

台灣電力公司興達發電廠

興達電廠#1~4 機鍋爐連續沖放水回收

FGD 使用改善工程

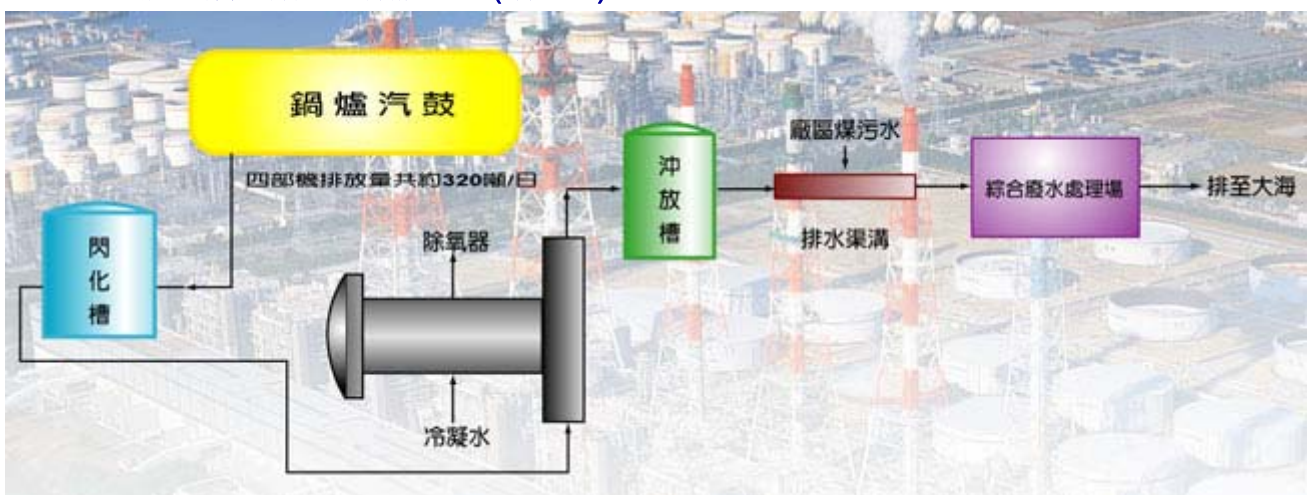
台電興達電廠/林興南

一、改善緣由及改善前現況

1. 興達#1~4 機汽力機組共裝置四部 500MW/550MW 火力燃煤鍋爐，使用經除礦處理後水質合乎要求之生水（自來水）為鍋爐爐水，當泵送至鍋爐汽鼓內部之爐水隨著蒸發而逐漸增加其懸浮物及溶解鹽類之濃度時，會引起汽水共騰或水垢鍋垢之現象，為防止此情形之發生必須排出部份爐水換入新的給水以降低其濃度。本廠採自動連續沖放方式來控制操作，使爐水沖放量降低，鍋爐運轉順利，減少熱損失。
2. 改善前鍋爐連續沖放水由鍋爐汽鼓排出，四部機每日約排放 320 噸，流經閃化槽、閃化槽熱交換器及沖放槽等設備，在鍋爐房排水渠溝混合部份廠區煤污水後流至綜合廢水處理場，經加藥處理待水質合乎排放標準再排放至大海，其流程如圖 1 所示。



►圖 1：鍋爐連續沖放水排放流程圖(改善前)



- 3.
4. 興達#1~2 機排煙脫硫(FGD)設備為濕式石灰石-石膏脫硫方式，裝設有除塵塔及吸收塔以除去煙氣中

之煙塵及硫氧化物，此系統在煙氣除塵脫硫過程需補充消耗大量生水以洗滌除塵，中和吸收硫氧化物並產生石膏副產品。補充至 FGD 系統之生水，除小部份沖放至廢水處理設備及被石膏副產品帶出系統外，其餘大部份均隨煙氣由煙囪蒸發排放。依廠家之設計，在 FGD 滿載通氣運轉時，FGD 每日約需補充 1,992 噸生水至系統使用，其消耗量可說相當龐大，尤其若遇夏季枯水期常造成發電機組用水調度困難，嚴重時 FGD 需停機因應，以渡過缺水期。

