

# 出國報告(出國類別:訓練課程)

## (VOC 減量更新分析儀器訓練課程)

服務機關：石化事業部林園廠儀電組電子課

姓名職稱：吳志德 課長

派赴國家：日本

出國期間：107/04/01~107/04/07

報告日期：107/04/30

## 一、摘要：

配合四輕分析儀器 GC 更新及 VOC 減量議題，奉派日本橫河公司(Yokogawa)研討相關訓練課程，研討訓練主要分為四大項：

### (一)量測方法的選用：

量測方法是徹底解決 VOC 的關鍵要項，適當之量測方法選用，讓製程氣體或液體局限在製程容器內無 VOC 排放議題產生，為解決 VOC 源頭改善方式，如製程條件容許(光源分析方法)是目前最佳之方法。

### (二)減量取樣：

利用現代化科技提升，高靈敏度偵測器降低分析取樣量，減少分析後相關 VOC 排放量。應用設計過程中要注意偵測極限，避免感測靈敏度不足的議題發生。

### (三)分析樣品回收：

所有分析樣品經回收系統回收，因抽氣動力需求會消耗一些公用氣體(氮氣)能耗，雖可防止 VOC 排放議題產生，但後端須有適合的去處端可排放(含氮)，故使用場合會受現場製程條件的狀況限制，此法是目前石化業採用的共通方法。

### (四)尾氣燃燒處理方法：

此法應用在半導體廠既有 VOC 處理方式，以 GC 分析房排放量是可以研究使用的方法，對既有分析儀器設備衝擊性最小，能耗問題也相對小很多，以此次訓練課程學員討論過程中，認為此法應是未來可行的方向。

## 二、目次

(一)目的：	4
(二)過程：	4
(三)具體成效：	9
(四)心得：	9
(五)建議：	10

### 三、本文

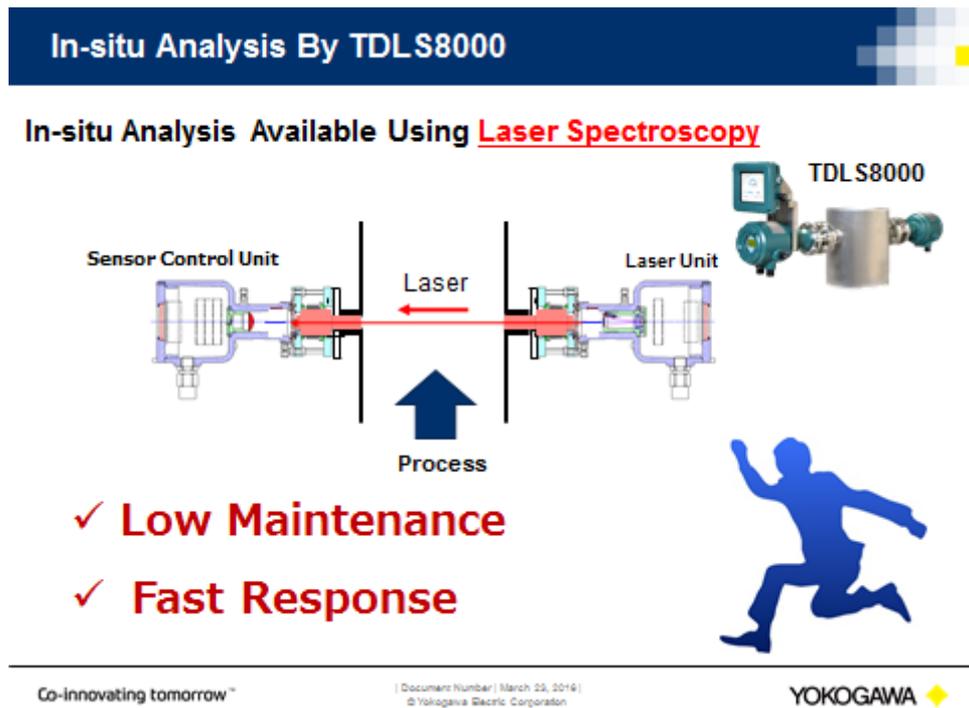
#### (一)目的：

- 1、本次訓練除對分析儀器基本原理的熟悉訓練外，最具附加價值的是原廠家提供有關 VOC 減量的新思維，訓練課程讓工程人員除以功能性之邏輯思考外，另外再加上環保議題的考量，希望在石化製程分析量測中，如何有效降低 VOC 二次污染的可能性。
- 2、學習更新後氣相層析儀(GC)的維修、操控及分析原理等新技術

