

105年度科學工業園區電力安檢 輔導總結報告

中原大學 電機工程學系

陳士麟 教授

105年12月21日

一、事故調查

1. (1)某廠變壓器故障是**短接片螺絲鬆脫**，導致連接片移動碰觸旁連接片放電造成事故。(2)該變壓器**固定座未確實固定**，如發生地震或時間久遠，易位移。(3)此外，該油浸式變壓器於前兩次的**油中氣體分析報告**均顯示該變壓器之氣體分析結果與組成比率的計算結果判定結果為“注意”，卻**未及時採取應變措施**，為事故主要肇事原因。
2. (1)本次事故次**GCB#1 R 相HV CT 絕緣劣化**造成CO 及LCO 動作。亦即：事故原因為CT 一次側對地絕緣層劣化造成，事故當時CT 二次側線圈也造成燒損，影響事故之判斷。(2)該GCB#1 盤CT 故障之檢討改善報告，**對GCB#1 盤CB 與MGCB 盤CB 同時跳脫**，未作保護協調間隔(CTI)之檢討；此外，該事故CT的調查報告不夠精確，**應進一步查出係屬內部絕緣劣化或肇因於沿面洩漏**。俾確定維護不適之處；**未設置空調**亦是一項原因。

一、事故調查

3. (1)比流器 T 相故障，事故後雖作耐壓測試，但未解剖確定直接肇因。歷次維護檢測未作趨勢比較，防範事故於未然。(2) CT 沿面垂直放電，一般均為表面污染，再加水氣造成，應加強CT表面的維護工作。(3)並應多實施不停電預知劣化檢測作業。(4)事故 CT 連接CB 的銅排對盤體間距不足，應加強絕緣。
4. (1) TR12, 2000KVA 因盤頂滲水，導致變壓器短路事故。(2)事故係漏水造成，建議從根本上排除；積水滲透樓板雖已加強監測進行改善，惟仍部分線路管路穿牆(板)，仍未防火填塞氣密隔離。

一、事故調查

5. (1)事故前8個月，配電室內濕度大都為72~82%，應檢討改善。(2)配電室應加裝空調或盤內加電熱器，若加裝空調應將百葉封閉，並將現有通風窗一併改為氣密式。(3)配電室灰塵累積太多，亦可能為事故的一項重要原因，建議通風口應加裝濾網，並定期清洗。(4)對於事故後改善汰換之設備，建議建立檢驗測試基準之資料數據，以作為後續檢測結果比較之重要參考，並縮短維護週期。

一、事故調查

6. (1)事故點位於 TR-6，屬分路保護範圍，事故發生後處理程序應先檢視分路保護電驛動作與否，再予將故障區間隔離後，進行健全區間復電，不可在未確認故障點情形下，逕行試送電3次，此做法可能會造成事故擴大，也影響饋線上其他用戶。(2)事故原因係主變壓器TR-6 R相匝間短路於局部線圈產生鉅大的短路電流，劣化層間絕緣而至熔斷銅線，請找出先期檢測(出)方法。例如：若事故前量測絕緣電阻分別在R.S.T三相Delta接引出端子施加電壓，比較三相量測值可事前檢出。(3)事故發生後，應盡可能主動將故障訊息通知台電饋線調度中心，俾及早派員協助，並將事故情形回報受影響廠商。(4)更換新變壓器後紅外線及非破壞性檢測改為一年，油中氣體檢測也是每年一次。惟初期仍應視檢測結果縮短檢測週期，並作趨勢比較。其中，對於油中氣體分析請注意分析結果報告，尤其C₂H₂、C₂H₄氣體是否有出現？如有測試值出現，要密切追蹤。⁵

二、主變壓器

1. (1) 22kV/380V 1000KVA 及 750KVA，變壓器外殼溫度很高，但溫度計顯示為 58°C 及 54°C，請用紅外線熱顯影檢測儀器測其端子及外殼溫度，並測其負載電流，據以推測溫度計讀值的正確性。(2) 建議由空調管引下冷氣送至兩台變壓器的散熱片；未設置前，先設置引出管由大門上方多設置一台大型排風扇引出熱氣。
2. 變壓器運轉油壓警報設定目前設定於 60°C，69°C 及 105°C，建議統一便於運轉監視。
3. MTR 之油面計顯示在 H 之位置，而油溫僅 41°C，如負載增加，油溫增高，油膨脹，是否滿溢？請檢討處理。

