

電工商品教材

第一冊

中國工業器材公司編印

前 言

- 一、本教材編寫的目的，是爲了幫助本公司業務學習之用。
- 二、本教材所編寫的商品，以本公司經營的重要商品爲主，有些商品雖非本公司經營範圍，但在電工業中確係重要者，亦列入本教材。
- 三、本教材編寫時，原擬着重介紹蘇聯，新民主主義國家及國產商品有關之資料。但在這方面，我們所能搜集到的資料有限，同時又限于文字翻譯上的困難，只能把現有的材料儘量編入。其餘等待將來再逐步補充。
- 四、本教材編寫內容，一方面着重業務常識，同時亦配合一些基本理論知識及製造過程，一般適合于初級及中級程度的學習之用。在講授課程時，希望能適當的掌握內容的深淺程度。對於一些科學知識較淺的同志，比較深一點的材料，可以省略。
- 五、商品名稱大多數以學名爲主。但對於某些商品，其商業名稱已沿用甚久，爲便於了解和記憶，則暫仍保留。
- 六、由于我們學識經驗不足，參考資料及書籍的缺乏，同時亦急于付印應用。錯誤在所難免，希望讀者能給予更多的指正和批評。以便再版時訂正。

編者1952年8月

第一篇 電學基本知識

第一章 概 論

一、概說	1
二、電子學說	1
三、電荷的形成	2
四、電的存在	2

第二章 功 和 能

一、功的定義	3
二、虛功	3
三、功和功率的單位	3
四、能	4
五、能的轉換和常住性	4

第三章 電學的單位及基本公式

一、電流	5
二、電壓	5
三、電功率	6
四、電阻	6
五、歐母定律	7
六、導體與絕緣體	7

第四章 磁 電 感 應

一、磁鐵	8
二、磁之感應	8
三、磁性之分子說	8
四、磁力線與磁場	9
五、帶電流導體周圍的磁場	9
六、電磁感應	10

第五章 電機的簡單原理

一、磁場中一帶有電流導體上的力	14
二、最簡單的電動機	14
三、運動導體在磁場中割切磁力線	15
四、感應電動勢的方向	15
五、最簡單的交流發電機	16
六、最簡單的直流發電機	17
七、多相的電機	18

第六章 交 流 電

一、週和週率	20
二、電容器和電容量	20
三、線圈和感應量	22
四、電阻、電容、及線圈在交流電路中	23
五、功率因數	24

第二篇 絕 緣 材 料

第一章 總 論

一、概說	25
二、絕緣材料之分類	25
三、絕緣材料應具備的性能	26

第二章 雲 母

一、雲母分類	29
二、天然雲母的一般性質	29
三、天然雲母之等級	29
四、人造雲母	30
五、雲母的電性能	31
六、蘇聯雲母片規格	32
七、雲母片的維護	34

