

特高壓用戶保護電驛設計 之要求與注意事項

台電電力調度處 許文興
標置課主管圖審

一、前言

保護電驛是一種能檢出故障的電氣設備，取樣於 CT、PT 及其相關設備之訊息來研判預先設定之動作狀態，由控制回路之接點閉合而動作；所以保護電驛是當有設備事故發生時，可以快速檢出故障訊號，適時清除故障，隔離事故範圍，避免危害保護設備，縮小故障範圍再度擴大及減少人員傷亡；因此，在電力系統故障中，保護電驛視如人的眼睛，它是確保電力系統安全運轉穩定系統之最重要設備。

二、特高壓用戶保護電驛

(一)裝設保護電驛之目的

- 1.當事故或設備故障時，能快速從電力系統中隔離，確保無事故或設備故障部分能正常運轉。
- 2.縮短事故或設備故障修護時間，減少損失。
- 3.使事故或設備故障損害減低到最小程度。
- 4.減低人員傷亡。
- 5.防止事故範圍再擴大。

(二)依電力系統電壓等級分類

1.配電系統

(1)低壓系統：110v, 220v, 380v, 440v-
--。

(2)高壓系統：3.3kv, 11.4kv, 22.8kv-
--。

2.特高壓系統

(1)二次系統：69kv/11.4kv, 22.8kv, 69kv/3.3kv, 6.6kv---。

(2)一次配電系統：161kv/3.3kv, 161kv/11.4kv, 22.8kv---。

(3)一次輸電系統：161kv/ 69kv 如台北，中壢 P/S---。

3.超高壓系統

(1)超高壓系統：345kv/161kv 如南投中寮，嘉民 E/S---。

(三)依電壓等級電驛保護區分

1. 220v, 380v, 440v 電驛保護：NFB, Power Fuse ---。

2. 11.4kv, 22.8kv 電驛保護：Power Fuse, 50/51, 50N/51N---。

3. 69KV 系統電驛保護：50/51, 50N/51N, 67/67N, 85(HCB-1), 21/21N。

(1)過電流電驛保護方式。

(2)方向性過電流電驛保護方式。

(3)交流副線電驛為主保護、測距電驛為後衛保護方式。

(4)交流副線電驛為主保護、方向性過電流電驛為後衛方式。

(5)交流副線電驛為主保護、過電流電驛為後衛保護方式。

(6)測距電驛為主保護、方向性過電流電驛為後衛保護方式。

4. 161KV 系統電驛保護：50/5150N/51N, 67/67N, 85+光纖, 87L, 21/21N。

(1)短距離輸電線路(10KM 以下)

- A. 高速動作之副線電驛為主保護、區間式測距電驛為後衛保護方式。
 - B. 高速動作之電流型差動電驛為主保護、區間式測距電驛為後衛保護方式。
- (2) 中長距離輸電線路(10KM 以上)
- A. 四區間載波(4 ZONE/PLC)控制方式保護。
 - B. 微波控制(4 ZONE/POTT)方式保護。
- (3) 科學園區環路輸電線路
- A. 初期未環路時使用過電流電驛及過電流接地電驛保護方式。
 - B. 環路時以高速動作之副線電驛(HCB-1+FCB)為主保護、方向性過電流電驛為後衛方式。
- (4) 考量系統穩定度及故障清除時間小於 12 週波時，必須裝設兩套主保護電驛。
5. 345KV 系統電驛保護：超高壓輸電線路以兩套獨立的保護方式保護。
- (1) 第一套保護電驛使用方向性比較閉鎖方式為原則
- A. 以傳統式機電型(E/M)電驛為主同時配合載波機組(CARRY SET)運用。
 - B. 微處理式數位式保護電驛。
- (2) 第二套保護電驛使用 POTT SCHEME 方式為原則
- A. 靜態或數位式保護電驛配合 POTT SCHEME 方式運用。
 - B. 數位式保護電驛配合音頻機組(AUDIO TONE)運用。
- (四) 保護電驛運用應考慮之問題
1. 在線路或廠所內發生異常事故時，能迅速確實檢出，適時清除，以免波及

