

電力母線的保護

Bus Protection

亞力電機股份有限公司，洪士祐副理編寫
吳森嘉處長指導

壹、母線保護的重要性

電力母線(Bus)是連接電源線路及負載線路的主要部分，主要的功能是匯集所有的電源並分配到所有的負載線路。因為母線是電力的集散點，與電源間的距離較近，而且連接所有的電源，所以發生故障時的故障電流也最大，母線所遭受到的破壞也最為嚴重，修復所需的時間也就較長。

因為母線是整個電力的集散中心，同時連接所有的電源與負載，當母線發生故障時，整個連接在母線上的線路都將無法供電，造成斷電的範圍很大，影響的程度相當嚴重。如果母線的破壞太大，修復時間太長，對於整個電力系統的影響就無法想像。因為電力母線故障的影響太大，所以有關母線的保護也就成為電力系統工程人員最為重要的課題。

貳、傳統的母線保護方式

雖然母線保護的工作相當重要，但是因為傳統機械式的保護電驛對於複雜的母線保護相當困難，所以在一般的電力母線只採用電源線路的過電流保護電驛(CO)作為故障保護。在過電流保護的邏輯上因為需要考慮到保護協調的問題，所以電源

線路的動作時間較長，母線所受到的破壞也就相當嚴重。

在傳統的電力系統中，一些重要的電力母線就會考慮使用較為快速的保護方式，例如在台灣電力公司的 161 kV 或以上電壓等級的母線就明文規定必須裝置母線保護的功能，確保母線故障時得以快速(0.1 秒以內)切斷電源，降低母線受到的破壞程度，縮小故障影響的範圍，提昇供電的穩定度。

傳統的母線保護方式都是採用電流差動(Current Differential, IEEE 代號 87)的方式，在線路圖上使用 87B 的代號。其工作原理是以電路學中的克希赫夫電流定理(Kirchhoff's Current Law)，其理論為：任何時間流入任一電路節點的電總流為零，如圖 1 所示。

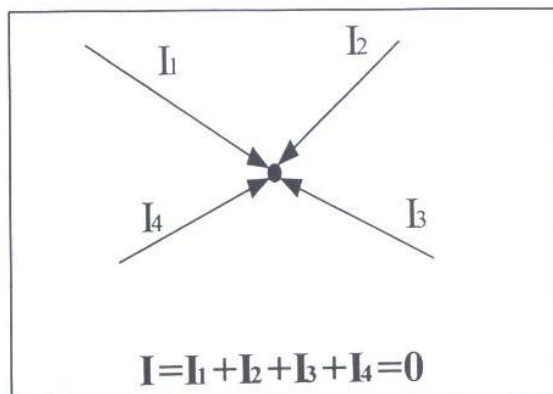


圖 1 · 電流流經節點示意圖

在實際的電力系統中，因為每個線路的電流較大(幾百安培或以上)，無法將實際的電流直接輸入到保護電驛中，所以必須裝設適當的比流器(CT, Current Transformer)，再將所有比流器的二次電流連接到母線保護電驛中，以取的所有線路的電流總和，判別母線內是否有故障電流的存在，執行母線保護的工作。使用電流差動方式的母線保護配置如圖 2 所示。

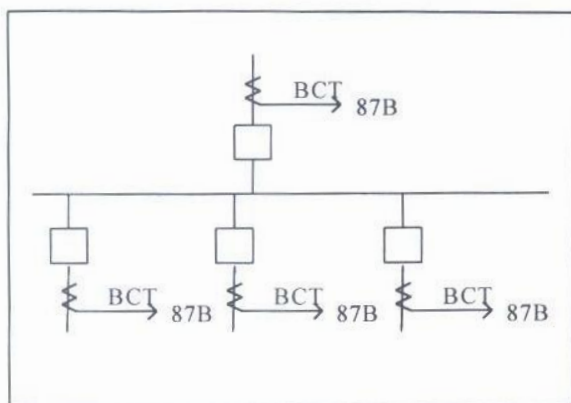


圖 2 · 母線保護的配置方式

使用電流差動保護母線的方式以有多年的歷史，因為電流差動的保護電驛的設定值是以流入與流出電流的差值作為故障的判別數據，而每一線路比流器的誤差或是當線路故障時可能產生比流器的磁場飽和，使比流器的二次側電流與實際電流(一次側電流)的比例產生誤差，容易因為誤差造成誤動作的問題。

