

电工技术实验

電工技術實習

楊學濬著

龍門聯合書局印行

序

在全國廣大地區解放戰爭已獲得基本勝利的今天，積極恢復和發展生產以保證新民主主義經濟建設的完成，乃是當前的重要任務，也是走向社會主義社會的決定條件。但在數十年帝國主義侵略和反動集團的統治下，我國的工業基礎是建築在殖民地工業的形態上的，是手工業，半機械工業和成品工業。想從這種落後的工業進展到自立的工業，其切需的條件當不只是機械和原料，更不只是技術知識，而最主要的是廣大的工人階級。“技術不能脫離羣衆”，我們要是忽略了這一句話，就談不到任何建設，亦絕不可能有所成就。

由目前起，我們的工業將要從改造而漸趨發展，大批的農民要轉變為工人，大批的手工業要轉變為機器工業。為適應這一個偉大的轉變，訓練新職工和提高舊職工是最迫切的任務，我國以往的工徒訓練大多是口傳心受或是心領神會。在機械化的工業中亦有此種情形，既沒有一定的範圍、規律或法則，更難得傾囊相授的師傅；何況各人手法不同，師承不同：於是乎每況愈下，原有的技術不能十足保留，新的創造更不能普遍推廣。本書就針對此種事實而作。著者從事電工技術工作十餘年，一向抱定向工人學習的宗旨，從而得到不少寶貴的技術知識，再參照各國方法，作成此書，以為職工訓練之用。

書中所用名詞差不多全是前國立編譯館所頒佈的標準名詞；沒有標準名詞的，則就職工們常用的名詞中加以選擇，以“切合實際”，“簡單普通”，“不文不俗”為原則；著者自擬的名詞只是很有限的幾個而已。本書包括五十章，一百個實習，對電工技術來說，距離完善地步還相差很遠。如有一些過於簡單不必專門討論的；另有一部分不適於實習的，如鐵塔工作，地下電纜建設等；更有一部分屬諸電機電具的技術工作，如電機的安

裝和修理等，頭緒紛繁，亦不能以實習的姿態出現。關於以上種種則擬另寫一書“電工工作法”，加以詳細討論，本書只好付諸闕如。

本書既以服務廣大職工為目標，當然求其“盡美盡善”，“切合實用”；但著者個人所見有限，仍盼海內職工同志，多加批評與指導，以期完善。如有技術的改進與發明，亦請時賜鑒言，以便有所借鏡。

著者識 一九五〇·六·六 工程師鄭

目 錄

I. 電線大小測量方法.....	1
II. 電線接頭.....	3
III. 絕緣層的剝削.....	5
IV. 單線的直線接頭.....	8
V. 單線的分路接頭.....	11
VI. 絞線的直線接頭.....	14
VII. 絞線的分路接頭.....	18
VIII. 電線的特殊接合法.....	21
IX. 加焊方法(一)——細線的加焊.....	27
X. 加焊方法(二)——粗線的加焊.....	30
XI. 鋁線的接合.....	32
XII. 接口絕緣.....	37
XIII. 電線與器具接合.....	38
XIV. 線繩與器具的接合.....	41
XV. 絕緣器裝設.....	45
XVI. 絕緣器綁紮.....	48
XVII. 瓷夾工作練習.....	50
XVIII. 捻頭絕緣器工作練習.....	53
XIX. 電線管工程(一)——電線管的割斷及整理.....	55
XX. 電線管工程(二)——銼割螺紋.....	58
XXI. 電線管工程(三)——電線管的彎曲方法.....	61
XXII. 電線管工程(四)——電線管的接合.....	63
XXIII. 電線管工程(五)——電線管與器具接合及接地.....	66
XXIV. 電線管工程(六)——敞露佈管工作練習.....	69

