



電力品質應用案例

電容跳脫裝置應用 ■ 陳錫瑜 / 育駿企業有限公司

壹、前言

高壓以上線路之保護眾所皆知很重要，關係生命安全與設備安全。大家都會挑選品質穩定優良廠家製造的斷路器(CB)，在系統異常時CB跳脫線圈回路受保護電驛接點接通，迅即跳脫CB，高壓消弧室完成線路切離動作，使系統妥善隔離故障區域。

國內使用的CB都是舶來品，而來源國家使用的控制回路電源大部分採用直流系統，和國內慣用PT二次側AC 電源直接作為控制回路電源不同。故原廠必須在國內另配合交流控制電源採用具備蓄電能力之電容器作成電容跳脫裝置(CTD)，分別提供CB與保護電驛使用。(按台電規定保護電驛的CTD是專用，不得併因為電容器容量會隨運轉而衰

減，也會故障，衰減到某一程度則PT電源喪失時，各別CTD放電提供給保護電驛或CB 的電壓不足會無法驅動該設備，造成CB失能。而目前的CTD算是贈送品(內文說明)，電容器也大都由大陸廠製造，品質不夠穩定，功能正常與否無法用裝置在面板上之指示燈識別。

貳、實例

1、近日北部某工廠發生電力事故，高壓斷路器未跳脫，致使所保護的變壓器燒毀。工廠因此停止生產，造成很大損失。追尋斷路器未跳脫原因，發現是高壓真空斷路器(VCB)所附屬之電容跳脫裝置CTD因電容衰減使得電壓不足，而造成高壓斷路器VCB跳脫電路失效，沒有將事故點隔離。

