

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：實習)

燃煤鍋爐最佳化運轉之應用儀測技術

服務機關：台灣電力公司
出國人：職稱：一般工程師
姓名：楊泰然
(姓名代號)：823450

出國地區：德國 瑞士
出國期間：91年09月07日至91年09月21日
報告日期：91年11月20日

93/009104733

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：燃煤鍋爐最佳化運轉之應用儀測技術
頁數 34 含附件：是 否
出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：臺電/楊泰然/02-26815424
出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他
出國期間：91.09.07.~91.09.21. 出國地區：德、瑞
報告日期：91.11.20.
分類/號目
關鍵詞：Coal flow balancing, Optimization, Heat rate, NOx
內容摘要：（二百至三百字）

此次實習任務主要為配合電廠委託之研究計畫「大一機鍋爐運轉即時最佳化系統建立研究」之執行，赴德國 PROMECON 公司以及瑞士 ABB 總公司，針對應用即時最佳化技術提昇燃煤鍋爐運轉效率之匹配技術，實習發電鍋爐粉煤流量平衡技術。

實習目標主要探討粉煤流量(Dirty Air)量測與粉煤細度分佈量測應用儀測，瞭解粉煤流量平衡使用之相關調定裝置，並建立粉煤流量平衡技術實施之基本概念。

計畫緣起於現有燃煤機組煤質(煤源)變化大、採行混燒模式使得爐膛燃燒行為益加複雜，為兼顧環保排放限制及維持鍋爐效率，現場時常面臨運轉最佳化之挑戰，但公司無論新舊機組目前皆普遍缺乏鍋爐運轉即時最佳化諮詢系統之參考應用，也缺少匹配應用儀測提供鍋爐最佳化應用之充足資訊，運轉員難以即時運轉鍋爐於最佳化狀態，因此如何加強匹配儀測技術及落實即時最佳化系統之應用施行，實為當前各火力電廠迫切之需求。

計畫實施要領主要與相關廠家技術人員討論應用即時最佳化技術提昇燃煤鍋爐運轉效率時之匹配技術，實習鍋爐粉煤流量平衡技術:蒐集粉煤流量與細度分佈量測儀測之最新發展資訊、探討平衡技術應用之相關調定裝置、建立流量平衡技術施行之基本概念;最後就實習任務提出此行之心得報告與建議。

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

目 錄

出國報告書審核表

表目錄

圖目錄

第壹章 行程及內容

一、 出國任務

二、 行程及內容

第貳章 心得與感想

一. 鍋爐運轉最佳化應用與粉煤流量平衡

二. 粉煤流量與粉煤細度分佈之測定儀器

三. 粉煤流量平衡技術之施行概念

第參章 建議事項

附表

附圖

表 目 錄

表一. 粉煤量測儀器種類一覽表

表二. 典型的電廠粉煤流量偏差程度與平衡調整經驗

表三. 維持粉煤管之間粉煤流量平衡的益處

表四. 粉煤機 Clean air 與 Dirty air 實際量測結果之比較

圖 目 錄

- 圖一、鍋爐運轉最佳化系統組成之示意圖
- 圖二. 鍋爐運轉最佳化系統之使用型態
- 圖三. 鍋爐運轉最佳化系統之潛在效能
- 圖四. Abb Automation PFMaster®
- 圖五. TR-Tech 所開發的 ECT®系統示意圖
- 圖六. TR-Tech 所開發的 ECT® 系統實圖
- 圖七. PROMECON 公司的 PffLO®系統
- 圖八. 德國SWR公司所發展的微波Myflo KSR 100®
- 圖九. ClampON 公司所發展的手提式粉煤流量偵測系統
- 圖十. 粉煤管內部粉煤流動的繩索現象
- 圖十一. “ASME/ASTM 與 ISO RotorProbe”粉煤取樣法
- 圖十二. ISO 9931RotorProbe®
- 圖十三. 粉煤流量偏差與負載高低變化關係
- 圖十四. 粉煤流量偏差分佈型態與時間關係

第 壹 章 行 程 及 內 容

一、出 國 任 務

此次實習任務主要為配合現場委託之研究計畫「大一機鍋爐運轉即時最佳化系統建立研究」之執行，赴德國 PROMECON 公司以及瑞士 ABB 總公司，針對應用即時最佳化技術提昇燃煤鍋爐運轉效率之匹配技術，實習發電鍋爐粉煤流量平衡技術。

實習目標主要探討粉煤流量(Dirty Air)量測與粉煤細度分佈量測應用儀測，瞭解粉煤流量平衡使用之相關調定裝置，並建立粉煤流量平衡技術實施之基本概念。

計畫緣起於現有燃煤機組煤質(煤源)變化大、採行混燒模式使得爐膛燃燒行為益加複雜，為兼顧環保排放限制及維持鍋爐效率，現場時常面臨運轉最佳化之挑戰，但公司無論新舊機組目前皆普遍缺乏鍋爐運轉即時最佳化資詢系統之參考應用，也缺少匹配應用儀測提供鍋爐最佳化應用之充足資訊，運轉員難以即時運轉鍋爐於最佳化狀態，因此如何落實即時最佳化系統應用、加強匹配儀測技術，實為當前各火力電廠迫切之需求。

計畫實施要領主要與相關廠家技術人員討論應用即時最佳化技術提昇燃煤鍋爐運轉效率時之匹配技術，實習鍋爐粉煤流量平衡技術：蒐集粉煤流量與細度分佈量測儀測之最新發展資訊、探討流量平衡技術施行之基本概念；最後就實習任務提出此行之心得報告與建議。

二、行程及內容

本次出國期間從 91 年 09 月 07 日至 91 年 09 月 21 日，前後共計 15 天，前往 Frankfurt, Germany 與 PROMECON 公司人員研討以及前往 Zurich, Switzerland 的 Asea Brown Boveri Ltd. 總公司。實習鍋爐粉煤流量平衡技術、研討粉煤流量平衡技術施行之基本概念、蒐集粉煤流量與細度分佈量測儀測之最新發展技術資料、討論提昇電廠發電效率之鍋爐運轉最佳化應用技術、參觀電廠實績 MAINOVA, HKW West 之儀測裝置。

(1) 91年09月09日~09月15日，共七天

PROMECON, Inc. (Frankfurt, Germany.)

- 公司簡介 & PROMECON最新發展產品介紹.
- 研討鍋爐運轉最佳化應用儀測經驗.
- 觀摩 MAINOVA, HKW 電廠的儀測應用實績.
- 討論粉煤流量與細度分佈量測儀測之最新發展技術.

(2) 91年09月16日~09月20日，共五天

Asea Brown Boveri Ltd. (Zurich, Switzerland.)