XXV.	電線管工程(七)——混凝土建築上裝設方法	71
XXVI.	電線管工程(八)——隱蔽電線管工程	74
XXVII.	電線管工程(九)——隱蔽電線管的器具安裝方法	77
XXVIII.	金屬槽板工程(一)——準備工作	79
XXIX.	金屬槽板工程(二)——基本練習	82
XXX.	地下槽板工程	88
XXXI.	電桿的裝配	91
XXXII.	加桿方法	97
XXXIII.	掘坑工作	100
XXXIV.	電桿建植方法(一)——引植法	102
XXXV.	電桿的拆除	106
XXXVI.	電桿建植方法(二)——吊植法	107
XXXVII.	拉線工程(一)——拉線的設置	109
XXXVIII.	拉線工程(二)——下部拉線	112
XXXIX.	拉線工程(三)——拉線圈及緊線器	115
XL.	拉線工程(四)——絕緣器及拉線夾	117
XLI.	拉線工程(五)——其他拉線	120
XLII.	拉線工程(六)——拉線保護設備	124
XLIII.	撐桿工程	126
XLIV.	電桿保護設備	127
XLV.	室外絕緣器的綁紮	130
XLVI.	變壓器的安裝	136
XLVII.	電纜的直線接合	141
XLVIII.	電纜的分枝接合	149
XLIX.	電纜的終端接合	150
L.	接地工程	152
附 錄		157
	厚鋼電線管尺寸及重量表	158
	薄鋼電線管尺寸及重量表	158

厚鋼電線管收容線數表.....	159
薄鋼電線管收容線數表.....	160
電線管工程安全載流量表.....	161
線繩安全載流量表.....	161
線繩組織表.....	162
絕緣電線組織表.....	163
絕緣銅線安全載流量表.....	164
工程方法及所用絕緣電線表.....	165
絕緣器工程設置地點表.....	165
捻頭絕緣器表.....	166
瓷管表.....	166
線號比較表.....	167
線號比較表.....	168
絕緣銅紮線及鐵紮線表.....	169
拉線張力表.....	169
拉線角度表.....	169
室外用紮線表.....	170
室外用接合線(電線接合用)表.....	170
室外用熔線夾及連接器表.....	170

電工技術實習

I. 電線大小測量方法

1. 說明

測量電線直徑和號數所用的儀器有兩種，一種叫做電線線規 (Wire gage)，一種叫做測徑計 (Caliper)。電線線規的種類和形狀很多，有圓形、長方形和 V 形等，並且因為電線表示方法有種種不同的制度，為適合這些制度而製成各種不同的線規。用的時候，應該先看清明線規是那一種制度的，再去量電線。

V 形線規的形狀如附圖 1 所示，用來測量電線的直徑，很難得到準確的數值，所以 V 形的應用不如圓形普遍。

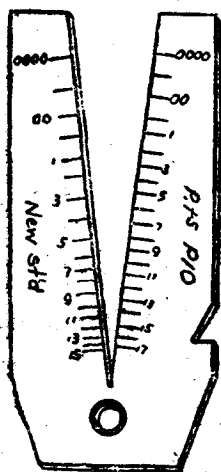


圖 1.

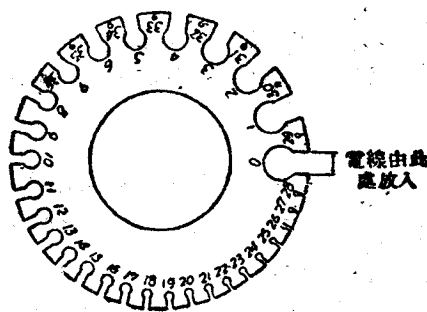


圖 2.

