

職業學校叢書

無線電學

ALMSTEAD · DAVIS · STONE

合著

周夢鑾譯

龍門聯合書局發行

無線電學

基本原理與實踐

RADIO

Fundamental Principles and Practices

by

F. E. Almstead, K. E. Davis

G. K. Stone

周夢鑾譯

龍門聯合書局發行

弁 言

無線電波自馬克士威(Maxwell)預言其存在,經赫芝(Hertz)用實驗證實,復由柏柏夫(Popov)及馬可尼(Marconi)付諸實用以後,短短不過數十寒暑,而今已無遠不屆,無時不存。應用繁多,不勝枚舉。其朝夕共處而不爲吾人所覺察者,非無線電波而何!

無線電者即利用無線電波以供通訊之技術也。此種技術之發展已使世界之面目爲之一新。舉凡商業,交通,文化,教育各方面幾無不已領受其深刻之影響。先進各國,無線電收音機殆已成爲家庭必需之設備,可藉之以娛樂身心,接受新知。反動統治者每利用無線電廣播以作虛偽宣傳,欺騙大衆,從而延續其政治生命之工具;革命者亦視之爲革命鬥爭之一種最進步與最鋒銳之武器。關於無線電之研究,已不限於此一方面之專家,所謂業餘無線電家亦與日而俱增。吾國一切落後,對此自亦不能例外。惟世事無常,落後者又何敢斷言其不能超前。蘇聯之鑑,前車未遠。憂患頻年,光明已啓,中國之新生既已在望,今後拔脚前進,或急起直追,或迎頭趕上,繁榮與進步,未嘗非指日可期。無線電與交通,教育等之關係既如此之密切,在未來之若干年中,在人民民主的新中國內,無線電事業之發達,自在意中。爲未雨綢繆,亦爲促進其進展起見,本局緣有編印無線電書刊之意。但以人力財力所限,不能同時並舉,此所以先集中其全力於無線電職業用書一部門也。

國內關於無線電教材之出版，近年以來，亦所在多有。惟或則取材龐雜，雖無所不包，而未能深入；或則太嫌簡略，難應所需。本書為富有教學經驗之美國 F. E. Almstead, K. E. Davis 與 G. K. Stone 所合著，出版於 1944 年，對於無線電理論與實踐之闡明，簡潔而扼要，極適於無線電職業學校及各種電訊訓練班之用。另有同一作者所撰之“無線電實驗”，現亦由本人譯出，如能與本書配合教學，當可得更好之效果。

書中各項專詞之譯名，除少數例外（如 close 之譯關通，open 之譯開斷，wire 之譯線，而非線），均以國立編譯館頒佈之物理學名詞，電機工程名詞（電訊部與電力部）為標準。遇兩書所未載者，則參考范鳳源等編之無線電大辭典及 Cooke & Markus 之 Electronics Dictionary 自行釐訂。

原版中訛誤之處，其經譯者發現者，譯本中均已訂正。索引部分原書似嫌太過繁瑣，譯本中亦略有刪節，以便檢閱。

譯者學力有限，又無實地工作經驗，舛誤之處，在所難免，敬祈教者學者不吝賜教，俾此譯本得時有改進，甚至超出原本而上之，幸甚或甚！譯者認為欲求一書之完善，絕非作者或譯者一人所能為力，亦非一朝一夕所能達成，必須集合無數讀者（已有修養的專家，甚至於毫無修養的初學者）之心力，對其內容，編制等加以客觀的指示，俾可依以改進，然後方能日臻於至善。無線電學之發展，既方興而未艾，其有待於訂正充實之處正多，以上向讀者所提出之要求，絕非抄襲舊例，故作客套，幸垂察焉。

原 序

本書開始於六年之前，曾以油印之形式，在若干高級學校班級，成人教育夜班，以及海軍新兵之訓練中，充無線電原理與實踐一學程教學之用。其內容自草創以來即迭經改訂，為企圖使其內容，在可能做到之範圍內，成為有用，精審而易教之形式起見，曾試作若干不同之結構計劃，而文字方面亦曾重寫多次。

此項長期試驗與改訂之結果，遂成為短簡而扼要之一書。故此書實無意於詳盡討論每一主題，竭力避免時間消耗於在主要知識方面並無貢獻之偏題上。是即置首要之事為第一，而不離要旨之道耳。

