

CNS13755 「螢光燈管用交流電子式安定器」電性分析

林昆平/台南分局技正
洪飛良/台南分局技正
洪啟智/台南分局技士

一、前言

電子式安定器驅動螢光燈管燈具目前仍為市場主流，可分為驅動傳統粗管型T8/T9燈管電壓預熱型及新型細管T5燈管電流預熱型兩種，後者需較高起動電壓但比前者省電30%，又兩者安定器電路設計及燈座規格不同，舊燈具欲更換T5燈管需一併汰換，市場雖出現轉換器T85，宣稱舊燈具仍可換裝T5燈管，但實際能源效率仍比T5全新燈具低[1]。至於燈管點燈部份安定器電路可設計成預熱燈絲部0.4秒以上再起動，也可以設計不預熱直接起動，後者雖可在0.4秒內點亮卻容易傷及燈管造成黑頭，因此市面仍以預熱型居多，無論如何驅動T5/T8/T9燈管安定器為本局公告應施檢驗商品，需符合國家標準CNS13755 螢光燈管用交流電子式安定器。本文依CNS13755標準介紹電子式安定器相關電性，讓消費者了解家中螢光燈具電子式安定器安全運作，包括電路運作解析、標示含意、輸入特性(電流、功率、功因、諧波)、輸出特性(管電流、波高率、光輸出變動)、起動預熱特性(燈管啟動及燈絲預熱)、環境衝擊特性(耐濕試驗、雷擊突波試驗)等六項電性，並以驅動FL40/38x2雙燈管電子式安定器為例進行分析提供各界參考。

二、電路運作解析

安定器輸出埠常讓消費者混淆，諸如「輸出電流」、「燈管電流」、「燈絲電流」等名詞，圖1驅動40Wx2雙燈管安定器實體為例共七個輸出埠，圖2顯示安定器輸出埠連接至燈管的電路分析圖，共通線可被代以銅軌印刷在基板，故圖2改繪成圖3，一些廠商更將com1與com2合併一個輸出端形成七個輸出埠的結構。圖3可看出「輸出電流」、「燈管電流」、「燈絲電流」的含意及量測點，如量測「輸出電流(單管)」勾外側算起第二條或第三條得554mA，量測「燈管電流」則一起勾住外側兩條線得274mA，量測「燈絲電流」僅需勾住最外側線一條得280mA，



圖1 安定器七個輸出埠(量測燈絲電流)

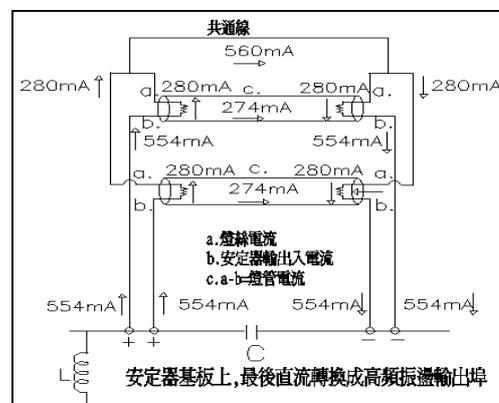


圖2 安定器運作電路分析 1

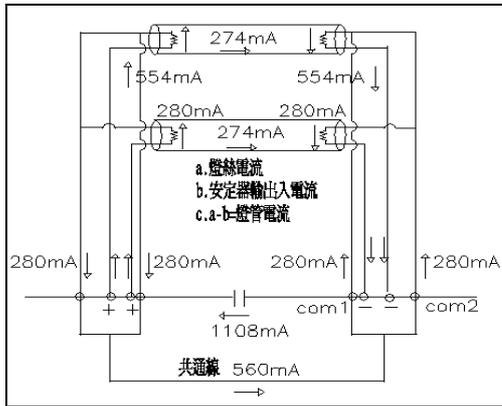


圖 3 安定器運作電路分析 2

二、標示及稱呼規定

電子式安定器標示內容依CNS13755 第 7 節規定需具備：**1.**名稱及型號、**2.**額定輸入（電壓、頻率、電流、功率）、**3.**功率因數、**4.**管電流、**5.**安定器表面最高溫度、**6.**光效因數、**7.**總諧波失真、**8.**適用螢光燈型號及燈管數、**9.**製造廠名稱、**10.**保護接地裝置之標示、**11.**製造年份或製造號碼、**12.**接線圖、**13.**警告文字、14. 另安定器名稱建議可用「名稱/螢光燈管型號/管數/額定電壓頻率/屋內用」表示，例如預熱起動型電子式安定器FL40Dx2 110V 60Hz屋內用。圖 4 為實際案例，除 11 項不符合外，其它各項均具備。另標示左右側邊緣上顯示電源LN代號與接地端符號是為安定器電源輸入端，13-19 代號為安定器輸出埠，那一代號可量測輸出電流、燈管電流、燈絲電流，相信讀者已能清楚分辨。



