

# 發電機失磁保護數位模擬與分析

台電綜合研究所 吳立成

## 摘要

本文將對發電機之失磁保護原理和現場運轉情況，以數位模擬分析技巧，快速找出發電機失磁保護電驛誤動作之原因及防治失磁電驛誤動作再發生；並利用數位模擬之信號波形，來測試失磁保護電驛之動態性能及標置是否適當。本論文將針對目前公司發電機失磁保護之現狀，討論失磁保護各判據的特性及標置方面的問題，提出最佳失磁保護配置方案。

## 一、發電機失磁概論及影響

發電機失磁故障是指發電機的勵磁突然全部或部份消失，其產生原因有：轉子繞組故障、勵磁機故障、磁場斷路器意外跳脫、半導體勵磁系統中之元件故障、勵磁繞組由於長期發熱，絕緣老化或損壞引起短路、勵磁系統之交流電源中斷及誤操作等。當發電機完全失去勵磁時，勵磁電流將逐漸衰減至零；由於發電機感應電動勢  $E_G$  隨著勵磁電流的減小而減小；此時，電磁轉矩也將小於原動機之轉矩，使轉子加速，發電機功率角  $\delta$  增大，當  $\delta$  超過靜態穩定極限角時，發電機與系統失去同步。發電機失磁後將從系統吸收無效功率，變成感應發電機之模式運轉。在發電機超過同步轉速後，轉子迴路中將感應出頻率為  $f_G - f_s$  ( $f_G$  為發電機轉子頻率； $f_s$  為系統頻率) 之電流，此電流產生非同步制動轉矩，當非同步轉矩與原動機轉矩達到新的平衡時，即進入穩定之非同步運轉。

發電機失磁後，於非同步運轉時，將產生下列影響：

- (一) 系統要供給發電機無效功率，以建立發電機磁場，其無效功率多寡，由發電機參數及轉差率決定。
- (二) 因發電機從系統吸收了大量無效功率，為防止發電機定子繞組過電流，勢必要限制發電機有效功率，吸收的無

效功率愈大，則所能發出的有效功率愈少。

- (三) 因發電機從系統吸收了大量無效功率，此將造成系統電壓下降，如系統之無效功率不足，將使鄰近電壓低於允許值，而破壞負載與電源間之穩定運轉，更嚴重將造成電壓崩潰，使系統瓦解。
- (四) 發電機於失磁後，因轉速超過同步轉速，於轉子及勵磁迴路中將產生一頻率為  $f_G - f_s$  ( $f_G$  為發電機轉子頻率； $f_s$  為系統頻率) 之電流，而使發電機轉子及勵磁迴路過熱。

因此，我們會在發電機，尤其是大型發電機上，裝設失磁保護電驛，以維護系統及發電機運轉安全。

## 二、失磁後之物理現象

依據圖一之等效系統圖，我們可寫出發電機實功及虛功對功率角特性之關係，如方程式(1)及(2)：

$$P = \frac{E_d U_s}{x_s + x_d} \sin \delta \quad (1)$$

$$Q = \frac{E_d U_s}{x_s + x_d} \cos \delta - \frac{U_s^2}{x_d + x_s} \quad (2)$$

其轉子運動方程，如方程式(3)：

$$T_J \frac{d^2 \delta}{dt^2} = P_T - (P - P_{ac}) \quad (3)$$

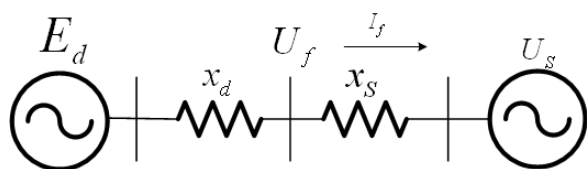
$P_T$  — 原動機功率

$P$  — 同步功率

$P_{ac}$  — 非同步功率

$\frac{d^2 \delta}{dt^2}$  — 電氣角加速度

$T_J$  — 機組的慣性時間常數



圖一 等效系統圖

由方程式(1)、(2)及(3)，可劃出圖二同步發電機失磁之實功率與角功率變化圖，根據圖二之同步發電機失磁前、後實功率與角功率變化圖，我們詳細說明同步發電機失磁過程如下：

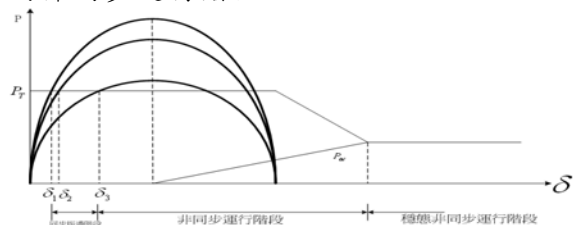
①  $E_d \downarrow \rightarrow P_e \downarrow \cdot P_T$  不變

$\rightarrow$  轉子加速  $\rightarrow \delta \uparrow \rightarrow P = P_T$

當  $\delta < 90^\circ$  發電機未失步時之振盪階段；  
 $\delta = 90^\circ$  (靜穩定極限角)，臨界失步狀態；  
 $\delta > 90^\circ$ ， $P < P_T$  轉子加速愈趨劇烈，非同步運行階段，這時原動機的調速裝置在轉子加速的影響下，使汽門關小， $P_T \downarrow$ 。

②  $E_d \downarrow \rightarrow Q \downarrow$  當  $\delta = 90^\circ$  時， $Q = -\frac{U_s^2}{x_d + x_s}$   
 即從系統吸收電感性無功功率， $\delta > 90^\circ$ ，吸收  $Q \uparrow \rightarrow U_f \downarrow \cdot I \uparrow$ 。

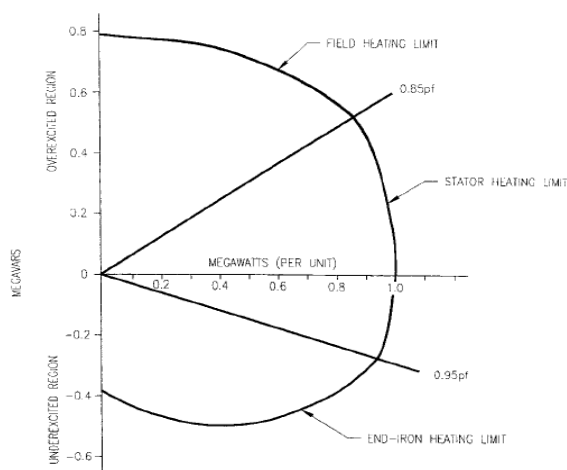
③在發電機超過同步轉速後，轉子回路中將感應出頻率為  $f_f - f_s$  電流，( $f_f$  發電機轉速的頻率， $f_s$  系統頻率) 該電流將產生非同步功率  $P_{ac}$  當  $P_{ac} = P_T$  即進入穩態的非同步運行階段。



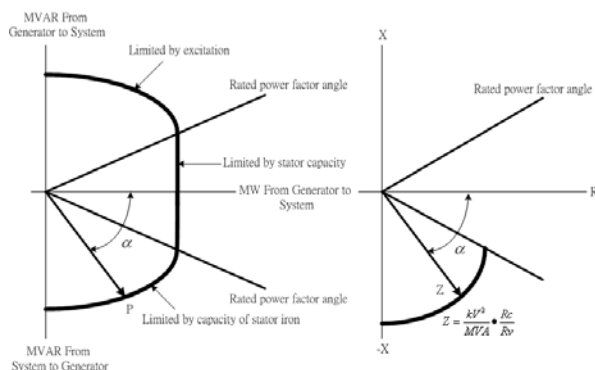
圖二 同步發電機失磁之實功率與角功率變化圖

### 三、發電機的容量曲線與阻抗量測

發電機容量曲線各部份的限制條件如圖三所示。在機組失磁時，由機組端量測之阻抗值會發生變化，所以可使用阻抗電驛，來偵測失磁事故。但在設定此阻抗電驛時，應先將機組的容量曲線變換為阻抗曲線。因失磁時發電機組抗會在落入阻抗圓之第三或第四象限，故無論是容量曲線或阻抗曲線，都祇需分析其第三或第四象限部份即可。我們讀取如圖四左圖之容量曲線中任何一點 P 與橫軸所成的角度  $\alpha$ ，及該點 MVA 幅值，即  $P = MVA \angle \alpha$ ，再經由  $Z = \frac{kV^2}{MVA} \left( \frac{R_c}{R_v} \right)$  ( $R_c$  為比流器比值， $R_v$  為比壓器比值) 換算為二次側值供電驛設定用，如圖四右圖之阻抗圖。在此要注意發電機安全運轉範圍是在容量曲線內部，但在阻抗曲線外部。



圖三 發電機容量曲線



圖四 容量曲線與阻抗曲線之轉換

由以上轉換後之阻抗曲線，再配合等有效功率阻抗圓、等無效功率阻抗圓（臨界失步阻抗圓）及等電壓阻抗圓，我們可用來分析發電機失磁現象阻抗之變化軌跡及保護電驛動作之情況。因發電機在失步前，有效功率P不變，故可利用方程式(4)，劃出等有效功率阻抗圓，如圖五所示，我們可從此圓中，得到三個特性：(1) 圓的大小與P有關，P愈大則圓愈小；(2) 失磁前，發電機向系統送無效功率Q為正， $Z_f$ 位於第I象限，失磁後隨Q的變化，Q由正→負， $Z_f$ 從I→IV象限；(3) 圓的位置與 $jX_s$ 有關，若 $X_s=0$ 則圓心在實軸上， $Z_f$ 很容易進入第IV象限。可見失磁後， $Z_f$ 向第四象限移動，且最終將穩定在第四象限內。

另外，我們可劃出等無效功率阻抗圓，如圖六所示；因此，我們通常用圖六負虛軸之阻抗圓，當成發電機失磁保護阻抗圓，圖六之紅線為發電機失磁時，阻抗變化之軌跡。在失磁時發電機向系統吸收虛功，此時發電機端電壓 $E_d$ 小於系統電壓 $U_s$ ，故阻抗圓在虛軸之下半部；而正常運轉時，發電機向系統提供虛功，故阻抗圓在虛軸之上半部，此時發電機端電壓 $E_d$ 大於系統電壓 $U_s$ 。

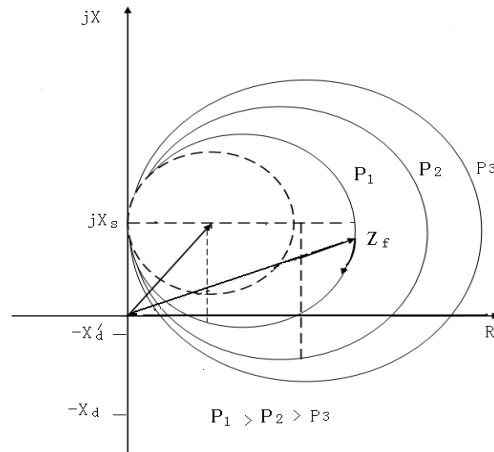
一般失磁電驛，主要反映發電機端感受之阻抗，當感受之阻抗落入設定阻抗圓內時，則保護電驛動作跳脫。失磁保護的阻抗圓依據 IEEE C37.102 [1] 主要有兩種方式：一是靜穩態邊界圓，如圖七所示，其設定要和發電機最小勵磁限制及穩態穩定度極限協調，Z1之設定無需延時，Z2需延時跳脫，延時一般設定0.25至1秒，以防止穩態電力搖擺時電驛誤動作；另一個是非同步阻抗圓，如圖八所示，其設定是依據發電機同步電抗 $X_d$ 及次暫態電抗 $X'_d$ ，直徑1P.U.之發電機額定阻抗內圓，用以檢測30%負載到滿載之發電機失磁，並且不需任何延時跳脫，另一外圓直徑可設定為

發電機同步電抗 $X_d$ 之1~1.2倍，且一般有外加0.5~0.6秒之延時。發電機發生低勵、失磁故障後，總是先通過靜穩邊界，然後轉入非同步運行；因此，靜穩態邊界圓比非同步阻抗圓靈敏。由於靜穩態邊界圓存在第一、二象限的動作區，故當發電機進相運轉較重時，有可能誤動作。

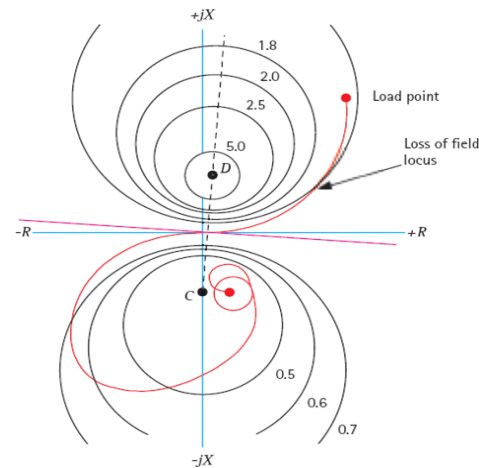
再者，在系統振盪、進相運轉過度、三相不平衡及機組特性差異等因素下，也可能造成失磁保護誤動作而停機解連。因此，對於把進相運轉作為正常運轉方式的機組，宜採用非同步阻抗圓保護，可有效保證進相運轉時不誤動作。若採用靜穩態邊界圓，須用去掉阻抗圓的第一、二象限部分，即用一方向性元件做區別，並加一適當延時，以防進相運轉時保護電驛誤動作。

$$Z_f = \frac{U_f}{I_f} = \frac{U_s + I_f \cdot jX_s}{I_f} = jX_s + \frac{U_s \cdot U_f}{I_f \cdot U_s} = \frac{U_s^2}{P - jQ} + jX_s = \left(\frac{U_s^2}{2P} + jX_s\right) + \frac{U_s^2}{2P} e^{j2\phi}$$

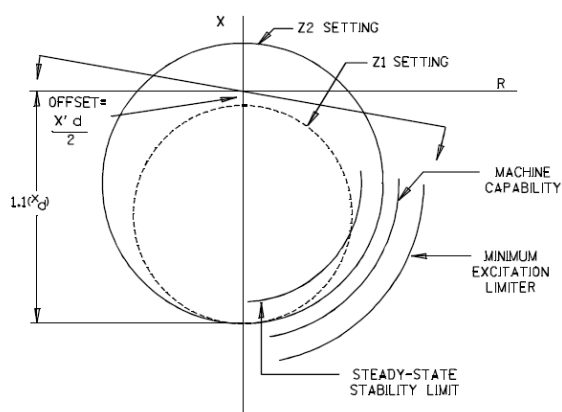
$$\phi = \tan^{-1} \frac{Q}{P} \tag{4}$$



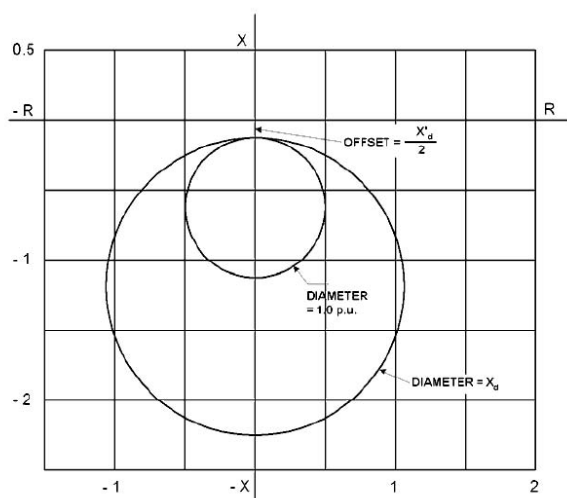
圖五 等有效功率阻抗圓



圖六 等無效功率阻抗圓



圖七 靜穩態邊界圓



圖八 非同步阻抗圓

#### 四、模擬分析

我們假設一發電機、變壓器參數如表一及表二所示，系統之短路等效阻抗為  $0.1169 + j2.258 \Omega$ 。

表一：發電機參數

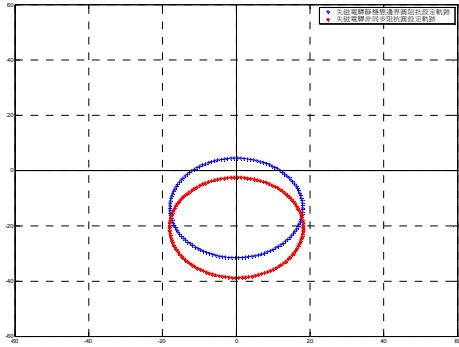
發電機	
容量：353000kVA	P. F：0.85
電壓額定：24kV	極數：2
同步電抗：222.1%	暫態電抗：30.82%
次暫態電抗：26.47%	負序電抗：26.7%
零序電抗：16.7%	慣性常數：3.53
短路比：0.582	效率 98.71%

表二：變壓器參數

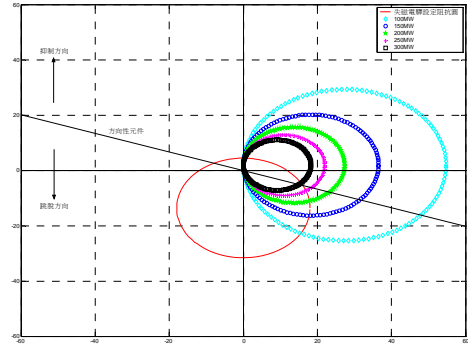
變壓器	
容量：320000kVA	一次電壓額定：22.8kV
二次電壓額定：161kV	Z：11.4%
R：0.325%	

依據以上資料我們輕易算出失磁保護電驛之標置，並依需求選定圖七或圖八之方案，來做發電機失磁保護。為確保，發電機於正常運轉時，失磁保護電驛不誤動作；發電機發生失磁故障時，失磁保護電驛能可靠動作，我們將以數位模擬技巧，來分析阻抗型失磁保護電驛之行為，如圖九所示，我們劃出靜穩態邊界圓及非同步阻抗圓之保護阻抗特性曲線，圖十所示，為實際之失磁電驛與發電機容量曲線及 AVR 之最低勵磁協調曲線圖。

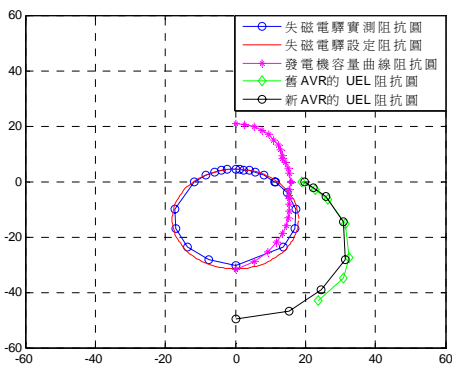
我們將正常運轉之等有效功率曲線與失磁保護電驛兩種方案之特曲線，分別劃於同一阻抗平面上，如圖十一及圖十三所示，分別為靜穩態邊界圓及非同步阻抗圓之保護阻抗特性曲線，我們發現，圖十一依靜穩態邊界圓設定之發電機失磁保護電驛，因設定之阻抗含蓋變壓器及系統，故較易於發電機滿載時誤動作，故需加一方向性元件限制之，以防止誤動作，如圖十二所示。另外，在圖十四和圖十五中可清楚發現，當發電機於輸出 250MW 正常運轉時有部份失磁發生，其使用靜穩態邊界圓設定之發電機失磁保護電驛，會動作跳脫發電機，而使用非同步阻抗圓之發電機失磁保護電驛，則尚未達設定跳脫條件。如圖十六及十七所示，當系統因事故發生穩態擺動時，使用非同步阻抗圓之發電機失磁保護電驛，較能避免不需要之誤動作。如發電機完全失磁，其失磁阻抗軌跡將如圖十八及十九所示，兩種保護方案多能可靠動作。然而，並非才用非同步阻抗圓設計，就是最佳選擇，有些發電機於輕微失磁情況，用非同步阻抗圓設計之電驛可能不動作；此時，才用靜穩態邊界圓設定之發電機失磁保護電驛，即可可靠動作保護發電機，故當發電機組較大或離負載中心近，一般會考慮採用靜穩態邊界圓設定，但要有足夠延時，來防止電驛誤動作；而其他大多用非同步阻抗圓設計之發電機失磁保護電驛，即可滿足發電機保護要求。



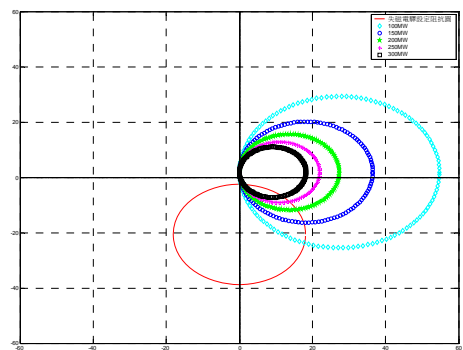
圖九 失磁電驛阻抗依靜穩態邊界圓及非同步阻抗圓設定之軌跡



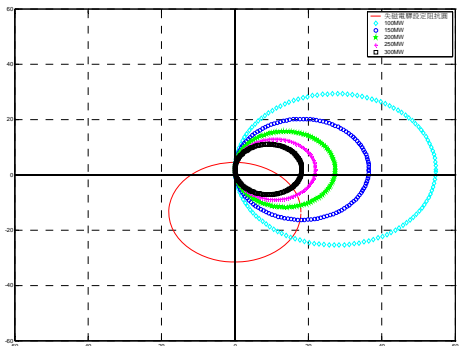
圖十二 失磁電驛阻抗依靜穩態邊界圓設定與等有功圓之關係含方向元件



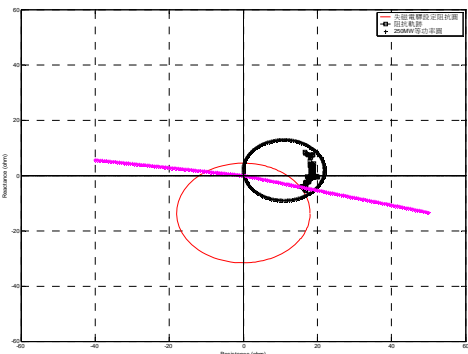
圖十所示，為實際之失磁電驛與發電機容量曲線及 AVR 之最低勵磁協調曲線



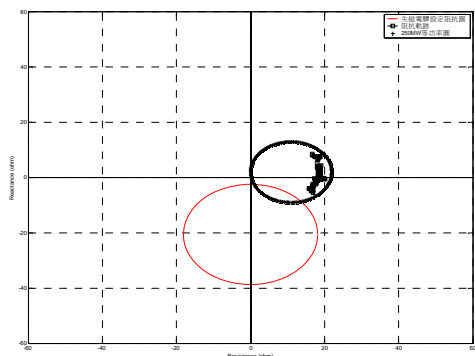
圖十三 失磁電驛阻抗依非同步阻抗圓設定與等有功圓之關係



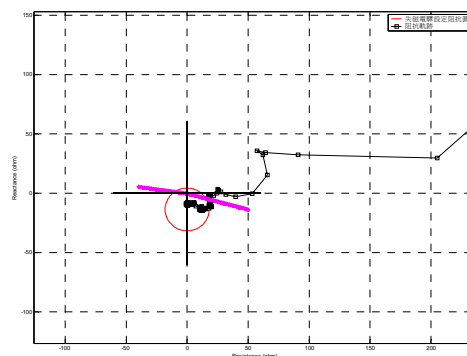
圖十一 失磁電驛阻抗依靜穩態邊界圓設定與等有功圓之關係



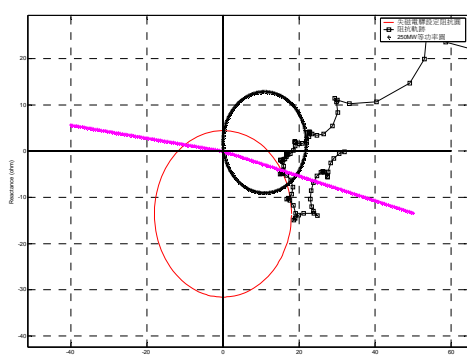
圖十四 發電機從正常運轉到部份失磁時失磁電驛之阻抗變化軌跡(靜穩態邊界圓設定)



