

介紹

1. 使用範圍

於屋內及屋外各種高低壓輸配電線路使用之電氣開關設備。

2. 名詞解釋

- (1) **開關設備(Switchgear)**：電力電路的啓斷或接通之機件。
- (2) **分段開關(Disconnecting Switch, DS)**：只為隔離電路使用，不開閉電流之開關設備。
- (3) **空斷開關(Air Break Switch, ABS)**：作為隔離與切換電路使用，無法啓斷負載電流，但可啓斷短距離線路充電電流及變壓器激磁電流之開關設備。
- (4) **隔離開關(Isolator)**：分段開關與空斷開關之統稱，指此種開關設備可以隔離欲施行維護之設備與帶電活線設備，並保持一定距離以建立可靠之絕緣斷口。
- (5) **負載啟斷開關(Load Break Switch, LBS 或 Load Interrupter, LI)**：能夠啓斷其額定啓斷電流，且能閉合其額定短路電流，但無法啓斷短路電流之開關設備。
- (6) **開關熔線組合(Switch Fuse Combination, LBS+PF)**：負載啓斷開關與電力熔線之串聯組合。負載電流之通斷由負載啓斷開關動作，故障電流由電力熔線啓斷。
- (7) **斷路器(Circuit Breaker, CB)**：能對常規正常狀態的電流，執行投入、通電、啓斷等動作，且在短路等異常狀態下，能執行投入、一定時間通電、及啓斷等動作之開關設備。
- (8) **接地開關(Earthing Switch, ES)**：將停電之電力線路或設備與接地線連接以達到可靠接地之開關設備。
- (9) **氣體絕緣開關設備(Gas Insulated Switchgear, GIS)**：由斷路器、分段開關、比流器、比壓器、匯流排、套管、電纜連接裝置、避雷器及絕緣支持器等所組合，並將帶電部份包封於以 SF6 氣體充填且充份接地之金屬外殼。

- (10) **隔離開關操作棒(Switch Stick)**：將鉤掛在隔離開關之操作金屬部份，以手動將隔離開關直接操作所需之器具。
- A. 鉤：裝設在絕緣棒之前端，用以啓閉隔離開關時，勾住隔離開關之部份。
 - B. 連接器：接續絕緣棒所需者。
 - C. 握持部：握持操作棒之部份，由安全標誌表示其界限之部份。
 - D. 安全標誌：表示握持部之界限之標誌。
 - E. 接地線：裝設於操作棒之安全標誌位置附近，而將其另一端接地，以使操作者在操作隔離開關時，避免發生危險之保護用導線。

3. 型式種類、使用場所

- (1) 開關設備依其功能可分為斷路器、熔線、開關器三類，是電力系統主要的保護設備，主要功能在控制與保護電力系統之安全運轉，例如負載調度、隔離故障、及維修、施工時帶電體隔離等，因此需具有在正常或不正常的情況下對電路作安全啓斷及投入之能力。由於開關設備是電機從業人員最常接觸的電氣設備，因此對於其使用及注意事項應有所瞭解。
- (2) 不同的開關設備有各自的使用範圍、使用方法及注意事項，錯誤的使用開關設備不但會造成設備毀損，亦會危及自身及他人之安全，不可不慎重。例如斷路器因具有消弧設備，可以開啓正常負載或短路故障電流，尚可由保護電驛控制其跳脫，以便在電力系統發生故障時能瞬時清除故障並隔離故障。而分段開關因不具滅弧設備，僅能在無載下開啓，即使對較長線路之充電電流亦無開斷之能力，主要作用為提供斷路器或其它設備與電力系統間一可靠的隔離。如果以分段開關啓斷負載電流，不但電弧無法消除順利啓斷電流，甚至會因弧光短路(相間或對地)而導致嚴重之意外。
- (3) 任何不成功或不正確的電流啓斷皆可能對操作者造成危害，操作者應對開關設備的功能、操作方法、及作業程序皆有明確的瞭解，方可徹底降低操作電氣開關時的風險。首先應瞭解各種常用開關之功能，表 1 所示即為常用開關設備之分類與功能。

表 1 常用開關設備之分類與功能

		斷路器	負載啓斷開關	電力熔線	開關熔線組合	分段開關	空斷開關	接地開關	接觸器	
基本功能	投入或開啓短距離電力線路之充電電流	○	○	×	○	×	○	×	○	
	使電力線路、設備投入或退出運轉	○	○	×	○	×	×	×	○	
	啓斷故障電力線路及設備	○	×	○	○	×	×	×	×	
	隔離停用的電力線路或設備(建立可靠的絕緣斷口)	○	△	△	△	○	○	×	×	
	將停用的電力線路設備可靠的接地	×	×	×	×	×	×	○	×	
電流開閉能力	平常電流	通電	○	○	○	○	○	×	○	
		投入	○	○	×	○	×	×	×	○
		啓斷	○	○	×	○	×	×	×	○
	過載電流	啓斷	○	△	△	○	×	×	×	○
	異常電流	通電	○	○	×	×	○	○	○	×
		投入	○	△	×	×	×	×	×	×
啓斷		○	×	○	○	×	×	×	×	

註： ○：具有該項功能 △：某一程度可有該項功能
 ×：不具備該項功能

(4) 如前所述，開關設備依其功能可分為斷路器、熔線、開關器三類，然依照使用之絕緣介質或不同之應用場合，又可細分成許多不同的型式，表 2 即為不同之開關設備及其使用場合。由表 2 中可知開關設備的種類及應用領域既多且廣，且即使是同一種類型其結構亦可能因廠家之不同而有很大的差異，另外使用環境，如屋內及屋外亦對開關設備有不同的需求，因此有關各開關設備之結構並不一一說明，僅簡略述之。

表 2 開關設備型式及使用場合

				開關器	
		斷路器	熔線	無啓斷負 載電流能 力者	有啓斷負載 電流能力者
低壓電路		無熔線斷路器 空氣斷路器	線路用熔線 保護用速動熔線		電磁開關 閘刀開關
高壓電路	配電 電路	真空斷路器 SF6 斷路器 油斷路器	限流型電力熔線 非限流型電力熔 線	分段開關	線路用： 真空負載啓斷開 關 SF6 負載啓斷開 關 空氣負載啓斷開 關 馬達用： 高壓電磁接觸器 高壓真空接觸器 高壓 SF6 接觸器
	輸電 電路	SF6 斷路器 油斷路器 氣衝斷路器		空斷開關	

