

129199

基本館藏

模範無線電讀本

吳英劍編著



1951

實用無線電社出版

模範無線電讀本

上 卷

吳英劍編著

實用無線電社出版

目 錄

第一章 基本電學	1
第一節 靜電	1
第二節 電流 電壓 電阻	6
第三節 電流之特性	16
第四節 直流電路	19
第五節 電流電壓及電阻之測量	32
第六節 電流之熱效應	34
第二章 磁與電磁	44
第七節 磁	44
第八節 電生磁	54
第九節 磁生電	61

第三章 線圈與電感	68
第十節 自感應	68
第十一節 互感應	73
第四章 容電器與電容	78
第十二節 容電器	78
第十三節 容電器之式類	84
第十四節 容電器之並聯及串聯	88
第五章 二極三極真空管	94
第十五節 概說	94
第十六節 二極真空管	97
第十七節 三極真空管	99
第十八節 真空管之三常數	103
第十九節 簡熱式真空管	106
第六章 交流電路	110
第二十節 應用數學	110
第二十一節 交流電	115
第二十二節 電阻電路	121
第二十三節 電感電路	123
第二十四節 電容電路	126
第二十五節 混聯電路	131
第二十六節 諧振	136
第二十七節 變壓器	140
第二十八節 真空管電路	145

模範無線電讀本

第一章

基本電學

第一節 靜電

1-1 電子 宇宙間萬物不論動植礦物氣體液體固體之別，悉爲九十餘不同物質之組合。此種組合宇宙間萬物之簡單物質是曰元素（Element）。元素之量的最小單位謂之原子（Atom）。兩或兩以上原子之組合是曰分子（Molecule）。原子又爲兩帶電之小粒子所構成，帶正電者謂之質子（Proton），帶負電者謂之電子（Electron）。於原子之中心有一核，核內除質子外亦有電子，惟電子常少於質子，爲質子所中和，故原子核常帶正電荷。核外有電子圍繞於核之四週，其結構類似一較小之太陽系，太陽處中央，羣星按一定之軌道環繞而行。所異者，太陽系中之行星各個不同，而原子中之電子，一切却均相同而毫無差異。各原子之所以成爲九十餘種者，全因其環繞而行之電子數量，及軌道位置之不同故耳。在通常狀態之下，原子核之質子電荷與電子電荷之差的自由正電量必與其環繞在核外之電子之總負



(圖 1-1) 原子之構造

電量相等(圖1-1)。設原子因受某種外力，令失電子，此原子即呈電。不論其爲靜電，直流電，交流電以及無線電等各種現象，均係構成物質最終單位之電子運動之結果。

1-2 物體帶電 物體之負電量等於其正電量時是曰中和，但設物體之負電量抑正

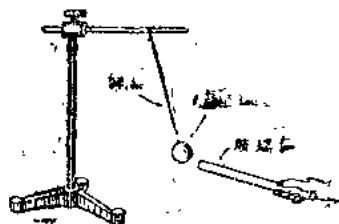
電量超過其正電量或負電量時，是謂帶電(Charged)。物體中原子之電子較通常應有之數略少，此物體即帶正電，反之略多，即帶負電。

原子核對其環繞於周圍之電子呈有相當之吸力，不令其電子脫離他去，惟此種吸力常因物質之不同而異。設原子因受某種外力而失却或多得電子，即失去中和時，該原子自必將其失去之電子拉回，或排除其多得之電子以維持其中和。

以玻璃棒與絲絹，相加摩擦，經摩擦後之玻璃棒即帶電而能吸引輕物，如小紙等。物體摩擦帶電之原因，因摩擦之力，遂令一物體中原子之電子，逃至另一物體之原子之系體中，是以恆失電子或多得電子。

1-3 帶電定律 物體帶電現象必依下列定律：物體之電荷有二：曰正電(記號 $+$)，曰負電(記號 $-$)。帶同電荷(不論正電或負電)兩物體彼此相拒斥；帶異電荷，即帶正電與帶負電之兩物體彼此相吸引。物體帶電愈強，其斥力或吸力愈大。兩帶電物體之距離愈近，彼此之斥力或吸力必愈大。不論帶正電或帶負電之物體，均能吸引未帶電荷之物體。