所以在電流差動的母線保護時，必須在每個線路裝設一個高精密度與及高飽和電流的母線保護專用比流器(BCT)。由於 BCT 的價格相當昂貴，而且母線保護電驛(87B)更是驚人，所以只能針對特別重要的電力系統裝設母線保護。

參、方向性過電流的保護方式

因為數位保護電驛的功能更為齊全，

具備相當智慧所以通稱為智慧型電子器材，簡稱 IED(Intelligent Electronic Device)，目前使用已經非常普遍。在台灣的工業界自西元 1990 年以後幾乎全部使用 IED；在最為謹慎的電力公司中，自西元 1995 年起也陸續採用 IED，目前在輸電線路的距離保護電驛(21)、電流差動保護電驛(87)、配電饋線線路保護等部分都已經使用中。

因為 IED 的使用簡單，只需輸入三相電流及三相電壓，即可經由 IED 的處理器(CPU)演算分析各種故障的原因，所以設計良好的 IED 大都同時具備多種的保護功能：例如基本的過電流(50/51)、欠電壓(27)、過電壓(59)、頻率(81)等保護功能；有些設計更為完整的 IED 更具備方向性過電流的保護(67)、復閉(79)、及同步檢定(25)的能力。

因為 IED 的準確性高，對於故障方向的判別非常正確，所以在美洲地區的電力系統已陸續採用此一方向性過電流的功能作為母線保護，不但大幅簡化保護器材與線路的配置、而且動作更為可靠，成效非常良好，此一母線保護方式已廣為使用。

使用方向性過電流的保護的配置方式相當簡單，如圖 3 所示。圖中每一個 IED 除了具備線路保護的輸出乾接點(Trip)外，並提供兩個輸出乾接點，一個是流向母線的過電流故障(67in)；另一個是流出母線的過電流故障(67out)。當電力系統發生故障時，自電源端到故障點的每一個 IED 都會偵測到故障電流，整合各 IED 偵測到的故障電流方向即可判別出故障發生的位置是在母線或是外部線路，準確的動作適當的電力設備(如斷路器)，在最快速與最小範圍的原則下隔離故障區域，達到正確保護的目的。

