



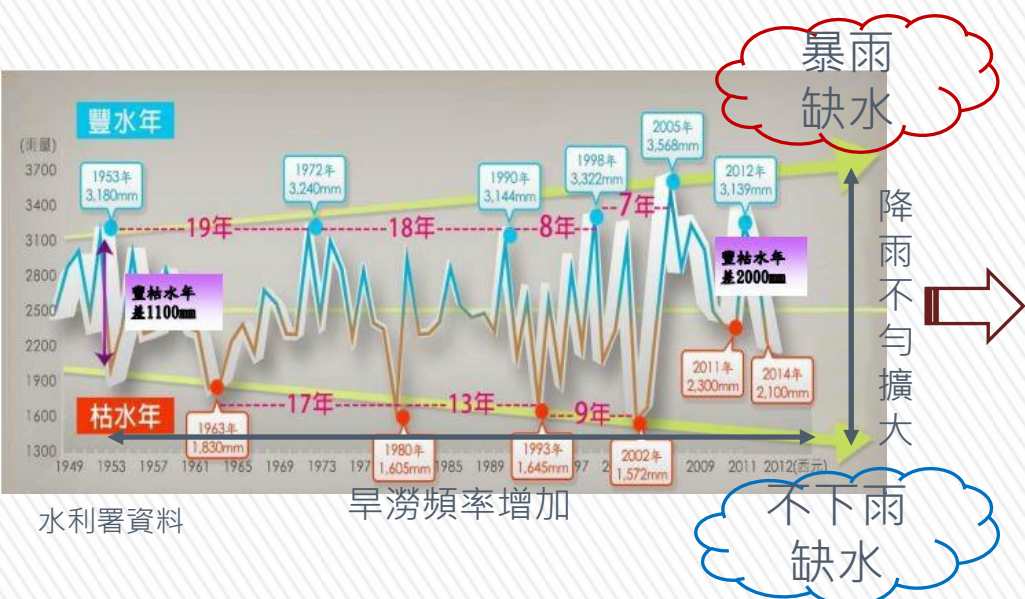
金屬製品及電子零組件業 水回收方案及案例介紹

水礦科技 劉傳崑

台灣怎麼了？ - 缺水 缺電 缺工 缺地 缺人才

美中貿易戰不斷升級，台商回流也加速，經濟部年度目標自原先的2500億元已調高到5000億元。經濟部長沈榮津接受本報專訪時強調，外界對5缺問題質疑有些「過時」，台商回流第一波在水、電及土地上都沒有問題，現在講缺地很多是「跟著舊感覺在喊」，後續美國若真的啟動3000億美元課稅清單，將引發新一波台商回流，經濟部已盤點台糖約100到150公頃土地可活化「只租不售」，應可供給後續需求。(20190520 自由時報)

僧多粥少, 壓迫現有配給???



水回收3R原則

水回收投資優先順序



增加資本投資

增加廢水回收單位成本費

為何要做

- 為產能
- 為績效
- 被逼迫
- 為環保

如何做

- 需求確認
- 工法確認
- 空間確認

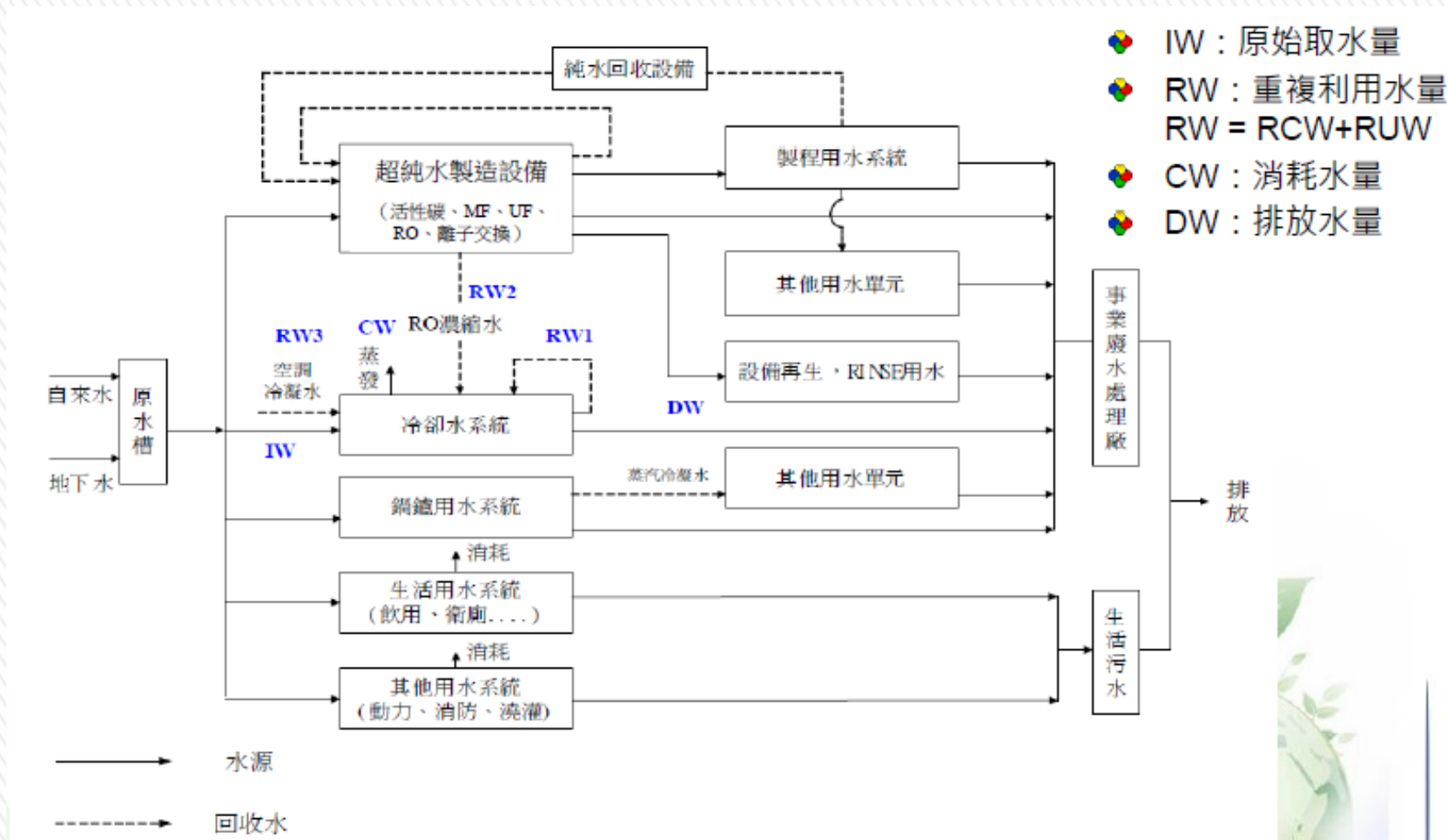
效益分析

- 慈善事業
- 購水-耗材打平
- 其它(增加訂單)