實驗 1-1 此實驗證明物體經摩擦帶電，並此帶電物體必受上述定律之限制。取玻璃棒一，火漆棒一，絲絹一方，法蘭絨一方與小通草球或乒乓球一個，用乾燥絲線懸於支柱架上如圖1-2。將未經摩擦之玻璃棒或火漆棒置



(圖 1-2) 靜電實驗

近通草球，彼此未見任何影響，如將玻璃棒與絲絹摩擦後，放近通草球，通草球將被吸引。接觸後，又相拒斥。然再將火漆棒與法蘭絨摩擦，放近通草球，將互相極力吸引。再以兩相似之通草球懸起，將經絲絹摩擦過之玻璃棒與其一球相接觸，又以經過法蘭絨

摩擦之火漆棒與另一球相接觸以後，將兩球放近，便相吸引。再以兩球一起與經絲絹摩擦之玻璃棒相接觸，此時兩球將相拒斥。由此證明玻璃棒與絲絹摩擦

所生之電，其性質同火漆棒與法蘭絨摩擦所生之電必係迥異。換言之，法蘭絨與火漆棒摩擦，火漆棒帶負電；絲綢與玻璃棒摩擦，玻璃棒帶正電。

1-4 庫倫定律 1784年，法人庫倫由實驗求得，「二電荷體間之斥力或吸力，與兩者帶電之電量相乘積成正比，而依兩體間距離之平方為反比。」以公式表之

$$F = \frac{q_1 q_2}{d^2} \text{ (達因)} \dots\dots\dots (1)$$

此公式是曰庫倫定律。式內F表力，單位為達因(Dyne)。 q_1 與 q_2 為帶電體之電量，單位為靜電單位。d為二帶電體間之距離，單位為厘米(Centimeter 或稱公分)。

凡兩球在真空或空氣中，球心相距1厘米，各帶同性且等量之電，發生1達因之斥力者，各球所帶之電量為1絕對單位電量。此靜電單位電量謂之「靜電單位」(Electro-static unit)。惟此靜電單位不便實用，故又取其 3×10^9 倍為其實用單位，名曰庫倫(Coulomb)。一庫倫約含有 6.28×10^{18} 電子。百萬分之一庫倫曰微庫倫。其百萬百萬分之一庫倫曰微微庫倫。

例題 1-1 設AB兩帶電小球相距3厘米。A帶0.008微庫倫正電，B帶750微微庫倫負電。求二球相吸之力。

解：

$$q_1 = 0.008 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^9 = 24 \text{ 靜電單位}$$

$$q_2 = 750 \times 10^{-12} \times 3 \times 10^9 = 2.25 \text{ 靜電單位}$$

$$\therefore F = \frac{q_1 q_2}{d^2} = \frac{24 \times 2.25}{3^2} = \frac{54}{9} = 6 \text{ 達因。}$$

例題 1-2 兩帶電金屬球，相距90厘米，其間之斥力為400達因。問兩球各帶電若干？

解：

$$F = \frac{q_1 \times q_2}{d^2} \quad q_1 = q_2$$

$$\therefore q^2 = Fd^2$$

$$= 400 \times (90)^2 = 400 \times 8100 = 3240000$$

$$\therefore q = 1800 \text{ 靜電單位} = \frac{1800}{3 \times 10^9} = .0000006 \text{ 庫倫}$$

$$\text{或} = .0000006 \times 10^6 = 0.6 \text{ 微庫倫}$$

1-5 導體及絕緣體 一切物質就導電之性質，可分為二類：

一，易於導電者，如金，銅及其他金屬，鹽類及酸類之溶液等曰導體（Conductor）。二，極不易導電者如橡皮，乾燥空氣，石臘，膠木，瓷器，玻璃，絲，絹等曰非導體（Non-conductor）或稱絕緣體（Insulator）。導體極易導去電荷，而絕緣體則能阻止電荷逸去，例如將經摩擦帶電之玻璃棒觸於金屬球上，金屬球如用絲線懸掛者，球能保持電荷，如用銅線懸掛者則不能保持。

