



ESG

環境

# 台積公司水資源管理實務

RESOURCE  
REGENERATION

ENERGY  
SAVING

WATER  
CONSERVATION

台灣積體電路製造股份有限公司  
陳勇龍 副處長  
趙樹華 副理

R e p o r t O u t l i n e

# 簡報大綱

- 台積電水資源管理現況
- 台積電製程廢水回收實務
- 台積電節水與資源化技術
- 結論與建議



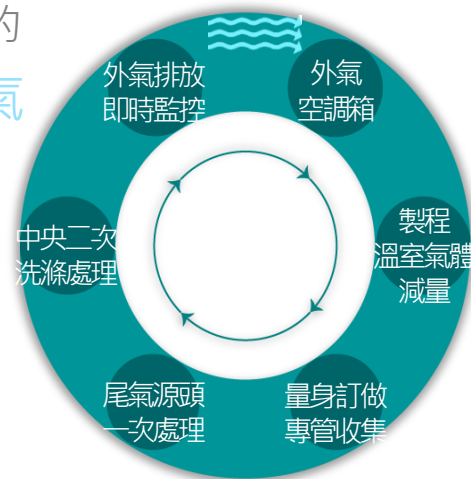
# 台積公司污染防制策略

## — 5R 環境保護準則

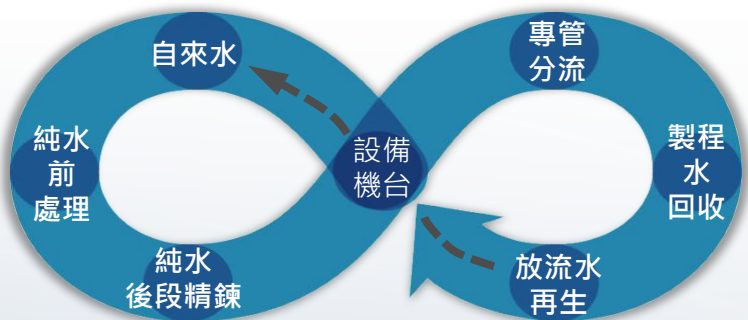
- Reduce：減少有害物質排放量與資源使用量
- Refuse：拒用無環保觀念之產品
- Recycle：資源再生後回收重複使用
- Reuse：資源重複再利用
- Repair：重視預防性維修保養延長使用週期



