

出國報告(出國類別：開會)

出席亞洲亞煙煤 使用者聯盟第四屆年會報告

服務機關： 台灣電力公司興達發電廠

姓名職稱： 陳清龍 副廠長

派赴國家： 泰國曼谷

出國期間： 103年10月13日至103年10月16日

報告日期： 103年11月18日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

出席亞洲亞煙煤使用者聯盟第四屆年會報告

82 頁數 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳清龍 /台灣電力公司//興達發電廠/副廠長/(07)6912972

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習5 其他

出國期間：103 年 10 月 13 至 103 年 10 月 16 出國地區：曼谷

報告日期：103 年 11 月 18 日

分類號/目

關鍵詞：2014 年亞洲亞煙煤使用者聯盟(ASBCUG)年會

內容摘要：(二百至三百字)

一、香港中華電力公司 (CLP) 於 100 年 4 月發起之亞洲亞煙煤使用者聯盟 (ASBCUG)，旨在增進對使用亞煙煤之知識交流，並使聯盟成員可分享與學習亞煙煤運儲與燃用時發生意外事件之最佳處理模式，以促進亞煙煤在發電廠安全地運儲與燃用，本公司為創始會員。

本公司為降低購煤成本，一般亞煙煤之使用量有增加之趨勢，102 年採購

量約 302 萬噸占全公司進口量(2936 萬噸)之 10.29%，預計 104 年採購量約 330 萬噸占全公司進口量(2556 萬噸)之 13%，但一般亞煙煤高揮發物易自燃特性，會影響輸送與儲存安全，另低研磨率會影響鍋爐燃燒問題，低灰融點會有結渣問題，低熱值特性要如何與其它高熱值煤搭配，才能滿載並使燃燒排放能達到環保排放標準，以上問題在會場中與亞煙煤使用者聯盟各會員專家交流討論，使電廠安全又有效率的使用亞煙煤，降低發電成本。

二、ASBCUG 訂於 103 年 10 月 13 日至 16 日在泰國曼谷召開第四屆年會(其中含 103 年 10 月 13 日 07:30 the GHECO 1 Power Plant Tour 及 10 月 14—16 日小組會議 Generation Company Roundtable)。

三、茲為瞭解亞洲各國使用煙煤狀況及最新趨勢，公司指派由興達電廠陳清龍副廠長參加會議。

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

目 錄

頁次

| | |
|----------------|-------|
| 壹、 出國緣由..... | 5 |
| 貳、 出國行程..... | 6 |
| 參、 出席會議紀要..... | 7~73 |
| 肆、 心得與建議..... | 74~82 |

壹、出國緣由

本公司第一次試燒亞煙煤是 76 年底在大林電廠試燒阿拉斯加亞煙煤，接著是 77 年 3 月試燒 PRB (Powder River Basin) 亞煙煤。結果因自燃不易控制及煤炭市場需求，價格等因素而中斷。

85 年公司就環保與經濟立場已警覺亞煙煤之趨勢與重要性，85 年至 86 年在大林電廠開始大規模投入亞煙煤堆存試驗及試燒研究。

經驗證實亞煙煤之堆存自燃是可以控制，鍋爐試燒結果良好，87 年再由公司其他各燃煤電廠繼續試燒，並掌握各種配煤比率，隨著經驗累積及煤源市場變化，其用量逐年成長，鑑於煤價高漲，且高熱值煤源日益枯竭，越來越多亞洲國家電廠開始燃用亞煙煤(Sub-Bituminous Coal，以下簡稱 SBC)。

100 年香港中華電力集團(CLP—China Light & Power. Co.)，發起亞洲亞煙煤使用者聯盟 (Asian Sub-Bituminous Coal User' s Group，以下簡稱 ASBCUG)，以利成員間相互交流經驗與知識，增進亞煙煤運儲與燃用上之安全、效率及經濟性。CLP 籌組 ASBCUG 之宗旨，符合本公司利益，故表達樂見其成之意。

100 年 4 月中，本公司正式同意加入 ASBCUG，與香港中華電力集團 (CLP)、港燈 HK Electric (香港電燈有限公司 Hong Kong Electric Co., Ltd. —)、泰國 EGCO(EGAT) (Electricity Generating Public Company Limited 主要以 EGAT—Electricity Generating Authority of Thailand 為代表)、韓國南東電力公司 KOSEP (Korea South-East Power Co., Ltd.) 及馬來西亞最大的電力公用事業 TNB (TENAGA NATIONAL BERHAD) 為 6 名創始會員之一。

PRB(Power River Basin) Coal Users Group(該組織在公元2000年創建，主要的目的是在亞洲推廣安全、有效和經濟地使用亞煙煤Sub-Bituminous Coal)。103年4月15發函邀本公司參與2014年第四屆ASBCUGp公司指派興達電廠陳清龍副廠長參加會議。

貳、出國行程

本次出國共計五天，其行程如下：

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| 103 年 10 月 12 日 | 往程：高雄 → 曼谷 |
| 103 年 10 月 13 日 | 07:30 the GHECO 1 Power Plant Tour |
| 103 年 10 月 14~16 日 | 參加年會 Generation Company Roundtable |
| 103 年 10 月 17 日 | 返程：曼谷→高雄 |

參、出席會議記要

一、2014 年 ASBCUG 創始會員會議

決議事項

1. 未來 ASBCUG 是否納入廠商為會員，如何遴選，性質為何，其權利、義務為何，待正式發函徵詢會員意見再決定。
2. 2014 年會由泰國 EGCO (Electricity Generating Public Company Limited) 公司主辦。
3. 2015 年會之主辦單位待大會討論後將在 2015 年一月中決定。
4. 職向大會主席 Randall Rahm 轉達層峰指示：由於這幾年正逢公司組織改造，未能接辦近幾之年會，敬請諒解。I am very appreciate the General Assembly dedicated the arrangements this time , due to organizational transformation in recent years coincided with the company failed to take over the annual meeting , please understand. Thanks . 感謝大會盡心之安排；由於這幾年正逢台電公司組織改造，未來幾年歉難接辦年會敬請諒解。謝謝。
5. 大會已於 103. 11. 13 來函問卷明年年會舉辦地點：1. 南東電力在首爾 2. 馬來西亞 3. 香港作問卷調查(e-mail 如下)且已回函

Your input on the location matters - Asian SBC Conference

Dear Ching-Long,

As a past attendee of the Asian Sub-bituminous Coal Users' Group Annual Conference, we value your opinion and would like your input on the location for the 2015 conference. There is just one question in the survey link below.

<https://www.surveymonkey.com/s/ASBC15locationsurvey>

Thank you in advance for your time.

Kim Arellano

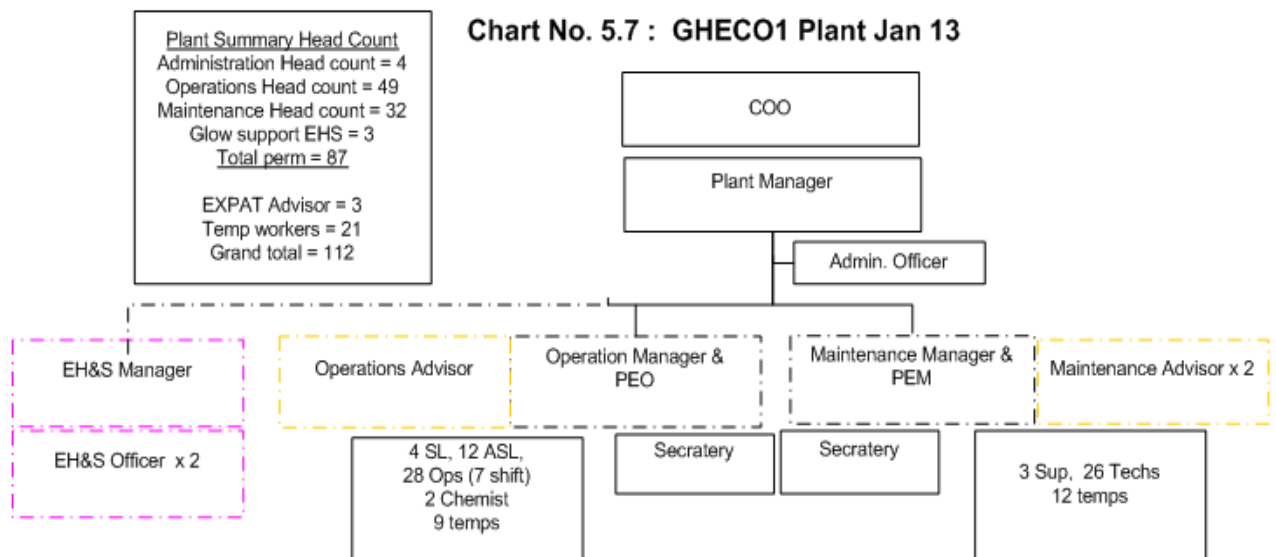
Conference Director

Asian SBC Users' Group Conference

karellano@accessintel.com

二、2014 年 10 月 13 日 Gheco-One Power Plant Tour 燒煤電廠參觀記實

Staffing 組織用人：87 人

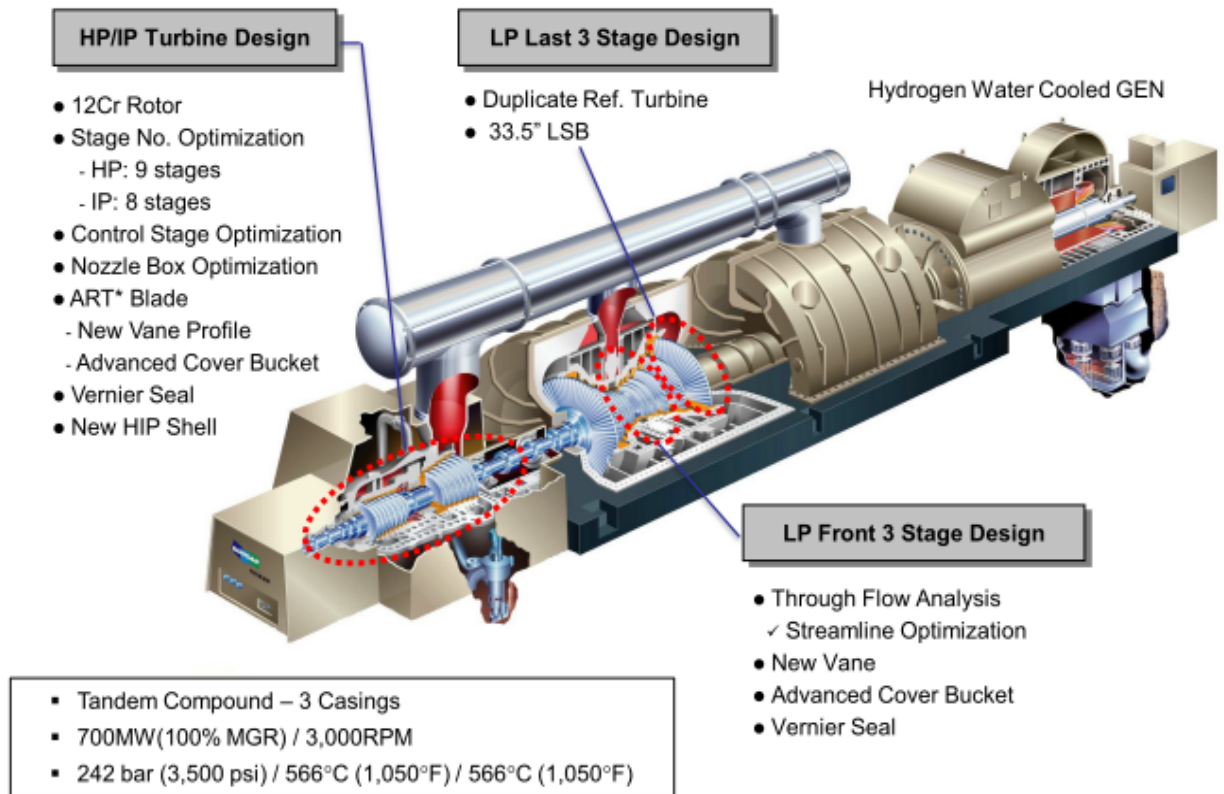


Gheco-One 燒煤電廠在 2012 年 7 月 26 日商轉是(IPP)燃煤機組，係經過三項環保管制後興建的電廠，一是環境影響評估(EIA-Environmental Impact Assessment)、二是自然資源與環境政策及計畫局(ONEP-Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning)、三是環境健康影響評估(EHIA-Environmental Health Impact Assessment)。其中之建廠費用，65%由法國蘇伊士環能集團(GDF SUEZ' s Glow Energy)在泰國的子公司投資，35%由泰國 Hemaraj 土地開發所擁有。在泰國電力局(Electricity Generating Authority of Thailand)經由國際性招標所定約的獨立電業計劃，位於泰國東部的羅勇省(Rayong province)工業港馬塔府(Map Ta Phut) 工業園區，離曼谷車行約需 2 小時，是一綜合性的電廠，有單循環氣渦輪機 18 台，有三套循環流體化機組(CFB-Circulating Fluidized Bed)，有兩套汽電共生機組，提供蒸氣與電力。我們參觀的主角為單一部機超臨界(supercritical)鍋爐，容量 660 MW(兆瓦)之燃煤電廠(coal-fired power plant)，採用煙煤(Bituminous) 及亞煙煤(Sub-Bituminous)為燃料。在發電容量上也是泰國第三大私人發電廠，製造廠商 EPC: Doosan 鍋爐製造商 Boiler supplier: Doosan 鍋爐資料([斗山鍋爐介紹](#))

| GHECO ONE 1 x 700 MWe Power Plant Project | | /by DOOSAN |
|---|--|------------|
| Client | GHECO ONE, Thailand | |
| Location | Rayong City, Thailand | |
| Type | 1 x 700 MWe Once Through Supercritical Wall Fired Boiler (POSIFLOW™) | |
| Main Steam Flow @ BMCR | 2,148 tons/hr | |
| Superheater Outlet Pressure | 255 kg/cm ² g | |
| Superheater Outlet Temperature | 569 °C / 1,056 °F | |
| Reheater Outlet Temperature | 569 °C / 1,056 °F | |

汽機發電機廠商 T/G supplier: Doosan

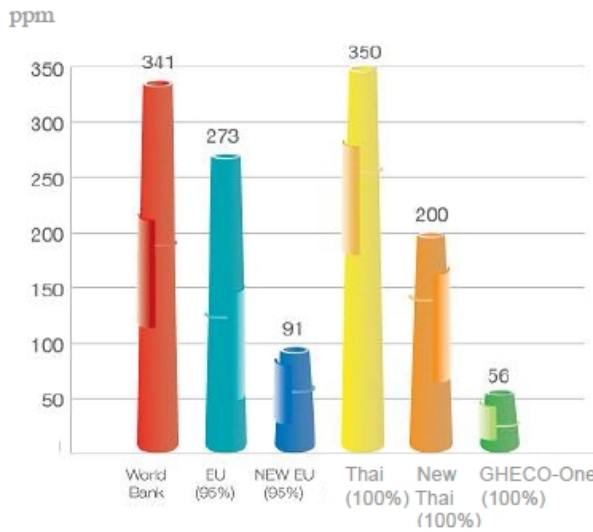
Introduction of Turbine



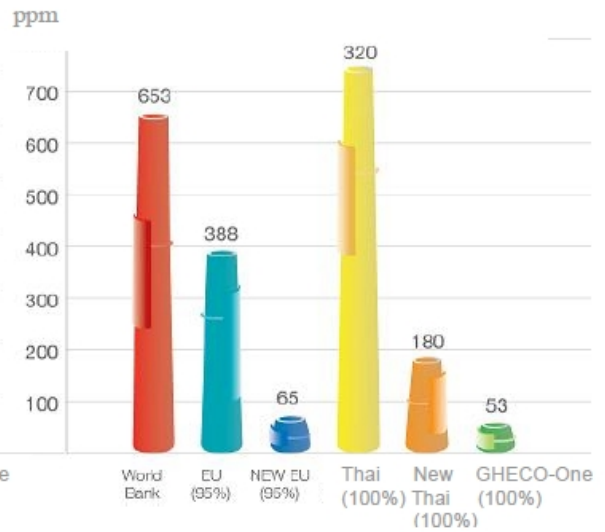
採用 Honeywell' s Experion Process Knowledge System, Experion 系統經由整合不同的次系統如程序控制、資產管理及安全系統等,於機組鍋爐及全機組平穩運轉達到改善全機組之安全、可靠性及效率。機組配備有海水脫硫設備(FGD)、脫硝設備(SCR)及煤灰收集設備,FMWG HWKK 煙囪高度為 150 公尺,此機組可以減少燃料使用量,來提高效率發電及增加發電量;GHECO-One 公司是 Glow Group 的一個子公司,其中之建廠費用,65%由法國蘇伊士環能集團(GDF SUEZ' s Glow Energy)在泰國的子公司投資,35%由泰國 Hemaraj 土地開發所擁有。GHECO-One 電廠是一生態友善的環保機組可說是世界最乾淨的燃煤電廠之一,它不但可符合泰國及世界銀行的環保標準,甚至可達到世界最嚴格的歐盟標準,其使用的低硫煤(硫含量少於 1%)也是原因之一;此外,排氣監測系統也能確保排氣正常並定期提供訊息給當地區。

其預估排放(NO_x 及 SO_x)成果如下:

NOx Emission-Coal Fired Power Plant



SO2 Emission-Coal Fired Power Plant



GHECO -One 電廠的環境管理系統



照片 1：Gheco-One 電廠超臨界鍋爐廠房及煙囪外觀



照片 2：Gheco-One 燒煤電廠控制室一角 照片 3：Gheco-One 電廠廠房外觀

興達 3-4 機組與 Gheco-One 機組比較如下表所示。

| | 興達3-4機組 | Gheco-One機組 |
|------|---|--|
| 鍋爐比較 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 傳統汽鼓式 2. 煙囪高度250米 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 超臨界鍋爐 2. 煙囪高度150米 |
| 環保比較 | <ol style="list-style-type: none"> 1. SO_x去除(FGD-石灰石粉) 2. NO_x去除-SCR 3. 飛灰去除-ESP(6電場) 4. 煤場防塵-防風罩網 5. 輸煤皮帶-圓形封閉式 | <ol style="list-style-type: none"> 1. SO_x去除(FGD-海水式脫硫) 2. NO_x去除-SCR 3. 飛灰去除-ESP(6電場) 4. 煤場防塵-防風罩網 5. 輸煤皮帶-圓形封閉式 |

蘇伊士環能集團(GDF SUEZ' s Glow Energy) 或稱為Glow Energy Public Co., Ltd. 主要是作為獨立電力生產商 (IPP)，該業務為發電及電力供應，蒸汽、加工和冷卻工業用水的提供，其產品包括電力、蒸汽、澄清與除礦水(demineralized)和冷卻水(chilled water)，電力供應主要販售給泰國電力局 (EGAT)。

附註：GHECO 1 Power Plant 是由 Glow Group 代操作之超臨界 660 兆瓦的燃煤電廠，Glow Group 是蘇伊士環能集團(GDF Suez)在泰國的子公司。GHECO-One 公司是 Glow Group 的一個子公司，法國燃氣蘇伊士集團是世界級能源巨頭，全球最大的能源和公用事業企業之一。集團的主要業務是電力和天然氣開發、傳送、分銷，工程服務與諮詢，以及水務和垃圾處理。蘇伊士環能集團電力生產 AROUND THE WORLD 世界

- 第一次獨立電力生產商在歐洲
- 在荷蘭和比利時第四大電力生產國
- 第一次電力生產
- 法國第二大電力生產國
- 在波斯灣地區的裝機容量第一的獨立能源開發

Gheco-One 電廠有三套循環流體化機組 (CFB—Circulating Fluidized Bed)，因此在簡報中特別提到 CFB 之優點如下：

1. 燃燒效率得到改善(鍋爐效率 90%)，未燃燒碳藉由熱旋風機回收燃燒。(未燃燒碳比例小於 1%)
2. 可燃燒範圍廣泛的低熱質燃料(GCV 4500-6500 kcal/kg)。
3. 硫份更易捕捉，更少的石灰石用量，低 SO_x 排放。(煤硫份 1.2%)
4. 低運轉溫度(800-950°C)，降低熔渣生成機會。
5. 停留時間增加，可改善熱傳輸效率。
6. 低運轉溫度(800-950°C)，因此 NO_x 排放較低。

泰國電力簡介

泰國電力主要由上述之 EGAT 泰國發電管理局掌管，幾十年來，泰國政府不斷推動私營部門投資於發電業務，由能源監管委員會 (ERC) 設置，以確保公眾消費，能源資源優化和公平對待所有人的最佳利益的條款和規定。通過競價募捐 (bid solicitations) 向大型獨立發電商 (IPPs—獨立發電商) 和小型電力生產商 (SPPs) 購買電力，其電力由泰國電力局 (EGAT) 單一購買。

泰國發電管理局 (EGAT) 公司簡介如下：

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| 1. 員工(Employees) | 23,055 人 |
| 2. 裝置容量(Installed Capacity) | 15,010.13 MW |
| 3. 輸電線長度 | 32,384.24 公里 |
| 4. 主要電壓規格 | 500, 230, 及 115 kV |
| 5. 變壓器容量(Transformer Capacity) | 87,148.94 MVA |
| 6. 變電所數量(Number of Substations) | 213 |

泰國發電管理局 (EGAT) 自行發電概況：如下表所示

由上表可知自行發電約占 44.05%，發電量最多的是燒氣的複循環機組，約占 22.82%，第二位是一般火力約占 10.92%，第三位是水力約占 10.29%，水火力兩者相當，但水火力兩者之發電仍低於燒氣的複循環發電。

泰國發電管理局（EGAT）向外購電概況：如下表所示

| Type of Power Plant | June 2014 | |
|--|------------------|---------------|
| | MW | % |
| EGAT's Power Plants | | |
| - Thermal | 3,647.00 | 10.92 |
| - Combined cycle | 6,866.00 | 22.82 |
| - Hydropower | 3,436.18 | 10.29 |
| - Diesel | 4.40 | 0.01 |
| - Renewable energy | 4.55 | 0.01 |
| Total | 14,708.13 | 44.05 |
| Purchase from | | |
| Domestic Private Power Plants | | |
| Independent Power Producers | | |
| - Electricity Generating Public Co.,Ltd | 1,923.19 | 5.63 |
| - Ratchaburi Electricity Generating Co.,Ltd. | 3,481.00 | 10.18 |
| - Global Power Synergy Co.,Ltd. | 700.00 | 2.05 |
| - Tri Energy Co.,Ltd. | 700.00 | 2.05 |
| - Glow IPP Co.,Ltd. | 713.00 | 2.09 |
| - Eastern Power & Electric Co.,Ltd. | 350.00 | 1.02 |
| - BLCPP Power Limited | 1,346.50 | 3.94 |
| - Gulf Power Generation Co.,Ltd. | 1,468.00 | 4.30 |
| - Ratchaburi Power Co.Ltd. | 1,400.00 | 4.10 |
| - GHECO-One Co.,Ltd. | 660.00 | 1.93 |
| Gulf JP Nongsang | 800.00 | 2.34 |
| Small Power Producers | 3,524.60 | 10.31 |
| Neighboring Countries | | |
| - Theun Hinboun Expansion (Laos) | 434.00 | 1.30 |
| - Houay Ho(Laos) | 126.00 | 0.38 |
| - Nam Theun 2(Laos) | 948.00 | 2.84 |
| - Nam Ngum 2(Laos) | 596.60 | 1.79 |
| EGAT-TNB Interconnection System | 300.00 | 0.90 |
| Total Purchase | 18,670.89 | 55.95 |
| Grand Total | 33,379.02 | 100.00 |

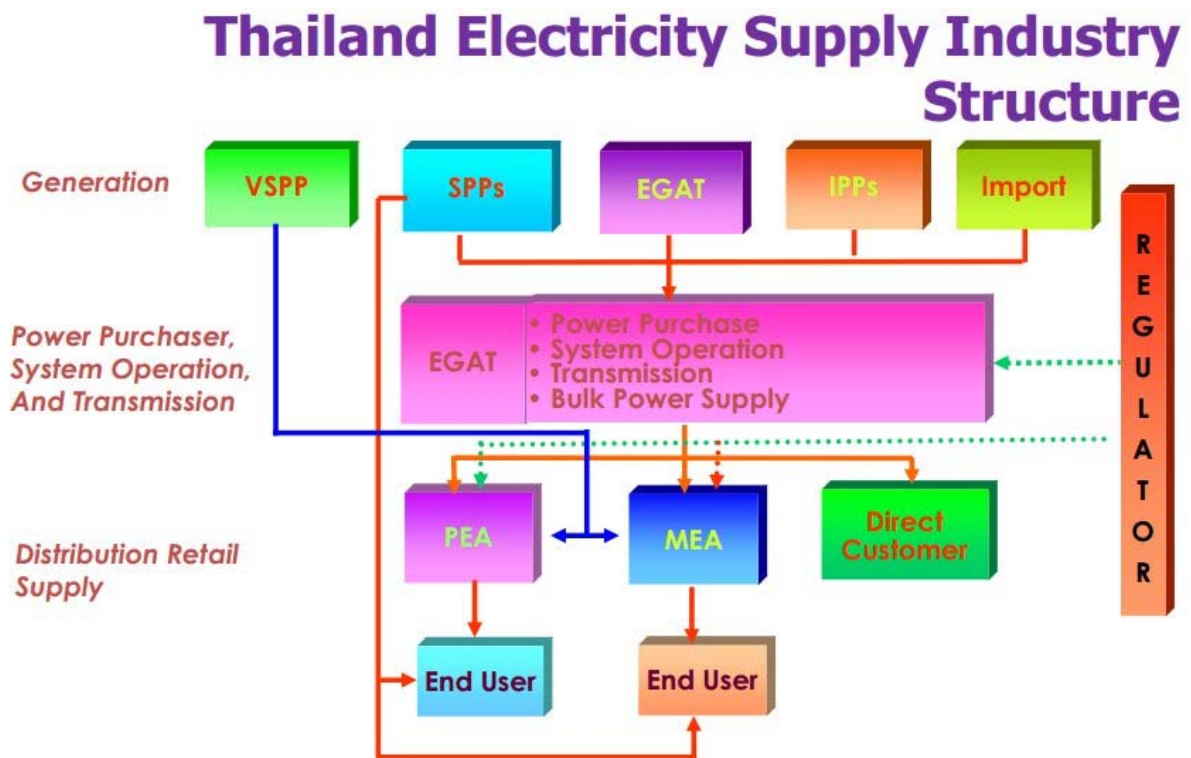
根據能源監管委員會（ERC）設置，以確保公眾消費，能源資源優化和公平對待所有人的最佳利益的條款和規定。EGAT 的目標是成為該地區的輸電電網的互連，以方便東盟成員國之間的電能貿易和交流，並幫助提高能源以及區域經濟安全的主要樞紐。幾十年來，泰國政府不斷推動私營部門投資於發電業務，通過競價募捐其購電主要來自三大部份，一是大型獨立發電商（IPP），約占 40%，二是小型電力生產商（SPPs），約占 10.31%，三是購自鄰近國家及馬來西亞 TNB 之電網，總購電約占 55.95%，合計 100%，總容量是 33,379.02 MW，與台電公司相當。