欲用本書之普通學員均假定已習高等學校物理學，且對於初等代數學亦已具有可以活用之知識。惟此項先決條件亦非絕不可少者，因每一主題之展開固均自基本概念著手也。其對於高級無線電工程人員方有意義之若干方面，在敘述與討論中均避而不談。

書中附圖，亦正如其正文，乃仔細嘗試與實驗之結果。所有各圖均由作者親自繪製，并均曾由實驗與應用而予以考驗。在插圖與討論之間咸存有極密切之關係，此乃應行注意者。事實上，

圖即係文之一部，所有各圖在文中均曾述及。此等插圖均毋寧謂為設計圖，而不必為圖畫式者，可使學者一開始即可獲得處理標準記號良有價值之經驗。

本書之目的在輔助學者於無線電基本及實踐一道獲得一堅實之根底，以作為接受高深訓練或立即付諸實用之基礎。故極適用於以無線電作為物理學下一學程之高等學校中，亦適用於先修班以及為訓練無線電與電訊隊人員之軍事學校中。無線電之應用既日在擴展之中，是本書在訓練戰時既急切需要而平時亦同樣需要之若干專門人員方面或將大有貢獻。

Francis E. Almstead,
Kirke E. Davis,
George K. Stone.

目次

弁言

原序

第一章 電子論.....	1
原子微粒之性質(2), 原子之電的性質(3), 原子之能場(5).	
第二章 直流.....	9
電路之分類(9), 電路之特性(10), 串聯電路(13), 並聯電路(14), 串並聯結合電路(16), 歐姆定律之概要(19).	
第三章 交流.....	21
正弦曲線(23), 向量解法(30).	
第四章 能與功率.....	34
直流電路中之功率(34), 交流電路中之功率(36), 功率因數(39).	
第五章 真空管.....	43
兩極管(43), 三極管(49), 真空管之作用(52), <u>屏極管(55)</u> , 五 極管(60).	
第六章 直流電計與交流電計.....	64
達松發爾電流計之原理(64), 直流安培計(64), <u>直流通伏特計(68)</u> , 交流電計(69).	
第七章 電感.....	75
感抗(77).	

第八章 電容.....	79
容電器之作用(79), 測量之單位(80), 合電容(81).	
第九章 諧振.....	83
串聯諧振電路(83), 並聯諧振電路(86), 電路阻抗(87), 槽線電路(88).	
第十章 耦合電路.....	90
互感(90), 變壓器耦合(94).	
第十一章 電能供給.....	96
半波整流(97), 全波整流(100), 充氣整流管之工作(101), 銅化銅整流器(102), 濾波電路(103), 紋波(105), 紋波電路之調整率(105), 分洩電壓分配器(107), 槽偏電壓(111).	
第十二章 聲音及其在無線電方面之應用.....	114
頻率(114), 拍音(115), 波(116), 波之計算(117), 單鈕微音器(118), 雙鈕微音器(120), 晶體微音器(120), 容電器微音器(121), 速度與電動力微音器(122), 磁力拾音器(123), 晶體拾音器(125), 括聲濾除器(125), 聲強(126), 揚聲器與收話器(127).	
第十三章 接收機電路.....	130
晶體接收機(130), 真空管接收機(133), 兩極管檢波器(135), 調諧射頻接收機(135), 超致差接收機(137).	
第十四章 振盪器電路.....	141
反饋線圈之反饋振盪器(141), 調槽調板振盪器(144), 晶體振盪器(146).	
第十五章 真空管放大器.....	148
放大器之分類(151), 電壓放大器(152), 射頻放大器之平衡(154), 放大器耦合(155), 聲頻功率放大器(157), 功率放大器中之諧波畸變(158), 板極電路中偶諧波之消除(164), 倒相(166), 功率放大器之工作點(168).	

