

基礎電學實習

全一冊

Basic Electricity Practice

Chapter 3

導線之選用、連接與處理

- 3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流
- 3-2 單心線之各種連接
- 3-3 絞線之各種連接法
- 3-4 導線接頭之各種壓接法
- 3-5 導線之絕緣處理方法





3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

3-1.1 概論

導線（wire）是連接電路上之元件及傳導電路電流之金屬線。

特性：(1) 高導電率、(2) 機械抗張力、(3) 富彎曲性、(4) 抗蝕性強、
(5) 質輕價廉。

依金屬之特點，導線有純金屬與合金（alloy）兩類。純金屬之導電率好，但機械強度、抗蝕性與合金相比較差。合金導線指組合兩種或以上之合成金屬製成之導線，導電性較差，但可增加機械特性與抗蝕性。

導線一般被覆絕緣皮（PVC）保護金屬線，沒有被覆絕緣皮的導線稱裸電線，其他的則稱為電纜。導線是傳輸電子訊號的材料，常用於電力或通信等設備。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

3-1.2 導線之分類、構造及用途

1 金屬使用之材料

1. 純金屬材料

- (1) 銀 (Ag)：在所有導線中，具有最高之導電率。可利用電解法製造出高純度的銀材料，特點是易於加工，抗蝕性與抗氧化性佳。用於儀表上的電刷、電容器的電極，與小型整流片等等。
- (2) 銅 (Cu)：常用的導線材料，導電率僅次於銀，價格較銀便宜。特點是硬度大、抗蝕性高且加工容易。純銅依加工程度與熱處理的不同，可分為軟銅與硬銅兩類。





3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

- **硬抽銅線**：將軟銅抽製成不同粗細之銅線，在抽拉之過程施以冷拉加工處理，可增加材質之強度，同時提高了電阻值。因此，導電率只有純銅之 97%~99%，但耐張力最高，適合作屋外配線與直流電機之整流。
- **半硬抽銅線**：導電率只有純銅之 98%~99.5%，抗張力僅次於硬抽銅，適於屋外架空線路。
- **軟抽銅線**：用 400~600°C 的爐溫，施以退火處理之銅線。導電率為純銅之 99%~100%，抗張力最差，易於彎曲，適用於屋內配線、電機之繞組及電纜之導線等。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流



(a) 銅線



(b) 軟銅線

↑ 圖 3-1 銅線之分類



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

- (3) 金 (Au)：導電率居第三位。特點是抗強酸、強鹼、化學藥品之侵蝕，具良好之延展（伸長）性，可拉成金線作為積體電路（IC）的接線，或展成金箔作為電路或電器之接點，以保持電路連接之可靠度，另常鍍成表面之金膜。
- (4) 鋁 (Al)：導電率居第四位。特點是質量輕、價格便宜、導熱性良好，廣泛用作電場與電磁波的屏蔽材料、電子電器產品之外殼、散熱器與熱交換器上。
- (5) 鉑 (Pt)：俗稱白金，導電率排名中等。特點是具良好抗蝕性、抗氧化性與延展性。白金之熔點高達 1765°C ，非常適合作高溫下之電路接點，如電子點火系統等。
- (6) 純鐵 (Fe)：在電器中，非常適合作磁芯材料，如繼電器、變壓器、馬達、發電機、儀表之鐵芯等。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

1. 合金材料

(1) **銅合金線**：導線採用合金材料，以銅合金最為普遍。銅之機械強度較差，若依不同的特性需求，摻入各種不同的金屬成分形成合金導線，雖降低導電率，卻可大幅提昇合金材料之機械性能，及提高耐腐蝕性與耐磨性。常用的銅合金線有鎳銅線適用於通信線路之架饋電線；磷青銅適用於電車之架空線等。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流



↑ 圖 3-2 銅合金線



↑ 圖 3-3 鋁合金線



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

- (2) **鋁合金線**：鋁金屬之質量輕，以相同長度比較，重量約為銅之 $1/3$ ，導電率為銅之 61% ，價格較銅便宜。若摻入其他材料製成鋁合金，以提高機械抗拉強度，可增加鋁合金之應用範圍，如長距離的架空輸電線路等。
- (3) **鋼心鋁線 (Aluminium Conductor Steel Reinforced)**：
簡稱 **ACSR**，用鋼線當作中心線，周圍再以鋁線絞合，形成鋼心鋁線，可提昇機械之抗張力。鋼線可增強機械之張力，並具防鏽之功能。鋁線的電阻值小，可減輕線路的損失，非常適合長距離的高壓輸電線路。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流



↑ 圖 3-4 鋼芯鋁線之剖面、條形與成型



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

2 被覆物之絕緣材料

1. 漆包線

在軟銅線之表層，塗烤一層厚度約為 $0.003 \sim 0.0035\text{mm}$ 之油質假漆或聚乙烯醇 PVF (Polyvinyl Formal)，作為導線之絕緣材料。特點是絕緣性極佳，對熱、酸鹼溶劑、油等，都有極佳之耐受力。常用於馬達之磁場及轉子繞組。



↑ 圖 3-5 漆包線



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

2. 橡膠絕緣電線

橡膠有彈性好，電絕緣性與耐受性高之特性。若作為導線之被覆物，需摻入硫（S）以增強抗老化性。但硫接觸銅線易產生CuS，反而導致橡膠老化。為了避免上述之問題，可在銅線上先鍍上一層錫。鍍錫之銅線，包覆絕緣之橡膠，再包覆浸泡過絕緣液的棉紗。有時會在棉紗與橡膠間再墊上一層紙帶，加強保護作用，稱為第三種絕緣電線，而以RB為其代號，耐熱可達約75°C。橡膠絕緣電線廣泛應用在電工與室內配線場合。



↑ 圖 3-6 橡膠絕緣電線



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

3. PVC 電線

裸銅線外包覆聚氯乙烯

(Polyvinyl Chloride, PVC) 塑膠絕緣材料。特點是絕緣性好，較橡膠不易老化，對氧、油、溶劑、潮濕等有較大之耐受性。缺點是高溫下容易軟化，低溫下又容易硬化，適用之溫度範圍為 $-10^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 間。使用於電壓在 600V 以下之配電線路， 60°C 以下的絕緣電線。



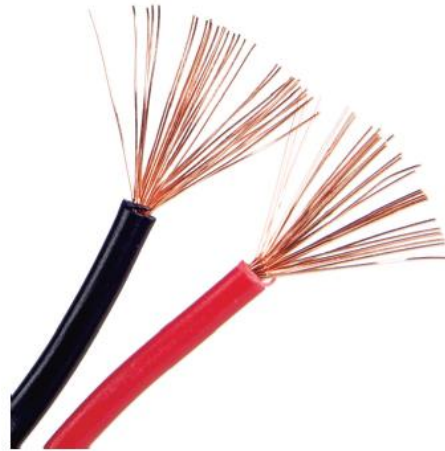
↑ 圖 3-7 PVC 電線



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

4. 花線（軟線）

細銅線鍍鋅，用多條銅線絞合而成，再捲上紙帶後包覆橡膠絕緣。常用之線徑為 0.18mm、0.26mm 及 0.32mm 等。特點是具可撓性、施工容易，常用在室內吊燈、電燈與小型電機器具上。



↑ 圖 3-8 花線

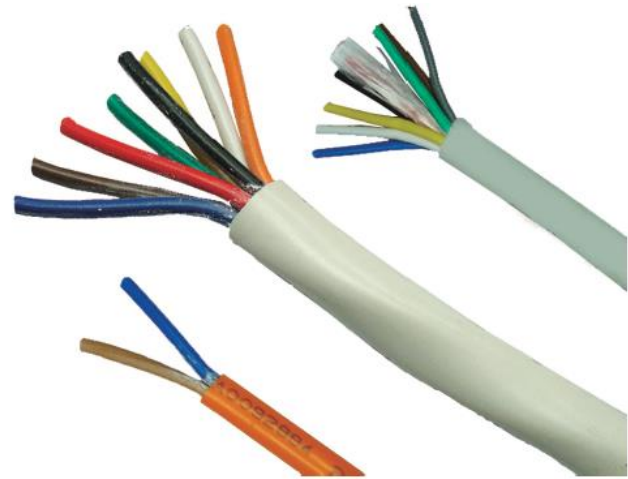


3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

5. PE 電線

裸線外包覆聚乙烯

(Polyethylene, PE) 塑膠絕緣材料。特點是絕緣電阻率與絕緣破壞強度大，透水性與吸水性低，軟化溫度約為 85°C 。適用於高頻用電線、海底電纜、雷達用電纜與 x 射線電纜等。電視機的受訊饋電線即為 PE 電線。



↑ 圖 3-9 PE 電線



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

3 導線之結構

1. 單心線

導線外層被覆絕緣材料，內層只有單根之裸銅線，稱為單心線，又稱實心線。依電工法規規定，屋內配線之線徑在 2.6mm 以下者用單心線，常用的單心線線徑有 1.6mm、2.0mm 及 2.6mm 等。