循環使用的  
潔淨空氣



水資源  
循環再使用



廢棄物再生  
資源化



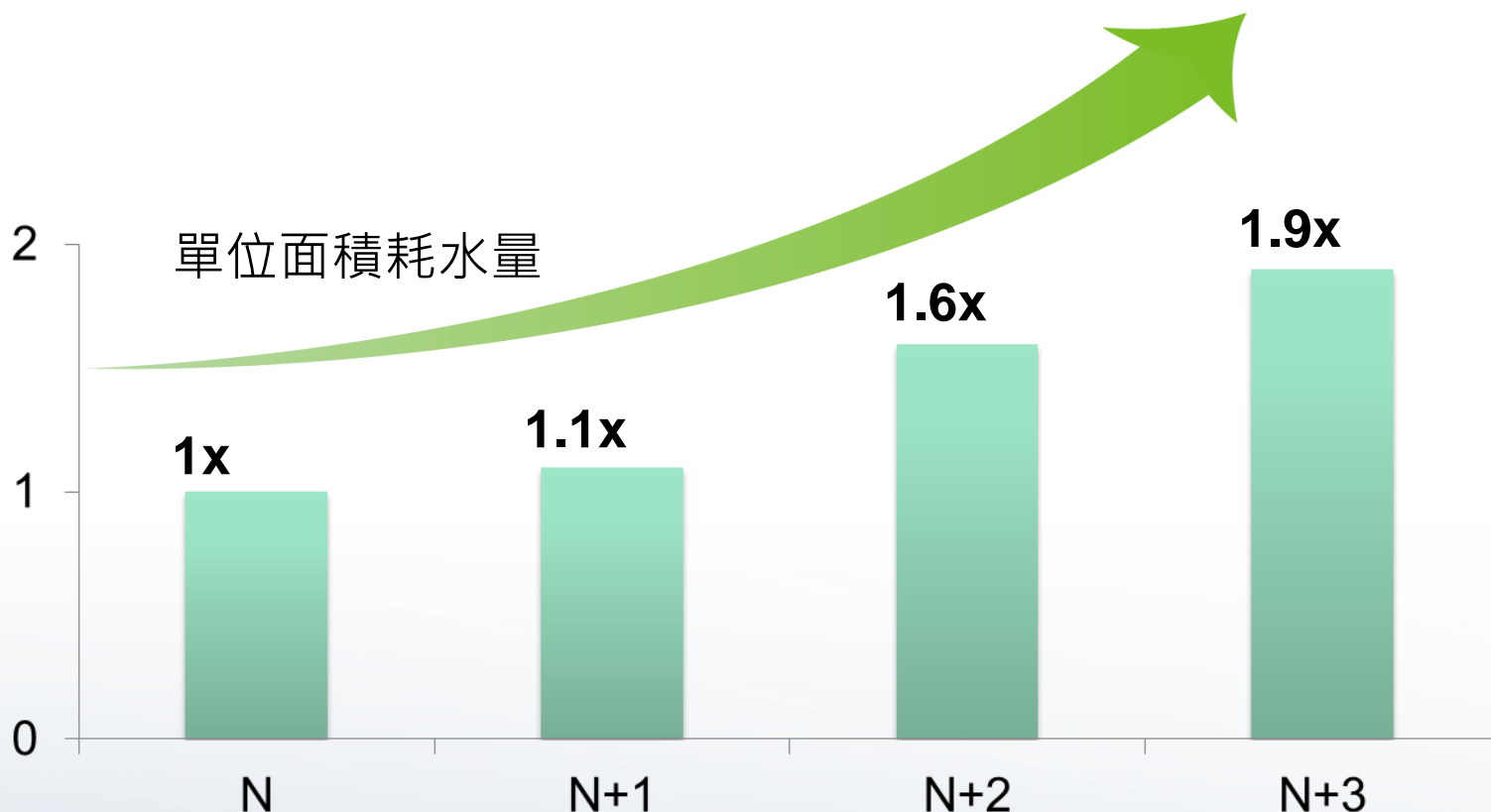
節能減碳與資源活化 訓練課程

TSMC Property



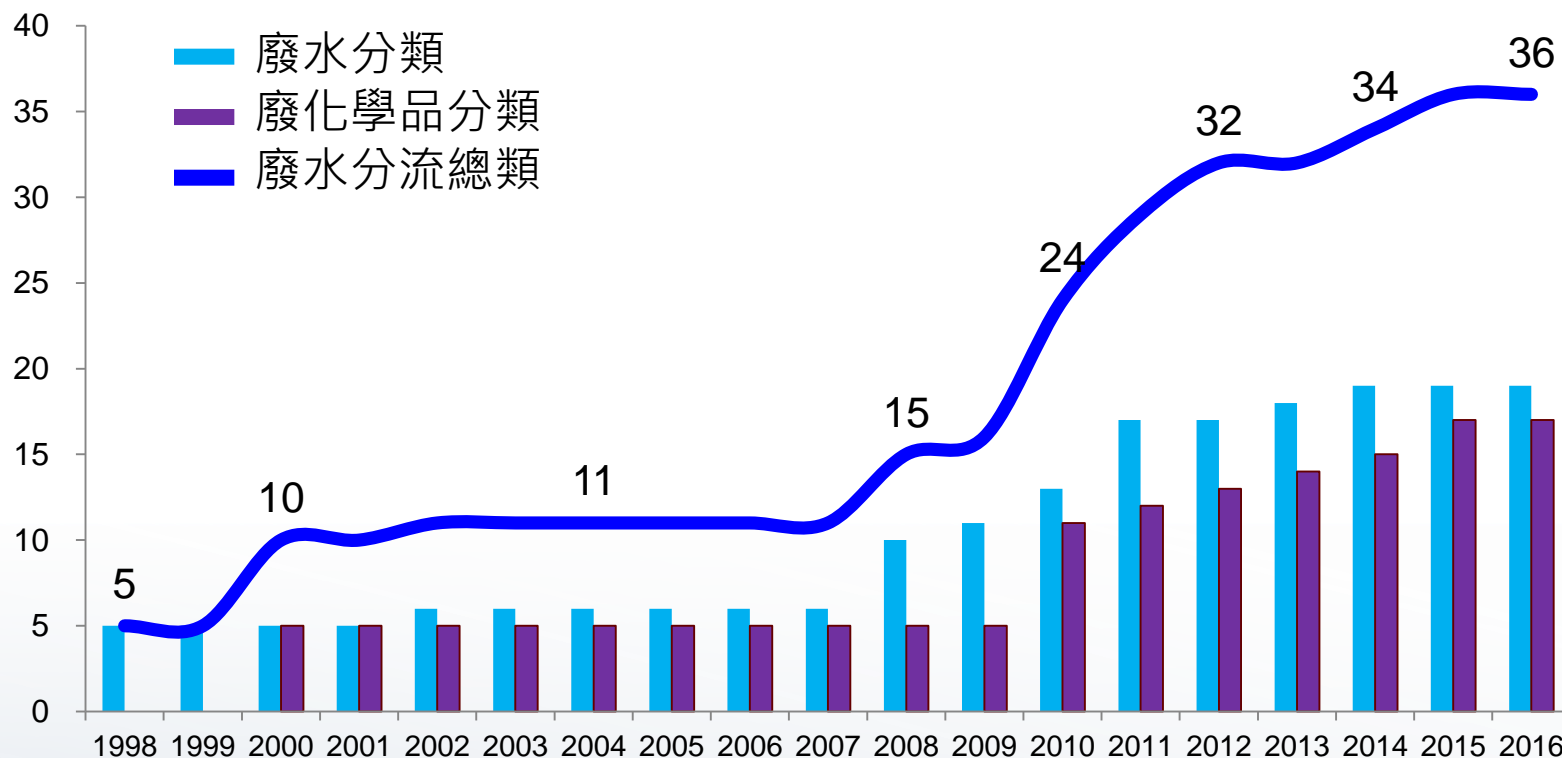
# 製程世代與單位用水量

- 單位用水量因先進製程的複雜度增加明顯隨之上升



# 製程廢水分流回收演進

— 依據先進製程的複雜度，製程廢水分流快速增加分流種類



備註: 以台積公司為例



# 半導體廠廢水處理演進

## 一 半導體廠廢水處理單元

### 基本處理

酸鹼中和  
 混凝沉降



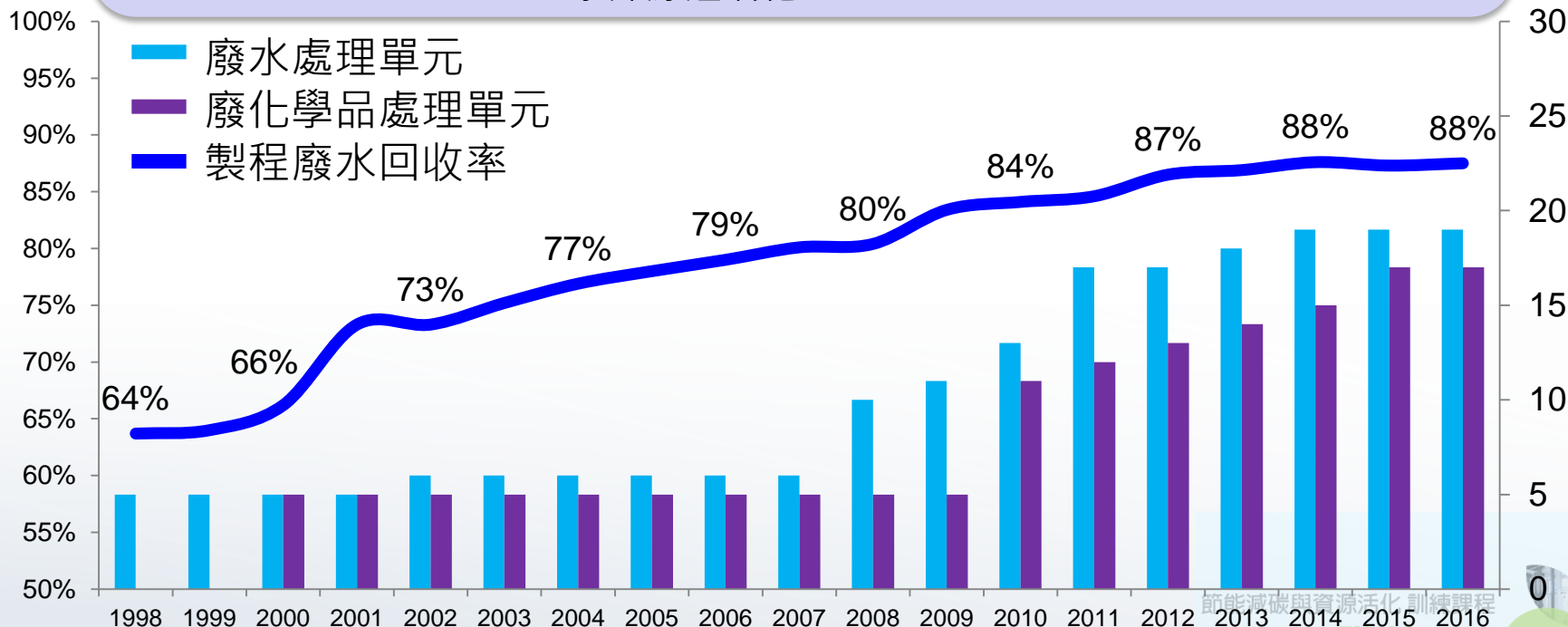
### 水回收

活性碳  
 離子交換樹脂  
 逆滲透技術  
 紫外線燈氧化



### 資源活化

薄膜技術  
 觸媒反應  
 電化學



備註: 以台積公司為例



# 廠內雙軌監控及完整備援

## 一 雙軌獨立監控 (兩個不同報告體系)

- 廠務值班台監控：業務單位中央值班台監控 (執行單位)。
- 工安環保緊急應變中心監控：廠內監督單位監控 (第二軌)。

## 一 完整的備援系統

- 設備備援: N+1設計，可提供24小時與365天的穩定運轉。
- 動力備援: 緊急發電機提供防制設施電力 (100%) 備援。



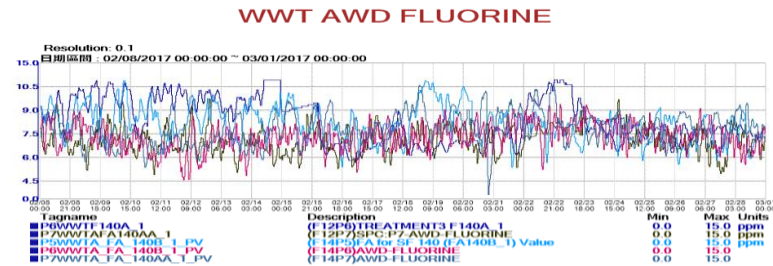


# 水資源管理監控

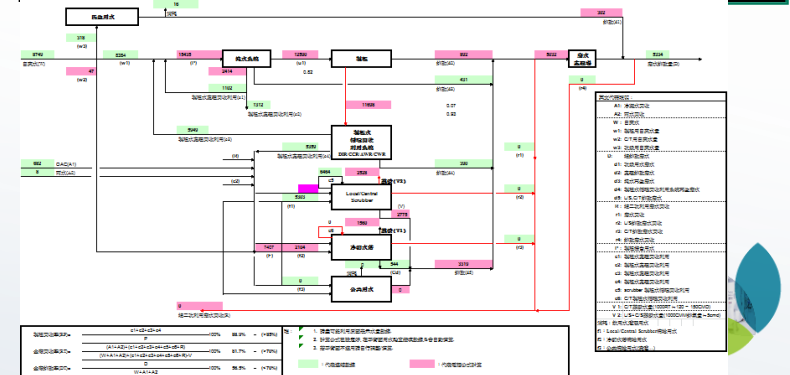
## 一 多元的系統整合策略

- 利用OneFAC系統之Water Map統合資訊  
監控目前水汙/廢棄物管控狀況與減量成效
  - ◆ 盒鬚圖呈現並比較各廠狀態與改善情形
  - ◆ FAC Time chart追蹤比較各廠讀值波動
- 即時監控水庫水情與目前節水成效
  - ◆ 以燈號呈現警戒狀態

水情匯報		各廠水量	水質						
水庫									
圖區	水庫	總蓄水量(萬噸)	目前水位(%)	去年同期水位(%)	目前蓄水量(萬噸)	水量上週變化(萬噸)	水量本週變化(萬噸)	動態預估供水天數(天)	
竹...	寶山寶二	3147	79.1	99.3	2490	-128	-101	100	
中...	鯉魚潭德基	26531	72.9	79.1	19343	-1142	-809	31	
南...	南化烏山頭...	62589	14.9	27.4	9301	-486	-1707	42	
類別		台中			Remark				
		F15P1/2	F15P3/4	F15P5	F15P6	總量			
W817節水概況		-6.5	5.4	-3.7	0.0	-2.6	節水率=[(當週平均進水量-基準月平均進水量)/基準月平均進水量](%)		
W818(動態七天)節水...		-8.2	3.4	-3.8	NA	-3.6	動態七天 節水率=[(今天以前七天平均進水量-基準月平均進水量)/基準月平均...		
水池液位		94.3	95.6	90.6	84.2				



