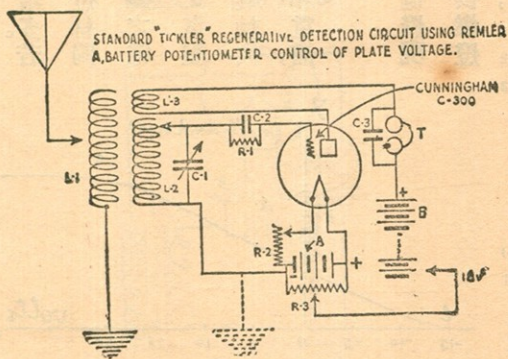
A 三極真空管現波器 三極真空管現波器，又名三極電燈現波器，係美國人狄法熱斯提所創，如第三十一圖所示。A 電池供燃燈絲，B 電池通過收聲器，C<sub>1</sub> 爲變量蓄電器，C<sub>2</sub> C<sub>3</sub> 皆爲定量蓄電器，R<sub>1</sub> R<sub>2</sub> R<sub>3</sub> 皆爲抵抗螺線，L<sub>1</sub> 爲接收變



線曲溜電 圖十三第

電機之原線， $L_1$  為副線，其一端連於金屬網，彼一端連於 A 電池之陰極， $T_1$  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。

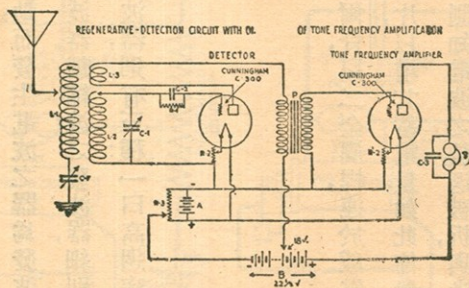
B 真空管電能放大器 真空管電能放大器，又名三極電燈電能放大器，即於前之真空管現



器波現燈電極三 圖一十三第



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<sub>2</sub> 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。



器大能電 圖二十三第

## 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爲發波器。今即電波之形式，大別之爲二類：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。

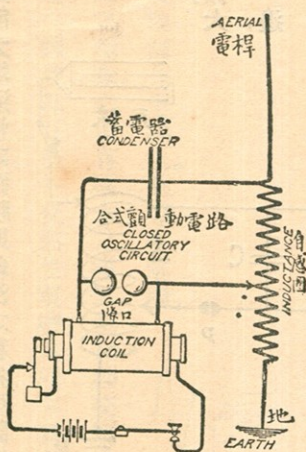
### 一 感電圈發波器

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，

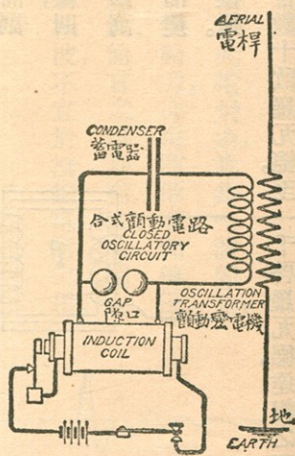


然所發生電波，衰微甚速，不能持久。故將感電圈副線之二端，連於蓄電器，外加振動螺線（或曰顫動變電機）；螺線之副線，一端連於天線，一端連於地，如第三十三圖所示。如此佈置，則成一偶感電路。若原電路之電容量及自感率，與開式電路之電容量及自感率二數相等時，則原電一通，便可授電於天線，使有大電力之振動，而發生電波。又有天線電路與振動電路合一之法；其所得利益，較馬可尼之偶感電路，亦不稍遜；如第三十四圖所示，即直連偶感法也。其自感圈連於地與天線之間，而其一段則入於振動電路之中；若修整振動電路，及天線間之開式射發電路，使有同一之振動時，則天線上常有數

第六章 發波器



器波發感偶連直 圖四十三第

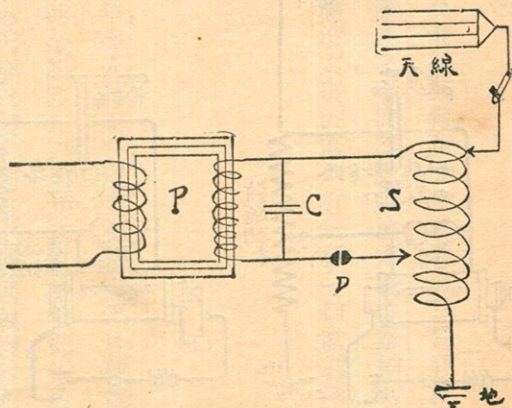


器波發圈電感 圖三十三第

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。



器波發機電變 圖五十三第

各國之無線電臺，皆有特製之交溜變電機，其電力自數十啟羅瓦德，至一千啟羅瓦德，達報之距離，

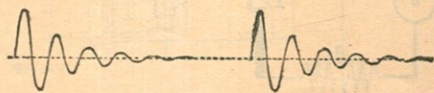


可自一千海里，至數千海里。

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。美國費森登造一交溜生電機，其週率為八萬次，電力為二百五十瓦德。德國茹姆耳以感電體法，創一交溜生電機，其週率為三十萬次，惟其電力

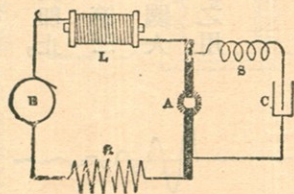


第三十六圖 斷縮波

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爲值而異。美國人頗歐森 (Proutson) 又將此法改良，而得有極大之進



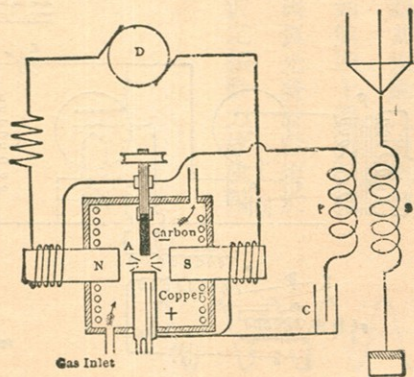
器波發光弧 圖七十三第



益，如第三十八圖所示，彼將弧光置於箱中，箱內滿以煤氣，用炭條爲負極，及爲水冷之正極；又於箱之兩傍，引入有大入之二電磁件，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，名之爲靈便光弧。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，其週率約爲一百萬次，或尤過之。通常所用之電動力，約爲五百弗打云。

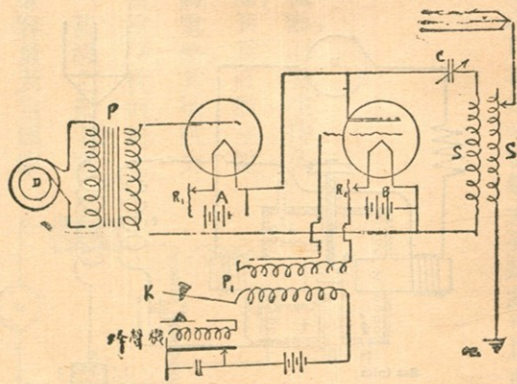
## 五 真空管發波器

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，使變爲大動



第三十八圖 顛歌森弧光發波器

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 為電鎗；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<sub>1</sub> 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，

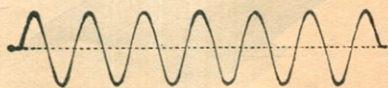


真空管發波器 圖九十三第



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；其振動力之均勻，故其所發生之電波，亦爲持久均勻之電波，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。