錢

回收水執行程序

第一步: 用水清查



掌握各項水用水量及耗水水量分佈

回收水執行程序

第二步: 界定節水空間及困難度

🌈 可節用或回收之特定廢水

循環冷卻系統排放水

鍋爐冷凝排放水

生活用水

過濾系統反洗水

純水逆滲透系統濃排水

製程清洗用水

特定製程廢水



心理要先知道節水效益和成本之間的關係

回收水執程序

第三步: 限制分析

✚ 當年度預算是否足夠

✚ 能否突顯節水效益

- 運用工業局、科管局或加工出口區管理處輔導能量

✚ 有無能力定義具風險水質項目

- 優先運用在低風險用途，如冷卻系統補充水

✚ 是否能夠安裝第二套管線或桶槽

- 管架空間大小
- 容積率規定
- 建築物結構強度

✚ 是否清楚各股產水水量與流向

✚ 產水水質是否穩定

- 提高貯留量係增加穩定度之最直接方案

✚ 是否使廢水排放水質劣化（競合問題）

- 因節水減少水量所降低的納管收費，似大於因節水水質劣化所增加的納管收費

要知道廠內容忍限值

回收水執行程序

第四步: 需求水質與單元選擇

消毒※	除碳脫硝※	一般過濾※ (10μ m以上顆粒)	精密過濾※ (10μ m以下膠體)	除鹽	高級氧化
加氯 臭氧 紫外光	無氧/好氧法 土壤處理 人工濕地	砂濾 活性炭 表面過濾	外掛/沉浸式 微/超濾 薄膜生物 反應器	加藥軟化 奈米過濾 逆滲透 電透析 離子交換	UV-O ₃ UV-H ₂ O ₂

廢污水處理



放流水再生



用戶端純水處理



※ 若進流水導電度偏高，依個別用途水質標準需求，可能需另增除鹽程序

因果關係確認

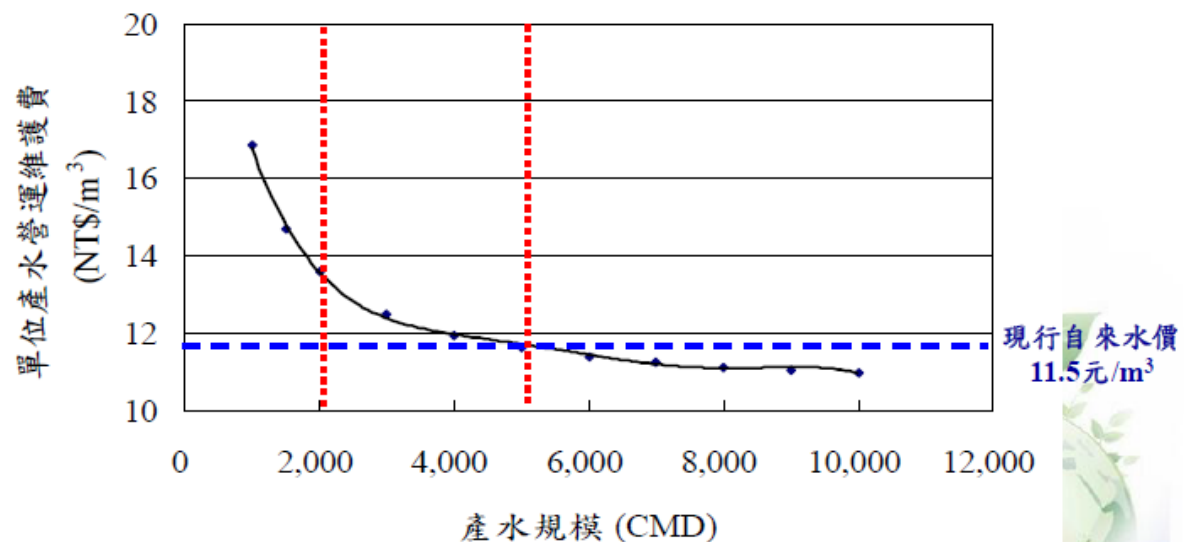
1. 各段貯水槽所需體積
2. 產水量及穩定度
3. 操作費用(藥品, 電費, 膜費..)
4. 前處理影響
5. 其它(腐蝕, 積垢, 毒性..)

