

壹、技術規範及試驗方法

一、適用範圍：

消防安全設備緊急供電系統之信號、標示燈及控制回路所使用之耐熱電線電纜，適用於 600V 以下之電壓者，其構造、材質與性能等技術上之規範及試驗方法，應符合本基準之規定。

二、用語定義：

- (一) 電線：主要構造由導體及絕緣體組成者稱之。
- (二) 電纜：主要構造由導體、絕緣體及被覆組成者稱之。
- (三) 導體：用於導通、傳導電流之金屬。
- (四) 絕緣體：與導體成同心圓狀包覆於導體上，具有高電阻低導電度，並能有效阻絕電流傳導之材料。
- (五) 被覆：單芯者在絕緣層外以同心圓包覆絕緣體者；多芯者為在芯線絞合後之最外層包覆。
- (六) 低煙無鹵 (LSHF) 被覆：材料具有低發煙性，僅含微量鹵素成分，並需通過高難燃無鹵性試驗。(LSHF：Low Smoke and Halogen Free)
- (七) 填充材料：通常用於二芯線以上電線電纜各芯線絕緣體間之空隙之填充。
- (八) 計算截面積：以計算方式表示電線電纜單芯導體之截面積，計算式為： $A=n \times \pi D^2/4$ ；其中 A 代表計算截面積；n 代表組成單芯之股數；D 代表單股導體之直徑。
- (九) 標稱截面積：計算截面積之概約整數值，如附表一所示。
- (十) 單線：導體截面為圓形之單條電氣用軟銅線者稱之。
- (十一) 絞線：導體由多條材質相同、線徑相等之軟銅線依同心圓狀絞製或直接集合絞製者稱之。

三、構造：

耐熱電線電纜應由導體、絕緣體、被覆及所需之填充材料或金屬配件所組成。

四、材質：

- (一) 導體：應使用中國國家標準（以下簡稱 CNS）1364 裸軟銅單電線或同等性能以上之材料。
- (二) 絕緣體：應使用 PVC（聚氯乙烯）、PE（聚乙烯）、XLPE（交連聚乙烯）混合物、EPR（乙烯丙烯橡膠）或同等性能以上之材料。
- (三) 被覆：應使用 PVC（聚氯乙烯）、PE（聚乙烯）、氯丁二烯混合

物、低煙無鹵材料或同等性能以上之材料。

五、 檢測及試驗方法：本基準未規定之部分則依 CNS689（塑膠絕緣電線電纜檢驗法）之規定辦理。

（一）外觀檢查：

外觀應無瑕疵、外傷、銹蝕、裂痕、汙損或接點，並且檢查表面之印字標示及標示距離是否正確。

（二）構造檢查：

1. 以目視法檢測芯線數及組成單芯導體之股數。
2. 絕緣體及被覆體之最小厚度應在其平均厚度（量測三處以上之平均值）之 80% 以上
3. 非壓縮絞線之單股導體及單線直徑應符合附表二之規定； 8mm^2 以上圓形半壓縮導體時應在附表一之外徑值乘以 $0.97\pm 2\%$ 之範圍內； 8mm^2 以上圓形全壓縮導體時應在附表一之外徑值乘以 $0.91\pm 3\%$ 之範圍內。

（三）導體電阻試驗：

應達到附表一之標準值。

（四）耐電壓試驗：

需能耐附表一所列之試驗電壓 1 分鐘以上無異狀。但單股導體之直徑在 5mm 以上或單芯之導體標稱截面積在 22mm^2 以上者，應實施水中耐電壓試驗。

（五）絕緣電阻試驗：

實施常溫（ 20°C ）及高溫（ 75°C ）絕緣電阻試驗後，應達到附表一之標準。

（六）絕緣體及被覆體抗拉強度及伸長率試驗：

依表一實施，應達到附表三之標準。

（七）絕緣體及被覆體耐老化性試驗：

依表二實施，應達到附表三之標準。

表一：抗拉強度及伸長率試驗之拉伸速度

拉伸速度(mm/min)	適用材料
約 500	軟質聚氯乙烯、氯丁二烯、乙烯丙烯橡膠（EPR）
約 200	聚乙烯、交連聚乙烯、半硬質聚氯乙烯、低煙無鹵材料
約 50	高密度聚乙烯

表二：耐老化試驗之加熱溫度及加熱時間

材 質	構造種類	加熱溫度	加熱時間
聚 氯 乙 烯	被覆體	100℃	48hr
	絕緣體	120℃	120hr
聚 乙 烯	被覆體	90℃	96hr
	絕緣體	90℃	96hr
交連聚乙 烯	絕緣體	121℃	168hr
乙 烯 丙 烯 橡 膠	絕緣體	100℃	96hr
氯 丁 二 烯	被覆體	100℃	96hr
低煙無鹵材料	被覆體	100℃	168hr

(八) 耐油性試驗：

聚氯乙 烯絕緣體耐油性試驗之油溫及浸泡時間分別為 85℃±3℃及 4 小時，聚氯乙 烯被覆體為 70℃±2℃及 4 小時；氯丁二 烯被覆體耐油性試驗之油溫及浸泡時間分別為 120℃±2℃及 18 小時，(若被覆體之材質為聚乙 烯或低煙無鹵材料，則該電線電纜不得用於油氣之環境，但經通過耐油性試驗(合格判定比照附表三聚氯乙 烯被覆之標準)者不在此限)。

