

電驛之任務及其性能的基本要求

李河樟

一、前言

隨著科技的突飛猛進，生活品質不斷的提昇，對於電力品質的要求也愈來愈嚴格。因此電力供應者除了積極開發電源、提供充足無虞的用電外；亦須靠適當且完備的輸、變電設備，將電力輸送到各須要用電的場所，更必須在規劃、設計、施工上做周詳的考慮，儘量避免爾後運轉時可能產生的事故。這些要求在現今之科技基礎上，要達到一定之水準並不是難事；可是有些事故卻是無法完全避免的，諸如：颱風、地震、雷擊或是鳥獸碰觸等天然災害，及民眾與電力從業人員之疏失等突發事件，這些事故就必須倚靠週全、可靠的保護電驛，於最短的時間內能有效的隔離事故點，防止事故時間的延續及事故範圍的擴大，並減少設備損害及人員傷害的程度，也使得事故後的修復工作能在最短時間內完成。

二、何謂保護電驛

保護電驛一詞，根據 IEEE 之定義，它是一種電氣設備，其設計是為了在指定的方式下，對其輸入訊息研判其狀態，如果合於預設之條件，立即反應而使接點動作，或使得類似相關電機控制迴路，產生驟然的改變。由此可知，保護電驛並不能預期事故的發生，它僅能在電力系統或電氣設備發生異常或無法容忍的狀況，且有足夠的徵兆時才能動作。

三、電驛之任務

從電驛之定義可知：電驛的任務不在於防止事故的發生，其在電力系統最主要的任務與目標是縮短事故時間、防止事故範圍擴大及減少人員與設備損傷的程度，使電力系統上其他部份能繼續正常運轉，確保良好的電力品質。

更深一層探討與分析，電力系統上之電驛，應可分為關係極為密切的兩大類：第一類係當電力設備發生故障時，要求儘可能在最短的時限和最小的區域內，自動的把故障設備從電力系統中隔離，以減輕故障設備的損害程度和對於鄰近地區供電品質的影響，或是在人為疏失發生時，能於最短的時間內切離事故，以減輕或防止工作人員之傷害，完成此項任務的設備稱為保護電驛即其保護任務。第二類則是為了在事故發生後電力系統能迅速恢復正常運轉，或是為了儘快消除電力系統出現的異常狀況，防止大範圍的停電及確保對重要用戶，連續正常供電的自動化設備，如輸、配電線路的自動復閉裝置，低頻率自動負載限制等，執行此類任務的自動化設備，稱為系統安全自動裝置--控制任務。

以上兩類電驛，掌控了構成電力系統控制、保護、電力設備等三大要素之中的兩個重要層面，其任務之艱難與繁雜是無可置疑的，且深深值得電力相關工作者認真研究與探討。

四、電驛性能之基本要求

在探討電驛性能基本要求之前，首先必須澄清一個觀念，那就是我們通常把個別電驛本身，誤認為即是整個保護電驛系統的全部；事實上，保護電驛它包含兩個主要部分：一為電驛本身的設計、製造、標置及試驗、調整等技術；另一方面則為電驛據以判斷是否該動作之訊號來源，如比流器、比壓器等設備及其二次側迴路，經電驛而到開關設備（斷路器）跳脫線圈的整體設備，如果是利用副線通道控制者，尚須包含有關通道之各項設備。因此，談保護電驛性能是以包含上述兩部分之整體內容而言。其基本要求大致可分為：信賴度、快速性、選擇性、靈敏度及簡單性，這五大基本要求之間關係極密切，有其一致性亦有其矛盾性存在。故為求達到最佳選擇，必須對每一性能本身及其相關事項同時加以研討。

1. 信賴度：

信賴度即安全性與可靠性，此兩種特性為保護電驛性能之最根本要求。所謂安全性是指電驛在不需要它動作時不會發生誤動作；所謂可靠性是要求電驛在需要它動作時，能確實動作而不會發生拒絕動作之情形。基本上，這兩項要求是互相排斥的，因為在追求安全性時，必然或多或少會犧牲一些可靠性；反之亦然，其間的取捨，需依電驛所在電力系統的特性及其既存狀況，分析兩者之輕重關係，再決定該著重於那一方面，是防止誤動作呢？還是防止電驛拒絕動作。但是，千萬不可對強調之重點做過度的偏重，在強調防止誤動作的同時，並不意味著可以允許電驛拒絕動作，而是必須設法在加強一方性能的同

時，儘可能不削弱另一方面的性能，這是規劃保護電驛的一個基本原則。

在重要電力設備，如超高壓電力系統中，為了保證故障時電驛能正確可靠的動作，保護電驛的規劃，通常採用雙重保護方式，只要兩套電驛之中任何一套電驛動作，均可單獨完成保護任務；即每一設備上都有兩套完全獨立，且其各自性能均可滿足保護要求的電驛。為使兩套保護電驛能互為備用，每一套電驛所使用的直流電源、比流器與比壓器二次側繞組、控制電纜及斷路器跳脫線圈等均須完全獨立，最好兩套電驛的動作原理也儘量不要相同，（如果一套為閉鎖方式，另一套最好為非閉鎖方式或其它方式）且控制用通訊不使用同一媒介，以期在保護上能真正達到其互補性而提高可靠性。相對的在另外一種情形下，當大容量發電廠之出口線路負載相當吃重，系統備轉容量又不足的情況，這些主要電源線路的保護電驛，就應強調如何防止在各種情況下，可能發生的誤動作較為合理；另外對於電驛誤動作後會帶給電力系統嚴重後果的保護電驛，如匯流排保護、斷路器故障保護等，亦應著重於防止誤動作，即安全性優先於可靠性。

