



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

鍋爐系統節能技術介紹與應用

報告人：焦鴻文

中華民國102年 1 月 23 日



鍋爐原理及種類

- 所謂鍋爐，簡單而言係指一個設備，它藉由燃燒的過程，穩定連續的將燃料中的化學能轉變為熱能，此熱能再將水蒸發變成高溫高壓的蒸汽。而產生的蒸汽，則提供作為各種製程上使用，如石化製程、紡織業製程加熱，或各種乾燥的熱量來源，另外，也使用在推動汽輪機(Turbine)等原動機來帶動壓縮機、泵甚至發電機等大型轉動設備。
- 鍋爐的種類以用途分類有：工業鍋爐、船用鍋爐、汽電鍋爐、熱水鍋爐，而工業鍋爐又可分為水管式鍋爐、火管式鍋爐、熱煤鍋爐、貫流式鍋爐。其中水管式適用於高壓力蒸汽，如一般鍋爐及汽電鍋爐，效率較高；火管式鍋爐因煙道熱氣走管內亦稱為煙管式鍋爐，且其效率較水管式鍋爐為低。

鍋爐簡介

■ 貫流式鍋爐

- 體積小
- 啟動快速
- 免執照免檢查
- 安裝容易
- 配合製程需求可有彈性操作



鍋爐簡介

■ 煙管式鍋爐

- 在鍋爐中設有爐筒及煙管群
- 安裝及製造容易
- 操作及維修比水管容易
- 噸數較小



鍋爐簡介

■ 水管式鍋爐

- 在鍋爐中設有水管牆
- 適用高壓大容量
- 燃燒效果較好,熱效率高
- 安裝及製造較困難
- 操作及維修較煙管鍋爐複雜



鍋爐簡介-依燃燒機設計

壓力霧化式燃燒機

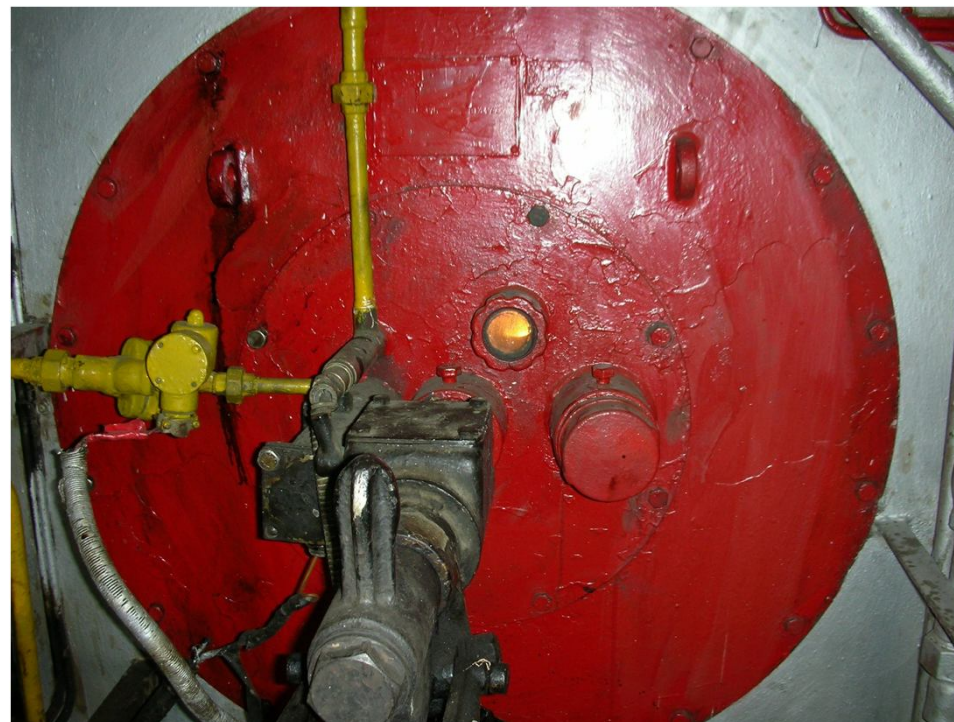
- 霧化壓力高
- 燃燒機瓦數小
- 火焰形狀開、短
- 啟爐不易生黑煙
- 多用於煙管式鍋爐
- 燃燒系統簡單一體化



鍋爐簡介-依燃燒機設計

蒸氣霧化燃燒機

- 霧化壓力較低
- 燃燒機瓦數高
- 火焰形狀窄、長
- 用於水管式鍋爐
- 燃燒系統管路較複雜



鍋爐簡介-依燃燒機設計

旋轉式霧化燃燒機

- 燃油調節範圍可達1:8
- 不會有噴油嘴堵塞及磨損問題, 對油品品質要求低, 所需油壓力較低
- 油滴大小及分布均勻, 霧化角大, 火焰短, 在低負載燃燒時霧化性能也好
- 因高速旋轉機構, 振動及噪音大





鍋爐簡介-依燃燒控制模式設計

- 連桿控制
 - 控制調整不易
 - 依火力大小之最
適化空燃比調整
困難
 - 調整位置易鬆脫
變動



鍋爐簡介-依燃燒控制模式設計

- 曲線板控制
 - 易於控制調整
 - 可依火力大小進行空燃比調整
- 電腦比例控制
 - 空燃比控制精準





燃燒原理

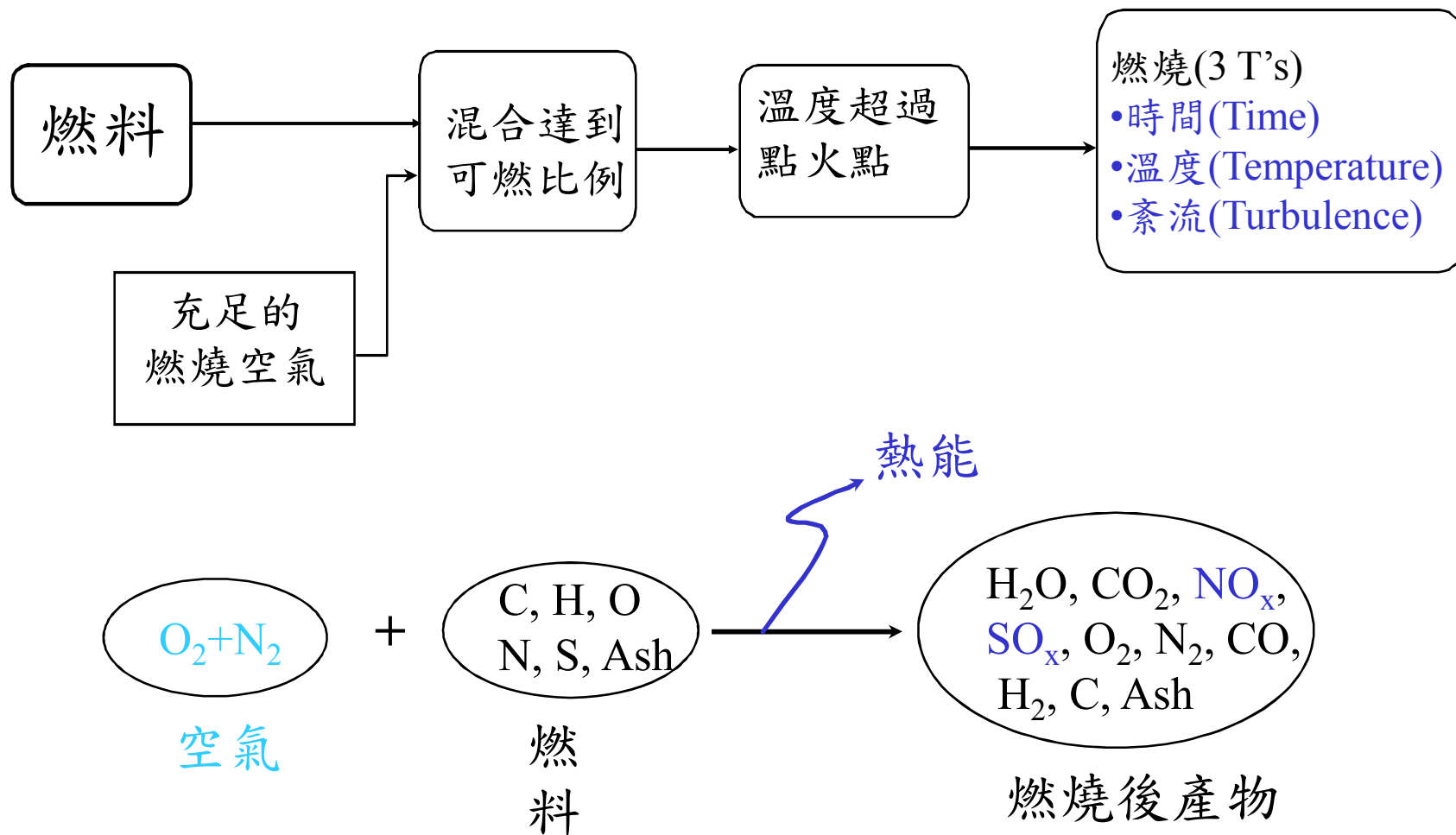
- 燃燒也就是燃料之氧化作用，燃料的氧化作用如急遽持續地進行會產生大量的熱，這種現象稱為燃燒。燃料燃燒之難易，視其揮發為氣體之快慢而不同，同時視其最初氧化反應所聚積熱量遞增值之多寡而有很大的差異。
- 燃料燃燒時須有一定限度以上之溫度、空氣量及時間，燃料的燃燒無論何種燃料必先揮發為氣體，而後始能繼續安定的燃燒。
- 燃料與空氣作適當之混合後只需外界給予熱源，待其氧化連鎖反應快到其所放出之熱量比散去之熱量大時，燃料與空氣稱之為混合點，實際之混合比等不同的環境、爐膛壓力、燃料與



