

中國科學社科學畫報小叢書

# 少年電器製作法

附

## 電之用途

資源委員會運務處惠贈

苗

十一

二



# 少年電器製作法

## 第一章

### 緒言

現代是電的時代，電的利用已變成了我們日常生活的一部份。電是世界的原動力，在大自然所蘊藏的種種力量中為最厲害而可怕。但是，一旦人類知道如何駕馭它的暴烈之「能」，則電即變做他的最馴良而有用的僕人無疑。地，電學在今日，對於研究家和發明家是最有魔力和最有利益的園地。關於它的種種問題，科學家正在力謀更進一步的解決，只要對於吾人的知識稍有補助，則任何勞苦在所不計。結果新的發現時常有所發表。但是，說起來很可笑，我們並不知道電是什麼東西。我們只知道它的若干表現，即是它所能做的事。我們所能曉的，只是它遵行我們的命令；它推進我們的列車，照亮我們的房屋和街道，使我們溫暖，替我們烹飪，並能做許許多多其他的工作，只須我們揷着一個按鈕，或扳動一個電鍵即得。但是它究竟是什麼，我們却不知道。電沒有

重量，沒有容積，沒有顏色，沒有人見過它，不可分類，也不可分析，用科學上的任何已知的方法也不可把它分解成它的終極「元素」。我們只可說它是「能」的一種表現，此種「能」充塞於天地萬物，而以多種方式，如熱，光，磁，化學親和力和機械運動，顯現出來。大概它是永遠保守秘密的自然現象之一，故宜與萬有引力，磁性，鐳的放射原理和太陽系的永動同樣看待。

電是古希臘人所發現的，它的名字是從希臘文「琥珀」(electron, 譯做電子)一字而來。古人認為琥珀具有某種特殊的或神秘的力量。用法蘭絨加以摩擦時，琥珀中「所藏的神怪」即出來抓住輕物，如荻屑，紗線，木屑或木髓球。這種現象，沒有人能解釋，大家對於它都存着迷信的恐怖心理，而認為琥珀具有特殊的神力。但是年深月久之後，人們發現多種其他物質亦可用摩擦的方法而任意使它發生這種神秘的吸引力。用絲綢或皮革摩擦玻璃棒，能發生與琥珀電相同的「電」；或用貓皮摩擦硬橡皮，亦能得到相同的結果。於是有一推論，說電並不是用以發電的特殊材料的一種性質，却是從外界而來的，即來自那巨大的蓄電池——大氣。然後來了富蘭克林的風箏試驗，來頓瓶的發明，和用電池產生流動電的化學方法。於是證明此種新奇的力量，無論是用靜電的（即摩擦的）方法或是用動電的（即

化學師了方法所產生，它的性質總是一樣的。電學的成爲科學，即自此時開始。

但是，在最初的多年內，電只是一種科學的玩具。大家都以爲它沒有什麼實用。靜電起電機和來頓瓶的有趣實驗，只限於實驗室和演講廳之內。電是未知之「能」的一種有趣的表演，但誰都沒有夢想到它竟可用來供人生的實用。到了1850年左右，電科學居然名符其實。賈法尼電池和伏特電池開了流動電的先路。此種電並不像來頓瓶所放出的電火花會得跳躍而不見，却能連續流動。當連續的電流既經證實後，電報和電話便在踵接而來的許多發明之前首先出世。最後，比較大量和廉價的發電方法，使人們得應用它的能力來供給熱、光、牽引力和其他種種活動力。現在世界上的工作，大多由它擔任。

電怎樣工作是一個常問的問題，但不容易回答。關於這問題，雖有若干所謂定律，但我們最好只從科學家和電機工程師的觀察和研究所證實的幾個事實而得到結論。

例如，電老是活潑的，很容易移動，且時時都在等着獲得自由的機會。如果有捷徑可走，它斷不走迂遠的路。且在其途中的東西，如果太弱而不能傳導它或抵抗它，它就要使這東西生熱、發光或燦解。因此，我們必須限量