二、主變壓器

4. (1)各變壓器(TR1~TR4)須設置防溢油溝或油槽，以防變壓器溢油，汙染範圍擴大。(2)變壓器油中氣體分析 C₂H₄ 出現相當含量及油中含水量有增加變化，請注意並追蹤。
5. TR-6 等變壓器未全部固定，防止地震移位，請全面檢查。

三、配電室

1. (1)電氣室與發電機室大量採用 BUS-WAY，BUS-WAY 上面僅標示RSTN，建議再標示其所屬迴路或設備，以便快速查修，及防止被撞擊或被吊掛物件造成損傷。(2)配電室天花板部份穿牆管路未填塞完整。部份配電室地面門縫過大，無防塵及防鼠害效果，建議改善；電氣室有龜裂及水渣痕，請施作防漏或抓漏維修；電氣室的門禁除上鎖，建議用門禁刷卡管制人員進出。(3)備用基座比地面高，且與地面同顏色，緊急搶修時易造成人員絆倒，建議加以警示或隔離。

三、配電室

2. (1)變電站老舊，建議規劃汰換時程；電氣配電室緊鄰餐廳，除建議應加強人員進出管制措施之外，配電室多處穿牆管路(線)未填塞部份亦應改善，大門下方應設門檔，以防蛇鼠進入。(2) LBS 2M Panel 有水痕，屋頂漏水所致；盤後面灰塵很多；堆放之椅子雜物應移除；配電室及發電機室地面油布堆置；屋頂牆壁蜘蛛絲甚多；冷卻水/空調室及受電室內部堆雜物且溼鏽、積水。(3)配電室內盤後牆上排風扇接線不確實，應加強包覆；應確認排風扇為工業型。GCB#1 盤與MGCB 盤未貼或附掛保養人。部份停用之盤體，原有之壓克力標示牌，請整理或拆除。受電室盤面請加標示單線圖。(4) 建議裝設早期偵測器用 VESDA 來預警，以提前發現異常。

三、配電室

3. (1)配電盤標示請配合單線圖標示，長遠改善計畫應將配電盤上之變壓器移開，並將配電盤上方纜線釐清，並有緊急應變對策，近期末改善前，建議縮短維修週期。各盤名稱似臨時以護貝紙標示，背面有幾盤仍未標示，建議改用設計圖示加壓克力板方式全面標示。(2)高壓斷路器 LBS*2 盤，應非斷路器？建議改為LBS，並加編號(配合單線圖上編號)。
4. (1)開關盤內接地銅排及螺絲生鏽，請改善；盤內接地銅排分兩段，銅排截面積應足夠，惟銅排引出至接地網之導體，似乎小了一些，請確認是否符合200A/mm²之要求？(2)最右側盤面最上層有紅綠燈均未亮，該盤有不少負載供電中請確認是否正常？(3)多處配電盤盤面號誌狀態未明，建議予以明確標示(例：故障、維修中、停用中等)。

三、配電室

4. (4)門口未標示，各配電盤請配合單線圖符號標示。(5)有一控制開關(可能是通風扇控制開關)，裝於異常的高度(估計在二公尺以上)，無法正常控制且不符屋內線路裝置規則，建議改善。(6) MOF 圍籬門打開時無接地，請將圍籬門與其上方鐵框搭接，另接地電極之引接線，請加強固定，避免被人員踢斷。
5. (1)配電室 PANEC-MG-00 盤ON 和OFF 指示燈同時亮，表面Aux.SW 動作不正確，有可能使CB 操作不正確，請確認控制器具或線路是否異常？(含接線不正確)，並盡速查修。(2) 配電室 22.8kV 模鑄式變壓器盤風扇，請改為工業型。(3) 滅火器維護日期至 104 年9 月，105 年未有維修日期；變電室內側二滅火器，宜加標示牌。