燃燒原理(二)

- 燃料與空氣如混合之比例不當，則空氣太多時燃料濃度較稀薄，反之則較濃，太薄或太濃之燃料與空氣混合物除無法得到連續穩定之燃燒外，太濃會造成不完全燃燒，太薄會增加排氣熱損失，故欲得到穩定、完全之燃燒，燃料與空氣的混合比有其一定之範圍，此範圍內之混合物謂之可燃性混合物，實際的燃燒過程比理論更複雜，首先空氣須預熱至接近著火溫度以幫助燃燒，燃料與空氣雖依照適當的比例送入燃燒室，但由於噴嘴、分配器、導向片等設備之不良或爐內壓力過高及爐膛有偏流，都可能在燃燒室中混合不均勻使某一部份混合物太稀薄，另一部份又太濃而造成燃燒不穩定。

燃燒基本概念





效率定義

■ 燃燒效率

以燃燒器將燃料完全燃燒而言，不完全燃燒所產生的CO及因霧化不良而使燃料未反應皆會降低燃燒效率

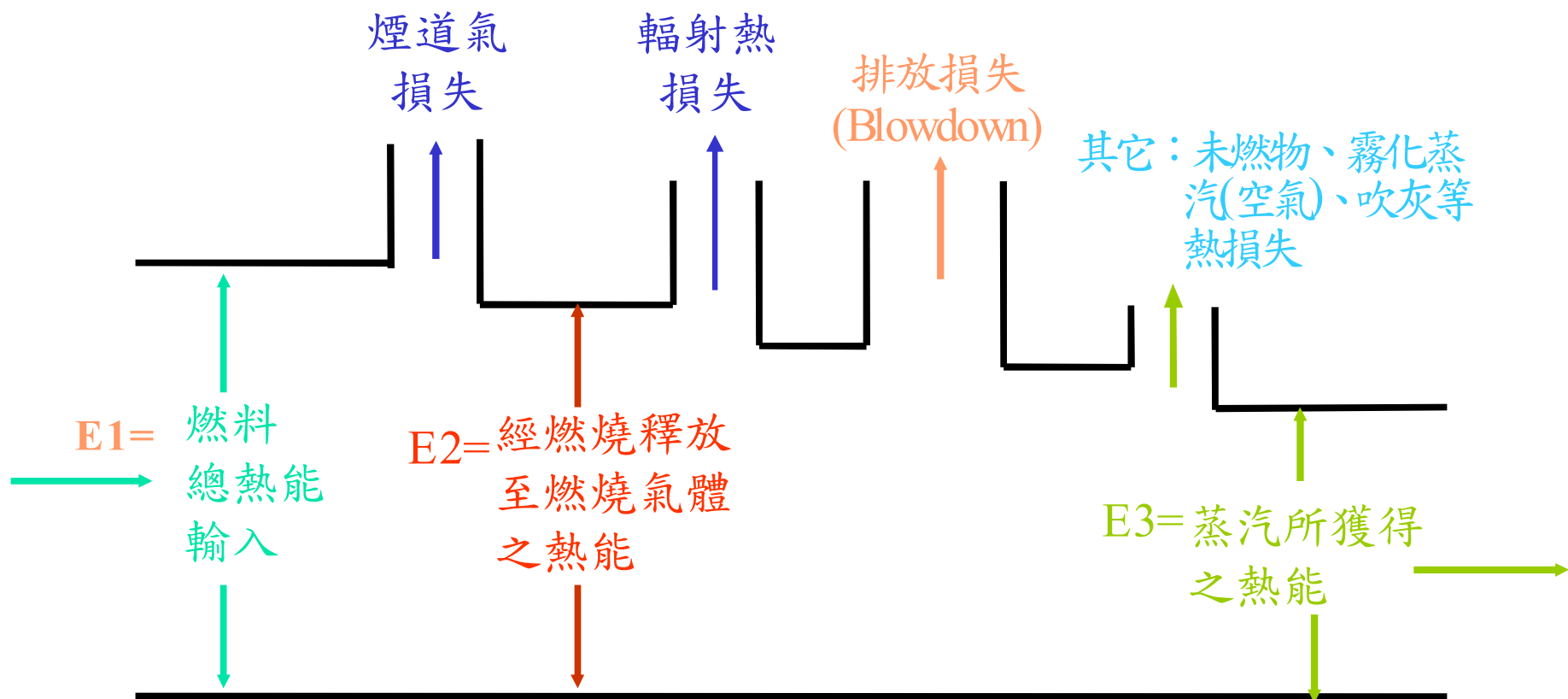
■ 熱效率

以鍋爐傳熱面積所能吸收燃燒的熱量，因此結垢即影響熱效率最為嚴重

■ 鍋爐效率

以鍋爐實際產生蒸汽的效率，包括燃燒效率及熱效率之結合及爐體幅射熱和對流熱損失

鍋爐熱平衡示意



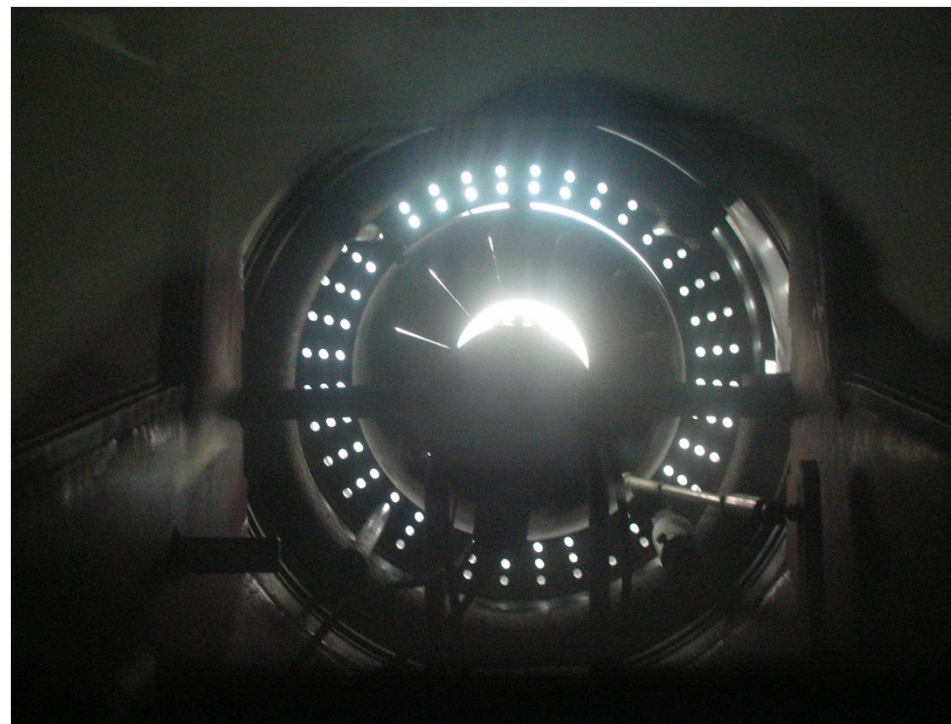
燃燒效率 (combustion efficiency) = $(E2/E1) \times 100\%$