- 公司簡介、部門拜會.
- 實習發電鍋爐粉煤流量平衡技術.
- 研討提昇鍋爐運轉效率之最佳化應用技術.
- 蒐集粉煤流量與細度分佈量測儀測之最新發展技術資料.

第 貳 章 心得與感想

一、鍋爐運轉最佳化應用與粉煤流量平衡

從國外歷年來燃煤火力機組效能提昇改善空間之相關報告分析，其中即時改變運轉設定之技術(如 Improved combustion control、Low excess air operation 兩者各約有 0.8% 與 1.2%之淨熱效率改善潛能)為具備符合經濟效益之重要改善項目之一。91 年度起配合現場委託之兩年期研究計畫「大一機鍋爐運轉即時最佳化系統建立研究」之執行，開始積極引進可協助提昇燃煤鍋爐運轉效率同時降低環保排放值的可行且成熟之鍋爐運轉最佳化應用技術。以下就此技術提出概念性簡介：

通常鍋爐運轉最佳化系統的內建最佳化機制(如圖一)不外乎為使用類神經網路(Neural Net)、統計分析(Statistical Analysis)及人工智慧(A.I. Techniques)等技術,在使用型態上可依應用功能劃分成離線/單次型(Off-line/one-time)、線上/諮詢型(On-line/advisory)、密閉迴路型(Closed-loop)等三類(如圖二)。

經分析比較過去已發展十多年之相關優勢技術,其中即時最佳化技術如 ULTRAMAX, GNOCIS, NeuSIGHT 等具代表性之商業化產品採用了不同的最佳化技術(分別為 Sequential Opt, Neural Net, AI techniques 等),於實際應用時依鍋爐設計類型及燃料種類及燒用模式各有其應用優勢，而此三種最佳化系統之功能隨著電腦系統之快速進展並已跨入線上諮詢型(On-line advisory)或封閉迴路控制(Close-loop control)之實用階段。

鍋爐運轉最佳化的應用係鎖定包括所列目標中某一項或多項--例如降低氮氧化物(NO_x)、改善熱耗率(Heat Rate)、降低燒失量(LOI), 一氧化碳(CO)及透明度(Opacity)等。鍋爐施行最佳化應用過程所做的改變, 由所允許變動的範圍與程度之不同可劃分為狀況一. 控制參數改變(Changes in control variables)、狀況二. 設備設定改變(Changes in equipment settings)及狀況三. 修改硬體(Hardware modifications)等層次。

在狀況一. 控制參數改變: 可以對" 燃用空氣對燃料之比例值、燃燒器傾斜角度、二次空氣空調、過剩空氣" 等控制參數作某種程度的改變, 即只作有限的燃用空氣調整但不涉及燃煤流量的調整。

在狀況二. 設備設定改變: 除保有狀況一, 尚可作燃用空氣與燃煤流量的調整、改變燃燒系統中燃燒器及過火空氣的設定(不一定從控制室內)、改變粉煤機的設定, 如粉煤粒度篩選器/軸頸彈簧壓力/空氣洩漏量等改變。

在狀況三. 修改硬體: 除保有狀況二之外, 尚可在機組滿載下停用一臺粉煤機運轉藉以模擬過火空氣的運轉模式、作一些硬體設備方面的修改, 如加裝粉煤粒度篩選器/飼煤管節流/以分流擋板改善空氣分佈等。當然對於施行前基準狀況再配合不同狀況施行時所做的改變, 將對最佳化程度產生不同的效果(如圖三)。

從 EPRI 相關報告之統計資料得知安裝使用最佳化系統鍋爐數量之成長, 於 1996 年年底之前共 68 座, 於 1997 當年度內新增安裝最佳化系統有 21 座, 1998 當年度內又新增加了 41 座, 即數量上截至 1998 年年底為止共有 130 座發電鍋爐使用最佳化系統來改善

舊有機組的效能，相關報告並提出對發電鍋爐之效能改善普遍地能夠達成下列兩項主要成果，並對控制不透光度、飛灰燒失量也有不錯之成效：

- 降低氮氧化物 (NO_x) 排放量 5% -- 40%
- 降低鍋爐熱耗率 (Heat Rate) 0.5% -- 1.5%

在以下之章節中將針對鍋爐施行最佳化應用過程所做的改變(狀況三)，探討此行實習主題”鍋爐粉煤流量平衡技術”，分別就下列有關議題提出報告：

- a. 粉煤流量與細度分佈量測儀測最新發展狀況，
- b. 粉煤流量平衡技術施行概念。

二、粉煤流量與粉煤細度分佈之測定儀器

現今面對高競爭性的電力市場，歐美許多的大型發電廠對連線監測粉煤(Pf)流量分佈之儀測應用需求更加迫切，過去數年以來相關儀器廠商已掌握運轉員此項需求，投入在此方面之技術有明顯之進展。

應用空燃比之平衡作燃燒系統之調整，被認為對效能及降低成本皆有相當之改善潛能。在燃煤電廠通常粉煤燃料從磨煤機輸送出後由大管路再分送至多數的小管路供給各別的燃燒器使用。除非配合對稱合適的管路及檔板裝置，否則粉煤流量不平衡是常有的現象，即使管路連接處的分流系統運用了節流器來調整輸送粉煤之一次空氣(Clean Air)，但各小管路所分流出去的空氣與粉煤其最後之比例與均勻度也不再平衡。雖然後來有了唯一可用之解決方法-應用”等動量取樣法”(Isokinetic Sampling)，但量測施行時依然有其不準度且耗費人力物力，所獲得的僅為量測時短暫期間之資訊，並無法獲得系統不穩定現象之相關訊息。

現代的儀測與發電電廠之進展，已推出具商業化程度(表一所列)的儀器裝置能夠被用來量測粉煤管路內的固粒物流量，其中有許多的量測原理為廠家和研究機構所採用，但仍然以靜電偵測(Electrostatic detection)、微波發射(Microwave injection)及超音波量測(Acoustic measurements)等為最具競爭力。

目前對於粉煤流量監測儀測裝置之安裝使用已明顯有較多的保證，但對於如何進一步矯正粉煤流量平衡之問題則依然存在，所以許多進行的研究計畫也正試圖著尋求此問題的解決之道。

1. 靜電式偵測方式 (Electrostatic Sensors)

(1). PFMaster®

Abb Automation(與Teesside University共同開發), 使用非侵入式靜電荷偵測計, 感測器環狀排列於粉煤管內面偵測直流電荷(如圖四)。因為從粉煤粒子傳至觸角的電荷量大小深受粒子位置影響, 為了改善此問題使用一對不同寬度的感測器, 較窄的感測器對接近壁面的粒子較敏感而較寬的感測器則測定較遠之粒子。粒子流速以cross-correlation測定絕對值, 準確度可達到 $\pm 2\%$ 。為使安裝工作量可以降至最低目前之設計可偶接裝入標準的彈性管段之間, 工作量明顯較受到特定場所與感測器位置所左右。

