

高雄煉油總廠林園廠環境品質監測網

陳致如* 凌重維** 徐音培*** 朱少華****

摘 要

中國石油公司高雄煉油總廠林園廠為加強廠區環境管理，提昇污染控制，達到全面、24小時連續監測的目標，因此規劃設置環境品質監測網。

本監測網主要結合儀器量測、電子工程、分析儀器、化學工程與通訊系統等科技，在廠區分別設置四個空氣噪音測站、十六個硫化氫測點及三個水質監測站，進行連續自動採樣與分析，並藉由快速的傳輸系統將分析所得，收集傳輸至監測中心，進行統計與整理，再透過電腦網路的連線，將資料傳送到廠區各主管辦公室，藉此網路系統亦可經由電話線的傳送將資料送到主管家中，未來除整合廠內各工場之區域網路外，更將與有關主管機關連線，建立整廠之環保資訊網路系統。

透過本監測網之運用，不但能立即有效的掌握廠區環境現況，更可經由統計所得之歷史趨勢圖瞭解環境變化之過程，提供污染防治策略訂定之依據，進而達到改善環境污染之目的。

* 高雄煉油總廠環保工程師
** 高雄煉油總廠環監課課長
*** 高雄煉油總廠環保組組長
**** 高雄煉油總廠主任工程師

The Environmental Monitoring System at the Linyuan Plant of the Kaohsiung Oil Refinery

Mei-Ru Chen* Chone-Wei Line** In-Pei Hsu*** Chu-Shao Hwa****

Abstract

The Chinese Petroleum Company has developed a system for monitoring environmental pollution at an industrial site. The system improves the ability to control pollution levels by monitoring the entire industrial area at all times. This highly effective system is manufactured at the Linyuan plant of the Kaohsiung Oil Refinery.

The monitoring system includes electronic instruments that measure pollution, chemical engineering instruments, and a computerized communication system.

Monitoring stations placed around the industrial site automatically measure the air quality samples. The information is transferred immediately to the monitoring center where it is thoroughly analyzed and recorded. After verifying the information it is then sent through a computer network to all the appropriate management offices and control stations.

This monitoring system not only aids in environmental management and safety control but also provides the historical and statistical information on understanding the changes of environmental quality for the passed time. With this very unique system, it is intended to improve the environmental pollution issue in this area.

* Engineer, Kaohsiung Oil Refinery.
** Division chief of Environment Monitoring Division, Kaohsiung Oil Refinery.
*** Section Chief of Environment Control Section, Kaohsiung Oil Refinery.
**** Chief Engineer, Kaohsiung Oil Refinery.

一、前言

高雄煉油總廠林園廠為增進全廠污染控制、加強製程安全，並配合政府主管機關對工廠之管制計劃與監測要求，因而推動環境品質監測工作，初期的監測工作是在廠內選擇數點，以手提式監測儀器，每日至現場量測一次，此種監測方式雖可迅速的得到環境品質資料，但卻只能提供瞬時而局部區域的環境狀況，為能更有效的掌握環境品質，達到全面、即時且24小時連續的監測，因此積極規劃設置環境品質監測網，在規劃過程中並希望此監測網能達到以下目的：

1. 由準確的監測數值提供完整的環境資料：長期監測廠內空氣、廢水水質、噪音及氣象，除了瞭解以確知是否符合管制標準外，更有助於掌握整個環境之動態變化。
2. 環境管理資訊化：建立電腦網路系統，連接各工場、監測中心與主管辦公大樓，使主管們能隨時掌握各工場之操作及環境狀況。
3. 做為廠方進行污染排放管制措施自我檢查之依據。
4. 預警系統：監測資料的提供，除可瞭解工場操作之穩定外，藉由預警系統，適時提出警戒，瞭解工場操作是否異常，並儘快改善，減少污染發生。
5. 改善策略之依據：收集完善之背景資料，針對污染源進行改善，達到有效之防污措施。
6. 與社會大眾溝通之橋樑：隨時提供客觀的監測資料，不但可供為環保單位稽查之參考外，更可當作與鄉親溝通之橋樑。

二、製程簡介

高雄煉油總廠林園廠以產製石化基本原料為主，包括第三、四輕油裂解工場及芳香重組工場兩大部份，在第三、四輕油裂解工場之主要製程是：將重石油腦 (heavy naphtha) 經過輕裂工場之高溫裂解、驟冷、初餾產生驟冷油、裂解汽油及裂解蒸汽，其中驟冷油除回收循環使用外，部份驟冷油經汽提後當作燃料油，而裂解汽油則進入丁二烯工場，經過氫化、去

戊烷及丁二烯粹取產生包括五碳類、六至八個碳類之汽油成份以及丁二烯，另外初餾所得之裂解汽體經壓縮冷凝及低溫分離而產生氫氣、甲烷、乙炔、乙烯及丙烯等產品。

芳香重組部份，主要製程是將輕石油腦(light sour naphtha)，經脫硫使含硫量由100 wtppm降至5 wtppm，再經重組反應系統，進行脫氫、裂解、異構化、環化、雜物分離等反應後，再進一步分離分餾，產生苯、甲苯、鄰二甲苯及對二甲苯等。

三、廢污來源

在廢氣方面：林園廠主要之廢氣來源包括製程中洩漏、加熱爐煙道氣及揮發性逸散氣體。

1. 製程排氣：由於製程及安全上之要求所排出之氣體，如壓力控制閥、安全閥排氣等，主要成份大多為碳氫化合物。
2. 加熱爐煙道氣：目前林園廠有19座裂解爐、7座鍋爐、19座加熱爐及2座焚化爐，由加熱爐所產生之污染物，包括NO_x、SO_x、CO及粒狀物等。
3. 逸散性氣體：主要來源包括
 - (1) 工場區內：從機械接合點之隙縫逸出，如泵浦、壓縮機軸封或排出之廢水中逸出。
 - (2) 油槽區：在油槽儲存及傳輸過程中，由呼吸閥、排氣孔逸出或取樣時外逸。

在廢水方面：林園廠主要之廢水來源包括製程廢水、輕裂工場驟冷水、輕裂工場廢鹼液、加氫脫硫工場廢酸水、公用排放水、截流溝污水及明溝積水等。

四、廢污質量及特性

在廢氣方面：林園廠主要之空氣污染物為TSP、NO_x、SO_x、CO、THC等，因此本廠在監測工作上，除了進行煙道監測外，針對廠周界並加強上述各污染物之監測。

在廢水方面：林園廠內各工場所產生之廢水，首先經過油水分離後，進行生物污泥之二級處理，最後送往林園工業管理中心作進一步之處理，本廠目前每日之廢水排放量約為10,000多噸，所含之可能污染物主要為油份、有機碳氫化合物及懸浮微粒等，因此對於排放水則針對廢水處理過程及上述各成份進行監測。

五、規劃過程及其特點

林園廠環境監測網依實際環境需求，參考國內類似網路之優缺點及各專家之建議，經過詳細之規劃，依現有資源及需要劃分成四個階段的工作計劃，分別是PC電腦網路設置、廠周界環境品質監測網設置期、各工場之區域網路及整合與連線四階段，各有其階段性之任務，逐次進行。

5.1 PC網路設置期

本階段主要目的有二：一是建立網路系統之基本架構，包括硬體設備、軟體系統、通訊系統等，使有關人員先熟悉本系統之架構與運作，對網路產生信心，進而主動願意使用本系統。另外，更冀望藉本階段之執行，評估整個環境監測系統日後推行之方向及可行性。

本階段為使有關人員熟悉電腦網路，因此在本廠品管大樓設置PC網路(圖1)，主要內容除了部份環境監測外，亦納入人文地理及管理系統。

在人文地理方面，提供管理者林園鄉有關地理、就業人口、教育程度、經濟生活、文化史蹟、醫療衛生、宗教信仰，乃至於工業區之污染防制及污染資料等。

在管理系統方面，提供本廠油槽動態、生產動態、產品營運情況及人事資料之統計。

在環境監測方面，本階段將原有四個噪音測站所測得之數據，透過電話線傳送到PC網路；氣象站則透過資料收集器(data collector)將資料直接送到PC網路，只要與網路連線的電腦皆可經由網路的檔案服伺中心(File server)取得所須的資料(圖2)。