鍋爐效率 (boiler efficiency) = $(E3/E1) \times 100\%$



影響鍋爐能源效率因素

- 燃燒機方面
 - 燃油霧化效果差
 - 風機風阻增加
 - 檔板積垢
 - 燃料內水分過多
 - 燃燒不完全
 - 燃油加熱溫度不當





影響鍋爐能源效率因素

- 燃燒機方面
 - 油槍結垢阻塞
 - 油槍噴嘴磨損
 - 操作條件燃燒空燃比不佳
 - 燃燒機開關次數過多
 - 長時間在低負載運轉





影響鍋爐能源效率因素

■ 熱交換器及爐體方面

■ 煙氣排放溫度過高

煙囪排氣溫度過高，代表鍋爐內熱交換不良、後段燃燒等問題發生，除應檢視鍋爐燃燒狀況外，並可於鍋爐後段加裝熱交換器以回收熱量，唯需注意排氣溫度不可低於酸性氣體(如氯化氫、氧化硫等)之露點(Dew point)，以防止造成設備之低溫腐蝕。

■ 熱交換面積不足

■ 熱交換器阻塞

■ 熱交換器破損

■ 煙管或水管積垢

■ 鍋爐爐體與燃燒機容量搭配不良



影響鍋爐能源效率因素

- 其餘熱損失
 - 管線熱損
 - 排放熱損
 - 爐體輻射熱損
 - 未完全燃燒熱損



提升鍋爐效率方法

- 熱交換器及鍋爐部分
- 燃燒機部份
- 熱損失的減少

提升鍋爐效率方法

- 鍋爐部份
 - 定期保養
 - 清理煙管阻塞物與酸洗水垢
 - 紀錄尾端煙氣排放溫度
 - 避免鍋爐低載操作
 - 多台鍋爐運轉的最適化
 - 蒸氣高低壓設定在合理範圍
 - 使用變頻設備
 - 改善飼水品質，減少沖放/排放次數
 - 防止蒸汽外洩

提升鍋爐效率方法

- 熱交換器部分
 - 加裝廢熱回收裝置，用於預熱空氣或水
 - 可提升效能約2-6%



提升鍋爐效率方法

- 熱交換器部分
 - 煙氣排放溫度高於露點溫度 $20-30^{\circ}\text{C}$ 為最佳設計條件
 - 煙氣排放溫度降低 10°C 約可提升鍋爐效率 0.5%
 - 依據熱損失法計算



提升鍋爐效率方法

- 燃燒機方面
 - 定期保養整理
 - 清理油槍噴嘴
 - 更換霧化噴頭
 - 清理燃燒機風門
 - 適當的霧化壓力
 - 合理的燃油溫度
 - 減少燃燒空氣

提升鍋爐效率方法

- 其餘熱損失
 - 注意管線保溫層厚度
 - 定期巡察管線保溫層是否破損
 - 加裝現場冷凝水回收裝置
 - 加強爐體的保溫減少爐體幅射熱損



鍋爐燃燒效率降低原因及判斷

- 熱傳性能：於正常之煙囪 O_2 下，煙囪排氣溫度過高
 - 水側結垢 (Water-side deposit)
 - 煙測積灰 (Gas-side deposit)
- 燃燒性能：
 - 風量不足：煙囪 O_2 偏低，CO過高或冒黑煙；
 - 風量過多：煙囪 O_2 偏高，排氣溫度偏高；
 - 燃燒系統異常：於正常之煙囪 O_2 下，CO過高或冒黑煙。

煙道含氧量偏高的問題與對策

(判斷：high %O₂ 或 low %CO₂)

引起原因

- 燃燒空氣過多
- 通風力(Draft)過大
- 空氣洩漏
- 燃油霧化不良
- 噴嘴損壞、阻塞或規格錯誤
- 燃料壓力異常
- 風門、擋板或聯桿異常

解決對策

- 減少燃燒空氣量
- 檢查或調整風門、擋板、聯桿等機件以維持正常之運作
- 檢查油溫與油壓及相關儀器之運作
- 檢查或更換燃料噴嘴
- 使用燃料添加劑以保持噴嘴之清潔



CO偏高或冒黑煙的問題與對策

引起原因

(一) 煙道含氧量明顯偏低

- 風扇葉片過髒或入口阻塞
- 熱回收系統阻塞
- 通風力不足
- 油壓、油溫異常
- 風門、擋板或聯桿異常
- 空燃比控制或機構異常
- 空氣洩漏嚴重
- 噴嘴規格錯誤或磨損

(二) 煙道含氧量正常而仍然CO過高或冒黑煙

- 噴嘴霧化不良
- 空氣與燃料混合不佳
- 油溫不足
- 噴槍相對位置錯誤

解決對策

- 重新調整燃燒空氣量
- 檢查或調整風門、擋板或聯桿等機件以維持正常之運作
- 檢查或重新調整油溫與油壓
- 檢查燃燒機之所有機件及其相關位置
- 檢查噴嘴是否磨損或積碳
- 檢查燃燒機是否損壞



煙囪排氣溫度偏高的問題與對策

引起原因

- 通風力(Draft)過大
- 過剩空氣量太多
- 熱傳表面之積灰或結垢
- 熱交換器設計不良
- 燃燒室設計不良
- 實際操作的燃燒量過載
- 煙囪擋板調整不當

