

保護電驛問題專欄

李河樟編

☎ 1、是否所有三繞組之變壓器，皆須使用具有三組抑制線圈之差動電驛？

☑ 1、在一般情況下，三繞組之變壓器是必須使用具有三組抑制線圈之差動電驛。但在下列三種情形下，亦可使用兩組抑制線圈之差動電驛：

①如果變壓器的第三繞組為三次側，並且未引接到其他負載。

②連接於第三繞組或三次側線圈的回路，被視為保護範圍的一部份，也就是說，三次側繞組與外面回路之間未裝設斷路器，或是此一繞組是專供變壓器的附屬設備使用等。簡而言之，就是三次側繞組的負載與變壓器被視為一體。

③如因三次側線圈具有很高的電抗，以致在相關系統發生事故時，不會有

足夠大的故障電流流過變壓器差動電驛的動作元件。

☎ 2、副線電驛 HCB 與 HCB-1 是否可配對使用於同一線路的保護呢？

☑ 2、對於這一問題簡單的回答是『不可以』，但是接下來你一定會問：『為什麼不可以』？這才是重點，凡事「知其然」雖重要，「知其所以然」才能知到事實的真相。要回答 HCB-1 與 HCB 電驛為什麼不可以配對使用這個問題，如果是簡答題，可以很簡單的說，是因為其序濾波器接法不同；但如果要知到其詳細的原因，首先就必須了解 HCB 及 HCB-1 的動作原理。

HCB-1 及 HCB 電驛基本上都是

一種差動電驛，它是將線路兩端流過的電流訊號轉換成電壓訊號，再將此電壓訊號經由傳輸媒體(電話線、或遮蔽絞線對)相互傳遞比較，決定電驛是否該動作。但因電流有 A、B、C 三相及零序回路，如要直接取用這些電流來比較，則因為需要四個傳輸通道而顯得不經濟、實用。因此，HCB-1及 HCB 電驛均內建有一序濾波器 (Sequence Filter)，將三相及零相電流轉換成一單相60Hz 之正弦波電壓 V_F ， V_F 再反應到飽和變壓器的二次側，其電壓為 V_S ，如圖一所示。 V_S 則加之於電驛的抑制線圈 R、動作線圈 OP 及隔離變壓器 (Insulating Tr.)，線路兩端電驛構造均一樣，但比流器二次側的接法是使得在負載電流下，兩端 V_S 之極性相反、大小相等，這樣使得線路兩端的 V_S 在副線上構成一循環回路，正常情況或是外部事故時，大部份的電流流經抑制線圈，僅極微小的電流經過動作線圈，而不致於造成電驛誤動作。因此，序濾波器之輸出電壓 V_F ，對於 HCB-1及 HCB 電驛就顯得格外重要。然而，很不巧的是 HCB-1及 HCB 電驛之序濾波器，對相同的電流輸入訊號，其輸出電壓並不相

同，其不同的原因在那裡？可以說是其序濾波器之構造不同，也可以說是接線方式不同。詳細說明如下：

序濾波器係將三相及零相電流經過特殊組合，形成一單相電壓輸出，依各種不同特性的電驛而有不同之組成方式，如圖二序電流合成網路所示，由 r 及 s 開關之選擇，可得到數種不同之輸出。

1. 當開關 r 關閉而開關 s 開啓，

且定 $X_m = R_1/\sqrt{3}$ ，則 V_f 為：

$$\begin{aligned} V_f &= (jX_m I_c - jX_m I_b) + I_a(2R_1/3) - \\ &\quad (I_b + I_c)(R_1/3) \\ &= jX_m(I_c - I_b) + (2R_1/3)I_a - \\ &\quad (R_1/3)(I_b + I_c) \end{aligned}$$

由對稱分量公式知：

$$(a - a^2 = j\sqrt{3}, a^2 - a = -j\sqrt{3})$$

$$\text{所以 } I_c - I_b = j\sqrt{3} I_{a1} - j\sqrt{3} I_{a2}$$

$$\begin{aligned} V_f &= jX_m(j\sqrt{3} I_{a1} - j\sqrt{3} I_{a2}) + \\ &\quad (R_1/3)(2I_a - I_b - I_c) \\ &= jR_1/\sqrt{3} (j\sqrt{3} I_{a1} - j\sqrt{3} I_{a2}) + \\ &\quad (R_1)(I_{a1} + I_{a2}) \\ &= -R_1(I_{a1} - I_{a2}) + (R_1)(I_{a1} + I_{a2}) \\ &= 2I_{a2}R_1 \end{aligned}$$

這一種接法，很清楚可以知到是一負相序電流濾波器。其輸出電壓僅與負序電流成份有關，正序及

零序成份的多寡，並不會對使用此類濾波器的電驛起作用。例如，常用的負相序電驛(46)，即為此原理應用之一例。

2.當開關r開啓而開關s關閉，而 $X_m = R_1/\sqrt{3}$ ，且 I_b 與 I_c 互換時，則 V_f 爲：

$$\begin{aligned} V_f &= jX_m(I_b - I_c) + I_a R_1 + 3I_{a0} R_o \\ &= jR_1/\sqrt{3} (j\sqrt{3} I_{a2} - j\sqrt{3} I_{a1}) + \\ &\quad (I_{a1} + I_{a2} + I_{a0}) R_1 + 3I_{a0} R_o \\ &= R_1 I_{a1} - R_1 I_{a2} + R_1 I_{a1} + R_1 I_{a2} + \\ &\quad R_1 I_{a0} + 3I_{a0} R_o \\ &= 2R_1 I_{a1} + (R_1 + 3R_o) I_{a0} \end{aligned}$$

