

談台電諧波管制政策之我見

Comments on Taipower's Harmonic Regulation Policy

經濟部標準檢驗局 台南分局

技正 林昆平

摘 要

近來諧波問題日益嚴重，台電特於 82 年頒佈諧波電流管制政策以期改善供電品質，但執行至今，成果不甚理想。本文主要從一諧波案例分析過程，探討台電現行諧波管制策略的得失，以作為再度修改政策時的參考。

Abstract

Due to being serious with harmonic, Taiwan power company has promulgated a decree for limiting harmonic current. But up to now, the effect was not remarkable. This topic takes an accident of power cut due to harmonic as an example and criticizes advantage and shortcoming of the harmonic regulating policy. At last, we gave some suggestion for the future.

關 鍵 詞 Keywords

各次諧波電流失真	Harmonic Current Distortion (Dh)
綜合諧波電流失真	Total Harmonic Current Distortion (THDi)
系統諧振點	System Resonant Point
責任分界點	Duty Point (DP)
自動功因調整器	Auto Power Factor Regulator (APFR)

壹、前 言

近來諧波問題日益嚴重，一些運轉正常的工廠，曾因鄰近有大型諧波負載紛紛跳電。除了停電所造成嚴重損失外，問題若不加以解決，對國家經濟發展將有一定程度的影響。本文由諧波廠家與非諧波廠家間諧波電流流向與危害談起，其次以一大型諧波負載工廠跳電案例進行諧波抑制分析技術，並由分析過程中，討論台電現行諧波管制政策⁽¹⁾之得失，最後提出個人淺見以作為再次修改諧波抑制政策之參考。

貳、諧波負載工廠對鄰近廠家的影響

考慮圖 2.1 諧波廠家與非諧波廠家間五次諧波電流流向，圖中各阻抗為基本波阻抗，圖 2.2 為其等效電路。假設諧波廠家產生一五次諧波電流 I_5 ，其流入該廠內電容器諧波分流 I_{c5} (2-1 式)；流往電源端諧波分流為 I_{s5} (2-2 式)。另外 I_{s5}' 循著台電電力輸送線注入隔壁非諧波負載廠家，電容器分流 I_{c5}' (2-3 式)；等效馬達負載分流 I_{m5}' (2-4 式)，由於電容器阻抗的負效應，使 $I_{c5}, I_{s5}, I_{c5}', I_{m5}'$ 分母變小而擴大五次諧波電流 I_5 。若 (2-5 式) 及 (2-6 式) 成立則將有機會擴大成 ∞ ，對諧波廠

家而言燒損變壓器，電容器長期過載毀損；對鄰近廠家而言交流馬達饋線上的保護器因過電流紛紛跳脫無法投入，電容器也將毀損。

$$I_{c5} = I_5 \times 5(X_{t1} + X_s) / (5(X_{t1} + X_s) - (X_{c1}/5)) \quad (2-1)$$

$$I_{s5} = I_5 \times (X_{c1}/5) / (5(X_{t1} + X_s) - (X_{c1}/5)) \quad (2-2)$$

$$I_{c5}' = I_{s5}' \times (5X_{meq}) / (5X_{meq} - (X_{c2}/5)) \quad (2-3)$$

$$I_{m5}' = I_{s5}' \times (X_{c2}/5) / (5X_{meq} - (X_{c2}/5)) \quad (2-4)$$

$$X_{t1} + X_s = (1/5^2)X_{c1} \quad (2-5)$$

$$X_{meq} = (1/5^2)X_{c2} \quad (2-6)$$

註： X_s 為基波下電源等效阻抗

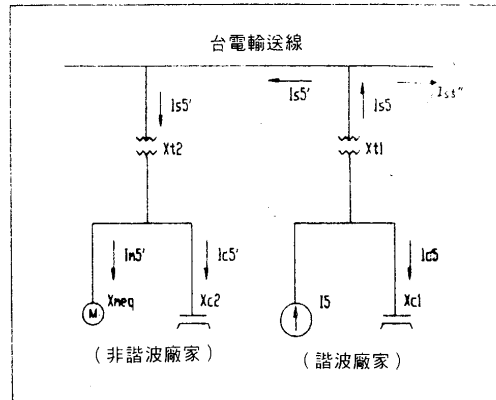


圖 2.1 諧波廠家與非諧波廠家間五次諧波電流流向

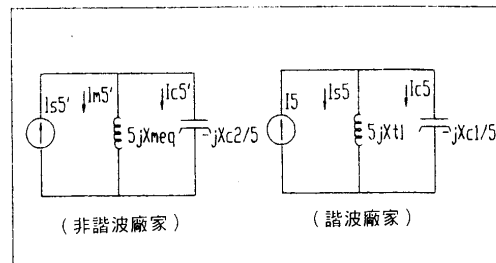


圖 2.2 等效電路 (五次諧波電流)

