

防止裝甲開關箱及氣封式負載切換開關 操作電弧危害

徐明定

台電公司工業安全衛生處

一、前言

提供符合標準必要之安全衛生設備，對勞工施以從事工作及預防災變所必要之安全衛生教育訓練，防止職業災害保障勞工安全與健康是雇主之責任，作業勞工有接受安全衛生教育、訓練及遵行安全衛生工作守則之義務，職場零災害是企業共同追求之目標，雇主與勞工共同重視工作安全以創造職場之安全文化。

國公營事業單位因受政府採購法規範，各事業單位配電場所供應電力之開關種類型式繁多，增加電氣設備維修及操作之困難度，如何防止不熟悉操作程序或個人行為疏忽所衍生之電弧危害事故，故教導員工於作業現場依照正確工作及標準程序，按部就班從外觀檢視開始，瞭解作業過程潛存之不安全因素，預先採取安全措施以確保工作安全，因此事業單位除應訂定開關操作作業之安全作業標準及作業程序書供現場作業人員遵循，現場主管或工作場所負責人應定期或不定期對作業人員教導相關開關之操作方法，督導作業人員確實使用絕緣護工具以確保作業人員安全。

二、認識線路系統^[1]

配電系統常用線路型態有放射型、環路型、兩路供電型及網路型等四種，考量負載特性、供電可靠度及經濟性，地下配電線路以一次常開環路型配電為原則(圖 1)，兩路不同電源構成配電線路環路，並在幹線或分歧線末端裝設三相開關，作為常開點並聯轉供負載；地下配電重要地區或用戶則以一次選擇系統(圖 2)，在配電線路幹線或分歧線上裝設自動負載切換開關(ATS)，以兩路不同電源(經常、備用)轉供負載。