泰國電力局（EGAT）的售電大客戶：

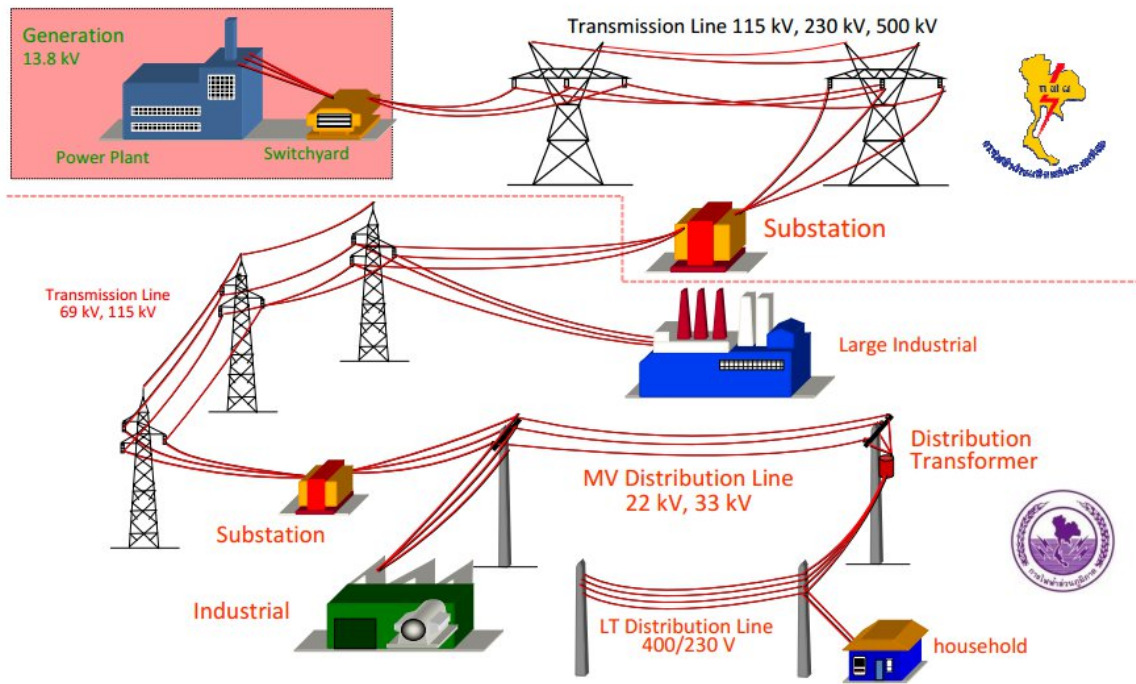
1. 大都會電力局（MEA—Metropolitan Electricity Authority）
2. 省電力局（PEA—Provincial Electricity Authority）
3. 埃索(Exxon)（泰國）

4. Jalaprathan水泥 (Takli)
5. SCG水泥(SCG—Siam Cement Group) (Tung Song)
6. Padaeng工業
7. Siam Construction Steel有限公司
8. 泰國皇家海軍的電力 (Sattaheep)
9. 自由亞洲之聲 (VFA) 廣播電台

泰國的電力傳輸如下表所示，主要還是由泰國電力局 (EGAT) 做系統操作、管理和控制，有一個全國控制中心和5個區域控制中心，無論是從EGAT自己的電廠或私人電廠兩個系統的發電量之分配，以滿足全國最有效、最可靠的電力需求。EGAT擁有並營運包括覆蓋全國各地的輸電線路和各種不同等級的高電壓變電站等傳輸網絡。



Distribution Power System



泰國電力市場的平均電價如下表所示：

Average Energy Sales Price

| Customer | 2013 | 2012 | Increase/ (Decrease) Percentage |
|--|-------------|-------------|---------------------------------------|
| | Baht/kWh | Baht/kWh | |
| Metropolitan Electricity Authority (MEA) | 3.04 | 2.79 | 8.85 |
| Provincial Electricity Authority (PEA) | 3.02 | 2.81 | 7.63 |
| Direct customers | 3.18 | 3.01 | 5.78 |
| Standby power supply | 6.51 | 5.76 | 12.94 |
| Electricité du Laos (EDL) | 1.65 | 1.83 | (9.80) |
| Tenaga Nasional Berhad (TNB) - Malaysia | 7.28 | 7.69 | (5.32) |
| Electricité du Cambodge (EDC) | 3.65 | 3.41 | 7.14 |
| Other minor customers | 2.11 | 2.05 | 3.03 |
| Overall Average Sales Price | 3.02 | 2.80 | 7.97 |

由上表可知2013年較2012年平均上漲7.97%，其中除EDL及TNB兩者有下降外，其他都是上昇的。

Transmission System

| Voltage Level (kV) | Line Length (Circuit-Kilometers) | 2013 | | 2012 | | |
|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | | Number of Substations | Transformer Capacity (MVA) | Line Length (Circuit-Kilometers) | Number of Substations | Transformer Capacity (MVA) |
| 500 | 4,167.17 | 11 | 20,849.99 | 3,884.23 | 11 | 20,849.99 |
| 230 | 14,505.65 | 71 | 51,160.04 | 14,060.13 | 71 | 50,760.04 |
| 132 | 8.70 | - | 133.40 | 8.70 | - | 133.40 |
| 115 | 13,660.65 | 131 | 14,617.49 | 13,561.53 | 130 | 14,598.74 |
| 69 | 19.00 | - | - | 19.00 | - | - |
| 300 (HVDC) | 23.07 | - | 388.02 | 23.07 | - | 388.02 |
| Total | 32,384.24 | 213 | 87,148.94 | 31,556.66 | 212 | 86,730.19 |

三、參加 ASBCUG 年會專題報告概述

專題報告第一天 10/14 08:00 起至 10/16 11:30，由各會員單位指派代表就亞煙煤使用經驗或心得發表，議程包括市場趨勢以及使用亞煙煤之鍋爐燃燒、消防、安全、儲存管理。大會總共安排了 31 項的問題，以下就發表順序摘錄其中較有價值及筆者較感興趣之重點敘述如下：

1. 煤炭價格趨勢及亞洲煤炭市場趨勢。

Tuesday, October 14 9:15 AM - 9:45 AM

報告人: Neil Larsen

代表單位: Head of Boiler, Thermal Services SEA, Alstom Power

摘要:

由於煤價上漲及優質煤供給不足，近來煤炭市場劇烈變動以致電力公司使用各種煤炭以求經濟效益與穩定燃料供應。然而亞煙煤的使用增加中，鍋爐燃燒的四周環境比往昔差。所以電力公司發展煤炭管理程序來減低營運和保養成本及增加效益是非常重要的。對於購買經濟煤炭需考慮三個成本因素，首先是燃料價格，其次是煤炭供應與煤煙氣流通風系統的營運成本，最後乃設備故障與更新的維修成本。經濟煤炭管理意謂滿足這三項要素的煤炭選擇和混合。在中國禁止低卡值的煤炭開採，供應將受到影響，印尼將是亞洲最大的低卡值的煤炭供應商。亞洲煤炭市場趨勢：如何轉移到低等級、低質量的煤炭，將影響整個亞太地區正在建設或規劃開發以煤為燃料之新大型電力發電機。由於成本較低的煤具有不同的燃燒特性，發電機組不得不採取措施以適應在鍋爐使用這種低等級煤。因此，原設計主要是燒低水分含量、高熱值煤的機組，

必需進行調整以使用新的煤，來避免損及機組發電量產量並減少對效率的影響。

本演講將討論當前煤炭市場的趨勢和購買燃料對當前和未來的電廠設計和運轉的影響。此外，也提及機組營運人員不僅要強調效率，而且對燃料採購及機組運轉要有更靈活的措施。

在整個亞太地區新的發電計劃大都以煤發電，國際煤炭交易量預計到 2020 年將增長 20%，在未來更大的煤炭交易將是低等級和低品質煤的市場，由印尼礦山生產帶動市場上漲，直接使用低品質煤，或混煤使用，反應真正的成本，以降低發電廠成本。

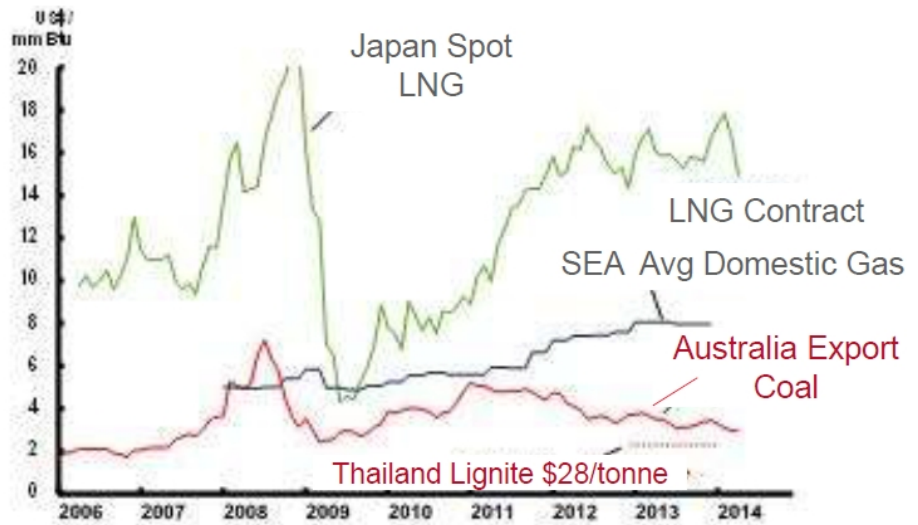
在每個燃煤機組針對運轉和性能的影響，應該在購買前進行燃燒評估，電廠運轉燃燒各種煤質可以靈活地購買及處理，將是發電廠是最好的定位。

外在的宏觀環境(全球海運煤炭市場)，現存和預計到 2030 年市場之綜述。洞悉長期全球煤炭貿易的趨勢。

- A. 低能量煤市場展望(超低能量亞煙煤熱值每公斤小於 4,200 大卡):至 2020 年的供給展望；專注印尼和其競爭者，主要低能量煤成長市場之指標銷售分析。
- B. 賦於市場成長的趨勢及較長遠策略的主流，長時期低能量煤市場方案、遠洋運費與礦方成本的衝擊、指標市場的交貨定價和重要物流限制，藉由客戶轉換的可能性，對於使用群和其他輪替使用發電用戶的可貴趨勢，訪談買方確定其需求、遇到的限制和趨勢/啟用的轉換。
- C. 策略產品通路的選擇和採購策略的發展，目前和潛在的產品銷售通路、貿易管道(貿易商、客戶等)、契約的銷售架構、終端使用者的採購策略與狀態。
- D. 自 2008 年全球金融危機後的 5 年內，在東南亞及亞洲地區的用電需求已遠高於危機前的水平；而在一些經濟成熟的國家(如美國、歐洲及日本等)其用電需求卻尚未恢復。
- E. 新電廠的全球訂單，其中全新打造大型使用煤炭的蒸汽電廠，自 2005 年以來 80%來自亞太地區。
- F. 全球煤炭貿易穩步增長，全球煤炭貿易的增加，來自中國和亞洲其他地區的進口。
- G. 全球煤炭產量(百萬噸數字)，亞太占全球三分之二的煤炭生產，且預計在未來會更增長；而其他地區(美國/歐洲)則會下降。

H. 亞太地區的煤炭和天然氣價格，相較於天然氣，煤炭價格下降和分佈的更廣泛。

Asia Pacific Coal and Gas Prices

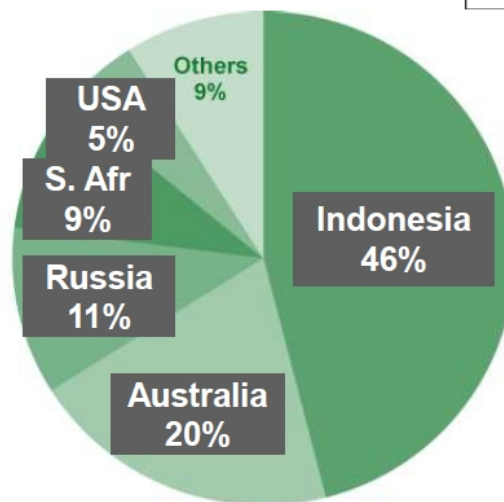


APAC, Natural Gas/Coal Price Comparison, 2006-2014 (Source: Platts, IHS)

Coal prices declining and separation now is much wider versus natural gas

I. 主要煤炭出口國，有印尼、澳洲、蘇俄、南非及美國等；其中印尼已成為全球煤炭貿易的主要供應商，其供應量在短短 15 年裡增加了三倍。

Major Coal Exporting Countries



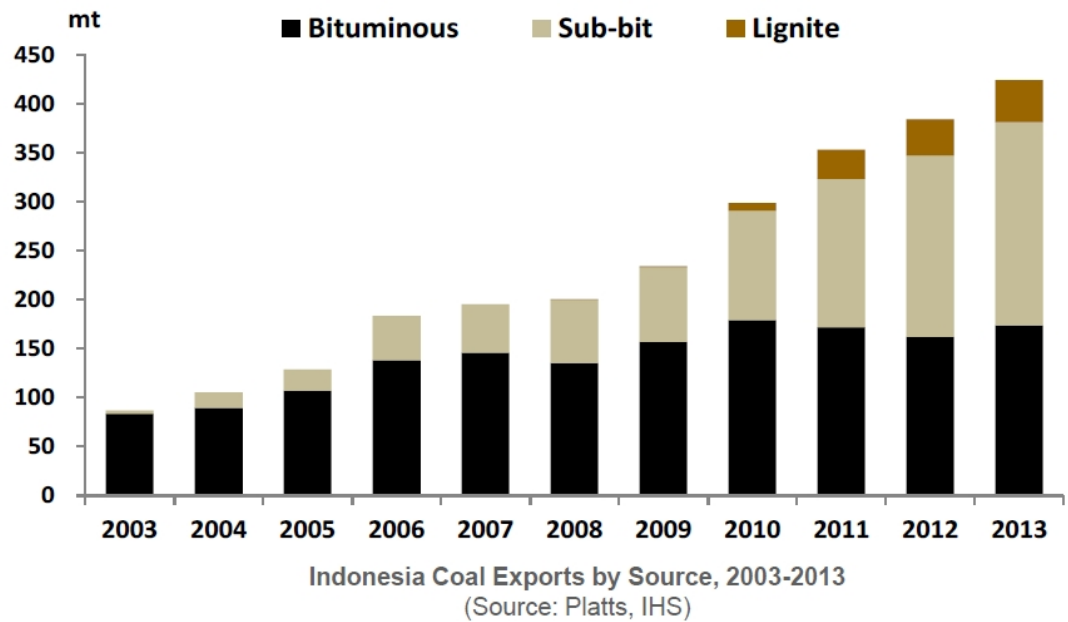
Global Thermal Coal Trade, Share held by Major Exporters, 2013

(Source: McCloskey Coal)

Indonesia has become dominant supplier in global coal trade, share has tripled in only 15 years

J. 印尼煤炭出口量趨勢，顯示印尼出口煤已轉向到更低階煤。

Quality Trends in Indonesia Coal Exports



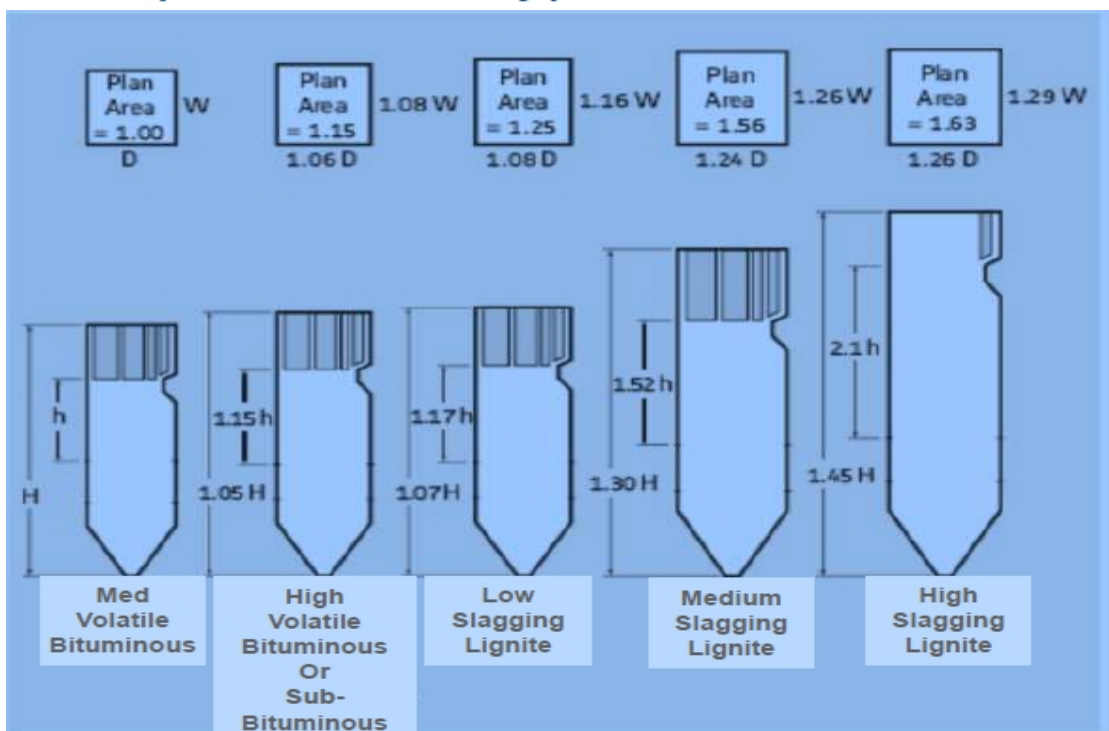
Indonesia exports shifting more to lower-rank coals

K. 全球煤炭質量更加多樣化，所有主要出口國開始運送較低品質煤，以便在煤炭市場上更具有競爭力。

L. 由燃料品質改變會衝擊下列鍋爐主要組件：

爐膛大小、粉煤機容量、點火系統/燃燒器、熱對流通道設計、AQCS 空氣流量控制系統、燃煤鍋爐大小的影響，煤質越差，鍋爐面積越大、爐膛越高。

Impact of coal type on boiler size



2. 展示會場的熱鬧

三天的展覽會除了之會員設攤參展外，一些與電力事業較有關連之大公司或製造廠亦前來設攤展示，藉此推銷介紹他們的產品，例如三菱、ABB、3M、ALSTOM 等，其中日本的東京、J-Power 及九州三家電力公司亦均參展，占地廣闊、氣派豪華，可說獨占鰲頭。



照片：展覽會一角

3. Process Performance Improvement Through Balance+ Control Concept, Experiences from GHECO-One

Tuesday, October 14 10:15 AM - 10:45 AM

報告人：Jari Leppakoski, VP Process Controls, AF Consultants/Finland

代表單位：Andrew Eley, GHECO-One Plant Operations Manager Advisor, GHECO-One
經由 GHECO-One 電廠經驗「平衡+控制的控制理念」提升制程性能

在 GHECO-One 電廠提供了一個先進的控制具有成本效益的手段，可提高能源生產過程中的性能表現。Balance+是研發用於提高電廠的程序控制性能的適應性控制的概念，其能力超出傳統PID控制器。此演講提供了Balance+的控制概念的基本原則，以及在GHECO-One 電廠使用的實際經驗及其效益。

GHECO-ONE 電廠資料:

| | |
|---|-------------------------|
| Location: Map Ta Phut Industrial Estate, Rayong | 位置: 馬塔府工業園區，羅勇省，泰國 |
| Technology: Super Critical Pulverized Coal-Fired Boiler | 技術資料: 燃用粉煤超臨界鍋爐 |
| Production Capacity: Power 660 MW | 生產容量: 電力 660 MW(萬千瓦) |
| Commercial Operation Date: August 2012 | 商業運轉日期: 2012 年 8 月 |

什麼是 BALANCE+ ?

它是一種在電廠鍋爐先進控制，可用於汽鼓式和貫流式鍋爐各有各的解決方案，與傳統的鍋爐控制明顯不同，基於自適應計算模型，更準確和更穩定的控制，成熟的技術。

BALANCE+控制評估

電廠控制評價包括以下幾個方面：控制器需要調整、測量值的可靠性、控制策略的適用性、引動器狀況、控制模式等等。

BALANCE+基本原理

傳統的（回授）控制為控制誤差，即設定值與測量值之間的差異即啟動。這種是控制錯誤與修正控制器，BALANCE+的心臟是基於模型的前導控制，該過程被操縱到所需的狀態，而不必等待一個控制錯誤發生，與 Balance+ PID 控制的主要功能是相適應的模式不斷變化的環境，帶來好處有更好的控制。

BALANCE+ 功能如何?

1. 基於製程衍生的自適應計算模型
2. 模型計算結果是基於當前和過去的製程中的行為
3. 快速控制反應也會減緩其變量
4. 在受控的測量可以看出效果前，製程擾動可以被補償
5. 較少的上下變動
6. 控制適應過程變化
7. 在試轉前，就可由測量值來確定調整的參數。

在 GHECO-ONE 電廠執行的結果：

1. 主蒸汽流量和電力輸出控制更加平穩，避免飼水量不足和過量，這降低了機組廠內用電及鍋爐的應力。
2. 分離器出口蒸汽溫度和燃料流量控制，可做為水和燃料的平衡良好指標，在控制過程可以看出有很大的改進。

3. 左右側主蒸汽溫度和第一段及第二段噴水減溫等過熱蒸汽溫度控制必須能強健的應對不斷變化的條件，且能對急速地擾動有快速的反應。
4. 過剩空氣從 3.4% 的平均氧氣含量降低至約 2.7%，同時，鍋爐的左側和右側之間沒有差異。

在 GHECO-ONE 電廠優勢摘要如下；具有降低維護成本，更高的利用率、更高的效率、較低的煙氣排放、較低的廠內用電、降低耗煤量、可使用低質量煤而有良好的燃燒、更快的速度變化、增加鍋爐的使用壽命。

4. Risk of Mill/Pulverizer Fires and Puffs Tuesday, October 14 11:15

AM-11:45 AM

使用亞煙煤時有關粉煤機發火、燜燒及爆炸的風險管理

報告人：Richard Storm, President

代表單位：Innovative Combustion Technologies, Inc.

摘要：

燃煤電廠需要粉碎機或研磨機來使煤炭適當燃燒，並將全部 100% 的燃料(煤炭)供應鍋爐。因此；粉碎機或研磨機不但是深遠影響機組的可靠性、效率、產能和經濟發電功能的最重要群組的輔助設備之一，也是安全的持續風險中心。尤其當燃燒非常潮溼且高度容易反應的亞煙煤時更為真實(亞煙煤較有研磨機起火及冒煙的傾向)。本簡報將提供關於為何亞煙煤是較易於產生研磨機起火及冒煙；和如何經由操作及保養實務管理此風險。除了此操作及保養實務能減低研磨機起火及冒煙的風險外，新的方法與技術使得研磨機的鈍化、抑制起火和出口溫度管理詳細討論。

本次會議提供了一個概述，詳細說明了新的系統，該系統提供了一個獨特粉煤機保護的方法。粉煤機火災和燜燒的風險，總是在使用燃煤設施時被慎重考量的，尤其是對於那些燃用高度揮發份亞煙煤。該粉煤機保護系統是一種可以替代傳統的方式，它使用惰性氣體、霧化/消防噴水和抑爆方法。這種先進的技術，通過對操作狀況可能會導致火災或粉塵發生的早期警示反應處理，能夠防止重大事件發生。現有的各種系統的優缺點，從系統的成本，維護的負擔，

有效性和機組運行的觀點進行討論。對一 720 MW 切線式燃用亞煙煤機組的大型球式粉煤機改用此一粉煤機保護系統運作的經驗，將是本次發表的一大焦點。

亞煙煤揮發性高風險及大震級爆炸，該亞煙煤的 Kst (爆炸性係數或爆燃指數) 值是比煙煤高。亞煙煤如果發生爆炸 (爆燃) 將有較高的出現壓力上升。

| 煤炭類型 Kst | Kst (爆炸性係數或爆燃指數) |
|-----------------------|------------------|
| Sub-Bituminous1(亞煙煤) | 200 bar-m/sec |
| Bituminous1, 2, 3(煙煤) | 55-154 bar-m/sec |
| Lignite3(褐煤) | 123 bar-m/sec |

降低粉煤機 (磨煤機) 火災相關的風險

燃用亞煙煤時，粉煤機發生火災的風險較高，火災和烟燒可能導致巨大的經濟損失，以及對工作人員造成威脅。沒有適當的粉煤機的風險管理和保護，可能造成巨大的成本花費：

人員安全的成本，包含：1. 員工士氣 2. 可能的傷害

維修費用，包含：1. 空氣進氣風道 2. 一次風扇 3. 粉煤機內部組件

停機相關費用，包含：1. 修復期，通常是幾個星期或幾個月 2. 發電損失 3. 替代電力成本

粉煤機的高溫度-往往容易被忽視，除去水分和維持粉煤機出口溫度，需要的熱量較大。因為亞煙煤含有 15 - 30% 的水分，必需以非常熱的粉煤機(一次風)入口溫度來乾燥煤和達到粉煤機出口溫度。

粉煤機的目的是產生可燃的煤粉。可燃粉煤在密閉的粉煤機中的循環流動，其中內部溫度極端差異存在 (熱和冷)。在磨盤/磨台座/磨環下溫度非常高 (熱)，並穿過喉部(一次風進口環)後與煤的水分混合後溫度非常迅速地降低。在磨盤下方的溫度接近亞煙煤的自然溫度。

