

出國報告（出國類別：實習）

超臨界發電機組水質診斷管理 及凝結水淨化技術

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：曹志明 化學資深研究專員

派赴國家：日本

出國期間：自 105 年 5 月 17 日至 5 月 25 日

報告日期：105 年 7 月 24 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：超臨界發電機組水質診斷管理及凝結水淨化技術

頁數:33 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台電 人資處/陳德隆/(02) 2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

曹志明/台灣電力公司/綜合研究所/化學資深研究專員/(02) 8078-2238

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：105 年 5 月 17 日至 5 月 25 日 出國地區：日本

報告日期：105 年 7 月 24 日

分類號/目

關鍵詞：超臨界、系統水、腐蝕、蒸汽、凝結水淨化系統

內容摘要：(二百至三百字)

本公司新建電廠如林口及大林電廠，已全面採用超臨界發電技術以提高機組效率及降低 CO₂、SO_x、NO_x 等有害氣體排放。由於超臨界發電設備所承受之溫度與壓力比現有亞臨界機組高出甚多，對於鍋爐飼水及系統水的要求皆高於以往標準，本公司確有必要精進凝結水淨化技術，減少管材腐蝕可能性以提昇機組運轉效率。另為善用資通訊技術進行水質線上診斷管理以確保發電機組順利運轉所需之必要水質，有必要至國外有經驗之公司參訪以建立水水質診斷管理相關技術。此次至日本 ORGANO 公司研習超臨界發電機組水質診斷管理及凝結水淨化技術(2016 年 5 月 17 日至 5 月 25 日)，作為本公司推動相關計畫的基礎。

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

目錄

| | |
|------------------------------------|----|
| 1. 目的 | 1 |
| 2. 研習行程 | 2 |
| 3. 水質診斷管理技術 | 4 |
| 3.1 機組系統水質管理..... | 4 |
| 3.2 機組的初始洗淨(Initial Clean-up)..... | 7 |
| 3.3 化學洗淨(Chemical Cleaning)..... | 7 |
| 3.4 異常狀況探討 | 9 |
| 3.5 水處理雲端管理系統規劃..... | 11 |
| 4. 凝結水淨化技術 | 14 |
| 4.1 凝結水淨化系統概述..... | 14 |
| 4.2 前置過濾器 | 17 |
| 4.3 凝結水淨化器 | 19 |
| 4.4 TACMINA 公司實習 | 31 |
| 5. 心得與建議 | 33 |

1. 目的

本公司新建電廠如林口及大林電廠，已全面採用超臨界發電技術以提高機組效率及降低 CO₂、SO_x、NO_x 等有害氣體排放。由於超臨界發電設備所承受之溫度與壓力比現有亞臨界機組高出甚多，對於鍋爐飼水及系統水的要求皆高於以往標準，本公司確有必要精進凝結水淨化技術，減少管材腐蝕可能性以提昇機組運轉效率。另為善用資通訊技術進行水質線上診斷管理以確保發電機組順利運轉所需之必要水質，有必要至國外有經驗之公司參訪以建立水水質診斷管理相關技術。此次至日本 ORGANO 公司研習超臨界發電機組水質診斷管理及凝結水淨化技術(2016 年 5 月 17 日至 5 月 25 日)，作為本公司推動相關計畫的基礎。

2. 研習行程

此次研習行程係為增進超超臨界機組水處理及凝結水淨化器相關研究績效，請核能火力發電工程處協助參加”林口電廠更新計劃中的凝結水淨化系統的海外訓練”部分行程(5/17-5/25, Course No. 13 of Overseas Training Schedule 2016 2nd Batch(MC Portion))，課程如下圖所示。

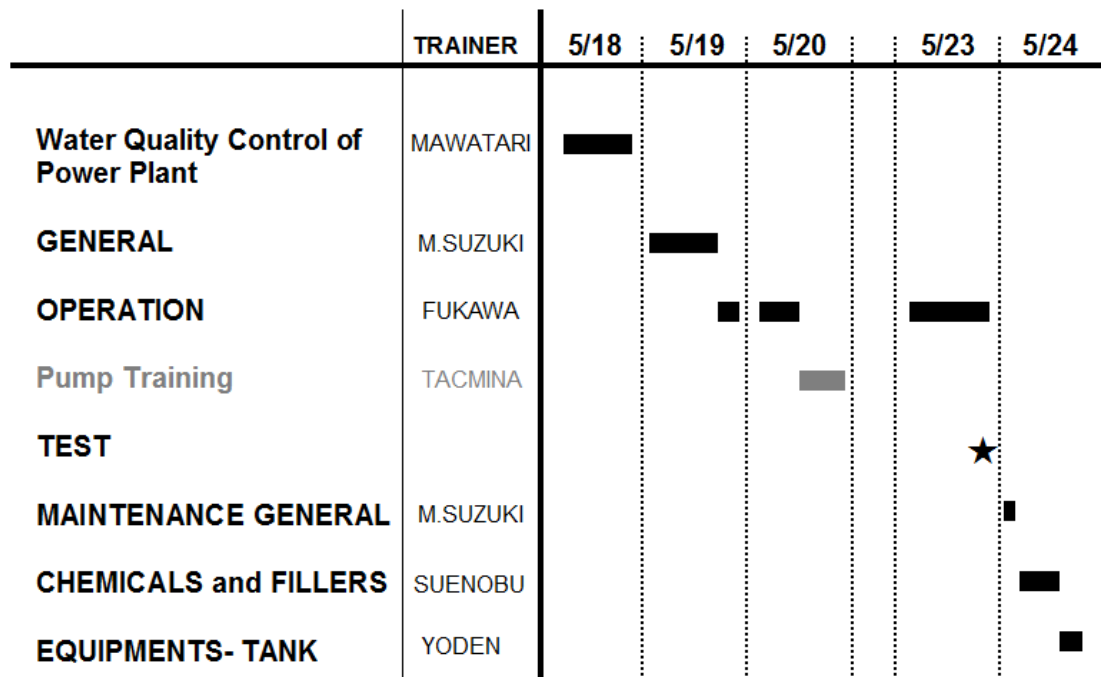


圖 1. 研習行程表

表 1. 赴日本實習行程概要表

| | |
|---------------|-------------------------|
| 105 5/17 | 往程 (台北→東京) |
| 105 5/18-5/24 | 研習超臨界發電機組水質診斷管理及凝結水淨化技術 |
| 105 5/25 | 返程 (東京→台北) |

日方訓練導師為 Masahiro Suzuki (General)、Jumpei Fukawa (Operation, R&D)、Mitsuru Yoden (Basic Design)和 Yusaku Suenobu (Maintenance)



圖 2. 日方訓練導師及參加學員

凝結水淨化系統的探討範圍如下圖虛線所示範圍，主要為前置過濾、淨化系統及離子交換樹脂還原系統，並不及於取樣系統及後續的廢水處理等。

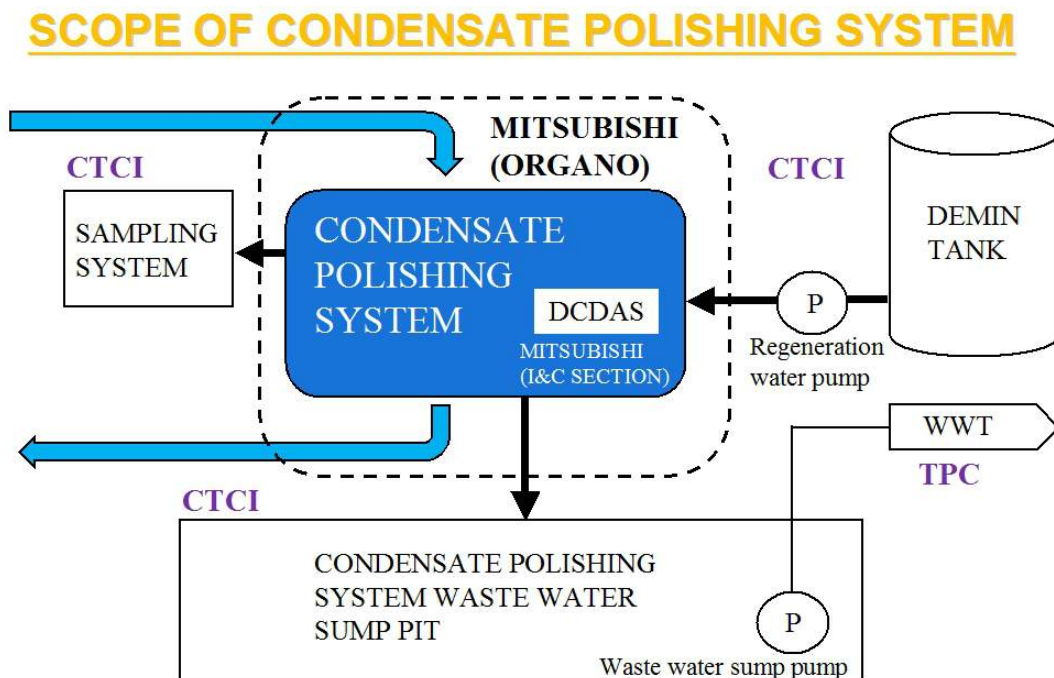


圖 3. 凝結水淨化系統的探討範圍[日本 Organo 公司]

3. 水質診斷管理技術

3.1 機組系統水質管理

系統水水質控制的目的是在於，儘量減少機組中沈積物和腐蝕的可能性，進而達成以下的目標

- 提升運轉的安全性和可靠性(Safe and Reliable Operation)
- 提升機組的可用率(Increased Unit Availability)

系統水質不佳可能引發的問題如下圖所示，其中特別提示機組中不同位置可能發生的各種問題，如再熱器和過熱器可能發生過熱或是應力腐蝕等問題，而在高壓加熱器及省煤器則可能因結垢物的沈積使壓差增加等等。

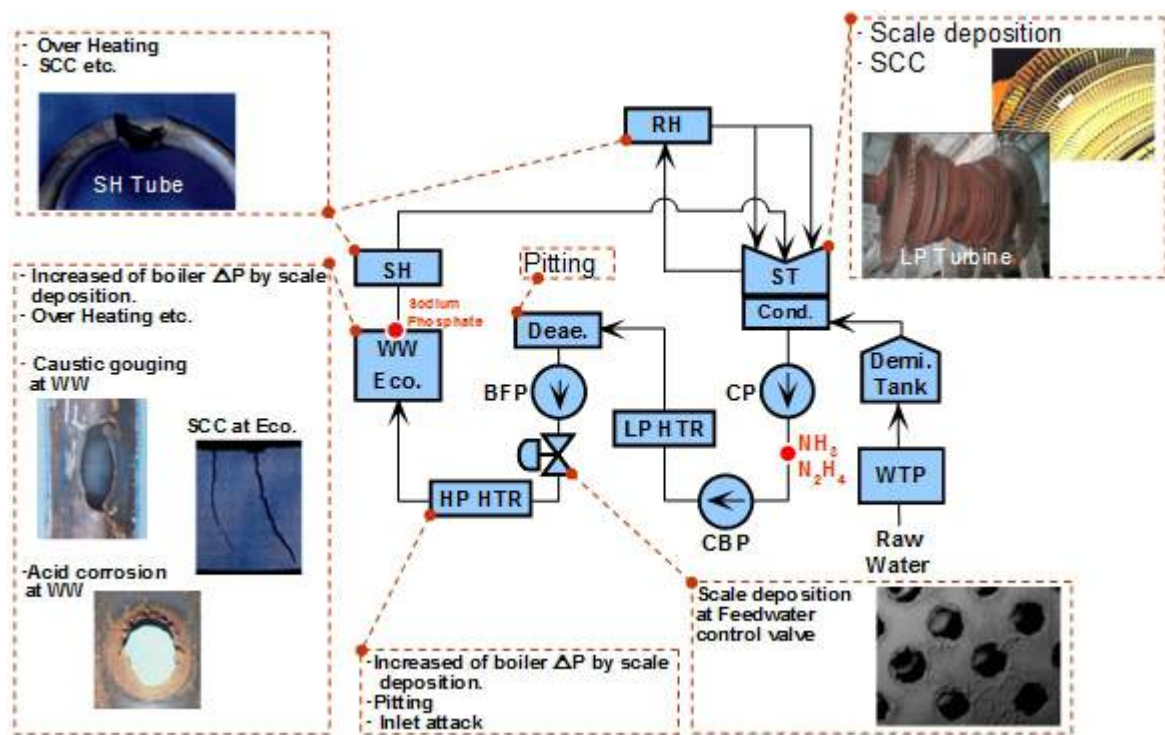


圖 4. 系統水質不佳可能引發的問題[日本 Organo 公司]

