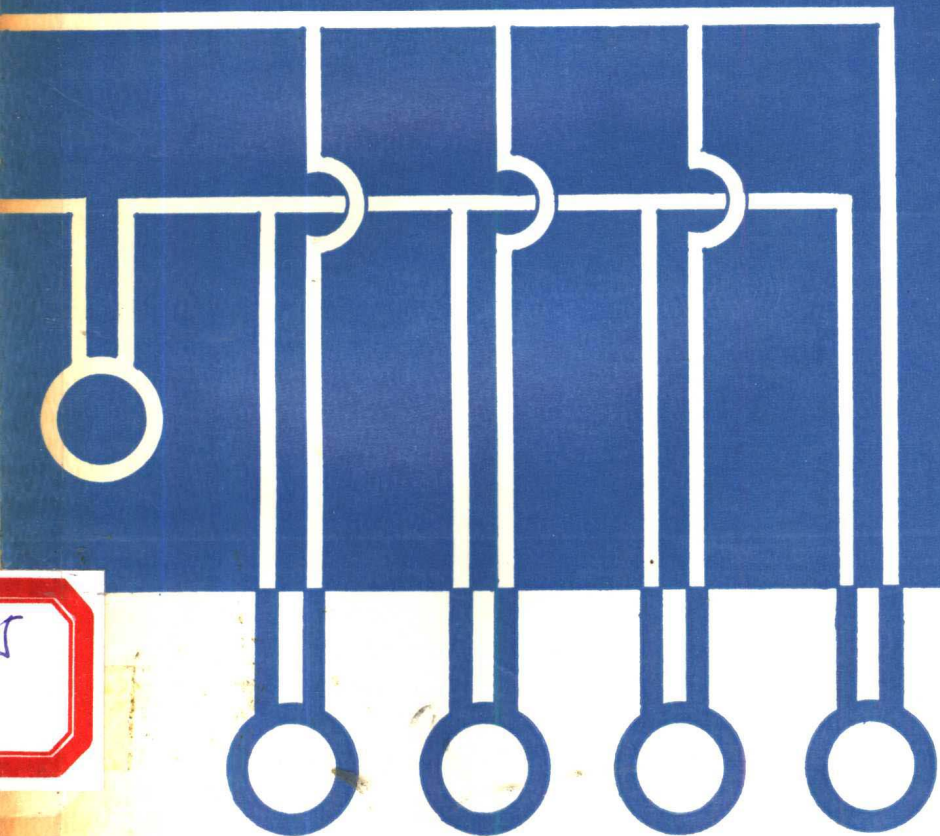


電工製作入門

方 明 編 著



香港上海書局印行

電工製作入門

方明編著

香港上海書局印行

內 容 提 要

電是怎樣來的？各種各樣的電器是怎樣製作起來的呢？這本書將告訴你們一些電的基本知識，同時還告訴你們怎樣安裝和修理電燈線路，怎樣正確使用和自製一些電工工具和儀錶，怎樣製作電鈴、電話機、電報機、發電機、電動機、繼電器、變壓器以及各種電動模型等。讀者們通過具體的製作和實踐，可以增長電的知識，學得一些電工製作技能。

電 工 製 作 入 門

方 明 編 著

上海書局有限公司出版

香港干諾道西179—180號六樓A座

SHANGHAI BOOK CO., LTD.

Block 'A' 5th Fl. 179-180 Connaught Rd., W., H. K.

嶺南印刷公司承印

香港西環西安里十三號

一九七九年十月四版 文/791 P218 32K

版權所有 · 翻印必究

目 錄

一 電的認識	1
電的來源	1
電與磁	3
直流電與交流電	4
整流器	5
電的量度單位	7
歐姆定律	9
電功和電功率	12
二 工作室和工具的使用和維護	14
工作室	14
各種工具和儀錶	16
電錶	18
三 自製電工工具和儀錶	21
低壓電烙鐵	22
簡易電烙鐵	24
手槍式快速電烙鐵	26
錫料和錫藥	35
怎樣做好銲接工作	35
驗電筆	37
電磁式電壓錶	41
四 電燈線路的安裝和修理	49
怎樣安裝電燈	49

