

本試驗方法意在描述材料特性，例如可用於質量控制，但不適用於評定建築材料和建築器具的著火性能。本試驗方法可用於材料的預選，但在試驗時材料的厚度要等於實際應用的最小厚度才能獲得明確的結果。雖然這些試驗結果提供了塑料在使用時的某些特性，但絕不能僅以此來保證使用時的安全性能，試驗結果受材料組分和材料性能的影響，前者如著色劑、填充劑和阻燃劑，後者如各項異性的方向和分子量等。

本試驗方法規定的材料分類法可用於產品質量保證或產品零部件材料的預選。此材料長應用於電氣包覆材料、支撐結構及絕緣體等最終製品材料。

### 3.2.2 原理

本方法要求使用兩種不同形狀的試驗樣品以表徵材料的特性。長方條形式驗樣品用於評估材料的易燃性和燃燒時間，板形試驗樣品則用於評定材料耐燒穿的能力。

### 3.2.3 試驗的意義

用本試驗方法獲得的結果與用 IEC 60695-11-10 規定的水平燃燒(HB)試驗和垂直燃燒(V)試驗得到的結果並不等效，因為本方法的試驗火焰更嚴酷，功率約為後者的 10 倍。

用本試驗方法測得的燃燒特性受諸如材料的密度、非勻質性和試驗樣品厚度等因素的影響，某些材料可能遇火蜷縮或遇火變形但不燃燒，在這種行況下，就需要補充試驗樣品已獲得有效的試驗結果。

某些塑料的燃燒特性可能隨時間而變化。因此合理的作法是使用適當的方法在老化處理前後進行多次試驗。優選的老化處理方法是在  $70\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  的烘箱中老化處理 7d。

### 3.2.4 試驗裝置

通風櫃/試驗箱(圖 21)容積至少  $0.75\text{ m}^3$ 、試驗使用標稱功率為 500 W 的火焰燃源、燃燒器安裝墊塊(圖 22)及火燄高度量規(圖 23)外，其餘所需如手持點火器準備點火(圖 24)及調整火焰腳踏開關(圖 25)，此對雙手須伸入試驗箱內操作，又須調整火焰，是非常實用的設計。燃燒器安裝墊塊或固定裝置用於將燃燒器安裝成與垂直軸線的交角為  $20^{\circ}\pm 2^{\circ}$  角。

上述試驗箱設計有兩項特點：(1)採用負壓式抽氣裝置，使該間實驗室空氣僅能由依抽氣方向流動。(2)密閉式前觀測窗門，測試時，測試人員不會吸入燃燒產生之有害氣體物質。基於此兩項設置，測試人員可常年整天在試驗箱旁工作。



圖 21 通風櫃/試驗箱(0.75m<sup>3</sup>)

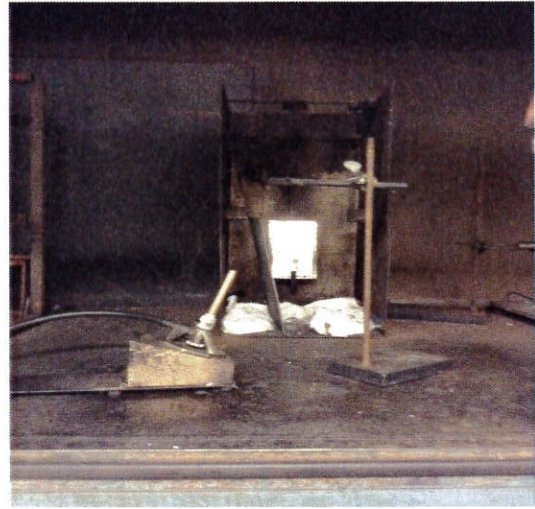


圖 22 燃燒器安裝墊塊

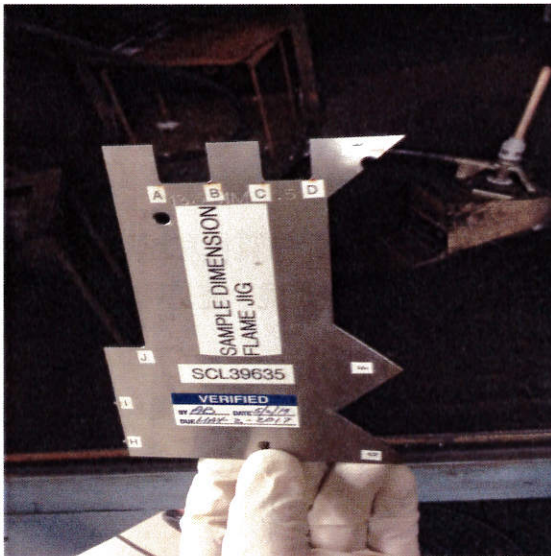


圖 23 火燄高度量規



圖 24 手持點火器準備點火

成品試驗樣品：

試驗樣品製備同 IEC 60695-11-10，使用不同顏色、厚度、密度、分子量、各向異性方向的試驗樣品，或含有不同添加劑、或不同填料/增強劑的試驗樣品進行試驗所得出的試驗結果會不同。

條形試驗樣品：尺寸應為長 125 mm±5 mm、寬 13.0 mm±0.5 mm，並應提供常用的最小厚度，且不應大於 13.0 mm。稜邊應光滑，圓角半徑不應大於 1.3 mm，要求同 IEC 60695-11-10，見圖 10。



板形試驗樣品：尺寸應為長  $150\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$ ，寬  $150\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$ ，厚度應是常用的最小厚度，且不應大於  $13.0\text{ mm}$ 。

### 3.2.5 試驗方法

#### 3.2.5.1 預處理

每 5 件條形試驗樣品和 3 件板形試驗樣品組成一組試驗樣品，預處理及試驗環境條件同 IEC 60695-11-10。

#### 3.2.5.2 試驗程序—條形試驗樣品

使用試驗支架，施力於條形試驗樣品縱軸垂直方向並在試驗樣品上部  $6\text{ mm}$  之處夾住條形試樣，使其下端距水平放置的棉墊  $300\text{ mm}\pm 10\text{ mm}$ ；棉墊的面積約  $50\text{ mm}\times 50\text{ mm}$ ，未壓實的厚度約  $6\text{ mm}$ ，最大質量為  $0.8\text{ g}$ 。

將燃燒器放在遠離試驗樣品的地方，燃燒管的中心軸線垂直，然後使燃燒器產生標稱  $500\text{ W}$  符合 IEC 60695-11-3 火焰 A 或 C 標準火焰。至少等待  $5\text{ min}$ ，使燃燒器達到穩定狀態。再把燃燒器固定在安裝斜墊塊上，使燃燒管的軸心線與垂直平面成  $20^\circ\pm 5^\circ$  角。如有爭議，應用火焰 A 作為基準試驗火焰。



