

## 凝結水淨化系統及其附屬設備安裝、運轉及維護

### 一、目的

1. 為保護環境及提高機組發電效率，台電公司目前正進行三十年以上火力發電廠機組汰舊換新計畫，新建機組皆採用超臨界機組設計，對鍋爐水質的要求也相對提高，為確保水質達到要求標準，高效能凝結水淨化系統就顯得格外重要，因此藉由本次國外實習課程，期能充分瞭解製造商之設計規劃理念、生產製造流程、測試、運轉及維護程序，另外也對國際間水淨化技術進展加以涉獵，以建立核心技術能力，為本公司日後火力機組規劃、工程採購及運轉維護奠定良好基礎。
2. 針對製造商提供予本公司之凝結水淨化系統，熟悉系統中各項設備之工作原理、設計理念及材料選擇，以提高設計規劃能力，作為後續更新計畫設備引進或修改之參考。
3. 訓練現場運轉維護人員熟悉設備之機械結構、組裝、測試調整方法及基本故障排除等，以提高系統妥善率及人員運轉維修之能力。

## 二、過程

日期	城市及機構	工作內容
10/25	台北→新加坡	去程
10/26-11/3	BOUSTEAD SALCON	凝結水淨化系統的原理、流程與操作
11/4~11/5	BOUSTEAD SALCON	水質分析儀器及閥件簡介
11/6	SEKO NIKKISO	鹼循環泵(劑量泵)及化學傳送泵(無軸封泵)設計原理、運轉維護與故障排除
11/9	Endress+Hauser	溫度計、液位計及差壓計之設計原理、運轉與故障排除
11/11	AUMA Encord ASCO	驅動器的安裝、設定及維護 球閥、蝶閥及閘閥結構介紹及應用 電磁閥安裝及維護
11/12	Bamuer NDV ASHCROFT	差壓計結構原理、安裝及維護 隔膜閥結構材質設計、安裝及維護 壓力錶結構原理、安裝及維護
11/13	Thermo Fisher	離子層析儀原理、操作及故障排除
11/16	TOLEDO	PH 值、導電度及 TOC 測定儀的設計原理、校正與維護保養
11/17	EMERSON	Orifice 差壓流量計設計原理、安裝校正與維修
11/18	GARBARINO	離心式幫浦的設計、選擇應用與保養
11/19	SWAN EMERSON	PH、導電度及二氧化矽線上量測儀原理、安裝及校正 電磁式流量計原理、安裝及校正
11/20	SALCON	測驗及問題答覆
11/21	新加坡→台北	返程

### 三、實習內容

#### 1. 凝結水淨化系統(Condensate Polishing System)原理介紹

##### 凝結水淨化系統的功能

凝結水淨化系統功能主要為移除凝結水中的懸浮微粒(Suspended Matter)及發電過程中進入凝結水對設備有害的化學物質，其中包含二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )、氯離子( $\text{Cl}^-$ )、硫酸根離子( $\text{SO}_4^{2-}$ )、鐵離子( $\text{Fe}^{2+}$ )、銅離子( $\text{Cu}^{2+}$ )...等，避免上述物質化學反應後的衍生物造成管路腐蝕或鍋垢沉積，進而產生機組運轉效率降低甚至破壞爐、汽輪機等重要發電設備。

特別是當冷卻系統熱交換器以海水為熱傳介質發生滲漏時，凝結水會被海水污染，此時凝結水淨化系統功能更顯其重要性。

##### 凝結水淨化的原理

待處理的凝結水依序進入陽離子與陰離子交換槽(Polisher)中，水中的雜質陽離子(Cation)取代陽離子交換樹脂(Cation Resin)中氫離子( $\text{H}^+$ )，被取代的氫離子( $\text{H}^+$ )則釋放到水中；而水中的雜質陰離子(Anion)取代陰離子交換樹脂(Anion Resin)中的氫氧離子( $\text{OH}^-$ )，被取代的氫氧離子( $\text{OH}^-$ )釋放到水中與先前的氫離子( $\text{H}^+$ )結合成水( $\text{H}_2\text{O}$ )。

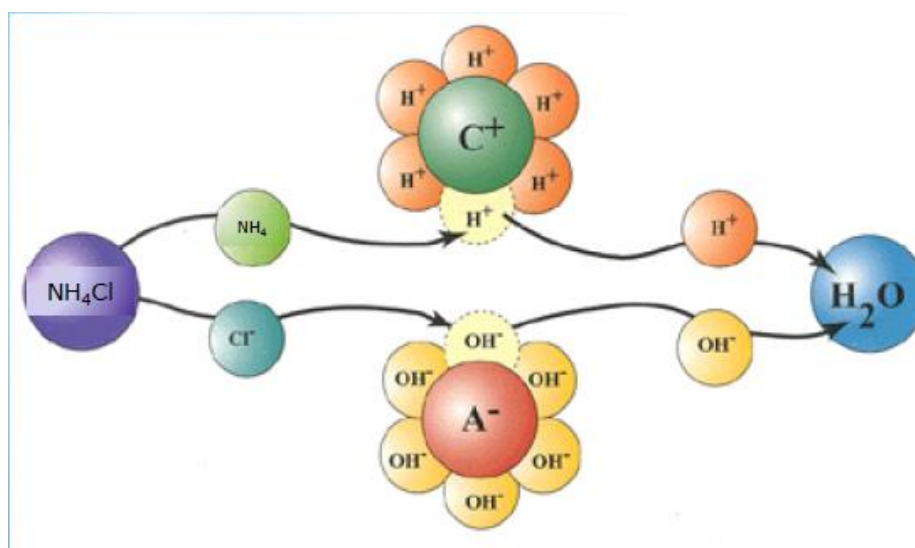


圖 1-1 凝結水淨化原理示意圖

## 離子的再生原理

當離子交換樹脂的氫離子(H<sup>+</sup>)及氫氧離子(OH<sup>-</sup>)都被雜質陽離子、陰離子取代之後，此時離子交換仍會依照離子親和力(Affinity)大小持續進行，親和力較小的雜質離子會被取代而釋入凝結水中，此時離子交換樹脂已無法繼續提供淨化水質之功能而處於耗竭(Exhausted)狀態，為了能夠恢復離子交換樹脂的功能，需利用硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)及氫氧化鈉(NaOH)進行再生(Regeneration)，以氫離子(H<sup>+</sup>)及氫氧離子(OH<sup>-</sup>)將耗竭樹脂結構中的雜質離子置換出來釋入水中，收集至廢水池再行處理。離子親和力與樹脂再生化學反應如下：

陽離子親和力：Fe<sup>3+</sup> > Fe<sup>2+</sup> > Ni<sup>2+</sup> > Cu<sup>2+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup> > NH<sub>4</sub><sup>+</sup> > Na<sup>2+</sup> > H<sup>+</sup>

陰離子親和力：SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> > NO<sub>3</sub><sup>-</sup> > HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> > Cl<sup>-</sup> > HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SiO<sub>2</sub><sup>-</sup> > OH<sup>-</sup>

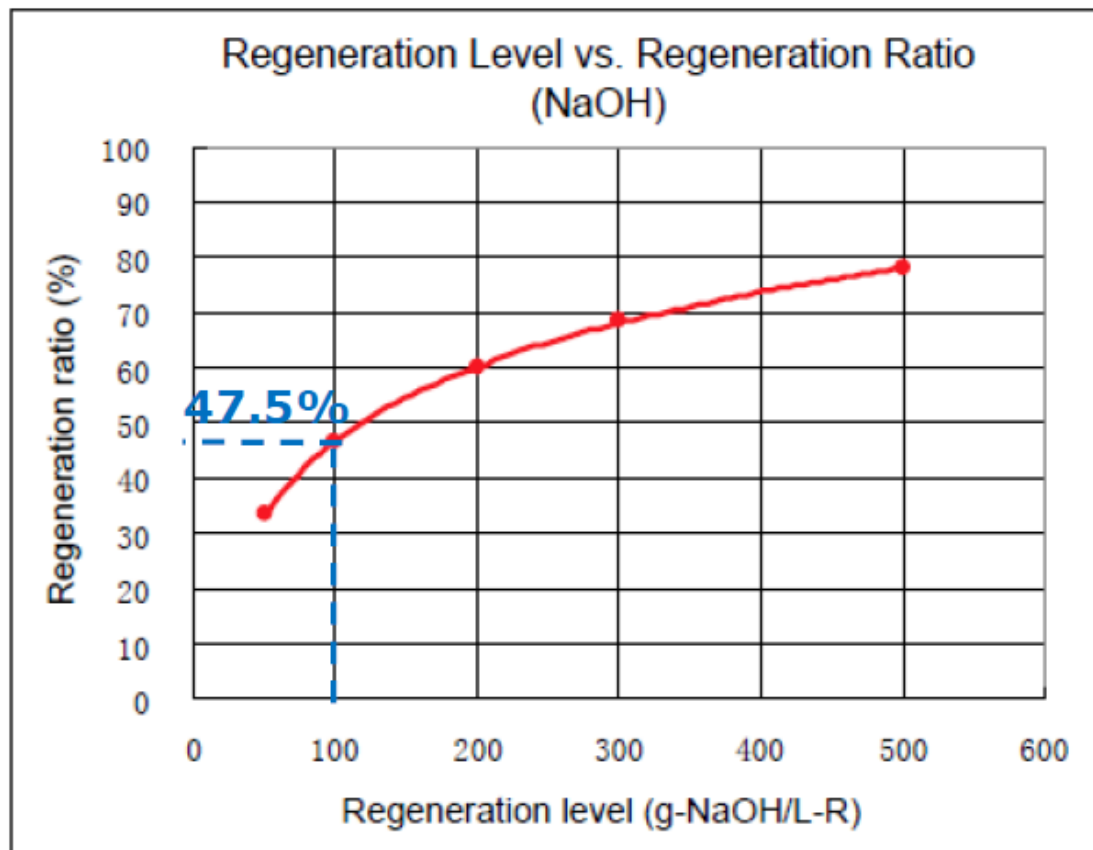
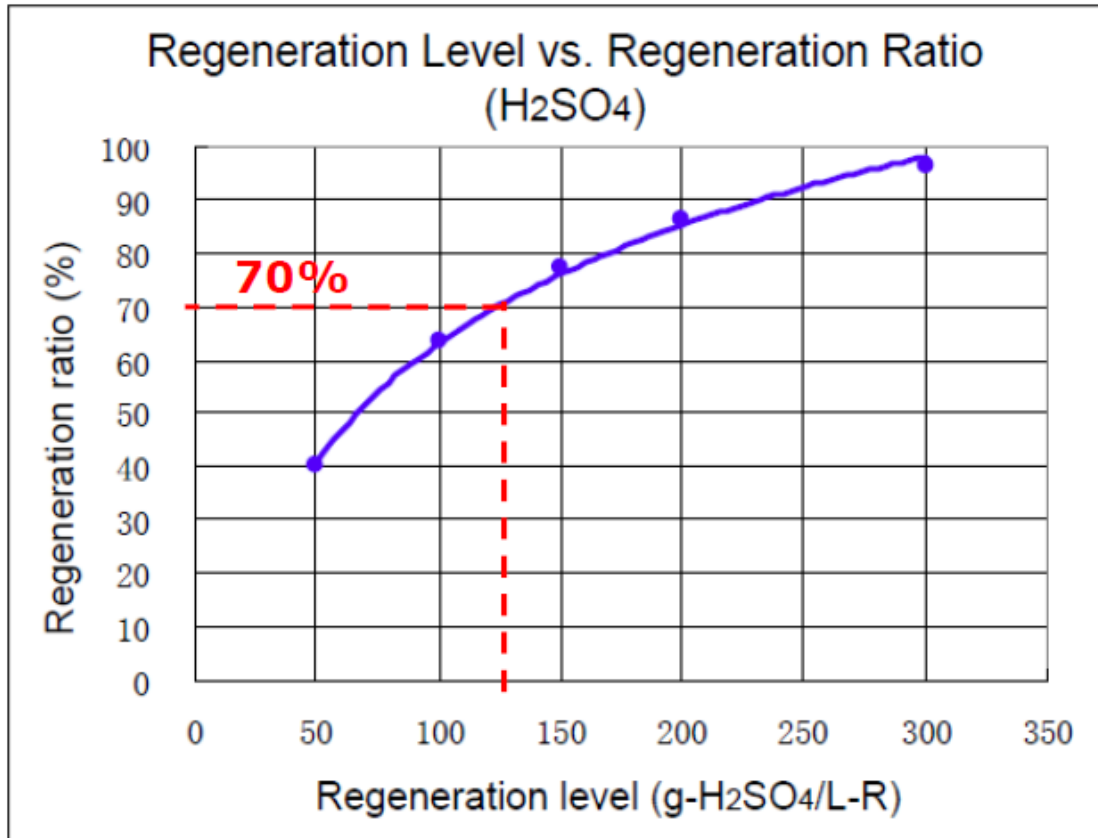
2R-Na + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → 2R-H + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>------(陽離子樹脂再生)

