



CNS 14335燈具異常溫升評估內容介紹 (以電磁感應燈具爲例)

林昆平／臺南分局技正
許經杭／臺南分局技士

一、前言

燈具異常溫升指的是燈具被不當使用、光源故障、燈管選擇錯誤、光源變壓器線圈短路故障等，所引起燈具組件、內部配線及安裝面的溫度升高，其因有火災疑慮，故需事前評估各種人為操作異常狀況下，燈具產生溫升是否符合 CNS 14335 燈具安全通則規定之限制值；另外，燈具與安裝面空隙不夠與散熱不佳所導致燈具電子電路基板故障，同樣有引起火災的機會，例如螢光燈具用電子安定器、LED 燈具電源驅動器、電磁感應燈(無極燈)驅動之磁場振盪器等。

前述兩種導致燈具異常溫升的狀況，被規定在 CNS 14335 本文的第 12.5 節及第 12.6 節。12.5 節與 12.6 節的差異性就在引起燈具異常溫升原因不同，但測試內容卻相似，只不過 12.6 節比 12.5 節多了現象確認。整體看來，12.5 節異常溫升限制值比 12.6 節限制值來得嚴苛，因此對燈具異常溫升量測，作完 12.5 節再去作 12.6 節，似乎多此一舉，因此本文除介紹 12.5 節檢驗作法外，也介紹目前國內實驗室對 12.6 節的簡化作法，並分析其簡化作法的合理性，提供燈具界參考，文中以新一代螢光燈具-電磁感應燈具(無極燈)作為實驗對象，整個試驗程序也適用於一般螢光燈具與 LED 燈具在異常溫升上的試驗。

二、電磁感應燈具電路運作解析

圖 1 電磁感應燈具外觀有燈泡、環型、U 型等形狀，瓦數 20 W~300 W 之間，與一般日光燈具最大不同，在燈管被套上磁環，圖 2 顯示其工作原理，圖 3 為高頻磁場振盪控制器實體。基本上與交換式電源供應器或電子式安定器工作原理相似，都是將交流電源整流成直流電源，再利用 IC 控制兩顆高速開關 Q1 與 Q2，對直流電壓進行切割以產生高頻直流方波，再將直流方波利用 LC 弦波電路轉換成高頻弦波電壓，以供燈管使用，只是「安定器電路」是輸出 20 KHz~40



KHz 高頻正負弦波電壓，具同時預熱與加速燈管燈絲部放射電子，以衝撞燈管內氣體分子放射能量給螢光粉吸收發光；而「電磁感應燈具電源驅動器電路」卻是輸出 200KHz 以上高頻正弦波電壓，將輸出側配線纏繞至燈管磁環上並短路，使磁環在燈管內產生感應磁場，逼使管內氣體分子游離成電子與離子，電子與離子互換結合放射能量，此能量給螢光粉吸收而發光，因採磁場振盪方式點燈管，故燈管無需燈絲構造，無燈管壽命問題。有關電磁感應燈具電源驅動器組件包括：0.交流電源輸入端 110V/220V、1.電源保護熔絲、2.電源突波保護吸收器、3.防雷擊之避雷器、4.抑制電磁干擾用差模濾波器共兩組、5.整流倍壓電路、6.與 7.半導體高速開關 MOSFET、8.兩顆 IC 偏壓電路用電源變壓器、9.IC₁ 抑制產品諧波兼提升功因之積體電路、10. IC₂ 定頻率定電流輸出控制之積體電路、11.正負方波轉換高頻交流弦波電路、12.高頻弦波電流輸出配線纏繞至燈管磁環上。



