

出國報告（出國類別：洽公）

洽大林電廠集塵設備設計製造廠家
訪談空污防制設備(集塵、脫硫、脫硝)
之介面整合工作

服務機關：台電公司 核火工處

姓名職稱：曾國楨、林衍森

派赴國家：日本

出國期間：100 / 12 / 14 ~ 100 / 12 / 20

報告日期：101 / 01 / 06

出國報告審核表

出國報告名稱：洽大林電廠集塵設備設計製造廠家訪談空污防制設備(集塵、脫硫、脫硝)之介面整合工作。

出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
曾國楨 / 林衍森	水處理課長 / 煤運課長	台電公司 核火工處

出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>洽公</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)
------	---

出國期間：100年12月14日至100年12月20日 報告繳交日期：101年1月6日

出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備。 <input type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正,原因: <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9..本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表: <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他 _____ <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式:
--------------	--

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報告人	 	審核人		單位主管		主管處主管		總經理		副總經理	
-----	--	-----	---	------	---	-------	--	-----	---	------	---

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：洽大林電廠集塵設備設計製造廠家訪談空污防制設備(集塵、脫硫、脫硝)之介面整合工作。

頁數 15 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/人力資源處/陳德隆/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

曾國楨/台灣電力公司/核火工處/水處理課長/23229537

林衍森/台灣電力公司/核火工處/煤運課長/23229535

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他 (洽公)

出國期間：100/12/14 ~ 100/12/20 出國地區：日本

報告日期：101/01/06

分類號/目

關鍵詞：大林電廠更新計畫、空污、集塵設施

內容摘要：(二百至三百字)

大林電廠更新計畫係依據行政院環保署核定之環境影響評估報告結論及高雄市政府要求採取總量管制進行規劃設計，各項污染物排放均要求低於以往機組 3~5 年間之排放總量，尤其每部機之粒狀污染物換算後更低於 $7\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。為使計畫圓滿達到環評排放要求，新改建機組需針對高效率集塵、脫硫、脫硝設備之設計理念、新技術、新作法與專業技術廠家進行交流，並與廠家針對各項設備與介面整合進行協調，並對細部設計參數及圖面規劃工作互相交換意見，以為新機組規劃、設計之參考。

強化本公司與各專業廠家之資訊及新技術產品、電廠運轉心得之交流及合作，俾增進未來台電公司對於發電廠空氣污染等環保工程規畫之整體推動效果及願景。

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

目 次

壹、前言與目的.....	1
貳、過程與洽談概要.....	1
一、行程.....	1
二、MITSUBISHI 公司交流人員.....	2
三、洽談概要.....	2
1.發電廠煙氣處理設施整體佈置概要.....	2
2.各種煙氣處理單元.....	4
3.未來新技術發展趨勢.....	12
參、心得與建議事項.....	14
一、心得.....	14
二、建議事項.....	14

壹、前言與目的

大林電廠位處高雄市小港區鳳鼻頭大林蒲附近，舊機組建於 60 年代，已達使用年限，機械設備老舊且能源使用效率低，亟需採用最佳效率之 800 MW 超臨界燃煤火力機組取代，進行全面更新工作。

大林電廠更新計畫係依據行政院環保署核定之環境影響評估報告內容及高雄市政府要求之採取總量管制，各項污染物排放量均要求低於以往舊機組 3~5 年間之排放總量；環評結論先行核准興建兩部機組，尤其每部 800MW 機組之粒狀污染物（PM）換算後更低於 $7\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。為使本計畫圓滿達到環評排放要求，新設機組有必要派員赴空氣污染防制設備規劃製造之專業廠家針對高效率集塵、脫硫、脫硝設備之設計理念、新技術、新作法進行交流與討論，並與廠家針對各項設備之介面進行整合及協調，並對細部設計參數及圖面規劃工作互相交換意見，以為新機組規劃、設計之參考。

藉觀摩規劃建置中之超(超)臨界發電機組之各項空污防制設備預期運轉效果，相互比較設計差別，期使本公司規劃工作能臻於完善並達到環境影響評估報告要求，並提升強化本公司自主核心專業規劃技術能力。

加強本公司與各專業廠家之資訊及環保新技術產品發展趨勢、電廠運轉心得等之交流及合作，俾增進及達成台電公司對於發電廠未來空氣污染防制等環保工程規劃之整體推動效果及願景。

貳、過程與洽談概要

一、行程

12 / 14 往程 (台北松山→東京羽田→橫濱)

