



# 中水回收技術與案例介紹

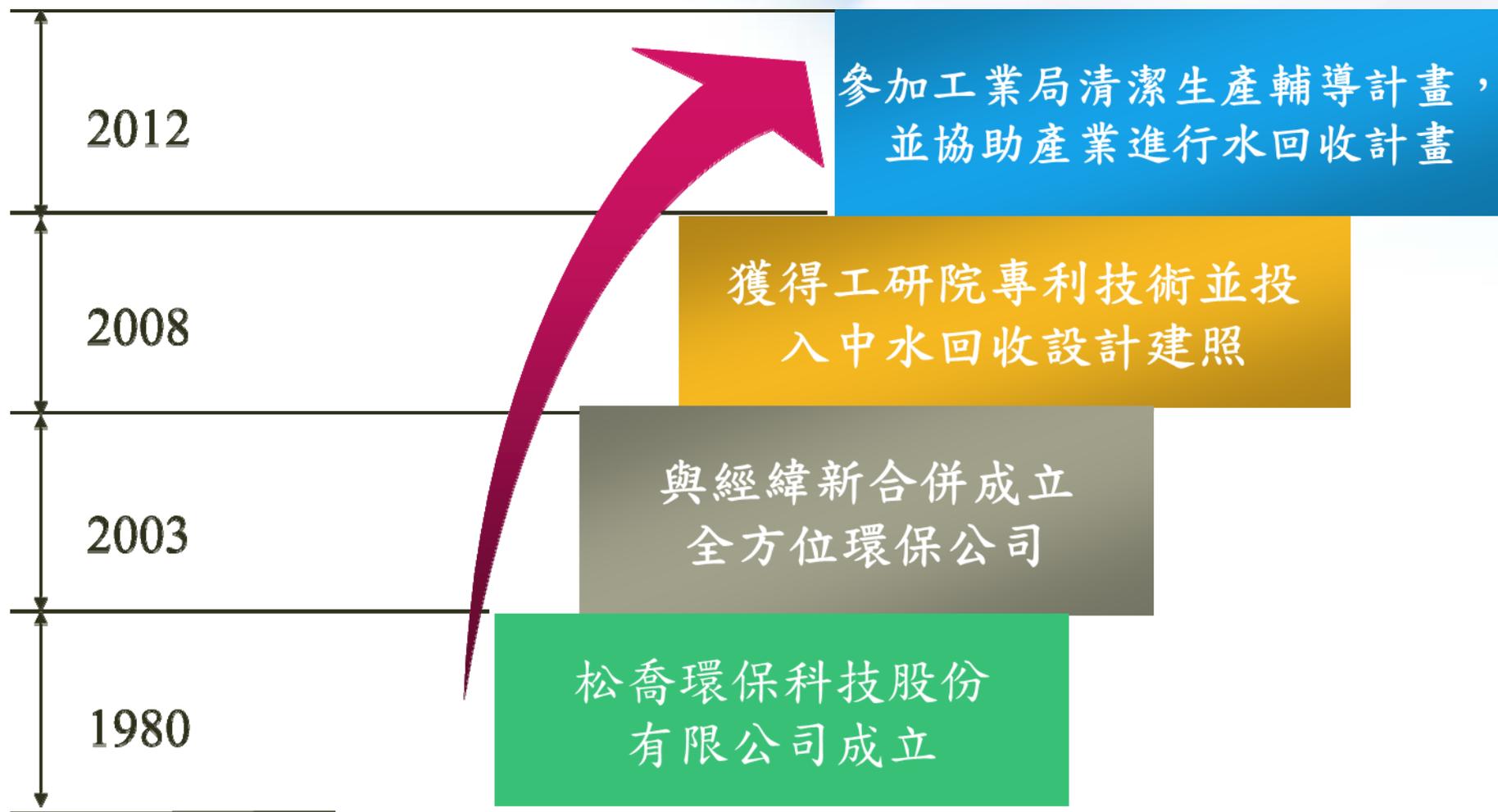
2017.11.15

- ❖ 松喬環保科技股份有限公司
- ❖ 張子龍
- ❖ 環工技師

[steven@centurytech.com.tw](mailto:steven@centurytech.com.tw), +886-933-918-116

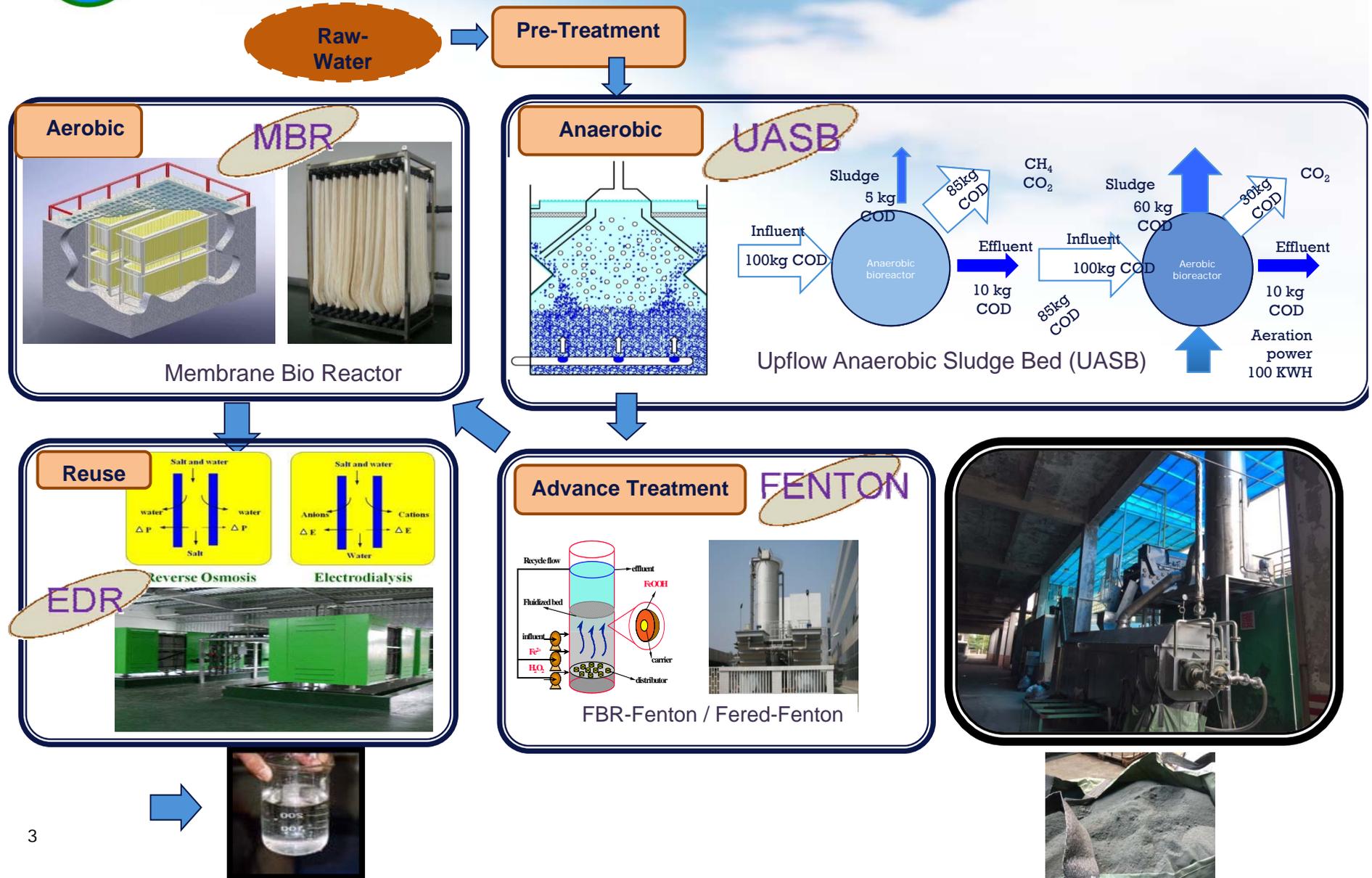


# 松喬環保科技股份有限公司簡介



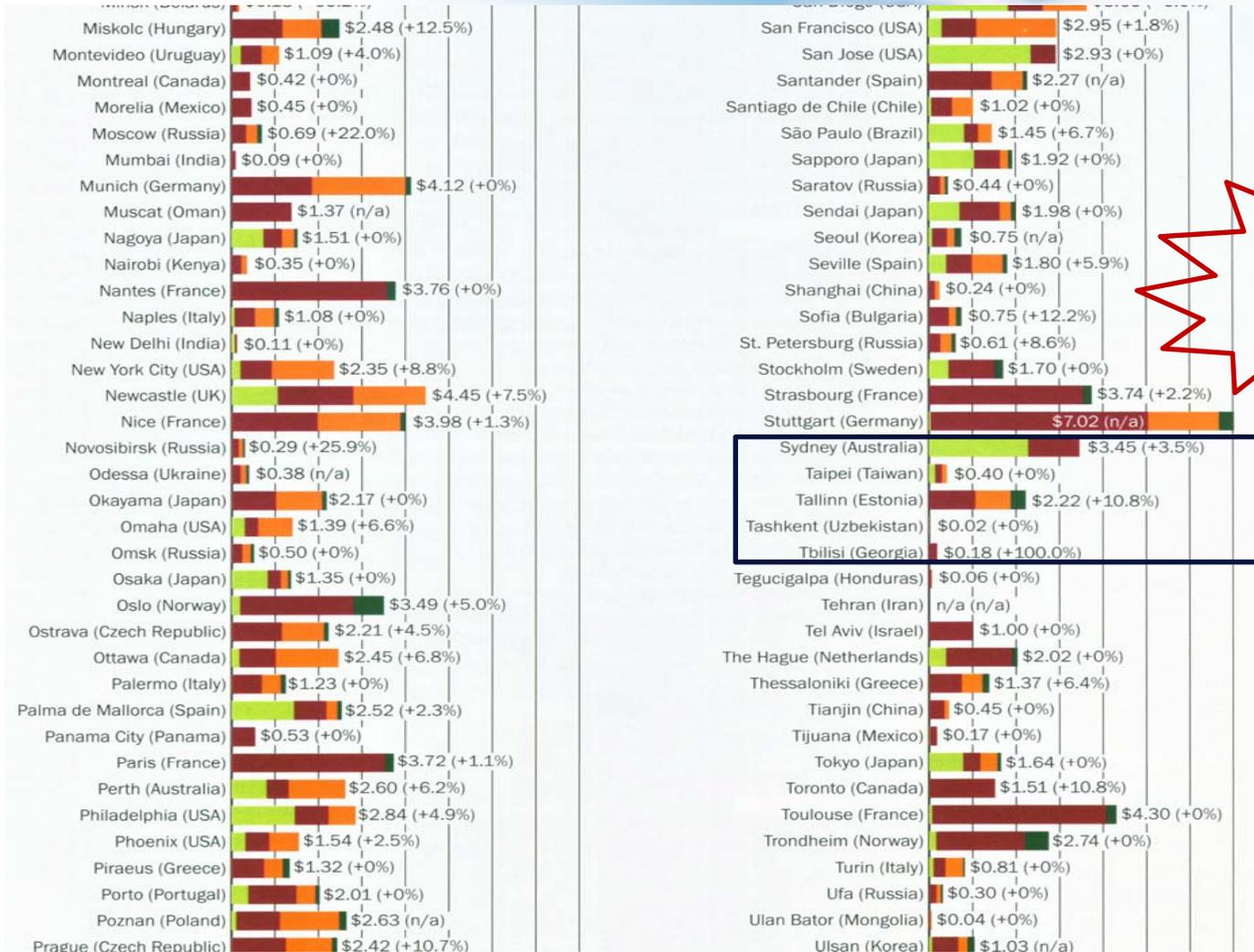


# 全方式廢水技術建置





# 水價到底有多貴



低水價  
無法技術  
提升



## 水有多貴

自來水: 9-12元/m<sup>3</sup>

載水/ 30m<sup>3</sup>/15000

海水淡化30-50元/m<sup>3</sup>

鳳山溪水回收, 25-30元/m<sup>3</sup>  
300,000m<sup>3</sup>/天

廠內回收15-25元/m<sup>3</sup>

零排放: 75-120元/m<sup>3</sup>



# 工廠用水水資源分配與整合技術

常見回收水水源特色 – 四個主要處理標的