- (5) 低壓斷路器中最常使用者為無熔線斷路器 (No Fuse Breaker, NFB)，無熔線斷路器一般都將其操作機構與跳脫機構裝於絕緣材料製成之密閉模殼內，跳脫時各極皆同時跳脫，較常使用之跳脫方式為熱動兼磁動型。熱動跳脫一般都將電流通過雙金屬片，當過載時，溫升使雙金屬片向一方彎曲而觸動跳脫桿。當短路電流出現時以熱動跳脫則嫌過慢，此時利用固定鐵心因短路電流而產生之足夠電磁力，立刻吸引電樞並帶動跳脫桿而跳脫。低壓空氣斷路器 (Air Circuit Breaker, ACB) 則較為複雜，主要由導電部、消弧部、操作機構部、過電流電驛 (Over Current Relay, CO) 等所組成，其中過電流電驛已由以前的熱動式演化至微處理機型式。圖 1 及圖 2 分為無熔線斷路器及低壓空氣斷路器之外觀。



圖 1 無熔線斷路器

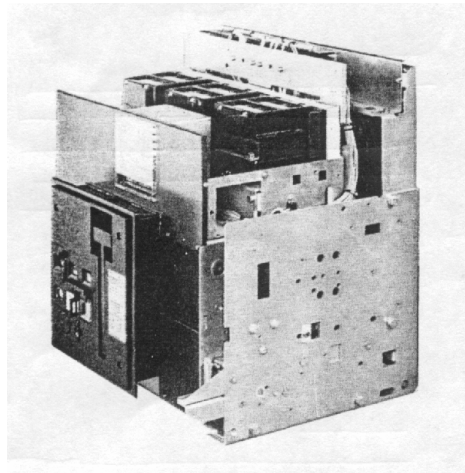


圖 2 低壓空氣斷路器

(6) 以高壓斷路器而言，主要分為啓斷部份、操作機構、絕緣部份、外殼、指示及操作器等單元，表 2 中斷路器之種類即以啓斷部份所使用之啓斷方式分類及命名，其中真空斷路器及 SF6 斷路器因性能良好、操作噪音小、較符合環保，已漸成主流。SF6 是一種無色無味之氣體，其具有高介質強度、低膨脹係數、高對流速度、高攜熱能力、及在高溫分解後幾乎可完全再結合的特性，使 SF6 氣體成為最佳的絕緣媒介。因此除 SF6 斷路器外，另外還有組合更多單元並以 SF6 作為絕緣介質之氣體絕緣開關設備(GIS)。GIS 具有尺寸及重量較小、操作可靠、設計簡單、安裝容易、操作及維護簡單、及低噪音等優點，非常適於屋內變電站，價格較貴為其缺點，圖 3 為裝置於室內之氣體絕緣開關設備。

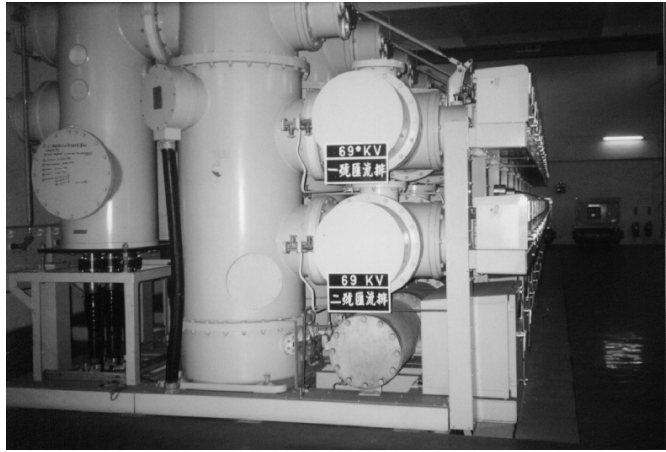


圖 3 裝置於室內之氣體絕緣開關設備

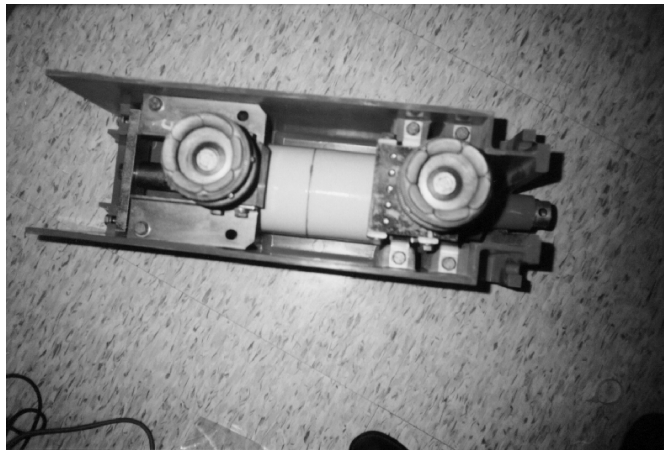


圖 4 真空斷路器之真空閥



圖 5 油斷路器



圖 6 熔絲鏈開關



圖 7 分段開關

- (7) 真空斷路器因需克服操作時的突波現象，多使用於配電電壓等級之電路。此外操作機構依動力之來源又可分為 3 大類，即空氣操作機構、油壓操作機構、及彈簧操作機構，其中空氣及油壓操作機構大多應用於輸電電壓等級之斷路器，而彈簧操作機構因儲存能量有限，大多應用於配電電壓等級之斷路器。圖 4 及圖 5 分別為真空斷路器真空閥及油斷路器外觀。
- (8) 低壓熔線使用於交流 600V、直流 750V 以下，作為過載及短路保

護用。熔線有限流型及非限流型兩種，此係依其熔斷時是否有限流作用而分，市售之低壓熔線大多屬於限流型熔線，啓斷容量大且不會有噴出電弧之危險。熔線之構造簡單價錢便宜，但動作後需更換新品，最常見的低壓熔線有栓型及筒型兩種。