參、諧波跳電案例及分析技術 (2~5)

圖 3.1 為某諧波負載工廠供電系統圖，圖 3.2 為改善前諧波負載配電回路，內含八台諧波負載，當全部起動時，其非諧波負載迴路上保護器常有不明原因跳脫，若只起動四台則此現象可排除；上述跳脫，初期斷定是諧波所造成。圖 3.3 為筆者採用相移操作 (Phase Multiplication, PM) 技術⁽⁶⁾，變更其諧波負載配電回路後，跳脫事件已排除。底下針對改善前，改善後進行系統諧波分析。

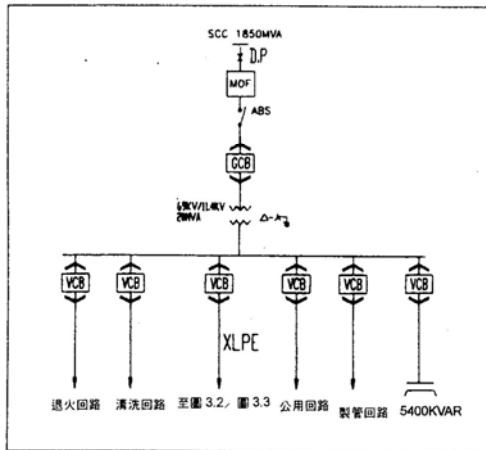


圖 3.1 某諧波負載廠單線圖概略

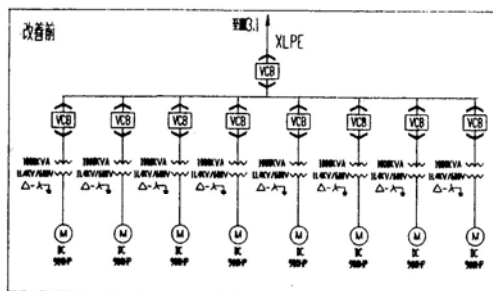


圖 3.2 改善前諧波負載配電回路

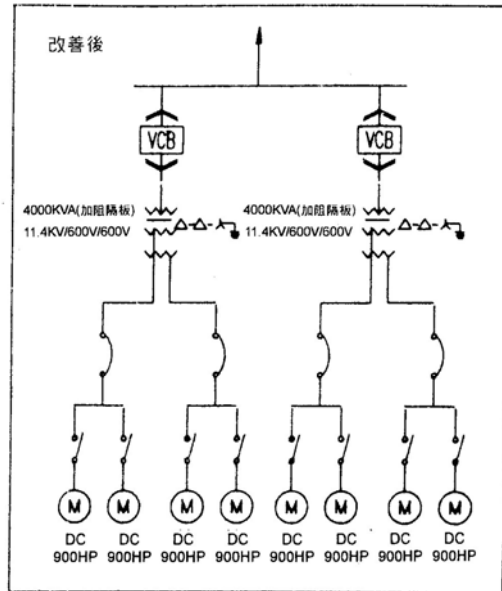


圖 3.3 改善後諧波負載配電回路

3.1 改善前諧波計算分析

(一) 基本資料描述

- (1) 供電電壓 $V_1 = 69 \text{ KV}$ ，
基準容量 $S_b = 10 \text{ MVA}$ ，
主變壓器容量 $S_T = 20000 \text{ KVA}$
- (2) 台電公司提供責任分界點 (DP) 電源最小短路容量 $SCC_{\min} = 1850 \text{ MVA}$
因此短路電流 $I_{sc} = (1850 \times 1000) / (\sqrt{3} \times 69) = 15480.1 \text{ A}$
- (3) 本工程為 [新設/增設] 工程，負載電流取主變壓器一次側或電源側額定電流
 $IL = 168.0 \text{ A}$
- (4) $I_{sc} / IL = 15480.1 / 168.0 = 92.1$ 應查 [諧波管制暫行標準表] 第 #3 列限制值作為審核依據。該表描述如下：

