

變壓器油中氣體分析現場試驗探討

勇帥電氣技術顧問股份有限公司 陳建勳
在的狀況，就可以立即針對問題加以處理。

一、前言

在變壓器設備內部的絕緣油其功能有冷卻內部組件、組件的絕緣防護、保護內部其它絕緣材，一直以來從製造至末端使用者皆尋找著可以更快速，更正確的分析設備內部的健康狀況，而取樣分析內部的油品是最為大多數人所知道且最容易反映設備內部的狀況的方式，而分析油品一般分為油中氣體分析以及油品特性分析等兩大項，本次就先探討油中氣體分析應用於現場測試的狀況。

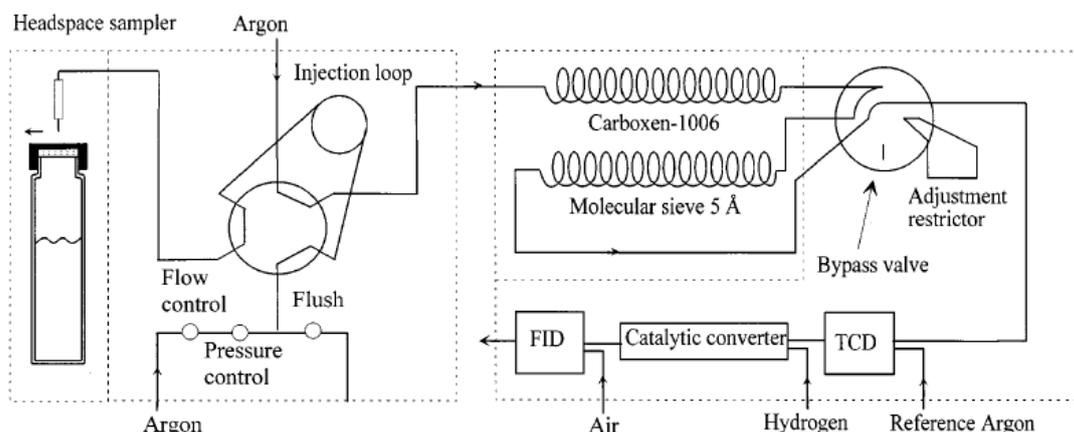
油中氣體分析這個經常被大家所知的變壓器設備內部狀況分析的方式，無論是從製造、安裝、運轉，各個階段都會取樣內部的油並加以分析以了解內部的狀態是否符合各個階段的要求，但是以往由取樣至送上儀器分析不免需要一段時間的運送、等待分析，分析完成後又得等待分析報告寄到手上，因此由現場取樣至使用者收到報告經常是需要相當多天的時間，但是這份報告僅是反映取樣當天的狀況，對於已經有異常狀況的設備並不能滿足其監控的要求，現今一般所安裝在設備上的在線型以及現地可移動式的氣體分析設備都是為了滿足上述關於如何增進分析的時效性便利性而開發出來的設備。如此在現場針對設備立即取樣分析快速的判斷設備現

二、油中氣體分析原理簡介

1. 絕緣油油中氣體分析一般指標性九種氣體有氫氣 H₂、甲烷 CH₄、乙烷 C₂H₆、乙烯 C₂H₄、乙炔 C₂H₂、氧氣 O₂、一氧化碳 CO、二氧化碳 CO₂、氮氣 N₂，氣體的分析通常採用氣體色層分析儀來進行分析，而分析原理簡單來說即是使用非分析目標氣體來當 (carrier gas) 載氣來將從油分離出來的氣體，帶入分析儀中的分析管柱(column)透過管柱填充物使得各項成份移動速度產生差異進而分離，所以使各種成份通過偵測器的時間也有所不同，即可由此差異來判定氣體種類並記錄計算其波峰面積來估算濃度，取樣偵測方面由 ASTM D3612 所規範三種取樣分離方法及最低偵測極限，以及業界最常用來分析的 IEEE C57.104-1991、IEC 60599、IEC60567 等等。

2. 層析儀儀器介紹

本分析儀與各實驗室所使用的儀器相同(圖一)，差異為本分析儀是經過設計的小型可攜式氣相色層分析儀，使用 ASTM D3612 C 方法，其規範最低偵測極限如下表：



氣體種類	最低氣體偵測濃度
H2	0.6
O2	11.0
N2	11.2
CH4	0.06
CO	0.09
CO2	0.1
C2H2	0.05
C2H4	0.04
C2H6	0.04
C3H8	0.2



