

# 中水回用技術

## 2015.08

松喬環保科技股份有限公司

張子龍 P.E.

steven@centurytech.com.tw

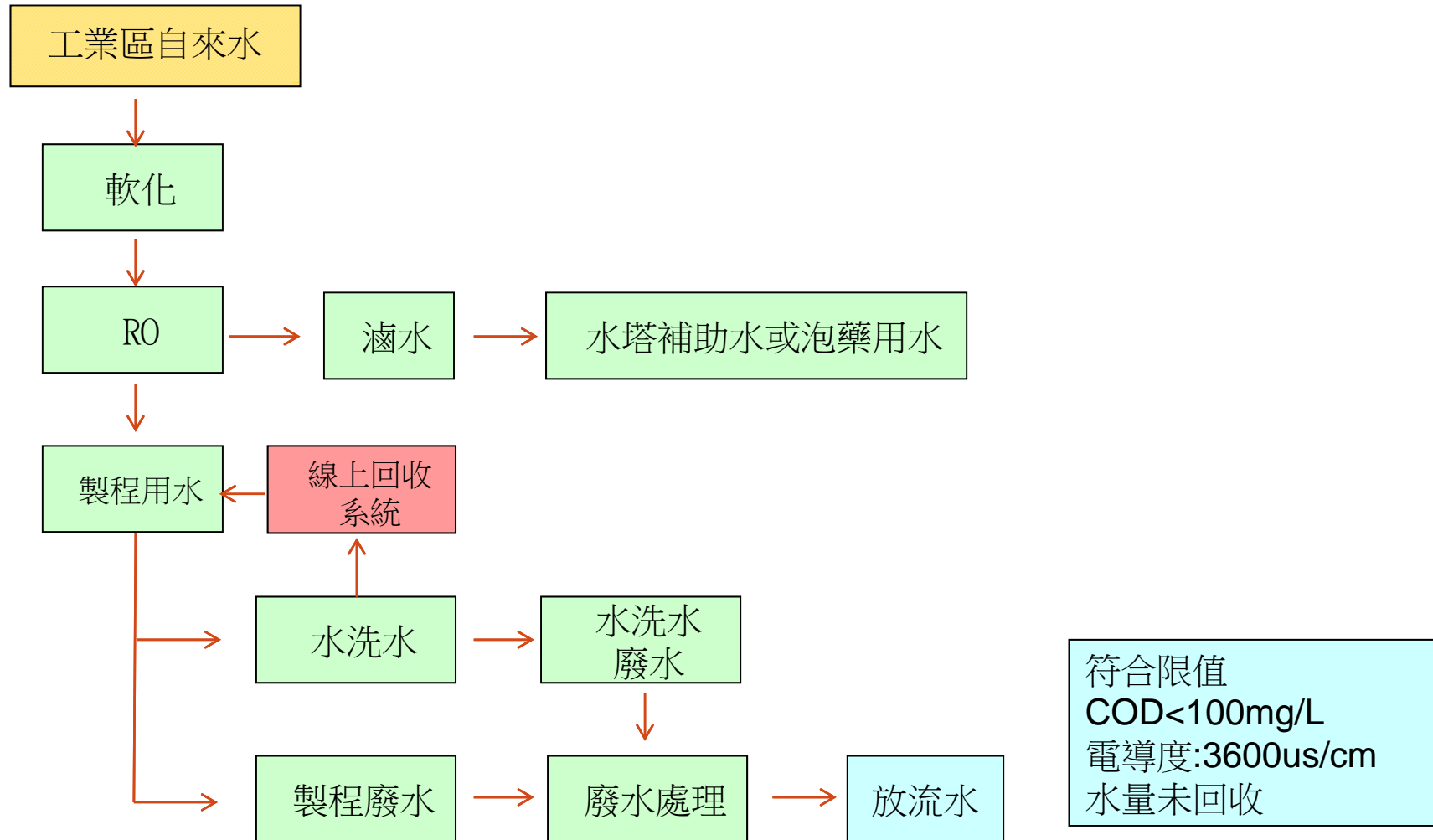


泰連利關係企業  
松喬環保科技股份有限公司  
CENTURY ENVIRONTECH CO.,LTD.  
工程技願登第000847號 環署環檢字第00四號

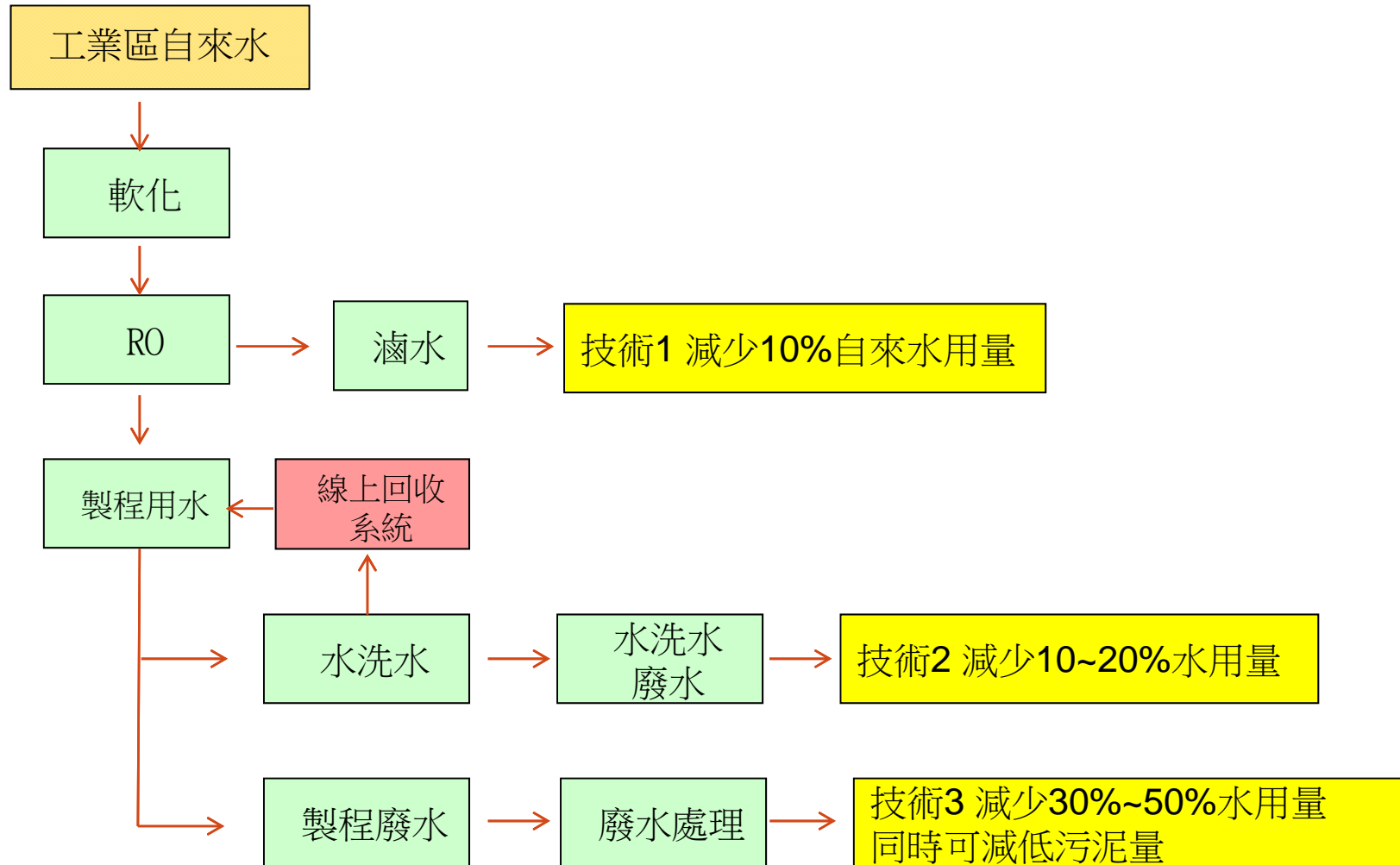
張子龍 總經理  
環境工程技師  
+886-933-918116

24886新北市五股區五工路149號4F  
電話：02-2298-3206 分機 360  
傳真：02-2298-3314  
信箱：steven@centurytech.com.tw  
統一編號：23039908  
http://www.centurytech.com.tw