另由於本階段所能提供之資料十分有限，為增加網路使用範圍並鍵入

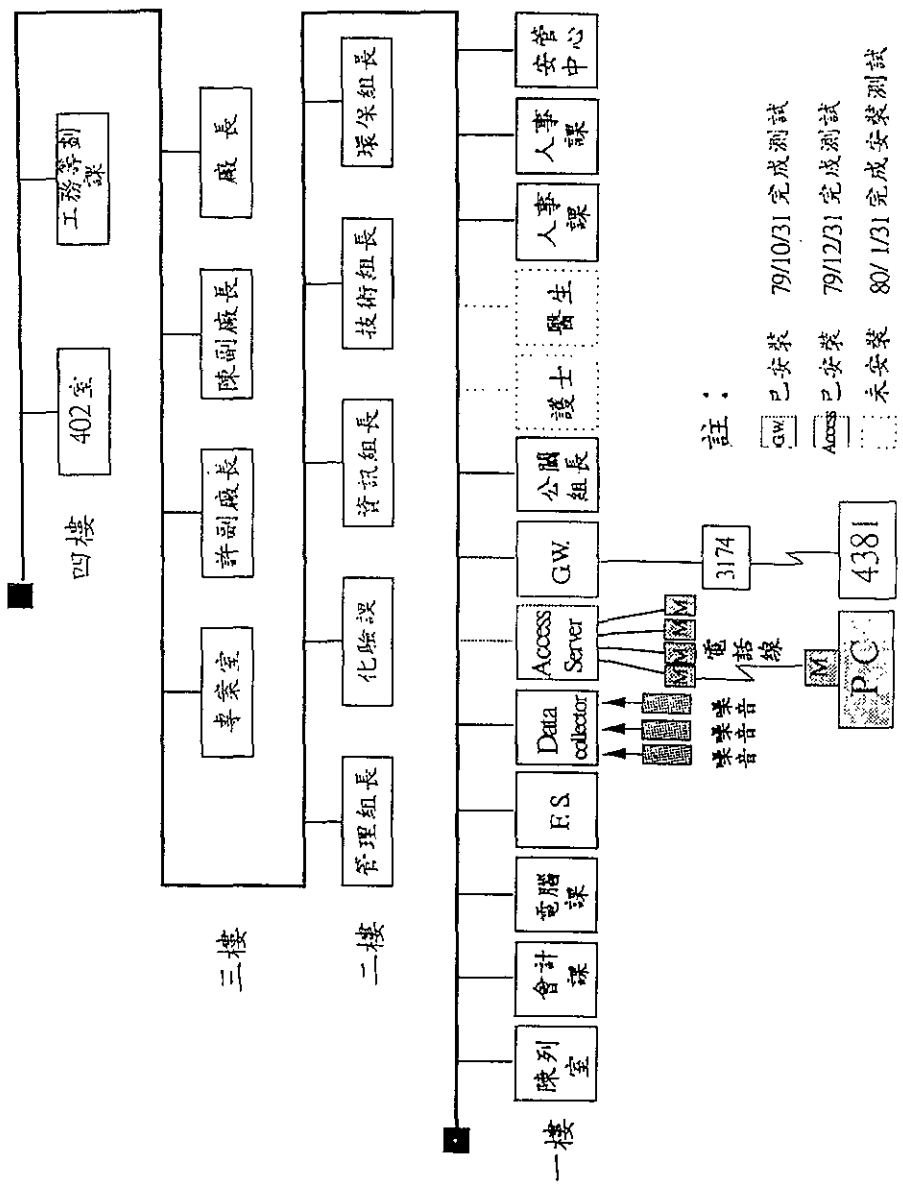


圖 1 第一階段所設置之 PC 網路架構圖

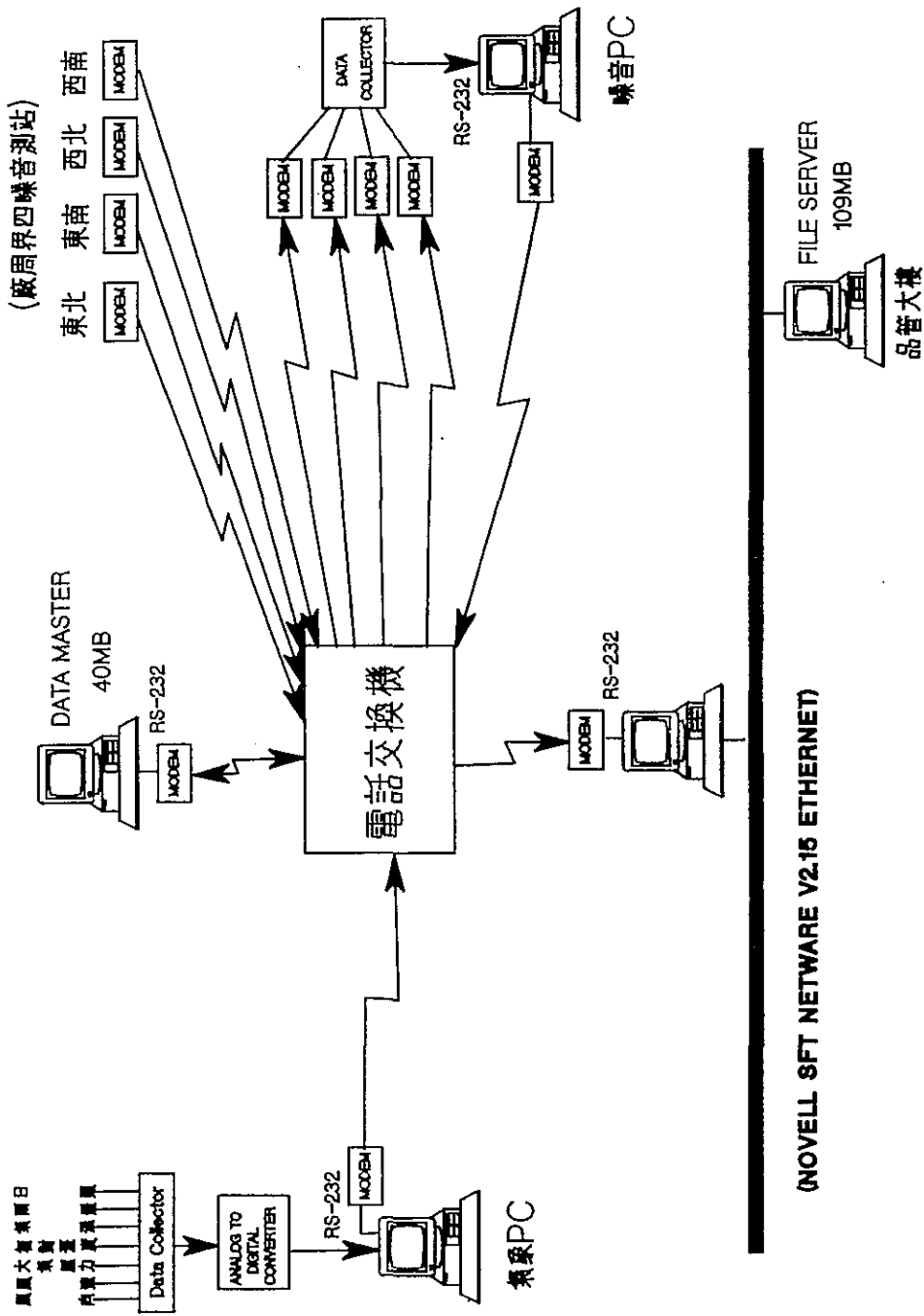


圖 2 第一階段的環保氣象、噪音連線架構圖

環保資料，包括手提式儀器所測得之 VOC、NO_x、SO₂、H₂S、CO及廢水之 COD、SS、pH和酚，並納入廢氣燃燒塔之監測資料，包括排放總量、分子量及流速等。