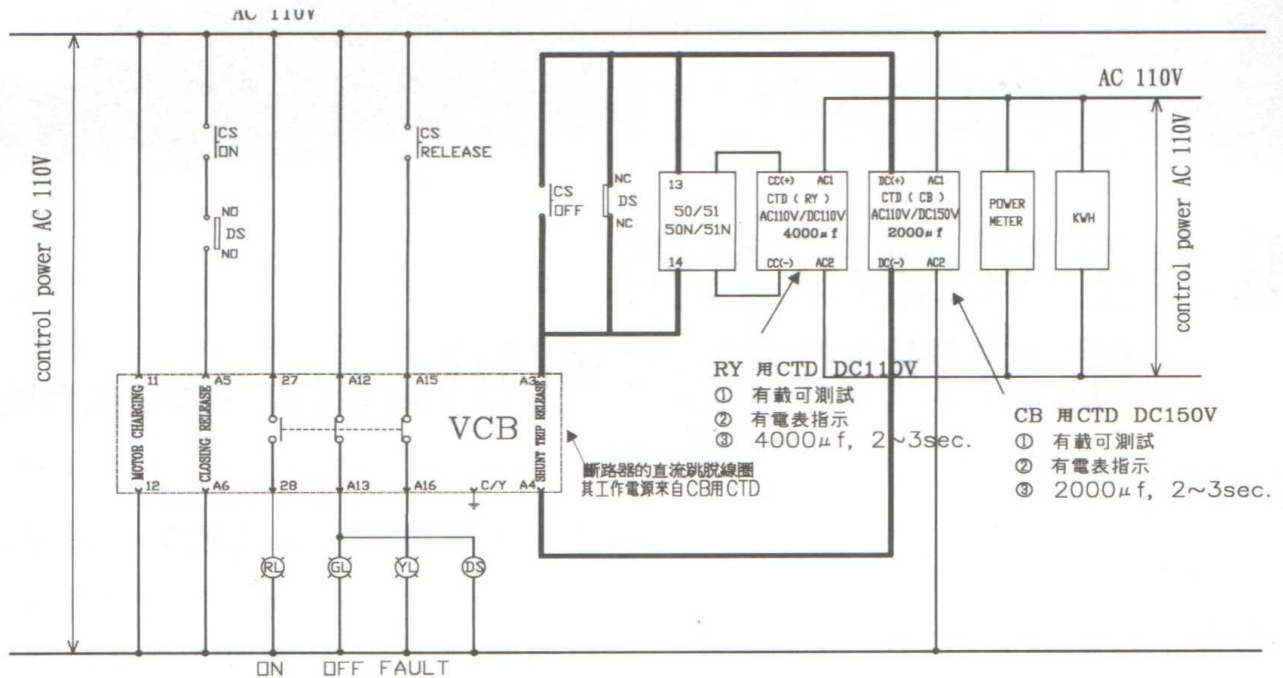


圖 1 CTD使用於CB之接線控制圖

由圖1所示，本案中保護電驛偵出故障，保護電驛50/51N (13、14) 接點閉合，但是VCB所附之電容跳脫裝置，因電容量衰減無法提供足夠DC電壓給CB的跳脫線圈，而形成該斷路器永遠無法隔離事故的嚴重後果，因此可知除了必須注意保護電驛工作電源用CTD以外，CB專用的CTD同樣是非常重要的環，輕忽不得！

2、其次，市面上有許多的案例是這樣子的，業主在歲修或檢驗時，在高壓盤外部操作，發現高壓盤中的

高壓CB無法跳脫動作，維修的機電業者常常會向業主說明高壓CB已經故障，必須更換。其實有些高壓CB只用了兩、三年而已，從送電ON投入後，沒有再OFF過，其間也沒有發生任何的事故而動作過。當歲修測試時，因為無法跳脫，導致整組CB被汰換掉！