

蘇聯少年科學叢書

少年電機工程師

布 拉 託 夫 合 著
波 士 尼 可 夫

符 其 珣 編 譯



開 書 店 印 行

蘇聯少年科學叢書

少年電機工程師

N. Bulatov
S. Posneekov 著

符其珣編譯

開明書店印行

少年電機工程師

二十八年十一月初版 一十五年三月再版

每冊定價國幣二元

翻 譯 者 符 其 珣

發 行 者 開 明 書 店
代 表 人 范 洗 人

印 刷 者 開 明 書 店

有 著 作 權 不 准 翻 印

(91 P.)

機 D77

原 序

請 學 習 電 機

少年們對於電都感到極大興趣：他們學做各種電器的模型，例如自造小電動機，小發電機；把鐵罐改造做電鍋；自製電爐，電池，電報機模型；練習裝設電鈴及電燈線路等等；這些先進的少年更常在露營時利用電信號做各種戰事遊戲，架設電話，裝置以煤油機或水力臥輪推動的發電機等。

少年們為什麼對於電感到這麼大興趣？各大工廠，機器廠，住宅以及街道，到處可以遇到電的應用；汽車，開墾汽車沒電都不能工作，因為汽缸中的燃料要用電的火花點燃；各種車床，起重機及許多其他機器大都由電動機帶動；小型電動機可以推動家用小電扇及縫衣機；具有千匹馬力以上的巨能電動機則用來帶動軋鋼機等笨重機器；電車，電氣列車，電話，電報，無線電……也都是因電才發生作用的。

一切最新技術，最新車牀及機件——都和電能的應用有關，我們蘇聯（原著者自稱）出產有巨能的電廠和大小電站，例如得涅坡羅，司爲利等及其他許多大小生產電機等的工廠。

電能隨處可以碰到，無論在工業上，運輸上，農業上或其他任何生活上。

電能怎樣能得到如此廣大的應用，為什麼它將來更有重大

的意義呢？

因為電能很易變為其他各式的能，例如變為光能——電燈；變為機械能——電動機；變為熱能——電爐；變為化學能——電解，電鍍……等。

電流的得到，須先消耗若干水，風或燃料所生的能，但由此所得的電能，很容易由兩根導線輸送到很遠的地方去。

小量的電能可以裝儲在蓄電池裏，以備不時之需。

電不僅能替我們發光，生熱及工作，並且可使兩人由導線的傳達或竟無需乎導線而談話，而將遠處的景象呈現在目前（電視），看穿不透明的物體（X射線），操縱遠地的機器，調整溫度，壓力，水之消費……等。

電機模型及各種器具的習作——這是學習現代電機，現代電學的主要基礎。

許多新設及建設中的電廠，正需要上千的新工程師，技師，技術員，及有經驗的工作者。

準備罷，電機少年們；這將要成為我們的工作！

譯 者 的 話

這本小冊子的內容，大半是取材於蘇聯布拉托夫和波士尼闊夫所著的「電機少年」一書，一部份選譯自該國其他書報，所以內容似乎比原著更加豐富。

這本書的內容，我以為對於有志研究電機的少年同志們是多少有些益處的，因為由於簡易而有趣的模型製造和實驗，可以一方面養成工藝上必要的技能，另一方面，也可從此得到一些對電的概念。

大家都承認蘇聯最近工業的發達，這雖由於政府的倡導，但人民的工業水準提高，也是主要原因；而後者之所以能夠如此，便是因為他們每個國民從小（小學時候）就受到用製造模型的方法所灌輸入的知識，使他們從小對工業有深刻的認識。我們常常聽到某七歲兒童親自造了某種機件的模型，這並不是騙人，而是可能的事情。假如我們的少年同志們也有同樣環境，我相信他們也一定做得出的；我們是工業落後的國家，若想振興工業，一方面固要造就正式工程技術人員，但同時對於未來的棟梁們，更應起始設法提起他們的興趣，灌輸些實用的技能和知識給他們，只有這樣才能使我國工業早日振興；而這，最好的方法要算是由模型自造起始了！

這個工作固須由教育界名人發起，始收大效；但在未為人注目之前，少年先鋒們應該自動組織「電機模型製造小組」和蘇

聯的少年先鋒們一樣。蘇聯的各種「少年小組」是無限的多，他們時常有驚人的成績，我們同樣也是少年，甘心落在他們後面嗎？

這「電機模型製造小組」的組織很簡易，下面是蘇聯國內此種小組的組織大要，可以供給有志的少年同志們做參考：要組織這種小組，其最主要的原因是「以羣力克復困難」，因為一個人單獨工作不但不感到特別興趣，便是遇到困難（無論是製造上的或是經濟等上的）時，也不易像若干人在一起共同工作時易得解除。這種小組大概每組三五人便足；組中你有幾種某項工具，我有某種工具，大家放到一起，即使不夠用，合資購用也經濟得多。