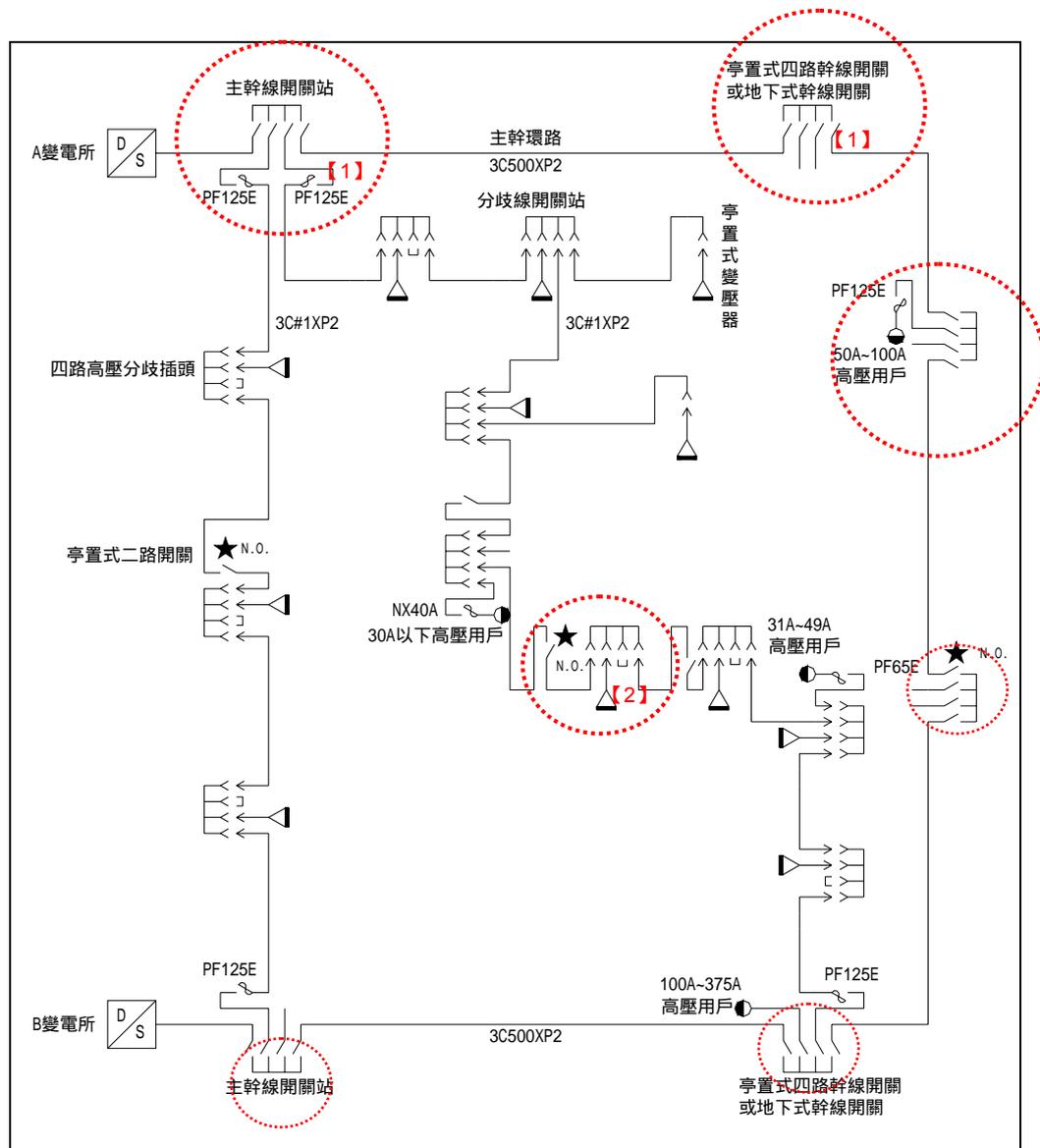


圖 1 常開環路型系統

三、認識配電系統線路開關^[2]

以常開環路系統為例每一幹線約由二~三個主環路開關站組成，開關站裝設 2S2F 主環路開關組，並在幹線或分歧線末端裝設三相開關作為常開點，分別由不同饋線供電；在主幹線分歧線裝置保護熔絲，可將分歧線故障所引起之停電範圍縮小，減少停電衝擊用戶，同時可隔離故障分歧線，避免因故障引起饋線跳脫造成大區域停電；供應重要用戶之迴路則裝置自動負載切換開關(ATS)以確保供電品質。

(一)幹線開關

1、亭置式開關(4 WAY)

規格	負載 啟斷	保護 熔絲	絕緣 介質	消弧 介質	適用系統
3φ25kV 2-600A 2-200A	有	無	SF6	SF6	11.4/22.8kV
3φ15kV、25kV 2-600A 2-125A		有			

2、自動負載切換開關 (ATS)

規格	負載 啟斷	保護 熔絲	絕緣 介質	消弧 介質	適用系統
3φ25kV 2-600A 2-200A	有	無	SF6	SF6	11.4/22.8kV
3φ15kV、25kV 2-600A 2-125E	有	有	空氣	空氣	11.4/22.8kV

3、亭置式自動線路開關

規格	負載 啟斷	斷路 器	絕緣 介質	消弧 介質	適用系統
3φ25kV 3-600A 1-200A	有	有	SF6	SF6	11.4/22.8kV
3φ25kV 2-600A 2-200A					

4、地下真空開關

規格	負載 啟斷	保護 熔絲	絕緣 介質	消弧 介質	適用系統
3φ25kV2-600A 2-200A	有	無	SF6 油	真空	11.4/22.8kV

5、地下氣封開關

規格	負載 啟斷	保護 熔絲	絕緣 介質	消弧 介質	適用系統
3φ25kV2-600A 2-200A	有	無	SF6	SF6	11.4/22.8kV

6、負載啟斷開關

規格	負載 啟斷	保護 熔絲	絕緣 介質	消弧 介質	適用系統
3φ25kV 600A(電動)	有	無	空氣	空氣	11.4/22.8kV
3φ24kV 630A					
3φ12kV 630A					11.4kV

(二)三相分歧線開關

1、亭置式開關(2 WAY)

規格	負載 啟斷	保護 熔絲	絕緣 介質	消弧 介質	適用系統
3φ25kV 2-200A (電動)	有	無	SF6	SF6	11.4/22.8kV
3φ25kV 2-200A					
2-50A 附熔絲		有			

2、亭置式自動線路開關

規格	負載 啟斷	保護 熔絲	絕緣 介質	消弧 介質	適用系統
3φ25kV 200A	有	無	SF6	SF6	11.4/22.8kV

3、負載放斷開關

規格	負載 啟斷	保護 熔絲	絕緣 介質	消弧 介質	適用系統
3φ25kV 200A	有	無	空氣	空氣	11.4/22.8kV
3φ25kV 200A			SF6	SF6	

