

161KV 差電流保護電驛- GRL 100 簡介

台電供電處 王增雄

一、前言

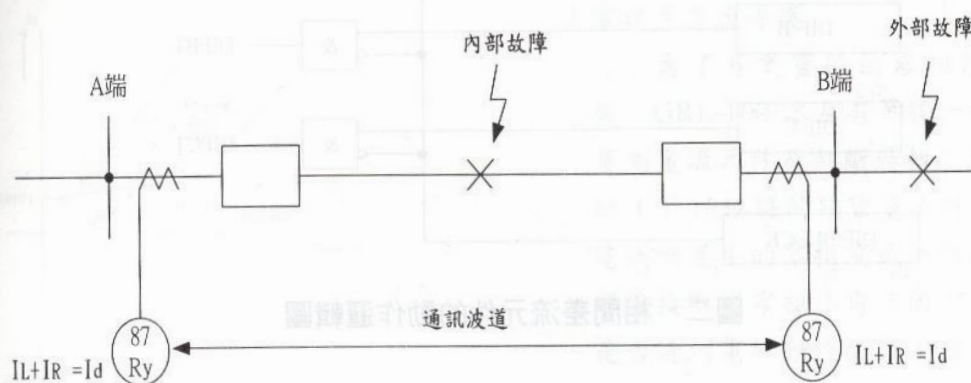
在台電傳統 161KV 線路保護中，一般常用的主保護電驛是由 85 副線電驛搭配載波通訊機組利用不同的通訊保護方式 (POTT、PUTT 或 DCB 等) 來達到線路快速保護跳脫，再搭配 21 測距電驛做三區間的后衛保護。而舊型的通訊機組種類繁多，使用通訊介面有電力線載波、金屬副線、微波通訊、光纖通訊等等。而通訊機組常因天氣因素、地形地貌、波道相互干擾等影響而造成通訊系統的不穩定性，進而影響到我們 161KV 電驛系統的主保護，導致必須將本端與線路另一端的主保護副線電驛閉鎖起來，使得線路的保護交由后衛的測距電驛。

在台電保護電驛汰換更新計畫中，對於輸電線路的快速跳脫保護及故障時所觸發的跳脫正確性要求越來越高，以致逐漸汰換採用 87 電驛差流保護來取代傳統副線電驛的保護方式，自 345KV 的 SEL-

311L 差流電驛全面更新汰換後，電驛所產生的誤動作全面降至最低為零，保護功能良好，而事故所引起的正常跳脫，我們也能利用遠端監視系統從變電所內監視電驛內部直接擷取事故資料，並在第一時間做事故分析與判斷，提高電驛工作效能。在 161KV 的輸電線路保護上，台電系統採用了同為差流保護的 GRL-100、GE L90 等電驛來做更新。在此筆者僅針對 GRL-100 做介紹。

二、差流保護原理

87 差流保護的動作原理如下：由線路兩端的差流電驛監測線路上電流值及角度大小，再經由光纖或微波的通訊波道互相傳送監測到的電流值及角度，最後經兩端電驛做電流向量的運算 ($I_L + I_R = I_d$ ， I_L ：本端電流， I_R ：遠端電流， I_d ：合成差電流)，以判斷故障是否發生或發生在何處，如圖一所示。



圖一 差電流保護示意圖

差流電驛在一般狀況下，不管送電端或是受電端都會將本端 CT 感應到的電流角度當作 0° ，對方的角度則為 180° ，則在兩端差流電驛所合成的差電流值 $I_d=0$ 。當故障發生在保護線路中間時，兩側的電流會同時流向故障點，此時兩端的 CT 感應到的電流角度會為同相位，兩端的電驛運算的差電流若大於設定值時，兩端的電驛則發出跳脫的指令將兩端的斷路器跳脫；當故障發生在線路外側或為正常狀況時，則電驛得到兩端的電流大小相等，角度會相差 180° ，其合成的差電流會為 0，則兩端電驛不會有任何動作，繼續保持監視狀態。

差流保護的優缺點

1. 可瞬時快速跳脫斷路器，將故障完全隔離。
2. 可使用遙跳功能將線路兩端的斷路器打開，將故障完全隔離，使線路或設備得到完全保護。
3. 可以達到 100% 線路段完全保護。
4. 電驛標置設定容易。
5. 因通訊系統的干擾問題而間接影響到電驛在傳送與接收資料時產生誤差，

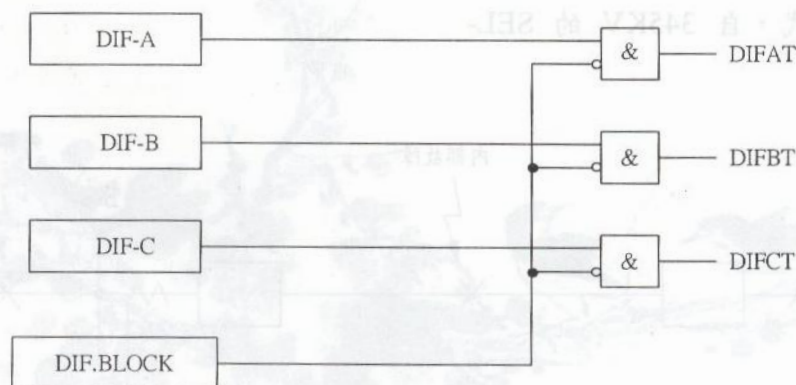
進而發生電驛誤動作的情形。所以差流保護對通訊品質要求甚高。

6. 功能測試簡單。

三、GRL-100 提供的保護方式及功能

1. 個別獨立三相差流保護

三相比流器分別量測到的電流會和接收到對方電流值在 GRL-100 電驛中做計算，分別判斷各相電流是否個別達到跳脫設定值，而決定 DIF 輸出的訊號為 0 或 1。在邏輯示意圖中 DIFA-T 表示 A 相差流值已達電驛動作設定值，其 DIF-A 數位信號為 1，然後再和反向的 DIF.BLOCK 設定值做 AND 邏輯判斷。在 GRL 中 DIF.BLOCK 在 DIF 若輸出訊號中為 1 時，可閉鎖電驛相間差流跳脫動作。而當兩端的通訊發生故障或是通訊介面未接時，電驛亦會自動閉鎖電驛跳脫動作。而相間差電流元件的動作邏輯如圖二所示。



