



工業節水技術研討會

工業廢水處理及回收技術發展趨勢

莊順興

朝陽科技大學 教授

台灣水環境再生協會 理事長

中華民國107年12月18日



台灣水環境再生協會



簡報大綱

- 一、台灣水環境
- 二、工業廢水處理與回收-水質
- 三、工業廢水處理與回收-技術發展趨勢



一、台灣水環境-天然水資源



1-12月 風調雨順 7-10月 暴雨, 每年數次 2-4月 乾旱, 數年一次



台灣水環境再生協會

一、台灣水環境-水資源之使用



民生用水20%

農業用水 70%

工業用水10%



台灣水環境再生協會

一、台灣水環境-水資源之使用

- 風調雨順 → 不缺水
- 暴雨期間 → 民生、工業缺水
- 乾旱期間 → 民生、農業、工業缺水
- 缺水時用水優先順序？





一、台灣水環境-節水政策

行政院104年4月10日節水抗旱國安會議，指示「**工業成長零增自來水**」，**工業用水優先使用再生水為既定政策**。



一、台灣水環境-再生水之使用

●再生水資源發展條例 (中華民國104年12月30日)

第四條

應提出用水計畫之開發單位，其興辦或變更開發行為位於區域水資源經理基本計畫之水源供應短缺之虞地區（以下簡稱水源供應短缺之虞地區），應依中央主管機關核定之用水計畫，使用一定比率之系統再生水。



二、工業廢水處理與回收-水質

放流水標準(民國 106 年 12 月 25 日)

- (一) 晶圓製造及半導體製造業適用附表一。
- (二) 光電材料及元件製造業適用附表二。
- (三) 石油化學業適用附表三。
- (四) 化工業適用附表四。
- (五) 金屬基本工業、金屬表面處理業、電鍍業和印刷電路板製造業適用附表五。
- (六) 發電廠適用附表六。
- (七) 前六款以外之事業適用附表七。



二、工業廢水處理與回收-水質

- 廢水處理水質目標

BOD → 30 – 50 mg/L

COD → 100 – 200 mg/L

SS → 30 – 50 mg/L

NH₃-N → 10 mg/L (水質保護區內)

20 – 60 mg/L (水質保護區外)

重金屬 (加嚴，110年施行)

真色色度 300 – 400 (加嚴，110年施行)

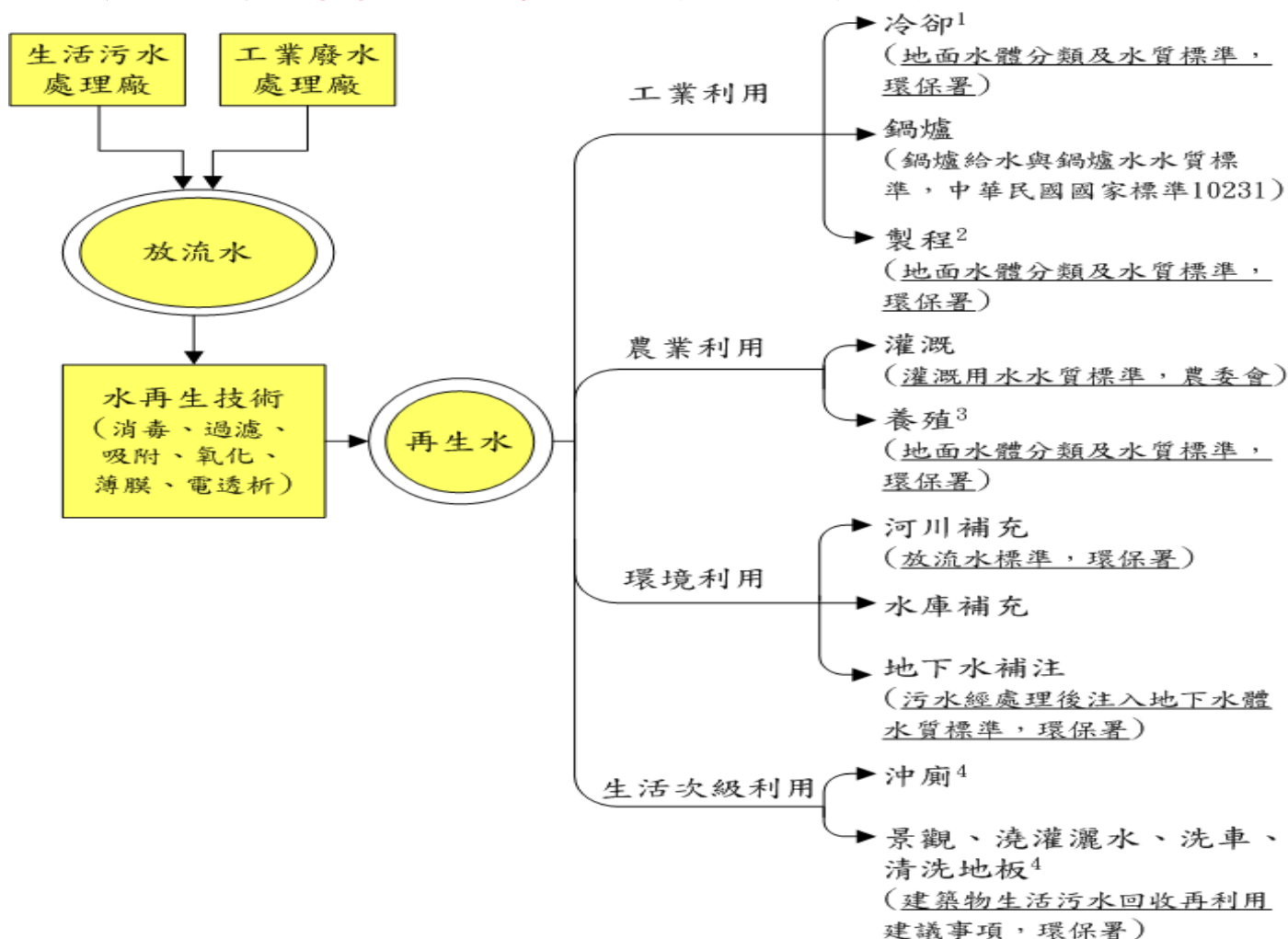
自由有效餘氯 2.0 – 550 (110年施行)

高含氮製程事業 (石化業、化工業)



● 再生水水質標準

➤ 再生水用途決定了水質需求與技術之選擇，用水標的之選擇隨各地區需水狀況而異。



水回收再利用技術評估系統-水質標準

- ▶ 鍋爐用水、灌溉用水及生活次級利用均已有標準，部分水質項目並不易達成。

主管機關	法規名稱	條文	水質標準名稱	水質標準類別
經濟部	中華民國國家標準	10231	鍋爐給水與鍋爐水水質標準	工業利用
	依再生水資源發展條例	第七條第二項	再生水水質標準及使用遵行辦法	基礎水質
農委會	農田水利會灌溉排水管理要點 (91.12.13)	二十	灌溉用水水質標準 (92.11.07)	農業利用
環保署	水污染防治法 (106.12.25)	第七條第二項	放流水標準 (106.12.25)	環境利用
	行政程序法	第一百六十五條	建築物生活污水回收再利用建議事項 (96.10.15)	生活次級利用

水回收再利用技術評估系統-用途

水質項目	景觀用水	自來水 (水利署)	灌溉用水
導電度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	--	--	750
生化需氧量 BOD_5 (mg/L)	< 15	--	--
總溶解固體TDS (mg/L)	--	800	--
氟離子 F^- (mg/L)	--	0.8	--
氯離子 Cl^- (mg/L)	--	250	175
硫酸根 SO_4^{2-} (mg/L)	--	250	200
總硬度(mg/L)	--	400	--
大腸菌群 (CFU/100mL)	不得檢出	6	--
濁度 (NTU)	< 5	2	--
總氮(mg/L)	--	--	3.0
硝酸鹽氮 $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	--	10	--
亞硝酸鹽氮 $\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/L)	--	0.1	--
氨氮 $\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	--	0.5	--
總磷TP (mg/L)	--	--	--
砷As (mg/L)	--	0.05	0.05
鎘Cd (mg/L)	--	0.005	0.01
鉻Cr (mg/L)	--	0.05	0.1
銅Cu (mg/L)	--	1.0	0.2
鎳Ni (mg/L)	--	--	0.2
陰離子型界面活性劑 (mg/L)	--	0.5	5.0
氰化物 CN^- (mg/L)	--	0.05	--



水回收再利用技術評估系統-用途

Critical items	Industrial (Cooling)	Agricultural (irrigation)	Residential
Solids (mg/L)	Turbi.<2-20 NTU SS<5-300		Turbi.<2-5 NTU
Cond (μS/cm) /TDS (mg/L)	TDS<500-1000 Cond<300-1600	Cond.<750	
Organic	BOD<10-30		BOD<10
Nutrients (mg/L)	NH ₃ -N<10 TP<0.2-1	TN<3	
Ions (mg/L)	Cl<100-500 SO ₄ ²⁻ <50-600 SiO ₂ <3-150 TH<50-700	Cl<175 SO ₄ ²⁻ <200 SAR<6 (meq/L) ^{1/2}	Free Chlorine>0.1 Combined Chlorine >0.4
Metal (mg/L)	Fe, Mn, Na	Cu, Cd, Pb, Mn, Ni, Cr	
Bacteria (CFU/100 ml)	TC<3-350		E.C.<200

三、工業廢水處理與回收-技術發展趨勢

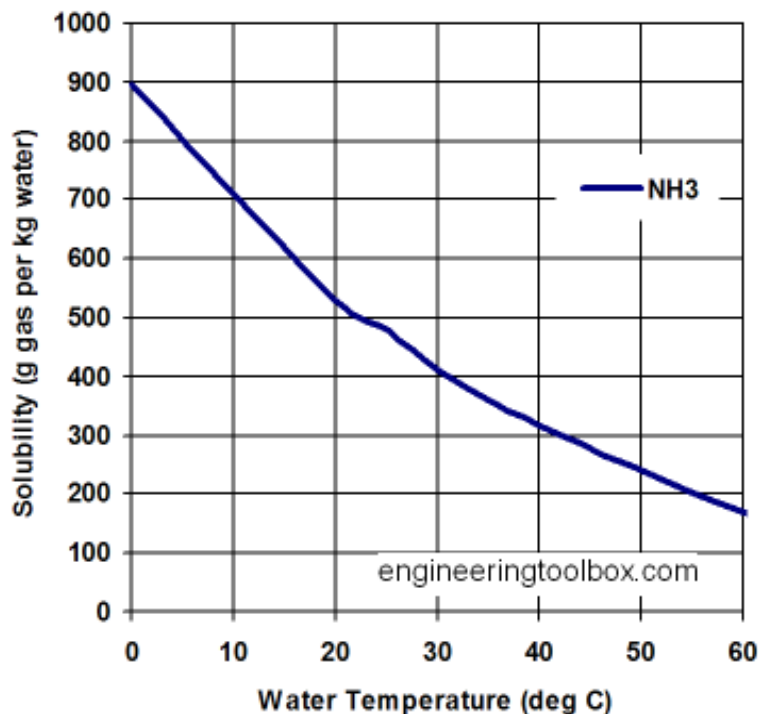
● 高濃度氨氮之處理與回收

- 高濃度氨氮廢水主要係來自氨水、顯影劑TMAH、蝕刻液氟化銨和去光阻劑MEA等，另有一部份為氨氮洗滌液。高濃度氨氮廢水因其具生物毒害特性，並不利於直接進行生物處理。
- 高濃度氨氮廢水應考量其回收循環利用之機會，可回收成氨水、硫酸銨及磷酸銨鎂等。

