

无線电话原理

百 科 小 叢 書

第 五 十 六 種

無 線 電 話 原 理

美 國 懇 普 斐 特 著
嵇 觀 譯

商 務 印 書 館 發 行

小言

無線電話之進步，在近數年來，幾有蒸蒸日上之勢。此實各科學家，費心血，瀝腦汁，所得之結晶體也。推其結果，將化五洲爲同室，聚異族於一堂，談吐可聞，語言無隔，殊方何異比鄰，縮地竟然有術，偉矣，奇矣。前年負笈美洲，見彼邦人士研究無線電話及傳播，多能自製器具（大都礦石收電器），收受音樂，而傳播局遍國林立，每晚各家之內，音樂歌曲，演說諧談，市情報告，氣候狀況，祇加以適宜之調整，即可得空谷之來聲。以休息之時得種種娛樂，奇妙誠匪夷所思矣。返國始見海上大旅館及遊戲場，亦均逐漸裝置，亦見國人對於新奇之發明，實所重視。惟艱深之科學，非得明瞭之理解，不能引起國人之興味，與夫共同之研究。此書譯自一九二二年美國 Waldemar Kaempfert 所著之無線電話原理。原著提綱挈要，擇精去蕪，以淺近之談，達精深之理，不揣鄙陋，加以譯述，書成，並蒙電師唐心存先生惠予校正。然掛一漏萬，謬誤難免，倘荷閱者賜以教正，

尤所深感。癸亥初夏履冰嵯觀書於海上客寓

無線電話原理

目次

第一章	電波與能媒之關係	一
第二章	波長與調整	七
第三章	波之發生	十一
第四章	天綫與環狀天綫	十四
第五章	電磁波之檢定方法	二十二
第六章	電	二十六
第七章	無線電通信之未來觀	四十

詮釋.....四十四

記號說明.....五十三

無線電話原理

第一章 電波與能媒之關係

吾人之習無線電話者，其初必懷疑曰：窗櫺嚴閉，而聲浪可聞，其果何從而致此乎？以各人理想上測之，則此遠來之演說聲，歌唱聲，必非空氣所能傳，而必有別種媒介品之存在。蓋在他端之電話發話器，其所報告新聞，固非大聲疾呼，實皆以平常語氣出之也。

往古科學家，其初研究光學，嘗以光之由何物傳送，極生疑慮，此與上述疑問，約略相同。夫吾人見輝煌之日光，與燦爛之明星，若其光由空氣傳送，以至眼簾，則大地與星球日球之相距間，固界有億萬哩之真空層。其間實無空氣流動，斯知光之傳送，非藉空氣為媒介也，明矣。是以由科學家之想像，以為必有別種媒介品之存在。此種媒介品，較空氣尤普遍而稠密，無孔不入，無微不在。

山也、石也、草木也、人體也。人目所不能見之原子與分子間之纖微孔隙，蓋無不有此媒介品之充佈。此媒介品科學家皆認為能媒 (Ether)。假定能媒之存在，而後可解明日星燈燭之光之果何由映目，亦可藉以闡釋熱之傳導，與夫電之發生。

今以能媒為果然存在之媒介品，然能媒究如何以傳光，亦一疑題也。用種種試驗，可證明光係在能媒中的一種波動，日月星辰，以及燭火，其原子常振動不息。因其振動，發生波浪於能媒中，名曰光波 (Light wave)。此光波成圈形而出，正如拳石投池，迴渦四散也。

大凡各種能之傳導及人，其形往往如波。按鋼琴之鍵，振提琴之絃，皆所以激起波浪於空氣中。其波浪傳達於耳，吾人始得聞音。繫繩之一端於樁，而持他端上下振動之，則成起伏之波形，其理與上述同。故能之傳送，多由原子之振動 (Oscillations 或 Vibrations)。此種振動，皆交互起伏，發生波形於相接觸之媒介品中，遂以及遠。

在無線電話中，吾人所討論者，爲能媒中之電波。雖爲目力所不能及，然與光波之在能媒中相似。當音波由傳播局出發，（按傳播局（Broadcasting Station）在美國專行發放音樂、演說、及市情、氣候報告等於各私家所裝之無線電話器，使得種種娛樂。）先變之爲能媒波，更經受話器，以變爲音波。