圖二 相間差流元件的動作邏輯圖

相間差流標置設定 DIFI1 取決於最小動作的內部故障電流和最大不動

作的內部充電電流。標置值必須滿足下列式子：

$$K \cdot I_c < DIF1 < I_f / K$$

K: 設定範圍 1.2 到 1.5

I_c : 內部充電電流

I_f : 最小的內部故障電流

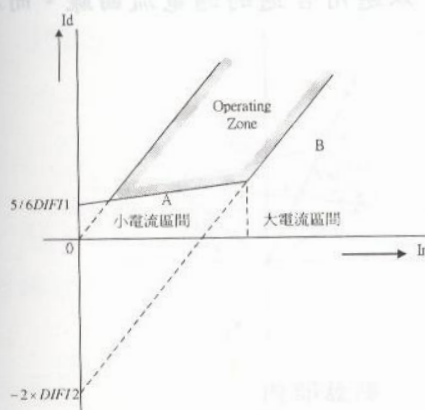
而 DIF12 的設定值大小決定於下列原因:

- (1) 由外部故障引起的 CT 飽和產生之最大誤差電流。
- (2) 最大的負載電流
- (3) 因內部故障所引起的最大外流電流量。

第(1)項原因中, DIF12 必須設定值必須儘可能放小, 直到誤動作不會因發生外部故障時, 在一次側 CT 飽和所產生之最大誤差電流所引起。一般我們建議設定 DIF12 為 $2 \times I_n$ (I_n : 二次側額定電流)。

第(2)項原因中, DIF12 必須放至夠大, 如此重負載電流才不會超越設定值, 引發不必要的誤動作。

第(3)項原因只發生在三端子雙迴路的應用上, 在有外環迴路或是在一個半匯流排系統上使用雙迴路的輸電線路。DIF12 必須設定比發生在內部故障時所產生的最大外流電流值還大。



圖三 相間差流元件(在 I_r - I_d 平面)

在相間差流元件中含有 2% 的抑制的特性, 如圖三所示, 電驛的動作區間在由差電流 (I_d) 和抑制電流 (I_r) 所組成的平面。其中 I_d 為各端的相電流之向量和, I_r 則是各端相電流的純量和, 而充電電流補償會被忽略掉。在特性 A 區間中 DIF 的特性方程式為:

$$I_d \geq (1/6)I_r + (5/6)DIF1$$

在這裡 DIF1 定義為最小的內部故障電流。這個區間內有較弱的抑制電流和有對較低故障的靈敏度保障。而在 B 區間中特性方程式為:

$$I_d \geq I_r - 2 \times DIF12$$

DIF2 電驛標置設定值在這個特性區間中本身有較強的抑制能力和能預防在外部故障中因 CT 飽和或傳送錯誤的差電流所引起的誤動作。假如 CT 飽和發生在外部故障又恰好在小電流的特性區間內且仍持續中, 動作元件會因差電流的增加而產生誤動作。為了防止這一類的誤動作發生, 大電流的特性區間自動位移到與 B 區間平行的非動作區間且有較大的抑制電流。在圖三中我們也可看出電驛動作靈敏度變化與抑制電流的關係。

2. 零相序差流保護

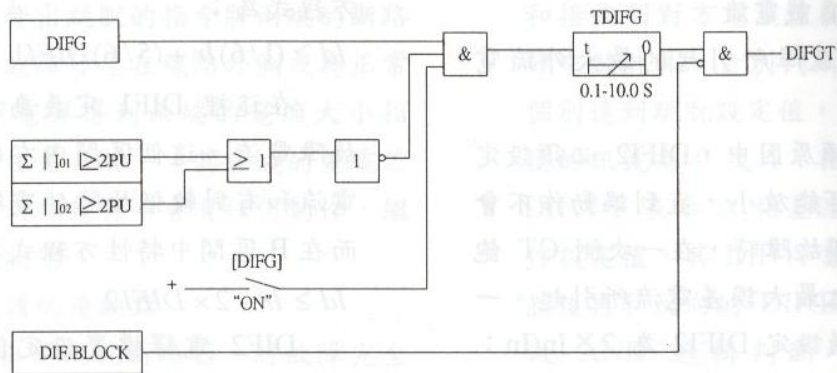
為了有更靈敏的零相序差流保護, GRL-100 本身有單獨一組零相序量測電流元件及判斷邏輯, 而經由輔助 CT 所取得的殘留電流將由三相相電流所產生的零相電流所取代, 電驛將直接取得零相序電流的大小並判斷是否達到電驛動作的設定值, 且零相序差流使用較靈敏的高阻抗接地故障保護。

在圖四中零相序差流元件因零相差電流達到電驛標置設定值後，會產生訊號 DIFG 輸出，在經過時間延遲後會變成跳脫三相斷路器的訊號 DIFGT。而 DIFGT 跳脫訊號不止能被二進位的輸入信號 DIF.BLOCK 所閉鎖，而資料錯誤檢測、取樣同步檢定或通訊接收時訊號的中斷所

造成的通信迴路故障都會閉鎖 DIFGT 跳脫功能。而 DIFG 會因零相電流條件大於下列式子時，會將訊號閉鎖起來。

$$\sum |I_{01}| \geq 2pu \text{ 或 } \sum |I_{02}| \geq 2pu$$

$\sum |I_{01}|$: 為本端零相電流純量和。
 $\sum |I_{02}|$: 為遠端零相電流純量和。



圖四 零相序差流元件的動作邏輯圖

DIF 元件本身不僅對高阻抗接地故障偵測不太靈敏，對高負載電流故障也一樣，GRL-100 則利用殘留電流來做保護。對 DIFG 的抑制特性和 DIF 在小電流區域一樣，其關係式如下：

$$I_d \geq (1/6)I_r + (5/6)DIFGI$$

DIFGI 為設定和定義最小故障的殘留電流。

3. 過電流後衛保護

GRL-100 過電流保護有長反時特性曲線、IEC 60255-3 標準反時曲線、IEC 60255-3 極反時性曲線、IEC 60255-3 極度反時性曲線等四種反時特性，可讓電驛人員依最大故障電流的大小和保護協調規則來做電驛標置的規劃，以選用合適的過電流曲線。而各反時特性曲線計算方式如下：