台電與其他用戶系統設備。

2. 當用戶與台電系統連接之電源線故障或停電時，用戶應儘速解聯。
3. 若為汽電共生用戶在非鄰近電力系統異常事故時，則以不跳機為原則。
4. 若欲快速復電操作而採用自動復閉電驛時，應考慮所聯結之線路有無電壓及同步情形。
5. 若用戶所安裝之保護電驛除應與台電系統配合並相互協調外，於廠內發生短路事故時，會由台電系統提供大量的故障電流，故須設法切離所連接之線路，以確保電力系統或相關設備之安全。

三、保護電驛設計要求與注意事項

(一) 保護電驛設計考慮

1. 安全：係指人員安全、設備安全、防災安全。
2. 可靠：故障少且事故時能迅速適時清除。
3. 維護：工作簡化及人員減少。
4. 品質：係指電力品質，對電壓變動、頻率變化、系統穩定度、功率因數。
5. 配合：政府施政政策及台電規章規定。
6. 經濟：係指經濟實惠、美觀大方、同時簡單耐用。
7. 環境：係指評估環境之空氣、鹽害、溫度、震動、及手機使用。
8. 現況：滿足負載需求，同時兼顧台電公司發展。

(二) 保護電驛設計需求

1. 保護設備：應具備簡單性、靈敏度、選擇性、可靠度、安全性、速度性。
2. 負載需求：最高與最低負載及需量。
3. 負載因數：平均與尖峰負載需求。
4. 系統組成：345kv，161kv，69kv，

22.8kv, 11.4kv ---。

- 5.保護方式：專線(僅單純供應一戶)、放射狀(輻射狀)、T 接、環狀(環路) ---。
- 6.圖面製作：一目了然，清楚易懂。
- 7.可靠電源：直流、交流。
- 8.故障判斷：故障容量，電流、電壓降，示波器，三相、二相短路，單相接地。
- 9.通訊連接：無鬆脫，可靠、安全，無雜訊。
- 10.保護協調：事故時能適時依序清除，使故障範圍縮小，異常系統盡速恢復正常。
- 11.保護構成：保護電驛，斷路器，CT、PT、DC、AC，控制回路及週邊設備之相互配合。

(三)保護電驛設計準則

1.信賴度(Reliability)

信賴度即可靠度(Dependability)與安全性(Security)，此兩種為保護電驛性能之最基本要求。所謂可靠度(Dependability)，是在保護區域內發生故障時，保護電驛要百分之百的確實動作；所謂安全性(Security)，是在保護區域外發生故障時，不需要它動作時不會發生誤動作情形。

2.快速性(Speed)

是在保護區域內發生故障時，保護電驛在最短時間內快速把異常或故障情況給與快速隔離清除，以減低損壞程度，確保系統穩定，所以在某種情況下要求保護電驛快速跳脫，確保可靠度。

3.選擇性>Selectivity)

電力系統上保護電驛均有重疊保護功能，因此，在同一事故時均有多套保護電驛偵測到故障，這一些保

護電驛不會立即動作，是距故障點最近的保護電驛方向內隔離故障，如此，應由標置協調得到動作時間順序，獲得良好的選擇性。

4.靈敏度(Sensitivity)

靈敏度對系統穩定度可得到可靠度，但對安全性會有影響，所以對保護設備的特性應適當取捨；如故障電流微小的，其靈敏度均應考慮提高或相對於輕微過載的變壓器，在設備可以承受範圍內，其靈敏度考慮下不要設定太高。

5.簡單性(Simplicity)

若裝置一套保護電驛即可得到預期目標時，即使增加額外設備可以提高保護效果，但對整套設備而言會增加故障機率及維護工作負擔，因此，對整體保護而言盡量力求簡單。

6.經濟性(Economics)