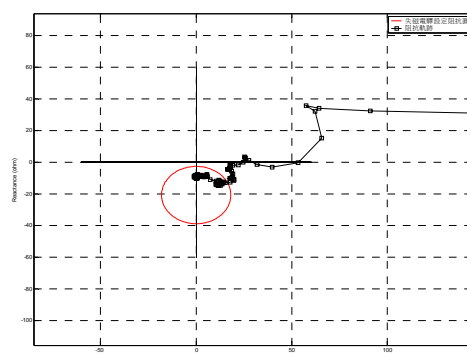
圖十五 發電機從正常運轉到部份失磁時失磁電驛之阻抗變化軌跡(非同步阻抗圓設定)



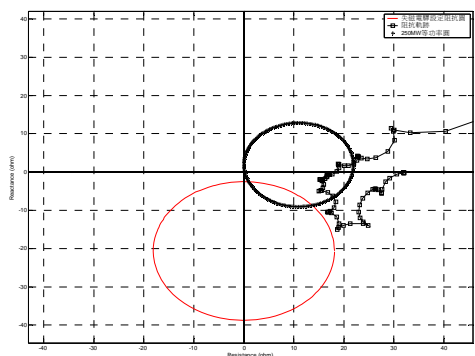
圖十八 發電機發生失磁時失磁電驛之阻抗軌跡(靜穩態邊界圓設定)



圖十六 發電機與系統發生電力搖擺時失磁電驛之阻抗軌跡(靜穩態邊界圓設定)



圖十九 發電機發生失磁時失磁電驛之阻抗軌跡(非同步阻抗圓設定)



圖十七 發電機與系統發生電力搖擺時失磁電驛之阻抗軌跡(非同步阻抗圓設定)

## 五、結論

一般，考慮發電機失磁保護，我們可利用以上數位模擬分析技巧，快速有效分析最適用之保護方案。

綜合以上所述，利用數位模擬及分析之方法，可模擬發電機與系統之相關問題，在新設或舊有之發電機失磁保護，可輔助做故障模擬分析，先行排除可能發生之誤動作條件，以提昇系統之安全、可靠之穩定運轉。如用於事故之分析調查，可達事半功倍之效；另外，可用於發展新型發電機保護電驛之研究。

## 六、參考文獻

- [1] IEEE guide for AC generator protection [IEEE Std C37.102-2007](#)
- [2] Seen impedance by impedance type relays during power system sequential disturbances; Elkateb, M.M.; [Power Delivery, IEEE Transactions on](#), Volume 7, Issue 4, Oct. 1992 Page(s):1946 - 1954 Digital Object Identifier 10.1109/61.156998
- [3] Benefits of upgrading: paper mill generator protection; Mozina, C.J.; Moody, D.C.; [Industry Applications Magazine, IEEE](#) Volume 9, Issue 2, Mar-Apr 2003 Page(s):37 - 47 Digital Object Identifier 10.1109/MIA.2003.1180948
- [4] Upgrading the protection and grounding of generators at petroleum and chemical facilities; Mozina, C. J.; [Petroleum and Chemical Industry Technical Conference, 2004. Fifty-First Annual Conference 2004](#) 13-15 Sept. 2004 Page(s):41 - 49
- [5] IEE Colloquium on Generator Protection (Digest No.1996/265), [Generator Protection \(Digest No: 1996/265\), IEE Colloquium on](#), 4 Oct. 1996
- [6.] J. Lewis Blackburn, "Protective Relaying: Principles and Applications", Marcel Dekker, 1987.
- [7.] Horowitz, S.H. and Phadke, A.G., "Power System Relaying", Research Studies Press La., 1992
- [8] 李宏任, "實用保護電驛", 全華

# 輸電線路復閉方式之介紹

供電處 周瑞年

## 一、復閉功能之概述

### (一)、前言：

在各種電力設備中，輸電線路因屬室外高壓設備，跨越之範圍隨著線路的長度成正比，發生故障的機率相較於發、變電廠所內設備自然為高、次數也最頻繁；而各種事故類型中，又以單相接地事故發生之機率最高、次數也最多。一般而言，架空輸電線路的故障種類又可分為永久性故障(Permanent Fault)或瞬時性故障(Transient Fault)，台灣地區的架空輸電線路故障約有 90% 為瞬時性故障，而造成瞬時性故障的原因則大多為雷擊所造成。

針對架空輸電線路的瞬時性故障，一般皆於線路電壓切離後，故障就會自動排除，此時可以將線路進行復閉，再次加壓送電，以增加供電的連續性。

### (二)、復閉動作對於系統之影響

#### 1、復閉成功對系統之助益

(1)、提高供電的可靠性，減少停電次數（尤以單電源供電更為明顯）。

(2)、提高平行線路運轉之穩定性，提高輸電線路的傳輸容量。

(3)、可改善因保護電驛異常而引起之不正常跳脫。

#### 2、復閉不成功對系統之影響

(1)、使電力系統再次受到故障之衝擊，可能引起電力系統的振盪。

(2)、在短時間令斷路器連續兩次啟斷短路電流，易造成斷路器受損。

### (三)、復閉系統須考慮之條件

1、自動復閉次數的選擇，大部分輸電線路第 1 次復閉的成功率多在 90% 以上，但在第 2 次以後的復閉成功率則大幅下降，故自動復閉次數的選擇多依下列方式辦理：

(1)、一次輸電線路採高速復閉次，台電公司即依此原則辦理。

(2)、二次輸電線路採延時復閉 2~3 次。

2、復閉時間 (dead time) 的長短

(1)、線路事故後跳脫之速度愈快，系統分離後相角差愈小，復閉對系統之衝擊愈低，且復閉的成功率會提高。

(2)、線路的故障電弧會將故障點附近空氣游離化 (Ionization)，欲增加高速復閉的成功率，復閉時間必須大於解游離時間。

(3)、解游離時間的長短和復閉方式、系統額定電壓、故障電流大小、環境溫度、濕度和風速皆有關係

(4)、電壓等級愈高所需的解游離時間愈長

(5)、單相或多相復閉方式的解游離時間會比三相復閉方式來的長。



(6)、三相復閉所需最短解  
游離時間之經驗公式

$$t \geq 10.5 + (kV/34.5)$$

## 二、台電公司相關復閉之應用方式：

### (一)、345kV 輸電線路

#### 1、復閉功能使用之原則

(1)、輸電線路除大潭～龍潭紅、白線採多相復閉外，其餘線路僅允許做單次三相復閉。

(2)、斷路器投入成功 30 秒後，再次跳脫時才能再次啟用復閉功能。

(3)、輸電線路斷路器兩端跳脫，線路上無電壓，試送端確認匯流排電壓正常後，經 30 週波復閉試送電，併聯端則再經 30 週波(即線路跳脫後 60 週波)檢定線路電壓與匯流排電壓同步後併用線路。

(4)、試送、併聯端之認定以中寮開閉所為中心，離中寮較遠者為試送端；較近者為併聯端，即中寮以北系統，由北往中試送；中寮以南系統，由南往中試送。

#### 2、復閉功能使用之限制

(1)、除多相復閉方式之線路外，鄰近核能或水、火力電廠線路均不復閉。

(2)、部分架空部份 XLPE 電纜線路之復閉功能依下列方式使用。

(2-1)、有裝設電纜段監視用 87L 電驛，其動作訊號引入復閉電驛閉鎖其復閉功

能，裝設電纜段監視用 87L 電驛之變電所端須定為試送端。

(2-2)、不具電纜段監視用 87L 電驛之線路，採單相接地復閉之原則辦理。

(3)、大潭～龍潭紅、白線使用多相復閉：

(3-1)、龍潭端為 A 端(試送端)，大潭端為 B 端(併聯端)，由龍潭往大潭試送。

(3-2)、採 M3 之多相復閉模式(事故跳脫後，該兩回線仍保有不同之 3 相時方可進行復閉)。

(3-3)、輸電線路斷路器跳脫後，經 1 秒鐘後由龍潭端(試送端)復閉試送電，而大潭端在確定線路電壓正常後方自動投入併用(約線路跳脫後 1.2 秒)。

### (二)、161kV 輸電線路

#### 1、復閉功能使用之原則

(1)、復閉方式僅允許做單次三相復閉。

(2)、斷路器投入成功 30 秒後，再次跳脫時才能再次啟用復閉功能。

(3)、輸電線路斷路器兩端跳脫，線路上無電壓，試送端確認匯流排電壓正常後，經 1 秒復閉試送電，併聯端則再經 1 秒(即線路跳脫後 2 秒)檢定線路電壓與匯流排電壓同步後併用線路。

(4)、試送、併聯端之認定以鉅工發電廠為中心，離鉅工較遠者為試送端；較近者

為併聯端，即鉅工以北系統，由北往中試送；鉅工以南系統，由南往中試送。

## 2、下列輸電線路不進行復閉

- (1)、鄰近核能或水、火力電廠線路。
- (2)、全線段均為電纜線路。
- (3)、部分架空部份充油式電纜線路。
- (4)、若線路任一端未裝設 Line PD。

### (三)、69kV 輸電線路

- 1、依本公司 SAIDI 及 SAIFI 指標計算之原則，事故停電時間在 1 分鐘內不列計算次數。
- 2、縮短 69kV 事故之停電時間，末端二次變電所若為單回線供電，事故後自動復閉。
- 3、復閉時間以不超過 1 分鐘為原則。

## 三、其他國家相關復閉方式之應用：

### (一)、英國國家電網復閉方式

- 1、英國電網強健，輸電線採用三相復閉方式，dead time 及 reclaim time 設定原則與本公司有很大不同觀點。
- 2、因應未來北方風力發電之快速發展，大量電力傳輸需求日增，未來將開始採用單相復閉方式。
- 3、英國國家電網與台電公司復閉應用之方式比較，詳如表 1。
  - (1)、英國國家電網之 BUS 多為 Mesh 結構，復閉應用主要考量為 CBs、DSs 及 Tap load 等相互關係。
  - (2)、台電公司復閉應用主要考量為維持系統穩定。

### (二)、歐陸電力公司復閉方式

- 1、通常 100kV 以上輸電線採用單相復閉方式

	Dead Time	Reclaim Time	Syn. check
National Grid 400&275kV	10~25s→60s	2~3s→5s	35 <sup>0</sup>
National Grid 132kV	10~25s→60s	2~3s→5s	20 <sup>0</sup>
TPC 345kV	0.5s	30s	20 <sup>0</sup>
TPC 161kV	1s	30s	20 <sup>0</sup>

表 1. 英國國家電網與台電公司復閉應用之方式比較

- 2、相間故障採單相復閉，相間接地故障採三相復閉，三相故障

時不進行復閉。

- (三)、東京電力公司復閉方式，詳如表 2.

	自動復閉方式	復閉時間	CB 跳脫速度
500kV	多相復閉	1sec	40msec
275kV	多相復閉	800msec	40msec
154kV	多相復閉或單相復閉	1-2sec	60msec
	三相復閉	3-8sec	
66kV	三相復閉	10sec	100msec
22kV 6.6kV	三相復閉	60sec	100msec

表 2. 東京電力公司復閉方式

#### 四、多相復閉之介紹

##### (一)、多相復閉之名詞解釋

- 1、多相復閉係專門針對平行共架雙回輸電線路所設計，將平行共架雙回輸電線路共計六相視為一個保護群組。
- 2、斷路器跳脫隔離事故，其餘“健全相”仍持續供電，此時多相復閉電驛以“健全相”作為該保護群組是否進行復閉之條件
- 3、若“健全相”在六相中維持有不同的兩相或三相以上，即可執行自動復閉功能

##### (二)、相關復閉模式之說明

- 1、單相復閉模式(1)：僅針對單相接地故障時進行故障相跳脫及復閉若故障相為兩相以上，則不進行復閉
- 2、單相加三相復閉模式(1+3，大陸方面亦稱為綜合復閉模式)：單相接地故障時進行故障相跳脫及復閉，兩相以上事故，電驛進行三相跳脫及三相

##### 復閉

- 3、M2 復閉模式：健全相至少包含不同兩相之多相復閉模式
- 4、M3 復閉模式：健全相至少包含不同三相之多相復閉模式

##### (三)、多相復閉之範例

- 1、M2 循序復閉模式之動作說明，詳如圖 1.：
  - (1)、第 1 條線路發生 A 相接地故障，第 2 條線路發生 AB 相接地故障。
  - (2)、匯流排側斷路器進行故障相之跳脫，連絡斷路器三相跳脫不復閉，剩餘 BC 兩相之健全相符合進行復閉之條件。
  - (3)、試送端進行復閉，併聯端在三相電壓恢復正常後亦進行復閉，復閉完成。
- 2、M3 循序復閉模式之動作說明詳如圖 2.：
  - (1)、第 1 條線路發生 C 相接地故障，第 2 條線路發生 AB 相接地故障。
  - (2)、匯流排側斷路器進行故障相之跳脫，連絡斷路器三

相跳脫不復閉，剩餘 ABC 三相之健全相符合進行復閉之條件。

(3)、試送端進行復閉，併聯端在三相電壓恢復正常後亦進行復閉，復閉完成。

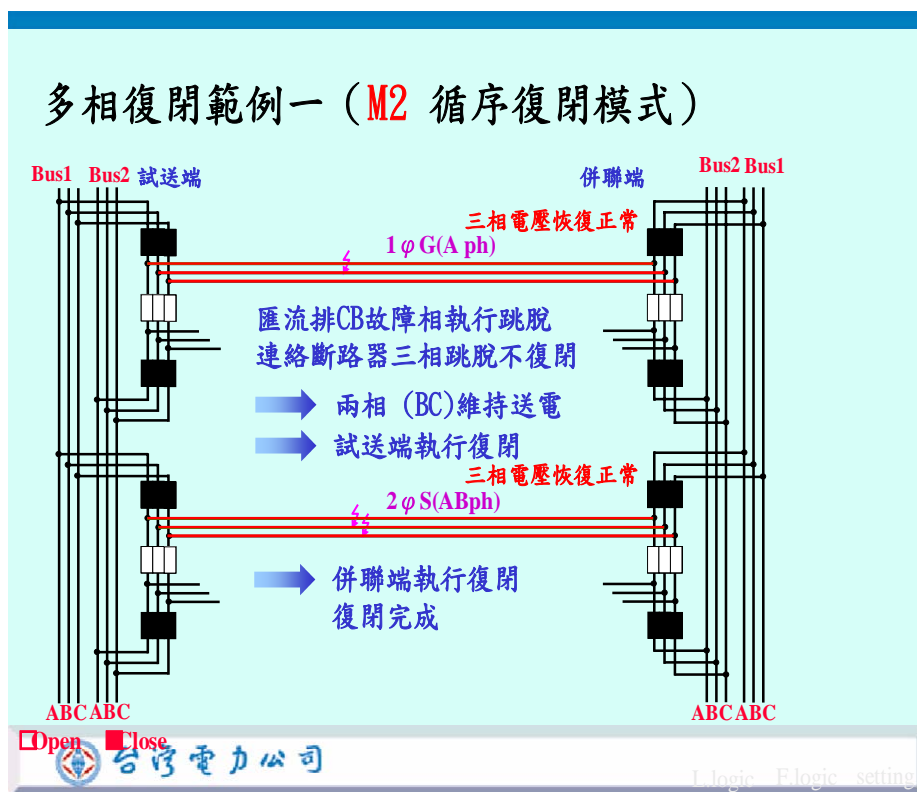


圖 1. M2 循序復閉模式之動作說明

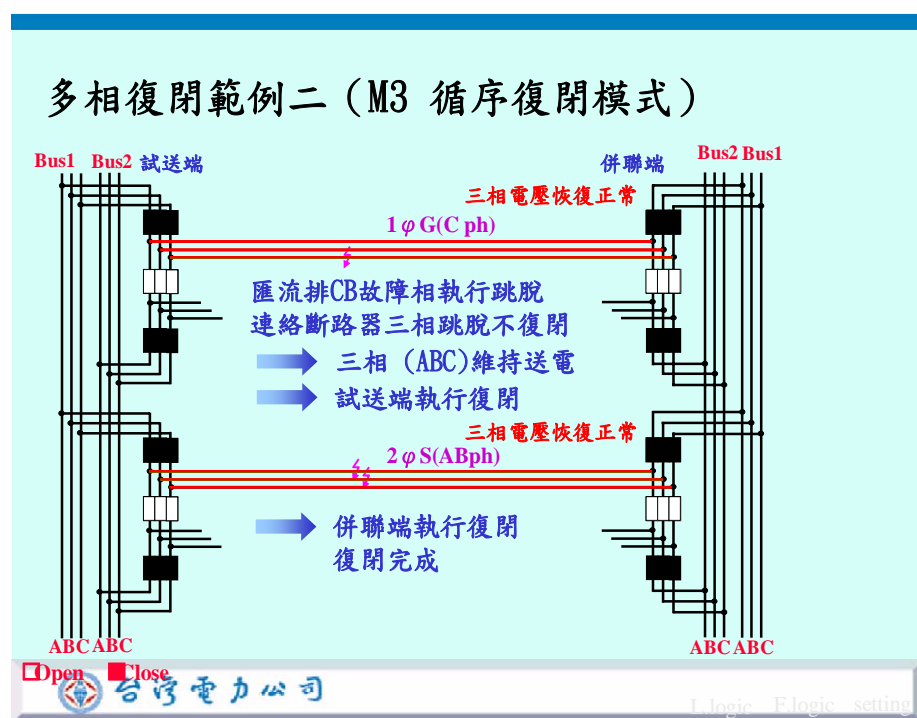


圖 2. M3 循序復閉模式之動作說明

(四)、多相復閉之比較：詳如表 3. 針對平行之兩回線，分別以單相復閉、單項加三相

復閉、M2 多相復閉及 M3 多相復閉模式在各種不同之故障型態進行比較。

	Fault phase	1	1+3	M2	M3
一回線停電	1L <u>A</u> B C 2L ----	1T → R —	1T → R —	1T → R —	3T —
	1L <u>A</u> <u>B</u> C 2L ----	3T —	3T → R —	3T —	3T —
	1L <u>A</u> <u>B</u> <u>C</u> 2L ----	3T —	3T → R —	3T —	3T —
單一相故障	1L <u>A</u> B C 2L A B C	1T → R —	1T → R —	1T → R —	1T → R —
	1L <u>A</u> B C 2L <u>A</u> B C	1T → R 1T → R	1T → R 1T → R	1T → R 1T → R	3T 3T
2 個不同相故障	1L <u>A</u> <u>B</u> C 2L A B C	3T —	3T → R —	2T → R —	2T → R —
	1L <u>A</u> B C 2L A <u>B</u> C	1T → R 1T → R	1T → R 1T → R	1T → R 1T → R	1T → R 1T → R
	1L <u>A</u> <u>B</u> C 2L A B C	3T 1T → R	3T → R 1T → R	2T → R 1T → R	3T 3T
	1L <u>A</u> B C 2L <u>A</u> B C	3T 3T	3T → R 3T → R	3T 3T	3T 3T
	1L <u>A</u> <u>B</u> <u>C</u> 2L A B C	3T —	3T → R —	3T → R —	3T → R —
3 個不同相故障	1L <u>A</u> <u>B</u> C 2L A B C	3T 1T → R	3T → R 1T → R	2T → R 1T → R	2T → R 1T → R
	1L <u>A</u> <u>B</u> <u>C</u> 2L A B C	3T 1T → R	3T → R 1T → R	3T → R 1T → R	3T 3T
	1L <u>A</u> B C 2L A <u>B</u> C	3T 3T	3T → R 3T → R	2T → R 2T → R	3T 3T
	1L <u>A</u> B C 2L A B C	3T 3T	3T → R 3T → R	3T 3T	3T 3T
	1L <u>A</u> <u>B</u> <u>C</u> 2L A B C	3T 3T	3T → R 3T → R	3T 3T	3T 3T

表 3. 相關復閉方式之比較

(五)、多相復閉在台電公司之實際應用

1、多相復閉應用之緣由

(1)、為提高供電可靠性、降低因暫時性事故造成失去電源的機率，台電公司於 94 年 3 月與東京電力公司合作進行多相復閉

(Multi-phase Re-closing)

技術應用於台電系統之研究。

(2)、多相復閉系統目前實際應用於大潭~龍潭

345kV 二回線，當二回線正常供電時採 M3 復閉模式，一回線停電檢修時改採 M2 模式。

2、台電多相復閉之設計原則

- (1)、輸電線路採兩套完整保護，每套皆包括一具 GRL-100 差流電驛作為主保護及一具 GRZ-100 測距電驛做為後衛保護。
  - (2)、兩套主保護差流電驛正常的情形下，GRZ-100 測距電驛的第一區間(Zone One)瞬時跳脫功能均閉鎖不用。
  - (3)、僅差流電驛動作才啟動多相復閉功能。
  - (4)、測距電驛若動作將採三相跳脫方式，且不進行復閉。
  - (5)、復閉模式二回線正常供電時採 M3 模式，一回線停電檢修時改採 M2 模式。
  - (6)、採循序復閉 (Sequential Re-closing) 之方式，試送端為龍潭 E/S，併聯端為大潭 G/S。
  - (7)、復閉時間設定為 1 秒鐘，由龍潭 E/S 先行試送，大潭 G/S 在確定線路電壓正常後，方自動投入併用 (約線路跳脫後 1.2 秒)，以減少大潭端發電機軸衝擊。
  - (8)、連絡斷路器維持三相跳脫且不進行復閉之模式。
- 3、配合竹工加入系統多相復閉未來應用之調整：
- (1)、原龍潭端線路保護電

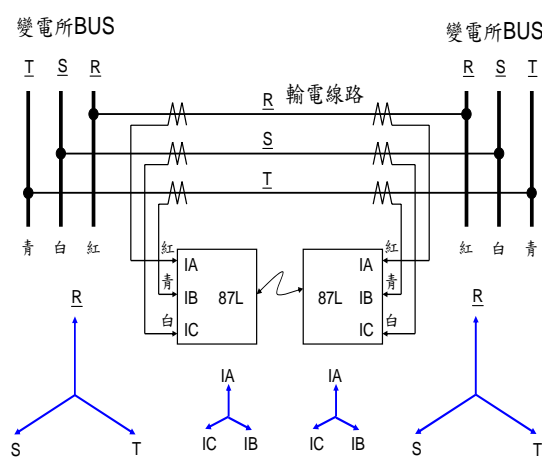
驛移設至竹工端，大潭～竹工兩回線維持目前多相復閉方式。

- (2)、竹工～龍潭 345kV 二回線改採單相加三相(1+3)之復閉方式。

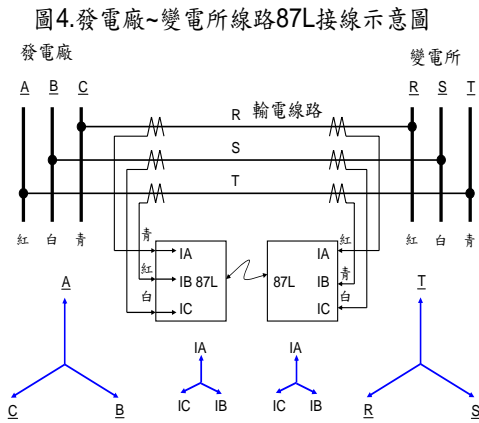
#### 4、台電輸電線路數位差流電驛之對相原則

- (1)、為使差流 (87L) 正確保護，兩端電驛需接入相同相之比流器電流。一般以正相序之電壓及電流信號接入 87L 及測距 (21) 電驛。
- (2)、台電輸電系統為負相序 R-S-T，電驛系統為正相序 R-S-T，電驛系統為正相

