

百 科 小 叢 書 第 五 十 六 種

無 線 電 話 原 理

嵇 觀 譯



商 務 印 書 館 出 版

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。

今以能媒爲果然存在之媒介品，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之一種波動，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（Electromagnetic 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，即吾人所知無綫電報及無綫電話是。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，在無綫電中，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，或雲與雪間，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。即在絕無雷雨之時，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 (Stress) 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，圍繞而出。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（Ches）與陵之距離，小波常只數寸，大波或至盈尺，是曰波長（Wave length）。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、爲無綫電檢波器，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。無綫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。欲調整無綫電之收電電路，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。

無綫電發電局，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，即爲能之波，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，而即靜滅，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

衰減波 (Damped wave)。無線電話所切需者，爲一種交互而不沉寂之波。名曰連續波 (Continuous waves)。此類電波之發動，其傳送力較大。

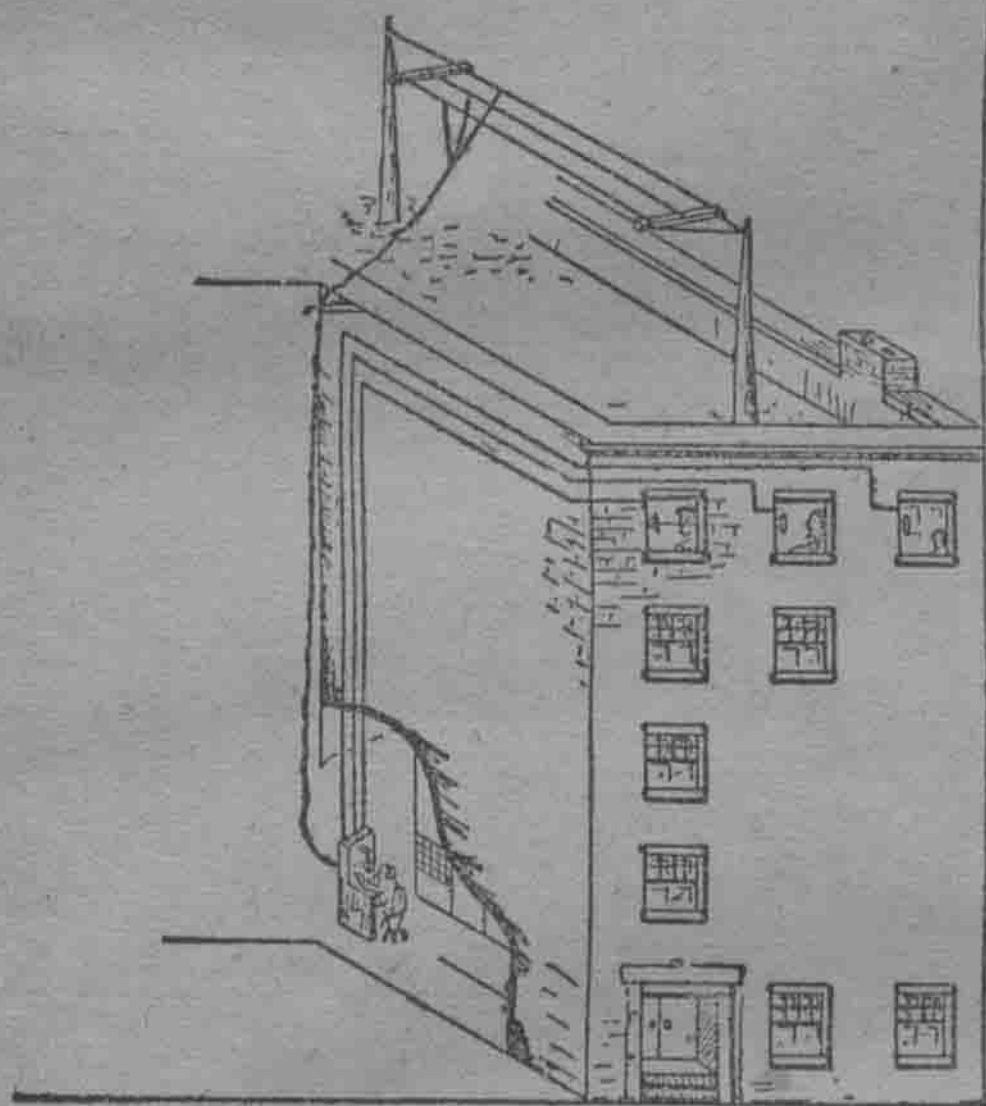
在最初無線通信時，多數發明家，從事思索於常能連續波動之赫支波之發生方法。交流之電，嘗久供商業工程上實用，苟能用此交流電，以發生弧光。如夜間市上所常見者，則電流交互流動於金屬綫上，每秒鐘可達二千五百至五千次，然此猶嫌太遲。蓋吾人必至少每秒鐘得一萬次交互流動，若能增至百萬次，則尤善也。後丹國工程家庖爾森 (Valdemar Poulsen)，發見用弧光代電花，以發射電波，可得所需之交流次數。自此發明，而無線電話始闢一新紀元。蓋波既永久行動，如電流之流通於金屬綫上，則吾人能加以模製。換言之，改變此波成意定之模型，即與人聲相符合，亦能變復原狀，使發爲人聲也。

