

識常市電用

謝興儀 著



重慶市人民出版社

用 電 常 識

謝 興 儀 著

重慶市人民出版社

寄號：6004 (39,000字)

用 電 常 識

作 者：謝 興 儀

出版者：重慶市人民出版社
(重慶滄白路23號)

印刷者：重慶市印製公司
(重慶中華路183號)

發行者：新華書店西南總分店
(重慶黃家壩口)

1-10,000 一九五四年一月第一版
一九五四年一月第一次印刷

目 次

第一節	引言	(1)
第二節	能和功	(4)
第三節	電子到底是甚麼東西	(8)
第四節	電動勢和電流	(11)
第五節	電阻	(16)
第六節	電路	(21)
第七節	磁和電	(27)
第八節	發電機	(32)
第九節	變壓器	(37)
第十節	直流電動機	(40)
第十一節	交流感應電動機	(45)
第十二節	電熱和電燈	(51)
第十三節	用電安全	(56)

第一節 引言

電氣事業，只有短短一百年的歷史，但應用的普遍和發展的速度，遠遠超過了其他任何工業。現在，無論在家庭裏、工礦裏，和國民經濟的其他一切部門，人們都通過各式各樣的電器來使用電。

早在二千五百年前，希臘學者法列士就已經發現了電的現象。但是一直等到上一世紀，人們才對電的現象作了縝密的及系統的研究，從而揭穿了電的本質——“電”：只不過是能的一種特殊形式，它和其他的能（機械能、熱能、化學能等）沒有本質上的區別。電能和其他能的區別僅在於它的產生方式：機械能是由物體運動所產生，熱能是分子運動所產生，電能則是電子運動產生的。

現代科學已經證明，電子為構成各種物質的最小單位。因此，自然界的任何現象都有電的參與，都可以在那裏找到電的踪跡。電能的優點可概括如下：

（一）電能很容易變換成其他的能，供我們使用——用電動機可以把電能變成機械能，用電爐可以把電能變成熱能，用電燈可以把電能變成光能，用電解槽可以把電能變成化學能。

（二）電能很容易傳送到很遠的地方——機械能用皮帶傳送，熱能用蒸汽管或煤氣管傳送（代表熱能的燃料用

車船傳送)，而電能僅用幾根電綫就能夠很方便，很經濟的把電能輸送到遼遠的地方。這樣，工廠的位置能夠盡量與原料產地接近，而電廠又不妨建立在煤礦或水源的近旁。這樣，既便利了工業的發展，農村電氣化也有了充分的可能。

（三）電機及電器的效率高，控制簡便——用電做工廠的動力，經濟簡便；管理人員只用操作開關就可以進行生產，因而減少工人的勞動強度及生產成本。

（四）電的量器及記錄器準確而靈敏——因為其他的物理效應可以引起一定的電的效應，所以可能利用電的效應去測量其他的物理效應，使電能可以廣泛地應用於生產上及生活上，使生產過程自動化變為可能。

這些因素使電在人類生活中佔了重要的地位。隨着科學的進步，電氣事業在發展國民經濟技術中的作用一天比一天重要，並從更多方面影響人民的生活。列寧同志說：“共產主義，就是蘇維埃政權加上全國電氣化”。從世界革命導師列寧的這句名言裏，我們可以看出電氣事業的發展對於實現共產主義的意義和共產主義社會裏人和電氣事業的密切關係。一九二〇年十二月全俄蘇維埃代表大會通過的俄羅斯國家電氣化計劃具體體現了列寧同志的這一偉大思想。蘇聯的各個五年計劃都以實現國家電氣化佔主要部分。這樣，德聶泊爾水電站建設起來了，更多的水電站建立起來了；在偉大的共產主義建設中，規模更為巨大的水電站正在斯大林格勒、古比雪夫……修建起來。蘇聯實現全國電氣化的計劃有力地促進了國民經濟技術的發展，勞動生產率的提高，滿足了整個社會經常增長的物質和文化

的需要；更重要的是，加快了共產主義社會的成長。

我們正在走着蘇聯的道路，實現國家工業化。爲了保證工礦企業的動力供應，改善人民的生活，四年來，許多電廠擴大和建立起來了，西南許多從來就沒有電的中小城市也開辦了電廠，供應動力和照明的需要。西南重慶、成都等地大的電廠正在建設，水力資源正在被大規模而有系統的勘測着。我們的國家正在擬定一個全國電氣化的長遠計劃。這也就是說：電和我們的關係，也將愈來愈密切。但也同時給更多的人帶來一個問題：電是甚麼東西，如何使用它？