(九) 難燃性試驗：

由完成品截取長約 300mm 之試樣，使其與水平面成 60 度傾斜放置，於其下端約 20mm 處以火焰長度約 50mm 之酒精燈或火焰長度約 130mm 之火本生燈烘烤 30 秒至燃燒後緩慢移走火焰，測出電線電纜火焰自然熄滅之時間，該試件應於移走火焰後 60 秒內自然熄滅。

(十) 耐熱試驗：

1. 試樣係取三段長 1.3 公尺之電線分別進行三次試驗，如圖 1 所示(供試電線電纜之外徑未滿 15mm 者採用圖 1-1，15mm 以上未滿 30mm 者採用圖 1-2，30mm 以上者採用圖 1-3)：利用固定夾或直徑 1.6 公釐金屬線繞兩圈裝置於真珠岩或同等以上材質(300mm×300mm×10mm 厚)。
2. 絕緣電阻試驗法：單芯線之試驗係將被絕緣導體與固定之金屬線或遮蔽金屬之間；兩芯線以上者，被絕緣導體與固定之金屬線或遮蔽金屬之間，及被絕緣導體相互之間，使用直流 500 伏

特的高阻計測定之，其絕緣電阻須在 $50\text{M}\Omega$ 以上。

3. 耐熱試驗應符合下列規定：

(1) 加熱爐之構造如圖 2 須符合 CNS11227 建築用防火門耐火試驗法規定之加熱爐構造，其加熱爐溫升曲線如圖 3 所示。

(2) 加熱爐未插入試樣加熱時，須保持 $380\pm 38^\circ\text{C}$ ，15 分鐘以上。

4. 耐熱試驗之加熱方法：試樣插入如圖 4 之位置後，依據加熱爐溫升曲線之 $1/2$ 進行加熱 15 分鐘，加熱期間之溫度容許裕度為 $\pm 10\%$ 。(但電纜完成外徑小於 15mm 時，得依下列方法加熱，試樣插入如圖 4 之位置後，5 分鐘內爐內溫度必須達到 300°C 以上，並能繼續保持 10 分鐘。)

5. 爐內溫度使用 k 型熱電偶，CNS5534[熱電偶]標準中所規定之 CA 熱電偶及使用自動記錄計，依圖 4 位置測定之；試驗時以 B 點隨時間量測並紀錄之溫度曲線作為爐內溫升曲線，並以此判斷爐內溫度是否符合圖 3 之加熱溫升曲線。

6. 於加熱中施加 250 伏特（或以上）之交流電壓時，不得發生短路現象。

7. 加熱中，單芯線者，於被絕緣導體與固定之金屬線或遮蔽金屬之間；二芯線以上者，於被絕緣導體與固定之金屬線或遮蔽金屬之間及導體相互之間，使用 500 伏特高阻計每五分鐘測定一次，其值應在 $0.1\text{M}\Omega$ 以上。

8. 加熱試驗後，真珠岩板突出之供試電線之被覆部份，燃燒部分不得超過 150 公釐以上。

圖 1（耐熱電線電纜試樣圖）：

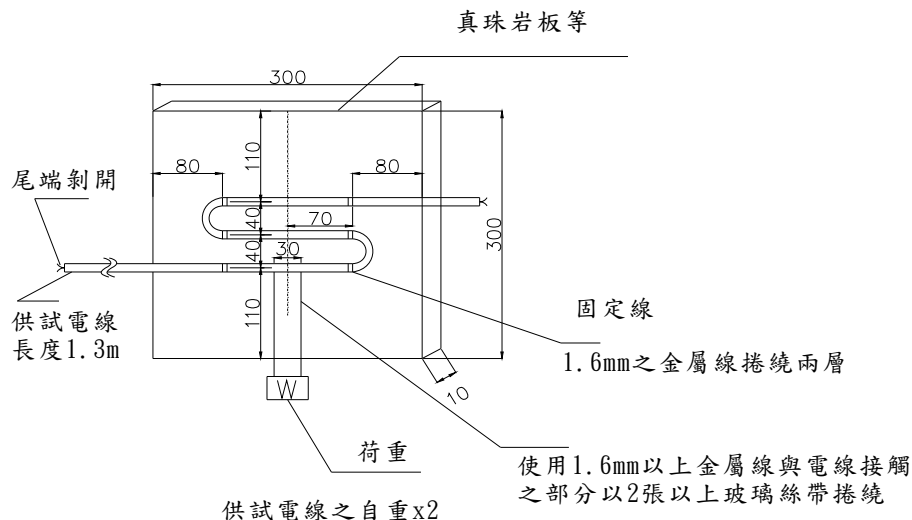


圖 1-1（供試電線電纜之外徑未滿 15mm 者）

圖 2 (加熱爐):

