

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：其他)

「赴美國 UL 實驗室研習電氣產品及重要零組件材料之耐燃性分類、測試設備及測試規範」工作報告

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：技士 / 技士

陳啟銘 / 尹先榮

派赴國家：美國

出國期間：103 年 06 月 16 日至
103 年 06 月 21 日

報告日期：103 年 08 月 18 日

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

摘要

本次出國案係依據 102 年度「參與重點發展科技之國際標準化活動」科發基金計畫之項目 10「赴先進國家實驗室或機構了解商品事故鑑定設備建置與蒐集相關資料，並實際研習商品事故鑑定技術及程序」辦理，執行計畫內容為「赴美國 UL 聖荷西實驗室研習電氣產品及重要零組件材料之耐燃性分類、測試設備及測試規範」，出國人員為經濟部標準檢驗局陳啟銘技士及尹先榮技士 2 人，出國行程自 103 年 6 月 16 日至 103 年 6 月 21 日。

研習內容包括:1.耐燃性等級 V-0、V-1、V-2、HB40、HB75(IEC 60695-11-10 Fire hazard testing - Part 11-10: Test flames - 50 W horizontal and vertical flame test methods) 2.耐燃性等級 5VA、5VB (IEC 60695-11-20 Fire hazard testing - Part 11-20: Test flames - 500 W flame test methods) 3.耐燃性等級 VTM-0、VTM-1、VTM-2(ISO 9773 Plastics -- Determination of burning behaviour of thin flexible vertical specimens in contact with a small-flame ignition source)4.耐燃性等級 PLCM、PLC0~5(IEC/TS 60695-2-20 Ed. 2.0 Fire hazard testing - Part 2-20: Glowing/hot wire based test methods - Hot-wire coil ignitability - Apparatus, test method and guidance)，目的在提升本局電氣產品及重要零組件材料之耐燃性檢測技術與驗證能力。

經過本次的研習與觀摩，除了在上述各研習重點獲得相關標準觀念外，並於整個行程見習美國 UL 聖荷西實驗室現場實作，並學習了解儀器設備之測試規格等，本次研習成果將提供本局電氣商品事故調查分析與鑑定技術之參考。

目 錄

摘要	2
1.目的	7
2.參訪研習簡介	7
3. 研習	
3.1 耐燃性等級 V-0、V-1、V-2、HB40、HB75	9
3.2 耐燃性等級 5VA、5VB	20
3.3 耐燃性等級 VTM-0、VTM-1、VTM-2	27
3.4 耐燃性等級 PLC M、PLC 0~5	31
4.結論與建議	
4.1 結論	39
4.2 建議	39
附錄	
參考文獻	40

圖目錄

圖 1 本局參訪人員與美國 UL 指導人員合影	7
圖 2 本局參訪人員與美國 UL 檢測人員合影	8
圖 3 通風櫃/試驗箱(0.5m ³)	11
圖 4 燃燒器	11
圖 5 金屬絲網	11
圖 6 預處理箱	11
圖 7 甲烷氣體鋼瓶	12
圖 8 流量控制裝置	12
圖 9 甲烷氣體腳踏控制開關	12
圖 10 已切割及表面處理過之樣品	12
圖 11 試樣畫兩條標誌線	13
圖 12 夾住試驗樣品	14
圖 13 樣品呈傾斜 45 度角	14
圖 14 燃燒器管的中心軸線與水平面約呈 45 度角	15
圖 15 移開試驗火焰	15
圖 16 火焰延燒	15
圖 17 計算線性燃燒速率	15
圖 18 試樣厚度測量	17
圖 19 等待 5min 使燃燒器狀態達到穩定	17
圖 20 垂直燃燒過程	18
圖 21 通風櫃/試驗箱(0.75m ³)	22
圖 22 燃燒器安裝墊塊	22
圖 23 火燄高度量規	22
圖 24 手持點火器準備點火	22

圖 25 調整火焰腳踏開關	23
圖 26 測量內外火燄高度	23
圖 27 5V 等級燃燒過程	24
圖 28 5V 等級第二次燃燒過程	25
圖 29 板形試驗	28
圖 30 測量厚度近似 0.01mm	28
圖 31 距 125mm 標線	28
圖 32 試樣纏繞圓長軸棒	28
圖 33 以膠帶黏著試樣上端	28
圖 34 修正火焰高度	29
圖 35 VTM 等級燃燒試驗過程	29
圖 36 移開火焰距離樣品 150mm	30
圖 37 移動燃燒器再次燃燒	30
圖 38 燃燒過樣品	30
圖 39 鎳鉻合金熱絲	33
圖 40 熱絲最小長度 250mm	33
圖 41 固定裝置	33
圖 42 繞線裝置	33
圖 43 熱線煅鍊以釋放內部應力	34
圖 44 熱線線性功率密度材質	34
圖 45 PLC 等級第一次測試過程	35
圖 46 PLC 等級(撓性材質)第二次測試過程	36

表 目 錄

表 1 出國行程表·····	8
表 2 V 垂直燃燒等級類別·····	20
表 3 5V 燃燒等級類別·····	26
表 4 VTM 燃燒等級類別·····	31
表 5 PLC 燃燒等級類別·····	38