編寫這本書的目的，就在於幫助讀者初步解決這個問題。

第二節 能 和 功

我們已經知道，電是能的一種形式。現在我們來談談能是什麼東西。

大家知道，人吃了飯才能做工。肚子餓了，做起工來就感到沒有氣力。爲什麼要吃了飯才能做工呢？這是因爲飯裏面有能够使人做工的東西，這東西就叫做“能”。所謂能，就是能够做工的東西。世界上各種不同的物質具有各種不同的能量，如果能够用適當的方法加以利用，都可以爲我們完成一定的工作。例如：運動的物體有“動能”，因此轉動的機器及流動的水，可以用來作工；高溫下的蒸氣具有“熱能”，因此可以利用物體燃燒及太陽的熱力來做工；運動的電子具有“電能”，因此可以利用電流（即電子流動的簡稱）來做工。能的表現形式是多種多樣的，而要完成某種工作卻需要能的某種形式，因此能量的轉換問題就佔着工程上的首要地位。現代科學已經證明：各種能的本質是相同的，如果用特定的方法，就可以把一種能量變成另一種能量。例如用電燈可以把電能變成光能。但是當我們把一種能量變成另一種能量時，往往隨着產生了我們不希望的能來。用電燈把電能變成光能時，不可避免地要產生熱能，它是我們不需要的，同時也是沒有利用的，我們稱它爲“損失的能”；其已被利用的部分，我們

稱它爲“有用的能”。實驗證明：“能量只能從一種形式轉變成另一種形式，能量不能無中生有，也不能化有爲無”。不消耗能量就能做工的機器是不會有的。這條定律稱爲“能量不減定律”。

因爲能量在轉變的過程中，不可避免的有一部分不能利用，於是能量不減的普遍表現公式爲：

轉變前的總能量 = 轉變後的總能量 = 有用的能量 + 損失的能量。

轉變前的能量稱爲輸入機器的能量，轉變後有用的能量稱爲機器輸出的能量，有用能量與輸入能量的比值就是機器的效率：

$$\text{效率} = \frac{\text{有用能}}{\text{輸入能}} = \frac{\text{輸入能} - \text{損失能}}{\text{輸入能}} = 1 - \frac{\text{損失能}}{\text{輸入能}}$$

由於損失能的不可避免，機器的效率實際上不能等於一，而損失能愈小的機器，其效率也愈高。我們在使用機器的時候，希望損失的能愈小愈經濟，因而要盡可能的使機器在最大效率的情況下運用。一般的電機或電器在它的定額情況下運用（例如定額的電壓及電流），常有最大的效率。因此，電機的使用者，不要選用大的電動機去拖動一部小機器，這不僅是大材小用了，而且還相對的多損失了一些電能，無謂的增加了生產成本。

功和能既然是一個東西的兩種表現形式，所以衡量功和能的單位完全相同。在工程上衡量能和功的單位用“焦爾”。一焦爾的能，相當於使一公分重的水溫度升高攝氏溫度表0.24度的熱量。

同樣一件工作，張三做需時一小時，但李四做卻要兩

小時，於是我們說張三的工作速率比李四大一倍。這種快慢，工程上常用“功率”來說明。所謂功率，就是作工的速率（工程上常用“功”字代表工作），是指單位時間內完成的工作量。因此：

$$\text{功率} = \frac{\text{工作}}{\text{時間}} \quad \text{或} \quad \text{工作(即能量)} = \text{功率} \times \text{時間}$$

工程上工作的單位用焦爾，時間的單位用秒，因此功率是用每秒焦爾來衡量的，這單位另有名稱叫做“瓦特”，或簡稱“瓦”。即：

$$\text{功率(瓦)} = \frac{\text{工作(焦爾)}}{\text{時間(秒)}}$$

實用上常嫌瓦特太小，故用一千個瓦特作為衡量功率的單位，這單位叫做“仟瓦”，或簡寫成“瓩”。機器銘牌上所標明的“瓦”或“瓩”數，即代表它的最大安全作工速率。如加於其上的負載過小，機器的能力沒有充分利用；如加於其上的負載過大，則機器力不勝任，易於燒毀或發生其他事故。

在計算電能時，除了功率採用仟瓦外，時間單位用小時，所以電能的衡量單位用“仟瓦小時”。一仟瓦小時的電能叫做一度電，就是電度表（俗稱火表）走一個字所需的電能（注意：紅針紅字紅記號內所指的字是小數位）。仟瓦小時與焦爾的關係為：

$$\begin{aligned} \text{一度電} &= \text{一仟瓦小時} = 1'000 \times 3'600 \text{ 瓦秒} \\ &= 3,600,000 \text{ 焦爾} \end{aligned}$$

