

## CNS 2901 中小型交流同步發電機 正字標記檢驗內容介紹

林昆平／台南分局技正

### 一、前言

84 年公布的消防法明訂國內製造或國外進口發電機組，需提供第三方公證機構所出具之試驗報告送當地消防局審查，據以取得各地方市政府核發之建築物使用執照，此發電機組指的就是 CNS 2901 之中小型交流同步發電機，規格通常為三相 220 V、380 V、440 V，都是以柴油引擎帶動發電機轉子發電，用途在提供大樓火災斷電之緊急電源使用，以維持消防設備與排煙設備正常運作。經濟部標準檢驗局為確保民眾居家安全，積極推動發電機組正字標記驗證，此制度規定廠商除須申請通過 ISO 9001 品質管理系統驗證外，每年尚需定期接受該局人員到場抽樣機組，並依 CNS 2901 規範執行檢驗，以確保製造商發電機組製造品質與能力。CNS 2901 檢測項目包括構造及標示檢查、額定輸出特性(波形分析、轉速變化、電壓變動率)、暫態輸出特性(投載與卸載時的瞬間電壓變動率)、過電流試驗、噪音測試、溫升試驗(電樞、磁樞、繞組鐵芯、軸承)、絕緣電阻與耐電壓試驗、振動試驗、超速特性、電話干擾因素、短路曲線測定等項目，為協助國內營建業、消防單位、建築師、電機技師及民眾等對發電機組正字標記的認知，筆者特撰此文。

### 二、構造及標示檢查

柴油引擎發電機大多為同步電機，架構主要由發電機頭、原動機(柴油引擎)、直流激磁系統、電壓穩壓器組成。機頭一般為國內製造，引擎多為國外進口，搭配電樞輸出盤、磁極調整盤、運轉控制盤及穩壓調節器，組裝成發電機組(圖 1)。

#### (一)構造檢查

1. 交流發電機構造儘可能為半開或密閉(包含密閉外扇型)。
2. 旋轉激磁機或激磁裝置其輸出端子記號要分明。
3. 碳刷裝置須便於換裝並以標記顯示。
4. 交流發電機運轉方向(除正反轉及特別指定外)，一律採順時鐘設計並以箭頭表示。

## (二)標示檢查

標示內容需包含：名稱、型號、輸出(kVA)或(kW)、額定電壓(V)、額定頻率(Hz)、滿載輸出電流(A)、功率因素、相數、轉速(rpm)、激磁(直流)電壓(V)、激磁(直流)電流(A)、使用額定(如連續電流，1 小時額定，30 分鐘額定)、溫升(°C)、製造編號、製造年份、製造廠名稱或商標。另發電機名稱須依相數、名稱、額定輸出、額定電壓、額定頻率順序命名(圖 2)。