以少量投資即可達到最大的效果，同時考慮堅固耐用。

(四)保護電驛設計區間與範圍

- 1.相互重疊：主保護電驛、後衛保護電驛。
- 2.相互重疊後不能有死角。
- 3.遠方後衛保護。
- 4.局部保護範圍，保護區間。

保護區間範圍系統圖例：通常均設計具備主保護及後衛保護，且需備有重疊保護之功能，如圖所示，至於重疊保護，一般是以 CT 位置之安排為之。

(五)保護電驛設計注意事項

1.電力系統組成：

依發電業與汽電共生併聯方式設限於發電機組設備總容量之規定，依系統分類如下。

- (1) 11.95kv 系統：發電機組設備總容

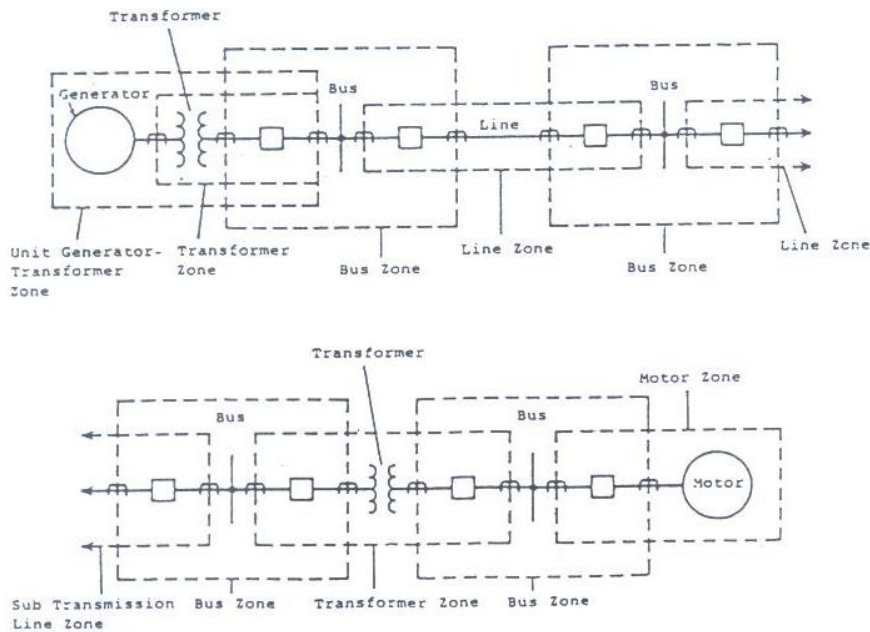


Fig. Typical relay primary protection zones in a power system.

