

CNS14934-2 家電產品電磁相容 第二部諧波管制

林昆平／臺南分局技士

一、前言

CNS14934-X是繼CNS13783-X電機電子產品高頻電磁干擾系列後，緊推出的第二部系列，重點擺在產品產生的低頻雜訊與暫態干擾。其中CNS14934-2 參考國際電工協會公佈之IEC-61000-3-2 標準制定，管制家電產品額定電流 16A以下的低頻雜訊電流含量。「低頻雜訊電流」指的就是頻率介於 60Hz~3000Hz的雜訊(簡稱諧波)，由於電流波幅大，流入配電線路會造成較大的電壓干擾，導致同饋線其它運作產品的誤動作與毀損；一旦侵入供電系統線路還會造成跳電，共振現象則容易放大諧波電流燒毀供電設備，造成停電及損失，因此產品衍生諧波干擾需管制。CNS14934-2 將家電產品分成ABCD四大類，並定義C類為照明設備類包括：光源及照明器具、以照明為主的多功能設備、安定器螢光燈具、具變壓器之白熾燈具、紫外光燈具、紅外線設備、廣告照明燈具、具調光器之燈具等，由於其普遍應用家居、辦公大樓、餐廳及百貨公司，加上 20wx4 及 40wx2 日光燈用量極大，故成為本文研究對象，實驗以同規格三家廠牌進行，了解其衍生之諧波含量，作為未來公佈實施參考。

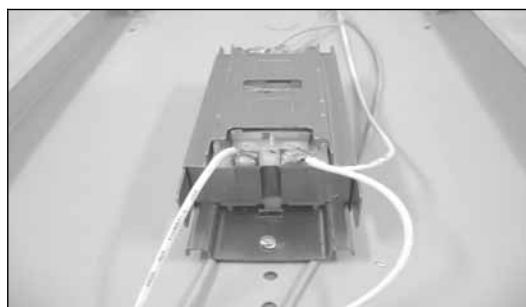
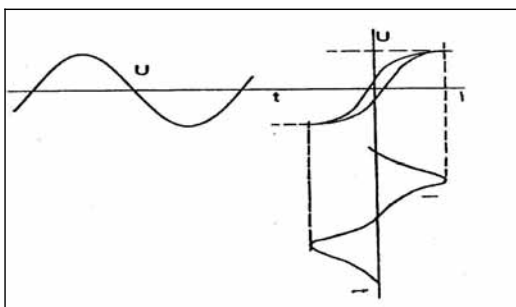
二、C類品產生諧波原因

照明設備不管採用何種燈管，一定需電源驅動器才能點燈，以LED燈具為例就是具備整流、定電壓及定電流輸出的電子電路；就螢光燈具而言為安定器，其又分感抗式與電子式兩種；另新型的電磁感應燈具則採用頻率振盪在 200KHz以上的磁場製造器，由於這些電源驅動器電子電路具備整流電路、高速切換半導體開關(電晶體及閘流體)、鐵芯結構(磁滯現象)等零組件設計，這些零組件轉換電性過程中，會產生大量雜訊電流(諧波)，透過燈具電源線傳遞至配電系統，干擾

同一配電系統上其它電器運轉。

(一)感抗式安定器之日光燈具

感抗式安定器主要由矽鋼片組成的變壓器構成，其具有漏磁現象，電壓越大漏磁就越嚴重，點燈的過程，變壓器將電源電壓由 110V 提高至 600V，使燈管兩極放射大量電子，一旦電子數飽和點燈成功，變壓器發生漏磁，使電壓由 600V 再降回正常的 110V，但漏磁變壓器為鐵芯結構，其磁滯現象會使產生的負載電流變成畸形波，而不再是乾淨的弦波，故以傅利葉級數分析，可發現衍生許多非 60Hz 的各種頻率弦波雜訊電流如圖 1。



(A) 電源電壓因鐵芯磁滯造成電流畸變 (B) 感抗式安定器鐵芯結構

圖 1 感抗式安定器日光燈具

(二)電子式安定器螢光燈具

由於感抗式安定器點燈慢、燈管閃爍、體積大及噪音缺點，電子安定器被開發加以替代，利用高速半導體開關來切割整流信號成直流脈波，再利用回授信號與設定之操作頻率作比較，達成切換速率的控制，以期產生高頻震盪之大量電子來撞擊螢光粉發光。高頻振盪電路可將輸入的電源頻率 60Hz 調升到 20kHz~40kHz，整個過程因週期性突波產生，負載電流不會再是漂亮的正弦波，而是被干擾的畸形波，故衍生許多諧波成份。此類電子式安定器電路若不裝置主動功因兼諧波抑制積體電路 APFC IC (Active Power Factor Correction)，原則是沒辦法通過 CNS14934-2 管制規範，圖 2 顯加裝 APFC IC 的電子式安定器電路結構與實體。

