

層板燈具安規檢測重點實務

林昆平／標準局臺南分局技正

黃勝祿／標準局臺南分局技士

一、前言

層板燈具外觀小巧扁平，可塞入常見之裝潢夾板作間接照明，也可以任意擺放或固定作直接照明，更可利用電源引線串接多支層板燈具，便利性與輕巧性使這種燈具可單支應用在小房間及飾櫃，也可串接成大空間照明，逐漸成為居家與商場青睞，取代傳統吸頂日光燈具成為未來 10 年燈管型照明產品主流。圖 1 顯示層板燈具外觀、燈管型式、串接情形及應用場所，燈管以直徑 1.6 cm 的 T5 為主流，光源型式可以是螢光燈也可以是 LED 光源，兩者均需驅動器點燈，市場燈管瓦數以 7 W、14 W、16 W、21 W、28 W 等為最大宗。層板燈具如此受歡迎，其安規檢測重點更應好好介紹，檢測規範依 CNS14335 一般室內燈具通則執行，表 1 顯示其全部章節內容。



圖 1 層板燈具外觀、燈管光源種類、串接及安裝場所應用(圖片來源 a~e[1]~[6])

表 1 CNS 14335(88 年版)及 IEC 60335-2-1 固定式燈具個別標準章節內容(表格自製)

1	用語釋義	6	空白	11	沿面距離與空間距離
2	燈具分類	7	接地	12	耐久性與溫升試驗
3	標示	8	防電擊保護	13	耐熱,耐燃
4	構造	9	防塵防水保護	14	螺釘端子
5	外部及內部配線	10	絕緣阻抗及耐電壓	15	無螺紋端子及電氣連接

二、層板燈具安規檢測重點分析

層板燈具適用安規標準為 CNS 14335 燈具安全通則，其大多以固定方式使用，故也適用 IEC 60598-2-1 固定式燈具個別標準，通則與個別標準之章節內容都是相對應的，只不過後者以增加、修正、取代等方式來修正通則的不足，使產品之功能安全性可全部被考慮。圖 2 顯示 110 V 16 W T5 日光燈管之層板燈具拆解結構，包含：電源引線(可分離式電源線)、燈具電源輸入端、串接電源線、燈具串接輸出端、安置在燈具殼內的光源驅動器與內部配線、燈具上的燈座等，整個主要結構與表 1 對照，可看出較容易造成人體電擊與火災的章節是：第 5 節外部及內部電線，因電線截面積不足可能無法負荷負載電流而造成電線走火；第 8 節防電擊，安裝或更換光源時，可能碰觸恰漏電之燈具外殼，尾端串接座露出的帶電端子，或燈座內的帶電部；第 10 節絕緣電阻及耐電壓，燈具外殼及零組件絕緣不佳造成漏電；第 12 節溫升，燈具運作產生高溫與驅動器異常溫升可能引燃周遭易燃物品；第 13 節耐熱與耐燃，燈具及部件材質應能耐高溫及阻礙燃燒，因此這 5 個章節較其它章節重要，是層板燈具的安規檢測重點。