這是 HCB 電驛序電流濾波器的輸出電壓。很顯然的，負相序電流並未對於輸出電壓有任何影響。

3.當開關r開啓而開關s關閉，且 $X_m = 1.461R_1 = 0.191$ ，則 V_f 爲：

$$\begin{aligned} V_f &= jX_m(I_c - I_b) + I_a R_1 + 3I_{a0} R_o \\ &= j1.461R_1(j\sqrt{3} I_{a1} - j\sqrt{3} I_{a2}) + \\ &\quad (I_{a1} + I_{a2} + I_{a0}) R_1 + 3I_{a0} R_o \\ &= (1 - 2.5228) R_1 I_{a1} - (1 + 2.5228) \\ &\quad R_1 I_{a2} + (R_1 + 3R_o) I_{a0} \end{aligned}$$

$R_1 = 0.191/1.46 = 0.131$ 則

$$V_f = -0.2I_{a1} + 0.46I_{a2} + (R_1 + 3R_o) I_{a0}$$

此爲 HCB-1電驛序電流濾波器的輸出電壓。不管正序、負序或零

序電流，對於輸出電壓均有不同程度的影響。

由以上之分析可知，對於相同的電流輸入，HCB-1 與 HCB 電驛的『輸出電壓並不完全一致』，如果配對使用於同一線路之保護，很容易引起電驛誤動作，尤其是在外部單相接地或兩相短路事故時，所產生的負序電流，將造成 HCB-1 與 HCB 電驛輸出電壓，產生可觀的差異，而導致電驛誤動作，故應避免 HCB-1 與 HCB 電驛配對使用。

根據上述 HCB 電驛序濾波器輸出電壓計算式，因負相序電流成份，對於輸出電壓無影響。可以得到另外的一個結論，做爲相間事故保護時，HCB 電驛靈敏度較 HCB-1 電驛差，如以相同的電驛設定值來比較，其靈敏度約相差 2~3 倍。

☎ 3、可以或是不可以將方向性接地電驛 67N，做爲方向性相間電驛 67 使用？會有什麼後果？

☞ 3、答案是：原則上『不可以』，如果非如此使用不可時，亦須詳細分析是否將導致電驛不正確動作。因爲方向性接地電驛 67N 與方向性相間電驛 67，雖然其動作原理相同，但因保護的事

故類別不同，因此其動作特性亦有所差異，如使用不當，後果相當嚴重，詳細分析如下：

67與67N 動作原理皆相同，電驛動作時，除了要有過電流(故障電流)的條件之外，電流的流向亦須合於保護的方向。其方向性元件要動作，必須滿足下列式子。

$$T = K_1 V I \cos(\theta - \alpha) - K_2$$

式中

T：方向性元件動作的力矩

V：為輸入於電驛電壓線圈之有效值

I：為輸入於電驛電流線圈之有效值

θ ：為 V 與 I 間之相位差

α ：為電驛設計之最大力矩角

K1：為設計常數

K2：為抑制力(或抑制偏壓)

式中要使電驛動作，其先決條件是餘弦函數 $\cos(\theta - \alpha)$ 的值必須為正數，亦即 $\theta - \alpha$ 之絕對值要小於 90° 。而最大動作力量，將發生在 $\theta - \alpha = 0^\circ$ ，也就是 $\theta = \alpha$ 時。

以傳統的電磁式(E/M)電驛來說明，可能較為容易了解。當動作電流加之於電驛的電流線圈後，在電流線圈產生之磁通為 ΦI ，此 ΦI 與電流同相位；而當電壓加於電驛的

電壓線圈之後，其所產生之磁通為 ΦV ，而通常 ΦV 落後電壓約 $60^\circ \sim 70^\circ$ ，此乃電壓線圈繞組較多，存在著可觀的電感與電阻。如圖三所示，如果電壓線圈上無串聯其他阻抗，則最大力矩角 α 通常在 $+20^\circ \sim +30^\circ$ 之間。如在電壓線圈上串聯電阻與電容時，則可調整 ΦV 與 V 之間的相位差，故最大力矩角可任意選定。

上述如某一種電源的方向或相位角改變，則其轉動方向亦隨之變換。此種元件中通常將一種電源作為極化元素，而該元素之相位角，大致上保持固定；另外一元素之相位角，則以前者為參考基準而有較大範圍之變換。一般電驛之極化元素皆以電壓為主，此乃因在事故時，不管是內部故障或是外部故障，電壓的極性都不會變動。故可設其為定值，如以極座標來表示，則其動作特性如圖四所示。

以上是說明67及67N 電驛的動作原理與特性，基本上兩者是一樣的。但是因為兩者保護對象的事故類別不同。因此，其接線方式也就不一樣，分別說明如下：

相間保護方向性過電流電驛之接線方式，大略可分為下表之種：

	1	2	3	4	5
接法	30°	60° Δ	60° Y	90° - 45°	90° - 60°
R相	$I_r - V_{rt}$	$I_r - I_s$ V_{rt}	$I_r - V_t$	$I_r - V_{st}$	$I_r - V_{st}$
S相	$I_s - V_{sr}$	$I_s - I_t$ V_{sr}	$I_s - V_r$	$I_s - V_{tr}$	$I_s - V_{tr}$
T相	$I_t - V_{ts}$	$I_t - I_r$ V_{ts}	$I_t - V_s$	$I_t - V_{rs}$	$I_t - V_r$
最大力矩	I 落後 30°時	I 落後 30°時	I 落後 60°時	I 落後 45°時	I 落後 60°時

當電流 I 落後其1.0功因相位如上表所示角度時為最大力矩。

相間方向性電驛的五種接線方式，及接地方向性電驛接線方式，如圖五所示。

相間方向性電驛接線方式雖有五種之多，但一般輸電線路保護常用者為第五種，即90° -60° 接法。這是因為配合線路特性阻抗角度，希望在線路發生事故時，故障電流的相位角會接近於電驛的最大力矩角，使電驛動作最靈敏且其速度為最快。一般架空輸電空線路事故時，故障電流落後其功因(PF)為1.0時的電流相角為：