	日光燈的安裝·····	57
	假如電燈突然熄滅·····	63
	用電計算·····	66
五	電 源·····	69
	電池的原理和構造·····	69
	自製乾電池·····	70
	乾電池的復活·····	73
	空氣電池·····	76
	蓄電池·····	77
	電池的串聯和並聯·····	78
	小發電機模型製作法·····	79
六	電訊器具的製作·····	89
	電鈴和蜂鳴器·····	89
	電報機模型的製作·····	93
	自製電話機·····	101
七	電 鍍·····	120
八	電熱器的製作·····	125
	電爐的製作·····	125
	電孵箱的製作·····	127
九	繼電器·····	135
	最簡單的繼電器·····	138
	高靈敏的繼電器·····	141
	小巧靈敏的繼電器·····	146
十	變壓器·····	151
	變壓器的作用原理·····	151

變壓器的設計.....	153
自製變壓器.....	157
十一 電動機模型的製作.....	167
三極電動機模型的製作.....	167
四極電動機模型的製作.....	173
六極電動機模型的製作.....	181
輕巧的電動機模型.....	186
電動小汽車.....	189

一 電 的 認 識

電 的 來 源

生活在二十世紀的人們，對於電的使用，大多都會懂得的，只要把電燈的開關一開，電燈就亮了；電風扇的開關一開，電風扇就會轉起來；收音機的開關一開，就可以聽到廣播節目，……而且大家也都知道，電燈的發光，電風扇的轉動，收音機的聽到聲音，這都是因為通上了電流。

但是電流是什麼東西呢？也許大多數人都答不上來。現在就來談談電流的問題吧。

自然界裏的一切物質，雖然是各式各樣的，但是它們都是由一個個小得使我們的肉眼根本無法看見的原子組成的。

原子雖然很小很小，就是用最好的顯微鏡，也看不見它們，但還是可以把它們分開來。如果把原子割開來看看，那麼可以發現原子是由一個原子核和核外電子組成的。原子核帶正電，電子帶負電。電子以非常高的速度，圍繞着原子核旋轉。氫原子結構最簡單，每一個原子中只有一個電子圍繞着原子核旋轉，而且它們永遠像圖 1-1 上所畫的那樣運動着。鈾原子就很複雜，每一個鈾原子裏有 92 個電子圍繞着原子核旋轉。

電子帶有電荷，叫做負電荷，用符號「 $-$ 」表示；原子核也帶有電荷，叫做正電荷，用符號「 $+$ 」表示。



圖 1-1

爲什麼平常物體沒有帶電的現象呢？

因爲平時每一個原子裏的電子所帶負電的總量，與原子核所帶正電的總量是相等的，所以就顯不出帶電的現象。只有當物體得到多餘電子的時候，就帶負電；失去電子的時候帶正電。

有的物質，原子中的電子被原子核吸得很牢很牢，電子不能自由地跑掉，它沒有多餘的電子，也沒有失掉電子，所以這些物質也就不帶電。這一類物質叫做絕緣體，如紙張、木頭、玻璃、瓷器、塑料等就是這樣。有的物質，原子中的電子可以自由地跑，如果原子中失去了一些電子，這物質就帶上了正電荷；如果原子裏從別的地方得到了幾個電子，電子數目多了，這物質就帶上了負電荷。這類物質叫做導體，像金、銀、銅、鐵、錫……等各種金屬就是導體。

在導體中，電子是無規則地隨便亂跑的，所以平時導體中也沒有電流。如果在導體中接上電源以後，導體中的電子就會排成隊，開始有規則的運動，導體中就有了電流。家裏的電燈都是用金屬導線聯接起來的，導線裏沒有電流，電燈就不亮。只要把開關一開，使導線接上了電源，導線裏的電子就排成隊跑了，也就是說導線裏有了電流，電流能使燈泡裏的鎢絲變熱而發光，電燈就亮了。

電 與 磁

一塊小小的電磁鐵，能把大頭針、刀片、小鐵片等吸起來。這是什麼道理呢？這是因為電磁鐵有磁性，所以能吸引鐵製的東西。

那麼磁性是怎樣產生的呢？

電磁鐵的磁性是由電流引起的。在電流周圍產生一種特殊的物質，叫做磁場。磁場能對鐵製的東西產生吸引力。如果電流消失，磁場也就消失，磁性也就沒有了。

你可以做這樣一個實驗：把一根導線（粗一些的漆包線）繞在大鐵釘上，然後把導線的兩端接到電池上去，如圖1-2。這時候，導線裏就有了電流，電流產生的磁場，使原來沒有磁性的大鐵釘有了磁性，所以就能吸引一些大頭針等細小的鐵器了。這時將導線從乾電池上取下，電流沒有了，大鐵釘上的磁性立即消失，原來吸在大鐵釘上的小鐵器，馬上就會全部落下來。

