

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：洽公)

大林廠第十硫磺工場工程聯繫及購料監辦

服務機關：台灣中油公司
姓名職稱：許森智 儀器工程師
派赴國家：荷蘭、法國
出國期間：101.09.12~101.09.21
報告日期：101.11.

摘要

本次出國考察計畫為大林廠第十硫磺工場統包工程工程連繫及購料監辦，使用101年度出國計畫(編號096項)，工程案號KDX0042001。本次公務出國共選定二家分析儀器廠商參訪，一為荷蘭HOBRE公司，另一為法國 TETHYS 公司。

在能源短缺及重視環保的議題下，分析及環境監測儀器日形重要，本工程除了有毒性氣體偵測器、煙囪排放連續監控系統(CEMS)外，更重要的，採用分析儀器測量燃燒氣的熱值來控制燃燒氣的流量及空氣需氧量，此次參訪之HOBRE公司即為本工程製程專利商JACOB所推薦廠商，HOBRE公司是熱值分析儀的領先廠商；另一公司TETHYS則專事生產環境監測分析儀，參訪上述二家公司以瞭解其分析儀器設計理念，並觀摩其製造、組裝與測試流程，以期對於日後分析儀器之選用、招標書設備規範等之內容訂定能更嚴謹，並監督工程承攬商提供最佳的取樣系統，達到要求之性能及品質，使工程可順利推展並維護本公司之權益。

目次

頁次

壹、 目的	4
貳、 過程	4
參、 心得與建議	12

壹、 目的

本公司大林煉油廠興建一套日產量300 噸硫磺工場(二線操作，每一線150噸/日)，即第十硫磺工場，用以處理汽油加氫脫硫工場、柴油加氫脫硫工場、重油轉化工場、煤組工場擴產計畫、烷化工場及由高雄煉油廠搬遷之汽油加氫脫硫工場等加氫脫硫時產生之有毒氣體—硫化氫和污酸氣，以避免造成空氣污染及危害。

本工程由荷蘭製程廠商 JACOB 設計，採用不少先進、複雜的流程控制模式，如ABC+ (Advance Burner Control)、Combusion Air Requirement Control等，並大膽採用分析儀器來作流程控制，製程控制的成敗，分析儀器占了重要的角色，為了解此些分析儀器，特選擇拜訪JACOB推薦的CARI (Combusion Air Requirement Index) analyzers製造廠商荷蘭 HOBRE 分析儀器公司。

此外，第十硫磺工廠也用了不少的環境監測儀器、製程流體監測儀器，如煙囪排氣監視系統CEMS(Continuous Emission Monitor System)、H₂S偵測器、PH值分析儀、氧氣分析儀...等，因此另外選擇拜訪位於法國之廠家TETHYS公司，該公司專事生產環保監測之線上分析儀，而居於全球領先廠商之一，以期能熟悉分析儀器的應用與安裝，而對工程順利推進有所助益。

貳、 過程

一、 首站參訪荷蘭 HOBRE 分析儀器公司

HOBRE 公司創立於1978年，至今已有30多年，並於本工程獲得製程商JACOB的推薦，是分析儀器界的翹楚廠家，特別是Wobbe Index, Heating Value (BTU) and Combusion Air Requirement analyzers，其他產品有：化學元素線上分析儀(element analyzer)、H₂S & Sulfur分析儀、CO 分析儀、Gas(H₂S, H₂O, CO₂, CH₄, NH₃, Methanol etc.)分析儀。

