

出國報告（出國類別：其他）

參加美國 2011 Power-Gen 全球電力展覽研討會及參訪 Escalante 發電廠

服務機關：臺灣電力公司

姓名職稱：賴如椿/儀控資訊組長

林春景/機械資深研究專員

派赴國家：美國

出國期間：100 年 12 月 12 日至 12 月 19 日

報告日期：101 年 1 月 16 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加美國 2011 Power-Gen 全球電力展覽研討會及參訪 Escalante 發電廠

頁數 63 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

賴如椿/台灣電力公司/發電處/儀控資訊組長/02-23666530

林春景/台灣電力公司/綜合研究所/機械資深研究專員/02-80782276

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他（開會）

出國期間：100 年 12 月 12 日至 100 年 12 月 19 日 出國地區：美國

報告日期：101 年 1 月 16 日

分類號/目

關鍵詞：燃燒效能、粉煤流平衡、最佳化調控、吹灰管理

內容摘要：（二百至三百字）

本報告內容，包括出國緣起與任務說明、電力科技產業展覽會內容摘要、研討會論文集內容摘錄、電廠參訪紀要及心得與建議，在電力科技產業展覽研討會方面，摘錄議題包括煙氣溫度及 O₂、CO、H₂O 成份濃度量測系統及其與最佳化控制系統的整合應用、空氣流量感測器，尤其是二次風量的量測應用、燃燒效能最佳化分析軟體應用、複循環機組熱回收鍋爐使用壽命管理及因應新設計介紹、粉煤流平衡測試報告、鍋爐吹灰最佳化管理系統使用等等，在電廠參訪方面，除了報告蒐集到的機組實際運轉資料外，亦摘要該機組新近安裝的煙氣溫度及 O₂、CO、H₂O 成份濃度量測系統與燃燒最佳化應用控制系統的整合實際應用情形。

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

目 錄

圖目錄	iii
表目錄	vi
壹、出國緣起與任務	1
1-1 出國緣起	1
1-2 出國任務	1
貳、出國行程及工作概要	3
參、2011Power-Gen 全球電力展覽研討會工作內容	4
3-1 2011 Power-Gen International 全球電力展覽研討會	4
3-2 ZoloBOSS 量測系統	5
3-3 Air Monitor IBAM™ Probe 空氣流量感測器	8
3-4 展覽會內容	10
3-4-1 美國 Babcock & Wilcox 公司 Focal Point 應用軟體	11
3-5 研討會內容	13
3-5-1 HRSG 循環出力及其壽命管理報告	13
3-5-2 Alstom's HRSG 新設計報告	15
3-5-3 修改粉煤機設備以燃用 100%木質顆粒測試報告	18
3-5-4 1300 MW 燃煤機組燃燒效能改善報告	20
3-5-5 粉煤機粉煤流分佈控制報告	23

3-5-6 粉煤機粉煤流分佈最佳化報告-B&W PGG' s EvenFlow™.....	26
3-5-7 美國 Ameren Sioux 1 Knowledge-based Optimization 報告.....	28
3-5-8 鍋爐吹灰最佳化管理系統改善爐管熱傳效能報告.....	30
3-5-9 熱功效能監視系統提升生質能電廠出力及員工參與報告...	32
肆、新墨西哥州 Escalante 電廠參訪工作內容.....	34
4-1 Escalante 電廠簡介.....	34
4-2 發電廠資訊及主要設備.....	35
4-3 Emerson 最佳化高階程式控制軟體之運作情形.....	36
4-4 鍋爐優化燃燒 ZoloBOSS 雷射測量系統.....	37
4-5 高階控制 APC 與雷射量測結合運作情形.....	40
伍、心得與建議.....	43
陸、參考文獻.....	44
柒、附錄.....	47

圖 目 錄

圖 3-1 2011 Power-Gen International 總覽	5
圖 3-2 針對特定成份量取雷射光譜	6
圖 3-3 %CO 可由量取(Pabs/P)分析而得 1-2 出國任務	7
圖 3-4 安裝於爐膛不同位置進行量測	7
圖 3-5 IBAM™ Probe 空氣流量感測器量測原理	8
圖 3-6 IBAM™ Probe 感測器 TA 及 SA 量測孔數目及位置	9
圖 3-7 IBAM™ Probe 感測器校正常數 (Calibration coefficient)	9
圖 3-8 Babcock & Wilcox 公司最佳化軟體 Focal Point	9
圖 3-9 Focal Point 最佳化調校的結果	12
圖 3-10 提出機組因 Cycling 可探討的一些問題	14
圖 3-11 提出機組因 Cycling 影響探討的步驟	15
圖 3-12 HRSG 傳統與 OCC™ 設計比較	16
圖 3-13 HRSG 大集水箱管壁厚度約為熱傳管厚度之 3 倍	17
圖 3-14 傳統 HRSG 大集水箱管壁厚度約為熱傳管厚度之 8 倍	17
圖 3-15 ZoloBOSS+Emerson Smart Process 架構	20
圖 3-16 燃燒參數調控前後 ZoloBOSS 量測結果	21
圖 3-17 ZoloBOSS 與 SmartProcess 整合後運作結果	22
圖 3-18 ZoloBOSS 與 SmartProcess 整合後運作結果	23

圖 3-19 粉煤流分佈不平衡可能產生之問題	24
圖 3-20 引導粉煤流的角塔(Turret)做了修正	24
圖 3-21 CFD 模擬確認修正可以使粉煤流分佈平衡	25
圖 3-22 分離器 A 出口的粉煤流分佈由 $\pm 28\%$ 改善至 $\pm 14\%$	25
圖 3-23 分離器 B 出口的粉煤流分佈由 $\pm 32\%$ 改善至 $\pm 7\%$	26
圖 3-24 粉煤流與一次風流量分佈測試結果	27
圖 3-25 EvenFlow™ 裝置架構	27
圖 3-26 EvenFlow™ 裝置後粉煤流分佈調整結果	27
圖 3-27 空氣分級燃燒改裝前 LOI 排放情形	28
圖 3-28 空氣分級燃燒改裝後 LOI 排放情形	29
圖 3-29 FocalPoint ON-OFF 前後 LOI 排放情形	29
圖 3-30 Powerclean™ 運作後再熱噴水改善結果	31
圖 3-31 Powerclean™ 運作後熱耗率改善結果	31
圖 3-32 機組運轉性能不符合預期	32
圖 3-33 資料不完整使機組運轉性能改善不易	33
圖 3-34 熱功效能監視系統監視項目	33
圖 4-1 燃燒優化器(Combustion Optimizer)	36
圖 4-2 燃燒器風門控制	37
圖 4-3 系統光纖傳輸示意圖	38

圖 4-4 即時燃燒煙氣溫度/O ₂ /CO/H ₂ O 量測結果.....	39
圖 4-5 即時燃燒煙氣溫度/O ₂ /CO/H ₂ O 量測結果.....	39
圖 4-6 控制系統全覽畫面(System Overview)	40
圖 4-7 燃燒優化開發區.....	42
照片 4-1 Escalante 電廠(Tower 冷凝器).....	34
照片 4-2 Escalante 電廠(煙囪及儲水池).....	34
照片 4-3 Escalante 電廠參訪團成員.....	35
照片 4-4 現場偵測器安裝(後爐)	38
照片 4-5 現場偵測器安裝(前爐)	38
照片 4-6 現場控制器.....	38

表 目 錄

表 2-1 出國行程及工作概要.....	3
表 3-1 為木質顆粒研磨前後細度分佈比較.....	19
表 3-2 燃燒參數調控前後效能改善情形.....	22

壹、 出國緣起與任務

1-1 出國緣起

美國在台協會於2011年11月中旬，邀請本公司派員赴美參加2011年12月13日~16日，於美國內華達州拉斯維加斯市舉辦之2011 Power-Gen International全球電力展覽研討會(邀請函如附錄一所示)，並就近參訪位於新墨西哥州之Escalante電廠之ZoloBOSS雷射光譜監測系統及Emerson APC的實機操作情形，本公司認為參加Power-Gen International全球電力展覽研討會，可直接與該領域之專業技術工作者討論，應可獲取有益資訊，同時前往美國Escalante發電廠，深入瞭解該電廠裝置之燃氣溫度、燃氣含O₂、CO、H₂O等成份濃度量測技術及Emerson最佳化高階程式控制軟體之運作情形，對未來工作業務應有所助益，因此派員參加美國在台協會籌組之Itinerary of Taiwan Delegation, 2011 Power-Gen International 2011年美國國際電力大展台灣參訪團，執行此項公務出國任務。

1-2 出國任務

此行任務除了於Power-Gen International展覽會場內，參與展覽研討會之討論，不但與展覽廠家及簡報講演專家進行雙向溝通，並蒐集研討會專業技術論文，瞭解全世界在電力科技領域上的發展及努力方向外，亦參訪一座燃煤電廠，針對ZoloBOSS雷射光譜監測系統與

Emerson公司燃燒最佳化軟體的實機裝置與操作進行瞭解。

在美國能源部國家能源科技實驗室（Department of Energy's National Energy Technology Laboratory，NETL）的贊助之下，就 ZoloBoss量測系統與燃燒最佳化軟體結合的高階程式控制（Advanced Process Control，APC）間的整合應用，進行了兩個燃煤機組的建置示範計畫【1】，這兩部機組為AEP（American Electric Power）公司 John Amos電廠的#3號機【2】及DTE（Detroit Edison）公司Belle River電廠的#2號機【3】，其中Belle River使用NeuCo公司的CombustionOpt[®]最佳化軟體，至於 John Amos電廠用的APC產品，則為Emerson公司的SmartProcess最佳化軟體，與此次參訪的電廠使用同樣系統，亦利用此次機會，瞭解該系統的運作模式，對本公司未來建置類似系統提供助益。

貳、出國行程及工作概要

此次公務出國係應美國在台協會之邀請參加，因此出國行程及工作概要為配合美國在台協會所安排，如附錄二，摘錄如表 2-1 所示。

表 2-1 出國行程及工作概要

日期	行程工作概要
12/12 (一)	台北→美國洛杉磯→拉斯維加斯
12/13 (二)	參加美國 2011 Power-Gen 國際電力大展研討會。
12/14 (三)	參加美國 2011 Power-Gen 國際電力大展研討會，晚上搭機前往阿布奎基市。
12/15 (四)	參訪 Escalante 燃煤電廠。
12/16 (五)	拜訪美國新墨西哥州商務發展部，下午搭機回拉斯維加斯。
12/17~12/19	拉斯維加斯→美國洛杉磯→台北

參、2011 Power-Gen International 全球電力展覽研討會工作內容

3-1 2011 Power-Gen International 全球電力展覽研討會

2011 Power-Gen International 全球電力展覽研討會，為美國 PennWell 公司及 Power Engineering Magazine 雜誌社所贊助主辦【4】，這一個全球電力展覽研討會，每年都會在美國舉行，分別於內華達州的拉斯維加斯市及佛羅里達州的奧蘭多兩地輪流進行，今年則在拉斯維加斯市辦理，對電力科技事業的參與者而言，是一個可獲取電力科技最新發展趨勢的極佳場合，不管是產品開發者或使用端，都可藉由面對面的溝通，獲取寶貴資訊，主辦單位並就為何要參與此盛會，提出五點理由【5】，如 Power-Gen International 全球電力展覽研討會為電力科技工業領導者，全球超過 1200 家公司及 19000 的人員參與以獲取創新的電力市場解決方案，今年增加天然氣及再生能源方面的經濟論壇，邀請電力科技領域上專家進行論壇及進行電力科技專業議題的簡報及研討等等，都值得前往參加，今年參與此電力展覽研討會之總覽，如圖 3-1 所示【6】，包括來自於 92 個國家及超過 20000 人員參與，1200 個展覽攤位，27 位國際團體代表出席，200 個工業界專家，39 個研討議程，12 個研討議題，並提供 10 個小時專業訓練課程的修習學分（Professional Development Hour，PDH）。

參與美國在台協會帶團之 2011 Power-Gen International 全球電力

2011 HIGHLIGHTS

- Record-breaking attendance: over 20,000 attendees from 92 countries
- 1,200 exhibiting companies
- 27 international delegations
- 200 Industry experts
- 39 Conference sessions
- 12 Tracks
- 10 PDH credit hours
- 2 Co-located events

[Click here to view the 2011 Papers of the Year winners](#)

圖 3-1 2011 Power-Gen International 總覽

展覽研討會，除了於會場與參與展覽之產品及應用系統之專家交換意見外，亦安排與美國 Zolo Technologies、AMC Power、LP Amina 及 REXA 等公司之專業技術人員討論，就各該公司發展的系統進行瞭解。

3-2 ZoloBOSS 量測系統

ZoloBOSS 量測系統為美國 Zolo Technologies 公司發展之產品，用於量測煙氣之溫度及煙氣含 O₂、CO、H₂O 等成份之濃度，美國 ZoloBOSS 量測系統之專家，曾於今年中赴臺中電廠進行評估機組安裝的可能性，並與本公司同仁進行廣泛討論，期間更提供簡報兩場【7-8】及建議本公司安裝於中七機【9】與該機組的 Emerson 最佳化應用系統結合，但本公司告訴對方，臺電急迫性需要解決的議題為中

九機的結渣問題，應以解決中九機的結渣問題為首要目標，此次在美國與 Zolo Technologies 公司專家討論時，亦特別提及此點。

ZoloBOSS 量測系統之作用原理，詳如文獻【10-11】，為運用光譜學分析原理而成，全名為可調諧的二極管雷射吸收光譜分析技術（Tunable diode laser absorption spectroscopy, TDLAS），當特定波長的雷射光穿越含有不同成份的氣體時，該波長的光譜會被特定成份的氣體吸收，美國史丹佛大學即針對這種特定光譜被吸收的特性，進行研究並建立資料庫，美國 Zolo Technologies 公司因此運用該原理發展出協助鍋爐效能調校的量測工具，包括煙氣溫度及 O₂、CO、H₂O 等含量濃度的量測，據現場 Zolo Technologies 公司人員表示，目前該公