#### (二)過程：

- 1、VOC 減量及量測原理選擇：

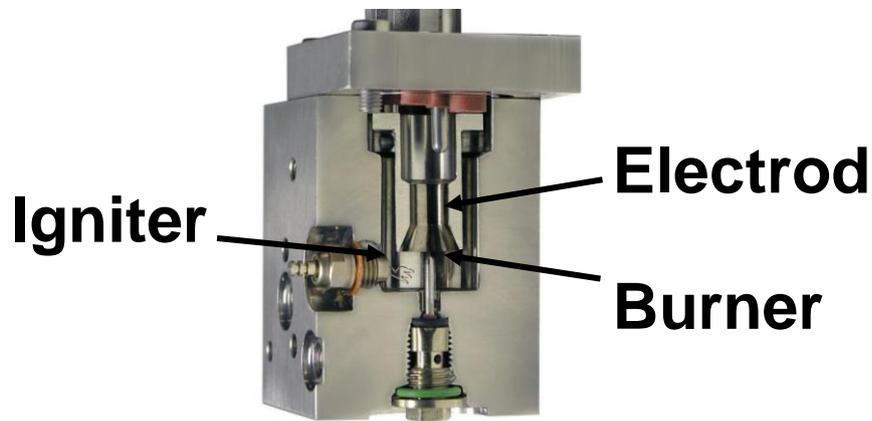
現階段線上氣相層析儀(GC)在應用上都必須取出樣品分析，取出樣品或分析完畢後的樣品排放是造成 VOC 的主要議題。在此次的研討中觸及不同的量測原理如光學式的選擇，可避免取樣的程序徹底解決二次 VOC 的環保污染議題，其工作原理如下圖：



上圖重要的技術是以雷射單一頻譜的光量測製程氣/液的各项成份，這種技術屬近代發展出來的新應用技術，再加上工程數學的傅立葉轉換技術讓量測更可靠。在 VOC 減量上就是將所有的製程內容物都不取出至製程設備外，故就沒有因分析儀器取樣造成的 VOC 問題。

## 2、減量取樣：

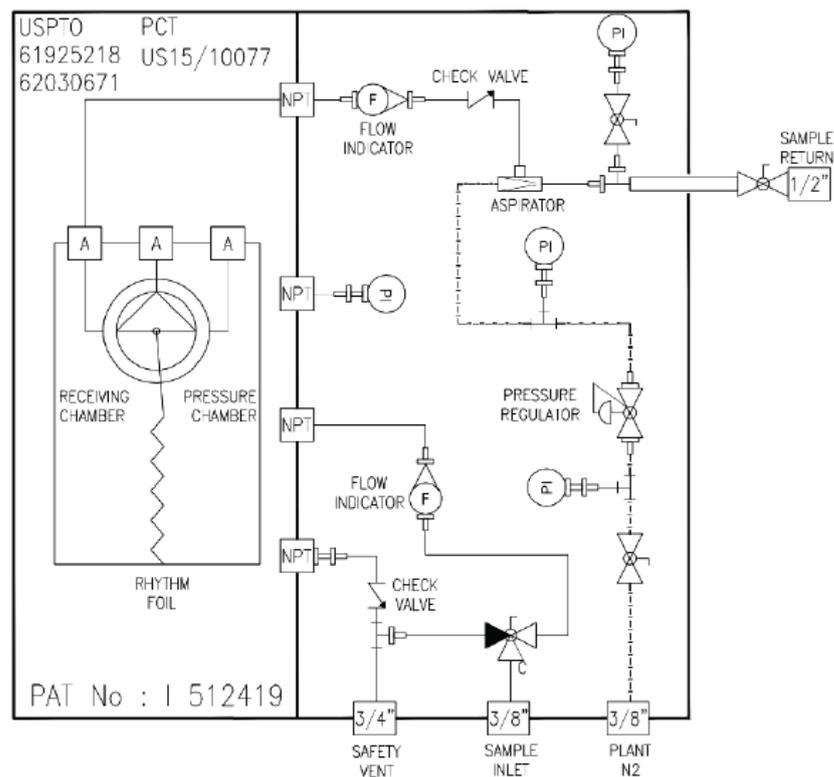
利用高靈敏的偵測器降低取樣量，並盡量採火焰離子式(FID)的偵測器取代其他種類的偵測器，因此種偵測器具有燃燒式及高靈敏度特性，分析樣品將會被燃燒殆盡，後端排放的氣體以 CO<sub>2</sub> 及 H<sub>2</sub>O 為主。結構圖示如下示：