圖 25 調整火焰腳踏開關

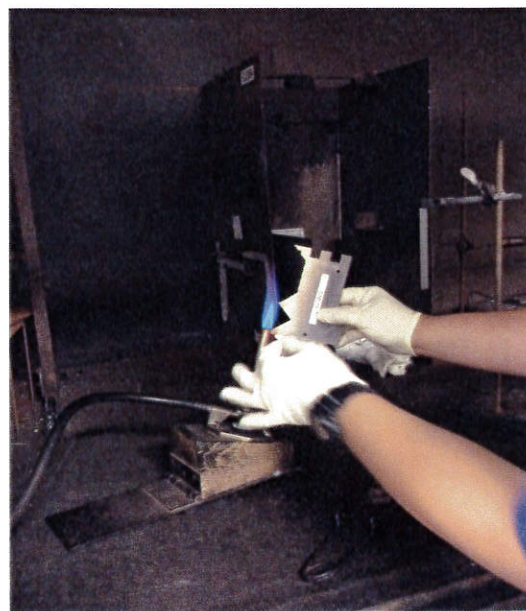


圖 26 測量內外火燄高度

使條形試驗樣品的窄邊面對燃燒器，使燃燒器火焰與垂直面成  $20^\circ\pm 5^\circ$ ，施加在試驗樣品的前下角，使  $40\text{ mm}\pm 0.5\text{ mm}$  藍色錐形焰芯的頂部剛好觸及條型試樣(圖 26)。



施加火焰  $5.0\text{ s}\pm 0.5\text{ s}$ ，然後移開火焰  $5.0\text{ s}\pm 0.5\text{ s}$ ，重複操作，使條形試驗樣品經受 5 次試驗火焰。如果在試驗期間條形試驗樣品滴下顆粒，卷縮或伸長，則需手持燃燒器和墊塊調整燃燒器位置，使藍色焰芯的頂部剛好觸及條形試樣的剩餘部分，而不是觸及熔融的材料細絲。在每次施加火焰之後，燃燒器從試驗樣品處移開 150 mm，使條形試驗樣品不受影響，如圖 27。

在對條形試驗樣品第 5 次施加火焰後，立即移開燃燒器使之遠離試驗樣品，使樣品不受影響，同時使用計時裝置開始測量並記錄餘焰時間  $t_1$  和餘灼時間  $t_2$  及  $t_1$  與  $t_2$  之和，精確到秒，還要紀錄是否有燃燒的顆粒從條狀試驗樣品上落下，如有燃燒顆粒落下，則要記錄它們是否點燃了棉墊。

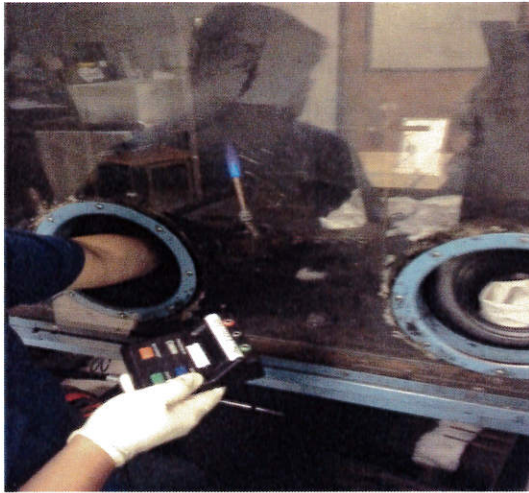


圖 27(a) 5V 燃燒過程



圖 27(b) 5V 燃燒過程(續)



圖 27(c) 5V 燃燒過程(續)



圖 27(d) 5V 燃燒過程(續)

經過規定預處理的 5 件一組的條形試驗樣品中，如果只有一件試驗樣品不符



合某一類所有指標，則應試驗經受過相同處理的另外 5 件一組的條形試驗樣品。第二組全部試驗樣品均應符合這類材料規定的所有指標。以不同試片再次觀察，如圖 28。



圖 28(a)第二次 5V 燃燒過程



圖 28(b)第二次 5V 燃燒過程(續)

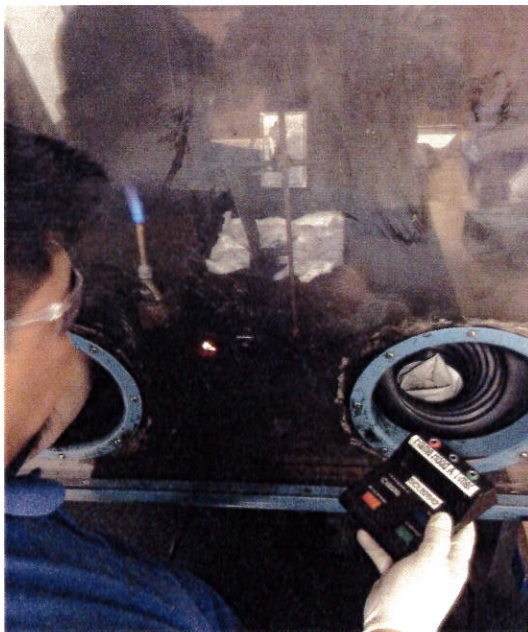


圖 28(c)第二次 5V 燃燒過程(續)

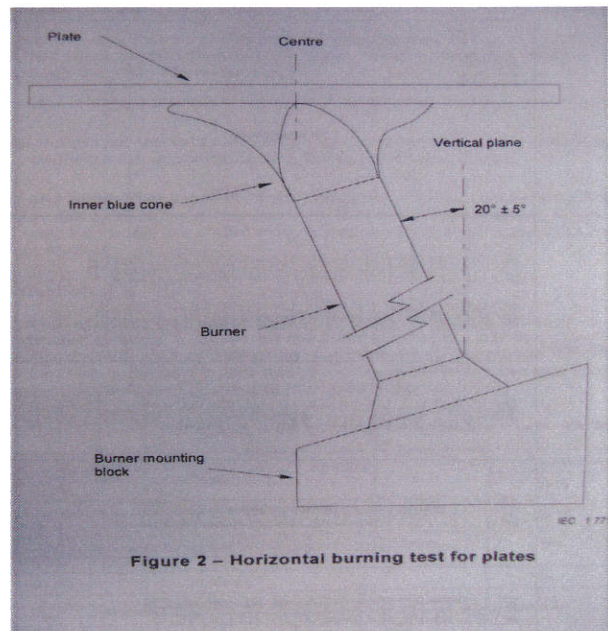


圖 29 板形試驗

### 3.2.6 板形試驗樣品

利用試驗支架上的夾具，使試驗樣品保持在水平位置。將燃燒器的火焰施加在該板形試驗樣品底面的中心。燃燒器與垂直平面成  $20^{\circ}\pm 5^{\circ}$  角，使藍色焰芯的頂部剛好觸及樣品表面(圖 29)。