量未超過 10,000KW 者；最大逆送電力不得超過 5,000kw。

(2) 22.8kv 系統：發電機組設備總容量未超過 20,000KW 者；最大逆送電力不得超過 10,000kw。

(3) 69kv 系統：發電機組設備總容量未滿 95,000KW 者。

(4) 161kv 系統：發電機組設備總容量未滿 1,000,000 KW 者。

(5) 345kv 系統：發電機組設備總容量達 100,000KW 或購電契約容量達 450,000KW 者。

2. 保護方式分類

(1) 設備保護方式

a. 發電機保護 b. 馬達保護 c. 變壓器保護 d. 匯流排(母線)保護 e. 開關設備保護 f. 線路設備保護 ---。

(2) 線路保護方式

a. 專線保護 b. 放射狀(輻射狀)保護 c. T 接保護 d. 平行雙回線保護 e. 環狀(環路)保護---

3. 設備構成

(1) 保護電驛型式、廠牌。

(2) CT、PT 設置位置、接線、比值及型式、廠牌。

(3) 使用 DC 或 AC 電源。

(4) 斷路器容量大小，最大三相短路啟斷容量是否足夠。

(5) 控制回路在電力系統單線圖上應詳細記載並標示。

(6) 故障電流大小。

(7) 最大最小負載及阻抗值。

4. 保護電驛送審相關必備資料

(1) 請檢附最大(小)三相短路容量值。

(2) 請檢討責任分界點 CTR 大小及負擔檢討。

(3) 請提供線路常數計算書，若為電纜者，請提供實際測試值。

(4) 故障電流計算書。

(5) 完整電驛說明書並附有特性曲線。

(6) 保護電驛標置設定計算書。

(7) 保護協調曲線圖。

(8) 保護電驛標置一覽表。

5. 保護電驛標置原則

- (1)主變二次側三相短路故障，一次側必須在 0.5 秒內清除故障。
- (2)主變一次側保護電驛應採用正常反時型(Normal Inverse Type)並附瞬時過電流元件。
- (3)責任分界點若採用三相一體保護電驛(51、67)，或電子式電驛，應使用兩套。
- (4)電壓電驛使用之 GPT 應接自匯流排。
- (5)主變壓器 10MVA(含)以上者，應裝設差動電驛(87T)，接於 161KV(含)以上者，請裝設高速差動保護電驛。
- (6)主變二次側若為中性點接地時，該中性點應裝設接地過電流保護電驛(51Z)。
- (7)匯流排(345KV，161KV 或 69KV GIS者)應裝設高速匯流排保護電驛(87B)，其快速清除故障時間在 6 週波以內。
- (8)因供電技術需要或系統需求，須採用兩套主保護電驛(快速)及後衛保護電驛系統者。
 - A. 345KV 線路。
 - B. 161KV 線路之三相故障臨界清除時間較短，影響電力系統穩定度。
 - C. 環路系統或重要線路以配合台電系統之保護電驛協調及安全運轉。
- (9)特高壓用戶設計時，所選用保護電驛用之 CT，若最大故障電流超過 CT 二次側額定電流 20 倍時，應依其實際負擔檢討準確度在 10% 以內。
- (10)採購設備前，請先經台電公司圖審

完成後再採購。

- (11)未盡事宜請參考 ANSI IEEE 或 IEC 等標準辦理。

四、保護電驛設計相關規定

(一)台灣電力公司業務處函

中華民國 76 年 6 月 19 日

業供發字第 7606 - 7105 號

主旨：本公司用戶 69kv 自備變電所之主變壓器保護電驛標置請按說明各項辦理，請查照。

說明：

- 1.各用戶自備變電所之主變壓器 69kv 側過電流電驛設定，原則應以低壓側(如 11kv 側)三相短路故障時，其 69kv 側過電流電驛必須在 0.5 秒以內清除故障為準。低壓側各保護電驛之標置須配合協調。
- 2.各用戶自備變電所新設備於加入系統時請檢附有關之保護電驛計算書，俾憑審核。

(二)台灣電力公司業務處函

中華民國 77 年 3 月 3 日

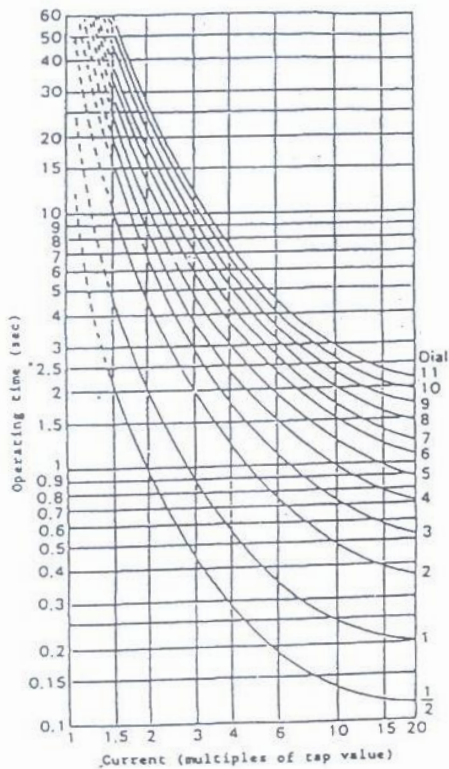
業供發字第 7603 - 7018 號

主旨：為利系統保護協調，嗣後設計 69kv(含)以上供電用戶之受電盤保護電驛，請採用「反時特性」之電驛，請查照。

說明：

- 1.典型之「反時性」過流電驛(Inverse Time Overcurrent Relay)特性曲線如附件。
- 2.該等特高用戶於申請加入系統時，請另備妥系統單線圖、保護電驛標置計算書、保護協調曲線圖各乙份，送當地本公司區營業處辦理。