如下圖所示，導致機組腐蝕的主要因子包含溶氧量、pH 值和補給水的純度，次要因子則包含溫度、材料的選用、流量和加藥控制等。

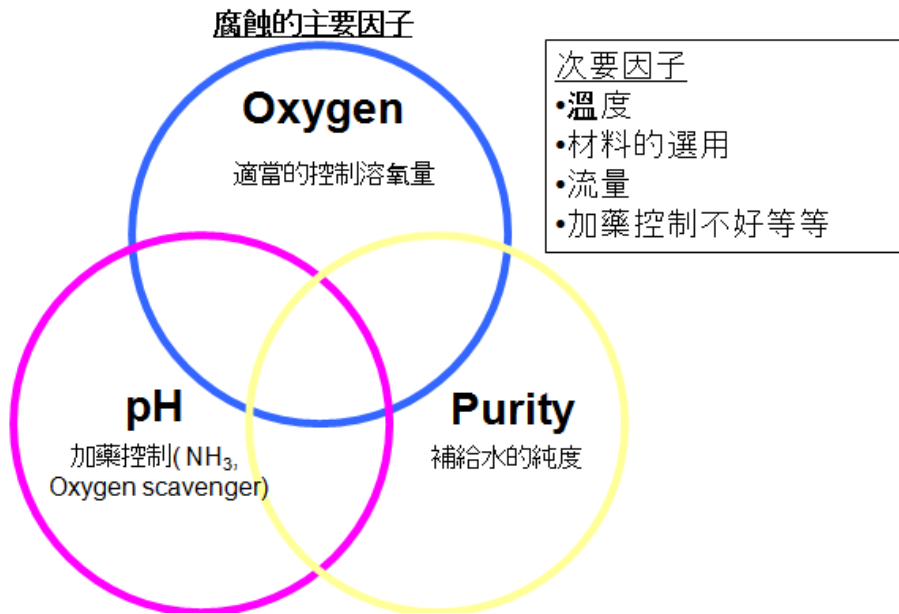


圖 5. 腐蝕因子的圖示 [日本 Organo 公司]

如果機組使用加氧法來控制溶氧量，如下圖所示為氧氣及 ammonia 的注入點，其控制重點約如以下各點所示：

1. 氧氣的注入點應該在 CPS 出口: 注入量應和凝結水的水量成正比。
2. 凝結水中所有的溶氧在除氧器中應全數將之去除: 因為變動的關係，因為意圖在除氧器中控制溶氧量相當困難。
3. 氧氣的注入點應該在除氧器出口: 注入量應和凝結水的水量成正比。

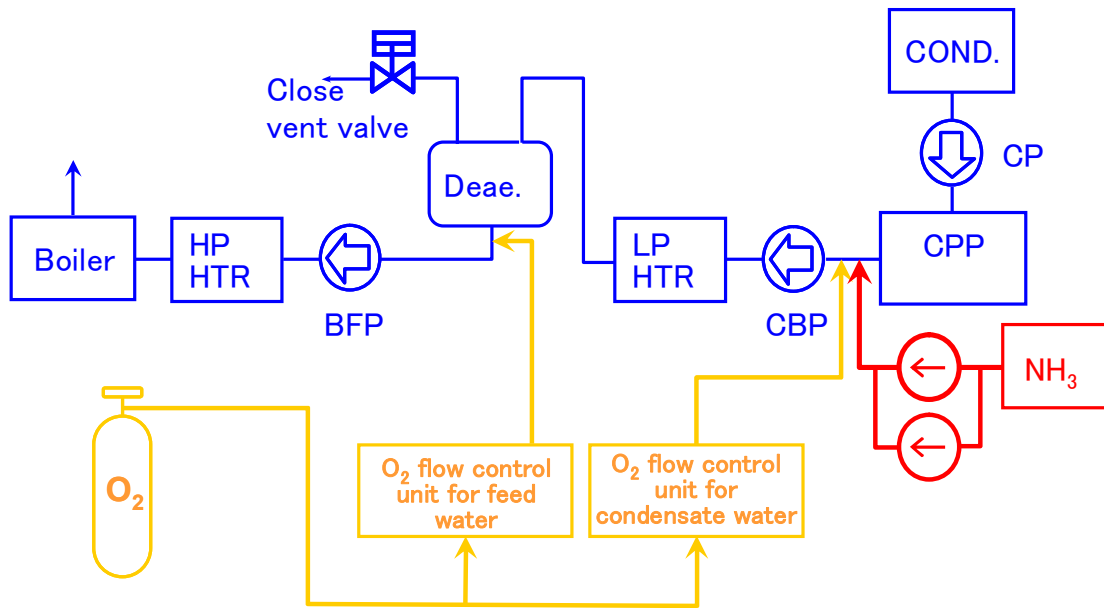


圖 6. CWT 的加藥控制 [日本 Organo 公司]

因為在量測上，導電率較為簡單且可靠，下圖所示即為使用導電率作為 pH 控制的指標。一般係使用 ammonia 來控制飼水的 pH 值，注入點在凝結水淨化系統的出口，如圖中可知 pH 值和 SC 有特定的關係存在，所以實際應用時，ammonia 的注入量可以除氧器入口的 SC 量測值來控制。

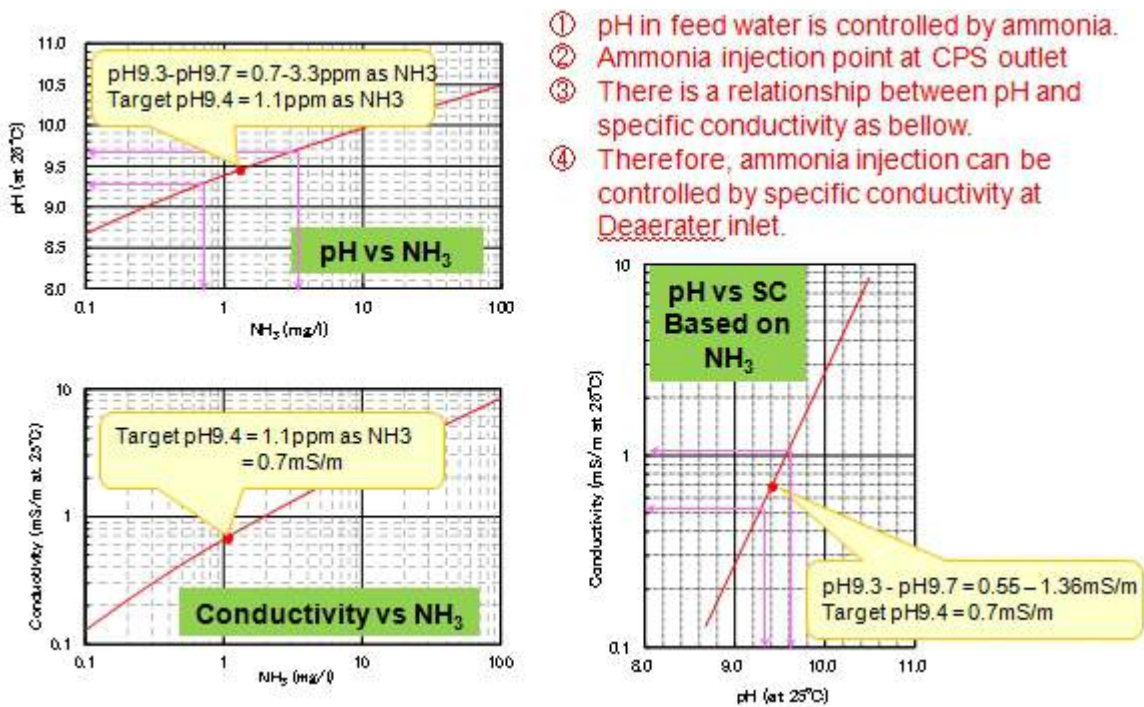


圖 7. 使用導電率作為 pH 控制的指標 [日本 Organo 公司]

3.2 機組的初始洗淨(Initial Clean-up)

因為所有的飼水皆會蒸發而進入汽渦輪機，而飼水中的污染物也無法藉由沖放動作來排出，另外水側的熱負荷也比有汽鼓的機組為高，所以污染物更容易以結垢的型態附著在水側，為此凝結水淨化系統和洗淨動作益顯其重要，以保證良好水質。至於各種管線的初始洗淨參考如下表所示，其中包含各管線需清洗的位置、主要的要求規範和採樣點。

表 2. 初始洗淨列表[日本 Organo 公司]

| Procedure of Initial Clean-up | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------|
| Clean-up Step | Main Criteria | Sampling |
| 1. Condensate water Line | | |
| ① Condenser bottom blow | Turbidity < 3deg. | Blow line |
| ② Condensate water line blow | Fe < 500ppb, Oil < 1ppm | CP outlet |
| ③ Condensate water line circulation | Fe < 50ppb | CBP outlet |
| 2. LP HTR Water Line | | |
| ④ LP HTR line blow | Fe < 500ppb, Oil < 1ppm | LP-C Line |
| ⑤ LP HTR clean-up circulation | Fe < 100ppb | LP-C Line |
| 3. HP HTR Water Line | | |
| ⑥ HP HTR clean-up blow | Fe < 500ppb, Oil < 1ppm | HP-C Line |
| ⑦ HP HTR clean-up circulation | Fe < 100ppb | HP-C Line |
| 4. Boiler | | |
| ⑧ Boiler cold clean-up blow | Fe < 500ppb, Oil < 1ppm | W/S Dr Tank |
| ⑨ Boiler cold clean-up circulation | Fe < 300ppb | W/S Dr Tank |
| ⑩ Boiler hot clean-up circulation | Fe < 100ppb | W/S Dr Tank |
| 5. LP HTR / HP HTR Dr Line | | |
| Blow | Fe < 500ppb, Oil < 1ppm | Each Dr |
| In-Sirvice | Fe < 50ppb | Each Dr |

3.3 化學洗淨(Chemical Cleaning)

機組需要初始及後續週期性的化學洗淨原因如下：

1. 維持機組的性能
2. 避免因為沈積物結垢，因過熱導致破管
3. 維持蒸汽的純度

此次研習過程，Organo 公司所提供的燃煤機組化學洗淨時機規範如下表所示，以超臨界機組而言，沈積物厚度達 0.15-0.25 mm，密度達 45-75 mg/cm² 時即應進行化學洗淨。

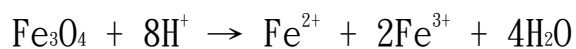
表 3. 燃煤機組化學洗淨時機規範[日本 Organo 公司]

DEPOSITS THICKNESS & DENSITY FOR CHEMICAL CLEANING

| Fuel | Chemical Cleaning | Deposits Thickness and Density | Boiler Pressure (MPa) | | |
|------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|-------------|
| | | | 12 | 18 | 25 |
| Coal | Required | mm | 0.3 ~ 0.45 | 0.25 ~ 0.35 | 0.15 ~ 0.25 |
| | | mg/cm ² | 90 ~ 135 | 75 ~ 105 | 45 ~ 75 |
| | Required with condition | mm | 0.25 ~ 0.3 | 0.2 ~ 0.25 | 0.1 ~ 0.15 |
| | | mg/cm ² | 75 ~ 90 | 60 ~ 75 | 30 ~ 45 |

Remarks: The tube shall be sampled at the fireside area where the heat input is highest.