(1) 整流電路諧波成份

- 產生諧波成份具規律性容易掌握。

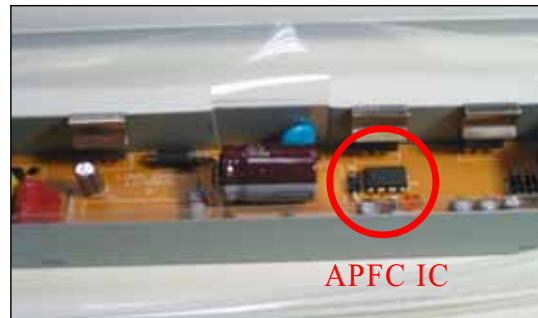
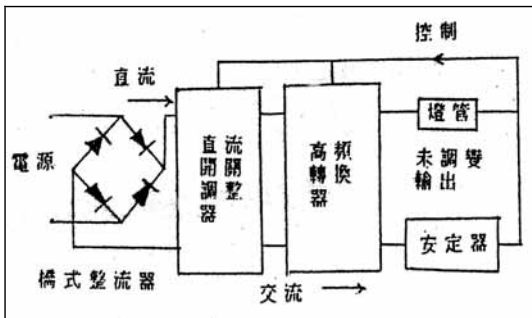
第 h 次諧波 $h=6n \pm 1, n=1,2,3,\dots$

- 各次諧波電流含量容易預估。

第 h 次諧波含量 $I_h=I_1 / h$ ，其中 I_1 為產品 60Hz 的額定電流

(2) 高頻振盪電路諧波成份

- 諧波成份不規律，不易掌握，由量測決定。
- 各次諧波電流含量，無法預估，靠長期統計估算。



(A)電子式安定器運作電路

(B)電子安定器(含諧波抑制 APFC IC)

圖 2 電子式安定器螢光燈具

三、諧波害處

管制家電產品諧波含量，就是因為其會產生下列的干擾：

1. 諧波電流流過線路造成線損。
2. 配電系統保護開關(NFB)不明原因跳脫。
3. 電線承載過多諧波電流發燙。
4. 配電箱有異音:諧波電流產生空間低頻磁場引起嘶嘶吵雜音。
5. 變壓器發燙:諧波電流竄入變壓器線圈。
6. 機電設備控制電路失靈:控制電路受諧波電流通過而干擾。
7. 通訊系統被干擾:電話線受附近配電系統中性線線路之三次諧波干擾。
8. 感抗式安定器燈具之功因改善電容器燒毀:電容器遇高頻呈低阻抗特性，引來諧波造成過載燃燒。

- 9.配電系統功因改善電容器燒毀：同上。
- 10.家電內部馬達壽命縮短:諧波侵入馬達線圈造成額外鐵損、銅損、溫升、振動力矩、噪音。
- 11.台電電錶：諧波電流流入產生額外力矩而失準。
- 12.音響設備:內部電容器、電晶體及二極體易受諧波電流侵襲而毀損與出現雜音。
- 13.另根據日本電氣協同委員會調查，諧波對其它電機電子產品尚有下列干擾(表 1)：

表 1 諧波電流的電磁干擾

電子設備	障礙現象	障礙原因	障礙影響
音響影視設備等	因高諧波電壓與電流致使二極體、電晶體及電容器固障，性能劣化	過電流	壽命減短
	發生雜音，影像不穩	感應	
放大器	某些零件發熱	過電流	壽命減短
	產生雜音	感應	
裝有PC的家電用品	某些零件發熱	過電流	壽命減短
	產生雜訊	感應	
電腦，包括CAD、FA、OA、FAX、PC、工作站、資料處理器、影像掃描器、文書處理器等	某些零件發熱	過電流	壽命減短
	誤動作，影響計算機演算	感應	
程序控制設備，包括SCR控制裝置、變頻器、變流器、換流器、程序控制偵測器等	因控制訊號相角變移引起誤控誤動作	電壓畸變感應	
負載集中監控設備	因控制訊號受擾亂而受訊器誤動作		
X光微分析器	畫面不清	感應及電壓畸變	
無線電受信機	某些零件發熱	過電流	壽命減短
	產生雜音	感應	
魚群探知機	影像不清，雜訊	感應	
呼叫器	誤報	感應	