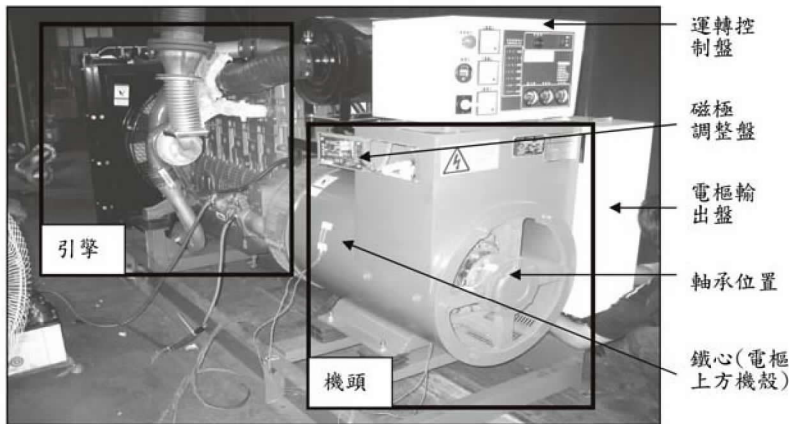


圖 1 中小型同步發電機外觀結構

表 1 各次諧波電壓及 THD<sub>v</sub> 量測

興業有限公司		HARM		RMS		CHI		VALUE	
		x20		freq: 60.5Hz					
N	V	N	V	N	V	N	V	N	V
1	446.6	V11	0.0	V21	0.0	V31	0.1	V	
2	1.2	V12	0.0	V22	0.0	V32	0.1	V	
3	0.5	V13	0.1	V23	1.1	V33	0.1	V	
4	0.5	V14	0.0	V24	0.0	V34	0.0	V	
5	3.0	V15	0.1	V25	2.0	V35	0.1	V	
6	0.0	V16	0.0	V26	0.0	V36	0.0	V	
7	2.6	V17	0.1	V27	0.0	V37	0.1	V	
8	0.1	V18	0.1	V28	0.0	V38	0.0	V	
9	0.1	V19	0.1	V29	0.1	V39	0.0	V	
10	0.1	V20	0.0	V30	0.0	V40	0.0	V	
1-RMS		THD-F		THD-R					
446.6 V		1.07%		.07%					

圖 2 發電機銘牌標示內容

## 三、額定輸出特性(電壓與頻率變動率、波形分析)

規範發電機額定運轉下波形、轉速變化及電壓變動率等合理限制值，這裡定義「額定運轉」是指發電機接入負載後，使輸出電源端功因維持在 0.8，功率輸出為標示額定值。由於發電機併入配電系統須在本身發電壓達額定時才能並聯，否則可能被安裝在配電系統的過低電壓電譯偵測而跳脫開關，發電機無載下由起動至額定轉速並輸出額定電壓，通常需十幾秒時間，當負載阻抗(R+jX) 並聯時，發電機額定轉速與額定電壓會發生變動現象，而轉速與頻率成正比，也會造成頻率變動，為維持發電機發電品質，其電壓與頻率變動率須加以限制，因此發電機組內部通常裝置電壓調整器來因應。另一方面因發電機內部鐵芯有磁滯現象，會使產生的電壓波形發生畸變，也必須在合理範圍以避免對負載造成傷害。

### (一)電壓與頻率變動率

#### 1.空載之電壓 $V_0$ 及頻率 $F_0$ 量測

使用「電壓頻率表(圖 3)」進行量測 → 發電機不連接任何負載下，作空載起動 → 將電壓及頻率表之 2 個量測夾子，分別夾在發電機定子輸出端的 R 相及 S 相端子上 → 量測發電機輸出電壓  $V_0$  及頻率  $F_0$ 。

#### 2.額定運轉之電壓 $V_f$ 及頻率 $F_f$ 量測

將電感電阻性 RL 負載控制盤及三相電力表配線至電樞輸出盤內 R、S、T 相(圖 4~圖 5) → 起動發電機 → 調控 RL 負載投入量使電機運轉在額定(即功因在 0.8，輸出功率為標示額定值) → 量測發電機輸出電壓  $V_f$  及輸出電源頻率  $F_f$ 。

#### 3.變動率計算

(式 1)及(式 2)顯示發電機於穩態下由無載至投入額定負載運轉之電壓變動率與頻率變動率計算。

$$\Delta V = \frac{V_0 - V_f}{V_f} < 2.5\% \quad (\text{式 1})$$

$$\Delta F = \frac{F_0 - F_f}{F_0} < 5.0\% \quad (\text{式 2})$$



圖 3 電壓頻率表



圖 4 負載箱控制盤  
(電阻電抗)



圖 5 額定運轉(控制 PF=0.8)

## (二)波形分析

所謂波形分析指的就是發電機尚未接上負載時所發出電源電壓波形分析，因為若在有載狀況下量測電壓波形，就無法判定單純因發電機造成之波形失真，有可能會是負載特性造成發電機輸出端電壓波形失真。發電機轉子鐵心激磁時有磁滯現象，使感應至定子電樞繞組上的交流弦波電壓波形發生畸變含有諧波成分，發電機發出的電源電壓若諧波含量過多，會使受電端負載失靈或誤動作，故需管制，依 IEEE Std 115-1983 定義波形分析參考(式 3)，即所謂綜合諧波電壓失真率 THD<sub>v</sub> (Total Harmonic Distortion)。目前管制標準為發電容量 500 kVA 以下者，限制在 10%；500 kVA 以上者，限制在 6%，發電機電壓波形失真量測步驟如下：發電機空載起動 → 將諧波量測儀接在電樞輸出盤內 R、S、T 相量測 → 每 15 秒進行諧波瞬間取樣及報表列印(表 1) → 持續 1 分鐘 → 選取報表取樣中 THD<sub>v</sub> 數據出現最大者。

