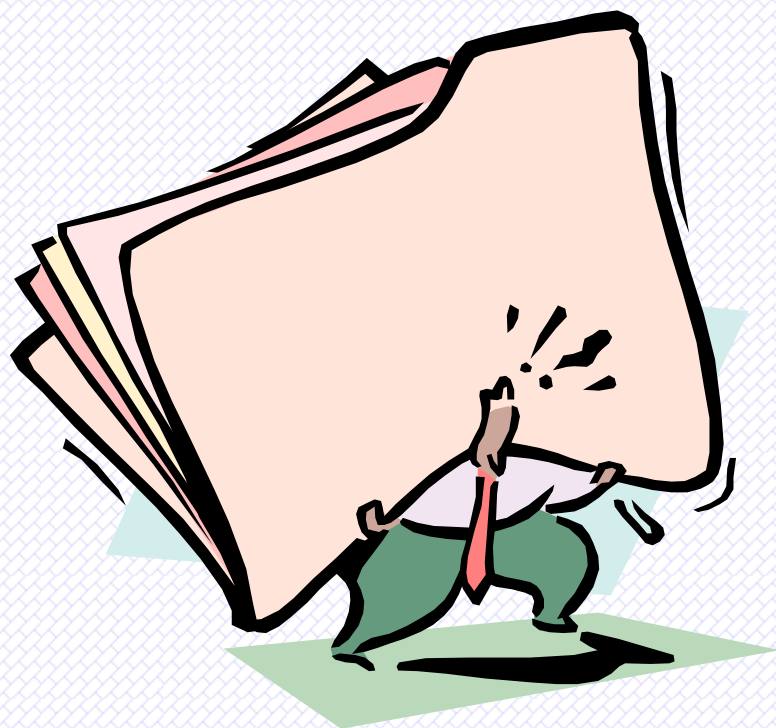


線材簡介



前言

電線電纜之主要材料為導體與絕緣材質，茲做以下簡介：

導體：鐵線→鋁線→銅線→銀線→金線→光纖

絕緣材料：紙→布→漆→塑膠→橡膠→雲母→高分子塑膠材料

由於材料不斷的研究改進，使得電線電纜行業由早期的銷售技術競爭演變到生產設備競爭及現階段材料技術競爭。

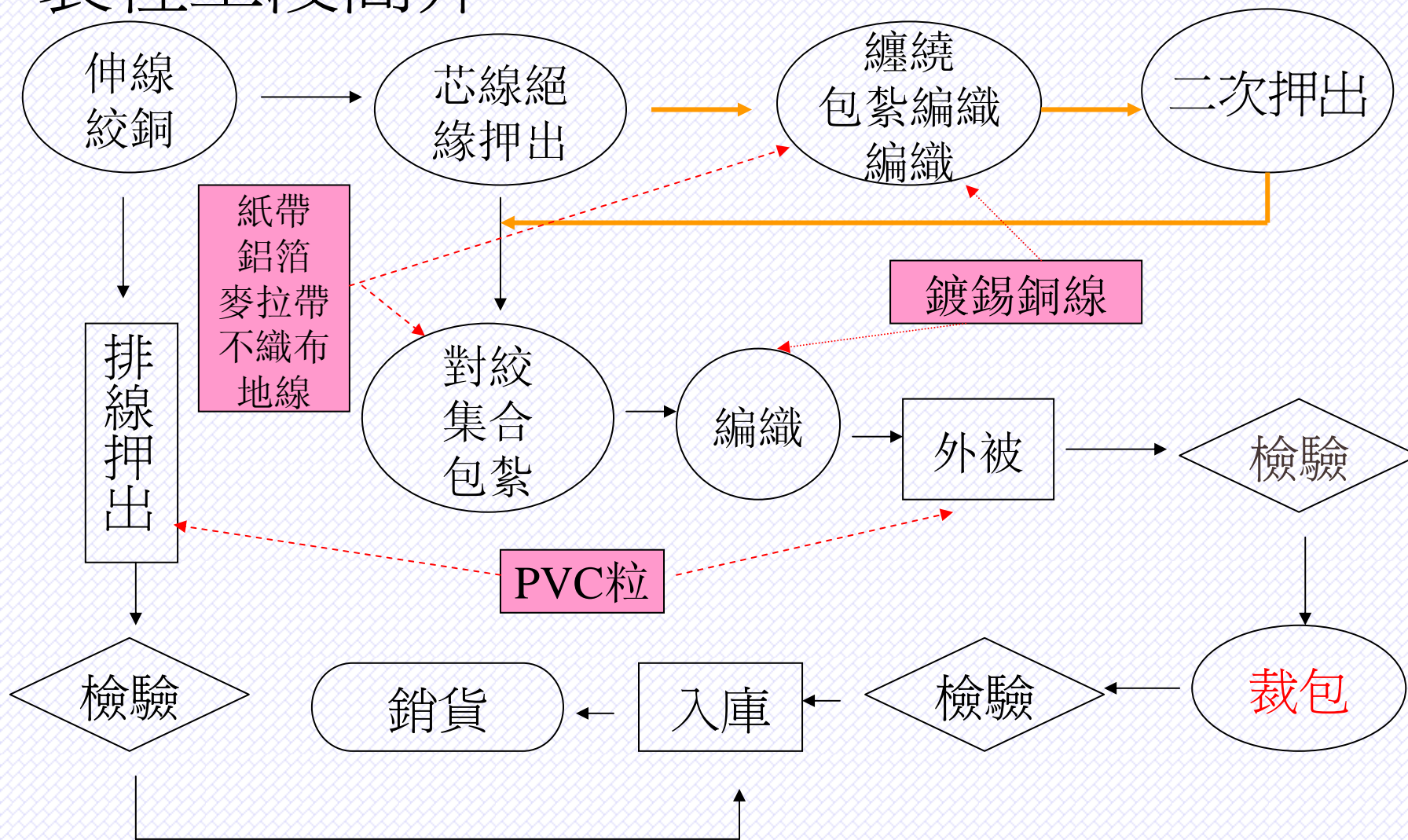
除了交期要快，物美價廉為當今客戶所要求的目標。而交期要快，可更換效率高的設備，好設備可用金錢可買到，但是好的材料、好技術就得靠時間與經驗去學習。

主要產品

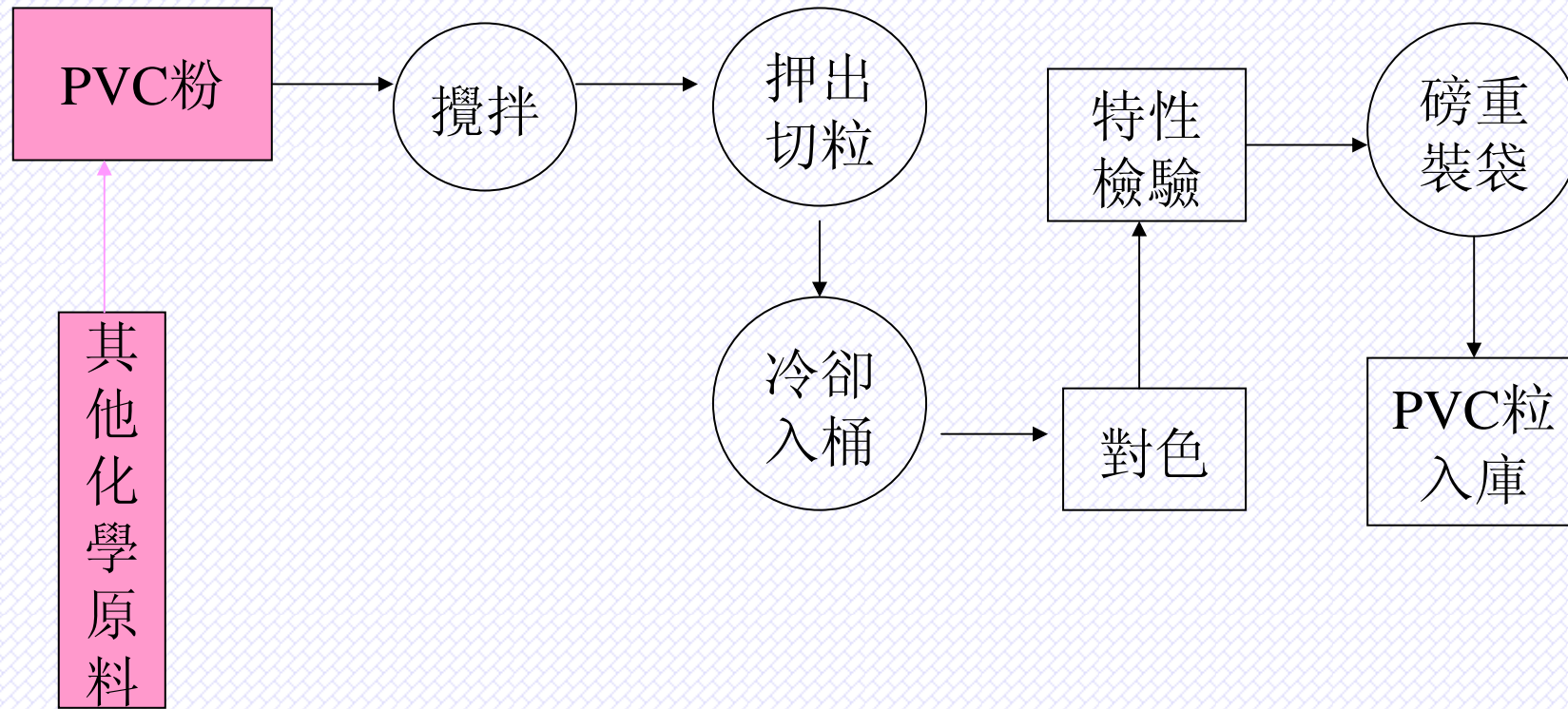
| 產品名稱 | 主要用途 | 應用 |
|--------------------|--------------------------|---|
| VGA CABLE(視訊用線) | 連接電腦主機與各種監視器之用線。 | 高解析視訊傳輸、聲訊傳輸的多媒體及一般型監視器。 |
| SCSI CABLE | 電腦主機外接記憶儲存裝置的線材。 | 軟碟機、硬碟機、光碟機...等。 |
| EVC CABLE(增強型視訊用線) | 連接電腦主機至多功能視訊系統之用線。 | 可將監視器、攝影機、喇叭、鍵盤、滑鼠等設備用單一線材連接。 |
| USB CABLE(萬用串列埠用線) | 使電腦連接各週邊系統的線材，簡化為共通性之線材。 | 把中心處理器(H u b)的功能，從PC主機系統移至監視器產品上，並運用在光碟機、鍵盤、滑鼠、數據機等產品的連接用線。 |

| 產品名稱 | 主要用途 | 應用 |
|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|
| IEEE 1284 CABLE | 連接主機CPU與印表機的高傳輸用線 | HP專用印表機 |
| IEEE 1394 CABLE | 連接主機CPU與大量電腦週邊的高傳輸用線。 | 數位影音光碟機、雷射印表機、桌上型攝影機、數位錄影機及光纖連線之監視器 |
| FLAT CABLE(排線) | 電腦主機內接至週邊裝置之線材。 | 軟碟機、硬碟機、光碟機、各種儀器設備等。 |
| FFC(軟性排線) | 其產品具有易彎折性，用於電腦與其週邊產品的線材。 | 筆記型電腦、掃描器、光碟機、印表機。 |
| TFC(對絞排線) | 其產品具有高傳輸之效率，用於電腦與其週邊產品的線材。 | LCD Monitor、伺服器。 |

製程工段簡介



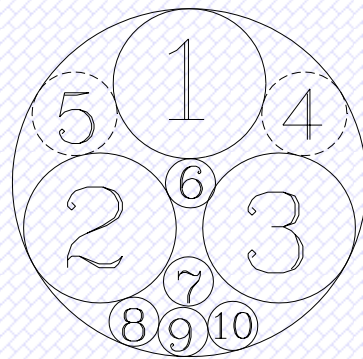
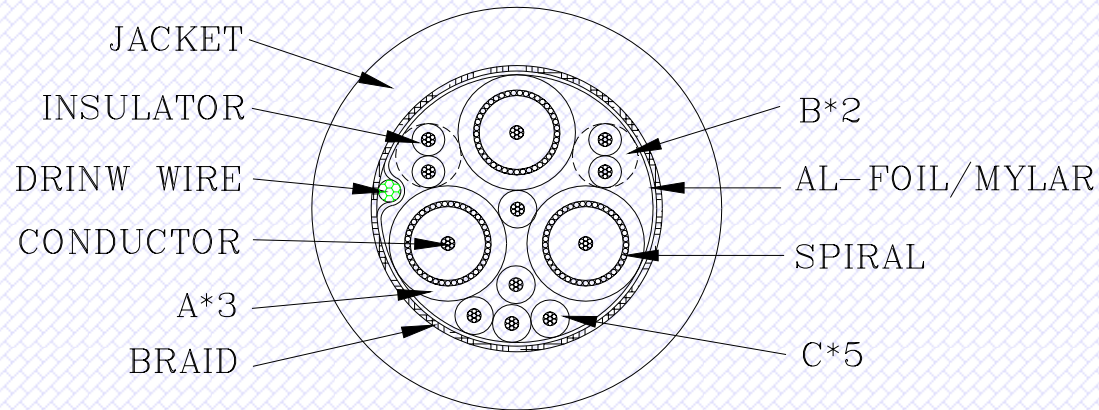
PVC 粒製造流程：



各工程簡介：

- ◆ 伸銅工程：電鍍-中伸-細伸
- ◆ 絞銅工程：將單銅絞成束
- ◆ 芯線工程：導體上包覆一層絕緣材料
- ◆ 對絞工程：兩條單芯線絞在一起成對
- ◆ 集合工程：單條多芯線或對線絞成束
- ◆ 包帶工程：包帶材料以捲包或縱包方式包紮於電線上
- ◆ 纏繞工程：細金屬線以螺旋狀纏繞於電線上
- ◆ 編織工程：細金屬線以交叉方式編織於電線上
- ◆ 外被工程：PVC或其它絕緣材料被覆於在製品上
- ◆ 裁包工程：將成品裁成條或卷，並包裝

基本結構



COLOR CODE

1. RED

2. BLUE

3. GRAY

4. BLACK*BLACK/WHITE

5. BROWN*BROWN/WHITE

6. BLACK

7. BROWN

8. RED

9. ORANGE

10. YELLOW

基本產品結構

導體：

只要有傳導性之金屬均可以作為導體，但因關係到傳導性及價格，所以一般會作為導體之材質並不多，一般常用之材料，鍍錫銅(TA)、裸銅(BA)、先絞後鍍銅(TC)、銅包鋼(CCS)、鍍銀線(SA)

銅

由於具有良好的電氣特性、物理特性及較低的成本。銅是目前應用範圍最為廣泛的一種金屬材料。

銅具有良好的加工性能比較容易成形，另外作為導體材料他既可以直接使用(裸銅)也可以直接鍍上其他金屬後(銀、錫、鎳)再使用。

在加工過程中所有的銅材多為”硬銅”，因此為了增加他的柔韌性，對於硬銅大多需要進行熱處理後才會使用。不論是硬銅還是經過退火處理之後的軟銅，在市場上均可以購買。但軟銅主要應用於對彎折性要求較高的產品上。

銅包鋼

相對於普通的銅來說，銅包鋼具有很高的機械強度這也是它一個突出的優點。

在實際的應用中銅包鋼多使用於高頻領域，這是因為所使用的導體為鋼其導體阻抗大大高於銅材，在低頻時其信號能量將產生極大的衰減而高頻則由於集膚效應的影響信號主要在鍍層金屬銅中進行傳輸，其信號能量的漏失會比較低。

目前市場上主要有以下兩種銅包鋼：

30% 導電率 40% 導電率

在這裡導電率的數值是由銅包鋼的導電能力與相同截面積的軟銅相比而得出的數值。

合金

由於銅和銅包鋼的抗疲勞度都十分有限,因此爲了克服這一缺陷目前已經開發幾種具有較高的引伸性能及彎曲壽命的合金材料主要包括以下幾種:

鎳銅、鉻銅、鎳鉻等.....。

儘管在這高頻下這些合金的導電率會稍低於銅包鋼，但是較輕的重量及較小的直徑使他們十分適合取代銅包鋼，但是這類材料使用範圍十分有限而且價格通常較銅更爲昂貴。

鋁

鋁的物理特性和銅都十分相似，但是與銅相比它有一個突出的優勢即質量要遠低於銅。因此在需要較低質量的領域(如爲航空相關的設備)雖然鋁的導電性較低，但它仍有一些應用，這主要在CATV及電話設備上的使用。但在普通的Cable領域一般已經較少使用鋁這種金屬了。

導體的稱呼：

標示導體習慣上先寫條數，斜線之後寫出直徑或單條之AWG，其後再給予材料的符號，直徑單位以mm為單位，TA表示鍍錫銅、裸銅以BA表示，經絞合後之導體代碼：7/0.16TA 7代表7條、0.16TA表示素銅材線徑。

一般導體會使用到的相關特性有直徑，截面積，重量。(單位以公制稱呼與英制稱呼)為了方便識別，在電線行業區分線材的規格稱為線號，線號有幾種不同的表示方法，**AWG**、**BWG**、**SWG**、**mm²**。

一般電腦線廠所使用導體稱呼為**AWG**(美國線規標準)，在線規標準內未規定所使用導體之條數，只要是導體直徑(Solid)與截面積(Stranded)符合UL規定即可稱為相同之AWG，在規範內可分為:Solid與Stranded兩種對照表，相關規定參照UL 758 Page 26-1內容有相關之規定。

LAY-絞距,導體中某一股線沿著中心軸纏繞一圈之直線距離,又稱為節距(Pitch)爲了確保產品信賴度,避免使用時斷股,所以需將導體絞成束,以增加其抗張強度。

導體絞距在UL上有規定,導體使用多大之AWG絞距就必須使用多大之絞距,在UL758 Page 26內有規定最大之絞距,所以製造時就必須考慮到符合UL之規定,若絞距過小時又浪費銅材,所以必須兼顧特性與規定。

