

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

開徑式監測儀器在火力發電廠之應用

服務機關：台灣電力公司

出國人 職 稱：一般工程監

姓 名：沈宗華

出國地區：美國

出國日期：九十年六月二十五日

報告日期：九十年九月七日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：開徑式監測儀器在火力發電廠之應用

頁數 13 含附件：☐是☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話 台灣電力公司人事處/陳德榮

/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

沈宗華/台灣電力公司/環境保護處/一般工程監/(02)2366-7211

出國類別：☐1 考察☐2 進修☐3 研究☒4 實習☐5 其他

出國期間：九十年六月二十五日至九十年七月八日 出國地區：美國

報告日期：九十年九月七日

分類號/目

關鍵詞：傅立葉轉換紅外光譜儀(Fourier Transform Infrared Spectrometer ,FTIR、)

紅外線(Infrared)、監測(Monitoring)、干涉儀(interferometer)、

偵測器(detector)、反射鏡(reflector)

內容摘要：(二百至三百字)

本次赴美國瞭解 FTIR 各項儀器設備,並參訪洛杉磯郡對於室內空氣品質之努力 在美國佛羅里達州奧蘭多 A&WMA 展覽場地與 AIL System Inc.之 Dr. Robert H. Kagann 詢問有關 FTIR 之應用以及該公司之 FTIR 設備;至洛杉磯郡健康服務部門環境保護處環境衛生小組參訪該市對室內空氣之各項設備,並至 MIDAC Corporation 實地參觀其 FTIR 儀器設備。報告內容包括有考察期間相關見聞心、得及 FTIR 在

火力發電廠之應用，各項研討中對開徑式監測儀器之應用，均認為事先應對使用環境進行全面調查，再針對重點監測物質修訂儀器功能，開徑式監測儀器在多雨潮溼的臺灣使用應注意空氣中水氣所產生之誤差。開徑式監測儀器雖已是成熟技術並多方面使用，但環境空氣品質之應用大多數用於面污染源或室內揮發性(VOC)物質之監測且目前設備成本仍較傳統式高出很多，該項儀器一次可測出多項物質功能佳，運轉維修費用低，值得深入研究並注意其發展。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目錄

	頁次
壹、報告人	1
貳、出國任務	1
參、出國期間	1
肆、國外公務之內容與過程	1
伍、國外公務之心得與感想	2
一、前言	2
二、實習期間相關見聞及感想	4
三、開徑式監測儀器於火力發電廠之應用	11
四、實習心得	12
陸、出國期間所遭遇之困難與特殊事項	12
柒、對本公司之具體建議	13

壹、報告人：沈宗華

貳、出國任務：開徑式監測儀器在火力發電廠之應用

參、出國期間：自九十年六月二十五日至九十年七月八日，共計十四天。

肆、國外公務之內容與過程：

一、六月二十五日~六月二十六日：路程，台北→美國紐約→奧蘭多。

二、六月二十七日至六月二十八日：出席美國空氣與廢棄物管理學會年會，並參加相關研討會及參觀環保儀器展覽。

三、六月二十九日：路程，奧蘭多→洛杉磯。

四、六月三十日至七月六日：經由南加州大學安排赴開徑式監測儀器製造廠 MIDAC Corporation 及洛杉磯郡健康服務部門環境保護處環境衛生小組研習。

五、七月七日至七月八日：返程，洛杉磯→台北。

伍、國外公務之心得與感想

一、前言

「光學」量測技術係泛指以光作為量測依據的分析方法，此一定義所涵蓋的分析儀器或分析法不計其數；而「遙測」技術係為非接觸式的遠距量測。結合「光學」與「遙測」技術並將之應用於環保方面的分析儀器，包括FTIR、LIDAR、DOAS、TDLS等分析儀，而在應用方面，則其中又以OP-FTIR及TDLS的應用較為廣泛，TDLS雖具備極高的靈敏度，但目前仍以學術應用為主；FTIR近幾年受惠於高速電腦的快速發展，已成為近直讀式的光學遙測儀，其實際應用之可行性亦大為提高。與一般感應器相比，FTIR除可快速測得化合物濃度之外，並且具有低偵測極限、可同時偵測多種化合物等獨特優點。