解決對策

- 重新調整通風力或過剩空氣量
- 檢查所有熱交換器是否阻塞或腐蝕
- 清理熱傳表面之積灰或結垢

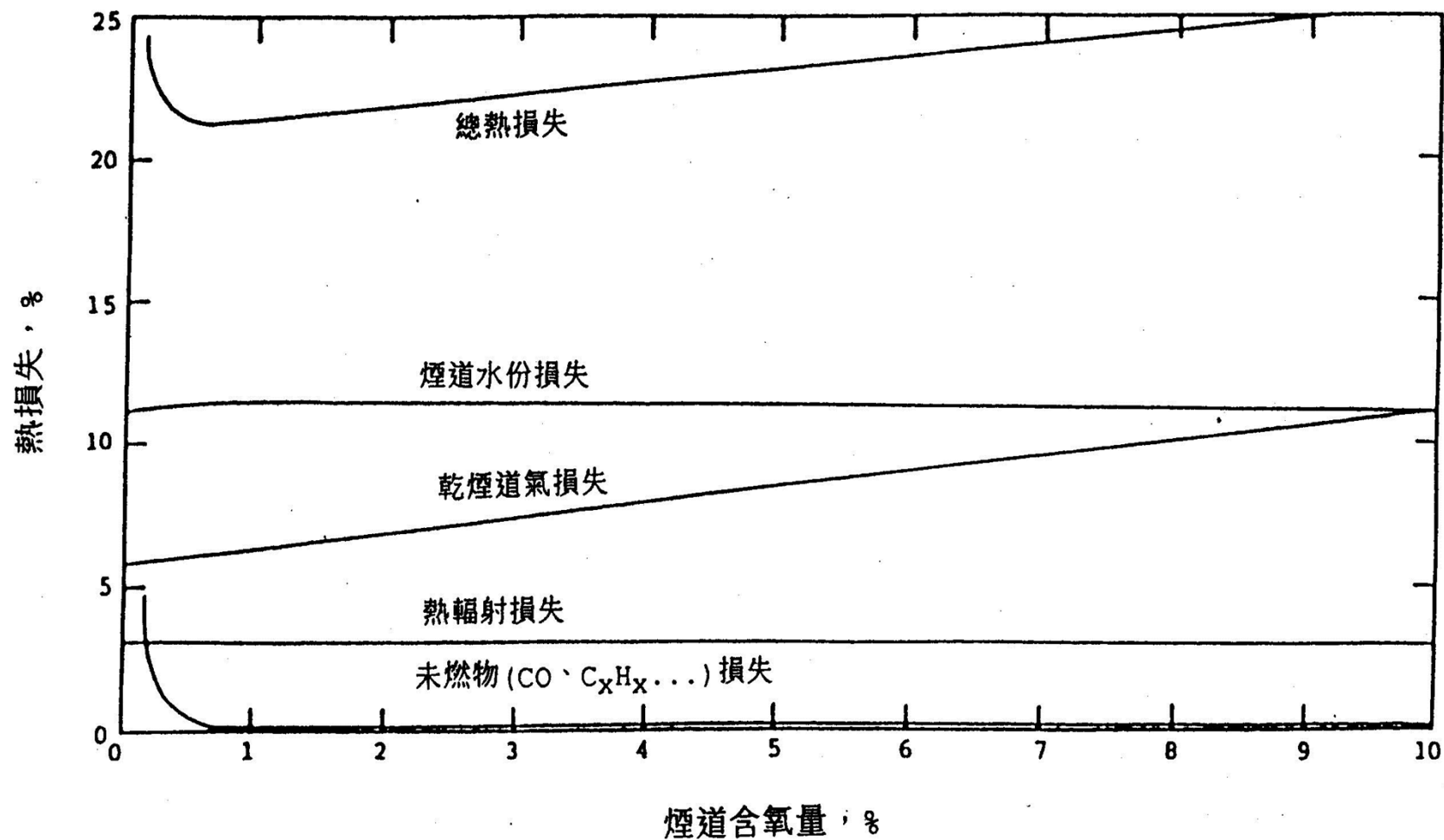


如何調整鍋爐提昇效率

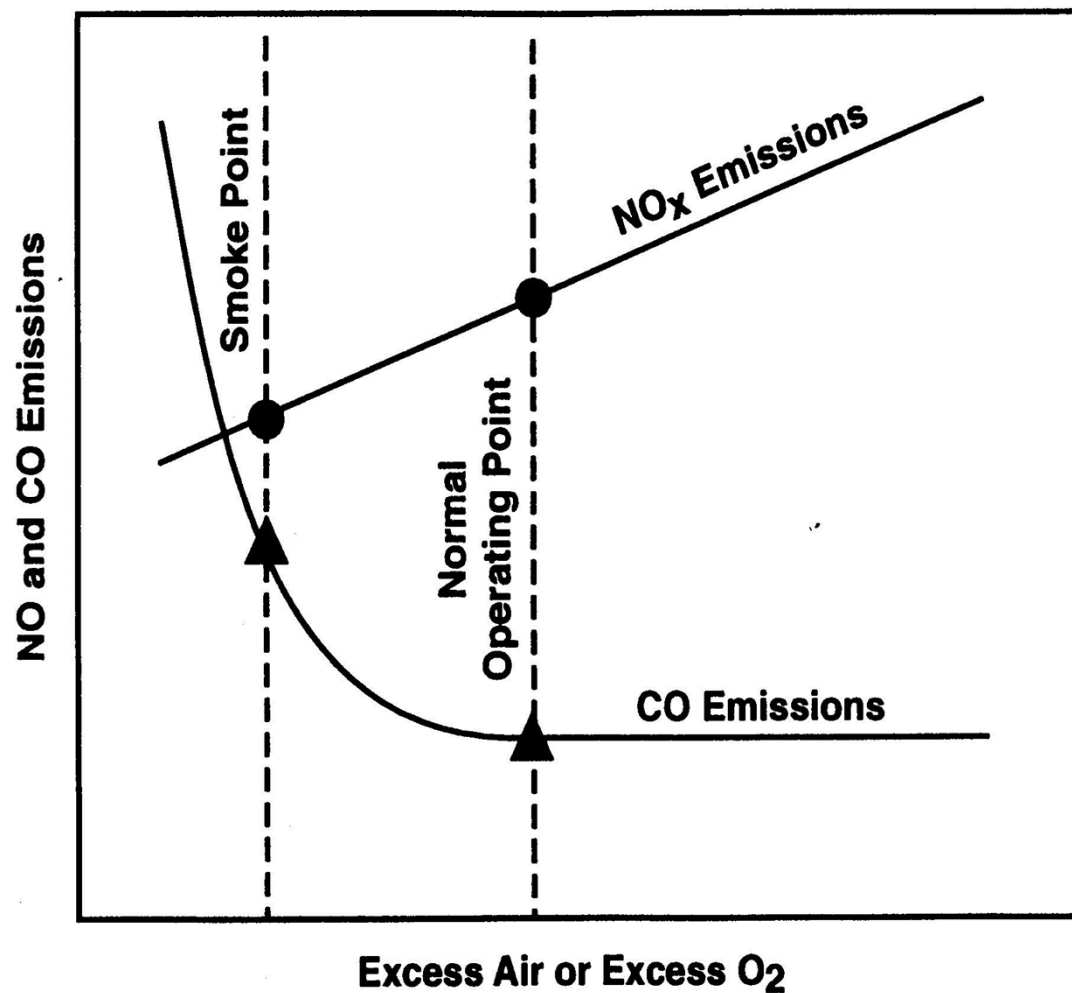
- 減少過剩空氣量
- 降低煙囪排氣溫度
- 調整油溫及油壓



煙道含氧量與鍋爐熱損失之關係



如何建立最低過剩空氣操作



煙氣及排氣溫度檢測點位置



煙管式鍋爐

- 煙氣檢測點位於爐體銜接煙囪處
- 排器溫度量測處與煙氣檢測為同一位置



水管式鍋爐

- 煙氣檢測點位於爐體銜接煙道處,在節煤器上游端
- 排器溫度量測處位在節煤器下游端

燃燒調整提升鍋爐效率

- 燃燒機調整方面
 - 調整最佳燃油空燃比於3-4% O₂, 燃氣空燃比於1-2% O₂
 - 過多的O₂表示過多的剩餘空氣，燃燒產生的熱隨煙氣帶走
 - 煙氣含氧量減少2%，約可提升熱效率1%
 - 依據熱損失法計算

典型過剩氧濃度的建議操作值

燃料種類	最低操作值	+ 建議緩衝值	= 實際安全操作值
Natural gas	0.5~3.0%	0.5~2.0%	1.0~5.0%
Fuel oil	2.0~4.0	0.5~2.0	2.5~6.0
Pulverized coal	3.0~6.0	0.5~2.0	3.5~8.0
Coal Stoker	4.0~8.0	0.5~2.0	4.5~10

火燄外觀之判別

• 燃油火燄

高過剩氧—火燄寬且短，顏色呈亮黃、甚至亮白
(高NO_x)，燃燒強而有力並呈現高度紊流之特性。

低過剩氧—火燄狹長，顏色呈暗黃或橘紅，燃燒強度
(低NO_x) 較弱。

• 燃氣火燄

高過剩氧—火燄較強且短呈淡藍色，或呈現條紋狀及
接近透明。

低過剩氧—火燄較弱且長，變的較不透明並呈現黃色
或暗黃色。

降低過剩空氣量考慮事項

- CO 太高或冒黑煙
- 火燄尺寸
- 火燄穩定性(尤其在低負載時)
- 積灰或結渣
- 燃料性質或操作負載變化
- 升降負載過程中是否冒黑煙

鍋爐調整步驟

- 一. 記錄調整前現場基本操作資料及煙囪排放資料
- 二. 緩慢降低風量(先不調整燃燒器風門)，觀察火燄及煙囪排放狀況
- 三. 繼續降低風量直到下列情況發生：
 - 不良的火燄條件
 - CO濃度過高或冒黑煙
- 四. 調整燃燒器風門至良好之火燄條件
- 五. 建立該負載下之 O_2/CO 特徵曲線圖
- 六. 建立適當之過剩氧操作點，以避免負載或其它條件變化時，有冒黑煙之虞
- 七. 穩定於此條件操作一段時間，並確認無不良情形發生

燃燒可調整點

- 燃燒機風門開度(曲線板,連桿)
- 燃油噴嘴相對於燃燒機喉部之位置
- 燃油溫度(依霧化方式)
 - **pressure : 35-150 SSU**
 - **Steam or Air : 35-250 SSU**
 - **Rotary : 150-300 SSU**
- 燃油或蒸氣之霧化壓力