酸洗的目的在於除去水牆管的結垢層，以確保機組效能，而過程的主反應式如下所示



典型的化學洗淨酸性溶液如下表所示，各種藥劑的特質包含洗淨溫度、運用性及工安的考量等。

表 4. 典型的化學洗淨酸性溶液[日本 Organo 公司]

| SOLVENT | FORMULA | CLEANING TEMP. | CHARACTERISTIC | |
|-----------------------|--|----------------|---------------------------|-----------|
| | | | USAGE | HANDLING |
| HYDRO-CHLORIC ACID | HCl | 60 - 65°C | WIDELY USED Economical | RISKY |
| SULFURIC ACID | H ₂ SO ₄ | 65 - 80°C | OFTEN USED | RISKY |
| MONO AMMONIUM CITRATE | C ₆ H ₈ O ₇ + NH ₄ OH | 80 - 85°C | WIDELY USED, COSTLY | NOT RISKY |
| EDTA | C ₂ H ₄ N ₂ (CH ₂ COOH) ₂ | 90 - 130°C | WIDELY USED, COSTLY | NOT RISKY |

3.4 異常狀況探討

3.4.1 循環水洩漏

循環水洩漏的現象可能對電廠造成嚴重的傷害，凝結水中少量的污染物可以用凝結水淨化器來去除，當凝結水淨化系統的出口水質無法維持在規範內時，則只好停機。當洩漏現象發生時，以下的反應可能發生



上述反應發生後，因產生了酸性物質，因而降低了 pH，酸性腐蝕因而發生。

3.4.2 流體加速腐蝕(FAC)

流體加速腐蝕的影響因子如下圖所示，其中包含 pH 值、質量傳送、溶氧量、溫度範圍、鐵離子濃度和鉻的含量等。

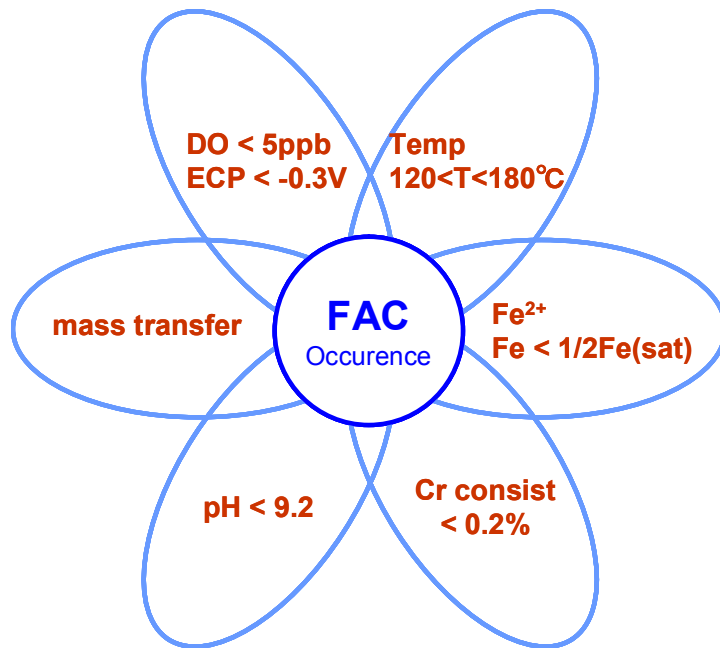


圖 8. 流體加速腐蝕的影響因子[日本 Organo 公司]

原因：

- 飼水之 pH 太低
- 材料選用錯誤

對策：

- 系統水應用加氧處理法
- 提升飼水之 pH
- 使用含鉻鋼

3.4.3 水牆管水側的結垢沈積現象

原因：

- 水質控制不佳
- 化學洗淨效果不好

對策：

- 改善飼水品質
- 定期調查沈積物的成長速度

- 定期進行化學洗淨

3.4.4 汽渦輪機的沈積現象

原因：

- 長期在凝結水和飼水中有太多的矽土存在。

對策：

- 維持矽土濃度 < 10 ppb 在凝結水淨化系統的出口。

3.5 水處理雲端管理系統規劃

本公司近年之新建電廠，包括林口及大林電廠，已全面採用超臨界發電技術以提升機組發電效率及降低 CO₂、SO_x、NO_x 等氣體排放量。由於超臨界發電設備所承受之溫度與壓力比現有亞臨界機組高出甚多，因此對於水質的要求亦更為嚴格，為求維持發電機組之可用率及精簡機組維護人力，有必要建置以水處理專業知識(domain knowledge)為背景的雲端管理系統，線上監測機組水質並即時進行異常水質發生時之改善建議，以期達到預知保養的目標。

水處理雲端管理系統之架構圖如下圖所示，可分為以下數個功能

1. 資料分享:核心部分為中央交換機，各機組之水質資料可透過一致的通訊協定傳至中央交換機，各使用端再經由一樣的通訊協定及必要的授權向中央交換機要求存取機組水質資料。
2. 線上即時監測:線上即時監測程式經由通訊協定，向中央交換機取得必要的機組水質資料，再透過適當的介面即可呈現機組的即時動態資料。
3. 線上提示解決方案(on-line solution):透過專業知識庫(domain knowledge database)的建置，線上即時監測的同時，可以進行各監測參數和專業知識庫的狀況比對，如有異常狀況時，可在線上即時提示操作者相關的解決方案。

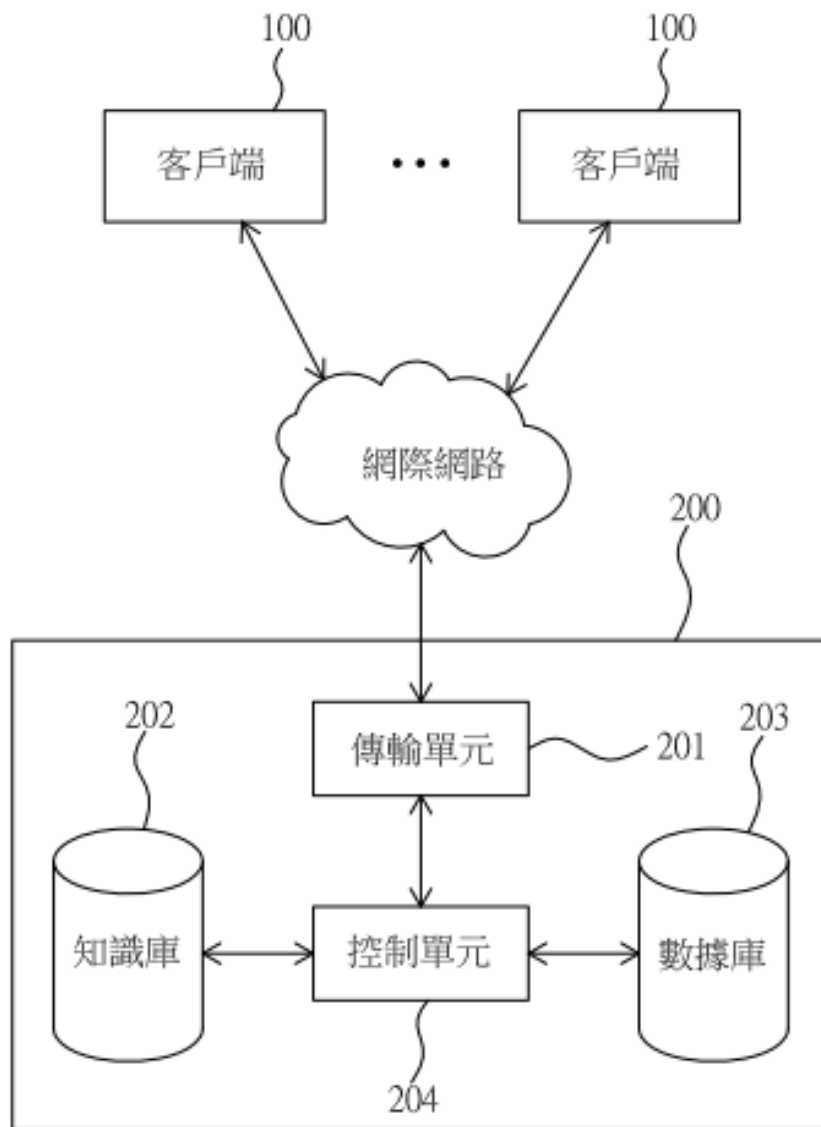


圖 9. 水處理雲端管理系統圖

就應用面再詳加說明，水處理雲端管理系統具有複數個客戶端；以及一專家系統，其具有一傳輸單位和一知識庫，具有和水處理相關參數資料的複數個數值範圍對應的複數則水處理狀況診斷資訊；一數據庫，其儲存有各所述客戶端的所述水處理相關參數資料；以及一控制單元，係藉由該傳輸單元接收各所述客戶端的所述水處理相關參數資料並將其儲存在該數據庫中，依各所述客戶端的所述水處理相關參數資料自該知識庫中各讀取一則對應的水處理狀況診斷資訊並據以各產生一建議報告，以及藉由該傳輸單元將所述的建議報告傳送至各所述客戶端。

表 5. 水處理知識庫

| 量測參數 | 下限值 | 上限值 | 下限超限確認時間 (hr) | 下限超限原因 | 下限超限解決方案 | 上限超限確認時間 (hr) | 上限超限原因 | 上限超限解決方案 |
|---------|-----|------|---------------|-----------|----------|---------------|--------|----------|
| RO 入口壓力 | 9 | 11.5 | 72 | 薄膜材質劣化或破損 | 經檢視確認後更換 | 48 | 膜材結垢嚴重 | 進行化學清洗 |

表 6. 建議報告 1

建議報告：

| 問題種類 | 可能原因 | 解決方案 |
|----------|-----------|-------------|
| RO入口壓力不足 | 薄膜材質劣化或破損 | 檢視 確認後更換 |

表 7. 建議報告 2

建議報告：

| 問題種類 | 可能原因 | 解決方案 |
|----------|--------|--------|
| RO入口壓力過高 | 膜材結垢嚴重 | 進行化學清洗 |

4. 凝結水淨化技術

4.1 凝結水淨化系統概述

凝結水淨化的目的基本上是從凝結水中去除微量的雜質，使得進入超臨界鍋爐的飼水水質，維持在正常運行所需的水質標準。萬一發生海水洩漏的情況，此時凝結水會被海水污染，而凝結水淨化系統可用來去除離子雜質，以保護鍋爐和汽輪機。林口電廠超超臨界機組的凝結水淨化系統配置圖如下圖所示

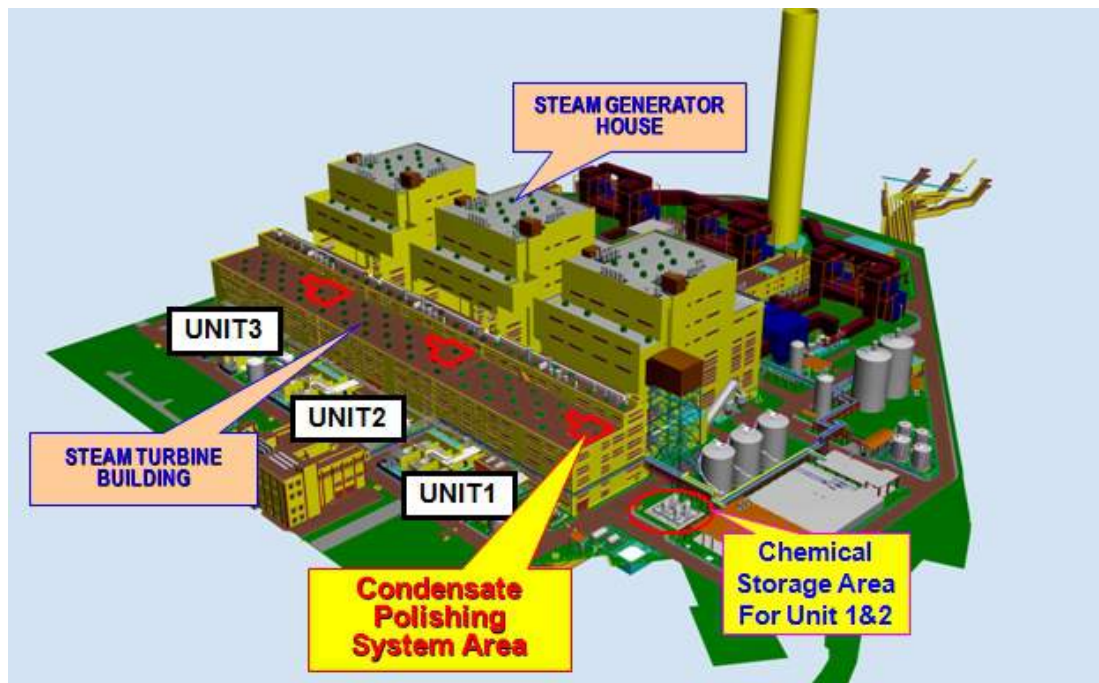


圖 10. 林口電廠超超臨界機組的凝結水淨化系統配置圖

林口電廠超超臨界機組的凝結水淨化系統如下圖所示，其中前置過濾器係用於移除凝結水可溶性和懸浮性的固體(主要為鐵鏽)，離子性的不純物則由凝結水淨化器來移除，淨水器含有陰陽離子，在混合的狀況下進行水的純化。