R-Cl + NaOH → R-OH + NaCl------(陰離子樹脂再生)

離子交換樹脂(Resin)規格表

	單位	陽離子樹脂	陰離子樹脂
製造商	—	三菱化工(Mitsubishi Chemical)	
樹脂型號	—	UBK10BH	UBA10AOH
離子型式	—	H 型	OH 型
濕密度	g/mL	0.78~0.84	0.67~0.75
乾密度	g/mL	1.20~1.26	1.05~1.09
除塩能力	Mmol/mL	≥2.0	≥0.9
含水率	%	40~50	55~65
均質係數	—	≤1.2	
顆粒大小分佈	%	500~850 μm : ≥95 500 μm 以下 : ≤1	400~800 μm : ≥95 500 μm 以上 : ≤1
再生藥劑	—	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaOH

樹脂再生藥劑使用量與再生比例曲線圖



## 2. 凝結水淨化系統說明

每部機組中凝結水淨化系統主要分成四大區塊：

### (一) 前置濾芯過濾器(Cartridge Filter)

在凝結水進入離子交換槽前的上游，本系統設置兩組濾芯過濾器（Cartridge Filter）。正常運轉時使用一組過濾器，而另一組過濾器則為備用。當過濾器出入口壓差超出設定值時表示過濾器髒污，系統會切換至備用過濾器，並以回收之除礦水反向沖洗(Back Wash)髒污的過濾器，將懸浮粒子及鐵污染物移除，清洗乾淨之後備用。

### (二) 凝結水淨化器(Condensate Polisher)

凝結水淨化器(Condensate Polisher)共分成5串(Chain)，每串包含一個獨立的陽離子交換槽(Cation Exchanger)及陰離子交換槽(Anion Exchanger)，凝結水先經過陽離子交換槽再進入陰離子交換槽完成淨化處理。正常運轉使用3串凝結水淨化器，另外2串備用。當經凝結水淨化器的處理水量到達設定值或經處理後的凝結水水質未符合標準，此時系統會停止此串並切換至備用串，而已耗竭的樹脂會經由樹脂傳送管路傳送至再生系統進行外部再生。

### (三)再生系統 (Regeneration System)

再生系統設備包含陽離子樹脂再生槽（CRT）、陽離子樹脂儲存槽（CST）、陰離子樹脂再生槽（ART）、陰離子樹脂儲存槽（AST）。

當凝結水淨化器內的陽離子交換樹脂耗竭(Exhausted)後，利用除礦水將樹脂傳送到陽離子樹脂再生槽(CRT)，由化學系統供應濃度5%硫酸( $H_2SO_4$ )注入再生槽，讓硫酸液持續流過陽離子交換樹脂進行再生，再生完成的樹脂先傳送到相鄰的陽離子樹脂儲存槽(CST)，再傳送回凝結水淨化器備用；陰離子交換樹脂亦然，用除礦水將樹脂傳送至陰離子樹脂再生槽(ART)，由化學系統供應濃度4%的氫氧化鈉( $NaOH$ )注入再生槽，以氫氧化鈉液持續流過陰離子交換樹脂進行再生，再生完成的樹脂先傳送至陰離子樹脂儲存槽(AST)，再傳送回凝結水淨化器備用。

#### (四)化學供應系統(Chemical Storage & Injection System)

化學供應系統功能為儲存及提供樹脂再生程序所需的化學藥劑。它包含了硫酸( $H_2SO_4$ )及氫氧化鈉( $NaOH$ )供應系統：

##### (a)硫酸供應系統

98%硫酸先以泵從運輸車輛傳送至酸儲存槽(Acid Storage Tank)，再從儲存槽以泵傳送一次再生程序所需用量至日用槽(Acid Day Tank)，於陽離子樹脂再生時，用噴射器(Ejector) 混合日用槽的硫酸及除礦水稀釋至濃度為5%注入陽離子樹脂再生槽。

##### (b)氫氧化鈉供應系統

45%氫氧化鈉藉由泵從運輸車輛傳送至設有加熱器的鹼儲存槽(Caustic Storage Tank)，桶槽維持15~25°C 避免發生凝固的情況，當進行陰離子樹脂再生程序時，由鹼再生泵將45%氫氧化鈉從鹼儲存槽傳送至管路，混合45°C的熱除礦水(由來自電熱儲水槽的82°C 熱水混和除礦水溫度控制在45°C)稀釋至濃度4%，再送到陰離子再生槽中進行樹脂再生。