11KV~23KV	: 20~45度
23KV~69KV	: 45~75度
69KV~230KV	: 60~80度
230KV~以上	: 75~85度

故一般輸電線路保護之67電驛，均以此為標準接線方式，其最大力矩角是在電流落後其功因為1.0時的電流相角為60°，也就是電流超前參考電壓30°時為其最大力矩角。而此電驛的動作區間(方向性元件動作範圍)，是以此一最大力矩角為中心，順時鐘方向及反時鐘方向各加90°(此一角度的多寡，會因電驛廠家設計理念之不同而有所差異)，如圖六所示。

67N 電驛因為是做為單相接地事故時的保護，是以事故時的零序電壓與電流做為動作要素，故其參考電壓來源，為一 Broken Δ 接線方式，如圖五所示。在正常情況下 V_{pq} 電壓為零。如遇 R 相發生接地事故時(假設為完全接地)，則因 V_r 為零， $V_{pq} = V_r + V_s + V_t = V_s + V_t = -V_r$ ， $V_{qp} = -V_{pq} = V_r$ 。而故障電流 I_f 的相位角，因線路特性阻抗的關係， $Z = R + jX = |Z| \angle \theta$ ，會落後故障相功因為1.0時的相位 θ 度。

以圖六及圖七來比較，乍看之下，似乎67N及67兩電驛的特性完全相同；但是如果仔細探討其參考電壓，則可以發現，此兩類電驛的方向性元件動作範圍是有所差別的。如分別以其參考電壓為基準來看，67電驛的最大力矩角是在電流超前其參考電壓 30° 時；而67N電驛的最大力矩角則是在電流落後其參考電壓 60° 時。由此可見，對於同一參考電壓，其最大力矩角相差可達到 90° 。因而其動作區域亦有 90° 的偏差。即67N電驛方向性元件動作範圍，是從電流落後其參考電壓 60° 到超前其參考電壓 120° （包括同相位時），（ $\angle -240 \leftrightarrow \angle 0 \leftrightarrow \angle -60$ ；“-”表電流落後電壓的角度，以下均以同樣方式表示）；而67電驛的方向性元件動作範圍，則是從電流落後其參考電壓 150° 到超前其參考電壓 30° （包括同相位時）（ $\angle -330 \leftrightarrow \angle 0 \leftrightarrow \angle -150$ ），以圖八來表示會更為清楚。

因此，如果將67N電驛當做67電驛使用（或是電磁式電驛試驗後放置錯誤），其可能產生的後果詳細分析如下：① 在正常送電情況下（假設功因為1.0時），相間方向性過電流電驛的電流(Ir)落後其參考電壓(Vst) 270° ，此一電流(Ir)與電壓(Vst)

之相位關係，因在67電驛的動作範圍內（ $\angle -240 \leftrightarrow \angle 0 \leftrightarrow \angle -60$ ），故其方向性元件應為動作狀態；但如果是以67N電驛替代，則電流(Ir)與電壓(Vst)之相位關係，因不在其動作範圍（ $\angle -330 \leftrightarrow \angle 0 \leftrightarrow \angle -150$ ）之內，故其方向性元件應不會動作。此一現象，嚴重影響接線試驗時的正確判斷，如未事先察覺，將導致電驛動作的不確定性。

② 反之，在正常受電的情況下，電流(Ir)落後參考電壓(Vst) 90° ，此一電流(Ir)與電壓(Vst)之相位角關係，不在67電驛的動作範圍內，故其方向性元件應不會動作；但如果是以67N電驛替代，則電流(Ir)與電壓(Vst)之相位角關係，卻會在其動作範圍之內，因此其方向性元件應動作。此一現象，除了影響接線試驗時的判斷之外，如負載電流(Ir)大於67N電驛過電流分接頭的設定值時，將會造成電驛誤動作。（如果是試驗後放錯位置，因一般67N電驛過電流分接頭的設定較低，可能會有此種狀況）。

③ 當發生保護範圍之外的相間短路事故時（保護方向的反向事故），故障電流(I_f)落後參考電壓(Vst) 140° （假設線路特性阻抗角度為 50° ），電流(I_f)與電壓(Vst)之相位關係，不在67電驛的動作範圍內，故其方向性元件

應不會動作，此為正確之判斷；但如果是以67N 電驛替代67電驛，則電流(I_f) 與電壓(V_{st})之相位關係，卻會在67N 電驛動作範圍之內，因此其方向性元件應動作，進而導致電驛誤動作，造成不必要的停電或是使停電範圍擴大。④ 如果保護線路發生內部事故時，其故障電流 I_f 將會落後參考電壓(V_{st}) 310° (假設線路特性阻抗角度為 50°)，因在67電驛的動作範圍內，故其方向性元件應為動作狀態，電驛應該動作隔離事故點；但如果是以67N 電驛替代67電驛，則電流(I_f) 與電壓(V_{st})之相位角關係，卻會在67N 電驛動作範圍之外，其方向性元件不會動作，導致電驛保護功能喪失，無法迅速、正確動作，有效隔離事故點。輕者造成停電範圍的不當擴大，嚴重者將導致人員死傷、設備毀損，造成嚴重工安事件。

因此，接地電驛67N 與方向性相間電驛67，雖然其動作原理相同，但因保護的事故類別不同，其動作特性、接線方式亦有所差異，如使用不當，後果相當嚴重。運用時必須極為慎重，試驗之後更要注意，不能擺錯位置，否則保護功能非但無法正常發揮，甚至可能造成不必要的停電，務必小心慎重。

☎ 4、使用輸電線路加壓設備時，為什麼加壓端對方的載波電驛要閉鎖？

☞ 4、對於本問題的回答是，要看輸電線路的保護電驛方式而定，輸電線路之保護方式如果是使用載波閉鎖方式者，加壓設備時，對方的載波電驛才要閉鎖，如使用非閉鎖方式或POTT方式者，則對方端的載波電驛閉鎖並無實質的意義。其原因詳述如下：