Water Map								
水情匯報		各廠水量	水質		水情匯報			
水質資訊		NH3-N各週圖表			Cu離子各週圖表			
▼ 水質								
FAB	自來水			廢水				
	TOC (ppb)	導電度(us/cm)	pH	氫離子 (ppm)	NH3-N (mg/L)	Cu離子 (ppm)	濁度 (NTU)	SS(mg/L)
F12P1P2	6.6	313.0	6.2	8.3	18.6	0.1	NA	6.3
F12P3	3.2	279.3	6.7				NA	18.8
F12P4P5	11.2	266.2	6.5				2.5	NA
F12P6	18.0	302.1	6.5				NA	9.7





R e p o r t O u t l i n e

# 簡報大綱

- 台積電水資源管理現況
- 台積電製程廢水回收實務
- 台積電節水與資源化技術
- 結論與建議



# 廢水處理-廢水分類

## 一 廢水種類

- 台積製程廢水依化學品污染程度，將廢水水質分成4大類，多達36種分流管線設計，將廢水的水質單一化，一方面降低處理難度，另一方面也為了更有效率的回收水資源。

### 一般酸鹼廢水

- DIR: DI Water Reclaim
- DIR-O<sub>3</sub>: DI Water Ozone Reclaim
- AWD: Acid Wastewater Drain
- AWD-O<sub>3</sub>: AWD Containing Ozone
- CWD : Caustic Wastewater Drain
- CWD-O<sub>3</sub> : Caustic Wastewater Ozone Drain
- TMAH : AWD Containing TMAH

### 氫氟酸廢水

- HFD: Diluted HF Drain
- HFD-O<sub>3</sub>: Diluted HF Ozone Drain
- HFC: Concentrated HF Drain
- LSD: Local Scrubber Wastewater Drain
- NH<sub>4</sub>F: Ammonium Fluoride Wastewater Drain

### 有機廢水

- AOR/ AOR-I: Advanced Organic Wastewater Reclaim

### 研磨廢水

- CMP: CMP Wastewater Drain
- Cu CMP: Copper CMP Wastewater Drain
- ECP: Electrochemical Plating Wastewater Drain
- BG: Backside Grinding Wastewater Drain

### 機台廢液

- W-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (廠內回收)
- W-H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- W-CuSO<sub>4</sub> (液中求銅)
- W-NMP
- W-CLK888
- W-IPA 80%
- W-IPA 10%
- W-Thinner
- W-ACT690
- W-CLC32
- W-CLC32 J6
- W-CLC32 E1
- W-C30
- BDR-400
- W-M2
- W-M1

