

科學畫報叢書

# 年電器製作法

楊才述 王 常

合 編

國 科 學 圖 書 公 司

印 行

# 少年電器製作法

附

## 電之用途

楊孝述 王常 合編

中國科學圖書儀器公司

印 行

科學畫報叢書

少年電器製作法

中華民國廿七年六月初版  
中華民國卅七年十月八版

版權所有 翻印必究

編輯者 楊孝述 王 常

發行人 楊 孝 述

發行所 中國科學圖書儀器公司  
印刷所 上海(18)中正中路537號

分發行所 中國科學圖書儀器公司  
南京 廣州 重慶 北平 漢口

# 目 錄

- |                    |    |               |     |
|--------------------|----|---------------|-----|
| 第一章 緒言             | 1  | 七 餐桌召喚裝置      | 33  |
| 第二章 電池和電池組         |    | 第六章 電流檢驗器和電流計 |     |
| 一 簡單的電池            | 8  | 一 電流檢驗器       | 85  |
| 二 起落電池             | 14 | 二 無定向電流檢驗器    | 98  |
| 三 蓄電池              | 16 | 三 無定向電流計      | 98  |
| 四 乾電池              | 28 | 四 正切電流計       | 98  |
| 第三章 按鈕和電鍵          |    | 第七章 電阻器       |     |
| 一 按鈕               | 27 | 一 電阻線卷和變阻器    | 106 |
| 二 電鍵和斷流器           | 29 | 二 液體電阻器       | 125 |
| 三 桌上插頭電鍵           | 33 | 第八章 電話機       |     |
| 四 接線柱和聯接器          | 36 | 一 引言          | 130 |
| 五 避衝器和鈴線座          | 38 | 二 防鈴話機        | 181 |
| 第四章 電磁鐵和感應卷        |    | 三 單(收話器)路接    | 133 |
| 一 簡單電磁鐵和馬蹄形<br>電磁鐵 | 46 | 四 電話機裝置圖      | 136 |
| 二 感應卷              | 51 | 五 雙極收話器       | 139 |
| 三 電動蜂音器            | 55 | 六 發話器         | 140 |
| 四 一個大型感應卷          | 58 | 七 又一種發話器      | 144 |
| 五 電路斷續器            | 63 | 八 接線系         | 148 |
| 第五章 示號器和電鈴         |    | 九 電話機感應卷      | 151 |
| 一 電鼓               | 67 | 十 電話機感應卷的裝置   | 153 |
| 二 示號器              | 69 | 十一 可移發話器      | 156 |
| 三 雙電鈴              | 70 | 第九章 電報機       | 168 |
| 四 電力喇叭             | 72 | 第十章 發電機和電動機   |     |
| 五 竊盜警報機            | 77 | 一 直波發電機       | 166 |
| 六 信號機和警報機          | 80 | 二 一瓦小型發電機     | 173 |
|                    |    | 三 裂項式發電機      | 184 |



四 琴底電動機	187	三 玻璃平台	246
五 另一式簡單小喇叭機	191	第十四章 應用方劑配製法	
六 又一式小電動機	193	防酸膠灰	247
第十一章 電鍍		硬膠灰	248
一 簡單的電鍍	195	軟膠灰	248
二 洗滌法	206	很硬的膠灰	248
三 電鍍槽	209	葛拉克化合物	249
四 鍍銀法	211	電池液	249
五 鍍金法	212	磨玻璃法	250
六 鍍線法	214	醋酸膠水	250
七 磨光	215	絕緣帶	251
八 電鍍	216	非導體	251
第十二章 雜器		絕緣假漆	252
一 旋轉制玻璃器	219	電池罐	252
二 玻璃邊磨平法	221	第十五章 電之用途	
三 玻璃上鑽孔法	222	一 發電	254
四 金屬線路的抗擊裝置	223	二 傳電	258
五 捲線車	224	三 電燈	263
六 絕緣器	226	別種電燈	269
七 接合和校接	228	四 電熱	272
八 接地法	229	電鈴爐	272
九 愛迪生殺蜂器	230	電鈴接器	275
十 一隻電力殺鼠器	232	五 家用電器	276
第十三章 摩擦電		六 電車	281
一 一隻威姆胡斯特感應起		七 無線電	286
電機	235	八 電力發冷	291
二 來頓瓶	243	九 有聲活動影片	293

# 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，我們所能說的，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、錯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，如紙屑、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「能」池——大氣。然後來了富蘭克林的風箏試驗，萊頓瓶的發明，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

化學的)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。靜電起電機和萊頓瓶的有趣實驗,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,此種電並不像萊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,大多由它担任。

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,發光或熔解。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。因為除去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蓄於萊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，終使電真正成為世界的原動力。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，將來總可成為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，因為這是他親手所造的。

前面已經說過，所需的工具不多，所費也不貴，大概需備一把錘，一隻鉋，和若干錐，鉗，剪刀等。未製品為鉛，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。



## 第二章

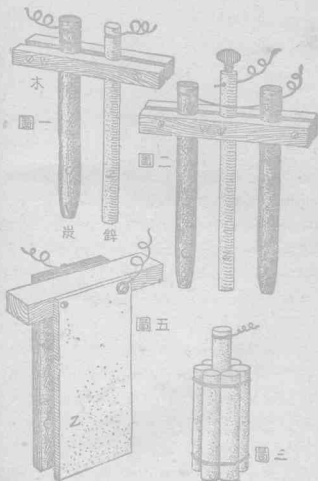
### 電池和電池組

#### 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——礬砂(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，每根費幾分錢就可買到。這炭棒和鋅棒的上端，須紮着銅線，用鉗子絞緊，使不得滑脫。最好在棒的上端用鋒刀鏗一條凹線，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



橡膠帶錄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，使棉不透水和礬砂溶液。

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，這兩炭棒用一根錄來聯起，這錄不可接觸到鋅棒上。

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

礬砂溶液的製法，可用120克的礬砂，溶解在500立方厘米的水中，電瓶須盛滿四分之三，炭棒和鋅棒可掛在這溶液中，如圖四中之礬砂電池所示，那個木夾把炭棒和鋅棒夾在一起，長出的兩端擺在瓶口上，把兩極掛在液中，鋅版和炭版，釘在一根方木條的兩邊，掛在礬砂溶液中，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。

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錄，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錄，和最後一個電池中鋅棒上的錄，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，錄的兩端須常分離，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，就可利用重鉻酸鹽的溶液。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，而後把牠盛在一個瓶中，標上字樣：

### 重鉻酸鹽電池液

#### 毒

鋅板在未投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

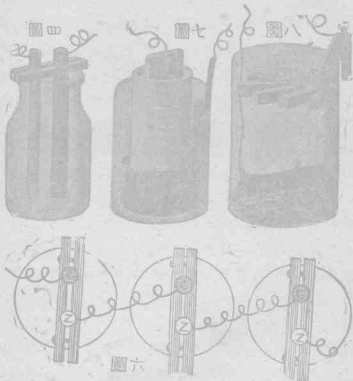
法清潔過的各種金屬面上（除去鐵和鋼），這樣就可阻止酸的侵蝕作用，汞不可塗得太多，只須在鋅版上塗一薄層，到鋅面呈銀色或具有光澤就夠了。

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，用一根薄的銅條鉤掛在外杯的口上，要保持銅溶液時，他須用數塊硫酸銅，即廢器，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,為一個高玻璃缸;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。



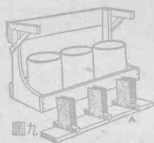
要裝置這個電池,把銅片放在缸底上,投入充分的膽礬把杯底遮掩,但不必把銅片埋在膽礬中,而後用清水加於缸中到半滿,再在另一個容器內用六十克的硫

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，而後把鵝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，或須吸出若干，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

釘在一塊小木上（如圖五中所述），這些小木塊，再用黃銅螺釘固定在那條狹木板的下面，以後可把所有的電極串接起來（照圖六所示），要用這個電池組時，把所有的極都浸入各瓶的溶液中，不用時把狹木板提起，擱在架頂的三角撐上，使極上所附着的液體一直向瓶中落下，此種架框，一個不足，可以多造幾個，但不能使每框容納到四個或六個以上的電池，如果需要較多的電池，則必須把各框的電池組用串接法互相聯結起來。



圖九



圖十

圖十表示一個較簡單的起落電池，電池的架框，用木製成，上面塗着兩三層蟲膠，牠的狹木板（下面裝着所有的電池極，已於圖九中述及）用鏈或柔軟的線吊起，這個鏈或線，又繫在一根橫架於框頂的鐵軸上，鐵軸為半寸粗的圓鐵棒，一端用鐵墊圈和插釘扣住，另一端銼着方頭，配着搖柄，以便把鐵軸搖轉，當搖柄在下垂的位置時，在柄旁框壁上預鑽的一小孔中，可以插進一個



硬木釘或鋼釘，使搖柄不得滑轉，而維持那裝極的狹木板在提高的位置。如果能找到一個齒輪和一個掣子裝在軸上，則搖柄在任何時候要停止時，都可把鋸軸制定。這個電池組的一切電極，也用串接法在那起落的木板頂上聯起來，如圖六所述。若同時用到此種電池組二組或二組以上，則第一組炭極上的線，須接到第二組的鋅極上，以下仿此。最先一組鋅極上的線，和最後一組炭極上的線，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地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處，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為試驗之用。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平

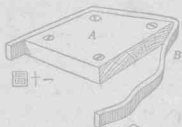
固的蓄電池；若不過量充電或濫用，可耐用數年之久。

蓄電池的組織成分，為金屬鉛，裏面浸着極版的電解液，和一個不透水又不起化學作用的容器或槽。從鉛匠，或五金店，或鉛廠，買八分之三吋闊四分之一吋厚的鉛條若干長（要曾經提去銀質的），再買較長的鉛帶，厚六十四分之一吋，闊八分之三吋。這種鉛帶又叫做魚雷鉛，從電器材料公司也可買到。

如果那八分之三吋闊四分之一吋厚的鉛條一時不易買到，那末就買八磅或十磅重的鉛版，用一把銅匠用的剪刀把牠剪成狹條，八分之三吋闊，二十九吋長。注意闊狹要剪得一律，且要有整齊的邊。再從一塊八分之三吋或半吋厚的硬木板，割取一塊六吋闊七吋長的木塊，在四角上各鑽着一個較螺釘稍小的孔，以使用螺釘把板固定在桌上或板凳上如圖十一中 A 所示。而後把鉛條圍繞着木板的邊摺轉，把角用錘打尖。

用那八分之三吋闊四分之一吋厚的鉛版條，做七個框子如圖十二所示。其法用一條鉛裹着那長方木板，如圖十一中 B 所示。兩端相接處，插進一塊八分之三吋或半吋長的短鉛版，如圖十二中 A 處所示，再焊接牢固。用來焊接的烙鐵，可用本生燈的煤氣焰或木炭火來燒熱。如不用烙鐵而單用煤氣，最好用本生燈的青色焰，用吹管把焰頭對準着要縫合的部分噴去。這樣就可把短

鉛條和框熔為一體此種吹管，我們在一次使用之後，下次多數工作中就會得採用牠，而不情願去用那效力較小的烙鐵了。



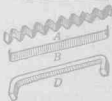
圖十一



圖十二



圖十三



現在剪取薄的鉛帶多條，長六吋半，再剪取許多較長一些的，因為每框將來要裝滿平直的和波形的鉛帶，如圖十三所示。如果家裏備有製衣服襞褶的器具，我們就用這個機械一端的黃銅齒輪來做波形鉛帶的工作。如果不備，可用細工鋸鋸取兩個硬木的齒輪，用螺釘固定在一塊木板上，如圖十四所示。在一個輪上裝着一個柄，就可用來搖轉這兩個齒輪。但這兩輪所離開的距離，不得過遠，也不得過近，剛使鉛帶可以不寬不緊的從中經過。輪和木板之間，可襯着一個整圈，來減少摩阻力。

而後用一個框放在一塊石版上或一塊平的石頭

面上，如圖十三所示的位置，首先放進一根波形的鉛帶（圖十三A），再在牠的底下放進一根平直的鉛帶（圖十三B），於是用吹管和火焰把牠們焊接在框上，再把波形鉛帶的凹槽焊接在直鉛帶上，每隔一二吋焊住一次，往後相間加入波形的和平直的鉛帶，等到框內裝滿，即得圖十三所示的形狀。依法製造七個相同的框，用三個做蓄電池的陽版，其餘四個做陰版。注意在框內裝着作用材料時，陽版呈紅色，陰版呈一種暗黃色。

把作用材料沈積在框內網眼中的方法，計有數種。但是有的太專門，有的太複雜，有的又要用充電機械。對於業餘學者，以下面所述的方法為最簡單而最容易。

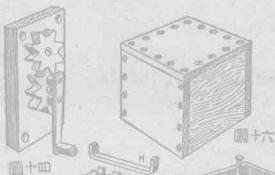
從油漆店或西藥店買數磅四氧化三鉛（鉛丹）和等量的密陀僧（鉛黃），用十份水和一份工業用硫酸在一隻陶器或大瓶中製得稀酸，而後用若干鉛丹（乾燥的）放在一個舊的平底鍋中，加入一些稀硫酸，用一把小刀調成濃稠的糊，如軟的石灰油，不可調得太薄，太薄會得瀉流，也不可太厚，太厚就不會附牢在鉛框的網眼裏。現在把框立起，用調成的紅糊塗勻在凹槽之間，再用牠把框填實。所用的三個陽版，都用此法處理一下。但網眼內的糊的表面必須光滑，且須和框邊及網眼齊平。框在填滿後，不得撥動，須保留在原有位置，聽其自乾。而後依同法把稀硫酸加入鉛黃中，把另四個陰版填好。

等到一部分乾燥時，這些版就可合成一堆。

從電器公司買若干張纖維織物，厚為十六分之三吋，或買若干石棉布，如果這兩樣都買不到，可用數張平常的卡片紙，放到矽酸鈉的溶液中浸一下，取出使其乾燥，把一塊陰版（黃色）平置在桌上，版的突出部分在左上角（圖十三 C），覆上一方塊纖維織物、石棉，或卡紙，再疊上一塊陽版（紅色），這版的突出部分在右上角，這樣相間把七塊版疊好，四個陰版的突出部分都在左上角，三個陽版的都在右上角，現在用棉繩把這些版縱橫紮緊，而後把牠們立起，使突出部分都向上，如圖十五所示，用兩根鉛棒，厚和闊各八分之三吋（或把鉛版剪成鉛帶，再焊接起來亦可），把兩端灣曲成如圖十三 D 所示的形狀，把一根鉛棒嵌入陽版上突出部分的口內，如圖十五 H 所示，再把牠焊接在口內的三個接觸面上，依同法把另一根鉛棒裝入陰版突出物的口中，現在這個電堆就可浸入電解物中去了，每根鉛棒的兩端上，須焊接着繫錄柱，這樣進電的錄可接在一端上，出電的錄可接在另一端上，如果有一個硬橡膠或玻璃製的槽來做池，當然再好沒有，如果沒有的話，可用松木、白木或柏木做一個牢實的箱子，很透徹的塗刷上地氈青或其他可以代替地氈青的油漆，從電料公司可以買到既可防酸，又可防水的東西，英文叫做 P. and B. Compound，用

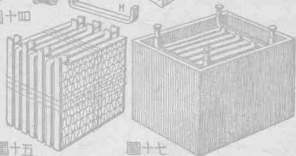
來做箱子內壁和外面的表層最好。

製這箱子所用的木板不得薄於四分之三吋，且箱的邊和底必須用整塊的木板，木板上不得有瘤節或裂縫。釘合木板須用黃銅螺釘，且木板和木板的接觸處須預先用地氾青或前述的P. B. 化合物塗透。先將四邊釘



圖十四

圖十六



圖十五

圖十七

合，而後把底釘上，每兩釘相距二吋，釘前先鑽釘眼，釘後螺旋頭須和木面齊平，如圖十六所示。箱的闊狹要足以容納電堆，而電堆四周還留有大約一吋闊的空隙。箱的深淺要足以使溶液淹沒電版，而液面到箱口的距離為

二吋於是蓄電池完全，作圖十七所示的形狀。

所用的電解質，為硫酸和水，其比例為一分酸四分水，合成五分溶液。酸和水須用陶器或玻璃瓶來混合，徐徐把酸滴入水中，同時把水攪動。混好後把溶液冷卻（因為加酸於水能產生熱），加入約半磅的重碳酸鈉，把溶液混合均勻。

解去捆紮電版的繩，把電堆安插在木箱中，徐徐倒入電解液，注意勿使溢出，因為這液可以腐蝕衣服以及其餘所接觸到的一切。在電堆或電解液未放入木箱之前，木箱內須盛滿水，靜置數日，來試驗牠是否漏水。你在油漆或彌縫箱子內壁的角和孔時，地氈青或 P. B. 化合物切不可用得吝嗇，因為如果這酸液接觸到螺釘，就可把釘侵蝕，而箱立即洩漏，以致解散。為預先防止酸液侵蝕箱頂起見，可在箱口之下塗上一二寸高的石蠟，在地氈青或防酸表層之上。

這樣製成的電池，應當蓄着約二伏特和一百安培小時 (ampere-hour) 之電，可以轉動十六分之一馬力的電動機。製造這些電版，每塊約費洋六七角。每個蓄電池，連木箱塗料等約費洋五元至六元。此種電池的耐用性質，看使用的情形如何，通常約可耐用三年到五年。

等到這電池不作適當的蓄電時，必須把電堆提出洗淨，而後撤去那兩根鉛棒，換裝着新製的陽版，因為陽

版會得衰壞的，至於陰版，差不多可以永久應用，如果使用得當，可耐用十五年或二十年之久。

當電解液放進木箱之後，就可接上原電池的電極來開始充電，切勿把電池內的電放盡，也切勿把未充電的電池任其閑置，不然的話，電版就要損壞，用一組有五個到二十個丹麥電池的電池組來充這種蓄電池的電，最為適宜，當接線充電時，務必注意原電池上的陽極和蓄電池的陽版聯接，陰極和連接黃色版的鉛棒相聯接，如果你一時偶然接錯，則電解液內就會發生氣泡，這是不對的表現，你就當調換一下，於是充電作用開始發生，而電解液內就不會發生搖動了。

#### 四 乾電池

乾電池在現時的用途極廣，因為清潔，效率高，內電阻低，所以用於電鈴等輕工作，比用「鋅—炭—重鉻酸鉀」電池或其他暫流電池都來得好，乾電池裏的「電解液」不是一種液體，而是一種黏稠的或半固體的物質，既不能流動又不能讓出，頂上只須覆上一層瀝青或柏油，則此乾電池可放在任何位置，而其中電解質絕對不會移位或流出，乾電池的大小，差不多可聽製者的酌量，總以便於使用為原則，我們通常所用的，其直徑從一時到四吋不等，高從四吋到十五吋不等，對於電鈴或其



他普通工作,用二吋半直徑七吋高的電池最為合宜,製造和使用都很便當。

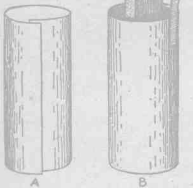
組成乾電池的各部分為電池本身(鋅製圓筒,用作陽極),炭棒,電解質或有作用的激發物質,和保持電解質和炭棒的瀝青或柏油蓋。

從五金店裏購買數塊鋅版,把牠們捲作如十八圖A所示的圓筒形,鋅版的闊要有七吋,長要有八吋,捲好後把重疊的兩邊焊接起來。

從一塊較小的鋅版,割取圓形的底,把牠裝上圓鋅筒,再焊接牢固,注意若有裂縫或孔隙,必須填塞,使電解質不得漏出。

從電器材料行購買電池用的炭版,闊一吋半,厚為半吋或八分之三吋,長八吋,在炭版的頂上裝着一個指捻螺釘,或一個有螺旋止的小螺絲,以便把線接在炭版上,在鋅筒外面上端焊接着一段鋅條,鋅條的上端也和炭版上一樣裝着接線的螺釘,當電池的各部分預備裝合時,用木做一個比炭版稍許大一些的模式,充當暫時的

圖十八



起落極，首先插入鋅筒中炭版的位置。這個木製模型的表面，必須光滑，且須塗上一層蠟膠，使牠不得吸收水份。

現在把木模型放於鋅筒中，設法把牠掛起，其下端須離筒底至少半吋，其位置須在筒的中央部分，而後把電解質放於筒中，等到稍許凝固時，把木模型提出，插入炭極以代其位。

電解質的成分如下：

氯化銨	一份
氯化鋅	一份
燒石膏	三份
麵粉	四分之三份
水	二份

把以上材料混合起來，放於筒中，於是這混合物就向下沈積，裹緊木模型炭版四周未填滿的空隙，必須用一種混合物來填滿，其成分如下：

氯化銨	一份
氯化鋅	一份
二氧化錳	一份
炭粒	一份
麵粉	一份
燒石膏	三份
水	二份

以上比例,可用洋鐵罐的蓋,調羹或其他小容器來量,注意所開的份數為容積,並非指重量。

鋅筒不可盛滿到頂,須留下一吋的空隙,以便加上半吋的封閉材料,注意鋅筒內面頂上部分要清潔,而後熔化些柏油或瀝青,把牠倒在電解質的上面,這樣牠就把鋅筒和炭黏結成固體形狀,等到蓋覆的材料將要乾燥時,用一把錐從其中鑽下,再提出,即得一孔,留為放氣之用。

鋅筒的外面,須塗上一層地瀝青假漆,再裹上數層厚紙來防止接觸和短路,在筒的底上用同法也加上假漆和紙的保護層,這樣一個乾電池已經成功,其形狀如圖十八 B 所示,用此種乾電池若干,串接成一個電池組,其力量足以應付各種小工作,每個電池的電動勢,有一伏特半,但內電阻不足一歐姆的三分之一。

# 第三章

## 按鈕和電鍵

### 一 按鈕

按鈕和電鍵，是電鈴、電燈或電風扇上的必需品，因為電路都靠用牠們來連通或切斷。電動機和發電機上的電輪和整流器，也是一種按鈕，不過較為完善而已。按鈕這個簡單的小東西，確是任何電器設備所不可缺少的一部分。

最簡單的按鈕，為一條彎曲的洋鐵片，或其他金屬薄版，用螺釘固定在一個小木塊上，如圖一所示。螺釘頭的下面，鉗住一根電線的一端。金屬片舉起的一端，其下方也有一個螺釘，釘在木塊中。這個螺釘和牠的墊圈之間，繫着另一根電線的頭。我們用手指壓着這金屬片，則片就和下方的螺釘頭相接觸而連通電路。把手釋放，則片彈起，而電路又復切斷。

圖二表示一個封閉的按鈕，可用一個木盒或木盒蓋，一個線捲軸的頭，以及其他小材料來製造。其法先割

取一塊薄的圓木板，以便嵌在木盒的內面，用當按鈕的座。木板上用螺釘釘着一個彈性金屬條，再照圖三接牢兩個電線頭。這兩根電線，穿過木座底，沿着底下兩個凹槽，達於盒邊穿出，以便接到所用之處。而後割取線捲軸的頭，用膠固定於木盒的頂部如圖二所示。盒頂開一孔，



圖一



圖二



圖三



圖四

和線捲軸的孔等大孔中穿着一個木鈕(用小刀把一段小木條削作相當形狀即得)，木鈕的上端，須突出線捲軸之外約四分之一寸。為防止木鈕脫落計，可在木鈕的內端上穿插一根小鋼針，或釘着一個坐鐵，如圖四所示。

裝按鈕時，用螺釘先把已裝電線的木座(圖三)固定於門或窗的框上，而後把木鈕穿過木盒和線捲軸的孔中，再把木盒蓋住木座，使木座嵌在盒內。再用小螺釘經盒的邊緣旋入木座的邊內，則盒就固定於座上了。最後

把盒的外面塗着一層油漆，以為保護層。此種自製的按鈕，可應用於各種電器設備。

## 二 電鍵和斷流器

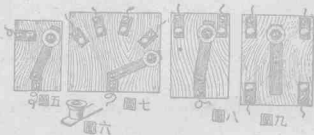
在電器設備和試驗的工作中，必須用電鍵和斷流器，尤其對於電報機和電話綫，更是不可缺少。因為牠們或可受到重大的磨蝕，所以必須造得很牢固才能耐用。

簡單的電鍵(圖五)由一個三吋長，二吋闊，半吋厚的木製底板和若干小金屬片所組成。牠只有一個接觸點，就是那穿過接線柱的黃銅頭扁釘(圖五中之T)。這接線柱為一片小的黃銅版，紫銅版或竟為洋鐵皮，用螺釘釘於底版的上面。在螺釘未釘緊以前，釘頭下面先繫着一個電線頭。底板的下部，也裝着一個相同的接線柱，柱上又釘着一個可動的臂。臂和牠的接線柱之間，必須夾有一個小的銅墊圈，使臂的動作更加靈活。這個活動臂係由一條硬的黃銅片或紫銅片製成(錫或鋅也很合用)，臂的自由端上用黃銅螺釘和墊圈附着半個小的線捲軸，以作把柄。穿過活動臂之黃銅螺釘的一端，用帽釘釘在臂的下面，使其牢固。這部分裝置見圖六。

活動臂下面的邊，可用銼略為銼圓，使臂在黃銅扁釘的頭上易於滑動。圖五所示的，是一個斷路電鍵。當電路連通時，臂擱在扁頭釘上。此種電鍵版，可用小螺釘固

定在桌上,柱上,或屋內任何木構的各部分。

圖七表示一個複式電鍵,這是分路箱電鍵的和電阻線卷的原理,也是電動機的換流器的原理,電車上司機者的控制器,是一個分路的好例子,和電阻線卷合用時,可任意使電車開停,快,慢,看通於電動機的電流量多少而定。



複式電鍵的構造,和前述單個電鍵相仿,所不同的就是複式電鍵可用任意幾個接線柱,排列作輻形,使活動臂的端可任意擱在那一個扁釘頭上,此種電鍵,可用來「搖」響屋內各處的電鈴,若和一組電阻線卷聯結,又可用來控制任何量的電流。

簡單斷流器(圖八)的構造,也和簡單電鍵相仿,所不同的是後者只有一個接觸點,而前者却有兩個,這是電話機和電報機的接綫原理,能使一個鈴或發聲器從若干距離搖響而後把活動臂擱上,鈴聲切斷,以便使用電話機或電鈴,當我們從電話機的鈎上拿起送話器時,就

使一個斷流器動作，而電鈴的電路即被切斷，但一經把送話器掛回於鈎上，則電鈴的電路又復連通。電鍵斷流器(圖九)的臂，在如圖所示的位置時，是無動作的，但如果把牠攔上時(如虛綫所示)，牠就連接底板上對角的兩極，牠可以連接底板上對角的任一對極，這是一個有用的電鍵，用途很多。

對於強的電流，此種觸在黃銅釘扁頭上的槓杆電鍵，就不合用，因為電鍵桿必須攔得牢固，才能完密連接，強的電流會得擲開弱的電鍵，以致電路中斷。

圖十表示一個單極電鍵，可傳送一百二十五伏特和二十五安培的電流，這個電鍵有一個底板，一根附於接線柱直耳上的剝刀狀連桿，還有一個嚙合器，在連桿下壓到嚙合器的兩耳之間時，可以把連桿夾住。

所用底板，必須用石鹼石，大理石，或石板石等不善傳導的材料來製成，如能取到石鹼石最好，因為石鹼石很容易造作相當的形狀和大小，用一把銼刀就可把牠鑿出和銼光，用螺旋錐來鑽孔也很容易，而且牠又是一種最好的不良導體，這個電鍵的底版，長為六吋，闊二吋，其厚可用石鹼石原有的厚——約四分之三吋，上面的邊可銼斜以增美觀，不銼也好。

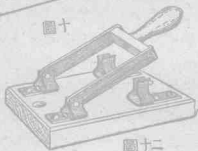
割取兩塊紫銅版或黃銅版如十一圖 A 所示，耳闊半吋，圖中銅片的全高度為二吋半，有並立二孔的橫臥



部分，長四分之三吋，用圓而扁頭的鉗子把兩耳彎曲作所需的形狀，以便於兩耳間穿裝樞軸，支住連桿。第二塊銅版的兩耳上，無須鑽孔，也彎曲作所需的形狀，以便在銅片壓入其兩耳之間時，可以夾住。這些接線柱，必須用黃銅螺釘和螺旋止緊繫於底版上，接線柱頭須埋在石輪石底下的凹孔中，如果我們用硬木來做底版，則平常的黃銅鑽木螺釘就很合用。



圖十



圖十二

連桿也用銅版製，牠的厚度和接線柱或夾子所用銅版的厚度相等，牠的形狀如十一圖 B 所示，細狹的一端，須裝上一個柄；連桿下邊的稜角須用銼銼圓，這樣向夾子中間壓下，可不傷兩耳。最後在底版上鑽着幾個埋

釘孔，就可把這單極電鍵裝於任何木構物上。

圖十二表示一個雙極電鍵，其構造和前述單極電鍵大致相仿，接線柱和連桿均依照十一圖 A B 的式樣來割取和彎曲，但連桿的一端無需留着細長的柄筭，每根連桿的這一端，都摺轉一些，而後用一塊硬木板放在兩桿端之間，再用螺釘由桿端的孔中鑽入木塊的兩端，木塊的中間，用一個細長的木螺釘裝着一個木柄，或用鋼釘亦可。當接線柱（其上附着連桿的端）用螺釘固定於底版時，注意兩連桿必須平行，兩端相隔的距離必須相等。同樣，當把另一對接線柱固定於底版時，也要注意接線柱必須恰好在連桿的下面，使連桿能壓落在柱耳之間而無偏歪的毛病。這種雙極電鍵，用於強的電流很為圓滿，可以置近發電機，使兩線上的電流可以立刻切斷。

### 三 桌上插頭電鍵

要同時連通或切斷數個電鈴、警號或電話機的電路，用桌上插頭電鍵（table-jack switch）最為便利。

簡單的插頭電鍵（見十三圖）是用一個四分之三吋厚，五吋闊，七吋長的硬木塊所製成。這個木塊必須磨光，塗以油漆或數層蟲膠，四角上鑽着小孔，以便捻入細長的螺釘。近木塊的一端，用螺釘固定着五條短的金屬版，螺釘頭須縮進一些，以便和金屬版的表面齊平。這些小

金屬版測為半吋，長為一吋，可用黃銅、銅或洋鐵（塗錫之鐵）來製成。如果用洋鐵皮來製造，則鐵皮須較長，用扁頭釘釘於硬木板上，再摺轉如十四圖 A 所示，這樣就成為短的彈簧條，以便其上部可以接觸到長的彈簧臂。五個長臂可從彈性黃銅或銅板來割取，作成第十三圖所示的形狀，在每臂的一端鑽一孔，距這孔二吋處再鑽一孔，以便釘着螺釘。

現在用五個圓頭螺釘套着銅的墊圈，分別由五個臂端的孔中捻入木板，用當五個接線柱。而後把長臂稍彎曲如圖，再用螺釘由第二列孔中捻入，使臂緊壓木板，於是臂的下端就壓在下方的小金屬版上。

木塊上方的接線柱上，接着流出線臂和下方金屬版之間夾着一個插頭（十三圖 A）以全接觸。這個插頭是一塊小金屬版，其上繫定着一根柔弱的線的端頭。銅版或黃銅版都可用來做插頭，但對於輕的工作，可把洋鐵皮摺轉，夾着線頭，用扁頭銅釘穿過其兩面，再釘緊如十四圖 B 所示。

雙頭插頭電鍵（double jack switch）的製法，和單頭插頭電鍵的設計大致相仿，不過沒有接線柱。所用木塊大小和前相等，兩端各釘着一列短金屬版，每個彈性臂的中央部分鑽有兩個孔（如十五圖），釘入螺釘，使臂貼緊木底。此種電鍵，每端用數個插頭，故流入線和流出線

可以移換,同時用於一條路綫至四條路綫.

十六圖表示一個簡便的滑動電鍵,可用來做單路



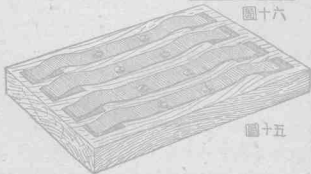
圖十三 A



圖十四



圖十六



圖十五

綫或雙路綫的工作在一個小的木底板上，用螺釘裝着一個有柄的黃銅臂，這臂與一個接線柱 A (十六圖) 連通，再割一條黃銅版，摺轉成夾子，釘在近底板的下方，以便銅臂夾入這夾子與接線柱 B 連通，當銅臂由夾中拉出時，則電路切斷，但臂之右旁可另裝一個接觸點 C，C 的反面用線接通另一電路，當臂在十六圖所示位置時，電路由 A 和 B 而連通，當臂拉出時，該電路切斷，但因臂觸着 C，故又把經過 A 和 C 的電路連通了。

#### 四 接線柱和聯接器

要把電線迅速地接到電器上的各部分，用接綫柱 (binding post) 最為便利，因為只須旋轉一個螺釘，就可立刻把線繫住或解放，接線柱的形式很多，但業餘實習者所需的不必複雜，其材料只需圈頭螺釘，墊圈，螺栓，螺旋止，以及薄金屬條和釘等。

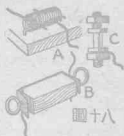
十七圖表示五種簡單的接線柱，A 為用一個螺釘和兩個墊圈而製成，B 用一個圈頭螺釘和兩個墊圈，C 用一片薄金屬版和兩個圓頂螺釘，接線柱 C 簡直就是一個聯接器 (connector)，所要連接的線端，必須先繫在螺釘頭之下或兩墊圈之間，而後把螺釘旋緊。

簡單接線柱 D，是用一個螺栓和兩個螺旋止而製成，螺栓由一個螺旋止扣住而緊貼於木底板，栓頭之下

(木板下面)繫定着一根線,臨時用的另一根線就繫在木板上面二個螺旋止之間,如果我們有一個小的指捻螺旋止來代替這個扁平螺旋止,則繫線手續更較容易,十七圖E的製法,可用一薄金屬片摺轉,在其兩自由端上打一個孔,以便穿進一個圈頭螺釘,這個金屬片用一個螺釘固定於一個木底上,釘頭下面繫定着一根線,另一根線夾在兩金屬片之間,把圈頭釘捻轉,就可把線夾緊而不致脫落。



圖十七



圖十八

聯接器的用處,在暫時連接線端,牠的形式亦復不少,要做一個簡單而有用的聯接器,可取一個螺絲彈簧,用兩個鐵鑄裝於一塊木板上,如十八圖A所示,應用的線端擠插在彈簧的圈中,要十分牢固,才可達到暫時應用的目的,十八圖B表示另一種聯接器,由一個木塊,一條薄金屬版和兩個圈頭螺釘而製成,金屬版沿木塊的

兩端攪轉，圈頭螺釘由金屬版兩端的孔中插入木塊，把電線的端頭夾在金屬版攪轉部分和木塊之間，攪轉圈頭螺釘，就可夾緊不脫。

一根兩端有螺紋的短螺絲，裝着四個螺旋止（十八圓C），也成爲一種聯接器，裏面兩個螺旋止捻緊在螺絲上，外邊兩個捻得很鬆，這樣把電線放在螺旋止之間，就可用手指捻轉外邊的螺旋止把電線夾緊不脫。以上所述只是幾種簡單的聯接器，業餘實習者不妨自己再設計他種方式，以達到其應用的目的。

## 五 避雷器和鎔線座

凡是從屋外接到屋內的裸線路綫，其兩端都應裝着避雷器，尤其對於電話綫，電報綫或警報機，更是不可缺少。事實告訴我們，電話綫若不加以相當的保護，必易遭雷擊，因此而演成慘劇的，已爲屢見之事故。爲謹防不測起見，最好在路綫兩端各裝一個避雷器，因爲所費甚微，不值得再考慮其得失。

避雷器有多種製法，所用的材料也不一律。本篇所要講的數種，不但容易製造，且効力很大。一切避雷器的原理，只是一種鎔線保險（俗稱保險鉛絲），在電線中之電流增加到超過規定的電流量時，即自動燒斷，於是阻斷電流而保護電器不致燒毀。凡感應卷，替續器，電櫃（ar

(mature) 上的細線卷組或電磁鐵的螺管線卷如果通以太強的電流,必立即損毀,所以應當加以保護。通常電車底下的或者汽車或電動機分路箱中的保險器所以會燒斷,都是因為有超過電動機所能勝任的電流要通入電動機的緣故。當鎔線「吹斷」而尚未換補新線時,電器或電動機雖然不能行使牠的任務,可是精細的機構以及場磁鐵或電樞上的細線裝置,都可保全無恙。

最簡單的單極保險器是一段細鉛線,繫在兩個接線柱之間如十九圖 A 所示,鉛線的長短不拘,但對於小的器具,因為所用的電流不大,且有閃電在線上運行的可能,故鎔線的長應為二吋到三吋,對於室內的工作,這種鎔線僅備安全之用,可以略短而細。

要做十九圖所示的避雷器,可先鋸取一個硬木塊,五吋長,一吋闊,半吋厚;塗上數層蟲膠,而後在木塊的頂上,用濃稠的蟲膠膠貼着一張雲母或石棉紙,再割取兩塊紫銅片或黃銅片做接線柱板,長一吋,闊半吋,各鑽着兩個孔,以便釘螺釘和圈頭螺釘,兩個圈頭螺釘的圈下套着銅墊圈以便接線,兩個黃銅螺釘由銅片內端的孔中旋入木塊半釘深,注意這些螺釘旋在版孔中要緊密,以求有良才好的接觸,如果版孔太大而螺釘裝上去太鬆,我們就要用兩個銅墊圈來套螺釘,使釘頭和墊圈夾緊鎔線的兩頭,從電料行買數尺細的保險鉛絲——例



如 20, 22 或 24 號 —— 割取一段, 把兩端絞在螺釘上如圖。鉛線和螺釘之間必須接觸良好, 為謹慎計, 可把牠們銲住, 其法只要在接觸點上加一些錫藥, 而後用錫鐵在線端上再加着一二滴。

完善的聯接, 對於電話電報或電鈴等都非常重要; 凡有避雷器的電線, 倘不能工作得宜, 其毛病常在鉛和銅的接觸不良, 或者所用的線太細, 鉛是一種很不良的導體, 細的鉛線可以制止電流, 要試驗這個事實, 可先接上一根銅線, 試看工作是否適宜, 而後用充分粗的鉛線, 使和銅線一樣的通電金屬和電線阻滯電流的作用, 將來在討論「電阻」和「電阻線卷」時詳述之。

對於通常商業之用, 凡是避雷器的座子, 都須用瓷, 石版石, 或幾種混合物非導體如雲母, 二氧化矽和蟲膠, 或纖維等來製造, 如果這些東西一時不備, 我們用木塊加上一層雲母, 就可達到各種應用的目的, 且隨時可以製成以便應用。

十九圖所示的, 為單極避雷器中最簡單的一種, 前已述及, 二十圖表示一個雙極避雷器, 其製法和單極避雷器相仿, 牠的座子是五吋長, 二吋闊, 半吋或八分之五吋厚, 凡避雷器座的中央都有一個螺釘埋頭孔, 可以穿着螺釘把避雷器固定到任何所要的地位。

二十一圖表示又一種保險鉛線, 牠的材料為一塊

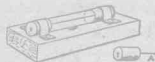
四分之三吋闊，四吋長的雲母版，兩塊薄銅片，和一段保險鎔線，銅片的闊為四分之三吋，各摺作 V 形如二十一圖 A 所示，把雲母版的一端落在 V 內，再用鉗把 V 的兩邊夾合，為保證雲母版在 V 中不致滑脫起見，頂和末端



圖十九



圖二十



圖二十四



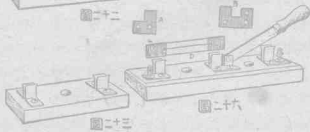
圖二十一



圖二十五



圖二十二



圖二十六



圖二十三

——即兩外邊——必須銲住，而後在二銅片的內邊上各打穿一小孔，把保險鎔線的两端由二孔中穿入，在其結合處加上一滴銲藥，以保證良好的接觸。用剪刀和錘刀從一個銅夾的邊和另一個銅夾的端各割去一個U形的缺口（如圖），這樣可把銅頭滑嵌在螺釘頭下面，至裝置鎔線時，免得把全螺釘從底版上卸下。

裝置此種鎔線所用的底座，示於二十二圖，其製法和十九圖所示的底座相仿，不過所用的金屬版稍大一些，且彎曲如圖，所以雲母保險版可騰空在底座的上方。如果用做接線柱版的銅片太薄，而在旋緊保險版的兩端時吃不起螺釘的壓力，可在接線柱版下面的一段螺釘上套着幾個墊圈，這樣螺釘的壓力就不會把版的突出耳彎下而造成不良的接觸了。

二十三圖表示另一種保險鎔線的底座，其上也可用二十一圖所示的保險版，不過版的兩端不必有U形的缺口。這底座長五吋，闊一吋半，厚八分之五吋。座上的夾子，用黃銅或純銅製成，式樣如圖，用螺釘旋緊在座上，夾子兩耳間的空隙，為容納保險版端之用，但夾子要能把保險版夾得很緊，才達到完善接觸的目的。

二十四圖又表示一種保險鎔線裝置，我們叫牠無火花保險器較為適宜，因為鎔線是封閉在一個玻璃管內，在燒焊時不飛火花，且燒焊的金屬屑不會從管中跳

出。所用的插頭，是用一段半吋直徑的玻管，兩個金屬蓋，和一小段鉛線而造成。金屬蓋為用薄銅片製成，鑄牢在玻管的兩端。保險鉛線的一端，由一個蓋底上的孔中穿出，再鑄牢如二十四圖A所示。而後把鉛線穿入玻管，把蓋蓋上玻管的一端。管的另一端也作同樣的裝置。鉛線也鑄牢在蓋上。現在我們已經完成我們的插頭，就是一個玻璃管的兩端各蓋着一個金屬蓋，管的中間橫亘着一根細鉛線。這鉛線插頭，可裝在一個一吋半濶，五六吋長，八分之五吋厚的木座上。裝插頭需要兩條金屬片，用螺釘旋緊。電路的線連於銅墊圈之下，也由那螺釘頭旋緊。

要換裝鉛線插頭時，可把螺釘退旋，將金屬條略為提高，取出舊插頭，放入新插頭以代其位。而後把螺釘照舊旋緊，同時把電線繫上。

二十五圖為一種彈簧避雷器，其實就是一種變相的單極保險器（十九圖）。所用底座為五吋長，一又四分之一吋濶，八分之五吋厚，用一塊雲母版或石棉版以為保護。座上的兩金屬片，充當接線柱，用螺釘、墊圈和圈頭螺釘旋緊。取一段彈性黃銅線彎作一鉤，把一端鉗在底座左端螺釘頭的下面。再取一根較長的線，繞着一根半吋直徑的木棒兩三轉，在線的一端彎曲作一個鉤，另端彎曲作一個圈，而後把牠繫定在接線柱上螺釘頭的下