銅材絞合外徑在UL規範上有一參考公式可以運用
: $\sqrt{n*d*1.155}$,若爲7芯絞合可將 $d*3$ 換算爲絞合外徑。

導體絞向應配合集合之絞向,若與集合方向相反,則在集合時會把絞銅絞距拆開加大,絞銅絞距便不會符合安規要求.所以絞銅之絞向與集合之絞向相同

導體選用

1. 產品使用特性會有彎曲拉扯之要求時，導體需選用多股O.D.較小，絞距較密之導體，以增加其抗張強度。單條的導體回復彈性不好，但是容易固定彎曲，但是不耐彎曲。
2. 選用鍍錫銅為防止導體氧化
3. 產品使用長度越長，容許電流越小，需選用導體O.D較大，AWG.數較小之絞銅，因其導體電阻 $R = \rho * L / A$ ，與長度(L)成正比，與截面積(A)成反比。
4. 產品測試頻率要求在200HZ以上時，因會有10%之介電損失，所以需選用導體O.D.較大，AWG數較小之絞銅。

銅材鍍層的類型及方法

當直接把銅暴露在空氣、熱、潮濕及其他化學的環境中時，裸銅或銅合金即容易發生氧化現象，銅表面一但發生氧化那麼將對金屬材料產生一系列的不利影響，因此爲了防止氧化現象發生我們在銅表面又鍍上一層其他金屬，以防止氧化。

鍍層材料:

錫:使用最爲廣泛的鍍層材料，其加工過程簡單成本低廉。

銀:通常在鐵弗龍絕緣線材的鍍層材料中，使用銀能夠在加工鐵弗龍時的高溫下不產生任何破壞這溫度通常可達到200°C。

鎳:通常在設備的使用溫度超過200°C時會採用鍍鎳的方法(例如適用在航空或軍事領域上)。

金:由於其價格的昂貴而很少使用，但是對於那些對線材的柔軟性和導電性要求較高的領域(如航空設備上的控制電纜)則用採鍍金的方式。

1 鍍法的介紹:

熱鍍:將被鍍的線材通過融熔的鍍層金屬從而將金屬鍍上的方法。

電鍍:通過電解的方法將鍍層金屬鍍到被鍍材料上。

包層法:在加熱和加壓的作用下將兩種或是各種不同的金屬和在一起。

2 鍍的類型:

鍍錫或重錫:不論是採用熱鍍或電鍍錫都十分容易的鍍到其它金屬表面，對於錫來講，銅材表面的鍍層厚度可達40micro inches，而重錫則可達100micro inches。

銅材電鍍

電鍍以錫離子為正極，母銅為負極，利用正負相吸的原理，將錫鍍在銅的表面。

去脂槽—為了鍍錫槽的錫離子能有好的條件鍍在母銅的表面，則母銅必須保持濕潤狀態。因此，母銅表面油膩的物質與輕微的氧化物，必須把它清除。而去脂槽的功能就是清除油膩及氧化層。

銅材熱鍍

將已經伸線後之裸銅線經過融化之錫槽，使錫附著在銅材表面後，在經過眼膜後控制線徑。

電鍍去脂酸洗原理

和清潔劑去除油脂污垢的原理相同，清潔劑也稱“界面活性劑”或“界面活化劑”。界面活化劑在鹼性溶液中會形成兩極性的分子，帶正電的一端為親水端(Hydrophilic end)，帶負電的另一端為不親水的疏水端(Hydrophobic end)，於是當線材浸入去脂槽時界面活性劑的疏水端就會避開水，往無水的地方親近或鑽入，若線材上有任何汙點外物附著或線材氧化時都會被此等分子，由根部擠入而將汙物或附著物自線材上除掉，只剩下良好的銅材表面，以達到清潔的目的，此種在微視下的動作可說是無所不至的，所以只要浸在去脂槽溶液中，線材上的汙點外物都可被清除掉，使原本不親水的地方都親水了。此時銅材表面佈滿了一層界面活性劑的分子，且疏水端都緊緊附著在銅材表面上，另一端帶親水則全部向外朝水中，因此完成清潔的功能之餘，也使表面有靜電性，此靜電性對於後續金屬化的過程很重要。銅線經去脂液後銅面會成土黃色，原本不沾水親水的表面，會立即在清洗槽清洗時發現親水性不錯，一旦發現土黃色不均勻或親水不良時，則表示溶液可能出現問題了。

目前我們在配藥水時是以純水稀釋成去脂溶液，要注意的是不可用自來水或地下水取調配，爲什麼？因爲在鹼性高溫中（60°C上下）的長時間使用下，水中雜質可能會與OH⁻ 形成不溶的固體，一旦形成沈積物而沈積物又附著在銅材上會造成鍍錫不良的情形，所以此步驟一定要用純水。去脂液的控制方法，可用稀酸滴定並按原供應計算式進行補充即可何時換槽則可按原廠建議或密切注意線材品質，自定時間即可。PS. 我們的作法是產量約在120—150萬噸時更換藥水

酸洗槽—酸清潔(Acid cleaning)一種酸性浸漬步驟，它能加強移去表面上不知名的零星汙染，例如銅材在通過第一清洗槽水洗及吹拭過程中所形成細微的氧化銅，通常爲電鍍前處理時，鍍件的處理過程之一。它有中和去脂槽的鹼性、及活化銅材表面，使銅材擁有更好的靜電性，才能使錫粉鍍得更均勻。我們公司所用的酸爲FF(氟硼酸)是一種無色液體、有毒、具強烈的腐蝕性，此種化學物多用於刻蝕玻璃、酸洗銅、黃銅、不銹鋼、金屬電拋光、控制發酵等。

常用金屬材料特性

| 名稱 | 符號 | 比重 | 熔點(°C) | 導電係數百分比 |
|----|----|------|--------|---------|
| 銀 | Ag | 10.5 | 960.8 | 109 |
| 金 | Au | 19.3 | 1063 | 70.8 |
| 鋁 | Al | 2.7 | 660 | 61.2 |
| 銅 | Cu | 8.92 | 1083 | 100 |
| 鎘 | Cd | 8.64 | 320 | 22.7 |
| 鐵 | Fe | 7.86 | 1535 | 17.2 |
| 鉛 | Pb | 11.3 | 327 | 7.9 |
| 錫 | Sn | 7.28 | 231 | 15 |

備註：導電係數以銅為基準(20°C)

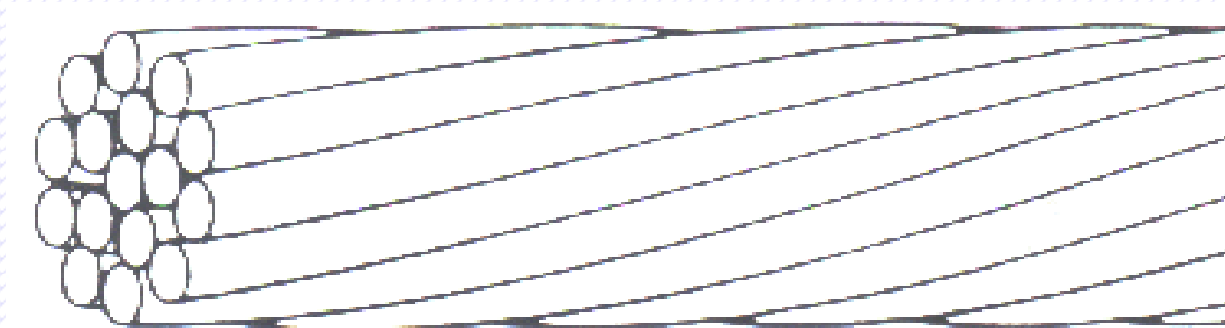
絞合結構

Bunch束絞

此結構是將多條導體沿著一定的方向絞合在一起，這種絞線的幾何結構無法詳細的描述。

由於這種橫截面並不固定其直徑也不固定，所以再生產過程中不能很好的進行押出生產。進幾年來通過在幾何結構上對導體進行合理的排列，以及提供一個比較穩定的直徑，已經在很大程度上緩解了這種絞線截面不穩定的缺點。

此種排列就叫Smooth Bunch Constructions。

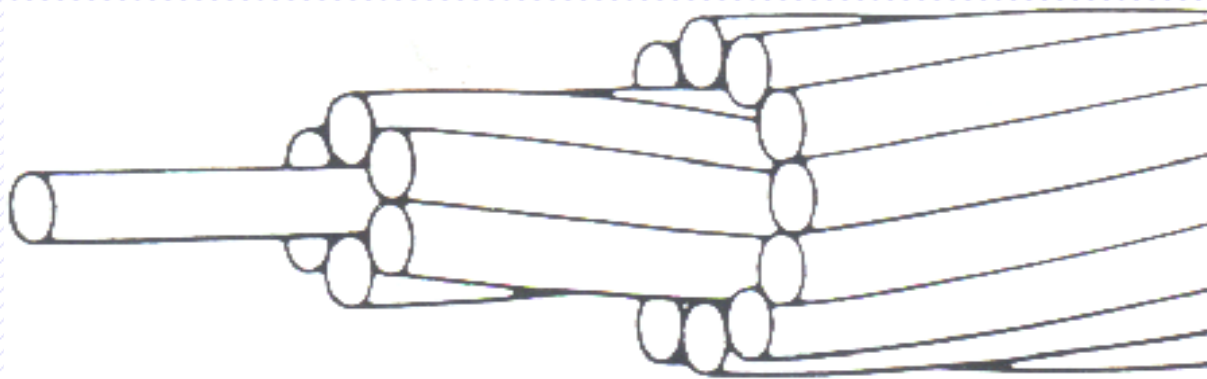


True Concentric同心層絞

此種結構是一將絞向相同導體圍繞著同一個中心軸的導體形成的內部結構，每一層的絞向都與上一層的絞向相反，在各個層上導體絞距不斷增加。

Equilay同心層絞

此種結構與Concentric完全相同，只不過在各個層上導體的絞距要完全相同。

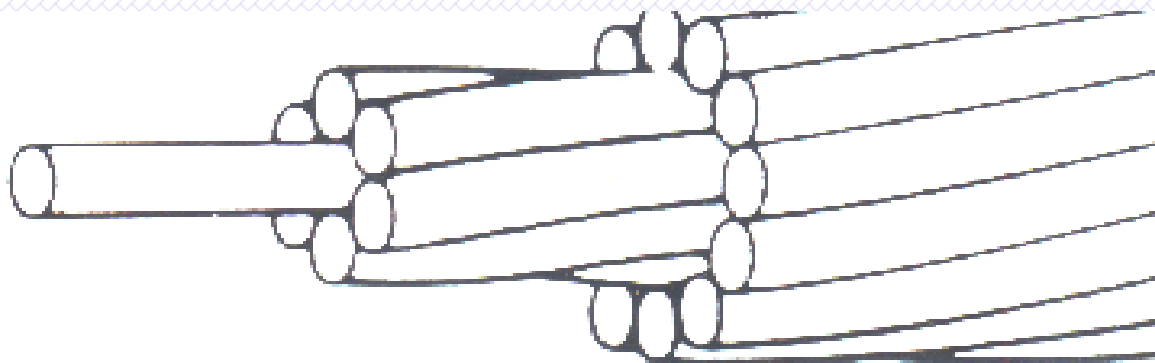


Unidirectional Concentric單向同心層絞

此種結構與True中Concentric完全相同，只不過在各個層上導體的絞向要完全相同。它具有同樣的絞向和在每層的絞距不斷增加

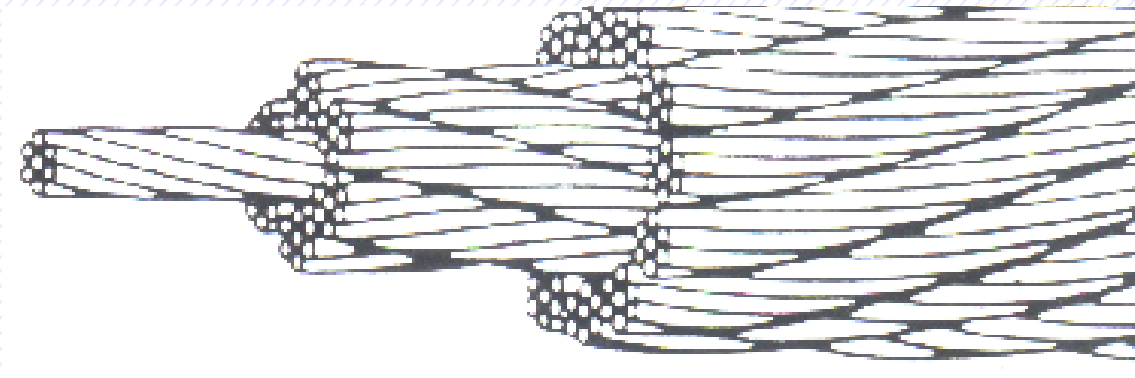
Unilay單向同心層絞

與上面的Concentric完全相同，只不過各層絞距要相同。



Rope層型索絞導體或複合絞

以上提到的多種絞線結構中，將一絞合的導體看成單導體之後再次進行多股導體的絞和之後，所形成的線材。這種結構的絞線具有良好的韌性，多用於非常柔軟的細線中。



銅導體輸送電流的能力

導體輸送電流的能力通常用導體中輸送電流的最大電流強度來表示，這個最大電流強度是指當導體中有此電流流過時，不會將導體熔化也不會使絕緣層溶化。

很多因素都會約制導體所能流過的最大電流，其中主導作用的是如下幾個：

Conductor Size:

導體的截面積越大，那麼該導體可輸送的電流強度就越大。

Insulation:

導體中有電流流過時，因收熱量之後的絕緣層溫度溫度不可超過絕緣材料的最大使用溫度。

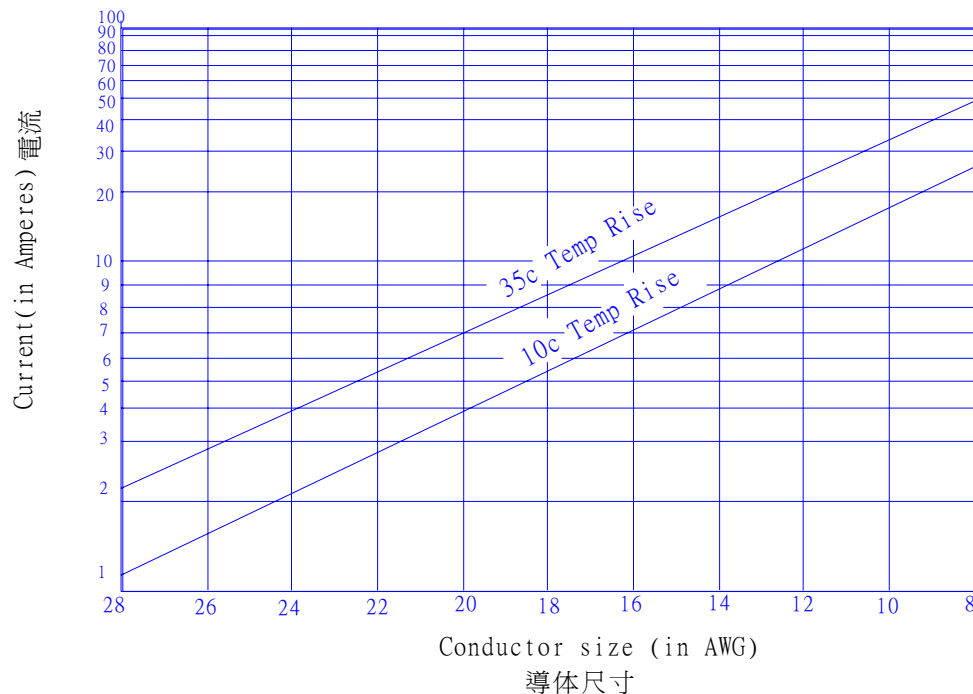
Ambient (surrounding) Temperature 環境溫度:

環境溫度越高，那麼達到絕緣層使用時所需的熱量就越少。

Installation Conditions:安裝條件

當把線材安裝在一個比較封閉的管或者是槽內時，由於不易散熱線材的最大承受電流的能力相對於安裝在敞開環境中的線材是降低的。不過這種弊端可以通過正確的通風設施和空調設備加以解決。考慮到所有的引響因素，我們幾乎無法得出一條相對於導體的額定電流曲線，下面這圖只能給我們提供參考而已。

AWG/AMPACITY CHART (安流量)



DERATING FACTORS FOR CABLE CONDUCTORS

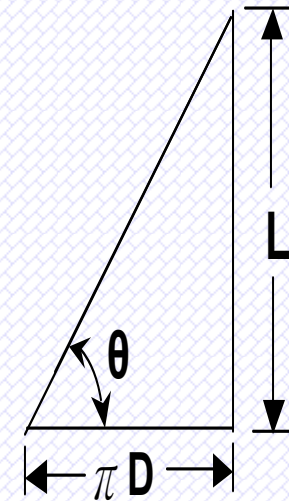
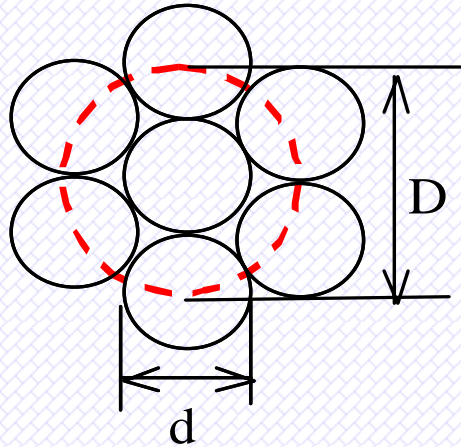
| No. of Conductors | Factors |
|-------------------|---------|
| 1 | 1.0 |
| 2-3 | .95 |
| 4-5 | .81 |
| 6-15 | .72 |
| 16-30 | .53 |
| 31-100 | .38 |

Current Capacities for Various Types of Wires and Insulation.