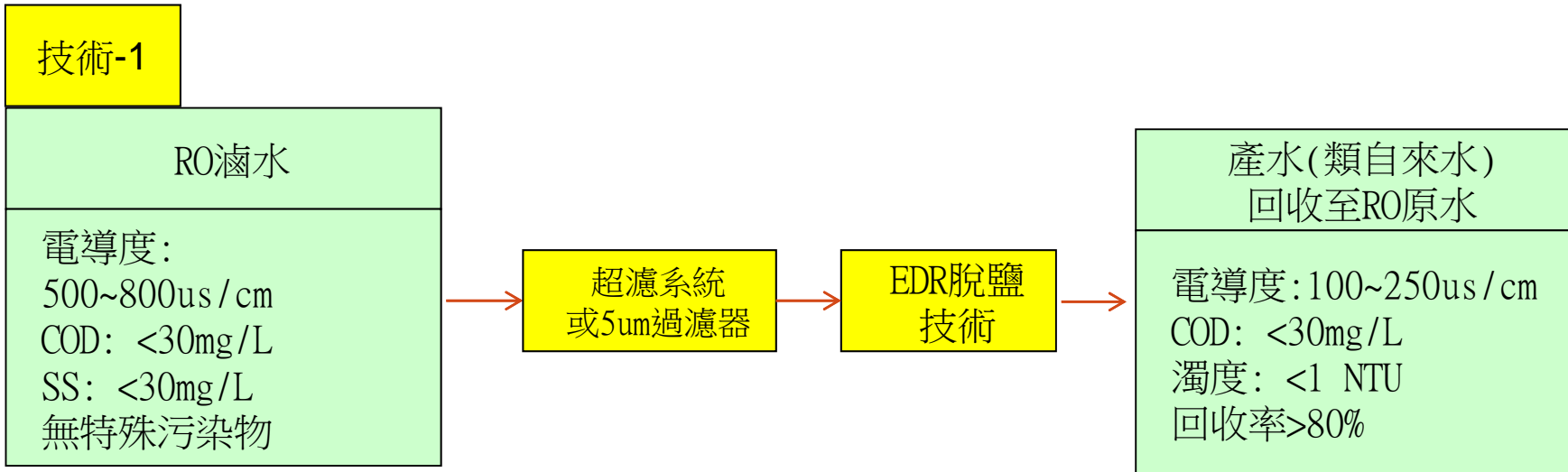
# 1. 工廠用水水資源分配



# 1.1 各類回收水水源



# 1.2 整合技術的運用

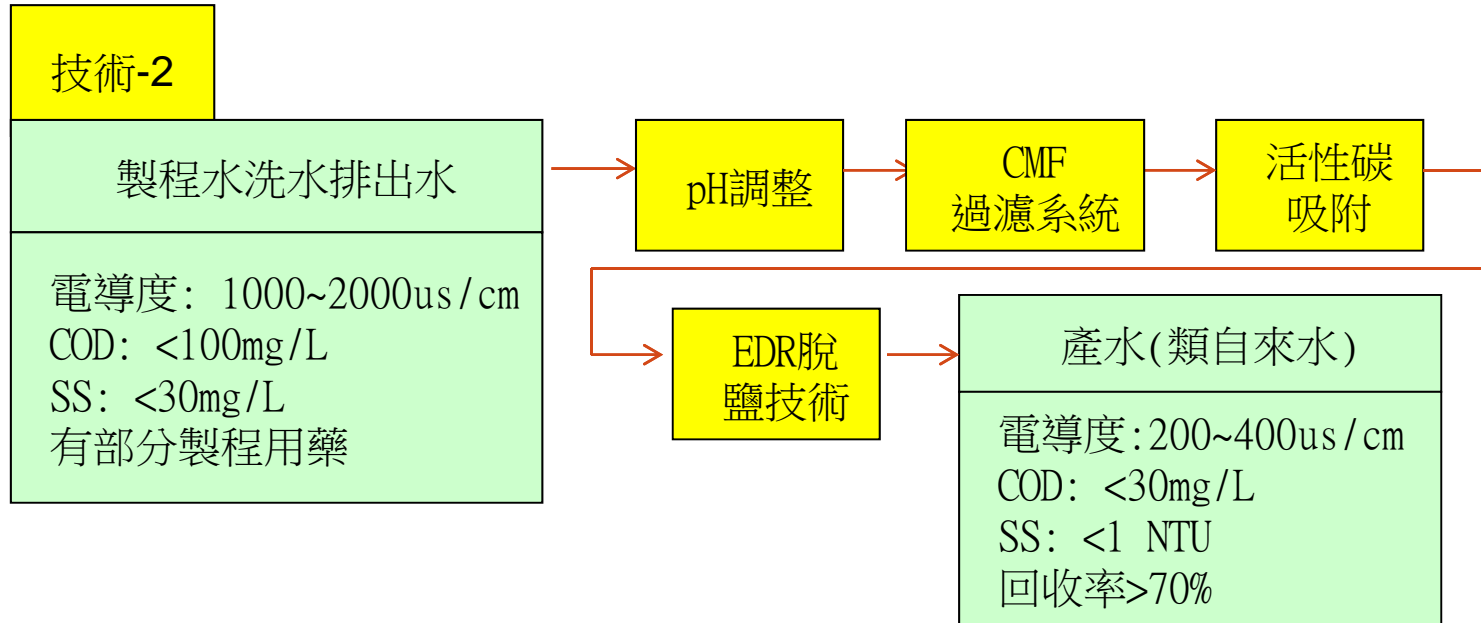


特色:  
軟水, 低COD, 低電導度, 低濁度

用途:  
回收做為RO原水提升RO產水率, 降低自來水使用量約10~20%

濃水, 低COD, 高電導度, 可作為生活污水中水使用, 包含沖廁, 洗車等未接觸水洗手

# 1.3 整合技術的運用



特色:

產水為軟水,低COD,低電導度,低濁度,可減少10~20%自來水用水

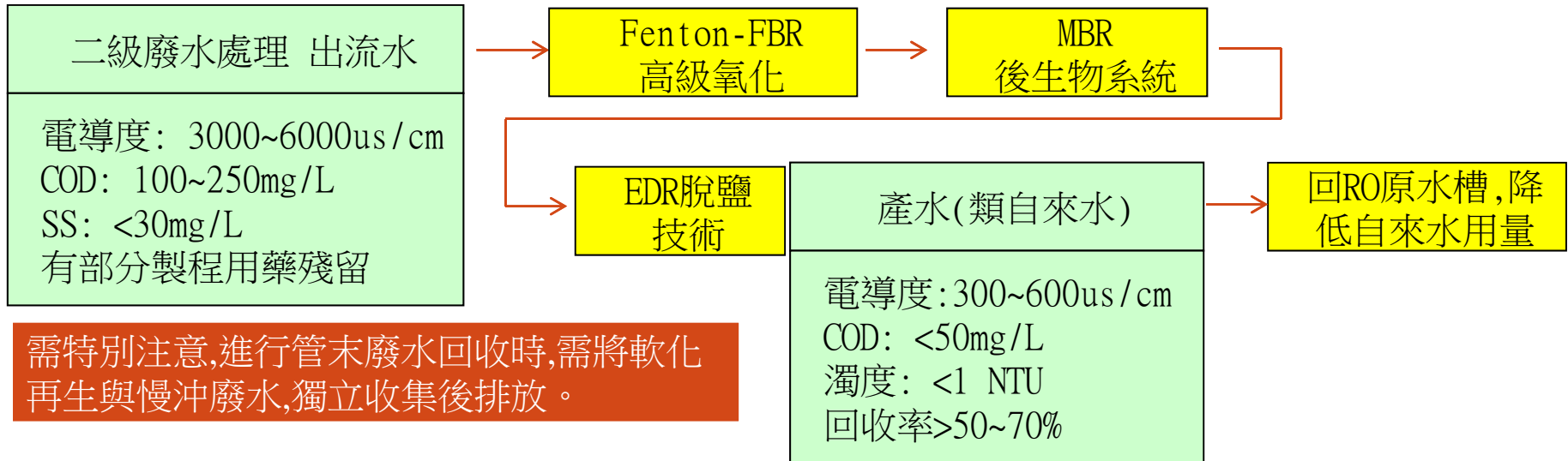
用途:

回收做為類自來水水質,使用於製成水洗水,冷卻水塔用水,製程泡藥用水,生活用中水

濃水經pH調整後,可直接排放.

# 1.4 整合技術的運用

## 技術-3



特色:

產水為軟水,低COD,低電導度,低濁度,類自來水

減少自來水用量:30~50%

用途:

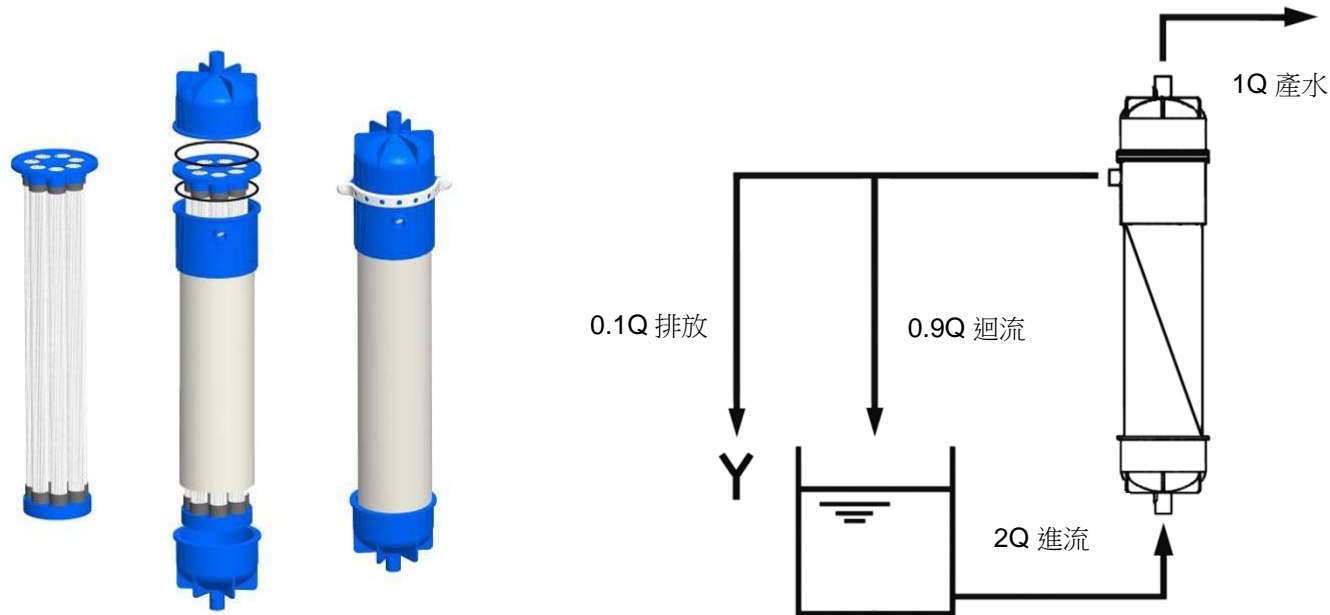
回收做為類自來水水質,可做為冷卻水塔用水,製程泡藥用水,生活用中水,RO原水濃水經pH調整後,排放至放流口放流, COD<100mg/L, SS<30mg/L,直接排放



## 1.5 工廠水資源分配建議

- 技術-1 RO滷水回用(低COD,低濁度,低電導度)  
針對濁度與電導度進行處理,處理成本低,回收率高!
- 技術-2 製程水洗水回用(中COD,低濁度,中電導度)  
針對濁度,電導度與COD進行處理,處理成本中,回收率中!
- 技術-3 管末廢水回用(高COD,高濁度,高電導度)  
針對高COD與電導度進行處理,處理成本高,回收率中!  
管末回收需要注意硬度與SiO<sub>2</sub>平衡,避免產生結垢的問題.
- 由以上的探討,清楚了解不同污染源,須採用不同的處理技術。
- 回收率能否提升另一個課題為回收水的用途,此部分需要製程部門參與。否則水回收後沒有去處,等於沒有回收!