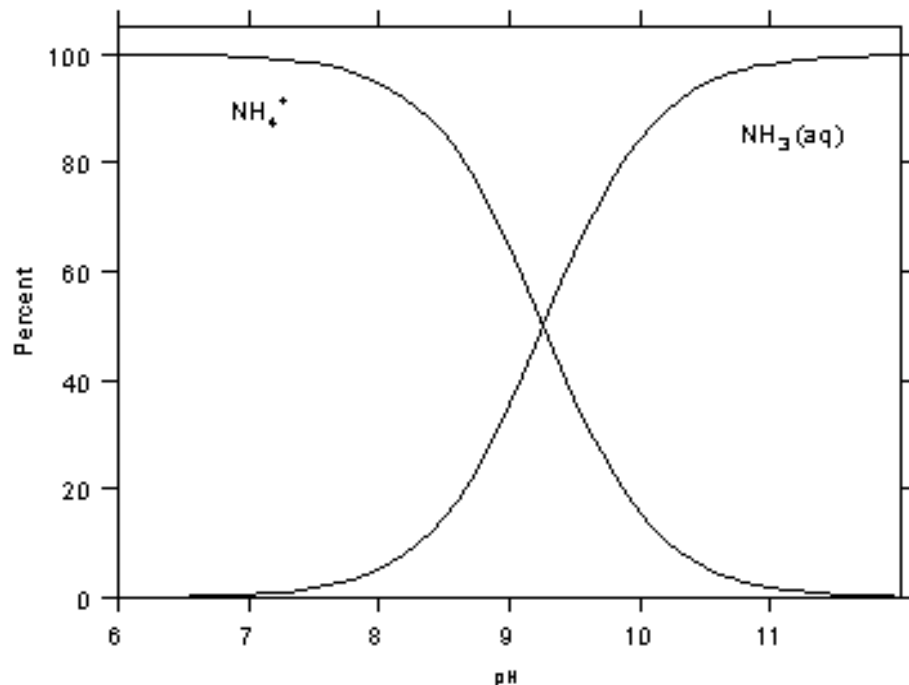


● 氨氮廢水處理之化學反應

- 相轉換、解離作用、吸收作用、沉澱/結晶作用、氧化作用、離子交換、薄膜分離



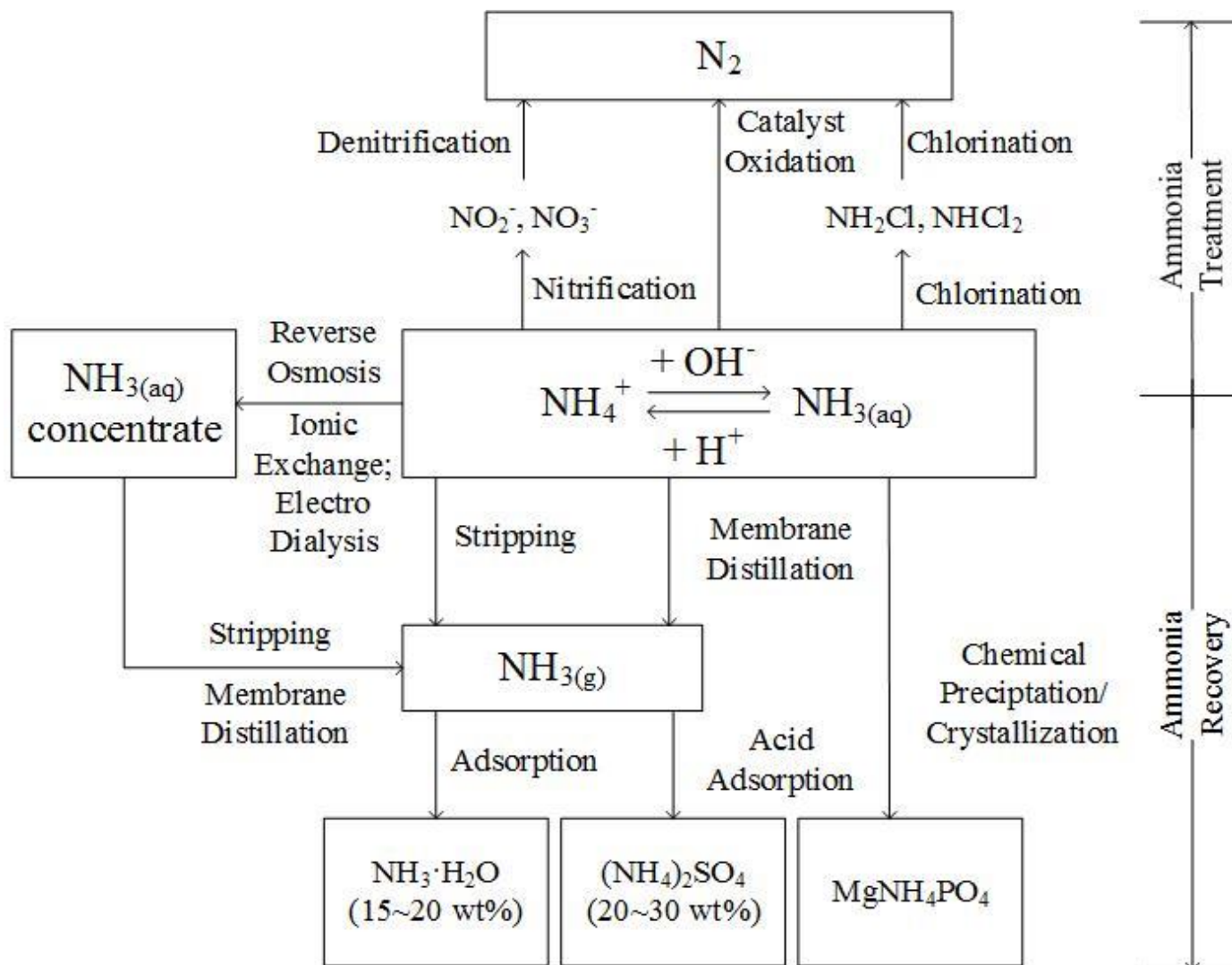
氨氮溶解度與溫度關係圖



氨水溶液中 $\text{NH}_3(\text{aq})$ 與 NH_4^+ 之分配圖



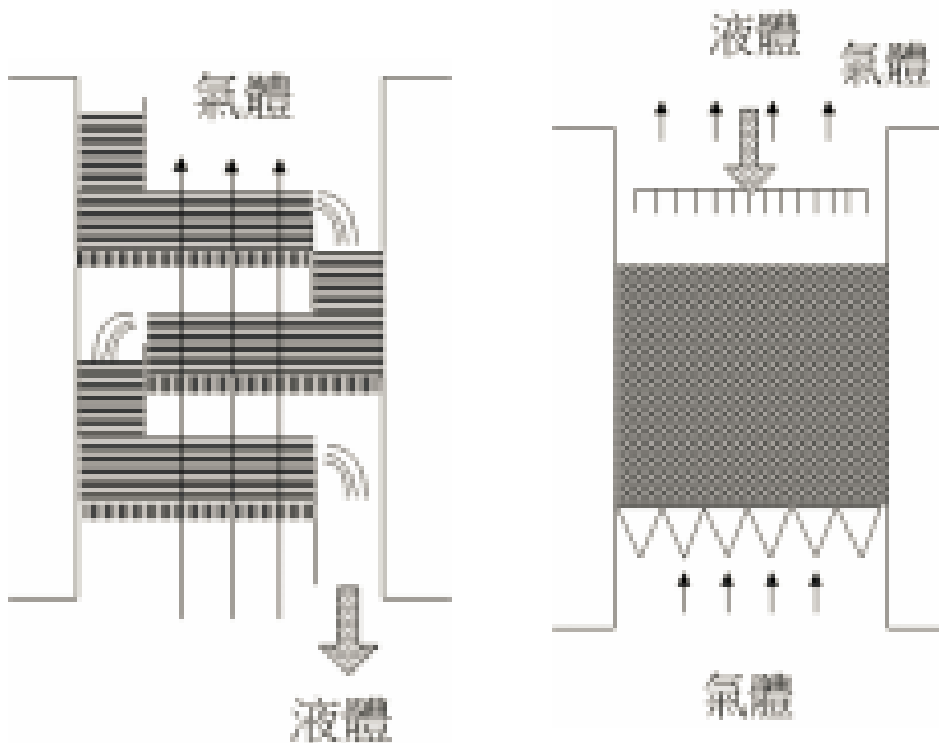
● 氨氮廢水之處理與回收



氨氮廢水之處理及回收技術應用圖

- 高濃度氨氮廢水處理-氣提法(Stripping)

- 對氨之去除而言，液體應控制pH值達10.5以上，並提高反應之溫度，採蒸汽氣提(Steam Stripping)之分離效率較空氣氣提之效率高。



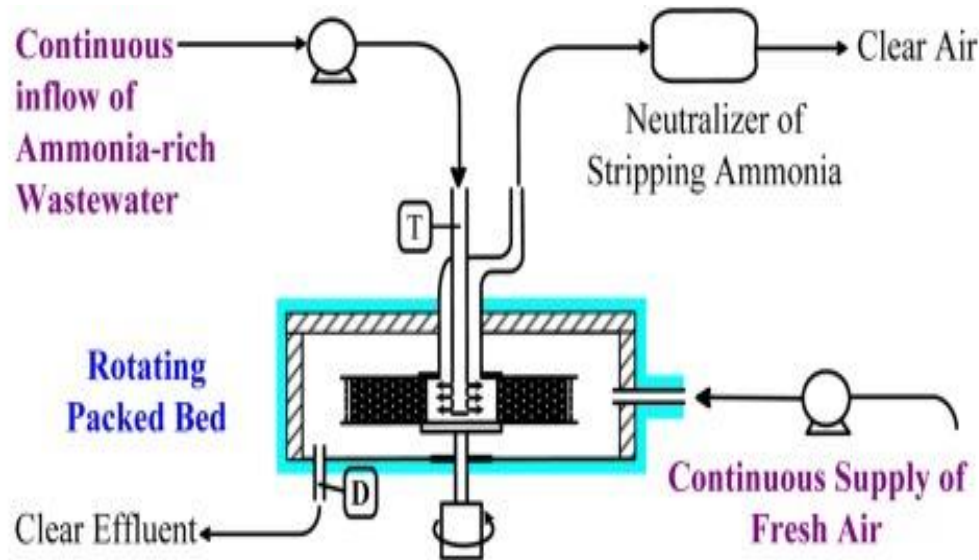
(a)板式塔

(b)填料塔



- 高濃度氨氮廢水處理-氣提法(Stripping)

- 經氣提後之 $\text{NH}_3(g)$ ，以水為吸收液，形成氨($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)或以硫酸液為吸收液，則形成硫酸銨($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(aq)}$)溶液。在回收再利用之用途上，氨水需濃縮至濃度20%以上，以提昇效益，硫酸銨則經乾燥結晶後，以粉末狀回收為主。



(c)旋轉填充床



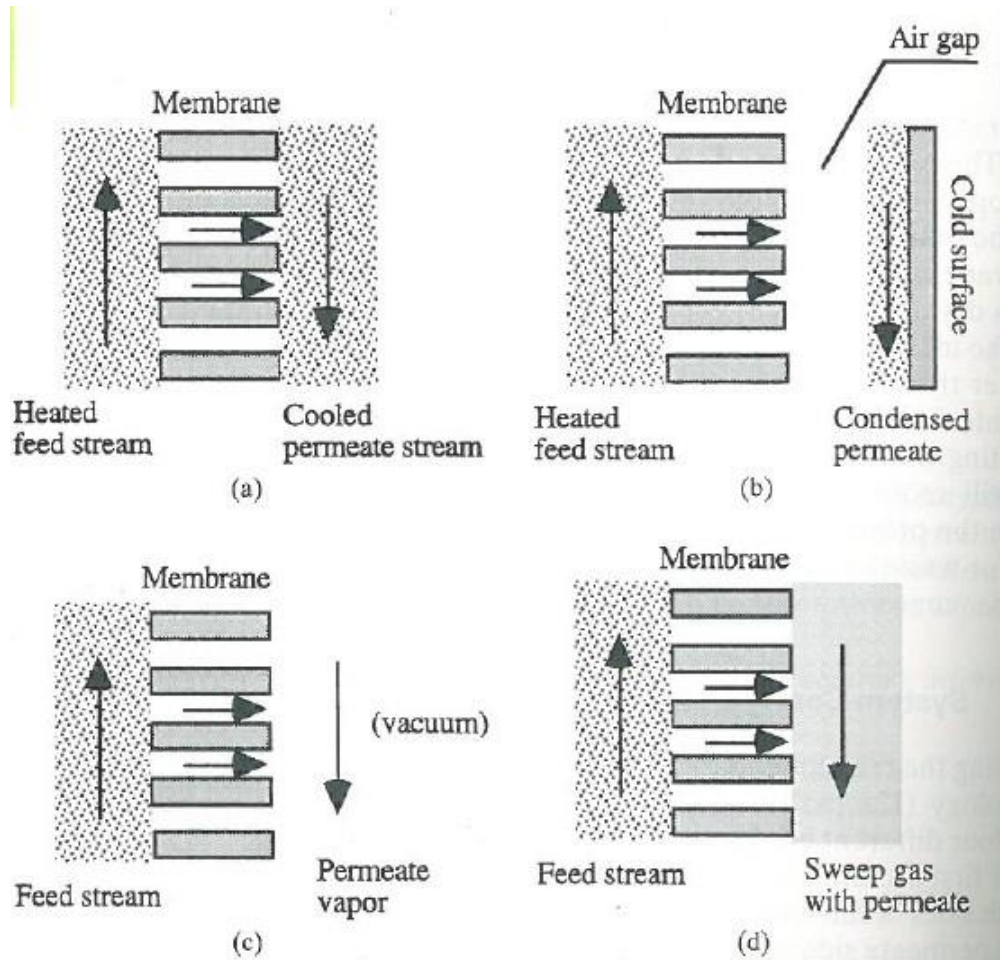


- 高濃度氨氮廢水回收-薄膜蒸餾法(Membrane Distillation, MD)

- 薄膜蒸餾法特色在於藉由多孔性薄膜為介質，使液相中被蒸發逸散出之氣體透過薄膜孔洞傳輸到他側，達到氣體分離之目的，**兩側之溫度及蒸氣壓差為反應之趨動力**。
- **疏水性多孔薄膜之效能為主要關鍵**，能提供較大接觸面積之中空纖維為近年受關注之重點。
- 進流之氨氮廢水必須調整pH值至10.5以上，以利 $\text{NH}_3(\text{g})$ 之逸散進入薄膜孔洞中，**硫酸溶液為常見之吸收液**，反應後形成硫酸銨溶液，濃度可達25-30 wt%，經乾燥分離後，可進入回收體系。



- 高濃度氨氮廢水回收-薄膜蒸餾法(Membrane Distillation, MD)



(a)直接接觸式、(b)氣隔式、(c)真空式、(d)氣體掃掠式

三、工業廢水處理與回收-技術發展趨勢

▶ 水再生技術單元-商品化技術

- 混凝沈澱、過濾、薄膜過濾(MF, UF)、逆滲透(RO)、電透析(ED, EDR)、吸附、離子交換、高級氧化、蒸餾、消毒(HOCl, O₃, UV)。

▶ 水再生處理四大類對象物質

- 膠體及懸浮固體物(Colloid&SS) : colloidal, suspended solids, organic matters (particulate)
- 溶解性有機物質(DOM) : TOC、refractory organics, VOC
- 溶解性無機物質(DIOM) : ammonia, nitrate, phosphorus, TDS
- 生物性物質(BIO) : bacteria, protozoon cysts, virus



放流水殘留成份	水再生技術單元							
	過濾	MF/UF	吸附	氧化	逆滲透 (RO)	電透析 (ED)	離子交 換(IE)	消毒
1. 無機性及有機性懸 浮固體與膠體								
● 懸浮固體	√	√	√		√	√	√	
● 膠體	√	√	√		√	√	√	
2. 溶解性有機物質								
● 總有機碳			√	√	√	√	√	
● 難分解有機物			√	√	√	√		
● 揮發性有機物			√	√	√	√		
3. 溶解性無機物質								
● 氨					√	√	√	√
● 硝酸鹽					√	√	√	
● 磷					√	√	√	
● 總溶解固體物					√	√	√	
4. 生物性成分								
● 細菌		√			√	√		√
● 原生生物及孢子	√	√	√		√	√	√	√
● 病毒					√	√		√

水回收再利用技術評估系統-水再生技術

以薄膜技術為核心單元之再生技術分類

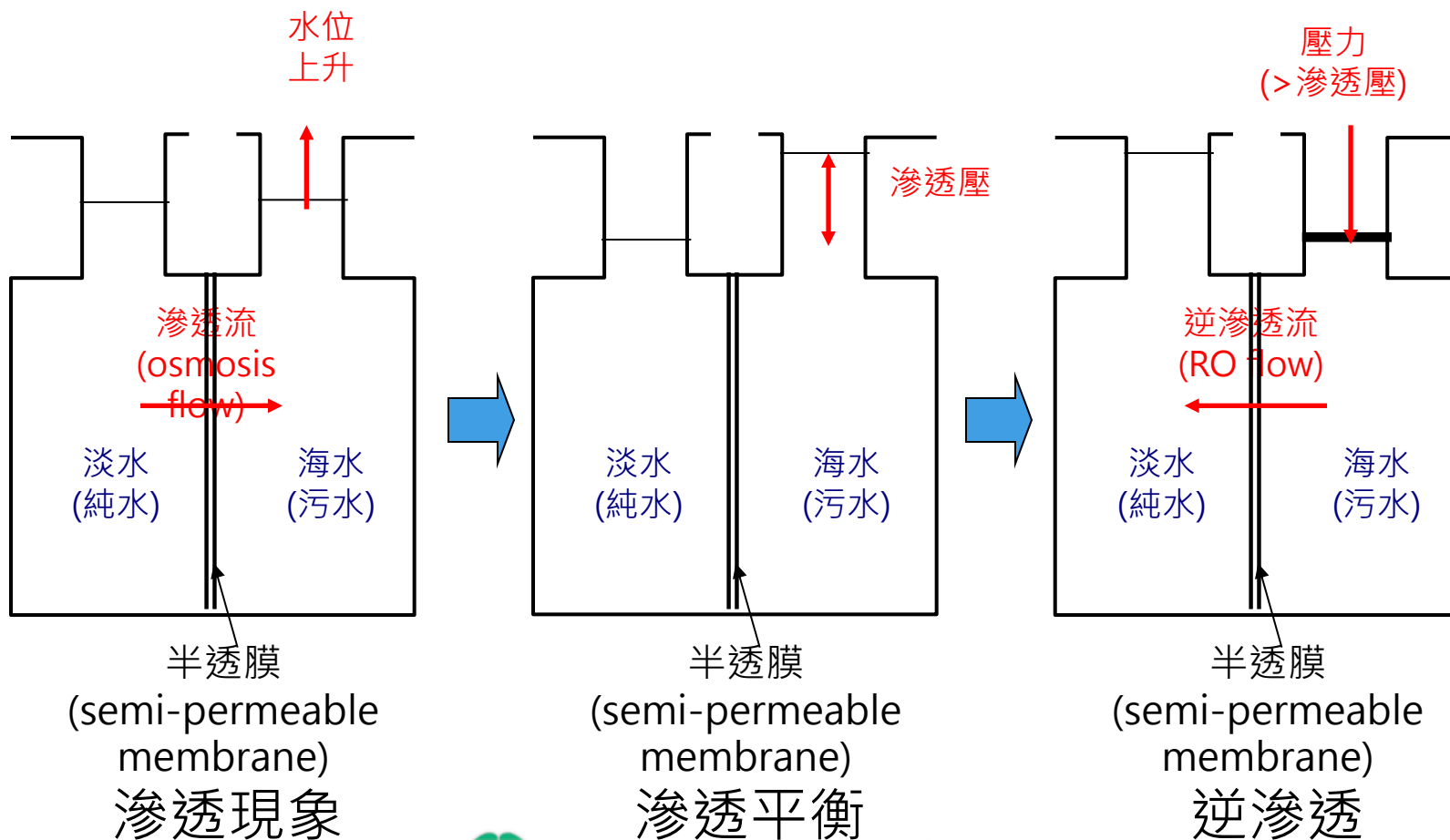
預先處理單元	前處理單元	核心處理單元	後處理單元
混凝	微濾	逆滲透	pH 調整
過濾	超濾	電透析	消毒
	氧化	離子交換	
	吸附		