2. 絞線

導線內層由相同的單心線以多股之方式，分層疊接絞合而成，稱為絞線。絞線線徑的大小是以截面積 (mm^2) 的單位來表示，公制為平方公厘 (mm^2)，英制為圓密爾 (CM)。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流



↑ 圖 3-10 單心線絞線





3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

3-1.3 導線之選用

在電路上，導線連接電路各元件形成網路，為電路的基本配件。導線之選用，考慮之因素有：

1. **安全電流**：指電路電流的額定值。選用導線之安全電流必須大於電器用品的最大電流值。
2. **電壓降**：指電路電流流經導線時，導線內阻形成之電壓。電壓降指導線兩端電壓之差值，導線愈細，內阻愈大，電壓降愈大。電路若有分壓的情形，將減弱電力的供電能力，並影響電器的使用年限。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

3. **電力損失**：電力是電路供電的能力，一般以" 瓦特" 表示，
公式為： $P = I^2R$ 。

當電路電流 (I) 保持一定時，電力 (P) 與電阻 (R) 成正比，
電阻值愈大，電力損失愈大。電阻與導線之長度 (l) 及電阻係
數 (ρ) 成正比，與導線之面積 (A) 成反比，

$$\text{公式為：} R = \rho \frac{l}{A}$$

4. **機械強度**：指導線的抗張力，抗張力弱導線容易被拉斷，造成
斷電等供電的不便利。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

1 導線之安全電流

電流流經導線時，會產生熱量，使被覆物（絕緣材料）受熱。當導線溫度繼續上升至某種程度時，絕緣材料會因受熱而劣化，縮短導線壽命。設定導線被容許之最高溫度，相對地設定導線之最高電流值，使導線不致發生危險，此容許溫度下之最高電流值稱為安全電流。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

↓ 表 3-1 導線之安全電流表值

線別	銅導線		60°C絕緣物	75°C絕緣物	80°C絕緣物	90°C絕緣物
	截面積 (mm ²)	根數 / 直徑 (mm)	安培容量 (安培)			
單心線		1.6	20			
		2.0	30			
		2.6	40			
絞線	3.5	7/0.8	30			
	5.5	7/1.0	40			
	8	7/1.2	55	65	70	80
	14	7/1.6	80	95	100	110

註 請參閱電工法規第一章第 6 節安培容量第 16 條第二款。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

2 導線之標稱

標稱值是國家制定之產品標準值，有別於製造廠商於特定場合制定之額定值，兩者間有允許之誤差。電線之標稱值，以及電線所符合的有關標準，應在電線的絕緣皮上每隔一段適當距離予以標明。圖中“VVR3×8mm²”即是國家制定之標稱值。“VV”為聚氯乙烯之絕緣材料，“R”為多芯軟線，“3×8mm²”為截面積 8mm² 有 3 根之絞線。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

按 IEC（International Electrotechnical Commission, 國際電子委員會）標準 60227 及 60245（依據 CNS 9827（90 年版））的建議如下：



↑ 圖 3-11 絞線標示之標稱值

1. 如在護套上加上標記，距離不得超過 500mm（毫米）。
2. 如在絕緣材料上加上標記，距離不得超過 200mm。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

3. 導體的每條線心應使用下列顏色以資識別：

- (1) 雙心線：
 - (a) 相（火）線為棕色、中性線為藍色。
 - (b) 相（火）線為紅色、中性線為黑色。
- (2) 三心線：
 - (a) 相（火）線為棕色、中性線為藍色、
接地線為黃／綠色。
 - (b) 相（火）線為紅色、中性線為黑色、
接地線為綠色。

如果線心的顏色是黃色或綠色，則其顏色的分配應符合下列條件：

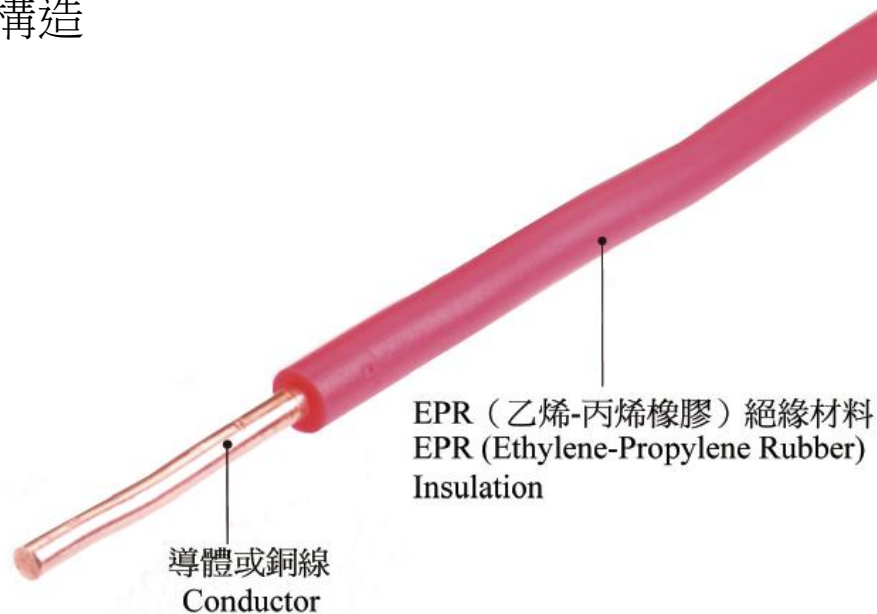
- 1. 每 15mm 線心，其中一種顏色須覆蓋線心面最少 30%，但不應超過 70%。
- 2. 另一種顏色則須覆蓋其餘範圍。



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

3 電線之構造介紹

1. 單心線之構造



↑ 圖 3-12 單心線之構造



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

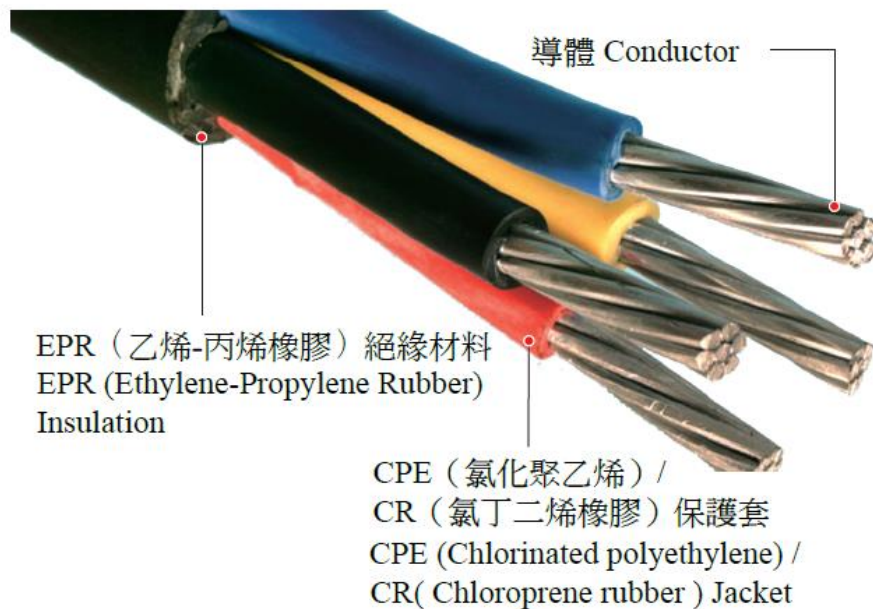
表 3-2 單心線之規格

導體直徑 (mm)	公差 (mm)	標稱成品 外徑 (mm)	最大成品 外徑 (mm)	最大導體 電阻 at 20°C (Ω/km)	產品重量 (kg/km)
0.20	±0.008	0.400	0.417	607.6	0.398
0.21	±0.008	0.410	0.427	549.0	0.431
0.22	±0.008	0.420	0.437	498.4	0.465



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

2. 絞線之構造



↑ 圖 3-13 絞線之構造



3-1 導線之分類、構造、標稱、用途與安全電流

↓ 表 3-3 絞線之規格

導體根數 / 直徑 (根 /mm)	標稱成品外徑 (mm)	最大成品外徑 (mm)	最大導體 電阻 at 20°C (Ω/km)	產品重量 (kg/km)
7/0.10	0.522	0.562	346.9	0.679
7/0.11	0.522	0.592	285.2	0.797
7/0.12	0.588	0.628	238.4	0.931



3-2 單心線之各種連接法

單心線直接作為電路之連接，若遇下列場合時，需作連接處理。

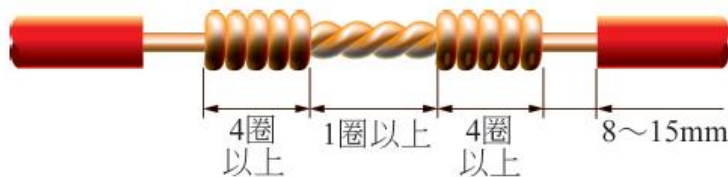
1. 連接之導線因長度不足時，必須作接續的情形，稱為直路連接法。
2. 連接多條導線之末端，稱為終端連接法。
3. 導線須作分路時，分歧的處理，稱為分路連接法。