有些重要工廠如石化工業，為了確保在任何情況下電力供應的不中斷，大多採用雙電源供電，但是既使有了雙迴路的環狀供電，是否就能收到雙電源的功效呢？答案是未必，原因很多，但保護電驛居其關鍵地位。因此如何藉由保護電驛的正確動作，以確保電力供應不致中斷，實應詳加研究；否則徒有雙電源之名，而在事故時卻無雙電源之功效也是罔然。

2. 快速性

所謂快速性是要要求保護電驛在可能的最短時間內，將電力系統上的故障或異常情況給予隔離或清除，以減低設備損害程度，並確保電力系統之穩定。在某些特定情況下，保護電驛的快速動作可提高電驛的可靠性。

快速一詞在保護電驛的領域內，是指電驛的動作時間小於50毫秒；而瞬時是指電驛判斷確定要動作時即行動作，在其動作過程中，沒有刻意的遲延來減緩電驛動作，至於其動作時間，則無明確之定義，可能幾毫秒亦可能為數十毫秒，依其動作原理及電驛構造而定。在低電壓系統中，各電驛之動作時間需要互相協調，因此，電驛動作時間通常較高壓系統者為長，一般在主保護區之故障，電驛約0.2~1.5秒動作；高壓系統則要求電驛在主保護區之故障須快速動作。

雖然電驛快速動作有許多好處，但有些快速動作的電驛本身，容易受外界故障條件變影響而發生誤動作，如共架雙回線平行線路的保護，會因外部故障時，相關線路兩端斷路器的不同時開啟，造成故障電流驟然反向，而引起健全線路快速電驛的誤動作。另外經由載波控制之閉鎖保護方式，亦須考慮訊號傳送與相關電驛動作時間之協調，如一味強調快速，同樣易於引起誤動作。因此在考慮速度的同時，必須以保證安全為前提。

3. 選擇性

保護電驛在電力系統上，各有其責任區，其保護範圍除了須有重疊區域之外，尚有作為後衛保護之越區功能。因此，對於同一事故點，有多套保護電驛均能偵測

到故障。但是並不希望這些電驛都立即動作；而是要求電驛，在可能的最小範圍之內，把故障點從電力系統中隔離，也就是要求電驛的動作，必須具有選擇性。

要使電驛動作具有選擇性，其基本原則為上、下游保護之間，所有可能產生故障的情況下，電驛的靈敏度及動作時間必須取得配合。一般而言，動作原理相同的電驛較容易協調，有相同動作時間曲線的過電流電驛較能得到良好的選擇性。

4. 靈敏度

保護電驛對於電力系統設備上事故的反應能力，稱為電驛的靈敏性，又可稱為靈敏度。每一電驛均被賦予特定的責任範圍，若在其被指定的區域內發生事故時，電驛必須具有一定的靈敏度，以保證在任何可預期的情況下（包括變比器的誤差、故障電流計算條件改變等），仍能可靠的動作。

靈敏度是保證可靠度的良方，但卻會影響安全性，因此，必須按其所保護設備的特性，做適當的取舍。對於接地故障的末段保護，零序電流的靈敏度必須儘量提高；相對的，對於長距離的相間保護則須考慮負載情況，不宜過分強調靈敏度。

5. 簡單性

保護電驛裝置愈簡單，它本身的動作可靠性就愈高，當一套簡易的電驛即可達到預期的保護目標時，增加任何額外的元件雖然可能提高保護效果，但這並非基本保護所必備；而任何增加的元件或設備均是發生故障的潛在來源，同時也增加了以後維護工作的負擔，實應謹慎考慮。有一

句話深值參考：『因其簡單易行，故而安全可靠』。

五、結語

保護電驛不保證被保護的設備能免於事故，就如同買了保險並不能保證不會出險一樣。電驛本身更不會有產出，無法增加直接收入。在正常情況下，亦派不上用場。所以很容易給人一個不正確的觀念：即「電驛似有若無，非關緊要」。的確，所有保護電驛工作者，也都希望電驛僅僅是一種裝飾品，永遠都不需要它動作；問題是，電力設備於何時，在何處，會發生何種故障，乃為不可預知，而其故障機率不管多低，但卻是永遠存在。此時，保護電驛就成為電力設備上，不可或缺的主要角色。

藉由電驛正確、快速的動作隔離故障區域，縮減停電的時間及範圍，減輕設備及人員的損害。其所減少的損失，就是它

的貢獻，將遠大於投資在保護電驛的所有花費。

系統保護電驛工作千頭萬緒，原因在於各種電機設備對保護電驛的需求各不相同，而且目前能滿足的保護方式，並不表示將來仍然一樣有效；而是需要隨系統特性及相關條件的改變，經常檢討改進，這使得保護電驛更顯得複雜。保護電驛如要求同時對於上述五種基本性能，均得到最大的滿足，那將僅是一種烏托邦的理想境界。基本上在各種性能之間，有其無法避免的矛盾存在。實際運用上，必須顧及某些既存事實，及需要某些妥協，如電力系統特性、過去電驛運用經驗及電驛工程師個人理念與性格等因素。因此，保護電驛的運用，只要能滿足保護上的基本需求，就無所謂絕對的好壞與對錯。電驛的好壞，完全是以它在電力系統上的實際表現來作評斷，這也使得保護電驛不僅僅是一門實用的科技，更可說是一種引人入勝的藝術。