5. 經化驗鍋爐連續沖放水水質，發現其水量良好(酸鹼值 8.6~9.0，導電度 5 以下，矽土 0.2PPM 以下，氯鹽 0.3PPM 以下，磷酸鹽 0.5PPM 以下，濁度 10NTU 以下)，經評估對石膏品質應不會造成不良影響，故為節省 FGD 生水用量，降低 FGD 營運成本而將鍋爐連續沖放水回收至 FGD 系統使用。

二、改善規劃理念

本工程改善範圍牽涉甚廣，自鍋爐發電機組至 FGD 系統均需改善或增設新的管路、泵浦及儀電設備，同時須有機械、儀控及電氣等方面人力參與改善方可達成，故為使本工程可以最經濟、人力投入最少之情況來完成，經開會研討後，決定以下述改善規劃理念來執行。

1. 利用現有設備，不影響設備正常運轉，減少停機發電損失。
2. 不修改既有控制系統，以減少設備運轉複雜性。
3. 減少工程費用支出，降低人力成本。

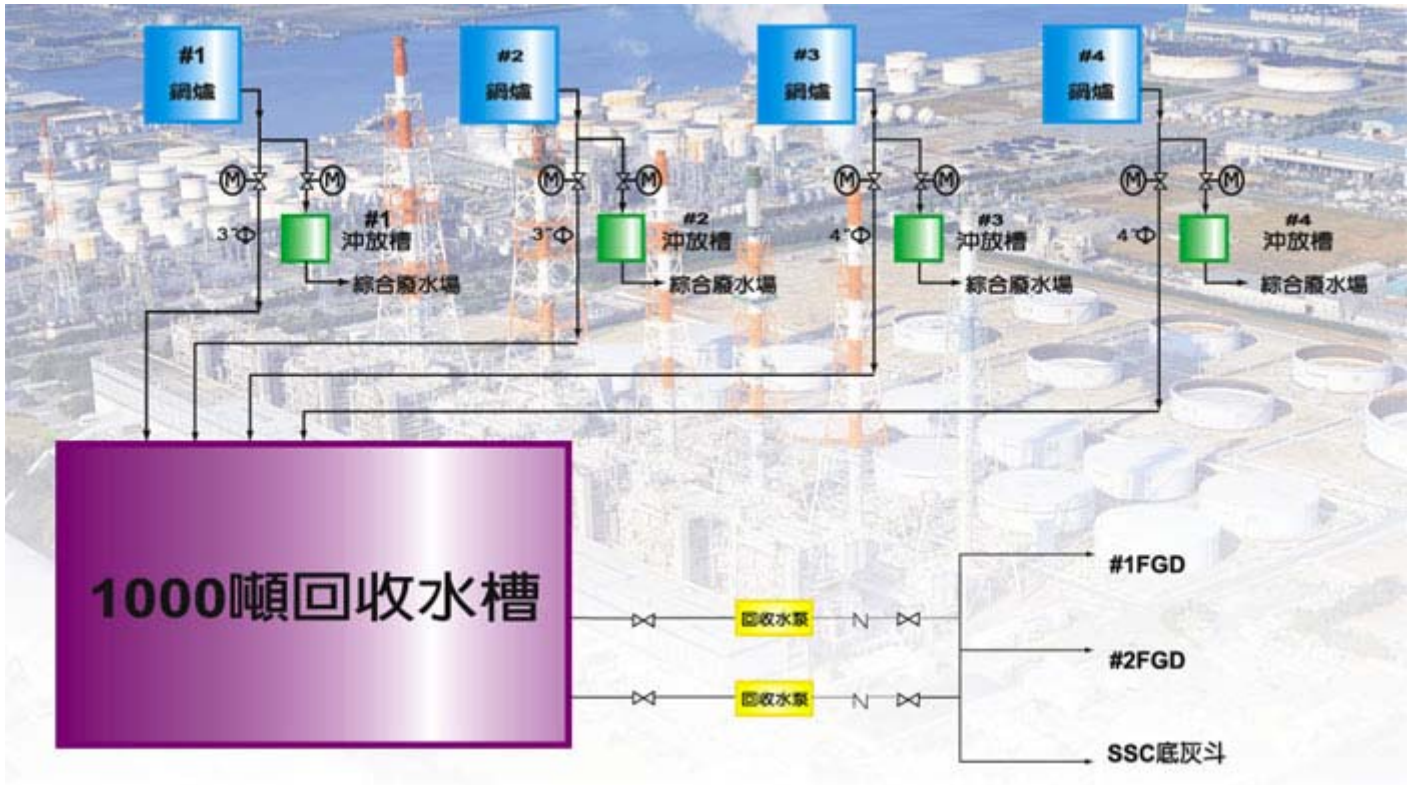
三、改善工作內容及經過

本工程自 88 年 11 月開始規劃設計至 90 年 10 月各項工作施工完成，鍋爐沖放水正式於 90 年 10 月底回收 FGD 使用，92 年 6 月回收水泵淨吸水須改善完成，共經歷 3 年餘之久，總工程費用為 5,178,660 元，相關改善或增設之設備及管路如附圖面及照片所示，其主要改善工作內容及經過分述如下：

1. 鍋爐沖放水排放至 1,000 噸回收水槽管路及隔離閥增設