12 / 15 ~ 12 / 19 日本 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

12 / 20 返程 (橫濱→東京羽田→台北松山)

二、 MITSUBISHI 公司交流人員：

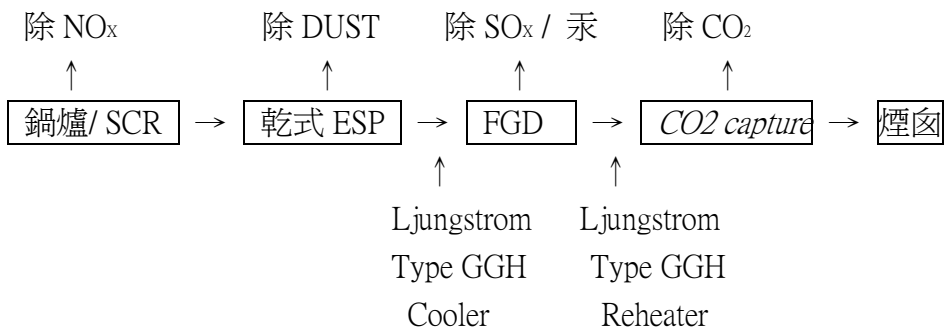
原動機事業本部 事業部長 石川雅雄 及
 原動機事業本部與機械、鐵構事業本部各技術人員
 渡邊健之、黑田康之、鈴木俊介、大石剛司、尾崎哲一、河合伸寬、
 衫山 透、岸本真也。

三、 洽談概要

1. 發電廠煙氣處理設施整體佈置概要：

A. 一般傳統式煙氣處理：

a. 流程排列：(註：除 CO2 尙未商業化)



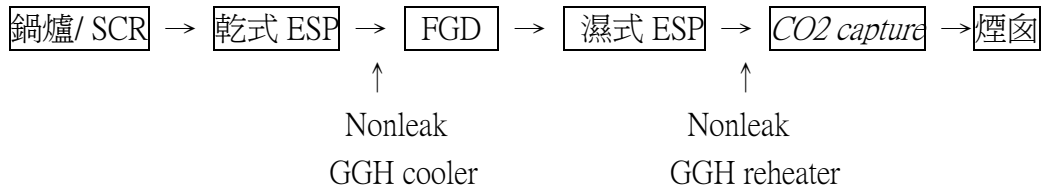
b. 預期效果：如下表所示

	鍋爐出口	ESP 出口	FGD 入口	FGD 出口	煙囪入口
煙氣溫度(°C)	135		90	50	90
SO ₂ (ppm)	1000			50	70(@2% leak)
SO ₃ (ppm)	<5	5		2	
煙塵 mg/ Nm ³	20000	100~150		22.5	30 (@5% leak)

B. 欲得較佳**除塵**效果之煙氣處理：

須增加濕式集塵器及將熱交換器由洩漏式(Ljungstrom type) 改為非洩漏式 (Nonleak type)。

a. 流程排列：

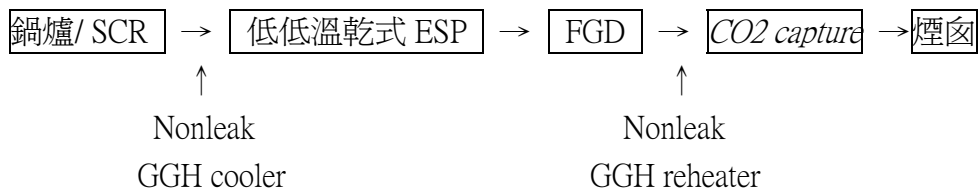


b. 預期效果：如下表所示

	鍋爐出口	ESP 出口	FGD 入口	FGD 出口	濕式 ESP 出口	煙囪入口
煙氣溫度(°C)	135		90	50		90
SO ₂ (ppm)	1000			50		50
SO ₃ (ppm)	<5	5		2	<1	<1
煙塵 mg/ Nm ³	20000	150		22.5	5	5

C. 欲得較佳**除硫**效果之煙氣處理：
須採用低低溫集塵設備(LLT- ESP)。

a. 流程排列：



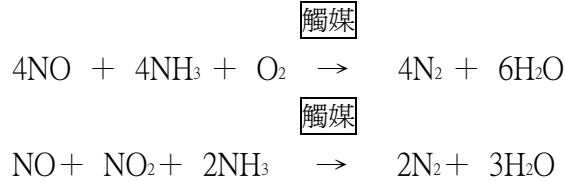
b. 預期效果：如下表所示

	鍋爐出口	ESP 入口	ESP 出口	FGD 出口	煙囪入口
煙氣溫度(°C)	135	90		50	90
SO ₂ (ppm)	1000			50	25
SO ₃ (ppm)	<5		<1	<1	<1
煙塵 mg/ Nm ³	20000		30	22.5	5