輸電線路的保護方式很多，一般均依其電壓等級、線路供電方式、線路長度及線路的重要性等之不同，而分別採行各種妥適的保護方式，對於較高電壓等級之輸電線路，由於考慮系統穩定度及設備之安全問題，一般都採行快速之測距電驛或副線電驛；超高壓輸電線路則採用更周全之雙重保護，包括固態電驛、數位電驛等高科技多功能電驛。

一般而言，測距電驛需考慮比流器、比壓器以及各種可能的誤差，另外，如果線路太短，則第一區間的保護範圍，在設定上亦有實際的困難。故其第一區間之保護範圍，無法涵蓋被保護線路之全部，通常線路兩端各有 10 ~ 20 % 被排除在快速保護範圍之外。因此，才有所謂的頻道控制保護方式發展出來，將電驛的保護範圍設定超越本線段，再藉頻道相互傳遞

訊息，判斷事故點是否為內部故障，而做正確選擇跳脫，以達到被保護線路百分之百的快速保護要求。

一般輸電線路保護電驛的頻道控制方式，主要可區分為：閉鎖方式、跳脫方式及混合方式等。閉鎖方式又可分為『停-送電力線載波』(OFF-ON Power Line Carrier)、FSK (Frequency Shift Keying)閉鎖方式與 FSK 非閉鎖方式等；跳脫方式則分為 FSK 跳脫方式及 FSK 非閉鎖方式；混合方式亦可分為 FSK 跳脫方式及 FSK 非閉鎖方式。其基本動作原理分述如下：

1.閉鎖方式-必須本端電驛之跳脫元件動作，且在跳脫開始之前，未接收到從另一端傳來閉鎖訊號。此方式之保護電驛，包括閉鎖元件及跳脫元件。本保護方式電驛動作，不需要任何頻道訊號即可跳脫，故可靠性較高。但通訊頻道平常並無連續監視功能，頻道故障現象，將延續到人工測試或自動測試時，才會被偵測出。因此，萬一頻道故障，電驛將因閉鎖不良而誤動作，引起電驛不必要的跳脫，亦即其安全性較低。

2.跳脫方式-必須本端電驛之跳脫元件動作，且在跳脫開始之前，接收到從另一端傳來之跳脫訊號。此方

式之保護電驛，僅需跳脫元件。與閉鎖方式相反，本保護方式電驛動作跳脫，必須收到允許跳脫訊號，故其安全性較高；但會因某些因素而致訊號傳送中斷，造成電驛無法跳脫，其可靠性較低。

3.混合方式-必須本端電驛之跳脫元件動作，且在跳脫開始之前，接收到從另一端傳來之訊號(允許跳脫或非閉鎖訊號)。但是，如果有一端之動作元件及閉鎖元件均無動作時，則從此端送出之跳脫訊號，為一種回送訊號(接收到跳脫訊號後回送)。此種保護電驛方式，包括閉鎖元件及跳脫元件，適用於有一端為弱電源(Weak Source)的輸電線路保護。

由於每一種保護方式各有其優、缺點，故運用上必須考量各種因素，諸如通訊頻道取得難易、設置成本、被保護線路的特點(安全性與可靠性何者重要)等主客觀條件，以求得最佳的平衡點。因此，輸電線路保護方式並非唯一，有使用載波控制閉鎖方式者，有使用 FSK 載波控制非閉鎖方式者，亦有使用微波頻道之 POTT 保護方式 (Permissive Overreach Transfer Trip)，更有採用閉鎖方式與非閉鎖方式或 POTT 方式兩套同時保護者。

在上述不同的保護方式裡，有的需要發送閉鎖訊號的電驛(閉鎖方式)，有的是需要發送跳脫(非閉鎖或 POTT)訊號的電驛，但基本上都需要有一跳脫電驛，此一電驛(習慣上簡稱為21P)所設定的保護範圍，通常均會超越被保護線路的整個線段(Overreach)，一般是本線段的全部，再加上對方端匯流排其他出口線路較短者的25%~50%長度，如圖九所示。

在設備欲加壓時，為防範萬一該設備有問題時，能藉由保護電驛快速動作而將之隔離，故一般均經由具有快速保護之另一設備來加壓。因此，除了利用具有瞬時過電流保護的匯流排連絡斷路器來加壓之外，使用具有快速保護之線路做為加壓路徑，也不失為一種選擇。當採用以線路(線路AB)為加壓路徑時，被加壓設備(假設為斷路器C)因為是在快速保護電驛的第一區間範圍之外，故須藉由越區設定的21P來保護。如果此線路的主保護電驛方式為閉鎖方式，則因被加壓設備是在被保護線路之外，如設備有故障，靠近被加壓設備一端(B

端)線路的載波啟動電驛21S/B，偵測到保護線段反方向的事故，會立即啟動載波機組，發出閉鎖訊號至加壓端(A端)。此時，加壓端的21P/A雖偵測到事故，但因接收到閉鎖訊號而不能動作跳脫。但如在加壓之前，將被加壓端的主保護(載波電驛)閉鎖開關閉鎖，則21S/B雖偵測到事故，因其載波啟動回路被閉鎖開關切離，而不會啟動載波機組發出閉鎖訊號。因而，只要加壓端的21P/A偵測到事故，即可快速跳脫相關斷路器，達到加壓時快速保護的功能。

如果做為加壓路徑的線路，其保護方式為非閉鎖或 POTT 方式，則因被加壓端無反向設定之閉鎖訊號啟動電驛21S，故加壓時無需閉鎖被加壓端的主保護電驛，更因被加壓設備事故時，加壓端的21P/A雖偵測到事故，但無法收到B端送出的允許跳脫訊號，故無法達到快速保護之功效。對於使用此種保護方式的線路，如果要做為加壓設備的路徑，必須要有其他的輔助措施，才能達到快速保護之功效，有機會將再於本專欄詳細說明。