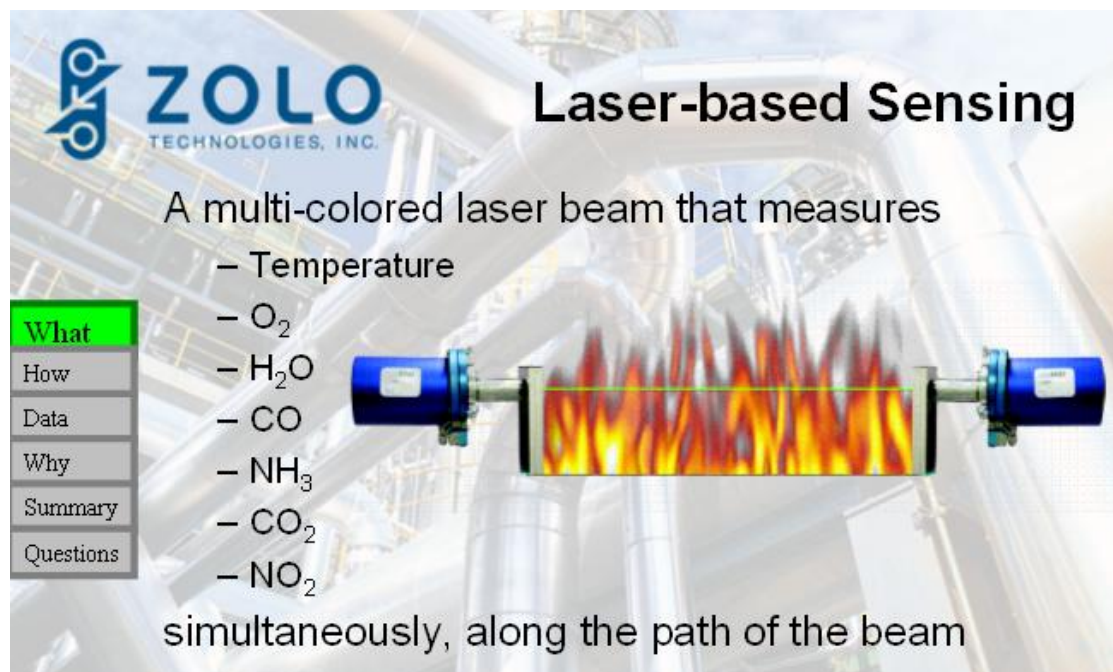


圖 3-2 針對特定成份量取雷射光譜【11】

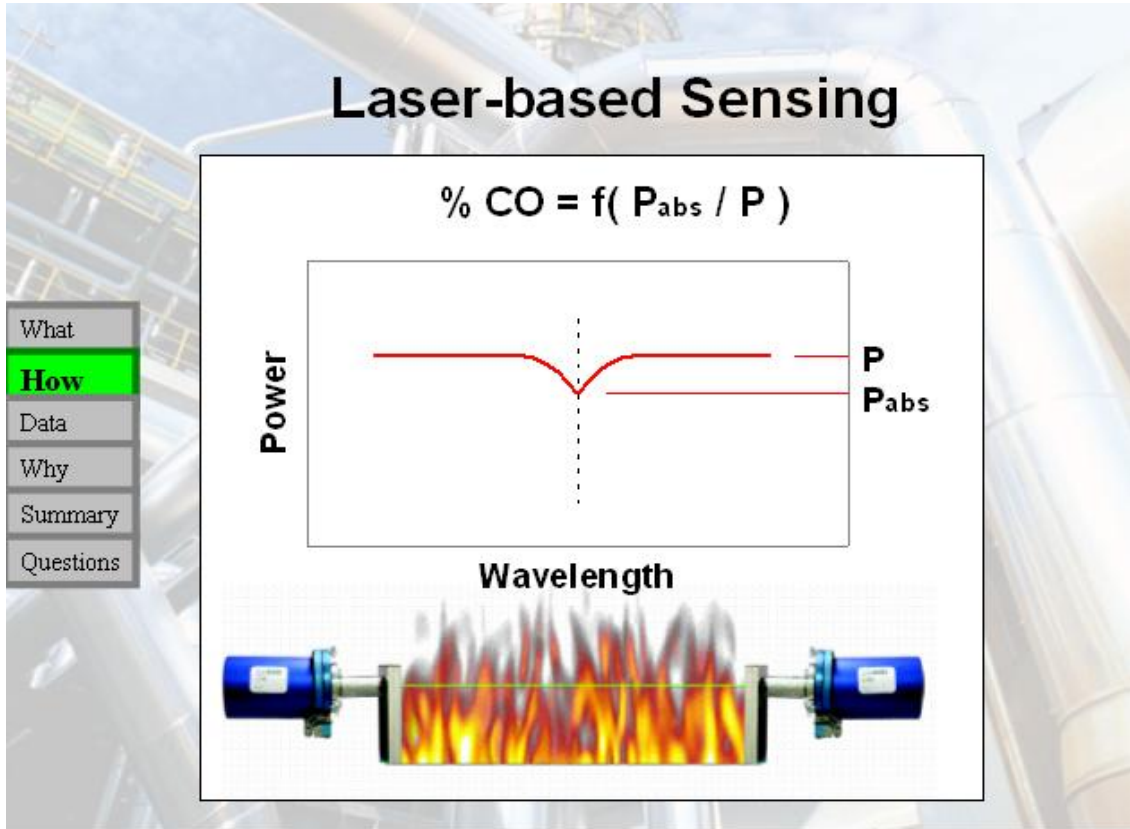


圖 3-3 %CO 可由量取(P_{abs}/P)分析而得【11】

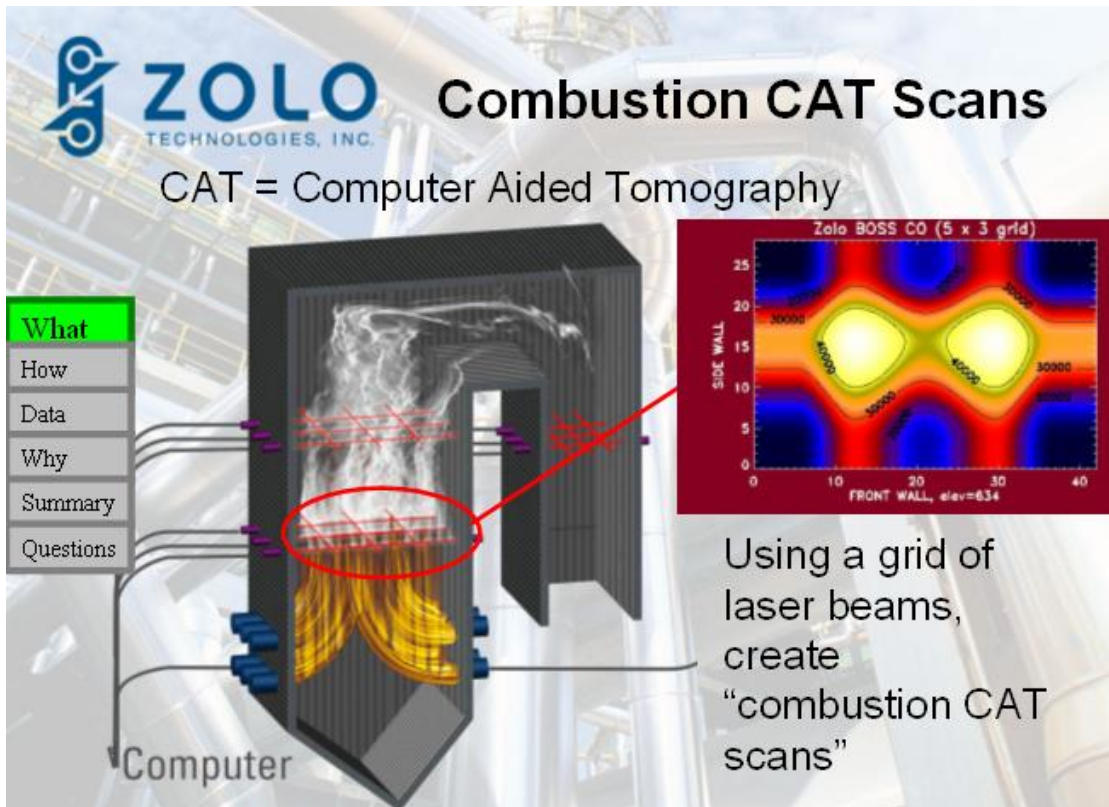


圖 3-4 安裝於爐膛不同位置進行量測【11】

司正在研發未來可以量測 SO_x 的測儀。

TDLAS 可針對特定成份進行量測，如圖 3-2 所示【11】，圖 3-3 則為量取 CO 成份濃度之說明，該系統可安裝於爐膛不同位置進行量測，至於影響量測準確度的因素還有雷射光發射器與接收器間的距離及煙氣的壓力，另外為避免溫度對鏡頭造成的傷害與影響，安裝周遭空氣必須流通，使溫度保持在 50°C 以內【12】。

3-3 Air Monitor IBAM™ Probe 空氣流量感測器

在與美國 Air Monitor 公司討論空氣流量的量測時，針對個別燃燒器的空氣流量感測器方面，該公司出品的 IBAM™ 空氣流量感測器，即可提供此方面的量測，係運用皮托管量測原理發展建立而成【13】，如圖 3-5 所示，量取空氣流經感測器的全壓及靜壓，空氣流量即可運

$$Q_{std} = C \cdot 1096 \cdot A \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_v}{\rho_{actual}}} \cdot \left(\frac{\rho_{actual}}{\rho_{std}} \right)$$

Where

- C : Calibration coefficient (-)
- A : Flow passage area (ft²)
- ΔP_v : Dynamic pressure head
($\rho u^2/2$) (iwc)
- ρ_{std} : Air density at standard conditions in lbm/ft³
(T=68 °F and P_a=14.7 Psia)
- ρ_{actual} : Air density at actual conditions in lbm/ft³

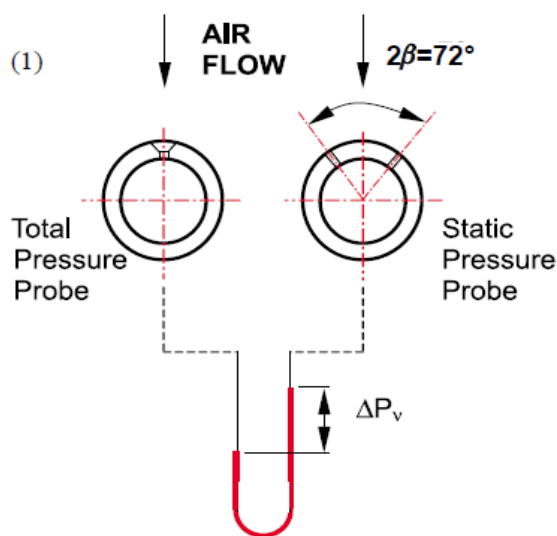


圖 3-5 IBAM™ Probe 空氣流量感測器量測原理【13】

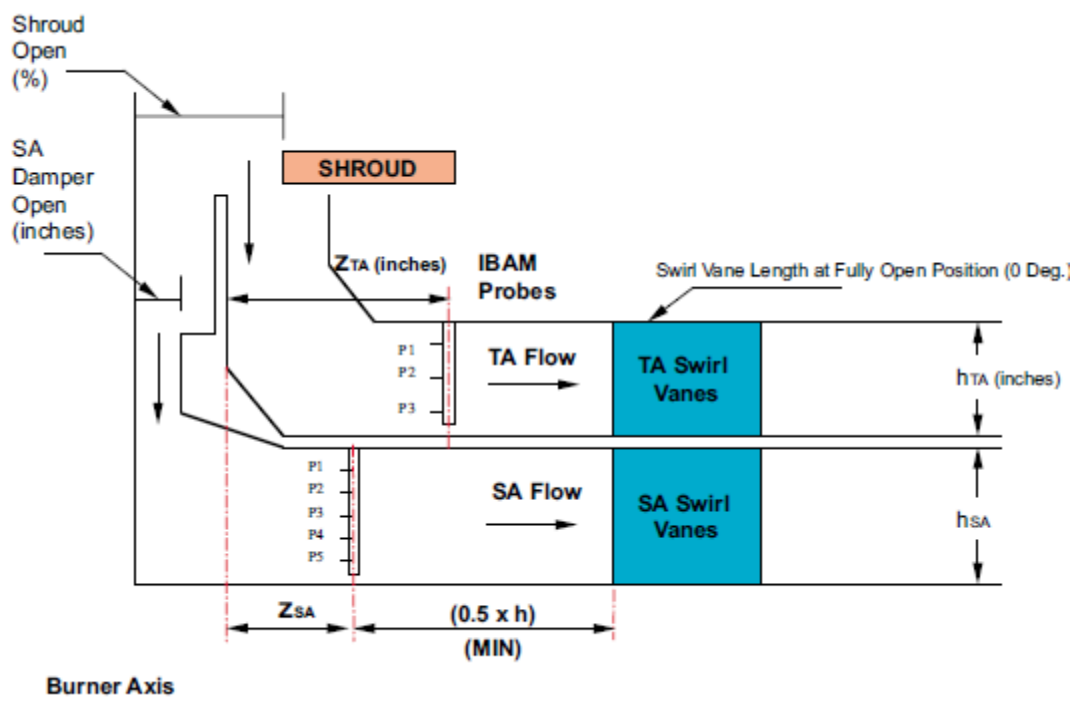


圖 3-6 IBAM™ Probe 感測器 TA 及 SA 量測孔數目及位置【13】

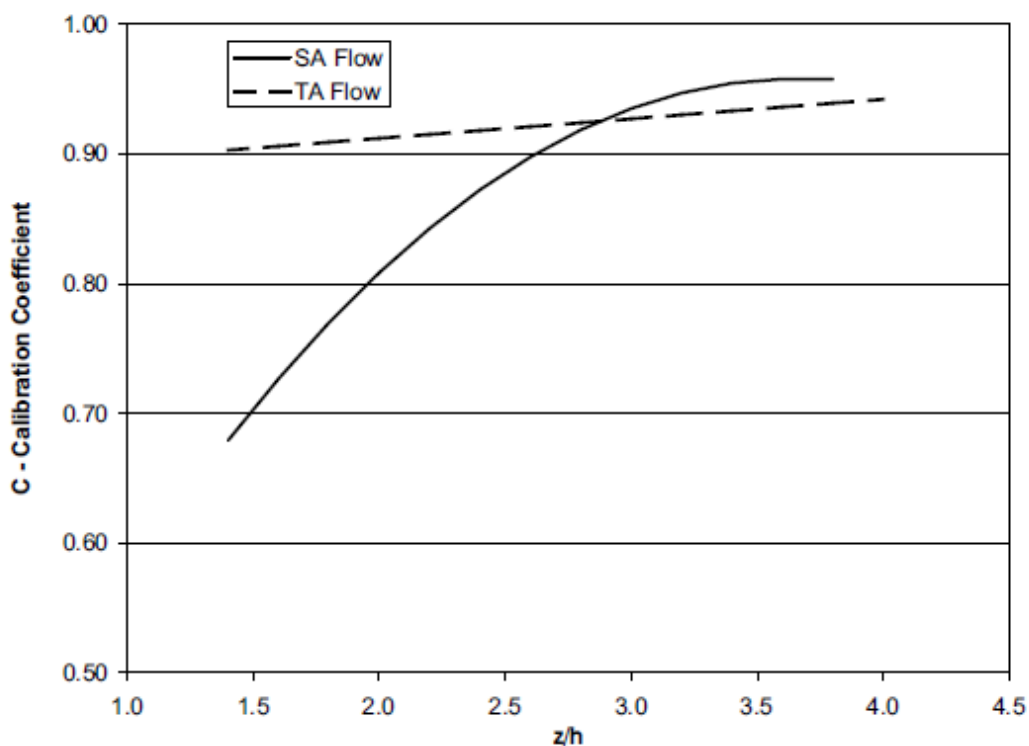


圖 3-7 IBAM™ Probe 感測器校正常數 (Calibration coefficient)【13】

用圖 3-5 所示的公式進行計算而得，其中之量測孔數目，文獻【13】之建議，如圖 3-6 所示，至於校正常數（Calibration coefficient）C 的數值，則類如圖 3-7 所示，視感測器安裝之軸向位置而定。

3-4 展覽會內容

就如前述，展覽商家共計 1200 個攤位【14】，其中耳熟能詳或未來本公司較可能應用到資訊之展覽攤位，包括 ABB, Alstom, America Boiler Manufacturers Association(ABMA), Aerofin, AMCA International, American Welding Society(AWS), American Piping Products, American Wind Energy Association(AWEA), ANSYS, ASME, Allegheny Technologies Incorporated(ATI), The Babcock & Wilcox Company(B&W), BECHTEL, Biomass Power & Thermal, Burns & McDonnell, Burns & Roe, Black & Veatch, C.E.M. Solutions, Clyde Bergemann Power Group, COAL-GEN, Combustion Parts, Conco Systems, MHI, Doosan Heavy Industries & Construction, Emersion Process Management, Engineered Software, Fuel Tech, Fuji Electric, Gas Turbine World, GE Energy Measurement & Control solutions, General Physics Corporation(GP), Hitachi Power Systems America, Honeywell, IHI Corporation, Ingersoll Rand, Invensys Operations Management, Iris Systems, McHale Performance, Mitsubishi

Power Systems Americas , Mobil Industrial Lubricants , Pacific Gas & Electric Company , PennEnergy , PennWell , Plymouth Tube Company , Power Engineering , PEi , Pratt & Whitney Power Systems , Renewable Energy World , REXA , Rockwell Automation , Rosemount , Siemens Energy , Toshiba International Corporation , Wahlco , Yokogawa Corporation of America 等等 , 每一家參展攤位都有提供行銷資料 , 若要獲取更詳細資料 , 也可進該攤位公司 IE 網站瀏覽 , 由於資料甚多 , 限於篇幅本報告並不分別細述 , 特別需要提及的是與美國 Babcock & Wilcox 公司專家 , 就該公司發展之最佳化軟體 Focal Point 【15】 進行廣泛之討論。

3-4-1 美國 Babcock & Wilcox 公司 Focal Point 應用軟體

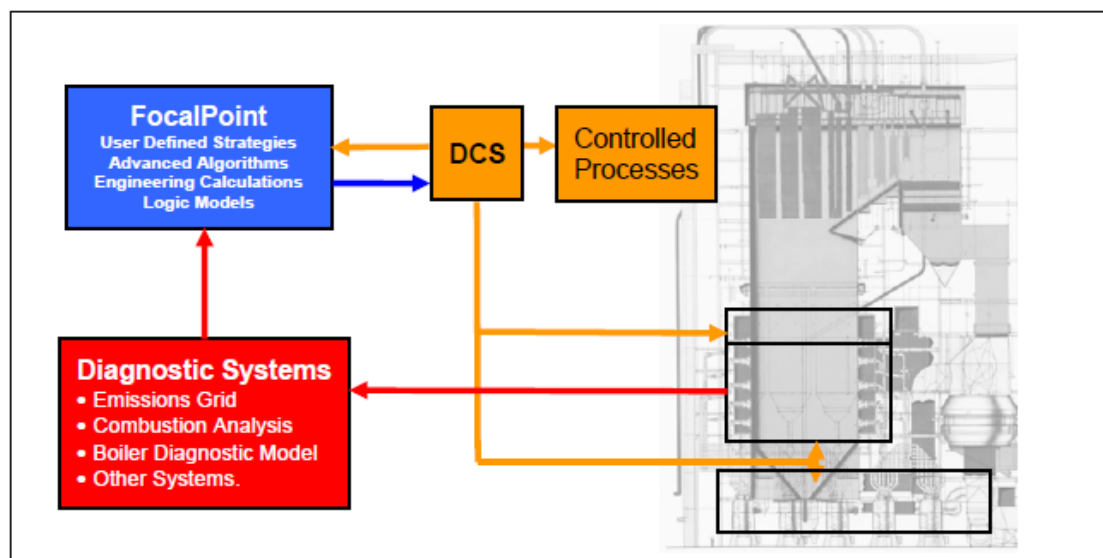


圖 3-8 Babcock & Wilcox 公司最佳化軟體 Focal Point 【15】

Focal Point 應用之流程，簡示如圖 3-8，在進行最佳化模式建立過程中，與其他應用軟體附加黑箱作業 (Black Box) 不同的是，Focal Point 可提供使用者自行視需要而產生或修改控制策略，就如圖 3-8 左上方所示，但報告【15】特別提到，這並非要使用者自行撰寫程式，而是 Focal Point 已經內建有最佳化邏輯策略，由使用者自行下拉

(drag-and-drop) 運用並開發建立，至於納入最佳化的診斷系統，可包括煙氣排放資訊、燃燒效能分析、鍋爐效能診斷模式及其他可自行加入建立之系統，可以進行控制的項目有火上風門控制、燃燒器二次風控制、空燃比控制、脫硝注氮量控制等等，圖 3-9 所示為運用 Focal Point 最佳化調校的結果，CO 的釋放可經由調校而降至低於目標值底下。

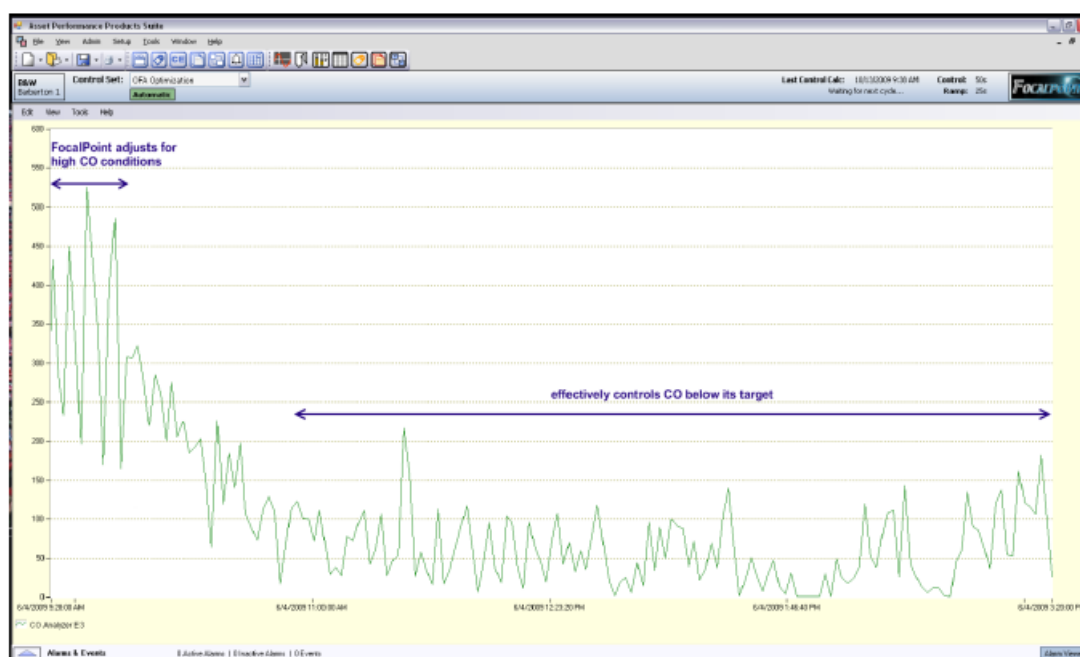


圖 3-9 Focal Point 最佳化調校的結果

3-5 研討會內容

2011 Power-Gen International 全球電力展覽研討會，除了展覽會場外，亦提供給在電力科技領域工作者，有機會就各自領域研發項目或工作所得，發表論文與簡報的機會，利用這樣的研討會，互相交換心得，藉以提升各自的工作技術，研討會議題，如附錄三所示【6】，包括 Industry Trends/Competitive Power Generation I & II、Environmental Issues I & II、Fossil Technologies I & II、Gas Turbine Technologies、Renewable Energy I & II、On-Site Power、Plant Performance I & II，由於美國在臺協會僅為參與 2011 Power-Gen International 全球電力展覽研討會團員報名參加展覽會，並未報名參加研討會，如果要獲取研討會之簡報內容及論文資料，則必須報名參加研討會，報名費用為 615 美元，約新台幣 19000 元（10 月 7 日前報名 515 美元），慶幸的是美國在臺協會帶隊團長，可獲取該研討會之簡報內容及論文資料之權利，帶隊團長並將此權利轉給本人，因此得以獲取該研討會之簡報內容及論文資料，茲就研討會論文，在效能改善議題方面，可提供本公司參考之部份，簡述如后。

3-5-1 HRSG 循環出力（Cycling）及其壽命管理（Lifecycle Management）報告【16】

由於再生能源的配比將愈來愈吃重，這將導致更多的複循環機組

必須用為循環出力機組（Cycling），以便調節因再生能源供電不穩定所造成的影響，或者因應電力系統沒有電力需求時的卸載，使得複循環機組有更頻繁的啟停次數（Shut-down and Start-up），對機組運轉效率及使用壽命將產生影響，本篇論文即就此問題提供看法，如圖3-10所示，提出機組因Cycling可探討的一些問題，圖3-10則簡述探討步驟方法，包括（1）計劃（PLAN），如瞭解電力系統電力的需求及機組可能的出力模式（Operation Profile）、建立出力模式對機組重要區域影響的評估模式及建立資產運轉狀態監測系統，（2）做（DO），即執行前述的計劃（PLAN），如機組停機檢修、線上監測、資訊及風險管理評估，（3）檢查（CHECK），如檢視停機檢修與線上監測

Cycling and Lifecycle Management for HRSGs

ALSTOM

- Environment for operators of Combined Cycle Plants changes over the lifetime:
 - E.g. Increasing share of renewables often leads to cycling of CC Power Plants
- How do these changes affect my business?
 - Was my HRSG designed for these new operation modes? How far can I go?
 - Can I maintain my reliability?
 - How to optimize costs?