其實真正的原因只是CTD故障，假設CB的跳脫線圈的工作電壓是DC 110V(有效電壓 \pm 10%)，那在DC 99V以下，即屬無效電壓。(例如用電錶測試跳脫動作時的電壓為DC85V時，即無法驅動跳脫線圈動作，而導致高壓盤無法切離事故點。)而其中真正的癥結所在是因為

CTD失能所致。此癥結問題沒有解決，那兩、三年後，或許整台高壓CB又要再汰換一次！如此，勞民傷財，並造成業主莫大的損失及財務上的耗損，不可不慎！

CTD的輸出DC電壓，連接至CB跳脫線圈的工作電源。如圖2所示外

接手動操作SW.併接保護電驛的A接點至CB跳脫線圈迴路，當DC電壓衰減到額定電壓10%以下，即無法作動跳脫線圈。

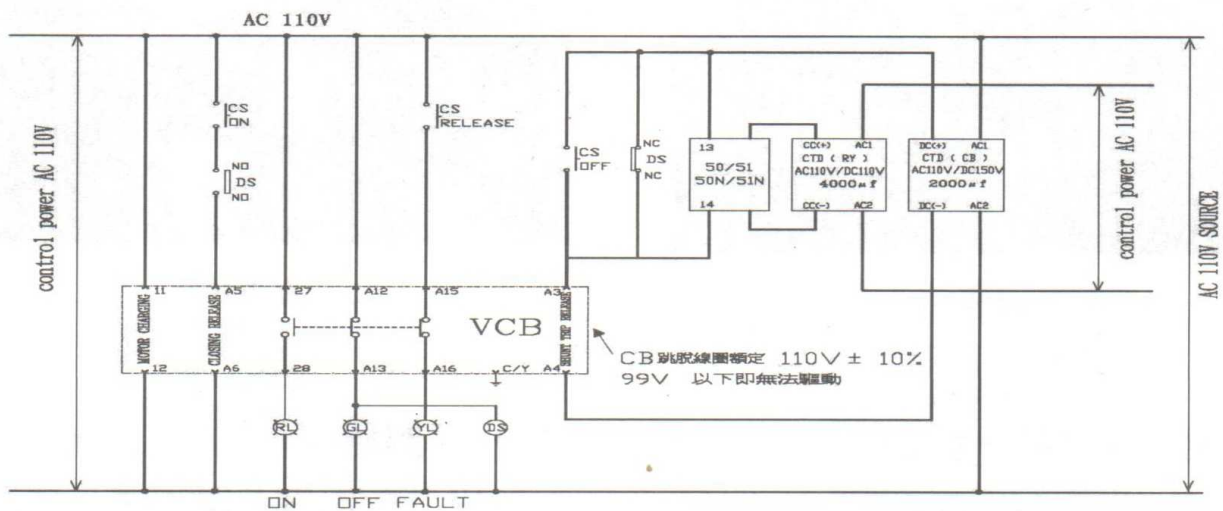
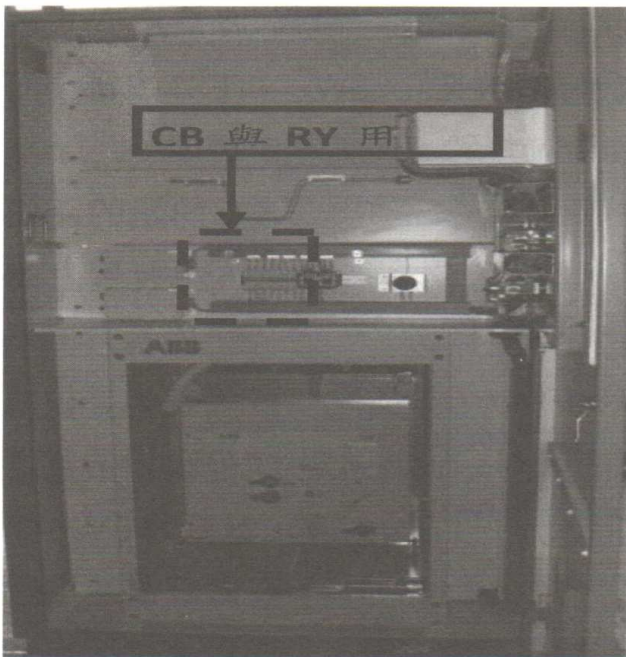