- (9) 使用於高壓電路之熔線通常稱為電力熔線，同樣亦可分為限流型及非限流型兩種。非限流型依其構造可分為吹外型、充油型、硼酸型等，雖已漸為限流型所取代，但至今仍常使用於熔絲鏈開關。使用吹外型電力熔線之熔絲鏈開關於動作時會有電弧噴出，圖 6 為熔絲鏈開關之外型。目前之電力熔線以限流型居多，不但啓斷容量較大且較安全。限流型電力熔線由可熔元件、絕緣筒、消弧砂、熔線座等組成，在發弧時消弧砂被可熔元件所產生之高溫金屬蒸氣融化形成化合物，就如同在二極間插入一極高之電阻而產生限流作用。限流型電力熔線之電弧時間極短，因限流作用使電流發生驟降現象， di/dt 值較大，因此限流型熔線在熔斷時會有較大之電弧電壓。
- (10) 分段開關主要用於線路切換或電力設備保養時切離電源，主要構造可分為閘刀、固定導電座、接觸端子、安全鉤扣、支持礙子、固定底座等部份。一般裝置方向為倒掛或垂直安裝，操作方式通常分為手動絕緣操作棒操作及手動遠方連動操作。有些分段開關為單極結構，操作時須一相一相依次操作。圖 7 為分段開關之外型。圖 8 為隔離開關操作棒及用來檢驗設備是否帶電之驗電筆。空斷開關之每相構造可分為三大部份： $\langle 1 \rangle$ 載流導體， $\langle 2 \rangle$ 絕緣支持礙子， $\langle 3 \rangle$ 底座及迴轉支持件。如三相聯動操作時，則另有 $\langle 4 \rangle$ 三相聯動操作機構，此外有些亦有 $\langle 5 \rangle$ 接地裝置。單極結構通常用操作棒操作，而三極結構則以傳動桿遠方手動操作或遠方電動操作。圖 9 為單相空斷開關之外型。
- (11) 交流電磁開關由交流電磁接觸器、熱動過載電驛、按鈕開關三種器具組合而成，通常與無熔線斷路器串接使用，使電路具有短路及過載保護。雖然無熔線斷路器亦可啓閉負載，但其開閉次數壽命遠小於電磁開關，因此開閉較頻繁之負載仍廣用電磁開關作為控制開關。



圖 8 操作棒及驗電筆



圖 9 空斷開關

- (12) 閘刀開關是一種歷史悠久的電源開關，操作其手柄可啓閉電路，裝置於內部的保險絲可作為過載或短路保護用。目前閘刀開關已很少使用，而大多由無熔線斷路器取代。負載啓斷開關專司配電線路正常狀況下之啓斷或接通，因此包含有消弧機構，表 2 中負載啓斷開關即以其消弧方式加以分類。負載啓斷開關依其用途有分路用、故障區間檢測用、預備線路切換用、不感電帶啓斷用、施工用等。其外型設計成適合架空線用、地下系統地上式、地下

系統地上式等種類。較新型之負載啓斷開關大都具遙控功能，亦可接受遠端電腦控制成爲配電自動化的一員。

- (13) 負載啓斷開關與電力熔線連用可作爲電力設備之保護，此時稱爲開關熔線組合。電力熔線中裝有撞針(**Striker**)，任一相之熔線熔斷後便會撞擊使負載啓斷開關動作。開關熔線組合之常時負載由負載啓斷開關主司。故障電流之啓斷：當電流大於轉換電流(**Transfer Current**)時由三相電力熔線在負載啓斷開關未開啓前熔斷處理，而小於轉換電流時由單相電力熔線熔斷，再由負載啓斷開關動作處理另外兩相電流。電力熔線與負載啓斷開關必須經計算設計選用，使負載啓斷開關啓斷之電流絕不大於其額定啓斷電流。

危害

開關設備是電氣相關人員最常接觸的電氣設備，由於開關設備操作時通常代表系統狀態發生人爲之變化或意外之故障，因此不當的開關動作常造成人員與設備之損失，以及因此而導致的停電損失。當開關啓斷其能力範圍以外之電流時，因無法消除電弧而易導致相間或相對地弧光短路，在高溫及高壓之情況下造成設備之爆炸及發生火災。線路或電氣設備在不應送電時送電，易造成電氣設備線路維護人員或操作人員之感電及設備之損害。在不應停電時停電，常造成經濟上嚴重之損失。開關設備產生危害的原因可分爲以下數點：

1. 錯誤的操作程序

造成操作者之操作程序錯誤的原因包括：

- (1) 指揮人員下達不正確的開關操作程序
- (2) 操作程序在傳遞的過程中產生誤傳現象
- (3) 操作者未能依照指示操作開關設備

錯誤的操作程序可能導致開關啓斷或投入其能力範圍以外之電流，或者啓斷或投入不該動作之開關，使線路或電氣設備在不應送電時送電或不該停電時停電。

2. 錯誤的操作動作

操作者對於操作之開關設備之使用方式不熟悉或操作時不專心，可能

做出不正確之操作動作。例如使用不正確之操作棒操作隔離開關、使用絕緣桿姿勢不良用力方向不對、開關閘沒有完全投入、看錯指示器之指示而誤操作、誤觸開關按鈕等。錯誤的操作動作不但可能無法完成開關動作，引發電氣故障，也時常造成操作者本身的傷亡。

3. 開關設備本身異常

就如同其他電氣設備，開關設備本身亦會發生故障現象，例如斷路器之漏油及漏氣、指示器故障或指示錯誤、機械操作機構運轉不順暢、電氣操作機構損壞、接點鬆脫、連鎖機構失去效用，或隔離開關之支持礙子破損及污染、鉤扣無法閉鎖、連動機構及迴轉部份損傷脫落或彎曲、接觸端子鬆弛等。開關設備本身的異常可能使其無法達成操作者預期的動作，或使操作者做出不正確之操作動作，而引發進一步的破壞。