How to optimize asset performance with increased cycling?

圖3-10 提出機組因Cycling可探討的一些問題【16】

結果的一致性、出力模式是否依計劃執行？如果沒有，則可能的影響為何？並進行肇因診斷分析，（4）行動（ACT），如檢視前述資產管理系統的應用性能，並依據前三項的經驗，重新擬定計劃（PLAN），進行必要的改善，若有可能的機會，則提供設備升級或更新改善建議。

Cycling and Lifecycle Management for HRSGs

ALSTOM

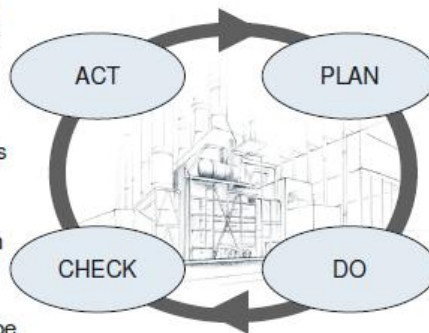
ACT

Lock-in of improvements:

- Review asset mgmt system performance and continuously improve the plan, based on changes and lessons learned
- Propose opportunities: upgrades or replacements

CHECK

- Review results of inspection and monitor for compliance
- Is Operation profile as planned, if not, what could be the effects
- Root cause analysis for identified issues



PLAN

- Understand market requirements and effect on operation profile
- Develop understanding of critical areas in function of operation profile
- Plan to monitor asset condition

DO

Implementation of plan and enablers:

- Off line Inspections
- On Line Monitoring
- Information and Risk management

Ref.: PAS55: Asset management, by IAM/BSI

Pro-active approach to manage your HRSG integrity

圖3-11 提出機組因Cycling影響探討的步驟【16】

3-5-2 Alstom's HRSG 新設計報告【17】

延續前篇論文，為因應複循環機組因Cycling所造成之影響，Alstom公司對熱回收鍋爐（HRSG）的設計做了一些改變，使機組運轉模式更有彈性，同時又能符合：

- (1) 不管全額出力 (Base load) 或部份出力 (Part loads) ，都能很有效率的運轉。
- (2) 機組可以因應頻繁的起停運轉。
- (3) 機組可以快速啟動。

Alstom公司新發展出的熱回收鍋爐，名稱為OCC™，為Optimized for Cycling and Constructability之簡稱，目的就是因應機組Cycling運轉，該產品之特色，包括如圖3-12所示，熱傳管排(Harp)與集水箱(Header)之連接以直管為之，可避免如傳統彎管承受的熱應力疲勞傷害(最右側)，在管壁厚度方面亦作了很大改變，由熱傳管排之爐管至大集水箱(Manifold)間的管壁厚度，逐漸緩和增加，其新舊設計之安排比較，如圖3-13及圖3-14所示，圖3-13為新設計，大集水箱管壁厚度約為熱傳管厚度之3倍(傳統的為8倍)，同樣可避免承受熱應力疲勞的傷害。



圖3-12 HRSG傳統與OCC™設計比較【17】

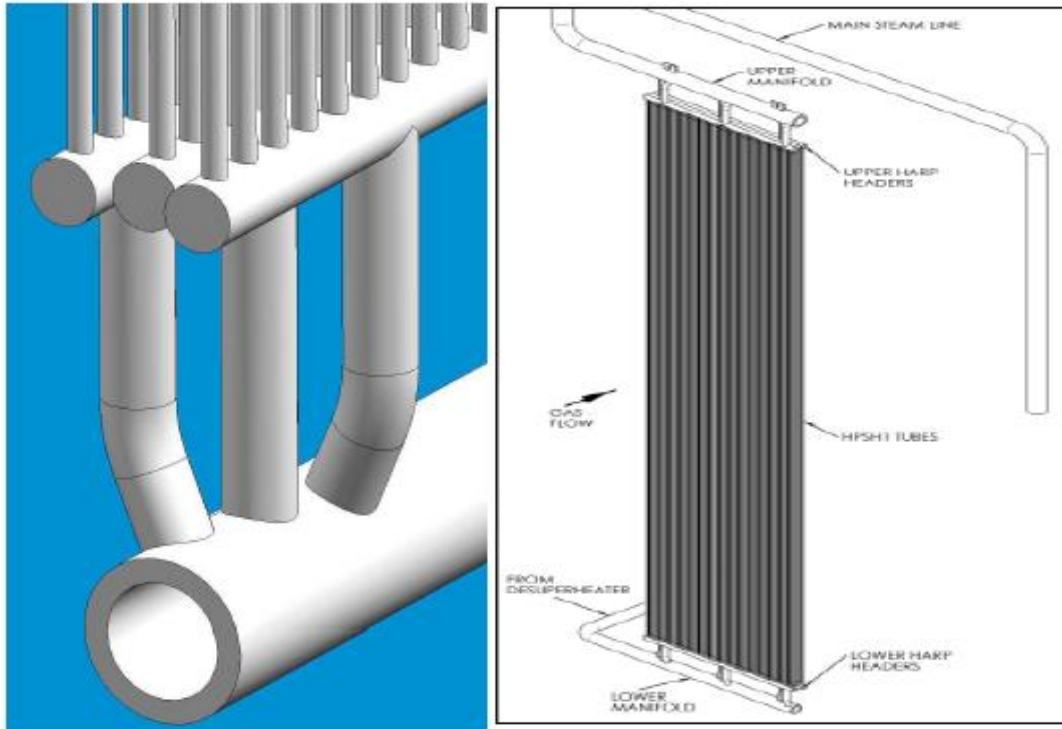


圖3-13 HRSG大集水箱管壁厚度約為熱傳管厚度之3倍【17】

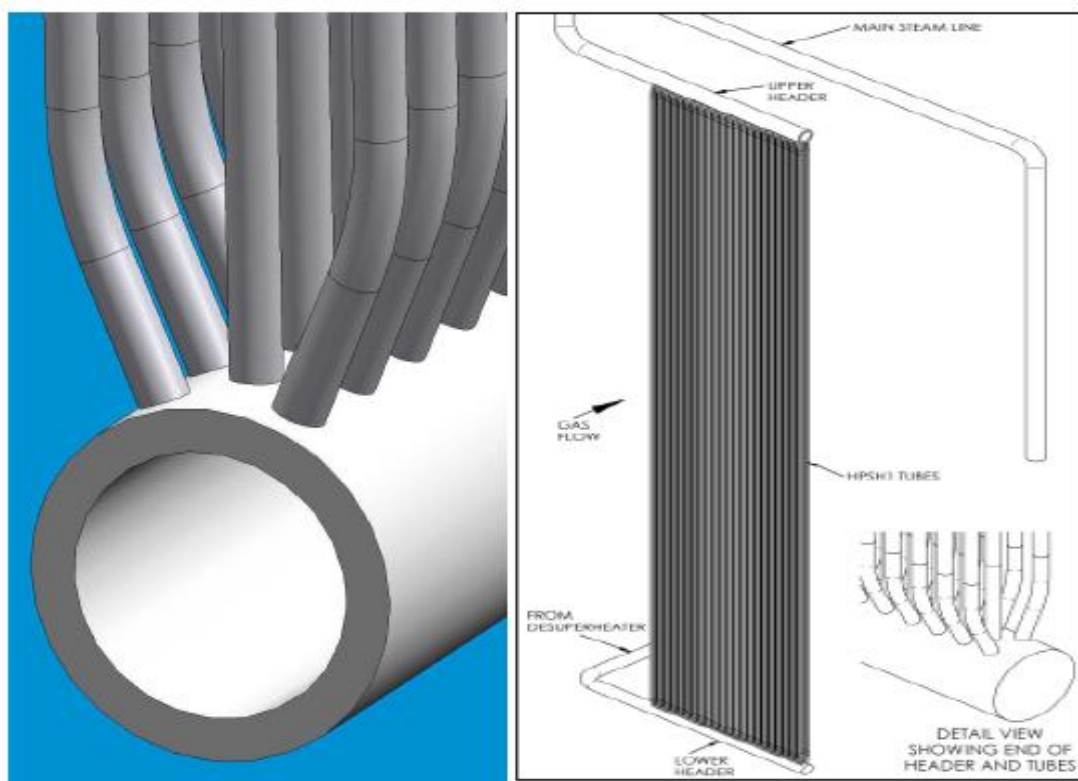


圖3-14 傳統HRSG大集水箱管壁厚度約為熱傳管厚度之8倍【17】

3-5-3 修改粉煤機設備以燃用 100%木質顆粒測試報告【18】

為緩和溫室氣體效應，減少CO₂排放為各國政府努力的方向，加拿大渥太華省政府法規【19】，要求其轄區電力公司在2014年後，機組出力不得以燃煤機組為之，渥太華電力公司（Ontario Power Generation，OPG）為因應此要求，準備將其所屬11部，總額定出力4227MW之燃煤機組，重新改裝為燃用天然氣或生質能燃料機組，本報告即就其所屬Thunder Bay Station電廠，進行研究更改為燃用100%木質顆粒（Wood Pellets）的可能性評估計畫，本計畫由OPG與Alstom公司合作進行，目的在探討燃用100%木質顆粒時，粉煤機的性能及限制為何？ OPG在2006年開始生質能測試計畫之後，先後在Nanticoke及Atikokan電廠成功進行測試，但因該兩電廠的粉煤機型式分別為Ball-race的E mill（Nanticoke）及Roll-race的MPS mill，與Thunder Bay Station的Raymond style RP型式有所不同，OPG認為有必要進行評估。

Thunder Bay Station電廠，共有兩部燃煤機組，每部機組額定出力163 MW，鍋爐原設計燒Western Canadian lignite褐煤，目前燃用Powder River Basin 亞煙煤，每座鍋爐配置有4臺RP 783粉煤機，Alstom公司於伊利諾州的Naperville城建立一個測試實驗室（Alstom Raymond Pilot Test Facility），進行木質顆粒燃料研磨測試，粉煤機

則為VR (Vertical Roller) mill，與Thunder Bay Station電廠的RP 783粉煤機有很多類似之處，VR mill每小時可研磨3.5公噸約為RP 783粉煤機的十分之一，Alstom公司測試項目包括滾筒轉速 (Bowl rotational speed)、研磨壓力 (Grinding pressure)、一次風燃比 (Primary air to fuel ratio)、分離器葉片開度調整 (Classifier vane adjustment)，測試進行期間，除了以上運轉參數外，並對分離器設備進行修改測試，測試結果發現木質粉粒會堆積在分離器回流的錐面上，在進行ANSYS的CFD模擬分析結果亦確認這個現象，最後的結論認為完全改燒木質顆粒燃料是可能的，但仍必須針對研磨細度進行粉煤機設備的改進探討，表3-1為木質顆粒研磨前後細度分佈比較，中間資料為木質顆粒 (6mm^D*15mm^L) 原始細度分佈，經研磨後總體的細度分佈雖然有較細，但這樣的細度分佈，對燃燒效能之影響為何？本研究並未探討。

表3-1為木質顆粒研磨前後細度分佈比較【18】

Distribution Mesh	Raw Material % Through	Typical Product % Through
4	100	100
6	99.52	99.82
10	97.96	98.18
18	73.64	87.14
140	6.32	10.94

3-5-4 1300 MW 燃煤機組燃燒效能改善報告【20】

本報告主要說明美國AEP電力公司所屬，出力為1300MW的John Amos Unit3燃煤機組，在燃燒效能最佳化的改善計畫，計畫的主要目的為改善機組效率以降低 CO₂/MWH排放量，該計畫係運用美國Zolo Technologies公司之煙氣溫度及O₂、CO、H₂O等成份濃度量測設備 ZoloBOSS及Emerson公司之Smart Process應用軟體，以達到燃燒效能改善之目標，其架構如圖3-15所示，當鍋爐運轉參數條件改變時，ZoloBOSS會量測到因之改變的煙氣溫度及O₂、CO、H₂O等成份濃度，這些資料會回饋給Smart Process最佳化應用軟體，該軟體即進行最佳化計算分析，經分析評估後如果認為有必要，則下指令要求DCS

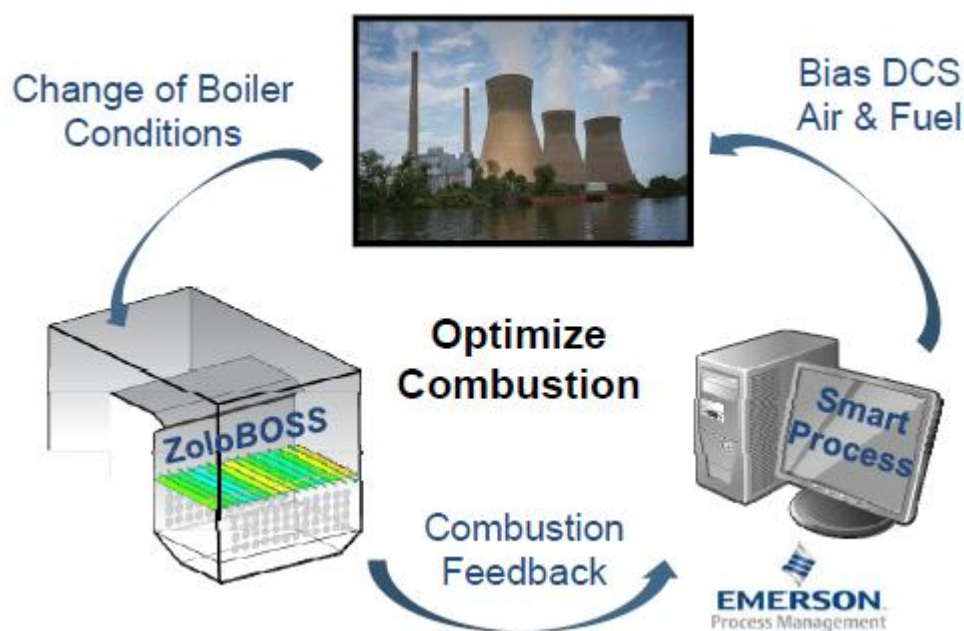


圖3-15 ZoloBOSS+Emerson Smart Process架構【20】

控制系統，改變燃燒調控參數，如空燃比、過剩空氣量…等等，以達到燃燒最佳化目的。

參與該計畫之工作，除了電廠、Zolo Technologies、Emerson等公司人員外，還包括美國Black & Veatch公司（B&V）的燃燒調控工程師，在ZoloBOSS與SmartProcess整合之前，必須手動調控鍋爐燃燒參數，這個工作即交由B&V的工程師執行，圖3-16為燃燒參數調控前後ZoloBOSS之量測結果，顯示調控後爐膛內有很好的燃燒平衡，至於因而改善之效率，則列如表3-2所示，廠內用電減少了5MW（改善4.6%），以熱損失法計算之熱耗率改善了0.88%，全年更可節省2百43萬美元，改善效益甚為可觀。經手動調控鍋爐燃燒參數之後，即交由SmartProcess控制工作，維持爐膛溫度及O₂平衡分佈，使機組保持於最佳化運轉狀態，圖3-17~3-18為ZoloBOSS與SmartProcess整合後運作結果。

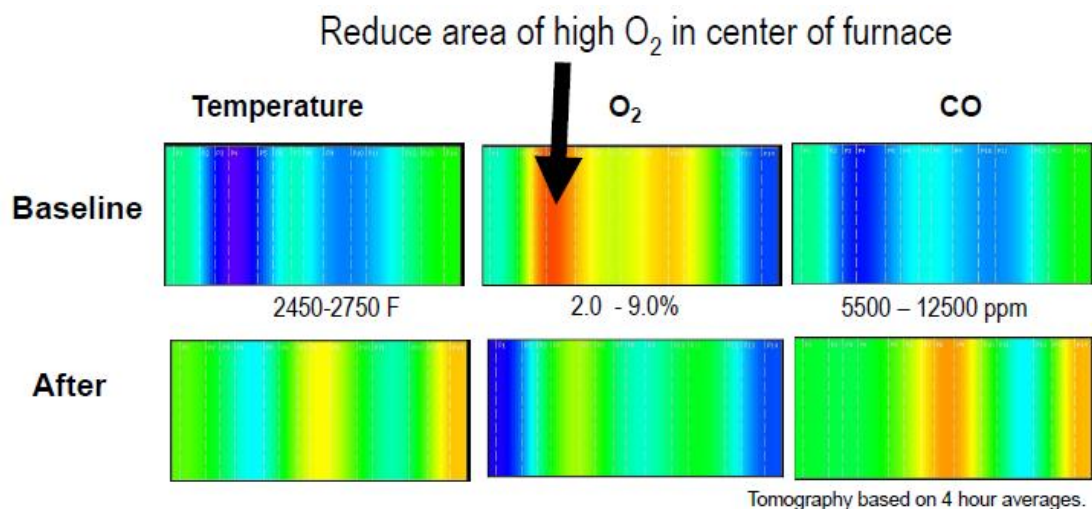


圖3-16 燃燒參數調控前後ZoloBOSS量測結果【20】

表3-2 燃燒參數調控前後效能改善情形【20】

AEP : John Amos Unit3	Baseline	Manual Balancing		
		Manual Balancing	Change vs Baseline (absolute)	Change vs Baseline (Relative)
Gross Load (MW)	1402.4	1401.9	-0.5	0.0%
Net Load (MW)	1293.6	1298.1	4.5	0.3%
Auxiliary Power (MW)	108.8	103.8	-5.0	-4.6%
Heat Rate HL Method (Btu/Kwh)	10041	9953	-88	-0.88%
Heat Rate IO Method (Btu/Kwh)	9932	9692	-240	-2.4%
Excess O ₂ (%)	3.6%	3.1%	-0.5%	-14.0%
NOx (lb/mmBtu)	0.608	0.574	-0.034	-5.6%
CO (ppm)	10	10.6	1	6.0%
LOI (%)	2.0%	2.0%	0	-0.5%
CO ₂ Density (CO ₂ Tons/MWhr)	0.984	0.967	-0.018	-1.8%

Estimated Annual Savings	Tons	Price (\$/Unit)	Savings
Reduced Coal Usage (w/ HL Method)	35,500	\$60	\$2,130,000
Reduced CO ₂ Tons (based on CO ₂ /MWhr Density)	180,000	na	
Reduced Ammonia Usage for SCR (lower inlet NOx)	600	\$500	\$300,000
Total Annual Savings			\$2,430,000

AEP – Optimizer “OFF-ON” Test 7/13/2011
 Excess Air Split (Left-to-Right) : OFF 4% → ON 2%