施加火焰  $5.0\text{ s}\pm 0.5\text{ s}$ ，然後移開火焰  $5.0\text{ s}\pm 0.5\text{ s}$ ，重複操作使板形試驗樣品承受 5 次試驗火焰。在每次施加火焰後，立即將燃燒器從試驗樣品處移開 150 mm，使板形試驗樣品不受影響，可能必須手握燃燒器和安全墊塊來達到這一目的，在第 5 次施加火焰後，立即移開燃燒器使板形試驗樣品不受影響。紀錄火焰是否燒穿該樣品。經過規定預處理的 3 件一組的板形樣品中，如果只有一件試驗樣品不符合某一類所有指標，則應試驗經受過相同處理的另外 3 件一組的板形樣品。第 2 組全部試驗樣品均應符合規定。

### 3.2.7 分類

根據條形試驗樣品和板形試驗樣品的性能，按照表 3 給出指標應將被試材料分為 5VA 類或 5VB 類(5V 表示 500 W 垂直燃燒類別)。為了評定燃燒到支持夾具的距離，歸入 5VA 類或歸入 5VB 類的材料，同一條形試驗樣品厚度，還應符合 IEC 60695-11-10 所描述的 V-0、V-1 或 V-2 類材料的規定。

表 3 5V 燃燒等級類別

指標	類別(見註)	
	5VA	5VB
對每個單個的條形試驗樣品第 5 次施加火焰後，單個條形試驗樣品的餘焰時間加上餘灼時間，即( $t_1 + t_2$ )	$\leq 60\text{ s}$	$\leq 60\text{ s}$
條形試驗樣品的燃燒顆粒或滴狀物是否引燃了棉墊	否	否
條形試驗樣品是否完全燒盡	否	否
是否有板形試驗樣品被燒穿	否	是
註：如試驗結果不符合規定的指標，則該材料不能用這一試驗方法分類。		

3.2.8 本項試驗因研習時間無法針對全部組數樣品進行試驗，且重點在於了解過程，故重複性部分不予處理，僅就單個試驗樣品進行 5 次試驗，試驗結果餘焰加

上餘灼時間( $t_1+t_2$ )計  $49\text{ s} \leq 60\text{ s}$ ，但因同批同材質板形試驗樣品準備不及，故以不同試片測試兩次，以更清楚了解過程，判定材質分類均 $\leq 60\text{ s}$ ，若需更進一步判斷為 5VA 或 5VB，尚須以同材質板形試片是否被燒穿為準。

### 3.3 耐燃性等級 VTM-0、VTM-1、VTM-2

進行 ISO 9773 塑料立式軟試樣與小火焰源接觸燃燒性能的測定之燃燒試驗；ISO 9773 標準英文全名為 **Plastics -- Determination of burning behaviour of thin flexible vertical specimens in contact with a small-flame ignition source**。

#### 3.3.1 範圍

此規範針對立式軟塑材試樣暴露於一低能階引燃火焰，比較相關燃燒行為小型尺寸之程序。這是試驗材料決定餘焰和餘燃時間的方法。描述於後的分類系統可應用於品質控制及成品零件材質的預選，結果被零組件材質影響，例如顏料、填充料、阻燃性濃度。

此材料常應用於電氣用印刷電路板材料。

#### 3.3.2 原理

近似圓柱外型試樣一端被垂直支撐，自由端暴露於兩次持續規定時間之氣體火焰，試樣燃燒行為係以測量試樣餘焰和餘燃時間予以評估。

#### 3.3.3 測試意義

由試驗流程測量燃燒特性，可能受到各種因素的影響，例如：密度、顏色、材料的各向異性、試片厚度、添加劑、退化及元件揮發可能之損失等，用此方法測量獲得之結果可作為比較材質相關性能及對材質評估有益。

#### 3.3.4 設備和材料

試驗箱，內部容量至少 0.5 立方米。允許人員觀察到試驗的過程，燃燒過程中，氣流是自由流動的，熱氣循環流過樣品。為了安全及方便，期望外殼(它是完全封閉的)被安裝一個抽氣裝置，例如一個排氣扇，除去產品燃燒時有毒物質。無論如何，實際測試時關閉該裝置及測試完畢後立即開啟以除去燃燒產物。

燃燒器：以 ISO 10093 之 P/PF 引燃源描述(50W 源)，有一長  $100\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ 、內徑  $9.5\text{ mm} \pm 0.3\text{ mm}$  之管。這管不被安裝於附件端如同一穩定裝置。這燃燒器依據 ASTM D 5207 校正。工業等級甲烷氣體供應，純度最低 98%，針對均勻氣體流量有量尺和儀表。具有熱容量  $37\text{ MJ/m}^3 \pm 1\text{ MJ/m}^3$  之其他混合氣體，被發現可提供類似結果，捲繞樣品用軸形棒由  $13\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$  徑棒製成。

#### 3.3.5 樣品



所有的試驗樣品均來自具代表性樣品之材料(數層薄片或產品端)，在任何切割操作後，應小心除去表面灰塵和微粒，削邊應平滑。標準試片應為  $200\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$  長， $50\text{ mm}\pm 2\text{ mm}$  寬，測量每片厚度近似  $0.01\text{ mm}$ (圖 30)。

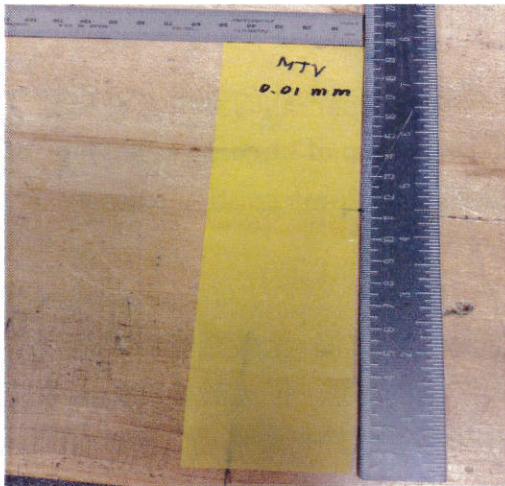


圖 30 測量厚度近似  $0.01\text{ mm}$

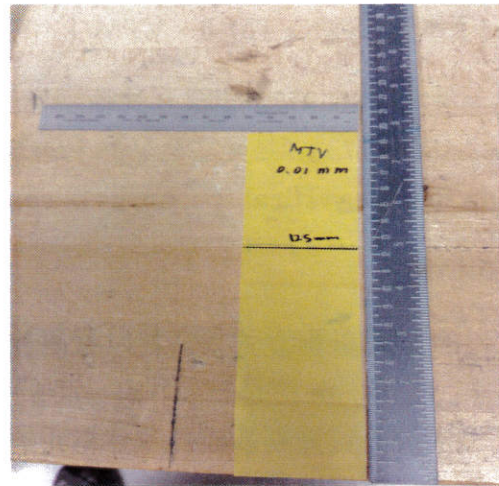


圖 31 距  $125\text{ mm}$  標線

標準試片準備，從距切割樣品的一端  $125\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$  橫跨樣品寬畫記標線(圖 31)，樣品長軸應被緊緊地沿著軸心纏繞圓長軸棒 (圖 32)，形成以  $125\text{ mm}$  暴露線之層圓柱體，樣品重疊部分應被以  $125\text{ mm}$  標示上方，即在以膠帶黏著管的上端(圖 33)，軸然後被除去。