4. 錯誤的開關安裝設置

不正確的開關安裝設置或保護協調可能使開關在應啓斷時不動作，或啓斷其能力範圍以外之電流。例如開關熔線組合之負載啓斷開關與電力熔線如沒有正確的搭配，負載啓斷開關可能會在電力熔線單相熔斷時，因撞針之撞擊而啓斷大於其額定啓斷電流之故障電流。如前所述，開關啓斷其能力範圍以外之電流，常引起非常嚴重之災害。

5. 惡劣或危險環境下之開關操作

屋外型且以空氣為絕緣介質之開關如隔離開關，如在強風豪雨下操作其危險性較高，尤其當絕緣操作棒在潮濕之狀態時，容易導致人員之感電。此外開關在開閉時皆會產生弧光，如果週圍空氣中混有易爆氣體或粉塵，開關弧光之能量只要達到一定大小即可能引發氣爆或塵爆。

6. 開關突波

開關之操作通常會引起暫態現象，其中以投入電容器及高壓輸電線所產生之高頻湧入電流，以及啓斷時所產生之高恢復電壓對開關設備與電容器為害最烈。尤其是電容器之故障常造成爆炸及火災，對經濟造成重大損失。

7. 開關設備漏電

有許多開關設備在長期之使用後，可能因絕緣劣化再加上汙染及潮

溼，而導致開關設備本身即有漏電現象，當操作者碰觸開關時即發生感電事故，此情形較常出現於低壓開關。

使用

如前面所述，發生開關設備危害之原因非常之多，造成的災害又很嚴重，因此有關開關設備之操作程序、操作方法、操作工具、防護器具、維修保養、及操作人員資格皆應嚴格的加以遵守。由於開關設備種類繁多，在此僅針對上述各相關事項以條列方式討論如下：

1. 操作程序

- (1) 必須訂定規則，選定何者有權使用及操作電力開關。只有合格人員及經授權之人員，在合格及經授權之監督人員監督下，方可進行開關設備之操作。
- (2) 操作指令應以書寫或卡片方式，每一個操作次序皆應清楚寫出。
- (3) 如以電話下達操作命令，受令人者應當場寫下，並重複以便確定是否無誤。
- (4) 發令人在發布指令之前，須與受令人互通姓名職務，並列入記錄，然後才說明操作目的及操作程序。
- (5) 操作人員在操作前應先觀察被操作之設備銘牌、面板、設備本體、及與其他設備連結之情況，校驗命令卡所記載內容，方可執行操作。此外須再確認接地開關、接地棒、維修人員是否已打開、移走、及撤離。
- (6) 現場指揮人員應按照命令卡以簡單明瞭之操作指令，一個指令一個操作的方式進行，且在一項操作完成後，始可發出另一道指令。而操作者應復誦指令，且操作後報告操作情形。
- (7) 現場指揮人員或操作者如對命令卡所載內容有所疑問時，須立即提出，並做進一步之討論及確認。
- (8) 隔離開關不可用來啓斷負載電流，因此操作高壓開關設備時應依下列順序(使用隔離開關啓斷並聯電路不在此限)
 - A. 送電時，應先將隔離開關投入，再投入斷路器。
 - B. 停電時，應先將斷路器開啓，再開啓隔離開關。

2. 操作方法

- (1) 每次的手動開關操作皆有一定程度之危險性，因此操作者應對操作之設備及操作方法相當熟悉。
- (2) 操作者在進行開關操作時，應專心一致，不應分心。如果操作中途因其他事物而分心，重新回來操作時，應仔細檢查目前已操作到那一步驟。
- (3) 操作斷路器之方法及注意事項
 - A. 操作斷路器前應先察看指示器、電流表、電壓表、同步檢相器等相關設施。如發現有異常，應立即停止操作，待研判其異狀後始可操作。
 - B. 斷路器接上後，如電流異常上升，表示線路可能有故障存在，應迅速啓斷斷路器。
 - C. 由遠端控制之斷路器，遠端之控制可能並沒有使斷路器動作，且斷路器之實際狀態可能與遠端顯示之狀態不同，因此做完遠端操作後，必須觀察相關儀表及斷路器本體之指示器以確認斷路器之實際狀態。
- (4) 手動操作隔離開關之方法及注意事項
 - A. 操作者必須知道及注意他是在何種負載下投入或啓斷開關(不要使用分段開關投入負載)。
 - B. 操作者必須穿戴必要之防護器具，例如絕緣手套、絕緣鞋、安全帽等。
 - C. 手動操作隔離開關時，不同的電壓等級及用途須選擇不同之操作棒，不同用途之操作棒不可混用。
 - D. 選擇適當長度之操作棒，並採用合適及平衡穩定之姿勢，且與開關站在同一直線上，在舒適及穩定之原則下，雙腳越近越好。站立地點須使用固定式或可攜式接地網或絕緣台，且操作棒握把須加以接地，接地電阻越低越好。
 - E. 投入閘刀時，將閘刀移動至全程之 $3/4$ 後，確認閘刀與刀座在同一直線上，使力穩定的將閘刀投入至刀座上，直到安全鉤扣鉤住。
 - F. 以操作棒開啓分段開關時，應使用寸動法(Inching Method)。

操作者短促的抽動閘刀，使其離開刀座之束縛，在確定並無負載電流後，將分段開關完全打開。如果有小靜電弧產生，但其大小仍在預期之中，則仍可小心的繼續打開，直到電弧切斷。如果此電弧較一般充電電流及啓斷並聯電路時之電弧大時，應立即將分段開關關上。

- G. 寸動法不可使用於空斷開關及負載啓斷開關，或其他用以啓斷負載電流或激磁電流之開關。
- H. 以分段開關投入小電流，或以空斷開關投入負載電流時，只要閘刀已與刀座接觸，不管閘刀有沒有完全投入，不可將閘刀重新打開。如果閘刀沒有完全投入，不可試圖將其拉開再重新投入，而應使力將閘刀完全投入。如果閘刀與刀座沒有正確的接觸，而必須打開，必須先將線路或設備除能(Deenergized)後，方可將閘刀再開啓。
- I. 閘刀投後如出現異常電流，此時不可試圖將隔離開關開啓，而應由斷路器加以啓斷。

