

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：其他)

桃廠 4 號鍋爐投資計畫之統包工程
連繫、技術整合及設備器材採購監辦

出國人服務機關：台灣中油股份有限公司興建工程處

職 稱：一般工程師、一般工程師

姓 名：陳俊明、陳滄濱

出國地區：日本

出國期間：96 年 12 月 23 日~97 年 1 月 1 日

■ 報告日期：97 年 3 月 12 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：桃廠 4 號鍋爐投資計畫之統包工程連繫、技術整合及設備
器材採購監辦

頁數 41 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話/E-mail 信箱

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話/E-mail 信箱

陳俊明、陳滄濱/台灣中油股份有限公司興建工程處/ 一般工程師、一般工
程師/03-3978000 轉 321/206 /141682@pcp.com.tw/012416@pcp.com.tw

出國類別：5其他 (洽公)

出國期間：96 年 12 月 23 日~ 97 年 1 月 1 日 出國地區：日本

參訪機關：Babcock-Hitachi 公司及 Torishima 公司

報告日期：97 年 3 月 12 日

關鍵詞：鍋爐，排煙脫硝裝置，排煙脫硫裝置，泵浦，NPSHr，NPSHa，軸
馬力。

一、摘要：(二百至三百字)

「M9503 桃廠 4 號鍋爐投資計畫」為增建乙座 4 號高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x)、脫硫設備等相關污染防治設施，以提升桃園煉油廠蒸汽、電力供應系統之可靠度，及作為 1 號或 2 號或 3 號其中乙座鍋爐歲修或開放檢查或故障檢修時之備載容量，確保煉製工場正常生產，降低生產成本，減少停爐損失，及改善環境品質。本投資計畫以 EPC 統包工程經多次公告目前僅建成機械公司一家投標。因工程時程緊迫，故擬參考建成機械公司建議，赴日本與建議之廠家洽談方法技術、製造等事宜。其中最重要設備如高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x) 及泵浦，擬派陳滄濱、陳俊明(因業務需要擬兩人一同前往)為設備設計、安裝及交貨時程審查工作。此次奉派前往日本參訪廣島市近郊之高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x) 製造商 Babcock-Hitachi K.K.、及日本大阪市近郊之掬津富田 (Takatsuki City) 泵浦製造商 TORISHIMA PUMP MFG. CO., LTD.，討論高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x) 及泵浦系統整合、交貨時程及安裝工作。

出國報告名稱：桃廠 4 號鍋爐投資計畫之統包工程連繫、技術整合及設備器材採購監辦

目 次

壹、摘要.....	4
貳、目的.....	4
參、經過.....	5
肆、心得與建議.....	41

出國報告名稱：桃廠 4 號鍋爐投資計畫之統包工程連繫、技術整合及設備器材採購監辦

壹、摘要

「M9503 桃廠 4 號鍋爐投資計畫」為增建乙座 4 號高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x)、脫硫設備等相關污染防治設施，以提升桃園煉油廠蒸汽、電力供應系統之可靠度，及作為 1 號或 2 號或 3 號其中乙座鍋爐歲修或開放檢查或故障檢修時之備載容量，確保煉製工場正常生產，降低生產成本，減少停爐損失，及改善環境品質。本投資計畫以 EPC 統包工程經多次公告目前僅建成機械公司一家投標。因工程時程緊迫，故擬參考建成機械公司建議，赴日本與建議之廠家洽談方法技術、製造等事宜。其中最重要設備如高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x) 及泵浦，擬派陳滄濱、陳俊明(因業務需要擬兩人一同前往)為設備設計、安裝及交貨時程審查工作。此次奉派前往日本參訪廣島市近郊之高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x) 製造商 Babcock-Hitachi K.K.、及日本大阪市近郊之擲津富田 (Takatsuki City) 泵浦製造商 TORISHIMA PUMP MFG. CO., LTD.，討論高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x) 及泵浦系統整合、交貨時程及安裝工作。

貳、目的

- 一、參訪高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x) 製造商 Babcock-Hitachi K.K. 位於日本廣島市近郊之吳市 (Kure) 第一工場之高壓鍋爐及附屬設備、日本東廣島市安芸津 (Akitsu) 工場之煙氣脫硝設備 (De-NO_x)。並確認高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x) 之設計、安裝及交貨時程符合本計畫時程之要求，並符合操作需求、安全、控制等。
- 二、參訪位於日本大阪市近郊之擲津富田 (Takatsuki City) 泵浦製造商 TORISHIMA PUMP MFG. CO., LTD.，並確認泵浦系統之設計、安裝及交貨時程符合本計畫時程之要求，並符合操作需求、安全、

控制等。

參、經過

一、參訪高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x) 製造商

Babcock-Hitachi K.K. 位於日本廣島市近郊之吳市 (Kure) 第一工場之高壓鍋爐及附屬設備、日本東廣島市安芸津 (Akitsu) 工場之煙氣脫硝設備 (De-NO_x)：

(一)公司簡介： Babcock-Hitachi K.K. 於 1953 年 7 月設立 (主要是在橫濱工場生產工業用鍋爐)，於 1959 年 11 月設立日立製作所吳分工場，1961 年 2 月設立日立製作所吳工場 (大容量鍋爐生產開始)，1964 年 2 月設立日立鍋爐公司 (從日立製作所分離獨立)，1976 年 6 月脫硝觸媒在吳工場開始製造，1987 年 3 月設立吳工場安芸津 (Akitsu) 分工場，1989 年 3 月設立能美 (Noumi) 工場，1989 年 4 月設立菲律賓 (Philippine) 工場，1993 年 2 月吳工場安芸津 (Akitsu) 分工場名稱變更為安芸津工場，1996 年 3 月設立中國 (China) 工場，1999 年 4 月吳工場改稱吳事業所。Babcock-Hitachi K.K. 製造及生產事業用鍋爐 (Power Boilers)、排煙脫硝裝置、排煙脫硫裝置、一般鍋爐、工業用鍋爐、核子動力工廠及設備、廢棄物處理設備等，而下列僅討論與本工程有關之鍋爐及空氣品質控制系統 (AQCS) 及附屬設備：

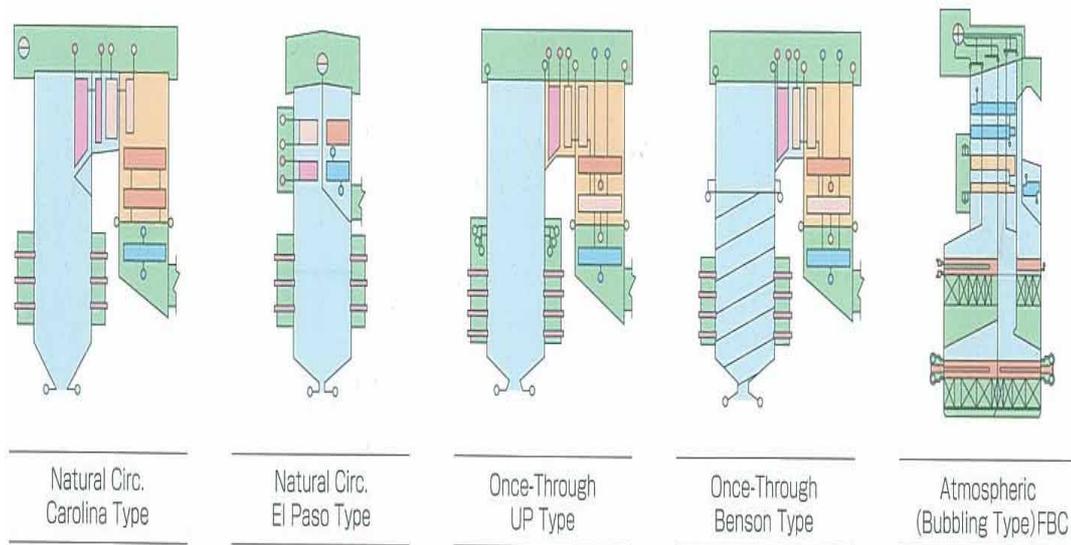
- (1) 鍋爐及空氣品質控制系統 (Boilers and Air Quality Control Systems) (AQCS)，AQCS 達到控制水銀等有害微量物質的排出，包括下列設備 (如圖一)：



圖一：鍋爐及空氣品質控制系統

(1.1) 事業用鍋爐 (Power Boilers) : 代表性的鍋爐如圖二

Typical Types of BHK's Boilers



圖二：Babcock-Hitachi K. K. 之代表性的鍋爐

Babcock-Hitachi K. K. 的鍋爐分類：

- 自然循環鍋爐 (Natural Circulation Boiler) : Carolina Type and El Paso Type
- 貫流鍋爐 (Once-Through Boiler) : UP Type and Benson Type
- 排熱回收產生器 (Heat Recovery Steam Generator) : 橫型 (Horizontal Type), 豎型 (Vertical Type)
- 流動床燃燒鍋爐 (Fluidized Bed Combustion Boiler) : 常壓 (Atmospheric), 加壓型 (Pressurized Type)
- 燃燒裝置 (Combustion Equipment) : 各種型式燃燒器及石炭粉碎機
- 灰處理裝置 (Ash Handling Plants)

有下列產品設備：

- 1号：3,170t/h 石炭燃燒貫流鍋爐 (1,000MW)

- 2号：2,950t/h 石炭燃燒貫流鍋爐（1,000MW）
- 3,000t/h 石炭燃燒貫流鍋爐（1,050MW）
- 3,060t/h 天然氣燃燒貫流鍋爐（1,000MW）
- 4 x 1,047t/h 石炭燃燒自然循環鍋爐（4 x 350MW）
- 2,300t/h 石炭燃燒貫流鍋爐（700MW）
- 1,860t/h LNG 燃燒貫流鍋爐（600MW）
- 1号：810t/h 石炭燃燒自然循環鍋爐（250MW）
- 2号：1,115t/h 流動床燃燒鍋爐（350MW）
- 3号：2,300t/h 石炭燃燒貫流鍋爐（700MW）
- 3,080t/h 石炭燃燒貫流鍋爐（1,000MW）
- 1,510t/h 石炭燃燒貫流鍋爐（500MW）
- 2,890t/h 石炭燃燒貫流鍋爐（1,000MW）
- 加壓流動床燃燒鍋爐（522t/h）使用於 250MW 聯合循環工場（Combined Cycle Plant）

鍋爐及附屬設備之技術討論：

- (1) 依燃料燃燒所生火焰和煙的通路情況分有火管鍋爐（Fire Tube Boiler）及水管鍋爐（Water Tube Boiler）。
 - (a) 火管鍋爐是火焰和煙流經管內，水在管外流動。可分為煙管立式鍋爐、煙管臥式鍋爐、爐筒鍋爐及爐筒煙管鍋爐。
 - (b) 水管鍋爐是火焰和煙流經管外，水在管內流動。其構造主要部份有降水管、上昇管、水牆管、汽水鼓及泥水鼓。
 - (c) 火管鍋爐和水管鍋爐之優劣點：
 - 火管鍋爐

優點：(1) 構造簡單 (2) 建造費用低 (3) 運轉容易 (4) 保養簡單、維護成本低 (5) 適用於小量蒸汽之用途。

缺點：(1) 不能使用高溫、高壓 (2) 產生蒸汽有限 (3) 不能使用於較大之動力 (4) 效率低。
 - 水管鍋爐

優點：(1) 適用於較高溫及高壓之場地 (2) 產生蒸汽迅速且蒸汽量多 (3) 效率高，節省燃料費用 (4) 燃燒設備可自由選擇 (5) 水管受熱後產生應力較少。

缺點：(1) 構造複雜，製造費用高 (2) 水質要求較高 (3)

蒸發量大，易引起汽水共騰或起汽泡(4)水管容易損壞。

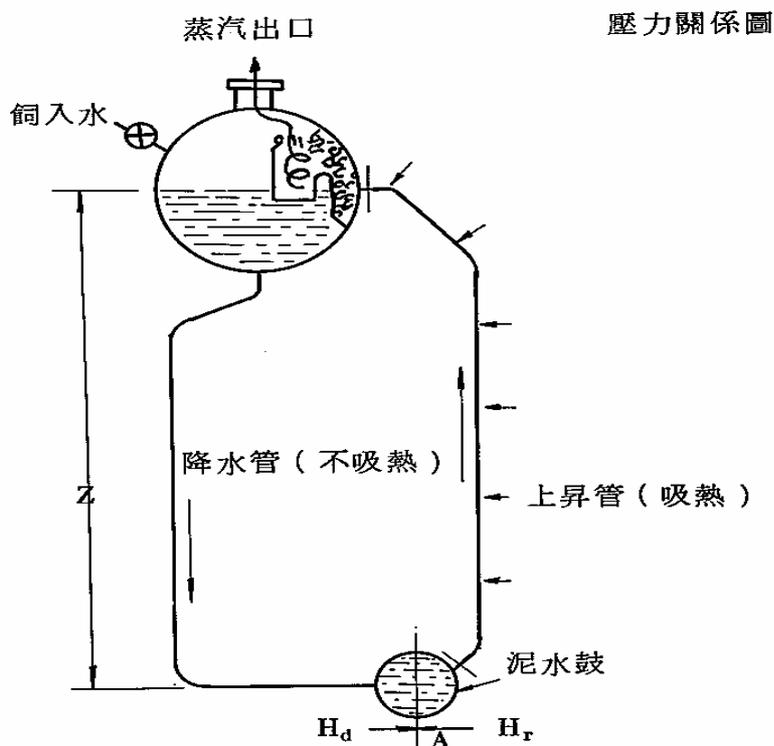
(2) 依汽水循環區分有

- (a) 自然循環鍋爐 (Natural Circulation Boiler)
- (b) 強迫循環鍋爐 (Control Circulation Boiler)
- (c) 貫流式鍋爐 (Once Through Boiler)
- (d) 聯合循環鍋爐 (Combined Circulation Boiler)