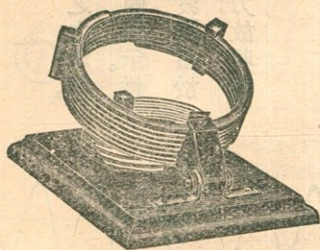


波滿連 圖十四第

## 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。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。若整



第四十一圖 偶感振動螺線

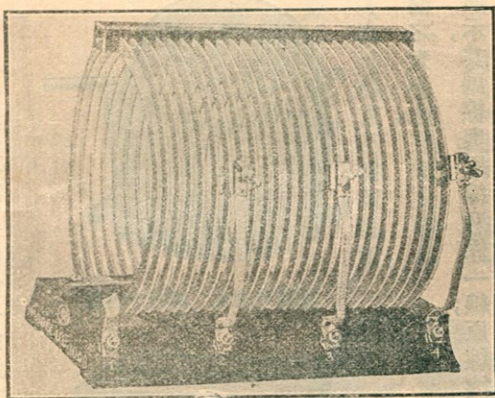


理振動電路，與天線間有同一之振動時，則能發生持久之絡繹電波，而大增通報之距離。此法所得之利益，亦不稍遜於偶感之振動螺線也。

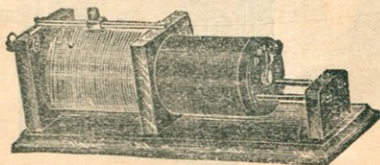
## 二 收報機之振動

### 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



直連偶感振動螺線 圖二十四第

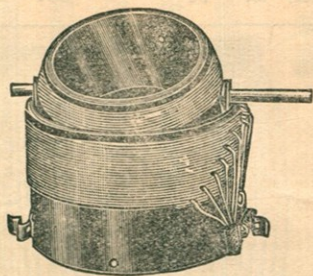


接收變電機 圖三十四第

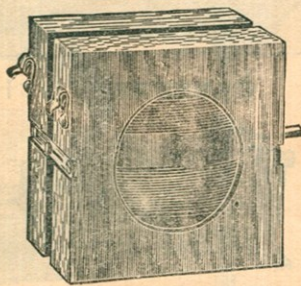
筒上，而分段之副線則纏於略小之阻電筒上，置於原線筒之內，可內外抽送，以變更原副二線之距離，使其相感之量有增減也。原線之上，有移接器，連於調音圈，餘一端連於蓄電器，或直連於地，如此之佈置法，若變電機之原線足用，則可勿用調音圈矣。

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。



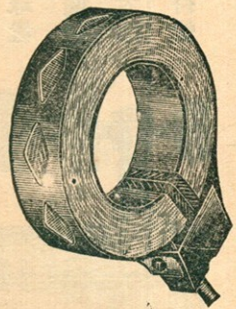
圖四十四第 反應螺線圈



圖五十四第 自感螺圈



新式收報機，有用感應螺圈者，如第四十六圖所示。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；製此種感應圈十數箇，以爲收報機互換之用也。

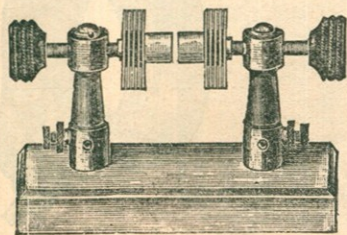


圖六十四第 感應螺圈圖

## 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。



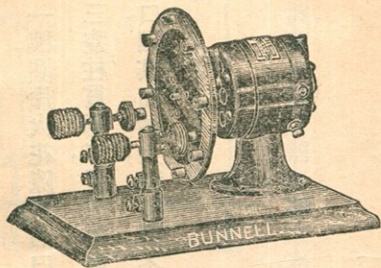
圖七十四 圓柱火花隙口



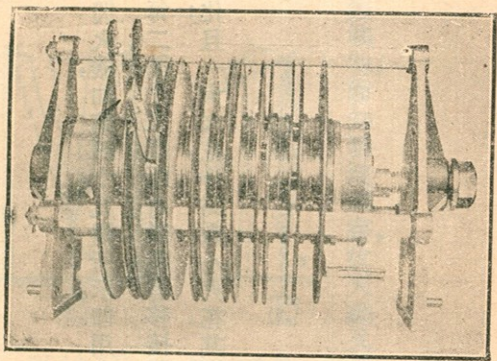
## 二 圓輪火花隙口

又有一種圓輪火花隙口，可使放電面不至氮化，而得有甚大之利益。其佈置之式，如第四十八圖所示；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，不至因熱而氮化，則可發生絡繹不絕之電波矣。

第八章 火花隙口



口隙火花輪圓 圖八十四第



口隙火花片圓 圖九十四第

### 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，以三盜柱貫聯之，置於阻電架上，每二圓片之間，距有微隙，有移接器，可任用數枚間之微隙，爲火花隙口，因其面積大，散熱速，不至氫化；且一大火花，分爲數小火花，其響聲微小，亦不至震耳也。



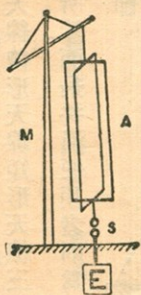
# 第九章 天線地線

## 一 天線

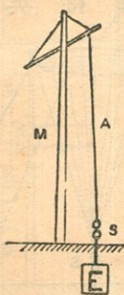
無線電報以天線感受電波，而知遠方信息，猶之蟲類，以鬚觸物，而知環境利害，故天線又名觸

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

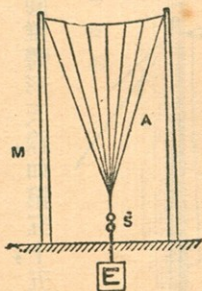
第九章 天線地線



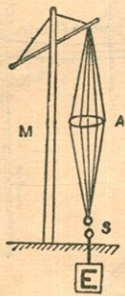
圖一十五第  
線天形矩



圖十五第  
線天直垂



圖三十五第  
線天形角三



圖二十五第  
線天形梭

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

用維持線，架設二高桿，桿之

高自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

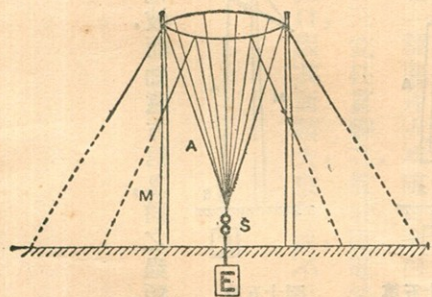
之間，有數十條平行線，每二

線之距離，約為三至五英尺，

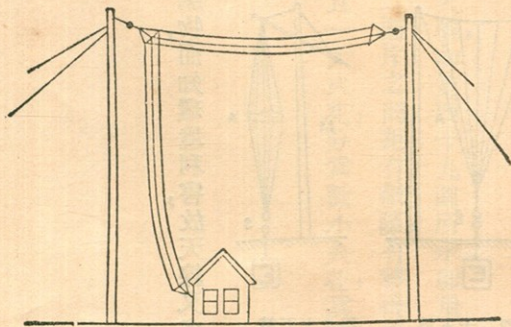
兩端皆用阻電物絕緣之，諸

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；為取價廉之意，則用鍍鋅之鐵線。若收發二電臺之天線，同一