要知道回收水的因果關係

回收水執行程序

第五步:成本與回收年限

- 配水管線與人事費不隨產水規模而變動，產水規模越大，單位產水成本隨之降低，可提高用水廠商使用意願

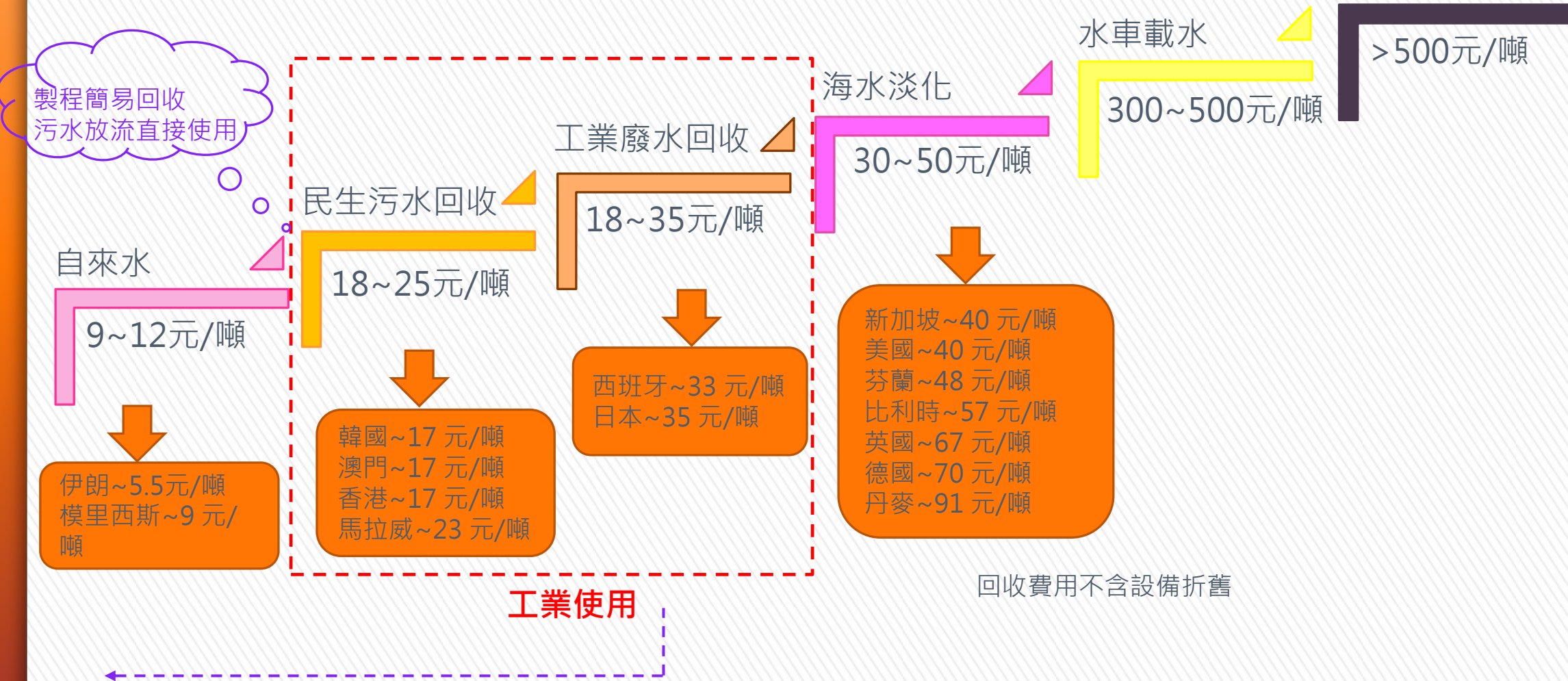


要知道回收水造水成本

台灣是否水價平衡？

台灣缺水 價格卻全球第三低

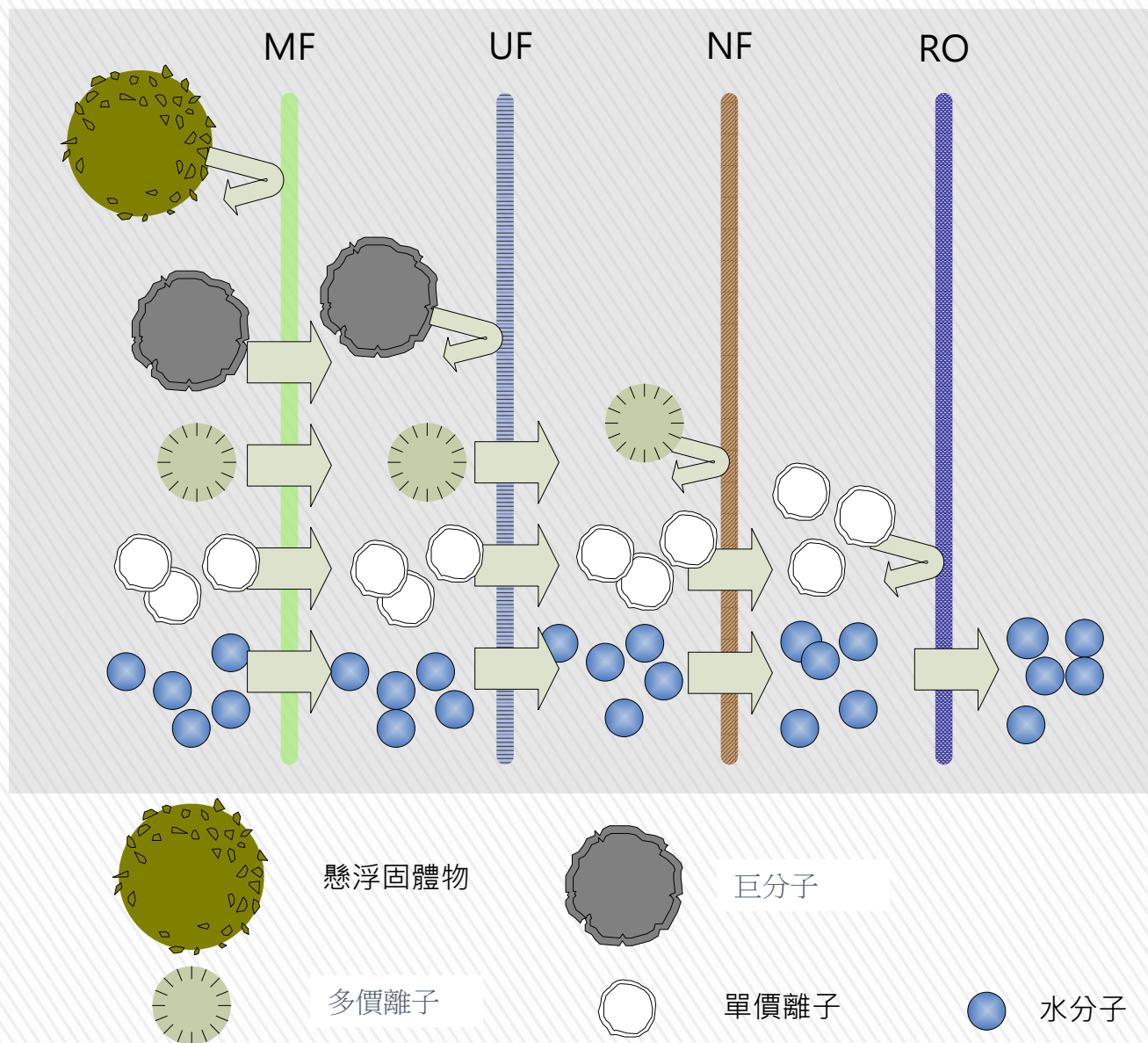
台灣工廠回收率偏低(除指標大廠及科學園區內工廠外)



註: 各方式產水費用會依產水方式及水量水質而變異;各國水價係為網頁資料

一、膜操作常見困擾

薄膜篩選機制



- ▶ 薄膜程序包括(處理原理差異)
 - ▶ 微過濾(Microfiltration, MF)
 - ▶ 超過濾(Ultrafiltration, UF)
 - ▶ 奈米過濾(nanofiltration, NF)
 - ▶ 逆滲透(Reverse Osmosis, RO)
- ▶ 市售產品能見度以UF(MBR)及RO最高
- ▶ NF主要使用於軟水系統或特定物質純化

理想與現實

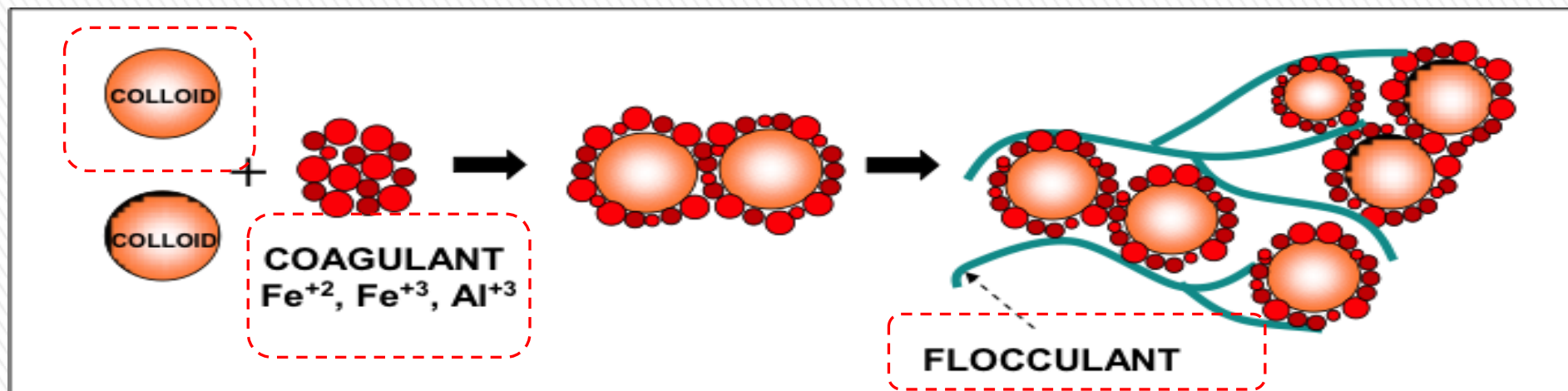
理想情況

1. 存在膜片上的污垢類型是已知的
2. CIP後可恢復原通量
3. 最佳化回收設計及CIP系統
4. 膜有效年限可達10年以上
5. 最好永遠不要清洗

現實情況

1. 永遠不清楚膜上污垢類型是什麼
2. CIP後不可能永遠恢復原通量
3. 只有最適化而無最佳化的設計
4. 清洗頻率只會增加, 直到換膜
5. 膜有效年限約可達3年
6. 該清洗還得送清洗

傳統前處理對水回收的影響



膜結垢性質及分類

無機離子

1. 氯化鐵, 硫酸亞鐵....
2. 硫酸鋁, 明礬, 氯化鋁...
3. PAC...