委外回收

委外處理



# 廢水處理-管路分流

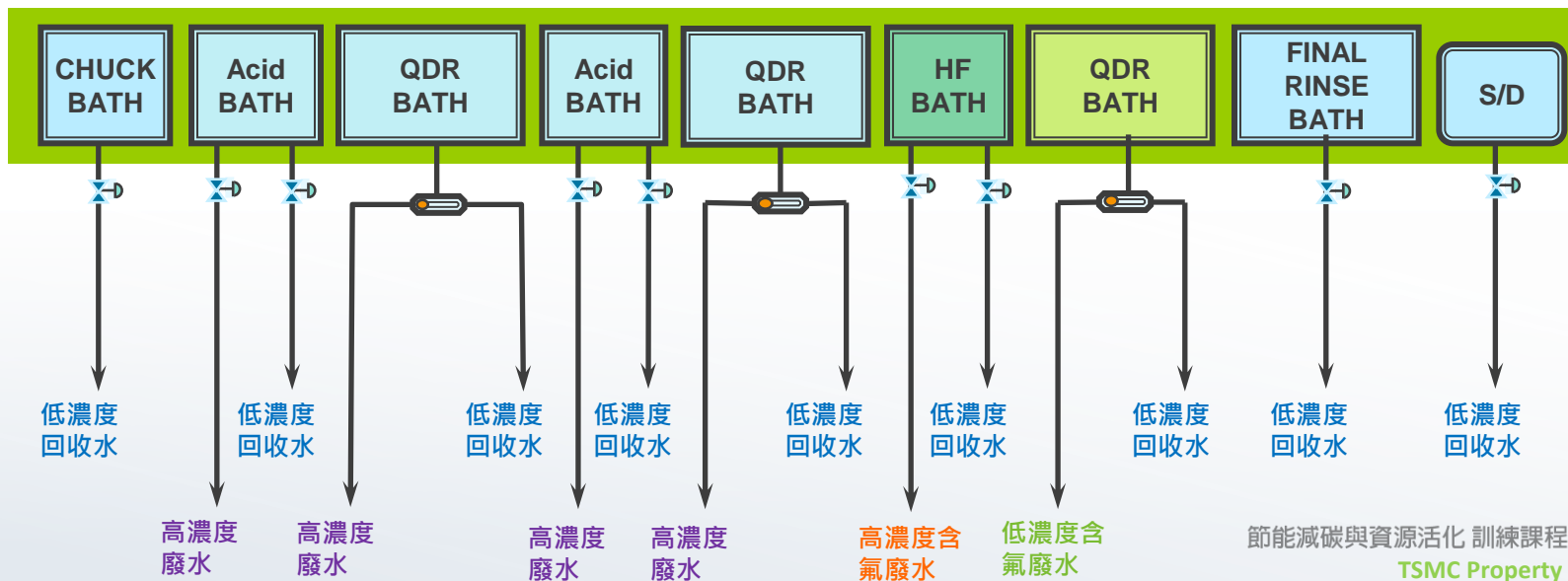
## 一 機台廢水分流

- 於建廠之初，依據廢水分流計畫，機台排水管路建置預留點，達到日後分類處理回收之目標。

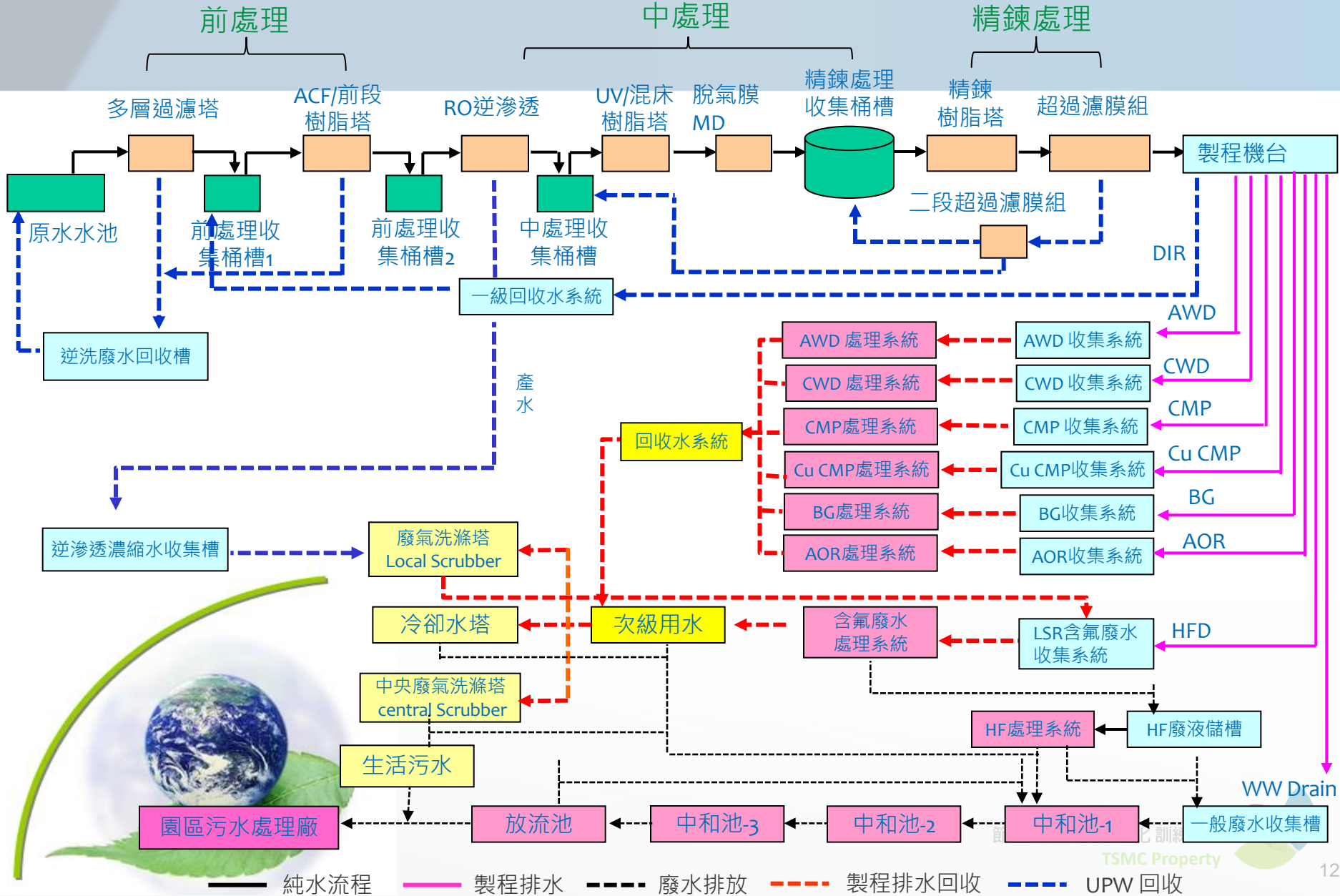


製程廢水分流收集管線

製程機台排水規劃



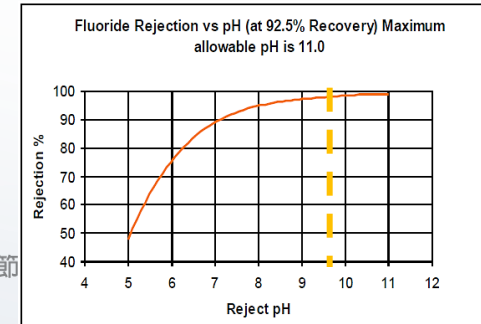
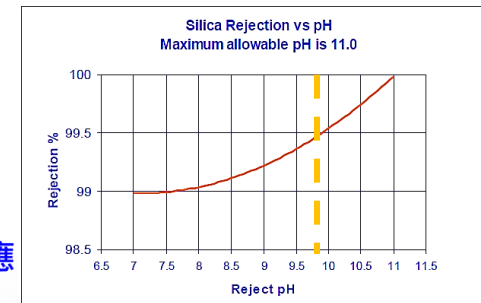
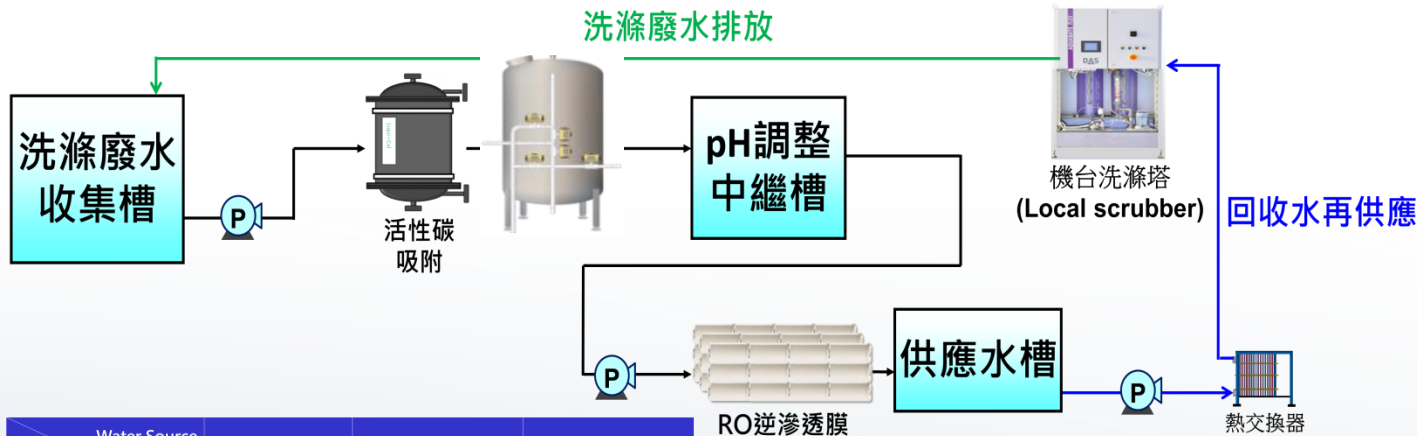
# 水處理系統流程圖 純水系統及回收系統流程圖



# LSR 回收處理系統

## 一 機台廢氣洗滌塔廢水回收系統

- 機台端尾氣處理設備排放水，經活性碳去除氧化性物質後，再經由RO逆滲透膜去除水中雜質，所得乾淨產水回送供應Local scrubber循環使用。
- 經由高效率逆滲透膜(High Efficiency Reverse Osmosis, HERO)，調整入口至高pH與適當壓力，於此環境下膜表面帶負電，會同為帶負電之粒子相斥以避免阻塞，並同步去除溶解性Silica與其餘雜質，延長RO使用週期與增加去除效能。



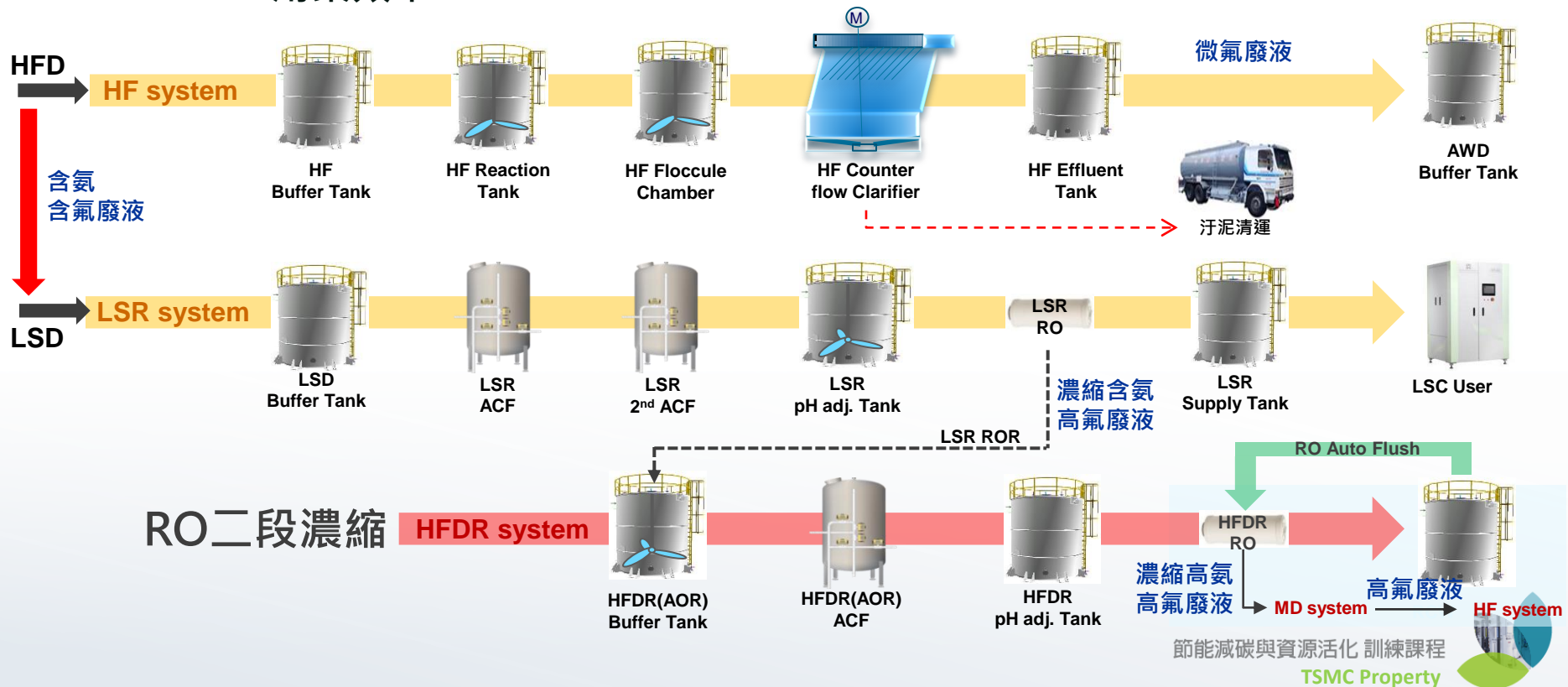
Water Source	Local Scrubber Raw Water	LSR Supply	City Water
Water Quality			
pH	4~7	9~10	6~7
Conductivity ( $\mu S/cm$ )	700	150	450