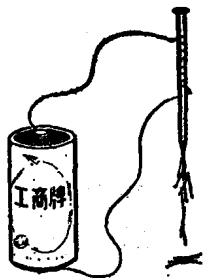


圖 1-2

通過上面的實驗，我們明確了一個道理，就是磁與電是一起存在、一起消失、不可分割的。這樣像火和熱的關係一樣密切，當爐子裏生着了火，周圍就有熱量；如果把爐火熄滅，周圍的熱量也就消失，而且火越旺，周圍的熱量越高。磁性也是這樣，電流越大，周圍的磁性越強。把導線繞成線圈時，繞得越緊，圈數越多，磁性就越強。

磁鐵有兩個極，一端叫北極，一端叫南極；北極又叫 N 極，南極又叫 S 極。 N 極與 S 極互相吸引，稱為異性相吸； N 極與 N 極或 S 極與 S 極要互相排斥，就是同性相斥。電流通過導線時，周圍的磁性同樣有 N 極和 S 極之分，但它哪一端是 N 極，哪一端是 S 極，由電流的方向決定。電流方向改變了，極性也就變了。電流方向與磁極極性之間的關係，可以用一種方法來決定，這種方法叫右手螺旋定則，如圖 1-3。如果四個手指頭所指的方向與線圈中電流方向一致，那麼大拇指指向的一端是 N 極。磁極方向是這樣規定的：在線圈內部，從 S 極指向 N 極；在線圈外部，從 N 極指向 S 極。

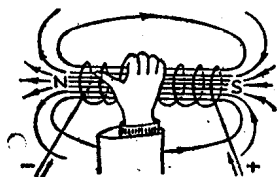


圖 1-3

直流電與交流電

我們已經知道，導體中的電子有規則地運動，就形成電流。但電子在運動的時候，可以不改變方向，也可以改變方向。

如果電子運動的方向一直不改變，也就是永遠只向一個方向運動，而且大小也不改變，這時形成的電流，叫做直流電流（或稱直流電），像手電筒用的乾電池和蓄電池輸出的電流，都是直流電。另外有專門產生直流電的發電機，叫做直流發電機。如果電子運動的方向，隨着時間作周期性變化，也就是電子一會兒向東跑，一會兒向西跑，而且電流大小也有規則地改變，這樣的電流叫做交流電流（或稱交流電）。

電燈、電扇等所用的電都是交流電。

整 流 器

大家日常生活中用的電燈、電爐等也都是交流電。因為交流電有很多好處，例如便於輸送，又可以通過變壓器的作用，使它的電壓升高或降低。

但在有的地方必須要直流電，例如電車所用的電，就是直流電；你們家裏的無線電收音機裏，也要用直流電。因此有一種專門的設備，可以將得到的交流電先變成直流電，然後供電車和收音機使用。這種設備叫做「整流器」。

整流器的種類很多，如機械整流器、兩極管整流器、硒整流器、氧化銅整流器、電解整流器等。其中以電解整流器的製作最簡單。這裏介紹一下電解整流器的製作方法。

取一隻有膠蓋的大口玻璃瓶作容器，然後做鋁電極和鉛電極各一個（鋁電極可用薄鋁板做，也可用壞的鋁鍋或壞的鋁飯盒剪下一塊代替。鉛電極可用薄鉛板做，也可用薄鐵板或壞的乾電池中間的那根碳質電極代替），緊緊地插在膠蓋中間，它們之間要有一定的距離，不能碰在一起，但不能離得太遠。在兩個電極的頂上，各鉗上一段銅質軟導線，如圖 1-4。

在玻璃瓶裏裝進蘇打水作電解質。蘇打水可用蒸餾水或天上落下來的雨水和食用蘇打水按一定的比例配製，在每 100 克蒸餾水或雨水裏，加

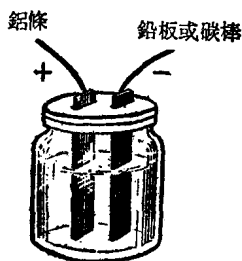


圖 1-4

食用蘇打 5—8 克就夠了，不宜太多或太少。玻璃瓶裏的蘇打水不能裝得太滿，約全部容量的四分之三左右。

一切做好後，將膠蓋蓋在瓶口上，兩個電極的下部都浸在電解質裏就成為一具電解整流器了。

但剛製成的整流器，一開始不能馬上就能使電流按着單一的方向運動，必須進行一次定型處理。定型處理的方法很簡單，只要將一個 40—50 伏特的燈泡，把它和整流器串連起來，接上交流電源。剛接上電源時，燈泡和平常一樣亮。過了一會兒，燈泡變得越來越暗下去，最後直至完全熄滅。這就證明這隻整流器已經定型了，交流電過通它的時候，電流只能從鉛極向鋁極運動，而不能從鋁極向鉛極倒轉來運動，變成了直流電。