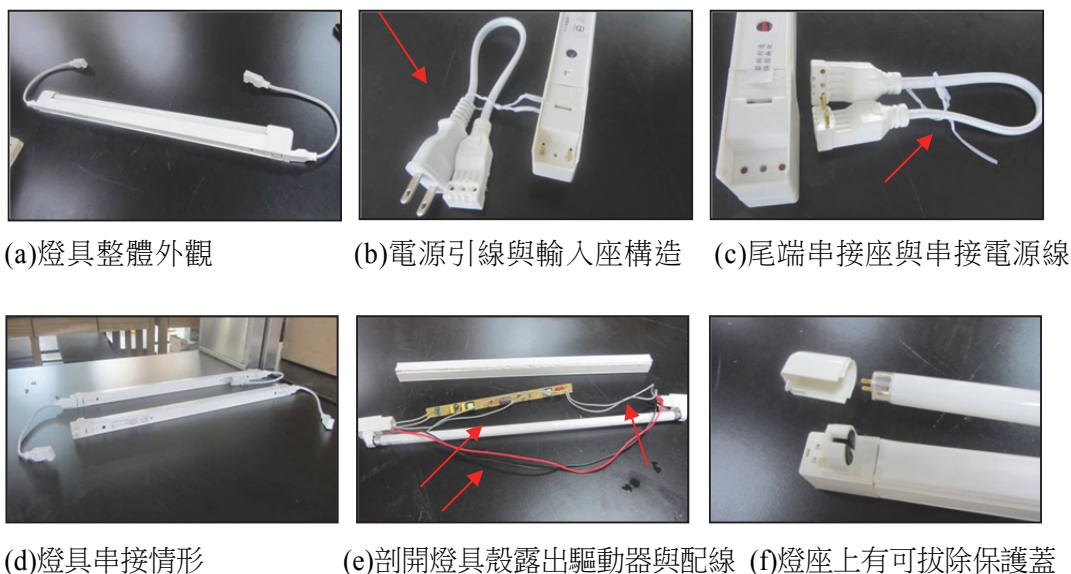


圖 2 110 V 16 W T5 日光燈管層板燈具結構(購自樣品拍攝)

三、層板燈安規檢測重點實務

1. 外部與內部電線承受光源電流之安全性(第 5 節規定)

依 CNS 14335 第 5 節及 IEC 60598-2-1 第 1.10 節規定測試。層板燈具電源配線包括外部電源引線、內部配線、串接電源線等三部份，外部電源引線之線徑截面積至少需 0.75 mm^2 ，而經開關或驅動器輸出至燈座的內部配線至少需 0.5 mm^2 以上，惟內部配線 0.5 mm^2 以下也可以接受，不過需證明配線具有足夠載電流能力。圖 2b,c 電源引線與串接電源線被覆均打印 18 AWG (American Wire Gauge)，為一種美國線徑截面積編號，對應截面積為 $0.816 \text{ mm}^2 > 0.75 \text{ mm}^2$ ，所以是符合的；圖 2e 顯示由燈具內部驅動器至燈座的內部配線，打印 20 AWG，對應截面積為 $0.516 \text{ mm}^2 > 0.5 \text{ mm}^2$ ，也符合內部配線要求，不過此時若廠商為節省線材成本而採用 22 AWG(截面積 0.326 mm^2)以下者，此時就必需評估這些線徑足夠的載電流能力，試驗以底下第 4 項正常溫升操作下，量測內部配線實際溫升需小於 95°C 來證明其符合性。

2. 防電擊保護

依 CNS 14335 第 8 節及 IEC 60598-2-1 第 1.11 節規定測試。防電擊保護分成兩部份，第一部份是可觸及的燈具外殼，其防電擊型態可分 0 類、I 類、0I 類、II 類和 III 類等，0 類燈具依靠基本絕緣作為防觸電保護，但基本絕緣一旦失效容易有觸電危險；I 類及 0I 類燈具是外殼或組成部件為金屬材料時，利用內部接地端子與家中接地系統連接，迫使可觸及金屬外殼或部件為零電位來防止電擊；II 類燈具防電擊是以多層絕緣層包覆帶電部方式來防止基本絕緣層劣化後的電擊；III 類燈具防電擊則是採用超低安全電壓 42 V 以下驅動的光源，使人體碰觸帶電可觸及部也因無感而無電擊危險，檢測時以目視觀察其防電擊結構的符合性。第二部份是更換燈具光源時碰觸燈具開孔下帶電部的電擊，層板燈具因一體造型，碰觸內部帶電部並不容易，可能會發生在更換燈管的燈座間隙，或是串接燈具電源擴充座之帶電端子，圖 3 顯示以試驗指進行測試，檢測前先徒手拔除任何可分離保護蓋，再予試驗不得碰觸帶電部。