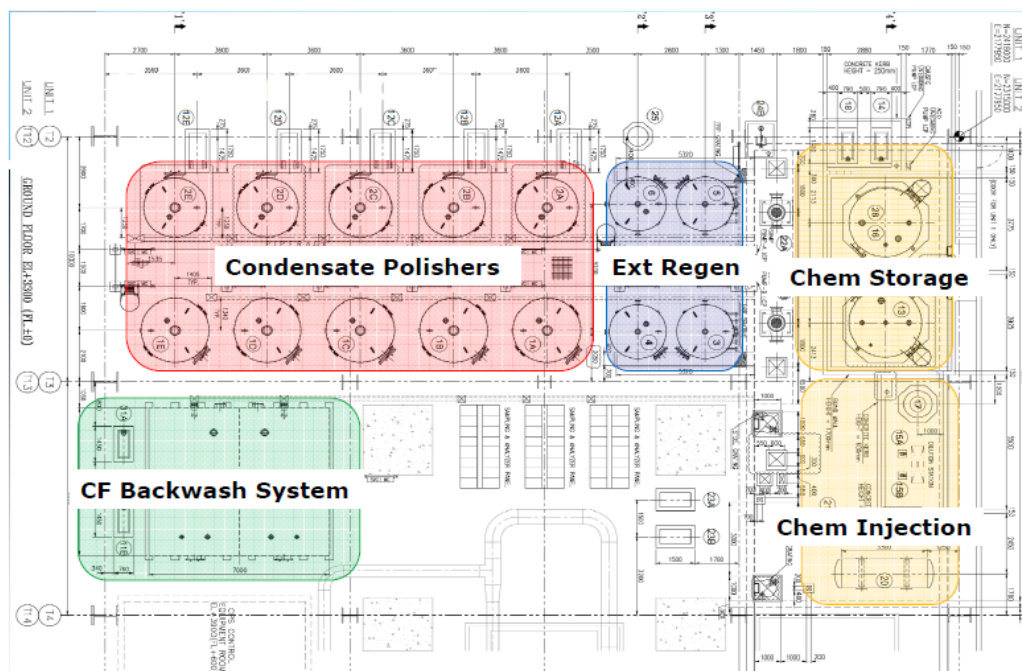


圖 2-1 凝結水淨化器系統示意圖

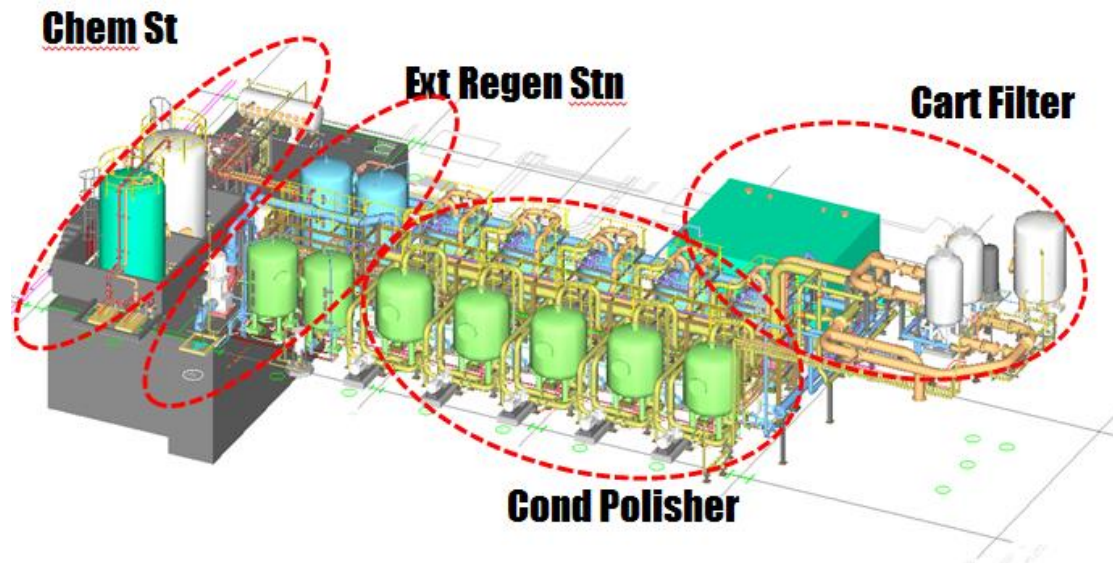


圖 2-2 凝結水淨化器系統 3D 圖

### 3. 凝結水淨化系統設備介紹

#### (一). 前置濾芯過濾器 (Cartridge Filter)

主要功能是移除凝結水中的懸浮粒子與鐵污染物。

型式	Backflush Type	 <p>濾蕊</p>  <p>噴嘴</p>
流量	1,458 ton/h(單一桶槽)	
設計壓力	1.79 MPaG	
設計溫度	70°C	
材質	本體 SA516Gr.70 w/ Epoxy 濾蕊 Pleated PP	
數量	2	
外觀尺寸	$\phi$ 2000mm×3220 mmH	
運轉週期	28 天	
背洗水槽	材質：FRP 容量：72 m <sup>3</sup>	