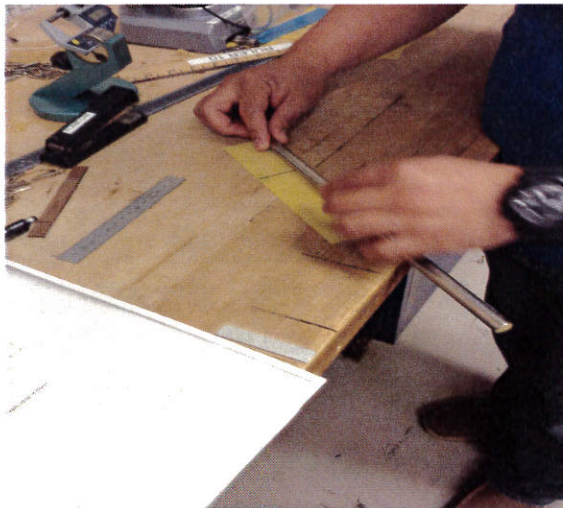


圖 32 以圓長軸棒纏繞試樣

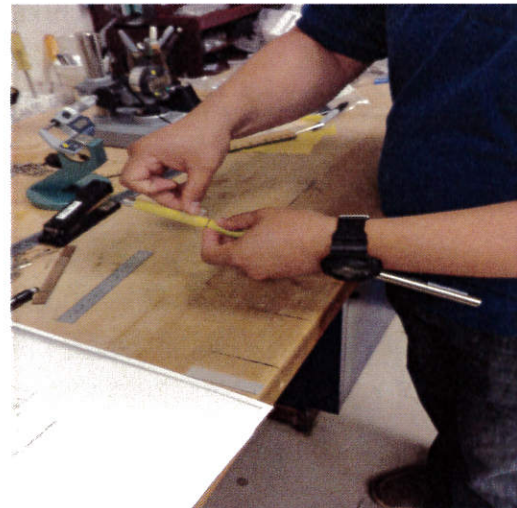


圖 33 以膠帶黏著試樣上端

### 3.3.6 條件



每套各 5 個的兩套樣品，前處理至少 48 小時在 $(23\pm 2)$  °C 和 $(50\pm 5)$  %的相對濕度。並於實驗室大氣壓下 1 h 內測試。另外每套各 5 個的兩套樣品，測試前處理 $(168\pm 2)$  h， $(70\pm 2)$  °C，放在乾燥機裡至少 4 h，冷卻到室溫。立即從乾燥機中取出並於實驗室大氣壓下 1 h 內測試。

### 3.3.7 測試程序

所有的測試樣品應該在實驗室  $15$  °C~ $35$  °C， $45$  %~ $75$  %的相對濕度下測試。用有彈簧的鉗夾或其他裝置於垂直長軸全長上方 6 mm 處夾住樣品，因而測試中管上端可幾乎避免出現煙囪效應，樣品下端應位於面積近似  $50$  mmx $50$  mm、最高厚度 6 mm、重 0.05 g 至 0.08 g 水平層棉絮上方  $300$  mm $\pm$  $10$  mm。

以調整供應及燃燒器氣體部分直到產生  $20$  mm $\pm$  $1$  mm 之黃色尖端藍色火焰，獲得期望的燃燒火焰，增加氣體供應直到黃色尖端剛消失，再次量取並修正藍色火焰高度至所需之  $20$  mm $\pm$  $1$  mm(圖 34)。

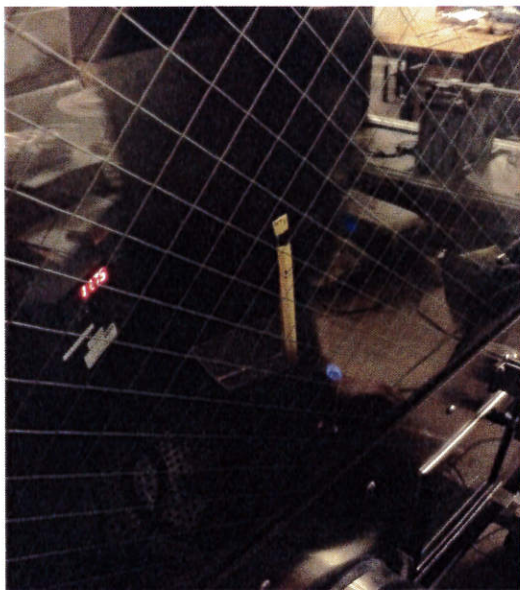


圖 34 修正火焰高度

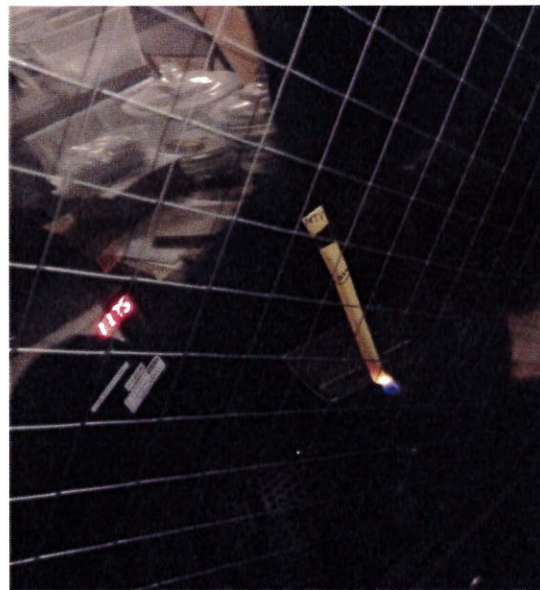


圖 35 VTM 等級燃燒試驗過程

使用該燃燒器火焰集中至樣品非重疊部底部邊緣中點，因此燃燒器頂端位於樣品底端下方  $10$  mm $\pm$  $1$  mm，維持如此這樣距離  $3$  s $\pm$  $0.5$  s(圖 35)，如需要反映任何變化移動燃燒器長度或樣品位置，在燃燒時滴落熔化或燃燒物質，傾斜燃燒器角度至往上  $45$  度，然後移開它剛至足夠離開樣品，可避免滴落物質掉至燃燒器管維持  $10$  mm $\pm$  $1$  mm 空間，此界於燃燒器出口的中心與樣品的剩餘部分，忽視一連串滴落材質，於使用火焰至此樣品  $3$  s $\pm$  $0.5$  s，立即以近似  $300$  mm/s 速率移開火焰至少距離樣品  $150$  mm(圖 36)，同時用計時裝置著手測量，第一餘焰時