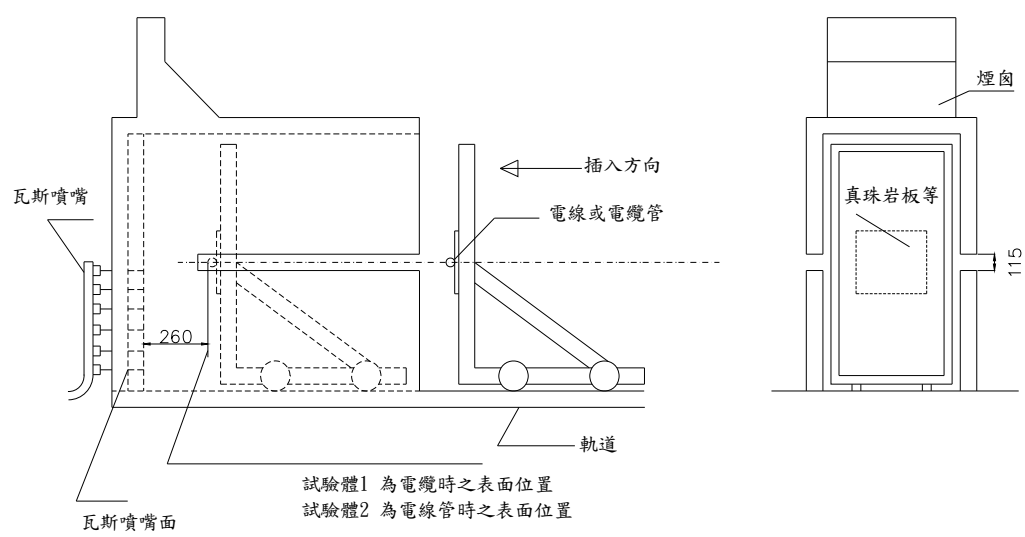


圖 3 (加熱爐溫升曲線):

