

无线电学

無線電學 (通信士兵用)

第一章 電與磁

第一節 電

電的根源

一、電的根源 電的發生，其根源由於電子的活動。所謂電子，為組成物質的基本單位，由電子組成原子，由原子組成分子，由分子則組成物質，無論固體或液體均是如此。物質的原子內，除電子而外，尚有質子，電子與質子性質各異，電子帶陰性，質子帶陽性。質子與一部分的電子居在原子的中央，為原子的核心，另一部分的電子則散在核心外面，比較能夠活動。在平常狀態之下，核心以外的電子和核心互相吸引，其陰陽兩電又是相等，因之相消而不顯電的作用。如果另有外力以相吸引，原子內的電子有的被吸而出，則本原子內電子數目減少，以致陽電過剩，而顯現陽性。吸出的電子，或飛入別原子內，別原子內的電子數目加多，以致陰電過剩，而顯現陰性。原子內的陰陽兩電既不得平衡，隨時有招引或排斥電子之可能，於是發生電的現象和作用。

各種物質，就電子活動的程度而論，可分兩種：一種是導體，其內的電子頗

電的性質和作

得自由活動，故能導電，如銅，鐵，鋁，銀等金屬皆是，另一種是非導體，亦稱絕緣體，其內的電子為核心所束縛，難以自由活動，故不能導電，如膠木、橡皮及其他多種非金屬皆是。

二、電的性質和作用 電分陰電和陽電，其性質為

同性的相拒，異性的相吸。

用絲線掛通草球，以貓皮擦過的火漆棒輕觸之，

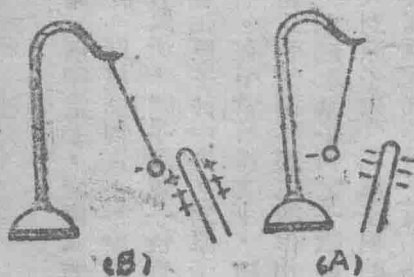
球立即離開，表明與棒相拒，如第一圖（A）。以絲絹擦過的玻璃棒，移近此球，則球趨近於棒而附着其上，表明與棒

相吸如第一圖（B）。其所以

能相拒，因通草球所帶的電與火漆棒所帶的電同為陰性之故。其所以能相吸，則因玻璃棒所帶的電獨

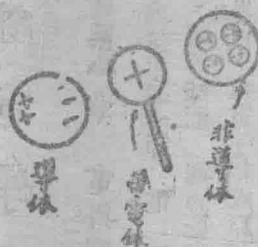
為陽電之故。

第一圖 電的吸引和排斥現象



第二圖

電感應現象



電的種類

帶電的物體，移近不帶電的物體，則不相拒，而不帶電的物體亦帶電，其內的電子因相吸而起移動，異性電集於近端，同性電趨於遠端，如第二圖所示。此種電現象稱為電感應，導體能受感應，非導體則否。

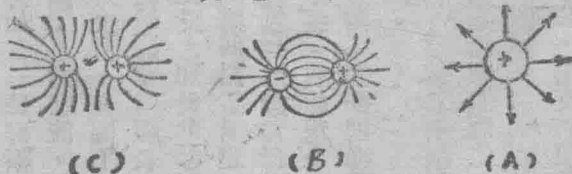
帶電體移近帶電體，兩體如果為同性的即相拒，異性的即相吸，因此之故，知有一種力存在其間。此種力稱為電力。電力大小，以兩體所帶的電子數量愈多而愈大，若其間距離愈遠，則很快的減小。

電力所能及的範圍，稱作電場。電力愈大，所能及的範圍當愈廣，即電場愈強，電故場亦所以表電力的強弱。電場的強度，為便於說明起見，常以線表示之，此種線稱為電力線。線從陽電體發出，傍邊如果有陰電體，則沒入陰電體，如果又是陽電體，則互相撩開，如第三圖所示。