1.目的

本次參訪主要目的係針對各種材質之引燃特性，依據標準規範，測試過程及對結果執行判定；此有助於本局進行電器事故鑑定分析及學習產品與零組件材質耐燃性安全規範。

2.參訪研習簡介

本次出國參訪行程自 103 年 6 月 16 日至 103 年 6 月 21 日，含交通行程合計 6 日(如表 1)。出國人員為經濟部標準檢驗局第六組電氣檢驗科陳啟銘技士、尹先榮技士 2 人，參訪與研習的地點為美國聖荷西 UL 實驗室，圖 1 及圖 2 為出國人員陳啟銘技士、尹先榮技士與美國聖荷西 UL 實驗室人員合影，研習內容包括 (1) IEC 60695-11-10 [2] 耐燃性等級 V-0、V-1、V-2、HB40、HB75 (2) IEC60695-11-20 [3] 耐燃性等級 5VA、5VB (3) ISO 9773 [12] 耐燃性等級 VTM-0、VTM-1、VTM-2 (4) IEC60695-2-20 [4] 耐燃性等級 PLCM、PLC0~5 等。

在課程解說及現場實作方面，美國聖荷西 UL 實驗室並未收取任何的研習費用，另外產品或零組件技術及測試資訊，基於部份內容涉及商業權益，並不適宜對外公開，所以美國聖荷西 UL 實驗室不提供書面資料或電子檔供參，以下內容係研習過程中整理與心得。研習過程實體拍攝資料係獲得美國聖荷西 UL 實驗室同意。



圖 1 本局參訪人員與美國 UL 指導人員合影

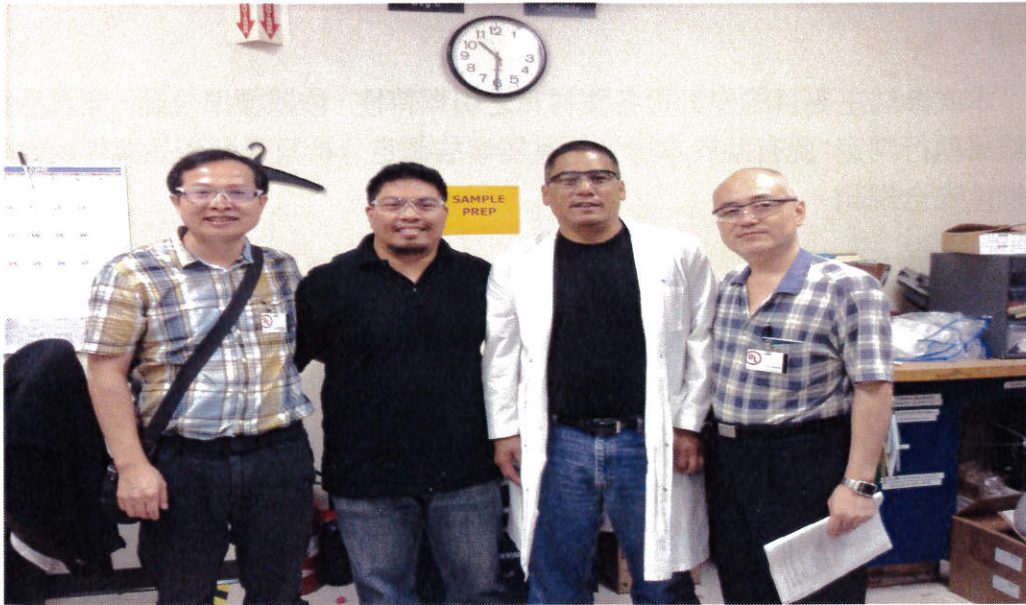


圖 2 本局參訪人員與美國 UL 檢測人員合影

表 1 出國行程表

103 年日期	地點	工作內容
6 月 16 日(一)	台北→美國舊金山→ 聖荷西	搭機啟程
6 月 17 日(二)	聖荷西 UL 實驗室	耐燃性等級 V-0、V-1、V-2、HB40、 HB75(IEC 60695-11-10)
6 月 18 日(三)	聖荷西 UL 實驗室	耐燃性等級 5VA、5VB (IEC 60695-11-20)、 耐燃性等級 VTM-0、VTM-1、 VTM-2(ISO 9773)
6 月 19 日(四)	聖荷西 UL 實驗室	耐燃性等級 PLCM、PLC0~5 (IEC 60695-2-20)
6 月 20 日(五)、 21 日(六)	聖荷西→美國舊金山 →台北	搭機回程

3 研習

3.1 耐燃性等級 V-0、V-1、V-2、HB40、HB75

參訪第一日 6 月 17 日，進行對應國際標準 IEC 60695-11-10 之水平燃燒等級(V-0、V-1、V-2)測定及垂直燃燒等級(HB40、HB75)測定之兩項耐燃性測試，先進行水平燃燒試驗，隨後再進行垂直燃燒試驗。標準英文全名為 IEC 60695-11-10 Fire hazard testing - Part 11-10: Test flames - 50 W horizontal and vertical flame test methods，中文名稱為著火危險試驗第 11-10 部分：試驗火焰 50 W 水平及垂直燃燒試驗。

3.1.1 適用範圍

規定用於比較塑料和其他非金屬材料樣品相對燃燒特性的小型實驗室篩選法，試驗的引燃源為標稱功率 50 W 的小型火焰，試驗樣品呈水平或垂直放置。

這些試驗方法是測定樣品的損壞長度以及樣品的線性燃燒速率和餘焰/餘灼時間。這些試驗方法適用於固體材料和按 ISO 845 的方法測定時表現密度不小於 250 kg/m³ 的泡沫塑料，不適用於遇火蜷縮但不燃燒的材料；對薄而易彎曲的材料宜使用 ISO 9773 的方法，表現密度小於 250 kg/m³ 的泡沫塑料則另適用於 ISO 9772。

