

電線電纜業 原物料耗用通常水準

財政部 110 年 2 月 9 日台財稅字
第 10900680310 號函
核准自查核 109 年度營利事業所
得稅結算申報案件開始適用

中華民國 110 年 2 月

目錄

第一章 產品種類及用途	1
一、電纜類	1
(一) 電力電纜類	1
(二) 通信電纜類	12
(三) 光纖光纜類	15
(四) 控制電纜類	15
二、電線類	16
(一) 漆包線類	16
(二) 電子零件用線類	19
(三) 電器具用花線類	19
(四) 出口線類	20
第二章 製造的程序	21
一、電力電纜製造流程	21
二、通信電纜製造流程	21
三、光纜作業製造流程	21
四、控制電纜製造流程	21
五、漆包線製造流程	22
六、電子線製造流程	22
七、電器具用花線與出口線製造流程	22
第三章 原物料耗用情形	23
一、原料	23
(一) 裸銅單線	23
(二) 電力電纜	25
(三) 通信電纜	25

(四) 漆包線.....	26
(五) 電線類.....	27
二、 物料	28
三、 原物料耗用通常水準表	28
四、 試算範例	32
第四章 副產品及下腳廢料之一般產製處理情形.....	34

電線電纜業原物料耗用通常水準

隨著科技進步及節能環保，電線電纜業市場上也發展出各式新產品、新原料及新技術之應用；為奠定國家未來30年發展根基，政府大力規劃前瞻基礎建設，相關政府公共工程、太陽能與風力發電的推動及IT產業景氣逐步復甦都正在快速發展；為配合推行2025無核家園的能源策略，國內超寬頻網路社會相關基礎建設之網路普及所需纜線及海底電纜的開發應用也日益增加都將有助於增加國內電線電纜的需求。

第一章 產品種類及用途

一、電纜類

(一)電力電纜類

1. 電力電纜為電力輸送主要元件，需要安全、可靠、經濟、耐用、美觀等基本條件，尤其超高壓電纜對於電力傳輸影響更重大。電力電纜因導體芯數、電壓等級、遮蔽型式及絕緣介質等性質不同而異，其種類依上開性質說明如下：

依導體芯數，可分為單芯與三芯等，如圖 1。

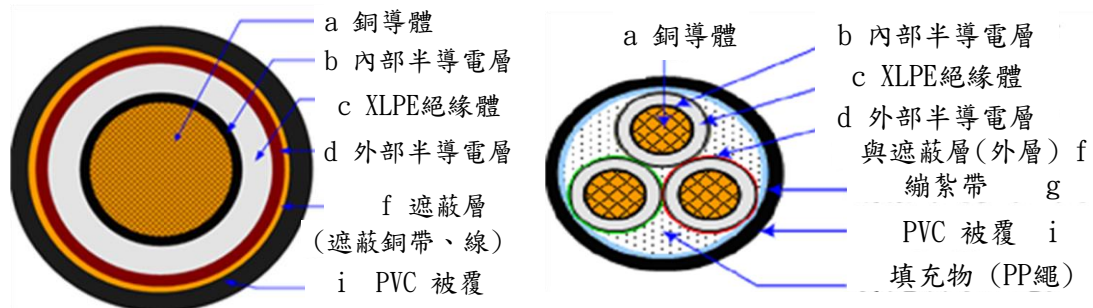


圖 1 單芯及三芯電力電纜剖面示意圖

2. 依我國之系統電壓，電力電纜之電壓等級可分為下列 6 種：

(1) 600 V 級低壓電纜

使用於線間電壓在 600 V 以下之中性線。接地或非接地系統低壓線路。

(2) 15 kV 級高壓電纜

使用於線間電壓在 15 kV 以下之配電系統。

(3) 25 kV 級高壓電纜

使用於線間電壓在 25 kV 以下之配電系統。

(4) 69 kV 級高壓電纜

使用於線間電壓在 69 kV 之供電系統。

(5) 161 kV 級高壓電纜

使用於線間電壓在 161 kV 之供電系統。

(6) 345 kV 級高壓電纜

使用於線間電壓在 345 kV 之輸電系統。

配電用電纜依照絕緣電纜工程師學會 (Insulated cable engineers association, ICEA) 規定，其電壓額定區分如下：

600 V 級(0~600V)	2 kV 級(601~2,000V)
5 kV 級(2,001~5,000V)	8 kV 級(5,001~8,000V)
15 kV 級(8,001~15,000V)	25 kV 級(15,001~25,000V)
28 kV 級(25,001~28,000V)	35 kV 級(28,001~35,000V)

另 69 kV、161 kV、345 kV 為供電、輸電用電力電纜。

3. 依其遮蔽型式分為常見電力傳輸需接地之遮蔽式 (Shielded) 電力電纜與用於聯絡線不需接地之非遮蔽式 (Non-shielded) 電力電纜。

4. 依其絕緣介質種類分為充油式(Oil filled, OF)、交連聚乙烯(XLPE)、乙丙烯橡膠(EPR)、聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)等電力電纜。
5. 電力電纜結構與材料特性(以 XLPE 絕緣之電力電纜為例)。

XLPE 電力電纜依其構造由內而外為：導體、內部半導體層、XLPE 絕緣體、外部半導體層、止水層、遮蔽銅線(帶)、繃紮帶、遮水層、外被覆層。其中，161 kV(不含 69 kV)以上 XLPE 電力電纜為防止運轉環境惡劣，造成水氣由被覆層滲入，安全考量設計有止水層與遮水層予以阻絕。其構造及材料分別於下列說明：

(1) 導體(Conductor)

A. 材質

導體須為電氣用無鍍錫軟銅線，軟銅絞線(Stranded)絞合前其物理特性須符合美國材料試驗學會 (American Society for Testing and Material, ASTM) B3 之規定。

B. 公稱截面積

分為 200、250、325、400、500、600、800、1000、1200、1400、1600、1800 及 2000 mm² 等。

C. 形狀

(a) 壓縮圓形(Compact-round stranded)

凡導體公稱截面積為 200~600 mm² 者須為

壓縮圓形。導體最外層之絞合須向右旋轉(S方向)，其絞距不得大於該層外徑之 20 倍。絞線後其上層得加繞不吸濕之半導體性帶 (Semi-conductive tape)，其纏繞後之厚度至少為 0.2 mm。

(b) 四或五分割壓縮圓形(4 or 5 Segmental compact-round stranded)