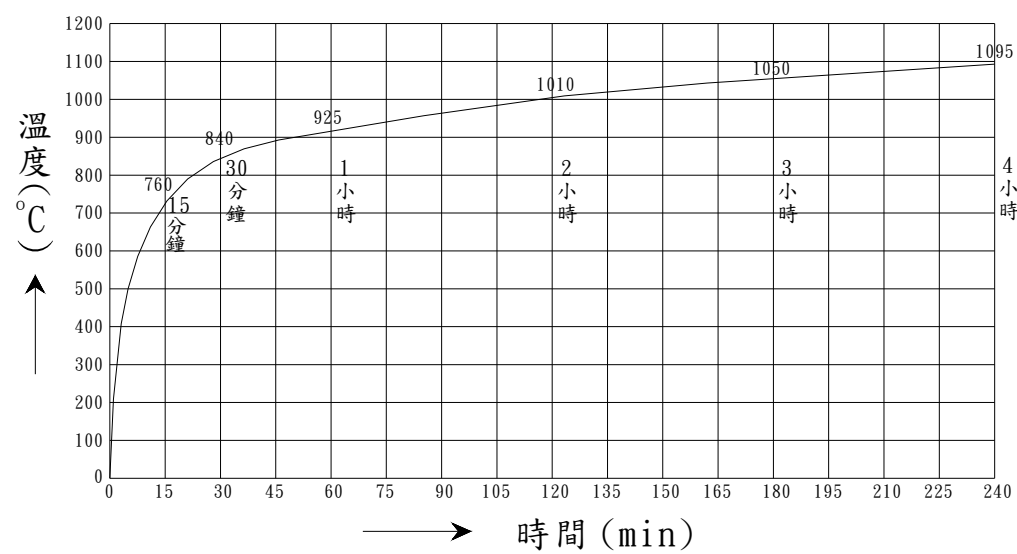


圖 4（試樣插入後，爐內溫度測定位置）：

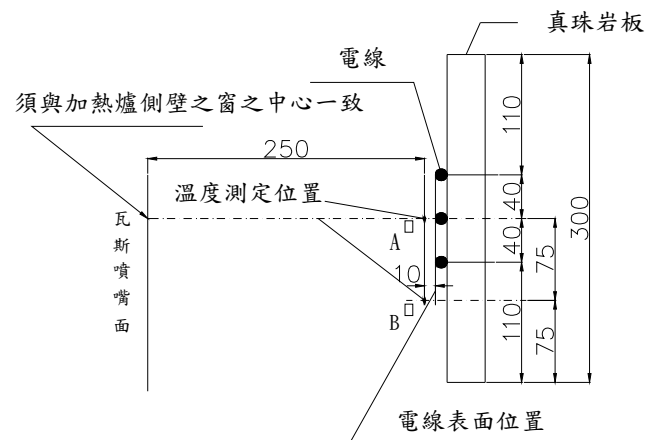


圖 4-1（供試電線電纜之外徑未滿 15mm 者）

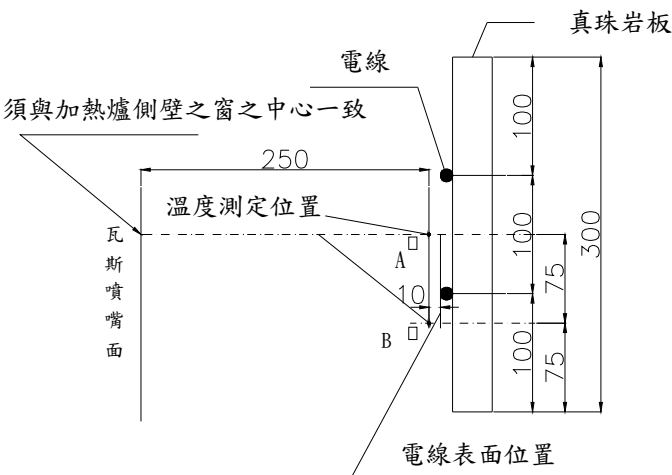


圖 4-2（供試電線電纜之外徑 15mm 以上未滿 30mm 者）

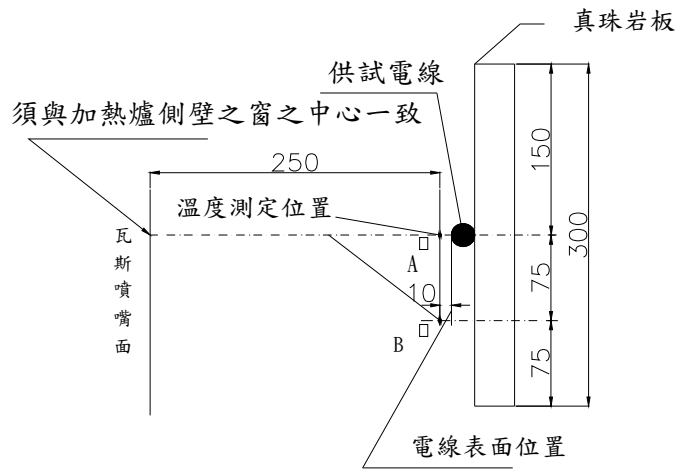


圖 4-3 (供試電線電纜之外徑 30mm 以上者)

(十一) 高難燃無鹵性試驗：

1. 多條電線電纜垂直燃燒試驗：

(1) 試驗環境：

燃燒試驗應在自然通風之室內或密閉空間內實施，電纜之燃燒效果及燃燒器火焰不得受過大之外部氣流或人為氣流之影響。

(2) 試驗設備：

① 梯架：應為金屬製垂直式梯架，其高 2400mm、寬 300mm、深 75mm，自底部 150mm 處起，每 300mm 間隔設置橫梯，如圖 5 所示，梯架底部得以螺栓固定於水平淺盤作為支撐。

② 火源：測試火源由一帶狀燃燒器產生，構造如圖 6 所示，其燃燒所使用之燃料為丙烷或天然氣並混合適當之空氣以產生長 380mm 之火焰。距中央試樣表面約 3.2mm 內位置（但不得碰觸試樣）之溫度應在 815℃ 以上，另燃燒器應水平安裝，噴口距電線電纜試樣之表面約 75mm，其噴口中心平面高度距梯架底部高約 600mm，如圖 5 所示。

(3) 試驗方法：

試驗時取與梯架等長之電線電纜成品自梯架之中央處以 1/2 線徑之間距向兩側單層排列直到試樣之橫寬達 150mm 以上（條數依下式計算），試樣得以細金屬線綁住以固定。以前述之帶狀燃燒器火焰持續燃燒 20 分鐘後關閉火源，讓試樣

自然燃燒至熄滅後，自燃燒器位置（即距梯架底部 600mm）起算量出上方電纜最大燃燒碳化長度。

電線電纜取樣條數計算：

$$nD + (n-1)\frac{D}{2} \geq 150$$

D：電線電纜完成外徑

n：電線電纜取樣條數

(4) 合格判定基準：

燃燒碳化長度小於 1800mm 者（即未達到梯架頂端）為合格。

2. 發煙濃度試驗：

(1) 試驗設備：

- ① 構造：如圖 7 所示，或類似之構造。
- ② 試驗箱：內側需經施加防腐蝕處理。
- ③ 輻射加熱爐：具有開口部直徑 76mm 之電氣爐。
- ④ 試料夾具：能容易裝拆試料，並能於長 65mm、寬 65mm 之範圍內進行充分加熱。

(2) 試樣取料：

試料為與被覆體或電線絕緣體相同之材料，其尺寸為長 76mm、寬 76mm 厚 $0.5\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ 之薄片，加熱表面以外部分以鋁箔包覆之。

(3) 試驗方法：

將試料置放在試料盒內，背面用與試料尺寸相同之石棉板支撐固定，試料供試驗用之暴露面積為 $65\text{mm} \times 65\text{mm}$ ，採輻射加熱方法，對試料中央部直徑約 38mm 之範圍，以 $2.5\text{W}/\text{cm}^2$ 之熱輻射加熱，持續 20 分鐘，加熱期間測出最小透光率，每一材料需測試三次。