設計面如須取出樣品分析之方法，盡可能選用此 Detector 以降低偵測後 VOC 排放問題。

## 3、分析樣品回收：

將取樣出的樣品透過回收系統回收，此類型的原理必須有一個精密的抽氣設備，精準的控制壓力( $\pm 1$  mm H<sub>2</sub>O)，現階段的應用大都以惰性氣體氮氣當動力來源，抽完後的氣體回到製程設備(廢氣燃燒塔或燃料系統)，但該惰性氣體不可燃對製程的干擾度須加以評估，其結構如下圖：



此種方法在市面上已普遍被應用，且也有多種廠牌可選用。

#### 4、尾氣燃燒處理方法：

燃燒處理方法是需要觸媒降低 VOC 燃點的方式，以技術面而言是成熟的，如同可燃性偵測器的量測原理，但需考量整個排放處理容量，安裝此設備是否會產生背壓及危險區域之新議題，此方法於科學園區毒化物排放作業，各大廠家已廣泛採用的 VOC 處理方法，對分析儀器的干擾度必須再進一步的測試研究。

#### 5、氣相層析儀(GC)的維修、操控及分析原理

訓練初始在說明有關分析儀器的工作原理，大致歸類成二大項

##### (1) 取樣系統(Sample Condition System)

設備功能：製程樣品的成份會隨製程操作條件改變產生變化，如四輕的裂解氣體會因進料石油腦成分、溫度、壓力及流速變化造成裂解氣體組成變異，高溫裂解氣體經 TLE 換熱後的 PFO 及裂解氣體經常造成線上分析儀器小口徑管路堵塞，為最終使分析儀器產生 FAULT 的主因，為讓後端分析儀器樣品壓力、溫度、汽態/液態相位穩定及潔淨度高，於設計上都會裝設此設備，其設計照片如下圖：



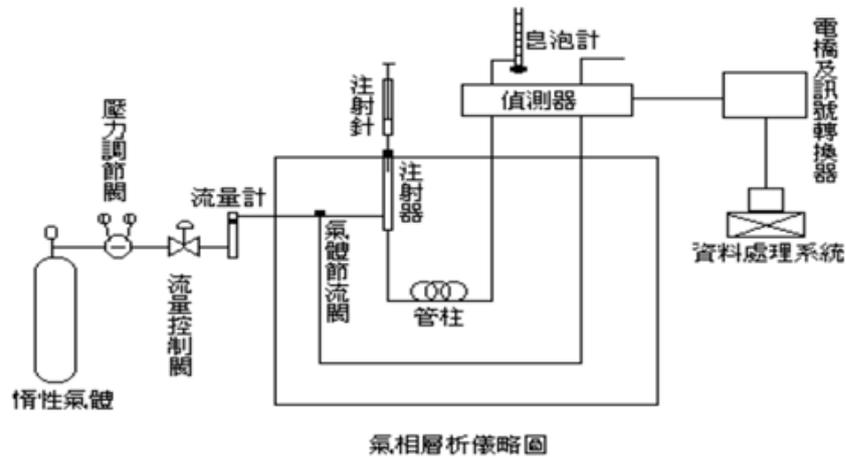
從照片中可知系統設計複雜且元件眾多，尤其在管線的連接 Fitting 數量非常多及特殊，從機率上而言連接處越多，又安裝於局限的小箱體內造成通風不良，縱使極低的 VOC 洩漏量卻無法自然溢散，累積成高濃度造成人體或環保危害因子。這種應用方式是現今分析儀器普遍性之樣品前處理方法。但此設備與 VOC 減量是背道而馳的。