長反時性特性： $t = T \times \frac{120}{(I/I_s) - 1}$

標準反時特性： $t = T \times \frac{0.14}{(I/I_s)^{0.02} - 1}$

極反時特性： $t = T \times \frac{13.5}{(I/I_s) - 1}$

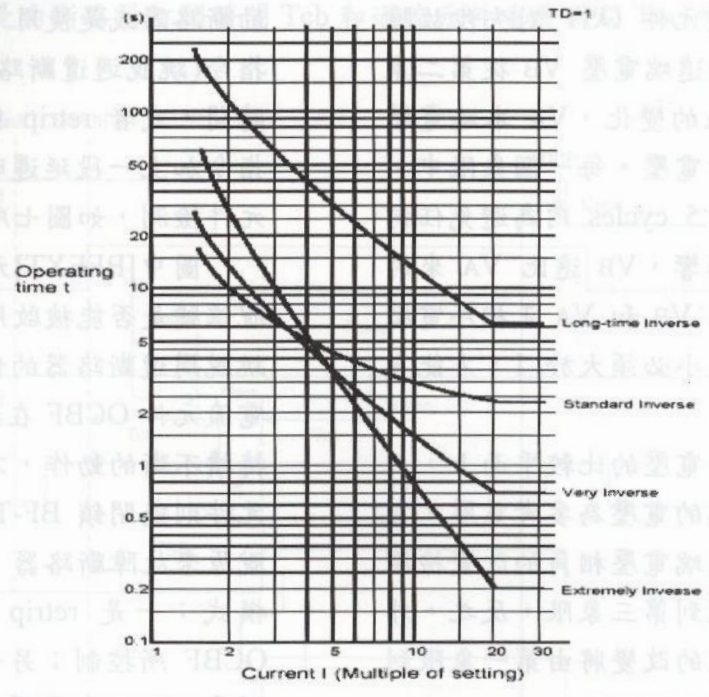
極度反時特性： $t = T \times \frac{80}{(I/I_s)^{0.02} - 1}$

t : 動作時間

I : 故障電流

I_s : 電流標置

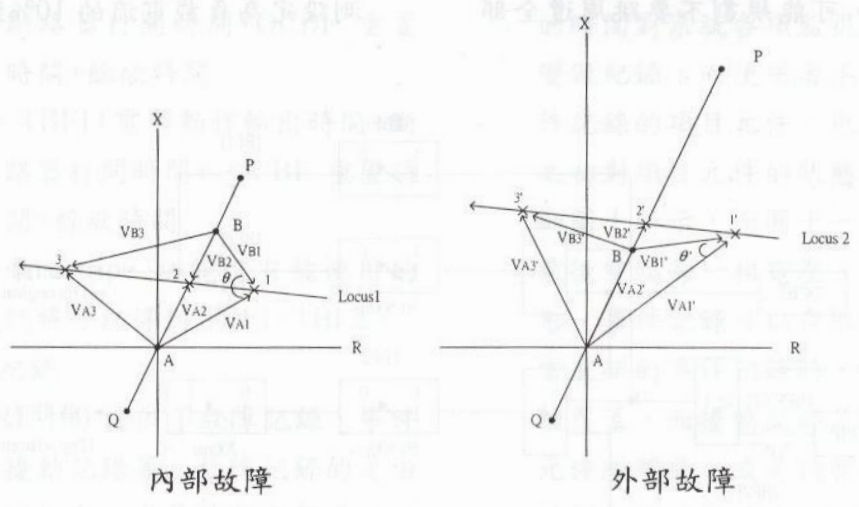
T : 時間倍數



圖五 過電流保護曲線特性

4. 失步保護

GRL-100 的失步保護只在失步軌跡經過保護線段時動作和當電力系統在發生失步時，將系統作理想的隔離。失步元件是比較本端和遠端的正相序電壓及檢測相角差是否超過 180° 。如圖六所示，當失步故障發生時，電驛會同時量測到 A、B 兩端的電壓向量值，而在 A、B 兩端的電壓相角 θ 是不同的，在軌跡 1 中，當電壓軌跡越靠近保護線段所得到的 θ 越大，當失步軌跡通過保護線段時， θ 會得到最大的角度 180° 。在軌跡 2 中，當軌跡通過電力系統阻抗的外部保護線段時， θ 會得到 0° 。



圖六 失步軌跡圖

失步保護元件 OST 對失步故障的檢測為檢驗遠端電壓 VB 從第二象限到第三象限的變化，VA 本端電壓則是當作參考電壓。每一個象限中，在設定時間 1.5 cycles 內為避免任何短暫電壓的影響，VB 遠比 VA 來的重要。而在取 VB 和 VA 正相序電壓時，電壓值大小必須大於 1，方能有效被使用。

