

大社林園工業區安全及環境監測管理系統 功能查核實務

李彥儒* 林志森** 高世錦** 林華宇**

摘 要

環境監測系統須仰賴良好之操作營運以確保系統之正常運轉，同時須透過嚴謹的功能查核(Performance Audit)作業，確保監測數據能達到數據品質目標(Data Quality Objectives, 簡稱DQOs)。功能查核作業需由另一單位(非操作營運者)，以可追溯(Traceable)至一級標準(Primary Standard)之查核設備及標準查核方法(Standard Operation Procedure, 簡稱SOP)對監測系統進行功能查核作業，可獲得各監測設備之準確度及線性等資料。本文章乃以「大社及林園工業區環境監測系統」功能查核執行之實務經驗，對查核作業方法及其實際執行上之狀況略作說明。

綜合分析結果顯示，查核作業能提供監測設備運轉及改善狀況之重要訊息，並透過查核--改善--查核的循環執行模式，對數據品質的提昇幫助甚大。同時欲獲得高品質之監測數據，須針對不同工業區之樣品性質，謹慎選擇及規劃合適之監測原理及設備，並配合良好之操作營運及品保查核作業。

【關鍵詞】

1.功能查核 2.環境監測系統 3.數據品質目標

* 金輝企業股份有限公司

** 經濟部工業局

A Case Study of Performance Audit for Ta Sheh and Lin Yuan Industrial Environmental Monitoring System

李彥儒* 林志森** 高世錦** 林華宇**

Abstract

Well Operation and Maintenance is the only means to keep the Environmental Monitoring System work smoothly. Performance Audit can evaluate the system that it fulfills the Data Quality Objectives (DQOs). The main concept of Performance audit is to use the transfer standard (traceable to primary standard) to audit the system. It provides the system 'Accuracy' and 'Linear Regression' information. According to the practical experience of Ta Sheh and Lin Yuan Industrial Environmental Monitoring System Performance Audit, the method of Performance Audit and some advice are discussed in this paper.

It is very important to consider the properties of samples and choose an appropriate monitor principle and equipment. Moreover, it is also necessary to implement a good Operation, Maintenance and Performance Audit to ensure a High Quality Data.

【 Keyword 】

1. Performance Audit
 2. Environmental Monitoring System
 3. Data Quality Objectives
-

* JIMWE CO., LTD

** Industrial Development Bureau Ministry of Economic

一、前 言

環境監測系統設置的優點之一在於其能迅速及充份的掌握環境品質狀況，有效提供安全與環境品質改善作業之重要資訊。經濟部工業局為兼顧國內經濟成長與環境保護之發展趨勢，於民國八十二年規劃設置「大社、林園工業區安全與環境監測系統」，包括空氣品質、放流水水質、噪音及毒性氣體監測網，藉由建立安全與環境管理制度，期能長期及即時地掌握工業區之環境品質狀況，達到預防污染洩漏及維護環境品質之目標。

過往大部分之環境監測系統多僅進行操作維護，對於監測數據品質並無有效之評估方式，同時法令亦未強制要求執行功能查核作業。因此，本文即以「大社、林園工業區安全與環境監測系統功能查核」為例，簡要說明功能查核方法及其實際執行上之狀況，供各界參考。

二、大社及林園工業區環境監測系統簡介

大社工業區環境監測系統包括：三個空氣品質監測站、一個氣象監測站、三個噪音監測站、二個水質監測站及周界毒性氣體偵測系統(圖1)；林園工業區環境監測系統包括：三個空氣品質監測站、一個氣象監測站、二個噪音監測站、一個水質監測站及周界毒性氣體偵測系統(圖2)。

三、環境監測系統功能查核目的及方法簡介

1. 功能查核概說

環境監測系統功能查核作業的主要目的乃評估監測系統之準確度，找出其系統性誤差，以期進一步提出改善措施及提升數據品質目標。行政院環境保護署早期即引進國外之查核方法，並積極研擬適用於國內本土化之查核方法，目前除空氣品質及氣象連續監測設施有較為明確之查核方法外，水質、噪音及毒性氣體等在國內均未有明確之查核方法。

環境監測系統所測得之監測數據須達到一定程度的品質才能運用，即所謂數據品質目標(Data Quality Objectives，簡稱

DQOs) , 數據品質目標通常以精密度 (Precision)、準確度 (Accuracy)、代表性 (Representative)、比較性 (Comparability) 及完整性 (Completeness) 等五項指標 (簡稱 PARCC) 加以評估, 本文所介紹之功能查核作業主要為評估監測系統之準確度。大社及林園工業區環境監測系統之數據品質目標如 (表 1) 所示。