亞煙煤具高揮發性，這是一個眾所周知的事實，燃用亞煙煤，粉煤機火災和爆炸風險較高。基於相同的原則適用於所有的垂直式粉煤機。

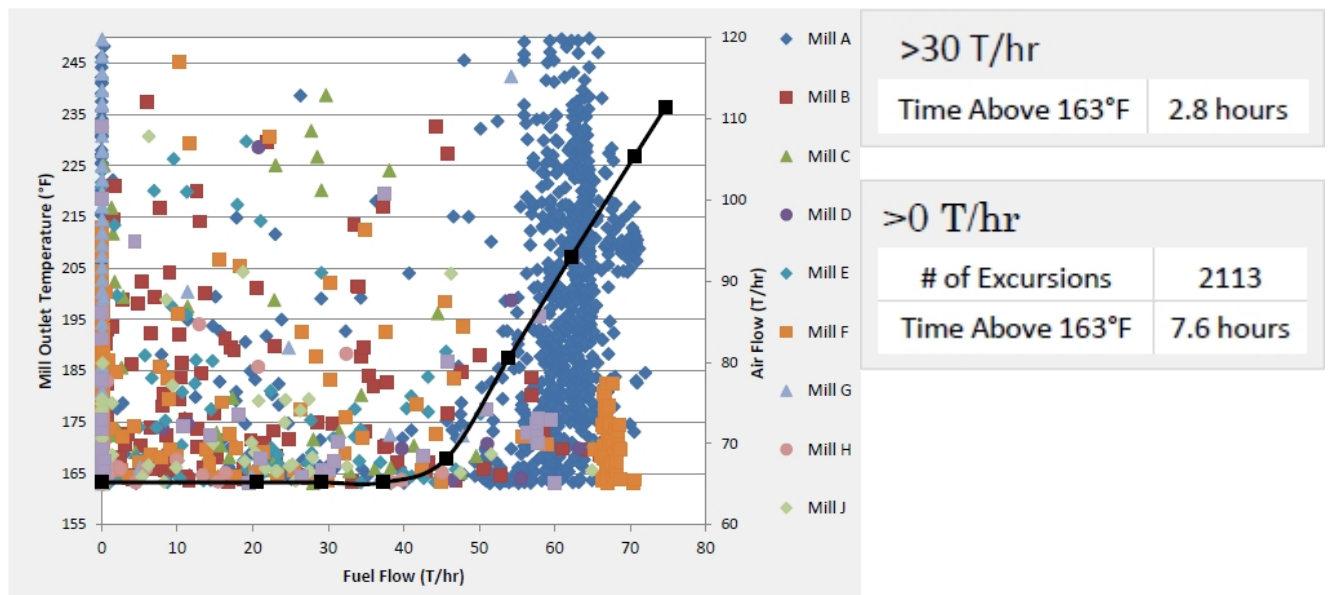
煤的點燃傾向隨著煤等級降低而增加。因此，亞煙煤比煙煤和無煙煤更容易點燃。

粉煤機火災的常見原因

從煤倉烟燒煤經由飼煤機到粉煤機點燃煤粉。如果這種情況時發生粉煤機的空氣燃料比為高，則可能發生烟燒冒煙。生煤供應由於飼煤機不精確的控制以及飼煤機進煤時由於上游或下游因停轉而造成中斷，總是會導致較高的空氣燃料比，其嚴重情形的或多或少是根據機組具體情況而定；而在燒高水分煤時

總是產生較高的溫度峰值。

1. 溫度漂移(偏離)，在許多電廠一個主要的問題，依據 9 台大型粉煤機 6 個月運轉數據。可以看出巨大數量的溫度漂移，大量出現在高空氣燃料比時期發生。在燃煤電廠燃用亞煙煤時發生典型的粉煤機出口溫度偏差，每週約 50-60 次。



2. 供煤中斷和溫度變化(漂移)

生煤供應由於飼煤機不精確的控制進煤量以及飼煤機進煤上游或下游因停轉的中斷。沒有供給含水份的煤，在磨盤/磨台座下方有較高的溫度和空氣燃料比，向上遷移進入研磨區。煤炭在研磨區被移除時，溫度竄升。高水分亞煙煤由於需要較高的一次風進口溫度烘乾煤炭，更容易導致粉煤機發火。

熱空氣與燃料的第一接觸 13600 公斤/HR、1100 千焦耳/公斤，需要以驅除水分和熱量。積累和沉積在粉煤機組件內使煤乾燥，這樣的積累可能會自燃。粉煤機過多的空氣提供點火源，包括在分煤器煤的燻燒，或生煤在粉煤機磨台座燃燒，空氣流量的來源充足。生煤可以溢延到下磨台座積累且暴露在溫度 600°F 或更高。

3. 大部分粉煤機燻燒發生在熱機再啟動時

必需了解是什麼原因造成粉煤機火災和爆炸，需要安全運轉操作和具有任何類型抑制粉煤機火災或爆炸最佳化的結果。要記住且很重要，一個粉煤機火災，無論是火花，煙霧或粉煤機內部煤燻燒，粉煤機磨爆都可能在任何時間發生。

當在粉煤機起、停時，粉煤機跳脫或生煤於供煤期間發生中斷，總是會發生粉煤機內部空氣燃料比上升。當空氣與燃料(煤)比上升或高於期望點時，已提供點火源。粉煤機內有任何的發火或燻燒材料，可演變成一個爆炸。

4. 眾所皆知的粉煤機爆炸的風險均是發生在高空氣燃料比。正因為如此，這些事件是“觸發”起動粉煤機惰化系統(inerting systems)過程如下

- (1) 在粉煤機啟動過程中的粉煤機的起、停或由於堵塞或設備故障而中斷進煤。

(2)因為不再有煤的流動其通常通過煤的水分的蒸發吸收熱量，通常磨盤、磨台座高溫由下向上遷移進入研磨區。

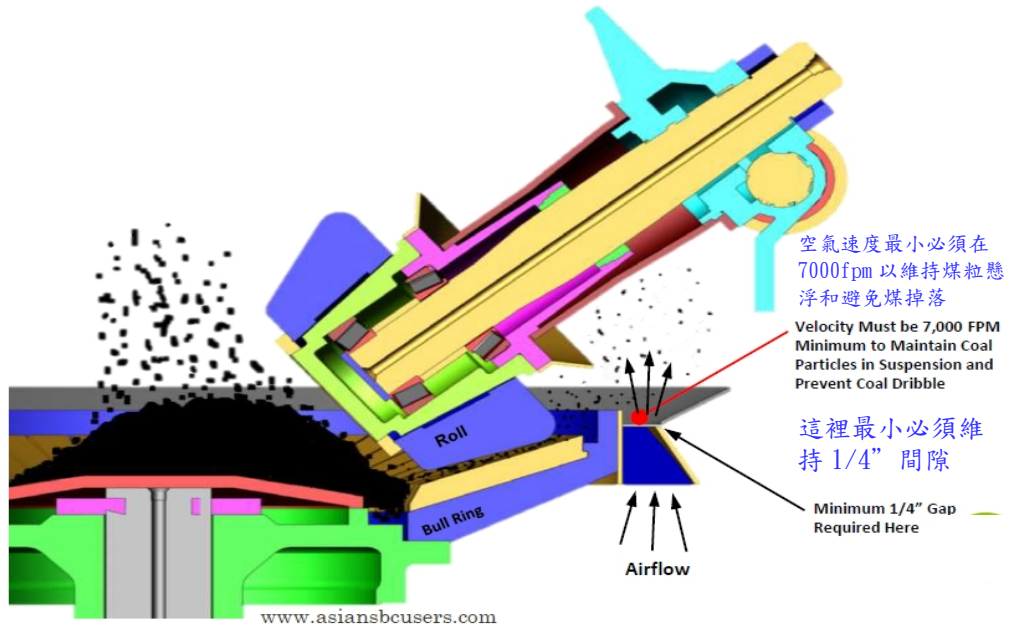
(3)煤的下降量也意味著有增加的空氣燃料比率。

(4)高溫和高的空氣燃料比的結合，使研磨區中剩餘的煤，得以點燃。

5. 煤炭溢入磨盤/磨台座下方因不當的風門回授，風門卡住或空氣流量不足及測量精確度，是在粉煤機出口顯示為高溫的前導問題。風門卡住可導致比正常入口溫度高，且/或比正常空氣燃料比高。
6. 煤積聚；煤或其碎屑在粉煤機任何地方的累積會增加粉煤機發火的機會。積累和沉積在粉煤機組件會使煤乾燥。這種積累可以自燃。黃鐵礦斜槽的堵塞可能會導致碎屑和/或煤倒回流到一次空氣道。粉煤機惰性化是防止粉煤機發火或爆炸常用或工程控制的方法。

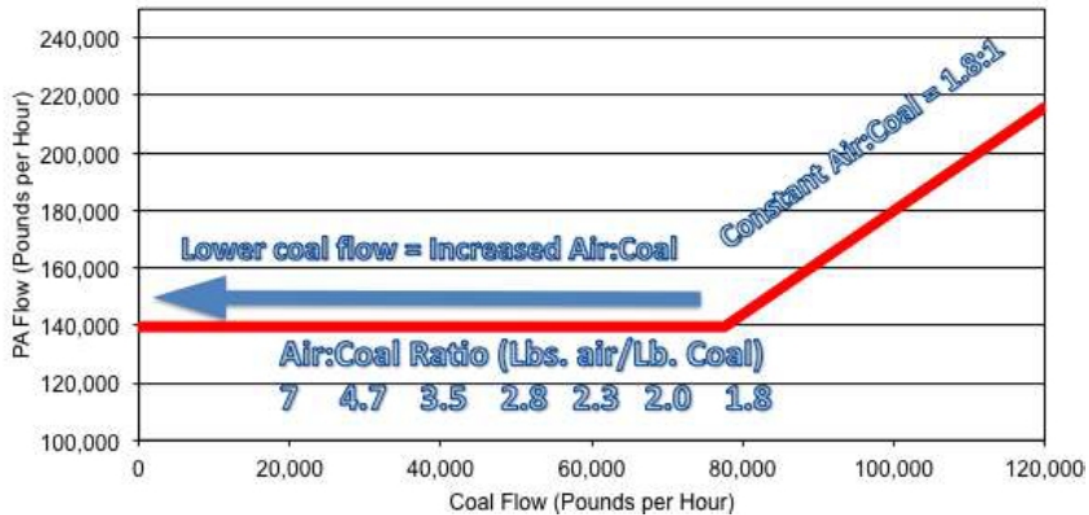
粉煤機火災的風險管理

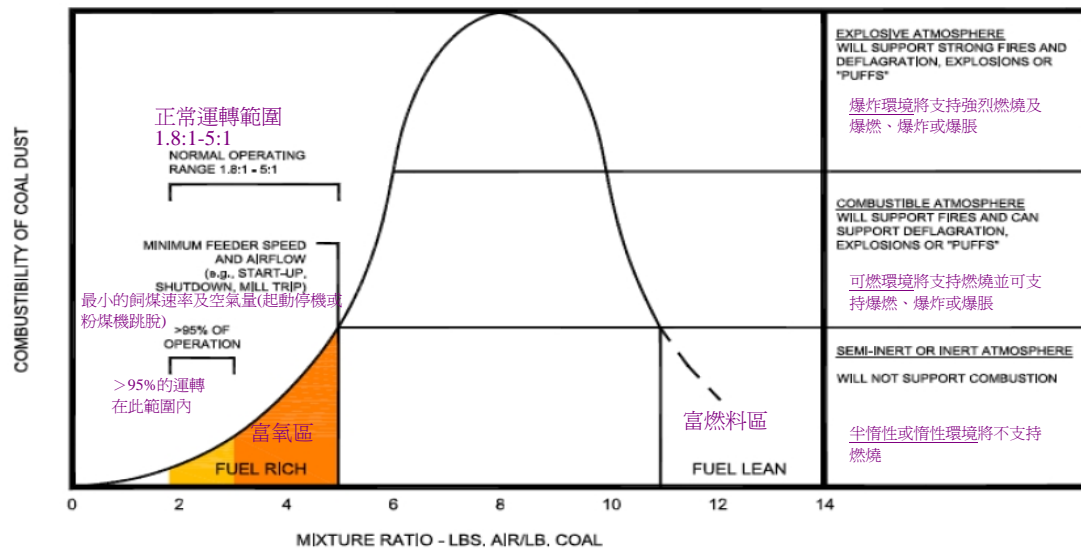
1. 當已知的風險存在時是必需迅速採取行動。粉煤機燬燒或爆炸可能是非常危險的。可能會導致該粉煤機系統的嚴重損壞或人員傷害。
2. 粉煤機燬燒費用浩大，當粉煤機燬燒是顯而易見的，工作人員應當及時提出整改措施，避免對粉煤機周圍附近區域造成損害。
3. 迅速採取必要的行動，根本的預防方法，減少粉煤機燬燒的機率是確保以下幾點：粉煤機空氣流量是要足夠乾燥粉煤，並促進煤的穩定傳輸且不停留在燃燒器；但不可過高，以用於燃燒在點火源的存在下提供豐富空氣的來源，必須採取一切努力，防止煤積聚或沉積在任何粉煤機配件。
4. 進入粉煤機生煤必須是不間斷和可控的。精確進煤控制和最大限度地減少飼煤機上游和下游中斷。
5. 熱燬燒或在粉煤機系統中的任何地方發生生煤燃燒被認為是嚴重的。當務之急的重要性是避免生煤洩漏到磨台下面，一次風進口環處最小必須維持 1/4” 間隙(如下圖)，空氣速度最小必須在 7000fpm 以維持煤粒懸浮和避免煤掉落。



6. 一次風流量控制;精確的一次風空氣流量測定是在防止過度的空氣流進入粉煤機，是非常重要的。必須驗證或每年至少檢驗一次確認準確。
- 典型的例子為，粉煤機空氣流量保持恆定在 140,000 LBS./HR。在 COAL FLOWS < 78,000 LBS./HR。維持燃燒器管道最低 3,500 FPM。

Typical Ideal Pulverizer Primary Air to Coal Relationship





“燃煤電廠粉煤機” 惰化系統”

在燃煤電廠使用” 惰化系統” 時，其意義包含：

蒸汽惰化系統、水霧或噴水系統、CO₂ 惰化系統、N₂ 惰化系統(不常在電廠使用)、爆炸抑制系統

通常要使粉煤機內部達到惰化要件

其 O₂ 必須降至 14% 以下，只有蒸汽、CO₂ 及 N₂(少用)系統是真正的惰化系統。

蒸汽是最常用的惰化介質。眾所周知，要達到惰化環境，必須有 O₂ 偵測；但該偵測器是容易堵塞、高度維修且不可靠的。蒸汽系統在將可燃或爆炸的煤殘餘物、細粉煤和小顆粒等沖洗出去時是無效的。

惰化系統是昂貴的；水霧或噴水系統是粉煤機內部可燃性粉塵抑制所必備的，它同時可抑制或消滅煤的燃燒或燬燒，煤的燃燒或燬燒經常發生在磨煤區下方熱的一次空氣進入區，此一區域依不同的粉煤機型式而常被稱為下磨盤區(under-bowl, under-table)、排渣區(reject area)、黃鐵礦區(pyrite area)、一次空氣進口風箱區，水霧或噴水系統在沖洗排放磨盤下方有害物是非常有效的，沖洗此區對消滅燃燒的也是有效的，水霧系統能降低溫度增強其效果。

煤的特性深深地影響風險，通常低級煤容易在粉煤機內部點燃、高揮發性和高反應性煤會容易在粉煤機內部預燃、高含水分煤在粉煤機內部需要更高的溫度，高含水分、高揮發性和高反應性煤易於自燃且因煤再潮濕時能自發地點燃。

再水化(噴水)是放熱的且乾燥的煤會沉滯在粉煤機任何部位引發燬燒和燃燒，在粉煤機起動，攪動聚積的煤並伴隨高空氣燃比的環境時，粉煤機停用時燬燒的煤將會引發大問題，粉煤機內部的溫度通常在某些地方夠高足以點燃任何一種煤，有些煙煤點燃範圍在 315°F~350°F。

印尼和 PRB 煤是高含水分和高反應性，是最容易產生粉煤機發火和爆炸的煤，採用某些保護系統是審慎的且被廣泛接受的最佳措施，但不具有這些系統的機組是採用下列方法來防止或管理發火和爆炸的風險，機械設計且最佳化(維護實施)、適當和最佳空氣流量管理、適當運轉和機組安全認知，認知粉煤機發火的一般原因和引發火災的煤炭特性，

粉煤機設計和規劃。

因應粉煤機發火或爆炸風險所發展來的保護系統提供額外的保護，不是由運轉人員控制的或當運轉維護控制方法失效時動作的，高進口或出口溫度、外來物(垃圾、電線、繩索、破布、木頭等)、煤炭積聚-在磨煤區上方或下方、不正常狀況如風門、閘門、飼煤皮帶等元件損壞、因濕煤或供煤中斷飼煤。

大多數爆炸發生熱機起動，在粉煤機跳脫後清除粉煤機內部存煤，沒有進行清煤不可再次起動粉煤機，粉煤機熱的表面或殘留在粉煤機內部燜燒的煤可能會在煤和空氣的混合物通過爆炸範圍時點燃。

大多數鍋爐粉煤機應運轉在一次空氣和燃煤比在 2:1 或更少，粉煤機空氣燃料比高，大多發生在起動、停用、中斷煤供應、低飼速度，因必須維持最小的空氣流量以確保燃燒通路速率不會太低導致煤停留在燃料通路或燃燒器中，經常達成以每磅煤配與每 3-5 磅空氣比例。

新技術管理溫度且減少發火、爆炸、爆脹的風險，粉煤機保護系統包含:粉煤機溫度管

5. Failure of P91 – Tragedy Averted Tuesday, October 14 2:15 PM

- 3:00 PM

報告人：Greg Krieser,

代表單位：Division Manager/Production Operations, Omaha Public Power District (OPPD)

內布拉斯加州城 #2 號機組 2009 年投入商業運轉，在 2013 年發生在主蒸汽管道的伽馬照射孔塞由於一個小的洩漏。在 2013 年停機了。隨後目測檢查顯示該管路上有顯著膨脹凸起。主蒸汽管路的材質是 A-335 T91 材料。故障分析和後續檢查結論係因材料在製造車間熱處理不當所導致。故障分析和後續檢查發現了材料在製造工廠熱處理不當的結論。災難性的故障是迫在眉睫。檢查也發現其他一些不合格的區域和目前正在計劃解決這些問題。

Nebraska City #2 機在 2009 年商轉初次洩漏，在 2013 年 5 月 4 日運轉報告在 #2 機 16 樓主蒸汽管路發現洩漏，蒸汽管路工程技師至現場評估情況主蒸汽運轉在 2450psig 和 1050°F，16 樓處蒸汽管路腫脹，直徑約增加 2.5”，主蒸汽管是 SA-335 級 P91 材質，管材預期適合高溫由於設計者喜歡，須增加肥粒鐵鋼潛變強度，但裝配者討厭。

傳統鐵合金材 P11 和 P22，就是鉻-鉬鋼，因添加了鉻和鉬，添加了鉻，鋼材可耐石墨晶化，所以可耐高溫達 850°F，主要的故障是“潛變”故溫度超過 1000°F，管材厚度必須大量增加。

增加肥粒鐵鋼潛變強度(P91, P92)通常有 9%鉻，加入合金元素如鈮、氮、鋁及其他

元素增加硬度，需要正常化/淬火/回火等熱處理達到所設計的強度，必須發展一個回火麻田散鐵的微細構造。

當 P91 材質製成需要行特殊熱處理以達到所需強度

1. 加熱到高於上限溫度(超過 1950°F)，這會有”復歸”材料微細結構效果，這個過程稱作正常化
2. 材料在空氣中淬火，快速淬火達成”麻田散鐵”顆粒結構
3. 材料非常強壯；但硬而脆；在 1400°F 回火，使材料軟化，這也允許進入穿過顆粒邊界

故障機制(途徑)，故障機制是熱張力過負荷(典型的變形)，加速潛變(占極小)，材料試片的應力破裂試驗估計在額外運轉 5,000 - 10,000 小時會發生激變的故障，此事件為什麼會發生?任何時候，P91 加熱到高於上限溫度，會降低或破壞材料的性質，有下列幾種機會導致事件發生：1. 製成後熱處理 2. 彎曲後熱處理 3. 焊接 4. 焊接後熱處理 5. 運轉。

在冶金學中”潛變”是什麼?潛變是因長期應力(低於降伏點應力)造成的變形，所有材料都承受潛變

鎢承受潛變溫度在 2000°F；而鉛則在室溫；大多數電廠鋼材潛變溫度 > 800°F，潛變速率隨溫度增加，潛變是顆粒結構裂縫形成，顆粒隨時間逐漸地被拉分離開，時間、溫度和應力是驅動潛變的三元素

FAILURE OF P91 避免不幸事件：

檢驗技術包括硬度測試、直徑測量、冶金複製、合金分析、超聲波測厚、相矩陣超聲波焊縫、對焊縫磁粉探傷、破壞性的樣品進行實驗室分析。

經驗教訓，對於裝設新機組時，不要以為新材料是好材料，品質檢報告並不總是告訴全部，小心焊接後的熱處理，處理以前熱處理的地區尤其如此。

6. Controlling Varnish and Extending the Life of Lubricating Oil in Steam Turbines

汽輪機潤滑油清漆(varnish)的控制與潤滑油壽命的延長

Tuesday, October 14 4:00 PM - 4:30 PM

報告人：Yuan Bai Shan,

代表單位：Vice President of Isopur Fluid Technologies, Shanghai. Raymond K. Gomes, CEO of Isopur Fluid Technologies, USA

今天在大多數汽輪機發電廠使用的第二組(Group 2)的潤滑油，具有許多優良特性，

但它沒有維持在溶液中油氧化物產生的量。油的氧化產物，稱為清漆(vernish)，是經由油槽熱交換器，軸承及閥門內部的塗漆，落在從溶液中，是一種橙色，有粘性的材料。靜電淨化系統不僅除去清漆，但也產生超潔淨的潤滑油，可以延長機組使用壽命。本演講將著眼於清漆的成因和簡單控制它的解決方案。將提出兩個案例。第一個是在中國華電雲南鎮雄電廠，其中有兩部 600 MW 哈爾濱汽輪機發電機組，其潤滑系統正遭受極端清漆堆積的問題。本案例研究說明使用均衡充電集聚系統，去除油中清漆和清潔現有油的結果。第二個案例是最長記錄的研究使用油淨化汽輪機潤滑系統的長期影響。它追蹤的 7 部 GE 燃氣輪機 12 年，超過 55,000 小時運轉的潤滑油狀況。潤滑油從未改變，所以電廠節省了數百萬美元的更換潤滑油，沖洗清漆和控制閥的維護費用。最重要的是，它從未有過的與潤滑油相關的設備故障或汽輪機跳機。

汽輪機潤滑油清漆(vernish)的控制與潤滑油壽命的延長

汽輪發電機用潤滑油要連續供應。因此要有一個專業的技術來延長潤滑油的使用壽命，以因應龐大的潤滑油需求量，潤滑油有用久劣化的問題。當潤滑油一旦劣化，將生成像披覆在木材表面的清漆樣沉積物(vernish，簡稱清漆)。假如潤滑油有下列的現象，表示你的潤滑油可能有清漆的問題：

1. 潤滑油顏色變得較暗沉。
2. 潤滑油溫升高。
3. 潤滑油濾網堵塞。
4. 控制閥有黏滯的情形或控制變得遲緩。
5. 潤滑油酸價持續增加。
6. 潤滑油系統的清理維護費昂貴。

什麼是清漆(Varnish)

1. 清漆是潤滑油系統內部表面生成的黃/橘/棕或黑色不可溶解的薄膜沉積物。
2. 清漆是因潤滑油劣化由 0.01~1 μm 微粒物質所形成的軟性污染物(如凝膠狀)。
3. 清漆的分子量較潤滑油高，具不穩定性。
4. 清漆難以用機械式的過濾器清除。
5. 清漆有時稱為”脂(resin)”，但也經常與”泥(sludge)”混雜。
6. Sludge 現今定義為清漆與水分子的結合。

生成清漆的二個最大原因

1. 較低的溶解力(solveny)或溶解度(solubility)，或較低的軟性溶出物維持能力。
2. 基此原因，第二組潤滑基礎油較易因油質劣化而生成清漆。

加速形成清漆的原因

1. 氣泡爆裂(空氣侵入)。
2. 機械元件的靜電放電。
3. 添加劑損耗(氟鉻砷酸酚合劑)。
4. 添加劑不相溶(混合油)
5. 添加劑品質不佳。
6. 金屬催化劑(銅或鐵)。
7. 污染物侵入。

第二及第三組潤滑基礎油的優點：

1. 較高的純度及飽和分子。
2. 較高的氧化及熱穩定性。
3. 較佳的黏性/溫度性質。
4. 低揮發性。

第二及第三組潤滑基礎油的缺點：

較低的溶解力(solvency)或溶解度(solubility)，或較低的軟性溶出物維持能力。基此原因，第二組潤滑基礎油較易因油質劣化而生成清漆。

清漆的衝擊是什麼？

1. 使移動機件產生黏滯。
2. 堵塞小的油流縮孔。
3. 黏住流量控制。
4. 因為清漆隔絕效應降低熱交換器熱傳。

清漆的問題

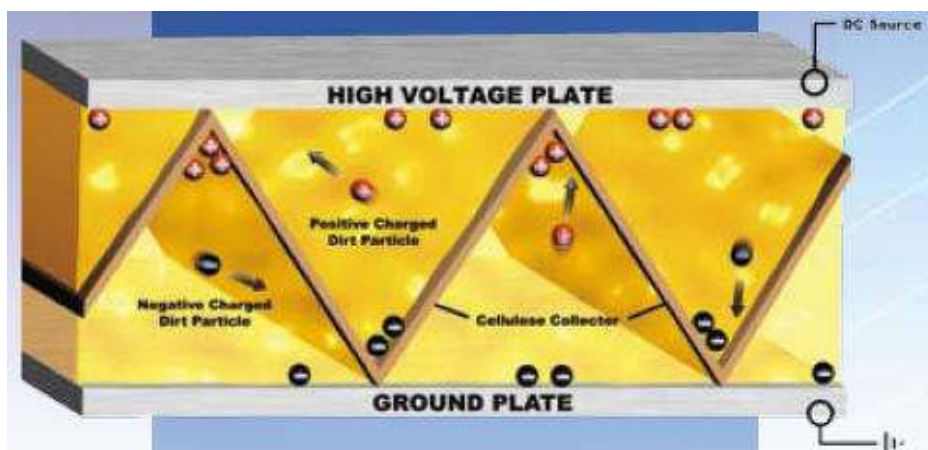
1. 使汽機油的觸媒惡化。
2. 吸附塵粒及大型污物增加機件磨耗。
3. 導致軸承提前故障。

消除清漆的解決方法

老式的傳統方法：以精確的系統沖洗換油，高效率的機械方式過濾
新而且現代的解決方法：放電過濾技術

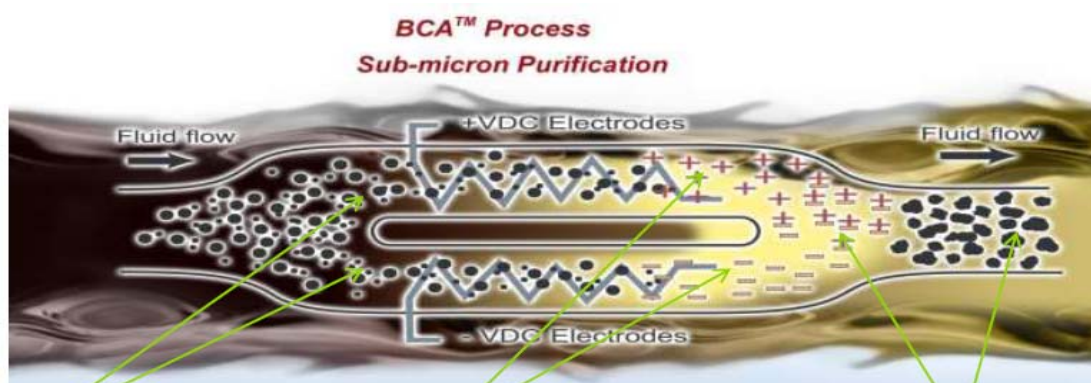
1. 靜電集塵(ESP, Electrostatic Precipitation)
2. 均衡放電凝結(BCA[®], Balanced Charge Agglomeration)
3. GE TIL 1528-3 發電推薦的技術

