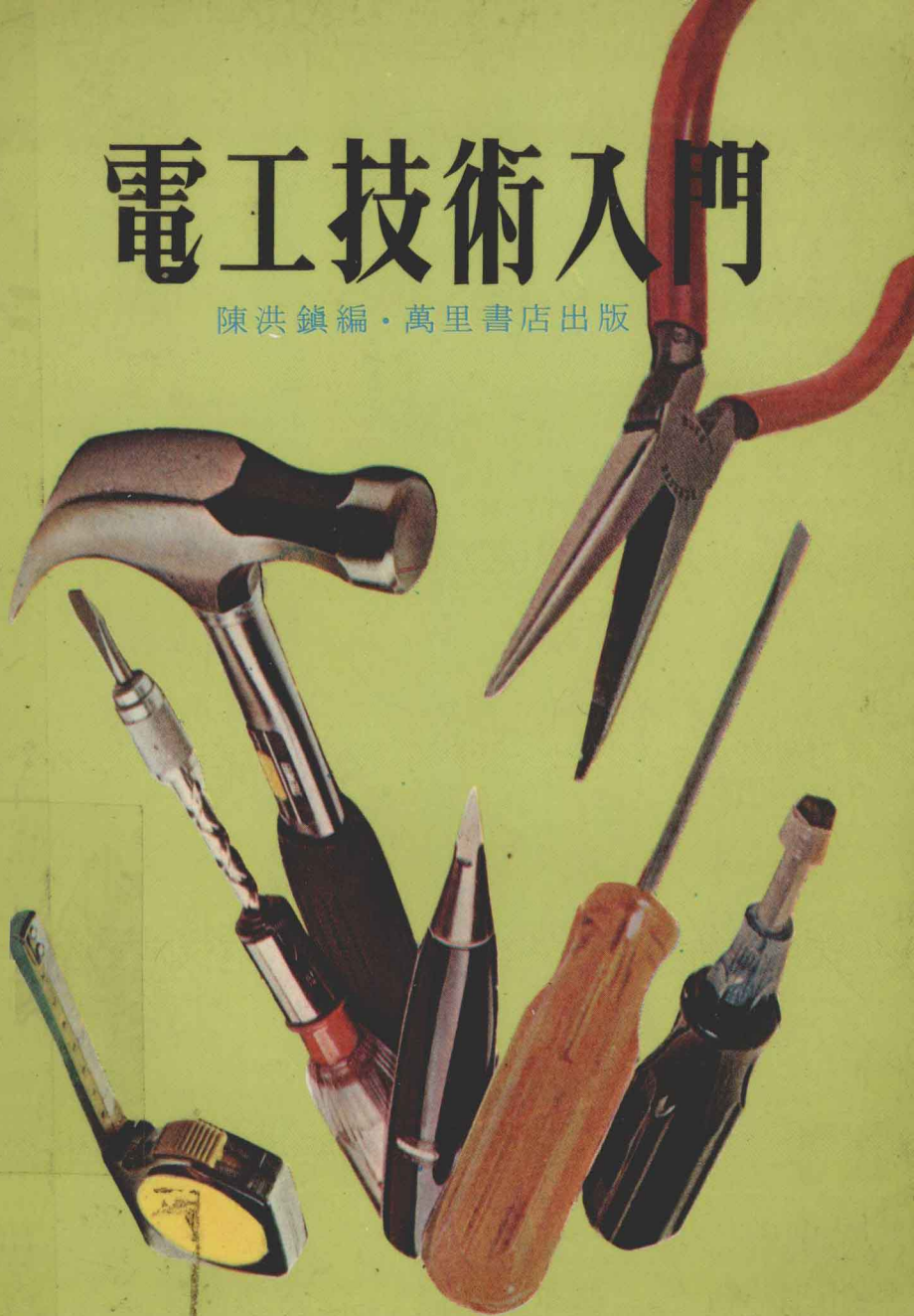


電工技術入門

陳洪鎮編・萬里書店出版



電 工 技 術 入 門

陳 洪 鎮 編

萬里書店出版

電 工 技 術 入 門

陳洪鎮編

出 版 者：萬里書店有限公司

香港北角英皇道486號三樓

電話：5-632411 & 5-632412

承 印 者：嶺南印刷公司

香港德輔道西西安里13號

定 價：港 幣 五 元

版權所有*不准翻印

(一九七九年七月印刷)

前 言

今天，電和我們的日常生活，已經越來越密切了，人們一刻都不能缺少了它。而電，這位神奇的魔術師，又替人們的生活帶來了倍爲豐富而多采的內容。住在高樓大廈的人，只要一按電鈕，電梯就立刻把我們帶到目的地；當夜幕垂降，只要一開電燈，就能把房間照得像白天那麼明亮；收音機、電視機給我們帶來各種喜愛的節目；當我們要和朋友聯系，可以用電報和電話通消息、傳音訊，瞬息萬里，非常方便。家庭裏經常用到的電器用具也有不少，如電冰箱、冷氣機、電暖爐、電熨斗、電動縫紉機、電氣吸塵機……等等。自然，在工廠裏，要是缺少了電，那就整個生產都要停頓了。而對一個城市來說，要是缺少了電，我們更難想像到它的後果會怎樣！

