

# 中鋼公司廢水 回收系統實績說明

報告人:趙幼梅 處長

時間:103.06.05

# 報告目錄

- 壹、 建場緣由
- 貳、 建場歷程
- 參、 系統流程簡介
- 肆、 再生水水質/用途
- 伍、 運轉狀況說明
- 陸、 效益分析
- 柒、 結論

# 壹、建場緣由

## (一) 缺水風險

1. 枯水期因乾旱而限工業用水
2. 颱風期間原水濁度高造成停水或降低供水量
3. 提升生產高品級鋼種比例，增加多層次加工，耗水量需求大增。

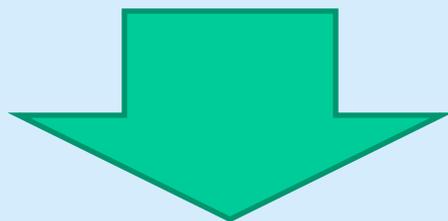
## (二) 執行節水策略

### 1. 多層次再利用

將水質較佳系統之排放水回收至次級水系統

### 2. 放流水再利用

### 3. 提升冷卻水系統循環比降低補水量



廢水純化自來水或純水水質

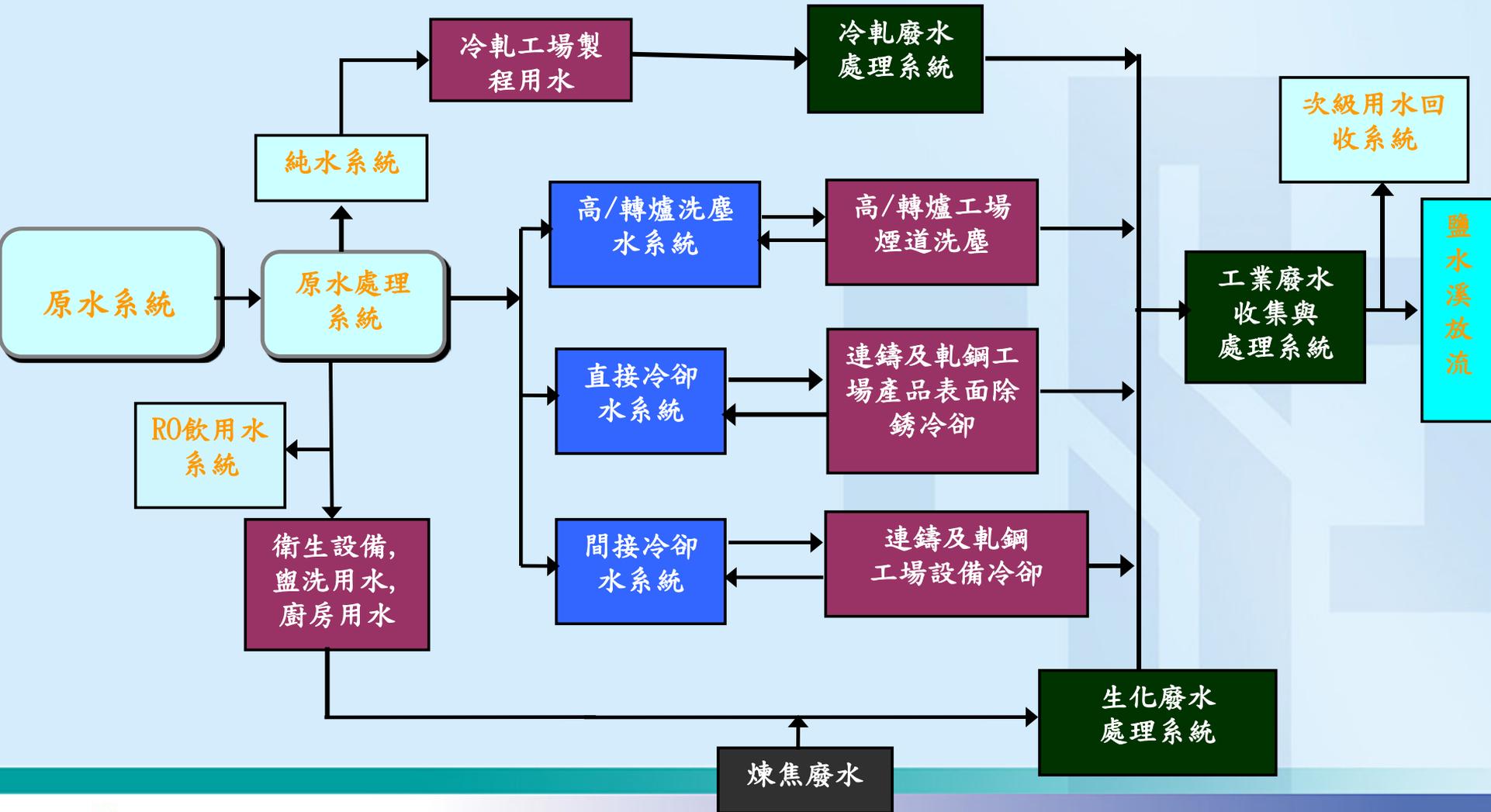
### (三) 世界各大鋼廠用水量指標

項次	鋼廠	粗鋼耗用原水量 (m <sup>3</sup> /每噸粗鋼)	備 註
1	CORUS(荷蘭)	7~8	
2	COSPINA(巴西)	5	
3	TATA(印度)	6.65	
4	Thyssen krupp(德國)	3.2	含電弧爐
5	大陸寶鋼	5.2 (3.6)	(不含河水冷卻及動力場用水)
6	韓鋼	3.6	含海水冷卻
7	日鋼	13.8	含海水冷卻循環率89.4%
8	Blue Scope(澳洲)	2.5	含海水冷卻
9	台鋼	5.75	環評提報值
10	中鋼	5.6~5.7	
11	中龍	3.5	以中鋼為標竿

