

太陽光電系統案場查訪經驗分享

宋洪義/ 工研院 綠能所 太陽光電技術組, 工程師

隨著太陽光電系統裝置容量與案場數量快速增加，意即系統維運已經比建置太陽光電系統更加的重要，於設計時應考量維運20年的方便性，除了可降低維運人事成本，亦可方便快速對案場進行維運檢查，近幾年太陽光電系統失效案例有增加趨勢，包含如畜禽舍火災、系統漏電、太陽光電系統火災等，因此本實驗室每年選20場次太陽光電系統案場進行查訪。

案場查訪推動於FY89案場半額補助與管考查訪執行至今，已進行有十年以上，因單一案場裝置容量與規模越來越大，其檢查設備如電壓、電流、接地阻抗、絕緣、功率計等設備。為了精進系統檢查能力，減少檢查人力，可使用更先進的設備，例如:無人機空拍熱像儀、無人機空拍電致發光儀器，並參加國際標準組織，了解目前標準制定與草案，以強化系統檢查的技術能力，也能帶動國內業者購置相關維運檢查設備，提升系統維運檢查能量。

一、 案場常見的異常

(一) 串列開路(圖 1)：此現象產生原因為串列迴路有斷開，一般可能原因有保險絲損壞、直流連接器解開、直流電源線損壞等，串列開路主要讓案場損失發電量，此為案場查訪常見問題，此問題可於監控系統發現，但業者往往無特別專人分析發電，於現場維運也無有效檢查，導致串列開路存在案場，卻往往無法有效發現，因此建議廠商可於監控系統分析外，亦可於現場採用空拍機搭載熱像儀快速檢查發現開路，因國際標準規範IEC TS 62446-3 中，說明開路串列溫度比運轉中高(2~7)度C。

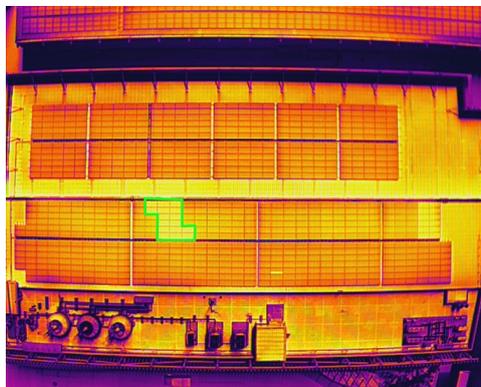


圖 1、綠色區域為串列開路

(二) 串列短路：此現象產生原因為直流電源線異常，一般可能原因有正/負極電

源線破損接觸到接地點、正負極電源線互相短路，此問題可於監控系統發現其中有變流器開路/運轉電壓異常，但業者往往無特別專人分析發電，於現場維運也無有效檢查，但是此現象一但產生，須立即進行故障排除，因電器短路容易引起電弧引發火災，因此建議廠商可於監控系統分析外，亦可於現場採用空拍機搭載熱像儀快速檢查發現串列短路，產生短路一般分為單片太陽能模組短路(圖 2)以及串列短路(圖 3)。

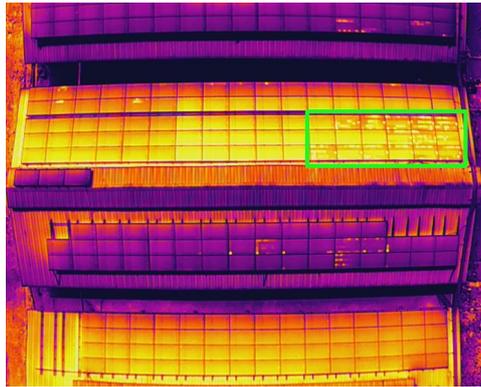


圖 2、綠色區域為單片太陽能模組短路

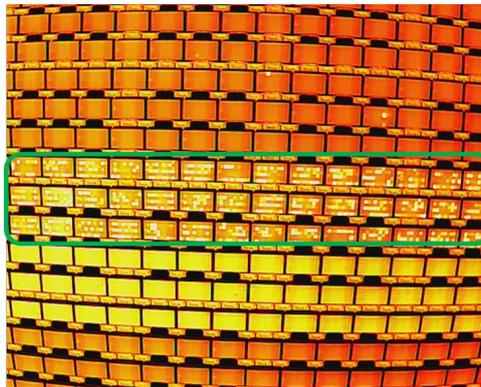


圖 3、綠色區域為串列短路

(三) 旁路二極體異常(圖 4)：此現象產生原因為太陽能模組封裝時導致，因太陽能模組接線盒中旁路二極體空焊或其它原因，當串列運轉電流通過，會因高溫焊錫熔解，此現象無法採用監控系統數據得知，只能於現場採用開路電壓量測或熱影像檢查才能發現，當發現此現象時，應對此片太陽能模組進行更換，輕則損失發電量，重則因長時間串列電流通過旁路二極體，導致高溫熔斷產生電弧，進而引發火災，現場採用空拍機搭載熱像儀快速檢查發現開路，因國際標準規範IEC TS 62446-3中，說明開路串列溫度比運轉中高(2~7)度C。