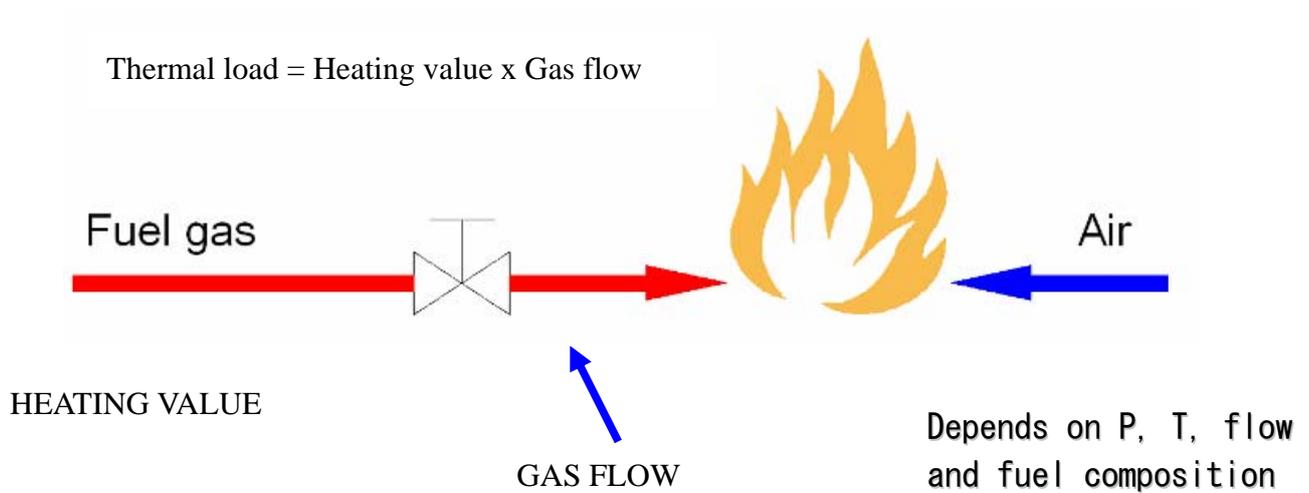
此次參訪由 銷售經理MR. Dirk-Jan Ruijter及 產品經理MR. Marco Kraaij 等人員負責接待與解說，主要介紹第十硫磺工場使用的 CARI (Combustion Air Requirement Index) analyzers WIM Compas F 系列產品，討論流程之用途、操作條件、測量之成分與濃度，說明其他應用場合，並至製造工廠參觀。其製造工廠已有世界各地訂單，組裝中的、測試中的、測試完準備裝箱交貨的，擺滿了製造工廠，在此經濟不景氣的年代，更顯得其產品受歡迎的程度確實不錯。



HOBRE 公司分析儀器測試場一角

在多數的石化業及煉製業，燃燒爐(Furnace)及鍋爐(Boiler)經常會遭遇燃料氣組成的改變，而這些改變馬上會影響操作的穩定，降低燃燒效率並增加了不必要的排放，如NOX, CO, 碳氫化合物等氣體。

燃燒程序可簡化如下：



燃料氣組成改變將影響熱值與氣流，並導致熱負荷及燃燒空氣的需求量。

在燃料氣組成及比重波動變化之下，我們用Wobbe Index(WI)來做為能量測量的指標，其方程式如下：

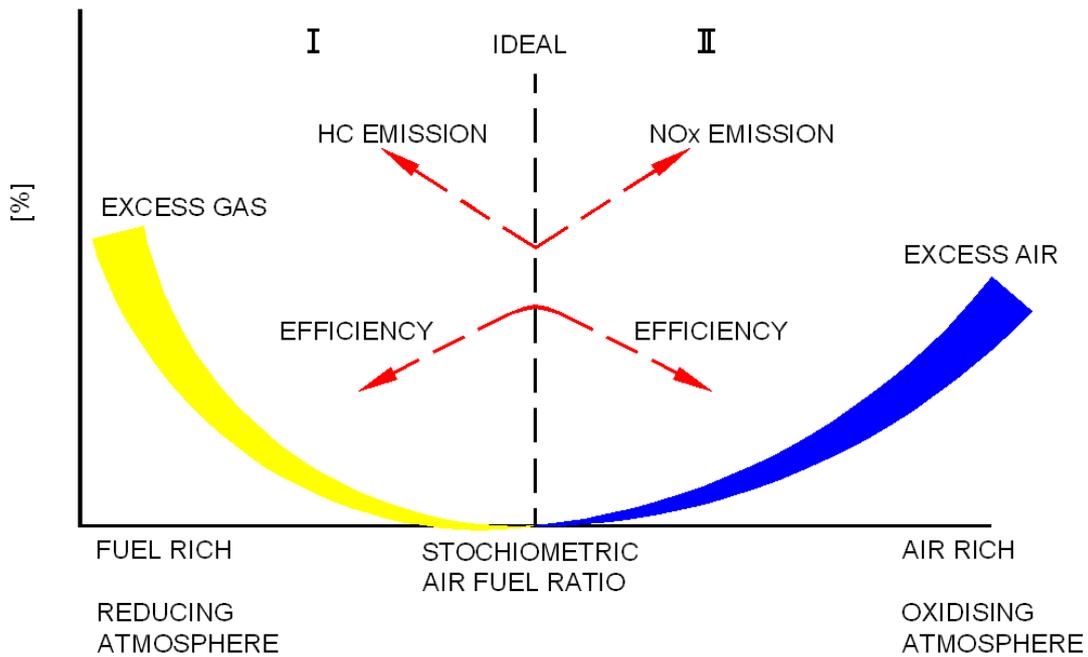
$$\text{Wobbe Index} = \frac{\text{Heating Value}}{\sqrt{\text{Specific Gravity}}}$$