(1) 因鍋爐起動停機期間，沖放水溫度太高(>80)不適合 FGD 回收使用，故需在每部機閃化槽及沖放槽之間增設電動隔離閥各 2 只，使鍋爐沖放水於鍋爐起動停機期間可由舊有沖放槽管路排放，而鍋爐正常運轉期間之沖放水則藉由新設管路回收，新設管路以 3 莖 X 及 4 莖 X 不銹鋼管裝配，共長 1,700M，管路裝設在汽機房屋頂，使鍋爐沖放水可藉重力自然流至 1,000 噸回收水槽儲存，其配置流程如圖 2 及照片一、二、三所示。

▶圖 2 鍋爐連續沖放水回收 FGD 使用流程圖



▶照片一：鍋爐沖放水排放管路及隔離閥增設情形

▶照片二：閃化槽與排放管路、隔離閥現場配置情形



(2)本項工作於 89.9.1 開工增設，89.12.2 竣工驗收，其工程費用為 573,000 元。

2. 1,000 噸回收水槽增建

(1)為增加儲水量將原有 500 噸廢水池拆除，擴建為一座 16.0M 長x 12.5M 寬x5M 高(地下深 1.2M)容量 1,000 噸之回收槽，使用 RC 混凝土鋼筋結構，槽頂架設樹脂浪板以防塵減低日曬，槽內設有水溫及液位控制裝置使回收水泵可自動起停，以增加 FGD 運轉可靠性，其構造如圖 3 及照片四、五所示。

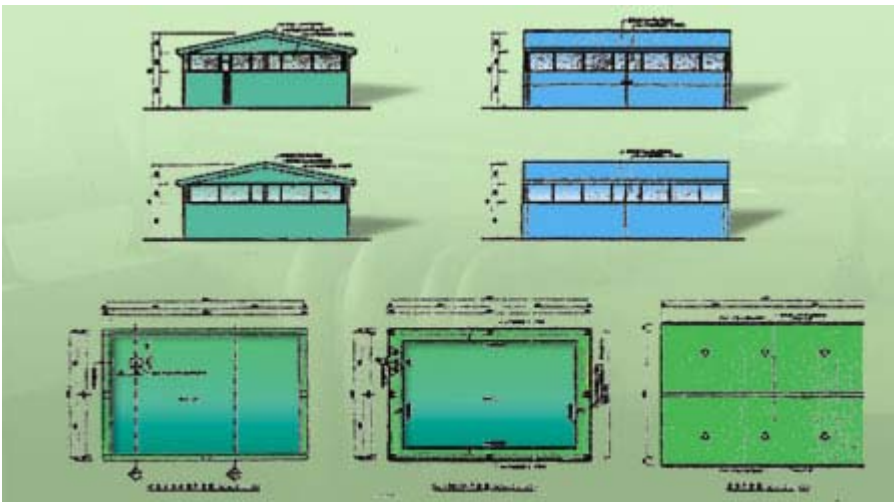
(2)本項工作於 89.5.18 開工增建，89.8.2 竣工驗收，其工程費用為 3,605,660 元。

3.回收水泵及管路增設

(1)增設馬力 40HP，揚程 30M，容量 3,000LPM，離心式回收水泵兩台，一台運轉，一台備用，另增設回收水泵進出口管路及相關管件以連通至#1/2 機 FGD 混合水槽及 SSC 底灰斗，其配置流程如圖 4 及照片六、七所示，如此使鍋爐沖放回收水可經由回收水泵及管路輸送至#1/2 機 FGD 系統使用。