圖2 CB之接線控制圖及CTD外觀圖

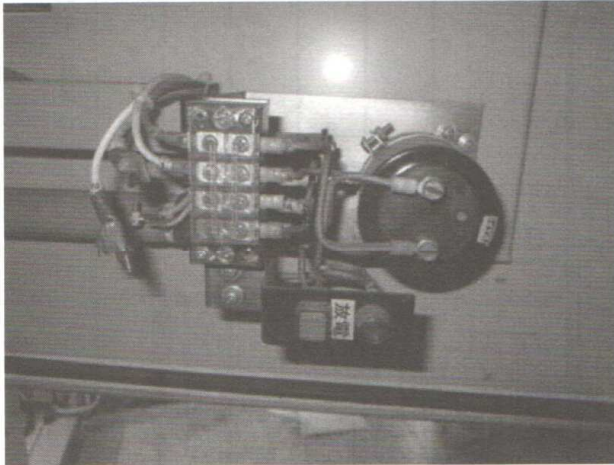


CB使用CTD經常使用一段時間後，因電容衰減，使有效工作電壓不足，無有效指示是無法明確發現的。

圖2 CB之接線控制圖及CTD外觀圖

3、日前在某一知名工廠，發現一項令人驚訝的情況，其工廠內部一處變電站，其中的高壓盤CB與RY的CTD全部掛掉（因為時間過久，電容

器衰減甚至已故障不堪使用），保護CB形同虛設，如果期間發生事故，其後果令人不敢想像。



改善前



改善後

圖3 某工廠改善前後狀況圖

4、另日前發現一家工廠，有好幾個開關盤的CTD在歲修時，也被人誤作測試動作而燒毀，所以該高壓盤負載若有短路或接地、過載事故發生時確定也無法保護線路及設備。

叁、實例解析

以上案例中，第一至三個案例為電容衰減的問題，第四案例故障原因為CB的CTD是半波整流方式，歲修時被按” SW” TEST按鈕，而致CTD燒毀。（如圖8 說明）

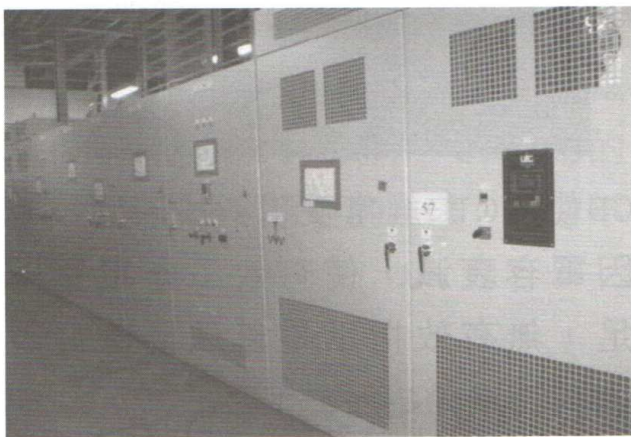


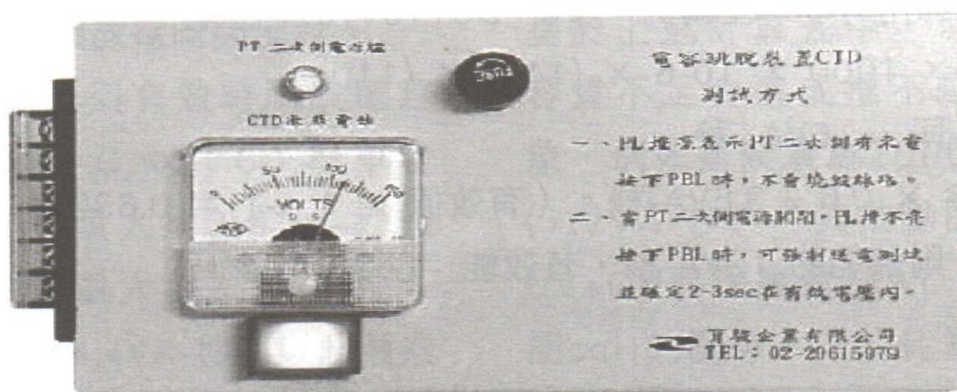
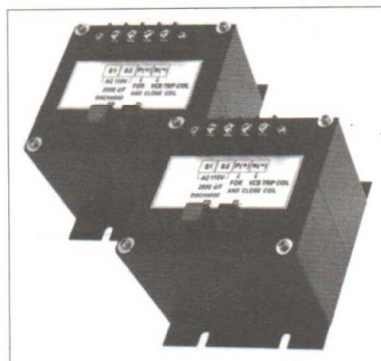
圖4 某工廠高壓盤配置

上述案例1至案例3問題的產生，筆者認為是被電容跳脫裝置上的指示燈給誤判了（如圖5所示）。一般維護人員判斷CTD的好壞，是依據指示燈是否有亮為主（但現場裝置之指示燈，LED燈3V，霓虹燈5V，鎢絲燈20V就會亮），在電容器放電時間關係而衰減至有效電壓值之下時，

指示燈仍然亮著，這是一種美麗的錯誤讓維護人員誤判CTD仍然正常。造成事故發生時CB無法隔離事故而擴大故障範圍，或者CB被誤換的主要原因！（另外PL燈壞也不能代表CTD就是故障，因為也可能只是燈泡燒壞而已）。

目前CTD使用的電解電容器，大部分是大陸製造的（在台灣製造已經不符經濟效益），而電容器的衰減問題是一項自然而嚴峻的課題。在品質良莠不齊的情況下，會故障、會衰減所以裕度必需要放大。所以電容跳脫裝置必須整組式完整接受相關檢驗測試，是一種必要的品質確認手段。

又為解決CTD提供之工作電壓是否足夠，本項產品特設有直讀式電錶指示，是優異的解決的方法。另在電錶上刻度清楚地以顏色標別區分，如：DC100V為界，以上為綠色（有效區），以下為黃色或紅色（無效區）。在直覺上即能辨識設備的好壞是本公司追求的企業責任。



E-JIUN

圖5 比較傳統與附電錶的外觀

肆、CTD容量及放電時間

一、電容儲能

當電容儲能完成，端電壓 V_0 ，電容儲存容量 W_c (圖6)