簡單介紹如下：

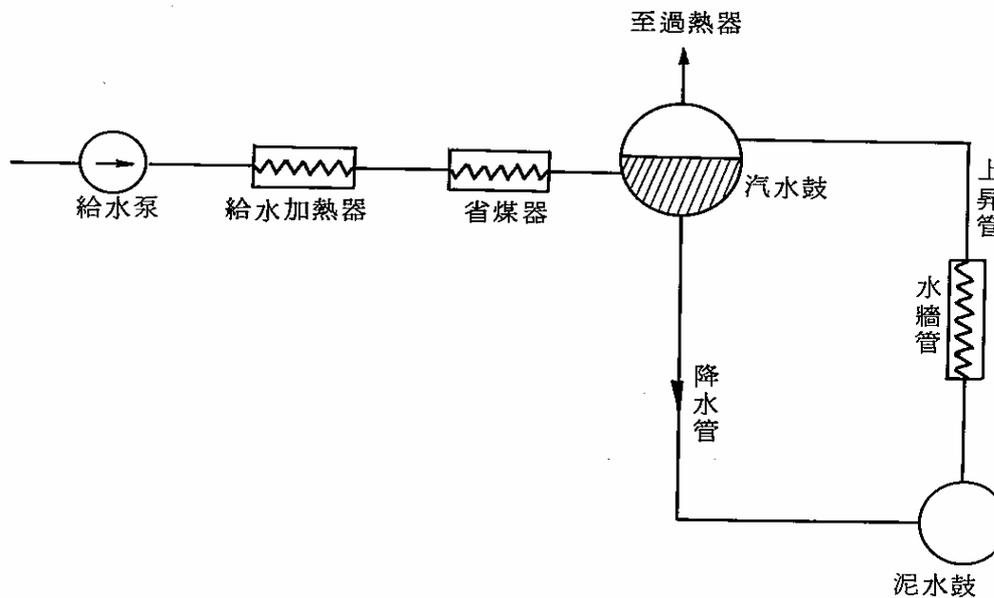
(a) 自然循環鍋爐：

利用由上昇管和降水管之間飽和蒸汽和飽和水密度之不同所產生質量速度 (Mass Velocity) 而循環之鍋爐，一般鍋爐都是此種形式。如圖三，當由汽水鼓降水管下來之水或飽和水到達泥水鼓及上昇管間，經上昇管吸熱後形成密度較小，飽和蒸汽到汽水鼓裡，汽水鼓裡密度較大之水或飽和水繼續降下，如此建立有效循環力。



圖三：一次汽水分離器自然循環鍋爐簡圖

發電廠自然循環鍋爐環情形如圖四，由給水泵（Feed Water Pump）來之水經給水加熱器、省煤器，入汽水鼓，由降水管進入泥水鼓，再由水牆管吸熱變成飽和蒸汽到上昇管入汽水鼓。



圖四：發電用自然循環鍋爐循環情形

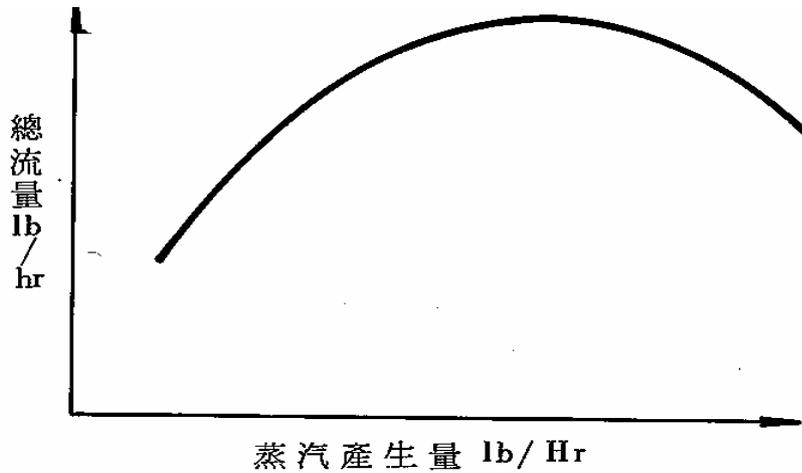
在自然循環系統，循環增加即增加熱輸入，同時增加蒸汽輸出，一直到流體流量達到最大點，在這一點之上任何較多熱吸收的增加，結果流量反而減少，如圖五之曲線。

在自然循環裡當壓力愈接近臨界點，飽和水和飽和蒸汽之密度差愈小，循環愈不良，到達臨界點密度相同，要利用密度不同來循環已不可能，因此自然循環設計在亞臨界壓，通常是受到限制，壓力超過 2900psi，自然循環系統變形增加很大和價格昂貴，通常壓力到達 2400psi，即不採用自然循環。

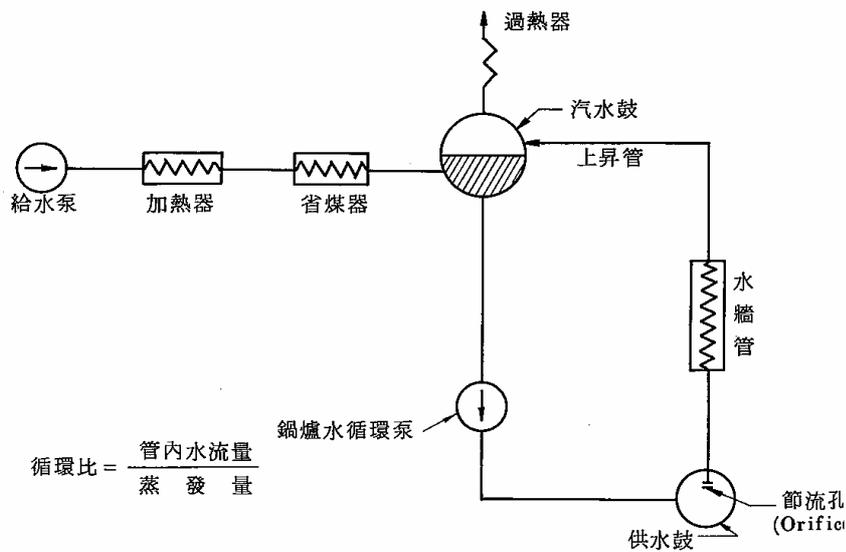
(b) 強迫循環鍋爐：

前面說過壓力超過 2400psi，不宜採用自然循環，且自然循環亦受到種種限制，但在經濟原則下動力廠已漸漸採用高壓、高溫鍋爐，為了能使循環良好，循環比增加克服自然循環的缺點，除了一方面採取自然循環外，另加鍋爐水循環泵（Boiler Water Circulation Pump）、強迫爐水循環，如此一來流速加快，帶走水牆管熱負荷。

其循環方法如圖六所示。



圖五：鍋爐循環和產生蒸汽總量之關係



圖六：強迫循環鍋爐循環情形

在自然循環系統裡，由於自然水頭受熱後產生密度差而形成自然循環力 (Natural Circulation Force) 為 0.6 kg/cm^2 ，加上鍋爐水循環泵強制循環力 2.4 kg/cm^2 ，因此在強迫循環系統之循環力即有 3 kg/cm^2 ，其循環力為自然循環力之五倍。

強迫循環鍋爐優點：

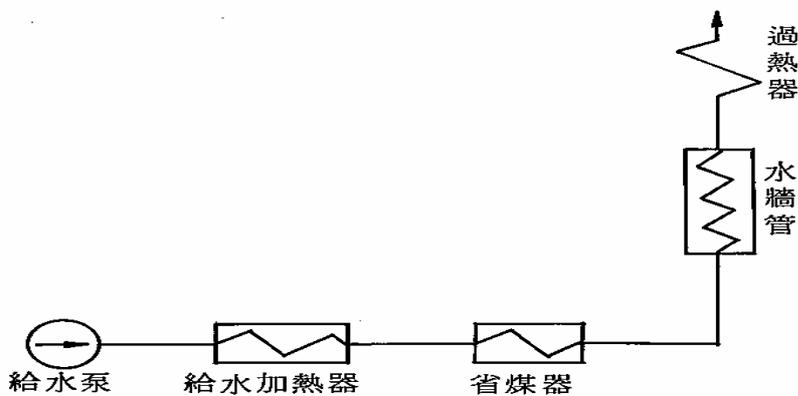
1. 因其循環比較自然循環大，故在同一蒸發量之鍋爐其管徑小，管厚度亦小，鍋爐體積隨著減小，節省建廠費用。
2. 停機及起動較快：停機及起動熱損失較自然循環小，主要原因為上昇管來之飽和蒸汽，由汽水鼓中間進入，分向汽水鼓圓周，到汽水分離器，汽水鼓受熱平均，溫度差較小，以及由於爐水循環泵之注入水打入爐內使鍋爐溫度降低較快。
3. 鍋爐水循環泵再循環，鍋爐不易循環之處，亦可得到充分的循環，無須考慮過熱。
4. 鍋爐效率可提高：一般自然循環鍋爐壓力、溫度受到限制，不易使用在亞臨界壓鍋爐，但強迫循環鍋爐可提高壓力、溫度，到達亞臨界壓，故效率可提高。

強迫循環鍋爐缺點：

1. 鍋爐循環泵經常在轉動消耗動力。
2. 理論上之縮孔是平均分配流量，但實際上很難做到理論與實際相同，要控制到每支管受熱相同較為困難。
3. 縮孔易磨損，需每次大修加以檢查。
4. 水質處理不容忽視，酸洗期限較自然循環短。

(c) 貫流循環鍋爐：

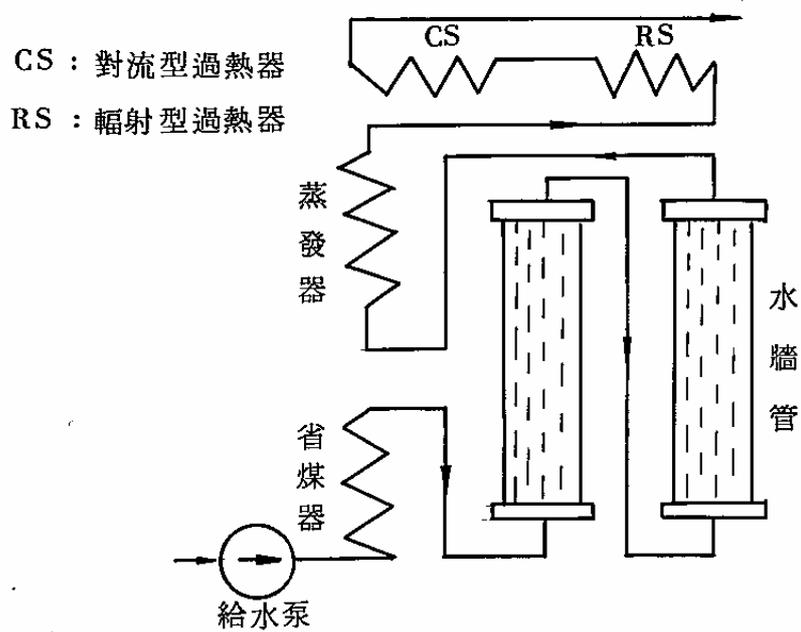
該種循環可使用在超臨界壓及亞臨界鍋爐上，其最主要不同處即無汽水鼓及泥水鼓，給水經鍋爐給水泵，以高壓打入加熱器省煤器，水牆管吸收熱量蒸發到過熱器，在超臨界壓鍋爐水牆管內部有膛線 (Ribbed Tube)，其循環如圖七所示。



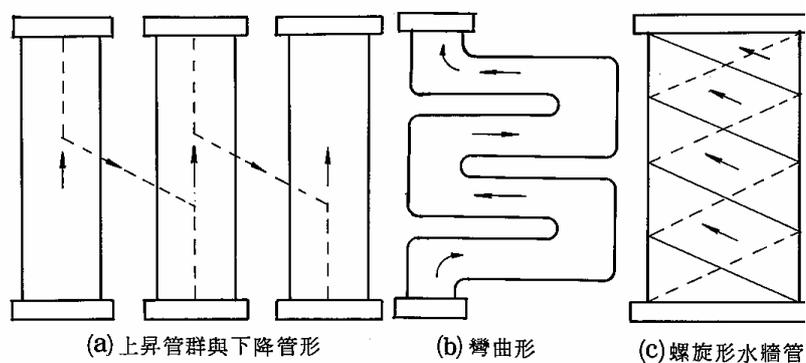
圖七：貫流循環鍋爐之流程圖

貫流循環鍋爐有貝恩松鍋爐 (Benson Boiler) 及史魯查鍋爐 (Tsurusa Boiler) 二種，茲介紹貝恩松鍋爐 (Benson Boiler) 如下：