(2)本項工作於 90.3.2 開工增設，90.3.26 竣工驗收，其工程費用為 872,000 元。

▶圖 3 鍋爐連續沖放水回收槽構造圖



▶照片三：改善前沖放水經沖放槽排放情形



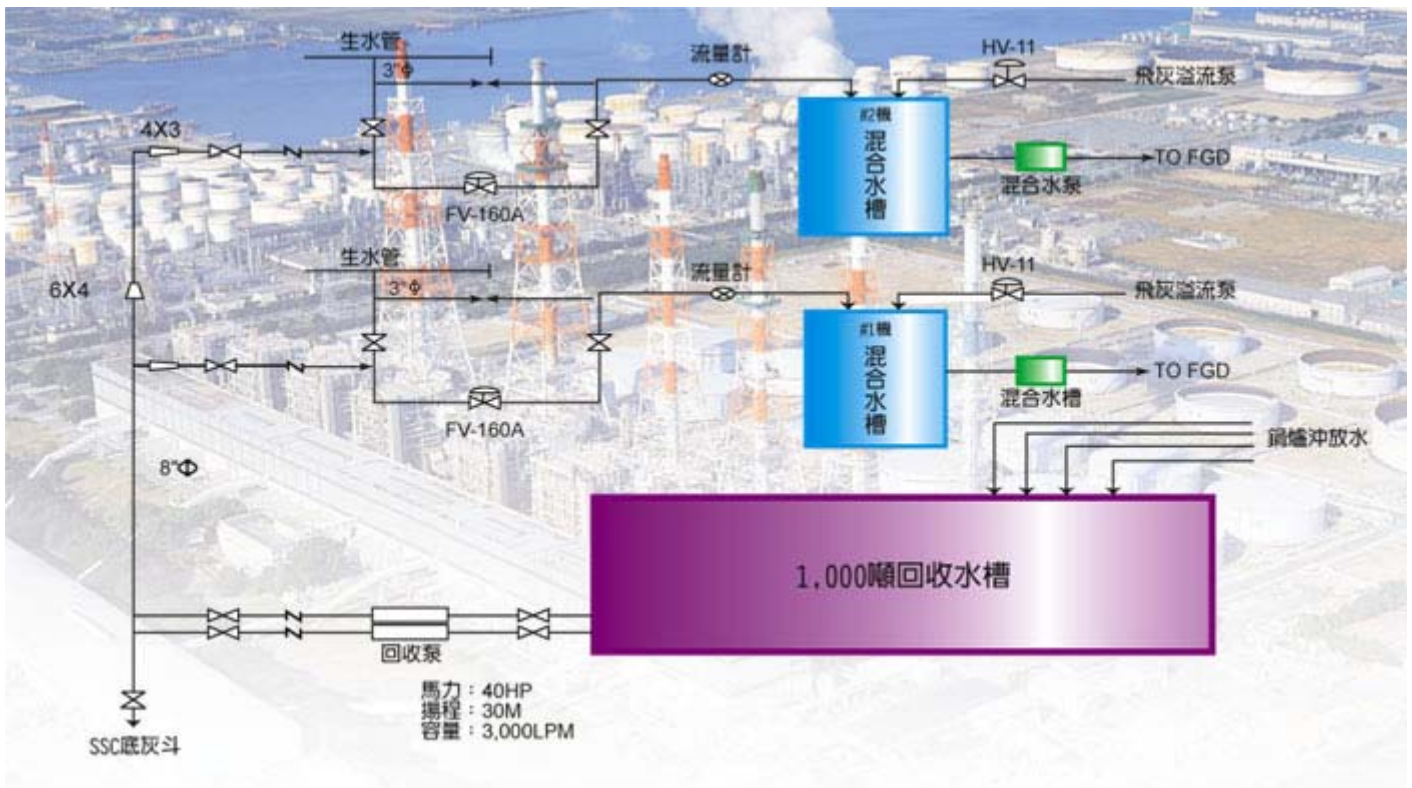
▶照片四：增建後 1,000 噸鍋爐沖放水回收水槽

▶照片六：回收水泵裝置情形

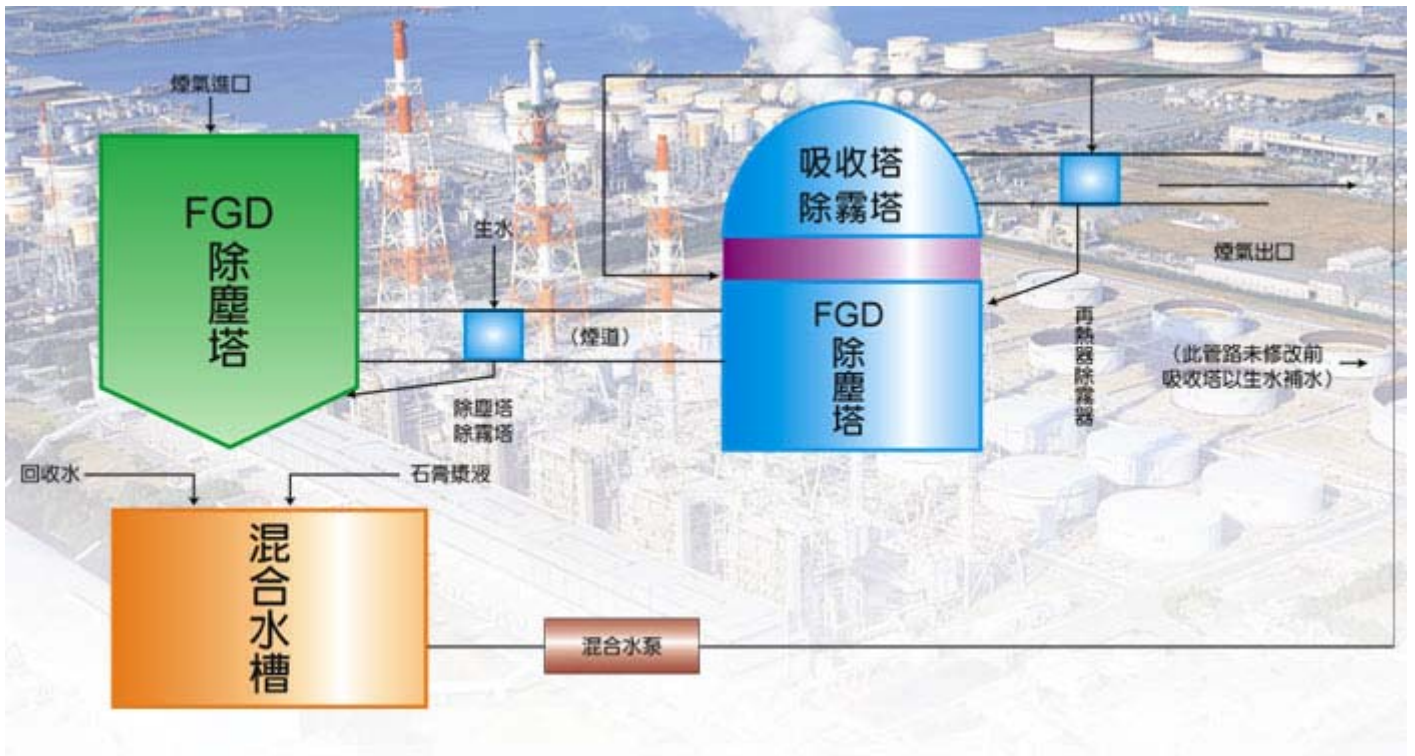
▶照片五：增建後 1,000 噸鍋爐沖放水回收水槽儲水情形



►圖 4 鍋爐連續沖放水回收 FGD 使用流程圖



►圖 5 FGD 混合水泵出口管路修改流程圖



▶照片七：回收水泵出口連通至 FGD 混合水槽情形



▶照片八：修改後 FGD 系統補水管路配置情形



4.FGD 系統管路修改

(1)鍋爐沖放水在 FGD 混合水槽內先與 FGD 系統石膏漿液按比例混合，產生稀釋作用後再將此混合水抽送至 FGD 吸收塔內使用，混合水泵出口管路及除霧器沖洗管路均需作局部修改，修改後配置流程如圖 5 及照片八所示。如此，FGD 吸收塔內部以混合水補水，FGD 除塵塔內以生水補水，以達減少生水用量之目的，同時尚可藉此減緩除塵塔結垢之形成。