(a)測試前拔除可分離保護蓋 (b)以試驗指測試燈座縫隙 (c)測試串接擴充座帶電端子
圖 3 層板燈具之防電擊測試(購自樣品拍攝)

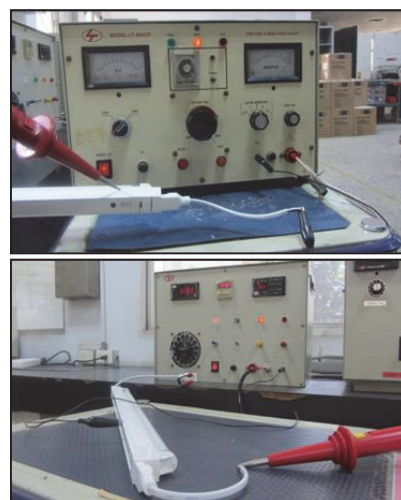
3. 絕緣耐電壓與絕緣電阻

依 CNS 14335 第 10 節及 IEC 60598-2-1 第 1.14 節規定測試。確認燈具外殼或可觸及零組件絕緣材料之絕緣強度是否足夠，本樣品外殼屬 II 類防電擊型態，可觸及外殼離帶電部至少有兩絕緣層厚度的距離隔離帶電部，絕緣強度屬強化絕緣。檢測絕緣耐電壓時：燈具若有開關須先放在開(ON)的位置，再分別將頭尾之電源引線與串接電源線之正負極銅導線絞接一起以形成等電位，再依 CNS 14335 表 10.2 施加絕緣電壓規定(圖 4a)，將絕緣計測試電壓值調整至 2970 V(即 $110 \text{ V} \times$

2 + 2750 V)以上，絕緣計測試回路接地夾夾住絞銅線，探測棒將輸出電壓觸及燈具外殼上持續 1 分鐘，則燈具外殼不得被擊穿而發生短路現象(圖 4b 上)。檢測絕緣電阻時：將絕緣計量測模式切換至絕緣電阻量測，絕緣計測試回路接地夾改夾住燈具殼，探測棒改觸及電源引線絞接之銅線，從絕緣計表頭讀出絕緣電阻值，此值必需 $> 4 \text{ M}\Omega$ 。

表 10.2 耐電壓強度

絕緣部份	非 II 類燈具 或 III 類燈具
SELV :	500 V
不同極性之載流部件之間	
載流部件與安裝表面間	
載流部件與燈具金屬間	500 V
SELV除外	2U+1000 V
不同極性之帶電體之間	
因開關動作而變成不同極性的帶電	2U+1000 V
基本絕緣	2U+1000 V
補充絕緣	2U+1750 V
雙重絕緣或加強絕緣	2U+2750 V
U：工作電壓	



(a)測試部位之絕緣耐電壓規定

(b)耐電壓(上)絕緣電阻(下)

圖 4 層板燈具外殼絕緣耐電壓與絕緣電阻測試

4. 層板燈具的溫升試驗(正常與異常)

依 CNS 14335 第 12 節及 IEC 60598-2-1 第 1.9 節規定測試。燈具運作會產生溫升，熱效應對零組件材質脆化有影響，燈具結構必須有良好散熱設計來限制溫升；另一方面避免安裝面與照射面過高溫度引燃周遭易燃物。因此本節對塑膠燈罩、燈座、連接座、內部配線、驅動器機板、安裝表面、螺絲墊圈、零組件座、安裝面、電器外殼、按鈕開關等溫度都訂有限制值；另電子機板異常也可能異常溫升，此異常溫升可能使機板上電容器、線圈電感、安裝面等燃燒或爆炸起火，因此不管正常或異常操作，其溫升都需量測。