面。這個彈簧鈎在不動時，必須在直立的位置。我們把牠拉下，使左右兩鈎相距一時，而後用一段保險鉛線把兩鈎繫聯如圖。繫時把線端先在鈎上繞一轉，再在近鈎處自身繞一二圈，使鉛線不得滑脫。當鉛線被燒斷時，這個長彈簧鈎就彈回而和對面接線柱上的短鈎脫離關係。以上所述為單極彈簧避雷器，雙極彈簧避雷器的構造相同，不過所用底座較為濶些，如二十圖所示。

對於可疑的電流，因為無法曉得牠的強度，可用二十六圖所示的保險器和單極電鍵的組合裝置。這個裝置中的保險器，簡直就是二十一圖所示的保險版；而單極電鍵，也就是第十圖所示的一種。這個組合避雷器的底座，長七吋，濶二吋；如果上面的邊要削斜如圖，還須濶出半吋，座厚要有四分之三吋；上面開兩個裝埋螺釘頭的孔，就可把牠裝到柱上或門窗的框上，安插銅頭雲母保險版所用的夾子和接線柱，前已述及。如果一個接線柱板上還須添裝墊圈和一個圈頭螺釘，則夾子耳下的黃銅版必須有一吋長一吋濶，從一角剪去半吋見方的一塊，如二十六圖 A 所示。而後鑽着兩個孔，再把沒有孔的一部分摺轉，使有孔的一部分可以躺在座上，而那個無孔的耳可以直立着。現在用同法做一個對稱的夾子，裝在座的另一端，以為電鍵桿的另一個夾子。至於底座中間的夾子，在未彎成以前，其形式為二十六圖 B 所示。

的金屬版下面有兩孔的部分，鑲在座上；左邊沒有孔的一部分，是保險板夾子的一個直耳；右邊有孔的一部分，是電鍵桿的軸承。用這樣二個金屬板，各把直耳摺轉，對面並排，旋於座上，就可以把保險版嵌進，不致滑脫。

電鍵桿可用硬銅版或黃銅版來製成。銅版長四吋，闊半吋，厚約八分之一吋，或和雲母保險版兩端的銅夾等厚。電鍵桿的一端鑽着一個孔，用一個銅帽釘裝在底座中央兩個直耳之間，桿另一端的兩邊上，用銼刀各銼去一吋長的狹條，這樣這桿就有了一個柄筭，如二十六圖 C 所示。這個柄筭上，裝着一個小木柄，塗上一二層蟲膠。電鍵桿在夾子間進出的那部分的下邊，須用銼刀銼斜，而後把電線繫定在座的兩端，則電流即由接線柱，經雲母版 D 上的保險鉛線，和電鍵桿而通過。如果電流太強，則在電鍵桿壓入夾子時，熔線就被燒斷，而保全這器所接的電器；就是說，這個保險熔線可避免天空閃電之害。

## 第四章

### 電磁鐵和感應卷

#### 一 簡單電磁鐵和馬蹄形電磁鐵

凡是業餘實習者，在其零星雜集的器物之中，總有一個馬蹄形磁鐵；無論牠是大的小的，牠的工作的原理都是一樣。如果牠是很大的，牠可以吸起一把洋刀，若干鐵釘，或其他重物，如一個小烙鐵或一把鐵鎚。馬蹄形磁鐵是用高度堅韌的鋼所製成，磁化後則一端為北極，另一端為南極，用較科學的話說，前者稱為正極，後者稱為負極。一經磁化，牠就恆久保留此種極性，除非加以強熱，其磁力不會消失，但在磁力消失後若連續地把牠加熱和冷卻，其磁性還可恢復一部分。

電磁鐵(electromagnet)可用任何軟鐵條來製造，小至於一根平常的電報線，大至於一根鐵軸。當電流通過一根線時，線的周圍會產生磁場。如果這線用包皮來絕緣而盤繞在一個軟鐵物上，如一個釘，一個螺絲，或者一根鐵棒，那麼在電流通過這線卷的時間內，那軟鐵物會

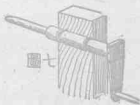
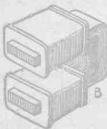
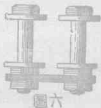
繼續具有磁性。凡是作螺旋狀的線卷，其磁場必強於一根通以相同電流的直線，因為線卷上每一圈的磁場，能加強另一圈的磁場。

要做一個簡單的電磁鐵，可用20號絕緣的銅線，在一根堅固的釘上或相當的螺栓上捲繞數層；把線的兩頭接通一個有充分力量的蓄電池，就可吸起很重的東西。製造此種電磁鐵，如圖一所示的一個，所需的材料為一段軟鐵桿，長六吋，直徑半吋；把一個大線軸的兩頭鋸下，裝在這桿上；並用20號絕緣的銅線半磅線軸頭的裝法示於圖二。當你開始捲繞線卷時，先把線的一頭由一個線軸頭凸邊上的一個孔中穿出；繞好後，把線的另一頭由同一凸邊的外廓上一個孔中穿出。使用時這個電磁鐵可拿在手中；或者我們可以特造一種手握的電磁鐵，即是用較長的鐵桿，一端裝着一個柄，用螺旋止和墊圈來捻緊，如圖三所示。線卷的兩線頭，穿過柄內預鑽的兩孔，達於柄的粗端而穿出，以便接於蓄電池上的兩極柱。為保護外層絕緣，使線卷不被擦傷或發生短路起見，可在線卷外面裹着數層硬紙，用膠黏牢；或者單用一個皮套，也可得圓滿結果。

要做一個較有力的電磁鐵，可預備一個粗螺栓（兩頭起螺紋的圓鐵桿），兩個螺旋止，一個木底座，和四分之三磅左右的18號絕緣銅線，以便繞在螺栓的幹上。木



底座的厚爲一吋，闊四吋，長六吋，中央鑽一孔，預備穿插螺絲；底下鑿一個較孔爲大的凹陷，以容一個螺旋止，且可在其中旋轉無阻，這螺絲的直徑爲四分之三吋，長七



時，有一個方頭，裝於底座的孔中，方頭向上，如圖四所示，螺栓上裝着薄的木圓片或墊圈，以便把線卷保持在適當的地位。線卷的兩端由底下的墊圈中穿出而繫緊於底座上的接線柱。用這電磁鐵時，把蓄電池的兩極也用線接於這些接線柱上即得。通常我們可把線卷繞在一個平常的線軸上，線軸中央的孔道內塞滿着許多段數的軟鐵線；這樣當電流通過繞線軸的線卷時，軟鐵線就具有很強的磁性，但電流一經停止，磁性也隨即消失。

馬蹄形電磁鐵的製法，是把線卷繞在U形軟鐵棒的兩臂上，但是線卷的繞法，要使電流能繞兩臂依相反方向流動，不然的話，兩臂端都成為負極，而不會一正一負了。對於小的馬蹄形電磁鐵，可用平常的U形硬鐵鑄，但對於較大的，最好請鐵匠把一根圓鐵棒彎曲作所需的形狀。

要做一個強有力的馬蹄形磁鐵，可用一段輪箍鐵彎曲作圖五A所示的形狀，繞以18號包皮銅線後，其形狀如圖五B所示。這兩線卷中通以一或二伏特的電流時，則此電磁鐵即具有巨大的力量，足以吸起數磅的重量。

對於電鈴、電報機的發聲器，以及其他用到馬蹄形電磁鐵或雙電磁鐵的電器，我們有數種馬蹄形電磁鐵可以應用；但最簡單的可用兩個機器螺栓和一個軟鐵

製的軛來製成，其形狀如圖六所示。這個軛鐵為八分之五吋闊，二吋半長，兩端各開着一個直徑為八分之三吋的圓孔，兩孔的圓心相隔一吋半。所用的二根螺栓，長為二吋，直徑須有八分之三吋。裝置時每栓的一端用一個螺旋止捻緊，留出充分長的桿頭，以便套上軛鐵。套好後再旋上一個螺旋止，把三部份緊緊為一整件。木製線軸頭或適當的墊圈，可用來裝在螺栓的兩頭，以便把線卷的兩端保持在適當的地位。線卷可分別繞在螺栓上，繞好後，把螺栓固定於軛鐵。線卷須用雙層棉線絕緣的20號或22號銅線。

用手來捲繞線卷，是一件麻煩的事；如果可能，我們可用一個捲機來代替手工。捲機的方式不一，市上有現貨出售；但對於平常的線軸，可自製一種簡單的捲機，只須削一根棒用鐵銼附於一塊直立的木板上，其法見圖七。圖中圓棒上刻着兩個裝鐵銼的凹槽，棒的一端鑿着一個方筭，以便裝曲柄和搖手。曲柄上紮着數匝線以防止破裂，再用細鋼釘釘牢在圓棒上。圓棒的另一頭削瘦如圖，使套在線軸的孔中，密合而不太緊。如果對於某線軸太小，則在細端繞着數套細繩，就可把該線軸套緊。裝軸和曲柄的木塊，可固定在一把老虎鉗上，或用螺釘旋緊於桌邊。

## 二 感應卷

感應卷(induction coil)是一個奇怪的器具，牠在多數電學實驗中佔重要地位，你在每個完備的電器裝置中都可以找到牠。要做一個簡單的感應卷，可用一根長二吋半直徑十六分之五吋的鐵棒，一個木製小線軸，和二種粗細的絕緣銅線。

一段掛門帘的木桿，可用來做捲線軸。其法先在木桿中鑽一個十六分之五吋直徑的孔道，以便容納鐵棒；而後把牠放到車床上去造成線軸的形狀，木管的厚小於八分之一吋，其兩端的凸邊厚約八分之一吋。當線軸尚在車床上時，用砂紙把牠打光，而後加上一二薄層的蟲膠。

現在把線軸套在圖七所示的捲機上，繞上24號棉線絕緣銅線三層，注意線卷須繞得均勻密接。線卷的兩頭，各由線軸一端凸邊上預鑽的小孔中穿出六吋，而後把線卷裹着數層牛皮紙。當電流流過這線卷時，在其核心的鐵棒就可磁化。這個線卷叫原線卷，就是蓄電池的電流所通過的線卷。

現在再在原線卷的外面，用30號絕緣銅線捲上十一層或十三層，這線卷稱做副線卷。不過繞這十數層的線要花一點工夫，須謹慎從事；尤其要記好所繞的層數。

因爲這線卷須有相當的層數才可作適當的工作。30號線是極細的，如果繞上去而不平滑，則每繞三層之後，須裹着一二層牛皮紙。線卷繞畢，把線的兩頭從線軸的凸邊上各穿出六吋，再在線卷的外面裹着紙，用線紮緊或用石蠟黏牢，以爲外層線卷的保護。而後把一個兩頭起螺線的鐵棒或螺栓由木管中穿過，用螺旋止在有螺線的一端上捻緊。底座也用木製，長四吋，闊三吋，厚四分之三吋；用兩條薄金屬片和四個螺釘把線卷固定於底座的中央，如圖八所示。現在可裝四個接線柱，用螺釘旋緊於底座的四角；把原線卷的粗線頭接於圖八的A和B，把副線卷的細線頭接於C和D，於是感應卷完成，可供各種應用。

爲要從感應卷取得電震起見，必需另配一對手握柄和一個電流斷續器。這兩柄的製法可用兩塊洋鐵皮捲作筒狀，再把線焊上。要做較好一些的柄，可用兩段一時直徑的薄黃銅管。圖九所示的蜂音器，可用當電流斷續器；一個重鉻酸鹽電池可供給所需的電流。

各部分的聯接法如下：兩柄上的線分接於圖八內的接線柱C和D，就是和副線卷的線相接。電池的一極，連於圖八中的A，另一極連於圖九中的A。再用一根線連接圖九中的C和圖八中的B，於是電路接通。現在蜂音器開始振動，任何人握着這兩個柄就可受到電震，電

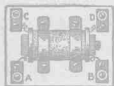
震的強度，看電池的強度而定。電路中應安插一個電鍵，使電路可以隨意切斷或連通，安插電鍵的最好地方，是在一個電池極和圖八中接線柱A之間。

如果因電震來得太強而要把牠減弱，可把炭極和鋅極從重鉻酸鹽溶液中提上一些，或用一個大玻璃管和一個大玻璃瓶，裏面盛滿水，而特造一個調節器串接於電路中，如果這玻璃管一時不備，則用洋油燈罩也可得美滿結果。

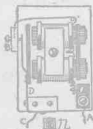
這調節器的製法，係用一根線銲接在一個小洋鐵盤或銅盤的邊上，如圖十所示。這個盤放在玻璃瓶內底上，盤上立着燈罩。再用一根線銲接在一個洋鐵罐蓋的中央，蓋頂上打着若干個小孔。這蓋懸在燈罩的裏面，蓋上的線由燈罩頂上的塞中穿出，此塞可用一個卡紙盤和一块木來製成。這兩根線，一根連於圖八的A，另一根連於電池的一極。此種裝置的效用，和電阻線卷一樣；我們只須把罐蓋提上或降下，則電流即增加或減小。罐蓋愈提近洋鐵盤，電流愈強；因為此時電流所經之水較少，故電阻也減小。但是如果這罐蓋接觸到洋鐵盤，則電流即自由流動，和沒有調節器一樣，而線即直接通於電池。

一副裝置，包括一個線卷，一個斷續器，和一個電鍵，可以裝在同一個底座上。這幾部分的裝置法，詳示於第十一圖中。所用底座應為六吋長，四吋闊，八分之七吋厚。

這個線卷的製法和圖八中所述的一樣；其線軸的長為三吋，直徑一又四分之一吋，軸內穿着一個螺頭軟鐵棒，長三吋半，直徑六分之五吋，一頭鏟着斜邊。這個線卷用兩條金屬片和螺釘釘於底座上，兩個接線柱（十一圖之A和B）附於底座的左右兩上角，副線卷的兩端就接在這兩接線柱上，又有兩個接線柱（十一圖之C和D），



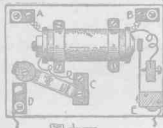
圖八



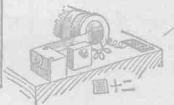
圖九



圖十



圖十一



圖十二

附於底座的下部，裝有一個電鍵，以便把電路接通或切斷。原線卷上的一根線頭，繫於C柱；另一根線頭接到一個銅塊。這銅塊中配着一只校準螺釘，接觸到振動的銜鐵臂上。這一部分的裝置和接線法見圖九之B。

這個銜鐵的臂是用薄黃銅片或洋鐵片製成，一端釘在一木塊上(十一圖E)，銜鐵的自由端，在線卷中螺絲頭的對面，是由數層洋鐵皮互相銜牢而製成；或用一小塊軟鐵釘於銜鐵臂上。總之不用軟鐵就是用洋鐵皮，以便給電磁化的螺絲頭所吸引。這一部分的裝置顯示於十二圖，螺絲頭上須貼着一張厚紙，使銜鐵端上的耳不致因剩磁而粘附於螺絲頭上。

要調節這個簡單電震機的电流，可用圖十所示的水瓶接在電流的一極和十一圖的接線柱D(或E)之間，兩柄上的線接於十一圖的接線柱A和B，當所有線都接好後，用電鍵通上電流，於是振動器開始活動，而電流的震動可於兩柄上感覺到，其震動數可用接觸於銜鐵的調整螺釘來增多或減少，但對於感應電流之用，振動應當愈快愈好。用此種器具，可得許多興趣；若教許多人手攙手立着或坐着連成一圈，人人可以感覺到電的振動。

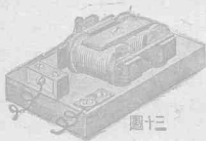
### 三 電動蜂音器

電動蜂音器 (electric buzzer) 是依照電報機發聲器的原理而造成，不過並非發單個的啞啞聲，而在使電流作用於其銜鐵，保持其連續不斷的運動，只須電流連續通過有鐵心的線卷，銜鐵，和蜂音器的接觸點。

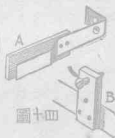


蜂音器的動作,和卸去鳴鈴的電鈴相同;對於辦公室,家庭,或幽靜的呼喚之用,常較喧鬧的電鈴為佳。

十三圖所示的蜂音器不難製造,有一個電池和一個按鈕就可使用,其製法如下:割取一個底座,五吋長,三吋半闊,四分之三吋厚;上面裝着一個馬蹄形電磁鐵,這個電磁鐵,可用一根鐵條彎成馬蹄形,或用現成的兩隻鐵螺栓和一根橫鐵釘合,把電線捲在螺栓上即成,製法已詳第九圖,要把牠固定於底座,可用一塊扁木板放在磁鐵頂上,再用一根螺釘由扁木板中央的孔中穿下,從兩線卷之間捻入底座,一個軟鐵製的銜鐵,二吋長,半吋



圖十三



圖十四

闊,用帽釘把牠釘於一塊彈性的黃銅片上,如十四圖 A 所示,銅片的一端摺轉如圖,以便鑲在一個木座的角上,用兩只螺釘釘緊,這銜鐵裝好時,銜鐵和線卷鐵心端之間,要留出十六分之一吋闊的空隙,見圖九,略把銅片向外彎摺,和銜鐵平行,長達一又四分之一吋,圖九內 B 木

板上的螺釘頭和這銅片緊觸着。

這個B塊是一塊小硬木板，用螺釘釘着於底座的邊上，以便裝接校準螺釘和電磁鐵的一個線頭。B板的一邊上鑽一小孔，把線頭穿進，達到螺釘孔，如圖九虛線所示，螺釘入孔而捻轉時，就接觸着線頭而互相連接。這個木板和其附屬物，示於十四圖B。

底座上銜鐵木塊的旁邊，裝着一個接線柱，電流從圖九內A線流入，經過兩線卷，繞道達於螺釘B，而後經過銜鐵到木塊，由C線流出。當電流在線卷內流動時，鐵心被磁化而吸引銜鐵，但同時彈性黃銅片的自由端也被拉了離開校準螺釘頭B，於是電路中斷，鐵心隨即失去磁性，而銜鐵因黃銅片上D處的彈力又復彈回。當銅片自由端接觸到螺釘頭時，電流又通過線卷。這樣在電流繼續由A進而自C出的時間內，銅片遂振動不息，電流量愈大，振動次數愈多。為適當調整接觸起見，校準螺釘B須安插在適宜的地點。鐵心的兩端上可貼着數層紙，使剩磁的磁力減弱。

單個電鈴的構造和蜂音器相仿，不過銜鐵端上須接出一段棒或粗線，線端有一個球狀槌頭，以為銜鐵振動時擊鈴之用。電鈴的底座，可以製得長些。一個舊時辰鐘或腳踏車上的鈴，都可用來裝在一個木槓上，釘在底座的適當地位，再用一根螺釘，從鈴中央的孔中穿下，捻

入木板的頂，棒端的槌頭，可用黃銅做，當中鑽一孔，套於棒端上，再用一滴錫藥錫牢，或者用錫繞於棒端，再用錫藥錫成一實塊亦可。

#### 四 一個大型感應卷

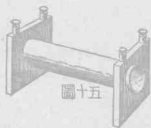
小感應卷的構造，前已講過，對於較大的設備，像無線電報或其他用處，我們必須用大型感應卷。茲介紹業餘實習者一個簡單而有效之大感應卷的製法。

用紅紙板捲成一個繞原線卷的管，管的內直徑一吋，管壁厚不得過八分之一吋，管長應有十吋。

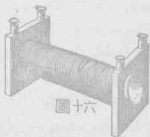
鋸取半吋厚四吋見方的白木板兩塊，每塊的中央鑿一個圓孔，使紙管端可以由孔中穿過，密合而不過緊，二者用蟲膠粘合，再釘着數根小黃銅針，以資牢固，見十五圖木板和紙管上須塗着數層蟲膠，使其表面光潔，並防止吸收濕氣，在兩木板的頂邊上裝着四個螺旋接線柱，如十五圖所示，在木板上每個接線柱腳的附近各鑽一孔，以便穿入線卷的線頭而與柱接觸，把線頭穿於接線柱的孔中，再用指捻螺釘旋緊。

在紙管上兩木板之間繞着四層20號絕緣銅線，成爲原線卷，如十六圖所示，每層須繞得均勻，紋路須互相湊緊，第一層繞好後，塗上一層蟲膠，再裹上一層薄紙，紙上再塗上一層蟲膠，第二層繞好後，也同樣塗膠和裹紙，

第三層也是這樣。第四層繞好後，須裹着雙層紙，塗上二三層蟲膠，來保證絕緣和防止一切濕氣。線可用手繞，若用捲機或捲車更加便利。



圖十五



圖十六

一個簡便的捲機可以造在一個底板上，以便夾於桌邊或凳上。底板長十二吋，闊八吋或十吋，厚八分之七吋。兩端用螺釘和膠水固定着兩塊直立的板，每板三吋闊，十吋長，四分之三吋厚，頂邊上刻着一凹槽，以便支持紡軸。槽頂上又用螺釘蓋着一條小木板或金屬片，使紡軸在搖轉時不得滑出。每塊直立板上離底二吋鑽一小孔，以便裝置一桿，使一個線軸套在這桿上可以旋轉，如十七圖所示。如此把上邊的紙管搖轉而繞線，下邊的線軸遂跟轉而放線，很是方便。

用木做兩個軟木塞狀的塞子，塞入紙管的兩端。每塞中心鑽一孔，使紡軸穿過，配合極緊。紡軸一端，彎曲如圖，裝着一個小的木製搖手，用來搖轉紙管。

使用此種捲機，在繞線層時容易管理心管，且在裹紙和塗膠時能使心管穩定不動。

副線卷繞在原線卷之上，但須用30號到36號的絕緣銅線，線愈細，則電阻愈高，而火花亦愈長，故不得用粗於30號的銅線。

捲線時先把線的一端繫定於一個接線柱；而後用一隻手搖轉心管，另一隻手拿着線，注意勿使線紋混疊，也勿把線拉緊，以捲得平順均勻為度，尤其要注意線上不可有打結，裂斷或不絕緣的地方，如果中途裂斷，先把已捲的線卷用蟲膠粘牢，而後把兩裸頭絞緊，用絲或棉來裹好，再用一層蟲膠黏住，而後繼續捲繞，一層線繞完時，裹上一層薄紙，再塗上石蠟或蟲膠，以保證絕緣；而後動手捲繞第二層。

在捲繞線卷時，最好時常用電池和小電鈴來試驗線層中有無裂斷，捷路，或其他毛病，這種試驗頗為必需，可免錯誤，不然的話，如果在線卷繞完後而發現缺點，不是前功盡棄大為失望嗎？

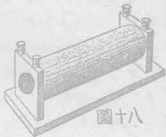
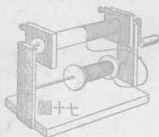
副線卷需線約一磅半；如果可能，這線最好是一股到底，沒有添接。

捲繞完畢，把最外一層線卷上裹着數層紙，每層用蟲膠塗好，以保證細的線股不致損傷，要增加線卷的美觀，可用膠裹着一層黑色的或着色的薄皮，皮的接縫要

在下面。

原線卷的兩線頭，應固定於同在一端的二接線柱  
副線卷的兩線頭，應固定於另一端的二接線柱。

對於線卷的心，可用18號左右的軟鐵絲，切作等長的段落，理直，把線卷管塞滿，務使在管中互相擠緊，用許多線段來做線卷心，比用一整塊的實心軟鐵好些。



現在用硬木做一個底座，四分之三吋厚五六吋闊，十二吋長，把線卷裝在這底座上的方法，可用螺釘從底板下面向上捻入線卷兩端木板的下端，這個木座可以塗着顏色，加上數層蟲膠。

現在用線把一個電池接到原線卷的接線柱上，另用兩根線接在副線卷的接線柱上，把這兩根線頭互相靠近時，就有一個火花從一頭跳到另一個頭，火花的大小看電池的強度而定，完成的裝置示於第十八圖。

要產生長的火花，我們必須用一具容電器(conden

-ser) 和感應卷串接起來,容電器有數種,但最簡單而最有效的,或許是斐少容電器 (Fizeau condenser), 其構造是若干層錫箔,每層用塗着石蠟的紙來隔開。

製造此種容電器所需的材料,爲一百五十張七吋闊九吋長的錫箔,另備十張或十二張,以便剪作狹條,再預備若干清潔而強韌的薄紙,厚和好的寫字紙相仿,注意有細孔的紙不可用,紙的大小,闊八吋,長十吋,即四周比錫箔各大半吋,這紙必須在熱的石蠟中浸透,以防收濕,且成爲完全的非導體,其法將二百張左右的紙放在一個清潔的洋鐵盤中,或放在攝影用的顯像瓷盤內,切勿用玻璃器或橡膠器,紙上放若干石蠟塊,而後把盤置於烘爐內,使石蠟熔解,將紙浸透。

紙浸透後,用一根針把紙一張一張的挑起來,從液體石蠟中拉出,石蠟一經接觸到冷空氣,就開始凝固,於是紙張發硬,仔細把硬化後的紙逐一加以選擇的工夫,凡是有孔的或有其他缺點的,都不適用於容電器。

從四分之一吋厚的松木或白木,割取八吋闊十吋長的木板二塊,好好塗上數層蟲膠。

材料既備,放一塊木板於桌上,疊上二張石蠟紙,紙上放一張錫箔,箔的四周要各露出半吋闊的蠟紙,把零頭錫箔,剪作一吋闊三吋長的箔條若干,用一條放在第一張錫箔的左端,如十九圖所示,而後錫箔上再疊上一

張石蠟紙，紙上又照前放上一張錫箔，現在用一箔條放在這第二張錫箔的右端，這樣陸續進行，把箔條交番放在箔的左右兩端，直到所有錫箔和紙都疊好為止，注意次序不可弄亂。



圖十九



圖二十

當最後一張錫箔和箔條疊好後，上面加疊二三層紙，而後蓋上另一塊板，用四個螺旋夾夾住四角，把錫箔、紙和木板壓在一起，愈緊愈好，再用固牢的帶或繩把牠紮緊，而後把夾子放除，在兩端凸出的箔條上各用一個接線柱來扣緊，於是容電器完成，其形狀見二十圖，用時把一根從副線卷通來的線接於容電器的一個接線柱上，成爲串接法。

容電器的目的，在增加感應作用的效率；牠的容電量，和所接的感應卷的大小成正比。

## 五 電路斷續器

要用沒有振動唧鐵的感應卷做振動器，則須用電路斷續器 (circuit-interrupter) 加入副線卷電路，以發生脈動的效應，與採用振動唧鐵的方法而發生的電脈動

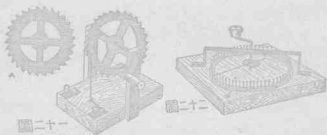


一樣。

充此種用途的斷路器種類很多，但是用於真有實效的任務，最好的要推二十一圖所示的方式。

這個斷路器的構造，為一個有鋸齒的金屬齒輪，一個轉軸，一個搖柄，和一個底座。底座上有二個直立柱支持輪軸，又有一根彈性黃銅線，一端壓住齒輪，把輪搖轉時，這銅線就被每個鋸齒向外驅出；在被釋放時，又彈回到輪上，每次敲着一個齒的斜邊。

底座可用松木，白木，或柏木來做，厚八分之七吋，闊三吋，長五吋，支持輪軸的直立柱，厚半吋，闊一吋，齒輪的直徑三吋，用十六分之一吋厚的黃銅來製成；其法先用圓規和鉛筆或尖頭錐畫出齒輪的樣子，所畫的線，要很清楚，使鋸輪，鏗齒，開洞都有軌可循。



圖二十一

圖二十二

齒輪的圖案，示於二十一圖 A，輪的中央穿一小孔，以容納黃銅轉軸，此軸須鑲牢在輪上，這輪裝好後，在其軸的一端，鑲着一個金屬搖柄，柄上裝着木製搖手，取一

根彈性黃銅線，用鐵錐釘於底座上。把線的下端彎曲，使一個接線柱上的螺釘可以把牠夾住。把線的上端彎曲作L形，從另一接線柱接出一線，沿底座和一個直立板向上行而與軸接觸。電流由這個接線柱流入，經過線而達到轉軸，再到齒輪，而後由彈性銅線和其接線柱向外流出。當電流通過，齒輪搖轉，而彈性銅線陸續從一齒端跳回到下一齒的斜邊時，電路就不住地一斷一續。這個脈動，依齒輪速度的大小而增減，故可用手的動作來調整電流的強度，看電池力的大小而定，但可用前述感應卷一篇中的水電阻來控制。

二十二圖所示的斷續器，其底座六吋見方，八分之七吋厚。從鉛版割取一個圓圈，放在底座的上面，用鋼針或小鋼釘固定於底座。鉛圈外廓的直徑為五吋，圓圈半吋，故內圓的直徑恰為四吋。

每兩鋼針相隔四分之一吋，須釘得正確則斷續才會得均一。鉛圈上無須預先鑽孔，應直接把針或釘打入，使得到完善的接觸。不然的話，這器具就沒有用了。

這一圈針的上方，架着一個黃銅橋，橋脚用螺釘釘於底座，橫梁應離開針頭。橋中間鑽一孔，穿着一個轉軸。這轉軸用一段粗線或細棒來製成，軸上焊定着一個圓的金屬版，離底座高約半吋。圓版上又焊着一根適宜長短的彈性黃銅線，把軸搖轉時，這線的一端從一針跳到

另一針，因此使電路斷續不已。軸的上部彎作曲柄，裝着一個木製的或瓷製的小捏手。

把副線卷的一根線頭，接於橋腳的一個螺釘上，把另一根線頭接到釘在底座一角上的螺釘，這釘又用一根短線通到鉛圈，這些接線的螺釘，都可用接線柱來替代，且比螺釘好，因為接線柱容易用手指來捻，而且每次無需用螺釘起，就可把斷續器和一個感應卷串接起來。

依相同原理，可造一具簡陋的斷續器，只須用一根直的鉛條，中間釘一行針，把副線卷的一根線接定於鉛條上，再把另一根線的末端在針上括過，也就達到斷續電路的目的是了。

# 第五章

## 示號器和電鈴

### 一 電鼓

在無擊式蜂音器上添裝一鼓，或卸去電鈴上的鈴而換裝一鼓，就成爲圖一所示的電鼓，頗能引人注意。

安插全部裝置的底座，闊四吋半，長七吋，所用線卷的鐵心，和前述電動蜂音器上的相同，惟繞以用棉線絕緣的22號銅線。置一片小木板橫跨於電磁鐵上，用一只螺釘由板中心穿下而釘緊於底座鐵心兩股對面的銜鐵，釘在一條有彈性的金屬片上，並配着一隻校準螺釘。一切裝置與電動蜂音器同，其線路的接法見圖一。

銜鐵端上接出一根棒或粗線，棒端裝一硬木製的槌頭，以便擊鼓，此鼓可用小洋鐵罐製成，底上鑽一二小孔；口上蒙一層薄膜，豬的膀胱，羊皮或貓皮，用數匝線繞罐邊紮緊，在綁膜之先，須把膜潤濕，要綁得均勻，紮得牢固，這樣在乾燥後就緊張如鼓皮，除非受到潮濕，恆能保持其彈性的共鳴面。

鼓須裝在底座上適宜的地位，用線繞罐身數匝，再把兩線端穿過底座的孔中而在座下絞緊。此鼓也可用一只小木盒來替代，把木盒的口吻合着底座，而後繫緊，便成爲空心封閉盒。被槌頭擊着時，能發出木琴之音。

## 二 示 號 器

簡單的示號器 (annunciator) 如圖二，只需一個有軟鐵心的線卷，和若干黃銅片，就可製成軟鐵心可用一段圓鐵桿來製成，直徑八分之三吋，一端起螺線。在這個鐵桿上套一線軸，再繞上線卷，就成爲電磁鐵。而後把牠捻在一塊黃銅片上一個起螺線的孔中。

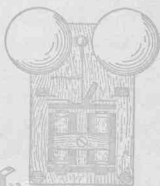
這塊黃銅片在未彎摺前作圖三A所示形狀。把最下一對耳向前彎摺，再把耳銅片部份向上彎作一脊箕形，就成爲示號槌桿的鉸鏈。槌桿爲一狹條金屬片，一端彎折向上，以便附着號碼或字；另一端彎捲成管形，以便貫穿一針或線線的兩端由兩耳孔中穿出後彎下，使不滑脫。電磁鐵就捻在銅片A中間的孔中，裝後形狀見圖二。把銅片A的上部彎摺，使和電磁鐵平行。上端的兩耳向上彎摺，供做衝鐵的鉸鏈。銅片A的最長兩耳上各有一孔，可穿入螺釘，把全部示號器固定於木板上。

衝鐵部用黃銅片製成，在未彎摺前作圖三B所示形狀。把頂上兩耳向後彎摺，裝在第一銅片頂上兩直耳

之間，用一根線由這四個耳孔中穿過，於是鉸鏈完成，再把這個銅片向下彎折，使垂在電磁鐵的前方在下垂部分的內面，準對着電磁鐵的鐵心，釘着一個釘頭或小圓



圖一



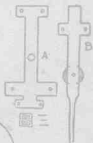
圖四



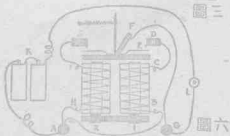
圖二



圖五



圖三



圖六

鐵版，以為吸版。牠在電流通過線卷時，就被吸在軟鐵心上。唧鐵部的下部分彎作鈎狀，以便托住示號壓桿。

壓桿上刻一狹槽，使鈎端伸在其中。示號器的頂上裝一段螺紋短彈簧，使在不通電流時保持壓桿和鈎在其最高位。但一經電流通過線卷，軟鐵心就磁化而吸引銜鐵；鈎即脫離壓桿上的槽，把桿釋放；號碼隨即落下而得以看見。為使壓桿落下不太遠起見，可在壓桿的下方裝一架或橫互着一根線，使牠攔止。

### 三 雙電鈴

欲使鳴聲響亮，且使鈴槌在左右搖擺時無虛擊起見，我們可依前述單擊式蜂音器的普通原理而製成一種雙電鈴（double electric bell），和圖四所示的類似。

先製兩個軟鐵心，和他種電鈴所用的相同，不過其軀片不用鐵製而用黃銅或純銅製成，使兩軟鐵心各成為獨立的一個電磁鐵。

兩線軸上都繞以22號絕緣銅線，其線頭並不接連，故兩線卷不相連通。我們細閱圖四，就看到那銜鐵可以在槌柄下端的樞軸上搖擺。槌柄由左邊一根小螺紋彈簧牽住，如果沒有這個彈簧把柄向左拉，則在電鈴靜止時，槌頭會靠住左鈴或右鈴，或者會中立而並不接觸着一個觸點。電流一經通過線卷，就把兩電磁鐵先後交番

磁化，這是因為銜鐵上的彈簧使電路斷續的緣故。銜鐵先接觸到一點，隨即被拉開而接觸到另一點。圖四中示槌柄停息在兩鈴之間，銜鐵不為任一電磁鐵所吸引。我們故意的繪出這個位置，用來表示銜鐵的平衡，銜鐵和兩鐵心間的距離和銜鐵上方的兩接觸點。

圖中所示的那根小彈簧把槌頭拉向一邊；所以在靜止時，有一條電路是通的。否則電流一通，電鈴不能發動，因為倘使沒有一個觸點預先觸合着，電流也就不能通了。

這兩個電磁鐵，也用一根長螺釘和一片小橫木板捻緊於底座上，如圖四所示。銜鐵用一條軟鐵版製成，厚八分之一吋，闊半吋，長三吋，其上釘着一個彈性黃銅片，如圖五中 A A 所示。彈片中央鑽穿一小孔，孔中穿一針，針兩端突出銜鐵兩邊之外各四分之一吋。

鐵版上有銅片的一邊又鑽有一孔，以便裝槌柄而後把銜鐵裝在電磁鐵的上方，和電磁鐵端隔開八分之一吋的空隙。這個唧鐵用圖五中 B B 彎折金屬條來保持其位置。這金屬條用螺釘釘緊於底座，但釘釘的一節須埋入底板中。

銜鐵兩端的上方裝兩個接觸點（圖五中 C C.），使銜鐵一端被一個線卷心吸下時，他一端上的黃銅片能接觸到一個觸點上。



所有線頭都由底座背面接出，詳情示於圖六。電流從K電池流過接線柱A，達於B而入線卷，繞鐵心I流動而從C出；而後達於D，從E處流進衝鐵上的銅片（因為小螺絲彈簧預先已把槌柄拉向左邊，故此時銅片和E係接觸着。），電流最後經過衝鐵而從F流出，進行到接線柱G，經過按鈕L而回到電池K，於是完成電路。但電路一經完成時，電磁鐵I遂吸引衝鐵，把彈片的端從觸點D拉下。此時彈片的另一端上升而達到接觸點J，結果通過線卷1的電路中斷，而接通線卷2的電路。這個電路完成後，鐵心2立即磁化而把衝鐵吸下，於是銅片和J脫離，同時銅片的對端又和D接觸。當電流這樣迅速地交番斷續，而衝鐵也這樣迅速地上下動作和蹺蹺板一般，於是鈴槌也跟着左右擺動，每向一邊擺動都可擊着一個鈴。

所用兩鈴，大小相等。若改用兩鼓或兩木盒，也可達到相同的目的。線卷中所通過之電流愈多，則鐵心所生之磁力愈強，而電鈴被敲之聲音亦愈響。

#### 四 電力喇叭

在需要大聲的地方，如汽油船或汽車上，電力喇叭（electric horn）是一件很有用的器具。

電力喇叭是依電話機的原理改組而成，因為並非

先把聲音進入或射着鼓膜而後向他處傳達，却在喇叭內起振動而發聲。

你如果在旁人打電話時靠近他的電話筒，總會聽到噪雜的摩刮聲，甚至在電話綫對方的談話聲。假使用一個號筒在電綫他端吹奏，則這邊室內許多人可由接收器中聽到，非常清晰，因為號筒的振動很劇烈，足以激起強有力的一串聲波。

電力喇叭的原理和這個相同，不過不在遠處激動，却在封閉物內發生，結果能產生更響的聲音。

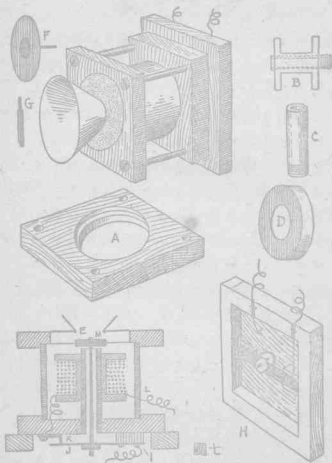
製造電力喇叭和製造電鈴一樣容易，但須小心把各部分裝置得正確，把線接得適當。業餘家若能照圖並按下述的方法做去，可以保證成功。

電力喇叭造成後有圖七所示的形狀，因為是用木製的，故可用螺釘把牠裝在船上或汽車上，非常容易。

從半吋厚的白木板，割取兩正方塊，每邊三又四分之一吋。在一塊（後方的一塊）的中央鑽一孔，其大小恰能旋進一段八分之三吋直徑的煤氣管。在另一塊上鑽一個二吋直徑的孔，以便裝進一只小洋鐵罐的蓋。在這個孔的外邊木面上，刻一個八分之一吋深的槽作接合口，如圖七中A所示。這就是前方木塊的背面。

從二吋直徑的鐵管，割取一段長一又四分之三吋。這管的外直徑，要略大於二又四分之一吋，把這管裝緊

於前方木板,用作機構的罩筒,後板上也須刻一槽口,把管裝進八分之一吋深,刻法同圖七A,裝法詳左下角剖視圖。



圖七

取一段八分之三吋直徑的煤氣管，一端起着螺絲，這管可用弓形鋸鋸取，用銼銼平，長為一又八分之七吋，如圖七中C所示，把牠捻入後板的前面，突出板外一時半長。

製一線軸，裝在這管上，如圖七中B所示，而後用22號線繞作線卷。

在洋鐵罐蓋上開一孔，如圖七中D所示，請銅匠在這孔上銲接一小漏斗，以為喇叭漏斗的下部分須截去，使漏斗上和罐蓋上的二孔大小一致。

我們自己也可銲接漏斗，其法把漏斗插緊在罐蓋的孔中，再把伸在蓋下面的部分剪破，摺轉，如剖視圖中E處所示，而後用火酒燈、錫罐和錫藥把牠銲牢。

前後木板的四角上，各鑽一小孔，穿釘着二吋半長的螺絲，把前後板和罩筒繫緊。

找一塊沒有銹的好洋鐵片，割作一圓板，直徑二又四分之一吋，中央鑽穿一小孔，再割取兩個小圓鐵片，大小厚薄和二毫銀幣約相等，每版中央也鑽穿一小孔，用一段粗黃銅線或細黃銅棒，把一端銼作圖七中G所示的形狀，使細端可穿在小圓鐵片的孔中，這兩個小圓片分放在洋鐵版的二面，把銅棒穿過，而後用老虎鉗夾緊，把棒頂擊扁，成為帽釘，使三塊圓版釘緊在一銅棒上，如圖七中F所示，這銅棒的全長應為二吋半，下端起螺絲，

備着兩個小黃銅螺旋止喇叭的背板上有一塊彈性黃銅片，八分之三吋或半吋闊，一端釘緊在一小木塊上，如圖七中H所示，其對端擱在一金屬接觸片上。這片彎作一角，釘緊於背板，背板的四周裝一木框，以便保護喇叭後面的機構。

現在各部分已製就，可以裝合。在黃銅彈簧片的中央鑽穿一小孔，直對煤氣管的中心。把背板放在桌上，其位置見剖視圖。而後把煤氣管捻在後板上；套上線卷軸，套緊後再把鐵罩筒裝上。筒的上方放圓版F，其銅棒由煤氣管中直下而穿過黃銅彈片，用螺旋止捻緊。最後把連着喇叭口的前板裝上，用四角上四根螺絲把全部捻緊。

裝線法很簡單。流入線接於黃銅彈片的I釘上，電流從此處經過彈片J達到接觸點K，而後繞線卷從L線流出。流入和流出兩線經過一個按鈕或電鍵而接到電池，於是喇叭可以使用了。這個喇叭的適當調整，全靠銅棒下端的螺旋止。螺旋止必須捻緊，使能把銅版J推上面接觸到K點。

當電流從I流入，經過J，K，和線卷而從L流出時，煤氣管即被磁化，於是吸引附於圓洋鐵版上的小圓鐵片。當銅棒於是下壓時，J與K隨即脫離，但鐵片因其間夾着剛性的洋鐵板而彈回原位，於是電路又復連通，電

磁鐵又吸引鐵片，銅棒上下時所移動之距離很短，但足以把 J 和 K 接觸和拆開。當上述動作和洋鐵版的振動迅速進行時，結果從喇叭中發出連續不斷的大聲，傳達頗遠，嘹亮如吹號筒。

## 五 竊盜警報機

簡單的竊盜警報機 (burglar-alarm) 可用五吋闊，六吋長，半吋厚的木板一塊，可以活動的槓桿一根，和兩端向前彎摺的黃銅版一條，照圖八所示的方法來裝成。黃銅版用螺釘釘緊於木板，其兩端各向前彎摺半吋，槓桿也用一條黃銅版製成，其上段彎起再摺而和木板面平行，使接觸不到其下方的橫銅版和橫銅版上的螺釘。槓桿的下端鑽一孔，孔中穿着一個黃銅環，又繫着一根螺絲彈簧，彈簧的另一端固定於一只螺釘上，用一根線把這螺釘接到一個接線柱 A，另用一根線把橫銅版接通接線柱 B，而後在黃銅環上繫一根粗線或細繩，於是警報機完成。