☎ 5、電磁式(E/M)保護電驛的跳脫指示器(ICS)以及抑制彈簧燒損的原因何在？如何有效防止？

☞ 5、電磁式(E/M)電驛是由其主接點的閉合來執行跳脫任務，但為確保跳脫動作能確實完成，不會因主接點的彈跳而影響其可靠性，一般電磁式電驛，通常會在主接點的回路上均並接一自保(Seal-in)回路。如圖十所示，只要電驛主接點一閉合，電流就會經過主接點、動作指示器線圈、斷路器的跳脫線圈 TC 及52a 接點而完成跳脫回路。此時，跳脫指示器線圈經電流激磁而促使自保接點閉合，同時使指示器掉牌，以顯示該電驛已完成動作，做為事故分析或故障查修的重要依據。

電磁式電驛的主接點分為固定接點與可動接點兩部份，可動接點靠向固定接點謂之主接點閉合。一般可動接點是經由抑制彈簧連接到電驛的端子，故在電驛動作的起始階段，電流全部經抑制彈簧流過主接點，再流經斷路器跳脫線圈。之後，因動作指示器線圈通過電流而動作，促使併接於主接點上的自保回路接點閉合。如此，即可替主接點分擔部份跳脫線圈的電流，並可確保電驛跳脫功能。如果自保回路接點因故未能有效閉合，

則主接點回路上將通過全部跳脫線圈電流，萬一斷路器啓斷的時間稍長，抑制彈簧就會因長時間通過大量電流所產生的高熱而扭曲變形，甚至燒損。

自保回路接點未能有效閉合的原因，可能是①接點不乾靜，接點表面附著一層氧化物，或是②自保回路接點調整不當，未能使兩固定接點同時與可動接點閉合，或是③通過的電流小於動作指示器最小始動值，可能是動作電流分接頭選用不當，也可能是動作指示器線圈故障(開路、層間短路)。其改善方法是於電驛特性試驗時，各接點之始動值試驗應確實，功能測試時，動作指示器要確認動作靈活。電驛各接點應定期清潔，有效清除其附著的炭化物或氧化物，但千萬不可以砂紙、刀片之類的硬物來處理，否則破壞了接點的表層鍍膜，隔不了多久，其接觸面即再度被氧化。

設備故障時，保護電驛接點閉合，而使斷路器跳脫。之後，因故障已被隔離，所以電驛即應復歸，電驛主接點開啓。電驛主接點一般均無法長時通過大電流，更無大電流的遮斷能力，而斷路器跳脫線圈的動作電流，從數安培到一、二十安培均有可能。如以主接點來啓斷此電流，會導

致接點燒損，故必須在斷路器的跳脫回路上，串入一斷路器輔助接點52a，利用此一接點來遮斷跳脫線圈的電流，才不會造成主接點因遮斷能力不足而燒損。此接點於斷路器閉合時接通；但在斷路器啓斷時開啓。52a 接點的遮斷能力，在斷路器製造時已考慮跳脫線圈的電流，故其遮斷能力不成問題。

在實際案例中，電驛主接點燒損的原因，絕大部份是在整個跳脫回路中未串入52a 接點，電驛一經動作之後，主接點即燒損。而此現象也常發生在使用輔助電驛的回路中，如果所使用的補助電驛本身，未能提供具有足夠遮斷能力的 b 接點，以便在補助電驛動作時，由此 b 接點遮斷流經主接點的電流，則連接於此補助電驛的負極電源，必須串接52a 接點，如圖十一所示。

有些動作指示器爲了配合不同型式的斷路器跳脫電流，而在其線圈上設有分接頭，一般爲2.0與0.2或2.0與0.6安培，即當流過的電流分別大於1.95安培或0.195安培或0.585安培時，動作指示器動作掉牌、自保接點閉合。其選用原則是：儘量接選用較高分接頭者，但不能高於跳脫線圈電

流。因爲分接頭較高者其內阻較低，2.0分接頭之內阻約爲 0.15Ω 直流電阻；0.2分接頭之內阻約爲 6.5Ω 直流電阻。因此分接頭如置於0.2，可能會因其內阻較大，而於電驛試跳脫時，發生電驛主接點閉合且 ICS 動作，但因流經跳脫線圈的電流太小，致所產生的磁力，不足以使斷路器跳脫的現象。更因斷路器未動作，52a 接點不會開啓，導致電驛自保回路持續動作，最後造成動作指示器線圈燒損。此現象如果是發生在真正事故時，電驛線圈燒損事小，擴大停電範圍損失更大。因此，每當更換了分接頭之後，必須實際測試其跳脫功能是否正常，如真的無法匹配，可考慮如圖十一之並接電阻方式。

一般電子式的電驛，動作指示是以 LED 指示燈或是電磁感應翻轉指示牌，而自保功能則由邏輯回路提供，故電子式電驛不會有此一困擾。





*更正啓事：本刊第三期之本專欄問題八的解答內容第5項(65~66頁)排版落掉一段(以下加底線部份)，正確的答案應是：

5.負載校驗--測量進入電驛端子之電流與電壓值，查驗三相電流經比流器比值換算後，是否與實際負載相當，比壓器之二次側電壓是否正常，以及電流與電壓之相位關係。一般輸電線路之相間保護方向性過電流電驛方式為 $90-60^\circ$ ，此類電驛之接線方式為，動作電流超前參考電壓 90° ，而當故障電流相位落後其功因為1之電流相位 60° 時為其最大力矩角。其接線如圖四所示，即R相電驛接R相電流及S、T相電壓；S相電驛接S相