| | | MAX. CURRENT IN. AMPERES- AMBIENT TEMP. 25°C (78°F) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---|-----------|--------------|-----------|----------|-----------|--------------|-----------|----------|-----------|--------------|-----------|----------|-----------|--------------|-----------|----------|-----------|
| NUMBER OF CONDUCTORS | | 1 | | | 2,3 | | | | 4,5 | | | | 6,15 | | | | | | |
| AWG SIZE SOLID STRAND | REFERENCE RESISTANCE OHMS PER 1000FT | INSULATION | | POLYETHYLENE | | TEFLON | | POLYETHYLENE | | TEFLON | | POLYETHYLENE | | TEFLON | | POLYETHYLENE | | TEFLON | |
| | | PVC 80°C | PVC 105°C | PVC 80°C | PVC 105°C | PVC 80°C | PVC 105°C | PVC 80°C | PVC 105°C | PVC 80°C | PVC 105°C | PVC 80°C | PVC 105°C | PVC 80°C | PVC 105°C | PVC 80°C | PVC 105°C | PVC 80°C | PVC 105°C |
| 24 | 25.7 | 3.7 | 11.5 | 3.7 | 23.5 | 2.3 | 7.2 | 2.3 | 14.7 | 1.8 | 5.8 | 1.8 | 11.8 | 1.6 | 5.0 | 1.6 | 10.3 | | |
| 22 | 16.2 | 4.6 | 14.9 | 4.6 | 31.2 | 2.9 | 9.3 | 2.9 | 19.5 | 2.3 | 7.4 | 2.3 | 15.6 | 2.0 | 6.5 | 2.0 | 13.7 | | |
| 20 | 10.1 | 6.1 | 19.0 | 6.1 | 41.0 | 3.8 | 12.0 | 3.8 | 26.0 | 3.0 | 9.6 | 3.0 | 20.0 | 2.7 | 8.4 | 2.7 | 18.2 | | |
| 18 | 6.39 | 8.3 | 25.0 | 8.3 | 56.0 | 5.2 | 16.0 | 5.2 | 35.0 | 4.2 | 12.0 | 4.2 | 28.0 | 3.6 | 11.0 | 3.6 | 24.0 | | |
| 16 | 4.02 | 11.0 | 35.0 | 11.0 | 68.0 | 6.8 | 22.0 | 6.8 | 43.0 | 5.4 | 17.0 | 5.4 | 34.0 | 4.8 | 15.0 | 4.8 | 30.0 | | |
| 14 | 2.52 | 14.0 | 46.0 | 14.0 | 92.0 | 9.1 | 29.0 | 9.1 | 58.0 | 7.3 | 23.0 | 7.3 | 46.0 | 6.4 | 20.0 | 6.4 | 40.0 | | |
| 12 | 1.59 | 19.0 | 60.0 | 19.0 | 118.0 | 12.0 | 38.0 | 12.0 | 74.0 | 9.6 | 30.0 | 9.6 | 59.0 | 8.4 | 26.0 | 8.4 | 51.0 | | |
| 10 | .99 | 25.0 | 83.0 | 25.0 | 160.0 | 16.0 | 52.0 | 16.0 | 100.0 | 12.0 | 41.0 | 12.0 | 80.0 | 11.0 | 36.0 | 11.0 | 70.0 | | |
| 8 | .63 | 36.0 | 113.0 | 36.0 | 212.0 | 23.0 | 71.0 | 23.0 | 133.0 | 18.0 | 56.0 | 18.0 | 106.0 | 16.0 | 49.0 | 16.0 | 93.0 | | |
| 6 | .39 | 49.0 | 152.0 | 49.0 | 283.0 | 31.0 | 95.0 | 31.0 | 177.0 | 24.0 | 76.0 | 24.0 | 141.0 | 21.0 | 66.0 | 21.0 | 123.0 | | |

VALUES APPLY TO INDIVIDUAL WIRES

絞線之撚入率與絞合及重量計算



$$\theta = \tan^{-1} \frac{\pi D}{L}$$

$$\text{撚入率 } S = \frac{1}{\cos \theta} = \sec \theta$$

$$W = \text{面積} * \text{比重} * n * S * T$$

$$\text{絞合外徑} = 1.155 * \sqrt{n} * d$$

L = 絞距

d = 素銅徑

n = 條數

T = 長度 (M)

D = 展開直徑

W = 重量

8.9 = 銅比重

S = 撚入率

導體導電率之計算

$$\text{導電率 @ } 20 \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{C}{(R_m / L) + D (20 - T)} \quad \%$$

R (導體電阻) = Ω / m

m (質 量) = g

L (測量長度) = M

T (溫 度) = $^\circ\text{C}$

C (電阻係數) = **0.15328**

D (溫度係數) = **0.0006**

直流導體阻抗基本式

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

ρ = 體積固有的阻抗 (Ω / M) L = 長度 A = 截面積

截面積 1mm^2 長度 $1M$ 標準銅導體阻抗

$$\rho = 0.017241 \Omega * \text{mm}^2 / M = \frac{1}{58} \Omega * \text{mm}^2 / M$$

截面積 1mm^2 長度 $1M$ 標準鋁導體阻抗

$$\rho = 0.028264 \Omega * \text{mm}^2 / M$$

軟銅單線之直流阻抗

$$R = \frac{4 * 10^3}{58 \pi \sigma d^2} \Omega / KM$$

σ = 導電率 % d = 素銅徑 (mm)

撚線之直流阻抗計算方式

(1) 導體全部同一構造時

$$R = \frac{4 * 10^3}{58 \pi \sigma n d^2} (1 + S) \quad \Omega / KM$$

σ = 導電率 % d = 素銅徑 (mm) S = 撚入率 n = 導體數

當導體數在**60**條以下撚入率代入**2%**

當導體數在**60**條以上撚入率代入**3%**

(2) 導體為2種構造時

$$R = \frac{1}{\frac{n1}{R1\sigma1} + \frac{n2}{R2\sigma2}} (1 + S) \quad \Omega / KM$$

| 線徑 (mm) | σ = 導電率 (軟銅) |
|--------------------|---------------------|
| 0.10 ~ 0.26 | 0.98 |
| 0.26 ~ 0.50 | 0.993 |
| 0.50 ~ 2.00 | 1 |
| 2.00 ~ 8.00 | 1 |

絕緣芯線

一般材質選用與線徑之決定,除了需考慮產品特性需求外,必須符合UL安規規定,在UL 758-1內會規定最小厚度與平均厚度、材質,所以線徑之設計上,會先考量符合UL安規要求後,再進行產品特性要求之設計。

芯線材材質

PVC(聚氯乙烯)、SR-PVC(半硬質PVC) 、

PE(Polyethylene 聚乙烯) 、 PP(polypropylene 聚

丙烯) HYTREL海翠爾、 TPE多元酯高彈性塑膠、

TEFLON(鐵弗龍)：TFE FEP (聚四氟乙烯)

高分子塑膠材料

TPS 親油性(耐水) TPO 親油性(耐水)

TPR 親水性(耐油) TPU 親水性(耐油)

TPA 親水性(耐油)

以下針對材質做一簡單之介紹

PVC(熱塑性聚氯乙烯):

由於所要求特性不同，我們可以有**多種PVC形式**可以選擇。

總和來說**PVC**成本低廉，擠押加工性良好，具有優良的電氣及物理特性是目前使用範圍最爲廣泛的一種絕緣材料。

性能最佳的**PVC**的使用溫度範圍是 $-55^{\circ}\text{C} \sim 105^{\circ}\text{C}$ ，其他使用溫度爲 $-20^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 的乙炔樹脂所形成的。**PVC**具有優異的耐燃性分子結構和耐磨性，另外他還不易被有機溶劑及酸鹼所腐蝕。**PVC**具有良好的非移型性，由於**PVC**無臭無味無毒它可以在食品及醫療上得到使用。

另外**PVC**的高介電常數它是顯示出高電容能力和低衰減的特性，這使它可以應用到**Wire & Cable**領域。但是**PVC**的彈性較差這使它不能很好的應用到彈性線材中，而在低溫下**PVC**較脆。這就使在低溫下仍要求線材要十分柔軟的情況下，**PVC**應盡量不使用。**PVC**用於**Cable**的外被絕緣和**Wire**的絕緣材料。

SEMI- RIGID PVC(半硬PVC):

一種耐磨性非常好的PVC絕緣材料。對於30～16AWG的導體，10mil的厚度及可以滿足UL1061 80°C 300V安規。

Polyethylene (Thermoplastic)熱塑性PE:

由於具有良好的電氣特性，PE廣泛使用在同軸線材和要求線材電容較低的Cable上。雖然PE是可燃的但是我們可以向其中添加阻燃劑，當然這會使介電常數有細微增高，並且會令能量的衰減加大。

PE 的使用溫度一般介於-65°C～80°C之間，在這個溫度範圍之內高、中、低密度的PE都是比較硬的。另外PE可以通過發泡使的介電常數降低至1.5。這使它十分適合做同軸線和其他低電容的傳輸線，PE也可以作為一種絕緣線材使用在Cable外被上。

以下為幾種進行加工後的PE介紹:

1. 發泡PE:

發泡PE可以使介電常數降低至接近1.5，對於那些需要傳輸速度非常高的Cable來說，這是一種非常理想的材料。PE一但發泡之後抗張強度及引伸率、耐壓強度都會降低原來特性，但是即使降低之後它們的值也依然可以接受。

2. 交聯PE:

其使用溫度可以達到150°C，交聯把熱塑性的PE轉變成熟固性的材料，使的材料耐壓強度、熔點、硬度和耐腐蝕性都獲得了提高。

3. 耐燃PE:

PE是一種易燃的材料，但我們通常在其中添加阻燃劑來獲得耐燃性較好的PE。但是阻燃劑通常會引響PE的那些好的特性，如:介電常數、絕緣強度...等。

Polypropylene熱塑性PP:

PP的許多特性和PE相似，而且它們的用途也很類似。

PP的使用溫度是 $-30^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ ，它也可以經過發泡來提高電氣特性。

Polyurethane PU(聚安酯):

在低溫下，PU依然十分柔軟並且具有較高的抗張強度和彎曲壽命。PU具有良好耐水性、耐化學腐蝕、耐磨性，同時也有良好的耐撕裂性。

由於增塑劑能夠發生移型從而污染其他的化合物，另外使用增塑劑的材料老化後材質會變脆，因此在PU中應不再使用增塑劑。

PU也是易燃材料，但是我們也可以添加阻燃劑使材料不易燃燒。當然這會引起它抗張強度的降低。

PU一個極大的不足之處是它的電氣特性相對欠缺這就是它僅限制到在外被上進行使用，由於PU良好的伸縮性在低溫下也要求的軍事裝備上得到了使用。

PU可以分爲聚酯類與聚醚類，聚酯類具有良好的機械特性，適用於運動鞋底、溜冰鞋及機械零件。

聚醚類有耐水及抗發霉之特性，適用於電線電纜及水管等用途。

HYTREL:

HYTREL(是Dupont公司研制出來作爲芯線絕緣的一種材料)

在韌性、耐化學性、柔軟性及彈性方面，HYTREL與尼龍非常相似。

NYLON(尼龍):

作爲絕緣材料使用時，尼龍顯示了良好的韌性、耐磨性和抗腐蝕性。

尼龍主要使用在那些要求擠壓出的絕緣層要非常柔軟的地方，尼龍的摩擦係數非常低。

在那些經常彎曲的地方使用尼龍將是一個非常好的選擇，尼龍具有吸濕性在吸收水份之後將會降低它的電氣特性。

SURLYN:

這種來源是Dupont的聚乙烯，具有傑出的機械特性。在低溫下也不易被撕裂和拉斷，在超低溫下線材也十分柔軟其脆化溫度甚至達到-100°C，這能滿足許多軍事上的嚴格要求。

TPR(熱塑橡膠):

在很多地方是作為熱固橡膠的代替物而發展起來的，與熱固橡膠相比其優勢主要體現在可以染色高、加工速度較快和較寬的使用溫度範圍。TPR具有良好的耐熱性、耐候性和抗老化性，無須使用添加劑。

在使用中可能對TPR的抗撕裂性要求不高，但作為橡膠它的其他特性是需要考慮的。

NEOPRENE(氯丁橡膠):

Neoprene是由Dupont研究出的一種人工合成的熱固橡膠，爲了獲得比較理想的性能這種橡膠需要硫化。Neoprene具有良好的耐磨性不易撕裂，還有比較好的耐油性及抗溶劑性。它具有熱固橡膠的引伸特性，使用時間長溫度範圍廣。

Neoprene有良好的耐燃性一但燃著可以自熄。

應用:多用於軍事產品，是用於製作手動麥克風。

SBR(丁苯橡膠):

SBR是一種熱固性化合物，在 -55°C ~ 90°C 範圍內都可以使用。使用時其顯現出的特性Neoprene十分相似，它主要用在Mil-C-55668 Cable上。

KYNAR:

KYNAR的優點有化學穩定性、高抗張強度、不易撕裂以及UV resistance，另外KYNAR是不易燃的並且在燃燒時它只產生少量的煙。不過在使用時KYNAR的柔軟性以及抗攻擊性都應該加以提高，這就需要開發KYNAR的聚合物。

SOLEF:

SOLEF是Soltex的註冊產物，是Solvay的Subsidiary採用氟乙烯樹酯製造。SOLEF有多各等級，它廣泛使用於纖維及外被上其特性與KYNER相似。

TEFLON PFA (鐵氟龍PFA):

PFA氟碳化合物中最好的一類，其額定使用溫度範圍可以達到 $250^{\circ}\text{C} \sim -65^{\circ}\text{C}$ ，而且其損耗系數值為 $0.0002 \geq$ 其他氟碳類化合物。但是它沒有TFE那樣的熱固性，這限制了它一部分應用。儘管PFA可以進行流水線式的生產但是高昂的材料成本使它難獲得廣泛的使用。

EFLON FEP (鐵氟龍FEP):

由於擁有優良的特性，FEP是目前使用最為廣泛的一種鐵氟龍。儘管FEP也不是熱固性材料但是FEP卻十分耐燃，今後隨著價格的下降以及製成能力的提高FEP在線材及軍事領域上的應用更為廣泛。FEP也可以“發泡”，這可以改善它的傳輸特性。

TEFLON TEP (鐵氟龍TFE):

目前鐵氟龍的價格示高級PVC的6~12倍。TFE具有優良的介電常數，不但穩定而且係數小。另外TFE為熱固性材料，這使它可以在比較熱的金屬上(如電烙鐵)使用而且不至破壞。

ETFE TEFZEL & ELTFE HALAR

儘管不具有FEP那樣優良的電氣特性，但是ECTFE和ETFE卻在柔韌性和機械強度方面要優於PFA和FEP。另外ECTFE和ETFE能夠通過光輻射的方式變成熱固性材料。ECTEF也可以“發泡”方式提高傳輸特性或降低它在使用時的重量。

絕緣材料辨別：

- 1.**可塑性與不可塑性之最簡易區分，可用滾筒素練判別，若無滾筒，可用軟化點判別，即將材料直接受溫，若在200°C以下融化，表示可塑性，若不融則表示不可塑性(鐵弗龍例外300°C)。
- 2.**PE與PP最不容易辨別，通常用燃燒來區分，PP燃燒時不易低落，且略有臭味，PE燃燒時會低落，但無臭味。
- 3.**PVC燃燒冒略帶黃綠色黑煙，有臭味帶酸。
- 4.**其他則需靠軟化點來判別。

芯線設計

1. 若線材有關係到特性問題時，則要進行芯線線徑與材質選用之設計以符合特性要求，如COAX線材特性要求
2. 芯線線徑與材質設計

$$C=24.13 * \epsilon_1 / \log[D / (K * d)] \quad \text{PF/M}$$

$$Z=138 * \log[D / (K * d)] / \sqrt{\epsilon_1} \quad \Omega$$

$$B=1 - [\text{LOG} (\epsilon_1) / \text{LOG} (\epsilon_0)] \quad \%$$

$$L=0.446 * \text{LOG} [D / (K * d)] \quad \text{UH/M}$$

$$VP=1 / \sqrt{\epsilon_1} \quad \%$$

$$td=3.336 * \sqrt{\epsilon_1} \quad \text{ns/M}$$

$$\epsilon_1 = \epsilon_0 ^ { (1 - B) }$$

C=電容量 Z=特性阻抗 ϵ_1 =介電常數(發泡後)

D=絕緣線徑 d=導體線徑 ϵ_0 =介電常數(發泡前)

K=絞銅係數 B=發泡度 L=電感

VP =傳播速度 td =延遲時間

| ε (介值常數) | | VP | K=係數 | |
|----------------------|------|-------|-------|-------|
| PVC | 3.3 | 55.0% | 7 | 0.939 |
| PE | 2.32 | 65.7% | 19 | 0.97 |
| FPE | 1.65 | 77.8% | 37 | 0.98 |
| HYTREL | 4.1 | 49.4% | 61 | 0.985 |
| PP | 2.2 | 67.4% | 91 | 0.988 |
| FEP | 2.1 | 69.0% | solid | 1 |
| PU | 6 | 40.8% | | |
| FPP | 1.6 | 79.1% | | |
| TFE | 2.1 | 69.0% | | |
| Tefione | 2.15 | 68.2% | | |

PE材質一般區分為高密度、中密度、低密度三種：

| 材質 | 高密度 | 中密度 | 低密度 |
|-------------|------|-------------|------|
| Density(密度) | 0.95 | 0.95 ~ 0.93 | 0.93 |

一般材料特性比較方式如下表所列：

| 材質特性 | HDPE | LDPE | 差異內容 |
|---|-------------------------------|--------------|----------------------------|
| Mel (熔點指數) | 0.7 g/10 min | 0.25 g/10min | 此有關於押出。 數值越大押出轉 速越快 |
| E1 (伸長度) | 660% | 650% | 延伸數值越大其 機械特性越好 |
| Yield St (抗張強度) | 3150 PSI | 1711 PSI | 數值越大其機械 特性越好 |
| Dissipation Factor @1MHZ(能 量消耗係數) | 0.00006 | 0.0001 | 數值越小，相對 其對介電常數之 表現越佳 |
| Volume Resistivity (絕緣阻抗) | 1*10 ¹⁸ ohm- cm | N. A | 數值越大對衰減 表現越佳 |