這個警報機可裝定在門框上或其他便利的地方，把繩從機上拉出，將另一端繫牢，現在任何人在黑暗中撞到此繩上，則槓桿的下端就被拉向左邊，而上端就向右邊接觸到橫銅版的右耳，於是接通電路。

在裝警報機時，把繩調整到槓桿在直立的位置，如

圖八所示。這樣如遇有人碰到繩上時，槓桿的上端就被拉到右邊；但是如果這人跑得匆忙以致把繩撞斷，則彈簧就把槓桿的下端突然向右一拉，而上端就向左接觸到橫銅版的左耳，一樣的連通電路而發出警報。

這個警報機的接線法，和按鈕一樣，也是用一根線接到電鈴，用另一根線接到電池，再把電池和電鈴接通即得。現在如果有人撞着機上的細繩而把電路連通，則電鈴就開始鳴着，直到有人來開動電鍵把電路切斷時才會停止。



圖八



圖九



圖十

另一方式的電路連通器，如圖九所示的守門機 (door-trap)，其底座用木板製成，放在地板上靠近門的底邊，用四根尖頭釘由四角上釘下而釘緊於地板釘頭深入地板至少應有四分之一吋，看地板木質的硬軟而定。底座的前邊須削斜，使和地板密合的門底可以由上

經過。

這底座闊五吋，長七吋，厚四分之三吋。左邊上有一條金屬版（A），由底座上所釘兩個闊鐵鑄把牠跨攔着，但不宜扣緊，以能在鐵鑄中前後自由移動為度。這金屬版的前端上釘定着一個小圓木柱，以為開門時被門衝擊之用。版的中間釘立着一只螺釘。底座的右邊上又有一條金屬版（B），但此版由其中間的一隻螺釘與其後端的圓頭螺釘和墊圈釘定於底座。這圓頭螺釘又用作接線柱。這金屬版的前端向上彎摺，用作制止器。現在再造一個可以活動的槓桿（C），用螺釘附於底座的中央，而橫跨在左右兩金屬版上。槓桿的右端須預先彎摺，使接觸不到其下方的金屬版。左端上刻穿一縫，使活動版A上的螺釘可以在縫中自由移動。右端的近旁鑽一小孔，以便繫着螺絲彈簧（D）的一端。裝置完畢，把牠釘於地板上，將電池和電鈴上的線頭拉來，繫定於其接線柱。這彈簧D拉住槓桿C，使接觸不到金屬版B，同時把金屬版A向前推出。當有人推門時，門即衝擊着A版前端的圓木柱，把A版由鐵鑄中向後推進。於是A版上的螺釘也把槓桿C的左端向後推去，同時右端向前接觸到B端，把電路連通，而鳴起電鈴或蜂音器。復把門關閉時，彈簧即把槓桿C從B拉離，於是切斷電路。

這種守門機固可用作警報機，又可用作阻擋器，因



爲牠是用釘釘定於地板的簡單的守門接觸器，示於圖十，其構造只是兩條彈性黃銅版，彎摺如圖，一條釘定在門邊上，一條釘定在門框上，其位置相當於鉸鏈的兩部分，這樣在開門時，門邊上的銅版就接觸到門框上的銅版，於是連通電路，這種接觸器須連有電鍵，使門在晝間開啓時，不把電路連通。

## 六 信號機和警報機

房屋內外所用的電力呼喚信號機，種類繁多，但有幾種並不難製造，平常的電鈴就是一個例子，十一圖所示的移動電鈴或警號機，在家庭中應用頗爲便利，可以臨時從一室移裝於另一室，或從某層樓移裝到另一層，所用的柔順電線可從門框頂上通過，繫牢在釘入木中的細釘上。

此種可移動信號機的構造，爲一個木箱，裏面放一個大乾電池，外面裝一電鈴或蜂音器，箱外另一面上裝二個接線柱，以便連接柔軟的棉裹線，箱頂上備一蓋，用以遮蔽電池和接線裝置，十一圖示其全部外形，惟缺棉裹線和按鈕，木箱的大小，無可規定，因爲乾電池的大小形狀不一，有些長而瘦，有些短而粗，我們若把箱蓋揭開，向箱中看去，即得十二圖所示的形狀，電池的炭極和一接線柱連接着，鋅極和電鈴的一極連接着，電鈴的另一

極和另一接線柱連接着。兩接線柱間的電路，只須用一電鍵或按鈕來連通。所用的線為一條長而柔順的線繩，絲裏或棉裏的，有兩股絞合，和平常柔軟的電燈線一樣。在電路之端，接上一個梨狀按鈕，把牠懸於床頭或其他便於拿到的地方。



圖十一



圖十二



圖十三

上述裝置，對於演講者用幻燈時，非常便利，不過須卸去電鈴而換裝一條音器，因為在禮堂或講堂中，用電鈴頗覺聲音太響。這個信號器，可置在開幻燈者的近旁。按鈕可掛在講壇的上方，或給講者拿在手中，遇要換畫片時把牠按壓。

此機又可和鬧鐘連用而補鬧鐘的不足。通常鬧鐘的鈴都用發條來動作，趁搭發條的鑰匙突出在鐘背之外，每天須把牠旋緊。和鬧鐘連絡的方法是這樣的：先取

一硬橡膠片，厚十六分之一吋，長一吋，闊半吋，如果不備，則用一塊硬紙板，或在熔化的石蠟中浸過的硬木片，也可得美滿的結果。在板的兩上角上各鑽一小孔，近下邊中央處也鑽一小孔。找三個有彈簧的銅鈎，或類似的小銅夾，用一個鈎釘定於這小絕緣板下面的孔中。割取兩段舊黃銅錢鏈，各四吋長，如果不備，可向五金店購買八吋，等分為二，每段鏈的一端上接着一鈎，另一端固定於小板上角的孔中，如十三圖所示。這樣就成功一連接器，在鬧鐘發信號時可以連通電路，情形如下。

在捻緊鬧鐘鈴的發條後，把兩錢鏈端上的鈎鈎緊信號器上的兩接線柱。置鬧鐘於木箱近旁，用絕緣板上的鈎夾住發條的鑰匙。當鬧鐘的鈴開始響着而鑰匙已轉一周時，兩錢鏈就被絞合，連通電路，而使電鈴鳴着，直到人來卸去一接線柱上的鈎，把電路截斷時而止。此種雙信號機的最大利益，就是不催醒睡者，鈴聲不息，雖然鬧鐘的鈴聲到發條退足時就止，但是繼其後而響的電鈴，非到人來停止牠或電池力用盡時，永遠不會停止的。

## 七 餐桌召喚裝置

膳堂和廚房之間，用電鈴來召喚僕人，比在桌上打鈴或大聲叫喚，便利甚多。不過怎樣在桌上裝開關，是一個可研究的問題。

用於此處的按鈕，種類很多——有的嵌在地板內，有的從天花板上掛下；還有的，電線從桌下通上來，用梨形按鈕置於桌布上易於拿到的地位。這些按鈕，各有其好處，也各存其缺點。要用地板按鈕，餐桌須常放在恰好的地方；用懸掛的按鈕，在席面上盪來盪去不方便；至於從桌下而來的移動按鈕，則每次坐席時，常須尋找按鈕的所在。

為避免這些困難起見，我們可以造一種裝置，無論把桌子放到那裏，都便於應用。在敘述此種器具的製法之前，茲先說一故事。某西人家有一位客人，他看到這人家每次用膳的人數多寡很不一定，常須把餐桌放長或縮短。但是一位女僕在主人需用的時候就會出面，且無論餐桌的那一端需要到她時，她會預先走到聽用的地點。這位客人很為詫異，但探不出其中秘密，最後不得不請主人說明。此時有一個男僕向他微笑起來，暗示這個秘密是他所創設的。餐後這僕人把桌面移去，顯示出他所製造的那簡單裝置，據說已用了數年之久，且無須調整或修理。其製法如下。

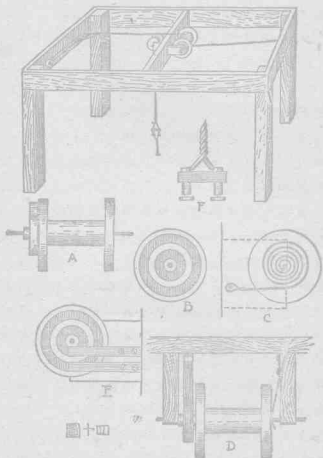
從十四圖可以看到一張餐桌的架子，其兩邊框之間裝有一橫木，以便支持那簡單的機構。餐桌兩頭邊框的內面，裝着按鈕，在左端可以看到，用線接到桌下的接線柱。餐桌中央橫木的右面上，裝有一個大線軸，軸上繞

着棉裹線，用一卷時計的發條來拉緊。把桌放長時，這線軸把線退捲；桌縮短時，這線軸把桌兩端間鬆弛的線捲緊。中央橫木的左面上，裝有一個小線軸，其用處在拉緊從地板穿上來的電線。因為西餐桌可放長縮短或移易地位，所以這些裝置是不可少的。

大線軸長約四吋，直徑三吋，其兩端圓木盤的厚度須足以釘入螺釘而木不裂。軸的一端上裝一卷舊時計的發條；軸的另一端上裝定着兩個黃銅圈，一圈裝在另一圈的裏面。用一根堅硬的細金屬棒，貫穿線軸，以為線軸的轉軸。如果線軸的孔太大，可用木製插頭塞入孔的兩端，用膠水粘牢。這樣所製成的線軸，其前面作A圖所示的形狀。上述的黃銅圈，可用剪刀從黃銅板剪取，用細鋼釘釘緊，把釘頭埋入和木面齊平。在線軸的邊上兩銅圈的近旁鑽一孔，使線頭可從中穿出而附着於銅圈。這部分的裝置示於B圖。C圖示其對端和對端上的發條，發條的一端固定於線軸的邊上，另一端固定於橫木上。有發條一邊的轉軸上套着一小圓木板，突出在發條之外四分之一吋，使發條不接觸到轉軸的軸承。

線軸的他端和其軸承之間，約留開半吋的空隙，使彈簧觸片可固定在軸承上而仍有動作的餘地。我們由上方往下看，即看到線軸、發條、彈片等作D圖所示形狀。E圖表示黃銅圈和彈簧觸片的裝置。如果餐桌老是

放於一定地點而不移動，我們只須用一個錄軸就夠，因為由地板中穿上來的錄可以直接和觸片連接，但是如果餐桌要搬動，則必須用一個和按鈕錄不相連絡的緊



圖十四

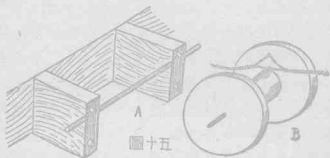
張線軸，使餐桌的地位可以改變，而無須退捲大線軸把線繩墜落到地板上。

這個較小的線軸，其製法和裝法與大線軸相同，其地位和大線軸相近，惟所用發條較小，取一根雙股線繩，把一端的兩股分頭繫於兩個接線柱。這兩個接線柱預先裝在一塊硬橡膠製的板片上，使兩股的線端不得接觸，如F圖所示。線繩的它端，由小線軸一端的孔中穿出而鉗定於兩黃銅圈；或用一只小螺釘由孔中穿下，把線端夾牢而接觸到一個黃銅觸片的邊緣。注意這螺釘不可接觸到另一銅片，而後把線繩捲上線軸，將線軸裝好，使其發條的自由端固定於一個釘或螺釘頭，把線軸旋轉數次，以捲起一部分發條。而後把從地板中穿來的雙股線分頭接於板片上的兩接線柱。這樣發條的張力會把線拉緊，觸在這個小線軸的二黃銅圈上的兩條黃銅觸片，有兩根絕緣線引出，以便和大線軸的二觸片接通。

把兩線軸裝於橫木上的簡便方法，示於十五圖A。餐桌中央橫木上釘着兩塊小木板，木板的外邊上鑿有一凹槽，其深淺足以容納線軸的轉軸。而後在槽的外面蓋釘着一條金屬片，把轉軸攔住。此種裝置頗為便利，要移去線軸，可無須把小木塊從橫木上卸下。

大線軸上繞着兩組線，分頭接到餐桌左右兩頭邊框上的按鈕。他一端線頭的接法是這樣的：把從兩方向

來的一組線頭固定在線軸的一個銅圈上，把另一組的兩線頭固定在第二個銅圈上，其詳見十五圖B。從此圖可看到左右兩線頭絞在一起，且穿過其相當的孔把捲軸轉動，從兩邊捲上六呎或八呎的線，同時發條也捲起繞着於釘或螺釘上，而後把線頭接定於按鈕附近的接



圖十五

線柱。此時從兩按鈕來的線已和二黃銅圈連接，這兩銅圈又和小線軸上的二銅圈連接，而電流可從地板線中接通了。這樣在按着餐桌任一邊的按鈕時，電路即被連通，而廚房裏的電鈴或蜂音器就開始響着。

用此種裝置，可使餐桌隨處搬移而線繩不觸着地板，且遇必要時可把桌放長以便加入板面把桌又縮小時，發條會把大線軸旋轉而捲起線的鬆弛部份。



# 第六章

## 電流檢驗器和電流計

### 一 電流檢驗器

電流檢驗器 (current detector 或 galvanoscope) 是查驗電路中電流有無和強弱之器具，為少年實習者所不可缺少的一部分設備。

當把一根載電流的線或許多線置近一根磁針或一個小羅盤時，則磁針就離開牠的南北線而指東西或西東，依電流通過線的方向而定。凡是線在傳電時，都生有磁場；若把這線置近羅盤的磁針，其力量可以作用於磁針，和一個較強的磁鐵一樣。

電流檢驗器的動作，賴有兩件東西，第一件是磁針，在適當平衡時會指着南北；第二件是電流，通過一根或幾根放在針的上方，或上下兩方的線，見圖一，圖中羅盤放在一根連於電池的線上，這線又由羅盤頂上經過，而增加一倍的電磁場。

若將羅盤（其針指北）置在連於電池正極的線

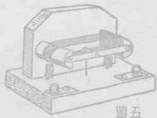
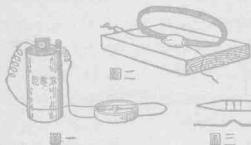
上，再把這線回頭經過羅盤頂上而把線端連於炭極，則羅盤針就偏轉而指東，把線上下易位，則針就指西，利用這個事實，我們可用一組電池或其他電流的來源，一根磁針，和一個線卷，加以適宜的裝置而成功一個檢驗電流的器具，電流檢驗器上所配線卷的線，粗細可不等，用以測量不同的電流強度，線愈細，則器愈靈敏，很弱的電流，只可用靈敏的器具來檢驗，至於檢驗強的電流，則線愈粗，器愈大而愈佳，因為若用較靈敏的器具，強電流或可把細線燒斷。

電流檢驗器放在電源和一個電器（例如電鈴，電動機，或電燈）之間時，並不使電流減弱，因為使磁針動作並不耗電，所以當我們用很弱的電流來做各種試驗時，就可用一個檢驗器放在電流和電器之間，來表示電流確由線中通過。

要做簡單的檢驗器，可用26號或28號棉裹線，長十五呎或二十呎，照繞線卷的方法把牠捲繞在一隻玻璃茶杯的下部，兩端各留出六吋，而後把線卷從杯上脫下，用線把線卷紮緊，沿圓圈至少繞紮四回，壓線圈的兩邊，使牠扁平，而後用石蠟把線卷附着於一個方木塊上，如圖二所示。

從一根時計的薄發條（其闊不得過八分之三吋）割取二吋半長的一段，用剪洋鐵皮的剪刀把兩端剪作

尖頭,如圖三 A 所示,再用兩把鉗子依 A 圖所示的虛線在發條片的當中彎摺作一個峯,其側面見圖三 B,把發條片翻轉,放在一硬木塊或厚鉛板上,用細鋼釘和槌在倒 V 形的中央打着一個小凹陷,使發條片可以頂在一根針尖上不致脫落。



用三個小木塊做成一個橋,用膠水把牠黏着於圖二的木底座,橫跨在線卷的石蠟上,在橋面的中央釘着一根針,但不可釘穿橋面,以免接觸到橋下的線,把剛才所做成的發條片頂在這個針尖上,如果頂得不十分平

衡，可用錘把牠修到平衡，把這個發條片放在一個大馬蹄磁鐵的極端上摩擦，或把牠放在一個大線卷中而在線卷中通以強有力的電流，這樣就可使這鋼片磁化而變為磁針了，在木底座的角上裝兩個接線柱，接上線卷的兩自由端，於是驗流器完成，其形狀見圖四，把底座移轉，使磁針指南北，且和線卷上的線股平行。

現在若把由電池或發電機來的線，接於這驗流器的接線柱時，則磁針就移轉到和原來的位置成直角，如圖四中 AA 虛線所示，若把電路截斷，則針又旋轉而仍舊指着南北，因為電路一經截斷，則線周圍的磁場也就消失了。

這是電學上的一個奇怪現象，因為電流的力量可以使針偏轉，但不消滅針的磁，無論電流把針拉離了原位多長的時間，但電流一經截斷，針又指北，其磁並不受到影響。

另一個簡單的電流檢驗器示於圖五，用一段圓木棒，順長鋸為兩半，把牠們裝定在一塊木板上，這木板又豎裝在一個四分之三吋厚的木底座上，直立木板應有五吋長，三吋高，八分之五吋厚，兩半圓柱上的長方面要相對而離開三吋，其下邊離底板一吋，可用膠水和螺釘來裝好，法將螺釘由直立板的背面穿出而捻入半圓柱中，底座長六吋，闊四吋，直立板裝在底座上離一邊一吋

半圓柱各長二吋，其前端上用螺釘橫釘着一根薄銅（或黃銅）條，使兩柱固定在其位置上，如圖五中 A 所示，為美觀起見，可在未裝金屬部分以前，在各木塊上塗以蟲膠或油漆。

用 26, 28 或 30 號棉裏線，在兩半圓柱的中間捲繞十五到二十匝；把兩線頭由底座上預鑽的兩小孔中向下穿出，再沿底座背面預刻的兩槽中達到板的前角而接於接線柱。用一根針釘在底座上，在兩半圓柱的中間，且經過所繞線卷的下邊，特別注意針不可和任何裸線接觸，為謹慎起見，可在經過線股的那部分上用絕緣帶來裹着。現在在針頭上頂着一根如圖四中檢驗器所用的磁針，因為移動這個檢驗器來使針指北常感不便，故可用一根磁化的鋼棒，或用一根經過馬蹄磁鐵或載流線卷而磁化的鋼針，橫放在半圓柱的上面，和上層線平行——簡直就是疊在上層線上。

用此種針或棒，可使直立針上所頂着的平衡磁針（在上下絕緣線之間）只指定着一個方向，無論把底座向那一方移轉。當電流由一接線柱流出時，則磁針即偏斜，其前端指着黃銅條，後端指着直立板。

凡是製造各種電流檢驗器，若用到靈敏平衡的磁針時，則器的各部分都應當用膠水和黃銅製的釘或螺釘來結合，不可用鋼或鐵製的釘，螺釘，或墊圈，也不可用

鐵板，洋鐵板或銅板，因為鋼和鐵可以影響到器的靈活部分而致失効，但對於裝置蜂音器，電鈴，電動機，感應卷，或類似的東西，用鋼鐵並無多大的關係。總之凡是用磁針或電磁鐵來做記錄，測量，或檢驗工作的各種靈敏器具，必須小心避免鋼鐵的部分，但特許的在例外。

## 二 無定向電流檢驗器

無定向電流檢驗器和電流計 (galvanometer) 都有二根磁針，其極裝於相反方向。

平常的磁針或羅盤針係指南，要使牠偏斜，其附近必須有一強磁場。對於強電流，用平常的單針電流檢驗器，就可滿足一切需求；但對於弱電流，我們必須裝一對針，一在上方，一在下方，其極在相反方向，且須放在一個或兩個細錄錄卷的裏面或附近。此種裝置，可以感受最弱之電流的影響，而正確地指示其存在。

「無定向」(astatic) 的意思就是「沒有磁力指向的趨勢」。如果把此種裝置上的兩針分開而頂在軸針上，則兩針仍和平常一樣地指着南北。對於一切無定向器具，我們必須用兩根平行的磁針，或左右平行，或上下平行，如圖六所示，其 N 和 S 兩極顛倒如圖。如果兩針的長度和磁力都相等，牠們就是無定向的，因為兩針的力量恰相平衡，結果都不指北。

要便此種複針偏轉，只需很弱的電流；這是製造一切無定向器具的原理。

要做一個簡單的無定向電流檢驗器，可用一個絕緣細線的單線卷，一對磁針，一個掛線卷和磁針的架子，和一個底座。

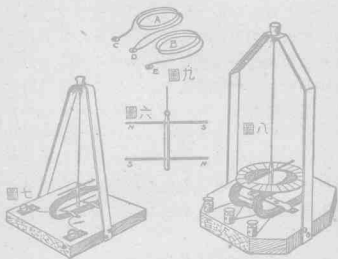
底座可用一塊白木，松或柏板來做，四吋見方，四分之三吋厚，用砂皮紙打光，而後塗以二三層蟲膠。用十六分之一吋厚和半吋闊的銅條或黃銅條（勿用洋鐵或鐵）造一個橋，作倒V形，把牠釘定於底座的兩邊，如圖七所示。在橋頂上鑽穿一小孔，以便容納一個圈頭螺釘。

用十呎或十五呎長的30號絕緣線做一個線卷，其法把線纏捲在一隻玻璃茶杯的下部上，而後把牠脫下，用棉線或絲線把線卷紮好，要紮數處，則線股才不會脫離。將此線卷壓作橢圓狀，用小銅（或黃銅）片和銅圓釘或黃銅螺釘把牠裝定於底座的中央。注意這個器具的任何一部分都不可用鐵、鋼、或洋鐵，因為這些金屬的存在，可以使磁針偏斜而致失效。

把線卷頂上的線股分開，使圖六中的一根針可以從中穿下而落於線卷的中央地位。平常的大羅盤針可用於此種器具，或用磁化的高硬度鋼琴線二段，也可得圓滿結果。

這二根平行針，可穿在一短段黃銅（銅或木）條

上預鑽的二孔中,用一滴蟲膠或融化的石蠟來膠定銅條的上端鑽一小孔,或焊着一個小銅絲圈,以便繫着一根絲線線的上端,繫於橋頂上螺釘的圈中。這個圈頭釘的螺旋部分,由橋頂的孔中穿上而捻入於一個木鈕。此鈕可以捻轉,把線放長或縮短,而使磁針上升或下降。下面一根平行針,離開線卷上下兩部分的離距要相等。



在底座的角上裝兩個接線柱,把線卷的兩頭固定於螺釘頭之下,導入和導出兩線頭,可接在圈頭螺釘的銅墊圈之下。

因為這二針具無定向的性質,所以不必和平常的電流檢驗器一樣要把底座移轉到線卷對着南北當極



少的電流通過線卷，就立刻影響到磁針，把針向右轉或左轉，依電流通過線卷的方向而定。

### 三 無定向電流計

要增加一個無定向檢驗器的靈敏程度，只須增強線卷磁場的力量。

這裏有兩個方法可以達此目的：或者增加線卷中線的匝數，或者用兩個線卷並排放着。第二法比較好些，因為無須把線卷的頂部分開來穿過一根平行磁針，只須直接把針向下放到兩線卷之間。此種裝置，見圖八所示的無定向電流計（astatic galvanometer），其磁針橋和線卷的一般裝置，和前述無定向電流檢驗器相同。

這兩線卷應個別繞捲，各用十呎長的30號絕緣銅線，和以前一樣也用茶杯做捲軸。線卷繞好紮好後，把牠們壓作橢圓形，用銅或黃銅條和小黃銅螺釘固定於底座。

底座應有四吋見方，把四角鋸去，用砂皮紙把全部打光，而後塗以數層蟲膠。

橋用黃銅來做，厚十六分之一吋，闊半吋。兩線卷裝了相隔半吋左右，兩端各用一個小木片撐在兩線卷之間，用絲線或棉線來紮緊。從卡紙剪取一個圓形指示盤，在盤上畫着分度線，用數滴火漆或石蠟把牠黏着於兩

線卷的頂上，而後把磁針從橋頂掛下，要掛得適宜，一針須在盤上，另一針在兩線卷之間。

在底座的一邊上裝三個接線柱，接上兩線卷的四個線頭。法將第一線卷（左邊）的導入線接於第一接線柱（左邊），這線向內旋繞，自左至右，和時計上時針所走的方向一樣。把這線卷的導出線接於中央接線柱。把第二線卷的導入線也接在這柱上。這線也應當和第一線卷的線股一樣，自左至右向內旋繞，而後把最後一根線接於右邊的接線柱。

要連通強電流時，只用一個外邊的接線柱和當中的一個，這樣只用到一個線卷。但對於很弱的電流，須把導入和導出兩線接定於兩邊的接線柱，其詳見圖九。A和B代表線卷；C、D和E代表接線柱。電流從C流入，經過A線卷（順着時針移動的方向）而從D流出。此接線柱係連接A的導出線和B的導入線，於是電流繼續從D流入B線卷，其方向也和時針一樣，最後從E柱流出。注意以上的接線法不可弄錯，否則無效。

懸磁針之線的調整法，可用一個圓頭螺釘和一個小軟木塞，把螺釘向上穿過橋頂而捻入木塞，這樣就可把磁針上升或下降到適當的地位。注意兩磁針在靜止時必須平行。

因為磁針和線卷都很靈敏，故電流計上最好單一

大玻璃鐘，以免氣流的擾動，重力電池可拿來應用。

#### 四 正切電流計

欲檢驗電流強度的大小，常用一個正切電流計 (tangent galvanometer)。這個儀器上有一根指度針，在一個分度圓上移轉，而指示所增加的強度。

簡單正切電流計的構造，為一個用黃銅或木製成的扁箱，用兩塊直立板裝在一個底座上；還有一根羅盤針，一個分度圓板，絕緣銅線，和幾個接線柱，其詳見圖十。底座六吋闊，七吋長，四分之三吋厚，須用上等木料製成，用砂皮紙打光，塗着數層蟲膠。

兩直立板各五吋長，半吋厚，一吋闊，用螺釘釘定於底座後部的兩邊上，以便裝那捲繞絕緣銅線的扁箱。注意造這個或任何其他記錄器時，除去特許者外，切勿用鐵或鋼。凡釘，線，以及任何小結構線，都應當用銅或黃銅製的。棉線或絲線儘可應用；尤其要把線卷綁在箱或底座上，還以用棉線或絲線為宜。因為指針平衡得極靈敏，線卷也很靈敏而易受影響，所以在他們的附近，不可有鐵器或鋼器。

箱可用很薄的胡桃木板（或其他類似的木料）來製，板闊應有一吋，置水蒸汽中蒸之而彎成一環，牠的外直徑應有六吋，或用一條棕色紙（俗名馬糞紙）捲

疊成箱亦可；在捲疊時，隨時用膠水把各層黏合。

若用金屬箍，可取薄而硬的銅（黃銅或鋅）片，彎成一環，把兩端銲住。但在未彎成之前，其面上須預先鑽着成對的孔，每兩對相隔四吋，以為將來綁紮線卷之用。又為把箍固定於直立板起見，也須預先在箍上將來和直立板相接觸的二處各鑽兩孔，以便穿黃銅螺釘。

橫亘於箍的當中，裝定着一條六吋長，一時圓，四分之一吋厚的木板，以便放上一個分度圓板。圓板的中心上釘一根軸針，以便頂着一根平衡的磁針。

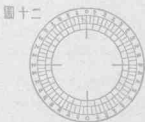
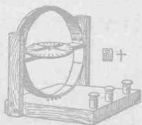
橫木板裝好後，在箍上繞着 24 號絕緣銅線五匝，要盡量繞在箍面的中間。把線的一端（起端）接於底座前部的第一接線柱，把另一端接於第二接線柱。注意在箍上繞線時，應順着時針在時計面上移動的方向。

在這個線卷上，再繞着一層十匝的線卷，將其起端接於當中的接線柱，末端接於第三接線柱。全部接線法示於十一圖：D 和 E 代表線卷；A、B 和 C 為接線柱。電流從 A 導入，經過線卷 D 而從接線柱 B 導出。第二路從 B 導入，經過 E 而從 C 出。電流從 A 導入，即可流到 B，而後經過 E 而從 C 流出。如果把導入線接於 A 柱，把導出線接於 C 柱，則電流就通過全線卷。

此種裝置可使我們單用一個線卷，五匝的或十匝的，或同時兩個並用，共十五匝；只須把導線接於第一和

第二個接線柱,或第二和第三,或第一和第三,看電流的強度所許而定。

強電流只須通過一個匝數少的線卷,就可使磁針



偏轉；但電流愈弱，則必須通過匝數愈多的線卷，才可使磁針和指針作相當的偏轉。

箍上繞好線卷後，便可裝到直立板上，法用小黃銅螺釘穿過箍上的孔中而捻入木板，而後用棉線或絲線穿過箍上的每對孔中，把線卷縛緊於箍上。細絕緣線也可用來縛箍，但要注意這個線和線卷的線須有良好的絕緣，否則會發生捷路而使線卷立即失效。

箍不可接觸到底座，應高出四分之一吋或半吋，把線卷之端接到接線柱。線卷的線頭不必由底座的上而連到接線柱，可由箍下方底座上預鑽的孔中穿出，再沿底座下面預刻的槽中，連到接線柱的腳。

分度圓板，須用有細滑表面的硬卡紙製成，用鉛筆和圓規照十二圖先打一樣，其直徑應有三吋，而後用剪刀剪下。當把牠放到箍內的橫木板上時，其面上的兩「O」字須一在前一在後，就是和箍及線卷成直角。羅盤針在靜止時，應和線卷平行，以便電流可把牠偏轉，而使指度針向「O」的左邊或右邊移轉，依電流通過線卷的方向而定。

這一部分另詳於十三圖。圓圈代表分度圓板的外廓，黑橫條代表磁針，那尖頭物為指針，係用硬紙或很薄的銅或黃銅片製成，用蟲膠或石蠟黏在磁針上。

為保證磁針在靜止時和線卷平行起見，須將底座

移轉，使線卷上線的紋路對着南北，否則，無論線卷所在的位置如何，磁針的N極總是指北。

磁針的製法，詳載於「電流檢驗器」一篇中，茲不贅。至於牠的裝置，只須在箱內橫木板上釘一根黃銅軸針，把磁針頂在這個針頭上即得。

指針本來只需一個尖頭（指着前方的一個），但是這樣牠的重量或可使磁針顛覆，故仍用兩個相同的尖頭以資平衡。

當很弱的電流從第一接線柱導入而從第三接線柱導出時，就可使指針偏轉很大，而指着零點左邊或右邊的40度到60度，依電流通過線卷的方向而定。

磁針在不用時應從軸針上拿下，放在一只盒內或其他安穩的地方，以免損傷。

十四圖表示另一種方式的正切電流計，其箱上繞有數個線卷，從圖中的許多接線柱可以想見。

這個電流計對於強的或弱的電流都可應用，因為箱上繞有粗細不等的絕緣銅線裝箱和磁針盤的直立板，應有七吋闊，八吋高，把板頂的兩角鋸去，在板中開一個半圓形的洞，其直徑應有五吋，其底邊（即橫直徑）離板底四吋。用木製成一塊四分之一吋厚，三吋闊，五吋長的托板，把牠橫裝在半圓洞的底邊上，以便托着一個三吋直徑的磁針盤。

這個托板要裝得適當，使磁針盤可托在箍的當中而不偏於一方。這樣磁針在靜止時，就可和箍上的線紋在一平面內。製一個木底座，七吋長，三吋闊，八分之七吋厚，裝定於直立板的前面，法用銅螺釘由直立板的背面近底邊處向前穿出，而捻入底座的後邊，為保證直立板不向後顛覆起見，可用銅釘在板的背面再鑲釘一塊木板，長和厚同前，闊約一吋，把底座前面的兩角鋸去。在直立板的前方，離直立板半吋鑽穿十個小孔，每兩孔相隔四分之一吋，以便把線卷的線頭向下穿出底座，而連到接線柱的孔。底座的下面，可刻着凹槽，來嵌線頭，如十五圖中底座的底面所示。

箍用黃銅製成，直徑六吋，闊一吋，用銅線把牠裝定於直立板上，法將銅線由箍內邊上預鑽的一個小孔中穿出，再將線兩端由板上預鑽的二小孔中向板後穿出，把兩端絞緊，仿此在上、下、左、右各用一線繫住，箍就不會搖動了。

第一個線卷，用18號絕緣銅線繞成，其法先把線的起端接定於最左邊接線柱的腳上，把線由箍下方最左邊的小孔中向上穿出底座，而後在箍面上環繞三匝，再把線頭由第二小孔中向底下穿出，而接定於第二接線柱的腳上。

第二個線卷，用24號絕緣銅線，把起端接定於第二



接線柱，把線從第三小孔中穿上來，在桶面上環繞五匝，再從第四小孔中穿下去，而接定於第三接線柱，往後的接線法依此類推。

第三個線卷，也用24號線，但要繞十匝，第四線卷繞二十匝，第五個用30號線繞三十匝，其末端接定於最右邊的接線柱，所有線卷一共應有六十八匝，用線約一百五十呎。

對於強電流，導入和導出兩線可接於左邊第一第二兩接線柱上；對於弱電流，可接於第二第三兩柱上，對於更弱的電流，可用第三第四，其餘類推，要檢驗極弱的電流，可把導入導出兩線接於最左和最右的兩柱上，使電流連續通過各個線卷，即通過筒上所繞的全長線。

磁針的製法，和指針的裝法，都和圖十所述的相同，不過圖十的針只頂在一張紙板上的軸針上，所以會受到空氣的搖動，這個電流計上的靈敏機構則不然，却裝在一個固定於托板上的黃銅環中，環以分度圓板為底，玻璃為蓋，這樣就成為一個圓盒，不但可防止搖動的氣流，且可防針脫落，嵌玻璃的方法，是剪取一根較盒邊稍狹的黃銅條，彎成一個較盒徑稍小的環而嵌緊在盒內，而後嵌上一塊圓玻璃，在玻璃上再嵌進一環，使玻璃不得脫落，如果兩環嵌得不緊，須在鬆弛處用融化的蠟鉗住。

玻璃應裝近磁針,以防止針的跳動或從軸針上搖落;但亦不宜太緊,恐阻礙針的自由活動。

# 第七章

## 電阻器

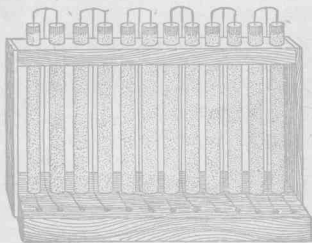
### 一 電阻線卷和變阻器

控制電流的方法是用電阻。不論電流的電壓和安培量怎樣大，甚至用在電車上可致人死命的強電流，我們都可設法把牠減小而適用於小的風扇電動機、電鈴或小電燈。這個方法，就是利用電阻物，如液體或線，把電流阻遏，只許工作上所需要的少量電流通過。

通常在電車上都把從觸輪而來的高壓電流降到低壓，以便應用於車內的電鈴、電燈或小電動機。不過在此種情形下，必須用規定的變壓器。至於可從電池或小的水力發電機取得電流供給的小器具，用下述的各種電阻線卷(resistance coil)和變阻器(rheostat)，便可滿足一切需求。

電阻的標準單位叫做歐姆，這個名字是依德國電學家歐姆博士(Dr. G. S. Ohm)的名字而取的。因為他的電阻學說，大家公認為計算一切電阻的根據。一個法定

歐姆，是一個截面為一平方毫米，長為一百零六厘米的水銀柱，在百分溫度計零度時的電阻。凡是金屬的導電性，和其溫度大有關係，熱時導電較易，冷時較難，因為反電動勢 (counter-electro-motive force) 有時會發生假電阻，所以歐姆電阻是測量一切電流的正確標準。



圖一

對於專門的機械和精密的研究大多用歐姆電阻，但對於少年實習者所能製造的簡單器具，用德銀電阻線卷和液體電阻器，就可達到各種目的。

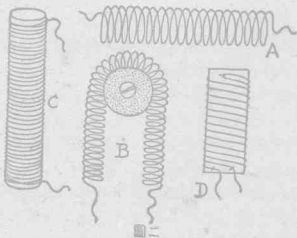
為闡明變阻器的原理起見，茲先講水銀柱變阻器。在十九世紀初葉，人們尚不知道用線來做電阻，而却用許多玻璃管盛滿着水銀，並列裝在一個木架上，管的一

端係封閉着,另一端塞以木塞。

每管用線從管頂和管底通出,向下達到裝在底板前邊面上的一行金屬鈕,如圖一所示,每管代表某量電阻,一或不止一歐姆,看需要的情形而定,導出線接於最左或最右邊的一個鈕上,把導入線在列鈕上逐鈕移過,直至得到所需的電流而止。

此種水銀變阻器是一個價貴重笨而使用上為不可靠的東西,且容易破碎,牠的重量之大最不合實用,所以現在已普遍採用較方便而容易管理的德銀變阻器來代牠了,玻璃管中的水銀遇熱則脹,有時在電鍵尚未拉開之前,木塞已被擠出而水銀溢出管外。

各種金屬對於電流都有阻力,不過大小不等罷了,例如德銀(一種銅,鎳和鋅的合金,含鎳約百分之十八)就



圖一

是最好的商用電阻物，而純銅就是最佳的商用導電體。純銅普遍用作高壓的導電體；但對於電報和電話的工作，現在仍廣用鍍錫的鐵線。

線愈細，則其電阻愈高；造成此線的金屬的電阻愈高，則一定長的線的歐姆數亦愈多。九呎九吋長的30號銅線，其電阻為一歐姆；但三十九呎一吋長的24號銅線——較30號粗六倍——其電阻也是一歐姆。在多數情形之下，常須用較粗而長的線，因為細線可被電流燒斷，粗線導電很為安穩。

對於控制很高的電壓和電流量，如電車、電力廠和製造廠所用的電流，可用德銀鑄成的電阻物連成一串，此種電阻器比線卷易於使用，且所佔的地位不大。

但對於試驗工作中用電池供給的小電流，儘可用電阻線卷。其製法可取一二磅的德銀裸線，從24號到30號，用捲機繞成線卷。此種線卷，應製數個，各二三吋長，但線要繞得密接而均勻，拉開時即作圖二A所示的形狀，好像一個螺簧。這個螺簧，可把牠固定在一個瓷軸上兩端下垂，如圖二B所示，或把牠套在一根圓木棒，一個瓷管或用三份熟石膏和一份糊精所做成的桿上，如圖二C所示。螺簧的兩端，用一二匝線紮牢，線端須絞緊，以防滑脫。

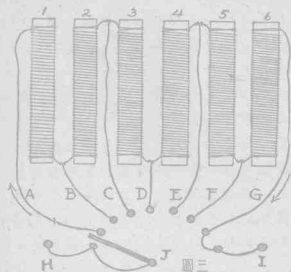
石膏桿可用模型製成。這個模型也可自製，法用一

根圓木棒，向一端逐漸略為削小，而後塗着蟲膠和油，使石膏不得黏於其上。再取一個深的小方盒，在盒內底上先放着一些潮濕的石膏糊精混合物，在混合物上立着圓木棒，細端向下，而後再倒入這個潮濕的混合物，擁在木棒的周圍。當混合物半凝固時，用手指把木棒捻轉，使棒孔圓滑，而後把棒拉出。等到充分乾燥後，在此模型孔中倒一些蟲膠，把模型旋轉，使蟲膠均勻地散佈在孔的內壁上。於是靜置一天，任其硬化。硬後把底鋸去，使兩端開口。

要製石膏桿時，把熟石膏混合物倒入模型孔中，但在每次倒入之前，先須小心把孔壁塗油，這樣在混合物凝固後，就不難把牠從孔中抽出。如果牠略為黏住孔壁，可在細端向內輕敲一下，使其脫離。

如果線卷不生熱或生熱極少，則用平常的圓木棒塗着一二層蟲膠，就成功一根很合用的線卷心。但是如果電流能把線卷心烘熱，則線卷心必須用石膏或其他不易燒焦的材料來製造。

製造電阻線卷的另一法，可用一段線，把牠對折起來，用小錐把牠的環頭固定於木製線卷心的一端上。繞線卷時，用一隻手旋轉木心，用另一隻手的大指夾在兩線股之間，使其間的距離相等。當繞到木心的他端時，把線的兩自由端釘夾在小錐之下。注意二錐不可接觸，甚



至不可靠得太近，這樣所製成的線卷，示於圖二D，對於磁場用的電阻板，此種線卷可任意做幾個。

圖三

表示線卷

的連接法。許多圓點表示接觸點，電鍵的臂可以在點上移動。線卷1和2的線端，在底下相接；線卷2和3的線端，在頂上相接；以下仿此。電流的導入線，可接於接線鈕H，由此連續至J；導出線係接定於接線鈕I。把電鍵的臂移到第一接觸點時，則電流即從線A通上，由線卷1流下，而由線卷2流上，仿此由線卷3下而4上，由5下而6上，最後從線G流下而從I流出。如果這樣所生的電阻太大，可把電鍵臂移上一觸點。這樣便截去線卷1，而電流即從線B通上，經過線卷2，由線卷3流下，以下仿前，也經過G而從I流出，把電鍵再移上一點，便截去線卷2，而

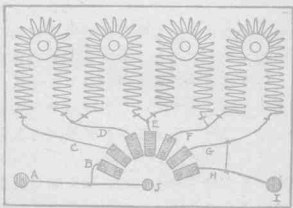


電流從線C通上,從線卷3流下,從線卷4流上等等,最後從1流出,電鍵每移上一點,即截去一個線卷而減少電阻,但移到最後一接觸點時,電流就沒有電阻;其路徑係從H流入,經過電鍵臂而逕從1流出。

若採用圖二B所示的線卷,可依照圖四所示的連接法。這裏四個瓷軸上的線卷係串接在一起,每個線卷的兩端都用小錫固定於底板上。電鍵的接觸點,用黃銅片製成,每片上開一個平孔和一個埋頭孔,以便容納一個扁頭螺釘和一個圓頭螺釘。

這些螺釘頭應排作半圓狀,使電鍵的一端繫着於螺釘J上,而他端可以左右移動而接觸到每個銅片。

當電  
流從接線  
柱A導入  
時,即流到  
J和B,B  
是電鍵的  
擱置板。當  
把電鍵移  
到C時,則  
電流即通



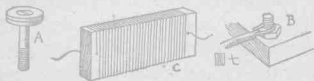
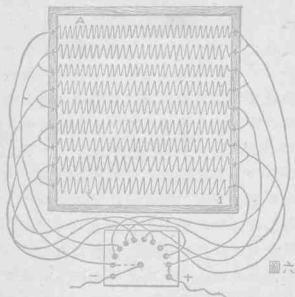
圖四