註：各鋼廠製程及水系統不同，不易比較

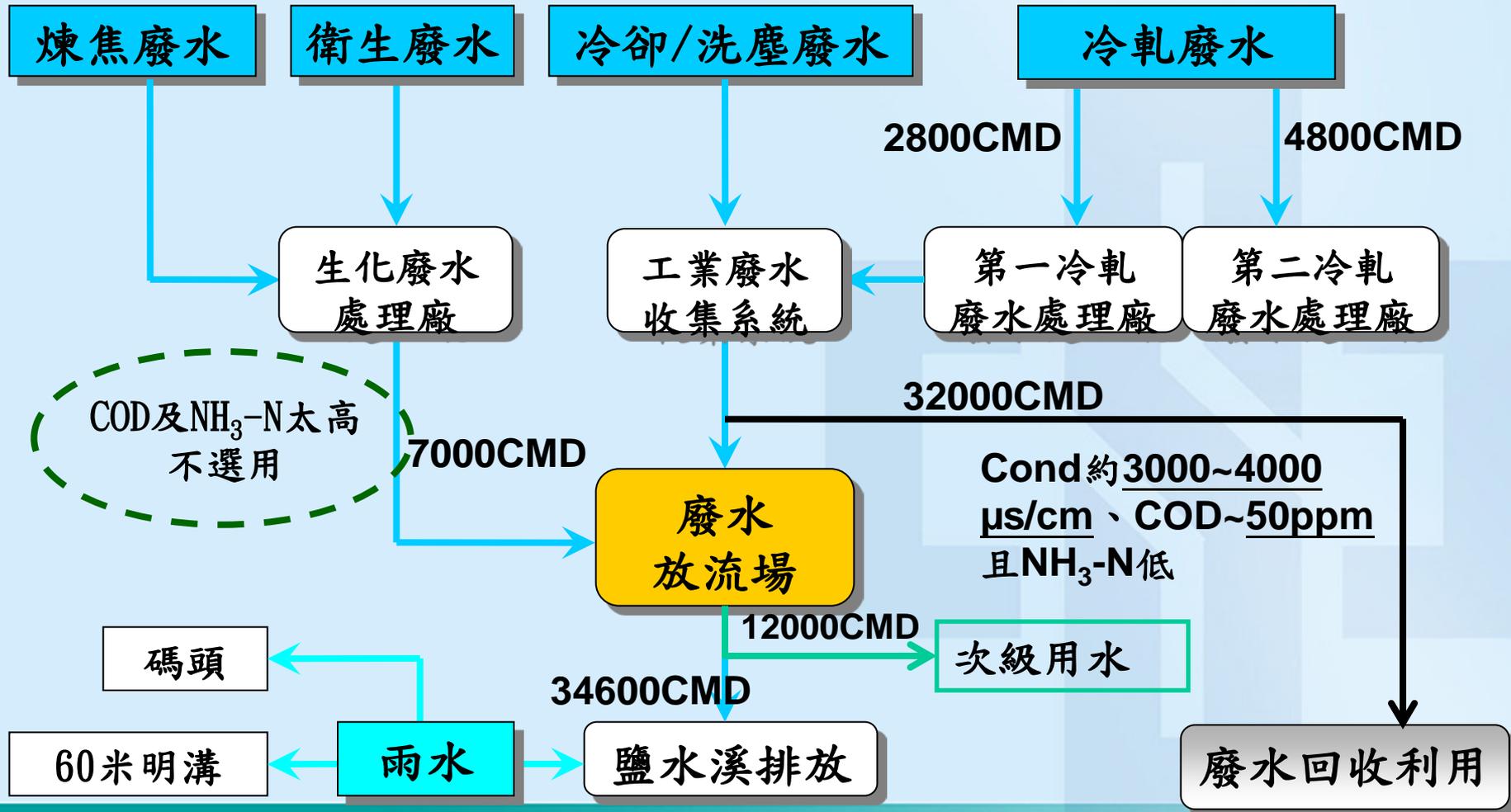
# 貳、建場歷程

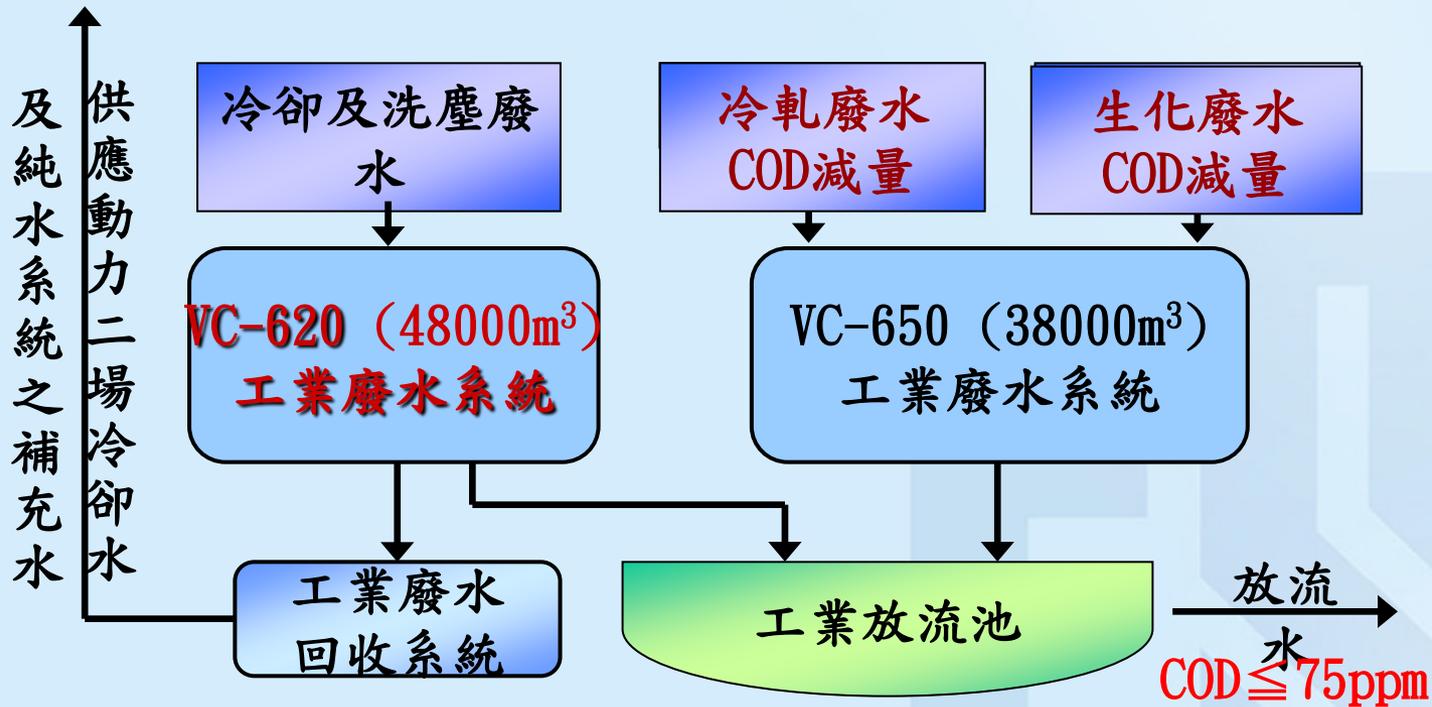
## 中鋼用水結構圖



# 貳、建場歷程(續)

2003.01 廢水水源的選用



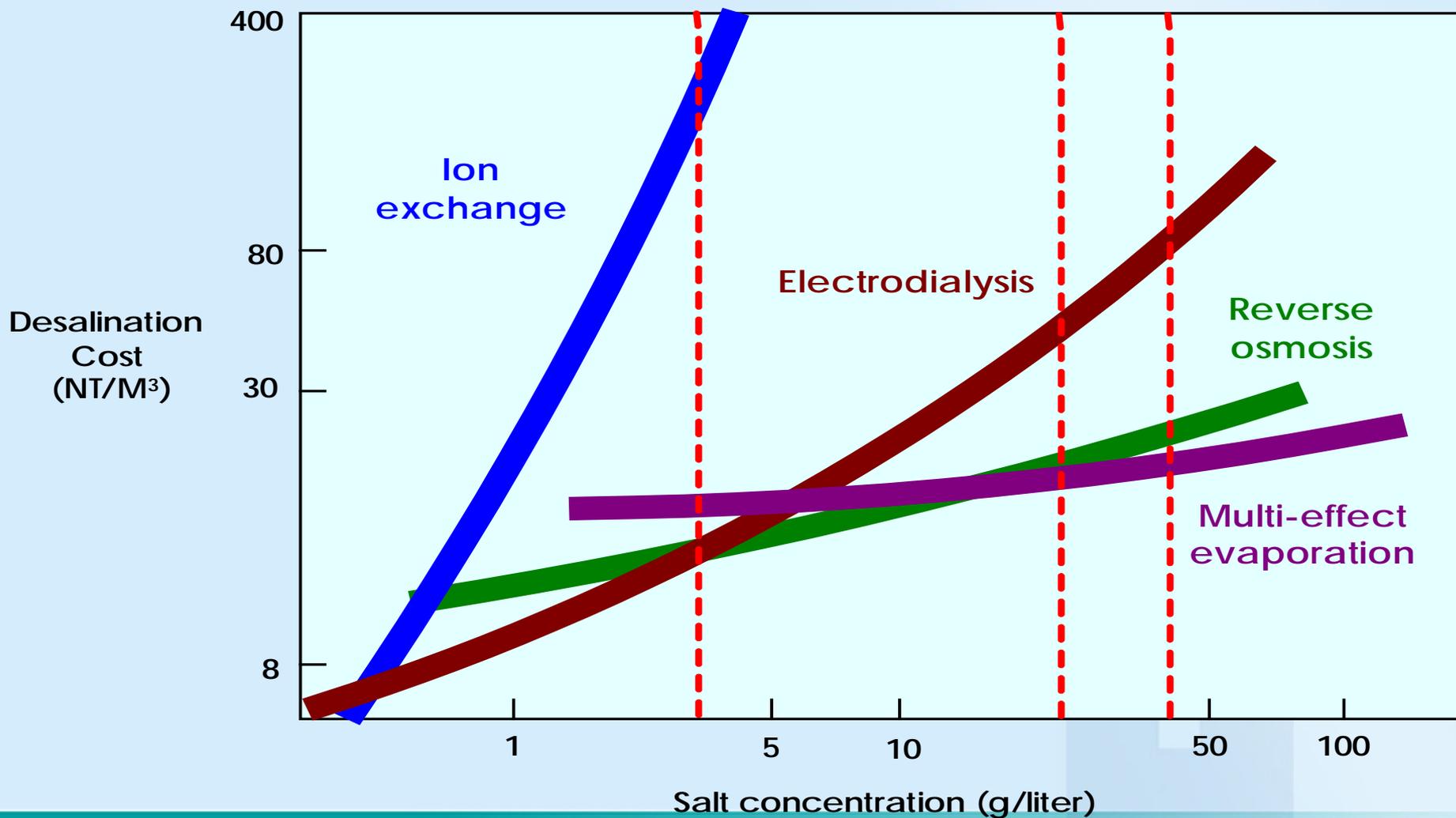


中鋼廢水系統



項目		示範場	
Cond	us/cm	Raw water	~3900
	us/cm	RO-Perm.	~105
pH		Raw water	~8.1
		RO-Perm.	~7.1
COD	mg/L	Raw water	~34.0
	mg/L	RO-Perm.	~5.0
Ca <sup>2+</sup>	mg/L	Raw water	~170
	mg/L	RO-Perm.	~1.5
Mg <sup>2+</sup>	mg/L	Raw water	~30.0
	mg/L	RO-Perm.	~0.1
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/L	Raw water	~460
	mg/L	RO-Perm.	~6.0
Cl <sup>-</sup>	mg/L	Raw water	~770.0
	mg/L	RO-Perm.	~17.0
SiO <sub>2</sub>	mg/L	Raw water	~14.0
	mg/L	RO-Perm.	~0.2