複合反應

二氧化矽膠體



高分子聚合物會累積於膜面上

無機結垢

1. CaCO_3 , CaSO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaF_2
2. SrSO_4 , BaSO_4
3. SiO_2

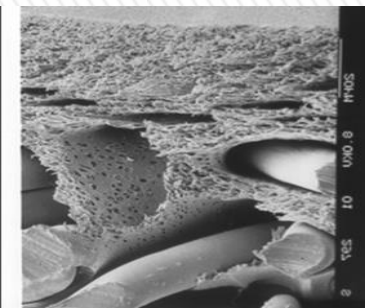
45%為生物污染
29%為無機污染
22%為人為操作不當
4%為polymer污染



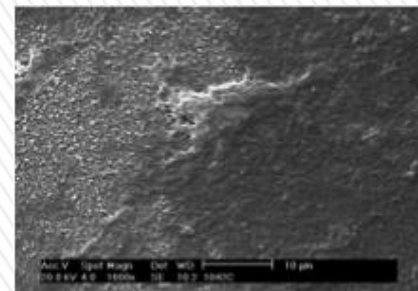
Iron Acrylate Fouling



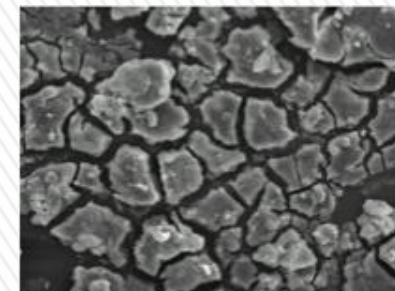
Aluminium Fouling



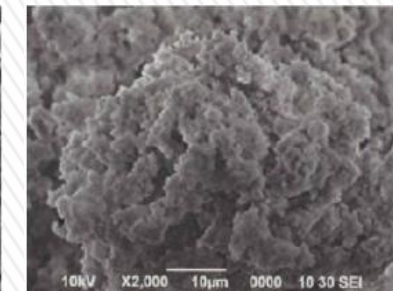
Polymer Fouling



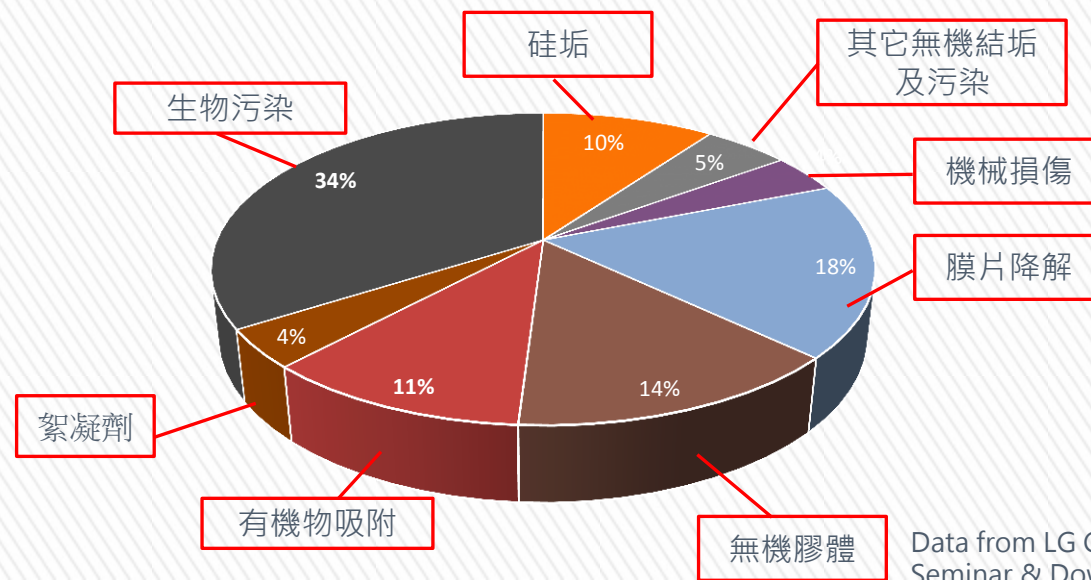
Oil Fouling



Aluminium Fouling



SiO2 Fouling



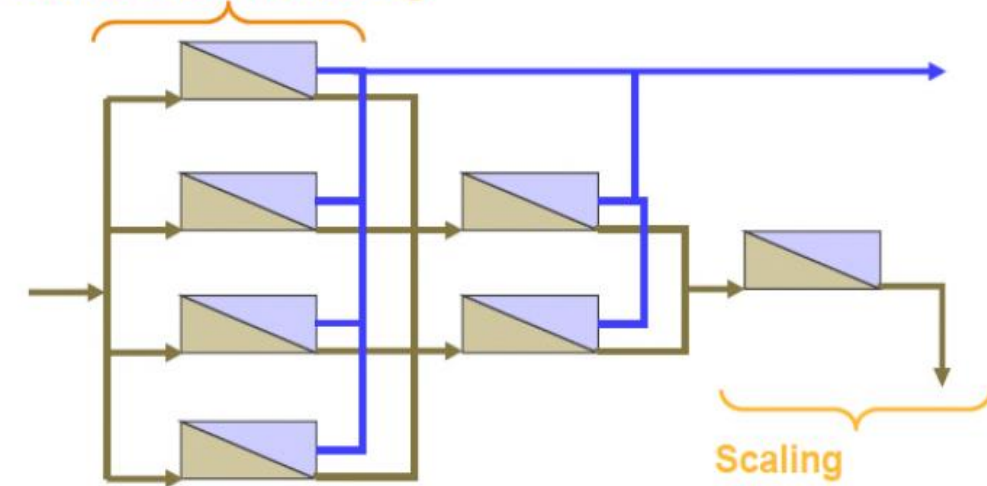
Data from LG Chem Taiwan Seminar & Dow water solution

膜污堵常見的問題及解決方式

Main symptoms of RO trouble

Fouling often originates in a specific part of the RO system

Colloidal and Biofouling

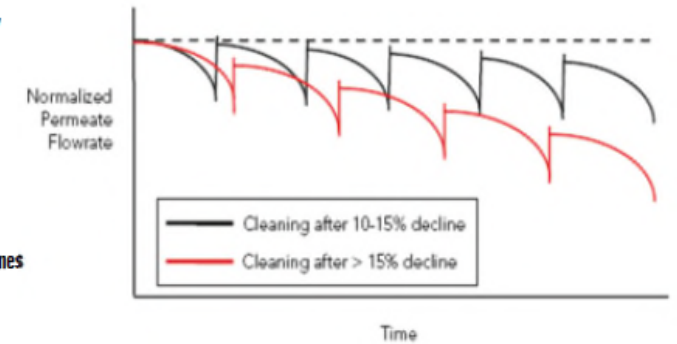


Organic Fouling

Clean-in-Place

Why?

- Membranes should be cleaned when the normalized permeate flow drops by 10-15% from initial performance, or when the differential pressure increased by 10-15%
- Waiting too long to clean can result in irreversible fouling and/or scaling of the membrane
- Membrane with good pretreatment can expect to clean about 4 times per year or less