圖3.典型變電所~變電所線路87L接線示意圖



序 A-B-C。一般將 PT 及 CT 接線之 S 相與 T 相對調後接入電驛。因此電驛動作指示相別 A-B-C 對應線路實際相別為 R-T-S，詳如圖 3。



(3)、電廠對變電所線路，發電系統為正相序 A-B-C 且與輸電系統之典型相別對應為 T-S-R，此時電廠端接入

87L 電驛之相別必須為 C-A-B。使得電驛動作指示相別 A-B-C 對應線路實際相別為 R-T-S，詳如圖 4。

5、多相復閉加入現場工作之注意事項

(1)、多相復閉 87L 接線須考慮因素：多相復閉 87L 除了需考慮 CT 及 PT 接線相別匹配之外，下列相關輸入及輸出接點接線之相別亦須匹配：

(1-1)、差流電驛盤

- 多相復閉 87L 之分相跳脫輸出
- 分相 BFI 輸出
- 分相跳脫警報輸出
- 分相線路送電狀態輸出
- 分相 52A 接點輸入

(1-2)、匯流排側之 BF 盤 -CT 接線

- 分相跳脫輸出

(2)、大潭~龍潭紅白線實際之接線方式

(2-1)、電廠端相關接線維持 A-B-C 接入電驛。

(2-2)、變電所端差流電驛盤相關接線調整方式：

- 匯流排側斷路器及連絡斷路器 R 相及 T 相輸入電流對調。

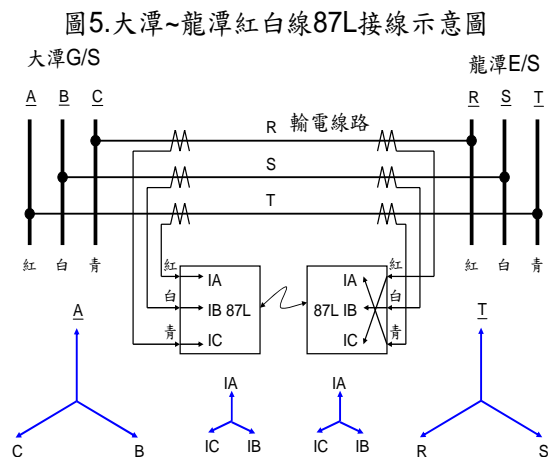
- 差流電驛及測距電驛 R 相及 T 相輸入電壓對調。

- 差流電驛 R 相及 T 相跳脫輸出接點、跳脫警報輸出接點及送電狀態輸出接點對調。

- 差流及測距電驛 R 相及 T 相 BFI 接點對調。

- 差流電驛及測距電驛匯流排側斷路器 R 相及 T 相斷路器狀態 52A 輸入接點對調，詳如圖 5。

(2-3)、變電所端斷路器失靈電驛盤相關接線調整方式。



-匯流排側斷路器斷路器失靈保護電驛R相及T相輸入電流對調。

-匯流排側斷路器斷路器失靈保護電驛R相及T相跳脫輸出接點對調。

(2-4)、RTU 及現場故障之標示

-輸電線路保護電驛盤標示「電驛指示 A-B-C 對應線路相別為 T-S-R。

- RTU 警報訊息中加註 87A-A(T)、87A-B(S)、87A-C(R)，以確認電驛及 RTU 指示與輸電線路相別之對應關係。

## 五、結語

復閉程序的執行一般以自動復閉電驛為主，隨著電驛演進至今，已全面進入數位微處理式的時代，所以復閉控制邏輯及方式，已經由原來單一電驛單一功能朝向單一電驛具備整合功能發展，以現在的數位式線路保護電驛而言，自動復閉功能均已內建並整合於該電驛內；對於電驛人員而言，以往靠外部接線才能達到特定復閉程序或邏輯的方式已不復見，整合型加上可程式邏輯的數位微處理電驛，使自動復閉程序及邏輯於應用上更趨靈活。

## 六、參考文獻

[1] Tokyo Electric Power Company, The Application of Multi-phase Re-closing Technology FINAL

REPORT. March 2005 The Study on Power System Analysis Based on Long Term New Power Plant Development Program in Taipower System.

[2] 李宏任編著，實用保護電驛，88年5月。

[3] 臺灣電力公司電力調度章則彙編第14章保護電驛運用要點，96年6月

[4] 呂嘉圖，實習輸電線路多相復閉保護技術，行政院及所屬各機關台電公司95年度出國報告。

[5] ”臺灣電力公司電力系統保護電驛規劃準則”，2006年9月版次6。

[6] 大潭龍潭線多相復閉研討會會議紀錄，2007年

[7] 許萬寶、簡文通等，多相復閉技術應用於大潭～龍潭紅白線輸電線路之介紹，2008年2月台電工程月刊



# 變壓器取油檢驗滴油不漏取油閥改善措施

墨寶企業社  
台電嘉南供電區營運處電驛組

許明靖  
許文興

## 一、前言

系統中之變電設備為使其長久穩定供電而不間斷，最主要是落實定期維護點檢工作，發現問題能儘快妥善處理，使事件降至最低，供電能持續維持。由於近年來不管民生用電或工業用電，對供電品質要求皆不斷提高，而在電力供電系統中，變壓器的供電能力居心臟位置，角色十分重要，其供電品質與民眾生活息息相關。

變壓器內部結構十分複雜，變壓器油與介質間之熱傳導途徑很多，當其內部產生油劣化或過熱現象時，應能儘速診斷出來，在送電中之設備，使用紅外線檢測及熱影像攝影是最直接的方式，但應以固定攝影角度、位置方式建立背景圖資料，定期攝影比較監視，以期早判斷出異常防止事故。

變壓器絕緣油應做耐壓試驗、絕緣電阻檢查、介質功率因數檢查、酸價檢查、油中氣體分析、油中糠醛及含水量檢查等定期校驗，並定期提供給台灣電力公司綜合研究所做詳細校驗。絕緣油從取油閥取出，避免取油過程油與空氣中的氧氣起作用或外部水滴直接滲透進入或空氣中的濕氣凝結，採用快速接頭取油閥，可改善每次拆螺絲的煩瑣步驟及為防止空氣、水份滲入須將絕緣油排放一些出來。

因此，改善傳統變壓器的取油閥為快速接頭可提供取油之便利性及提高送檢樣品的正確性有其必要。若設備維護之項目及週期能徹底，設備之性能、狀況及運轉環境之變化做有效調整，可以延長設備使用年限並確保供電可靠性。變壓器裝置設備如圖 1 所示。



(a)



(b)



(c)

圖 1 (a)69kV 系統變壓器(b)161kV 系統

變壓器裝置(c)345kV 系統單相變  
壓器裝置圖

## 二、認識變壓器取油閥

變壓器取油閥主要目的是能因應定期校驗維護方便取油用及運轉中之變壓器不必停電即可快速取到變壓器絕緣油，檢驗員不需長時間暴露於有電供電範圍區域中。目前各變電所之變壓器取油閥裝置方式各有不同，如圖 2 所示。



(c)



(d)



(a)



(e)



(b)



(f)

圖2(a)~(f)各式各樣變壓器取油閥裝置方式圖

### 三、變壓器絕緣油

#### (一)變壓器絕緣油功能

變壓器絕緣油主要目的是用來使變壓器內部介質絕緣作用，變壓器絕緣油須符合規範 I002 及絕緣油使用與維護基準之規定，同時使變壓器內部溫度上升時之散熱、冷卻的功能；另用在斷路器設備時，對故障電流及負載電流致斷路器檢視到動作信號以高速開啟與閉合操作有消弧的功能。因變壓器絕緣油極易與水及氧接觸後會產生絕緣劣化現象，造成絕緣特性的降低，所以電氣設備使用之絕緣油，均會運用技術方法來防止絕緣油劣化，如變壓器會設計氣袋密封等方式來隔絕油與空氣及水分的接觸，平時運轉中亦透過油中可燃性氣體來分析絕緣油劣化時所產生可燃性氣體的含量及種類，來預知變壓器故障原因，並儘速進行處理，以防止事故發生。絕緣油的基本特性對於電氣設備的運轉十分重要。一般而言，須具有高度絕緣耐壓、高度化學穩定性、低黏度、低凝固點、不易蒸發、顏色透明、無雜質成分等特性。

#### (二)變壓器固體絕緣老化現象

因製造與運輸過程、現場安裝品質之局部老化及設備加入系統運轉年限之整體老化現象等。即製造材料之使用與安裝技術會因運轉年限長短對固體絕緣老化有加速作用。因此，可利用 CO、CO<sub>2</sub> 含量、絕緣紙、板聚合

度及油中糠醛分析濃度來判定變壓器固體絕緣老化現象。從變壓器內部故障或激磁現象導致固體絕緣材料因絕緣油受熱分解，產生大量氫和煙類氣體或氧化分解產生 CO、CO<sub>2</sub> 濃度，由運轉年限時間可以瞭解油中 CO<sub>2</sub> 濃度，來判斷絕緣老化標準，如圖 3 所示。

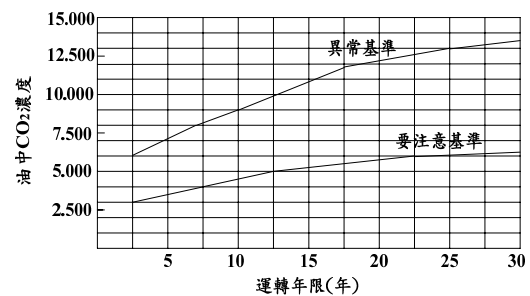


圖 3 變壓器運轉年限與油中 CO<sub>2</sub> 濃度判斷標準圖

### 四、變壓器絕緣油劣化原因及防止

#### (一)絕緣油劣化原因

造成變壓器絕緣油劣化的主因是有水分、氧化、溫度及異物雜質等，而劣化因素不會是單一原因所造成，會由數種劣化原因交互影響而成，因此數種劣化原因接觸有密切關係。

##### 1.油中的水分

油中的水分來源是油與空氣中的氧氣起作用所產生，及外部水滴直接滲透進入或空氣中的濕氣凝結而成。水在油中有溶解狀態、游離狀態及化學鍵結狀態等三種。(1)溶解狀態：水易溶解於油中，其溶解的飽合度與油溫、油質、油種類及所接觸界面的環境濕度有關，若油中含氧量增加時，油溶解水的能力也就會增加，當溶解

水的數量增加後，油的耐壓就會逐漸減低，有關油耐壓與含水量的關係如圖 4 所示。(2)游離狀態：油中水分會隨油的流動而各處浮游，因為油中水分的溶解率在某種溫度下皆有一定，因此油再吸收游離狀態的水分，成為溶解水的能力不大，但這些流動水的小水點在油箱內流動後遇到其他絕緣物，如紙質、木料、細砂、紗布等，則會被這些絕緣物吸收，對耐壓強度會受影響至絕緣破壞，部分游離水會沈澱和油混合後成乳化現象。(3)化學鍵結狀態：主要是油中部分親水性的分子與水分子產生化學變化，形成水分子被油分子牽引而無法移動。

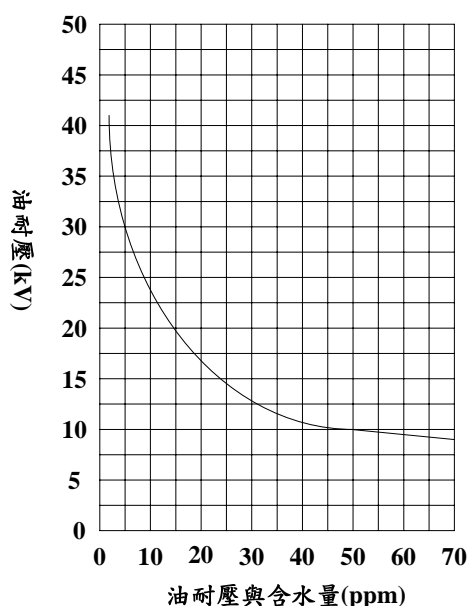


圖 4 油耐壓與含水量的關係圖

## 2. 油的氧化

因阻隔空氣不完全之電氣設備，會因油與空氣中的氧接觸後會發生氧化作用，會隨油的溫度增高而劇烈增

加，由於沈澱而形成之油渣（Sludge）會附著於電機設備繞組表面或冷卻管及散熱器之壁上，會阻礙熱之發散，冷卻效果降低，致油垢構成速度即迅速地增加，絕緣油的性能會急速下降。另油氧化所生成之有害物質為酸及過氧化物，該物質不但影響油之電氣特性，並可腐蝕絕緣物質，甚至腐蝕浸於油中之金屬物質。

## 3. 油的溫度

油的化學成分，主要為單化學鍵的碳氫化合物，在常溫下甚為穩定，不易氧化變質。但油受熱後少部分會分解為小分子的氣體，而快速地溶解於油中，產生油中氣體（乙烯、甲烷和乙烷等）。溫度高低亦會影響油中水的溶解量及氧化速度，25°C 時溶解量約為百萬分之 30（30ppm），75°C 時約提高為百萬分之 90（90ppm），且溫度每增高 10°C，氧化作用速度約可增加一倍，致使絕緣強度及黏度降低。

## 4. 油的碳化

油開關及電壓調整器等設備，因電路開關開啟會產生電弧，使油產生熱分解作用及不完全燃燒物之浮動碳粉，所產生的碳化物質大部分沉澱於油底，少部分因靜電場之作用附著於絕緣物表面，另一小部分懸浮於油中，懸浮及附著的碳化物質對電機及油之絕緣耐壓影響最大。含碳粉的油中如果同時有水分存在，則油與水的乳化程度將受碳粉影響而增加，水與碳粉混合浮懸於油中及附著於絕緣物上，對電機及油之絕緣耐壓影響會特

別嚴重。

### 5. 可燃性氣體生成物

變壓器絕緣油受電弧作用而分解時，除生成碳化油垢外，尚會產生可燃性氣體。即開關在啟斷電流瞬間，電弧周圍達 3,000 至 5,000°C 之高溫，使油分解產生氣體，此氣體為氫氣 (H<sub>2</sub>)、甲烷 (CH<sub>4</sub>)、乙烯 (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)、乙炔 (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 等碳化氫物質發生燃燒。

### 6. 油中雜質

絕緣油中的雜質來源，有自絕緣材料本身脫落或經由氧化或碳化作用所產生或由外界直接侵入，一般有矽、飛灰、氧化鐵、金屬粉末、纖維、泥土、亞麻布等雜質。雜質對耐壓強度有相當的影響，其中影響最大者為纖維，因其在吸收水分後，常自行在兩極間作成短路之橋樑，促使電弧的產生，所以絕緣油絕對乾淨而無雜質，即使有少許水分，對油之耐壓強度無甚影響或雖有一點雜質而無水分存在，也不會有損油之耐壓強度。

### (二) 絕緣油劣化防止

水及空氣中的氧是絕緣油劣化的主要原因，因此防止絕緣油劣化的方法，應如何防止氧及水分侵入，通常變壓器設計時均會考慮安裝絕緣油劣化防止裝置，如圖 5 所示。大型電力變壓器中通常會安裝吸濕呼吸器，並採用儲油槽配合隔膜或氣袋密封等方式來阻隔油與空氣接觸。因變壓器的絕緣油溫升高或降低，將使油熱脹冷縮致變壓器上部的空氣有排出或吸入

變壓器取油檢驗滴油不漏取油閥改善措施

的呼吸作用，若變壓器的通氣管裝置一吸濕呼吸器，呼吸器內有乾燥劑，吸入的空氣中所含水分，將被乾燥劑吸收，水分就不會帶到變壓器內部。而氣袋式儲油器中藉由膠質橡皮袋，可與大氣完全隔離，氣袋固定於儲油器內，配合變壓器的呼吸作用膨脹或收縮，氣袋的空氣進出口與呼吸器相互連接，藉由呼吸器與外部大氣相通，以防止濕氣進入。

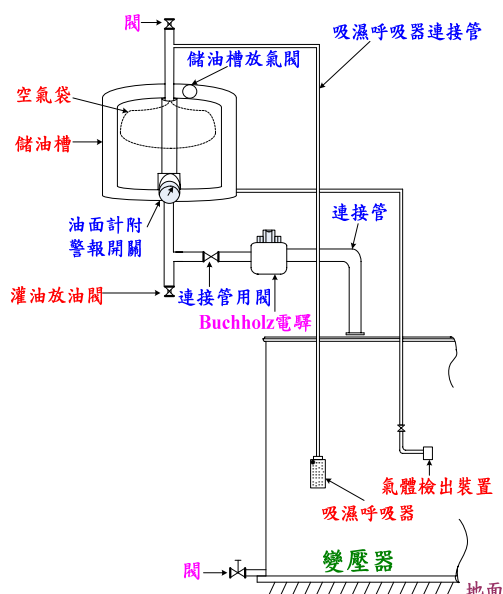


圖 5 變壓器絕緣油劣化防止裝置

### (三) 乾燥劑矽膠顏色判定絕緣油絕緣劣化現象

變壓器的通氣管裝置一吸濕呼吸器，目的在檢測變壓器運轉時，因周圍溫度及負載變化，致使絕緣油受溫度升高或降低時，將會使變壓器的絕緣油熱脹冷縮致變壓器上部的空氣有排出或吸入的呼吸作用，此時經吸濕呼吸器，呼吸器內裝有乾燥劑，會吸入空氣中所含水分，將被乾燥劑吸

電驛協會會刊 30 期

收，水分就不會直接帶到變壓器內部，若乾燥劑有效，就能使吸入的空氣不含水分，但還是不能防止油面與氧氣接觸。但乾燥劑吸收水分後，由乾燥劑之顏色即可判定吸收水分之多寡，乾燥劑之顏色為翠綠色表示無含太多水份，如圖 6 所示。若為暗株紅色表示已含有少許水份，若為暗紅色表示已有更多水份吸入或已不是翠綠色，如圖 7 所示。



(a)



(b)



(c)

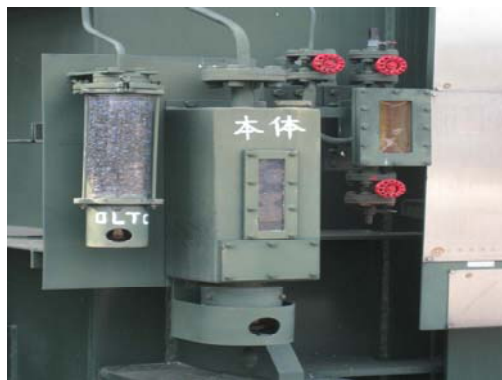


(d)

圖 6 (a)~ (d)吸濕呼吸器乾燥劑翠綠色圖

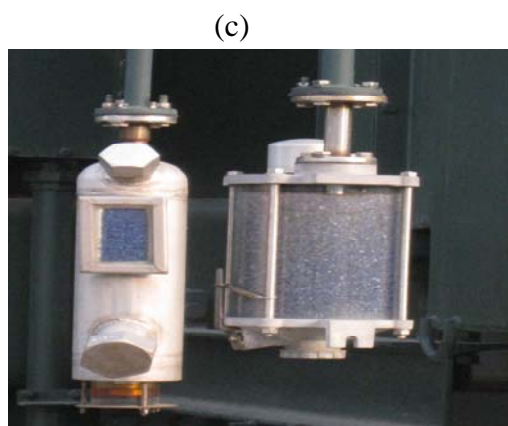


(a)



(b)





(d)

圖 7 (a)~(d)吸濕呼吸器乾燥劑暗株  
紅色圖

### 五、變壓器取油閥改善目前使用概況

變壓器取油閥由圖 2 顯示之資料，因定期校驗工作時不方便取油，為取油時須先將四只螺絲先拆下，同時儲油盤(桶)應置於取油閥下方以防絕緣油漏出。由圖 8 (a)~(h)所示，這些取油閥雖已有改善，不必先拆四只螺絲之繁瑣步驟，但後續之取油步驟與原先相同，取油時樣品會長時間接觸及空氣甚至水份。



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

圖 8 (a)~ (h)變壓器取油閥改善後裝置圖

## 六、取油閥改善目的

變壓器取油閥會因定期校驗取油時易長時間與水及空氣接觸後致使外部水氣直接滲透進入，造成絕緣特性劣化，影響變壓器運轉壽命。因此有必要將取油閥加以改善而不致於因空

氣中的濕氣進入而破壞絕緣油特性，而影響變壓器運轉壽命不外有因負載超負荷運轉導致變壓器過熱，絕緣紙(板)含水量過高，油的擊穿電壓不僅隨含水量和含雜質量的增加而降低與所含固體雜質的性質有關，因此當水分和纖維雜質同時存在於油中，對油紙絕緣系統之劣化有相對之關係，如圖 9

所示。

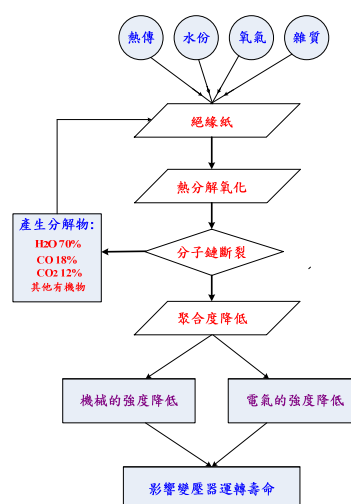


圖 9 影響變壓器運轉壽命流程圖

## 七、變壓器取油閥施工改善步驟

### (一)變壓器取油閥施工改善步驟

為使變壓器取油閥更便利方式取油，其施工改善步驟首先將旋轉球型閥關閉避免凡爾拆下時油漏出，如圖 10(a)所示。將拆下之凡爾連接導出口接板手球型閥，如圖 10(b)所示。板手球型閥連接雙外牙管後接快速接頭，如圖 10(c、d、e)所示。接上板手球型閥及快速接頭後調整板手球型閥位置與動作方向，如圖 10(f)所示。圖 10(g)所示為一完成變壓器取油閥，若要取油時由快速接頭接金屬軟管即可快速



取油，如圖 10(h)所示。若用鐵罐取油，可由金屬軟管前的硬導出管可附合鐵罐取油口徑；若為注射筒取油時，可由金屬軟管前的 pvc 軟管即可密合取油。



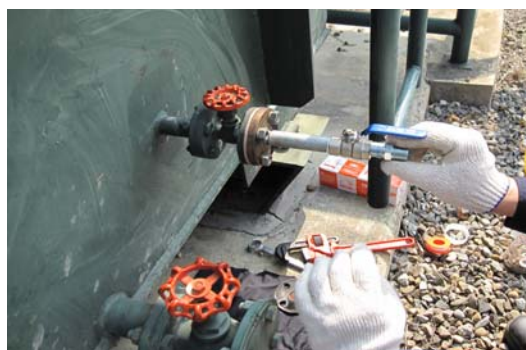
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

圖 10 (a)~(h)變壓器取油閥施工改善操作步驟順序圖

### (二)變壓器取油閥改善完成

變壓器取油閥改善後可以方便定期維護檢驗時取油，改善最主要是避免取油時樣品油長時間與空氣中的氧氣起作用或外部水滴直接滲入或空氣中的濕氣凝結，但有些取油閥置於較隱密處，如在架旁、構下或油管下方深處，須延伸至外下對取油之工作會比較方便，所以應該加以改善以利取油工作，如圖 11(a、b、e、f)所示。另變壓器已裝設有 TCG 油中氣體分析儀之設備，為使取油檢驗不影響 TCG 油中氣體分析儀之功能，經設計從中截取如 T 接分歧方式完成改善後即可在不影響儀器正常工作下即可完成取油工作，如圖 11(g)所示。



(b)