圖 4 40Wx2 適用電子式安定器實際標示情形

三、輸入特性(電流、功率、功因、諧波)

輸入特性是分析電源輸入端的電性包括電流、功率、功因、諧波，依 CNS13755 規範如下，量測時以具諧波分析之電力計為之，因量測之電流、功率、功因均會考慮諧波電流加入的實際效應。

1. 電流及功率

■安定器大於 10W 者：輸入電流及功率在標示值 90%~110%。

■安定器 10W 以下者(含)：輸入電流及功率在標示值 80%~120%。

本例標示電流值 640mA，量測值需在 576mA~704mA，實測 $I = 652.1\text{mA}$ 符合。

本例標示功率值 76W，量測值需在 68.4W~83.6W，實測 $P = 78.10\text{W}$ 符合。

2. 功因

■實測 0.95 以上且應在標示值 98%以上。

本例功因標示值 0.99， $0.99 \times 0.98 = 0.97$ ，實測 $\text{PF} = 0.998 > 0.97$ 符合。

3. 電流諧波失真

安定器諧波電流產生主要由安定器高頻振盪電路設計產生，透過電源輸入端向外傳導，干擾同一饋線其它電器產品運轉而誤動作所以必須限制，基板電源部份加裝主動功因兼諧波抑制 IC(簡稱 APFC)[2]可有效改善。

■安定器總電流諧波失真 THDi 需小於 33%，個別諧波失真如表 1。

量測以電流表勾住安定器電源輸入端 L 相或 N 相，

本例 $\text{THDi} = 6.0\%$ ， $D_2 = 0.35\%$ ， $D_3 = 4.97\%$ ($30 \times 0.98\% = 29.4\%$)， $D_5 = 2.192\%$ 符合。



圖 5 輸入電流、功率、功因

諧波次數 (n)	容許諧波最大比值 (以輸入電流基本波的百分比表示之)%
2	2
3	$30 \times \eta$
5	10
7	7
9	5
$11 \leq N \leq 39$	3

備考： η 為功率因數

表 1 個別諧波要求

四、輸出特性(管電流、波高率、光輸出變動)

4.1 管電流

圖 4 標示該安定器適用燈管之管電流為 305mA。管電流常讓人困惑，因燈管不是電線怎會有電流通呢？其實只是電子傳送媒介不同而已，燈絲的熱電子被燈管兩端高頻電壓加速後，會逸出燈絲線並在充滿氬氣燈管內加速碰撞氬氣分子，撞擊能量被燈管壁螢光粉吸收而發光，所以流入陰極部的電流圖 2 b 點與流出電流圖 2 a 點並不相同其損失就是管電流，也就是安定器輸出電流扣掉流往燈絲部電流，量測管電流方法在第二節已談過。

■管電流量測值需在標示值的 115%以下。

本例管電流標示值 305mA，實測 301mA，所以 $301/305 = 98.7\%$ 符合。

4.2 波高率

管電流的形成是燈絲線逸出電子撞擊氬氣分子形成，撞擊過程屬不穩定型態，需由

燈管兩端高頻電壓來加速導引，因此安定器電路設計需有能力使管電流隨管電壓形成「每半週期呈現近似波形」，其規範如下：

■管電壓正負半週所對應出管電流波形應近乎相同。

■管電流波高率(電流最大值/電流有效值)應在 1.7 以下。

量測如第二節所述並將監測波形連接至示波器上。

本例管電流波形監測結果(圖 6)：在一定範圍穩定振盪 符合。

本例實測峰值 $I_{peak}=|-428 \text{ mA}|$ ， $I_{rms}=301 \text{ mA}$ $\rightarrow 428/301=1.422 < 1.7$ 符合。