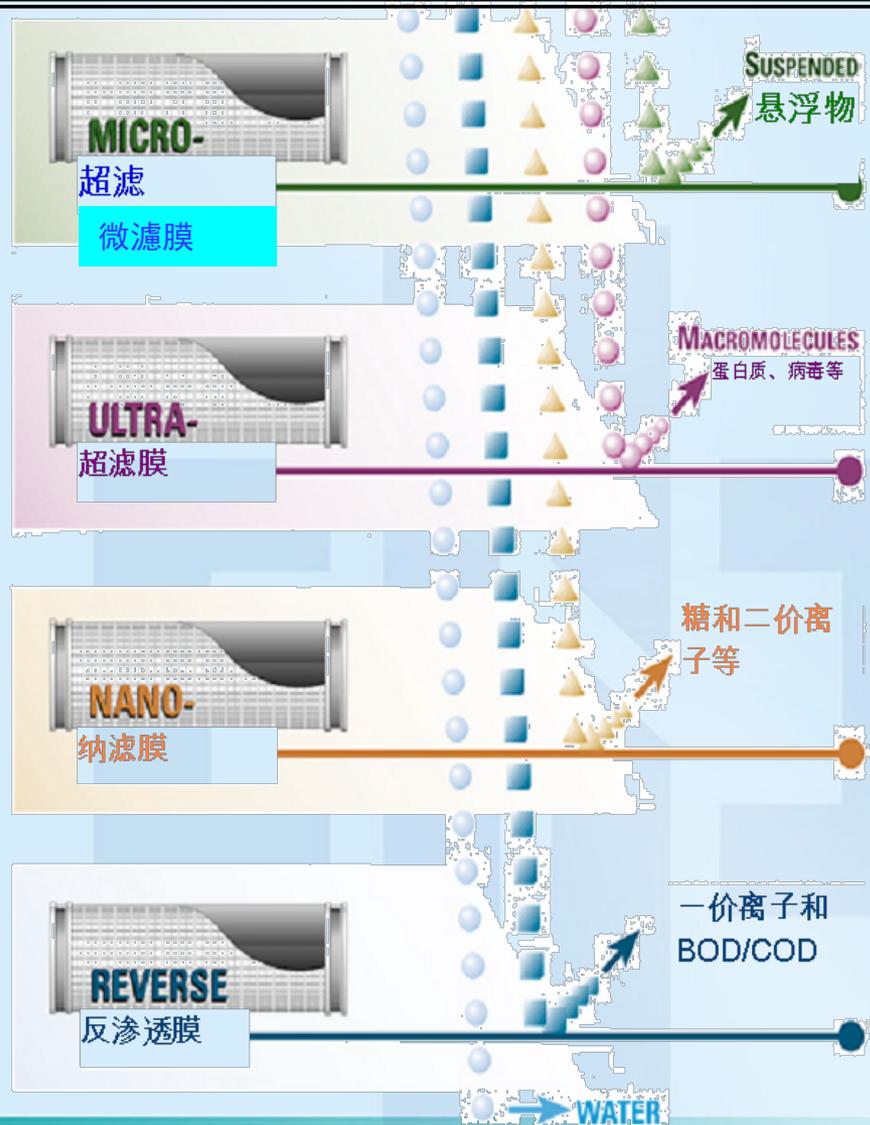
# 脫鹽技術成本比較



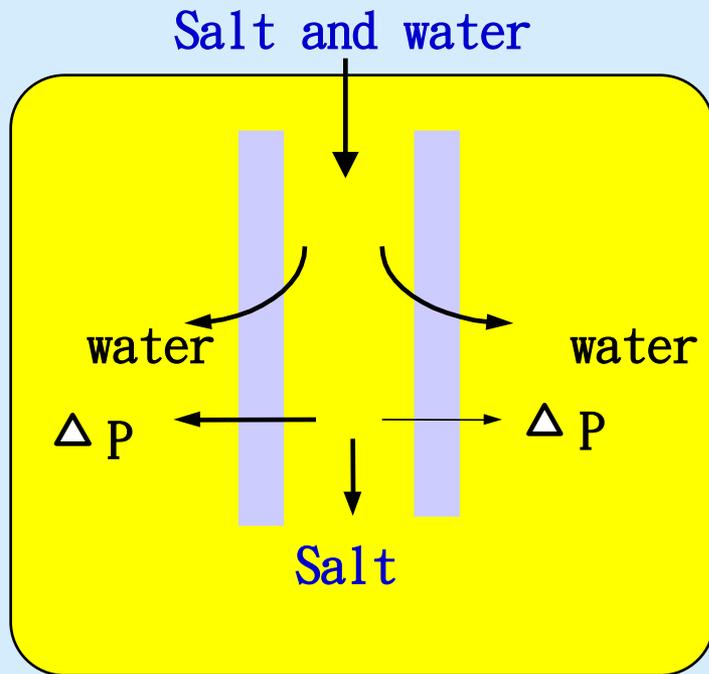
# 膜技術種類及應用

## 依膜的過濾孔徑可分：

- **微濾膜**：去除一般懸浮物
- **超濾膜**：去除所有懸浮物及微生物
- **納濾膜**：去除二價離子
- **逆滲透膜**：去除幾乎所有離子

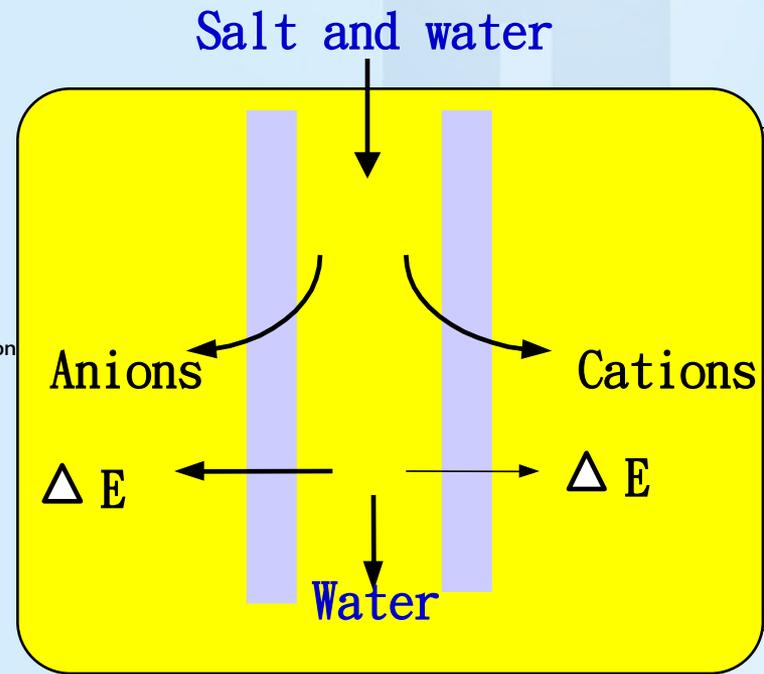


# 導極式電透析(EDR) /RO薄膜脫鹽技術比較



以壓力為驅動力  
操作壓力~20bar

Desalination  
Cost  
(NT/M<sup>3</sup>)



Salt concentration (g/liter)  
以電力為驅動力  
操作壓力~2bar

# 貳、建場歷程(續)

2003.02 小型實驗場測試，RO產水2CMD



壓力式MF  
材質 PVDF  
PORE SIZE  
 $0.1 \mu\text{m}$

## MF + RO



浸入式UF  
材質 PVDF  
PORE SIZE  
 $0.036 \mu\text{m}$

## UF + RO

# 模型實驗結果

項目	MF/RO系統 出水水質	UF/RO系統 出水水質
濁度(NTU)	ND	ND
導電度	~128	~100
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	~6.0	~1.0
Cl <sup>-</sup>	~24.0	~17.5
SiO <sub>2</sub>	~0.1	ND

- 取水點水質變動大，經過半年操作顯示，RO處理水質均良好
- 兩者在初設及操作費用的評比上均相當
- 操作上以浸入式UF系統表現較佳、穩定，故以UF+RO方式進行第三階段中型示範場的規劃。

# 貳、建場歷程(續)

2006.01 中型示範場運轉，UF：500CMD、RO：300CMD



# 貳、建場緣由(續)

2006.01 中型示範場運轉，UF：500CMD、RO：300CMD

95年1月起，運轉半年內平均水質

UF：

進水濁度約1.3~9.7 NTD

出水濁度約0.054NTD

SDI約1.2~1.8

RO：----->

**UF、RO水質皆良好，產量亦有達設計值**

項目			示範場
Cond	us/cm	Raw water	~3900
	us/cm	RO-Perm.	~105
pH		Raw water	~8.1
		RO-Perm.	~7.1
COD	mg/L	Raw water	~34.0
	mg/L	RO-Perm.	~5.0
Ca <sup>2+</sup>	mg/L	Raw water	~170
	mg/L	RO-Perm.	~1.5
Mg <sup>2+</sup>	mg/L	Raw water	~30.0
	mg/L	RO-Perm.	~0.1
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	Raw water	~460
	mg/L	RO-Perm.	~6.0
Cl <sup>-</sup>	mg/L	Raw water	~770.0
	mg/L	RO-Perm.	~17.0
SiO <sub>2</sub>	mg/L	Raw water	~14.0
	mg/L	RO-Perm.	~0.2

# 貳、建場緣由(續)

2007.01

規劃興建並提升至超純水

**最終目標 RO : 4,500CMD、DMW : 9,000CMD**

- 1) 滿足純水需求成長：因應公司擴充產能和提高外售蒸汽，其中增加外售蒸汽 170 T/hr。
- 2) 取代興建純水四場：原規劃興建第四超純水系統，土地空間受限。