(c)



(d)



(a)



(e)



(f)



(g)



(h)

圖 11 (a)~ (h)變壓器取油閥改善完成圖  
八、變壓器取油閥各式取樣步驟

變壓器取油檢驗由原先之需要拆掉四只螺絲之繁瑣步驟來取油，且取油時易與空氣接觸，如圖 12(a)所示。經改善使用快速接頭後即可方便取

變壓器取油檢驗滴油不漏取油閥改善措施

油，且滴油不漏更有效率，如圖 12(b)所示。

使用快速接頭後可以取油更便捷，利用鐵罐取油方式，取油管內無空氣氣泡，將絕緣油徐徐進入圓鐵罐，再將取油管口朝下，圓鐵罐口朝上，至變壓器絕緣油溢滿出圓鐵罐後，並慢慢將取油管抽出，抽出取油管蓋上蓋子的時間要越快越好，如圖 12(c、d)所示。

利用注射筒取油方式，確認注射針筒內部無空氣氣泡，將可進入取油管取油，若注射針筒內部還有空氣氣泡，須將注射針筒頭朝上，將空氣氣泡與油排出，取完油後立刻將注射針筒閥門關閉，避免空氣直接進入變壓器絕緣油內，如圖 12(e、f)所示。利用玻璃罐取油方式，與鐵罐取油方式雷同，如圖 12(g、h)所示。



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

圖 12 (a)~ (h)變壓器取油閥各式取樣步驟圖

## 九、結論

電力變壓器設備是用電戶的心臟，也是供應電力不可或缺之重要設備，因此變壓器故障將造成用電戶之變壓器取油檢驗滴油不漏取油閥改善措施

重大損失與用電不方便，所以對變壓器設備之定期校驗在保護上應格外慎重小心。

最主要變壓器絕緣油是否劣化，對運轉中之變壓器壽命有絕對關係，為確保變壓器正常運轉，油紙絕緣系統中，水分、雜質存在是最危險的，尤其是懸浮水更易向高電場區域移動，顯然在動態平衡過程中，出現懸浮水滴，將會造成重大危害。故當油紙水分平衡紊亂時，不僅會導致絕緣的電氣強度降低，甚至會使絕緣擊穿，為提早判斷出異常因素，並儘早防止事故，應定期採樣送校驗，並確保採樣過程不受外在因素影響送樣品即是本文改善技術之目的。

工欲善其事，必先利其器。取油閥之改善有利於變壓器絕緣油取油之方便，更能使水、空氣阻隔於外，對變壓器之運轉壽命延續，有絕對之保障，希望此一改善能帶給所有台電公司及大用戶廠家對變壓器絕緣油取油檢驗有實質之方便與助益。

## 十、參考資料

- [1]台灣電力公司訓練教材變電工程原理，86.03。
- [2]台灣電力公司訓練教材二次變電技術手冊，95.12。
- [3]台灣電力公司訓練教材變電運轉與維護手冊，85.08。

# 測距保護特性的標準化

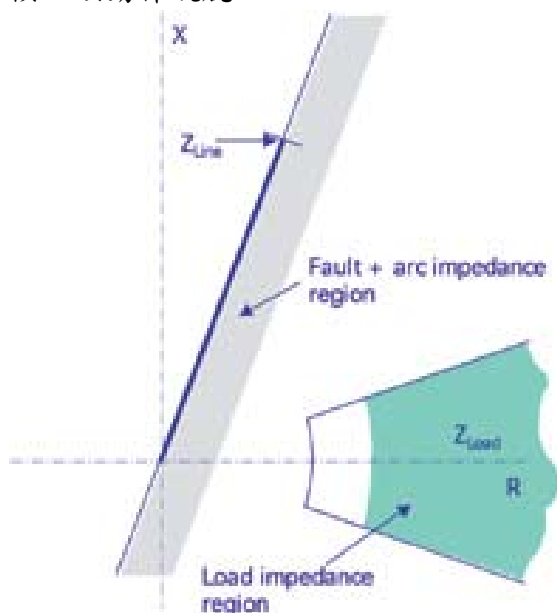
周文彬

## 前言

保護電驛業界現在有一種需要，就是把測距保護的特性進行標準化。現有用於機電式、靜態式及微機式保護電驛中的測距保護特性，描述某些更通用的測距特性模型。

測距電驛所要具有的特性是，確保在保護區內發生短路故障時能夠正確動作，同時又要在非故障條件下避免誤動作。**圖 1** 為一些在測距保護特性設計中要考慮的因素等效表示到被保護輸電線路在阻抗平面上，保護元件需要覆蓋電弧電阻區域。很顯然，要有這個覆蓋能力，保護特性的形狀要足夠寬。

同時這個特性的形狀也要足夠窄，使動態變化的負荷阻抗不會進入到這個特性區域，防止被保護線路在系統最需要的時候，誤動作跳脫。



**圖 1** 阻抗平面上的電弧和負荷阻抗區域

測距保護的演變，是從非常簡單的特性開始，這些簡單的特性，可以用機電型電驛實現。這些年來這些特性變得更加複雜，隨後在靜態電驛中，引入四邊形或多

邊形特性。

一開始微機型電驛，效仿一些機電型或靜態型電驛的特性。有了這個先進技術以後，這些特性以及其他測距保護元件，已經變得十分複雜，而且不同製造廠之間，都可能有著巨大的差異。即便是功能相似，電驛的標置也可能很不一樣。

測距特性及其配置差異引起了許多問題，為避免出錯和誤操作，用戶需要對這些差異進行學習和瞭解，並要清楚怎麼來考慮這些差異。

另外，一個重要的現實是，有一些標置在某些電驛中是可以標置和並顯示出來的，而在另外一些電驛上這些標置卻可能是固定的而且不顯示在菜單或標置清單上。

## 與其他電驛之協調

因為電力公司需要把不同類型及製造廠家生產的電驛標置保存在資料庫中，他們需要克服這些差異所帶來的麻煩。

當測距電驛的標置，需要與前面或後面的其他電驛配合時，要對測距保護的性能進行評估，以及要對其動作行為進行分析，因而要進行測試時，情況就更複雜了。在這種情況下，僅僅知道標置是不夠的，也需要了解其動作行為。

根據上面所述的這些情況，可以得出一個結論，對測距保護特性進行標準化，對任何與測距保護應用有關的人都有很大的好處；在測距保護功能的對象模型開發方面也很有幫助，對象模型可以分幾個組：

- 配置模型
- 特性模型
- 功能模型

對上面這些模型的要求是不同的，因為他們的應用不同。下面具體說明。

### • 配置模型

配置模型用於按照製造廠的定義，表示電驛中的測距保護功能標置。模型中只包括通信可見參數，即可以由用戶改變的

參數。圖 2 中的一個例子，表示第一區間 相間測距元件的標置。

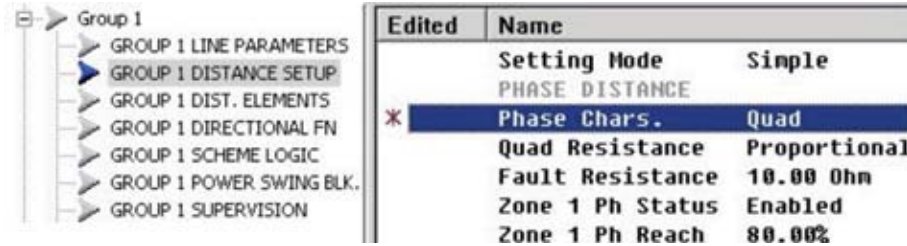


圖 2 電驛第一區間標置

如果把標置直接映射至配置模型，所帶來的麻煩是，除了製造廠專用工具以外的其他應用都很難使用這些模型。這是因為這個模型沒有所謂的獨立性。為了簡化具有複雜功能的測距電驛標置，製造廠正在開發一些工具，比如用戶只需要輸入百分比值的數值。

如果我們考慮一個測距電驛的四邊形特性範例，我們可以看到如圖 3 所示，第二區間元件只需要三個標置：

- 保護區阻抗幅值
- 特性阻抗角度
- 電阻性保護區幅值

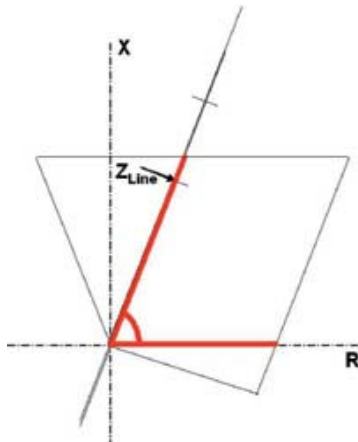


圖 3 四邊形特性 - 配置模型標

如果我們對圖 3 進行分析，可以看出這些標置，並沒有完整地描述四邊形特性。

為了讓測距保護電驛，能夠理解上面的特性形狀，它需要知道下述內容：

- 電阻邊界線的角度
- 電抗邊界線的角度
- 第二象限邊界線的角度
- 第四象限邊界線的角度

電驛標置軟體中的配置模型，並不包含這些信息，如果用戶需要知道這些數據

，則要閱讀使用手冊來尋找：

- 電阻性邊線角度 = 線路阻抗角
- 電抗邊線角度為零
- 第二象限邊線角度是一固定的值
- 第四象限邊線角度是一固定的值

很清楚，如果要對測距保護特性進行測試或者要與系統中的其他電驛進行協調，需要知道這些數據。

這就是我們要明確特性模型要求的原因，要包含所有必要信息，用戶或者應用軟體不僅要能夠完全了解測距保護區的標置，也要能完全了解特性的形狀。

• 特性模型

根據前一節所作的討論，特性模型應該包括確定測距保護特性形狀和大小所需要的所有參數。這就意味著無論用戶是否有能力進行標置，每一個成分都需要確定。

如果我們考慮圖 3 中的四邊形特性範例，則需要補充特性模型標置中缺少的角度，如圖 4 所示。

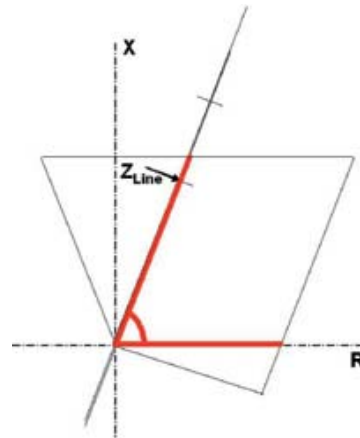


圖 4 四邊形特性 - 特性模型標置

電驛標置工具要設計成能夠支持所有特性模型標置的顯示，同時表示出哪些是，用戶可以標置的，哪些是，僅做顯

示而不能標置的。

任何抽象模型，比如變電站通信新標準 IEC 61850 中定義的模型，都需要支持包括了與所有標置相對應的數據對象的特性模型。

IEC 61850 中的測距保護元件由邏輯節點 PDIS 表示，這個邏輯節點根據需要可以按照測距電驛中保護區的數量進行任意次數的實體化。

邏輯節點 PDIS 中的標置數據對象是標準化過程中確定的所有標置的一個超集合。表 1 顯示了按照 IEC 61850 7-4 部分第一版中定義的標置數據對象。

PDIS class	
Attribute Name	Explanation
LNName	Shall be inherited from Logical-Node Class
<b>Settings</b>	
PoRch	Polar Reach is the diameter of the Mho diagram
PhStr	Phase Start Value
GndStr	Ground Start Value
DirMod	Directional Mode
PctRch	Percent Reach
Ofs	Offset
PctOfs	Percent Offset
RisLod	Resistive reach for load area
AngLod	Angle for load area
TmDlMod	Operate Time Delay Mode
OpDlTmms	Operate Time Delay
PhDlMod	Operate Time Delay Multiphase Mode
PhDlTmms	Operate Time Delay for Multiphase Faults
GndDlMod	Operate Time Delay for Single Phase Ground Mode
GndDlTmms	Operate Time Delay for single phase ground faults
X1	Positive sequence line (reach) reactance
LinAng	Line Angle
RisGndRch	Resistive Ground Reach
RisPhRch	Resistive Phase Reach
K0Fact	Residual Compensation Factor $K_0$
K0FactAng	Residual Compensation Factor Angle
RsDlTmms	Reset Time Delay

表 1 PDIS 邏輯節點標置

對這個表格進行仔細分析，可以發現它還不完整，由於缺少了特性的類型，即便是作為一個基本標置，也是不完整的。這也就是為什麼所有主要電驛製造廠的代表，都開展與測試設備和分析工具的製造廠、以及企業代表和 IEEE 電力系統繼電保護委員會工作組 (H5-a) 中，模型建立專家的合作，共同開發測距保護元件的完整特性模型。

從 H5-a 的工作可以很清楚地看出，測距特性不是唯一模型建立需要的元件。啟動元件、各種補償或閉鎖功能也需要包括在模型中。

保護協調工具和電驛測試工具沒有任何選擇的餘地，為了確定保護電驛是否能夠按照預定標置動作，他們必需了解，要進行測試的測距保護特性，這就是他們的經驗，會在定義測距保護特性模型的工作中起到很大幫助作用的原因。

這個過程中的一個主要問題，是缺少測距保護特性的標準化。許多保護電驛工程師相信，由於測距保護功能上存在的算法和實現上的差異，使得達成一致以及實現特性的標準化實際上是不可能的。很顯然，這個工作不容易，然而對反時限過電流保護特性進行標準化的經驗，以及測試設備製造廠和電驛協調工具開發商，在一定程度上已經找到了不同測距保護特性之間共同點，並對其建立模型的事實證明，如果這個需求真實存在，這個任務還是可以完成的。

圖 5 可以很明顯地看出，確定測距保護特性的四條線都被定義為一條直線，這些直線的定義都是由阻抗平面上坐標為 (R, X) 的一個點和一個角度完成的，正向 R 軸方向為 0 角度方向，角度正方向為反時針方向。

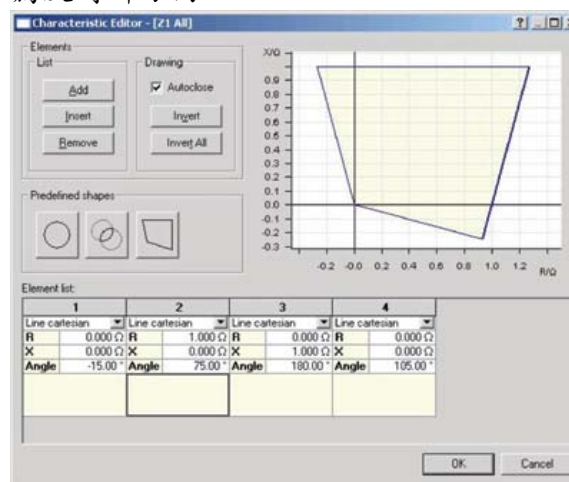


圖 5 四邊形特性模型測試設定

#### • 功能模型

測距保護模型建立成功的關鍵點是，要克服對某些基本原則的誤解 - 如果能夠把模型建為多個簡單並定義好的功



能元件集合，則可以更好地處理複雜的功能。

測距保護區的總體動作情況，不只是與測距保護特性有關，而是要取決於包括在電驛邏輯中的許多不同元件。這就是我們不能只採用測距特性模型，而需要考慮完整的測距功能模型。

下述一些其他功能元件需要包括在模型中：

- 啓動
- 故障檢測
- 故障選相
- 方向檢測
- 極化
- 補償
- 輸電線路
- 電力搖擺檢測

把上述功能元件的模型與測距特性的標準化一起考慮，則可以看出需要採用基於標準 XML 的數據格式，對配置、協調及測試工具進行開發。

## 結論

測距特性及其配置的差異引起了許多問題，爲了避免出錯和誤操作，用戶需要理解這些差異，並要清楚怎麼考慮這些差異。

另外一個重要的現實是有一些標置在某些電驛中，是可以標置並且可顯示，而在另外一些電驛上，同樣的標置卻可能是固定的，而且在菜單或標置清單上是看不到的。因爲用戶需要把這些各種類型及各個廠家生產的電標置保存在資料庫中，他們需要克服這些差異所帶來的麻煩。對測距電驛的協調與測試，則不只需要對測距保護標置的了解，也需要對其動作行爲的理解。

從上述所講的情況中可以得出結論，測距特性的標準化，對任何從事與測距保護相關工作的人，都有很大的好處。這也將會有助於開發出輸電線路保護電驛中，測距功能更好的對象模型。

如同本文中所討論的一樣，應該採用包括特性模型，以及啓動、故障選相、方向判別和其他元件的功能模型。

# 數位式保護電驛時間同步之探討與應用

張國彬 Chang, Kuang-Ping

許文興 Hsu, Wen-Shing

劉哲良 Liu, Cheh-Ling

## 摘要

隨著科技進步有愈來愈多的資訊與我們日常生活相結合，對於全球時間同步準確度之要求也日漸嚴苛。在許多行業中，時間同步扮演著非常重要的角色，如國際財經資訊，除非可以在時間上取得全球同步，否則即無法從事正確有效的金融交易次序。

同樣，在電力系統上之應用更重要。現代化的數位式保護電驛或智慧型電子設備裝置，提供大量的即時監視及控制功能資訊，會產生大量有關電力系統狀態之即時資料，如電壓、電流、頻率及相角等，必須確保檢視到的即時資料及所附上的時標是同步的，唯有如此，這些被檢視到的即時資料才可被用來計算及比較，對於不同時標之即時資料僅可作參考。

關鍵詞(Key Words)：全球定位系統 GPS(Global Positioning System)、格林威治時間 GMT(Greenwich Mean Time)、標準時間或世界協調時間 UTC (Coordinated Universal Time)、每秒脈衝 1PPS(One Pulse per Second)、可控制脈衝 PROG PULSE(Programmable Pulse)、IRIG(the Inter-Range Instrumentation Group)、BCD 碼(Binary Coded Decimal)、控制功能碼 CF(Control Functions)、標準二進制當天秒數碼 SBS(Straight Binary Seconds Time of Day)。

## 壹、前言

近年來拜數位電子科技及微處理器進步神速之賜，變電所裝設之數位式保護電驛、事故示波器及相關設備等，也漸漸走向數位化。設備數位化後，其所附加之功能也愈來愈多樣化，不再受傳統機電局限，可透過通訊，資料交換、處理及運算，未來之運用無可限量。然而在資料處理過程中，設備對時標準確性之要求也愈來愈高，因此利用 GPS 之時標功能來改善變電所之時標準確性是未來的趨勢。

目前市面上 GPS 之基本功能大致上都很類似，一般的功能都具備有 IRIG-B(Amplitude Modulated, AM)、IRIG-B(DC Shift)、1PPS、PROG PULSE(Programmable Pulse)等，而目前台電變電所之數位式保護電驛及事故示波器所使用之校時方式(除事故示波器之 AMT-3000 型及 NEO-5000 型使用自己定義之校時信號 GPS SR-30 外)都能符合校時方式。

另外，在準確度要求方面，當然需要之準確度愈高，其價位相對也就會高一些，然而目前市面上一般機型之準確度都已經到達微秒(Micro-Second)等級以上，對一般設備之使用應當是相當足够了，若對發電廠相關設備使用之 GPS 設備，其所需之準確度也相對會要求更高一些。

## 貳、概述

### 一、GPS CLOCK

GPS(Global Positioning System)是縮寫詞 NAVSTAR/GPS 之簡寫，其全部意義為：導航衛星定時與測距/全球定位系統 (Navigation Satellite timing and Ranging/Global Positioning System)，其主要之應用在於導航定位及定時兩方面。

全球定位系統是一組由美國國防部在 1978 年開始陸續發射的衛星所組成，該系統具有精度高、全天候、全球覆蓋能力，GPS 系統總共有 24 顆衛星運行在 6 個地心軌道平面內，沿赤道以 60 度的間隔均勻分佈，其相對於赤道面的傾斜角為 55 度。任何時間和地點，在地球地表平面上可見的衛星數量一直在 4 顆至 11 顆之間變化，可為全球用戶提供 24 小時之全天候定位及定時之即時功能。

GPS CLOCK 是一種接收 GPS 衛星發射的低功率無線電信號(1575.42 MHz)，通過計算得出 GPS 時間的接受裝置，每顆衛星上都裝有一個鈹原子鐘，因此其具有很高的頻率精度和時間精度。為獲得準確的 GPS 時間，GPS 時鐘在重新開機時必須先接收到至少 4 顆 GPS 衛星的信號，計算出自己所在的三維(經度、緯度及高度)位置。在已經得出具體位置後，GPS 時鐘只要接收到 1 顆 GPS 衛星信號就能保證時間之準確性，其中 1PPS 可達 50ns~1000ns 之準確度，視個別機型而定。

### 二、何謂時區、GMT、UTC

時區是什麼？全球有多少時區？GMT 又在那個時區？UTC 與 GMT 有何相關呢？

因為我們所在的地球是圓的，所以同一時間，在地球上的一邊是白天，在另一邊則

是黑夜。而我們習慣上使用一天為 24 小時的制度，所以，在地球對角的兩邊就應該差了 12 個小時。由於同一個時間點上面，整個地球的時間應該都不一樣，為了解決這個問題，我們就把地球也分成 24 個時區，這 24 個時區是依據什麼來劃分的呢？由於地球被我們人類以『經緯度』座標來進行定位，而經度為零的地點就在英國『格林威治』這個城市所在縱剖面上，而縱剖面就是由南極切到北極的直線，而橫切面就是與赤道平行的切線，如圖 1 所示。

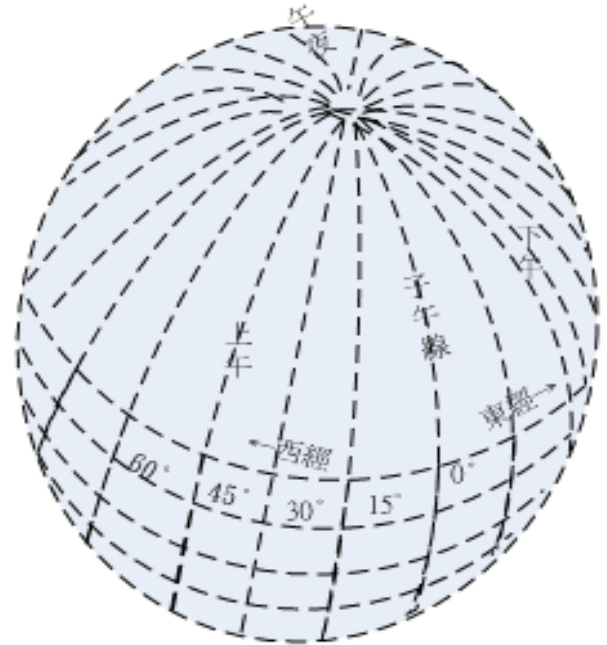


圖 1 地球的子午線、經緯度與時區的分隔概念圖

因為繞地球一圈是 360 度角，這 360 度角共分為 24 個時區，所以每一個時區就是 15 度角。又由於是以格林威治時間為標準時間(Greenwich Mean Time, GMT 時間)，加上地球自轉的關係，因此，在格林威治以東的區域時間是比較快的(+小時)，而以西的地方當然就是比較慢的。以台灣為例，因為台灣所在地約為東經 120 度北緯 25 度左右，又因為台灣在格林威治的東方，因此台灣本地時間 (Local Time) 會比 GMT 時間快 8 小時(GMT+8)，所以當格林