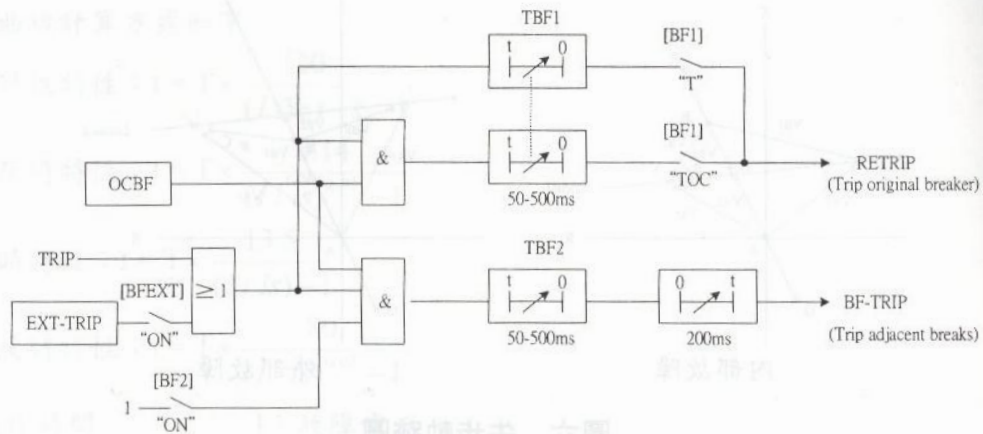
我們在對電壓的比較平面上，一般是使用本端的電壓為參考電壓，在內部故障中遠端電壓相角的改變檢測將由第二象限到第三象限，反之，外部故障所得到的改變將由第一象限到第三象限。

5. 斷路器故障保護

斷路器跳脫時發生故障，且事故持續發生著而未被清除，此時電驛裡的斷路器故障保護(BFP)功能會藉由跳脫週遭的斷路器來將事故清除。而故障電流的檢測是由過電流元件針對每一相電流做檢測，就在電驛跳脫鄰近相關斷路器之前，BFP 訊號會先對原故障斷路器做出 retrip 動作。而為了避免誤動作的情形發生，電驛在 retrip 時，可能規劃不要跳週遭全部

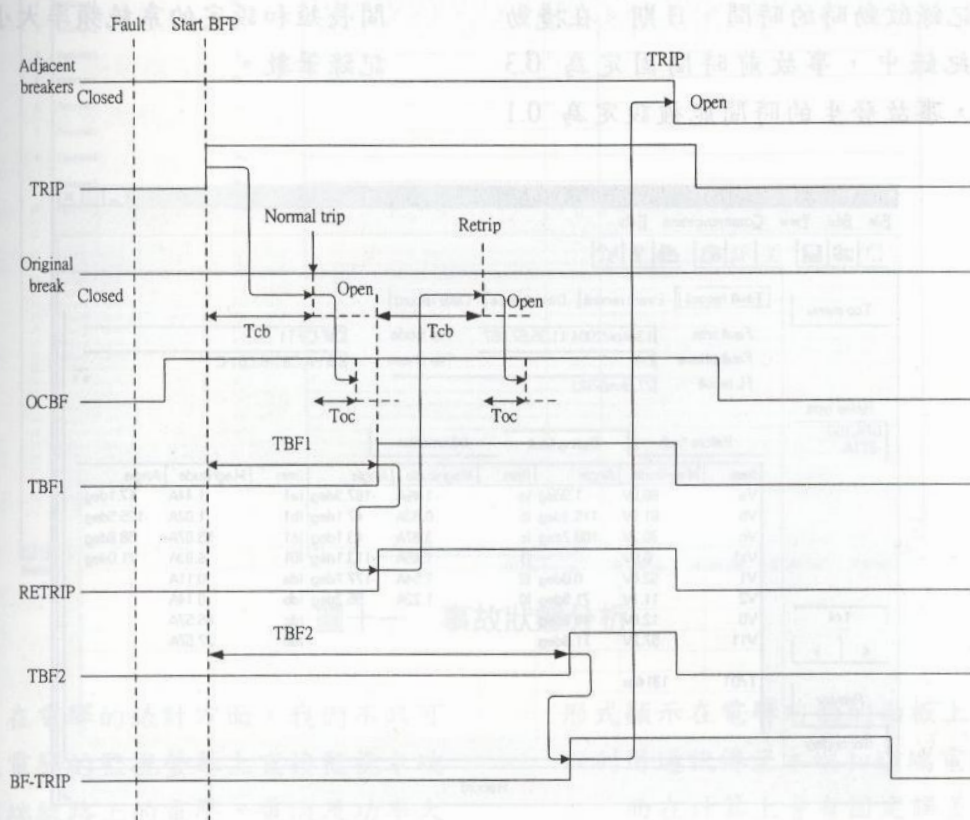
的斷路器或是使用 retrip 伴隨著後跳指令(跳脫週遭斷路器)加上一段延遲時間，或者 retrip 動作伴隨一個後跳指令加上一段延遲時間再加上過電流元件檢測，如圖七所示。

圖中[BFEXT]元件為決定外部跳脫信號是否能被啟用。而 BF-Trip 為跳脫週遭斷路器的信號，它必須在過電流元件 OCBF 在延遲時間 TBF2 內持續不斷的動作，方能送出。而 BF2 元件則能閉鎖 BF-Trip 動作。而對跳脫原來故障斷路器 retrip 信號有兩種模式：一是 retrip 信號由過流元件 OCBF 所控制；另一種直接跳脫模式則是 retrip 由電驛本身的跳脫訊號經過一個 TBF1 的時間延遲去觸發，但這兩種模式都會被 [BF1] 設定所閉鎖。假若 OCBF 持續在動作中，retrip 的訊號會經過 TBF1 的時間後對原斷路器做出重新跳脫的動作。除非斷路器跳脫失敗，否則 OCBF 將被 retrip 重置，TBF2 不會被啟動，BFP 也會被重置。而 BFP 因誤動作所產生和原斷路器的多跳都無法因被電驛所判別而避免。而 OCBF 的過電流檢測設定為負載電流的 10%到 200%。



圖七 BFP 保護動作邏輯圖

TB1 和 TB2 是由斷路器打開時間 Tcb 和過流元件重置時間 Toc 所決定。



圖八 BFP 動作時間的順序圖

Tcb:原故障段路器動作時間

Toc:過電流元件 OCBF 重置的時間

由圖八我們可知

$TBF1 = \text{斷路器打開時間} + \text{OCBF 重置時間} + \text{餘欲時間}$

$TBF2 = TBF1 + \text{電驛動作輸出時間} + \text{斷路器打開時間} + \text{OCBF 重置時間} + \text{餘欲時間}$