靜電集塵(ESP)技術



靜電集塵法(ESP)是用靜電放電來收集帶電的顆粒到過濾介質中的極板上，而中性的粒子則被電場推向電場的方向移動。

BCA 均衡放電凝結



流體流入同位放電及混合單元(CMU)，再分成二路流動

二路流動中的粒子被高壓電極靜電放電分成正負電荷

不同電荷的粒子互相吸引凝結成大的粒子送到過濾系統再移除

案例研究 - 控制氣渦輪機中清漆的長期效應

這個研究已經持續了9年，是發電業的汽輪機潤滑油清漆問題進行最久的研究。本研究針對經過12年55,000小時運轉的同一油品，這樣的油品算是耐久長壽的。

安裝 BCA

安裝於TECO的”機械先生”

控制盤

前過濾器

BAC

後過濾器



初步的測試結果

經過 75 天 1,800 小時的運轉



第一期，趨上，ISOPur 清理潤滑油的清漆
第二期，趨下，清漆開始溶解
第三期，趨下，清漆已被 ISOPur 清理完成，油系統內部及油變得乾淨。

目視測試結果 油槽的油泥及清漆已經被清理乾淨



油品淨化在運轉上的經濟效益，油中析出清漆將會影響汽機的控制閥，若因此造成伺服閥的黏滯將可能使汽機跳機或停機。

油品淨化較換新油的經濟效益

| Item | Value |
|---|-------------|
| A GE 7FA Turbine Oil Requirements in gallons | 6,200 |
| Average Cost per Gallon | \$15 |
| Cost Per Turbine of an Oil Change – (62000 * 15) | \$93,000 |
| Cost of Varnish Removal Chemical Flush | \$100,000 |
| Cost per turbine for 2 Oil Changes (2 purchases of oil and 2 flushes) | \$386,000 |
| Cost of Purification System, Approximately | \$25,000 |
| Filter Replacement Cost with Labor for 10 Years | \$8,000 |
| Total Cost of a Purification System for 10 Years | \$33,000 |
| Savings Per Turbine Using a Purification System | \$353,000 |
| Savings for 7 Turbines Using Purification Systems | \$2,417,000 |
| Savings for 7 Turbine if Three Oil Changes Were Required | 4,053,000 |

油品淨化在運轉上的經濟效益

油中析出清漆將會影響汽機的控制閥，若因此造成伺服閥的黏滯將可能使汽機跳機或停機。

汽機跳機的損失估算 - 氣渦輪機超過\$100,000，石化大型機組\$1,000,000：

1. 由於停機未運轉的運轉收入損失。
 2. 機組停機改由其它機組供電的罰金。
- 故障機件的維修費用。
1. 大部份的電廠更新伺服閥的原因為避免汽機跳機：
 2. 需要購買新的伺服閥以備更新。
 3. 總是有伺服閥會故障，因此許多電廠每年更新數次伺服閥。
 4. 為了確保運轉安全，需要準備新的備品置於倉庫，以備不時之需。
 5. 許多電廠因伺服閥控制不順致控制閥抖動，因此需要控制閥減振的技術。抖動也會降低控制閥的壽命。

油品去除清漆的淨化過程會導致閥的黏滯：

1. TECO 7部汽機經過9年的運轉後，伺服閥均外送檢修：
2. 這些伺服閥自裝機運轉迄今未曾檢修，因此送進行預防性維修。
3. 該些閥未有明顯的清漆現象，僅檢查到些微的機械磨耗。

結論

1. 使用淨化系統處理油並視為資產而非商品：
2. 油使用後棄置量趨近於 0，在 10 年內可節省換油費用 1.7 百萬元。
3. 由於油質穩定降低機組停機機會，因而提高機組運轉效率。
4. 降低電廠對於環境的衝擊及碳排放。
5. 由於油清漆的減少降低機件磨耗，可以降低維護費用。
6. 投資\$33,000 將可使電廠節省\$253,000 的支出，鮮少有這樣的頭資報酬率。
7. 全世界因使用油淨化的效益：

中國、印度及東南亞國家由於經濟成長而需要大量的電廠。

中國汽機製造商每週進行一部新的大型汽機的試運轉工作。

油品供應商無法從在的機組運轉 3~5 年後提供新的油品。

研究報告從清漆殘存開始，潤滑油可再使用 15,000 小時再置換。

經研究淨化過的油可以運轉 55,000 小時而且較新油乾淨。

為了降低對新油的依賴，各個電廠均儲存一些備用油。

每一次潤滑油的補充將需時至少 8 年。

7. Best Practices in Environmental Management

Tuesday, October 14 4:30 PM - 5:00 PM

環境管理最佳演練 週二，10 月 14 日 下午 4:30 - 下午 5:00

報告人：Ed Cruz,

代表單位：Ed Cruz, ETS Superintendent, Pearl Energy

比爾韋博，煤監，珍珠能源菲律賓經營公司

在菲律賓，燃煤電廠一直在通過從不同的技術，建立混合的平衡供給，確保了呂宋電力系統可靠的和具有成本效益的電力，達到支持經濟發展。燃煤電廠因其許多環境的影響，被環保人士標記為了能源行業的“壞人”。在這種情況下，QPL 結合的經濟和生態的“生態(eco)” 已成功地變更其燃煤電廠的良好管理運營的景觀，成為菲律賓電力行業舉足輕重的公司。在本次發表中，了解 QPL 賦予員工更大的授權、參與決策權力的文化如何導致其成就卓越的環境，增加經濟收益。



WILDLIFE PROTECTION

Sea turtles rescued



OLIVE RIDLEY



LOGGERHEAD



上圖:野生動植物保護 海龜獲救

WILDLIFE PROTECTION

Philippine Eagle Owl



上圖:野生動植物保護 菲律賓鷹鴞

ZBO FOR BUSINESS BEST PRACTICES



本公司致力永續經營及追求綠色企業形象之理念。建構綠色企業形象環境友善—綠網架構「綠色生活」、「生態保育」、「人文史蹟」與「低碳台電」等主軸項目。公司啟動萬大生態電廠環境教育發展行動的首發，藉由萬大發電廠台灣大豆復育的成果發表，作為台電公司未來規劃進行生態環境教育場所及企業社會責任之方針。本廠永安鹽灘地規劃、既有太陽光電、保育區 15 公頃、南側面積 26 公頃；紅樹林復育區，生態環境教育。

興達電廠終期規模為「4 煤 3 氣」或「6 煤 4 氣」使用 100 萬瓩之超超臨界燃煤機組新舊燃煤機組銜接因應考量，環境考量、熱電共生系統、海淡廠等。

電廠 Layout 分布規劃：新燃氣機組、CCS 保留地、一致性，且不論 6 或 4 部燃氣機組控制室要事前規劃連通，長期在節省人力及操作維修支援都有效益。

第三天分成 2 組，一為組煤炭管理，另一組為鍋爐與燃燒

8. 鍋爐與燃燒爆發

鍋爐和燃燒的會議專題介紹將包括 煤質和鍋爐的影響，成本效益的策略，表現 改進，除灰，等等。

Mae Moh (EGAT) Boiler Modifications to Adapt to Fuel Degradation (EGAT) Mae Moh(美莫)鍋爐的修改來適應燃料自然衰退

Wednesday, October 15 8:30 AM - 9:00 AM

報告人： Piriya Thongchiew,

代表單位：Head of Efficiency Section 2 Mae Moh Power Plant, Electricity
Generating Authority of Thailand (EGAT)

CO-AUTHORS:

Doug Hart, Manager of Engineering, Combustion Systems, Alstom Power

Neil Larsen, Head of Boiler, Thermal Services SEA, Alstom Power

William Bailey, Senior Firing Systems Engineer, Alstom Thermal Services, Alstom Power

Nancy Mohn, Director, Strategic Marketing, Alstom Power

在整個亞太地區許多現有的發電廠都燒煤炭，這與他們原來的設計燃料有顯著不同。在大多數情況下，煤的質量，熱值和燃料及灰渣成分，都在降低。這些變化基本上影響燃燒過程和增加維持鍋爐的可用性和可靠性的難度。傳統的清潔方法，如爐牆去渣水槍，並且蒸汽吹灰器，通常時間不足以維持爐膛和對流區燃氣通道的清潔在可接受的限度內，以允許在連續運轉產生額定所需的發電量。

泰國電力局 (EGAT) 所擁有和運轉的美莫 Mae Moh 電廠，共有 10 部機組 2400 MW；另位於泰國北部南邦省的坑口 (mine-mouth) 火力發電廠，分別在 1975 年和 1995 年建設開發，所有運轉的鍋爐，設計和安裝都是阿爾斯通公司承擔 (燃燒工程公司，加拿大)，各部機都設有靜電除塵器和煙氣脫硫系統。從 2003 年開始，EGAT 對這二家電廠進行了

一項方案，探討未來褐煤具有的特徵，並設法解決鍋爐結渣和積灰日益引起的運轉困難。

根據現場測試，礦石精熟規劃顯示，自 2016 年起，300 MW 機組將因灰成分改變引起的結渣，降低額定負載約 13%。對此，EGAT 結渣的解決方案工作組的成立是為了進行研究，以識別和評估解決方案。作為這項工作的最終結論，EGAT 選定阿爾斯通 Alstom 公司合作，來修改，調試和測試這些的鍋爐。

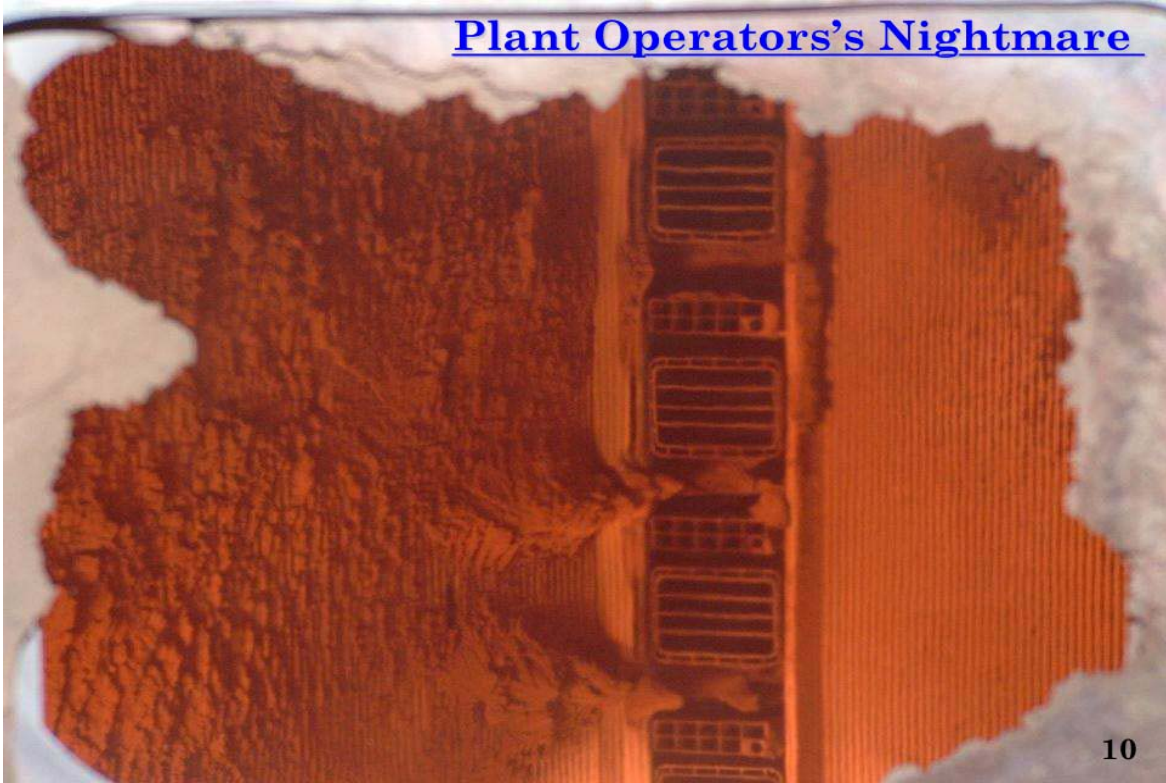
本發表演講將討論鍋爐和運轉的修改，使該機組能燃用煤灰中有較高的 CaO 含量的煤，而不會由於爐內結渣和對流通道的結垢限制負載。背景資料將包括煤和灰渣特性和之前修改的操作限制的討論。此外，針對現有的燃燒系統的配置作出的物理性修改，操作改變以管理燃燒空氣，並且所述結構化調校程序將被討論。

褐煤是一種低熱質的煤炭，是發育不完全，處於無煙煤和泥炭之間狀態的煤。在煤炭資源比較缺乏的地區應用比較廣泛，俄羅斯、美國、加拿大、印度、澳大利亞和歐洲一些國家都在開採，其中作為發電廠燃料應用比較廣泛的有希臘，占電廠總燃料的 50%，在德國占 25%。全世界褐煤總儲量 4 萬億噸，占全世界煤炭總儲量 40% 弱。褐煤的顏色為深褐色，含碳量為 25-35%，水分含量高達 66%，灰分含量為 6%-19%。其發熱量為 10-20 兆焦耳/千克褐煤含揮發分較高，因此比較容易進行液化或氣化。但由於其含有較多的水分，且易自燃，會增加運輸和儲存成本，因此很少在市場流通。一般會在褐煤礦附近建設發電廠，直接做燃料消耗。褐煤電廠的污染物排放量要比消耗普通煤的電廠大，尤其是和露天煤礦一起，經常會引起環境保護人士和政治家的異議。褐煤的成煤年代要比普通煤年輕，一般存在於第三紀的地層中。一般分為兩種—木煤和真褐煤。

煤灰中有較高的 CaO 大於 40% 含量因結渣導致發電損失情形：嚴重結渣事故的案例分析：美莫電廠 #6 號機，於 2010 年 7 月 30 日，發生熔岩狀底灰由鍋爐爐底溢出事件
事故原因：

因燃用高 CaO 的褐煤試驗一個星期後，惡夢成真，從 12.80 米檢查門查看，令人難以置信！經過 5 天後從底灰斗積煤渣至 12.00 米（生成渣量約 1100 立方米），且渣比石頭還硬，最終的解決方案是停機 1 個月，清除由採礦隊以爆炸方式除渣，這創下長期運轉下的歷史錄；美莫電廠因褐煤煤灰品質改變的趨勢（%cao 逐年增加），美莫電廠因褐煤品質降低引發更進一步的危機。

Plant Operators's Nightmare

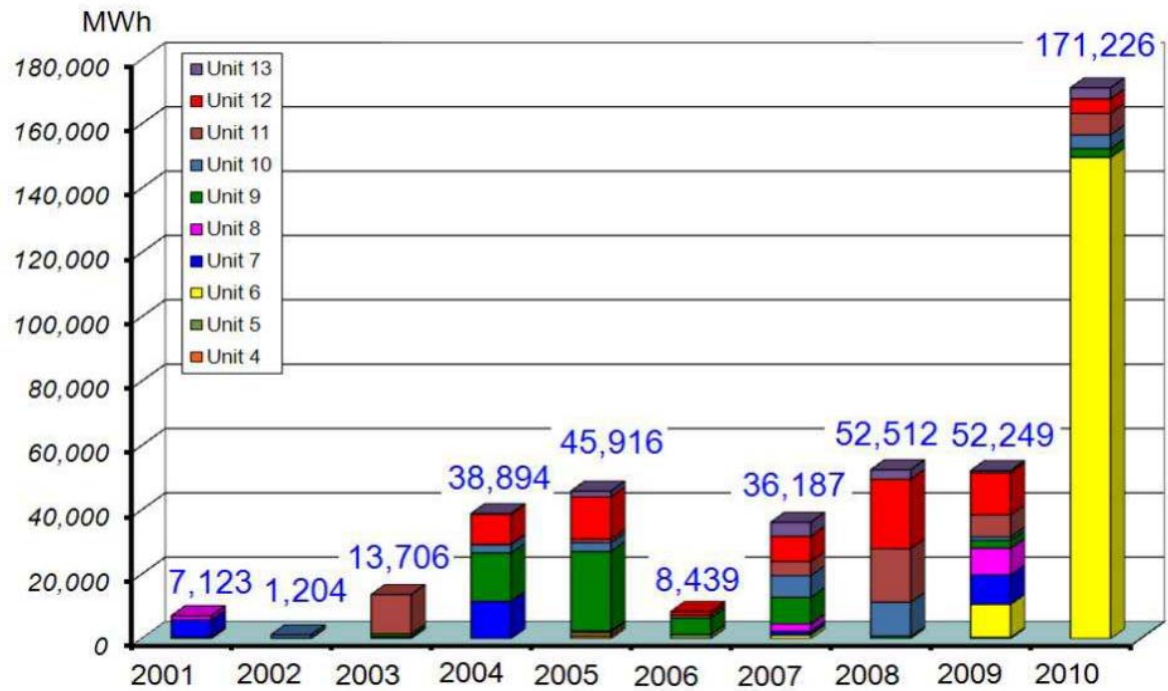


電廠運轉操作人員的噩夢



令人難以置信！經5天後結渣至12米高
#3、4燃燒器有16米高，在12.80米檢查門看，估計渣數量有1100立方米

Power Generation Loss from slagging

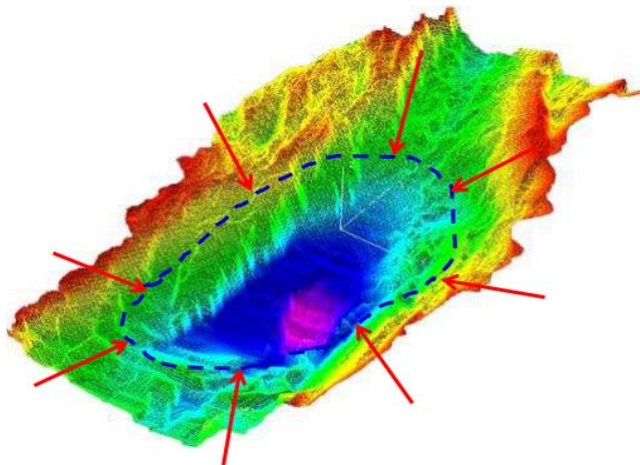


美莫電廠因結渣(slagging)之發電虧損

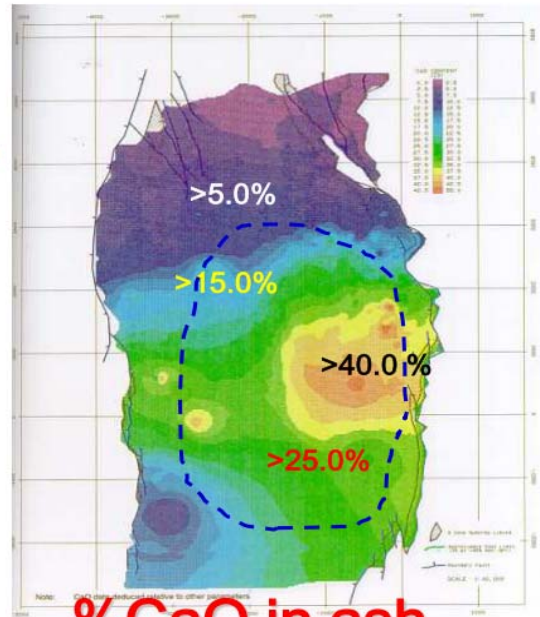


最終的解決方案是停機1個月，清除由採礦隊以爆炸方式除渣

Further Crisis of Mae Moh Lignite Degradation



Mining Master Plan

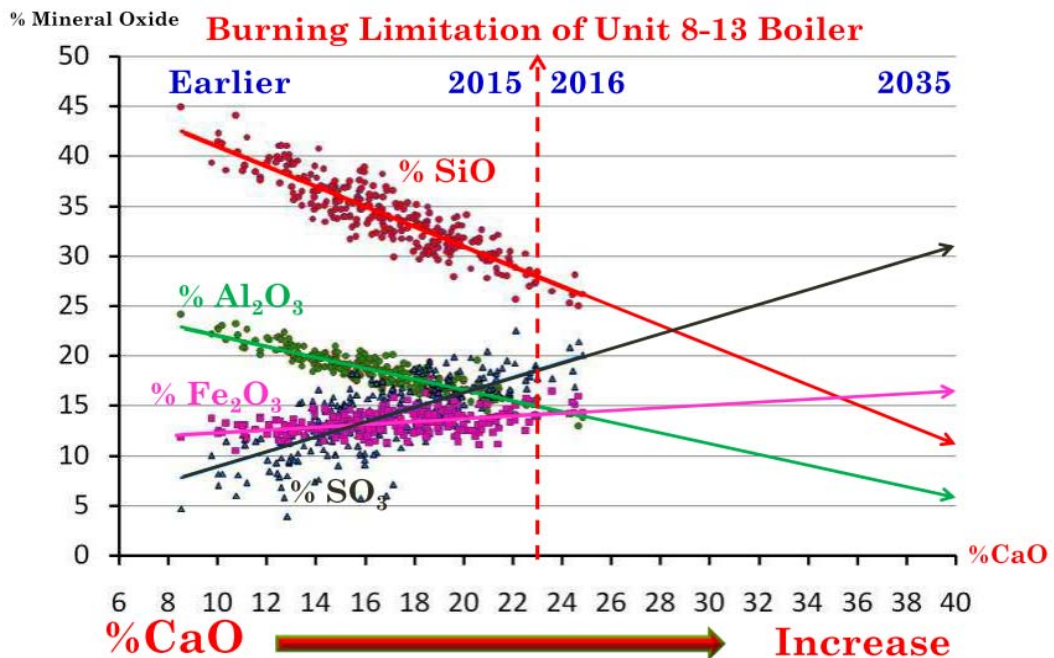


%CaO in ash

15

美莫電廠因褐煤退化的進一步危機

Tendency of Mae Moh Lignite Ash properties



16

美莫電廠褐煤灰分特性趨勢

解決結渣問題的歷程：

從 2004 年到 2012 年組成工作小組，處理結渣，解決案分兩方面進行：

礦區(燃燒前)處理：

1. 在實驗室中與許多種土壤共同燃燒。
2. 褐煤混合管理
3. 從許多研究機構及私人煤貿易商邀請專家。
4. 在澳洲實室進行褐煤燃燒測試。

電廠部分：

1. 燃燒過程：氧化鈣實際測試
2. 3 次添加劑測試
3. 3 次高氧化鈣及高燃燒空氣流量測試
4. 高氧化鈣最佳負載測試

燃燒後：使用噴水吹灰器及蒸汽吹灰器

最佳解決方案回到 OEM，依據煤精熟管理計畫，預估 CaO 含量將逐年增加達 40%，當 CaO 含量 > 23% 時，發電量將會減少；預估在 2016 - 2026 年間將減少發電量達 18,606 GWh。

燃燒改善工程主要供應範圍：

1. 提高燃燒區高度。
2. 提供可調式集中式空氣系統(CFS)。
3. 提供主風箱新設計及重做尺寸的噴嘴頭。
4. 確認粉煤機系統有正確的精度。
5. 改善機組運轉的過剩空氣量。

COAL ANALYSIS BEFORE AND AFTER MODIFICATIONS

| | Lignite (Pre Retrofit) | Lignite (Post Retrofit) |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| %H ₂ O | 29.94 | 31.27 |
| %VM | 26.67 | 28.53 |
| %FC | 14.18 | 17.77 |
| %Ash | 29.21 | 22.43 |
| HHV, kcal/kg | 2645 | 2975 |
| %S | 2.61 | 2.08 |
| %CaO (SO ₃ Free) | 18.99 | 30.69 |
| % Fe ₂ O ₃ | 13.06 | 13.16 |

| | Ash Fusion Temp | Ash Fusion Temp |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| Initial (IT), °C | 1243 | 1227 |
| Softening (ST), °C | 1248 | 1233 |
| Fluid (FT), °C | 1313 | 1260 |
| delta T (FT-IT), °C | 70 | 33 |

美莫電廠修改前後使用之煤質分析

更新改造的好處概述

電廠能夠可靠地燃用較高的 CaO 煤，礦業集團可以更輕鬆地管理煤炭供應，能夠維持電廠的生產能力水平，鍋爐運轉的可靠性提高，改進的噴水流量，降低吹灰要求，提高除灰問題，最重要的是，企業有良好合作關係，這是“試驗引導”項目 - 可擴展到其他機組修改！

9. Clinker Management in CPPS

Castle Peak Power Station Boiler Clinker Management

城堡峰電廠鍋爐結渣處理

Wednesday, October 15 1:30 PM - 2:15 PM

報告人: Wing Kai Yip,

代表單位: Performance Team Leader, CLP Power Hong Kong Limited

從煤特性在爐內熔渣形成產生，電廠設計和電廠運轉的複雜組合。青山發電廠 (CPPS) 粉狀燃料爐的設計和調整為煙煤及有限的煤炭可變性是可以接受的。煤的選擇和使用量也被認為是控制灰分含量及可促進熔渣的形成。雖然熔渣很難藉由運維人員燃燒亞煙煤，密集化管理熔渣，消除可能是有用的，此演示文稿演示。

壹、中電(CLP)介紹

一. 中電CLP是亞太地區電力投資及營運領先者，其發電容量相當於19,812，另還有其他購電，主要供給香港80% of 人口用電，客戶：2.3 million，營運電廠有：

Black Point Power Station (NaturalGas) 2,500MW，

Castle Peak Power Station (Coal Fired) 4,108 MW，

Penny's Bay PowerStation (IDO) 300MW，

Daya Bay NuclearPower Station1,380MW，

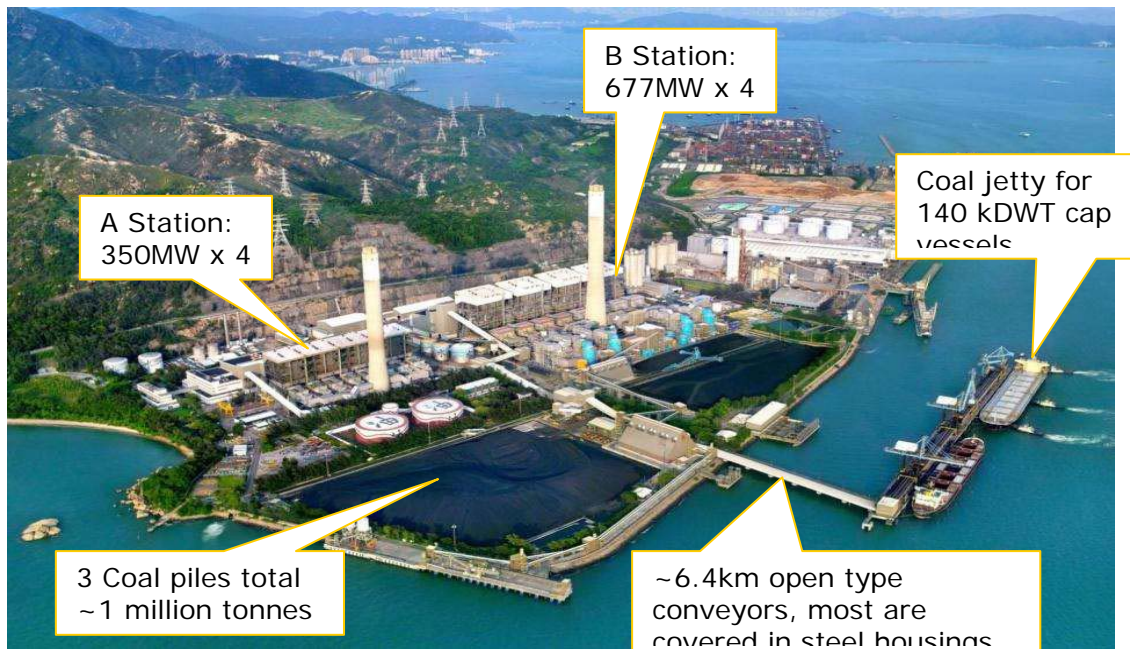
Guangzhou Pumped Storage Power Station600MW