威治時間為零點時，台灣就已經是早上八點了。所以，我們就可以很容易推算出台灣時間是 GMT+ 8 小時，如表 1 所示。

表 1 相關時區、經度、時差表

時 區	經 度	時 差
GMT:Greenwich Mean Time	0 W/E	標準時間
CET:Central European	15 E	+1 東一區
EET:Eastern European	30 E	+2 東二區
BT:Baghdad	45 E	+3 東三區
USSR: Zone 3	60 E	+4 東四區
USSR: Zone 4	75 E	+5 東五區
Indian: First	82.3E	+5.5 東五半區
USSR: Zone 5	90 E	+6 東六區
SST: South Sumatra	105 E	+7 東七區
JT:Java	112 E	+7.5 東七半區
CCT :China Coast(台灣所在)	120 E	+8 東八區
JST : Japan	135 E	+9 東九區
SAST: South Australia	142 E	+9.5 東九半區
GST:Guam	150 E	+10 東十區
NZT: New Zealand	180 E	+12 東十二區
Int'l Date Line	180 E/W	國際換日線
BST :Bering	165 W	-11 西十一區
SHST: Alaska/Hawaiian	150 W	-10 西十區
YST:Yukon	135 W	-9 西九區
PST :Pacific	120 W	-8 西八區
MST:Mountain	105 W	-7 西七區
CST: Central	90 W	-6 西六區
EST:Eastern	75 W	-5 西五區
AST:Atlantic	60 W	-4 西四區
Brazil:Zone 2	45 W	-3 西三區
AT:Azores	30 W	-2 西二區

WAT:West Africa	15 W	-1 西一區
-----------------	------	--------

另外，在表 1 中有個特殊的時區，那就是在太平洋上面的國際換日線，在格林威治的東邊時間會走的較快，而在西邊時間會走的較慢，但是兩邊各走了 180 度之後就會碰頭，那不就是剛好差了 24 小時？所以我們才會訂定為『國際換日線』！國際換日線剛好在太平洋上面，因此，如果我們有坐飛機到美國的經驗應該會發現，怎麼出發的時間是星期六下午，坐了 13 個小時的飛機到了美國還是星期六！因為剛好通過了國際換日線，日期會減少了一天，如果反過來，由美國到台灣，日期就會多加一天。

瞭解了時區的概念之後，接下來我們要談的是『什麼是正確的時間』。在計算時間的時候，最準確的計算應該是使用『原子震盪週期』所計算的物理時鐘了 (Atomic Clock 也被稱為原子鐘)，這也被定義為標準時間 (International Atomic Time)。而我們常常看見的 UTC 也就是世界協調時間 (Coordinated Universal Time)，就是利用這種 Atomic Clock 為基準所定義出來的正確時間。例如 1999 年在美國啟用的原子鐘 NIST F-1，他所產生的時間誤差每兩千年才差一秒鐘，對我們而言是非常精準的了。這個 UTC 標準時間是以 GMT 這個時區為主的，所以本地時間與 UTC 時間的時差和本地時間與 GMT 時間的時差是一樣的。

事實上，在我們生活的周遭就有許多的原子鐘，只是準確性不如 GPS 衛星所使用的銻原子鐘，例如常用之石英鐘錶及電腦主機上面的 BIOS 內部就含有一個石英原子鐘在紀錄與計算時間的進行。不過由於原子鐘主要是利用計算晶片 (crystal) 的原子震盪週期來計時的，這是因為每種晶片都有自己的獨特的震盪週期之故。然而因為晶片的震盪週期在不同的晶片之間多多少少都

會有點差異性，甚至連同一批晶片也可能會有或多或少的差異性，而溫度也可能造成多多少少的誤差，因此也就造成了電腦 BIOS 的時間過一些時日就會快了幾秒或慢了幾秒，這也是變電所為什麼需要用 GPS 來同步設備之時間了。

### 三、何謂 1PPS/1PPM、Programmable Pulse、IRIG-B(DC-Shift、AM)

#### (一)1PPS/1PPM

One Pulse per Second or One Pulse per Minute 此信號格式為每秒或每分鐘輸出一個脈衝信號(TTL/CMOS:5-vote)，其脈衝信號寬度固定為 10ms 不可調。而且，此 1PPS 時鐘脈衝輸出並不含有具體之時間信息。

另外我們指 GPS CLOCK 之準確度一般即指量測此 1PPS 之準確度，目前中等價位之機型大致都已經可達到幾百個 nano-second 之準確度。因為此時鐘脈衝輸出並不含有具體之時間信息，所以一般常運用在做設備之基頻時脈校準上，例如，我們常用之 ISA DRTS.6 量測儀器即配備有 GPS-1PPS 附加設備，如果在不同處所須同時量測又正好沒有可以供吾人使用之相同系統頻率可供參考，此時，我們即可使用 ISA DRTS.6 所提供之 GPS-1PPS 附加設備，如此即可提供相同頻率之信號源以利量測之進行。也正因為如此，所以 ISA DRTS.6 之 GPS 附加設備只單純的提供 1PPS 脈衝信號，而不具有其它如 IRIG-B、PROG PULSE.. 等等之功能。

#### (二)PROG PULSE

PROG PULSE 為一種類似 1PPS

之信號模式，但 1PPS 為固定之信號模式(每秒輸出一個脈衝信號)而 PPOG PULSE 其脈衝寬度及每個脈衝之間隔可由吾人依個人需求而設定。在運用上，如事故示波器 AMT-3000 型及 NEO-5000 型若要使用 GPS 校時，須加裝其個別定義之校時模式(GPS SR-30)設備，不方便且無法跟其他設備共用，於是我們採用另一種校時方式稱為正時觸發(Adjustmet Time)之方式，即可運用此信號模式。

#### (三)IRIG-B

IRIG(the Inter-Range Instrumentation Group)共有 A、B、D、E、G、H 幾種編碼標準。其中在 GPS 時鐘同步應用中使用最多的是 IRIG-B 編碼，有 DC 電位偏移(DC Shift 碼)及 100Hz 或 1kHz 之正弦載波調幅(AM 碼)等格式，目前台電變電所大部份之設備採用此模式，IRIG-B 信號每秒輸出一幀(1fps)信息，每幀信息長為一秒，一幀共有 100 個碼元(100pps)，每個碼元寬 10ms，由不同正脈衝寬度的碼元來代表二進制 0、1 和位置標誌位(P or Reference)，如圖 2 所示。

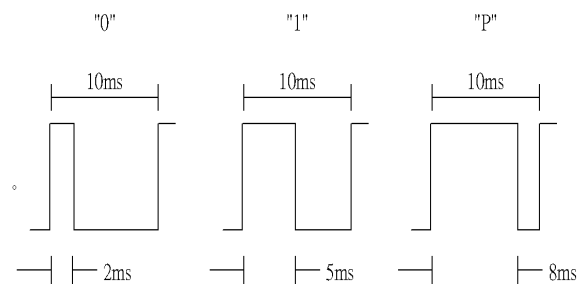


圖 2 IRIG-B 碼元圖

IRIG-B 信號還可分為許多模式，一般之表示方法為在 IRIG-B 後加三個數字，如 IRIG-Bxyz。

1. x 表調變模式：
  - 0 為未調變或稱為 DC-Shift
  - 1 為調變或稱為 AM
  - 2 為 Manchester 調變
2. y 表載波頻率：
  - 0 表無載波
  - 1 表 100Hz 之載波 (IRIG-B 不使用)
  - 2 表 1000Hz 之載波 (IRIG-B 常使用)
3. z 表編碼方式：
  - 0 為 BCD、CF、SBS 編碼
  - 1 為 BCD、CF 編碼
  - 2 為 BCD 編碼
  - 3 為 BCD、SBS 編碼

以上為根據 IRIG STANDARD 200--98 規則所敘述，為方便於理解，圖 3 為一組 IRIG-B 時間幀的輸出例子。其中的秒、分、時、天(為自當年 1 月 1 日起天數)用 BCD CODE 表示，控制功能碼(Control Functions, CF)和標準二進制當天秒數碼 (Straight Binary Seconds Time of Day, SBS)則以一串二進制“0”填充，CF 和 SBS 可以選用，但本例並未採用 (即 IEEE-1344 為 OFF 或 IRIG-B003/B123)。

圖 4 為 1PPS、IRIG(DC Shift)及 IRIG (AM)之波型比較，可加深我們對 GPS 信號模式之認識，為一般常用之 IRIG-B 模式及代表之意義，如表 2 所

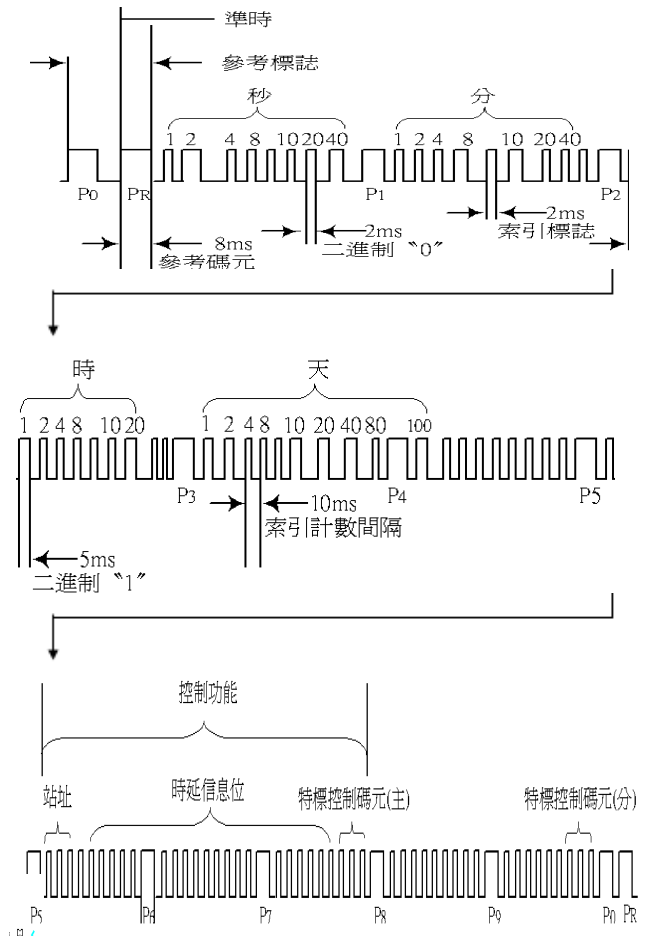


圖 3 IRIG-B 時間幀圖

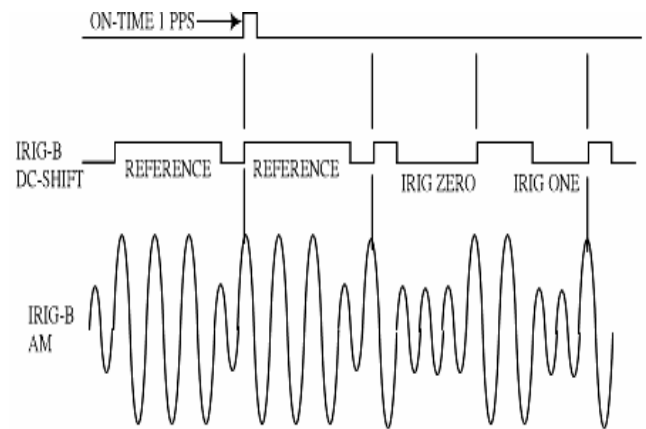


圖 4 1PPS、IRIG-B DC Shift 及 AM 之比較圖

表 2 IRIG-B Code Designatis 表

Designation Old/New	Signal Type	Code Components
B000/B004	Pulse width code, No carrier	BCD, CF,SBS
B003	Pulse width code, No carrier	BCD,SBS
B120/B124	Sine wave, amplitude modulated,1 kHz	BCD, CF,SBS
B123	Sine wave, amplitude modulated,1 kHz	BCD,SBS

### 參、GPS 實際運用

接下來將針對本轄區變電所正在使用之保護電驛及相關設備如何加裝 GPS CLOCK 做介紹,在 GPS 天線電纜及 IRIG-B 信號輸出電纜部份,吾人為方便都選用 RG-58AU 同軸電纜,如果要求較高一些,可以在天線電纜部份改用 RG-6,而 RG-6 在天線信號之表現上應可好一些,不過筆者認為裝設 RG-58 之性能已夠用了。

#### 一、東芝公司產品之 GRL100、GRZ100 保護電驛

GRL100 及 GRZ100 保護電驛使用之接頭為 BNC 型式,如圖 5 所示,IRIG-B 信號可使用 DC-Shift 及 AM 兩種信號模式。

(一)啟動:

```
/1 Setting(change) → /2
Status → /3 Time
synchronization→/4 IRIG 及/2
Status→/3 Time zone→/4 0
```

(二)確認:

```
/1 Status → /2Time sync
source: *IRIG:
Active 表正確 *IRIG:Inactive
表不正確或/1 Status→/2/Clock
adjustment:IRIG 表正確 LOCAL 表
不正確,如圖 6 所示。
```



圖 5 GRZ100/GRL100 保護電驛之 BNC 接頭圖

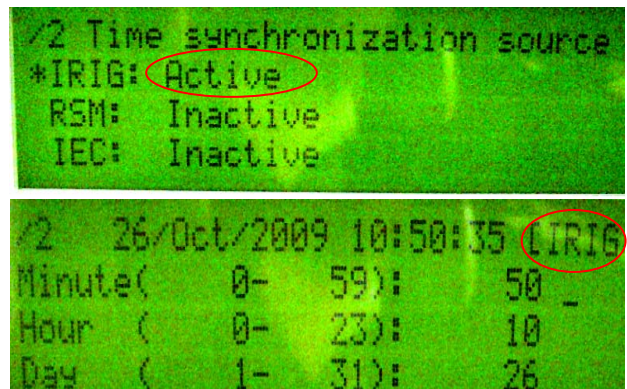


圖 6 GRZ100/GRL100 保護電驛 GPS 功能啟動之確認

#### 二、RFL 公司產品之 RFL9300 保護電驛

RFL9300 接頭使用 BNC 型式,如圖 7 所示,IRIG-B 只可使用 AM 一種信號模式。

(一)啟動:

自動

(二)確認:

使用超級終端機(速率:一般為 1200 但視個別設定而定,VT100,

Xon/Xoff) → 9300>P(PASSWORD :  
\*\*\*\*)→ 9300P>120 (可顯示及修  
改日期)OR 9300P>121(可顯示及修  
改時間)可先隨意輸入一組時間，  
過一段時間大約5-10Sec會再自動  
校時與 GPS 時間同步即表示  
IRIG-B 動作正確，如圖 8 所示。

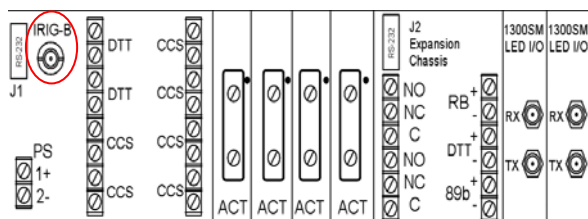


圖 7 RFL-9300 保護電驛使用之 BNC  
接點圖

9300-P>121

121 Current Time 12/00/00  
hh/mm/ss>11/11/11

121 Current Time 11/11/11

(經過大約十秒再輸入121)

9300-P>121

121 Current Time 12/00/15  
hh/mm/ss>

圖 8 RFL-9300 保護電驛 GPS 功能啟動  
之確認

### 三、SEL 公司產品之 SEL-3XX 及 SEL-4XX 系列保護電驛

#### (一)SEL-3XX 保護電驛

SEL-3XX 接頭使用 Strip  
contact 型式 (SERIALPORT1 :  
IRIG-B7+ , 8- , 332Ω) , 如圖 9  
所示, IRIG-B 只可使用 DC -Shift  
一種信號模式, 另外  
SERIALPORT2(RS-232) 也可輸入  
IRIG-B 信號, 不過一般我們會留下  
PORT2 給其它用途如 ETHERNET  
SEL-2890 用。

1. 啟動:  
自動
2. 確認:

使用 AcSEler QuickSet →  
Terminal 或直接使用超級終端機:  
進入第一層  
ACC → PASSWORD(\*\*\*\*\*) → 執行  
IRI 指令, 如圖 10 所示, 顯示時間  
表正確, 顯示 IRIG-B DATA ERROR  
表不正確。另外若不想再動用電  
腦, 可直接開另一台電驛之時間顯  
示與之相對應比較即可(須達到秒  
數同時跳動)。

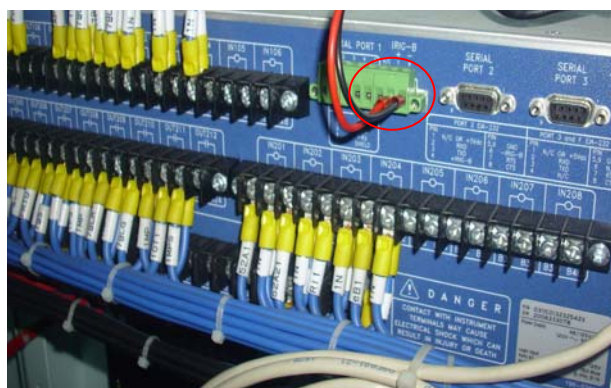


圖 9 SEL-3XX Strip 接頭圖

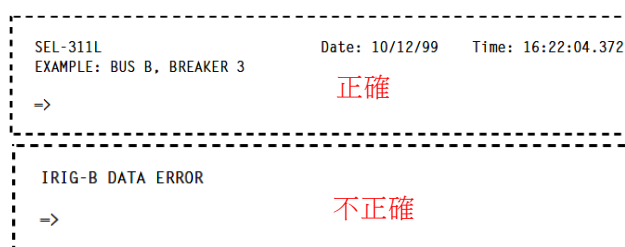


圖 10 IRI 指令執行結果

#### (二)SEL-487B 保護電驛

SEL-487B 接頭使用 BNC 型式  
並具有一 Repeater 輸出, 如圖 11  
所示, IRIG-B 只可使用 DC Shift  
一種信號模式。SEL-487B 為三機一  
體(R、S、T 相), T 相可使用 S 相  
Repeater 產生之時鐘 IRIG-B 信號  
與 S 相同步, S 相可使用 R 相  
Repeater 產生之時鐘 IRIG-B 信號  
與 R 相同步, 因此只須輸入 R 相之  
GPS 信號即可三台電驛一起同步。

1. 啟動:  
自動
2. 確認:  
可使用超級終端機, 使用指令



TIME Q，如圖 12 所示或使用 TIME 指令無法修改時間，DATE 只有年可改表正確。在此必須注意的是只須確認 R 相有無同步即可，因為 SEL-487B 之 Repeater 無論 IRIG-B IN 有無輸入信號，OUT 都會有一 IRIG-B 信號輸出(與機器自己之時間同步)，而 SEL-487B 在建置時已經把後面 R 相之 Repeater 接至 S 相，S 相之 Repeater 接至 T 相了，如圖 13 所示，所以無論如何 S 相與 T 相隨時都是同步於 R 相(無論 R 相有無 IRIG-B 輸入)，因此對 S、T 相下指令意義不大。



圖 11 SEL-487B IRIG-B IN and OUT 圖

=>TIME Q

Bus Relay Phase R  
TPC 161kV

Time Source: IRIG  
Last Update Source: IRIG

IRIG Time Mark Period: 1000.000 ms

Internal Clock Period: 24.999963 ns

圖 12 TIME Q 執行結果

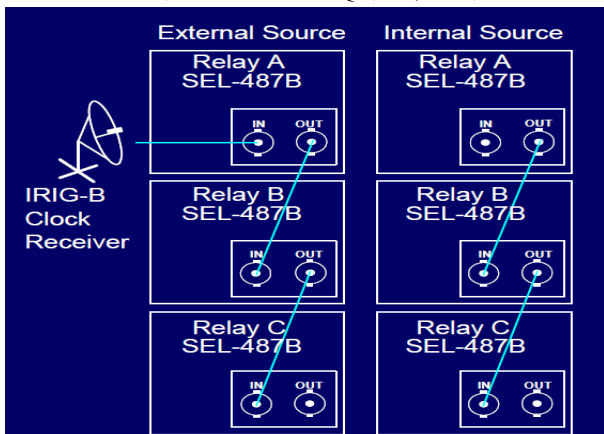


圖 13 SEL-487B IRIG-B 三相之接法圖

三、奇異公司產品之 D60、L90、T60、

### F35、B90 保護電驛

GE(舊版)接頭使用 Strip contact (D5a:+,D6a:-)型式，IRIG-B 可使用 DC -Shift 及 AM 兩種信號模式(DC-Shift:TTL 22KΩ/AM:1-10V<sub>PK-PK</sub>)，如圖 14 所示。

GE(新版)接頭可使用 Strip contact(D4b:+,D4a:-)或 BNC 接頭型式並具有一 Repeater，如圖 15 所示，輸出，IRIG-B 可使用 DC -Shift 及 AM 兩種信號模式。

(一)啟動:

L90 電驛 SETTING→ SYSTEM SETUP→L90 POWER SYSTEM→BLOCK GPS TIME REF:ON /SETTING→PRODUCT SETUP →REAL TIME CLOCK→IRIG-B SIGNAL TYPE DC or AM▼鍵 REAL TIME CLOCK EVENTS:ENABLE

(二)確認:

TROUBLE 燈號熄滅且 COMMANDS->SET DATE AND TIME 時間同步且無法被修改。另外若不想再動用電腦，可直接開另一台電驛之時間顯示與之相對應比較即可(須達到秒數同時跳動)。

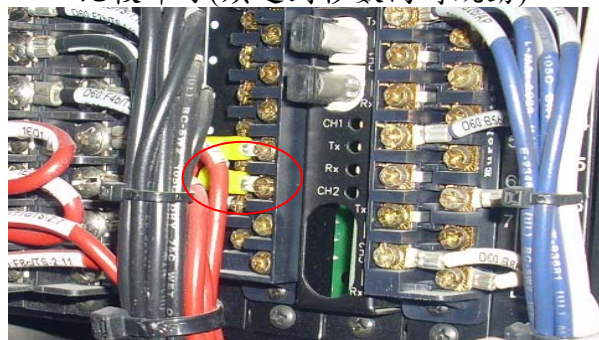


圖 14 GE 舊版 IRIG-B IN 接點圖

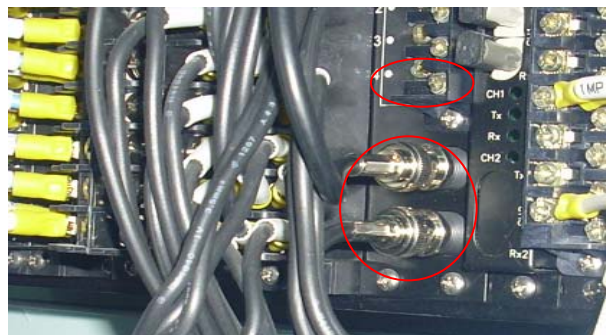


圖 15 GE 新版 IRIG-B IN and OUT 接點圖

#### 四、EMAX 公司產品之 FAXTRAN 型示波器

EMAX 使用接頭 BNC 型式，如圖 16 所示，IRIG-B 信號可使用 DC-Shift 及 AM 兩種信號模式。

(一)啟動:

使用 Symantec pc Anywhere 軟體，透過 ETHERNET 連線或由主機接螢幕、Mouse→Setup→System setting→System control setting→IRIG 改為 EXTERNAL。

(二)確認:

System control→Set times 時間與 GPS 同步且螢幕中下方有指示同步與否，如圖 17 所示，另外 OSC 之指示燈若啟動 GPS 但不同步也會亮起，如圖 18 所示。