台電公司諧波管制暫行標準
(81年11月26日暫定/82年6月4日修訂)

(1) 3.3~ 22.8KV 系統

諧波電流失真率 (%) 限制值							
I_{sc}/IL	各次諧波限制值 (奇次諧波)					綜合諧波THD%	
	<11	$11 \leq N < 17$	$17 \leq N < 23$	$23 \leq N < 35$	$35 \leq N$		
# 1	<20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
# 2	20~50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
# 3	50~100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
# 4	100~1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
5	>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

註：a. 偶次諧波為上述限制值之 25%

b. 自備發電設備用戶，一律採用 I_{sc}/IL 小於 20 之列的限制值為標準

c. I_{sc} ：用戶責任分界點短路電流

d. $IL(rms)$ ：對既設用戶取 12 個月最大負載電流平均值

對新設或增設用戶，取主變壓器一次側額定電流值

(2) 若供電系統為 34.5 ~161KV 則為上述限制值之 50%

(二) 相關用電資料

(1) 電源阻抗 X_s 之 PU 值換算

最小短路容量 = 1850 MVA

系統基準容量 = 10 MVA

$$X_s = (1 \text{ PU}) \times (10 \text{ MVA}) / (1850 \text{ MVA}) \\ = j0.0054 \text{ PU}$$

(2) 變壓器阻抗 X_t 之 PU 值換算

PHASE = 3 Φ

變壓器容量 = 20000 KVA

個數 = 1 具

阻抗 = $j0.08000 \text{ PU}$

系統基準容量 = 10 MVA

$$X_t = 0.0800 \text{ PU} \times (10 \text{ MVA}) \\ \times 1000 / 20000 \text{ KVA} = j0.0400 \text{ PU}$$

(3) 廠商所給 [諧波源清單] 及 I_h 並入系統之 PU 值轉換

設備名稱：ROLLING MILL
 容量：900.0 KVA
 台數：8
 注入處電壓：0.60KV
 基準容量 $S_b=1000KVA$
 基準電壓 $V_b=0.6KV$

諧波次	諧波電流 $I_h(A)$	轉換 PU $I_h(PU)$
5.0	164.60 A	0.01711 PU
7.0	109.10 A	0.01134 PU
11.0	60.60 A	0.00630 PU
13.0	46.00 A	0.00478 PU
17.0	34.12 A	0.00355 PU
19.0	27.11 A	0.00282 PU
23.0	19.92 A	0.00207 PU
25.0	15.94 A	0.00166 PU
29.0	11.70 A	0.00122 PU
31.0	9.00 A	0.00094 PU
35.0	6.20 A	0.00064 PU
37.0	4.16 A	0.00043 PU
41.0	2.30 A	0.00024 PU
43.0	0.80 A	0.00008 PU
47.0	0.20 A	0.00002 PU
49.0	0.17 A	0.00002 PU

(三) 改善前，投入電容器與不投入電容器對 DP 點各次及綜合諧波電流失真率檢討如下：

DP 點次	各次諧波電流值	不加電容器時失真率 ($D_h\%$)	加電容器後失真率 ($D_h\%$)	台電公司標準抑制值 (%)
5.0	0.13685 PU	* 6.8160 %	* 17.6112 %	5.00 %
7.0	0.09071 PU	4.5180 %	-22.4300 %	5.00 %
11.0	0.05037 PU	* 2.5090 %	-1.2757 %	2.25 %
13.0	0.03825 PU	1.9050 %	-0.6060 %	2.25 %
17.0	0.02837 PU	1.4130 %	-0.2322 %	2.00 %
19.0	0.02255 PU	* 1.1230 %	-0.1430 %	0.75 %
23.0	0.01656 PU	* 0.8250 %	-0.0689 %	0.75 %
25.0	0.01325 PU	0.6600 %	-0.0461 %	0.75 %
29.0	0.00972 PU	0.4840 %	-0.0247 %	0.75 %
31.0	0.00749 PU	0.3730 %	-0.0165 %	0.75 %
35.0	0.00516 PU	0.2570 %	-0.0089 %	0.35 %
37.0	0.00345 PU	0.1720 %	-0.0053 %	0.35 %
41.0	0.00191 PU	0.0950 %	-0.0024 %	0.35 %
43.0	0.00066 PU	0.0330 %	-0.0007 %	0.35 %
47.0	0.00016 PU	0.0080 %	-0.0002 %	0.35 %
49.0	0.00014 PU	0.0070 %	-0.0001 %	0.35 %
THDi		9.036 %	28.554 %	