功能查核的基本執行概念為使用可追溯 (Traceability) 至一級標準 (Primary Standard) 之移動性標準品 (Transfer Standard) 比對被查核之設備, 其反應結果之差異, 即為被查核設備的誤差。各項查核項目之查核方法如 (表 2) 所示。

2. 功能查核執行方法

功能查核 (Performance Audit) 作業流程如 (圖 3) 所示, 主要可區分為查核前 (Pre-Audit)、現場查核 (Audit) 及查核後 (Post-Audit) 三部分的工作。功能查核前作業, 包括移動性標準品之驗認作業及器材的準備等工作。查核人員需要於查核前, 在品保實驗室中檢定查核用的標準物及儀器, 並建立其可追溯性。現場查核作業, 乃以移動性標準品赴現場與被查核設備進行比對, 未符合數據品質目標之規定者, 則被視為不合格。查核後之移動性標準品須再進行驗證作業, 當查核前與查核後之驗證結果差異超過規定, 當次之查核結果則被視為無效。功能查核作業所需設備包括有: 校正器、零氣體供應單元、一級標準臭氧分析儀、大氣壓力計、溫度計、乾濕球濕度計、質量流量計、泡沫式流量計、定速馬達、力距測試計、精準羅盤、噪音校正器、太陽輻射計、標準氣體 (CO、SO₂、NO、CH₄、C₃H₈、Cl₂、HCl、HCN、NH₃、H₂S、pH、SS、CN-)、標準燒杯、滴定管、吸量管、發電機、手提冷藏箱及計時器等。

(1) 空氣品質監測站功能查核方法

空氣品質監測站功能查核方法主要乃參考美國環保署頒佈之『Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement System, Volume II - Ambient Air Specific Method』, 查核項目包括有一氧化碳、二氧化硫、碳氫化合物、氮氧化物及 PM₁₀ 等五項。查核方式乃將動態稀釋系統及標準鋼瓶氣攜帶至現場, 配置 5 種不同濃度氣體送至分析儀, 待 15 分鐘讀值穩定後紀錄, 其分析儀讀值與標準濃度值之差值即為分析儀之誤差;

表 1 查核數據品質目標

評估項目 監測項目	準確度	相關係數	斜率	截距
氣體稀釋校正系統 (空氣)	± 5 %	≥ 0.9950	N/A	± 3 % FS
氣體稀釋校正系統 (氣體)	± 5 %	≥ 0.9950	N/A	± 3 % FS
二氧化硫(SO ₂)	± 15 %	≥ 0.9950	0.85 ~ 1.15	± 3 % FS
氮氧化物(NO _x)	± 15 %	≥ 0.9950	0.85 ~ 1.15	± 3 % FS
二氧化氮轉化率	> 96 %	N/A	N/A	N/A
一氧化碳(CO)	± 15 %	≥ 0.9950	0.85 ~ 1.15	± 3 % FS
臭氧(O ₃)	± 15 %	≥ 0.9950	0.85 ~ 1.15	± 3 % FS
碳氫化合物(THC)	± 15 %	≥ 0.9950	0.85 ~ 1.15	± 3 % FS
風速計(WS)	± 0.25m/s WS < 5m/s ± 2 % WS ≥ 5m/s	N/A	N/A	N/A
風向計(WD)	5degrees	N/A	N/A	N/A
氣溫計	± 0.5 °C	N/A	N/A	N/A
露點溫度計(DPT)	± 1.5 °C	N/A	N/A	N/A
雨量計(RFL)	± 0.2mm	N/A	N/A	N/A
PM10 流量	± 10 %	N/A	N/A	N/A
大氣壓力計	≤ 5mmHg	N/A	N/A	N/A
紫外輻射	± 5 % Fullscale	N/A	N/A	N/A
淨輻射計	± 5 % Fullscale	N/A	N/A	N/A
總輻射計	± 5 % Fullscale	N/A	N/A	N/A
噪音計	± 5dB	N/A	N/A	N/A
水質監測儀器	± 20 %	N/A	N/A	N/A
pH分析儀	± 15 %	N/A	N/A	N/A
毒性氣體偵測器	± 15 % 反應時間 < 30sec	N/A	N/A	N/A