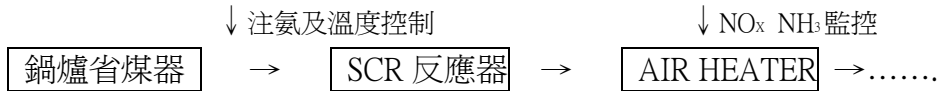
2. 各種煙氣處理單元簡介

A. 選擇性觸媒反應器(SCR)

- a. 觸媒反應原理：採用噴氨進行 NOX 還原反應如下：

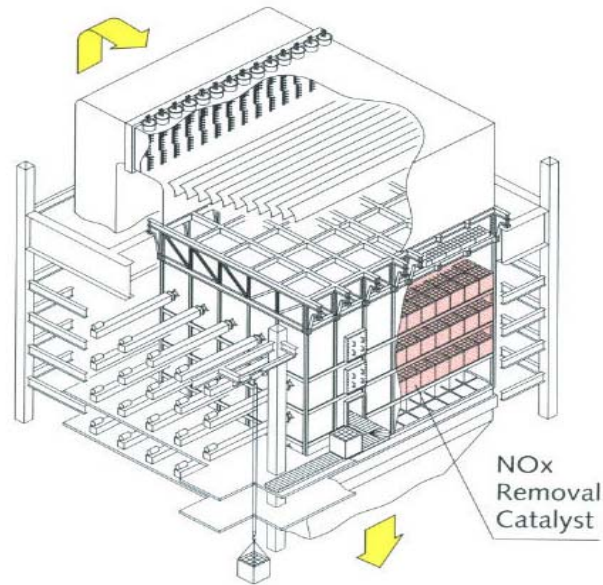


- b. 裝設位置：裝設於省煤器後及空氣預熱器前如下：



- c. 設計考慮：

- i. 省煤器設旁通煙道確保低負載運轉之最低溫度。
- ii. 注氨設備混合網格均勻化。
- iii. 觸媒形式（計分蜂巢式、板式、浪板式三類；三菱公司採蜂巢式，如次頁圖示）、孔徑選用及反應區塊設計。觸媒成份、配方及孔徑應考慮燃煤時，煤炭中引起觸媒中毒失效成份如 As、Ca、Alkaline 以及煤中硫份產生之 SO₂ 氧化之影響。SO₂ 經過觸媒且越高溫時越容易轉化生成副產物 SO₃，低溫時易於觸媒形成硫酸氫銨(NH₄HSO₄)及(NH₄)₂SO₄。
- iv. 觸媒最佳運轉溫度約 320~400°C，並利用省煤器旁通煙道維持最適當溫度。
- v. 對下游設備如空氣預熱器及煙氣熱交換器堵塞及腐蝕、熱交換片材料及吹灰器選用。
- vi. 為免裝設 SCR 產生壓降，如有需要應加裝引風機。



Structure of DeNOx System



B. 集塵設備

a. 傳統式乾式靜電集塵器（ESP）：

i. 原理：

利用 Corona 直流放電使粉塵帶負電荷後被吸往正電極收集板，經敲擊系統敲擊後漏入灰斗後運出。

ii. 適用範圍：

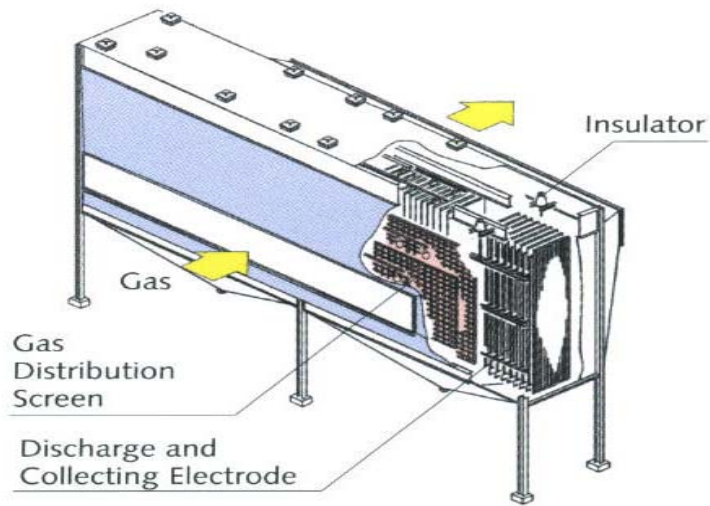
飽和煙氣溫度以上(130°C~160°C)，煙塵電阻 $10^4 \sim 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ ，煙氣中 SO_3 濃度不限制，出口煙塵濃度正常時約為 $5 \sim 20 \text{mg/Nm}^3$ 。