間  $t_1$ ，紀錄  $t_1$ 。



圖 36 移開火焰距離樣品 150mm

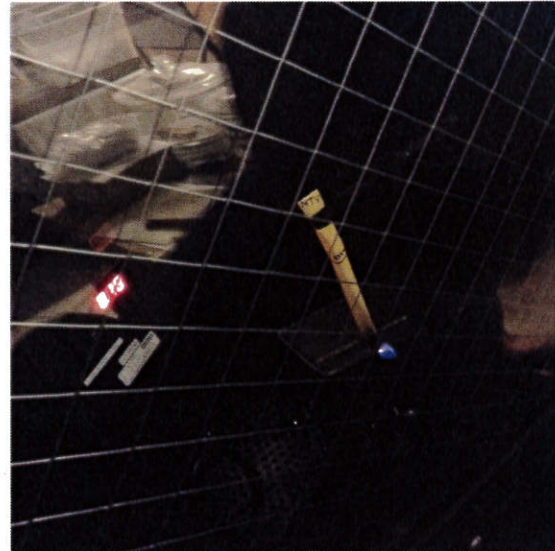


圖 37 移動燃燒器再次燃燒

當樣品的餘焰熄滅，甚至若燃燒器尚未移離距樣品 150 mm，立即再次安置燃燒器火焰於樣品下方，維持燃燒器距樣品殘餘部分  $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  距離  $3 \text{ s} \pm 0.5 \text{ s}$ ，於樣品燃燒該火焰  $3 \text{ s} \pm 0.5 \text{ s}$  (圖 37)，立即熄滅燃燒器或以  $300 \text{ mm/s}$  速率移離距樣品 150 mm，同時使用計時器裝置著手測量，樣品第二餘焰時間  $t_2$  及餘灼時間  $t_3$ ，紀錄  $t_2$  及  $t_3$ 。重複上述程序直到 5 個樣品均完成測試，試驗燃燒過樣品(如圖 38)。



圖 38 燃燒過樣品

### 3.3.8 測定系統分類

使用 20 mm 火焰源對立式撓性樣品易燃性測定系統分類，分類設計碼的使



用是選擇性的。以此方法檢視材料測試結果決定分類設計碼，每一分類碼表示性能層級優先範圍。

#### 分類設計

所用資料來自方法，選擇一個分類碼，使用表 4 對於樣品性能做最佳配，選擇設計當每一個別樣品符合所有的標準規格。選擇記錄這分類碼於報告內。

表 4 VTM 燃燒等級類別

規定	類別路徑(1)			
	≤10 S	≤30 S	≤30 S	>30 S
若：每一個別餘焰時間 t1 及 t2 是	≤10 S	≤30 S	≤30 S	>30 S
及：全部組的餘焰時間 tFS 是	≤50 S	≤250 S	≤250 S	>250 S
及：在使用第二次火焰後每一個別餘灼時間 t3 是	≤30 S	≤60 S	≤60 S	>60 S
及：餘焰或餘灼延燒至 125mm 標記處	否	否	否	是
及：棉絮顯示被部分火焰或滴落物引燃	否	否	是	是或否
因此：類別是	<b>VTM-0</b>	<b>VTM-1</b>	<b>VTM-2</b>	<b>(2)</b>
(1)對一給定之條件處理，若來自一組的 5 個樣品中僅一個不符合分類規定之要求，另一組承受相同前處理的 5 個樣品應被測試，第二組的所有樣品應符合適的分類規定。				
(2)材料無法被此程序分類，另使用 ISO 1210 分類燃燒行為。				

3.3.9 依據本規範，對單件樣品施行測試，過程詳如上述，t1、t2、t3、延燒及滴落現象，依據上表判斷分類應屬 VTM-0。

#### 3.4 耐燃性等級 PLCM、PLC0~5

參訪第三日 6 月 19 日，進行 IEC 60695-2-20 國際標準共 2 項測試，耐燃性

PLCM、PLC0~5 分類等級( IEC 60695-2-20 Fire hazard testing - Part 2-20: Glowing/hot wire based test methods - Hot-wire coil ignitability - Apparatus, test method and guidance，中文名稱：火災危害試驗-第 2-20 部分熾熱/熱線基本測試方法-熱線圈引燃性-設備，測試方法及通則)

### 3.4.1 範圍

此技術規範是適用於固體電絕緣材質，當使用電熱線圈之引燃源，測量熱應用引燃試片之時間，此資料可被用於材質的預選，此敘述於 IEC 60695-1-30。且此等級分類(PLC)系統可用於成品零組件之選擇。

### 3.4.2 原理

一矩形條狀試片被以兩端支撐，中間部分以電熱絲線圈纏繞，一固定電功率密度應用於該線圈上，此迅速加熱至試片之燃燒行為可被觀察，引燃時間須被記錄，熔穿狀態亦以 M 被記錄。

### 3.4.3 測試的意義

在確認正常操作的狀況或故障發生時，電子零組件如電線、電阻器或其他導體變成異常發熱是可能的，此可能導致引燃絕緣材質的結果。故此測試係藉由熱線影響評估相關電絕緣材質之阻止引燃特性。

### 3.4.4 儀器

#### 試驗箱

實驗室煙氣罩/試驗箱應當有一內部至少  $0.5 \text{ m}^3$  空間容積，此試驗箱應提供一自然通風環境，同時允許正常熱空氣環流通過測試樣品。此試驗箱應允許觀察測試過程。試驗箱內牆表面應為暗色。為了安全及便利，它被期望為一封閉式(完全封閉)，以一抽氣裝置如抽氣風扇，以除去可能具有毒性之燃燒產物。抽氣裝置於測試時關閉試驗後立即打開。品質上，試驗箱應有一環境，可以一只蠟燭火焰維持未受干擾，或此應有一環境其空氣流速應不大於  $0.1 \text{ m/s}$ 。

引燃源鎳鉻(80/20)合金熱絲，具有一標稱組成鎳 80 %及鉻 20 %，線徑  $0.5 \text{ mm}$  ( $+0.02 \text{ mm}$ ， $-0.00 \text{ mm}$ )及最小長度  $250 \text{ mm}$ ，如圖 39、圖 40 所示。這熱線以線圈式纏繞 5 圈在試片的中心部分，鎳鉻(80/20)電熱絲應有一標稱冷卻阻抗值近似  $5.25 \Omega/\text{m}$ 。





圖 39 鎳鉻合金熱絲

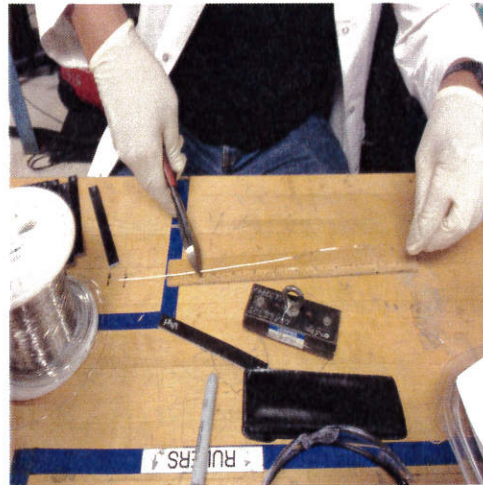


圖 40 熱絲最小長度 250mm

### 固定裝置

二支撐們柱位置相距  $70\text{ mm}\pm 2\text{ mm}$ ，提供在一水平及平坦的位置用以支撐樣品之固定夾具，樣品被支撐於  $70\text{ mm}\pm 2\text{ mm}$  高度及位於試驗箱內底部近似中心處，如圖 41 所示。