圖一、移動式氣體分析儀（這套氣體分析儀具有可移動至現場又有與實驗室相當的分析精度,可以提供現場取樣分析）

儀器方面簡介

本儀器組成部件如下：



1. 載氣模組



3. 追溯美國國家標準校正用標準氣體

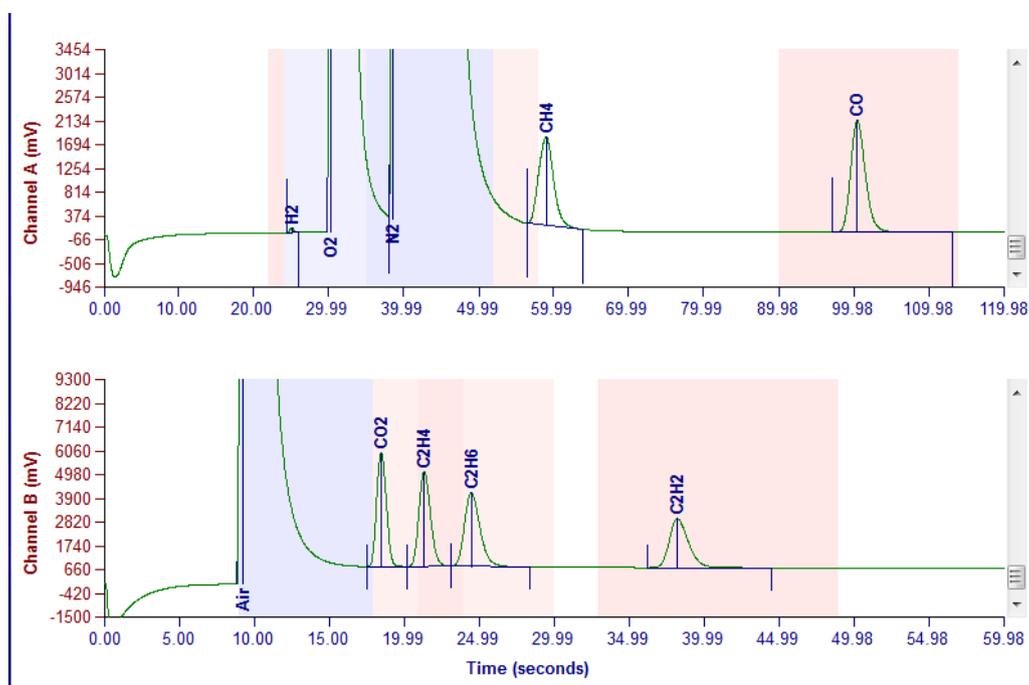


2. 分析儀本體及操作電腦



4. 符合標準規範的取樣套件

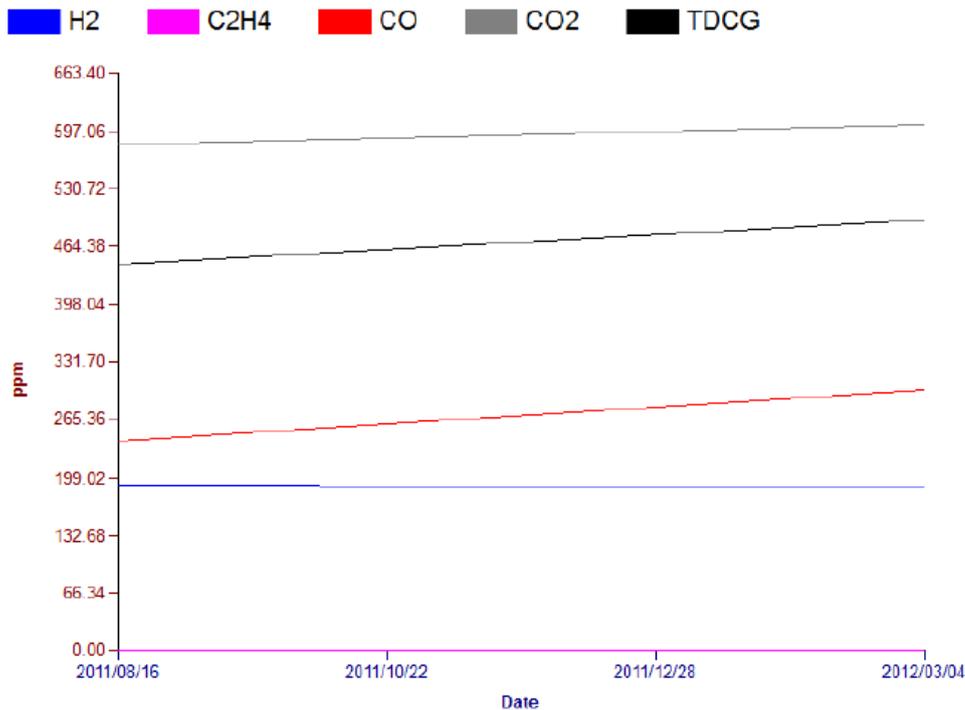
由以上各部件所組成本儀器的套裝，至於使用流程分為暖機→校正→產生樣氣→最後是分析並產生報告，分析階段所需時間僅為 2 分鐘左右，精準度確保方面經由每次暖機後使用追朔 NIST 標準氣體來校正色譜層析儀來保證所產生分析結果的正確性。