這種小組可以在家裏，學校，俱樂部，少年技術站，少年先鋒隊……等公共場所組織起來；找一間光線充足的房間，依本書第二章裝置起來，便可以了。至於工具，固然不易全部立刻購置，但不妨先置備幾種必要的，其他可以繼續添置。

小組中的每人應於每個指定期間到場；大家討論本日所要做的工作，然後起始製作。在這小小電機工作室內，可以為學校中物理課作電學實驗時添製若干儀器，例如電阻器，驗電器等。

小組中需要指導員一位，這，若在學校，可請物理教師擔任；否則可請熟識的電機技師，工業學校畢業生，或對電有研究的家長等擔任；年齡較大的電機嗜好者，在小組中也可有很大助力。

每個小組，除掉習作電機模型，對電機的實際工作也要注意；應該設法到電廠參觀，並請自己的朋友加入小組：這可以利

用你們親手造成的各種電機模型去引誘他們來加入。

小組的組織大概如上，至於組中的工作，這本小冊子特地預備了許多簡易而有趣的工作給你們，可以依次做去；至於這本書的內容怎樣，蘇聯的定期刊物少年先鋒隊曾有批評和介紹，茲節譯其文如下：「布，波二氏的書，供給各少年電機模型習作小組以必須的材料和知識（實驗和製作方面的），所以每個電機少年都應人手一冊。」

最後，蘇聯的每個上述小組，都由「少年技術站」予以種種幫助，譯者希望國內教育家對於少年的模型製造工作也予以某種助力，來養成「工業救國」的中堅分子！

譯者 民國廿七年上海

各 單 位 的 符 號

安培	電流的單位	A
伏特	電壓的單位	V
歐姆	電阻的單位	Ω
瓦特	電功率的單位	W
仟瓦特	等於 1000 瓦特	WK
仟瓦小時	電能的單位	KWh

長 度 和 重 量

1 米 (m) = 100 厘米 (cm) = 1000 毫米 (mm)

1 仟克 (kg) = 1000 克 (gm)

幾種電器的圖表法

	電 線		電阻器
	線 圈		開 關
	變壓器		電 燈
	安培表		容電器
	伏特表		交流電
	保險盒		電 機

目 錄

第一章 電的概念.....	1
電的表現 電流是什麼 什麼是「伏特」和「安培」 什麼是「基羅瓦特」 電能消費的計量 歐姆定律	
第二章 簡易的電機實驗室.....	13
工作字 工具 材料 電鍵板 電阻器 整流器 電流檢驗器	
第三章 電燈線路的修理.....	35
燈線路的組成 假如電燈忽然熄掉 電線的連接 導線和燈頭或開關的連接 插座的修理 怎樣可以避免危險	
第四章 電池.....	47
一具簡單的電池 電池的效應 勒克蘭社電池 乾電池的製法 廢乾電池的利用 重力電池 電池的連接 利用電池來照明 炭棒上導線的鉗接法	
第五章 電信號.....	61
電磁鐵 電磁起重機的模型 電鈴 電鈴不響的原因 自製的電鈴電報 電報機的自製 電話原理 兩具受話器組成的電話	
第六章 電熱器.....	83
電熱的應用 「電能」 樣變成「熱能」 煮滾水的代價 最簡單的煮水器 鐵罐改成的電鍋 平電爐 電爐	
第七章 電的化學效應.....	93
電解 鍍銅法 鍍鋅法	

第八章 電動機.....	99
電動機的應用 電動機的原理 實用電動機的構造 直立式電動機 二 極電樞式電動機 三極電樞式電動機 一架較複雜的電動機	
第九章 電車模型.....	131
第十章 發電機.....	137
發電機的原理 發電機模型的製法	
第十一章 變壓器.....	147
第十二章 感應機.....	153

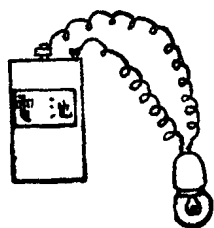
第一章 電的概念

一 電的表現

生活在二十世紀的人們，大概都知道使用電。他們知道怎樣去點亮電燈，怎樣開動電扇，怎樣燒熱電爐……；這燈的「發光」，風扇的「旋轉」，電爐的「生熱」……就是因電流通過而發生的現象，這種現象，我們叫它做「電的表現」，意思是說可由這些表現而確定某「線路」裏是否有電流通。