本系統於79年11月完成啓用，確實發揮了本階段所付予的責任與貢獻，無論是在產品儲運、人事資料或環保資料上皆能提供給管理者一個快速又有效的工具，更給予監工單位更大的信心。也由於此“先驅系統”的設置，使本廠各單位，如人事、儲運、生產工場及環保等單位，都能逐漸適應及接受電腦網路，除了有助於後續工作之推行外，更達到了員工教育的目的。

在提供評估後續環境監測系統方面：本階段，主要以本廠現有之電話線路當作通訊傳輸工具，由於不需額外接線，因此具有施工快、費用低等優點。但，由於電話線之品質不良，在傳輸過程中，易受到干擾而造成資料中斷等缺點，在後續階段工作極需加以改善。

5.2 廠周界環境品質監測網設置期

本階段主要之目的為，針對本廠周界，建立連續監測系統，透過光纖傳輸監測資料至監測中心，並利用電腦軟體建立各種高階資訊，提供本廠環保決策、稽查與管理之參考。

由上可知廠周界環境監測系統之主要架構包括了測站、通訊系統、監測中心之資料整理及顯示方式(圖3)。分別敘述如下。

5.2.1 測站的佈點、設備及資料輸出

1. 佈點的選擇

本階段以第一階段之PC網路為基礎，在廠周界設置了四個空氣測站、三個水質測站、十六個臭味測站及四個噪音測站，其中空氣及噪音測站之佈點，以考慮污染源分佈、氣象狀況、附近住家分布及擴散模式，經電腦程式模擬，選擇最大污染量、最易受污染及最需監測之地點，綜合考量而成。水質測站則依照廢水處理步驟之不同，而分別於廢水二級處理前、後及放流管線分別設站，另外依照環保署對H₂S監測之規定，在廠周界四周，每隔22.5°設置一站，並在靠近居民處，加強佈點，各測站之位置，如圖4所示。