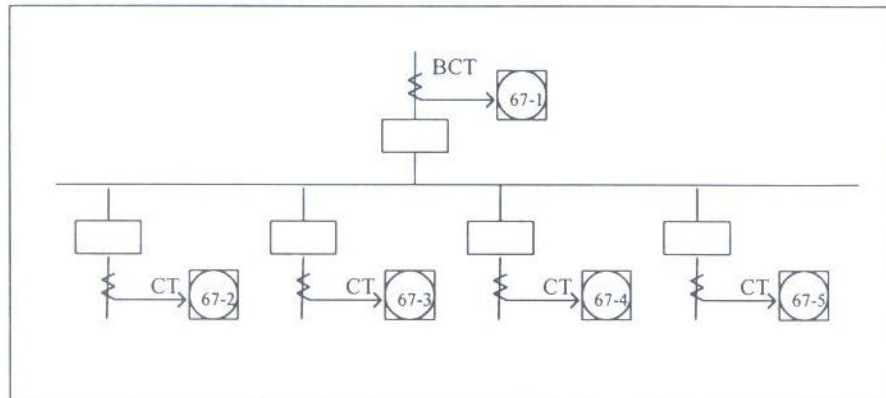


圖 3 · 母線保護的配置方式

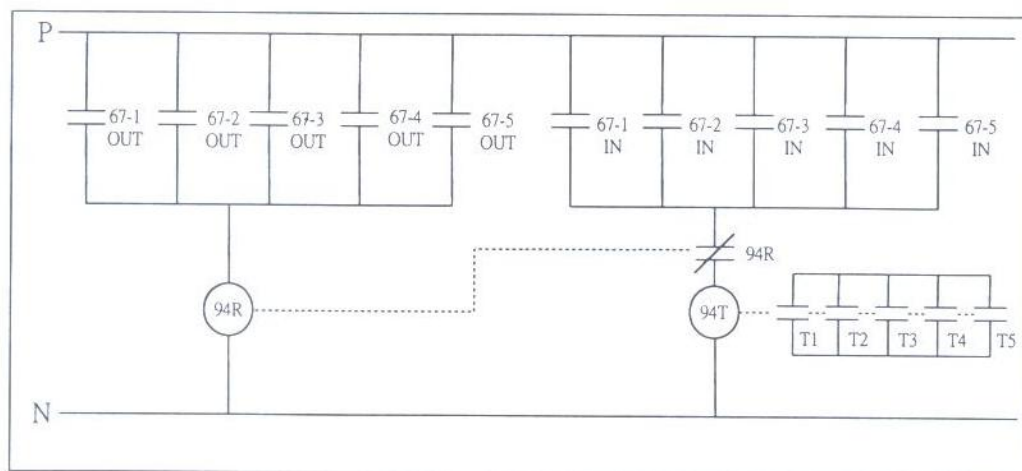


圖 4 · 母線保護控制控制線路圖

圖 4 為母線保護控制線路圖，圖中每一個 IED 提供兩個輸出乾接點，當任一個 IED 偵測到流出母線方向的故障電流時，表示故障發生在母線以外的地點，母線保護電驛不應該動作。此時該 IED 的 67out 接點快速閉合(建議設定為 2 cycle, 即 32ms)，此時閉鎖電驛(94R)動作，切斷母線保護電驛跳脫線圈(94T)的動作線路，確保母線保護電驛不會動作；當部分 IED 偵測到流入母線方向的故障電流，而沒有任何一個 IED 偵測到流出母線的故障電流時，表示故障發生在母線中，此時沒有任何一個 IED 的 67out 動作，而偵測到流入母線方向故障電流的 IED 之 67in 接點閉合

(建議設定動作時間 4~5 cycle，即 60~80 ms)，而母線保護的閉鎖電驛(94R)沒有動作，其接點維持閉合狀態，所以母線保護電驛跳脫電驛(94T)激磁，所有的母線保護跳脫乾接點全部閉合，跳脫連接在此一母線上的所有線路，快速隔離故障(約在 100 ms)，縮短故障時間，降低故障破壞程度與損失。

目前大部分的電力系統為了提供更為可靠的能源品質，採用雙母線的配置方式(如台電 161 kV 或以上的系統)已經相當普遍，在雙母線的系統上，母線保護工作更為複雜。無論採用電流差動或方向性過電流的保護方式，都必須加裝多接點的選擇

開關或是門鎖電驛(Latch Relay)。

在過電流保護方式的控制電路中，必須考慮到連接的母線電壓源、輸入到母線保護的閉鎖電驛(94R)及母線保護電驛跳脫電驛(94T)的線路、由連接母線的保護電驛跳脫電驛(94T)動作等的控制電路。每一線路對於雙母線系統必須增設的輔助線路如圖 5 所示，在圖 5 中，門鎖電驛的動作與連接母線的隔離開關(DS)同步動作，連接各線路的動作接點、電壓源、跳脫線圈等相關線路。

圖 6 表示雙母線的保護控制線路圖，圖中顯示必須增設母線保護的閉鎖電驛

(94R)及母線保護電驛跳脫電驛(94T)各一個，各線路的方向性過電流動作接點經由各線路增設門鎖電驛的接點連接到對應的母線保護的閉鎖電驛(94R1 或 94R2)及母線保護電驛跳脫電驛(94T1 或 94T2)，各跳脫接點再經由輔助門鎖電驛的對應接點(BX1 或 BX2)連接到跳脫線圈，跳脫連接在故障母線上的所有線路。