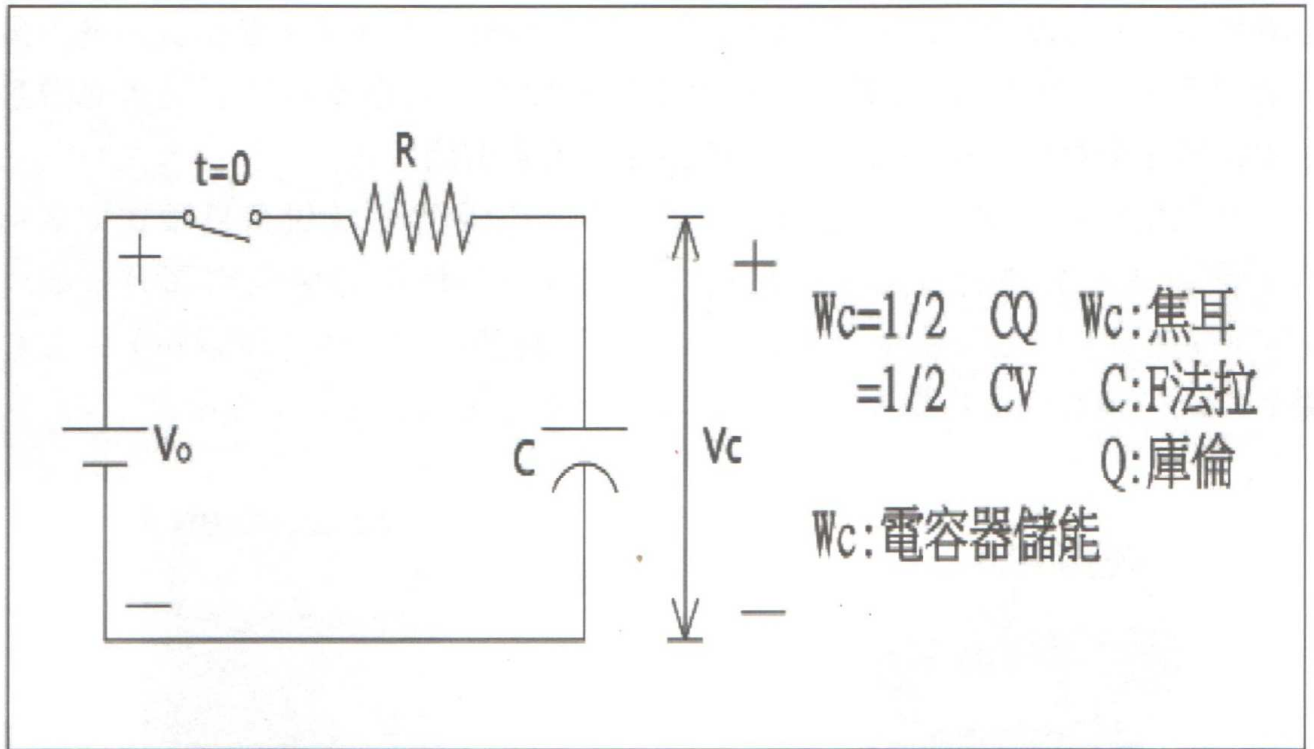


圖6 電容放電示意圖

假設保護電驛用 $1000 \mu F$ 為例， V_0 : DC110V 代入上式

$$W_c = 1/2 \times 1000 \times 10^{-6} \times (110) \times (110)$$

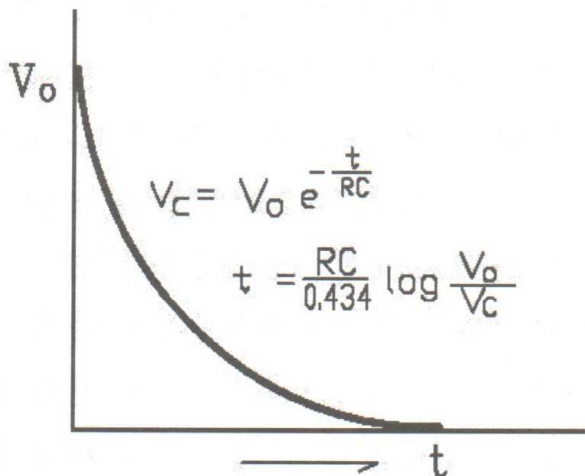
$$= 6 \text{ 焦耳} = 6 \text{ VA-秒}$$

有效能 $\approx 6 \times 0.6 = 3.6 \text{ VA-秒}$ 。(有效值 $\approx 1 - e^{-1} \approx 0.632$)

若 $2000 \mu F$ 則儲能約 12 VA-秒 ，有效能 $\approx 7.2 \text{ VA-秒}$ 。

二、電容放電有效時間

如圖6 t = 0時 開關打開，電容兩端電壓 V_C 值隨時間遞減如公式 1，公式2可求出有效電壓值 V_C 的時間t 值。



$$V_C = V_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad \text{----- (公式 1)}$$

$$-\frac{t}{RC} \log e = \log \frac{V_C}{V_0}$$

$$\frac{t}{RC} (0.434) = -\log \frac{V_C}{V_0}$$

$$t = \frac{RC}{0.434} \log \frac{V_0}{V_C} \quad \text{----- (公式 2)}$$

圖7 電容放電電壓 / 時間示意圖

CB用CTD $V_0/V_C = 150V/99V \approx 1.51$ RY用CTD $V_0/V_C = 110V/75V \approx 1.47$

R : 4800歐姆 (本公司產品)

