

ABB SPAJ 140C 時間過電流電驛

台電試驗所

鄭強

壹、前言

電力系統在正常運轉狀態中是平衡的三相交流電，但是一些不想要的卻無法避免的意外事故，使得此平衡狀態遭受到破壞。如系統中某處電力設備的絕緣遭破壞，或電力線之裸導體相互碰觸，則發生所謂的接地或是短路事故，因此系統中發生任何不正常的狀況，即稱為故障。在台灣地區引起故障的原因有很多，我們可將故障分類為：

1. 天然災害，如雷害、鹽塵霧害、颱風、地震、樹枝與鳥獸接觸等。
2. 設備不良，如絕緣破壞、絕緣劣化。
3. 維護不良或操作及工作不慎。
4. 民眾過失。

依故障型態發生頻率排列次序如：

1. 單相接地事故。

2. 兩相接地事故。
3. 兩相短路事故。
4. 三相短路事故。

依故障性質區分：

1. 可自癒型故障。
2. 永久性故障。

電力系統發生事故是無可避免的事實，電力系統工程師應作及所能做的除周詳的系統設計及良好的維護之外，首推當系統發生事故時，如何將電力設備的損壞程度降至最低，並維持系統的穩定度與供電品質，使得正常系統仍能繼續維持供發電。這一重任需由保護電驛分擔，保護電驛是系統發生事故後的一種保護裝置，用以在指定的保護區域內，在故障發生時，檢測出異常的電壓及電流資料，並判斷故障是否存在，然後動作適

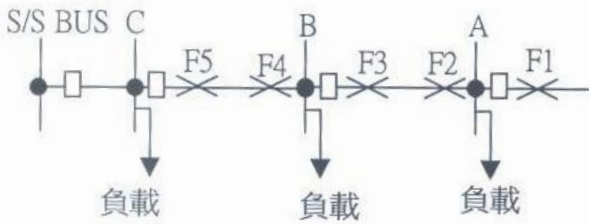
當的元件選擇跳脫有關的斷路器，同時發出指示訊號及警報，完成隔離故障的重要使命。過電流保護電驛是電力系統中應用最廣泛的裝置，它可達成三相、相間及接地故障的保護需求，本文將介紹 ABB 製 SPAJ140C 時間過電流電驛的結構與基本功能。

貳、SPAJ 140 C 時間過電流電驛簡述

SPAJ 140 C 時間過電流電驛主要應用於中壓（22.8/11.4 kV）三相四線式輻射狀配電線路的過電流保護，其中性線可為直接接地或是阻抗（電阻或電抗）接地。大多數的輻射狀線路，其故障電流會大於負載電流，亦不會發生反向故障電流（Reverse Fault Current）的問題，故可使用非方向性過電流電驛來保護。因而輻射型的線路只需要在各線路的送電端安裝斷路器及保護電驛即可；如圖一，故障點發生在 F1 只須 C 電驛動作及跳脫 C 斷路器；故障點在 F2 及 F3 之間，則由 B 電驛動作及跳脫 B 斷路器；故障點在 F4 及 F5 之間，則由 A 電驛動作及跳脫 A 斷路器。若 F1 及 F2 的故障電流大小相等時，B 電驛將無法判斷其為保護區域內或是區域外的故障，B 電驛將會誤動作，使得負載 C 遭受不必要的停電。為改善此一問題，使各

電驛作有效的選擇性跳脫，使用時間過電流電驛，並將各電驛的設定予以適當的協調為改善的方法之一。為協助改善保護區域內接近電源端之時間過電流電驛因協調時間影響下，其跳脫時可能會太長，過長的故障清除時間會對電力系統造成不利的影響。改善的辦法，可在該處的時間過電流電驛，增加瞬時過電流元件以改善跳脫速度的問題。

本電驛是屬於數字型微處理機時間/瞬時過電流電驛，其內部的結構是由保護、控制、量測與通訊四個元件共同組成。保護功能具備三相、兩相與單相接地故障之過電流保護，可依據保護協調之需求應用“時間--過電流與瞬時過電流”兩項保護功能，時間過電流之時間曲線有定時性及六種反時性時間曲線（Inverse Definite Minimum Time；IDMT）可供選擇應用。瞬時過電流保護之延時設定僅有定時性供選擇。控制模組可規劃多種 I/O 控制邏輯，如自動復閉功能或是斷路器故障之後衛保護功能。量測功能則可顯示瞬時電流值與記錄故障相別及故障電流之紀錄值。中央監控之主控站與饋線間的控制資訊經由通訊介面來傳輸，其通訊協定之規格是 34 SPACOM 2 EN1；以下將分段介紹本型式電驛之各項功能。