兩種燃料氣成份不同，但Wobbe Index值相等時，燃燒所產生的能量是相同的。

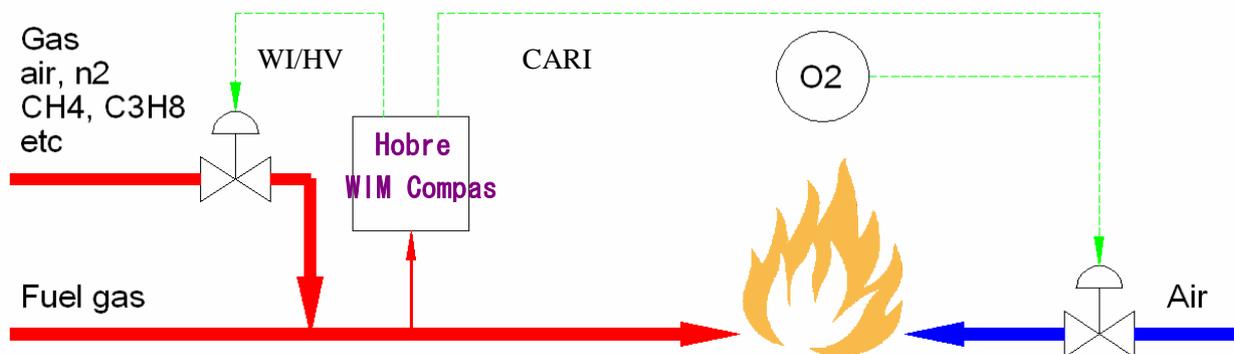
另一指標CARI(Combusion Air Requirement Index)

$$\text{CARI} = \frac{\text{Air demand}}{\sqrt{\text{Specific Gravity}}}$$

空氣/燃料比對燃燒效率的影響及可能的排放關係如下圖



HOBRE 公司產品WIM Compas™ 分析儀個別測量 Wobbe Index 及 CARI。CARI 的測量是依據取樣氣體完全燃燒後殘餘的氧氣量。因此CARI 是直接量測，甚至在含有H₂或CO含量大量波動之下，也保證準確度在±0.4%。其扮演角色如圖



(1) 測量原理：

待測的燃氣和固定比率的空氣混合，再送入分析儀內有觸媒的加熱爐內，以電熱加熱至812°C燃燒，殘餘的氧氣用高準確度且可靠的氧化鋯電池 (ZrO₂ cell)偵測，測出的殘氧量可計算CARI及WI。

氧化鋯電池為多孔棒，外側暴露於待測燃氣，內部則與大氣連通，兩根電極，正極附接在外側，負極端連接在內側；溫度超過600°C下，氧分子由負及取得兩個電子以氧離子形態經由氧化鋯擴散至外面，在外面又釋放出電子回歸成氧氣體。這個過程產生之電化學相當於電池，其產生的驅動力在兩個電極間產生 mV 電位差，直到燃氣端的氧氣濃度等於外界空氣的氧濃度，驅動力才會消失，故其電位差正比於氧濃度差。