圖 2 為四或五分割壓縮圓，69 kV 以上才有此導體型式，凡導體公稱截面積大於或等於 800 mm^2 者須為四或五分割壓縮圓。每分割導體最外層之絞向須向右旋轉(S 方向)，其絞距不得大於該層最大寬度之 20 倍。分割導體間須有沿縱向放置分割帶(Segment Tape)。分割導體絞合後其上須繞不吸濕之半導體性帶，其纏繞後厚度至少為 0.2 mm。



圖 2 四或五分割壓縮圓

(2) 內部半導電層(導體遮蔽，Conductor shielding)

導體遮蔽係包含導體上之半導電性帶及黑色押出型半導電性 XLPE，簡稱為內部半導電層。內部半導電層須為光滑之圓柱形，且須與絕緣體緊密接合。若導體上未纏繞半導電性帶時，此內部半導電層須易於自導體剝離。內部半導電層之容許運轉溫度至少須與絕緣體規定相等。依 ICEAS-66-524 2.7 規定，超過 2 kV 之電纜，其導體表面應有內部半導電層，使在低電阻導體與高電阻絕緣體間之電力線均勻分布，如表 1 與表 2。

(3) XLPE 絕緣體(Insulator)

A. 絕緣體須為無添加劑押出型 XLPE，其導體運轉容許最高溫度正常時可達 90°C；緊急時可達 105°C；短路時可達 230°C。

B. 必須具有下列條件

(a)高介質(絕緣)強度、(b)低功率因數、(c)吸水性小、(d)耐熱性高、(e)耐電暈性高、(f)靜電容量小及(g)絕緣電阻高，然為限制導體表面之最大電壓應力，使接近導體表面之絕緣體有一安全值而不被電壓應力所破壞，如需使用較小導體，則必須增加內部半導電層厚度，以增加導電層直徑，或增加絕緣體厚度。

$$E_x = \frac{V}{x \ln \frac{D}{d}}$$

絕緣體內電壓應力，其中 x：絕緣體某點對中心點之距離(mm)

d：絕緣體內徑(mm)、Ex：絕緣體內某點之電應力(V/mm)、

V：電纜對地電壓(V)、D：絕緣體外徑(mm)

表 1 低壓電力電纜規格

低壓電纜項目	2/0 AWG	250 MCM
截面積 (mm ²)	67.43	127
股數	19	37
絞線外 (mm)	10.29±3%	14.17±3%
絞線重量 (kg/km)	611 以上	1150 以上
絕緣體厚度 (mm)	平均 2.03 以上	平均 2.41 以上
平均完成後外 (mm)	14.37	18.99
標準長度 (m)	300	300
最大導體電阻 20°C	0.266Ω/km	0.141Ω/km

表 2 高壓電力電纜規格

高壓電力電纜 項目	15 kV		25 kV	
	#1 AWG	500 MCM	#1 AWG	500 MCM
截面積 (mm ²)	42.41	253	42.41	253
股數	19	37	19	37
絞線外徑 (mm)	8.18±3%	20.04±3%	8.18±3%	20.04±3%
絕緣體外 (mm)	18.54±0.76	30.73±0.76	22.86±0.76	37.31±0.76
外部半導體外徑 (mm)	20.57±1.27	33.27±1.27	24.89±1.27	37.85±1.27
平均完成外徑 (mm)	28	42	33	47
平均內半部導體 厚度 (mm)	0.381 以上	0.51 以上	0.381 以上	0.51 以上
平均絕緣體厚度 (mm)	4.45 以上	4.45 以上	6.6 以上	6.6 以上
平均外部半導體 厚度 (mm)	0.76 以上	1.02 以上	0.76 以上	1.02 以上
平均 PVC 外皮 厚度 (mm)	2.03 以上	2.03 以上	2.03 以上	2.03 以上
導體重量 (kg/km)	385 以上	2300 以上	385 以上	2300 以上
標準長度 (m)	600	600	600	600

(4) 外部半導電層(絕緣體遮蔽，Insulation shielding)

- A. 絕緣體遮蔽係為絕緣體外部一層黑色押外型半導電性 XLPE，簡稱為外部半導電層。
- B. 外部半導電層須與絕緣體連續緊密接合且製造後無法修補。
- C. 內部半導電層、絕緣體及外部半導電層須以三層連續押出(Three tandem extruder)同時押出，並連續乾式交連處理。
- D. 內部半導電層、絕緣體及外部半導電層間之界面須為圓筒狀且不得有尖突及雜質。其作用為消除絕緣體表面與鄰近大地間之放電現象，並使絕緣體電力線對稱放射分布，以阻止正切或縱切的電應力，以得最小的表面放電。

目前皆以內部半導電層、XLPE 絕緣層及外部半導電層三層押出後，再採用氮氣 (N_2) 加硫與乾式冷卻，取代早期水蒸氣加硫製程(如圖 3 與圖 4)，可避免 XLPE 電力電纜因在加硫管內，承受高壓蒸氣的影響，導致水蒸氣擴散侵入 XLPE 絕緣體內，發生氣孔 (Voids) 空洞，加電壓使用後絕緣體不會造成水樹 (Water tree) 現象，並且降低運轉時發生局部放電。