自1970年代起，FTIR便被逐漸應用於環境大氣監測。近年來由於環境污染問題日益受到重視，紅外光遙測技術亦隨之快速發展，而有不少商業化之產品陸續問世，廣泛地應用於氣體污染物監測。FTIR係在開放空間中量測光徑往返距離內的氣體平均濃度，偵測原理為利用紅外光源產生光束並通過開放空間，其中部份能量被光徑範圍內的氣體分子吸收後，被偵檢器所偵知，而後獲得一干涉圖譜，經由數學運算，可將干涉圖譜轉換成穿透、吸收光譜，再進行光譜比對，根據Beer-Lambert定律，氣體分子的吸收強度與濃度呈線性關係，故可得知通過光徑之氣體種類及濃度等資訊。

傅立葉轉換紅外光譜儀(Fourier Transform Infrared Spectrometer, FTIR)在進行氣體量測上有下列之優點：

- 1.不需要採樣程序即可直接對大氣中之氣體污染物進行量測。
- 2.可應用於點測定，亦可採用開放光徑監測，使監測範圍擴大，可達數百公尺。
- 3.具即時監測（real-time monitoring）能力。
- 4.可進行連續量測，了解氣體污染物之濃度變化。
- 5.可同時進行多種氣體監測，監測之氣體種類達一百八十種。

若將FTIR應用於本公司，可先於非排放時量測空氣中各污染物濃度建立背景資料，並建立本公司各火力發電廠所排放污染物之指紋資料庫以及異常排放資料庫，可作為各製程改善之評估。

二、實習期間相關見聞及感想

(一)FTIR 技術之原理

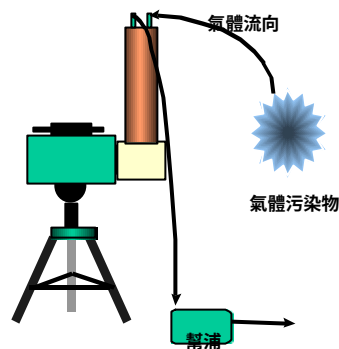
顧名思義是採用紅外光來當光源。它的主要目的為測知薄膜內原子-原子間結構的相關資訊，從這些相關資訊中便很容易分析出薄膜的結構，而且能了解薄膜中一些雜質(defect)如氫、氧、氮，等的存在變化。FTIR 所分析的範圍，在半導體能帶來看，是由費米能階到傳導帶的範圍，其波長界於 750nm 與 25μm 之間，波數是從 400 cm^{-1} ~ 6000 cm^{-1} ，當半導體內，原子與原子間的振動模式，或是原子與缺陷間的能量差，均可用光來激發，而產生原子與原子間的振動，或是原子與缺陷間的能量轉移，FTIR 便是分析這些吸收光譜，進而了解其結構，當光源經過 Michelson 干涉儀後便產生干涉光譜，若經某些數學上的處理，可將干