凡物質均不能絕對導電，亦不能絕對絕緣，所謂導體與非導體者祇程度上之差別，並無一定之界限可分。且同一物質有時於某種情形之下為良好之絕緣體，於另一種情形却為導體。溫度與電壓對於物質之絕緣性影響頗大，如玻璃在普通溫度下係良好之絕緣體，當溫度升高，其絕緣能力即行減少，甚至成為一導體。

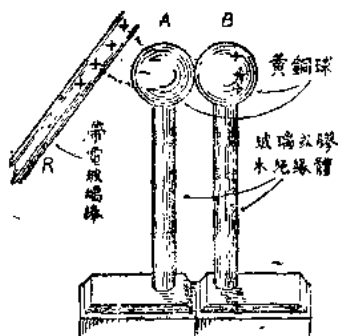
物質之所以有導電與不導電之原因，全因物質內部之構造互異。物質原子中心之正核對其周圍之電子吸力大者，電子即常被正核所吸牢而不易運動。反之，吸力甚小者，稍受外力，電子即行逃去，故此種吸力愈小，電子運動愈易之物質，導電能力亦愈強。

凡物質為良好之導電體者必為良好之導熱體。

1-6 靜電感應 金屬物體之原子其電子極易受外力而運動。設以一已帶電之物體移近另一未帶電之金屬物體，雖未相接觸，但此金屬物體之電子因被斥吸而運動，即能感應帶電。當帶電物體移去，金屬物體亦不復有帶電現象。此種因鄰近有帶電物體而使金屬物體帶電之現象是曰靜電感應，由感應而帶之電是曰感應電荷（Induced charge）。

實驗 1-2 將裝於玻璃或膠木製之絕緣柄上之二金屬球，並列而相接

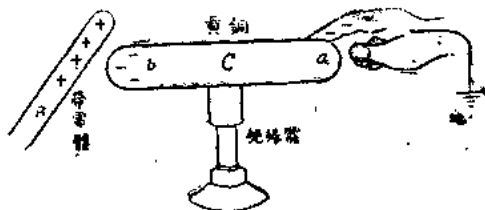
如圖1-3圖所示，以帶正電之玻璃棒放近A球，但並不接觸，兩球必生等量之電，A球帶負電，B球帶正電，若移去玻璃棒，二電荷隨即消失。又設當玻璃棒尚未移去之時，即將兩球分開，然後將棒移去，則A球永帶負電，B球永帶正電，不復消失。



(圖 1-3) 由感應而使兩金屬球帶電

又設將帶電之玻璃棒持近物體C之b端，同時以手指觸其a端如圖1-4所示。如先移去手指，然後移去玻璃棒，則驗得此黃銅上與帶電體同性之電，立即逃去，與帶電體不同性之電仍復存在。

由以上之實驗，可知，當帶正電之電荷體持近一經絕緣之金屬物體時，因金屬體之電子被吸向近端，使近端之電子數增多而帶負電，遠端電子因電子數減少而帶正電。如以手指觸金屬體，帶電體若為負電荷，金屬體遠端上被帶電體排斥之電子，即由手指流入地中而使其感應負電荷中和。但金屬體上之正電荷仍留於金屬體上。若帶電體為正電荷，電子即由手指流於金屬體與其正電荷中和，金屬體仍帶負電。故由感應所生之電，必與其帶電體之電等量而性相反。



(圖 1-4) 由感應而使導體帶電

問題及計算題

1. 以曾與絲絹相摩擦過之玻璃棒，持近極小之輕薄紙屑，紙屑便飛附其上，但頃刻又落下，何故？
2. 冬日乾燥天氣用梳理髮，髮常隨梳豎直，試解釋之。
3. 二物體摩擦，能否 (a) 二物體均帶正電 (b) 二物體均帶負電，何故？