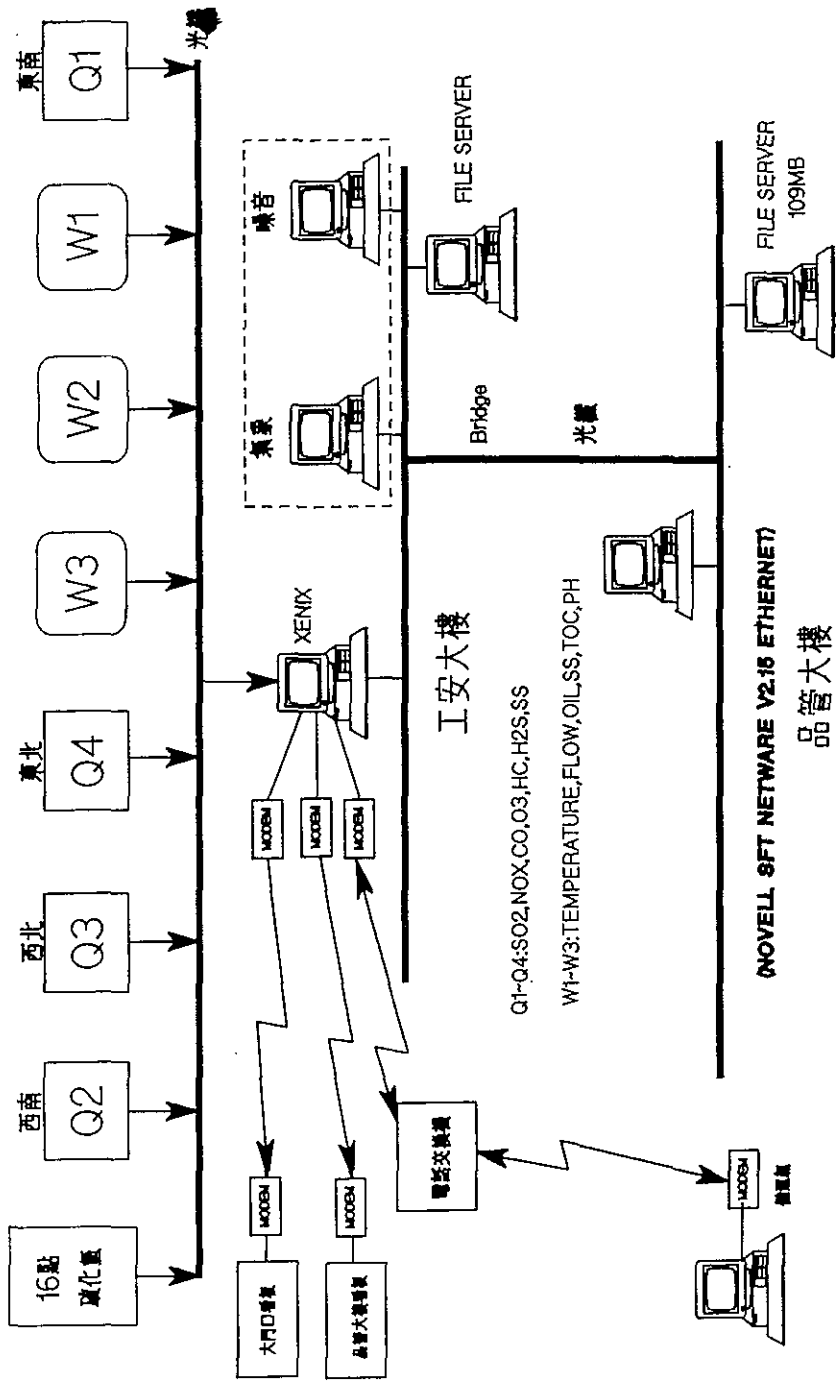


圖 3 第二階段林園廠周界環境品質監測網架構圖

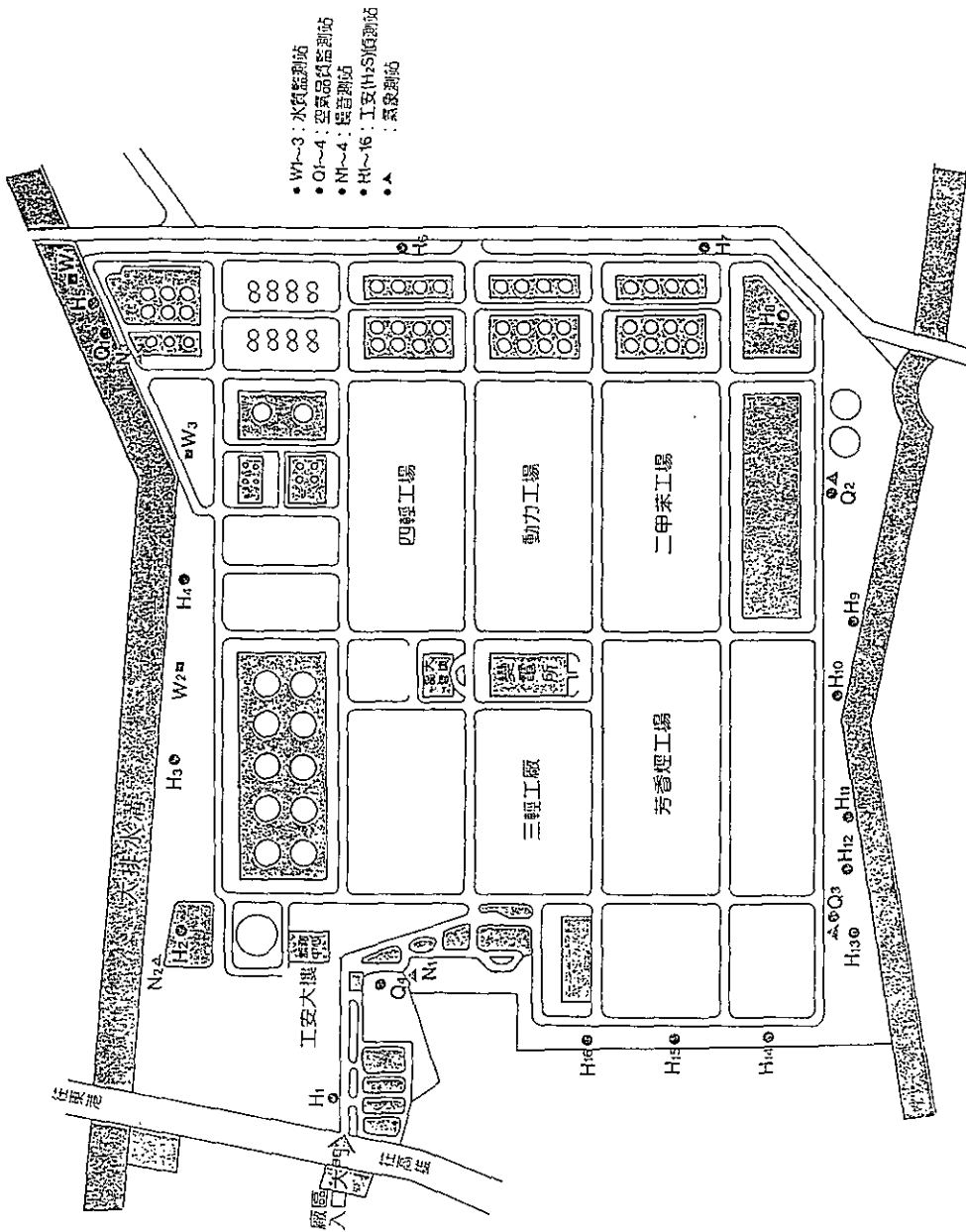


圖 4 第二階段廠周界環境監測站分布圖

2. 監測項目

空氣測站監測項目包括：NO_x、SO₂、H₂S、CO、O₃、PM₁₀、THC、NMH等(表 1)。

表 1 空氣品質監測站分析儀測試原理

儀器名稱	監測方法	範圍	採樣週期
1. 碳氫化物分析儀 HC	(火焰離子偵測法) 將樣品與氫氣混合燃燒而產生碳離子再由電極板吸收，測其電子流再轉換成信號。	0-50 PPMC	5 分
2. 臭氧分析儀 O ₃	(紫外線光度法) 將樣品維紫外光照射，由一個光電管測試出被臭氧吸收的紫外光之電子信號。	0-1 PPM	5 分
3. 懸浮微粒分析儀 PM ₁₀	(Bete-Ray吸收置) 將空白濾紙經Beta-Ray吸收度與連續吸收約55分鐘樣品空氣的濾紙之再經由濾紙Beta-Ray其吸收度間的差值，由公式算出微粒值。	ug/m ³	10 分
4. 氮氧化物分析儀 NO _x	(化學發光法) 將樣品加臭氧後之反應，產生具有特殊的光，再經由光電倍增管得到信號。	0-20 PPM	5 分
5. 二氧化硫分析儀 SO ₂	(紫外螢光法) 將樣品經脈衝紫外光數發SO ₂ 回復基態時所發二特殊螢光，經由光電倍增管來得到信號。	0-2 PPM	5 分

表 1 空氣品質監測站分析儀測試原理 (續)

儀器名稱	監測方法	範圍	採樣週期
6. 一氧化碳分析儀 CO	(非分散紅外線吸收光譜法) 將樣品經由紅外線照射二吸收一氧化碳的特殊光譜，以其吸收的強弱只測定濃度。	0-50 PPM	5 分
7. 硫化氫分析儀 H ₂ S	(試紙光度法) 經特殊感光試驗處理過的 narrow tape, 對 H ₂ S 氣體會有顏色反應，而顏色強度的光電光度計算氣體濃度。	0-1000 PPb	30 分

水質測站監測項目包括：水溫、pH、OIL、SS、TOC及流量流速等 (表 2)。

表 2 水質監測站

儀器名稱	監測方法	範圍	採樣週期
1. 總有機碳分析儀 (TOC)	高溫 (900 50C) 燃燒後，以非分散型紅外線測 CO ₂ 生成置。	0-1000mg/l 0-5000mg/l	10 分
2. 水中懸浮固體測定儀 (SS)	以懸浮固體 (SS) 吸收光度計算，由水樣濁度換算而得。	0-1000FTU	10 分
3. 水中油份計 (OIL)	萃取水樣中的油脂，利用非分散型紅外線吸收以換算油脂濃度。	0-200 mg/l	30 分
4. pH計		0-14	10 分
5. 溫度計 (Temperature)		°C	10 分
6. 流量計 (Flow)		m ³ /hour	30 分

噪音監測項目包括：均能音量 (Leq)、最大 (Lmax)、最低噪音值 (Lmin)、日夜音量 (Ldn) 及時間率音量 (Lx：L05、L10、L50、L90、L95) (表 3)。

表 3 噪音監測站

儀器名稱	監測方法	範圍	採樣週期
1. 野外型微音器單元 (4184)	將聲音源轉換成電壓信號。	28-141dB(A)	5 分
2. 噪音位準分析儀 4435。	用 4184 麥克風測得信號加以分析。	30-130dB(A)	5 分

臭味測站則以監測： H_2S 為主 (表 4)。

表 4 工安監測站

儀器名稱	監測方法	範圍	採樣週期	廠牌
硫化氫偵測器	將樣品吸進有特定電位的電解室中電解，由電解電流測定氣體濃度。	0~1PPM	即時	R1KEN

3. 監測儀器與監測數據之輸出

各測站分別設置連續自動採樣器，隨時搜集樣品，經適當前處理後，送往儀器分析，分析所得之數據，經過邏輯控制器 (Programmable Logic controller, PLC) 之協調控制，將分析所得依次傳入測站電腦。再經由測站電腦藉通訊系統傳出 (圖 5)，而測站電腦可將資料儲存一週，以避免停電或輸出干擾所造成之資料遺漏。