此鍋爐為 1922 年英國的貝恩松所發明，為最早的貫流鍋爐，其早期的傳熱面配置如圖八，給水經給水泵加壓流入省煤器，再到串聯水牆管，同時水要均勻流於各水管內，亦即流狀要安定如圖所示，早期的貝恩松鍋爐是串聯很多兩端有集管 (Header) 之一組水牆管，數次反覆分流與合流以得安定的流狀，如圖九 (a) 所示，為上昇管群與下降管形，



圖八：貝恩松鍋爐流程圖



圖九

在 1960 年以前都用貝恩松鍋爐的水牆管排列，以後即採用如圖九(b)，製作費低廉，全無下降部，不會導致流狀不安定，到了 1964 年以後更採用螺旋形水牆管排列，如圖九(c)，如此容易脹縮，製造也容易。

貫流循環鍋爐優點：

1. 蒸汽壓力的高度不受限制：可使用在亞臨界鍋爐 (Subcritical Boiler) 及超臨界壓鍋爐 (Supercritical Boiler)。
2. 鍋爐體積小且輕，節省建造費用：無汽水鼓，水牆管管徑小，厚度薄，亦無降水管，可節省材料及建造人工。
3. 鍋爐可急速起動及停機：因為沒有很厚的汽水鼓，升溫、升壓不受其限制。
4. 鍋爐停機及起動時，過熱器有不斷的流動蒸汽來冷卻，所以可配置在燃燒室。
5. 蒸汽溫度是不論停機及起動時，也可從預定的秩序控制，對於鍋爐及汽機同時起動特別有利。
6. 可做可變壓力運轉。
7. 在於急速的變動下，無循環障礙的危險。
8. 搶修時間較快：因冷爐時間較短，可早先進入爐內工作。
9. 從並聯到滿載水質要求的時間較短。

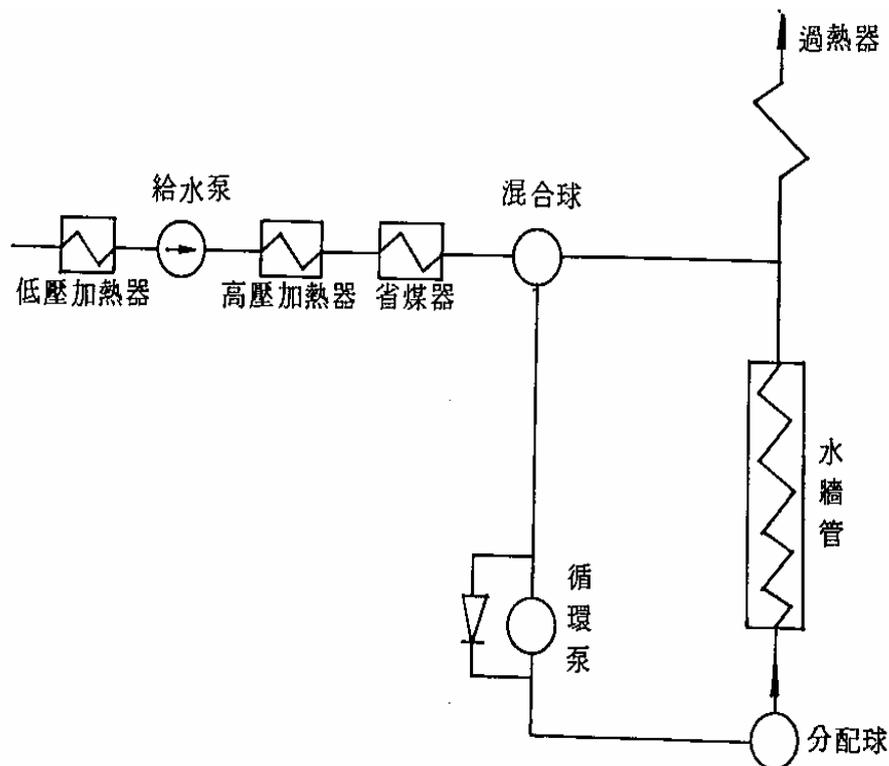
貫流循環鍋爐缺點：

1. 水質要求嚴格：須要無鹽分並且需要有很好的除氧設備，最適合的給水是和凝結器完全脫鹽的補充水或是從蒸化器得到之補給蒸餾水的混合物。
2. 消耗動力大：爐管細小，水及蒸汽流動摩擦阻力大，鍋爐壓力損失大，給水泵的揚程會隨蒸汽狀態提高而減少，故泵浦消耗動力亦增大。
3. 鍋爐儀器控制較嚴格：水及燃料控制不好時，過熱器入口之蒸汽溫度會變化，出口溫度隨著變化，失水時控制時間很多。
4. 鍋爐儲水部份很小，所以停機冷卻較快，封爐較難，如晚上停機，早上起動時，鍋爐幾乎已在冷爐狀態起動，因此短時間的停機，熱損失大。
5. 停機起動熱損失大：
爐管並列配置須要流動安定性，鍋爐容許最低負荷限制在全負

荷的 30~40%，停機及起動時熱損失很大。如要在最低負載運轉，必須裝旁通閥 (By Pass Valve)。

(d) 聯合循環鍋爐：如圖十所示

屬於超臨界壓鍋爐，現日本有 1,000MW 之機組及美國有 1,400MW 之機組都採用此種循環方式。此種循環是利用貫流循環和強迫循環結合而成，其循環方法，給水經各加熱器、省煤器、降水管，再由爐水循環泵打入分配球，經節流孔 (Orifice) 入水牆管再到過熱器，在低負載時，以強迫循環方式運轉，高負載時，以貫流循環方式運轉，平常運轉在負荷 67% 以下，起動爐水循環泵，超過此則可停止，其最大優點為強迫循環和貫流循環優點之總和。

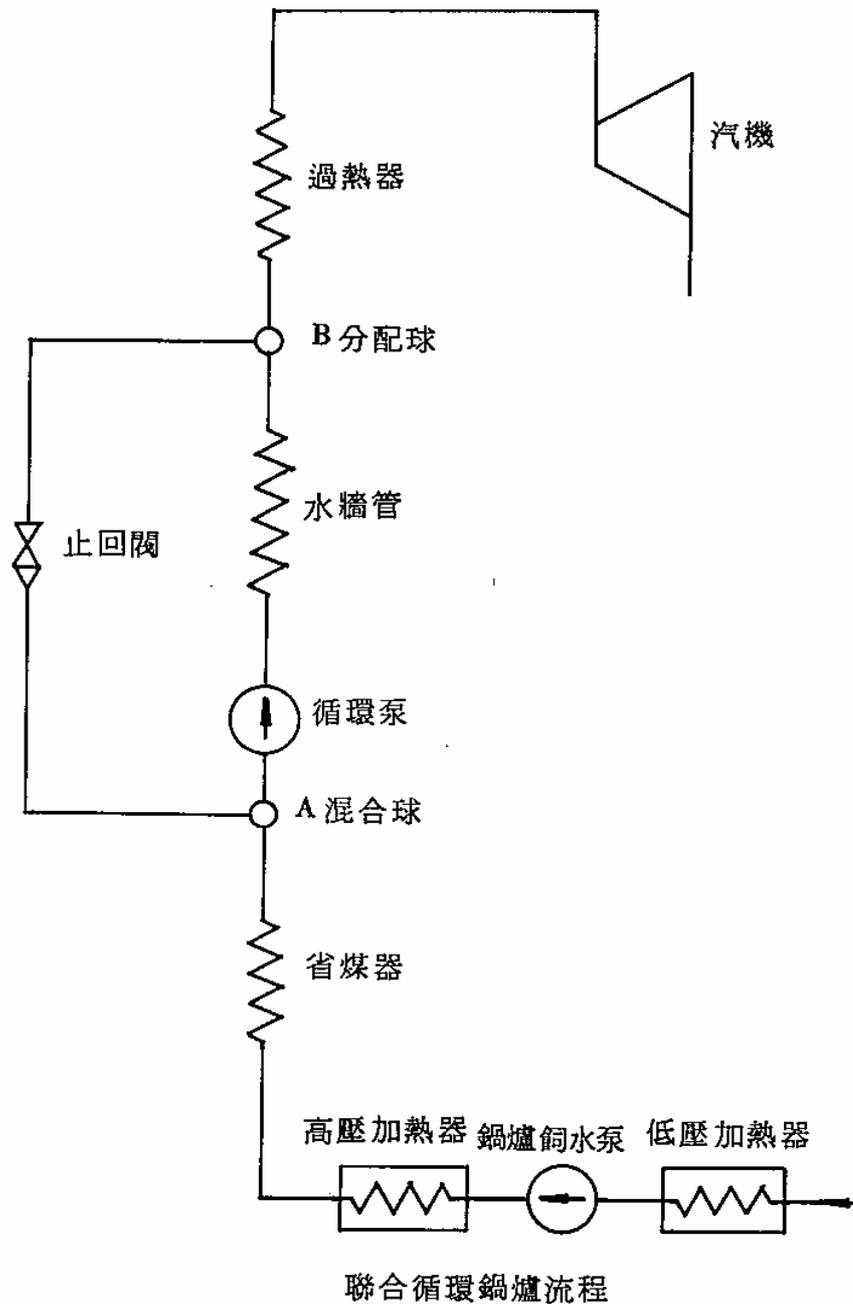


圖十：聯合循環鍋爐流程圖

聯合循環鍋爐之特點：

鍋爐爐壁各部份之溫度非常平均，構造上沒有受到約束，有優良之耐久性：一般貫流鍋爐在低負載時，爐壁管出入口溫度差很大，但此種鍋爐在起動時及低負載，實行鍋爐水循環，如圖十一，將水牆管出口之溫水，和由省煤器出口之冷水在混合球混合後，進入水牆管，所以出入口之溫度差會減少，而且水牆管是單純的

垂直上昇流動，同時在入口處又設有節流孔（Orifice）來控制



圖十一：聯合循環鍋爐水循環之原理

各支水牆管之溫度使其均一，又在爐壁之途中無集管（Header）混合管，所以氣密上及荷重支持上也變成極簡潔。

1. 水牆管管內之壓力損失少，可節省給水泵之動力：在低負載時，由爐水循環泵，施行再循環來確保管內必要流速，所以不必過分

取在高負載的流速，因此在高載區域的壓力損失是比一般貫流鍋爐可以減少，故可節省給水泵之動力。

2. 不需要大容量的起動旁通 (By Pass) 裝置：起動時最低負載可在 5~10%，所以比一般貫流鍋爐起動時最低負載 30% 之容量來得簡單。
3. 起動熱損失少：由於依鍋爐循環泵的 100% 熱回收和起動時間的縮短，起動時的熱損失僅為貫流鍋爐之 1/2~1/3。
4. 可以急速起動：由於循環泵的 100% 熱回收，故熱損失少，而起動時燃燒率是約 8% M.C.R.，故可急速起動。
5. 可以低負載運轉：由於循環泵可確保水牆管內流速，所以從鍋爐構造之改進，可以運轉在 10% 程度之低負載。
6. 負載可急速變化：利用高級的控制裝置，對於燃料給水之變化可得到良好控制，通常可以在 10%/min 之負荷變化。
7. 無起動時之蒸汽溫度急變之現象：因採用循環泵可以充分上昇起動時之水牆管出口流體溫度，所以從起動系統轉換主系統時，無過熱器出口蒸汽溫度之急低下現象，運轉非常容易。

(3) 空氣預熱器及蒸汽空氣加熱器

1. 空氣預熱器 (Air Preheater)：

燃氣經省煤器到煙囪之前裝空氣預熱器以吸收燃氣中之餘熱，其目的有下列三種：

(a) 減少排煙之熱損失，增加鍋爐熱效率。

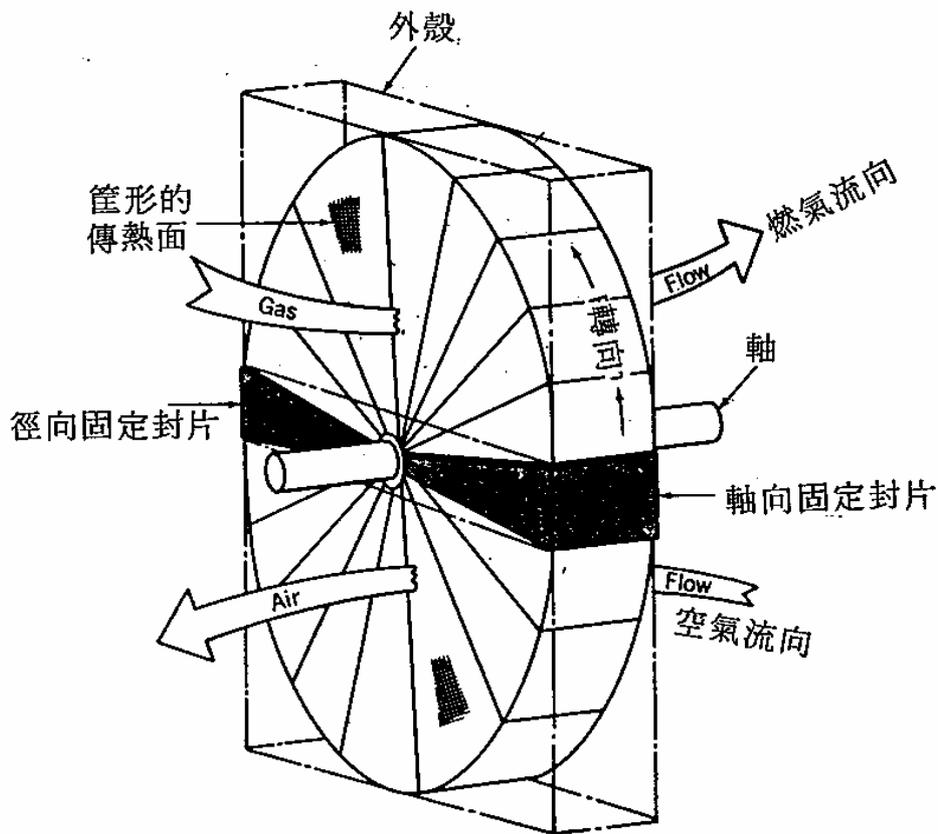
(b) 提高燃燒用空氣溫度，增加爐內燃燒效率。

(c) 燃煤粉鍋爐磨煤機裡的煤利用高溫空氣加熱約

300~600°F 可使磨煤機產生較高之性能，減少磨煤機之動力消耗。

2. 迴轉再生式空氣預熱器 (Rotary Regenerative Air Preheater)：

現有發電廠大部份以此種型式最多，其效率亦最佳，依吸熱之多寡，其加熱件 (Heat Element) 可分為一層二層三層等，主要是利用轉子 (Rotor) 之迴轉，來不斷地作熱交換作用，當熱燃氣通過空氣預熱器之燃氣側時，其熱片即被冷空氣帶走熱量，如此不斷回轉，即不斷地產生熱交換，如圖十二所示。