測徑計亦叫做微測徑計 (Micrometer caliper)，形狀亦有種種不同。如附圖 3 的一種，就可以用來測量電線。圖中所示的測徑計，當 a

和 b 直接接觸的時候，圓度盤的左邊正和度盤的 0 點相合，同時圓度盤上

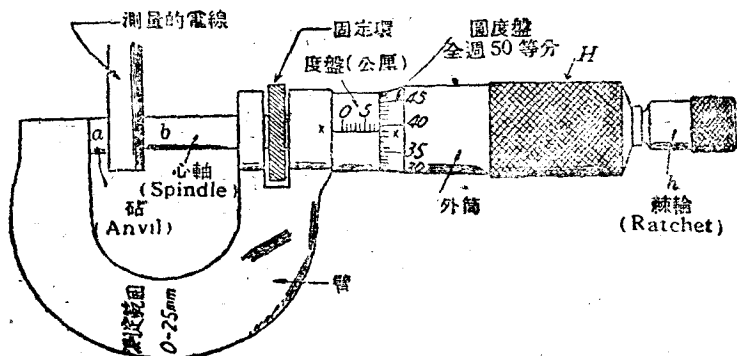


圖 3.

的 0 點恰和度盤的基線 $\times\times$ 相合。在測量電線時，把它放在 a 和 b 的中間，在度盤上就可以看出電線直徑的大小。

2. 用法

(一)線規的用法——如附圖 2，在線規的四週刻有大小不同的槽和孔，在每個孔的近旁刻有數字，就表示各種適合電線的號數或直徑，圖上畫的是美制線規，線規上所刻的 0~32 就是美國 B-S 制電線號數，公制的線規亦是一樣，只不過所刻數字不用號數而用公厘 (mm) 而已。線規的用法很簡單，拿電線試着放入槽內，放進去不能太緊或太鬆，尋求一個合適的槽，該槽旁邊的數字，就代表電線的直徑或號數。

(二)測徑計的用法——如附圖 3，將試線放在 a 和 b 中間，先旋轉 H 使 b 接觸電線，再轉 h 使 ab 夾緊電線，然後讀度盤上的數值。分度盤有兩個，一個和心軸的進退同方向，一個在外筒上，英制分作 25 等分，公制分作 50 等分，外筒轉一週，在英制心軸進退 $1/40$ 吋，公制是半公厘 (mm)，亦就是圓度盤上的刻度每轉過一度，心軸進退的距離必是 $0.001''$ (英制) 或是 0.01 mm (公制)。現在舉一個讀數的例子，如附圖 4 所示，(a) 圖中度盤上所讀的數值，是 $7. \dots \text{mm}$ ，7 以後的小數可以在圓度盤上看出，圓度盤上的刻度和度盤上基線 $\times\times$ 相合的就是 7 以後的小數，在圖中可以看出，39 正好和 $\times\times$ 線相合，所以 39 就是 7 以後的小數，按前越原理，圓度盤上每度是等於 0.01 mm 的，39 度必等於 $39 \times 0.01 = 0.39$

II. 電線接頭

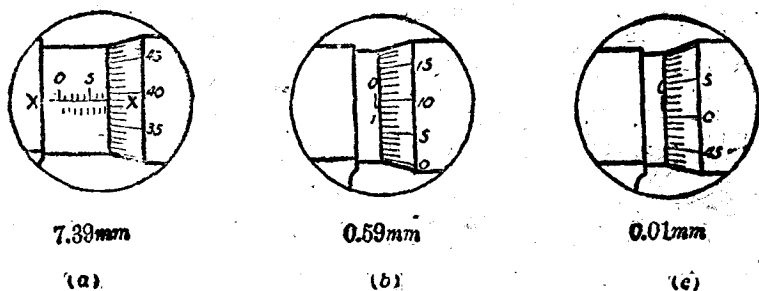


圖 4.

mm, 全讀數亦就等於 $7 + 0.39 = 7.39\text{ mm}$ 了, 其他 (b) 及 (c) 圖的讀法亦和 (a) 圖相同, 請讀者自己來讀一下。

3. 應用材料及儀器

每組: 裸電線.....數根;
英制線規.....1只;
公制測徑計.....1只。

4. 實習

實習一: 將電線先用英制線規測知號數的大小, 再拿測徑計測出直徑的大小, 用測出來各組的數值, 作一個電線表如下:

線 號 (英制)	直 徑 (mm)	線 號 (英制)	直 徑 (mm)