本部分規定的分類方法可應用於質量保證或用來預選產品的零組件材料，只有在樣品的厚度等於實際使用最小厚度時，這些方法才可應用於材料的預選，但須注意試驗結果受材料組分和材料性質的影響，前者如著色劑、填充劑和阻燃劑，後者諸如材料厚度、密度、材料向異性方向和分子量等。此材料常應用於電氣包覆材料、支撐結構及絕緣體等最終製品材料。

3.1.2 原理

夾住矩形之長條形狀試驗樣品的一端，使樣品呈水平或垂直狀態，自由端與規定的試焰火焰接觸。(1)用線性燃燒速率的方法評定水平支撐的條形樣品燃燒特性。(2)用測量餘焰和餘灼時間、燃燒顆粒的燃燒程度和滴落程度的方法評定垂直支撐的條形樣品燃燒特性。

3.1.3 試驗的意義

在規定的條件下對材料進行的試驗，在比較不同材料的相對燃燒特性，控制製造工藝獲評定燃燒特性的變化時會有相當大的價值。這些試驗方法所獲得的試驗結果取決於試驗樣品的形狀、方位和試驗樣品周圍的環境及起燃情況。這些試驗方法顯著特點在於試驗樣品的擺放呈水平位置或垂直位置，即可劃分各種材料的易燃性等級。

IEC 60695-11-10 標準之試驗方法分為試驗方法 A 與試驗方法 B，試驗方法 A 即水平燃燒 HB，試驗樣品的水平位置特別適於評定燃燒程度和(或)火焰蔓延的速度，意即線性燃燒速率。試驗方法 B 即垂直燃燒 V，試驗樣品的垂直位置特別適於評定移開試驗火焰後的燃燒程度。上述水平燃燒(HB)與垂直燃燒(V)的試驗結果並不等效。

使用本方法獲得的試驗結果與用 IEC 60695-11-20 規定的燃燒試驗 5VA 和 5VB 所得的試驗結果不等效，因為本方法試驗火焰的嚴酷程度大約只是後者的 1/10。

有些試驗樣品可能遇火蜷縮或變形但不起燃，在這種情況下，就需要補充試驗樣品已獲得有效的試驗結果。如果仍不能獲得有效的試驗結果，則不宜使用這些試驗方法進行評定，且對一些易彎曲的薄樣品和一件以上的試驗樣品遇火蜷縮但不起燃的情況，宜使用 ISO 9773 規定的方法。

3.1.4 試驗裝置

試驗裝置重要部分(1)通風櫃/試驗箱(2)燃燒器(3)金屬絲網(4)預處理箱(5)棉墊(6)試驗支架(7)計時裝置(8)支承夾具及(9)測量直尺等。

(1)通風櫃/試驗箱：容積至少為 0.5 m^3 。試驗箱應允許觀察試驗的進程且應是自然通風環境，允許燃燒期間試驗樣品周圍空氣的正常熱循環。試驗箱的內表面應是黑色的，將一個照度計面向試驗箱後側部放在試驗樣品的位置時，顯示的照度應小於 20 lx 。為了安全和方便，(能完全密閉的)試驗箱應裝有排氣裝置，如排氣扇，以便排出可能有毒的燃燒產物。排氣裝置在試驗期間應關閉，在試驗後應立即打開排出燃燒產物。可能需要強制關閉的風門。可在試驗箱內放一面鏡子，以便觀察試驗樣品的另一面(如圖 3)。

(2)燃燒器：應符合 IEC/TS 60695-11-4 火焰 A 的要求(如圖 4)。

(3)金屬絲網：應是 20 網目的，即每 25 mm 約有 20 個孔眼，用直徑 $0.40 \text{ mm} \sim 0.45 \text{ mm}$ 的鋼絲製成，然後裁成約 $125 \text{ mm} \times 125 \text{ mm}$ 的正方形(如圖 5)。

(4)預處理箱：預處理箱的溫度應能維持在 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ，相對溼度應能維持在 $50 \% \pm 5 \%$ ，應裝有無水氯化鈣或其他乾燥劑，能將溫度維持在 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ，相對溼度不大於 20% (如圖 6)。

(5)燃燒試驗氣體設施，甲烷氣體鋼瓶(如圖 7)、流量控制裝置(如圖 8)、甲烷氣體腳踏控制開關(如圖 9)。

(6)棉墊：棉墊應由約為 100% 的脫脂棉製成，這種脫脂棉通常指醫用脫脂棉或棉絮。

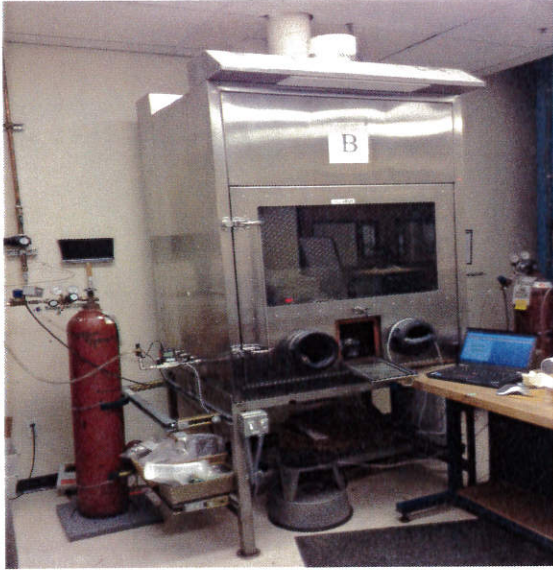


圖 3 通風櫃/試驗箱(0.5m³)