4. 下列各物體爲絕緣體抑導體：濕地，冰凍地，棉花，水銀，乾絲，濕絲，水。
5. 今有二帶電體，一荷 $.06$ 微庫倫正電，一荷 100 靜電單位負電，設二體於空氣中相距 4 厘米，試求其吸力。
6. 二球相距 2 厘米時，斥力爲 12.5 達因。假定一球所帶之電量爲另一球之兩倍，二球各應帶電若干？

第一節 提 要

物質之原子由帶正電之核及環繞於核之周圍之電子（帶負電之小粒）所組成。

中和之物體其原子核之自由正電量與其周圍之電子之負電量相等。

帶正電之物體係缺少電子。

帶負電之物體乃所含電子過多。

同性電荷互相排斥。異性電荷互相吸引。

兩帶電物體間之斥力或吸力，與兩者之電量之相乘積成正比，與其間距離之平方成反比。

靜電量之實用單位爲庫倫。

絕緣體爲一種極不易導電之物質，因其中所含電子爲原子核所吸牢，不能自由運動。

因鄰近有帶電物體而使某金屬物體帶電之現象謂之靜電感應。由感應所帶之電，曰感應電荷。

物體由感應所帶之電與原有之電性相反。

第二節 電流 電壓 電阻

2-1 電流 如圖 2-1 之兩帶電物體，設物體 A 帶負電，B 帶正電，其間連以金屬線，負電荷之多剩電子即經由金屬線而流向欠缺

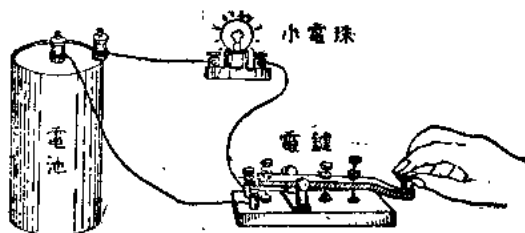
電子之正電荷 此種電子之流動率是曰電流。



(圖 2-1) 電子由負電荷流向正電荷

實驗 2-1 取小電珠或電鈴

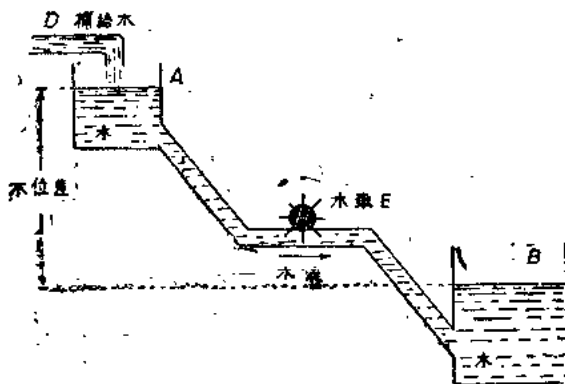
一個，以銅線兩根連接電池之兩端如圖2-2所示，電鍵按下時電珠或電鈴即發光或鳴響。



(圖 2-2) 電流通過小電珠便發光

電子在導線中流動極如 水在水管中之流動，今以圖 2-3 作譬喻說明之。A 與 B 係水位高低不同之兩水槽，以水管 C 連結之，水即由水

槽 A 流向水槽 B。此水管中之水流宛如電流，高水位水槽 A 相似圖 2-1 之負電荷 A，低水位水槽 B 相似同圖之正電荷 B。若水槽 A 之水位愈高於水槽 B，則 C 管中之水流必愈湍急。又設再由 D 管補充 A 水槽流向 B 水槽之水，水流便不歇流動於 C 管。電流亦然，如圖 2-1 祇為一瞬時電流，頃即停止，在實驗 2-1 中，使用電池為電源後，便如 A 水槽之