## 2. 低密度連續過濾系統

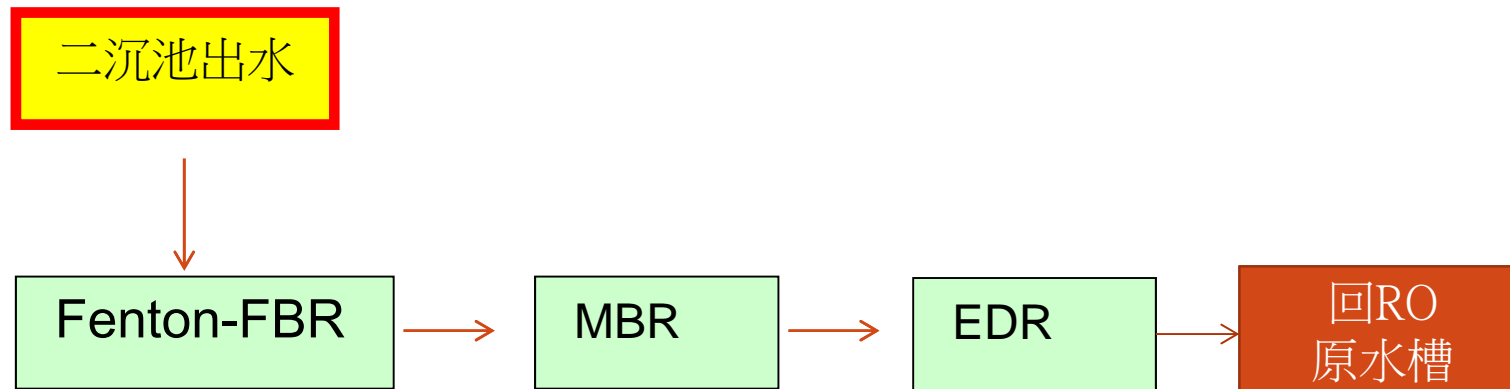


- ◆可做為線上過濾系統,出水水質為超濾水質.
- ◆可承受濁度 $<5\text{NTU}$ 的原水,不需要砂濾。回收率可達95%以上
- ◆可做為二沉池出水或河水的過濾系統,出水SDI $<5$ .
- ◆強化型PVDF膜管,耐酸鹼,可拆卸式設計,容易維護,使用壽命長。





### 3.管末水回用技術

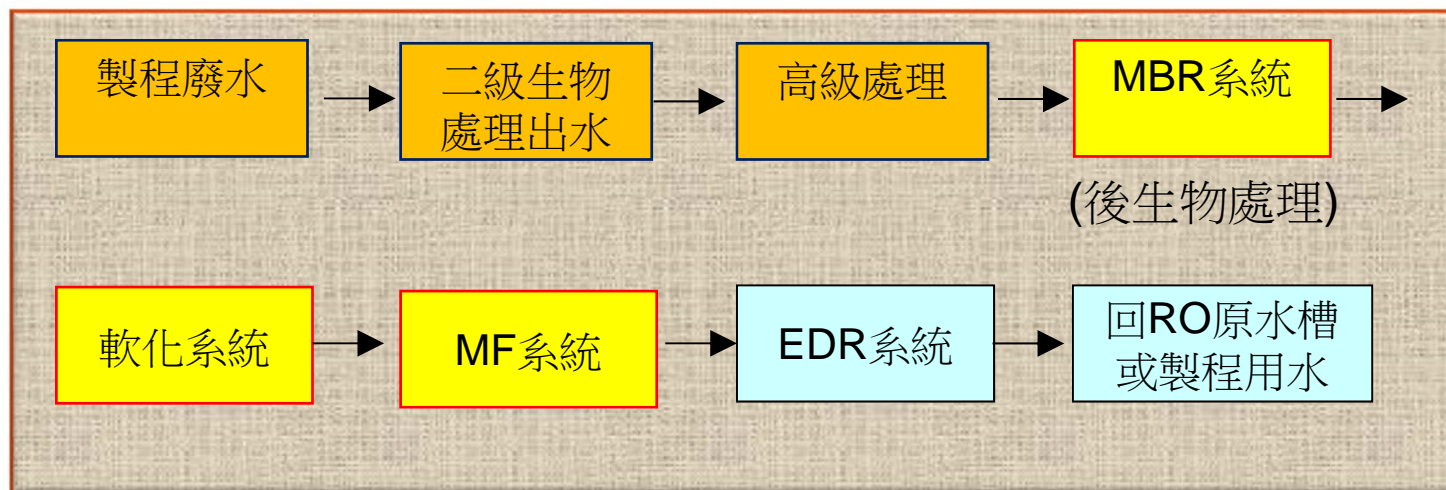


- ◆水源為工廠放流水(二級生物處理後出水)
- ◆回收水質為類自來水,可作為工廠原水
- ◆回收率可達70%以上
- ◆放流水低於法規管制限值
- ◆同時解決放流水與回收水問題。



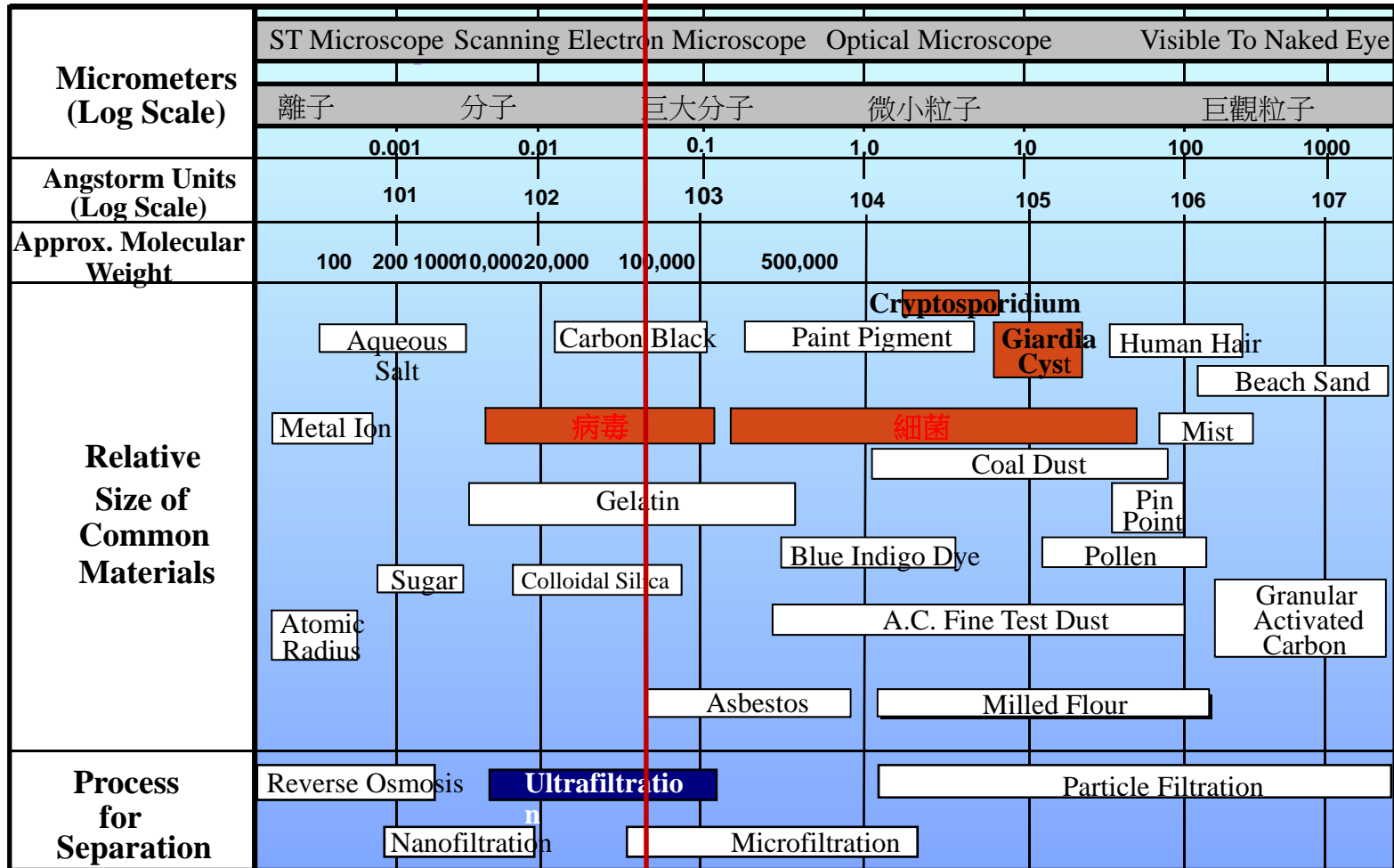
## 3.1. 案例分析-二級管末廢水回用流程

高級氧化+MBR系統+EDR系統



1. 需注意製程排水系統分流,將含Ca處理流程,獨立收集排入高導系統,降低後段EDR與RO系統結垢風險.
2. pH調整時,採用HCl取代硫酸,避免硫酸根的累積.
3. 思考零排的必要性。

# 3.2 Membrane Bio Reactor



0.05um

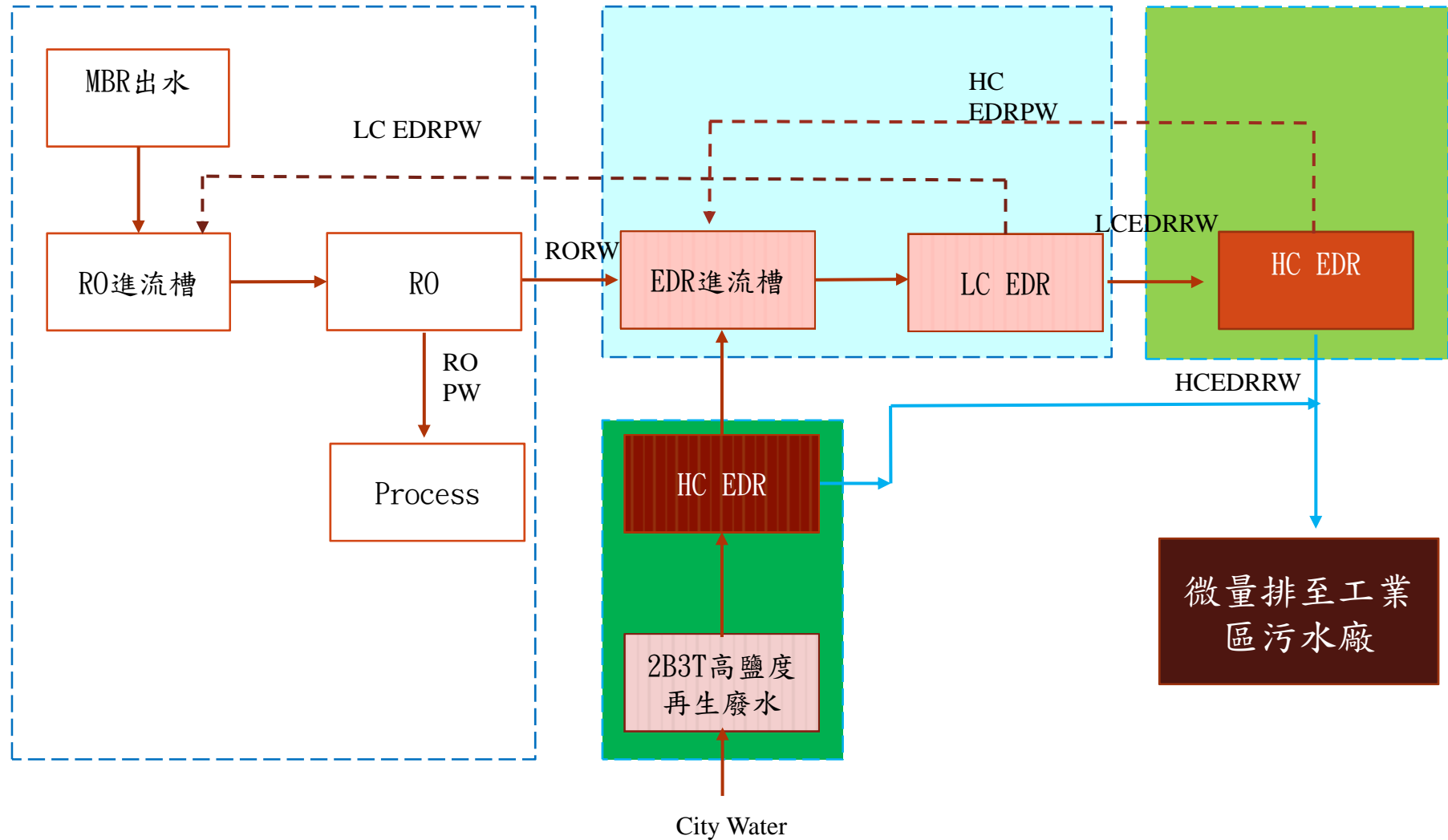
# 3.3 50CMD Fenton-FBR+MBR



CENTURY ENVIRONTECH

Your friend &  
Always support you to reduce operation cost efficiency

# 4、複合式中水系統簡介-微排系統



## 4.1 預估出水水質

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
	EVP	蒸餾水	回產水槽
	高滷水	含鹽飽和溶液	排入工業區