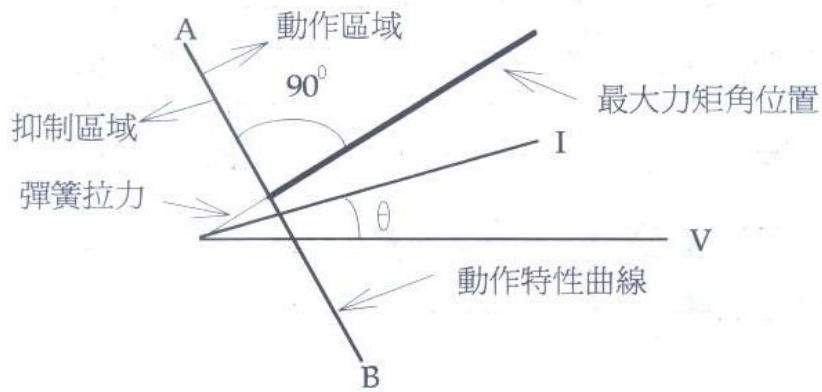
的電流及T、R相的電壓；T相電驛接T相的電流及R、S相的電壓。故如依據正確之比流器、比壓器極性接線，在送電情況下(電力由與本電驛相關的斷路器送出)，則電驛端之電流、電壓相位角，應為電流落後電壓 270° ，方向性接點閉合；如為受電的情況，則電驛端之電流、電壓相位角，應為電流落後電壓 90° 方向性接點開啓。至於接地方向性過電流電驛，則因在三相平衡負載時，無零序電流與零序電壓。故需要模擬接地故障，才能校驗其接線是否正確。.....

以上疏漏之處請各讀者見諒，並請務必更正！

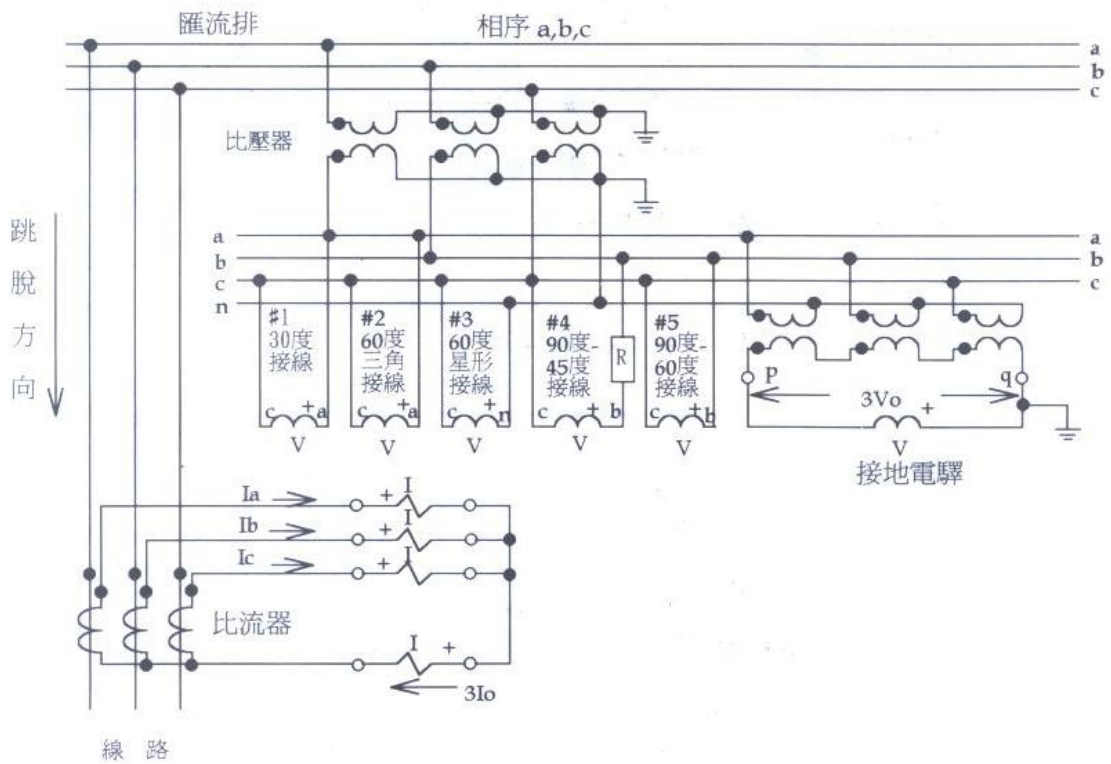


徵稿啓事：

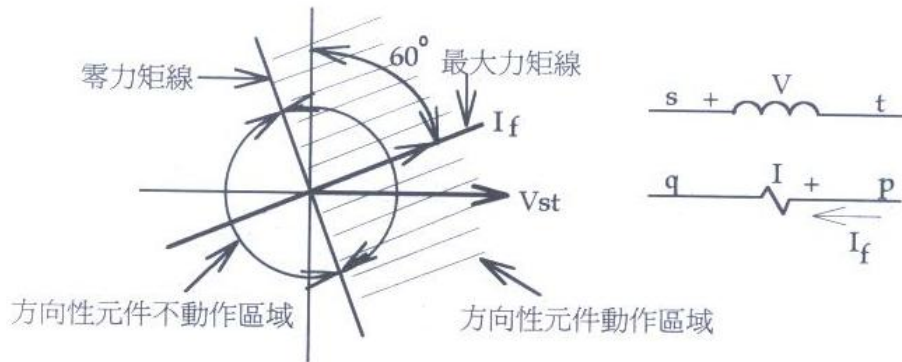
- 一、本刊歡迎有關電力系統及與保護電驛相關之論著、譯述或經驗談等文稿。
- 二、來稿文責自負，如係譯稿請附原文及著作權所有人之書面同意文件。
- 三、來稿請簡潔明瞭，並請以橫式稿紙正楷書寫(如能附電腦打字後之磁片更佳)。
- 四、文章發表後，酌致稿酬，版權歸本會刊所有。
- 五、除另有聲明外，本刊對來稿有刪改權，無論刊登與否，恕不退稿。