II. 電線接頭(Wire joint)

電工工程的工作標準, 本來限制在中途不許有接頭, 但是很長的電路, 整盤電線亦不夠長短, 或是為了節省電線, 或是中間有分路的需要等等情形, 而在中途有接合的必要的, 亦可以超乎限制以外, 但無論如何, 這種接頭總是希望愈少愈好。同時在工作時, 要特別注意接合手續的完

善，不可讓接合點的電阻增加，強度減少，或絕緣不足等情形發生。

1. 接頭的種類

(一)直線接頭；

(二)分路接頭。

2. 接合法的種類

(一)絞接法——用於直徑 2.6 mm 以下的單線，並且加焊。

(二)捲接法：

A. 用接合線（紮線）：

a. 不用輔助線——用於直徑 2.6 至 6 mm 的單線，並且加焊。

b. 用輔助線——用於 6 mm 以上的單線和相當大小的絞線，亦要加焊。

B. 不用接合線：

a. 單捲接法——用於絞線，需要加焊。

b. 複捲接法——用於細絞線，需要加焊。

(三)銅管接法——用於銅線，不需要加焊。

(四)鋁管接法——用於鋁線，用種種的接合器和壓縮機。

(五)特別接法——多用於電線管工程的接合匣 (Joint box) 內，或是其他電具內部的接合。

A. 對頭接法：

a. 不用接合線——需要加焊。

b. 用接合線——需要加焊。

B. 不同直徑電線的接合法（異徑接法）。

C. 用接合器接法——不需要加焊。

3. 接合步驟

以上所述，全是接合方法的種類，在工作的時候，無論應用那一種接合方法，工作步驟是出不了下述四種的：

(一)剝剝絕緣層；

(二)接合：

III. 絕緣層的剝削

5

- a. 單線的直線接合；
- b. 單線的分路接合；
- c. 絞線的直線接合；
- d. 絞線的分路接合；
- e. 特別的接合法；
- f. 電線和電具的接合；
- g. 線繩(Cord)和電具的接合。

(三)接頭的加焊；

(四)接頭的絕緣。

這四種步驟，並不一定是每種電線都需要，例如裸線的接合，就不需要(一)、(四)兩項，用接合器的接合，又不需要第(三)項，亦有時不需要第(四)項。上述的各種步驟，由下章起要逐步講解和實習。

III. 絕緣層的剝削

1. 絕緣層的組織

電線絕緣層的組織，各有不同，普通常用的電線多為橡膠或棉線編包絕緣。茲將各種常用電線的絕緣層組織圖示如右：

電線絕緣層的剝削方法有三種，層數較多的用分段剝法和斜削法，單層的用單層剝法。應用分段剝削方法時，橡膠混合物層

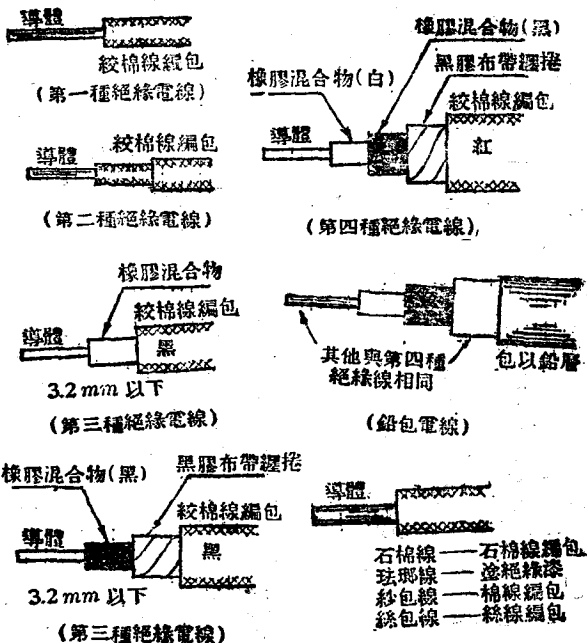


圖 5.