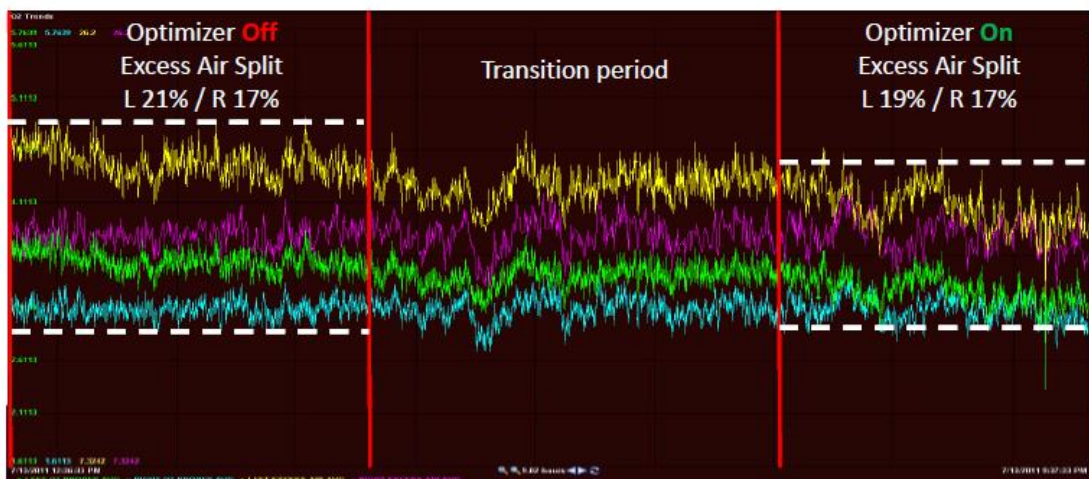


圖 3-17 ZoloBOSS與SmartProcess整合後運作結果【20】

Precipitator Dept : > ½% reduced opacity w/ optimizer

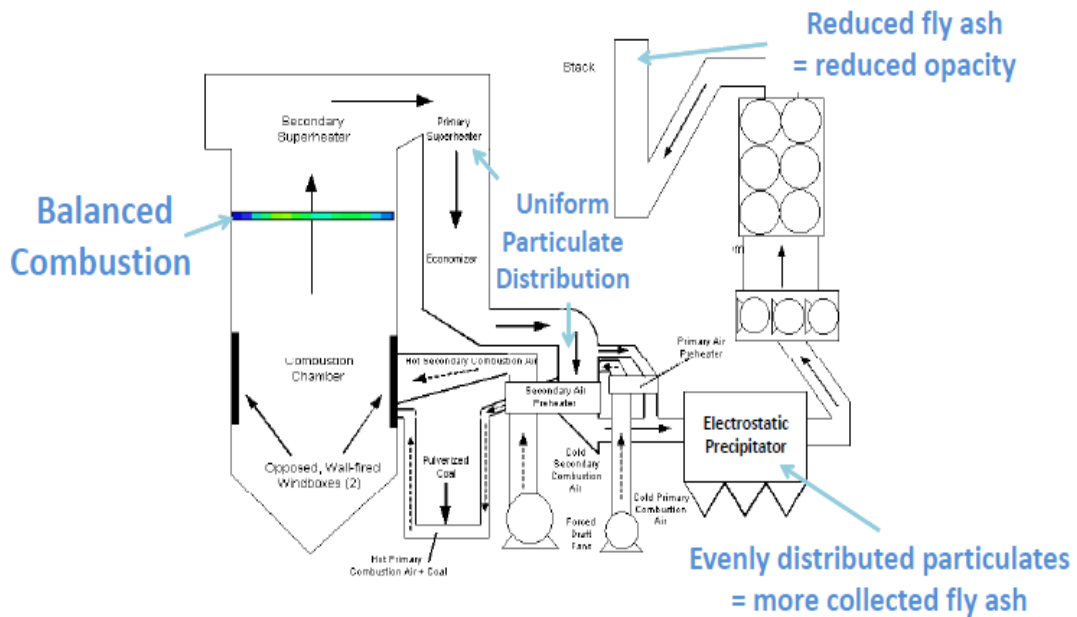


圖 3-18 ZoloBOSS與SmartProcess整合後運作結果【20】

3-5-5 粉煤機粉煤流分佈控制報告【21】

就如報告【21】第2張投影片所言（圖3-19），粉煤流分佈不平衡可能產生之問題，包括：過高的未燃碳、過高的過剩空氣、過高的CO及NO_x排放、產生結渣積灰問題、爐膛內熱流通量分佈不平衡、溫度及O₂等分佈不均勻、鍋爐效率降低及增加熱耗率等等，因此本報告提出一個平衡粉煤流分佈的方法，與一般用調節孔（Orifices）及調節閥（Adjustable valves）不同的是，本報告用的方法是修改分離器內部粉煤流的通道，如報告【21】第8張投影片所示（圖3-20），引導粉煤流的角塔（Turret）已經做了修正，在修正之前先以CFD模擬

Coal Flow Distribution – The Problem

- Generic industry problem
- Lack of burner A/C ratio control
- The use of orifices to correct coal flow affects PA flow
- Poor distribution leads to:
 - High UBC/LOI,
 - High Excess Air Operation
 - Elevated CO, NOx, etc
 - Slagging & Fouling Issues
 - Furnace Heat Input and O₂/Temperature Imbalance
 - Reduced Boiler Efficiency
 - Increased Heat Rate
- **Conclusion: Need method to balance coal flow distribution**

Patent Pending

www.babcockpower.com

Copyright © 2011 Babcock Power Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential.

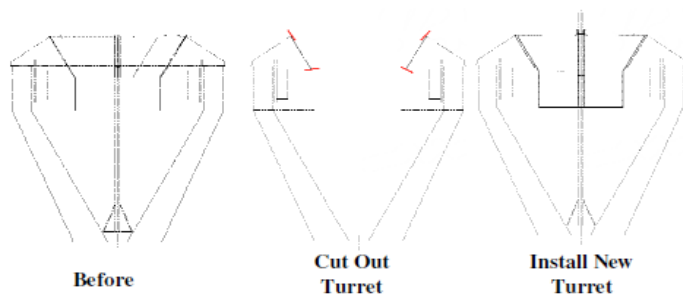


圖3-19 粉煤流分佈不平衡可能產生之問題【21】

Prototype Installation



After Installation



Patent Pending

www.babcockpower.com

Copyright © 2011 Babcock Power Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential.



圖3-20 引導粉煤流的角塔 (Turret) 做了修正【21】

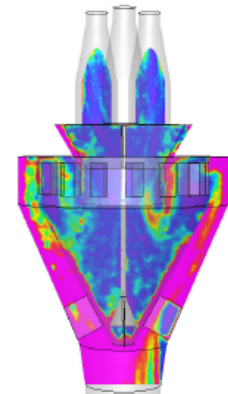
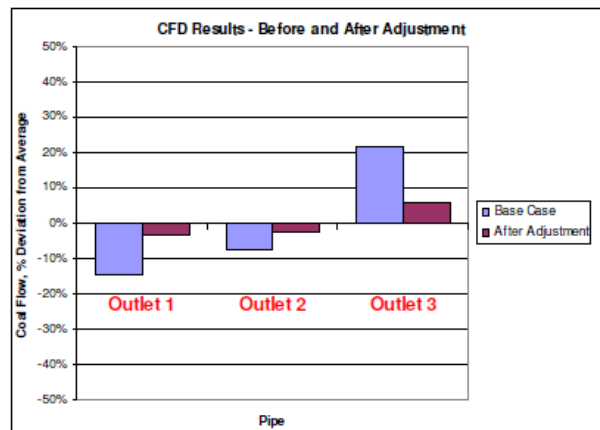
確認這樣的修正，可以達到粉煤流分佈平衡的目的，如圖3-21所示，

實際裝置與測試結果，則如圖3-22~圖3-23所示，分離器A出口的粉煤

Riley Power Inc.

Coal Flow Distribution – The Solution

- CFD simulation confirmed that poor distribution can be corrected with the device



Patent Pending

www.babcockpower.com

Copyright © 2011 Babcock Power Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential.



圖3-21 CFD模擬確認修正可以使粉煤流分佈平衡【21】

Before and After: Classifier A

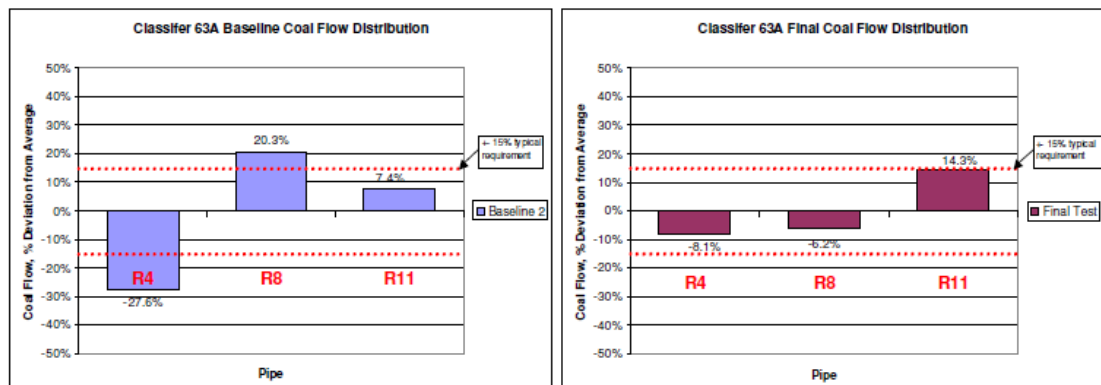


圖3-22 分離器A出口的粉煤流分佈由±28%改善至±14%【21】

流分佈，由 $\pm 28\%$ 改善至 $\pm 14\%$ ，分離器B出口的粉煤流分佈，則由 $\pm 32\%$ 改善至 $\pm 7\%$ 。

Before and After: Classifier B

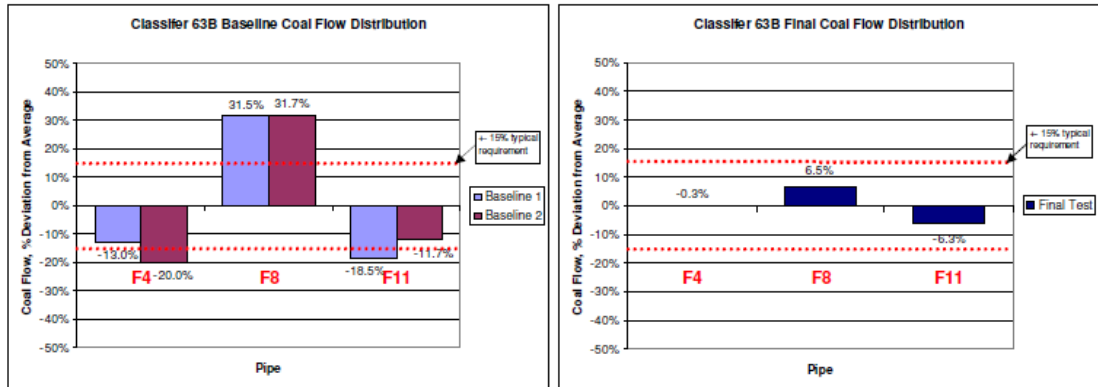


圖3-23 分離器B出口的粉煤流分佈由 $\pm 32\%$ 改善至 $\pm 7\%$ 【21】

3-5-6 粉煤機粉煤流分佈最佳化報告-B&W PGG's EvenFlow™【22】

用傳統調節孔 (Orifices) 及調節閥 (Adjustable valves) 調整粉煤流分佈的方法，會使得一次風流量的分佈跟著改變，由圖3-24【22】顯示，當粉煤流分佈隨著節流閥的調整而改變後，一次風流量分佈的偏流更大，這可能會對粉煤的燃燒產生非預期的結果，對鍋爐造成傷害，因此B&W公司發展一個可以調節粉煤流，但對一次風流量分佈影響小的裝置系統EvenFlow™，這個裝置架構，如圖3-25所示，裝置於粉煤機出口，圖3-26為EvenFlow™裝置後，粉煤流分佈調整結果，粉煤流分佈從最初的 $+55\% \sim -20\%$ ，經裝置EvenFlow™及調整後，幾乎可降至 $\pm 10\%$ 以內。

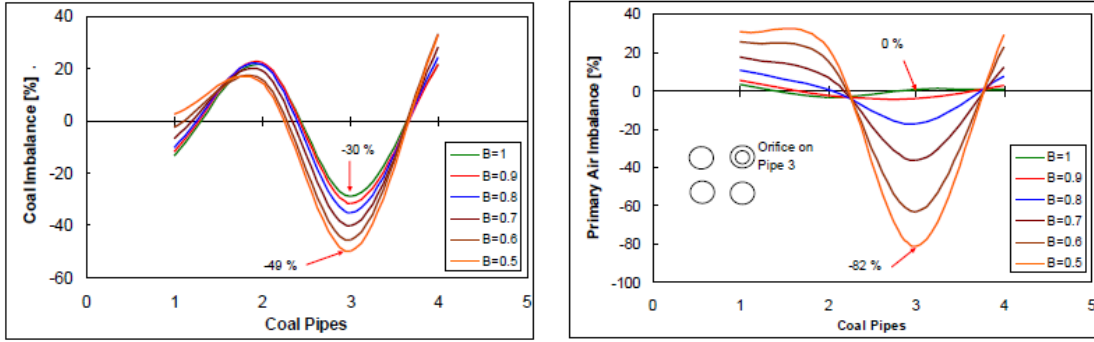


圖3-24 粉煤流與一次風流量分佈測試結果【22】



圖3-25 EvenFlow™裝置架構【22】

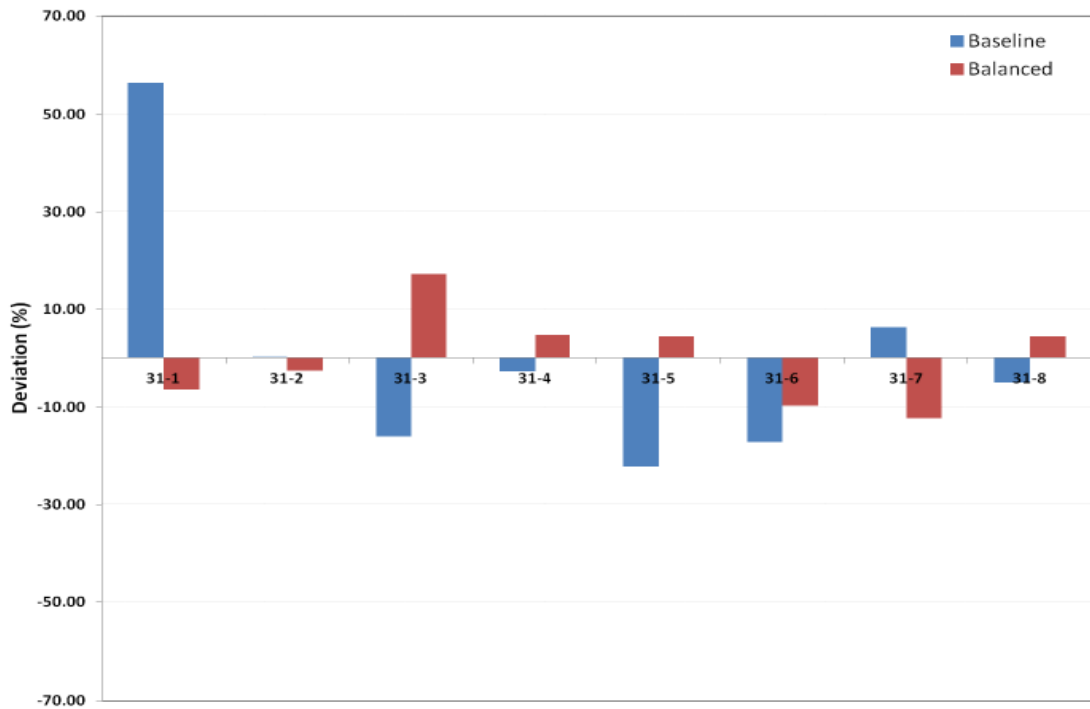


圖3-26 EvenFlow™裝置後粉煤流分佈調整結果【22】

3-5-7 美國 Ameren Sioux 1 Knowledge-based Optimization 報告【23】

本案例所述機組，以空氣分級燃燒 (Air Staging) 降低NO_x排放，NO_x雖然因而降低，但LOI卻由原10~15% (圖3-27，縱座標為當日測試數值，橫座標為前一日測試數值) 增加到30~40% (圖3-28)，為了解決此現象，電廠邀請美國B&W公司執行一個燃燒最佳化計畫，美國B&W公司運用其所發展的FocalPoint™最佳化軟體，建立模糊邏輯理論 (Fuzzy Logic) 及以知識為本的最佳化邏輯 (Knowledge-based Optimization Logic) 進行改善，初步測試結果，如圖3-28所示，的確可以達到降低LOI的目的，未來將持續進行其他最佳化模組的開發。

