

無線電原理

及應用

赫卿蓀著

丁 曦譯

開明書店印行

無線電原理 及應用

赫卿蓀著
丁曦譯

開明書店印行

無線電原理及應用

一九三六年三月初版 一九五〇年五月京一版

每冊基價一二・五〇

著	者	赫	卿	蓀
翻	譯	者	丁	曦
發	行	者	上海福州路	開明書店
			代表人范洗人	
印	刷	者	開	明
			書	店

有著作權 ■ 不准翻印

(172 P.) W

線

原 序

我的無線電初步，還是一九二六年出版的；那本書使我感覺到意外的成功。印者與我，好久以前就得到不少讀者的來信，希望修訂再版。不過我個人以為無線電的發展，一日千里，若僅屬修訂，實已不能適應書名，並切合現時讀者的需要；因此我決定再以現時代的資料來重寫一本。我長久的經驗，使我仍舊用寫上本一樣的計劃，來寫這本書。這種寫法，在我不惟是得到承印者的採納，而且已得到許多教師、學生及無線電實驗者等的嘉許。

這本無線電原理及應用的目的，在使讀者對於現時無線電的基本知識及實際工作，得到一個深切、澈底的了解，並且使他初步的知識立在穩固的學理之上。在這裏，假定讀者以前沒有電或無線電的知識，所以應該簡單扼要地把必需的學理及新的觀念，用簡約合理的文字介紹出來。這種學理觀念，不但不知物理學家的意見發生衝突，而且將來讀者在研究高深學理時，也不至於引起觀念的矛盾。這些學理都和實際裝作有密切的關係，所以很可適合讀者需要。關於解釋的文字，竭力使之簡明有趣，務使讀者容易了解，而且其中的名詞術語，也都處處為讀者着想，極易領悟。

這本書是供給於無線電的初學者、業餘者、無線電俱樂部

中的社員、工業補習夜校中的學生、喜歡無線電的大衆、以及不僅以收聽音樂爲滿足，而且對於這些收音機本身感得興趣的人。這本書中，關於數學上及數學物理上的問題，都是極力避免，但希望一般已具電學知識的程度較高的學者，也能感得興趣。

我的見解是根據我多年來在各種學校及和無線電有關的協會中講授所得，並根據二十五年來我的實驗無線電的經驗。這就能解釋我何以要將有些部份特別引長，有些部分特別促起讀者的注意，甚至有時不惜重複，且常常將有關應用的學理提之好提。同時我的經驗，又告訴我電勢的觀念揣想，電子的運動原理等等，把舊的思想，逐漸用新的觀念來代替，使一般年幼的初學者也不難明瞭；而這點正是我所希望要做到的。

又爲求解釋的明瞭和能使讀者知道一般的情形起見，我曾採取了好些實際上應用的例子，和可作爲代表的幾種式樣；同時把牠們的構造和作用的科學原理也說明了。而有些地方，我又依據了經驗，寫了幾句對讀者忠告的話。本書，上面已說過，是供給於初學者的，而其中所採取的題材，還要使社會上各色人等發生興趣，所以，依正理講，不應將過於高深的學理列入，否則，實在是一種錯誤。

上面曾說本書並沒有介紹高深的學理，祇介紹很簡單而且必不可少的學理。這些學理能應用到初學者的實際工作方面——即從其簡單工作的起始，以至最新式的種種及包含新式線路的計劃。

一九三二年十二月 赫卿蓀

再版原序

由這書再版的需要——這書是去年十二月出版的——和讀者及承印者的贊許，使我自信我在前序中所指出的計劃及目的，已得到了多數的同意；同時更使我有一個機會，可將這一年來無線電上的新發展，依需要而插入本書的各段中，來介紹給讀者。

1933 年，是無線電界有着驚人發展的一個時期。當今年開始的當兒，大家盛傳着將有一種新的低週率放大的發明，現在這種傳說已由於‘靜推挽式’(Quiescent push-pull)的出現而證實了。靜推挽式有二個特點，即牠非特能發生很大的輸出能力，而且所耗的電也很省。但事實會出人意外，當這方法出現了不多時，又有一個比牠更好更美滿的方法接踵而至了，這就是利用乙類真空管所成的乙類放大。所以一般廠家正趕製了一批專供於靜推挽式的變壓器和另件，現在又得立刻改換方向去計劃適應於乙類放大的需要品了。

這是當然的，既有需要，自然大家向各方面去搜求新的發見。於是搜求的結果，就發見了‘自動音量控制器’(Automatic volume control)：由收音機自動的調節外來信號的強度，能使遠電臺的音量增加和近電臺的擾亂減少。同時又發見了現代新式完美線路中所需要的‘金屬真空管’(All-metal valve)。