露出的部分約為 15 mm，導體露出來的部分，因為接合方法的不同，其長短並不一定。剝削時要時時注意，不要損傷導體，以免導體的強度減低。

電線種類和大小的表示方法如下：

$W_4(1.6)$ ——代表 1.6 mm 的加強橡膠絕緣電線（第四種線）；

$W_1(14)$ ——代表 14 mm² 的單紗風雨線（第一種線）；

W_2 ——代表雙紗風雨線（第二種線）；

W_3 ——代表標準橡膠絕緣電線（第三種線）。

2. 剝削方法

（一）分段的剝削方法如附圖 6 所示，先用刀在距離線端 110 mm 的地位（ $W_4(1.6)$ 電線）把絕緣層切開，然後沿着導體到線端剖開絕緣層，如（a）和（b）圖的樣子，次將殘破的絕緣層取開，並且用刀切下，如（c）和（d）圖的方法，在這步驟以後，電線應該稍為加以整理，如（e）圖的樣子，再次

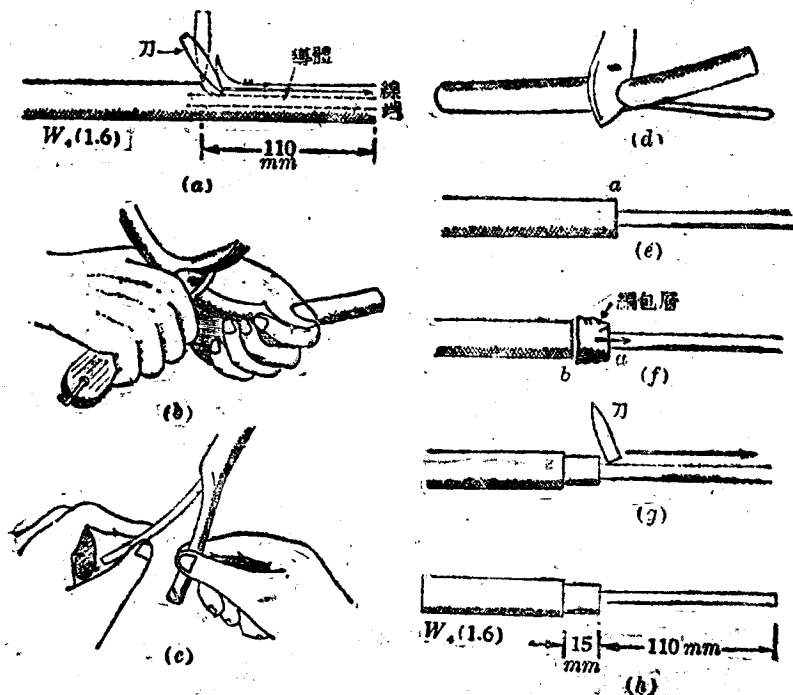


圖 6.

用刀在 b 點將編包層轉圈切開，同時將這部分的編包由右方取下，最後用刀背或砂紙磨擦導體的表面，爲的是把殘留的橡膠刮下，殘餘的橡膠碎末和砂紙的砂屑都用布擦拭，於是電線的剖剝工作完成。

(二)斜削法亦叫鉛筆式剝法，由距離電線末端 $110+7\text{ mm}$ 的地方 ($W_4\ 1.6$ 電線)，用小刀像削鉛筆的方法，將編包和橡膠一起削去，並在距線端 $110+15\text{ mm}$ 的地方把編包層切下，最後打磨導體。如附圖 7 所示。

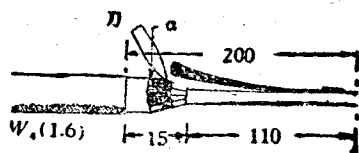


圖 7.

(三)單層剝法適用於風雨線 (第一種、第二種)、石棉線、紫線和電話黑黃線等，剖剝方法是先在距離線端 90 mm 的地方 ($W_1\ 4$ 電線)，用小刀將編包層轉圈切開，並且將切開的編包層由右邊取下，如附圖 8 所示，最後打磨導體表面。

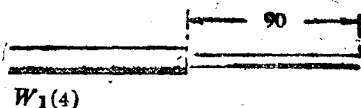


圖 8.