- iii. 其他：
固定式佔地面積大，僅敲擊系統為轉動元件。
- iv. 設計要點：
易受燃煤種類及性質影響須，考慮燃煤種類、鍋爐燃燒型式、煙氣條件、煙塵導電性質等，依照 Deutsch $\eta = 1 - \exp(-SCA \cdot W)$ 及 Matts $\eta = 1 - \exp\{(-SCA \cdot W_R)\}^n$ 等公式曲線圖示計算集塵面積 (SCA)或依下式換算集塵器尺寸

$$SCA = 2 \cdot N \cdot L \cdot H \cdot F$$

(N =gas path ， L= collection plate length ， H = collection plate width ， F= field)

- b. 低低溫靜電集塵器 (LLT — ESP) ：
 - i. 原理同傳統式乾式靜電集塵器，惟藉降低灰電阻係數增進除塵效率。
 - ii. 適用範圍：煙氣溫度 90°C~110°C 。
 - iii. 裝設位置：GGH COOLER 之後如前頁二~3~A 節 所示。
 - iv. 優點：佔地面積比傳統式乾式靜電集塵器小，惟廠商認為 GGH Cooler 變大，成本變高且材料均須耐酸腐蝕。
- c. 濕式靜電集塵器：
 - i. 原理同傳統式乾式靜電集塵器。惟清灰方式採噴水方式形成灰漿後運出，如次頁圖示。
 - ii. 適用範圍：飽和煙氣溫度以下，煙塵電阻不限，煙氣中 SO₃ 濃度限制 200 ppm 以下，出口煙塵濃度正常時約可能達 1mg/Nm³ 。
 - iii. 其他：集塵面積小，無轉動元件，水封性良好，必要時需設廢水處理設施，妥善管理時使用壽命較傳統靜電集塵器長。

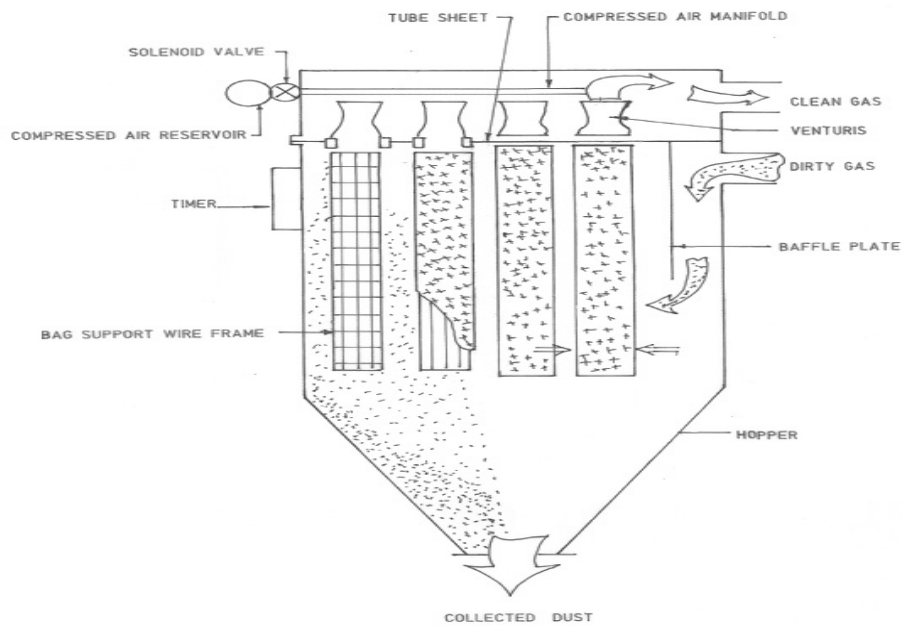


Structure of Wet-Type Electrostatic Precipitator

d. 袋濾集塵器 (BAG FILTER) :

i. 原理 :