第三章 橡 膠

一、橡膠的性質	35
二、橡膠的用途	35
三、硬橡膠	35
四、橡膠的儲運	35

第四章 變壓器油

一、變壓器油一般性質	36
二、變壓器油的電性質	36
三、變壓器油的試驗	37
四、變壓器油的儲運	37

第五章 石 棉

一、石棉的性質	38
二、石棉的用途	39
三、石棉保管儲運	39

第六章 黃臘布與黃臘帶

一、黃臘布與黃臘帶的構造，用途及規格	40
二、維護與儲運	40
三、蘇聯製品的黃臘布和黃臘綢等，標準均甚嚴格，茲介紹如下：	40

第七章 絕 緣 紙

一、絕緣紙	46
二、電纜紙	46
三、容電器用絕緣紙	46
四、透明紙	47
五、青壳紙	47
六、維護與儲運	47
七、蘇聯電纜絕緣紙	48

第八章 纖 維 板

一、纖維板的構造	49
二、纖維板的性能	49
三、纖維板的用途	50

第九章 膠木板

一、膠木板分類及構造	51
二、膠木板之一般規格	51
三、膠木板之儲運	51
四、蘇聯膠木板規格	51

第十章 絕緣器

一、絕緣器的分類	57
二、絕緣器的特性	58
三、絕緣器的陳老現象	65
四、絕緣器的試驗	66

第三篇 電阻材料與電磁材料

第一章 普通電阻材料

一、電阻材料概論	69
二、金屬電阻材料	69
三、非金屬電阻材料	74

第二章 照明電阻材料—鎢絲

一、概說	76
二、鎢絲的物理性質	76
三、鎢絲的化學性質	76
四、鎢絲之線規	76
五、鎢絲之儲運維護	80

第三章 電磁材料

一、概論	81
------	----

二、磁路材料特性	81
三、磁路材料種類	82
四、磁鐵材料	84
五、磁鐵材料原料	84
六、蘇聯矽鋼片規格	87

第四篇 電 線 及 電 纜

第一章 電線及電纜

一、概說	93
二、電線及電纜性能規格	93
三、電線種類及應用	95
四、電纜之種類及應用	98
五、電線及電纜之儲運	103
六、各種線規表	104

第二章 中國電線線規

一、線規	123
二、電力用硬銅單線及絞線標準	124
三、電機電器製造用銅單線標準	136
四、橡皮絕緣電線標準	144
五、各種線類之構造	147

第三章 蘇聯電纜規格

一、用油浸絕緣紙作絕緣的銅心電纜	162
二、橡皮絕緣強電流電纜	171
三、橡皮絕緣控制電纜	176
四、用絕緣紙包紮的控制電纜	181
五、電纜內用橡皮絕緣導電股線	184
六、橡皮絕緣外加金屬護層之電纜	189
七、橡皮絕緣鉛絲電線	194
八、信號電纜	196

九、紙繩絕緣合扭星狀的電訊電纜	199
十、礦井電線	205
十一、蛇腹型電纜及花線	208

第五篇 電 機 類

第一章 變 壓 器

一、品名	213
二、規格	213
三、構造	213
四、分類	214
五、原理	217
六、用途	218
七、檢驗	218
八、儲運	220
九、國產變壓器規格及性能	220
十、附錄	228

第二章 電 動 機

一、品名	231
二、規格	231
三、機壳型式	231
四、定額種類	232
五、構造及原理	232
六、一般應用	233
七、檢驗	239
八、儲運	240
九、國產感應電動機規格性能	240
十、交流電動機啓動器	251
十一、國產電動機起動器規格及性能	253
十二、附錄	255

第三章 交流發電機

一、品名	259
二、規格	259
三、構造及原理	259
四、分類及用途	260
五、原動力	262
六、原動力之裝配	266
七、發電機之檢驗	266
八、發電機之附件	266
九、儲運	267
十、規格介紹	267
十一、附錄	268

第四章 電 度 表

一、概說	270
二、構造及原理	270
三、計量	271
四、接法	272
五、規格	274
六、檢驗	274
七、儲運	274
八、產品介紹	275

第五章 避 雷 器

一、避雷器之用途	276
二、避雷器之運用原理	276
三、避雷器的種類與構造	276
四、避雷器之連接	279
五、避雷器之一般規格	279
六、避雷器之儲運	280
七、蘇聯製品之介紹	280

第一篇 電學基本知識

第一章 概論

一、概說：

電的發現和應用已有兩百年的歷史，但在應用上的廣泛和重要性是突出的，都市用來照明，工廠用來開動機器，或作電解槽及電冶爐。交通上的電車及電開動的火車，通信方面的電報電話，收音機電視，替人們增加方便和幸福。不論在日常生活，在工業和國防上電的應用都佔着重要的地位，要了解電的性能和它應用重要，必須知道電的基本原理和電器的商品知識是很重要的。

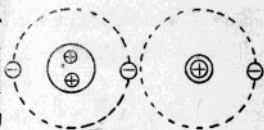
二、電子學說：

解釋電的現象的基本學說；也同時是說明物質的結構與組成的一種學說。

物質是由無數分子集合而成，一個分子是一個或一個以上的原子所構成。例如銅的分子是一個銅原子所構成，水的分子是一個氧和兩個氫原子所構成。分子是物質最小部份，但仍不失去這物質原來的性質。例如水的分子祇是水的分得不能再分的一小點，但仍和水的性質一樣。如將這一小點再分下去，那就會失去水的性質了，不再是水而是兩個氫原子和一個氧原子。所以原子又比分子小。