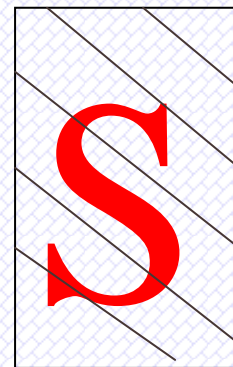
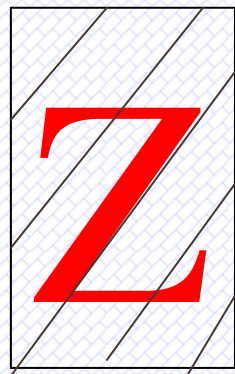
塑膠材料特性表

| 材料名稱 | 化學名稱 | 比重 | 機械特性 | | 電器特性 | | | 耐磨性 | 耐水性 | 耐酸性 | 耐鹼性 | 耐溶劑性 | 耐油性 | 耐燃性 | 使用溫度 ℃ |
|---------------|---|-----------|----------------------------|----------|--------------|---------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----------|
| | | | 抗張強度 kg/mm ² | 伸長率 % | 耐電壓 KV/mm | 介質常數 | 散逸係數 % | | | | | | | | |
| 尼龍 (Nylon) | polyamide | 1.1~1.2 | 5.9~9.0 | 100~300 | 15~30 | 3.0~4.0 | 0.2 | □ | △ | □ | ○ | ○ | ○ | X | 120 |
| 鐵氟龍 (TFE) | polytetra fluoroethylene | 2.15~2.25 | 1.5~2.8 | 100~350 | 30~50 | 2.0~2.2 | <0.02 | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 260 |
| 鐵氟龍 (FEP) | fluorinated ethylene propylene copolymer | 2.0~2.2 | 2.0~3.0 | 100~300 | >40 | 2.0~2.2 | <0.02 | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 200 |
| 聚氯乙烯 (PVC) | polyvinylchlorid e | 1.2~1.5 | 1.0~2.5 | 150~40 | 20~40 | 5~8 | 9~15 | △ | △ | ○ | ○ | □ | ○ | ○ | 60~150 |
| 聚乙烯 (PE) | hight densit polyethylene | 0.94~0.97 | 1.0~2.0 | 100~400 | 30~50 | 2.2~2.4 | 0.03 | △ | △ | ○ | ○ | △ | △ | X | 75 |
| | low densit polyethylene | 0.91~0.93 | 1.0~2.0 | 350~400 | 30~50 | 2.2~2.4 | 0.03 | △ | △ | ○ | ○ | △ | △ | X | 75 |
| 聚丙烯 (PP) | polypropylene | 0.9~0.91 | 2.0~4.0 | 200~700 | 30~50 | 2.0~2.2 | 0.03 | △ | △ | ○ | ○ | △ | △ | X | 80 |

集合

將已完成之絕緣芯線絞合一起稱之為集合，集合有絞向之分；絞向分成左向、右向，所謂左右向是簡易稱呼，正確應以S絞(右絞)、Z絞(左絞)稱呼。

Lay Direction(絞向)：導體或芯線絞合之方向，正確看法應以一定點面向機器看其軸心旋轉方向或以絞合的撚合方向(**Direction of Lay**)來看，其簡易看法為取一段完成品直立於目視者前方，若線材向右傾斜則為右向，反之為左向。但在曲線半成品集合時，絞向會影響曲線Coil部份之彈性，若Coil為左向(逆時針)時，集合絞距必須為左向，若方向不一時曲線彈性會有影響。



1. 絞距: 集合線材要柔軟時絞距要加大, 若有搖擺測試要求時絞距要縮小, 在其搖擺時芯線才有伸縮之空間, 因為單條芯線絞距變大時近似成一條直線, 已沒有伸縮空間, 使用時經彎折易容易造成斷線, 必須取其平衡點。
但在絞合AE線材時要特別注意其絞距, 絞距要縮小不可跟一般AEB線材一樣之絞距, 因只包鋁箔時會包不緊造成押出時外觀不良, 絞距又有另外一種簡易算法即絞合外徑*15~18即其絞距設定。

2. 排列: 一般集合排列客戶未指定時, 廠內排列為依色碼由內而外逆時針方向排列。客戶會指定排列時與其在加工時接線及傳輸有關, 所以客戶指定排列時要注意其排列位置。產品結構內如同時存在Power與Signal電子線時因會造成干擾, 必須將其分開排列, 所以客戶在於提供相關訊息及功能時相當重要。客戶焊線加工之方便性, 亦是設計排列時必須考慮重點。

3. 填充之目的是為使線材絞圓, 使其在押外被時不會因為不圓而影響外觀, 若線材有要求搖擺測試時則要考慮到填充之材料, 一般需要搖擺測試之線材之填充材料會考慮使用棉紗作為填充材料。填充材料常用有PP帶、棉紗、PVC填充條。

4. 絞合外徑之計算：若為多芯線或者為對線時有簡易計算公式可以套用計算其絞合外徑，若為雜線時需利用曲線版或者電腦繪圖畫出其排列組合再計算出其絞合外徑。

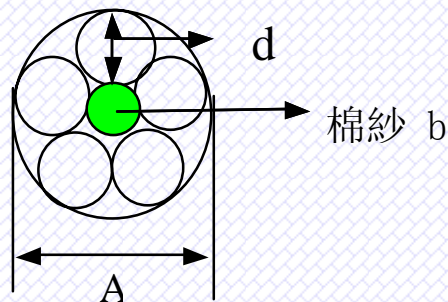
芯線絞合外徑簡易計算公式

$$\sqrt{n * OD * 1.155 * \text{係數}}$$

對線絞合外徑簡易計算公式

$$\sqrt{P * OD * 2 * 1.154 * 0.835}$$

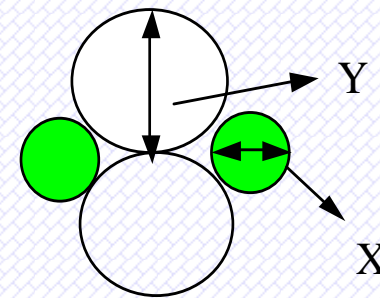
棉紗 (280丹) = 0.278 mm



$$b = \frac{d}{\sin \frac{180}{n}} - 1$$

$$A = \frac{d}{\sin \frac{180}{n}} + 1$$

2 C + 2 填充



$$X = \frac{2Y}{3}$$

5.外觀:線材是否絞圓,與成品外觀是否平順有絕對關係,由其成品厚度在0.7mm以下時,關係度更爲顯著,所以線材絞合時是否加填充物,填充物位置擺放均很重要,填充物會增加客戶加工上麻煩,非必要儘可能不加。

填充物類型

1.實心塑料:

這種填充物的典型是PVC及PE填充條,這種填充物大小可以任意選定,他們多在線材裡面使用。

2.紙:

這和填充物多在電源線(SJT、SVT...)中使用,因爲他們有其耐燃和防潮性。

3.發泡PP帶:

主要用於填充線材的縫隙,也是電腦線中使用最爲廣泛的一類填充物。

4.棉紗、人造纖維:

由於具有比較不錯的填充效果和較低的成本，這種填充物是實心塑膠和發泡pp帶之間的一種比較不錯的折衷選擇。

5.Kevlar:

價格比較高，主要用於增加線材的強度當對線材的抗張強度有特殊要求時將可能用到這種填充物。Kevlar主要用於光纖中用來提高他的強度和耐衝擊性。

6.PP帶和PE帶:

通常用在多芯線絞在一起的時候，另外有時候它們也會在導體和絕緣線層之間當隔離層來使用。

7.尼龍和紡織線:

使用尼龍多是為了增加線材的壽命，尼龍和紡織物有時候也會使用在電話線中，用他們在顏色不同的電話線紮起來區分這些線。

遮蔽：

遮蔽的目的是要將輻射能限制在一個特定範圍內，或是防止輻射能進入遮蔽體內部，造成訊號傳輸干擾，遮蔽一般可分為編織與纏繞、包帶(鋁箔、銅箔)。

包帶：A單面鋁箔(一面為導電面、一面藍色為加麥拉代為不導電面)註：鋁箔本身無延展性

DA雙面鋁箔(兩面皆為導電面中間一層麥拉帶)

M麥拉帶(廠內有全透明及黑色透明兩種)

F不織布

L發泡PP帶

T紙

編織(Braid shield):

編織是最常用的遮蔽方式，其通常的形式是在芯線外加一層或多層由多數金屬線編織的網狀隔離。(最常用的金屬線為銅線或鋁線)

纏繞(Spiral):

纏繞的製作方法是將一束導體以螺旋型方式纏繞在導體周圍。

鋁箔(AL-Foil):

鋁箔有單面、雙面和100%的全鋁箔三種形式，採用鋁箔遮蔽可以達到100%的遮蔽率，在減少ESD的問題上鋁箔是一種非常好的選擇。

導電尼龍帶:

儘管這種導電麥拉帶存在著導電性不一的缺陷，但它可以降低摩擦起電，在音頻領有廣泛的應用。

導電塑料:

它及可以用作遮蔽也可以在高壓上當作減少電弧的一種形式，由於其本身的導電不一致性，這種材料也必須同其它材料一起使用。

導電織物(Conductive Textiles):

這種方法是使用以經鍍上金屬的紡織線然，後把這些線編織或纏繞到待遮蔽的線材上，只有當對線材的韌性有特殊要求時才會使用這種遮蔽方式。

編織：

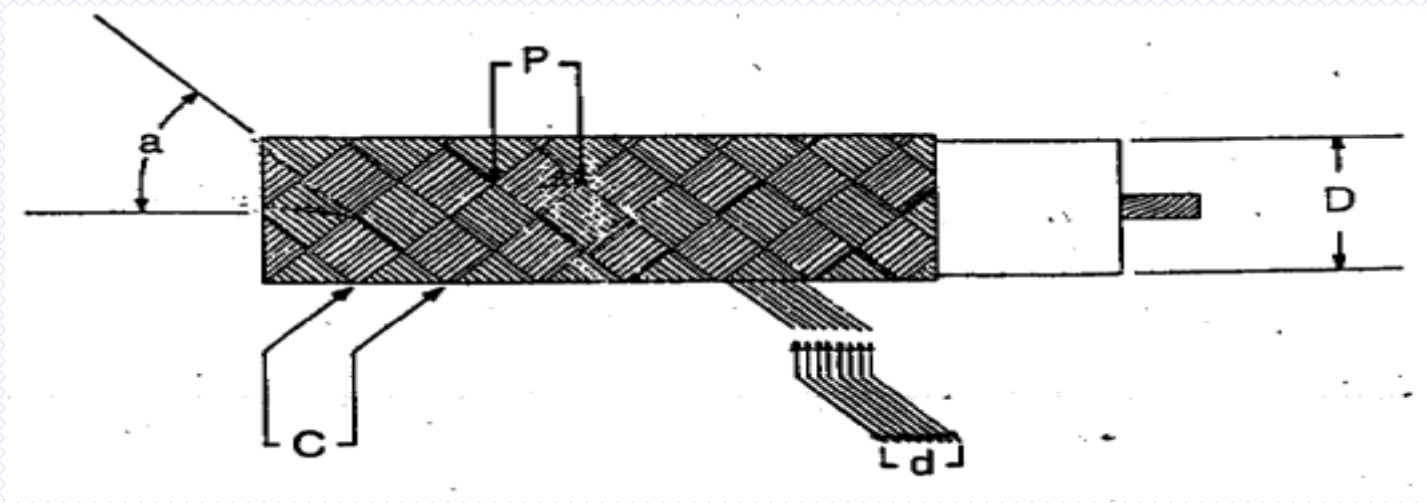
編織最常使用的線材是鍍錫銅、裸銅和鋁線，在編織的時候分別一順時針或逆時針方向將多股金屬線交織在一起。編織提供了非常好的整體結構，具有良好的柔韌性和彎曲壽命。在抗低頻干擾以及導體阻抗方面它都優於鋁(Foil)，在傳遞音頻信號方面，採用編織是一種很有效的方法。通常情況下編織率越高，遮蔽的效果越好，但是編織效果與成本的協調性是一個必須考慮的問題。最常用的編織率是介於85%～95%之間。

編織率想達到100%幾乎是一件不可能的事，另外在進行編織時一定要選擇適當的編織角度、編織錠數、條數、每條的OD等。總合來說，編織比其他的遮蔽形式要重要一些，因為每一束編織線都是多條金屬絲的合成。

編織分爲金屬與非金屬兩種。金屬編織通常使用軟銅線交叉編成，用於電線電纜之遮蔽，或用於接地線用；非金屬編織用於電線電纜之外被保護，有人造絲、尼龍絲....等。

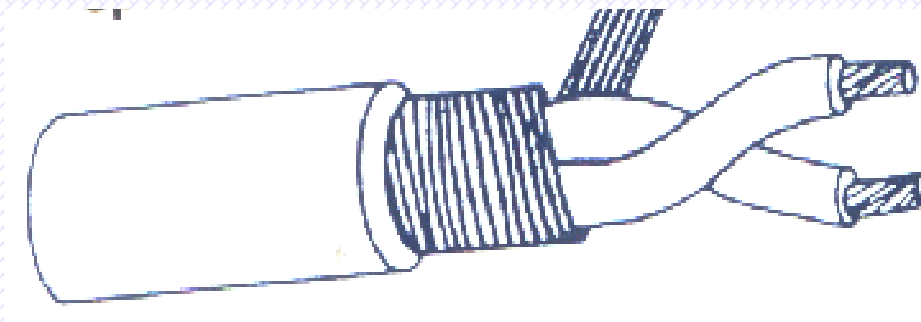
$$\tan \alpha = 2 \pi (D+2d)P/C \quad F = N d P / \sin \alpha \quad K\% = (2F - F^2) * 100$$

D: 編織前OD d: 編織線一錠之一條OD N: 一錠之條數
C: 錠數 P: 目數(目/inch) K: 遮蔽率 %



纏繞:

纏繞是將金屬線(多為銅線)以螺旋方式包紮在芯線外面而形成，韌性好、彎曲壽命高，易加工以及高達97%的遮蔽率是纏繞這種遮蔽方式的優勢所在。它也非常適合在音領域使用，大家公認的一個原則是在頻率高於音頻時，由於自身電感的作用纏繞的效果是很差。



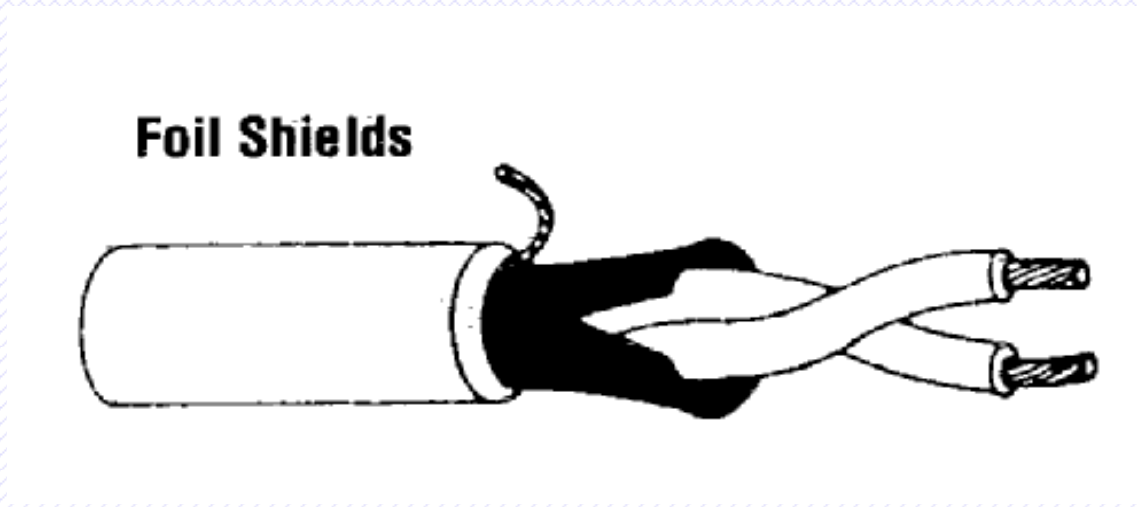
$$\alpha = \tan^{-1} \pi (D+d) / L \quad F(\%) = Nd / \pi (D+d) * \cos \alpha$$

D: 隔離前半成品OD d: 隔離銅材OD N: 隔離條數

L: 隔離絞距mm F: 遮蔽率

Foil Shields:

Foil Shields 通常採用鋁箔加上聚酯膜或是PP膜，這層膜的主要作用是增加Foil機械強度和提供一個絕緣層。Foil Shields 可以提供高達100%的遮蔽率，對於電信號來講這種保護是必須的。由於體積小這種遮蔽通常保護那些單對或是多對的數據線，主要用來防止串音的產生。與編織或纏繞相比Foil Shields 的重量輕，成本低在FR領域其效果比編織還要明顯。Foil Shields的柔軟度很好，但其彎曲壽命不如編織和纏繞。

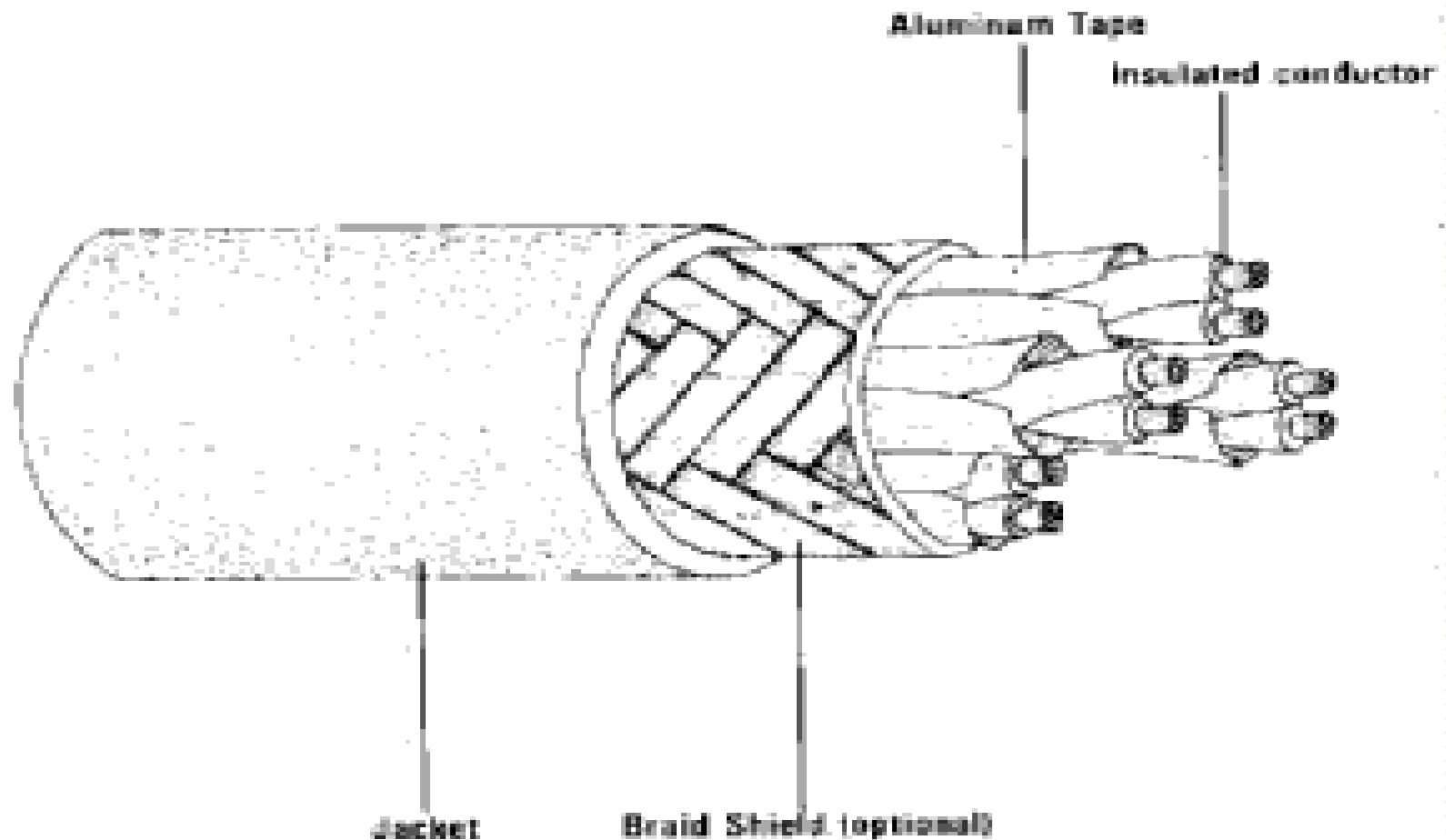


地線通常與Foil Shields一同使用，地線的作用是：

1. 使線材在接端子時操作簡單一些。
2. 將多餘的電荷放掉。

使用Foil Shields的缺點是相對於纏繞或編織來講，其導體阻抗較高而機械強度又較低。

SSTP有各自的遮蔽的對絞線校合在一起組成的集合



外被

外被線徑之選定來源：一般會由客戶指定，但在製作時要考慮到其厚度要求，因厚度要符合UL安規標準，一般厚度會依不同線種有不同之押出要求，但一般厚度需在0.8~1mm時較合適，所以外被線徑與外被厚度有相當之關係。雖然符合UL規範，但也要考慮線材押出後之外觀是否平順。