圖 1 無極燈各形狀及控制器本體

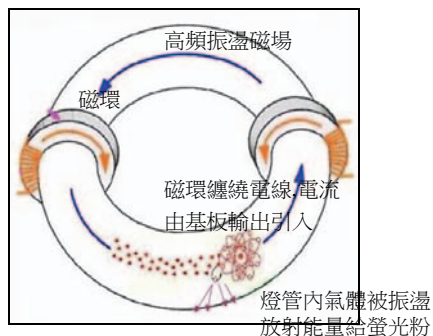


圖 2 無極燈工作原理

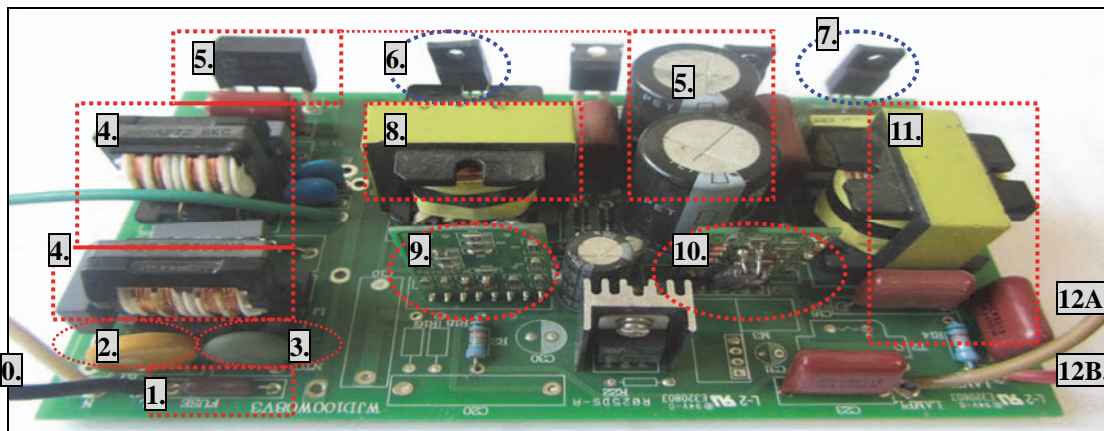


圖 3 電磁感應燈具高頻磁場振盪實體



三、電磁感應燈具輸出入電性

實驗樣品採 120 V~277 V 40 W 無極燈，量測儀器為法國製電力品質分析儀 CA 8820，這裏不使用一般電表，原因在考慮諧波效應，以符合實際電性。輸入電源電壓 120 V，輸入側監測電壓波形、電流波形、諧波電流、視在功率、實功、虛功、功因等(圖 4A)；輸出側監測電壓波形、電流波形，量測如圖 5：

1. 輸入側電壓 120.4 V，電流 0.3534 A(因電流勾表 CT 採 1000:1，故顯示 353.4 A 需除 1000)，波形均為漂亮弦波，顯示產品未衍生過量諧波，原因就在基板已安置抑制諧波兼功因改善 IC₁，否則像這種具整流電路、高速切換開關、工作頻率 200 KHz 以上的電子電路，很難不產生嚴重諧波干擾，太多諧波雜訊會造成產品功因下降，是能源損耗與電磁干擾元兇。諧波電流主要分佈在 3、5、7、9、11~25 次奇數諧波，綜合諧波電流失真 THDi=2.0%，顯示諧波幾近杜絕。
2. 輸入側視在功率 S=42.56 VA，實功 P=42.55 W，虛功 Q=1.25 VAR，功因 PF=1.0，顯示 IC₁ 對產品功因改善已發揮功效。
3. 輸出側開路電壓 300.4 V，短路電流 0.028 A，均呈現直流波形且近似直線，顯示基板安裝之「定頻率定電流輸出控制之積體電路 IC₂」已發揮效用。

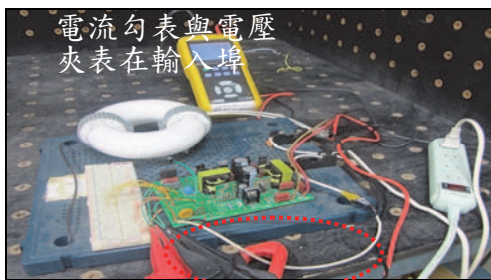
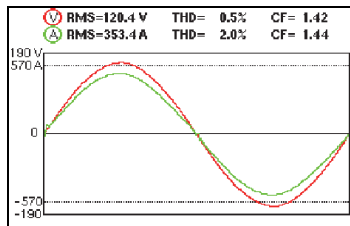