(5) 電動操作隔離開關之方法及注意事項

- A. 大部份手動操作隔離開關之原則亦適用於電動操作時。
- B. 要決定開關之狀態，不可只靠指示燈或操作把手之位置，而必須檢視閘刀之位置是否已確實投入。
- C. 如果以隔離開關作為維護區之隔離設施時，其馬達控制電路開關應設法以所有維護人員之個人鎖頭鎖在開啓之位置，並加上標籤，以防止誤操作。

(6) 分路用隔離開關之操作方法及注意事項

- A. 分路用隔離開關在每一相皆有兩個閘刀，此兩個閘刀可以單獨運作。分路用隔離開關有 3 種操作模式，<a>開啓、開啓後再投入、<c>有載情況下從某一位置切換至另一位置。
- B. 操作方式
 - (A) 開啓模式：先開啓每一相的第一個閘刀，再開啓每一相之第二個閘刀。
 - (B) 開啓後再投入：先開啓每一相的第一個閘刀，再開啓每一相之第二個閘刀，將每一相的第一個閘刀投入另一位置，

再將每一相的第二個閘刀投入另一位置。

(C) 有載情況下從某一位置切換至另一位置：先開啓每一相的第一個閘刀，將此已打開之閘刀投入另一位置(此時兩個電線同時供電)。接著從原先位置開啓每一相的第二個閘刀(即啓斷並聯電路)，再將此已打開之閘刀投入另一位置。此時所有之 6 個閘刀皆投入至新選擇之位置，且沒有中斷負載。

C. 操作分路用隔離開關時，不應將閘刀由原先位置開啓後，直接投入新位置。而是將三相之閘刀都打開後，再依相序投入至新位置。

(7) 電力熔線及熔絲鏈開關之操作方法及注意事項

- A. 裝設電力熔線時，必須確認已完全投入及鎖住方可送電，以避免因接觸不良而造成故障。
- B. 不管是換裝已熔斷或未熔斷之電力熔線，皆應確定是在無電流狀態下執行。
- C. 因故障電流流過而必須更換電力熔線時，須每相皆更換，不可只更換已熔斷者。
- D. 三相電路常發生單相熔斷而造成負載單相運轉，使用時須特別注意。
- E. 熔絲鏈開關之接點並無消弧裝置，因此其開啓及投入之規則與分斷開關類似。
- F. 如果熔絲鏈開關之熔線為吹外型，在動作時會有電弧噴出，其周圍不能放置易燃物以免發生火災。
- G. 熔絲鏈開關之熔線管屬消耗品，經多次啓斷後，熔線管之內徑會因管壁之消耗而變大，須依廠商說明書之規定，於適當時機更換。

(8) 操作負載啓斷開關及開關熔線組合之操作方法及注意事項

- A. 如以手動操作負載啓斷開關時，操作者須注意絕緣問題。
- B. 當負載啓斷開關以電動或遠端遙控之方式操作時，應再檢視開關本體作進一步的確認其狀態。
- C. 負載啓斷開關只能啓斷正常負載電流，因此如投入後出現異常

故障電流，不可試圖將其開啓。

- D. 開關熔線組合中熔線之使用及換裝與前述電力熔線之使用方式相同。
- E. 開關熔線組合中熔線與負載啓斷開關之搭配非常重要，如搭配錯誤必須重新設計安裝，或將連結熔線與負載啓斷開關間之撞針拆除。但拆除後熔線與負載啓斷開關間之動作互不相干，且異常電流之處理完全由熔線承擔，亦可能因熔線之單相熔斷導致負載單相運轉。

(9) 接地開關之操作方法及注意事項

- A. 接地開關裝在負載側，主要功能在於當下游有維護人員進行保養、維修、或施工時，將接地開關投入使線路接地，以避免人員遭受感電傷害。
- B. 接地開關分維護用及短路容量型兩種。維護用接地開關使用於斷路器及主匯流排，於維護停電時投入。短路容量型接地開關具有與斷路器相同投入電流能力，通常裝於線路側，在誤送電或誤操作時確保設備及人員之安全。
- C. 接地開關一般而言會與其他電源開關設備連鎖，以避免在線路帶電之情況下造成接地。雖有連鎖裝置，但在操作接地開關前亦應先確認其他開關設備之狀態，尤其是電氣連鎖方式之接地開關。
- D. 必須在施工或維修完成且收拾完閉後方可啓斷接地開關，且啓斷後即使尚未投入電源開關，亦不可重新作業或接近線路，須重新投入接地開關後方可再進行接近線路之動作。
- E. 雖然通常會有連鎖裝置，但結束維護或施工後欲復電前，仍應檢視接地開關之狀態，確定其已開路方可進行復電之工作。

(10) 低壓開關之操作方法及注意事項

- A. 避免以潮濕的手去操作開關，較潮濕的開關很容易出現漏電現象，使操作者感電。
- B. 如果無熔線斷路器經一段時間後才跳脫，通常是過載所造成。
- C. 如因裝設漏電斷路器而導致經常跳電，表示電路有漏電情形，隨時都有可能發生感電事故，因此應檢查線路，不可將電源線

跳過漏電斷路器以避免跳電。

3. 操作工具

- (1) 不同的電壓等級及用途須使用不同之操作棒，不同用途之操作棒不可混用。
- (2) 各種操作棒皆有其特定用途，不可將其使用於其他用途。
- (3) 操作棒之鉤可能為金屬製或塑膠製，而絕緣棒可能為木頭、塑膠、玻璃纖維、環氧樹脂、或這些材料之組合。
- (4) 屋內型分段開關或其他可能因操作棒前端部份為金屬而發生短路之開關，皆應使用前端部份為絕緣材質之操作棒。
- (5) 操作棒各部份之連接如為栓鎖方式，使用久了之後，可能會磨損導致鬆脫，因此必須時常檢查。
- (6) 操作棒如放在室內，應直立掛起，以防止灰塵之壘積。應放於存取容易，且不易造成本身或其他事物損害之處。
- (7) 如果操作棒須放在室外，則不要讓其暴露在陽光及水氣之中。通風且沒有陽光照射，並在兩端附有蓋子的管子是理想的室外存放位置。
- (8) 操作棒之外表應隨時保持在良好的狀態。