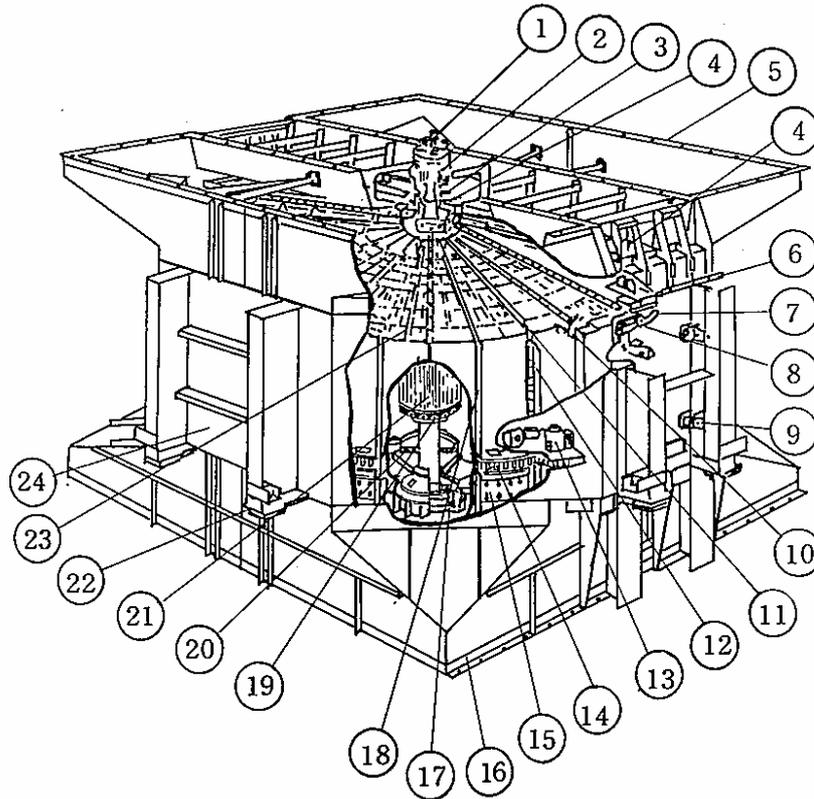
圖十二：迴轉再生式空氣預熱器

迴轉再生式空氣預熱器之構造，如圖十三所示，主要構造可分為：

- (a) 熱元件 (Heating Element)：主要功用為熱之吸收及熱的釋放，在大型火力發電廠裡通常分有高溫層 (Hot End Layer)、中溫層 (Intermediate Layer)、冷端層 (Cold End Layer)。中溫層及冷端層大部份是鍍珐瑯以防低溫腐蝕。
- (b) 轉子氣封片 (Rotor Seal)：當轉子轉動時，空氣會部份從空氣側洩漏到燃氣側，則形成熱量之損失，熱交換不良，增加送風機之出力，以及加速空氣預熱器內部之腐蝕，為了避免各種缺點，在轉子上必須加氣封片，使空氣洩漏量減到最少，通常設計空氣洩漏量約 7%，大體上分有徑向氣封片、轉子柱氣封片、旁通氣封片、軸向氣封片、靜止氣封片。
- (c) 轉子驅動組 (Rotor Drive Unit)：空氣預熱器之轉動全靠此裝置，使它繼續不斷的轉動，主要構造有電動馬達、空氣馬達、減速裝置、轉子支持軸承、轉子導引軸承、油循環系統及清潔設備。

3. 蒸汽空氣加熱器 (Steam Air Heater):

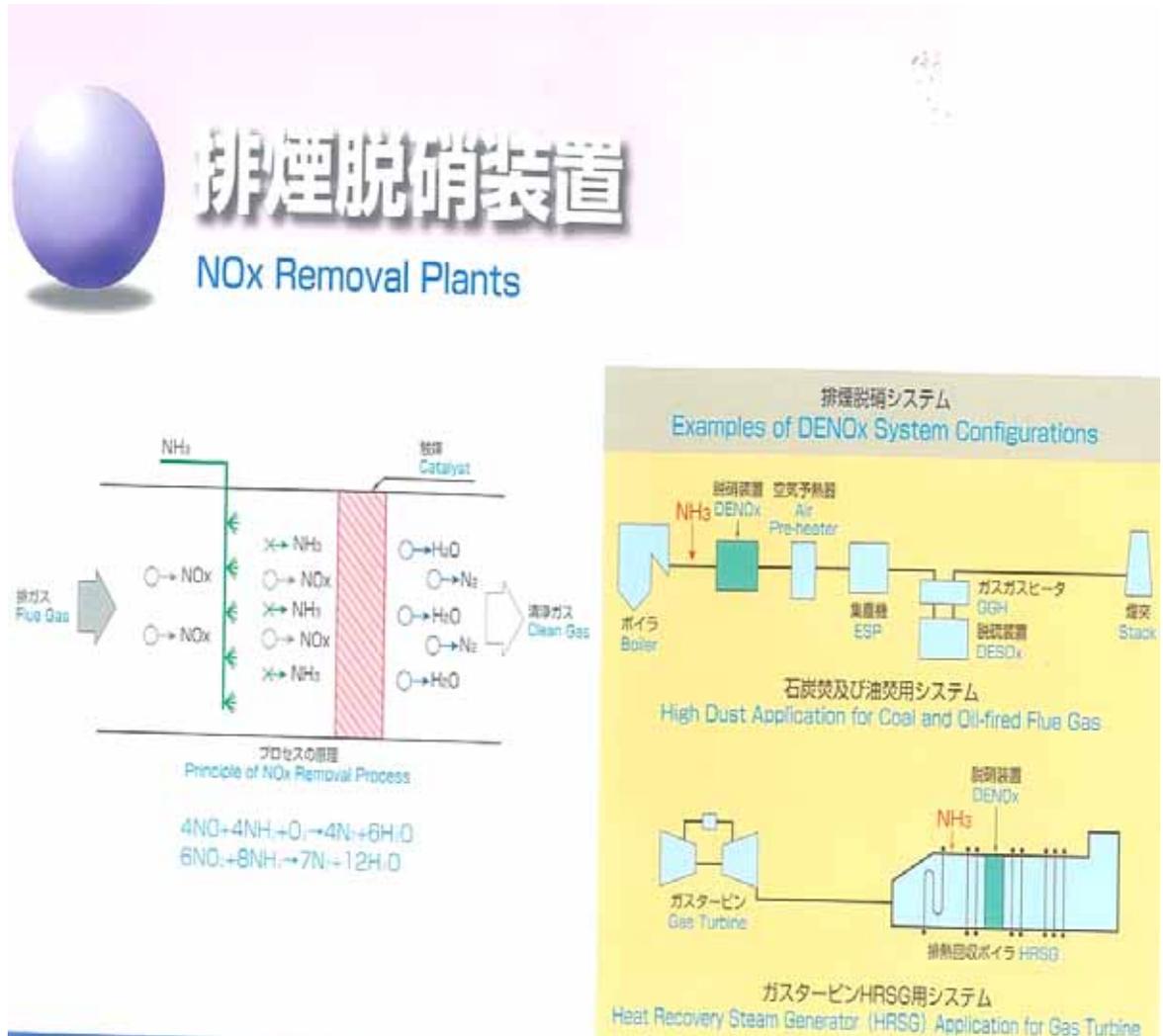
為了使空氣預熱器溫度提高，減少其低溫腐蝕，及提高鍋爐效率，通常在空氣預熱器前面加裝蒸汽空氣加熱器，使大氣中來之空氣先經蒸汽空氣加熱器加熱後，再入空氣預熱器。



1	油循環系統 (OIL CIRCULATION SYSTEM)	13	轉子驅動組 (ROTOR DRIVE UNIT)
2	導軸承 (GUIDE BEARING)	14	銷齒條 (PIN RACK)
3	氣封蓋 (AIR SEAL COVER)	15	冷端蓋蓋 (COVER FOR COLD END BASKET)
4	扇形調整器 (ADJUSTOR FOR SECTION PLATE)	16	下接管 (冷端) (LOWER CONN DUCT (COLD END))
5	上接管 (熱端) (UPPER CONN DUCT (HOTEND))	17	支持軸承 (SUPPORT BEARING)
6	扇形板 (SECTOR PLATE)	18	轉子隔膜 (ROTOR DIAPHRAGM)
7	軸向封板 (AXIAL SEAL PLATE)	19	柱封 (POST SEAL)
8	封片 (SEAL PLATE)	20	封蓋 (SEAL COVER)
9	軸向封板調整器 (ADJUST FOR AXIAL SEAL PLATE)	21	轉子室 (ROTOR POST)
10	旁通氣封片 (BZ-PASS SEAL)	22	膨脹裝置 (EXPASION ARRANGEMENT)
11	徑向氣封片 (RADIAL SEAL)	23	籃形熱元件 (HEATING ELEMENT IN BASKET)
12	軸向氣封片 (AXIAL SEAL)	24	轉子殼箱 (ROTOR HOUSING)

圖十三：蘭格斯頓姆 (Ljungstrom) 空氣預熱器之組合

(1.2) 排煙脫硝裝置：如圖十四



圖十四：排煙脫硝裝置

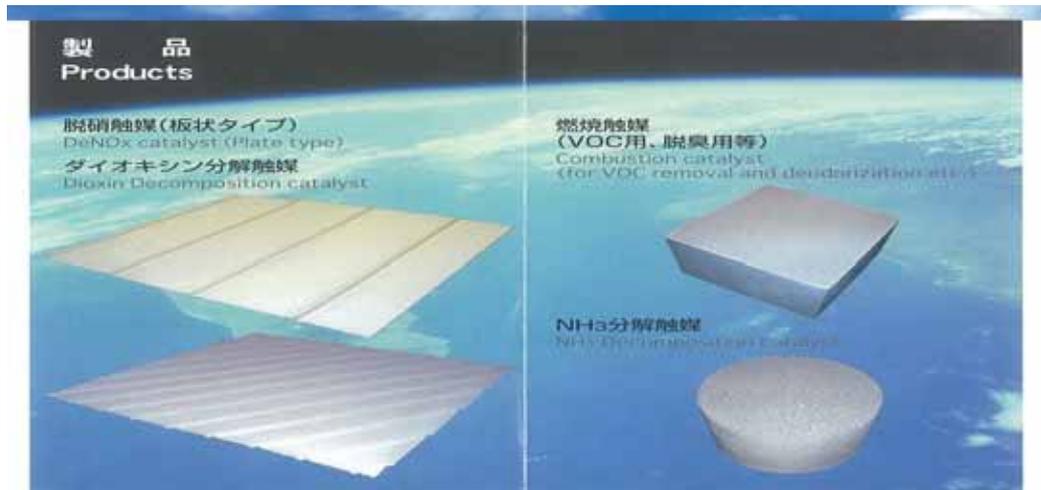
有下列產品設備：

- 重油燃燒鍋爐（600MW）用脫硝裝置
- 聯合循環工場（Combined Cycle Plant）（1,520MW）用脫硝裝置
- 石炭燃燒鍋爐（1,000MW）用脫硝裝置（高灰塵處理）