(2). ECT Star®

TR-Tech 所開發的 ECT 系統(如圖五、圖六)採用侵入式靜電觸角於粉煤管內同時偵測直流電與交流電, 每一列量測需同時使用各相距 120 度角的三個感測器並利用同軸電纜線外接至控制箱, 另外在管段下游 50 公分處設有第二列的觸角感測器組利用 cross-correlation 方式提供粒子流速之測定。

此項技術也可使用於粉煤機出口偵測粉煤粒子的大小, 在粉煤機出口取兩平面各置一支感測器, 經由取樣提供足夠的校正數據之後, 經模組的組合可線上提供粉煤細度測定結

果，輸出資訊如細度大於 150um 之百分比等，此百分比大小被認為是燃燒不良之主因。雖然此技術仍在持續開發之中，但目前對結果已經可以提出多項保證。

未來計畫將強化 TR-Tech ECT Star® 的兩項功能，於爐膛出口煙道使用數個電極測定以推論飛灰的未燃炭值，另外經由偵測電荷訊號方式，針對粉煤機停用期間提供一次空氣流速(Clean Air Velocity)監測。

2. 微波發射方式 (Microwave Injection)

微波系統使用相對低頻的電磁波，能夠監測整個管段區域且對於粒子形成的繩索狀態與屯積現象相對不具敏感性，粉煤濃度可直接經由粉煤粒子測得訊號(優於處理雜訊與靜電荷訊號之推論方式)，並宣稱經校正之後可以測得粉煤流量的絕對值。由於各感測器線形排列於管路上會吸收微波能量，安裝時也必需考量各感測器的座落位置。

(1). PffLO®

PROMECON 公司的 PffLO® (如圖七)系統採用旋入的微波傳送器及微波接收器來量測粉煤流速及粉煤濃度。實地安裝時一個控制箱的微波產生器可供應至32根管路，每一隻管子的掃瞄時間約需10秒~20秒。

PffLO®系統之排列組合方式，使微波發射在兩個相互垂直的平面，粉煤管管路作用如同微波導管只會受粉煤密度的影響，微波能量的實際頻率主要受管路幾何所決定，從共振頻率與粉煤負載之間的偏差可測量出粉煤密度，微波之使用聲稱可以不受管段上下游設備及煤質水份含量之影響；另於下

游設一支微波接收器以Cross-correlation量測粉煤流速。

PfFLO®系統近期的發展包括有：

- a. 用接收器量測靜電荷使對速度量測有另一選擇的基楚.
- b. AirFLO®藉著偵測從空氣預熱器再循環的飛灰粒子可以作二次空氣的測量.
- c. CO與NO_x的輸入值提供儀測對燃燒的檢視.
- d. AshFLO®可量測飛灰特性, 如飛灰未燃炭(CIA)。

(2). Myflo KSR 100®

德國SWR公司所發展的微波流量計測系統, 最新之發展宣稱可同時量測相對粉煤流量及絕對粉煤流量(需校正)且準確度可達 $\pm 2\%$ 以內。此系統功能不受粉煤粒子大小或燃煤種類等所影響並且可以免除粉煤之累積與磨耗。所使用的三組微波傳送器/接收器裝置(如圖八)在軸向分隔120度分別安裝。

發射的微波能量約24.12GHz藉陶磁接頭傳入粉煤管內, 並由粉煤移動粒子彈射回來之訊號進行量測, 由於欠缺訊號之定義無法應用cross-correlation velocity, SWR公司所發展的系統為靜電基礎之量測; 探頭必需套焊於25mm的挖口, 校正需經由等動量取樣方式來達成; 本系統之控制信號箱可提供線上繪圖功能並可處理256個訊號。

3. 超音波量測方式 (Acoustic Measurements)

(1). CSIRO Minerals (Australia)

CSIRO Minerals已發展活躍的超音波粉煤流量量測技術,透過粉煤管傳送60kHz的超音波,系統為可移動式,藉由兩隻(成為一組)與管子呈60度角的超音波傳送器組可測定粉煤分佈,並利用超音波傳送器之間不同方向之時差以測定粉煤流速,測定之輸出含有:粉煤密度、流速及質量等。由於校正之穩定,本系統號稱其準確度將優於其它種類之技術,並且宣示系統的功能也不受各煤質之特性--諸如燃煤型態、灰份與水份含量等所影響。原型機曾於Bayswater Power Station (Macquarie Generation in Australia)作過測試,所測得之結果與飼煤器的數據相比較:a. 飼煤負載的相對誤差在3.9%以內, b. 粉煤流速之相對誤差則在5.5%以內。

(2). ClampOn (Finland)

ClampOn (Finland)與分公司Acoustica (Norway)所發展的產品"Pulverised Coal Flow Balancing System"(如圖九)係以壓電式感測器來偵測粉煤粒子在管路內所發出之聲響,其宣稱該系統不會受到粉煤粒子之大小、形態而影響功能,並可達到誤差在7.5%以內之準確度。組成系統的四隻感測器只使用繩子安裝於粉煤管管路使得系統可在不影響電廠運轉之狀況下移動應用。該公司並進一步對連線測定粉煤粒子大小技術也進行發展中。

4. 外抽取測方式 (Extractive Methods)

M&W 所發展的 Automatic Coal Flow Monitor(ACFM®)為自動化的 RotorProbe, 於預定的時間間隔進入粉煤管內並依先前使用皮氏管量測過 Dirty-air 的數據決定取樣速度, 取樣器具有由電動馬達所帶動可進行”插入/抽出”以及”使取樣頭旋轉”等兩種主要之移動機制, 取樣頭在進行取樣之前並已預先加熱以防止產生冷凝問題。每一個取樣的粉煤煤樣經稱重之後可以導回粉煤管或者裝瓶再供其它分析用。

ACFM®系統因具有許多活動零件所以較為複雜和價位昂貴, 相對於永久性固定安裝於所有管路之測定系統, 此系統的設計較偏向於可攜式儀測, 當個別的抽取測定及取樣進行時只能使用同一平均速度, 尚無直接的回饋動作可以改變速度設定。

另有 Insitec 發展組合 RotorProbe 的 EPCS®量測系統, 其主要設計作為粉煤粒子大小之量測分析, 當然如藉由先前提及的光學方法之應用, 它也能夠檢測出粉煤的質量流率。

三、粉煤流量平衡技術之施行概念

為順利探討有關粉煤流量平衡之技術，於出國之前收集相關資料，整理出值得與國外專家研討之相關問題如下：

- a. 維持粉煤流量平衡的益處有那些？（參表三）
- b. 進行Dirty Air量測之必要性？
- c. ASME粉煤取樣法與ISO RotorProbe取樣法兩者之準確性？
- d. 調整粉煤平衡應選擇以速度或流量為基準？
- e. 平衡粉煤流量時節流器之選用？
- f. 粉煤平衡做過後其有效性可維持多久？
- g. 粉煤平衡狀態與負載高低之關連性？
- h. 粉煤流量即時監控儀測系統的應用實績？

以下說明主要施行概念：

1. "Clean Air與Dirty Air"流量量測.