(2) 分析儀器工作原理：

- 分析儀器本體量測原理分為三部份：
  - A. 取樣閥(Sample Valve)
  - B. 分離管(Column)
  - C. 偵測器(Detector)



## GC簡圖(TCD)



10

A. 取樣閥(Sample Valve)：

分析儀器的兩大主條件不外乎就是定性及定量，其中定量的功能取決於取樣閥的重複性，線上分析儀器與一般實驗室採用定量分析方法之計算方程式不一樣，線上分析儀器採單一成份面積比計算該成份濃度值，樣品注入量要求會比實驗室方法要求高很多。自動樣品閥分為氣態及液態兩種，氣態樣品容積量約液態容積量的數百倍以上。實際的取樣量會依應用設計的計算值決定。

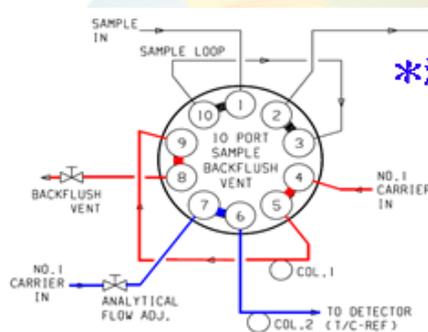
分析流程圖如下圖：



## 流路名詞

- **Analytical Flow:** 將Sample從GC Column帶進Detector進行分析的流路。

Valve 1 off



\*注意藍色流路部分

## B. 分離管(Column)：

此設備是整個氣相層析儀的分離核心，用化工設備而言就是非常細小的填充塔(內徑 0.53mm)，此種毛細管型的分離管是現今使用的主流，此功能就是如何將一個複雜組成的樣品利用移動相(氫氣或氦氣)載氣流速與固定相之間作用力、極性、沸點及分子直徑等等不同方式解析出單一成份的含量，此種分離管所能承載的樣品量約 100ul，故注入量極為少量。故對取樣閥及偵測器零敏度要求很高。



## 製程用氣相層析儀

### 成分分離之原理(動畫1、動畫2、動畫3)

- 利用對Column之吸附作用的不同來做試料中之各成分的分離·分析



氣相層析儀可長期連續使用的理由為，使用信賴性高之定量閥，Column採用Back flash (逆洗)