# 實場施工中照片(2007.06開始興建)

原址開挖施工



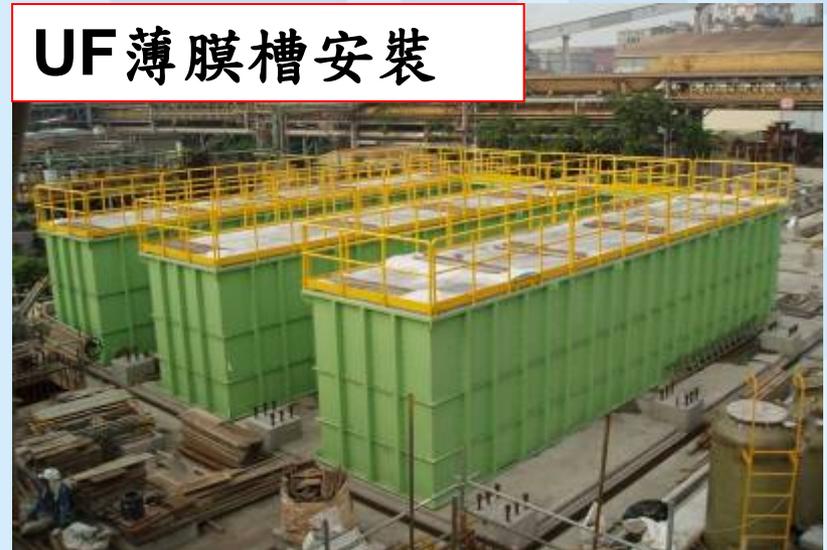
基樁工程施工



大底灌漿施工



UF 薄膜槽安裝



# 實場施工中照片

設備基礎施工



鋼構廠房安裝



藥槽區設備



樹脂槽安裝



# 完工後照片

UF系統



RO系統



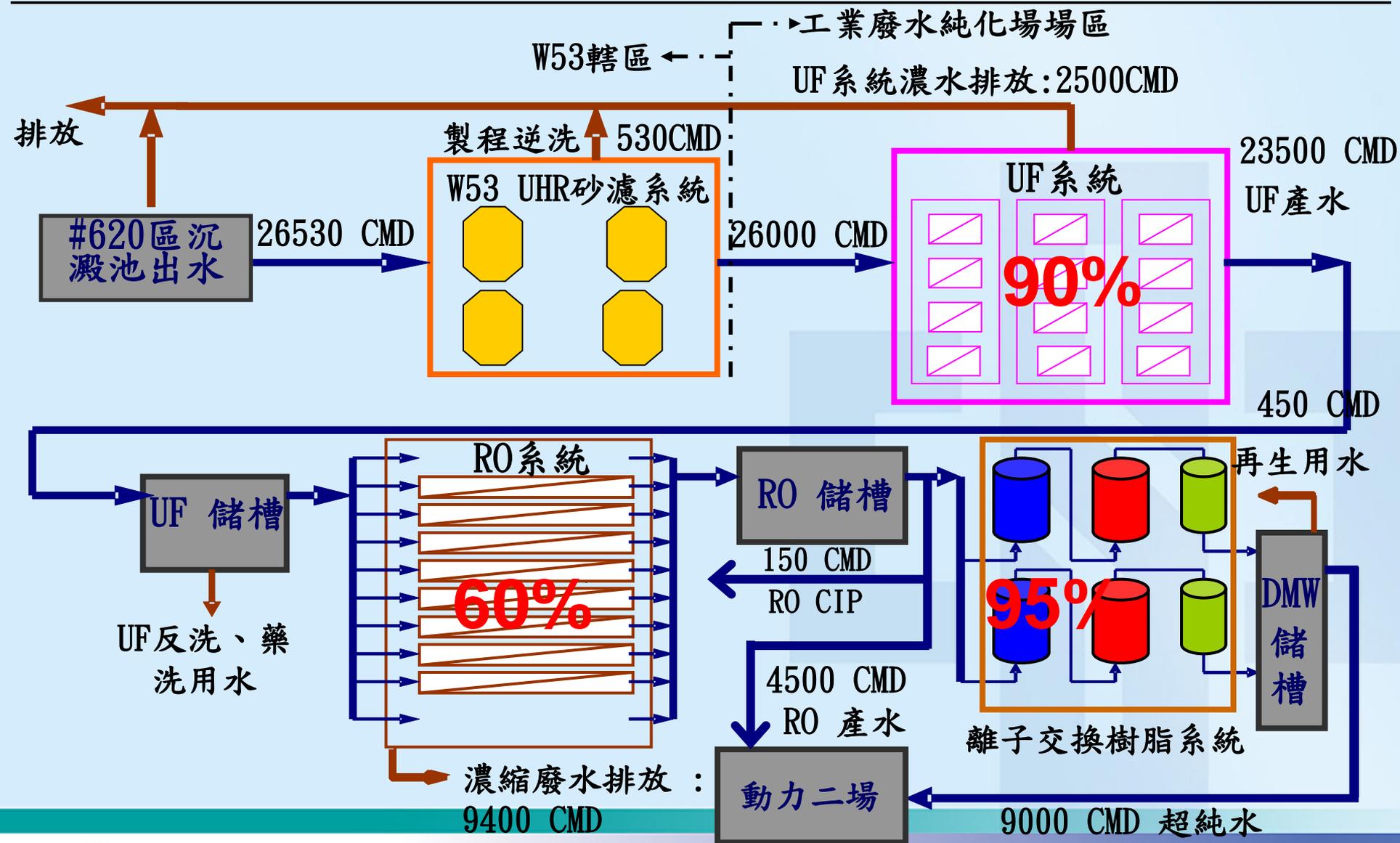
DMW系統



展示室



# 參、系統流程 - 總覽

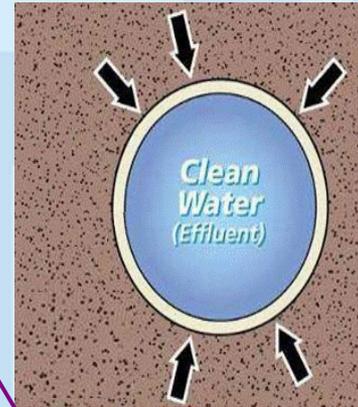
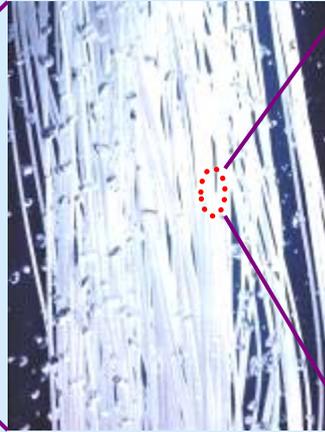


# 參、系統流程 – UF(超濾)

## 一、UF (ultra filtration) 超濾系統



單組Cassette

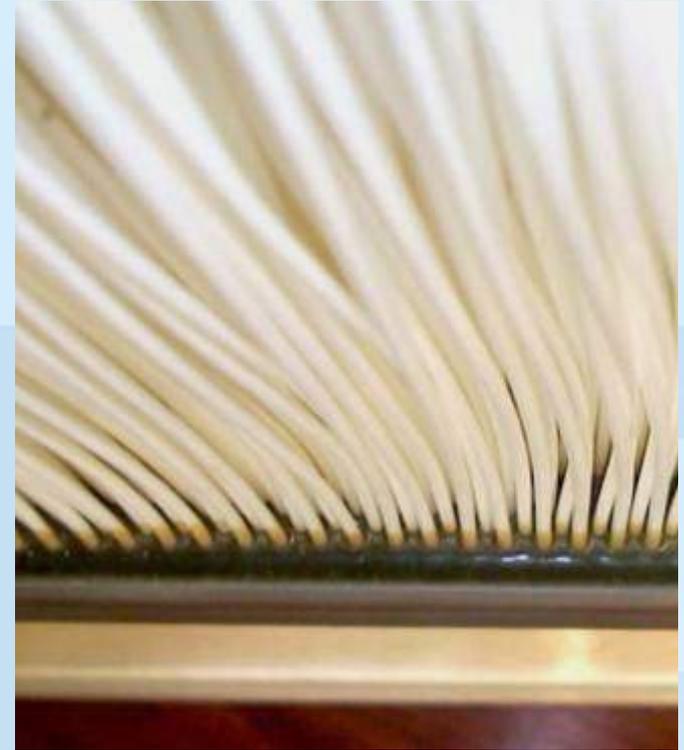


- ◆本場UF(超濾)系統，共有3套UF薄膜槽，每個薄膜槽有5個Cassettes，每個Cassette有64片膜組，共有960片膜組。
- ◆UF系統主要是作為RO系統的前處理，避免因雜質太多而短時間內造成RO設備的損壞。

# 參、系統流程 – UF(超濾)

## Dimensions: ZeeWeed® 500d 64 Module Cassette

中空Fiber: 外徑1.9mm; 內徑0.9mm



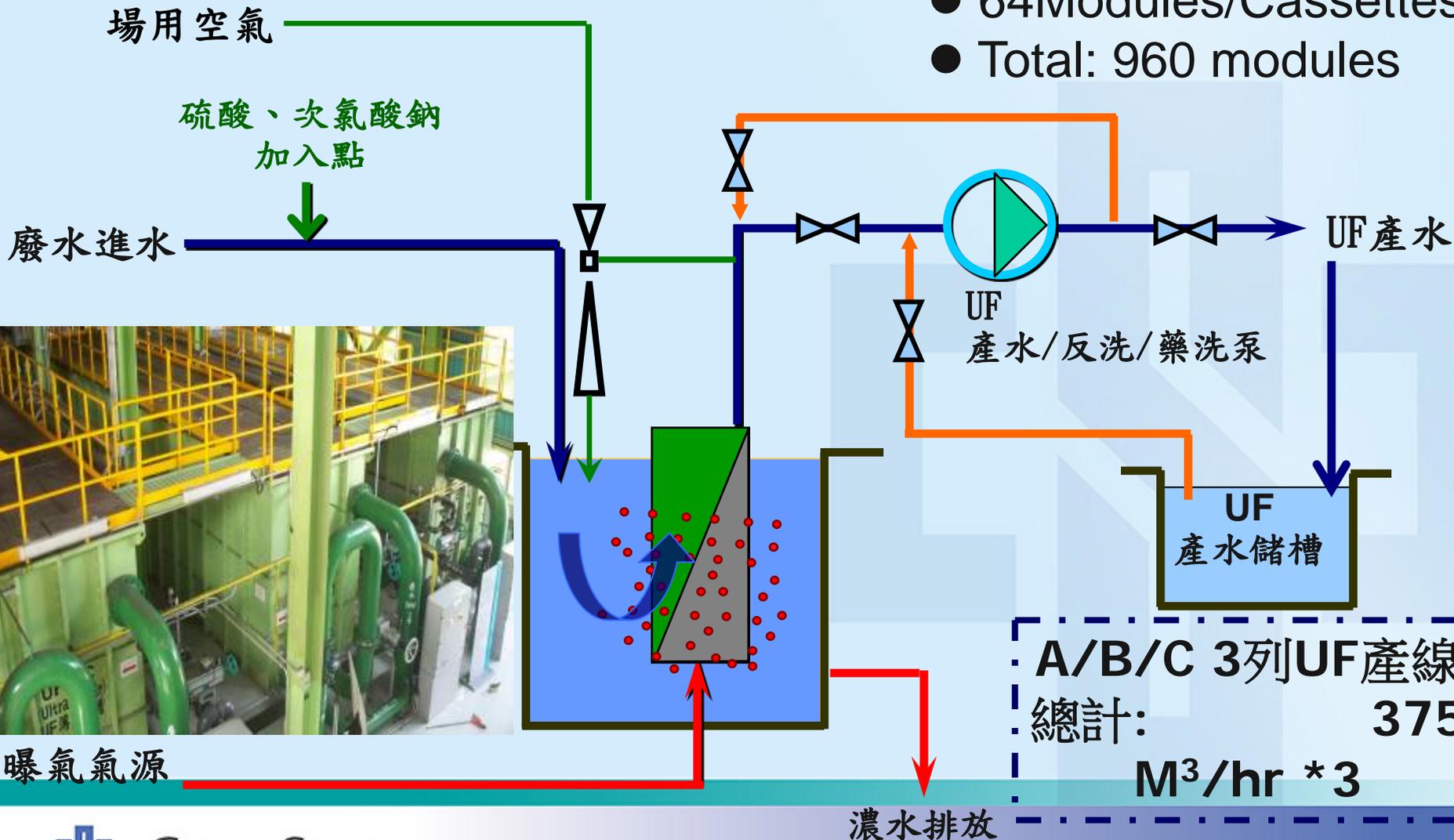
- pore-size of 0.04  $\mu\text{m}$
- surface area 440 ft<sup>2</sup> (**40.9 m<sup>2</sup>**) (每片).
- Net Average Design Flux 16.9 gfd

### Operating Specifications

Maximum permeation transmembrane pressure	83 kPa (12 psig)
Typical operating transmembrane pressure	7-70 kPa (1 to 10 psig)
Maximum backpulse transmembrane pressure	69 kPa (10 psig)
Maximum operating temperature	40°C (104 °F)