如果 retripec 功能沒有被使用的話，我們將可以得到 $TBF1 = TBF2$ 。

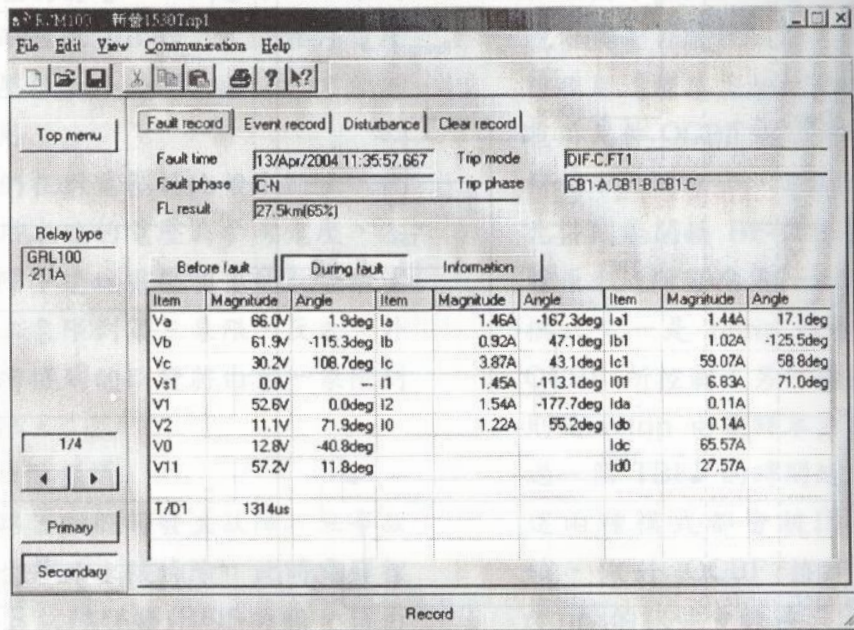
6. 錶計及紀錄

GRL-100 提供了故障記錄、事件記錄和擾動記錄等。故障記錄的是由電驛跳脫指令，或是外部主保護的跳脫指令所開始啟動。除了包含故障發

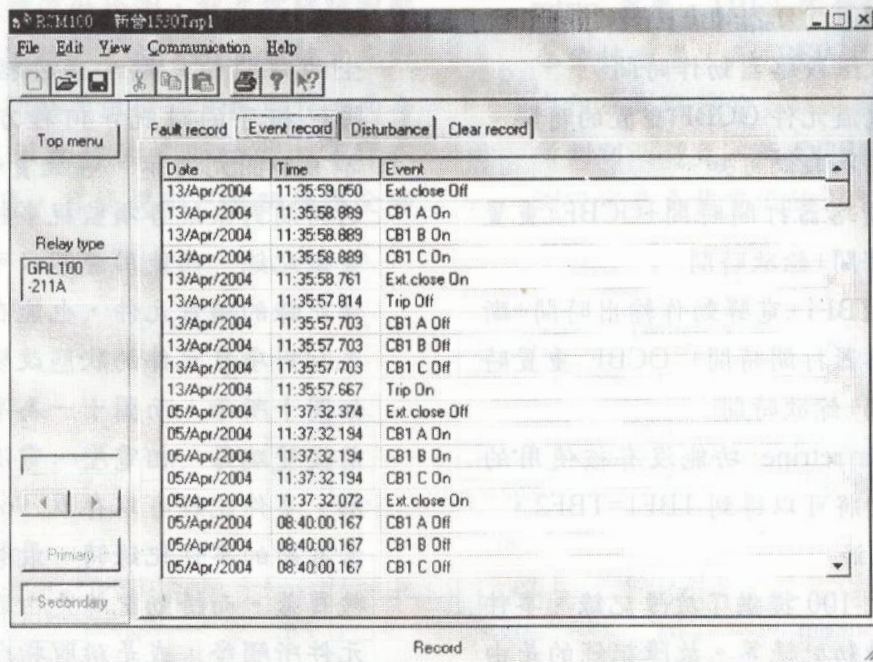
生的時間、日期，還包括相序的故障、相序的跳脫、何種方式的跳脫等，如圖九所示。事故資料有 1 ms 的時間對系統各項監視事物的狀態改變做紀錄，而使用者不只可以選擇事件記錄的項目元件，也能在開始記錄之初對項目元件的狀態改變其模式，如圖十所示，而圖十一為事故發生時前後雙端每一相電壓、電流的變化情形。事件記錄可以存取 96 筆資料，當有新的事件紀錄時，最舊的資料將被覆蓋。而擾動記錄是由過流或欠壓元件所觸發，或是跳脫指令所啟動。這個記錄包括了 19 個類比訊號(本端 $V_a, V_b, V_c, I_a, I_b, I_c, 3I_0, I_{da}, I_{db}, I_{dc}, I_{d0}$ ，

另一端的 Ia1,Ib1,Ic1, 3I01 和第三端 Ia2,Ib2,Ic2, 3I02), 32 個二位元的訊號及記錄啟動時的時間、日期。在擾動的紀錄中, 事故前時間固定為 0.3 秒, 事故發生的時間能被設定為 0.1