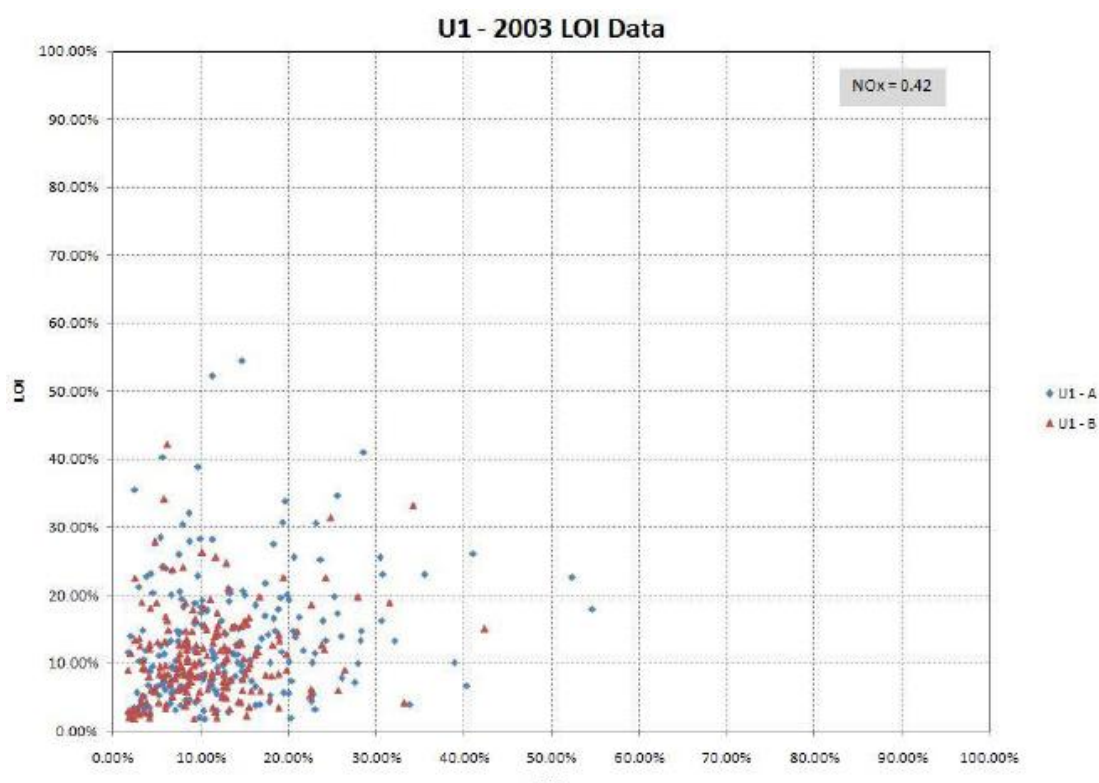


圖3-27 空氣分級燃燒改裝前LOI排放情形【23】

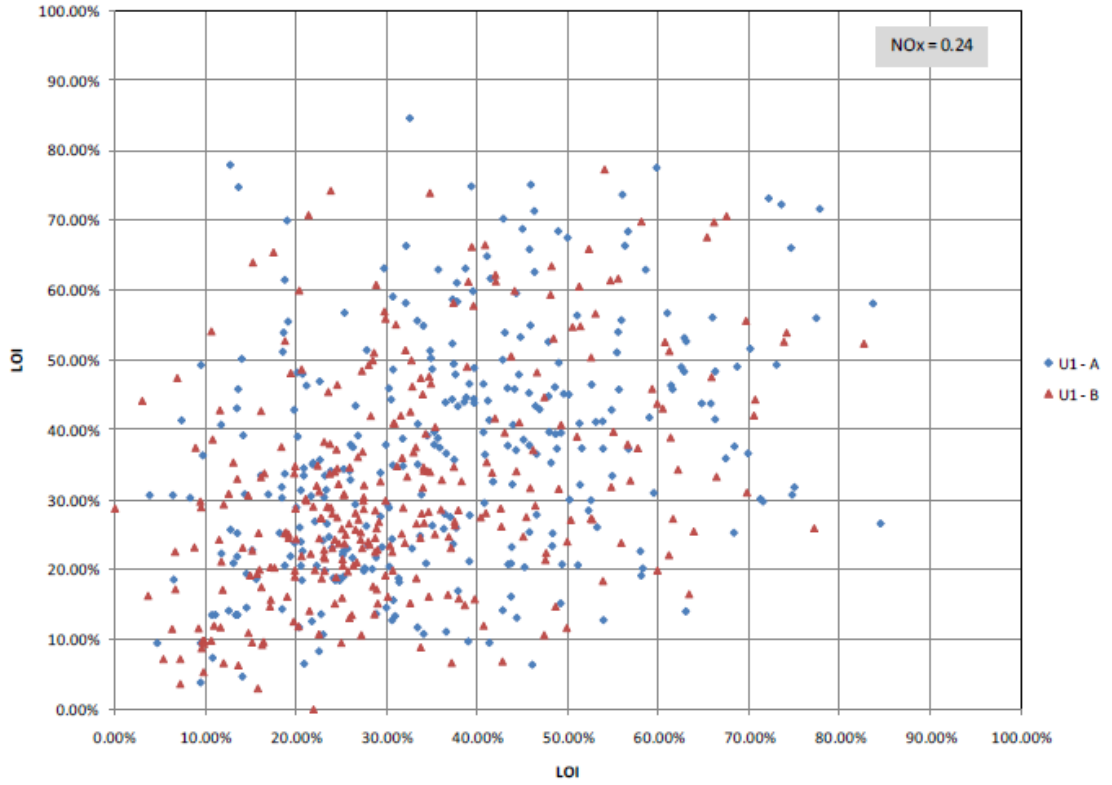


圖3-28 空氣分級燃燒改裝後LOI排放情形【23】

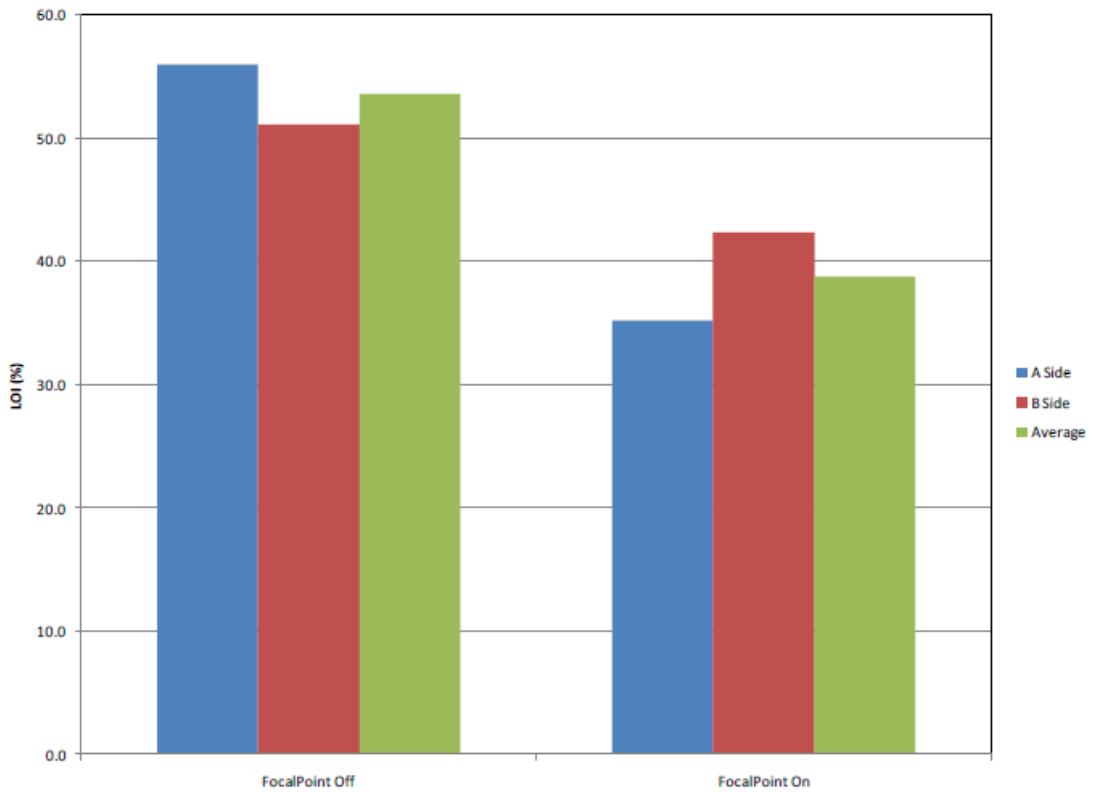


圖3-29 FocalPoint ON-OFF 前後LOI排放情形【23】

3-5-8 鍋爐吹灰最佳化管理系統改善爐管熱傳效能報告【24】

本報告主要針對機組裝置一個鍋爐吹灰最佳化管理系統，以改善爐管熱傳效能的報告，機組吹灰系統包括裝置於熱對流區的58支可自由進退的Diamond Power IK蒸汽吹灰器，爐膛則裝置有12支Diamond Power IK-WL Waterlances水槍及4支Diamond Power HydroJet水柱噴注器，用以清除積結於水牆管的渣塊，原來的吹灰方式為手動控制熱對流區的58支吹灰器，吹灰順序則以過去經驗為依據，每一吹灰行程約4小時，行程完畢後再重新啟動另一行程，至於用於爐膛的Waterlances及HydroJet，則不管是否需要，每隔2~4小時啟動一次，這樣的吹灰邏輯，導致的結果有：再熱器噴水量較預期大、水牆管產生脆化裂痕（Quench cracking）、爐管沖蝕過度及時常爆破、也時常因過高的FEGT溫度而降載。

美國 B&W公司因而裝置一個鍋爐吹灰最佳化管理系統，稱為PowercleanTM【25】，用為管理控制以上所述蒸汽吹灰器、水槍及水柱噴注器等設備的吹灰及除渣工作，PowercleanTM內建一個熱傳管理模組（Heat Transfer ManagerTM，HTM），可用為分析熱交換管排實際的熱傳效能，至於所需要的運轉參數，則直接從Emerson DCS獲取，經計算分析後，PowercleanTM即可決定在那裡（Where）及何時（When）應該執行吹灰除渣動作，圖3-30為PowercleanTM運作後再熱噴水改善

結果，經過3個月的運用後，噴水量由裝置前的100,000 LB/hr，下降至60,000LB/hr，熱耗率亦有明顯改善（圖3-31）。

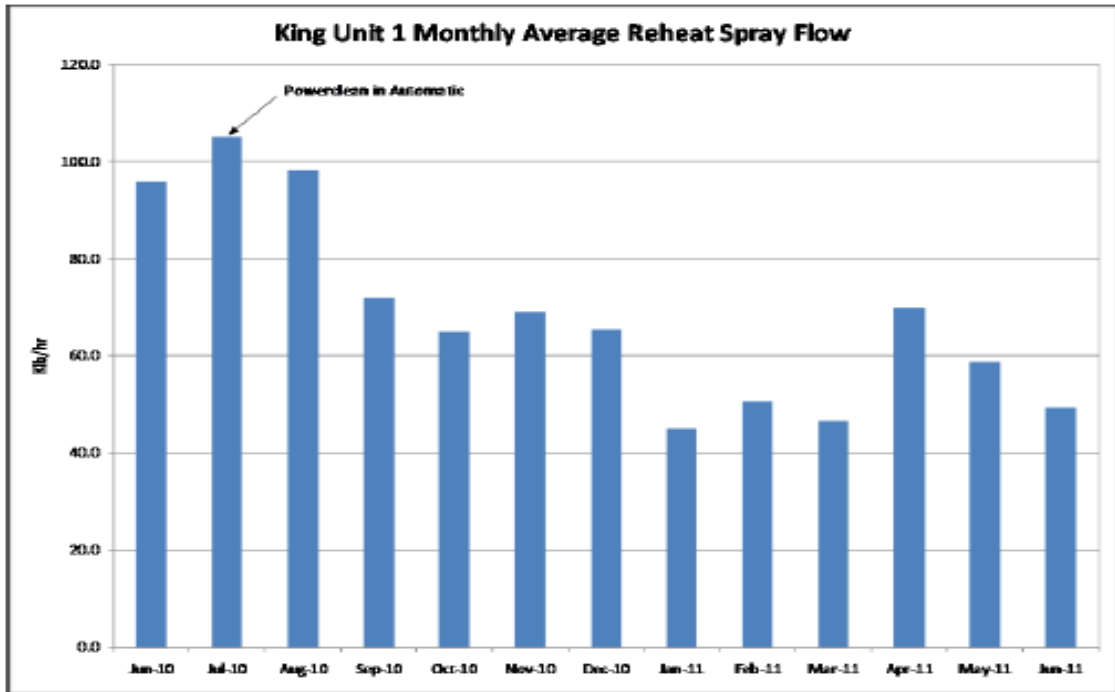


圖3-30 Powerclean™運作後再熱噴水改善結果【24】

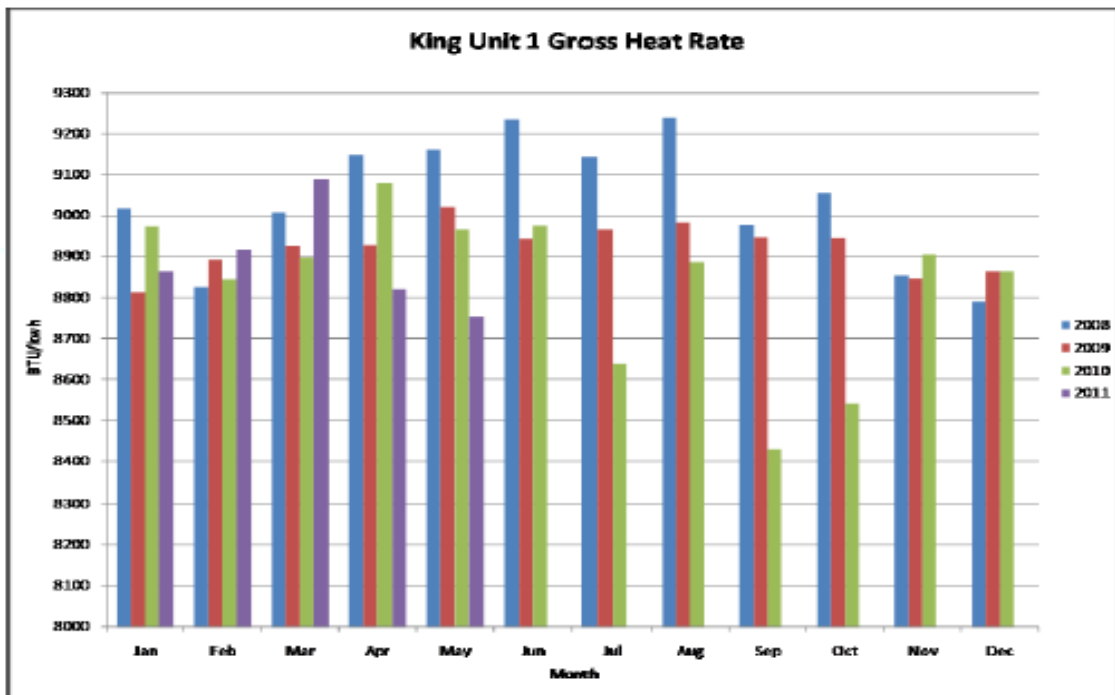


圖3-31 Powerclean™運作後熱耗率改善結果【24】

3-5-9 熱功效能監視系統提升生質能電廠出力及員工參與報告【26】

本論文所報告的生質能電廠名稱Tracy【27】，座落於美國加州的San Joaquin Valley，機組額定出力22MW，燃料為鄰近果園林木及都會區建築廢材，鍋爐型式為水冷式振動爐架（1 water-cooled vibrate grate），1990年12月商業運轉，由於機組的運轉性能不符合預期及資料不完整性能改善不易，就如該簡報投影片第4~5張所述（圖3-32及圖3-33），電廠因此決定建立熱功效能監視系統，以便進行改善，圖3-34為計算分析及監視項目，包括：主蒸汽條件、冷凝器背壓、燃料水份含量、CO排放濃度、汽機循環熱耗率、鍋爐效率、AH洩漏率及效率等等，經這樣的設置後，容量因素改善15%，汽機循環熱耗率改善300BTU/kWhr，效益非常顯著。

"You only find oil if you drill wells. You may think you're finding it when you're drawing maps and studying logs, but you have to drill." – John Masters, Canadian Oilman

The Challenges

- ❖ Plant Performance Not Meeting Expectations
 - ❖ Operations
 - ❖ Variable Costs
 - ❖ Revenues
- ❖ Instrumentation Not Sufficient
- ❖ Fuel Measurement Difficult
 - ❖ Solid fuel flow difficult to measure accurately
 - ❖ Biomass is doubly difficult because of variation in heating value and moisture



NAES

4

圖3-32 機組運轉性能不符合預期【26】

"The pessimist complains about the wind, the optimist expects it to change, the realist adjusts the sails." – William Arthur Ward

Lack of Information Impedes Improvement

- ❖ Uncertainty about Causes of Degraded Performance
- ❖ Difficult to Employ Traditional Tools
 - ❖ Investigation
 - ❖ Corrective Actions
- ❖ Difficult to Take Action without the Right Data



5

NAES

圖3-33 資料不完整使機組運轉性能改善不易【26】

"We have a strategic plan. It's called doing things." – Herb Kelleher, Founder, Southwest Airlines

Watching the Key Numbers

- ❖ Monitoring 80 Performance Data Points, such as:
 - ❖ Main Steam Conditions
 - ❖ Condenser Backpressure
 - ❖ Fuel Moisture
 - ❖ Carbon Monoxide
- ❖ Making 15 Key Calculations to Derive Values, such as:
 - ❖ Turbine Heat Rate
 - ❖ Boiler Efficiency
 - ❖ Air -in-Leakage
 - ❖ Air Heater Efficiency

Boiler Efficiency Spreadsheet

Variable	Unit	Min	Max	Target	Alarm
Boiler Efficiency	%	85.00	90.00	88.00	85.00
Boiler Heat Rate	kJ/kWh	6000	7000	6500	6800
Boiler Steam Flow	kg/hr	10000	12000	11000	10500
Boiler Fuel Flow	kg/hr	1000	1200	1100	1050
Boiler Air Flow	kg/hr	10000	12000	11000	10500
Boiler Condensate Flow	kg/hr	10000	12000	11000	10500
Boiler Feedwater Flow	kg/hr	10000	12000	11000	10500
Boiler Steam Pressure	MPa	10.00	12.00	11.00	10.50
Boiler Steam Temperature	°C	400.00	450.00	425.00	400.00
Boiler Fuel Moisture	%	0.00	1.00	0.50	0.80
Boiler Condenser Backpressure	MPa	0.05	0.10	0.07	0.09
Boiler Carbon Monoxide	ppm	0.00	100.00	50.00	100.00

8

NAES

圖3-34 熱功效能監視系統監視項目【26】

肆、新墨西哥州 Escalante 電廠參訪工作內容

4-1 Escalante 電廠簡介【28】

Escalante 電廠位於美國西南方新墨西哥州普魯伊特(Prewitt, N.M)附近，離第一大城阿布奎基(ALBUQUERQUE)西方約 90 英哩，是一個單一機組 250MW 的燃煤發電廠，電廠由 Burns & McDonnell 設計，隸屬於 Tri-State Generation and Transmission 公司。Tri-State G&T 公司提供美國約 20 萬平方英哩面積的服務區域，橫跨科羅拉多州(Colorado)、內布拉斯加州(Nebraska)、新墨西哥州(New Mexico)和懷俄明州(Wyoming)等 4 州。Escalante 電廠位處高原上(如照片 4-1、4-2)共約有 120 名員工，除了提供連續 245MW 的基載電力至系統外，也供應過剩的蒸汽到相鄰的麥金利紙業有限公司【29】，該紙業公司生產掛面紙板(Linerboard)。本次參訪行程主要目的，為實地了解該廠安裝高階控制與雷射量測結合運作情形。(照片 4-3)



照片 4-1 Escalante 電廠(Tower 冷凝器) 照片 4-2 Escalante 電廠(煙囪及儲水池)

4-2 發電廠資訊及主要設備

電廠建造	1980-1984
商轉日期	1985
建廠費用	\$450 million
發電量	245 MW
廠區面積	2,560 acres
燃料煤源	Lee Ranch Mine(離電廠約 37 英哩)
煙囪高度	450 feet
電廠用水	Underground wells
環保設備	濕試石灰石洗滌法(wet limestone scrubber system) 移除煙氣中 95% SO ₂ 袋式集塵器(fabric-filter baghouse) 99.9%
汽輪機	1800psig/1000°F/1000°F，3"HGA 背壓，3600rpm
發電機	3 相-18KV，氫冷式
燃燒器	20 組，Combustion Engineering 製
粉煤機	5 台，roll-and-race type，CE 製
送風機	2 台，2 速馬達，離心式風扇，America Davidson,Inc
引風機	2 台，變速馬達，離心式風扇，C-E/MHI Fan Company
一次風扇	2 台(1*60%)，單速馬達，離心式風扇
冷凝水泵	2 台*100%，2600gpm at 525ft total head
鍋爐飼水泵(BFPM)	1 台(1 備用)*100%，4000gpm at 5064ft total head
鍋爐飼水泵(BFPT)	1 台



照片 4-3：Escalante 電廠參訪團成員

4-3 Emerson 最佳化高階程式控制軟體之運作情形

鍋爐燃燒的好壞攸關鍋爐效率，不良的燃燒會使過剩空氣過量、燃氣出口溫度（FEGT）過高、過量的過熱及再熱蒸汽之噴水減溫、可能造成爐管局部的結渣或過熱現象、排放的煙氣中所含的 CO 及 NO_x 過高、煙氣之不透光率偏高以及灰的燒失量(LOI)過高等問題。Escalante 電廠裝機運轉已超過 20 年，各種運轉效能漸減乃更新原有 Bailey Controls Co. 燃燒控制系統為愛默生公司 Ovation™ Expert Control System，並結合 Advanced Process Control (APC) Stochastic Immunological Layer Optimizer (SILO)，技術採用先進的分析和人工智

