



水回收與管理

蔡人傑 博士

111年12月5日

個人簡歷

經歷：

- 行政院環保署 水污染防治費率審議委員 (2021.01 ~ 迄今)
- 經濟部水利署 節水績優單位評審委員 (2020.06 ~ 迄今)
- 經濟部水利署 用水計畫書審查委員 (2019.03 ~ 迄今)
- 台灣水務產業發展協會 候補理事 (2019.12 ~ 迄今)
- 新竹科學園區 節水技術輔導委員 (2016.05 ~ 迄今)
- 元培醫事科大 環衛系兼任助理教授 (2016.02 ~ 2021.06)
- 甲級廢棄物處理技術人員訓練課程講座(2011.07 ~ 2012.06)
- 財團法人環境與發展基金會 研究員、經理、技術總監、協理、資深經理 (2010.07 ~ 迄今)

專長：廢污水處理、水資源回收再利用、溫室氣體減量、生質能技術、
廢棄物能資源回收再利用

E-mail : vincent@edf.org.tw



簡報大綱

- 01 前言
- 02 水資源管理系統
- 03 節水潛力評估與再生水推廣
- 04 結語

PART 01

前言

氣候變遷 缺水風險提升

2022全球風險報告

“Identify the most severe risks on a global scale over the next 10 years”

■ Economic ■ Environmental ■ Geopolitical ■ Societal ■ Technological

1st Climate action failure

2nd Extreme weather

3rd Biodiversity loss

4th Social cohesion erosion

5th Livelihood crises

6th Infectious diseases

7th Human environmental damage

8th Natural resource crises

9th Debt crises

10th Goeconomic confrontation

- 環境問題是未來10年所面臨最主要的風險。
- 極端氣候、氣候行動失敗是最主要風險來源。
- Natural resource crises 蟬聯全球重大風險之一，也是未來10年最重大風險

國內缺水已成常態

2021年臺灣旱災缺水危機

主因：

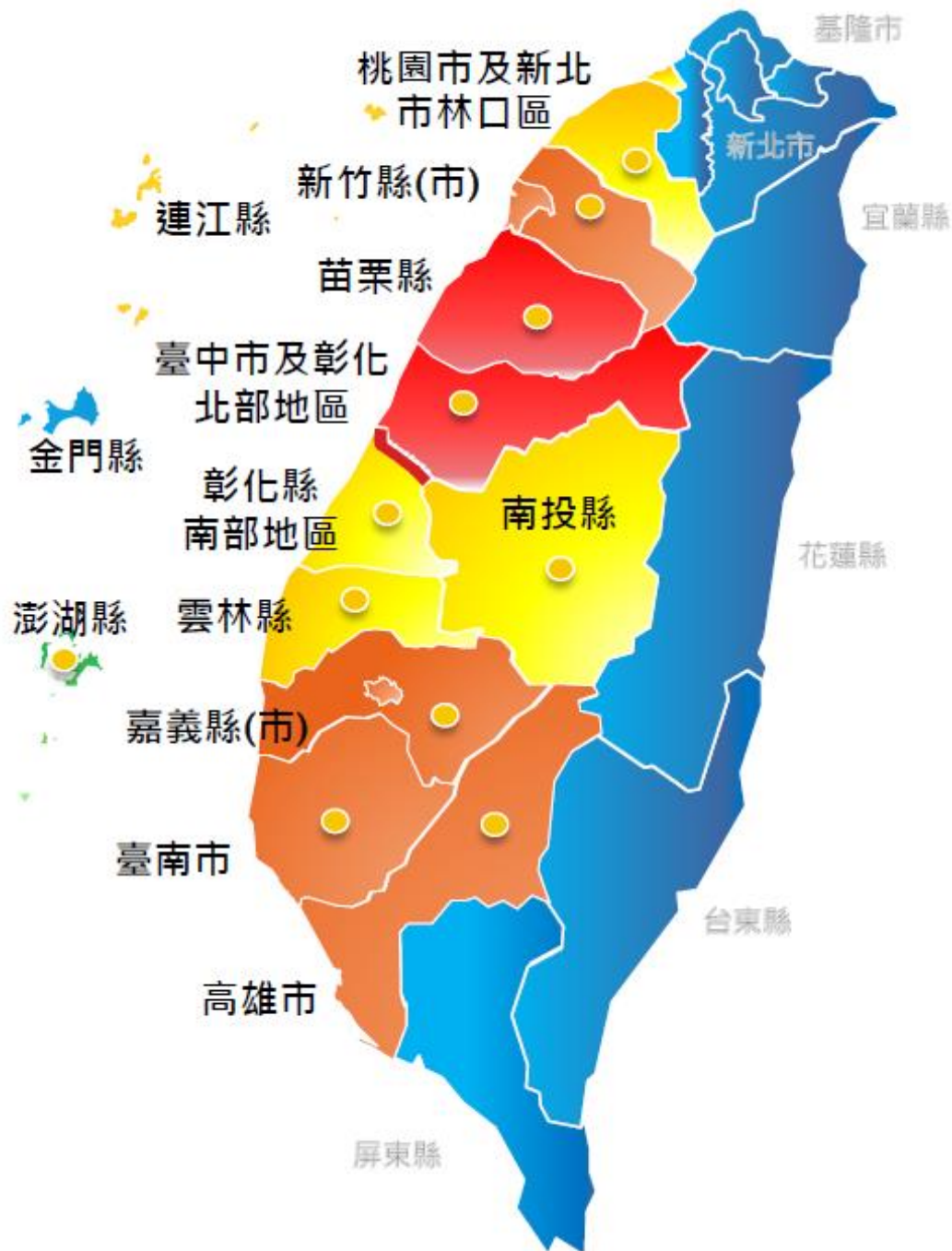
- 2020年颱風季**沒有颱風登陸或接近**。
- **反聖嬰現象**等因素影響，2021年**春雨**為有正式紀錄以來的最低值。
- 5月太平洋高壓異常增強西伸、梅雨鋒面偏北發展，導致高溫少雨，影響台灣**梅雨遲到也偏少**。
- 旱象於**5月底~6月底**連續幾波梅雨鋒面、陣雨、西南氣流帶來明顯降雨而緩解。