圖 4 燃燒器

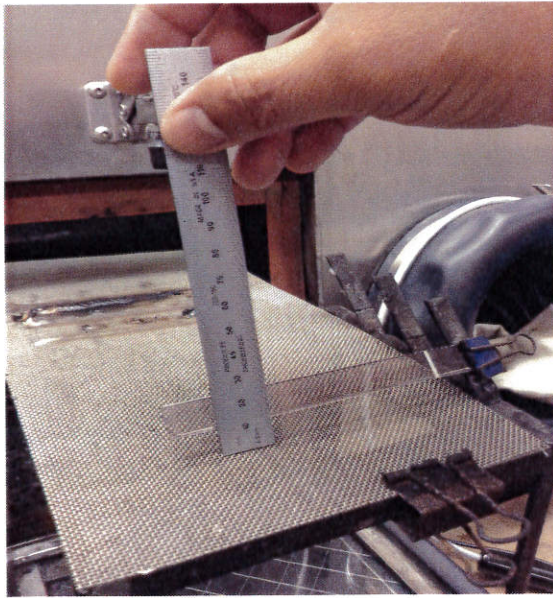


圖 5 金屬絲網



圖 6 預處理箱

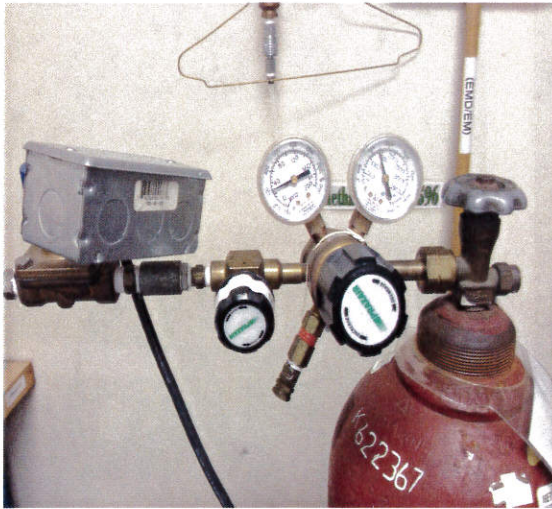


圖 7 甲烷氣體鋼瓶

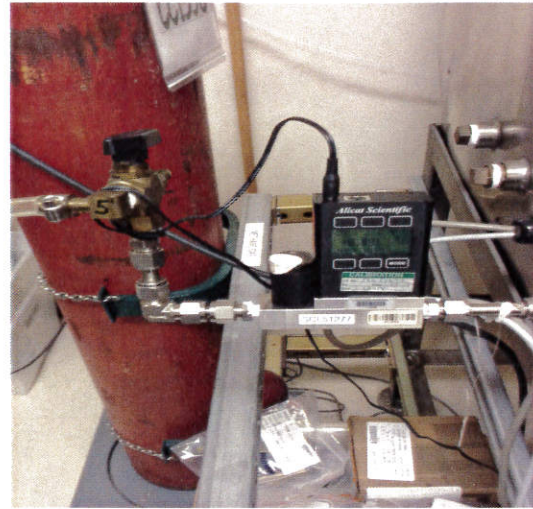


圖 8 流量控制裝置

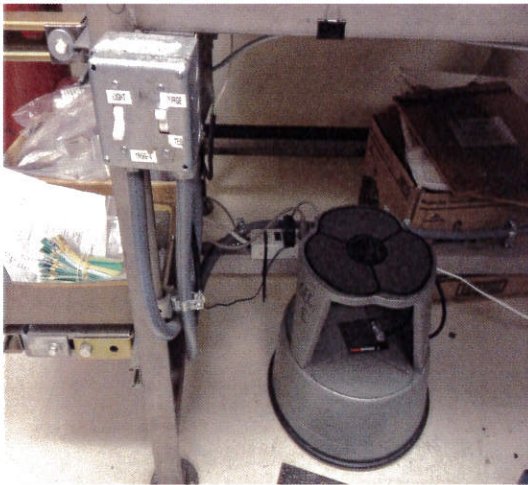


圖 9 甲烷氣體腳踏控制開關



圖 10 已切割及表面處理過之樣品

3.1.5 試驗樣品

試驗樣品應從成品有代表性的模製零部件上切割下來，如果不可能，應使用與模製產品零件相同的製程製作試驗樣品(如圖 10)；如仍無可能，應使用 ISO 的適當方法，例如 ISO 294 的鑄造法和注塑法、ISO 293 或 ISO 295 的壓塑法或壓注法製成必要的形狀，如不能用上述任一種方法製備試驗樣品，則按 IEC 60695-11-5 的針焰試驗法進行型式試，驗切割完成後，用細砂紙將切口各稜邊打磨平整光滑；應仔細從表面上清除全部粉塵和微粒。

使用不同顏色、厚度、密度、分子量、各向異性方向和類型的試驗樣品，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。

3.1.5.1 條形試驗樣品

條形試驗樣品的尺寸為：長 $125\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$ ，寬 $130\text{ mm}\pm 0.5\text{ mm}$ ，並應提供常用的最小和最大厚度。厚度不應大於 13.0 mm ，稜邊應光滑，圓角半徑不應大於 1.3 mm 。