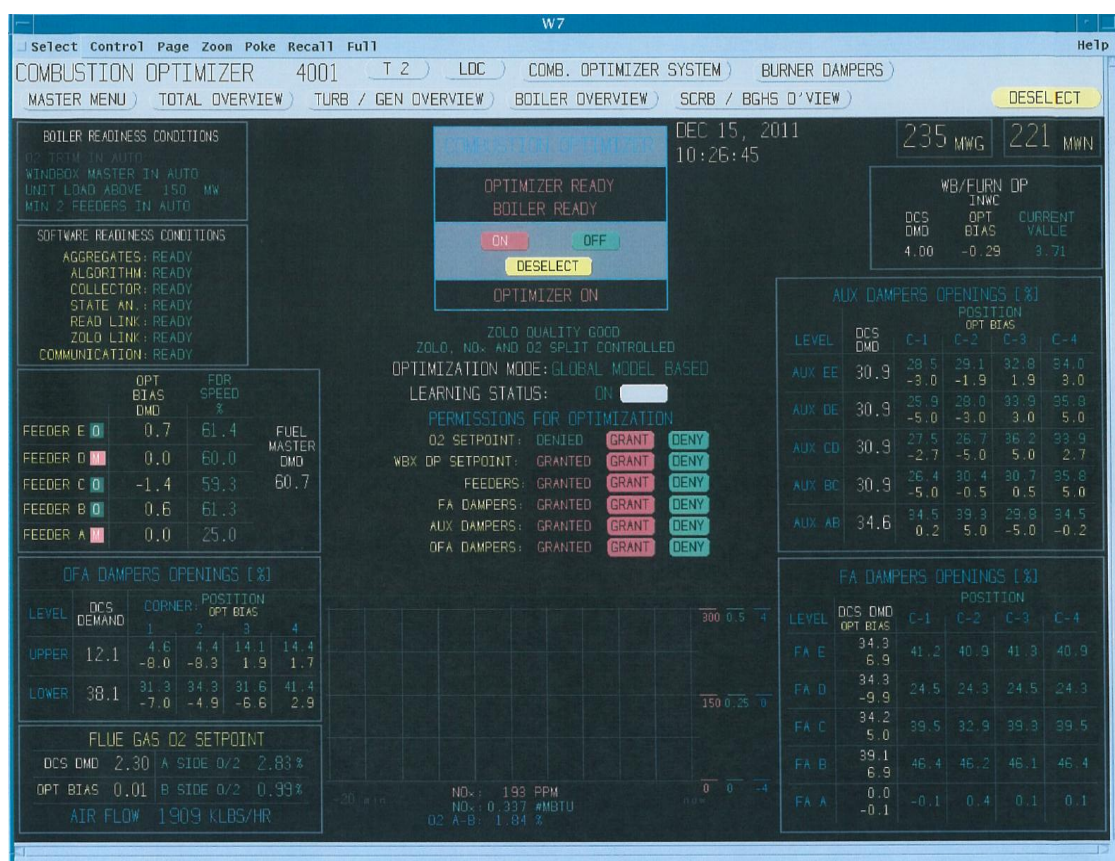


圖 4-1 燃燒優化器(Combustion Optimizer)

慧運算，以達到燃燒均衡及減少排放量。SILO 優化器(Optimizer)包括氧氣(O₂)設定、風箱差壓(Windbox DP)、火上空氣風門(OFA Dampers)、輔助空氣風門(AUX air Dampers)、燃料空氣風門(Fuel air Dampers)、飼煤機(Feeders)等。(參考圖 4-1、4-2)

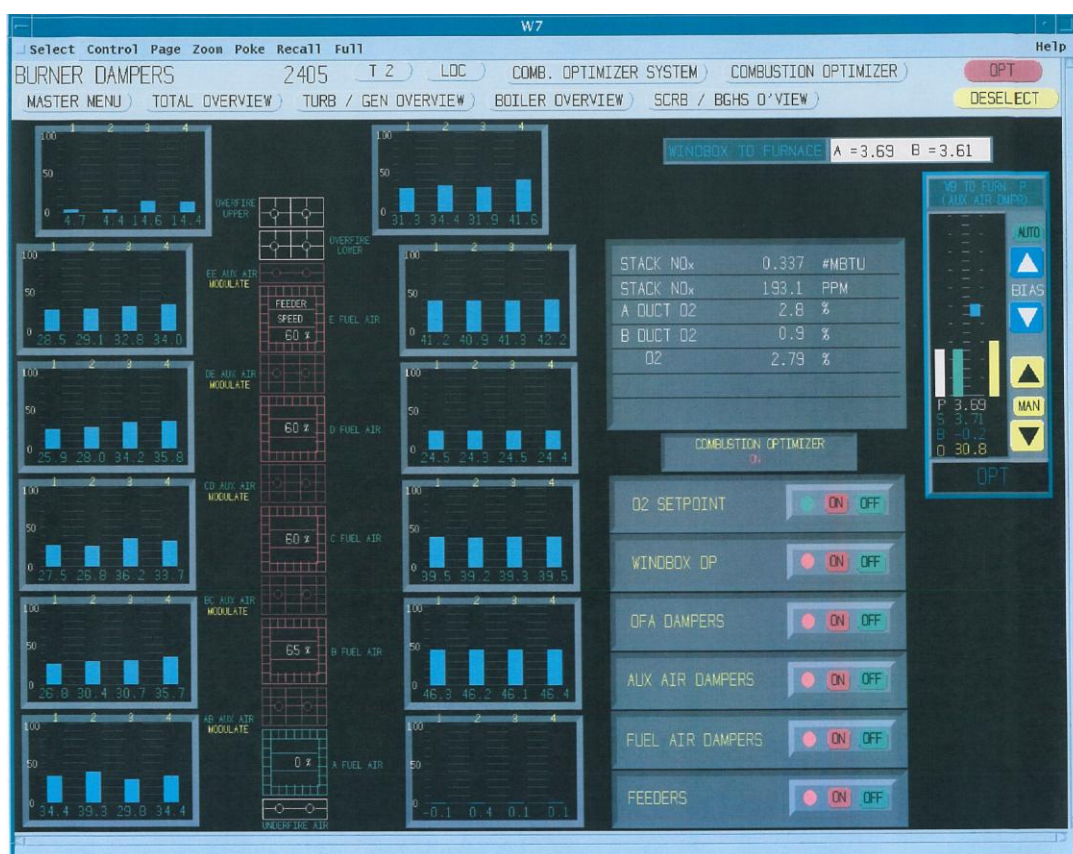
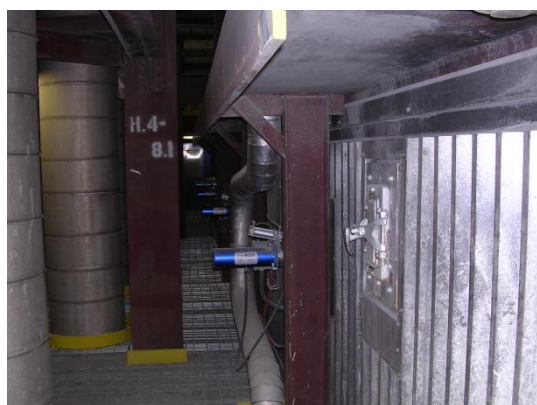


圖 4-2 燃燒器風門控制

4-4 鍋爐優化燃燒 ZoloBOSS 雷射測量系統

Escalante 電廠所引進安裝的 Zolo Technologies 公司之 ZoloBOSS 雷射測量系統，該系統使用可調諧二極管雷射吸收光譜分析技術，量測燃燒區煙氣之溫度、H₂O 及 O₂/CO 等成份含量濃度。

本發電機組於鍋爐電梯 8-1/2F 處 OFA 上方安裝 8 組(4*4)、垂吊型過熱區 3 組，總共 11 組雷射頭組合。現場設備安裝如照片 4-4、4-5、4-6，光纖拉配及控制箱盤連接如圖 4-3 所示。透過 ZoloBOSS 連續量測數據，評估燃燒器所造成燃燒分佈不均的偵測技術(參考圖 4-4、4-5)，能先期掌握鍋爐燃燒狀況，並結合 APC SILO 優化器即時回饋控制系統調整鍋爐燃燒參數，以降低爐內因空氣與燃料分佈不均情況到最小的狀態，因而提升鍋爐運轉性能，同時改善機組熱耗率。



照片 4-4 現場偵測器安裝(後爐)



照片 4-5 現場偵測器安裝(前爐)



照片 4-6 現場控制器

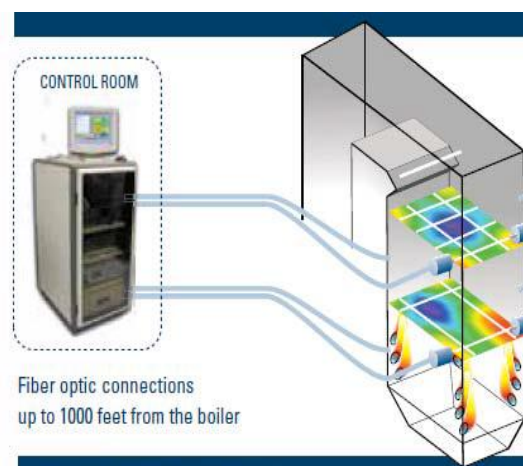


圖 4-3 系統光纖傳輸示意圖

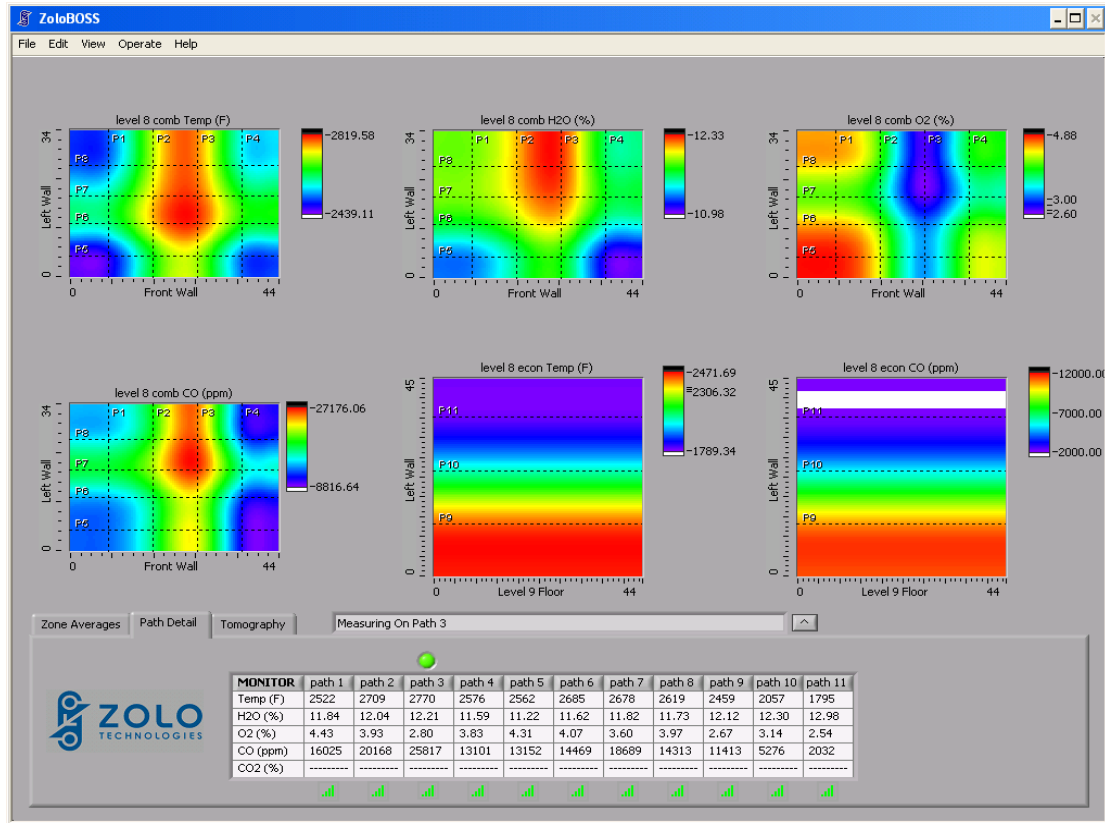


圖 4-4 即時燃燒煙氣溫度/O₂/CO/H₂O 量測結果

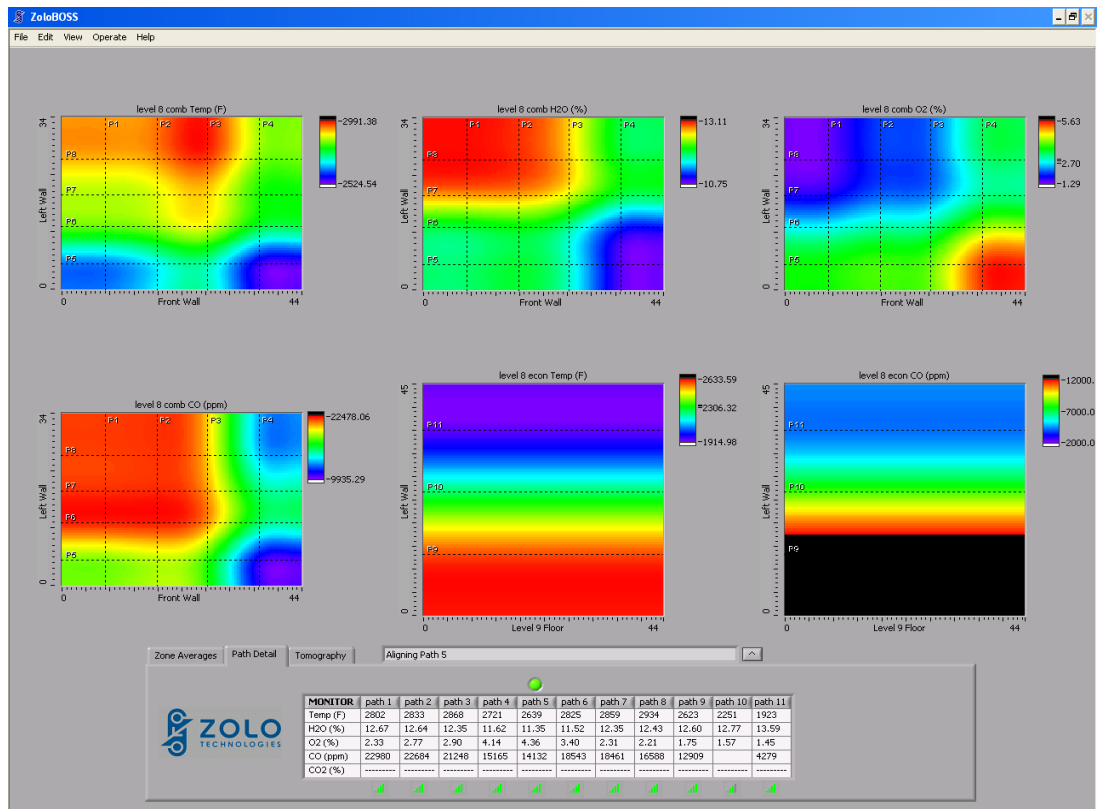


圖 4-5 即時燃燒煙氣溫度/O₂/CO/H₂O 量測結果

4-5 高階控制 APC 與雷射量測結合運作情形

1.機組運作情形，如圖 4-6 控制系統即時全覽畫面所示，由監控畫面所呈現的主要相關運轉數據中，我們可發現汽鼓水位南北側有些許差異，B side O₂ 指示值 0.9% 偏低(運轉操作者已將該參數 Disable)，主蒸汽溫度 987.7°F(設計值 1000°F)；再熱蒸汽 998.4°F(符合設計值 1000°F)、NO_x 193ppm(符合環保規定)、SO_x47.6ppm(符合環保規定)。

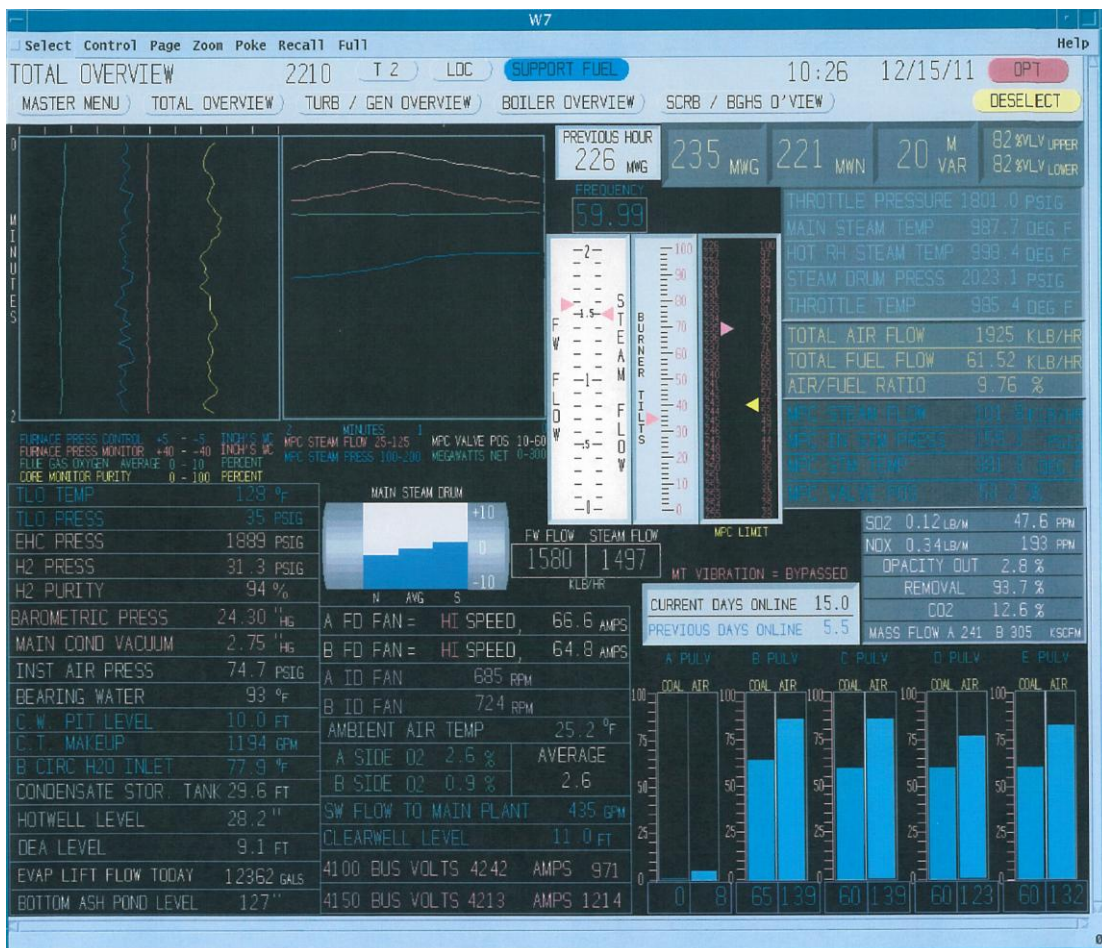


圖4-6 控制系統全覽畫面(System Overview)

2. 參考比對燃燒溫度圖 4-4 中，Monitor Path2 與 Path3 溫度偏差高達 248°F(2770°F-2522°F)，該鍋爐燃燒器為 T-fired 型式爐內燃燒火球有偏一邊情形，此可能為南北側汽鼓水位差異肇因。SILO 優化器除 O₂ 設定功能外其餘皆已啟用 (granted)，運轉人員仍無能力進行手動調整燃燒均化，主蒸汽溫度控制在 987.7°F 為不超環保 (NO_x) 運轉只好犧牲機組效率。
3. SILO 優化器的最佳化調整及雷射量測手動調整，均須原廠技術人員方得以進行。上述兩者製造廠皆在美國本土，相關技術之支援很容易，海外國家的電廠使用者其維護人員若無此技能，則將嚴重影響燃燒最佳化的診斷與調整時效。
4. 當 APC 與 ZoloBOSS 產品結合運用，如果最佳化的工作目標為改善機組熱耗率，則在進行最佳化模式分析程式之學習開發時，必須設定燃煤熱值、工業及元素分析等相關資料，以便計算機組熱耗率及鍋爐效率。Escalante 電廠煤源為單一礦區，煤質變化可能不大，本公司各電廠使用煤質變化頻繁 (台中廠用煤超過 20 種)，且目前各廠未安裝線上煤質分析儀，煤質資料取得之即時真確性尚有待驗證。
5. 使用適當的高科技儀器設備能做精準量測，結合高階控制 APC 有能力連續調整空氣燃料比(Air-Fuel Ratio)，鍋爐燃燒可進入最