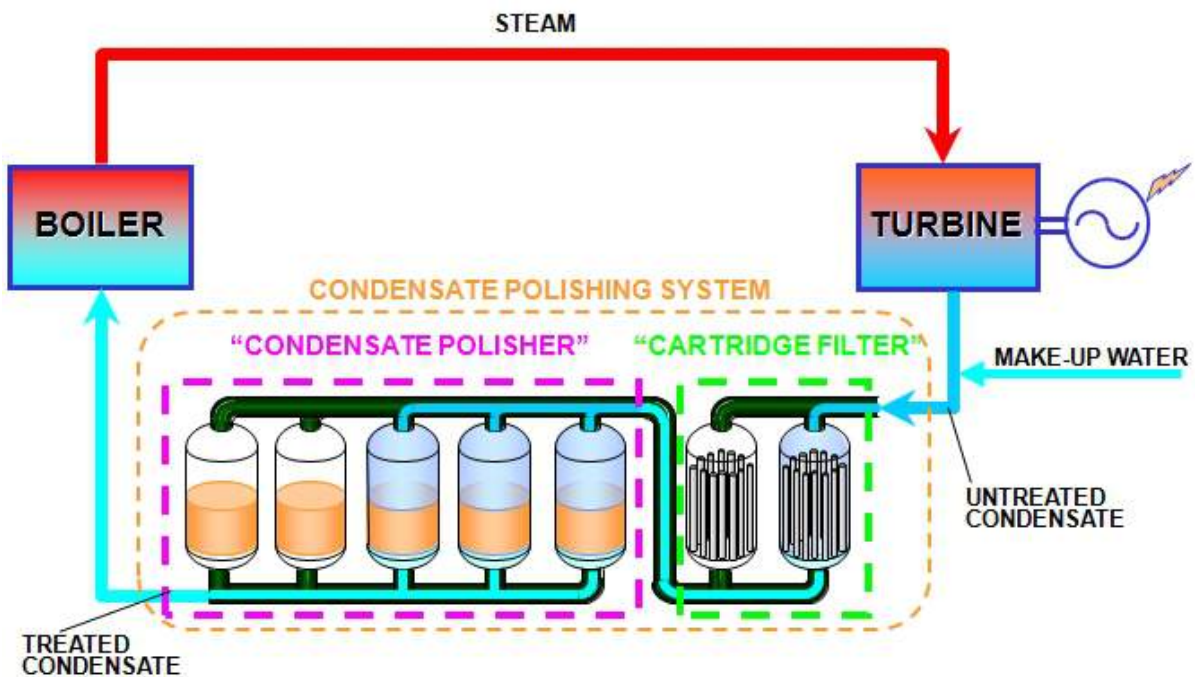


圖 11. 林口電廠超超臨界機組的凝結水淨化系統

凝結水淨化系統包含以下主要元件

- (1)前置過濾器(CF)
- (2)凝結水淨化器(CPT)
- (3)再生系統
- (4)化學品供應系統
- (5)其他設備

凝結水淨化系統的流程如下圖所示，亦即待處理的凝結水先經過前置過濾器後再經凝結水淨化器處理。而失效的樹脂則傳送到再生系統處理，再生後的樹脂則再傳回到凝結水淨化器。

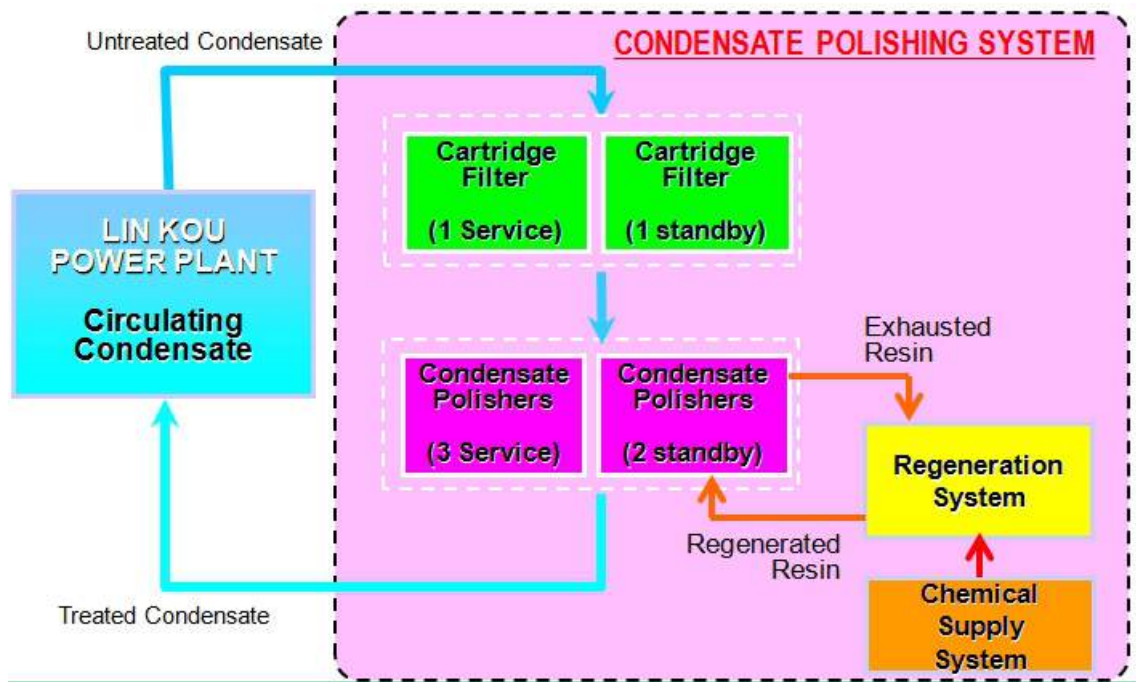


圖 12. 凝結水淨化系統的流程

凝結水淨化系統的設備圖如下所示，主要有 5 組凝結水淨化器，正常狀況啟動 3 組處理凝結水，前置過濾器則有 2 組，平時啟動 1 組，再生系統則有 3 個桶槽，分別為樹脂轉移槽(RRT)、陽離子再生槽(CRT)及陰離子再生槽，化學品供應系統則包含酸鹼槽及酸之日用槽以及熱水稀釋槽。

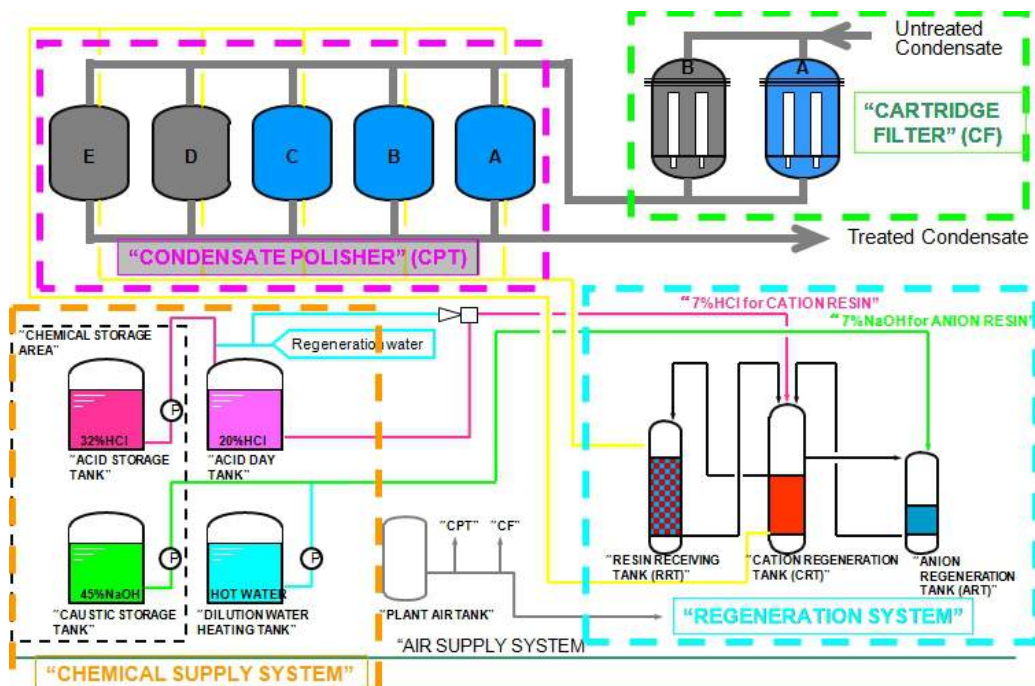


圖 13. 凝結水淨化系統的設備圖

4.2 前置過濾器

前置過濾器的安裝圖及結構圖如下圖所示，由其中可知，係利用折疊的方式來增加濾布的過濾面積，正常狀況，水係由上而下，且由外而內(outside in)的方式進入前置過濾器，而上下隔離的部分稱為 tube sheet.

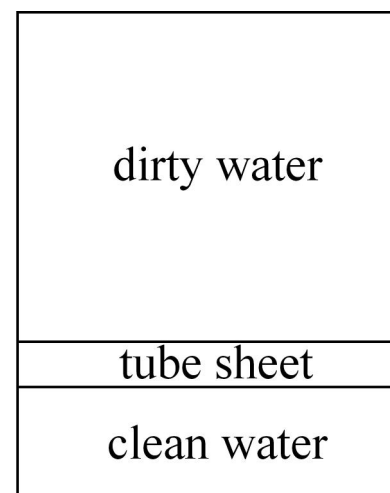
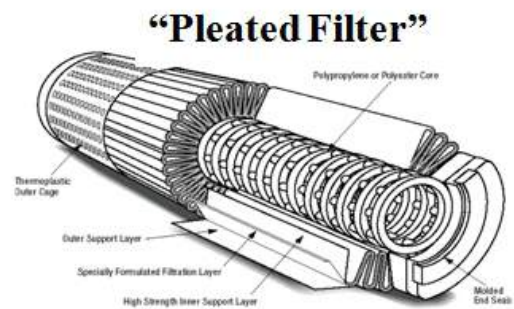