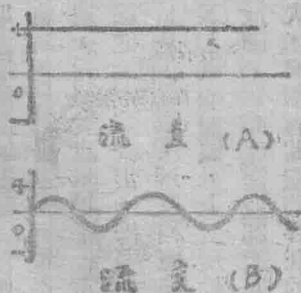
電的種類

三、電的種類 上面所說的電，僅僅顯現於帶電體上，是處於靜止狀態，稱作靜電。如果將兩靜電體接觸，電立即中和而全失。要保持電之勿失，必須有其繼續存在的原動力。這個原動力，即稱電壓，如電池或發電機所

第三圖 電力線



第四圖 直流和交流



發生的電壓是。有電壓 後能使電不斷流動，則成爲電流。能夠不斷移動的電，就別稱爲動電。動電之中，其流動方向有不變的，譬如在三長導線中流動的電流，終是由此端流達彼端，是爲直流。如果流動方向是一來一去的，則爲交流。在圖上表示電流的方法，以縱橫兩線相交於一點，橫線表示時間，縱線表示電流的強度，分正(+)和負(-)兩方向。直流和交流不同之點 於第四圖上見之。

交流一正一負的變動，每變動一次爲一週。一秒鐘內所能變動的週數，爲週率。城市中常見的點燈用的交流電，其週率甚低，爲五十週或六十週。有線電及無線電的電流，亦爲交流。但週率甚高，則稱爲高週率電流，其中有一部分週率較低，與聲波的週率相等，別稱爲低週率電流，亦稱成音週率電流。

四、電的發生方法 電的發生方法，約有下述幾種：

電的發生方法

爲量甚微。

(一) 摩擦生電。用貓皮擦火漆棒而顯現電的作用 這種電是由摩擦而生，

(二) 由熱生電。用銅絲、鐵絲等類兩種不同的金屬絲，各以一端互相連結

以火熱其結點，餘的兩端如果連接於極靈敏的電表，則電表上指針因之轉動，表明有電流通過，這是由熱而生電。

(三) 由於化學作用。通常所用的電池，其電即由於化學作用而生。所生的是直流電，為量較大。

(四) 由於電磁感應。常用的發電機，即由電磁感應而發生。所發生的是交流電，整流後可變為直流電，為量甚大。

(五) 由於振盪而生。是以直流電源轉變為高週率交流電，無線電機所能發生的即是。但此仍是以電生電，不過為發生一種交流電的特例。

電壓電流與電阻

五、電壓電流與電阻 電子流動成電流，電流是以電壓為原動力，前已述明。電流有其流動的路，這個路稱作電路。電路中電流的流動，並非暢行無阻，其中必有阻力以阻其流，猶之水管中的水流，因受水管粗細的限制，而使水量減小。這種在電路中限制電流的阻力，稱作電阻。其製成品即為電阻器。

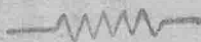
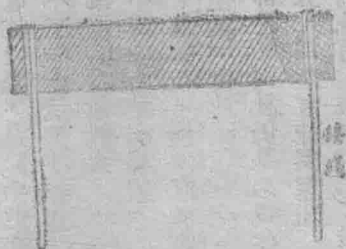
電壓、電流和電阻三者，有歐姆定律說明其關係，即

$$\text{電壓 (E)} = \text{電阻 (R)} \times \text{電流 (I)}$$

電流的單位為安培，電壓的單位為伏脫，電阻的單位為歐姆。這個歐姆定律，

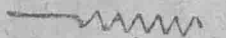
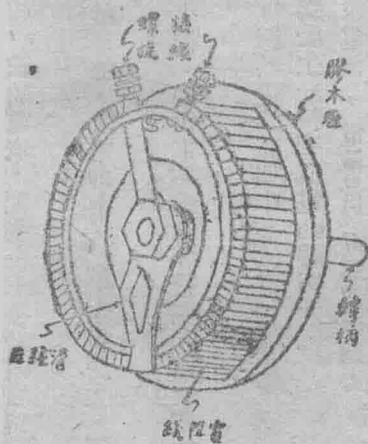
第五圖 電阻器