3-2 單心線之各種連接法

3-2.1 直路連接法

單心線作直路連接時，有絕緣皮剝取的長度、纏繞的方法與圈數等處理。



剝除絕緣皮之計算式

剝除長度 = 單心線線徑 (mm) \times 65

例如：1.6mm 的單心線

絕緣皮剝除長度 = 1.6mm \times 65 = 104mm

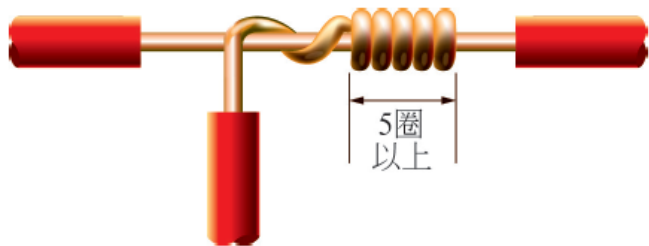
↑ 圖 3-14 單心線直路連接處理



3-2 單心線之各種連接法

3-2.2 分路連接法

單心線作分路連接時，有絕緣皮剝取的長度、纏繞的方法與圈數處理。



剝除絕緣皮之計算式

幹線剝除長度 = 幹線線徑 (mm) \times 20

分路剝除長度 = 分路線徑 (mm) \times 20 + 65mm

例如：幹線與分路皆為 1.6mm ϕ 的單心線

幹線剝除長度 = 1.6mm \times 20 = 32 mm

分路剝除長度 = 1.6mm \times 20 + 65 = 97 mm

↑ 圖 3-15 單心線分路連接處理



3-2 單心線之各種連接法

3-2.3 終端連接法

單心線作終端連接時，有絕緣皮剝取的長度、纏繞的方法與圈數等處理。



剝除絕緣皮之計算式

剝除長度 = 單心線線徑 (mm) \times 20

例如：1.6mm 的單心線

絕緣皮剝除長度 = 1.6mm \times 20 = 32mm

↑ 圖 3-16 單心線終端連接處理



3-3 絞線之各種連接法

絞線是由多股（最少為七股）的單心線絞合而成。絞線使用的場合為：

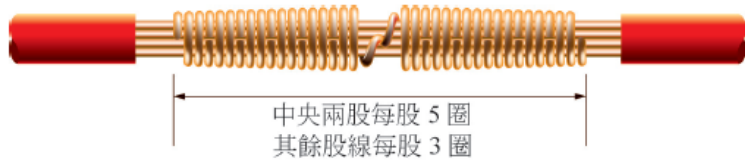
1. 採用較大線徑的場合（線徑大於 2.6mm 以上）。
2. 單心線施工較困難的場合。
3. 絕緣導線線徑在 3.2mm 以上者。



3-3 絞線之各種連接法

3-3.1 直路連接單捲法

直路連接單捲法適用於線徑較小的絞線，其絕緣皮剝除的長度 (L) 及完成圖，如圖 3-17 所示。



剝除絕緣皮之計算式

絞線剝除長度 $L = \text{絞線線徑 (mm)} \times 20 + 60 \text{ mm}$
絞線線徑 = $(2 \times \text{層數} + 1) \times \text{單根裸線線徑}$
例如：絞線為 3.5mm^2 (7/0.8) 處理為：
絞線線徑 = $(2 \times 1 + 1) \times 0.8\text{mm} = 2.4\text{mm}$
絞線剝除長度 $L = 2.4\text{mm} \times 20 + 60\text{mm} = 108\text{mm}$

↑ 圖 3-17 絞線直路單捲處理



3-3 絞線之各種連接法

3-3.2 分路連接單捲法

分路連接單捲法適用於線徑較小的絞線，其絕緣皮剝除的長度及完成圖，如圖 3-18 所示。



剝除絕緣皮之計算式

幹線絞線剝除長度 = 幹線線徑 (mm) \times 15 + 20mm

分路絞線剝除長度 = 分路線徑 (mm) \times 25 + 40mm

例如：絞線為 3.5mm^2 (7/0.8) 處理為：

絞線絞線剝除線徑 = $0.8\text{mm} \times (2 \times 1 + 1) = 2.4\text{mm}$

幹線絞線剝除長度 = $2.4 \times 15 + 20 = 56(\text{mm})$

分路長度 = $2.4 \times 25 + 40 = 100(\text{mm})$

↑ 圖 3-18 絞線分路連接單捲處理

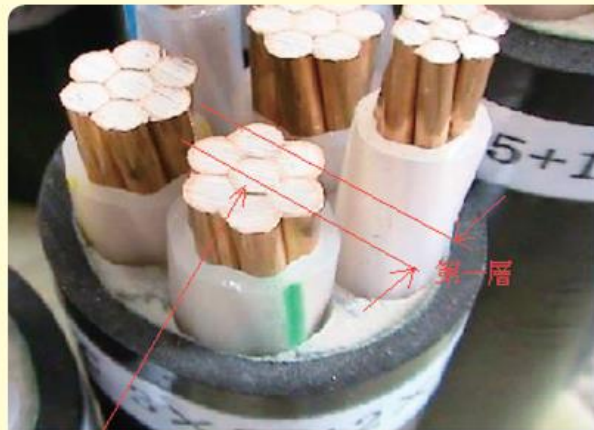


3-3 絞線之各種連接法

註

1. 絞線尺寸的表示為：3.5 (7/0.8)，說明：
 - (1) 絞線以截面積 (mm^2) 表示。
 - (2) "7" 表示絞線由 7 股單心線絞合而成。
 - (3) "0.8" 表示單心線的線徑 (直徑) 為 0.8mm。
2. 層數，如圖 3-19 所示。以中心線為中心往外層算起，但不含中心線。

→ 圖 3-19 絞線剖面圖



中心線

第一層



3-4 導線接頭之各種壓接法

導線接頭的處理，採用接頭壓接是最簡便的施工方式。其好處是：

1. 以壓接處理的機械強度較大，較牢固，接合也較完整。
2. 壓接完成等於做好導線連接與絕緣處理，施工簡便。
3. 接頭的導電性良好。



3-4 導線接頭之各種壓接法

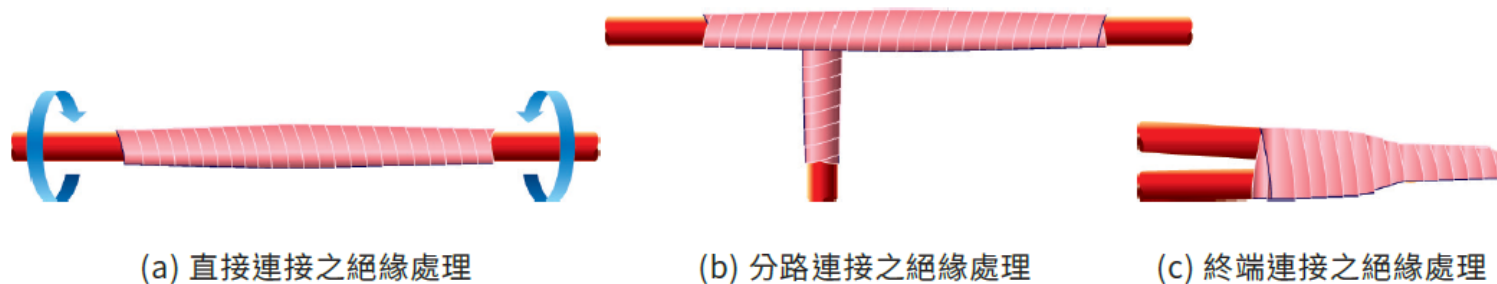
↓ 表 3-4 各型接頭之壓接處理

導線接頭的種類	1. 彈簧螺式接頭	2. 閉端端子	3. 無絕緣銅套管	4. 有絕緣銅套管
導線接頭壓接完成圖	 <p>外觀圖 剖面圖</p>			



3-5 導線之絕緣處理方法

導線在破壞絕緣層下，完成各種連接處理後，必須恢復絕緣的狀態，以免線路造成短路、漏電等不良的情形。採用 PVC 絕緣膠帶作規則性的包紮，是最簡便且常用的絕緣處理法。完成各種連接法作絕緣處理的狀況。