3.1.6 試驗方法 A---水平燃燒試驗

預處理：應將一組 3 件條形試驗樣品在溫度 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；相對溼度 $50\%\pm 5\%$ 的條件下處理至少 48 h，試驗樣品從處理箱中取出後，應在 1h 內進行試驗，所有的試驗樣品均應在溫度為 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相對溼度為 $45\%\sim 75\%$ 的實驗室大氣條件下進行試驗。

試驗順序：

3 個應測試樣品，每個試驗樣品都應在距被引燃端 $25\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 和 $100\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 處畫兩條與條形試樣的長軸垂直的直線(如圖 11)。

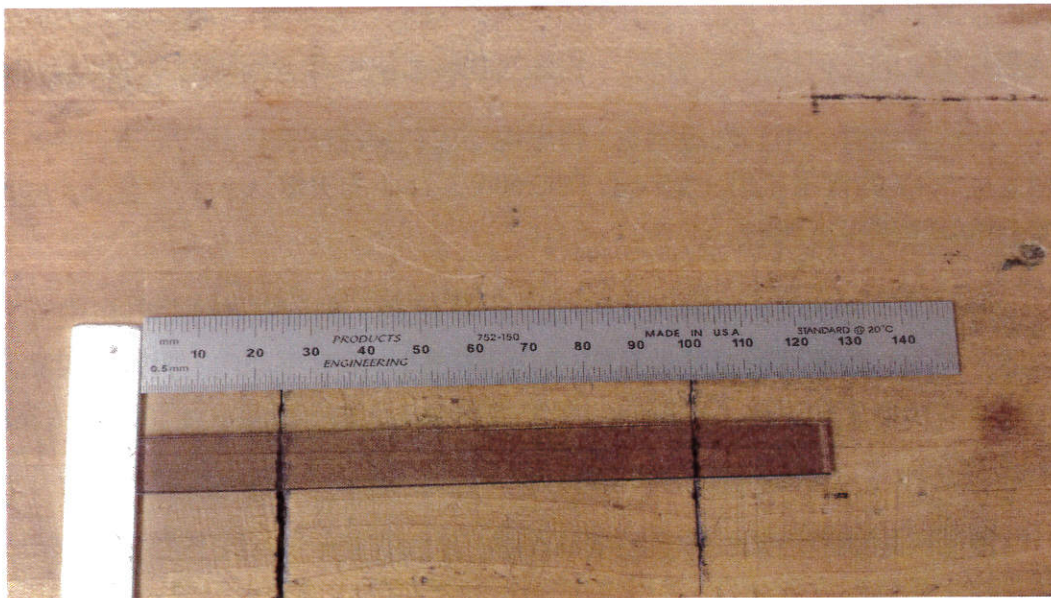


圖 11 試樣畫兩條標誌線

在距 25 mm 標記最遠的一端夾住試驗樣品，使樣品的長軸呈水平放置，橫軸(短軸)傾斜 45 度角(如圖 12、13)所示。

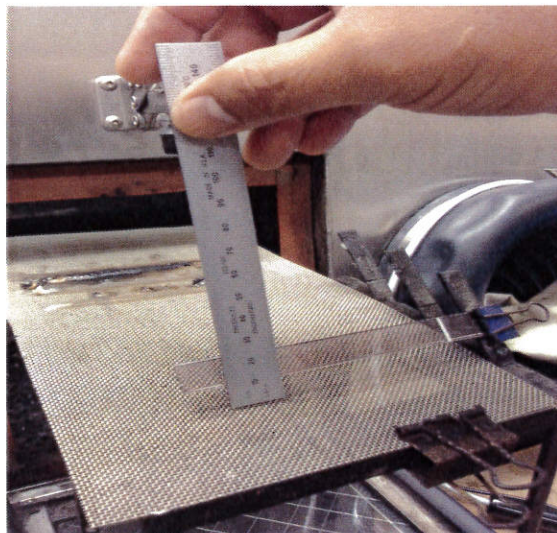


圖 12 夾住試驗樣品

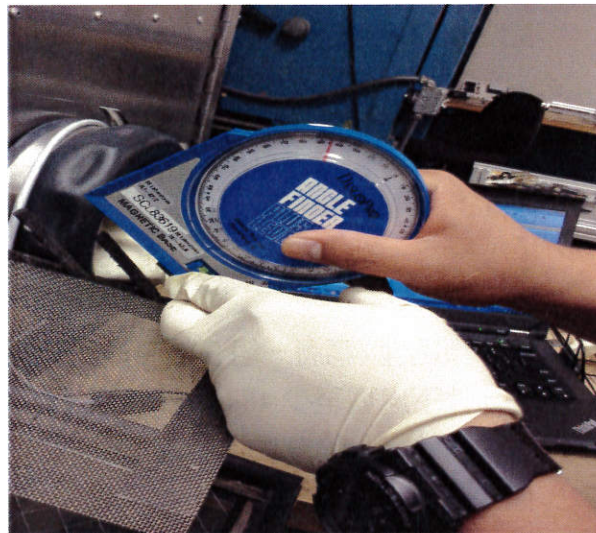


圖 13 樣品呈傾斜 45 度角

將金屬絲網水平地放在試驗樣品下方夾緊，使試驗樣品最低的稜邊和金屬絲網的距離為 $10\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ ，自由端與金屬絲網的一邊平齊。前幾次試驗殘留在金屬絲網上的任何材料都要燒去，或每次試驗都使用新金屬絲網，如圖 12 所示。