佳化狀態 (Optimum Zone) 如圖 4-7。降低 NO_x 、LOI、CO 及提升鍋爐效率和飛灰的再利用率等，將使各輔機如風扇消耗動力及燃料使用量減少。惟鍋爐相關附屬設備如輔助風門(一次風、二次風)、火上風門、飼煤機等皆須能自動操控，鍋爐燃燒方可進入並維持在最佳化狀態。

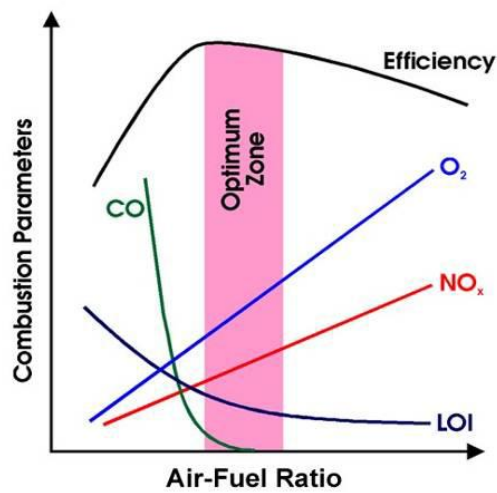


圖4-7 燃燒優化開發區

伍、心得與建議

美國在台協會於2011年11月中旬發函，邀請本公司派員赴美參加2011年12月13日~16日，於美國內華達州拉斯維加斯市舉辦之2011 Power-Gen International全球電力展覽研討會，同時前往新墨西哥州 Escalante 燃煤發電廠，實地瞭解該電廠已裝置之燃煙氣溫度、燃煙氣含O₂、CO、H₂O等成份濃度量測分析系統及Emerson最佳化高階程式控制軟體之運作情形。本次職等二位奉派參加美國在台協會籌組之2011年美國國際電力大展台灣參訪團，因出國陳核手續辦理時程緊迫，感謝公司各級長官和同仁之協助方得以成行。參與此次電力展覽研討會，有包括來自於92個國家及超過20,000位與電力科技產業相關之工程技術及管理人員，展覽會場設置有1,200個攤位，研討會排定39個研討議程及12個研討議題，為全世界在電力科技產業方面最大的展覽研討會。在展覽會場上直接與電力科技領域之專業技術工作者討論，獲益良多，包括論文集資料提供豐富資訊，直接與改善機組運轉之軟體產品開發者及使用者，討論該產品使用上可能的限制及改善方案策略，尤其是參訪Escalante燃煤發電廠，對ZoloBOSS與APC最佳化分析控制軟體的整合建立應用，有更深入清晰的瞭解。

美國電廠建立機組運轉最佳化應用軟體，主要訴求為要可符合美國EPA環保法規的排放要求，同時能順利提供電力需求，至於本公司

的目標除了以上兩點外，還要求熱效率的最佳化，這增加了鍋爐燃燒參數設定的複雜度，因為燃燒參數的調整對提升熱效率的助益，有時候是互相矛盾的，如以燒失量排放而言，降低燒失量，可因未燃碳的損失減少，而提升鍋爐熱效率，若以提高空氣量為對策，卻增加了乾燃氣的損失，反而降低鍋爐熱效率，一正一反之間如何取得最佳運轉點，往往是困難的所在。另外，燃燒參數的設定，有很大一部份，需隨燃煤品質的變動而調整，本公司煤源仰賴國外進口，為能順利於市場取得煤源及經濟成本考量，在品質的要求方面（工業分析、熱值、灰軟化溫度等等）不得不放得比較廣，因此使機組時常燃用偏離設計煤源，更增加開發燃燒最佳化應用軟體模式的困難度，如果燃煤品質供應穩定或者燃煤品質特性參數，如熱值、工業分析、元素分析等等資訊，可由機組DCDAS即時監測系統獲取，對改善燃煤機組的熱耗率，將有相當助益。

Power-Gen International 全球電力展覽研討會，對電力科技事業的參與者而言，是一個可獲取電力科技最新發展趨勢的極佳場合，不管是產品開發者或使用端，都可藉由面對面的溝通獲取寶貴資訊，建議本公司每年派員參加美國全球電力大展研討會，使能持續掌握未來電力科技最新的發展趨勢。

陸、參考文獻

- 【1】 ” Reduce CO₂ Emissions and Boost Generation Efficiency”,
[http://www.power- eng.com/articles /print/volume-115/issue-7 /features/reduce- CO₂ -emissions- and- boost-generation-efficiency. html](http://www.power-eng.com/articles /print/volume-115/issue-7 /features/reduce- CO₂ -emissions- and- boost-generation-efficiency. html), by Scott Affelt, Zolo Technologies.
- 【2】 ” Results of Closed-Loop Coal-Fired Boiler Operation Using a TDLAS Sensor and Smart Process Control Software”, Combustion Science and Technology Volume 183, Issue 11, 2011, pp.1282-1295.
- 【3】 ”Combining Closed-Loop Boiler Optimization with Real-time Measurement of In-Furnace Combustion Attributes”, Chris Steiger, DTE Energy – Detroit Edison, Belle River Power Plant, Coal-Gen 2010, Pittsburgh, PA.
- 【4】 <http://www.power-gen.com/index.html>, Sponsors and Media Partners, Owned and Produced by PennWell Corporation, Presented by Power Engineering Magazine.
- 【5】 ”Top 5 Reasons to Attend Power-Gen International”, David Wagman, Chief Editor, Power Engineering , Nov, 2011, www.power-eng.com.
- 【6】 <http://www.power-gen.com/index.html>, 2011 Highlights.
- 【7】 ” ZoloBOSS for Real-time Combustion Optimization”, ZoloBOSS Taipower Aug25 2011.pdf, Zolo Technologies.
- 【8】 ” Real-time Combustion Optimization”, Zolo Taipower Webinar Oct 28 2011.pdf, Zolo Technologies.
- 【9】 ”針對台中電廠 7 號機提案報告內容－鍋爐優化燃燒 ZoloBOSS 雷射測量系統，品洲科技貿易有限公司，Triplex Engineering & Trade Co., Ltd。
- 【10】 ”Accuracy Verification of ZoloBOSS Measurements”, Andrew Sappey, Ph.D., R. J. Zimmerman, Zolo Technologies , March 2008.
- 【11】 ”Boiler Optimization Using Wavelength-Multiplexed Tunable Diode Laser Sensors”, Henrik Hofvander, Zolo Technologies, INC.
- 【12】 ”針對台中電廠 9 號機評估報告內容－鍋爐優化燃燒 ZoloBOSS 雷射測量系統”，品洲科技貿易有限公司，Triplex Engineering &

Trade Co., Ltd °

- 【13】 ”Individual Burner Air Flow Measurement and CFD Modeling Expedites Low NOX Burner Optimization and Boiler Commissioning”, Ali Yilmaz and Paresh Davé, Presented at Electric Power 2003 March 4-6, 2003 Houston, Texas.
- 【14】 Power-Gen International December 12-15, 2011, Las Vegas, Nevada, Las Vegas Convention Center, 2011 Show Guide.
- 【15】 ”Focal Point Optimization System”, B&W, Babcock & Wilcox, power generation group, www.babcock.com.
- 【16】 ”Cycling and Lifecycle Management for HRSGs ”, Ian J. Perrin, Wesley P. Bauver and Pascal Decoussemaeker, 2011 Power Gen International Conference Paper, December 12-15, 2011, Las Vegas, Nevada, Las Vegas Convention.
- 【17】 ”Alstom’s HRSG –Optimized for today’s flexibility requirements”, **Wesley Bauver, Ian Perrin, Glenn Selby, Harpreet Singh**, 2011 Power Gen International Conference Paper, December 12-15, 2011, Las Vegas, Nevada, Las Vegas Convention.
- 【18】 ” Coal Pulverizer Modifications to Enable 100% Biomass Pellet Firing”, Stanley Kmiotek and Les Marshall, 2011 Power Gen International Conference Paper, December 12-15, 2011, Las Vegas, Nevada, Las Vegas Convention.
- 【19】 ”OPG Charts Move from Coal to Biomass”, April 1, 2010, Les Marshall, Chris Fralick, and Daryl Gaudry, Ontario Power Generation, http://www.powermag.com/coal/OPG-Charts-Move-from-Coal-to-Biomass_2570.html.
- 【20】 ”Combustion Optimization Project at 1300MW Coal-fired Plant Improves Performance ”, Eric Huelson, Newton Logan, Jeff Grott, Harry Winn, Wladek Bandrowski and Greg Tanck, 2011 Power Gen International Conference Paper, December 12-15, 2011, Las Vegas, Nevada, Las Vegas Convention.
- 【21】 ” Coal Pipe Coal Flow Distribution Control for Coal Pulverizer Systems ”, John Rath, Jilin Zhang, Qingsheng Lin, Joseph Bianca, 2011 Power Gen International Conference Paper, December 12-15, 2011, Las Vegas, Nevada, Las Vegas Convention.
- 【22】 ” Coal Flow Optimization with B&W PGG’s EvenFlow™

System”, Bijan Hosseininejad, Tim Fuller, Eric Fuller, Alan Murkerson, Joe Krajna, Harun Bilirgen, 2011 Power Gen International Conference Paper, December 12-15, 2011, Las Vegas, Nevada, Las Vegas Convention.

- 【23】 ”Knowledge-based Optimization of Ameren Sioux 1”, Tim Fuller, Ziegler, Jim Barnett, 2011 Power Gen International Conference Paper, December 12-15, 2011, Las Vegas, Nevada, Las Vegas Convention.
- 【24】 ”Improved Heat Transfer Management through Sootblowing Optimization on a Cyclone-Fired Unit”, Timothy Schmidt and Jeremy A. Brown, 2011 Power Gen International Conference Paper, December 12-15, 2011, Las Vegas, Nevada, Las Vegas Convention.
- 【25】 ” Powerclean™ Performance-Driven Sootblowing Optimization”, PS-388A 500DC01, 2005 Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc., www.babcock.com.
- 【26】 ” Thermal Performance Monitoring at Biomass Plant Boosts Output and Employee Engagement”, Henry Scheck, 2011 Power Gen International Conference Paper, December 12-15, 2011, Las Vegas, Nevada, Las Vegas Convention.
- 【27】 ” Lessons Learned from Existing Biomass Power Plants”, G. Wiltsee, National Renewable Energy Laboratory, February 2000, NREL/SR-570-26946.
- 【28】 ”Escalante Generating Station”, Performance & Reliability by Design, Burns&McDonnell, Energy Division, 9400 Ward Parkway, Kansas City, MO 64114.
- 【29】 ” DIRECT TECHNICAL TESTIMONY OF BARBARA A. WALZ ON BEHALF OF TRI-STATE GENERATION AND TRANSMISSION ASSOCIATION, INC., Barbara A. Walz, October 7, 2011.

附錄一 美國在台協會邀請函



Jan 24 2000 10:56AM AIT COMMERCIAL SECTION 27576533
27576533

p. 1

<附件>



受文者：台灣電力股份有限公司
發文日期：2011年11月8日
發文字號：美台字第 20111108-1 號

主旨：有關美國 Zolo Technologies 公司技術團隊，針對 貴公司台中電廠#7 號機提出燃燒效率改善建議報告，並敬邀 貴公司派員赴美參觀位於墨西哥州 Escalante 發電廠之 Zoloboss 雷射光譜監測系統之實機操作，詳如說明，敬請查照。

說明：

- 一、美國 Zolo Technologies 公司在美國能源部監督下，針對美國 AEP 公司 Zmos 電廠#3 號機及 DTE 公司 Belle River 電廠#2 號機，以 Zoloboss 雷射光譜監測系統進行實機平衡燃燒測試調校，效益顯著。前業已由 Zolo Technologies 公司副總裁於 2011 年 8 月 25 日親向 貴公司發電處及電廠同仁進行簡報說明，並前往 貴公司台中電廠進行踏勘。
- 二、經 Zolo Technologies 公司匯整 貴公司發電處及電廠人員意見，並洽美國燃煤鍋爐廠商 Babcock & Wilcox Company 公司，先進程控系統供應商 Emerson 公司，及量測驗證工程顧問公司 Black & Veach 進行技術整合，建議以台中電廠#7 號機進行裝設 Zoloboss 系統進行燃燒效益量測驗證，並提出改善建議報告如附件。
- 三、本案可與 貴公司台中電廠相關機組已裝設之 APC (Advanced Process Control) 系統以及即將裝設之粉煤均流系統產生節能綜效。茲為提供 貴公司人員現場觀摩機會，擬敬邀 貴公司派員赴美參加 12 月 13 日-16 日於美國內華達州拉斯維加斯市之 2011 Power-Gen 全球電力展覽研討會，並就近參觀位於墨西哥州 Escalante 發電廠之 Zoloboss 雷射光譜監測系統之實機操作。
- 四、本案本會聯絡人美國在台協會商務組錢雲山專案經理電話 02-27201550 分機 331，電郵「allen.chien@trade.gov」。

美國在台協會商務組 台北市信義區基隆路 1 段 333 號 32 樓 3207 室

TEL:02-27201550 FAX:02-27577162

附錄二 美國在台協會籌組之美國國際電力大展(Power-Gen)參訪團行程表



Itinerary of Taiwan Delegation, 2011 Power-Gen International 2011 年美國國際電力大展台灣參訪團行程表

12/12, Monday

Taipei -> Los Angeles (MH-09421 12/12 21:15 -- 12/12 17:05)

Los Angeles -> Las Vegas (AA-1198 12/12 20:20 -- 12/12 21:25) ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

- 本日由台灣桃園機場飛美國洛杉磯機場，再轉機飛美國拉斯維加斯機場(所顯示之日期與時間皆為當地日期時間，下同)

12/13, Tuesday

2011 Power-Gen Exhibition & Conference: Free Visiting

- 本日自由參觀 2011 年美國國際電力大展

12/14, Wednesday

2011 Power-Gen Exhibition & Conference: Special Technical Seminars
(Team Steel: Lunas Construction)

Las Vegas -> Albuquerque, New Mexico State (Southwest Airline, 20:30-23:05)

- 本日參加電力展美商所舉辦之提昇鍋爐機組燃燒效率研討會(鋼鐵組團員參加 Lunas Construction 資源回收廠)
- 晚上由拉斯維加斯機場搭機前往新墨西哥州工商大城 Albuquerque

12/15, Thursday

Site Visit to Tri-State Power Company's Escalante 250 MW coal-fired power plant
(Team Steel: Western Metals Recycling)

- 本日搭車前往墨西哥州 Tri-State 公司之 Escalante 電廠參觀(鋼鐵組團員參加 Western Metals Recycling 廢鋼廠)

12/16, Friday

New Mexico Renewable Energy Opportunities and Briefing

Albuquerque, New Mexico State -> Las Vegas (Southwest Airline, 15:00-15:35)

Las Vegas -> Seoul (KE-006, 23:40, 12/16-06:00, 12/18)

- 本日早上參加新墨西哥州再生能源商機簡報會議及參觀代表廠商
- 下午由 Albuquerque 搭機返回拉斯維加斯機場，晚間自由活動

12/17-12/19, Saturday-Monday

Las Vegas -> Los Angeles (AA- 1423 12/17 19:15 -- 12/17 20:20)

Las Vegas -> Taipei (MH- 095 12/17 23:10/ -- 12/19 06:10)

- 12/17日早上自由活動，下午搭機經洛杉磯轉機返回台北

注意事項：

- (1) 台北至拉斯維加斯往返機票及 12/ 12 及 12/13 二日住宿由汎歐旅行社進行安排，聯絡人石夢麗 TEL:(02)87718515。
- (2) 拉斯維加斯至墨西哥州 Albuquerque 市往返機票及 12/14 及 12/15 二日住宿由美國新墨西哥州政府駐華辦事處安排，聯絡人耿慶蕙，TEL:(02)29225975。

附錄三 2011 Power Gen International 研討會議題內容摘錄

12/13/2011 Tuesday

1:30PM
3:30PM

01A - Macro-Trends Affecting U.S. Power Projects - Panel Discussion
Room N111 - Panel

An insightful and concise overview of major factors affecting prospects for new power project development in the U.S., including shale gas, natural gas storage and transmission, electric power transmission, electric power demand and regulatory/generation planning.

02A - Flexible Gas-Fired Generation in a Rapid Response World - Panel Discussion
Room N113 - Panel

Flexible, rapid response gas-fired generation is increasingly complimentary to market forces such as variable renewable resources. This topic ranks high among the top critical issues demanding the industry's attention.

03A - CO2 Capture Technology Update Room N109 - Paper

The drive to find a reasonable retrofittable CO₂ capture technology continues to challenge power industry equipment suppliers. This session presents the details behind these evolving technologies and offers pilot demonstration results.

Carbon Capture with Low Emissions – Alstom Power and Dow Chemical Advanced Amine Process 3A1

Recent Development of Hitachi's Advanced Amine-based Post-Combustion CO₂ Capture Technology 3A2

Initial Operation Results of Oxyfuel Power Plant in Callide Oxyfuel Project 3A3

Update on Operation of the CIUDEN Oxy-CFB Boiler Demonstration Project 3A4

Babcock & Wilcox's Demonstration-Ready RSAT Technology for Post-Combustion Carbon Capture 3A5

04A - Recent Experience in Multi-Pollutant Control Room N103 - Paper

Many power generators are pursuing a multi-pollutant control strategy. This session reviews recent experience with implementation of large scale, multi-pollutant control for coal-fired applications.

Innovations in Conversion of Electrostatic Precipitators to Fabric Filters 4A1

Operating Flexibility in the ReACT Multi-Pollutant Control System 4A2

Combined SO_x and CO₂ Removal for Oxycombustion Power Plants 4A3

Air Quality Control System Technologies for Meeting Utility Air Regulations 4A 4

Circulating Dry Scrubbers Comply with the EPA Maximum Achievable Control Technology Limits 4A5

05A - Performance Issues Facing Modern Coal Plants Room N107 - Paper

This session will present a case study on a new coal plant and operating considerations for cycling modern plants. The session will also explore considerations for closing idled fossil plants.

Plum Point Energy Station (Case Study) 5A1

Preventive Maintenance for USC Steam Generators 5A2

Operational Reliability Improvement in a Korean Ultra Super Critical Power Plant Steam Turbine 5A3

Fossil Plant Idling 5A4

Steam Turbine Technology Applications for Air Cooled Condenser (ACC) Plant Designs 5A5

06A - Material and Construction Room N108 - Paper

This session discusses boiler materials and construction along with its challenges to assess its integrity to find a more suitable material and retrofit.

Boiler Materials for Oxy-Combustion Retrofits 6A1

Metallurgical Assessment of Heads Containing ID Cracks on a Secondary Superheater Outlet Header 6A2

Thermal Shock – Early Stage Damage Detection and Monitoring orFailure Analysis 6A4

The Use of Thermoplastic Liners in Wet Flue Gas Desulfurization 6A5

07A - Advances in Gas Turbine Operations and Maintenance Room N110 - Paper

Technology developments and field proven results are having a positive effect on gas turbine power plant operations and maintenance costs. This session examines a

range of innovations and applications.