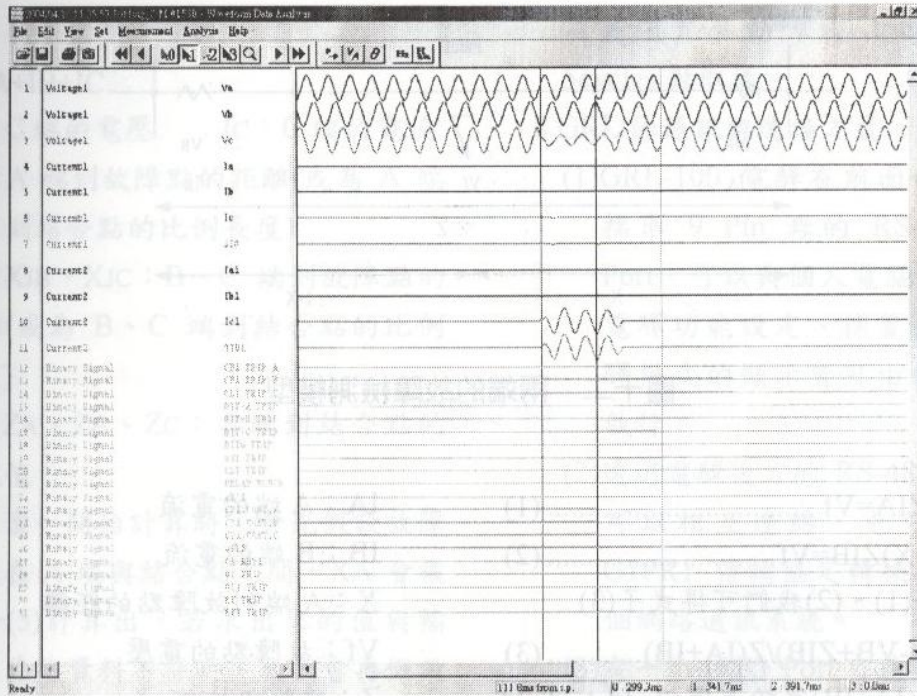
秒到 3 秒, 而電驛本身的預設值為 1 秒, 所以擾動記錄會因記錄的設定時間長短和設定的系統頻率大小而影響記錄筆數。



圖九 GRL-100 的故障記錄



圖十 GRL-100 的事故記錄



圖十一 事故狀態分析

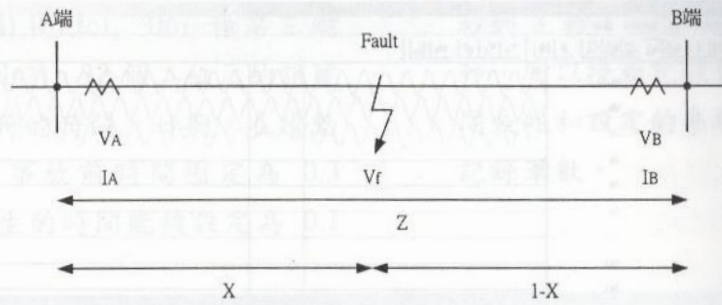
在電驛的錶計方面，我們不只在電驛的監視螢幕上直接監視本端和遠端線路上的電壓、電流及功率大小，也可以透過電驛面版前的 RS-232 埠，利用專用的連結軟體 RSM100 連接到個人電腦上，直接監看線路上各種狀態。

7.GRL 的故障檢測

一般電驛故障點是利用本端的電壓和電流所計算出的阻抗值來判定，但會因為本端和遠端流入故障點的電流相別的不同，而造成計算上的誤差。誤差也會因為故障點發生在三端線路的匯合處。GRL-100 在故障點距離的檢測是利用本端和對方端的電流、電壓值來做運算。在計算故障點的距離時，電驛至少需要故障存在時間 2 cycles 以上，而使用遠端的電壓、電流值是利用電驛本身的差流和失步保護。電驛所量測的故障點距離會以線路百分比(%)和公里數(km)的

形式顯示在電驛前面的面板上，也可以利用通訊傳至本端和遠端電腦上。

而在計算上會有固定誤差及比例誤差兩種。在比例誤差上會因差流保護的設定 DIFI1 和差電流 I_d 大小所影響，故較小的差流設定和較大的故障電流都會使得誤差減少。在電驛標置 DIFI1 低於 $0.5 \times I_n$ (I_n 為額定電流，台電為 5A) 和差電流大於 $2 \times I_n$ 時，以兩端為例子，線路短於 100km 時，計算誤差為 $\pm 1\text{km}$ ；線路大於 100km 時，計算誤差為 $\pm 1\%$ 。在電驛標置 DIFI1 低於 $0.25 \times I_n$ 和差電流大於 $2 \times I_n$ ，在三端的例子裡，線路短於 100km 時，計算誤差為 $\pm 2\text{km}$ ；線路大於 100km 時，計算誤差為 $\pm 2\%$ 。圖十二為兩端的故障檢測模型圖，其應用算式如下：



圖十二 兩端的故障檢測模型

$V_A - XZ I_A = V_f$ (1)

$V_B - (1-X)Z I_B = V_f$ (2)

由式子(1)、(2)我們可得式子(3)

$X = (V_A - V_B + Z I_B) / Z (I_A + I_B)$ (3)

而(I_A+I_B)等於差電流 I_d，以 I_d 代替(I_A+I_B)代回式子(3)中

我們可得故障距離 X 為

$X = (V_A - V_B + Z I_B) / Z I_d$ (4)

V_A : A 端的電壓

V_B : B 端的電壓

I_A : A 端的電流

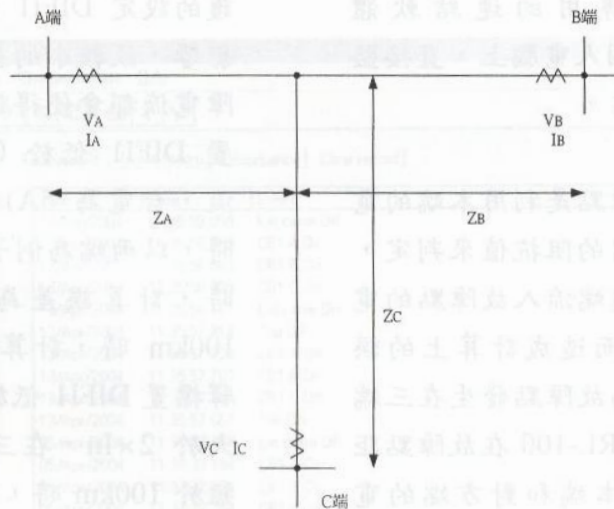
I_B : B 端的電流

X : A 端到故障點的距離

V_f : 故障點的電壓

Z : 線路阻抗值

而在三端子的應用中，我們以三端的結合點作為劃分，故障點有可能發生在任一端到結合點之間，如圖十三所示。我們以 A 端為例，故障點的距離可以用下列式子計算求出。



圖十三 三端的故障檢測模型

$X_A = (V_A - V_B + Z_A (I_B + I_C) + Z_B I_B) / Z_A I_d$ (5)