第十六章 發送機	170
調諧振盪器(172), 主控振盪器-功率放大器發送機(174), 多級發送機(177), 振幅調制(182), 頻率調制(183), 圖像之傳遞(184), 電視(185),	
第十七章 電波傳播	188
無線電波之特性(188), 游離層中之各層(188), 電波在不同頻率下之行爲(191),	
第十八章 天線	194
半波諧振天線之長度(194), 電壓分佈(196), 天線電線之阻抗(197), 輻射電阻(198),	
第十九章 傳遞線路	201
開端與短路線路(201), 傳遞線路之調諧(203), 同軸電纜(204),	
索引	207

無線電學

——基本原理與實踐——

第一章 電子論

一切物質殆均由極藐小之電的微粒構成。此等微粒之周遭均存有能場 (energy field)，而能場則對於一切電磁現象不能卸其責任。無線電 (radio) 所涉及者既爲此種能之利用與控制，故需對於物質之基本構造與電的性質有一清晰之了解。

一片銅由肉眼觀之未嘗不似一片實心之物質。然此一小片物料固非確爲實心者也；若能將之充分放大，則當可見其乃若干藐小之微粒，其間間有廣闊之空間者矣。再若能將此一小片銅分而再分，歷無數次後則人當可得一最小塊之實體；此最小塊實體仍保留原來一片之一切物理性質與化學性質。科學家特爲此項由元素瓜分而成之最小塊物質選定一名，謂之曰原子 (atom)。元素如鐵，銅，鉛，鋁，氫與氮之類實際均爲原子之集團。元素中每一原子均具有該元素之一切特性。而原子元素以其特性則又爲原子之天然構造也。

物理學家曾研究許多原子之構造，而發現一切原子在此一方面殆均相似。各原子之中心均爲由若干物質微粒造設之一集團，即所謂核。原子核中之物料比較沉重，且具有一合成之正電荷。

正電荷單獨一個則稱爲一個質子(proton)。在一定路線上繞核而行者則爲藐小之物質微粒。原子核四周軌道中之物料比較輕



使電子作功的途徑之一。照片中所示者爲美國陸軍通訊隊在前哨所用之輕便無線電話收發機(walkie-talkie)。

飄而具有一負電荷。單獨一個負電荷即所謂電子(electron)。此二種荷電不同之物料均爲構造一切物質之基石。

原子微粒之性質 關於此等帶電微粒之大小，如欲得一完善之觀念，試作一比較即可。假定將原子核四周之電子軌道放大，使

之等於地球繞行太陽的軌道，則原子核之直徑當僅為 $3\frac{1}{2}$ 哩左右，而電子所具之直徑則約為 6500 哩。電子之直徑約為質子之 1800 倍，雖屬事實，然其重量固又僅為質子者之 $1/1800$ 左右也。質子既均在原子核中，故原子之大部分重量殆均集中於其核。

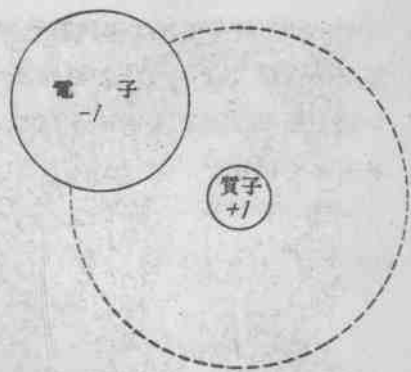


圖 1. 氫原子。

元素全部有 92 種，各有其本身之物理性質與化學性質。每一元素之異於其他一切元素即在其電荷之數目與排列。造成氫原子之電荷，其排列如圖 1 所示。

氫原子包含僅有一個正電荷（質子）之核，與繞此核而行之一個負電荷（電子）。此數既為一原子所能包含之帶電微粒之最小數目，故氫實為一切元素中之最輕者。重量次一高於氫者為氦。一個氦原子，其核中有二質子，復有二電子繞此二質子而行。繼此而起之每一元素亦均由相似之途徑，加多電子與質子而成。

原子之電的性質 在一自由而未受擾動之情況中，所有原子因所含質子數與電子數相同之故，在電的方面殆均屬平衡者。每一原子又均有其雅量，在其周圍每一層軌道上容納一定數目之電子。例如第一層軌道容納 2 個，第二層者容納 8 個。第三層軌道可保持 8 個，或就較重之原子言，18 個，而第四層可含 32 個電子。一軌道如已保有其所能容之若干電子時，此軌道即謂之為業