觸媒的製造：

所有 BHK 脫硝（DENOx）觸媒目前在日本安芸津工場自行製造，生產下列製品：脫硝觸媒（板狀）、Dioxin 分解觸媒、燃燒觸媒（VOC

用、脫臭用等)、NH₃ 分解觸媒，如圖十五：



圖十五：BHK 脫硝觸媒製品

其中 BHK 板狀觸媒的特長如圖十六：

● 板狀觸媒の特長

Special Features of Plate Type Catalyst

高活性・長寿命

High activity & Long life

低圧力損失

Low pressure loss

灰に対する耐摩耗性大・閉塞性小

High resistance against erosion and plugging

触媒積重ねにより反応器のコンパクト化

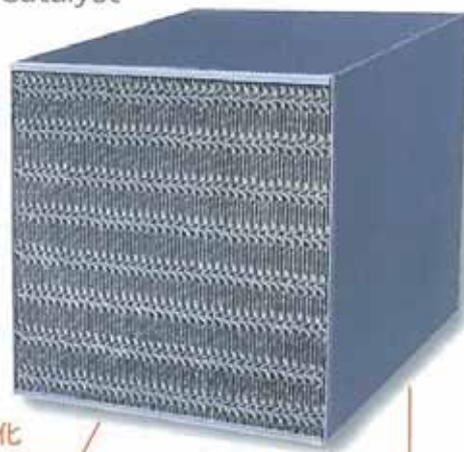
Multilayer catalyst stacking capability for Compact reactor

高強度により取り扱いが容易

Easy handling due to Shock resistance and High strength

自社最新鋭製造設備による高信頼性

High quality catalyst due to our Automated manufacturing facility

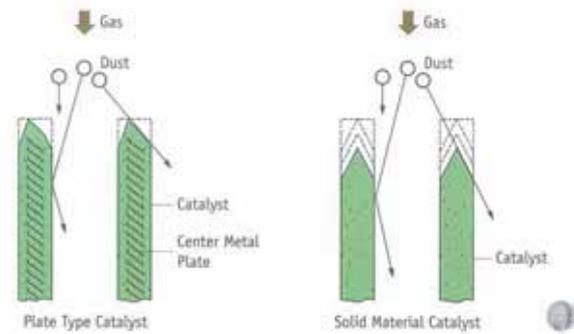


圖十六：板狀觸媒的特長

BHK 板狀觸媒的特長如圖十七：

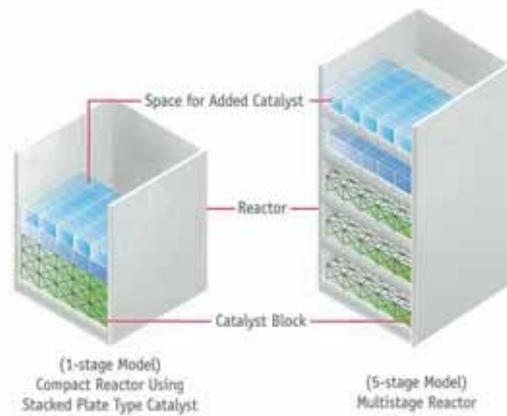
High Erosion Resistance

The center metal of BHK's plate type DENOX catalyst contributes to the catalyst's high erosion resistance against the dust in gases. The substrate does not wear away allowing gas straightening to stop erosion. Homogeneous catalysts continuously wear away.



Compact Reactor with Multi-Catalyst Stacking

BHK's plate type DENOX catalyst allows multi-layer stacking, which makes the reactor more compact at the same catalyst volume.

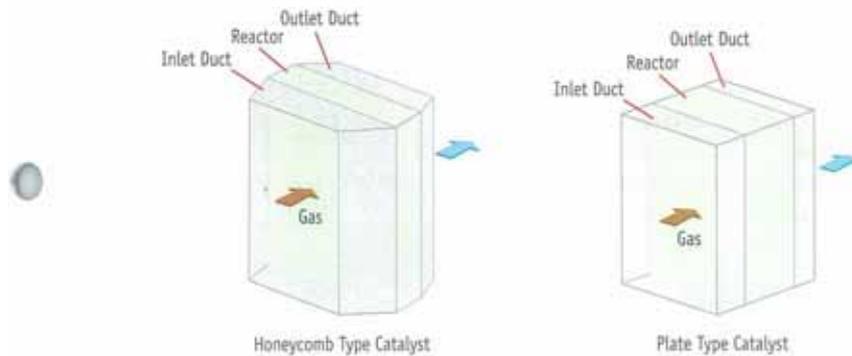


圖十七：板狀觸媒的特長

BHK 板狀觸媒與蜂巢狀觸媒的比較如圖十八：

Duct Size (Application in HRSG)

The table below compares the plate type catalyst with the honeycomb type catalyst.



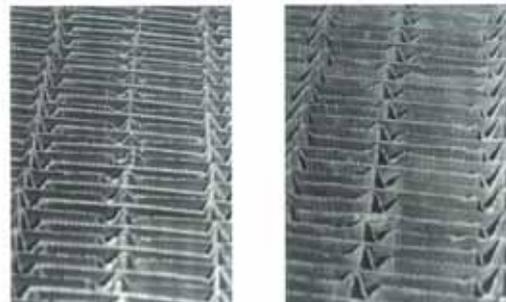
Features of plate type catalyst compared with honeycomb type (based on BHK's own evaluation)

Pressure Loss:	Lower
Gas Flow Distribution:	Superior
Design, Manufacture and Installation:	Simple
Reactor (width):	More Compact

Honeycomb type catalyst needs larger duct dimensions due to higher pressure loss.

Photos of Plate-Type Catalyst

The photos show the gas entrance edges of a plate type catalyst installed in a high dust concentration of a coal-fired boiler. Even after 50,000 hours of operation, the catalyst shows negligible erosion and, although no soot blowing equipment is employed, the catalyst layer is clean.



COMPARISON OF PLATE TYPE CATALYST WITH HONEYCOMB TYPE

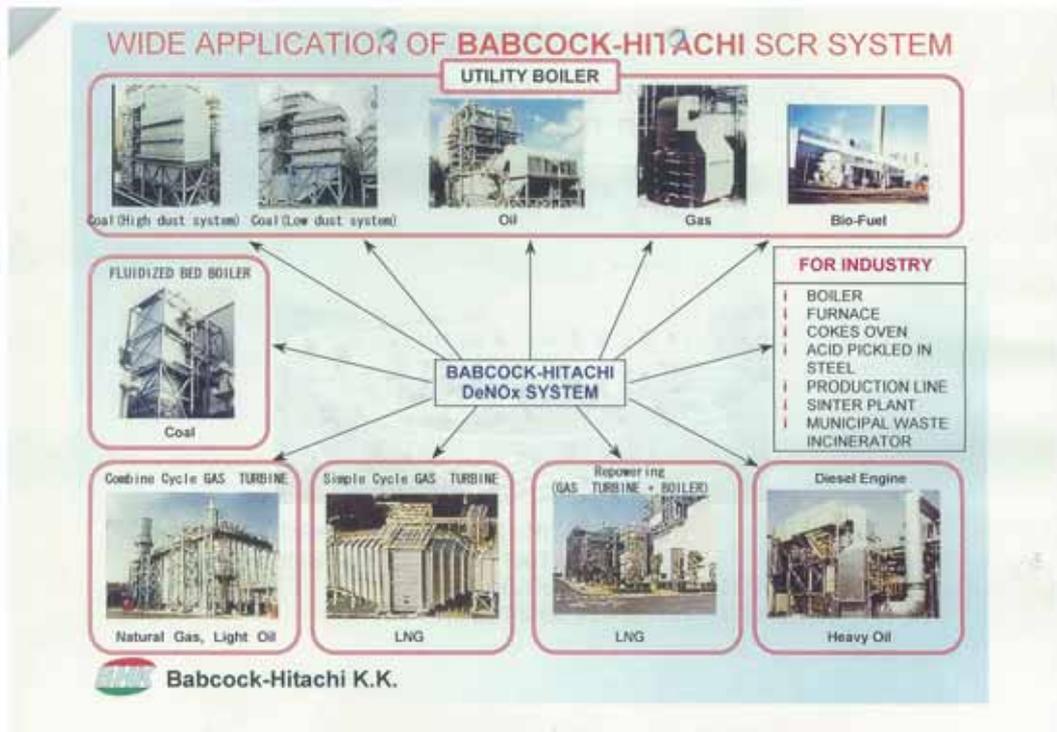
	PLATE TYPE	HONEYCOMB TYPE	REMARKS
ACTIVITY	●	●	
EROSION RESISTANCE AGAINST DUST	●	▲	CENTER METAL PLATE
PLUGGING POSSIBILITY	●	▲	FEW CORNERS
PRESSURE DROP	●	▲	PRESSURE DROP
HANDLING	●	▲	COMPACT
CATALYST VOLUME FOR INITIAL LOADING	▲	●	SPECIFIC SURFACE
FOR LONG TERM OPERATION	●	▲	LONG LIFE CATALYST STACKING



Babcock-Hitachi K.K.

- : EXCELLENT
- : ADVANTAGEOUS
- ▲ : AVERAGE

BABCOCK-HITACHI SCR 系統應用廣泛如圖十九：



圖十九：BABCOCK-HITACHI SCR 系統應用廣泛

排煙脫硝裝置之技術討論：

茲介紹乾式選擇性觸媒 NO_x 移除系統 (S.C.R)

(Dry Selective Catalytic NO_x Removal System)

(1) S.C.R 系統的特性

1. S.C.R 系統有下列的特性：

(a) 簡單且穩定的程序

因為 NO_x 被分解為無害的 N_2 及 H_2O ，無副產品需要處理，所以S.C.R系統是簡單且穩定的。

(b) 無二次污染

僅需要少量的 NH_3 就能維持高的 NO_x 去除效率。

(c) 不需要廢水處理

S.C.R 系統是不需要廢水處理程序。

(d) 結構簡單

在 S.C.R 反應室中無任何移動系統，因此，反應室的結構簡單。

(e) 維護容易

因觸媒元件是包含在觸媒模組中，觸媒的處理極簡單。

(f) 運轉容易

在 S.C.R 反應室中無任何移動系統，因此，運轉是非常簡單的。

2. 觸媒反應的原理

在乾式選擇性觸媒 NO_x 移除系統 (S.C.R)，如圖十四左，在燃氣中注入 NH_3 ，使燃氣中的 NO_x 被分解為 N_2 及 H_2O 。通常選擇在高溫區能有高活性的觸媒置入反應器中，再將反應器裝置在鍋爐省煤器出口及空氣預熱器進口之間，如圖十四右。

(2) 觸媒的選用

觸媒需能最佳的效用，且有下列的特性：

1. 高活性及長使用年限。
2. 在含硫化物環境下，仍有高的耐久性。
3. 高硫抑制性。
4. 高抗熱性。
5. 在含灰環境下，仍有高的耐久性。
6. 高的灰沈澱抑制性。

7. 高的抗蝕性。

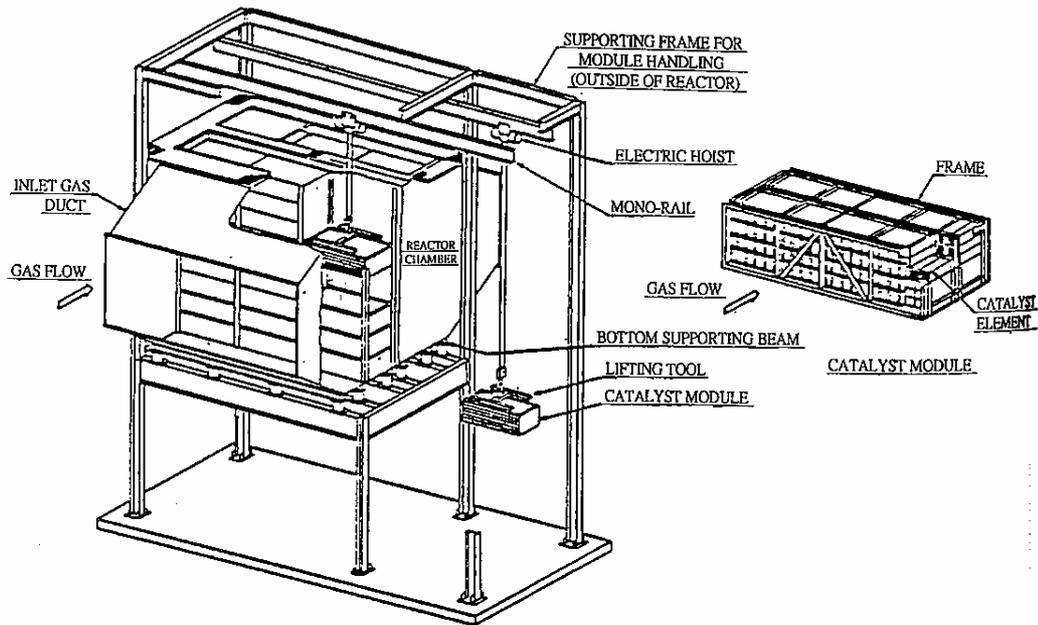
在使用不同的燃料下，所需觸媒的特性如下表：

燃料種類 特性分類	天然氣	低硫油	高硫油	煤 (低溫-ESP系統)	煤 (高溫-ESP系統)
高活性	◎	◎	◎	◎	◎
抗硫化物性	—	○	◎	◎	◎
硫抑制性	—	○	◎	◎	◎
抗熱性	◎	◎	◎	◎	◎
抗灰性	—	◎	◎	◎	◎
灰沉澱抑制性	—	◎	◎	◎	◎
抗蝕性	—	—	—	◎	—