電度表就是記錄用戶所用電能多少的電表。當用了一度電的時候，電度表上所指的數目字就增加一個。每月用

電若干，可以從電度表上增加的數字看出。例如上月表上的數字爲0123，本月表上的數字爲0234，於是本月用電爲0234-0123=111度。如果每度電的電價爲1,000元，則本月應付電費 $111 \times 1,000 = 111,000$ 元。

第三節 電子到底是什麼東西

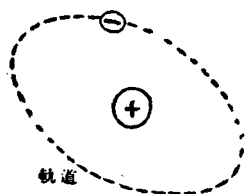
電能是由電子運動產生的。電子到底是什麼東西？電氣現象的本質是如何的呢？

根據現代科學研究的結果，證明物質是由“分子”所組成，而分子又由一個或幾個相同的、或不同的“原子”所組成。地球上各式各樣的物體，都是由九十幾種不同樣的原子在千變萬化的組合中構成的。這九十幾種原子，科學上稱做物質的“化學元素”，其中包括有最輕的氫和最重的鈾；金屬和非金屬；在通常情形下的氣體、液體、和固體。

原子的構造，比分子的構造簡單得多。我們可以用宇宙間的太陽系來做比喻。一切原子的構造都是同一形式的，它的中心有一個原子核，核的周圍有許多比核小若干倍的電子，依着一定的軌道繞核運行，這和太陽系中的行星圍繞太陽運行的情形十分相似。原子本身已經很小，可是電子和原子核又比原子小得很多，所以電子與原子核之間，電子與電子之間，都有很大的空隙存在，這又與太陽和行星之間有着很大的距離相似。由此看來，物質的內部構造並不是緊密的，而是疏鬆的，電子受到電力的作用時，就可以在這些空隙間穿來穿去，傳送電能。

電子是構成物質的基本質點之一。它的重量比最輕的

氫原子還要輕一千八百多倍。電子的另一特點是帶有電性，它所帶的電量又是電量的最小單位。電是有陰性和陽性之分的，電子所帶的電是陰性，也叫負電（符號“-”）。原子核則由兩種不同的基本質點所組成，它們叫做“質子”和“中子”。質子就是最輕元素氫的原子核，它的重量是電子的一千八百多倍，並且帶有電性，電量和電子相等，但為陽性電，也叫正電（符號“+”）。因為陰陽電間存在着吸引力，所以原子核能够吸住電子，使電子在正常狀態下不會因繞核運轉的“離心力”而離開原子。中子是一個不帶電性的質點，其重量和質子相等，也是構成原子的重要成分。質子和中子比電子的質量都大得多，行動不方便；又因為電子在原子的外圍，一部分離原子核較遠，受原子核吸力較弱的電子，受到外力作用時往往容易離開原子核的吸力而流動，這些電子叫“自由電子”。其不易離開原子核的吸力而流動的電子，叫“束縛電子”。所有的電氣現象，都是由自由電子的移動所產生。



圖一 氫原子的模型

各種物質結構不同，它裏面含有能够傳電的自由電子數目也不相同，各種物質的導電性質也因此不同。電子既然是構成萬物的最基本質點，因而萬物的變化都有電子參加。

電氣現象表現為電與電間的作用力，由實驗可知這作用力是：“同性的電互相排斥，異性的電互相吸引”。兩個帶電體間作用力的大小和它們的電量的乘積成正比，和兩帶電體間距離的二次自乘積成

反比。如用公式表示，則爲：

$$\text{兩帶電體間的作用力} \propto \frac{\text{甲的電量} \times \text{乙的電量}}{\text{距離} \times \text{距離}}$$

式中的 $\propto$ 爲比例符號。

電子的渺小程度已如上述。如果考慮幾個或幾十個電子之間的作用力，或者靠幾個幾十個電子的運動來傳遞電能，其作用之小不值一談。要傳遞電能就非集合多數力量不可。例如一盞最小的電燈，其中傳能的電子數以億計。因此，在實用上我們把六百億個電子當做一個計算電量的實用單位，這單位叫做“庫倫”。