4. 維修與保養

- (1) 管理單位應建立維護檢點標準作業程序，以供維護及操作人員依循。廠商之維護檢點說明書為維護檢點標準作業程序之最重要依據，不可將程序過於簡化。
- (2) 開關設備之維護方式可分為
 - A. 時間基準維護：依照該種開關設備之廠商維護手冊、維護經驗、運轉經驗、及事故案例所獲得之資訊，決定維護周期，做周期性維護。
 - B. 狀態基準維護：由開關設備之操作次數及針對開關設備所量測到之電氣性、機械性或物理性資訊作評估，以決定是否進行維護。
 - C. 事後維護：故障事後所進行之維護。
 - D. 環境改善對策：針對開關設備之外在環境，進行適當的遮蔽或密閉化，靠近之樹木修剪等措施。

(3) 開關設備之點檢方式可分為

- A. 巡視：日常隨時施行，主要是目視檢查開關外觀有否變形變色，及是否有異音、異臭、振動等現象。
- B. 日常點檢：按照線路檢視各開關設備，仔細的目視檢查開關各單元外觀、各相關儀表讀值，及是否有異音、異臭、振動等現象外，同時可適宜的清掃。點檢結果應填表記錄。
- C. 定期點檢：進行開關設備之導電性能、絕緣性能、及開閉性能測試。定期點檢之內容可依廠商所提供之維護手冊進行，例如表 3 為空斷開關之點檢項目、內容、及對策。
- D. 臨時檢視：發生電氣故障後、颱風期間、及多雷期間等時期，皆須作特別之檢視。

表 3 空斷開關之定期點檢項目、內容、及對策

點檢項目	點檢內容	對策
接觸部份	以示溫膠帶或塗料辨認溫度是否過高	除去接點上之塵埃及氧化物
載流導體	測量接觸電阻是否在要求範圍之內	依說明書將其調整至要求範圍內
支持礙子	葉片是否破損、沾污、及變色	更換破損或變色嚴重者，清除沾污
連動機構及迴轉部份	軸、螺栓、插銷等有無損傷、脫落、彎曲、鏽蝕、潤滑不良	損傷、彎曲、及鏽蝕者更換，脫落者補齊，潤滑不良者加潤滑油
操作裝置	箱內是否有水、控制開關是否正常、接點有無鬆動、電線有無斷裂、輔助 a、b 接點是否確實接通	查出漏水原因並做防漏處理，更換斷裂電線及不正常之開關，鎖緊接點，調整輔助接點使確實接通
台架及鐵構部份	螺栓是否鬆脫及鏽蝕	鎖緊補齊鬆脫螺栓，及作防鏽處理

- (4) 開關設備之點檢維護大致可分成使用環境、本體清潔、機械元件、電氣元件等部份。
- (5) 氣候環境對屋外型開關設備維護保養之需求影響很大，在台灣夏季有颱風及雷害問題，冬季有鹽霧害，以及工業污染等，對開關設備之影響皆不小，需特別注意。

- (6) 開關設備所處的電氣環境對維護保養之需求影響亦很大，例如電容器開閉用斷路器之主接點消耗量即較大，而開關頻度及突入電流大小皆對開關壽命有相當大之影響。
- (7) 送電中進行外部檢視時，切記不可靠近帶電部位。如只檢視控制電路電源電壓值，可在不影響供電情形下進行，但須注意不要造成誤動作。
- (8) 欲拆除或抽出斷路器，須確定隔離開關或前級斷路器已開啓，並使用檢電筆或其他方法確定沒有電壓存在，且利用接地開關或接地棒使線路及設備接地後，方可進行檢視工作。此外開關設備非帶電金屬外殼之接地端子，須檢查其是否牢固。
- (9) 在斷路器發生機械或控制電路故障時，斷路器可能發生半閉合狀態，例如某一相沒有打開，因此斷路器發生故障後，三相皆應做確認。
- (10) 斷路器控制電驛如果被閉鎖(Lock)，可能造成故障時斷路器失去保護作用，因此如因維修或其他原因而閉鎖斷路器控制電驛，事後切記將控制電驛解除閉鎖。
- (11) 如欲檢視斷路器操作機構時，除應確定電源已安全的隔離外，應再拆離控制迴路插頭，並釋放斷路器投入儲能設施和啓開斷路器後方可進行。
- (12) 檢視中勿使「濕手」及「髒手」碰觸開關設備。設備內外如有污物，必須使用乾淨布擦拭。電氣端子螺絲不要加油。
- (13) 檢視後之工具及零件材料須完全收拾完畢，不可留在開關設備內部或外部。如事後才發現而欲取回，須使電路安全狀態及本身之感電保護裝備完全回復至維修時一般，方可進行取回之動作。

5. 防護具

- (1) 操作者必需戴適當電壓等級之絕緣手套及絕緣鞋，方可手動操作隔離開關，此絕緣手套及絕緣鞋需依照規定保養及測試。
- (2) 一般之隔離開關大多位於操作者之上方，因此操作時需戴上安全帽，並視需要帶上護目鏡。如再操作過程中發生重物或火花掉落時，提供必要的保護。
- (3) 如欲保護操作者免於因電弧閃絡造成傷害，操作者必需戴附有護

目鏡之頭盔及抗火外套。

- (4) 如欲在活線狀態下處理開關設備，需盡可能的將可能接觸到的帶電導體覆以絕緣毯。
- (5) 操作者站立地點須使用固定式或可攜式接地網或絕緣台，且操作棒握把須加以接地，接地電阻越低越好。

6. 其他注意事項

- (1) 所有之開關設備皆應有清楚明瞭之固定標示，此標示不可放置於可移動之部份。
- (2) 一般用途之分段開關不可用來啓斷電流，比如線路充電電流及變壓器激磁電流，除非<a>電流非常非常小，啓斷的是能力範圍內之並聯電路電流，且理論及經驗皆顯示其可操作成功。
- (3) 一般用途之空斷開關不可用來啓斷電流，除非<a>電流非常非常小，啓斷的是並聯電路，且理論及經驗皆顯示其可操作成功。
- (4) 雖然空斷開關不是設計用來投入負載及線路致能，但在以下之情況都符合時，仍可以使用<a>電線或電纜之長度有一定限度，設備及負載之容量不大，<c>電壓較低時。但須研究過所有情況，且經負責之人同意後才可進行操作。