(NO.1)

# HFDR 回收處理系統

## 一 廢水資源化 – 含氮含氟廢水二段分離回收技術

- 高濃度(> 1%)含氟廢液委外處理，低濃度含氮含氟進入回收系統經RO二段濃縮回收並提濃氨氮，經由MD去除氨氮後至氫氟酸系統處理氟，提升用藥效率。

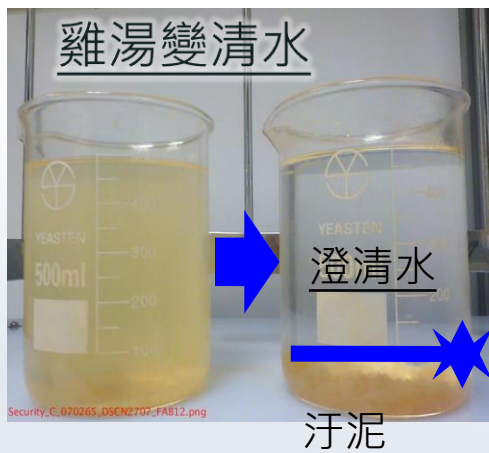


# CMP/Cu-CMP 前處理系統

## — CMP/CuCMP 製程(含銅)機械研磨廢水處理系統

- 將研磨廢水加入混凝/膠凝藥劑形成大顆粒物質，再利用沉降槽分離水與雜質，處理後之澄清水供給回收系統處理或二級用水使用。
- 取廢水原水進行瓶杯混凝沉降試驗，測試最佳藥劑加藥量，並於現場調整加藥機，依據藥劑濃度曲線作加藥量調整。

混凝成效



瓶杯試驗調藥

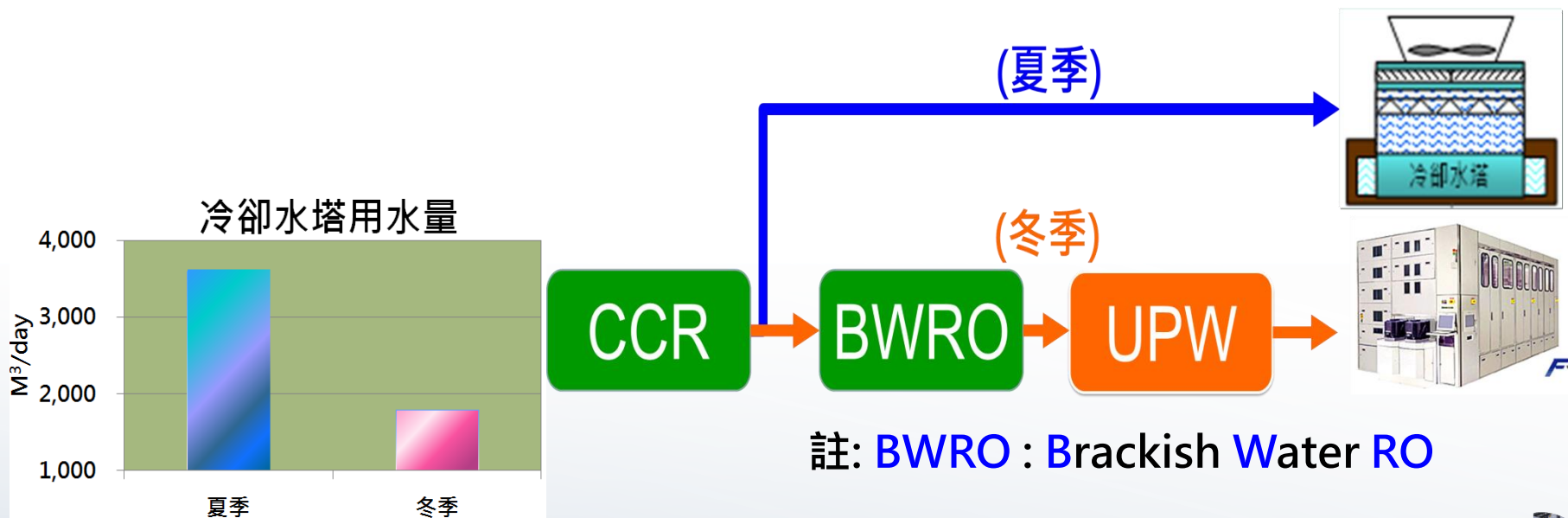




# CCR (Cu-CMP 回收)+ BWRO 系統

## — CCR/BWRO 含銅製程機械研磨廢水回收系統

- 將活性碳(去除顏色、餘氯)+離子交換樹脂(形成軟水)+RO(去除水中離子)。
- **CCR**產水可利用海淡廠所使用之**BWRO**技術，降低前段RO產水中會影響製程良率的總有機碳(**TOC**)，於冬季回收至純水(**UPW**)。



R e p o r t O u t l i n e

# 簡報大綱

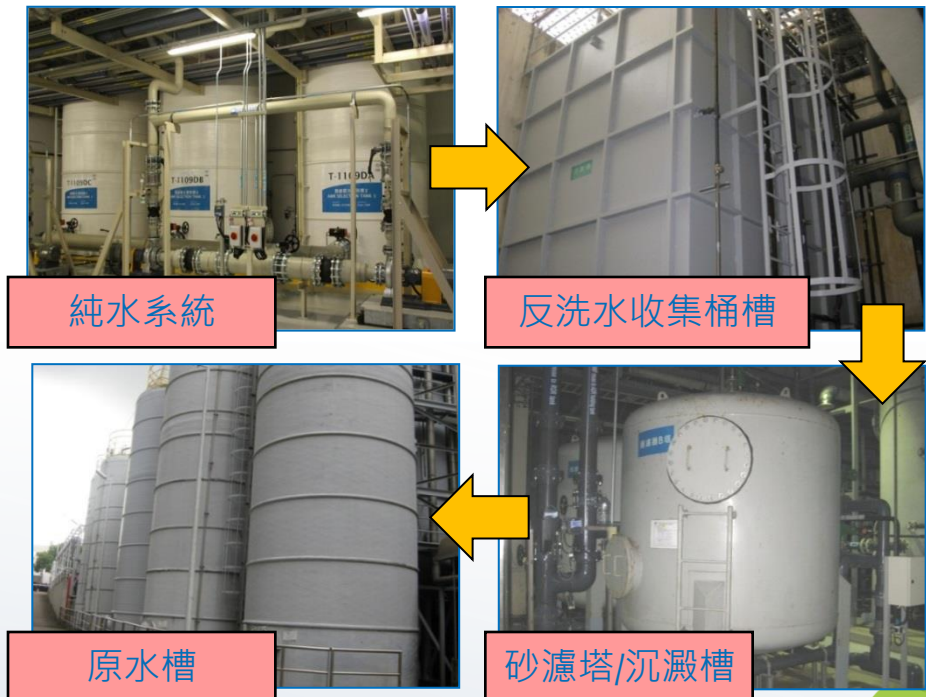
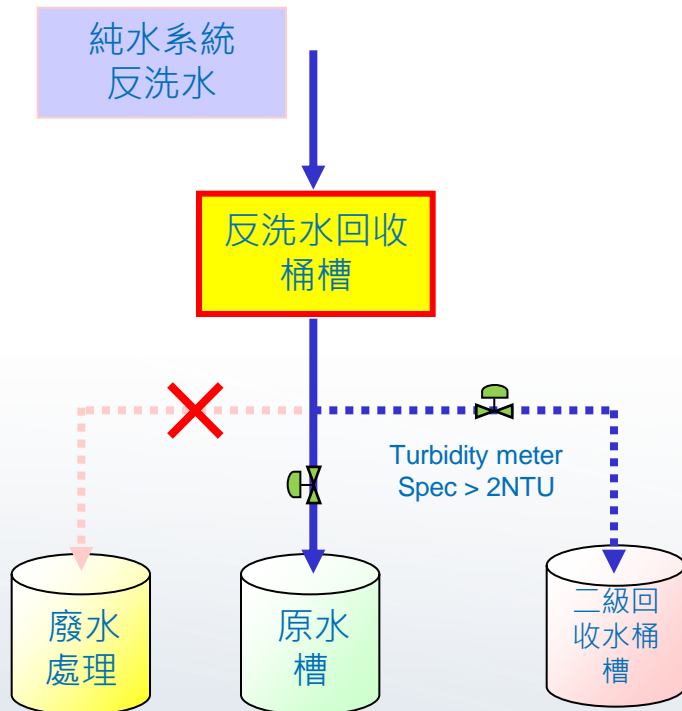
- 台積電水資源管理現況
- 台積電製程廢水回收實務
- **台積電節水與資源化技術**
- 結論與建議