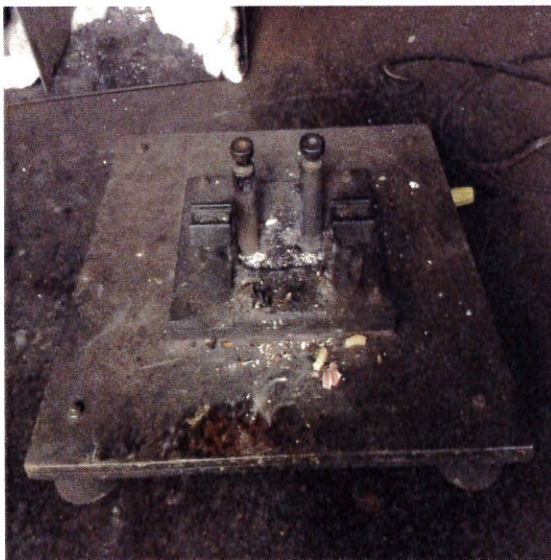


圖 41 固定裝置

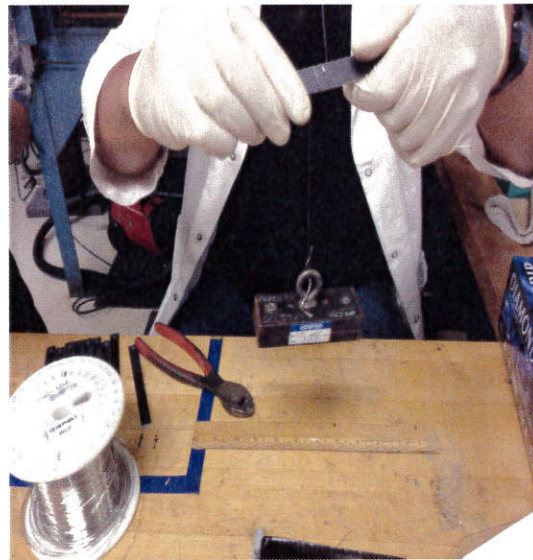


圖 42 繞線裝置

繞線裝置應當提供均勻地以  $6.3\text{ mm}\pm 0.2\text{ mm}$  線距及  $5.4\text{ N}\pm 0.05\text{ N}$  張力繞圈於樣品，如圖 42 所示。

薄或撓性樣品繞線支撐

對薄或撓性材料，在繞線過程中一個支撐應被提供，其構成可為一金屬材質楔形物。

### 3.4.5 測試樣品

應準備 2 組各 5 個測試樣品，若重測需要，追加測試樣品應被提供。

#### 測試樣品準備

試片應裁自具代表性材質之樣品(薄片或成品末端)，依據 ISO 294 鑄模或模造或射出成型；依據 ISO 293 或 ISO 295 壓模；轉換模型至所需外型。任何切割操作後，應除去表面灰塵及微粒，邊緣應光滑平整。

#### 試樣厚度

試樣應為長  $125\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$  寬  $13.0\text{ mm}\pm 0.5\text{ mm}$ ，且應提供一最小標稱供應厚度(+10%，-0%)，最大厚度不超過 13 mm。

### 3.4.6 條件

#### 測試樣品條件：

二組各 5 個樣品應被放置於至少 48 h 於  $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  及相對溼度  $50\% \pm 5\%$ 。

#### 熱線條件

測試前熱線應被煅鍊以釋放內部應力，每一熱線之直線長度應被通以電流以釋放應力，包括整長超過 8 s 及 10 s，如圖 43 所示，熱線線性功率密度材質，如圖 44 所示。

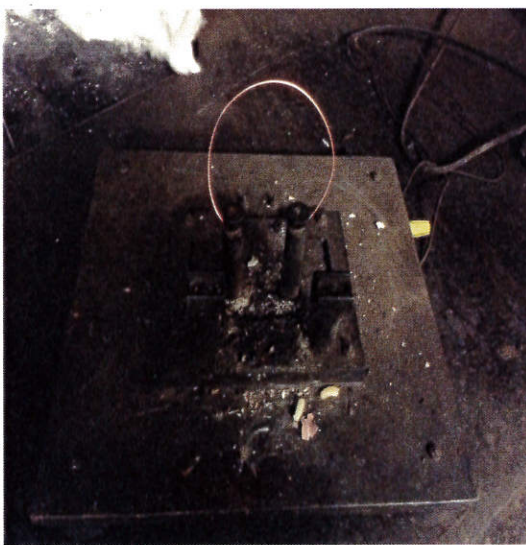


圖 43 熱線煅鍊以釋放內部應力



圖 44 熱線線性功率密度材質



## 測試條件

所有樣品應被執行於 15 °C 至 5 °C、45 % 至 75 % 相對溼度環境中。

### 3.4.7 測試程序

所有測試樣品應於 1 小時內從預處理環境試驗箱中取出。以一煅造過熱線纏繞試樣中間，使用樣品繞線裝置以獲得繞線圈數。

對薄或撓性試樣，纏繞試樣時使用楔形支撐。

夾住試樣在測試固定裝置上，連接熱線自由端於測試電路。預設電源供應產生電流，產生電流並立即啟動計時裝置，此將產生一線性功率密度  $0.26 \text{ W/mm} \pm 0.01 \text{ W/mm}$ ，如圖 43。