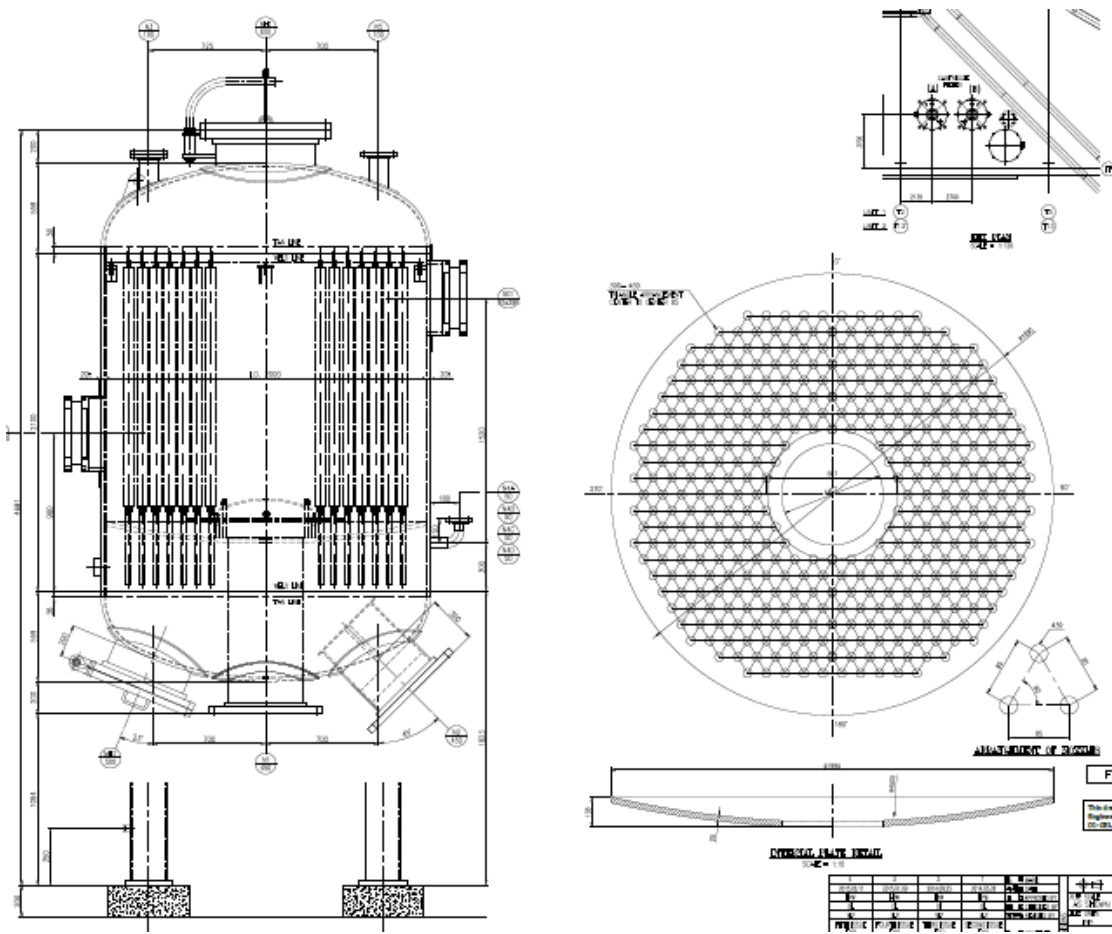


圖 3-1 前置濾蕊過濾器細部圖

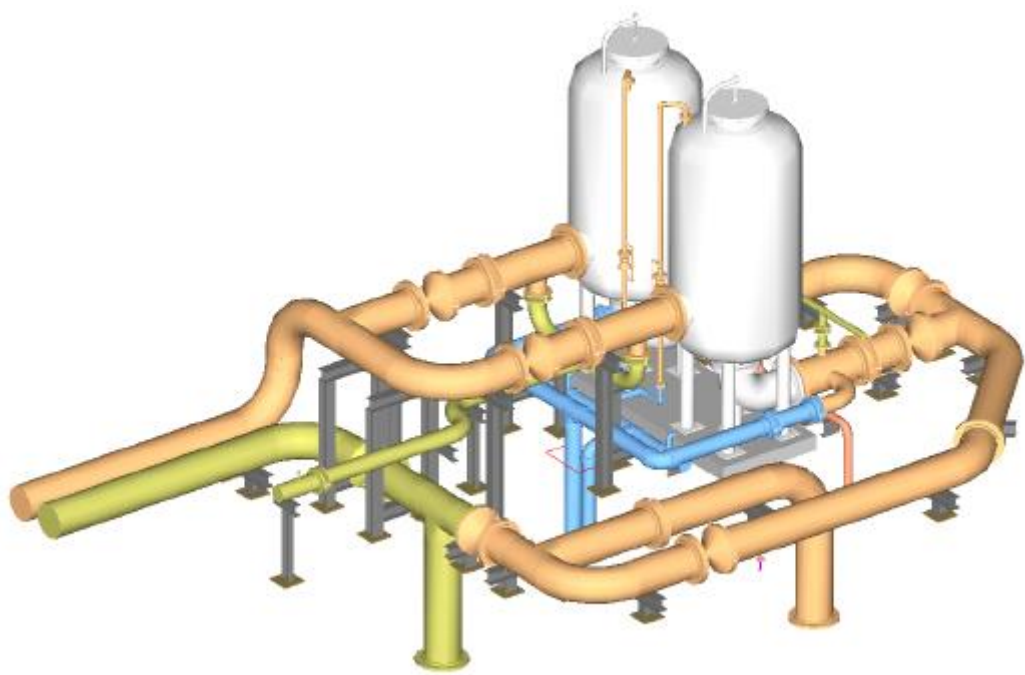


圖 3-2 前置濾蕊過濾器 3D 圖

### 前置過濾器背洗用水箱

此水箱分為兩部分，一部分為樹脂再生回收之除礦水供前置過濾器背洗之用，另一部分為背洗廢水暫存槽，待水滿之後以泵傳送至廢水槽(Sump)。

水箱容量：72 m<sup>3</sup>

水箱材質：FRP

水箱外部尺寸：7000mmLx6000mmWx3000mmH

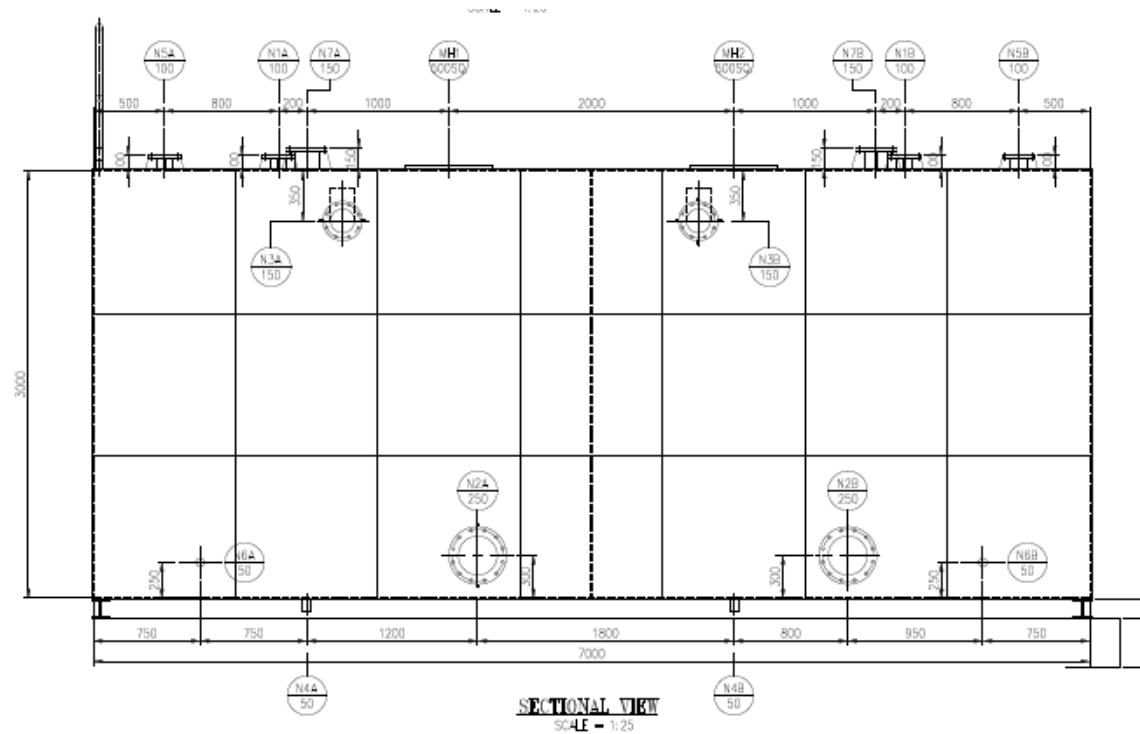


圖 3-3 背洗用水箱細部圖

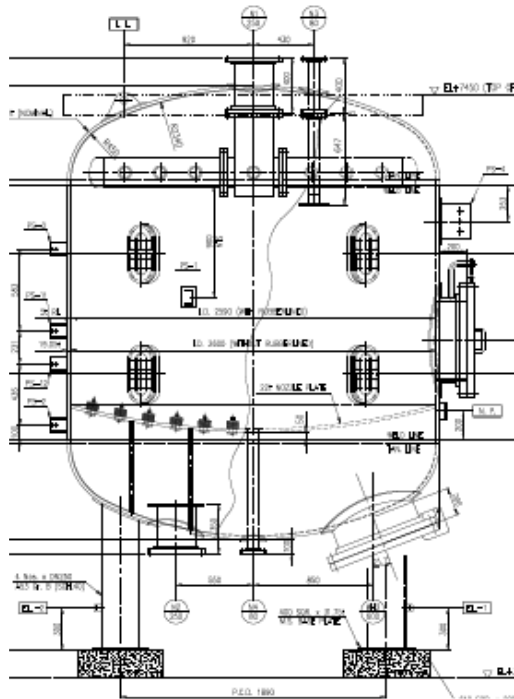
### 背洗及廢水傳送泵

流量	50 m <sup>3</sup> /h	
揚程	30 m	
材質	SS316	
數量	2	
功率	18.5 kW	

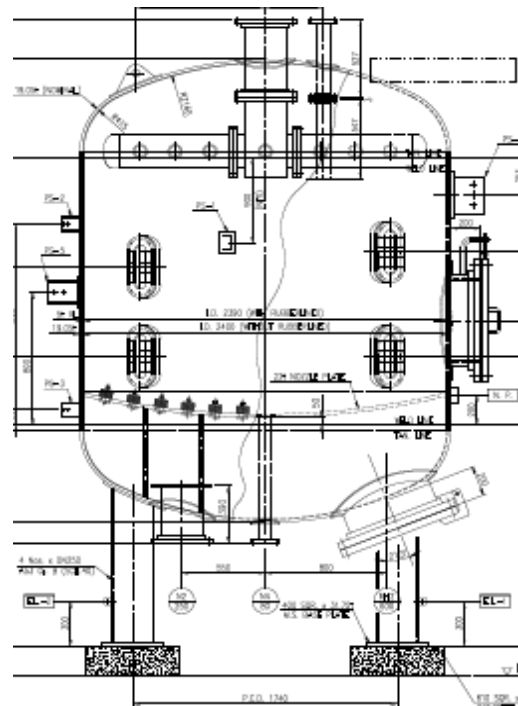
(二). 凝結水淨化器 (Condensate Polisher)

凝結水淨化器包含陽離子與陰離子交換槽，其功能是去除凝結水中的離子雜質

	陽離子交換槽	陰離子交換槽
流量	每組 486 ton/h	
流速	91.5 m/h	107.4 m/h
設計壓力	1.79 MPaG	
設計溫度	70°C	
材質	本體 SA516Gr.70 含 5mm 橡膠襯裡(Rubber Lining)	
數量	5 組 (3 組正常運轉，2 組備用)	
尺寸	φ 2600mm×1800mmH	φ 2400mm×1800mmH
樹脂容積	6375 m <sup>3</sup> (H form)	4525 m <sup>3</sup> (OH form)
樹脂深度	1200 mm	1000 mm
運轉週期	168 小時	
樹脂型號	DIAION UKB10BH	DIAION UBA10AOH



陽離子交換槽



陰離子交換槽

### 凝結水淨化器再循環泵

凝結水淨化器再循環泵是在啟動初期水質尚未符合標準時，將凝結水從陰離子樹脂槽出口再循環回陽離子樹脂槽入口，反覆進行離子交換以提升水質。

型式	離心式水平分離式	
流量	350 m <sup>3</sup> /h	
揚程	25 m	
數量	5	
材質	SS316	
功率	45 kW	

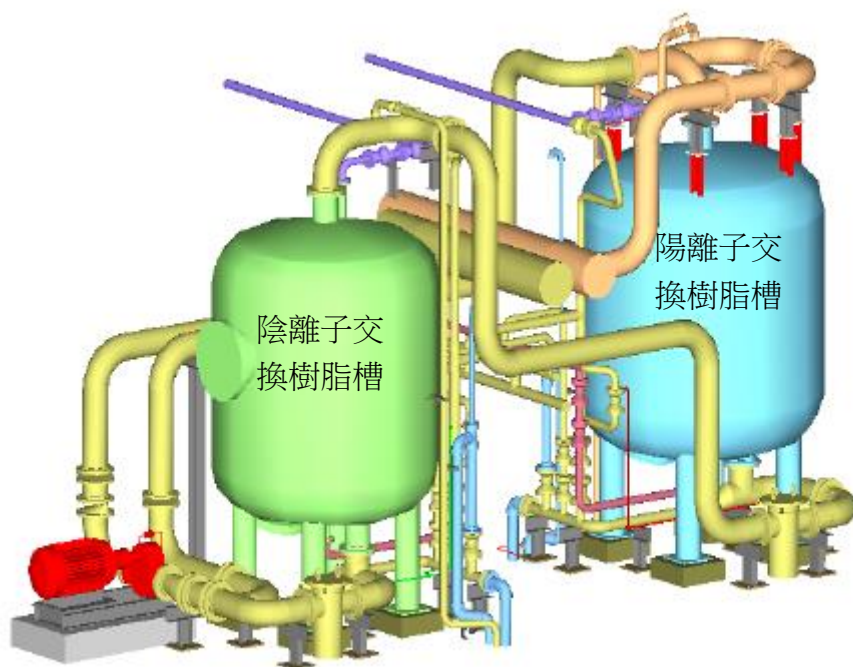


圖 3-5 凝結水淨化器 3D 圖

### (三). 再生系統

再生系統包含了陽離子與陰離子樹脂再生槽、陽離子及陰離子樹脂儲存槽，凝結水淨化器中耗竭後的陽離子交換樹脂傳送到陽離子樹脂再生槽，以 5% 硫酸進行再生，完成之後傳送到陽離子樹脂儲存槽，再傳回陽離子交換槽；而耗竭的陰離子交換樹脂則被傳送到陰離子樹脂再生槽，以 4% 氫氧化鈉進行再生，完成之後傳送到陰離子樹脂儲存槽，再傳回陰離子交換槽。

#### 陰陽離子樹脂再生槽與儲存槽

	陽離子樹脂再生槽(CRT) 陽離子樹脂儲存槽(CST)	陰離子樹脂再生槽(ART) 陰離子樹脂儲存槽(AST)
設計壓力	7.5 bar	
設計溫度	60°C	
材質	本體 SA516Gr70 w 含 5mm 天然硬質 橡膠內襯	
數量	各 1	各 1
桶槽尺寸	φ 2200mm×3600mmH	φ 2200mm×2400mmH
樹脂深度	1700 mm	1200mm

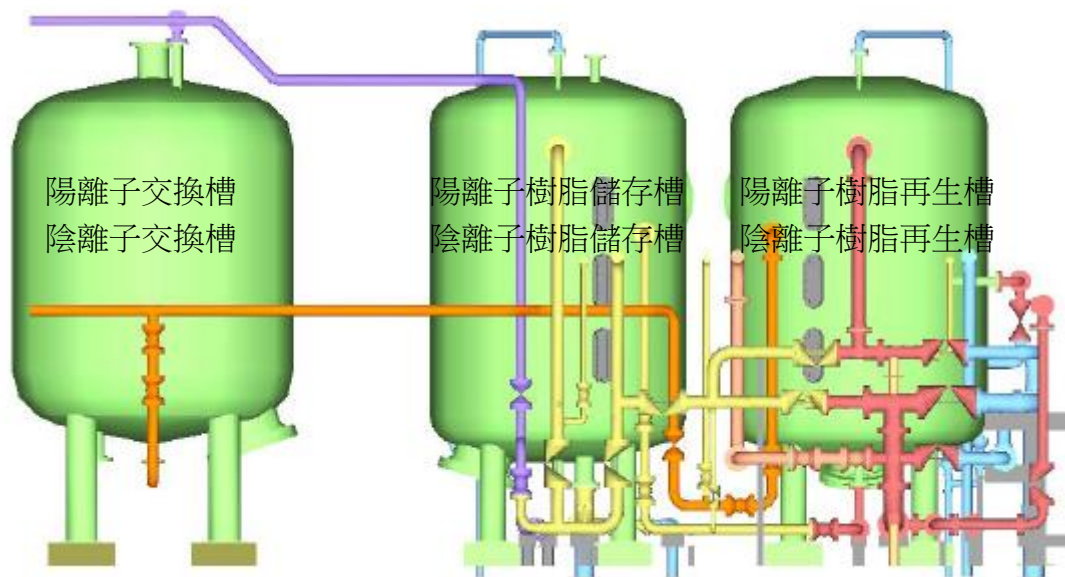
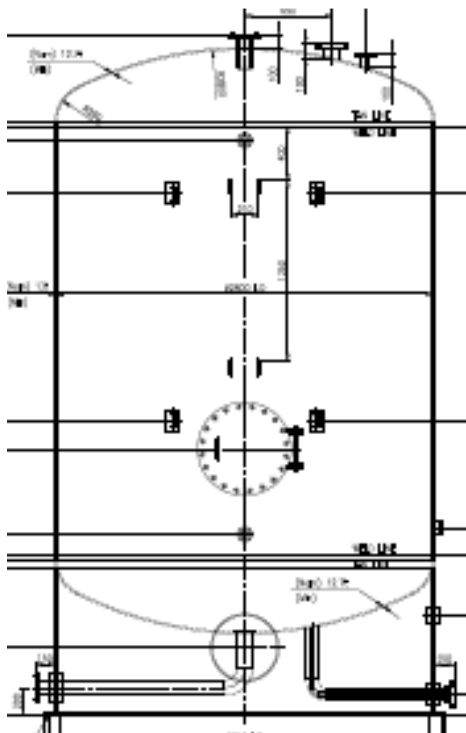