電是怎樣產生的？爲什麼它有那樣巨大的本領呢？一些普通的電器用具，自己可以動手製作和修理嗎？要懂得一些有關電工原理和技術的知識，應該從哪裏着手呢？……關於電的知識，很多人都感到甚有興趣也十分需要；即使不是電工行業的從業員，也希望能多少懂得一些。其實要懂得一些電學知識也並不困難，只要多找一些電學方面的

書籍看看和多作實習就可以了。坊間也有不少和電學有關的書籍出售，且不乏內容豐富的專著，只是大多着重闡述深奧原理，缺少實驗指導，適合初學者閱讀的更少。

“電工技術入門”就是爲了適應對電工技術有濃厚興趣的初學者而編寫的。這本書將告訴大家關於電學的一些基本知識，以顯淺通俗的文字解釋電是怎樣產生的？電能怎樣變成熱能、機械能、光能和化學能？以及一些自動控制的簡單原理；同時通過一些具體製作和實驗，使讀者對已獲得的電學知識更加鞏固，且更有實用價值。如本書介紹的電燈、光管的安裝和修理，自製電鉗槍，繞製變壓器，裝置電鈴，電鍍實驗等等，都很切合實用，且簡易可行。至於一些不易找到實習機會的製作，如發電機和電動機等製法，爲了提高讀者實驗的興趣，我們也通過模型的製作來說明它們的構造原理，這對初學者要涉獵較高深的電工製作技術，將會有很好的啓發。

本書適合初學電工技術者作自修範本，或初入電工行業的從業員作參考之用，也可供電工技術學校作補充教材之需，是進一步研究更高級電工技術的階梯。

陳 洪 鎮 識

目 錄

前 言	I—II
-----	------

第一章 電工學的基本概念	1
--------------	---

1. 電的來源	1
2. 電與磁	3
3. 直流電與交流電	5
4. 電的量度單位	5
5. 歐姆定律	8
6. 電功和電功率	11

第二章 電 源	13
---------	----

1. 電池的原理和構造	13
2. 乾電池的復活法	15
3. 空氣電池	19
4. 蓄電池	20
5. 電池的串聯和並聯	21
6. 發電機的工作原理	22
7. 實驗發電機模型	25
8. 整流器	31

第三章 各種應用工具和儀表	36
1. 工 具.....	36
2. 電 表.....	41
3. 測電用具.....	43
第四章 電 路	48
1. 什麼叫做電路?	48
2. 通路斷路和短路.....	49
3. 串聯電路和並聯電路.....	50
第五章 電燈和光管的安裝法	53
1. 怎樣安裝電燈?	53
2. 光管的安裝.....	61
3. 用電量計算法.....	65
第六章 電燈和光管故障檢修常識	68
1. 電燈簡易檢修法.....	68
2. 光管簡易檢修法.....	72
第七章 電熱器	75
1. 電熱的原理.....	75
2. 電爐的製作.....	76
3. 低壓電烙鐵製法.....	78
4. 簡易電烙鐵製法.....	81
5. 手槍式電烙鐵製法.....	84
第八章 報訊器具	94
1. 電鈴和蜂鳴器的原理.....	94
2. 電鈴和蜂鳴器的製作.....	95

第九章 繼電器	100
1. 繼電器的工作原理.....	100
2. 最簡單的繼電器.....	103
3. 高靈敏的繼電器.....	106
4. 小巧靈敏的繼電器.....	111
第十章 電 鍍	116
1. 電鍍的原理.....	116
2. 電鍍的簡單設備.....	117
3. 各種溶液配製法.....	119
第十一章 變壓器	122
1. 變壓器的作用原理.....	122
2. 變壓器的設計.....	124
3. 自製變壓器.....	128
第十二章 電動機	138
1. 電動機何以會轉動?	138
2. 三極電動機模型的製作.....	139
3. 四極電動機模型的製作.....	145
4. 輕巧的電動機模型.....	153
附 錄:	
1. 標準單綫綫規表.....	157
2. 絕緣銅綫安全載流量表.....	158
3. 常用保險絲規格表.....	159

第一章 電工學的基本概念

1. 電 的 來 源

電的用途非常廣泛，在我們的日常生活中，幾乎到處都用得着它。像照明的電燈，通訊用的電話和電報；還有無線電收音機、電爐、電風扇等等都是我們熟悉的電器用具。只要我們把收音機的開關一開，立刻就可以聽到廣播節目；把電風扇的開關一開，電風扇就會轉動起來；電車的“力氣”很大，它能載着許多人飛快地在馬路上奔馳……

“電”到底是什麼東西呢？它是怎樣得來的？

根據電子學說的解釋，自然界的一切物質，儘管它們的性質不同，形式各異，但都是由許許多多的分子微粒組成，分子又由許多原子組成。這好像造房子一樣，各種形式的房子都是由磚塊構成的，而磚頭的結成又靠沙和泥。磚頭的體積大，我們可以用肉眼看得到；原子卻非常微小，就是用最好的顯微鏡也看不見它們，如果把一億個原子排起隊來，約有一厘米長。