使燃燒器管的中心軸線垂直，將燃燒器放在遠離試驗樣品的地方，調節燃燒器產生 50W 的標準試驗火焰，即 IEC 60695-11-4 的火焰 A。至少等待 5 min，使燃燒器達到平衡狀態。

使燃燒器管的中心軸線與水平面約呈 45 度角，斜向試驗樣品的自由端，燃燒器管的中心軸線則與試驗樣品的(長)底邊在同一垂直平面內。對試驗樣品自由端的最低稜邊施加火焰，燃燒器的放置應使樣品的自由端深入火焰中約 6 mm，如圖 14。

隨著火焰前沿沿著試驗樣品向前推移，以大約相同的速度後移支承夾具，以防止在火焰燒到支承夾具，對火焰或對試驗樣品的燃燒產生影響。

在不改變其位置的情況下施加試驗火焰 $30\text{ s} \pm 1\text{ s}$ ，或者在試驗樣品的火焰前沿達到 25 mm 標記時(如果小於 30 s)立即移開試驗火焰 150 mm 距離。在火焰前沿達到 25 mm 標記線時，重新啟動計時裝置，如圖 15 移開試驗火焰。



圖 14 燃燒器管的中心軸線與水平面約呈 45 度角

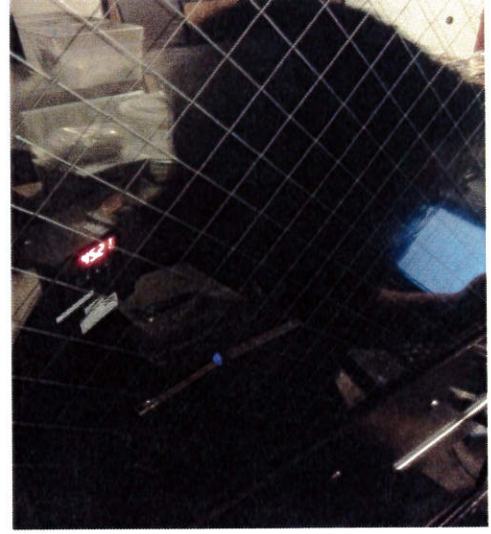


圖 15 移開試驗火焰

如果移開試驗火焰後試驗樣品繼續有焰燃燒(如圖 16)，應紀錄經過的時間 t (單位:s)，如果火焰前沿越過 25 mm 標記線，且蔓延通過 100 mm 標記線，應將損壞長度 L 紀錄為 75 mm；如果火焰前沿越過 25 mm 標記線，但未通過 100 mm 標記線，應紀錄經過的時間 t (單位:s)和 25 mm 標記線與火焰前沿停止處之間的損壞長度 L (單位:mm)。

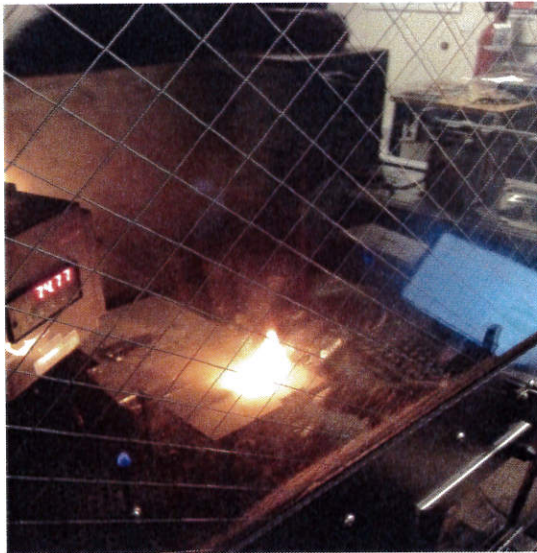


圖 16 火焰延燒

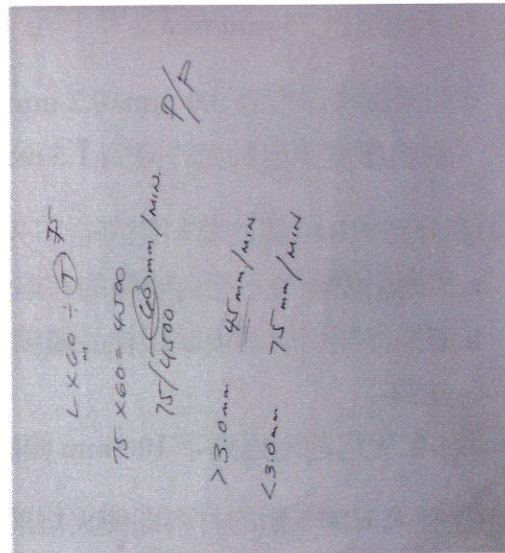


圖 17 計算線性燃燒速率

第一組再試驗兩塊試驗樣品。如果第一組 3 件試驗樣品中有一件試驗樣品不

符合，則要試驗另一組 3 件試驗樣品。第二組的所有試驗樣品都應符合有關類別規定的所有指標，另外計算線性燃燒速率的 SI 單位是米每秒，實際上使用的單位是毫米每分鐘。