註：* 表示不合格

A. 說明：

- 將 (二) 中 (3) 內各諧波電流 PU 值×台數，再對應相同次數相加，得 [第二欄位] DP 點各次諧波電流 PU 值。
- DP 點負載電流 $I_L=168.0A$ ，轉換 PU 值為 $I_L(pu)=2.0077 PU$ ，將 [第二欄位] 除以 $I_L(pu)$ 得 [第三欄位] DP 點各次諧波電流失真率%。
- 加入功因改善電容器容量 $\Delta Q_c = 5.400MVAR$ ，可求出容抗值 $X_c=24\Omega$ ，再利

用分流定理得失真率 $D_n = I_n \times X_{ch} / (X_{sh} + X_{ch} - X_{ch}) / IL$ ，如 [第四欄位] 所示，其中 I_n 為等效諧波源之各次諧波電流 PU 值，且產生一系統諧振點 6.39 次。

4. [第五欄位] 所示為台灣電力公司諧波管制標準。

B. 評論：

未投入 5400KVAR 功因改善電容器，有 5, 11, 19, 23 次諧波不合台電管制標準值，其電源端 THDi 為 9.036%。投入功因改善電容器後，5, 7 次諧波被放大；11, 19, 23 次諧波反被縮小，電源端 THDi 增為 28.554%，系統諧振點落在 6.39 次。分析原因 5, 7 次諧波太靠近 6.39 次被放大而 11 次以上各次諧波遠離 6.39 次被電容器低阻抗特性吸收呈下降趨勢。另外 28.5% 的諧波失真率換算至低壓側系統，應是千安級的諧波電流，估計低壓配電系統亦將有千安級諧波電流，保護器 NFB 及 ACB 怎會不跳脫？

- C. 電容器承受線電壓，電流，資料分析如下：

電容值 $C = 110.2178 \text{ uf}$

$V_{c1} = 11.4000 \text{ KV}$

$I_{c1} = 273.49 \text{ A}$

諧波增流 $\sqrt{\sum I_{ch}^2} = 299.837 \sqrt{\sum A}$

諧波增壓 $\sqrt{\sum V_{ch}^2} = 1.8791 \text{ KV}$

電容器耐線電壓 $\sqrt{(V_{c1}^2 + \sum V_{ch}^2)} \times 110\%$
 $= 12.7092 \text{ KV}$

電容器耐線電流 $\sqrt{(I_{c1}^2 + \sum I_{ch}^2)} \times 130\%$
 $= 527.58 \text{ A}$

3.2 改善後諧波計算分析

改善後，投入電容器與不投入電容器對 DP 點之各次及綜合諧波電流失真率檢討如下：

DP 點次	各次諧波電流值	不加電容器時失真率 ($D_n\%$)	加電容器後失真率 ($D_n\%$)	台電公司標準抑制值 (%)
5.0	0.00685 PU	0.3410 %	0.8811 %	5.00 %
	0.00454 PU	0.2260 %	-1.1220 %	5.00 %
11.0	0.05037 PU	* 2.5090 %	-1.2757 %	2.25 %
13.0	0.03825 PU	1.9050 %	-0.6060 %	2.25 %
17.0	0.00143 PU	0.0710 %	-0.0117 %	2.00 %
19.0	0.00112 PU	0.0560 %	-0.0071 %	0.75 %
23.0	0.01656 PU	* 0.8250 %	-0.0689 %	0.75 %
25.0	0.01325 PU	0.6600 %	-0.0461 %	0.75 %
29.0	0.00048 PU	0.0240 %	-0.0012 %	0.75 %
31.0	0.00038 PU	0.0190 %	-0.0008 %	0.75 %
35.0	0.00516 PU	0.2570 %	-0.0089 %	0.35 %
37.0	0.00345 PU	0.1720 %	-0.0053 %	0.35 %
41.0	0.00010 PU	0.0050 %	-0.0001 %	0.35 %
43.0	0.00010 PU	0.0050 %	-0.0001 %	0.35 %
47.0	0.00016 PU	0.0080 %	-0.0002 %	0.35 %
49.0	0.00014 PU	0.0070 %	-0.0001 %	0.35 %
THDi		3.361 %	2.009%	