---12

## C. 偵測器(Detector)：

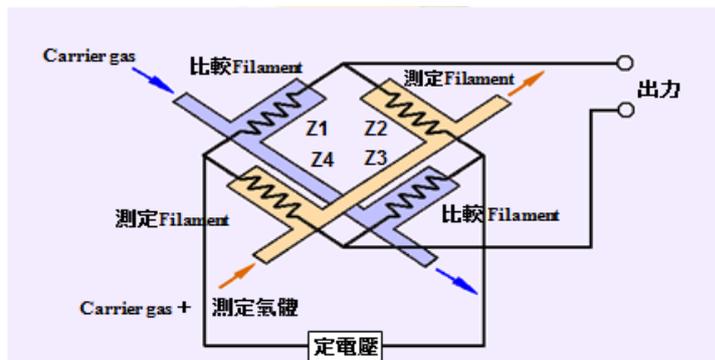
偵測器種類分為：(a)熱導式(TCD)及(b)火焰離子化式(FID)。

(a)熱導式(TCD)：

### 製程用氣相層析儀

#### TCD(熱導式偵測器)之原理

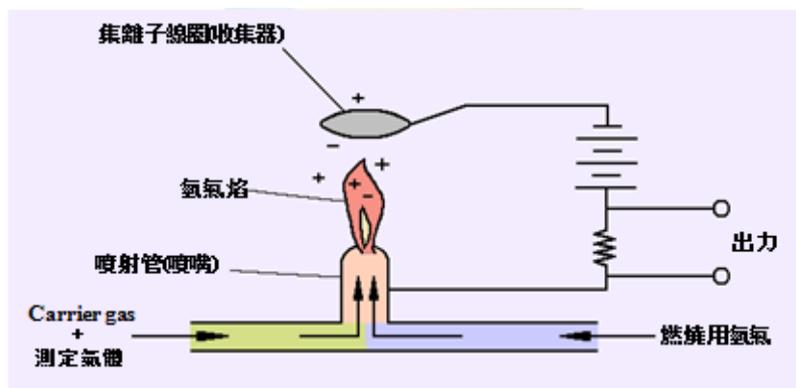
Thermal Conductivity Detector



Carrier gas與測定成分之熱導度有差異，電橋回路產生不平衡電壓將之讀取作為濃度信號。

(b)火焰離子化式(FID)

製程用氣相層析儀  
FID(火焰離子化偵測器)之原理  
Flame Ionization Detector



測定成分(碳氫化合物)中之碳於高溫的氫氣焰中離子化。施加一高電壓讀取出於電極間流通之離子電流作為濃度信號。

偵測器的選擇最好於採購規範明訂出，因其對後續的系統影響極大，TCD 量測範圍屬較高濃度的應用，其排放氣體未被破壞，故仍會有 VOC 排放相關議題。FID 則屬量測低濃度且須高靈敏度的量測樣品，排放氣體已經過高溫燃燒處理過，故無 VOC 排放議題。

(三)具體成效：

四輕工場此次分析儀器更新，除了機型老舊汰換外，更應用了新的技術觀念於(1.摘要)中的四個方法。對四輕因製程需求線上分析取樣，造成 VOC 排放議題有實務效益性的改善。本廠廢氣燃燒塔製程氣內含氧量的問題，因製程氣體組成變異性太大，既有氧氣分析儀器量測原理都無法使用，且該氧氣濃度值高低與安全性是息息相關的(Flare 氣體含氧量過高有爆炸的疑慮)，故雷射光源分析技術已可克服在應用類似之製程上。

此課程提供了長時間困擾本廠相關議題解決方案，讓事業單位之廢氣排放安全性提高。

(四)心得：

整個訓練過程有分別來自不同的國家成員關注的議題會有些許差異，一般東協國家注重的是設備功能，我們除設備功能外 VOC 也是我們極為關切的。解決 VOC 議題源頭管理應是最被肯定的選項，例如假設可採光學分析儀器方法可達到製程需求，就應以該類型設備優先選用，因此類型的分析方法可於製程管線上量測完成，不僅設備簡化且內容物保持在製程設備內，防止因分析儀設備產生 VOC 外洩的衍生問題。分析儀器是結合化學、化工、電子、流體力學、物理等綜合的儀器，它的複雜度遠比

一般量測儀器高很多，這是一般人所不知的，故人才養成需要較長時間。所有工程的執行成敗與否，規劃、設計是決定工程成功與否的關鍵性主因，如同基因良好的小孩養育茁壯較容易；一旦規劃、設計方向有錯誤，縱使有彌補修正機會，仍會出現事倍功半的窘境，甚至工程無法修正的情況發生。故有關線上分析儀器造成 VOC 議題，是本次研習主要的主軸。

#### (五)建議：

VOC 議題是煉化廠面對主管機關嚴肅的議題，故採源頭改善是最為有效的方法，未來採購設備如有選項可選擇，二次 VOC 排放議題應列入重要的考量要項，這樣才可防止後續很多不必要的 VOC 議題。