表 2 功能查核方法一覽表

查核項目	查核方法
二氧化硫分析儀(SO ₂)	氣體鋼瓶動態稀釋法
氮氧化物分析儀(NO ₂)	氣相滴定法
氮氧化物分析儀(NO)	氣體鋼瓶動態稀釋法
臭氧分析儀(O ₃)	紫外光光度分析計比對法
一氧化碳分析儀(CO)	氣體鋼瓶動態稀釋法
碳氫化合物分析儀(HC)	氣體鋼瓶動態稀釋法
PM10採樣測定儀	流量法 / β -COUNT法
雨量計	比對法
風速計	轉動圈數檢查 力距表比對軸承
風向計	精準羅盤比對法 力距表比對軸承
露點計	比對法
溫度計	比對法
太陽輻射計	比對法
大氣壓力計	比對法
毒性氣體偵測器	氣體鋼瓶動態稀釋法
噪音計	比對法
SS、COD、CN-	比對法
pH	現場配置標準濃度查核

表 3 監測設備查核結果改善之執行範例

項目	第一次功能查核缺失情形	改善建議	操作維護廠商改善措施	改善成果
採樣系統及校正管路	因測站採樣是使用1英吋鐵氟龍管從採樣口拉至分岐管，故無法拆卸清洗，管路已污染。	請定期檢查管壁是否污染，並定期更換。	定期檢查管壁是否污染，並定期更換。	測站採樣玻璃管已有清理，採樣玻璃管至分析儀之間的採樣管及校正管路有污損者亦已更換。