(A)



的定電

(B)



的變可

非常重要。其意即謂電路中的電流，依電阻加大而減小，依電壓加高而加大。電阻器分爲固定的和可變的兩種，如第五圖所示。無論那一種，能擔當電流大一點的，大多用電阻絲纏繞而成。此外尚有用炭質製成的，無線電機中常用之。

導線的電阻，導線愈長而愈大，截面積加大却減小。以同長度同截面的導線相比較，銀線的電阻最小，銅線較大，鐵線、鋅線、鉛線等則尤大。銀線較貴，故通常以銅爲導線。

電功率及電壓降

六，電功率及電壓降 有電壓必能發生電流，此即表明其能作功，電壓與電流每秒鐘內所能作的電力，即稱電功率，其計算公式如下：

$$P = E \times I \dots\dots\dots (2)$$

上式中的P，即是電功率，單位爲瓦特。亦有用馬力爲其單位，和瓦特的關係是1馬力=746瓦特。

電流通過電阻，必因發熱而耗去功率，所耗去的爲：

$$P = I^2 R \text{ 瓦特} \dots\dots\dots (3)$$

這是和電流平方成正比，故電阻上電功率的消耗爲甚大。又以電流通過電阻，必將電源上的電壓降低，這叫作電壓降。所降落的爲：

電容

$$E = IR \frac{dQ}{dt} \dots \dots \dots (4)$$

七、電容 兩薄片中間夾以絕緣體，即成容電器。其作用為能隔斷直流，而容交流通過。

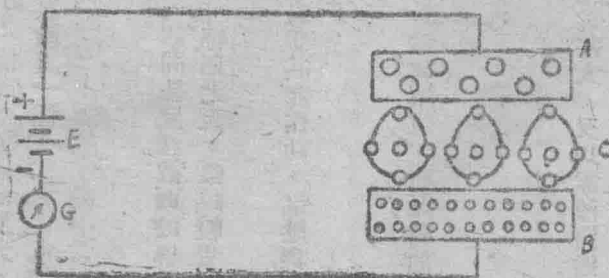
將容電器連接於電池E，如第六圖，剛一連上之頃，容電器絕緣體內電子因受到電壓而略移動，同時全路上電子亦隨之略起移動，成為瞬時的電流，但是立即停止。電池所生的電為直流，電路上電子故不再移動，為已將直流隔斷。

如果就電池的所在位置，換上交流發電機，其電壓是時時變動的，變動之頃，當有電子流動，所以電路上電流即跟着電壓的變動而流動不斷。

上述容電器在有電壓加上之時，其內的電子因起移動，電壓一去，其勢仍在，是猶將電蓄在其內，在每伏脫電壓下所能蓄電的多寡，稱

第六圖 容電器的作用

電子流



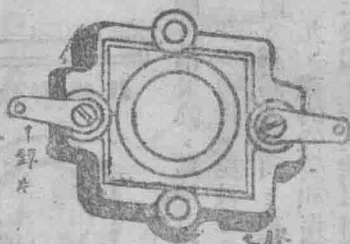
磁鐵

器電容 圖七第

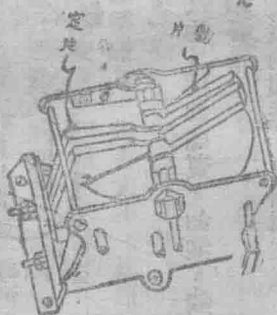
間的絕緣體，導片分兩組，相對轉動而變其電容。

第二節 磁

八、磁鐵 具有吸鐵性質的物體，稱為磁鐵。磁鐵的發現尤較電的發現為



(A)



(B)