🔴 **紅燈分區供水:** (苗中自4月6日起)
苗栗、臺中(含北彰化)

🟡 **橙燈減量供水:** (高雄自4月1日起)
新竹、嘉義、臺南、**高雄**

🟠 **黃燈減壓供水:** (連江自4月1日起)
桃園、彰化、雲林、南投、**連江**

🟢 **綠燈水情提醒:**
澎湖



缺水對產業的影響

54萬噸：新竹地區每日用水量(含竹科每日15萬噸)

自來水水源

每日最高供給**66萬噸**
(已針對工業大戶減量供水)

- 28萬噸：新竹寶山、寶二水庫
- 20萬噸：石門水庫支應新竹用水(註)
- 10萬噸：新竹頭前溪
- 8萬噸：苗栗永和山水庫

其他水源

每日供給**4.265萬噸**
(5月底前)

- 1.35萬噸：抗旱水井5月底達24口
- 1.3萬噸：新竹緊急海淡設備
- 1.3萬噸：新竹共3座水資源中心放流水
- 3000噸：2座竹科園區再生水廠
- 150噸：14處建築工地地下水

園區廠商若減供水30% 產能損失將逾5成

新竹科學園區關係全台產業命脈，經濟部過去資料指出，若科學園區廠商減少供水30%（相當於供五天、停兩天），產能損失將逾五成。

經濟日報-2015年3月19日

2021年2月桃竹幹管完工通水(管線全長26公里)，每天送**20.8萬噸**水至新竹。

一條水管 救世界

前瞻建設 - 桃竹幹管

- ▶ 竹科生產的晶片跟科技產品支撐全世界
- ▶ 過年趕工提早完工，已供水1757萬噸(新竹寶一寶二水庫只剩約213萬噸)



如果沒有桃竹幹管 科技產業會受重創

經濟部

因應對策-產業穩定供水策略行動方案

產業穩定供水策略

增加供水能力

再生水、人工湖
水庫

板新供水改善計畫
桃園支援新竹幹管
曾文南化聯通管

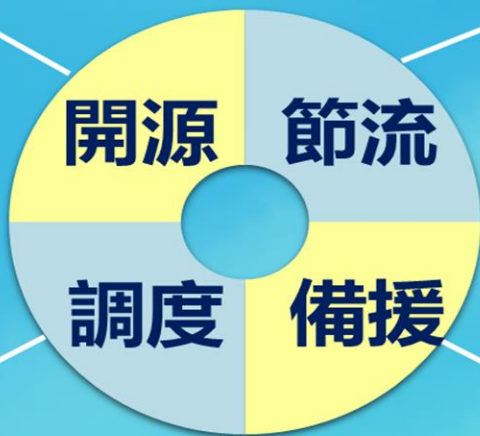
增加支援能力

提高用水效率

自來水降低漏水率
提升農業用水效率
工業用水循環利用

伏流水
防災備援水井

降低缺水風險



新興
水源

再生水

海淡水

伏流水

雨水貯留

備註：區域調度及防災備援水井作為未來氣候變遷調適，效益未納入計算。



打造良好的產業投資環境

政策工具-開徵耗水費

收費對象 ②③

- 同一用水地點，枯水期(1~4月、11、12月)單月總用水量(含地面水、地下水) **超過 9,000 m³**

抵減原則 ⑥

- 使用再生水、海淡水
- 水資源開發或節水設備投資
- 水污費

(最高**60%**)

- 申報期間: 每年**1月~5月底**
- 申報網站: **耗水費徵收作業系統登錄證明文件**

證明文件:

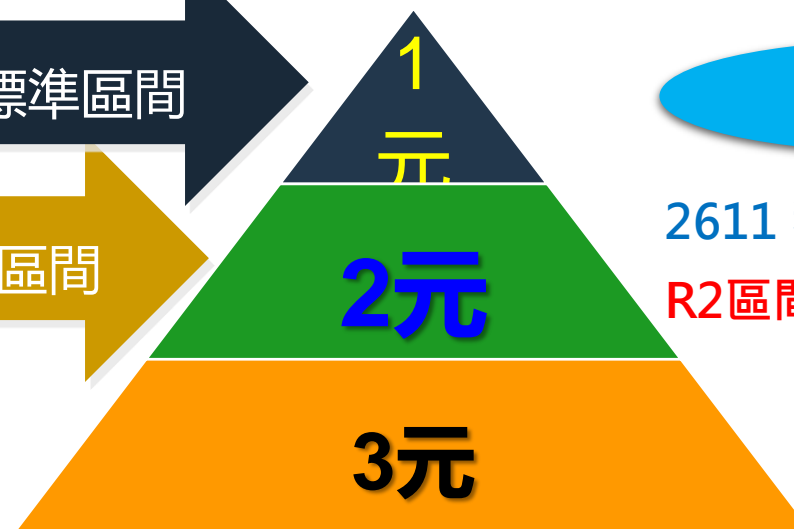
- 1.再生水或海淡水供水者提供用水量證明文件。
- 2.經濟部水資源開發及投資節水設備抵減證明。
- 3.計徵年度水污染防治費繳費證明。