以 $C = 1000 \mu F$ 計算時

$4800 \times 1000 \times 10^{-6} / 0.434 \approx 11.06$

所以採用 $1000 \mu F$ 電容器CTD有效時間 t 約 2 秒。

三、CTD 儲能與放電時間探討

CTD 儲能與有效時間與電容量成正比 $\propto C$ ，簡單地說 $1000 \mu F$ 容量大約 3.6VA-秒鐘。2000 μF 容量大約 7.2VA-秒、4000 μF 大約 14.4VA-秒，以此類推。

。須特別注意：

①容量不足無法驅動負載。

②負載變更時，如圖7及公式2所示。

基於上述計算式中，可以瞭解到容量不足會造成推不動負載的現象，例如當裝置為 $2000 \mu F$ 的CTD (7.2VA-秒)，其推動的負載若為 UV+OV 等保護電驛 RY，因為有線圈 coil 的關係，其消耗電力 VA 數較高，會造成系統故障時，CTD 容量不足，無法驅動保護電驛，而造成事故。所以有些的案例，短路事故時

CTD沒有動作，高壓盤無法隔離事故點（必須考慮電容衰減的現象，即容量裕度的問題）。

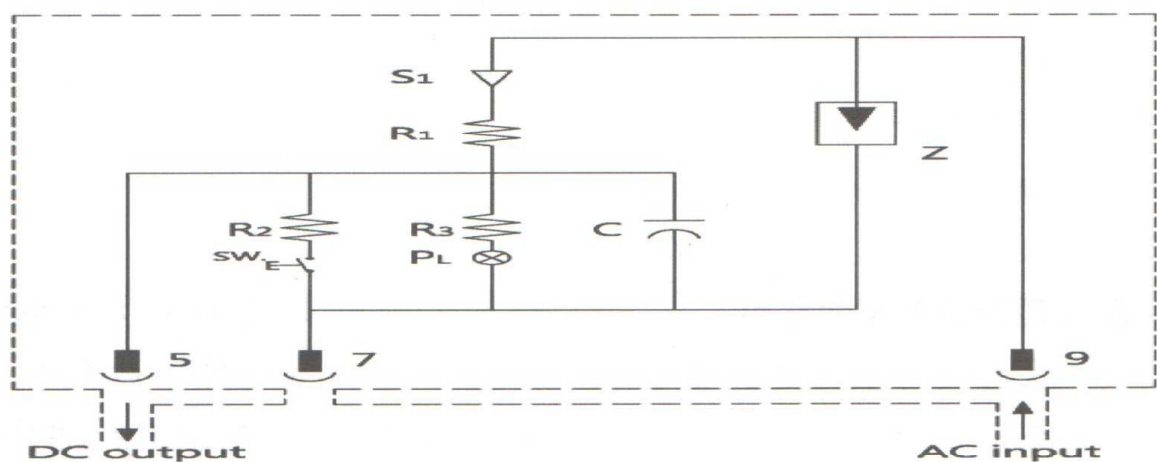
又電容跳脫裝置CTD的外部，最好有輸入電壓的指示燈，以利於維修人員辨識，不用拆線以及用電錶量測，造成其他問題。

對於案例1至案例3，電容跳脫裝置在容量以及外觀指示誤判的解決方法為

- ①附電錶型電壓指示
- ②有PT一次電壓指示燈。

目前市面斷路器CB用電容跳脫裝置的狀況（直流供電系統除外），

歐美地區，其高壓盤的控制迴路，大多數使用直流供應系統，其高壓斷路器，其型錄上並沒有電容跳脫裝置CTD這項產品。對於高壓盤中，若不是使用直流供應系統，台電規定高壓VCB必須裝置CTD，所以單線圖中，CB有畫CTD或沒有畫，只要控制是交流供電，CTD是強制要求的裝置元件（因為欠電壓(或欠相)時，CB才可以跳脫及……）。也因此斷路器中的電容跳脫裝置常常被認為是贈品、附屬品，導致使用者沒有認真的注意這項產品（其CTD產品幾乎沒有所謂歐美原裝，都是台製品）。



半波整流式CTD，其AC/DC有一共同點，所以當PT二次測有載時，按下PB (SW) 會使CTD燒毀。造成斷路器迴路不會跳脫的嚴重後果。

註：台灣近一、二十年來都是採用圖8之CTD接線方式製作。

圖8 進口CB之CTD內部接線圖

上圖的CTD控制迴路，其實不像電容跳脫裝置，比較像加了濾波器的整流器，以致可以接非常多的負載而不會燒毀。當電容器因時間性而衰減，或者接過多負載時，會造成供給電壓不足，或者容量不足而無法使高壓CB跳脫的嚴重後果，甚至影響台電變電所供電迴路。