該洗而未洗, 將會造成不可逆的困擾

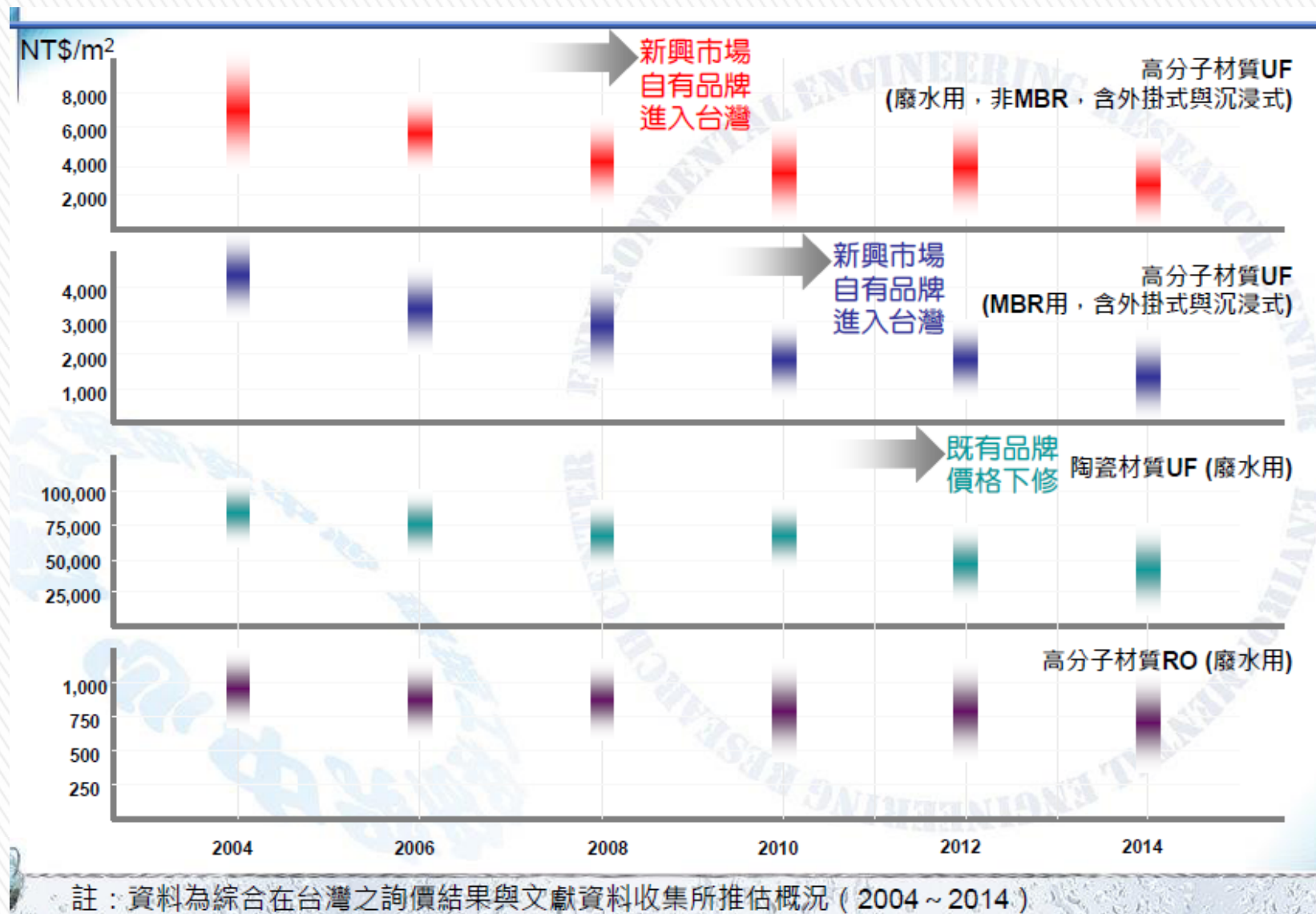
How?

Cleaning Chemicals

- In many cases, RO elements can be effectively cleaned with a high pH sodium hydroxide solution (NaOH) followed by a low pH citric acid solution. The common chelating agent, EDTA, can be added to the sodium hydroxide solution if necessary.

Solution	Concentration	Recommended pH range	Recommended Temperature Range(°C)
NaOH	Up to 0.1wt%	10-12	25-30
NaOH, EDTA	NaOH : Up to 0.1wt% EDTA : Up to 1.0wt%	10-12	25-30
Citric Acid	Up to 0.1wt%	2-4	25-30

膜售價的趨勢



其它型式

薄膜大概可區分為塑膜及非塑膜二種

1. 一般塑膜使用年限較短(相較單價較低)
2. 金屬膜使用年限較長(相對單價較高), 包含陶瓷膜類及金屬膜類

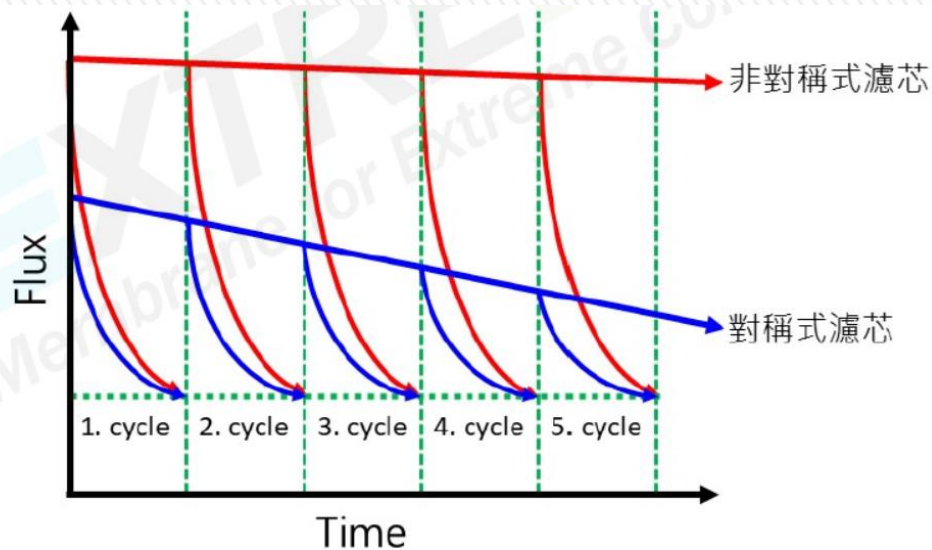
Manufacturer	ExtreMem, Inc.	*GKN (SIKA-R-0.1 AS)	MOTT	**Jiu-Wu	***atech (GmbH)
Pure Water Flux (LMH)	7700 (99%@0.45um)		7000 (90%@0.5um)	600 (0.5um)	1800 (0.4um)
Pure Water Flux (LMH)	4000 (99%@0.20um)	9600 (35%@0.20um)	None	400 (0.2um)	1500 (0.2um)