(圖 2-3) 水位差是使水流動之動力

有 D 水管補充流出之水，而使電流於導體中流動不息焉。A B 間之水位若常恆保持，水必流動不輟，水車 E 亦不輟轉動。其理與電珠之發光同。

2-2 電位差

於上述圖 2-3 中，欲水於水管中流動，A B 兩水槽之水位必須高低相

差，換言之，水位差為水流之原因，水位差愈大水流必愈湍急。同樣，欲電流不息於導線中自A電荷體流至B電荷體，AB兩端間必須有電位差存在，其電位差愈大，電流必愈強。因此電位之相差，即產生一種壓力，曰電壓(Electric pressure)。故電位差或電壓實為產生電流之動力。尋常電荷體之電位(如圖2-1)常隨電子之運動而趨於平衡，故電流延時甚暫，若能設法保持其電位不隨電子之運動而變動，電流即繼續不輟，以是欲維持一個電流，必須保持所以造成此電流之電位差。

2-3 電動力 A水槽之水流向B水槽時，設無D水管之補給，水流必不久中止。同樣，圖2-1之電流自負電荷體A流向正電荷體B時，如A電荷體無電荷之補給，亦必瞬時中止，故欲金屬線中之電流流動不息，AB間之電位差必須常恆保持，此保持電位差之力是曰電動力(Electro motive force，簡寫E.M.F.)，自來水廠用以保持水位高度之動力為抽水機，電池或發電機即以供給電動力。

電壓或電位差與電動力三者，在實用上之意義同。

2-4 電阻 再就圖2-3說明之，水自A流向B，經過水管，水管內必有摩擦阻力以阻水之流動，水管愈長，直徑愈細者其阻力必愈大。同理，電流通過導體時亦有一種阻力，以阻礙電流之流動。此種阻礙電流流動之阻力是曰電阻(Resistance)，任何能導電之物體，必有電阻，惟導體之電阻極小，絕緣體之電阻極大。

電阻之大小亦隨導體之種類不同而異。同一物質之導體，其電阻與導體之長度成正比例，與導體之斷面積成反比例，換言之，導體愈粗，電阻愈小，導體愈長電阻愈大。又，導體之電阻隨溫度之高下而變化。

2-5 電流之單位 電流之實用單位為安培(Ampere 簡寫A)。此單位名稱之由來，係紀念法國物理學家安培氏也。一安培(1A)

即一秒鐘內由一點運動一庫倫電量至另一點之電流強度。簡言之，一秒鐘內通過 6.28×10^{18} 電子之電流率。

較小之電流，常用 $\frac{1}{1000}$ 之毫安培（簡寫 mA）與 $\frac{1}{100,000}$ 之微安培（簡寫 μA 。μ 為希臘字，讀如 mu），故：

$$1 \text{ 毫安培} = \frac{1}{1000} \text{ 安培或 } 0.001 \text{ 安培。}$$

$$1 \text{ 微安培} = \frac{1}{1000} \text{ 毫安培 (0.001 毫安培)，或 } \frac{1}{100,000} \text{ 安培 (0.000001 安培)。}$$

在無線電中常用之單位為毫安培。

2-6 電量之單位 靜電量之實用單位為庫倫。庫倫與安培之關係如次：

一庫倫乃導體中一安培強度之電流，於一秒鐘內所運動之電量。

以公式表之

$$\text{電量(庫倫)} = \text{電流(安培)} \times \text{時間(秒)}$$

$$Q = It(\text{庫倫}) \dots \dots \dots (2)$$

移項：

$$I = \frac{Q}{t}(\text{安培}) \dots \dots \dots (3)$$

$$t = \frac{Q}{I}(\text{秒}) \dots \dots \dots (4)$$

例題 2-3 設一電燈發光時之電流為 $\frac{1}{2}$ 安培，問此燈燃點 3 小時，共通過電量若干？

解：

$$3 \text{ 小時} = 3 \times 60 \times 60 = 10800 \text{ 秒}$$

$$Q = It$$

$$= 0.5 \times 10800 = 5400 \text{ 庫倫}$$

例題 2-4 設有 1253×10^{13} 電子，由某導體之一端流向另一端，時間為 4 秒鐘，試求其電流。

$$\begin{aligned} \text{一庫倫約含有 } 6.28 \times 10^{18} \text{ 電子, } 1256 \times 10^{15} \text{ 電子} &= \frac{1256 \times 10^{15}}{6.28 \times 10^{18}} \\ &= \frac{1}{5} = 0.2 \text{ 庫倫} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{依公式(3)} I &= \frac{Q}{t} \\ &= \frac{0.2}{4} = 0.05 \text{ 安培或 } 50 \text{ 毫安培。} \end{aligned}$$