註：* 表示不合格

A. 說明：

採用相移操作技術抵消 5, 7, 17, 19, 31, 41, 43 次諧波，抵消後 DP 點只剩下該次諧波電流的 5%(ref IEEE) ⁽⁹⁾，其它次諧波電流則無抵消功用，運算結果如 [第二欄位] DP 點各次諧波電流 PU 值。

B. 評 論：

未投入 5400KVAR 功因改善電容器，只剩 11, 23 次諧波不合抑制值，而 5, 7 次諧波幾乎已被消滅殆盡。投入電容器後，5, 7 次諧波被放大但因其量已很小，放大後仍然合乎抑制值。至於 11 次以上諧波因遠離系統諧振點 6.39 次，被電容器吸收呈下降趨勢；所有各次諧波均被抑制至標準值而 THD 由 28.5%降至只剩 2.0009%，可說改善得相當不錯。因此在變更設計方式後，跳脫事件確已排除。

C. 單一等效 3Φ 電容器迴路資料分析：

電容值 $C=110.2178 \text{ uf}$
 $V_{c1}=11.4000\text{KV}$
 $I_{c1}=273.49 \text{ A}$

諧波增流 $\sqrt{\sum I_{ch}^2} = 49.970\text{A}$
 諧波增壓 $\sqrt{\sum V_{ch}^2} = 0.1928\text{KV}$
 電容器耐線電壓 $\sqrt{(V_{c1}^2 + \sum V_{ch}^2)} \times 110\%$
 $= 12.5418\text{KV}$
 電容器耐線電流 $\sqrt{(I_{c1}^2 + \sum I_{ch}^2)} \times 130\%$
 $= 361.42 \text{ A} = 361.42 \text{ A}$

肆、結論與台電諧波管制政策之評論

由上述分析過程，來討論及建議現行台電諧波管制政策，可能出現的得失，純屬筆者幾年來從事諧波實務分析工作的心得與見解，僅供參考。

1. 應重視送審諧波源清單的真假

由上述 3.1 節 (二) 及 (三) 改善前分析中，

可發現諧波源清單，幾乎決定了該廠要不要投入改善諧波工程的命運。

- a. 因此對於 [新設廠] 台電在接到送審計算書時，應立即斷定諧波源清單資料是否合理；平常則應多搜集各型整流器，電弧爐，變頻機各次諧波電流資料。
- b. 對於 [既設廠] 因危害臨廠而被察覺者，台電應量測改善前責任分界點之 D_h 與 THD 值及各諧波源諧波電流資料。諧波源同類者只需量取一台，不同類者需各別量測如圖 4.1 所示，以提供業主作為改善分析的資料。

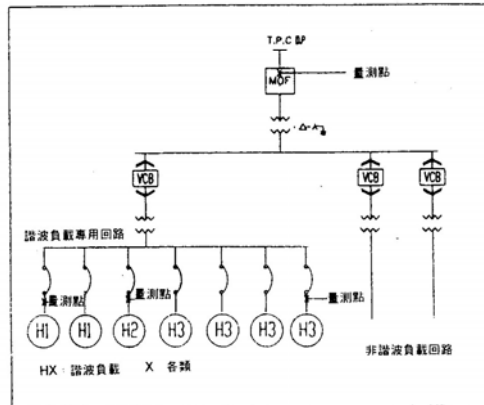


圖 4.1

2. 指導業主改善諧波程序

業主一聽到貴廠需改善諧波，常一頭霧水。接著是國外駐台的濾波器設計公司來了，開價不是幾百萬就是上千萬，那個業主不心寒，除了大廠資本雄厚，誰願意多花這筆錢呢？而事實上就算使用國外濾波器規格品，其抑制的效果能長久運轉保證諧