燃料節約潛力一覽表

鍋爐效率改善 或調整技術	能源節約 潛力(%)
降低過剩空氣量	3
加裝節熱器(Economizer)	3
減少水垢及積灰	2~9
減少 Blowdown	1
Blowdown 廢熱回收	1
降低蒸汽使用壓力	1
保持鍋爐於最佳效率 的負載下運轉	2~5
預熱燃燒空氣	1
避免鍋爐負載變動過劇 或 on/off 過於頻繁	5~10
燃料切換(C/H 高)	2
避免燃燒機積碳或維持最佳霧化狀態	1~5



實際調整案例(調整油壓)

鍋爐種類：煙管式燃油鍋爐

測試日期：2008.1.7

測試編號：

鍋爐形式：建成CF-1013

台檢號碼：

報告編號：

項目	測試結果					
	大火		中火		小火	
	調整前	調整後	調整前	調整後	調整前	調整後
設計蒸發量 (ton/hr)	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
額定蒸汽壓力 (kgf/cm ²)	12	12	12	12	12	12
使用蒸汽壓力 (kgf/cm ²)	8	8	8	8	8	8
燃料預熱溫度 (°C)	85	85	85	85	85	85
排氣溫度 (°C)	209.3	213.3	210.4	212.1	209.1	206.3
O ₂ (%)	12.38	10.78	12.74	11.7	14.49	13.39
CO(ppm)	181	104	206	142	429	218
CO ₂ (%)	4.88	5.79	4.68	5.27	3.69	4.31
鍋爐效率 (%)	83.18	85.16	82.09	83.66	77.85	80.98



實際調整案例(調整油壓)

鍋爐種類：熱媒鍋爐
測試日期：2008.3.31
測試編號：

鍋爐形式：利峰LFH-250
台檢號碼：
報告編號：

項目	測試結果					
	大火		中火		小火	
	調整前	調整後	調整前	調整後	調整前	調整後
大氣乾球溫度 (°C)	23.4	24.1	24.8	23.9	25.6	23.7
大氣濕球溫度 (°C)	15.1	15	15.4	15.1	15.9	14.9
燃料預熱溫度 (°C)	100	100	100	100	100	100
空氣預熱溫度 (°C)	35	35	35	35	35	35
排氣溫度 (°C)	356	353	329	330	276	276
O ₂ (%)	6.36	5.27	5.15	3.5	5.11	3.9
CO(ppm)	42	18	10	4	73	6
CO ₂ (%)	11.08	11.82	11.94	13.18	11.97	12.31
鍋爐效率 (%)	81.35	82.55	83.76	84.93	86.2	86.98



實際調整案例(調整油壓)

鍋爐種類：煙管式燃油鍋爐
測試日期：2008.4.10
測試編號：

鍋爐形式：建成 CF-1009
台檢號碼：
報告編號：

項目	測試結果					
	大火		中火		小火	
	調整前	調整後	調整前	調整後	調整前	調整後
設計蒸發量 (ton/hr)	6	6	6	6	6	6
額定蒸汽壓力 (kgf/cm ²)	10	10	10	10	10	10
使用蒸汽壓力 (kgf/cm ²)	8	8	8	8	8	8
大氣乾球溫度 (°C)	26.5	26.6	26.1	26	25.4	26.6
大氣濕球溫度 (°C)	17.9	17.9	18.4	18	18.1	18
燃料預熱溫度 (°C)	85	85	85	85	85	85
空氣預熱溫度 (°C)	35	35	35	35	35	35
排氣溫度 (°C)	207	211.5	203	204	191	191
O ₂ (%)	8.31	6.39	7.01	4.5	10.66	8.46
CO(ppm)	0	0	0	0	0	0
CO ₂ (%)	9.56	10.96	10.57	12.35	7.7	9.45
鍋爐效率 (%)	87.77	88.86	88.42	89.7	85.34	87.25



實際調整案例(調整曲線板)

鍋爐種類：煙管式燃油鍋爐
測試日期：2008.3.18
測試編號：

鍋爐形式：建成 CF-1015
台檢號碼：
報告編號：

項目	測試結果					
	大火		中火		小火	
	調整前	調整後	調整前	調整後	調整前	調整後
設計蒸發量 (ton/hr)	15	15	15	15	15	15
額定蒸汽壓力 (kgf/cm ²)	16	16	16	16	16	16
使用蒸汽壓力 (kgf/cm ²)	14	14	14	14	14	14
大氣乾球溫度 (°C)	28.8	29.3	30.6	31.2	30.8	30.6
大氣濕球溫度 (°C)	19.3	19.6	21.3	21.4	21.3	21.3
燃料預熱溫度 (°C)	105	105	105	105	105	105
空氣預熱溫度 (°C)	35	35	35	35	35	35
排氣溫度 (°C)	170	170	165	165	160	160
O ₂ (%)	5.44	4.95	6.05	4.38	6.33	2.97
CO(ppm)	0	0	0	0	0	0
CO ₂ (%)	11.72	12.6	11.24	12.46	11.01	13.6
鍋爐效率 (%)	91.51	91.69	91.06	91.69	90.62	91.76



實際調整案例(調整油壓)

鍋爐種類：熱媒鍋爐
測試日期：2008.3.11
測試編號：

鍋爐形式：利峰LF2503H
台檢號碼：
報告編號：

項目	測試結果					
	大火		中火		小火	
	調整前	調整後	調整前	調整後	調整前	調整後
大氣乾球溫度 (°C)	24.2	25.4			24.2	24.9
大氣濕球溫度 (°C)	18.8	19.1			18.7	19
燃料預熱溫度 (°C)	100	100			100	100
空氣預熱溫度 (°C)	35	35			35	35
排氣溫度 (°C)	287	282			273	262
O ₂ (%)	10.41	8.9			8.19	6.51
CO(ppm)	45	13			160	52
CO ₂ (%)	7.9	9.06			9.66	10.9
鍋爐效率 (%)	82.16	84.91			84.9	85.96

實際調整案例(調整曲線板)

鍋爐種類：水管式燃油鍋爐

測試日期：2008.2.17

測試編號：

鍋爐形式：加正CG-30D

台檢號碼：

報告編號：

項目	測試結果					
	大火		中火		小火	
	調整前	調整後	調整前	調整後	調整前	調整後
設計蒸發量 (ton/hr)					30	30
額定蒸汽壓力 (kgf/cm ²)					16	16
使用蒸汽壓力 (kgf/cm ²)					11	11
大氣乾球溫度 (°C)					24.4	24.7
大氣濕球溫度 (°C)					17.2	17.4
燃料預熱溫度 (°C)					110	110
空氣預熱溫度 (°C)					130	130
排氣溫度 (°C)					197	197
O ₂ (%)					5.37	2.02
CO(ppm)					0	0
CO ₂ (%)					11.05	14.49
鍋爐效率 (%)					91.21	92.43

實際調整案例(調整蒸氣霧化壓力)

鍋爐種類：水管式燃油鍋爐
測試日期：2008.3.17
測試編號：

鍋爐形式：正熊CE-20W
台檢號碼：
報告編號：

項目	測試結果					
	大火		中火		小火	
	調整前	調整後	調整前	調整後	調整前	調整後
設計蒸發量 (ton/hr)	20	20	20	20	20	20
額定蒸汽壓力 (kgf/cm ²)	10	10	10	10	10	10
使用蒸汽壓力 (kgf/cm ²)	7	7	7	7	7	7
大氣乾球溫度 (°C)	25	26.7	24.6	26.9	25.4	26.9
大氣濕球溫度 (°C)	18	18.9	17.9	18.6	18.3	19
燃料預熱溫度 (°C)	90	90	90	90	90	90
空氣預熱溫度 (°C)	100	100	100	100	100	100
排氣溫度 (°C)	335	334	251	258	185	186
O ₂ (%)	6.24	6.04	8.82	8.15	9.3	8.36
CO(ppm)	2	2	2	2	9	4
CO ₂ (%)	11.1	11.24	9.73	9.66	8.84	9.47
鍋爐效率 (%)	83.07	83.31	84.39	84.71	87.28	87.97