3. 應用材料及工具

$W_4(1.6)$ ，長 200 mm 4 根；

$W_1(4)$ ，長 150 mm 2 根；

小刀一把；尺一支；砂紙及棉紗。

4. 實習

(一)實習二：將 $W_4(1.6)$ 電線兩根作分段剖剝。

(二)實習三：將 $W_4(1.6)$ 電線兩根按斜削法剖剝。

(三)實習四：將 $W_1(4)$ 電線兩根按單層剝法剖剝。

5. 問題

(一)爲什麼在切包裹層時，小刀不能切得太深，或是過於用力？

(二)爲什麼要打磨或是刮削電線表面？爲什麼要擦拭乾淨？

(三)在實習二切剝第一根電線時，你覺得有什麼缺點，切剝第二根時有什麼技術上的改進？

(四)同上，在實習三時怎樣？實習四時怎樣？

IV. 單線的直線接頭

1. 說明

單線的機械接合方法，較細的電線多用絞接法接合，較粗的電線因為線徑較大，絞捻起來相當的困難，所以普通多添加接合線，而用纏捲的方法接合，同時因為兩線併合處，常常存在着凹溝，為使纏捲確實，需要更加上一根輔助線，如附圖 10 所示的樣子，一方面充填凹溝，一方面更可以穩固接合線的位置。

但是多大直徑的電線叫做細線，多大直徑的電線叫做粗線呢？這問題本來沒有一定的規定，普通多以 2.6 mm 作界限，就是 2.6 mm 以下的電線，可以用絞接法；6 mm 以上的用輔助線的纏捲法，2.6 到 6 mm 中間的電線用不加輔助線的纏捲法。

剖剝的長度如上章所述， $W_1(1.6)$ 電線是 110 mm， $W_1(4)$ 電線是 90 mm；各種電線各有不同的剖剝長度，而一般的標準是：

絞接法——直徑的 70 倍左右，

纏捲法——直徑 15 倍左右加 30 mm。

在工作時，應該先按照上述標準計算應剖剝的長短，再行剖剝。計算的方法很簡單，現在舉例如下：

$W_1(1.6)$ 電線的剖剝長度是

$$1.6 \times 70 = 112 \approx 110 \text{ mm.}$$

$W_1(6)$ 電線的剖剝長度是

$$6 \times 15 + 30 = 120 \text{ mm.}$$

$W_1(4)$ 電線的剖剝長度是

$$4 \times 15 + 30 = 90 \text{ mm.}$$

2. 接合方法

(一) 絞接法——先用第三章所述的電線剝削方法，按上述的長短施以剝削，剝削後按附圖 9 (a) 的方法將兩接合電線在絕緣層以外 90 mm 的線段併合，更在距離併合部分中心線各 20 mm 的地方，各用手鉗夾緊，如 (b) 圖所示，繼用手鉗在中央 40 mm 的線段以內，使兩接合線緊密接觸，更使兩手鉗按反對方向把接觸電線絞捻兩次，在作這步工作時，應該注意，兩根電線必需相互纏捲，如 (d) 圖所示，不可使一根電線纏捲在另一根電線，而另一根電線則毫未彎曲。再其次將左邊電線絞捻後的殘留部分，在右邊電線上作五次的單捲纏捲，過長線端則割棄如 (e) 圖，最後如 (f) 圖的樣子，把右邊線絞捻後的殘留部分，用同法纏捲五次，絞接就算完成。

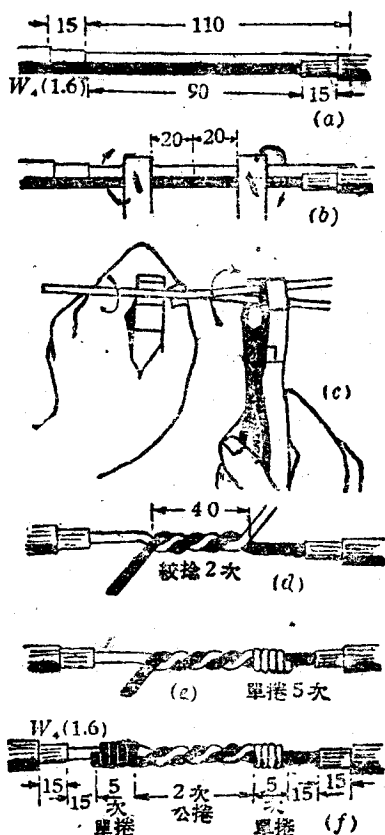


圖 9.