(1) 正常溫升試驗

正常溫升試驗依 CNS 14335 第 12.4 節及 IEC 60598-2-1 第 1.12 節規定測試。圖 5 顯示量測情形與溫度記錄，樣品各量測點都符合限制值，高溫前三名分別是塑膠燈具外殼(近驅動器線圈)47.6 °C、內部配線(近驅動器輸出側)34.7 °C、安裝表面(近驅動器線圈)33.7 °C，此溫度都不致引燃安裝面之可燃物，底下為測試程序解說：

A. 12.4.1 節測試環境規定

(A)實驗室內周圍：溫度設定在 10 °C 至 30 °C，最好為 25 °C，溫度變化不超過±1 °C。

(B)燈具操作電壓：鎢絲燈具 1.05P₀/ 其它燈具 1.06 倍額定電壓 (110 V×1.06=116.6 V)。

B. 12.4.2 節各測試部位規定與溫度限制值

001 塑膠燈罩：47.6 °C < (75 °C+5 °C)。

002 燈座(無 t 標示的燈座/啟動座)：30.0 °C < (80 °C+5 °C)。

003 連接座：27.0 °C < (80 °C+5 °C)。

004 內部配線(廠商提供者 T105/無提供者 90°C)：34.7 °C < (T105+5 °C,90+5 °C)。

005 開關：26.6 °C < (50 °C+5 °C)。

006 安裝表面(近安定器線圈處)：33.7 °C < (90 °C+5 °C)。

007 室溫 t₀：25.1 °C。

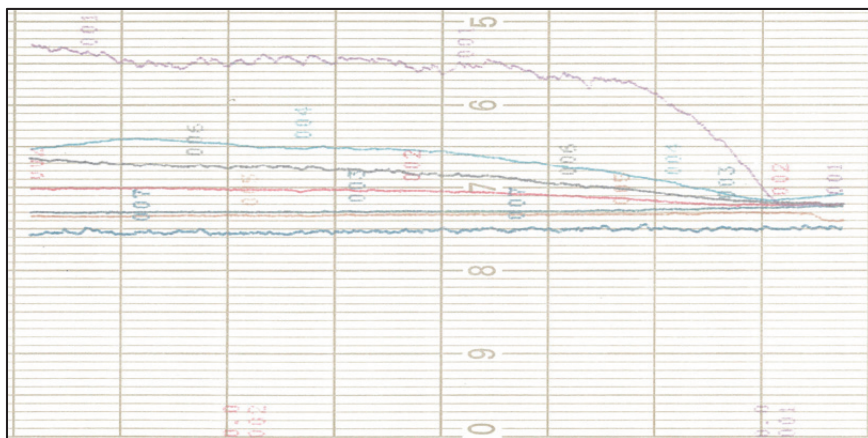


圖 5 110 V 16 W T5 日光燈管層板燈具正常溫升量測 1 小時
(X 軸每大格 3 分鐘，Y 軸每小格 1 °C)

(2) 異常溫升試驗

異常溫升試驗依 CNS 14335 第 12.5 節及 IEC 60598-2-1 第 1.12 節規定測試。圖 6 顯示量測情形與溫度記錄，樣品各量測點都符合限制值，底下為測試程序解說：

A.12.5.1 節異常狀況模擬(選用最不利狀況)

【狀況 1】 燈具設計結構易導致不安全操作情況者，例如可調整式燈具被人為外力碰觸，導致高溫處碰觸燈具安裝面。測試時，實際將燈具施力以產生不利情形下，量測最不利處的溫升。

【狀況 2】 光源驅動器或起動器故障，例如螢光燈具驅動器。測試時，將驅動器輸出埠短路，這些故障通常是零組件製造不良因素引起。

【狀況 3】 具使用特殊光源之鎢絲燈具者，例如消費者可能誤用一般鎢絲燈泡造成此特殊燈具燈故障。測試時，直接以一般鎢絲燈泡置換測試之。

【狀況 4】 基板上具光源用電力變壓器，此種變壓器最常見於 40 W 以上傳統安定器，或 LED 降壓變壓器以提供 12 V 整流給光源用。測試時，將控制器輸出埠短路(等同變壓器二次側短路)，這些變壓器故障原因有可能由絕緣不佳或刮損等人為因素造成。