採接觸性質分離煙氣中粉塵，不受煤炭種類影響，如下圖示。



ii. 濾袋材質性能比較表：

Generic name	Fiber	Max. Temp.		Acid resistance	Alkali resistance	Flex abrasion resistance	Relative cost
		Continuous (°C)	Surges (°C)				
Natural fiber cellulose	cotton	82	107	poor	Excellent	average	0.4
Polyolefin	P.P	88	93	Excellent	Excellent	good	0.5
Natural fiber protein	Wool	93	121	good	poor	average	0.8
Polyamide	Nylon®	93	121	poor to fair	excellent	excellent	0.6
Acrylic	Orlon®	116	127	very good	fair	average	0.7
Polyester	Dacron®	135	163	good	fair	excellent	0.5
Aromatic polyamide	Nomex®	204	218	fair	very good	very good	2.0
Fluorocarbon	Teflon®	232	260	excellent	excellent	fair	6.7
Glass	fiberglass® or glass	260	288	good	poor	poor to fair	1.0
Polymer	P84®	232	260	good	fair	fair	2.5
Polymer	Ryton®	191	232	excellent	excellent	good	2.5~4.0

iii. 設計要點：

考慮煙塵來源、處理煙氣量及成份、煙氣溫度、煙塵性質及性能要求、過濾速度、過濾有效面積（0.2~10 g/m²）等。

iv. 其他：

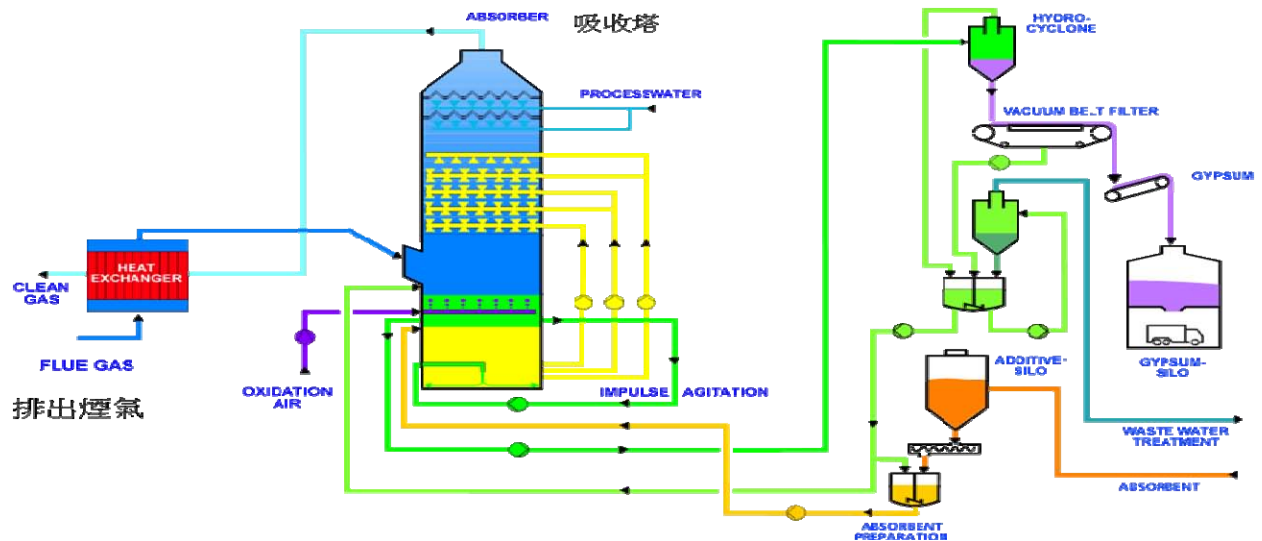
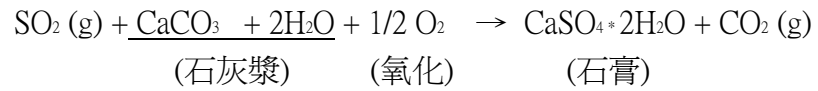
壓力降較大(100~200mmHg)，2~3年須定期更新濾布運轉成本較高。