CTD的接線端子，應盡量不要讓人可輕易碰觸，做不必要的變更與接線。

CTD的負載應專用，不該提供其他負載(電錶、指示燈……等)之用。

所以本公司特別側裝，盡量不予人方便接線，作不必要之變更與接線。

同理若是CB的跳脫線圈負載加上保護電驛的負載情況下，更加堪慮！更不用談把CTD當做電源供應器來使用了，如此保證系統發生故障時，高壓盤一定不會跳脫，而造成更嚴重的事故（台電D業字第0920406041號函特別說明不可以！）。

並且為了電容跳脫裝置CTD能夠發揮功能，避免上述的故障原因，盡量設有隔離變壓器，是一種有效的解決方法。如此有三項功用：

- ①可隔離一二次側，可避免設備燒毀。
- ②可以限制電流（容量）。

③如此才像一個完整的CTD，而不是整流器。裝上隔離變壓器，好處是寧願試車時發現問題而造成不便（Fuse燒毀），而不是發生事故再來找原因。歸納上述原因，如表一分析：

表一 進口VCB附屬CTD的分析表





地區	歐美地區進口 VCB		日本品牌進口 VCB	
CTD	沒有附，不屬於標準配件。		有附 CTD 為標準配件。	
方式	因為歐美地區高壓供電盤，其控制系統大部分為直流供電。所以型錄上沒有這個品項。其 CTD 為台製品。		其高壓 CB 有附 CTD 半波整流型。有 PL 指示燈。	
品牌	M/G、ABB、西門子……		三菱、富士、日立、東芝……	
外觀及功能	台灣進口的高壓 CB 其 CTD 就是日式 CTD 方式或者仿日製造的，其線路圖如圖 8，外觀如圖 5。			
缺失 如右	防呆性不足	半波整流，易誤按 PB 燒毀。	改善 方法	全波整流型。
	保護性不足	沒有隔離 PT，易過載。 容易被接線。		附隔離 PT，側邊外接端子。
	容量上不足	一般用 800-1200 μ F，裕度不足。		裕度應放大一倍。
	時間性不足	沒有實際測試負載。		應該檢測。
	標識上不明	看 PL 燈不準，不知實際狀況。		應裝可標示產品。
	沒有測試	沒有實際測試。		應該安裝後實際檢測。

四、CTD的探討與結論

基於上述，電容量確定會自然衰減，又有種種的不確定性，所以在 CTD 本身，最好外觀上有容易辨識的方式，如加電錶可觀察電壓輸出值。同樣地，也須採取有效措施以防止在任何情況下碰觸測試 PB 而造成 CTD 的燒毀，以確定本產品的穩定性及品質。

綜合上述的狀況，電容跳脫裝置的基本要求歸納為：須防呆、容量足、時間夠、有標識、要測試等五項。列如表二比較 CTD 的探討與結論表。

表二 各型 CTD 功能比較表

功能要求 CTD	過載保護及 故障可更換	容量夠 時間足	有載可測試 有 PT 隔離	端子不易 外接負載	PT 二次側 電源指示	電量狀態 電錶指示	公證單位 認證核可
	○	○	○	○	○	○	○
	×	△	△	×	×	×	×
	×	△	△	○	×	×	×
	○	△	×	○	×	×	×