↑ 圖 3-20 導線之絕緣處理





技能活動

實習目標

1. 認識不同種類之導線的處理方式。
2. 瞭解導線處理之程序及注意事項。
3. 可以應用工具作導線之連接與絕緣處理。



技能活動

實習器材

	名稱	規格	單位	數量	備註
工具	美工刀		支	1	
	平口鉗	8 吋 (200mm)	支	1	
	剝線鉗	1.25mm ² ~ 8mm ²	支	1	
	尖口鉗	6 吋 (150mm)	支	1	
	斜口鉗	6 吋 (150mm)	支	1	
	鋼尺或捲尺	1m 以上	支	1	
個人材料	單心線	φ 1.6mm	150mm	2	單元二 工作項目一
		φ 1.6mm	130mm	各 1	單元二 工作項目二
		φ 2.0mm	70mm	2	
		φ 1.6mm	60mm	2	單元二 工作項目三
		φ 1.6mm	150mm	3	單元四 工作項目一、二
	絞線	φ 3.5mm ² (7/0.8)		3	單元三 工作項目一 單元三 工作項目二
		φ 3.5mm ²	100mm	1	單元三 工作項目二
	螺式接頭	SW-1H		1	單元四 工作項目一
PVC 絕緣膠帶	19mm × 0.2mm	10m	1		



技能活動

單元一：裁剪導線與剝除絕緣皮

導線作處理時，共同之基本作法，是裁取所需之長度，與剝除絕緣皮，說明如下：

Step 1. 裁取所需之長度

用平口鉗剪取所需導線的長度。



↑ 圖 3-21 平口鉗剪斷



技能活動

Step 2. 剝除絕緣皮

使用下述工具剝除導線之絕緣皮，操作時可選用現有之工具。



↑ 圖 3-22 剝除絕緣皮



技能活動

單元二：單心線之各種連接法

相|關|知|識

選用單心導線之參考：

1. 低壓配線應具有適用於 600V 之絕緣等級。
2. 各種導線之導體除另有規定，應為銅質。
3. 低壓軟銅線適用於室內配線。
4. 導體線徑大小應以該線之安培容量足以負擔負載電流，單線直徑不得小於 1.6mm。



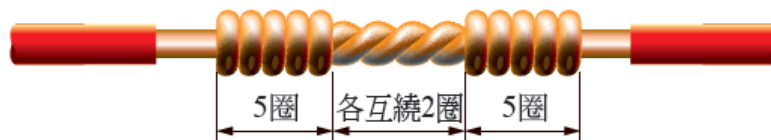
以上說明，摘錄電工法規第一章第 5 節導線，第 10、11、12 條。



技能活動

工作項目一：單心線的直路連接法

1. 實習工作圖



↑ 圖 3-23 單心線直路連接法之工作圖



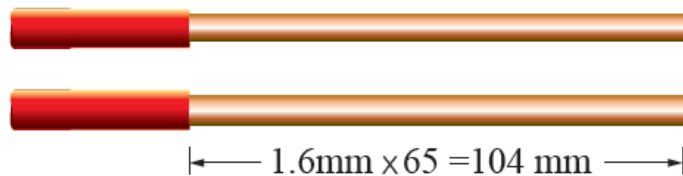
技能活動

2. 實習步驟：

Step 1. 練習直路連接所需之導線長度為 150mm 兩根。

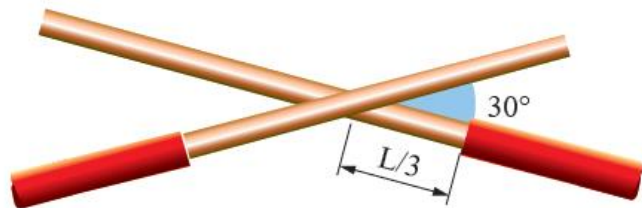
Step 2. 計算絕緣皮剝除之長度，等於單心線徑之 65 倍。即：

$$\text{剝除長度} = 1.6\text{mm} \times 65 = 104\text{mm}$$



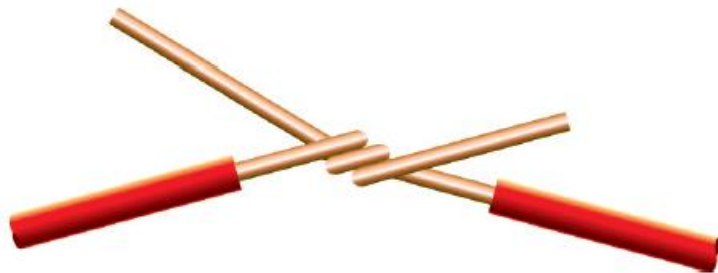
技能活動

Step 3. 定位：兩線距絕緣端約 35mm 處，將兩線交叉定位成 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。交叉點與絕緣皮的距離，
計算式為： $104\text{mm} \div 3 \doteq 35\text{mm}$ 或 3.5 cm（公分）



技能活動

Step 4. 捻轉：將尖口鉗（或平口鉗）固定在交叉點偏左些，右手捻轉兩根單心線共 2 圈。此為公捲 2 圈。

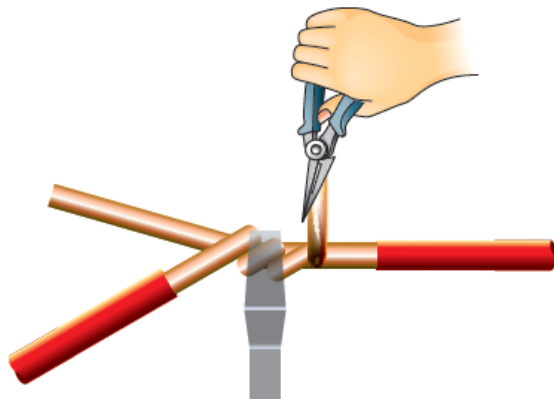


技能活動

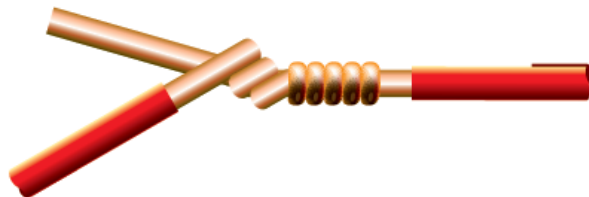
Step 5. 纏繞

- ① 使用尖口鉗夾緊公捲 2 圈，以免兩根單心線鬆脫，再用右手以垂直方向捲繞單心線，共 5 圈。
- ② 用尖口鉗修訂、整直，並剪去多餘部分。

① 右繞 5 圈

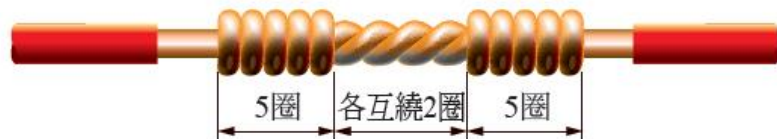


② 轉向 180°再繞



技能活動

Step 6. 完成：重複步驟 5，線圈左右反轉，再以右手垂直方向捲繞，單心線 5 圈。



技能活動

Step 7. 評分表：

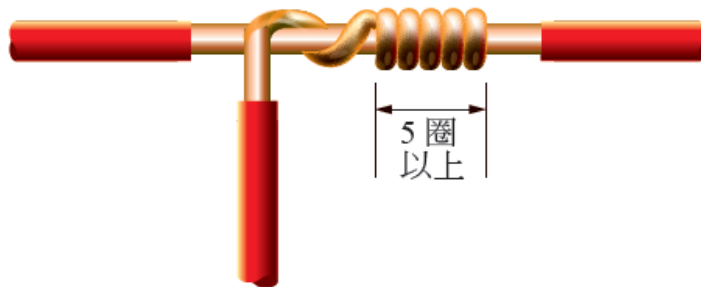
	實作項目	評比	得分	備註
1	剝除絕緣皮	5		
2	定位之距離	10		
3	捻轉之密合度	10		
4	捲繞之圈數(左)	20		
5	捲繞之圈數(右)	20		
6	線間密合度	5		
7	咬傷銅線	10		
8	是否整直	10		
9	是否清潔	10		導線及周邊環境
	總分	100		



技能活動

工作項目二：單心線的分路連接法

1. 實習工作圖



↑ 圖 3-24 單心線分路連接法之工作圖





技能活動

2. 實習步驟：

Step 1. 裁取兩根單心線，一作幹線用，一作分路用。裁取之長度分別為：

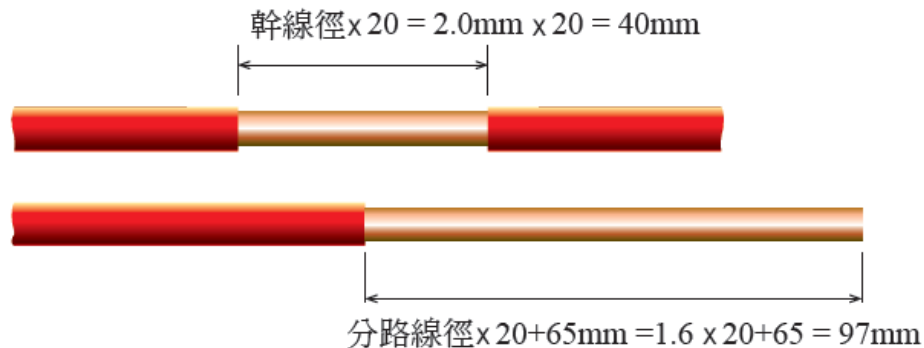
- ① 幹線的長度為 100mm，選用 2.0mm 單心線。
- ② 分路的長度為 130mm，選用 1.6mm 單心線。