總裝置容量：8,888MW

二. 城堡峰電廠介紹

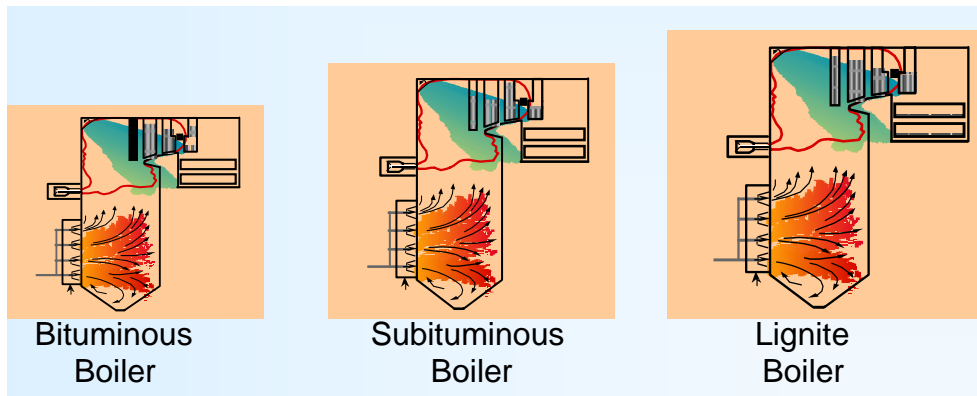
從1982到1990試運轉，總置容量：4,108MW(4 x 350MW +4 x 677.5MW)

主燃料為燃煤，在90年代引入低NO_x燃燒器，其中 B2 & B3機組是三燃料機組 (coal, oil, NG)



三. 鍋爐設計及改變：

1. B廠鍋爐原本設計及最佳化是燃用正常的煤
2. 增設低-Nox燃燒器及火上風門後，使燃燒在爐膛更高的區域，使問題更加惡化
3. 燃用低熱值煤，鍋爐必須更高且要有好的吹灰器
4. 低熱值且高結渣性的煤可能會在過熱器存積大量沉積物，最終將掉落到灰斗高處，漸漸形成灰渣橋



四. 煤及灰的品質表

| Ash property | Fusion temp | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | Slagging index |
|--------------|-------------|--------------------------------|-----|-----|----------------|
| Rolleston | 1180 | 9 | 5 | 1.5 | 0.1 |
| Jembayan | 1185 | 8 | 10 | 3 | 0.4 |
| Melawan | 1160 | 11 | 5 | 3 | 0.45 |
| ABK | 1150 | 12 | 11 | 4 | 0.5 |
| Lati | 1100 | 11 | 8 | 3 | 0.5 |
| Adaro | 1150 | 15 | 16 | 7.5 | 0.64 |
| Kideco | 1215 | 18 | 23 | 10 | 1.4 |

| Coal Brand | Ash % | S % | Kcal/kg | Moistr % | Fixed C | V. matr | FC/VM | Grind. Ind |
|------------|-------|------|---------|----------|---------|---------|-------|------------|
| Rolleston | 7.3 | 0.5 | 5750 | 17.7 | 47 | 28 | 1.65 | 52 |
| Jembayan | 5.5 | 0.47 | 5450 | 20.2 | 38.6 | 35.78 | 1.08 | 48 |
| Melawan | 5.4 | 0.2 | 5300 | 23 | 37.4 | 37 | 1.09 | 45 |
| ABK | 4.5 | 0.29 | 5250 | 23 | 37.33 | 35.17 | 1.06 | 42 |
| Lati | 4.6 | 0.7 | 5200 | 25 | 37.3 | 35 | 1.09 | 47 |
| Adaro | 1.9 | 0.1 | 5100 | 25 | 35.2 | 36.8 | 0.94 | 48 |
| Kideco | 2.3 | 0.1 | 4950 | 26 | 34.8 | 38.2 | 0.94 | 48 |

1. 鍋爐燃用亞煙煤其熱值降低而水分增加。

2. 熔點溫度降低，鹼性的礦物增加很多，且相較以前的煤結渣指數也增加。

五. 結渣形成：

Clinker Formation

結渣在板狀過熱器管邊形成

爐渣在喉部積聚且架橋

爐渣堵塞住喉部

溶岩狀的爐渣流入並堵住灰斗

溶岩狀的爐渣很難擊破移除

B廠鍋爐因低熱值煤、平衡通風、火上風門後燃燒及吹灰器有效性等因素的結合效應，易於結渣形成。

六、結渣案例分析

(一). 案例1(煤及吹灰因素)

1. 觀察項目：使用煤種類、吹灰器效能、吹灰系統壓力和溫度的比較、板狀過熱器燃氣溫度及爐渣品質分析。

2. 觀察結果：

- (1). 使用煤種類經常週期性改變。
- (2). 有些是位於板狀和未段過熱器區吹灰器故障，無法使用；與其他機組比較，B1機組有10支吹灰器故障，有些是位於板狀和未段過熱器區。
- (3). 吹灰器使用頻率較其他機組來得少
- (4). 吹灰蒸汽壓力及溫度，並未觀察到有明顯不正常。
- (5). 爐渣品質和Jembayan煤相似。

3. 建議：

- (1). 建議維護小組儘速修妥故障之吹灰器
- (2). 運轉人員必須確保適當的吹灰，尤其是，在燃用高灰分煤時儘可能增加吹灰，以維持鍋爐清潔度
- (3). 鍋爐底灰連續輸送帶因為flight bar故障而不能運作，可能需要結渣檢查預警並清除，如果早期檢查發現在底灰連續輸送帶不能運作期間有結出現，可考慮使用添加劑

(二). 案例 2(維護及運轉因素)

1. 觀察結果：

- (1). 可能是板狀過熱器懸吊元件排列不正常，如DBEL所建議及設計的鎖緊桿可有效地降低不正常排列進而減少爐渣生成的地區。
- (2). 從先前的維護紀錄，B3機組在斜管區域角落空隙較大，這種較其他機組大的間隙會因空氣吸入使角落區溫度較低而使爐渣容易在該區生成，在機組大修停機前進行熱掃瞄以便發現是否有嚴重的空氣洩入情形，以利在大修期間進行間隙尺寸最佳化。
- (3). 二次空氣的巨大變動可能會使結渣形成。
- (4). 依引用OI規定通過75 μ m篩網的粉煤應達70%，但各台粉煤機的粉煤細度有些低於標準。
- (5). 省煤器管排髒堵。

2. 建議：

- (1). 建議檢查板狀過熱器管束懸吊元件排列並加裝拉緊桿。
- (2). 建議在機組大修停機前進行熱掃瞄，檢修鍋爐斜管區域角落空氣洩入情形。
- (3). 建議檢查粉煤機出口管道NR風門，確保一次風穩定流動。
- (4). 建議維修故障的二次風和其他鍋爐風門，以得鍋爐較佳的通風控制。
- (5). 建議檢修鍋爐熱電偶，以利較佳的度監測。
- (6). 建議清潔省煤器的髒堵情形。

(三). 案例 3(燃氣燃燒因素)

1. 事件時程：

於2013年12月中旬在鍋爐底部斜管區的角落發現結渣，接著硬的結渣形成且因ACC故障而聚積，最後產生架橋而無法外部除去。這種狀況導致主要停機(MO)52.25小持及強迫停機(FO)63.5小持來清除結渣(將近5天的停機)

2. 板狀過熱器溫度分析

板狀過熱器溫度下降，熔渣形成並聚積在板狀過熱器管端，這可由板狀過熱器溫度差降低及金屬溫度升高得知；金屬溫度突然快速升高是因為熱區燃氣燃燒所致，鑪渣可能會因溫度升高而變硬；而且，金屬溫度並沒有因燃燒停止而下降，板狀過熱器管端因硬渣黏附而浸在熱中；稍後，有些結渣會分離掉落，金屬溫度漸漸降低。通常結渣會分離掉落結果使底灰連續出灰系統(ACC)損壞。

3. 結渣取樣分析

通常，結渣取樣的成分會與主要的燃煤成分相似；但是，與實驗室SEM分析結渣取

樣的成分(特別是-鈣)，似乎大多是來自10天前所燃用高結渣性的Kideco煤。

4. 觀察發現

- (1). 縱使正常吹灰，Kideco煤在板狀過熱器管端結渣增加且積聚。
- (2). 隨著燃用高結渣性的Kideco煤，混合氣燃燒，導致熱區產產且使懸掛的爐渣變硬成硬的爐渣，大多數的硬渣不會立即掉落而會停留在管端，而嚴重影響熱傳並導致金屬溫度升高；有些硬渣掉落會損壞ACC flight bar和鍋爐底部斜管
- (3). 在燃用Kideco煤幾天後，混合氣燃燒，導致金屬溫度升高，使積聚在板狀過熱器管端結渣變硬成硬
- (4). 在回復使用正常的煤時，結渣會以大塊的掉落(可能是因煤添加劑的幫助)損傷到ACC和鍋爐底部斜管，最後在喉部成架橋

5. 建議

- (1). 儘可能避免混燒，在這案例中，在燃氣能力受影響時，基於系統安全，混燒是必要的考量。
- (2). 避免在燃用高結渣性煤之後燒氣；如可能，隔個5天再燒混燒，在這案例中，在燃氣能力受影響時，基於系統安全，混燒是必要的考量。
- (3). 必要混燒時，考慮進行二值制運轉。

貳、觀察結果與討論

一. 煤的選用

1. 在煤質變異時聯絡煤供應商；然而，因為煤礦特質，控制Ca 和 Fe的含量是有限的。
2. 在煤進入鍋爐前瞭解所用的煤(運轉認知)，依據必須的條件來控制煤的品質，機組煤質控制煤場開始，生煤尺寸、含水分(煤堆管理)、煤的乾燥(粉煤機出口溫度)和煤細度等。
3. 低灰熔點溫度煤轉換或與低硫和高煤混合
4. . 和煤供應商商討持續改善煤質使其能一致

二. 爐膛控制以防止爐膛結渣

1. 使爐膛燃料與空氣的相互影響降至最低，以使水牆吸熱最大。水牆吸熱量決定爐膛出口燃氣溫度
2. 低爐膛結渣控制
 - 使空氣和燃料分佈平均
 - 適當的粉煤細度，通過200微米篩網達70%，粉煤機效能是防止低爐膛結渣的關鍵
 - 當發現結渣產生，減少燃燒環境改變，即少用階段燃燒

3. 控制爐膛出口狀況防止爐膛結渣和結垢增加

- 增加LNB 和 BOFA會產生較高的爐膛出口溫度
- 經由均勻通過爐膛的爐膛出口狀況將可均勻結渣存積(積極監測爐膛出口燃氣溫度，是使均勻結渣更容易管理的關鍵)，運轉人員需要認知爐膛出口燃氣溫度，是要訂定清潔策略和調整進行最佳化所必須的
- 爐膛出口O₂適當和均勻，最好是3% O₂
- 完全燃燒以達可接受的CO水平

三. 改善吹灰的需求

1. 傳統以時間基準的吹灰方式可能不夠聰明
2. 實施”預防式”而不用”反應式”吹灰來清潔水牆管，減少FEGT和結渣狀況。維持水牆清潔和降低爐膛溫度可減少Nox和結渣的形成
3. 在結渣變成問題前利用移動式或永久式照相機鑑定過熱器的結渣情形，，機組運轉可將原有”正常”吹灰/清潔模式轉換為”侵略式”，來線上管理或去除結渣。起而行總比等待強迫停機來的好

四. 運轉和維護控制

1. 經常檢查斜管處
2. 如有需要，每運轉200小時停用鍋爐，以進行徹底檢查和水洗
3. 維持吹灰器的高可用性和高可靠度
4. 在燃燒或混燒時，建立令人煩惱的煤的存貨清單，徹底的監測燃煤品質(Ca, Fe等)
5. 需要時，使用添加劑
6. 發展或維持有效移除結渣的方法，如cardox、ACC removal
7. 裝設爐膛CCTV以便線上錄影觀察板狀過熱器和爐膛灰斗
8. 建立邊牆結渣清洗用高壓水泵
9. 減少過熱器管排列不正常
10. 減少火上風門空氣流量

10. SJSAS Forced Air Cooling System for Turbine Cooling Rate

Optimization 強制空氣冷卻 (FAC)

Wednesday, October 15 11:30 AM – 12:00 PM

報告人: Tan Kheng Hoe,

代表單位: Head (Maintenance), Tenaga Nasional Berhad

強制空氣冷卻 (FAC)，用於改善冷卻的高溫蒸汽渦輪機氣缸的速率，以允許早期在渦輪機/發電機的進行維修保養活動。該系統是特別適用於大型基載汽輪機機組，一般正常的冷卻速率通常為 7~9 天，而且大修工期是有限的。曼絨發電廠是一種典型的機組，在其所有三部機安裝 FAC 系統，將有可能減少從機組停機到停用慢車齒輪，以進行任何維護工作的冷卻時間為達 50%，縮短機組停機時間。本演講將分享 SJSAS 在執行強制空氣冷卻 (FAC) 項目的寶貴經驗。

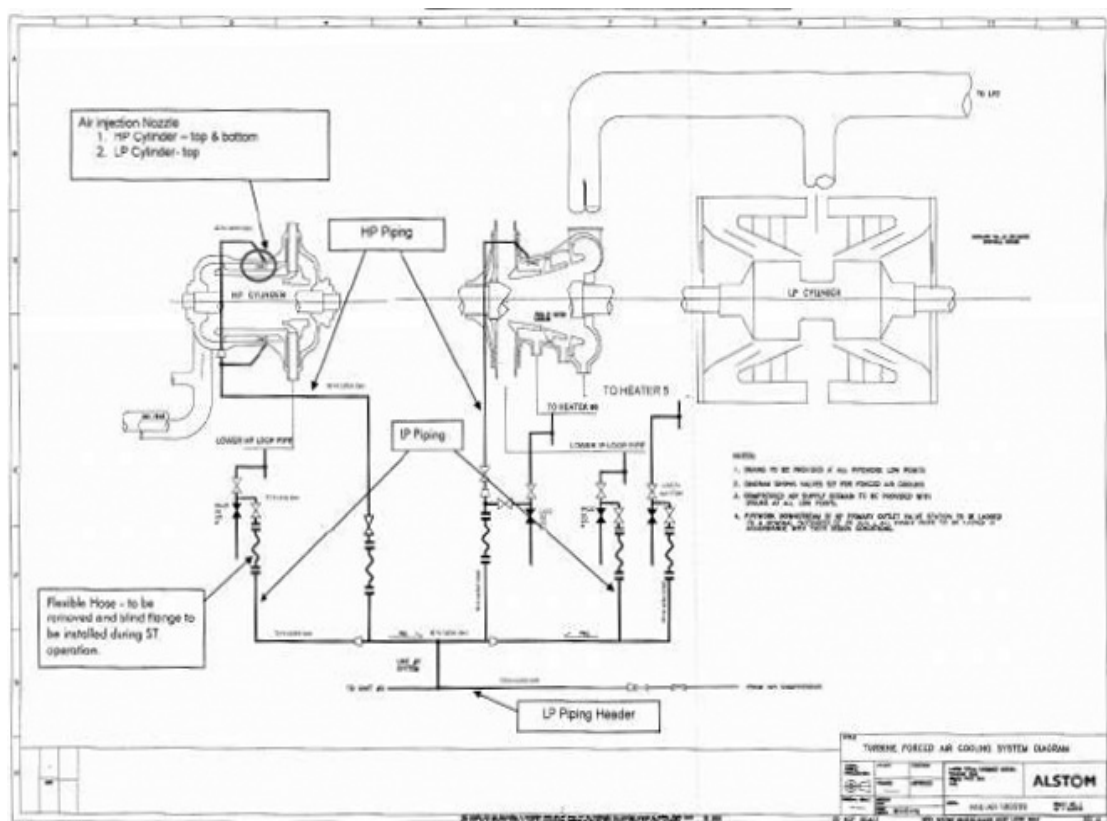
採用強迫通風冷卻系統以達汽輪機散熱率的優化

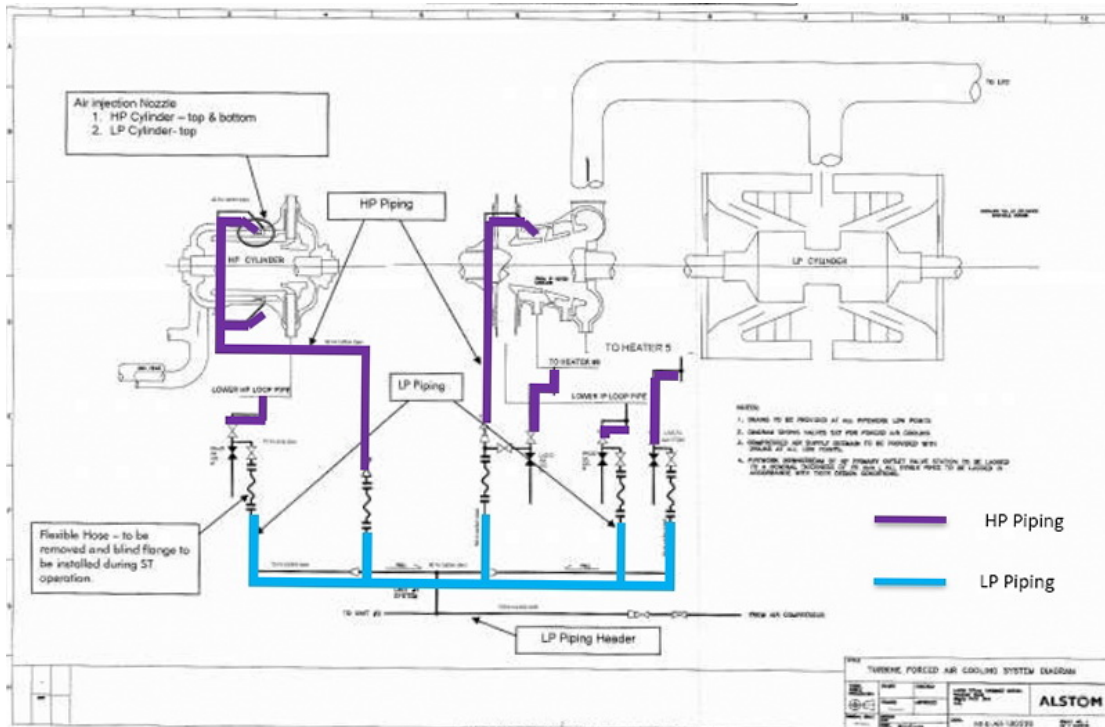
馬來西亞第一個採用清潔煤燃燒技術的燃煤電廠，公司成立於 1996 年，#1~#4 號機均由 Alstom 公司興建，商轉日期分別為 #1 機 2003 年 4 月、#2 機 2003 年 6 月、#3 機 2003 年 9 月；#4 機預定 2015 年 3 月。

Alstom(阿爾斯通)成熟的技術，用於改善高溫蒸汽渦輪機汽缸的冷卻速率，以利早日進入汽輪機/發電機進行維修活動。

使用於基載大型汽輪機機組，其中的冷卻速率通常為 7 - 9 天，但停機大修期間都受到限制。2008 年 Alstom(阿爾斯通)提出改造現有的汽輪機機組安裝一個強制空氣冷卻系統。

Alstom 團隊的經驗顯示可以減少從停機到慢車齒輪運轉冷卻時間 < 50%，這大量的縮減停機期間約是可節省 5 天停機時間。





FAC 系統全套的計劃包含工程供應、設計、安裝及試車均由 Alstom(阿爾斯通)服務有限公司執行。

1. 通過減少 5 天限制的，它可以節省 TNBJ 發電容量之支付。
2. 由於蒸汽輪機或發電機的問題需要轉子停轉而導致需緊急或強迫停機期間將可大量地減少
3. 在計劃停機，在蒸汽輪機和發電機進行停機期間內可以執行更多的檢修工作如：軸承檢測，發電機密封環檢、AC / DC 油泵檢修和頂升油泵檢修等。
4. 而有更短的停機檢修期時間，以產生更多的發電輸出及利潤。

結論：自從 FAC 安裝在 SJSAS，轉子停轉限制期間成功地降低從 9 天至 4 天

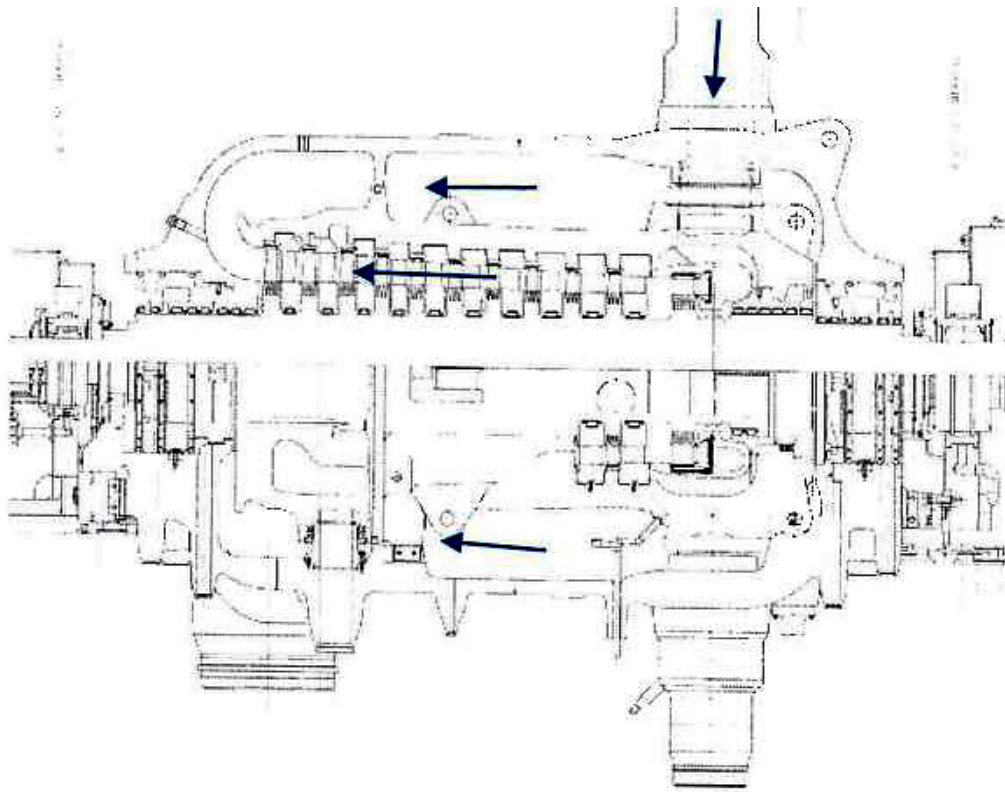
FAC 如何運作：

該系統採用外部的冷卻器壓縮空氣通過汽機機殼外缸與內缸來冷卻，轉子部分則通過排放蒸汽和洩水管，同時將熱空氣經由低壓汽機人孔排向大氣。

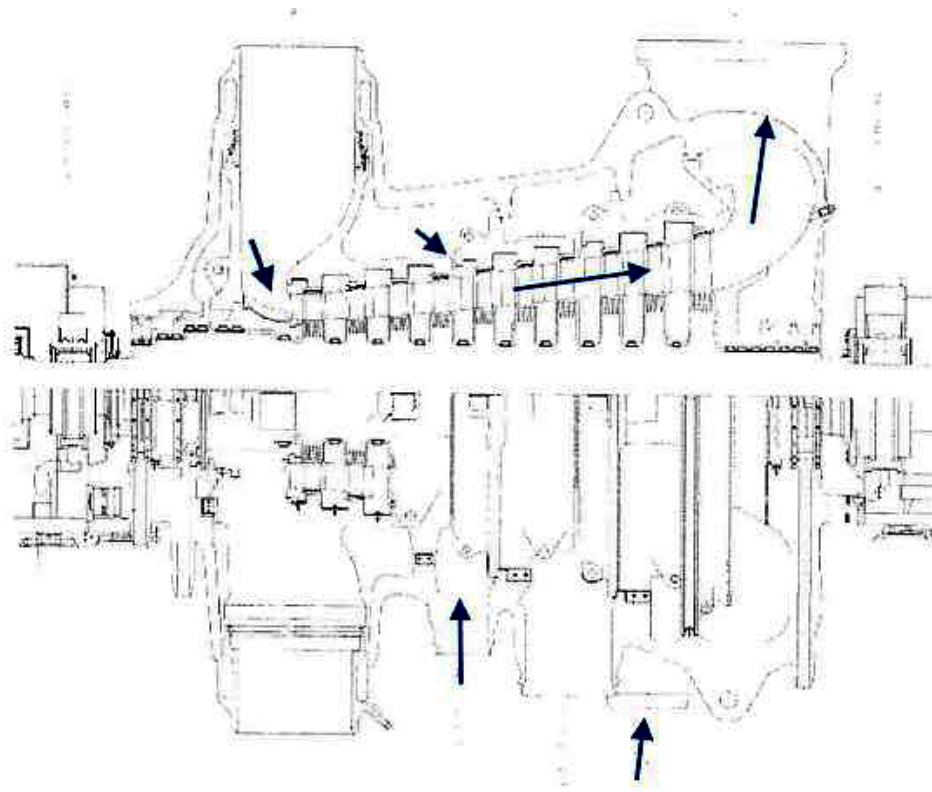
FAC 系統包含下列設備：

1. 空氣壓縮機容量 4,000 Nm³/h & 出口壓力 4barg
 空氣壓縮機是一個專用機組，其能夠通過一個獨立的壓力控制和旁路系統來輸送可變數量的空氣，該壓縮機是多段、離心式與中間冷卻器，空氣流量為 4000 標準立方米/小時，冷卻水供給是從共同的廠用水系統來供給，壓力約 4 bars。為降低壓縮機出空氣的溫度及冷卻壓縮機的輔助元件，預期的冷卻水流量是 7 升/秒，出口空氣濕度保證在相對濕度<80%。
2. 集管
3. 低壓管道
4. 高壓管道
5. 噴嘴