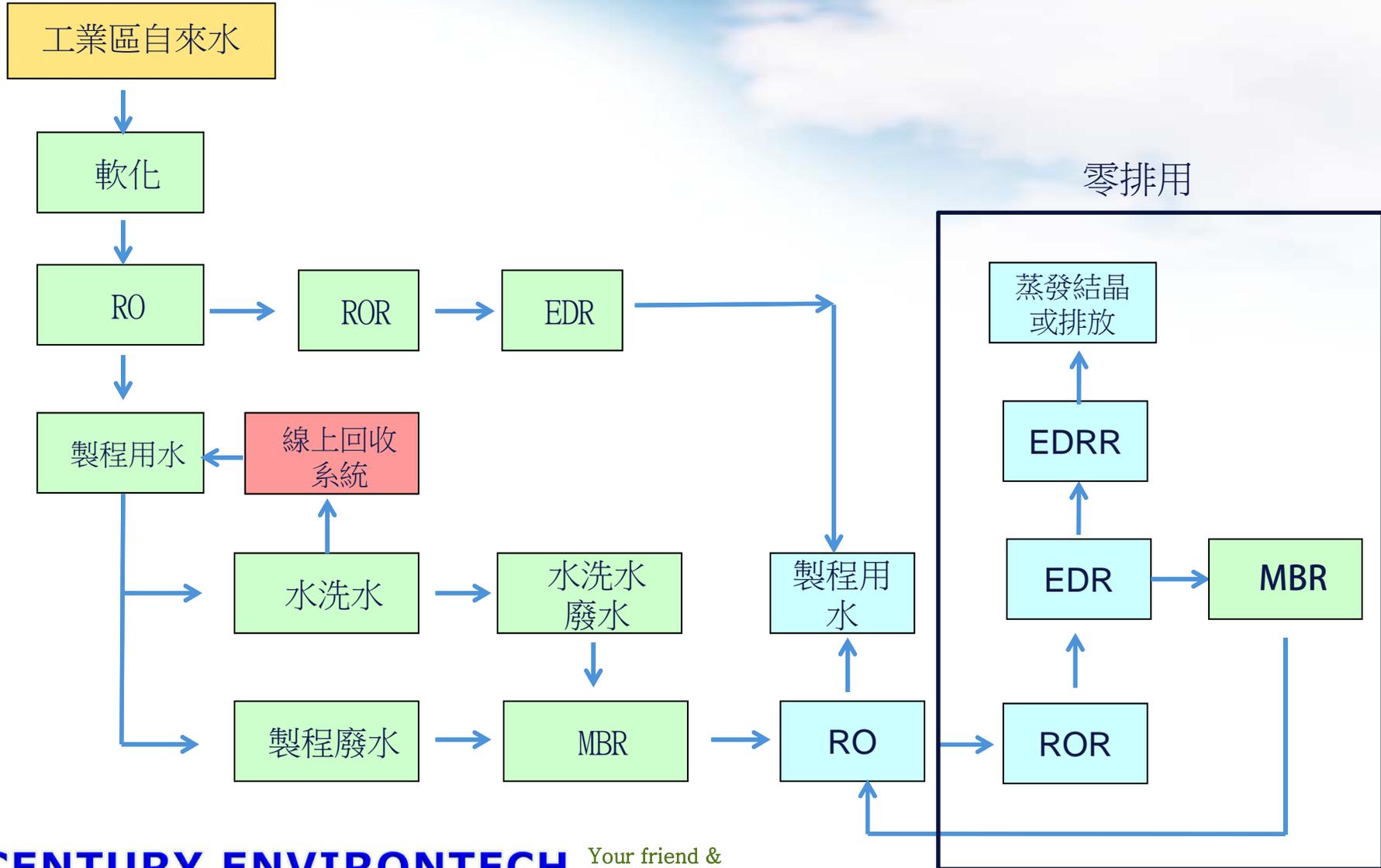
項目	濁度	TOC	電導度	微生物
製程水洗水	中	低	低	視TOC而定
製程廢水	高	高	高	視TOC而定
RO滷水	低	低	低	視TOC而定
放流水	中	中	高	高

## 回收水處理技術

1. **回收目標: 最大用處的中水, 非最佳水質(RO), 部分水質要求高的水源, 可利用廠內既有RO設施, 再繼續深度處理!**
2. **回收水應從線上回收開始, 避免水質受不同製程用藥干擾.**
3. 整合性技術可提供**高效且成本合理**的回收技術與回收水質。
4. 回收後的**放流水仍可達到法規排放限值**。
5. 最高水回收量可達**75%以上**(需視污水性質而定)。
6. 合適的技術, 除了可達到水回收目的外, 同時可**減少污泥量**(化藥減量)。
7. 最重要的是需要**廠內參與及配合**。

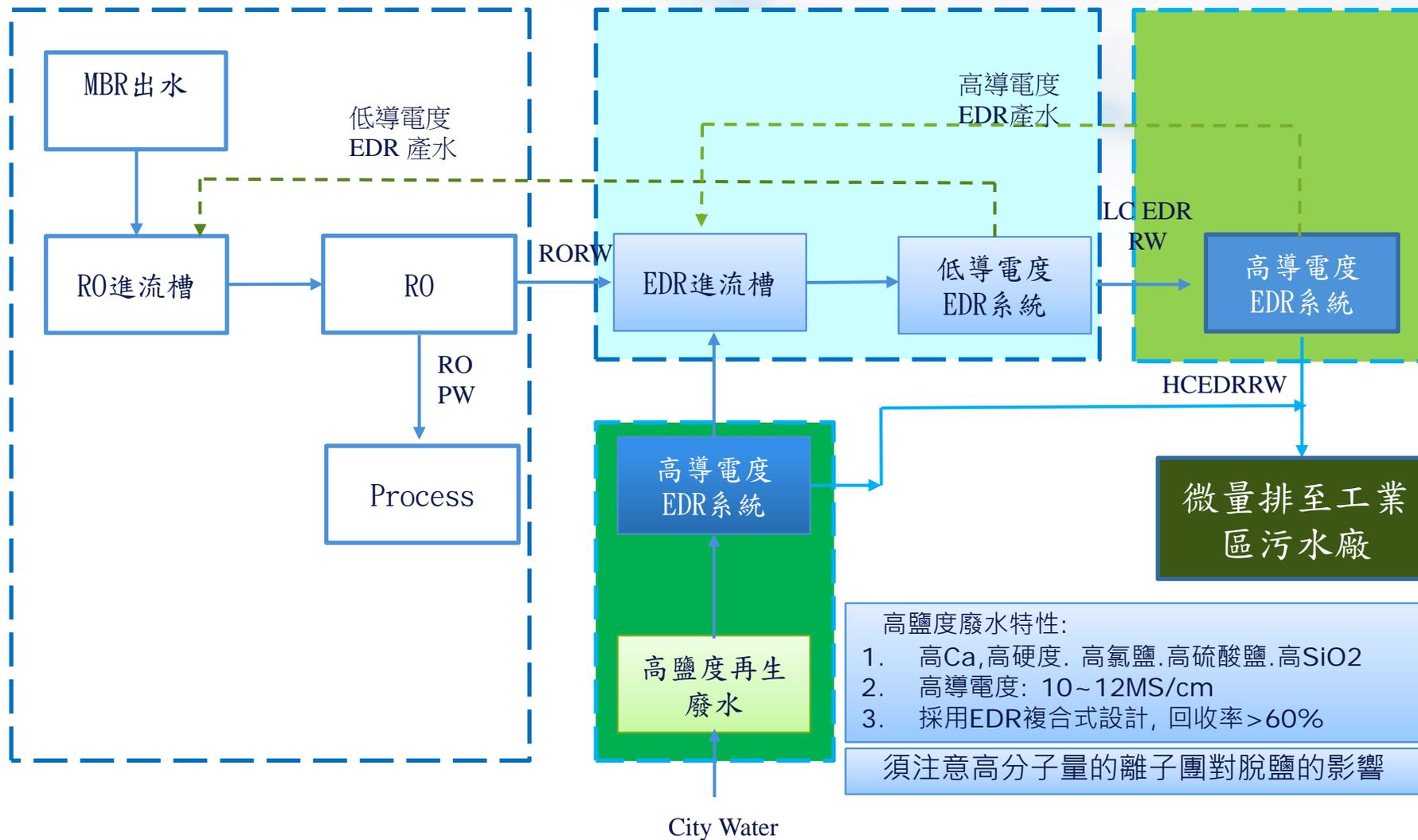


# 常見工廠用水水資源分配





# 高回收率中水系統簡介-微量排放





## 回收水水質與用途

項次	項目	水質	備註
產水水質	LC EDR(產水)	類自來水	產水
	HC EDR	中低導電度	回低導原水
	蒸發罐	蒸餾水	回產水槽
	高滷水	含鹽飽和溶液	排入工業區