三、配電室

6. (1)用電設備盤面貼有設備履歷表為甚佳之管理制度，值得肯定。(2)配合之機電公司在檢驗設備上貼有檢驗標章，值得其他電檢同業參考。(3)建議高壓盤之盤面能標示高壓單線圖。(4)單線圖上 4.16kV 變壓器中性點未標示NGR。
7. (1)配電室配電盤體側面下方有進行磚牆填塞，但請確實填塞完全。(2)正式受電電壓為 22.8kV，但盤面上仍然標示為11.4-22.8kV，建議改善，如將11.4 以 Tap 遮上。(3)盤面單線模擬 Bus 標示不清，例如VCB1 與VCB2不在相鄰盤上且相隔甚遠，而VCB3 未見標示？建議整體檢討改善。(4)變電室內維修紀錄表應詳載日期及檢驗人員之紀錄，但有一紀錄表日期為2005.11.23，沒有維修情形，僅寫編號、開關名稱、開關位置及功能；另2000KVA 變壓器有維修紀錄表，註明已完成逐具試驗，但沒有日期及檢驗人員？請檢討改善。(5) Cable tray 吊桿及U 型槽鐵靠近百葉窗處皆已鏽蝕須注意。(6)電氣室滅火器設施略不足，只有10P 手提滅火器1 支；緊急照明亦不足。

三、配電室

8. (1)104 年電力輔導建議改善事項，其中配電室尚未改善部份如下：a.仍堆積很多易燃物未清理，通道未保持暢通。b.灰塵及蜘蛛網仍太多，建議通風口百葉窗加裝濾網，並定期清洗。c.緊急照明仍不足。d.油浸式變壓器仍未裝設溢油槽。e.配電盤應貼上系統單線標示圖，共13 盤僅1 盤有貼單線圖。(2)配電室建議掛上維護紀錄表並標示日期及檢驗人員。(3)配電室 MP1-SC 盤後側盤蓋未鎖固完全，MCSG 盤蓋板螺絲，維修後應全部恢復原狀。(4)滅火器須增加設置，另部份手提滅火器未固定吊掛。
9. (1)配電盤後方盤面未標示。(2)各電箱**操作鈕應外加壓克力蓋板**，以防止人員誤觸跳電。(3)開關盤多處未填塞，**盤頂排風扇應加蓋板**。(4)發電機室 **CO2滅火器**無保養單，每三個月需秤重一次，請增設**檢驗紀錄**；並請將門口放置之滅火器，分佈配置於配電室內。

四、發電機室

1. (1)機電室與發電機室部份通道較窄，旁有風管接續器較為尖突，建議加警示或包覆。發電機室入口處之路徑台階，建議做成正式通路或路徑。(2)發電機柴油 tank 之房間**建議設CO2 偵測器**，以防止侷限作業之意外。
2. (1)照明控制開關，建議由現行開關箱內部，改設於進出之門旁。
3. (1)發電機室汽油味太濃，請**檢查有無漏油點**？另上氣窗未緊密，宜作好防止雨水侵入措施，並清理散落樹葉。
4. (1)建議緊急發電機室：a.標示需清楚b.改善照明設施c.加強消防設施d.已更換之電機置於正確位置e.**蓄電池端子宜加保護套**。(2)**儲油槽液位偏低**，請保持足夠油料。
5. (1)對於發電機設備接地線，請**確認有足夠的線容承載短路電流**。(2)發電機油槽內(量測用)膠管已有洩漏及損壞的風險。

五、檢測作業

1. (1) 2014年8月28日之低壓電氣設備巡檢工作記錄表中：MP16-2盤SC7/SC8電器異常，請確認改善情形。(2) IR測試記錄檢測結果判定正常，依據準則如何？請檢討，額定電流及負載比例(%)請填入以資參考。
2. (1) 每年維修檢點，其中紅外線熱顯影檢測報告無檢測溫度，請依專任電氣技術人員及用電設備檢驗維護業管理規則，每半年要實施紅外線熱顯影檢測，並提報檢測報告給地方政府及當地電力公司。(2) 本年度01.09竣工測試時GCB斷路器未做接觸電阻及動作時間試驗，建議列入檢測項目，另保護電驛之接線試驗及跳脫試驗亦未做，建議補做，並列入爾後定期檢測項目。(3) 靜電容量測試先列出各電容量之標準值。