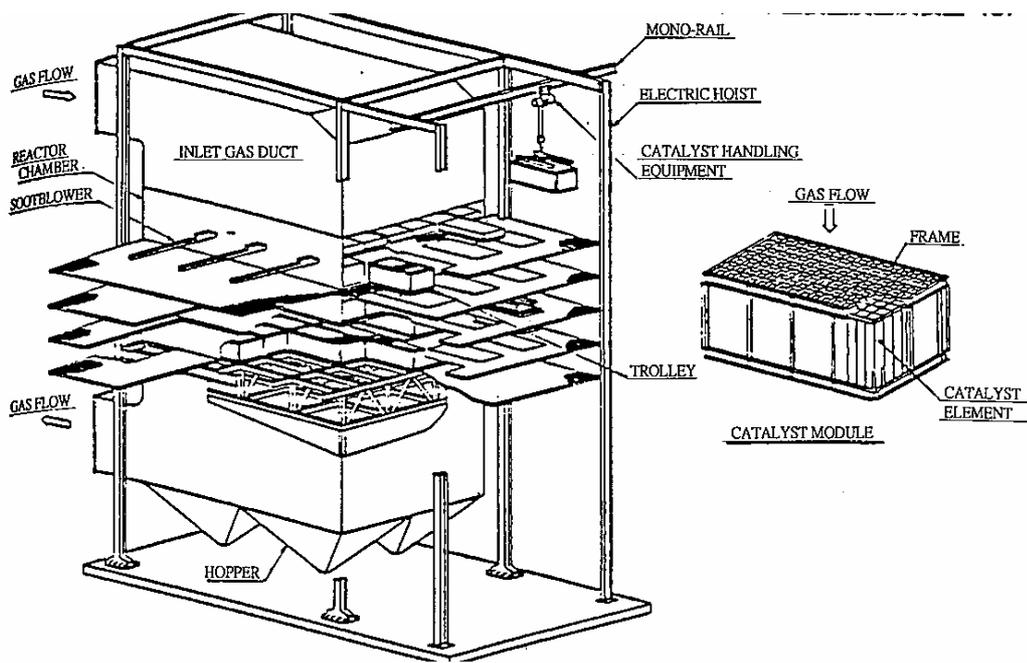
○：必要 ◎：非常必要

(3) 觸媒反應器

依據燃氣流向，反應器可分為燃氣水平流式及燃氣垂直流式，圖二十為燃氣水平流式反應器的鳥瞰圖，該型反應器用於低飛灰濃度、燃燒低硫油的鍋爐；圖二十一為燃氣垂直流式反應器的鳥瞰圖，該型反應器用於高飛灰濃度、燃燒煤的鍋爐



圖二十：燃氣水平流式反應器



圖二十一：燃氣垂直流式反應器

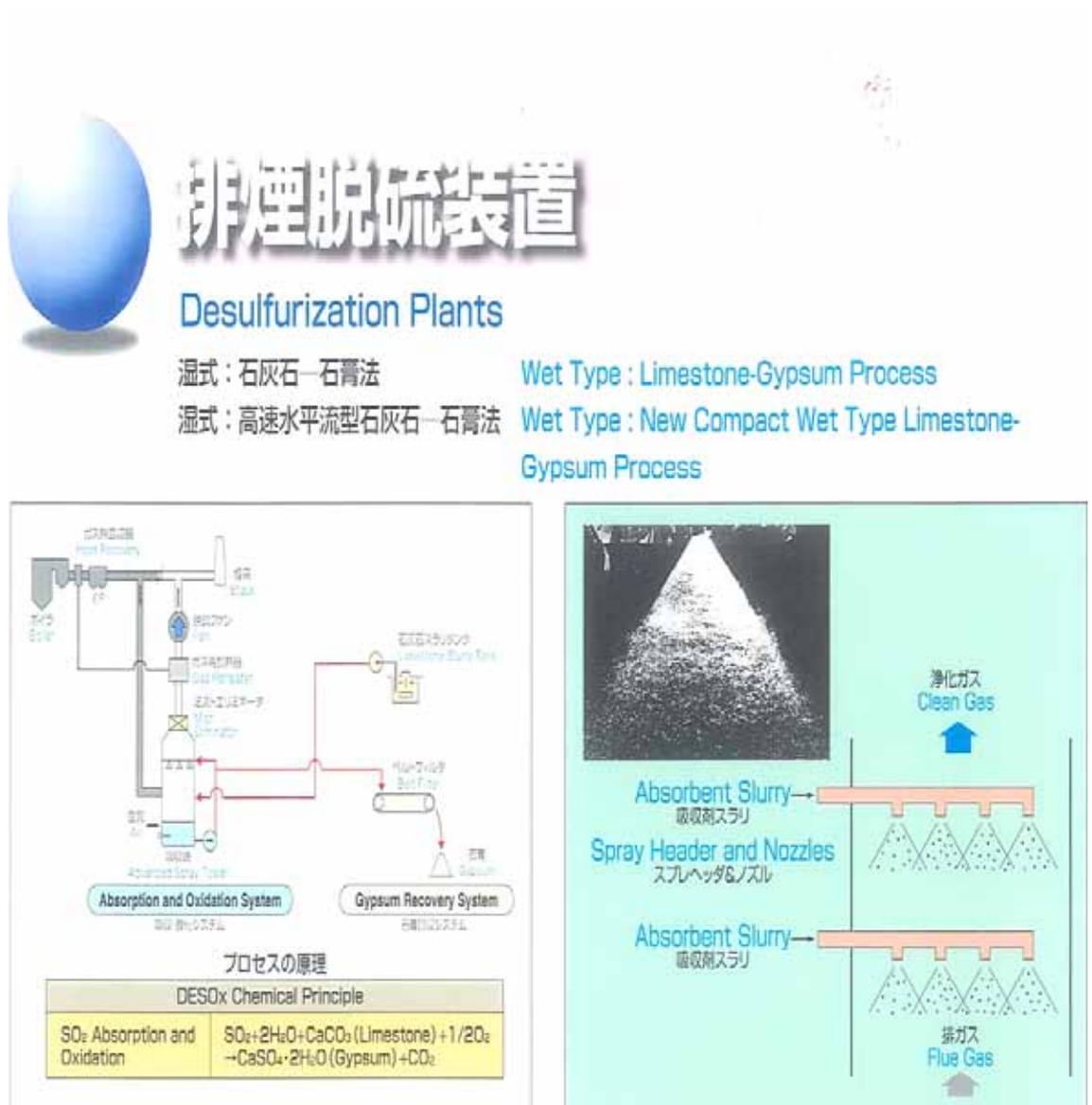
(4) 燃氣處理系統的考量

在計劃裝置 S.C.R 系統時，不僅要考慮 S.C.R 本身外，還要考慮對其他設備（空氣預熱器、靜電集塵器、脫硫設備等）的影響，下表中所示為在使用各種不同的燃料時，裝置 S.C.R 系統所需考量的連接部份。

設備名稱 \ 燃料種類	天然氣	油	煤
鍋爐	—	控制進入 S.C.R 系統溫度的方法	控制進入 S.C.R 系統溫度的方法
空氣預熱器及風扇	由於 S.C.R 系統所增加的引風損失	1.由於 S.C.R 系統所增加的引風損失 2.防止空氣預熱器堵塞及腐蝕的方法	1.由於 S.C.R 系統所增加的引風損失 2.防止空氣預熱器堵塞及腐蝕的方法
靜電集塵器	—	防止靜電集塵器腐蝕的方法	NH ₃ 附著在飛灰中的影響
燃氣脫硫設備	—	1.防止燃氣熱交換器堵塞及腐蝕的方法 2.廢水中 NH ₃ 的影響	1.防止燃氣熱交換器堵塞及腐蝕的方法 2.廢水中 NH ₃ 的影響

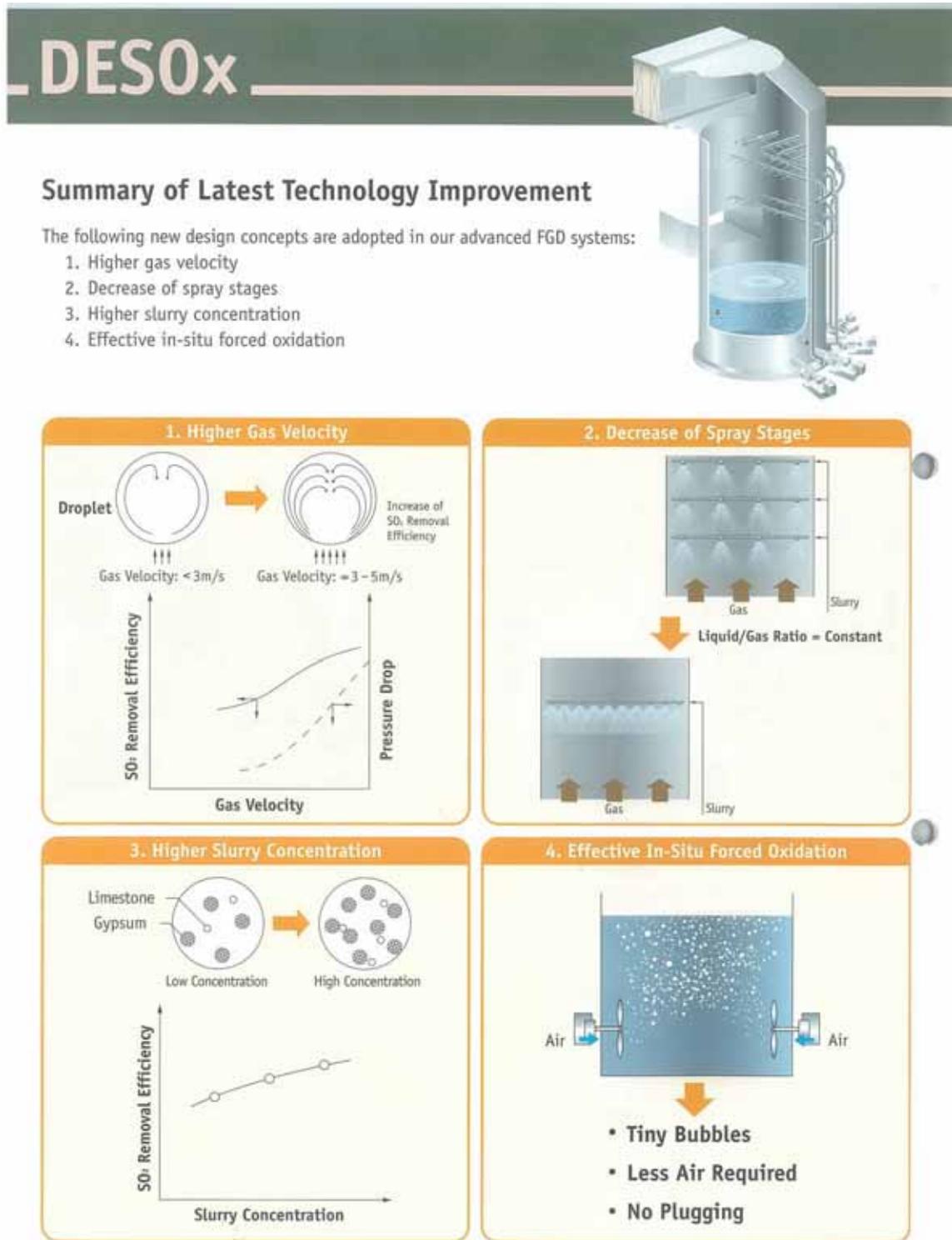
(1.3) 排煙脫硫裝置：如圖二十二

BHK's FGD 系統使用最新型的噴霧塔 (spray tower) (advanced spray tower)，有三種重要的功能：氧化、SO₂及微粒的移除。這種先進的系統需要比以前的系統使用較少的設備，較少的空間及很少的公用設施。



圖二十二：排煙脫硫裝置

下列新設計觀念已在 BHK 的先進的 FGD 系統所採用，如圖二十三：



圖二十三：最新的 FGD 系統之技術改進

新發展的垂直式吸收器，如圖二十四：

In addition to the conventional vertical absorber, we have developed a new absorber using the latest technical improvement to meet customers' various requirements.

This new absorber has economical features:

1. Less flue gas duct realized using low absorber height
2. Less supporting structure of mist eliminator realized using low absorber height
3. Pressure drop through the absorber is equivalent to the conventional FGD

Compact FGD System

This system was developed as an economical alternative.

Absorber can be installed or retrofitted easily between the flue gas ducts.

Its construction is simple achieving SO₂ removal efficiency up to 90%.



Return Flow Type



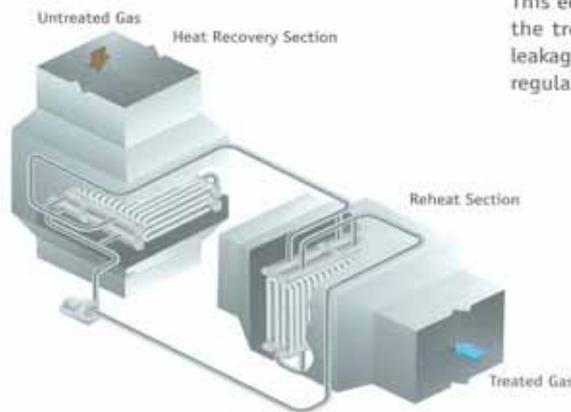
Return flow type was developed as an alternative to the conventional absorber. The SO₂ removal efficiency is higher than that of a conventional vertical absorber.