影印機	某些零件發熱	過電流	壽命減短	
印表機	誤動作	感應		
無線電遙控器	誤動作	感應		
低頻感應爐	不能運轉	?		
生產用控制設備，包括NC 控制器、機器人控制器、 位置控制器、Servo、換流 器等	某些零件發熱	過電流	壽命減短	
	誤動作	感應及電壓畸變		
其他	漏電斷路器	誤動作		
	過電流電驛	誤不動作、標置誤差	過電流電壓畸變 燒損電流線圈	
	螢光指示燈	電容器及電感器發熱	過電流	燒損
	水銀燈、氙氣燈	某些零件發熱	過電流	壽命減短
	控時開關	發熱	過電流	
	感應電動機	發熱，轉矩不穩，噪音	過電流	壽命減短
	變壓器	發熱，過載，噪音，震動	過電流	絕緣劣化，壽命減短，燒損

四、C類產品諧波管制標準

依CNS14934-2 對C類設備諧波管制，燈具消耗功率小於 25W者依表 2 第二欄位管制，消耗功率大於 25W者依表 3 限制。

表 2 C類設備諧波含量管制(<25W)

諧波階次 n	最大可容許諧波電流 每瓦特 mA/W	最大可容許諧波電流 A
3	3.4	2.30
5	1.9	1.14
7	1.0	0.77
9	0.5	0.40
11	0.35	0.33
11≤n≤39 (僅奇次諧波)	3.85/n	參照表1

表 3 C類設備諧波含量管制(≥25W)

諧波階次 n	最大可容許諧波電流 以在基本頻率的輸入電流之 百分比表示
2	2
3	30 • λ ⁽¹⁾
5	10
7	7
9	5
11≤n≤39 (僅奇次諧波)	3

註(1) λ係電路功率因數。

五、日光燈具諧波量測

(一)諧波量測儀

採用日製HIOKI 8806 精密諧波分析儀(圖 3)。

(二)諧波量測

實驗開始依CNS14934-2 附錄A規定，就電源電壓 110V之諧波背景進行監測(圖 4 及表 4)，再就規格為 40Wx2 與 20Wx4 之感抗式與電子式安定器各三家廠牌進行諧波電流量測(圖 5 及表 5~表 8)，為不影響廠家聲譽，此三家廠牌以A、B、C代表。



圖 3 諧波量測儀器



圖 4 電源背景諧波量測



圖 5 燈具諧波含量量測

表 4 電源背景諧波值量測及規定

諧波成份	電源電壓背景諧波量測(V)	CNS14934-2 附錄 A 電源背景諧波規定(Vh/V1)
基頻(V1)	116.2V	100%
2 次諧波(V2)	0.09V(0.08%)	0.20%
3 次諧波(V3)	0.1V(0.09%)	0.90%
4 次諧波(V4)	0.02V(0.02%)	0.20%
5 次諧波(V5)	0.06V(0.05%)	0.40%
6 次諧波(V6)	0.01V(0.009%)	0.20%
7 次諧波(V7)	0.3V(0.25%)	0.30%

8 次諧波(V8)	0.001V(0.0009%)	0.20%
9 次諧波(V9)	0.1V(0.09%)	0.20%
10 次諧波(V10)	0.008V(0.007%)	0.20%
11 次諧波(V11)	0.01V(0.009%)	0.10%
12.綜合諧波失真(THDV)	1.16V(0.998%)	$THDv = (\sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} V_h^2} / V1)$ 無限制

(1)感抗式安定器日光燈 40Wx2(表 5)

B牌及C牌在 5 次諧波電流含量不符 10%管制，另C牌在 11 次諧波電流也大於 3%限制；綜合諧波電流含率，A牌(11.6%)、B牌(24.75%)、C牌(27.5%)，標準雖無管制，但此規格燈具仍呈現高諧波含率。

(2)電子式安定器日光燈 40Wx2(表 6)

A牌、B牌、C牌的各次諧波電流含率均合乎管制值，綜合諧波電流含率A牌(14.46%)、B牌(7.5%)、C牌(5.35%)明顯不高，查安定器電子基均裝置有功因改善兼諧波抑制APFC IC，但因IC品質不佳也造成三家廠牌功因無一達 0.95。