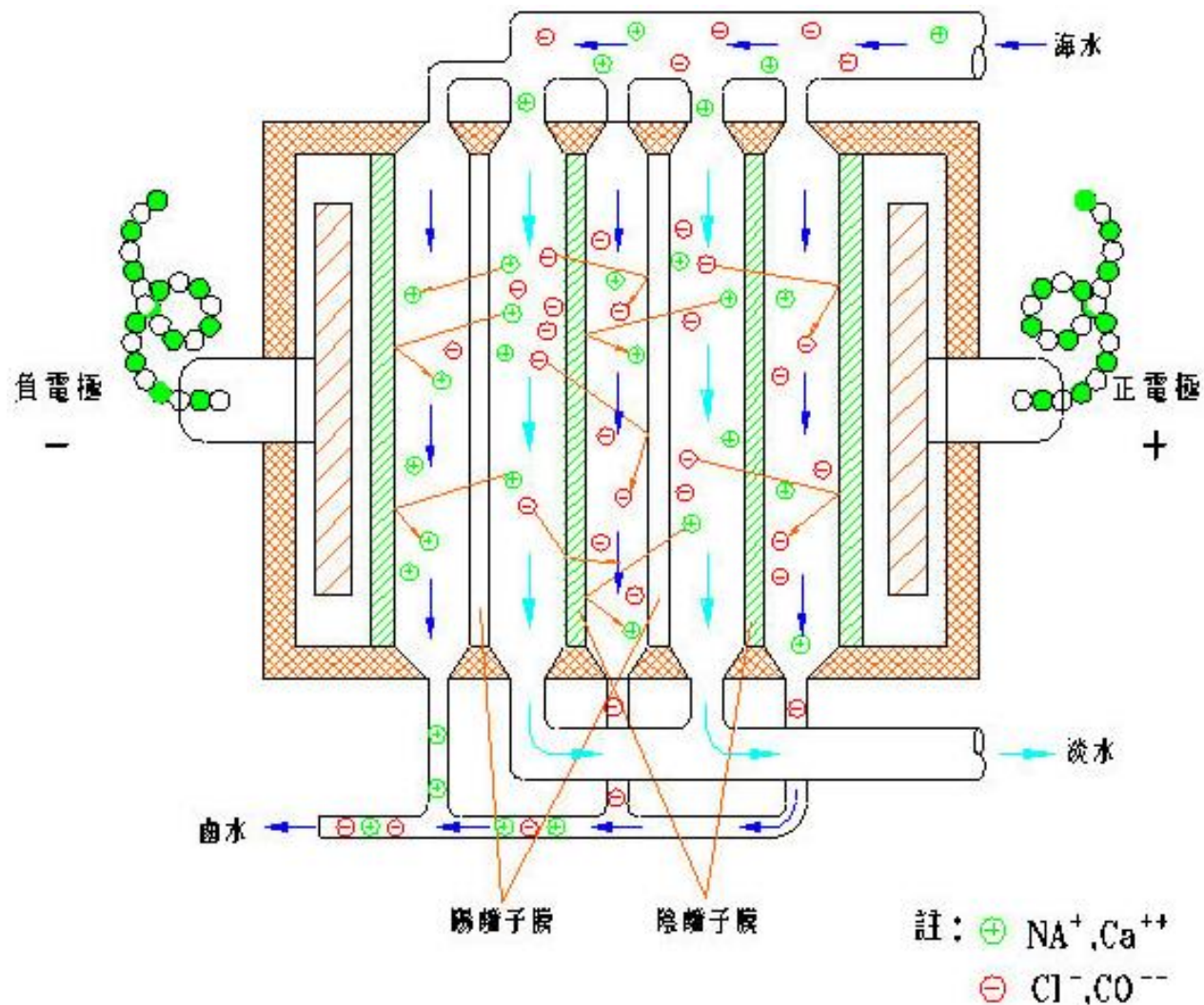
RO薄膜技術

逆滲透法(0.4nm~6nm)

► 滲透與逆滲透

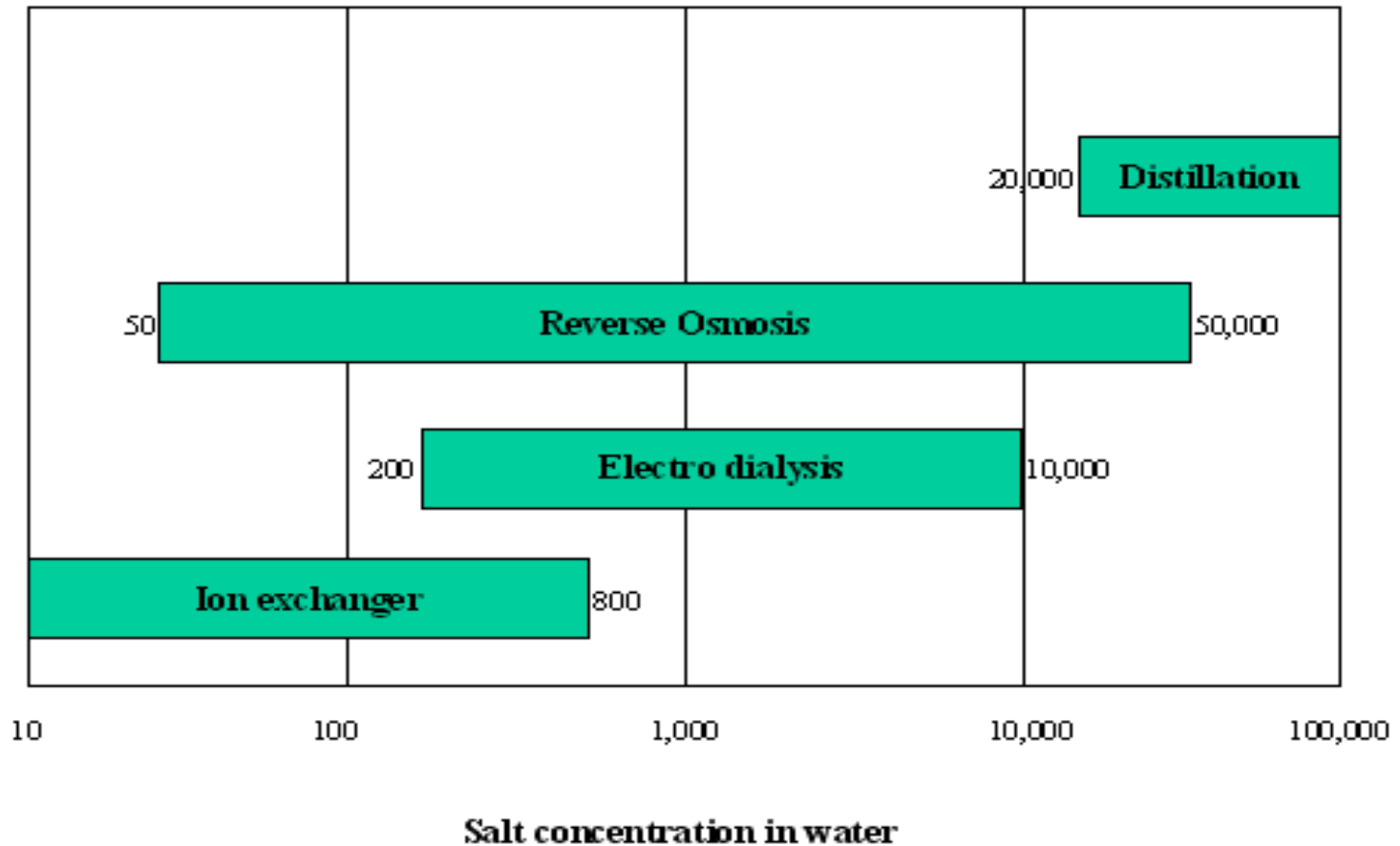


電透析技術(ED)



水回收再利用技術評估系統-水再生技術

去除離子之水再生技術比較



鹽度(salinity)或TDS，海水=35000ppm



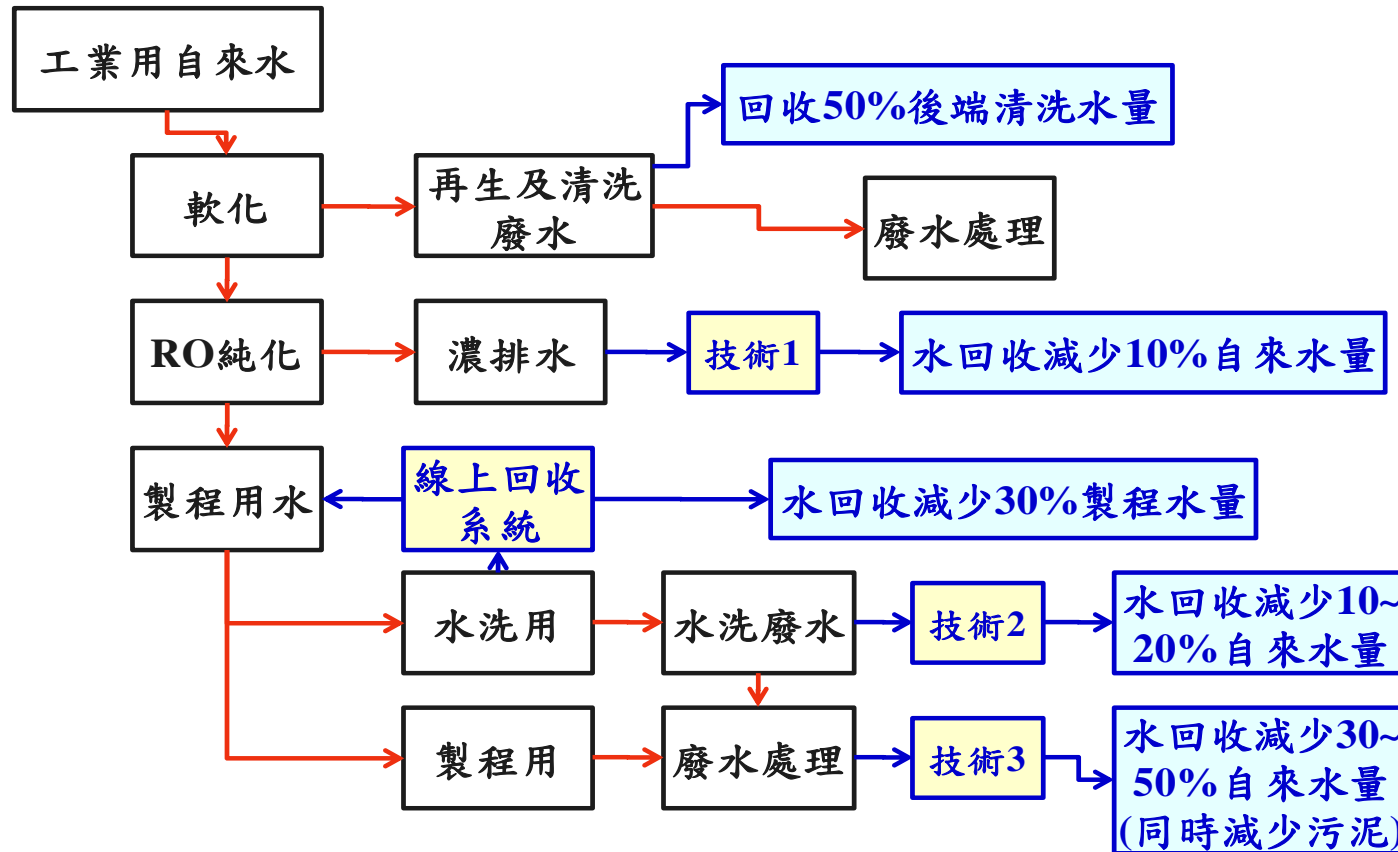
水回收再利用技術評估系統-水再生技術

RO, ED與IE應用之比較

Unit	Application	Limitation	Operation
RO	DOM and DIOM removal	Salt precipitation, Scaling, Fouling	TDS > 2000 – 3000 mg/l 7-12 kWh/1000 gal R=0.75-0.9
ED	DIOM removal	Concentration polarization, Scaling, Fouling	TDS < 2,000 - 3000 mg/l 5-7 kWh/1000 gal R=0.85-0.9
IE	DIOM removal	Low capacity	TDS < 700-2500 mg/l 0.2-0.4 m ³ /m ² . min

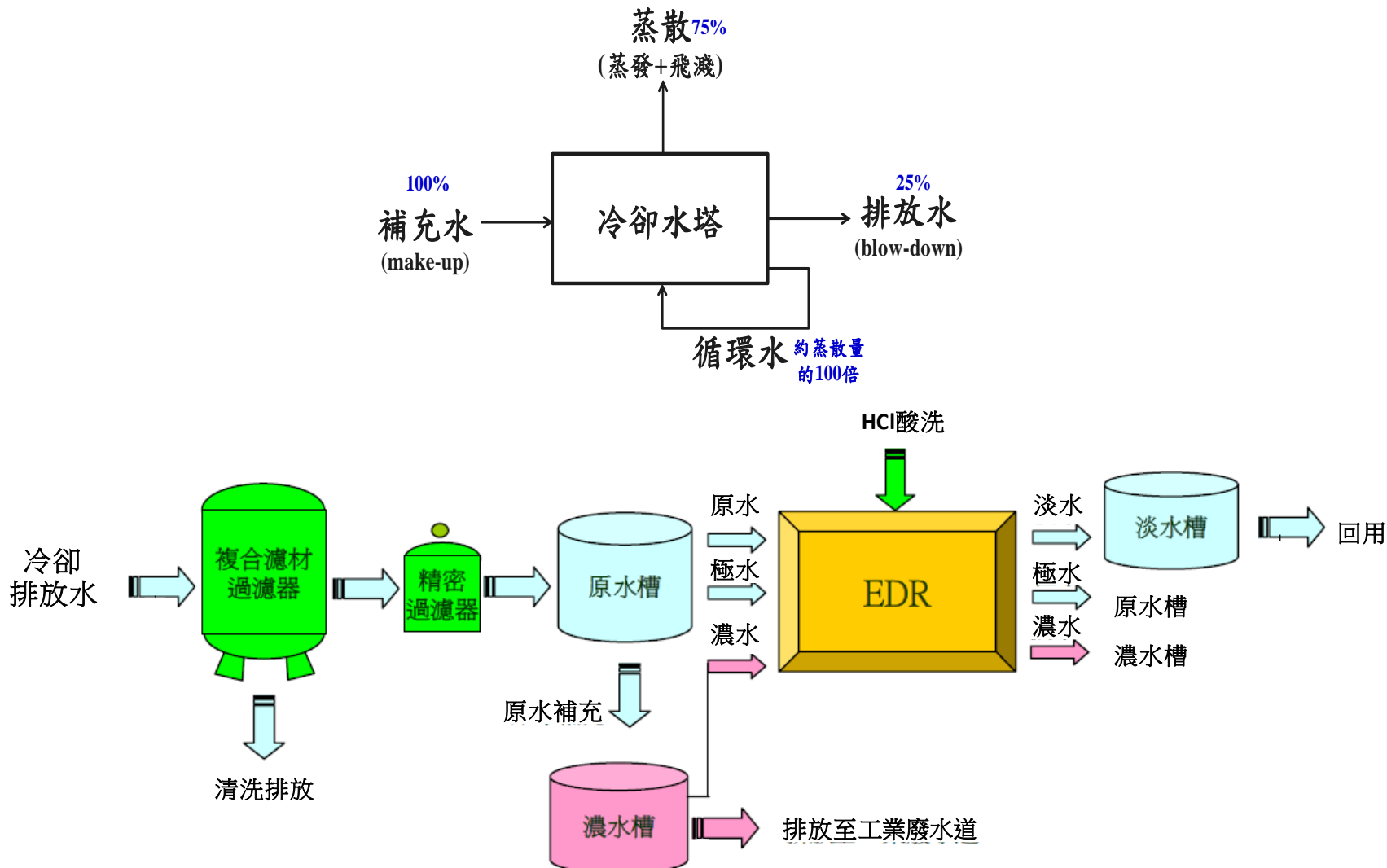


水再生技術之應用-工業廢水回收機會



- 現行使用於工業排放水(廢水)去離子、去除有機物之回收之新型技術包括：(1). 新穎RO模組：低壓逆滲透(LPRO)與超低壓逆滲透(ULPRO)、中空絲RO、16吋~18吋直徑RO、奈米結構碳管(carbon nanotubes)及無機/有機奈米複合材(nanocomposites)薄膜RO、高通量RO、低結垢RO、抗氯RO等；(2)流體化床-Fenton技術、電解還原-Fenton技術等。 註：資料來源:陳筱華博士