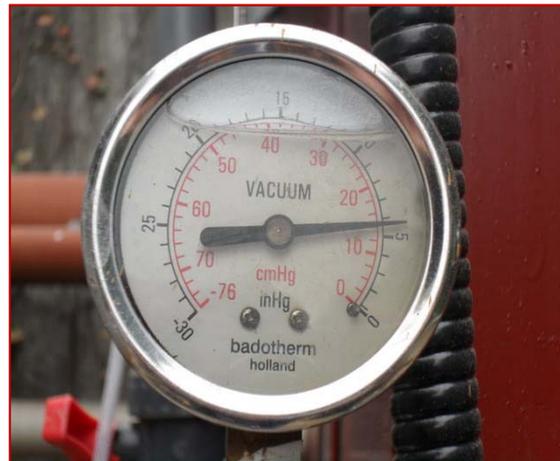


## 各類回收水操作比較

項目	產水率	運轉成本	備註
LC EDR	75%	5~15/m <sup>3</sup>	
HC EDR	65%	20~50/m <sup>3</sup>	
蒸發	濃縮到飽和溶液	600~800/m <sup>3</sup>	
蒸發+機械增壓	濃縮到飽和溶液	120~250/m <sup>3</sup>	

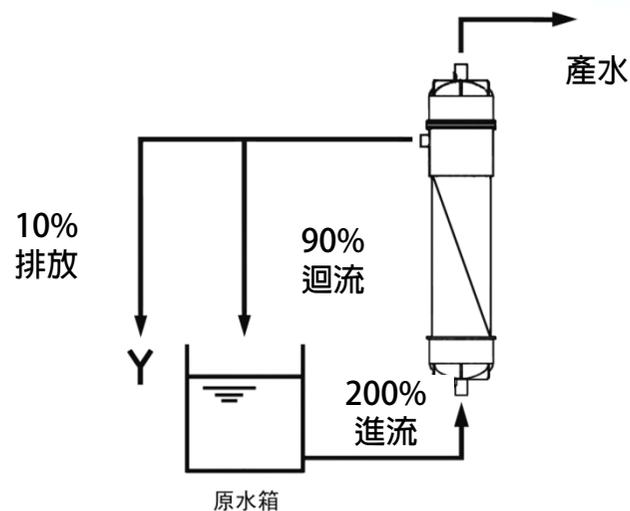


# 各類處理系統-MBR膜生物反應器





## 超濾系統



利用低密度填充,讓流道較為空曠,並利用較高的進流量,形成橫向掃洩作用,將水中的雜物排出.以維持過濾膜管通量。

過濾膜管可進行拆卸,可獲得較完整的清洗或局部強化化藥浸泡。因此可承受較高的SS.

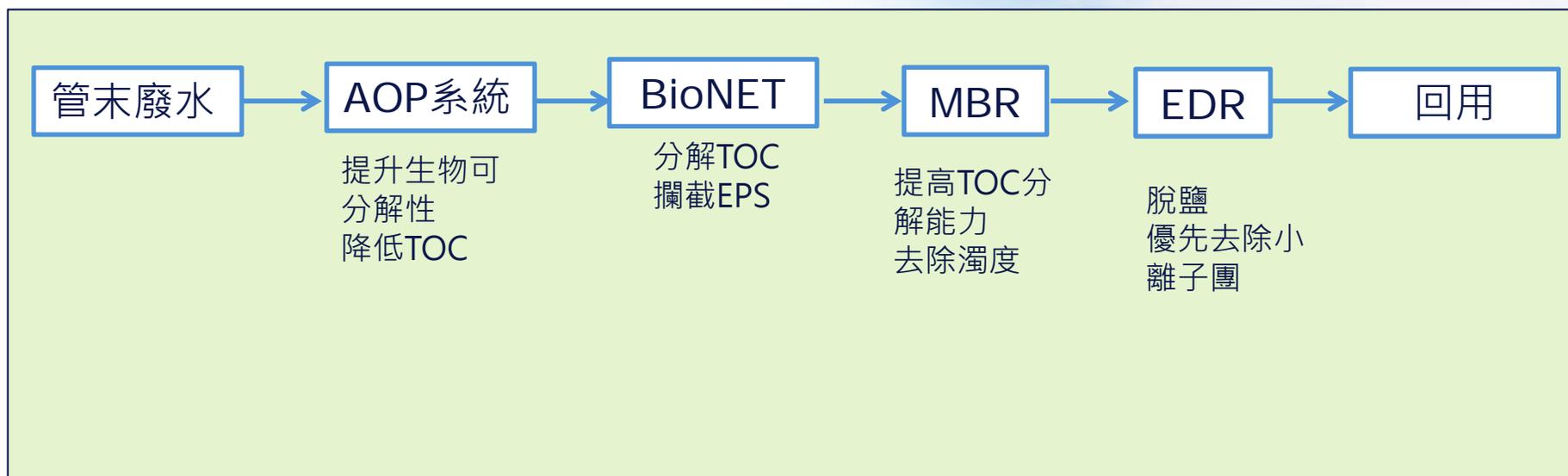
無法過濾膠體物質,包含矽膠與高分子聚合物,有死塞的風險.

設計參數: 45~50LMH



# 管末中水回收-BioNET+MBR+EDR系統

## 工業區管末廢水處理系統-整合式處理技術





## BioNET+MBR於水回收的優勢

- ❖ 可同時解決COD與濁度的問題, 降低管末回收生物EPS問題。
- ❖ 可降低廢水中的TDS(溶解性鹽類), 可減少前處理及後混凝的化學用藥量。通常可降20~50%的TDS.
- ❖ 可取代過濾系統(CMF或砂濾)
- ❖ 可降低COD,如果前端採用AOP系統,更能顯現COD處理功效。
- ❖ MBR系統可以取代砂濾加超濾, 加入BioNET可以避免EPS所產生的生物污堵。
- ❖ 需注意低COD條件下EPS的污堵問題