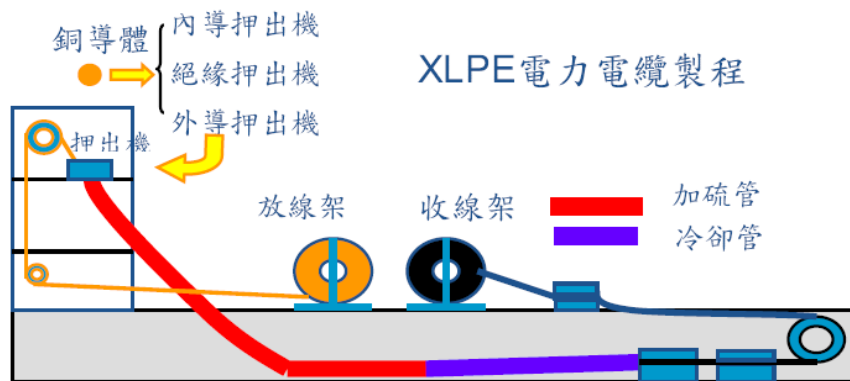


圖 3 XLPE 電力電纜製程示意圖

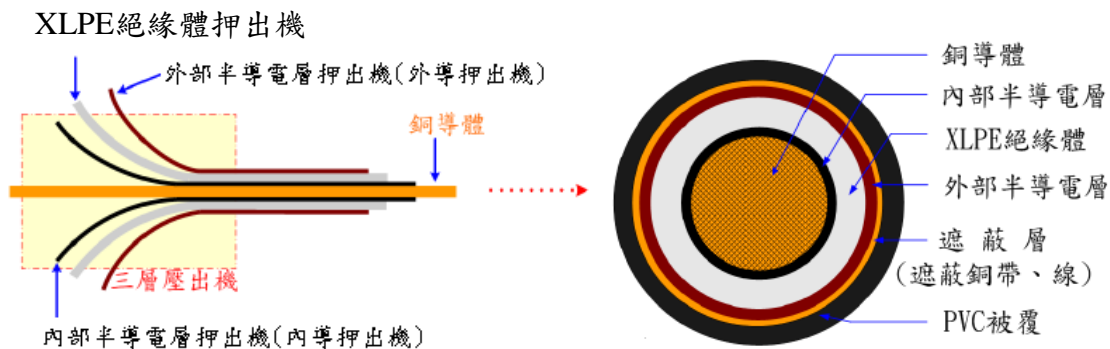


圖 4 三層壓出示意圖

(5) 止水層(Water-block swelling layer)

161 kV(含)以上之電力電纜具備此層。於外部半導體層上須纏繞厚度約 0.4 mm之半導體性不織布止水帶 (Semi-conductive nonwoven water-block swelling tape)做為縱向止水保護。繞帶時其重疊率不得小於其寬度之 10%。

(6) 遮蔽銅線(Concentric shielding copper wires)

A. 於止水層上須纏繞一層同心鍍錫軟銅線(Tin-

coated annealed copper wire)做為遮蔽，其特性須符合 ASTM B33 之規定。

- B. 遮蔽銅線之絞向須向右旋轉(S 方向)，其絞距須為該遮蔽體外徑之 8 倍以下。
- C. 若為遮蔽銅帶則需依 ICEA 規定，其厚度至少為 0.0635 mm，並依接地故障電流(Earth fault current)容量大小選定適當厚度之銅帶。
- D. 遮蔽銅線或銅帶各單線之纏繞須平均分布，不得過於集中。
- E. 遮蔽銅線或銅帶作為突波電壓保護；使充電電流流入大地，以保持外半導體層之對地零電位；防止無線電干擾及外界電場的應變；作為接地故障電流之回路。其接地電阻與接地線容量，如表 3。

表 3 各類線路裝置限制之接地電阻與接地線容量

線路類別	接地電阻	接地線容量
單獨接地系統或 △系統*	25Ω 以下	不得低於電源變壓器或其它電源之連續滿載電流容量
多重接地系統	因中性線平均每四百公尺有一處接地，個別接地極之接地電阻值不受限制	引接導線電流容量之 1/5 以上
配電設備外殼、鋼套電桿、鐵塔	100 Ω 以下	14 mm ² 以上銅線
避雷器接地	10 Ω 以下	14 mm ² 以上銅線

*△系統係指三相系統以△接方式

(7) 繃紮帶(Binder tape)

- A. 於遮蔽銅線上須纏繞厚度約 0.2 mm之半導體性布帶，其重疊率不得小於寬度之 10%。
- B. 其目的為將遮蔽導體層繃緊紮束遮蔽銅線或銅帶。

(8) 遮水層(Water impervious layer)

69 kV 以上之電力電纜具備此層。於繃紮帶層上須縱向連續包一層厚度約 0.2 mm之金屬箔積層帶(Metal foil-plastic laminated tape)做徑向遮水保護，其包捲後重疊處須以適當之方式密封。其金屬箔與 PVC 被覆接觸之表面須塗非導電性膠(Coated with non-conductive plastic film)處理。

(9) 外被覆層(Jacket)

- A. 遮水層包捲後，其上須有一層押出型黑色聚氯乙烯(Extruded black polyvinyl chloride)為被覆。
- B. 69 kV 以上之電力電纜被覆外層須添加一層導電石墨(Coat with a baked-on graphite layer)做為電纜被覆完整性高壓測驗(D.C. high voltage sheath integrity test)之電極。
- C. 被覆為保護電纜，外表不得有粗糙現象。
- D. 外被覆材料選定，對絕緣電阻、絕緣耐力等電氣特性，與抗張強度、可塑性、耐候性、耐磨耗性、耐老化性等物理特性皆為必要考慮之條件。一般以聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯

(PE)等為主。PVC 被覆層為熱塑性材料，加工容易，具電絕緣性佳、強度高、耐燃、耐濕、耐候、著色容易及對酸、鹼、油、藥品等耐蝕性強之化學性優點，已廣泛地被使用於電力電纜被覆。

其中 XLPE 絕緣層加以屏蔽後，在加壓導體作用下，導體對地電壓改變為均勻之電力線；同時在絕緣被覆外增加一層外部半導體層後，導體與內部半導體層表面之間，轉變成一個電容器，並產生一個非常可觀的充電電流；在使用者並不希望充電電流在半導體層表面上流動，因而充電電流需要以適當地控制方法，將其約束在導體與大地之間流動；若半導體層上存在電流，可能引起電纜半導體層損壞或是因過熱而燃燒；其次，工作人員若無意間接觸到此半導體層，可能發生非常嚴重的意外事故。因此增加半導體層的電纜，需要對半導體層提供一個連續地接地措施，並考慮接地路徑具有足夠的載流容量，充分地提供大地迴路釋放介質之充電電流，避免在介質上流動的洩漏電流對電纜介質的損壞因素。

(二)通信電纜類

通信電纜用於電話之安裝，分別為市內電纜、市郊電纜、局內電纜及其他用途四類，若以被覆物之材料(或性質)分，則有鋁被覆、鋁帶及 PE 被覆、銅帶及 PE 被覆、自持型被覆及鋼帶鎧裝等五種。

1. 市內星紙絕緣鋁被及鋼帶型

鋁帶 PE 被覆電話電纜，此類電纜係用作市內電信公司與用戶間之架空或地下線路，或電信公司間之中繼線路。100 對以下者為層型電纜，200 及 300 對者為 50 對簇電纜，400 對以上者為 100 對簇電纜，此類電纜均具有良好氣密性。