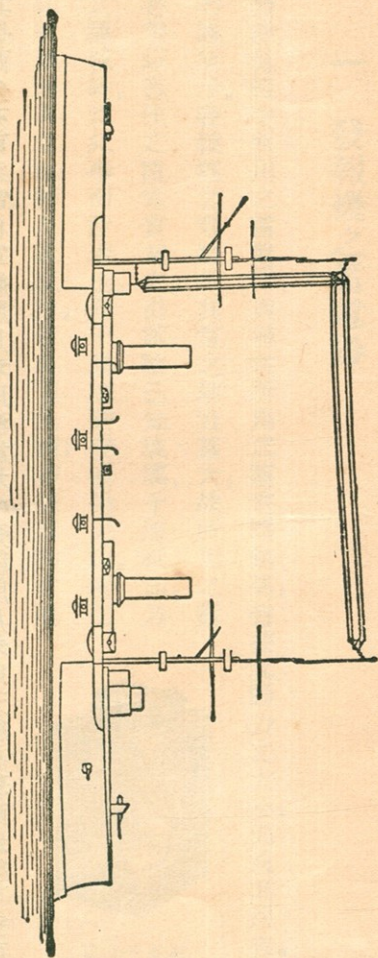
線天形錐圓 圖四十五第



線天行平 圖五十五第



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，而不易為敵人所擊壞也。陸軍所用無線電臺，亦係與地面平行之一線，最為單簡，甚便臨時架設也。



圖六十五 軍艦上之平行天線

## 二 地線

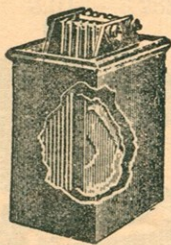
無線電報之地線，乃以粗銅線鉗於銅版，版大約四五方尺，掘地及泉，埋於其中，因乾土不通電也。尋常試驗，將地線插於地中，灌之以水亦可。陸軍所用者，則連於三四片丈餘長之銅絲布，鋪於地上，因其切面多，亦可通電也。軍艦所用者，則沈於水中，飛機所用者，則天線高舉，而地線下垂可也。



# 第十章 蓄電器

## 一 發報機之蓄電器

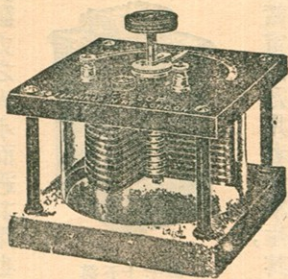
無線電報中所用之蓄電器，與尋常所用之蓄電器無異，皆按其動力之大小，而適其用也。如第五十七圖所示。發報機之電路中，其電之動力甚大，故所用之蓄電器，必須以甚佳之阻電質爲之。由試驗已知玻璃，千層紙，油，乃天生之通感物，爲此事而設者也。而千層紙則較他物尤佳。蓄電器之電容量，則與其面積及通感力，皆有正比例；若居間物之通感力甚大，則大多數之電，亦可裝於甚小之蓄電器中。近來發報機之蓄電器，乃用若干銅片，其一二三五等奇數片連爲一組；二四六等偶數片連爲一組；彼此相間，隔以玻片，置於阻電箱中。亦有用來頓瓶者，可隨意加減電量，以改變電波之長短，而與所欲通報之處相協也。



第五十七圖  
定容量蓄電器

## 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，爲居間之通感物。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，約爲三四厘米達；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。



器電蓄量變 圖八十五第



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  $C = \frac{885AK}{10^{10}D}$ 。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

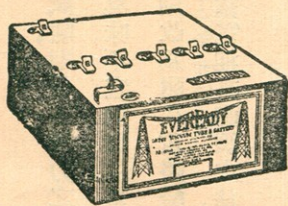
乾電池之配製法，乃做照雷克蘭舍電池 (Leclanché's cell) 之理，

以鋅筒爲陰極，內盛二養化錳 ( $\text{MnO}_2$ ) 與焦炭粉，以飽和之綠化銻 ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 溶液調和之，中置炭精條爲陽極，壓緊之後，以松香煤油之混合質嚴封之，免致綠化銻溶液蒸發。此電池之動力，約爲一·五弗打。以

此種小電池，數十箇串爲一組，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。

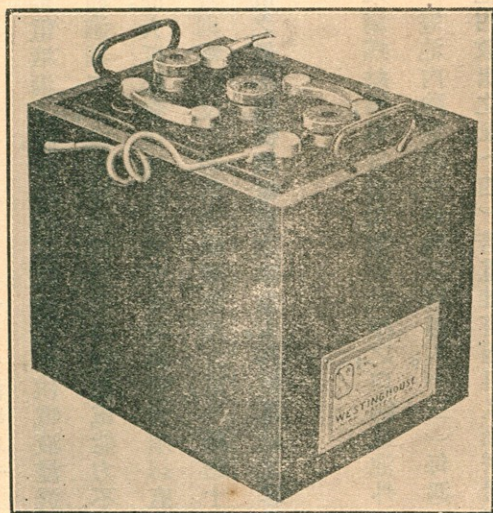


池電乾 圖九十五第



## 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，係用鍍鎳之鋼片，內裝輕養化鎳 ( $\text{NiO}$  或  $\text{Ni(OH)}_2$ ) 製成之網形物，謂之陽極片；數片連接一端，謂之陽極版；陰極版係鍍鐵之鐵片，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，免致妨害生電。陽極以十字或紅色表示之，陰極以一字或黑



第六十六圖 蓄電池

色表示之。筒內電液，以百分論之，輕養化鈉( $\text{NaOH}$ )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，否則電溜逆行。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



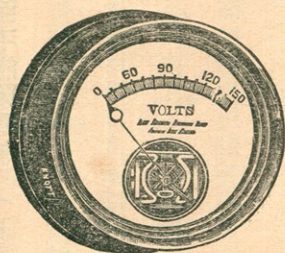
經充電之後，雖未使用，但過兩星期，亦須充電一次，否則電氣自消過度，而不能發電矣。

## 第十一章 測量器

無線電報之大電臺，必有適當之器，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；圈內有輓鐵柱，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



表動電 圖一十六第

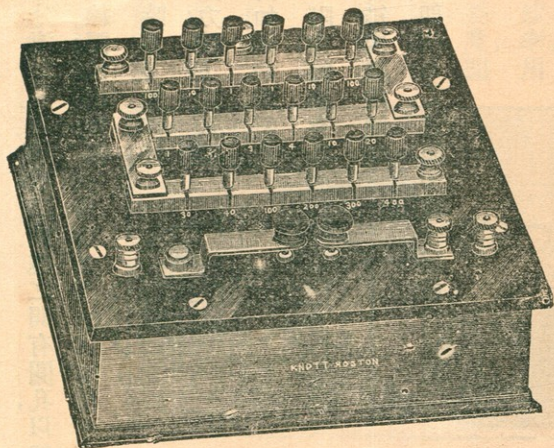


力之大小也。惟弗打表須有極大阻力，約自數千至萬餘歐姆。其所以須有極大阻力者，一因阻力既大，則過表之電溜，隨動力而變；二因阻力既大，則經表之溜微弱，不能改變其路線之溜，而所量者仍為原溜之動力也。

## 二 電溜表

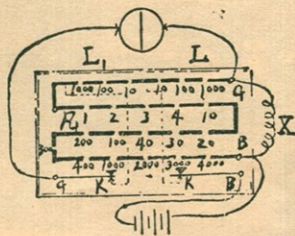
電溜表又名安培表，乃測量電溜大小之器也。其構造之法與弗打表相似；惟銅線之阻力小，而分度數為安培耳。亦有弗打安培合製一表者，其為用則尤便也。

## 三 電阻表



式全表阻電 圖二十六第

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，使電表與電池通路，然後於 R<sub>1</sub> 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<sub>1</sub> 之阻力，終必有表針不轉之時，視 R<sub>1</sub> 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<sub>1</sub> 之阻力，差十倍或百倍可也。