肆、兩種保護方式的比較

以目前在世界上的電力系統中，較為普遍的過電流差動與方向性過電流的兩種保護方式，相關特點比較如表 1。

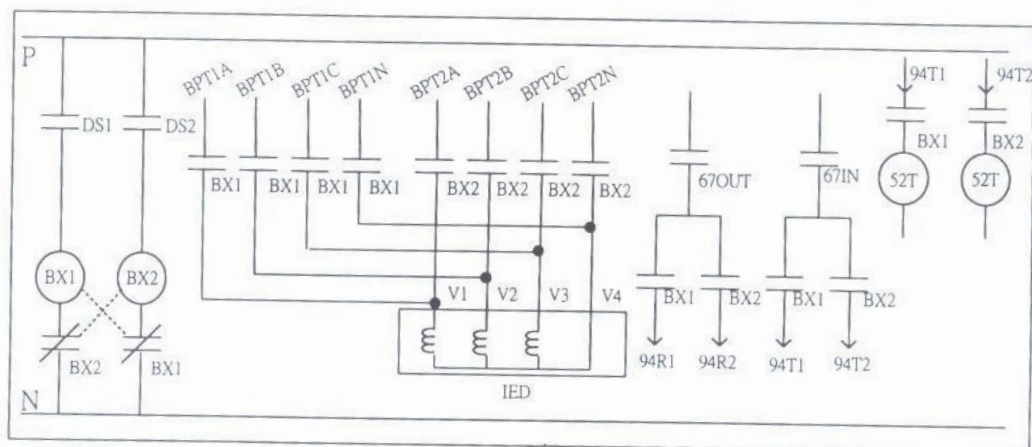


圖 5 · 雙母線系統所必須增設的輔助線路圖

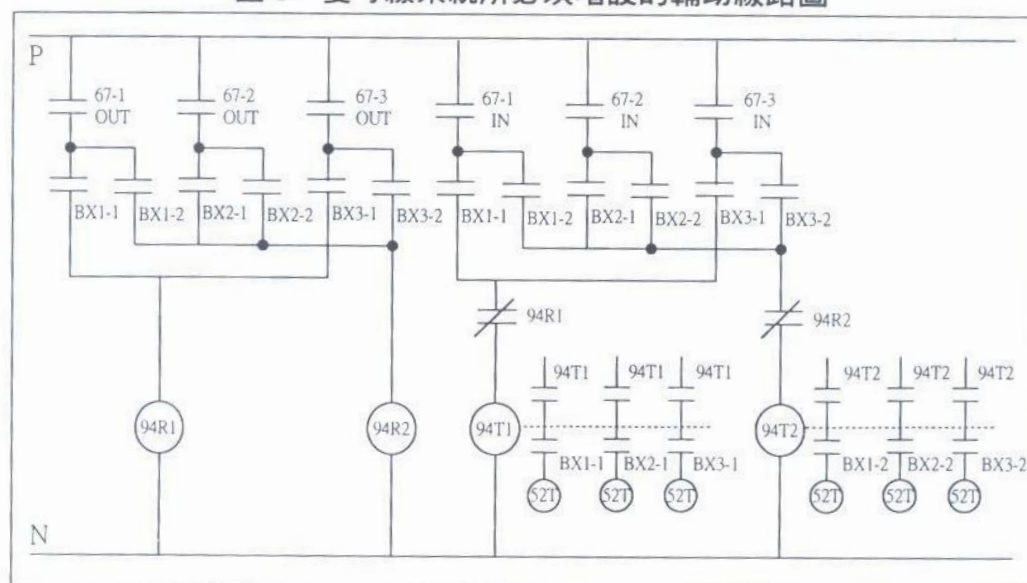


圖 6 · 雙母線的母線保護控制線路圖

表 1・方向性過電流與電流差動的母線保護方式比較表

	方向性過電流保護	電流差動保護
需用之取量器材	線路保護必備之取量器材， 無須裝設其他取量器材	線路保護必備之取量器材， 必須增設母線用比壓器
需用之保護電驛	線路保護必備之保護電驛， 無須裝設其他保護電驛	線路保護必備之保護電驛， 必須裝設母線保護電驛
需用電力信號	使用共用的比壓器與比流器 信號	使用獨立的母線比流器信號
雙母線系統需增設之輔助 控制線路與器材	增設一個多接點的門鎖電驛	增設複雜的選擇開關及控制 線路
雙母線系統切換的電力信 號	切換連接母線的比壓器信號	切換母線比流器信號
可能造成的誤動作原因	電壓信號消失(LOP)時無法 判別故障方向	比流器飽和或誤差

伍、結語

電力系統的保護是一個非常重要的課題，所有的電力工程人員多投入相當心力追求安全、可靠又經濟的保護系統。再傳統的以電磁原理設計而成的機械是保護電驛技術上，每一個保護電驛只能執行單項的保護工作，所以使用電流差動方式的母線保護工作相當普遍。但是經過多年的使用經驗，對於比流器飽和、誤差、以及雙母線的切換控制等問題仍有許多需要加强的地方。

由於 IED 同時具備多項的保護功能，應用其中部分功能即可解決許多在傳統保護技術上不容易克服的問題。本文只針對母線保護的應用進行討論。其他有關斷路器故障(BFI)、變壓器保護(如 50/51Z, 59Vo)及其他許多在國外已經實際應用的保護功能無法再此一有限的篇幅中詳細討論。希望本文能夠產生拋磚引玉的效果，歡迎先

進踴躍提供更多的技術資訊，增進電力同業相關技術，提昇國內整體電力品質。