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N E_n^2}}{E_{rms}} < 10\% \text{ or } 6\% \quad (\text{式 3})$$

其中  $E_n$ =各次諧波電壓，不含 60 Hz 基頻波， $E_{rms}$ =60 Hz 基頻波的均方根值電壓

## 四、暫態輸出特性(投載與卸載時的瞬間電壓變動率)

發電機難免瞬間切入或切離負載，暫態輸出特性易造成發電機輸出電壓波幅瞬間急遽變化，此變化不能過大，回穩時間也不能太慢，以避免跳機情形發生。因此規範卸載時，瞬間電壓變動率需小於 30%，2 秒內回穩至卸載前電壓  $V_f$  的

# 標準與檢驗

0.97 倍~1.03 倍之間(即±3%)；規範投載時，瞬間電壓變動率需小於 25%，2 秒內回穩至投載前電壓  $V_0$  的 0.975 倍~1.025 倍之間(即±2.5%)。測試時，卸載是以發電機於額定運轉下突然切離負載，作為最嚴苛之測試條件；投載則在發電機空載下突然投入六成額定負載量，以符合實際狀況(國家標準要求為 0.67 倍額定負載並維持功因 0.4)，以三相 440V/656A 之發電機規格為例，試驗方法如下：

## (一)額定運轉下突然卸載

### 1.計算暫態電壓變動率 $\Delta V_D$

將多功能三相電力表及 RL 負載控制盤，配線至電樞輸出盤內 R、S、T 相 → 起動發電機 → 調控 RL 負載投入量使發電機滿載運轉 → 將波形擷取器(圖 6)接至電樞繞組的 RS 相 → 負載瞬間切離 → 擷取暫態波形 → 在記錄器螢幕上將第一條垂直虛線移至【卸載前穩態點 A：即  $V_f$ 】 → 第二條垂直實線移至【卸載後突波頂點 B：即  $V_{max}$ 】 → 印出報表如圖 7A → 以(式 4)計算卸載時的電壓變動率。

$$\Delta V_D = \frac{V_{max} - V_f}{V_f} < 30 \% \quad (式 4)$$

### 2.計算暫態電壓回穩時間 $T_R$

延續圖 7A 記錄器上波形擷取圖像 → 計算  $V_f$  的±3% → 因卸載後穩態電壓會比卸載前穩態電壓  $V_f$  高，故回穩時間間隔  $T_R$  應取在  $V_f$  與小於接近  $1.03V_f$  之  $V_f'$  點間(滿足+3%以下回穩規定) → 在記錄器螢幕上將第一條垂直虛線移至  $V_f$  點 → 第二條垂直實線移至  $V_f'$  點 → 印出報表如圖 7B → 計算兩點間的回穩時間  $T_R$ ，則(式 5)為其限制值。

$$T_R < 2 \text{ 秒}$$

(式 5)

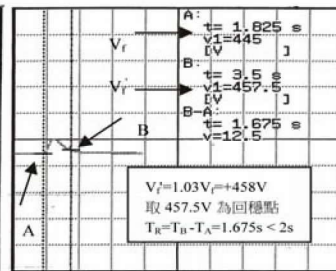
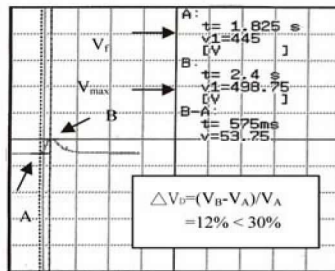


圖 6 記錄器擷取暫態波形 圖 7A 計算電壓變動率 $\Delta V_D\%$  圖 7B 計算電壓回穩時間 $T_R$

(二)無載空轉下突然投載(0.67 倍額定負載且功因 0.4)