(4) 發煙濃度計算：

$$Ds = \frac{V}{A \times L} \log_{10} \frac{100}{T}$$

D_s ：發煙濃度

V：試驗箱內容積（ mm^3 ）

A：試料之加熱表面積（ mm^2 ）

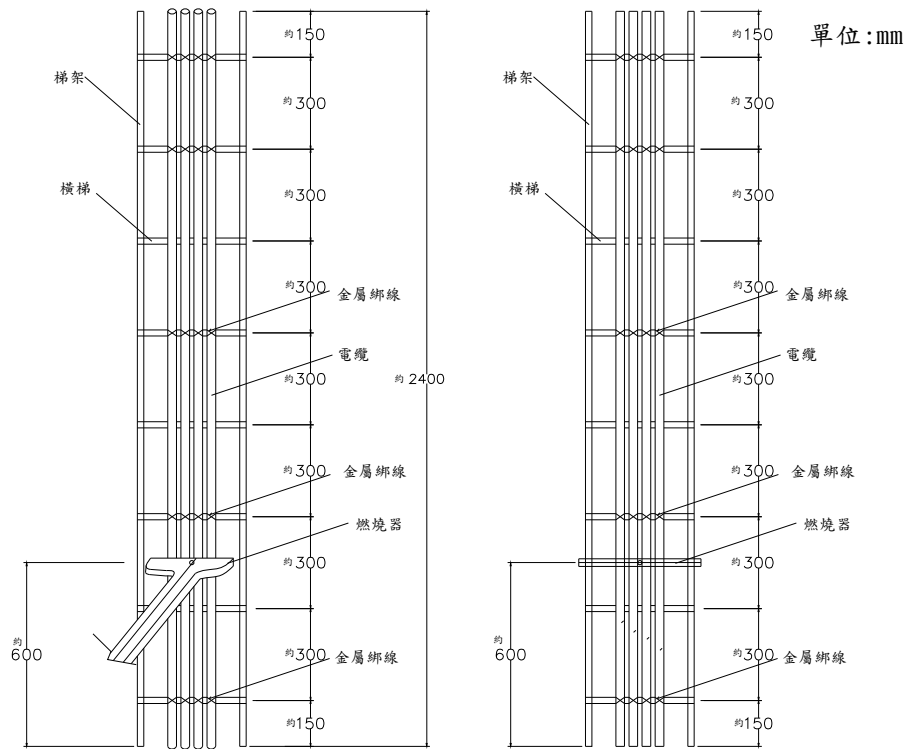
L：光軸長度（mm）

T：光之最小透光率（%）

(5) 合格判定基準：

發煙濃度測試三次平均值在 150 以下者為合格。

圖 5 (垂直式梯架):



溫度測定位置 a
熱電偶的前端距電纜表面約3.2mm,
a點在垂直方向位於火焰的中央位置

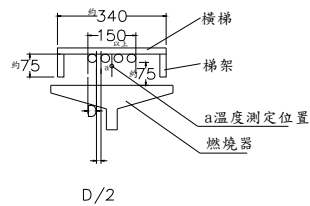


圖 6 (燃燒器及配管例):

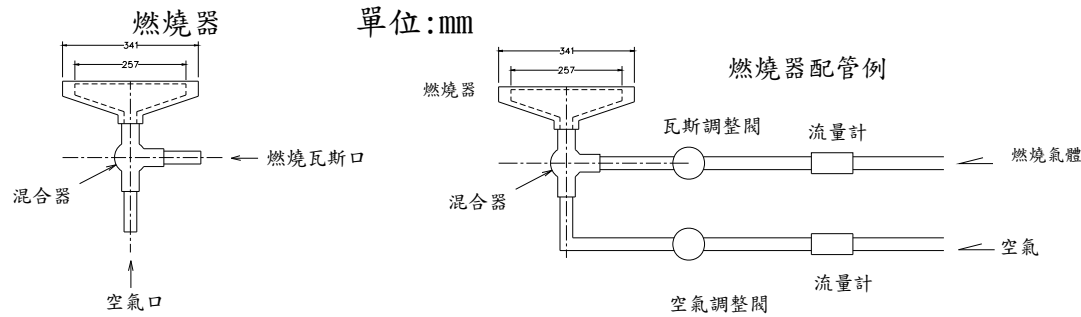
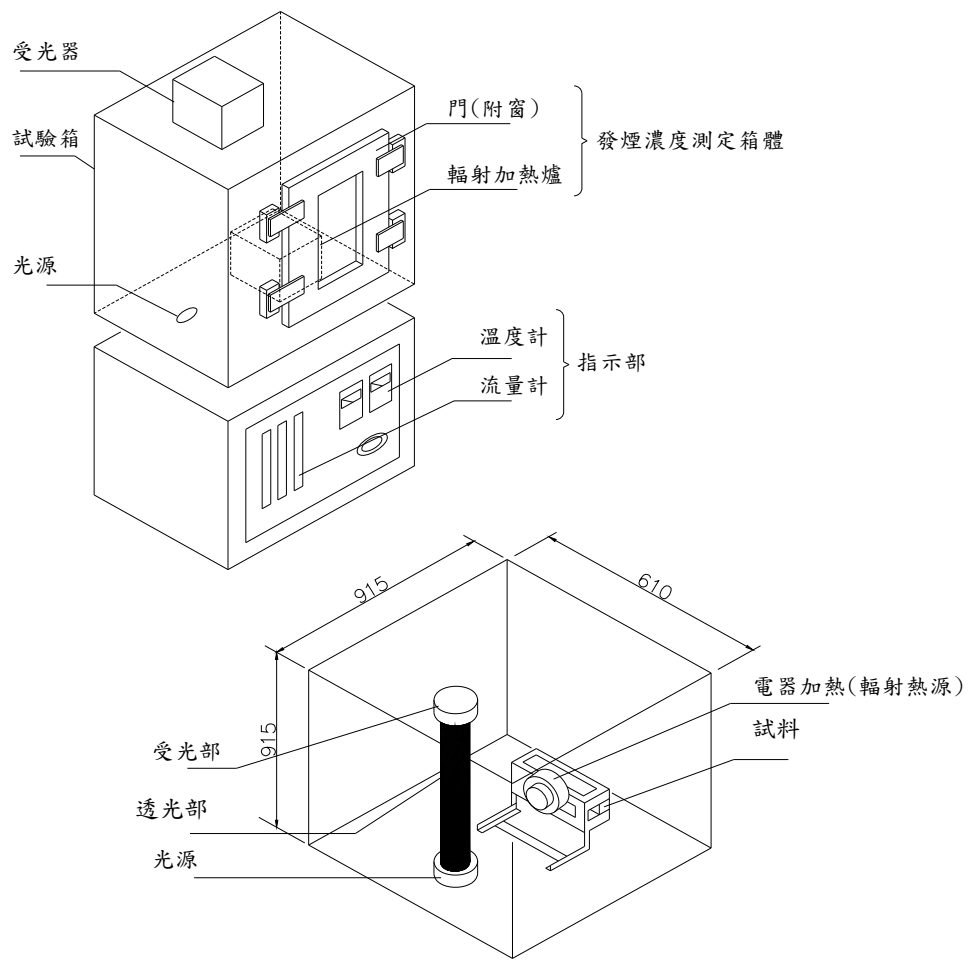