五、檢測作業

3. (1)變電站負載開關 LBS 之接觸電阻均未測試，後續請測試。(2)變壓器介質吸收特性僅做加壓 1 分鐘及 10 分鐘洩漏電流值，建議亦加做 10 秒之洩漏電流值，以換算吸收值，並做趨勢分析，以提早發現劣化現象。(3)油中氣體檢測報告內頁如“異常型態”“存在部位”與總表之“故障現象”“故障部位”不符。(4) 104 年 7 月 22 日油中氣體分析報告指出 750KVA 變壓器有過熱現象，1000KVA 變壓器氫氣偏高，並建議送試週期六個月，惟似乎未見 105 年 1 月份之送試報告，是否有送試請查明，結果如何亦請查明。
4. (1)今年 3 月的歲修檢測紀錄第 2~8 頁，測 22.8kV 高壓設備的絕緣電阻，但未標示溫、濕度。第 21 頁 HV-10 盤 22.8kV 比流器 R.S 相 10” 洩漏電流為 20 μ A、24 μ A，而 T 相為 6 μ A，請釐清原因。

五、檢測作業

4. (2)紅外線測試記錄，顯示 TR 之溫度太高，請澄清；如104年9月份之紅外線檢測時間為08:00，溫度均為24°C？104年9月24-25日之紅外線檢測報告之參考溫度、熱點溫度、負載電流及負載比例等數據，宜確認是否正確。(3)局部放電檢測報告，說明檢測結果均為背景雜訊，未提高局部放電量，通常評估絕緣體劣化有3項關鍵因子：a.每一週期的局部放電電磁波脈波數量有異常時為大於120PC。b.局部放電量有異常時為大於150PC(IEEE C57.113 為100PC 以上)。c.局部放電產生的平均時間間隔，有以上不含外在干擾背景值。
5. 年度檢測報告缺 HVCT 的報告。

五、檢測作業

6. (1)紅外線熱顯影檢測每年檢測一次，請依用電設備檢驗維護業管理規則之規定，每半年檢測一次。(2)紅外線檢測出的溫度應與負載電流比較，亦應比較三相溫度，以進行趨勢分析或異常預警或負載平衡之用途。
7. (1)電力電纜真空斷路器之絕緣電阻量測值，同一廠牌同一型式，差異很大，雖然仍在標準值以上，但建議應檢討處理。(2)變壓器絕緣電阻量測值，應修正為20°C時之電阻值，便於比較，且應認真處理。(3)低壓保護開關(NFB)絕緣電阻量測值，係僅量測NFB?或含所連接之電纜及設備，應註明。(4)定期保養絕緣耐壓測試為36KV(DC)是否偏高?請確認，並請建議電檢公會檢討。

六、機電顧問

1. (1)宜建立一套用電設備**檢驗儀器之定期校驗之機制**。包括：儀器校正宜有總表以利管控，並請確認校正報告是否在允許標準內。各儀器校正報告上宜有判誤章，確定儀器仍在誤差範圍內是為可用，否則不宜再使用。
2. (1) IR 測試判定請**參酌周圍溫度及負載電流兩項數值**，才能正確判定。(2) 電力電纜有列出**竣工試驗標準值**，建議另列出**維護試驗標準值**。(3) 避雷器及系統接地電阻要列入檢測。(4) 請確認對於直流耐壓測試 0.5、1、1.5 倍，是否會影響交流電器設備的損壞？(5) 有關保護電驛大部份著重特性試驗，建議再加入「接線試驗」及「跳脫試驗」，以確事故時能確時跳脫斷路器。

六、機電顧問

2. (6)測試程序應列出其相關性及測試條件，例如絕緣電阻測試應先做，再做耐壓試驗，絕緣電阻測試應明列測試電壓，而以耐壓試驗換算絕緣電阻，應註明換算使用之電壓及洩漏電流值。(7)建議增加極低頻電壓試驗設備及局部放電測試器，以提高高壓電氣設備絕緣品質。(8)建議量測數據建立數位檔，並做趨勢分析。(9)請確認如何保存客戶的檢測資料？保存多久？是否有備份？
3. (1)現場停電檢測前，除檢電、放電、接地等安全措施外，掛接地前更應確定自備(再生)電源已停用或切離，譬如：停電檢測時，除確認責任分界點斷電外，應再確認所有其他電源是否已被隔離，例如有併聯太陽光電系統之用戶，須再確認太陽光電系統有無被隔離。(2)針對施做絕緣耐壓，請考量如何去確認帶電範圍皆無其它人員進入？(3)操作工具如絕緣安全帽、手套、操作棒、驗電筆、安全腰帶等，亦宜作定期校正。

七、其它

1. 建議估算二/三段式時間電價，以利決定及訂定契約容量之最適化。