這種整流器所通過的電流，電壓將會比原來的電壓降低 50—60%，例如你原來的電壓是 110 伏的，整流以後只有 50 伏左右了。它的電流的大小，根據鋁板面積的大小而決定。

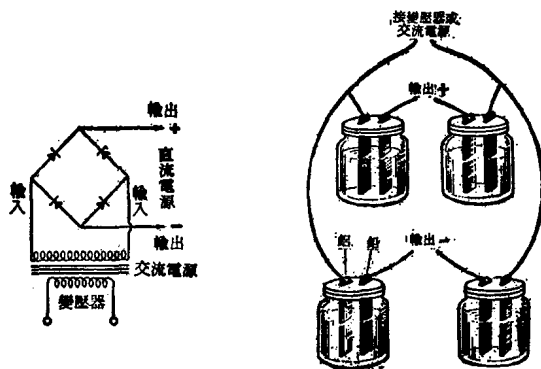


圖 1-5

通常每平方厘米具有 5 毫安電流爲正常負荷。

這種整流器叫做半波整流，在實驗中具有一定的實用效果，但使用的時候不能過長，要用停停，時間用得長，會發生大量的熱，整流的作用會大大減弱，甚至於完全失去效用。

如果要使整流器得到比較好的效果時，你們在製作的時候，如果各種材料容易找到的話，最好是同樣的做四個整流器，然後按照圖 1-5 的方法把它們聯接起來，成爲一個整流器組，叫做全波橋式整流器，用起來就方便多了。

電的量的單位

我們已經知道電流有大小，但電流的大小是怎樣計算的呢？

電流的大小是用單位時間內通過導體截面積的電量多少來表示的。在同樣的時間內，通過的電量愈多，電流愈大。

電量由一種專門的單位來表示，叫做「庫侖」，它是爲紀念法國物理學家庫侖而取這個名字的。一個庫侖，大約等於 6.24×10^{18} 那樣多的電子所帶的電荷，也就是大約等於 6,240,000,000,000,000 個電子所帶的電荷。

如果每秒鐘通過導體截面積的電量爲 1 庫侖，那麼電流的強度就是 1 安培，簡稱安，用 A 來表示。

如果把這個關係列成公式，那麼就是：

$$\text{庫侖/秒} = \text{安培}$$

在實用上，有時嫌安培這個單位太大或太小，用起來不方便，所以還規定了一些輔助單位，叫做千安培、毫安培、

微安培等，或稱作千安、毫安、微安。

1千安=1000安

1安=1000毫安

1毫安=1000微安

要知道某一個電路裏的電流強度，可用一種專門的儀錶來測量，這種專門的儀錶叫做電流錶（也叫做安培計）。

電流是導體裏面的電子有規則運動而產生的，實際上是受到一種電的壓力。這個迫使電子流動的壓力叫做電壓，是由電源供給的。所以電路中只有接通電源，使電路的兩端有了電壓，才能產生電流。

電壓的單位是伏特，簡稱伏，用V來表示。每通過1庫侖電量的時候，在某一段電路上放出1焦耳的能量來，那麼這段電路兩端的電壓就是1伏特。

要知道某一段電路中的電壓是多少，也可以用電壓錶（也叫伏特計）來測量。電燈線路裏的電壓，一般是220伏特的，也有是110伏特的。手電筒裏用的乾電池，每一節的電壓是1.5伏特。工廠裏的電動機用的電壓，有的是380伏特的，還有更高的。世界上最高的電壓，是60萬伏特。電壓高的叫高壓電。電壓低的叫低壓電，一般指36伏特以下的電壓。

電壓的單位除了用伏特以外，還用千伏和毫伏作單位，
1千伏=1000伏特，1伏特=1000毫伏。

在電的量度單位中，除了安培和伏特以外，還有一個單位，叫做歐姆，簡稱歐，用符號 Ω 來表示。

你可能要問歐姆是表示什麼呢？

在導體裏，當電子受到電壓的作用而流動時，並不是暢通無阻地從這端通向另一端的，中間還要受到一些原子和其他電子的阻礙力，這個阻礙力就叫做電阻。歐姆就是電阻的單位。

不同的物質，它們的阻力是不一樣的，有的大，有的小，因此各種物質都有一個不同的電阻系數。在金屬中，銀和銅的電阻系數最小，所以一般的導線都是用銅做的。鐵的電阻系數比銅的電阻系數高得多，所以一般不用鐵做導線。至於木材、紙張、玻璃等，因為它們的電阻系數實在太大了，所以被稱為絕緣體。