施行粉煤平衡時若只針對粉煤機各分流管線之一次空氣(Clean air)作平衡，則由於空氣與粉煤粒子之間的交互作用(即 Two-phase flow)，實際上所平衡結果將與粉煤流量平衡(Dirty air)不相吻合。

比較三種不同的粉煤機(C-E, B&W, F-W)實際量測案例(參表四)，經過使用限流器調整之後其粉煤流量(Dirty air)平衡、一次空氣(Clean air)平衡之結果，所有粉煤管以平均流量值為準之總平均偏差狀況表示，發現一次空氣(Clean air)平衡結果之平均偏差普遍的遠

大於粉煤流量(Dirty air)平衡結果之平均偏差。

故使用皮氏管於量測燃燒器管段 dirty air 的流速時,必需處於正常粉煤管承載下的實際運轉狀況。

2. “ASME/ASTM與ISO RotorProbe”粉煤取樣法.

傳統粉煤取樣,尤其為了測定粉煤細度(非測定粉煤流量)所常取用之方法為ASME/ASTM Method,在粉煤管上同一位置從相互交叉90度方向的兩個取樣孔沿著粉煤管直徑橫向施行取樣(如圖十一),此種取樣方法的結果會被質疑是否受到”取樣抽取速率”及”管內粉煤流量分佈(如Coal Roping 現象,如圖十)”所影響?

從相關報告可得知變化取樣抽取速率(Ex: Isokinetic sampling 與High Recovery Sampling)對測定粉煤細度結果之影響(200Mesh粉煤粒子)相差8%以上;由於ASME/ASTM Method無法涵蓋整個粉煤取樣截面而使得管內粉煤流量分佈(Coal Roping)狀況對測定粉煤細度結果之影響(200Mesh粉煤粒子)有相差9%以上之情況存在。

ISO (International Standards Organization) Method 9931的RotorProbe(如圖十二)使用帶有4個取樣孔的旋轉靶子,取樣孔靠經過特定期間的時間提供整個截面的取樣量指示。

RotorProbe增加粉煤管內之取樣截面使粉煤流量測定結果具有代表性,是施行粉煤機效能測試時用以測定粉煤管之間粉煤流量分佈的較佳選擇。同時也由於等動量抽取速率(Isokinetic extraction rate)使得粉煤細度更具代表性。故對粉煤細度及粉煤流量進行等動量取樣時(特別可能存在有coal roping)採用ISO RotorProbe 會優於採用the ASME/ASTM Method(如圖十一)。

3. 粉煤平衡特性與調整方式之選擇

燃燒器管段之間的粉煤流量偏差與負載高低變化關係(圖十三)，於滿載減至低載時，通常燃燒器之間管段的粉煤流量偏差屬於中等的偏差會消除，而傾向“高”偏差的管段會保持在高位置，傾向於“低”偏差的管段則仍保持在低位置。故施行粉煤流量平衡之測定宜於接近機組滿載之狀況下施行。

大多數加裝有 Low-NOx burner 的廠家均要求粉煤流量偏差必需小於 $\pm 10\%$ ，故粉煤平衡有其普遍的需求性。但由於典型的電廠運轉狀況下，燃燒器管段間的粉煤流量偏差通常大於 $\pm 20\%$ (參表二)，故只靠單獨採用二次空氣的調整將甚少有機會使燃燒器的空燃比 (air/fuel ratio) 或燃燒均勻化，因此通常會在施行安裝即時粉煤流量測定儀器系統或者使用空燃比管理系統之前皆需要先行要求做好燃料平衡。

如果使用磨耗性不高的燃煤並且在節流器的中間部份未明顯磨耗的狀況下，於相隔三年後重覆量測粉煤流量偏差，顯示分佈型態並未改變(如圖十四)。使用“固定式陶磁節流器”，通常可以很有效益地達成粉煤流量平衡並維持了數年；對於會有燃料混拌改變或未來將有燃燒器更新或使用易磨耗燃煤機會等情況，則應該考慮使用“可調式節流器”。

唯有以校正過的飼煤器才能達成鍋爐粉煤流量的均勻化，故為了達成燃燒均勻且降低飛灰燒失量，則“以節流器調整粉煤流量”以及“定期進行校正飼煤器”兩者皆是必要的要求。對於眾多已發展成商品化之即時粉煤流量量測儀測系統(Real-time coal flow measurement systems)，則仍建議使用時必需和工業標準粉煤流量量測儀器(例如，ISO 9931 RotorProbe)先一起進行效能確認測試後再使用。

第 參 章 建 議 事 項

- 一. 燃煤機組為本公司火力發電之主力,由於多樣煤源及採用爐膛共燒模式(Co-fired)加以燃煤本身複雜的燃燒行為,使得在維持環保限值的要求下,期望能兼顧達成高效率的鍋爐運轉,這將是一件充滿挑戰的課題,建議公司積極引進可行之鍋爐最佳化技術及強化升級相關儀測設備,以協助運轉人員達成運轉目標。
- 二. 燃煤鍋爐最佳化系統(PP0)的應用技術對舊有發電鍋爐效能改善於1998年之前已有(130座鍋爐)普遍的成功案例,能夠降低氮氧化物排放量5%--40%以及改善機組熱耗率0.5%--1.5%,值得公司舊有燃煤鍋爐積極引進,本所亦已於91年度起陸續配合各電廠之需求狀況積極規劃及進行研發案。
- 三. 考慮燃煤鍋爐之複雜性,為使鍋爐最佳化技術之施行成效能落實於電廠,建議在特定電廠的實際施行工作務必於規劃時作整體性考量,除檢視鍋爐現有設備之可操作特性之外,應搭配應用粉煤平衡調整技術、重視鍋爐相關儀測校正基本問題。
- 四. 建議對於具代表性的不同型式燃煤鍋爐(諸如CE切火式、B&W對火式、FW對火式等鍋爐)進行示範研究案,經由該系統在電廠的實際安裝工作/應用管理/維護負擔等全程實務經驗的累積,建立專案管理的能力,以進一步掌握該技術在本公司之推廣應用。