上,經第一線卷而流下,而後經過第二第三第四各線卷



移接於這行板上的任何一板，而酌量截去一組到六組的曲折線，即可得到各種大小的電阻。

對於較粗的線，用圖六所示的佈置法，就很相宜。



用四分之三吋厚和一又四分之一吋闊的木板，造成一個十二吋闊十五吋長的框，接筭處須塗着膠水，用螺釘釘緊，用德銀線（任一種粗細，從16號到22號）繞成多

數螺簧，把牠們拉長，用小錐將線端夾定於框上，照圖把相鄰的兩線卷端相間地連接起來，使全部連成一串，由接頭處通到電鍵板上接觸點的導出線，須用絕緣銅線來做，且須從框的兩邊達到電鍵板，但為明瞭接線法起見，我們特地繪這個圖，以便看出從那些線卷端上接出的線，應當接到那個接觸點，我們須將圖仔細研究，以免接錯而造成捷路，如果接得不錯，則電流即從 A 流入而從 I 流出；但是如果將線接錯了，則在電鍵臂達到接錯的接觸點時，電流就要跳越。

電鍵是每個變阻器上的一個重要部分，應當製得小心和正確，要做一個極簡單而實用的電鍵，可用一根短而扁的黃銅或純銅桿，在一端裝着一個鈕，在另一端鑲着一個孔，以便穿螺釘（參看第三章內的電鍵）。

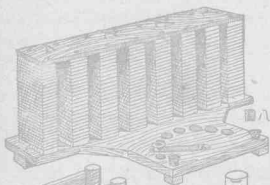
接觸點的製法，係用一個或二個銅墊圈，其孔眼須凹進，以便恰好容納一個黃銅製的扁頭機器螺栓，其頭須與墊圈的頂齊平，如圖七 A 所示，而後將螺栓穿過一塊木板，再穿過石板或石輪石，而後用一個墊圈和螺旋止來捻緊，如圖七 B 所示，在栓端上套着一個線圈，再加上一個螺旋止，捻緊，使線圈不脫而同時將第一螺旋止緊，接導入線和導出線的接線柱，也可用圖七 B 所示之栓和螺旋止來做，不過螺栓須穿過電鍵板，其頭在板面而其端突出，以便捻上螺旋止。

## 少年電器製作法

圖八表示一種很簡便的變阻器和電鍵，其構造為一塊底板，八塊硬木柱，和一塊頂板。頂板的任務，在撐緊硬木柱的上端，使不活動。硬木柱厚四分之三吋，闊一吋半，長四吋。在其近端處各鑽一小孔，將線的一端由一個孔中穿出，而後把線捲繞在木柱上，要繞得均勻，每兩線紋間應留開約八分之一吋的空隙。當繞到對端的孔時，把線端由孔中穿出，剪斷。於是木柱即作圖七C所示的形狀。木柱兩端上應留出三四吋長的線頭，以便接線。當八塊硬木柱都這樣繞好時，便可把牠們裝列到底板的後部上。這部分長十吋，兩端闊三吋，從電鍵板的前邊到這部分的後邊共闊九吋。用細鋼釘和膠水把木塊裝於底板上，或用細螺釘亦可。在木塊的頂上蓋一塊四分之一吋厚的木板，用小釘或螺釘釘穿木板而揷入木塊。

而後照前述的方法把線端串接起來，將線由底板底面上預刻的V形槽中引到接線柱。如果感到刻槽嵌線太麻煩，不妨省去此步工作，而直接將線引到接線柱的腳，再用四個小木塊將變阻器墊高。這些小木腳可用釘和膠水裝定於底板角之下，如圖八所示。底板應提高半吋，使變阻器放於桌上時，其底下的線接觸不到桌面。

圖九A所示的變阻器，係應用圓形直立木塊。這些圓木柱，可用掛門帘的木棒鋸成，每段四吋長，用16或18號絕緣銅線依圖九B所示的方法繞上一組線卷。線環



圖八



圖九



圖十

和自由端都用鑄夾緊。當把木塊並列裝定在底板上時，這些線卷須用前述的方法串接起來。用一根長而細的螺釘從底板中穿上，再捻入木柱的下端，便可把每個木柱固定於底板上。為防止扭轉起見，可在木塊的下面塗着少許膠水，而後將木塊釘緊。這樣在膠水乾後，木塊就永久不會活動。導線可夾在電鍵的接觸點的墊圈之下，或由底板的底下達到捻在螺絲下端上的螺旋止。

圖十 A 表示另一種變阻器，其製法係用一根一吋直徑的門窗棒，鋸成四吋長的段落若干，在每段上刻着

和自由端都用鑄夾緊。當把木塊並列裝定在底板上時，這些線卷須用前述的方法串接起來。用一根長而細的螺釘從底板中穿上，再捻入木柱的下端，便可把每個木柱固定於底板上。為防止扭轉起見，可在木塊的下面塗着少許膠水，而後將木塊釘緊。這樣在膠水乾後，木塊就永久不會活動。導線可夾在電鍵的接觸點的墊圈之下，或由底板的底下達到捻在螺絲下端上的螺旋止。

八個或十個橫槽，如圖十B所示，用螺釘和膠水把這些圓木柱並列裝在一個八吋闊十四吋長的底板的兩邊上，橫槽須向外，將線繞到這些木柱上時，把線嵌入槽中，以防滑下。

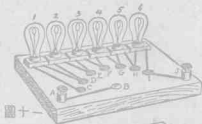
每對木柱上的線的頂端，須另用一根線繞一兩匝來紮牢，將兩端絞緊，而後把線卷的自由端從底板上的孔中向下穿出，再由底板的下面達到接觸點的腳。

此種直立線卷，可任意做幾個，如果底板很長，可將電鍵裝在一邊上，如圖十所示。如果製十或不止十個線卷，最好用三四種粗細的線，從細線開始，以粗線殿後。例如，用於十二個線卷的變阻器，應做三個26號線的線卷，三個22號的，三個18號的。如果需要較粗的線，可用20, 16和12號。

德銀線有裸線和絕緣線二種，細線以用絕緣的為宜，但較粗的線可用裸線，因為較廉，且受熱太多時絕緣物會被灼焦或着火。要截去線卷時，恆須從繞有較細線的一端開始，待至容許電流流入較易時，則較粗的線就可傳電而不致發生過熱。

要轉動縫衣機，電風扇，或其他需要低壓直流電的小電動機，可用和前述類似的那些德銀變阻器，把家用電流（如果家中用電燈）減小到所需的電壓。這裏另有一種很簡單的方法，就是用十六枝燭光的電燈，串接起來，

如十一圖所示，用螺釘把六只瓷製燈座釘定於一個木底座上，將導入線和導出線接定於接線柱或電鍵的接



圖十一



圖十二



圖十四

觸點。通到列燈的導入線，係接定於接線柱A，從接線柱A再連到螺釘B，在B的頭下附着電鍵。當電鍵移到接觸點C時，電流通過電燈1而回到D點，通過電燈2而回到E，再通過電燈3,4,5和6，而後從I點流出達到接線柱J。把電鍵移到D，即截去電燈1；移到E，截去1和2，往後以此類推。在真空管中的白熾燈絲，也是極好的電阻物。只須用一短列電燈，就可以把二百二十伏特的電流很快地減到數伏特，而適用於小試驗工作或小器具。

串接的電燈常用來減小電流，使適用於電玩具，但電流切勿聽兒童自己調整，應由熟手照料，否則或可受



到不愉快或危險的電振動。

十二圖表示另一種簡單的電阻器，係用電弧燈所用的炭棒來製成。炭棒用短的就很好，如果有長而裸的更佳，切勿用鍍着銅的炭棒，因為傳電過於容易；炭棒須用裸而黑的。現在在每根炭棒的端上繞着數匝銅線，用做電線端和接觸線頭。把這些炭棒固定於一塊木板的面（如十二圖所示）。固定之法，先在木板中鑽穿許多小孔，而後用銅線繞過炭棒，把線端穿過這些孔中而在板下絞緊。引到接觸點和從接觸點引來的導線，須用絕緣線，不拘在板上或在板下。這個變阻器的接線法和前述的相同，茲不贅。

十三圖所示的變阻器，是一種最完備而實用的器具，業餘實習者都能製造，且很需要。其構造為一個框，六根瓷管，一個電鍵板，和所需的德銀線和銅線。

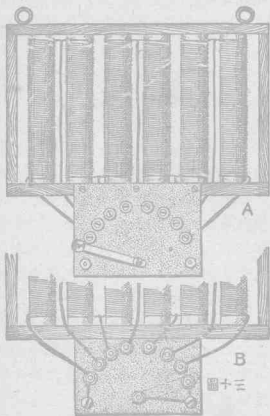
從電料行買六個瓷管，長十四吋，直徑四分之三吋。瓷管和瓷桿常在窯中燒曲而不直，故在購買時宜盡量選擇其形狀、粗細和長短之最正確者。

再買十二個小瓷鈕，其大小要恰能嵌在瓷管內。每鈕中應穿有一孔，以便容納螺釘。用硬木造一個容納瓷管的框，如圖所示，一端任其鬆弛。用細螺釘把瓷鈕固定於框的頂底兩木條上，如十四圖所示。把瓷管套在這些鈕上，就可固定於框中。管的兩端內各嵌着一個小鈕，如

十四圖的虛線所示。

左邊第一個瓷管應繞上22號德銀線，第二個繞着20號的，第三個繞着18號的，而後16號，14和12號；這樣在這個場所內可有廣大的範圍來付應一百十伏特的電流。

這些線卷的串接法，



圖十三

和其他變阻器一樣；導線係引到電鍵板的背面。十三圖A表示電鍵板的前面，十三圖B示其後面。電鍵板係用薄石板或石鹼石製成，又可用纖維板(fibre-board)，纖維板是為着製造電器所特造的物品，可以從大電料行買

到，其厚度有大有小；本電鍵板所用的，約有八分之三吋厚即足。接觸點可用黃銅螺栓、黃銅螺旋止和銅墊圈來製成，把導線的端繞繫在螺栓上，而後將螺旋止捻緊，以造成良好的接觸。這個變阻器可放在桌上應用，或在其框頂上釘兩個圈頭螺釘，把牠懸掛起來，如十三圖 A 所示亦可。

十五圖表示一種用於細線和高電阻的簡便變阻器。這是依著名的惠斯登(Wheatstone)變阻器的構造而造成的，其上並不需要一個電鍵板，又不用一列線卷；却有二個滾子，一個用木製成，另一個用金屬或包着黃銅的木製成，裝在一個框內。任一個滾子都可用一個搖柄和突出於框外的方筭來搖轉，使一個滾子上的線被捲起，而另一個滾子上的線被退放。

木滾子可用一吋直徑的門帘棒來製，其上應刻着螺旋形的凹槽。這步工作應請機械師用車螺旋的車床來做，約費數分鐘。每吋長的滾子上應刻着十二到十六條螺紋——再多不可——但尚可減少到八條螺紋。螺紋以十二條最好，因為這樣線卷不致擁擠，而互相接觸的流弊可減到極小。滾子的兩端應備着軸承，裝在框子兩端木板上所鑽的孔中；每個滾子的一端上應製成一個方筭，如十六圖中的 A 所示。用兩個小木塊製成一個短柄，如十六圖中的 B 所示。柄上須鑿着一個方孔，以便

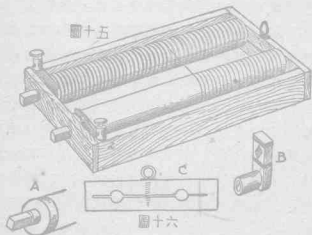
把牠裝到滾子端上。

金屬滾子的製法，可用一段輕質的黃銅管，直徑一吋，在其中嵌着一個木心；或用一段包着黃銅的門帘棒，將兩端製成像木滾子兩端的形狀。木滾子的前端上應裝着一個用薄黃銅或銅（或其他軟金屬，除去鉛）製的頸箍；或在滾子上繞數匝線，用作接觸點。這個頸箍上擱着一個彈性黃銅、銅，或洋鐵片；彈片的他端，固定在一個釘於木框上的接線柱之下。框對邊上也有一個接線柱，其下也夾緊着一條相似的彈性金屬片，擱在金屬滾子上。

在木滾子上繞着德銀線，繞時先將線的一端固定於其金屬頸箍。當木滾子上螺旋槽內都繞滿線時，把線的他端固定於金屬滾子的後端。電流從左邊接線柱 1 流入，經過彈性金屬片而達到頸箍，而後通過線卷，再流到金屬滾子，最後從接線柱 2 導出（看十五圖）。如果電阻太大，把柄套到金屬滾子的端上，搖轉數次，而後電流就較易通過了，因為木滾子上的線變為較短。這個事實很容易看到，只須用一個小燈與一個電池和這個變阻器串接起來試驗。當把金屬滾子搖轉時，電流較易流通，於是燈絲發紅，而後發白，最後盡量發光，但注意勿容許太多的電流流入，以免把燈燒燬。

為防止滾子滑轉以致線卷鬆弛起見，必須加以一種控制，法在框的後邊上鑽着二個孔，把滾子裝進；而後

用一把鑰孔鋸把框邊製成十六圖中 C 所示的形狀，仔細勿將兩端鋸裂結果為一條長縫，但對於軸承沒有關係。用一把錐在框邊的中間鑽一孔，使圈頭螺釘在上半部易於活動，而可固定於下半部上。在圈頭之下放一個小銅墊圈，而後用手指把圈頭螺釘捻下，直到圈頭吃緊於墊圈上而止。



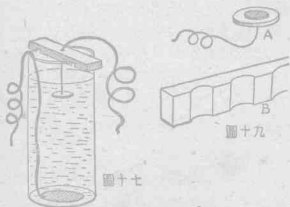
把圈頭螺釘安插適當時，若把牠稍微一轉，就可將框邊的上下部分拉合，而將滾子的端與軸承木吃緊，但滾子不可吃得太緊，否則在把線從一個滾子繞到另一個上去時，會使線偏歪。故以把線纏緊為度。

此種滾子電阻框可做成數個備用，把牠們串接起來，在用電池電流做試驗時，可作精密的調整。

## 二 液體電阻器

除去金屬水銀或炭質電阻器外，實驗室和小試驗工作中常用一種液體電阻器。

此種電阻器，製起來最為省費，且對於我們用小電流來供給感應卷，電燈，電流計和一般的試驗，用起來又非常圓滿。最簡單的液體電阻器的製法，倘使沒有現成的深玻璃缸，可用一只玻璃瓶，將其上部截去。截法用三角錐先在瓶上繞錐着一條深槽，而後輕輕將上部敲去，再用錐把截口的毛邊錐圓。選擇一塊洋鐵，銅或黃銅圓板，



板，銲接上一段有良好絕緣的包皮銅線，把圓板放到這個玻璃筒內底上，如十七圖所示。再割

取一個較小的金屬圓板，或找一個黃銅鈕，用一根銅線把牠懸起；線的上端，由攔在筒口上的一塊木板的小孔中穿出。這個橫木板的下面，應刻着二個凹槽，使木板槽

恰好嵌在筒口上，不致滑離。

而後在玻筒中盛水，幾滿而止，用一調羹的硫酸銅溶解於水中，於是水呈淡藍色而變為稍良的導體，尤其把銅鈕降低到近洋鐵圓板時，導電更易，如果需要高電阻，可無須加入硫酸銅，單用純水即可。這個電阻器的導入線和導出線，應連接在器具和電池之間，這樣把鈕提高或降低，就可得到適當的電流量。（如沒有硫酸銅，加幾滴硫酸或一撮食鹽亦可）。

我們可用直徑一吋，長十二吋的玻管若干個，製成一列此種液體電阻瓶。玻管的一端，可用一種灰膠來塞住。此種灰膠的製法，係用六份熟石膏，二份細白砂和二份糊精，在其乾燥時混合在一起，但注意把糊精內的各小塊搗碎，而後加水，直到混合物濃厚如軟油灰而止。取數段銅線，在牠們的一端上各鐸接着一個銅或黃銅圓板，把另一端由一個骨鈕的孔中穿出，將圓板拉到骨鈕的中央部分，然後把銅線由灰膠底內的孔中穿出，而將骨鈕和圓板埋到灰膠內。

牠們的位置，示於十八圖的管底；十九圖 A 為板、鈕和線的放大圖。這些線係由管下口的下面引出，用充分的灰膠塗於管底和管的外邊，成為底座如圖所示。底板應有六吋闊，其長要足以容納所需個數的管。取兩塊一吋闊四分之三吋厚的木條，在一邊上刻着凹槽，如十九

圖 B 所示。把玻璃管在這些槽中，用螺釘由這個木條中穿過而插入另一木條，以便把木條和玻璃管夾緊在一起。把後面的木條釘在兩塊直立板上，這兩直立板又用螺釘和膠水固定在底板的後邊。

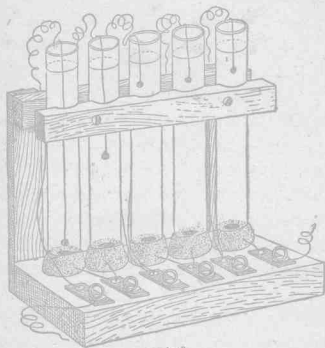
在底板的前面，裝着一列小金屬接觸板或接線柱，把線從玻璃管引到這些板上，如圖所示。玻璃管內各升降線的端上，可裝着一個金屬鈕，或將線端捲成一個小球亦可。這個電阻器的接線法，已在電阻線卷中講過數次，仔細看圖就可明瞭。在這電阻器中，有二個方法可以截去電阻物。第一，把管內的線降下，使兩接觸點相遇；第二，把導入線接於第二接線柱而完全截去第一玻璃管。這時將線在液體中提上或降下，又可把電阻加以十分正確的調整。

例如，如果要使電流通過各玻璃管而覺得電阻太大，但截去一管又覺電流太強，那麼我們可將第一管中的線降下，使兩接觸器相距一時，而後把第二管中的線降下，以便作進一步的調整，如十八圖所示。管頂上的導出線，可拗曲而鉤在管口上。這些線須用棉裹絕緣線，其在液體內的部分應塗上一層石臘。

如果在每管水內加入少量的硫酸鋅或硫酸銅，就可把水變成稍良的導體。

喜托夫 (Hittorf) 的電阻管，是一種最舊式的液體





圖十八

電阻器其構造為二或不止二個管串連成一列和上述的水管電阻器一樣所用的管也是玻璃管一端用一種耐久的混合物封閉着管底上裝有一個鎳電極管內盛滿一份碘化鎳和九份戊醇(amylic alcohol)所製成的溶液用塞塞好有一根鎳從木塞中(或旁邊)穿入管內鎳端上附着一小片的鎳接觸到液體的表面或懸在液體中

近表面處。

• 因為戊醇容易揮發，所以管上的木塞不可揭去，且其錄須用針由塞中穿下使不留縫隙而防止蒸發，此管可做數個，串連成一系列，把錄引下，達到電鍵的接觸點。

# 第八章

## 電話機

### 一 引言

對於短距離或稍長距離的直接通信，人們至今還沒有發明什麼東西可以代替電話機。數十年前，當電話機初出世時，人們視為新奇，和今日我們對於無線電話一般。原始的電話機很簡單，祇是二個杯狀物，一端上嵌着膜片；這兩杯間用一根繩或線來連接。現在牠已進化而成為極複雜的電力電話機，可以圓滿服務達到二千哩的距離了。將來電話學家還可使電話作海底交通，待現在的小孩子們長到成人時代，大概就可從上海打電話到美國、倫敦、巴黎或柏林了。

但是電話機是怎樣製造的呢？怎樣用線和地線、電鍵、開關器、電鈴，和其他重要部分適宜地裝置成一種新式電話機呢？這些問題，想業餘實習者們都急於要解答的，作者當竭力滿足諸位此種可欽佩的奢望。

聲音是由物體的振動而發生的，胡琴的絃線能發

聲，因為在拉的時候起振動，這個振動使空氣迅速運動，於是把聲音傳到我們的耳鼓膜。我們的耳鼓膜相當於玩具電話筒上所綁着的羊皮或膀胱膜，用槌擊鼓，鼓亦振動；這個振動是由擊而激起的。至於在電話機中，則在振動波浪從人口進行到發話機內的薄膜片或金屬圓板時，也發生相同的現象。當這些振動達到耳鼓膜，於是神經系——相當於電話機中的電——就把這個聲音傳到我們的腦，而腦就感覺到了。至於電話機的傳聲，係由載電的線利用磁和振動把聲音從一地傳到另一地。

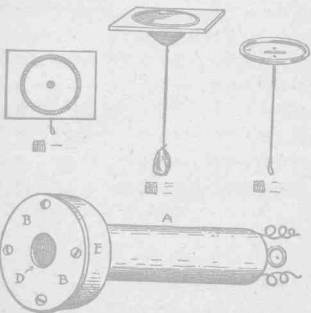
但是短距離的傳聲，並不必用磁和電。短路線電話機，儘可用純粹的振動原理來製造。差不多每個小孩子都造過玩具電話機的，其構造為二個竹筒，一端上綁着一層膜，紮緊膜中央鑽有一孔，把一根長線的兩端從孔中穿入筒內，線端上各繫着一個鈕扣或其他小扁物。

## 二 膀胱話機

一副真正能合乎實用的此種簡單傳話器，可從宰牲廠或屠戶買二個新鮮的牛膀胱來製造。另需兩塊開着洞的木板，兩個鈕扣，若干圓釘和一根細而硬的黃銅線，或包着錫的鐵線。線的粗細應為22號或24號，木板應有十吋闊，十四吋長，半吋厚，在每板中開着一個八吋直徑的洞。其法先用圓規在板上畫一個圓，而後用鑰孔鋸

鋸下,再用砂紙把洞口的毛邊打光現在進行處理勝胱把兩勝胱都吹大,紮緊,任其膨脹着歷一天或兩天之久,直到已經張定而止,但不可讓牠們發硬或乾燥。

而後將其頸部割去,再在勝胱的上部剪去約三分之一,把剩下的部分浸在溫水中,直到發軟作白色而止。



圖四

現在須將勝胱永久固定於板上,法用半吋闊的皮圈,密釘着圖釘,如圖一所示,用快刀修去突出於皮圈外的勝胱粗邊,取一個鈕扣,繫着一根細線,如圖二所示,將

線的自由端從手腕的中心穿出，把鈕扣拉到手腕面上，而後在線端上繫着一個八磅重的東西，置太陽光中晒數小時，直到充分乾燥，如圖三所示。

兩「鼓」製畢，把牠們分放在一根長線的兩端，將鼓上的短線和這長線連接，把長線拉到極緊，這個幹線的路徑，愈直愈好，如果太長，可用繩圈把線附於樹枝之下，或懸於F形三角撐的橫木之下亦可。要「打電」話時，只須用一枝鉛筆或小硬木棒輕輕敲鈕，於是路線的他端就聽到振動而知道來接話了。

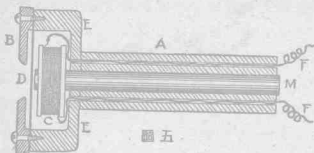
送話者將口置近手腕用清楚的聲音說話，則其聲音便可傳達至少四分之一哩，而路線他端答話的振動也可聽到，非常清楚。

### 三 單(收話器)路線

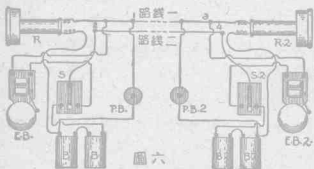
近代電話機的主要部分為發話器，收話器，或應卷，信號鈴，按鈕，電池和電鍵。至於木箱，掛板等等，不過是裝載有功部分的附屬品罷了。

最初通用的電話機，是柏爾(Graham Bell)的發明物。柏爾收話器的原理，從當時到現在實際上尙未改變，所以不同的只是現在用一個雙極磁鐵和二個細線卷來代替單磁鐵和單線卷而已。圖四表示一個合乎實用而容易製造的單磁鐵收話器，圖五為此種收話器的剖視

圖,就是假設把軸縱剖為二半所看到的情狀。



圖五



圖六

要製造此種收話器,可取直徑一又八分之一吋而長三吋半的門帘棒一段,在棒的中心順長鑽穿一個八分之三吋直徑的孔,以便把一根磁鐵穿入,在這個木管的一端,用膠水裝上一個木製丸藥盒(E);或用車床車成一個木杯,裝定於這個管上亦可,如果用丸藥盒,盒的直徑應有二吋半;用膠水在盒內四個等距離處膠住四個小木塊,以便收話器口端的蓋可用螺釘來釘在木塊

上丸藥盒的壁是很薄的，如果不用這些小木塊，那蓋就不能裝定於金屬圓板 (D) 上，而勢必要用線來把牠紮住，這樣就不美觀了。如果用木杯，其壁的厚度應足以穿入螺釘，故其內直徑應有一又四分之三吋。

蓋 (B) 係用薄木或硬橡膠製成，其下墊着一個薄圈，使其內面接觸不到圓板 (D) 的表面。在蓋邊上鑽着四個小孔，以便螺釘穿過，把蓋固定於杯 (E) 上。磁鐵 (M) 爲一根硬鋼棒，直徑八分之三吋，長四又四分之一吋。此種棒可從電料行購到，如果硬度不足，可請鐵匠把牠燒熱，投入冷水中，如此反復數次即可。而後將牠放在一個大馬蹄形磁鐵的表面上摩擦，使其磁化；或者，如果你住在一個電力廠的附近，就可費很少的錢請一位工友代你把牠磁化。如果你手頭有一個軟鐵條形磁鐵，若干個線卷和一個蓄電池，你可拿去軟鐵心，用鋼棒代之，再通以電流，五分鐘後，把鋼棒抽出，現在牠已變成一個磁鐵，可以永久不失其磁性。

現在用楓木或黃楊木車成一個薄而扁的線軸，裝在鋼棒的一端上，繞上數層 36 號絲裹絕緣銅線。此種線在電料行內稱做受話器絕緣線，一盎司重的線足供二個受話器之用。此線應繞得均勻而平滑，和一個繞線軸上所繞的線股一樣。繞線可用第四章內「簡單電磁鐵和馬蹄形電磁鐵」一篇中所述的捲機。



線繞畢，用一滴熱石蠟粘住線端，則線就不會解散。這個線卷的兩端，應結緊於二根粗線上；把粗線由管(A)內的小孔中穿過而伸出於管外，如F F所示，磁鐵端上裝着線軸後，便可穿入A內的孔中，直到牠的頂端略在杯(E)的口下，使在金屬圓板(D)覆於杯(E)口上時，磁鐵和圓板或膜(D)之間的空隙只有十六分之一吋（看圖五）。先在磁鐵上塗着一層蠟膠，而後裝入孔中，則蠟膠乾燥時就把牠黏緊。

蓋(B)的功用，在夾住圓板(D)，同時保護線軸和軸上的細線，不使損傷和積灰塵，最後在收話器的外面塗着一層黑色油漆和一層蠟膠，而收話器便可應用。

原創的電話機，就是用此種收話器製成——路線的兩端各裝一個收話器，連以電池、鈴、按鈕和電鍵。窗框或穿線的牆壁上裝定着一個避電器，因為祇用收話器，所以聽話和發話只得用同一器具，此種不便利的傳話法，在最初的數年中是唯一可能的方法，以後發話器就發明了。

#### 四 電話線裝置圖

此種單受話器路線，有許多至今尚在應用，因為在製造上無需多大的精練，我們把接線圖和裝置圖示於圖六。

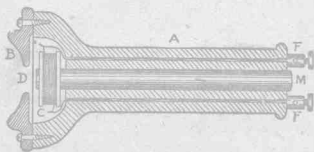
圖左邊的R,是路綫一端的受話器;R<sub>2</sub>是另一端的受話器;「路綫一」是兩受話器間的一根連續線。當一個人在R處要打電話給R<sub>2</sub>處的人,他先壓按鈕(PB),於是電池(BB)就把對方的電鈴(EB<sub>2</sub>)振響。欲使電鈴的綫路隨時能呼應,則在不用電話時,必須常把電鍵(S<sub>2</sub>)撥在左邊,同時電鍵(S)應撥到右邊。凡兩電鍵撥在這種地位時,在路綫任何一端的人都可打電話給他一端的人。

當電鍵(S<sub>2</sub>)撥在左邊時(除在通話時,這電鍵應老是在這個位置上),對方要打電話的人先把電鍵S撥到左邊,而後壓按鈕(PB),因此接通電池(BB),而接於路綫一與路綫二在1與2處之線亦接通,因此電路全通通到電鈴(EB<sub>2</sub>)的支線,在幹綫上接於3與4處,途中經過電鍵S<sub>2</sub>(此時電鍵臂係在左邊)。現在電路既完成,所以在路綫一端的電池(BB),就可把路綫他一端的電鈴(EB<sub>2</sub>)振響。

反過來說,當電鍵(S)撥在右邊時,對方的人壓按鈕(PB<sub>2</sub>)而欲搖響電鈴(EB),則須先把電鍵S<sub>2</sub>撥到右邊。如左方的人要叫右方的人時,他應將電鍵(S)撥到左邊,使電鈴連續鳴着,直到右邊的人把電鍵S<sub>2</sub>撥到右邊而止。如果他在鳴鈴時把收話器(R)置近耳旁,他能聽到電鈴(EB<sub>2</sub>)的鳴聲,因為電路經過他的收話器。但當右邊的人聽到鈴聲而將收話器R<sub>2</sub>置近耳旁時,他應將

電鍵  $S_2$  撥到右邊，左邊的人應仍將電鍵  $S$  留在左邊。這樣就把兩個路綫直接和兩收話器串接。注意，凡在接通電路時，應將電池  $(BB)$  和  $(B_2B_2)$  串接，否則會發生反作用。一個電池的炭極應和第二個電池的鋅極相連接，其餘以此類推。

圖七表示另一種收話器，管  $(A)$  和杯係用整塊木製成，蓋  $(B)$  用另一塊木製成。收話器的長度為五吋，其蓋的直徑為二吋半，裏面穿着電磁鐵的柄部，其直徑為一又四分之一吋。



圖七

這些木件可請車木器的人代你製造。管和杯在采用車床製造之前，其中應先鑽着一個八分之三吋直徑的孔。孔周圍木殼的厚度要車得均一。柄部內又應順長鑽穿二個小孔，使由線卷所接出的線可從中穿過而達到接線柱。

捲繞細絕緣線卷所用的線軸，係用黃楊木或楓木車成線卷的繞法，和圖五中所示的相同，用有螺釘端的小接線柱(FE)插入柄端的孔中，而接通突出於孔外的裸線端。磁鐵(M)的直徑為八分之三吋，其在受話器粗頭的一端上裝着線軸和線卷(C)。

圓板(D)係用很薄的鐵製成，其裝法係先覆以蓋(B)，而後用四個小黃銅螺釘由B的邊緣上插入A的杯邊內，收話器的細端上應釘着一個圓頭螺釘，以便把收話器掛到一個鈎上。

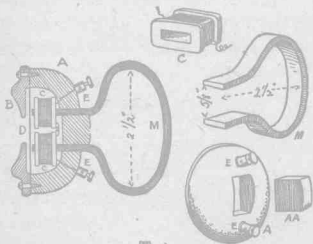
## 五 雙極收話器

圖八表示另一種收話器，叫做雙極收話器，有二個細線卷，裝在一個彎曲磁條的二端上而位於杯(A)內，磁條端和膜(D)相近。圖八中的左圖為已經結構好的收話器的剖視，但參看其分離的部分更易明瞭。磁條(M)係用鋼製成，厚八分之一吋，闊八分之五吋；可請鐵匠代你製造，工錢很有限製成後其縱橫應各為二吋半，兩端相距八分之五吋。

用木製成二個能裝於鋼條端上的扁形線軸，繞上36號絲裏絕緣銅線，用櫻木、楓木或其他紋理細緻的木車成一個杯或殼(A)，在殼背上鑿穿着一個洞，其大小恰使未裝線軸的磁鐵兩端能從中穿過，穿好後，在磁鐵的

二端間嵌入一個木製插頭(AA),以防脫落。在孔和插頭的邊上預先塗着一些蟲膠,則乾後便將各部分膠緊。

把兩線卷(CC)裝於磁鐵端上,將其細線接定於釘緊在殼(A)上的接線柱(EE),而後把膜(D)蓋於杯口上,再疊上蓋(B),用小螺釘從中穿過,捺入殼(A)。



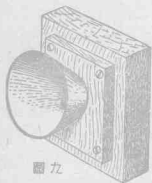
圖八

## 六 發 話 器

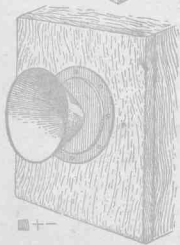
用這些收話器的任一種再添一個發話器和一個感應卷,就可製成一組較完全而便利的電話機。

自從收話器發明,跟後就有人設計和註冊了數種

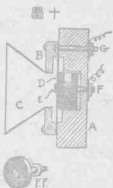
發話器,其中有愛迪生(Edison),布來克(Blake),克力蒙德(Clamond),西方聯合公司(Western Union),以及恆寧(Hunning)的發話器,愛迪生和恆寧發話器是最通用的二種,業餘實習者也容易製造,其簡單的構造示於圖九和十一。



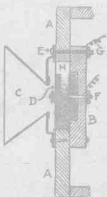
圖九



圖十一



圖十



圖十二

製圖九中的發話器所需的材料,主要為若干小木塊,洋鐵漏斗,小螺釘,炭粒或炭粉,若干薄炭片和一塊很薄的「鐵板照相」用的鐵板。從這個發話器的外面所能看

到的，只是一塊薄木板釘在一個厚木塊上，木板上裝定着一個接口管。

圖十為剖視圖，表示牠的內部，一經看懂，就知道是非常簡單。木塊(A)係用松木、白木、樟木或櫻木製成，二又四分之三吋見方，八分之五或四分之三吋厚，中央鑽着一個窩，直徑八分之七吋，深半吋。木塊面上沿窩孔周圍又鑿着一個淺道，直徑一吋半，深八分之一吋。這些孔道須仔細鑿得準確而平滑，如果不能辦到，最好請車工用車床車出。

面板(B)二吋見方，其中鑿穿一個四分之三吋直徑的孔，下面也鑿着一個深八分之一吋和直徑一吋半的淺道。木塊A和面板B中的這些空隙，其功用在使膜(D)於聲音由接口管中傳來時有振動的餘地。

從八分之一吋厚的炭片割取二個圓鈕，直徑四分之三吋，在每鈕的中央鑽穿一個小孔，在一個鈕的孔中穿着一個很小的黃銅螺釘，釘上捻着一個螺旋，如F所示。鈕孔的一邊須凹進，使螺釘頭可埋在其中而和炭面齊平。用一把小三角錘或方錘在兩個鈕的表面上錘着許多縱橫的線紋，如FF所示。當把二鈕裝在發話器內時，這二個表面須彼此相對，用氈或絨布剪作一個小墊圈，放在木塊A內的窩底上，窩的邊壁上也襯着一狹條相同的材料，而後把鈕(FF)放到窩中，將螺釘從鈕孔

中穿過，再從木塊(A)中穿出，用螺旋止捻緊，如 F 所示，但在螺旋止之下須先放一個薄墊圈，墊圈和螺旋止之間夾着一段細的絕緣銅線，以為接線頭之用。注意在螺旋止下面的線頭，必須裸而光亮，才可保證良好的接觸。因為在電話的實用中不能離開很精細靈敏的振動和電的現象，所以在可能範圍內最好把一切連結銲住，如此庶可免一切接線裝置的鬆弛或腐蝕。

從很薄的「鐵板照相」用的鐵板，割取二吋見方的一塊，用一個小帽釘把另一個炭鈕固定於這個方鐵板的中心。這個小帽釘，可用一段銅線製成，或者用一個很小的黃銅機器螺釘從鈕和鐵板中穿過，而後輕輕把突出於板面外的釘頭敲成釘帽，將鈕和板夾緊，如 E 所示。把木塊平放在桌上，將炭粒盛於窩內，以遮沒炭鈕為度，不可盛滿。將鐵板 (D) 蓋在窩上，板下的炭鈕恰好嵌在窩的頂部和窩壁襯氈之間，用小針把鐵板釘定於木塊 A 上。這種針只須用平常的別針，剪去一半，再銼尖即得。

用一根細螺栓(G)從木塊 (A) 中穿出，在其突出於木塊後面的部分上裝着一個墊圈和一個螺旋止，墊圈和螺旋止之間夾着一根線的裸頭，和 F 一樣。鐵板 (D) 上被螺栓頭所接觸處的漆必須刮去，以便有良好的電接觸。

修剪一個小洋鐵漏斗，裝定於面板(B)；或者如果附



近有電料行，可買一個現成的硬橡膠或其他物質製成的接口管，費錢也有限。而後用螺釘把板(B)裝定於A，於是圖九中的發話器完成。當這個發話器在直立的位置時，兩炭鈕間的炭粒或小炭質點即落下，塞緊於窩的底上，在窩的中央聚集較鬆，在窩的頂部完全沒有。當聲音的高低振動傳到鐵板(D)上時，隨即作用於炭粒，炭粒再將振動傳於後面的炭鈕。炭粒被壓或緊或鬆，或快或慢，經過炭粒的電流因而亦起變動，而後利用電的作用在路線他端的收話器中照樣產生相同高低大小的聲音。

此種改進的發話器，可使打電話者用平常的聲音而能傳到一千哩之遠；至於舊式發話器，則必須用很響的聲音說話，而只能聽到數哩之外。如果你需要一個可以攜帶的發話器，可將木塊裝定於一只木箱或一個直立的柱上。

這個發話器在橫臥時，即漏斗位於頂上時，不能工作，因為這樣炭質點都落到後鈕上而不能接觸前鈕。這個發話器的最重的條件，就是炭粒應同時接觸到兩鈕，且在窩道下部的炭粒，應聚集得很緊。但我們不必把他塞緊，因為說話或其他聲音的振動作用，會使炭粒自動調整而團結。

## 七 又一種發話器

十一圖表示另一種發話器，係裝在一個木箱的前面上。這個前面或蓋裝有鉸鏈，以供開關，故箱內的機構可以隨時檢查。

十二圖為這個發話器的剖視。箱蓋(A)中開着一個一吋半直徑的孔。蓋的後面裝定着一個圓(或方)木塊(B)，直徑二又四分之一吋，厚半吋；這木塊中開着一個八分之七吋直徑和四分之一吋深的窩。

這個窩的四周和底上襯着絨布或氈，窩內用一個機器小螺釘和螺旋止(F)裝定着一個如FF所示的有粗糙表面的炭鈕。從薄的「鐵板照相」用的鐵板，割取一個圓板或膜(D)，用一個機器小螺釘或一個用軟銅或黃銅製成的帽釘，在圓板的當中固定着一個炭鈕。當木塊(B)已用螺釘裝定於箱蓋(A)上時，在空隙(H)內放若干炭粒，而後將膜蓋於孔上，用小螺釘或別針繞膜邊釘緊。

用一個小洋鐵漏斗和一個洋鐵罐蓋製成一個接口管(C)。製法甚易，在罐蓋中開一個孔，將漏斗嵌於孔中，而後把突出於孔外的漏斗端剪破，向後摺轉，使貼緊於罐蓋的內面。這些摺轉的部分，可鉗定於蓋上，以便緊緊接口管。用絨布或氈剪成一個墊圈，大小和罐頂相等，闊約八分之三吋，把牠放在膜上，而後放上接口管，再用小螺釘釘定於門(A)上。這個墊圈的用處，在阻止接口管內的任何假振動不使影響到靈敏的膜。鑽一個小

過(A)和(B),在孔中穿着一個螺栓,仔細在膜片(D)的邊上疊着一片薄黃銅片,把牠摺轉,使夾在螺栓頭(E)的下面膜上被黃銅片接觸的地方必須擦光,使D和E之間有良好的電的接觸,在E的後端上裝一個墊圈和螺旋止(G),使電流從(G)通入,經過E和D,再經過炭鈕和炭粒,而後從F流出。

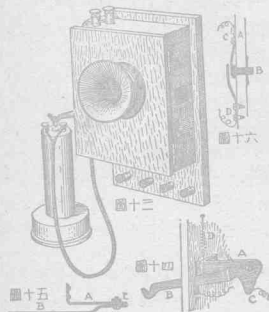
用四分之一或八分之三吋厚的松木或白木製成一個木箱,闊四吋,高六吋,深二吋半,在箱的前面裝一個蓋,四周比箱的闊和高各大出四分之一吋,裝蓋須用黃銅鉸鏈,以便開關,在這個蓋的前面裝定着一個發話器,或直接就蓋上製一個發話器如十一圖所示亦可,把木箱裝到一塊背板或壁板上,此板五吋闊,七吋高,可用半吋厚的松木或白木製成(看十三圖)

在木箱的左壁中刻穿一個狹孔,使一根臂可以從中突出而上下動作,臂端彎作一個鈎,以便掛收話器,如十三圖所示,在箱內的臂的構造示於十四圖, A 為一個黃銅(或銅)角板,就是臂的支板,係用一個螺釘裝定於木箱側壁的內面, B 為臂和鈎,係用黃銅條製成,其附着於支板的一端較闊,有一個耳(C)突出於螺釘之下,耳上銲接着一根線。

十五圖表示臂和角板的俯視圖, A 為支板, B 為臂, E 為連繫這兩部分的螺釘或螺栓;支板和臂之間墊着

一個薄的銅墊圈,以防止摩擦。當臂和支板固定於箱上時,應附裝着一根螺簧(D),以便在收話器從鈎上拿下時

把臂拉到長孔的頂上。在孔的下端裝定着一個用黃銅製成的小接觸板(F),當收話器掛在鈎上時,鈎臂應擱在這個板上,但板上須先銲接着一根接觸線,而後用螺釘裝定於箱的內面。這個機構係用當開關電鍵



的一部分來幫助截斷和接通電鈴或電話機。欲更明瞭,可參閱十七圖所示的接線圖。木箱的右邊裝着一個小按鈕,箱頂上裝着兩個接線柱,箱下面裝着四個接線柱。現在路線一端的外部裝備已完全講過了。

按鈕的構造示於十六圖, A 為箱壁, B 為從箱壁中一個小孔內穿出的鈕, C 為一個彈性黃銅片,用兩個螺

釘裝定於箱上，其彈性的強度足以把那小骨紐或硬橡膠鈕向箱外壓出，在一個螺釘頭之下裝着一根線，D為另一彈片，其螺釘頭之下也裝着一根線。當把鈕(B)壓入時，彈片C就接觸到D而連通電路。一經手指從B離開，彈片(C)就把鈕推出而將電路截斷。這個鈕只用於連絡電鈴，對於電話機沒有關係。彈片上的線，從箱的內部導出經過座板，沿凹槽而達到排列在箱下面座板上的接線柱，如十三圖所示。

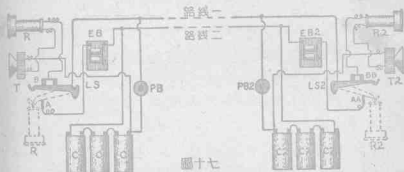
箱的內面須裝着一個蜂音器或電鈴。如果蜂音器或電鈴太大而不便裝在箱內，那末就把牠裝在牆壁上，其位置在箱的上方或下方。