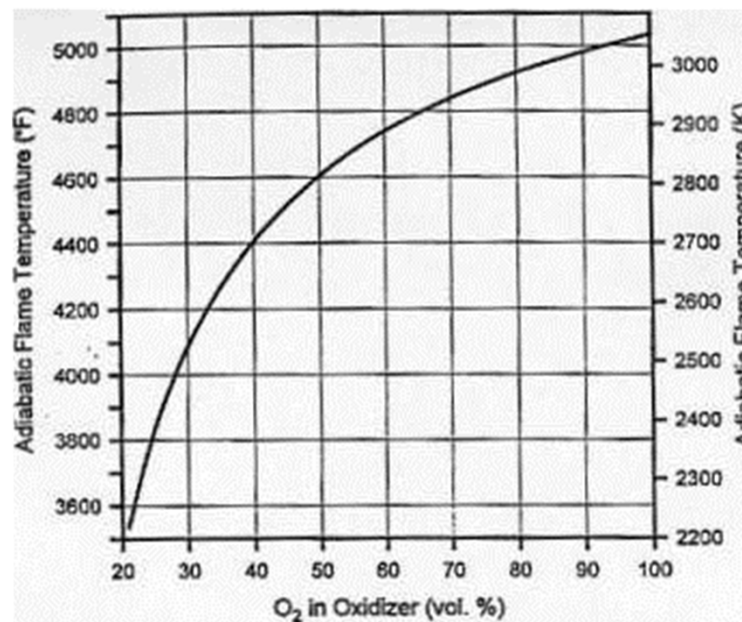
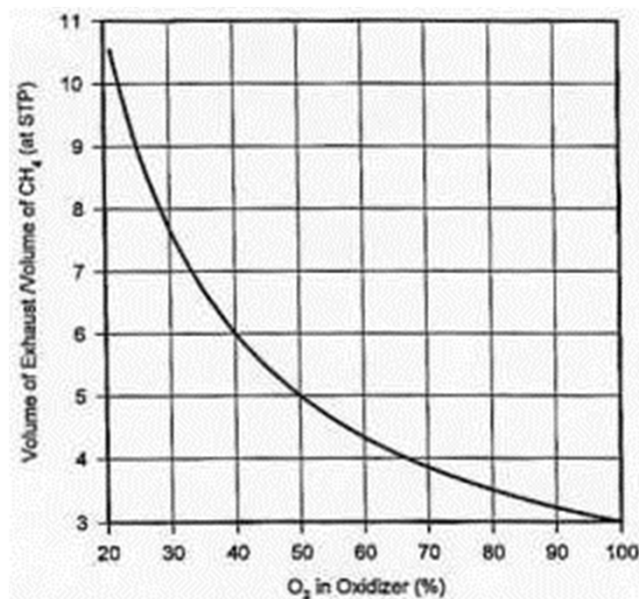


新節能技術應用於既有鍋爐系統

- 微富氧技術
- 變頻技術

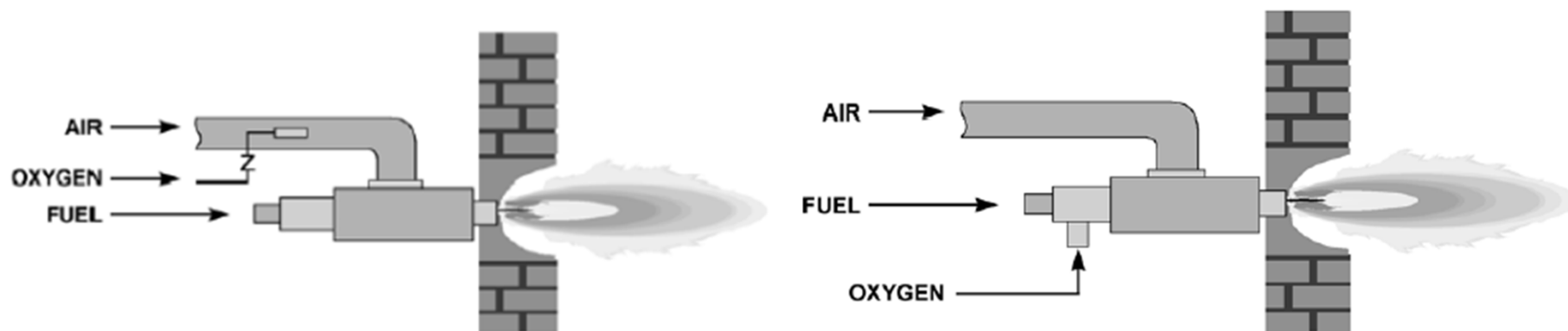
富氧燃燒特性

- 理論空氣量減少
- 火焰溫度升高
- 排煙量降低
- 輻射傳熱能力增加
- 節約能源



為何採用微富氧燃燒

- 不需更換原有燃燒系統，降低建置成本
- 整體氧氣濃度維持在28%以下，減少氧氣成本
- 施工期短
- 不需改變系統原有操作方式



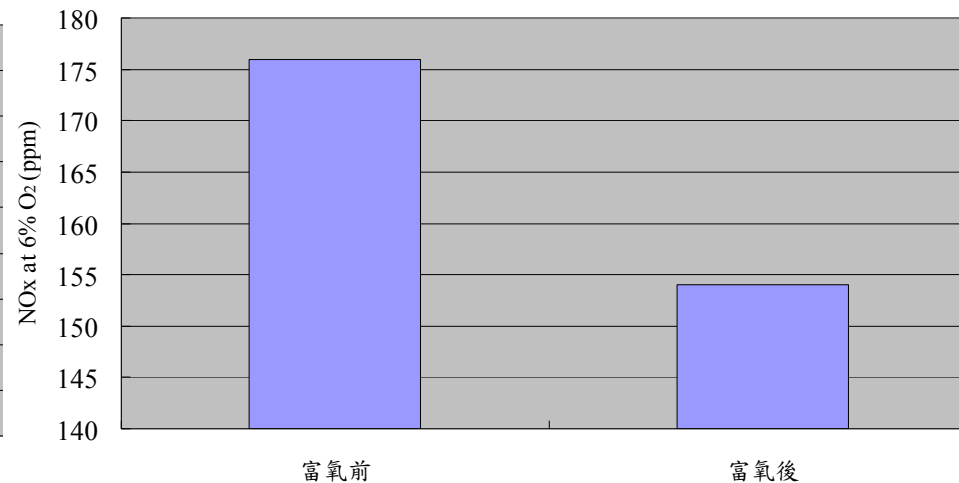
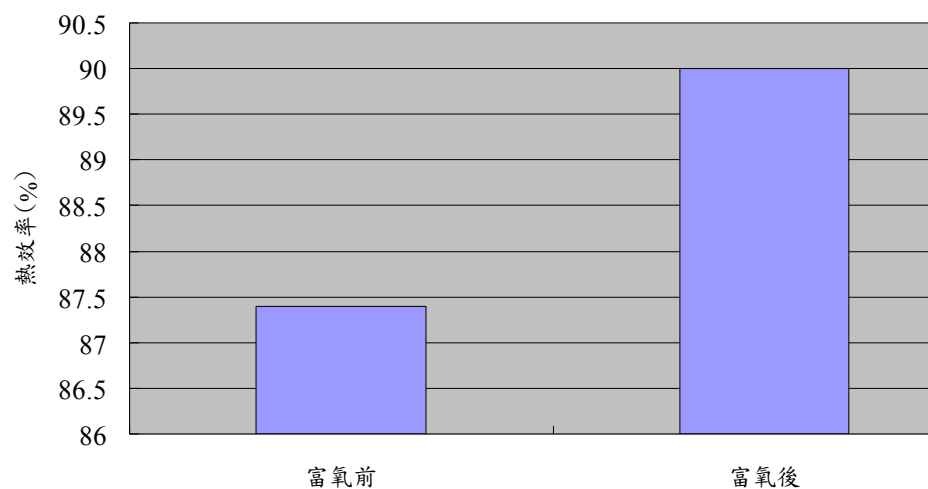
微富氧系統應用於貫流鍋爐