3.1.6.2 線性燃燒速率計算

對於火焰前沿通過 100 mm 標示線的每個試驗樣品，使用下式計算線性燃燒速率(以毫米每分鐘為單位)： $V = 60 L/t$

V：線性燃燒速率，單位為毫米每分鐘(mm/min)；

L：損壞長度，單位為毫米(mm)；

T：時間，單位為秒(s)。

3.1.6.3 依據測試結果對材料進行分類

應按下列準則把材料分為 HB、HB40 或 HB75 類：

(1)劃分到 HB 類的材料應符合下列指標之一：

- a.移開引燃源後不應有明顯的有焰燃燒；
- b.如果移開引燃源後試驗樣品繼續有焰燃燒，則火焰前沿不應通過 100 mm 標誌線；
- c.如果火焰前沿通過了 100 mm 標誌線，試樣厚度為 3.0 mm~13.0 mm 的線性燃燒速率不應超過 40 mm/min，或試樣厚度小於 3.0 mm 的線性燃燒速率也不應超過 75 mm/min；
- d.如果試樣厚度為 3.0 mm±0.2 mm 的線性燃燒速率不應超過 40 mm/min，則最小厚度應自動允許降到 1.5 mm。

(2)劃分到 HB40 類的材料應符合下列指標之一：

- a.移開引燃源後不應有明顯的有焰燃燒；
- b.如果移開引燃源後試驗樣品繼續有焰燃燒，則火焰前沿不應通過 100 mm 標誌線；
- c.如果火焰前沿通過了 100 mm 標誌線，則線性燃燒速率不應大於 40 mm/min。

(3)被劃入 HB75 類的材料即使火焰前沿通過了 100 mm 標誌線，其線性燃燒速率也不應大於 75 mm/min。

3.1.6.4 測試結果

厚度 1.945 mm 小於 3.0 mm 測試結果 $v = 60 \text{ mm/min}$ ，不超過

75mm/min 劃分到 HB 類，計算手稿(如圖 17)。

3.1.7 試驗方法 B—垂直燃燒試驗

3.1.7.1 預處理

應將一組 5 件條形試驗樣品預處理同試驗方法 A，試樣厚度可使用分離卡進行量測(如圖 18)。將一組 5 件條形試驗樣品在空氣循環烘箱中 $70\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 條件下老化處理 $168\text{ h}\pm 2\text{ h}$ ，然後在乾燥箱中冷卻至少 4 h。試驗樣品從乾燥箱中取出後，應在 30 min 內進行試驗。所有試驗樣品都應在 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、45 %~75 % 相對濕度的實驗室條下進行試驗。

3.1.7.2 試驗程序

利用試驗樣品上端 6 mm 的長度夾住樣品，長軸垂直，以便使試驗樣品的下端在水平棉墊以上 $300\text{ mm}\pm 10\text{ mm}$ ，棉墊的尺寸約 $50\text{ mm}\times 50\text{ mm}\times 6\text{ mm}$ (未經壓實的厚度)，最大質量為 0.08 g。使燃燒器管的中心軸線垂直，將燃燒器放在遠離試驗樣品的地方。使燃燒器產生 50W 標準試驗火焰，即符合 IEC/TS 60695-11-4 的火焰 A。至少等待 5 min 使燃燒器狀態達到穩定，如圖 19 所示。



圖 18 試樣厚度測量



圖 19 等待 5min 使燃燒器狀態達到穩定

保持燃燒器管的中心軸線垂直位置，重要的是把試驗火焰施加在試驗樣品底邊的中點，為此應使燃燒器的頂端在中點下邊 $10\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ ，並在這一距離保持 $10\text{ s}\pm 0.5\text{ s}$ ，隨著試驗樣品的位置或長度的改變，必要時，可在該垂直面內移動燃燒器。如果在施加火焰期間試驗樣品落下熔化或燃燒著的材料，將燃燒器傾斜 45° 角，剛好足以從試驗樣品下面移開，以免材料落入燃燒器的燃燒管中，同

時將燃燒器燃燒口的中心與試驗樣品剩餘部分(不計熔融材料的流延部分)之間的距離保持為 $10\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 。在對試驗樣品施加火焰 $10\text{ s}\pm 0.5\text{ s}$ 後，立即充分移開燃燒器，使試驗樣品不受影響。同時，使用計時裝置開始測量餘焰時間 t_1 (以秒為單位)，並予以紀錄在測量 t_1 時，將燃燒器從試驗樣品處移開 150 mm ，垂直燃燒過程如下圖 20。



圖 20(a)垂直燃燒過程



圖 20(b)垂直燃燒過程(續)

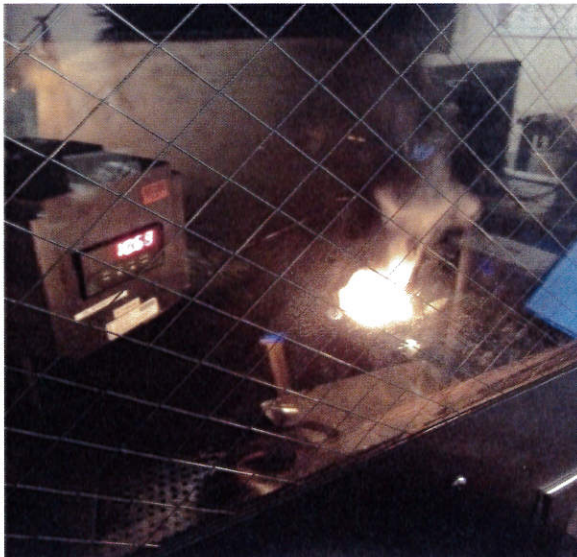


圖 20(c) 垂直燃燒過程(續)