圖 14. 前置過濾器的安裝圖及結構圖

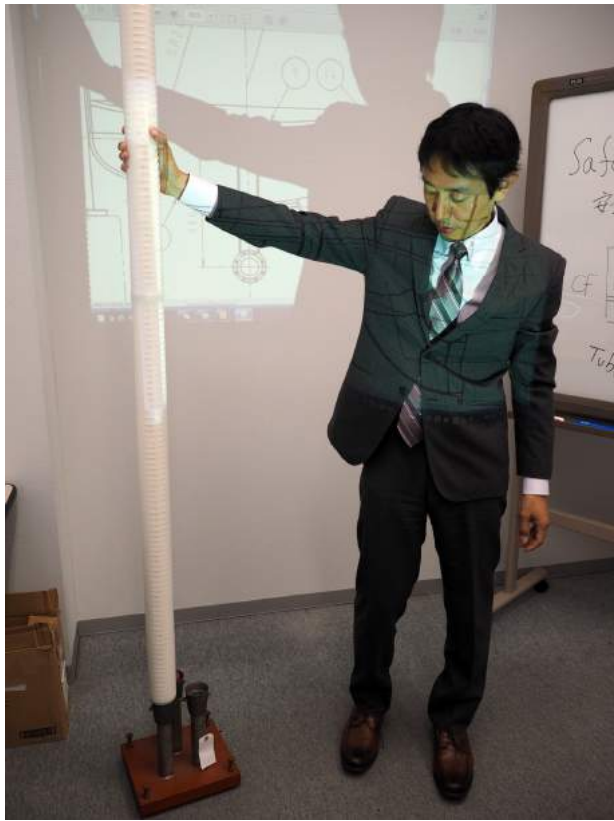


圖 15. 前置過濾器的展示圖

前置過濾器的逆洗週期是 28 天，主要的目的是洗去過濾器表面的鐵鏽之類的物質，因為這些物質會導致壓差增加，所以定期的逆洗是有其必要的。

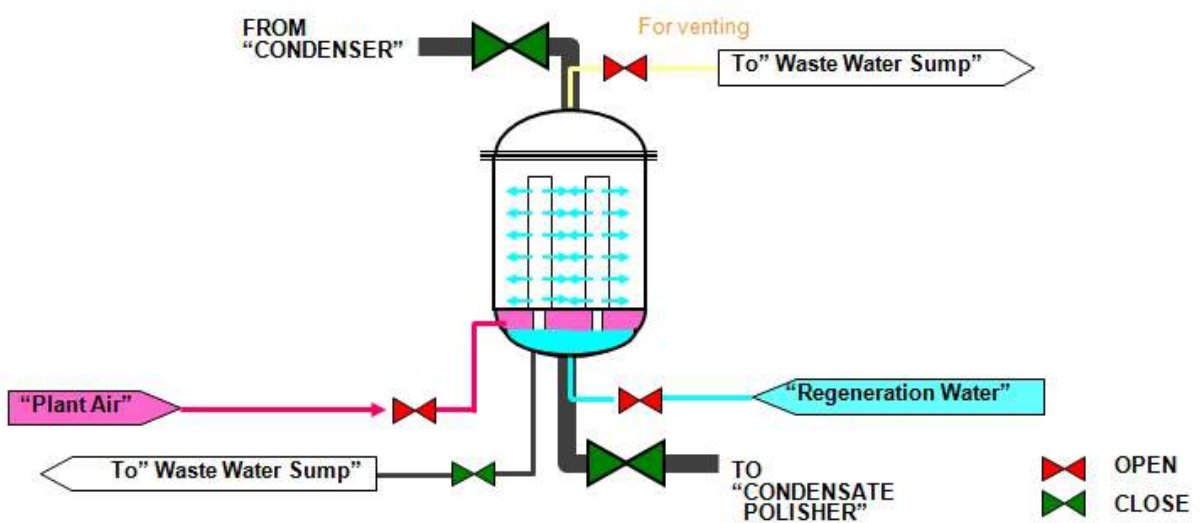


圖 16. 前置過濾器的系統圖

萬一發生壓差太大的異常狀況，如下圖所示，其中的旁通閥即開啟，將處理水流直接導向凝結水淨化器，由其全數處理。

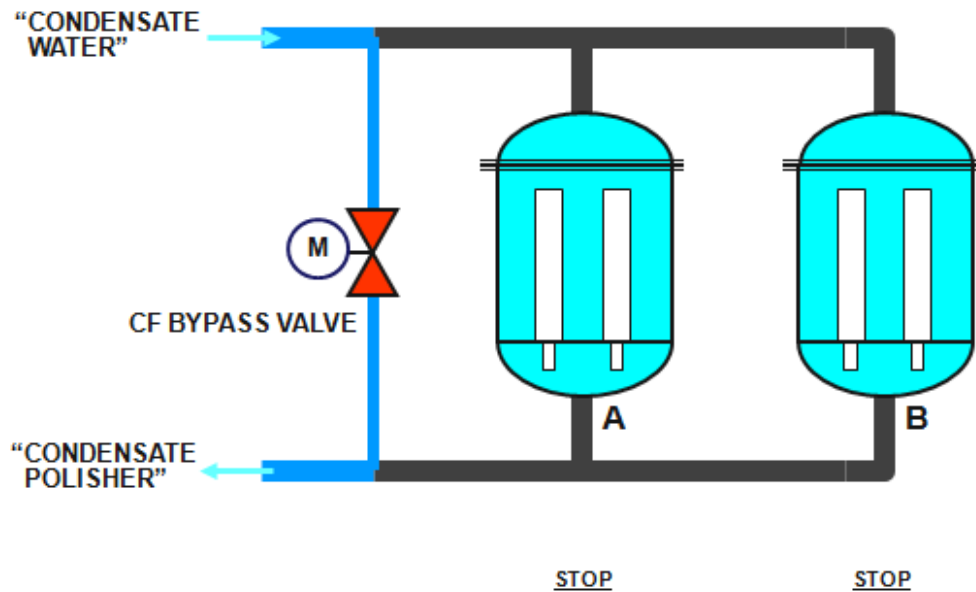


圖 17. 前置過濾器的旁通動作

4.3 凝結水淨化器

凝結水淨化器所使用的離子交換樹脂特性要求如下各項所示

1. 均勻的粒徑分佈
2. 樹脂分離性佳
3. 陰陽離子的顏色容易分別
4. 物理強度好
5. 壓損小
6. 樹脂粒的有機溶出少

凝水淨化系統所使用的離子交換樹脂型式如下所示

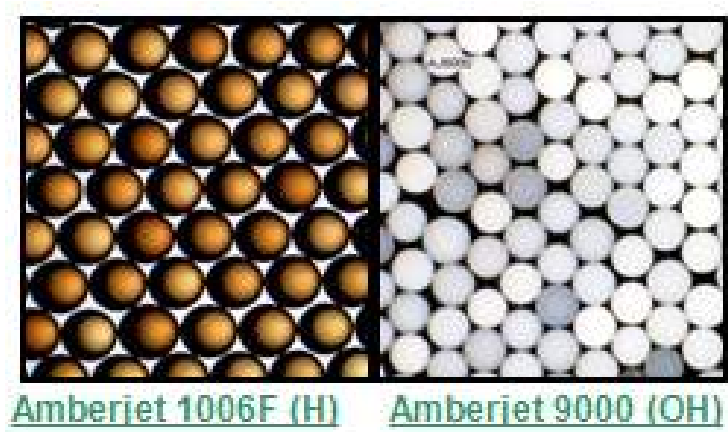


圖 18. 冷凝水淨化系統所使用的離子交換樹脂型式

所使用的離子交換樹脂相關性質和使用量如下表所示，可知陽離子交換樹脂所使用的量比較多一些。

表 8. 離子交換樹脂相關性質

(1) "Cation Resin"

| | |
|------------------------|--|
| Uniformity Coefficient | : ≤ 1.25 |
| Manufacturer | : "Rohm & Hass Co. (Dow Chemical Co.)" |
| Type | : "Gel" |
| Model name | : "Amberjet 1006F" |
| Volume | : 5.5m ³ as H ⁺ form / polisher vessel |

(2) "Anion Resin"

| | |
|------------------------|--|
| Uniformity Coefficient | : ≤ 1.25 |
| Manufacturer | : "Rohm & Hass Co. (Dow Chemical Co.)" |
| Type | : "MR (Macroreticular)" |
| Model name | : "Amberjet 9000" |
| Volume | : 4.3m ³ OH ⁻ form / polisher vessel |

陰陽離子交換樹脂的再生劑和濃度如下表所示，陽離子的再生劑為 HCl，陰離子則使用 NaOH，而最終使用的濃度皆為 7%。

表 9. 陰陽離子交換樹脂的再生劑

| Resin Type | Chemical Name (Storage Concentration) | Final Chemical Concentration Used For Resin Regeneration |
|--------------------------------|---------------------------------------|--|
| Cation Resin (H ⁺) | HCL (32%) Hydrochloric Acid | 7% Hydrochloric Acid |
| Anion Resin (OH ⁻) | NaOH (45%) Caustic Soda | 7% Caustic Soda |

凝結水淨化器的構造及內含物如下圖所示，從圖中可知，入水由上方進入之後，經由散水器均勻分佈水量，經離子交換樹脂處理後，則由下端排出。另由視窗可見正常使用狀況，二種離子交換樹脂是混合在一起使用的。