AIR FLOW IN HP CASING



AIR FLOW IN IP CASING



FAC 在 SJSAS 執行情況

1. 提交和驗證的技術圖面
2. 在每個機組大修期間進行 FAC 組件安裝

3. HP 和 IP 汽機機殼鑽孔安裝噴嘴；最後檢查，Alstom 機工通過鑽孔期間定期除去碎片，測量剩餘厚度，焊接，突破鑽之前鑿切等期間確保沒有碎片殘留在汽輪機外殼；然後用管道鏡來確保在汽輪殼體內沒有顯著碎屑。安裝步驟如下：

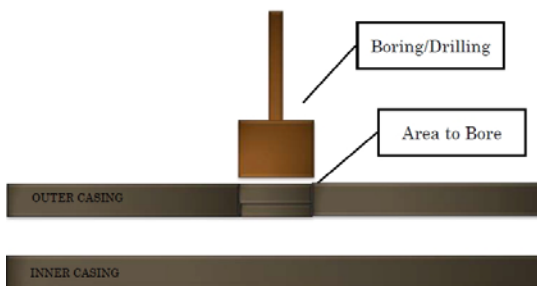
(1) 汽機高壓機殼鑽孔



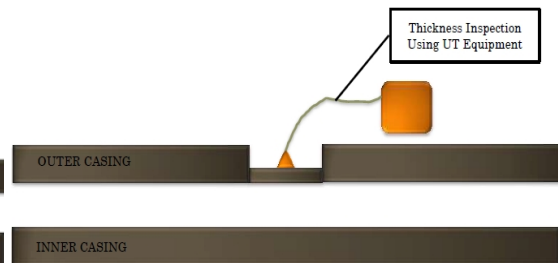
(2) 汽機中壓機殼鑽孔



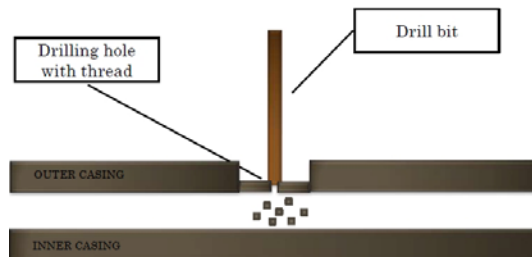
(3) 鑽孔/鏜孔



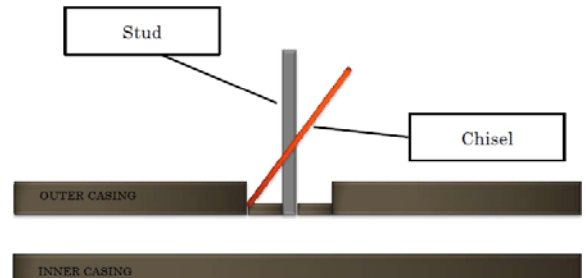
(4) 檢查最終厚度(厚度檢查使用 UT 設備)



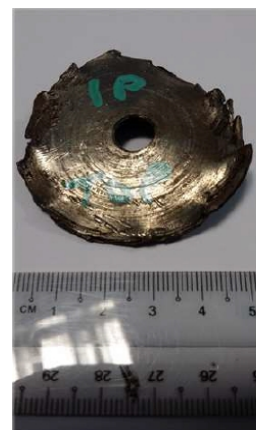
(5) 使用螺紋鑽頭鑽孔攻牙至最後 PIECE



(6) 鑿出最後 PIECE



(7) 拆除最後 PIECE



(8) 最後檢查 FINAL INSPECTION

4. 低壓和高壓管道被安裝和焊接。進行 RT 檢測
5. 空氣壓縮機運抵至並安裝在指定的場所
6. FAC 的調試

FAC 執行冷卻過程

初級階段冷卻，最高的汽輪機殼的金屬溫度 $<400^{\circ}\text{C}$ 。

1. 移除盲板並安裝軟管（波紋管）。
2. 啟動空氣壓縮機和清潔管路集管。軟管連接到各個閥。
3. 打開 HP & IP 主入口閥（此操作將汽機外機殼降溫）
4. 節流閥或空氣壓縮機的出口空氣量氣，以保持**冷卻速度 $<10^{\circ}\text{C}/\text{小時}$**
5. 繼續監測和記錄關鍵參數，直到最高的汽輪機殼的**金屬溫度 $<300^{\circ}\text{C}$** 為止

二次冷卻期，最高的渦輪機殼體的金屬溫度 $<300^{\circ}\text{C}$

1. 繼續運轉空壓機
2. 打開 HP & IP 二次進氣閥（此操作將冷卻渦輪轉子及內殼）
3. 節流閥或空氣壓縮機的出口空氣量氣，以保持**冷卻速度 $<10^{\circ}\text{C}/\text{小時}$**
4. 繼續監測並記錄關鍵參數，直到最高的金屬溫度**下降到 150°C**
5. 在 150°C ，轉子可停用。軸頂升油系統可停用。
6. 在 100°C ，主要的潤滑油系統，可以停用。

FAC 的調試結果

在 FAC 的調試，Alstom(阿爾斯通)取得在 41 小時（**保證在 48 小時**）將汽機最高機殼體金屬溫度從 400°C 降到 150°C 。而從 150°C 降到 100°C 僅用 17 小時；TNBJ 在大修停機期間，汽機由最高金屬溫度降到 100°C ，轉子完全達到靜止狀態時，歷時約 4 天。

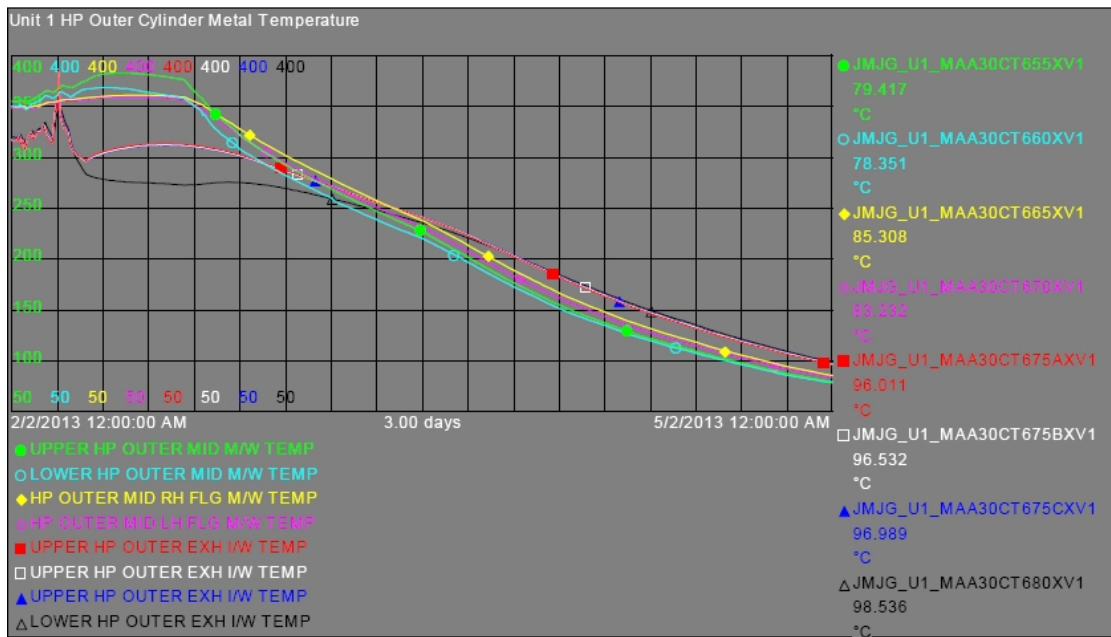
計劃效益：

由於 FAC 的使用，從 9 天至 4 天，沒有觀察到汽輪輪的參數異常，該 FAC 系統幾乎在所有的計劃停機和重大停機期間被使用，FAC 系統的操作是相對容易，在此期間，Alstom(阿爾斯通)提供了良好的技術支持和諮詢；FAC 是一個非常好的投資，建議將安裝在所有的蒸汽輪機。

安裝 FAC 實績(冷卻曲線)

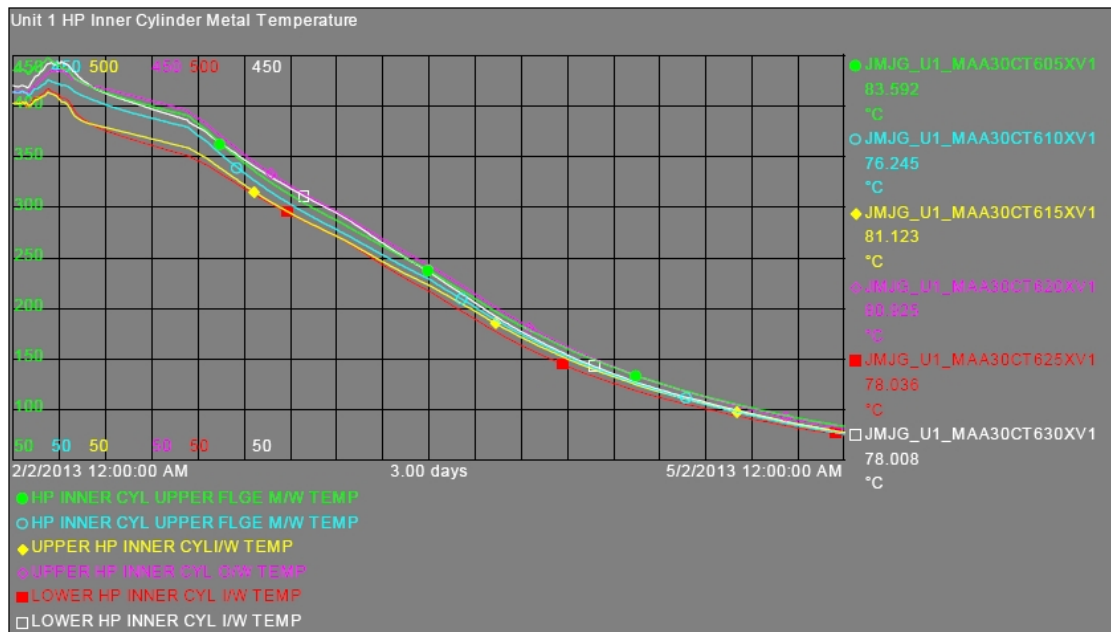
COOLING CURVES FOR HP CASING (OUTER CYLINDER)

HP 套管冷卻曲線 (外筒)



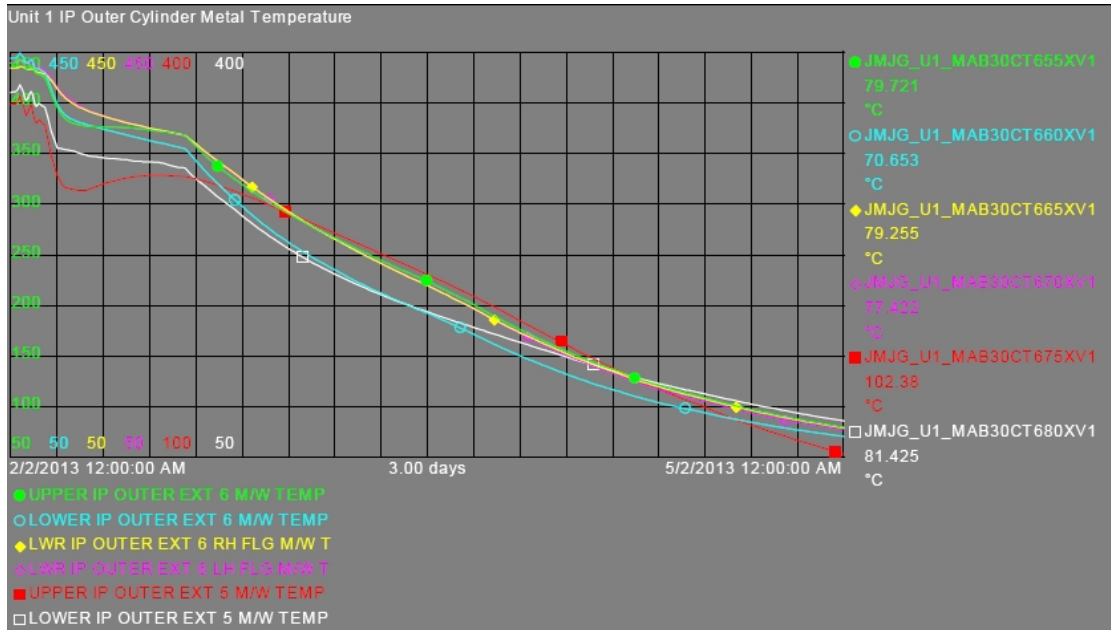
COOLING CURVES FOR HP CASING (INNER CYLINDER)

HP 套管冷卻曲線 (內筒)



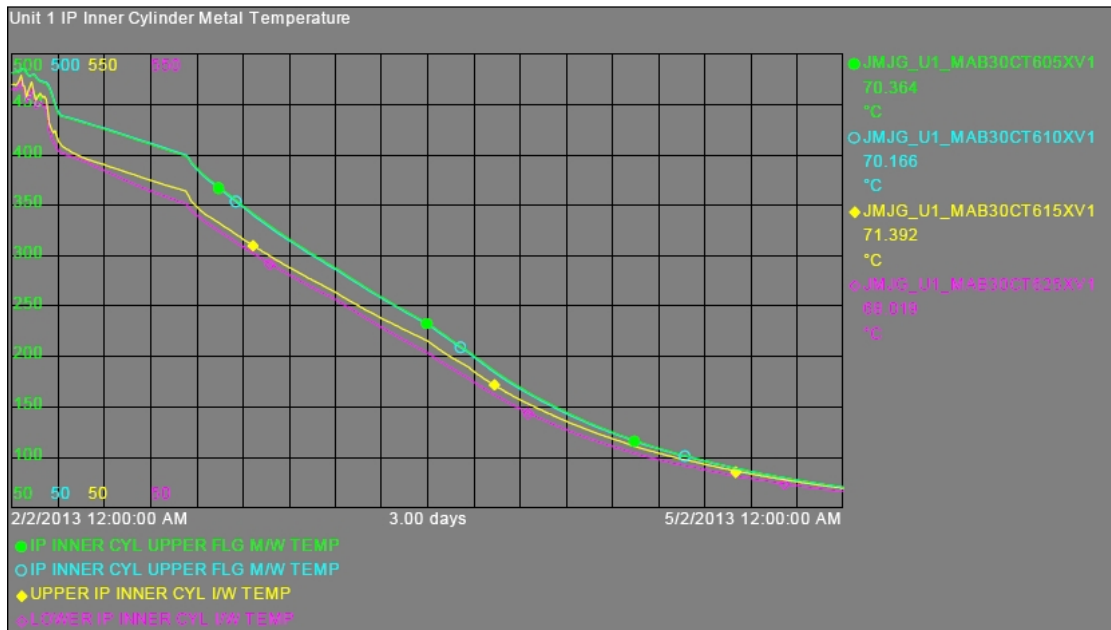
COOLING CURVES FOR IP CASING (OUTER CYLINDER)

IP 套管冷卻曲線 (外筒)



COOLING CURVES FOR IP CASING (INNER CYLINDER)

IP 套管冷卻曲線 (內筒)



11. Implementing Boiler Cleaning Best Practices

實施鍋爐清洗的最佳經驗

Wednesday, October 15 2:30 PM - 3:00 PM

報告人: Peter Dougherty,

代表單位:

Sales & Technical Coord. Mgr - Asia, Diamond Power International Inc.

當熱傳導的性能未達到預期時，就會執行吹灰清潔。CBS 的系統能夠定位飛灰積聚和在飛灰積聚的地方，執行中所需的清潔設備（吹灰器，高壓水槍），來清潔因飛灰積聚而使相對的傳熱變差部位。在吹灰頻率，管腐蝕等性能指標的綜合數據被收集和分折。本案例研究將資料進行分析，以證明在弗林德斯電力合資公司獲得的好處，包括結果：降低飛灰積聚的清潔費用，侵蝕降低的好處，管侵蝕效益，停機效益和許多屬性如：現有的擊發系統的安排引起的物理變形，操作變化的燃燒空氣管理，並且所述結構化校調程序將被討論。

多年來已經認定了使用智能吹灰，是同時可達鍋爐最佳化及清潔燃用亞煙煤鍋爐的最佳方式。另一個公認的最佳案例是使用水作為清洗無法由傳統式水牆吹灰器吹清以達所需的爐膛性能的高結渣爐膛水牆管介質。

本演講將提供深入了解智能吹灰不管清潔介質：空氣，水蒸汽或水，均可以實現提供清潔的好處。此外，清潔水設備的類型將被討論，以提供深入了解這些設備如何能夠實現和評估最佳的使用水清潔裝置的標準應用程序。用於水清潔裝置的選擇和放置應用程序的評估程序實施案例將提供，並說明當前智能吹灰和水清潔裝置的用戶的使用結果。

壹、簡介：鍋爐清潔

智能吹灰系統應該是，經由最佳化達到運轉性能和成本的平衡，且能適應即時變化；根據鍋爐的條件需求啟動自動清洗，並且達到減少因吹灰器所造成的鍋爐管損壞。

貳、考慮智能吹灰(ISB)的目標？

- 一. 規劃轉換燃料？
- 二. 實施燃料主動靈活性？
- 三. 減少因吹灰造成的強迫停機？
- 四. 需要提升熱循環性能？或其他？

參、智能吹灰(ISB)的實施步驟

- 一. 建立計劃的目標(一個或多個)：例如，準備使用新低品質煤，包含下列特質：
 1. 較低灰熔點的溫度。
 2. 較高結渣指數。
 3. 較高結垢指數。
- 二. 評估目前的吹灰系統：例如，進行吹灰清潔實質試驗，包含：

1. 定義現有吹灰器預期的清潔能力
2. 定義額外的清潔能力要求

三. 執行測試的建議：例如，

獲取並安裝升級的吹灰系統，包含：

1. 智能吹灰系統。
2. 修改吹灰器。
3. 新吹灰器。

四. 建立系統目標及試運轉：

建立智能吹灰系統目標

(一). 有關對流區/後爐煙道的目標，包含：

1. 省煤器燃氣出口溫度 (EGOT)，維持省煤器出口燃氣溫度 $< 400^{\circ}\text{C}$ 。
2. 蒸汽溫度目標
3. 噴水流量目標，維持再熱器噴水流量 $< 25\text{kg/s}$ 。
4. 任何其他項.....？

(二). 爐膛目標，包含：

1. 離開爐膛燃氣溫度 (FEGT)，維持爐膛出口燃氣溫度 $< 1150^{\circ}\text{C}$ 。
2. 平均熱通量
3. 任何其他項.....？

五. 基本概念：

- (一). 當所選定的目標參數已偏離期望的界限時，操作特定的清潔設備。
- (二). 在每次成功的清潔操作後，取得紀錄並作為下次的依據 - 對於最有大的設備或模式多採用；效果不佳者則少用。

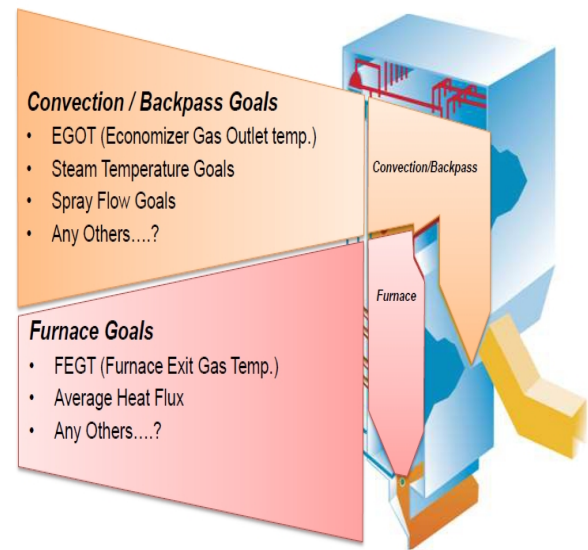
六. 簡化：

- (一). 使用最少量的機組參數，較少的機組參數表示簡化裝置、較少的輸入問題及較高的系統可用率。
- (二). 使用既有監測運轉數據，更為簡單化的直接系統可使運轉人員瞭解及接受
- (三). 以 PLC 為基礎的控制
 1. 不需要使用電腦。
 2. 工業級硬體(增加可靠度)
- (四). 簡化...程度：

維持經由多年所積而得的錯綜複雜的事物，確保鍋爐保護及最佳化效能：

 1. 在不同的負載運轉時，自動調整設定點。

GOALS BASED ISB



2. 最優先的吹灰。
3. 持續的調校
4. 各別裝置及區域的獨立規畫。
5. 採用噴水清潔：
 - 監測熱衝擊及警報。
 - 在效能及熱衝擊的基礎上持續自動調整清潔參數。

肆、期望

- 一. 結果會改變！影響改變的因素：
 1. 鍋爐設計/容量/修改/運轉經驗等。
 2. 燃料型式/質量/混合等。
 3. 清潔設備/介質/有效性/含蓋範圍等。
 4. 機組輸入數據的有效性/重覆性。
 5. 其他
- 二. 文件上從省煤器出口溫度降低得到的結果。
 1. 0.96%熱耗率改善(650MW, 切線式燃燒, PRB coal)
 2. 0.77%平均熱耗率改善(550MW, 牆式燃燒, PRB coal)
- 三. Seldom just a software upgrade 很少軟體升級。
- 四. Results goal orientated 結果目標導向。

伍、實際案例

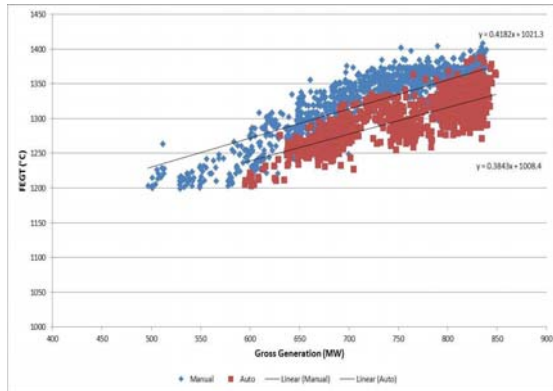
- 一. 鍋爐資料：
 1. 負載：830 MW，超臨界，切線式燃燒，鍋爐橫斷面積約 19.5m x 19.5m。
 2. 燃煤：印尼亞煙煤。
 3. 爐膛及對流區吹灰介質為蒸汽。

二. 智能吹灰控制規劃

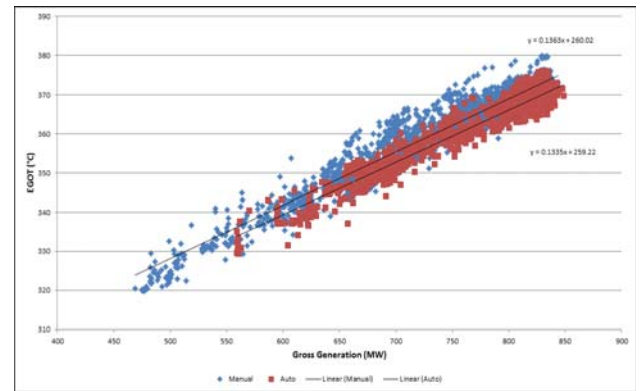
| 目標名稱 | 控制之吹灰器 | 啟動清潔條件 | 停止清潔條件 |
|----------------|--------------|----------------|----------------|
| FEGT 爐膛出口燃氣溫度 | 所有爐膛水牆吹灰器 | FEGT 高於高限值 | FEGT 低於低限值 |
| 再熱器噴水流量 | 所有爐膛水牆吹灰器 | 再熱器噴水流量高於高限值 | 再熱器噴水流量低於低限值 |
| EGOT 省煤器出口燃氣溫度 | 所有長程吹灰器 | EGOT 高於高限值 | EGOT 低於低限值 |
| 左側過熱器蒸汽溫度 | 所有左側過熱器長程吹灰器 | 左側過熱器蒸汽溫度低於低限值 | 左側過熱器蒸汽溫度高於高限值 |
| 左側再熱器蒸汽溫度 | 所有左側再熱器長程吹灰器 | 左側再熱器蒸汽溫度低於低限值 | 左側再熱器蒸汽溫度高於高限值 |
| 右側過熱器蒸汽溫度 | 所有右側過熱器長程吹灰器 | 右側過熱器蒸汽溫度低於低限值 | 右側過熱器蒸汽溫度高於高限值 |
| 右側再熱器蒸汽溫度 | 所有右側再熱器長程吹灰器 | 右側再熱器蒸汽溫度低於低限值 | 右側再熱器蒸汽溫度高於高限值 |

三. 自動及手動吹灰結果：

FEGT 爐膛出口燃氣溫度



EGOT 省煤器出口燃氣溫度



四. 自動及手動吹灰實施總結：

| 參數/目標 | 手動吹灰 10 天平均(所有負載) | 智能吹灰 10 天平均(所有負載) |
|----------------|-------------------|---|
| 負載(參考) | 757 MW | 781 MW (+3.1%) |
| FEGT 爐膛出口燃氣溫度 | 1336 °C | 1309 °C (-27 °C) (-50 °C at same load) |
| 再熱器噴水流量 | 60 tons/hour | 23 tons/hour |
| EGOT 省煤器出口燃氣溫度 | 363.2 °C | 363.5 °C (-4 °C at same load) |
| 左側過熱器蒸汽溫度 | 567.8 °C | 566.8 °C |
| 右側過熱器蒸汽溫度 | 566.8 °C | 565.1 °C |
| 左側再熱器蒸汽溫度 | 581.8 °C | 587.4 °C |
| 右側再熱器蒸汽溫度 | 581.8 °C | 587.3 °C |

陸、爐膛噴水清潔

一. 為什麼要使用噴水及智能吹灰？

- (一). 必須要燃用各種送來的煤並且處理不同的煤灰品質，例如，AKA 燃料適應性
- (二). 曾經因除渣而定期降載
- (三). 曾經因落渣而造成機組停機
- (四). 現有之吹灰器持續運轉以因應熱轉換之需？
- (五). 老化的吹灰器導致維護成本增加？

二. 爐膛噴水清潔設備：

自 1969 年起使用水槍及分弧式水槍

自 1992 年起使用選定模式水槍

自 2001 年起使用噴水吹灰器

FURNACE WATER CLEANING EQUIPMENT

Waterlance & Partial Arc Waterlance



Since 1969

Selective Pattern Waterlance



Since 1992

Diamond Power HydroJet® Sootblowers



Since 2001

Video2

三. HydroJet 運轉結果:



- (一). 輸入裝置：熱轉換偵測器
- (二). 輸出信號：熱通量及爐管溫度
- (三). 資料使用作為：決定清潔度及監測熱衝擊
- (四). 熱衝擊追蹤項目：
 1. 熱疲勞破裂
 2. 追蹤每一個熱循環以決定所產生之熱衝擊
 3. 追蹤在 30 年爐管壽命期所累積之熱衝擊

五. 噴水清潔的管理

- (一). 監視狀況的改變並依需要調整清潔頻率；針對目前發電情形調整清潔度之設定
- (二). 監視清潔效能並依需要調整清潔參數：
 1. 噴水進行速度。
 2. 噴水流量。
 3. 每一步驟的大小。