(2)本項工作於 90.9.14 開工修改，90.9.26 竣工驗收，其工程費用為 98,000 元。

5.回收水泵淨吸水頭提高改善

(1)原回收水泵進口管路並未插深入 1,000 噸回收水槽底部，以致回收水泵進口插管深度不足，泵浦可資泵送液位偏高，使用效率不佳，為改善其淨吸水頭深度，乃將 1,000 噸回收水槽隔離排空，在回收水泵進口處配管插深約 0.8M，並重新設定泵浦自動跳脫液位，如此回收水泵可處理水量增加約 160 噸。

(2)本項改善於 92.6.23 開工，92.6.27 竣工，其工程費用約為 30,000 元。

四、改善效益分析

1.水資源效益

(1)本工程改善後鍋爐沖放水每日可回收 336 噸至每部機 FGD 使用。

(2)本工程改善後一年兩部機 FGD 節省生水用量為 $336 \text{ 噸} \times 365 \text{ 日/年} \times 2 = 245,280 \text{ 噸}$ 。

(3)本工程改善後節/用水百分比為 $(X-Y)/X \times 100\% = 336 \text{ 噸}/1,700 \text{ 噸} \times 100\% = 20\%$ X-Y：改善後每部機每日可節省生水量 X：改善前每部機每日生水用量(平均以 1,700T/D 計)

2.經濟效益

(1)鍋爐沖放水回收效益

a.本工程改善前鍋爐沖放水每日約排放 320 噸，未經回收直接排放至綜合廢水處理場，經廢水處理場排至大海，其加藥處理費用每噸為 12.5 元，一年所需費用為 $320 \text{ 噸} \times 12.52 \text{ 元/噸} \times 365 \text{ 日/年} = 1460,000 \text{ 元}$ 。

b.本工程改善後鍋爐沖放水可全部回收不需經廢水處理，其加藥處理費用為 0 元。 c.本項改善後一年之經濟績效為 146 萬元。

(2)FGD 生水用量節省效益 本工程改善後每日每部機 FGD 可節省生水用量為 336 噸，若每部機 FGD 全年均可通氣運轉，每噸生水費以 11.5 元計則本項改善後兩部機 FGD 一年之經濟效益為 $336 \text{ 噸/日} \times 365 \text{ 日/年} \times 11.5 \text{ 元/噸} \times 2 = 282 \text{ 萬元}$ 。

(3)減少空污費支出效益 本工程改善前於 88 年夏季枯水期因缺水之故而造成#1/2 機 FGD 分別停止通氣運轉 84 天及 55 天(合計 139 天)，改善後因生水用量減少，生水調度較為容易，FGD 不必因缺水而停機。若 FGD 停機無法通氣運轉，每日每部機增加空污費支出約 200,000 元(硫

份以 0.6%計)，則本項改善後兩部機一年之經濟績效為 200,000 元/日×139 天=2,780 萬元。綜合以上說明，本工程改善後一年之總經濟績效為 A+B+C=3,208 萬元。

3.無形效益

本工程改善後 FGD 運轉可靠率提高，硫氧化物(SOX)排放量相對減少，酸雨形成量減少，直接對本省高屏地區空氣品質有相當程度之改善，間接對整個地球生態、森林、農業及水產資源之傷害亦可減輕，其對環境保護之無形效益可說具有些許之貢獻。

五、結論

1.本工程回收鍋爐沖放水至 FGD 系統使用，經化驗分析並不影響石膏副產品之品質及純度，對本廠 FGD 運轉具有下列幾項效益：

(1)節省 FGD 生水用量，減少 FGD 營運成本，使本廠夏季缺水危機獲得舒緩。

(2)藉此回收水混合稀釋石膏漿液濃度，減輕石膏結垢之形成，使得困擾本廠許久之除塵塔結垢問題獲得部份改善。

(3)FGD 運轉可靠率提高，維護成本降低。

2.本工程自規劃設計、購料選定、發包施工至工程竣工、效益確認共經歷兩年餘之久，以最經濟之成本來完成此一相當複雜之改善方案，對本廠落實改善水資源有效利用，勵行省水措施，促進用水合理化等方面可說具有相當顯著的績效。