波的抑制嗎？有些案例，廠方在裝設濾波器後不到一年，即毀損。

因此，判定需作諧波改善時，應立即通知區處檢驗股人員，前往向業主說明，包括：

- a. 諧波是什麼？
- b. 諧波對貴廠有何影響？對臨廠又有何影響？
- c. 如何改善？改善後有何好處？（筆者建議）

- (I) 若該廠諧波負載由電力整流器構成，則鼓勵業主採用相移操作技術⁽⁶⁾，這種技術只有濾波器設計費用的 1/5，很容易被業主接受，況且抑制效果不差。相移操作技術如何應用，如何設置，如何送審分析筆者已全部公開⁽⁶⁾，並應用在案例上，目前這些工廠均運轉相當順利，沒有任何諧波事故產生。

但該系統功因改善電容器投入時，應一併分析，以避免並聯共振現象破壞原先抑制效果，其分析方法如 3.1 節及 3.2 節所示，若發現投入後放大諧波超出標準，需考慮串上 6%電抗器並分析電容耐壓及電抗器耐流資料送審。

以上除了確保諧波抑制效果，也考慮功因改善電容器投入時之安全對業主供電穩定，對台電管制諧波，兩得其美。

- (II) 如果使用的是電弧爐或變頻機則建議其設計濾波器來改善，且濾波器本身需負責功因改善，送審時需繳交濾波器規格，包括電容耐壓及電抗器耐流，諧振點，容量及投入後，改善分析結果。一來確保業主用電之安全，二來作為改善後與量測值之間的比對，了解其誤差產生的原因。

註：台電檢驗股人員需由業務處統籌定期辦理諧波相關知識訓練。

3. 規定低壓功因改善電容器不得在諧波系統中，使用 APFR 切換⁽⁷⁾

加入 APFR 以調整功因是送審圖面，檢驗股人員會要求的，但此舉若用在含有諧波負載的系統，將是很危險的動作。

正如前項所示，長掛式電容器只會與系統產生一個系統諧振點，因此放大諧波的機率只有一次。今天假設電容器分成十段並引入 APFR 切換以調整功因，每段投入間格 5 秒，最後三段設定為微調，如圖 4.2。讀者應可了解，工廠一開工就依續產生 10 個系統諧振點，因此放大諧波的機率將增為十次，雖然時間短，長期下來對電容器將會有損傷，何況電容器投入時還有突波的問題，對整個供電系統相當不利。要加 APFR 當然可以，但需分析每段投入時，對 DP 點諧波失真的影響，並計算每段耐壓值，必要時每段規定串電抗。

4. 諧波負載應專用迴路設計，不得與非諧波負載夾雜，其附屬設備亦然，如圖 4.3 所示

此點應發函電機技師公會告知，其理由為諧波負載與非諧波負載共用匯流排供電，將使諧波分析變得複雜，況且非諧波負載回路將受諧波電流分流而有跳脫現象，造成生產線上的不穩定，另一方面對於管制上，濾波器設計，電容器投入後的分析，均較容易處理，在審查上也較有條理。

波的抑制嗎？有些案例，廠方在裝設濾波器後不到一年，即毀損。

因此，判定需作諧波改善時，應立即通知區處檢驗股人員，前往向業主說明，包括：

- a. 諧波是什麼？
- b. 諧波對貴廠有何影響？對臨廠又有何影響？
- c. 如何改善？改善後有何好處？（筆者建議）

- (I) 若該廠諧波負載由電力整流器構成，則鼓勵業主採用相移操作技術⁽⁶⁾，這種技術只有濾波器設計費用的 1/5，很容易被業主接受，況且抑制效果不差。相移操作技術如何應用，如何設置，如何送審分析筆者已全部公開⁽⁶⁾，並應用在案例上，目前這些工廠均運轉相當順利，沒有任何諧波事故產生。

但該系統功因改善電容器投入時，應一併分析，以避免並聯共振現象破壞原先抑制效果，其分析方法如 3.1 節及 3.2 節所示，若發現投入後放大諧波超出標準，需考慮串上 6%電抗器並分析電容耐壓及電抗器耐流資料送審。