(3)感抗式安定器日光燈 20Wx4(表 7)

B牌 2 次諧波電流含量不符 2%管制，其它各次諧波含率都符合規範，綜合諧波電流含率A牌(18.25%)、B牌(20.3%)、C牌(20.01%)，標準雖無管制，但此規格燈具仍呈現高諧波含率，而燈具裝置有被動式功因改善電容器，功因均符合 0.9 規定。

(4)電子式日光燈 20Wx4(表 8)

A牌、B牌、C牌的各次諧波電流含率均合乎管制值，綜合諧波電流含率A牌(11.3%)、B牌(7.2%)、C牌(4.62%)明顯不高，查安定器電子基均裝置有功因改善兼諧波抑制APFC IC，但因IC品質不佳也造成三家廠牌功因無一達 0.95。

表 5 40Wx2 感抗式日光燈具評比(僅列出諧波 11 次以下)

40Wx2 傳統式日光燈具	A 牌	B 牌	C 牌	備註
A.實功 P	127W	69.8W	73.5W	A 牌未裝功因改善電容器較耗電
B.功因 PF	0.78	0.89	0.91	依 CNS927 功因限

				制值為 0.9
C. 耗能 Q	102var	36var	33var	$Q=(P/PF) \times \sin(\cos^{-1}PF)$
D 60Hz 額定電流(I1)	1.416A	0.61A	0.689A	
E.3 次諧波(I3)	0.16A(11.3%) (管制:23.4%)	0.15A(24.6%) (管制:26.7%)	0.17A(24.7%) (管制:27.3%)	(Ih/I1) 管制值：(依表 2 30% \times PF)
F.5 次諧波(I5)	0.03A(2.1%)	0.07A(11.5%)	0.075A(10.9%)	(Ih/I1) 管制值：10%
G.7 次諧波(I7)	0.02A(1.4%)	0.01A(1.6%)	0.03A(4.4%)	(Ih/I1) 管制值：7%
H.9 次諧波(I9)	0.01A(0.7%)	0.00A(0%)	0.01A(1.5%)	(Ih/I1) 管制值：5%
I.11 次諧波(I11)	0.00A(0%)	0.00A(0%)	0.045A(6.5%)	(Ih/I1) 管制值：3%
J.綜合諧波電流失真 THDi	11.60%	24.75%	27.50%	$THDi = (\sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} I_h^2} / I1)$ ： 無管制
K.綜合電流(I)	1.426A	0.70A	0.73A	$I = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} I_h^2}$

表 6 40Wx2 電子式日光燈具評比(僅列出諧波 11 次以下)

40Wx2 電子式日光燈具	A 牌	B 牌	C 牌	評 比
A.實功 P	74W	67W	57.5W	A 牌較耗電
B.功因 PF	0.93	0.87	0.865	依 CNS13755 功因限制值為 0.95
C.耗能 Q	29var	33 var	33var	$Q=(P/PF) \times \sin(\cos^{-1}PF)$
D 60Hz 額定電流(I1)	0.68A	0.693A	0.531A	
E.3 次諧波(I3)	0.08A(11.8%) (管制:27.9%)	0.05A(7.2%) (管制:26.1%)	0.03A(5.6%) (管制:26.0%)	(Ih/I1) 管制值：(依表 3:30% \times PF)
F.5 次諧波(I5)	0.06A(8.8%)	0.02A(2.9%)	0.02A(3.8%)	(Ih/I1) 管制值：10%
G.7 次諧波(I7)	0.00A(0%)	0.01A(1.4%)	0.005A(1.0%)	(Ih/I1) 管制值：7%
H.9 次諧波(I9)	0.01A(1.5%)	0.005A(0.7%)	0.00A(0%)	(Ih/I1) 管制值：5%
I.11 次諧波(I11)	0.005A(7.4%)	0.004A(0.6%)	0.000A(0%)	(Ih/I1) 管制值：3%
J.綜合諧波電流失真 THDi	14.46%	7.50%	5.35%	$THDi = (\sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} I_h^2} / I1)$ ： 無管制，但依 CNS13755 規定:33%
K.綜合電流(I)	0.68A	0.694A	0.595A	$I = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} I_h^2}$

表 7 20Wx4 感抗式日光燈具評比(僅列出諧波 11 次以下)