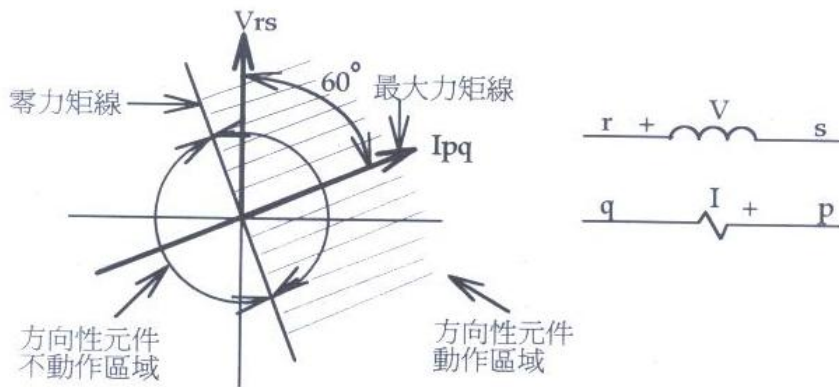
圖四.極座標方式方向性元件動作特性圖



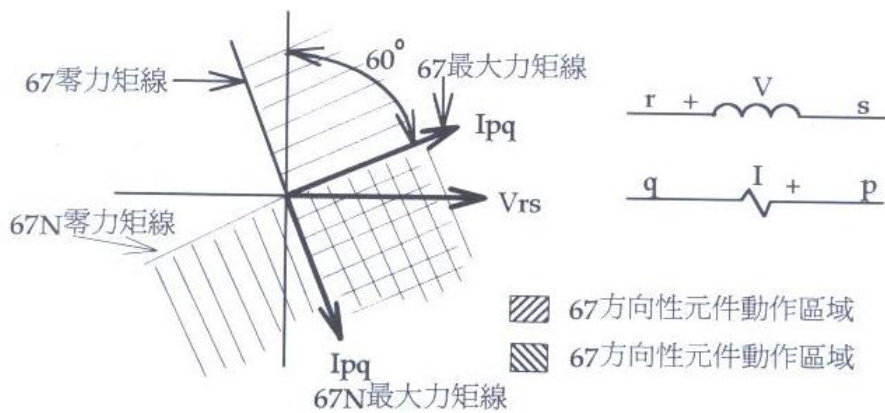
圖五.相間方向性元件(a相)及接地方向性元件接線方式圖



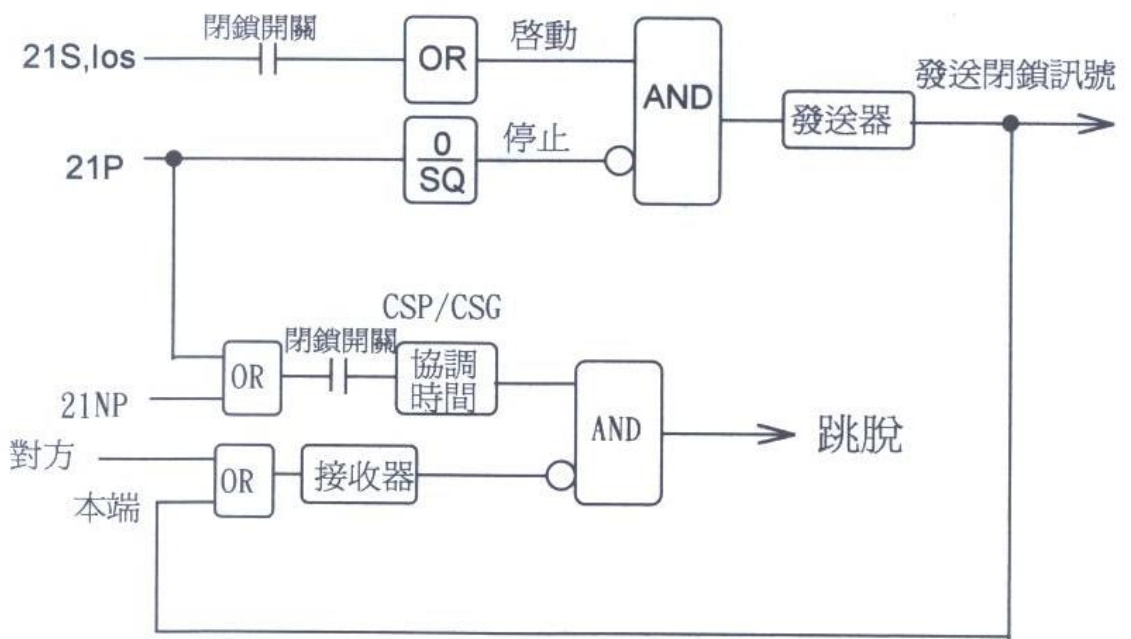
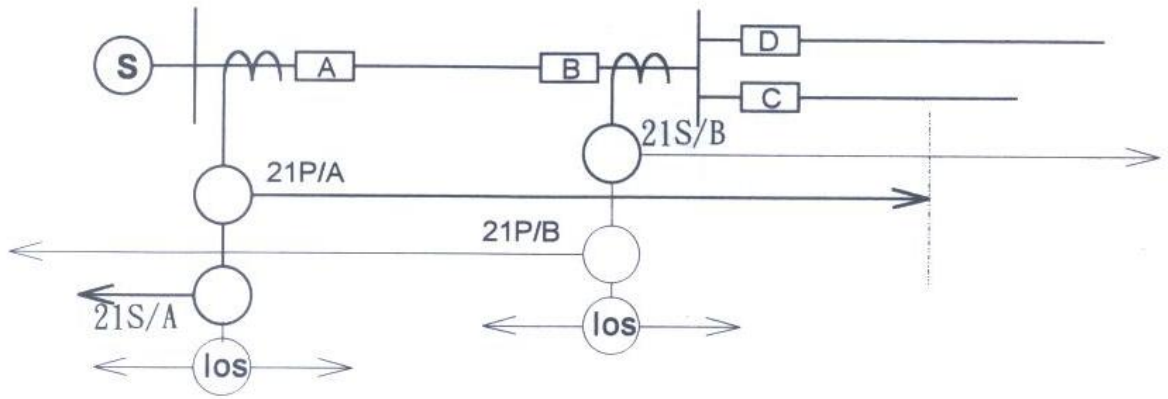
圖六. 相間方向性電驛67方向性元件特性圖