絞接法在中央 40 mm 部分的絞捻次數，普通是一次或是兩次，左右的單捲纏捲多是五次。

(二) 纏捲法——如附圖 10 所示，將已經剝削的電線兩根，各在距離線端約 3 mm 的地位，用手鉗稍稍彎曲，如 (a) 圖 a 點，次在兩線接面的凹槽間加上一根磨光的輔助線。

更次用表面磨光而且捲成螺旋狀的接合線在電線的中央部分用手向右傾斜粗纏兩三次，叫做粗捲。粗捲後改用手鉗用力纏捲直至捲到 a 點為止，在 a 點的外面更用手鉗作單捲五次，餘線和輔助線相互絞捻四五次後割棄。左邊的一半用同法纏捲。

6 mm 以下的電線接合，不需要輔助線，所用的方法和上述相同，只

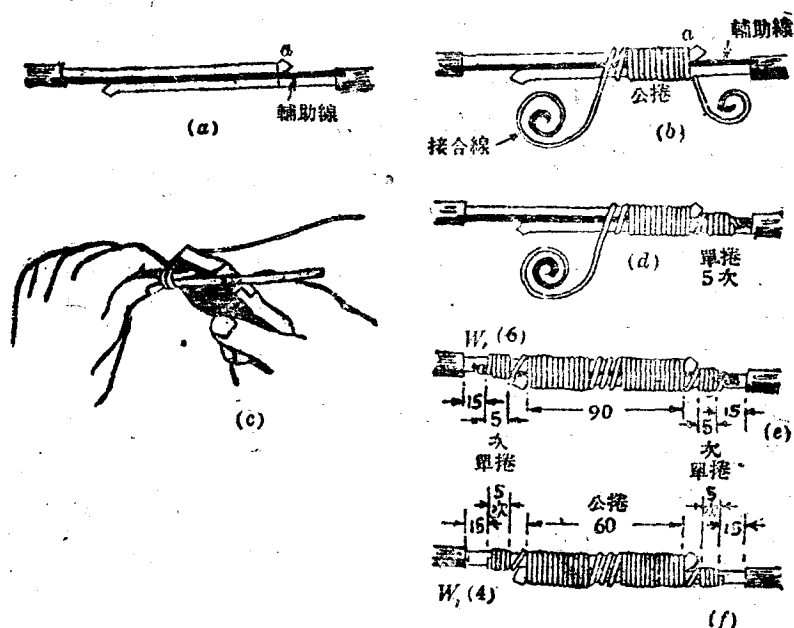


圖 10.

是最後不必和輔助線絞捻就割棄而已。

纏捲法在兩根電線中間的共同纏捲部分叫做公捲，其長度大約等於直徑的 15 倍， a 點以外的捲線叫做單捲，普通都是五次。常用的接合線和輔助線多是 1~1.2 mm 的裸銅線。

8. 應用材料及工具

(一)材料：

- ▷ 實習二和實習四所做成的剖剝電線 各 2 根；
- $W_1(6)$ 電線，長 200 mm 2 根；
- 接合線用 1.2 mm，長 2,100 mm 的裸銅線 1 根；
- 輔助線用 1.2 mm，長 150 mm 的裸銅線 1 根。

(二)工具： 6 吋手鉗二付；8 吋手鉗一付；尺一支；砂紙一張；刀一把。

4. 實習

(一)實習五： 用實習二所剝好的 $W_1(1.6)$ 電線兩根，用絞接法接