譬如一大群羊，我們叫它羊羣。要是把它分成幾群；每羣又分成幾堆，最後分下去的結果必是一隻羊。這隻羊的性質和原來羊羣是一樣的，這隻羊在羊羣裡叫做一個分子。一隻羊要再分下去，那只有殺了它分成皮毛骨頭和羊肉等，這些再不和羊羣一樣了，但羊是由這些構成的，好像是分子中的原子一樣。這比着物質是由分子集合而成的分子又是由原子所構成的。

原子還不是構成物質最基本的，它的構造像一個小型的太陽系，中間有原子核，好像太陽一樣在中心不動。四週有電子環繞着轉動，正好像地球及其他行星繞着太陽轉一樣的，如圖 1 所示。每種物質的原子都有一定數目的電子圍繞着它的原子核，有一個的也有數十個的，這電子就是電學裡最基本的東西，它帶有一定量的電荷，正和原子核中質子帶的電荷相反，電子帶陰電荷

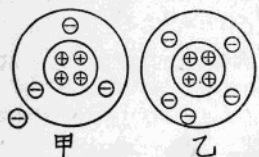


圖一 帶有一個及兩個電子的原子

(一) 原子核中質子帶陽電荷(+)，各種物質圍繞原子核的電子數多寡不一，但陰電荷之總值恒與原子核中質子所帶陽電荷相等，原子對外遂呈電的中和現象。

三、電荷的形成：

有些電子在原子核週圍是比較自由，稱為自由電子，如果受了外力的影響就會從這個原子跑到別的原子上去，因此失去了電子的原子（如圖二甲所示）因為少了電子的負電荷所以呈陽性。反過來說多了電子的原子呈陰性（如圖二乙所示）。



實際上電荷的形成幾乎完全由於電子的加入或圖二原子中失去和添加了電子移去。由實驗知道用絲絹擦過的玻璃棒可以吸引很小的通草球。這樣就是帶了電荷。原因是玻璃棒表面一部份電子被絲絹擦去，因此帶正電，絲絹則因獲得電子而帶負電，陽電荷要吸回它失去的電子，所以吸引陰電荷排斥陽電荷。陰電荷要推出它多餘的電子，所以吸引陽電荷，排斥陰電荷，大家都要恢復到原來中和的情況。此即同性電荷相斥，異性電荷相吸，由實驗也說明兩個擦過的玻璃棒相排斥，兩個絲絹也是一樣，但玻璃棒與絲絹間則有吸力。

四、電的存在：

自然現象中的雷電是人們所最熟悉的。這是因為雲中的電荷聚集多了，它要求中和的力量加大，所以遇到帶着不同電荷的雲就會吸引而放電產生閃電及響聲。

摩擦會產生電，用絲絹擦過的玻璃棒可以吸小通草球，因摩擦而帶了電。我們日常用的手電筒中的乾電池是用化學方法產生的電，常用的磁石電話機，把搖柄一搖，就會有電發出來，這是因磁和機械轉動而產生的電。大的發電廠也是用這種方法產生電能的，不過電廠用的機械能不再是用人的手來搖，而是用蒸氣或用水力來推轉發電機。

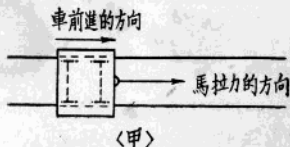
第二章 功和能

一、功的定義：

耕田織布，拉車提水，都是做工。在物理學上我們叫工作爲「功」。背磚上樓，背40塊磚上一層樓，與背20塊磚上二層的兩種工作相等。若背了很多磚直立不動或向走不通的地方走，辛苦是辛苦了，但決不能認爲有功，因之稱爲無功或者說作了虛功。