# 純水節水技術

## 一 純水系統節水技術(多層砂過濾)

- 原先：純水系統的多層砂過濾，其反洗水源皆排放至廢水處理。
- 改善後：設置砂濾塔或沉澱槽進行處理後，再將其回收到前端的原水槽。
- 水質以濁度做為水質判斷，符合標準即進行回收。

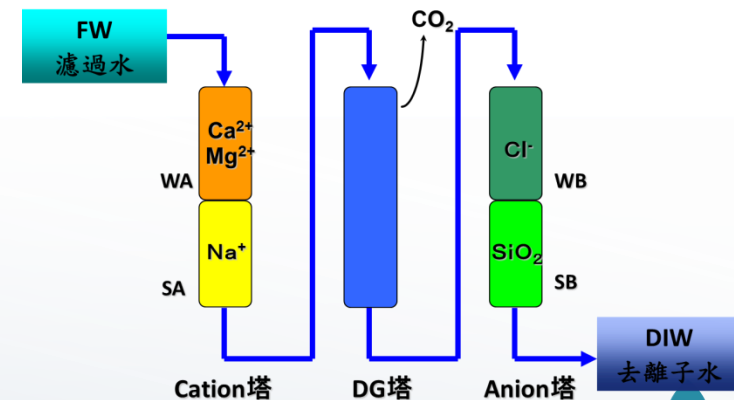
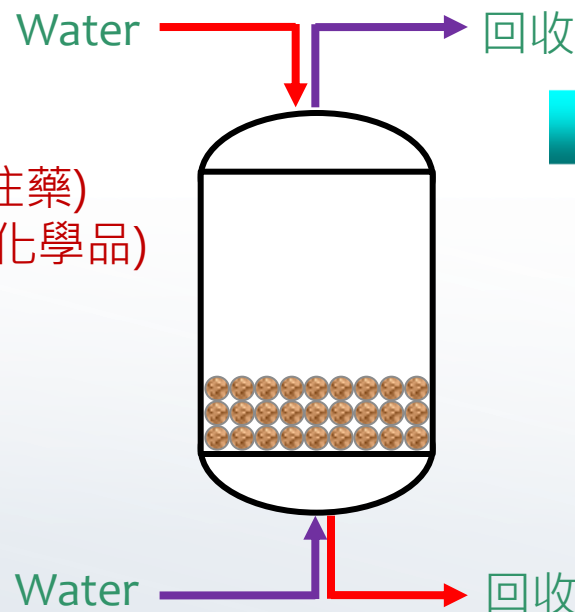


# 純水節水技術

## 一 純水系統節水技術(前段陰陽離子樹脂塔)

- 純水系統樹脂過濾床可分為陽離子, 陰離子及混床交換樹脂。
- 陰陽離子樹脂塔系統可回收步驟包含：反洗、清洗及品質控制等步驟，該水源水質良好，則將水源回收至原水收集桶槽再利用。
- 再生藥劑可進行分離，使用於廢水系統 (ex. 取代  $\text{CaCl}_2$ )

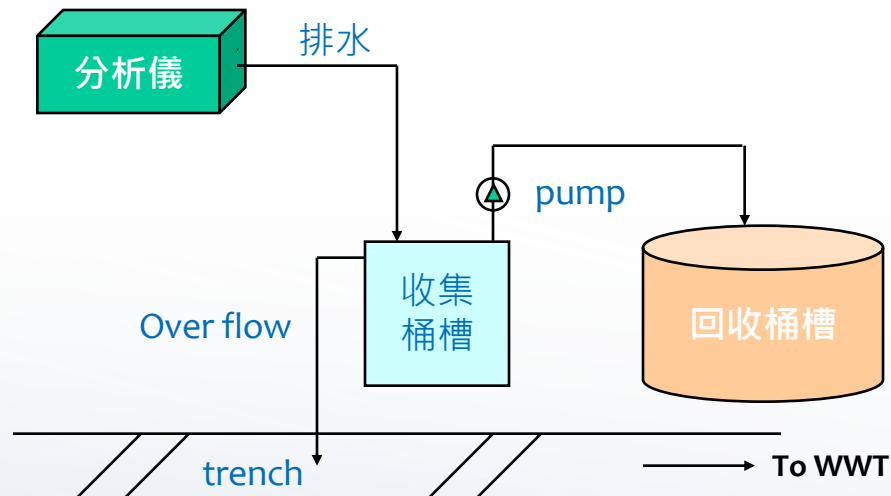
1. Backwash (反洗)
2. Aspiration HCl / NaOH (注藥)
3. Displacement (清洗/回補化學品)
4. Rinse (清洗)
5. Regeneration Control (品質控制)



# 純水節水技術

## 一 分析儀排水回收

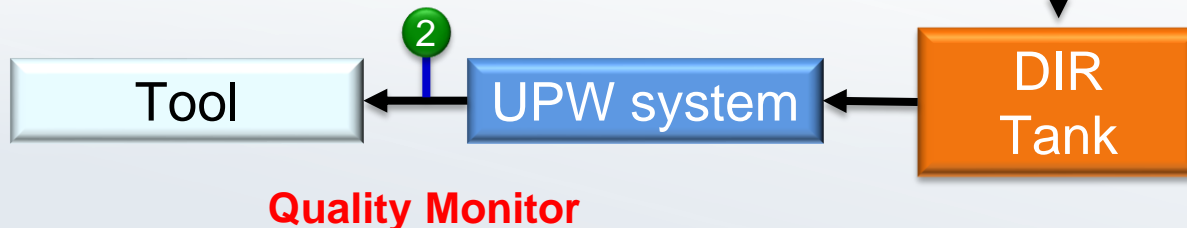
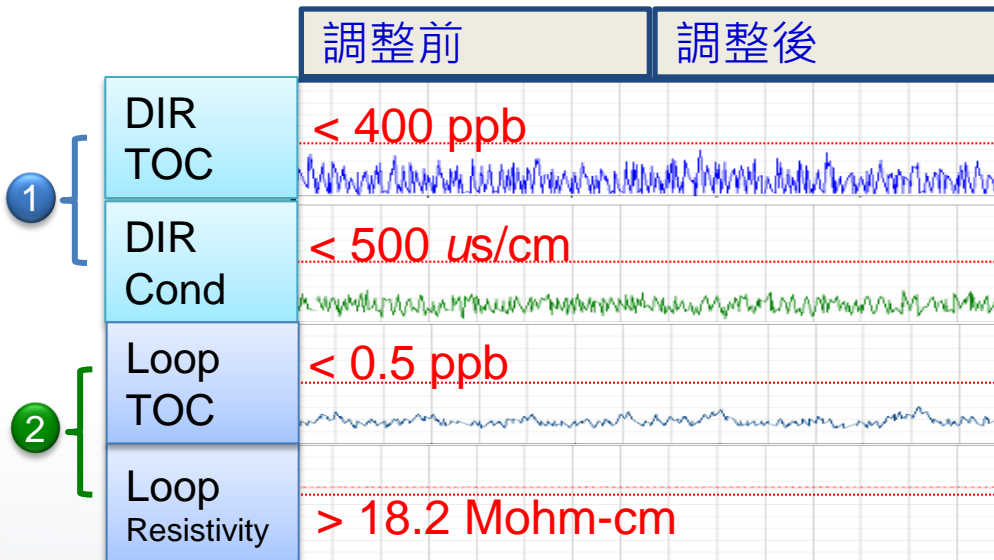
- 檢測水質分析儀器，進行排水採樣分析，以TOC及導電度做為水質判斷
  - ◆ 建議回收：pH、導電度計、濁度計、餘氯計(未使用藥劑)、溶氧分析儀、水阻計、TOC分析儀(未使用藥劑)、Particle分析儀等等。
  - ◆ 不建議回收：SiO<sub>2</sub>分析儀、TOC分析儀(使用藥劑)。