‘冷真空管’(Gold valve)、『多能真空管’(Multipurpose valve)、‘鐵屑心調諧線圈’(Iron-dust-core tuning coil)、各種真空管的交連及新式揚聲器等。這真是有着驚人發展的一個年頭兒！

在這再版本裏面的材料，我仍舊是以初學者為對象的；加進去的新資料，凡有關於真空管的，有乙類真空管、雙二極三極學生管、雙二極五極學生管、高週率五極管、可變放大係數真空管、六極管、五柵極真空管等等。凡有關於低週率放大的，有推挽式、靜推挽式、乙類放大、自動音量控制、揚聲器的助聲裝置、鐵屑心線圈及幾個新式的線路。這些新的材料，都不影響原有的文字，因此前一版的資料，都仍舊照樣保留着不變。

一九三三年十月 赫卿蓀

目 次

第一章 電磁學上的幾個必需觀念..... 1

原子及電子.....	1
陽電及陰電.....	5
電力場・電力線.....	8
電流・電阻.....	12
電勢或電壓.....	13
磁學・磁場及磁力線.....	17
交流電流.....	21
以太.....	24
以太的電性應變及磁性應變.....	26

第二章 幾個電學上的基本學理及單位..... 29

安培・毫安培・庫倫・安培小時.....	29
歐姆及百萬歐姆.....	33
伏特及微伏特.....	34
歐姆定律.....	35
導體的串聯與並聯.....	36
並聯線路中的電流.....	38
阻力定律.....	40
法拉及微法拉.....	41
電功及電功率——瓦特及瓦特小時.....	42

第三章 乾電池組及蓄電池..... 45

電池的原理——局部作用及極化.....	45
勒克蘭社電池及乾電池.....	47
電池組.....	49
無線電中的乾電池組.....	51
蓄電池.....	52

第四節 電容量及感應量——容電器及調諧線圈..... 60

容電器的原理.....	60
容電器的電容量.....	64
串聯和並聯的容電器.....	66
容電器的放置.....	68
無線電的容電器.....	70
感應電流及感應電壓.....	76
互感應與自感應.....	77
線圈的感應量・亨利及微亨利.....	80
無線電中的感應線圈・調諧線圈.....	82
聽筒・微音器及揚聲器.....	90
助聲裝置.....	98

第五章 交流電的各種現象——阻抗・抗流圈・變壓

器.....	102
--------	-----

再談交流電的各種現象.....	102
落後電流及超前電流.....	103
交流電流在容電器中的流動.....	105
感應量對於交流電流的抗流作用.....	107
變壓器.....	108
交流電流與電壓的量法.....	112
電抗・阻抗・共鳴現象.....	114

第六章 無線電報・無線電話・廣播事業..... 120

波.....	120
容電器中的振盪放電.....	124
減幅電波傳播的無線電報.....	127
連續電波的無線電報.....	142
等幅電波的無線電話及無線電廣播.....	148
無線電波的幾種現象.....	151

第七章 收受天線及地面..... 161

戶外天線.....	161
地線.....	165
平衡天線.....	167
室內天線.....	167
裝架天線.....	168

第八章 礦石真空管..... 171

礦石.....	171
真空管.....	172
真空管在無線電上的二種用處.....	180
真空管的放大作用.....	182
真空管的整流或檢波作用.....	184
真空管的失真放大現象.....	190
真空管的各種常數.....	192
各式的真空管.....	195
新式真空管.....	196

第九章 礦石收音機..... 229

兩個舊式礦石機的線路.....	229
適合現代廣播情況的礦石機.....	232
兩個新式礦石收音機線路.....	234
礦石收音機音量之增強.....	236

第十章 單管收音機..... 239

再生裝置.....	239
兩個簡單的單管收音機線路.....	242
兩個特別的單管機.....	245
三個新式單管收音機的線路.....	248
反交連電阻及容電器.....	251
濾波器——吸收電路及拒棄電路.....	253

週段諧振的原理.....	255
第十一章 新式多真空管收音機.....	459
真空管放大.....	259
交連的意義.....	260
檢波管和低週率放大管間的交連.....	262
檢波管和高週率放大管間的交連.....	266
高週率放大.....	270
輸出級.....	275
推挽式放大・靜推挽式放大・乙類放大.....	277
自動音量調節器的接法.....	285
揚聲器和輸出管的配合.....	286
新式電池式收音機.....	289
標準線路的裝配法.....	303
交流收音機.....	305
拾音器的裝置法.....	309
短波.....	310
第十二章 真空管發報機・超外差式收音機・電視術・	
電傳照相術・電傳電影術.....	312
真空管發報機.....	312
關於發報臺上的幾件事.....	315
超外差式的收音機.....	317
電視.....	319
電傳電影術・電傳有聲電影術.....	325
電傳照相術.....	327
中英名詞對照表.....	330

