

CNS 2185 聚胺酯漆包銅線正字標記產品檢驗內容介紹

刪除: 監督試驗

格式化: 字型色彩: 黑色

台南分局/技正林昆平

技士洪啟智

前言

漆包銅線常應用在各種電機、電子、通信及儀表零組件線圈上，馬達線圈就是典型的例子，其完整名稱為「聚胺酯漆包銅線」以下簡稱漆包線，檢驗重點在「聚胺酯」材料的製造品質。聚胺酯之化性具抗酸鹼及有機溶劑腐蝕，物理性則可被展延，因此很適合包覆在漆包線導線表面作為絕緣材料，加上漆包線被應用時，常被擠壓、彎曲、拉扯、交叉捆綁、線間磨損、承受高電壓、高溫、焊錫連接等，此時聚胺酯耐磨、耐溫、密封等特性恰也可保護導體的損傷，故成為漆包線最佳絕緣漆。

刪除: 鍍

刪除: 聚胺酯

刪除: 氮

漆包銅線依其絕緣漆膜厚度可分類成三種等級：1種聚胺酯漆包線(1UEW)、2種聚胺酯漆包線(2UEW)、3種聚胺酯漆包線(3UEW)，等級數值越大代表漆膜厚度越小。漆包銅線上的絕緣漆膜是以聚胺酯漆均勻烤在導體表面形成，漆膜本身對導體無傷害也不影響其導電性，常溫下以指甲磨擦不易剝落。漆包線製作依 CNS 2185 規定各有其對應參數規格，檢驗方法詳述於 CNS 8938，包括(標示、外觀、包裝、淨重、製造參數)、尺度(導體直徑、容許差、最小漆膜厚度、最大完成外徑)、針孔試驗、可撓性與密著性試驗、單向耐磨性試驗、絕緣破壞電壓、耐軟化性試驗、耐熱衝擊試驗、耐溶劑性試驗、直焊性試驗、最大導體電阻、伸長率等 12 項檢驗。「正字標記驗證制度」確保產品品質，除 ISO 9001 品質管理系統驗證執行外，另產品依適用之國家標準規定進行全項檢驗，本文介紹漆包銅線正字標記產品檢驗內容，使消費者對家中電機電子產品內部線圈及電源線內部銅導體表面絕緣漆，有更深入的了解。

刪除: 氮

刪除: 氮

刪除: 氮

刪除: 鍍

格式化: 字型色彩: 黑色

刪除: 製造

刪除: 以

刪除: 監督試驗

一、標示、外觀、包裝、淨重、製造參數

1.1 標示檢查

漆包線標示內容應包含種類、顏色(當有顏色時)、導體直徑、製造號碼、每軸淨重、製造廠商、製造年月等，稱呼可如「1種聚胺酯漆包銅線(紅) 0.85mm 或 1UEW (紅) 0.85mm」，另標示上亦需有標檢局正字標記圖示與證書字號，圖 1 顯示符合規範的標示方式。

刪除: 氮

1.2 外觀檢查

以目視檢查每軸/捆之漆包線，表面需光滑、顏色需正常、光澤需均勻、線本身不黏著、常溫下指甲磨擦不易剝落絕緣漆及不得有傷痕。

1.3 包裝檢查

每軸/捆之漆包線不鬆弛、不揪結的繞捲於線軸上，或也可以不致纏結狀況捲入適當容器內，並適當包裝防止搬運受損或糾纏。

1.4 淨重

每軸/捆之漆包線秤重需符合表 1 規定，誤差可容許±30%，但另有協議則不在此限。

1.5 規範取得

從每軸/捆之漆包線標示貼可取得等級與直徑(如本例 2UEW 0.20mm)，便可依 CNS 2185 提供 3 種等級漆包線製造參數規定之附表 1~3(參考 CNS 2185 標準內容)，本例以 2UEW 0.20mm 參考附表 2 整理成本文表 2。測試時，現場取樣兩軸/捆並備樣，備樣樣品僅作為不合格時再確認之試驗品，有關漆包線相關試驗內容於第 2 節~第 12 節詳加介紹。