2. 市內對紙絕緣鋁被鋼帶鎧裝地下電話電纜

此類電纜係用作市內電話配線或軍用營區與營區之間地下通信線路，鎧製電纜可以直埋敷設。

3. 市內星絞金色碼電話電纜

此類電纜用於電話用戶之配線線路，採用絕緣顏色，以區別線對排列次序，亦稱為金色碼電纜，在電纜芯外縱包波紋鋁帶，遮蔽效果良好，最外層加黑色聚乙烯作為被覆，耐候、耐磨性均良好，並可依客戶需求製成弛芯電纜，為線路改接及修理作業架設方便起見，亦可平行加鋼線一條，與電纜外被同時押出，使成一體而製成為自持型電纜或八字型電纜。

4. 防水電話電纜

此類塑膠絕緣防水混合物填充市內電話電纜，用於架空、管道，直埋與船舶電話之重要配線電話，採用絕緣顏色以區別線對排列次序，此係以一種混合物填充於電纜芯之所有空隙，外加與外被強力融合成一體之鋁帶遮蔽層，因此其電氣及機械特徵上均較傳統電纜優越，適合信賴度高之通信網路。

5. 市內對彩色 PE 絕緣阿派斯(Apleth)雙被自持架空電話電纜

此類電纜係用於市內電話配線，或營區間通信線路，以 25 對為一簇，簇內各對用不同彩色 PE 絕緣，識別容易，自持雙被覆，施工方法簡便，安全可靠。

6. 市內對 PE 絕緣 PVC 被覆電話電纜

此類電纜係 PE 絕緣 PVC 被覆 200 對以下，普通對型及自持市內對型電話電纜，用做市內架空或屋內配線線路。

7. 市郊長途用星型發泡 PE 絕緣阿派斯被覆電話電纜

此電纜適用於市外地區長途通信回路，包括市外載波電纜與載波複合電纜，其絕緣採用發泡 PE，性能優越，為近年發展之最新型長途電話電纜，可分架空自持型及埋設鎧裝型，鎧裝型又分地下鋼帶鎧裝及海底鐵線鎧裝，其芯線色別以紅紅白白、藍藍白白及紅紅藍藍識別之。

8. 局內用 PVC 絕緣 PVC 被覆印點型電話電纜

此電纜絕緣及被覆均採用 PVC，具有良好之耐燃、耐溫性，電纜內各芯線，印以短點、長點或長線以資識別，係用作局內交換設備內配線線路。

9. 鄉村用 PE 絕緣農村電話電纜

此種電纜用於鄉村地帶，屬戶外自持架空型，耐候性需佳，分為 RD 型及 SD 型，各芯線雙層絕緣及內層為黑緣 PE，外層為彩色 PVC，SD 型唯一對芯線為 PE 絕緣，其一帶有自條標示，對絞後再以 PVC 被

覆之。

10. 載波 PE 絕緣四芯絞纜

此電纜為軍方所用，兩端附製萬能接頭。

11. 野戰尼龍被覆電話線

此電線為軍方所用，抗候性及耐磨性佳。

12. 高週波同軸電纜

同軸電纜適用於高週波機器接續及內部配線用，有 PE 充實型同軸電纜、發泡 PE 同軸電纜及 PG 型同軸電纜，因絕緣均採用 PE 或發泡 PE，電氣性能優良，高週衰減亦少，尤以發泡 PE 者外徑甚小，為最近新型之同軸電纜。

(三) 光纖光纜類

光纖主幹線網路提供極高之保密性與高於同軸電纜及雙絞線網路的傳輸速率。以多芯束管光纖為例，其結構及使用原物料如下圖 5。

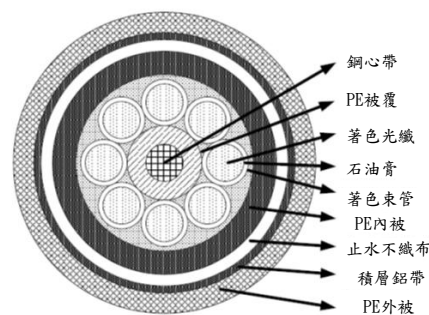


圖 5 多芯束管光纖構造圖

(四) 控制電纜類

因公共工程及工廠自動化、電腦化、辦公室自動化、實驗室自動化、家庭自動化等所需自動化控制及自動測定裝置，遂被普遍採用，所以自動化控制為建立自動現代化

之中樞系統。由於自動控制，支配著所有之操作運轉，需用各項控制電纜並必須具備優良之電氣性能、機械強度及適應各種不同環境，如耐寒、耐溫、耐化學品、耐磨、耐腐蝕等特性，所以控制電纜須加一層金屬遮蔽，以抑制感應電壓之作用，遮蔽為繞捲一層鋁帶、銅帶或編織銅網，此遮蔽層設計於電纜芯和外被覆之間。如使用於電梯電纜可分為非移動性之控制電纜，使用於電源控制設備及移動電纜之間，及移動性電梯電纜，其隨電梯之升降不斷往復彎曲。控制電纜之類別常由芯線數多少而定，可由二芯至多芯，國內之產品為 PVC 絕緣及 PVC 被覆，電壓為 600V，分為充實型與填充型。人造橡膠絕緣、人造橡膠被覆號誌電纜應用亦頗廣泛。用人造橡膠作被覆者較用天然膠者之耐候性更為優良，橡膠輕便電纜適用於 600 V 以下一般廣場、工廠、臨時工地、農場、水產等處之電器工具與照明等用途。

二、電線類

(一)漆包線類

漆包線之製造是採用高純度及高導電率之銅線，表面被覆一層絕緣塗料以達到絕緣並保護外層之功能，漆膜厚度依日本工業標準(Japanese Industrial Standards, JIS)標準可分為：

0 種：最厚。

1 種：稍厚。

2 種：適中。

3 種：稍薄。

依漆包線之特性及用途分類如下：

1. 油脂漆包線(Oleonesinous Enamelled Wire)

此類為傳統之漆包線，用軟銅線塗上一層天然樹脂及乾油之組成物烘乾而成，為最早採用之漆包線，具有優良之電氣特性，價格低廉，耐溫性適中。在小型電機機械、儀表及低電壓小容量之通信機械等均大量採用。

2. 合成樹脂漆包線(Synthetic Enamelled Wire)

為近年來研發成功，一種絕緣性良好、皮膜堅固、耐熱、耐化學性能之產品，使電氣機械操作溫度得以提高，可分下列各類：

(1) PVF 漆包線(Polyvinyl Fonmal Enamelled Wire)