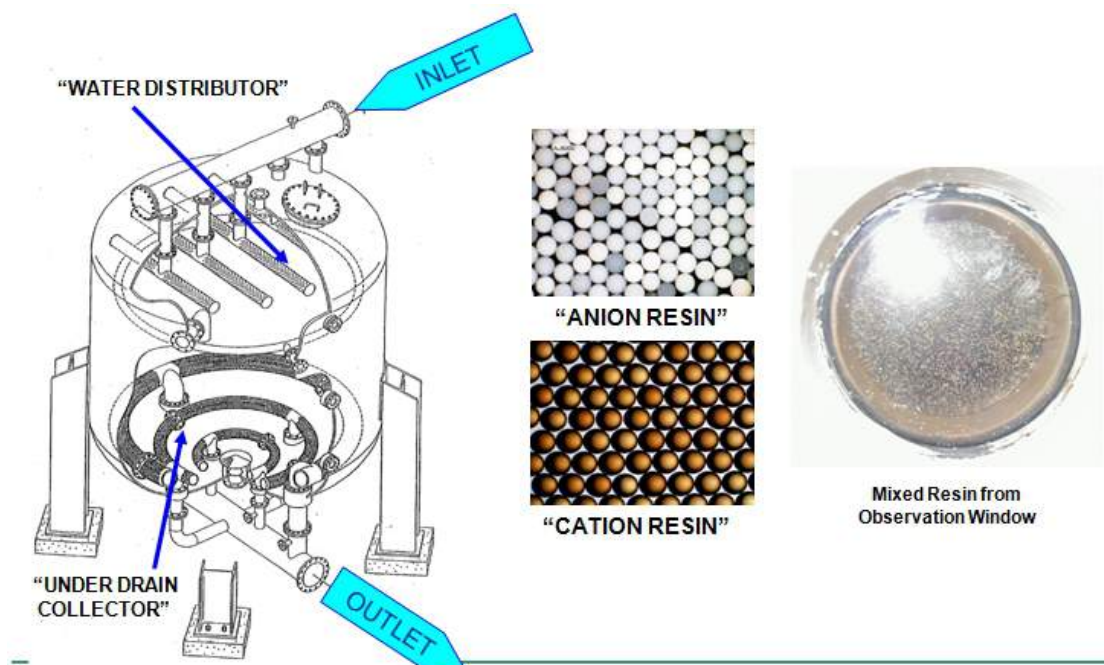


圖 19. 凝結水淨化器的構造圖

如下圖所示是樹脂捕集器的所在位置，樹脂捕集器其實就是用來攔截樹脂粒的過濾器，使用時機當然是萬一有樹脂粒從凝結水淨化器漏出來的時候。

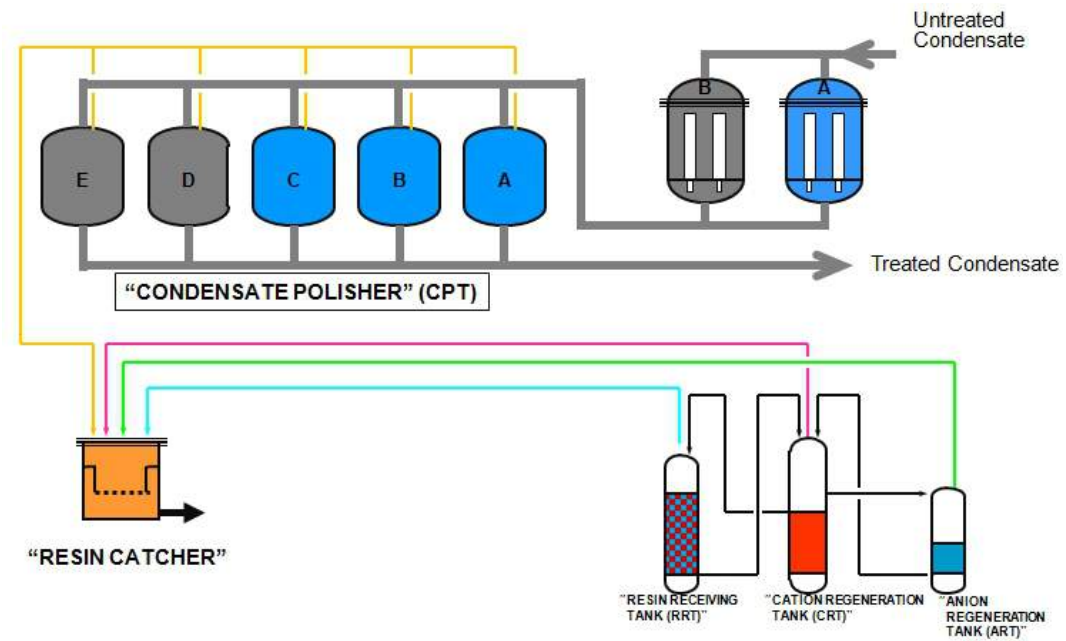


圖 20. 樹脂捕集器所在位置圖

以下二圖所示分別為陽離子及陰離子再生槽所使用的樹脂捕集器。

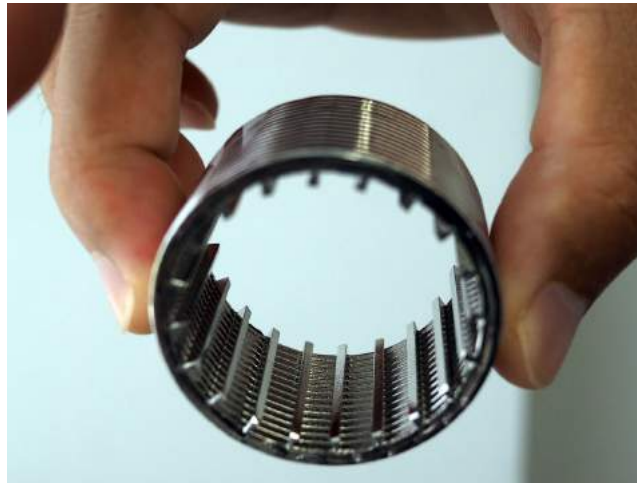
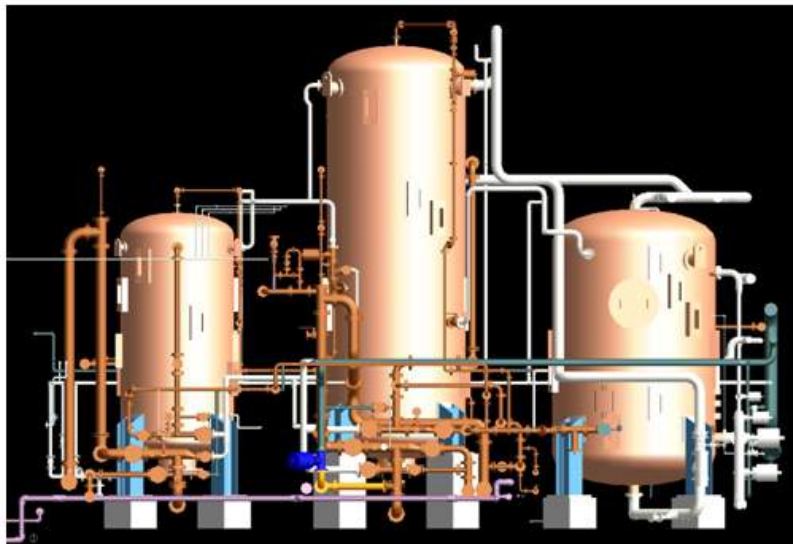


圖 21. CRT 所使用的樹脂捕集器



圖 22. ART 所使用的樹脂捕集器

離子交換樹脂再生系統的實體模擬圖如下圖所示，從圖中可知，陽離子再生槽最高，因陰陽離子交換樹脂分離的過程，都是在這個桶槽進行的。



c) "ANION REGENERATION TANK (ART)" b) "CATION REGENERATION TANK (CRT)" a) "RESIN RECEIVING TANK (RRT)"

圖 23. 離子交換樹脂再生系統的實體模擬圖

此次研習過程的重要心得之一就是，因為 Organo 公司的凝結水淨化器係為混床型式，凝結水淨化系統如果想要充分發揮淨水功能，其再生前的陰陽離子交換樹脂的分離過程相當重要，所以以下即針對樹脂失效後的傳輸和分離作詳細的記錄和說明。

一開始失效的樹脂會被移轉到 RRT，其下層則為中間層樹脂 (Intermediate Resin)，如下圖所示，之後所有的樹脂被移轉到 CRT。

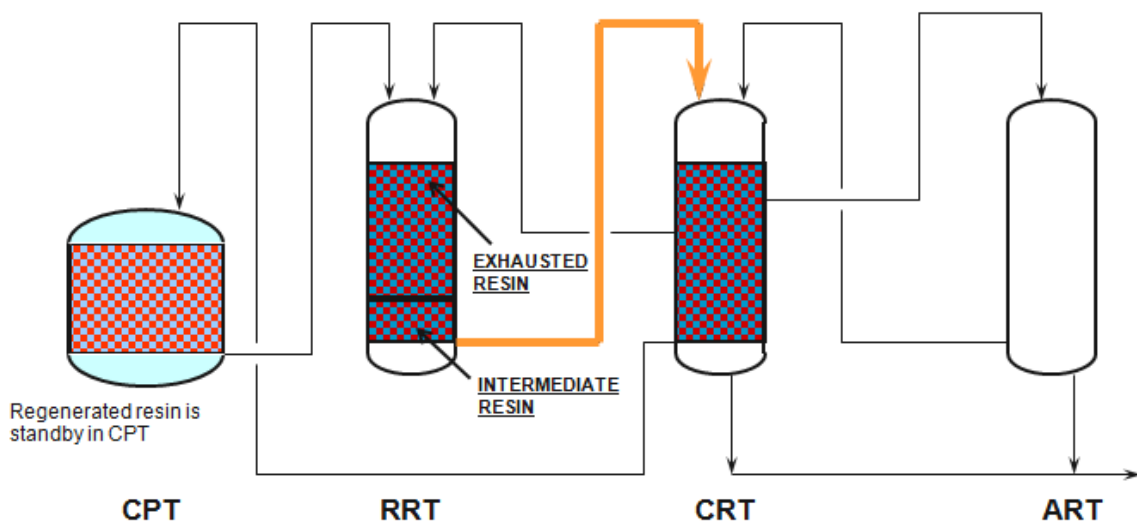


圖 24. 樹脂移轉: RRT → CRT

如下圖所示，經由由下往上的再生用水，可以將原本混合在一起的陰陽離子交換樹脂進行分離。

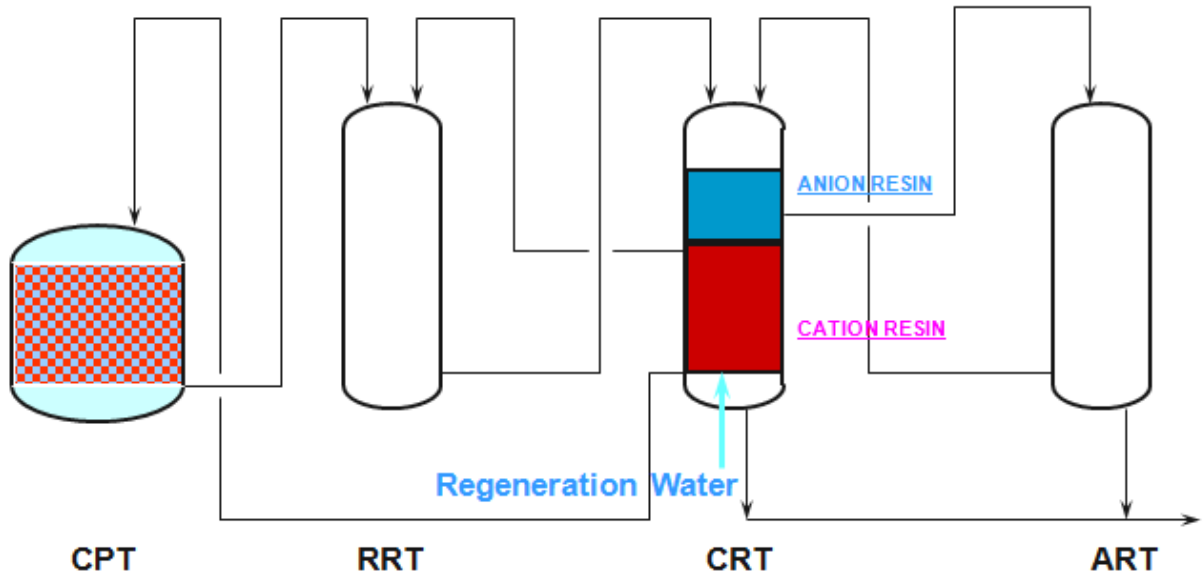


圖 25. 樹脂分離

樹脂分層的詳細過程如下圖所示，一開始注入的空氣意在讓樹脂床內充分攪動，使其混合均勻。之後即單獨進水而已，而過程又逐漸降低進水流量，以達到穩定分層的效果。

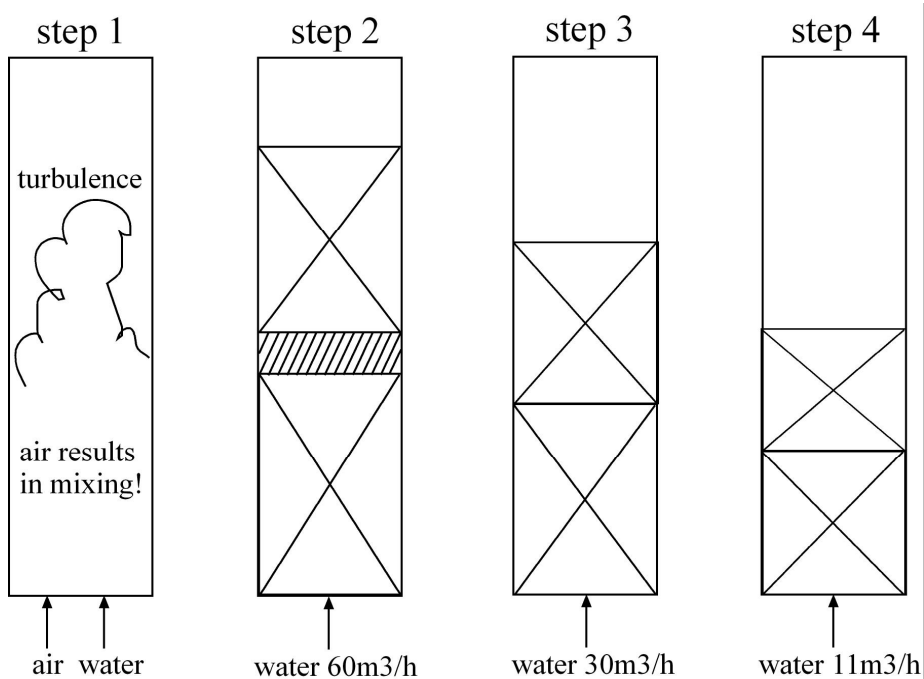


圖 26. 樹脂分層的詳細過程

樹脂分層之後即可開始進行轉移的動作，但其間仍需要有一個人為確認的動作，如下圖所示，使用雙視窗確認樹脂分層位置是相當重要的工作，一旦分界線不在設定的範圍內，即需要進行補救的後續動作，即重作分層的前述行為，如果皆屬無效，則需要補充或洩放某些樹脂。