式簡表阻電 圖三十六第

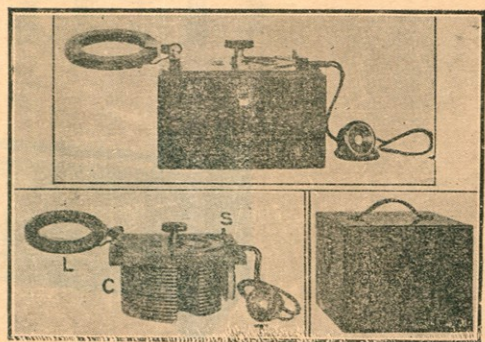
#### 四 電波表

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  $m$  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。 $L$  爲螺線圈； $C$  爲變量蓄電器； $T$  爲收聲器。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，以蓄電器針所指度數檢電波長度表，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，爲一四·一米扣亨利，蓄電器之電容量，爲萬分之二米



第六十四圖 電波表

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。

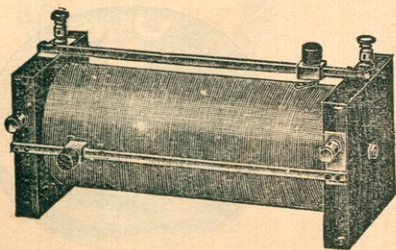


# 第十三章 調整器

## 一 調音圈

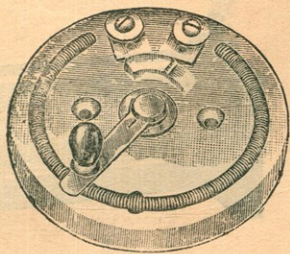
無線電報，欲使其振動電路易於感應，或曰較準，則常用若干器具，以改變電路內之電容量，及自感率。若欲改變電容量，可用變量蓄電器。而欲改變自感率，則用調音圈。其構造之法，如第六十五圖所示，即用數百週細銅線，纏於一阻電筒上，銅線須敷油漆，免致各週彼此通電。並有移接器，可於其間任用若干週也。此等調音圈，有具二三移接器者，可藉其自感溜，而作接收變電機之用也。

## 二 阻力圈（或名抵抗螺線）



圖音調 圖五十六第

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，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，而其中最緊要者有四：即雙頭收聲器，擴音器，電鈴，及變換電鍵是也。茲分論於下：

### 一 雙頭收聲器

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，週數多而阻力大，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。



第六十七圖 雙頭收聲器

## 二 擴音器

擴音器有兩種：第一種，即將留聲機振動膜上觸唱片的針，置於收聲器鐵片的中央，使聲音從喇叭口傳出來，便可放大，使同室之人聞之。第二種，即利用顯微音器所做之擴音器，如第六十八圖所示。M為顯微音器之盒，內盛炭粒，盒底之針，鐸於A收聲器鐵片中央，蓋頂N螺絲連一電線，鐵片上S螺絲，亦連一電線，二電線之間，連乾電池四個，復連於B收聲器。A收聲器鐵片振動時，電池通過之電溜有多寡，而B收聲器之鐵片，振動強烈，由喇叭發之聲音尤洪烈矣。

## 三 電鑰

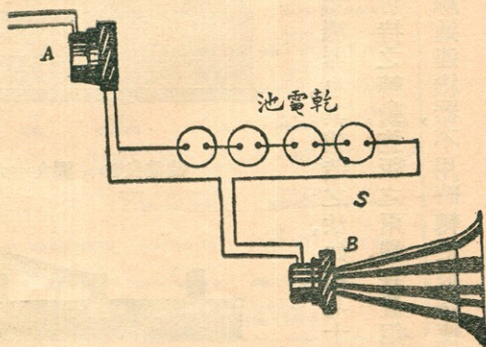
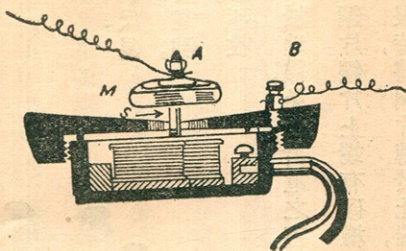


圖八十六第

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，使電溜不能遽斷，致號碼之長短相混，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。如第六十九圖所示，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



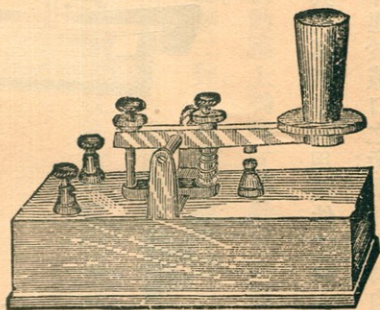
擴音器

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。

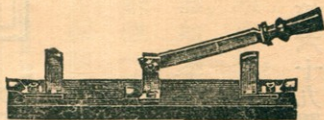
#### 四 變換電鍵

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，則將天線連於地線，免受雷電之害，而損壞機器也。其構造之法，如第七十圖所示，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。



圖九十六第 改良電鑰



圖十七第 變換電鍵



# 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。如第七十一，七十二，七十三圖所示，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，陸地尤多用之。惟海軍之號碼，則僅用之於海軍耳。第七十一圖中之 WAIT 之意，即少待也。UNDERSTAND 即明白也。DONT UNDERSTAND 即不明白也。

|        |      |               |            |                 |   |
|--------|------|---------------|------------|-----------------|---|
| 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        |            |                 |   |

第七十一圖 大陸之電報號碼

PERIOD 卽全段點 (· ·)

INTERROGATION

卽疑問也 (?) EXCLAMATION 卽感歎也 (!)

CALL 卽呼喚也 FINISH 卽終也

SH 卽終也 於第七十二圖之中

COMMA 卽句讀 (·) COLON 卽半段點 (· ·)

SEMICOLON 卽句點 (;) 於第七十三圖之中

ERROR 卽全

誤也 其餘者則三圖之意皆同也

|   |   |   |   |        |               |   |
|---|---|---|---|--------|---------------|---|
| 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 圖二十七第

|       |   |            |   |   |   |   |
|-------|---|------------|---|---|---|---|
| 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 |   |   |
| ERROR |   | UNDERSTAND |   | ! | 2 | 3 |
| 4     | 5 | 6          | 7 | 8 | 9 | 0 |

碼號報電之軍海 圖三十七第







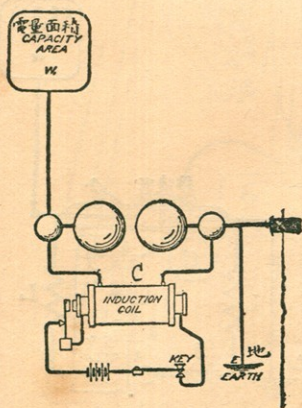


# 第十六章 無線電報之裝置

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：

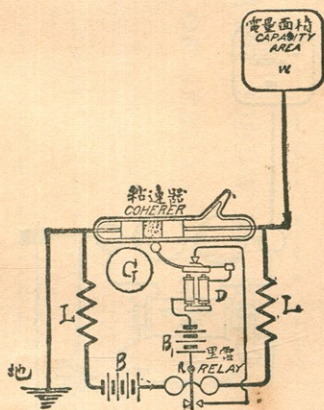
## 一 模範無線電報

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，如第七十四圖所示。C 爲感電圈；其副線之二端，各連金屬球，二球之間爲火花隙口；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 爲電池，K 爲電鑰，依電鑰啟閉之久暫，而發生長短不同之電波羣，以傳達於四方也。其



模範發報機 第七十四圖

收報機之佈置，如第七十五圖所示， $B$ 、 $B_1$  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，與電鈴啟閉之久暫相同，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，免入電池者也。