標準氣體校正



油樣品取樣分析



3. 指標性氣體趨勢追蹤

由上述可知本儀器於現場進行油中氣體分析所能提供的快速、準確、便利是以往取送樣品難以比擬的，所以可以在例行性維護時立即提供設備使用者快速的了解設備狀態，並在發現指標性氣體時給予持續性追蹤觀察或者轉送樣品至實驗室進行雙重的確認，在發生重大事故前以最快的速度提供設備使用者決定維修或降載甚至停機的判定，以節省大量的時間與金錢耗損。

三. 實際案例分析

某 161KV 受電之大型變壓器於取油送實驗室分析後發現指標性氣體，由本分析接手後續追蹤觀察案例如下(表一)：

此變壓器於 2010/09/10 取油送實驗室分析發現指標性氣體 H2 偏高,連續追蹤兩次後於 2011/08/16 開始由本套分析儀接手至現場直

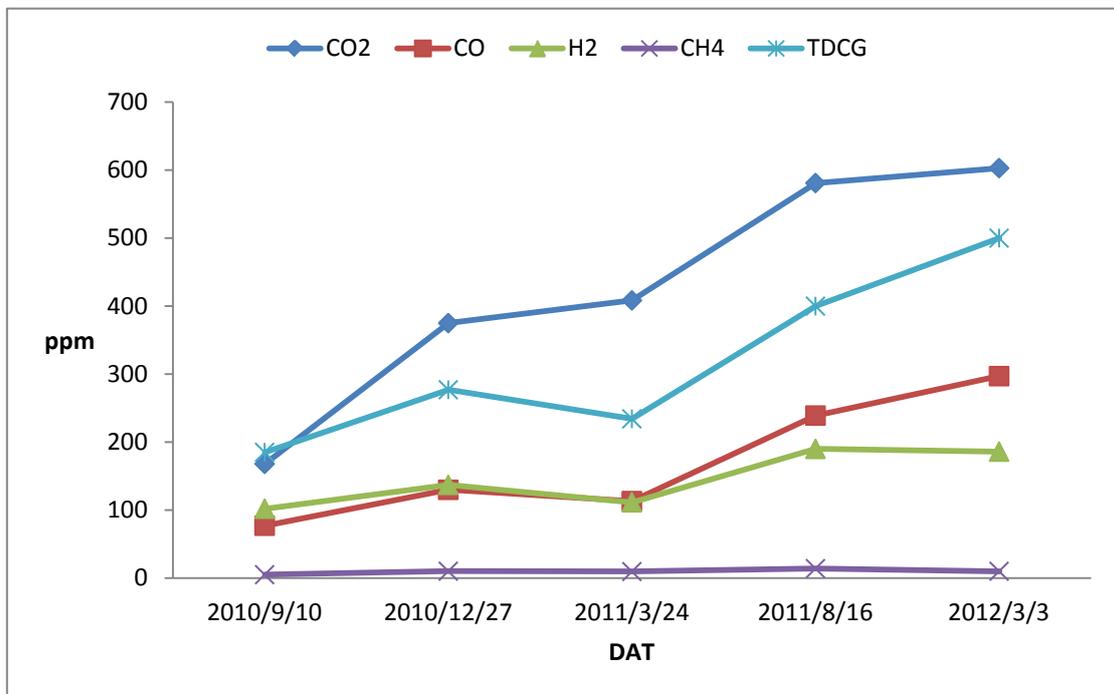
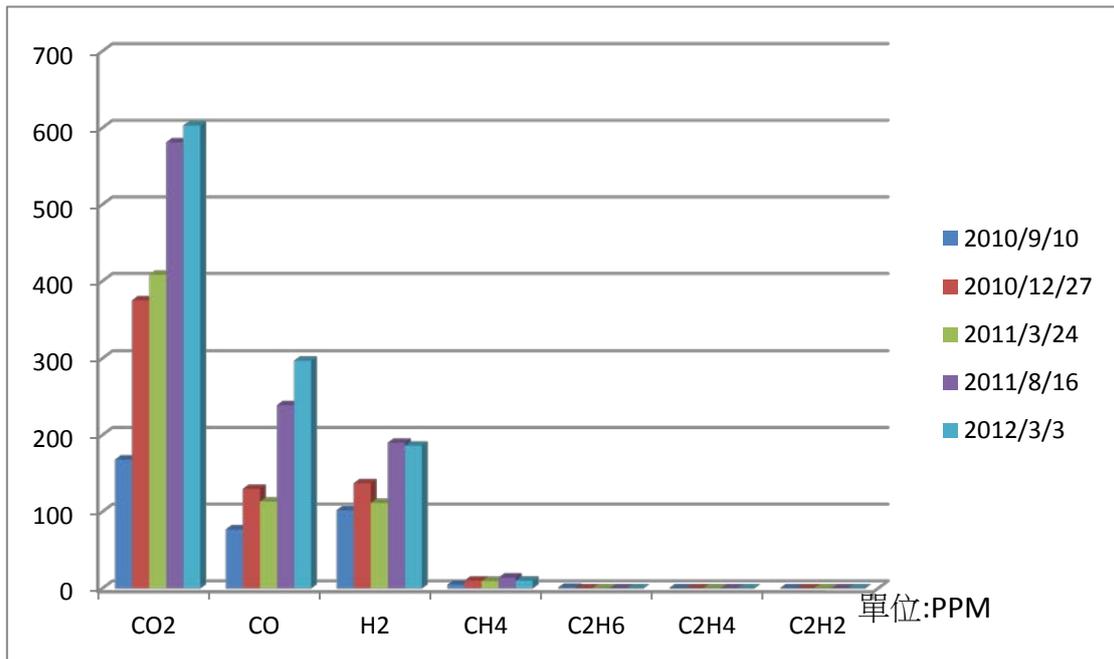
接取樣分析，並比對實驗室分析相關數據趨勢，由以下資料圖表可知此套儀器於現場執行取樣分析所產生的數據與實驗室所分析之數據趨勢，是相符且趨勢一致的。由此可以將現場分析當成前端的篩檢，過濾後再將有問題的油品後送至實驗室做進一步分析確認指標性氣體種類與含量。

實驗室與本儀器兩者比較，本儀器可隨時至現場執行追蹤分析且立即得知目前最新趨勢，適合一般例行性快速的分析，而實驗室因需要取樣後送件故時效性上稍弱，但是其較高的偵測能力可以提供雙重確認的服務，避免人為取樣疏失已及運輸上的耽誤所影響檢出的可信度。