將 PVF 樹脂和特殊之合成樹脂塗於軟銅線上經烘乾而成，耐腐蝕、耐磨、耐油、柔軟性佳、附着力強，具有漆包線本質的特性，適用於嚴苛成型之變壓器、電動機線圈及使用高速自動繞線之工作。

(2) UEW 漆包線(Polyurethane Enamelled Wire)

此類漆包線之皮膜由 Isocyanate (異氰酸鹽)及 polyol (ester;ether) (聚醚酯)混合而成，耐油、耐磨、可以直焊及不必刮皮加錫油等，省工省料，為理想之線圈用線，最適用於通信線圈。其高週率之電氣性能佳，耐溫性及耐高溫老化性優，並可自由配色。

(3) PEW 漆包線(Polyester Enamelled Wire)

塗料為耐熱的 Terephthalic Polyester 樹脂，其耐熱、軟化及老化性能特優，使用溫度可達 155 °C，很適用於耐高溫之電動機及變壓器之線圈，而能縮小電動機及變壓器之體積。

(4) PEW-H 漆包線(Polyester-Amide-Imide Enamelled Wire)

其品質及性能遠較一般合成樹脂漆包線為佳，皮膜具備優良之屈伸性及耐磨性，適用於高速自動繞線設備，對熱的穩定度更為優良，在 180°C 時可連續使用 100,000 小時而絕緣程度維持不短路，很適用於 H 級電動機及變壓器線圈。

(5) PVB 自融著漆包線(Self-Bonding Enamelled Wire)

在 PVF、UEW、PEW 漆包線外被覆一層 polyvinyl Butyral 樹脂，此類具有熱塑性，當電流經過繞好的線圈時所產生之熱可使線圈各匝層自行融著，該表層樹脂亦可為某些溶劑活化，經繞成線圈後亦可自行融著，自融著漆包線已被電子工業界廣泛應用於電視機之偏向線圈、擴音器之移動線圈、馳返變壓器、中頻變壓器等。

(6) PVFR 耐冷媒漆包線(Hermetic Formvar)

塗料為 Polyoterimide 樹脂作成，具有高熱安定性和高介質強度，能耐化學品性能，尤其在耐冷媒劑方面如 R-12、R-22 等，故適合於冷凍機及空氣調節機之線圈。

(7) APTZ 漆包線(Armored Poly-thermaleze 2000)

其特徵為可耐高溫達 200°C，其耐磨性、捲繞性及耐冷媒等均優於其他漆包線。

(8) APB 漆包線(Armored Poly-thermaleze 2000 Bondeze)

APB 為 APTZ 漆包線外被耐高溫之自融著塗料，由於具有較高之熱穩定性及優良之耐磨性、捲繞性，適用於彩色電視機之偏向線圈。

(二)電子零件用線類

軟銅線電鍍一層錫或錫鉛合金則焊著性特優，若再包鋼線，使銅鍍層鋼線或銅鍍層與錫鍍層之間結合緊密，耐急劇加工而不剝離，可增強其耐彎折性，其耐震動性為銅線之三至六倍，又銅易於加工與鋼之韌性相結合，發揮其優良之韌性與耐扭轉性，如端子之固定、電子回路等多焊點所組成者均適宜使用，其表面光滑，作業效率高，耐腐蝕力高，歷久不失其光澤。

(三)電器具用花線類

主要依用途範圍分為兩類：

1. 橡膠花線

具有良好之電氣及機械性能，柔軟性特佳，其外層以各種彩色之綿紗或人造絲編織成各式花紋，置於室內鮮豔美觀，使用於吊燈、桌燈等家庭用具，因其耐燙不致軟化，特別適用於熨斗、電爐、鍋等加熱器具，一般分為單股花線、紋型花線、波型花線、圓型花線，其導體截面積，絕緣厚

度芯數，則依額定電流安全標準之規格而定。

2. PVC 花線

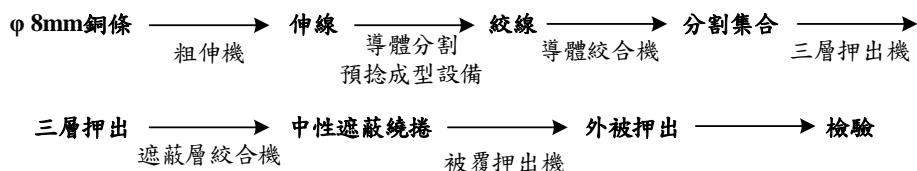
其採用高導電率導體，可按照電線規格配置，具有良好之電氣及機械性能，並具有耐熱、耐藥品、耐油及美觀等優點，分有雙股花線、平型花線、圓花線等，近年來亦大量應用於建築物中，包括照明電路、電力電路，分為實線單芯線、絞線、實線二、三芯線、絞線二、三芯線，符合國際標準，UL 檢驗合格者有 TW、THW、THWN 等型，可用於潮濕與乾燥區域，TW 溫度不超過 60°C，THW 與 THWN 溫度不超過 75°C。

(四)出口線類

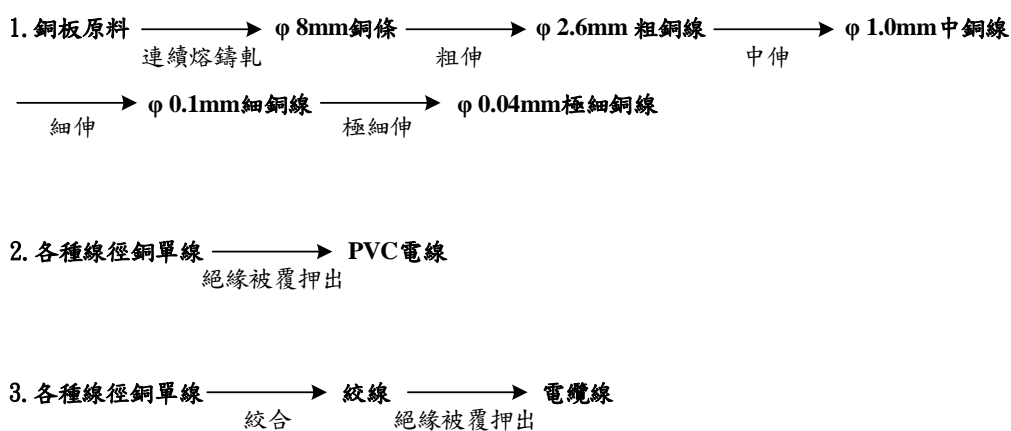
此類用於電氣機器如電動機、發電機、變壓器等連接引線，配電盤內部之連接線及其他可繞性彎曲性能良好之配線。