# 機台端節水措施

## 機台 DI 排水回收

- 110秒調整為 90秒。
- DIR 增加80 CMD 且自來水減少 80 CMD (1.2%)。



Quality Monitor

1

Conductivity

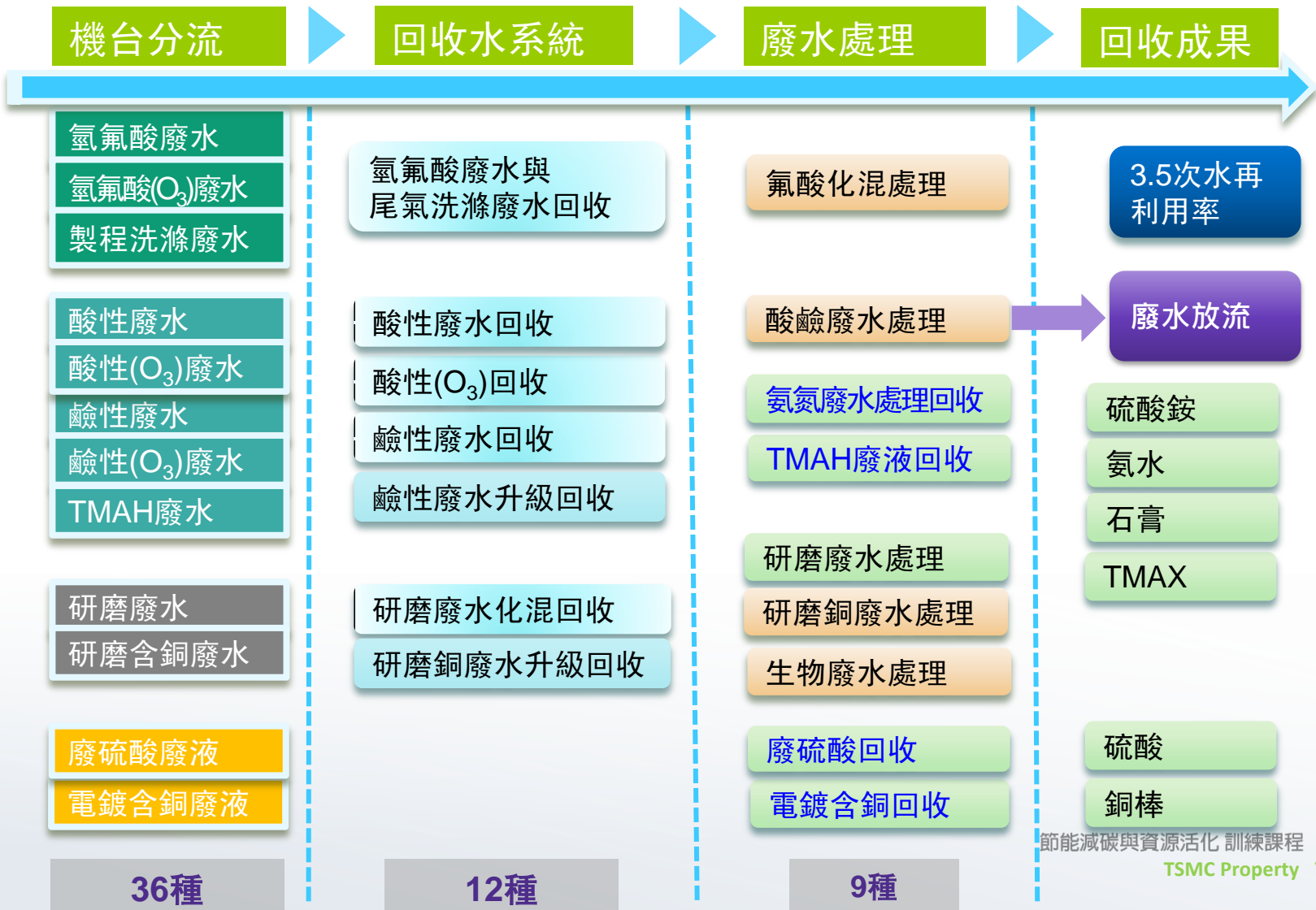


TOC





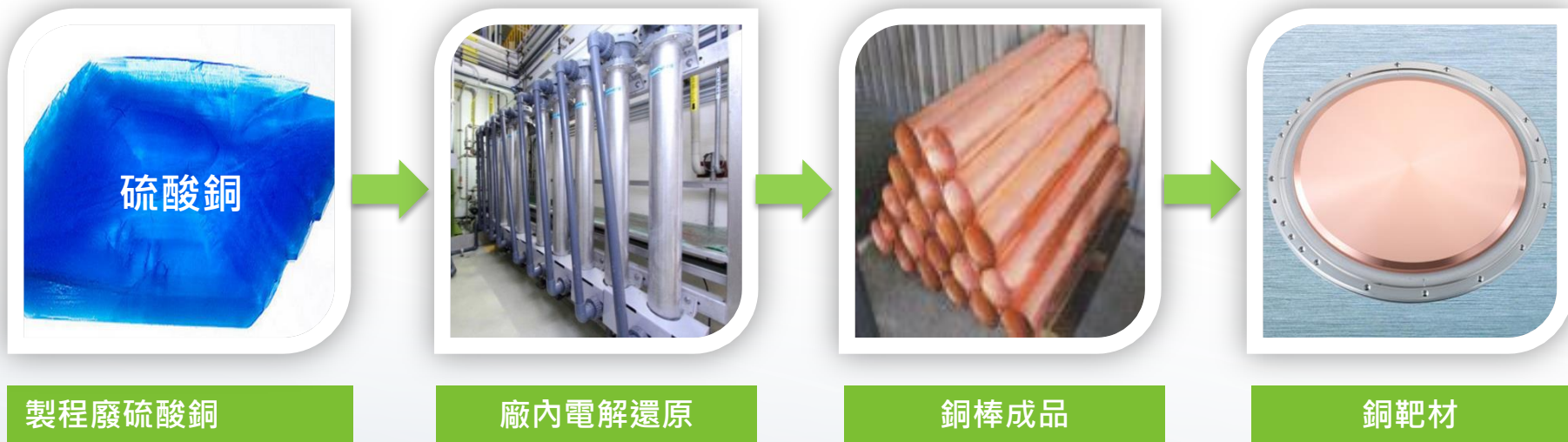
# 廢水分類與回收處理概念





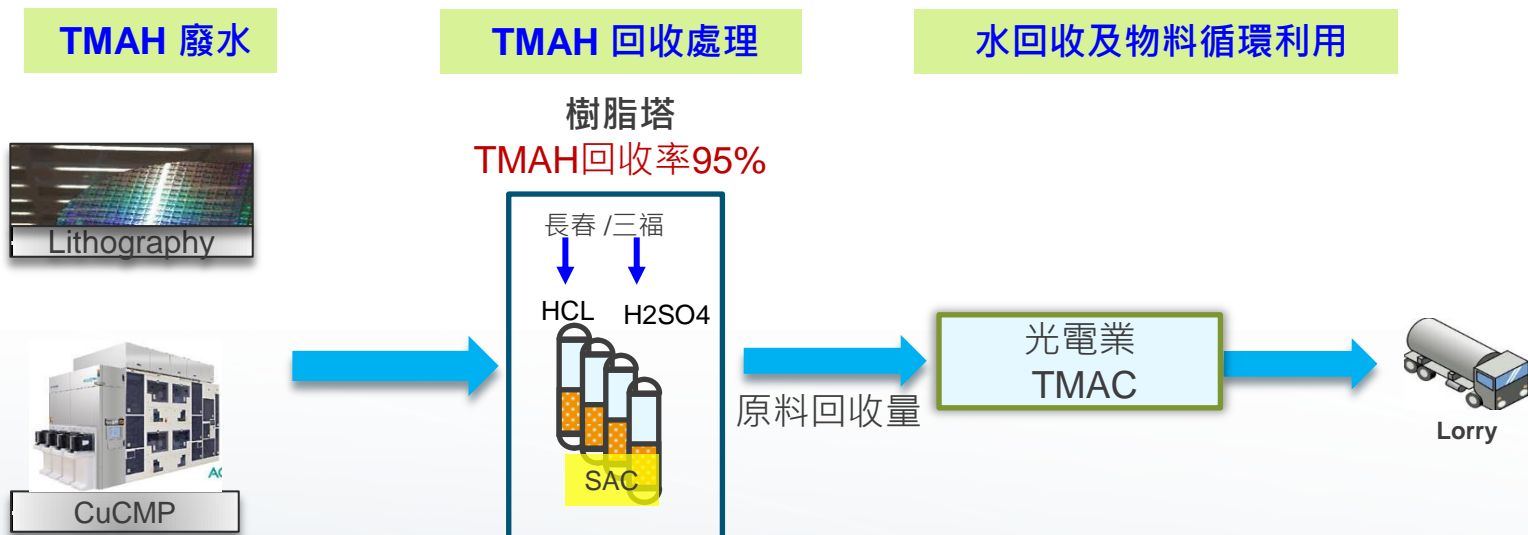
# 循環經濟 2.0 – 廢棄物增值再利用

- 建立廠內處理單元，增值活化可用資源：
  - 建置電鍍系統，將廢硫酸銅取得純銅，2017年產出35噸
  - 廠內精煉，後續廢水至廢水廠再處理，避免不當棄置之風險
  - 已將高純度銅棒轉化成「銅靶材」，竹、中、南科正進行線上驗證