用條導線（俗稱電線）把乾電池的兩極連接起來，這電線中便有電流通過。不過有電流通過的和沒有電流通過的導線的外形都是一樣，並沒有若何改變，所以想武斷地說，「某電線中有（或沒有）電流通」，是不可能的；那末，怎樣才可知道電流的流通與否呢？這就要用下面各法來測驗了：

A. 電燈測驗法：用條電線把乾電池和一只手電筒用的小電燈泡連接（接的方法可參看圖 1）；如果燈泡發光，這就是有電流通過的表示，因為電流流過燈泡裏的細絲，燒熱了才會發光。



B. 發熱測驗法：假如使電流流過一條極細的銅線，便可用手感到這銅絲漸漸生熱，如果讓這電流繼續流通相當時間後，這銅絲就會漸漸因熱而成紅色，甚至熔化；所以

一條細導線如果接至電池後漸漸生熱，便可說這電線中有電流通流。

C. 電磁測驗法：在一鐵釘上繞以多圈「有包皮的導線」，然後把導線的兩端接到電池，如圖 2，這時如果這釘的兩端能夠吸起輕小的鐵釘，這便是電流通過的表示，因為電流通過

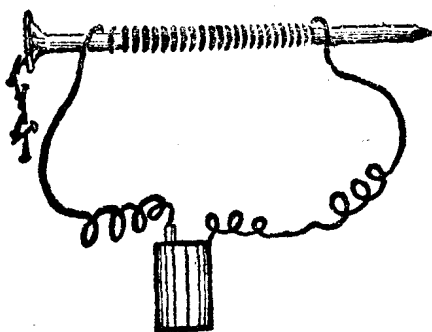
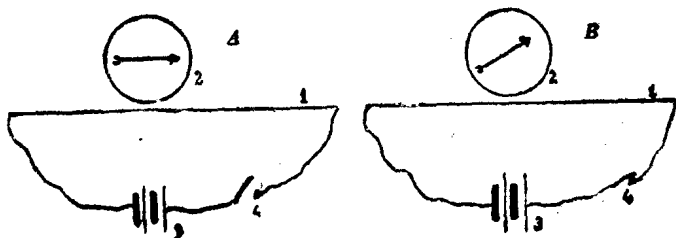


圖 2

繞在鐵釘上的線圈（即鐵釘上所繞的電線）便會發生磁性。如果在試驗時把導線切斷，則由電池流出的電流不能再流到線圈裏去，於是鐵釘的磁性便立即消失，所吸的各小鐵釘也立即落下；所以如果一個線圈接至電池後而不生磁性，就可以說是「電路」中有切斷的地方。

D. 感應測驗法：想用這方法測知電流的通過與否，可在欲測的導線旁放一具「指南針」，但須使導線的方向和磁針的南



M

3

北向相合；導線中如有電流通過，則磁針必和原有的方向作一傾斜，如圖 3 之 B，圖中 1 為欲測的導線，2 為指南針，3 為電池，4 為開關；A 圖開關 4 開，電池 3 的電流不能流通，磁針靜止（注意導線與南北向同）；B 圖開關 4 已閉，電流通，於是磁針即和導線傾斜成一角度。

這個測驗電流是否流通的方法很簡單，而且很靈敏，所以可利用這原理做成後面第二章第七節所說的「電流檢驗器」。

E. 電解法測驗：玻璃杯內滿盛清水，水內溶解一塊「硫酸銅」（可向西藥店買到），並放入兩片金屬片（炭精片也可）用電線把這兩片各接到電池的一極，便可看到下面的現象：由硫酸銅所析出的銅將漸漸聚集在兩片中的一片表面上（這便是所謂「電解現象」）；由於銅的析出與否，也可測知電流是否通過。

電流通與否的測知方法已知道了，但是「電流」究竟是什麼呢？

二 電 流 是 什 麼

導線內流動的「電流」大致和自來水管中流動的「水流」相仿：當電流在銅線中流通時推動着許多最小的粒子——電子；水在水管中流動時，因為管是空心的，所以進行甚易，但銅線則完全是實心的，那末，電流想在其中流動不是很困難了嗎？不是的，原來銅線並不完全由銅的分子「緊密」組成，這些分子間有許許多多用我們肉眼所看不到的空隙，同時「電子」比這些分子間的小空隙又要小上數萬倍，所以電子也能在這些空隙間穿