圖 16 EMAX IRIG-B 接頭圖

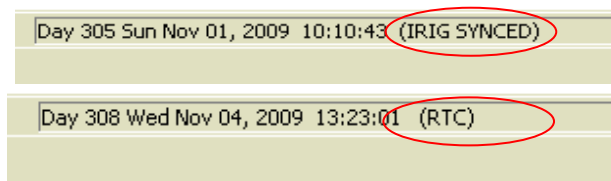


圖 17 EMAX GPS 同步與否

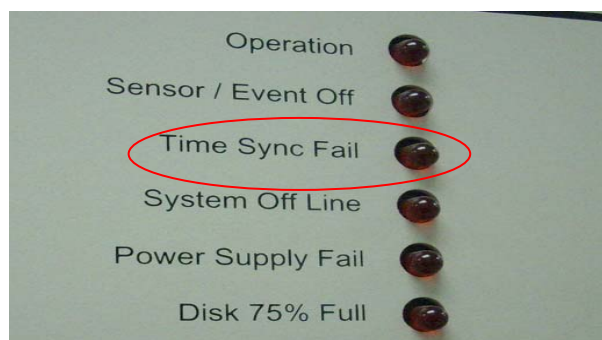


圖 18 OSC 之指示燈圖

#### 五、KINKEI 公司產品之 AMT-3000 型示波器

示波器 AMT-3000 使用自己定義之 GPS 校時格式，因此若要使用 GPS 模式校時必須另外購買其設備 GPS SR-30，而且價位似乎不便宜，因此 EMAX 採用其提供之每日八點整之整點校時方式，所謂整點校時為每日於七點五十九分三十秒至八點零分三十秒之間的一分鐘時間於輸入接點 TIME ADJ (PORT 3)，如圖 19 所示。輸入一 125V<sub>DC</sub> 之控制信號，此時會將 OSC 時間校正至八點零分零秒整。因此，可將 GPS 之 PROG PULSE 設定為每日八點時輸出一 PULSE，但必須注意的是，一般 GPS 主機之 1PPS 及 PROG PULSE 之輸出為 DC 5~24V 無法與 AMT-3000 之控制信號 125V<sub>DC</sub> 相匹配，因此，必須做一電氣轉換介面，如圖 20 所示。

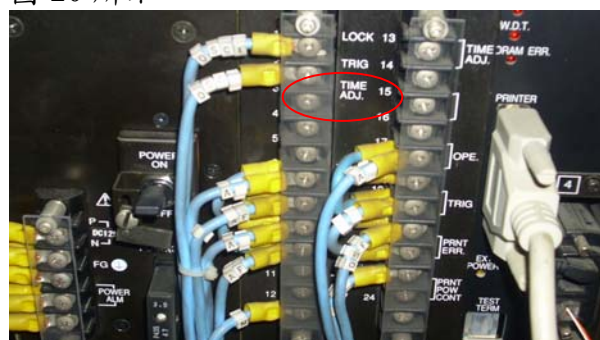


圖 19 AMT-3000 型示波器時間調整 PORT 3 圖

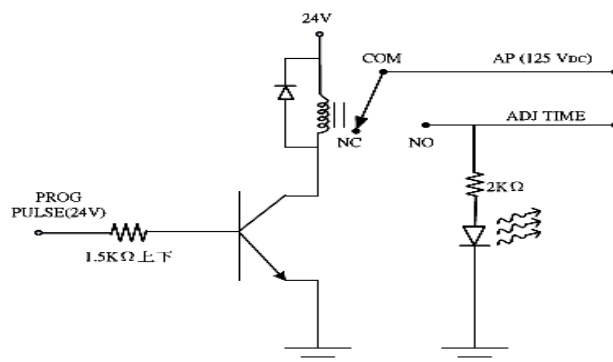


圖 20 AMT-3000 型示波器轉換介面電路圖

## 六、KINKEI 公司產品之 NEO-5000 型示波器

示波器 NEO-5000 與 AMT-3000 類似，唯其輸入接點 TIME ADJ 不同，在 PORT 11，如圖 21 所示。

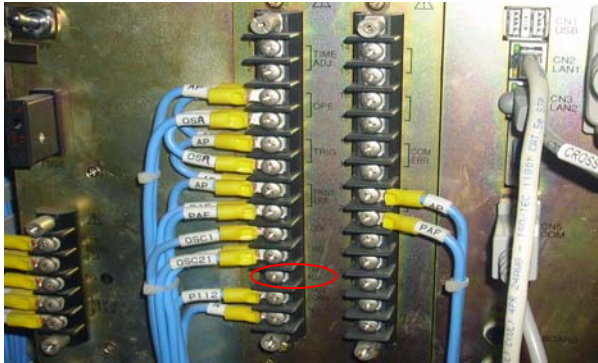


圖 21 NEO-5000 型示波器時間調整 PORT 11 圖

以上為目前本轄區變電所大部份設備加裝 GPS CLOCK 校時系統之方法，但另外須注意的是各設備使用之接線方式有所不同，如果設備是使用 BNC 方式只須做 BNC 接頭即可，但如果設備是使用 Strip Input 則必須先將 RG-58 電纜轉為雙絞線，市面上現成之產品即可方便施工，如圖 22 所示。



圖 22 RG-58 電纜轉為雙絞線圖

## 肆、接地系統改善提升品質

接地系統為何在此要特別提出來說明呢？因為變電所充滿各種干擾源，而

我們又可能將 GPS 主機裝置於充滿干擾源的通訊機櫃內，後來發現通訊機櫃之設備接地系統有些未做得很好或者根本就沒做，干擾可能引起某些 GE 電驛 D60/L90(With Version4.8)不正常重開機 (SYSTEM EXCEPTION)現象，後經接地系統再加強(多點接地及 RG-58 電纜末端再作一次接地等)，干擾即不再發生。另外，GPS 主機最好也確實做好主機機殼之設備接地，如此應可將干擾減低至最少。

## 伍、出現錯誤應注意之調整

GPS 之輸出有所謂 UTC 及 LOCAL TIME 模式，有時我們會遇到設備與 GPS 主機時間相差(慢)八個鐘頭，有可能是 GPS 主機選用 UTC 輸出模式或者是雖然選用 LOCAL TIME 模式但 GPS 主機有時區之設定，此時須將時區設定為+8 小時。但另外須注意有些設備本身也有 TIME ZONE 設定，若 GPS 主機使用 LOCAL TIME 則電驛本身之 TIME ZONE 須設定為 0，這中間有許多的變化，也可能會遇到設備與 GPS 主機時間為快八個鐘頭之情形，你可思考一下有何不

同。

另外，有些設備校時後仍然相差好幾秒鐘或分鐘，但確定設備有被校時，可能原因為被校時之設備沒有事先設定正確，建議先把設備之 GPS 功能關機，再將設備之年份及時區等輸入正確後再重新啟用設備之 GPS 功能，應可正確校時了。

### 陸、實際事故案例

嘉南供電區營運處於98年11月間在北港 P/S 及四湖 D/S 之線路因沙塵暴及夜間鹽霧害水氣高致碍子閃絡導致電驛動作，致斷路器(CB)跳脫之情形，北港變電所已經裝設 GPS CLOCK 校時系統為 CTN 健格公司之 GPS-24 設備，如圖 23 所示，並在事故當時 GPS 正常運作，對所有設備提供校時，由事故變電所之電驛 GRZ100 及示波器所下載之資料顯示其記錄之時間一致之情形，如圖 24 所示。



圖 23 CTN 之 GPS-24 圖

北港四湖二路 311C

#	DATE	TIME	EVENT	LOCAT	CURR	FREQ	GRP	SHOT	TARGE
1	11/06/09	06:02:17.647	BC T	2.25	14956	59.95	1		ZONE1
2	11/06/09	05:36:44.842	CG T	11.07	9082	59.93	1		ZONE1
3	11/06/09	05:15:44.497	ABC	27.75	6634	60.22	1		
4	11/06/09	05:12:50.180	AB T	2.68	42	60.03	1		ZONE1
5	11/06/09	05:11:56.309	CA T	7.79	12746	59.93	1		ZONE1
6	11/06/09	04:52:00.235	CA	28.28	6118	60.06	1		
7	11/06/09	04:42:06.793	ABC T	2.27	26	60.05	1		ZONE1
8	11/06/09	04:16:06.198	BC	28.74	6006	59.99	1		
9	11/06/09	04:04:09.654	ABC T	2.28	26	59.99	1		ZONE1
10	11/06/09	02:34:12.490	CA	28.57	6026	59.88	1		
11	11/01/09	03:31:52.089	BC T	5.06	11622	59.98	1		ZONE1
12	11/01/09	03:25:05.617	CA T	5.25	11938	60.16	1		ZONE1
13	11/01/09	03:21:33.400	B6 T	14.93	7460	60.02	1		ZONE1

北港四湖二路 GRZ100

Fault time	06/Nov/2009 04:42:06.817	Trip mode	Z1
Fault phase	A-B-C-N	Trip phase	CB-A,CB-B,CB-C
FL result	2.1km(14%)		

北港 P/S 電驛擷取時間

DATA1000.MMX	4 KB	MMX File	2009/11/6 上午 04:52
DATA1000.RCD	323 KB	pcAnywhere Record File	2009/11/6 上午 04:52
DATA1000.ctl	18 KB	CTL File	2009/11/6 上午 04:52
DATA1099.MMX	4 KB	MMX File	2009/11/6 上午 04:42
DATA1099.RCD	315 KB	pcAnywhere Record File	2009/11/6 上午 04:42
DATA1099.ctl	18 KB	CTL File	2009/11/6 上午 04:42
DATA1098.MMX	4 KB	MMX File	2009/11/6 上午 04:29
DATA1098.RCD	773 KB	pcAnywhere Record File	2009/11/6 上午 04:29
DATA1098.ctl	18 KB	CTL File	2009/11/6 上午 04:29
DATA1097.MMX	4 KB	MMX File	2009/11/6 上午 04:16
DATA1097.RCD	315 KB	pcAnywhere Record File	2009/11/6 上午 04:16
DATA1097.ctl	18 KB	CTL File	2009/11/6 上午 04:16
DATA1096.MMX	4 KB	MMX File	2009/11/6 上午 04:04
DATA1096.RCD	555 KB	pcAnywhere Record File	2009/11/6 上午 04:04
DATA1096.ctl	18 KB	CTL File	2009/11/6 上午 04:04
DATA1095.MMX	4 KB	MMX File	2009/11/6 上午 02:34
DATA1095.RCD	315 KB	pcAnywhere Record File	2009/11/6 上午 02:34
DATA1095.ctl	18 KB	CTL File	2009/11/6 上午 02:34

北港 P/S 示波器擷取時間

圖 24 保護電驛 GRZ100 及示波器所記錄之時間

### 柒、結論

現階段之數位保護電驛及示波器等設備配合 GPS CLOCK 校時系統，主要於事故時事件記錄之時標運用，方便於事故時之精確判斷。然而，在其未來之運用就很有發展性。例如，在電力潮流計算上及事故快速跳脫等之運用，目前已有相關的產品問市，未來也許在台電變電所也會有運用之機會。因此，現階段各變電所加裝 GPS 系統在現在及未來都可運用的上，尤其在斷路器快速跳脫部份，可縮短故障時斷路器啟斷電流之時間，對斷路器之壽命相對有保障。本轄區已全面安裝 GPS 設備，對往後之事故分析助益很大。

### 捌、參考文獻

- [1] LOWER HUTT, A GUIDE TO TIME, pp. 7~11.
- [2] CTN GPS-24 操作手冊
- [3] [http://linux.vbird.org/linux\\_server/044Ontp.php](http://linux.vbird.org/linux_server/044Ontp.php)
- [4] 包一鳴, <http://hvdc.chinapower.com.cn/memberscenter/autocenter/viewarticle.asp?user=auto&tempname=&articleid=10022218>, Oct.2009

# 不敗的輸電線路後衛保護~測距電驛

台電公司供電處 蔡隆田

## 一、前言

輸電線路是電力系統中分佈最廣同時也是發生故障機率最高的重要電力設備，所以線路保護電驛最常有動作機會，在追求盡善盡美的保護應用上也有許多值得探討的項目。

現今電驛技術在輸電線路保護方面大都是以線路差流電驛為主保護，多區間測距電驛則作為後衛保護。線路差流電驛具有靈敏、快速、分相、不受電力擺動影響等優點，測距電驛則須有欠電壓閉鎖、加壓快速保護、電力擺動閉鎖、CCVT 暫態閉鎖及重負載侵入等等重要的保護運用邏輯，不若線路差流電驛之單純好用，但是因為線路差流電驛之優異功能完全建構在可靠的通信電路基礎上，所以線路差流電驛雖是線路保護最重要的主保護角色，但卻也完全無法動搖或是取代多區間測距電驛的可靠後衛保護角色，而測距電驛這些保護運用邏輯也常常容易因回路上的問題而引起可疑的動作情形，所以電驛工程人員對於測距電驛各項邏輯技術的學習及掌控仍是非常重要的課題。

## 二、欠電壓閉鎖

國外輸電線保護多使用線路側比壓器 line VT，台電公司161kV變電所雙匯流排之輸電線保護則使用匯流排側比壓器 bus VT，因此測距電驛之運用須注意 bus VT 二次回路因改接施工期間或是匯流排電壓選擇開關 (BVS, Bus Voltage Select Switch) 切換時

所產生之電壓擾動及電壓瞬斷而造成不必要的動作跳脫。

依台電公司使用經驗，345kV系統大多是一個半斷路器匯流排使用 line VT，因此線路測距電驛運用情形良好，161kV線路測距電驛則須有過電流監視或擾動期間閉鎖等方式來避免動作。

數位式測距電驛設計有欠電壓閉鎖邏輯(一般電驛稱為 Loss of Potential, LOP 邏輯或稱為 VTF, VT Failure)，用來偵測諸如 VT Fuse 燒損等 VT 回路異常現象，以利及時閉鎖電壓相關元件如 2I 測距元件或 67 方向性元件。該邏輯之技術要點為如何區別系統故障與 VT 回路異常。

以 TOSHIBA 製 GRZ100 測距電驛之欠電壓閉鎖邏輯 VTFS (VT Failure Supervision) 如圖 1，說明如下：

GRZ100 電驛設計 OCD 元件 (Current change detection，電流變化量大於原廠固定設計值 0.5A 時，OCD=1) 用來區別電壓降是由系統故障所產生或是由 VT 回路異常所產生，當判斷是系統故障電壓降情形時，必須使測距及方向性元件正常動作。

(a) 系統發生故障：電壓降會伴隨電流變化  $\rightarrow$  VTF=0  $\rightarrow$  2I 測距元件依保護區間及延時協調判斷是否動作。

(b) VT 回路異常：有電壓降而無電流變化  $\rightarrow$  VTF=1  $\rightarrow$  閉鎖電壓相關元件 (2I 測距元件)。

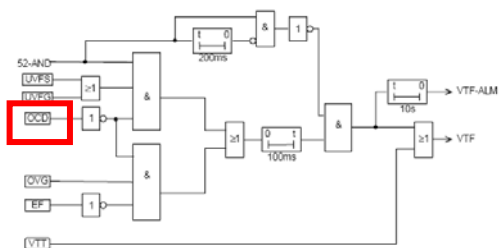


圖1：GRZ100測距電驛之VTFS邏輯

欠電壓閉鎖是各廠牌測距電驛的必備功能，有些使用電壓下降變化率偵測原理，設計上各有千秋，但是要完全精確地區別系統故障與VT回路異常所引起之電壓變化事實上也有其極限，所以當變電所內進行VT二次回路改接施工或是BVS切換時，因為確知電驛所取樣之VT回路會得到錯誤電壓(Garbage In)，勢必存在錯誤判斷動作(Garbage Out)的可能，在此期間應將測距電驛閉鎖。至於發生VT Fuse燒損或斷線等VT回路異常現象時，則電驛之欠電壓閉鎖邏輯應正確判斷及發出異常警報。

### 三、加壓快速保護

數位式測距電驛設計有加壓快速保護邏輯(一般電驛稱為Switch On To Fault或稱為Close In To Fault)，用來偵測斷路器投入加壓線路前即已存在或是設備加壓後立即引發之故障，可以靈敏地快速動作跳脫隔離故障。因為若使用line VT，在加壓前無電壓輸入供測距電驛建立極化電壓或記憶電壓，所以加壓入故障線路時電驛難以正確判斷故障方向及區間，因此測距電驛設計在此時可利用過電流或第二/第三測距區間偵測作為瞬跳保護。若使用bus VT，雖然故障前有正常電壓供測距電驛建立極化電壓或記憶電壓，但是對於第一區間以外的加壓前故障，若通信輔助保護因通信或其它等因素未能加速跳脫，則可能須要第二或第三區間延時後

才跳脫隔離故障。

一般測距電驛提供兩種SOTF功能啟動方法由使用者決定啟動方式，第一種方法是以斷路器(CB)狀態判斷來啟動偵測，第二種方法則是以斷路器投入命令來啟動偵測。

以SEL製SEL-311C測距電驛為例，SOTF邏輯如圖2所示，第一種方法52AEND為利用CB之52A接點狀態之判斷，在整個CB啟斷期間及CB投入後的短暫期間(例如150ms)是為SOTF啟動(SOTFE, SOTF enable)時機，此時如有過電流現象或測距區間動作允許立即瞬時跳脫，這種方法接線較為單純但是要求52A回路務必正確，如果接點使用或回路出問題，則可能會在CB投入線路送電時SOTF亦為長期啟動中，此時若發生外部故障(機會很大)便會造成多跳。第二種方法CLOEND為將CB之投入命令(DC Close Bus)引接入電驛，如此當每次CB投入命令出現後的短暫期間是為SOTF啟動時機，這種方法須要增加CB投入命令接線，優點是SOTFE不會因52A回路失敗(接點不良或接線不良)而誤啟動。這兩種運用方法的差異及利弊得失值得在保護設計階段予以考量。

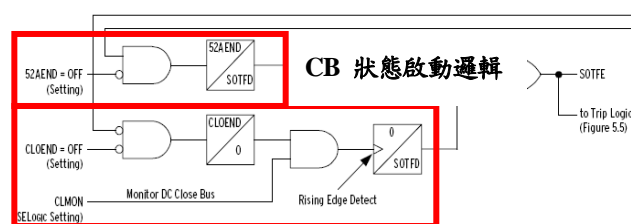


圖2：SEL-311C測距電驛之Switch-On-to-Fault邏輯

### 四、電力擺動閉鎖

電力系統的輸電能力須考慮靜態穩定度

及動態穩定度的限制，當電力系統發生故障後電驛會偵測到事故現象而動作跳脫斷路器以將故障清除，但在這故障發生及清除過程中，發電機電氣功率輸出與原動機機械功率間不平衡的轉移關係會使發電機有加速及減速的情形，發電機功率角(轉子角度)由故障前運轉點在故障發生時發電機加速使功率角增大，故障清除後發電機減速使功率角拉回，在穩定到新運轉點前會來回擺動，當發電機功率角電力擺動的幅度大時，由線路測距電驛所看到的視在阻抗(apparent impedance)會移動進入保護區間，相較於故障情形，其進入測距保護區間之速度較為緩慢，至於線路差流電驛因是以線路兩端即時電流相量差比較為動作原理，故電力擺動並不會造成保護判斷上的困擾。測距電驛必須正確分辨出電力擺動現象，此時雖然視在阻抗會進入測距電驛的保護區間，但並非輸電線路故障，故測距電驛須自動閉鎖保護區間的動作跳脫，是為電力擺動閉鎖 PSB(Power swing blocking)功能。電力擺動視發電機功率角是否超過  $180^\circ$  可分為穩定擺動(stable swing)及不穩定擺動(unstable swing)，圖 3 顯示電力擺動與故障時電驛視在阻抗之變動軌跡。

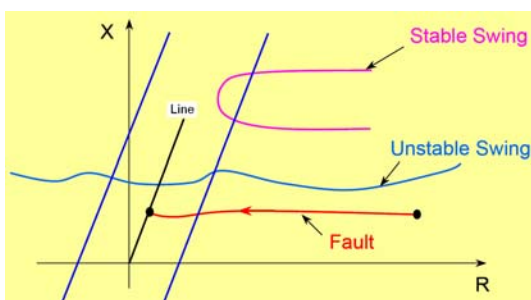


圖 3：電力擺動與故障之電驛視在阻抗變動軌跡

一般的 PSB 偵測係利用 Blinder-based 方法如圖 4 所示，在測距保護區間之外設定一個電力擺動偵測區間，利用偵測視在阻抗軌跡會先進入擺動區間再進到啟動延時保護區間的時間差來作判斷，如果視在阻抗是瞬

間改變到保護區間內是屬於故障情形，如果視在阻抗軌跡擺動區間到啟動延時保護區間超過時間設定便是屬於電力擺動而須閉鎖保護區間的跳脫。

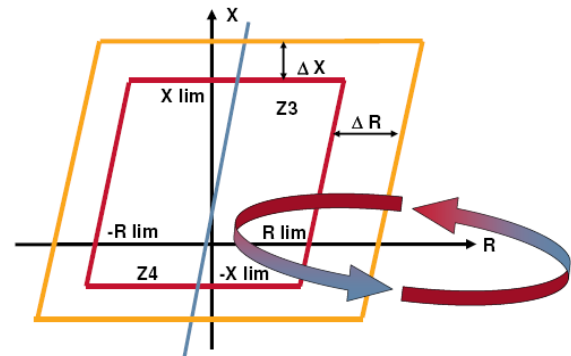


圖 4：電力擺動偵測方法

在發生電力擺動期間若再發生輸電線故障(電力擺動代表會有大電流流經輸電線路，此時遭遇線路故障之機率較正常運轉情形為大)，則原先成立之 PSB 邏輯必須有自動解閉鎖的判斷功能，才能發揮正確保護功能。

一般 PSB 解閉鎖會以下列的設定來判斷：

- 使用 High set 相過流偵測
  - ◆ 通常 power swing 之電流不超過 2 倍  $I_n$
  - ◆ 設定故障電流  $I_{max} > 3$  倍  $I_n$  以上，來啟動解閉鎖
- 接地故障或帶阻抗之相間故障時故障電流有可能不超過  $I_{max} >$
- 設定偏移偵測用以在故障造成相電流不平衡時解閉鎖
  - ◆  $I_N >$  設為最大相電流之 40%(接地故障在 100%以上)
  - ◆  $I_2 >$  設為最大相電流之 30%(相間故障約 57%)

AREVA 製 P443 電驛利用疊加電流原理作故障相識別及電力擺動閉鎖/解閉鎖之判斷，發生故障時之判斷模式以圖 5 說明：2 周波的比對時窗設計使疊加量 PH1 旗標在故障發生 2 周波後因故障電流穩定未再變化而復歸，絕對量過電流 PH2 旗標在故障發生後成立並一直到故障清除才復歸；發生電力擺

動時之判斷模式以圖 6 說明：電力擺動時由於電流會持續性變化，因此 PH1 旗標在電流開始變化後及電力擺動期間都會一直成立，倘若在電力擺動期間發生故障，因故障電流為穩定值故在 2 周波後 PH1 旗標便會復歸，PH2 旗標則是在發生電力擺動後成立並一直到故障清除才復歸。依此原理，利用 PH1 旗標及電流變化量  $\Delta I$  便可作為偵測電力擺動閉鎖及電力擺動期間故障解閉鎖之判斷。

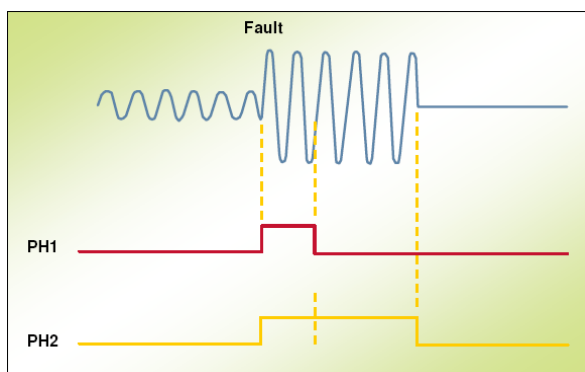


圖 5：發生故障時之判斷模式

利用  $\Delta I$  偵測原理，P443 電驛對於電力擺動期間發生的各類故障測距保護均可動作跳脫，對於不平衡故障而言，如圖 7 所示由持續固定  $\Delta I$  演變成為  $\Delta I$  很小時可便立即解閉鎖並由故障相識別重新判斷故障選相。