- 鋼鐵業
- 貫流式蒸汽鍋爐
- 蒸汽量：1.8 t/hr
- 最高蒸汽壓力：10 kg/cm²
- 燃料：重油
- 運轉狀況：每天20小時，週日停機



鍋爐性能測試比較

- 平均CO排放濃度：25 ppm → 14 ppm at 6% O₂
- 平均NO_x排放濃度：176 ppm → 154 ppm at 6% O₂
- 平均鍋爐效率：87.4% → 90.0%





節能效益分析

- 富氧前用油量及蒸汽用量分析

累計耗油量：9,095 L (9.30 KLOE)

累計蒸汽量：137,490 kg

產生1噸蒸汽所需能量：67.64 LOE (N1)

- 富氧後用油量及蒸汽用量分析

累計耗油量：6,960 L (7.11 KLOE)

累計蒸汽量：145,520 kg

產生1噸蒸汽所需能量：48.86 LOE (N2)

用電量：3,159 度(0.783 KLOE)

產生1噸蒸汽增加耗電：21.71 kWh (5.38 LOE，E1)

節能率= $(N1-N2-E1)/N1 = 19.8\%$

空燃比變頻控制特點

- 軟性啟動，設備啟動電流小。
- 無段調速，調速範圍大。
- 風量線性變化，控制容易。
- 與原系統相比，各燃燒負載下皆有良好之空燃比。
- 工作可靠，能長期穩定運行。
- 降低工作噪音。
- 降低機械應力，延長機械設備使用年限。
- 建置期短，節能效果顯著。

變頻風機節能原理

■ 旋轉機械相似定理

流量比→ $\frac{Q1}{Q2} = \frac{N1}{N2}$ 流量與轉速成正比

壓力比→ $\frac{P1}{P2} = \left(\frac{N1}{N2}\right)^2$ 壓力與轉速平方成正比

輸入電力比→ $\frac{H1}{H2} = \left(\frac{N1}{N2}\right)^3$ 輸入電力與轉速三次方成正比

Q:流量, H:功率, N:轉速, P:壓力

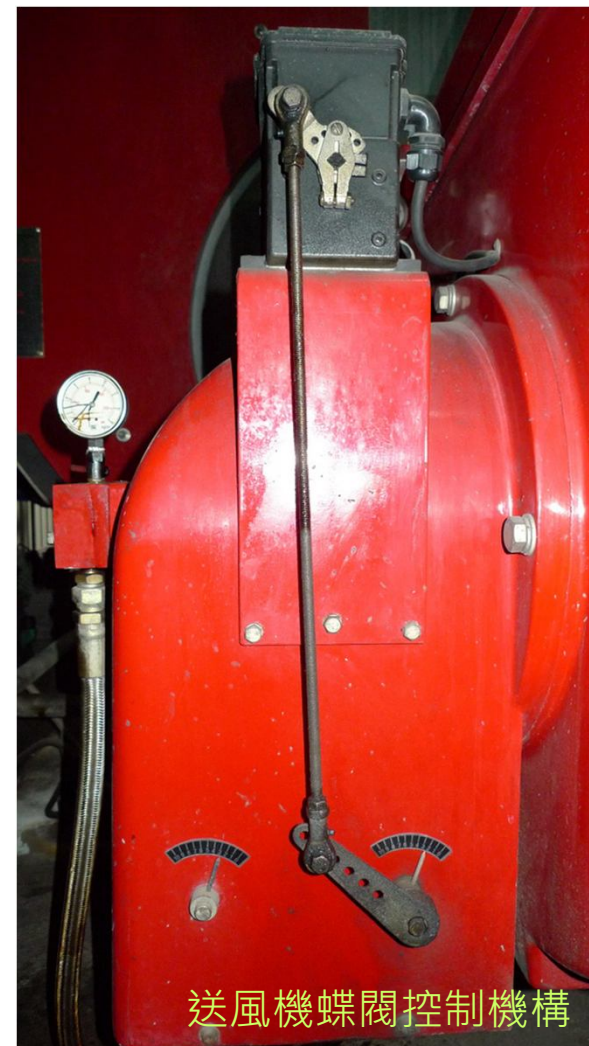
$$H1 \downarrow = \left(\frac{N1 \downarrow}{N2}\right)^3 H2 = \left(\frac{Q1 \downarrow}{Q2}\right)^3 H2$$

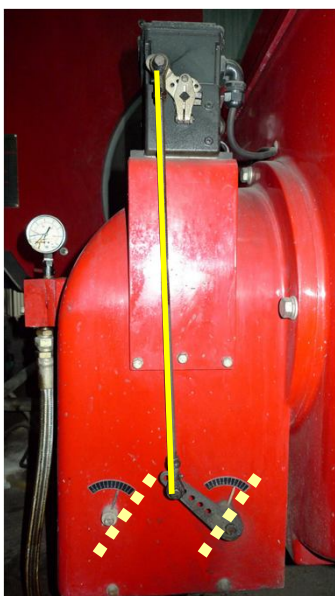
■ 旋轉機械流量與耗能關係相似定理

流量(%)	轉速(%)	壓力(%)	功率(%)
100	100	100	100
90	90	81	72.9
80	80	64	51.2
70	70	49	34.3
60	60	36	21.6
50	50	25	12.5



煙管式鍋爐換裝變頻技術 案例分享





油量控制閥

空燃比變頻控制系統安裝—機構改裝



檔板拆除前



檔板拆除後



Potentiometer



風門檔板

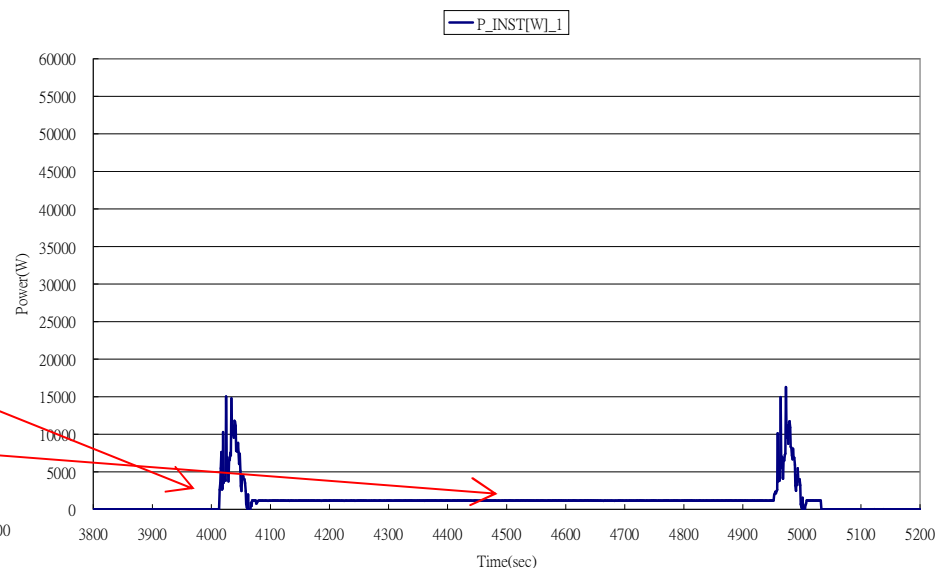
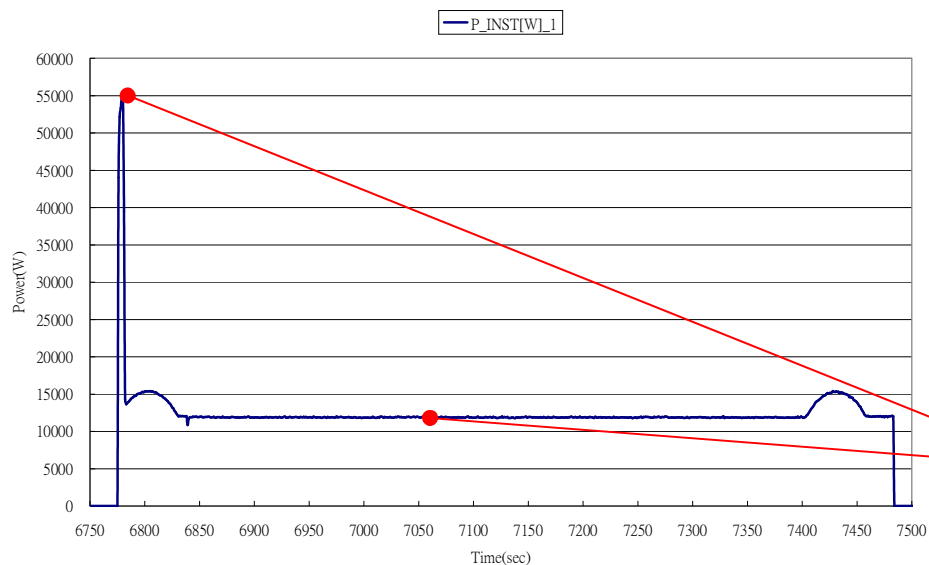
系統測試比較(低燃燒)