計徵費率 ③

- 原則費率**3元**
- 比同行業更節水享有優惠費率

超過 回收率行業標準區間

達 回收率行業基準區間



經驗證

2611 積體電路製造業
R2區間: 50%~85%

PART 02

水資源管理系統

國際水資源管理系統

水資源管理指標與系統

AWS國際可持續水資源管理標準(2010年)

為有效管理可用水資源，**水資源管理聯盟** (Alliance for Water Stewardship, **AWS**) 於2010年啟動並建立**適用全球之水管理標準**，使用水者可透過此標準顯示**用水效能**及**社會、環境及經濟永續**達成程度促進淡水使用責任，益於社會及環境永續。

水足跡標準-ISO 14046 (2014年)

ISO的水足跡標準係以ISO 14044的生命週期評估為依據，將**產品在製造及使用過程等不同的生命週期階段的用水與水污染皆納入考量**，提供企業辨識其產品及整體產業與水相關的環境風險，並可**供決策者做為制定水資源相關政策時的參考依據**，成為國內外企業或產業用於評估產品或服務水足跡之重要依循標準之一。

水資源效率管理系統-ISO 46001(2019年)

為進一步提高水資源使用效率，ISO(國際標準化組織)於2019年發布新標準：**水資源效率管理系統 (ISO 46001)**，文件中提供了**評估和核算用水的方法和工具**，用以確定和實施優化用水措施的方法。有效執行水效率管理計畫不僅可以節省大量的水和能源，可進一步減少排水對環境的影響。

ISO 46001:2019 水資源效率管理系統(1/8)

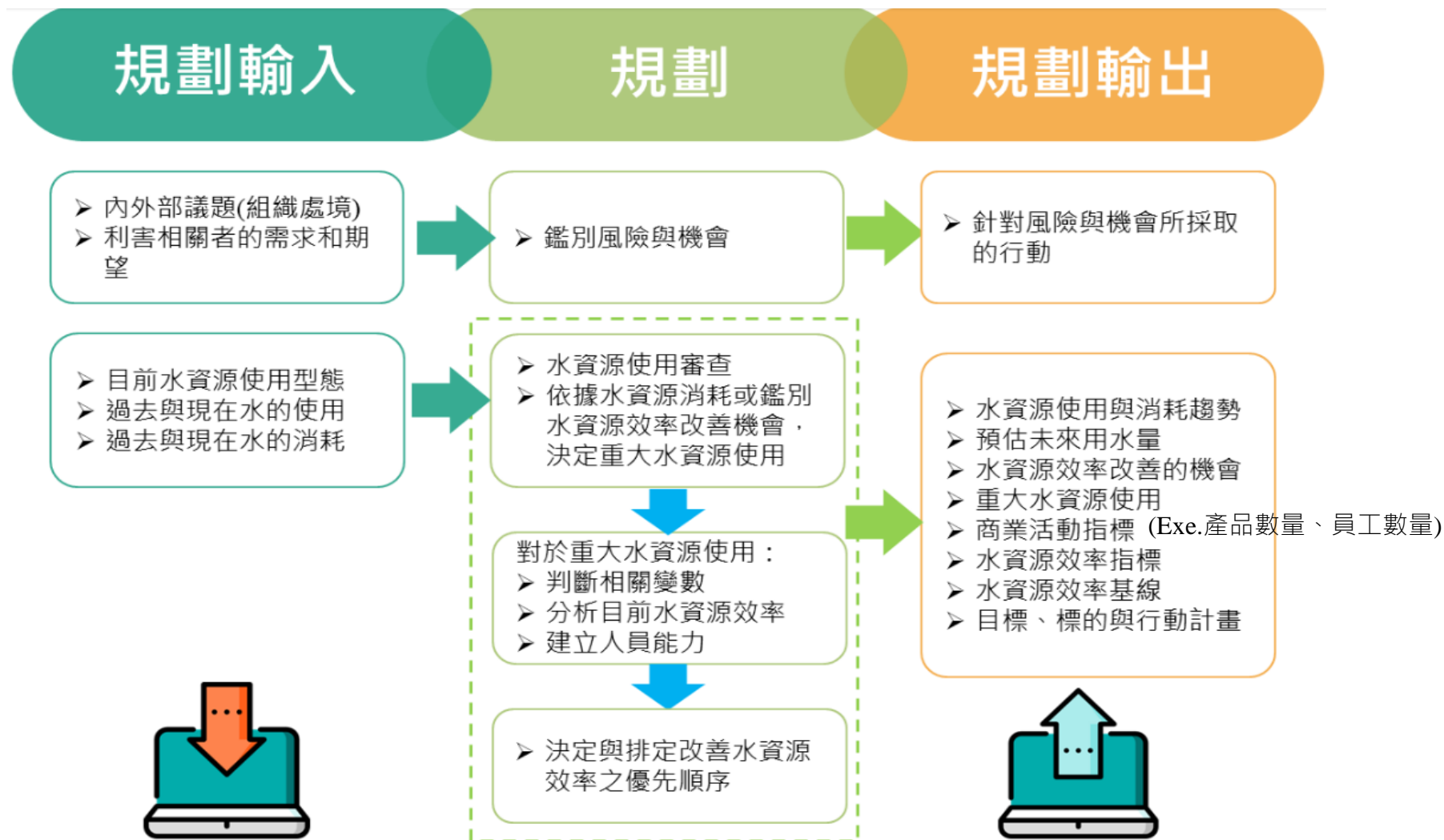
ISO 46001: 2019 水資源效率管理系統 (Water efficiency management systems, WEMS) 是 ISO 參考新加坡的國家標準(SS577:2012), 於2019年所發布的全球第一項水資源管理標準。