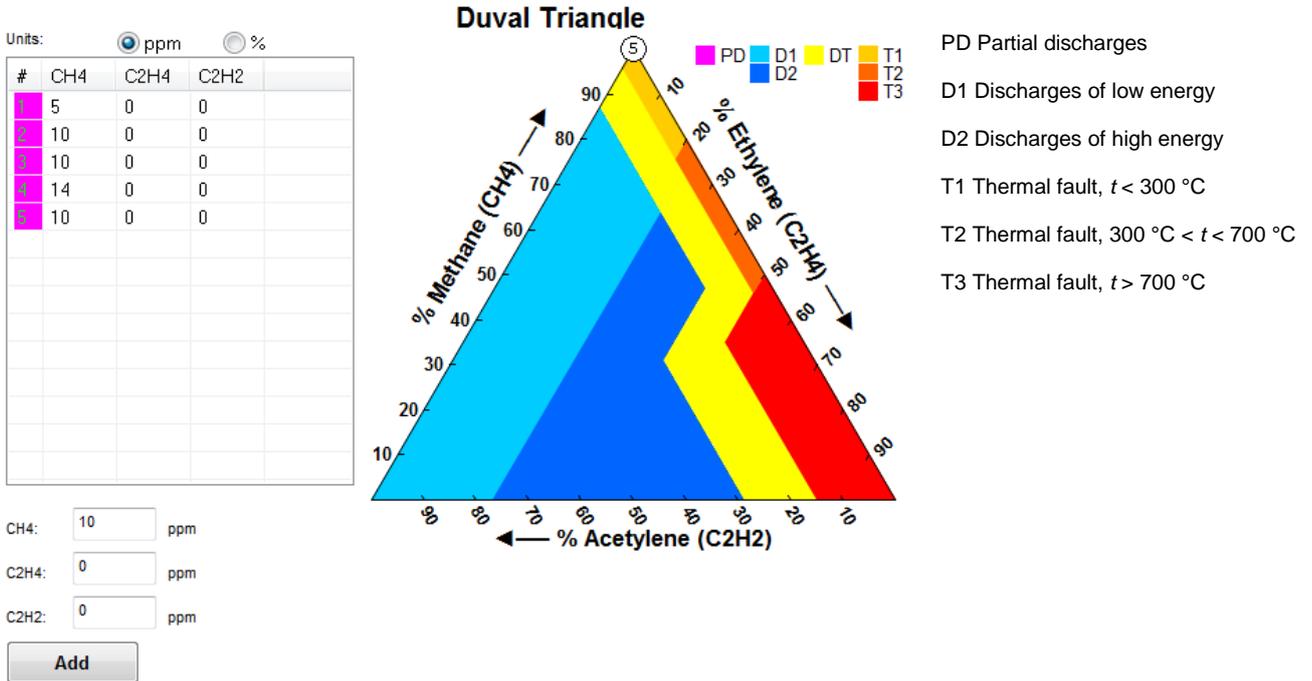
表(一)測試數據

樣品次別	本次	前一次	前二次	前三次	前四次
採樣日期	2012/03/03	2011/08/16	2011/03/24	2010/12/27	2010/09/10
試驗日期	2012/03/03	2011/08/16	2011/04/01	2011/01/13	2010/09/13
油溫(°C)	36°C	38°C	34°C	36°C	—
氧 氣 (O ₂)	7200	7594	5382	5343	22209
氮 氣 (N ₂)	17866	19063	11690	11626	53615
二 氧 化 碳 (CO ₂)	603	581	408.4	375.0	168.0
一 氧 化 碳 (CO)	297	239	113.2	129.8	77.0
氫 氣 (H ₂)	186	190	111.4	137.1	102.0
甲 烷 (CH ₄)	10	14	9.6	10.1	5.0
乙 烷 (C ₂ H ₆)	0	0	<1.0	<1.0	1.0
乙 烯 (C ₂ H ₄)	0	0	<1.0	<1.0	ND
乙 炔 (C ₂ H ₂)	0	0	ND	ND	ND
(單位:ppm)					
※可燃性氣體總量(TDCG)	500	400	234.2	277.0	185.0
(單位:ppm)					
※氣體總量(TDG)	2.62	2.77	1.8	1.8	—
(單位:%)					
ND:測試值低於儀器偵測極限					
診斷分析	變 壓 器 狀 況 :需注意 異 常 原 因 :氫氣偏高 異 常 部 位 :變壓器內部 送 試 間 隔 :半年				
備 註					

表二氣體歷年成長趨勢圖



表三故障氣體三角分析圖



經由三角圖表(表三)得知設備內部因電暈現象產生部分放電(Partial discharges)，再由建立的趨勢圖表得知其產氣的趨勢，可以提供做為設備使用者的參考。

四、結語及未來展望

由於變壓器設備於其電力系統上均占有重要的地位，幾乎不容許停機甚至發生事故，因此各種早期偵測預防檢測方式逕行而生，油中氣體分析是目前堪稱準確性相當高的方式，希望由以上簡介可以提供各位了解目前在現場執行油中氣體分析的可行性與時效準確性，提供業界更有利的選擇。