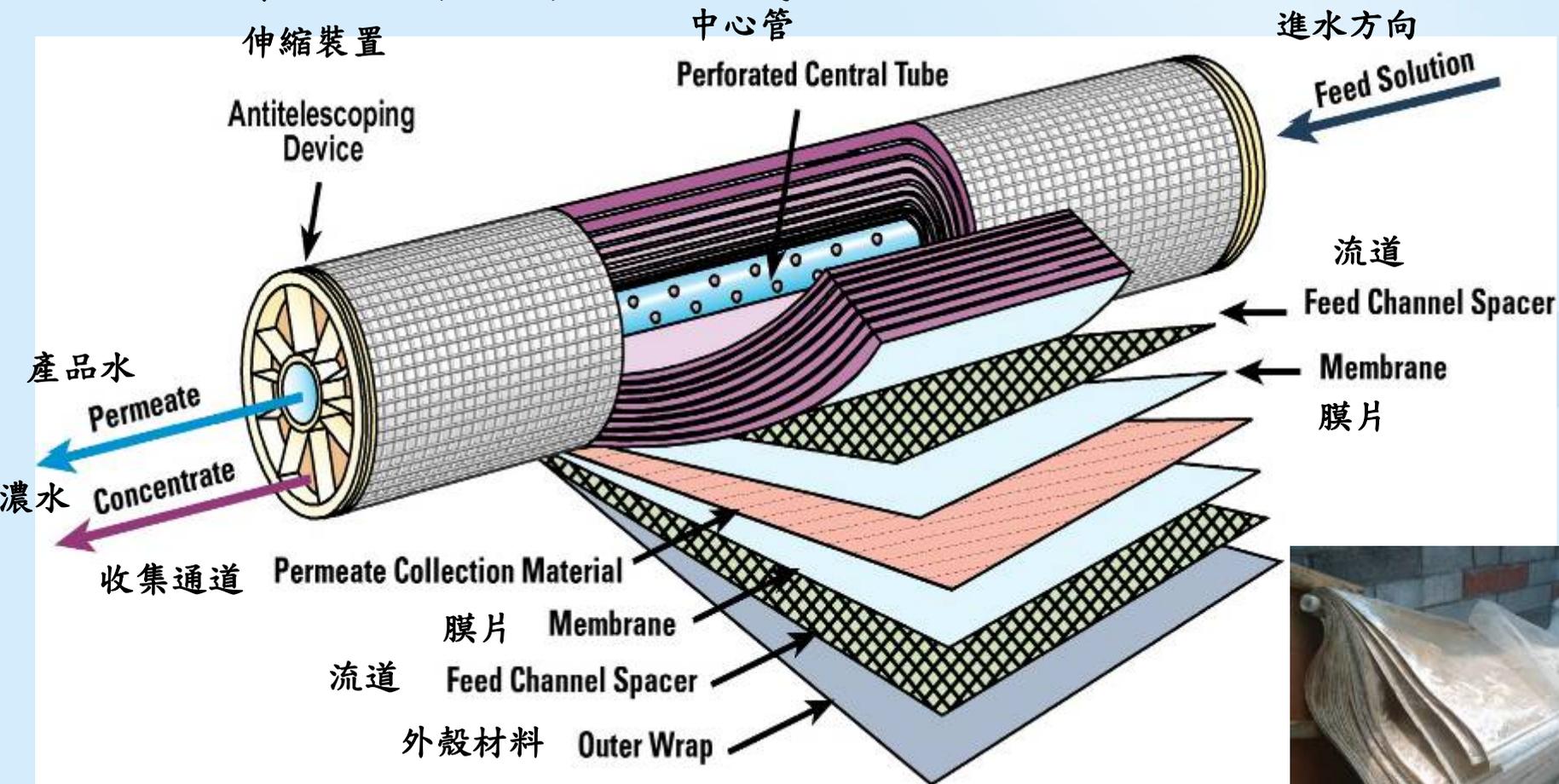
# 參、系統流程 - UF(超濾)

- UF : 15Cassettes
- 64Modules/Cassettes
- Total: 960 modules



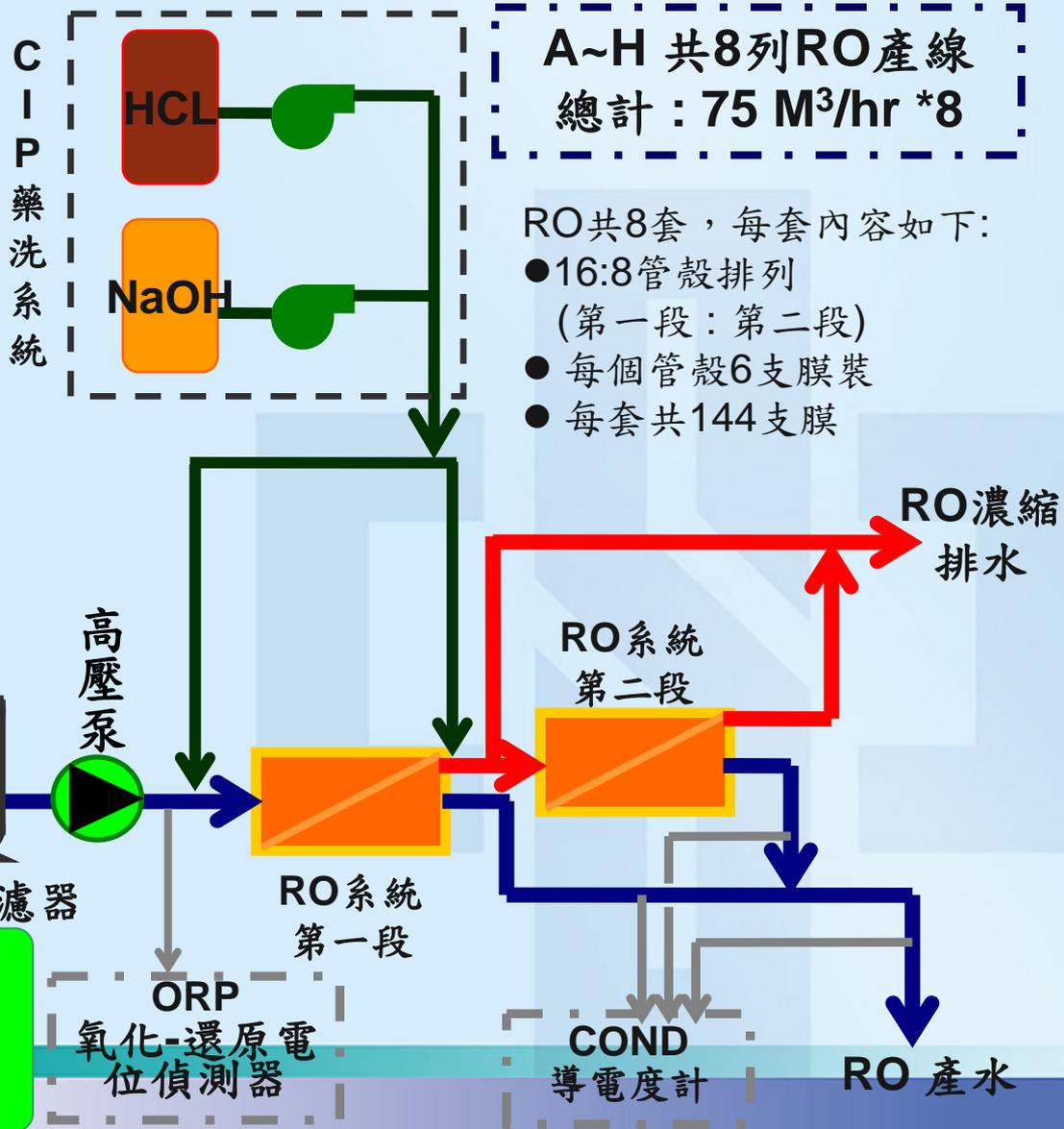
# 參、系統流程 - 逆滲透(RO)

## 二、RO 系統 - 採用螺旋纏繞式RO膜



# 參、系統流程 - 逆滲透(RO)

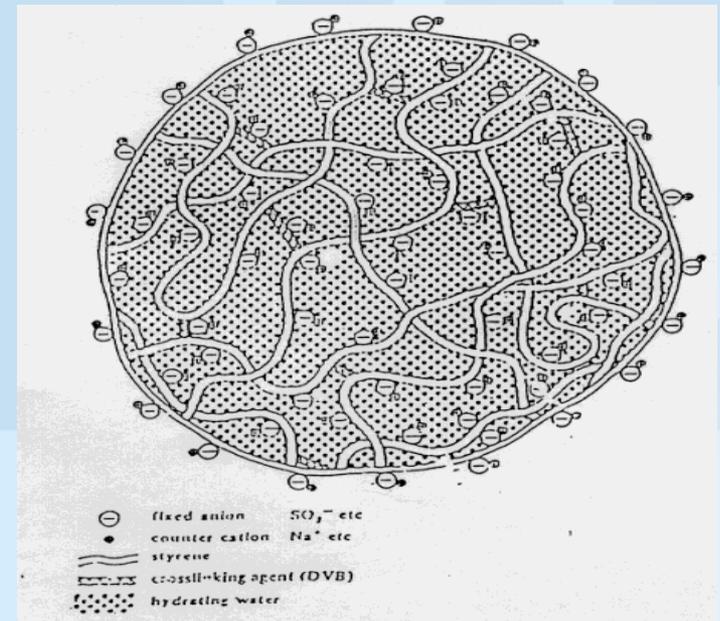
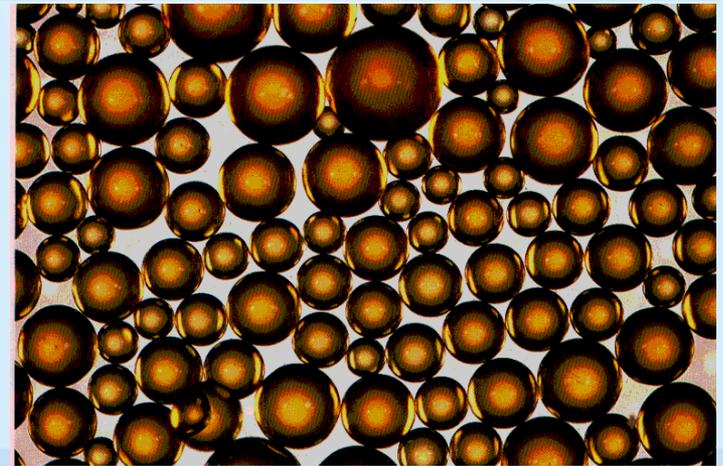
## One-Path、two-stage



# 參、系統流程 – 離子交換樹脂

## 三、離子交換樹脂之定義

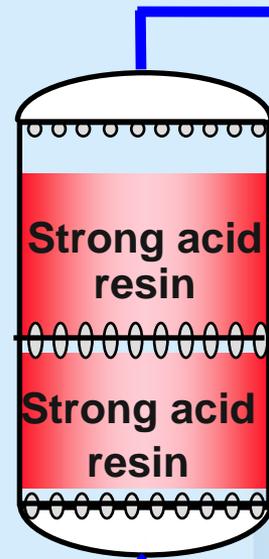
- 離子交換樹脂(ion exchange resins)是指一種不溶於溶劑的化學聚合物。
- 陽離子樹脂上官能基為帶負電荷，可吸附水中陽離子。陰離子樹脂則相反。
- 藉由陽/陰離子樹脂吸附水中所以攜帶電荷之離子，達水質純化之目的。



# 參、系統流程 - 離子交換樹脂

- 陽塔/陰塔採浮動床式
- 無設置無煙煤/活性碳塔.
- 無設置脫氣塔.