圖 3-6 樹脂再生系統 3D 圖

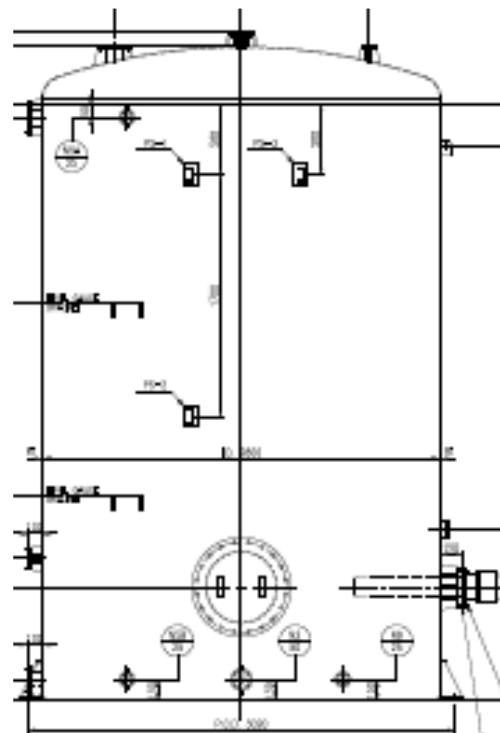
(四). 化學藥品供應系統

化學儲槽

	酸儲存槽	鹼儲存槽
容量	24 m <sup>3</sup>	
儲存液體	98% <chem>H2SO4</chem>	45% <chem>NaOH</chem>
材質	JIS SS400	FRP
數量	1	1
尺寸	Φ2800mm×4200mmH	
溫度	室溫	室溫(附電熱器)
壓力	大氣壓力	



酸儲槽

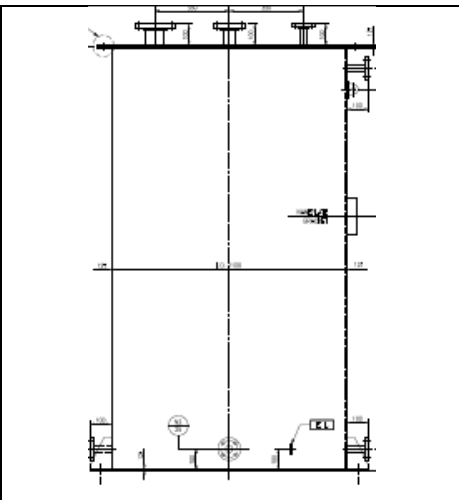


鹼儲槽

圖 3-7 酸及鹼儲存槽

## 酸液日用槽

供應單次陽離子交換樹脂再生的用量

儲存液體	98% $H_2SO_4$	
設計壓力	大氣壓力	
設計溫度	室溫	
材質	SS400	
數量	1	
尺寸	$\Phi 1100\text{mm} \times 2000\text{mmH}$	

## 鹼液再生泵（膜片式計量泵）

利用鹼液再生泵將儲槽中的 NaOH 混和 45°C 除礦水，稀釋至 4% 後傳送到陰離子樹脂再生槽（ART）進行再生程序。

型式	膜片式計量泵
流量	1.5 m <sup>3</sup> /h
揚程	50 m
功率	2.2 kW
材質	本體：SS316L 膜片：PTFE

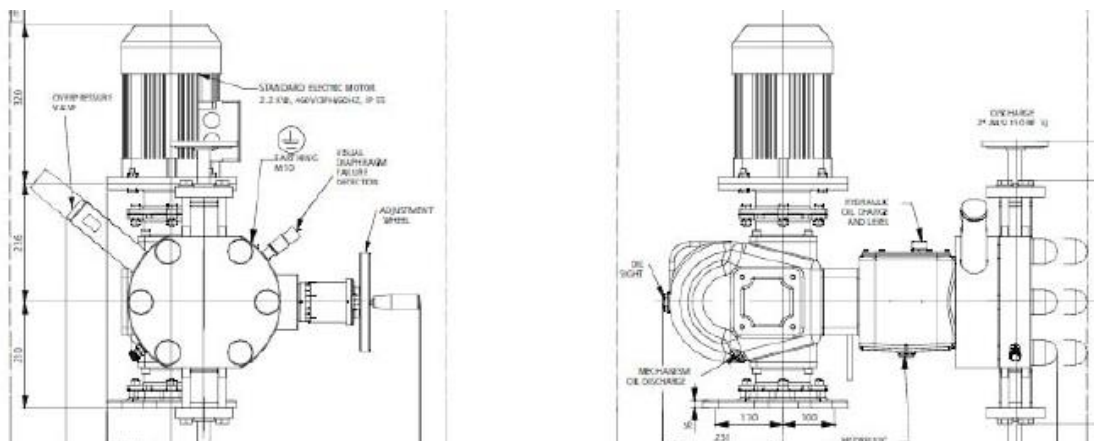


圖 3-8 鹼液再生泵

### 稀釋除礦水加熱槽

除礦水加熱槽先將水加熱至 82°C，再與室溫除礦水混合，利用三通流量控制閥配合出口溫度控制，提供 NaOH 從 45%稀釋為 4%濃度之 45°C 熱水。

設計壓力	10 bar
設計溫度	100°C
材質	SA240 TP304L
數量	1
尺寸	Φ 1200mm×3300mmH
加熱器	48 kW × 17 組(2 組備用)

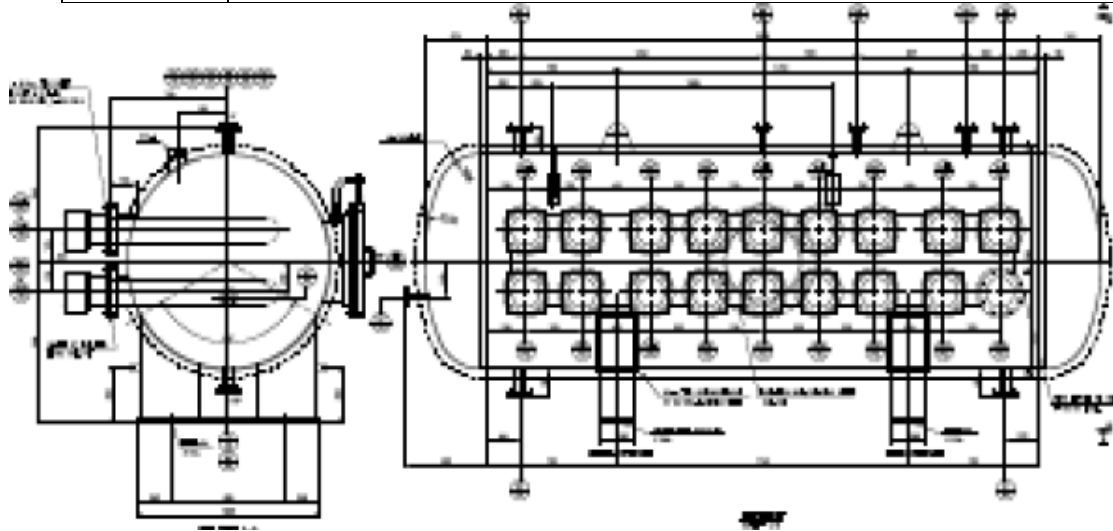


圖 3-9 除礦水加熱槽

### 再生槽空氣擦洗用風機

型式	Roots type	
風量	905 Nm <sup>3</sup> /h	
揚程	5 m	
材質	鑄鐵	
數量	2	
功率	22 kW	



## 卸載泵

用來卸載化學槽車內的化學藥劑到儲存槽內。

	酸卸載泵	鹼卸載泵
型式	磁力式無軸封泵	
流量	60 m <sup>3</sup> /h	
揚程	10 m	
材質	外殼 : Ductile Iron + PFA 襯裡	
功率	5.5 kW	7.5 kW