格式化: 字型色彩: 黑色

格式化: 字型色彩: 黑色

刪除: 1

格式化: 字型色彩: 黑色



| 導體直徑 mm | 每軸淨重 kg |
|--------------|---------|
| 0.02 ~ 0.025 | 0.1 |
| 0.03 | 0.3 |
| 0.04 ~ 0.07 | 1 |
| 0.08 ~ 0.16 | 4 |
| 0.17 ~ 0.29 | 10 |
| 0.30 ~ 0.37 | 15 |
| 0.40 ~ 0.70 | 25 |
| 0.75 ~ 1.5 | 30 |
| 1.6 ~ 3.2 | 40 |

圖 1 漆包線軸出廠的標示貼

表 1 每軸淨重規定

格式化: 字型色彩: 黑色

刪除: 例

| 尺度 (mm) | | | | 耐磨耗破壞荷重 gf[nt] | | 絕緣破壞電壓(V) | 最大導體電阻(Ω/km) | 伸長率 (%) | |
|---------|--------|--------|-------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|----------|------|
| 2UEW | 導體(mm) | | 最小漆膜厚度 (mm) | 最大完成外徑 (mm) | 平均值 (以上) | 最小值 (以上) | 最小承受 | 於 20°C 時 | (以上) |
| | 直徑 | 容許差 | | | 直徑 0.25mm 以下免測。如 0.26mm 為 2.4nt | 直徑 0.25mm 以下免測。如 0.26mm 為 2.0nt | | | |
| | 0.20 | ±0.003 | 0.008 | 0.231 | | | 1600 | 577.2 | 15.0 |

表 2 聚胺酯漆包線的製造規範(以 2UEW 0.20mm 為例)

刪除: .m

刪除: .m

刪除: 氮

格式化: 字型色彩: 黑色

二、尺度量測

導體直徑 t_0 指的是不含絕緣漆膜，故量測前先以酒精燈燒一下，將絕緣漆膜厚度燒掉，量測的厚度即是銅線厚度；最大完成外徑 t_1 指的是含絕緣漆膜厚度的漆包線厚度，量測時以微分計直接對漆包線量測；最小漆膜厚度 t_2 就簡單了，將 $(t_1 - t_0) / 2$ 即是，圖 2 顯示量測情形，量測結果：

(1) $t_0 = 0.20\text{mm}$ 在容許誤差 $\pm 0.003\text{mm}$ 以內 -> 符合

(2) $t_1 = 0.226\text{mm} < 0.231\text{mm}$ -> 符合

(3) $t_2 = (0.226 - 0.20) / 2 = 0.013\text{mm} > 0.008\text{mm}$ -> 符合



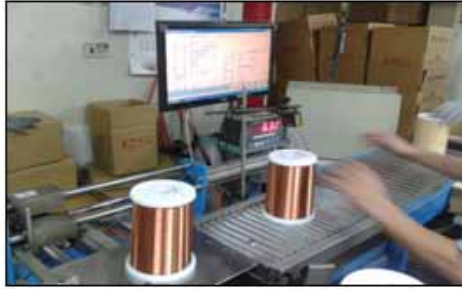
(a)量測銅導體直徑前先以火去膜厚



(b)量測以微分計進行



(c)漆包線外徑指的是(導體+膜)厚度



(d)漆包線每軸(捆)的電子秤秤重情形

圖 2 尺度量測

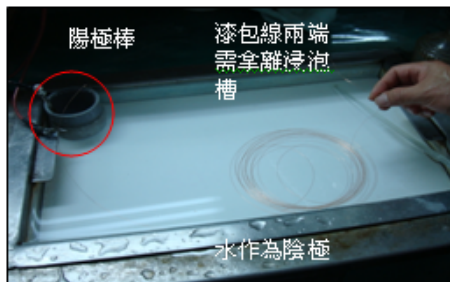
三、針孔試驗

針孔試驗可確保漆包線絕緣漆品質，當製造品質不佳時漆膜偶有破洞情形發生，本試驗訂出容許的接受範圍。試驗時，剪裁 1m 長漆包線放入酚酞酒精內浸泡，由於剪裁兩端銅體截面已外露必需提離浸泡槽，淨泡槽設置陰極與陽極棒並通微電流，若漆包線絕緣漆塗層出現破洞，內層銅導體就會與酚酞酒精接觸到而發生氧化還原釋出氧化銅(紅色)，於浸泡槽內很容易觀察到漂染點，若漂染點數量超過限制值即判定不合格，圖 3 顯示針孔試驗的情形。有關 CNS 2185 對針孔數規定：1 種漆包線容許 5 個以下，2 種漆包線 8 個以下，3 種漆包線 12 個以下；當發生試片不合格時，准予再取兩根試片重作試驗，但兩試樣需同時通過試驗才算合格。