水再生技術之應用-冷卻水循環利用效率提升



冷卻排放水以EDR回收產水水質及成本分析例

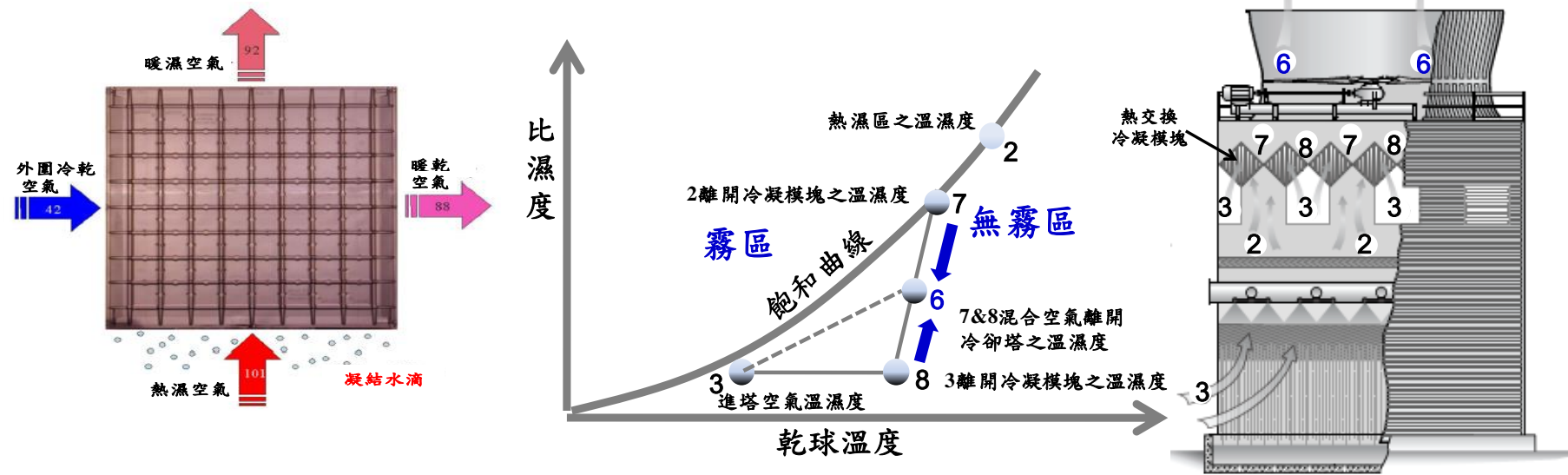
項目	pH	導電度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	鈣硬度 (mg/L as CaCO_3)	鎂硬度 (mg/L as CaCO_3)	Cl^- (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)
冷卻排放水	8.0~8.5	1,520±30	275±25	30±5	250±30	290±30
再生水	5.0~6.2	295~315	20~27	0.5~1.4	9~12	91~112

項目	費用	單位
電費	1.41	NT\$ /立方公尺
藥費(HCl)	0.66	
藥費(NaOH)	0.06	
換膜費用	2.62	
洗膜費用	2.00	
折舊費用	4.83	
操作維修費用	1.00	
產水成本	12.58	NT\$ /立方公尺

註：資料來源:陳筱華博士



水再生技術之應用-冷卻水循環利用效率提升



月份	濕球溫度 (°C)	乾球溫度 (°C)	原蒸發量 (m ³ /h)	可回收量 (m ³ /h)	蒸發水量 (m ³ /h)	風門開度	水回收率
一月	13.9	16.6	11.5	2.5	9.0	100%	21.6%
二月	14.8	17.3	11.5	2.5	9.0	100%	21.6%
三月	16.9	19.6	12.0	2.5	9.5	100%	20.8%
四月	20.3	23.1	12.2	2.3	9.9	100%	18.5%
五月	22.9	26.0	12.7	1.8	10.8	45%	14.3%
六月	24.6	27.6	12.7	0.0	12.7	0%	0%
七月	25.1	28.6	12.9	0.0	12.9	0%	0%
八月	25.1	28.3	12.9	0.0	12.9	0%	0%
九月	24.0	27.4	12.7	0.0	12.7	0%	0%
十月	21.6	25.2	12.7	1.8	10.8	70%	14.3%
十一月	18.5	21.9	12.2	2.3	9.9	100%	18.5%
十二月	15.0	18.1	11.8	2.5	9.3	100%	21.2%

台灣中部地區冷卻蒸發回收之成本分析例

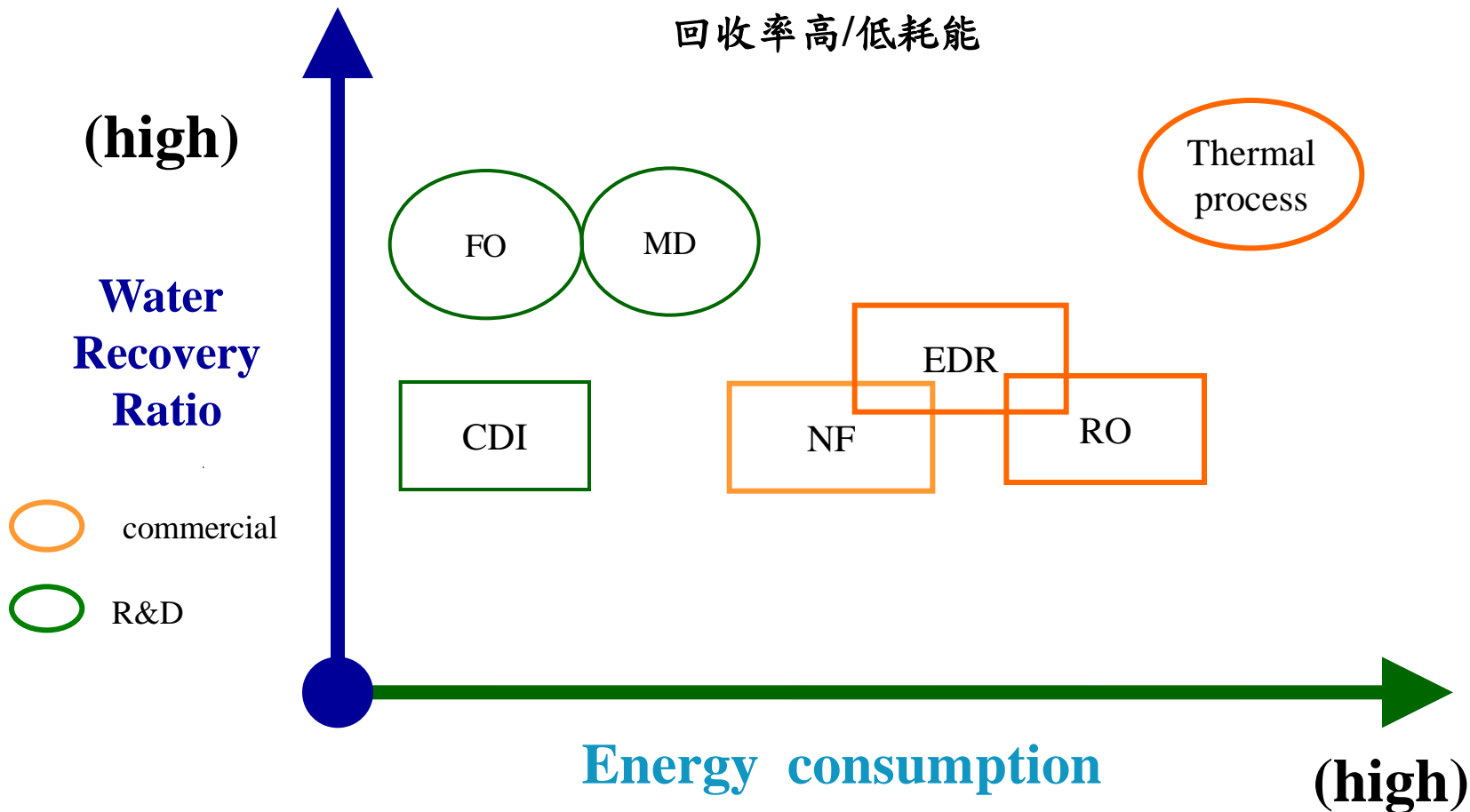
項目	蒸發回收冷卻水塔	傳統冷卻水塔	加裝蒸發回收差異
風扇馬達功率	110kW(150馬力)	93kW	17kW
建造成本 (CAPEX)	NT\$ 22,000千元	NT\$10,000 千元	NT\$ 12,000千元
回收水量 (11月~4月)	58,240 m ³	0	58,240 m ³
營運成本(OPEX) (11月~4月)	NT\$ 1,100千元	NT\$ 930千元	NT\$170千元
單位產水建造成本(25年折舊)(NT\$ 元/m ³)			8.24
單位產水營運成本(NT\$ 元/m ³)			2.92
單位產水成本(NT\$ 元/m ³)			11.16

註：計算基準：建造成本折舊年限25年，電費NT\$ 2.5元/度。

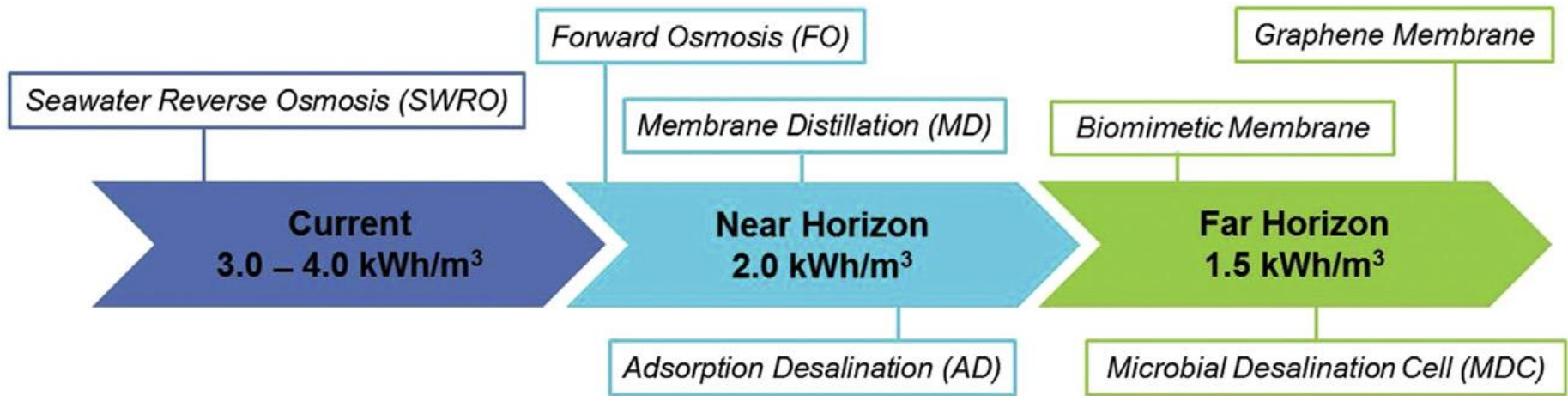
資料來源:陳筱華博士



水再生技術之新挑戰—低耗能/高回收率



◆ 能源耗量為脫鹽(去除離子)技術發展之指標



- **Technology roadmap for low-energy desalination.**
- Note that the specific energy consumption **for thermal technologies such as adsorption desalination and membrane distillation** considers the availability of a waste heat stream.

Forward osmosis niches in seawater desalination and wastewater reuse. R. Valladares Linares. Water Research 2014.



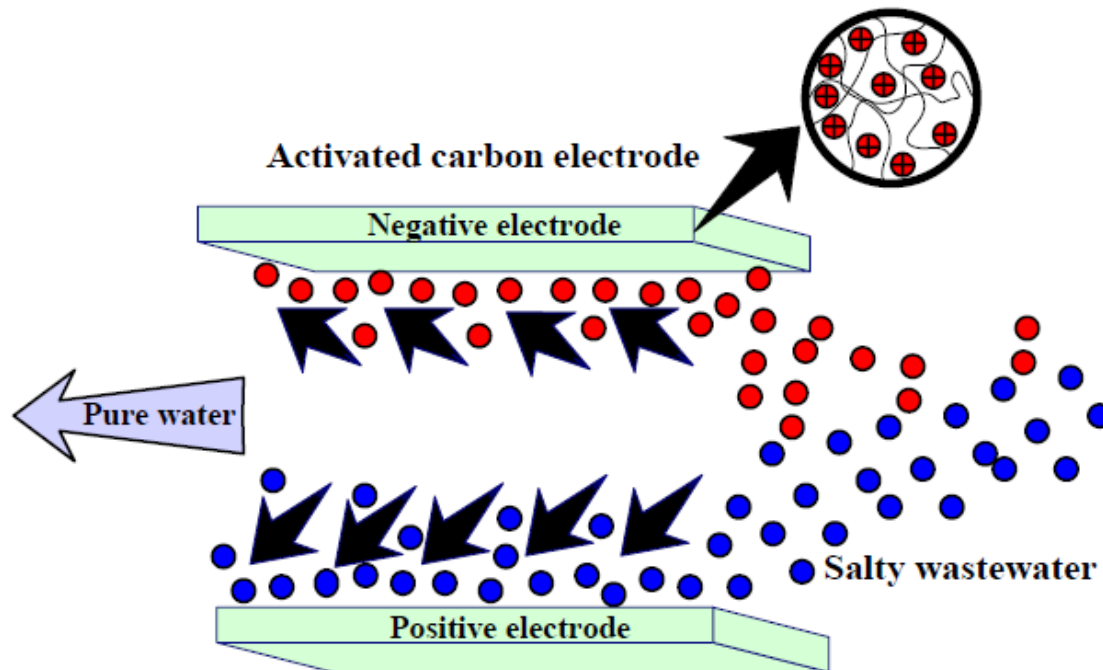
各種脫鹽技術特性比較

技術別	薄膜蒸餾 (MD)	正向滲透 (FO)	逆滲透 (RO)	電透析 (EDR)
機制	以水蒸氣壓力差為驅動力，使水透過疏水性膜進行脫鹽	以滲透壓為驅動力，水透過半透膜後再分離 (draw agent)	施加壓力，使水分子通過高脫鹽膜進行脫鹽	電子驅動的陰陽離子膜阻隔去除離子
優缺點	使用具孔洞的薄膜，常提供中技術發展	常壓操作，但需發展中技術	耗電量高 (1.5~1.85 Kwh/m ³)，技術成熟	耗電量中 (1.1~1.35 Kwh/m ³)，技術成熟
應用對象	適合各種鹽度之離子分離	可用於各種鹽度之離子分離	用於高鹽度水質脫鹽	低鹽度水質分離離子