## 4.2各階段操作比較

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>	
EVP	濃縮到飽和溶液	600~800/m <sup>3</sup>	
EVP+MVR	濃縮到飽和溶液	120~250/m <sup>3</sup>	

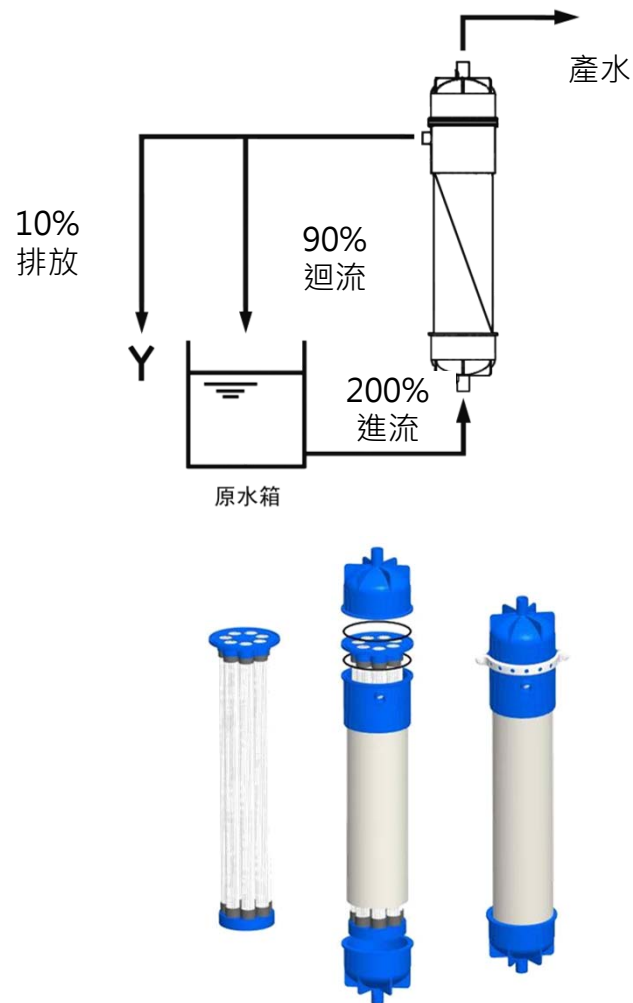
## 5. 2B3T 廢水回收

2B3T 廢水特性:

1. 高Ca,高硬度.
2. 高氯鹽.
3. 高硫酸鹽.
4. 高SiO<sub>2</sub>
5. 高導電度: 14~18MS/cm
6. 採用LCEDR+HCEDR複合式設計, 回收率60~70%



## 6.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.

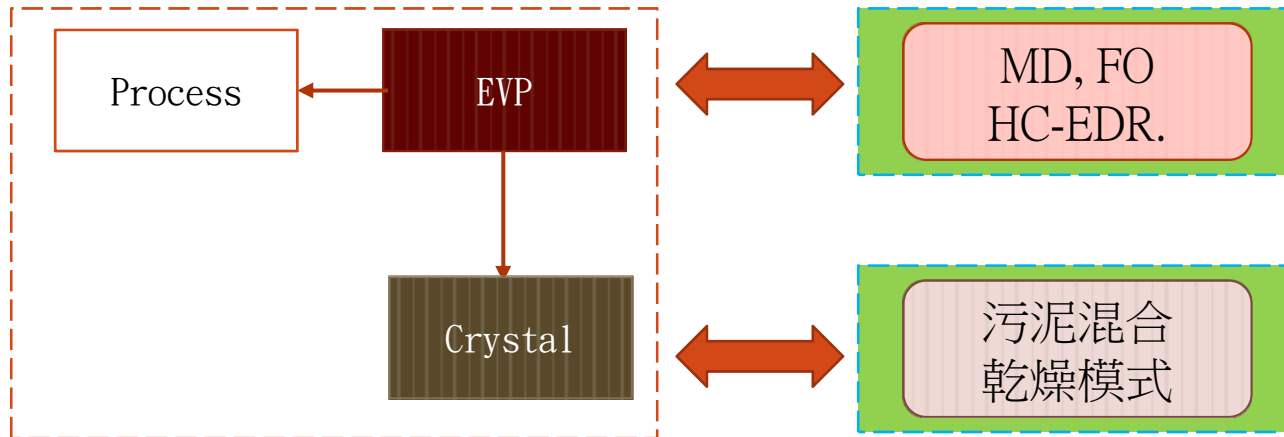
無法過濾膠體物質,包含矽膠與高分子聚合物,有死塞的風險.

設計參數: 45~50LMH

## 7. 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  
如採用空氣進行高酸浸泡後的氣吹,減少清洗水用量,並回收浸泡液
- 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. 可採用複合式技術, RO+EDR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.

## 8. 一定要用EVP? HC EDR.



### Operating Requirements

Operating pressure 100-150 kPa [15 psi]

Max pressure 700 kPa [100 psi]

pH 0 < pH < 12

Max temperature 60 oC [140 oF]

Current density 5 - 250 A/m<sup>2</sup>\*

Current absolute 3 - 175 A

**Inlet TDS < 80,000 ppm\* (hybrids)**

**Reject TDS < 150,000 ppm\***

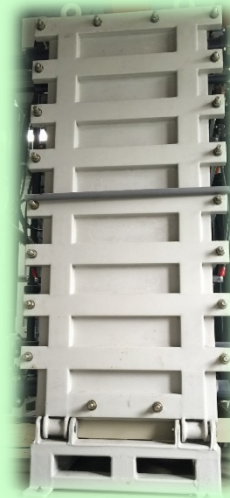
Suspended solids < 50 um filter

SDI (5 min) 10

Hydrocarbons Short chains < C10

Free chlorine < 20 ppm

Organics soluble non-charged



# 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2B3T廢水迴用600CMD EDR系統(2013)
- 科技廠 2000CMD EDR系統(2015)

# EDR運用於回收水的案例

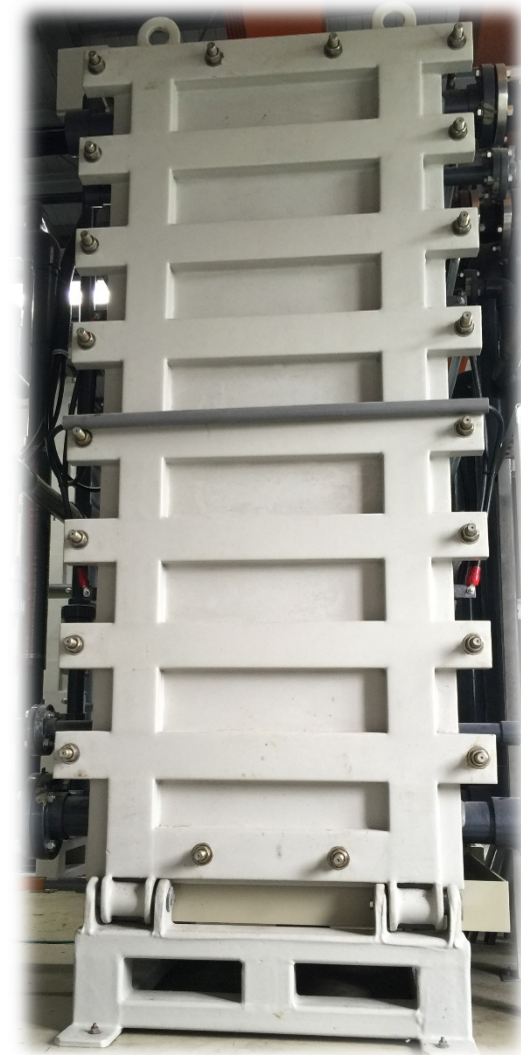
- 高鹽度地下水EDR脫鹽軟化處理(2001)
- 電子業清洗水EDR脫鹽(2001)
- 河川水EDR脫鹽處理(2002)
- RO濃縮水脫鹽回收 (2002)
- 石化業處理場放流水EDR脫鹽(2002, 2003)
- 冷卻塔循環水EDR脫鹽循環使用(2003)
- 染整廢水脫鹽(2004)
- 織布廢水脫鹽(2004)
- 自來水EDR脫鹽軟化(2005)
- 冷卻塔循環水EDR回收(2006)
- 工業區廢水脫鹽回收(200 CMD, 2006)