圖一 輻射型線路

一、指示符號及設定範圍之一般說明

1. I_{L1} 、 I_{L2} 、 I_{L3} 、 I_0 可顯示運轉中的三相及零相電流值。
2. IRF(Internal Relay Fault)自我偵測功能訊號指示燈。用於偵測電驛之工作電源模組及內部運算電路是否正常之保護電路，具有警示功能。
3. I_s (I_n) 相間過電流設定值(Low-set Overcurrent Unit)：
 $0.5\text{---}5.0 \times I_n$
4. t_s (s) / k 相間過電流延時動作時間 (Definite Time ; DT) 或反時性延時曲線 (Inverse Definite Minimum Time ; IDMT) 倍率設定值：
 $0.05\text{---}300$ s , k : $0.05\text{---}1.0$
5. $I_{s>>}$ (I_n) 相間瞬時過電流設定值(High-set Overcurrent Unit)：
 $0.5\text{---}40 \times I_n$ 或 ∞
6. $t_{s>>}$ (s) 相間瞬時過電流延時動作時間

設定值：

 $0.05\text{---}300$ s

7. $I_{0>}$ (I_n) 接地過電流設定值：
 $0.1\text{---}0.8 \times I_n$
8. $t_{0>}$ (s) / k_0 接地過電流延時動作時間或反時性延時曲線倍率設定值：
 $0.05\text{---}300$ s , k : $0.05\text{---}1.0$
9. $I_{0>>}$ (I_n) 接地瞬時過電流設定值：
 $0.1\text{---}10 \times I_n$ 或 ∞
10. $t_{0>>}$ (s) 接地瞬時過電流延時動作時間設定值：
 $0.05\text{---}300$ s
11. SGF (Switch Group Functions)有關時間特性曲線及保護功能的邏輯設定開關。
 - (1) 主設定項目包含：時間--過電流保護之 D.T 或 I.D.M.T 時間特性，SGF1/1、SGF1/2、SGF1/3，設定相間過電流時間曲線；SGF1/6、SGF1/7、SGF1/8，設定接地過電流時間曲線。
 - (2) 次設定項目為：
啓動斷路器故障之後衛保護。
可設定於冷載送電時，瞬時過電流元件之設定值自動提高兩倍值。
 - (3) 可設定動作指示器、時間--過電流

- 之啟動訊號為手動/自動復歸功能。
- (4) 可設定瞬時過電流元件為『閉鎖』狀態。
12. SGB (Switch Group Blocking Control Input)可選擇以外部控制訊號閉鎖時間過電流保護功能，或是改變預設之時間過電流設定值”1”或設定值”2”，即遙控更改過電流設定值。
13. SGR (Switch Group for Relay Configuration)設定過電流保護狀態及警報，輸出於各輔助電驛之排列結構的開關。
14. TRIP 跳脫訊號指示燈。
15. Rx/Tx (Receiver/Transmitter Channel)串列通訊埠。
16. CBFP (CB. Failure Protection) 斷路器故障之後衛保護功能。

17.BS (External Blocking or Resetting Signal)閉鎖或重置復歸信號。

18.SS1,SS2,SS3 啟動信號。

19.TS1,TS2 跳脫信號。

二、 SPCJ 4D29 過電流保護元件之功能

時間--過電流保護元件之動作時間，有定時性或反時性兩種特性可供保護協調選擇應用，反時性是指過電流大小與電驛完成跳脫動作的『時間--電流』之函數關係。反時性特性曲線 ”k” 設定值，用於設定調整特性曲線的延時倍率，可將動作特性曲線在 Y 軸上，調整上移或是下移以改變動作時間。瞬時過電流元件僅有定時性一種應用方式，為滿足瞬時性的要求，則最小動作時間應設定為 40 ms。

您有值得大家分享的現場電驛工作經驗嗎？歡迎將它以您優美的詞句提供給會員朋友共享！

1. “SGF”相間及接地過電流時間特性設定表

相間及接地保護之時間--過電流設定表

SGF1/ 1	SGF1/ 2	SGF1/ 3	SGF1/ 6	SGF1/ 7	SGF1/ 8	時間模式/特性	SGF1/4	SGF1/5
0	0	0	0	0	0	0.05—300 秒	選擇斷路器故障之後衛保護功能。	選擇冷載啓動時，過電流設定值是否自動提高兩倍。
1	0	0	1	0	0	極反時		
0	1	0	0	1	0	非常反時		
1	1	0	1	1	0	正常反時		
0	0	1	0	0	1	長時反時		
1	0	1	1	0	1	RI 反時		
0	1	1	0	1	1	RXIDG 反時		