■ 蝶閥控制

- 啟動功率：55KW
- 低燃燒送風機功率：11.8KW

■ 變頻控制

- 啟動功率：~1KW(緩啟動)
- 低燃燒送風機功率：**1.17KW**



$$\text{節能率} : \frac{11800W - 1170W}{11800W} \times 100\% = 90.08\%$$

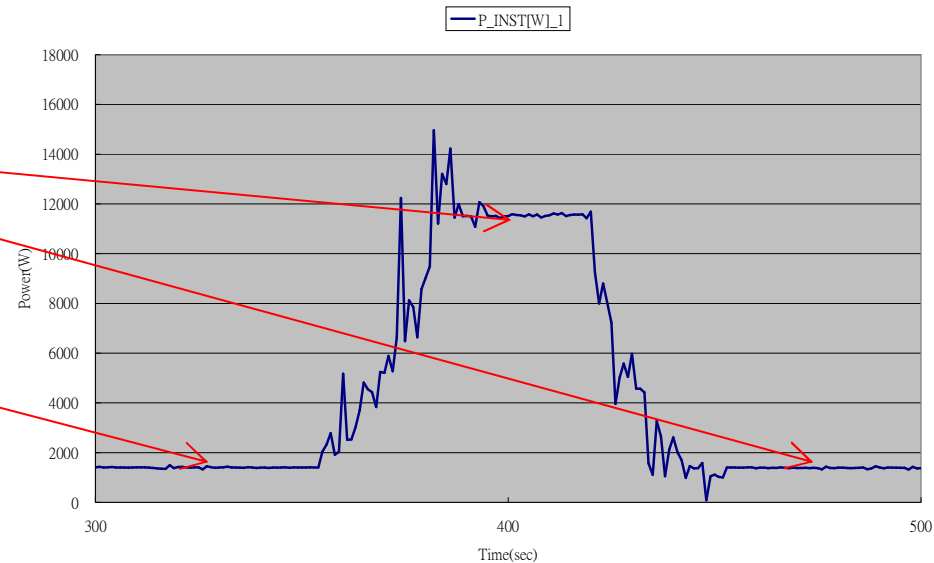
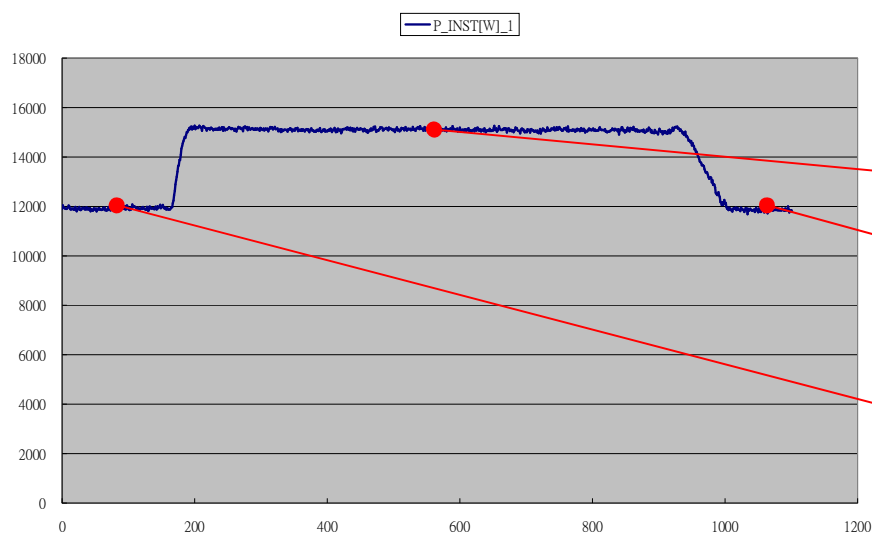
系統測試比較(高燃燒)

■ 蝶閥控制

- 高燃燒模式送風機功率：15.1KW

■ 變頻控制

- 高燃燒模式送風機功率：11.5KW



$$\text{節能率} : \frac{15100 \text{ W} - 11500 \text{ W}}{15100 \text{ W}} \times 100 \% = 23.8\%$$

示範系統系統測試比較

		系統建置前 (參考基準)				空燃比變頻控制建置後			
測試日期		2009/8/27				2009/9/7			
編號		O2(%)	CO(ppm)	CO2(%)	效率	O2(%)	CO(ppm)	CO2(%)	效率
大火	1	8.44	6	9.46	86.61	3.49	3	13.17	89.73
	2	8.71	7	9.25	86.36	3.51	3	13.12	89.72
	3	10.88	23	7.61	83.94				
小火	1	12.76	272	6.26	83.51	5.89	3	11.38	89.44
	2	12.93	280	6.07	83.25	6	3	11.28	89.39
	3	12.84	243	6.13	83.42				
	4	12.86	214	6.13	83.41				

測試日期		980512	990421		99-07		99-08		99-09	
運轉模式	訊號特性	改裝前 鍋爐操作特性	空燃比變頻控制 鍋爐操作特性	節電率 (%)	空燃比變頻控制 鍋爐操作特性	節電率 (%)	空燃比變頻控制 鍋爐操作特性	節電率 (%)	空燃比變頻控制 鍋爐操作特性	節電率 (%)
高燃燒模式	電力負載(KW)	15.1	11.06	26.75	10.89	27.88	10.73	28.94	10.92	27.68
	電位器訊號(Vdc)	-	10.00		10.01		10.00			
	變頻器控制訊號 (Vdc)	-	8.73		8.74		8.74			
	送風機轉速(rpm)		3145		3147		3149			
	O2 (%)	8.71	6.75		6.12		6.85			
	CO (ppm)	7	8		9		8			
	CO2 (%)	9.25	11.85		11.97		11.42			
低燃燒模式	電力負載(KW)	11.8	1.1	90.68	1.08	90.85	1.11	90.59	1.11	90.59
	電位器訊號(Vdc)	-	2.1		2.08		2.09			
	變頻器控制訊號 (Vdc)	-	3.81		3.82		3.83			
	送風機轉速(rpm)		1375		1376		1374			
	O2 (%)	12.76	8.24		8.15		8.26			
	CO (ppm)	272	5		6		6			
	CO2 (%)	6.26	9.52		9.28		9.12			
平均節電率 (%)				76.1		80.6		79.6		
備註			量測基準							

變頻系統節能效益分析

- 送風機節能
 - 高燃燒模式
 - 原來：15,100W
 - 空燃比變頻控制：11,500W(節能率：23.8%)
 - 低燃燒模式
 - 原來：11,800W
 - 空燃比變頻控制：1,170W(節能率：90.08%)
 - 啟動電流：
 - 原來：158A(瞬間)
 - 空燃比變頻控制：~5A
- 提升鍋爐能源效率
 - 高燃燒模式
 - 原來：86.3%
 - 空燃比變頻控制：89.7% (3.4% ↑)
 - 低燃燒模式
 - 原來：83.4%
 - 空燃比變頻控制：89.4% (6.0% ↑)



結論

- 影響鍋爐效率優劣之三個必要條件為：硬體設計、操作條件及維護保養，缺一不可。
- 過剩空氣量與煙囪溫度是判斷鍋爐效率的兩個最重要指標。
- 過剩空氣量之最適化操作是一最經濟有效之效率改善技術，而且亦能有效降低NO_x污染物，故是一能兼顧能源與環保之改善技術。
- 鍋爐效率之檢查與調整為一經常性工作，用戶必須設法建立自有之技術。
- 在鍋爐系統不需大幅變更，可以考慮一些新技術的導入來提升鍋爐效率達到節能的目的。