1.計算暫態電壓變動率 $\Delta V_P$

0.67 倍額定負載電流為  $656A \times 0.67 = 439.5A$  → 測試時，控制負載投入量使發電機運轉在電流接近  $439.5A$  且功因約 0.4 → 接著切離已設定之負載讓發電機處於無載空轉下 → 將波形擷取器接至三相發電機輸出端的任兩相上(如 RS 相) → 再將已設定的負載量再次投入 → 擷取暫態波形 → 於記錄器螢幕將第一條垂直虛線移至【空載下穩態點 A：即  $V_0$ 】 → 將第二條垂直實線移至【投載後波形最低點 B：即  $V_{min}$ 】 → 印出報表如圖 8A → 以(式 6)計算投載電壓變動率。

$$\Delta V_P = \frac{V_0 - V_{min}}{V_0} < 25 \% \quad (式 6)$$

2.計算暫態波形回穩時間  $T_R$

延續圖 8A 記錄器上波形擷取圖像 → 計算  $V_0$  的  $\pm 2.5\%$  → 因投載後之穩態電壓會比無載之穩態電壓  $V_0$  低，故回穩時間間隔  $T_R$  應取在  $V_0$  與 大於接近  $0.975V_0$  之  $V_0'$  點間 (滿足  $-2.5\%$  以下回穩規定) → 在記錄器螢幕上將第一條垂直虛線移至  $V_0$  → 第二條垂直實線移至  $V_0'$  點 → 印出報表如圖 8B → 計算兩點間的回穩時間  $T_R$ ，則前述(式 5)為其限制值。

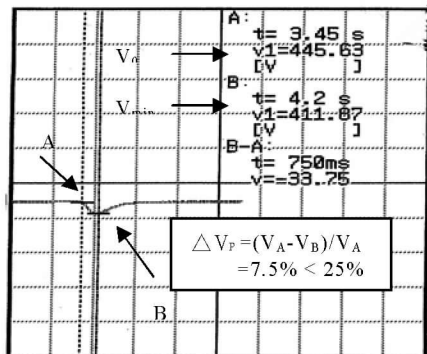


圖 8A 計算電壓變動率 $\Delta V_D \%$

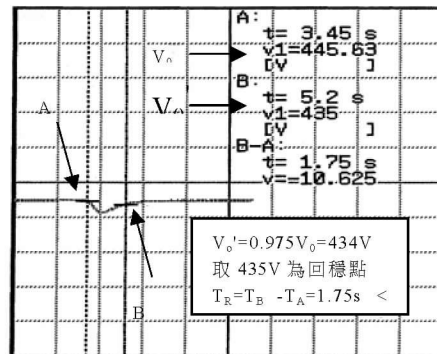


圖 8B 計算電壓回穩時間  $T_R$

五、過電流試驗

過電流試驗在確保發電機能承受短時間過負載運轉持續 15 秒之突發狀況。測試時，增加發電機連結之負載量，使負載電流達到發電機額定電流的 1.5 倍，

於 15 秒期間不得發生跳機現象。

## 六、發電機噪音試驗

### (一)噪音定義、傷害及量測單位 dB

噪音係指人們所不想要的聲音，凡是不悅耳、在不適當時間及不適當地方所發出的聲音，或是足以引發個人生理上或心理上不愉快反應的聲音均屬噪音。暴露在噪音中，會引發聽力傷害、緊張、缺血性心臟病、免疫系統改變、騷擾、睡眠干擾，因此像柴油發電機這種運轉高達 100dB 噪音的設備，管制是必要的。噪音的單位叫分貝(dB)，例如一般人講話聲音約 50 分貝，汽車喇叭約 90 分貝，而超過 130 分貝則隸屬超音波範圍，因此一般型噪音計量測範圍約在 30~130 dB 間。

### (二)分貝加權 dB(A)

音量基本上是不能代表人類耳朵真正的感受值，此因聽力器官對不同頻率聲音的敏感度並非線性比例，故必須再乘上一個敏感度因子 A(A-weighting)，此因子乃依據「不同頻率音壓量相較於聽覺器官敏感度的比率對音量加以加權」，而被加權的音量 dB 可改寫為 dB(A)作辨別。目前市售噪音計均已考慮人耳敏感度問題並具加權 A 乘法電路，量測是以 dB(A)計。