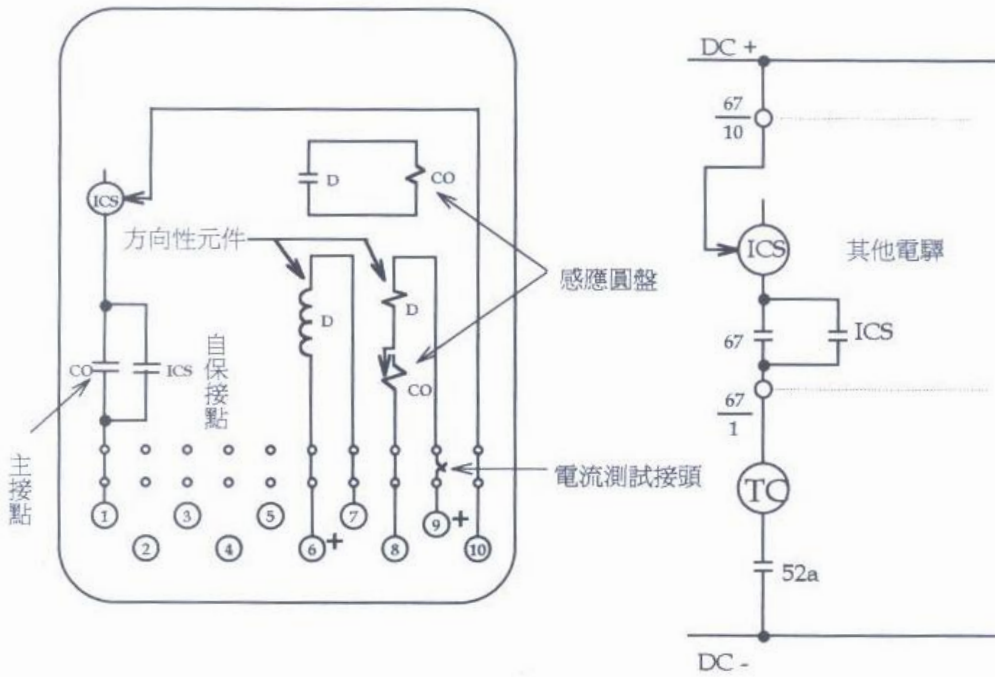
圖七. 接地方向性電驛67N方向性元件特性圖



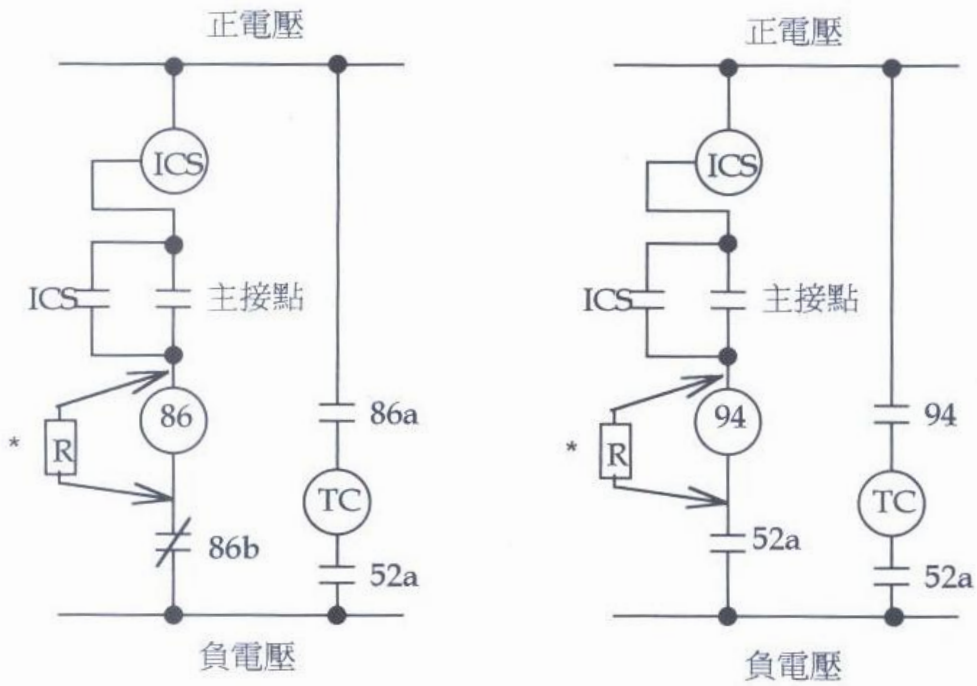
圖八. 67與67N方向性元件動作範圍比較圖



圖九、載波控制閉鎖方式保護原理與邏輯回路圖



圖十、方向性電驛內部接線及跳脫回路圖



* 如補助電驛的阻抗較高，以致跳脫時電驛動作指示器未能動作時，欲使流過之電流足以使 ICS 動作，則須於此處並聯一適當的電阻。

圖十一、跳脫回路使用補助電驛的正確接法