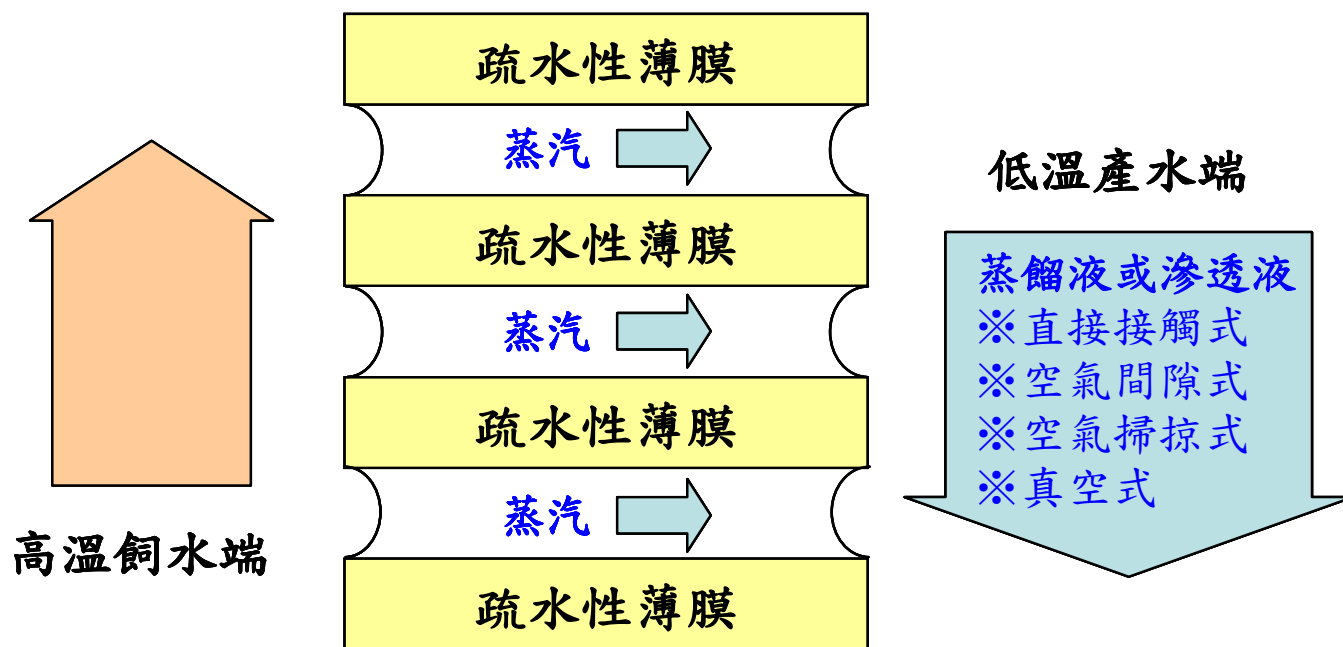
◆ CDI(電容去離子) – 發展中技術

- 電容脫鹽(Capacitive deionization, CDI) 是一種利用電吸附程序來去除水中離子的低壓脫鹽技術。在低電壓下產生正極和負極，以電雙層機制(Electric Double Layer) 吸附去除水中陰陽離子。而使用過的電極可利用斷路或倒極，使原本吸附的離子脫附達到電極再生(Regeneration)

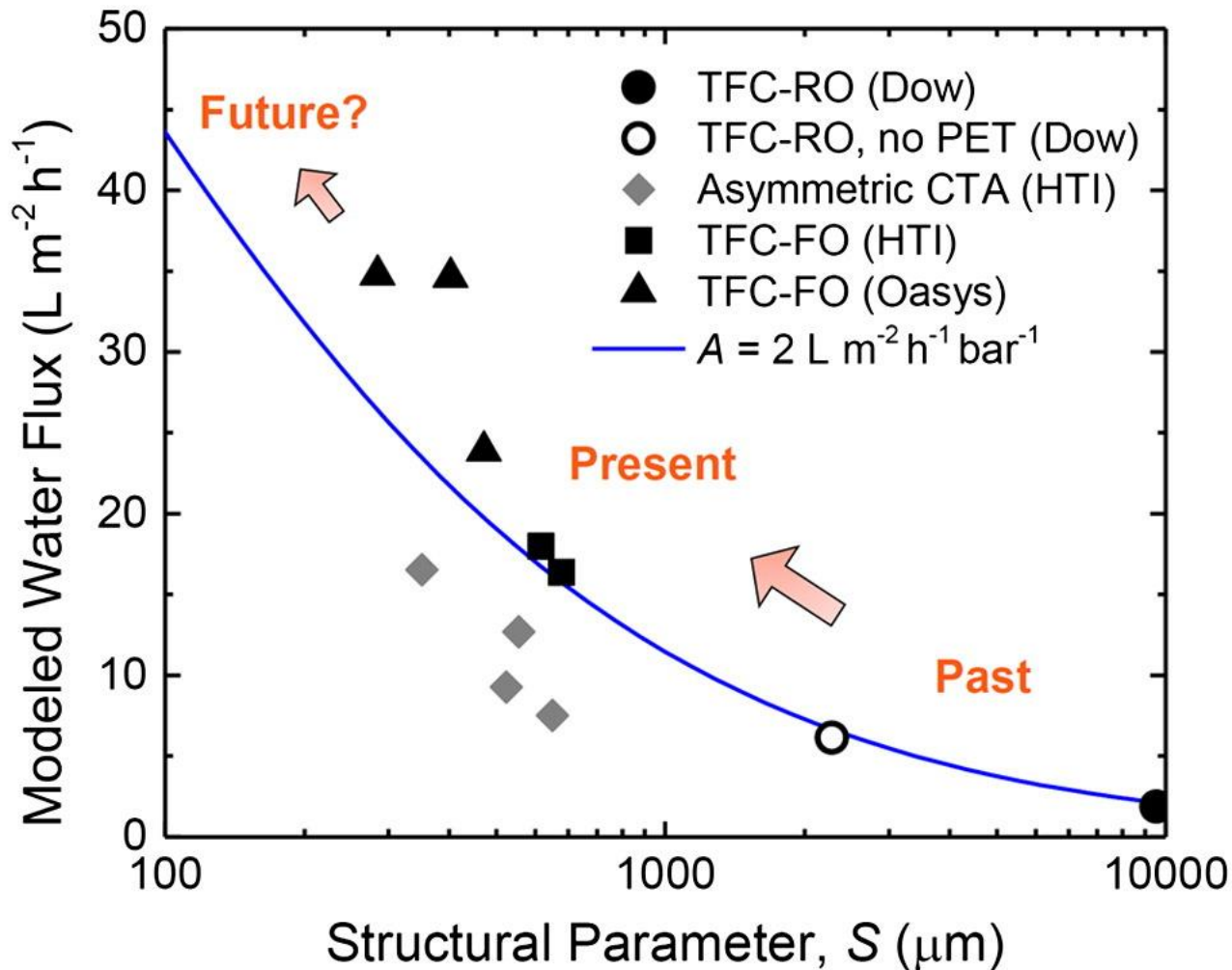


◆ MD(薄膜蒸餾) – 發展中技術

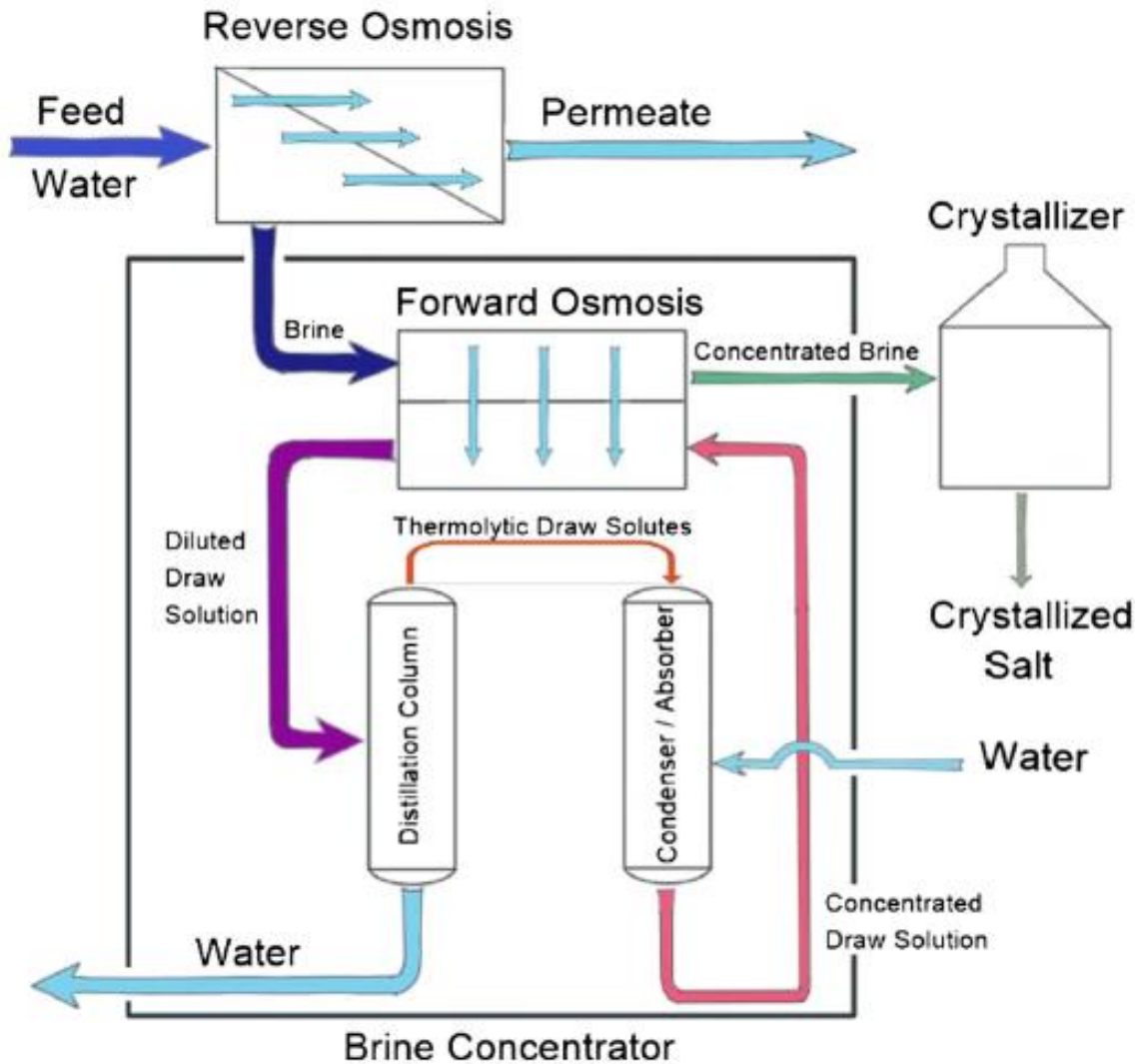
- 薄膜蒸餾是利用具微孔洞疏水性薄膜隔開高溫與低溫溶液，以溫度梯度造成薄膜兩側流體接觸面的蒸氣壓差為趨動力，然後在低溫側凝結成液體。



◆ Forward Osmosis(正向滲透)-研究中技術

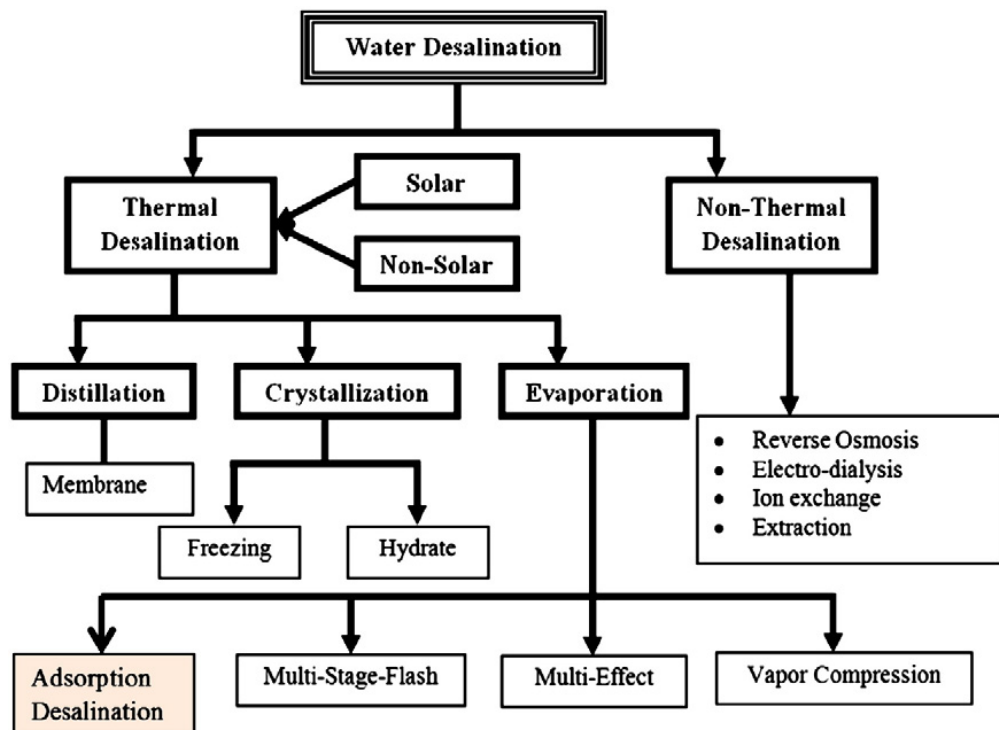


◆ Forward Osmosis(正向滲透) - 研究中技術

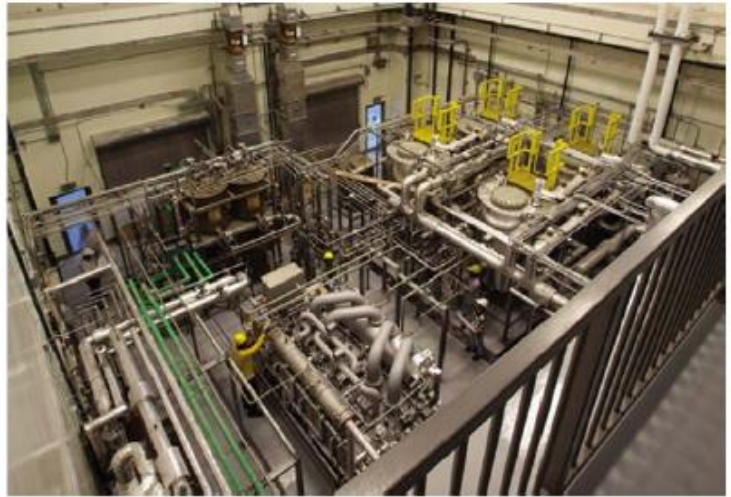


Schematic of a **zero-liquid discharge treatment system** incorporating forward osmosis with a thermolytic draw solution

◆ Adsorption Desalination-研究中技術



The AD plant is on the left-side and the hot water tanks are on the right side. The de-aeration and water collection tanks are situated on the top of the picture.

