

科學圖書大庫

# 電工學圖釋

譯者 徐氏基金會  
校閱者 沈在崧

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

# 電工學圖釋

譯者 徐氏基金會  
校閱者 沈在崧

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

# 科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員  
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十七年二月二十四日三版

## 電工學圖釋

基本定價 1.20

譯者 徐氏基金會  
校閱者 沈在崧 國立成功大學電機工程學系教授

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號  
7815250 號  
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號  
承印者 大典圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

## 我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤爲社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啓發，始能爲蔚爲大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尙有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員林碧鏗氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分爲叢書，合則大庫。爲欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於為國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良發行系統，善任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

# 八 版 序

本書的目的，是希望在一種簡明的方式下，給予社會上一般人及電工初學者，以電工方面的廣大知識。

第一版後得到的各方反應，以及電工工程在此以後的各種進步情況，均已依此重新整理，修訂或增列。大部份的插圖均已另行繪製，使其更能配合說明，易於了解。

最後，編者特別向勒白霍斯尼夫人致謝，感謝她對本書插圖的優美設計，與衷誠的合作精神。

專斯塔夫·比席爾

於慕尼黑

# 電 工 學 圖 釋

## 目 錄

序	
電流	1
電流強度	1
電壓	8
電功率	15
瓦時	25
電阻	29
電流，電壓與電阻的關係	35
各種電路	39
交流電	52
磁學	57
電磁學	62
概述	62
電磁學之應用	69
感應與自感	82
容電器（電容量）	93
電源	105
乾電池	105
蓄電池（電瓶）	109
發電機	118
直流電機與交流電機	118
轉動電流發電機	130
熱電學	143
光電學	144
變壓器	145
電的供應	154
測量儀表	159
電流的轉變	169
交流變直流	169
直流變交流	179

<b>電流的效應</b> .....	<b>181</b>
機械效應.....	181
直流電動機.....	181
交流電動機.....	183
三相電動機.....	184
<b>電流的热效應</b> .....	<b>189</b>
概述.....	189
短路與保險絲.....	190
電的热效應的實用.....	193
<b>電流的化學效應</b> .....	<b>197</b>
<b>電的照明</b> .....	<b>200</b>
白熾燈.....	200
放射燈.....	202
<b>電聲學概要</b> .....	<b>217</b>
<b>用電須知</b> .....	<b>226</b>
<b>電路與其符號</b> .....	<b>231</b>
<b>附錄：</b>	
<b>簡單公式與計算</b> .....	<b>239</b>
<b>結語</b> .....	<b>257</b>



# 電 流

## 電 流 強 度

對於電流，我們知道些什麼呢？電流是看不見，摸不着的，它藉電線或電纜傳導，它會使電燈放出光亮，使電動機產生轉動，當它通過冷氣設備時，就會使室內溫度降低。我們還知道「伏特」，「安培」及「瓦特」等名詞；因為偶然遇到保險絲燒斷，而必須換裝一條新的保險絲時，就想到該買一條「6安培的保險絲」，或一條「10安培的保險絲」；如購買燈泡，我們也必定要選適合的伏特數和瓦特數。比如說，一個人要買一只用於220伏特60瓦特，或100瓦特的燈泡，他對瓦特知道些什麼呢？他只知道一只100瓦特的燈泡，比60瓦特的燈泡要大，要強，換句話說，100瓦特的燈泡更亮些。他也知道，如果他將「弱」的燈泡換為「強」的燈泡，亮則亮矣，但消耗的電更多，因此他要付出更多的電費。極少的家庭主婦對此有足夠的知識。也許她的十歲的小孩，還比她懂得多一點：因為他已對「電流」作過實驗，雖然，實驗時用的是手電筒的乾電池。