(三)單相分歧線開關

1、電力保險絲開關：

(1)有負載放斷功能：S&C 公司製，配件包括電力保險絲座、電力保險絲、消音器。

規格	負載 啟斷	保護 熔絲	絕緣 介質	適用系統
1φ14.4 kV、25 kV 200A (附套管井)	有	有	空氣	11.4/22.8kV

(2)無負載放斷功能：西屋公司製，配件包括電力保險絲座、電力保險絲、熔絲筒、消音器。

規格	負載 啟斷	保護 熔絲	絕緣 介質	適用系統
1φ14.4kV 65E 125E	無	有	空氣	11.4/22.8kV

2、有負載放斷功能限流熔絲開關：

配件包括限流熔絲座及 40A 限流熔絲（NX 型）或負載開關筒(200A)。

規格	負載 啟斷	保護 熔絲	絕緣 介質	消弧 介質	適用系統
1φ15.5KV 40A	有	有	空氣	空氣	11.4/22.8kV
1φ15.5KV 200A		無			

四、作業安全

勞工安全衛生相關法規，規範從事電氣作業場所相關安全衛生設備、措施之最低標準，電氣設備之維修應以本質安全為前提，以停電作業為優先考量原則，當無法停電作業時儘量由遙控方式操作自動化開關，讓作業人員在不與電弧接觸環境下作業確保安全，但為確保供電穩定性，實務上在不停電之情況下操作電氣開關或維修電氣設備有其必要性。

配電設備材質、正確之施工方法及妥善之維護，妥適使用安全護工具，能阻隔因電氣設備故障引起之傷害事故，降低風險確保維修人員作業安全，然而為何電氣本身設備故障或因操作電氣設備引起之傷害事故時有所聞，究竟是哪個環節出錯，品質瑕疵、施工不良、維護不周、未正確使用護工具或是人員訓練不足，若以骨牌理論來分析，事故原因包括環境(設備)不安全、心理(認知)不安全及行為不安全，任何事故絕不是單一原因所造成，預防事故的最後一道防線，行為安全是絕對重要的，遵守事業單位會同勞工訂定之操作規範可以避免絕大多數傷害事故，本文僅對作業人員行為部分加以探討：

(一)標準作業程序^[3]

配電場所開關種類、型式繁多，雇主有責任督導所屬建立各種開關安裝、維護保養及操作之安全作業標準、作業程序書，以地下配電開關操作程序書為例：

1、作業前：

- (1)開啟箱門前先以檢電筆測試開關箱是否漏電。
- (2)再解開箱門鎖扣，箱門開到定位。
- (3)開啟箱門時人員應先退開，防止箱體內可能因外物侵入引起之電弧。

2、檢視：

- (1)開關銘牌及接線圖確認。

- (2)開關投入及切開位置是否與圖資相符。
- (3)電纜接頭、開關箱及本體等接地線是否良好牢固，箱體是否變形。
- (4)核對氣封開關壓力表，氣壓是否在可操作範圍正常值內。
- (5)操作空間是否足夠、操作失敗之退路。

3、作業中開關操作

- (1)饋線復閉電驛是否已改為閉鎖(LOCK)。
- (2)操作人員確實使用安全護工具例如：棉質工作服(防焰衣)、電工安全帽、防護面罩，橡皮絕緣手套、絕緣鞋及絕緣操作棒等護具。
- (3)操作迴路確定必要時應先作相序、相角、電壓確認。
- (4)確認故障已排除，工作接地線已拆除，相關作業人員已離開。
- (5)裝甲開關箱內以空氣絕緣之負載啟斷開關(LBS)操作時應先將箱門關閉。

4、作業後

- (1)核對開關操作是否與要求相符？位置指示是否正確？
- (2)臨時性操作應懸掛標示牌(轉供或停電工作中警示牌)。
- (3)關閉箱門。
- (4)饋線復閉電驛是否已恢復為使用(USE)。

(二)安全衛生教育訓練

依照開關製造廠牌、種類、型式及特性，教導作業人員標準作業程序，按部就班從事作業，並瞭解各工作步驟潛存之不安全因素，預先採取各項安全措施，以確保工作安全。

五、電弧灼傷及虛驚案例^[4]

(一)檢視自動負載切換開關作業勞工被電弧灼傷

1.原因概述：

99年 月 日某事業單位領班帶領班員 3 人從事更換自動負載切換開關(ATS)停電作業前，待更換開關檢視作業，於打開高壓開關箱門後，發現某種動物在箱體內部竄動，致相間匯流排間安距不足閃絡引發電弧，站立於箱門邊檢視箱體內部機構之 3 位勞工均受電弧灼傷。