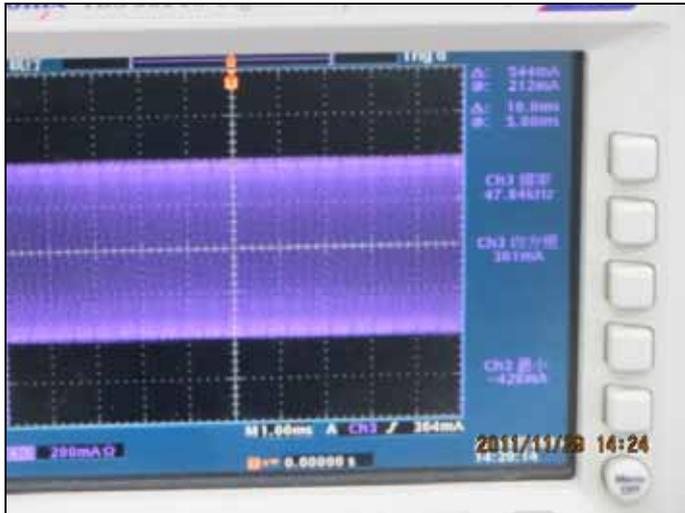


圖 6 示波器管電流波形監測

4.3 光輸出變動率試驗

「光輸出」指的就是安定器驅動單燈管流明數量測，燈管置於積分球儀器內並將偵測傳送至外面分析儀(圖 7)，當安定器面臨市電電壓變動 90%~110%下，燈管流明數不應變化太大，執行分別於額定輸入電壓 90%及 110%下，量測「供試安定器」與「試驗用安定器」驅動單燈管之光輸出值作比值，須符合下列標準之規定。這裏所謂「試驗用安定器」指的是與電子安定器同消耗功率之傳統感抗式安定器。

■10W 以下燈管者：90%額定電源電壓輸入時，光輸出比 85%↑；

110%額定電源電壓輸入時，光輸出比 130%↓。

■超過 10W 燈管者：90%額定電源電壓輸入時，光輸出比 85%↑；

110%額定電源電壓輸入時，光輸出比 115%↓。

本例實測結果：

1. 調整電源電壓 90%x120V=108V

待測安定器，單管流明數輸出=2896.5Lm

更換為標準安定器，單管流明數輸出=2902.6Lm

所以 $2896.5/2902.6=99.8\% > 85\%$ 符合。

2. 調整電源電壓 110%x120V=132V

待測安定器，單管流明數輸出 2896.5Lm

更換為標準安定器，單管流明數輸出=2902.6Lm

所以 $2896.5/2902.6=99.8\% < 115\%$ 符合。

從實測數據觀測本待測樣品於電源變動 90%~110%下，該安定器驅動燈管輸出流明數不會變動很大，表示此安定器控制電路非常穩定，不受外界電源變動影響。

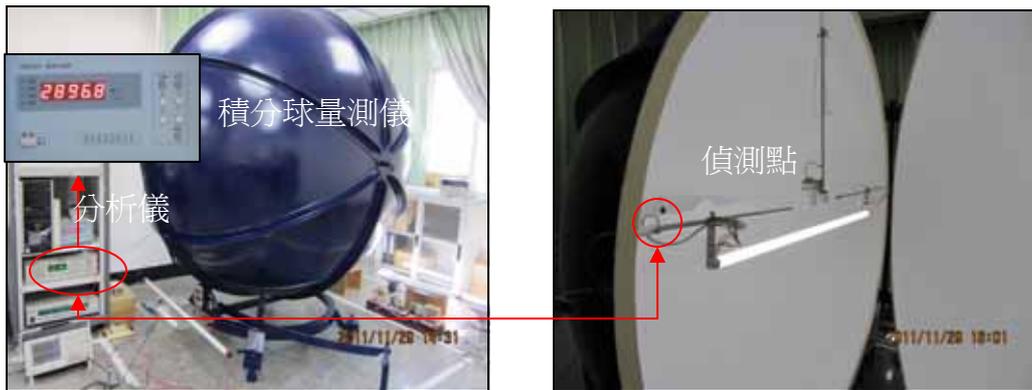


圖 7a 安定器驅動 F40/38 x2 光輸出量測 圖 7b 積分球內單燈管置放情形

五、起動預熱特性(燈管起動及燈絲預熱)

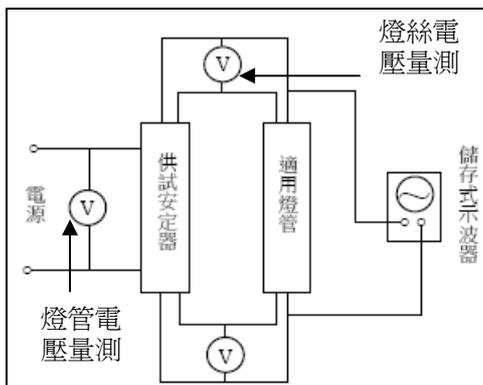
5.1 燈管起動試驗

確認周溫改變及電源電壓變動下安定器均須能順利起動燈管。量測時先將試驗用安定器及燈管放置於常溫無風狀態下、濕度 65%、24 小時後，再以額定頻率及電壓輸入安定器點燈，3 秒內須成功起動，相同環境下，輸入額定電壓 90%再作一次；另放置於周溫 $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 下、溼度 65%、2 小時後，再以額定頻率及電壓輸入安定器點燈，觀察示波器管電壓變化情形及確認暫態至穩態時距如圖 8(B)(C)，量測時以電壓探棒量測安定器輸出至燈管兩端的電壓。