Company	Country	Principle	Parameters	Mode of sensing
ABB Automation	UK	Electrostatic	Velocity Concentration	Non-Restrictive
Acoustica	Norway	Ultrasonic	Concentration Velocity	Non-Restrictive
ClampOn	Finland	Ultrasonic	Concentration Velocity	Non-Restrictive
CSIRO Minerals	Australia	Acoustic	Concentration Velocity	Non-Restrictive
Flow Force Technology	Australia	Impact plate	Mass flow rate	Restrictive
GE(EER)	USA	Rotorprobe	Mass flow rate	Restrictive
INERCO	Spain	Rotorprobe	Mass flow rate	Restrictive
K-Tron	UK	Impact plates	Mass flow rate	Restrictive
M&W	Denmark	Rotorprobe	Mass flow rate	Restrictive
Milltronics	UK	Impact plate	Mass flow rate	Restrictive
Mission Instruments	USA	Rotorprobe	Mass flow rate	Restrictive
PCME	UK	Electrostatic Optical	Mass flow rate Velocity Concentration	Non-Restrictive and Restrictive
Oxford Instruments	UK	Electrostatic	Mass flow rate	Restrictive
Promecon	Germany	Microwave	Mass flow rate Concentration Velocity	Non-Restrictive
Ramsey	USA	Capacitance Microwave	Mass flow rate Concentration Velocity	Non-Restrictive
Rospen Industries	UK	Mechanical	Mass flow rate	Restrictive
S-E-G	UK	Coriolis	Mass flow rate	Restrictive
SWR Engineering	Germany	Microwave	Concentration	Non-Restrictive
TR-Tech Int. Oy	Finland	Electrostatic	Mass flow rate	Restrictive
Truscott	UK	Impact plate	Mass flow rate	Restrictive

表一. 粉煤量測儀器種類一覽表

Pulverizer Type	Initial Coal Flow Deviation	Final Coal Flow Deviation
F-W	±11.7%	±1.5%
B&W	±29.2%	±4.3%
C-E	±25.4%	±3.2%
C-E	±28.3%	±9.6%
B&W	±16.1%	±4.1%
C-E	±32.4%	±4.4%
C-E	±38.0%	±7.7%
C-E	±38.2%	±8.3%
B&W	±22.8%	±4.9%
C-E	±39.3%	±11.3%
F-W	±31.5%	±4.8%

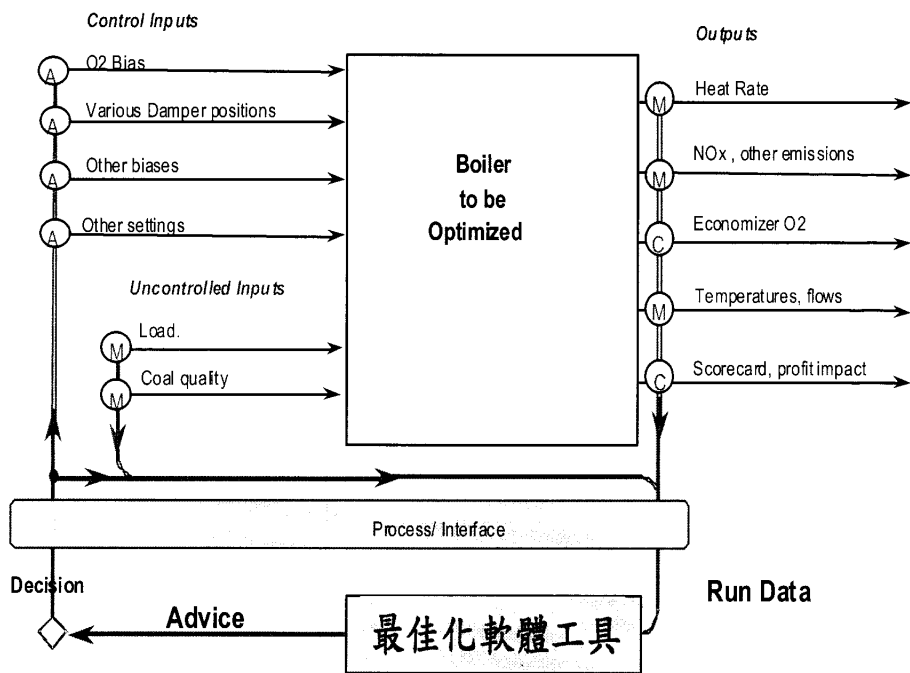
表二. 典型的電廠粉煤流量偏差程度與平衡調整經驗

- Meet NOx emission with sufficient margin
- Lower LOI
- Lower slagging
- Margin to lower excess air
 - lower NOx
 - less auxiliary power
 - higher efficiency

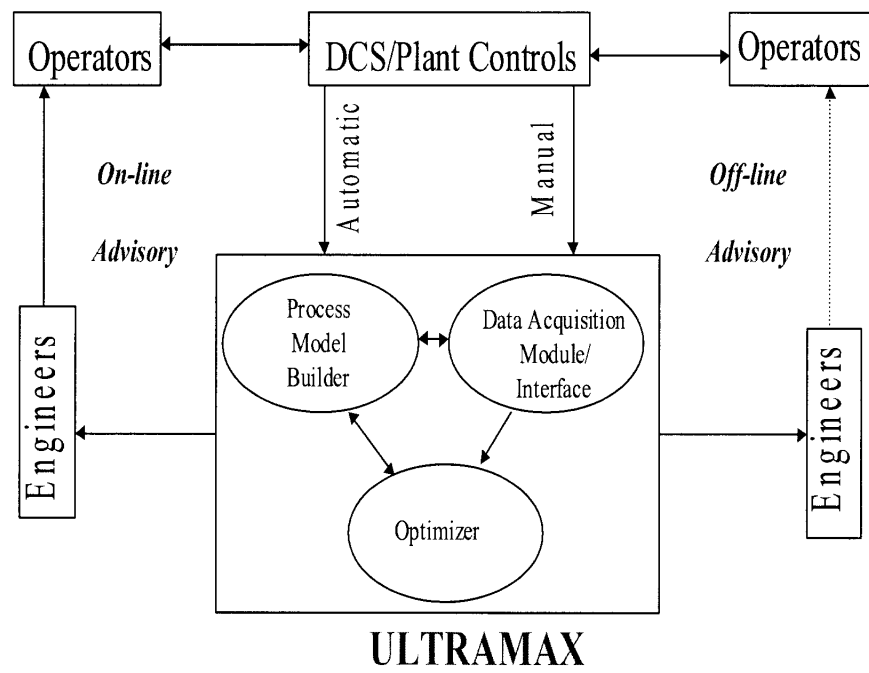
表三. 維持粉煤管之間粉煤流量平衡的益處

Pulverizer Type	Final Dirty Air Deviations	Final Clean Air Deviations	Location
C-E	±4.8%	±13.4%	New Hampshire
C-E	±6.1%	±14.1%	New Hampshire
C-E	±3.3%	±25.0%	New Hampshire
B&W	±7.6%	±19.1%	Ohio
F-W	±3.4%	±17.7%	Iowa