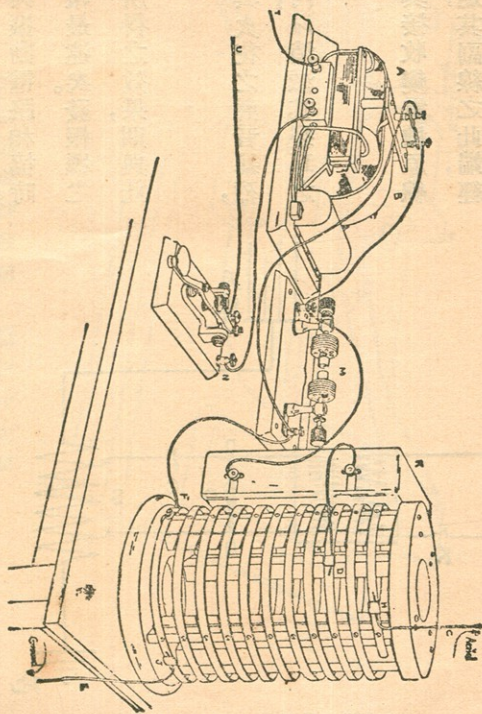


第七十五圖 模範收報機

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，有電鎗以司其電路之通斷，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

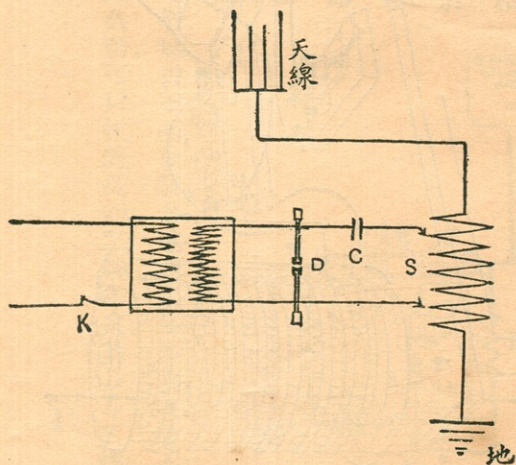


式全機報發通魯 圖六十七第

十六圖所示。其簡式則如第七十七圖所示。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。

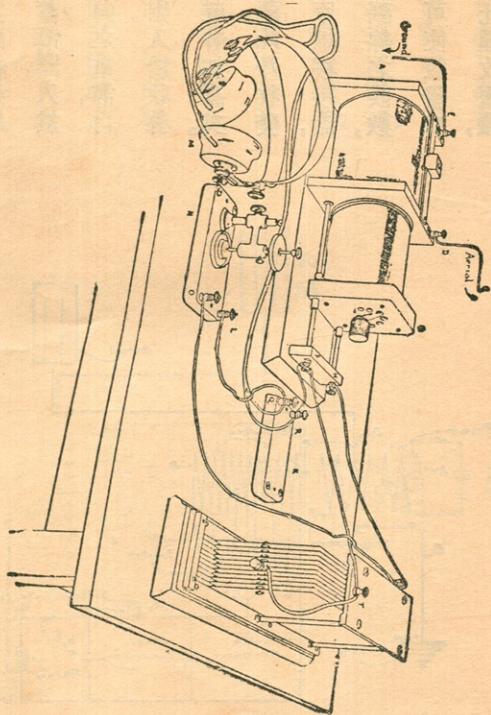
普通無線電報之收報機，其接收變電機原線之一端連於天線，他一端通於地；其副線之此端，經過變量蓄電器，連於礦石現波器，由礦石現波器，再經過定量蓄電器，連於收聲器；其副線之彼端，經過



式簡機報發通普 圖七十七第

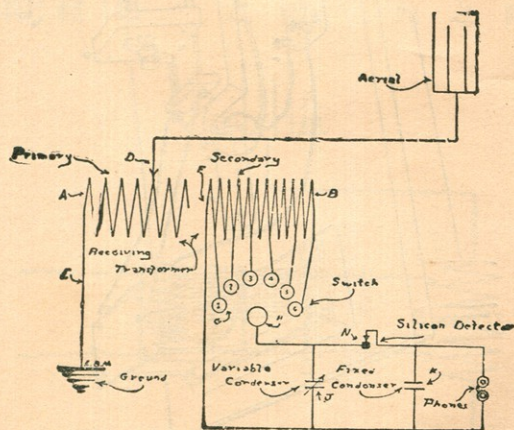


變量蓄電  
器，又經過  
定量蓄電  
器，亦連於  
收聲器，其  
全式之佈  
置，如第七  
十八圖所  
示。其簡式  
則如第七  
十九圖所  
示。當遠方



式全機報收通普 圖八十七第

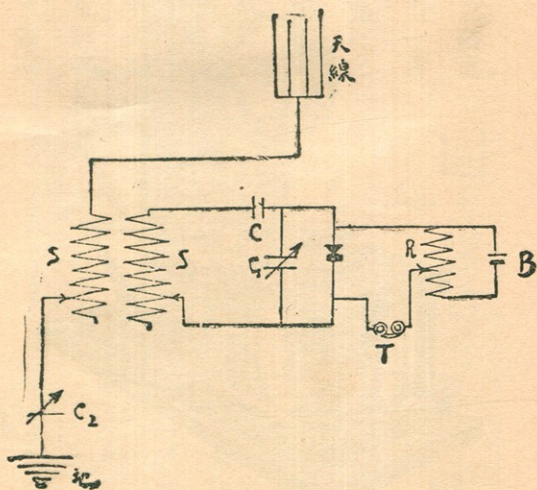
之電波撼來天線感生交換電溜，入於接收變電機之原線，其副線亦感生交換電溜，經過變量蓄電器，入於礦石現波器，被整為一向之電溜，再經定量蓄電器，聚而復出，入於收聲器，於是其電力增大，而聲音加高矣。若收聲器中之聲音微弱，此乃收發報機，不相協合；則移動原線移接器，或抽送副線圈，或改變副線之段數，或轉動變量蓄電器，必可使收發二機相協，而聲音變大也。此種收報機，較昔日之一發一收相協，而不能與



式簡機報收通普 圖九十七第



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祕碼也。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，如第八十圖所示。惟電溜之入於收聲器者，須多寡適宜，始能收美滿之效果，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。亦有用螺線圈之自感溜，以代接收變電機之副溜者。此式之

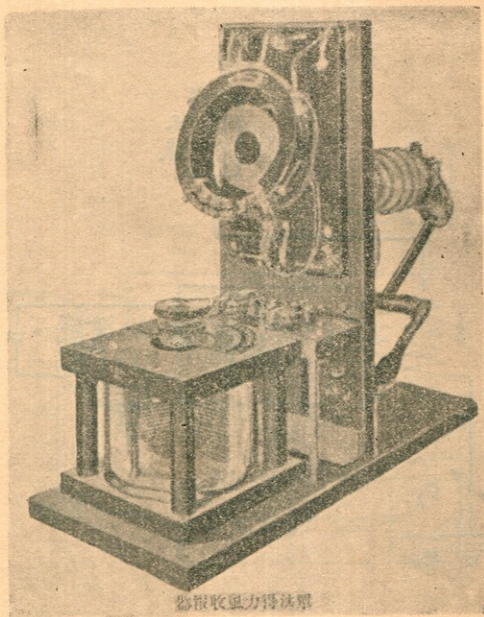


圖十八第 助電力之收報機

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

第八十一圖所示。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  
量蓄電器，及收聲器等之聯法，  
則與前式相同，勿用累述也。