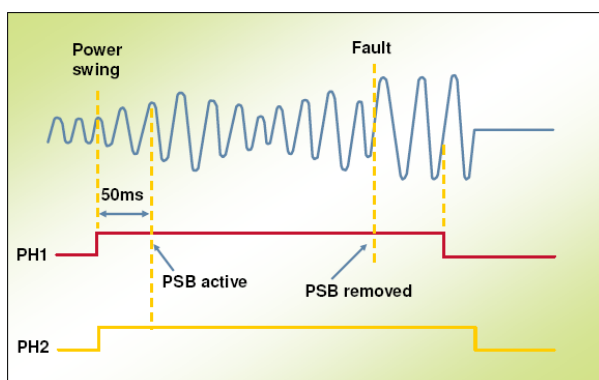


圖 6：發生電力擺動時之判斷模式

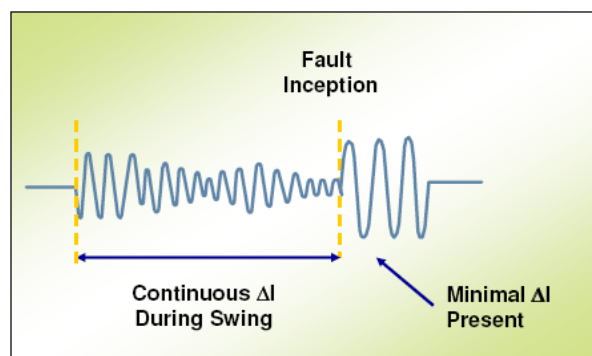


圖 7：電力擺動期間發生不平衡故障 PSB 解閉鎖

若在電力擺動期間發生三相平衡故障，亦可以由  $\Delta I$  躍階變化偵測來解閉鎖，如圖 8 所示若  $\Delta I$  值出現大幅躍階變化大於先前擺動期間所儲存  $\Delta I$  值的 2 倍，偵測到此躍階變化情形便立即將 PSB 解閉鎖。

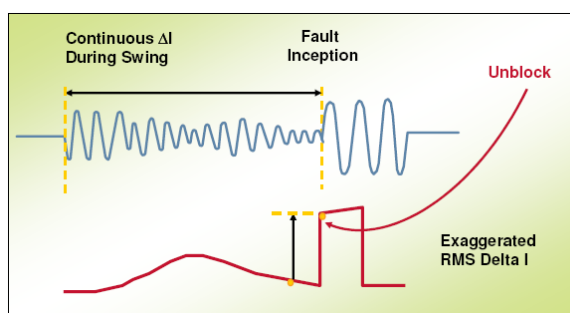


圖 8：電力擺動期間發生平衡故障 PSB 解閉鎖

## 五、結語

保護電驛進入數位化世代後，可以整合多種保護功能於一身，同時也可發揮如故障測距、波形紀錄、故障紀錄、表計、自我偵測報警、可程式邏輯規劃、保護通信介面、自動化通信介面等等極具效益之高價值附加功能。在核心的保護功能方面，將單一電力設備的各種保護功能集合在同一只數位電驛中也是各電驛廠家激烈競爭下的產品發展趨



勢，在應用上只要使用兩只電驛配置便可達到電力設備全功能及兼具可靠性的優點。以線路保護為例一只多功能電驛便彙集了差流、多區間測距、方向性/無方向性過電流、通信輔助跳脫等所有線路保護原理功能於一身，應用上的空間及彈性大增。電驛工程人員對多功能電驛內各項邏輯技術深入了解掌控，才能適應 VT、CT 等取樣回路現象以及電力系統特性，兼顧保護的可靠性與安全性，為電力系統的安全穩定及供電可靠建立起堅定可信賴的第一道防線。

#### 誌謝

為利說明介紹及觀念交流，本文引用 TOSHIBA、SEL 及 AREVA 等電驛廠家公開發行之說明書及講義資料內容，特此誌謝。

#### 參考資料

1. TOSHIBA 公司 GRZ100 電驛說明書
2. SEL 公司 SEL-311C 電驛說明書
3. AREVA 公司講義

## 會 務 報 導

- ◎ 第 30 期會刊封面廣告由祥正電機(股)公司贊助本協會，萬分感謝祥正電機(股)公司支持與愛護。
- ◎ 歡迎皇群動力工程有限公司加入本協會永久團體會員。
- ◎ 98 年 7 月 18 日本協會第六屆理監事選舉。
- ◎ 第五屆第七次理監事聯席會、第六屆第一次會員代表大會及第六屆第一次理監事聯席會之會議紀錄已送請內政部核備完成。
- ◎ 認證/線路數位電驛技術班(秋季班)原訂 9 月 10~11 日開班，因報名人數不足，展延至 11 月 5~6 日(冬季班)開班。
- ◎ 11 月 14 日召開訓練委員會會議訂定 99 年度訓練計劃。
- ◎ 11 月 14 日獎勵委員會舉行本協會 98 年度獎學金審查作業，評審結果：
  1. 研究所組名推薦唐培春先生(成功大學博一生)、劉憲宗先生(成功大學博三生)、丁肇勤先生(台科大碩一生)、林沛吟小姐(台灣大學碩二生)、李政益先生(中原大學碩二生)，獎金各陸仟元整。
  2. 倫卓才獎學金名額從缺。
  3. 大學組獎學金申請書至截止收件日從缺。
 全體獎勵委員會決議提報下次理監事聯席會議通過核給頒獎。
- ◎ 本協會 98 年 7~12 月新加入永久團體會員 1 家、團體會員 2 家、永久個人會員 2 人、個人會員 3 人。
- ◎ 99 年度回饋會員紀念品(限繳費正常之會員)，本次紀念品為：棒球帽乙頂。
- ◎ 99 年 1 月 14 日舉行監事會議，審查 98 年度財務結算。

## 99 年度訓練計劃

春季班：預定 03 月 18 日~03 月 19 日開辦「電力系統保護應用」班。

課程大綱：

1. 保護電驛基本原理。
2. 匯流排保護。
3. 變壓器保護。
4. 發電機保護。
5. 輸配電線路保護及標置協調。

主講人：台電供電處 陳順斌課長。

夏季班：預定 06 月 10 日~06 月 11 日開辦「發電機保護原理與實務」班。

課程大綱：

1. 發電機設備異常之保護。
2. 發電機異常運轉之保護。
3. 系統後衛保護。
4. 數位式發電機保護電驛簡介。

主講人：台電供電處 周瑞年課長。

秋季班：預定 09 月 09 日~09 月 10 日開辦「變壓器保護原理與實務」班。

課程大綱：

1. 變壓器保護概述。
2. 變壓器機械保護簡介。
3. 激磁湧流現象。
4. 變壓器電氣主保護-差動保護。
5. 變壓器電器後衛保護-過電流保護。
6. 變壓器保護標置計算。
7. 數位式變壓器保護電驛簡介。

主講人：台電供電處 張家熙課長。

團體認證/保護電驛訓練班參加學員收費如下：

1. 已認證之團體會員，已含在認證作業費用。
2. 電驛協會會員，每位學員\$5000 元。
3. 非電驛協會會員，每位學員\$7000 元。

## 99 年度訓練課程綱要

### 團體認證/電力系統保護應用(春季班)99/03/18(四)~99/03/19(五)

日期	08:30~10:10	10:20~12:00	午 休	13:20~15:00	15:10~16:50	
03/18	保護電驛基本原理			午 休	匯流排保護 變壓器保護	
	台電供電處 陳順斌課長				台電供電處 陳順斌課長	
03/19	輸配電線路保護及 標置協調			午 休	發電機保護	測驗與討論
	台電供電處 陳順斌課長				台電供電處 陳順斌課長	

### 團體認證/發電機保護原理與實務(夏季班)99/06/10(四)~99/06/11(五)

日期	08:30~10:10	10:20~12:00	午 休	13:20~15:00	15:10~16:50	
06/10	發電機設備異常之保護			午 休	發電機異常運轉之保護	
	台電供電處 周瑞年課長				台電供電處 周瑞年課長	
06/11	系統後衛保護	數位式 發電機保護 電驛簡介		午 休	數位式 發電機保護 電驛簡介	測驗與討論
	台電供電處 周瑞年課長				台電供電處 周瑞年課長	

### 團體認證/變壓器保護原理與實務(秋季班)99/09/09(四)~99/09/10(五)

日期	08:30~10:10	10:20~12:00	午 休	13:20~15:00	15:10~16:50	
09/09	變壓器保護 概述	激磁湧流 現象		午 休	變壓器差動 保護	變壓器電器 後衛保護-過 電流保護
	變壓器機械 保護簡介	變壓器電氣 主保護				
台電供電處 張家熙課長		台電供電處 張家熙課長				
09/10	變壓器保護 標置計算	數位式變壓 器保護電驛 簡介		午 休	數位式變壓 器保護電驛 簡介	測驗與討論
	台電供電處 張家熙課長				台電供電處 張家熙課長	

\*冬季訓練班視各季訓練班報名情形及學員需求，再決定開辦與否及課程內容。

# 中華民國電驛協會

## 保護電驛專業檢測團體認證規範

### 壹、主旨

提升會員專業領域，配合政府證照政策。

### 貳、認證資格分甲、乙兩級

#### (一)、甲級保護電驛專業檢測團體認證資格

- 1、專業電驛檢測技術人員須八人(含)以上。
- 2、每位技術人員須從事保護電驛檢測工作滿二年(含)以上。
- 3、每位技術人員須具備下列資格之一
  - (1)近三年參加中華民國電驛協會短期訓練結業合格證明三種(含)以上者。
  - (2)曾於台電公司從事電驛工作三年以上者。
  - (3)其他電驛訓練課程或相關工作經驗，並經本規範認證委員會審核通過者，可視同參加本協會短期訓練一期資格。上述各項資格均需檢附證明文件供審核。
- 4、四台單相以上電驛測試器，須可調整電壓、電流、頻率、相角及動作時間測試，並須有CNLA(中央標準校正實驗室)出具校正合格及未逾校正期限之證明。
- 5、二台可同時輸出三相電流、三相電壓，且由電腦操控可調整電壓、電流、頻率、相角及動作時間測試，並須有CNLA(中央標準校正實驗室)出具校正合格及未逾校正期限之證明。
- 6、專業電驛檢測儀器須為三相數位型，至少須有小數點兩位數(含)以上。

#### (二)、乙級保護電驛專業檢測團體認證資格

- 1、專業電驛檢測技術人員須四人(含)以上。
- 2、每位技術人員須從事保護電驛檢測工作滿一年(含)以上。
- 3、每位技術人員須具備下列資格之一
  - (1)近三年參加中華民國電驛協會短期訓練結業合格證明三種(含)以上者。
  - (2)曾於台電公司從事電驛工作二年以上者。
  - (4)其他電驛訓練課程或相關工作經驗，並經本規範認證委員會審核通過者，可視同參加本協會短期訓練一期資格。上述各項資格均需檢附證明文件供審核。
- 4、二台單相以上電驛測試器，須可調整電壓、電流、頻率、相角及動作時間測試，並須有CNLA(中央標準校正實驗室)出具校正合格及未逾校正期限之證明。
- 5、專業電驛檢測儀器須為三相數位型至少須有小數點兩位數(含)以上。

### 參、認證委員會由本協會理事長為召集人，下設委員五名

- (一)、中華民國電驛協會二名
- (二)、學術界代表一名
- (三)、產業界代表二名

## 肆、保護電驛專業檢測團體認證施行細則

### (一)、申請細則

- 1、申請認證團體須為中華民國電驛協會團體會員。
- 2、申請認證團體之每位技術人員，須有申請團體之勞健保證明及電驛檢測相關工作或扣繳憑單證明，並附近照三張俾製作合格工作證。
- 3、申請認證團體之每位技術人員的短期訓練結業證明之正本及影本各一份，結業證明須有一期於一年內結訓，餘兩期須於三年內結訓(正本核對後退回認證團體)。
- 4、專業電驛檢測儀器須以申請認證團體送至CNLA(中央標準校正實驗室)校正，並且有效期間一年內之校正證明正本及影本(正本核對後退回申請認證團體)。
- 5、隨時可申請如附件(二)認證結果於一個月內告知。

### (二)、認證細則

- 1、申請認證團體將申請相關資料表格四份(正本一份影本三份)，送至中華民國電驛協會申請，先初審再送交認證委員會審核通過後，始發給申請認證團體證照及技術人員之合格工作證如附件(一)(三)。
- 2、甲級保護電驛專業檢測團體，認證贊助費新台幣壹拾萬元整，須於資料送審時同時繳齊，若認證技術員逾八位以上部分，每位須另繳工作證贊助費新台幣三仟元整(現金或即期支票)。
- 3、乙級保護電驛專業檢測團體，認證贊助費為新台幣伍萬元整，須於資料送審時同時繳齊，若認證技術員逾四位以上部分，每位須另繳工作證贊助費新台幣三仟元整(現金或即期支票)。

## 伍、認證有效時間

- (一)、認證有效期為發照日期起三年，須於有效期屆滿前三個月，依本規範(貳)提出認證申請且按本規範(肆)繳交認證贊助費。
- (二)、技術員離職時，依本規範(貳)之規定補位及辦理合格工作證，每位須繳換發工作證贊助費新台幣三仟元整。
- (三)、中華民國電驛協會將不定時抽查合格技術人員人數，如未按(伍、(二))規定者，將予以降級或停止認證資格。

陸、本規範為本協會內部規定，不具任何法律效力。

## 保護電驛專業檢測團體技術員工作證

圖號 標誌	中華民國電驛協會	
	甲級保護電驛專業檢測團體合格工作證	
請貼相片	團體名稱	
	團體證號	
	身分證號	
	工作證號	
	有效期限	
姓名	本協會查詢專線：(02)2362-3993	

圖號 標誌	中華民國電驛協會	
	乙級保護電驛專業檢測團體合格工作證	
請貼相片	團體名稱	
	團體證號	
	身分證號	
	工作證號	
	有效期限	
姓名	本協會查詢專線：(02)2362-3993	

附件(二)

## 保護電驛專業檢測團體認證申請表

年 月 日

等 級				
公 司 名 稱	(附影本)			
資 本 額				
營 業 地 址				
負 責 人				
聯 絡 電 話				
專業電驛 檢測 技術人員	姓 名	中華民國電驛協會短期訓練結業證書字號 (附影本)		
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
12				
專業電驛 檢測儀器 廠牌型式 出廠序號 校正期限	廠 牌 型 式	出 廠 序 號	校正期限(附影本)	
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
8				
備 註				
保護電驛專業檢測團體認證審核委員				
電驛協會(1)	電驛協會(2)	學術界代表(3)	產業界代表(4)	產業界代表(5)
認證審核總結：				





# 保護電驛專業檢測團體證照

據 公司申請保護電驛專業檢測團體認證，經審核符合中華民國電驛協會保護電驛專業檢測團體認證規範，爰依規範發給證照。

認證事項如下：

等 級						
公 司 名 稱						
資 本 額						
營 業 地 址						
負 責 人						
專 業 電 驛 檢 測 技 術 人 員	1		2		3	
	4		5		6	
	7		8		9	
	10		11		12	
專 業 電 驛 檢 測 儀 器 廠 牌 型 式 序 號						
原 設 立 年 月 日						
認 證 有 效 期 間						

中華民國電驛協會理事長

上給

公司收執

驛協團認證字第

號

中 華 民 國

年

月

日

## 中華民國電驛協會第五屆第七次理事暨監事聯席會議紀錄

一、時間及地點：98年7月18日下午1時30分假台電公司新桃供電區營運處(新竹市光復路1段681號會議室)

二、報告聯席會議應到人數：應到36人，實到25人

主 席：許萬寶 記錄：李國楨  
 常務理事：林晉樟、李錦槍、王丕忠、陳勇蒼、賴木生、  
 羅隆和等6人  
 理 事：陳士麟、吳銘芳、鄭 強、官茂祥、許文興、  
 李光仁、何文瑤、林錦章、黃德華、詹章閻、  
 吳清木、彭憲貴、等12人

監事會召集人：黃慶林1人

常務監事：莊忠勇等1人

監 事：楊嘉榮、曾茂盛、巫崇棠、莊國桓等4人

請假理事：李金鐘、盧光常、張家熙、呂孟達、  
 梁宗熙、李榮澤、黃思倫、黃輝彬等8人

請假監事：鍾金樹、藍鈞棋、鍾燦禮等3人

列席人員：

列席指導：李高等顧問河樟、簡高等顧問文通等2人

候補理事：林茂昇、謝建賢、林興隆、楊丕淦、張永榮等5人

候補監事：何兆榮、呂世彬等2人

編輯委員：陳炳基、洪敏捷、黃惟雄等3人

技術委員：陳仁忠、陳來進、王瑜仁等3人

會員代表：李式雄、黃克蒂、劉昌維、黃連常、龔哲瑜等5人

會 員：陳明清、彭保文、陳慶來、邱敏彥、范姜茂勝、  
 陳川平、黃增雄、廖永全等8人

來 賓：台電公司新桃供電區營運處黃處長德華

工作人員：李秘書長國楨、謝璧如

三、宣佈會議開始

四、主席報告：首先感謝新桃供電區提供舒適議場環境及佈置，本屆理監事今日圓滿達成任務即將卸任，回想這三年來諸位理監事協

助與貢獻，使協會會務蒸蒸日上，在此深深感謝，預祝第六屆理監事在今日順利產生，使會務更茁壯成長。

五、來賓報告：歡迎諸位理監事今日到本處舉行盛會，有機會能為諸位服務實感到無上榮幸，預祝大會順利成功圓滿落幕，在此謹致贈敦親睦鄰小禮物，愛護地球節能減碳大家一齊來。

#### 六、工作報告

- (一)第五屆第六次理監事聯席會議及第六屆第一次會員代表臨時會會議紀錄已送請內政部核備完成。
- (二)完成第二十九期電驛協會會刊編輯，如期出刊。
- (三)完成第二十九期會刊寄贈各大專院校、圖書館參閱。
- (四)亞力電機(股)公司主動徵求登載本協會第 29 期會刊封面廣告，本協會感謝亞力電機(股)公司對廣告的支持與愛護。
- (五)已發函國內各大專院校自即日起至 9 月 30 日止，推薦合於規定之優良學生申請本會獎學金(申請辦法請參閱第 29 期會刊)。
- (六)如期辦理認證訓練課程春季班(3/6.7)、夏季班(6/11.12)之課程內容。另將於 9/10.11 開辦秋季班, 請理監事推薦相關公司行號/協會會員踴躍報名參加。

#### 七、頒獎：

- (一)捐款贊助本協會大專校院獎學金者：耿豪企業(股)公司
- (二)鼎力支助本協會會務活動或護持會刊廣告業務者：
  1. 台電公司新桃供電區營運處
  2. 亞力電機(股)公司
  3. 飛羚電機工程(股)公司
  4. 計量企業有限公司
  5. 瀚能機電技術工程(股)公司

#### 八、討論事項

- (一) 本協會 98 年 1 月至 6 月止，新入會永久團體會員 1 家，永久個人會員 7 人，一般團體會員 2 家，個人會員 9 人，入會申請案請審查。(提案人：李秘書長國楨)

決議：無異議通過。

(二)本協會 98 年度 1 月至 6 月預算執行報告(參閱會議手冊第 5~20 頁)截至第五屆理監事任期屆滿資產估算約略 500 萬元，請審查。

(提案人：李秘書長國楨)

決議：1. 無異議通過。

2. 本項成果都是歷屆理監事與會員努力貢獻的成果，開創未來有利發展的典範，但願大家百尺竿頭，更進一步。(黃常務監事召集人慶林)

## 九、臨時動議

案由：請討論第六屆理、監事候選人推薦名單。

(提案人：李秘書長國楨，附議人：何文瑤)

決議：1. 提名條件：

- (1)熱心出席會務活動者。
- (2)台電代表、學術代表及團體會員代表均考量納入推薦範圍。
2. 候選人除熱心貢獻外，並應考量具備融合人際關係之能力。
3. 通過推薦李金鐘等 49 位理事候選人及黃慶林等 10 位監事候選人。
4. 會員代表除圈選列印候選人外，另可投給自薦會員(填入選票預留空格)，但圈選總人數不得超過額定名額(理事 27 名，監事 9 名)，如圈選超過額定名額則視為無效票，另圈選錯誤不得塗改否則視為無效票。

## 十、散會

## 中華民國電驛協會第六屆第一次會員代表大會會議紀錄

- 一、時間及地點：98年7月18日下午3時假台電公司新桃供電區  
營運處(新竹市光復路1段681號會議室)
- 二、報告大會應到及實到人數：應到58人,實到41人
- 三、主 席：許萬寶 記錄：李國楨
- 出 席：林晉樟、李錦槍、黃慶林、羅隆和、王丕忠、王泰然、  
賴木生、陳勇蒼、陳士麟、官茂祥、林茂昇、李國楨、  
鄭 強、謝建賢、楊嘉榮、黃連常、黃德華、陳仁忠、  
陳炳基、黃克蒂、許文興、莊忠勇、何文瑤、何兆榮、  
曾茂盛、李光仁、呂世彬、吳清木、吳銘芳、張永榮、  
林錦章、彭憲貴、詹章閻、李式雄、洪敏捷、劉昌維、  
龔哲瑜、張家熙(李國楨代)、梁宗熙(黃慶林代)、  
羅啟和(李光仁代)、鍾金樹(官茂祥代)等41人
- 未 出 席：李金鐘、盧光常、周瑞年、周元生、李 群、郭宗益、  
何慶坤、林安志、柯重耀、黃思倫、楊啟東、郭麟瑛、  
周南焜、林宏鑫、廖志中、賴憲道、盧展南等17人
- 列席人員：
- 列席指導：李高等顧問河樟、張高等顧問重湖、簡高等顧問文通等3人
- 會 員：黃英龍、陳明清、彭保文、王瑜仁、李清福、莊國桓、  
陳慶來、黃惟雄、范姜茂勝、邱敏彥、巫崇棠、林興隆、  
楊丕淦、陳川平、陳來進、黃增雄、廖永全等17人
- 來 賓：台電公司新桃供電區營運處黃處長德華
- 工作人員：李國楨、謝璧如
- 四、宣布會議開始
- 五、主席報告：時間過得真快轉眼第五屆任期即將屆滿3年，今日將選出  
第六屆理監事，請大家選出熱誠贊助、熱忱服務及熱心出席  
會議者，繼續護持推展協會第六屆會務及各項活動參與者。
- 六、來賓報告：(略)
- 七、選舉本會第六屆理、監事：
1. 根據本會章程：應選出新任理事名額27名，侯補理事6名；

監事名額 9 名，侯補監事 2 名。

2. 第六屆理、監事選舉選務工作分配：

監選人：黃慶林

監票人：莊國桓、巫崇棠

唱票人：官茂祥

計票人：羅隆和

3. 票選當選名單如下：

理事：羅隆和（35 票）、官茂祥（35 票）、林晉樟（34 票）、李錦槍（34 票）、賴木生（34 票）、吳銘芳（31 票）、曾茂盛（30 票）、陳炳基（30 票）、何文瑤（30 票）、詹章閻（30 票）、許文興（28 票）、黃德華（28 票）、鄭強（27 票）、林錦章（26 票）、王丕忠（25 票）、陳勇蒼（25 票）、謝建賢（25 票）、陳士麟（24 票）、吳清木（24 票）、李光仁（22 票）、彭憲貴（21 票）、黃克蒂（21 票）、呂世彬（20 票）、楊嘉榮（19 票）、楊丕淦（19 票）、林興隆（18 票）、何兆榮（18 票）等 27 名。