表四. 粉煤機Clean air與Dirty air實際量測結果之比較



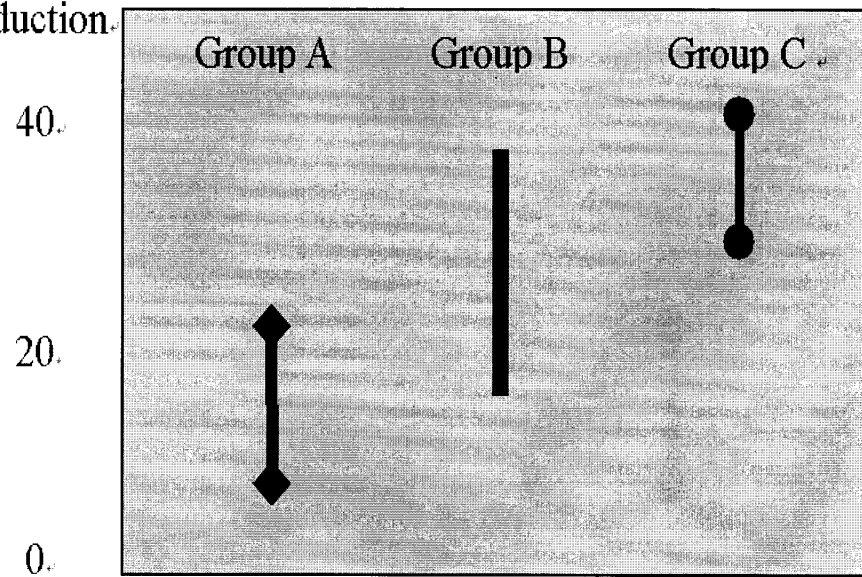
圖一、鍋爐運轉最佳化系統組成之示意圖



圖二、鍋爐運轉最佳化系統之使用型態

% NO_x

Reduction.

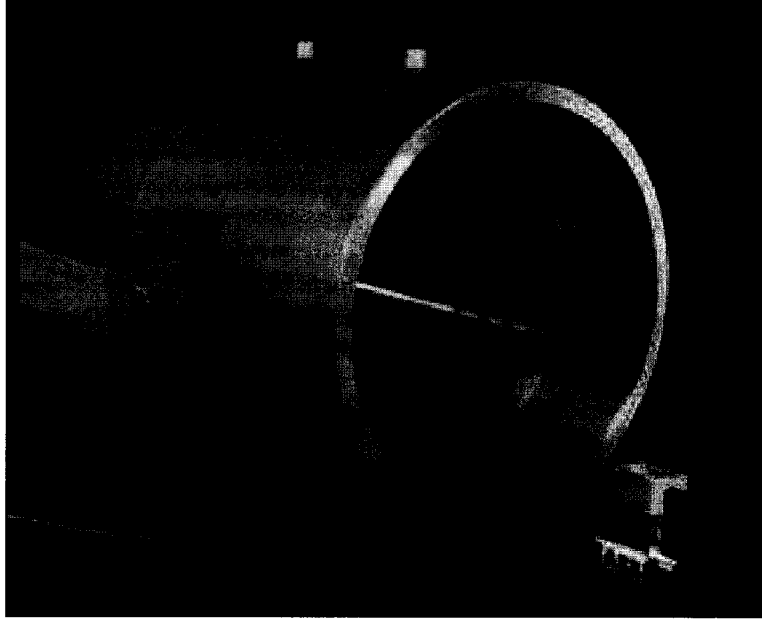


Increasing Operating Flexibility.