殘氧量(α)可用 Nernst 方程式計算：

$$E = \frac{R \cdot T}{4 \cdot F} \cdot \ln \frac{\alpha_0}{\alpha}$$

E = Cell voltage in V

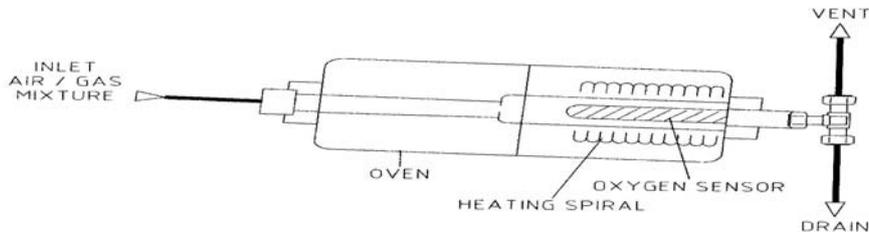
R = Gas constant in J/mol • K

F = Constant of Faraday in C/mol

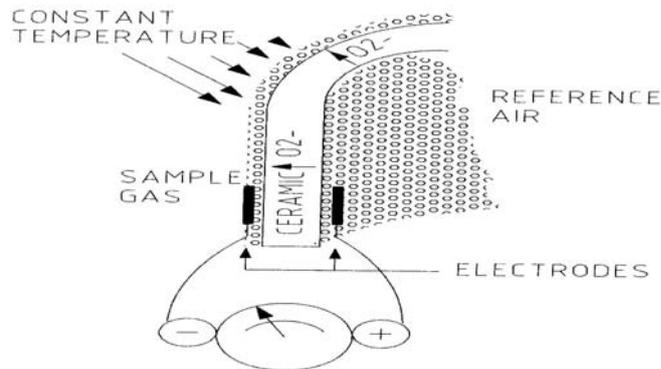
T = Temperature in the oven in K

α_0 = Oxygen concentration in the outside air in %

α = Oxygen concentration in the flue gas %



SAMPLE COMBUSTION OVEN WIM-9900



ZIRCONIUM OXIDE CELL WIM-9900

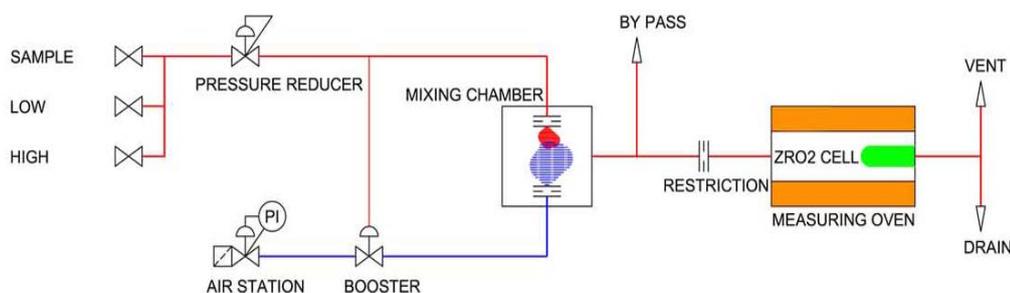
(2) Wobbe 與 CARI index一併測量

Wobbe 分析儀一般基於 CARI 與 Wobbe 成線性關係來測量，此一比率在惰性氣體與烷烴氣混合時約為4.16 (如CH₄為4.163, C₃H₈為 4.152)。

但燃氣包含CO與H₂時，此一比率並無直接的線性關係，此時如用於控制迴路時，CARI 與 Wobbe 值都必須使用，CARI用於空氣與燃料最佳比率及降低排放的控制，而Wobbe 則用於能量流速的控制。

(3) HOBRE 校正與測量機構

為了將殘氧量轉換成Wobbe Index值，分析儀器須以兩種已知Wobbe Index的氣體來校正，一為低Wobbe Index，另一則為高Wobbe Index。校正前將此兩個Wobbe Index值輸入儀器軟體內，校正開始後，分析程序由取樣系統依順序轉入→低Wobbe Index值氣體→高Wobbe Index值氣體在回至取樣系統，此期間系統將測得的殘氧量計算出 CARI 及 Wobbe Index並將之儲存。測量機構如下：



由於其準確度佳、響應速度快，故適用於控制系統迴路。

二、參訪法國 TETHYS Instruments 公司

TETHYS公司專事生產環保監測之線上分析儀，居於全球領先之廠家，總部位於法國，供應全球並提供頭等的服務，其技術主要基於應用 UV光譜分析，提供空前的可靠度與低操作費用，其生產的氣體及水質分析儀，採用高速之數位處