5. 2. 2 通訊系統

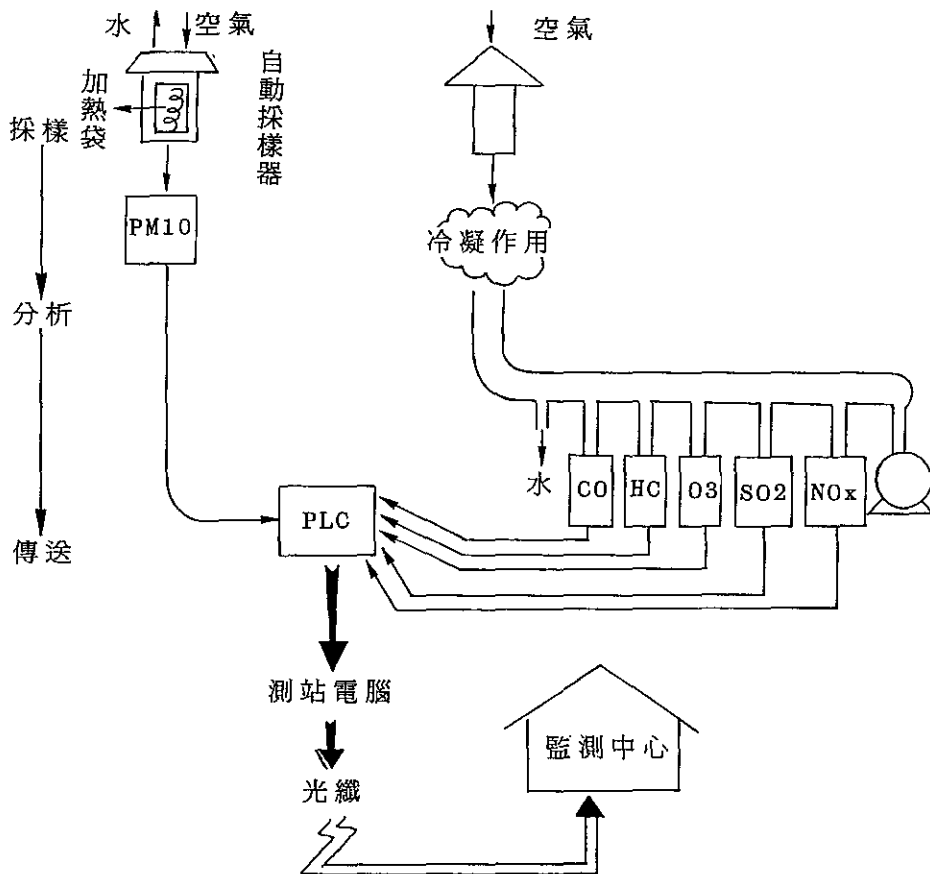


圖 5 空氣測站採樣分析流程圖

將第一階段易受干擾之電話傳輸系統，改為快速、無雜訊且不受干擾的光纖通訊系統，可說是本階段一主要特色。此光纖系統全長 4.6 公里，埋設於全廠周界，連接各測站、監測中心與網路系統。測站電腦所傳出之資料，經由光纖傳送至監測中心，而經由監測中心完成資料整理後，傳送到各顯示看板及位於品管大樓之網路系統。

5.2.3 監測中心之資料整理

監測中心負責收集統計來自測站之資料，並將資料輸出顯示，為達成上述各項目的，監測中心配備了下列各項軟硬體設施：

1. 在硬體設備方面有

- (1) XENIX 多工主機兩套，配合 XENIX 作業系統之使用，除了可收集各測站

之資料，進行統計整理外，並可將資料儲存一個月，而此作業系統透過TCP/IP與NOVELL 網路連接。

(2)電腦工作站：利用一般個人電腦，加上ETHERNET網路卡，執行監測資料之顯示系統與參數設定。

(3)NOVELL資料檔案伺服器：負責提供整個監測網路之資料、印表服務及儲存資料。

2. 使用軟體

以C語言撰寫程式及XQL資料庫存取資料。

5.2.4 顯示系統

1. 顯示方式

中文畫面顯示環保資料，以符合易懂、易操作之原則，而畫面資料所顯示的內容包括：即時資料、統計圖表、警報顯示、及歷史趨勢圖，其中統計圖表以日平均、週平均及月平均表示；而歷史趨勢圖更可提供一天、一週甚至於一個月內環境資料之變化情況。

2. 顯示設備

監測中心之資料，利用訊號專線，以RS232方式，透過數據機(Modem)將資料分別傳到位於大門口、品管大樓及輸油課之看板。

除傳送到顯示看板外，另，網路中心的電腦遠程通訊服務站(Netware Communication Assess server)，利用電話線的傳送，可將資訊傳到本廠廠長、副廠長及主任工程師家中，以便隨時掌握廠裡狀況，未來此傳送系統更將隨著各有關機構的連線，達到無遠弗屆的境界。

5.3 建立區域網路系統

事實上廠周界監測只能提供一個環境狀況，唯有深入追蹤監控污染來源，提出對策，才能發揮整體功能。因此本階段主要之目的即是針對全廠七個主要污染可能來源，分別建立污染源監測系統及區域網路，以監測煙囪、製程洩漏所造成之污染。

目前本廠已陸續完成修護大樓、三輕、四輕工場之區域網路，而公用、儲運、芳香工場等亦已在規劃或施工中。

5.4 連線與整合

本階段主要目的為整合外圍的周界環境監測網及各工場之區域網路，形成一由點到面的完整監測網路，並藉由通訊系統與有關單位連線。

目前各工場間的光纖網路已在施工中，而各單位連線整合已由本廠資訊組規劃中。

本系統與總廠、台北總公司及工業局之連線，目前也在進行中。

六、本監測系統之使用情形

林園廠環境品質監測網，可說是國內首座環境監測網，不但具有完整性的監測功能，而多方向的利用更展現了它的實用性，自80年6月完成第二階段：廠周界環境品質監測網迄今，二年的運轉期間，儀器使用方面，林園廠廠周界環境品質監測網，目前約有70部以上的監測儀器，而隨著對儀器特色之瞭解及維修技術之進步，這些儀器的使用率，空氣測站由82年3月其平均使用率為75%，82年7月則增至93.6%；同期間水質測站之平均使用率亦由75%提高至96.3%，使用率顯著增加，而各監測儀器之監測數值其擷取率皆在99%以上，正確率亦高達95%。

另外，在電腦畫面上，當監測數值過高、儀器故障或其它異常狀況發生時，即立刻顯示警報，進行事故確認，並加以記錄及自動列印以利追蹤。

此監測系統，不但可隨時提供瞬時的監測資料，而由這些資料中我們亦可得到許多的環境資訊，例如：

1. 林園廠夜晚較臭之謎底：林園的鄉親們經常抱怨本廠利用夜晚排放廢氣，造成空氣污染，然而本廠各工場之運轉，並無利用夜間排放的情形，由環境監測資料中，我們發現，一般而言在夜晚風速較白天為低，相對濕度亦較白天高，尤其在天氣惡劣的情況下，氣壓較低時，容易影響空氣之擴散，因而造成臭味較濃，在瞭解原因之後，本廠除利用機會向居民們解釋取得諒解外，同時擬定“天候管理政策”，即在天氣惡劣、氣壓低時提出預警，請各工場減少操作之改變、停止排放、降低產量、停止取樣、關閉洩漏源等，避免空氣污染的發生。

2. 臭氧與太陽輻射：由空氣監測中，發現中午空氣中臭氧之含量較高，而此時太陽之輻射能亦最高，由此可知臭氧之產生與光反應之發生有顯著之相關性。
3. 廢水排放品質之追蹤：由水質測站隨時反應排放水水質，當監測值異常時，立即通知各工場，加以追蹤，瞭解污染源，進行改善，使得本廠排放水之含油量及pH值皆能達到排放標準。
4. 快速提供工場異常警訊的噪音：在正常操作下，目前本廠之噪音值大都低於70分貝，符合管制標準，僅在工場操作異常時，噪音才顯著增加，因此由噪音之增加可即時反應工場操作之情形。
5. 評估環境之參考：完整的監測資料，不但可當作改善措施規劃之指標，同時更可提供改善成果之驗證及用以評估新建工程對環境之影響。
6. 更積極有效的環境管理：與主管家連線，即使假日，也可由家中電腦畫面上，瞭解廠裡情況，進行掌控。
7. 提昇本廠專業形象，昭信社會大眾：在幾此污染事件中，無論是民衆或工業管理中心，甚至縣環保局，都會要求本廠提供監測資料，而本監測網也能夠適時的提供客觀的證據，避免了不必要的糾紛，而位於大門口的顯示看板，隨時顯示附近空氣品質狀況及管制標準，供民衆監督，這些都表達本廠對於改善環境的決心和誠意，而由參觀活動中，更為附近機關團體提供一實習觀摩的機會。

七、操作管理與對策

事實上，像監測網這樣一個創舉性的工程，不但在設置過程中不斷的遭遇各種問題，在完成之後，更面臨如何建立完善的操作管理制度以維持正常運轉等問題，以下僅列舉數項目前本廠為維持其正常操作所建立之操作管理制度及解決問題之對策：

1. 建立檢查表制度：運轉中的儀器或電腦難免會發生故障，若未及時發現將會影響監測數值之可信度，因此為發現故障的發生以即時將之排除，因而建立每日、每週及每月之定期檢查制度，並設計各項檢查表，按表逐項檢查，避免遺漏。