歐姆這個單位是這樣規定的。在溫度 0°C 的時候，長 106.3 厘米、截面積 1 平方毫米的水銀柱所具有的電阻，就等於 1 歐姆。在實際使用中，電阻的單位除了用歐姆以外，還有千歐 ($K\Omega$)、兆歐 ($M\Omega$)、毫歐 ($m\Omega$) 等輔助單位。

1 千歐 ($K\Omega$) = 1000 歐 (Ω),

1 兆歐 ($M\Omega$) = 1000 千歐 ($K\Omega$),

1 毫歐 ($m\Omega$) = 0.001 歐 (Ω),

歐 姆 定 律

我們已經知道，導線兩端有電壓存在，導線裏就產生了電流；又知道了導線中電流的大小，和導體電阻大小有關，當電壓不變時，電阻越大，電流越小；電阻越小，電流越大。那麼電流、電壓、電阻三者之間的關係如何呢？

爲了大家更好地理解電流、電壓和電阻三者之間的關係，不妨分三步做一個簡單的實驗。

先用一節乾電池、一隻手電筒用的小電珠和一隻電流錶，根據圖1-6(1)的方法聯接起來。這時候可以看到小電珠亮了，而且電流錶上的指針會偏向某一個刻度上。指針所指的刻度就是電流強度。然後，你在電路裏增加一節同樣的乾電池，根據圖1-6(2)的方法接起來。這時候，你就可以看到小電珠的亮度比剛才只有一節電池時亮了一倍，而電流錶上的指針向右偏得更多了，大約

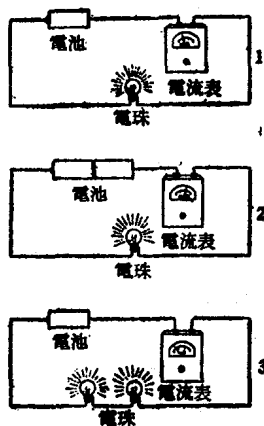


圖 1-6

比剛才所指的刻度大了一倍。接着再進行實驗的第三步。把電路裏的乾電池拿掉一節，而增加一隻相同的小電珠，根據圖1-6(3)的方法聯接起來，這時候，便會發現兩隻小電珠只能發出非常微弱的光，而電流錶上的指針，只略向右偏一點點，指針所指的刻度，正好比第一步實驗時所指的刻度小了一半。

以上的實驗中，電池就是電路中的電壓，小電珠是電阻，電流錶是測量電流強度的。實驗的第二步，由於電壓比實驗的第一步增加了一倍，而電阻不變，電路中的電流也就增大了一倍。實驗的第三步由於電壓和第一步一樣，但電阻比第一步增加了一倍，所以電路中的電流也就減小了一半。

這個實驗告訴你一個結論，就是「導線裏的電流與電壓成正比，而與導線的電阻成反比」。把它列成公式，就是：

$$\text{電流} = \frac{\text{電壓}}{\text{電阻}}$$

用 I 代表電流， U 代表導線兩端的電壓， R 代表導線的電阻，那便得到：

$$I = \frac{U}{R}, \quad R = \frac{U}{I}, \quad U = RI,$$

電流、電壓、電阻之間的這個關係，首先是由德國物理學家歐姆發現的，所以稱為「歐姆定律」。

歐姆定律是一個十分重要的定律，在電工計算中離不開它，所以必須熟記這條定律。

懂得了歐姆定律以後，電路中的電流、電壓和電阻三個東西，只要知道了其中任何兩個的大小，就可以算出另一個的大小來，你不妨做一做以下三個例題：

例一，已知電燈泡裏鎢絲的電阻是 264 歐姆，電壓是 220 伏特，求燈泡裏流過的電流強度？

根據 $I = \frac{U}{R}$ 的公式

$$U = 220 \text{ 伏}, R = 264 \text{ 歐},$$

$$I = \frac{220}{264} = 0.833 \text{ 安培}。$$

例二，已知一個電熱器的電阻是 44 歐姆，通過電阻絲的電流強度是 5 安培，問電熱器所用的電壓是多少？

根據 $U = RI$ 的公式

$$R = 44 \text{ 歐}, I = 5 \text{ 安}$$

$$U = 44 \times 5 = 220 \text{ 伏特}。$$

例三，兩個電池串聯後的電壓是 3 伏特，電路中通過的