以上除了確保諧波抑制效果，也考慮功因改善電容器投入時之安全對業主供電穩定，對台電管制諧波，兩得其美。

- (II) 如果使用的是電弧爐或變頻機則建議其設計濾波器來改善，且濾波器本身需負責功因改善，送審時需繳交濾波器規格，包括電容耐壓及電抗器耐流，諧振點，容量及投入後，改善分析結果。一來確保業主用電之安全，二來作為改善後與量測值之間的比對，了解其誤差產生的原因。

註：台電檢驗股人員需由業務處統籌定期辦理諧波相關知識訓練。

3. 規定低壓功因改善電容器不得在諧波系統中，使用 APFR 切換⁽⁷⁾

加入 APFR 以調整功因是送審圖面，檢驗股人員會要求的，但此舉若用在含有諧波負載的系統，將是很危險的動作。

正如前項所示，長掛式電容器只會與系統產生一個系統諧振點，因此放大諧波的機率只有一次。今天假設電容器分成十段並引入 APFR 切換以調整功因，每段投入間格 5 秒，最後三段設定為微調，如圖 4.2。讀者應可了解，工廠一開工就依續產生 10 個系統諧振點，因此放大諧波的機率將增為十次，雖然時間短，長期下來對電容器將會有損傷，何況電容器投入時還有突波的問題，對整個供電系統相當不利。要加 APFR 當然可以，但需分析每段投入時，對 DP 點諧波失真的影響，並計算每段耐壓值，必要時每段規定串電抗。

4. 諧波負載應專用迴路設計，不得與非諧波負載夾雜，其附屬設備亦然，如圖 4.3 所示

此點應發函電機技師公會告知，其理由為諧波負載與非諧波負載共用匯流排供電，將使諧波分析變得複雜，況且非諧波負載回路將受諧波電流分流而有跳脫現象，造成生產線上的不穩定，另一方面對於管制上，濾波器設計，電容器投入後的分析，均較容易處理，在審查上也較有條理。

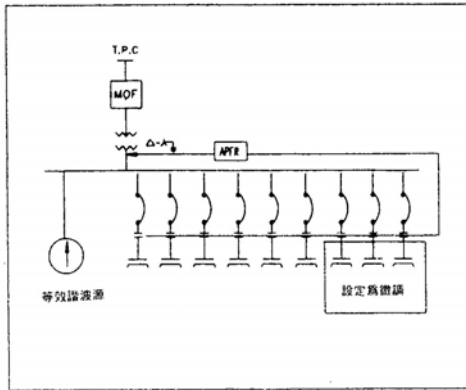


圖 4.2

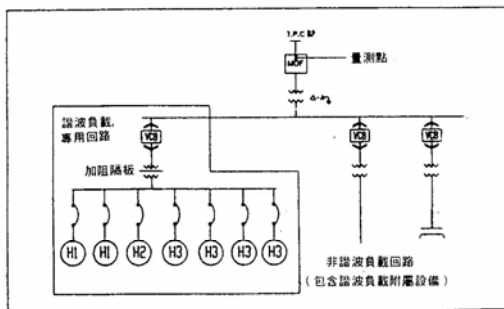


圖 4.3

5. 量測時要注意那些事項？

- a. 選擇週日，臨近工廠停工狀態下，令該諧波廠起動負載：
此限制，在於真正量到該廠對台電電源端的污染程度。
- b. 由試驗所人員會同區處檢驗股人員前往：
試驗所人員要找到電錶箱 MOF 並不困難，量測亦為其專長，但對於現場所有設備擺設位置，錯縱複雜的線路，一個接一個的

盤面，絕對沒有區處檢驗股人員熟，何況最後完成送電及檢驗現場亦為該員。因此最好有各區處檢驗股人員在場，供詢問及監督整個量測及諧波負載出力狀況。

- c. 確定所有諧波負載已啟動，出力至少 50%：
一般契約容量約為設備負載的 60%，因此每台諧波負載至少出力 50%，才算真正啟動並不為過。
- d. 量測時間以 2 小時為限：
每五分取樣一次，既不勞民，也不傷財。