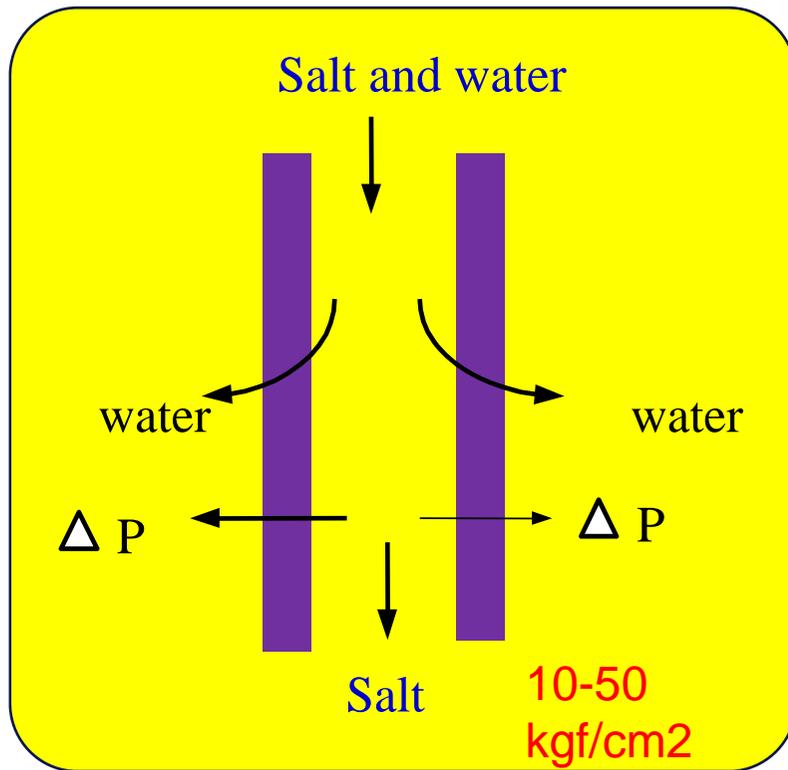
# 工業區再生水模廠-100CMD



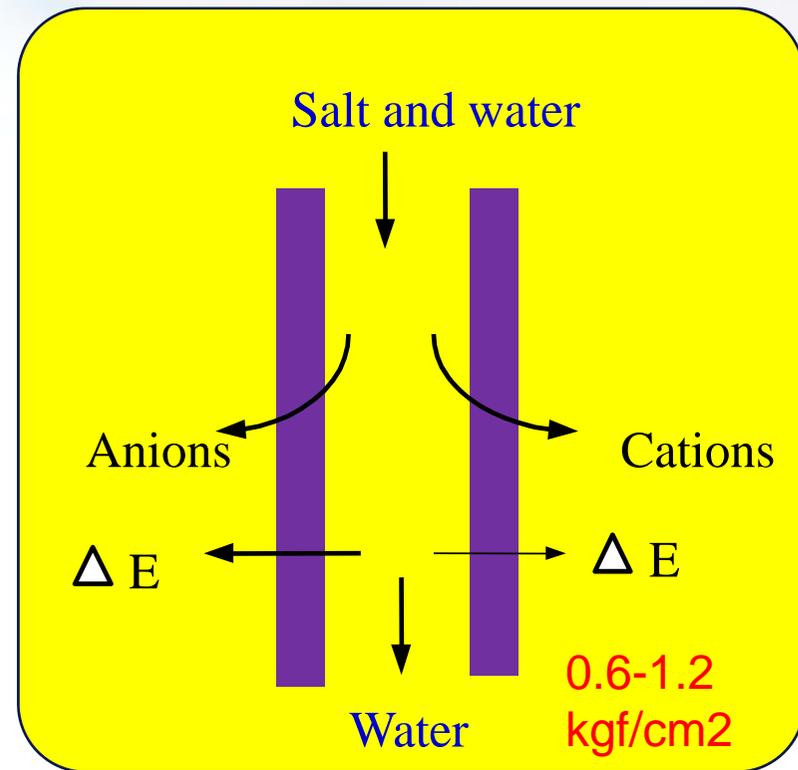
11/11/2017



# EDR脫鹽技術-應用趨勢



Reverse Osmosis

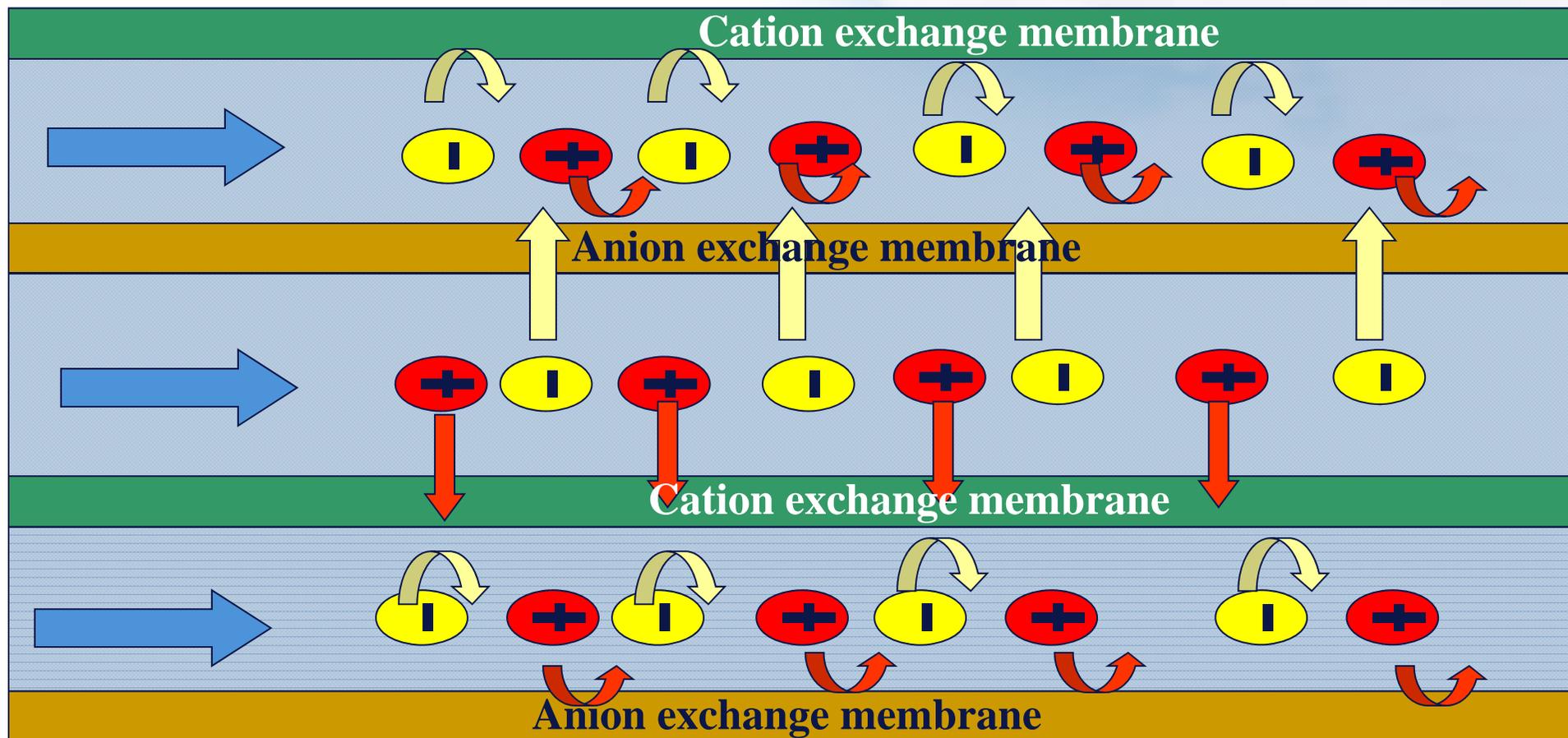


Electrodialysis

低能耗,高回收率

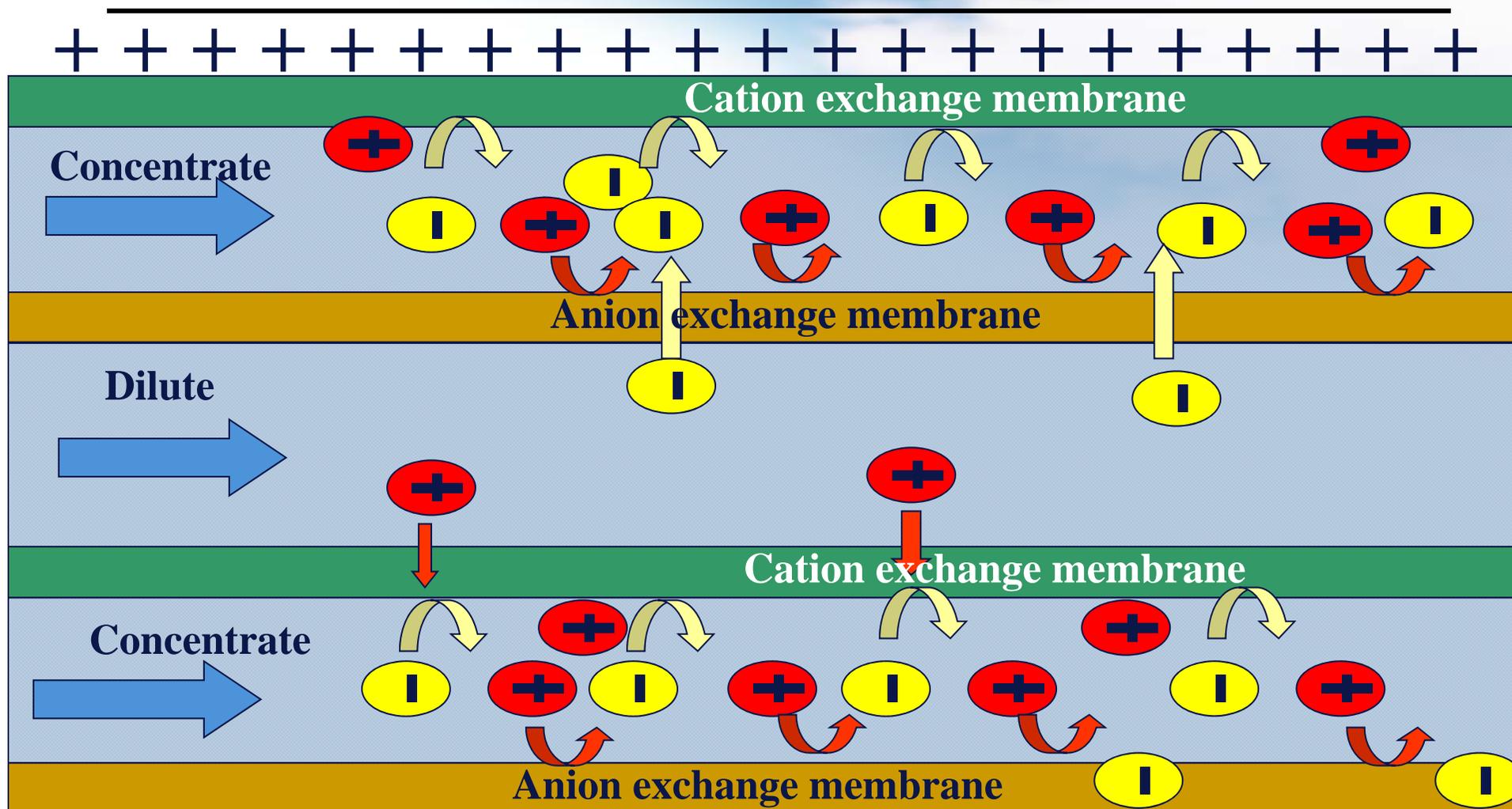


# EDR分離原理





# EDR分離原理





## EDR優勢

- 操作成本低, 操作簡便
- 採水率高, 可達**75%**
- 脫鹽率可達**90%**以上
- 產水**水質可達自來水水質**, 可做為**RO**原水, 冷卻水塔補充水, 工廠內水洗水等, 使用用途廣.
- 所產生**濃水, COD**可控制於放流標準內



# EDR 與RO脫鹽技術比較

項目	適用範圍	進流條件	運轉成本	維護	造價	使用年限	出水水質
EDR系統	2000~20000 us/cm 適用範圍大	NTU<1.0 Ca,Mg<100mg/L SiO <sub>2</sub> 不受影響	低耗能 成本低	簡單 低壓力系統 不加抗垢劑	中	3~5年	類自來水
RO系統	<3000(抗污染RO) <6000(海水RO)	SDI<2 對Ca,Mg 承受低 SiO <sub>2</sub> <100mg/L	高耗能 成本高	複雜 高壓力系統 添加抗垢劑	中	1~3年	純水

備註:

1. 以上比較基礎為廢水處理後中水回用,原水導電度3000~6000 us/cm
2. 使用年限係指主設備使用年限

Reverse Osmosis Vs Electro dialysis



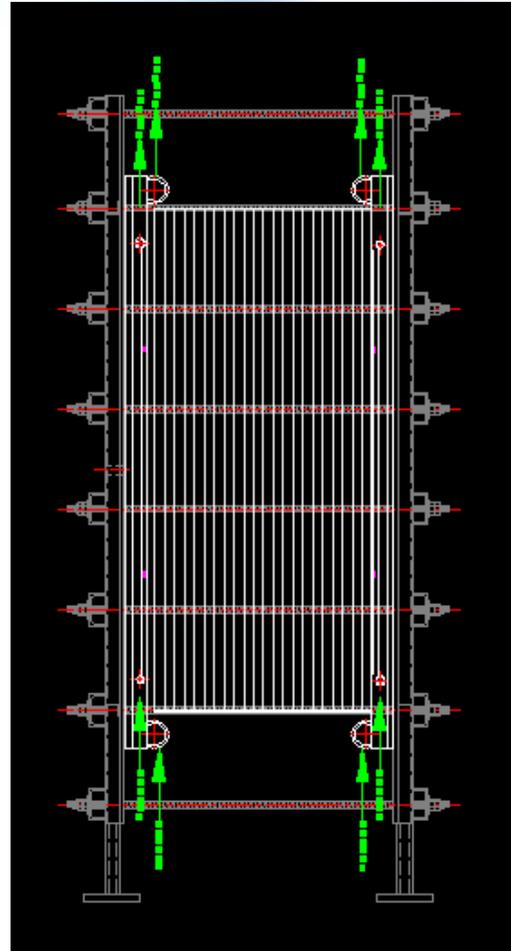
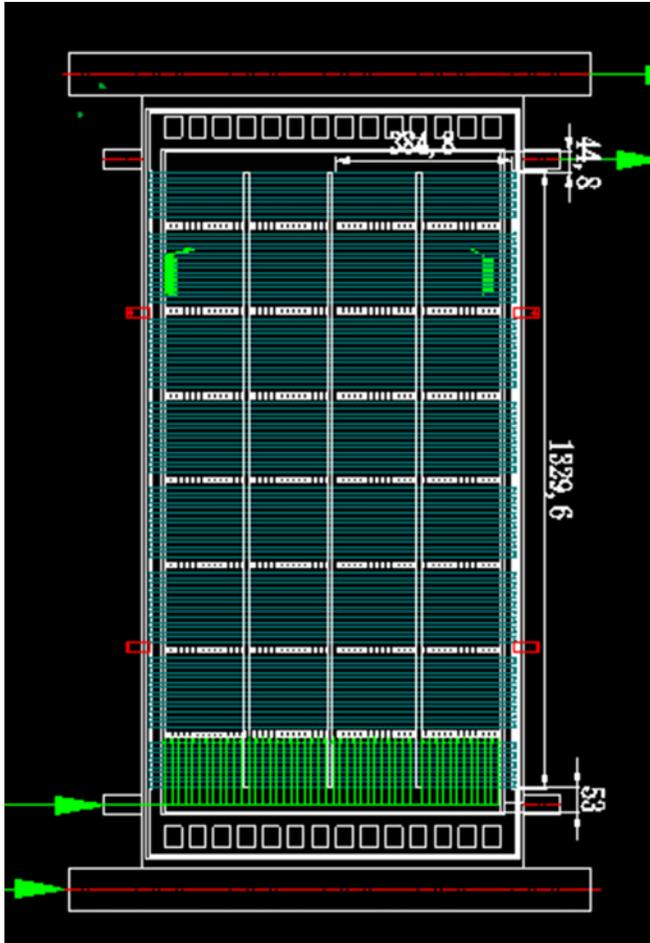
## 國內開發EDR 系統

MODEL	ED-200	ES-250
<i>No of stack</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Nominal Flow rate</i>	<i>12 m<sup>3</sup>/h</i>	<i>15 m<sup>3</sup>/h</i>
<i>Concentrate outlet flow</i>	<i>12 m<sup>3</sup>/h</i>	<i>15 m<sup>3</sup>/h</i>
<i>Module dimension (WxLxH)</i>	<i>1.0 x 1.1 x 2.3 m</i>	<i>1.0 x 1.4 x 2.3 m</i>
<i>Desalination</i>	<i>2.5"</i>	<i>2.5"</i>
<i>Inlet pipe</i>	<i>2.5"</i>	<i>2.5"</i>
<i>Product outlet pipe</i>	<i>2.5"</i>	<i>2.5"</i>
<i>Concentrate outlet pipe</i>	<i>2.5"</i>	<i>2.5"</i>
<i>Electrode outlet pipe</i>	<i>1.5"</i>	<i>1.5"</i>
<i>Power requirement</i>	<i>10.2 kW</i>	<i>10.2 kW</i>
<i>Typical power consumption</i>	<i>1.0~2.5 kWh/ m<sup>3</sup> of product water</i>	



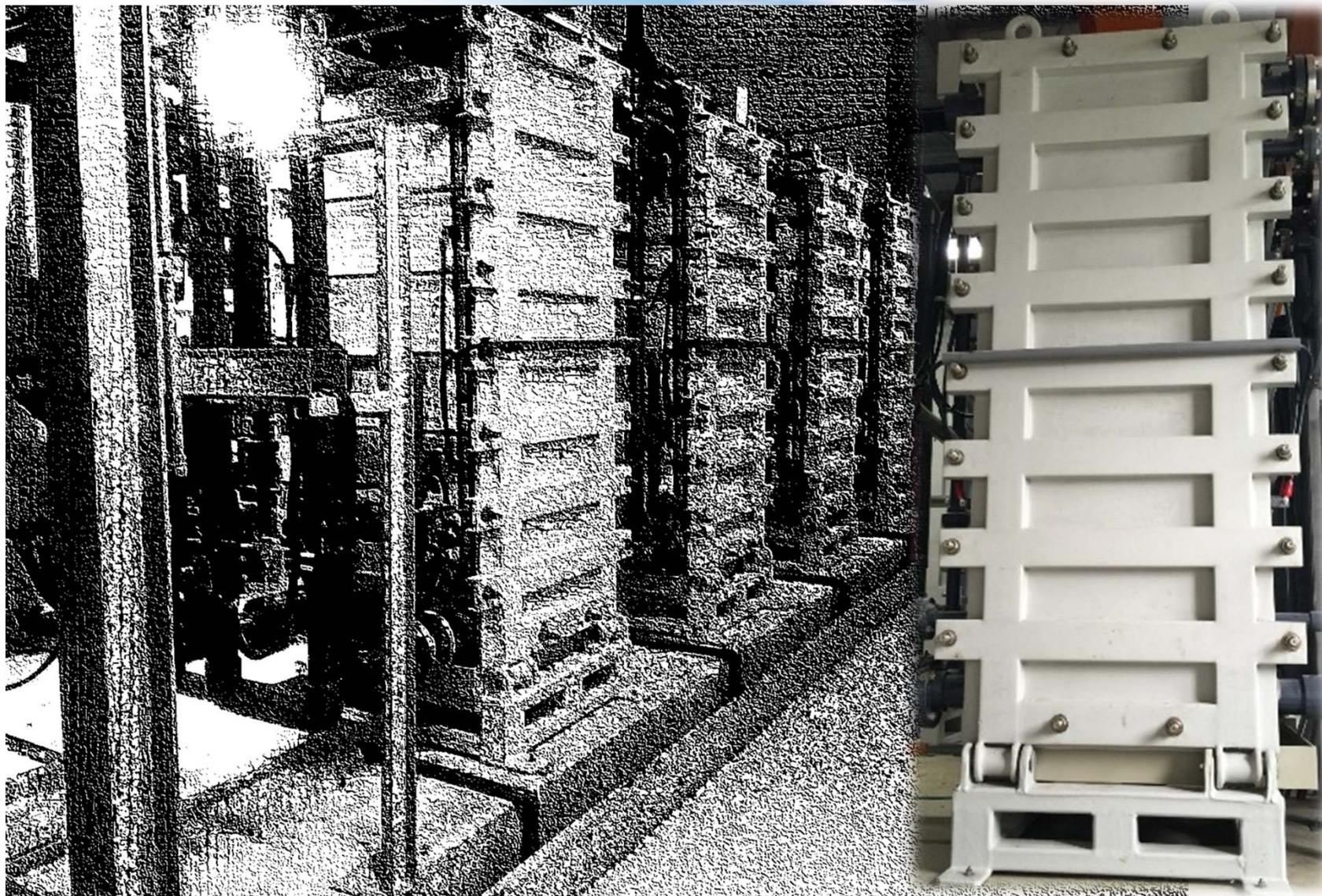


# EDR 系統優化



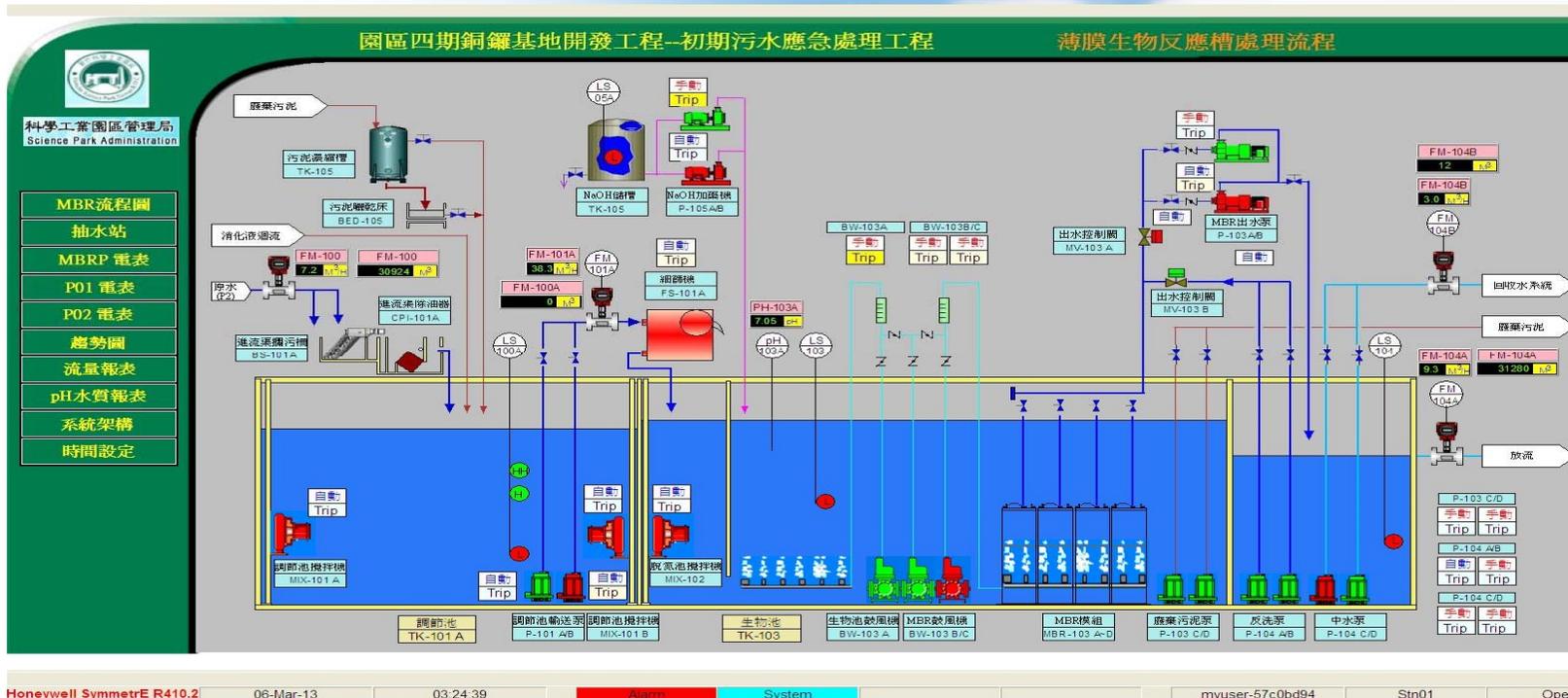


### 3. 案例介紹





# 銅鑼中水系統-澆灌



- ❖ 運轉後,出水COD: 10~30mg/L. SS:<5mg/L .
- ❖ 電導度<750us/cm
- ❖ 回收水10~30% .
- ❖ 可全回收,做為澆灌用