外被材質：會依照UL之耐燃等級進行不同配方之製作。若要求以耐移形ABS與PS板上之材質亦會另外修正。一般在要求線材柔軟度上外被材質及押出之方式均是列入設計之重點。

線材識別方法:

1. ID線:

每家公司都有自己產品的ID線，這些線多至於線材內可依據它來識別線材的廠商。

2. Print ID Tapes:

指製造廠商的說明書，這裡面往往還會包含線材被UL及CSA等機構所認證之後的內容。

3. 表面印字:

A).刻字識別:在外被上用油墨印字。

B).油印:在外被上用油墨印字。

C).凸起印字:外被上那些凸起的字。

D).打印序號:按照序號的順序在每一個長度上印序號。

外被色差之認識

1.前言：顏色檢驗是容易受個人之年齡、情緒、經驗、立場及光源、背景、大小、角度、光澤、材質...等影響。若在色差判定有個人之立場存在時更易形成是非曲直難以認定。

2.顏色表示方式：顏色之表示方法，在塑膠業界中最為適用者為國際照明委員會簡稱CIE於1976年所推薦之 $L^*a^*b^*$ 表之色系，他是最容易瞭解，也是最容易表達顏色存在之方法。

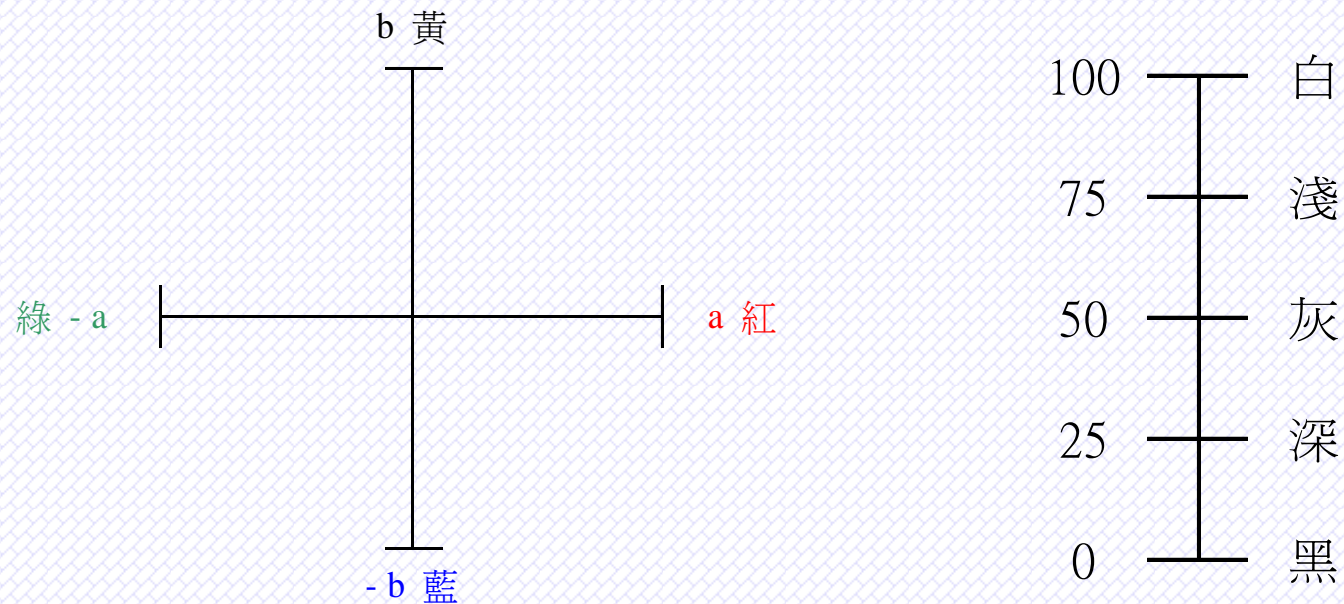
$L^*a^*b^*$ 色系表是將顏色之立體空間用三屬性，明度(Lightness)、色相(Hue)、彩度(Saturation)以具體數據來表示，利用這些數值可以定色、比色及管色。

1.明度：就是顏色之深淺度，明度之值越大顏色越淺或越白，明度之值越小顏色越深或越黑。

2.色相：是指紅色、橙色、黃色、綠色、藍色、紫色...等色質。

3.彩度：指顏色之鮮豔度，彩度之值越大顏色越鮮豔，反之彩度之值越小顏色越不鮮豔。

綜合以上之資料可形成材色立體圖：



顏色立體圖是將傳統抽象顏色觀念用L*a*b*表色系之具體數值與圖形說明顏色存在之情形。L*代表明度，L*100時表示為白色依序漸深，當L*0時表示為黑色，以上統稱灰色標。色相與彩度合稱色度，色度可以用a*b*表示。a*作橫座標，右方以+a表示之，定為紅色；左方以-a表示之，定為綠色。b*作縱座標，上方以+b表示之，定為黃色；下方以-b表示之，定為藍色。

a*b*無論是“+”或“-”，其數值越大所含色量越多，反之則色量越少。

色板經色差分析儀測定後其值為L：75、a：+30、b：+30，這些數值代表什麼：a：+30表示此色板帶紅色，b：+30表示此色板帶黃色，色板中帶有紅色及黃色表示此色板為呈色系，L：75表示為淺色系，所以其值表示此色板為淺橙色系之色板。

色差之意義與分類標準

顏色能用數值表示可說是顏色科學之一大進步，但是顏色僅用絕對值表示其用途仍然有限，因顏色不但要定位而且要位差，也就是了解二者顏色間究竟有何不同，差異何在？這就是相對值表示法。

一般在塑膠業界中感到最頭痛之顏色問題不在於絕對值，而是A色與B色是否相同，根據專家經驗告知，不管如何A色不可能等於B色，既使A色等於B色也只能被認為是巧合，A色與B色要相同，只有在所用之材料、原料、物料、方法、機台...都一樣條件下製造，始有可能。這種情形不易達到，況且客人提供之色樣不可能也沒辦法告知該色樣是用何種材料、物料、方法、條件，...製造而成。即使告知，也很難一樣泡製。

既然如此，只能追求所製作之色樣儘可能與客人提供之色樣A相當而已，所謂相當，即是肉眼在某種情況下比對，認為可以被受之意。至於在何種程度可以被接受，可依國際照明委員會認定之色差等級參考之或兩造雙方協議之。然色差(ΔE)可用 $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ 之公式求得，其值越大表示色差越大，反之，越小。其色差值以數值可分為六級，詳如下述：

| 等 級 | 色 差 | | |
|-------|----------|-------------|------|
| 第一級色差 | 0~0.5 | TRACE | 極微色差 |
| 第二級色差 | 0.5~1.5 | SLIGHT | 微小色差 |
| 第三級色差 | 1.5~3.0 | NOTICEABLE | 可感色差 |
| 第四級色差 | 3.0~6.0 | APPRECIABLE | 明顯色差 |
| 第五級色差 | 6.0~12.0 | MUCH | 頗大色差 |
| 第六級色差 | 12.0~以上 | VERY MUCH | 極大色差 |

色差單位，以NBS表示之，及NATIONAL BUREAU OF STANDARD 之縮寫，以上所述如甲乙兩色樣與標準板比較其色差 ΔE 為2.5，可知兩色之間色差均屬第三級可感色差，如此表示，既簡單，易懂又方便。

色容許差建立應考慮之問題

顧客對色差向來都會比較嚴格要求賣方，希望做到無色差之境地，這是很自然之現象，但是站在賣方立場而言，不希望要求太嚴，因為不易做到，萬一做不到有遭到顧客抱怨，折價或退貨之困擾，如賣方勉強接受，且超過能力太多，會造成瓶頸無法如期交貨之痛苦，如有意解決瓶頸達到目的亦勢必再增加設備，增加人手，重新培訓員工，改善工作環境...等等，如此勢必增加成本，交期延長，售價也要提高，凡此種種將必反應到售價，如此一來，買方未必合算。是故，色差容許應建立在何種程度只有兩害相權如何取其輕了，據專家多年經驗心得，認為有下列幾點必須考量，然後制定最為上策。

- ❑ 1. 買方購用目的與品質(色差)要求程度之確定。
- ❑ 2. 製造廠商設備及能力之認定。
- ❑ 3. 製造所需之材質，方法與條件之認定。
- ❑ 4. 交貨期限內可否完成之認定。
- ❑ 5. 價格是否可以接受。

結論

一般驗貨，均以買方驗收人員之肉眼認定為準。該驗收人員如未經鑑定認可，亦未接受適當訓練，更未在標準光線下驗色時，這種驗色如前所述，很容易受個人之年齡、性別、情緒、經驗、生理、立場、光源、背景、大小、角度、光澤、材質，排列...等因素所影響，造成困擾甚至良品判定“不合格”，不良品判定“合格”，甚至被認為“刁難”或被認為“圖利他人”如驗色人員是經過辨色鑑定並施予訓練，且在標準光線下驗色，可將驗色所產生之糾紛與困擾降低到最低限度。

眼睛是靈魂之窗，比對顏色是最經濟、最準確，又最迅速之工具，但是久用不休或目不轉睛檢視色樣，很容易產生疲勞與眼花瞭亂，分辨不清而產生錯覺。如能進而採用科學儀器(測色色差計)與肉眼配合進行檢驗，再配以最新理論與方法從事顏色之分析，顏色之比較與顏色之管理，那麼顏色之品質提高指日可待也。

欲求企業繼續生存與發展，只有提高品質與形象否則必遭淘汰。產品之顏色管理將成爲今後是否受消費者歡迎之關鍵所在，顏色管理，從遠處看，可提升形象，增加利潤，從近處看，可減少折價、索賠、拒收、退貨及延遲付款之困擾，切記！“今天不做，明天就後悔”之時代已來臨。

單螺桿押出機的基礎理論

分爲供料段、移轉段(TRANSITION SECTION)或稱壓縮段、及計量段三部份。

押出機係由料斗(HOPPER)投入材料，經過螺桿供料段(FEED SECTION)維持固態形狀往前輸送於螺桿壓縮段(COMPRESSION SECTION)逐漸溶化而可塑，當材料完全溶化後螺桿計量段(METERING SECTION)計量後送出經過網目蜂巢板及機頭眼模固定成型

(1) 供料段(FEED SECTION)

由供料口進入的材料，在這部份被推進，而向螺缸前端移動，粒狀材料堆容積約爲熔融態容積的兩倍，爲使才料能夠不斷的向前傳送，此段長度約要爲螺桿全長1/4以上。

(2) 移轉段(TRANSITION SECTION)

或稱為壓縮段(COMPRESSION SECTION)，乃螺溝由深到淺的部份，材料在這部份逐漸熔融成熔融態，堆容積減小，為補償其變量，故螺溝漸淺以得到壓縮作用。粒或粉狀材料，顆粒間存在的空氣，便被強制壓回，而從供料斗排出機外，材料壓縮時受很大的剪切力，故可得良好的混練效果。

3. 計量段(METERING SECTION)

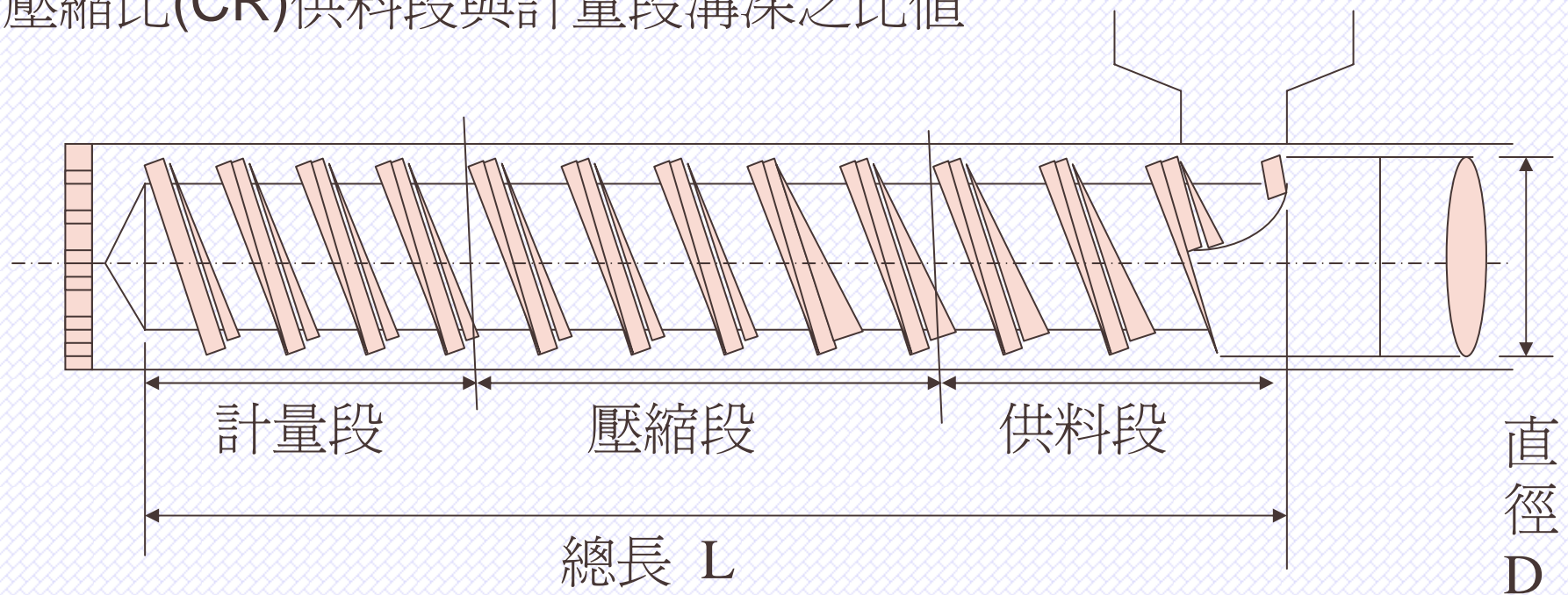
係螺桿前端溝深一定的淺溝部份，其功用相當於押出機的泵，可使熔融材料定量押出，而控制押出量，在螺桿設計上，這一段是要最先決定的項目，長度最少要在5螺圈以上。

押出機表示法：押出機通常以螺桿直徑或是以螺缸內徑尺寸表示，例如直徑90MM稱為90MM押出機

螺桿之L/D與壓縮比

螺桿之L/D乃是螺桿有向長度與最大外徑之比值，此項比值越大22押出時越可以得到更良好之塑化效果

壓縮比(CR)供料段與計量段溝深之比值



押出螺桿與料管間隙約為0.1~0.2mm

內外眼模

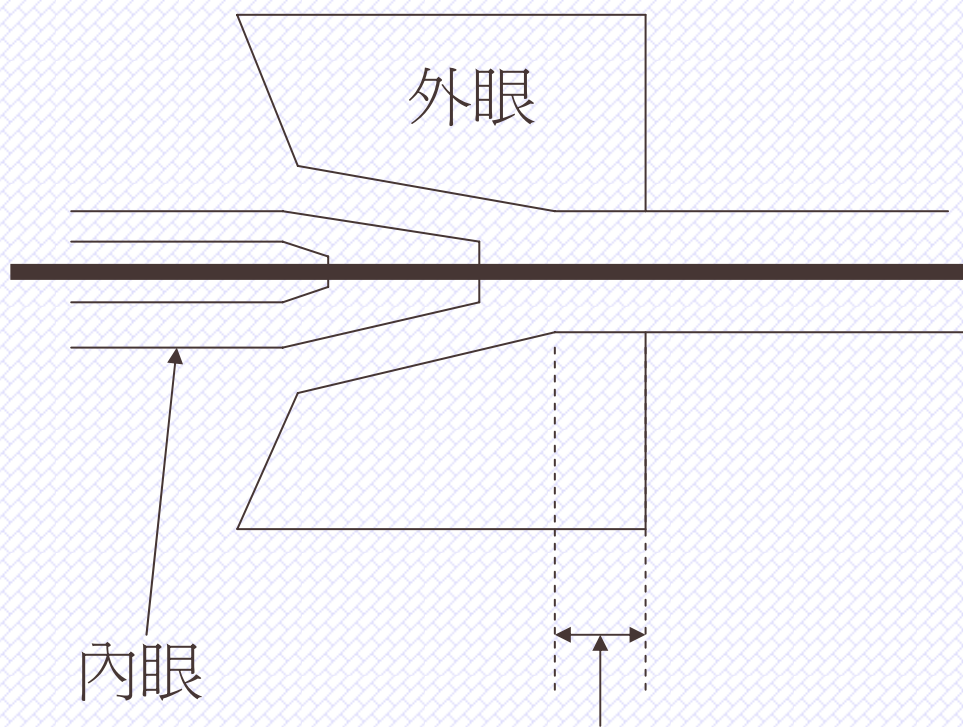
押出之眼模分爲加壓型與管狀

加壓型之眼模押出時材料與半成品表面附著性良好,雖然使用加壓型眼模材料會陷入其縫隙中,在成型後其出現絞紋之情況並不會太多因爲經過外眼之廊長整形過,若是將廊長加長及整形效果越好,若是壓力過大時將會影響到後段之加工,發生不易剝皮之困擾