## 八 接線系

十七圖表示此種設備的接線系，如果裝接得適當，就可應用於數哩長的路線，不過電池須有充分的強度。

這種接線系可以裝在十三圖所示的箱內：一條包有兩根線的軟繩接於箱頂上的二接線柱和收話器端上的二接線柱。這個接線系若和圖六所示的接法比較一下，其不同處只是在添了發話器T和T<sub>2</sub>，和用自動臂電鍵(LS和LS<sub>2</sub>)代替圖六中的平常電鍵(S和S<sub>2</sub>)。在不打電話時，收話器(R)應掛在臂電鍵(LS)的鈎上，使電鍵擱在接觸板(A)上，同樣，在路線他端的收話器(R<sub>2</sub>)掛在臂電鍵

(LS<sub>2</sub>)上,使電鍵接觸到接觸板(AA),這樣電鈴電路可供使用。

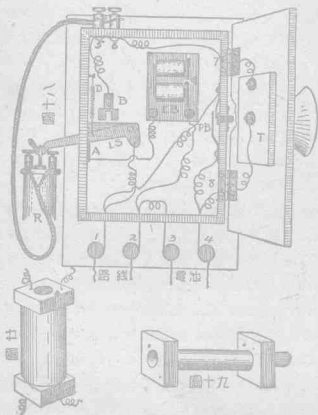


圖十七

如果左邊的人要打電話給右邊的人,他把收話器(R)從鈎(LS)上拿下而壓按鈕(PB),這樣便接通電池(CCC)的電路,經過「路線一」和「路線二」而振響蜂音器或電鈴(EB<sub>2</sub>)。要領會這個電路的路徑,可用鉛筆沿圖中的線追蹤而尋得。若對方收話器(R<sub>2</sub>)老是掛在臂(LS<sub>2</sub>)上時,左邊的人可以繼續掛鈴而呼喚右邊的人,但一經收話器(R<sub>2</sub>)被拿下,臂(LS<sub>2</sub>)即彈起——係被十四圖所示的螺簧(D)所拉上——於是電話機的電路即由彈簧接觸器(BB)而接通,同時電鈴電路截斷。這時左邊的人已經拿下他的收話器,所以電話電路便由「路線一」,「路線二」,電池CCC和C<sub>2</sub>C<sub>2</sub>C<sub>2</sub>而完成,而兩邊的人就可對發話器說話而從收話器聽話了。接觸器B和BB係用彈性黃銅或銅製

成，裝在箱內背板上的適宜位置，使在鈎臂舉起時可以觸到，但落下時便截斷電路。十八圖表示一只箱的內情，箱門係開着，收話器掛在鈎上。

箱內的各部分都便於裝卸。EB為蜂音器；LS，臂電鍵；PB，按鈕；T，發話器；1,2,3,4,5,6,7,9為接線柱或極，B為彈



簧接觸器。當臂電鍵(LS)被螺簧(D)拉上時，便和B接觸。

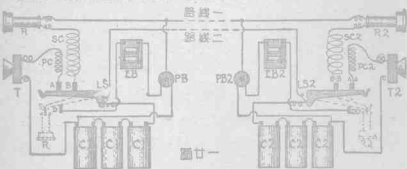
從6通到7，和從4通到8的線，應鐸定於鉸鏈的一邊；從發話器背後的極或螺旋止通到7和8的線，應同樣接定於鉸鏈的另一邊。那二個小黃銅鉸鏈的結合處原不容易銹壞，但為預防萬一起見，可將幾根細線的端鐸定於鉸鏈的每一邊，務使在把門關好時，這種線能壓在鉸鏈板之間。對於長距離的交通，必須裝一個感應卷，使和發話器串接的電池所供給的直流電，因感應作用，得以交流電傳佈於連接兩組器具的路線上。這種接線系較為複雜，裝接須較小心，但一經使用，便知遠勝於前述的各種接線裝置。

## 九 電話機感應卷

我們現在要仿第四章第54面圖八造二個感應卷，要製一個適用於平常長途電路的電話機線卷，可用一個三吋半長，一吋見方的木塊，車成一個如十九圖所示的線軸。其容納鐵心的輪須車到約十六分之一吋厚，在線軸上塗着一兩層蟲膠，軸的每端上各鑽着二個孔，如圖所示。用20號雙層絕緣銅線在線軸上繞二層，以為原線卷；線的一頭從線軸一端的一個孔中穿出，另一頭從線軸他端的一個孔中穿出。這個線卷上應塗着兩三層薄的蟲膠，以便膠住線股和使線股完全絕緣，而後裹上



一張紙，再塗以蠟膠，副線卷須用3-4號絲裏絕緣銅線來繞，共繞十二層，每層線裏着二層紙，紙上再塗着一層蠟膠或熟石蠟，而後把線繼續繞上，恰和平常繞線於線軸的方法一樣，線要繞得平滑，緊接，和勻整，直到裹上最後一層紙而止。這個線卷外面應再裹着三四層紙，以為保護；而後便可用螺釘把牠固定於一只箱的內面。線卷的鐵心腔內應塞滿三吋半長的24號瑞士軟鐵線 (soft Swedes iron wire)，從十九圖可以看到這些鐵線從一個線軸的右端突出，二十圖表示一個完成的電話機感應卷，此種感應卷的裝置和接線法示於二十一圖。



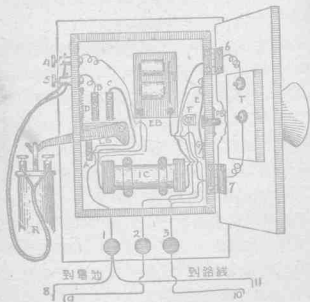
這個接線法比較簡單，如果你在接線時常將說明和圖參考，很容易仿效。R和R<sub>2</sub>是收話器，T和T<sub>2</sub>是發話器，C<sub>1</sub>和C<sub>2</sub>是電池，EB和EB<sub>2</sub>是蜂音器或電鈴，PB和PB<sub>2</sub>是按鈕，LS和LS<sub>2</sub>是臂電鍵。為便於說明起見我們特地把感應卷分開，將原線卷(PC)用重螺絲來表示，副線卷用

細螺絲表示，在不打電話時，兩個收話器應掛在臂電鍵的鈎上，如果左邊的人要打電話給右邊的人，他把收話器(R)從鈎(LS)上拿下而壓按鈕(PB)，這樣便接通電池(C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>)和「路線一」與「路線二」的電路而振響蜂音器(EB<sub>1</sub>)。當右邊的人把他的收話器(R<sub>2</sub>)從鈎(LS<sub>2</sub>)上拿下時，電鈴電路即被截斷而電話電路被接通，當兩個臂電鍵都彈起而觸到接觸彈簧(A, B和A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>)時，兩組電池的電路各和牠們的相當發話器連通，途中經過原線卷(PC和PC<sub>2</sub>)，此時副線卷(SC和SC<sub>2</sub>)中已感生電流，通過「路線一」和「路線二」，這樣當說話的聲音打擊着發話器內的膜片時，從路線他端的收話器可以聽到相同的聲音或振動，在打電話的時間內，兩邊的電池都在消耗電能，但一經收話器掛到鈎上，把臂電鍵從接觸彈簧拉開，電流即停止流動，蜂音器或電鈴在應用時只消耗少量的電流，乾電池中的有作用部分會立即回復原狀而去極，所以只在接通路綫來說話時，電池發出電流量最大。

## 十 電話機感應卷的裝置

把電話機感應卷裝於箱內的簡單方法，示於二十二圖，圖中箱門開着，收話器掛在鈎上，臂電鍵(LS)垂下時，就擱在接觸彈簧(A)上而與電鈴路綫相連，當路綫

他端的人壓他那邊箱上的按鈕時，這端的蜂音器(EB)即被振響要明了這個電路，可用一枝鉛筆沿蜂音器上接出的線向壁板底下的導出柱(1和3)追尋即得。



圖廿二

把收話器(R)從鈎(LS)上拿下時，即截斷電鈴電路而由彈簧接觸器(B和C)接通電話電路。這個綫路很容易從連接發話器、收話器、感應卷和電池的線理出。從感應卷接出的重線，表示原線卷的線；細髮狀綫，表示副線卷的線；不粗不細的線，表示連接接線柱、電池和路綫的

線。

當電鈴電路被接通時，從路綫他端發來的電流便從線(10)進來，達到接綫柱(3)，而後到彈片E和接觸板G，再到EB而將鈴振響。這電流再從EB流到接觸片A，經過LS到接線柱(1)從線(11)流出。

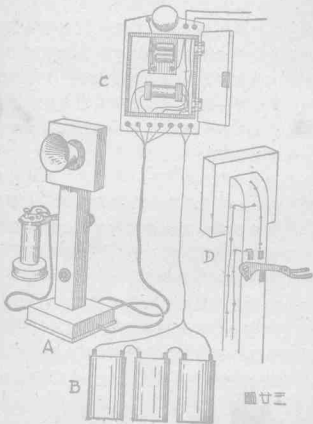
要振響路綫他端的蜂音器，先把按鈕(PB)按壓。這樣便使彈片(E)離開接觸板(G)而和(F)相接觸。於是連於接線柱(1)的電池線(8)直接通到路綫(11)而不進入箱中。那電池的另一端從線(9)流到接線柱(2)，再到鉸鏈(7)，接觸板(F)，經過(E)，向下達到接線柱(3)，從線(10)流出。在此種情形下，我們是用線(8)和(9)下面電池中的電流來振響路綫他端的蜂音器。

鈎(LS)舉上時，電路經由T、IC和電池而連通。此時電流從電池經過線(8)流到接線柱(1)，達到LS，經過C和原線卷而流到鉸鏈(6)，再經過發話器到鉸鏈(7)，接線柱(2)，最後從線(9)回到電池。

因為感應作用，聲電流由路綫傳來，從線(10)流入，到接線柱(3)，經過副線卷，到接綫柱(4)，再經過收話器R到接線柱(5)，再經過B和LS到接線柱(1)，最後從線(11)流出。在路綫的他端，電流所經過的部分相同。

## 十一 可移發話器

爲便利起見，我們常需要一種可以搬動的發話器，使說話時無需立着。二十三圖表示一具簡潔的可移發話器，可以放在桌上；在其連線所及的範圍以內，都可搬移而取用。



圖廿三

這個發話器的木底座四吋見方，直柱一吋半見方，全部架子高十二吋，架底上須釘着一塊鐵板或鉛板，增大下部重量，以免顛覆。

臂電鍵可裝在直柱的後面，按鈕裝在前面近底座處，如圖 A 所示，壁箱內為蜂音器和感應卷，用線接通搬動架，電池和路綫，如圖 C 所示，但圖 C 太小，不能顯示完全的接線情形，我們須參考二十二圖，電池組 (B) 可用所需個數的乾電池或濕電池來連成，這些電池須串接，圖 D 表示直柱和發話器的後面，使我們可看到接線情形，如果用四塊薄木板製成一個空心直柱，將線封閉於柱內，外觀更加整潔。

在一切這種電話接線系中，必須有一根線通到地下，或連於自來水管上，但線頭總須銲牢於一個鍍鋅的鐵管上，以便得到良好的接觸，如果要將線直接通到地下，線頭須接着一塊銅板，把銅板深埋於地中，達到潮濕的泥土，此種接地線容以後專述電報時詳細討論之。

謹慎和準確是製造電話機的要素，若稍一疏忽或弄錯，就是最好的方法亦會失敗，做一切電器都是這樣，不是有效，就是無效，斷無介於其間的事。

# 第九章

## 電報機

差不多每個少年對於電報都會發生興趣的，電報機並不難製造，兩個少年很容易在他們的房屋之間敷設一條電報路線。

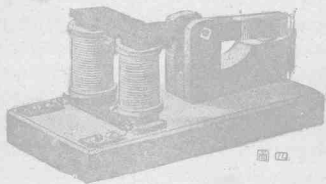
電鑰為變形的按鈕，簡直就是一種供截斷和連通電路的接觸開關器，圖一表示一個實用的電報機電鑰，圖二就是牠的側面圖。

底座四吋闊，六吋長，半吋厚，前端用螺釘釘定着一塊小金屬接觸板，板中間的孔中釘着一個有黃銅頭的平頭釘，以便接受電鑰底面的打擊，彎摺二個L形金屬片，裝於底板的中間，來支持電鑰的臂，在底板的後端上釘着另一個平頭釘，以便接受電鑰臂端的打擊而發啵啵聲，電鑰臂可用黃銅或鐵製成，闊八分之三吋，厚半吋，鑽穿着一個孔，距二端的距離相等，以便穿一個小螺栓，將電鑰臂裝於兩L形金屬片之間而可以作蹺跳板的運動，在電鑰臂的前端上鑽穿着一個孔，用黃銅螺釘裝上一個錄軸的頭，以便指掀突出於臂下面的螺釘頭應

製成帽釘頭形狀，用一個短而硬的螺簧，將一端固定於底板的背邊上，另一端用一個鉤固定於電鑰臂的端上，這個鉤可用一根鋼線釘擊扁而成，用線綁在電鑰臂的上面，如圖二和三所示。



圖二



圖四

將導入線和導出線分別接定於接觸板的一端和支持電鑰的 L 形金屬片之一，在不用電鑰時，電路斷絕；但若將電鑰壓下，便觸到黃銅平頭釘時，電路即被連通，電鑰無論壓下或釋放，總發一個啣嗒聲，為需要時連通電路起見，可用一個電鍵夾在 L 板上的螺釘頭之下，如



圖三所示。把這電鍵的他端撥轉，可觸到接觸板上的一個螺釘頭。這個螺釘頭可用銼銼平，並將電鍵下面的兩邊銼斜，使電鍵容易擱到釘頭上。

圖四表示一個簡單的電報機發聲器。底板四吋闊，六吋長，八分之七吋厚，用硬木製成，鑽着二個窩，窩的中心距底板的一端二吋，窩內容納着一個馬蹄形電磁鐵兩股底下的螺旋止，如圖五所示。這樣可使軛片平疊在底板的頂上，而用一個硬螺釘從軛片的中央孔中穿下，再捻緊於底板，就可把兩股的電磁鐵固定於直立的位置。

電磁鐵從底板到螺栓（即鐵心）的頂，高二又四分之一吋。裝銜鐵（圖五中的A）的棒（觀圖四），用黃銅或鐵製成，長四吋半，闊八分之三吋，厚半吋，中間橫鑽着一個孔，以便穿着一根小螺絲，把棒支持於兩直立木塊之間。棒的前端上應鑽着兩個小孔，以使用黃銅釘或細圓頭螺釘來裝上銜鐵，但釘頭須在頂上，下端製成帽釘形。割取一個如圖六所示的小木塊，以便在一端的兩旁邊鑽釘着二塊直立木板。這個木塊二吋半長，一又四分之一吋高，八分之七吋闊，從每邊割去一個一吋闊，四分之一吋深的部分，來容納相同闊度和厚度的直立板（觀圖四後部）。

在這個木塊的頂上釘着一個有黃銅頭的釘，以便

接受棒下面的打擊，用一個鈎和螺簧附着於發聲器棒的後端，和電鑰上的一樣，在底板的前面裝二個接線柱，把線卷的兩自由端接上。

貼近軛片的後面，在銜鐵棒的直下地位，用一根長螺釘捻入底座，如圖五之B所示，螺釘不可觸到軛片，在不用銜鐵棒時，釘頭離開上方的棒的距離應小於八分之一吋，這樣當電磁鐵吸引銜鐵時，銜鐵棒可打擊着釘頭而發啞嗒聲，銜鐵不可觸到電磁鐵，否則剩磁會吸住銜鐵；螺釘必須加以精密的調整，以發生響而清晰的啞嗒聲為度。

在不用發聲器時，棒的後端擱在木塊上的黃銅平頭釘上，銜鐵離電磁鐵的頂約四分之一吋，這個銜鐵是用軟鐵製成，二吋半長，八分之七吋闊，八分之一吋厚，這些小金屬片可從鐵匠店買到，費幾個銅元就可請他把孔鑽在所需的地點，如果你自己有一把胸鑽或手鑽，只須用老虎鉗將金屬片夾緊，鑽着適宜的孔即得。

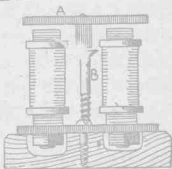
將電鑰上的一根線直接連接於發聲器的一個接線柱，將另一根線連接於電池的極，再將電池和發聲器連接，這個器具就完成備用，用時按壓電鑰，電路即被連通，而發聲器上的軟鐵心所生的磁力就把銜鐵向下吸引，同時發一個啞嗒聲，把電鑰釋放時，電鑰臂即因螺簧的牽引而彈起，於是打擊着黃銅釘頭而再發啞嗒聲，這



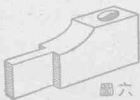
圖二



圖三



圖五



圖六

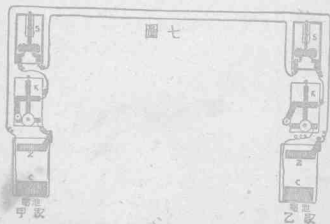


圖八

兩個器具可以離開任何距離,如果需要,即離開數哩亦無不可,只須有充足的電流供發聲器之用。如果兩家的電器實習者要有一個電報路線,必須造二組器具,每人備一個電鑰,發聲器,電池,或用數個電池串接成一組,依

所需的電流而定。

對於電報線的接線裝置，看圖七所示的接線圖就很明瞭。如果路線和回線很長，最好用14號鍍鋅電報線（鐵線）；用銅線雖比較更好，但耗費太多，這些線不可互相接觸，若要把牠們附着於房屋或樹上，必須繞在瓷製或玻璃製的絕緣器上，如果沒有相當的絕緣器，可預備若干個硬玻璃瓶的頸，用木釘或大鐵釘裝於房屋或樹上，再用線將電報線鉸於瓶頸上如圖八所示。在不打電報時，兩個電鑰上的電鍵都應關着；否則在電鍵關着的一邊的人，就不能打電報給在電鍵開着的一邊的人了，對於電報機的接線法要特別注意，因為有一處接錯，就會將全部接線系弄糟。



要得電報路線有效，須看看一切電鍵確係關着，線也接得很緊。當乙家的人要打電報給甲家的人，他先把電鑰上的電鍵撥開，如圖七所示，而後把電鑰的臂壓下，則他和甲家的發聲器都同時發啲嗒聲。一經他舉起或釋放電鑰，銜電即上升而又發一個啲嗒聲。如果他壓他的電鑰而迅速釋放，則甲家發聲器所發的二個啲嗒聲互相銜接；這樣就成電報上所稱的一點。如果電鑰被壓在下面的時間較長，則二個啲嗒聲相隔的時間也較長，這就叫做一畫。點和畫是電碼的二個成分，在打電報時乙家的人所聽到的聲音和甲家所聽到的完全相同，因為電流經過兩家的線卷時能使電磁鐵一致動作。一經乙家的人把電報打完時，他把他的電鍵關合，於是甲家的人把他的電鍵撥開，開始回答。這是電報機的簡單原理。一切改進的電報機，無論怎樣複雜，都是以此為根據。茲將完全的模斯(Morse)電碼附載如下。

### 模斯電報碼

A	B	C	D	E	F	G
· —	— · · ·	· · ·	— · ·	·	· — ·	— — —
H	I	J	K	L	M	N
· · · ·	· ·	— · — ·	— · — ·	—	— —	— ·
O	P	Q	R	S	T	
· ·	· · · ·	· · — ·	· · ·	· · ·	· ·	—
U	V	W	X	Y		
· · —	· · · —	· — —	· — · ·	· · · ·		

乙	&	1	2
· · · ·	· · · ·	· — — ·	· · — · ·
3	4	5	6
· · · — ·	· · · · —	— — — —	· · · · ·
7	8	9	0
— — · ·	— · · · ·	— · · · —	— — — —

我們只須稍有耐性，就可立刻把這些點和畫所代表的字母記熟，而成爲一個優良的電報收發員。電信就是這樣收發的，由啾啾的聲音就可知道是什麼文字。電報局內還用各種記錄器，使受報員離開他的辦公桌時，由自動記錄器把電信記錄在一卷紙條上。

# 第十章

## 發電機和電動機

### 一 直流發電機

直流發電機是少年們所能製造的最簡單而可實用的發電機。這個發電機可用手來搖轉，或用原動力來傳動亦可。牠的場磁鐵是一種馬蹄形的永久磁鐵，必須請鐵匠製造，但是如果能夠買到一個價錢公道的大號平行磁鐵最好，因為可以經濟而省事。這個磁鐵縱量應有十吋，橫量四吋半；製這磁鐵的鐵條應有半吋厚，一又四分之一吋闊，可先請鐵匠打成所需的形狀，並加以煨煉；而後如果附近有電力公司，可請一位工友代你把牠磁化，費錢很有限，否則，可在鐵條上繞着數層銅線，通以直流電即得。經適宜的磁化之後，這個磁鐵應有吸起十磅鐵的力量；你可截斷電流試驗牠的吸力。如果磁力太弱而不能吸起這個重量，應繼續通以電流，數分鐘後，再加以試驗。

在未煨煉之前，磁鐵上應鑽着四個孔，孔頂作埋頭

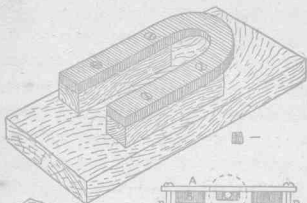
窩，以便用螺釘從孔中穿過而捻入下面的木底座中，如圖一所示。這個木底座十四吋長，八吋闊，一吋厚，可用松木、白木、樺木，或手下所有的任何良好乾燥木料來製成。墊在磁鐵下面的木塊，闊和厚各為一又四分之一吋，長七吋。磁鐵須裝在底座的正中位置，距兩邊和兩端的距離相等，如裝置圖(圖十)所示。要把這兩個木塊裝定於底板，須用膠水和黃銅螺釘從底板的下面釘上。

從一個八分之三吋闊，八分之一吋厚的黃銅條割取六吋長的一段，在二端各鑽一孔，以便穿細長的圓頭黃銅螺釘。這一條片須用黃銅、銅或德銀製成，勿用鐵或鋼。在片下面的中間部分，鉸着或用螺釘釘定着一小塊黃銅，這個銅塊上應鑽着一個橫孔，以便穿軸製成的銅片示於圖二，把牠駕在磁鐵的上面，再用黃銅螺釘把牠裝定於木底座上，牠的正面就作圖三所示的形狀：A為銅片，BB為把片固定於底座上的螺釘，D為木底座，CC為磁鐵(NS)下面的木塊。這個銅片的用處，在支持電樞轉軸的一端。用八分之一吋厚的黃銅彎成二個角片，如圖四所示，角片坐在底座上的部分上鑽二個孔，以便穿螺釘；在直立部分的近頂處鑽一個孔，以便穿軸。這個孔的中心離開底座的距離，應等於銅片裝在磁鐵上面時(圖三)片下面黃銅塊上的孔(圖二)中心離開底座的距離。這兩個角片的地位示於裝置圖(圖十)，各在底座的



一端,如B和B;電樞軸由銅片(C)下面銅塊的孔中穿過,這兩角片是電樞軸兩端的軸承,應準確地裝於中央線上,使電樞可適宜的位於磁鐵的N和S兩臂的當中。

電樞可用圓的軟鐵棒製成,直徑一吋半,長五吋,順長繞四周刻一個槽,八分之五吋闊,半吋深,如圖五所示



圖一



圖二



圖三



圖四



圖九



圖八



圖七



圖五



圖六

這個槽須用機器鋪裏的短跑床鉋成，因為用弓形鋸來鋸，頗覺費時費事，中央部分上的尖角應當銼圓，以防割斷所繞的細線。

割取二個黃銅圓片或整圈，直徑一吋半，厚八分之一吋到四分之一吋，以便鑲在電樞的二端上，每個圓片的中心上須鑽穿一個四分之一吋直徑的孔，來穿裝電樞的軸；近邊緣處鑽二個較小的孔，地位相對，用機器螺釘從孔中穿過，而捻入電樞端上所鑽的螺紋孔，如圖五所示。此種圓片示於圖六，中央的孔應製成螺紋，來容納一個軸端，軸捻緊後，穿過黃銅圓片的一端須用小槌輕輕打成帽釘形狀，以保證電樞的軸不得鬆轉。

電樞的軸須用硬黃銅或鋼製成，在前面的一根軸應有一吋半長，在後面的一根，從黃銅端的外面到軸端，應有六吋長。用黃楊木或楓木車成一個圓筒，直徑四分之三吋，長一吋，沿圓筒軸線穿通一洞，直徑四分之一吋。在筒外套着一個四分之三吋直徑的黃銅或鋼製的管，要能套得很緊；在相對的兩邊上鑽孔，釘上短螺釘，把管固定於這個筒上。這些釘不可太長，以免穿通筒壁。用老虎鉗把這個殼夾住，用弓形鋸順長把管上兩個相對地方鋸開，成爲兩個半圓殼，就是一個整流器，固定在筒上，如圖七所示。這個殼是裝在電樞前端的軸上，地位如圖十中的F所示。

割取二個小木塊，以便裝刷和接線柱。在這兩木塊中各鑽穿一個孔，使接線柱的螺旋腳可從孔中插入柱內如圖八所示，從薄的彈性銅片割取一狹條，就着木塊上將牠彎摺，而後用一根螺釘把牠釘在木塊的頂上夾在外面接線柱的下面。

用黃楊木或楓木車着一個小滑輪，輪緣上要有一條槽，輪中心有一個四分之一吋直徑的孔，這個滑輪應有半吋厚，直徑應有一吋半（如圖九所示），裝在長軸的一端上，地位如圖十中的E所示。

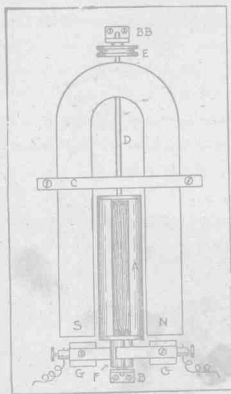
現在各部已經齊備，可以結合，祇有電樞上尚需繞線。在未繞線卷之前，鐵中之槽必須用絲綢襯着，用膠水和蟲膠膠定。我們可用絲帶在鐵中央繞二層，把邊壁完全遮着絲，使任一根線股都不會直接和鐵接觸。繞線時應特別注意，不可糾纏、擦損或將線股分離。槽中應繞滿着線，但不宜太擁擠，繞滿後電樞上應紮着數層的絕緣帶，把線裹緊，使線卷的腹部在電樞迅速旋轉時不得向外鬆弛。電樞繞紮適當後，即作十一圖A所示的形狀。我們可以用各種粗細的線來繞電樞，看所需的電流而定，但為普通的應用，用30號絲裏絕緣銅線即可。

這個電樞上約繞四英兩的線就夠，線端應從黃銅端的小孔中穿出，看十一圖。一端必須銲接於整流器的一片上，另一端銲着於整流器另一片上。用機器螺釘把

黃銅端(B)裝上電樞(A),而後照樣把(C)裝上。

將各部裝合時,最好在木筒和動輪上塗着一些蟲膠,使牠們固定於軸上。

依照圖十的裝置法來裝合各部分,很為容易;裝好



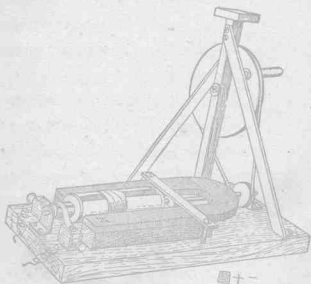
圖十



圖十一

後全部發電機即作十二圖所示的形狀。

動輪須用木製成，厚八分之五吋，直徑六吋，用一根螺栓裝在用木和金屬支撐所製成的架上。輪上可裝一個短柄，用來搖輪，再用一根小皮帶把搖力傳到電樞軸上的小輪，當電樞旋轉時，磁力線被截割，於是電樞線卷內就發生電流，從木塊(GG)的接線柱上所接的線而導出。



圖十二

如果把電樞旋動於比手輪所能使牠旋轉的更大速度，就可發生大量的電流。要達到這個目的，可將皮帶

連於一個較大的輪上，如縫衣機的飛輪或水力發動機的大滑輪。

## 二 一隻小型發電機

製造一切發電機的普通原理都和上篇所述的直流發電機相同；不過在電樞上和場磁鐵上的繞線法，線的粗細和長短，以及牠們的形狀和速度各有不同罷了。

對於巨大的發電機，若要用所需大小的鋼製磁鐵，是辦不到的，牠們必須用軟鐵心，而假外來的電流把鐵心磁化；或用串接法，或分路接法，使場磁鐵在發電機一經適宜開動時能自動激發。

發電機的主要區別最好用圖十三，十四，十五和十六來顯示，十三圖中的電樞和場磁鐵的裝置，和上篇所述直流發電機相同，其場磁鐵(F)是用磁化的鋼製成，電樞(A)是用軟鐵製成，其上繞着細線卷，兩線端從整流器(C)導出，使電流導到刷(B和B B)上，但是如果磁場極也用軟鐵心，就必須用分別的激磁電流通過繞在磁場部分上的線卷，使軟鐵心變成暫時磁鐵——這就和電鈴上的鐵心，電報機的發聲器，或感應卷的鐵心一樣，而後用力把電樞(A)迅速旋轉，那末電流就從B和B B所導出的線中輸出，以供應用。

這些圖中的各個電樞，總是在場磁鐵的巨大極塊

間的空隙中旋轉，方向和時鐘上的針一樣。在這些圖中，只顯示場磁鐵、整流器和刷，電樞用圓圈(A)來表示。

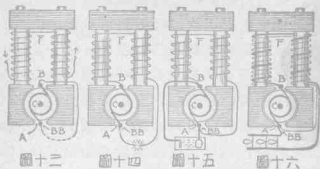
十三圖所示的發電機，牠的場磁鐵是用另置的電池或發電機來激發，這就叫做分激發電機 (separately excited dynamo)，可供各種應用。刷B和BB連接於外電路中，就是連接於電動機或別的用電器具。如果激發電流之值不變，有電樞在裏面旋轉的磁場強度也不變，和前述直流發電機的久磁鐵的磁一樣。

感應電動勢(induced electromotive force)的強弱，依磁力線被截的速度而定，所以在電樞的旋轉速度不變時，牠也是一定不變的。這個作用又和前述直流發電機一樣。

十四圖表示一只串繞發電機 (series-wound dynamo)，其場磁鐵和電樞都是用軟灰鐵製成，牠們的線卷是相串接的——就是把磁鐵上所繞線卷的一端接定於刷B，另一端接於刷BB。用電的器具須接入BB和磁鐵之間，如圖中的弧光燈所示。場磁鐵線卷、電樞，和外電路的線都互相串接，成爲一個單電路。把電樞迅速旋轉時，場磁鐵就自動激發，結果發生電流，電流的簡單路徑是經過刷BB，整流器C，電樞A上的一個線卷，刷B，而後經過磁場線卷F，再回到刷BB。在此途徑中，任何電器，例如電動機、電燈、電車等，都受電流的作用，或發光。

熱或彼推動。

第三種示於十五圖，叫做分繞發電機(shunt-wound dynamo)。場磁鐵線卷和外電阻相並接，就是互成分路，而非串聯。二刷和外電路相連，也和磁場線卷的二端相連，詳情如圖。用電的器具，例如電鍍池，則接於外電路中，



圖十三

圖十四

圖十五

圖十六

使電流經過陽極，電解液，和陰極。電機所發生的電流大部分經過外電路。場磁鐵上的線卷用細線繞成，當電樞旋轉時，老是有電流經過那線卷，無論外電路完成與否。如果外電路發生中斷，必有較強的電流經過場磁線卷。

十六圖表示一只複繞發電機(compound wound dynamo)。這是串繞發電機和分繞發電機的組合物。二個磁場線卷用二種不同粗細的線繞成，粗線的匝數較少，細線匝數較多，兩卷的線端相連如圖。粗線導到一組並聯的電燈，如圖下面所示。這種發電機所發生的電流是



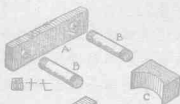
一種恆電勢電流，差不多專用於白熾電燈；從串繞發電機所發生的恆電流可供弧光燈，發力，和別的商业上的應用。

我們可不必問那一種發電機，也不必去試驗交流電和牠的相數與週率，一個少年所需要的只是一隻良好的直流發電機，以便燃點電燈，發動電動機，和把電流供給長距離電報與其他需要大量電流的器具。

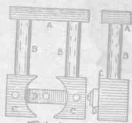
在開始製造時，宜從小的發電機入手，一面進行製造，一面研究牠的原理，以後要造一個較大的發電機，就很不費力了，所有鐵件必須在鐵匠店裏製造，因為各種截割，製螺紋和敲打的手續必須用特種的鐵作工具，鐵料宜用軟鐵，如果能取到鑄鐵來做磁鐵的端，效用比鍛鐵更好。

從四分之三吋直徑的圓鐵棒割取二個鐵心，各三吋半長，在兩端上起着螺紋，如十七圖中的 BB 所示，從八分之五吋厚，一吋半闊的鐵板割取一個軀片(A)，鑽穿着所示的二個孔，二孔中心應相隔二又四分之三吋，孔壁應當製成螺紋，以便把鐵心(BB)捻入孔中，再從一橫方鐵棒割取二個鐵塊，一吋半見方，二吋半高，來做磁鐵端，現在用弓形鋸和半圓銼把每塊鐵的一邊割作圖 C 所示的形狀，這些鐵塊的一端上應鑽着一個螺紋孔，以便把鐵塊捻在鐵心的下端上。

對於較大的發電機，軛片應有六吋長，一吋厚，二吋闊。鐵心必須用一吋直徑的鐵管來製。這些鐵管當然是空心的，如十八圖中的 BB 所示。至於磁鐵端，必須用鑄鐵塊來製成，或用模型鑄造，二又四分之三吋見方，四吋高，如圖 C 所示。軛片(A)和磁鐵端(C)上應鑽着螺紋孔，來容納一吋直徑的管。裝好後這個鐵製電磁鐵有六吋闊，二吋厚，九吋高。如果繞線得法，這樣的一隻發電機可以發生四分之一馬力。

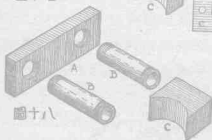


圖十七



圖十九

圖廿



圖十八



圖廿一

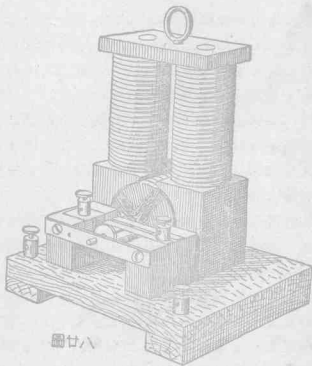
把十七圖中所示的各部分裝合，就成爲一具場磁鐵，二吋闊，一吋半厚，五又四分之三吋高，形狀示於十九圖。A 爲頂上的軛片，BB 爲鐵心，CC 爲磁鐵端，D 爲一條黃銅，用螺釘橫裝在磁鐵端(CC)的背面，黃銅條的當

中鑽着一個孔，用當電樞轉軸一端的軸承。磁鐵端和黃銅條(D)之間，各放一個八分之三吋厚的纖維質墊圈，使黃銅條和磁鐵端分離。在每個磁鐵端的中央，從前到後一直鑽穿一個孔，孔的兩端各製成螺紋，以便容納一個機器螺釘。黃銅條(D)八分之五吋闊，十六分之三吋厚，四吋長。銅或德銀可用來代替黃銅，但不可用鐵或鋼，因鐵和鋼容易受磁的影響。每個磁鐵端的底下應鑽着二個螺紋孔，以使用機器螺釘穿過一個木底座再捻入這些孔中，把發電機固定於底座上。

二十圖是這個場磁鐵的側面，A為軛片，B為鐵心，C為磁鐵端，D為用黃銅製的軸承和接線片。割取二個硬木塊，一吋見方，一吋半長，各鑽穿一個孔，以使用細長的機器螺釘把木塊固定於磁鐵端CC上，如二十一圖中的EE所示。這圖是磁鐵、木塊和金屬條的俯視圖。這二木塊是供裝刷和接線端之用，木塊面前應橫着一個黃銅條(G)，來支持電樞轉軸的他一端。注意黃銅條D和G必須裝在同一水平面上；當中的孔也須在正中位置，因為電樞必須在磁鐵端(CC)之間正確地旋轉，而不得接觸到任一磁鐵端。但電樞和磁鐵端之間的空隙只留十六分之一吋。

從半吋厚的硬木板割取一個六吋闊，七吋長的底座，再割取兩塊一吋闊，五吋長的木條，用膠水和螺釘從

木條的下面捻上,把木條固定於底座,如二十二圖所示而後用長的機器螺釘把場磁鐵裝定於底座上,在底座下面的螺釘頭之下并須墊着墊圈,裝好後即作二十八圖所示的形狀。



圖廿八

從半吋直徑的鋼棒割取一個五吋長的軸,把一端車成八分之三吋長的細頭,他端車成一吋半長的細頭,

如二十三圖所示這就是電樞的軸，應裝在二十一圖中的D和G之間，但是要能穿在兩黃銅條上的孔中自由旋轉，向前或向後移動的距離不得大於八分之一吋，長的突出端應在後面，突出於黃條D的外面應有四分之三吋，以便裝皮帶輪。

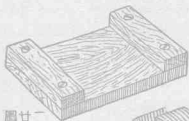
電樞是用分層軟鐵片和絕緣銅線製成，用薄鐵片製成的電樞，工作起來比實心金屬環好，要割取這些鐵片，可先用洋鐵片製成一個模型，法用圓規在一塊清潔的洋鐵片上畫一個二吋直徑的圓，再畫出二十四圖所示的缺口，而後用剪剪下模型片上的中心孔不必用鑽頭來鑽，宜穿一針孔，以使用打孔鑿先求出各鐵片的中心，再進行鑽孔，這些鐵片，可用平常的軟鐵帶來製成，但厚度不得大於十六分之一吋。

要割出這個小電樞所需個數的鐵片，當然要費一點工夫，割出後應套到軸上，如果配割得當，就成爲一吋半長的一個實體。

把這些鐵片裝到電樞的軸上，再把軸裝好後，這個實體的位置應在場磁鐵的凹頭之間，鐵片上所鑽的孔應略小些，要稍加敲打才能裝上電樞的軸，每個鐵片上應塗着一層蟲膠來絕緣，每二片之間應夾着一層薄的硬紙，使鐵片互相隔離，這些紙墊圈應在熱石臘中浸過，或用厚蟲膠來膠合，使鐵片固結成實體，這步手續完成

後，電樞的鐵心就成爲二十五圖所示的形狀。

用櫟木或其他木理細緊的硬木製一個圓柱，長四分之三吋，直徑一吋，以便裝在軸上，在這個圓柱的外面



圖廿二



圖廿四



圖廿五



圖廿六



圖廿七



圖廿八



圖廿九



圖卅

緊套着一段銅或黃銅製的管，在近後邊或內邊的四個等距離處各鑽着一個孔，用小圓頭螺釘捻入木中，而後用弓形鋸從螺釘之間把管鋸成四個相等部分，這就是整流器，要把這四個部分銅片固定於圓柱上，可先拔去一個螺釘，用厚蠟膠塗在圓柱上，而後把銅片壓緊在牠

的位置上，仍把螺釘捻好，照這個方法把其餘三部分銅片裝定，電樞就可預備繞線。

一只發電機的電壓和電流量，是靠牠的繞線法，線的粗細，繞的匝數和方向來算出，這是一個關於計算的問題，業餘實習者現在可以不必理會，因為較為專門而涉及原理的，將來可於高等書籍中研究之。

對於這個發電機，我們得用22號棉裏絕緣銅線來繞電樞，用16號雙層棉裏絕緣銅線來繞場磁鐵，把這個電樞繞好而可以裝刷和接線時，就作二十六圖所示的形狀。

現在用黃銅車成一個小動輪，直徑二吋，厚半吋，表面上刻着一個V形的槽，在輪一邊的轆上裝着一個定螺釘，以便把輪固定於軸上，這個滑輪應裝定於發電機後面的軸端上，地位和整流器殼相對，二十九圖表示一個繞線圖，三十圖表示把線卷的端接於整流器的方法，電樞的每個槽中必須繞着二個完全的線卷，如三十圖的圓柱上所示，這些線卷須用一條卡紙來隔離，卡紙須浸着石蠟，放在一個槽的中間，一面進行繞線，對於有些電樞，一個線卷可以繞疊在另一個線卷的上面，但是這個方法不好，因為遇到捷路，斷線，或燒毀的時候，如果要拿到下面的線卷，非除去上面的好線卷不可。

開始繞線時，先把細絕緣線的一端接定於整流器

(1);而後在電樞上繞線,把槽繞到半滿,如三十圖所示,繞完所需的匝數時,把線引到整流器(2),在這整流器的螺釘上繞一下,但這部分線須刮成裸線,這樣夾在螺釘頭之下,便可獲得良好的接觸,而後從整流器(2)把線引到和第一槽成直角的槽中,將這個槽繞到半滿時,把線引出到整流器(3),再把線引來,繞滿第一槽的另一半,於是將線引出到整流器(4),再將第二槽的另一半繞滿後,把線端接定於整流器(1),於是電樞的繞線完成,中途沒有折斷一次。

為保持線卷的位置和防止在高速度離心力之下向外鬆解起見,電樞的中部最好用線或塗着膠的帶紮住。

在導入線和導出線上釘好小螺釘之後,就可預備把電樞裝入軸承,因為支持刷子和接線柱的木塊,有一部分掩蔽孔道的前面,電樞必得從後面插入黃銅條(G)(二十一圖),而後把後面的黃銅條(D)裝上,電樞裝妥,要能在場磁鐵兩足之間自由旋轉,順滑無阻,磁鐵的足切不可和電樞接觸,刷子可用薄的彈性銅製成,裝在木塊上接線柱之下,一個刷攔在整流器的頂上,另一個向上壓着整流器的下面,而後進行在場磁鐵上繞線,繞法和平常繞電磁鐵的方法一樣,每個鐵心上繞五層或七層,如果可能,可繞任何更多的層數,但線股不得突出於磁



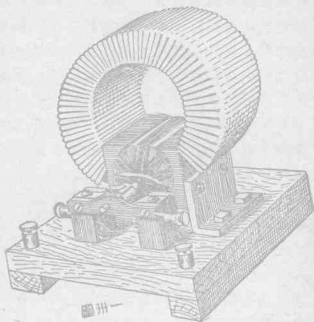
鐵端或軛片的外面，線端的接法如十四圖或十五圖，把線端由底座中穿下，再由適宜的地點穿上，使遇到一個接線柱的腳，於是全部發電機完成，如二十八圖所示。

這個發電機在第一次開動之前，最好在磁場線卷中先通以強電流，這樣在發電機再開動時，鐵心和鐵的各部分所保留的剩磁就可感生第二次的電流，較大的發電機也可以依這個方式製成，如果電樞的鐵心的直徑有四吋，長度有六吋，槽有八個（比上述的多四個槽），而放在一個按比例增大的磁場中，這個發電機可以發生一馬力。