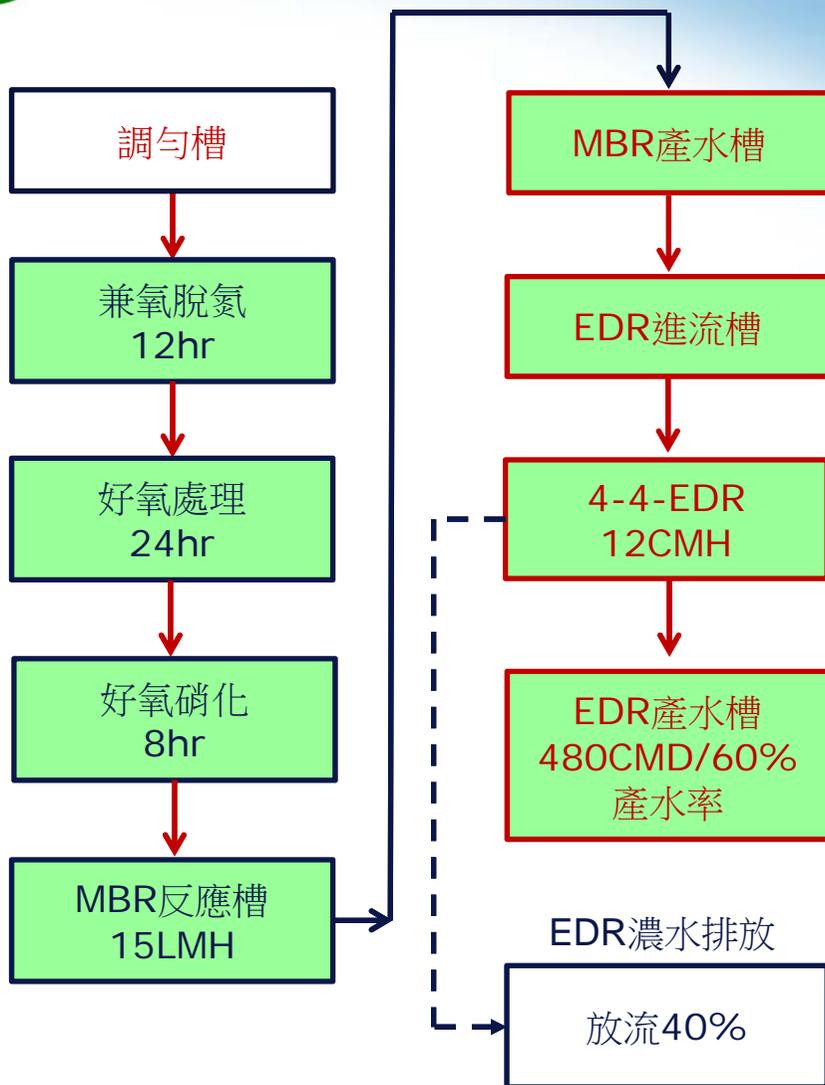


# MBR+EDR 中水回收-冷卻水塔Makeup





# 化纖業MBR+EDR系統



項目	進流	產水	放流	單位
處理量	1200	600	600	m3/d
電導度	2600	400	<6000	us/cm
COD	80	60	<120	mg/L



# 污水廠整治與中水回收成本

項目	單位	項目	每kg-COD	每m3水
水量	1200	CMD		
COD負荷	4320	Kg/day		
TKN負荷	480	Kg/day		
SS負荷	12	Kg/day		
		電費 kw-hr	0.51元	2.2元
		純氧	1.45元	6.3元
		化藥	0.65元	2.8元
		污泥	0.69元	3.0元
		小計	3.31元	14.3元

項目	電導度 us/cm	M-鹼度 mg/L	總硬度 mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	SO4-2 mg/L	Cl- mg/L	SiO2 mg/L
進流水	1868	541	69.3	19.7	3.87	175	6.3	34
產水	323	12.6	4.7	0.47	0.08	110	1.8	33
去除率%	82.7	97.7	93.2	97.4	97.7	37	63	1

項目	每m3水
電費	5.3元 (2.54kw-hr/m3)
化藥	2.9元
小計	8.2元



# 冷卻水塔溢流水回收

項目	放流水水質/水量
水量(CMD)	80
pH	6-8
COD (mg/L)	<50
導電度( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1148
總硬度(mg/L as $\text{CaCO}_3$ )	<200
$\text{Cl}^-$ (mg/L)	<50
$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/L)	14
$\text{SiO}_2$ (mg/L)	<20
鈣(mg/L)	16
總鐵(mg/L)	0.1

採用EDR技術  
不用加抗垢劑

未添加抑垢劑化藥  
工業用冷卻水塔的  
blow down水質.