為容電器的電容。容電器兩片中間距離愈近或兩片的面積愈大，這種性質愈顯，即其電容愈大。電容的單位為法拉。

容電器分固定的與可變的兩種，如第七圖所示。固定的大都用錫箔和蠟紙或雲母片疊捲而成，外作圓柱狀或扁方形，可變的常以空氣為其中

早。當時所發現的，爲一種磁鐵礦，其後卽由人工造成，故有天然磁鐵和人造磁鐵之分。人造磁鐵可隨人意而造成條形、圓形或蹄形，見第八圖。

鐵磁 圖八第



鐵磁形條(1)



鐵磁形圓(2)



鐵磁形蹄(3)

另有一種電磁鐵，鐵心外面用導線纏繞，將電流通過導線，鐵心卽變成磁鐵。其磁性有永遠存在的，爲永久磁鐵，亦有只是暫時存在，電流斷後磁

性隨之消失的，爲暫時磁鐵。

許多物質，能被造成磁鐵的，稱爲磁質，如鐵、銅、等是。亦有不能造爲磁鐵的，稱爲非磁質，如銅、鉛等是。

磁的性質和作
用

九、磁的性質和作用 磁鐵的磁性，兩端爲最強。如將條形磁鐵於其當中一點上掛起，使其能自由轉動，必轉至南北方向而靜止。指北的一端名爲指北極，亦稱N極，指南的一端，名爲指南極，亦稱S極。兩極的性質爲：

同名的相拒，異名的相吸。

將條形磁鐵移近平支的磁針，如相近的兩端是異名的卽相吸而不動，見第九

第九圖

磁的吸拒試驗

磁場和
磁力線

場。磁力愈大，所能及的範圍當愈廣，即磁場愈強，故所謂磁場亦即表磁力之大小。磁場的強度，為便於說明起見，常用線表示之，線愈多即為磁場愈強，此種線，稱為磁力線。

磁力線出沒的方向，為從北極起經過空氣或其他物質



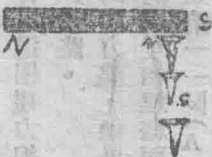
圖。如果是同名的，磁針被拒而旋轉，轉至異名之極相近時而仍相吸。此即為相吸相拒的證明。

將條形磁鐵，放近原無磁性的鐵釘，鐵釘被吸而附着於磁鐵，且再能吸住第二鐵釘與第三鐵釘，吸着的一端與磁鐵為異名，遠端則為同名。此因鐵釘受着磁鐵的感應，鐵釘本身亦變為磁鐵，故即相吸。這種現象，稱作磁感應，見第一〇圖。

兩磁極之能相吸或相拒，知有一種力存在其間。這種力，即稱磁力。磁力大小，以兩極磁性愈強而愈大，如果兩極離開較遠，則很快的減小。

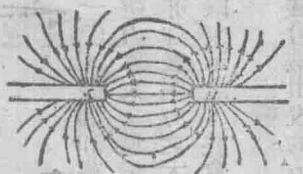
一〇、磁場和磁力線 磁力所能及的範圍、稱為磁

第一〇圖 吸鐵現象

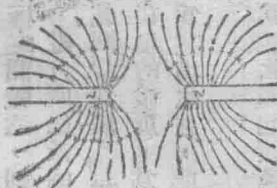


電磁

第一圖 磁力的線拒吸



(A) 吸相的



(B) 拒相的

一圖(B)所示。磁極所以能相吸相拒，其故即由於此。

第三節 電與磁場的關係

一、電磁 電流通過導線時，導線的近邊以磁針驗之，則見磁針轉動，致某一方向而止。磁針何以能轉動？導線四週因有磁力線之故。

電流通過導線，導線置於磁場中，則見導線能自移動。導線何以能移動？因導線中通過電流時而生磁，磁與磁遇而生吸拒之力之故。

這樣由電而生的磁，名為電磁。其作用，概括言之如下：

(一) 電流通過導線時，導線四週產生電場，電變磁亦變。

，而回到南極，再經過磁鐵本身和出發點接合。這個磁力線經行的路，稱為磁路。

兩磁極間的磁力線，如果兩磁極是異名的則互相連絡而有縮緊的勢，如第一一圖(A)所示。如果是同名的，則互相撥開，而有推拒之勢，如第一

(二) 以通有電流的導線，置於磁場中，即有力加於導線、使導線移動。由於前者的作用，電磁鐵和繼電器等因之造成。由於後者的作用，各種電表和電動機等因之造成。

單根的直線中通過電流時所生的磁極微。如果將導線捲成線圈，因各匝線四週的磁力線互相合併，同穿過線圈的內部，則磁性加強，線的匝數加多，則更強。同是一個線圈，其所生的磁，因通過線圈的電流加大而加強，有鐵心的又比空心的為更強。