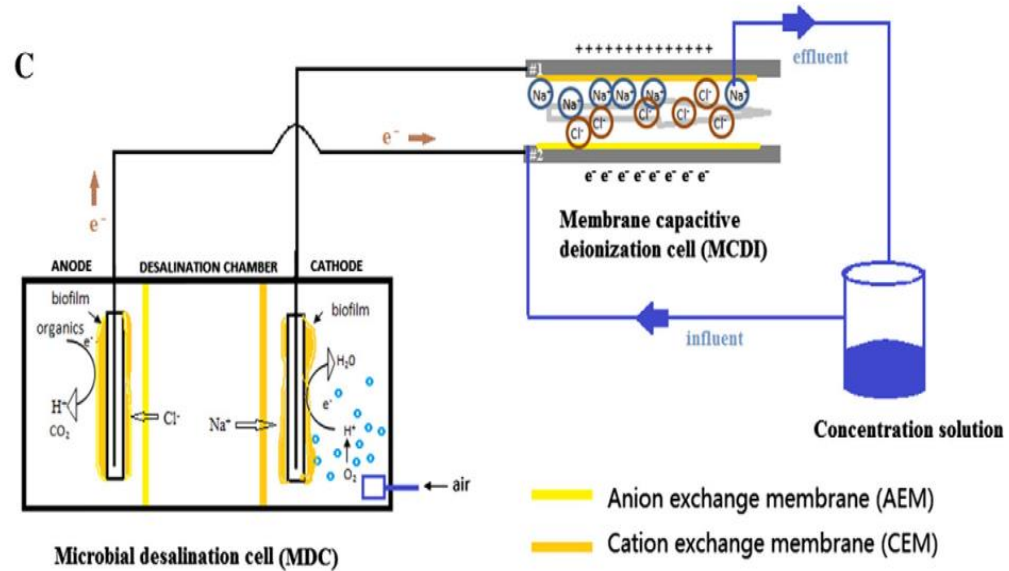
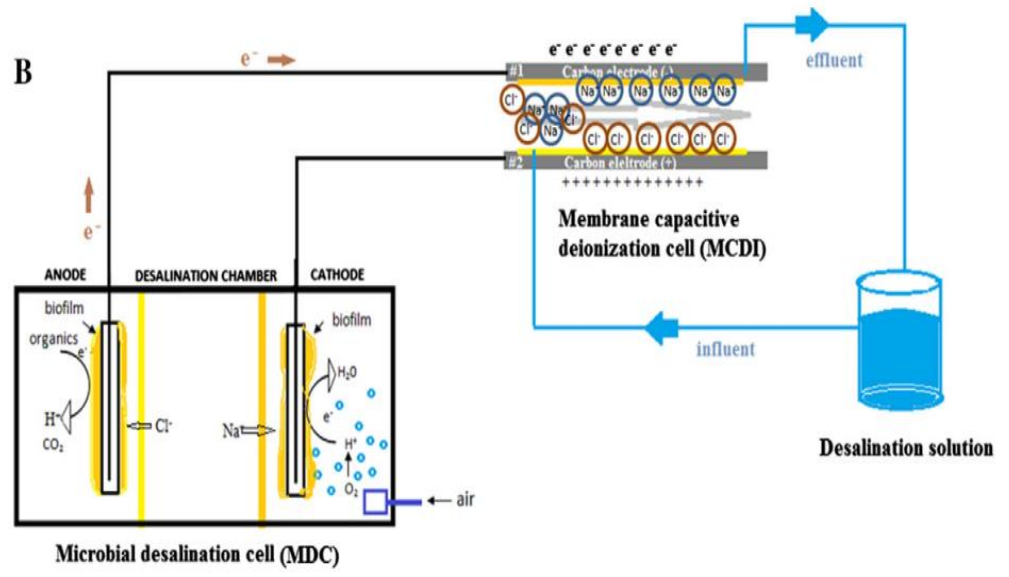
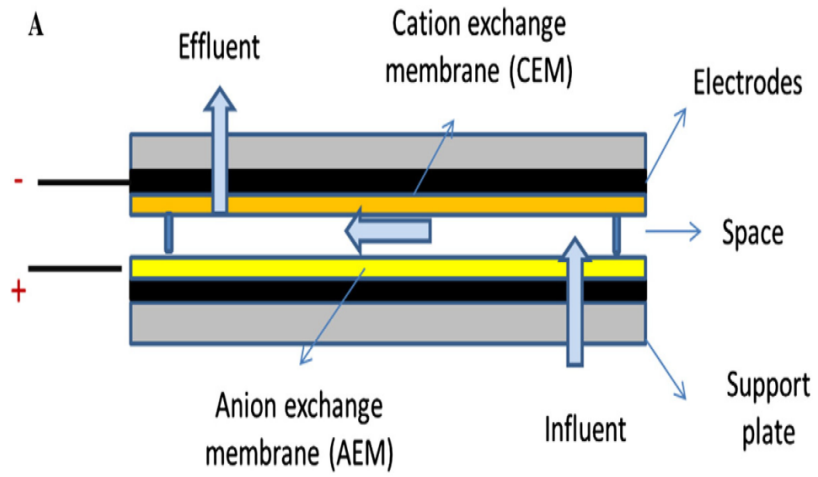


Types of adsorbent and their regeneration temperatures.

Type of adsorbent	Regeneration temperature (°C)
Silica gel	55 140
Activated Alumina	120 260
Zeolite molecular sieve	175 370

Adsorption desalination: An emerging low-cost thermal desalination method. Kim Choon Ng. Desalination 2013.

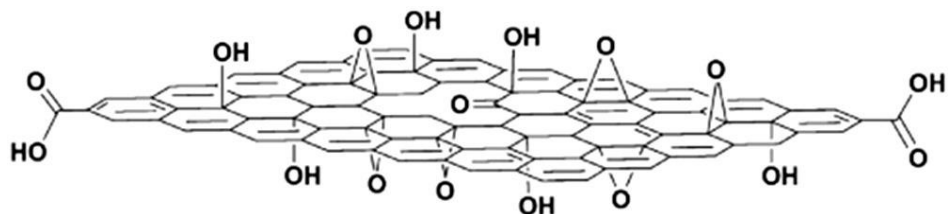
◆ MCDI-MDC(薄膜電容 -微生物去離子技術) -研 究中技術



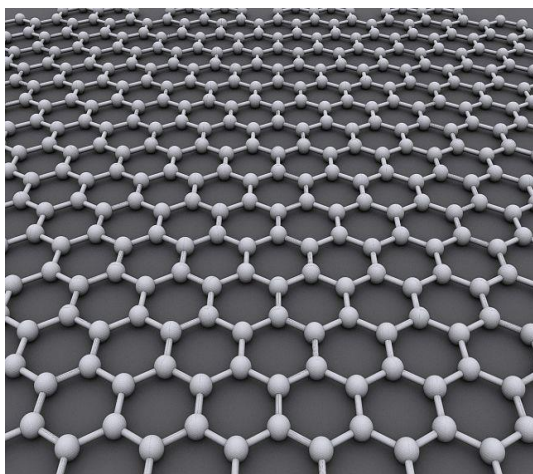
Improving desalination by coupling membrane capacitive deionization with microbial desalination cell.
Qinxue Wen. Desalination 2014.

Anion exchange membrane (AEM)
 Cation exchange membrane (CEM)

◆ Graphene membrane(石墨烯薄膜) - 研究中技術

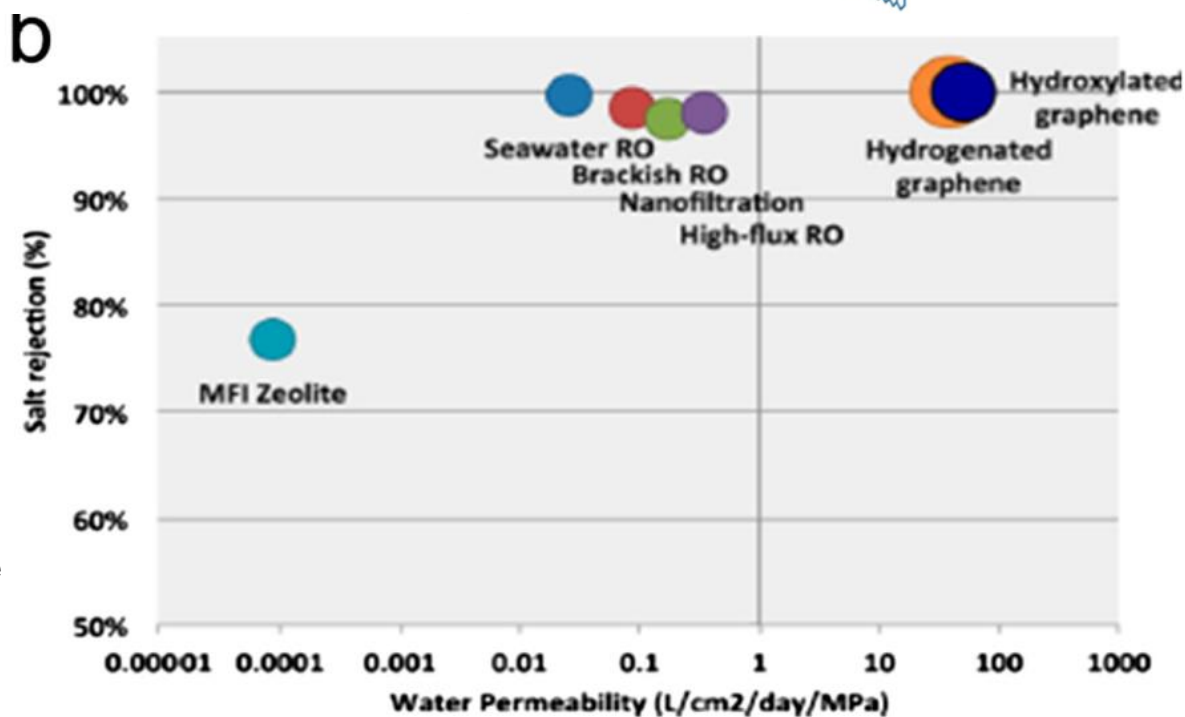
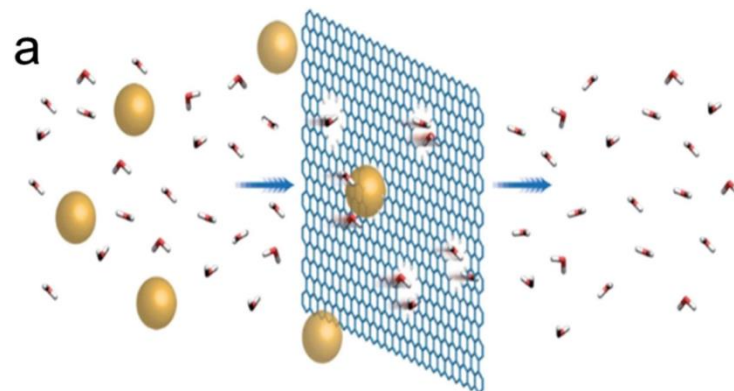


Representative graphene oxide structure

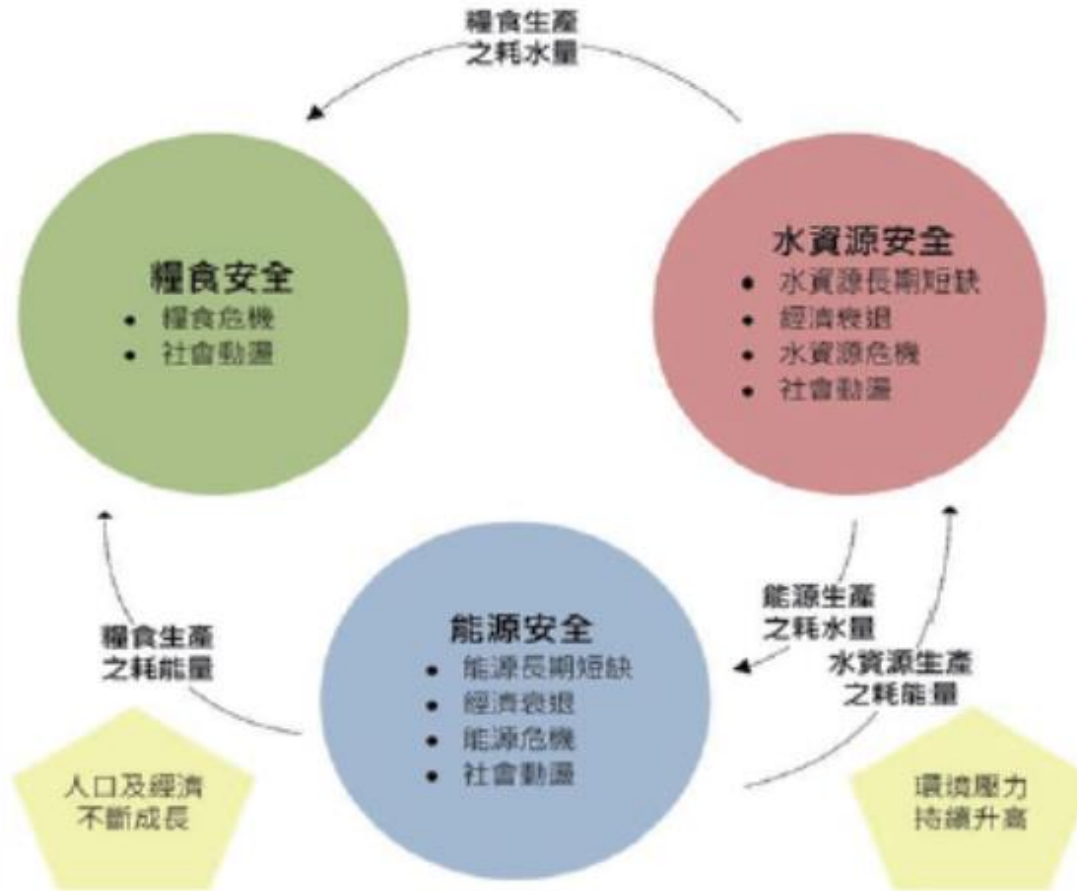


由碳原子組成六角型呈蜂巢晶格的平面薄膜，只有一個碳原子厚度

K.A. Mahmoud, et al., Functional graphene nanosheets: The next generation membranes for water desalination, Desalination (2014),



簡報結束、敬請指教!



工業節水技術研討會- 節水輔導資源與案例分享

財團法人台灣綠色生產力基金會

107年12月18日





簡報大綱

01 前言

02 診斷服務方式

03 診斷輔導案例





01 前言

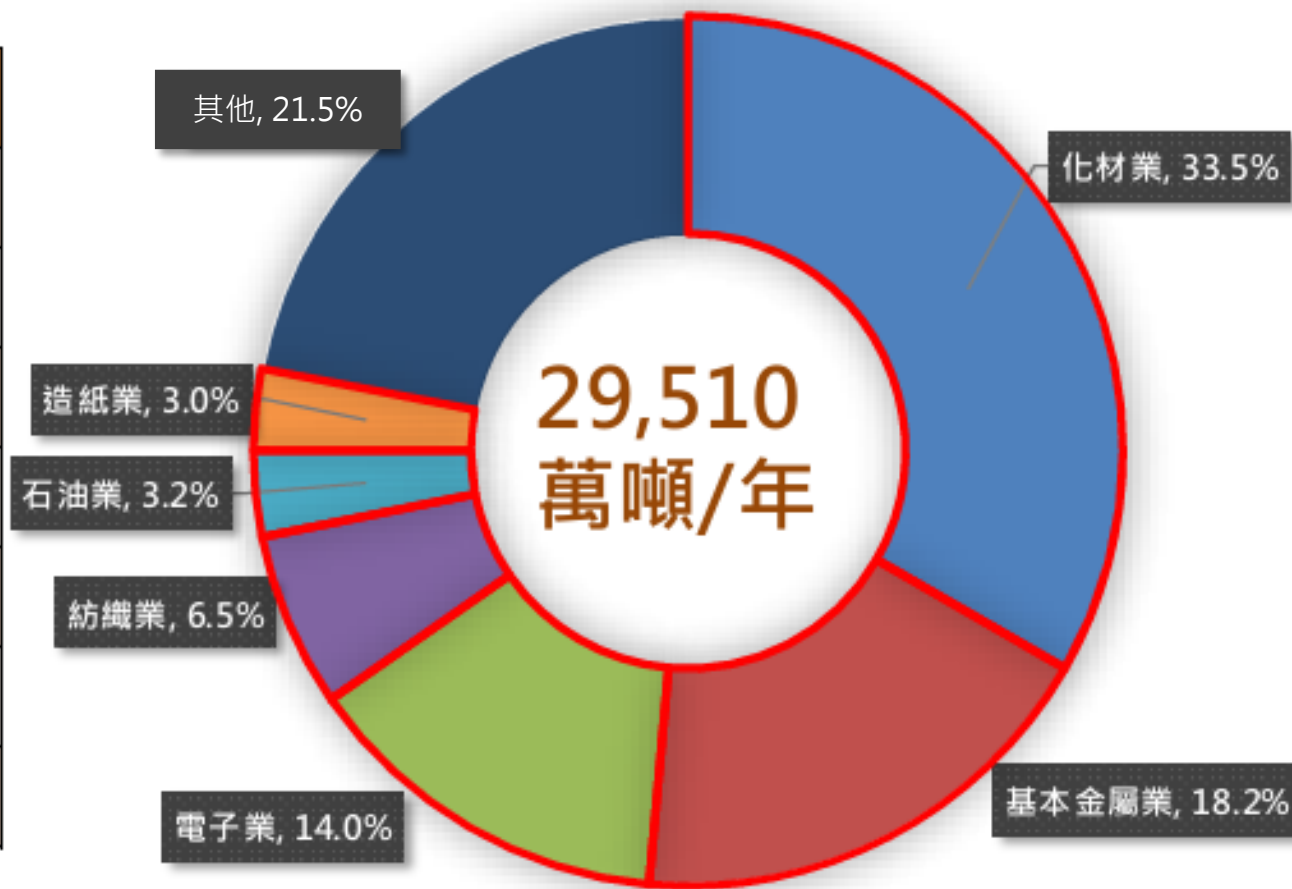


工業用水現況

工業用水集中於六大高耗水產業

二位碼	行業別	總取水比例(%)
18	化材業	33.5
24	基本金屬業	18.2
26	電子業	14.0
11	紡織業	6.5
17	石油業	3.2
15	造紙業	3.0
小計		78.5