第二章 製造的程序

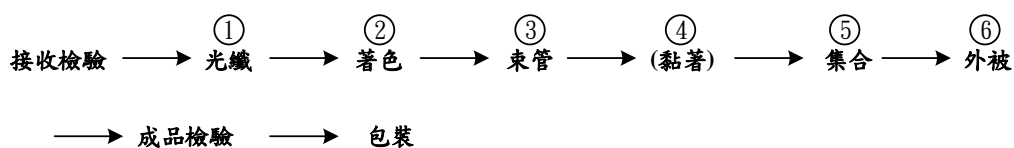
一、電力電纜製造流程



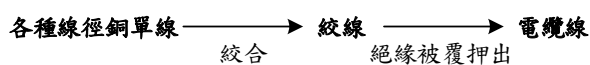
二、通信電纜製造流程



三、光纜作業製造流程

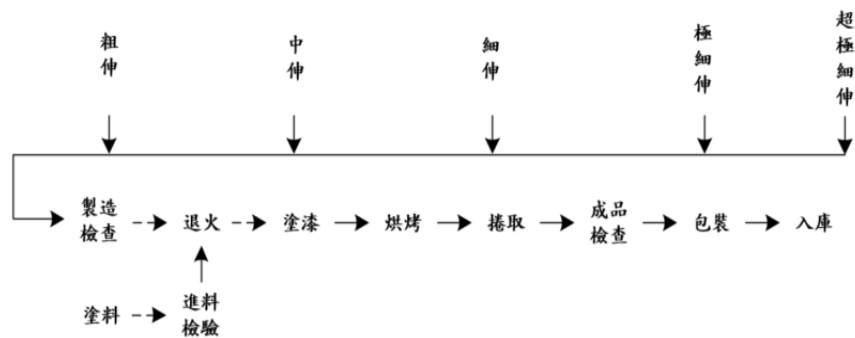


四、控制電纜製造流程

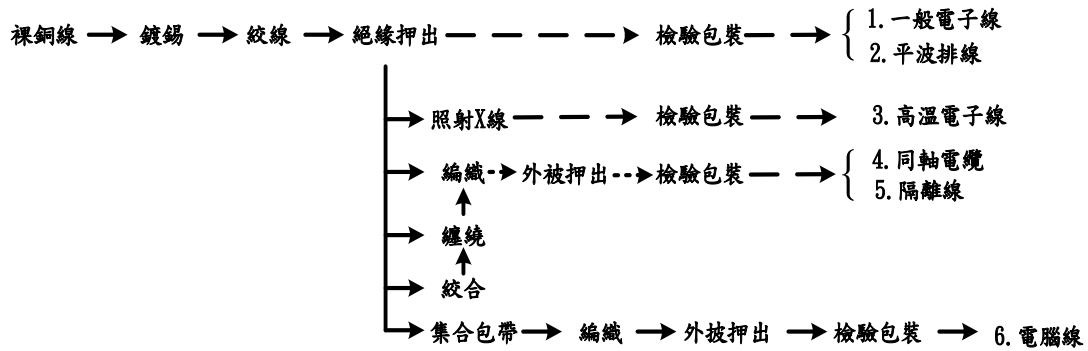


五、漆包線製造流程

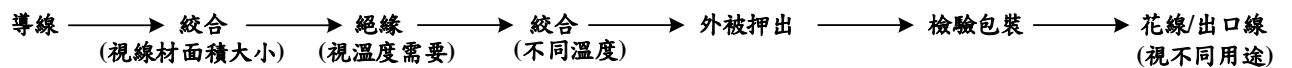
ϕ 8mm 銅線 \rightarrow ϕ 1.6 ~ 3.2mm \rightarrow ϕ 0.32 ~ 1.6mm \rightarrow ϕ 0.12 ~ 0.32mm \rightarrow ϕ 0.05mm \rightarrow ϕ 0.05mm 以下



六、電子線製造流程



七、電器具用花線與出口線製造流程



第三章 原物料耗用情形

國內各生產工廠已趨於一貫作業，其中有伸線、絕緣、集合、鎧裝、外被各步驟，均嚴格區分其階段，所以原物料之耗用，以製造程序所述產製方法之分類說明：

一、原料

電線電纜耗用原物料計算基礎，應依各批產品種類規格(如訂單設計表等)所載單位長度、外徑及耗用各種原物料重量核計，其中銅線及鋁線重量計算公式請詳本章、四說明。

(一)裸銅單線

銅導體具有良好的導電率，高度之機械強度，耐腐蝕性，故廣泛使用於電氣導體，國內生產之種類有硬銅線、軟銅線、半硬銅線、鍍錫銅線、平角線、無氧銅線等，其用途分類如下：

1. 硬銅線

具有較高之抗張強度，適用於做架空輸電線、配電線及建築線之導體。

2. 軟銅線

具有柔軟性、彎曲性，並具有較高之導電率，可製造通信及電力電纜之導體、電氣機械及各種家用電氣之導線。

3. 半硬銅線

其抗張強度介於硬銅線與軟銅線之間，適用於架空之綁線及收音機之配線。

4. 鍍錫銅線

其表面鍍錫以增加焊接性及保護銅導體做 PVC 或橡膠絕緣押出時不受侵蝕。

5. 平角線

其斷面為正方形或長方形銅線，可製成大型變壓器及大型電動機、發電機、電壓調整器等之感應線圈的材料。

6. 無氧銅線

其含氧量在 0.001% 以下，純度特高之銅線，銅之含量在 99.99% 以上，不會受氧脆化，用以製造真空管內之導體及半導體零件導線及極細線等。

過去銅條由廢銅產製，目前都以外國進口為主，故以廢銅所產生之耗損率不予討論。電氣用銅條冶煉方式有連續鑄造法跟非連續鑄造法。連續鑄造法為開爐製造後不中斷製成進度，而非連續鑄造法則會再開爐後分批製成，由於效率較差目前非連續鑄造法幾乎不再使用，而連續方式分為 (1) 浸漬成型法，其耗損率為 0.5~1%。(2) 一般製程，其損耗率為 0.12~0.15%。(3) SCR(South wire Continuous Casting Rod)連續銅條法，其耗損率則為 0.12%。