產電，換句話說，即產生適可使它做預定工作的量。如果產量較大，則必須用電阻來加以抑制，而只讓預定工作所需的電量可以通行。

發電器通常可分三種。電池利用化學作用而生電，發電機利用電磁感應，靜電起電機利用摩擦作用。現今的理論是這樣的：電是從以太取得，在正常狀態是靜止的。如果被擾動而用機械的或化學的方法加以聚集時，它老是在等待機會逃走，而復回到大氣裏。電量增加時，則其欲逃走的「能」亦增加，我們可任意把此種「能」變成動力，熱或光。用淺易的話說，即是它要回家；在努力於回家時，它就變做貯蓄的動力，好像貯蓄於壩後的水一般。至於如何利用此種動力，使它在得到解放之前先做各種工作，直到工作做完始可回家，這全憑人類的腦力去設計。

如果你曾試驗過電和電器，則所試驗的無論是簡單的摩擦電或流動電玩具，或是較複雜的感應卷和電動機，你一定會感到此類試驗是極有趣的娛樂，並且是一個簇新而廣大的研究園地。多數少年對於簡單的電器都想略知一二，尤其對於它們的製法和用法更感興趣。但是他們的學校教科書只是些「電學概論」，實不足以用作「實驗指南」。然而在電機和電的裝備方面，却有許多東西，少年們很容易製造和應用。本書的目的就

在把用平常工具所能製造的各種電器介紹給我們的少年。雖然有些用品或許要向電料行或其他地方購買，但在家庭裏却有許多材料可拿來應用。

欲將各種電的設備一一敘述，既不可能，也非必要。我們的實習範圍應只限於幾種容易了解和使用的電器。「實用」二字不可忘記。本書指示少年們怎樣應用他們的腦和可以自由使用的簡單工具及材料。小心和思想是電器製作的成功之要件。本書說明詳盡，圖亦易解。如果你的製品無效，可將說明再讀一下，試看有無做錯之處。一根脫觸的或裂斷的線，錯誤的接法，或捷路，都是造成失敗的原因。

關於靜電，即摩擦電，本書只有一章論及之，因為除實驗室內的試驗和醫學上的電療外，摩擦電只是一種玩具——少量產生是有趣和有用的，但大量產生則很危險而難控制。例如電閃，實與用靜電起電機發生而審於來頓瓶中的電火花相同，不過規模極大罷了。在各種實用上，流動電（直流和交流）實為人類所需要。因為電器的改良和發明方面的突飛猛進，今日之電已和蒸汽一樣的容易控制了。

本書內或許有許多東西的圖和說明，對於你是很新奇的。但是我們若每年寫一本關於電學的書，則在每本新書內都可找到前所未知的原理和事實。電的研究

範圍極廣，且從事於此種研究的人極多，故時常有新的發現。

熟悉電之應用的人會告訴你，對於此種未知的力，吾人現今只在開始研究中，在未來的世代，將有更大的發展，且發明將相繼而來，終使電真正成爲世界的原動力。現在，對於電學感到興趣的少年，其面前已開放着一個廣大的研究園地；而今日之少年，凡是研究此種學術的，將來總可成爲成功的電機工程師和發明家。少年要研究電學之應用及原理時，除去從一面製造一面研究的徹底方法入手外，別無更好的方法。後來他要設計較專門而難的電器時，則從實習上所得的知識，對於他將有不可估計的價值，比從書本上所得的任何理論的原理，一定有價值得多。他能徹底地認識他的問題，他能深知他的機器，因爲這是他親手所造的。

前面已經說過，所需的工具不多，所費也不貴，大概需備一把錐，一隻鉋和若干錐鉗，剪刀等。木製品爲鉛，錫，銅線，木和簡單的化學品等。只要在房間中有一角地，甚至即在你臥室中，都可用做製作所；至於較重笨的工作如槌和鋸，可以在屋外進行。你如果有一間空閒的房間可用，當然更好。在此室內，你可裝着架子，抽屜和做重笨工作的各種應用器具。熱心的初學者，以及稍具電學經驗的人，都應注意下述四個字的警告，即「勿圖微俸」。

電是一種微妙、隱秘而活潑的東西，一不小心，則可肇禍。因此少年們對於高壓電流或從發電機而來的幹線，切不可「問津」。用於電燈、電灶或電熱器具的屋內電流，對於年青的電器實習者確是一個應注意之點，但此種的電線亦不可任意接觸。過去因觸電而遭難的，真是太多了，故對於導體、插座和插頭都要謹慎小心。

少年實習者應嚴守着他的電池或用自來水力轉動的小發電機，在任何情形下都不可涉及從電力廠而來的電線。該線所傳的是怎樣一種電，並具有怎樣一種致命的力量，是不可預料的。從電車觸輪線上落下的一根裸線，其所載的電力足以使被擊着的任何動物立刻死亡。