技能活動

Step 2. 剝除絕緣皮之長度，計算式為：

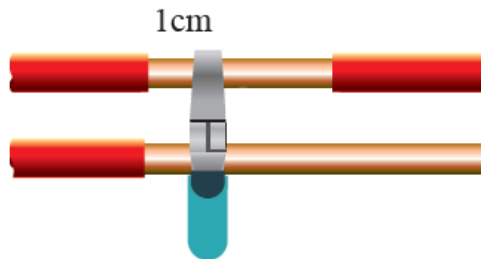
- ① 幹線的剝除長度 = $2.0\text{mm} \times 20 = 40\text{mm}$ 。
- ② 分路線的剝除長度 = $1.6\text{mm} \times 20 + 65\text{mm} = 97\text{mm}$ 。



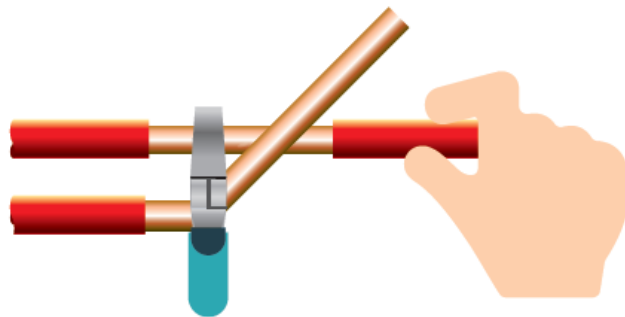
技能活動

- Step 3. 粗捲：**
- ① 分路線距絕緣端約 10mm 作為定點。
 - ② 用平口鉗夾緊兩線，右手以 45° 之方向，向右粗捲 1 圈，再以 90° 方向垂直幹線扭轉 1 圈。

① 定位

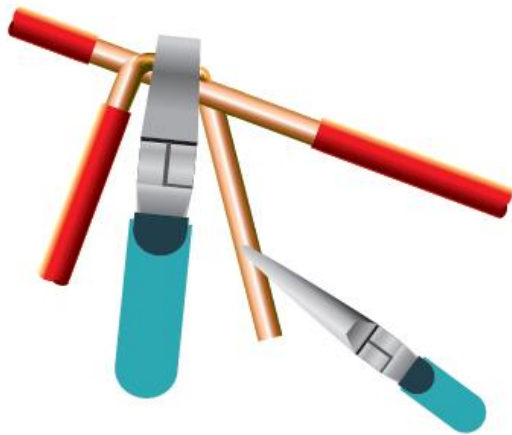


② 以 90° 方向垂直幹線扭轉一圈



技能活動

Step 4. 纏繞：平口鉗輕夾兩線，尖口鉗夾緊分路線末端，以垂直方式繞完 5 圈，剪去多餘部分。

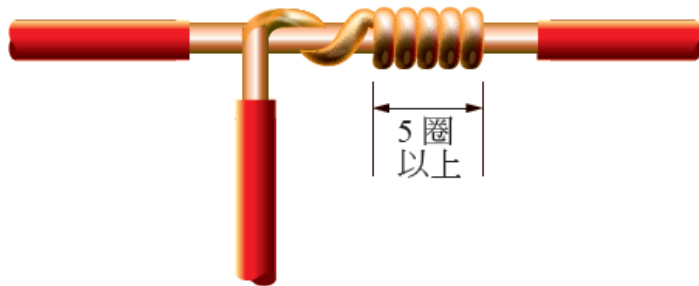


↑ 纏繞



技能活動

Step 5. 修整：將捲繞好的 5 圈導線用尖嘴鉗左右夾緊，可修補間隙。



↑ 修整後成品圖



技能活動

Step 6. 評分表：

	實作項目	評比	得分	備註
1	剝除絕緣皮	5		幹線與分路線
2	定位之距離	10		約 10mm
3	捻轉之密合度	10		
4	捲繞之角度	10		斜 45°捲繞
5	捲繞之圈數	30		
6	線間密合度	5		
7	咬傷銅線	10		
8	是否整直	10		
9	是否清潔	10		導線及周邊環境
	總 分	100		



技能活動

工作項目三：單心線的終端連接法

1. 實習工作圖



↑ 圖 3-25 單心線終端連接法之工作圖



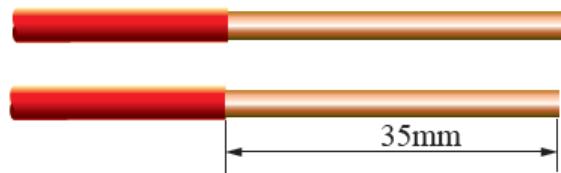
技能活動

2. 實習步驟：

Step 1. 裁取兩根 1.6mm 單心線，長度為 70mm，共兩根。

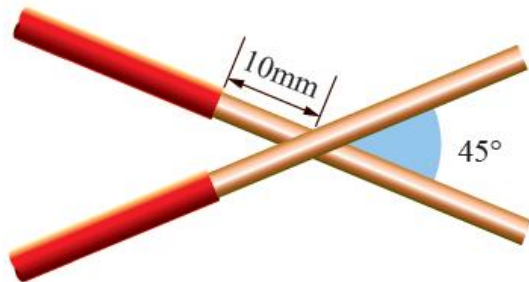
Step 2. 計算兩根單心線絕緣皮剝除的長度，計算式為：

絕緣皮剝除之長度 = $1.6\text{mm} \times 20 = 32\text{mm}$ ，選用 35mm。



技能活動

Step 3. 定位：兩線距絕緣端約 10mm 處，成 45° 交叉定位。

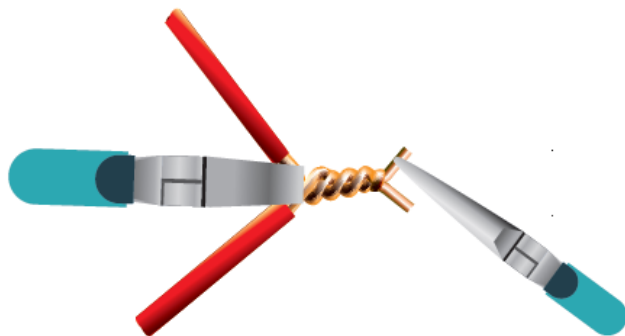


技能活動

Step 4. 纏繞

- ① 平口鉗輕夾兩線，用右手或尖口鉗同時並同力道捻轉兩線 3 ~ 5 圈。
- ② 將兩線分別利用尖口鉗折返 180°，預留適當長度，再剪去多餘長度。

① 捻轉 3 ~ 5 轉



② 完成圖



技能活動

Step 5. 評分表：

	實作項目	評比	得分	備註
1	剝除絕緣皮	10		
2	定位之距離	10		
3	捻轉之密合度	10		
4	捲繞之方向	10		
5	捲繞之圈數	20		
6	折返之兩線	10		45°前進
7	咬傷銅線	10		
8	是否整直	10		
9	是否清潔	10		導線及周邊環境
	總 分	100		



技能活動

單元三：絞線之各種連接法

工作項目一：絞線的直路連接法

1. 實習工作圖



↑ 圖 3-26 絞線直路連接法之工作圖



技能活動

2. 實習步驟：

Step 1. 裁取兩根截面積為 3.5mm^2 ，長度約 150mm 之絞線。

Step 2. 計算絞線絕緣皮剝除的長度，計算式為：

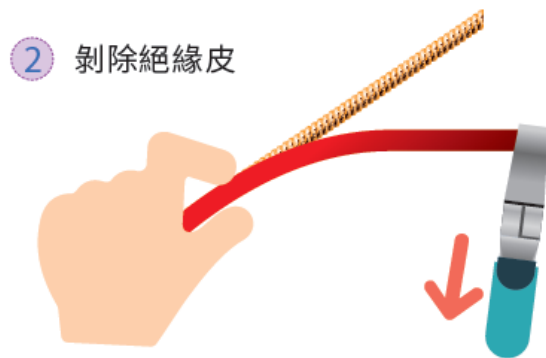
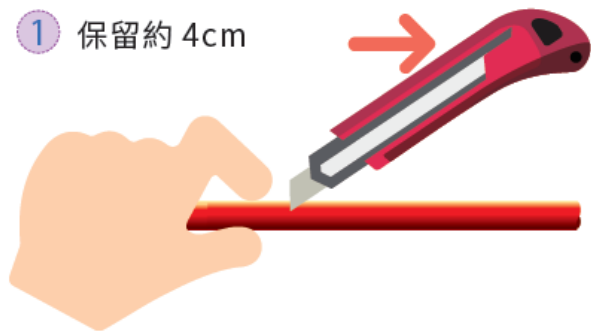
$$\text{絞線線徑} = (2 \times 1 + 1) \times 0.8\text{mm} = 2.4\text{mm}$$

$$\text{剝除長度} = 2.4\text{mm} \times 20 + 60\text{mm} = 108\text{mm}$$



技能活動

- ① 在線端 30 ~ 40mm 處，用美工刀以不傷及金屬線之方式垂直劃一圈，左手按住預留之絕緣皮，用美工刀劃開絕緣皮。
- ② 用平口或尖口鉗輕輕咬下並撕開絕緣皮，再往下全剝除絕緣皮。