電流和磁力線方向的關係，以安培右手定則決定之。右手握導線，大姆所指方向，如果是通過單線的電流方向，則其餘各指所指的方向，即為磁力線的方向。

第一圖 安培右手定則的圖示



(B)

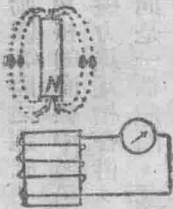
(A)

電磁感應

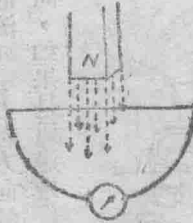
圖三一第 電磁感應的試驗

向，如第一二圖（A）所示。右手握線圈，伸出大姆指，其餘各指所指方向如果是通過線圈的電流方向，則大姆指所指的方向為線圈中磁力線的方向，如第一二圖（B）所示。

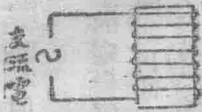
一二、電磁感應 上面說的是由電生磁，現在要說由磁生電。譬如用一導線



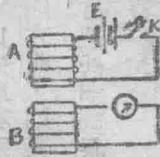
(B)



(A)



(D)



(C)

連接電表，於磁極近旁急速移動之，則見導線中有電流發生，如第一三（A）的試驗。又如圖（B），磁鐵向線圈中急速插入或拔出，線圈中亦有電發生。圖（C）以A和B兩線圈靠近，A圈上連接電池E和電鍵K，將電鍵按下或即放開，因A圈中通過電流而且變動，所以發生變動的磁力線，而穿過B圈則B圈中亦見有電流通過。同理，以變動的電流通過

電感

一線圈，本線圈中亦另有電流發生，如圖（D）。

上面的試驗，說明磁能生電，是爲電磁感應。由感應而生的電稱爲感應電。生電的情形，概括言之如下：

導線割過磁力線，或以磁力線割過導線，或線圈中通過變動的電流，導線或線圈中必發生感應電壓與電流，是即磁變而生電，磁不變則電不生。

由於電磁感應，發電機和變壓器等因之造成，後再說明。

一三、電感 線圈中通過變動的電流，必起電磁感應，因此之故，線圈具有阻礙電流變動的性能，見下述的楞次定律：

凡由感應而生的電壓，與原動電壓方向相反，送入的電流大起時，阻礙其立即大起，小落時又阻礙其立即小落，所以電流的變動，終須延遲。

由此知線圈的作用，爲能阻止交流，而直流因無變動，可容通過。

變動的電流通過線圈，線圈上必因感應而生電。在電流如何變動情形之下所能生電的關係，謂爲線圈的電感，其單位以亨利表之。線圈的匝數愈多，電感即愈大，所能感生的電壓愈高，因之上述的阻流作用亦愈顯。

具有電感的線圈，式樣和種類頗多。因其繞線方法不同，除圓筒狀的螺形線圈外，另有蜂房形和蛛網形等。如果是兩個線圈同繞在一起，即成爲變壓器。電

壓向一線圈送入，而由另一線圈傳出，線圈匝數多的，電壓變高，少的電壓變低。在其線圈的內部，有空心的，和鐵心的之分，各稱爲空心變壓器和鐵心變壓器。空心的適合高週率電壓的傳變，亦稱高週率變壓器，鐵心的適合低週率電壓的傳變，亦稱低週率變壓器。見第一四圖（A）和（B）。

第一四圖 變壓器