註:取水量係指:自來水 + 地下水 + 地面水 + 其他水



資料來源：2018產業用水效能提升計畫節水推動成果發表會簡報

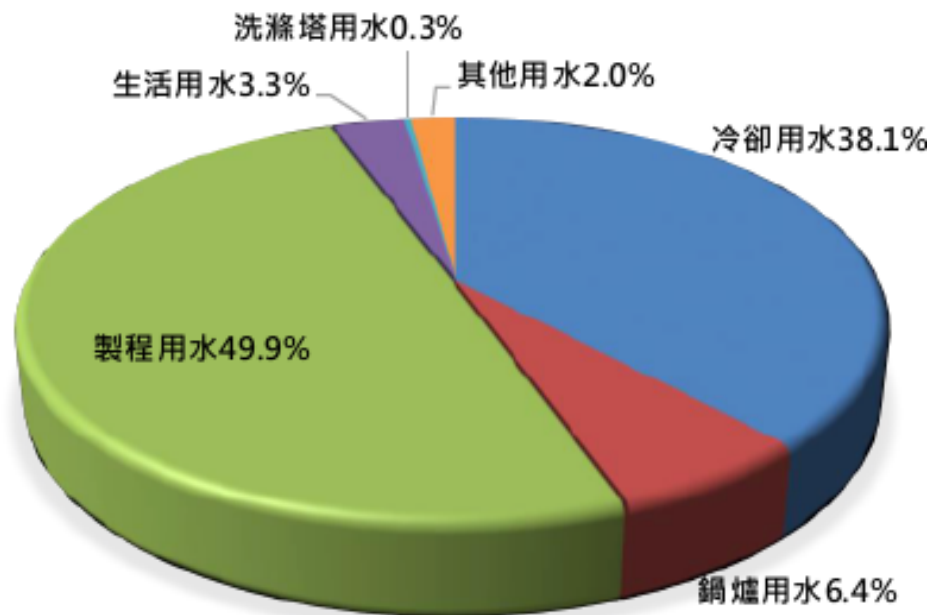


工業用水特性

工業用水集中於廠內特定用途：
49.9%用水供應製程用水、38.1%作為冷卻用水

主要耗水用途

化材業	冷卻、桶槽清洗、蒸氣加熱
基本金屬	冷卻、製程作業加工清洗
電子業	製程加工清洗、空調、淨水系統
石化業	冷卻、合成反應、蒸氣加熱
化學製品	冷卻、成品桶槽清洗、蒸氣加熱



資料來源：2018產業用水效能提升計畫節水推動成果發表會簡報

工業區各產業用水標的百分比
(冷卻用水不含循環水量)

輔導工作目的

經濟部工業局為提升**國內產業用水效率**，以**籌組節水輔導團隊**之方式，並邀請具節水實務經驗之**專家學者**，藉由**現場輔導**與廠商就技術面與管理面進行深入討論，再經綜整專家建議，提供廠商節水措施方案，期**協助業者生產用水效率最佳化**。

完全免費!!!

服務對象

- 區內廠商**：具**工廠登記證**，且位於經濟部工業局轄下61座工業區。
- 區外廠商**：具**工廠登記證**，且**非位於工業局轄下工業區**、經濟部加工出口區或科技部轄下園區。
- 用水盤查診斷**：經濟部編定工業區內70家、區外15家。
- 深入評估輔導**：經濟部編定工業區內10家、區外1家。

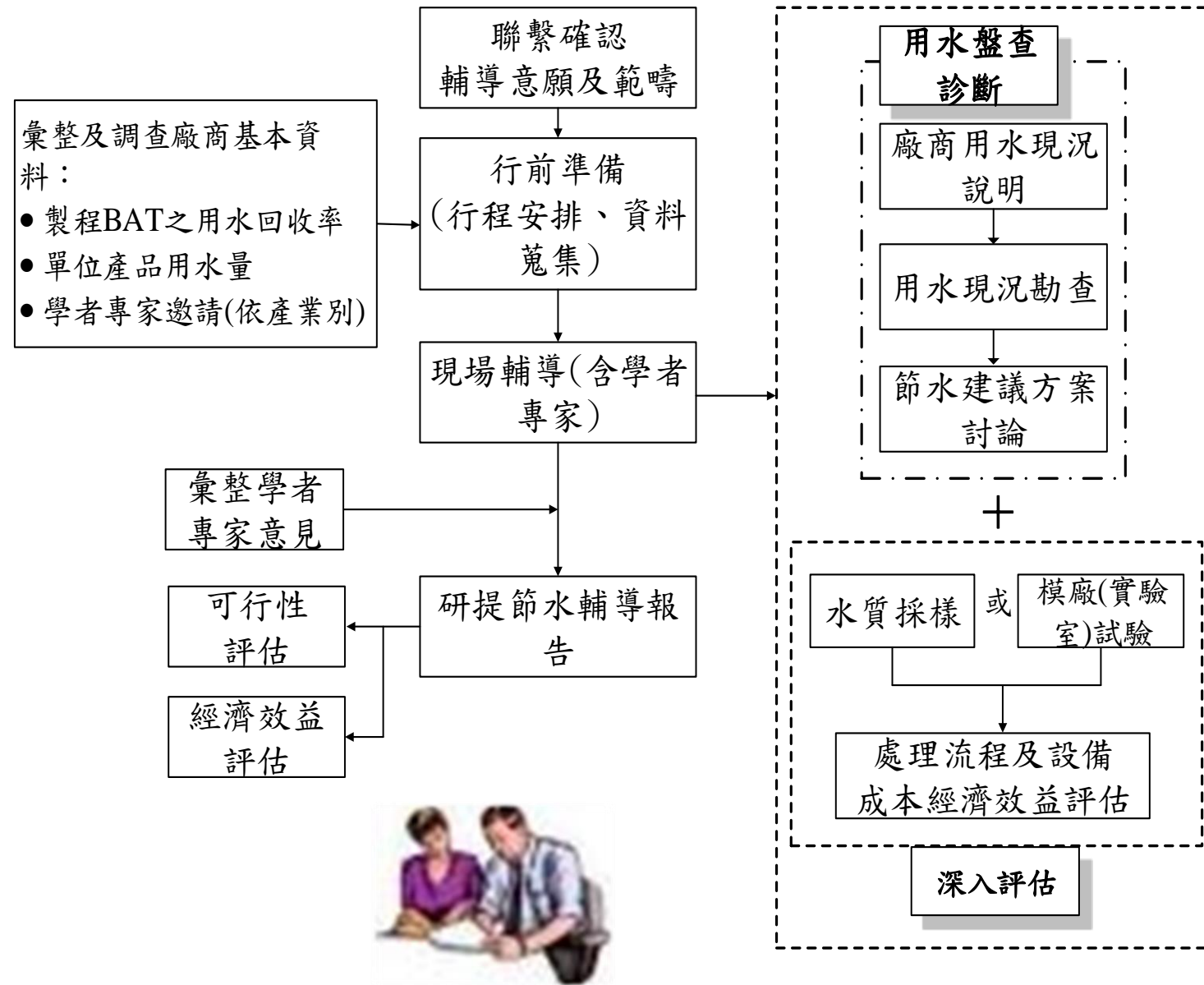


02 診斷服務方式

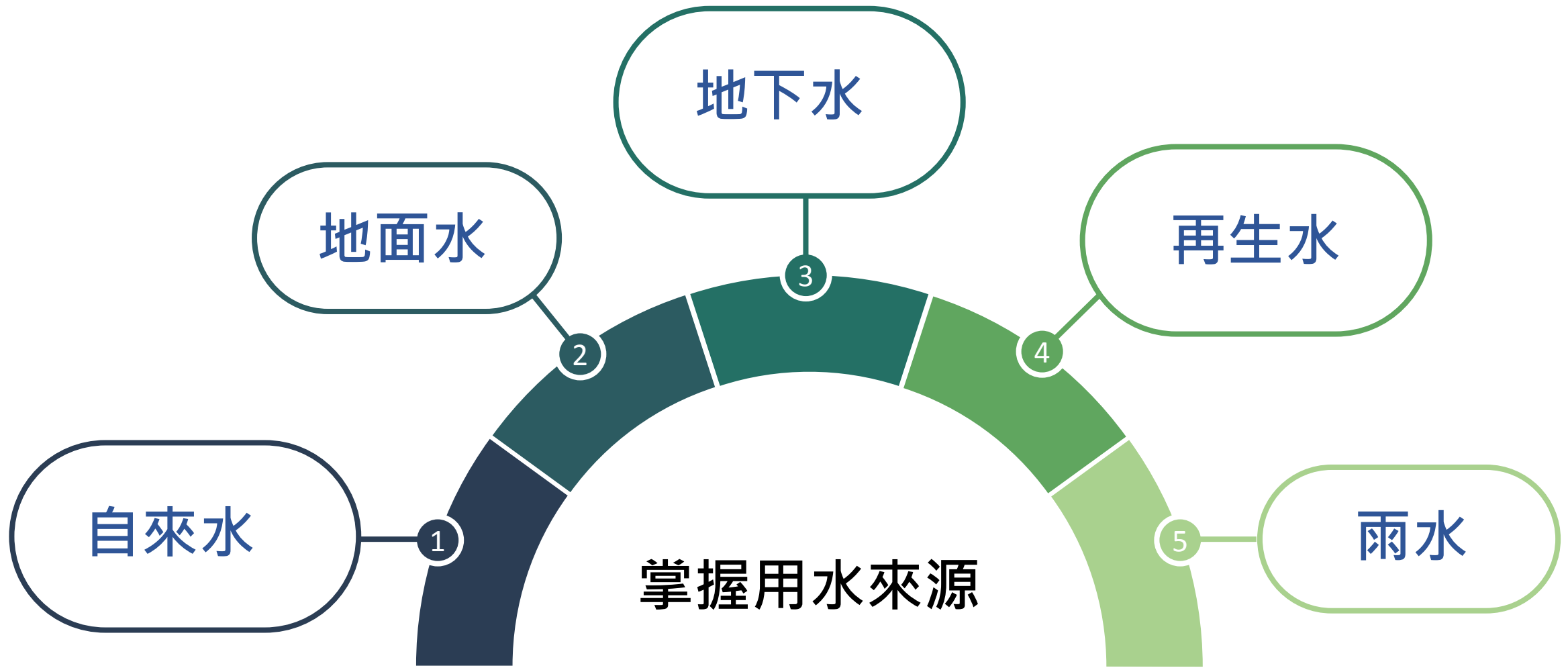


服務方式及診斷作業流程

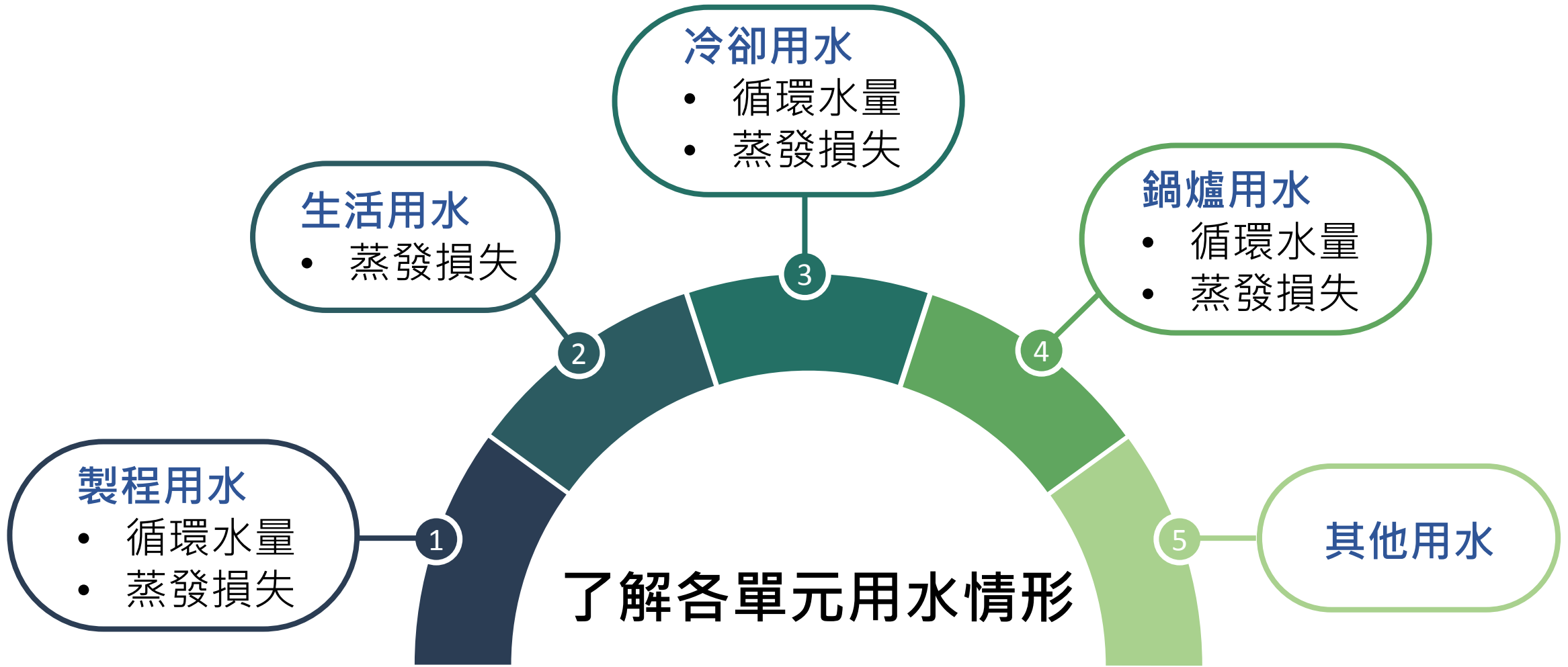
- **用水盤查及診斷**：依據廠商規模、製程及用水特性，進行製程、冷卻、鍋爐等單元之循環回收與再利用、雨水貯留及廢水回收之諮詢診斷建議
- **深入評估作業**：遴選較具節水空間之受診斷業者，以實驗室分析或現場模組試驗方式，協助驗證節水方案可行性，並評估投資成本與經濟效益



行前作業-蒐集用水現況資料(1)



行前作業-蒐集用水現況資料(2)