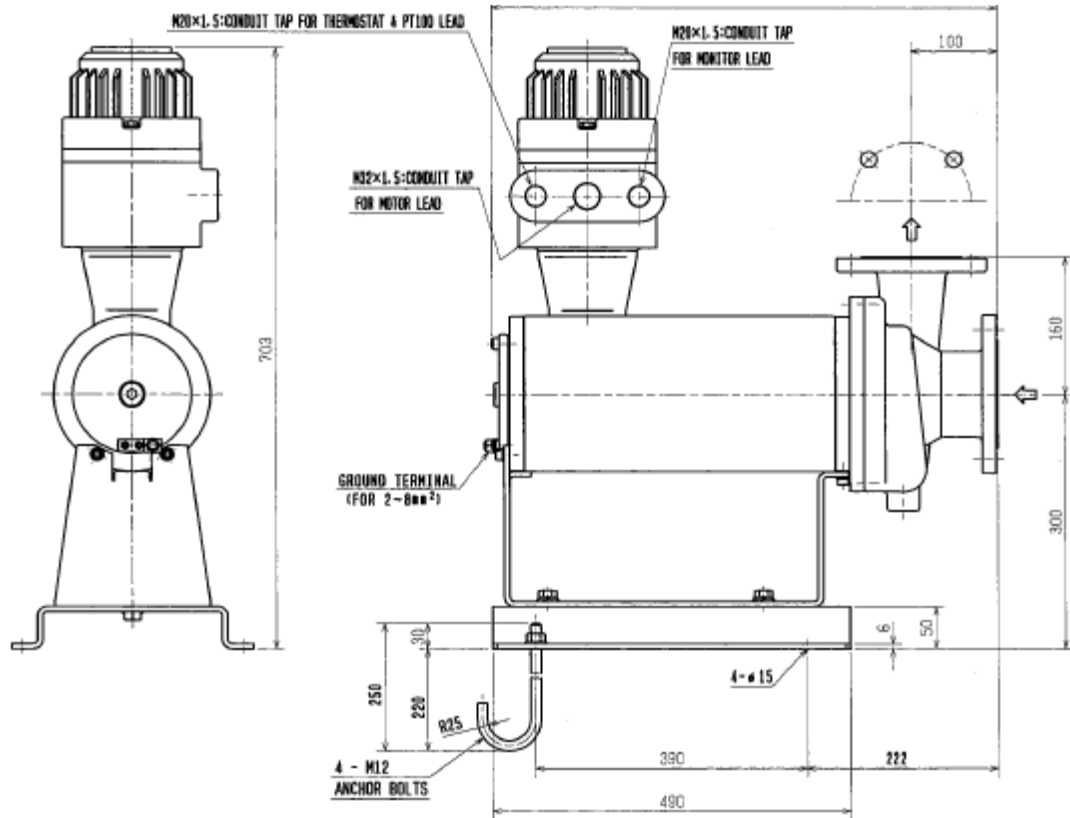
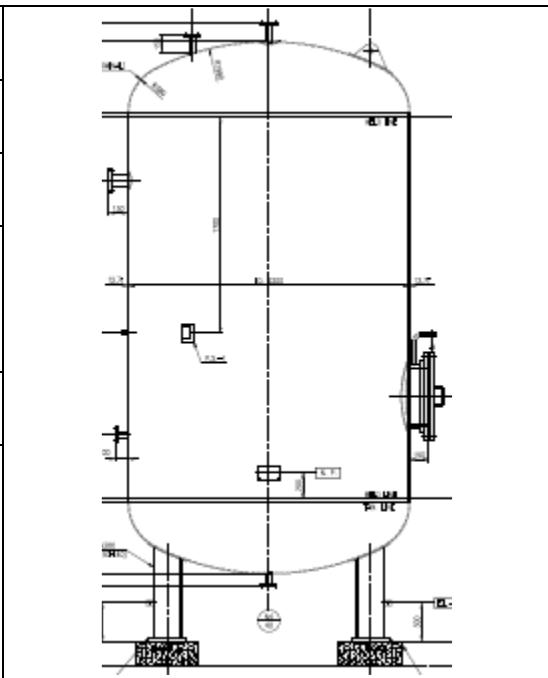


圖 3-10 酸、鹼卸載泵外型圖

(五). 其他設備

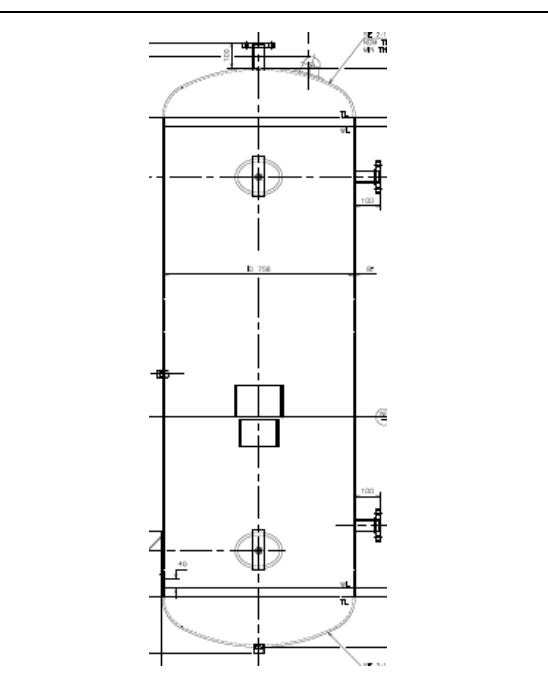
廠用空氣槽

廠用空氣是用於前置濾蕊過濾器背洗、混合與傳送凝結水淨化器系統裡的離子交換樹脂。

流體名稱	廠用空氣	
設計壓力	10 bar	
設計溫度	50°C	
材質	SA516Gr70 / Epoxy coated	
數量	1	
尺寸	Φ 2200mm×3000mmH	

儀用空氣槽

供給儀器、氣動式閥與控制閥操作之控制空氣。

流體名稱	儀用空氣	
設計壓力	10 bar	
設計溫度	50°C	
材質	SA516Gr70 / Epoxy coated	
材質	SA240 型式 304	
數量	1	
尺寸	Φ 750mm×2400mmH	

### 廢水泵

若廢水池(Waste Water Sump) 水量達設計上限，可以藉由此泵來傳送廢水至處理廠。

流量	770 m <sup>3</sup> /h	
揚程	35 m	
材質	Hastelloy C	
功率	110 kW	
數量	2	

### 樹脂裝填斗

新的樹脂或補充的樹脂將由這個進料斗裝入。

公稱容量	0.2 m <sup>3</sup>	
設計壓力	大氣壓力	
設計溫度	60°C	
材質	本體 SS400 含 5mm 天然硬質 橡膠襯裡	
數量	1	
尺寸	Φ490mm×1100mmH	

#### 4. 凝結水淨化系統的運作

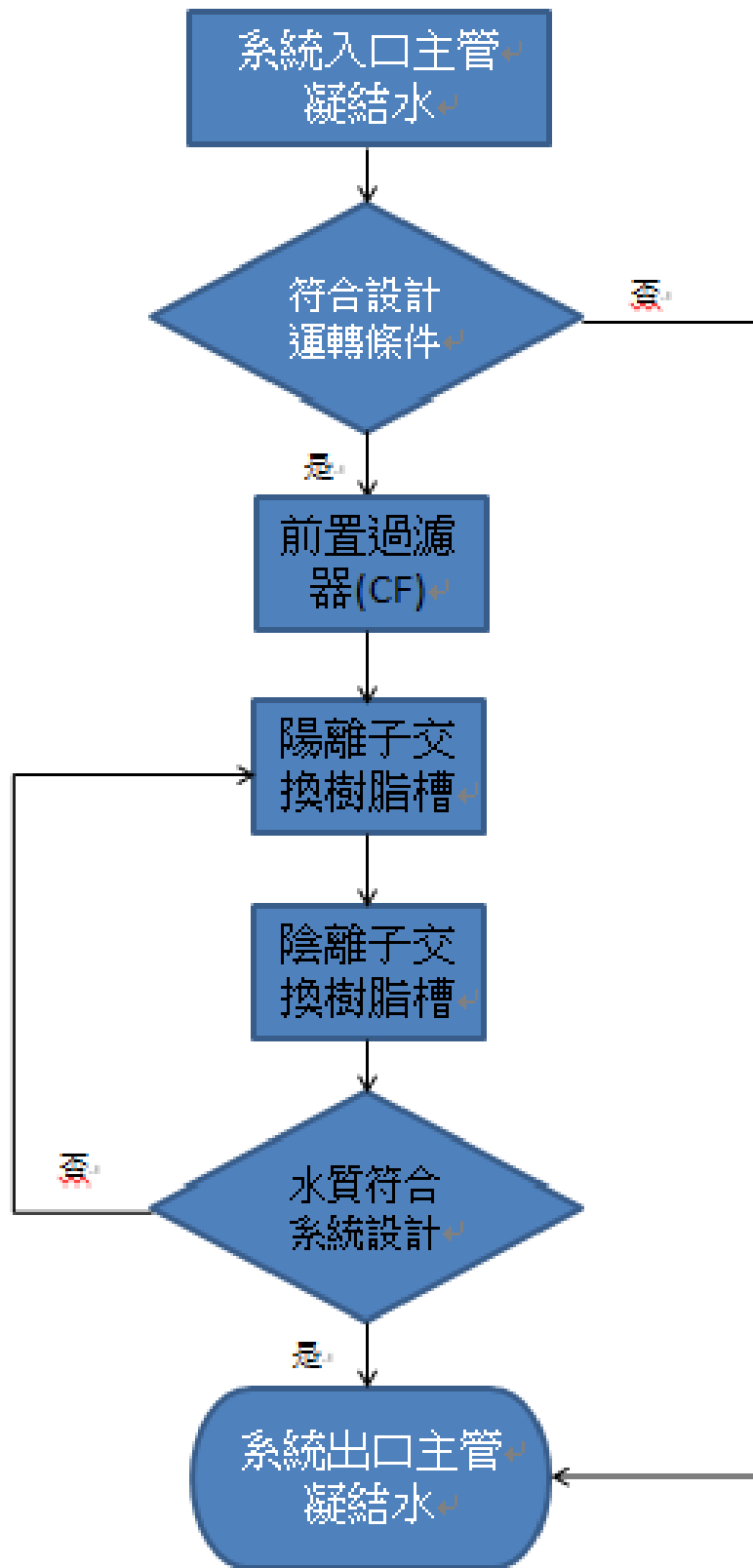


圖 4-1 系統流程圖

### (1)凝結水淨化系統運轉條件

為保護系統及符合系統設計運轉條件，以下情況系統開啟旁通(ByPass)，將凝結水直接導回出口主管：

- a. 系統出入主管壓力差大於 4.5bar
- b. 前置過濾器處於啟動(Start-up)程序中
- c. 前置過濾器及凝結水處理器處於停止(Shut-down)程序中
- d. 待處理凝結水水溫超過 45°C
- e. 系統處於急停狀態時
- f. 冷凝水流量不足時