B.12.5.2 節異常溫度量測點與溫升限制值規定

異常操作下之量測點與溫升限制值依 CNS 14335 規定(詳本文表 2)。因光源驅動器上常設計有線圈電感與電容器等零組件，這些組件在電路異常時溫升都很高，電容器易爆炸，線圈易短路，因此驅動器必需有排除異常機制的功能，而安裝面也可能因驅動器高溫而而起火。測試時，螢光燈具及其它放電燈具均以規定之額定電壓 1.1 倍輸入，有關異常操作下量測點之溫度限制值選用解說如下：

(A) 線圈電感異常溫度限制

參考廠商提供各繞組規格書內操作溫度 t_w ，並依本文表 3 之 S4.5 欄位對應取得，通常是 186 °C，這是因為廠商一般無法提供各線圈工作溫度 t_w ，這時安規工程師可以最嚴苛的 A 種絕緣等級線圈認定，而 A 種絕緣線圈的容許最高溫度規定是 $t_w=100$ °C，故從表中可查得 186 °C。驅動器內繞組以抑制電磁干擾用差模電感線圈最多，IC 用電源變壓器線圈次之，光

源用電源變壓器線圈則較少見。

(B) 電容器外殼溫度限制

電容器容許工作溫度 t_c 加 $10\text{ }^\circ\text{C}$ 。若無工作溫度 t_c 者以 $60\text{ }^\circ\text{C}$ 計。控制器內部的電容除整流電路的濾波電容外，大多是抑制電磁干擾用 X 電容。大部份濾波電容組件電容廠商規格書內通常會提供其容許工作溫度 t_c ，一般約 $t_c=105\text{ }^\circ\text{C}$ (故為 $115\text{ }^\circ\text{C}$)；X 電容大多無 $t_c\text{ }^\circ\text{C}$ (故為 $60\text{ }^\circ\text{C}$)。

(C) 燈具安裝面溫度限制

【狀況 1】光源照射表面(適用調整式燈具)： $175\text{ }^\circ\text{C}$ 。

【狀況 2】光源加熱表面(適用攜帶燈具)： $175\text{ }^\circ\text{C}$ 。

【狀況 3】適用安裝於一般可燃表面(固定型燈具)： $130\text{ }^\circ\text{C}$ 。

【狀況 4】僅適用安裝於不可燃表面之燈具者：無需量測。

層板燈具屬固定型，安裝面限制值採用 $130\text{ }^\circ\text{C}$ 。

表 2 CNS 14335 異常操作下之量測點規定與異常溫升限制[7]

零 件	最高溫度($^\circ\text{C}$)
安定器或變壓器之繞組 ¹	見表 12.4 及 12.5
電容外殼： - 若無標示 t_c - 若有標示 t_c	60 t_c+10
安裝表面： - 光源照射之表面(依照 12.5.1a 項之可調整式燈具) - 光源加熱之表面(攜帶式燈具) - 一般可燃表面 - 不可燃表面	175 175 130 不測量
軌道(電源導軌式燈具)	如軌道製造商所規定值
插入主電源插座的燈具及插入式安定器/變壓器之欲以手抓拿的外殼	75
¹ 除非安定器有標示溫度，否則適用表 12.4 之 S4.5 欄的規定值	

表 3 CNS 14335 異常操作下之光源控制器繞組溫升限制[7]

常數 S	最高溫度(°C)					
	S4.5	S5	S6	S8	S11	S16
$t_w=90$	171	161	147	131	119	110
95	178	168	154	138	125	115
100	186	176	161	144	131	121