Worsening Operating Condition of Existing Equip

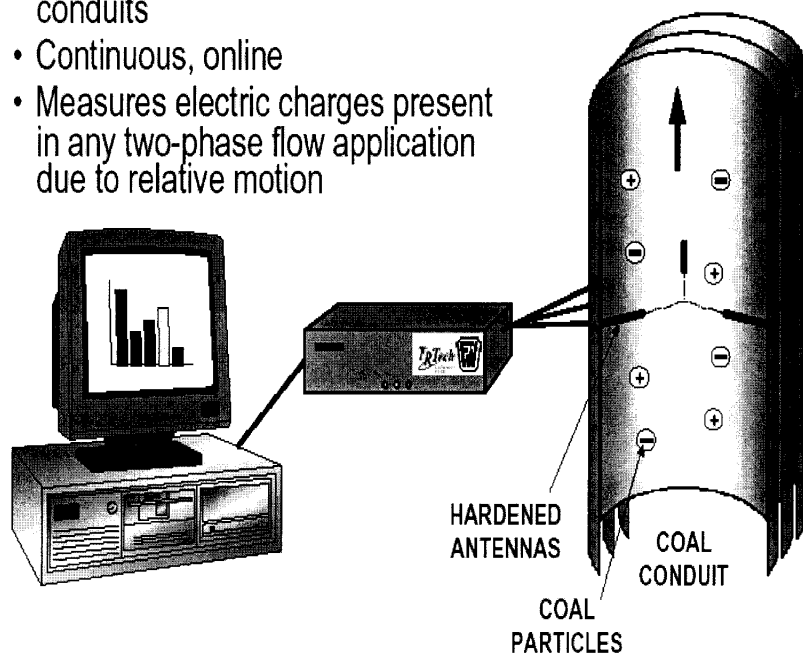
圖三、鍋爐運轉最佳化系統之潛在效能



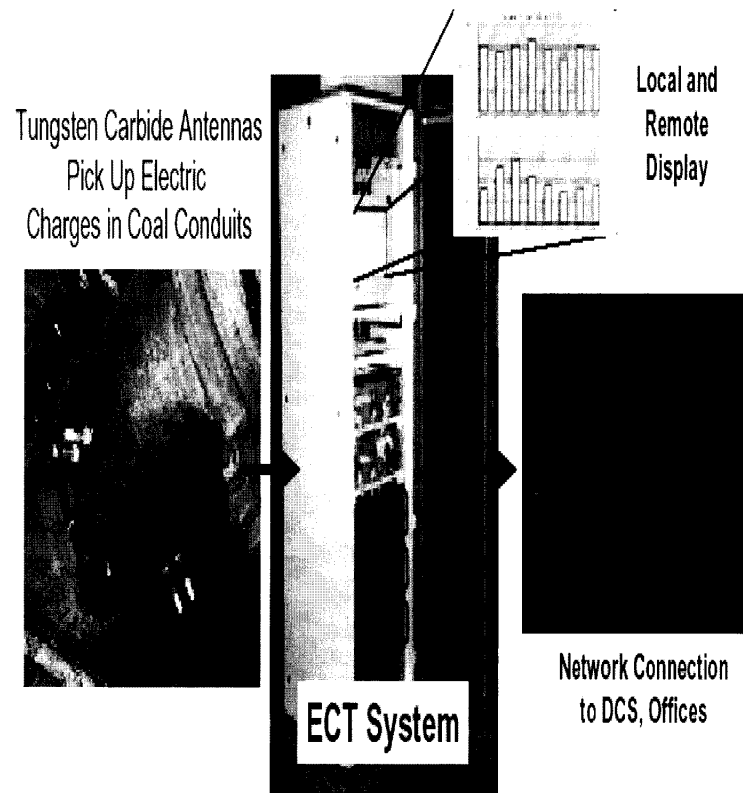
圖四、ABB Automation PFMaster

ECT Burner Coal Flow Measurement

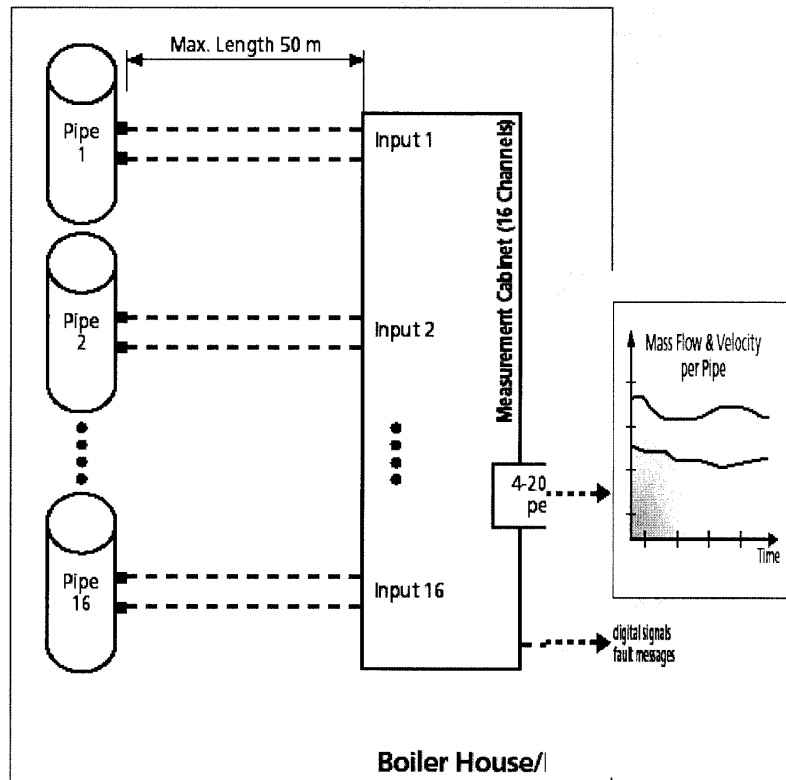
- Relative coal flow measurement between conduits
- Continuous, online
- Measures electric charges present in any two-phase flow application due to relative motion



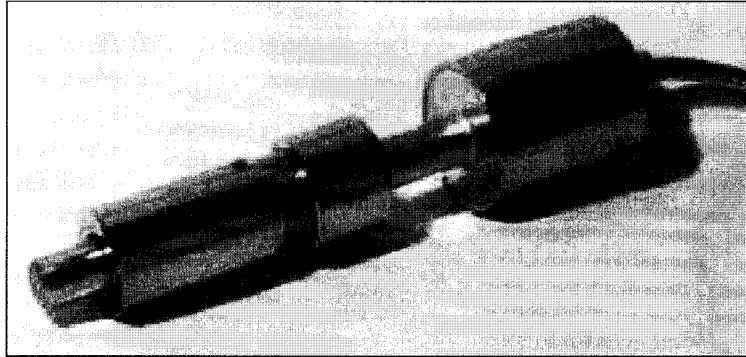
圖五、TR-Tech所開發的ECT 系統示意圖



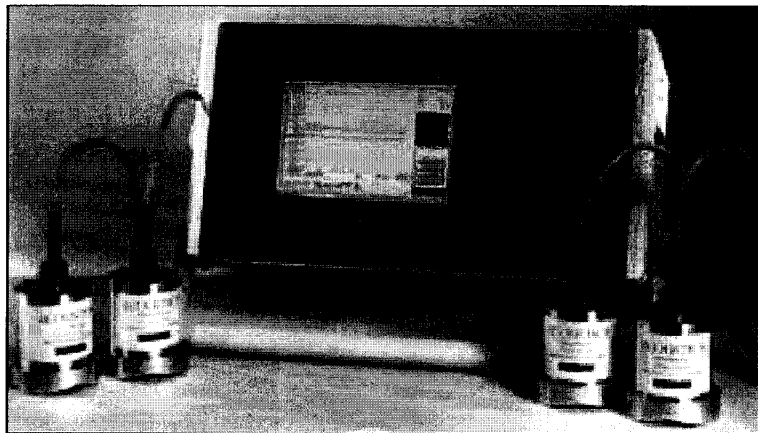
圖六、TR-Tech所開發的ECT 系統實圖



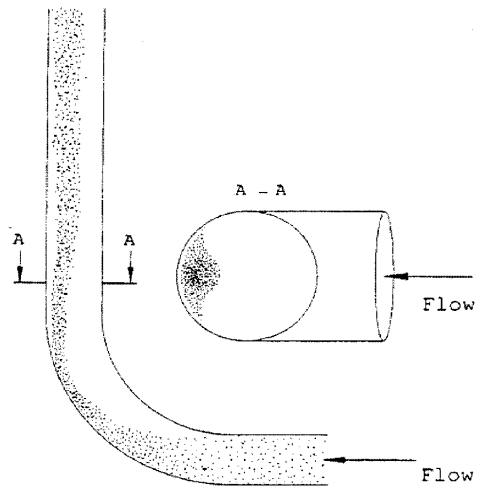
圖七、PROMECON 公司的 Pfflo®系統



圖八、德國SWR公司所發展的微波Myflo KSR 100®

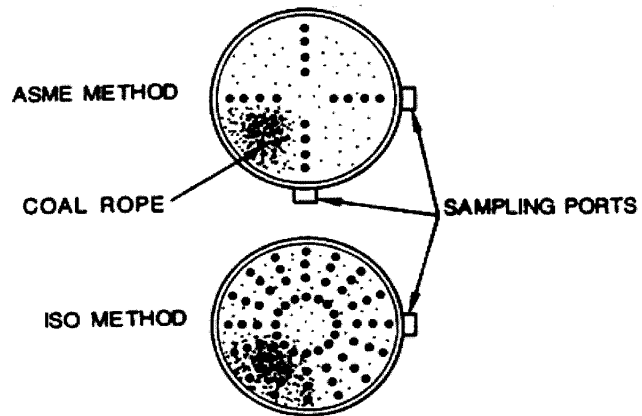


圖九、ClampON公司所發展的手提式粉煤流量偵測系統
(Pulverized Coal Flow Balancing System)