刪除: 1M

刪除: 太

刪除: 太



(a)浸泡槽需設置陽極棒並通電



(b)漆膜若有破洞即顯紅色漂染情形

格式化: 字型色彩: 黑色

圖 3 針孔試驗

四、可撓性與密著性試驗

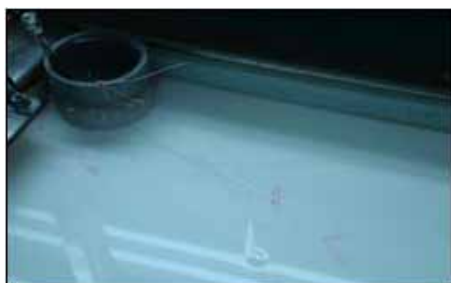
本試驗在模擬漆包線纏繞或拉扯時，絕緣漆膜展延性是否足夠而不會發生龜裂破洞，圖 4 顯示可撓性與密著性試驗過程。

4.1 可撓性試驗

漆包線直徑 0.35mm 以下採伸長法：自同一線軸上取長約 35cm 之試片 3 根，各標線距 250mm(即在漆包線上以紅筆標出兩線刻痕作標記，兩刻痕相距 25cm)，再以拉長試驗機以 300m/min 拉伸速率拉斷後，以第 3 節進行試驗觀察是否有龜裂情形。另 0.37mm 以上採纏繞法：自同一線軸上取長約 35cm 之試片 3 根，各以自身周長纏繞平滑面圓棒上 10 匝，並使各漆包線間彼此緊密接觸，鬆開後，依本文第 3 節試驗觀察是否有龜裂。

4.2 密著性試驗

僅適用直徑 1.6mm 以下漆包線增作。從同一線軸上取長約 35cm 之試片 3 根，各標線距 250mm(即在漆包線上以紅筆標出兩線刻痕作標記，兩刻痕相距 25cm)，再以拉長試驗機以 4m/sec 拉伸速率拉斷後，依本文第 3 節進行試驗觀察是否有龜裂。



(a)可撓性試驗(本例採伸長法後觀察) (b)密著性試驗(以粉筆畫記刻痕情形)

圖 4 可撓性與密著性試驗

五、單向耐磨性試驗

本試驗模擬漆包線被施予不同力矩拉扯時，絕緣漆膜展延性是否足夠，不能有龜裂破洞發生。圖 5 顯示整套測試裝置的設計，將漆包線固定負荷桿下方，負荷桿右上角掛以砝碼施重，機台上有一磨損滾輪(磨耗頭)，負荷桿會將待測漆包線壓在滾輪上，當裝置起動電源，滾輪向左滾動並對漆包線進行輾磨，隨著前進距離加大，漆包線因所受施力點變動承受力矩逐漸加大，當力矩大某種程度足以使漆包線絕緣膜破損時，漆包線的銅導體會與滾輪接觸而發生短路，此裝置會自動偵測停止滾輪前進，並自動記錄前進的距離 L(m)。計算力矩 $\Gamma(\text{nt.m}) = \text{砝碼重量 } W(\text{nt}) \times L(\text{m})$ ，此值需符合本文表 2 內耐磨耗破壞荷重數值規定，若完成輾壓長度仍無法自動停止滾輪運轉，重複步驟並加重砝碼重量直到短路產生。

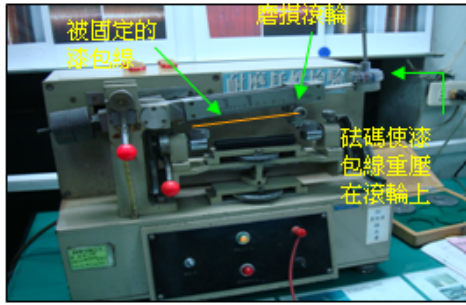


圖 5 單向耐磨性試驗

格式化: 字型色彩: 黑色

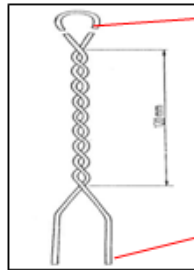
格式化: 字型色彩: 黑色

六、絕緣破壞電壓試驗

本試驗在模擬漆包線承受異常高電壓下，其絕緣能力是否足夠，直徑 0.04mm 以下採金屬筒法；0.05mm 以上者採對絞法，本節僅介紹對絞法。試驗前，對同一軸漆包線取 50cm 試片三根，每根各對折再以表 3 規定之絞力與絞數進行絞合，絞合長度維持 12cm 再切掉頭部成雙 Y 形，將雙 Y 置各取一端以 60Hz 正弦波電壓逐漸加大直到絕緣破壞，記錄此時電壓值，則需符合表 2 最小承受電壓規定，本例實測 6600V 才破壞(圖 6)。