涉光譜轉換為傳統光譜，而可快速的取得無背景螢光之樣品吸收光譜。

而傅氏紅外光譜儀(FTIR)可使用兩種方式進行氣體污染物監測：

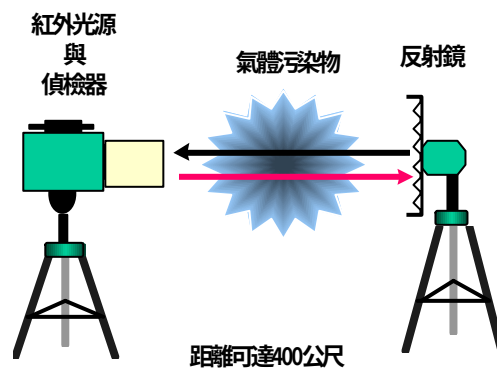
1.測試腔(Close cell)監測：

以幫浦將氣體樣品入測試腔中，再進行氣體量測。



2.開徑式(Open Path)氣體監測：

開徑式(Open Path) FTIR 主要目的在於量測開放空間中量測光徑距離內氣體污染物之平均濃度，在此狀況下可將量測光徑之範圍識為一大測試腔，氣體只要在量測光徑中出現或經過則及可被偵測。



(二) FTIR 技術之應用

一般民眾在要求廠方作好污染防治工作時，由於缺乏具體的量測工具及技術，往往能靠嗅覺或目測方式判別污染源是否存在，其中最普遍的例子之一就是氨氣的外洩及濃濃的黑煙，這些比較容易由人體直接感受及辨識的污染源幾乎就是居民所能提出的具體証據。問題是，很多被生物學家提出可能會嚴重威脅人體健康甚至有致癌性的物質，往往無法經由人體作立即的“感受”，其中類似的例子包括 Benzene，Acrylonitrile，Viny Chloride，Hydrogen Chloride 及 1,3Butadiene 等等，這些化合物前面提過，以勞工作業安全的角度來看，往往允許有幾個 ppm 的濃度存在，但是對於散逸到戶外而言，這些高風險的化合物就只能有幾百 ppb 的被允許濃度，而生活在當地有老弱婦孺等居民則必須長期與這些化合物存在。這樣低的濃度的化合物，事實上非經由精密的量測儀器實無法作適當而準確的量測。除此之外，儀器不但要可以量測，而且要同時能監測多種化合物以免有部份遺漏，更重要的是要能作長期的連續性監測，而不是祇作瞬時的取樣，因為過去的時代有很多不肖的工廠是採取晚上偷偷排放，或則累積至一定容量後作一次大量的排放，甚至預知分析人員將到達，故意避開採樣的時間排放，營造出一種很環保很乾淨的形象。

使用遙測方法(FTIR)雖然仍有部份較難分析的化合物，但是面對一個如此複雜而又多元的化合物，

如果用一般具有選擇性化學或光學的量測法作監測，必然會忽略掉很已存在的多化合物。綜合評估起來，FTIR 仍是一方便而多元的量測方法之一，尤其用在不明且複雜的氣體污染物之判別。

FTIR 之應用部分可分為以下三個部分：

1.政府主管機關部分

- (1) 以客觀數據建立公信力
- (2) 執行相關環保法令及罰責之依據
- (3) 工安及環保糾紛之證據蒐集

2.工業區/工廠部分

- (1)平時之環境背景資料之建立
- (2)建立污染物指紋資料庫，以釐清責任歸屬
- (3)依據環保法令執行自行監測及異常排放之監控
- (4)作為製程改善評估及驗證依據

3.民眾

- (1)維護環境空氣品質
- (2)健康影響評估依據
- (3)緊急狀況通報系統
- (4)污染等級劃分及空氣狀況瞭解

(三)遙測設備之比較

目前結合「光學」與「遙測」並針對空氣污染物
監測所發展之遙測儀器設備很多，依其廠牌、原理、
燈源及量測方法等做一比較如下表所示：

各廠牌開徑式 FTIR 比較

廠牌	型號	國家	原理	LAMP	量測 範圍	備 註
AIL	RAM 2000	美國	FTIR	Silicon Carbide Glower 700-4000cm ⁻¹	500m	Mercury Cadmium Telluride (MCT)(Cryogenically-cooled)
OP SIS		瑞典	UV	氬氣燈 300-800nm		light → Fibre Optic Cable → detector
SCI-TEC	Perspect UV	加拿大	UV	Solid State UV 200-400nm	10-350m	Hawk-Siemens max 16cpds same ime
ETG	Airsentry	美國	FTIR	700 to 5000cm ⁻¹	10-1000m	BUY MDA
Thermo	DOAS 2000	美國	DOAS	氬氣燈 200-600nm	20-1000m	
	Laser 4000	美國	LasIR		1-1000m	
Radian		美國	FTIR		>100m	
Columbia Scientific	Quantum 7000	美國	FTIR	path length: 1.5/3/9m		measure 30cpds 20simultaneous DL:< 0.5 ppm/portable

(四)遙測設備原廠參觀及訪談

1.AIL Systems Inc.