2. 在水質測站方面：由於廢水中懸浮固體含量較多，容易造成採樣器阻塞，無法採得水樣，使得儀器空轉而故障，因此在採樣過程中，加裝簡易的過濾設備，以濾除來自鍋垢的大顆粒，減少阻塞現象。
3. 在空氣測站方面：台灣空氣較為潮濕，且空氣測站因內外溫差過高，易造成水蒸氣凝結，致儀器浸水故障；因此將採樣之空氣經過冷氣口，將多餘的水蒸氣，凝結成水，並將水排出，處理後的空氣再打入儀器分析。
4. 濁度分析與懸浮微粒之關係：懸浮微粒之分析耗時且無法即時得到資料，因此嘗試以濁度計取代之，但現場濁度量測與實驗室懸浮微粒分析之相關性，仍有待進一步的追蹤探討中。
5. NO_x的零點校正，NO_x分析儀在使用一段時間後，會因偏移而造成誤差，因此由電腦上對儀器偏移之記錄，進行手動之零點校正，以維持儀器之準確度。
6. 員工接受及教育：為使員工瞭解接受本監測網，在啓用前舉辦環保標語徵稿活動，並將員工作品登於看板上，引起員工之好奇及關心，另外在看板上設置“環保小語”每週更換內容一次，增加員工之環保知識，同時也更充份的運用本系統。

八、結論與建議

環境品質監測網，是一整合運用環保、化學分析、電子工程及通訊系統等現代科技而成，需要各種不同專長的人共同投入，因此在規劃過程中即需這些專才之加入，而在設置之後，如何維持系統的穩定運作，建立操作維修管理、如何將所收集之資料整理成可供運用之環境資訊，這些都是在設置監測網後，使監測網得以發揮其功用之重要課題。

九、參考文獻

1. 中鼎工程股份有限公司，“高雄煉油總廠林園廠環境監測網工程規劃報告”。1989，八月。
2. 顏達聰等，“林園廠三輕工場操作手冊”高雄煉油總廠林園廠技術組。

3. 顏達聰等，「林園廠四輕工場操作手冊」高雄煉油總廠林園廠技術組。
4. 顏達聰等，「林園廠芳香工場操作手冊」高雄煉油總廠林園廠技術組。

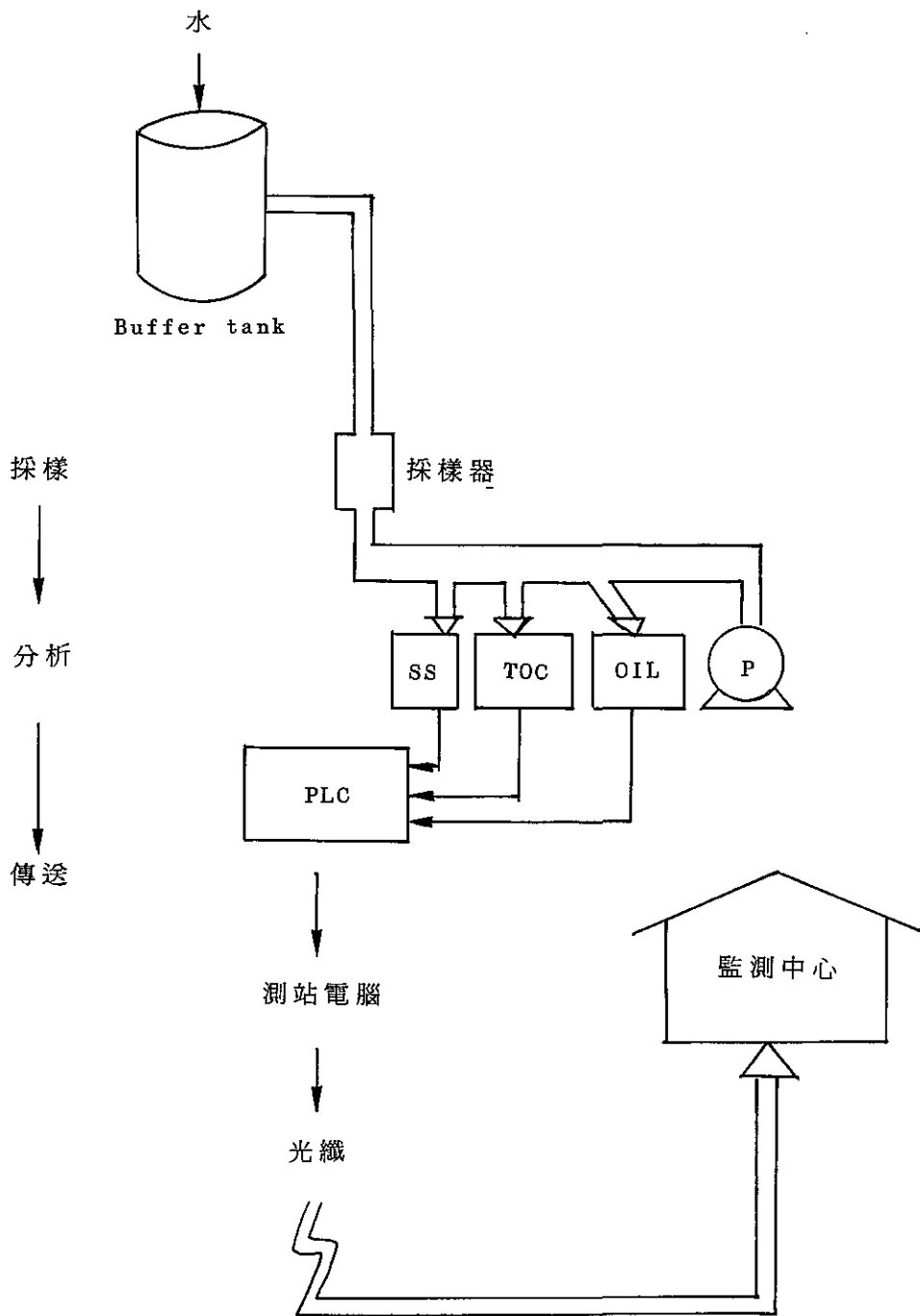
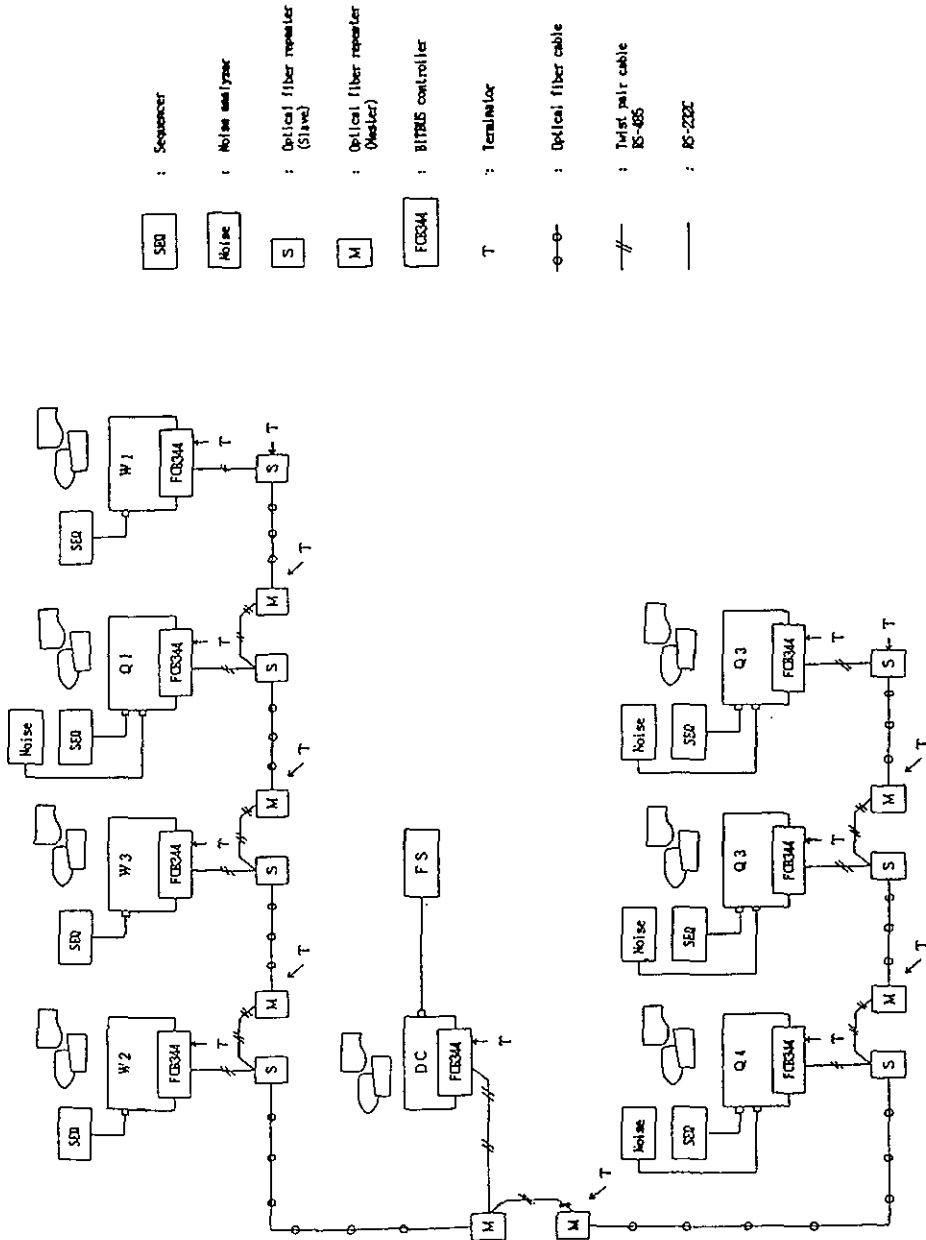