附件



Time-current curves for inverse time overcurrent unit

(二)台灣電力公司業務處函

中華民國 77 年 4 月 11 日

業供發字第 7704 - 7056 號

主旨：請轉知貴會所屬會員設計用戶之 69kv 受電盤接地保護過電流電驛時，請選用具有 TAP：0.5 安培之電驛，以利保護協調，請查照。

(四)台灣電力公司業務處函

中華民國 80 年 9 月 3 日

業配供發字第 8008 - 0364 號

主旨：本公司特高壓用戶自備變電所特高壓部分保護電驛裝置，請按說明辦理。

說明：

1. 自備變電所若使用特高壓 GIS 氣體絕緣斷路器設備者，請裝設母線保護電驛以便高速清除事故。

2. 自備變電所電源保護電驛及主變壓器一次側之過電流電驛均請使用正常反時性型 (Normal Inverse Type，即電源側之保護電驛 51x3，51Nx1，主變壓器一次側之保護電驛 50/51x3，50N/51Nx1 屬之) 以便與上游保護電驛標置協調。

3. 自備變電所保護電驛等相關設備，請先經本公司圖審認可後再行採購以免造成日後修改或變更設備等困擾。

(五)台灣電力公司業務處函

中華民國 82 年 10 月 6 日

電業字第 8210 - 0233 號

主旨：有關 69kv 以上用戶之主變壓器保護事宜，請按說明 1.2 辦理，請查照。

說明：

1. 69kv 以上用戶之自備變電所主變壓器容量 10MVA (含) 以上者，請裝設差動電驛為主保護，並以瞬時及正常反時性特性之延時過電流電驛為後衛保護，俾便加強主變壓器之保護及協調。
2. 既有之主變壓器如遇用戶廠內有新增設或改善時，建議請配合比照說明 1. 辦理。

(六)台灣電力公司業務處函

中華民國 83 年 3 月 31 日

業配供發字第 8303 - 0377 號

主旨：有關 69kv 以上用戶自備變電所分界點處裝設之保護電驛設計注意事項，請查照辦理。

說明：

1. 69kv 以上用戶自備變電所分界點處使用之過電流電驛，若為相間元件均在同一電驛內者或相間及接

地元件均在同一電驛內者，為避免因電驛內部之單一故障而致相間或相間及接地保護功能全失，設計時請另加裝乙套相同功能之電驛或改為相間保護及接地保護均各別獨立之電驛即相間過電流電驛參具及接地過電流電驛壹具，以確保其可靠性。

2. 分界點處如係採用方向性過電流電驛者，請比照前項所示過電流電驛設計之原則辦理。
3. 既有之設備如遇用戶廠內有新增設備或改善時，請配合比照前述原則辦理，以保系統之可靠度。

(七) 台灣電力公司業務處函

中華民國 82 年 2 月 25 日

電業字第 8202 - 1218 號

主旨：161KV 供電及使用 GIS 69kv 之用戶自備變電所，請使用六週波以內快速清除故障之保護設備，且母線電驛及相關保護電驛，請完成測試後方可加入系統，請查照辦理。

說明：

1. 依據本公司「161KV 大用戶供電方式檢討會議」決議辦理。
2. 為提高特高壓供電用戶供電可靠度，該等用戶之保護及開關設備設計及施工，請在六週波以內可快速清除其內部母線及主變之故障為原則，以避免事故影響範圍擴大。

(八) 台灣電力公司業務處函

中華民國 88 年 4 月 28 日

電業字第 8804 - 1550 號

主旨：請轉知貴會所屬會員設計特高壓用戶之新增設用電設備時，請依 ANSI/IEEE C57.13

標準(如附件)設計選用保護電驛用之 CT 額定，詳如說明，請查照。

說明：為避免特高壓用戶自備線路故障時引起保護電驛用 CT 二次側電流超過其額定電流二十倍，導致 CT 飽和而使保護電驛遲延動作，請依 ANSI/IEEE C57.13 標準設計選用保護電驛用之 CT 額定。