C. 脫硫設備 (FGD)

a. 濕式石灰石法：

i. 原理：

利用石灰石漿液吸收煙氣中硫氧化物並生成石膏副產品，化學反應式如下：



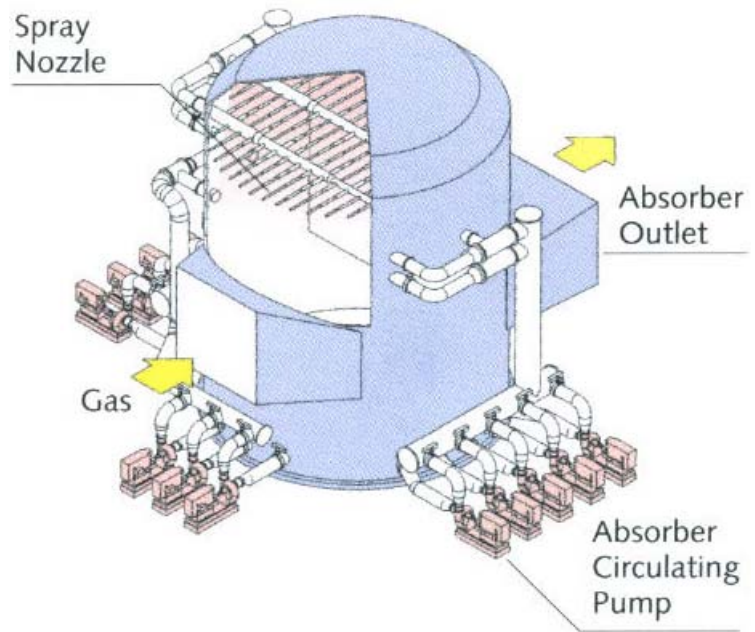
ii. 周邊設備：

除吸收反應槽單元(如次頁右圖示)外，約可區分下列數項操作單元，相關流程如上圖示：

- 煙道風門、煙氣熱交換器...。
- 石灰石研磨及石灰石粉調漿設備。
- 鼓風設施。
- 石膏分離、輸送、儲存設施。
- 廢水(化學混凝)處理設施。



Purity: not less than 95 %
Water Content: under 10 wt%



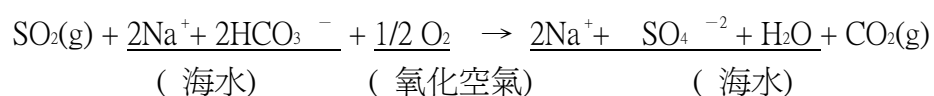
Structure of Absorber

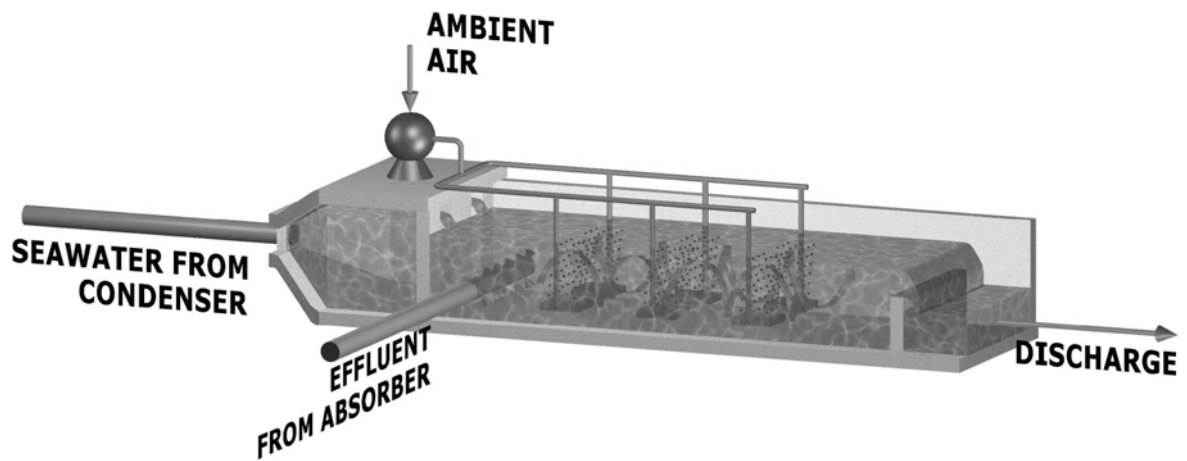
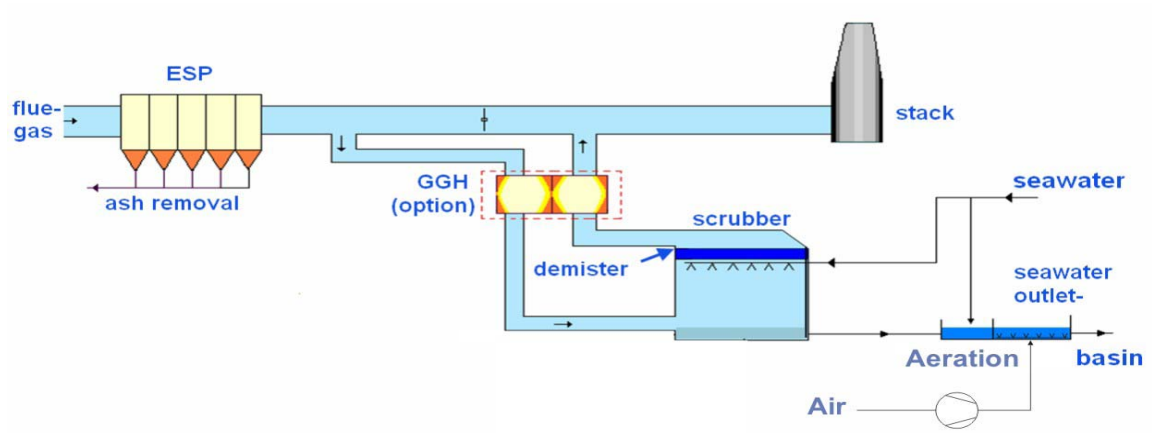
- iii. 副產品石膏用途：
視品質純度(如上左圖所示)可供水泥添加物、石膏板等用途，不良品則供填海造地…等使用。
- iv. 設計要點：
 - 使用材料應耐酸性腐蝕及粉粒磨蝕，一般採用 C276、6%Mo 不鏽鋼…等。
 - 避免生成物石膏堵塞結晶。