### 三 裂環式發電機

三十一圖表示另一種發電機，它的構造是：一個銀鐵或鑄鐵製的裂環，上面繞着線，用當磁場；一個用薄鐵片層疊製成的電樞；以及所需的刷，接線柱，整流器和線。

請鐵匠製成一個C形鐵環，八分之三吋厚，四吋闊，裂口應有三吋闊，如三十二圖所示，鐵環的外直徑應有五吋，兩端鑽着螺紋孔，以便容納機器螺釘，用銀鐵製兩個凹面耳，裝在環端上，這兩個耳各四吋長，一時半高，頂和底各四分之三吋厚；中間應割成凹形，使一個二吋直徑的電樞裝在兩耳間旋轉時，電樞和耳之間有八分之一吋的空隙，在耳上鑽穿兩個孔，以使用機器螺釘從孔



中穿過，再揷入鐵環(C)端上的孔中。用鍛鐵製兩個L形的角片，高一吋半，底闊一吋，用機器螺釘裝定於耳的背面，當做場磁鐵的腳，如三十三圖所示。在耳的後面橫裝着一條黃銅板，板與耳之間用纖維質的墊圈來隔絕。此板四分之三吋闊，四分之一吋厚，中間鑽穿着一個八分之三吋直徑的孔，以便容納電樞轉軸的後端，如三十四圖所示。此圖表示場磁鐵的前面，C為鐵環，L L為耳，F F為腳，S為電樞的軸承，B為底座，用四分之三吋厚的硬

木製成場磁鐵用螺釘裝於底座上。

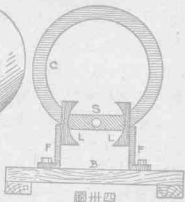
製電樞核心用的金屬片，直徑二吋，可從十六分之一吋厚的軟鐵板割成，有八個凹口，如三十五圖所示，把整流器的殼上的管分做四部分，使每個線卷的端可以



圖卅二



圖卅三



圖卅四



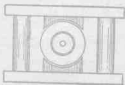
圖卅六



圖卅五



圖卅七



圖卅八

引到一部分上，如前三十圖中所述，但是在這個有八個槽的電樞，每個槽內只有一個線卷。

三十六圖表示電樞的裝置，S代表軸，B B為軸承，L為軟鐵片，C為整流器和殼，P為滑輪，N N為夾緊軟鐵片和把軟鐵片固定於軸上的螺旋。止電樞軸直徑半吋，軟鐵片共厚四吋，整流器筒直徑一吋，長四分之三吋，把軟鐵片兩端以外的兩部分電樞軸都車細，前端更細，以便穿在前面的軸承中。

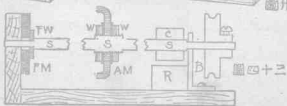
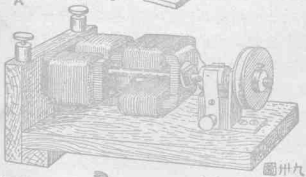
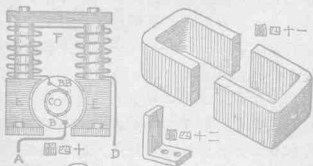
關於這個發電機的其餘部分，可依照上篇所述的小發電機的構造詳情來仿造。結果就得到一只四分之一馬力的發電機。場磁鐵上用16號雙層棉裹絕緣銅線，繞五層或七層；電樞用22號絲裹或棉裹銅線來繞。接線法可用十四和十五圖所示串繞發電機或分繞發電機所用的接線法。三十七圖表示另一種磁場，其構造為兩個鐵板，用螺釘裝定於一個鐵心上，凹面的耳又裝定於板的內面，電樞也在兩耳間旋轉。三十八圖表示曼徹斯特式磁場(Manchester field)，其構造為兩個鐵心，頂上和底下各裝着一個軛片，用線卷來激發；兩耳裝在鐵心之間，電樞也在兩耳間旋轉。

#### 四 平底電動機

直流電動機和發電機的構造完全相同，而作用恰

相反,同一電機,用力轉動則生電流,若把電流通入即發動而生力。

一切電動機中,最簡單的是平底電動機,示於三十九圖,其構造為一個裝在軸上的電磁鐵,在另一個固定



電磁鐵的前面旋轉。此種電動機可以用一組乾電池或一個蓄電池來發動。在前次講發電機時，我們曾討論過四種不同的接線法。直流電動機的接線法也是這四種。不過我們現在只先說明一種串繞電動機，示於四十圖。電流從A流入，到刷(B)，經過整流器(C)和電樞線卷，再經過刷(BB)和場磁線卷(F)，而後從D流出。這個路徑和十四圖所示串繞發電機的電路相同。此種發電機所發生的電流，可用來發動任何串繞直流電動機。

用半吋厚的硬木製一塊底板，長六吋半，闊三吋半。在底板兩端的下面裝兩根橫木條，闊四分之三吋，厚半吋。裝時先塗以膠水，而後用螺釘從下面捻上。在底座的一端裝一塊二又四分之三吋高的直立板，板的下邊和橫木條的底面齊平，如三十九圖左邊所示。這個壁板宜用膠水和螺釘裝定於底座之端和木條邊上；再將全部塗以顏色和蟲膠，以資美觀和牢固。

請鐵匠製兩個U形軟鐵件，如四十一圖所示，用當磁場和電樞的心軟鐵厚四分之一吋，闊一吋半，製成後縱橫應各為一又四分之三吋。一個U鐵的肩頭的當中鑽穿一個半吋直徑的孔，孔的上下再鑽兩個較小的孔，以便穿圓頭螺釘，把U鐵裝定於木壁板上。另一個U鐵的肩頭中間應鑽一個八分之三吋直徑的孔，以便把這U鐵裝定於電樞的軸上。在這兩U鐵上各繞着六層20

號棉裹絕緣銅線，但鐵面上須先裹着數層紙，每繞上一層線，須塗以一層厚蟲膠，使線股有良好的絕緣，且互相膠住。繞線時，須依照四十圖所示的接線圖。場磁線卷繞好後，用四分之三吋長的圓頭黃銅螺釘把牠裝定於壁板上。

從場磁鐵上的孔的當中鑽一個四分之一吋直徑的孔，穿過壁板，以便電樞的軸穿過，而後製一個L形黃銅角片，高二吋，闊四分之三吋，腳長一吋，如四十二圖所示，腳上鑽着兩個孔，以便穿螺釘而捻入底座；近頂處鑽一個四分之一吋直徑的孔，孔的中心和壁板上所鑽孔的中心須互相對準，電樞的軸用鋼製成，直徑八分之三吋，長六吋半，兩端車細，直徑各為四分之一吋，但一細頭長一吋，另一細頭則長一又四分之一吋，較短的一頭穿入壁板，較長的一頭穿過L形銅片軸承，以便裝上滑輪。取一段口徑八分之三吋，長一吋的黃銅管，離滑輪一端二吋處套在軸上，用一只平頭螺釘釘緊，再在這管面上車出螺紋，兩端各配上一個螺旋止，這樣在電樞U鐵套上這管時，就可把兩頭的螺旋止捻緊，使電樞固定於軸上。這部分裝置詳示於四十三圖中之剖視圖。

圖中軸(S)的左端穿在木壁板上四分之一吋直徑的孔中，壁板的外面用螺釘鑲定着一個黃銅片，片中鑽着一個四分之一吋直徑的孔，用當軸承，這根軸不會觸

到場磁鐵(FM),因為場磁鐵上的孔很大,而軸端的直徑只有四分之一吋,電樞軸在未穿入壁板之前,應先套上一個纖維質墊圈(FW),使軸不得向後移動太多,且使旋轉時避免任何'跳動'的聲音。

軸(S)的中部穿在有螺紋面的黃銅套管內,AM代表電樞磁鐵,WW代表裝緊電樞磁鐵所用的墊圈和螺旋止。圖右邊的S仍代表電樞軸,B為軸承,C為整流器的殼,P為滑輪,R為裝着刷和接線柱的小木塊,在整流器的下面。

我們把從前講過的發電機裝置以為參考,再用附的幾個圖來做引導,這個電動機一定不難裝合。

場磁鐵端和電樞磁鐵端之間,應隔開八分之一吋,整流器的殼長四分之三吋,直徑四分之三吋,整流器的製法,和直流發電機上的相同,但要當心裝整流器所用的螺釘不得觸到電樞軸,在底座上裝一個四分之三吋的立方木塊,地位在整流器的下面,把刷和接線柱裝定於這個木塊上,如三十九圖所示,除非電樞偶然在某一個位置上,這個電動機是不會自己發動的,要牠發動,必須在通電流時先把滑輪加以轉動,這個電動機的旋轉速率,依通過線卷的電流多寡而定。

## 五 另一式簡單小電動機



四十四圖表示另一種電動機，用一個磁場線卷來磁化鐵心和其突部。這個電動機的架子，由兩塊軟鐵板製成，各厚四分之一吋，長六吋，闊二吋半。每板的一端彎摺成一個四分之三吋長的脚，板的當中鑽一個半吋直徑的孔，離板底高一又四分之一吋。用一個機器螺釘穿過這孔，把磁場的鐵心裝定於架子的當中。鐵心是用圓鐵棒製成，直徑四分之三吋，長二又四分之三吋，每端鑽着一個螺紋孔，來容納締合螺釘。

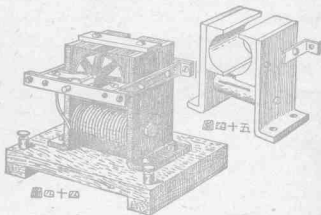
兩邊耳狀塊用鐵製成，一面挖作一個半圓柱形的凹陷；裝定於邊板上時，可使一個二吋直徑的電樞在裏面旋轉。耳狀塊長二吋半，闊一吋，高二吋半。

用八分之五吋闊，八分之一吋厚的鐵條製兩根有L形頭的邊條，每根長四吋，鑽着兩個孔，以使用締接耳狀塊的同一機器螺釘把它裝定於架子的外面，如四十五圖所示。這二根邊條伸出於架子板前後各半吋。在架子的前後二面各橫裝着一個和鐵邊條等大的黃銅條，用螺釘或小螺絲把黃銅條的兩端裝定於邊條的L形頭上。在二黃銅條的當中各鑽穿一個孔，以作電樞軸的軸承。皮帶輪就裝在突出於後銅條後面的軸端上。

電動機的頂上，用機器螺釘裝定着另一塊黃銅板。邊條的前端和前面黃銅橫條所造成的內角中，各裝定着一個硬木塊，以便裝銅刷和接線柱。左邊木塊頂上的

刷壓在整流器的頂上；對面木塊底下的刷壓着整流器的下面。

電樞的鐵心用片層製成，製法和發電機的電樞一樣。要電動機真正有效，電樞上應有八個或不止八個凹槽。



這個電動機的其他部分的裝置和接線法，與平底電動機相同。電樞上應繞以20號或22號絕緣銅線，場磁鐵上繞以16號或18號線。但對於高電壓，這個電樞應繞以更細的線，且用一個變阻器來發動牠。

## 六 又一式小電動機

此種電動機只是串繞發電機的複製物，其普通裝

置已示於四十圖。

這個電動機的大小不拘，但是如果牠的體積增大則磁場鐵和電樞的重量亦必按比例增大。要製一個効力鉅大的電動機，場磁鐵應有十吋高，六吋闊；鐵心五吋長，直徑一吋半。這些鐵心應請鐵匠代製，用螺釘裝合。電樞直徑三吋，長四吋，用充分電流通入線卷，使每分鐘旋轉一千六百次時，可以發生三分之二馬力。

接線裝置亦如四十圖所示，電樞的裝法和繞線法與二十八圖所示的發電機一樣。

# 第十一章

## 電 鍍

### 一 簡單的電鍍

電鍍是電的奇妙應用之一，在科學上稱做電解，就是說利用電流的作用和適宜的裝置把一種化合物分解成牠的成分或元素，但是電鍍池裏的液體——通稱電解液——如果是非導體，電解作用斷不會發生的。

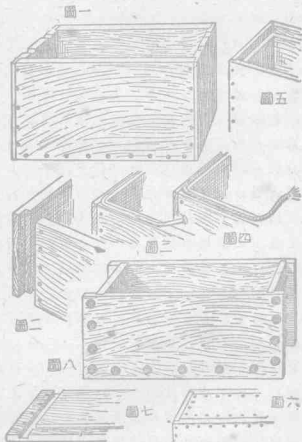
礦水，或含着硫酸銅，硫酸鋅，氯化鎳，氰化銀 (silver cyanide)，硝酸銀，或鈾和其他金屬鹽的水，都是良導體，油是非導體，電流的電壓無論高到怎樣的程度，都不能從油中通過。業餘實習者在入手時所應備的最簡單電鍍設備，為電鍍板製造者普通所用的硫酸銅電解池。這種池也廣用於提鍊製造精製電器所用的銅。世界上銅的全產量中，有一半以上是用於電工的，如導體，電鍵和各種機件。因為銅中若含有任何雜質，都會阻礙銅的導電力，所以即使含有極微量的炭或砷都須除去。用電解法鍊銅是現在電工上的一個很重要工作，每年約有五十

萬噸的銅加以處理，以除去一切雜質，同時銅鑛中所含的金、銀和其他貴金屬，也附帶的提出。

電鍍、電鑄和鍊金的手續完全相同；不過在電鍍時，要鍍的物體留在電解液中的時間很短，只須物體上生有一層銅表面就可提出。在電鑄時，蠟製模型留於電解液中的時間較長，直到模型上生着薄銅殼而止。鍊金時，陰極浸在電解液中的時間更長，直到陰極上生着厚層的銅而止。但無論是電鍍、電鑄或電鍊，總須有一只小槽或大玻璃瓶來盛電解液。這個槽最好作方形或長方形，可用白木、松木或柏木製成，但製造和防水都須特別注意（圖一）。若以實驗為目的，用一只十八吋長，十吋闊和十二吋深的箱來做鍍銅池就夠大了。對於鍍銀、鎳或金，應當用較小的箱；因為含有這些金屬的電解液價值較貴，所以箱的容量不可太大。

取一塊十二吋闊的完好木板，要十分乾燥，沒有瘤節或腐爛的地方。割取箱的兩邊，各二十吋長，箱的兩端，各八吋長。用鑿、鋸和鉋把邊板的端製成圖二所示的形狀，或者如果附近有鋸木廠，這些板端最好用圓鋸製成，如此便可保證正確和裝緊。用手鑽鑽幾個螺釘孔，孔上製成裝埋釘頭的窩，使螺釘可以自由從孔中穿過而拴緊於木板的邊上。這些啣接處應當用螺釘和充分的鉛白或地氳青假漆使其水密；而後預備這個框的下邊，以

便裝釘底板把箱底翻轉向上,用一根粗的鋼線釘和一把錘在四周木板邊的當中錘成一條凹槽,如圖三所示,這個凹槽切勿用半圓鑿鑿成,因為在需要時,預備這個



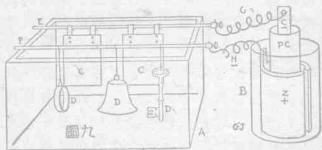
凹進的木頭又復脹出，鈍木成一個凹道的目的，在嵌進一根浸着地氾青假漆或埋在鉛白中的棉繩燈心，這個燈心應在箱底未釘上之前嵌進（如圖四所示），這樣後來（如果接合處發生漏泄）木頭會得脹起，把燈心壓出，於是將罅隙彌補。

底板的四周應鑽着孔，每兩孔不得相隔二吋以上，用螺釘從孔中穿過而捻入箱的下邊，在箱的內外兩面都塗以數層地氾青假漆，結果就得到圖一所示的箱，在木箱兩端板的頂上各開着兩個淺凹槽，以便攔着橫棒而不移動，這些棒應相隔三吋左右；掛陽極，或扁平銅板的棒，應靠近箱的一邊，留開充分的地位，使各種大小的物體得適宜地浸在電解液內，另一種裝箱底的方法示於圖五，此圖為箱底翻轉向上時所看到箱壁的形狀，箱四壁的下邊上鑿着槽口接縫；在四壁未釘合之前，應先製成一個適宜形狀的箱底，便可正確地嵌在槽口接縫內，這個槽口接縫和底板的外邊須塗以鉛白，同時裝合，用螺釘穿過箱壁的下邊而捻入底板的邊中，再用螺釘穿過底板而捻入箱壁的下邊內（圖六）。

這裏還有一個更牢固的巨大電鍍箱的製法，是把木板割成圖七所示的形狀，而後用螺栓把箱的兩邊箍住，同時鎖緊箱端和箱底，這樣箱壁就不會偏離，這些螺栓用八分之三吋直徑的圓鐵棒製成，兩端起螺紋，配上

螺旋止，用大墊圈夾在箱壁和螺旋止之間，使螺旋止在拧紧時不得損傷木壁，而却壓在墊圈上，但在各部分尚未裝合和用螺絲鎖緊之前，所有的接縫都須塗以鉛白或防酸膠灰，以防漏泄。（圖八表示製成的電鍍箱）。

電解池的箱子既經造好，現在可取兩根充分長的銅棒架在箱口上，兩端伸出於箱外各一二吋，在每棒的一端上裝着接線柱，以便接上電池的線，棒的他端聽其自由，如圖九所示。陽極，或純粹的軟銅板，掛在陽極棒上；要電鍍的物體，或陰極，用能適宜導電的細銅線掛在陰



極棒上。陽極線和電池的炭極或銅極相連，陰極線和鋅極相連。陽極為軟銅板或生銅板，應盡量近於純粹，才可充電解之用；但是如果要把銅再行析出而除去雜物，這些銅可以作薄的鑄塊狀，恰和從鑛中而來的銅一樣。

用電解法鍊銅的普通原理很簡單，一塊未提鍊的生銅板，從陽極棒上掛下，而浸在一槽的硫酸銅溶液中，這個溶液的製法，是用充分的硫酸銅，即胆礬，溶解於水



中,直到不能再溶入而止,再用數塊硫酸銅投入槽底,以備補缺,而後在每加倫溶液內加一英兩硫酸(或每1000 c.c.加8克),使成爲較靈敏而良好的導電體。

這個生銅板是用當電流的導入極,另用一薄片不厚於紗紙的純銅,掛在對面的電極棒上,當做導出極;或者不用薄銅片,而用若干銅線從這個棒上掛下亦可。這些電極——就是銅板和薄銅片或銅線——應相靠近,使電流可以自由通過而電解池內不發生內電阻。電流從生銅板通到純銅片或銅線時,就把硫酸銅溶液分解,使析出牠的金屬銅而附着於銅片或銅線上;同時電流從生銅板奪取等量的金屬銅,而把牠變成化學的銅。但實際上却是電流從溶液奪取金屬銅,而把牠加到純銅片上,同時被分解的溶液的其餘成分,自己從生銅板奪取所需分量的銅。這樣生銅板就減小而純銅片增大,雜質和其他金屬鹽類沈於槽底或和溶液相混;因此這個溶液必須隨時提淨,或代以新鮮的溶液。這就是鍍銅的方法,任何金屬物品都可使其適宜地清潔而被塗着一層銅,只須把牠懸於槽內而通入電流即得。

要提鍊純銅,任何金屬都可用當承銅物,但是如果製一塊純銅板,以便熔解而鑄成銅錠,則最初的陰極當然必須也用銅製;否則結果將成爲不純的混合物了。例如,如果用一塊鑄鐵來承銅,這個鐵就被封閉於積附

的純銅裏面，換句話說，結果將成爲鍍着厚銅的鐵塊，而加以鎔化後，將成爲銅和鐵的熔合體了。鍍銅或電鍍板術所用的陽極，不必用絕對純粹的銅來製，但是這個銅越是純粹，溶液越不污濁，而也無需時常補充。

要鍍銅的物件，並不限於金屬製的，用任何材料製成的都可以，只須有一層能導電的表面。用任何可範型的材料，如蠟或膠灰，所製成的鑄型，如果要有導電的表面，可用不溶於水的媒介物敷上一層石墨，細炭粉或金屬末。把塗着石墨的蠟製模型或活字和銅鋅版的印型懸在硫酸銅溶液中，再接上陰極的線，務使與石墨相接通，則蠟的表面上就立刻開始積銅。當銅層積到充足的厚度時，把模型從溶液中提出，把所鍍成的薄銅殼從蠟上移開。倘是數件相連的，再加分割，務使每個銅殼與其鄰殼分離而無毛邊。花，葉，花瓣，和各種其他物件，都可依此方法而鍍上一層銅。最美觀的是在薔薇花上鍍着銅，再把牠們放到鍍金槽中歷一短時間，而後把所鍍的表面加以化學的處理，以仿造羅馬金或多斯加金的光澤或古色。錢幣，獎章，徽章，和各種類似的物件，都是用電鍍法複製而成的，牠們的表面上施以金，銀，青銅或其他色彩。在多年以前，這是不可能的，因爲舊法是用金屬製成一個物件的描繪鑄型，而後再把表面修整。這是一種耗費而遲慢的工作。到了1805年意大利電學家布魯格納

勒利(Brugnaelli)電鍍了兩個銀幣,於是築下近代電鍍術的基礎,但是他的方法並未通行,直到1839年左右電鍍和電鍊金術才開始實用,在發電機未發明之前,電流必須用電池來供給,所以當時的電鍍比現在的方法較為耗費,但是業餘實習者用電池就滿足了,因為他們對於電弧燈或電燈等所用的直流電力,恐怕還不能接近使用。

各種電池都可供此種用處,詳情容後來敘述,對於鍍銅的槽,必須用軟銅板或生銅板做陽極,這些銅板應有充分的厚度,以免消蝕過快,也須有適宜的大小,以便裝於槽內,用一塊大的或數塊小的都無不可,板頂上須用帽釘裝着硬銅條鈎,使銅板可掛在電極棒上而懸於溶液內(圖十),接觸點應保持光潔,使電流從電極棒流到銅板時不遇任何電阻。

圖九表示一種電鍍裝置的全部,可應用於任何電鍍法,所不同的只是溶液和陽極罷了,例如要鍍銀,必須用含銀溶液和銀製陽極;要鍍金,必須用含金溶液和金製陽極,此圖中的A,代表電鍍槽;B,電池;CC,陽極;DDD,陰極,就是要電鍍的物件;E,陽極棒;F,陰極棒;G和H為導入線和導出線。

業餘實習者的心理上常有一個疑問,就是怎樣把電池裝連於電鍍槽和懸於槽內的物件,可是你只須把

電鍍術的原理徹底領悟了，這便不發生困難。

我們要曉得，電鍍槽的作用和電池的作用恰反。電池內進行的作用，是酸類作用於陽極而產生電流，同時和一個極的金屬造成鹽；反之，在電鍍槽裏，從外源（電池或發電機）流入的電流，把溶液內的鹽分解，同時在一極（陰極）上積附着金屬。

溶液內其餘成份就侵蝕塊狀或粒狀的鹽，把牠們溶解而替補所耗去的鹽，或者侵蝕最初造成這些鹽的金屬陽極；所蝕去的分量，適可補充被電流作用而沈積於欲鍍物件（陰極）上的金屬，如果你記好電流通過電池與通過線和槽內的溶液一樣，則你就能把電極適宜地連接而不致紊亂了。

你須明瞭鋅炭電池或鋅銅電池內的生電情形。鋅極對於炭或銅是正電性的，在較高電壓時，電流從電池內的鋅板流到炭板或銅板，所以鋅極是正極。現在電流從鋅到炭（即負板）而流過電池後，必須從炭板流出電池，經過電鍍槽而又回到電池內的鋅板，所以炭板雖然在電池內為負極，但是裝在炭板上的線（G）所傳導的却是正（或十）電流；同樣，線（H）所傳導的是負（或一）電流，雖然這線把電流回到電池的正極。

這是電路的簡單解釋，但為更明瞭起見，你只須記好把陽極棒上的線連接於電池的炭極或銅極，陰極棒

上的線連於電池的鋅極。

對於鍍銅，這個接線法很容易決定，因為如果把線接錯，則積附作用將不會發生，且陰極會變做一種黑暗色，如果一切裝置適當，陰極上會立即現出一種淡紅色的銅的光澤，電流太少，則電鍍將成為冗長的工作；但是如果電流太多，陰極上會沈積着一層棕色的「泥」，這層「泥」必須洗去或括去，再將物件盡量洗淨，而後才可讓新作用發生。

如果用一組電池以為電源，則電流很容易作適宜的控制，只須截去若干個電池，或用電阻線卷來控制亦可（參閱第七章）。

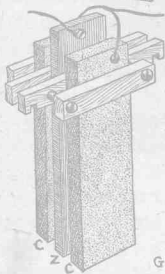
電鍍用的電池可以自製，亦可買現成的，但應當用原電池，電鍍不必用蓄電池，因為用不着大量的電流。

一個最適用的原電池組為本生電池，就是圖九中和電鍍槽相連的電池，詳情示於十一圖，牠的構造為一只玻璃外筒(GJ)，裏面有一只用混汞的鋅所造成的筒狀極(Z<sup>+</sup>，即陽極)，浸在稀硫酸內（一份酸加三分水），鋅筒內更有一只素燒泥筒(PC)，筒中盛濃硝酸，酸內插着一根炭棒(C<sup>-</sup>，即陰極)，泥筒和玻璃筒內的液面應有相等的高度。

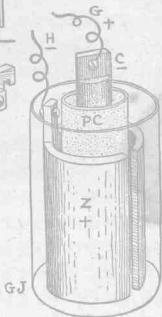
這個電池內不會發生極化，因為在鋅板上發生的氫氣由硝酸中向炭極進行時，中途即將硝酸分解而本



圖十



圖十二



圖十一

身被氧化。如果玻璃筒的直徑有六吋而高有八吋，這個電池可發生約 2 伏特的電壓。又因為牠的內電阻很低，故可供給恆電流歷數小時之久。這種電池可任意製造幾只，串接起來應用；但在不用時，須將鋅極提出洗淨。任何重鉻酸鹽電池都很合用於電鍍，尤其以格蘭納特 (Gre

-net)重鉻酸鹽電池為最佳。這個電池用一塊以汞混透的鋅版做一個電極，而用一對炭板，對立於鋅板的兩邊，上端相連，當做另一個電極。在不用時，應將這全部裝置從重鉻酸鹽溶液內提出，置於水中洗淨，橫架於玻璃筒頂上，以備下次應用。鋅板和炭板須相連結，而彼此間有良好的絕緣，並且務使鋅板沒有接觸到炭板的機會。欲達到此目的，可用四塊硬木置於熱石蠟中浸過，而後用適宜的螺絲和螺旋止把牠們鎖合如十二圖。炭板和鋅板的頂角上應鑽穿一個孔，以使用小螺絲和螺旋止來接上一根線。

這個電池的充電法是這樣的。先用五液量盎司的硫酸加到三品脫的冷水中，宜徐徐將酸倒入水中，同時用玻棒或炭棒攪拌。而後靜置數小時，待其冷卻後加入六盎斯的鉻酸鉀細粉末，混合透徹，將這個溶液倒入玻璃筒，滿四分之三即足。而後就可將炭極和鋅極插入。炭板和鋅板上所裝的四個木夾中，最好有兩個較為長些，使兩端伸出充分的長度，而可架在玻璃筒頂上。為保持牠們於玻璃筒的當中起見，這兩個夾的下面應鑿着凹槽，使可啣着筒口。這種電池可任意用幾個串接起來。

## 二 洗滌法

電鍍法中最重要的手續之一，是在欲鍍物件未放

入鍍液之前,先把牠們適宜地洗滌,一經洗淨,這些物件的表面即不可和手指或任何有灰塵或油脂的東西接觸,否則所沈積的金屬將不能黏牢於表面上,而不久就要剝脫或起泡,只須極微量的雜質就足以阻止沉積的金屬附着於欲鍍的表面,所以任何物質,凡能妨礙金屬分子適宜傳遞於處理過的表面的,都要小心地把牠完全除去,要從新的金屬表面除去雜質,主要應用酸類;對於銅,黃銅,鐵,鋅,金和銀,下面列着一個表載明洗滌這些金屬所需的酸和水之適宜混合比例,表中的數字代表份數,例如第一行表示100份水,50份硝酸,100份硫酸和2份鹽酸——共計252份,這些液體可用玻璃量筒來量,

	水	硝酸	硫酸	鹽酸
銅和黃銅	100	50	100	2
金	100	...	...	15
銀	100	10	...	...
鉛	100	2	8	2
錫	100	3	12	3
鋅	100	...	10	...

在要洗滌而電鍍的物件的一部分上繞着一段細線,線然後把物件浸在酸中,再移置於清潔的溫水或熱水中洗滌,洗時用刷浸在水中而迅速摩擦物件的表面,



依此法浸洗數次洗滌光潔後，把它放入酸液，將線的自由端絞繫在陰極棒上，於是開通電流，注意物件應完全浸於鍍液內。

生着鏽的金器或銀器可浸在氰化鉀的熱溶液中來洗淨，濃而溫暖的碳酸銨溶液亦可剝脫銀上的鏽，而使易於刷去。生着鏽的黃銅、銅、德銀和青銅，應置於三英兩硫酸，一又四分之三英兩硝酸和四英兩水所製成的溶液中洗滌，這溶液能迅速把鏽剝脫而溶解，然後應把物件刷過，浸於熱水中而洗滌，然後復把它放在溶液中浸一二分鐘，再加洗滌，便可預備放入鍍液。

生着鏽的鋅應浸於一英兩硫酸，二英兩鹽酸和一加倫蒸餾水或雨水所製成的溶液中，鏽被酸蝕去後，應將鋅刷淨。

生着鏽的鐵或鋼應浸於六英兩硫酸，一英兩鹽酸和一加倫水所製成的溶液中，鏽被除去後，把物件浸在一品脫（十加倫）硫酸和一加倫蒸餾水所製成的溶液中，在硫酸未加入水中之前，先溶解四分之一磅硫酸鋅於水中；然後加酸，徐徐倒入，並將水攪拌。

欲洗淨鉛、錫、銻藥和牠們的化合物，可把牠們溶在苛性鈉或苛性鉀的熱溶液中，然後再用熱水洗滌。使用苛性物時要特別小心，因為牠能腐蝕皮膚和身體的組織，不可讓手指接觸到任何洗淨的物件，因為身體的含

油分泌物會黏附於金屬，而使所沈積的金屬層剝脫或現出有斑的形狀。

### 三 電 鍍 槽

欲鍍的物件不可觸到電鍍槽的底或邊，且須離開陽極充分遠，使不得互相接觸。陽極和陰極不可放得太靠近，否則鍍料將不能沈積得均勻，最靠近陽極的部分上將鍍着較厚的金屬，牠們也不可離開太遠，否則槽內的電阻增加，這當然是「能」的一種浪費。要知道如何安插陽極和陰極，必須從經驗學習，但若仔細地注視着所沈積的金屬，則欲決定牠們的適宜位置並不是一件難事。

對於業餘電鍍工作，最好用玻璃槽，因為可使我們注視到物件，而不妨礙牠們的電線連接，也不必把牠們從鍍液中取出。欲將球形、圓柱形或空心物件鍍銅時，對於鍍槽有一個很好的設計，即在槽的內面襯着銅條，或一片銅（用鈎把銅掛在槽邊上）；然後把陽電線直接連於這些銅條。此種裝置只應用一根棒，即陰極棒，欲鍍的物件就懸在這棒上。這樣物件可從各方面吸取沈積的銅，結果就鍍着一層分佈得較均勻的膜。

電流應逐漸增大，開始勿用大量的電壓。你注視着沈積金屬的性質，就立刻知道所用的電流強度是否適

宜。如果一切工作得適宜，則沈積的銅將具有一種美麗的肉色；但若電流太強，牠就現出一種暗紅色而像磚的表面。這是不對的，必須把物體取出洗淨，將電流減小，然後再把物體放入鍍液。

當物件上已鍍着充分厚的銅層時，把物件取出，放在流動水或溫水中洗滌透徹，以便除去留殘在物件上的一切鍍銅液。如果省却這步手續，則表面在乾燥時將變為一種暗棕色，而必須用洗銅的酸溶液把牠蝕去。

沈積的銅愈緻細，則愈好而光滑，且顆粒將愈細而不會具有粗糙的表面。除非需要霜狀的外觀，粗糙的表面上老是難以再鍍上銀或金。非導體上通常都預先鍍着銅，然後再鍍上所需的金屬，作為最後的表面。

欲使表面具有導電性，可用研磨成微細粉末的煤氣炭或最好的石墨刷在表面上，要塗刷得周密。如果在任一部分上發現沈積得慢，可用一根連在主導體上的絕緣線的端觸着牠而使增快。塗刷的處理當然只可應用於能夠耐受此種處理的牢固物件；對於欲鍍銀或金的花朵，昆蟲和其他細緻的東西，就不可應用。這些東西應浸在酒精和硝酸銀所製成的溶液中，以便塗上一層銀膜。這溶液的製法可用二份硝酸銀加入一百份精製酒精中，盛於瓶內塞好，再加熱而製成物件乾燥後，應放在一個罩內，薰以硫化氫氣。欲製硫化氫氣，可用一滾

鍍鐵棒放在火爐內燒到白熱，然後用一條硫黃和牠接觸，則鐵即熔解而滴下如蠟。把這些鐵滴（硫化亞鐵）收集於瓶中。現在在鐵滴上澆着稀硫酸（一份酸和三份水），則硫化氫氣立即發生。此氣有腐蛋的臭味，很容易認識，可用一根管把牠通到你使用的地方，用後倒去液體，便可使氣體停止發生。

用此法處理過的一切物件，應預先鍍以薄層的銅，始可再鍍上別的金屬。

#### 四 鍍銀法

鍍銀法和鍍銅法相同，不過改用純銀條（或板）做陽極，和用硝酸銀、氰化鉀和水做電解液。

用100克的硝酸銀溶解於4立特（4000 c.c.）水中；如果這分量不足以充滿電鍍槽，可按比例多製一些溶液。用60克的氰化鉀，溶解於2立特水中；把這個溶液徐徐加入硝酸銀溶液內，便產生氰化銀沉澱。繼續加入和攪拌，直到不再產生沉澱為度，注意不可多加。

把這個沉澱取出，納入濾紙中，加水洗滌。濾紙應捲成漏斗狀，使水由紙中漏下而把沉澱留於紙上。這個沉澱須溶解於另外的若干氰化鉀溶液中，而後加到電鍍槽的溶液內。現在每立特溶液內所含的氰化鉀，應比最初的約多15克。

銀製陽極能顯示這個電解液的是否合宜。如果這溶液配製適當，陽極就呈漂亮的乳脂色，否則就變暗晦或呈淡紅色。

電流的適當強度，可由所鍍物件的外觀來決定。如果表面作漂亮的白色，這就表示溶液和電流都很適宜。但是如果電流太大，則陰極便發黃色或灰色，太小則作用太慢，而積銀必需很長時間。

要增加物件上的附銀力，須先將物件洗淨，浸於硝酸汞溶液（7克硝酸汞和一立特水）中而行混汞。浸一分鐘後，取出放入鍍銀槽，和陰極相連，這樣電鍍作用會立即開始。

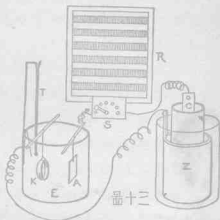
## 五 鍍 金 法

鍍金液的製法和上述鍍銀液相同，不過用氯化金代替最先溶液中的硝酸銀。在電鍍進行時，這個溶液必須加熱到華氏一百五十度。但我們也可用五千份水，一百份氯化鉀和五十份純金製成一種冷用電鍍液。這個純金必須先溶解於鹽酸內，而後加到氯化鉀的水溶液中。

我們若加少許氰化銀於這個溶液內，或者用一個銀陽極，就可把所鍍的金表面從黃色變做淡綠色，非常好看。如果要有淡紅色，可在溶液內加少許硫液銅，或者

在金陽極旁邊掛着一個小的銅陽極若用熱的鍍金液，則物件應在液內不停地活動着，或用一根玻璃棒在物件四周攪動着。

當溶液有良好的平衡而適宜地工作時，陽極應呈暗黃色，在電鍍中的物件也當發這種顏色。



十三圖表示一種鍍金裝置，包括一個電鍍槽，一隻電池和一個用來調整電流強度的電阻線卷(R)。

電流從炭極(C)流出電池，用移觸電鍵(S)使經過電阻線卷(R)而加以調整，而後電流通到掛陽極(A)的棒，渡過電解液(E)而達到陰極(K)，使金子積附於陰極上，最後電流從陰極上的線回到電池內的鋅極。

如果用熱槽，可將金溶液盛在一只上釉的泥筒或有琺瑯表面的金屬筒中，但是如果用琺瑯金屬筒，就必須當心琺瑯沒有破綻，否則兩棒間會發生捷路，而後這個筒就可放在一個火爐上（或熱水中），在筒內懸着一個溫度計，溫度計的水銀球應在液面之下半吋，如十

三圖中的 T 所示，當液體被蒸發時，應隨時添加一些水，使液體保持其正常或原有的分量。

## 六 鍍 鎳 法

鍍鎳法大概和鍍其他金屬的方法相同，此法係在冷鍍槽中進行，換句話說，即在正常溫度時進行，不用人工方法加熱或冷卻。

鍍鎳液和其他電鍍液一樣，有多種的配製法，但通用的一種却是用重硫酸銨鎳 (double nickel ammonium sulphate) 三份，碳酸銨三份和水一百份配合而成。另有一種良好的鍍鎳液，係用硫酸亞鎳，或硝酸亞鎳或氧化亞鎳一份，酸性硫酸鈉一份和水二十份配合而成。

鍍鎳液中用鎳陽極來保持強度，此液應很小心地配製得十分平衡，換句話說，即酸性和鹼性都不可太強。

要試驗此種性質，可用若干藍色的和紅色的石蕊試紙。藍試紙浸在酸性溶液中會變紅，然後再放在鹼性溶液中會復變藍。如果鍍鎳液的鹼性太強，必須再加微量的鎳鹽，至紅色和藍色石蕊試紙浸在液內時都不變色為度。如果鍍液的鹼性太強，則陰極上所積附的金屬會現出一種難看的淡黃色；反之，如果酸性太強，則金屬將不能適宜地附着於陰極上，却要剝脫或起泡。

## 七 磨光

物件鍍好後，牠們的外觀將和所期望的稍有不同。例如，物件鍍着銅，將呈一種亮的肉紅色；鍍銀，則呈一種不透明的乳脂色；鍍金，則呈一種暗的檸檬色；鍍鎳，則外觀很像鍍着銀，不過色調更藍一些。物件從鍍槽中取出後，應持於槽的上方搖動，以便除去鍍液；然後應立即把牠們放入熱水中，充分洗滌，再使徐徐乾燥。

鍍着銀或金的物件完全乾燥後，必須用刷和微細的擦銀粉把牠迅速摩擦，直到不透明的白色或黃色現出銀或金的光澤而止。然後便可預備用鋼製的磨光器加以摩擦，或不加摩擦而讓物件留有霜狀的銀面或金面亦可。鋼製的磨光器可從任何工具店買到，使用時應常常浸在卡斯提爾肥皂水中，加以潤滑。這樣牠就可在所沉積的金屬表面上順暢地研動，把表面磨光，同時磨亮。如果不用肥皂水，則剛硬的磨光器在物件上動作時，就不免擦去所鍍的金屬膜。磨光器必須老是清潔而光亮的，否則就可括傷電鍍的物件；不用時，應把牠的光亮磨光面包藏在一塊浸着油的絨布內。

小物件如鈕扣、戒指和其他不大於廿分鎊幣的東西，可放在木屑袋中滾轉而磨光。製一只棉布袋，長三尺，直徑六吋，把一端縫合，盛着半袋的細木屑。然後把物件



放在袋內，再把袋口縫合，用兩手握著袋的二端，作跳繩姿勢，然後把牠盪來盪去，使物件滾轉得很好，盪動若干時，看看牠們是否已經充分光亮，如果沒有繼續盪動。

要把舊的電鍍物件重新電鍍，必須先把舊的鍍膜完全除去，始可得到美滿的結果。有時鍍膜可用括刷或浮石來除去，但通常用酸來腐蝕比較快得多，也好得多。

要從銅、黃銅或德銀上除去銀，可用硝酸鉀的硫酸溶液（每二夸特（半加倫）酸中加一英兩（壹磅）硝酸鉀），把硝酸鉀攪入酸中，然後將物件浸入。如果銀膜尙未完全除去，而溶液的作用已經變弱，可把溶液加熱再添加若干硝酸鉀（硝石）。要從銀上除去金，可把物件加熱到櫻桃色，而後浸入於稀硫酸——一份酸和二份水，此法可使金容易剝脫。

## 八 電 鑄

電鑄一名詞有數種解釋，但通常係指一種電鍍法，用來在物件或模型上鍍着厚層的金屬（通常為銅），使此鍍層從牠的原型移去或分離後，成爲一種與原型酷肖的獨立物體。

欲得一個陽複製物，一個鑄造物必須從陰型製出。這陰型叫做鑄型，可用石膏、膠、蠟或其他材料製成。現時通用的方法頗多，但亞當斯（Adams）法可使我們明瞭

此種電化學和機械的技術，此法註冊於1870年，據說可使蠟和其他鑄型具有良好的導電性，比任何其他方法可靠而迅速，在數分鐘內所做的工作，可抵到單用石墨做二小時到四小時。

電鍍活字和圖板時，可用機力或水壓力把活字版壓入一層溫暖的蠟中而製成蠟型，壓後把蠟型取出，趁牠尚溫暖時用軟毛刷在牠的表面上遍塗着錫、青銅或白銅的粉末，直到表面具有光亮的金屬外觀而止，然後刷去多餘的粉末，把鑄型浸於酒精中，再放在水中洗滌，以便除去表面上的空氣，最後把牠放在鍍銅液內，將陰極棒的電線連接於鑄型的表面，使電流可在牠的全部表面上流過，不久即見表面上積附着銅，鑄型留在液內愈久，則銅層愈厚。

當鑄型上已積着所需厚度的銅時，應把牠從鍍槽中取出，以便剝下銅層，其法把鑄型置於傾斜的位置，用熱水射擊着銅層的背面，這樣就使蠟軟化，而可把銅層剝去，注意勿將這薄銅陽型剝破或彎折。

欲除去附着於銅面上的薄層蠟，可把銅面向上而放在一個鍍製的架上，用苛性鉀溶液澆在銅上，架下應置一容器，以承受淋下的溶液。

苛性鉀能迅速把蠟溶去，然後便可把銅殼放在冷水中洗滌（換水數次），或放在自來水放噴下沖洗，直

到把所附着的苛性物完全洗去而止。

各種電鍍法中所用的化學品，大多是很毒的，所用的洗滌液，也是很毒的，故使用時必須特別當心，尤其勿使手或手指和苛性溶液或氰化物鍍液接觸。

如果你新近曾割破手或手指，切勿使用這些溶液，勿使氰化物或苛性物嵌到指甲的下面，切勿在關閉的室中把任何酸加到含有氰化物或亞鐵氰化物的液體內，此事應老是在露天或通風的地方進行，因為從這些混合物所發生的氣體有毒，不可吸入。

## 第十二章

### 雜 器

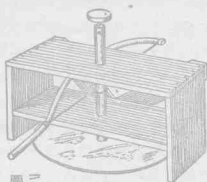
#### 一 旋轉割玻璃器

你如果需要圓形的玻璃板，最好請裝嵌玻璃的人代你割取；倘使你沒有經驗而自己動手，就不免先弄破許多玻璃，可是如果用一個旋轉割玻璃器來割，那就簡單得多了。這個切割器實在是什麼電器製作者所不可缺少的工具（看圖一和二）