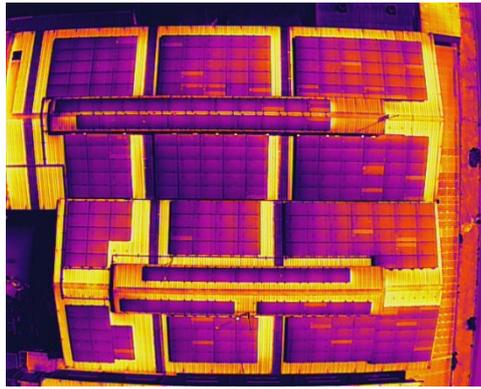


圖 4、綠色區域為串列短路

(四) 鋤刀開關熱異常(圖 5)：此現象產生原因為鋤刀開關耐電流不足、腐蝕性氣體加速金屬氧化、疏於維運檢查，因鋤刀開關位於表前開關箱體中，此處於案場併台電電網後，台電會上鎖，維運廠商因不敢剪開鎖，或者不想向台電報備，導致維運疏於檢查，而內部金屬老化惡性循環，因高溫金屬變形產生空隙而引發電弧火災；也常有廠商設計時，耐電流規格不足，於案場併網後，便開始產生高溫；因此建議廠商於設計時須注意耐電流規格，平時也需剪開鎖定期維運採用熱影響檢查，如遇熱異常應向台電申請停電，進行設備清潔保養。

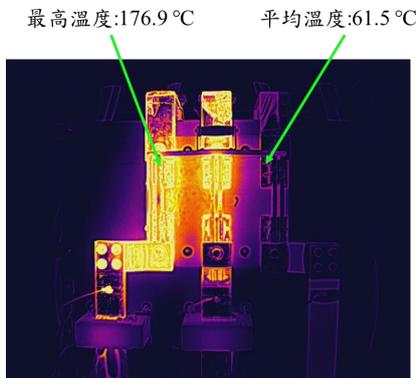


圖 5、鋤刀開關熱異常

二、 案場查訪案例說明

此案場(圖6)位於苗栗縣，屬於屋頂型太陽光電案場，設置容量為493.34 kWP，業者為購買太陽光電系統投資業者，因對系統維運方式以及發電量不好，希望藉由此次健檢與查訪的活動，協助分析案場原因與維運技術指導，至現場檢查後，於開路電壓量測(表1)串列編號PV13-M2-1，串列片數與單線圖不一致，因此建議廠商自行針對案場做一次全面性開路電壓量測，落實核對單線圖；熱影像檢查表前開關箱時，發現鋤刀開關有熱異常(圖 7、



圖 8) · 且溫度達202.9 °C · 現場鋸刀開關耐電流為700 A · 經過確認現場使用15台變流器 · 每台最大電流輸出為50 A · 計算耐電流規格應為50 x 15 x 1.25=937.5 A · 應選用耐電流1000A鋸刀開關 · 包含交流箱、表後箱中無熔絲開關 · 都選用700A規格 · 建議廠商須向台電申請停電後 · 進行更換鋸刀開關、無熔絲開關。

表 1、開路電壓量測資訊

直流匯線箱編號	DCB-13 PANEL						
串列編號	量測開路電壓資訊						
	量測電壓 (V)	模組溫度 (°C)	修正電壓 (V)	串列片數	設計電壓 (V)	電壓誤差	說明
PV13-M1-1	729.9	50.1	790.3	20	801.6	1.4%	無異常
PV13-M1-2	733.2	50.1	793.6	20	801.6	1.0%	無異常
PV13-M2-1	660.8	50.1	718.1	19	761.5	5.7%	異常
PV13-M2-2	700.4	50.1	757.7	19	761.5	0.5%	無異常
PV13-M3-1	736.7	50.1	797.1	20	801.6	0.6%	無異常



圖 6、案場空拍資訊

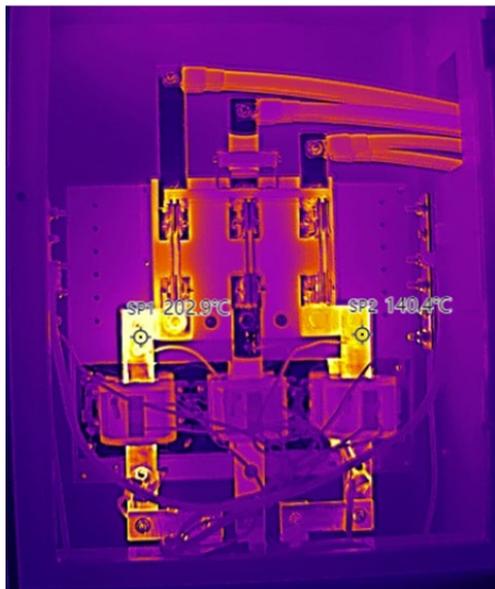


圖 7、表前開關箱熱影像圖



8、表前開關箱鋤刀開關

三、 結論

為推廣系統安全，強化相關維運人員技術專業能力及健檢判斷能力，本實驗室每年辦理太陽光電系統維運安全查訪分享活動1場次，針對每年案場查訪之相關檢查經驗，和太陽光電業者分享系統維運的資訊及促進交流。本實驗室也每年定期舉辦人才培訓課程，輔導業者整個太陽光電系統生命週期技術，也訓練消防署、消防局針對太陽光電系統搶救安全注意事項。