2.動作/時間準確度：

(1) 時間過電流元件

定時性：延時設定值之±2% 或±25ms

反時性：設定值±3%

(2) 瞬時過電流元件

動作時間：設定值±25ms

動作電流：設定值±3%

2. BS 142'1966 及 IEC 255-4 之時間特性曲線計算公式

$$t(s) = k \times \beta / [(I/I_s)^\alpha - 1]$$

t=動作時間（秒）

k=時間倍數（0.05--1）

I =故障電流

I_s =過電流設定值

BS 142		
時間特性曲線	α	β
正常反時性 (Normal Inverse)	0.02	0.14
非常反時性 (Very Inverse)	1.0	13.5
極端反時性 (Extremely Inverse)	2.0	80.0
長時間反時性 (Long-Time Inverse)	1.0	120.0

3. 電驛接線一覽表

電驛接線表

相別	Ia(5A)	Ib(5A)	Ic(5A)	I_0 (5A)
接腳	1-2	4-5	7-8	25-26
跳脫接點 1	65-66		A Relay	
跳脫接點 2	74-75		E Relay	
警報接點 51/50	68-69		B Relay	
警報接點 51N/50N	80-81		C Relay	
保護啓動訊號	77-78		D Relay	
自我監測(IRF)	70-71-72 a / b 接點		F Relay	
閉鎖訊號輸入端	10-11			
工作電源	61-62			

三、邏輯控制

1. "SGB"閉鎖或是控制輸入開關組
 - (1) 過電流保護之閉鎖：當外部電壓輸入電驛之第 10-11 腳時，驅動已設定之 SGB/1、SGB/2、SGB/3、SGB/4 邏輯開關，以閉鎖相間或是接地保護之時間過電流及(或)瞬時過電流元件，當 1-4 開關設定為『0』時，則無閉鎖功能。。
 - (2) 當 SGB/5=1 之設定值時，可利用外部電壓輸入訊號更改過電流保護設定值或是以串列通訊埠於遠端主控站完成之。
 - (3) SGB /6 可選擇過電流故障發生時，TS-2 跳脫訊號具有閉鎖 (Latching Feature) 的功能。
 - (4) SGB /7 可選擇接地故障發生時，TS-2 跳脫訊號具有閉鎖的功能。
 - (5) SGB /8 當 S.G.B/6 與 S.G.B/7 被選擇閉鎖 TS-2 時，可使用控制輸入訊號「B.S」遙控復歸電驛。
2. "SGR"輸出電驛排列開關組
 - (1) SGR1/1、SGR1/3、SGR1/5、SGR1/7 設定 SS1 輸出 $I_{>}$ 、 $I_{>>}$ 、 $I_{0>}$ 、 $I_{0>>}$ 過電流保護始動訊號。
 - (2) SGR1/2、SGR1/4、SGR1/6、SGR1/8 設定 TS 輸出 $I_{>}$ 、 $I_{>>}$ 、 $I_{0>}$ 、 $I_{0>>}$ 過電流保護

已跳脫之訊號。

- (3) SGR2/1、SGR2/3、SGR2/5、SGR2/7 設定 SS2 輸出 $I_{>}$ 、 $I_{>>}$ 、 $I_{0>}$ 、 $I_{0>>}$ 過電流保護始動訊號。
 - (4) SGR2/2、SGR2/4、SGR2/6、SGR2/8 設定 SS3 輸出 $I_{>}$ 、 $I_{>>}$ 、 $I_{0>}$ 、 $I_{0>>}$ 過電流保護始動訊號。
3. 檢查和(Checksum)

SGF、SGB 及 SGR 用於檢視 SGF、SGB 及 SGR 開關群組設定值或是電驛保護與控制結構與設計值是否一致的快速指標。SGF /1-8 分別對應二進制之 1/2/4/8/16/32/64/128 (2^0 - 2^7) 等數字。

四、量測及事故記錄

1.電流量測值

I_{L1} 、 I_{L2} 、 I_{L3} 、 I_0 ：分別表示 A、B、C 三相及中性線輸入電驛之電流值，表示額定電流的倍率。

輸入電驛之比流器二次側電流值 = 讀值 $\times I_n$ ； $I_n = 5A/1A$ 。

比流器一次側電流值 = 讀值 $\times I_n \times CT_{ratio}$

2. 運轉紀錄資料 (Register / Step Recorded Information)

代碼	紀錄要項
1 (I_{L1}/I_n)	記錄流入 I_{L1} 之電流大於過電流保護設定值之紀錄。
2 (I_{L2}/I_n)	記錄流入 I_{L2} 之電流大於過電流保護設定值之紀錄。
3 (I_{L3}/I_n)	記錄流入 I_{L3} 之電流大於過電流保護設定值之紀錄。
4 ($I_{max\ dem}$)	記錄 15 分鐘的電流需量值。
5 ($t(I_{>})\%$)	時間過電流保護啟動狀態的時間，若過電流保護跳脫，紀錄值 100。
6 ($t(I_{>>})\%$)	瞬時過電流保護啟動狀態的時間，若瞬時過電流保護跳脫，紀錄值 100。
7 (I_0/I_n)	記錄流入 I_0 之電流大於過電流保護設定值之紀錄。
8 ($t(I_{0>})\%$)	I_0 時間過電流保護啟動狀態的時間，若過電流保護跳脫，紀錄值 100。
9 ($t(I_{0>>})\%$)	I_0 瞬時過電流保護啟動狀態，若瞬時過電流保護跳脫，紀錄值 100。
0	顯示閉鎖訊號輸入的狀態。0=無動作、1=閉鎖動作