# 循環經濟 2.0 – 廢棄物增值再利用

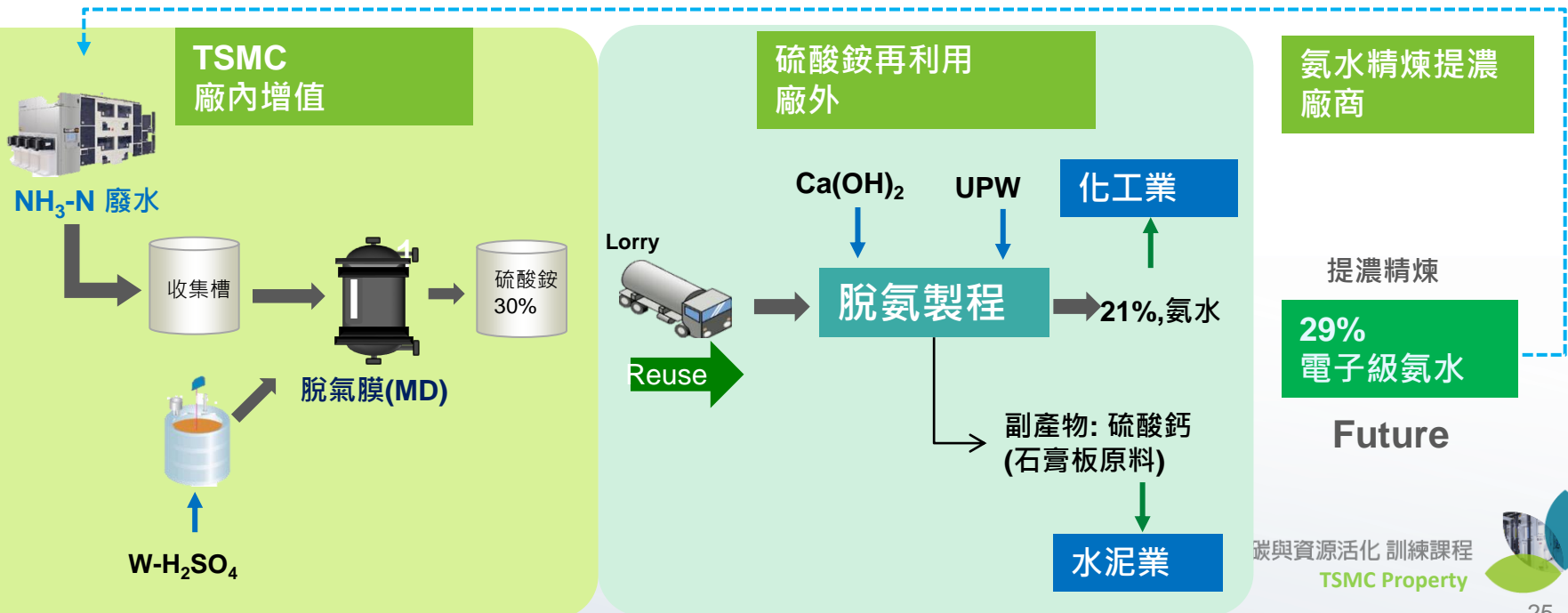
- 顯影液(TMAH, 氫氧化四甲基銨)回收處理
  - 專管回收, 利用樹脂離子交換單元吸附後, 提煉TMAC作為光電業再利用



# 循環經濟 2.0 – 廢棄物增值再利用

## 一 氨氮廢水及硫酸銨回收處理

- 首創薄膜硫酸銨法，藉由回收硫酸吸收廢水中氨氮後；製成30%硫酸銨，再轉製成工業氨水或工業硫酸銨粉末，循環再利用
- 硫酸銨資源化，朝向電子級氨水邁進

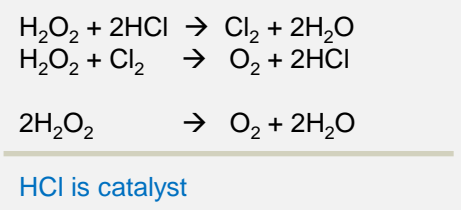
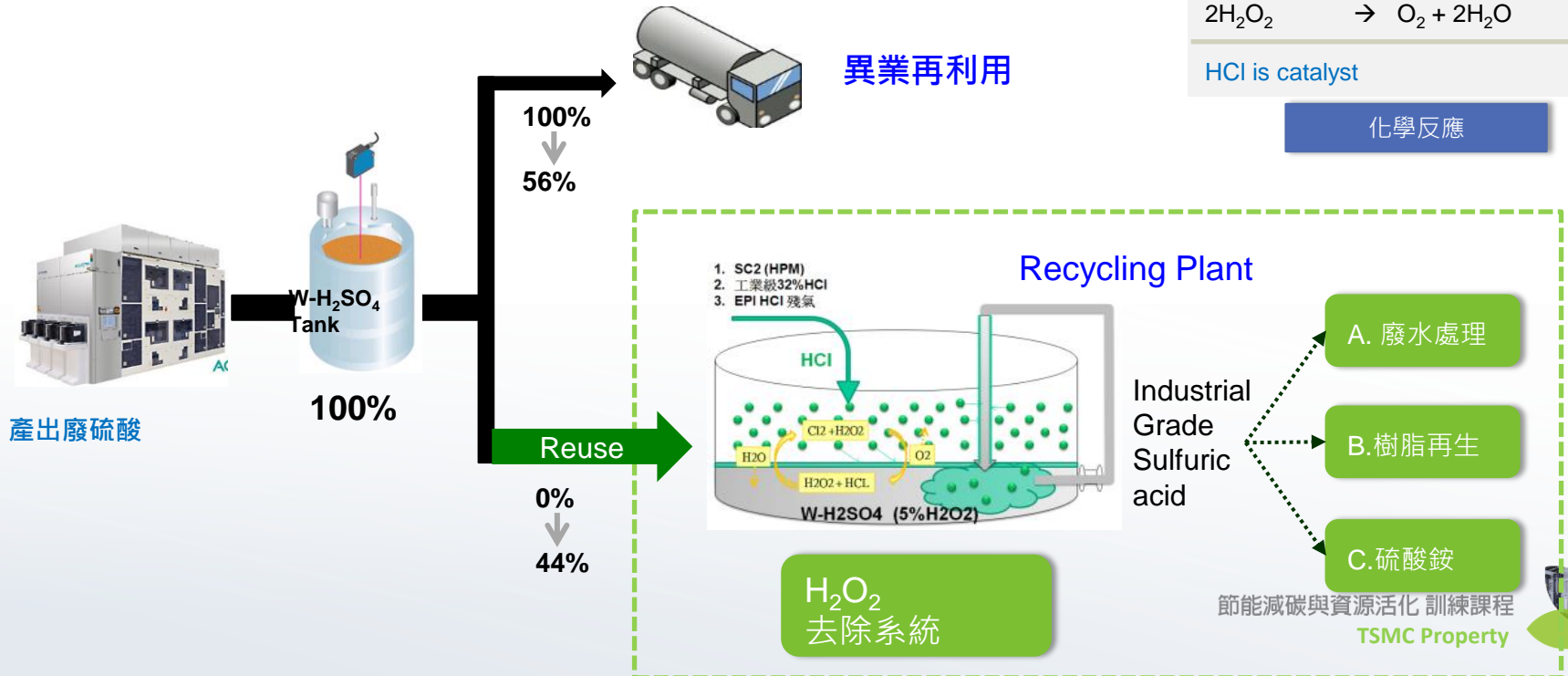


# 循環經濟 2.0 – 廢棄物增值再利用

## 廢硫酸回收處理

- 廢硫酸 + HCl = 工業級硫酸
- (廢硫酸 - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) + 酸鹼中和/樹脂再生/氨氮系統 = 硫酸銨

## 處理流程



# 結語

- 單位用水量因先進製程的複雜度增加而隨之上升, 4 個世代用水量增加為 2 倍
- 分流為廢水處理的基礎, 台積公司依廢水種類建置 36 種分流系統, 有效轉化廢水, 同時將製程回收率由 1998 年 64% 提升至 2016 年 88%.
- 廢水處理的演進依序為廢水處理/水回收/資源化等進程, 目前已建置完成硫酸銨/顯影液等資源回收系統, 未來將提升產品品質, 並擴大應用層面





*Thank you for  
your attention*