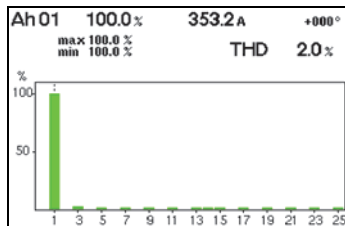
圖 4A 輸入側 電性分析



圖 4B 輸出側 電性分析



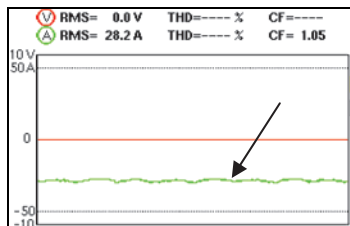
輸入側電壓與電流波形



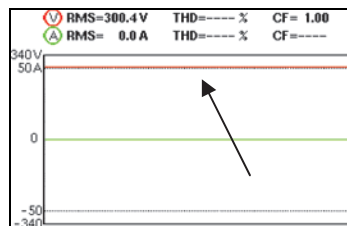
輸入側諧波電流

kW	+42.55	PF	+1.000
Wh	0000000		
kVAR	± 1.25	DPF	+1.000
VARh	±0000000	Tan	-0.020
kVA	42.56		
VAh	0000000	φ	-001°

輸入側功率與功因



輸出直流脈波電流(Vdc=0)



輸出直流電壓(Idc=0)

圖 5 輸入側與輸出側電性分析

四、燈具異常溫升

本節分別介紹 CNS 14335 第 12.5 節異常操作與第 12.6 節散熱不佳的異常溫升試驗，內容包含適用時機、異常操作狀況定義、測試與符合性、實際量測與確認等。

4.1 第12.5節溫升測試(異常操作)

4.1.1 適用時機

無限制。

4.1.2 異常操作狀況定義

異常操作狀況有四種，從下面評估選用最不利的適用狀況。

【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】

光源或起動器故障，例如螢光燈具起動器、電磁感應燈具燈磁環起動器。測試時將控制器連至起動器的輸出埠短路加以模擬，這些故障通常由於零組件製造不良等人為因素產生。

【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 40W 以上傳統安定器，或 LED 降壓變壓器以提供 12V 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。

4.1.3 測試與符合性

依 CNS14335 內文之表 12.3 規定，監測點應包括控制器電子電路基板上所有線圈繞組、電容、安裝表面，測試時，將熱電偶線黏貼於監測處，並連至溫度記錄器加以監控，各監測處溫升限制值如下：

(1) 繞組最高溫度限制

參考廠商提供各繞組規格書內操作溫度 t_w ，並與本文表 1 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是 $t_w=100$ °C，故從表 1 可查得 186 °C。另控制器內的繞組以抑制電磁干擾用差模電感最多，IC 用電源變壓器次之，光源用電源變壓器則較少見。

(2) 電容器外殼溫度限制

電容器容許工作溫度 t_c 加 10 °C。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，電容廠商規格書內通常會提供其容許工作溫度 t_c 。

(3) 燈具安裝面溫度限制

- a. 光源照射表面(適用調整式燈具)：175 °C。
- b. 光源加熱表面(適用攜帶燈具)：175 °C。
- c. 適用安裝於一般可燃表面(常採用)：130 °C。
- d. 僅適用安裝於不可燃表面之燈具者：無需量測。