對稱式結構

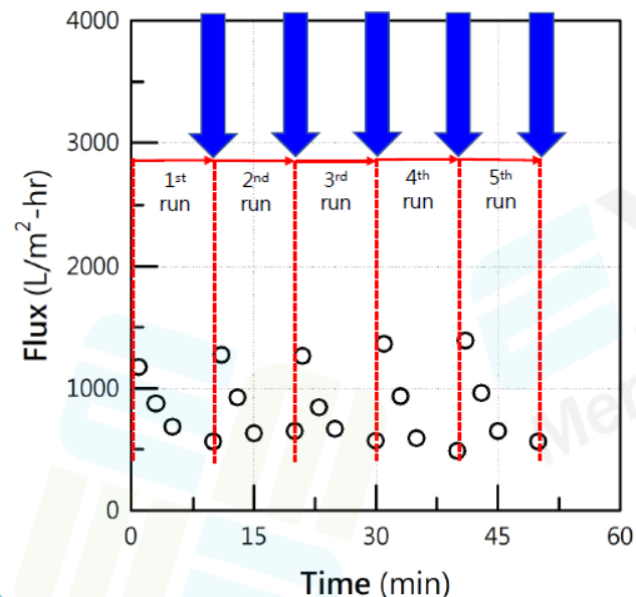


非對稱式結構



ExtreMem, Inc. 提供

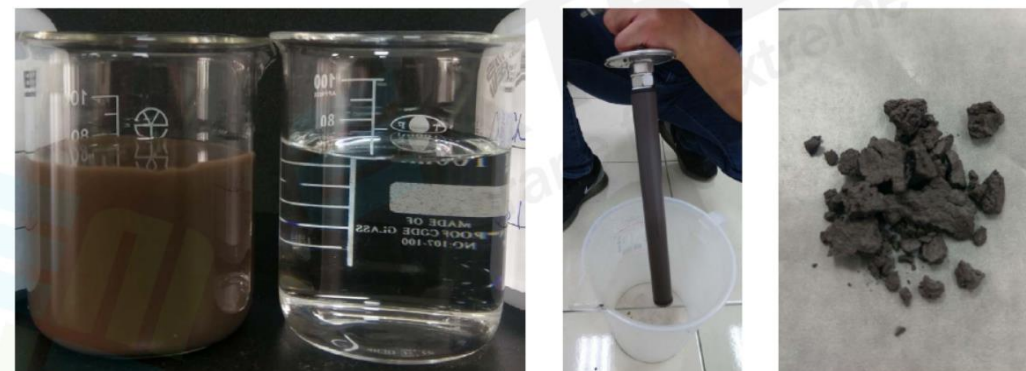
其它膜處理方式



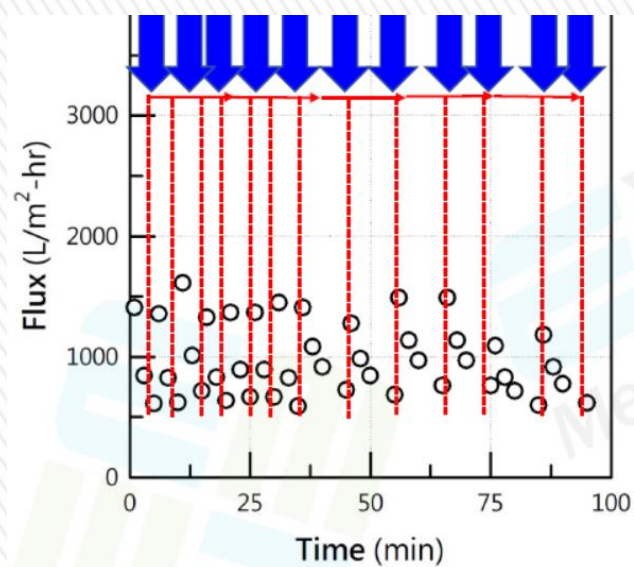
Sample A: 晶背研磨廢水濃排 - from

- 使用濾芯: 0.20 μm AS filter
- 濾液檢驗結果:
 - ✓ 濁度: 0 NTU
 - ✓ 導電度: 150~250 $\mu\text{S}/\text{cm}$
 - ✓ 平均濾效: 500-700 L/m²-hr

以往用UF過濾效果很好, 但UF更換頻率較快

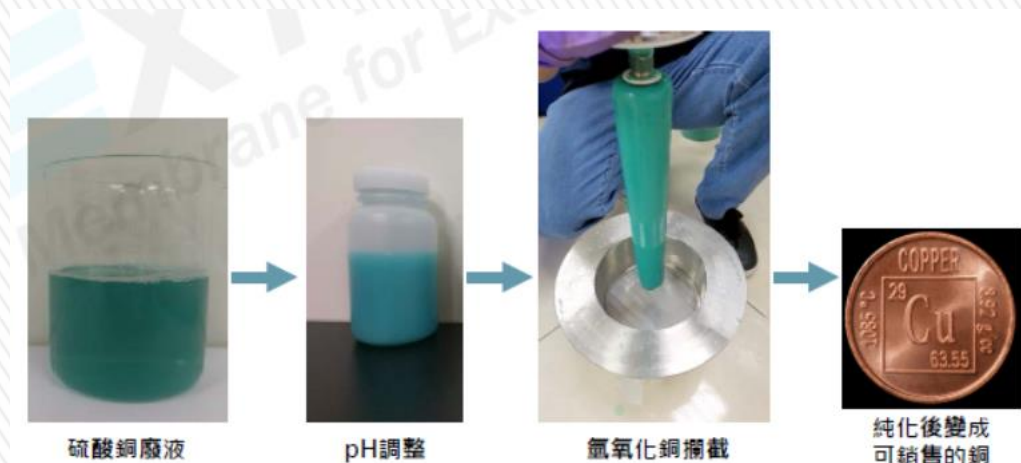


CMP-Cu廢水-高濃度銅可使用電解氧化方式回收, 但低濃度變污泥還需付費給污泥清運商



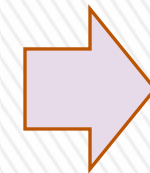
Sample C: Cu-CMP 廢水處理 - from

- 使用濾芯: 承 20 μm AS filter
- 濾液檢驗結果:
 - ✓ 濁度: 0 NTU
 - ✓ pH: 7-8
 - ✓ 導電度: 2.5~3.0 mS/cm
 - ✓ 平均濾效: 600-800 L/m²-hr on average



ExtreMem, Inc. 提供

節水方式?



□ 案例分享

二. 案例簡介

1. 研磨廢水回收方式說明
2. UF+RO放流水
3. MBR+RO回收放流水

案例一 研磨廢水回收方法說明

低EC, 低COD, 高SS

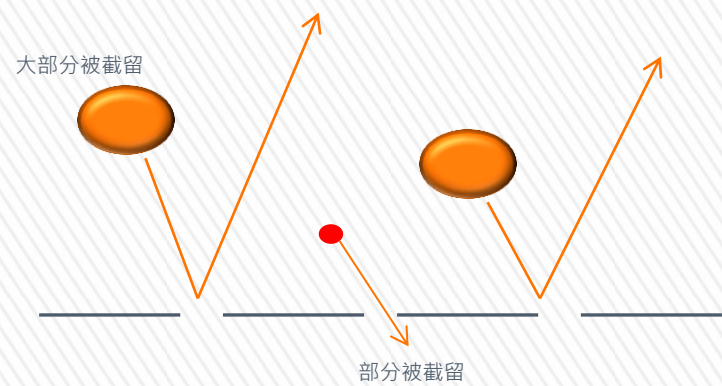


	薄膜	加強過濾	其它
設置成本	高	中	低
操作成本	高	中	低
水質優劣	高	中	低

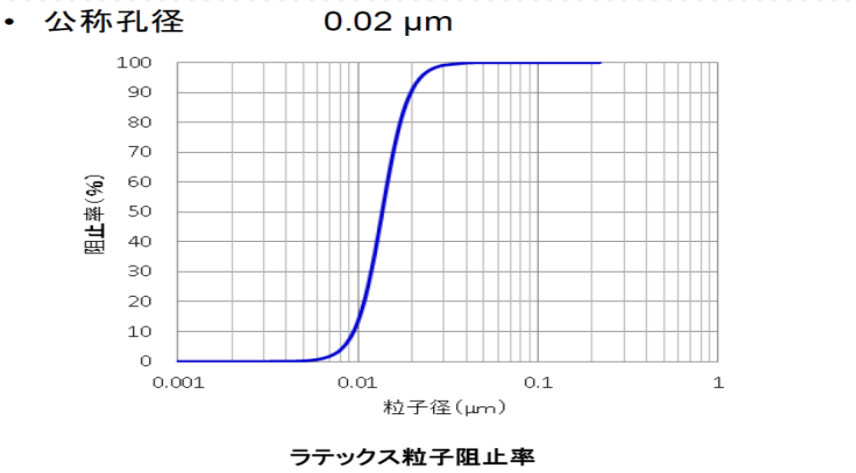
研磨廢水-薄膜回收

挑選適合孔徑的薄膜過濾

- 過濾水質佳
- 膜受顆粒影響, 使用年限較短



	化學研磨	晶背研磨	玻璃研磨
粒徑分佈	0.05~0.15	0.2~0.35	0.3~0.45



	SUEZ	MEMSTAR	Kuraray	X-FLOW	DOW
公稱孔徑	0.02 μm	0.1 μm	0.02 μm	0.02 μm	0.03 μm
操作型式	掃流式	掃流式	死壓式	皆可	皆可