由銅條產製各種規格之裸銅單線，因線徑不同，越細則耗損比例增大，銅之耗損率如下：

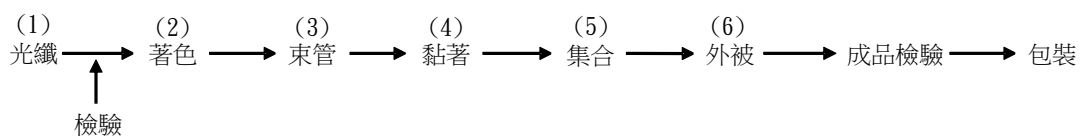
- (1) 粗伸(3.2 mm~1.6 mm)約在 0.12~ 0.02% ，
- (2) 中伸(1.6 mm~0.32 mm)約在 0.2% ，
- (3) 細伸(0.32 mm~0.12 mm)約在 0.5% ，
- (4) 極細伸(0.12 mm~0.05 mm)約在 2.5~3.5% ，
- (5) 超極細伸(0.05 mm以下)約在 2.5~3.5% 。

(二)電力電纜

絕緣材料為 XLPE、PVC、橡膠等，XLPE 可用於高壓及低壓，PVC 及橡膠則用於低壓，依直徑及截面積適合規格裸銅單線產製電力電纜，銅之耗損率自 1.3~1.8%，其中包含遮蔽銅線、導體(絞線/分割導體)及導電布損耗(可略)。而三層押出損耗增加原因為一例一休無法連續生產導致開機次數增加，與單位長度的批量有關。XLPE 之耗損率，不同電壓等級差異較大，一般在 345 kV 約 29~30%，161 kV 約 16~21%，69 kV 約 11~13.9%，25 kV 約 3~5%，600 V 約 2~2.2%。PVC 耗損率 1.5~3%。橡膠耗損率 2~3.5%。

(三)通信電纜

1. 由 8 mm 裸銅單線產製之通信電纜，銅之耗損率為 1.5~2.5%，PE 絕緣之耗損率為 1.5~2.5%，PE 被覆之耗損率為 4~6%，PVC 耗損率 4.5%。
2. 光纖光纜製程之耗損率



- (1) 玻璃管棒耗損率(光纖棒)0.5%。
- (2) 著色光纖耗損率 6%，油膜因含揮發性液體，其耗損率 45%。
- (3) 束管光纖耗損率 6%，PVC 耗損率 6%。
- (4) 黏著光纖耗損率 1~2%，樹脂因含揮發性液體，其耗損率 40%。
- (5) 集合光纖耗損率 1%，防水膠耗損率 1~2%。
- (6) 外被光纖耗損率 1%，PE 耗損率 6~8%。

(四)漆包線

由 8 mm之銅條產製，伸線製程中，銅之耗損率約 0.2~2.5%，在漆包線上漆製程中，銅之耗損率 3%，製程管制、品質檢驗及線頭耗損等約 0.05~0.1%。但對較大型之漆包線如方型導體則其耗損率 12~15%。

絕緣漆分為三類，凡立水、Nylon 以及 APV。絕緣漆(凡立水)使用重量約為銅重量之 10~15%，絕緣漆(凡立水)一般約 68%為揮發性部分，產製中無法回收，全數為耗損；另外 32%為非揮發性部分，其耗損率約為 3~4%，產製中以全部絕緣漆(凡立水)為基礎，耗損率在 1~1.3%之間。另絕緣漆(Nylon)揮發部分之耗損率為 8~12%，而絕緣漆(APV)揮發部分之耗損率為 10~15%。

(五) 電線類

電纜係由一般電線(分屋外配線—質硬、屋內配線—質軟)，依芯數(安全電流或額定電流)絞合而成，電線所耗用之銅線、塑膠量，可依電纜之芯數計算；電線中銅之耗損率可依本章一、(一)之裸銅單線耗損率估算，其絕緣層(物料)則可依本章三、6 之物料耗損率計算；若為電纜類，由於製程上多了絞合，電線絞合成電纜而略縮長度，所以電線耗損銅線量及 PVC 粒量約少 1%。其他鋁電纜中鋁錠耗損率為 2~3%。

➤ 以耐溫 60~105°C 之電子線為例

1. 銅部分：

抽線製程耗損率約 2%。

鍍錫製程耗損率約 1%。

絞線製程耗損率約 1%。

2. PE 耗損率約 5%。

3. PVC 耗損率約 2.5%。

4. 高溫電子線經 X 射線照射製程，銅、PE、PVC 等之耗損率約 1%。

5. 錫由於會有氧化現象，因而其耗損率較大，耗損率約 55%。

二、物料

此外產製各種規格電線電纜所用之錫、鉛、生膠、人造膠、絕緣紙、尼龍、棉紗等，其耗損率約 1~2%，電力電纜及電信電纜使用鋁帶包裝絕緣者，鋁帶耗損率約 5%，鋼帶耗損率約 5%，自持鋼絞線耗損率約 5~6%，而止水不織布耗損則為 5~6%。

三、原物料耗用通常水準表

表 4 原物料耗用通常水準表

內容	耗損率(%)
1.裸銅單線	
(1)連續銅條法耗損率	
浸漬成型法	0.5~1
粗伸耗損率(8 mm)→(3.2 mm~1.6 mm)	0.12~ 0.02
中伸耗損率	
(3.2 mm~1.6 mm) → (1.6 mm~0.32 mm)	0.2
細伸耗損率	
(1.6 mm~0.32 mm) → (0.32 mm~0.12 mm)	0.5
極細伸耗損率	
(0.32 mm~0.12 mm) → (0.12 mm ~0.05 mm)	2.5~3.5
超極細伸(0.05 mm以下)	2.5~3.5
(2)一般製程	0.12~0.15
(3)SCR 製程	0.12

2.電力電纜(由裸銅單線)	
銅耗損率	} 1.3~1.8
遮蔽銅線	
導體(絞線/分割導體)	
導電布損耗(可略)	
內導層/外導層	
XLPE 耗損率(345 kV)	29~30
XLPE 耗損率(161 kV)	16~21
XLPE 耗損率(69 kV)	11~13.9
XLPE 耗損率(25 kV)	3~5
XLPE 耗損率(600 V)	2~2.2
PVC 耗損率(600 V)	1.5~3
橡膠耗損率	2~3.5
3.通信電纜	
(1)由 8 mm裸銅單線產製	
銅耗損率	1.5~2.5
PE 絕緣耗損率	1.5~2.5
PE 被覆耗損率	4~6
PVC 耗損率	4.5
(2)光纖光纜製程耗損率	
①玻璃管棒耗損率(光纖棒)	0.5
②著色製程	
光纖耗損率	6
油膜耗損率	45
③束管製程	