內涵

- 企業透過管理系統來建立用水績效**目標**、**行動計畫**、**績效指標與基準**、**監控與分析**、定期**檢討**及**審查**機制等管理行動，實現有效的水資源管理，並透過**減少**、**替代**或**再利用**的方法來提升企業水資源利用效率。
- 透過水資源有效性管理結構和方向，依PDCA定期審查與評估企業水資源效率，以鑑別和實施改進機會。

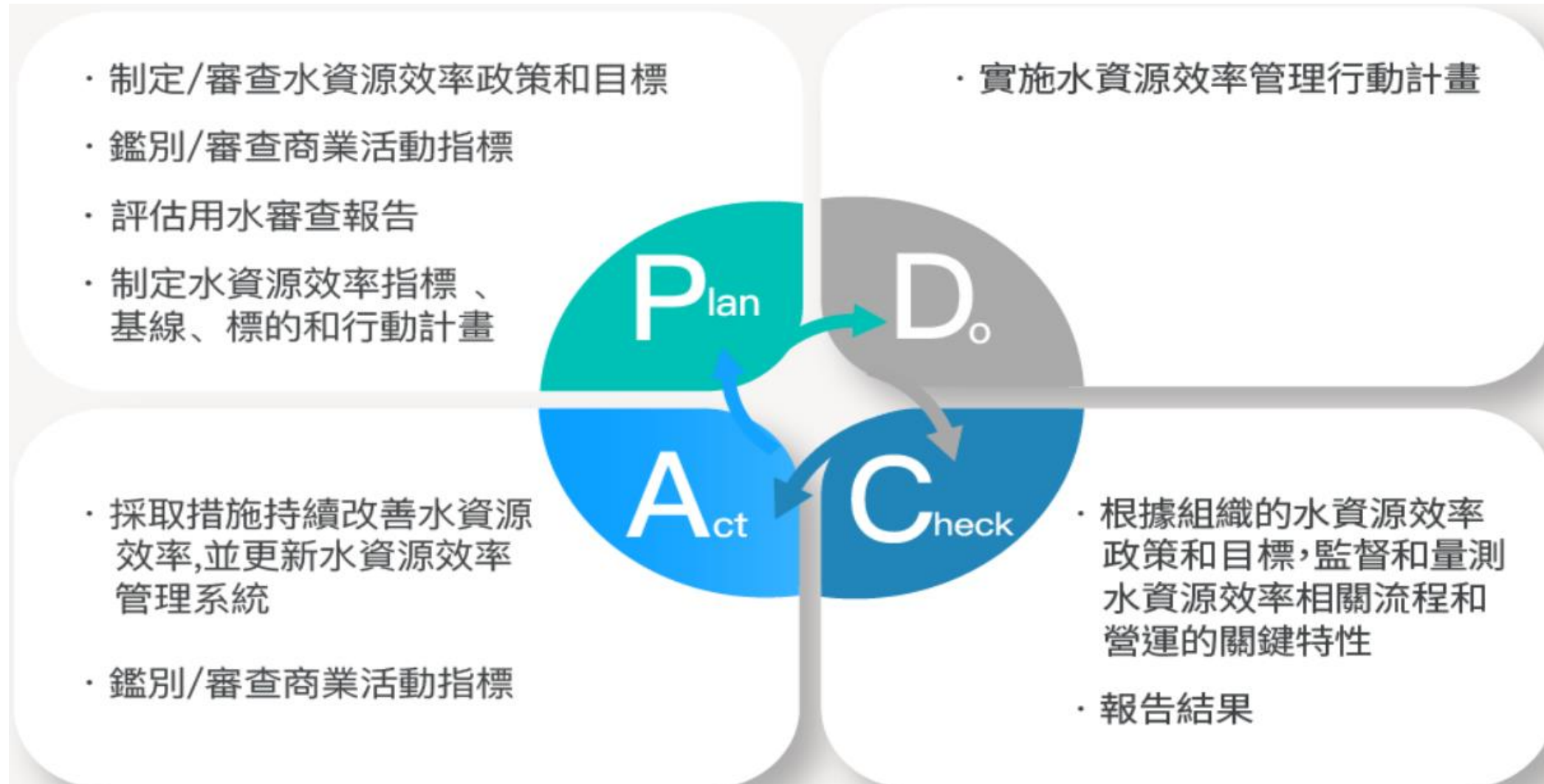
ISO 46001:2019 水資源效率管理系統(2/8)