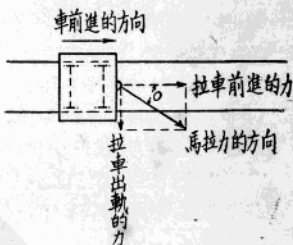
施力於一物體使之沿力的作用方向移動一距離，這樣就算作了功，如圖三甲所示，馬在軌道上拉車子，車子沿軌道前進。功的單位是以力乘沿力方向移動的距離來表示的。

$$\text{功} = \text{力} \times \text{距離} \cdots \cdots (\text{公式 1})$$



二、虛功：

若位移不在力的作用線上，如圖三乙所示，馬在軌道外斜着拉車子，車子沿軌道前進，稍有經驗的人就知道這匹馬作的功就不及前面的大。馬用的氣力部份浪費了，公式1也不能合用。因爲馬的氣力雖然是一樣大，但只一部份拉車前進，另一部份把車往軌道外拉。拉車前進的力做了功，把車往軌道外拉的力作了虛功。使車前進力的大小，決定



圖三：〈乙〉

在馬拉力與軌道間角度的大小。角度小力大，角度大力小，角度等於 0° 時則如上節情況，要是角度成直角(90°)則車不前進，馬的氣力用得很大，但車不動，全部作了虛功。使車前進力的大小好像是拉力在軌道上的正影子，數學上用 $\cos \theta$ 來代表它們的關係， θ 代表角度， $\theta = 0^\circ$ 時 $\cos \theta = 1$ ， $\theta = 90^\circ$ 時 $\cos \theta = 0$ 在 0° 至 90° 間其值均小於1，公式1要寫成公式2才能適用。

$$\text{功} = \text{力} \times \text{距離} \times \cos \theta \cdots \cdots (\text{公式 2})$$

三、功和功率的單位：

功的多少大家已經可以依照上面公式計算，但作功的快慢也是很要緊的，譬

如，甲每天做的功，乙去做須要兩天。若規定每天或每小時作功的多少。甲比乙快一倍。每單位時間所作的功叫做功率。物理上用的單位時間是秒，常用功的單位是焦耳，這是物理上的單位這裡不詳談，如果一公斤重的東西把它提高一公尺，所作的功相當於9.8 焦耳。

每秒作一焦耳的功率爲一瓦特常以W代表之，常用的單位有大一仟倍的叫做仟瓦，(KW) $1\text{ KW}=1000\text{ W}$

還有一種常用功率單位是馬力(H.P.)大小相等於每秒550 呎磅的功(如將55磅的東西提高10呎的功)其與瓦特換算如下：

$$1\text{ H.P.}=746\text{ W.}$$

$$1\text{ H.P.}=0.746\text{ KW.}$$

$$1.34\text{ PH}=1\text{ KW.}$$

四、能：

一切使之能工作的基本東西叫做「能」，它的形式非常多，風可以吹動帆船，風車可以作事，一個小球在地上滾動，可推動另一小球，這種存儲於運動着物體內的能稱爲「動能」。高處的水要往下沖，它有勢能或位能。當它沖下去可以推動水壩等，這位能變成了動能而作功，這種因位置而儲蓄於物體內的能稱爲位能。

風車水壩及許多機器工作的能稱之爲機械能。

煤油木材燃燒後發大量熱是爲熱能。

由化學方法產生的能，例如乾電池能生電稱之爲化學能。

電可以用來照明，發熱及動力通訊統稱爲電能。

其次光及X光等叫做輻射能。

五、能的轉換和常住性：

普通電廠裡燃煤發熱，傳到鍋爐中的水中，使水沸騰成爲蒸氣，去推動蒸氣輪。這時熱能就變成了機械能，蒸氣輪帶動發電機發電；又由機械能變爲電能，發出的電輸送出來可以照明。或用電爐。或在工廠裡作動力，這樣電能又變成熱能機械能等。能是在轉換，假使把最後作功的和散佈到空間的加起來和原始的能是一樣多，在能的許多形式間是可以互相變化，在各種變化中僅使一種能變成另一種能，能之總量無增無減，(稱爲能的常住性)。

電能傳輸得遠而快亦容易控制，很方便的變成所須要工作能的形式，大量的電能可以送到數千里以外去應用，所以應用範圍日益普遍。

第三章 電學的單位及基本公式

一、電流：

原子構造中講過電子的軌道有距原子核較遠的自由電子，容易跑到別的原子上去，假如某一物體由於某一原因使電子沿一定方向流動，這就形成了電流。電流實際上就是一羣流動的電子。