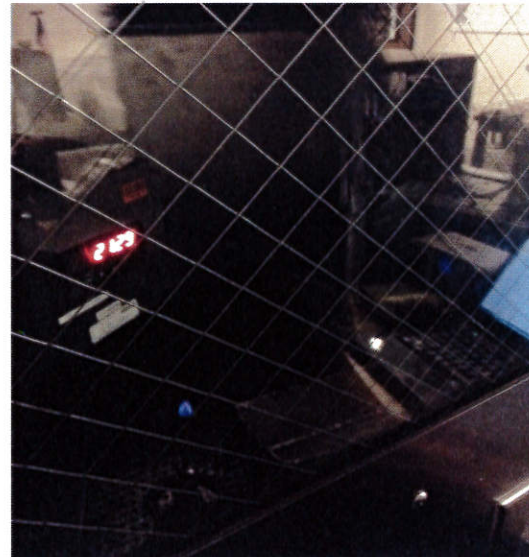


圖 20(d)垂直燃燒過程(續)

在試驗樣品的餘焰中止後，立即把試驗火焰放在試驗樣品下方原來的位置上，燃燒器管的中心軸線維持在垂直位置，燃燒器頂端在試驗樣品殘餘底稜邊之下 $10\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，維持 $10\text{s} \pm 0.5\text{s}$ ，如有必要，移動燃燒器避開下落的材料，以便對試驗樣品無任何影響。同時使用計時裝置開始測量試驗樣品的餘焰時間 t_2 和餘灼時間 t_3 ，紀錄 t_2 、 t_3 和 $(t_2 + t_3)$ ，還要紀錄是否有任何顆粒從試驗樣品上落下，如有，這些顆粒是否引燃了棉墊，在量測 t_2 和 t_3 時，將燃燒器從試驗樣品處移開 150mm ，重複該程序，直到全部 5 個試驗樣品和按照老化試驗處理的全部 5 個樣品試驗完畢。

對於做過預處理的樣品來說，如果一組 5 個試驗樣品中，有一件試驗樣品不符合一種類別的所有判別標準，則應對接受過同一處理的試驗另一組 5 個試驗樣品進行試驗。對於餘焰時間 t_f 總秒數的判別標準來說，如果餘焰時間的總和，V-0 類在 $51\text{s} \sim 55\text{s}$ 、V-1 和 V-2 類在 $251\text{s} \sim 255\text{s}$ 的範圍內，要增補一組 5 個試驗樣品進行試驗。第二組的所有試驗樣品均符合該類規定的所有判別標準。

試驗時，某些材料由於其厚度而變形、收縮、或燒至夾持夾具處。這些材料應另按 ISO9773 中的試驗程序測試。

3.1.7.3 計算

對兩組經過預處理的試驗樣品，計算每組的總餘焰時間 t_f 。計算公式如下：

$$t_f = \sum_{i=1}^5 (t_{1,i} + t_{2,i})$$

式中：

t_f — 總餘焰時間，單位為秒(s)；

$t_{1,i}$ — 第 i 個試驗樣品的第一次餘焰時間，單位為秒(s)；

$t_{2,i}$ — 第 i 個試驗樣品的第二次餘焰時間，單位為秒(s)。

3.1.7.4 分類

根據試驗樣品的特性，按照表 2 所示的判別標準，應將材料分為 V-0、V-1 或 V-2 三類。

表 2 V 垂直燃燒等級類別

判別標準	類別(見註)		
	V-0	V-1	V-2
單個試驗樣品的餘焰時間(t_1 和 t_2)	≤ 10 s	≤ 30 s	≤ 30 s
對於任何預處理，總餘焰時間 t_f	≤ 50 s	≤ 250 s	≤ 250 s
第二次施加火焰後，單個試驗樣品的餘焰時間加上餘灼時間($t_2 + t_3$)	≤ 10 s	≤ 60 s	≤ 60 s
餘焰和/或餘灼是否蔓延到夾持夾具	否	否	否
燃燒顆粒或滴狀物是否引燃了棉墊	否	否	是
註：如試驗結果不符合規定的判斷標準，則不能用本試驗方法對這種材料分類，而要用水平燃燒試驗方法對這種材料的燃燒特性進行分類。			

3.1.8 本項試驗因研習時間無法允許針對 2 組共 10 各樣品全部進行試驗，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本試驗，試驗結果餘焰時間(t_1 和 t_2) ≤ 10 s，故判定材質分類為 V-0。

3.2 耐燃性等級 5VA、5VB

參訪第二日 6 月 18 日，進行對應國際標準 IEC 60695-11-20 試驗火焰 500 W 燃燒試驗及 ISO 9773 塑料立式軟試樣與小火焰源接觸燃燒性能的測定，先進行 IEC 60695-11-20 之 5VA、5VB 燃燒試驗，隨後再進行 ISO 9773 之 VTM-0、VTM-2 燃燒試驗。IEC 60695-11-20 標準英文全名為 IEC 60695-11-20 Fire hazard testing - Part 11-20: Test flames - 500 W flame test methods；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。

IEC 60695-11-20 之 5VA、5VB 燃燒試驗

3.2.1 適用範圍

IEC 60695-11-20 規定了比較塑料和其他非金屬材料樣品相對燃燒特性及其耐燒穿能力的小型實驗室篩選法。比較試驗使用標稱功率為 500 W 的火焰燃源。本方法適用於固體材料和表徵密度等於或大於 250 kg/m^3 的泡沫塑料。本方法不適用於遇火蜷縮但不起燃的薄材料，對這種材料宜另使用 ISO 9773。