圖 7 (發煙濃度試驗裝置):



單位 mm

3. 燃燒時釋放氣體之酸度試驗：

(1) 試驗設備：

- ① 構造：如圖 8 至圖 12 所示，所有配件之組裝皆須緊密無洩漏，石英玻璃管與第一收集瓶，及第一收集瓶與第二收集瓶之距離越短越好。
- ② 管狀火爐：管狀火爐之有效長度須在 500mm 至 600mm 間，內徑應在 40mm 至 60mm 間，並配備可調式電熱系統。
- ③ 導管：火爐包含一個用二氧化矽裝置之防火導管用以抵抗腐蝕氣體之作用，導管與管狀火爐成同心圓配置，二氧化矽管之內徑在 32mm 至 45mm 間，原間隙為僅供熱膨脹之裕度，導管入口側突出之長度為 60mm 至 200mm 間，出口側突出之長度為 60mm 至 100mm 間。
- ④ 燃燒皿：材質使用瓷器、融合石英或皂石，長度為 45mm 至 100mm，寬度為 12mm 至 30mm，深度為 5mm 至 10mm，安裝位置如圖 8 所示，每只燃燒皿僅能在破裂或換新前使用三次。
- ⑤ 氣體收集裝置：氣體在導管出口通過一個裝滿 990ml 至 1000ml 蒸餾水之收集瓶（如圖 9 所示），或兩個各裝 450ml 蒸餾水之收集瓶，水之 PH 值應介於 5 到 7 之間，導電度應低於 $1.0 \mu\text{S}/\text{mm}$ ，收集瓶（當使用兩收集瓶時為第一個收集瓶）應裝磁性攪拌器以產生渦流使燃燒氣體較易溶於水中。另導管應浸入水中 100mm 至 120mm 深。
- ⑥ 空氣供應系統：為因應導管內徑之差異並確保管內空氣流量達約 $20\text{ml}/\text{mm}^2/\text{h}$ ，空氣量之供給可在 $15\text{L}/\text{h}$ （公升/小時）至 $30\text{L}/\text{h}$ 的範圍內調整，其調整係以調整針型閥及觀察流量計以控制流量穩定，流量（ ρ ）由下式計算，並依下列三種方法擇一供給高純度空氣。

$$\rho = 0.0155D^2 \text{ L/h} \quad [D: \text{導管內徑 (mm)}]$$

方法一：使用壓縮空氣鋼瓶，空氣由燃燒管前端注入（如圖 10）。

方法二：使用於試驗室加壓之空氣，空氣經過濾後由燃燒管前端注入（如圖 11）。

方法三：使用經適當過濾之試驗室環境空氣，利用裝置於系統最末端之吸氣泵使空氣和燃燒後氣體之混合氣通過收集瓶（如圖 12）

(2) 量測設備：

- ① 分析天平：精密度達 $\pm 0.1\text{mg}$ 。
- ② 酸鹼計：精密度達 ± 0.02 ，並有適當之探針。
- ③ 導電度計：量測範圍應介於 10^{-2} 至 $10^2 \mu\text{s/mm}$ 間。
- ④ 碼表。