# EDR 運用於回收水的案例

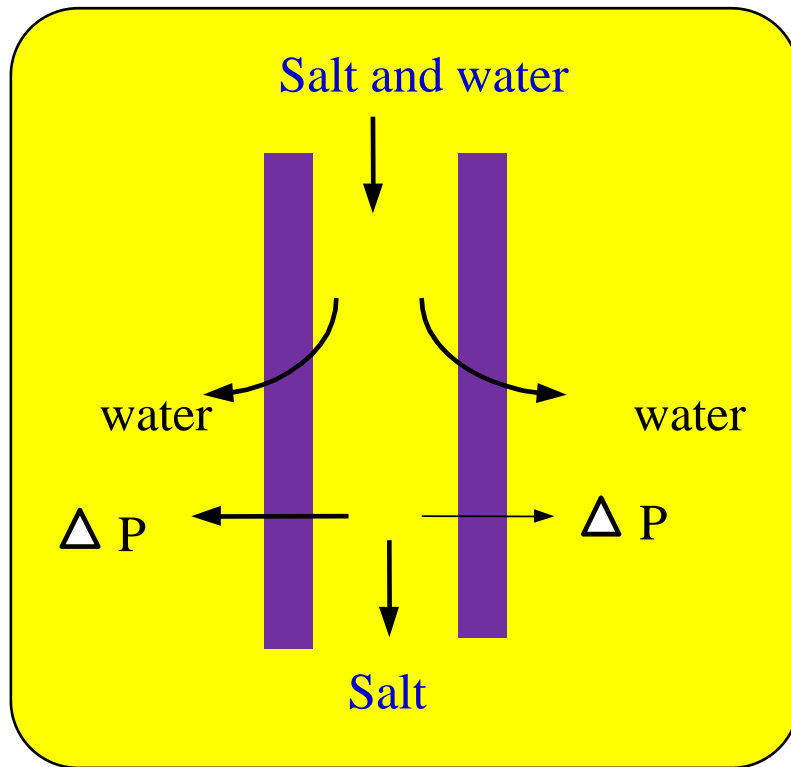
- 政府機關地下水軟化脫鹽工程(50CMD,2003)
- 電鍍廠河川水混凝沉澱與脫鹽工程 (2400 CMD,2003)
- 傳產企業冷卻循環水脫鹽循環使用工程 (500 CMD, 2003)
- 科技廠RO濃縮水EDR脫鹽回收工程(300CMD, 2004)
- 食品廠RO濃縮水EDR脫鹽回收工程(300 CMD, 2005)
- 鋼鐵公司工業廢水脫鹽回收 (200 CMD, 2006)
- 螺絲製造廢水脫鹽回收 (450 CMD, 2007/11)
- 精密螺絲製造業廢水脫鹽回收 (350 CMD, 2007/11)
- 鋼鐵廠冷軋廠直接冷卻循環水回收(550 CMD, 2008/6)
- 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)
- 面板廠2B3T廢水迴用600CMD EDR系統(2013)
- 面板廠零排放系統 2000CMD EDR系統(2015)

# 7. EDR 系統介紹 (部分內容來自ITRI教材)

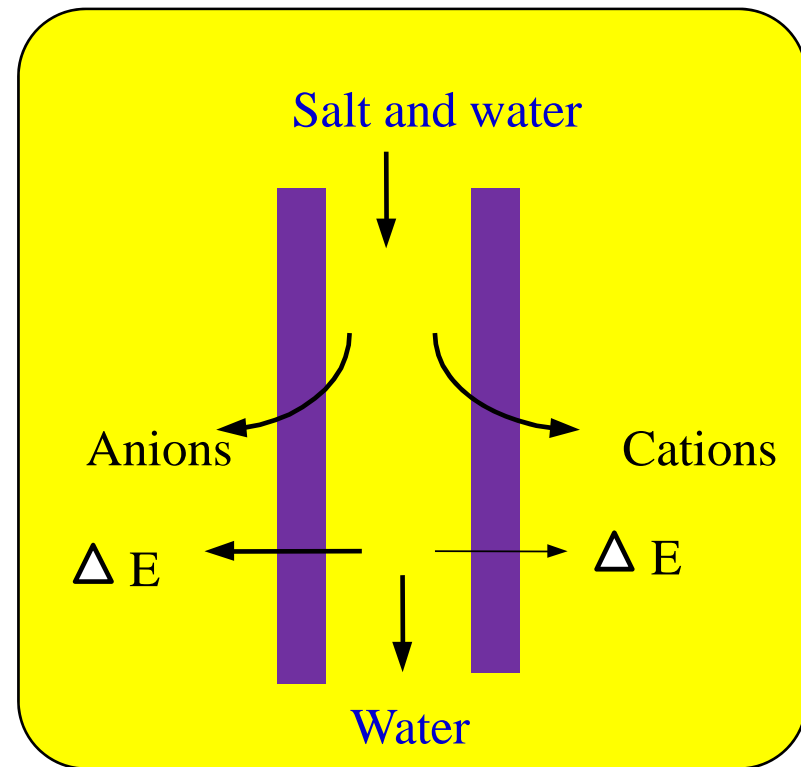
<b>MODEL</b>	<b>ED-200</b>	<b>ES-250</b>
<i>No of stack</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Nominal Flow rate</i>	<i>12 m<sup>3</sup>/h</i>	<i>15 m<sup>3</sup>/h</i>
<i>Concentrate outlet flow</i>	<i>12 m<sup>3</sup>/h</i>	<i>15 m<sup>3</sup>/h</i>
<i>Module dimension (WxLxH)</i>	<i>1.0 x 1.1 x 2.3 m</i>	<i>1.0 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 與RO脫鹽技術比較



Reverse Osmosis



Electrodialysis



# EDR 與RO脫鹽技術比較

	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 適用範圍大	NTU<1.0 Ca,Mg<100 SiO2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	自來水
RO系統	<3000(抗污染 RO) <6000(海水 RO)	SDI<2 對Ca,Mg 承受低 SiO2<100	高耗能 成本高	複雜 高壓力系統 添加抗垢劑	中	1~3年	純水
	Us/cm						

備註:

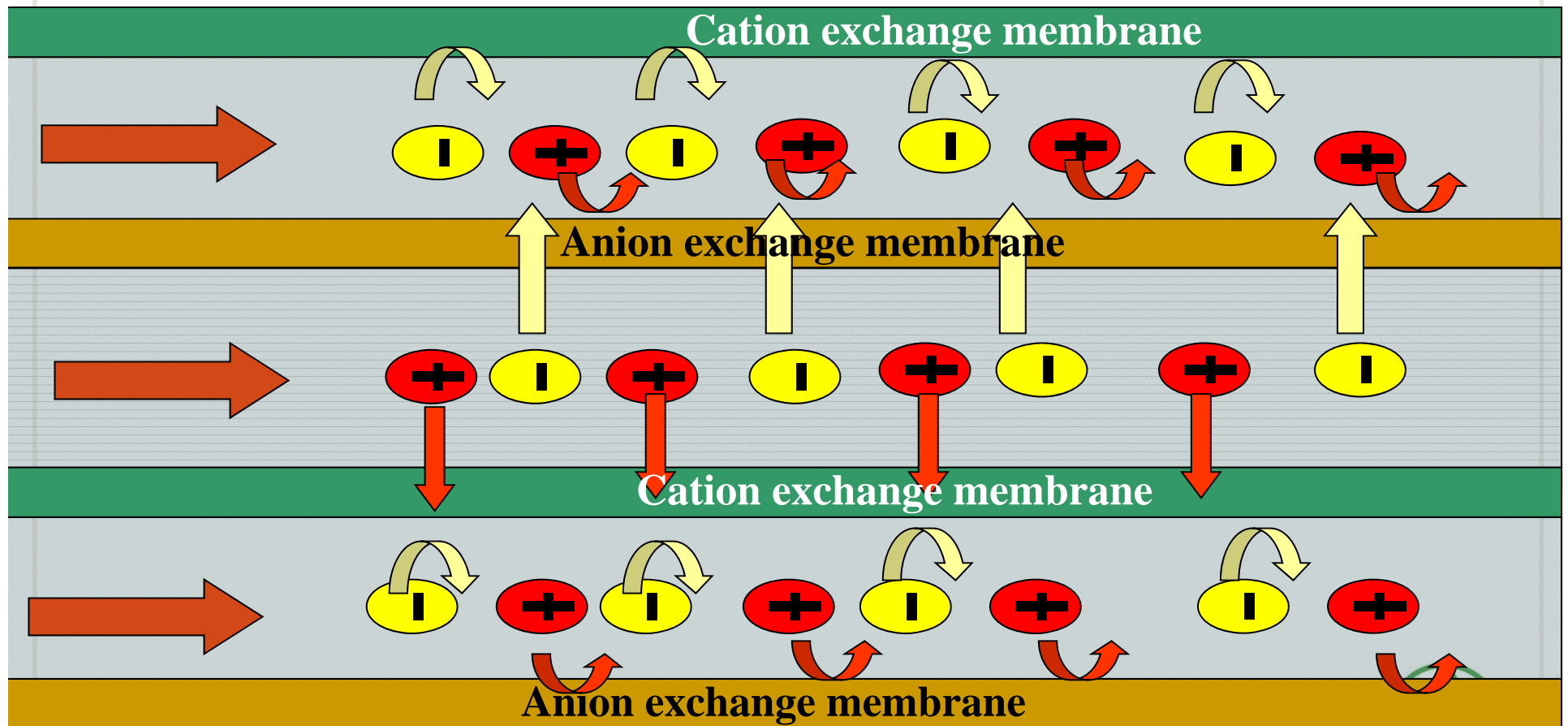
1. 以上比較基礎為廢水處理後中水回用,原水導電度3000~6000 us/cm
2. 使用年限係指主設備使用年限