### (三)噪音量測

發電機空載運轉下 → 距發電機水平距離 1m，高度與轉子軸心齊，分別在電機左右前後四點 ABCD → 以噪音計量測分貝值 dB(A)，其平均不得大於(式 7)100dB(A)。

$$S = \frac{A+B+C+D}{4} \text{dB}(A) < 100 \text{dB}(A) \quad (\text{式 } 7)$$

## 七、溫升試驗(電樞、磁樞、繞組鐵芯、軸承)

溫升試驗在確保「額定運轉」下發電機各重要部位溫升不致過高。量測位置

有定子的電樞繞組、轉子的磁極繞組、定子鐵心及轉子軸承等四部分，方法有電阻法與溫度計法兩種，原則上定子電樞繞組及磁極繞組以電阻法量測計算較準確，定子鐵心及轉子軸承溫升則採取溫度計法為宜。儀器方面：電阻法以低電阻計進行量測再計算溫升；溫度計法則使用至少三組以上之熱電耦線溫度記錄器進行監測，其中一組熱電耦線量測試驗前室溫  $t_0$ ，以作為電樞繞組及磁極繞組的初始溫度。

## (一)電阻法

發電機未起動前以電阻計在「電樞輸出盤」與「磁極調整盤」，對電樞線圈及磁極繞組進行電阻  $R_1$  量測，如圖 9~圖 10，接著讓發電機在額定運轉條件下，連續運作至定子鐵心與轉子軸承溫升不再變化的溫度穩定狀態，再停止電機運轉，立即以電阻計分別量測電樞線圈及磁極繞組的電阻  $R_2$ ，依(式 8)計算電樞線圈及磁極繞組的溫升，其步驟如下：

將多功能三相電力表及 RL 負載控制盤配線至發電機定子電樞繞組輸出盤的 R、S、T 相端子上→起動發電機→控制負載投入量使發電機額定運轉→等溫度記錄器所監測到的鐵芯與軸承溫升穩定時，停止發電機運轉→立刻仿圖 10~圖 11 量測電阻  $R_2$  → 將  $R_1$  及  $R_2$  代入(式 8)以計算繞組及線圈溫升，(式 9)~(式 10)即為限制值。

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \times (234.5 + t_0) \quad (\text{式 8})$$

其中  $t_0$  為繞組運轉前溫度(相當於運轉前室溫)

$$\text{電樞繞組運轉溫升(電阻法): } \Delta t \leq 125^\circ\text{C (H 種絕緣)} \quad (\text{式 9})$$

$$\text{磁極繞組運轉溫升(電阻法): } \Delta t \leq 125^\circ\text{C (H 種絕緣)} \quad (\text{式 10})$$

## (二)溫度計法

將圖 11 溫度記錄器兩組熱電耦線分別貼於靠近繞組之鐵心(即電樞上方機殼上)及軸承兩處(參考前述圖 1)，並量測黏貼位置上的初始溫度  $t_1$ ，接著將多功能三相電力表及 RL 負載控制盤配線至電樞輸出盤的 R、S、T 相，並起動發電機，調控 RL 負載投入量使發電機運轉在額定狀況下，以溫度記錄器觀察鐵心與軸承



之溫升不再劇烈跳動(即穩定)，停止機組運轉觀察並紀錄黏貼處溫度  $t_2$ ，則溫升為(式 11)，其步驟如下。

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (\text{式 11})$$

靠近繞組之鐵心(溫度計法)： $\Delta t \leq 125^\circ\text{C}$  (H 種絕緣)

軸承溫升(溫度計法)： $\Delta t \leq 40^\circ\text{C}$  (外部量測)