格式化: 字型色彩: 黑色

| 導體直徑 mm | 張力 kg(N) | 長度約 12cm 之絞數 (目) |
|------------|---------------|------------------|
| 0.05 | 0.003(0.0294) | 50 |
| 0.06~0.07 | 0.005(0.049) | 40 |
| 0.08~0.11 | 0.01 (0.098) | 30 |
| 0.12~0.17 | 0.04 (0.392) | 24 |
| 0.18~0.29 | 0.12 (1.18) | 20 |
| 0.30~0.45 | 0.35 (3.43) | 16 |
| 0.50~0.70 | 0.45 (4.41) | 12 |
| 0.75~1.2 | 1.5 (14.7) | 9 |
| 1.5~2.0 | 4 (39.2) | 6 |
| 2.1~3.2 | 7 (68.6) | 3 |



(a) 試片製作規定

(b) 試片成品

(c) 雙 Y 試片相異端施加電壓

圖 6 絕緣破壞電壓試驗

格式化: 字型色彩: 黑色

七、耐軟化性試驗

本試驗在模擬漆包線互相纏絞後，其接觸點是否會隨周溫上升而發生絕緣漆膜軟化破壞造成短路危險，其中漆包線直徑 0.19mm 以下採環交叉法；0.2mm 以上者採交叉法，本文僅介紹交叉法，試驗需在可調溫烘箱進行。試驗前，從同一線軸上取長約 15cm 之試片兩根將其互疊成十字形，再將兩根漆包線鎖在鐵架上固定(圖 7b)，其中兩個固定端子通電(+)(-)，當交叉點發生短路其短路電流應限制在 5~20mA，試驗時，兩漆包線交叉點以重力垂施加重力，重力垂下方依規定(圖 7c)負荷，接著將烘箱以 2°C/min 升溫，當溫度逐漸上升，兩條漆包線被施壓點會先發生軟化溶解現象，導致導體發生短路導通，此時儀器自動記錄導通時溫度 T，則漆膜軟化溫度 $T > 170^{\circ}\text{C}$ 。

格式化: 字型色彩: 黑色



(a)耐軟化試驗機台(可同時進行五試片) (b)固定方式及重力垂施力情形

| 導體直徑 mm | 錘 重 g | | | | 參考 |
|------------|-------|------|-----|-----|---------|
| | 0種 | 1種 | 2種 | 3種 | |
| 0.20~0.25 | 400 | 300 | 200 | 150 | 交叉 法 |
| 0.26~0.40 | 500 | 400 | 300 | 250 | |
| 0.45~0.65 | 600 | 500 | 400 | 350 | |
| 0.70~0.85 | 700 | 600 | 500 | - | |
| 0.90~1.1 | 800 | 700 | 600 | - | |
| 1.2~1.5 | 900 | 800 | - | - | |
| 1.6~2.0 | 1000 | 900 | - | - | |
| 2.1~2.6 | 1200 | 1000 | - | - | |
| 2.7~3.2 | 1500 | 1200 | - | - | |

(c)重力垂施力規定

圖 7 耐軟化性試驗

格式化: 字型色彩: 黑色

八、耐熱衝擊試驗

本試驗在模擬單根漆包線於最不利情況下，其絕緣漆膜需能承受規定溫度，直徑 0.08~0.35mm 者採伸長法；直徑 0.37mm 以上者採纏繞法，本文僅介紹伸長法，試驗在可調溫烘箱進行。試驗前，自同一線軸上取長約 35cm 之試片 3 根，並各線標線距 250mm (即在漆包線上以粉筆標出兩線刻痕以作為標記，兩刻痕需相距 25cm)，再使用拉長試驗機夾住漆包線兩端，以 300m/min 拉伸速率達成表 3 伸長率規定 (本例伸長率 10%) 後，再將試品置於烘箱 130°C 連續加熱 1 小時後拿至室溫下，依第 3 節進行觀察是否有龜裂破洞。