侯補理事：林茂昇（18 票）、李清福（17 票）、李式雄（17 票）、孫家棟（16 票）、柯重耀（15 票）、黃連常（15 票）、廖永全（12 票）等 7 名。

監事：黃慶林（39 票）、張家熙（34 票）、莊忠勇（33 票）、莊國桓（32 票）、王泰然（31 票）、李國楨（31 票）、梁宗熙（29 票）、巫崇棠（27 票）、鍾金樹（26 票）等 9 名。

侯補監事：藍鈞棋（18 票）、陳慶來（13 票）等 2 名。

八、臨時動議：無

九、散會

中華民國電驛協會第六屆第一次理事暨監事聯席會議紀錄

一、時間及地點：98年7月18日下午6時假台電公司新桃供電區  
營運處(新竹市光復路1段681號會議室)

二、報告聯席會議應到人數：應到36人，實到33人

主 席：許萬寶

記錄：李國楨

理 事：羅隆和、官茂祥、林晉樟、李錦槍、賴木生、吳銘芳、  
曾茂盛、陳炳基、何文瑤、詹章閻、許文興、黃德華、  
鄭 強、林錦章、王丕忠、陳勇蒼、謝建賢、陳士麟、  
吳清木、李光仁、彭憲貴、黃克蒂、呂世彬、楊嘉榮、  
楊丕淦、林興隆、何兆榮等27人。

監 事：黃慶林、莊忠勇、王泰然、巫崇棠、莊國桓、李國楨等6人

請 假：張監事家熙、梁監事宗熙、鍾監事金樹等3人

列席人員：

列席指導：李高等顧問河樟、張高等顧問重湖、簡高等顧問文通等3人

候補理事：林茂昇、李清福、李式雄、孫家棟、黃連常、廖永全  
等6人

候補監事：陳慶來等1人

會 員：黃英龍、陳明清、彭保文、王瑜仁、黃惟雄、邱敏彥、  
范姜茂勝、陳川平、陳來進、黃增雄等10人

來 賓：台電公司新桃供電區營運處黃處長德華

工作人員：李國楨、謝璧如

三、宣佈會議開始

四、主席致詞：本次會議召開之目的在選舉第六屆常務理事、常務監事及  
理事長，在尚未選出新理事長之前，暫由本人擔任主席。

五、常務理事選舉、理事長選舉：

1. 根據本協會章程，本屆應選出常務理事九名。

常務理事選舉選務工作分配：

監選人：黃慶林

監票人：莊國桓

唱票人：官茂祥

計票人：羅隆和



2. 選舉結果常務理事當選名單如下：

羅隆和（24 票）、李錦槍（20 票）、林晉樟（19 票）、  
賴木生（17 票）、官茂祥（17 票）、王丕忠（10 票）、  
曾茂盛（10 票）、林錦章（9 票）、吳銘芳（8 票）等 9 名。

3. 經出席 27 位理事就常務理事中推選本會第六屆理事長。

選舉結果：羅隆和（24 票）、官茂祥（3 票）。

羅隆和當選為本會第六屆理事長。

六、常務監事、監事會召集人選舉：

1. 根據本協會章程，本屆應選出常務監事三名。

常務監事選舉選務工作分配：

監選人：黃慶林

監票人：巫崇棠

唱票人：李國楨

計票人：官茂祥

2. 選舉結果常務監事當選名單如下：

黃慶林（4 票）、李國楨（3 票）、王泰然（3 票）等 3 名。

3. 經出席 6 位監事就常務監事中推選監事會召集人。

選舉結果：黃慶林（6 票）

黃慶林當選為本會第六屆監事會召集人。

七、新舊任理事長印信移交：

由李高級顧問河樟監交，將協會關防印信自卸任許理事長萬寶  
手中移交新任羅理事長隆和手中，完成移交儀式。

八、卸任理事長致詞：

感謝這 3 年來有大家熱心支持與愛護，協會會務得以壯大與穩健，  
內心萬分感謝各位，在此祝福大家身心愉快，闔家平安。

九、新任理事長致詞：

感謝諸位會員代表及理事熱忱推選本人擔任第六屆理事長一職。

## 十、來賓致詞：

恭喜諸位當選第六屆理事、監事席次，本次選舉報名參選相當積極與踴躍，每位候選人都非常認真拜票與參與活動，選舉結果顯示當選人幾乎是在場人士，足見協會會務發展受到大家肯定與認同，誠可賀可祝。

## 十一、提案討論：

1. 依照往例聘任卸任理事長為高等顧問，聘請李前理事長河樟、簡前理事長文通、張前理事長重湖及許前理事長萬寶為高等顧問，提請公決。(提案人：羅理事長隆和)  
決議：無異議通過。
2. 請官常務理事茂祥為北區副理事長，林常務理事晉樟為中區副理事長，李常務理事錦槍為南區副理事長，提請公決。(提案人：羅理事長隆和)  
決議：無異議通過。
3. 提名張家熙先生為本會第六屆秘書長，提請公決。  
(提案人：羅理事長隆和)  
決議：無異議通過。
4. 張家熙擔任本會第六屆秘書長，其監事一職應予辭職，遺缺由藍鈞棋侯補監事遞補，侯補監事依序由陳慶來及許逸德遞補，提請公決。(提案人：羅理事長隆和)  
決議：無異議通過。
5. 秘書謝璧如小姐繼續留任，提請公決。(提案人：羅理事長隆和)  
決議：無異議通過。

## 十二、臨時動議：無

## 十三、散會

## 中華民國電驛協會第六屆理監事暨理事長當選名單

本會第六屆新任理監事暨理事長於九十八年七月十八日，由會員代表直接選舉產生，茲將當選名單公告於下；

理 事 長：羅隆和

秘 書 長：張家熙

副理事長：官茂祥（北區）、林晉樟（中區）、李錦槍（南區）

常務理事：官茂祥、林晉樟、李錦槍、王丕忠、林錦章、曾茂盛、  
賴木生、吳銘芳

理 事：陳士麟、陳炳基、陳勇蒼、何文瑤、何兆榮、呂世彬、  
李光仁、林興隆、許文興、黃克蒂、黃德華、鄭 強、  
彭憲貴、詹章閻、謝建賢、吳清木、楊丕淦、楊嘉榮

候補理事：林茂昇、李式雄、李清福、孫家棟、柯重耀、黃連常、  
廖永全

監事會召集人：黃慶林

常務監事：王泰然、李國楨

監 事：鍾金樹、莊忠勇、莊國桓、巫崇棠、梁宗熙、藍鈞棋

候補監事：陳慶來、許逸德

恭喜各當選人！

恭喜各當選人！

## 中華民國電驛協會 個人會員(永久/一般) 入會申請書

姓名	性別		籍貫	省(市) 縣(市)	身分證 統一編號
	出生年月日				
學歷	服務單位		現職		
通訊地址					
電話	公：宅：		傳真：		
審查結果	會員類別		會員證號碼		
申請人：					(蓋章)
中華民國					年
					月
					日

## 中華民國電驛協會 團體會員(永久/一般) 入會申請書

團體名稱	地址				電話					
					傳真					
負責人	職稱	姓名	會員代表	姓名	性別	出生年月日	籍貫	學歷	經歷	職稱
成立日期	會員人數	證照字號	發證機關	業務項目						
審查結果	會員類別		會員證號碼							
申請團體：										(蓋章)
負責人：										
中華民國										年
										月
										日

# 電驛協會會刊目錄總表

## 第 1 期----- 84.5

- ◎電驛之任務及其性能的基本要求
- ◎漫談台電輸電線保護電驛之變遷
- ◎MMCO 多相過電流電驛
- ◎核二 G/S No.2 GEN 改接於 #3670, #3680 有關電驛試驗
- ◎副線電驛 HCB-1 之原理與應用
- ◎測距電驛之基本原理與應用
- ◎取樣頻率對數位測距電驛保護之影響
- ◎電力調度簡介
- ◎保護電驛國際代碼及其主要功能一覽表

## 第 2 期----- 84.11

- ◎接地測距電驛之動作原理與運用
- ◎差動保護電驛原理與應用
- ◎MMCO 多相式過電流電驛(續)
- ◎同步機穩態運轉之激磁效應及其失磁保護
- ◎輸電線路之方向比較保護系統
- ◎新建變電所之故障紀錄示波器設計準則
- ◎保護電驛問題專欄
- ◎發電業電廠調度規則解讀(上)

## 第 3 期----- 85.6

- ◎漫談火力電廠之設備保護
- ◎HCB-1 序濾波器輸出電壓計算程式
- ◎匯流排事故保護電驛動作之研討
- ◎載波電驛測試及其運用
- ◎解讀示波器記錄
- ◎保護電驛問題專欄
- ◎發電業電廠調度規則解讀

## 第 4 期-----85.12

- ◎漫談火力電廠之設備保護
- ◎從保護電驛觀點比較歐美電力系統之異同
- ◎變壓器差動保護電驛之運用
- ◎同步發電機電力逆向成因探討及其電驛保護概論
- ◎數位式過電流電驛 MDP 簡介
- ◎保護電驛問題專欄

## 第 5 期-----86.6

- ◎淺談後衛保護電驛
- ◎光纖系統運用於保護電驛簡介
- ◎漫談非晶質鐵心變壓器
- ◎輸電線壓接套管熔斷原因探討
- ◎從猴害談載波電驛保護
- ◎SCADA 系統—電力轉換器之應用
- ◎保護電驛問題專欄

## 第 6 期-----86.12

- ◎談新生代電驛演進及電磁暫態分析程式應用概論
- ◎保護協調—ASPEN 套裝軟體之使用
- ◎淺談雷擊、避雷設備及數位式電驛
- ◎微處理式數字型電驛 REL300 使用與測試
- ◎同步發電機併聯電控迴路探討
- ◎保護電驛問題專欄

## 第 7 期-----87.6

- ◎應用快速指標計算法研析—實際電力系統之電壓穩定度
- ◎談母線保護電驛自動化之可行性
- ◎配電系統接地保護應用技術之探討
- ◎美國加州獨立系統操作機構介紹
- ◎從事故談起—如何做好電驛工作
- ◎配電線代送時接地過電流電驛跳脫回路改善方案探討
- ◎保護電驛問題專欄

## 第 8 期-----87.12

- ◎光纖數位傳輸技術應用於電驛系統之探討
- ◎智慧型電子裝置簡介
- ◎談保護電驛維護週期
- ◎AMX-1600 示波器使用說明
- ◎保護電驛問題專欄

## 第 9 期-----88.6

- ◎輸電線路保護方式
- ◎在高接地電阻下數位式測距電驛的理想動作範圍
- ◎保護電驛應用電力線載波之探討
- ◎線路保護方式方向比較 POTT
- ◎無線電波對保護電驛干擾之探討
- ◎超高壓變電所 161KV 側斷路器失靈電驛動作原理分析
- ◎非接地系統中性點電位移及其保護方式
- ◎保護電驛問題專欄

## 第 10 期-----88.12

- ◎電力品質改善使用主動式電力濾波器
- ◎淺談數位式電驛
- ◎母線電驛汰換工作實例
- ◎降低配電線損失提昇能源效率
- ◎談電力電容器組保護
- ◎ABB 製 CO-2 型時間過電流電驛現場  
檢測作業程序(初稿)
- ◎保護電驛問題專欄

## 第 11 期-----89.6

- ◎保護電驛與比流器
- ◎數據通信線路維護
- ◎從災後電力系統復建談如何做好保護電  
驛工作
- ◎ABB SPAJ 140C 時間過電流電驛
- ◎ABB 製 KD-10 型補償式測距電驛之  
現場檢測作業說明書
- ◎保護電驛問題專欄

## 第 12 期-----90.1

- ◎談電磁場對人體健康的影響
- ◎汽電共生電驛標置原則
- ◎由 921 事故經驗探討電力系統合聯技術
- ◎音頻機組搭配保護電驛之應用(RFL9745)
- ◎現場檢測作業說明書—  
(IBCG51M)(IBC51M)

## 第 13 期-----90.6

- ◎零災害預知危險活動
- ◎認識電磁場
- ◎電氣事故防火牆
- ◎電壓驟降
- ◎汽電共生系統責任分界點之電驛標置協調
- ◎超高壓雙回三端線路以阻抗為基礎保護  
技術之研討
- ◎遠端保護電驛設定以及事件波形記錄的  
讀取
- ◎匯流排差動保護原理介紹(GE BUS 2000)
- ◎現場檢測作業說明書—ABB 製 REL300  
微處理式數字型線路保護電驛

## 第 14 期-----90.12

- ◎從納莉颱風談電力防衛系統介紹
- ◎淺談超高壓輸電線路監測新科技—  
同步相量量測組件(PUM)

- ◎特高壓用戶保護電驛設計之要求與注意事項
- ◎從地理、環境、能源、電驛談—  
澎湖中屯風力發電機組加入工程
- ◎保護協調及比流器飽和對保護設備之影響
- ◎有諧波抑制功能之變壓器差動保護原理  
介紹(ABB SPAD 346C)
- ◎馬達保護電驛原理介紹(ABB SPAM 150C)
- ◎保護電驛原理介紹(ABB REF 541)

## 第 15 期-----91.6

- ◎線性規劃法應用於輸電系統中過電流  
保護電驛之保護協調
- ◎變電站測試的新方法
- ◎同步發電機並聯裝置工程檢驗及應用分析
- ◎電力母線的保護
- ◎特高壓用戶變壓器保護電驛標置與計算
- ◎饋線保護不僅是 3CO 與 LCO
- ◎微處理機數位式電驛動態測試的新紀元
- ◎數位式保護電驛的遠程作業系統
- ◎台灣電力公司再生能源發電系統併聯技  
術要點
- ◎汽電共生併聯技術要點

## 第 16 期-----92.1

- ◎相平衡電流電驛設定之檢討
- ◎測距電驛與電容型比壓器之問題解析
- ◎以 d-q-o 軸為基礎分析同步電機之轉子  
動態響應及保護策略
- ◎GE-DIFC 數位式單相過電流電驛
- ◎電力系統中性點低電阻接地之電阻值探討
- ◎串聯補償線路之測距保護—問題和解決  
方案
- ◎獨立電力系統合理備轉容量規劃之研究
- ◎一種用於增加安全性維持故障響應性能之  
改良型變壓器激磁湧入電流抑制演算法
- ◎電力系統保護電驛試驗維護檢測與相關  
規定
- ◎變壓器絕緣油再生活化處理

## 第 17 期-----92.7

- ◎50+2 保護電驛在電力系統運轉上的應用
- ◎現代變電所自動化探討
- ◎應用 Matlab/Simulink 於常閉環路配電  
系統 IED 保護策略之研究
- ◎輸電線路的最佳守護神—差電流電驛
- ◎電力品質問題探討—電壓驟降
- ◎談竹科電驛二三事
- ◎頻率限制條件下台灣電力系統合理備轉  
容量調度之研究

- ◎評論非核家園與發展再生能源-兼談風力發電技術開發與應用
- ◎161KV系統一次配電變電所加入對輸電線路保護運用與計算
- ◎防止匯流排復電時發生全停電事故再發

## 第 18 期-----93.1

- ◎部分架空部分XLPE電纜之超高壓輸電線路保護電驛方式探討
- ◎變電所自動化數位式電驛控制連鎖功能(ABB REF 541 電驛控制連鎖規劃)
- ◎西門子 7SA522 數值型測距電驛簡介
- ◎輸電線路數位電驛應用簡介
- ◎AVR 保護和控制(發電機用)
- ◎特高壓用戶責任分界點比流器選定與應用及計算
- ◎保護電驛之動態、暫態性能測試
- ◎教學式保護電驛模擬平台在Matlab/Simulink下實現

## 第 19 期-----93.8

- ◎數位式匯流排保護電驛運用技術
- ◎變壓器湧浪電流引起差動保護誤動作之解析
- ◎AMT-3032 事故紀錄示波器之應用
- ◎分析電磁干擾與防治措施
- ◎保護電驛測試儀器(ISA)使用及功能介紹
- ◎345KV輸電線保護電驛汰換為數位式保護電驛介紹
- ◎“後發性”變壓器事故-事故型態介紹

## 第 20 期-----94.1

- ◎輸電線保護應用於軌道機電系統之保護協調
- ◎談比流器暫態效應及其對保護電驛品質可靠之影響
- ◎微處理型發電機保護電驛 GE/SR489 簡介
- ◎新式 345KV 數位電驛 APT L-PRO 簡介
- ◎內部網路科技應用於電力系統保護
- ◎PROSET 2000 保護電驛標置計算系統
- ◎研讀心得與感想
- ◎變壓器後發性事故與故障電流之機械應力
- ◎161KV 差電流保護電驛 GRL100 簡介

## 第 21 期-----94.7

- ◎乙太網路運用於保護電驛系統
- ◎故障紀錄示波器介紹及 FAXTRAX 示波器之應用

- ◎柳營 D/S 161KV GIS 1500 CT-1、2S 相電流值偏低處理探討
- ◎變電站之接地系統與直流系統計算模擬
- ◎淺談 SEL-487B 匯流排保護電驛功能與應用
- ◎推動市場的創意-變電所自動化整合的新時代
- ◎工業界電力系統雙迴路及參迴路自動併聯供電系統與數位式電驛結合通訊架構之應用

## 第 22 期-----95.2

- ◎匯流排差動保護電驛誤動作原因分析測試系統
- ◎IED 保護電驛之抗突波干擾分析
- ◎二次輸電系統保護電驛原理及標置簡介
- ◎民用航空站 161KV 變電所保護系統與測試
- ◎混合架空與地下電力電纜傳輸線數位測距保護
- ◎同步檢定電驛校核應用探討
- ◎談發電機差流保護

## 第 23 期-----95.7

- ◎新型數位式變壓器差動保護原理與應用
- ◎Delta-Wye 變壓器與相序之關係
- ◎微處理式變壓器保護電驛 TPU2000R 之簡介
- ◎數位式差動保護電驛之模擬與測試
- ◎161kV 科學園區用戶環路系統線路後衛保護採過流或測距保護電驛之優劣
- ◎高速鐵路諧波抑制策略

## 第 24 期-----96.1

- ◎開關突破對變壓器之衝擊與防制對策
- ◎以 FPGA 之 SOC 為基礎設計—防止風力發電系統孤島運轉之保護電驛
- ◎保護電驛動態試驗綜論
- ◎風力發電機併網對配電系統電壓閃爍之影響
- ◎特高壓輸電系統保護電驛標置與協調應用
- ◎淺談特殊保護系統(Special Protection System;SPS)

## 第 25 期-----96.7

- ◎洞道中超高壓地下電力系統之設計
- ◎電力系統數位式保護電驛應用於工業配電之停電及復電設計方式
- ◎基於小波轉換的高阻抗故障偵測技術
- ◎電力系統保護電驛送審程序及應備妥之

相關資料

◎漫談『多相自動復閉系統』之應用與概況

## 第 26 期-----97.1

◎台灣澎湖 161KV 海底電纜暫態分析

◎台電 345KV 輸電系統電驛數位化後對系統規劃之影響

◎談電壓器故障與保護及影響差動異常之動態試驗分析

◎特高壓電力變壓器保護使用差動電驛 TPU2000R 之測試應用

◎淺談電力市波器與電驛乙太網路之整合應用

◎應用注入電流法檢測電力電纜故障點

## 第 27 期-----97.7

◎談新加坡電力電網狀態監測與狀態維修之經驗

◎地下電纜系統部份放電試驗與趨勢檢測技術

◎保護電驛之認證試驗概述

◎數位式匯流排保護電驛對系統穩定度影響分析

◎談 2006 大陸電網公司機電事故與保護電驛動作概況讀後觀感

## 第 28 期-----98.2

◎韓國電業變革與電力技術應用之經驗

◎油浸式變壓器及串聯電抗器之套管故障分析與診斷

◎談自適應電壓補償器成功改善馬達啟動電壓閃爍之實例分析

◎電力系統故障波形(AMT-3000 型 OSC)判讀與分析

◎簡介巴西應用 DFR 及電驛 COMTRADE 檔案評估系統保護成果

◎談保護電驛相關問題分析與實例

## 第 29 期-----98.7

◎新世代電網控制技術

◎應用全球定位系統於對相試驗及端對端保護電驛測試

◎直流電源問題對電驛之影響

◎同步發電機特性參數對暫態穩定度之影響

◎數位化電驛資訊管理及配合自動化管理策略概論

◎輸電線路故障之保護應用技術探討

◎日本電力系統推動電驛數位化之經驗談



中華民國電驛協會第五屆第七次理監事聯席會議、  
第六屆第一次會員代表大會暨  
第六屆第一次理事暨監事聯席會議剪影



本協會第五屆理事長-許理事長萬寶主持第五屆第七次理監事會議致詞



本次會議地主-台電公司新桃供電區營運處黃處長德華致詞



本協會第五屆監事會召集人-黃監事會召集人慶林致詞



頒獎:感謝台電公司新桃供電區營運處鼎力支助本次會務活動



頒獎:感謝飛羚電機工程(股)公司贊助本協會會務



頒獎:感謝計量企業有限公司贊助本協會會務



頒獎:感謝瀚能機電技術工程(股)公司贊助本協會會務



頒發本協會永久團體會員證書:金吉昌五金機械(股)公司



本協會第五屆理事-陳理事士麟發言討論



本協會張高等顧問重湖發言討論



本協會第六屆監事選舉開票過程



本協會第六屆理事選舉開票過程

鍾全樹	1	1
黃慶林	2	2
莊國樞	3	3
梁宗熙	4	4
藍鈞祺	5	5
莊忠勇	6	6
區崇榮	7	7
張家熙	8	8
王春燕	9	9
李國楨	10	10
許志龍	11	11

2009 7 18

本協會第六屆監事選舉開票結果

林錦標	1	1
李錦標	2	2
王錫忠	3	3
羅漢和	4	4
羅漢和	5	5
羅漢和	6	6
羅漢和	7	7
羅漢和	8	8
羅漢和	9	9
羅漢和	10	10
羅漢和	11	11
羅漢和	12	12
羅漢和	13	13
羅漢和	14	14
羅漢和	15	15
羅漢和	16	16
羅漢和	17	17
羅漢和	18	18
羅漢和	19	19
羅漢和	20	20
羅漢和	21	21
羅漢和	22	22
羅漢和	23	23
羅漢和	24	24
羅漢和	25	25
羅漢和	26	26
羅漢和	27	27
羅漢和	28	28
羅漢和	29	29
羅漢和	30	30

2009 7 18

本協會第六屆理事選舉開票結果

林錦標	1	1
李錦標	2	2
王錫忠	3	3
羅漢和	4	4
羅漢和	5	5
羅漢和	6	6
羅漢和	7	7
羅漢和	8	8
羅漢和	9	9
羅漢和	10	10
羅漢和	11	11
羅漢和	12	12
羅漢和	13	13
羅漢和	14	14
羅漢和	15	15
羅漢和	16	16
羅漢和	17	17
羅漢和	18	18
羅漢和	19	19
羅漢和	20	20
羅漢和	21	21
羅漢和	22	22
羅漢和	23	23
羅漢和	24	24
羅漢和	25	25
羅漢和	26	26
羅漢和	27	27
羅漢和	28	28
羅漢和	29	29
羅漢和	30	30

2009 7 18

本協會第六屆常務理事選舉開票結果



新、舊任理事長印信交接由李高等顧問監交



卸任理事長致詞



新任理事長致詞