最後，希望實習者對於本書內的詞句要完全明瞭，然後始可着手製作。這是成功的要訣。

編者

吳由中登出原照可並發的對面而單對馬一並要  
 用何... 其弊  
 識土由... 辨辨  
 識土由... 辨辨  
 辨辨... 辨辨  
 辨辨... 辨辨

## 第二章

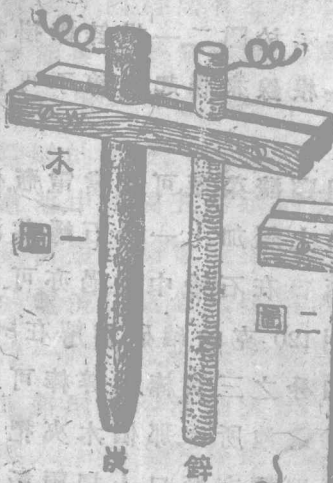
### 電池和電池組

#### 一 簡單的電池

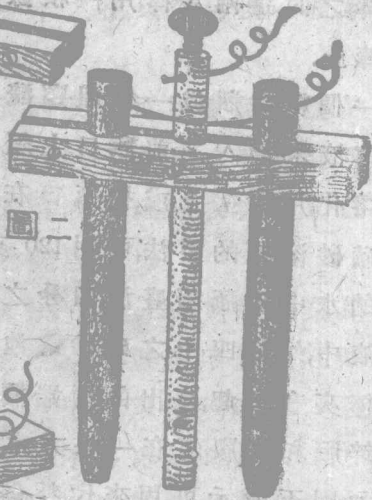
要產生電，必須用電池或發電機。因為發電機的構造和運用稍為複雜，故宜從較簡單的產電方法入手，再進行到較複雜的方法。對於小的器具，如電鈴、小磁鐵和小電動機，則鋅——炭——砒砂(Sal-ammoniac)電池已很足以應用。但對於較大的機械，因為所需的電流較多，即必須用膽礬(blue-stone)和重鉻酸鹽(bichromate)電池組。

要做一個簡單而價廉的電池，可用弧光燈中的炭棒，其表面所塗的銅層須除去；又用像電鈴電池上所用的鋅棒，每根幾分錢就可買到。這炭棒和鋅棒的上端，須紮着銅線，用鉗子絞緊，使不得滑脫。最好在棒的上端用銼刀銼一條凹線，再把銅線嵌進，而後把兩棒夾在兩根木條之間，用螺釘拉緊，如圖一所示。要做一個效能較大的炭極，可由六根或不止六根的短炭棒圍繞着，一根

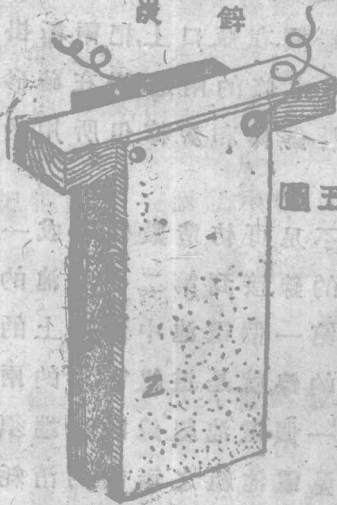
長的炭棒而組成如圖三所示這些短炭棒用強有力的



圖一



圖二



圖五



圖三

換膠帶線繫在那最長的炭棒上，或用棉繩亦可，先在石蠟或蜂蠟中浸過，使棉不透水和碲砂溶液。

電極的另一種裝置法，示於圖二。一根鋅棒掛在兩根炭棒之間，這兩炭棒用一根線來聯起，這線不可接觸到鋅棒上。

一個糖果瓶或一個粗頸醃菜瓶，可用當電瓶，但在碲砂溶液未倒入之前，瓶口上須加上一層石蠟，其法把石蠟熔化，用刷塗上，或把瓶口在石蠟中浸過亦可。

碲砂溶液的製法，可用120克的碲砂，溶解在500立方厘的水中，電瓶須盛滿四分之三，炭棒和鋅棒可掛在這溶液中，如圖四中之碲砂電池所示，那個木夾把炭棒和鋅棒夾在一起，長出的兩端擱在瓶口上，把兩極掛在液中，鋅版和炭版，釘在一根方木條的兩邊，掛在碲砂溶液中，如圖五所示，可用來代替鋅棒和炭棒，但所用的螺釘不可互相接觸。