格式化: 字型色彩: 黑色

刪除: 紛

刪除: sec

格式化: 字型色彩: 黑色

格式化: 字型色彩: 黑色

格式化: 字型色彩: 黑色

| 導體直徑 mm | 伸長率或繞捲徑 |
|------------------|---------|
| 0.08 ~ 0.09 | 5 % |
| 0.10 ~ 0.35 | 10 % |
| 0.37 ~ 0.75 | 3d |
| 0.80 ~ 1.1 | 4d |
| 1.2 ~ 1.5 | 5d |
| 加熱溫度為 130 ± 5 °C | |

表 3 耐熱衝擊試驗的伸長率規定

格式化: 字型色彩: 黑色

九、耐溶劑性試驗

本試驗在模擬漆包線隨應用產品放置於具有溶劑揮發性環境時，必需有一定耐受性。試驗前，取長約 20cm 試片 1 根置於恆溫爐(125°C±3°C)十分鐘後拿出，在不彎曲不伸長試片狀態下，將 15cm 長部位浸入(60°C±3°C)二甲苯溶液內 30 分鐘，取出後以目視觀察導體上漆膜是否發生膨脹或起泡現象。再以指甲法或鉛筆法測試後，檢查是否可見到導體之漆膜剝落。「指甲法」適用導體直徑 0.19mm 以下者，主要以指甲尖端磨擦該線，接著以目視檢查是否可見到導體漆膜剝落；「鉛筆法」適用導體直徑 0.20mm 以上者，主要以符合 CNS 722 鉛筆之筆芯與水平呈 60° 施予 500gf(4.9nt)推壓力擦刮一次，目視漆膜是否剝落，圖 8 顯示整個試驗過程。

刪除: 觀察導體上漆膜是否發生膨脹或起泡現象,若有表示不符合。



圖 8 漆包線耐溶劑性試驗

格式化: 字型色彩: 黑色

格式化: 字型色彩: 黑色

十、直焊性試驗

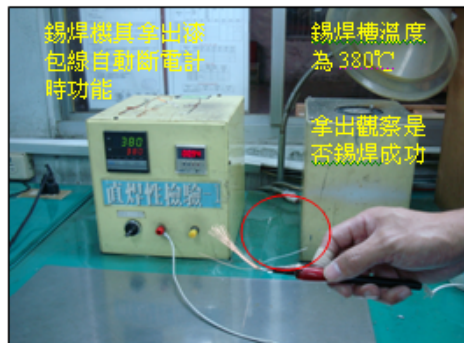
本試驗在模擬漆包線能否被正常錫焊。試驗前，從同一線軸上取長約 15cm 之試片 3 根，將每試片前端約 4cm 浸漬於 380°C±5°C 且符合 CNS 2475 規定的 50Sn 軟焊材料內，再依圖 9(a)浸泡時間規定拿至室溫，則浸漬部位 3cm 長度需被焊錫完整包覆，圖 9(b)顯示試驗過程。

格式化: 字型色彩: 黑色

格式化: 字型色彩: 黑色

| 導體徑 mm | 浸錫時間秒 |
|------------------|-------|
| 0.32 以下 | 2 |
| 0.35 ~ 0.50 | 3 |
| 0.55 ~ 1.0 | 4 |
| 1.1 ~ 1.5 | 5 |
| 浸錫溫度為 380 ± 5 °C | |