五、 串列通訊埠

中央監控站監視與調度運轉中饋線的狀態，可透過串列通訊埠之 SPA-BUS 讀取 SPAJ140C 內所有輸入資料、設定值、記憶體中紀錄值及其他資料，其通訊協定 (Communication Protocol) 之規格是 "34 SPACOM 2 EN1"。

參、 SPAJ 140 C 型時間過電流電驛之特點

一、時間特性曲線具有多種選擇性

1. 定時性 (Definite Time)

若所設定的電驛不須與其他電驛或是電力設備協調，或受保護線路為一短線路時，可使用定時性之延時跳脫，無論故障點遠近及故障電流大小均可收快速跳脫之效。

2. 正常反時性 (Normal Inverse)

3. 非常反時性 (Very Inverse)

反時性曲線坡度較陡，因在設計上較

易協調，故多應用於環型網路。

4. 極端反時性 (Extremely Inverse)

若所設定的電驛須與電力熔絲鏈協調時，則須使用本型式之時間特性變化最大的曲線。

5. 長時間反時性 (Long-Time Inverse)

6. RI 反時特性 (RI-Characteristic)

RI 型式是一個很特殊的特性，可與系統中現存的電磁感應型電驛協調。

7. RXIDG 反時特性 (RXIDG Characteristic)

主要應用於高阻抗接地事故之保護。

二、冷載試送湧流 (Cold Load Pick-up) 抑制功能

配電線路因工程需要或是發生永久性故障，經過長時間的停電後，線路上的負載分散因素 (Diversity Factor) 會低於正常值，故在試送電時，可能會遭遇到冷載試送的瞬間湧流問題。為分隔冷載湧流與故障電流之異同，於饋線試送時，若滿足電流從低於 0.12 倍時間過電流設定值，上升至超過 1.5 倍時間過電流設定值，且電流上升時間小於 60ms 時，則經由 SGF1/5 開關設定可將瞬時過電流設定值自動提高兩倍。

中華民國八十九年六月

三、遙控更改過電流保護設定值

為因應配電線路轉供作業線路參數改變，因之需要重設過電流設定值時，可由主控站下達指令更改設定值。

四、斷路器故障後衛保護功能

當受保護的線路發生故障時，保護電驛動作但是斷路器因故未能跳脫，因而事故持續存於系統中未被清除，保護電驛亦持續偵測到故障電流，此時 TS2 啟動延時訊號經由 TS1 動作系統上游的斷路器以清除故障。

肆、SPAJ 140C 電驛與電磁感應型電驛之比較

一、SPAJ 140C 電驛的特性含有多組特性曲線，延時設定間隔細微，可提高電驛在應用上的靈活性，改善電驛動作時間的準確性。

二、瞬時過電流元件的最短動作速度為 40ms，較高速型電磁式電驛之 25ms 為慢。

三、接地故障過電流最小設定值較電磁感應

型電驛低，可做較靈敏的設定。

四、可不考慮過電流電驛感應圓盤的衝前時間 (Disc Impulse Time)。

五、可不考慮電磁感應型過電流電驛因機械摩擦力引起的動作時間偏差量。

六、對比流器有較低的負擔，可改善比流器的飽和問題。

七、電驛輸出接點容量視跳脫與警報而不同，跳脫斷路器用接點僅能使用 TS1、TS2。

八、設定保護與控制參數之人機介面較不直接與簡便。

伍、結論

今日的人工智慧型保護電驛都有周延的保護、控制功能與量測技術，相較之下 SPAJ 140C 過電流電驛的功能就顯得簡單多了，它發展於 90 年代，於當時已結合與應用微處理器的運算能力、可程式邏輯控制功能，進一步地將傳統電磁感應型保護電驛的單一功能，擴充至具有保護、控制、量測、事件記錄等多項功能，並增加通訊能力，應用電驛內建之串列通訊埠之介面，直接與主控站交換相關的運轉資訊。亦因它在保護控制與量測功能較簡單，今日仍不失為學習人工智慧型保護電驛的入門工具。

參考資料：

- 1.ABB SPAJ 140C 說明書。
- 2.實用保護電驛 李宏任 編著
全華科技圖書股份有限公司印行