第四節 電動勢和電流

在二千五百年前，希臘人發現：用貓皮擦過的琥珀棒能够吸引輕微的物體。當時他們認為貓皮擦過的琥珀棒生出了一種奇怪的氣，就叫做“電氣”（按希臘字，“琥珀”即電的意思）。後來，科學家們發現了電子，證明琥珀棒並沒有生出什麼氣來吸引輕微的物體，只是異性電子相吸引的結果。當我們用貓皮去擦琥珀棒時，貓皮上的電子就被擦到琥珀棒上去了。由於琥珀是絕緣體，電子就被束縛在琥珀棒上，琥珀棒便這樣帶了陰電。假如這時把帶陰電的琥珀棒移到一個輕微物體的旁邊，例如燈草或紙的旁邊，琥珀棒上的陰電就會把燈草的陰電推開而把燈草的陽電吸攏。這樣，琥珀棒與燈草之間存在着兩種力量，一種是琥珀棒的陰電對燈草上的陰電之間的排斥力，一種是琥珀棒的陰電對燈草上的陽電的吸引力，後者距琥珀棒較近，故吸引力超過排斥力，因而燈草可以被琥珀棒吸引過來。這樣摩擦而生電的現象，叫做“摩擦生電法”。

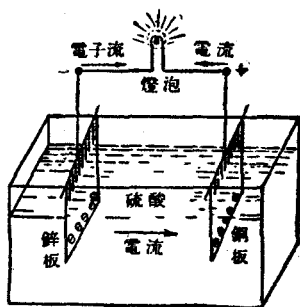
“摩擦生電法”，是把機械能變成電能的一個例子。但由於它轉變效率低，決不能用來發電以供動力需要。不過摩擦生電的常識却是應該有的。例如，機器和皮帶的摩擦，風沙與長輸電綫的摩擦等等，有時會生出很多的電來使生命遭到危險，或者把機器打壞。因此，機器應該與地

相接，接到輸電綫上的電機應該加裝保護設備，才可以防止上述事故的發生。

在發現摩擦生電以後一千多年，我們發現了用化學作用生電的方法。

我們知道煤炭裏有“能”，因為煤炭燃燒時所生的熱，能够用來做工。煤炭裏的能是要經過燃燒作用才被釋放出來的。在燃燒時，煤炭和空氣裏的氧相結合成為“氧化碳”，這就是燒煤時“聞”到的炭氣。炭和氧結合成氧化炭的作用，稱為化學作用，在它們起化學作用時就放出了能。兩種物質化合時要放出能量並不是炭和氧化合時獨有的現象，如果我們把鋅板放進硫酸水液中，鋅和硫酸化合而成硫酸鋅，也要放出能來，不過這時放出的能，不是熱能，而是電能，這就是所謂“化學作用生電法”。電池裏的電，就是利用這個方法產生的。

參看圖二，在盛滿硫酸的水液中，放進一塊鋅板和一塊銅板，銅不與硫酸起作用，鋅則與硫酸化合而成硫酸鋅。當鋅板上的鋅原子與硫酸化合成硫酸鋅時，它們放出了電能，使鋅板帶陰電，銅板帶陽電，其分離陰陽電的情形與摩擦生電相似，只是電子所獲得的電能不是由機械能轉變來的，而是由化學能轉變來的。鋅板上具有電能的電子就有在電路上流動的趨勢，這趨勢稱作“電動勢”。但是當鋅板與銅板間的電路沒有連通時，



圖二 電池

鋅板上的電子就無法衝過絕緣的空氣，跑到銅板去與陽電相結合。這就是說，電路上有電動勢，但不一定有電流。這情形與水管裏有水壓，在水龍頭沒有擡開時沒有水流相似。如果用電綫把鋅板與銅板連接起來，中間接入一個手電筒燈泡，就給電子搭通了電路，帶有電能的電子就從鋅板經過搭通的電路，流到銅板去與陽電中和燈泡裏因有電流通，我們可以看到燈泡發出光來。這種產生電能的方法，叫做化學作用生電法，產生電能的硫酸水池，叫做電池，鋅板是陰電（電子）匯集的地方，稱為“陰極”或“一極”，銅板是陽電（缺乏電子）匯集的地方，稱為“陽極”或“十極”。

電子在電路上流動就形成“電流”，猶之乎水在河裏流動形成水流一樣。由圖二可以看到，電子在電路上是從負極流到正極的，在發生電能的機器內部（例如電池）則是從正極流到負極的，這樣的流動方向是指帶負電的電子的流動方向，即“電子流”的方向。習慣上當我們說電流的方向時，是指正電流動的方向。當然，如第三節所指出的，在電路上實際流動的是帶負電的電子，而不是帶正電的質子，但是我們可以想像正電與電子相反的方向在電路上流動，這樣，我們就得到習慣的電流方向：

“電流在外電路上是從正極（十）流到負極（一）；
電流在電池及發電機內部是從負極（一）流到正極
（十）”。

電流與水流有很多相似之處。我們說一條河裏的水的流量大小時，我們是用每秒鐘流過水量多少立方公尺或每秒流過多少公斤來表示。同樣，我們表示電路上的電流大