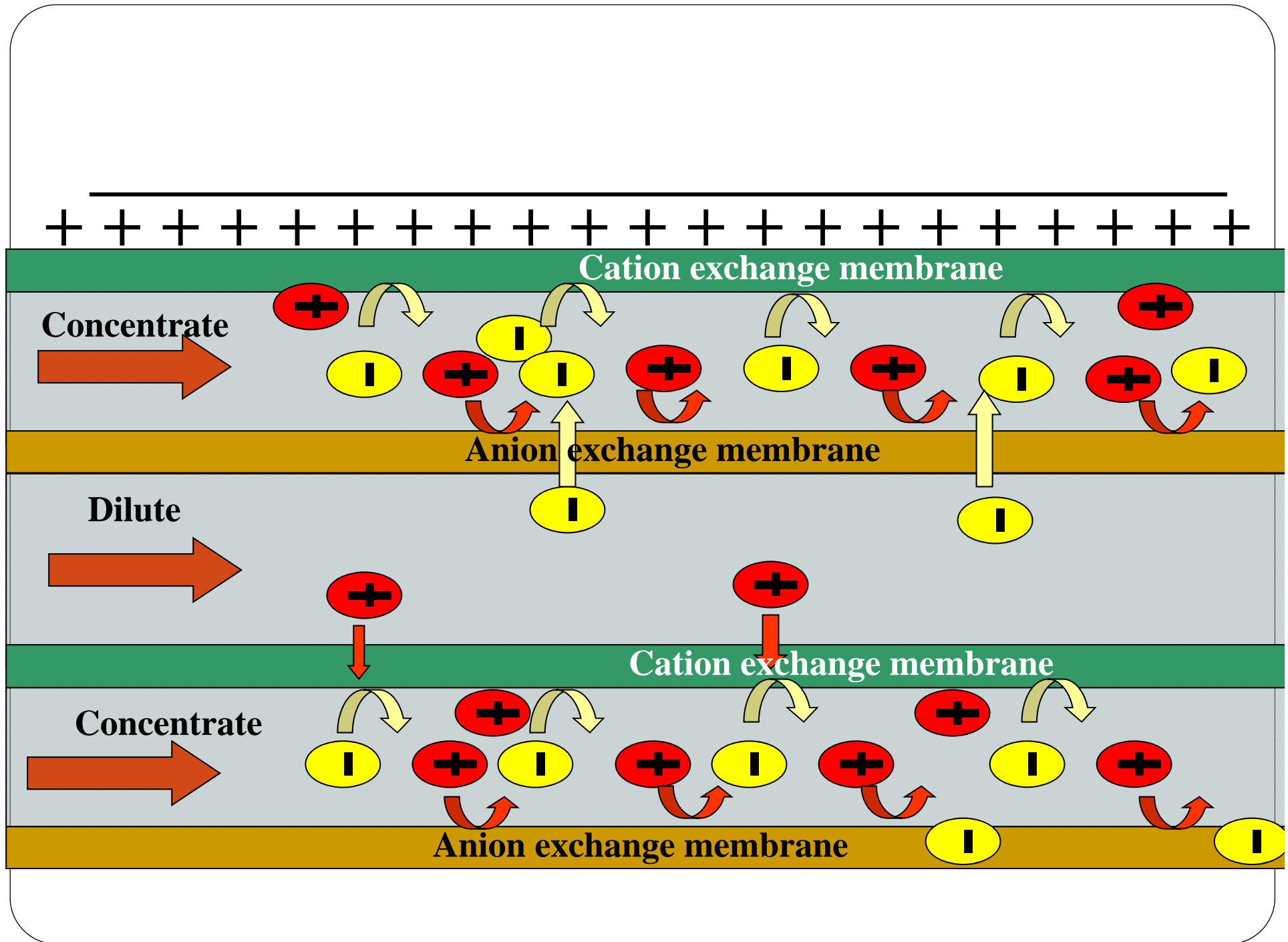
Reverse Osmosis Vs Electro dialysis



# EDR分離原理

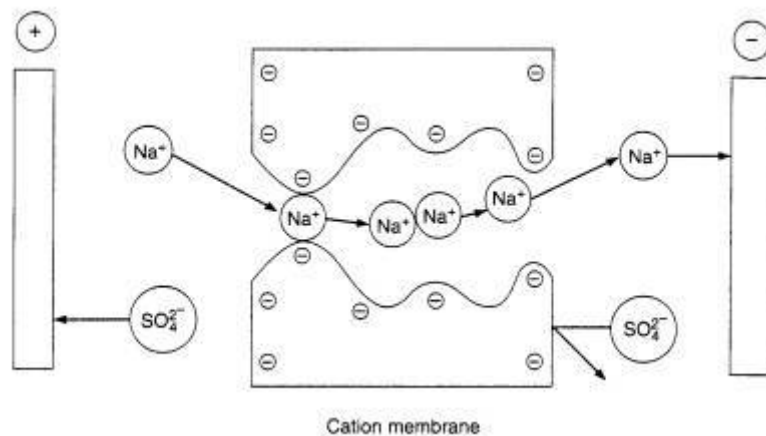
+ +





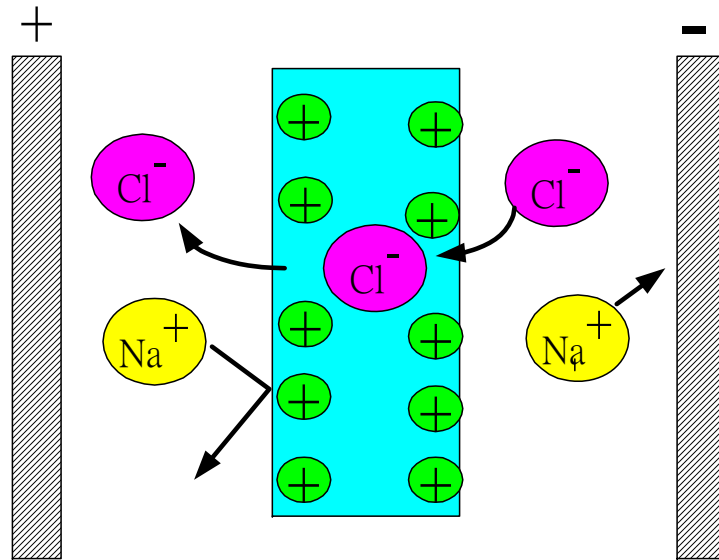
# 電透析法脫鹽原理

利用陽離子只能穿透陽離子交換膜，而陰離子只穿透陰離子交換膜的特性，在外加直流電場的作用下，水中的陰離子移向陽極、陽離子移向陰極，最後得到淡水及濃水，達到淡化除鹽的目的