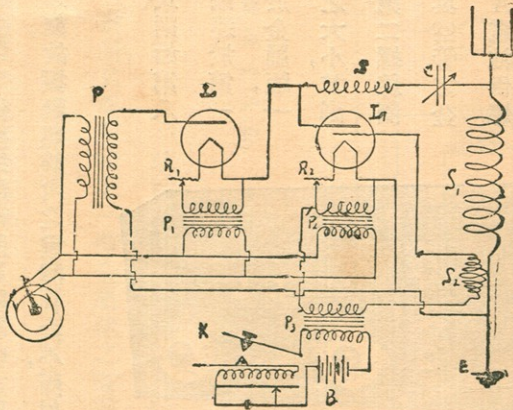
器報收風力得法單

機報收風力得 圖一十八第



### 三 新式無線電報

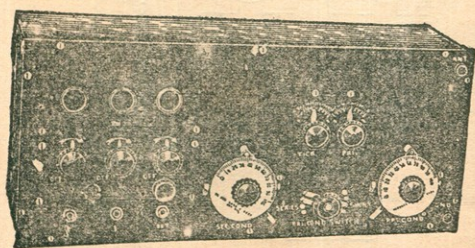
新式無線電報，係用真空管，其發報機之佈置，如第八十二圖所示。D 爲交溜生電機；其動力一百一十弗打；P 爲高壓變電機，能將一百一十弗打之動力，變爲數萬或數十萬弗打；L 爲矯正電燈；L<sub>1</sub> 爲振動電燈；有 P<sub>1</sub> P<sub>2</sub> 低壓變電機之副溜，供燃其燈絲；R<sub>1</sub> R<sub>2</sub> 抵抗螺線，以節制其燈絲之明度；高壓變電機之副溜，入於矯正電燈，改爲大動力之直溜電，先聚於變量蓄電器 C，後回於振動電燈而中和；有螺線圈 S，以自感溜節制其大小，S<sub>1</sub> 爲振動螺線，S<sub>2</sub> 爲反應圈，其線之一端，連於 P<sub>3</sub> 變電機之剩線，一端連於



新式發報機 圖二十八第

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，如第八十三圖所示。其簡式則如第八十四圖所示。 $L_1$  為接收變電機之原線， $L_2$  為其副線，一端連於第一真空管之燈絲，一端連於金屬網， $L_3$  為反應圈，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，感生交換電溜，若第一真空管



式全機報收式新 圖三十八第





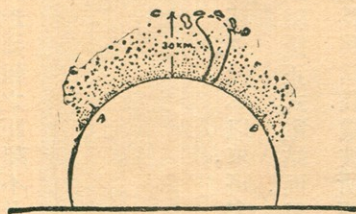




內，有上下往復振動之電溜，而發生連滿電波。倘遠方之電波撼來，其振次與之不同，則有相助相逆之時，一如聲波之有拍音；故L內感生大小之電溜，而金屬網之電壓有高低，則B電池之電溜，通過收聲器者有多寡，其膜片因之起落，斯有聲可聞矣。此種收報機，尋常多用三箇真空管，有十數箇感應螺圈，更換相配爲用也。

#### 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。如第八十六圖所示，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



日之光阻礙 圖六十八第

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。

## 五 短電波

數年前，短電波自二十密達，至一百五十密達者，其傳送之性質，知者甚少。近年以來，研究短電波者漸衆。最初公家電站，規定私立電站，不得用長電波，而用短電波，免致騷擾正式電站。而目該種短電波爲廢物。不知近來經無數之試驗，始知短電波有時能及距離之遠，爲尋常長電波所不能及者。往往北美洲中部所發出之電報，南非洲各部常能聞之。此距離固爲強力電報站所能及，然以工率比之，則大相懸殊。蓋強力電報站之工率，電力約二百啟羅瓦特，而用短電波，僅一個或半個啟羅瓦特。因此之故，此短電波之功能，雖在試驗之中，而論者咸謂其效驗，將有強力大站革命之勢。除上述工率省費之外，尚有二大優點，因用短電波，則發報站之佈置，無須如今日大站之浩繁。且不受天電之騷擾。至其及遠之故，立解者雖多，然皆無圓滿之理論也。



# 第十七章 軍用無線電報

## 一 陸軍無線電報

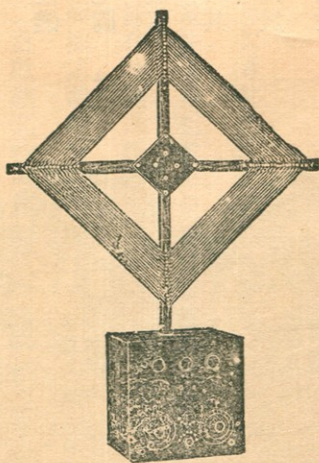
陸軍所用之無線電報，與尋常所用者無異。惟儀器輕小，便於搬運，或用馬馱，或用車載，如第八十七圖所示。以汽油機拽動之小代那模，供給發報機之電溜；有二桿架設一與地平行之天線，高約七八十英尺，其桿係數段鐵管，以螺絲接連之；又用數片銅絲布，鋪於地面爲地線。其收報機則用電能放大器；電池則用愛德森之鋼筒蓄電池，免致搬運損壞。通報之距離，約爲二百餘英里也。



第八十七圖 陸軍無線電報

## 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，如第八十八圖所示，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。



第八十八圖 電波測角器

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，法人卽用此法，制勝德人，蓋此法乃法國人所發明也。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。法人卽用測角器，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，卽平時亦可藉此器，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

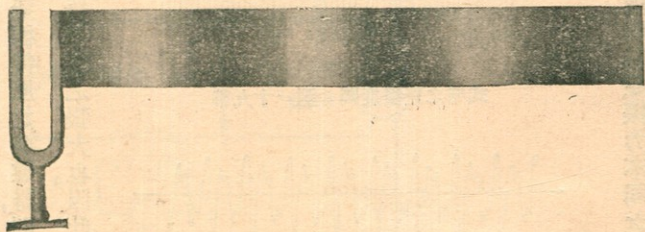
空氣之密度均勻，則耳膜內外所受之壓力相等，耳膜無振動，即無聲音也。設有一音叉被擊，如第八十九圖所示，則音叉之二股內縮，股外之空氣被吸而稀；繼而二股外漲，則股外之空氣被擠而



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；噉鳴時之聲音，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，



波聲之叉音 圖九十八第

而聞音叉之聲音矣。不惟聲波如是，即電波亦然。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。如第九十

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。第九十一圖所

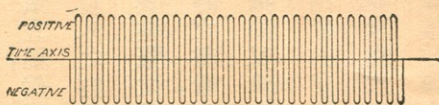
示，則代表上所言之發聲器，因阻力變更，

而縮漲其闊度也。第九十二圖所示，乃代

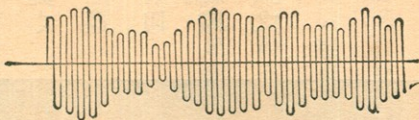
表電溜之振動曲線。即一英文字母之主

音 O（即歐）取其長音，向一發聲器言

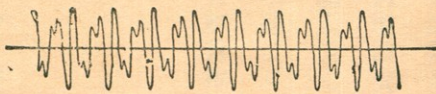
之，而德律風溜所生之形也。聲波之稀密，既可改變交換電溜振動之闊度，即發生振力不同之電波，



式略之動振溜電率週高 圖十九第



式略之更變度闊 圖一十九第



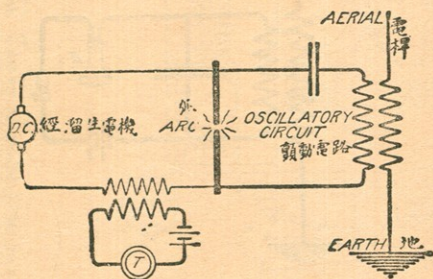
線曲動振之溜風律德 圖二十九第



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，如第九十三圖所示，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，因聲溜之變更，而射發振力不同之電波矣。