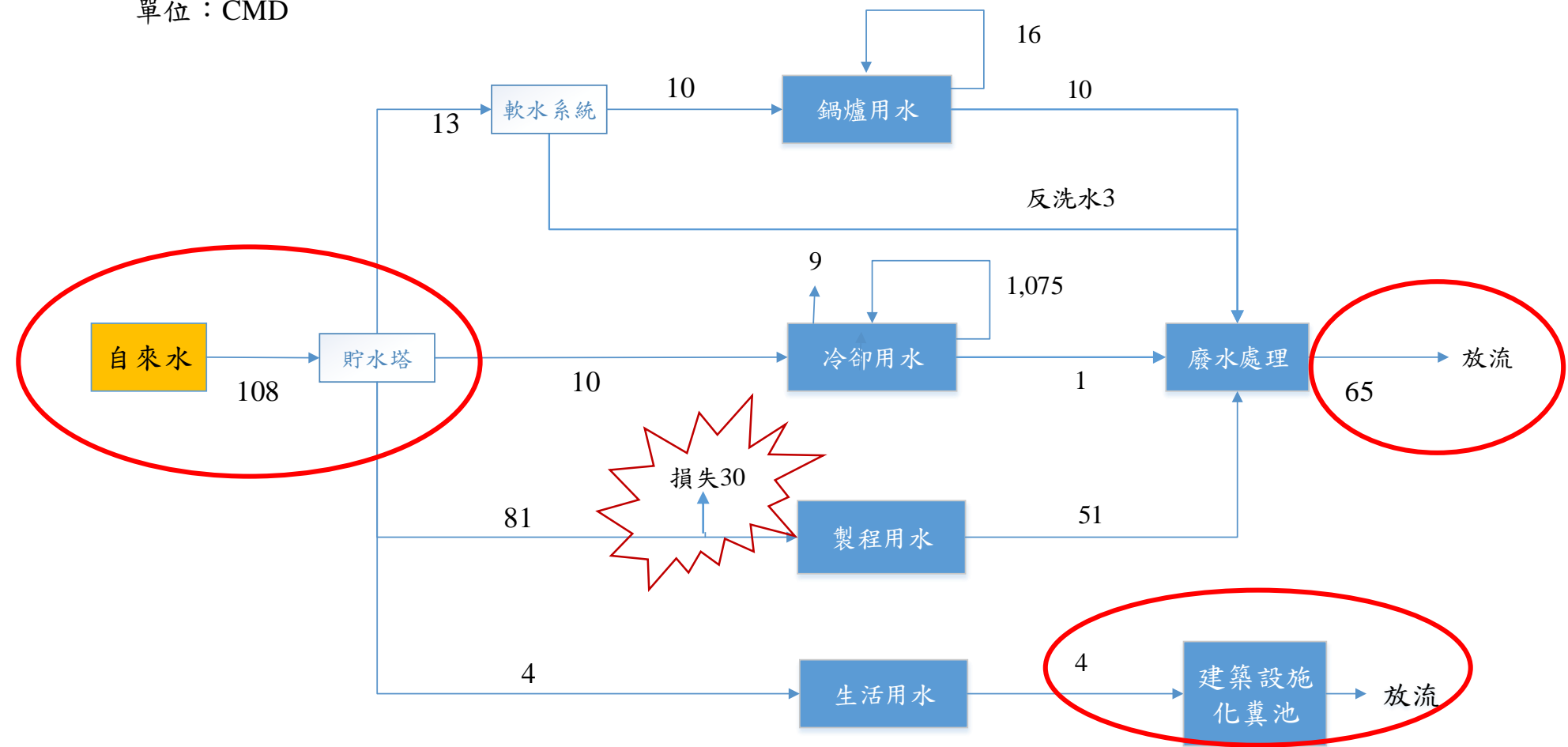




行前作業-蒐集用水現況資料(3)

☑ 建立用水平衡圖

單位：CMD





■ 診斷面向

純水系統效能

- 純水系統反洗水回收再利用
- RO系統濃排水回收再利用

1

製程用水減量與回收再利用

- 製程用水分流
- 製程用水回收再利用

3

次級用水減量及替代

- 提升冷卻水循環濃縮倍數
- 冷卻水回收
- 鍋爐冷凝水回收
- 雨水貯留

2

4 廢水回收再利用

- 廢水處理後之放流水回收再利用





03 診斷輔導案例





節水診斷建議措施案例(1/7)

案例1. 純水系統反洗水回收再利用(塑膠製品製造業)

■ 現況

純水系統設置砂濾塔及離子交換樹脂塔，反洗水量總計約20CMD，均排放至廢水處理系統中。

■ 建議措施

可將砂濾塔反洗後段的反洗水，以及離子交換樹脂塔以鹽水再生、押出段後，再以水清洗之後段清洗水透過時間控制將後段乾淨的清洗水回收至原水池，或作為次級用水使用。

■ 實質效益

預期約可回收水量每年約 **10,800 公噸**。

估計可節省自來水費用及廢水處理費用約**30萬元**。





節水診斷建議措施案例(2/7)

案例2. 純水系統濃排水回收再利用(電子零組件製造業)

■ 現況

純水系統之RO系統濃排水係均排放至廢水處理設施。

■ 建議措施

可將其回收搭配廠區中水系統，作為生活用水之沖廁用水。

■ 實質效益

預期約可回收水量每年約 **10,000 公噸**。

估計可節省自來水費用及廢水處理費用約**28萬元**。





節水診斷建議措施案例(3/7)

案例3. 提升冷卻水循環濃縮倍數 (金屬製品製造業)

■ 現況

該廠冷卻用水使用量約480CMD，其使用之自來水導電度約500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，冷卻水塔之排放水導電度大約800~900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，濃縮倍數僅1.6~1.8。

■ 建議措施

建立冷卻水排水的作業標準，設定在其導電度達 **1,600~2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$** 左右再行排放，可減少耗用水量。

■ 實質效益

每年至少可減少自來水取用量約 **36,000 公噸**。
估計可節省自來水費用約**43萬元**。





節水診斷建議措施案例(4/7)

案例4. 冷卻水塔排水回收再利用(化學材料製造業)

■ 現況

該廠之冷卻水排放量為80CMD，由水質檢測報告顯示，其導電度為1,300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、COD約40mg/L、懸浮固體物含量低於9 mg/L，適合回收利用，惟目前均直接排放至廢水處理系統。

■ 建議措施

將冷卻排水收集貯存後，經UF及RO處理後供作冷卻用水之補水；濃排水，可作為沖廁用之生活用水。

■ 實質效益

每年至少可減少自來水取用量約 **28,000 公噸**。
估計可節省自來水費用及廢水處理費用約**78萬元**。





節水診斷建議措施案例(5/7)

案例5.鍋爐蒸氣水回收再利用(化學材料製造業)

■ 現況

該廠鍋爐蒸氣冷凝水約有110CMD直接排放至廢水處理系統，由於未與外界接觸之蒸氣冷凝水其水質與自來水接近甚至更佳，適宜回收處理後循環再利用。

■ 建議措施

將收集未與外界接觸之冷凝水供作鍋爐補水使用，或可經收集貯存降溫後，供作相對水質要求較低之冷卻水塔補水使用。

■ 實質效益

每年至少可減少自來水取用量約 **39,000 公噸**。

估計可節省自來水費用及廢水處理費用約**110萬元**。





節水診斷建議措施案例(6/7)

案例6. 製程用水循環減量及回收再利用(食品及飲料製造業)

■ 現況

地下水經軟水系統及兩道RO系統處理後，作為製程中洗瓶、滅菌水(外淋式)使用，水質佳，惟目前均排放至廢水處理。

■ 建議措施

評估設置一製程用水 **回收暫存槽**，經過濾處理後即可回收作為**軟水系統**之補水。

■ 實質效益

預期每年約可回收水量約 **12,000 公噸**。

估計可節省自來水費用及廢水處理費用約**34萬元**。





節水診斷建議措施案例(7/7)

案例7. 廢水回收再利用 (電子零組件製造業)

■ 現況

廠內廢水經處理後之出流水其SS ND.、COD 6.3 mg/L、TDS 300mg/L，水質良好，目前均直接放流。

■ 建議措施

可建立專管回收貯存後，與廠內既有之中水系統連通，可供作沖廁用之生活用水。

■ 實質效益

預期每年約可減少原水取用量約 **11,000 CMD**。
估計可節省自來水費用約**13萬元**。



深入評估作業案例(1/4) 金屬製品製造業：現場模組試驗(UF/RO)

- ☑ 評估回收標的：冷卻水塔排水
- ☑ 評估方式：設置現場試驗模組，評估回用作為冷卻用水或製程用水之可行性



操作設定

- UF流量：6L/min
- RO濃排及產水流量比(L/min)：6比1
- RO濃排壓力：<8 kg/cm²

試驗模組進出流水質分析

項目	SS (mg/L)	COD (mg/L)	導電度 (μs/cm)	氯離子 (mg/L)
進流	<8.0	<12.84	1,820	3,554.9
出流	N.D.	<3.53	67~142	<323.2

出流水導電度低於冷卻水塔使用之自來水導電度(500μs/cm)

顯示可回用作為冷卻用水之補充水源

預期效益

1. 減少自來水取用量最多可達 **185CMD**
2. 減少自來水費及廢水處理費用約 **280萬/年**

紡織業：實驗室+現場模組試驗(電混凝)

深入評估作業案例(2/4)

- ☑ 評估回收標的：廠內管末納管水
- ☑ 評估方式：節水點水質採樣，經實驗室模組測試後，再於現場設置試驗模組，評估回用作為製程用水或冷卻用水之可行性



電混凝模組試驗結果

水質項目	調勻池廢水	廠內處理後管末出流水	電混凝處理後
導電度(μS/cm)	628	1,530	688
COD _T (mg/L)*	928	130	91
COD _S (mg/L)*	850	62.5	57
濁度(NTU)	100	35	8
Fe(mg/L)	0.121	0.054	0.038
SiO ₂ (mg/L)	52	28	3
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	148	875	64
界面活性劑(mg/L)	1.96	0.58	0.59

備註：1. COD_T為總COD濃度；COD_S為溶解性COD濃度
2. 僅擷取部分重要數據，詳細分析項目及數據如報告書內容所示

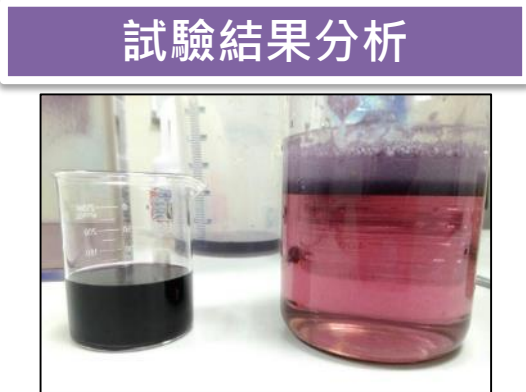
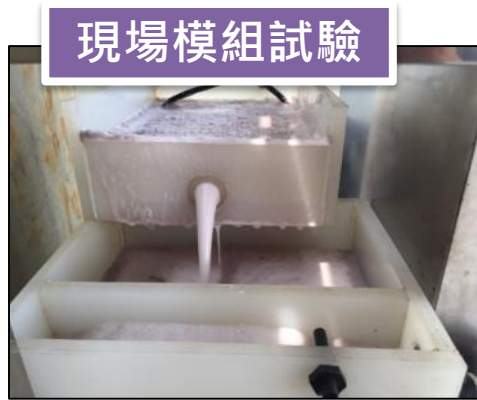
預期效益

1. 回收管末納管水，每日減排300噸放流水，節省納管費220萬元/年
2. 使用於製程或冷卻水塔補充用水，亦可提供他廠使用，節省自來水費用約138萬元/年

染整業：現場模組試驗(電凝凝)

深入評估作業案例(3/4)

- ☑ 評估回收標的：廢水處理設備處理後出流水
- ☑ 評估方式：於現場設置試驗模組，評估回用作為製程清洗用水之可行性



廢水處理前後水質	項目	原廢水	放流水	電凝凝處理後水
	pH	5.5 - 7.0	6.0 - 8.0	6.0-8.0
	導電度(μS/cm)	1,314	1,500	1,175
	SS (mg/L)	100-200	<50	19
	COD (mg/L)	>1,500	300-400	459
	色度 (ADMI)	>5,000	<1,000	120

預期效益

1. 提升廢水處理系統效率，增加**400 CMD** 回收水，以廠內現有回收系統(UF+RO)處理後，回收使用於製程清洗用水
2. 減少廠內自來水費及廢、污水納管費用約**400萬/年**

深入評估作業案例(4/4)

塑膠製品製造業：現場模組試驗(EDR)

- ☑ 評估回收標的：冷卻水塔排放水
- ☑ 評估方式：於現場設置試驗模組，評估回用作為冷卻用水之可行性

現場模組試驗



試驗結果分析

分析項目	冷卻水塔 循環水	EDR處理後 冷卻循環水	去除率(%)
導電度(μS/cm)	1,242	197	84.1
化學需氧量(mg/L)	34	20	41.2
總硬度(mg CaCO ₃ /L)	830	117	85.9
硫酸鹽(mg/L)	64.6	11.0	83.0
鈣離子(mg/L)	131	16.8	87.2
鎂離子(mg/L)	30.3	4.0	86.8

系統規劃 及處理原理

- 規劃**EDR系統**作為冷卻水塔排放水回收處理用，透過選擇性陰、陽離子交換膜，去除冷卻循環水中之**導電度及鈣、鎂等金屬離子**後，**回收補充至冷卻水塔**。
- 除可**減少自來水用量**及**冷卻排放水水量**外，亦可**減少冷卻水藥劑投用量**，由試驗結果顯示可有效移除水中之**導電度及鈣、鎂離子**約80%以上，可作為未來冷卻水塔節水規劃之參考依據。

■ 108年度產業節水診斷服務執行單位及聯繫窗口

➤ 經濟部工業局產業用水效能提升計畫

承辦單位：財團法人環境與發展基金會

聯絡人：林子皓小姐、魏名軍先生

聯絡電話：(03)591-0008分機17、22

聯絡地址：310新竹縣竹東鎮中興路四段195號52館512室

E-mail：holly@edf.org.tw、wei@edf.org.tw



感謝聆聽 敬請指教

THANK **Y**OU



【性別平等宣導】



營造友善家庭職場環境
員工工作安穩 企業形象升等
力行家務分擔 家庭和樂升溫

珍視員工價值

性別平等 幸福升等

讓職場員工平等發揮實力、自我實現，各種性別的受雇者均受益。

- ◆ 女性夜間工作安全措施（交通或住宿）
- ◆ 提供員工兼顧工作與家庭之彈性工作時間與地點、休假制度
- ◆ 協助均衡家庭和工作之措施，如托兒設施、哺乳室、育兒津貼規定等。
- ◆ 積極僱用因結婚、懷孕、分娩、育兒或照顧家庭而離職之二度就業者
- ◆ 積極拔擢女性擔任主管、積極僱用身心障礙及原住民
- ◆ 鼓勵企業僱用中高齡勞工，避免及早退休
- ◆ 鼓勵男性做家事

員工協助方案(EPA)

讓員工在工作與家庭間取得平衡，提升員工生產力，組織整體受益，員工與企業「雙贏」。

工作面

- ◆ 增進員工對工作之適應、職位轉換、職涯發展、退休規劃及危機處理之輔導
- ◆ 留住優秀的員工、減少員工後顧之憂

生活面

- ◆ 提供員工有關財務、法律、稅務、繼承、交通事故、醫療糾紛等之資訊與知識
- ◆ 避免員工因法律糾紛帶來的心理與生活干擾

健康面

- ◆ 提供員工情緒管理訓練、適當的身心健康管理方案、心理諮詢服務
- ◆ 穩定員工工作情緒、紓解工作壓力、減少離職率、曠職率



性別主流化與性別平權
重視性別意識 消除性別歧視

性別主流化

- 1.根據聯合國經濟暨社會理事會(ECOSOC)定義，「性別主流化」強調於各領域政治、經濟與社會層面政策與方案中，融入性別觀點降低不平等現象。
- 2.終極目標是達成性別的實質平等，即性別平權。

性別平權

- 1.消除社會中對婦女及性別一切形式的歧視
- 2.使社會大眾檢視生活週遭的性別不平等情況
- 3.促進女性參與決策，落實任一性別不少於三分之一，縮小性平差距。
- 4.建立尊重多元性別的態度及平等相處的互動

家庭暴力零容忍

- 1.被害人可撥打110或113保護專線
- 2.依需要就近向當地社政、警政、醫療衛生單位求助
- 3.可透過家暴庇護安置方案，接受緊急庇護或中長期安置服務。

性騷擾防治

- 1.防治性騷擾之政策宣示
- 2.舉辦性騷擾防治教育訓練
- 3.建立內部性騷擾申訴系統

性別平等相關政策與法規

國外

消除對婦女一切形式歧視公約(CEDAW)

國內

- ※消除對婦女一切形式歧視公約施行法
- ※性別平等政策綱領
- ※性別教育平等法
- ※性別工作平等法
- ※性騷擾防治法

關懷e起來

家暴案件線上通報
113 線上諮詢
<https://ecare.mohw.gov.tw>

什麼是「性騷擾」

違反他人意願而向他實施與性或性別有關之行為，若造成對方的嫌惡，不當影響他的正常生活進行的，都算是「性騷擾」。