b. 海水法：

i. 原理：

利用海水中鹼性物質 HCO_3^- 中和煙氣中酸性物質並曝氣變成硫酸鹽及酸鹼 pH 值低於環評承諾值之 pH 6.8 後放流海洋，其化學反應及流程如下圖示：





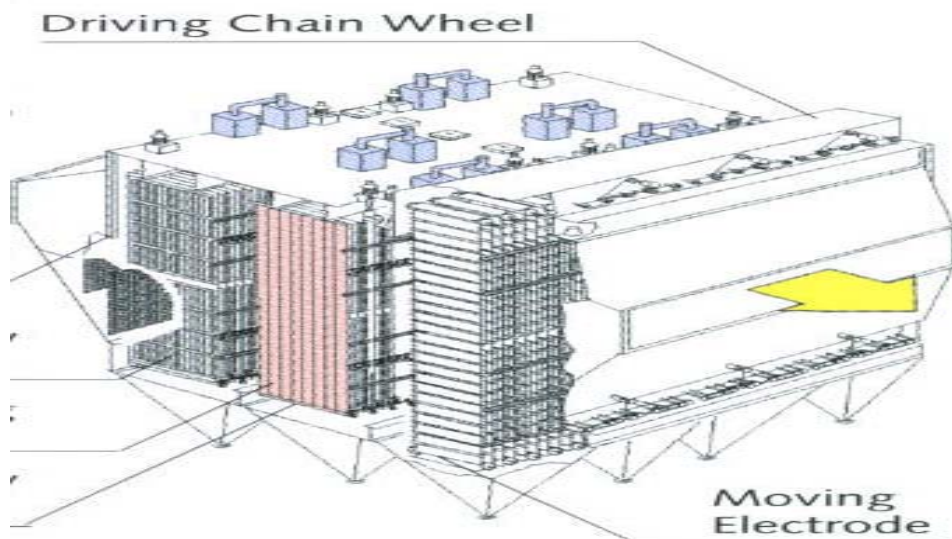
- ii. 海水法優點：
 設備簡單，無副產品，惟海水曝氣場地於不加藥情況下佔地甚廣約 100 m* 20m 以上。