6. 要不要加入背景值這項判斷？

許多諧波改善後的廠家，經量測沒過情況下，最常拿這一項來推卸責任，就此點，除非台電從變電所出來的饋線上，逐一量測每家擁有諧波負載廠商 DP 點諧波電流污染率（前提：利用星期日令其開工，臨近工廠則停工），不合格者，限期改善。不過這種連舊帳都翻到抬面的舉動，將帶來抗爭，因此台電應寄望於新饋線上嚴格執行。

對於既設線路，筆者認為不用再考慮背景值了！因為它已是無法改變的事實，而且對廠家而言，尤其位於饋線末端，是相當不公平的。

7. 取什麼樣的數據作為比對值？

應以諧波負載廠真正污染電源端的 D_h 及 THD 作為比對值，斷定其對台電供電品質傷害程度，也就是不包括諧波電壓背景產生流往廠內的諧波電流；量測時應利用星期日臨近工廠停工狀況下。

8. 評判合格的標準在那裏⁽⁸⁾

評判的標準，IEEE 每四年就會有所更動，管制表本身已爭議很久，筆者碰過一個案例，該廠恰在饋線末端，運算結果，需取第一列作為審核依據，

結果是十三，十九次諧波過不了關，若該廠遷移到變電所附近，可放寬取第四列作為審查依據，如此一來全部諧波均過關。

因此筆者建議從務實的觀點出發，DP 點量測各次諧波失真之前三名及 THD 能過關且該廠造成臨近正常運轉工廠跳電事故已排除(此項最重要)，即可予以恢復供電。

9. 對於工廠供電系統，目前只管制諧波電流，未來要不要管制諧波電壓？

許多投入上千萬元改善諧波案例，經量測還有部份諧波不合格，如果再加上諧波電壓管制，到底有幾家可以過關呢？況且諧波電壓本來就是諧波電流流過阻抗造成，沒有諧波電流就沒有諧波電壓，管制好諧波電流，諧波電壓自然會下降。筆者認為台電目前的政策是對的。

10. 改善前後諧波分析均應加入分析功因改善電容器投入的效應

功因電容器投入對 DP 點諧波失真一定會有影響，這是不容置疑的；如上述 3.1 節 (三) $THD=9.036\%$ 加入電容器變成 28.554% ，但加入電容器一定擴大諧波，此論點並不正確；如上述 3.2 節 $THD=3.361\%$ 加入電容器變成 2.009% 。因此有害無害完全取決加入後與電源阻抗及主變壓器阻抗形成的系統諧振點，若廠內並未產生有靠近系統諧振點的諧波，電容器還是一個不錯的高次諧波吸收器，只是為了用電安全，電容器的耐壓需經計算並送審，此項猶為重要，許多工廠電容器曾因諧波炸掉危及廠內用電。目前台電諧波程式亦無此項功能建議儘速加入。

伍、參考文獻

1. 蕭純育著：「台電諧波管制標準之制定與執行」，第 59 期電機技師期刊，Oct. 1996，pp.33-63。
2. 郭麟英著：「電力諧波計算及書審作業之 OA 化」，第 533 期台電工程期刊，Jan 1993，pp.36-47。
3. L. Gyugyi and E.R. Taylor, "Characteristics of Static Thyristor-Controlled Shunt Compensators for Power System Applications," IEEE Trans. Vol. PAS-99, No.5 SEPT/OCT 1980, pp.1795-1804.
4. Allan Ludbrook, P. Engo, "Rectifier Harmonics in Small Power Systems," IEEE 1984 Industrial & Commercial Power Systems Conference, pp.31-40.
5. Kun-Ping Lin, "An Advanced Computer Code for Single Tuned Harmonic Filter Design," IEEE Industrial Application Trans. Vol.34, No.4, pp.640-648, JULY/AUG. 1998.
6. 林昆平著：「以相移操作技術解決電力整流器諧波問題」，第 580 期台電工程期刊，Dec. 1996，pp.75-86。
7. 何信龍著：「具高速電梯之商業大樓的配電系統諧波改善」，第 81 期電機月刊，Sep. 1997。
8. C. K. Duffey and R. P. Stratford. "Update of Harmonic Standard IEEE-519: IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems," IEEE Trans, Vol. 11-25, No.6, pp.1025-1034, Nov/Dec 1992.
9. IEEE Std 519-1992, IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems (1992).