原子雖然很小，但還可以把原子分開來。如果你有辦法把原子割開來看看，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。每一個元素的原子，它所包含的電子都以非常高的速度，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。



圖 1—1

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。

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。

2. 電 與 磁

讀者們可曾做過電磁鐵的實驗嗎？小小的一個電磁鐵，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，它對鐵的東西能吸引。

那麼磁性是怎樣產生的呢？

我們在前面已經知道了什麼叫電流。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（可用粗一些的漆包線）繞在沒有磁性的鐵絲（也可以用大鐵釘）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

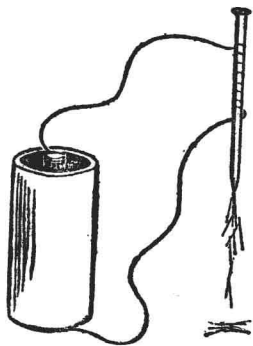


圖 1—2

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。這時你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。

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。這就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。把導線繞成綫圈時，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，要由電流的方向決定。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，這種方法叫綫圈的右手定則，如圖1—3，如果四個手指頭所指的方向與綫圈中電流方向一致，那麼大姆指指向的一端N極。磁極方向是這樣規定的：在綫圈內部，從S極指向N極；在綫圈外

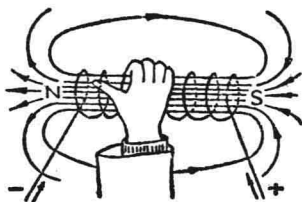


圖 1—3

部，從N極指向S極。

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（或直流電），像手電筒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，隨着時間作週期性變化，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變化，這樣的電流叫做交流電流（或交流電），家庭裏的電燈、電風扇所用的電都是交流電，收音機雖然插的是交流電，但它的內部有整流裝置，會把交流變成直流使用。

4. 電的量的單位

大家都知道電流有大有小，但電流的大小你知道是怎樣計算的嗎？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。在同樣時間內，通過的電量愈多，電流愈大。它是由一種專門的單位來表示，叫做“庫侖”，它是為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為 1 庫侖，那麼電流的強度就是 1 安倍，簡稱安，用 A 來表示。

如果把這個關係列成公式，那麼就是：

$$\text{庫侖 / 秒} = \text{安倍}$$

在實用上，有時嫌安倍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，叫做千安倍、毫安倍、微安倍等，或稱作千安、毫安、微安。

$$1 \text{ 千安} = 1000 \text{ 安}$$

$$1 \text{ 安} = 1000 \text{ 毫安}$$

$$1 \text{ 毫安} = 1000 \text{ 微安}$$

要知道某一個電路裏的電流強度，可用一種專門的儀表來測量，這種專門的儀表叫做電流表（也叫安倍計）。

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。這種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，也可以用一種專門的儀表來測量，這種儀表的名稱叫電壓表（也叫伏特計）。家庭裏的電燈線路的電壓，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？

在第一節裏，我們已經知道，在自然界中有的物質是電流可以通過的，叫做導體；有的物質是電流不能通過的，所以叫做絕緣體。

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係數。在金屬中，銀和銅的電阻係數最小，所以一般的導綫都是用銅做的。鐵的電阻係數要比銅的電阻係數高得多，所以一般不用鐵做導綫。至於木材、紙張、玻璃等，因為它們的電阻係數實在太大了，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。

$$1 \text{ 千歐 (} K\Omega \text{)} = 1000 \text{ 歐 (} \Omega \text{)}$$

$$1 \text{ 兆歐 (} M\Omega \text{)} = 1000 \text{ 千歐 (} K\Omega \text{)}$$

$$1 \text{ 毫歐 (} m\Omega \text{)} = 0.001 \text{ 歐 (} \Omega \text{)}$$

5. 歐姆定律

我們已經知道，導綫兩端有電壓存在，導綫裏就產生了電流；又知道了導綫中電流的大小，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表，根

據圖 1—4(1) 的方法聯接起來。

這時候可以看到小電珠亮了，而

且電流表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—4

(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

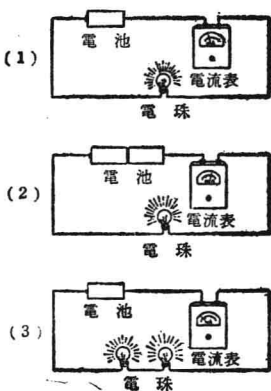


圖 1—4

只有一節電池時亮了一倍，而電流表上的指針向右偏得更多了，大約比剛才所指的刻度大了一倍。接着再進行第三步實驗的。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 1-4(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，而電流表上的指針，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，電流表是測量電流強度的。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。

這個實驗告訴我們一個結論，就是“導綫裏的電流與電壓成正比，而與導綫的電阻成反比”。把它立成公式，就是：

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

在計算時，用 I 代表電流， E 代表導綫兩端的電壓， R 代表導綫的電阻，那便得到：

$$I = \frac{E}{R}, \quad R = \frac{E}{I}, \quad E = RI。$$

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”。