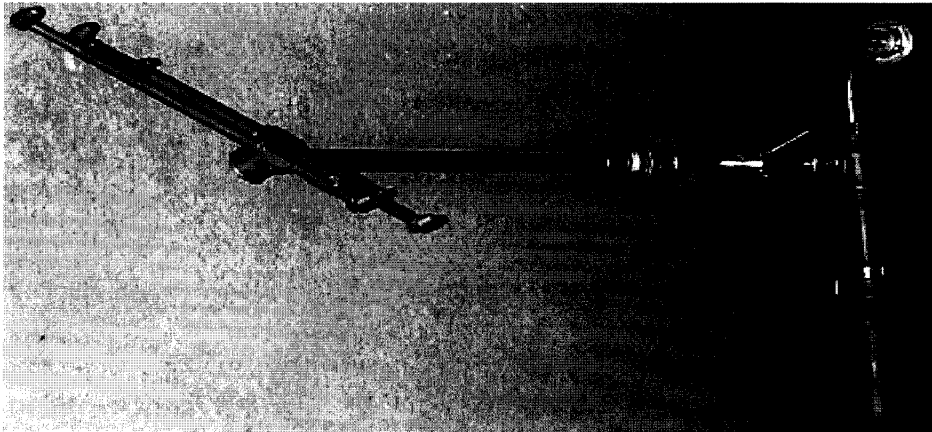
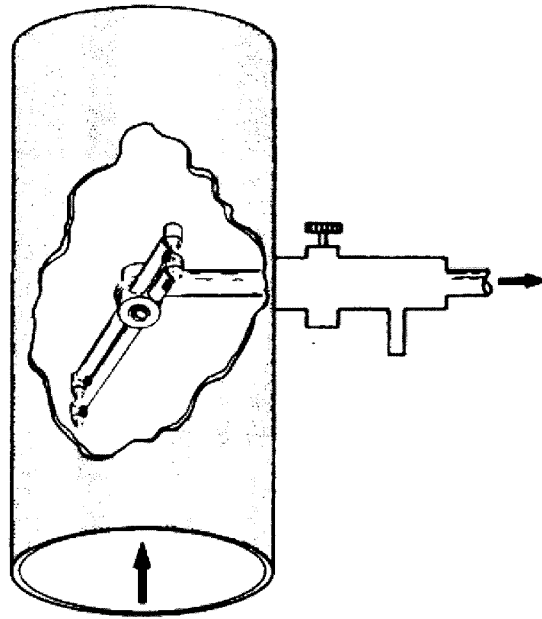


Roping Phenomenon.

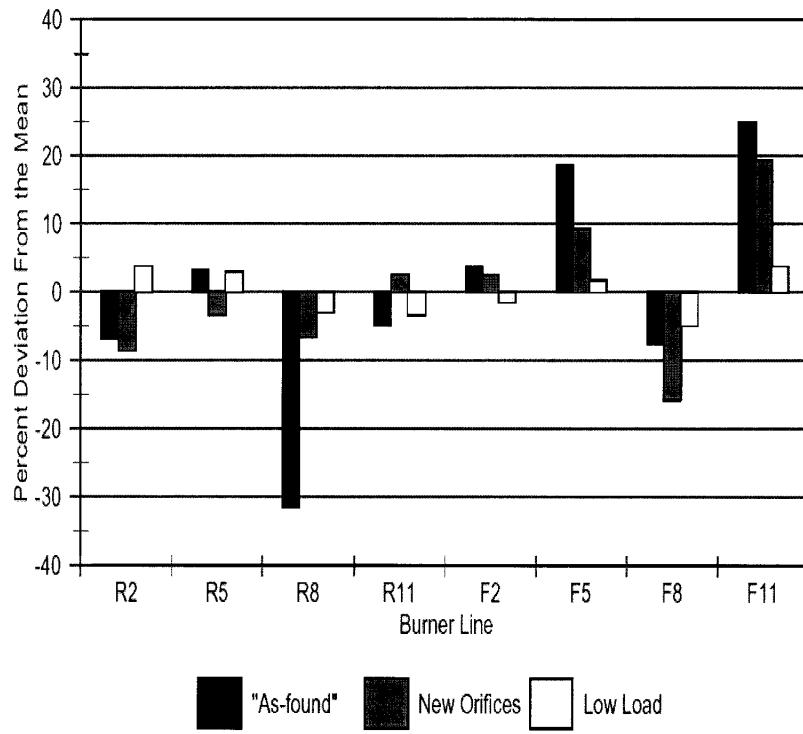
圖十、粉煤管內部粉煤流動的繩索現象



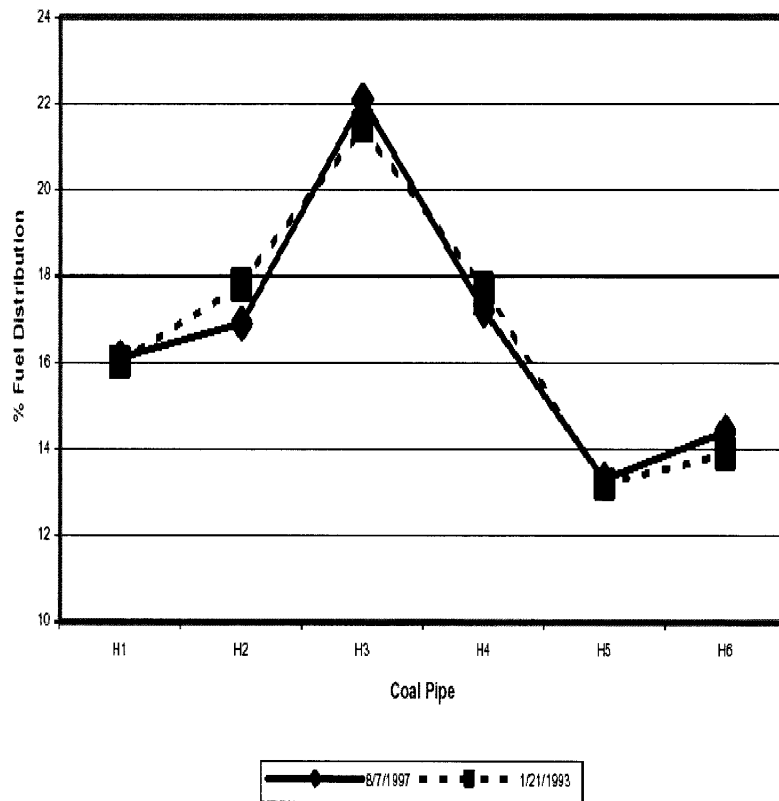
圖十一：“ASME/ASTM與ISO RotorProbe”粉煤取樣法



圖十二. ISO 9931RotorProbe[®] 示意圖/實照



圖十三. 粉煤流量偏差與負載高低變化關係



圖十四. 粉煤流量偏差分佈型態與時間關係