圖二十四：新發展的垂直式吸收器

Non-Leakage Gas-Gas Heater，如圖二十五：

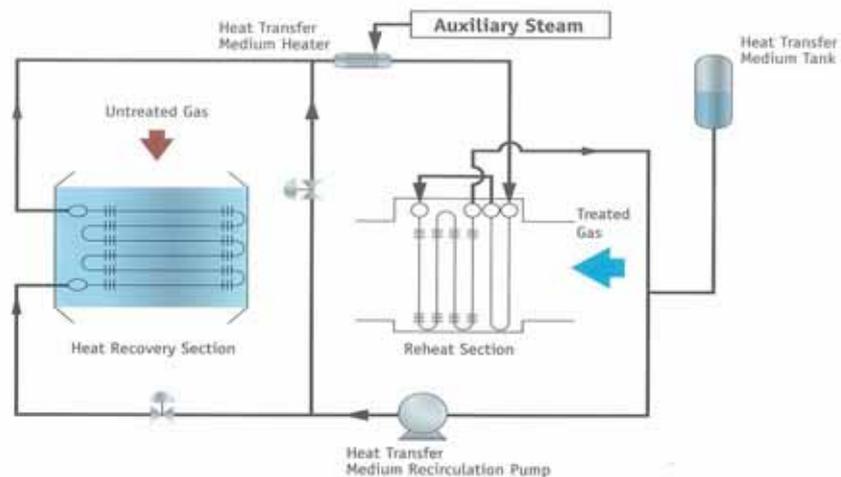
DESOX

Non-Leakage Gas-Gas Heater



This equipment recovers heat from the flue gas and reheats the treated flue gas for FGD plants without any flue gas leakage. To comply with increasingly more stringent emission regulations, this type of gas-gas heater is indispensable.

Typical Configuration



Typical Flow Sheet

圖二十五：Non-Leakage Gas-Gas Heater

有下列產品設備：

- 石炭燃燒鍋爐（1,050MW 相當）用濕式石灰石—石膏法脫硫裝置
- 石炭燃燒鍋爐（200MW 相當）用高速水平流型濕式石灰石—

石膏法脫硫裝置

排煙脫硫 (Flue Gas Desulfurization, 簡稱 F.G.D) 之技術討論：

(1) 排煙脫硫設備裝置目的：

由於工業用燃燒石油、煤之需求量愈來愈大，燃料中所含有之硫份往往經燃燒後產生之煙氣，含有硫氧化物 (SO_x) 在空氣中遇冷空氣、水份，形成硫酸物對人體呼吸氣管有害，以及產生酸雨，對植物、湖泊都會破壞。有鑑於此，世界各國都集中心力裝置設備，將這些有害廢氣收集回來，所以裝排煙脫硫主要目的，降低排放煙氣硫氧化物 (SO_x) 含量，另一作用降低排放煙氣粒狀污染物 (灰塵) 含量。

(2) 排煙脫硫原理及方法：

由於硫氧化物 (SO_x) 吸收水份後會變成硫酸，所以需要用中和方法除去，也即用鹼性物質來處理，其使用方法可區分為回收式、觸媒氧化式、乾式及濕式等四種。此處僅討論濕式石灰石—石膏除硫法。

濕式 (Wet Type) 石灰石—石膏除硫法：

由鍋爐產生的煙氣先經除塵塔 (Prescrubber) 或冷卻器 (Quenching Tower) 冷卻降溫至 45°C ~ 55°C 左右，並除去雜質，隨後進入 SO_2 吸收塔 (Absorber) 進行化學反應，生成純度高之副產品—石膏 (Gypsum)， SO_2 除去率可達 90%~95%。使用石灰石 (Limestone, $CaCO_3$) 為吸收劑，除硫方法如圖二十二，將石灰石與水混合攪拌成石灰石漿液，再送入吸收塔內與煙氣中 SO_3 反應生成亞硫酸鈣，再進一步氣化成硫酸鈣。

特點：A. 不適合在高溫進行。

B. PH 值維持 5.6~5.8 左右。

C. 生水消耗量大。

D. 有廢水產生，易結垢腐蝕。

E. 系統設備較多。

F. 運轉及維護成本較高。

G. 系統壓損多，電力消耗較多。

H. 適合含硫量較高之燃煤。

- I. 除塵效率高。
- J. 適合大型燃煤電廠。
- K. 除硫效率較高（通常 90%以上）。
- L. 石膏純度較高（通常 95%以上）。

(5) 濕式排煙脫硫反應步驟：

1. 冷卻與除塵

燃煤在鍋爐內燃燒所產生的煙氣經靜電集塵器作粒狀汙染物之集塵處理後，藉IDF及BUF之力將含SO₂之煙氣(溫度約 165°C)送入煙氣冷卻器冷卻降溫至 113°C，再經除塵塔除去殘留之煙塵Cl⁻及F⁻等雜質。分離之煙塵Cl⁻及F⁻使漿液之濃度提高，PH值降低(PH值約 1~3)不可直接排放。故此酸性漿液利用循環泵小部份再循環噴入除塵塔使用，大部份經飛灰凝聚處理後再送至WWT系統處理。

8. 吸收與氧化

除塵後之煙氣經除塵塔出口除霧器除去附著在煙氣之小水滴後，進入吸收塔。吸收劑漿液利用循環泵由塔上方經噴嘴噴入與煙氣中SO₂進行反應形成亞硫酸鈣(CaSO₃·1/2H₂O)。塔底再以氧化空氣鼓風機打入夠量空氣，使亞硫酸鈣完全氧化成硫酸鈣(CaSO₄·2H₂O)。如此，經除硫處理之煙氣流入吸收塔及加熱器除霧器除去附著在煙氣之水滴後，進入加熱器。

9. 再熱

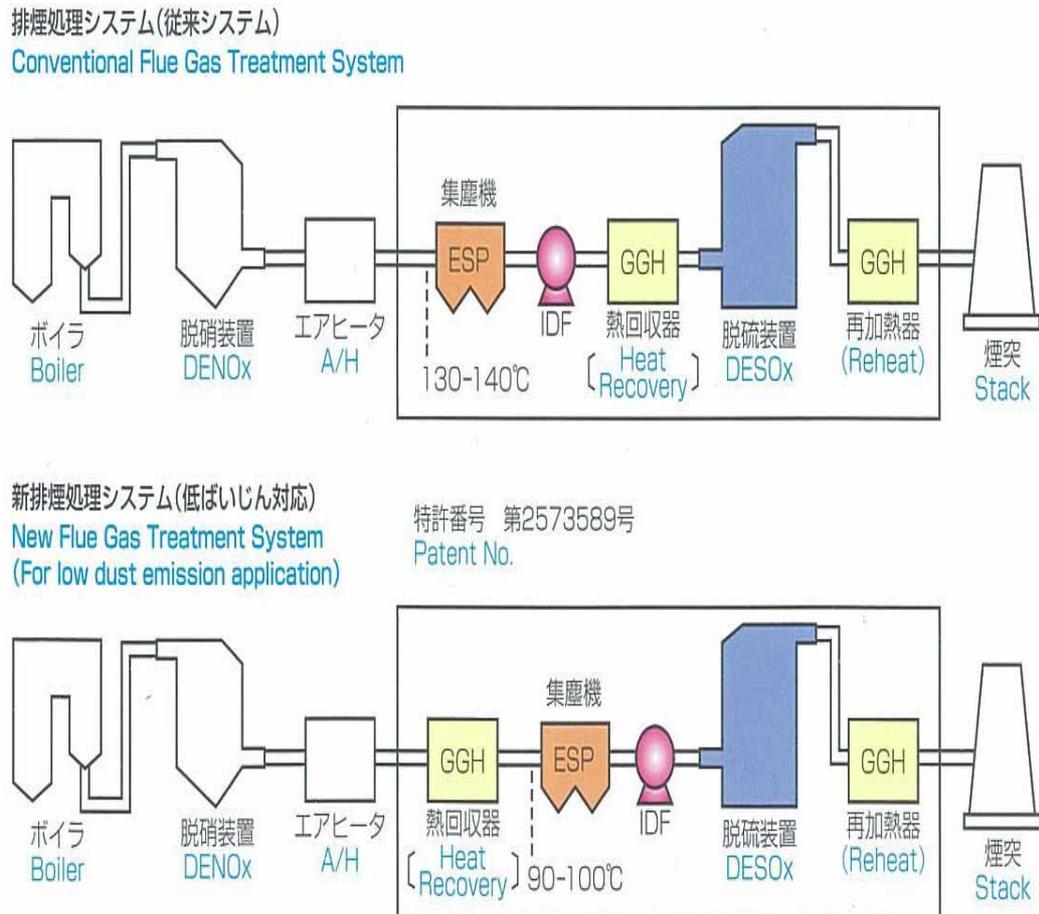
經吸收塔除硫之煙氣溫度(約 50°C)，若直接排放除會產生白煙外，亦因煙氣溫度在露點(Dew Point)以下成液態硫酸而腐蝕煙囪或煙道，故為防止酸蝕問題，需將煙氣利用煙氣加熱器再行加熱，提高煙氣溫度至 100°C，再由煙囪排放至大氣。

10. 石膏生成

懸浮固體含量約 10~12%之石膏漿液，利用吸收塔循環泵打至石膏脫水處理系統，經脫水處理後懸浮固體含量 45~55%之石膏漿液由一次脫水旋風分離器之底部流進過濾器飼給槽，由飼給泵打至真空皮帶過濾機製成純度 95%以上，含水量 8~10%之石膏製品。再利用輸送帶將石膏運送至石膏儲存區暫時儲存，部份石膏漿液送回吸收塔再循環使用，提高石膏品質及純度。

(1.4) 傳統及新式的排煙處理系統，如圖二十六：

BHK 已發展出一種包含 ESP，FGD 工場及 gas-gas heater 的新式排煙處理系統。它能有效的處理排煙，以致處理系統能使灰塵放射量保持在嚴格的規則內。BHK 新式排煙處理系統早已在日本取得專利。



圖二十六：傳統及新式的排煙處理系統

新式排煙處理有下列特質：

1. 較低的 ESP 容量
2. 增加石膏的純度
3. 較低的煙囪放射量
4. 較低的 ID-fan 容量及動力消耗量

二、參訪泵浦製造商 TORISHIMA PUMP MFG. CO., LTD. :

(一) 公司簡介： TORISHIMA PUMP MFG. CO., LTD. 於 1919 年 8 月 1 日建立，在中國（北京）、香港、越南、新加坡、馬來西亞、印尼、中東、卡達、英國及美國均設有辦公室，到 2007 年 3 月員工共 868 人。商業範圍包括（1）泵：用於能源工業、海水淡化、城市用水、工業用水、排水設備、農業、防洪、港口設備、化學／石油化學工業、區域的加熱及冷卻、一般工業（2）新的能源：風力發電、小型及微量的水力發電、生質氣體共生（3）環境：水處理、廢棄物處理（4）客服：施工、服務、維修、提供答案。

(二) 主要產品有下列：

1. End Suction Volute Pump
2. Pressing Stainless Motor Pump
3. Inline Pump
4. Vertical Volute Pump
5. Volute Casing Pump with Double Flow Impeller
6. Horizontal and Vertical Mixed-Flow Impeller Pump
7. High Pressure Centrifugal Pump (Vertical and Horizontal)
8. Bore Hole Pump
9. Submersible Motor Pump for Deep and Shallow Well
10. Horizontal and Vertical Tubular Casing Pump with Axial Propeller
11. Vertical Double Suction Barrel Pumps
12. Mixed-Flow Impeller Volute Casing Pump
13. Vertical Volute Casing Pump , with Mixed Flow Impeller
14. Tubular Pump
15. Submersible Motor Pump with Axial-or Mixed-Flow Impeller
16. Self Priming Pump
17. Westco Pump
18. Low Pressure Centrifugal Pumps for Heat Transfer Oil
19. Heat Transfer Medium Circulating Pump

- 20.Hot Water Circulating Pumps
- 21.Process Pump
- 22.Process Pump to API 610
- 23.Stainless Pump
- 24.Process Pump to ISO 2858
- 25.Pulp Pump
- 26.Ceramic Pump
- 27.Chemical Vertical Volute Pump
- 28.Recirculation Pump
- 29.Non-Clogging Centrifugal Pump
- 30.Vertical Non-Clogging Pump
- 31.Non-Clogging Process Pump
- 32.Vertical Bladeless Pump
- 33.Volute Pump with Screw Impeller
- 34.Screw Pump
- 35.Submersible Motor Pump
- 36.Vacuum Pump
- 37.Multi Stage Turbine Pumps
- 38.Axial Split , Multi-Stage Volute Casing Pump
- 39.Booster Pump
- 40.Vertical Multi-Stage Pump

(三) 技術討論：

1. 給水泵 (Feed Pump)

給水裝置之規定：

- (1) 鍋爐須有二台以上的給水裝置，其單獨的給水能力都能達到鍋爐最大連續蒸發量以上。
- (2) 給水泵容量要大於鍋爐最大連續蒸發量 10~20%之程度，低壓鍋爐可達 2 倍左右。
- (3) 給水泵出口壓力要大於鍋爐最大連續蒸發量之壓力和給

水系統（管路、閥、加熱器、濾網）阻力損失及靜水頭之和，一般要多出 5~20%之餘度。

2. 液體之飽和蒸氣壓力：為使液體不產生蒸發作用之最小壓力。
3. 汽蝕 (Cavitation)：流體機械內部由於流速之增加，局部的壓力，在飽和蒸氣壓力以下時，此部份即產生蒸氣而出現空洞，此種現象叫做汽蝕。泵浦之汽蝕會引起泵之性能下降，發生振動、噪音、材料之浸蝕 (Erosion)，對泵浦有害而無益，應極力避免其發生。