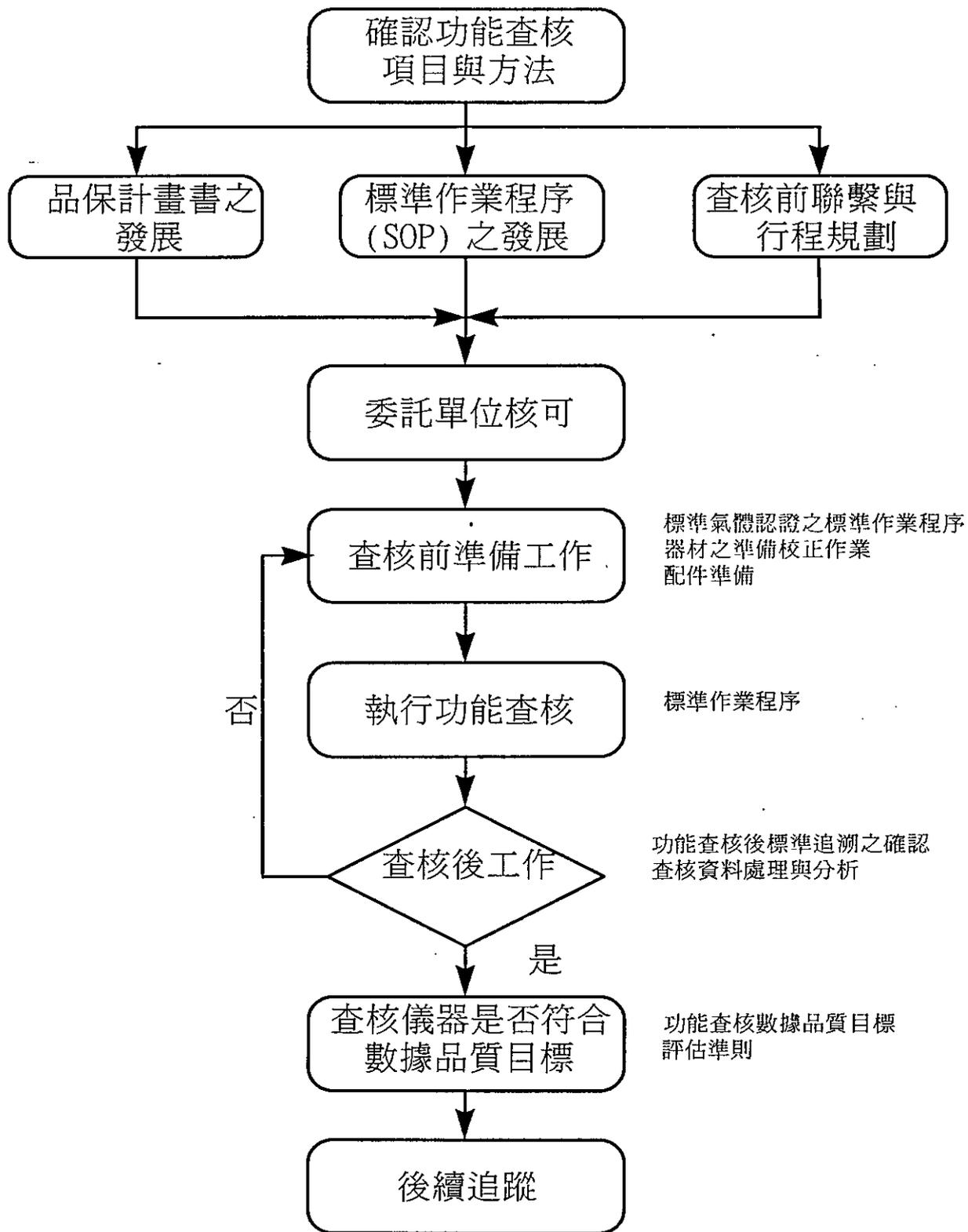


圖3 功能查核作業程序

同時進一步以查核濃度(X-軸)對分析儀讀值(Y-軸)作迴歸分析(目前僅空氣品質監測站功能查核須進行迴歸分析)，迴歸結果範例如(表4)所示。其誤差值或迴歸結果超過數據品質目標者，該項目則視為不合格。

(2) 水質監測站功能查核方法

水質監測站功能查核方法，目前仍未有標準方法可作依循，主要乃依監測儀原理而定，基本上可分為兩種方式，第一種方式乃配置不同濃度之標準水質樣品，送至水質分析儀進行比對，此方式對於需要大量樣品或樣品不易送至水質分析儀者較不適用，本查核作業使用此方式者有氰化物(CN)及酸鹼度(pH)二項。第二種方式乃至現場水質分析儀採樣口旁採集水樣，並記錄當時之水質分析儀讀值，再將水質樣品送回水質實驗室以標準方法分析，此方式之優點乃可找出水質分析儀與公告標準方法之關連性，但此方式之缺點乃無法選擇不同濃度的查核點，因此通常會在不同時段多採集一些樣品，以獲得更為準確之查核結果。本查核作業使用此方式者有化學需氧量(Chemical Oxygen Demand)及固體懸浮物(Suspension Solid)二項。

(3) 氣象監測功能查核方法

氣象監測功能查核方法主要乃參考美國環保署頒佈之『Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement system, Volume VI - Meteorological Measurement』。查核項目包括有風向(Wind Direction)、風速(Wind Speed)、溫度(Temperature)、濕度(Humidity)、氣壓(Atmospheric Pressure)、雨量(Rain)及太陽輻射(Solar Radiation)等七項。其中溫度、濕度、氣壓及太陽輻射等四項乃用移動性標準直接比對即可，風向計之查核乃以精準羅盤在四個不同角度比對風向計之讀值；風速計之查核乃以定速馬達設定不同的轉速，以原廠提供之轉速與風速之關係式計算其理論風速，再與風速計之讀值進行比對；此外風向計及風速計需以力距測試計檢測其啓動之靈敏性；雨量計之查核乃以滴定管以一定滴定速度將約300cc的水滴進雨量計內，以雨量計原廠提供之計算式計算相對之降雨量，與雨量計讀值進行比對。

表 4 功能查核迴歸分析結果範例

測站:LA4 氣體分析儀

項目	廠牌/型號	結果評估準則	查核結果	功能評估	
				通過	未通過
CO	ENVIRONMENT SA CO-11M/159	m: 0.85 ~ 1.15	1.064	○	
		b: $\leq \pm 3\%$ FS	0.32 %	○	
		r: 0.9950 ~ 1.0000	0.9999	○	
NO		m: 0.85 ~ 1.15	1.077	○	
		b: $\leq \pm 3\%$ FS	1.32 %	○	
		r: 0.9950 ~ 1.0000	0.9999	○	
NO ₂	ENVIRONMENT SA AC-31M/101	m: 0.85 ~ 1.15	0.824		×
		b: $\leq \pm 3\%$ FS	-0.95 %	○	
		r: 0.9950 ~ 1.0000	0.9995	○	
NO _x		m: 0.85 ~ 1.15	0.915	○	
		b: $\leq \pm 3\%$ FS	2.75 %	○	
		r: 0.9950 ~ 1.0000	0.9999	○	
O ₃	ENVIRONMENT SA O3-41M/247	m: 0.85 ~ 1.15	1.144	○	
		b: $\leq \pm 3\%$ FS	0.97 %	○	
		r: 0.9950 ~ 1.0000	0.9998	○	
SO ₂	ENVIRONMENT SA AF-21M/634	m: 0.85 ~ 1.15	1.009	○	
		b: $\leq \pm 3\%$ FS	-0.10 %	○	
		r: 0.9950 ~ 1.0000	0.9999	○	
CH ₄		m: 0.85 ~ 1.15	0.962	○	
		b: $\leq \pm 3\%$ FS	0.50 %	○	
		r: 0.9950 ~ 1.0000	0.9995	○	
C ₃ H ₈	DANI TNMH 451/ 12-114	m: 0.85 ~ 1.15	0.900	○	
		b: $\leq \pm 3\%$ FS	-0.24 %	○	
		r: 0.9950 ~ 1.0000	0.9998	○	