要設立一個圓心，且為按住玻璃片起見，應先製一木壓座。這個木壓座用松木或白木車成，高二吋，下端的直徑三吋，上端的直徑一吋，底面上用膠水膠着一層氈或絨布。在上端的正中心鑽一個八分之一吋直徑的小孔，孔中插着一把錐柄向上，如圖二所示。注意此錐不可固定於木座上，要能任意拔出。取一條硬黃銅，十二吋長，八分之五吋闊，八分之一吋厚，一端割着一個凹口，來容納一個鋼輪割玻璃器，如圖一的下部所示。

在黃銅條上鑽穿着一行小孔，直徑八分之一吋，每

兩孔的中心相隔半吋,要割圓玻璃板時,先在平坦的桌面上鋪着一塊布,把玻璃板放在布上,而後把木壓座放在玻璃板的中央,木座頂上疊上一個小墊圈,再把黃銅



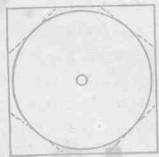
圖三



圖一



圖二



圖四



圖五



圖六

將錐在墊圈上，使它的一個孔和座頂內的孔相吻合，於是將錐由黃銅條一孔中穿過而插入木座，再將切割器裝在黃銅條端的凹口中，現在輕輕地壓着錐柄，使木座不得滑動，同時把切割器在玻璃上拉轉，割破玻璃的表面，如圖四中的實線圓圈所示，要敲出這個圓板，必須先將玻璃板的四角割去，用直尺和切割器在玻璃面的四角上各割破一條線，如圖四中的虛線所示，而後沿這些線輕輕地從玻璃的下面敲擊，把四角敲去，敲去後再沿圓圈的線把線外的部分敲去，最後把毛邊磨平。

## 二 玻璃邊磨平法

要把玻璃的毛邊磨平，方法很多，最簡單的方法，只須把玻璃的圓邊或直邊靠着一個細緻的磨石來磨，同時應用大量的水，玻璃板應豎捧，如圖五所示，不可橫捧，如圖六，要把玻璃圓板作適宜的磨礪，必須用兩個人，一個人轉動磨石，另一人用兩手張指夾着圓板兩面的中央（看圖五），這樣就可把玻璃捧緊，徐徐轉動而磨成平滑的表面，玻璃邊磨平後，再把玻璃板先向一方而後向另一方斜側，以便磨去快邊。

另一種磨玻璃邊的方法，是在桌上鋪一塊布，把玻璃放在布上，板邊突出於桌面外兩三吋，用一隻手壓着玻璃板，使不滑動，同時用一塊金剛石或粗磁石，和甘油把

邊磨平時連續將玻板轉動，使要磨的邊突出於桌面外。這種磨法稍覺緩慢，故工作時宜有耐心。

### 三 玻璃上鑽孔法

在玻璃上鑽孔的專門方法很多，但是沒有經驗的少年為工作興味起見，亦可以自己動手。他應採取緩慢而穩當的方法，無可取巧。玻璃在動電上的應用很少，但是對於製造摩擦電機、來頓瓶和容電器，因為須用玻璃做介體或器具的蓋板，玻璃却不可缺少。

最簡單的鑽孔法，是用一個銅管在玻璃上前後牽轉，轉時用金剛石的粉末做砥礪介體和用松節油做滑料。銅管應穿緊於一個架內，使管端在旋轉或砥礪時不得移改地位。此種架子沒有規定的大小，但是如果果要能容納直徑（或闊）二十吋的圓（或方）玻板，架子應有二十二吋長，十吋闊和十二吋高，如圖三所示。

架子的邊板高十一吋，闊十吋；頂板長二十二吋，闊十吋；下層的撐板長二十又四分之一吋，闊十吋。這些部分都用膠水和螺釘裝合。在架的後面，釘定着兩塊狹木板，從兩角斜搭到下層板的當中，使架不得偏倚。在頂板和下層板的中央，各鑽着一個孔，以便穿銅管。如果要用不同粗細的銅管，則頂板和下層板上的孔就不能應用，而必須特製有適宜大小之孔的小木塊，臨時用螺釘裝

定於頂板和下層板的中央。

要在玻璃上鑽孔時，把圓（或方）玻璃板放在鋪着布或氈的桌面上，將架子跨在玻璃上，銅管對準玻璃上要鑽孔的地點，徐徐將管由孔中落下，務使管端不擊傷玻璃，現在在管內灌着一些金剛砂，使落在玻璃上，而後在管頂內塞着一個木製插頭，再裝上一把錐或按板，以便向下壓管，取一根柔軟而牢固的繩，在銅管上繞一圈，把兩端繫緊於一把弓上，這個弓要能將繩綁緊而不太緊，用松節油潤滑着管脚，於是將弓前後拉動，則銅管逐漸鑽入玻璃，最後鑽着一個完整的孔，在拉弓鑽孔時，玻璃和架子都須壓緊，弓也要拉要均勻而不發生顫動，各種大小的孔，可用各種直徑的筒來鑽取，小孔可用高度淬硬的鋼錐和甘油來鑽，只須將鋼錐裝在一把手鑽的柄中即得。

#### 四 金屬綫路的抗聲裝置

用鍍錫線或硬銅線所製的架空線，在被風吹着的時候常因線的張力而發生營營之聲，好像在樂器上彈着弦線，使人感到非常討厭，要防止這種聲音，可用一種簡單裝置，叫做抗聲裝置（anti-hum），牠的構造是一個木製或橡膠製的短管狀絕緣器，當中鑽穿着一個孔，繞外面刻着一條凹槽，將架空線的一端由孔中穿出，彎成



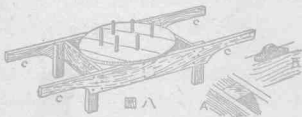
一個圈套，將自由端捲在來線上，將架空線的另一端繞嵌於絕緣器的凹槽中，而將其自由端絞在這一邊的來線上，這樣這個短管就同時成爲絕緣器和滅聲器了。要完成這個金屬電路，只須用一根線跨過絕緣器的下方，將其兩端接定於路線的線上，如圖七所示。

## 五 捲線車

裝路線時，若要把一卷重線隨身攜帶，很是不便，或竟不可能，尤其要攜帶12號鍍鋅線，更不容易辦到，因爲一卷線有五十磅到一百磅的重量，在放線時，線應能退



圖七



圖八

捲而不從線卷滑掉，否則容易發生糾纏；所以應備一種適宜的運線器具，就是捲線車。通常裝長距離路線所用的捲線車要用馬拉，但是業餘電器製作者只須用圖八

所示的捲線車，就可滿足一切需要。

這個捲線車可用兩塊六吋闊的木板，一個木桶蓋或一塊圓木板，四個箱底滾輪，和一個螺栓而製成。從那六吋闊的木板割取兩塊邊板，各五呎長，離每端十八吋各割去一邊，成爲車柄，如圖八中的CCCC所示，把上下各快邊修圓。割取四塊橫撐板，各十六吋長；從二吋厚四吋闊的木板割取四條車腿，各十二吋長，把四邊刨平。

取兩塊橫撐板，在各端上釘一條腿；而後把這二塊撐板和車腿釘定於邊板上，就成爲捲線車的架子。另取一個方木塊，在頂上鑽着一個半吋直徑的孔，而後把他夾釘在其餘兩塊橫撐板之間，地位在撐板的當中，如A所示。把這兩塊撐板撐在架子的當中，用釘釘穿邊板而入於橫撐板端內，使撐板固定於架上。

取幾塊合筭板拼在一起，用一根繩，一只釘和一枝鉛筆在板面上畫一個二十吋直徑的圓圈。用截圓鋸沿這個圓線把合筭板鋸開，再拼成圓板，用四塊狹木條釘定於圓板下面，使合筭板不散。狹木條端不可伸到圓板邊，應縮進一吋或二吋，使這個轉台的下面邊緣座在裝定於邊板和外橫撐板頂邊上的四個滾輪上，如B所示。

用一個半吋直徑的螺栓，由轉台中央所鑽的孔中穿下而捻入撐板間的方木塊中。螺栓上應墊着幾個墊圈，其地位在木塊和轉台下面之間，使轉台略高出於滾

輪之上，這樣轉台和台上所載線的重量，都支持於當中的橫撐板上。用滾輪的目的，是在轉台上的線被拉向一邊時，可以防止螺栓的偏畸，和減少轉台邊與架子之間的摩擦力。在轉台面上一個十二吋直徑的圓周上鑽六個孔，每孔內釘着一個硬木釘，如圖八所示。用時把一卷線放在轉台上，只須用兩個人就可把車攜行而放線。捲車的完全木製部分上應塗着一層暗綠色的油漆，滾輪和穿螺栓的一部分木上應塗着一些油。螺栓的下端上應裝着一對螺旋止，螺栓頭的下面應墊着一個墊圈。這兩個螺旋止必須用兩把老虎鉗來捻緊，一向左捻，一向右捻，使兩螺旋止互相夾緊。這樣轉台在旋轉時就不致把螺栓退轉了。

## 六 絕 緣 器

把電報和電話路線裝在電桿、樹，或房屋的附屬物上，必須用絕緣器來支持電線，以便防止電流的損失。用通常造來應用於電桿和支撐上的玻璃、瓷或硬橡膠絕緣器，當然最好。這些絕緣器，可從任何電料行買到，每隻約值幾分錢。但是這裏另有一種絕緣器，也同樣合用，而且製費很廉，或幾不費錢。

取若干個粗矮的舊玻璃瓶，綠色或黑暗色的玻璃最牢固，仔細將瓶身敲去，敲時手宜握着瓶頸，瓶外宜裹

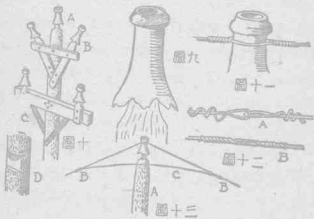
着一塊舊布，敲後應留下瓶頸的全部和瓶肩的一部分，如圖九所示，使線和牠的繫留圈不得滑去或下落到木栓上。

木栓用一吋半見方的硬木棒來做，一端應削成細頭，以便裝在瓶頸內而上達瓶口，這些木栓應有充分的長度，以便裝在電桿樹或房屋上，圖十表示三種裝絕緣器的方法，A表示用釘把木栓釘在電桿頂上；若在電桿頂上鑽一個孔，把木栓塞入孔中亦可，B表示兩根有瓶頸的木栓釘在一根電桿上作V形，用一根橫桿釘住，使木栓不得散開或垂下，這根橫桿應釘定於木栓和電桿上，成爲固定的三角形，C表示普通的裝法，把木栓釘定於橫板的面上，或者在橫板頂上鑽孔，把木栓塞入孔中，如果橫板不止二呎長，必須用鐵撐釘於電桿上，把橫板的兩頭撐定如C，電桿上裝橫板的地方，應鑿着一個凹陷，使橫板能貼緊於一個平面上，而不致鬆動（看圖十之D）。

瓶頸的肩部，不可擱到橫板上，或接觸通到地或其他線的任何東西，這個肩部有護頸的功用，使水瀉掉，所以在下雨天電流不會因潮濕而傳到地下，肩部的下面應當老是乾燥的，護在肩部裏的木栓部分，也須乾燥，才可防止電流的損失，絕緣器和木栓的相對位置示於圖九；如果木栓削得仔細，瓶頸一定可以裝得正確。

## 七 接合和絞接

在電工上，電路中的接合，絞接，聯合和接觸都須十分緊密，使電流可通過無阻不良的接觸，或鬆懈的接合，常可使全部電路不通，所以凡遇可能之處一切接合都應當錫牢，但是對於佈線工作，除裝接電車觸輪線外，這就不能辦到，觸輪線係用特製的器具在露天錫接的，對



於電報和電話線，良好的接觸是絕對必需的；凡幹線遇到絕緣器，切不可把它圍繞於其上，而須用一根 U 形線把幹線拉靠絕緣器的一邊，再把兩頭絞緊，如十一圖所示，如果要把幹線紮得更緊，可將那 U 形線（即繫留線）在絕緣器上繞一二匝，而後用鉗子絞緊。

把兩線端相接時，切勿結成圈套如十二圖 A 所示，此種結合不會有良好的接觸，因為線圈要磨動而終於鬆散的，而且兩圈間所生的鏽，常把電路阻斷而不易發見，注意兩線頭要絞接得緊，接觸得好欲達到此目的，只有將線端重合三四吋，如十二圖 B 所示。

用一把鉗子把一根線夾緊，用手指把另一根扭捲在那根線上，而後另用一把鉗子把所捲的線修勻和絞緊，用同法把他端絞好，結果就得到十二圖 B 所示的絞接，可保證良好的接觸，屋內電線也須這樣絞接，絞好後把接合處加熱，滴上錫藥，錫藥會流入線股之間，把接合處永遠連合着，而後在裸線外面裹着絕緣的黏帶。

路線上應避免折轉和角，如遇不得已時，可添接一根環線，如十三圖所示，A 代表電桿，B B 為路線，C 為四分之一圓的環線，裝在角內，以避免絕緣器上的折轉，電流能從環線中通過，也能從折線中通過，但是用電流計來試驗，就知道通過環線的電流較大，故能避免折轉。

## 八 接 地 法

電報、電話和無線電的路線都需要與地球接通，圖十四、十五和十六表示三種簡易的接地法，所需的材料，並不耗費，第一種，十四圖，為一種平常的洋鐵盤，接地線鏢着於盤底的中央，這根線必須鏢牢，因為倘使單在盤

底上鑽一個孔，使線穿過，孔邊不久會生銹而使「接地」發生高電阻，把這個盤深埋於土中，底向上，可經用數年之久，只須沒有空氣和牠接觸而引起腐蝕。

星形接地板可從鋅、銅或黃銅板割成，直徑約十二吋，接地線銲着於板的中央，這個板應埋入地下四呎深，板面平置。



圖十四



圖十五



圖十六

十六圖表示一隻大洋鐵罐，接地線銲着於罐底上，罐內裝滿着小炭（或木炭）塊，罐外邊和底上鑽着一些孔，以便出水，這個罐應埋入地下三呎或四呎，接地線必須用銅線做，不可用其他線，銅線也須很粗，不得小於14號，在地面以上和以下一兩呎的銅線上，應有良好的絕緣，以便發生美滿的作用而成為完好的「接地」。

## 九 愛迪生殺蟑螂器

大發明家愛迪生在年幼的時候，就發明了歷來第

一個電刑裝置。原來當他在大幹鐵路 (Grand Trunk Railroad) 某站內充任電報收發員時，他發見該站內的蟑螂很多，夜間由窗壁爬上，棲於天花板上睡覺，到了白天又容易眩暈，時常失足而落到收發員們的頭上。這事使年青的愛迪生很討厭，於是設計把它們消滅。

有一天，當他注視一個電報機時，看見一隻蟑螂想要從一根荷着陽電的棒跨到一根流着陰電的棒上。這隻蟑螂的腳是濕的，因此接通了兩棒間的電路。結果高壓的捷路通過牠的身體，隨即落下而死。這事使愛迪生起了主意，不久電刑裝置就出而問世了。

這個殺蟲器非常簡單，其構造為兩張長而狹的厚錫箔，並列地貼在一塊光滑的木板面上，兩箔間隔開八分之一吋的空隙，如十七圖所示。一張箔上接着一根陽電線，另一張上接着一根陰電線或接地線。若在兩線中通以高壓電流，或者感應卷所生的電流，則結果的電壓很高，倘使一個人用一隻手的手指放在一張箔上，另一隻手的手指放在另一張箔上，就可以受到劇烈的電震。

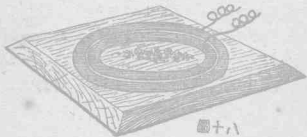
愛迪生把這個電器橫裝在窗框上，地位恰在蟑螂在夜間上牆所常經過的路途中。天黑未久，果然有一隻蟑螂逍遙上牆，經過板的下面而登上板的上面，結果成為第一個受電刑者。翌晨，牠和牠的許多親友們都被擲在一個畚箕裏，送到火爐內去「火葬」。



這雖是一個用交流電的小小殺蟲器,可是西國用來把頭等犯人處死刑的驚人電器,「死椅」(dead chair



圖十七



圖十八

俗稱電椅),都是根據牠而產生的,此種電刑器,許多人都以為是很複雜的,其實却和愛迪生的殺蟑螂器一樣的簡單,一個電極裝在犯人的頭上,另一個裝在腳上,腳上的電極縛得很緊,以便得良好的接觸,而後用一千五百到二千伏特的交流電通過犯人的體中,馬上就死,毫沒有痛苦。

## 十一 一只電力殺鼠器

我們把愛迪生殺蟑螂器略加改變，就可製成一只殺鼠器。割取十二吋見方的木板，把板邊削斜，使老鼠容易爬上。從黃銅板割取一個一吋闊的環，外直徑十一吋，內直徑九吋。再割取另一個環，外直徑八吋半，內直徑六吋。這兩個環都用銅釘裝定於木板上，盡量把牠們磨光，結果就成爲十八圖所示的形狀。

把二根電線分鉸於兩個環上，通以數千伏特的高壓電流，用餅屑或小肉片放在環內板上做餌。這個殺鼠器當然應放在老鼠常到之處。當老鼠爬上板來覓食時，牠的身體只須同時觸到兩個環，就受到致命的電震，而被彈入空中。這是因爲電流作用於牠的筋肉的緣故。這種電刑器效力很大，用來殺除小害獸，最便捷了。

## 第十三章

### 摩擦電

摩擦電的電位是高的，電流是交番的，它的伏特數雖然高，但是安培數很低，除去在實驗室和醫用上尚有些用處外，它是沒有價值的，摩擦電的電量如果很大，就和雷電相仿，是危險的，但是如果電量小，却是一種比較無害的玩具，從用貓皮擦玻璃棒或琥珀，到現在的靜電起電機，是一個大進步，其間經過幾百年的有趣試驗，但是這些試驗對於商業大都沒有什麼實用。

靜電或摩擦電只由摩擦而發生，並不需要磁鐵、線圈或迅速旋轉之電樞的幫助，用貓皮摩擦玻璃的簡單起電法，經過了種種改革之後，威姆胡斯特(Wimshurst)發明了所謂「威姆胡斯特感應起電機」(Wimshurst Influence Machine)。這個機器可以自己起電，無需幫它「開始」，且可全年應用，不受任何氣候和溫度的影響，這是歷來靜電起電機中最大的進步。

這種起電機不但在各種情形下有效，製造起來也很簡單，它的主要部分為玻璃圓板，木殼，傳動的滑輪和

搖柄，玻璃柱脚，端上有電花球的黃銅臂，和裝置這些部分的直立柱和底座。

## 一 一隻威姆胡斯特感應起電機

取一張堅硬的棕色紙，二十吋見方，用圓規畫一個十六吋直徑的圓圈，在這個圓圈內另畫一個十四吋直徑的圓圈，再在近中心處畫一個六吋直徑的圓圈，在這個六吋直徑的圓圈內，應再畫一個四吋直徑的圓圈，使木殼恰能裝定於玻板的中央，從圓心向外畫十六根線，相隔等距離，如圖一所示。

從玻璃商店買兩塊潔白的玻璃板，各十八吋見方，注意勿買綠玻璃，因為用綠玻璃造靜電起電機沒有用白玻璃好，如果能買到精製玻璃板，再好沒有，玻板宜薄，厚度約十六分之一吋，不可有氣泡，皺曲，傷痕或其他缺點。

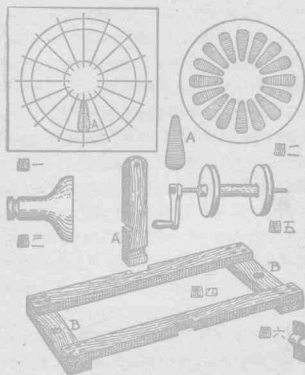
用第十二章內所述的旋轉割玻璃器，從這些玻板割取兩個圓板，直徑各十六吋，在玻板邊上塗着一些松節油，而後再用塗着松節油的硬砂石把板邊磨平。

從平而薄的錫箔割取三十二個劈形片，各四吋長，一端闊一吋半，另一端闊四分之三吋，如圖二中的A所示，在每塊玻板的兩面上各塗以二道薄層蟲膠，而後把一塊玻板放在紙型（圖一）上，玻板的外邊和最大圓

圖密合。在玻板的中央放一個重物，把玻板壓住，而後取十六個錫箔片，用蟲膠貼在玻板上。但是每個錫箔片的一面，應先塗着一道薄層蟲膠，聽其乾燥，而後加塗一層，把牠貼上玻板。錫箔片應對稱地排列在玻板上，用紙樣上的線當做各錫片的中線（如圖中的A所示），並以六吋直徑和十四吋直徑的兩圓圈為其內外界線。各錫箔片貼上後，應壓緊於玻璃面上，使黏得平服，沒有氣泡或皺曲，最好的壓法，是於錫箔上放一張柔軟的吸墨紙，用一把如照相術中所用的小橡膠滾子把它壓好，但要注意勿使錫片離開牠的相當地位。各錫箔片都貼好時，玻板應作圖二所示的形狀。等到黏錫箔片於玻璃的蟲膠已經乾後，用一把刷子飽濡着蟲膠而繞塗於錫片的內外兩端上，在片端以內塗着半吋或四分之三吋的地位。這個蟲膠會把錫箔片黏緊於玻璃上，且能使錫箔片略為絕緣，這樣就可防止漏電。用相同的方法把其餘的錫箔片貼上另一塊玻板。當兩塊玻板上的錫箔片都貼好後，就可預備把玻板裝上架子。

在每塊玻板中央應鑽穿一個四分之三吋直徑的孔，以使用一根八分之三吋直徑的小軸穿過兩玻板和兩木殼，使兩玻板對正。但是如果玻板架的直立柱上能正確地裝着支承木殼的定軸（構造法下面再詳述），則玻板上最好不鑽孔。

該細工木匠製兩個木殼，粗端的直徑四吋，細端一吋半，它們的長度，應在玻板和兩殼裝合時（如圖九中 A A 所示），能恰好橫亘於直立柱 B B 之間。近每個木殼的細端應車着一條凹槽，以便嵌皮帶，如圖三所示。



底座可用松木，白木，柏木，或其他任何柔軟而容易製作的木料製成，它的構造為兩塊長木板，各二十四吋長，三吋闊，一又四分之一吋厚，和兩塊橫木板，各十四吋

長三吋闊，一吋半厚。

這些木板都用膠水和螺釘結合牢固在底座的兩邊上各開一個凹槽，以便容納直立柱的脚。直立柱十七吋高，三吋闊，一吋半厚。每個直柱的脚上應開一個凹槽，以便把它們裝在底座上，但是裝後直立柱的脚應和底座兩端的橫木板的底面同在一個平面上。直立柱的脚上必須用膠木或蠟膠貼着一片橡皮，使起電機在動作時不得移動或滑動。

在每塊直立柱的一面上，離柱底六吋處，開着一個凹槽，如圖四中的A所示，以便裝傳動輪的軸。近柱頂鑽穿一個孔，以便穿裝支持木殼和玻板的小軸。

在底座兩端的橫木板的中間各鑽穿一個一吋直徑的孔，如圖四中的BB所示，以便裝玻璃柱脚。用膠水和螺釘把直立柱裝上底座，再在一切木造部分上塗着數層蠟膠，而後就可在起電機的架子上裝玻板和木殼了。

傳動輪用木製，厚八分之七吋，直徑七吋，可用車床車成。繞輪緣上車着一條凹槽，以便嵌圓皮帶。這些動輪應裝在一根木軸上。這木軸可用一根圓的窗窗棒製成，通過它的全長鑽穿着一個半吋直徑的孔。木軸的長度，和圖九中直立柱BB間的距離相等。動輪必須用膠水裝緊於木軸上，注意輪上的凹槽恰在木殼上凹槽的正

下方，如圖九所示，用一根半吋直徑的鐵軸緊穿在這個木軸中，鐵軸的一端上有螺紋，配着兩個墊圈和螺旋止，另一塊上有一個方肩，一個墊圈和螺旋止，以便緊住一個搖柄，這個軸上應塗着蟲膠，使與木軸黏住。

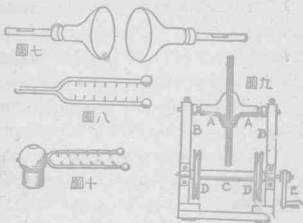
輪、軸和柄的全部裝置示於圖五，把這個裝置裝在架上時，鐵軸應嵌在直立柱上的凹槽內，為使鐵軸不離槽起見，可製兩個金屬鑲片，如圖六所示，用螺釘裝定於木柱上，到了最後調整時，傳動輪應能隨柄而自由旋轉。

在木殼（圖三）上塗着兩三層蟲膠，而後把它們膠定於有錫箔片的玻板面上，玻板應疊在圖一所示的紙樣上，加以調整，使邊幾和大圓圈密合，而後在木殼的平面上塗着醋酸膠水（acetic glue），把殼放在玻板的中央，和小圓圈密合，用一個重物放在殼端上，把殼壓住，靜置十或十二小時，或者直到完全乾燥而止，兩個木殼應當同時膠裝，以便同時乾燥。

倘用車床來車木殼，應從其細端鑽入一孔，約達木殼長度的一半，孔內應緊緊地嵌入一段黃銅製的軸棍，管要使這管不鬆脫，可先在管外塗着一些蟲膠，割取兩根剛可配入那銅管內的鋼棒做定軸，其長度要能伸入孔底，把鋼棒的另一端穿過直立柱頂上所鑽的孔，突出柱外半吋，如圖九所示，然後木殼和定軸即作圖七所示的形狀。



在每根鋼軸經過直立木柱的那部分上，銼着一個平面，以使用壓定螺釘把鋼軸壓住而不使轉動。軸接管內塗着潤滑油，使木殼和玻板能在定軸上自由旋轉。現在玻板、木殼和定軸已可預備裝在架中了。



在一塊玻璃圓板的中央，應膠定着一塊如水管接合口所用的紅色纖維墊圈，把玻板分開，使二玻板在相反方向轉動時不致互相接觸。這種墊圈可從裝水管商店或五金店買到，用蟲膠或醋酸膠把它們膠牢。先裝一塊玻板，其法把木殼的細端對着一個直立柱上的孔，用一根鋼軸從直立柱的外面穿入木殼中，而後裝另一塊玻板，用另一根鋼軸從另一個直立柱外穿入木殼中，兩玻板都裝上而調整在正中時，把壓定螺釘捻下，使壓着

鋼軸的平面而把軸壓住，

爲減少木殼和直立柱間的摩擦力起見，應在木殼和柱子之間放一個墊圈，在這些墊圈上加着數滴潤滑油，就可使起電機轉動更易。講到這裏，起電機的主要部分已經完成，其側面示於圖九，A A 爲玻板，木殼和鋼軸，B B 爲支持它們的直立柱，C 爲木軸，即鐵軸的殼，D D 爲傳動輪，搖柄（E）充分的突出直立柱的外面，可使自由搖轉而不觸到柱或底座，當這些玻板和輪裝畢而可以自由動作時，就可動手添造其他重要部分，以完成全部起電機。

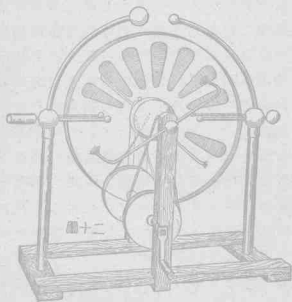
從玻璃店買兩根實心玻璃棒，直徑一吋，長十五吋，把它們裝在底座（圖四）端板上所鑽的孔（B B）中，取兩個如黃銅床柱上的黃銅球，直徑二吋或二吋半，再取兩段短黃銅管，內直徑一吋，套在玻璃棒端上，短銅管應鐫牢於銅球上，使管和球都固定於玻璃棒頂而不鬆脫。

從十六分之三或四分之一吋直徑的黃銅棒製兩個叉，如圖八所示，在叉臂端上各鐫着一個黃銅小球，叉臂六吋長，叉柄四吋長，沿叉臂的內面鑽着一組小孔，每孔內鐫着一根黃銅線，這些線突出於臂外半吋，叫做「梳」或集電器，叉臂相對的距離，應在叉裝好後而玻板在叉臂間轉動時，線端不得觸到或搔着錫箔片爲準，但是愈近錫箔片愈好，黃銅球內應鑽穿一孔，把叉柄插入

孔中而轉，如圖十所示。

在每個黃銅球頂的正當中鑽一個八分之三吋直徑的孔，以便插接兩根環抱於玻板頂上的象限棒。

從起電機的全圖（十二圖）我們可以看到玻柱，



球、梳和象限棒的裝置。象限棒的直徑八分之三吋，寬鬆地插在球頂上孔中，可以任意移轉，依搖柄的人慣用左手或右手而定。

在每根象限棒的上端鉗定着一個黃銅球，一個球的直徑四分之三吋，另一個二吋，又柄的突出端上應裝

着金屬柄或黃銅球，如十二圖所示，無論套定或鉗定於柄端上都可。把支持木殼的鋼軸的突出端製成螺紋，取兩個如捻在鐵床柱上的帶柄小黃銅球，捻在這軸端上，在每個球中鑽穿一個四分之一吋直徑的孔，各穿入一根黃銅棒，並把它鉗定。這些棒的兩端上應各裝着一束細銅絲，當做「中和器」。把黃銅棒的兩端彎曲，使那銅絲刷在玻板旋轉時剛可觸到玻板，如十二圖所示。把穿着這個棒的球捻定於鋼軸上，而後把鋼軸復插於殼中，用壓定螺釘把它壓緊於直立柱的上端內。

玻板對面的銅棒和球，也是同樣地裝置，不過棒端指着相反的方向。用繩或圓皮帶把動輪和木殼連起，在玻板一邊的皮帶一直向上繞過木殼，再下來繞過傳動輪。在玻板另一邊的皮帶，則相交地繞着，使木殼反轉。這樣兩個動輪雖依同一方向旋轉，但兩玻板却轉動於互相反對的方向。

為便於明瞭起電機的活動部分起見，十二圖中的錫箔片並未全數表出。當玻板旋轉時，所蓄的電就從玻板上方的一個球放電花到另一個球上，好像是藍色火花。如果用一張卡紙立在兩球之間，這些電花足以把卡紙刺穿。

## 二 來 頓 瓶

我們用威姆胡斯特起電機來做試驗時，最好有一只或更多的來頓瓶來蓄靜電。要製一只具有巨大電容量的大來頓瓶很是容易，只須預備一只玻璃瓶，若干錫箔，黃銅棒和鏈，和若干其他小部分。

取一只胆礬電池的瓶，烘去表面上的一切潮濕，而後在瓶內外都塗上一層蟲膠。在瓶底和從底到瓶高三分之二的內面上，都用蟲膠完全貼着錫箔，如十一圖所示，瓶外和瓶底上，也同樣貼着錫箔，這錫箔離底的高度和內面的相等。在瓶口上裝一個軟木塞，或木蓋，當做瓶頂。如果大而扁的軟木塞一時不備，可割取兩塊圓木板而製成一個瓶塞。這兩圓木板各半吋厚，一個要能塞緊於瓶口中，另一個要能突出於瓶口周圍之外四分之一吋。用膠水把它們膠牢，如十三圖所示，再塗上數層蟲膠。在這個瓶蓋的中央鑽穿一個小孔，穿入一根四分之一吋直徑的黃銅棒，突出於瓶蓋的上下各六吋。在棒頂上銲定着一個黃銅球，在棒底下銲接着一根黃銅鏈，鏈的下端應有數節躺在瓶底的錫箔上。

把來頓瓶從威姆胡斯特起電機充電時，應將瓶立在一個有玻璃腳的平台上，用一根銅線把起電機頂上的一個球和來頓瓶棒頂上的球連接着，再用一根線接定於起電機頂上的另一個球，把線的他端引到瓶底下，使接觸到瓶底上的錫箔。現在搖轉起電機，則來頓瓶就

開始充電了。

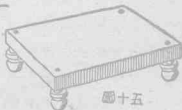
要把萊頓瓶放電，應製一個T形放電叉，如十四圖所示，其構造為一根兩端彎轉的黃銅棒，釘於一個木柄上，棒端上各銲着一個黃銅球，或各裝一個鉛彈。放電時把放電叉上的一個球接觸着瓶頂上的球，而把另一個球置近瓶外的錫箔面，就看到一個電花從錫箔跳到這個球上，同時發生一個很響的爆裂聲。



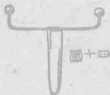
圖十一



圖十二



圖十五



圖十四



圖十六

### 三 玻璃脚平台

有玻璃脚的平臺，是試驗摩擦電所需的重要附屬物之一。我們若要買一只現成的玻璃腳平臺，恐怕價值太大，但是我們可以費很少的錢而自製一只，只須預備一塊硬木板，四個電報線路上用的絕緣器和木製螺旋。

這個平臺的裝置示於十五圖，台頂十二吋闊，十五吋長，二吋厚，在每角的下面各裝定一個螺旋，其法只須在木板中鑽一個孔，用膠水把螺旋裝在孔中即得，但先須把螺旋的頂割去一部分，如十六圖所示。螺旋裝緊後，把玻璃絕緣器栓上，最後在木造部分上塗着數層蟲膠，以資美觀和幫助絕緣。

靜電或摩擦電可供我們做許多有趣的試驗，試驗的方法可參閱學校用的電學教本，但是有一句話須得記住，巨大的電量是危險的，例如一組充着電的萊頓瓶所容的電量，足以使偶然放電者的神經系受到很劇烈的電震，對於醫學方面應用，必須有醫生指導，切勿妄用。

## 第十四章

### 應用方劑配製法

製造電器時，有許多東西，如油漆、膠灰、不傳電化合物和防酸物質，對於裝合電器的部分不可缺少。這些東西可以自製，不過製法必須正確，始可省事省費，所以最好採用別人屢試有效的配製方法。

業餘實習者並不需要多種的化合物，但所需要的必須極好。本章內所述的各種藥料和它們的配製法，均完全可靠。

#### 防酸膠灰

有一種最好防酸膠灰的製法，係用蟲膠溶解於酒精中，而後加到鉛丹內，直至達到適宜的濃度而止。此種膠灰可以製成液體或油灰狀的糊而應用。它的濃度可藉加到鉛丹內的蟲膠量來調整。所用的鉛丹應磨為粉末而不含粗粒。這膠灰可在一只小錫杯內或一塊玻璃上用薄片小刀調成。一經調成，應隨即使用，因為它和蟲膠一樣很容易“凝固”，而後會從外面向當中乾燥。一二



星期後，它就可完全乾燥而變為堅硬如石。

另有一種膠灰，也會乾燥得堅硬如石，並能把石鹼石板黏合得好像整塊。此種膠灰係用密陀僧（鉛黃）和甘油製成，其法把甘油加入密陀僧粉末而調成糊狀，或混合而捏成薄油灰狀亦可。製成後應立即使用，因為它會迅速凝固。

## 硬 膠 灰

中等硬度的膠灰可用燒石膏六份，細砂二份，和硼精二份（指體積）製成。把它們和水混合到柔軟的程度，然後用鋸或西菜刀使用。

## 軟 膠 灰

良好的軟膠灰可用燒石膏五份和石棉粉末五份（指重量）製成。加充分的水把它調成軟糊狀，用鋸或西菜刀使用。這是一種防熱化合物，通稱石棉膠灰。

## 很 硬 的 膠 灰

最硬的膠灰可用水硬膠灰——波特蘭（Portland）或愛迪生（Edison）膠灰——五份和白砂五份（指體積）製成。把它和水混合，用鋸或薄片刀使用，和使用灰泥一

樣。

把它和水混合時，應注意波特蘭或愛迪生膠灰中不可含有粗粒，這些粗粒必須敲碎，始可加砂和水。敲碎後，應先把膠灰和砂混合，然後調濕。適宜的方法，可在一只面盆的底下放少量水，然後把乾混合物一把一把地加入，加時把混合物撒開，使水能進入混合物而不造成粗塊。繼續加入和調合，直至調到適宜的濃度而合於工作為止。

這些膠灰都有防酸性。

### 葛拉克化合物

對於曝露在空氣中的各電器部分的外表絕緣，可用瀝青十份，白砂六份和桐油一份（份數指重量）所製成的一種良質化合物。這化合物是葛拉克（Clark）所發明和應用成功的，故稱牠做葛拉克化合物。

把牠加熱，充分地調和，用刷或薄片刀使用。

### 電池液

鋅碳電池如格蘭納特（Grenet）電池中所用的去極溶液，可用下面的方法製造。

溶解一磅的重鉻酸鉀或重鉻酸鈉於十磅水中。當牠已充分溶解時，加入二磅半的硫酸。硫酸應徐徐倒入

重鉻酸鹽溶液，並用玻璃棒攪拌，加酸會使溶液發熱，溶液沒有完全冷卻後不可應用。

## 磨玻璃法

欲磨玻璃的邊，如威姆胡斯特起電機所用圓玻璃板的邊，可應用一塊磨刀用的硬砂石，把玻璃放在桌上，使其邊突出於桌邊外，在砂石表面上塗着或滴着松節油，用一塊布浸着松節油而把玻璃邊濡濕，用一只手壓緊玻璃，用另一只手握着砂石，而沿玻璃的邊來去磨擦（不可上下磨擦），磨時要小心而有耐心，則粗邊不久即可磨成光滑的邊，而使玻璃難以使用的硬而有角的快邊即磨成渾圓的角，若用充分的松節油做潤滑劑，則工作更易。

## 醋酸膠水

欲黏合玻璃和木，或玻璃和纖維，可依下面的方法製成一種很好的膠水。

取若干上等品質的膠（片狀的或粒狀的），放在一只杯或洋鐵罐中，用冷水把它淹沒靜置數小時，等到膠已吸收了牠所能吸收的水分，並變為柔軟時，把水倒去，加入冰醋酸把膠發覆，所用的比例應為十八份膠和二份酸，將混合體加熱，直到變為液體而止，同時加以攪拌，

使混合均勻，若預備將來應用，必須把牠倒入一只瓶中用塞塞好，使不和空氣接觸。

## 絕 緣 體

玻璃和瓷固然可做絕緣體，但不傳電的化合物亦可用來做絕緣材料，此種化合物，以雲母最好，先把雲母粉末和厚蠟膠混合成油灰狀，然後就可把牠壓入任何所要形狀的模型內，模型內應塗着油以資潤滑，鑄造各式商用雲母時，概用水壓力，但業餘者並不能應用此法而獲得最好的結果，所以他必須應用他的手和一塊平板所能發出的一切壓力。

另一種絕緣化合物可用石棉粉末，蠟膠和少量雲母粉末製成，所用的比例為石棉六份，雲母四份，加蠟膠調成生麵團狀，再捏成厚油灰狀而壓入塗着油的模型內，直到凝固而止，然後把牠取出，放在空氣裏使乾。

## 非 導 體

當使用各種似乎合用於電器的材料時，必須知道牠們是否可應用得安全，往往有一種材料似乎恰是所要的材料，但假使牠是一種部分導體，而所要的却是非導體，則使用時就不免危險，所以一個非導體的表格，對於業餘實習者是很有價值的，茲將許多非導體中的幾

個主要的列舉如下：玻璃，瓷，石板石，大理石，硬石，石鹼石，混凝土（乾燥的），硬橡皮，軟橡皮，混合纖維，雲母，石棉，瀝青，栢油，蟲膠，棉花，絲，還有棉，絲和毛的織品，以及賽璐珞，乾木，紙，木髓，皮革和油等。

## 絕 緣 假 漆

可應用於電器製作上的良好絕緣假漆，種類頗多，但最有價值的為溶解於酒精中的蟲膠，可用刷使用。欲製良好的蟲膠假漆，可從油漆店購買橙色的片狀蟲膠，把牠放在一只粗頸瓶中，用酒精淹沒，然後把瓶塞好，放置數小時，但應時常將瓶搖盪，直至蟲膠完全溶解而止。欲使稀薄，只要添加酒精即可。瓶要保持塞緊，每次只取出所需要的分量。

另一種假漆，可用紅封蠟溶解於酒精中，再加入少量蟲膠而製成。這種假漆可用一把軟刷使用，是一種良好的假漆。若要把電極完全着色，以資區別，則陽電極可用紅色假漆，陰電極用藍色或黑色的。

很好的黑色假漆可用烟灰加入蟲膠內而製成。另一種黑色假漆，係由厚的地瀝青製成，即地瀝青假漆。這種假漆有防水性，乾後能變硬，但具有一種彈性的表面。

## 電 池 蠟

對於玻璃電池的上邊，如勒克蘭社 (Leclanché) 或其他暫流電池，最好莫如用熱的石蠟刷在上邊上，以防止確砂（即氯化銻）或其他液體爬積着電池的頂。如果需要，可用鉛丹、綠粉或各種顏色的粉末將石蠟着色，但通常石蠟都不着色而用，故冷卻而乾燥後具有毛玻璃的外觀。

用於封蓋乾電池的頂和塗碳棒頂的黑蠟，可用石蠟八份、瀝青一份和烟灰一份製成。將混合物加熱和攪拌，直到混合均勻而止，然後用刷塗佈，或把電器的部分浸入這種溫暖的液體中亦可。

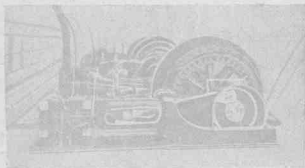
另一種良好的黑蠟可用等量的桐油和瀝青製成。在這個混合物中加入松節油，放在火爐上加熱，以便調成生麵團狀，但不可放在火焰上加熱，因為這些材料容易着火。製成物應作很厚的糖蜜狀，可用舊西菜刀塗刷。

# 第十五章

## 電之用途

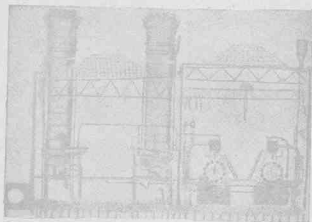
### 一 發電

在發電機未發明以前，人們只有靠各式電池來發電，但是這種能力來源不適於一般工商業之用，因為除

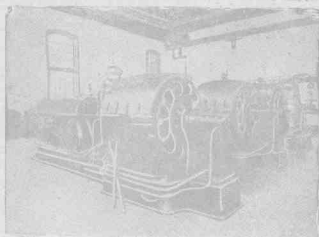


蒸汽引擎發電廠。蒸汽引擎在現代的原動機中仍有其重要的地位，上圖表示三座可立斯蒸汽機，每座2,500馬力，各帶動一具三相交流發電機（直接連在機軸上）。可立斯引擎有二個進汽活門和二個出汽活門，都是圓柱形的，裝在汽筒的四角內，效率比普通滑動活門式引擎要高些。