維持電流直到試樣引燃或熔穿發生。若引燃發生，關閉電源及記錄時間 120 秒內若引燃或熔穿未發生則中斷測試。

### 3.4.8 觀察及測量

試樣於測試過程中引燃時間應被記錄，熔穿應被以 M 紀錄，第一次測試過程如圖 45，第二次測試過程(薄或撓性試片)如圖 46。

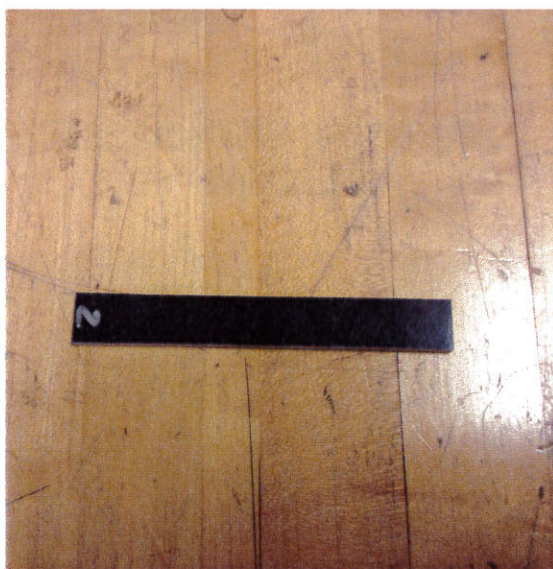


圖 45(a) PLC 等級第一次測試過程

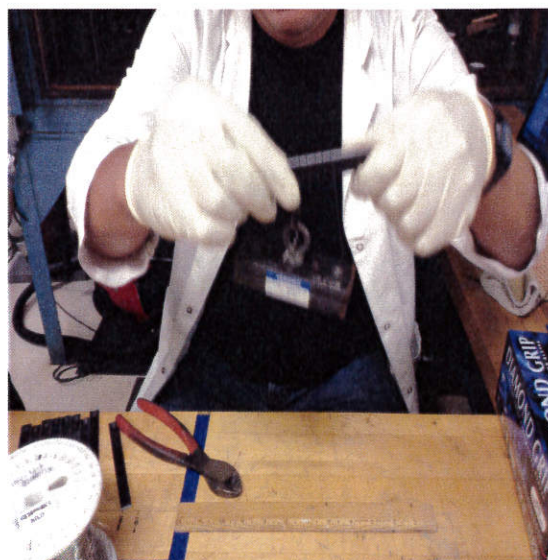


圖 45(b) PLC 等級第一次測試過程(續)





圖 45(c) PLC 等級第一次測試過程(續)

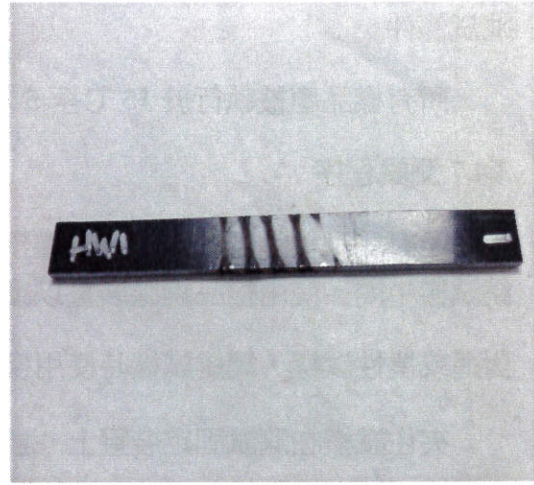


圖 45(d) PLC 等級第一次測試過程(續)

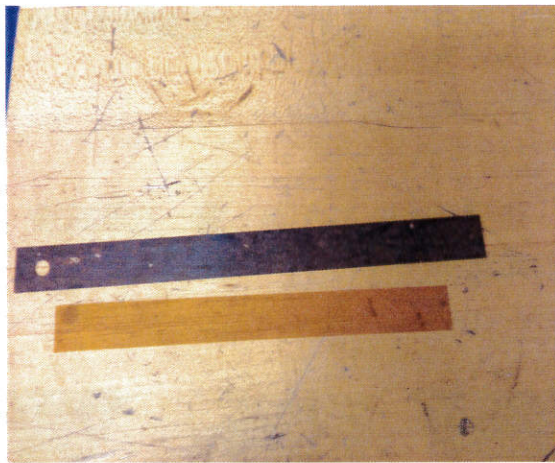


圖 46(a) PLC 等級(撓性材質)第二次  
次測試過程

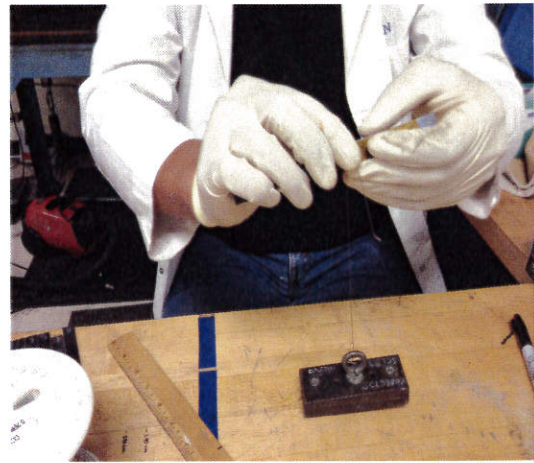


圖 46(b) PLC 等級(撓性材質)第二  
次測試過程(續)



圖 46(c) PLC 等級(撓性材質)第二次  
測試過程(續)

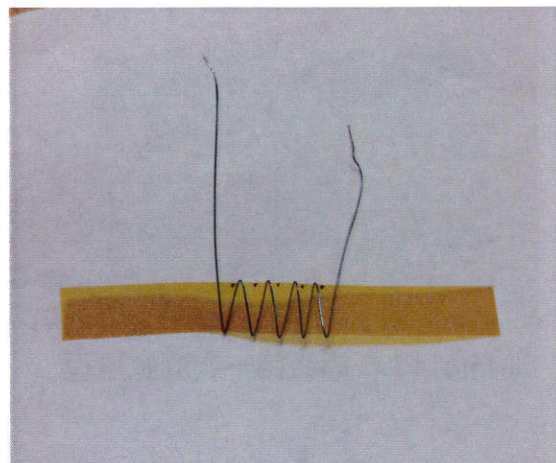


圖 46(d) PLC 等級(撓性材質)第二次  
測試過程 (續)



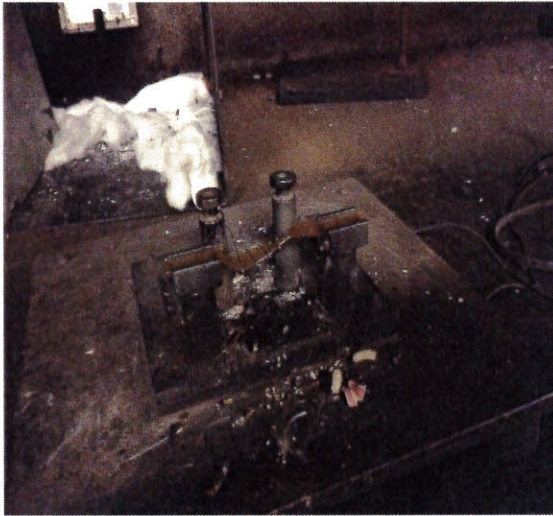


圖 46(e) PLC 等級(撓性材質)第二次  
測試過程(續)



圖 46(f) PLC 等級(撓性材質)第二次  
測試過程 (續)