6 如果一個電池的功率不足，可仿造數個，聯成一組，其法把一個電池中鋅棒上的線，接到第二個電池的炭棒，如此陸續串接到底，注意第一個電池中炭棒上的線，和最後一個電池中鋅棒上的線，就是這組電池的兩電端，如圖六所示，這樣就成功一個電池組，線的兩端須常分離，以便阻止流電作用而免電池組之無謂的消耗。

這種電池組極合用於電鈴和做小試驗，在不用電

時，鋅棒並不被侵蝕（如果掛在重鉻酸鹽的溶液中就被侵蝕了），因為只有在用電時，就是在接通電路的時間內，才能發生侵蝕作用。這樣一組電池，若用於一個電鈴，約可耐用一年之久。一年之後，只須另換一根新的鋅棒和新鮮的溶液。

電池中用圖五所示的版，就可用重鉻酸鹽的溶液，對於只需短時間電流的試驗工作，用這種電池可產生較強的電流。但重鉻酸鹽溶液侵蝕鋅版極快，前已述及，故電池一經用後，必須把鋅版提出。

重鉻酸鹽溶液的製法，可用 120 克的工業用硫酸，徐徐倒入 1000 立方厘米的冷水中。這步手續須在陶器中做，因為加酸於水時所生的熱，足以使玻璃瓶破裂。切勿把水倒入酸中。當這溶液差不多冷卻時，加入 120 克的重鉻酸鉀，頻頻搖盪或攪動而使混合，直到溶盡為止，而後把他盛在一個瓶中，標上字樣：

### 重鉻酸鹽電池液

毒

鋅板在未浸入重鉻酸鉀溶液之前，須塗上一層汞，使酸侵蝕鋅版不得太快。

塗汞的方法是先把鋅版在稀硫酸中浸數秒鐘，而後在表面上用汞（水銀）塗擦。汞能附着於用化學方

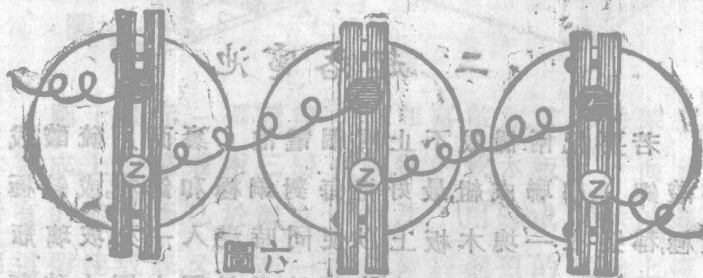
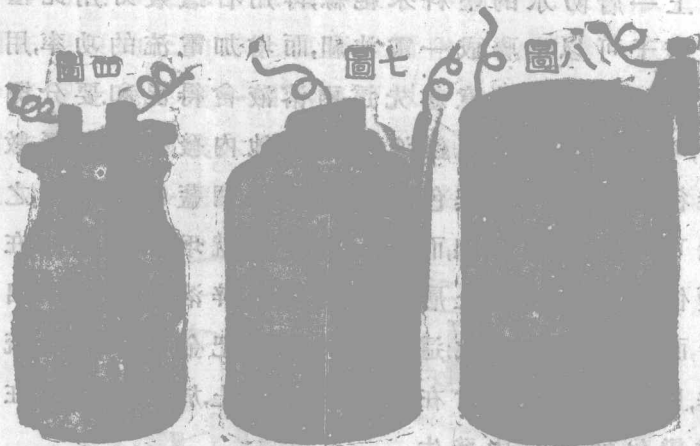
法清潔過的各種金屬面上（除去鐵和銅）這樣就可阻止酸的侵蝕作用。汞不可塗得太多，只須在鋅版上塗一薄層，到鋅面呈銀色或具有光澤就夠了。