①要有一次側電源指示、②要有明確電量指示、③要確實有公證單位測試核可
最後對於保護電驛用的電容跳脫裝置CTD與UPS併接方式的圖，提供另一種的
接線方式如下：

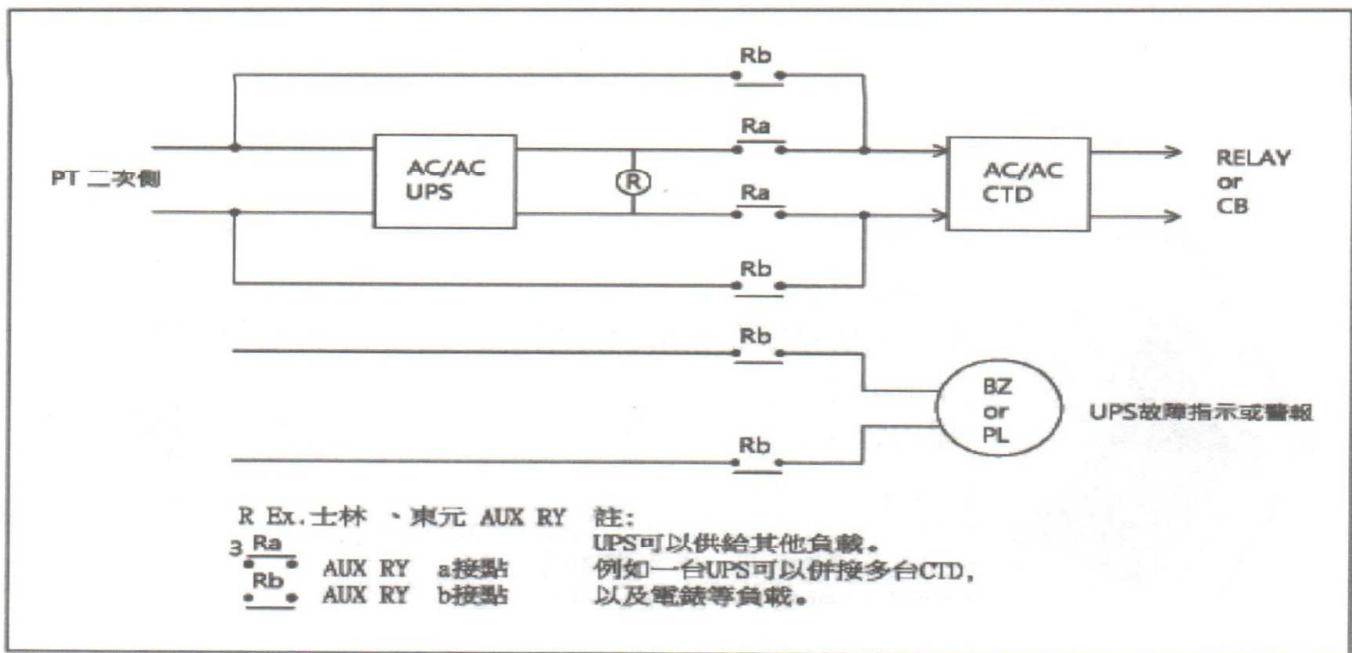


圖9 CTD與UPS併接方式控制圖另一種改善方式

這樣的接線方式有以下優點：當UPS故障時，補助電驛失磁不動作。

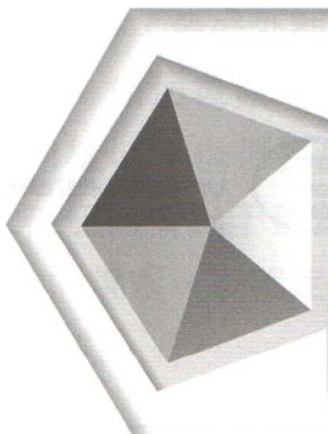
①供給CB或RY電源會經由PT二次側正常供應。

②可以提供一組接點做為警報或警示或監視功能，知道UPS已經故障。

以上的接線方式，可以告知UPS故障指示或監控點輸出至電控中心，〈當補助電驛失磁時，大約85%V〉可提昇用電的品質。

伍、結語

電容跳脫裝置是一個高壓斷路器所附屬的配件。一般皆認為不是一個重要的產品，導致一般情況下，在高壓系統中，是經常被忽視的。也因此有許多事故中，也沒有被真正認真檢討過，因而造成損失。一個高壓盤中，斷路器CB用及保護電驛RY用之CTD兩者都不能故障，是同等重要的！一般高壓配電盤的使用，其年限是非常久的，往往超過一、二十年，所以不是保固一年、兩年甚至五年的問題，所以電容跳脫裝置CTD是一個非常重要的裝置，必須重視。希望本文能對各位有少少的助益，並請不吝指教。



第72期06月主題

防火/消防系統創新解決方案

何岫璉 主編

第73期08月主題

『屋內線路裝置規則』第401條作業原則 江榮城 主編

歡迎賜稿

各代理商與製造商，配合主題提供文稿、廣告，以期達到廣宣之效！

本社提供您最優勢的橋樑，是您銷售管道最佳之平台。

歡迎投稿 E-mail: chiang7434@gmail.com