交流電經過金屬綫上，能放射波於能媒中，惟須每秒鐘間有數萬次之交互流動耳。通常交

流發電機，不能轉動極速，以發生上述次數之交流。特製之發電機，以德國戈爾德士密 (R. Goldschmidt) 及美國亞歷山大孫博士 (Dr. E. Alexanderson) 所發明者，爲合實用。雖有多數電局，裝置此種發電機。幾如普通發電所者，然將來有藉真空管 (Vacuum tube) 以發生赫支波之趨嚮。此管亦號電子管 (Electron tube)，又稱熱離子瓣 (Thermionic valve)。此種發明在無綫電上，具特殊之力，而於傳播尤爲重要。將於下章「電」中詳述之。

第四章 天綫與環狀天綫

赫支檢定其所發之波，其最良結果，距離只數呎。至馬可尼始毅然決定，可發明別種方法，用赫支波以通報。彼固甚稔苟非發送波於能媒中，至數哩或更遠之地，而得檢定之於收電局，則此赫支波，將永無重要應用之可言。馬氏發見，如用以發生電花之電，交互流動於高豎之導體上，則



寄宿舍與旅館，可於每房間裝置無綫電受話器，屋脊設公共天綫，下層置公共收電機，由電話器或高聲器，與各房相接續；此外並無所需。

雖用赫氏原來之器械，亦能發送波至數百呎外。故始也高立桿木，垂綫其上，繼也思得最大之效果，至懸導體於高飛之紙鳶；其後懸導體於高桅之頂，或巨塔之尖，爲一般所通用，而稱之爲天綫 (Antennae)。Antennae 一字，借自昆蟲學，意卽觸角。在大無綫電局，天桿高擎，綫條橫架，目擊者固以此高伸遠出者，欲得空間之物，而觸覺之；不過所觸覺者，乃電波耳。

據前章所述，吾人已習知電之交互流動，至一定所需之速度，能生赫支波於能媒。天綫祇爲交流電路之高伸者，所以使之激動能媒，較之短電路，其效力更大。良以能媒之被振動愈甚，則生波愈大，而遠處之檢波器，所得結果愈佳也。

私家與傳播局中有其目的不須發送消息至數千里外者，（雖私家電話，間於蘇格蘭島可聞）故其天綫，非如大無綫電局所用者之長且高。此種大局，發報至歐洲及日本，所立之塔，高至數百尺。至大局所以必需如此高度之天綫，理固易明；蓋彼須振動多量之能媒，使發生非常之巨