首先，我們在電工學衆多的名詞中，挑選重要的電流來談談。我們先以河流裡流動着的水，來比喻電流。



這張地圖上有兩條河流，一條是將大量的水，導引入海的大河。有一條小河，則流着少量的水。



用於大 水量的水管

水可以用水管從這兒輸到那兒。但輸送大的水量，必須用大的水管。



用於小水量的水管

小的水量，則用小的水管輸送，如廚房及浴室內的自來水管就是。



弱的電流用細的導線就夠了

對於弱的電流，我們也用細的傳導電線，如電鈴使用的電線就是。



粗的電纜可輸送極大的電流

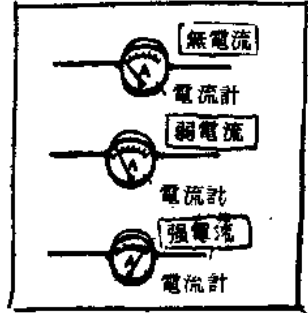
強的電流，則必需用粗大的導線來輸送。比如，用粗的電纜。

爲了測計，在一定時間內，流過水管的水量，我們使用「水表」。



水錶

同樣的，經過一導線的電的流量，也可測量出來。我們用一種儀器，由牠指針的偏轉，以指示當時通過電流的強弱。這種儀器叫做「電流計」。

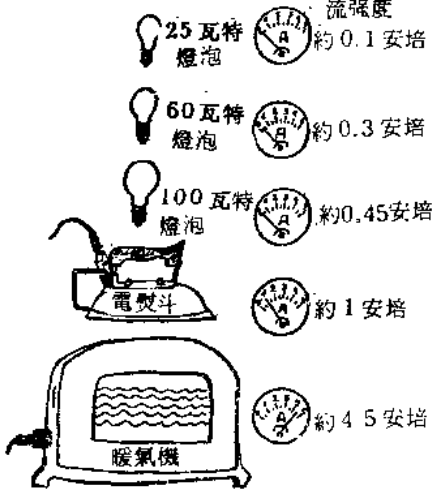


對於計算水流，或電流的流量的大小，都各有一種計算單位。比方說，水流可以每分鐘多少公升來計算（即在一分鐘時間內，流經水管切面的水量）。現在一般使用的水表，並不測量當時水流的強弱，而只表示在其一長時間內，通過水管切面的水量的多少，使水廠能夠確定其設數，以確知在過去一個月時間裡，用戶消耗了多少水，以作收取水費的標準。但電流計則表示出在某一時間點，（即一極短的時間）流過的電流強度，並且以安培（Ampere）表示出來。所以測量電流強度的儀器，也叫作「安培計」。電流強度的單位安培，可以簡寫作A。

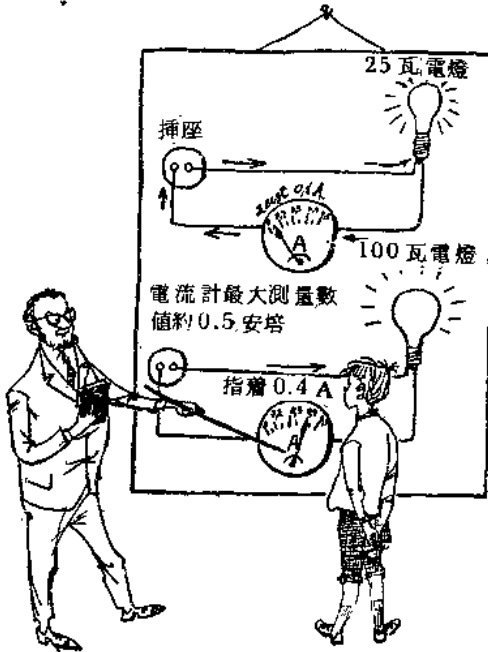
圖中的儀器，現正指着4安培，此儀器的刻度註明爲「A」，就是說，可作爲一安培計來使用（當然，還有其他種類的測量工具，應用較大或較小測量單位，這些將在以後再敘述）。