$X_{JB} = (V_A - V_B + Z_B I_B - Z_A I_A) / Z_B I_d$ (6)

$X_{JC} = (V_A - V_C + Z_C I_C - Z_A I_A) / Z_C I_d$ (7)

其中

$$I_d = I_A + I_B + I_C$$

VC : C 端的電壓 IC : C 端的電流

XA : A 端到故障點的距離(或為 A 端到結合點的比例長度)

XJB、XJC : B、C 端到故障點的距離(或為 B、C 端到結合點的比例長度)

ZA、ZB、ZC : 各端到結合點的阻抗值

當一開始計算時，會先假設故障發生在 A 端與結合點之間，XA 會被式子(5)計算出。若求出來的值與輸入的線路資料不符時，我們會再假設故障發生在 B 端與結合點之間，以式子(6)求出 XJB，依此類推，XJB 又不符時，再以式子(7)求出 XJC。

而故障距離的檢測在相間差流保護或是零相序差流保護動作開始計算，而計算中使用的電壓、電流值是

在差流元件動作前 15cycles 和後 5cycles 做取樣。

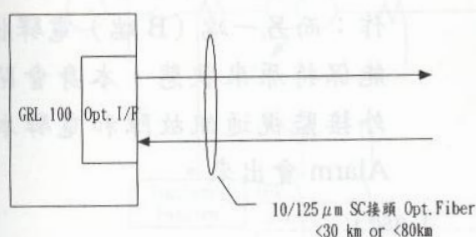
8.GRL 的通訊與連接方式

(1)GRL-100 電驛在前面面板有一個標準 9 Pin 母的 RS-232C 連結 Port，可以與個人電腦進行連結做電驛功能設定、標置值更改及電驛模式的顯示皆可由個人電腦所執行。

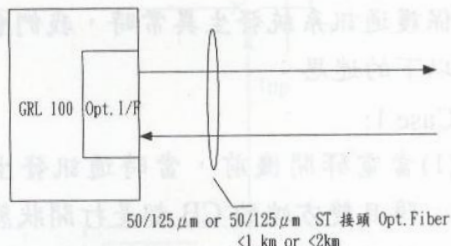
(2)透過電驛後方的 RS-485 Port 電驛可以相互連結，也可以電驛和 G1PR1 傳輸協定轉換器去構築一個網路通訊系統。

(3)有一組 IRIG Port 可連接 GPS 透過衛星做時間同步的更新。

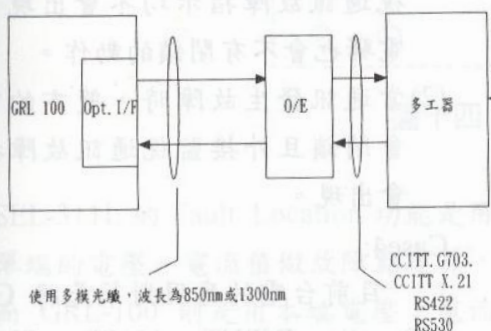
(4)電驛後方提供可以和光纖或電子介面連結的通訊連接埠，以完成雙端或三端子電驛差流保護，其連結有下列四種方式：



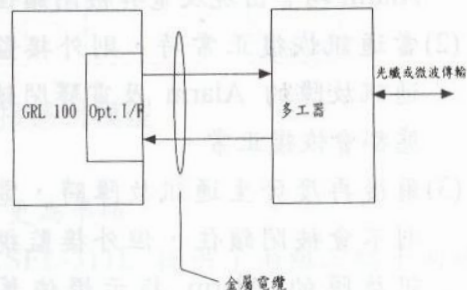
1. 單模式光纖直接對接



2. 漸變折射率多模光纖光纖直接對接



3. 用光纖連結電驛和O/E光電轉換器，再經多工器傳送信號



4. 用金屬電纜連結電驛及多工器再傳送信號

9. 通訊故障前後，雙方電驛對 CB 的認知

GRL-100 電驛雙方是否閉鎖，取決於電驛通訊斷訊前對方 CB 的狀態為何。若在通訊斷訊前，對方 CB 為打開狀態，則本端電驛不會做出閉鎖動作；若在斷訊前對方 CB 為投入狀態時，則本端電驛會做閉鎖動作。

(1) 原本 A 端 CB 為投入狀態，B 端為打開狀態。A 端 GRL-100 內的 $ID=IR+IL$ 差電流計算式會將式中 I_r 設為 0。

(2) 若將 B 端的 CB 投入，A 端 I_r 值仍被設為 0。此時若發生事故，故障電流太大使得 $ID \geq I_{set}$ ，則 A 端的 CB 將被打開。

(3) B 端的 CB 投入後要等 52a 狀態透過通訊頻道傳送到 A 端後， I_r 的電流值才會被 A 端電驛重新參考。

由上述可知，當 GRL-100 電驛保護通訊系統發生異常時，我們會有以下的迷思：

Case 1:

- (1) 當電驛開機前，當時通訊發生故障且雙方端的 CB 都是打開狀態，然後將電驛開機使用，此時外接監視通訊故障 Alarm 和電驛本身 Alarm 均會出現及電驛被閉鎖住。
- (2) 當通訊恢復正常時，則外接監視通訊故障的 Alarm 及電驛閉鎖狀態都會恢復正常。
- (3) 爾後再度發生通訊故障時，電驛則不會被閉鎖住，但外接監視通訊故障的 Alarm 指示燈依舊亮起。

Case 2:

- (1) 當一端的斷路器投入 (A 端)，而另一端的斷路器呈開啟狀態 (B 端)，且保護電驛通訊為正常狀態。這時兩端的電驛本身不會被閉鎖住，外接監視通訊故障的 Alarm 指示也不會出來。
- (2) 當通訊發生故障時，CB 投入端 (A 端) 僅會有外接監視通訊故障的 Alarm 警示燈出來，電驛並不會被閉鎖住。而 CB 未投入端 (B 端) 則是外接監視通訊故障和電驛本身的 Alarm 都會出來且電驛本身會被閉鎖。
- (3) 假若此時再將 B 端的斷路器投入時，B 端電驛還是一樣會有外接監視通訊故障 Alarm 出現和電驛會被閉鎖住。
- (4) 此時，若保護線路發生事故，A 端電驛會有跳脫動作產生，而在 CB 打開後電驛本身不會有閉鎖動作；而另一端 (B 端) 電驛狀態仍能保持原來狀態，本身會閉鎖及外接監視通訊故障和電驛本身的 Alarm 會出來。

Case 3:

- (1) 當 A、B 兩端的斷路器都投入且通訊也正常時，所有雙方的外接監視通訊故障指示均不會出現，且電驛也會不有閉鎖的動作。
- (2) 當通訊發生故障時，雙方的電驛會閉鎖且外接監視通訊故障指示會出現。

Case 4:

目前台電的應用對策是將 GRL-100 的 INPUT 10 (CB CLOSE COMMAND) 直接短路，即直接對

INPUT 10 做致能動作。

四、GRL-100 與 SEL-311L 的差異性

1. 流入 GRL-100 的 N 相電流是由三相 Y 接比流器(CT)的中性點直接引入；而 SEL-311L 的 N 相電流是利用流入電驛的三相電流值，利用內部運算程式演算而來。筆者在做電驛特性測試時，利用測試儀器直接在電驛盤面對 GRL-100 模擬相對地的故障電流，即是直接對 R、S、T 三相其中一相加入對地電流，並使輸入電流超過標置設定值，則 GRL-100 電驛會顯示相對地的故障指示，並發射出相對地跳脫訊號。同樣地對 SEL-311L 模擬相對地電流故障，電驛則顯示出相間故障，並發射相間故障跳脫訊號；且 SEL-311L 的 IN 及 I2(負相序)

差流元件均未經延時功能，直接瞬時跳脫，設計理念完全不同。

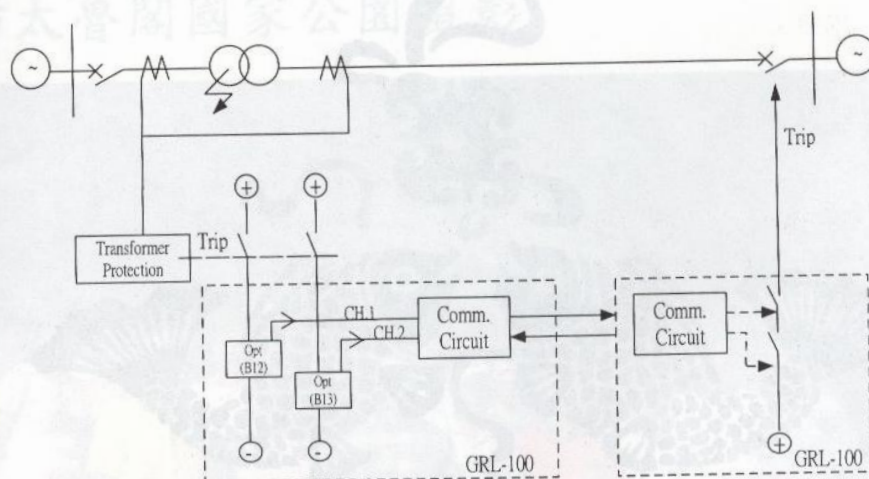
2. GRL-100 本身沒有內部遙跳功能，即當差電流 $IR+IL \geq I_{set}$ 發生時，則電驛只會跳脫本端 CB，不會發出訊號去遙跳對方 CB。換言之，對方電驛要自己達到 $IR+IL \geq I_{set}$ ，才能跳脫自己 CB。

IR：遠端電流值

IL：本端電流值

Iset：電驛標置設定值

我們若要使用快速跳脫去直接遙跳對方的 CB 的功能，可將外部動作訊號接至 GRL-100 的 BI12、BI13 輸入接點，再經過 GRL-100 所提供的兩個通訊頻道來達到快速遙跳這項功能，如圖十四所示。



圖十四 GRL 直接遙跳模型

3. SEL-311L 的 Fault Location 功能是用單端的電壓、電流值做故障點運算，而 GRL-100 則是用本端電壓、電流和利用通訊系統送來的對方端電壓、電流做運算，理論上會比 SEL-311L

更為準確。

4. SEL-311L 提供了兩組三端子的通訊波道定址功能 (EADDCX=Y、EADDCY=Y)，使得電驛保護用的專屬通訊波道不至於因多功器或頻率相

互干擾而相互混淆；而 GRL-100 在設定方面並無提供此功能。

五、結論

數位電驛的成熟發展對電驛從業人員帶來更迅速、準確的電驛保護動作，能將以前電磁式(EM)電驛所可能產生的誤差(人員誤差或機械誤差)都降至最低，使的電驛不只在維修、標置設定各方面都更簡單、便利，其強大的功能更為系統帶來深一層的保護。數位電驛的事故記錄元件功能，搭配健全的網路系統，使的電力人員在事故發生後，不必千里迢迢，舟車勞頓跑到偏遠的變電所去擷取事故資料，只需

在辦公室連上網路，可立即得到所需資料，並加以分析電驛動作是否正確、電驛標置是否合適、事故位置等等。雖然數位電驛保護功能強大，在做保護規劃時，也不可能將整條輸電線路的保護工作交在一台電驛身上，其原因是避免如果電驛失靈時，則整條輸電線路保護功能喪失，若發生事故時，系統可能受到重大傷害。

六、參考資料

- [1] GRL 100 說明書
- [2] SEL 311L 說明書
- [3] 李宏任，實用保護電驛，全華科技圖書股份有限公司。