4. NPSH (Net Positive Suction Head)：

淨正吸入揚程：為討論泵浦汽蝕之重要數值，以液柱公尺表示。

NPSH 有兩種，即有效 NPSHa 與所需 NPSHr。

5. NPSHa (Available Net Positive Suction Head)

有效（可用）淨正吸入揚程：泵浦入口實際的絕對吸入揚程減去飽和蒸氣壓力的值，此值需由買方提供。

NPSHa = 葉輪入口之壓力 - 飽和蒸氣壓

= (大氣壓 - 吸入實揚程 - 吸入管路損失水頭) - 飽和蒸氣壓

= $(10 * P_a / \gamma - H_s - H_f) - 10 * P_v / \gamma$

= $10 * (P_a - P_v) / \gamma - H_s - H_f$

因 $H_s + H_f = H_{ts}$

故 $NPSHa = 10 * (P_a - P_v) / \gamma - H_{ts}$

NPSHa：有效（可用）淨正吸入揚程，m

P_a ：大氣壓， kg/cm^2 abs（絕對壓力）

P_v ：在某溫度下揚液之飽和蒸氣壓， kg/cm^2 abs（絕對壓力）

H_{ts} ：吸入全揚程，m

H_s ：吸入實揚程（押入揚程時為負），m

H_f ：吸入管路損失水頭，m

6. NPSHr (Required Net Positive Suction Head)

泵浦所需淨正吸入揚程：在固定轉數下，泵浦良好運轉所需之吸入揚程，亦即設計流量進入泵送葉片區域而不產生氣化所需

的揚程，此值需由泵浦製造商提供。

(1) 按吸入比速率之方法

$$\text{NPSHr} = ((N * Q^{1/2}) / N_{ss})^{4/3}$$

N_{ss} ：吸入比速率，一般設備之值為 1,200

Q：水量， m^3/min

N：回轉數，rpm

7. 汽蝕之防止（本公司 NPSH 的限制）：

$$\text{NPSHa} - \text{NPSHr} \geq 0.3 \text{ m or}$$

$$\text{NPSHa} - \text{NPSHr} > 10\% \text{ NPSHa (兩者取大者)}$$

$$\text{NPSHa} - \text{NPSHr} < 0.6 \text{ m 須作 NPSH Test}$$

NPSHa 與 NPSHr 不能滿足上述條件，可由下列方向改善：

- a. 提高液面高度
 - b. 降低泵浦位置
 - c. 利用虹吸筒
 - d. 降低液體溫度
 - e. 加大吸入管線口徑
 - f. 更換管材
 - g. 配管簡單化
 - h. 使用較低轉數之泵浦
 - i. 使用雙吸式葉輪
 - j. 使用較大葉輪眼之泵浦
 - k. 使用誘導器
 - l. 使用加壓泵浦
8. ΔH ：一般設計時，系統中考慮的是壓力，泵浦進出口端之壓力差先決定後，再計算泵浦進出口端之揚程差。泵浦因性能與壓力較無關，泵浦性能特性曲線主要是泵量與揚程關係圖，液體比重高時，所需馬力高。

泵浦進出口端之壓力差 $\Delta P = \text{出口壓力} - \text{進口壓力}$ 。

泵浦進出口端之揚程差 $\Delta H = \Delta P / \text{sp.gr.}$

公制(SI units)： $\Delta H(M)=\Delta P(\text{kg}/\text{cm}^2)/\text{sp.gr.} * 10$

英制(US customary units)： $\Delta H(\text{ft})=\Delta P(\text{psi})/\text{sp.gr.} * 2.31$

9. 泵浦軸馬力 (BHP) (kw)

$$\text{BHP} = (Q * H * \gamma) / (4.56 * \eta)$$

Q：水量 (m^3/min)

H：揚程 (m)

γ ：比重 (g/cm^3)

η ：效率 (%)

10. 所需馬達馬力 (MHP) (kw)

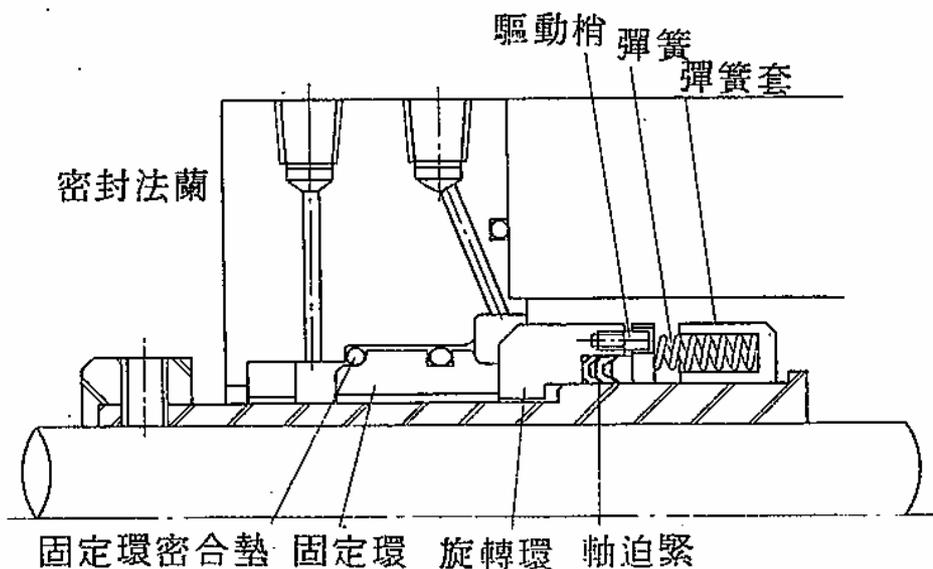
$$\text{MHP} = \text{BHP} * \text{動力餘裕係數} (\alpha)$$

BHP=19kw 以下時， α 取 1.25

BHP=22~55kw 時， α 取 1.15

BHP=75kw 以上時， α 取 1.1

11. 機械軸封 (Mechanical Seal)，如圖二十七：



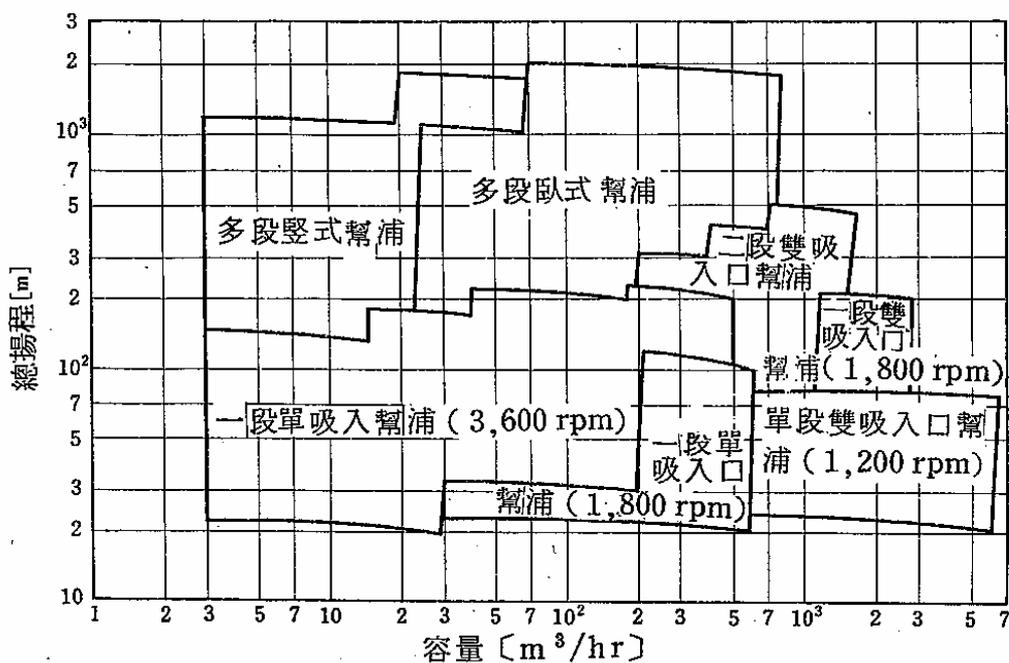
圖二十七：機械軸封之構造

機械軸封在填函蓋迫緊 (Gland packing) 的對比下，有下列之優劣點：

- (1) 幾乎可將洩漏量控制於 0。
- (2) 壽命長，一般可供連續使用 1-2 年。
- (3) 軸或軸套 (Sleeve) 幾乎完全不發生磨損。
- (4) 密封滑動面之磨損量很小，發生少量磨損時，能自動調整。
- (5) 摩擦面小，滑移面能使用摩擦係數較小之材料，因此動力消耗量頗小。
- (6) 能作高速旋轉。
- (7) 可用於密封壓力頗高之泵浦，最大能耐 140 kg/cm^2 之壓力。
- (8) 構造複雜，因此組件精密度須高。
- (9) 最初成本頗高，但壽命亦頗長，就長期的觀點而言，造價頗低廉。
- (10) 發生洩漏時，無法像填函蓋迫緊一般加倍鎖緊，因此必須更新機械軸封組件。
- (11) 更換機械軸封時，須分解泵浦之一部份。

如上所述，機械軸封與填函蓋迫緊各有長短，但由於其幾乎無洩漏之處，且壽命長，因此一般均使用機械軸封。

11. 60Hz 地區之離心式泵浦適用範圍，如圖二十八：



圖二十八：60Hz 地區之離心式泵浦適用範圍

(四) 審標時應注意事項：

- (1) 廠商是否依照指定的規範設計的泵浦。
- (2) 由泵浦性能特性曲線，注意流量及揚程，依API Standard 610 10th/ISO 13709，5.1.14 泵浦合適操作範圍為最佳效率流量的70%~120%，而額定流量須在最佳效率流量的80%~110%範圍內。
- (3) NPSHa 需大於 NPSHr，本公司 Engineering Standard PS-16.0002 Engineering Specification for Centrifugal Pumps 規定 NPSHr 需小於 NPSHa 至少 10% * NPSHa 或 0.3m（兩者取大者）。
- (4) 在額定流量下，最大泵浦葉輪直徑的揚程須比原來選定泵浦葉輪直徑的揚程高出 5%。（依API Standard 610 10th /ISO 13709，5.1.6）。
- (5) 注意泵浦最大容許工作壓力至少為最大出口壓力加 10%最大差壓。（依API Standard 610 10th /ISO 13709，5.3.5）注意進出口法蘭等級耐壓是否滿足最大容許工作壓力。
- (6) 廠商泵浦使用材料等級，是否有更改與原規範不同。
- (7) 最小連續流量(minimum continuous flow)是否低於正常操作流量(normal flow)。
- (8) 廠商使用驅動設備（馬達或透平機）馬力數是否足夠，泵浦可由額定流量、揚程及其比重等資料計算：

水馬力（pump output or pump hydraulic horsepower）（hp）

$$= Q \text{ (gpm)} * \Delta H \text{ (ft)} * \text{sp.gr.} / 3960$$

BHP (pump input or pump brake horsepower)

$$= (\text{pump hydraulic horsepower}) / (\text{pump efficiency})。$$

馬達馬力數 = BHP x (110%~125%)。（依API STD 610 10th /ISO 13709，6.1.3 規定percentage of rated pump power）

(9) 其他可參考以往個案工程規定之廠商預審表。

肆、心得與建議

桃廠 4 號鍋爐投資計畫為增建乙座 4 號高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x)、脫硫設備等相關污染防治設施，以提升桃園煉油廠蒸汽、電力供應系統之可靠度，及作為 1 號或 2 號或 3 號其中乙座鍋爐歲修或開放檢查或故障檢修時之備載容量，確保煉製工場正常生產，降低生產成本，減少停爐損失，及改善環境品質。本次奉派出國，由統包工程得標廠商建成機械公司聯繫 Babcock-Hitachi K.K.及 TORISHIMA PUMP MFG. CO., LTD. 安排此次參訪高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x)、及泵浦行程。建成機械公司在高壓鍋爐及附屬設備之統包工程經驗豐富，曾建造不少高壓鍋爐，對相關設備製造商頗瞭解，因而該公司對國外設備之採購規範訂定較完整，故本公司工程人員到國外時能加速對設備設計、安裝及交貨時程審查工作較能深入瞭解及完成本興建工程。本次與高壓鍋爐及附屬設備、煙氣脫硝設備 (De-NO_x) 及脫硫設備製造商 Babcock-Hitachi K.K. 討論後，對高壓鍋爐本體種類之選擇及附屬設備如汽水鼓與泥水鼓、供水鼓、爐膛、過熱器、再熱器及省煤器、空氣預熱器及蒸汽空氣加熱器、燃燒裝置、煙氣脫硝及脫硫的構造、設計、規範及製造過程有進一步的瞭解。與泵浦製造商 TORISHIMA PUMP MFG. CO., LTD. 討論後，對泵浦更能瞭解其設計規範及製造過程，對日後請購規範及操作狀態改變時之壓力、容量、馬力數等計算能充分瞭解，且對建成機械公司於設計、採購規範時能適當提出意見。