在電波發明以前，科學家早有相關之發見。邁克爾法刺對（Michael Faraday）著名實驗家也，發見凡電流經過一金屬綫，能引起電流於相距之他一金屬綫上，此現象吾人名之爲電誘導。電磁石之互換電極，可在相近之金屬綫上，得相同之結果，吾人名之爲電磁誘導（Electro-magnetic induction）。然此電磁力究藉何種媒介品以傳送，法刺對固甚疑之。其後英之數理家克拉克麥克斯惠爾（Clerk Maxwell）出，創爲新奇之理論。彼曾研究光學，證明光係一種電磁力。而波動於能媒中，能媒爲不能感覺之物，其中究有否他種波浪，振動如光，在當時實無人究及。

麥克斯惠爾以數理推論，決定法刺對之電誘導，實以二金屬綫間之能媒爲媒介。惟電波不易覺察，非如光之可見。至其速度，二者均同，每秒鐘可達十八萬六千哩，欲見電磁波，可用一種機械之目，此目蓋以此而特製者也。

麥克斯惠爾後，有德國物理教授赫支(Heinrich Hertz)。發明一可見電磁波之目，以證實麥克斯惠爾理論之確當。彼於試驗室中，裝置電花，使能媒中發生波動，亦如投石池中，旋波四起。其特製用以見電磁波之目，爲一簡單之金屬環。環非密接無縫，其幾相接觸之兩端，皆成球形。際電花爆發時，此兩球間有細微之電花流動，故電花發動，則每秒間，有無數電波於兩球間之空氣層中，四射而出，猶日球及熱體，每秒間，有無數光波發射及吾人也。赫支所造之目，能見常目所不能見之電波，以證明電之傳導，由於能媒。茲說明於下：

當電花前後跳動於空氣層之兩端也，其勢交互起伏，爲連續之波動。每一波動，激動周圍之

能媒，使起一波，此波觸及金屬環，發出交互起伏之微小電流。在微小電流達環端之球時，其動量 (Momentum) 能使其衝破兩端間之空氣層而跳越之。由是發生微小之電花，爲人目所能見。此電花與原來加於環上之電花，同時流動而成交互起伏之狀。

麥克斯惠爾考究電磁波，至赫支而證明其確然存在，其後用以通記號，遞言語，即吾人所知無線電報及無線電話是。因赫支爲發明實驗電磁波之第一人，故能媒中之電磁波，亦可稱爲赫支波 (Hertzian wave)。赫支名其創造之目爲共振器 (Resonator)，因在二球間之空氣層，所發生電花，實與原有之電花相應和，而爲起伏之波動也。自發明共振器後，復有多樣不同之目，爲後人所創製，在無線電中，統名曰檢波器 (Detector)。

此目不能見之波，在能媒中，可不藉綫桿，而爲遠距離之通信。與夫情言惡語，皆可充放於能媒之中，而使之達遠。在往古實驗家，實無人見及，亦奇事也。法刺對麥斯惠爾克赫支及俄力味洛

治(Sir Oliver Lodge)皆以此波爲科學上之現象。至此放射之能，足供平時及戰爭實用，彼輩固未嘗夢想。及爵士克魯克斯(William Crookes)始勇然發爲創論，以爲他日人類，必有藉能媒以通語者。此種理想上預言，至馬可尼(Guglielmo Marconi)而竟成事實。馬可尼者，一念齡之意大利童也。在一千八百九十四年，彼能傳信至數百尺外，至一千八百九十六年，可達二哩，至一千八百九十九年，設局通報於英倫海峽之兩岸。至於今日，則美洲可通至歐亞，與夫航行海上之數千船舶，皆藉能媒力也。

炎夏黑雲蔽天，雲與地間，或雲與雲間，常起閃電，此自然界發送可驚之無綫電號也。閃電乃一電花，長約數哩，波動於雲與大地間，使發生能媒波，或無綫電波。卽在絕無雷雨之時，自然界亦常發送無綫電號，充電之雲，常欲放電於隣近之雲，電乃自一雲而射入他雲，復自他雲而返，成爲往復之放電。至電壓消滅時，此放電乃靜止，故自然界常於能媒中通信。此種自然現象，無綫電員

稱爲漏電 (Strays)，或曰靜電 (Static electricity)。在盛暑時，自然界靜電之力，足以擾害通報，尤以在接收密碼電報時爲尤甚。蓋報屬密碼，電員自不明意義，往往自然界之靜電，觸及收機，誤爲密碼，以成巨錯。至在無線電話，靜電之力，常於受話器發生類似磨擦或抓剔之各種音響，現多數工程家，研討及此，時有改良，則將來自自然界靜電之擾害，當可免除。