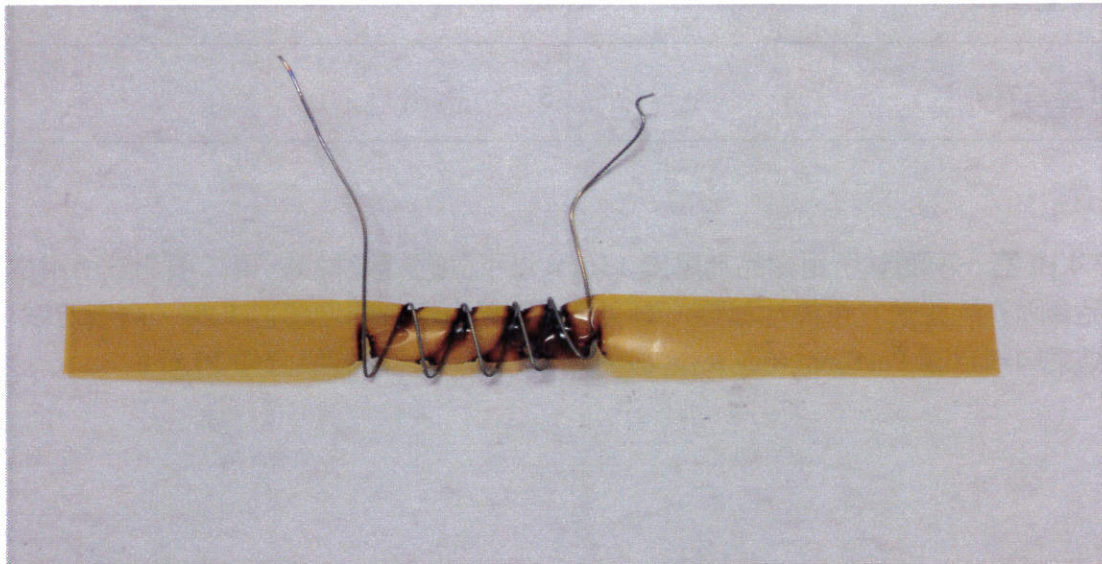


圖 46(g) PLC 等級(撓性材質)第二次測試過程(續)

### 3.4.8 評估及測試結果

對一給定材料，對產生引燃平均時間以秒計。若一組內 5 個樣品有混合結果 (例：一些引燃，一些熔流)，則第二組樣品應被測試。

### 3.4.9 性能等級分類

對一給定材質，性能等級分類給定依據於引燃之平均時間及熔穿，此依據規格範圍。熔穿應被表 5 記錄以 M 表示。

表 5 PLC 燃燒等級類別

引燃範圍 s	性能等級分類 PLC
熔穿	M
>120	0
>60 至 ≤120	1
>30 至 ≤60	2
>15 至 ≤30	3
>7 至 ≤15	4
0 至 ≤7	5

3.4.10 第一項測試所用樣品為厚度 13mm 以下固態絕緣材質，第二項測試所用樣品為固態絕緣薄且可撓性材質，兩次測試結果引燃時間均超過 120s，兩者測試結果均判定屬 Performance level category(PLC) 0 性能等級分類 PLC 0



## 4. 結論與建議

### 4.1 結論

4.1.1 電氣火災成因可細分為成品或零組件之「被動式燃燒(耐燃性)」及「主動式燃燒」，主動式燃燒成因多為零組件不良連接、過載、溫度過高及老化所致，因各零組件(例如電阻器及電容器等)所用材質特性及電性不同，可參考之國際與國家標準很少，故未列為此次參訪主題；而此次參訪主題係屬前者「被動式燃燒(耐燃性)」，意即有關電氣成品或零組件，其外殼、支撐材等及印刷電路板所用塑膠或聚合物材質，耐燃性分類等級標準、設備及測試。

4.1.2 上述內容共針對 IEC 60695-11-10、IEC 60695-11-20、IEC 60695-2-20 及 ISO 9773 等四項標準共進行 7 項現場測試，其所對應設備標準尚包括 IEC/TS 60695-11-3 及 IEC/TS 60695-11-4，故整體而言除確認(1)設備規格符合標準、(2)測試過程符合標準程序及(3)測試結果耐燃等級依據標準判定外，並對耐燃性國際標準架構已有完整的了解。

### 4.2 建議

4.2.1 本報告內容除對 IEC 與 ISO 耐燃性國際標準說明外，另外 UL 相關標準架構，係以 UL746A~E 材料或電器零件於短期(初步)、長期(老化)及回收等之評估標準，搭配 UL94 及 UL1694 為耐燃性標準，此可作為拓展本局安全性事故鑑定技術之借鏡；意即建議可參考 UL746A~E 標準建置材料或零組件不同生命週期特性評估機制，作為本局電器事故原因分析及發展鑑定技術之基礎。

4.2.2 此次參訪所見，UL 實驗室設備相當完整齊備，而本局尚需依據前述 IEC60695 系列標準規格作修正或補建置，相關人員亦應多加了解國際標準以建立檢測能力，並與各國國際驗證機構實驗室建立長期交流合作管道。

## 附錄

### 參考文獻

- [1] IEC 60695-1-30 Fire hazard testing - Part 1-30: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products - Preselection testing process - General guidelines.
- [2] ISO/IEC 60695-11-10 Fire hazard testing -- Part 11-10: Test flames -- 50 W horizontal and vertical flame test methods.
- [3] ISO/IEC 60695-11-20 Fire hazard testing -- Part 11-20: Test flames -- 500 W flame test methods.
- [4] ISO/IEC 60695-2-20 Fire hazard testing. Glowing/hot wire based test methods
- [5] IEC/TS 60695-11-3 Fire hazard testing - Part 11-3: Test flames - 500 W flames - Apparatus and confirmational test methods.
- [6] IEC/TS 60695-11-4 Fire hazard testing - Part 11-4: Test flames - 50 W flame - Apparatus and confirmational test method.
- [7] ISO 845 Cellular plastics and rubbers -- Determination of apparent density.
- [8] ISO 293 Plastics -- Compression moulding test specimens of thermoplastic materials.
- [9] ISO 294 Plastics -- Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials -- Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens.
- [10] ISO 295 Plastics -- Compression moulding of test specimens of thermosetting materials.
- [11] ISO 1210 Plastics -- Determination of flammability characteristics of plastics in the form of small specimens in contact with a small flame.
- [12] ISO 9773 Plastics -- Determination of burning behaviour of thin flexible vertical specimens in contact with a small-flame ignition source.
- [13] ISO 9772 Cellular plastics -- Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame.
- [14] ISO 10093 Plastics -- Fire tests -- Standard ignition sources.
- [15] ASTM D 5207 Standard Practice for Confirmation of 20–mm (50–W) and 125–mm (500–W) Test Flames for Small-Scale Burning Tests on Plastic Materials.
- [16] UL 94 Standard for Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances.
- [17] UL 1694 Standard for Tests for Flammability of Small Polymeric Component Materials.
- [18] UL 746A Standard for Polymeric Materials - Short Term Property Evaluations.
- [19] UL 746B Standard for Polymeric Materials - Long Term Property Evaluations.



- [20] UL 746C Standard for Polymeric Materials - Use in Electrical Equipment Evaluations.
- [21] UL 746D Standard for Polymeric Materials - Fabricated Parts.
- [22] UL 746E Standard for Polymeric Materials - Industrial Laminates, Filament Wound Tubing, Vulcanized Fibre, and Materials Used In Printed-Wiring Boards.