(3) 異常操作之溫度量測

依 12.5.1 節異常狀況模擬，對層板燈具而言選用最不利狀況【狀況 2】將驅動器輸出側短路以產出高溫短路電流。測試時，依上述規定操作電壓以自耦變壓器將電源電壓調升至 1.1 倍額定輸入燈具(即 $110\text{ V} \times 1.1 = 121\text{ V}$)，溫度記錄器之熱電偶黏貼點分別依上述規定，黏貼在樣品驅動器上的 L1~L3，C4、C8、安裝表面等處。圖 6 顯示異常操作前各量測點、熱電偶黏貼、驅動器輸出側短路等情形；圖 7 為異常溫升量測結果，顯示各量測點溫度僅約 $27\text{ }^\circ\text{C}$ 左右，並未如預期產生高溫現象，顯見驅動器電子電路設計有切離短路異常機制，也證明只有購買貼有標準局合格標識之層板燈具商品才有保障。

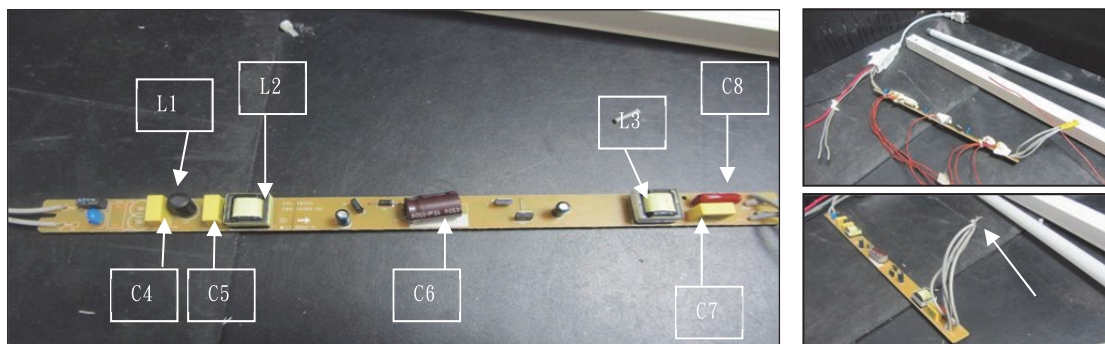


圖 6 異常操作溫升量測點、熱電偶連接情形、驅動器輸出側短路(實驗拍攝)

- 001 L1 : $27.6\text{ }^\circ\text{C} < 186\text{ }^\circ\text{C}$ 。
- 002 L2 : $27.6\text{ }^\circ\text{C} < 186\text{ }^\circ\text{C}$ 。
- 003 L3 : $27.7\text{ }^\circ\text{C} < 186\text{ }^\circ\text{C}$ 。
- 004 C4 : $27.6\text{ }^\circ\text{C} < 186\text{ }^\circ\text{C}$ 。
- 005 C5 : $27.6\text{ }^\circ\text{C} < 60\text{ }^\circ\text{C}$ 。
- 006 C6 : $27.7\text{ }^\circ\text{C} < 60\text{ }^\circ\text{C}$ 。

- 007 C7 : 27.8 °C < 60 °C 。
- 008 C8 : 28.1 °C < 60 °C 。
- 009 F(安裝面) : 28.1 °C < 130 °C 。
- 010 t₀(室溫) : 24.0 °C 。