(3) 試料狀態：

試料應置於溫度 $23\pm 2^\circ\text{C}$ 及濕度 $50\pm 5\%$ 之狀況下至少 16 小時。

(4) 試樣取料：

取與電線絕緣體或被覆體相同之材料，切成碎片，稱重 $1000\text{mg}\pm 5\text{mg}$ ，試料數三個。

(5) 試驗方法：

- ① 試料之重量應在 $\pm 1\text{mg}$ 之誤差範圍內，並平均置於燃燒皿內。
- ② 進氣應以針狀閥調整至 $0.0155\text{D}^2 \text{ L/h}\pm 10\%$ 之流量，並於測試全程中保持穩定。
- ③ 溫度應以熱電偶量測，熱電偶並應有適當防止腐蝕之保護，並安裝於管內火爐中央。
- ④ 裝好試料之燃燒皿應快速置入管中之有效區域，同時計時器開始計時，燃燒皿與有效加熱區之出口端之距離應不得小於 300 公厘，燃燒皿所在位置之溫度不得低於 935°C ，距燃燒皿 300 公厘上風處之溫度不得低於 900°C 。
- ⑤ 火爐應保持燃燒及進氣之狀況 30 分鐘。
- ⑥ 酸鹼值及導電度應於上述程序完畢後量測，量測前收集瓶應加蒸餾水補充至 1000ml（如果使用兩個收集瓶，則兩個收集瓶應倒在同一個燒杯內並加蒸餾水至 1000ml）。
- ⑦ 移去燃燒皿後，導管全長應於 950°C 以鍛燒法清洗。

(6) 酸鹼值及導電度之量測：

- ① 酸鹼計之歸零校正：
酸鹼計應以原廠提供之方法歸零校正。
- ② 溶液酸鹼值及導電度之量測：
溶液之酸鹼值應於室溫量測，酸鹼值所示之讀數應為經自動溫度補償換算後之數值，該自動溫度補償元件應內建於酸鹼計中。

(7) 合格判定基準：

- ① 應實施三次測試，並計算平均值及變異數，如果變異係數大於五個百分比則應加做三個測試，並計算六個測試之平均值，三次（或六次）酸鹼值（pH 值）之平均值應不小於 4.3，