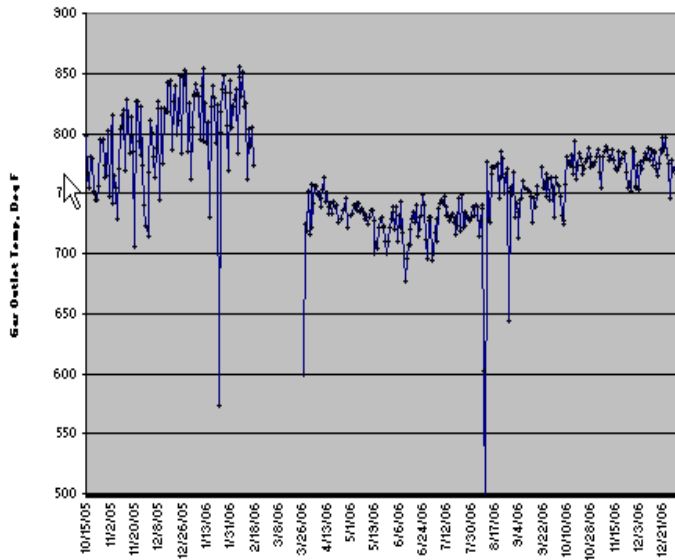
六. 應用實例

- (一). 機組介紹：
 1. 負載 160 MW，切線式燃燒，鍋爐面積 8.5m x 11.4m (28' x 37' 6")
 2. 採用連續式水牆吹灰器及長程吹灰器進行鍋爐清潔, 但效果不佳
 3. 每月降載以剝渣
 4. 爐膛結渣及後爐堵塞
 5. 過熱器及再熱器噴水流量偏高
 6. 鍋爐出口溫度偏高
 7. 爐管因吹灰造成吹蝕

(二). 更新安裝：在 2006 年 2 月安裝，4 組水力噴射器及 16 只熱通量偵測及控制器。

(三). 更新效果

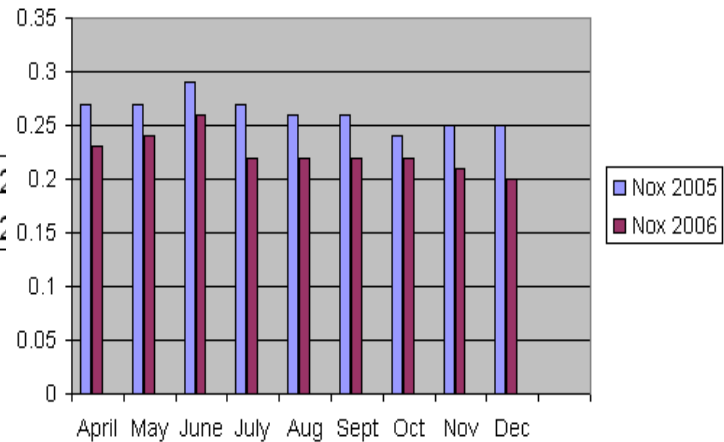
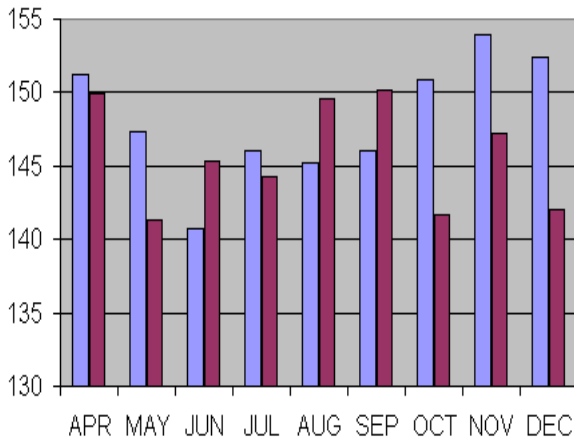
1. 省煤器出口燃氣溫度由 798.29°F 降至 747.13°F (-51.16 °F；-6.41%)



2. 2005 年及 2006 年 NOx & MW 變化

平均負載增加 1.7%
MW 2005 vs. 2006

平均 NOx 降 14.5%
NOx 2005 vs. 2006



3. 2005 年因剝渣影響負載 8916.4 MWhr，而 2006 年則無。

12. Dry Bottom Ash Handling 乾式底灰處理系統

Wednesday, October 15 3:30 PM - 4:00 PM

新式乾式底灰出灰系統之介紹：

早期採用灰塘填埋底灰之處理方式，故底灰之出灰系統均採用海水之出灰與輸送，

後因要減少灰塘填埋底灰之速度及底灰之再利用(掩埋凹地或做空心磚之副材)，而改用生水(淡水)之出灰，但大量水資源之消耗，也造成生水來源之不易，而掀起了乾式底灰出灰系統之研究，如今不但技術成熟，而且世界上也有多部機組採用，在節省水資源之前提下是值得考量。

由於各種環境，法律和水資源的限制，在世界各地的火力電廠煤灰處理方式(技術)已經由濕式轉變為乾式。使用乾式底灰處理系統有許多益處，其中最突出的是減少水的消耗和顯著降低運營開支，這省去了底灰水槽，蓄水池，水再循環和處理系統。從乾式底灰處理系統。克萊德格曼 DRYCON 系統能通過利用乾式系統，取得成本和環境的效益。以創新的、靈活的設計，最大限度地減少整體的空間和整體空間包覆的要求；DRYCON 系統可以對改造和新建項目增加價值。

壹、濕式及乾式底灰處理：

目前主要燃煤電廠使用濕式抽取系統處理底灰；但是有更多的新建更新機組有意採用乾式底灰系統，究其原因有環保議題、水資源匱乏關切及乾式系統能增加整體成本，而使用最新技術的關鍵在於確保電廠環境友善及有效率運轉。

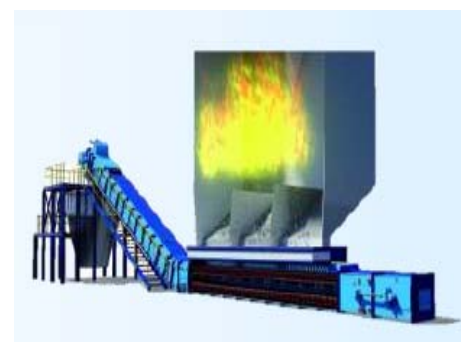
一. 濕式輸送系統，說明如下：



1. 就是一般俗稱的”沉水刮板式輸送帶”或”儲水灰斗”。
2. 底灰被收集在水中冷卻後再輸送到排放。
3. 水的使用帶來額外的成本。
4. 大量的能源損失及消耗。
5. 水蒸汽產生並發散到鍋爐。
6. 維護密集。
7. 對環境保護法規較不符合

二. 乾式輸送系統，說明如下：

1. 不需供水設備-能排除投資且減少運轉及維護成本和提供廠內及廠外額外空間。



2. 提升效率:經由額外的熱空氣可有更多的熱能加入蒸汽產生過程-減少燃料消耗。
3. 增大底灰品質-底灰中未燃炭會減少。
4. 較少的維護費用-底灰由鍊條及滾輪帶動的灰盤運出。

三. DRYCON乾式底灰輸送技術

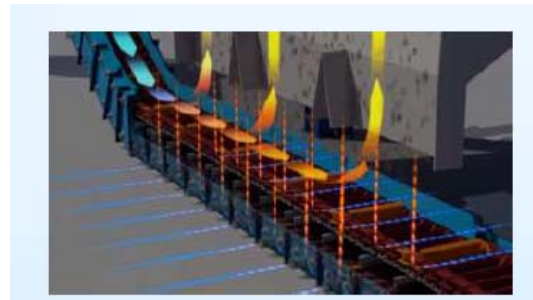
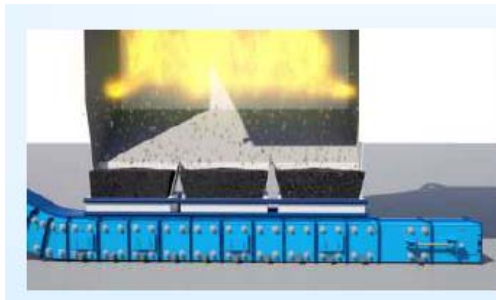
(一). DRYCON的特性:

1. 在輸送過程中需要新鮮空氣來冷卻底灰
2. 底灰中未燃炭會減少,市場級底灰品質,更容易出售
3. DRYCON年運轉成本大約是濕式輸送系統的47%
4. 完全符合環保法規



(二). DRYCON 運轉原理

1. 通常是一機械輸送帶,與燃燒室完全密封
2. 鍋爐內部的負壓吸入空氣,主要在頭尾端的控制方法進入DRYCON™系統水平部分
3. 空氣沿著停留在輸送皮帶的底灰表面以反方向運行
4. 空氣在進入燃燒室前被加熱,增加額外的熱能到鍋爐內的蒸汽產生過程



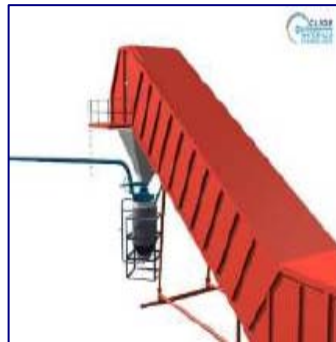
(三). DRYCON 系統為專利且成熟的乾式底灰處理系統:

1. 冷卻及輸送底灰不需用水。
2. 增加鍋爐效率,減少煤量及CO排放量
3. 增灰之品質及價值
4. 在燃燒室底灰溫度約 800-980 °C,經過冷卻後,底灰排出時 < 100 °C
5. 大氣導入冷卻底灰後,溫度提升至約 340-410 °C
6. 冷卻空氣對鍋爐效率及符合環保正面效益



(四). DRYCON系統規劃

1. 能依顧客要求設計底灰輸送系統
2. 典型的規劃, 包含有下列: 直接送至儲存倉、氣體輸送、機械輸送。



(五). DRYCON™設計考量:

1. 配合現場或以模組設計
2. 特殊有利的提供模組設計符合機組經濟運轉
3. 確保其長-寬比例可隨每一機組或製程狀況調整
4. 總冷卻空氣量約為燃燒用空氣的1%，這可視為鍋爐設計的常數

(六). DRYCON設計特性

1. 結合液壓驅動的喉口型碎渣機及滑動閘門
 - 在進入DRYCON™前將熱灰壓碎
 - 灰斗可完全關閉
 - 預先壓碎的底灰面積增大可改善後續燃燒過程
2. 這種規劃安排可增加鍋爐效率，減少煤量及CO排放量
3. 鏈條及扣齒鏈輪



- 鏈條傳送決定輸送帶角度
 - DRYCON只需一條輸送帶就可以很容易以35°斜度輸送底灰超過50公尺
 - 45°斜度輸送底灰在其他計劃也已經使用
4. 其他有效系統必須建立第二條輸送帶來達到35°斜度輸送，這會增加購買費用及試運轉和備品費用

肆、案例分析

德國Luenen電廠750 MW超臨界機組淨效率：45.98%；鍋爐製造商： IHI Japan。

一. 挑戰

提供最先進的底灰處理系統給歐洲最有效率燃煤機組(新建)

二. 解決方案

- 研究濕式及乾式輸送系統後
- 決定採用DRYCON™對環境友善及有效益的解決方案
- 採用DRYCON™包含：DRYCON™、碎渣機灰倉卡車卸貨系統等

三. DRYCON技術資料

- 設計輸送速率：18 t/h
- 燃料種類：硬煤
- DRYCON長度：50公尺
- 輸送帶寬度：2000mm
- 鋼皮帶寬度：1600mm
- 斜角：38°
- 冷卻空氣量< 1.0%
- 灰排出溫度< 80°C
- DRYCON™設備結構圖
 - DRYCON單段冷卻式：
 - 底灰直接由鍋爐送至儲存倉
 - 不需要前段冷卻

四. 施設結果

1. 除了節省用水外，DRYCON系統還有下列利益：
- Luenen電廠自2013年11月商轉以來，沒有系統故障報告。
 - 對鍋爐效率有正面影響。
 - 消除腐蝕及限制侵蝕。
 - 原有設計儲存系統輸送能力由16噸/小時提升至25噸/小時以上。

-原預計每年運轉8000小時，DRYCON™則每年可運轉約20,000小時。

2. Luenen 電廠因為歐洲最先進且最有效益的電廠之一而榮獲 POWER magazine 2014 年最頂級電廠。

伍、其他參考

一. 已在79間電廠安裝，包含有中國、蘇聯、印度、德國、斯洛伐克、美國及南美洲等。

二. 世界最長的單段底灰輸送帶是由Clyde Bergemann公司所製長度64公尺

陸、結論：

一. DRYCON節省水源及減少鍋爐熱損失-環境友善系統。

二. DRYCON減少整廠運轉費用-預估節省典型燃煤電廠約1.4 百萬歐元/年。

三. 經由效率改善提升鍋爐效能。

四. 適合各種的鍋爐尺寸(50~1100 MW)。

五. 乾式底灰增加電廠額外的收入。

第四天 (10/16 09:00 ~ 12:15) 經驗交流

報告人: Stuart Westley,

代表單位: Sales & Marketing Director, Clyde Bergemann Power Group

OCTOBER 16, 2014 THURSDAY MORNING SESSION • DAY 3

2014年10月16日星期四上午的會議 • 3天

ASBCUG - Generating Companies Only

只有發電公司 - ABCUG

Generation Company Roundtable

發電公司圓桌會議

Thursday, October 16 8:30 AM - 11:30 AM

這種互動式的論壇是發電公司和電廠的員工。從其他用戶的小組會議進行的調查顯示，從發電公司的代表要為彼此坦誠討論的機會。本次論壇達到了要求！本次論壇將允許發電公司參加了機會與會議期間的前兩天提出的問題的創始成員公開討論，或者說是一個經常關注的話題。

總粉塵管理

介紹廣泛的總粉塵管理途徑來處理亞煙煤增加的粉塵及危害，和報導經證明的產業領先技術；包括粉塵收集、化學灰渣抑制及封阻。進行討論正確合併使用這些特別的解

決方法如何提供最佳的結果。談論目前的粉塵管理策略且著眼於正確實施減少保養所需時間之技術。尤其專注在完全乾淨煤炭原料營運對策下有關化學灰燼抑制的使用之益處。陳述常見的實務如大量噴水為控制粉塵方法之一來改善鍋爐加熱速率對於增進員工安全及健康、減少後勤勞力和節省成本皆有幫助。

易燃的煤炭粉塵：解決粉塵了？

對人員的最大風險乃和粉塵有關的資產和營業中斷。爆炸或火災後；你不會想要知道是煤炭、灰分或甚至是金屬或木削..學習如何避免爆炸或火災和如何發展及執行易燃粉塵管理系統。錯失了解它的潛在可能；就會有爆炸的結果！

使用低熱值煤(LCV)有很多益處。然而；此類煤炭也給使用群帶來許多問題譬如增加起火風險、嚴重溢煤和粉塵逸散，以及發電機組降級。必須減輕這些問題來防止任何煤炭作業及燃煤設備的嚴重失效。在 Lamma 電廠，煤場營運已經重新策劃且修改好些燃煤設備以利增加使用低熱值煤。

Upgrading of Coal Handling Equipment and Fire-Fighting System to meet the challenges of using Sub-Bituminous Coal 因應使用亞煙煤的挑戰提升煤輸儲設備及防火系統

壹、Lamma 電廠火災風險控制的持續改善介紹：

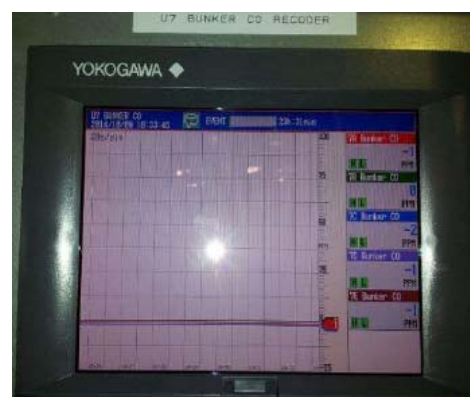
一. 消防系統的升級

(一). 火災偵測及消防系統：

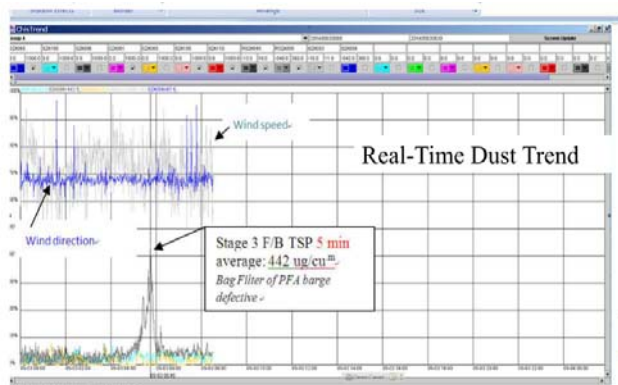
1. 延伸熱偵測電纜至輸送及回復轉輪同時也含蓋輸送帶出口及進口導槽。
2. 煤倉加裝CO偵測系統提供自燃的早期信號。
3. 消防系統延伸以保護電氣設備。
4. 在輸送帶出口導槽末端加裝額外的消防水噴嘴。
5. 在煤倉區加裝消防水噴嘴。
6. 在煤船卸煤機加裝消防水噴嘴。
7. 增設煤粉塵監測系統，即時偵測粉塵濃度。



CO Sensor installed at bunker



CO Monitoring System Panel



(二). 在輸煤塔開口部分裝設門簾：

裝設橡膠門簾以減少風道效應-是引起發在出口導槽內部懸掛的煤自燃的主要原因。



(三). 在煤倉區及煤堆區裝設CCTV及線上成像系統，取代原有紅外線系統。

Bunker Area 煤倉區

Coal Yard Area 煤堆區

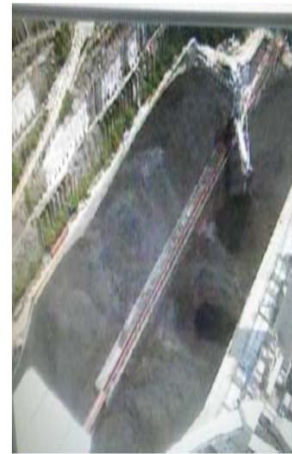
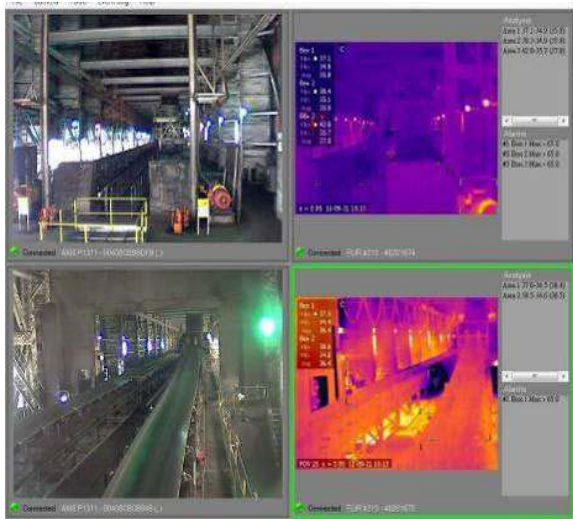


Image captured by CCTV camera

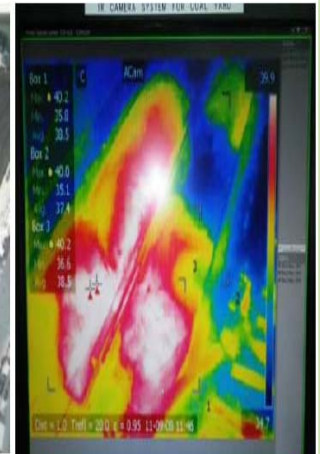


Image captured by IR camera

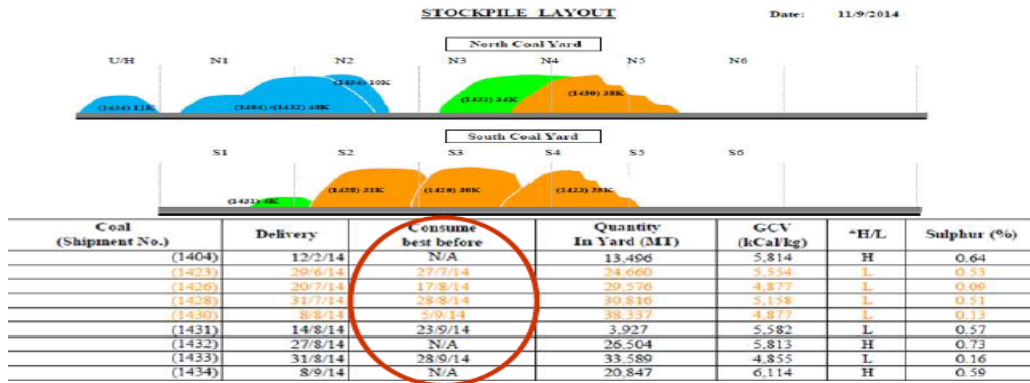
(四). 清潔設施的升級

1. 以清洗系統使清洗煤輸送轉換塔更容易。
2. 以真空清潔車清潔或手動清潔
3. 以防爆型真空系統來清潔

二. 管理上的火災風險控制方法

(一). 煤炭的料堆的監視，其目的如下：

1. 防止自燃
2. 先進先出的原則
3. 適時地使用亞煙煤



(二). 清潔度及1-2-3停用檢查

1. 在按輕重緩急清潔程序設定清潔指數，減少自燃發生，指數規定如下：
 - 0 = 沒有溢出， 1 = 煤塵粒， 2 = 小量，3 = 中量，
 - 4 = 大量但還不需中斷運轉，5 = 大量引起環境衝擊，6 = 影響運轉安全
2. 在第一小時、第三小時及第六小時後執行停用檢查。

(三). 監測煤場設備溫度，例如，

使用可攜帶式熱影像機測量皮帶輪軸承溫度。

(四). 會產生熱及火花工作控制：

對會產生熱及火花工作作適當及風險評估。

(五). 強制火災安全認知訓練

1. 由工安部門舉辦的室內強制火災安全認知訓練。
2. 推廣到所有部門及在煤場工作的承包商。
3. 必須通過稱職測驗。
4. 每三年要重訓一次。

(六). 定期的消防訓練

定期的消防訓練和消防設備試噴

(七). 火災風險重新探討

1. 評估現有消防系統是否適當
2. 遵行管理上的火災風險控制方法
3. 規劃採用新的技術來持續改善

三. 在持續改善消防設備及遵行管理上的火災風險控制方法，自2010年11月起達到零火災事件。

Activated Carbon Fire

活性炭火災

報告人: Greg Krieser,

代表單位: Division Manager/Production Operations, Omaha Public Power District (OPPD)

活性炭在公用事業行業的許多電廠使用以控制汞排放。它被廣泛地認為是有很少或沒有與之相關的火災的危險。其可燃性列在安全數據表 1 (輕微), 也就是說, 這是很難點燃。無論如何, 內布拉斯加州城電廠 Nebraska City Station 曾經歷了涉及活性炭的閃火事件。

使用低熱值煤(LCV)有很多益處。然而; 此類煤炭也給使用群帶來許多問題譬如增加起火風險、嚴重溢煤和粉塵逸散, 以及發電機組降級。必須減輕這些問題來防止任何煤炭作業及燃煤設備的嚴重失效。在 Lamma 電廠, 煤場營運已經重新策劃且修改好些燃煤設備以利增加使用低熱值煤。

ACTIVATED CARBON INJECTION (ACI) STORAGE SILO FIRE

活性炭噴射系統儲存倉火災

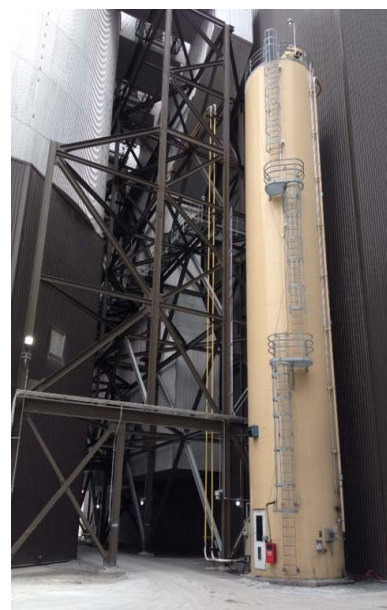
壹、OPPD 電廠介紹:

OPPD 是一公有電力公司, 供應美國 Nebraska 東南部 13 郡, 面積約 5,000 平方英里, 352,000 多戶用電, 供電戶數是屬美國最大公有公用事業之一; 員工數 2,400 人。總容量超過 3,200 MW; 燃料有煤、天然氣、核能、風力及 landfill gas; 此外, 還有 173.5 MW 風力發電合約, 此一部份在 2014 年將達 418 MW。該公司預定在 2020 年前達 10% 發電量來自再生能源, 此一目標將可在 2014 年因額外的風力發電而提早達成, 發電廠機組簡介:

一. #1 號機: 651MW (1979)

- Siemens Westinghouse Turbine - Generator
- Foster Wheeler Boiler/Mills
- Cold side precipitator

二. #2 號機: 685MW (2009)



- Toshiba Turbine - Generator

- IHI Boiler/Mills/SCR

- Alstom back-end

三. 年煤炭消耗量2.5百萬噸

四. 100%使用 Powder River Basin(Wyoming)煤

貳、活性碳噴射系統的目的：

一. A活性碳噴射系統儲存及噴注粉狀活性碳進入SDA前的燃氣流中。

二. 包含一個附有三只儲存斗及飼料系統的儲存倉。

三. 被粉狀活性碳吸的汞則收集在袋式倉中。

參、粉狀活性碳事件時程：2013年11月11日

07:48 -發現火災

07:50 -火災警報出示

07:50 -通知消防隊

07:55 -全廠通告人員遠離#2機碳儲存倉地區

08:00 - 儲存倉電源中斷

08:05 -準備使用 F-500 滅火

08:10-08:16 - 因在馬達2FGM-013C-M. (ACI Train C Motor)區發現熱點，消防隊以水加F-500 滅火

08:18 - 事件指揮官指示消隊先行退出重整。

08:21 - 消防隊再次進入火場確認火完全撲滅。

08:26 - 消防隊確認火已被撲滅，開始進行檢修。

肆、原因分析：

一. 碳鼓風機跳脫，本週以來，#C鼓風機馬達跳脫數次，可能導致火災發生。

二. 碳粉溢散，當鼓風機跳脫後碳粉經由鼓風機管線油出管和供應斗逸氣管溢出，自2009年試運轉開始起已發生過碳溢散

三. 清掃需要，碳粉溢散後要清掃，但有時候非定時工作。

四. 對碳粉火災的誤解，一般相信活性碳是不可燃且不會引起火災的, 因為：

-從未發生過

- SDS可燃性是1(輕微的)