水資源效率管理概念



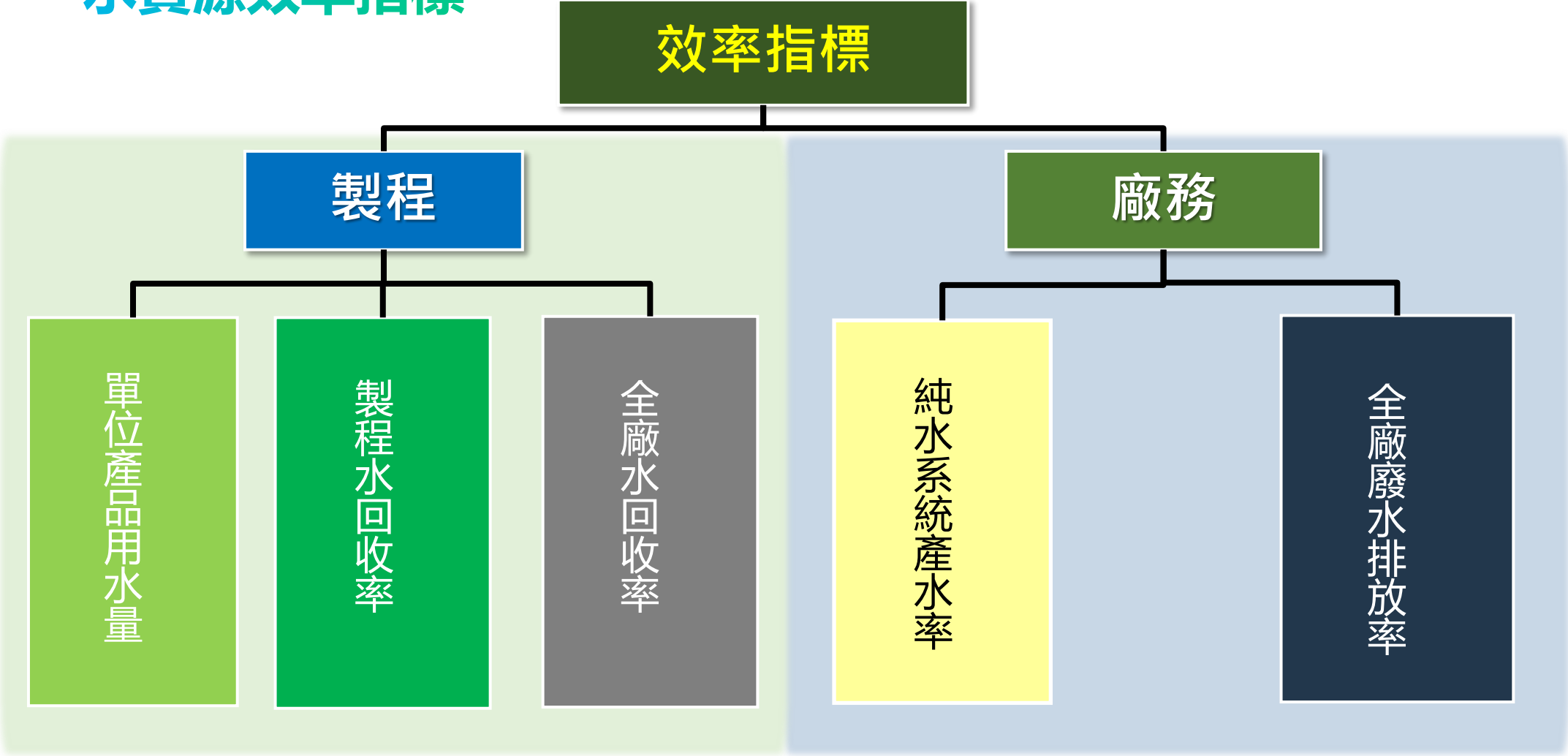
ISO 46001:2019 水資源效率管理系統(3/8)

• 導入 ISO 46001 之 PDCA 步驟



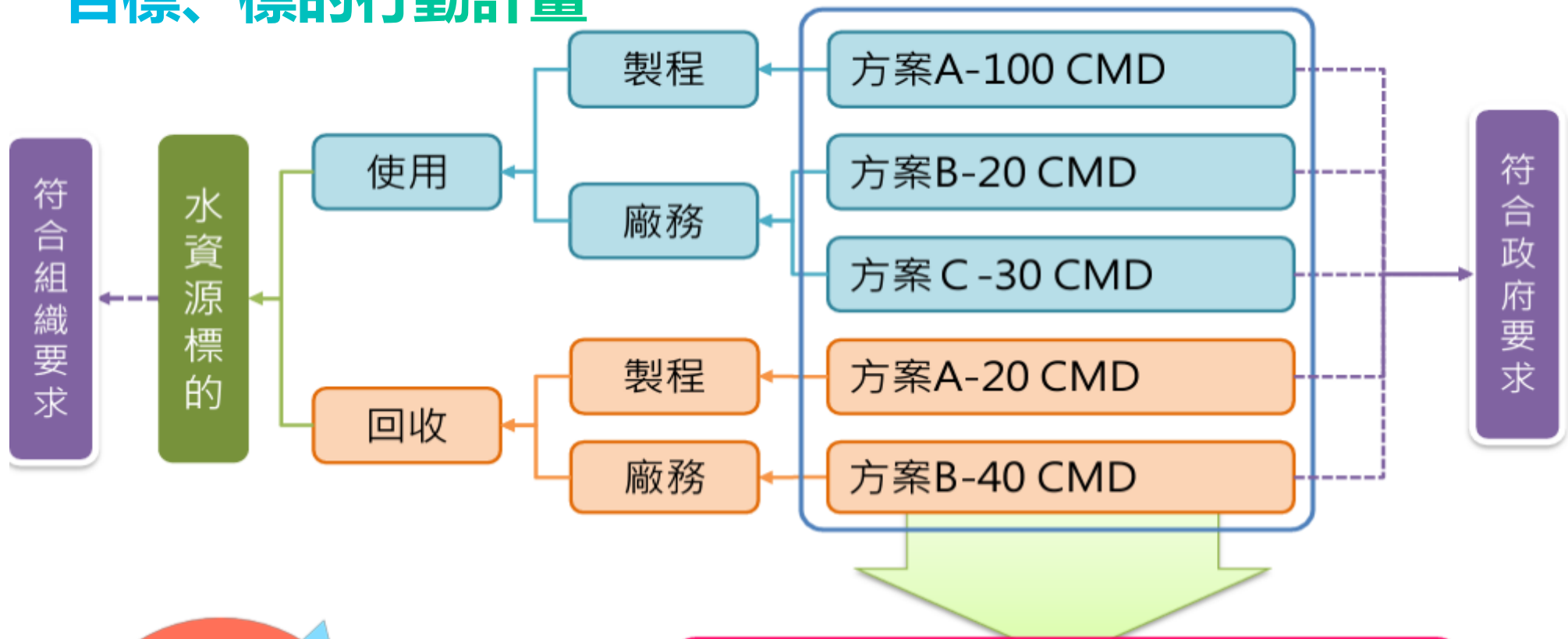
ISO 46001:2019 水資源效率管理系統(4/8)