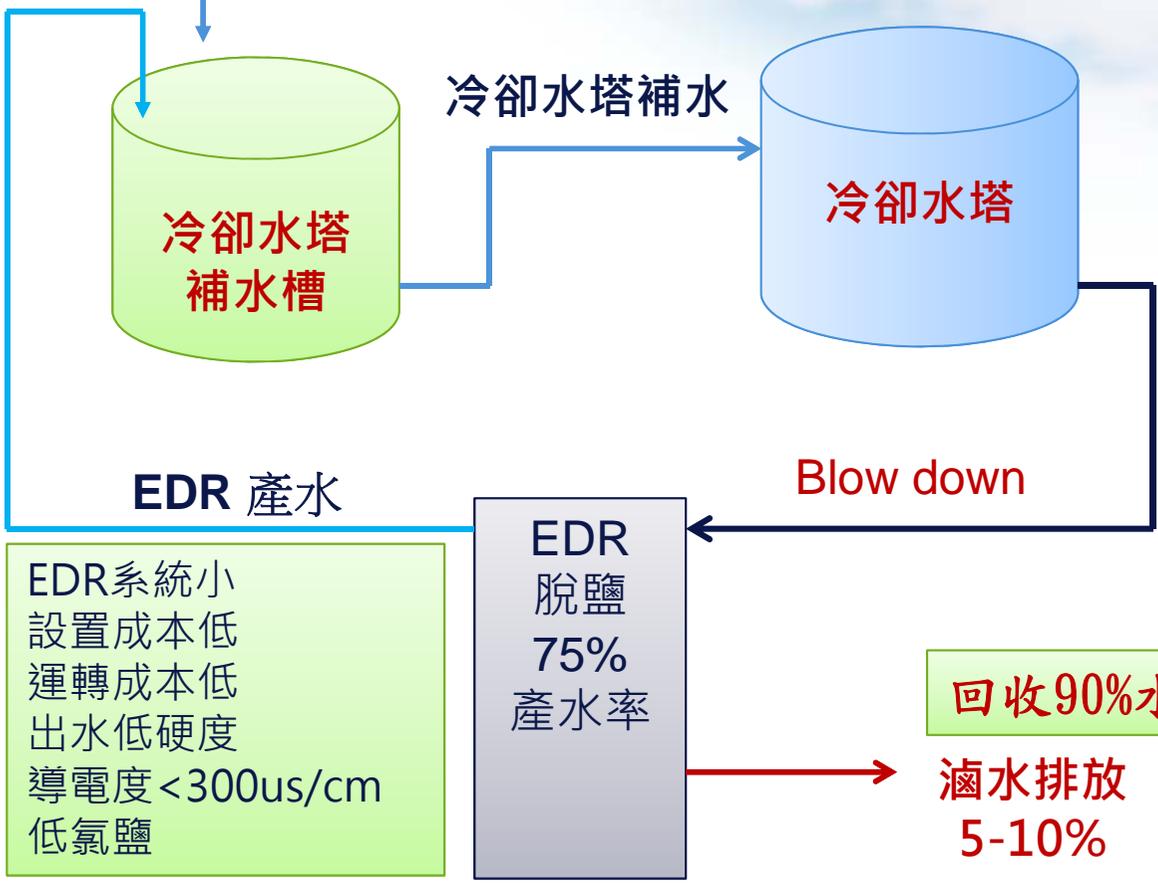
**低硬度,低硫酸根,**  
易於回收  
回收率: > 75%



# 冷卻水塔blow down EDR 回收系統

自來水補注

減少化藥添加  
降低運轉成本



EDR系統小  
設置成本低  
運轉成本低  
出水低硬度  
導電度 < 300us/cm  
低氯鹽

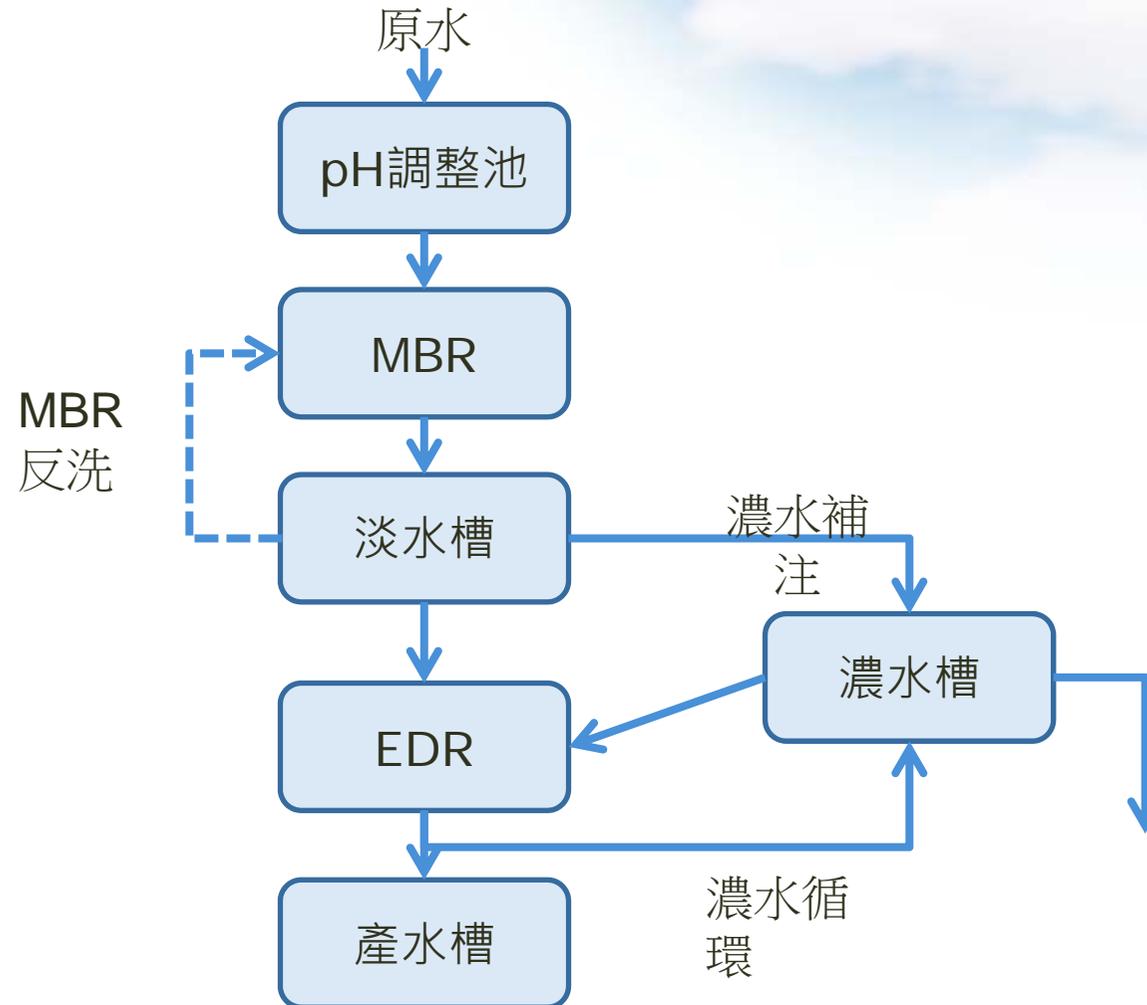
EDR  
脫鹽  
75%  
產水率

回收90%水資源

滷水排放  
5-10%



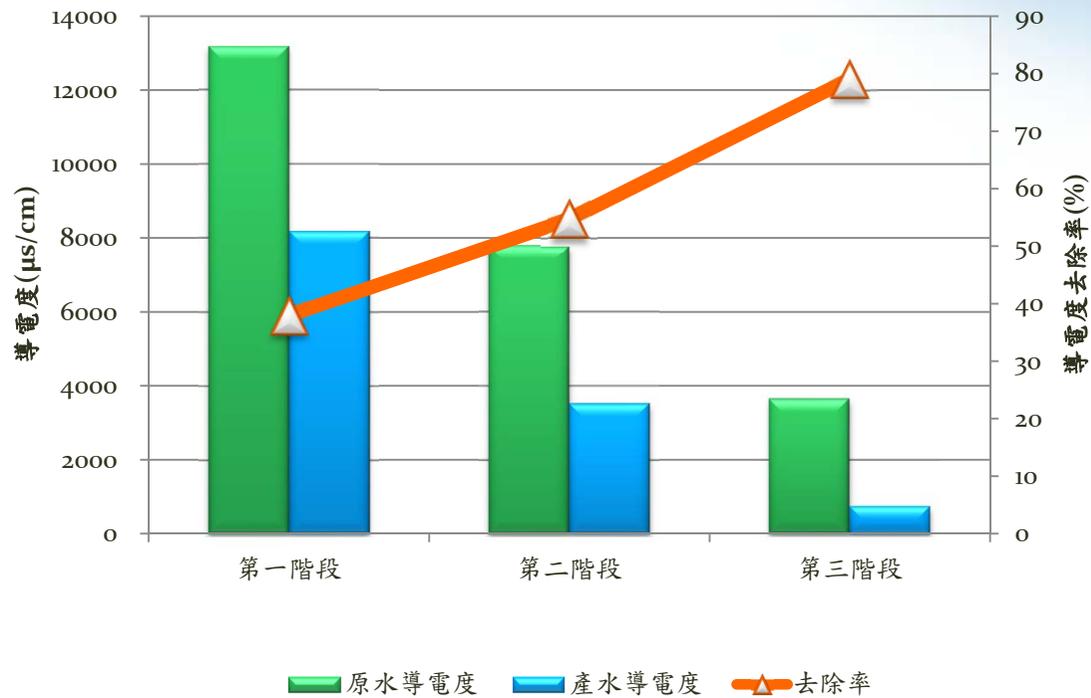
# 高鹽度廢水EDR 脫鹽案例





# 科技廠高鹽度廢水回收EDR案例

## 預估脫鹽率



電力消耗估算

脫鹽量:  $>10\text{MS/cm}$   
回收率  $>60\%$

12-18KWH/m<sup>3</sup>



## EDR 脫鹽案例

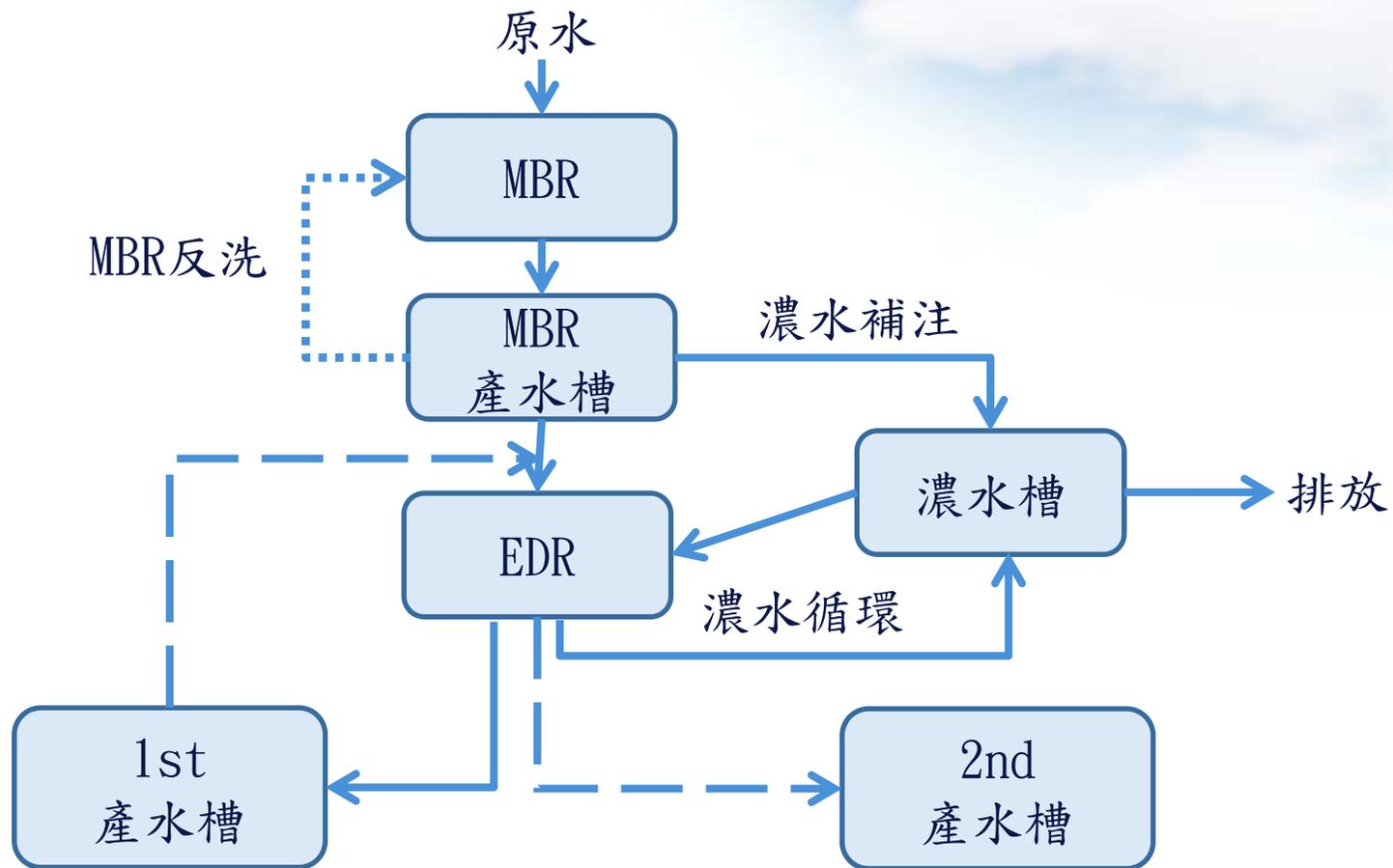
成本估算(不含EDR耗材)

項目	二級出流水測試
結果	1500→350 us/cm
電費	$2.72 \times 3 = 8.16$ 元/m <sup>3</sup> (2.43kw-hr/m <sup>3</sup> )
化藥	2.32元/m <sup>3</sup>
小計	10.48元/m <sup>3</sup>