光纖耗損率	6
PVC 耗損率	6
④黏著製程	
光纖耗損率	1~2
樹脂耗損率	40
⑤集合製程	
光纖耗損率	1
防水膠耗損率	1~2
⑥外被製造	
光纖耗損率	1
PE 耗損率	6~8
4.漆包線(由 8 mm裸銅單線開始) 由 8 mm銅條產製	
銅伸線耗損率	0.2~2.5
銅塗漆耗損率	3
製程管制、品質檢驗、線頭等銅耗損率	0.05~0.1
若較大之方型導體則銅耗損率	12~15
絕緣漆(凡立水)揮發部分耗損率	68
絕緣漆(Nylon)揮發部分耗損率	8~12
絕緣漆(APV)揮發部分耗損率	10~15
以絕緣漆料(凡立水)為例，絕緣漆非揮發部分占全部絕緣漆料(凡立水)耗損率	1~1.3
5.電線類	

以耐溫 60°C-105°C 之電子線為例	
銅抽線製程耗損率	2
銅鍍錫製程耗損率	1
銅絞線製程耗損率	1
PE 耗損率	5
PVC 耗損率	2.5
電子照射製程銅、PE、PVC 等耗損率	1
錫耗損率	55
LSFH (Low Smoke Free-halogen)	
低煙無鹵線製程耗損率	
PV wire 製程耗損率	10~20
6.物料	
(1)電線電纜	
錫、鉛、生膠、人造膠、絕緣紙、尼龍、棉紗耗損率	1~2
(2)電力電纜及通信電纜	5
鋁帶、銅帶、鋼帶耗損率	5
自持鋼絞線耗損率	5~6
止水不織布耗損率	5~6
7.銅包鋁	
粗伸耗損率	15
細伸耗損率	0.5
極細伸耗損率	3.5
以絕緣漆料(凡立水)為例，絕緣漆非揮發部分占全部絕緣漆料(凡立水)耗損率	1~1.3

四、試算範例

(一) 銅線及鋁線重量計算公式

公式： $(\pi/4) \times D^2 \times E = \text{該線 kg(公斤)/1000 m(公尺)}$

說明： $\pi = 3.14159$ ； $D = \text{線徑(mm)}$

銅比重 = 8.89；鋁比重 = 2.7； E 為比重(g/cm^3)

重量(kg/cm^3) = $(\pi/4) \times D^2 \times 1 \times E$

= $(\pi/4) \times (1 \text{ mm})^2 \times 1000 \text{ m} \times E(\text{g/cm}^3)$

= $(\pi/4) \times (1)^2 \times (10^{-1})^2 \times 1000 \times 1000 \times E \times \text{kg}/1000 \text{ m}$

= $(\pi/4) \times (D)^2 \times E(\text{kg})$

1. 各種規格銅線每支(芯)千公尺之重量為 X 公斤， $X = \text{每支(芯)銅線徑平方數} \times 6.982$ (銅線重量計算係數為 $6.982 = (\pi/4) \times 8.89$)

例如：1.0 mm 線徑銅線 1,000 公尺之重量為若干？

答：依公式 $\pi/4 \times D^2 \times 8.89$

即 = $3.14159/4 \times 1.0^2 \times 8.89 = 6.982 \text{ kg(公斤)/1000m(公尺)}$

2. 各種規格鋁線每支(芯)千公尺之重量為 Y 公斤，
 $Y \text{ 公斤} = \text{每支(芯)鋁線徑平方數} \times 2.12$
(鋁線重量計算係數為 $2.12 = (\pi/4) \times 2.7$)

(二) 漆包線耗損試算例子 (由已知裸銅重量計算，若廠商無從事方型導體，以 8 mm 裸銅單線開始製程為例)

若由 8 mm 裸銅單線開始製程，以 100 kg 之裸銅，其伸線、塗漆及製程管制、品質檢驗、線頭等銅之耗損率在 4.6kg-5.5 kg，而需要絕緣漆約在 10-15kg，絕緣漆中揮發部分約 6.8-10.2 kg，非揮發部分

約 3.2-4.8 kg，而非揮發部分 3.2-4.8kg 中耗損掉 0.096-0.144kg(以 3%估算)到 0.128-0.192 kg(以 4%估算)。

上述若以銅之耗損率為 4.6 kg(4.6%)，絕緣漆為 10 kg(10%)，非揮發部分之耗損率以 0.128 kg(4%)為例，則可產製漆包線之成品重量為 98.472 kg(100kg-4.6kg+3.2kg-0.128kg)。

(三) 漆包線耗損試算例子 (由已知漆包線成品重量計算，若廠商無從事方型導體，以 8 mm裸銅單線開始製程為例)

若有漆包線成品 100 kg(而銅之耗損率以最低 4.6%，凡立水以 10%，非揮發性之耗損率以 4%估算)，則以 $100/98.472=1.0155$ 之因數，所需 8 mm裸銅單線重量為 101.55 kg，凡立水為 10.16 kg。

(四) 漆包線成品重量計算式

若有漆包線成品重量為 Y 公斤，若銅之使用量為 X 公斤，凡立水之使用量為 Z 公斤，其計算式為

$$X \times (1 - 4.6\%) + Z \times (0.32 \times (100\% - 4\%)) = Y$$

$$Z/X = 10 - 15\% \text{ 為凡立水與銅之使用量比}$$

前面式子中 4.6% 為原物料耗用通常水準修訂建議表中 4.漆包線之 (1.5+3+0.1)%，其中 1.5 取自 0.2~2.5%，0.1 取自 0.05~0.1%。

0.32 為非揮發性佔凡立水之 32%

3~4% 為凡立水中非揮發性之損耗率

第四章 副產品及下腳廢料之一般產製處理情形

電線電纜業目前尚無副產品，製造電線電纜所產生之廢銅下腳料，有煉銅設備者可電解製陽極板；無煉銅設備者則以廢料處理，部分生產極細漆包線工廠將廢料出售給玩具工廠當作洋娃娃髮絲，其他斷線，外層因運搬損毀及剩餘之絕緣品亦僅能以廢料處理。由於廢銅與廢料處理困難且銅價高漲，因此大多是減價賣回原料廠或以事業廢棄物方式處理，依各廠不同而有差異。廢銅價位則隨市場行情變動，可上網查「廢銅價」，即可找到收購公司，如果要查詢國際銅價可至 <http://www.metalprices.com>。