- 水資源效率指標



ISO 46001:2019 水資源效率管理系統(5/8)

目標、標的行動計畫



- ✓ 責任的指派
- ✓ 實現個別標的之方法和時間表
- ✓ 水資源效率績效改善績效的方法應被驗證
- ✓ 驗證結果的方法。

ISO 46001:2019 水資源效率管理系統(6/8)

Benefit

- 鑑別內部用水風險，協助企業管理用水並提升用水效率。
- 透過節水設備的使用和適當的監控來減少用水量，以降低運營成本。
- 符合政府水資源管理需求及展現企業社會責任。
- 滿足客戶、企業永續報告揭露對於水資源之資訊需求。
- 提前因應耗水費。
- 水資源效率管理系統與其他管理系統的有效連結 (如ISO 14001、ISO 50001、ISO 9001)。

ISO 46001:2019 水資源效率管理系統(7/8)

國內ISO46001推動成果 **水利署2020年率先推動示範輔導**



工商時報

COMMERCIAL TIMES

《半導體》日月光高雄廠水資源效率管理 獲ISO 46001驗證

記者林資傑／台北報導 2021.11.15



此次由經濟部水利署提供輔導資源

封測龍頭日月光投控(3711)旗下日月光高雄廠10月通過ISO 46001水資源效率管理系統驗證，成為全台首家取得驗證的半導體封測廠，12日於第7屆環境技術研究合作期中發表會中獲驗證單位SGS頒發認證，並同步分享7件專案。

日月光高雄廠積極推動水資源保護及循環再用，以具體行動實踐水資源永續管理，此次由經濟部水利署提供輔導資源，協助日月光透過建立管理指標，聚焦可持續發展的水資源管理制度，強化企業用水效率。

日月光表示，ISO 46001的導入推動公司建立商業行為的用水指標，藉由重大用水設備檢視、評估與改善，達到水資源管理、風險盤點及需求優化，逐步優化水資源利用效率。同時，集團亦攜手校園，透過產學合作持續精進製程水回收再用處理能力，竭力減少對環境衝擊。

日月光指出，5月全台水情亮紅燈，為業界帶來56年來最嚴峻挑戰。高雄廠訂定相關調適策略積極提升用水效率，目前3分之2使用經中水回收廠處理的回收再生水，有效減少自來水用量、彈性因應用水短缺的營運衝擊，並將資源提供民生使用，共同面對缺水課題。

面對全球疫情衝擊，台灣半導體產業發展愈顯重要，企業數位轉型因應智慧化趨勢持續進行。日月光表示，除了持續推動先進封裝製程及綠色創新方案雙軌並進，並將善用綠色永續策略，帶領公司持續取得永續經營與環境保護雙贏。

日月光高雄廠於2020年接受水利署示範輔導，2021年10月通過ISO46001驗證。

ISO 46001:2019 水資源效率管理系統(8/8)

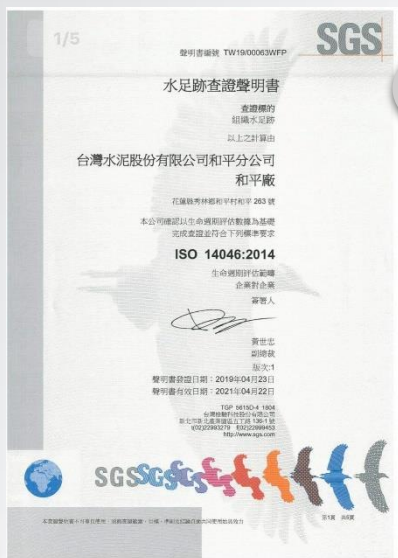
台灣淨零行動聯盟

國內ISO46001推動成果

水利署2021年輔導案

台灣水泥和平廠

2021年12月通過驗證



南寶樹脂第一廠

預定2022年12月驗證



南寶
第五廠

南寶樹脂第一廠

南寶
寶立廠



中國鋼鐵股份有限公司



中華電信股份有限公司



中鼎集團



日月光投資控股(股)公司



台新金融控股股份有限公司



台灣積體電路製造股份有限公司



台灣水泥股份有限公司



玉山金融控股股份有限公司



亞洲水泥股份有限公司



信義房屋股份有限公司



新光金融控股股份有限公司



鴻海科技集團



台灣永續能源研究基金會



CSRone永續智庫



友達光電股份有限公司



台灣綜合研究院



光電科技工業協會



安永聯合會計師事務所



安侯建業聯合會計師事務所



沃旭能源股份有限公司



英國標準協會太平洋有限公司
台灣分公司



南亞科技股份有限公司



理律法律事務所



新光保全股份有限公司



資誠聯合會計師事務所



勤業眾信聯合會計師事務所



遠傳電信股份有限公司

27家聯盟發起成員中目前已有四家企業率先推動ISO 46001

PART 03

節水潛力評估與再生水推廣

節水潛力評估步驟(1/20)