圖 9 電樞繞組電阻量測

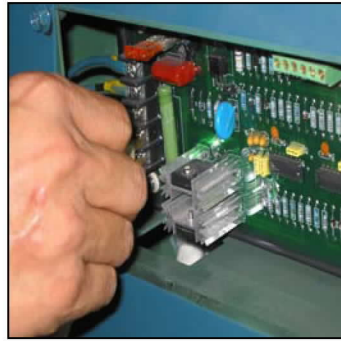


圖 10 磁極繞組電阻量測



圖 11 具四組熱電耦線之記錄器

## 八、絕緣電阻與耐電壓試驗

### (一)絕緣電阻量測

發電機定子電樞繞組的絕緣等級要足夠，以避免漏電發生電擊危險。試驗時，發電機於前述溫升試驗及停機後→使用 DC 500 V 高阻計在電樞輸出盤 R、S、T 相端子，進行絕緣電阻  $R_\Omega$  量測如圖 12 → (式 12)為其限制值。

$$R_\Omega \geq 1 + (\text{發電機額定電壓} / 1000) \text{ M}\Omega \quad (\text{式 12})$$

### (二)繞組的耐電壓試驗

電樞與磁極繞組對金屬外殼或鐵心間的耐電壓要足夠，不得被擊穿。

#### 1. 電樞繞組耐電壓

發電機於溫升試驗後的停機狀態下 → 使用耐電壓絕緣計在電樞輸出盤內量測，負極端夾住金屬外殼，正極端夾 R 相銅端子(圖 13) → 施加電壓  $1000 \text{ V} + 2E$  一分鐘，不得有異狀。

註：E 為發電機的額定電壓

## 2.磁極繞組耐電壓

發電機於溫升試驗後的停機狀態下 → 使用耐電壓絕緣計在磁極調整盤內，負端夾住金屬外殼，正極端夾住磁極繞組正極端(圖 14) → 施加電壓 10 Ex(最低電壓 1500 V)一分鐘，不得有異狀。

註：Ex 為激磁電壓



圖 12 測 R 相絕緣電阻



圖 13 電樞繞組施加耐電壓

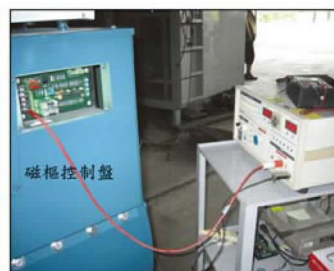


圖 14 磁極繞組施加耐電壓

## 九、振動試驗

振動試驗在確保發電機運轉時振動不會對機組零件造成損壞。測試時，使發電機在額定電壓與額定轉速下空轉，再於靠近機組軸承部位，以振動計量測 XYZ 三軸方向的振動值(圖 15)，則位移量 mm 需符合表 2 規定，表 2 中引擎汽缸數應向引擎製造商詢問。振動計的量測僅需將探棒壓在待測點即可測量位移量。



X 軸方向：0.154mm<0.3mm Y 軸方向：0.113mm<0.3mm Z 軸方向 0.037mm<0.3mm

圖 15 振動試驗量測(本例引擎為 6 個汽缸)

表 2 振動值限制

引擎汽缸數	1,2,3 個	4,5,7 個	6,8 個以上
振動值 (全振幅 mm)	0.8mm 以下	0.4mm 以下	0.3mm 以下

## 十、超速特性

發電機超速至 120 % 額定轉速下維持 1 分鐘，其機械結構不得有飛輪或破壞現象發生。

市售發電機超速限制分為機械式與電子式兩種控制方式，電子限速通常在運轉控制盤內(圖 16)；機械式則在引擎蓋上(圖 17)，測試步驟如下：

將前述圖 3 頻率表接至定子電樞控制盤內 RS 相端子上 → 於無連接負載下起動發電機 → 調整油量使頻率達到額定頻率 120 % → 讓機組運轉一分鐘 → 機械結構須無異狀。