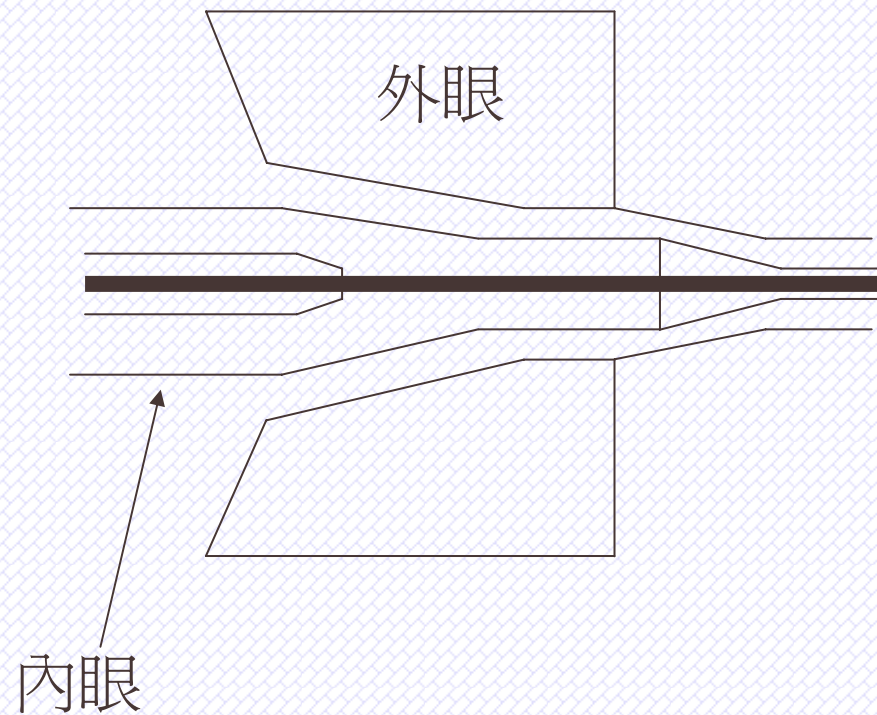
管狀押出眼模押出時材料與半成品表面附著性會有空隙,再管狀押出時不論半成品之外管是否平順,押出時之絕緣厚度均會呈現出一致性

在半管押出其調整方式爲眼距之調正即可

加壓型眼模



空管型眼模



PVC之認識

1. PVC之簡介：PVC用途極廣，除了電線電纜絕緣保護層外，舉凡唱片、壁紙、地磚、膠管、人造皮(膠布)、雨衣、皮帶、手套、鞋子、窗簾、海灘椅、插頭、電子零件....等人生必需品，全都是PVC所延伸也因為其用途之廣大。

2. PVC的特性：PVC依用途不同，大致可分為兩種硬度，即硬質與軟質。PVC優點為電氣絕緣性佳、耐水性、耐臭氧性、耐燃性、皆很好，耐候性也較PE、PP佳。越接近硬質，其對於酸、鹼、鹽及部份之有機溶劑，油脂具有抵抗性也較差。

PVC與PE、PP、PS、ABS之最大不同處，其不是以添加安定劑長成之顆粒狀供給加工業使用，而是椅白色粉狀供給加工業，加工業再以機械及成品規格要求之不同，加入適當之可塑劑、安定劑、滑劑、填充劑、特殊添加劑、色料等原料加以加工而成，這也是PVC變化多端，用途廣闊之原因。

Non Contaminating(非移行性)：表示其PVC外被之可塑劑不會移行至其他塑膠製品上面。

3.瞭解PVC的基本原料

PVC配方的組成，必須包含以下基本原料

| 配合劑名 | 基本特性 |
|--------|---------------------|
| PVC粉 | 加工性，耐熱性，耐寒劑，表面性，變形性 |
| 可塑劑 | 軟硬度，耐熱性，耐寒性，加工性，電氣性 |
| 安定劑 | 耐熱性，移行性，加工性，電氣特性 |
| 填充劑 | 加工性，電氣性，耐候性，經濟性 |
| 耐燃劑 | 耐燃性，發煙性 |
| 防老劑 | 特殊場合提高耐熱性 |
| 加工助劑 | 加工性（押出，射出特性），防黏性 |
| 著色劑 | 美觀性（賦予色彩），芯線分色識別 |
| 紫外線吸收劑 | 耐候（光）性 |
| 其它 | 防鼠，防白蟻，防黴 |

PVC 聚合度

| 聚合度 | 用途 |
|-----------|----------------|
| 1300-2500 | 電線電纜, 膠糊 |
| 1000-1600 | 電線, 膠糊, 膠皮, 膠膜 |
| 800-1200 | 硬板, 軟硬質管 |
| 400-800 | 唱片, 硬質板 |
| 400以下 | 塗料, 接著劑 |

註: 電線電纜依般採用三種規格

1. S-60 透明電線用
2. S-65 一般花線及被覆線用
3. S-70 絕緣料及物理要求

有些特殊線, 也採用高聚合度之PVC粉

| PVC粉品級 | 用途 |
|---------|----------------|
| S-60 | 插頭用射出料 |
| S-65 | 一般絕緣及被覆料 |
| S-70 | UL / CSA絕緣及被覆料 |
| S-75 | 半硬質料 |
| S-80 | 半硬質及特殊耐寒耐熱料 |
| S-85 | 耐磨及特殊耐熱耐寒料 |
| GR800S | 霧面插頭用料 |
| GR1300S | 一般霧面絕緣被覆料 |
| GR2500S | 霧面超軟PVC及耐焊錫料 |

可塑劑之特性

| 項目 種類 | 應用特性 | | | | | | | | 主要用途 | | | | | | | | | |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 移 行 性 | 揮 發 性 | 萃 取 性 | 相 容 性 | 可 塑 化 效 果 | 凝 膠 性 | 耐 寒 性 | 電 氣 絕 緣 性 | 食 品 包 裝 膜 | 一 般 包 裝 膜 | 農 業 用 膠 布 | 塑 膠 軟 管 | 電 線 電 纜 | 可 塑 糊 | 塑 膠 布 皮 | 塗 料 用 | 抗 鏽 劑 | 潤 滑 油 |
| D O P | △ | △ | △ | ○ | ○ | ○ | □ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | | |
| D I N P | ○ | ○ | ○ | △ | △ | △ | □ | ○ | ○ | △ | △ | △ | ○ | △ | △ | △ | | |
| D I D P | ○ | ○ | ○ | △ | □ | □ | □ | ○ | | △ | △ | △ | ○ | △ | △ | △ | | |
| 7 1 1 P | ○ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | □ | | △ | △ | △ | △ | △ | ○ | △ | | |
| D O A | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | | ○ | △ | △ | △ | ○ |
| T O T M | ○ | ○ | ○ | △ | △ | △ | □ | ○ | | △ | ○ | △ | ○ | | ○ | | | |

捏合機比較

| 機別 項 目 | 滾筒機 | 萬馬力機 | 捏練機 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 型 式 | 開 放 式 | 密 閉 式 | 密 閉 式 |
| 素練可塑效果 | 優 | 可 | 良 |
| 混練分散效果 | 優 | 良 | 優 |
| 發熱抑制效果 | 優 | 劣 | 良 |
| 批內變異性 | 小 | 大 | 小 |
| 批間變異性 | 大 | 中 | 小 |
| 一般物性 | 良好 | 較劣 | 良好 |
| 批量調節性 | 可能 | 不能 | 不能 |
| 時間生產性 | 非常低 | 高 | 中 |
| 作業員熟練度 | 必要 | 要 | 不要 |
| 作業安全性 | 低 | 高 | 高 |

捏合機冷卻方式比較

| 項 目 \ 冷卻方法 | 水 切 粒 | 氣 切 粒 |
|------------|-------|-------|
| 膠 化 程 度 | 好 | 時有不足 |
| 粒 度 | 均 勻 | 較 差 |
| 粒 黏 著 性 | 無 | 時 有 |
| 粒 品 質 判 定 | 能 | 不 能 |
| 膠粒押出線纜溫度 | 略 低 | 高 |
| 作 業 性 | 易 | 略 煩 |
| 換料（色）作業 | 易 | 煩 |
| 品 質 程 度 | 好 | 時有不良 |
| 粒 含 水 份 | 時 有 | 無 |

蕭氏硬度

蕭氏硬度測試是依據DIN53505測試法，以蕭氏A(Shore A)及蕭氏D (Shore D)來表示

蕭氏硬度是利用彈簧力量使硬度計之針端穿刺受測試片，而產生抵抗的數值。

蕭氏A或D刻度皆由0到100度，數值越高表示越硬，蕭氏A通常用來計量較軟的材質，蕭氏D通常用來計量較硬的材質，當然數值會有重疊的現象。

PVC硬度對照表(SHORE DUROMETERS)

| A | C | D |
|-----|----|----|
| 62 | -- | -- |
| 65 | -- | -- |
| 67 | -- | -- |
| 70 | -- | -- |
| 72 | -- | -- |
| 75 | -- | -- |
| 77 | -- | -- |
| 80 | 50 | 39 |
| 82 | 53 | 41 |
| 85 | 57 | 43 |
| 87 | 61 | 45 |
| 90 | 67 | 47 |
| 92 | 71 | 49 |
| 95 | 77 | 54 |
| 97 | 80 | 56 |
| 100 | 83 | 59 |
| 103 | 86 | 62 |
| 106 | 90 | 67 |
| -- | 93 | 74 |
| -- | 95 | 81 |

| P | SHORE A |
|-----|---------|
| 100 | 57 |
| 90 | 63 |
| 80 | 69 |
| 70 | 75 |
| 60 | 81 |
| 50 | 88 |
| 40 | 95 |
| 30 | 86(S C) |

PVC 粒配方成份特性表

| 品名 | 規格 | 狀態 | 比重 | 毒性 | 味道 | 特性描述 |
|------|--------|----|------|----|----|---|
| PVC粉 | S-75 | 粉體 | 0.47 | 無 | 無 | 懸浮PVC,有極佳之孔性及良好吸油性,因具有優異之機械性及物性,尤適用於高絕緣性之電線,電纜. |
| PVC粉 | S-65 | 粉體 | 0.50 | 無 | 無 | 懸浮PVC,有優異之可塑劑吸收性及良好之熱安定性,適用於硬質或半硬質之成型品加工,由其是硬質,異形材誇撓性膠管之押出. |
| PVC粉 | E513 霧 | 粉體 | | 無 | 無 | 用在耐移型 |

PVC 粒配方成份特性表

| 品名 | 規格 | 狀態 | 比重 | 毒性 | 味道 | 特性描述 |
|------|--------|----|------|----|----|---|
| PVC粉 | S-75 | 粉體 | 0.47 | 無 | 無 | 懸浮PVC,有極佳之孔性及良好吸油性,因具有優異之機械性及物性,尤適用於高絕緣性之電線,電纜. |
| PVC粉 | S-65 | 粉體 | 0.50 | 無 | 無 | 懸浮PVC,有優異之可塑劑吸收性及良好之熱安定性,適用於硬質或半硬質之成型品加工,由其是硬質,異形材誇撓性膠管之押出. |
| PVC粉 | E513 霧 | 粉體 | | 無 | 無 | 用在耐移型 |

| | | | | | | |
|-------|----------------|----|--|----|----|--|
| 綜合安定劑 | CW-105 | 粉體 | | 有毒 | 稍許 | 抗氧化,抗老化及耐候性佳,電氣絕緣性良好,不受銅線污染而變色,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |
| 抗氧化劑 | 抗氧化劑 BIS | 粉體 | | 無 | 無 | 無害無毒安定劑,增進初期著色性,透明性,光及熱安定性. |
| 耐燃劑 | 三氧化二銻 SB203 | 粉體 | | 有毒 | 無 | 焰抑制劑 |
| 耐燃劑 | V-6 | 液體 | | 無 | 稍許 | V6是一種氯和磷酸基的火焰抑制劑,具有良好熱穩定性和長時間阻熱性能,主要用於柔性的聚氯酯泡沫的火焰阻熱. |

| | | | | | | |
|-------|------|----|-------|----|----|--|
| 耐燃可塑劑 | TCP | 液體 | 1.165 | 有毒 | 無 | 可溶於有機溶劑,使用於乙烯系統合成樹脂或纖維素系統樹脂之可塑劑,耐燃劑,耐油劑,耐日光劑之外,也有防水,防火成份,但其成份會析出外表. |
| 可塑劑 | DOA | 液體 | 0.927 | 稍許 | 稍許 | 黏度低,適合加工混練,耐寒性非常好(-60°C),但與PVC相溶性不佳,添加劑量遂必須加以限制,否則製品有吐油之虞,習慣上DOA最大用量是以DOP的三分之一為上限,以求取製品之低溫或柔軟特性,但不易膠化. |
| 可塑劑 | TOTM | 液體 | 0.992 | 稍許 | 稍許 | 提供PVC製品之柔軟特性,具低揮發性,耐移行性及耐熱性,製作耐移型105度電子線是以TOTM配合聚酯型可塑劑,比DOP有較低耐寒性,可塑黏度比DIDP低,穩定性較DOP穩定. |
| 可塑劑 | DOP | 液體 | 0.986 | 稍許 | 稍許 | 提供PVC製品之柔軟特性,使用劑量可高達150phr,DOP毒性低其耐寒性雖劣於DOA,但電氣性質及混合性均較其為優. |

| | | | | | | |
|------|---------------|----|-------|----|----|--|
| 可塑劑 | DIDP | 液體 | 0.966 | 有毒 | 刺味 | 提供PVC製品之柔軟特性,透明液體,有毒及刺激性,與PVC相溶性良好,電氣絕緣性,耐久性,耐移行性皆優於DOP,耐寒性與DOP相當,添加丙二酚可提高耐熱性,並可抑制氧化作用,防止變色及分解揮發,且可提高膠皮觸感. |
| 可塑劑 | S-711 | 液體 | | | | 適用於耐熱105℃,耐寒-40℃. |
| 安定助劑 | 大豆油 0-130P | 液體 | 0.982 | 無 | 無 | 無毒性,具高環氧數低碘質,配合其它安定劑使用約2~5Phr,可大幅提高熱安定性,與軟質PVC配合使用,可製得低揮發性之混合物,耐油性優,對PS等各種塑膠之耐移行性佳,防霧性優. |
| 安定劑 | 硬酯酸鋅 ZN-ST | 粉體 | 1.08 | 無 | 無 | 無害無毒安定劑,不受留硫化污染,優良之滑性及防水性,與Ba-St, Cd-Ct及Epoxy系共用時相乘效果良好,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |

| | | | | | | |
|-----|-----------|----|------|----|---|---|
| 安定劑 | 三鹽基性硫酸鉛TS | 粉體 | 6.9 | 有毒 | 無 | 經特殊之表面處理與PVC之分散性良好,有優越之熱安定性,耐光性及耐候性,有高度之電氣絕緣特性,遮蓋力大,有如白色顏料,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |
| 安定劑 | 硬酯酸鉛PB-ST | 粉體 | 1.48 | 有毒 | 無 | 經特殊之表面處理耐熱性極優良,有優秀之滑性,有高度之電氣絕緣特性,與Cd,Ba係安定劑併用可得卓越之耐後,耐熱性,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |
| 安定劑 | 硬酯酸鈣CA-ST | 粉體 | 1.08 | 無 | 無 | 無害無毒安定劑,不受硫化污染,優良之滑性及熱安定性,與Zn-St及Epoxy系共用時相乘效果良好,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |
| 安定劑 | 硬酯酸鋇BA-ST | 粉體 | 1.14 | 稍毒 | 無 | 不受硫化污染,優良之滑性及熱安定性,透明度佳,有高度之電氣絕緣特性及良好印刷性與Cd.Pb系共用時相乘效果良好,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |

| | | | | | | |
|------------|---------------|----|------|----|-----|--|
| 安定劑 | 硬酯酸鋁 AL-ST | 粉體 | 1.01 | 無 | 肥皂味 | 無害無毒安定劑,不受硫化污染,能防止顏料沉澱並有展色作用,可降低PVC表面亮化效果. |
| 安定劑 | SX-3000D | 粉體 | | | | 無害無毒安定劑,不受硫化污染,透明度好. |
| 安定劑 | CD-BA | 液體 | | 有毒 | 味重 | 熱安定性,透明性,耐候性優良,初期著色性良好,無析出性與吐出性現象,膠化性良好,可提高生產速度,與Epoxy系併用時有相乘效果. |
| 安定劑 | CA-ZN | 液體 | | 無 | 稍許 | 無害無毒安定劑,不受硫化污染,熱安定性,貯存安定性良好.與Epoxy系併用時有相乘效果.大部份用在無毒透明線. |
| 安定劑 DBL | 二鹽基性硬 酯酸鉛 | 粉體 | 2.02 | 有毒 | 無 | 熱安定性,耐光,耐候性優良持久,滑性良好,電氣絕緣性良好,無脂肪酸之吐出性,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |

| | | | | | | |
|------|---------------|----|-------|----|----|--|
| 可塑劑 | DIDP | 液體 | 0.966 | 有毒 | 刺味 | 提供PVC製品之柔軟特性,透明液體,有毒及刺激性,與PVC相溶性良好,電氣絕緣性,耐久性,耐移行性皆優於DOP,耐寒性與DOP相當,添加丙二酚可提高耐熱性,並可抑制氧化作用,防止變色及分解揮發,且可提高膠皮觸感. |
| 可塑劑 | S-711 | 液體 | | | | 適用於耐熱105℃,耐寒-40℃. |
| 安定助劑 | 大豆油 0-130P | 液體 | 0.982 | 無 | 無 | 無毒性,具高環氧數低碘質,配合其它安定劑使用約2~5Phr,可大幅提高熱安定性,與軟質PVC配合使用,可製得低揮發性之混合物,耐油性優,對PS等各種塑膠之耐移行性佳,防霧性優. |
| 安定劑 | 硬酯酸鋅 ZN-ST | 粉體 | 1.08 | 無 | 無 | 無害無毒安定劑,不受留硫化污染,優良之滑性及防水性,與Ba-St, Cd-Ct及Epoxy系共用時相乘效果良好,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |