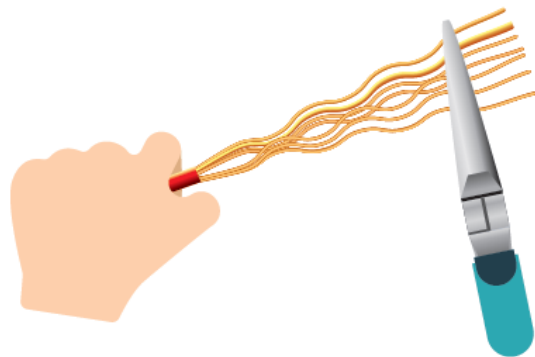


技能活動

Step 3. 整直並剪去中心線

- ① 左手穩住絕緣皮，尖口鉗或右手捻轉絞線金屬末端，鬆開盤結之絞線。

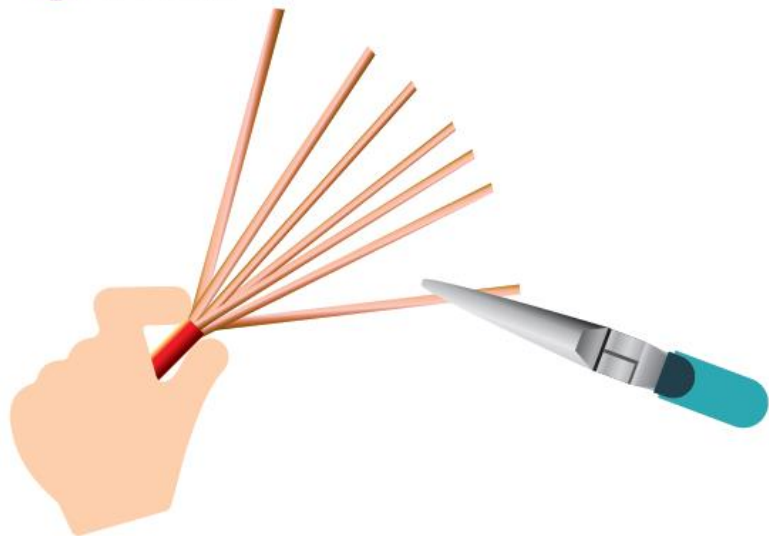
① 尖口鉗鬆開



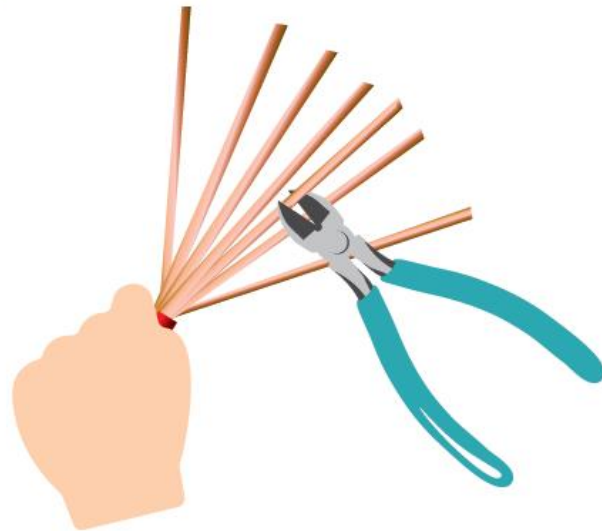
技能活動

- ② 整直每根單心線，並呈 30° 散開成傘狀，中心線不動。
- ③ 剪去中心線約 66mm。以相同方法處理第二條絞線。

② 整直導線



③ 剪去中心線 66mm



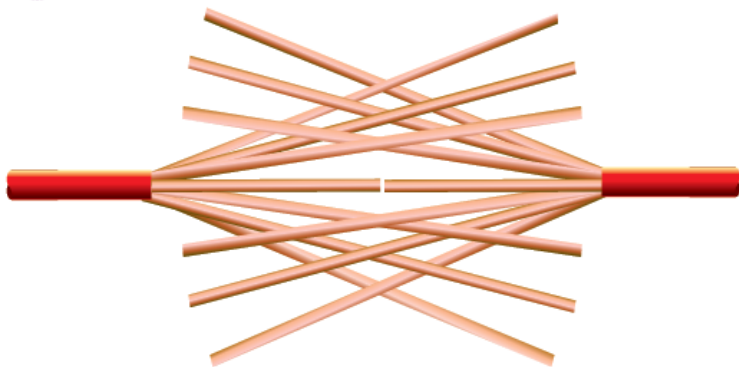
技能活動

Step 4. 中心線的長度剪去約 66mm，

計算式： $108\text{mm} \times (3/5) \doteq 66\text{mm}$ 。合攏的方式為：

- ① 碰觸兩線之中心線頭。另成傘狀之 6 根線，以二二相間之方式插入。
- ② 確認兩線插入之方式無誤後，合攏兩絞線成一直線。

① 碰觸兩中心線頭，交叉插入



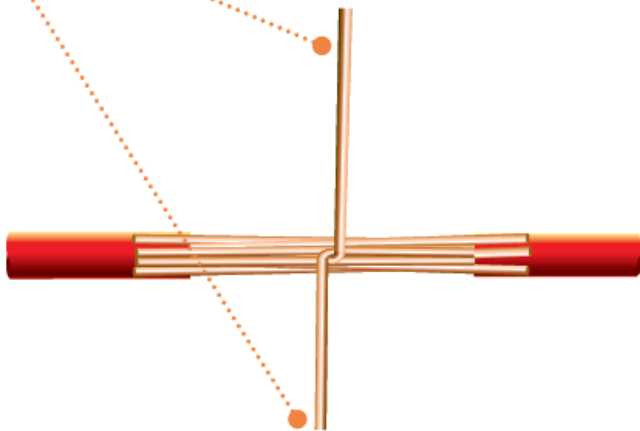
② 合攏傘狀成直線



技能活動

Step 5. 粗捲一圈：在中心線對觸處，各取一根單心線，對折成垂直狀。

各取相對一線絞成垂直狀

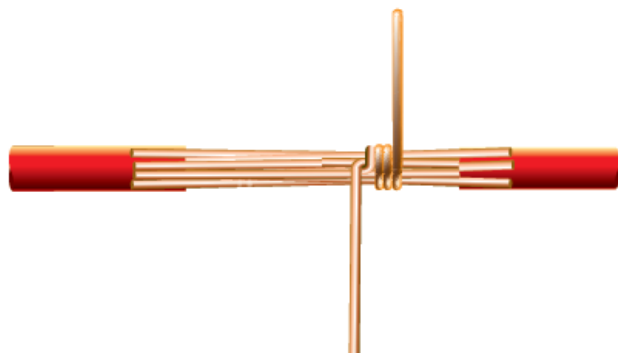


技能活動

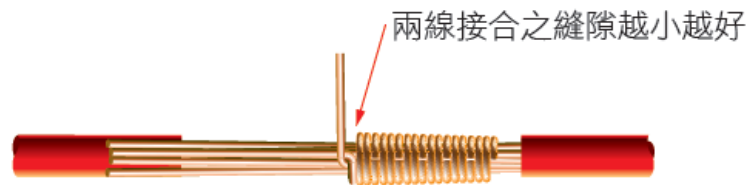
Step 6. 纏繞：

- ① 左手固定導線，右手持尖口鉗捲繞單心線共 5 圈。
- ② 餘 5 根依上述方法，完成各 3 圈之捲繞。

① 捲繞完成狀態



② 捲繞完成形狀





技能活動



繞時應注意事項：

1. 接續捲繞的導線是否與前線作緊密之連接。
2. 最好各線捲繞完成後，再剪去多餘長度。
3. 可用尖口鉗夾緊線間之縫隙。使之整齊如一直線。





技能活動

Step 7. 重複步驟 6，調換導線右手施力。



技能活動

Step 5. 評分表：

	實作項目	評比	得分	備註
1	剝除絕緣皮	10		兩根
2	單線整直	10		
3	剪斷中心線	5		
4	捲繞之方向	10		太長或太短
5	捲繞之圈數	20		垂直前進
6	兩線接合處	15		每根 3 圈
7	咬傷銅線	10		必須密合
8	是否整直	10		
9	是否清潔	10		導線及周邊環境
	總 分	100		