相關法令、標準

1. 勞工安全衛生設施規則

第二百三十九條：『雇主對於電氣設備裝置及線路，應依電業法規規定施工，所使用電氣器材及電線等，並應符合國家標準規格。』

第二百四十條：『雇主對於高壓或特別高壓用開關、避雷器或類似器具等在動作時，會發生電弧之電氣器具，應與木製之壁、天花板等可燃物質保持相當距離。但使用防火材料隔離者，不在此限。』

第二百四十八條：『雇主對於啓斷馬達或其他電氣機具之裝置，應明顯標示其啓斷操作及用途。但如其配置方式或配置位置，已足顯示其操作及用途者，不在此限。』

第二百五十四條：『

- 一、開路之開關於作業中，應上鎖或標示「禁止送電」、「停電作業中」或設置監視人員監視之。

二、開路後之電路藉放電消除殘留電荷後，應以檢電器具檢查，確認其已停電，且為防止該停電電路與其他電路之混觸，或因其他電路之感應、或其他電源之逆送電引起感電之危害，應使用短路接地器具確實短路，並加接地。

前項作業終了送電時，應事先確認從事作業等之勞工無感電之虞，並於拆除短路接地器具與紅藍帶或網及標誌後為之。』

第二百五十五條：『雇主對於高壓或特別高壓電路，非用於啓斷負載電流之空斷開關及分段開關（隔離開關），為防止操作錯誤，應設置足以顯示該電路為無負載之指示燈或指示器等，使操作勞工易於識別該電路確無負載。但已設置僅於無負載時方可啓斷之連鎖裝置者，不在此限。』

第二百六十五條：『雇主對於高壓以上之停電作業、活線作業及活線接近作業，應將作業期間、作業內容、作業之電路及接近於此電路之其他電路系統，告知作業之勞工，並應指定監督人員負責指揮。』

第二百七十二條：『雇主對於絕緣用防護設備、防護具、活線作業用工具等，應每六個月檢驗其性能一次，工作人員應於每次使用前自行檢點，不合格者應予更換。』

第二百七十三條：『雇主對於開關操作棒，須保持清潔、乾燥及高度絕緣。』

第二百七十四條：『

三、拆除或換裝保險絲以前，應先切斷電源。

四、以操作棒操作高壓開關，應使用橡皮手套。』

第二百七十六條：『

二、為調整電動機械而停電，其開關切斷後，須立即上鎖或掛牌標示並簽字之。復電時，應由原簽掛人取下安全掛簽後，始可復電，以確保安全。

五、開關之開閉動作應確實，如有鎖扣設備，應於操作後加鎖。

七、切斷開關應迅速確實。

八、不得以濕手或濕操作棒操作開關。

九、非職權範圍，不得擅自操作各項設備。』

2. 屋內線路裝置規則

第 401 條：『

1. 電力及配電盤變壓器、比壓器、比流器、熔絲、斷路器及高壓配電盤應由中央政府或其認可之檢驗機構或經認可之原製造廠家試驗。』

第 405 條：『有備用之自備電源用戶，應裝設雙投兩路用之開關設備或採用開關間有電氣的與機械上的互鎖裝置，使該用戶於使用自備電源時能同時啓斷原由電業供應之電源。』

第 411 條：『分段設備及主斷路器應符合下列規定：

1. 高壓用戶應在責任分界點附近裝置一種適合於隔離電源的分段設備。
2. 以斷路器作為保護設備者，其電源側各導線應加裝隔離開關，但斷路器如屬抽出型者，則無需加裝該隔離開關。
3. 能開閉負載電流的空氣負載開關能明顯的看到開閉位置者，可視為分段開關。
4. 裝於屋內之開關設備以採用氣斷負載開關、真空斷路器等不燃性絕緣物之開關為宜，但油斷路器裝於金屬保護箱內，且其周圍不存有可燃物者，或週圍為牢固圍牆，當油斷路器噴油爆炸時，不致於造成災患者，則油斷路器之使用得不受限制。』

第 412 條：『為保護高壓進屋線或各幹線所採用之過電流保護設備，應採用經中央政府檢驗機構試驗合格或審查定型試驗合格者，且符合下列第一款至第四款規定之一：

(內容詳見屋內線路裝置規則)。』

第 426 條：『每一電動機電路應藉下列之一種保護設備以保護其短路故障，且該設備於動作後，應不能自動再行投入：

1. 在電路上裝設一種規範符合要求之高壓斷路器。該斷路器動作時應能同時啓斷電路上各非接地之導線。
2. 每一非接地導線裝設一種規範符合要求之高壓熔線。除該熔線裝置具有隔離開關作用外，否則應於熔線之電源側加裝隔離開關。』

第 435 條：『開關設備應符合下列規定：

1. 作為電容器或電容器組啓閉功能之開關應符合下列條件：

- (1) 連續載流量不得低於電容器額定電流之 1.35 倍。
 - (2) 具有啓斷電容器或電容器組之最大連續負載電流能力。
 - (3) 應能承受最大衝擊電流（包括來自裝置於鄰近電容器之衝擊電流）。
 - (4) 電容器側開關等故障所產生之短時間載流能力。
2. 隔離設備應符合下列規定：
 - (1) 作為隔離電容器或電容器組之電源。
 - (2) 應於啓斷位置時有明顯易見之間隙。
 - (3) 隔離或分段開關（未具啓斷額定電流能力者）應與負載啓斷開關有連鎖裝置或附有「有載之下不得開啓」等明顯之警告標識。』

3. 屋外供電線路裝置規則

第 24 條：『開關之裝設原則如下：

1. 開關或其控制機件，應裝置於操作人員容易接近之處所。
2. 開關應有「開」或「關」之明顯標示。
3. 裝設於非操作人員可以接近處所之開關操作裝置，應能閉鎖於每一操作位置。
4. 開關之把手或控制裝置，應有一致之開閉位置，以減低誤操作，否則應有標誌，以免誤操作。』