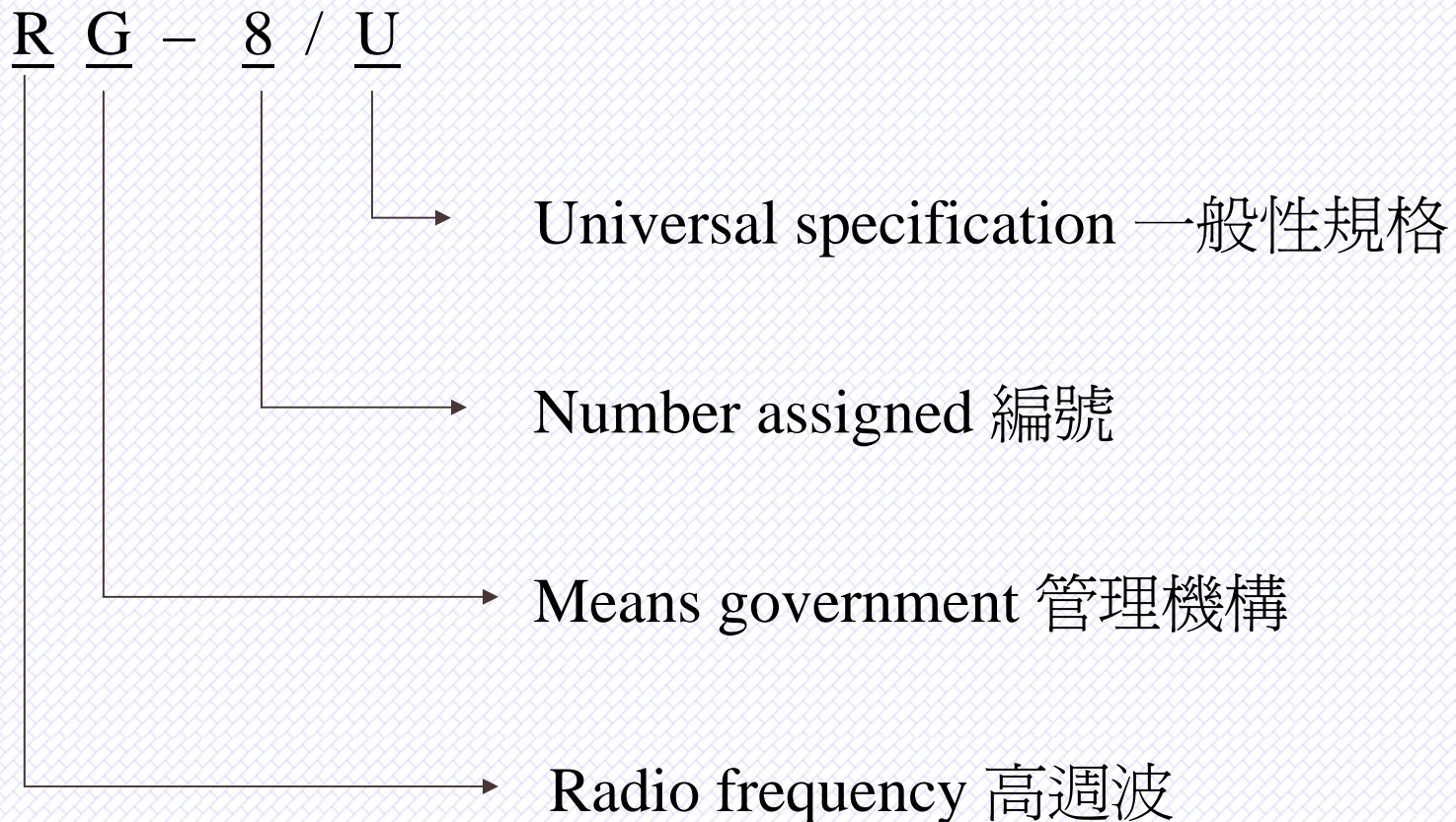
| | | | | | | |
|-----|-----------|----|------|----|---|---|
| 安定劑 | 三鹽基性硫酸鉛TS | 粉體 | 6.9 | 有毒 | 無 | 經特殊之表面處理與PVC之分散性良好,有優越之熱安定性,耐光性及耐候性,有高度之電氣絕緣特性,遮蓋力大,有如白色顏料,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |
| 安定劑 | 硬酯酸鉛PB-ST | 粉體 | 1.48 | 有毒 | 無 | 經特殊之表面處理耐熱性極優良,有優秀之滑性,有高度之電氣絕緣特性,與Cd,Ba係安定劑併用可得卓越之耐後,耐熱性,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |
| 安定劑 | 硬酯酸鈣CA-ST | 粉體 | 1.08 | 無 | 無 | 無害無毒安定劑,不受硫化污染,優良之滑性及熱安定性,與Zn-St及Epoxy系共用時相乘效果良好,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |
| 安定劑 | 硬酯酸鋇BA-ST | 粉體 | 1.14 | 稍毒 | 無 | 不受硫化污染,優良之滑性及熱安定性,透明度佳,有高度之電氣絕緣特性及良好印刷性與Cd.Pb系共用時相乘效果良好,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |

| | | | | | | |
|------------|---------------|----|------|----|-----|--|
| 安定劑 | 硬酯酸鋁 AL-ST | 粉體 | 1.01 | 無 | 肥皂味 | 無害無毒安定劑,不受硫化污染,能防止顏料沉澱並有展色作用,可降低PVC表面亮化效果. |
| 安定劑 | SX-3000D | 粉體 | | | | 無害無毒安定劑,不受硫化污染,透明度好. |
| 安定劑 | CD-BA | 液體 | | 有毒 | 味重 | 熱安定性,透明性,耐候性優良,初期著色性良好,無析出性與吐出性現象,膠化性良好,可提高生產速度,與Epoxy系併用時有相乘效果. |
| 安定劑 | CA-ZN | 液體 | | 無 | 稍許 | 無害無毒安定劑,不受硫化污染,熱安定性,貯存安定性良好.與Epoxy系併用時有相乘效果.大部份用在無毒透明線. |
| 安定劑 DBL | 二鹽基性硬 酯酸鉛 | 粉體 | 2.02 | 有毒 | 無 | 熱安定性,耐光,耐候性優良持久,滑性良好,電氣絕緣性良好,無脂肪酸之吐出性,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |

| | | | | | | |
|-------|----------------|----|--|----|----|--|
| 綜合安定劑 | CW-105 | 粉體 | | 有毒 | 稍許 | 抗氧化,抗老化及耐候性佳,電氣絕緣性良好,不受銅線污染而變色,可防止PVC粉在加工過程中受熱燒焦分解. |
| 抗氧化劑 | 抗氧化劑 BIS | 粉體 | | 無 | 無 | 無害無毒安定劑,增進初期著色性,透明性,光及熱安定性. |
| 耐燃劑 | 三氧化二銻 SB203 | 粉體 | | 有毒 | 無 | 焰抑制劑 |
| 耐燃劑 | V-6 | 液體 | | 無 | 稍許 | V6是一種氯和磷酸基的火焰抑制劑,具有良好熱穩定性和長時間阻熱性能,主要用於柔性的聚氯酯泡沫的火焰阻熱. |

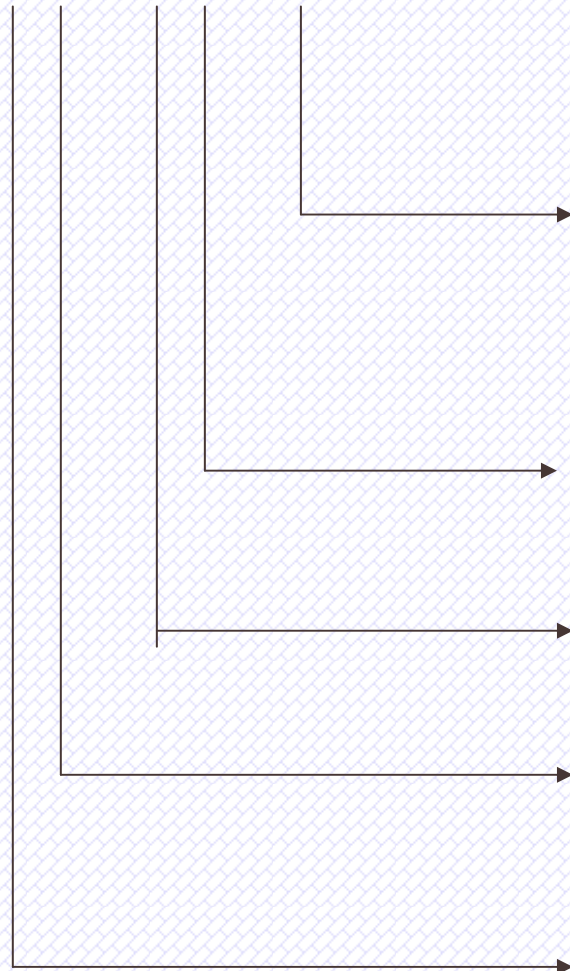
R G - X / U : RG為Radio Guide之縮寫、U之意義為Universal，用意表示美國軍方規格之銅軸電纜

RG銅軸線規格



日本同軸線規格

3 C - 2 V C S



Stand inner conductor.

Copper-clad steel wire inner

S:中心導體為絞銅、CS:中心導體為銅包鋼

Single braided outer conductor

Double braided outer conductor

V:外部導體一層編織、W:外部導體二層編

2:聚乙烯充實絕緣

Characteristic impedance 75 Ω

Characteristic impedance 50 Ω

C:特性阻抗75 Ω、D:特性阻抗50 Ω

Approx. diameter of dielectric core

3絕緣體概略外徑

UL、CSA 安規簡介

- 1.UL -- 美國名檢驗機構之一(Underwriters Laboratories Inc.之縮寫)，舉凡各種電線、電纜，家電設備及附屬配件、工具，皆需經由UL檢驗合格後才能在美國地區販賣與使用。
- 2.CSA — 加拿大標準協會(Canadian Standards Association)之縮寫。
- 3.AWG — 美國線規(American Wire Gauge)亦稱為B & S線規(Brown and Sharpe)。
- 4.AWM — Appliance Wiring Material 器具及設備之內部配線，亦稱應用線類標準，如UL規格之各種連接線。

電線重要安全規定諸元：

1. 額定溫度、電壓：絕緣材料在連續使用之情況下，其基本特性不會發生變化或損失時，所能容許之最高溫度與電壓。

2. UL防火等級：

水平防火測試、VW-1、VW-1SC、CL2、CL2R、CL2P、CM、CMR

3. CSA防火等級：

FT1、FT2、FT3、FT4、FT5、FT6

4. **Spark test:** 火花試驗 在電線製造過程中試驗絕緣體有無針孔或其他缺點存在 試驗時須導體接地 於火花試驗機之電極加上規定之電壓 當絕緣有破洞時能夠立即感應出並發出警告訊號 UL針對火花試驗機亦有規定

6. Tensile strength: 抗張強度 將試樣拉斷時所須之
應力 常用單位為PSI KG/mm²

UL塑膠材料難燃等級之內容，共分爲5個等級。

94-V0 燃燒時火一離開馬上熄滅不會自燃

94-V1 燃燒時火一離開會燃燒1秒後馬上熄滅不會自燃

94-V2 燃燒時火一離開會燃燒2秒後馬上熄滅不會自燃

94-V5 燃燒時火一離開會燃燒5秒後馬上熄滅不會自燃

94-HB 燃燒時火一離開會燃燒到只剩下碳

印字諸元解說：

AWM E101344 STYLE 2835 VW-1 60°C 30V SPACE SHUTTLE
(UL) E120414 CL2 75°C 28AWG CSA LL80671 AWM II A/B 60°C
30V FT1

(UL)爲UL之註冊標誌

E101344與E120414、LL80671爲本公司在UL、CSA之承認編號
AWM 是本線材適用標準名稱

2835爲STYLE NO. II A/B爲CSA STYLE NO.

CLASS 1 INTERNAL 、 **CLASS 2 EXTERNAL**

A- Where not subjected to mechanical abuse

B- Where may be subjected to mechanical abuse

CL2、VW-1、FT1爲耐燃等級。

80°C額定溫度、 300V額定電壓

28AWG爲美國28號線規

UL STYLE 1061 2464 第一位數1代表為單芯、2代表為多芯線，所組合之線材，芯線數依規格不同另有規定。

5. 本公司承認之規格

2094、2095、2096、2344、2448、2464、2468(排線)、
2493、2517、2560、2576、2598、2651(排線)、2661、
2678(排線)、2725、2789、2835、2919、2960、2969、
2990、20081、20099、20276

20197、20251、20276、20279、20522(排線)

1007、1015、1061、1107、1150、1185、1354、1365、
1533、1571、1640、1792、1719、10002

FLAME TEST SUMMARY

| 測試名稱 | 應 用 | CSA標準 | 測試種類描述 | 測試規定 | 產品應用 |
|---|--|-------|---|--|--------------------------------|
| VW-1 (參照標準 UL Std. 1581) | Appilance Wiring Material | FT-1 | 運用本生燈火焰作為燃燒測試, 測試樣品需18", 樣品底下放置棉花, 連續燃燒5次, 每次15秒. | 1. 線材自燃時間不可以操過1分鐘. 2. 燃燒不可以點燃標示物. 3. 棉花不可以燃燒起來 | 1. AWM線類 2. 內部配線 |
| Vertical Tray Flame test 垂直燃燒 (參照標準 UL Std. 1581) | Communication Cable CM Power Limited Circuit Cable CL2 CL3 | FT-4 | 將線材固定於鋼架上, 運用丙烷進行燃燒測試火焰為70000BTU/HR, 燃燒樣品8ft長。 | 燃燒時間為20分鐘不可以超出8ft | 傳輸&電腦網路用線, 線材長度10FT以上。 |
| Riser Test 樓層間垂直燃燒 (參照標準 UL Std. 1666) | Communication Cable CMR Power Limited Circuit Cable CL2R CL3R | N/A | 將線材固定於鋼架上, 運用丙烷進行燃燒測試火焰為527500 BTU/HR垂直燃燒30分鐘, 樣品長度12ft。 | 溫度不可低於850 °F 火燄燃燒必須低於12ft | 傳輸&電腦網路用線, 使用垂直佈線, 如樓層佈線。 |
| Steiner Tunnel Test 天花板水平燃燒 (參照標準 UL Std. 910) | Communication Cable CMP Power Limited Circuit Cable CL2P CL3P | FT-6 | 將線材固定於鋼架上, 運用丙烷進行燃燒測試火焰為300000 BTU/HR, 燃燒樣品25ft地方, 進行水平燃燒 240ft/min 燃燒20分鐘。 | 火燄燃燒必須低於5ft。 煙霧必須小於0.5單位。平均煙霧必須小於1.5單位。 | 傳輸&電腦網路用線, 使用垂直佈線, 如Plenums佈線。 |

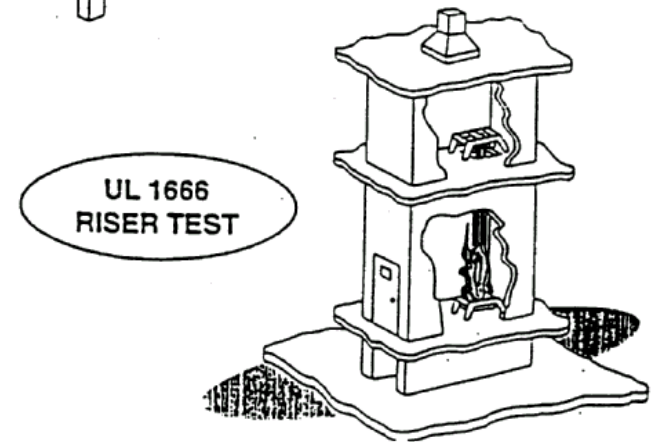
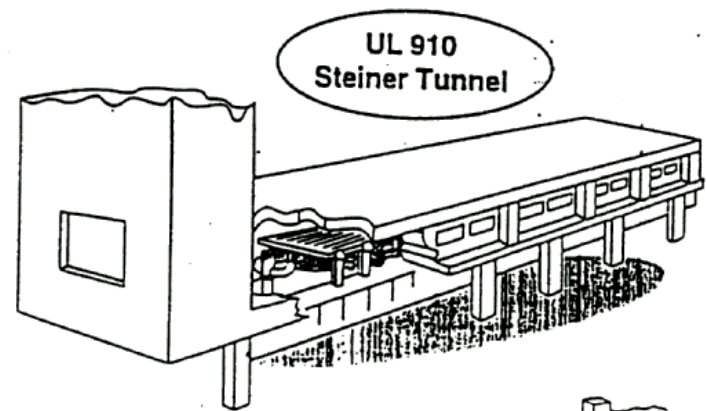
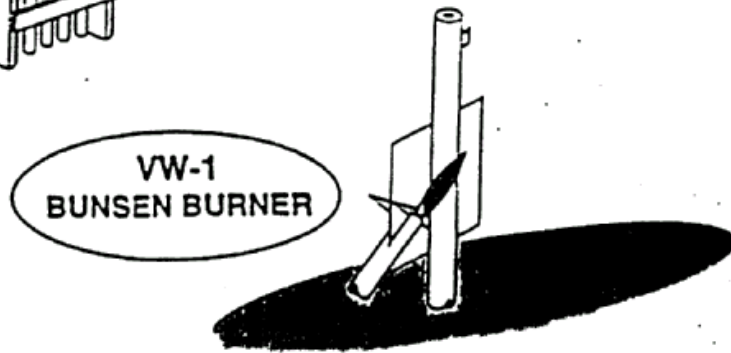
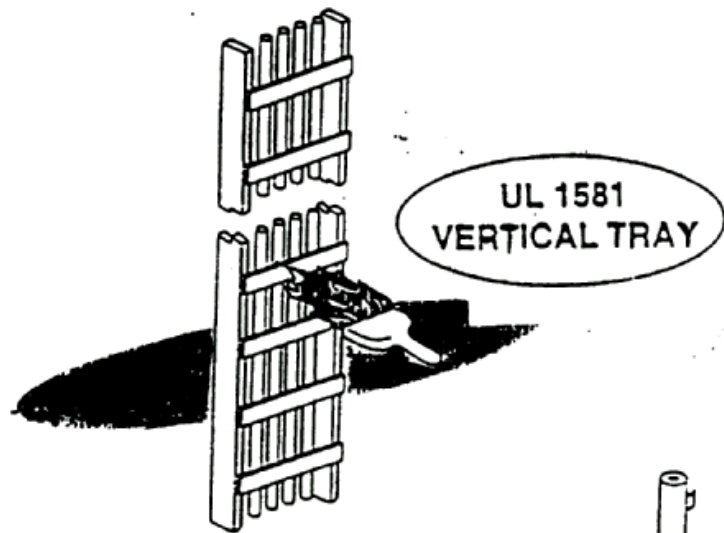
Table5. Flame Spread Text Hierarchy and Standards

| NEC Code Designation | Plenum | Riser | General Purpose | Small-Scale Test |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------|---|---|
| FR Hierarchy | Extremely High* | High | Intermediate | Low Very Low |
| Burner's Heat Input | 88 KW | 150 KW | 21 KW | less than 1 kw |
| No. of Wire and Cable | >1 | >1 | >1 | Single Single |
| Sample Orietation | Horizontal | Vertical | Vertical | Vertical Horizontal |
| Typical Text Methods | UL-910 ASTM E 84 NFPA 262 | UL-1666 | UL-1581 Tray UL-1685 CSA C22.2 FT-4 IEEE 383-1974 IEEE P1202-1991 IEC 332-3 IEC 1034 (3 meter) BS 4066 part 3 DIN VDE 0472/804C CEGB 099905-1977 NF C3270 Cat K1 CE1 20-22-1973 ICEA T-30-520 ICEA T-29-520** ASTM D 5424 | UL-1581 VW-1 UL-1581 All Wire CSA C22.2 FT-3 IEC 332-2 ICEA S-19-81 Par 6.13.2 and 6.19.6 ICEA S-61-402 ICEA S-66-524 ASTM D470 ASTM D2220 K2633 UL-1581 HB IEC 332-1 SAE J1128 UL-44 UL-62 UL-83 UL-224 UL-758 |