20WX4 傳統式日光燈具	A 牌	B 牌	C 牌	評 比
A.實功 P	92.5W	79.6W	73.8W	A 牌較耗電
B.功因 PF	0.98	0.96	0.96	CNS927 限制值:0.9
C.耗能 Q	19var	23var	21var	$Q=(P/PF) \times \sin(\cos^{-1}PF)$
D.60Hz 額定電流	0.76A	0.71A	0.684A	
E.2 次諧波	0.00A(0%)	0.02A(2.8%)	0.00A(0%)	(Ih/I1) 管制值：2%
F.3 次諧波	0.11A(14.5%) (管制:29.4%)	0.14A(19.7%) (管制:28.8%)	0.12A(17.5%) (管制:28.8%)	(Ih/I1) 管制值：(依表 2 30%xPF)
G.4 次諧波	0.01A(1.3%)	0.00A(0%)	0.00A(0%)	(Ih/I1) 無管制
H.5 次諧波	0.04A(5.3%)	0.05A(7.0%)	0.05A(7.3%)	(Ih/I1) 管制值：10%
I.7 次諧波	0.05A(6.5%)	0.02A(2.8%)	0.01A(1.5%)	(Ih/I1) 管制值：7%
J.9 次諧波	0.02A(2.6%)	0.01A(1.4%)	0.005A(0.7%)	(Ih/I1) 管制值：5%
K.11 次諧波	0.02A(2.6%)	0.005A(0.7%)	0.01A(1.5%)	(Ih/I1) 管制值：3%
L.綜合諧波電流失真 THDi	18.25%	20.30%	20.01%	$THDi=(\sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} I_h^2} / I1)$ ： 無管制
M.含諧波之綜合電流	0.80A	0.755A	0.695A	$I=\sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} I_h^2}$

表 8 20Wx4 電子式日光燈具評比(僅列出諧波 11 次以下)

20WX4 電子式日光燈具	A 牌	B 牌	C 牌	評 比
A.實功 P	58.5W	71.32W	72.38W	C 牌較耗電
B.功因 PF	0.91	0.88	0.89	依 CNS13755 功因限制值為 0.95
C.耗能 Q	27var	38var	37var	$Q=(P/PF) \times \sin(\cos^{-1}PF)$
D.60Hz 額定電流	0.56A	0.75A	0.762A	
E.3 次諧波(I3)	0.04A(7.1%) (管制:27.3%)	0.05A(6.7%) (管制:26.4%)	0.03A(3.9%) (管制:26.7%)	(Ih/I1) 管制值：(依表 3:30%xPF)
F.5 次諧波(I5)	0.045A(8.0%)	0.02A(2.7%)	0.02A(2.6%)	(Ih/I1) 管制值：10%
G.7 次諧波(I7)	0.01A(1.8%)	0.01A(1.3%)	0.01A(1.3%)	(Ih/I1) 管制值：7%
H.9 次諧波(I9)	0.01A(1.8%)	0.005A(0.7%)	0.006A(0.8%)	(Ih/I1) 管制值：5%

I.11 次諧波(I11)	0.01A(1.8%)	0.00A(0%)	0.00A(0%)	(Ih/I1) 管制值：3%
J.綜合諧波電流失真 THDi	11.30%	7.20%	4.62%	$THDi = (\sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} I_h^2} / I1)$ ： 無管制，但依 CNS13755 規定:33%
K.綜合電流(I)	0.56A	0.72A	0.748A	$I = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} I_h^2}$

六、結論

此次依CNS14934-2 規定，針對C類設備用量最大的 20Wx4 與 40Wx2 日光燈具進行諧波干擾量測，結果顯示國內大廠在燈具諧波管制上，電子式安定器日光燈具施行的相當不錯，由於裝置APFC IC大量降低諧波對線路的干擾；而傳統式安定器日光燈具諧波含量稍大，但也都在可接受範圍，本文執行量測方式及應用提供各界參考。

七、參考文獻

- 1.林昆平 著，"An Advanced Computer Code For Single-Tuned Harmonic Filter Design", IEEE Transation on Industry Application, Vol.34, No.4, PP.640-648, July/Aug 1998.
- 2.東亞，旭光及菲利浦各型照明型錄。
- 3.日本電氣協同財團法人研究會 著，"日本電氣協同研究(諧波篇)"，第 46 卷，2 號。
- 4.張文曜 著，"低頻雜訊電流對電子電路的影響"，第 528 期台電工程期刊，JUL 1992。
- 5.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。
- 6.諧波理論實務大全、電磁干擾、家電產品選購與使用指南，可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→技術論文。