陽離子  
交換樹脂

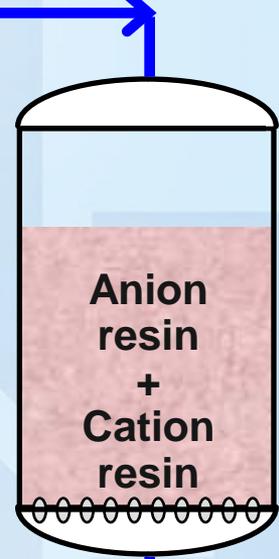


RO產水

陰離子  
交換樹脂



混床  
交換樹脂



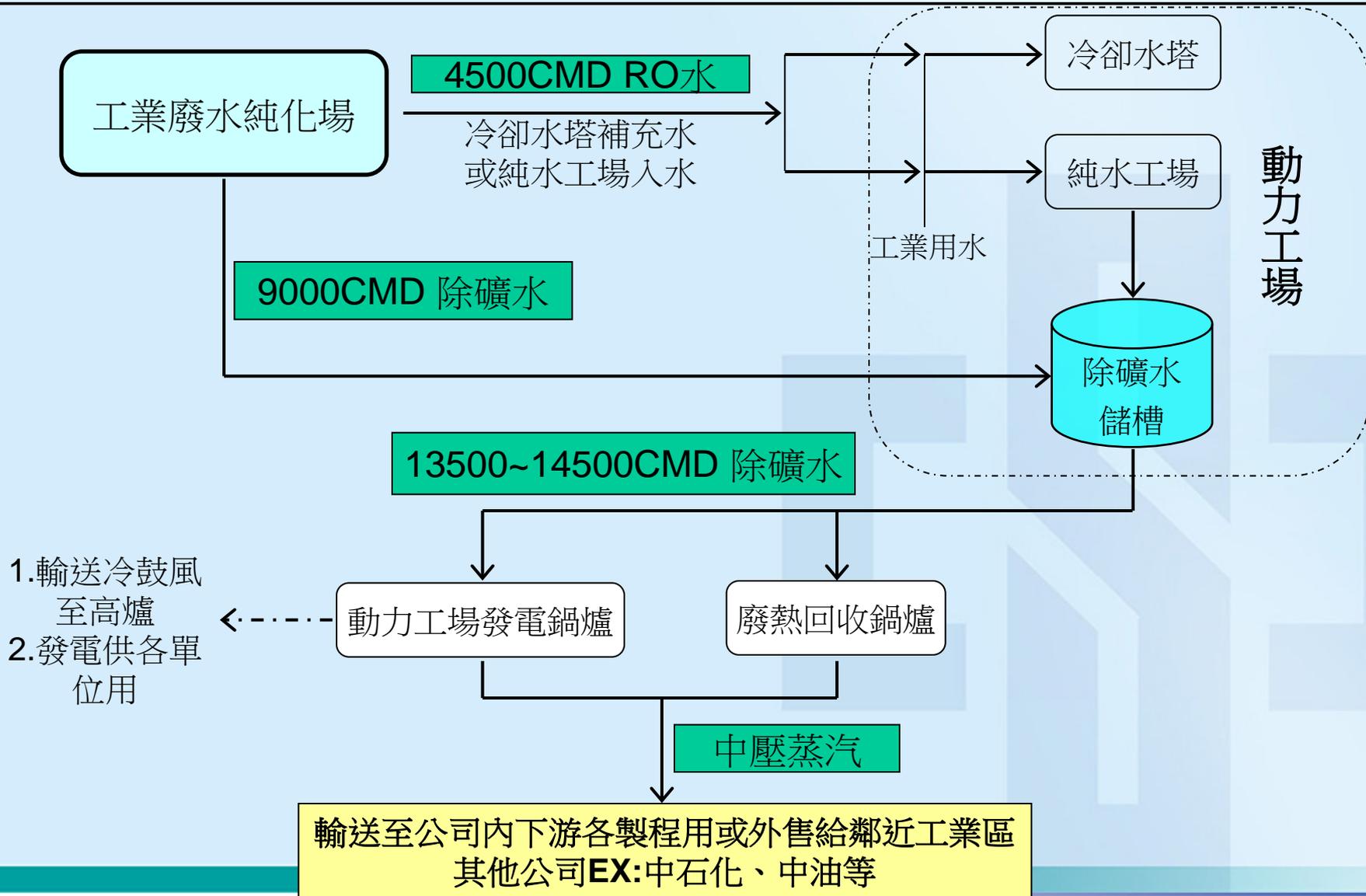
超純水送至  
動力二場

M/N 共2列超純水產線  
總計：225 M<sup>3</sup>/hr \* 2

# 肆、再生水水質/用途

		原水水質	RO 產水水質	純水產水水質
pH	—	6~9	—	—
導電度	μs/cm	2000~4800	100~200	<0.3
氨氮	ppm	5~25	1~3	<50ppb
COD	ppm	20~40	—	—
SiO <sub>2</sub>	ppm	12~25	0.5~1.5	<10ppb
總硬度	ppm	350~600	—	—
溶錳	ppm	0.1~0.35	—	—
總鐵	ppm	0.1~0.9	—	—
溶鐵	ppm	0.05~0.35	—	<10ppb
Cl <sup>-</sup>	ppm	400~650	10~20	<10ppb
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	600~1100	5~10	<10ppb
M <sup>-</sup> 鹼度	ppm	100~300	10~30	—
F <sup>-</sup>	ppm	6~10	—	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ppm	< 0.1	—	—
Cu <sup>2+</sup>	ppb	—	—	<10ppb
Na <sup>+</sup>	ppb	—	—	<10ppb

# 肆、再生水水質/用途



# 伍、運轉狀況說明

廢水連續監測項目：

(1)導電度、(2)pH、(3)濁度

若明顯超出正常運轉狀況，廢水可能夾帶不明污染物

超限應變措施：

- 確認水質儀器無誤，同時以手持儀器二次確認。
- 調整UF、RO製程產能或回收率。
- 暫時停止進廢水，保護機組不受不可逆之傷害
- 連繫上游單位協助

## 伍、運轉狀況說明 - 錳污染異常

發現數套RO機組一段產水導電度升高至300~500us/cm  
拆卸南側端蓋板，發現佈滿黑色污染物



# 伍、運轉狀況說明 – 錳污染異常

## 處理歷程：

- 委新材料研發處淨水技術小組進行研究，確認形成原因及防範措施方可避免再發生
- 委外清洗RO膜，確認受污染RO膜復原狀態
- 遭錳污染之RO膜無法藉由藥洗復原

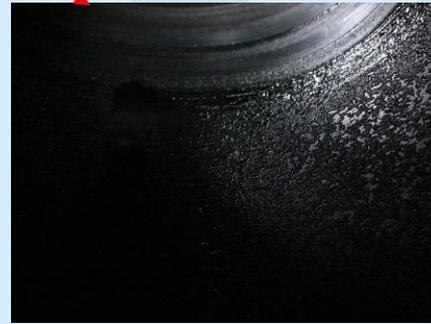
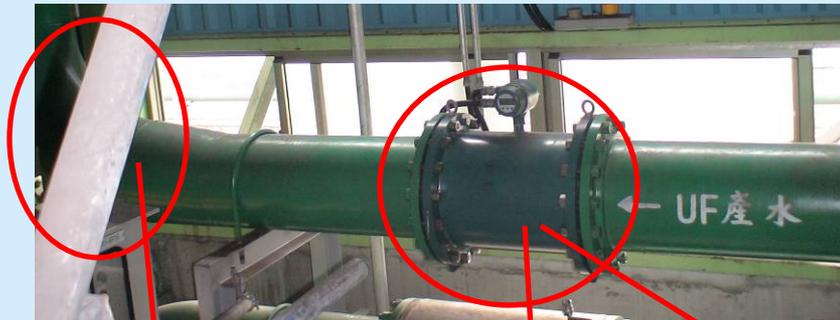
## 解決方案：

- ◆ 新材料研發處淨水技術小組確認形成機制，制定相關廢水進水pH管制標準
- ◆ 清洗RO入口管，去除殘留黑色錳氧化物
- ◆ 漂白水加藥點往上游遷移

# 伍、運轉狀況說明 - 異常錳污染

後續延伸異常狀況：

2011.01.24清洗前，RO入口總管狀況圖

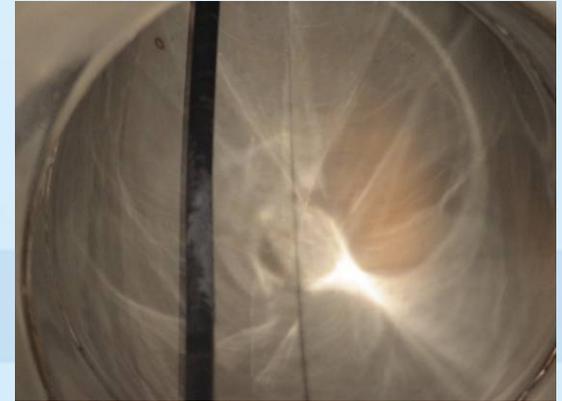


附著管壁黑色物體刮除以錳測定液測試，測試判斷為錳物質沉積。

# 伍、運轉狀況說明 - 異常錳污染

後續延伸異常狀況：

當日以水刀清洗後，RO入口總管狀況圖



# 伍、運轉狀況說明 - 鐵污染異常

RO機組一、二段產水壓差升幅明顯加快

UF機組透膜壓下降幅度加快

UF膜絲明顯呈現紅褐色



# 伍、運轉狀況說明 – 鐵污染異常

## 處理歷程：

- 委託新材料研發處淨水技術小組化驗分析，確定污染物為鐵
- 比對運轉數據，確認原因為UF機組酸洗廢液排放不妥
- 遭鐵污染之UF、RO膜不會造成立即性不可逆傷害