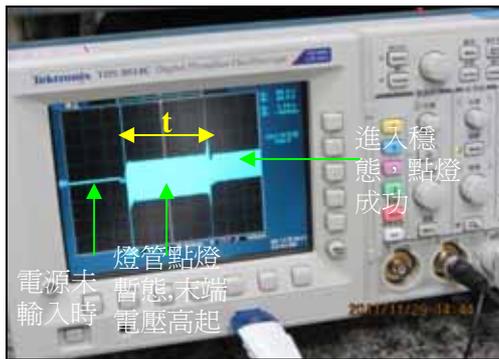
- $V_s=120\text{V}$ ，燈管起動時間 $t < 3\text{s}$ (觀測燈管電壓由暫態至穩態時距)
- $V_s=108\text{V}$ ，能起動點亮(觀察現象)。
- 管電壓暫態有效值不能大於 300V。
- 將燈具置於冷藏箱設定 10°C ，以 $V_s=120\text{V}$ 起動，順利點燈(觀察現象)

本例實測

1. $V_s=120\text{V}$ ，穩態管電壓=165V，點燈時間 $t=1.7$ 秒 符合。
2. $V_s=108\text{V}$ ，現象確認 符合。
3. 暫態管電壓 $V_p=200\text{V} < 300\text{V}$ 。
4. $V_s=120\text{V}$ ， 10°C 起動現象確認 符合。



(A)示波器監測管電壓裝置圖



(B)電壓探棒量測安定器管電壓輸出端



(C)燈管管電壓起動監測(暫態及穩態)

(穩態管電壓 165V, 點燈時間 $t=1.7s$)

(D)燈絲電壓監測(暫態及穩態)

(穩態燈絲電壓 6.36V, 預熱時間 1.65s)

圖 8 燈管起動及燈絲預熱試驗

5.2 燈絲預熱試驗

確認安定器對燈管陰極部之燈絲預熱能力，於暫態及穩態情形不得造成燈管黑頭損壞。量測時以電壓探棒量測燈絲兩端並從示波器觀察燈絲端電壓變化情形，以確認暫態至穩態時距如圖 8(A)(D)。

■陰極預熱的時間需大於 0.4s (觀測燈絲電壓由暫態至穩態時距)。

■燈絲預熱電壓有效值 10V 以下 (示波器觀測)。

本例實測

1. 燈絲預熱時間 $t=1.65s > 0.4s$ 符合。
2. 燈絲端穩態電壓 $V=6.36V < 10V$ 符合。

六、環境衝擊特性(耐濕試驗、雷擊突波試驗)

安定器運作較容易受環境衝擊常見有安置地點的潮濕與配電系統遭雷擊兩項，安定器必需有足夠耐受性保障運作安全。

6.1 耐濕試驗

將安定器置於溫度 $(25\pm 1)^{\circ}C$ 、相對溼度 90%~95%之恆溫恆溼箱中 48 小時後，拿出以吸水紙拭去安定器表面水滴並測試絕緣電阻，測試時將安定器外殼上所有看得到的帶電導體全部絞合在一起，再以絕緣電阻計正端夾住，負端夾住安定器外殼，測試其絕緣電阻(圖 9)。作完後，改以絕緣耐壓機作絕緣耐電壓測試。

■安定器不可產生明顯銹蝕。

■絕緣電阻 $2M\Omega$ 以上

■120V 者施加耐電壓 1000V 一分鐘無異狀；240V 者施加 1500V 一分鐘無異狀。



(A) 放置恆溫恆濕箱



(B) 絕緣電阻與耐電壓計測試

圖 9 耐溼試驗

6.2 雷擊突波試驗

雷擊突波常造成安定器基板燒毀，需測試基板突波吸收器的防護程度。試驗時將安定器點燈，再以雷擊突波產生器對安定器電源輸入 LN 端施予 1KV 雷擊三次；另 L 或 N 對地施予 2KV 雷擊三次，上述極性互換再作一次(圖 10)。

■安定器試驗後仍可持續點燈運作。



圖 10. 雷擊突波產生器

七、參考文獻

1. 中國電器股份有限公司網站，<http://www.chinaelectric.com.tw>。
2. 張英彬著，電子安定器之實作技術，新文京開發出版股份有限公司，2006。
3. CNS 13755, 螢光燈管用交流電子式安定器, 95 年版。
4. CNS 927, 螢光燈管用傳統感抗式安定器, 95 年版。
5. CNS 691, 螢光燈管(一般照明用), 89 年版。
6. 電子安定器相關技術資料參考網址：
<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。