理器，使得在分析時間(Response time)、再現性、可靠度等，展現了無可超越的操作性能，更因為優越而可親的人機介面，安裝容易且維護費用低。

此次的參訪由TETHYS 儀器公司銷售經理 石洪基先生及 NOURA RIDOUANE負責接待，該公司位於鄉村小鎮，風景優美、寧靜，是個潛心研發的好地方，僱員包含了法國人、義大利人、中國人、印度人等，公司規模似乎不大，儀器主要零組件都交由衛星工廠生產，再交由TETHYS組裝、測試。

主要產品型號雖不多，但舉凡環保空氣汙染及水汙染所必須檢測的項目都包含在內。

線上氣體分析儀代表作如: CEM500，測項有 NH₃, SO₂, NO, NO₂, H₂S, CS₂, COS, NCL₃, Benzene, Toluene, Xylene, Formaldehyde, Acetaldehyde, Acetylene。

線上水分析儀代表作如: UV500，測項有 酸鹼度/氧化還原電位，溶氧，導電度，濁度，H₂S, Nitrate, Ammonia, Hydrocarbons, Phosphate, Chlorophylla, Colour, Rhodamine。

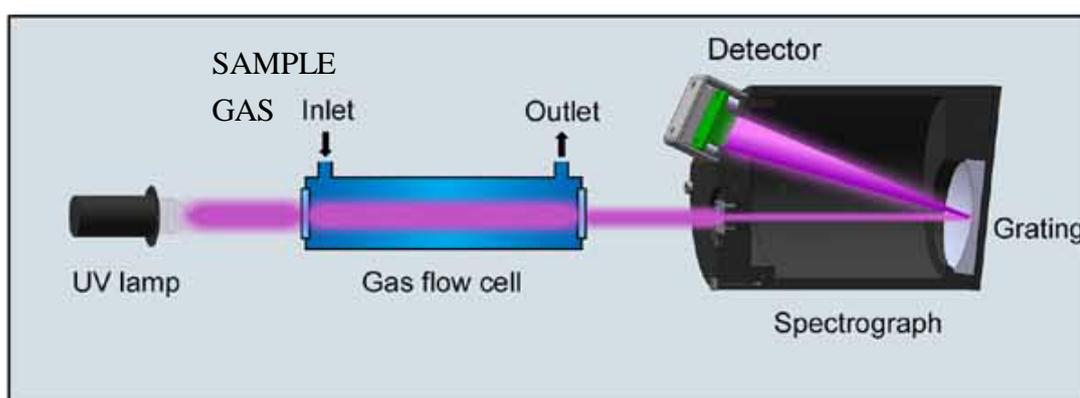


TETHYS 公司 分析儀器測試校正之一角

(1) 測量原理

依據的分析原理乃利用各待測體對UV光有不同的吸收光譜，因此可在一台分析儀使用不同波長的紫外線及運算法同時測量數種氣體(如NH₃、SO₂、CS₂、甲醛、乙烯可用 Fast Fourier Transformer演算法獲得極佳的測量選擇性)，CO、CO₂、CH₄不吸收紫外光，所以不會干擾其他待測氣體的測量；H₂O則有微弱的吸收，但與NH₃、NO、NO₂、SO₂有不同之吸收光譜，所以H₂O也不會造成測量上的干擾。

(2) 光學測量機構



UV分析儀的光學系統如上圖所示，以氙燈(壽命長、不受熱影響而造成準確度飄移)發射UV光源，通過Gas Flow Cell內的待測物，Flow Cell標準長度200mm，兩端各有石英窗，透過光譜儀的狹縫，經由光柵分解再投射至二極體陣列檢測器(Diode Array Detector)，收集吸收光譜。測量的第一個步驟是做空白測量，即 Gas flow cell 以 zero air 或氮氣測量當作參考零點，再以待測氣體流通 flow cell，然後依據Beer-Lambert 定律計算濃度：

$$[C]=k \cdot \log \frac{I_{ref}}{I_{gas}}$$

[C]：待測氣體濃度

k：特定氣體在特定波長的吸收係數

Iref：Zero Air的光強度

Igas：待測氣體的光強度

UV光譜的優點是不需添加藥劑，也不用與待測樣品接觸；檢測氣不會漂移或過早老化；長期操作可信度高；TETHYS 產品體積小、容易操作、同一機器可允許測量多達12測項，大大降低了費用，氙燈(UV光源)壽命可達10年；TETHYS 提供了多國語言操作介面(法文、英文、西班牙文、義大利文、德文、荷蘭文、中文)，正如其員工是多國化。其信號除了4~20mA外，還可選購MODBUS、網路掃描軟體、WI-FI Module、GSM Module、ETHER Net Module、PHONE MODEM等，可做遠端聯繫、下載測量數據等。