## 解決方案：

- ◆ 確認形成機制，修改UF機組濃水排放管線
- ◆ 加強各機組酸洗，透過後續幾次藥洗後逐漸恢復性能

# 伍、運轉狀況說明 - 有機物污染異常

UF機組透膜壓下降幅度加快

RO機組一、二段產水壓差升幅明顯加快

UF連續曝氣出現明顯異常氣味

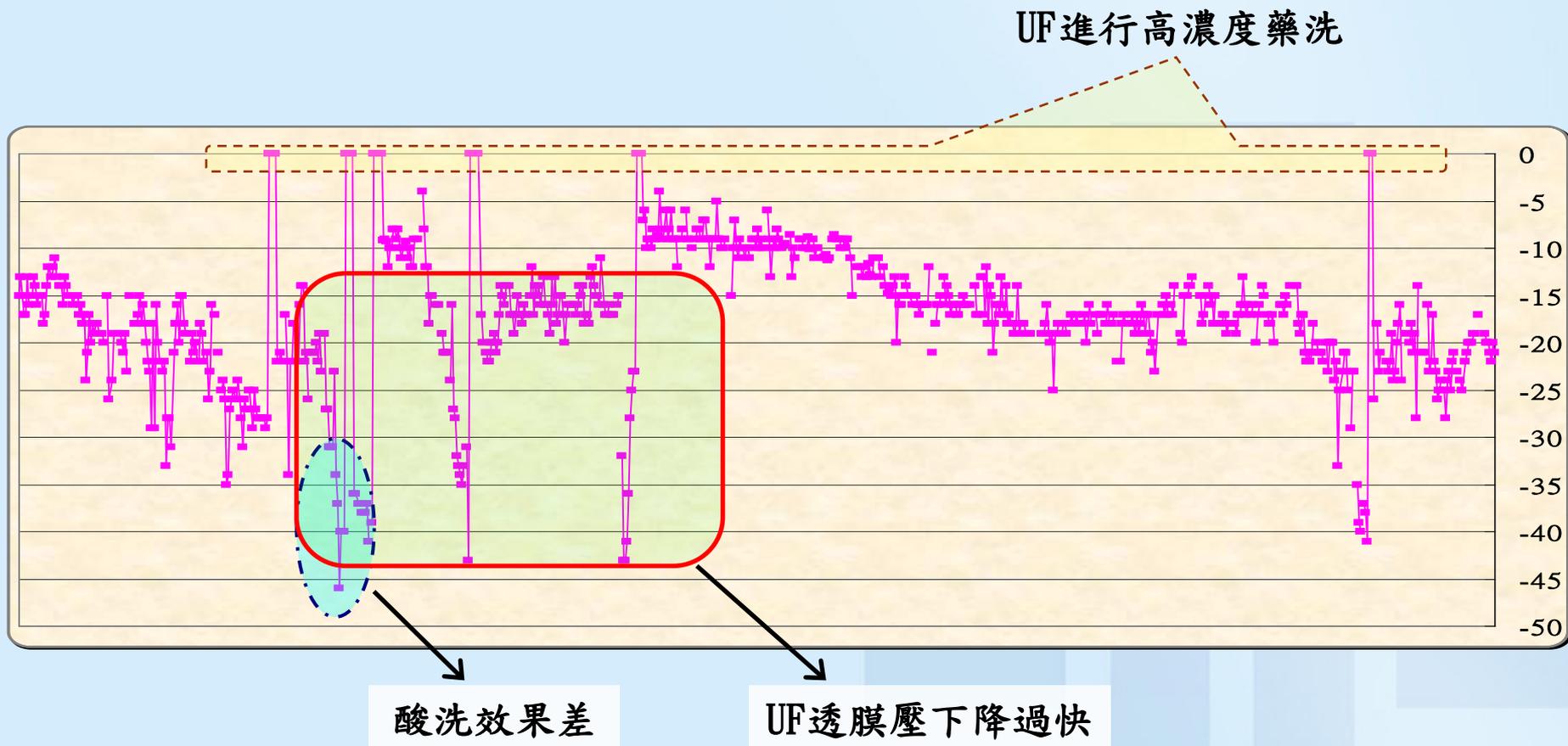
處理歷程：

- 疑似異常時間點，UF機組透膜壓下降極快，
- 進行UF機組高濃度酸洗效果極差
- RO機組運轉壓差升幅速度亦加快

解決方案：

- ◆ UF機組改以鹼洗後效果佳，恢復性能
- ◆ 增加RO機組清洗頻率

# 伍、運轉狀況說明 - 有機物污染異常



# 伍、運轉狀況說明 - 微生物污堵



清洗後



洗出物



# 伍、運轉狀況說明 - 微生物污堵

場內廢水特性使微生物容易孳生，影響RO機組性能  
RO一段壓差升幅快，CIP週期較設計值短

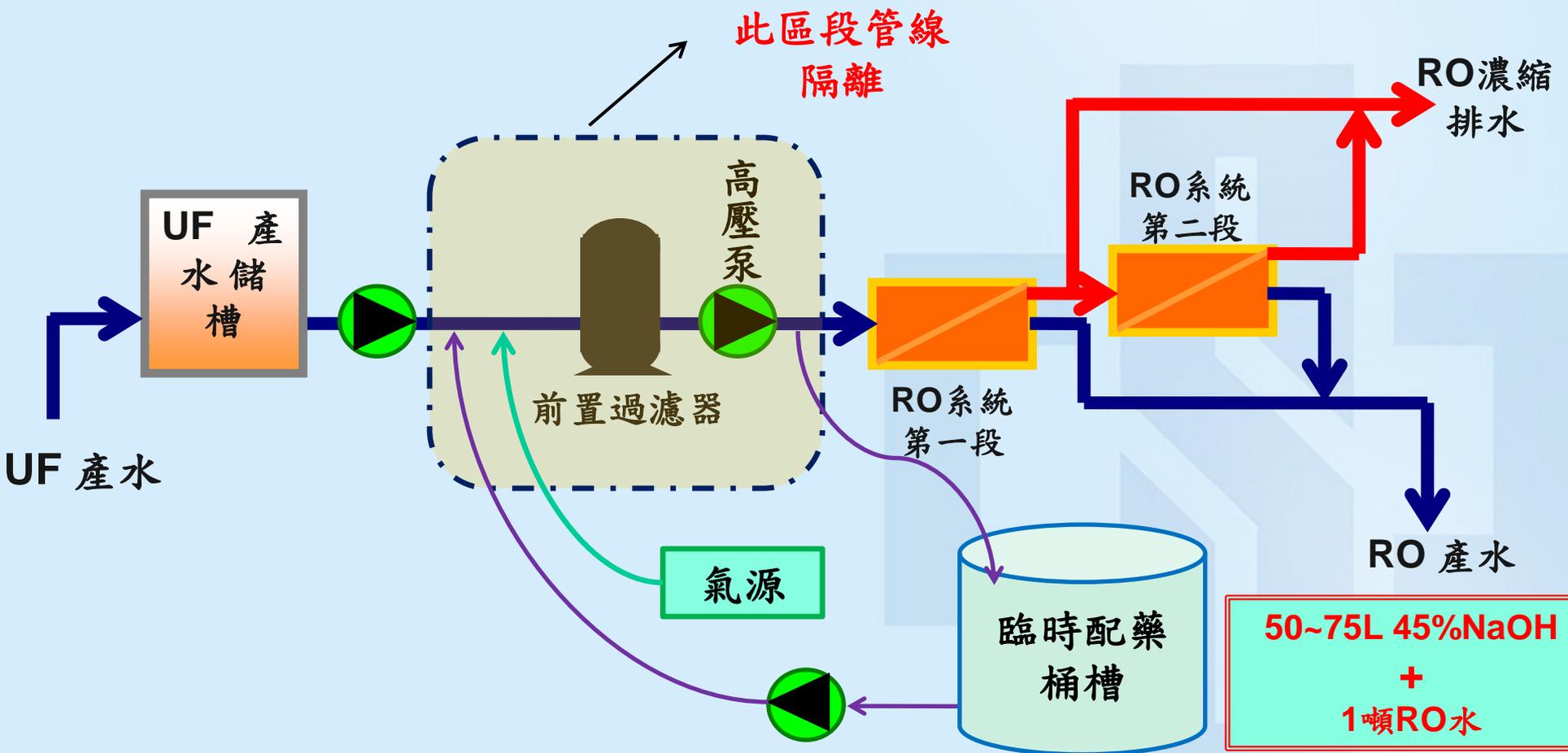
## 陸續改善歷程：

- ◆ 殺菌劑加藥點修改，並改為連續添加 - 99.05修改
- ◆ 曾經外送清洗恢復性能 - 99.06~99.12陸續清洗
- ◆ 以液鹼沖洗RO進水管路 - 99.06開始
- ◆ 以SDI化驗值做為判斷RO進水管路微生物孳生狀態 - 100.01開始
- ◆ 全面更換新款DOW RO膜-BW30 400XFR-34I - 101.04~05
- ◆ 最終改善方案-優化亞硫酸氫鈉加藥模式 - 101.08~