EDR耗材以5年更換一次計算, NTD2.5/m<sup>3</sup>



# 竹北科技園區二級廢水廠出水回用

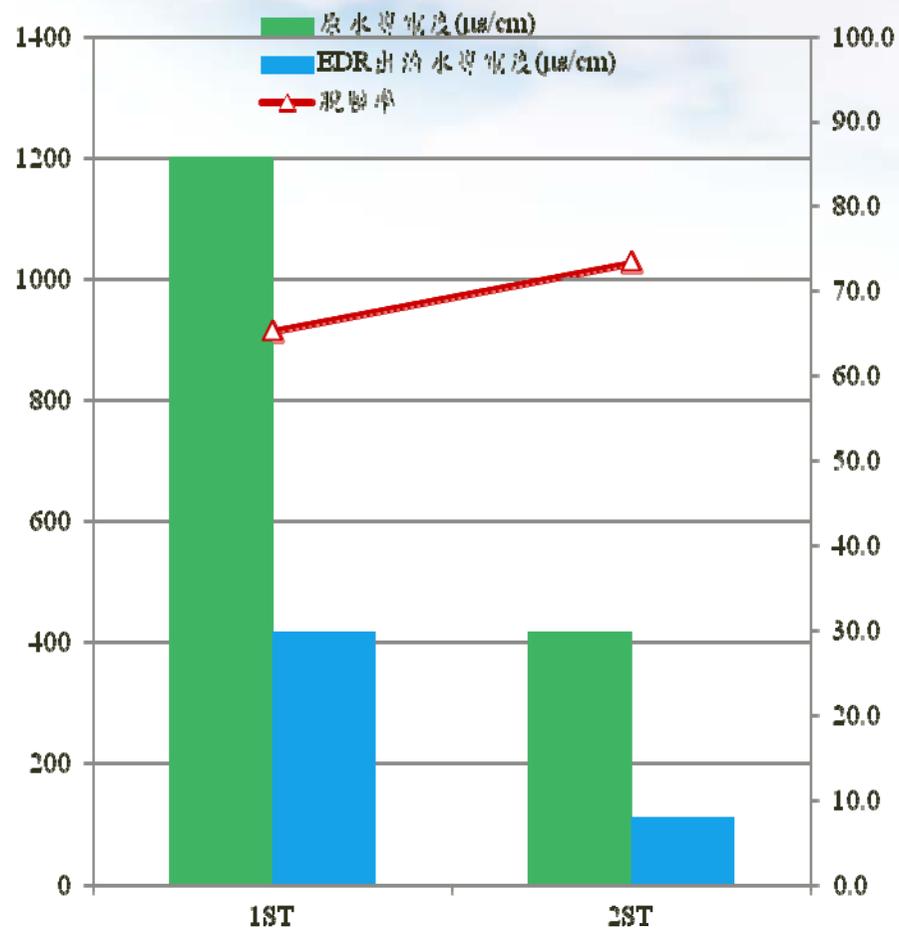




# EDR 脫鹽案例 (工業區二級廢水回用)

## 實際測試結果

項目	第一階段	第二階段
目標導電度 ( $\mu\text{s/cm}$ )	1,200→417	417→111
出水時間 (min)	30	30
設定電流 (A)	2.3	0.9
進流量 (L/min)	淡水:5 濃水:1	淡水:3 濃水:2
設定產水率 (%)	83.3	60
極水導電度 ( $\mu\text{s/cm}$ )	3000	3000





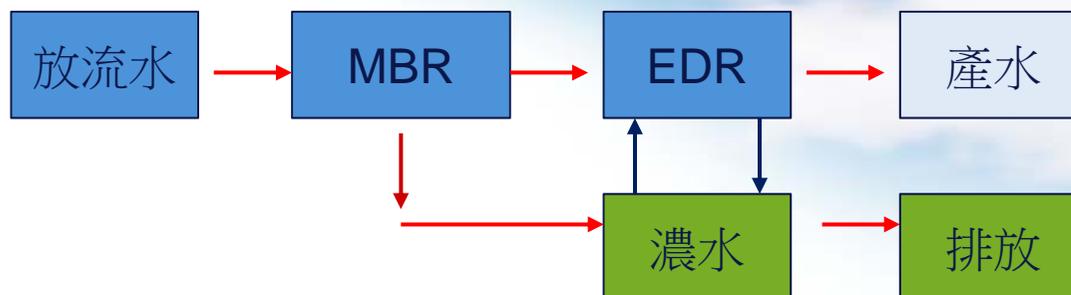
# 工業區二級放流水EDR水回收營運成本

成本估算(不含EDR耗材)

項目	二級出流水測試	自來水測試
結果	1200→300 us/cm	350→50 us/cm
EDR系統	3段3極	2段2極
電費	2.43*3=7.29元/m <sup>3</sup> (2.43kw-hr/m <sup>3</sup> )	0.52*3=1.56元/m <sup>3</sup> (0.52kw-hr/m <sup>3</sup> )
化藥	2.32元/m <sup>3</sup>	0.52元/m <sup>3</sup>
小計	8.2元/m <sup>3</sup>	2.08元/m <sup>3</sup>



## 南部化工廠中水回用模廠

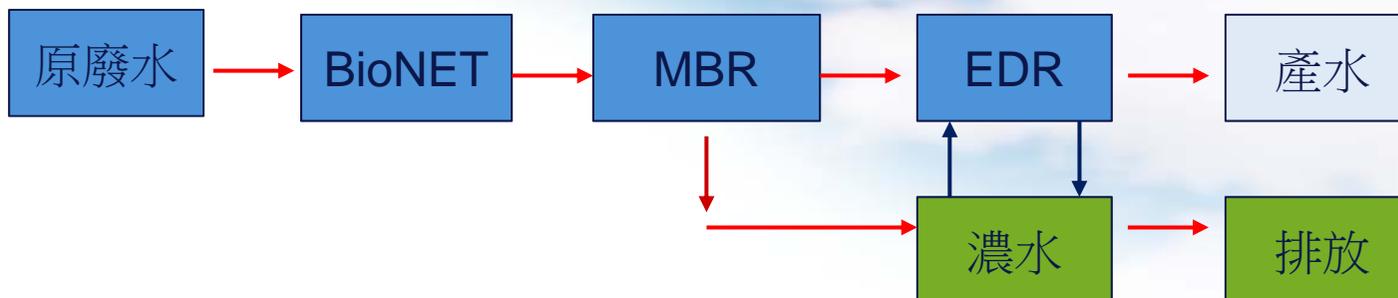


進流導電度	出流導電度	運轉成本	耗材	人事	總運轉成本
6000us/cm (Max)	600 us/cm	15NTD /m3(產水量)	10 NTD /m3(產水量)	2 NTD /m3(產水量)	27 NTD /m3(產水量)

水質特色:  
高SO<sub>4</sub>-2, 高Ca+2, 低TOC, 廠區放流水.  
回收水: 50%回收率, 作為工廠原水



# 北部PCB廠中水回用模廠



進流導電度	出流導電度	運轉成本	耗材	人事	總運轉成本
3000us/cm (Max)	400 us/cm	10NTD /m3(產水量)	8 NTD /m3(產水量)	2 NTD /m3(產水量)	22 NTD /m3(產水量)

水質特色:

高SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, 低Ca<sup>+2</sup>, 高TOC, 廠區分流後原廢水經.

回收水: 70%回收率, 作為工廠原水或冷卻用水



## EDR 實績

- ❖ **PCB科技EDR系統回收做冷卻循環水(1000CMD, 2008)**
- ❖ **化纖觀音廠廢水迴用600CMD EDR系統座冷卻用水(2010)**
- ❖ **科技廠高鹽度再生廢水脫鹽600CMD EDR系統(2013)**
- ❖ **科技廠ROR排放減量系統 2000CMD EDR系統(2015)**
- ❖ **傳產化工廠管末回收減量模廠 EDR系統(2016)**
- ❖ **PCB廠廢水處理與中水回用模廠 MBR+EDR系統(2017)**
- ❖ **工業區100CMD BioNET+MBR+EDR回收水示範廠**



## 結論：

- ❖ 1. 工廠進行水回收的第一步,先進行廠內用水減量,第零步裝流量計
- ❖ 2. 優先進行製程水洗水線上回收技術.
- ❖ 3. 管末回收時,需注意軟化再生廢水獨立收集處理.
- ❖ 4. 管末回收時,建議採用整合型回收技術,針對不同污染進行處理與回用.
- ❖ 5. 工廠廢水需要進行零排時,需儘量降低蒸發程序與乾燥程序的水量.
- ❖ 6. **EDR**系統適用於中水脫鹽系統,進流水水質要求較**RO**寬鬆.
- ❖ 7.採用複合式技術, **RO+EDR**或**EDR+RO**複合運用,以提升整體水回收率.
- ❖ 8.零排放成本高,不利於工廠運作,承諾零排需要先考慮技術可行性.
- ❖ 9.儘量減少於水中添加化藥,避免增加回收系統的難度



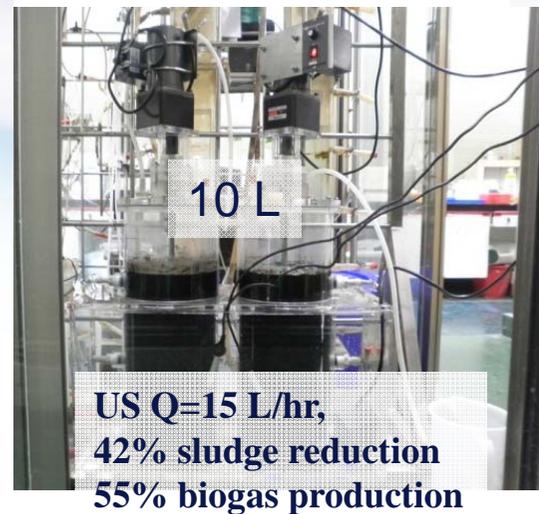
# ITRI 超音波污泥减量

超音波 + 活性污泥程序

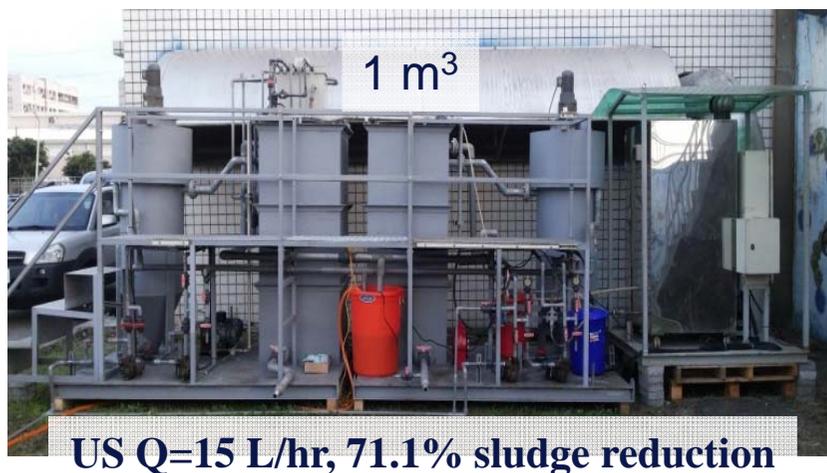


實驗室

超音波 + 厭氧消化



超音波 + 活性污泥程序



污水廠