導電度不大於 $10 \mu \text{ s/mm}$ 者為合格。

② 變異係數之計算：

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

$$S = \sqrt{v}$$

$$C = \frac{S}{\bar{x}}$$

x : 測試值

$\bar{x}$: 平均值

v : 變異數

n : 測試樣品數

S : 標準差

C : 變異係數

圖 8 (燃燒皿及試料插入裝置)：

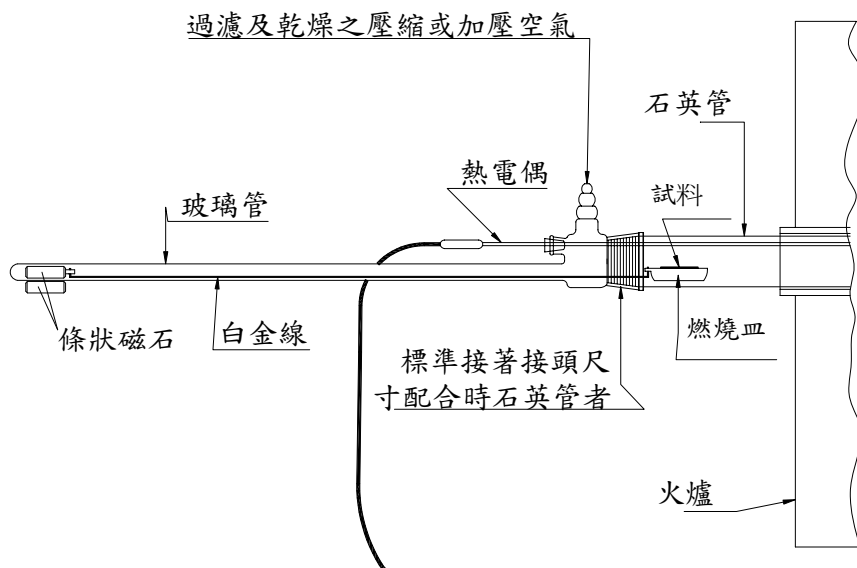


圖 9（收集瓶例）：

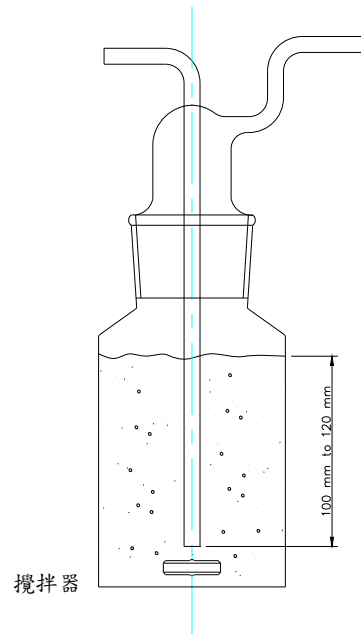


圖 10（空氣供應系統-方法一）：
（使用壓縮空氣鋼瓶）

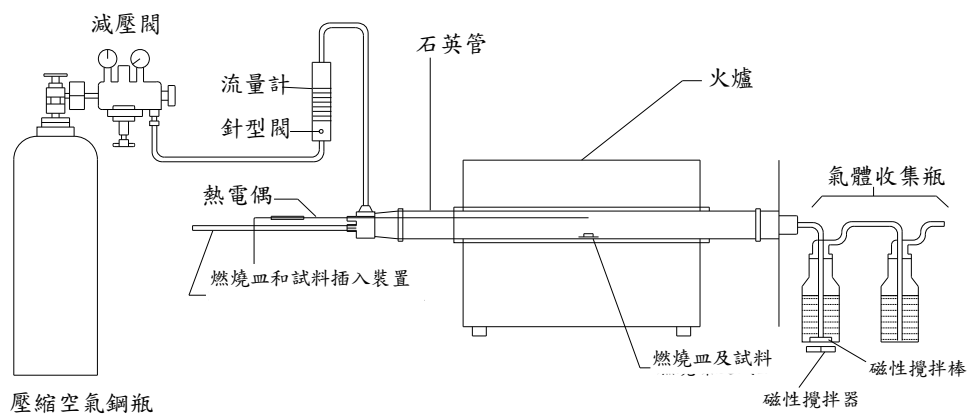


圖 11 (空氣供應系統-方法二):
(使用於實驗室加壓之空氣)

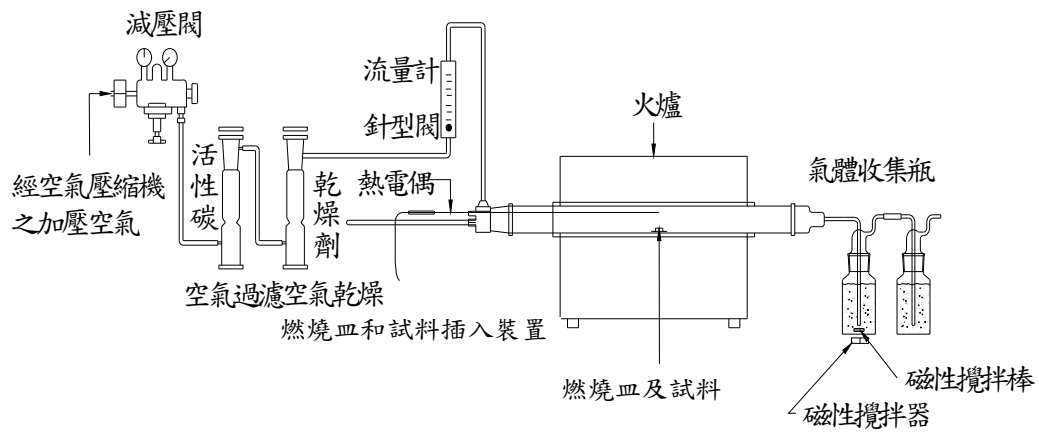
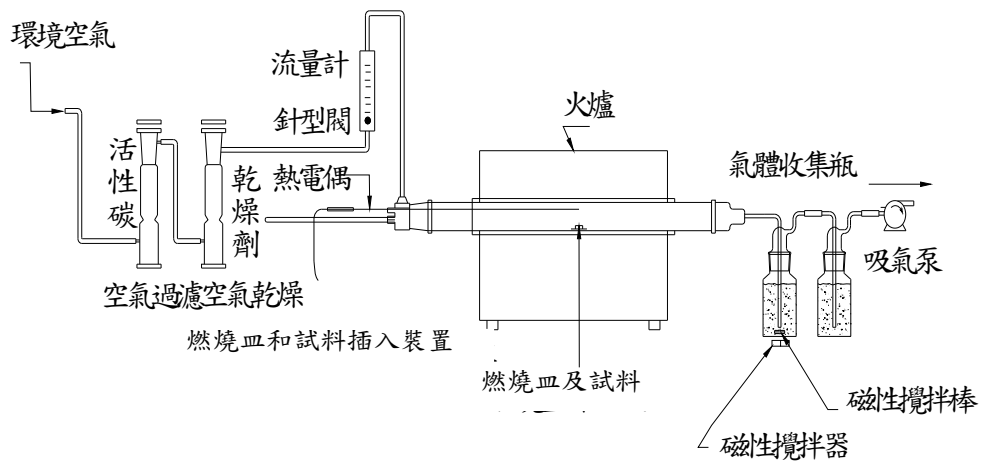


圖 12 (空氣供應系統-方法一):
(使用吸氣泵吸入空氣)



六、標示：

(一) 耐熱電線電纜須於表面以不易磨滅之方法連續標示下列事項：

1. 耐熱試驗所施加之電壓值。
2. 耐熱溫度 (380°C 或 300°C (限外徑 15mm 以下))。
3. HR-C V F

HR: Heat-Resistant

HR 後第一位英文字：代表絕緣體之材質 (交連聚乙烯 (XLPE): C; 聚乙烯 (PE): E; 聚氯乙烯 (PVC): V; 乙烯丙烯橡膠 (EPR): P)

HR 後第二位英文字：代表被覆體之材質 (交連聚乙烯 (XLPE): C; 聚乙烯 (PE): E; 聚氯乙烯 (PVC): V; 氯丁二烯: N; 低煙無鹵: L)

HR 後第三位英文字：代表扁平型 (Flat)

4. 單芯導體之標稱直徑或截面積及芯線數。
5. 製造廠商或商標。
6. 製造年份。
7. 型式認可號碼。

(二) 標示範例：

250V	380°C	HR-CVF	mm (或 mm ²) ×	C	廠牌	製造年	型式認可號碼
1	2	3	4	5	6	7	

(三) 標示距離：每隔 1000mm 以內標示一次。