### (2)前置過濾器運轉、停止及背洗程序

#### A. 運轉程序

- i. 槽體及連接管線注水至滿水位
- ii. 平衡主管與槽體壓力
- iii. 開啟連接主管閥門開始運轉

#### B. 停止程序

- i. 備用過濾器執行運轉程序
- ii. 關閉凝結水進出閥門
- iii. 開啟排氣閥進行洩壓
- iv. 進行背洗程序

## **SERVICE**

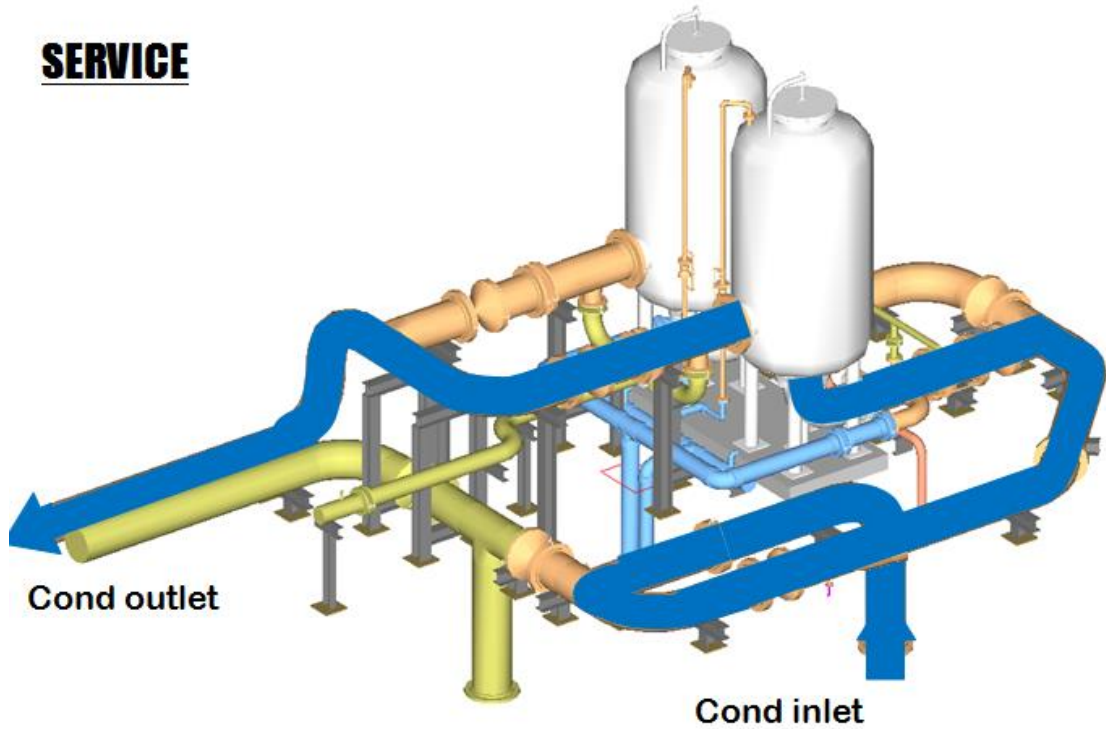


圖 4-2 前置過濾器運轉示意圖

### C. 背洗程序

- i. 啟動背洗泵，開啟排氣閥及洩水閥，背洗 2 分鐘
- ii. 注入廠用壓縮空氣，持續背洗 1 分鐘
- iii. 停止注入廠用壓縮空氣，持續背洗背洗 2 分鐘
- iv. 注入廠用壓縮空氣，持續背洗 1 分鐘
- v. 停止注入廠用壓縮空氣，持續背洗背洗 2 分鐘
- vi. 注入廠用壓縮空氣，持續背洗 1 分鐘
- vii. 停止注入廠用壓縮空氣，持續背洗背洗 2 分鐘
- viii. 停止背洗泵，持續開啟排氣閥及洩水閥 2 分鐘
- ix. 關閉洩水閥，將過濾器注滿除礦水

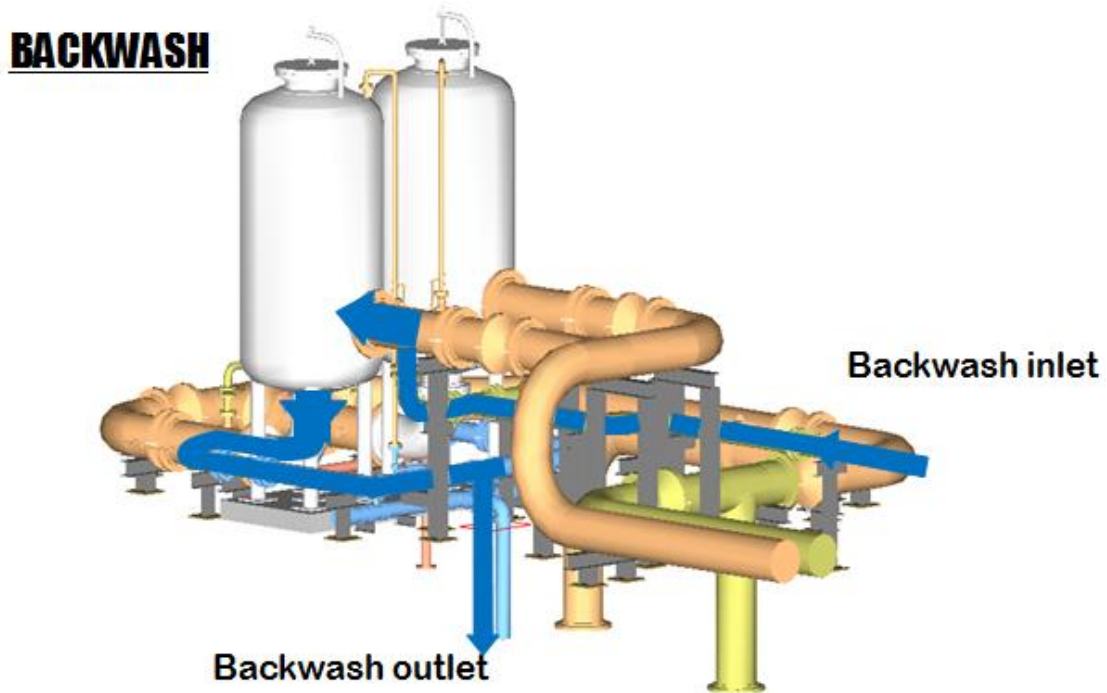


圖 4-3 前置過濾器背洗示意圖

### (3)離子淨化器啟動及停止程序

#### A. 啟動程序

- i. 槽體及連接管線注水至滿水位
- ii. 平衡主管與槽體壓力
- iii. 啟動循環泵，讓凝結水於兩槽間循環
- iv. 開啟連接主管閥門開始運轉

#### B. 停止程序

- i. 減少進入淨化器流量
- ii. 關閉淨化器出入口主管閥門
- iii. 開啟洩壓閥，卸除槽內壓力
- iv. 開啟排氣閥，完成停止程序

## **CPS SERVICE**

- Filling
- Pressurizing
- Recirculation
- Service

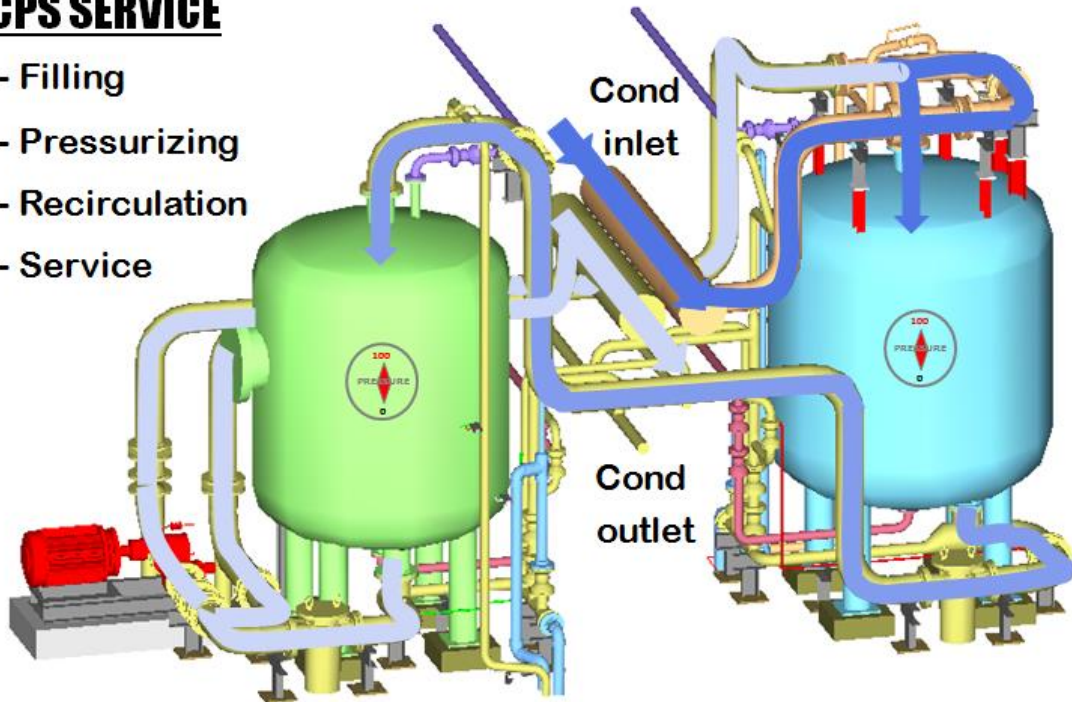


圖 4-4 凝結水淨化器運轉示意圖

### (4)離子交換樹脂輸送程序

#### A. 樹脂輸送程序(凝結水淨化器→樹脂再生槽)

- 樹脂再生槽洩水
- 用除礦水將樹脂由淨化器傳送至再生槽
- 淨化器洩水
- 注入廠用壓縮空氣，進行第 1 次加壓空氣樹脂傳輸
- 注入除礦水噴淋
- 注入廠用壓縮空氣，進行第 2 次加壓空氣樹脂傳輸
- 關閉淨化器樹脂傳輸出口閥門，將淨化器注滿除礦水
- 以除礦水清洗輸送管路