非耗費巨額金錢，裝置數千具電池來供電，所發的電量必是很小的，現在則普遍用發電機了，一具發電機的能力最大的可達到75,000馬力，若論電池，一組電池具至多



一個蒸汽發電廠的剖面。左邊為鍋爐室，有水管汽鍋二列相對立，每列有大鋼由一室。右邊為引擎室，有立式蒸汽引擎二列，每具引擎各帶動一具發電機。

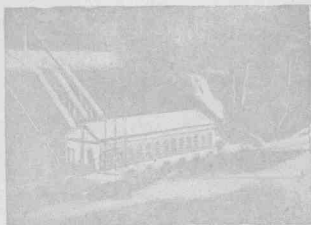


一所汽渦輪發電廠的內景。有四座蒸汽渦輪傳動的交流發電機（左端是渦輪，右端是發電機），每座400仟瓦特。汽渦輪比同馬力數的蒸汽引擎所佔地位小，用汽略省，直接發生轉動而沒有往復摩擦之部分，故震動小而效率較高。這是現代原動機中的最重要之一。



不過發生二十四分之一馬力，我們就可理會，若用電池來構成一所巨大的發電廠，將如何不合實際，所以從前工業界莫不等候着發電機的成功。

誰是創造發電機的成功者，這是很難說的，無疑的，大實驗家邁克爾·法拉第(Michael Faraday)創設了發電機的基本原理，但是發明怪傑愛迪生實首先設計一隻巨大發電機而供商業上的實用。愛迪生的第一隻發



一座水力發電廠的外景。把高處水源的水積蓄於一些巨大的蓄水池中，再用導水管向下導入發電廠中，經水輪機而洩於較低之河內。

電機，却是一件很重笨而效率甚低的東西，完全和現代的龐大發電機不同。

發電機所促進的是如何重要的一步，這在習電學

的學生們是很少能體會到的。用電池來產電，是由鋅的消耗而生的，把「化學能」直接變換為「電能」。若用發電機，則把「機械能」變換為「電能」。驅動發電機或用蒸汽，或用水力，若用蒸汽發電，則有二種重要的變換。最初，燒煤於鍋爐底下，這是化學能的變化，其所生的熱用以發生蒸汽，再使這蒸汽在蒸汽引擎的汽筒內膨



亞西拉瀑布之水力發電廠內景。電機室中有一列七座交流發電機，每座5000馬力。巨大的水輪機裝在地窖下數十呎之深坑內，用粗大直立的鋼軸直聯於發電機。水輪機在水平的方向內轉動時，上面的發電機也跟著在水平的方向內轉動。

脹或在汽輪機的封箱內膨脹，於是蒸汽引擎或渦輪就把發電機傳動。

若用水力來發電，工程師們就須利用「水頭」，就是在高位置的水，能夠向較低位落下。我國福建雲南等省早已利用水力來發電，國外如美國和坎拿大間之奈亞加拉大瀑布是世界上水力發電最有名的地方，大量的水從高處流入較低位的河道中，經導水管落下一二百呎（見256面插圖），在此種導水管的下端裝着水輪機，水從管中衝下，乃發生巨力而把水輪擊動，發電機是直連於此種龐大水輪機的軸上的。

凡初習電工的學生都應當知道一些關於奈亞加拉水力發電廠的情形，因為在那兒用水力所產生的電量在世界上要算最大了，那處水力廠很多，有幾處導水管的直徑大至十四英尺，水流奔過管中達到每分鐘三英里的高速度，你試想一根實心的水柱，160呎高，14呎直徑，以每分鐘三哩的高速度流動，其所發生的力量確實大得可怕，用這種大水輪來傳動的發電機足以供給各處城市的熱、光、和力，若用馬來代替這水力，非有七萬五千匹的駿馬不可。

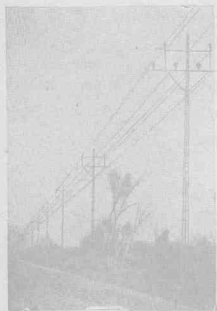
## 二 傳電

自從發電機降生之後，電的用途才能在工業界中

得到穩固的基礎，因為靠着發電機才有經濟的、簡便的、和高效率的方法，把「機械能」轉變為「電能」。讀者或須要問，凡是把一種「能」轉變為另一種「能」，由於我們的設備，決不會有百分之100的效率，總有若干損失，那麼為什麼要把這「機械能」轉變為「電能」呢？對於這個問題的解答却很簡單而易見，電給予我們一個傳「能」的最方便

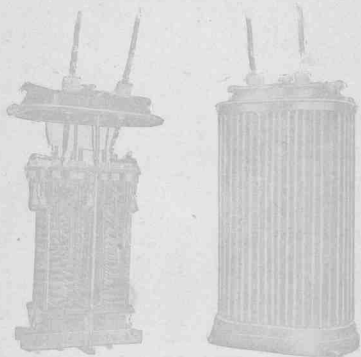
的工具——處發生的「能」可以傳到百里遠的地方去應用，例如現在常州無錫一帶地方的電燈或電動機所用的「能」都是戚墅堰發電廠裏的機械能，以電的方式從高電壓傳遞線傳過去的。

電能的長途傳遞總是用高電壓，一條長距離傳遞線有巨量的電阻，而電壓是可認為在電流背後把電流推動的力量，所以要傳電



具這傳遞線：發電廠裏發出的電能，用變壓器把電壓變高，以小電流藉架在鋼塔上的電線傳遞到遠距離，因此電線不必過粗。「電能」傳到城市、工廠，或其他用電之處，再用變壓器把電壓變低，以適合使用。用此法傳電，甚巧而便利。

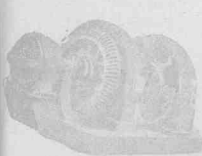
而經濟，惟有用高電壓，倘使用了低電壓，那麼巨量電流（因為工率——電壓×電流——相同，電壓小則電流大）流過同一的電線，途中必有重大電能的損失（熱），而且用了高電壓，工程師就可採用較細的銅線或鋁線，因此傳遞線的建設費要比用低電壓時減省許多了。



變高壓器之一種，(左)內部構造，(右)外形。用薄鐵片疊成筒柱，外繞較粗的線為副線卷，接於傳遞路線，再外更繞上較細的線為原線卷，接於發電機，即構成這其變壓器。其外殼為一大圓筒，內盛油，把變壓器浸在油內。殼面有波形橫紋，使散熱面增大。



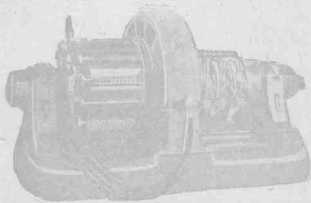
裝在電桿上的變壓器，(左)剖視圖，(右)裝置狀況。長途傳遞線上常有一二十萬伏特的高電壓，不適於應用，故在實際用電的地方，必須把電壓降低至110伏特至230伏特。



電動機發電機組是把直流變交流，或交流變直流的一種普通方法。(左)使直流變交流：用右邊的直流電動機帶動左邊的交流發電機，左端上還有一只小的直流發電機是用作供給直流去滋養交流機的磁場，且在開始時用它來做電動機，使巨大交流機慢慢開始。(右)使交流變直流：右邊是一個交流感應式電動機，左邊是一只直流發電機。

今日傳遞線所用之電壓有高至250,000伏特的。這又引起另一種工程問題，因為250,000伏特高的電壓實不能用於工業界，由於不容易絕緣，且對於生命有莫大危險之故。沿着一條250,000伏特傳遞線，時時有可怖的電擊發生，如果發生了，必致紅熱的金屬猛烈飛濺，附近的一切都得燒為灰燼。所以在高壓傳遞中必用變壓器。現在的發電機還沒有能夠發生250,000伏特高的電壓，所以必須用變壓器接受發電機的電流，把它的電壓「變高」，而後輸入傳遞線。在傳遞線的另一端裝置着一具所謂「變低」變壓器，它的功用是把此種高電壓減低到商用的伏特數。

因為要減少傳遞損失而有用高電壓的必要，故一切高壓線均載交流。一隻直流發電機的電壓顯明地有



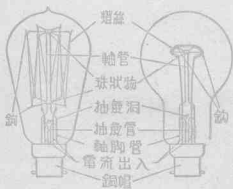
轉動換流機：這是變交流為直流的又一種用法。它是一具變換機器，一端送入交流，他一端即發出直流。

限制,且我們不能把一個直流的伏特數變更,但是一隻直流發電機帶動一雙直流電動機以帶動一個交流發電機,是把直流變做交流了,用來變直流為交流,或交流為直流的一組電機叫做電動機發電機組,在用直電流來點燈的地方,常用電動機發電機組來變直流為交流的,就是用一隻直流電動機來帶動一隻交流發電機,在用交流的區域內而要用直流,例如用於電車鐵路,通常都用一種轉動換流機來變換電流。

### 三 常 燈

電在一條電線內流過時總要遇到阻力,叫做電阻,這並不是一件希奇的事,我們可用水來做比喻,水流過一根水管,因為與管壁摩擦,也遇到阻力,所以電流流過

一根導線就足以使它發熱,倘使電流充份足大時就可使那導線熱得發光,或者竟燒掉,愛迪生就根據這個極簡單的原理,創造出電燈,他也不過用一根導線



白熾電燈的構造:左為F 通長絲真空燈泡,右為抽氣管(為氬氣或氙氣)燈泡



在真空中加熱，倘使在空氣中把電流通過一根導線而使它發熱，就要發生『氧化』作用，空氣中的氧和組成導線的物質化合而生一種氧化物，這種緩慢的氧化作用終於把導線消耗，所以發熱的導線必須完全封閉於真空中。

自從愛迪生創造那商業上不朽的電燈之後，會有不少的改良和進步，我們現在已有巨大功率的電燈，有幾種尺寸之大和電絲之粗，需要好幾匹馬力的電來發光。

但是愛迪生並未造出世界上第一只電燈，不過第一隻實用的燈絲式電燈却必須歸功於他，英國兌維爵士(Sir Humphry Davy)，曾一度為大電學家法拉第的實驗室助手，實為發明電燈的第一人，這是一百數十年前的事。兌維和愛迪生不同，當時並沒有發電機可供他應用，他只有靠原電池來做試驗，他注意到，



這是一盞巨大的電燈泡，發出50,000燭光，它們用於航海燈塔，也用於飛機場上的示向器。

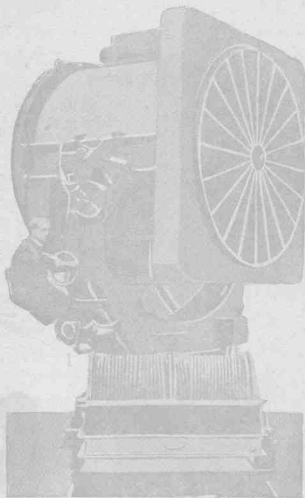
若用少數電池時，二電端間雖發生電花，一轉瞬間即熄滅了；但是用了很多的電池時，那電花就能歷時好久，在電路的兩線端間跳動。他是一位留心觀察的人，也是一位忠誠的實驗家，故對這實驗悉心探考，曾使電花發生於種種不同的材料之間。他用過許多種的金屬，最後乃選用炭棒，這是電池的一種良導體。他用炭棒試驗的時候，發見電花的存在與電池作用同一長久。從此這種炭



近年來電燈的使用，不但在房間內和街道，且在晚間三經六徑，巨艦或其他偉大建築物。上圖是一大廣的夜景。

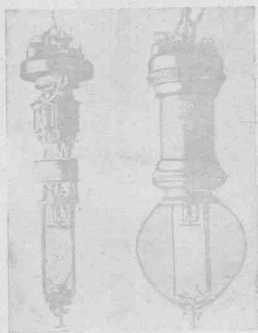
棒電端即被稱為電極，而成為現今弧光燈的基礎。弧光燈為我們所知最強烈的燈光源。我在這裏要附帶說句話，警告試驗弧光燈的學生們，倘使你的眼睛沒有適當的蔽護，而接近這種光源時，它的強光能使你的視力永久損壞。

使電流躍過炭極之間，可發生



這巨大的探照燈，從地上起共高十四英尺，射光器的直徑為七英尺。它  
能射出一柱光，強度達3,500,000,000燭光，照到八九十英里之遠。

不少有趣的現象。這樣一個電弧所發生的火焰達到非常高的溫度——僅少於人類所能達到的最高溫度數度。這弧焰的最熱部份約為華氏七千度，使弧光燈發光。先把二炭極相觸一下，這時炭極發熱，且有少量的炭在棒尖處汽化。這炭汽也是一種導電體，在兩炭極相離時，電弧能發生高熱和白熾，就是由於電流流過這炭汽的效應。



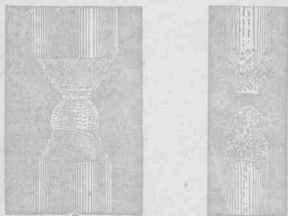
封閉的弧光燈：電氣封閉於內球內（左圖下部），此球上面用糊蓋着，幾乎不滲空氣。左圖上部所示的電磁線卷，即炭棒的調節裝置。右圖是弧光燈的外罩。

用炭極製的弧光探照燈，在海陸軍界用途甚廣。有幾種極強烈的燈能照到二三百里遠，需電幾百馬力。工程師利用弧光燈的性質來構造電爐，當在下文中再談。

現在各

國大都市的街道上仍有採用弧光燈來照明的，雖然燈式的白熾燈已逐漸地奪取它的地位。弧光燈必須有一種自動的調節裝置，來調整它的炭極。它把炭棒不斷地消耗，倘使沒有方法去調節它們，必致燈光熄滅。這個調節裝置是用一組活動的電磁鐵構成，就是用一條鐵放在一個空心的螺線管圈中，依電流的強弱而能上下抽動。

點弧光燈，交流和直流都可以用。用直流時，上邊（陽極）炭棒的被燒去，比下邊（陰極）的炭棒約快二倍。因此在上炭棒端的中央形成一隻覆杯狀，也稱噴火



電氣：左圖表示二炭極間的電弧。右圖表示已消耗的二炭棒的形狀，因炭棒的端上有覆杯狀的噴口。若用交流電時，二炭棒端同樣成尖錐形，上棒無噴口發現。

口大部份的光和熱即從這噴火口而來。若用交流電即無此現象。

## 別種電燈

約一百年前，有一位德國實驗家名蓋斯勒 (Geissler) 的，發見把某種氣體放在一個玻璃管中，而此管設有兩電極時，能使它發光，但在這種電燈中所用的電極，並非以前所述的炭極，而是細小的鉛線，封入於玻璃管的兩端；倘使用銅線封入玻璃管端，因為在冷卻時銅的縮小比玻璃快得多，必致玻璃管爆碎。

蓋斯勒把相當高壓的電流通過這種密閉的氣體時，他發見這氣體發出一種光，並不強烈，但是以在不亮的室中見到，很是有趣。這光的顏色視氣體的性質而定，例如氫氣發出一種顏色，氧氣另一種顏色。後來的實驗證明這種燈不是一種實用的發光方法，因為找不到一種能發強光的氣體，故這種電照的方法並沒有什麼改良的地方。直至十九世紀末有二位工程師，穆爾 (D Mc Farland Moore) 和庫拍·休易特 (Peter Cooper-Hewitt)，繼續蓋斯勒的研究，不過題材略有不同，終於造出另幾種電燈，類氣體的白熾而發光。庫拍休易特發見用電流通過汞汽能使它發出白青色的光。穆爾又發見用電流通過氖氣，能使它發出帶淡紅色的光，氖是英國

科學家拉里 (Raleigh) 所發見的。



庫拍休易特汞汽燈：電流通過玻璃管中的汞汽使白熾而發光。

由庫拍休易特實驗的結果，乃有庫拍休易特汞汽燈的實際應用。多年以前，此種汞汽燈用於活動影片演戲室，因為它所發的光富於「光化性的射線」

(actinic rays)。但是，有聲影片的進步已把此種電燈淘汰，因為它們在發光時略有嘈雜聲的緣故。

穆爾實驗的結果，雖在商業上未達極度的成功，但很有趣，因為穆爾不但使氙氣發光，也能使其他氣體發光。他的白熾氣體燈中的若干種確曾在商業界風行過一時，只因燈絲式白熾燈的高度發展，以致他的最有希望的成績不得不歸失敗。近年來穆爾的成績又被電視科學所重視，因為倘使沒有氙燈，就不會有電視的成功。氙燈能夠急劇地被點被熄，從完全黑暗到滿度光明，每秒鐘變動可達10,000次。當然，這種高速率的斷歇不能被我們的眼睛所察出，因為人的視覺能把所見的像留住歷十六分之一秒。然而穆爾氙燈之所以能適宜於電視者，即由於這高速率變動的能力。

穆爾的早時的實驗，實為現代氙光市招成功的直



接原因，今日用氖光招牌來做廣告的甚多，不但因為顏色豔麗，且因通電的氖能發出具有穿透力的光，它很容易穿過烟霧，而使市招於遠距離看到。

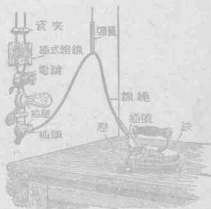
關於白熾式電燈，我還要補充幾句話，倘使你把手放在普通的電燈泡上，你就要感覺到它發生多大的熱，這個熱有什麼益處呢？它是無用的，這是今日工程上的一個大問題，普通一盞白熾電燈，所發生者大於百分之九十的是熱，小於百分之十的是光，換句話說，電燈中所用百分之九十以上的電能是不必要地消耗在熱的產生，倘使與自然界所用的發光方法相比較，其效率真低得可憐，螢蟲是一個效率最高的發光者，大自然給予這小小昆蟲一種有效的方法，使它把所消耗的「能」的百分之九十五以上發出為光，倘使有工程師模仿它的



方法而發明一種電燈，給我們百分之九十的光，和百分之十的熱，那麼世界上每年電燈費的減少，不知要達若干萬萬元。

## 四 電熱

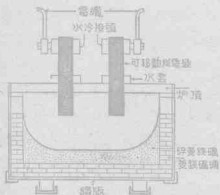
電光和電熱的產生沒有多大的分別，不過後者的電流量通常為較大而已。產生電熱的方法與電光一樣，或者用電弧，或者使巨量電流通過一個有高電阻的導體。普通家用烘麵包器就是電阻發熱的一個好例子。家用電熱器中所用的線係一種不容易氧化的特製合金。此種線不但能抵禦空氣中氧氣的侵蝕，同時能被熱到高度白熾而不失其性質。發熱到這樣地步，所用的電能量當然是很大。普通的電製鐵約消費半馬力的電工率。現在此種電熱不但普遍應用於家用電器，在工業上也是一樣。應用小電爐及洗衣作等所用的各種乾燥器都採用電阻發熱。



電製鐵——裝在鐵殼內的電阻線用電流來發熱。上圖表示連接電與鐵的適當方法。

## 電 鎔 爐

電鎔爐是科學界最



一種電熔爐的剖面，由炭極間的電弧生熱。它們用鹼性物質襯裏，所以能發生高熱而無氧化，因此電爐能把低級生鐵造成的鋼製成潔淨。

驚異的一種成功，用了二呎直徑的巨大炭棒電極和數千安培的電流，可在一只特製的電熔爐內發生巨量的熱，用以還原金屬礦並製成“電鋼”。電熔爐用抗熱材料製成的磚做襯裏，把爐內經過鋼鐵的電弧適當地增強。

所生的高溫度能使各種驚奇的化學變化發生。

商用電熔爐可分成二大類，一為電弧熔爐，一為電阻熔爐。電阻熔爐又分為二類，一類使電流流過電阻線



鍊鋼電爐在此注液鑄鋼於其中



製造石墨的電爐。cc為炭棒電極，B為煤地，A為煤地頂上所蓋的砂與泥之混合物，以防與空氣接觸。電壓 200伏特，電流40,000安培，用交流發電機供給

而生熱，另一類使電流流過非金屬物，如炭粉而生熱。製造石墨的電鎔爐就是屬於後一類者。石墨是高純度之炭。此種電爐在實際上不過是一座抗熱磚砌成的巨室，在室的兩端裝着二根巨大的炭電極，兩電極之間堆塞着煤塊。煤中含有巨量的炭，所以煤也是導電體，不過不如金屬罷了。把數千安培的電流通過這煤床，隔絕了空氣，能使煤熱至白熾。除炭外，煤中的一切物質都被汽化而逸出，所留存的炭即是石墨。巨大的電鎔爐中之熱，為地球上商用的最高熱，溫度達華氏七千度。



一只電熱器或電爐的構造。鎢合金有很高的電阻，所以它用這種合金線來發熱。先把鎢線纏成螺旋狀的管，而後把它繞在一個不傳電的瓷管上。這瓷管部分裝在一個狀金屬反射器的中心，使所生的熱向一方平行射出，好像汽車頭上燈光的射出一樣。



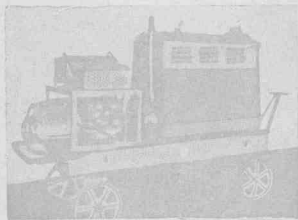
電鎔電爐，用以使熱鋼較冷而增加其柔軟性。爐內列置發熱線卷。爐門用電動機來開關。這電爐用220伏特之電壓，最大消費電工率為29仟瓦特。

## 電 煖 爐

暖房屋或電車所用的電煖爐總是用高電阻線卷，裝在不燃燒的絕緣架上而生熱的，但是此種電煖器效率甚低，祇可在電費低廉之處用作發熱器，因這緣故，電煖爐大都只供臨時之用。

## 電 鎔 接 器

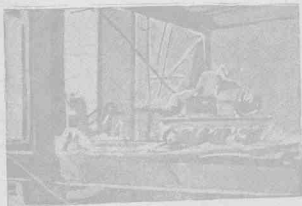
電鎔接是用電熱來連接二個金屬面之方法，電鎔接器實在是一只特造的電煖爐，把二金屬體接觸時，即在接頭處發生高熱而使二金屬鎔合，這高熱的發生，由於“接觸電阻”所致：



恆步鎔接機，右端體內裝有六汽筒汽機一座，用以發動一只25伏特電弧鎔接發電機，此機發生低電壓和強電流。

在這二十年中，對於各種用途已產生各式的鎔接機，例如「點鎔接器」，用以接合金屬板，此種鎔接法實在是替代帽釘接合或銲接，稱做「點鎔接」者，是因為加熱處只有約四分之一吋直徑的小小一點。

用金屬電極所生之電弧，也用於電鎔接，這一種電鎔接器常用於接合電車路軌，此器用特種合金所製之電極，使它鎔解而將這熱金屬流入於所要接合之部分。



特別電鎔接器。近年來在鋼鐵建築物上即用電鎔接以代替帽釘接合。較為便利而省費。

## 五 家用電器

電已成為家庭中的公僕，它能洗衣熨衣，振響門鈴，掃除地毯，發光發熱，以及服役於種種省工省時的工作，



家用電器的種種；使主婦們的工作簡易化。

不勝枚舉，實際上說，現代家庭中所用每一件電器，或是用到一隻不滿一馬力的小小電動機，或是一個發熱線卷，電燈，電灶，電熨鐵，捲髮器，電暖褥，研光器等等都採用着某種發熱線卷，打蛋機，洗濯機，冷藏櫃，真空吸塵器等等，都採用小馬達。

在暖褥中採用一種很特別的發熱線卷，用石棉來謹慎地把它絕緣，雖發熱而不發生着火的危險，有許多暖褥且另用一種恆溫器(thermostat)來保護，恆溫器的功用在自動的調節電流以控制溫度，它的運用根據於熱脹冷縮的原理，溫度太高時，其中的元件膨脹使電路斷截，溫度太低時，元件收縮而容許電流復通。



床上鋪着電暖毯，薄薄的一層毯，中間裝着特別的發熱線卷，且有恆溫器來控制溫度。

有一種叫做“啞啞”電熨鐵(“click iron”)，數年前由其一

家電器製造廠造出，那個發明人得到一百萬美金的酬謝，說到“啞啞”電熨鐵的發明的經過很是有趣，那發明人是一個管蒸汽鍋爐的火伙，有一次爐門偶然裂碎，必須用一片金屬來暫為補綴，這火伙特別注意那片補綴的金屬，他發見鍋爐達到某一溫度時，爐門上那片熱

金屬發出一“啞啞”聲，同時向外彎出；在另一方面，火爐冷到某一溫度以下時，那片金屬又發一“啞啞”聲，而同時却向內彎進。他就推考這“啞啞”金屬片的道理，而理會到這個作用是由於熱脹冷縮。於是他就想到應用這原理來控制電熨鐵和其他類似電熱器中的溫度，結果他造成了一種控熱的最完滿的方法。他用一具恆溫器，但這與以前市上所有的恆溫器是絕不相同的。這具恆溫器的構造不過是一塊小小金屬圓片，有一個觸點裝在圓片的中心，熱脹時接觸，冷縮時則斷開。

這一小小故事說明一個電學實驗者常有創造商業界實用品的機會，更說明一個發明，雖是十分簡單，往往能使發明者獲得巨富。

以前討論電燈時，曾述及庫拍·休易特汞汽燈，此種燈發出的光線和日光有點相像，很有益於衛生，尤其把

孩兒們在家中受紫外光的治療



孩兒們在家中受紫外光的治療



汞汽燈裝在石英燈泡內時功效為大汞汽燈所發出的不可見射線是紫外光，能使皮膚晒黑而具有太陽光之種種優點。普通玻璃不能使紫光透過，所以要用石英燈泡。此種發見的結果，使我們得在家中用小小汞汽弧供種種皮膚病之療治。把身體露在此種益光中，每天數分鐘，可使皮膚晒黑，電弧亦產生大量紫外光，故也可供醫療之用。

現在家庭中的一切工作幾乎都能用電器來做，主婦們歡迎用電器，除簡便而外，還有種種理由，略述於下。

大概最顯著的是潔淨和絕對免除灰塵和污穢，沒有煤炭烟氣，沒有退色作用，沒有侵蝕、氧化和其他破壞。對於熱的控制是完全的和絕對的，只須把控制電鍵撥在高熱、中熱或低熱的位置上，熱的強度即可保持於某一溫度而不變。

火患減少到最小限度，因為無需用火柴、油燈、油罐、油桶或其他足以危及生命財產之物。電流如偶然過大時，電路中置有保險銘線，可立刻把電路截斷。

關於電動機方面也只須把電鍵一按即可開動，高速、中速、低速隨便，無需人照顧，自會依人的意思而工作。電扇的涼風習習，電力冰箱自行抽動阿摩尼亞而發冷，真空器自行吸取地毯的塵垢，其簡便、清潔、舒適，比到事事勞力工作者，真不可同日而語。

## 六 電車

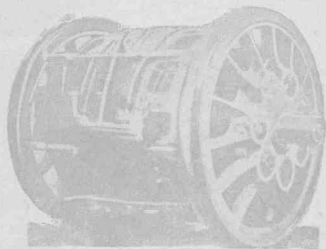
電力應用之最有趣味的一種，莫如用巨力電動機來推進電力機車和市街電車。電力機車的應用日見增加，因為它比蒸汽機車之優點多且顯著。用蒸汽的機車聲音嘈雜，效率低而養費大。不但如此，蒸汽機車噴出大量的黑烟，以致所經過的地方沉落烟塵，且飛散的火星亦易引起火患。

電力機車靜而有力，列車發動時沒有噴氣聲，只有



單相交流機車牽着一列客車，車頂上裝着比例磁器式的受流器。

在巨量電流流過電動機時，略作幽靜的漸漸聲，和斷路器開關時略作輕輕的吶嘖聲而已。此種機車能以高速



直接裝在電力機車輪軸上的電動機。

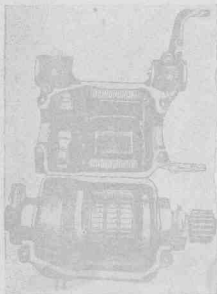
度拉動巨量列車。

巨大的機車往往裝着六個電動機，每一對車輪一個，此種電動機的電樞（發動部份）直接繞在車輪的軸上，如此的裝置法使機車的重心甚低，行於轉彎的路軌上時，不致有傾覆之虞，故甚重要。

行於山路上的機車，其電動機有時消耗電力，有時却發生電力，電動機取入電流時，把機車推進，但是在機車下山時，電動機為被動的，故只須把它的接線加以簡單的變更，即可使電動機變為發電機，從山坡滾下的機車將其電動機所發的電流反饋於傳遞電綫，而在另一軌道上的機車即利用此電流來幫助它上山，把一發電

現機轉動時，其電樞必須「割截」磁場所發生的磁力線，才可感生電流。但要抵勝這磁力線所生的阻力，必須作功於電樞，就由於這個作用，乃能使機車下山緩慢。故這樣裝置有二個優點——機車發生電流，反饋於電綫，同時自動的減低車速，因而避免用軋軋而起的磨損。這是一種最巧妙的方法，鐵路上採用已多年，很是滿意。

在以前的電力機車中，要從滑動觸點輸入電流得不到可靠的方法，很成問題。我們必須知道電力機車所



單軌電車上的直流電動機，蓋子揭開，顯示內部的電樞和換向器的位置。平時係封閉的，裝在電車底座下。

用的電流量甚大，故必須把滑動觸點調節到電流經過過度電阻量時沒有巨大的消耗為準。一輛普通機車牽引一列客車所用的電流大概從5,000安培到10,000安培。在有二種傳電方式，一種叫做比例槍器式（pantograph system），另一種叫做第三軌式（third-rail system）。第三軌舖在車軌的旁邊，作電流的回路。

頗有危險，因為倘使一個人偶然將一足踏在第三軌上，而另一足觸到其他二鐵軌之一，必然立時受電斃之慘，故有些地方禁止採用此種方法，而用比例繪器式。

所謂比例繪器式者，因為機車所用的一種導流器具的構造頗像一種把圖樣放大或縮小的繪圖儀器，它裝在機車的頂上；它的功用和市街電車頂上的觸輪是一樣的，這一種電車鐵路需建立鋼塔或鋼桿，以支起幾根高壓電線於適當的位置，使導流器具能夠與電線接觸。

這種比例繪器式導流器具用輕的鋼桿構成，其接觸電線之物不是一個輪而是一條約四呎長的厚銅片，能在同時觸着二根電線。

電力機車所用的電壓，界限甚廣，視交流或直流而定，若是直流電，通常所用的電壓是600伏特，若是交流電，則電壓可高至11,000伏特。市街電車在實際上總是用直流，而巨大的



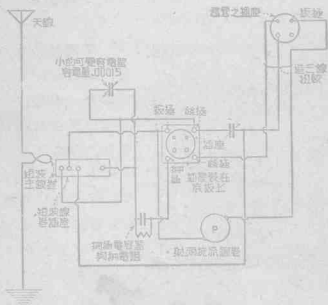
市街電車上的手動控制器，器中有一個直立筒，筒上釘着許多觸點，司機者執着頂上的搖柄，旋轉時，直立筒跟着轉動，因觸點位置的不同，先使二隻電動機串聯，再改為並聯，而後再漸漸將電阻劃出。照如此的手續，使車速漸漸增高。

電力機車則用交流為多，尤其在需用高架電線的地方。

地下電車道，例如紐約市中，往往用第三軌式，因為實際上沒有使人觸電的危險，雖是工作人員有時必須走過，但他們都有訓練，必能小心謹慎。地下電車道都行駛十輛一列的特快車，但不用機車，每隔一輛，車上自己裝着電動機，司機者坐在第一輛車中，用一個單獨控制器控制着所推各車中的一切電動機，這種叫做『多機制』（multiple unit system），一切電力機車和市街電車都需要一個控制器，讀者必須知道我們決不可任令電流突然流入電動機，必須令其漸漸流入，否則發電廠中必發生甚大的妨礙，例如因電流太大而使斷路器開脫。控制器的任務即在使列車漸漸發動，等到開動以後，乃可容許電流較自由地流入。在有幾種控制器上，裝着一種呆板的把柄，在西文術語上叫做『死人把柄』（dead man's handle），意思是恐怕司機者粗心大意，發生危險，所以裝着這件保險的把柄，雖『死人』去開，也不關事的。這『死人把柄』的端上裝着一個按鈕，如非司機者的拇指把鈕按壓下去，他不能把列車開動，倘使他的拇指離開了這按鈕，列車就要自動地停止。安全設備愈完全，行車的速率和運用的效率都得增高，所以很是重要的。

## 七 無 線 電

無線電的較近發展,不是一般學生所能完全知道的,無線電不但用以傳遞語聲,音樂或電報信號,而現在也可以傳送照相活動人物像,甚至小量的電力,用無線電來自動的遙制機械,也是現代工程上的新成功,將來定有極大的效用,所謂自動控制就是用無線電波來運用各種機械。



可適用於接收短波的接線圖

用了條件簡單的無線電器具,實驗者配上一件附件,即可把一個簡單無線電接收器改裝為可以接收短波。

數年前，美國海軍部做過一套關於無線電控制的實驗。他們利用一艘舊戰艦，「衣阿華」(Iowa)號，把它裝配之後，供無線電控制的目標。它的導向機關，甚至節制射油於鍋爐裏的活戶，都裝配到可用無線電波來控制。這隻自傲的舊戰艦曾自己開到德拉瓦灣，船上却是沒有一個人。它是由停在相距數哩之另一隻戰艦上所發出的無線電來控制的。

無線電也曾控制過飛機在將來，我們更可以看到它控制鐵路機車和飛行氣艇。



電視發送機

把所要攝影物件——在這兒是人的孔面——放在電視發送機的前面。一柱強光從右邊日光燈射來，穿過一個分點盤，使它照射於物體面上，然後反射到裝在面前圓筒裏的光電管。

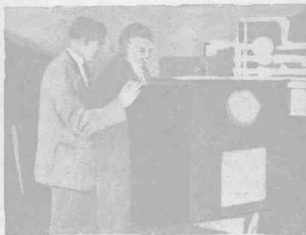
傳遞靜的圖畫相片和活動影片是無線電的另一發展。靜片的傳遞比較容易，因為沒有特別的時間條件在內。此種照相在一小時內即可印出。可是要傳遞活動影片，那就有很不同的問題發生了，因為若要產生一種動的光學幻覺，每秒鐘至少須傳遞十四張照片，於是就引起了電視(tele-



vision) 上的一個大問題。

我們必須知道,用無線電傳遞一張照片,並非真把那張物質的照片從空中送去,不過是用一組配好次序和強度的電衝動,傳到了接收的一方時,發生一組閃光,紀錄到一張照相紙上,即可顯出發送方的那張照片。

現在歐美各國均有電傳照相通訊社設立,不論有線無線均可使用數千里外的某處舉行盛大運動會,或者夜間大火燒,當地所攝的照片,在下一日各地的早報上都能刊出來了,甲地的醫生替病家照了一張X射線照片,可立刻傳到乙地的專家請他判斷出病由。



電 視 接 收 機

傳來的圖現出於接收機下部的屏上。上部圓洞裏裝着揚聲器。

若論電視，更能把說話者或唱歌者之活動面貌姿態從空中傳至別處，但是這一種傳影不過是一種巧妙構成的光學的幻覺，能欺騙得過最敏銳的慧眼。用強光照射於所傳物的面上，而後使它反射到一具光電管，光電管受了光，它的電阻即起變動，倘使光是強的，電阻就

減低，電阻總是跟着所受光的強度而變。用了這方法，就能用光來調起電波，正像一隻微音器使人類的口聲調起一條平常電路內的電流之變動，光電管實在可稱做一只「光的微音器。」

在電視設置的接收方，用一組平常無線電接收器，但並不將所接的電波饋入揚聲器，却饋入一盞氖燈，此氖燈燈光的變動與發送方的電阻變動互相合拍，再用了一個穿有多孔的分點盤 (scanning disk)，將氖燈光分成小小光閃，配合適當的位置於是接收方就產生了一張照片的幻覺。



光電管的二種式樣

右邊大的一種管係供科學研究上精確量光之用，左邊小的一種供在電影片開演時發聲之用。光電管上覆着玻璃真空管的玻璃，以便插入儀器中，像普通無線電真空管一樣便利。

光電管是人類設計的最奇器具的一種。就它的形狀來說，很像一盞普通電燈，可是仔細看去，它只有二個電極，並沒有燈絲，一個電極裝在燈泡的中央，只是一個適當支起的線網。另一個電極塗着金屬，例如銻 (caesium) 或鉀 (potassium)。光電管中像普通電燈泡一樣，已抽盡空氣，因為有空氣，光電作用很受阻礙。

光線射着銻面時起什麼作用呢？射出電子，即微小的電粒子從銻面釋放而出，這種粒子使其兩電極間的空間變成半導體體。倘使這兩電極面間有電位差，就有微電流發生了，以前已經說過，這電流的變動視光的強度而定。



### 用光線傳遞音樂

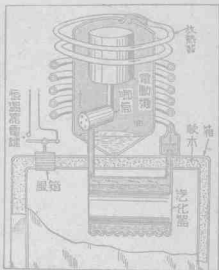
左邊一組無線電接收器控制着一盞氣燈的亮度，使燈光跟着音樂而變動。線路中氣燈的接法即是平常揚聲器的接法。那盞光由一個反射器集合成一細光柱而照射於裝在右邊一只小黑箱中之光電管上。光電管中電流的變動用真空管放大，再由揚聲器發出聲來。倘使表演者把他的手放在光線中，音樂即停止，手一移開，音樂復作。像圖中的那組器具，二方可分開至50英尺遠；如用較強之放大器，距離更可增大。

光電管的用途日見增加。近來有一種機器係利用光電管來自動揀選雪茄烟。在雪茄烟製造廠中，用色澤來分成烟支的等級，把暗者和亮者分開。這種分法，在以前完全是靠有經驗的眼力來揀選。光電管能做這種工作迅速而有效，雖顏色深淺微有不同，亦能察出。光電管也用以測量在烟肉內升起的烟量。它們也可用以操縱路上的交通信號，或計算十字路口汽車往來的數目。竊賊手持電筒入一暗室時，即可使光電管撥動電鍵，把室中的電燈點亮。

因為光電管僅發生很微很微的電流，只有少數微安培 (micro-amperes)，故須用普通真空管來把這些微小的電流放大，因此乃能用替續器來運用載有較大電流量的電路。就因為這樣，工程界乃得用光電管來控制較大的機械。

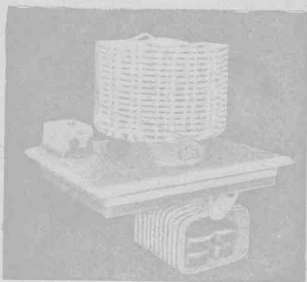
## 八 電力發冷

電力發冷法是工程界較新成功之一，但是我們須知道所謂生冷，不過是利用「機械能」來把「熱」從低溫處抽到高溫處，使低溫處愈變愈冷。電力發冷只是利用電動機來發生機械能，並非電自己能生冷效。例如我們也可用一只蒸汽機來造冷，即是用它的「機械能」來把冰箱裏的「熱」抽出，好像用抽水機來把水從低



(左)家用電力冷藏庫，俗稱電氣冰箱。(右)電力冷藏庫中電動機與喉筒之位置。放熱器裝在庫箱之頂，汽化器裝在庫箱之中，內貯冷媒(例如氨氣，即阿摩尼亞氣)。喉筒從汽化器吸取氣，壓入放熱器，高壓氣經過放熱管而噴出時，把熱放入空中，被冷而成液體氣。液體氣經過一個膨脹活戶而復入汽化器，變成氣體，因此奪取庫箱中之熱而使箱冷卻。

處抽到高處一樣。在一切電力發冷器中，電動機所發生的「機械能」通常是用它來發動一隻唧筒，以壓縮一種冷媒——普通用氨（即阿摩尼亞）——由汽體變為液體，而後使液體在冷藏庫裏自由膨脹，化為汽體，吸收周圍的熱。再把這汽體壓縮，加以却冷，又變為液體，如此循環不已，纔能使溫度降低。這個效應是凱爾文爵士 (Lord Kelvin) 所發現，到近來才應用到商業上。我們平



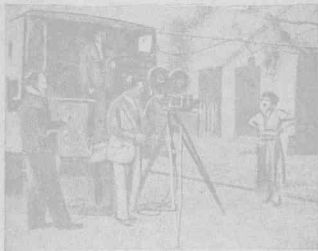
電力冷庫車的頂部部分，顯示款熱部和汽化器。

常撮口吹氣時，雖然口中的氣體是暖的，但是從通窄的唇間吹出，先壓縮而後膨脹，故吹出的氣體是涼的，這是一個最簡便的實驗，也就是機械力發冷的原理。

## 九 有聲活動影片

有聲影片對於習科學的青年當有甚大的興趣，因為他們可藉此知道些近十年來新原理和新發明的應用。有聲影片有二種，一種是把聲音紀錄於留聲圓片；在放映影片時，使這唱片依影片的次序而發聲。可是它不用普通留聲機的發音臂，而用一種特別的發音臂，實際

說來，這發音臂是裝在一個小的發電機上的。現在要把這發電機的構造和發聲的關係簡單的說明一下。這發電機的磁場為一個永久磁鐵；它的電樞只振動而不轉動，因為這電樞上裝着唱針，而唱針跟着唱片而振動，故電樞乃跟着唱針而振動。電樞上繞有一個細小的線卷；電樞既在永久磁鐵的磁場內振動，那線卷即割截磁力線而成生一些電流；這細微的電流跟着唱片上所記聲音的變動而起漲落。再用一只真空管把這變動的載聲電流放大，最後從一只放在銀幕後的大揚聲器發聲。



一組便攜活動照相機，能在戶外攝製有聲影片。

上述一種發聲法現在已經廢棄不用，一因留聲圓片容易裂碎，二因現在已有更滿意的記聲法發明，就是



一段有聲影片，左邊一條淡灰色  
 狹帶發出聲音，就是所需聲軌。

用照相法記聲於影片的邊上，那記聲部份約闊十分之一吋，叫做「聲軌」。當攝製影片時，演戲場上裝着一具與放大真空管相連接的靈敏微音器，把載聲電流送到一具愛恩和文電流計 (Einthoven Galvanometer)。這電流計的構造很簡單，為一個大而強的永久磁鐵，和一條帶着一面小鏡的細線張在這永久磁鐵的兩磁極之間。當微音器中發來的載聲電流經過這細線時，這線就起振動，和線內電流的振動同步。結果，這線的機械的振動即是線中經過的聲音或音樂所控制的振動，從一個



強的光源，把一道細光射在繫於振動線的那面小鏡上，鏡在振動時，那道光當然跟着振動，從小鏡反射出來，射到照相軟片的聲軌上去，這一道振動的光因此就在軟片上記錄出一條波形線。

現在通用的聲片製法，是使從微音器出來的放大的電流經過一個特別的輝光放電真空管，這真空管裝在照相機內，依所受電流的變動而發光或亮或暗，這變動的光射過一條狹縫，再由透鏡把光聚焦於照相軟片的邊上，即聲軌上，把軟片顯像後，不但顯出一連串演戲的相片，同時顯出一連串聲音的相片，即一連串或濃或淡的綫。

把聲音用照相法來記錄在軟片上已如上述，那麼怎樣使它發聲呢？當然不能用唱針，也不用其他機械的方法，這是很顯而易見的，那末必須用電的方法了；我們在這兒又須借重那件神妙的光電管，在放映機裏有一只燈匣，燈匣裏裝着一個強光電燈泡，一道細光，不過引線針那麼粗細，從一個細孔穿過，射在正在放映機中搖動的影片的「聲軌」上，一具光電管裝在影片的另一面，拾取變動的光因而發生變動的電流，再把這電流放大，結果由銀幕後的揚聲器發出聲來。