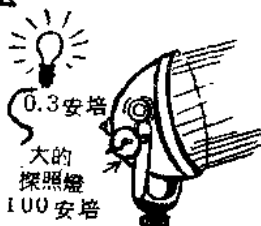
約計之電  
流強度



讀者們會問：所謂 1 安培， $\frac{1}{4}$  安培，4 安培的電流值（電流強度之數字）是多少？以及怎樣用法的時候，所通過的電流是這樣多。——左圖可給你一個答覆。圖右的方塊中就是電燈，電熨斗，電暖氣機等接在 220 伏特電燈線路中所需要的電流。關於伏特數將在下章中敘述。現在要說明的是：25 瓦特的燈泡所發放的光較 60 瓦特的燈泡要暗淡些，但它所消耗的電流也弱些；只要 0.1 安培就夠了。按此比例，一個 100 瓦特的燈泡需要  $\frac{1}{2}$  安培的電流；電熨斗需要 1 安培的電流，而暖氣機則需要 4.5 安培。

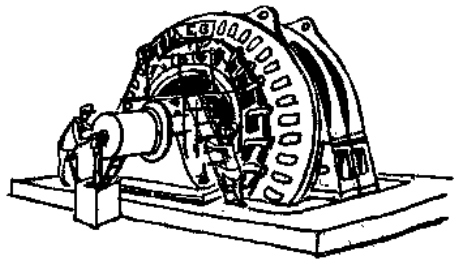


左圖示。測量電流的方法電流自牆上電插頭的一接頭，流經負載（電力消耗器，此處為白熾電燈），然後再通過安培計，流回插頭的另一端，如圖中箭頭所指示者然。此直接接在電路中的安培計，乃表示多少電流，通過此白熾燈及其導線。假如在導線中安置一較強的燈泡，則安培計的指針將有更大的偏轉。



有些電器設備所消耗的電流，比上述的要大得多，例如大的探照燈，差不多需要 100 安培的電流通入才行。

又如一部龐大的電動機（馬達），有時需要的電流，達 3,000 安培。



以水來作比喻：一只小的水車磨房，只需小的水流衝擊度，來作為動力。



一個大的磨房，則要相當大的一條河流，否則將無法推動其磨輪（水車）。



現在談到電源，（電流的來源）。電源的種類很多，比如小的乾電池；以及發電廠裡的大的發電機，這都是電源。



當然，前者所能供給的電流非常微弱。

而發電機，則在不同條件下，可以輸出大小不同的電流。





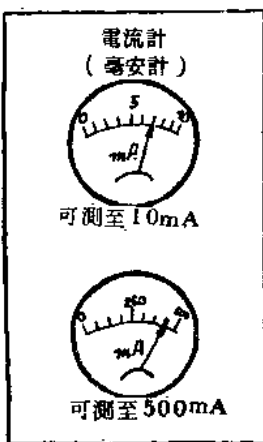
這正好像一個侏儒，當然使不出巨人般的力量！

電流強度  
 $1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$   
 $1 \text{ mA} = 1 / 1000 \text{ A}$   
 $1 \text{ kA} = 1000 \text{ A}$



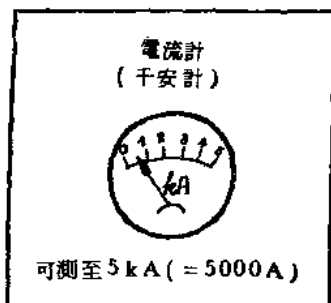
我們再認識一種較小的電流強度單位，那就是毫安，一個毫安是一安培的千分之一（即 1,000 毫安等於 1 安培）同樣地，我們稱重量也有一種較小的單位為毫克

(Milligram) (一千毫克等於一克)。對於強的電流，我們還有一種千安 (Kiloampere) 的單位。一個千安等於一千個安培，如一千克 (公斤) 等於一千克一樣。我們用  $\text{mA}$  表示毫安，用  $\text{kA}$  表示千安。（這如重量單位）以  $\text{mg}$  表示毫克，用  $\text{Kg}$  表示千克 (公斤) 一樣。