4.1.4 量測與確認

以圖 1 無極燈為例，依 4.1.1~4.1.3 節內容執行下列程序，量測結果如表 2，異常溫升值均符合限制值。

- (1) 可適用 12.5 節異常操作時機。
- (2) 從圖 3 控制器基板評估，該機板無光源用電力變壓器，電路圖上兩顆變壓器 **8** 與 **11** 是提供 IC 偏壓電路用電源與 LC 振盪電路用，也不是特殊鎢絲燈，因此排除【狀況 1,3,4】，而採用狀況【狀況 2】，直接將控制器基板輸出埠短路。
- (3) 監測點判斷出後以熱電偶線黏貼如圖 6，線圈因廠商無提供容許工作溫度所以 L1~L4 繞組均以 186 °C 作為限制值，電容組件廠商提供規格書標示有 $t_c=105\text{ °C}$ ，故電容溫升限制值為 $105\text{ °C}+10\text{ °C}=115\text{ °C}$ ，因燈具標示有 **F**，代表該燈具可被安裝於可燃材質表面所以安裝面溫升限制值為 130 °C。

4.2 第12.6節溫升測試(散熱不佳引起的控制器故障)

4.2.1 適用時機

- (1) 燈具可安裝於可燃材質表面，本體標示有 **F** 符號者。
- (2) 安裝時，燈具固定後與安裝面之空隙不足 10 mm 之散熱距離者。
- (3) 燈具控制器無裝置溫控開關，以限制因控制器故障所引起可燃性安裝表面溫度上升。

4.2.2 異常操作狀況定義

同 4.1.2 節。

4.2.3 測試與符合性

依 CNS 14335 12.6 節規定，監測點僅規定於安裝表面處，溫升限制值：130 °C。

4.2.4 量測與確認

以圖 1 無極燈為例，依 4.2 節內容進行評估：

- (1) 可適用 12.6 節控制器故障異常溫升時機。因該控制器標示上有 **F**，圖 1 顯示該產品並無提供固定燈具，僅光源與控制器供消費者安置，可判定



控制器會被平放於安裝面，散熱距離<10 mm，從圖 3 觀察該控制器並無溫控開關，僅於電源部發現一 4 A 電力保護熔絲，因此適用 12.6 節引用時機。

- (2) 同 4.1.4(2)採用狀況 2 直接將控制器輸出埠短路。
- (3) 同 4.1.4(4)結果，安裝表面監測值為 38.9 °C，符合 130 °C(表 2)。

4.2.5 取代方案

從以上已發現問題，對大部份燈具而言，12.6 節可以被 12.5 節的評估結果所取代，因不管是監測點或溫升限制值，12.5 節都比 12.6 節嚴苛且範圍廣，但 12.6 節是評估光源控制器因散熱不佳導致故障，引發安裝面異常溫升。反過來想，在控制器故障後，電力熔絲若能適時切斷電源，則控制器內部零組件短路故障就不會持續運作，擴大燈具與安裝面的溫升，因此確認電力熔絲是否順利啟斷，可判定異常溫升符合性，試驗方式是將控制器直流側源頭「橋式整流電路」四個輸出入埠輪流短路，再觀察熔絲保護情形，因為控制器直流側任何零組件故障，最後都會反應至整流端。這是目前國內安規實驗室作法，但並不無道理，圖 7 與表 3 顯示測試情形與結果。

表 1 線圈繞組容許最高溫度決定(CNS 14335 表 12.4 光源控制器繞組之最高溫度)

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
105	194	183	168	150	137	126
110	201	190	175	156	143	132
115	209	198	181	163	149	137
120	217	205	188	169	154	143
125	224	212	195	175	160	149
130	232	220	202	182	166	154
135	240	227	209	188	172	160
140	248	235	216	195	178	166
145	256	242	223	201	184	171
150	264	250	230	207	190	177