電量的單位是庫倫，因為適合工程上的須要一個庫倫約相當於六百萬萬萬個電子所帶的電荷。

水流是以每秒流過多少水為流量單位，而電流也是以每秒流過多少庫倫的電量為單位，每秒流過一庫倫的電量謂之——安培。若是每秒流過兩庫倫的電量，電流是兩安培，兩秒流過一庫倫的電量，其電流是半安培。以公式表示之。

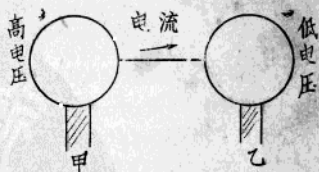
電流（安培）＝流過的電量（庫倫）÷時間（秒）……公式（3）電流常用的單位又有毫安（mA）等於一安培的千分之一，及微安（ μ A）等於一安培的百萬分之一。

二、電壓：

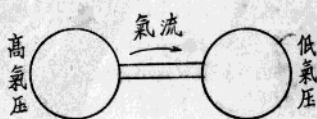
高處的水要往低的地方流，是因為高處的水位比低處高，也就是說高處水的位能比低處的位能大，它要放出自己的能而作功，因而成水流。

同樣的產生電流，無非利用原子要保持它中和的特性，陽極要吸取它失去的電子，陰極要排斥它多餘的電子，這吸取和排斥的兩極之間便發生電位的高低，這種高低之差就叫做電位差，把電位高低兩端用導線連接起來，便有電流通過，能源源產生電流便需要一種繼續維持電位差的力量，這力量即所謂電壓力，常稱電壓。

如圖四甲所示帶電的甲乙兩球若用銅絲相連後，電流從甲球流向乙球，因甲球的電壓比乙球高，正如兩個壓力不同的充氣球用管連通後引起氣體的流動一樣，如圖四乙所示



圖四： 甲



圖四： 乙

一電池的兩極，由於內部的化學作用產生電壓，若用導線把它們連起來就有電流發生，電壓高的一端稱為正極（+），電壓低的一端稱為負極（-）。電流是從正極經外部導線流向負極。拿電子來說電子是帶負電荷的，電池的負極是電子聚集而成的，實際上電子是由負極經導體跑到正極，恰與電流的方向相反，（因為電子帶負電的緣因）。

三、電功率：

高處的水沖過水礮它的位能作了功，變成和低處一樣的位能，水位的高低可以用公尺來量，但同時也可以用流過水礮時作功的多少來量，因為水位越高，它沖下來勢力大，水礮轉得快，做的事也越多，低些的做的事一定少些，要是和低處一樣就沒有水流也無功可作了。電位差我們無法用尺來量，也只好用它從正極到負極中做了多少功來量電壓的高低，我們規定若一安培的電流由高電位的正極流到低電位的負極作了一瓦特的功率，電位差也可說是電壓是一個伏特。若作的功率是10個瓦特時的電壓是10伏特，若只能作1瓦特，我們說這電壓小些只有1伏特。所以電壓的定義是使單位電流所作功率大小來定的

電壓（伏特）=功率（瓦特）÷電流（安培）……公式（4）

反過來說我們先知道了電壓大小和通過的電流，那所作的功率，我們也知道了如公式5

功率（瓦特）=電壓（伏特）×電流（安培）……公式（5）

$$P = V \times I$$

四、電阻：

高水位的水經過管子流到低水位，管子的大小限制水流的快慢。電流在導體內流動有很多地方與水流在水管中相仿，如果水管中充滿了鐵石或多孔的物質那就更相仿了，構成導體的原子阻礙着電子的流動，相當於多孔的物質阻礙水的流動一樣，電流在導體內所受的阻力稱為電阻。導體電阻的大小與下列各因數有關。

1.導線的性質：長短相同粗細也相同的導體，銀的電阻比銅小些，銅的電阻又比鋁小些，假如是鐵的話，它的電阻比銀銅鋁都要大。這樣導線最好是用銀做，但因為銀價太貴不合算，所以常用的導線都是銅製的。