但在實用上庫倫尚嫌過小，一般均用安培時 (Ampere hour)，或又較大之仟安培時 (Kilo ampere hour) 為單位。

1 安培時為一安培之不變電流強度於一小時內所運動之電量。1 仟安培時為一安培時之1000倍。

2-7 電壓之單位 電壓之基本單位為伏脫 (Volt簡寫 V)。從意國科學家伏脫氏得名。

一伏脫之電壓為一安培之電流，通過一歐姆之電阻時所須之電動力。

為適合計算較小之電壓，又用 $\frac{1}{1000}$ 之毫伏脫 (簡寫 mV)，及 $\frac{1}{100,000}$ 之微伏脫 (簡寫 μV) 為單位。

1 毫伏脫等於 $\frac{1}{1000}$ 伏脫，即 0.001V。

1 微伏脫等於 $\frac{1}{1000}$ 毫伏脫 (0.001 mV.)，或 $\frac{1}{100,000}$ 伏脫，即 0.000001V。

2-8 電阻之單位 電阻之單位為歐姆 (Ohm簡寫 Ω ，希臘字 Omega) 從德國科學家歐姆氏 (Georg Simon Ohm) 得名。

一歐姆之意義：一伏脫之電壓加諸於導體之兩端，適產生一安培之電流，該導體之電阻值為一歐姆。

實際上應用之電阻其值常極大，故上述電阻之基本單位——歐姆，尚嫌太小，用歐姆之 1000 倍曰仟歐姆 (Kilo Ohm簡寫 K Ω)，或

100,000歐姆曰兆歐姆 (Meg Ohm簡寫 $M\Omega$) 爲單位。

1仟歐姆($1K\Omega$) = 1000歐姆(1000Ω)

1 兆歐姆 ($1M\Omega$) = 1000仟歐姆, 或 100,000歐姆。

2-9 歐姆定律 我人已知電流爲電子之流動率；使電子流動之力是曰電動力或稱電壓，而電阻又爲反抗電流流動之阻力。以是電流與電壓及電阻間，必互有極密切之關係在。今再先就圖 2-3 而言，A B 兩水槽間之水位差（此處亦可謂水壓）愈大，水流必愈強。水管 C 愈細而愈長即摩擦阻力愈大者，水流必愈弱。同理，就一固定導體而言，其電阻雖係一常數不隨電壓之大小或電流之強弱而變遷，但導體中之電流強度必與導體兩端間所施之電壓成正比，與導體之電阻成反比。此法則爲 1826 年德人歐姆氏 (Ohm G.S.) 所發明，故曰歐姆定律 (Ohm's law)。其關係可簡單表如下式：

$$I \propto \frac{E}{R}$$

上式中 I 爲代表電流之習用簡字，E 係電壓，R 係電阻， $\propto$ 爲比例之意義。

歐姆定律於電工程學中極爲重要，其律曰：電流之強度等於電阻除電壓之商。以算式表之；

$$\text{電流 (安培)} = \frac{\text{電壓 (伏脫)}}{\text{電阻 (歐姆)}}$$

$$\text{或 } I = \frac{E}{R} (\text{安培}) \dots\dots\dots (5)$$

上例爲歐姆定律之基本算式，亦得由此算式變化而互求 E 與 R。設將此算式之兩邊，均乘以 R 如次：

$$I \times R = \frac{E}{R} \times R$$

將右邊之 R 與 R 對消，因祇剩 E。

$$E = I \times R (\text{略去 } \times \text{ 符號}) E = IR (\text{伏脫}) \dots\dots\dots (6)$$