要做一個兩液電池，可用一個玻璃外杯或瓷缸，和一個多微孔的內杯。這杯在濕的時候，要電流能從微孔中通過。

多孔杯是一種未加釉的泥筒，和花盆相仿，水份可以從中徐徐滲透。這個多孔杯內，放一塊塗着汞的鋅版，浸在稀硫酸的溶液中——30克酸 500 立方厘米水。外杯內盛硫酸銅的飽和溶液，液中有——一個薄銅片的圓筒，用一根薄的銅條鈎掛在外杯的口上。要保持銅溶液時時飽和，須用數塊硫酸銅，即膽礬，沉在杯底。不用時，鋅版須從內杯中提出洗淨。如果這電池在數天內不致於用到，最好把這兩種溶液仍舊分別倒入瓶中，再洗滌電池的各部分。這樣下次用時，電池就清潔而靈敏了。用時內外兩杯中的溶液須在同一水平面上，仔細勿使兩液混合。銅溶液不可接觸到鋅版。把多孔杯的上部塗着一層蠟，以阻止結晶，且保持清潔。使用這些酸溶液時，要特別小心，勿穿新衣，勿使液體濺撒，因為這些溶液很強烈，足以腐蝕一切東西，甚至可灼焦木頭。此種兩液電池，比一液電池強烈得多，聯成電池組，可以發生巨大的功率。

對於電報機的發聲器，大型電鈴以及蓄電池的灌

電,用重力電池可獲得圓滿的結果.圖八所示的一種重力電池,爲一個高玻璃缸;三條薄銅片,用兩頭釘釘在一起;和一副鴉脚狀鋅塊,掛在玻璃杯的口上.



要裝置這個電池,把銅片放在缸底上,投入充分的膽礬把杯底,遮掩,但不必把銅片埋在膽礬中,而後用清水加於缸中到半滿.再在另一個容器內用六十克的硫

酸鋅溶於充分的水中，而後倒入缸內，到液面離缸口約二寸時止，而後把鴉腳狀鋅塊掛在杯口上，這鋅塊浸在液中應在銅片之上約三寸，從銅片上所通出的線，必須加上一層防水的塗料來絕緣，再用石蠟敷好，用此種電池若干，可以串聯成一電池組，而增加電流的功率，用來作工，效率頗高，注意起先這兩溶液會得混和，要分開牠們，可將其兩電端用線連結，使電池內發生作用，歷數少時後，一個白色或無色的溶液和一個藍色的溶液之間，就可看到一個界線，而電池的作用就增強了，電池在繼續使用長久之後，上層澄清的硫酸鋅溶液，或須汲出若干，而用清水來替代，這些酸的作用，把金屬鋅化為硫酸鋅，且使金屬銅聚附在那薄銅片之上，於是電流就在此種變化的過程中發生。

## 二 起落電池

若要把兩個或不止兩個電池（裏面用硫酸，或重鉻酸鉀）串聯成組，最好把每對銅極和鋅極，或鋅極和炭極，都裝在一塊木板上，以便同時浸入一列玻璃瓶的液中，此種電極組的簡單裝置法，示於圖九，圖中玻璃瓶放在一個特製的架框中，框的兩端木壁頂上各釘着一個三角撐，所有電池極，都裝在一條約等於架長的狹木板上，如圖九中A所示，每對炭極和鋅極，或銅極和鋅極各



硬木釘或銅釘，使搖柄不得滑轉，而維持那裝極的狹木  
 板在提高的位置。如果找不到一個齒輪，和一個製子裝定  
 在軸上，則搖柄在什麼時候要停止時，都可在那起落電池組  
 這個電池組的一切電極也同時用此種電池第二組的炭極  
 頂上聯起來，如圖六所述。若同時用第一組炭極上的炭極  
 或二組以上，則第一組炭極上的炭極，和第一組炭極上的  
 極上，以下仿此。最先一組炭極上的炭極，和第一組炭極  
 上的炭極，就是全套電池組供電的兩電端。

### 三 蓄電池

如果所需的電流較多，而簡單的電池組不足以供給時，則必用蓄電池來做電源。欲得此種結果，可把若干個原電池用串接法聯起，這樣這些電池就不絕地的產生電流而充電於蓄電池了。蓄電池很重，不像單個的電池或小的起落電池組那樣可以隨意搬動，必須放在一間室中，充電池或原電池可置其近旁。非萬不得已時，原電池組和蓄電池不可移動。

蓄電池的電流，可用充分粗的絕緣銅線（12, 14, 或 16 號）通到房子的各處，以充種種用途，如轉動小電動機或電風扇，燃點電燈，或熔化金屬和化學藥品以爲試驗之用。本編所要講的蓄電池，雖則重量很大，又不及新進的愛迪生蓄電池那樣經濟，然而却是一種又好又牢