2.導線長度：導線越長，則電阻越大。

3.導線的截面積：導線的截面積大（導線粗）則電阻小，導線截面積小（導線細）則電阻大。

4. 溫度：溫度高低亦要引起電阻的變化，一般導體，溫度高則電阻加大。

五、歐母定律：

電阻的單位是歐姆，或簡稱歐，其定義是導體兩端的電壓爲一伏特時，有一安培的電流通過其中，則這導體的電阻爲一個歐姆，若兩伏特電壓通過一安培則導體電阻爲 2 歐姆。

歐姆氏由實驗也證明了一電路裡所加電壓越大則電流越大。電路中電阻越大則電流越小。因此得出了電壓、電阻、與電流之間的關係就叫歐姆定律。知道兩個可由下列公式求第三個。

$$\left. \begin{aligned} \text{電流 (安培)} &= \text{電壓 (伏特)} \div \text{電阻 (歐姆)} \\ \text{電壓 (伏特)} &= \text{電流 (安培)} \times \text{電阻 (歐姆)} \\ \text{電阻 (歐姆)} &= \text{電壓 (伏特)} \div \text{電流 (安培)} \end{aligned} \right\} \text{公式(6)}$$

六、導體與絕緣體：

導體是對於通過他內部的電流呈很低電阻的材料，如銀、銅、鋁、鐵、等。絕緣體是對於通過它內部的電流呈很高電阻的材料。優良的絕緣體如空氣玻璃、雲母、瓷料橡皮凡立水等，但並沒有絕對絕緣的材料，祇是優良的絕緣體要使電流通過須要的電壓特別大。若一旦通過的情形下絕緣體稱爲已遭破壞或擊穿。失去原來高阻的能力。

第四章 磁電感應

一 磁 鐵：

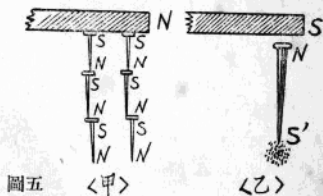
通常所謂磁鐵，多指針狀，棒狀或馬蹄狀之鐵，具有吸引鐵屑及其他鐵的性能，所以通常又稱為吸鐵石。當其能自由轉動時恒指南北，古代黃帝造指南針，如現在的指南針都是這個特性的應用。

磁鐵吸引鐵屑的特性，在其兩端最顯著，兩端的性質又各不同，一磁鐵之一端與他磁鐵一端相吸而與他端相斥。這種互相作用的力稱為磁力。通常係由磁鐵之兩端發出，此兩端即稱為磁極，指北方的一極稱為北極（ N ）或稱陽極。他極則稱為南極（ S ）或稱陰極。

二磁鐵相斥之端由實驗知其同為南極或同為北極。若一為南極一為北極則相吸引，即同性磁極相斥，異性磁極相吸，並證明一磁鐵的兩極性質雖然不同，強度總是相等的。

二 磁之感應：

本無磁性的軟鐵片接近磁鐵，即現磁性，亦能吸引鐵屑。此種現象稱為磁之感應，如圖五（甲）將磁鐵之一極接近鐵釘，則鐵釘被吸起黏着磁鐵上，此即磁吸鐵，但此鐵釘又可另吸鐵釘成一連串，最後一鐵釘之尾尚可吸引鐵屑如圖五（乙）所示，鐵釘在磁鐵附近雖不與磁鐵接觸也能吸引鐵屑，這些表明了鐵釘在磁鐵之磁場內會受感應而磁化成為磁鐵，鐵釘在近於磁鐵一端的其極性與磁鐵之極相反，而他端則與磁鐵之極相同。



軟鐵等物由感應得來的磁性每當感應磁鐵取去後，旋即消失。鋼則較難磁化，磁化後保留磁性較久。

磁的感應現象如上，其吸鐵的原因，因被感應的異性極在近處，而被感應的同性極在遠處。因此兩異性極互相吸引的力大於兩同性極互相推拒之力，結果使鐵質物品與磁鐵之任何極接近恒被吸引。

三 磁性之分子說：