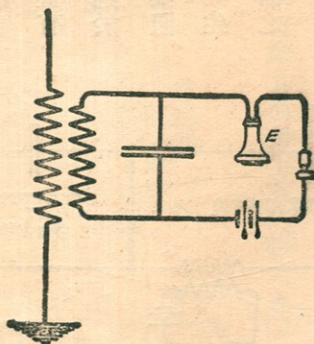


機聲發通普 圖三十九第

其收聲機之佈置，如第九十四圖所示。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，如第九十五圖所示。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<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

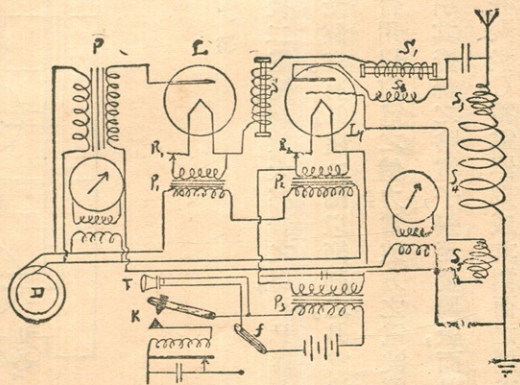


第九十四圖 普通收聲機

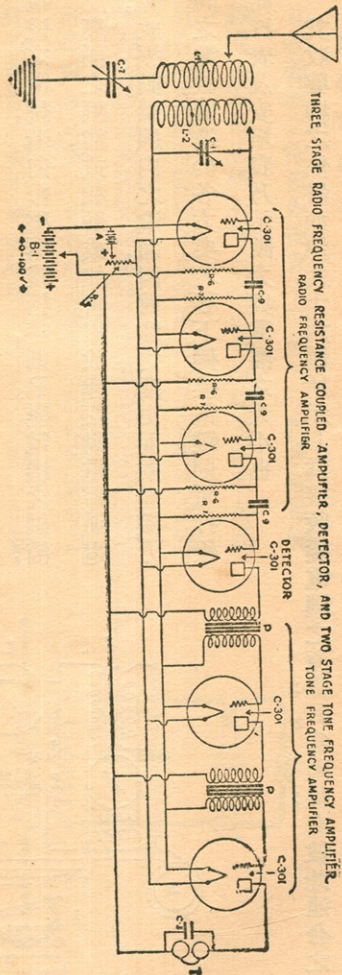


變電機之副溜，入於矯正電燈，變為大動力之直溜電；先聚於蓄電器 C，復回於振動電燈而中和。有鐵芯螺線圈  $S_1$  與空芯螺線圈  $S_2$  以自感溜節制其大小。 $S_4$  為振動螺線。 $S_3$  為增減電波器，以自感溜節制振動螺線內之電溜。 $S_1$  為反應圈，其線之一端，連於  $P_3$  變電機之副線，一端連於振動電燈之金屬網。 $P_2$  變電機副線之彼端，連於振動電燈之電絲，若向發聲器談話時，則  $P_3$  變電機之副溜，與反應圈之副溜，或相助或相阻，以改變振動電燈通電之能。故振動螺線內之電溜，因聲溜之變更，而射發振力不同之電波，傳達於各方矣。若移下變換電鍵，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，如第九十六圖所示， $L_1$  為接收變電機之原線； $L_2$  為副線；有彼此連合之六電



機聲發式新 圖五十九第



機聲收式第 圖六十九第

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  $R_4$  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 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蓄電器之電，由第一燈歸陰極時，則第二燈金屬網之陽電，由燈絲至R螺線，與陰電中和，）其電壓較第一燈金屬網之電壓爲高，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）

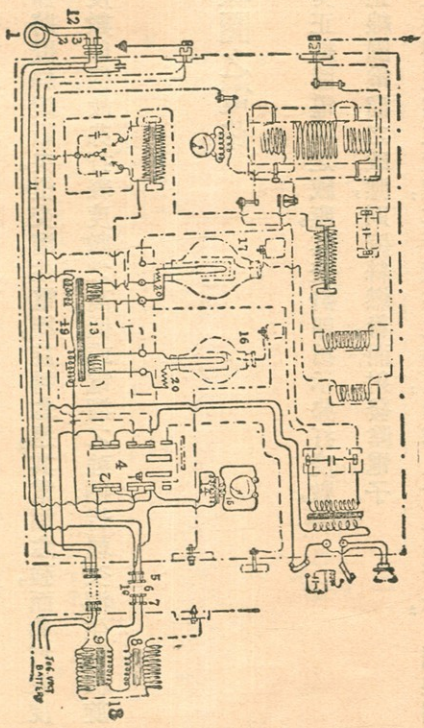
發報機正線圈之電路，分爲三支，如第九十七圖所示。其正線圈所經過之電溜，均係由交溜生電機發出者，故謂之交溜電。如高壓變電機正線圈所經過之電，自交溜機（1）起點，沿引線（2）至發報箱插塞座（3），經過箱內之導線，至收發電門（4）之甲端，由甲端至乙端，隨至發報箱右邊插塞座（5），經過引線（6），至收報箱插塞座（7），至高壓變電機正線圈（8）及（9），由（9）之一端回至引線（10），並至插塞座（5），沿箱內之導線（11），回至插塞座（3），至引線（12），回至交溜生電



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



發聲變正線圈之電路圖 第七十九圖

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 M. F. 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

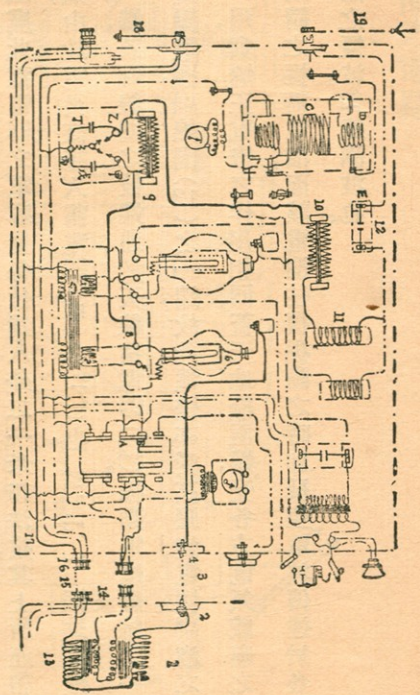
弗打表變電機之副線圈，受正線圈電溜之感應，其表針即指示弗打度數。

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，如第九十八圖所示，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)，經過接線柱，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，此蓄電器雖裝