關鍵因子

01

清查用水量

- 用水單元、供水量、用水量、回收水量、排水量、水錶查核

02

建立水平衡圖

- 水流向、用水單元流入及流出量、回收水量、各單元水量平衡試算 (流入量=排放水量+消耗水量)

03

計算水回收率

- 總取水量、總循環水量、總回用水量、蒸發水量

04

評估節水潛力

- 純水系統、製程、冷卻系統、鍋爐、放流水回收

05

分析限制條件

- 預算、空間、節水效益、經濟成本效益、產水水質水量穩定性

06

評估回收年限

- 總建設成本、可節省之費用、產水總成本

節水潛力評估步驟(2/20)

1st 清查用水量

主要分類

常見之類型及用字

生活用水

飲用

衛生清洗

餐廳

冷卻用水

冷卻水塔
補充用水

製程冷卻

鍋爐用水

鍋爐

製程用水

純水系統

製程

雜項用水

污水處理

洗滌塔
Scrubber

其他用水

景觀

游泳池
噴(戲)水池

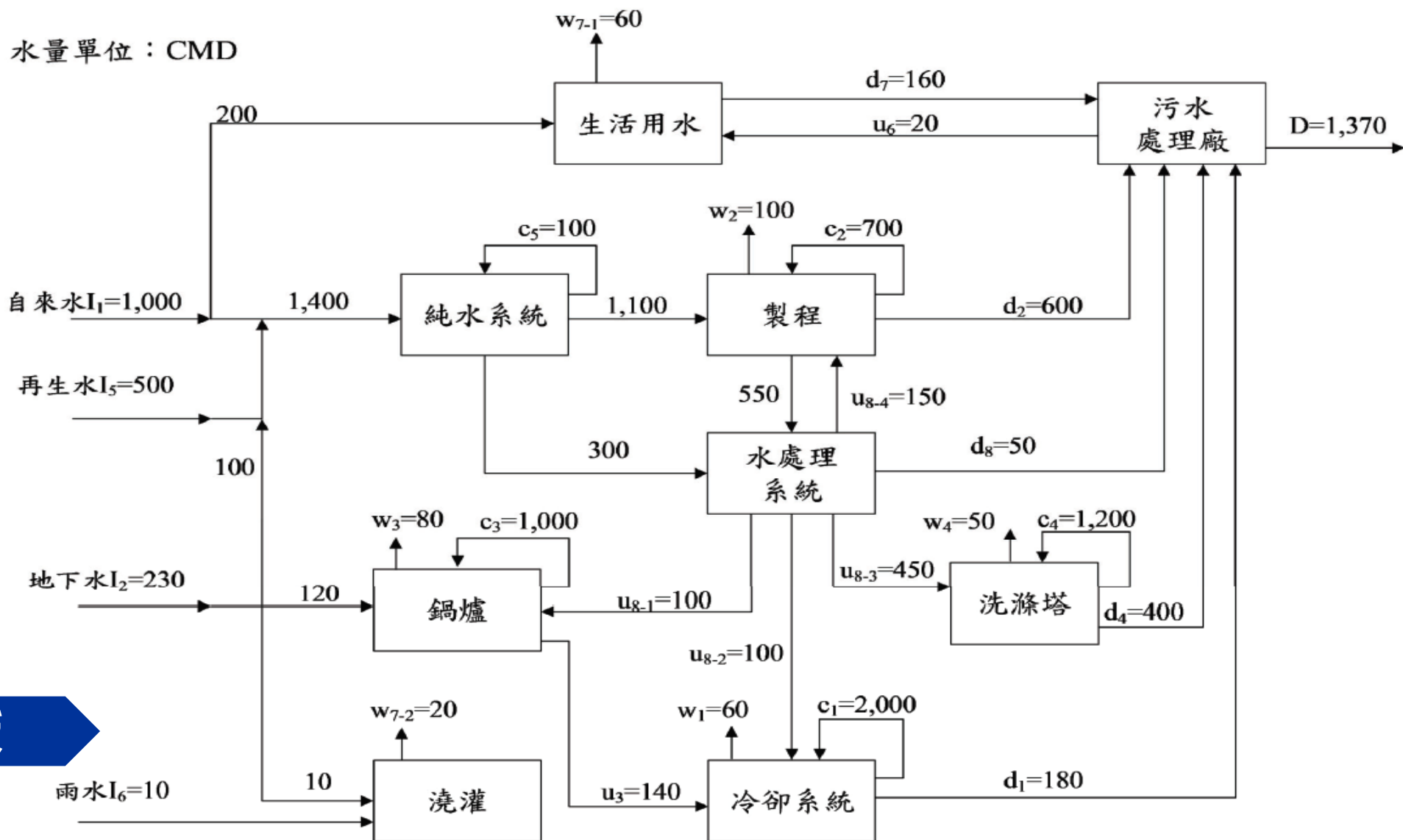
機具設備
清洗維修

營建施工

用水單元編碼

用途 水量	冷卻 水塔	製程	鍋爐	洗滌 塔	純水 系統	污水 處理 系統	民生	其他
循環	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	c ₈
回用	u ₁	u ₂	u ₃	u ₄	u ₅	u ₆	u ₇	u ₈
消耗	w ₁	w ₂	w ₃	w ₄	w ₅	w ₆	w ₇	w ₈
排放	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	D	d ₇	d ₈
重複利用	僅園區型用水平衡圖使用，加總區內廠商之循環與回用水量。							