圖 2.3.4.5：事故現場及開關

2、原因分析

- (1)直接原因：高壓匯流排因異物侵入匯流排間安距不足閃絡引發電弧灼傷作業人員。
- (2)間接原因：開關箱與地下人、手孔間地下電纜導管未確實封管。

(3)基本原因：施工人員危機意識不足，未落實 SOP 規定。

3、防範對策

- (1)工作前除做好潛在危險因素及安全措施外，靠近供電中之設備時更應保持高度警覺及危機意識。
- (2)開箱門時人員要站於箱門側或有屏障處。
- (3)開啟箱門後發現有潛在危險，欲接近帶電體即需穿戴安全護具。
- (4)平行展開請各單位嚴予督促工作人員從事電氣開關箱之開啟、檢點、操作或維修作業時，遵照安全作業標準施作。
- (5)辦理「高壓配電開關箱安全作業及防止災變演練」觀摩會。

(二)自動負載切換開關裝置虛驚案例

1.原因概述：

99年 月 日某事業單位承攬商勞工，於座標 xx3821 處從事地下配電主開關站亭置式開關更新為自動負載切換開關作業(圖 6)，停電作業前後未確實核對圖資與現場實際供電狀況，座標 xx0033 小環路開關站圖資迴路標示錯誤(圖 7)，當座標 xx3821 主開關站停電後，座標 xx0033 分歧線 J1 肘型端頭切開後，J2 及 J3 迴路用戶改由 J4 迴路供電(xx3080-S2 常開點投入轉供)，因 J1 與 J4 圖資標示錯誤，J1 肘型端頭切開後未以隔離插頭隔離或掛接地線，隨意放置於箱體 J2 迴路肘型端頭上，供電中迴路未加防護(圖 8)，幸無作業人員碰觸造成感電事故，xx0033-J2 及 J3 迴路供電之迴路，操作完成後又未再確認，由瞬停操作卻變成用戶停電。



圖 6：座標 xx3821 亭置式開關(3φ25kV2-600A. 2-125E)

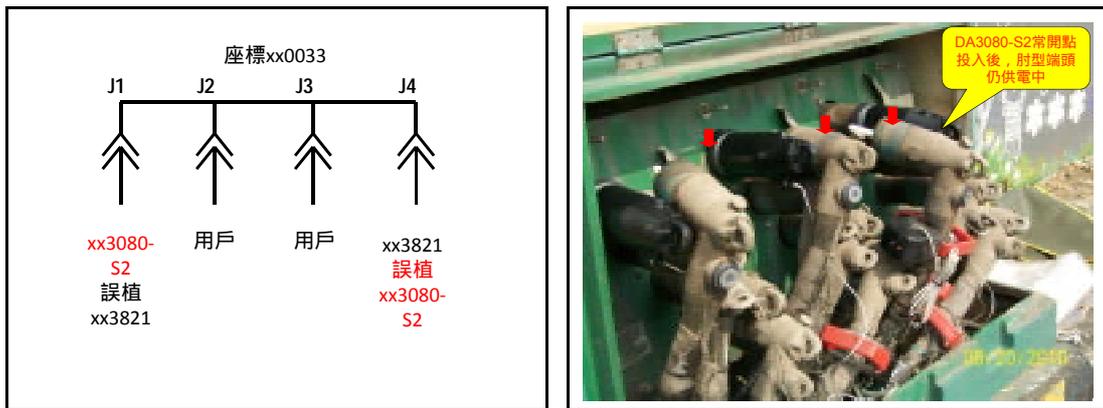


圖 7.8：座標 xx 0033-4 路分歧線開關箱(3-200A)

2.原因分析

- (1)領班 TBM-KY 活動不落實。
- (2)紀錄表已紀錄應掛接地線處所有座標 CA5189 等 3 處，但座標 DC0033 處肘型端頭拔除後並未掛接地線。
- (3)除肘型端頭前未先擦拭積塵。
- (4)停電作業前後未確實核對圖資與現場實際供電狀況。
- (5)工地負責人、工安員未到現場實施工安輔導。

六、結語

提供符合標準之必要安全衛生設備，供作業勞工使用，並對從事電氣作業勞工施以預防災變之安全衛生教育訓練是雇主之責任，作業人員充分了解供電系統、線路開關之型式、特性及操作過程中潛在危害，遵循各種開關安裝、維護保養及操作之安全作業標準、作業程序書施作，絕不心存僥倖，任意變更操作方式，才能保障工作安全。

參考文獻

- 【1】台灣電力公司配電系統規劃準則
- 【2】台灣電力公司地下配電線路施工
- 【3】台灣電力公司地下配電開關操作程序書
- 【4】台灣電力公司事故專案檢討會議資料