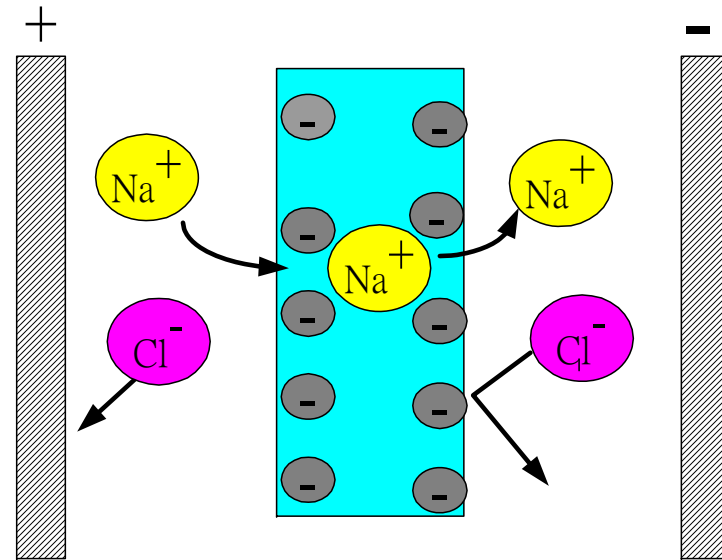


Ionic permselectivity  
of ion-exchange  
membranes

# 離子交換膜特性



Anion exchange membrane



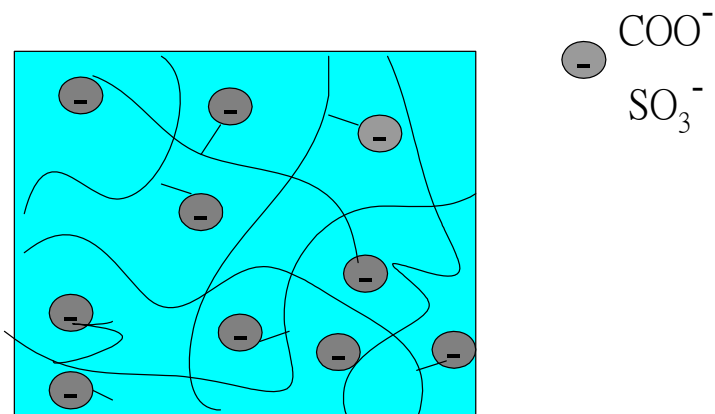
Cation exchange membrane

# 離子交換膜的分類

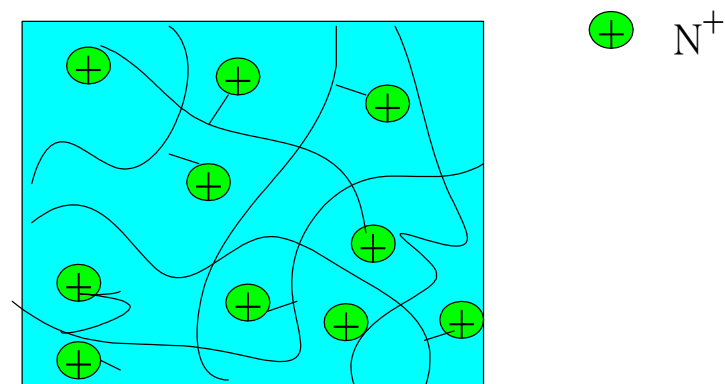
膜中所含官能基的種類

(1)陽離子交換膜：含酸性官能基的膜，如強酸性磺酸型。

(2)陰離子交換膜：含鹼性官能基的膜，如強鹼性季銨型。

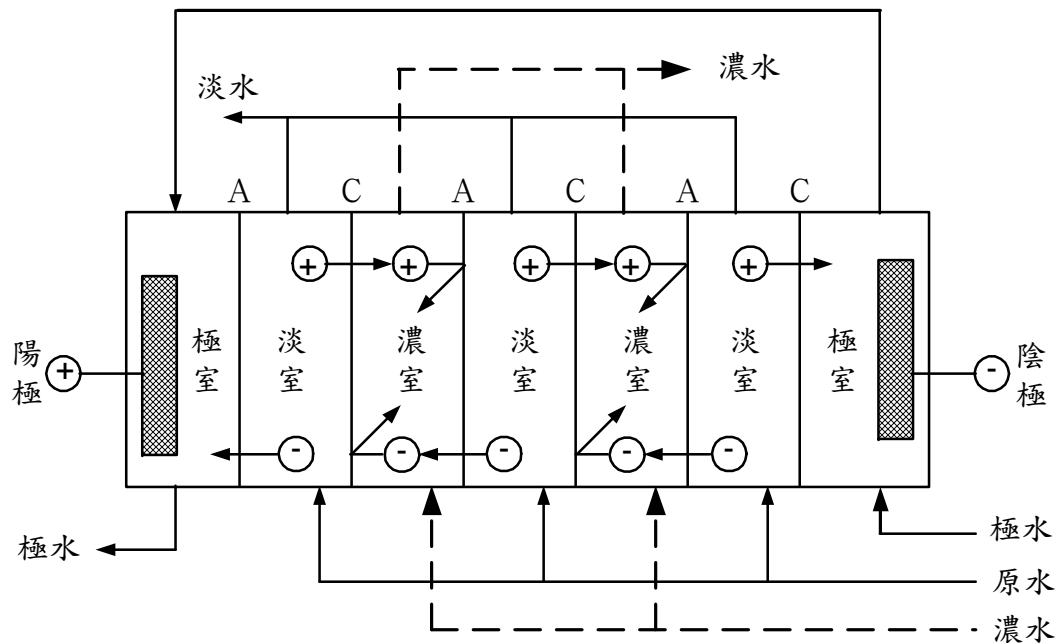


Cation exchange membrane



Anion exchange membrane

# 電透析脫鹽

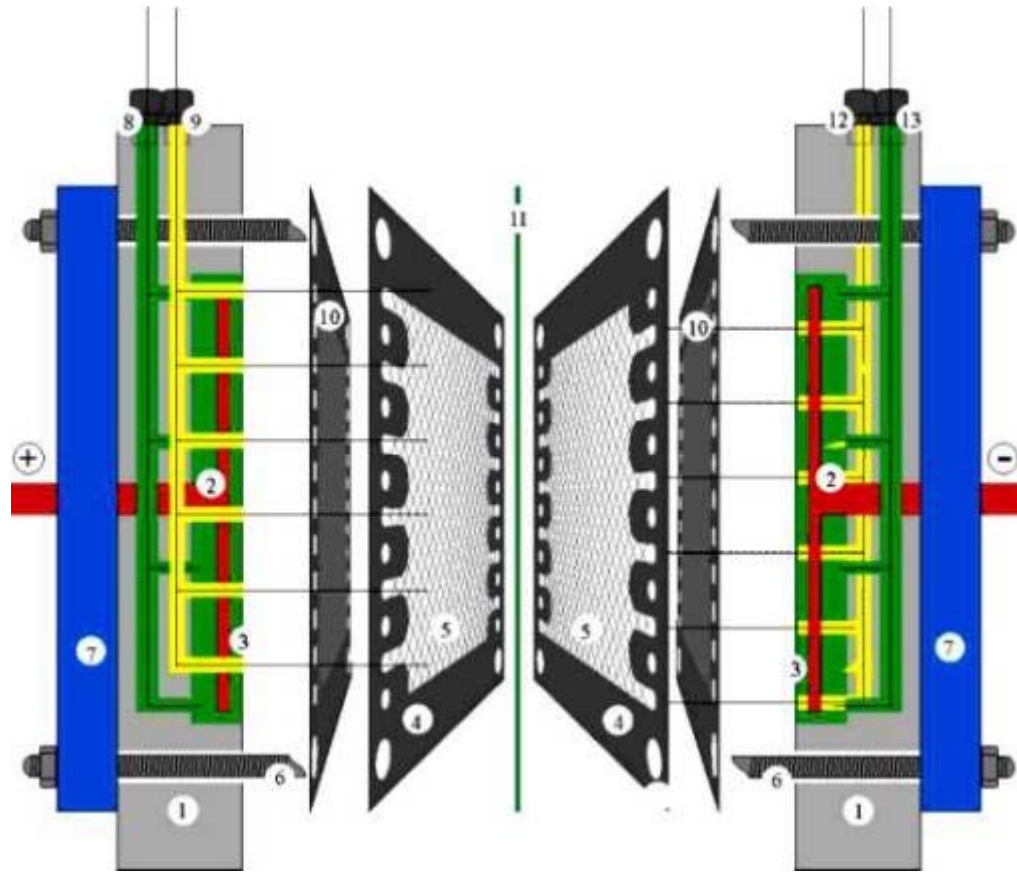


A：陰離子交換膜  
C：陽離子交換膜

多層陰離子交換膜與陽離子交換膜交替排列於兩電極之間形成許多獨立之槽室，運用通壓電極產生之電場將溶液中陰離子及陽離子向正極及負極移動，而得到一股淡水及一股濃水

電透析脫鹽示意圖

# 電透析設備



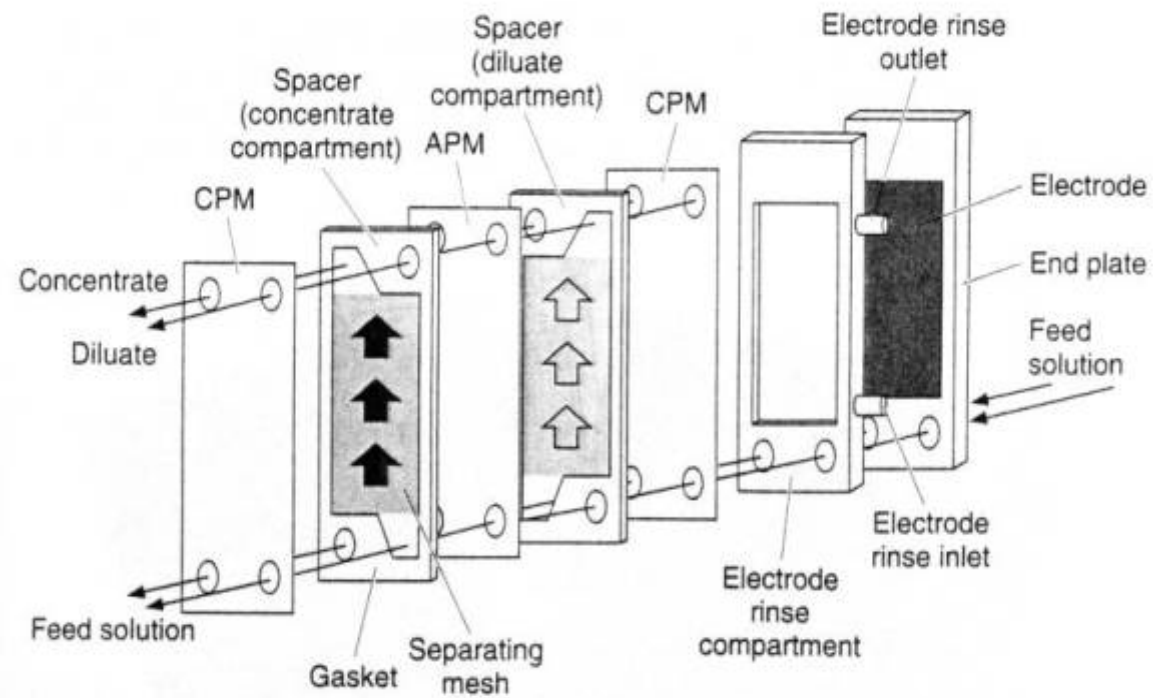
- 1: Polypropylene end plate
- 2: Electrode
- 3: Electrode chamber
- 4: spacer-sealing PVC
- 5: Spacer fabric
- 6: Screws
- 7: Steel frame
- 8: Inlet anode cell
- 9: Inlet concentrate cell
- 10: cation exchange membrane
- 11: AEM
- 12: Inlet diluate cell
- 13: Inlet cathode chamber

Source: PCA-GMBH



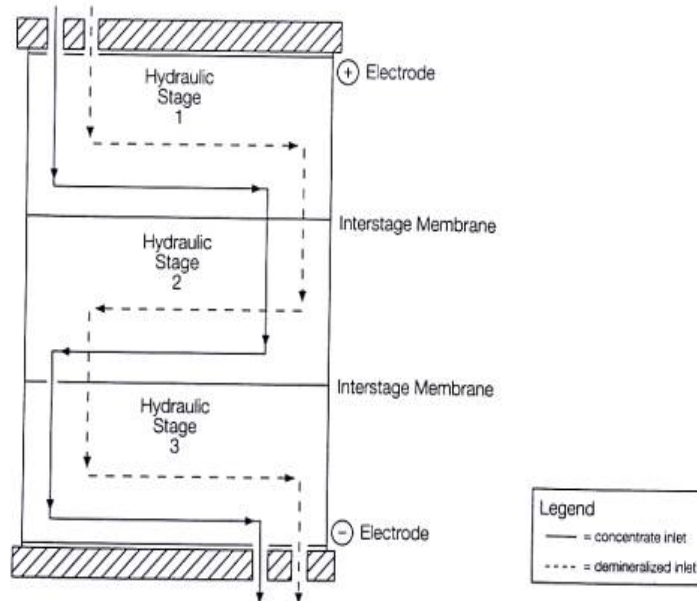
# 電透析設備

- Membrane stacks
- Electrodes and electrode compartments
- Spacers
- Membranes



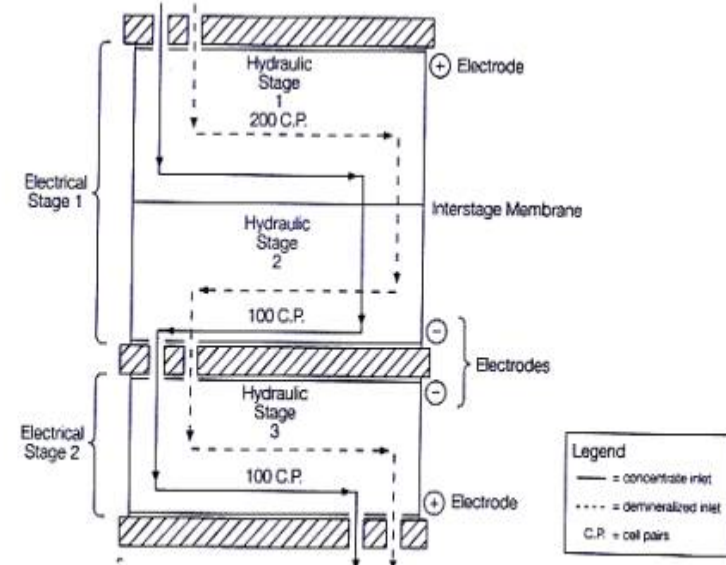
Source: PCA-GMBH

# 電透析設備



Source: Ionics Inc.

Figure 2-10 Hydraulic staging within a single membrane stack

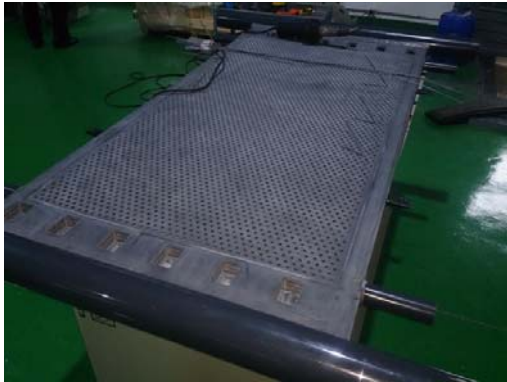


Source: Ionics Inc.