技能活動

工作項目二：絞線之分路連接法

1. 實習工作圖



↑ 圖 3-27 絞線分路連接法之工作圖



技能活動

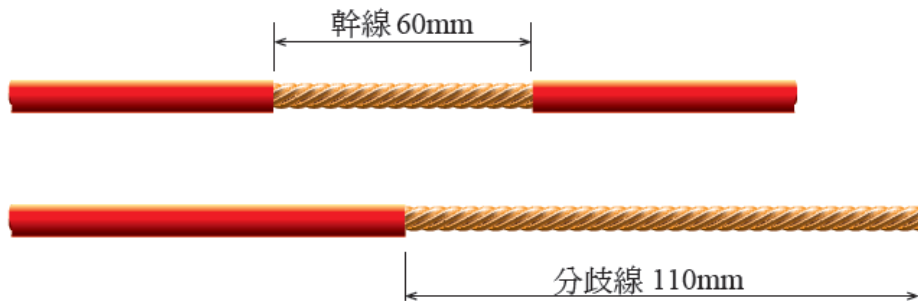
2. 實習步驟：

Step 1. 取兩根截面積為 3.5mm^2 之絞線，截取 100mm 作為幹線，150mm 為分歧線。

Step 2. 計算絞線絕緣皮剝除的長度，計算式為：

① 幹線絕緣皮之剝除長度： $2.4\text{mm} \times 15 + 20\text{mm} = 56\text{mm}$ ，保留裕度選用 60mm。

② 分路線絕緣皮之剝除長度： $2.4\text{mm} \times 25 + 40\text{mm} = 100\text{mm}$ ，選用 110mm。



技能活動

Step 3. 分邊及纏繞

- ① 鬆開分路線並整直，請參閱絞線直路連接法 step3 之步驟 1,2，將分路線分為右 4 股，左 3 股兩邊。

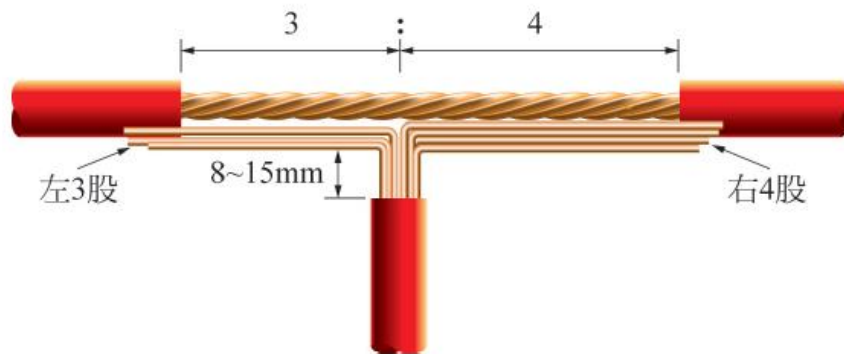
- ① 整直分路線



技能活動

- ② 在距離絕緣端約 10mm 處，將分路線以 90 度折成兩邊，再將分路線置於幹線兩線中間，右 4 股的位置應留稍大距離，兩邊比例約 4 : 3。

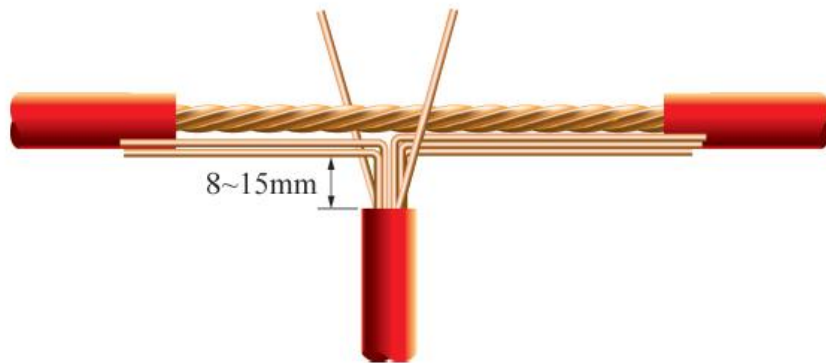
② 分路線分兩邊



技能活動

- ③ 兩側各取一股導線纏繞幹線，右股導線先纏繞 5 圈，左股導線再完成 5 圈，並剪去多餘導線頭。

- ③ 左右各取一股與幹線交線



技能活動

④ 重複步驟 3，依編號 1.2.3.4 導線順序，各纏繞幹線 5 圈。

④ 左右每股依序個纏繞 5 圈



技能活動

⑤ 左側依相同方法，將每根導線各纏繞幹線 5 圈，即可完成。

⑤ 完成左右側纏繞



技能活動

Step 4. 評分表：

	實作項目	評比	得分	備註
1	剝除絕緣皮	10		兩根
2	單線整直	10		
3	兩側各 4 與 3 根	10		確實分立根數
4	捲繞之方向	10		先 45°再垂直前進
5	捲繞之圈數	20		5 圈
6	保留 10mm 寬度	10		分路線距幹線間距
7	咬傷銅線	10		
8	是否整直	10		
9	是否清潔	10		導線及周邊環境
	總 分	100		



技能活動

單元四：導線接頭之壓接法

工作項目一：彈簧螺式接頭接法

1. 實習工作圖



↑ 圖 3-28 彈簧螺式接頭接法之工作圖

2. 實習步驟：

Step 1. 截取兩根直徑為 1.6mm 之單心線長約 60mm。

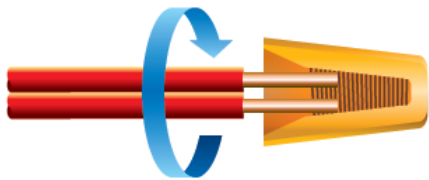


技能活動

Step 2. 剝除絕緣皮之長度約為 15mm。

Step 3. 捻合：

- ① 兩線放平穩，平插入螺式接頭。
- ② 一手固定接頭，一手捻轉插入線端。



Step 4. 完成：如圖完成兩線連接之形態。

Step 5. 評分：依操作之正確性及可靠度，作為考核分數。



技能活動

工作項目二：閉端端子接頭壓接法

1. 實習工作圖



↑ 圖 3-29 閉端端子接頭壓接法之工作圖

2. 實習步驟：

Step 1. 裁取單心線之長度：剪取兩根長度 60mm，直徑為 1.6mm 之單心線。



技能活動

Step 2. 剝除絕緣皮：剝除兩根單心線的絕緣皮，長度約 30mm。

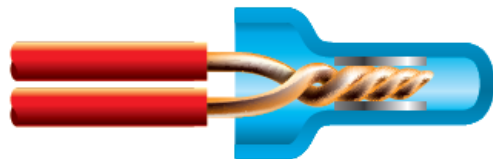
Step 3. 固定兩線：

- ① 將兩裸線絞接成螺旋狀。 ② 插入閉端端子。

① 兩裸線絞接成螺旋狀



② 插入閉端端子

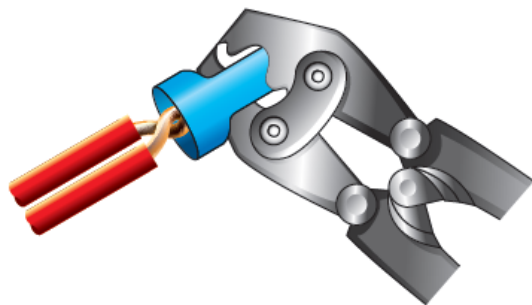


技能活動

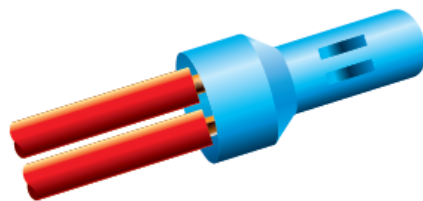
Step 4. 壓接連接頭：

- ① 選用壓接鉗適合之壓口，對準閉端端子之中心點，固定完成後，施力於壓接鉗之手柄。
- ② 壓至底部會有釋壓之放鬆感，放手時壓接鉗會鬆開壓口，兩線連接完成。

① 壓接兩連接線



② 壓接完成圖



Step 5. 評分：依操作之正確性及可靠度，作為考核分數。



單元五：壓接端子之連接處理

相|關|知|識

認識壓接端子

1. 壓接端子（terminal）是導線端之連接處理元件，其種類有 Y 型、O 型、針型及插座型，說明如下：
 - (1) Y 型：前端叉開，適合隨即插入與取出之常更換場合，如無熔線開關、端子台等。
 - (2) O 型：可牢靠的將導線與接點鎖緊，適用於不需常拆卸導線之接點，如電源開關之接線。
 - (3) 針型：常配合絞線，固定在插孔式之器具，如暗式開關與插座等。