圖 6 水質測站採樣分析流程圖



- SED : Sequencer
- Noise : Noise analyzer
- S : Optical fiber repeater (Slave)
- M : Optical fiber repeater (Master)
- FCB3M : BITBUS controller
- T : Terminator
- : Optical fiber cable
- /—/— : Twisted pair cable RS-485
- : RS-232C

圖 7 監測系統架構圖

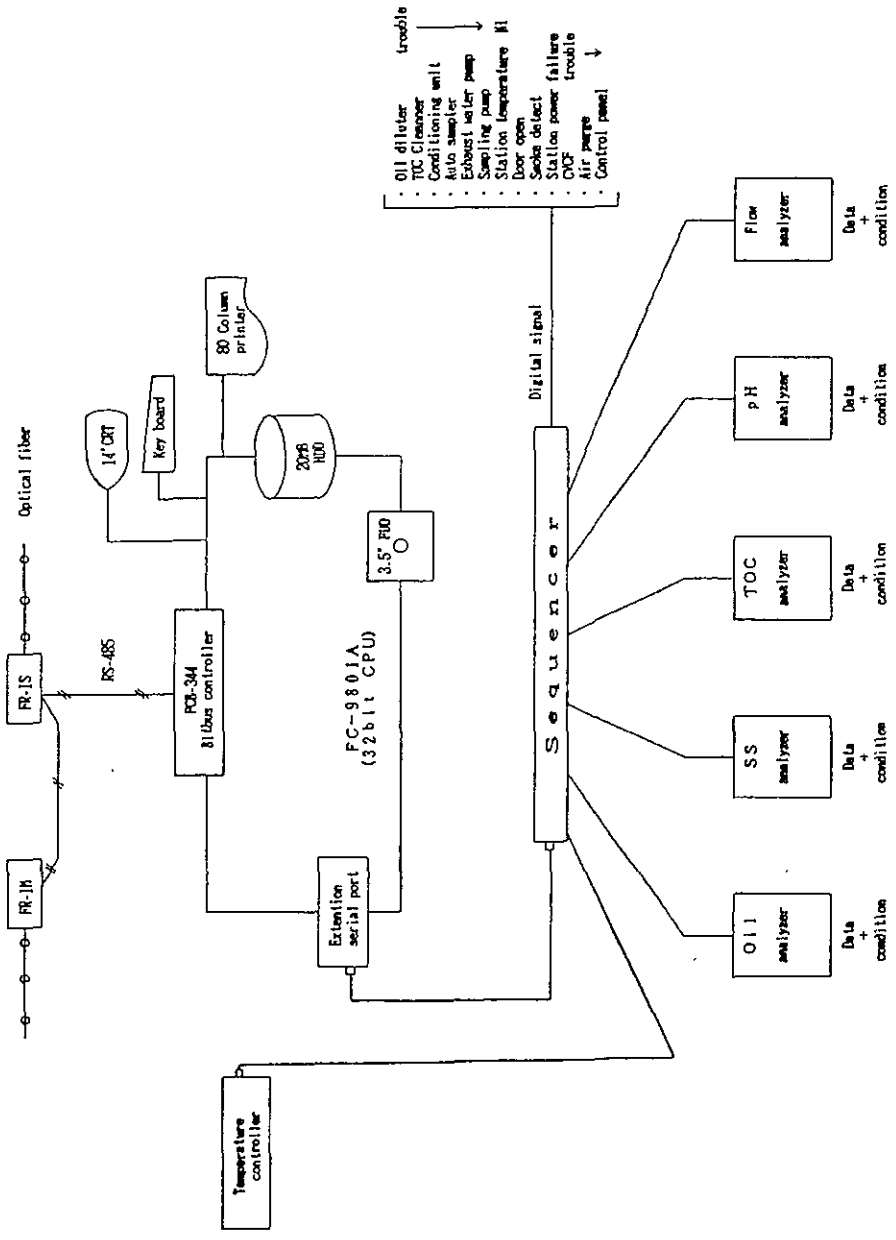


圖 8 水質測站架構圖

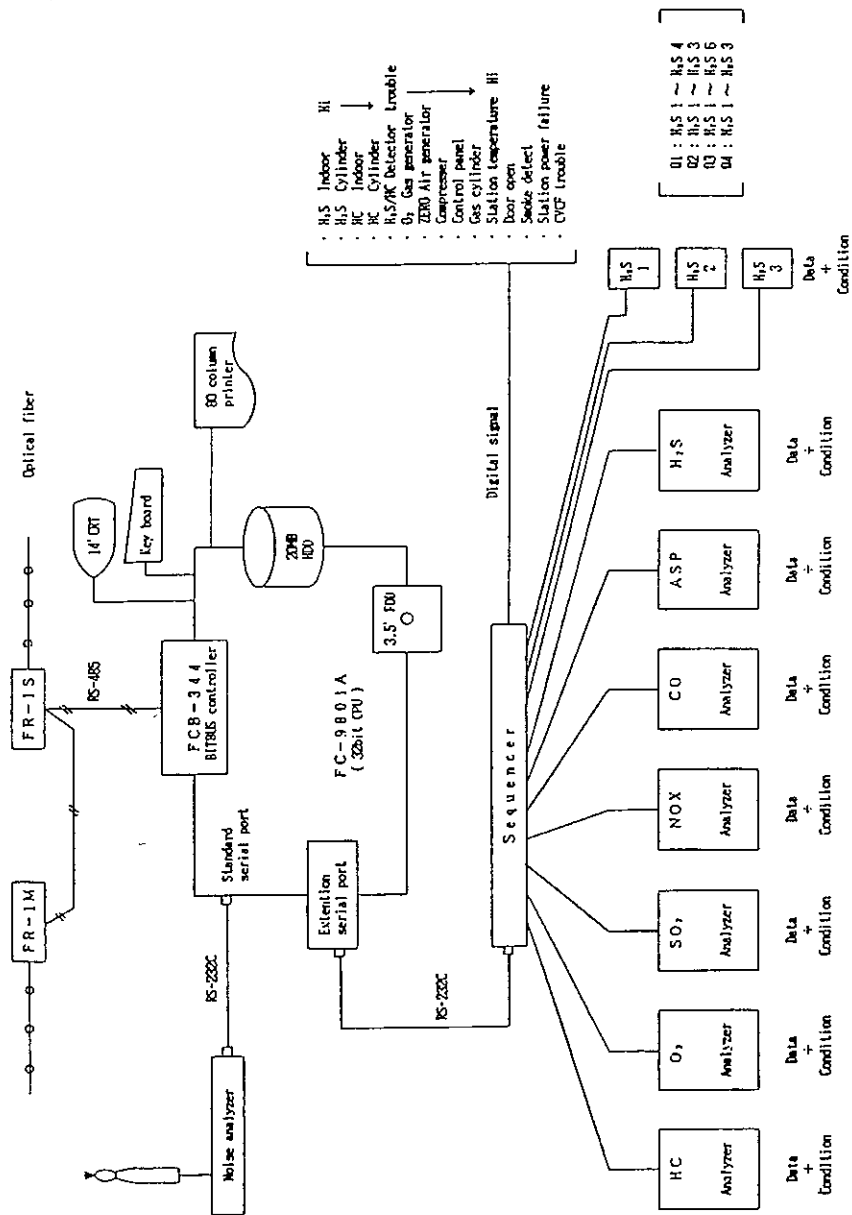
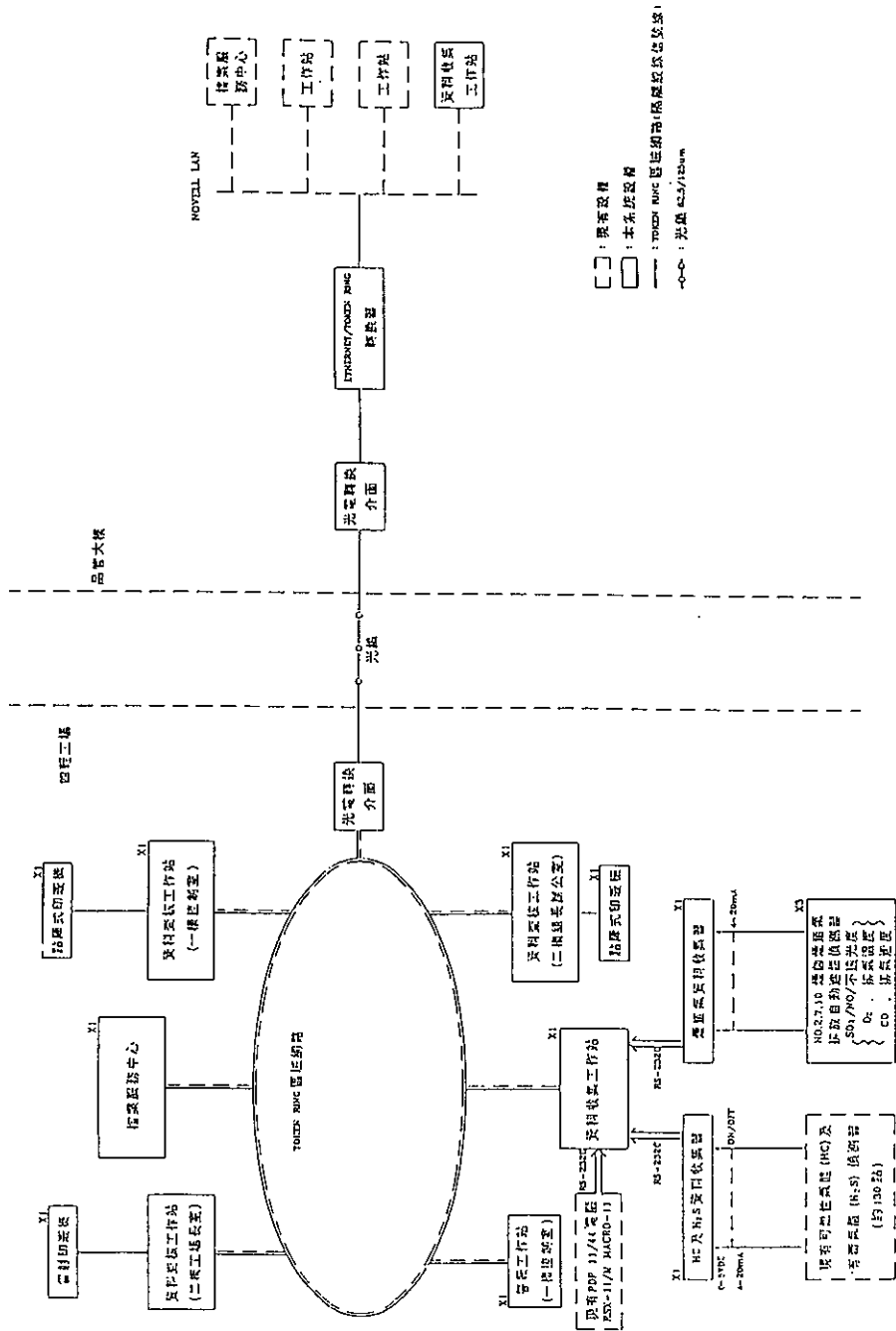


圖 9 空氣測站、噪音測站架構圖



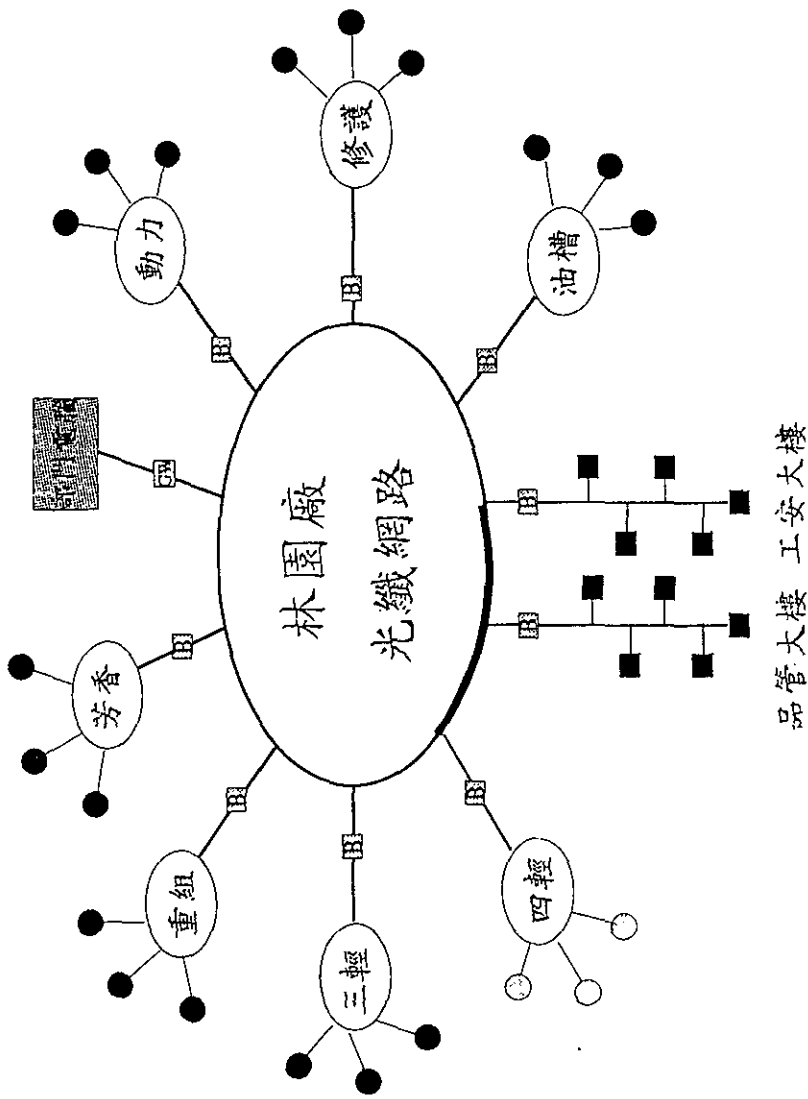


圖 11 第四階段林園廠未來網路規劃圖