3. 未來新技術發展趨勢

A. 混合式集塵器 (HYBRID) / 轉動式靜電集塵器(MEEP)：

a. 原理：

前段採傳統靜電集塵方式去除大部份粗粒煙塵，後段佐以袋濾式或轉動式集塵達到極低排塵濃度。轉動式集塵器構造如下圖示：

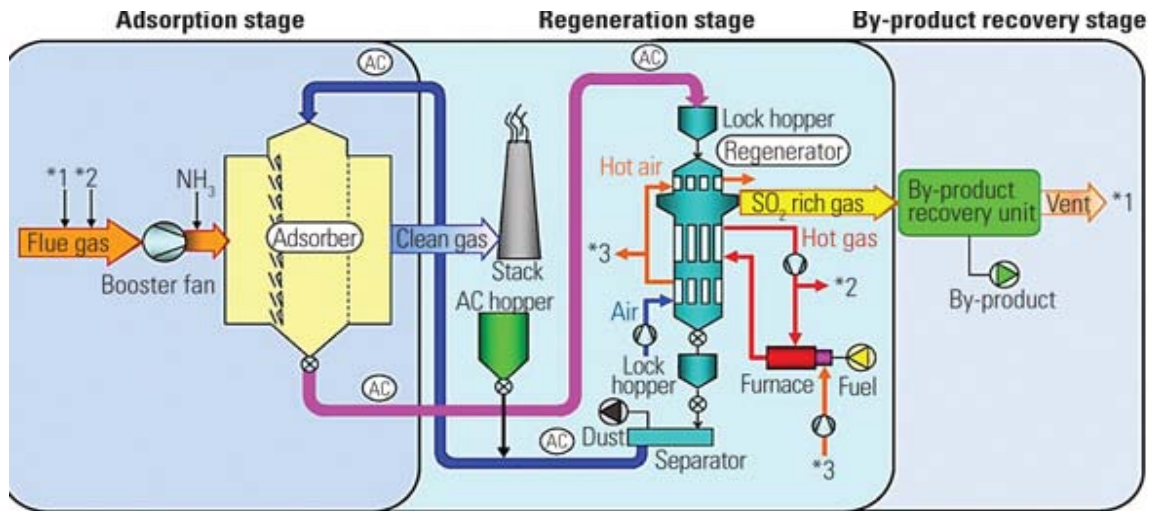


b. 優點：佔地面積小，達到極低環境保排放值。

B. ReACT：

a. 原理：

利用 Active Coke 於吸收槽內綜合性處理 SO_x (SO_2 、 SO_3)、 NO_x 、Hg、PM，流程如次頁圖示：

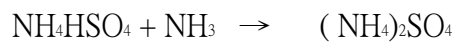
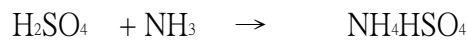


化學反應 如下：

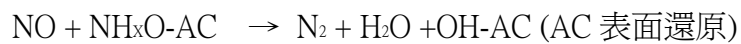
- i. 脫硫反應：於 Active Coke 進行吸收形成硫酸。



或銨鹽



- ii. 脫硝反應：



- iii. 除汞：煙氣中汞於吸收槽內被吸收，元素汞以離子或氧化物被移除。



- iv. 除塵：吸收塔槽亦可兼除塵設施，以維持低排塵濃度。
- b. 優點：
有效省成本多元污染防制設備（ SO_2 99%以上、 NO_x 20~ 80%、 Hg 90%以上、Dioxins），低耗能，佔地小，無需煙氣再加熱，高優質副產品，維修簡易…等。

參、心得與建議事項：

一、心得：

大林更新計畫空氣污染防治設備為達環境影響評估報告排放限值要求，設計上須揚棄舊思維，採用最現代、最先進、最佳化、最高效率之設備。惟各種設備涉及製造廠家商業機密、專利使用權限、設備選用…等，不易規劃制式統一流程供廠商遵循，故由廠家依其建廠使用經驗，自行搭配選用本計畫之空氣污染防治系統並整合其處理效果。

三菱公司於大林計畫目前暫時規劃採用傳統靜電集塵器而非低溫靜電集塵器或林口更新計畫選用之袋濾集塵器；詢其原因，告知因大林電廠之場地面積充足，採用傳統靜電集塵器即可達成規定目標值，唯仍屬初步規劃，後續將視需要再決定所採型式。

三菱公司未再發展使用 HYBRID 或 MEEP 於集塵新技術研發方面，SCR 已經有氨零洩漏率 ZERO LEAKTM 產品及有除汞(注入 Halogen)設計；惟除汞處理方式，係將反應生成物經由脫硫系統化學反應控制，與其他廠家不同多元移除如文所示 ReACT 有別。新技術或產品尚待法令頒佈施行，及商品化後，始有可能引進使用。

二、建議事項：

本次奉派出國洽公，透過與對方技術人員之意見交流過程中，了解到目前相關石化相關業間，不斷的對與環保有關議題持續做改善的研究，也不斷的有新的技術發展出來；故建議除利用廠商來台做新技術發表之時機了解、獲取新知外，能增加公司相關技術人員短期赴廠家技術交流、實地接觸現況的機會。