AIL 在美國空軍及其他政府部門被視為發展先進
技術以解決問題之領導者，AIL 的環境產品及服務群
利用創新的方法在環境偵測器、 α -ray 偵測以及空氣
品質的領域以滿足工業、軍事及商業市場的需求。

於 A&WMA 儀器展示會
場中，與 AIL Systems Inc.
Air Quality Group 之 Dr.
Robert H. Kagann 請教，



Dr. Kagann 詳細解說 RAM 2000 之功能並當場示範
監測情形及展示相關資料處理軟體功能。

Remote Air Monitoring System(RAM 2000)是一個
開徑式傅立葉轉換紅外線系統(Open Path FTIR)，透
過碳化矽發熱器(silicon carbide glower)來產生紅外
光，並利用 Michaelson 干涉儀來調整。儀器架構主
要分為四大部份，第一部份包括由光源、干涉儀
(interferometer)、偵測器(detector)等組成的主機部
份，其功能主要為產生並偵測紅外光訊號。第二部份
為望遠鏡，可用來發射與接收紅外光。第三部份為反
射鏡(reflector)，可反射並集中紅外光束。其餘部份則
為訊號收集及處理系統。儀器的基本設計為透過單一
傳輸/接收之望眼鏡(telescope)對量測區域發射紅外
光，並量測光束通過待測氣體後的強度變化量。由於
每種氣體分子均有其特定之紅外光吸收係數，在光束
通過量測區域時，特定氣體分子會吸收特定波長的
光，使得光束在此波段之強度減弱，而吸收前後之光
強度比值與氣體的濃度直接相關，測量標準氣體樣品
的吸光波段及強度，便可得知氣體中所含的成分及濃
度。

2.MIDAC Corporation

MIDAC Corporation 主要為用於實驗室、農業、
連線作業及空地之專業 FTIR 製造商，其產品可概分
為實驗室 FTIR 產品(M Series)、工業氣體分析(AM
System)、工業 FTIR 設備(I Series)及燃料分析產品

(FALCON-FT)等產品。

MIDAC 各項FTIR 產品中包括 Open Path(開徑式)及 Close Cell, MIDAC 對我們詳細解說有關其 I Series 之各項功能及設備。I Series 的特色為堅固耐用、完全密封且外覆鋁合金外殼, 允許直接放置於室外, 可抵擋日曬雨淋。其內部構造包括高效率的紅外線偵測器、精確的光學元件、控制器以及干涉計, 具專利之防震功能, 可運用於**軍用**、**運輸工具**、空氣品質監測等, 甚至將儀器倒置時亦可使用。



(五)洛杉磯郡健康服務部門環境保護處環境衛生小組

這個小組負責調查評估社區**和工作場所**等涉及個人和職業健康的環境情況, 其項目包括:



- ◆ 噪音、臭味、石棉和其他危險的化學物質等引申的環境衛生問題及相關訴願之處理。
- ◆ 評估社區和工業的噪音標準及執行洛杉磯郡噪音法令。
- ◆ 採集室內空氣以評估石棉及其他各式各樣污染物是否符合於安全標準。

- ◆ 建立及運轉監控資料收集系統，並將結果提供郡政府及其他相關部門和可能受影響的民眾參考。
- ◆ 審查新興工業建立的計畫或是對現存工業評估其可能有對周遭環境所造成的影響。
- ◆ 評估該郡中由購買及儲存部門所購買的設備的使用。
- ◆ 於危險物質協調委員會中陳述環境健康問題。