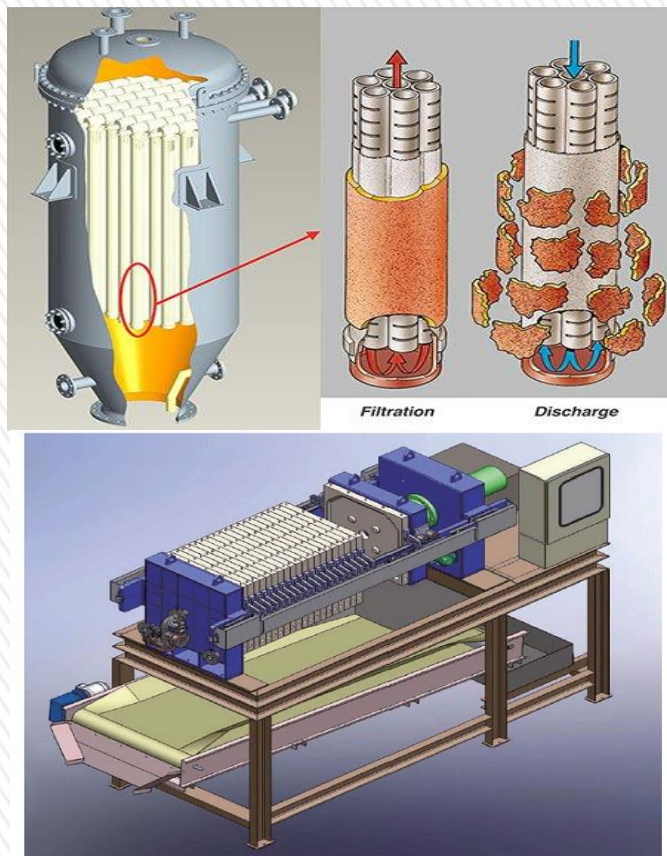


掃流式:連續產水, 膜表面損傷較大
死壓式:批次產水, 反洗頻率較高

研磨廢水-加強過濾回收

挑選適合過濾材及濾層

- 過濾水質約小於20NTU
- 產出污泥量較大
- 有機械損壞的風險



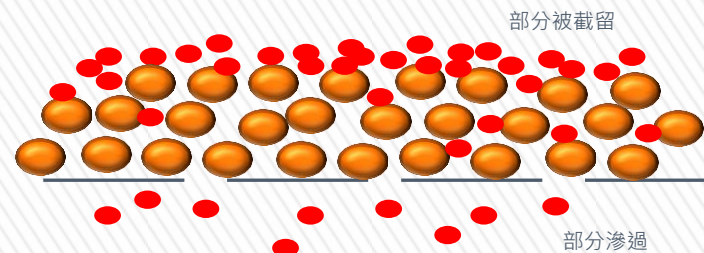
起始狀態



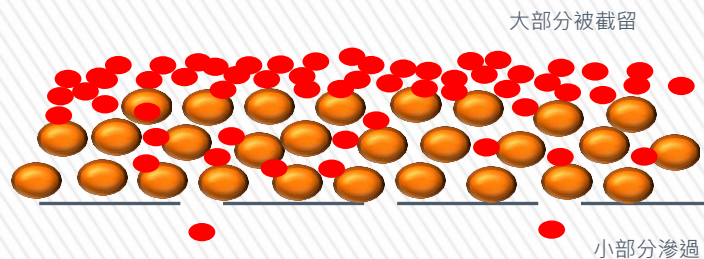
形成濾層
(原水或額外添加)



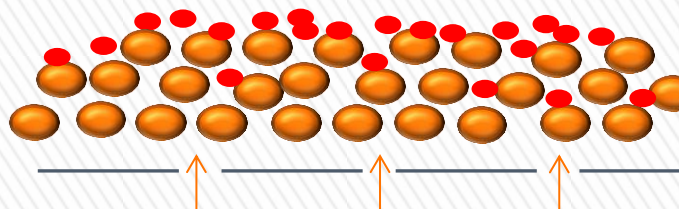
強化濾層



過濾產水



濾層脫除



研磨廢水其它方式回收

挑選適合混凝沉澱+砂濾

- 傳統化混(藥量大, 污泥多或電化混(污泥多), 產水水質較差($EC > 1.5\text{ms/cm}$)
- 其它混凝劑(藥劑費較高), 產水水質較膜法差($EC\ 200\sim600\text{us/cm}$)
- 少量添加混凝劑($EC\ 150\sim400\text{us/cm}$), 再精密過濾
- 出水使用於次級用水為主



照片取自於傑世環保



電子廠使用意願低, 一般會再接膜系統

研磨廢水其它方式回收

濾心選用: 50nm過濾精度的濾心

使用方式: 加入低劑量PAC後, 直接過濾



原水

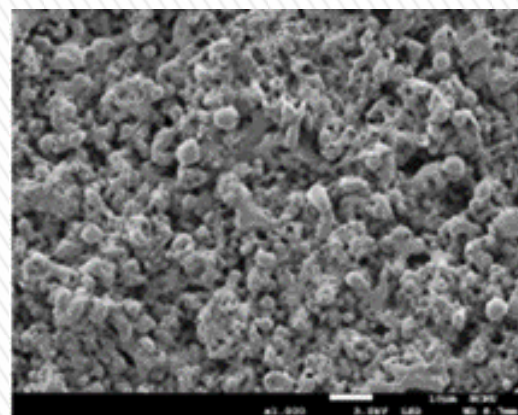
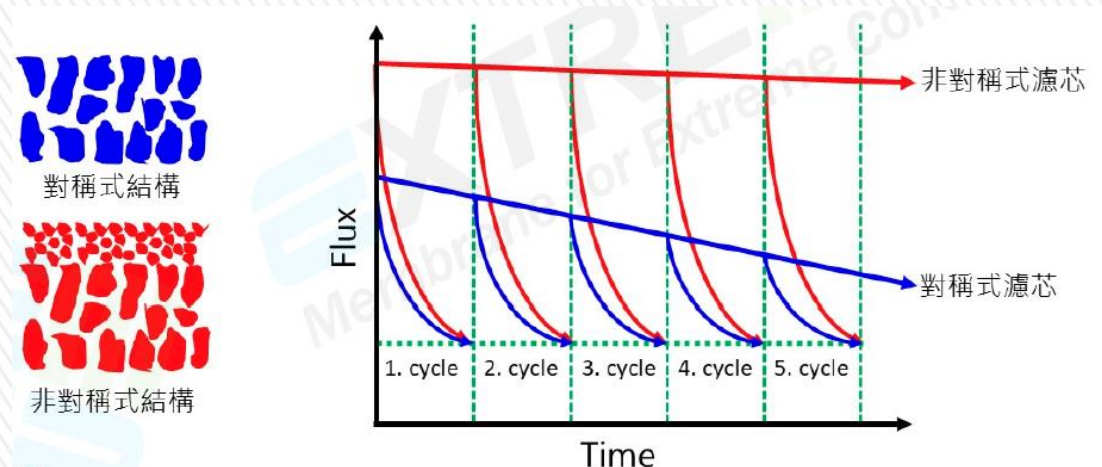
濾液