Figure 2-11 Membrane stack with two electrical stages and three hydraulic stages

# 倒極式電透析設備

---



E-P



C-M

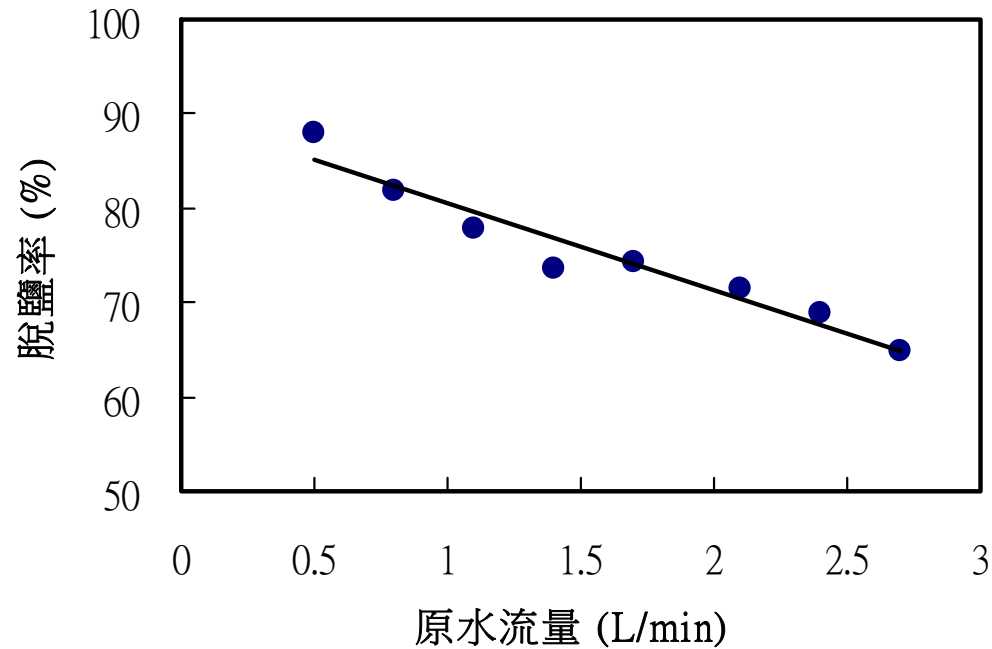


A-M

# 電透析操作影響因子

## 原水流量對脫鹽率的影響

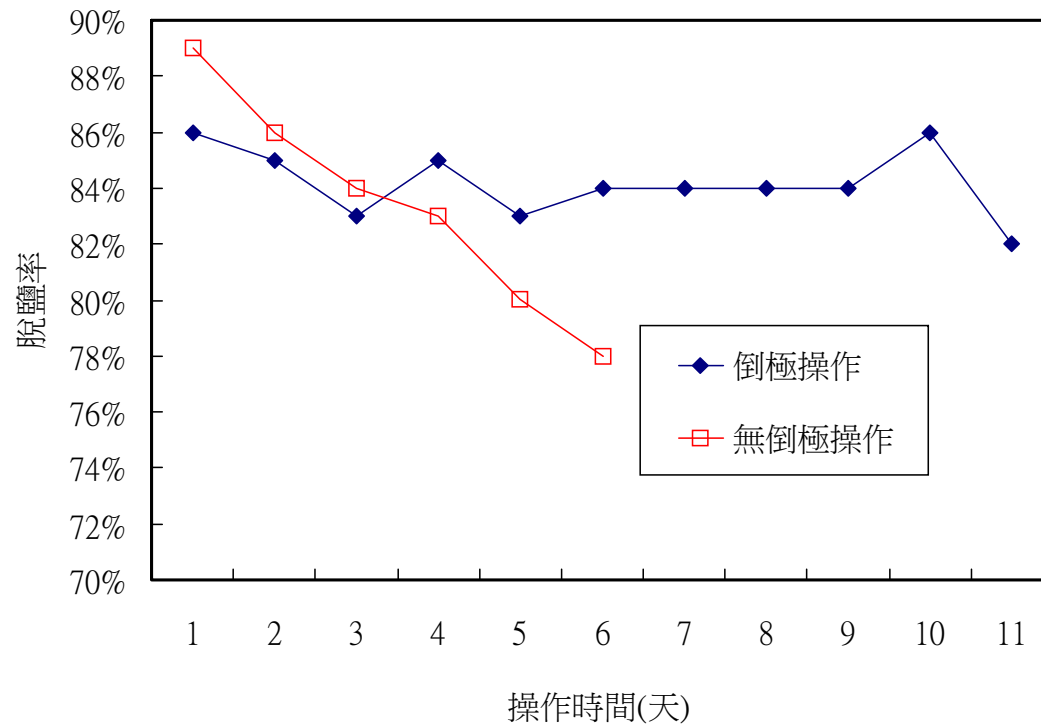
極水=1535 $\mu$ S/cm, 原水=1800 $\mu$ S/cm



流量越小脫鹽率越高，但流量過低較不經濟，且過低的線性速度較易產生濃度極化的現象。

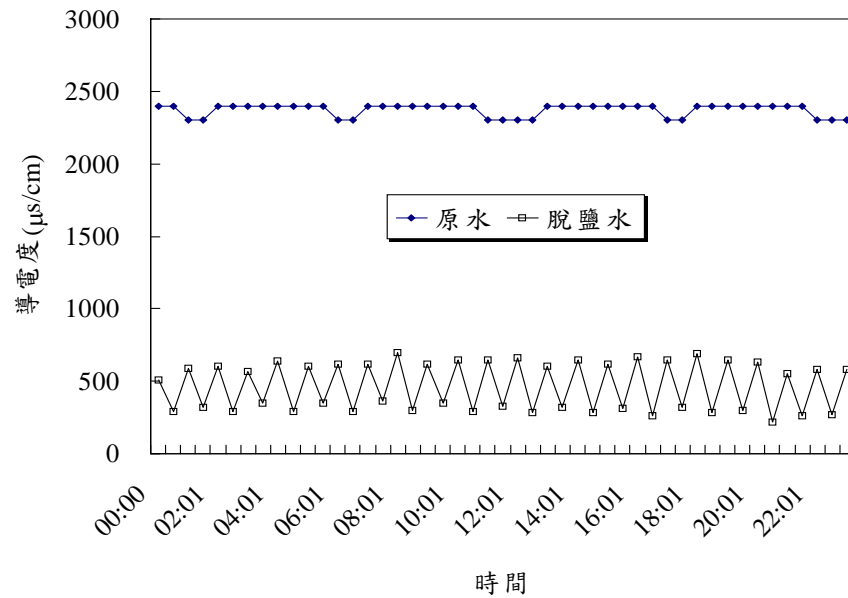
# 倒極與未倒極操作

脫鹽率趨勢比較

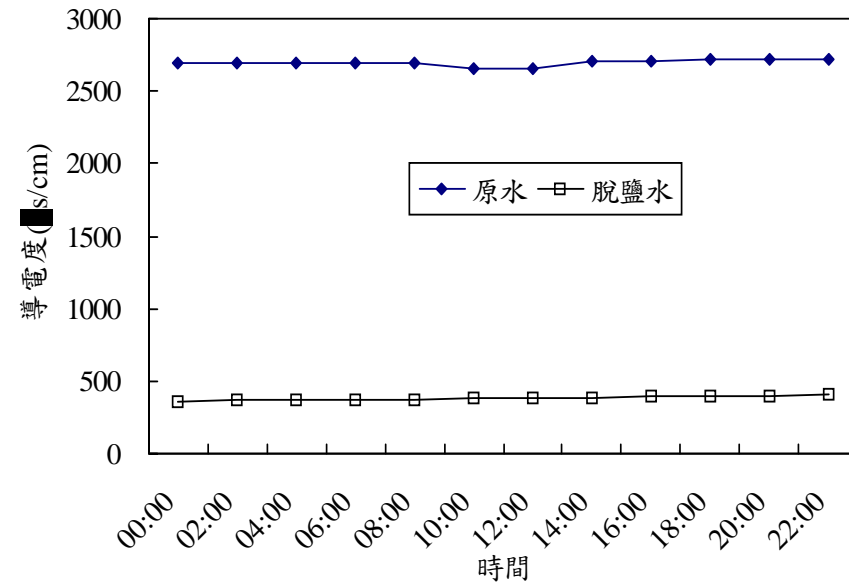


倒極操作(EDR)及未倒極操作(ED)的脫鹽率變化比較

# 倒極與未倒極操作



倒極時的導電度變化情形



未倒極時的導電度變化情形

# 倒極式電透析

---

1. 膠質結垢:EDR膜較RO膜厚2-3倍，用彎流式分隔片，線性流速快，配合定期的倒極操作，不易發生膠質結垢
2. 有機物結垢:水中有機物帶負電荷，陰離子交換膜易產生有機物結垢。原水的TOC最好控制在2mg/L以下，至少須控制在10 mg/L以下。
3. 生物結垢:一般已連續加氯(自由餘氯= 0.5mg/L)或加 $H_2O_2$ 即可避免此問題的發生。
4. 淤泥指數(silt density index, SDI)  
RO:  $SDI_5 < 5$   
EDR :  $SDI_5 < 12$

## 電透析法前處理作業

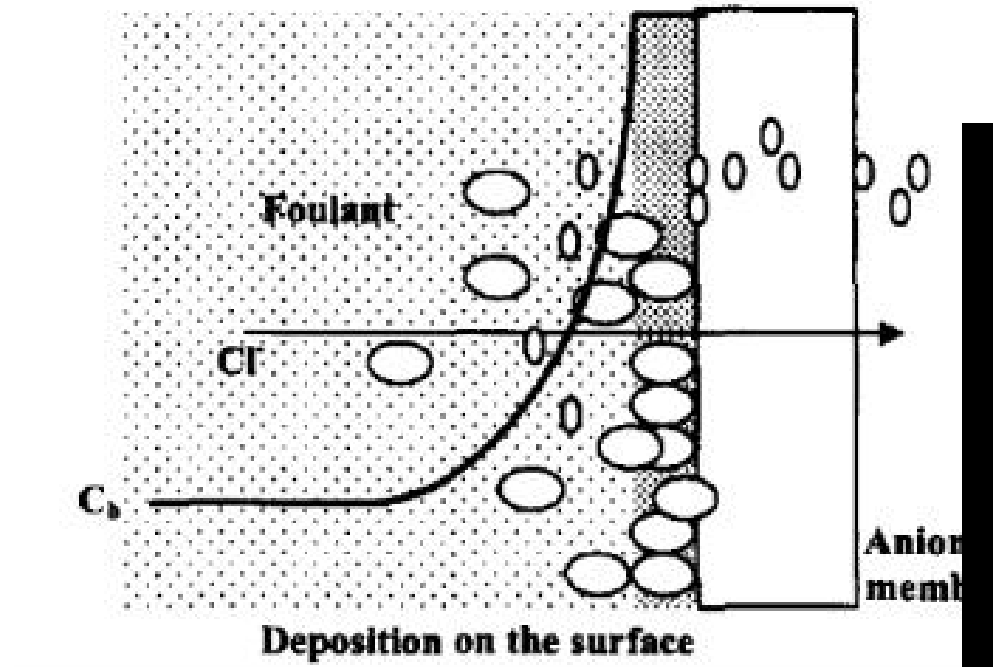
---

- EDR之前可選擇設置或不設置UF
- 若不設置UF則EDR倒極的頻率須較高(約15分鐘一次)，因此水回收率較低
- 若設置UF則可以延長EDR 薄膜的壽命



# 電透析 fouling 與防護

- n 產生阻塞因素
- 殘餘蛋白質
  - 膠體
  - 硬度金屬
  - 有機物



- n 膜表面累積與阻塞-增加離子移動阻力
- n 膜表面對強化學離子的吸附-增加離子移動阻力
- n 小分子穿透與低電導率產生電子移動力低

# 電透析 fouling 與防護

- Fouling
  - Pretreatment
  - Turbulence
  - Optimization of process condition
  - Modification of membrane property
- Cleaning-In-Place (CIP)
  - EDR
  - Pulsed electric field

• 脫鹽率下降的情形，使用稀硫酸循環清洗的方式可達到脫鹽率恢復的效果。

• 在此水質下，EDR的操作方式可較傳統ED方式節省60%的酸洗水量。



簡報完成

- Q & A