第一章

電磁學上的幾個必需觀念

1. 原子及電子

‘物體’或‘物件’這個名詞，我們幾乎每天都講到；但是究竟什麼是‘物體’，嚴格的講起來，倒也不是容易事。科學家對於物體的定義是這樣的：‘凡占有空間的，都是物體’；但是這個定義，對於初學者往往會給予一個模糊的印象。所以我們應這樣說：所有一切的東西，看得見的，摸得着的，及權得出牠的重量的，都謂之物體。是以固體是物體，液體、氣體也是物體。

要了解這些近代科學的結晶品：如電燈、電車、電報、電話、無線電、‘電視學’(Television)、‘電傳有聲電影’(Tele-cinematography and tele-talkies)、‘電傳照相術’(Tele-photography)等等的原理，則關於許多基本觀念的認識，如物體究竟是怎樣組成的，實在是非常必需。我們的目的是希望對於科學知識還很淺薄的讀者，也都能將這種種的觀念灌輸進去；所以不得不多着重於‘玄想’式的想像。馬克斯威爾教授 (Prof. Clerk Maxwell) 在解說各種觀念的時候，曾經叫我們幻想有這樣一種小的靈物：他具有人的各種才能，或更靈敏些；他能看得到極微小的東西，能做極精微的工作，而這些都是我們人所不能夠做的。在這一章中，我們也就用這同樣的方法來解

釋，原因是爲了要使初學的讀者，對於各種新的科學觀念，能夠得到深刻及清楚的了解。這一點是要向已具電學知識的讀者們聲明的。

從日常的經驗，我們知道，各種物體都可以用各種適宜的方法分開來的。一塊玻璃，可以敲得很碎，而這許多碎的屑子，還可以磨成極細的粉末。一塊過錳酸鉀投在水中，就逐漸的溶化，這個意思就是說逐漸的分裂成許多小粒，散佈水中，因此將這水染成了紫色。又如把一些麝香放在室中，立即滿室生香；這也可知麝香能分成許多小的粒子，充滿了整個的房間，所以各處都聞到牠的香味。這許多例子，和還有許多日常的經驗，都得以證明物體是可以分的。

現在我們用銅〔化學家稱銅爲一種‘元素’(Element)]來做個例子，將牠逐漸的分，一分二，二分四，一直到非人力所能再分爲止。好！於是你就得開始幻想，想像你逐漸的縮小，小得像那個小靈物一樣。於是你仍繼續的將銅分小，一直到銅分得無從再分爲止。這時在你的面前，是一塊小得不能再小，分得不能再分的銅，而這些東西雖小，但天下一切的銅，卻都是由牠組成的，所以就稱爲銅的‘原子’(Atom)。

但是事實上，這種能實在分得出來的，卻不是原子，而是由原子組織成功的‘分子’(Molecule)。銅的分子，僅含有一個原子，所以上節中我們就直接講牠是原子。

關於原子，化學家是說得極詳細的。他們認爲：凡‘元素’的最小份子，而能夠起化學作用的，即能夠合組成化合物，或

從化合物中分出來的，就稱原子’。

原子是極小的東西，幾萬萬個原子排起來，還排不到一吋長。我們絕對不能夠將一件物體分到這樣的小；就是用一具極強，比我們現在最強的還強上幾百倍的顯微鏡，也休想看得到他。這是多麼小的一件東西呀！但是在這小小的東西裏面，卻有着很多的花樣呢。

假定上面的幻想都是真的，那麼現在你又要變成小靈物了。你祇要向這銅的原子裏面看，就可以看到這裏面有一個圓的球(核)，在球的四週，還有幾個小粒子，很快的在繞着牠轉。你又可以看到這些小粒子的大小和牠們與核的距離比起來，簡直差得多。如牠們和核比起大小來，就更小得可憐了。舉一個例，一個原子，好像我們的太陽系，中央是太陽，四面有行星繞着牠轉。

這個原子中央的核，叫做‘陽電’(Positive electricity)，又叫‘質子’(Proton)；四週的小粒叫做‘陰電’(Negative electricity)，又叫‘電子’(Electron)。質子裏面不中和掉的總陽電量就等於這許多外面陰電子的總陰電量。(譯者註：照現在科學界的解釋，質子裏面不盡是陽電，同時也有着陰電；不過陽電多於陰電，所以有一部份的陰電，是已經和陽電中和，在質子中所顯得出作用的，就是這些多下來不中和掉的陽電。)

把各種不同的物體中取出來的電子，經過詳細的審察，知道完全相同。我們知道氫的原子，是現在已知的原子中最輕的了；但是電子比牠還輕得多，只有牠質量的二千分之一；所

以電子可說是世界上最輕的東西（就人類所知而言）。每個電子所含的電量都相同。同時我們也更找不着一個電量，比牠所含的更少，所以電子所含的電量，有時候也叫自然的電量單位。