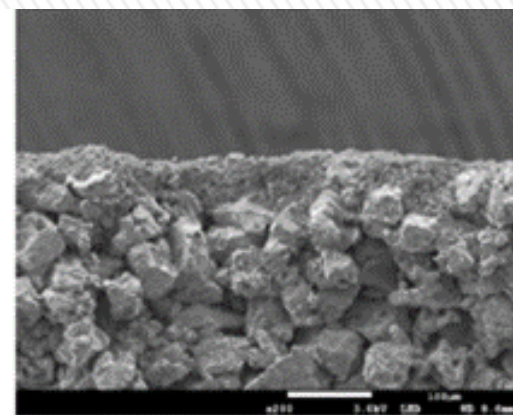
脫除



濾餅



Surface



Cross-Section

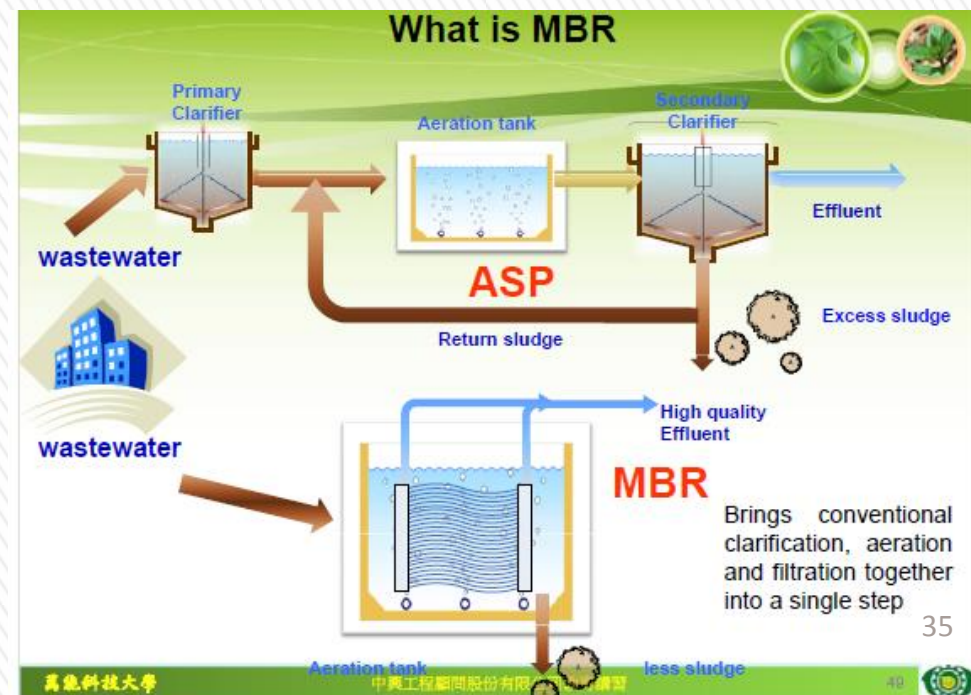
案例三 MBR+RO回收放流水

▶ SMBR被視為傳統活性污泥法替代方案之一

- ▶ 省去二次沉降槽之設置，大幅減少污泥濃縮池之容量
- ▶ 膜組件浸在曝氣槽中留住污泥，無需迴流污泥，可分開控制水力停留時間 (HRT) 與污泥齡 (SRT)，減少污泥產生量
- ▶ 操作之MLSS達8,000~12,000 mg/L，遠高於一般活性污泥設備之1,000~4,000 mg/L，可縮小反應槽體積及分解難分解之有機物
- ▶ 污染物經長時間滯留將獲得充分反應與降解，可充份去除氨氮
 - ▶ 出水NH₃可達1 mg/L以下，去除率達95~99%以上(視水質而異)
- ▶ 所獲水質已可作為RO之進流水
 - ▶ 出水SS為0，濁度為0.1~0.5 NTU，SDI = 2~5(視水質而異)
- ▶ 單位體積產水量耗能較EMBR(側流式)低
 - ▶ 加壓：SMBR < EMBR
 - ▶ 清洗：SMBR < EMBR
- ▶ EMBR膜材耗損較SMBR嚴重

針對MBR問題

建議要備載，萬一膜不能產水時，整系統需停機，無法排水



取自中興社及莊連春教授講義

MBR優勢

► 優先考慮MBR技術之廢水型式

- 廢水需採用生物處理技術，且有廢水回收之需求
- 含高鹽廢水，生物系統固液分離不易(需排除有結垢潛勢之情況)
- 微生物增殖率低之系統，Ex：氨氮硝化系統、厭氧甲烷化系統
- 需高內循環之生物系統，Ex：含生物可分解之有毒物質(醛類、酚類物質)
- 生物處理沉澱性不佳之廢水，Ex：膨化現象
- 難分解之有機物廢水，Ex：長鏈型有機物、顯影廢水、剝除廢水、苯化合物廢水...



針對水質

1. 難以用傳統生物處理分解有機物的水質
2. 空間不足, 以時間換空間的工廠



MBR優勢 (污泥減量效果)

- ▶ MBR污泥產生量可較活性污泥法減少約20% ~ 50%
 - ▶ 污泥停留時間長，有機化合物可被有效分解
 - ▶ 聯結污泥組成顆粒之胞外高分子(EPS)被充份消化，使活性污泥膠羽部份解體
 - ▶ 污泥停留時間長有利於原生與後生動物生長，可捕食膠羽中之細菌(細小微生物含量減少)

- ▶ 污泥產率 (經驗值，視廢水性質而異)

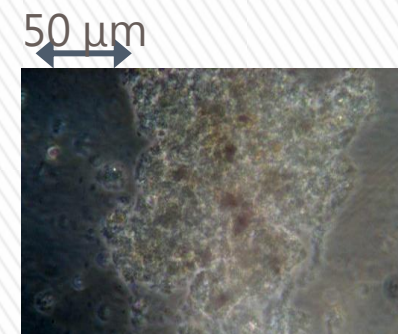
- ▶ MBR : 0.1 ~ 0.4 kg SS/kg BOD
- ▶ 活性污泥 : 0.3 ~ 0.8 kg SS/kg BOD

- ▶ 污泥整體脫水性可獲改善：

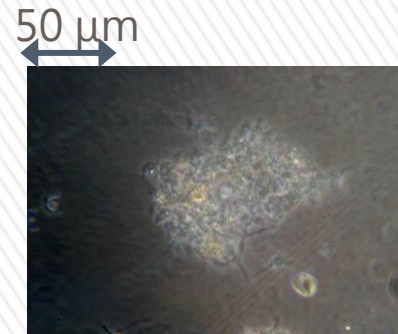
- ▶ 降低污泥膨化現象發生機率，但發泡問題可能會產生(生物性發泡)
- ▶ 解體污泥膠羽經重新絮凝 (re-flocculation) 後可形成較小且緻密的污泥膠羽，脫水性亦較佳
- ▶ 長時間停留後排出之污泥黏度較高，所需幫浦動力可能增加

- ▶ 脫水性指標：

- ▶ MBR排泥固體含量：0.8~1.5% $\approx$ 二沉池濃縮污泥
- ▶ 陽離子型高分子最適劑量：減少5 ~ 15%
- ▶ 未調理污泥過濾比阻：減少10 ~ 20%



原污泥膠羽



MBR污泥膠羽

EPS及結合水減少

針對污泥

1. 污泥產生量少
2. 脫水率佳(需選用螺旋式脫水機較妥)

謝 謝 聆 聽
敬 請 指 教