(a) 浸漬時間規定



(b) 試驗情形

圖 9 漆包線直焊性試驗

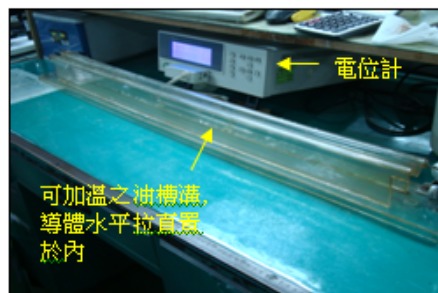
格式化: 字型色彩: 黑色

十一、導體電阻量測

本試驗在確保漆包線內導體導電性。試驗前取 L=1m 之試片，先以酒精燈燒掉絕緣漆膜以避免影響導體電阻量測值，接著將試片放置於測試台的油槽溝內，並將導體兩端連接於電位計，開始加溫油槽溝內的油，直到浸泡溫度滿足圖 10(a)任一接近的待測溫度 t°C，此時才啟動電位計開始量測電阻 R_t，再利用圖 10(a)快速換算係數及式 1，將 R_t 轉換 20°C 時電阻 R₂₀，則 R₂₀ 需小於表 2 最大電阻值規定(本例室溫 26°C，量測 R_t=0.549Ω/km，轉換係數 α_t 取 0.977，轉換於 20°C 時電阻為 537.9Ω/km < 577.2Ω/km 符合)，圖 10 顯示量測情形。

$$R_{20} = \frac{R_t \times \alpha_t}{L} \times 10^3 \text{ (}\Omega/\text{km)} \quad (\text{式 } 1)$$

| 溫度 °C | 係數 α _t | | 溫度 °C | 係數 α _t | | 溫度 °C | 係數 α _t | |
|----------|-------------------|-------|----------|-------------------|-------|----------|-------------------|-------|
| | 銅線 | 鋁線 | | 銅線 | 鋁線 | | 銅線 | 鋁線 |
| 10 | 1.041 | 1.042 | 19 | 1.004 | 1.004 | 28 | 0.970 | 0.969 |
| 11 | 1.037 | 1.037 | 20 | 1.000 | 1.000 | 29 | 0.966 | 0.965 |
| 12 | 1.033 | 1.033 | 21 | 0.996 | 0.996 | 30 | 0.962 | 0.962 |
| 13 | 1.028 | 1.029 | 22 | 0.992 | 0.992 | 31 | 0.959 | 0.958 |
| 14 | 1.024 | 1.025 | 23 | 0.989 | 0.988 | 32 | 0.955 | 0.954 |
| 15 | 1.020 | 1.020 | 24 | 0.985 | 0.984 | 33 | 0.951 | 0.951 |
| 16 | 1.016 | 1.016 | 25 | 0.981 | 0.980 | 34 | 0.948 | 0.947 |
| 17 | 1.012 | 1.012 | 26 | 0.977 | 0.977 | 35 | 0.944 | 0.943 |
| 18 | 1.008 | 1.008 | 27 | 0.973 | 0.973 | | | |



(a) 導體電阻於 20°C 時換算係數

(b) 測試裝置(加溫油槽+電位計)

圖 10 導體電阻量測情形

十二、伸長率試驗

本試驗在確保漆包線的延展性。試驗前取長度 40cm 試片，在中央部位作 25cm 之標線，再使用符合 CNS 9471 拉長試驗機檢驗法中所規定之試驗機進行試驗，圖 11 顯示拉伸情形。

(1) 拉升速率為 300mm/min 以下。

(2) 試片由原長 L 開始拉伸至 L' 斷掉，則伸長率為 (L' - L)/L，此伸長率需滿足表 2 伸長率規定(本例 24% > 15% 符合)。

註：若發生試片在標線距離外處被斷線或標線 25mm 以內一拉即斷，則試驗被視為無效，需補足試片重作。

格式化: 字型色彩: 黑色

格式化: 字型色彩: 黑色

刪除: 表 4

格式化: 字型色彩: 黑色

刪除: 表 4

格式化: 字型色彩: 黑色

格式化: 字型色彩: 黑色

格式化: 字型色彩: 黑色



圖 11 拉長試驗機試驗情形

結論

漆包銅線正字標記監督試驗內容，基本上包含十二個測試項目，測試程序被規範在 CNS 2185 與 CNS 8938 標準內，包括(標示、外觀、包裝、淨重、製造參數)、尺度(導體直徑、容許差、最小漆膜厚度、最大完成外徑)、針孔試驗、可撓性與密著性試驗、單向耐磨性試驗、絕緣破壞電壓、耐軟化性試驗、耐熱衝擊試驗、耐溶劑性試驗、直焊性試驗、最大導體電阻、伸長率等。本文從實務觀點，對漆包銅線監督試驗內容作更進一步解析，詳述各項試驗步驟，希望對執行人員或代施單位有所助益，並提供廣大的漆包線應用產品之從業人員與使用者，對漆包線安全性有進一步的了解。

格式化: 字型色彩: 黑色

刪除: 繞

格式化: 字型色彩: 黑色