B. 樹脂輸送程序(樹脂再生槽→樹脂儲存槽)

- i. 用除礦水及廠用壓縮空氣將樹脂由再生槽傳送儲存槽
- ii. 注入除礦水噴淋再生槽
- iii. 以除礦水清洗樹脂輸送管路
- iv. 以除礦水注滿儲存槽
- v. 以除礦水注滿再生槽

C. 樹脂輸送程序(樹脂儲存槽→凝結水淨化器)

- i. 用除礦水將樹脂由儲存槽傳送至淨化器
- ii. 樹脂儲存槽及淨化器洩水
- iii. 注入廠用壓縮空氣，進行第 1 次加壓空氣樹脂傳輸
- iv. 注入除礦水噴淋儲存槽
- v. 注入廠用壓縮空氣，進行第 2 次加壓空氣樹脂傳輸
- vi. 以除礦水清洗淨化器上游輸送管路
- vii. 以除礦水清洗淨化器下游輸送管路
- viii. 關閉淨化器樹脂傳輸出口閥門，將淨化器注滿除礦水

## **RESIN TRANSFER**

### **1) CPS to RT**

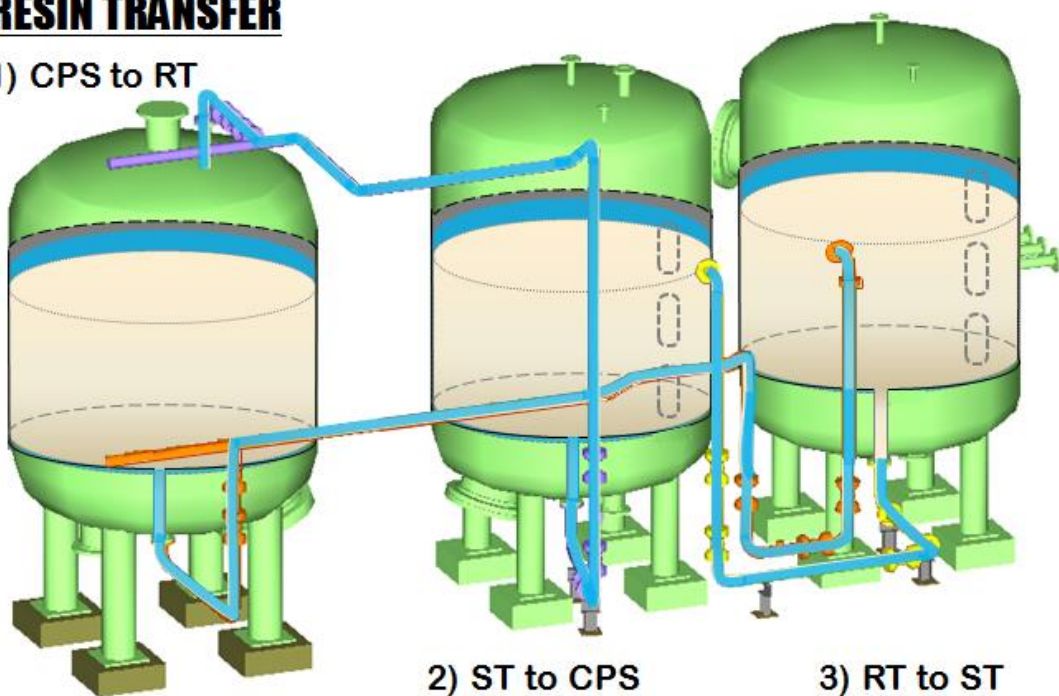


圖 4-5 樹脂輸送程序

## (5)樹脂再生槽空氣擦洗(Air Scrub)及樹脂再生程序

### A. 樹脂再生槽空氣擦洗程序

- i. 樹脂再生槽洩水
- ii. 啟動送風機將空氣注入再生槽進行第 1 次空氣擦洗(Air Scrub)
- iii. 持續將送風機將空氣注入再生槽，再加上除礦水一起進行第 2 次空氣擦洗(Air Scrub)
- iv. 注入廠用壓縮空氣充滿再生槽
- v. 持續注入廠用壓縮空氣並開啟槽體側邊閥門洩水
- vi. 持續注入廠用壓縮空氣並開啟槽體下方閥門洩水
- vii. 以除礦水注滿樹脂再生槽

### B. 樹脂再生程序

- i. 以除礦水注滿樹脂再生槽
- ii. 持續注入除礦水，並開啟背洗(Backwash)排放閥，進行背洗 10 分鐘
- iii. 開啟化學藥劑入口閥及洩水閥，注入化學藥劑 45 分鐘並將再生廢水排放至廢水槽儲存。
- iv. 關閉化學藥劑入口閥，以除礦水清洗化學藥劑輸送管路 50 分鐘
- v. 由槽體上方持續注入除礦水噴淋樹脂 15 分鐘，廢水排至廢水槽
- vi. 由槽體上方持續注入除礦水噴淋樹脂 30 分鐘，後段廢水回收至前置過濾器背洗水槽儲存。

## 5. 故障處理

### (一).水質不良

在正常操作下，未達淨化器(Polisher)離子交換樹脂一個工作週期(168 小時)處理水量之前，凝結水淨化器的出口導電率高於規定值。

原因：

#### (a) 閥件洩漏

- i. 壓縮空氣壓力不足
- ii. 閥體物理性損壞

#### (b) 陰離子樹脂未正確再生

- i. 再生用苛性鈉用量不足
- ii. 再生用苛性鈉流量不足

#### (c) 樹脂再生用硫酸及苛性鈉流速過低

- i. 管路異物堵塞
- ii. 酸鹼注入閥開度不正確

#### (d) 樹脂耗竭(Exhausted)

- i. 再生用硫酸及苛性鈉用量不正確

#### (e) 樹脂損失

- i. 槽內噴嘴干擾或鬆脫
- ii. 再生用硫酸及苛性鈉用量不正確

## (二). 冷凝水淨化處理量降低

在正常操作下，出口水質正常，但未達淨化器(Polisher)離子交換樹脂一個工作週期(168 小時)處理水量之前樹脂即耗竭(Exhausted)

可能原因：

### (a) 入口凝結水總溶解物數增加

處理方法：

- i. 進行入口凝結水水質分析
- ii. 檢查凝結水上游可能的污染源

### (b) 陽/陰離子樹脂流失

處理方法

- i. 檢查離子交換槽、再生槽及儲存槽下方隔板上安裝的噴嘴是否損壞或鬆動，造成樹脂破損流失。
- ii. 補充樹脂至正常高度。

### (c) 樹脂污穢或離子交換槽過度壓損

- i. 凝結水懸浮粒子過多

### (d) 樹脂床孔道現象(Channeling)

- i. 凝結水流量過低。

### (e) 再生化學藥劑濃度純度問題及再生瑕疵。

- i. 調製正確再生藥劑濃度
- ii. 化學藥劑雜質過多時須更換
- iii. 檢查再生時流速及時間

### (f) 樹脂表面金屬沉澱

- i. 分析再生藥劑

### (g) 藥劑沖洗時間過長造成樹脂劣化

- i. 清洗或更換樹脂

### (三).凝結水處理器壓損過大

原因：

#### (a) 樹脂破碎

- i. 利用背洗時將碎樹脂移除。

#### (b) 閥門未確實關閉(內漏)

- i. 檢查並調整閥門

#### (c) 過高處理流量

- i. 調整流量至預設值。

#### (d) 樹脂上髒污堆積

- i. 進行樹脂背洗

#### 四. 心得建議

經過此次出國實習訓練後，有下列一些心得建議：

1. 此套凝結水淨化系統為本公司首次使用分床式離子交換系統，有別於傳統混床式設計，其優缺點如下：

優點：

- (a) 陽離子與陰離子交換樹脂不須經過混合與分離的程序
  - 混合與分離程序皆須利用水流及樹脂比重差異完成，技術要求較高，若長久使用遇樹脂破損比重產生變化更增加難度。
  - 不會因為陽、陰離子樹脂分離不完全，導致再生不完全情形。
- (b) 陽、陰離子樹脂各自進行再生，無再生程序樹脂污染問題
  - 陽、陰離子樹脂各自使用獨立桶槽進行再生，不會有再生藥劑混用導致污染樹脂情形。
- (c) 流程單純，設計、運作與故障排除較為方便
  - 陰、陽離子樹脂各自進行離子交換及再生程序，故障原因選項較少。
  - 設計上沒有樹脂分離混合層的不確定因素。

缺點：

- (a) 初期設備投資成本較高
- (b) 所佔面積較混床式系統大
- (c) 周邊設備較多，運維成本略增

綜合上述，在廠房空間許可下建議以分床式凝結水淨化系統為較佳選項。

2. 本系統因使用腐蝕性化學藥劑進行樹脂再生，為避免人員因為碰觸到腐蝕性液體而造成人員受傷，此次化學藥劑卸載泵均使用磁式無軸封泵，其特點是電機與泵一體，沒有化學藥劑洩漏問題，對現場工作人員有較佳的保護作用，建議日後其他系統有類似使用情況，可考慮採

用此型式泵，以增加人員安全性。

3. 凝結水淨化器系統的設計基礎都是根據樹脂的特性而來，若公司未來計畫要降低運轉成本而更換樹脂供應商或樹脂種類時，必須要特別注意樹脂的特性及樹脂再生藥劑-比例曲線圖，適時調整再生藥劑濃度，以維持整個凝結水淨化系統的效能。
  
4. 本次海外訓練在參訪泵供應商過程中，介紹專供海水使用的葉輪材質-鎳鋁銅合金 **Nickel-aluminum Bronze(ASTM B148-C95800)**，其抗應力腐蝕、疲勞腐蝕及點狀腐蝕(Pitting corrosion)性能優異，機械強度佳，可鐸且有良好的鑄造性，熱處理之後可再提高抗海水腐蝕能力，惟需注意在含 **H<sub>2</sub>S** 污染的海水中無法使用(抗腐蝕性能下降)，另高溫使用下需注意壓力影響。建議於海水泵葉輪材質選擇時，可考慮此使用材質以延長葉輪壽命。