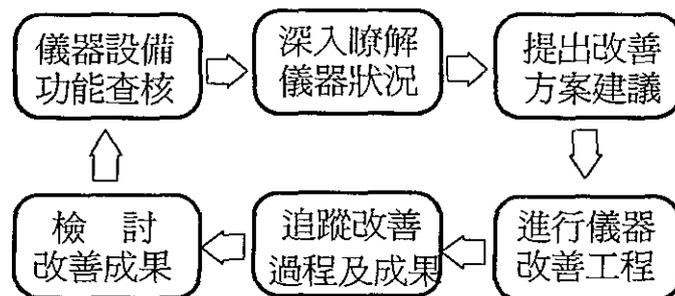
註: m: 斜率
 b: 截距(%)
 r: 相關係數

(4) 毒性氣體監測儀功能查核方法

毒性氣體監測儀功能方法，目前仍未有標準查核方法可作依循。毒性氣體儀之監測原理主要為電化學法，原廠提供之校正方法乃用 A+B 劑方式產生校正氣體，再以檢知管檢測其濃度，此方式亦為早期查核作業之查核方式，後發現此方式有其缺點，乃改用動態稀釋法，即空氣品質監測儀之查核方法。

3. 功能查核改善建議

功能查核最終的目的，乃希望經由查核結果，擬定改善措施，並確實執行改正動作。通常上述動作將由不同單位配合進行，操作維護單位負責日常操作及維護，查核單位則定期(每季或半年)執行查核，並提供改善建議，再由業主要求操作單位進行改善(或另由專案改善計畫)，以查核—改善—查核的循環執行模式(如下圖所示)，將可有效地確保及提昇數據品質。改善建議執行範例如(表3)所示。



四、結論與建議

4-1 結論

1. 「大社及林園工業區環境監測系統」從 83 年始運轉至今，基本上已能達成即時掌握工業區之環境品質狀況、預防污染洩漏及維護環境品質之目標。執行六次功能查核作業，已充份掌握監測設備運轉及改善狀況之重要訊息，對監測設備的改善已發揮相當大之幫助。
2. 空氣品質監測設備之監測原理為環檢所公告之暫行方法或美國環保署認可之標準方法，應用上較無困難，且目前已有環保署初步擬定之功能查核方法可作依循。
3. 大社及林園水質監測乃為自動連續監測，並未有公告之

水質連續監測標準方法可作依循，基本上，分析方法之差異可以比對方式獲得其關連性，唯石化工業廢水之水質變化極大，其關連性隨水質變化而改變，因此乃無法進行合適之校正及查核作業。

4-2 建議

1. 環境監測系統除須執行操作營運以確保系統之正常運轉外，同時定期進行功能查核 (Performance Audit) 作業，以查核-改善-查核循環作業模式，確保監測數據能達到數據品質目標。
2. 環境監測系統欲獲得高品質之監測數據，須針對不同樣品性質，謹慎選擇及規劃合適之監測原理及設備。
3. 目前毒性氣體監測設備校正方式乃用 A+B 劑方式產生校正氣體，再以檢知管檢測其濃度，此方法之誤差通常大於 20%，且產生校正氣體量常不夠完成校正之動作，宜改用標準鋼瓶氣進行校正，唯在鋼瓶氣使用上注意排氣及氣體外洩，以免造成傷害。
4. 毒性氣體連續監測設備主要乃在毒性氣體濃度超過警報設定值時發出警報，其設備並不非常精密，故設定數據品質目標 (準確度 $\leq 15\%$) 不宜太高。

五、參考文獻

1. "Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement System, Volume II - Ambient Air Specific Method" (EPA-600/4-77-027a, June 1984)
2. "Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement system, Volume VI - Meteorological Measurement" (USEPA, 1985)。
3. 金輝公司，"大社、林園工業區安全與環境監測系統功能查核及改善建議追蹤作業"(1996年)