- SDS認為活性碳不容易燃燒而且燃燒很慢不會產生煙或火焰

五. 點火源：

(一). 點火源A: C台鼓風機

1. 鼓風機馬達連續跳脫造成馬達過熱
2. 消防隊注意到有來自馬達的餘燼
3. 在系統修復時發現馬達被活性碳包覆



(二). 點火源B：鹵素燈

1. 隨著GFI跳脫時，燈面朝向下
2. 燈核心燒毀

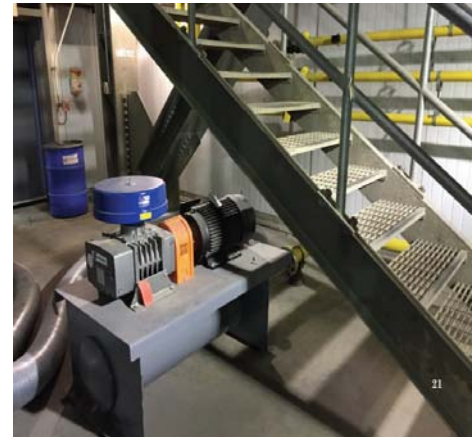


(三). 點火源C:儲倉內加熱器。

伍、立即行動

- 一. ‘A’ 台鼓風機隔天回復使用。
- 二. 在11/19/13前，所有的鼓風機馬達清潔並隔天回復使用。
- 三. 在煤處理清潔循環中加入碳儲倉檢查及清潔空間
- 四. 修復行動

- (一). 修改系統去除開放性逸氣系統，以避免逸出的碳粉進入儲倉。
- (二). 檢查並移除磨損的導管。
- (三). 以一台PD鼓風機取代三台蓄熱式鼓風機。
- (四). 將鼓風機裝設在NC2風扇室中。
 1. 去除點火源。
 2. 消除馬達被從PAC 漏出所污染。
- (五). 評估以處理過的矽酸鹽取代碳。



肆、心得與建議

心得：

此次很榮幸代表本公司出席亞洲亞煙煤使用者聯盟第四屆年會，參觀了 Gheco-One Power Plant 的超臨界鍋爐機組，並參加了多場發表會和各國(各公司) 與會者多方交談、意見交流，收獲頗多；更進一步瞭解到世界(尤其是亞太地區)燃煤的成長及使用趨勢，購買及燃用較低品質的亞煙煤將是不可避免；而如何安全有效地燃用低熱值、高揮發分、高水分的亞煙煤，對現有或新建燃煤機組將是一大挑戰；本公司一向以燃煤機組發電為系統基載發電，未來使用亞煙煤所產生的影響甚鉅，不可不及早因應，以免引發重大危機。此次會議中，許多電廠，提出經由改善現有燃煤機組設備，或增設新的設施，以提升機組運轉安全及效率，且成效卓著之經驗，值得本公司在更新或改善時做為參考；而一些製造廠家也提出所開發的新技術且有實績證明其效益者，亦可納入本公司將來規劃新建機組之考量。經由此次會議前之準備及會中討論，提出有關亞煙煤的淺見，期盼對本公司同仁在輸儲及燃用亞煙煤有所助益：

一、亞煙煤的心得

(一)亞煙煤是一種熱值較低的煙煤，具有下列四高及三低之特性：

四高：高總水份、高可磨性指數、高含氧量、高揮發份

三低：低硫份、低熱值(Heating Value)、低灰份

(二)燃用亞煙煤應注意事項：

煤的自燃防止及處理：

亞煙煤比煙煤較易氧化發熱、自燃，應確實做好煤質分堆，每日更新分堆座標圖詳細標示每一船次之堆存日期，以先進先出的原則發煤 S/R 無法取及之煤，立即推出發煤，不堆存太久，堆存會超過 30 天之煤，一定要分層壓實，並拍打斜邊坡，堆放位置應力求排水良好，且基底必需無任何可燃物存在，煤堆四周需有足夠空間以利重機械來移動熱煤，溫度大於 60 °C，低於 80 °C，則將煤自煤堆挖出，放置一旁使其冷卻(挖過的地方必須重新壓實)後回填壓實，溫度大於 80~90 °C，將煤重新翻堆，分層壓實，並拍打斜邊坡，如果電廠大修，而煤倉正好堆滿煤，則這些煤應移除或將煤倉密封以防空氣與煤接觸。國外有些電廠是以泡沫劑密封，效果還不錯，堆煤中盡量將 S/R 之 BOOM 放低可防止大煤粒集中在 1.5M 高之斜邊坡造成此高度易自燃的主因。

1. 亞煙煤之到達基熱值低，鍋爐相同出力時所需用煤量約為一般煙煤之 1.18~1.30 倍，故若飼煤機、粉煤機、引風機容量不足將影響鍋爐出力。
2. 亞煙煤因具揮發份高之特性，故於爐膛內著火速度快且著火距離短，若選用之亞煙煤其灰融點低而 Na₂O 含量又高時，則不宜於無分段式供給燃燒空氣之

鍋爐使用，否則將因燃燒溫度高致灰於輻射過熱器區溫度仍高於灰軟化點以上而衍生爐管結渣之問題。

3. 亞煙煤因其水份高，粉煤機運轉時其熱風門開度為一般煙煤 1.25~2 倍，故運轉中，一旦發生粉煤機跳脫時熱風門必需能立即關閉，以防止爆燃事故發生。
4. 燃亞煙煤時因其揮發份高，粉煤機出口溫度應適度調低以降低一次風溫度防止爆燃事故發生。
5. 煤倉內儘可能不儲存亞煙煤，若不得已須存放時，時間宜不超過兩週為原則，以防止煤於煤倉中發生自燃情事及煤下料困難。
6. 一次風量流量與煤流量比例不宜太低，造成流速不足致生回火事故，亦不宜太高，造成粉煤機內部氧氣量太充足而滋生爆燃情事。
7. 亞煙煤因水份高故粉煤機最低流量應酌予提高，防止煤層太薄造成粉煤機振動、火花等不利運轉之現象產生。
8. 煤場於堆放亞煙煤時於堆放過程應適度拍打與壓實以防止發生煤堆自燃現象，致造成熱損失及環境污染。
9. 煤堆發生自燃時其對策應於自燃處將煤挖開使其自然冷卻，切勿以噴水方式處理。
10. 已發生自燃之亞煙煤切勿輸送入煤倉，以免輸煤皮帶燒損及煤倉燬燒。
11. 亞煙煤密度較一般煙煤密度低，故相同飼煤機轉速輸送能力降低，輸儲時應留意抑制粉塵飛揚造成環境污染問題。
12. 相同鍋爐出力下，雖然用煤量為一般煙煤 1.18~1.30 倍，但所供給之燃燒空氣並無需隨煤量增加提高，最簡易之控制方式是維持離開鍋爐燃氣中所含過剩氧量與燃一般煙煤相同即可。
13. 粉煤機運轉中一旦發生跳脫事故，須立即關閉熱風門、冷風門及關斷風門防止空氣繼續進入粉煤機內且必須能立即動作消防及冷卻系統以防止爆燃發生，粉煤機重新起動前必需確認粉煤機內已無煤殘存且再行 Inerting 一次才可再起動。
14. 對鍋爐效率而言，因其含水份高故燃燒後水蒸汽帶走之熱量損失高，但因其揮發份高對燃燒助益大故未燃損失低及排煙溫度降低，三項影響鍋爐效率因素互補後，燃亞煙煤之鍋爐效率較燃一般煙煤低約 2% 左右。
15. 煤倉宜增設溫度探測器及 CO 分析儀以監視亞煙煤於煤倉中是否發生自燃。
16. 設置有引風機控制爐心風壓之鍋爐，於燃用亞煙煤時其引風機進口風門及引風機運轉電流會較燃用一般煙煤高，此乃亞煙煤中所含水份高，燃燒後變成水蒸汽致鍋爐燃氣量增加所致，須留意控制勿使引風機馬達超載運轉。
17. 亞煙煤所含水份高，將致粉煤機研磨能力降低，但因亞煙煤粒徑小且可磨性指數 (HGI) 高，可提高粉煤機研磨能力。
18. 燃用亞煙煤時因粉煤著火距離短且迅速完成燃燒，故所產生之熱分配與一般煙煤不同，以大型設有過熱器、再熱器鍋爐而言，鍋爐水牆管吸熱增加致產

生之飽和蒸汽量增加，故於過熱器因燃氣流量對蒸汽流量比下降，有降低過熱器噴水減量之優點。

19. 亞煙煤依灰份成份分析屬中度結渣傾向煤源，故於燃用期間若發生爐管結渣問題，應停止再送亞煙煤並藉變化負載以實施清渣。
20. 機組大修完成初期儘量避免燃用此種煤源，以避免粉煤機較長時間於低負載運轉。
21. 原設計燃用煙煤之鍋爐，輻射過熱器區也許未設置吹灰器，宜考慮加設並定期吹灰以避免大量結渣或結渣不易清除。
22. 粉煤機進口一次風溫度應控制在亞煙煤可能發生自燃溫度 280°C 以下。

二、興達電廠燃用印尼亞煙煤運轉上的心得：

興達電廠燃用印尼亞煙煤運轉上經常發生的問題及其處理，說明如下：

(一)、粉煤機燻燒及爆燃事件有四種狀況：

1. 粉煤機運轉中燻燒(最常發生)。
2. 粉煤機運轉中突然因爆燃，出口煤閘處爆裂(三、四號機常發生)。
3. 粉煤機在停用過程中發生爆燃。
4. 粉煤機運轉中因故跳脫，在現場排渣時發生爆燃。

(二)、經分析研判各種粉煤機事故(燻燒或爆燃)其可能形成原因說明如下

1. 「粉煤機運轉中燻燒」發生的可能原因。

- (1). 粉煤機排渣上閘閥無法開。
- (2). 粉煤機排渣下閘閥無法開。
- (3). 粉煤機排渣管堵。
- (4). 粉煤機排渣槽堵。
- (5). 粉煤機打滑後積煤沒有清出，粉煤機起動後因排渣槽堵。
- (6). 粉煤機刮板室刮板損壞。
- (7). 粉煤機排渣管 Flange Packing 漏。
- (8). 粉煤機排渣槽探視窗、Ejector、Check Valve 漏 Air。
- (9). 粉煤機內部之耐磨陶瓷脫落堵在刮板室、排渣管、排渣槽。

2. 「粉煤機運轉中突然因爆燃出口煤閘處爆裂」發生時現象

- (1). 「MILL SEAL AIR PRESS LOW」警報出示(粉煤機內部因爆燃壓力變大致使粉煤機之氣封差壓降低)。
- (2). 「MILL P. A. FLOW LOW」警報出示(粉煤機內部因爆燃壓力變大阻礙一次風流經粉煤機之流量而造成一次風流量低使飼煤機跳脫)。

- (3). 「MILL OUTLET TEMP HI」警報出示，出口溫度 $>100^{\circ}\text{C}$ 。
- (4). 結果 MILL 出口閥外表油漆燒焦(甚至燒紅)，COAL VALVE 上方短管有多支爆裂且漏粉煤。

3. 「粉煤機在停用過程中發生爆燃」時現象

- (1). 一般粉煤機均有發生排渣槽燜燒，又因燜燒太久造成排渣槽堵，在不易處理的情況下在停用飼煤機幾分鐘後而發生爆燃。
- (2). 此種爆燃現象均在一次風道發生爆裂，而且都非常嚴重。
- (3). 燃用亞煙煤的飼煤機跳脫後熱風門未能全關、且一次風室有燜燒的情況。

4. 「粉煤機運轉中因故跳脫，在現場排渣時或重新起動發生爆燃」之現象

- (1). 一般在機組跳機後粉煤機現場排渣(Local Sweeping)或重新起動粉煤機時，發生爆燃。
- (2). 此種爆燃現象均在一次風道發生爆裂，而且都非常嚴重。
- (3). 粉煤機現場排渣(Local Sweeping)前內部已有燜燒溫度高。
- (4). 粉煤機現場排渣(Local Sweeping)時又因一次風控制風門關不死在煤量少時而發生爆燃。
- (5). 一、二號機在粉煤機現場排渣(Local Sweeping)時冷、熱風門均全關但冷風關死、熱風關不死(熱風洩漏)易發生。
- (6). 粉煤機煤出口閥關閉，排渣出口閥亦關閉，粉煤機空轉，磨輪與轉盤磨擦生熱或靜電產生爆炸。

三、興達發電廠因應之道

- (一)、本廠對粉煤機所發生的爆燃、燜燒等相關事件，目前已做之相關防範對策有；
 1. 在粉煤機一次風進口處增設一次風進口溫度探測。
 2. 在粉煤機燜封蒸汽裝設並在粉煤機起、停加入燜封蒸汽之連鎖。
 3. 增設粉煤機運轉中粉煤機出口溫度大於 5°C 時提供警報並自動使冷風門全開，熱風門全關。
 4. 粉煤機運轉中一次風進口溫度高警報。
 5. 在粉煤機排渣槽增設高溫警報。
 6. 增設粉煤機運轉中如發生「飼煤機皮帶上 NO COAL」除了提供警報並自動使冷風門全開，熱風門全關。
 7. 爐控正常運轉時應隨時監控粉煤機一次風進口溫度。
 8. 粉煤機若燃用亞煙煤，煤倉一定確實分倉，避免因混到其他煙煤，煤場確實將煙煤及亞煙煤分堆放置。

建議：

參加 ASBCUG 第四屆年會，能有這樣的歷練機會非常難得，與齊聚一堂的專家交流其使用心得，對未來之營運自有正面效益。最後，提出幾點建議如下：

一、公司電廠運轉保維護聯繫會議，建議加入亞煙煤使用經驗議題：

ASBCUG 年會，所討論議題涵蓋燃煤採購、運儲、防災、燃燒、環保等，本公司進口 SBC 之數量佔一定比例，預計 104 年採購量約 330 萬噸佔全公司進口量(2556 萬噸)之 13%，各燃煤電廠均有使用之需要，亦累積相當之經驗及可能面臨若干問題，如果派員出國經費有困難，建議可由發電處在公司內部運轉保維護聯繫會議，加入亞煙煤使用經驗議題，或是邀請國內如中鋼、麥寮、和平等燃煤電廠，就鍋爐燃燒、防災、抑塵、儲運管理等議題研討相互交流觀摩，既經濟也可得到同樣效果。

二、中電 (CLP) 總發電量與興達電廠相當，面積僅 62 公頃，如何運作，令人好奇？

中電廠面積 62 公頃，興達電廠圍牆內面積 135 公頃比較，中電當然有其運作上的困擾：全部為室外煤場，雨季崩煤問題、煤濕黏問題、煤水處理問題，但所謂尺有所短，寸有所長，興達電廠面積大，辦公室分散也有聯繫不便之管理問題，但願興達更新計劃能將辦公室分散問題列入考慮改善。

中電儲煤量僅 110 萬噸約 31 天用量，但也有其生存之道，如煤種類少，減少浪費分堆空間，兩個船席 5 台卸煤機，可快速把煤卸下，盡量可由碼頭直送機組，萬一雨季煤場無法運作，內地廣東有核電，廣州有抽蓄電廠等兩條線路支援，無斷電之虞，其它人力、環保、維護、民情、成本，電價各方面都值得我們繼續與其交流學習。

三、環保煤的使用考量：

由於環保煤具有燃燒性佳，燃燒後低硫氧化物、低氮氧化物及低粉塵濃度、低排煙溫度之特性因而已成為環保設備故障時之替代用煤且其具有由源頭減廢之優點（不須藉脫硫、脫硝設備來降低對環境的污染）因而環保煤已漸成為煤中新寵，其市場不但分散於亞洲各國並擴及歐洲、美洲、澳洲等世界各地且年產量逐年提高，唯環保煤因其揮發性物質所佔比例甚高且粒徑小、密度低、因而所衍生之自燃問題、儲運時粉塵問題及粉煤機爆燃問題等皆帶給使用者相當之困擾，唯選用此種煤源只要做好防範措施及改變相關之運轉參數，仍可安全無虞且相得益彰地燃用此種已躍居為煤中新寵之煤源。

四、粉塵爆炸及火災的控制管理：

塵爆及火災對人員的安全和相關的設備損壞及供電中斷影響至鉅。爆炸或火災後成因是煤炭、灰分或甚至是金屬或木屑..學習如何防止爆炸或火災發生原因，如何發展及執行易燃粉塵系統管理刻不容緩。火災風險控制的持續改善消防系統的升級，如裝設 CCTV 及線上成像系統，取代原有紅外線系統、增設煤粉塵監測系統，即時偵測粉塵濃度、加裝 CO 偵測系統提供自燃的早期信號。定期的消防訓練和消防設備試噴，評估現有消防系統是否適當，遵行管理上的火災風險控制方法，規劃採用新的技術來持續改善。

五. 公司永續發展的努力：

本公司致力永續經營及追求綠色企業形象之理念。建構綠色企業形象環境友善—綠網架構「綠色生活」、「生態保育」、「人文史蹟」與「低碳台電」等主軸項目。公司啟動萬大生態電廠環境教育發展行動的首發，藉由萬大發電廠台灣大豆復育的成果發表，作為台電公司未來規劃進行生態環境教育場所及企業社會責任之方針；觀諸國外各大電力公司，亦有許多類似活動，證明此一永續發展經營策略是值得我們繼續努力的。

六. 興達電廠更新改建方向：

1. 興達電廠歷年來一貫地推行電廠公園化開闢綠地、遍植樹木，吸引眾多鳥類來此駐留，再加上永安鹽灘地規劃、既有太陽光電、保育區 15 公頃、南側面積 26 公頃、紅樹林復育區，大力推廣生態環境教育，種種績效有目共睹，更是獲得各方好評。期盼未來興達電廠在執行更新改建時，能持續此節能環保的經營理念，朝向更佳的”生態電廠”邁進，下列針對興達電廠更新改的規劃提出一些實務上的建議：
2. 無論終期規模為「4 煤 3 氣」或「6 煤 4 氣」，其中計劃使用 100 萬瓩之超超臨界燃煤機組，應考量新、舊燃煤機組銜接因應及對環境衝擊，並基於環保及社會責任的因素，一些增加環境保護及節省能資源等的輔助設備(系統)如熱電共生系統、海淡廠、CCS 等應納入。
3. Layout 分布規劃：新燃氣機組、CCS 保留地、一致性，且不論 6 或 4 部燃氣機組控制室要事前規劃連通，長期在節省人力及操作維修支援都有效益。
4. 此次會中許多新的且被證實可行的技術被提出，無論是為節能省碳、減少對環境衝擊-環保友善、提高效率、節省營運成本等需求，如汽機強制冷卻系統(已提出員工提案書如附件)、乾式底灰出灰系統、智能吹灰系統、汽機潤滑油清漆處理及防制系統、及 Balance+控制系統等，在規劃機組更新改建中應

可納入考量。

5. 因應世界燃煤品質降低的趨勢及省燃煤採購成本，新設鍋爐其燃燒煤種範圍必須更靈活及彈性化，且相關輔機如粉煤機及燃煤輸儲設備等也應配合規劃；以免將來運轉後還需再修改影響機組效能及增加成本支出。

七. 燃煤機組運安全改善：

此次會中許多公司(電廠)提出針對燃煤輸儲設備，如煤倉、皮帶機等及燃燒系統設施，如粉煤機、鍋爐、底灰出灰系統的改善，無論是粉煤機防爆系統、鍋爐結渣防制處理系統、煤的輸儲設備火災防制及粉塵抑制等，其成果均可有效減少營運風險，提升機組安全運轉(人員及設備)，值得本公司各燃煤電廠更新或改建時的參考，或就現有設施改善時之範本。

- 八. 基於以上建議，將在此次年會中的 31 個議題相關資料將提供給發電處策劃組來分享各相關組及友廠考，以充分發揮其效益。

- 九. 強制空氣冷卻系統員工提案如附件：

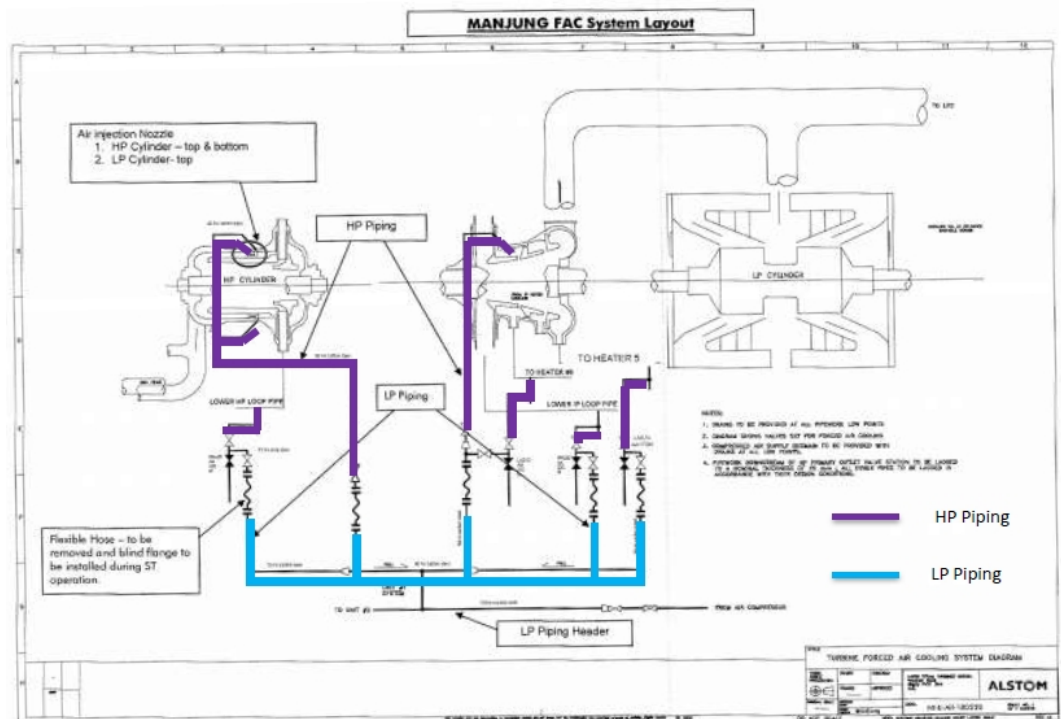
附件：台灣電力公司員工提案書

| | | | | | |
|--------|---|--------|------|-------|---------|
| 提案編號 | | 主管處編號 | | 企劃處編號 | |
| 提案人 | 陳清龍 | 提案單位 | 興達電廠 | 提案部門 | 廠長室 |
| 共同提案人 | | | | 提案日期 | 103.11. |
| 電話 | (07)6912972 | 分機 | | | |
| 微波電話 | 97-61322 | 微波電話分機 | | | |
| 提案類別 | | | | | |
| 主辦單位 | | | | | |
| 協辦單位 | | | | | |
| 業務關係類別 | 提案係 <input checked="" type="checkbox"/> A. 單位自行執行、 <input checked="" type="checkbox"/> B. 他單位執行、 <input type="checkbox"/> C. 需跨單位執行 | | | | |

提案主題 SJSAS 強迫通風冷卻系統的汽輪散熱率優化

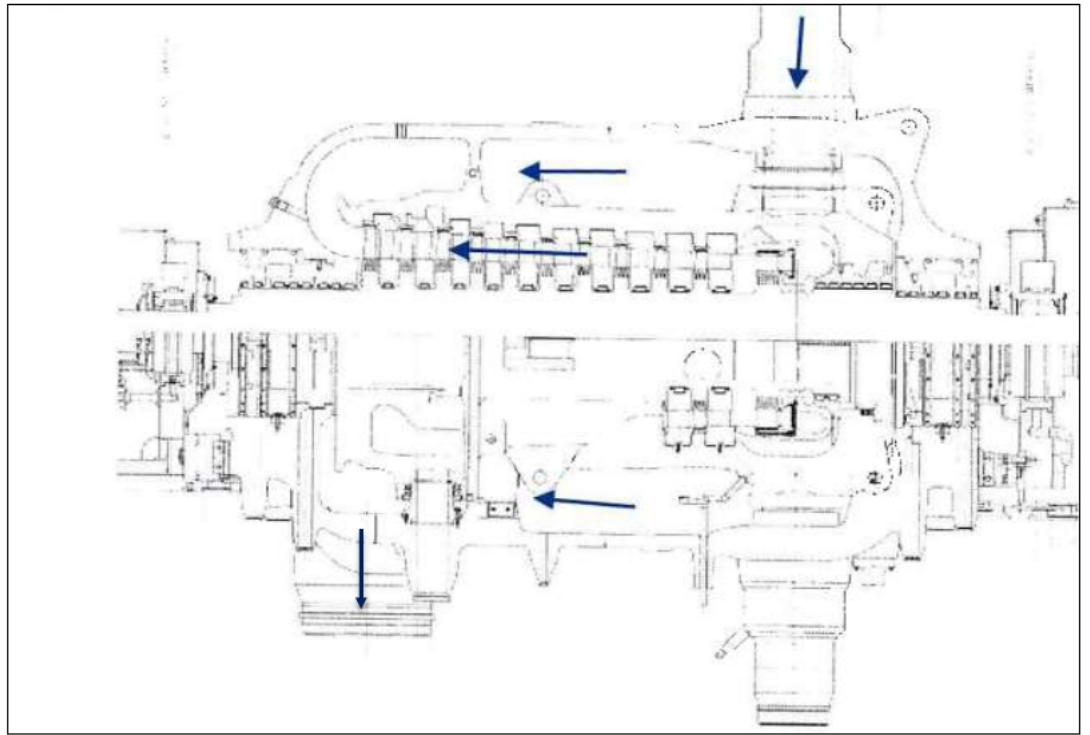
目前台電基載大型火力燃煤汽輪機組，其停機的冷卻速率通常為 7 - 9 天，至完全停轉期間都受到限制。2008 年 Alstom(阿爾斯通)提出改造現有的汽輪機組安裝一套強制空氣冷卻系統，Alstom 團隊的經驗顯示可以減少冷卻時間為 <50%，從停機到慢車齒輪運轉。大量的縮減停機冷卻期間是可節省 5 天停機時間。
該系統係採用外部的冷卻器壓縮空氣通過汽輪機機殼外缸與內缸來冷卻，轉子通排放蒸汽和洩水管，同時將已吸入的熱空氣經由低壓汽機人孔排向大氣。

P&ID



說明
(現狀檢討與
問題分析)

AIR FLOW IN HP CASING



具體建議
(改進意見及
方法)

建議將目前大型火力燃煤汽輪機組先選擇一部機利用大修停機前規劃「SJSAS 強迫通風冷卻系統的汽輪機散熱率優化系統」停機進行安裝，經由效果確認可減少 5 天的冷卻時間，意味大修工期至少可縮短 4 天，若效果確認則可平行展開至其他大型火力燃煤汽輪機組，依據目前台電現有 14 台大型燃煤火力機組，每年將有 7 台燃煤機組大修工期各可縮短 4 天。

效益評估

有形效益
(一年)

目前公司有 14 台大型燃煤火力機組各部機平均發電量 542.8MW，以本廠 102 年之廠內用電率為 5.25%，每部機之淨發電量為 514.35MW，以 103 年至 9 月本公司之燃煤發電成本 1.29 元，天燃氣發電成本 3.91 元，每部機以可縮短 4 天大修工期，每部機節省之替代燃料費
 $514350 \times 24 \times 4 \times (3.91 - 1.29) = 129,369,312$ 元 約
 1.2936 億元，大型燃煤火力機組 7 部一年替代燃料費約 9.0552 億元

無形效益

此優勢可擴展至燃油火力機組，將更可提高台電之備載容量。

附加檔案

[如附件：強制空氣冷卻系統簡介](#)