參、心得與建議

本工程預計使用兩台HOBRE 公司產品WIM Compas™ 分析儀，製程每一線一台分析儀，每一分析儀都可提供CARI 及 密度(DENSITY) ，因此可計算出燃燒所需空氣量，藉此控制空氣量或燃氣的量，以使燃燒程序最佳化，一則提升能源效率，一則減少廢氣產生及排放，兼顧能源節約及環保。

在當今能源短缺及空氣汙染嚴重之下，我們要尋找的方法是能有效率的利用能源，並減少不必要的排放，以減少汙染源。故在燃燒控制上，確保控制穩定的能量流速及空氣/燃料比率，以促使燃燒流程的擾動最小化，並使燃燒效率最高化，避免浪費能源；基於此因，空氣/燃料比率採用前饋控制是唯一解決之道，也因為如此，絕不可以對分析儀的響應時間妥協，響應時間越快，也能及早應付工業上複雜且快速變化的流程，因此，CARI分析儀扮演著重要的角色，分析速度快、準確，可望達成環保與節能的雙訴求，而線上分析儀最讓人詬病的是：準確度差、故障率高、維護保養不易，特別是用於控制系統更令人擔憂，一旦故障，

控制系統便停擺了。

而毒性氣體偵測器及煙囪連續排放監視系統(CEMS)則為最後之把關，確保工安及環保污染之監視。可知分析儀器與及偵測器，可確保工場運作的效率、能源的節約、減少廢氣排放、保障人員的安全。

基於上述原因，提出下述幾項建議：

一、提升設計人員的知識與能力：

不論是邀請儀器廠商、專業人士授課或自行鑽研，建議採下述方向涉獵：

(1) 分析儀器的選用

分析儀器的測量原理林林總總，有UV(紫外光)、IR(紅外光)、NIR(Near IR)、雷射光、GC(Gas Chromatographs)氣相層析…等，各有其使用條件及場合，考慮其準確度、待測物是否有成分會造成分析方法的干擾等？設計人員須有足夠的知識去判斷、選擇適當的分析儀，否則將造成分析儀器不合使用，輕則浪費財力，重則工場無法操作。

(2) 取樣系統的設計

由於製程的流體種類、壓力、溫度條件不一，流程的流體要送至分析儀器分析，就要經過取樣系統的前處理，或加壓或減壓、加溫、降溫、去水、防蝕設計等，並盡量縮短流程，提升響應速度，分析後的廢液、廢氣送回流程中或排放至大氣或是收集處理，避免二次污染，毒性氣體取樣系統更應嚴格要求避免管線洩漏等等。

(3) 自動校正迴路設計

分析儀器經過長年累月使用，準確度、零點、跨距(SPAN)會產生飄移，比如採用光學原理(UV、IR..)的分析儀，光學鏡片的蒙塵或累積污垢，或是光源強度衰退都是原因，除了按時維護外，應有自動校正迴路的設計，

以確保分析儀的準確性，並減少人力的負荷。

(4) 法規的要求

工場廢氣的排放，環保法規亦日趨嚴格，設計人員對法規的要求也須明瞭，相關管制的氣體種類、濃度、測量的方法、相關數據傳送環保局的頻率、校正的頻率等都要了解，這些對採購分析儀器的軟、硬體都會有所影響。

二、培養分析儀器維護人員、並確實落實分析儀器的日常維護保養

目前普遍的印象為分析儀器經常會不準確、故障頻率高。基於此維護人員扮演著重要角色，培養分析儀器維護人員實事課不容緩，另外也建議維護人員建廠之初就須投入，一方面提供維護經驗回饋給設計人員做分析儀器採購及設計之參考，另一方面在安裝之初就及早了解分析儀器之特性及保養之道，才能依據廠商提供之保養程序及頻率確實進行，而非工場已開始操作才去慢慢摸索，尤其是像本工程(大林廠第十硫磺工場)採用了分析儀器來做重要迴路的控制，一旦分析儀器失準或故障，將造成工場失控甚或停擺。