來穿去，和水在水管裏流動一樣容易。

銅線或其他金屬線內有着大量的電子在分子間行動，電池或發電機用來催動這些電子，使他們依導線方向流動；電池或發電機好像流水管的抽水機。抽水機催動一股水使依管的方向流動，電池或發電機也同樣：催動一股「電子流」，依導線的方向流去；抽水機工作停止時水流也立即停止，同樣，發電機停止，則電流也就不再流動。

電池的電流是由鋅和氯化銨溶液的化學效應發生的，發電機的電流則是由轉動這發動機的另一機械的「能」轉變而來，所以電能可以說是由化學或機械「能」所轉化來的一種新「能」。

當電流通時，我們所用到的能便是因電子行動而生的；這些「流動着的電子」——電流——可以使電燈發光，電機轉動，溶液分解……等等。

三 什麼是「伏特」和「安培」

推動電子，使它們能夠流動於電線內的力量，叫做「電壓」，「伏特」便是電壓的單位。

每單位時間（例如每秒）流過一單位面積電線（例如 1cm^2 ）的電子數量，叫做「電流」；牠的單位叫做「安培」。

再用水來解釋：電壓相當於水得到流動的壓力，而電流則相當於水在每單位時間內流出的升數；如果水管內每秒鐘流過許多升的水，那末便可以說這水的「流力」是大的；同樣，如果電線中流過大量的電子，大家也說電的流力——電流——是大的。

家裏的自來水，一旋開「龍頭」，水便衝出，這是因為「貯水池」的位置較「龍頭」高，有了所謂的「壓力」的原故；如果把這壓力取消，那末龍頭處便不再有水流出；所以「水壓」是流水的必要條件；同樣，電的流動也要有「壓力」（即電壓）才成。

普通每一個電池約能生出 1 至 1½ 伏特的電壓；手電筒用的乾電池約為 4 伏特；城市電燈線路約 120-200 伏特，電車線路約 500-600 伏特；另外，電壓太高的叫做「高壓」，壓力有至 115,000-220,000 伏特之高，這種高壓，大概用來做長距離的電能輸送。

電壓的高低程度可由兩線（各接電池的一極）相碰所生的火花看出，如果你歡喜，可以取一只乾電池來試一下，但千萬不要用城市電燈線路的電，因為牠的電壓較高，會燒燬你的保險裝置的原故。電壓如果過高，可以使兩不相接的「電極」中間發生火花，例如高至 100,000 伏特以上壓力的電流，可使兩極在一米突距離間發生火花，所以通高壓的電線，千萬不要無故靠近它！

至於兩極間發生火花的試驗，每人都可以做出，只須依本書第十二章製成一架「感應機」，便可以做這試驗給你的友人看了！

四 什麼是「基羅瓦特」？

大概你聽見：「……某某電台，若干『基羅瓦特』」已不止一次了。這「基羅瓦特」是個什麼玩意兒呢？

這是一個電功率的單位，與「安培」是電流的單位；「伏特」是電壓的單位……一樣，它等於一千瓦特（「基羅」是「千」的意思，所以基羅瓦特應譯為「仟瓦特」），能夠在一秒鐘內做 102 仟克米的功，換句話說，便是能在一秒鐘內舉一 102 仟克的重物升高至一米突的高度。

取水做比較：假定有一股能夠推動一「水力臥輪」的水流，爲了計算這水流的功率，須知道水落下時的高度；換句話說，就是要知道水面的高低差。水自愈高處落下，則它的壓力愈大，同時它所做的功也愈大。

計算水流的「功率」還要知道每單位時間（例如每秒）內流過的水的數量。每秒鐘內流過的水愈多，則這水流每秒鐘所做的功也愈大。

這樣，爲了計算水流的功率，我們要知道水落下的高度和每秒鐘內所流的水量；把這高度（以米突爲單位）乘以每秒鐘內水落下的重量（以仟克爲單位）便可得到這水流的功率，它的單位是每秒若干仟克米，若把得數除以 102，便能把這功率用「仟瓦特」的單位表示出來。

電功率的計算和上述的水的功率計算完全相仿，方法是把「電壓」乘「電流」，用式表示，可寫做：

$$W = I \times E$$

式裏的 W 代表電功率，以「瓦特」爲單位； I 代表電流，以「安培」爲單位， E 代表電壓，以「伏特」爲單位。

【例題一】一盞 120 V 電壓的燈泡通過 $\frac{1}{3}A$ 的電流，問這