已滿額。

若干研究家曾發現銅原子最少含有 29 個自由質子，密集於一核中，另有 29 個電子，排列於此核外圍之數層軌道上。故在一銅原子中（圖 2），所有之正電荷與所有之負電荷，為數相同。若斯一類之原子可謂為在電的方面業已平衡。銅原子核中之質子均重而緊密縛結於一起，因此，遂不易以任何方法擾亂之。

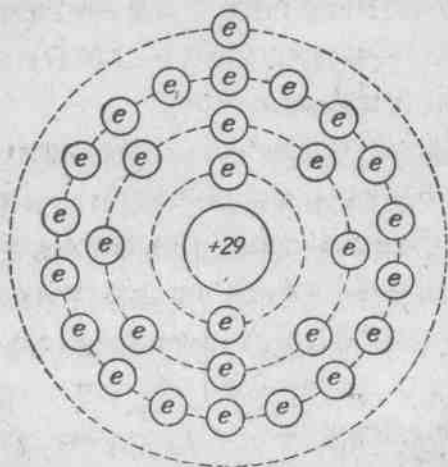


圖 2. 銅原子。

惟欲推翻一原子之電的平衡則比較不難，加減其周圍軌道中之電子即可。軌道中電子數之任何變動均可造成一個帶有正電荷或負電荷之原子。由軌道中取走數電子，結果即得帶正電之原子，即所謂游子 (ion)。負游子則由加電子於原子而成。

金屬之原子每不難將其最外一圈中之電子放棄，給予另一原子。此事若竟實現，此金屬原子即變為正游子。在非金屬類之

元素(諸如氧,氮與硫)中,則較易吸取電子,以充實其外層軌道。此事實現時,若斯一類之非金屬原子即具有超額之電子,變而為負游子焉。

依電子論 (electron theory) 言,電流 (electric current) 者即電子之流也。如有若干電子在一預先確定之路線上,由一處流至他處,電路 (electric circuit) 即告形成。在某數種物料中,需要極大之力,方可將自由電子逐出。若斯一類之物料即所謂絕緣體 (insulator)。一種物料之電的活動,則胥視易否用一種電力 (electric force) 由其中驅出電子而定。

原子之能場 電子乃一塊物質,此一塊雖確為非常微小之一塊,但亦仍須遵從一切關於物質之物理定律。由一個電子之質量的移動而完成之功的數量,即或此一質量乃以光速進行者,仍屬不大。惟電子之數量若甚巨大,則所生之動能,其數量即不可忽視。在此動能之外,電子復具有原子能 (atomic energy), 殆可與各種物體之位能相比擬。原子能所藉以表現之形式則為電子周圍之電場 (electric field) 與磁場 (magnetic field)。

如圖3所示,此二種能場互成直角。如電場在水平面中,則磁場即在垂直面中。此二種能場對於電路中一切磁的與電的活動,殆

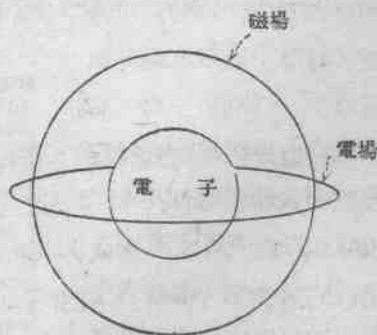


圖3. 電子周圍之能場。

均不能卸其職責。在電磁感應 (electromagnetic induction) 一情況中 (閱圖 4)，相似之能場相互推斥。如一磁場橫截一線圈 (coil of wire)，此磁場即推斥線圈中自由電子之磁場。

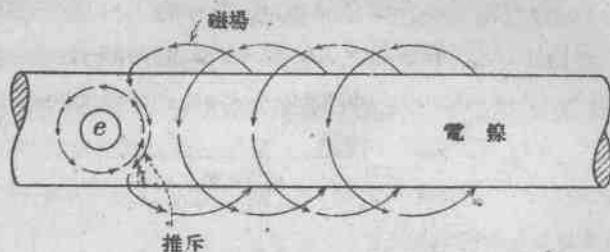


圖 4. 由相似磁場之排斥而引起之電子運動。

當電子運動時，磁場即行發生。此際，若推拒力甚大，足以克服電子之慣性，則沿線即有一電子流 (electron flow) 形成。其合成磁場之強度則視電子運動之程度而定。