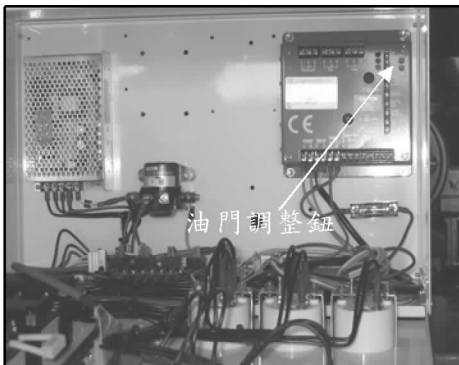


圖 16 電子式油門調整鈕

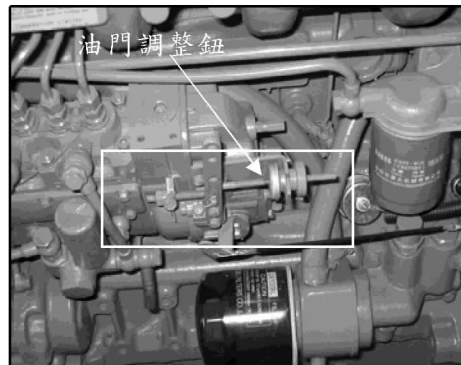


圖 17 機械式油門控制鈕

## 十一、電話干擾因素 TIF 分析

延續第三節波形分析觀念，量測發電機無載空轉下所產生之各次諧波電壓含量，以評估其對電話通訊的干擾程度，評估指標為 TIF(Telephone Interference Factor)。1992 年版 IEEE-519 明確定義 TIF(式 13)，其中分子為各次諧波電壓  $V_n$  乘上其對應加權值  $W_n$  的平方和開根號，分母為綜合電壓。雖然低頻諧波比高頻諧波含量多，但頻率低對電話線的干擾程度反而不嚴重，干擾主要來自頻段 2000Hz~3400Hz 的諧波，圖 18 可看出此頻帶的 TIF 干擾加權值  $W_n$  均較低頻大很多，(式 14)~(式 16)顯示干擾容許值。現在以第二節表 1 之 440 V 發電機各次諧波電壓量測資料來進行 TIF 演算(表 3)。若計算至 19 次諧波為 6.45，計算至 37 次諧波為 34.35，因此高頻諧波含量雖然微乎

其微，計入加權值後卻可使 TIF 指標拉大，故計算上應該含蓋 1000Hz(17

次) ~ 3400Hz(56 次)的諧波，一般諧波量測儀只能測到 50 次諧波，故建議 TIF 值最好計算至 50 次諧波。

$$TIF = \frac{\sqrt{\sum_1^n (V_n \times W_n)^2}}{\sqrt{\sum_1^n (V_n)^2}} \quad (式 13)$$

發電機容量 < 6.25kVA 者： TIF < 350 (式 14)

6.25kVA ≤ 發電機容量 ≤ 62kVA 者： TIF < 250 (式 15)

62.5kVA ≤ 發電機容量 ≤ 5000kVA 者： TIF < 150 (式 16)

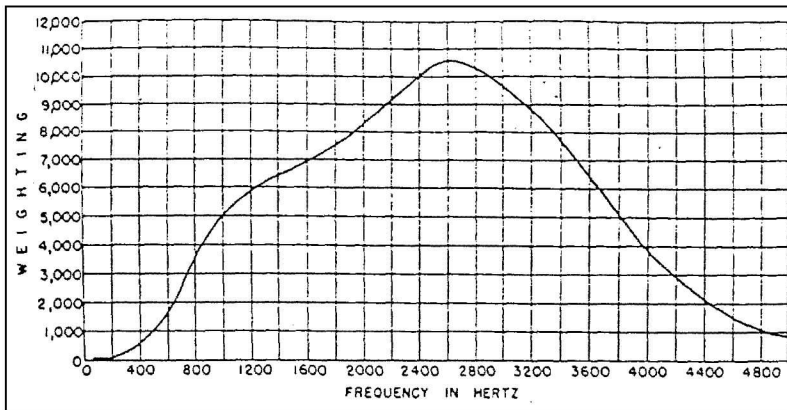


圖 18 各諧波頻率的 TIF 加權值 Wn

表 3 發電機空載下 TIF 計算範例

諧波次	TIF 加權值 Wn	各次諧波電壓 Vn	(Vn) <sup>2</sup>	Wn x Vn	(Wn x Vn) <sup>2</sup>
1	0.5	446.6	199451.6	223.3	49862.89
2	10	1.2	1.44	12	144
3	30	0.5	0.25	15	225
4	105	0.5	0.25	52.5	2756.25
5	225	3	9	675	455625
7	650	2.6	6.76	1690	2856100
8	950	0.1	0.01	95	9025
9	1320	0.1	0.01	132	17424