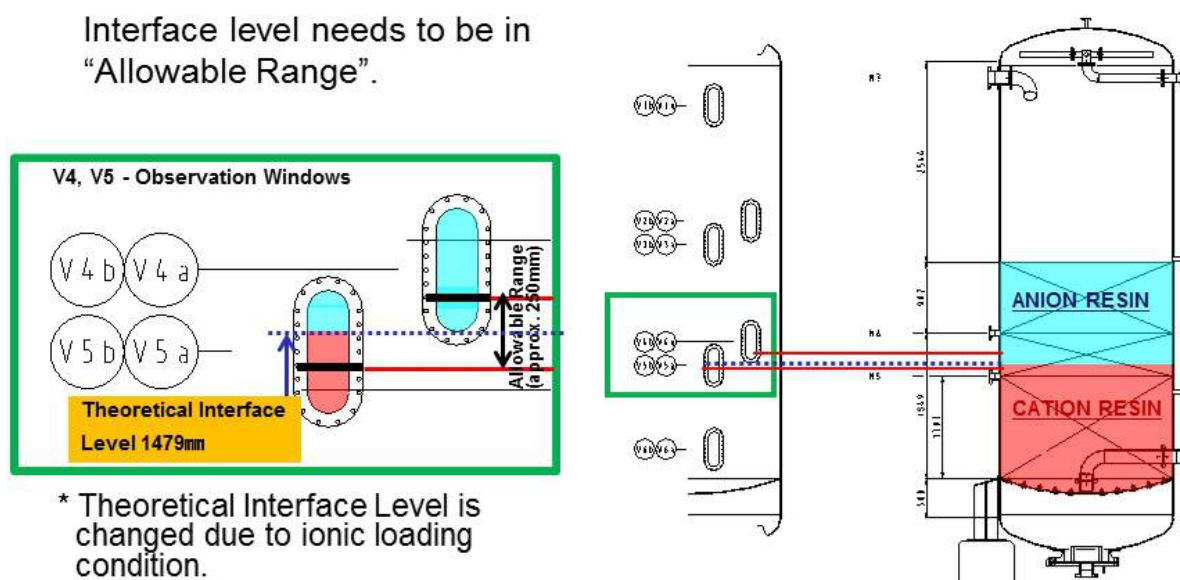


圖 27. 使用雙視窗確認樹脂分層位置

之後，在上層的陰離子即被用再生用水和加壓空氣移轉到 ART。

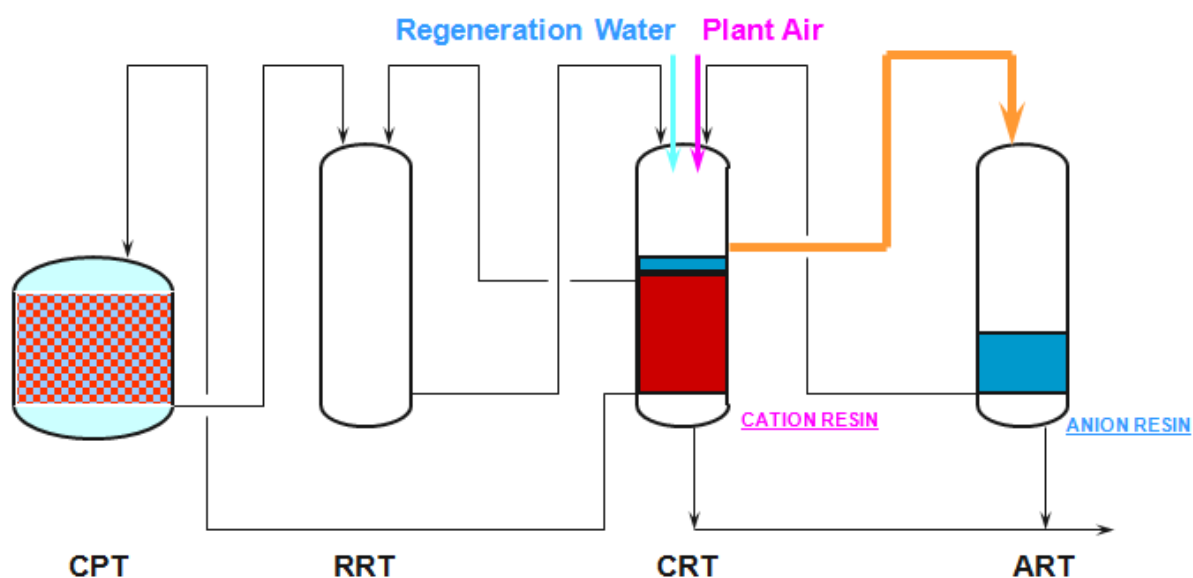


圖 28. 樹脂移轉: CRT → ART

樹脂表面水平化的過程如下圖所示，因為樹脂轉移的過程，其表面不平整是可想而知的，所以需要使用一些方法使其表面平整。

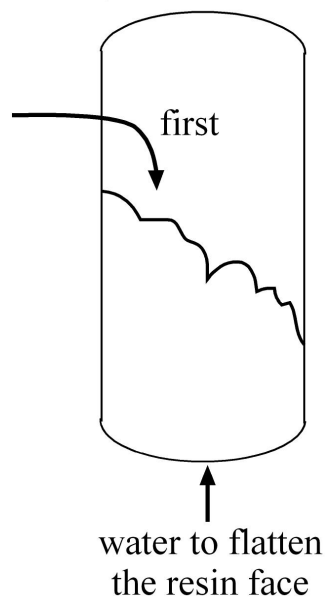


圖 29. 樹脂表面水平化

如下圖所示，中間層樹脂將被移轉到 RRT 以避免交互污染(cross contamination)，這些樹脂即留存在 RRT，並不進行再生，而是留待一次的樹脂分離。

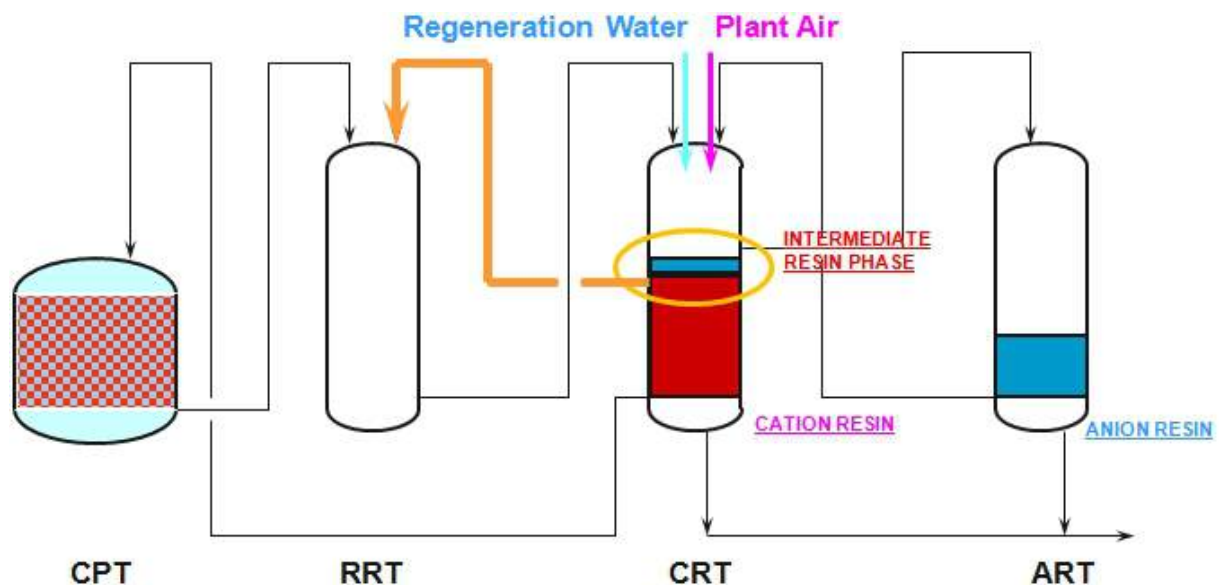


圖 30. 樹脂移轉: CRT → RRT(1)

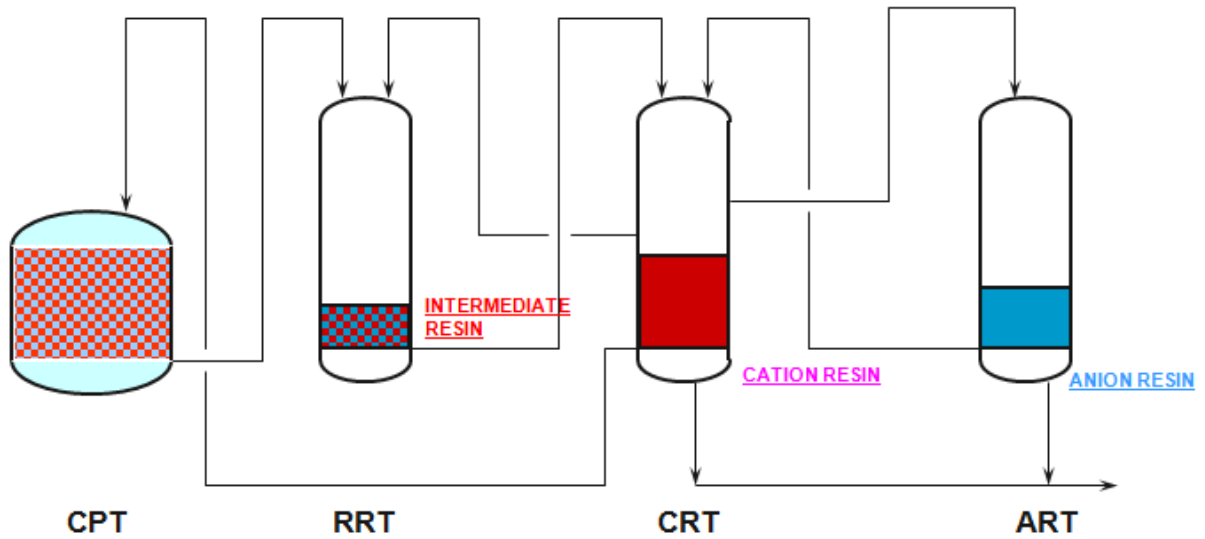


圖 31. 樹脂移轉: CRT → RRT(2)

樹脂移轉之實際過程如下圖所示，即用兩個不同高度的 nozzle，用來移轉上層的陰離子樹脂和中間層樹脂。

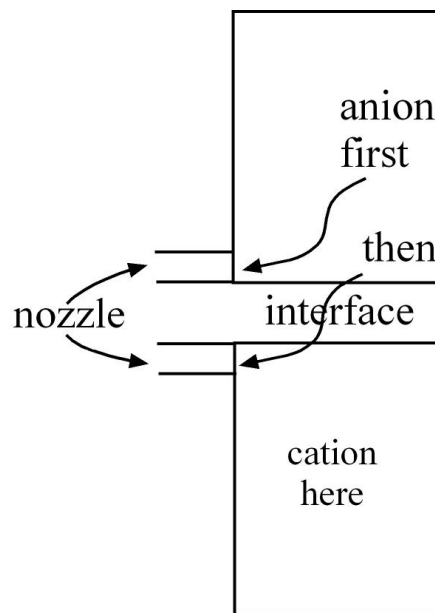


圖 32. 樹脂移轉之實際過程

以下二圖即為樹脂分層之後，即可分別在 CRT 注入鹽酸和在 ART 注入 NaOH 以進行後續的再生過程。

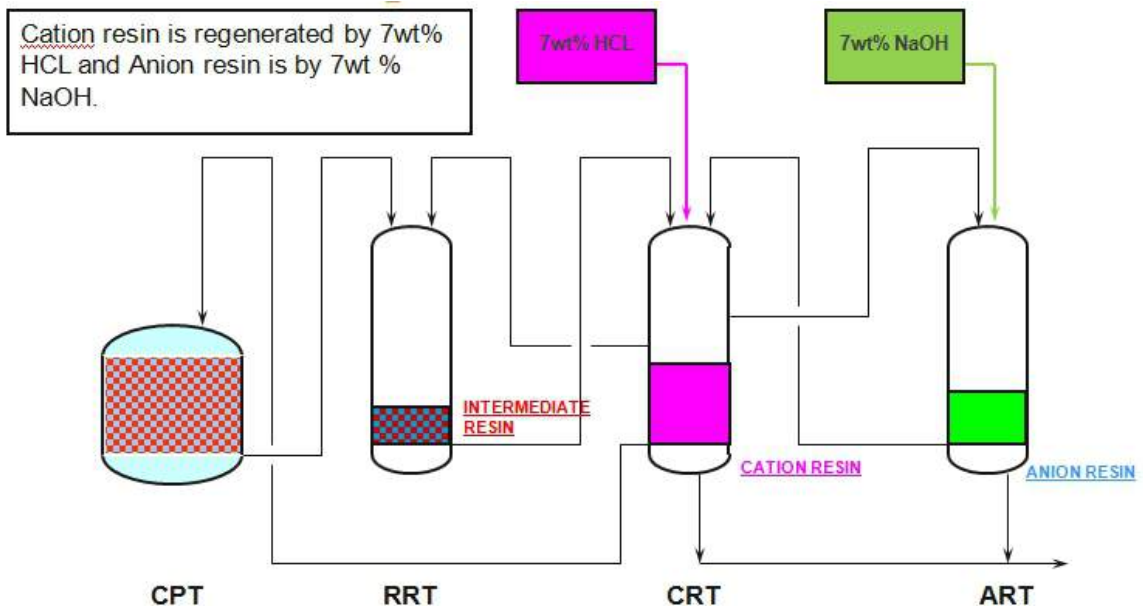


圖 33. 注入再生劑(1)