(九) 台灣電力公司業務處函

中華民國 88 年 10 月 14 日

業配供發字第 8807 - 0854 號

主旨：有關特高壓用戶選用保護電驛用比流器額定疑義乙節，敬復如說明，請查照。

說明：

1. 復 貴會 88 年 6 月 30 日電師全聯字第 8806-0136 號函。
2. 責任分界點比流器選用應以最大三相短路容量為依據。
3. 比流器準確度檢討，除了「對稱故障電流」部分之外，還需考慮「不對稱故障電流」，以符實際；按實際負擔檢討是否會飽和，如最大故障電流超過比流器二次側額定電流二十倍時，應依其實際負擔檢討準確度是否在 10% 以內。
4. 匯流排電驛用比流器選用原則同說明 1. 2.；至 貴會所提於外部故障時，因比流器飽和造成電驛動作跳脫，反而係多一層保護之說法，不符保護電驛動作原則，為免發生電驛誤動作造成困擾，比流器仍以採用較大等級之比值為宜。
5. 責任分界點比流器加裝補助比流器並非必要，至於過電流電驛之最

小 Tap 如只為 2.5A，應可另尋其他合適之電驛。

6. 比流器換裝事宜，既設變電所由業主視實際需要更換；施工中變電所須依圖審結果辦理；新設變電所應於圖審認可後在採購，為免往後比流器因不適用而廢棄，建請設計時考慮多匝比之比流器。

五、結語

提昇電力品質，穩定系統運轉，加強防衛事故發生，是設計者要費心盡力的，絲毫馬虎不得；為提高可靠度及安全性，設計規定只是設計者遵守的最低法源，突破法源引用成熟法規，使設計與實務能互助互補；這樣可以避免疏忽造成之失誤，讓保護電驛依規定設計得能確實發揮最佳功能，這是我們的期盼，也是我們共同努力奮鬥之目標。

溫故知新

◎功率因數改善◎

- 一. 功率因數定義：係指有效電力對視在功率之比率。

$$\text{功率因數} = \frac{\text{kw}}{\text{KVA}} = \frac{\text{KVA} \cos\theta}{\text{KVA}} = \cos\theta = \text{Pf}$$

- 二. 功率因數改善

*. $\cos\theta_L$: 功率因數改善前

*. $\cos\theta$: 功率因數改善後

*. P_c : 電容吸收之有效功率

*. Q_c : 電容供應之無效功率

$$Q_c = Q_L - Q = P_L \tan\theta_L - (P_L + P_c) \tan\theta$$

$$Q_c = |V_c|^2 B_c = |V_c|^2 \times 2\pi f C$$

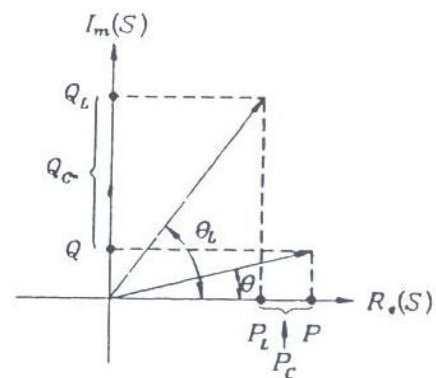
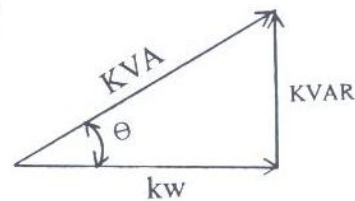
$$(1) \text{ 單相電路} : C = \frac{Q_c}{2\pi f |V_c|^2}$$

- (2) 若為三相電路，則每相之電容值為：

$$C_{\Delta} = \frac{Q_{ct}/3}{2\pi f |V_c|^2}$$

- 三. 裝設電容器好處：

1. 減輕電費
2. 改善電壓
3. 增加用電容量
4. 減少電力損失



Q_{ct} : 電容供應之三相總虛功率

V_c : 電容之端電壓

f : 電源之頻率

C : 電容值