*due to the Internally-Insulated test tunnel and text criteria

**62 KW

耐燃測試參照



芯線押出線速與火花試驗機計算公式

| 頻率 (HZ) | Meter / min |
|---------|-------------|
| 50 | $0.333 * L$ |
| 60 | $0.400 * L$ |
| 100 | $0.667 * L$ |
| 400 | $2.670 * L$ |
| 1000 | $6.670 * L$ |
| 3000 | $20.90 * L$ |
| 4000 | $26.70 * L$ |

註： L 為串珠長度，單位 mm

線材老化條件

Polyvinyl chloride

| <i>Rating</i> | <i>60</i> | <i>60</i> | <i>* 60 *</i> | <i>75</i> | <i>* 75 *</i> | <i>80</i> | <i>* 80 *</i> | <i>90</i> | <i>* 90 *</i> | <i>105</i> | <i>* 105 *</i> | |
|---------------------|-------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|----------------|---------------|
| <i>Class</i> | <i>11</i> | <i>12</i> | <i>43</i> | | <i>43</i> | <i>12</i> | <i>43</i> | <i>12</i> | <i>43</i> | <i>12</i> | <i>43</i> | |
| 引伸率 (%) | <i>200</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | |
| 抗張強度 (<i>psi</i>) | <i>1600</i> | <i>1500</i> | <i>1500</i> | <i>2000</i> | <i>1500</i> | <i>1500</i> | <i>1500</i> | <i>1500</i> | <i>1500</i> | <i>1500</i> | <i>1500</i> | |
| 老 化 條 件 | 溫度 (<i>°C</i>) | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>100</i> | <i>113</i> | <i>113</i> | <i>121</i> | <i>121</i> | <i>136</i> | <i>136</i> | |
| | 時間 (<i>day</i>) | <i>7</i> | <i>7</i> | <i>7</i> | <i>10</i> | <i>10</i> | <i>7</i> | <i>7</i> | <i>7</i> | <i>7</i> | <i>7</i> | |
| | 引伸比 (%) | <i>60</i> | <i>65</i> | <i>65</i> | <i>50</i> | <i>65</i> | <i>65</i> | <i>65</i> | <i>65</i> | <i>65</i> | <i>65</i> | |
| | 抗張比 (%) | <i>85</i> | <i>70</i> | <i>70</i> | <i>85</i> | <i>70</i> | <i>70</i> | <i>70</i> | <i>70</i> | <i>70</i> | <i>70</i> | |
| <i>For UL Style</i> | | <i>1107</i> | <i>1365</i> | <i>2094</i> | <i>CM</i> | <i>CL2</i> | <i>1007</i> | <i>1533</i> | <i>*20081</i> | <i>2661</i> | <i>*20081</i> | <i>1015</i> |
| | | <i>1150</i> | | <i>2448</i> | | | <i>1185</i> | <i>2095</i> | | | | <i>2517</i> |
| | | <i>1365</i> | | <i>2493</i> | | | <i>*2468</i> | <i>2096</i> | | | | <i>*2651</i> |
| | | <i>20251</i> | | <i>2598</i> | | | <i>2576</i> | <i>2344</i> | | | | <i>2661</i> |
| | | | | <i>2960</i> | | | <i>*20081</i> | <i>2464</i> | | | | <i>*2678</i> |
| | | | | <i>20099</i> | | | | <i>2547</i> | | | | <i>*20522</i> |
| | | | | | | | | <i>2661</i> | | | | |
| | | | | | | | | <i>2919</i> | | | | |
| <i>Mono</i> | | | <i>20197</i> | | | | <i>20279</i> | | | | | |

* Flat Cable

Polypropylene

| | | | | | |
|------------------|------------|-----------|--------|------|-----|
| Rating | 60 | 75 | * 80 * | 90 | |
| Class | | | | | |
| 引伸率 (%) | 150 | 150 | 150 | 150 | |
| 抗張強度 (psi) | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | |
| 老 化 條 件 | 溫度 (°C) | 100 | 100 | 113 | 121 |
| | 時間 (day) | 7 | 10 | 7 | 7 |
| | 引伸比 (%) | 70 | 70 | 70 | 70 |
| | 抗張比 (%) | 70 | 70 | 70 | 70 |
| For UL Style | 20251 | CM CL2 | | | |
| Mono | | | | | |

Semirigid - Polyvinyl chloride

| | | | | | | |
|------------------|------------|------|----------------------|------|-------|-----|
| Rating | 60 | 75 | * 80 * | 90 | 105 | |
| Class | | | SS144A | | | |
| 引伸率 (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 抗張強度 (psi) | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | |
| 老 化 條 件 | 溫度 (°C) | 100 | 113 | 113 | 121 | 136 |
| | 時間 (day) | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | 引伸比 (%) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| | 抗張比 (%) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| For UL Style | | CM | 1061 1533 2547 | | 10002 | |
| Mono | | CL2 | | | | |

Polyethylene

| | | | | | | | | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|------|--------|--------------------|------|-----------|------|
| Rating | * 60 * | 60 | 75 | 75 | * 75 * | 75 | 75 | * 80 * | 80 |
| Class | 43 | 43 | 30 | | | | | 43 | 43 |
| 引伸率 (%) | 100 | 100 | 300 | 350 | 300 | 300 | 100 | 100 | 100 |
| 抗張強度 (psi) | 1500 | 1200 | 1400 | 1400 | 2400 | 2000 | 1200 | 1500 | 1200 |
| 老 化 條 件 | 溫度 (°C) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 113 | 100 | 87 |
| | 時間 (day) | 7 | 7 | 2 | 2 | 2 | 7 | 2 | 60 |
| | 引伸比 (%) | 65 | 65 | 75 | 75 | 75 | 60 | 75 | 65 |
| | 抗張比 (%) | 70 | 70 | 75 | 75 | 75 | 70 | 75 | 70 |
| For UL Style | 1107 1150 1365 2094 | 1107 1150 1365 2094 | | | CM | CM | | CM CL2 | |
| Mono | | FRPE | LDPE Coaxial | LDPE | HDPE | HDPE Solid Ins. | FRPE | | FRPE |

CSA電子線標準三大規範

Basic Requirements for Appliance Wiring Material

電子線(AWM)之安規要求規定在CSA標準C22.2No.210.2-M90年版中,爲使讀者在研發製造前能瞭解相關要求,特此對其標示、結構要示及安全測試三大部份做以下的說明及簡介。

標示

產品絕緣或外被印字要求(Product Marking)

- 電線完成品外徑大於1.3mm,則必須印字;
- 印字必須是涵蓋整卷或整軸電線,且其是隔不得大於1m;
- 印字方式可使用:表面油墨印字、凹印、凸印、彩色螺紋或印字帶均可;
- 印字內容應包括:申請者名稱、CSA合約號碼或已註冊之商標商名、CSA標志或字樣、AWM ,Class/Group、溫度等級、電壓等級及燃燒等級

備注：

- “Class”及“Group”字樣不得出現於線材上；
- 產品印有FT4,可不印FT1及FT2；
- 產品符合oil-test或fuel-test,則必須加印“O”或“F”；
- 產品符合額定潮濕溫度測試,必須加印“W90°C”,表示可用於潮濕溫度90°C之場所。

例如:CTS CSA AWM XXXXXX I A/B 105°C 300V FT1 W90°C F

Note: XXXXXX代表CSA合約號碼(Contract Number)

產品包裝印字要求(Package Marking)

每一卷或每一軸電線必須標示以下資料：

- 申請者名稱或其它已認可之標示；
- 產品製造日期,至少標示到年/月；
- 電線線徑規格(AWG size或 Kc mil),若為多芯線纜,應另標注芯線數(number of conductor)；

- 若不是使用銅作為導體材質,則應標示其導體材質名稱;
- 絕緣層厚度;
- Class/Group、溫度等級、電壓等級、額定潮濕溫度等級及耐油等級;
- 燃燒等級FT1、FT2、或FT4;
- 警告標語:“Limited use for internal wiring of electronic equipment and appliance”。

電線使用範圍

- Class I - Internal Use(產品內部連線用線)絕緣厚度並無限制,外被可有可無;
- Class II - External Use(產品外部連線用線)絕緣厚度並無限制,外被厚度應至少0.38mm以上,並依內徑大小遞增;
- Group A - Where not subjected to mechanical abuse.(電子類產品用線);
- Group B - Where may be subjected to mechanical abuse.(電機類產品用線)。

電線結構

- Single Conductor – 單導體結構電線；
- Multi conductor – 多導體結構電線；(分為圓形 round cable 或平行parallel cable)。

重點說明

- 此標注所涵蓋之電子線溫度及電壓分別為：
60°C、75°C、80°C、90°C、105°C、125°C、150°C、180°C、200°C、250°C及30V、90V、125V、300V、600V、1000V；
- Group A和Group B其測試項目大致相同，除Group B需加測 Flexibility及Slow Compression兩項測試；
- 電線欲使用於潮濕場所(Wet location)，應另加測 Long term insulation resistance及Permittivity兩項測試；
- 電線欲有耐油特性，需加測Oil-resistance測試。

測試

CSA標準C22.2No.210.2-M90有不少測試之要求,其測試程序則列舉於C22.2 No.0.3-96(Test Methods for Electrical Wires and Cables,本文內容所提之測試章節皆出於此本標準),以下是一些主要測試簡要說明:

- 基本結構(Construction):

導體、絕緣及外被厚度的測試(絕緣厚度以廠商實際送樣成品為驗證依據);

冷繞測試(Cold Bend and Dielectric):

依章節4.12.1執行冷凍後,再依線徑大小執行4小時的繞曲測試,然後施以章節4.28.1.2之耐電壓測試;

- 燃燒測試(Flame Test):

FT1 Vertical test (垂直燃燒測試):

依章節4.11.1執行測試,火焰必須於60秒內熄滅,且火焰指示紙燃燒面積不可超過25%;

FT2 Horizontal test(水平燃燒測試):

依章節4.11.2執行測試,延燃長度不可超過100mm;

FT4 Vertical flame test(Cable Trays燃燒測試):

依章節4.11.4執行測試,延燃長度不可超過1.5m,樣品通過FT4可不執行FT1測試;

- 印字耐久性測試(Durability of Print):

測試樣品置於該電線額定溫度正負2%之狀態下七日,絕緣或外被印字必須清晰可見;

- 老化前/後之物理特性(Physical properties):

依章節4.3.1~4.3.3執行測試,包括老化前後的延伸(Elongation)及抗張強度(Tensile Strength)測試;

- 加熱變形測試(Deformation Test):

依章節4.3.6.1執行測試,厚度不大於0.76mm時,荷重為105g,厚度大於0.76mm則荷重為300g,加熱變形率不得大於50%;

- 耐電壓測試(Dielectric-Strength Test)

依線徑大小(單導體)或額定電壓(多導體)不同,執行章節4.28.1.2之耐電壓測試一分鐘;

- 火花測試(Spark Test)

依額定電壓不同,執行章節4.28.3之火花測試;

- 耐油測試(Oil Immersion Test):

依章節4.3.3將待測樣品置入100°C ASTM標準D471 No.2油料中96小時後,其延伸及抗張不得小於老化前的65%;

- 燃料油測試(Fuel Oil Immersion Test):

依章節4.3.3將待測樣品置入24°C ASTM標準D396 No.2油料中21天後,其延伸及抗張不得小於老化前的75%;

- 額定潮濕溫度60°C、75°C及90°C絕緣阻抗測試(Insulation Resistance at Elevated Temperature):

產品欲使用於潮濕場所,須依CSA標準C22.2No.75執行24周之長期絕緣阻抗測試;

以上僅是對安規要求的一般性介紹,若欲進一步瞭解內容,請參考CSA標準

物理特性

抗張強度:

絕緣體和電線對特性阻抗受到縱向壓力時，抗張強度是達到由測試樣品段截面積分離的

最高負載（以磅或牛頓受壓）。抗張測試要採用標準的測試儀器，這種儀器是將測試樣品的一端加力，另一端受張力而使平衡輸入負載。最低抗張強度是由安全及標準機構決定，如UL和ASTM。

引伸率:

當受到抗張強度測試儀在縱向上的力時，絕緣體及電線也在延伸性，這種延伸性或伸長

率常以測試樣品的原長度的百分比表示，最低延伸率百分比和抗張強度的相似方式。

老化:

通常經過一段時間絕緣體因某些形式，如抗張力強度和引伸率發生變化，這些數值常會減小。爲了加快這些過程，絕緣體被要求在一個具有一定溫度一定量間的烘烤機器內做測試，UL、ASTM及其他組織提出了抗張強度和允許引伸率的最大損失。

焊接可靠性:

由於焊接金屬，如馬口鐵及鉛的能力，金屬常被用作電導體，這種能力在超過一定時間時會使某些金屬減小，例如：鍍銅時鐵會減小，視覺測試及標準存在能測量能力的度數，一種更客觀的方法就是使用圖表，它能夠測量金屬間的作用力。

彎曲測試:

絕緣體或導體有承受不停地受到重復搖擺的變化能力，這種能力跟受測試品的結構、搖擺角度、搖擺受重（負荷重量）及時間有關。

冷彎曲:

絕緣體在低溫時，有承受浸入的能力，這種能力跟材料類型、溫度、時間、和測量裝置，如搖擺等。通常安全及測試機構有這種要求。

燃燒測試:

電線電纜產品的一個關鍵點燃燒評定，在考慮耐燃的最重要的是著火的傳播，包括著

火點、傳播、可見煙。在美國，NFPA組織制定NEC（國家電學代碼）來要求在建築物內不能使用電線的著火點。另外一些安全機構，如UL和CSA也制定了電線使用的安全要求。

未來發展趨勢

藍芽： 家用或消費性無線通訊技術可望在來年持續成長，特別是PDA 與可連網路的大哥大。未來帶頭跑在前面的就看藍芽技術了。1998年，Ericsson、IBM、Nokia、Intel 與 Toshiba將藍芽技術引進它們的產品中。這種短距無線通訊技術可使無線電話、電腦與其他週邊系統等連結在一起。

藍芽是一種在 2.4-GHz ISM 頻帶上傳輸的無線波技術。它無方向性，可穿過非金屬物體，十公尺 (約33 英尺)內的傳輸速度大約是 1-mbps。藉由提高發射器的功率，可將傳輸範圍延伸至 100 公尺。雖然速度比紅外線傳輸來得慢，但藍芽可透過微網路支援最多九個週邊裝置 (兩個或以上的裝置共用一個頻道)。它保留了專供數位語音通訊的頻道，同時支援三組可同時對話的全雙功功能。藍芽技術的產品迄今尚未問世，但可預期會在週邊裝置市場與可攜式電子產品市場掀起波瀾。

關於藍牙

一個十世紀維京國王和一個現代的短距離無線通訊標準能扯上什麼關係？表面上看來好像不相干的兩件事。但是，就在哈拉德藍牙（Harald Bluetooth）國王統一丹麥而留名青史一千年後的今天，聰明的易利信行銷人員認為他們在統一消費性電子商品世界所做的貢獻可以媲美 Harald Bluetooth 國王。他們可能說的沒錯。如果藍牙計劃（成員包括重量級公司諸如 Nokia，IBM，Intel 以及 Toshiba 等）一如他們所預期順利的話。屆時所有行動電子設備，包括大哥大，個人數位秘書 (PDA)，還有筆記型電腦，將能在不久的將來透過無線電波在三十英尺（約10公尺）的距離以內相互溝通。

就像任何新的科技一樣，藍牙在發展過程中一定會有一些起起落落，而某些應用軟體的發展進度也會比較緩慢。但是業界仍舊對此一新無線傳輸標準寄予厚望。在今年仲夏前，我們應該會開始看到第一個專為行動電話設計的藍牙週邊商品。

現在就讓我們趕快來看看藍牙將如何影響未來的行動電話工業，以及這個科技將如何改變你我使用電話的方式。

