

電力變壓器_健康診斷工具箱

我們生活在一個電力需求不斷增長的時代，而台灣電網韌性及可靠度更受嚴苛考驗。電力變壓器在電網扮演節點角色，這使得瞭解變壓器的健康情況對於可靠度需求和避免變壓器故障的可能性至關重要。

一般來說，電力變壓器非常可靠，但它們會受到現實操作的影響，其中放電現象和環境因素（如負載變化和溫度波動大）會縮短變壓器的使用壽命。當發生內部損壞時，冷卻系統中的絕緣油可防止停電甚或爆炸。

電力變壓器沒有內置的可靠性自我診斷系統，無法提醒技術人員注意系統的健康情況變化。因此，我們必須求助於一個經過驗證的可靠性方法的工具箱來評估變壓器的健康情況。

變壓器的預期壽命在 30 到 60 年之間。這是令人擔憂的，因為台灣的電力變壓器的平均年齡估計在 30 年以上。

所以，我們來整理一下電力變壓器_健康診斷工具箱:



1. 人工絕緣油取樣分析

第一種工具是人工取樣絕緣油（請注意，礦物油是大多數變壓器中使用的主要流體，但也使用其他流體，包括有機矽、天然酯和合成酯流體）進行化學分析。這是變壓器可靠性的支柱，經常被比作人類在體檢前完成血液檢查。絕緣人工油品分析可提供有關變壓器中各種氣體的詳細數據。此數據提供了是否需要維護或從電網服務中移除。

提取樣品油必須按照嚴格的標準進行，以防止樣品暴露在環境中或受到環境污染。樣品必須在 7 天內進行測試，否則，隨著氫氣從樣品容器中洩漏出

來，以及氫氣和氧氣等大氣氣體洩漏，油中的氣體成分可能會發生變化。大氣氣體的增加可能表明樣品沒有被仔細收集，因為它們不是在絕緣液體中自然產生的。

人工手動取樣成本高昂且難以管理。因此，它通常每年不超過一次或兩次，並且只在關鍵的主變壓器上進行。樣品之間的漫長時間也意味著結果僅反映提取油時的狀態。變壓器中的油狀態會繼續老化，並且可能會迅速失效。

2. 紅外線熱像儀

使用熱像儀來檢查紅外線熱輻射，可看到變壓器中熱分佈及溫度。

查看這些熱量水準有助於確定變壓器內的哪個單元位置過熱。它還可以指示變壓器的絕緣油是否不足，這可能會導致過熱。熱像儀無需斷電即可完成變壓器檢查，使其成為可以經常使用的診斷工具。

3. 目視檢查

在目視檢查過程中，肉眼可以看到物理變壓器問題，例如漏油、墊圈磨損、套管破損或碎裂、風扇故障、烏窩和其他問題。

在訓練有素的專家，目視檢查很容易進行，而且價格低廉（見培訓部分）。這些可以隨時進行，也可以安排與手動樣品或紅外線熱像儀一起進行。

4. 電氣測試

電氣測試用於測量重要變壓器系統的機械完整性，包括鐵芯、線圈、固體絕緣、繞組和夾緊結構。掃描頻率回應分析（SFRA）等高級測試可以檢測元件是否在變壓器內部物理移動。功率因數測試可以檢測絕緣缺陷或濕氣問題。電氣測試是一種極好的診斷工具，但只能在變壓器斷電時進行。正因為如此，以及專業測試服務的成本，這些測試通常很少主動進行（大約每五年一次）。

5. 培訓和教育

培訓通常不被認為是一種可靠性工具，但在此工具箱清單中所有其他工具的成功是取決於擁有具有勤勞、知識和智慧的技術人員，以便能夠目視檢查問題、採集油樣、操作紅外線熱像儀，並知道何時選擇其他工具之一來提供正確的診斷。

雖然培訓和教育會佔用工作時間，有時還需要出差，但正確的培訓可以增強技術人員管理、維護和延長變壓器可靠壽命的能力。

6. 在線溶解氣體分析（DGA）監測

在線 DGA 監測器與其他工具不同，因為它們持續監測絕緣油的狀態，揭示絕緣油氣體積聚的趨勢，並提醒維護團隊注意需要跟進的問題。通過在線監測，變壓器上安裝了多種氣體或氫氣監測儀，並連續跟蹤氣體液位，如果氣體水準過高，在線 DGA 監測儀會發出警報。在線監控可以檢測變壓器故障因素，包括過熱、過載、局部放電、接觸點磨損、連接鬆動或電弧。

多氣體監測儀可分析各種氣體的含量：包括一氧化碳、二氧化碳、氫氣、甲烷、乙烷、乙烯和乙炔。

然而，使用氫氣檢測器可能是最有效且最快速的在線檢測方法，因為氫氣通常是在故障條件下最先產生的氣體。也是第一個從變壓器或油樣中散逸出的氣體，這使得在線監測比人工取樣更能即時監測變壓器的健康狀態。

H2scan GRIDSCAN 5000 提供精確的氫氣測量。該固態氫氣感測器可免維護 10 年。

使用 GRIDSCAN 5000 在線監測器，可將變壓器的使用壽命延長至 6-10 年。這是因為氫氣在線檢測器可以及早期發現小問題，避免問題變嚴重。

上列是每個變壓器維護團隊的工具箱中都應該擁有的六種工具，以協助他們了解變壓器的行為並對問題做出快速反應，確保電網氣系統的可靠營運。