Thermal Performance Upgrades for Siemens SGT6-5000F Gas Turbines 7A1

Aftermarket Compressor Durability Upgrade Package for the 7FA+e Gas Turbine 7A2

Laser Shaft Alignment for Gas Turbines 7A3

Repairing Cracked and Damaged Castings...Permanently 7A4

Applying the Latest GE Gas Turbine Upgrades to Enable Improved Supply Side Efficiency within the Calpine Fleet 7A5

08A - Bulk Energy Storage Solutions for Transmission Challenges Room N112 - Paper

Owing to the variability of renewable generation sources, adding electricity generated from water, wind, sun, biomass and geothermal to the grid requires increased flexibility, a need to meet daily demand cycle, load following and frequency regulation. Join this session to learn more about various available bulk storage energy technologies that are being used to meet these requirements.

Applications and Benefits of Energy Storage 8A1

Lessons from Iowa Development of a Bulk Energy Storage Facility in MISO 8A2

Pump Storage Power Plants - A Flexible Solution for Dynamic Loads 8A3

Optimized Pumped Storage Power Plant Controls Using Real Time Models & Economic Dispatch Solver 8A4

Thermal Energy Storage 8A5

09A - The Future of Renewable Energy - Trends in Policy, Financing & Technology - Panel Discussion Room N114 - Panel

This panel session will examine trends in utility scale renewable energy market across the U.S. As the market continues to grow and mature, there are evolving trends in demand, economics policies and regulations which will be addressed and discussed by a panel of experts.

10A - Building Blocks of On-Site Power: Microgrids, Distributed Generation Room N117 - Paper

Presenters will compare and contrast the various modular elements being defined to meet the unique demands of specific on-site power end user types.

A Process for Integration of Renewable Energy Using Smart Microgrids on Military Bases 10A2

Sheboygan Wastewater Treatment Plant + CHP: Waste to Dollars 10A3

Microgrids for the Tactical Battlefield 10A4

11A - Gas Turbine Optimization and Performance Evaluation Room N101 - Paper

Utilization of software, tools and processes to test and analyze the performance evaluation and degradation of gas turbines and HRSGs. Plus GT augmentation by incorporating green ice thermal storage systems.

HRSG Performance Degradation – Identifying Specific Component Using the DCS Data 11A2

Technology Advances for Simple Cycle Gas Generation and Expanded Ancillary Services 11A3

Evaluation and Optimization of Gas Turbine Upgrades Using Original Design Formulations and Field Test Data 11A4

Peaking Gas Turbine Power Augmentation with Green Ice Thermal Storage System 11A5

12A - Asset Betterment Room N102 - Paper

This session will describe some ideas - both plant-specific and fleet-wide - that can materially improve asset value or efficiency. These concepts and supporting case studies will be presented and discussed.

Fleet-Level Performance and Benchmarking 12A1

Field Test of the New Approach in Online Monitoring of Deposit Accumulation Using High Temperature Rated Strain Gauge 12A2

Improving Daily Plant Operations with Operation and Maintenance Diagrams 12A4

Improved Reliability of Cooling Towers with Direct Drive Permanent Magnet Motor Technology 12A5

12/14/2011 Wednesday

9:30AM
11:30AM

01B - Marginal Fossil Units - Revive, Repower or Retire Room N111 - Paper

Aging fossil-fired plants face more challenges than ever from environmental regulations, fuel issues and mandated renewable portfolio standards. Marginal plants may or may not survive. This session tackles the issues and looks to the future.

Sustainable Management of Aging Assets 1B1

Repowering Coal-Fired Plants – Determining the Technical and Economic Ability of Reusing System Equipment 1B2

Operational and Economic Impacts of Renewable and Gas Plant Integration 1B3

Scenario Planning: A Pathway to the Future 1B4

Solar Thermal and Fossil Power Integration Options to Expand Renewable Implementation 1B5

02B - Project Execution: Successfully Managing Risks and Uncertainties - Panel Discussion Room N113 - Panel

Future projects will have to successfully negotiate substantial multiple issues. These include contracting methodology, commodity and labor escalation, availability of a trained workforce and of financial uncertainties with increasing interest rates. Risk mitigation and apportionment, among other factors, become critical. This panel will discuss these various issues and concerns.

03B - Regulatory Issues and Environmental Compliance Room N109 - Paper

This session will discuss programs and systems that enhance existing water treatment regulatory strategies for fossil generation systems.

Physical Modelling of Circulating Dry Scrubber Systems 3B1

Minimizing Water Discharge and Maximizing Re-Use 3B2

A Holistic Water Management Approach to Changing Power Plant Regulations 3B3

Transactional Due Diligence in a Time of Regulatory Uncertainty 3B4

Update on Section 316(b) Phase II Compliance Options at a Reference Plant 3B5

04B - Utility MACT Environmental Compliance Room N103 - Paper

This session reviews utility MACT regulation compliance technologies and examines the regulations. Come ready to learn about existing and novel

technologies

Evaluation of ICR Data Regarding Coal Chlorine Content at Existing EGUs and Implications for Compliance with the EPA's Proposed Toxics Rule 4B1

HCl Removal for Biomass 4B2

The EGU MACT Conundrum 4B3

Environmental Compliance Solutions in the Age of Air Toxics and CSAP Rules 4B4

Utility MACT Compliance for Utilities Burning Bituminous and Subbituminous Coals - Case Studies 4B5

05B - Material Handling Challenges and Solutions Room N107 - Paper
This session covers design issues related to material handling systems at power plants

Wet to Dry Bottom Ash Disposal Conversion Project – BL England Station 5B1

Fly Ash Handling: Challenges and Solutions 5B2

Englo, Inc. Rotary Dumper Wet Dust Extraction Project 5B3

Assessment of Coal Handling System Technical Issues Associated with Conversion of Power Plants to PRB Coal 5B4

06B - Major CCS Demonstration Projects Room N108 - Paper

This session will cover major CCS demonstration projects and related enabling technologies (IGCC oxy-combustion, post combustion capture and pressurized fluidized bed combustion).

FutureGen 2.0 - First Large-Scale Integrated Test of the Oxy-Combustion Clean Coal Power Generation Technology Including CO2 Capture and Permanent Storage 6B1

TBD - Mike Monea 6B2

Overview of Scale and Engineering of the Kemper County IGCC Project Using Transport Integrated Gasification 6B3

Carbon Capture Demonstration Project at WA Parish Station – Status Update 6B4

Pressurized Fluid Bed Coal Fired Power Plant With Carbon Capture 6B5

07B - Combined Cycle Room N110 - Paper

This session highlights the flexibility requirements of combustion turbine plant configurations. New unit construction as well as the repowering of existing equipment will be investigated. Discussions on equipment selection for both combustion turbines and heat recovery steam generators that meet grid needs for flexibility will be presented.

- Alstom's HRSG – Optimised for Today's Flexibility Requirements 7B1
- Design Considerations for Advanced Combined Cycle Plants using Fast Start HRSGs 7B2
- Repower of SMEPA Moselle Generating Station Units 1 and 2 7B3
- A Combined Cycle to Meet Future Grid Needs 7B4
- Configurations of Combined Cycles: One, Two or Three? 7B5
- 08B - Technology and Market Advances for Utility Scale Solar Power Room N112 - Paper

Innovations in finance, project structuring and technology have resulted in a broad range of successful, new utility scale solar projects. This session will feature presentations that cover concentrating solar, PV and hybrid project configurations.

- Optimization of Utility Scale PV Project Economics 8B1
- Gas Turbine / Parabolic Trough Hybrid Designs 8B2
- The Key to Utility Scale Solar: High Yield, Steady Supply and Flexibility for Growing Demand 8B3
- Rapidly Deployable and Re-usable On-site Assembly Facility for Solar Heliostats 8B4
- Developments in Compact Linear Fresnel Reflector Technology to Meet Utilities' Growing Concentrating Solar Power Needs 8B5
- 09B - Cutting-Edge Biomass Applications for Power Generation Room N114 - Paper

This session will present several examples of biomass to power applications, including waste to energy, modifying coal plant for biofuel and oil to biofuel modifications.

- Coal Pulverizer Modifications to Enable 100% Biomass Pellet Firing 9B1
- Biopower: Yesterday, Today, and Tomorrow 9B2

Successful Modernization of Solid Waste Authority's (SWA) Palm Beach Waste to Energy Facility (PBREF 1) 9B3

Suspension Firing of Biomass in Pulverized Coal Boilers 9B4

10B - Increase Profits by Reducing Costs Room N117 - Paper

This session focuses on power project evaluations and how on-site power can help reduce operations costs and improve reliability.

Emerging Drivers for Onsite Power 10B1

Small Scale Power Generation from Waste Heat 10B2

1 MW Peaking Power, Emergencies and Hedging Against High Power Prices(A Case Involving a World Class Flight Simulator Company in Brazil) 10B3

Promoting Energy Projects to Our Customer Base 10B4

Achieving Energy Security Using a Microgrid in Trigenation Mode at U.S. Army Fort Belvoir 10B5

11B - Effective Maintenance Strategies Room N101 - Paper

Effective maintenance is the key to reliable and profitable power plant operation. This session examines several advances in effective plant maintenance.

Innovative Pendant Platen Design Resists High Slagging Coal Formations Increasing Boiler Availability 11B1

Progress Energy Automates Callout Process to Maintain Plant Efficiency 11B2

Grade-91 Material : Quality Control and Inspection For Cost Effective Maintenance 11B3

TIVAR 88-2 Replaces Stainless Steel in Dust Collection System 11B4

Glass Forming Iron Based Alloys For High Wear Boiler Applications 11B5

12B - Combustion, Coal-Flow and Soot-Blowing Optimization Room N102 - Paper

Getting better unit performance through combustion, coal-flow and soot-blowing can reduce NO_x, CO₂ and improve heat rate. This session explores a variety of viable strategies.

Closed-Loop Combustion Optimization at AmerenUE's Sioux 1 Plant 12B1

Combustion Optimization Project at 1300MW Coal-fired Plant Improves

	<p>Performance 12B2</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Coal Pipe Coal Flow Distribution Control for Coal Pulverizer Systems 12B3 <input type="checkbox"/> Coal Flow Optimization with B&W PGG's EvenFlow System 12B4 <input type="checkbox"/> Merging Traditional and Knowledge Based Sootblowing 12B5
<p>1:30PM 3:30PM</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 01C - Future Directions in Generation Capacity - Panel Discussion Room N111 - Panel <p>Worldwide net electricity generation could grow 87% between 2007 and 2035 and significant new capacity will be required. Drivers for new capacity selection are continually changing due to a wide range of influences. Our panel brings significant background in the various technologies and related economics and will discuss and debate likely trends in new capacity.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 02C - Asset Management for Load-Following and Cycling Room N113 - Paper <p>Power generators must respond to changing market needs by adjustments in portfolio management. Asset management decisions include modifying generating asset roles for existing units and integrating new fleet assets to enhance portfolio responsiveness.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Cycling and Lifecycle Management for HRSGs 2C2 <input type="checkbox"/> Rapid Cycling of Once Through Steam Generator (OTSG) Power Plants 2C3 <input type="checkbox"/> Considerations for Cycling Duty of Coal-Fired Power Plants 2C4 <input type="checkbox"/> 03C - Advancements in Mercury Control Room N109 - Paper <p>Learn about the latest developments in mercury reduction with an emphasis on regulatory updates, performance enhancements and promotion of worldwide awareness.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mercury Emission Control: Performance and Economic Analysis. 3C1 <input type="checkbox"/> Can Utilities Rely on SCR Technology for Mercury Oxidation? 3C2 <input type="checkbox"/> Improved Mercury Removal Performance Using New DARCO Hg-LH EXTRA in Challenging Applications 3C3 <input type="checkbox"/> Mercury Removal from Coal-Fired Power Plant Flue Gas via Circulating Dry Scrubber System 3C4 <input type="checkbox"/> Preparing for the UNEP 2013 Global Mercury Treaty with the Process Optimisation Guidance Document (POG and iPOG) 3C5

04C - SO₂ Control Technology Update Room N103 - Paper

This session reviews recent developments in SO₂ control technologies and compares several FGD technical advances.

Alstom's Latest Generation of FGD Spray Towers for Low Emissions 4C1

Electrochemical Corrosion Control of AL-6XN Super-Austenitic Stainless Steel Flue Gas Desulphurization Scrubbers 4C2

Comparison of Two Semi-Dry FGD Technologies: Spray Dryer Absorber (SDA) vs. Circulating Dry Scrubber (CDS) 4C3

Recent Operating Results of the Five New Wet FGD Installations for Ameren Corp. 4C4

Novel Polyfunctional Emissions Reduction System For Combined Cycle Power Plants 4C5

05C - Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC): Technology Update Room N107 - Paper

Recent advancements in gasification and oxy-fuel technologies will be reviewed including technology and project development advances that may lead to improved IGCC plant economies.

Development of Oxy-Fuel IGCC System 5C1

Model for Optimal Design of Integrated Coal Gasification Combined Cycle (IGCC) Power Plant Based on the Mathematical Programming 5C2

Progress Update of the Air Blown IGCC and Gasification Plant 5C3

Gasification and IGCC – Part of a Clean Energy Solution 5C4

Applying Dynamic Simulation Technology During Gasification Plant Process Design 5C5

06C - Emissions Control Technology Improvements Room N108 - Paper

Recent developments in flue gas clean-up will be presented including low-NO_x burners, selective catalytic and non-catalytic reduction for NO_x control and multi-pollutant capture (i.e., SO_x, NO_x, Hg and CO₂).

The V-Temp(TM) Economizer System and Method for SCR Temperature Control 6C1

Versatility of New Generation DS® Low NO_x Burner 6C2

Advanced SNCR Technology for Power Plants 6C3

Deactivation of SCR Catalyst by Phosphorous: Proposed Mechanism and Solution 6C4

Experience with Patented Shockwave Multi-Pollutant Capture Technology for Utility Power MACT Compliance 6C5

07C - Gas Turbine Technology and Applications Room N110 - Paper

This session covers advances in gas turbine technology, an alternative fuel application and demonstrated enhancements to performance and availability.

SGT6-5000F Gas Turbine Product Update 7C1

Aeroderivative Power Generation with Coke Oven Gas 7C2

Introduction of the Titan 250 Combustion Turbine 7C3

Economic Benefits of Hybrid Turbine Inlet Chilling for a Small Gas Turbine in an Industrial Process 7C4

A Day of Regulating Operation at the Dave Gates Generating Station at Mill Creek 7C5

08C - Small-Scale Energy Storage Technologies: What's Working? Room N112 - Paper

A variety of electrical, thermal and mechanical technologies for storing energy are available for facilitating increasing amounts of renewable energy. This session provides specifics on current applications of a variety of small-scale technologies

The Role of Energy Storage in Stabilizing PV Power for Utilities 8C1

Using Storage to Mitigate High Penetration Solar PV Concerns 8C2

Scalable Low-Cost Smart Distributed Electricity Storage for Renewable Integration 8C3

A Case Study of Grid Energy Storage in NYISO 8C4

Energy Storage for Small Scale Applications 8C5

09C - U.S. Wind Power Update Room N114 - Paper

Despite a slowly-recovering economy and a lack of federal energy policy, the U.S. wind energy industry continues to grow, providing 35% of all new generating capacity in the U.S. since 2007. The session will explore the growth of wind power from the perspectives of wind developers, wind turbine manufacturers, electric

utilities, and end-users.

Overview of the U.S. Wind Energy Industry and Challenges Ahead 9C1

The Project Developer Perspective on Wind Power's Growth 9C2

The Wind Turbine Manufacturer Perspective on Wind Power's Growth 9C3

10C - Current Trends Impacting On-Site Power - Panel Discussion Room N117 - Panel

This panel will discuss the latest on-site power trends in international building codes, Tier IV emissions, fuel storage system efficiencies and arc flash protection comparisons and NESHAP. (National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants)

11C - Steam Turbine Reliability, Availability and Efficiency Room N101 - Paper

This session focuses on the technologies for improving the reliability, availability and efficiency of aging steam turbines through inspection techniques monitoring and design upgrades.

Steam Turbine Modernizations - The Outlook at Fossil Fueled Power Plants and a Recent Industry Project Application 11C1

Upgrade of an Existing Steam Turbine 11C2

Service Recommendations for Generators 11C3

Failure Analysis of Rotating Equipment Using Root Cause Analysis Methods 11C4

Corrosion Inhibition of Stress Corrosion Cracking and Localized Corrosion of Turbo-Expander and Steam/Gas Turbines Materials 11C5

12C - Performance Improvement through Instruments, Controls and Electrical Systems Room N102 - Paper

Power generation instrument, control and electrical advances are applied to improve plant performance, unit availability and safety. This session explores innovations, applications and case studies.

Improved Heat Transfer Management through Sootblowing Optimization on a Cyclone Fired Unit 12C1

Thermal Performance Monitoring at Biomass Plant Boosts Output and Employee Engagement 12C2

Impact of Modifications to a Combustion Turbine Inlet Air Chilling System on

	<p>Reliability, Availability and Maintainability 12C3</p> <p><input type="checkbox"/> Role of Advanced Sensors and Controls to Reduce Power Generation Emissions 12C4</p> <p><input type="checkbox"/> HRSG Water/Steam Chemistry Monitoring: A Critical Necessity for Reliable Plant Operation 12C5</p>
<p>12/15/2011 Thursday</p>	
<p>9:00AM 9:45AM</p>	<p><input type="checkbox"/> State of the Economy in 45 Minutes Room N111 - Panel</p> <p>This fast-paced Plenary Session offers attendees an overview of key economic indicators and trends that are likely to drive the North American and global energy markets in the next 12 to 18 months. This session will be an ideal way to end your week at POWER-GEN International and return to your office with useful insight into where the economy may be headed.</p>
<p>10:00AM 11:30AM</p>	<p><input type="checkbox"/> MS I - Grid Integration of Large Amounts of Renewable Energy Room N110 - Paper</p> <p>Growth in all forms of renewable energy - solar, wind, biomass, hydro, geothermal - brings a wealth of benefits and sizeable challenges as they are integrated into the grid to bring ever-growing amounts to market.</p> <p><input type="checkbox"/> Grid Integration of Renewable Energy Resources MSII</p> <p><input type="checkbox"/> Getting to 33% Renewable Energy on the California Grid MSII2</p> <p><input type="checkbox"/> Wind Integration Utilizing Pumped Storage MSII3</p> <p><input type="checkbox"/> Grid Integration in the Western U.S. – Additional Insights MSII4</p> <p><input type="checkbox"/> MS II - Large Frame Gas Turbines Room N112</p> <p>Major OEMs discuss issues and challenges related to combustion turbines, discuss fleet performance metrics and offer insights into upcoming product modifications.</p> <p><input type="checkbox"/> Alstom's KA24 Combined Cycle Power Plants Based on Advanced GT24 Gas Turbine Designed to Meet Today's and Future Market Requirements MSII1</p> <p><input type="checkbox"/> GE's 7F Turbine – Current Enhancements and Updates MSII2</p> <p><input type="checkbox"/> Validation of Mitsubishi J Series Gas Turbine MSII3</p> <p><input type="checkbox"/> H-Class High Performance Siemens Gas Turbine(SGT5-8000H / SGT6-8000H Product Line) MSII5</p> <p><input type="checkbox"/> MS III - Asia Report - Impact of China and India Energy Sector Development on</p>

the Global Power Industry - Panel Discussion Room N114 - Panel

Understanding the impact of China's and India's continued economic development on commodities, pricing & availability, generation equipment manufacturing, and global emissions inventory.