第二章 波長與調整

投石水中，波浪四射，凡波非遇斷阻，皆四面廓廣。日體發射光波於各方向，故衆目能見，空氣能傳送音波於各方向，故人在聚樂廳中，得聞舞臺上之絃歌。日固無祕密之可言，則無線電亦屬極平易之物，蓋赫支波之發射，正如光波，圈繞而出。及於各方向，故無線電局之公於世，不啻紅日當午，各方皆見也。

舉拳石投之池，微波以起，若擲巨石，則波較大。陵(Crest)與陵之距離，小波常只數寸，大波或至盈尺，是曰波長(Wave lengths)。欲發送或收受無綫電報或電話，必先確知波長，在無綫電中，波長常以呎(Meter)計。此呎制度，為科學家所選擇，即一呎為三·二八呎。

無綫電所用之波，其長約自一百至三萬呎，吾人苟冥想此，杳不可見而遍及各處之茫茫能媒海中，加以三萬呎長之波，其幅員廣及十八哩矣。此類波長，有時用於由美達歐，及由美抵澳之無綫電信中。

波長之於無綫電，猶音之調(Pitch)，光之色也。物體起伏振動，發生連續之波於空氣中，因以傳音，如波之來，有節拍，有規則，即成樂音。其音或高銳，或低沉。音之調，以每秒有若干音波及於耳膜為斷，故亦視發音體之振動於空氣中若干次數也。吾人加緊或放寬鋼琴之絃，所以抑揚音之調者，名曰調整(Tuning)。在無綫電中，吾人亦稱調整，所以使受話器所能受無綫電話之調，

合於發電局所發之調也。所謂調者，即波長是。波小者長度亦減，而觸擊於收電器者，次數亦愈多。此收電器無論爲目、爲耳、爲無線電檢波器，皆屬一致。故吾人謂調整波長至三百呎，其意即整理收電器，使能收三百呎之波長，恰如整理提琴之音調，使與同奏之鋼琴音調，互相諧和，波長又可與光相比例。吾人見色而名之曰紅，曰藍，其意即謂紅色之調，較藍色之調爲低。易言之，即紅色之光波，其長較藍色爲巨。苟吾人加藍色鏡片於目，以視周圍世界，則所見者，皆非其本色。故戴紅黃或藍色之鏡片者，即調整光至一定之波長也。無線電傳播局放射三百六十呎之波於能媒中，猶發光所中。發射一種只含紅色之光線也。常人之目，能檢定虹中各色。而色盲者不能，一調整之收電器，實不啻色盲，蓋以其祇能收一種之波長也。

赫支所發明用以發生赫支波之各種方法及電路，皆含電容 (Capacity) 與形導 (Inductance)，電容可即其意義而知之。凡導體無論何形，皆有面積。絕緣之二導體，常能充電至一定程

度，即稱電容。容電之器曰蓄電器（Condenser），以相等之電壓充電。導體面積大者，其所需之充電時間愈長，故變動導體面積以充電，可伸縮充電之時間。蓄電器之可變動面積者，稱為可變蓄電器（Variable condenser）。

吾人曾知法刺對之發明，如電流通於一金屬綫上，能誘導而發生電流於相近之他一綫上。一振動之音叉，能引起振動於適宜張力及長度之鋼琴絃上，欲調整其絃，可整理其張力或長度，或二者並用。欲調整無線電之收電電路，使適合於發電電路之波長，可整理其電容，或形導，或二者並用。故電容可與鋼琴上絃之張力相擬，所以調整之，使與音叉之振動相吻合，而形導，則可擬之以絃之長度。在調整時，如吾人不能變動電容，可變動其形導。至何者當施變動，則以時間經濟，與手續便利為斷。

無線電發電局，為一發電所，與供給電流於電車電燈之發電所相同，亦有發電機之裝置。此

機與在各發電所通常所見者，間有相似。其電力各方散佈，成赫支波形。其波圈愈趨愈廣，故其力亦漸弱。遠處之收電局，祇爲此無數波圈中之一點。距離愈遠，則所能檢定之電力亦愈微。收電局之在英國者，只感及美國發電局所發百萬分之一電力之百萬分之一。

拳石投池，則生微波，投巨石則生較大之波，擲巨細之石於池中，實加池水以能。故所隨起之波，卽爲能之波，同乎此。在無線電中，必藉能以發波於能媒中，細微電能猶小石投池，所生之波，不能及遠，而卽靜滅，故欲及數百哩之外，須用多量之電能。欲通無線電信於海外，須舉偉大之電，投諸能媒。然後巨大之波，能鼓動於空間，尤必能媒中有一列之波。庶可通報，此種波列，用模斯電鑰，按照電信記號所用之點畫，斷續發出。

第三章 波之發生