該部門對於一些空氣中有害物質之偵測即是採用 Close Cell FTIR 分析儀器，尤其是突發性空污事件，民眾檢舉空污案件之處理，因該儀器可同時偵測微量複雜而又多元的化合物。

三、開徑式 FTIR 監測儀器於火力發電廠之應用

Open Path FTIR 之發展近年來技術已日趨成熟，對於本公司而言，空氣品質監測方面除依據法規設置煙道煙氣排放連續式監測儀器之外，近年來於火力發電廠附近亦設置許多環境空氣品質監測站。目前空氣品質監測站係採用傳統式空氣品質監測儀器，僅為點之量測，所能代表之區域有限，無法反應整個地區之空氣品質，且空氣品質監測站所費不貲無法普遍設站。若以 FTIR 監測，有以下點優點：

1. 監測範圍大：其監測距離可長達 1 公里，對於火力發電廠此大型污染源而言，較能反應實際對區域之影響，且亦能進行煙道監測。
2. 可同時且即時分析多項污染物濃度。
3. 建立電廠周圍之背景資料。
4. 建立火力發電廠所產生污染物之指紋資料庫，以供影響區域內有空氣污染問題發生時，可釐清責任歸屬問題。

5.維修便利，維修成本較低。

而其缺點則是設置成本仍高，且對空氣中水份含量較敏感，高濕度地區誤差較大，仍有待改善。

火力發電廠對空氣品質之影響主要為懸浮微粒、氮氧化物以及硫氧化物，一般空氣品質監測站即針對這些污染物進行監測，若採用開徑式 FTIR 進行監測除無法進行懸浮微粒監測等粒狀污染物外，對於其他氣狀污染物以及衍生性污染物(二次污染物)皆具有監測功能，故將可有效地針對火力發電廠所產生之氣狀污染物進行分析和監測。

四、實習心得

(一)FTIR 之應用，無論是廠內工作環境之工安用途以及廠外之環保用途，且其技術及維修方面皆日趨於成熟，實為一空氣品質監測之利器。

(二)煙道煙氣排放亦可利用 FTIR 設備進行監測，並可取代現有之多項監測設施。

(三)至 MIDAC 實際參觀其設備，及至 AIL 展示攤位與其訪談，發現美國地區近年來對開徑式 FTIR 已逐漸推廣利用於各項空氣品質監測，如農業、工業及一般住宅及實驗室分析。

(四)於洛杉磯郡健康服務部門環境保護處環境衛生小組之參訪，其有關室內空氣品質之設備亦採用 FTIR 分析儀，可有效且快速分析多元性化合物，以確保民眾之生活品質及健康問題。

陸：出國期間所遭遇之困難與特殊事項：無。

柒、對本公司之具體建議

本公司對於火力發電廠之各項空氣品質監測，包括有煙道監測系統以及空氣品質監測系統，皆運轉良好，但為求更有效反應整個火力發電廠所在區域之空氣品質狀況及掌握最新監測技術之發展，有必要對開徑式監測儀進一步瞭解和究性。

基於開徑式 FTIR 之各項優勢，未來有取代目前傳統式監測系統之趨勢，本公司應再進一步收集現有開徑式 FTIR 監測儀與傳統式空氣品質監測站及煙道設備進行比對之相關試驗研究結果，及先進國家環境保護單位之使用和認證情形，以確認利用開徑式 FTIR 監測儀用於火力發電廠空氣品質監測之可行性，俟開徑式 FTIR 監測儀之成本下降至與傳統式空氣品質監測儀相近後，即可以逐步汰換方式更替現有之老舊設備，以使本公司空氣品質監測工作能臻至完善，降低民眾之疑慮提昇本公司環保形象。