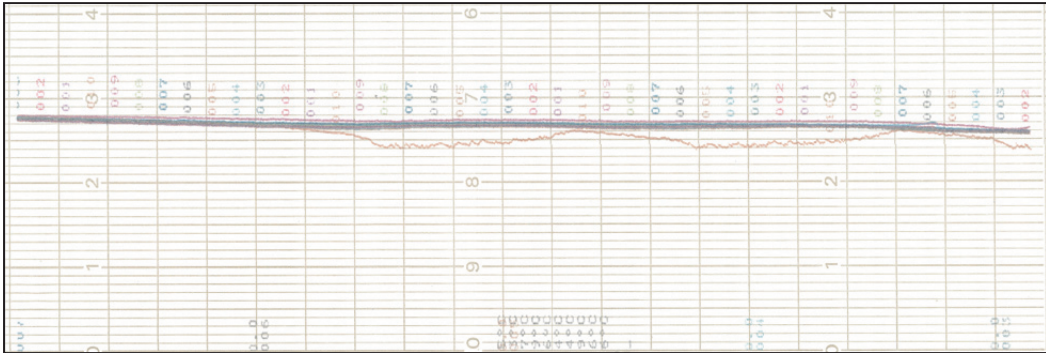


圖 7 110 V 16 W T5 層板燈具異常操作溫度記錄曲線
(X 軸每大格 3 分鐘，Y 軸每小格 1 °C)

5.耐熱與耐燃

依 CNS 14335 第 13 節及 IEC 60598-2-1 第 1.15 節規定測試。燈具防電擊外殼之絕緣材質及固定載流部件之絕緣材質，須有足夠耐熱能力避免高溫劣化與熔化，影響燈具運作的安全性，故測試其耐熱及耐燃。

(1) 第 13.2 節絕緣材質的耐熱測試(又稱球壓試驗)

A.測試部位規定(圖 8d,e)

- (A)防電擊保護用的絕緣材質的外部零件(如燈具外殼)
- (B)固定帶電體的絕緣材質零件(如燈座、燈具電源擴充座)

B.測試環境規定(圖 8a,b,c)

- (A)須在烘熱箱內以球壓裝置壓住試片 1 小時。
- (B)烘熱箱的溫度設定

- a. 作防電擊保護之絕緣零組件(如燈具外殼、安定器外殼)，烤箱溫度設定為該絕緣材料於 CNS 14335 表 12.1 及表 12.2 之溫度限制值再加 25 °C，經查表 12.1 燈具塑膠外殼限制值為 50 °C，因此測試燈具外殼之耐熱，烘熱箱溫度設定為 75 °C。

- b. 對於固定帶電體或 SELV 等絕緣材質零組件(如燈座、燈具電源擴充座)，烤箱溫度設定為 125 °C，因此測試燈座及電源擴充座之耐熱，烘熱箱溫度設定為 125 °C。

C. 判定符合規定

試片被球壓裝置的壓痕直徑 < 2 mm。

D. 本例試驗結果(圖 8f)

- (A) 燈具外殼(樣品為塑膠殼)(烘熱箱 75 °C) → 1.62 mm < 2 mm。
 (B) 燈座內座(黑)(烘熱箱 125 °C) → 1.84 mm < 2 mm。
 (C) 燈座外座(白)(烘熱箱 125 °C) → 1.18 mm < 2 mm。
 (D) 電源擴充座(烘熱箱 125 °C) → 1.31 mm < 2 mm。



圖 8 耐熱測試與設備

(2) 第 13.3 節絕緣材質的耐燃測試(熾熱線及針燄試驗)

A. 測試部規定

- (A) 【試片 1】防電擊保護用的絕緣材質的外部零件(如燈具外殼)
 (B) 【試片 2】固定帶電體的絕緣材質零件(如燈座、燈具電源擴充座)

B. 測試程序規定(圖 9b,d)

(A)上述【試片 1】非作為固定用途之其它防電擊保護之絕緣零組件如燈具外殼及安定器外殼，採熾熱線試驗。

(B)上述【試片 2】對於固定帶電體或 SELV 等絕緣材質零組件如燈座及電源擴充座，採針箴試驗。

C.判定符合規定(圖 9a,c)

(A)熾熱線試驗：依 CNS 14545-4 可燃材料之熾熱線試驗規定：熾熱線深入試片 7 mm 後，移開熾熱線，試片於 30 s 內須自動熄火；滴落之物不得使樣品下 200 mm \pm 5 mm 處置放之棉紙點燃