其次，如將算式 (6) 之兩邊均除以 I，對消右邊之兩 I，求得 R 之算式如次：

$$R = \frac{E}{I} \text{ (歐姆)} \dots\dots\dots (7)$$

以上之算式極為重要，可以計算出：

1. 已知電壓和電阻中之電流強度。
2. 欲某電流經過某電阻，所需之電動力（電壓）。
3. 加施某電壓後，導體反抗某電流之電阻。

例題 2-3 設有一電燈，其電阻為80歐姆。若此電燈接於220伏脫壓之電源上，問其取用電流若干？

解：

$$I = \frac{E}{R} = \frac{220}{80} = 2.75 \text{ 安培}$$

例題 2-4 欲使4安培之電流，通過60歐姆之電阻，問須電壓若干？

解：

$$E = IR = 4 \times 60 = 240 \text{ 伏脫}$$

例題 2-5 設某導線兩端間之電位差為5伏脫，產生20毫安培電流，該導線之電阻為若干？

解：

$$20 \text{ 毫安培} = \frac{20}{1000} = .02 \text{ 安培}$$

$$R = \frac{E}{I} = \frac{5}{.02} = 250 \text{ 歐姆}$$

2-10 電導 電導 (Electric conductance) 為導體對於電流之傳導性，其意義適與電阻相反。

導體之電阻愈大者，其電導必愈小。電導值為電阻值之倒數。

$$\text{電導} = \frac{1}{\text{電阻}}$$

通常以G代表電導，R代表電阻，故以式表之

$$G = \frac{1}{R} \text{ (姆歐)} \dots\dots\dots (8)$$

電導之實用單位為姆歐，為Ohm(電阻之單位)之倒寫，mho之譯音，較小之電導，常以 $\frac{1}{100,000}$ 姆歐，曰微姆歐(Micro-mho)為單位。

例題 2-3 某導線之電阻為40歐姆，試求其電導。

解： $R = 40$ $G = \frac{1}{R}$

$$G = \frac{1}{40} = .025 \text{ 姆歐。}$$

2-11 導線 用以傳導電流之金屬線 (Wire) 概稱導線。導線之粗細(斷面積)常以號數表之，一定粗細之導線，均有一定之號數，號數愈大者，導線愈細。但亦因製造廠家之不同，對於某一種斷面積所定之標準號數亦異，大別之有二：一，英國製標準 S. W. G. (Standard wire gauge) 即 B. W. G. (Birmingham wire gauge)。二，美國製標準 A. W. G. (American wire gauge) 即 B. & S. (Brown & Sharpe wire gauge)。

不論英製或美製導線，均以圓密爾 (Circular mil 簡寫 C. M.) 為計算導線斷面積之標準單位。一密爾等於千分之一 ($\frac{1}{1000}$) 英寸，即



(圖2-4) 1密爾等於千分之一吋 (圖2-4)

0.001吋。圓密爾為密爾之平方，即導線之直徑乘直徑之積。例如 B. & S. 36 號導線之直徑為 5 密爾 (見附表 2：銅線表)，其圓密爾則為 $5 \times 5 = 25$

例題 2-1 S. W. G 1 號導線之直徑為 0.2893 吋。問為若干圓密爾？

解： $0.2893 \text{ 吋} = 289.3 \text{ 密爾}$
 $(289.3)^2 = 83694.5 \text{ 圓密爾}$

例題 2-2 某導線之斷面積為 5,2640 圓密爾，其直徑為若干吋？

解： $\sqrt{5,2640} = 229.4 \text{ 密爾} = 0.2294 \text{ 吋。}$

於無線電中所用導線均於銅線外面包裹一層絕緣體。銅線外包漆作絕緣者，曰漆包線 (Enamel wire) 外包紗一層者曰單紗包線 (Single Cotton Covered 簡寫 S. C. C.) 線。二層者曰雙紗包