原子是已經很渺小了，但是電子比原子更小；倘若將一個網球，或高而夫球，置於一直徑四仟米的圓廣場上，差不多就等於電子在原子裏一樣的比例。

綜上所言，任何物體，都是由原子組織起來的；而這些原子，又都含有一個核（陽電），和一羣繞着牠跑的電子（陰電）。那麼物體何以有種種的分別呢？何以有些東西我們叫牠是銅，有些叫牠是鐵？顯然的，我們不能說銅和鐵是同樣東西；這都完全是因了電子的數目及排列的形式次序不同而顯出各種不同的性質，所以有各種不同的物體。有一種的排列，我們叫做銅，另有一種排列，我們叫做鐵，這樣的依此類推。

在化學書中，總有一張‘週期表’（Periodic table）；在這張表上，就將所有已經知道的元素，依着牠們原子重量增加的次序排列着。我們知道，在這許多元素中，氫站在第一位，牠的原子裏面只含有一個電子繞着核跑，核裏面所顯得出作用的陽電的量，和這個電子所含的陰電量相等。第二是‘氦’（Helium），牠裏面就有着二個電子繞着核跑，核裏面的陽電量也就等於牠二個電子的陰電量之和。第三是‘鋰’（Lithium），牠有三個電子，核裏面的陽電量也等於三個電子的陰電量之和。故總陰電量和總陽電量，在任何原子中皆等。更次是‘鈹’

(Beryllium), 含有四個, '硼'(Boron) 五個, '碳'(Carbon) 六個, '氮'(Nitrogen) 七個, '氧'(Oxygen) 八個, 這樣的一直增加到 '鈾'(Uranium)。鈾是表中最後第九十二個的元素, 含有九十二個電子; 核中的陽電量, 也等於九十二個電子的陰電量之和。

所以倘若我們跑到礦裏面去, 就見這許多的礦物, 都不過是由質子和電子組織起來的; 我們日常所用所看到的東西, 以及許多在無線電中用得着的東西, 雖然都不是元素, 而且是在週期表中查不到的, 但是牠們也都是由各種不同的元素所化合組集成的。因此歸根到底, 各種物體裏面, 也都祇是些核和在動的電子, 你相信嗎?

因了這種結構, 所以物體有的有着電的現象, 有的具着化學上的性質; 而也因了電子, 我們方纔有今日的各種電燈、電車、電報、無線電以及電視等等的發見。

2. 陽電及陰電

古時候的人, 就已經發現, 倘若一塊琥珀經過摩擦, 就能夠吸引各種輕小的物體, 像紙片。他們把這種現象認為 '電'(Electricity)。'電'這個字, 就是從希臘文 'Elekton' (琥珀) 得來。

不惟琥珀經摩擦後能夠吸引物件, 就是玻璃用絲綢摩擦, 火漆用法蘭絨摩擦, 硬橡皮用毛皮摩擦, 都能發生同樣的現象。一件物體有了這種吸引能力, 我們稱牠是荷了電; 這個使牠荷電的主動物, 就是電。若物件沒有這種能力, 稱不荷電, 就是具中和性。

現在先將一塊受了毛皮摩擦過的硬橡皮，用乾燥的絲線掛起來——所以用絲線掛的緣故，是因為絲線是不會讓電逃走的，這種物件，稱為‘絕緣體’ (Insulator)；能夠讓電在牠身上經過的，像銅絲，稱為‘導體’ (Conductor)——掛了以後，再拿另外一塊受了毛皮摩擦過的硬橡皮去接近牠，則掛着的硬橡皮就立即擺開去；但若拿一根受了絲綢摩擦過的玻璃棍來接近牠，則非但不擺開去，反而互相吸起來。同樣的，倘若將荷了電的玻璃掛起來，用絲綢摩擦過的玻璃棍去試牠，就擺了開去，而用毛皮摩擦過的硬橡皮去試，卻又吸近起來。

用各種不同的物體做許多像上面一樣的實驗，我們可得下面的結論：

1. 物體所荷的電，有兩種不同的性質。
2. 荷同性質電的物體，互相排斥。
3. 荷異性質電的物體，互相吸引。

很久以前，就將受了絲綢摩擦過的玻璃棍，稱為荷了正電（陽電），而將受了毛皮摩擦過的硬橡皮，稱為荷了負電（陰電），所以我們得到下面這重要的基本定理：

1. 各荷正電的兩種物體，互相排斥。
2. 各荷負電的兩種物體，互相排斥。
3. 一荷正電與一荷負電的兩種物體，互相吸引。

現在講到摩擦物了，玻璃棍經過綢的摩擦，即荷了正電，但是綢是否也荷了電呢？玻璃是荷了電，綢也荷了電，不過玻璃荷的是正電，而綢荷的是同量的負電。同樣，硬橡皮經過