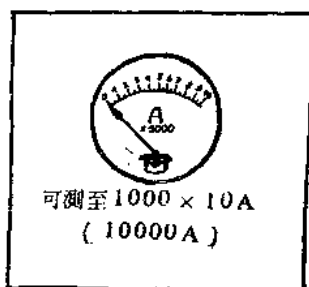


測量弱電流的儀器為毫安計 (milliamperemeter)，這種儀器的刻度下註有  $\text{mA}$  的字樣。

以外還有千安計，可以測量至5千安（即等於5,000安培）的數字。上面有KA字樣，即其刻度的數字，是以KA作計算標準。



有些儀器的刻度，標示有「 $\times 1,000$ 」字樣，那表示刻度的數字，還要乘以1,000。才是當時真正所測的電流值（安培數）。



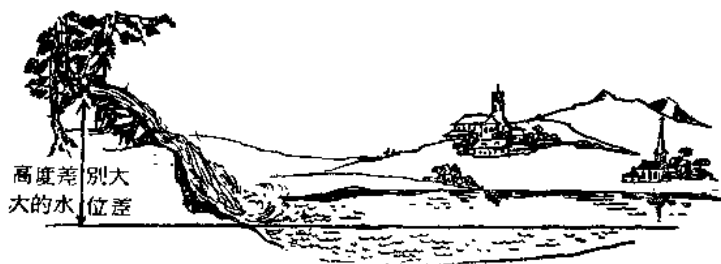
測量電流強度的單位，叫做（安培），乃是為紀念法國理學家安培（Ampère）（1775—1836），而選用的。安培先生在電學上有很多大的貢獻

# 電 壓

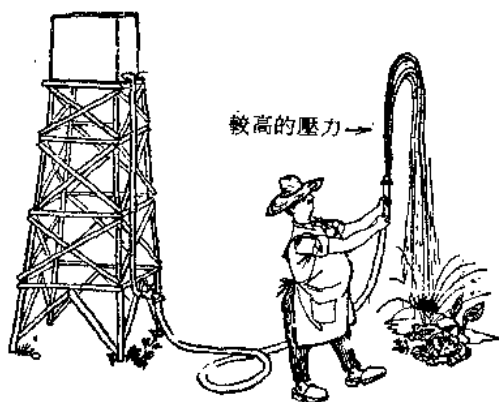
水為什麼會在河裡流動呢？每一個小孩都知道，那是因為水自高處流向低處。也是說，水的流動，因水面的高度有差別。沒有這種「位差」（或壓力）也就不會流動。



水位差有大也有小。小溪的水緩緩流動，因為其水位差很小的緣故。...



...如果水流湍激，那是由於水位差較大的關係。不過，在此例中，我們沒有討論到當時水的流量，即水流強度。

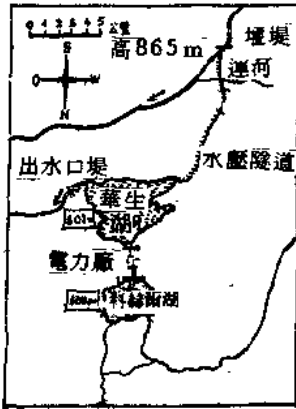


高度差愈大（即位差大），則壓力也愈大。因之水流動得也快。由本圖所示，水由高處的水塔，經由水管，散灑於花園中。水由水管口噴射而出，成爲一個水柱；這說明水壓很大。



高度差（水位差）很小，因此水管的水壓也就低。如果將儲水器具放低一點，高度差就小了。





大的發電廠，要利用水壓，作為渦輪機的推力。讓我們把沃百爾拜爾省，華生湖電廠作例，來說明一下吧。水自高處的華生湖，經過粗大的水管，急衝而下，用以推動卡赫爾湖側，山谷中的發電廠的渦輪。由於有大的位差，故水的壓力極大。也就是推動渦輪的力量極大。

水流動所需的壓力，除了由於天然的位差外，也可以用人工的方法產生。（比如自來水廠爲了要把水送入密閉的水管，就要使用人工的加壓方法）。



這兒有一個圓筒，其下裝有一條導管，導管之末端有一個出口。筒內有一活塞，可以受壓力，且筒內裝滿水。只要活塞不受到什麼壓力，水就不會流動，就是說，水管的出口，沒有水流出來。

如果我們幫助活塞加壓力於水，水就迅速流過水管，由管端出口，急射而出，成爲一高的水柱。