4. 中國國家標準

CNS 6653：「隔離開關操作棒」

1. 適用範圍：本標準適用於將電路中之隔離開關加以啓閉之操作棒（以下簡稱操作棒）。
4. 構造，材料及尺度：
 - 4.1 操作棒：操作棒以及握持部之長度，連接器之數量以及操作棒之質量等之規定，如表 2 所規定。在表示握持部之界限之位置以不容易消失之方法施予安全標誌。用於屋外者，除了安裝傘及接地線裝卸用金屬器具外並附裝接地線。

種類	操作棒之長度(L) mm	握持部之標準長度(l_0)mm	連接器之數量	質量 kg	參考
					握持部之尺度(直徑)mm
1 m	1000±10	300	0	3 以下	
1.5 m	1500±10	500	0	4 以下	
2 m	2000±10	500	1 以下	5 以下	40±15
3 m	3000±10	700	1 以下	6 以下	
4 m	4000±10	700	2 以下	7 以下	
5 m	5000±10	1000	2 以下	8 以下	

4.3 絕緣棒：絕緣棒必須為，無瑕疵，不彎曲，以及外界環境之變化或老化等因素，均不使其性能有顯著之變化，且須符合 CNS6654(隔離開關操作棒檢驗法) 所述之各項規定。

4.4 連接器：連接器須由非腐蝕性材料或經防鏽處理之材料組成。且須符合 CNS 6654 (隔離開關操作棒檢驗法) 所述之各項規定。

4.5 接地線：接地線之材料為非腐蝕性之良好導電性之可撓導體或鎖鍊。原則上長度規定為 4m。

CNS 7121：「室內 6.6kV 高壓用分段開關」。

CNS 6654：「隔離開關操作棒檢驗法」。

CNS 2803：「配電用熔絲鏈開關」。

CNS 7123：「附跳脫裝置高壓交流負載開關」。

CNS 2931：「無熔線斷路器」。

CNS 5316：「低壓封閉開關」。

CNS 11092：「全蓋開關」。

CNS 11780：「防爆型開關」。

災害案例

1. 修理磨床腳踏板電源開關發生感電災害

某工業公司勞工甲發現該公司技術員乙左手拿著腳踏板開關、右手握著螺絲起子，斜靠在半成品搬運用鐵箱上，當時似乎已經沒有知覺，乃立即關掉電源開關，將其送醫急救無效死亡。發生災害前，罹災者係坐在半成品搬運用鐵箱上檢修磨床腳踏板啟動開關，該腳踏板之固

定螺絲有一支已轉動退出約 1 公分。該磨床之電壓為 220 伏特。罹災者使用之平口螺絲起子全長 20 公分，塑膠握把部份長 10 公分，金屬部份長 15 公分。災害發生原因：罹災者檢修磨床之腳踏板起動開關，未將磨床之電源關掉，可能拆開腳踏板啓動開關時，螺絲起子誤觸其內部之電氣裸露接點，導致感電死亡。爲防止類似災害再發生，有採取下列措施之必要：

- (1) 檢修磨床隻腳踏板電源啓動開關時，應先關掉磨床電源。
- (2) 電動機外殼應確實接地，並定期檢查以確定其效能。
- (3) 應設置勞工安全衛生業務主管，訂定自動檢查計畫，對使用之設備及其作業實施自動檢查。
- (4) 對勞工應實施從事工作所必要之安全衛生教育、訓練，並將本案例列入訓練教材，提高勞工安全衛生知識，防止類似災害再發生。
- (5) 應訂定適合需要之安全衛生工作守則，內容包括電氣設備檢修安全事項，經報檢查機構備查後，公告實施。

2. 在電桿上從事停電作業時因逆送電流感電死亡災害

某電氣工程公司承攬配電外線工程，領班甲帶領三位勞工將電桿上之普通型開關裝置改爲升出型裝置。勞工乙位於桿上，將上方之避雷器及熔絲鏈開關拆下，放置於變壓器一次側之套管上。此時勞工乙遭到感電左腳冒出火花，領班甲推測電流可能來自附近某生鮮超市之自備發電機，乃緊急通知該超市關掉自備發電機，將罹災者搶救下來並送醫，但急救無效死亡。

在作業前有申請停電，切離一次引線之熔絲鏈開關，但未以短路接地器具確實接地，罹災者係以絕緣毯及絕緣套管掩蔽一次引下線，然後以操作棒將活線線夾解開後，下桿休息並換上普通鞋及脫掉絕緣手套，再登桿工作。

災害發生原因：罹災者可能在作業中觸及變壓器一次引下線或避雷器時，因生鮮超市之自備發電機啓動發電，加上超市電源總開關未啓斷，導致逆送電流經超市→變壓器二次側→變壓器一次引下線→雙手→雙腳→變壓器外殼→大地，構成迴路感電。而停電施工未使用短路接地器具接地，以及罹災者未穿戴防護器具，亦是此感電事故發生的重要因素。爲防止類似災害再發生，有採取下列措施之必要：

- (1) 對於電路開路後從事該電路、該電路支持物、或接近該電路工作物之敷設等作業時，應於確認該電路開路後，使用短路接地器具確實短路，並加接地。
- (2) 停電作業時，仍應督促作業勞工勿更換絕緣鞋及脫掉絕緣手套，以防意外。

參考資料

- [1] 萬人欽，1980；“變電設備與開關”，新學識文教出版中心，台北市。
- [2] Gythall, R. T., 1972; “The JSP Switchgear Book,” Newnes-Butterworths, London.
- [3] Greenwald, E. K., 1991; “Electrical Hazards and Accidents: Their Cause and Prevention,” Van Nostrand Reinhold, New York: 156-174.
- [4] 邱明義主編，1992；“開關設備專輯”，電機月刊，第 2 卷，第 8 期。
- [5] 邱明義主編，1993；“開關設備專輯”，電機月刊，第 3 卷，第 7 期。
- [6] 賴森林主編，1997；“開關設備專輯”，電機月刊，第 7 卷，第 9 期。
- [7] 張文英，1998；“經由電廠災變實例檢討保護協調”，電機月刊，第 8 卷，第 6 期：225-235。
- [8] 鄭朝彬主編，1998；“開關設備專輯”，電機月刊，第 8 卷，第 7 期。