技能活動

(4) 插座型：可直接插入兩單心線，作實驗功用之連接，若要固定，則需要壓接。如圖 3-30 所示為壓接端子之型式。



(a) Y 型



(b) O 型



(c) 針型



(d) 插座型

↑ 圖 3-30 壓接端子之型式



技能活動

2. 壓接端子處理時應注意的事項

- (1) 壓接端子以不彎曲為原則，若需彎曲之角度不得大於 60° 。
- (2) 同接點若使用兩個壓接端子，宜以背對背的方式固定。

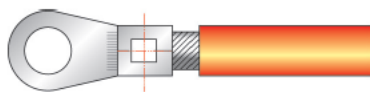


圖 3-31 壓接端子應注意之處理



技能活動

1. 實習工作圖



中心位置

↑ 圖 3-32 壓接端子之連接工作圖

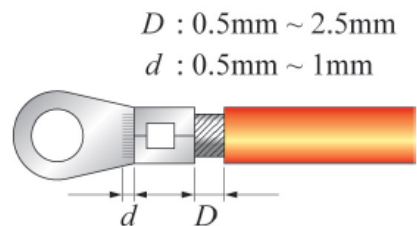
2. 實習步驟：

Step 1. 裁取兩根長度為 60mm（6 公分），直徑為 1.6mm 單心線或截面積為 3.5mm^2 絞線。



技能活動

Step 2. 剝除絕緣皮約 30mm，並插入壓接端，預留之裕度如右圖所示。



↑ 擺置之裕度

Step 3. 選擇適合的壓接鉗壓接口寬度，固定好壓接端之中心，用力施壓。

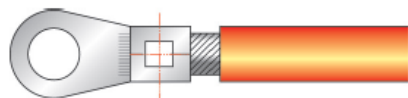


↑ 壓接固定



技能活動

Step 4. 用力壓到底時，鬆手打開壓接口，就可取出成品。



中心位置

↑ 完成圖

Step 5. 評分：依預留之裕度，與壓接點之位置，作為平時成績。



技能活動

單元六：導線連接之絕緣處理

工作項目一：直路接頭絕緣處理

Step 1. 取一單心線直路連接接頭銲接後之成品，用抹布將銲接處擦拭乾淨。

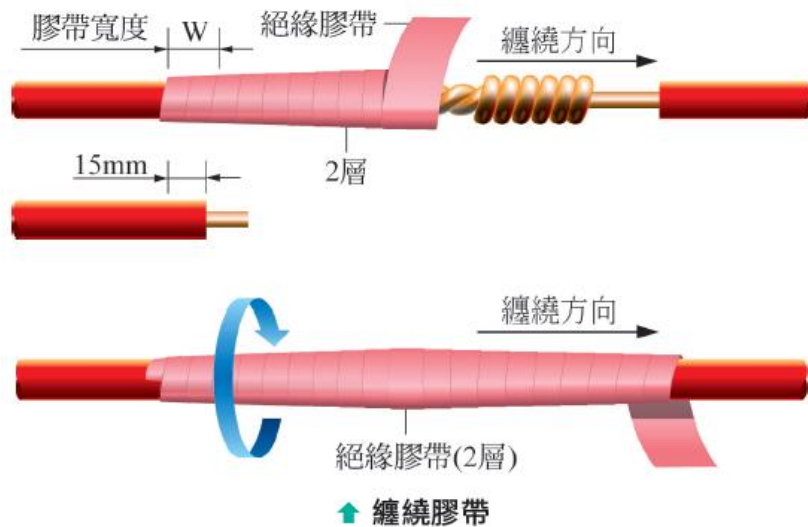


↑ 準備



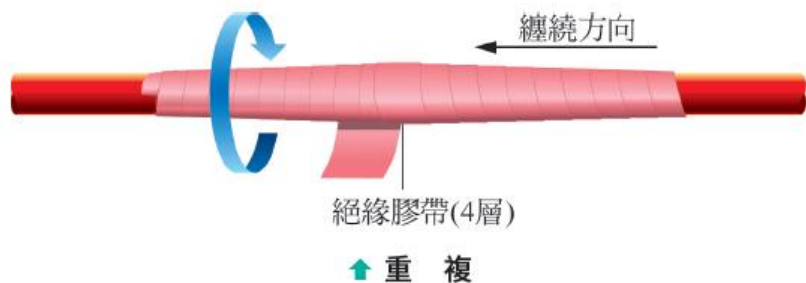
技能活動

Step 2. 於左邊絕緣皮 15mm 處開始，以膠帶的二分之一寬重疊，依順時針的方向向右緊密纏繞到右側絕緣皮 15mm 處（W 為膠帶幅寬）。



技能活動

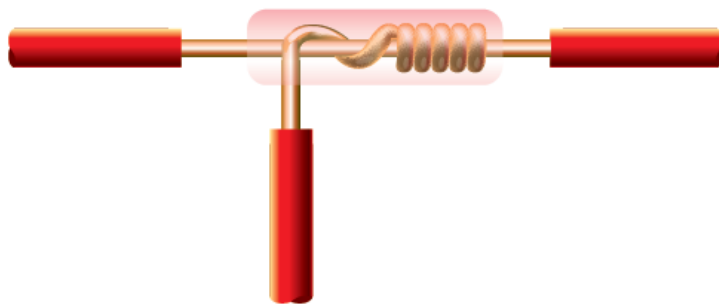
Step 3. 如 Step 2 來回各兩次（共四次）緊密纏繞導線。



技能活動

工作項目二：分路接頭絕緣處理

Step 1. 取一單心線分路連接接頭銲接後之成品，用抹布將銲接處擦拭乾淨。

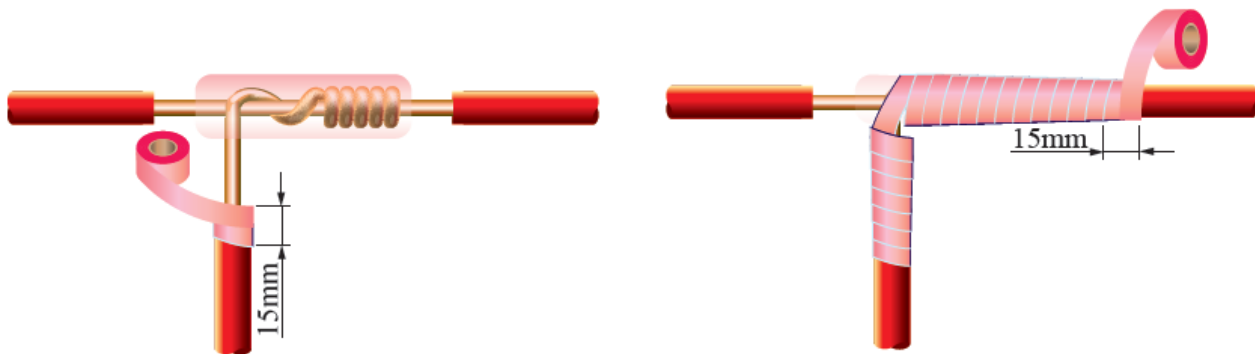


↑ 準備



技能活動

- Step 2.**
- ① 於分路線側絕緣皮 15mm 處開始，以膠帶的半幅寬度重疊。
 - ② 依順時針的方向向右緊密纏繞到幹線右側絕緣皮 15mm 處。

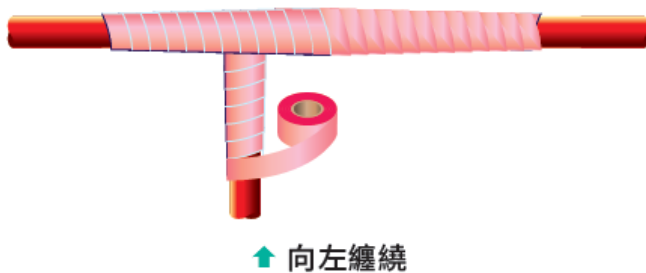


↑ 向右纏繞



技能活動

- Step 3.** ① 於右側絕緣皮 15mm 處後，折回繞至幹線左側絕緣皮 15mm 處。
- ② 再折回分路線。



- Step 4.** 如 Step 2 及 Step 3 一次即完成。



技能活動

工作項目三：終端接頭絕緣處理

Step 1. 取一單心線終端連接接頭銲接後之成品，用抹布將銲接處擦拭乾淨。



↑ 準備



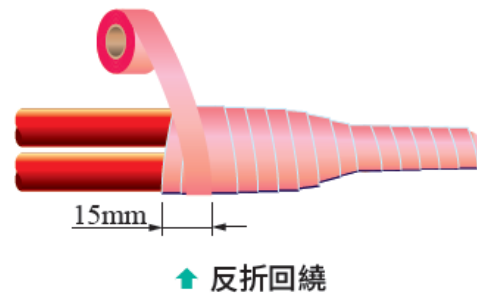
技能活動

Step 2. 於絕緣皮 15mm 處開始，以膠帶的半幅寬度重疊，依順時針的方向向右緊密纏繞超過裸銅線部分半個膠帶寬為止。



技能活動

Step 3. 將超過裸銅線部分反折，再同樣以膠帶的半幅寬度重疊，依順時針的方向向絕緣部分緊密纏繞至絕緣皮 15mm 處。



Step 4. 如 Step 2 及 Step 3 再一次即完成。