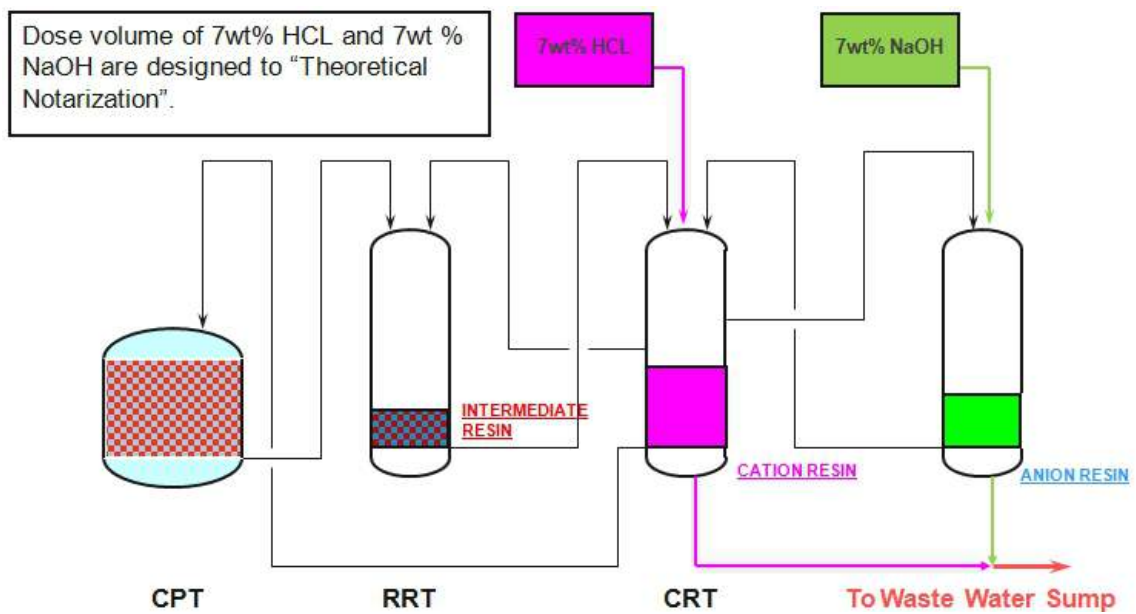


圖 34. 注入再生劑(2)

如下圖所示，再生好的陰離子樹脂即會由 ART 移轉到 CRT，並存放在那裏直到下一次的再生程序。

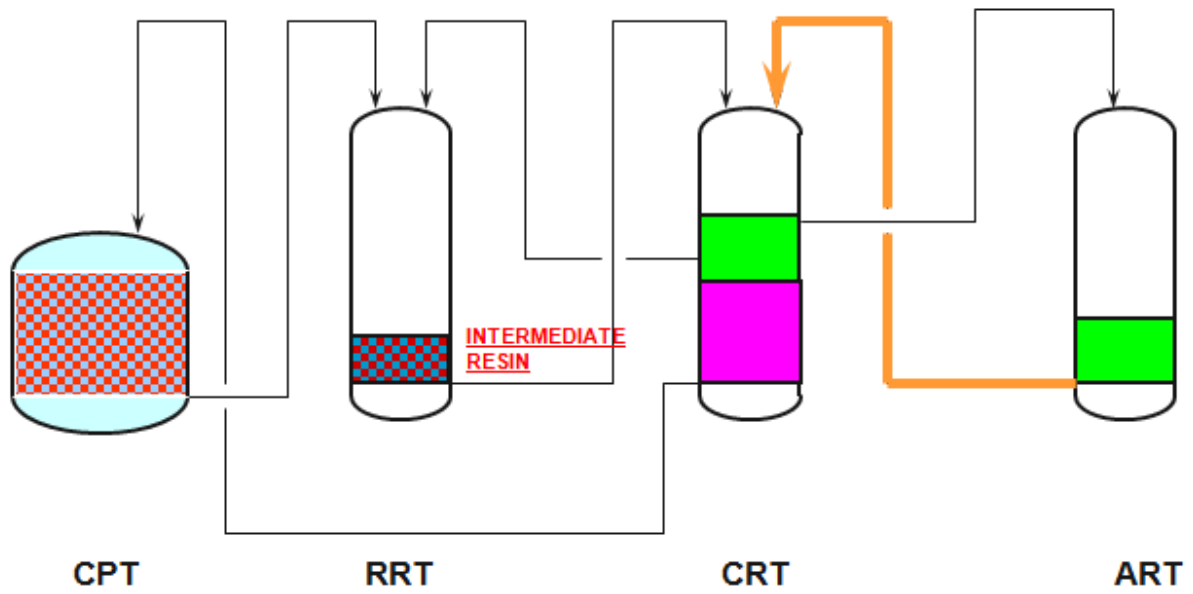


圖 35. 樹脂移轉:ART → CRT

如下圖所示即為 standby 狀態，此時陰陽離子以未混合的狀況留存在 CRT 中，混合的動作會在傳輸到凝結水淨化器之後再進行。

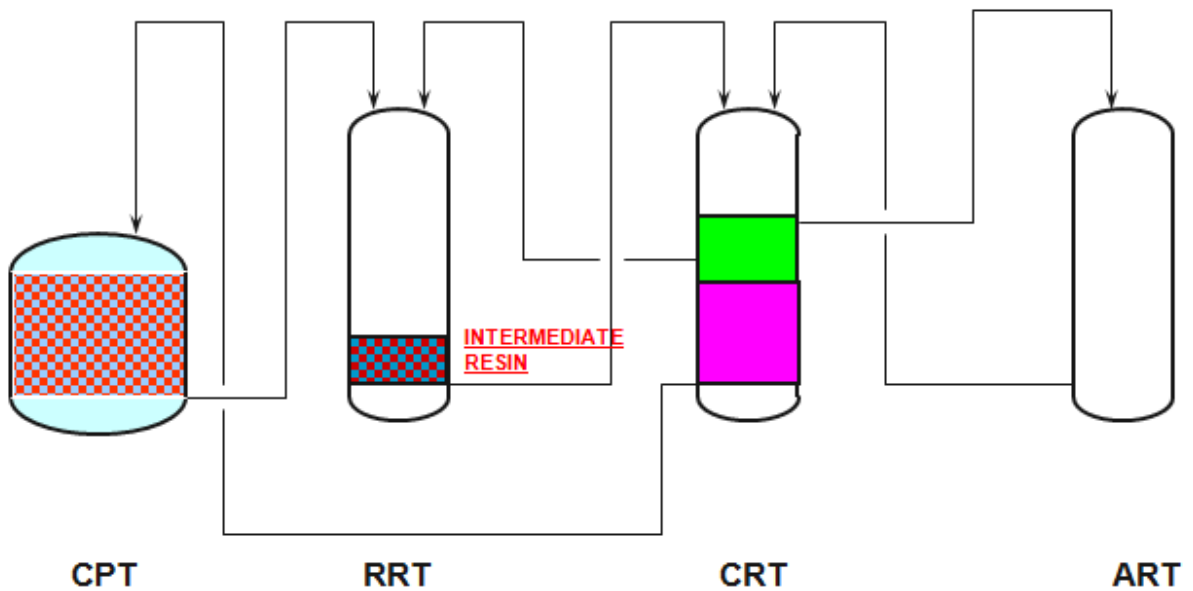


圖 36. 待命狀態(Standby)

4.4 TACMINA 公司實習

此次研習過程於 5 月 20 日至 TACMINA 公司研習液鹼再生泵之原理及日常保養工作，陪同實習日方人員如下圖所示為 TACMINA 公司技術員諏訪健雄。圖中實習設備的實習重點為左上角的 relief valve 和 air chamber，因為再生泵係薄膜氣動型，運作過程係脈衝式推動，所以出流並不平穩，其現象可由上面的白色捲管的振動得知，一旦流向切換至 relief valve 後，air chamber 即可發揮作用，使泵浦出流變得相當平穩。



圖 37. TACMINA 公司技術員諏訪健雄和實習設備

液鹼再生泵外觀及相關規格如下圖所示，泵浦係薄膜氣動型，膜片材質為 PTFE 可耐酸鹼。



| | | | |
|----------|------------------------------|----------|---|
| Type | Diaphragm | Q'ty | 2 |
| Capacity | 2m ³ /h x 0.30MPa | Material | Pump head : A743 Gr CF8M Diaphragm : PTFE Ball : SUS316 (JIS G4303, 316 Stainless steel) |

圖 38. 液鹼再生泵外觀及相關規格

再生化學泵之拆裝及維護實習是此次研習的重點之一，如下圖所示為實作的過程及組裝零件的說明。

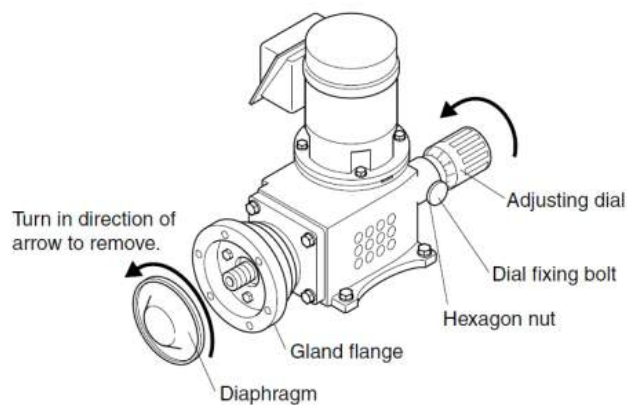


圖 39. 再生化學泵之拆裝及維護實習

5. 心得與建議

1. 對於本公司新建電廠如林口及大林電廠，因為已採用超超臨界機組進行發電，對水質的要求比以往亞臨界機組更為嚴格，其目的無非在於提升運轉的安全性和可靠性，進而提升機組的可用率。此次研習過程對於系統水質不佳可能引發的問題已經有了系統化的理解，而其解決方案則包含系統水加氧的控制、機組的初始洗淨以及定期的化學洗淨，皆為必要的應用技術，另外對於循環水洩漏、流體加速腐蝕、水牆管水側的結垢沈積現象以及汽渦輪機的沈積現象等異常狀況的探討，對於水質診斷管理技術皆有明顯助益。
2. 為善用資通訊技術進行水質線上診斷管理，以確保發電機組順利運轉所需之必要水質，此次研習亦進行水處理雲端管理系統規劃。此系統將以水處理專業知識(domain knowledge)為背景，線上監測機組水質並即時提供異常水質發生時之改善建議，以期達到預知保養的目標，其功能包含資料分享、線上即時監測和線上提示解決方案等。
3. 凝結水淨化技術為此次至日本研習的核心項目，研習對象則為林口電廠超超臨界機組的凝結水淨化系統，其淨水器型式為混床式，主要元件包含前置過濾器、凝結水淨化器、再生系統和化學品供應系統，有 5 組凝結水淨化器，正常狀況啟動 3 組，前置過濾器有 2 組，平時啟動 1 組。因為 Organo 公司的凝結水淨化器係為混床型式，凝結水淨化系統如果想要充分發揮淨水功能，其再生前陰陽離子交換樹脂的分離過程是否能避免交互污染相當重要，此次研習過程已充分理解其控制邏輯，其重點即在於需要用雙視窗以人為方式來確認樹脂分層位置是是否正確，萬一分界線不在設定的範圍內，即需要進行補救動作。