(B)針箴試驗：依 CNS 14545-8 可燃材料之針箴試驗規定：燒 10 s，移開針箴後置算起，試片於 30 s 內須自動熄火；滴落之物不得使樣品下 200 mm \pm 5 mm 處置放之棉紙點燃。

D.本例試驗結果

(A)燈具外殼(產品塑膠殼)→熾熱線 650 °C OK。

(B)燈座內座(黑)→針箴 OK。

(C)燈座外座(白)→針箴 OK。

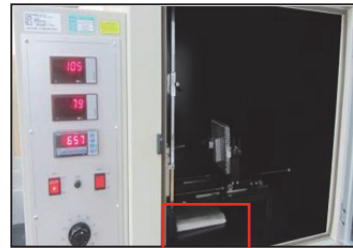
(D)電源擴充座→針箴 OK。



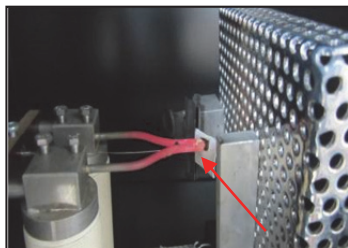
(a)針箴試驗設備(底下鋪棉紙)



(b)針箴測試



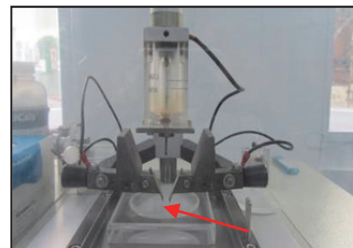
(c)熾熱線試驗設備(底下鋪棉紙)



(d)熾熱線深入 7 mm 止



(e)耐電弧設備



(f)耐電弧測試

圖 9 耐燃、耐熱、耐電弧測試與設備(實驗拍攝)

四、結論

本文介紹層板燈具的安規檢測重點內容，先從層板燈具結構拆解確認電源線、燈座、串接擴充座、驅動器、內部配線等為主體結構，再從功能與安裝上看，層板燈具因作的扁平小巧安裝方便，線路及驅動器被全部擠入燈具空間內溫升必需重視，驅動器因而異常著火也有可能，異常操作狀況之溫升須考慮；安裝上層板燈具安裝面幾乎緊貼裝潢夾板，裝潢夾板幾乎都是易燃木製材料，故層板燈部件中可能著火的塑膠材質如燈座、電源座、串接座、燈具外殼等，都應該採用耐熱耐燃材質，不可以是一般熱塑材料；而更換燈管及安裝燈具須有防電擊保護結構，故必需確認燈具外殼防電擊型態，也需注意燈具縫隙手指可觸及之帶電部；層板燈具塞在裝潢夾板內使用，空間散熱不佳下熱效應對燈具絕緣材料衝擊，可能造成絕緣強度降低而劣化，進而影響產品使用的安全性，故絕緣電阻與耐電壓測試都必須執行；最後電源線與內部配線的載流能力要足夠，避免串接過多燈具使線徑負荷不了而產生電線走火。

五、參考文獻

1. 層板燈圖示1，105/07/26檢索，國際寶橋科技公司網，取自 <http://www.ipqhk.com.hk/product/p1/2010/0830/82.html>。
2. 層板燈圖示2，105/07/26檢索，PcHome 24hr購物網，取自 <http://24h.pchome.com.tw/prod/DEAX8F-A9005EFHQ>。
3. 層板燈圖示3，105/07/26檢索，特力屋網，取自 https://cdn.i-house.com.tw/medias/sys_master/images/images/h15/hd9/8816933109790/IMG-66949-300Wx300H.jpg。
4. 層板燈圖示4，105/07/26檢索，設計家網，取自 <http://www.searchome.net/article.aspx?id=17417>。
5. 層板燈圖示5，105/07/26檢索，設計家網，取自 <http://www.searchome.net/article.aspx?id=17417>。
6. 層板燈圖示6，105/07/26檢索，mobile網，取自 <http://www.mobile01.com/topicdetail.php?f=360&t=3749262>。