發聲變副線之圖 圖八十九第

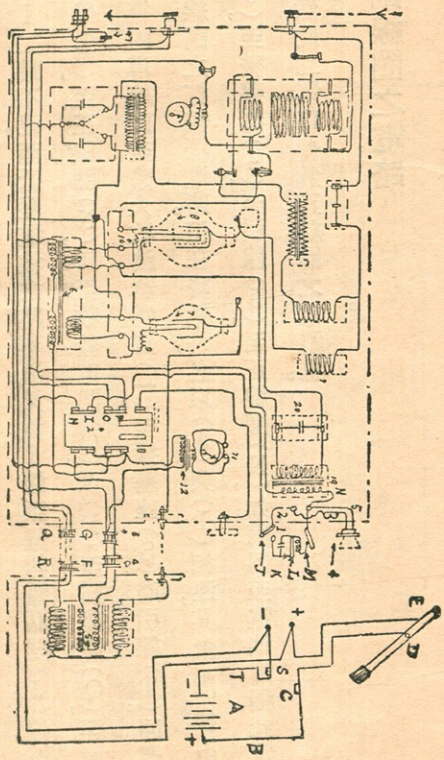
入高壓電，然其容量小，所蓄之電亦少，故無危險之虞也。至於大蓄電器（甲）與（乙）之兩端，係連於鐵芯螺線圈（9）之兩端，其彼兩端（丙）係連於地線網，故彼時亦裝入高壓電，但其容量大，所蓄之電多，是以危險耳。放電又（丁），係於停止送話時，用其放出各方面之餘電也。惟放電時，必須將電又與蓄電器（甲）與（乙）之兩端相觸，則各方面之餘電，即由該電又而中和。但放電時須以手按硬橡皮鈕，萬不可按銅器，以免觸電之虞。此蓄電器之電容量，每付為八分之一米扣法拉，其上所連帶之小阻力圈（戊）係用以防阻電氣，由放電又直接入蓄電器（甲）與（乙）也。K. H. I. 振動電燈之鎳筒，係連於短空心螺線圈之一端，該螺線圈之彼端，連於天線蓄電器（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

路，如第九十九圖所示，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，(此總閘無論收報發報，必須連接方可通電，一卽至擴大收波器之接線螺釘(十))



發聲器正線圈之電路 圖九十九第

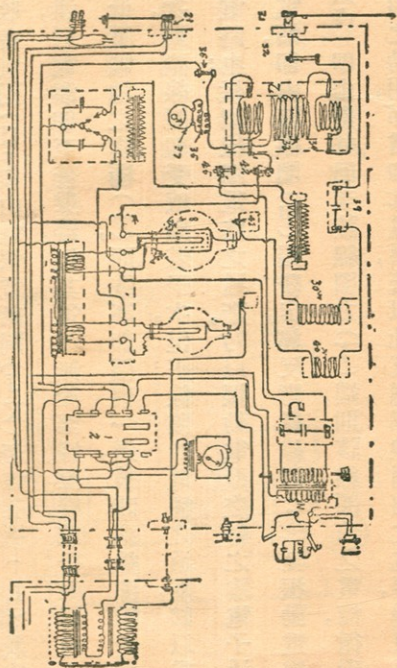
(收報時其電溜，即由此端(十)入收波燈)經箱內導線，至插塞座(F)，過引線至發報箱插塞座(G)，至收發電門(H)與(I)；但H與I之兩端相連，係該閘軸上銅片連接之故，發報之時，必須向發報一方面扳之。否則H與I二端不連，而低壓電池之路不通。又由I端至電報電話閘(J)端，至(K)端，至蜂聲機(L)，經電鑰(M)，至正線圈(N)，回至收發電門(O)，至(P)，至插塞座(Q)，經引線至收報箱插塞座(R)，沿箱內導線回至擴大收波器螺釘(一)，至插塞座(S)，過引線(T)，回至電池陰極(一)。此電溜之路線，謂之打報機電路。但在發話時，必以(J)與(I)相連，其電溜即由(1)至引線(2)至引線(3)，至發聲器(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，如第一百圖所示，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 N. F. 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。而燈絲與金屬網之間，係藉陰電子接連，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。



第一百一圖 發聲器副線圈之電路

## 五 發聲器正副線圈內電溜之作用

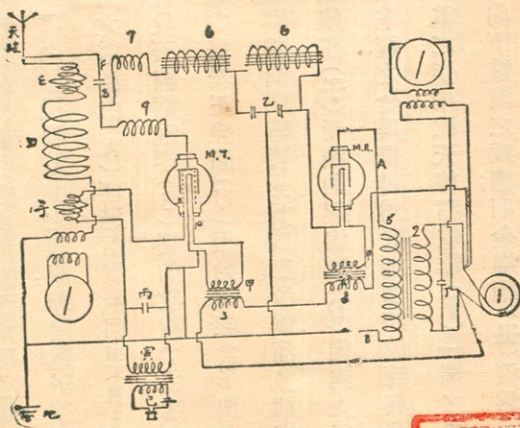
發聲器正線圈電路內，僅用低壓電池（即六弗打）內之直溜電，當電溜由該電池陽極（十）發出，經總開（DE），引線（FG），收發電門（HI），由電報電話開（JK），至蜂聲機（L），及電輪（M）。若將該電開（J）與（I）相連，則電溜即至發聲器。但其電溜無論至蜂聲機，或發聲器，均入正線圈（N），由收發電門（OP），回低壓電池之陰極（一），而電溜即循環一週，彼時副線圈即受感應一次。蓋正線圈內電溜循環若干次，則副線圈即受感應若干次。但正線圈內電溜之通斷，即以言語之聲波，或蜂聲機，或電輪，通斷其電路也；惟副線圈電路之通斷，乃以振動電燈燈絲之陰電子通斷之，故副線圈內所受感應變化之電溜，即由該線圈（甲）端發出，經反應螺線圈（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，彼時反應螺線圈（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，如第一百〇一圖所示。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)



發聲機全部電路之作用 圖一百一第



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(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，分為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，係專為收電波之用，故謂之收波器。V. 24字燈係專為擴大聲音之用，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

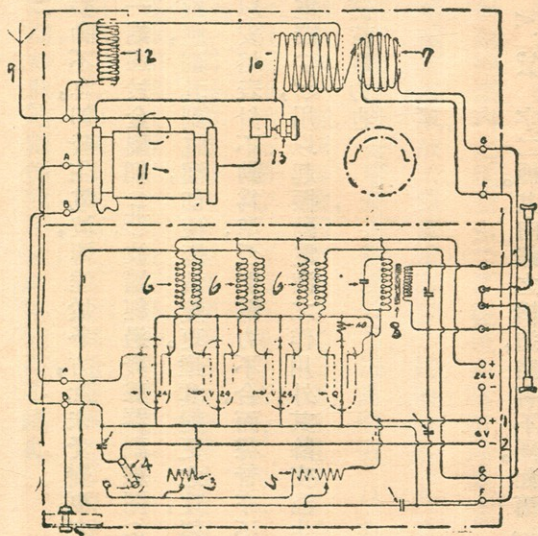
表明此端必須連於陽極，否則電溜反向，而有害矣。燈絲之下端，連於螺釘(2)，亦

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



第一二一圖 收音機全部電路



則電溜通；不連則電溜斷。收報之時，必先將電開（4）相連，使其電溜燃着燈絲，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，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。

Oct. 19, 1951  
01338





中華民國二十五年七月  
初版  
中華民國二十四年四月  
國難後第一版

(68216)

百叢書  
無線電原理一冊

每冊定價大洋**貳**角七

外埠酌加運費匯費

版權所  
翻印必究

著者 王錫恩

主編者 王雲五

發行兼印刷者 商務印書館  
上海河南路

發行所 商務印書館  
上海及各埠

\*C五六七〇(三)





教育部圖書室

書碼 621.38  
W185

登錄號碼 01338

期 限 卡

Date Due

71.5.17

館 書 圖 學 大 治 政 立 國

60



著者 王 錫 恩 書 碼 647·65  
Author Call No. 033

書 名 無 綫 電 原 理  
Title

登錄號碼 213561  
Accession No.

| 月 日  | 借 閱 者           | 月 日  | 借 閱 者           |
|------|-----------------|------|-----------------|
| Date | Borrower's Name | Date | Borrower's Name |
| 5/3  | 陳振聲             | 1982 |                 |
|      |                 |      |                 |
|      |                 |      |                 |
|      |                 |      |                 |

國立政治大學圖書館

書 碼 647·65  
033

登錄號碼 213561



\*A213561\*