**持續找尋更低成本加藥控制方案**

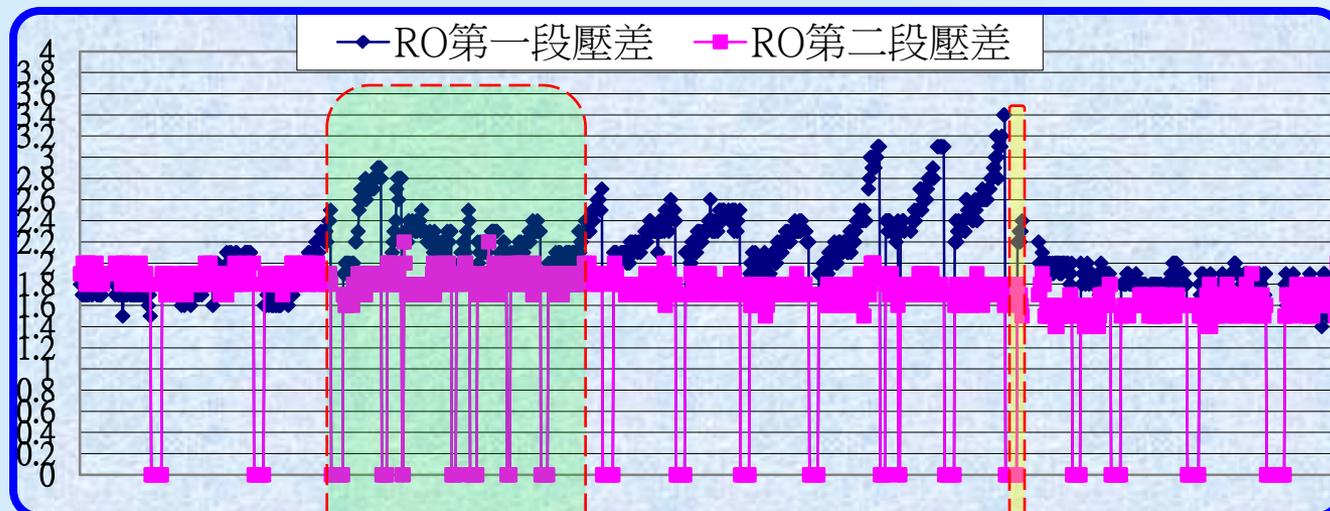
# 伍、運轉狀況說明 - 微生物污堵

## 液鹼沖洗RO入口管路

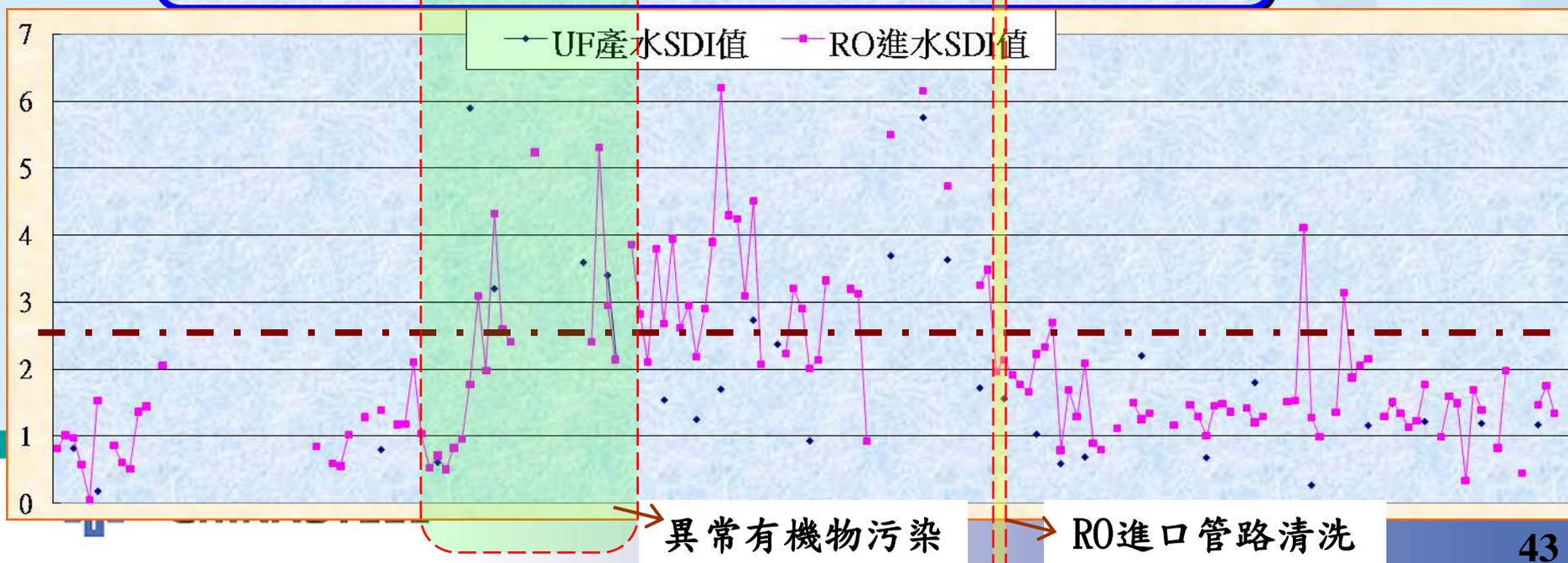


# 伍、運轉狀況說明 - 微生物污堵

## 液鹼沖洗RO入口管路 + SDI化驗管制

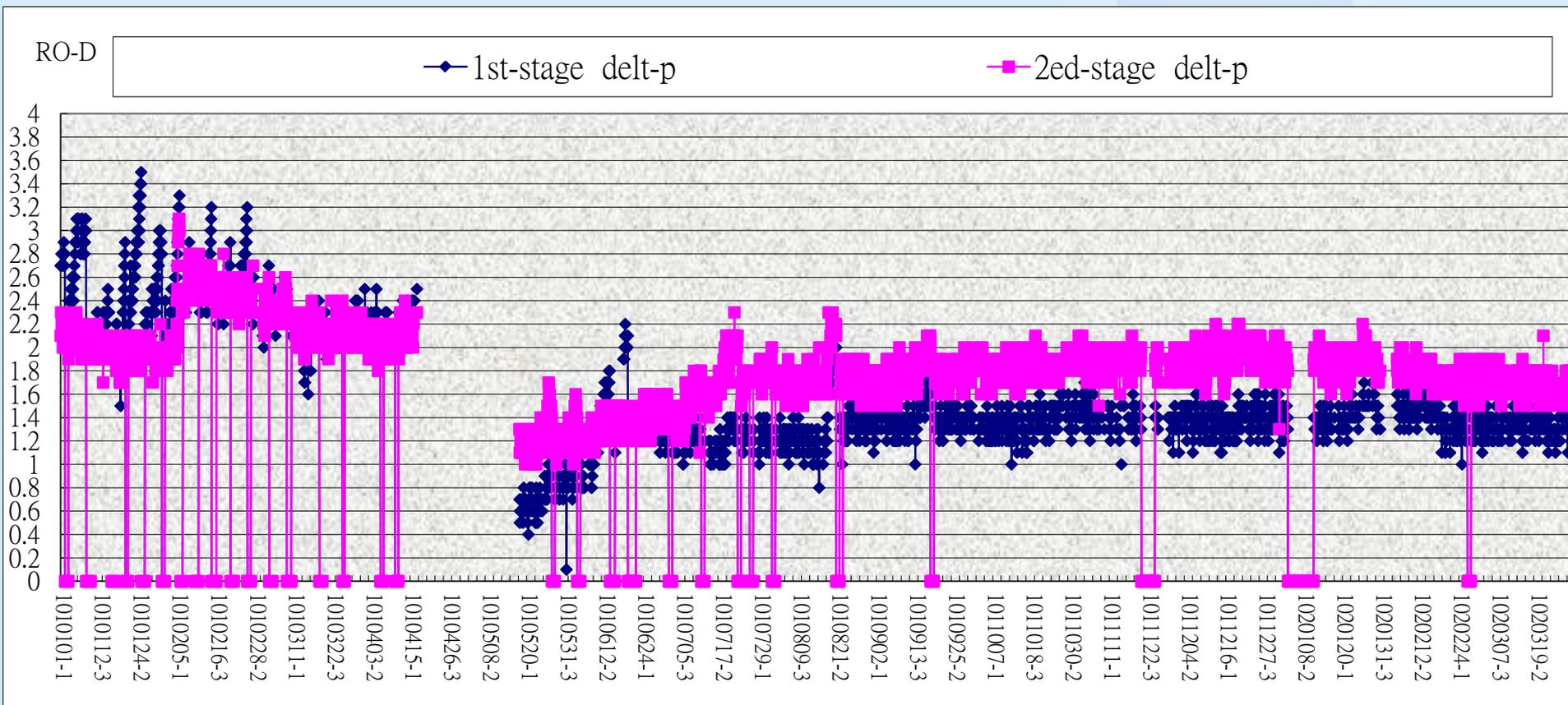


RO-F  
運轉狀況



# 伍、運轉狀況說明 - 微生物污堵

- 最終改善方式：
- 1.更換為新款RO膜101.04~101.05
  - 2.優化亞硫酸氫鈉加藥模式 101.08~



# 陸、效益分析

## (一)生產除礦水價差：

- 建廠時正逢除礦水需求量不足，原先欲新建純水工場  
(傳統離子交換樹脂系統，並以工業用水為入水)
- 廢水純化場產水成本(含15年設備壽命計算折舊費用)-  
99~101年 - RO水為20.6元/噸(含5.9元/噸折舊)

除礦水為32.2元/噸(含9.8元/噸折舊)

直接以工業用水經由離子交換樹脂產出除礦水為40元/噸

## (二)貢獻中壓蒸汽輸出校益：

- 因區域能源整合，本公司輸出中壓蒸汽至鄰近工廠

## 伍、效益分析

### (三)減少自來水用量及廢水排放量：

年度	RO 回收量 噸/年	DMW 回收量 噸/年	減少 自來水量 噸/年	RO濃水 回用量 噸/年	減少 廢水排放量 噸/年
99	158192	2375832	<b>2534024</b>		<b>2534024</b>
100	444100	2814919	<b>3259019</b>	估算60萬噸	<b>3859019</b>
101	392662	2515186	<b>2907848</b>	2268508	<b>5176356</b>

註:RO濃水回收系統100.09完工啟用，初期為預估量。

# 柒、結論

- 一. 氣候變遷導致南台灣區域缺水/枯水期情況日漸加重，廢水回收等相關水資源再利用技術勢為趨勢。
- 二. 廢水水質變異性決定廢水回收製程的穩定性，若變異性大，則需設置正確前處理設備，加上掌握其變化來調整製程，才能降減低對產能影響甚至損壞後端設備。
- 三. 目前因UF製程不穩定，導致產能偏低，正在進行廢水水質變異追蹤及更換新UF膜作業，以恢復正常產量。
- 四. 台灣自來水價低，廢水回收若僅取代工業用水則難有實質效益，需搭配後端製程需求來興建(例:除礦水/蒸汽製程)才能發揮更大效益。



Thank you!

報告完畢  
敬請指教!