10	1790	0.1	0.01	179	32041
13	3360	0.1	0.01	336	112896
15	4350	0.1	0.01	435	189225
17	5100	0.1	0.01	510	260100
19	5630	0.1	0.01	563	316969
23	6370	1.1	1.21	7007	49098049
25	6680	2	4	13360	178489600
29	7320	0.1	0.01	732	535824
31	7820	0.1	0.01	782	611524
33	8330	0.1	0.01	833	693889
35	8830	0.1	0.01	883	779689
37	9330	0.1	0.01	933	870489
(1) $\sqrt{\sum (W_n \times V_n)^2} =$				15342	
(2) 綜合電壓 $V_{total\_rms} = \sqrt{(V_1^2 + V_2^2 + \dots + V_n^2)} =$				446.63	
(3) 電話干擾因素 $TIF = (1)/(2) =$				34.35	

## 十二、短路曲線測定

短路試驗曲線測定在確保發電機製造材料與結構組裝的正確性。發電機轉速、功率、電壓等性能是由定子繞組、鐵芯材料、定子與轉子結構與彼此間之間隙等參數決定，一台製造良好的發電機在定子三相輸出端短路下，改變轉子激磁電流  $I_f$ ，其定子三相繞組感應出的電流  $I_R$ ，與  $I_f$  之間應成線性關係(一直線)。短路試驗依 CNS 11445-4 同步電機參數試驗法之第 26 節進行，將轉子激磁裝置輸出端電壓  $V_f$  改連接至自耦變壓器，並將發電機額定電流加以 10 等份，測試時調整  $V_f$  使定子短路繞組電流出現  $(I_R/10)$  並記錄此時的激磁電流  $I_m$ ，再增加  $V_f$  使短路繞組電流出現  $(I_R/10)*2$ ，依此類推直到作完 10 等份  $(I_R/10)*10$ ，將記錄的激磁電流與電樞短路電流  $I_m - (I_R/10)*n$  之關係描繪成曲線，則此曲線須近似一直線。以某牌 3 相 100 kVA 80 kW 380 V 60 Hz 152A 0.8PF 4P 1800rpm 激磁電壓 45V 之發電機規格為例，圖 19 顯示測試情形，圖 20 為短路曲線描繪情形。



圖 19 短路試驗情形

激磁電流 $I_f$	負載電流 $I_R$	10 等份
0	0	0%
0.05	15.2	10%
0.14	30.4	20%
0.23	45.6	30%
0.31	60.8	40%
0.39	76	50%
0.48	91.2	60%
0.54	106.4	70%
0.65	121.6	80%
0.72	136.8	90%
0.81	152	100%

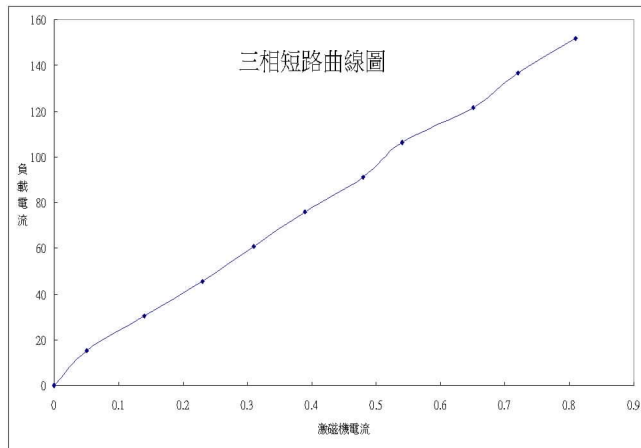


圖 20 短路試驗量測及描繪

## 十三、結論

本文從實務觀點對 CNS2901 中小型交流同步發電機正字標記檢驗內容逐一介紹，並詳述各項測試步驟，希望對國內營建業相關人員對採購規範及工程標單撰寫有所助益。至於量測設備也另有規定，必須有財團法人全國認證基金會 (TAF) 認可實驗室所出具之年度校正報告證明。