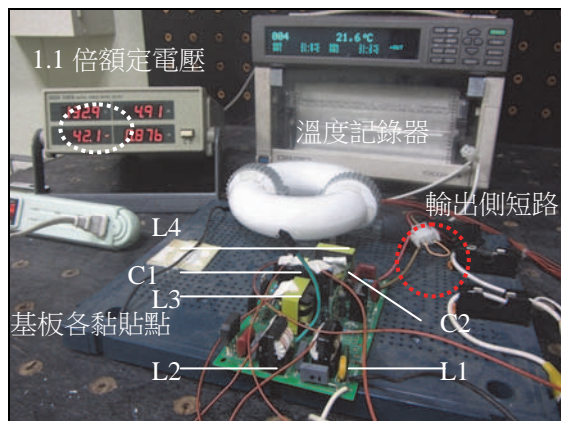


圖 6 輸出側短路，進行各點溫升量測

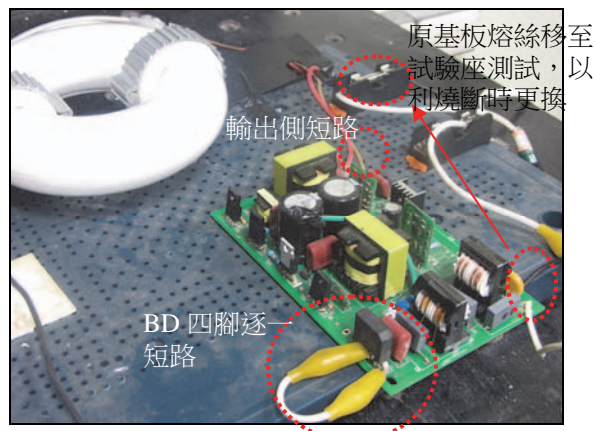


圖 7 橋式整流電路各腳短路，觀察熔絲

表 2 光源短路，量測置放面、繞組、電容溫升

異常狀況_輸出埠短路							
測試電壓 (V)	120V的1.1倍 (周圍溫度 $t_0=21.^\circ\text{C}$)						
量測位置	L1	L2	L3	L4	C1	C2	安裝表面
實測溫度 $t(^{\circ}\text{C})$	39.5	39.5	43.1	65	51	51	38.9
溫度限制值($^{\circ}\text{C}$)	186	186	186	186	115	115	130
判定	合格						
備註	電容規格書 $t_c=105^{\circ}\text{C}$ ；線圈視為A種絕緣						

表 3 輸出側與橋式整流電路短路，觀察基板電力熔絲保護情形

異常狀況_輸出埠與橋式電路各腳逐一短路(BD)				
測試電壓(V)	120V的1.1倍 (周圍溫度 $t_0=21.^\circ\text{C}$)			
短路方式	輸出埠短路	BD(AC(+), DC(+))	BD(AC(+), DC(-))	BD(AC(+), AC(-))
觀察現象	電流:42.1mA， 功率:4.9W，電 路shut down	圖3B 1. 熔絲燒斷	圖3B 1. 熔絲燒斷	圖3B 1. 熔絲燒斷
備註	橋式整流電路IC→ BD有四個端子，一組AC(+)(-)，一組DC(+)(-)			



五、結論

除 40 W 以上傳統安定器與 LED 光源控制器外，大部份燈具控制器的電子電路並不具備光源用電力變壓器，加上可調式燈具及特殊鎢絲燈具並非市場主流，因此對一般燈具而言，異常溫升試驗的作法就是將控制器輸出埠短路，再量測規定點溫升，即可符合 12.5 節規定；而燈具安裝散熱不佳所引起異常溫升，則可將電子基板橋式整流電路分別作輸出入埠短路，再觀察基板電力熔絲是否順利燒斷，此種作法雖在 CNS 14335 第 12.6 節未提及，但似也能反應 12.6 節精神。

六、參考文獻

1. CNS13755，“螢光燈管用交流電子式安定器”，95.7.10。
2. CNS927，“螢光燈管用安定器”，95.7.10。
3. CNS14335，“燈具安全通則”，88.8.4。
4. 國家標準、IEEE 標準、IEC 標準、ISO 標準購買，請電洽“經濟部標準檢驗局資料中心”，(02)23431984。
5. 燈具安規及電磁干擾抑制相關技術文章，請至下列網址下載參考：
<http://www.bsmi.gov.tw/wSite/index.jsp> -> 台南分局-> 本分局簡介-> 業務簡介-> 第一課->技術文章。