在電磁感應之外，電子運動之另一效應則為靜電感應 (electrostatic induction)。在圖 5 中，發自電池組之電子沿電線由負電極 (有電子積聚之處) 向容電器板 A 流動。由一切個別電場合成之總靜電場遂展佈於容電器絕緣部分中，且推拒 B 板上電子周圍之能場。其推拒力即將電子驅向電池組之正側，如此乃造成容電器板 B 上電子之

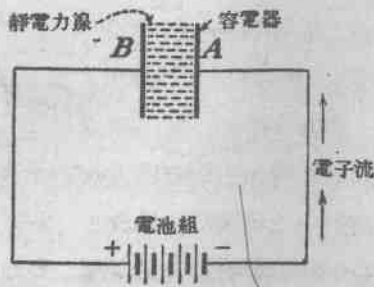


圖 5. 容電器正由一電池組充電。

缺歎。合成之電荷可為負亦可為正，在電子過剩之 A 板上為負而在電子缺歎之 B 板上為正。

若無原子能之能場，電子或不可能產生其若干種效應。無線電亦以磁場與電場二者之存在為基礎。電子雖不可能沿絕緣物料流動，但能場則仍能，且亦實行，施出一力通過絕緣物料。無線電機中之容電器，變壓器以及耦合線圈之活動即以此等能場為基礎。

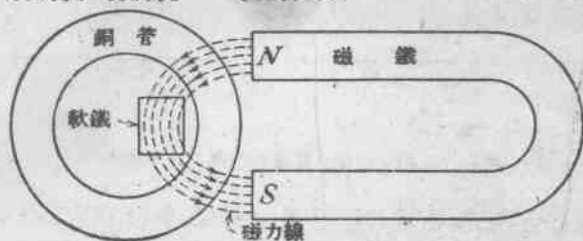


圖 6. 銅管對於磁場無影響。

有時需要阻止能場進入某一區域。無線電儀器可由屏蔽物料之適當選擇與裝置而將此等能場阻蔽。例如，圖 6 中示有一根

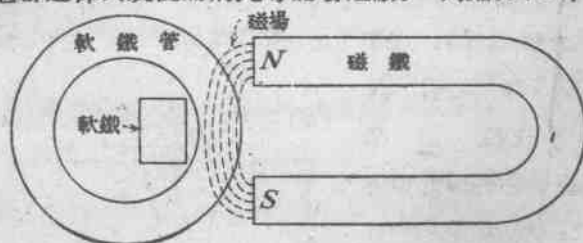


圖 7. 軟鐵管可引導磁場，因而遂能屏蔽管中間之軟鐵。

銅管，一支磁鐵與一塊鐵。銅管將磁鐵與鐵分開。但磁鐵之磁場仍可向前伸展，通過銅管，因此，鐵遂由此磁場之作用而被固着於原處。

在圖 7 中，有一鐵管，代替銅管。此鐵管對於磁力線具有高度之導磁性，因而能場中之能遂被局限於在此鐵管中之一路徑上，管中央之空間中既僅有少數幾條磁場力線，因此，鐵塊遂不受磁鐵所影響。鐵管乃為鐵塊將磁場屏阻於外。導磁係數(permeability)即指示一種物料易否磁化之程度者也。

問 題

1. 物質由何種電的微粒組成？
2. 在室溫下，一塊鐵是否為實心的？試釋明之。
3. 作一圖示最小數量的，具有銅之一切性質的物料。
4. 作一原子之圖解，此原子中含有四個質子與四個電子。
5. 電子如何有異於質子？
6. 電子在何種方面與質子相似？
7. 在一電路中有何種電荷移動？何種穩定不動？
8. 就電的性質比較金屬與非金屬。
9. 原子中之能位於何處？
10. 何謂電流？
11. 說明電子之各種能。
12. 分別電磁感應與靜電感應。
13. 電子不能順着一種絕緣物料通過，則在若斯一類之物料中可感覺電子之影響否？試釋明之。
14. 討論銅與鐵用作屏蔽材料時之相對的能力。
15. 若一線與磁力線相交，則沿線即有一電流形成。試說明所含之原理。