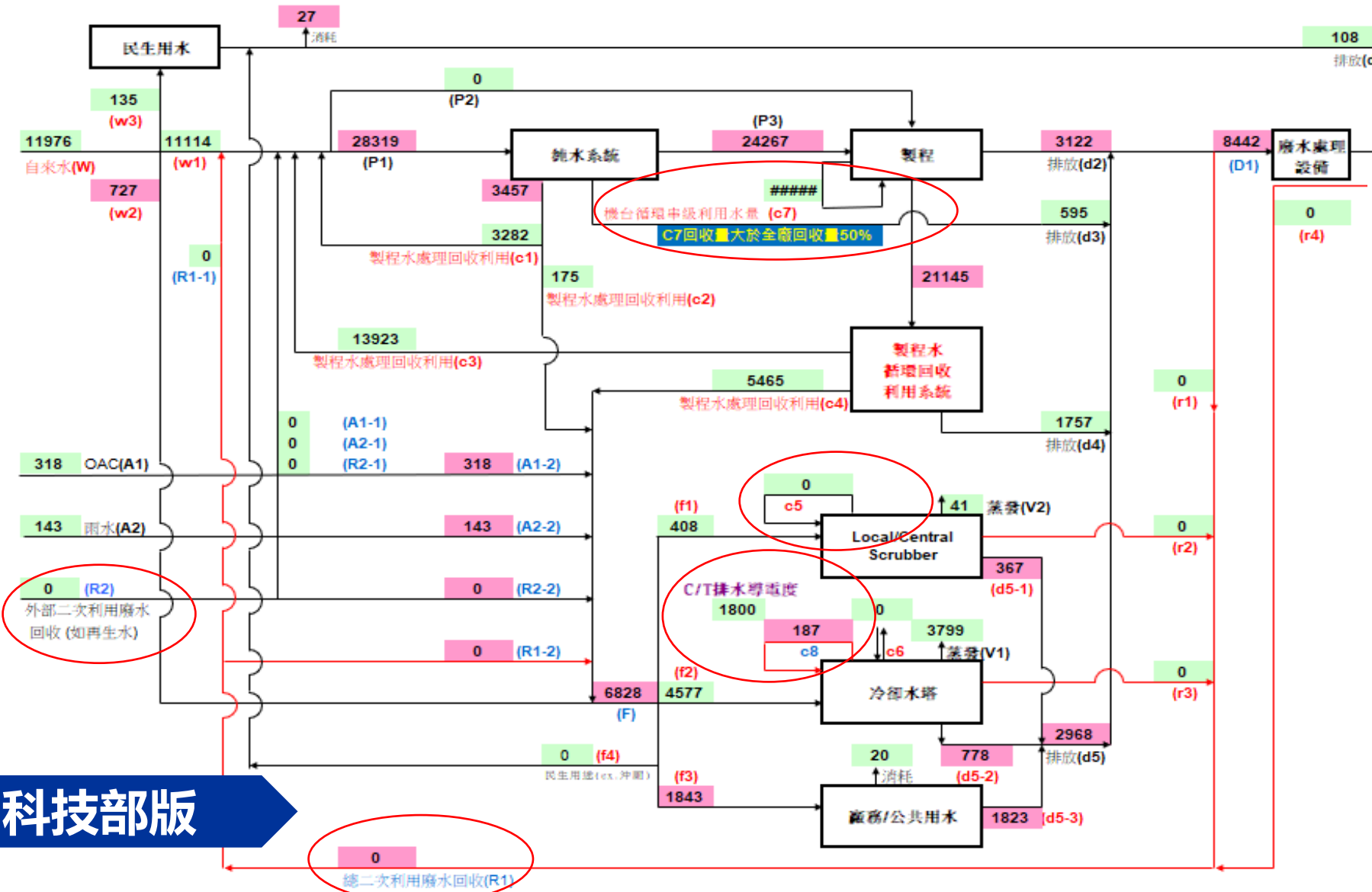
工業用水



經濟部版

節水潛力評估步驟(4/20)

2nd 建立用水平衡圖



英文代碼說明:

A1:	冷凝水回收	A1-1:	冷凝水回收至原水池	A1-2:	冷凝水回收至次級用水
A2:	雨水回收	A2-1:	雨水回收至原水池	A2-2:	雨水回收至次級用水
W:	自來水				
w1:	製程用自來水量	w2:	次級用自來水量		
w3:	民生用自來水量				
D1:	排入廠內污水處理廠處理廢水量				
D2:	總廢水排放量				
d1:	民生用廢水量	d3:	製程水處理回收系統再生廢水		
d2:	製程水處理回收系統再生廢水	d4:	製程水處理回收系統再生廢水		
d5-1:	LC Scrubber排放廢水	d5-3:	公共用水排放廢水		
d5-2:	C/T排放廢水				
R1:	廠內總二次利用廢水				
R1-1:	廠內總二次利用廢水回收至原水池				
R1-2:	廠內總二次利用廢水回收至次級用水				
r1:	廠內製程廢水回收	r2:	廠內製程廢水回收		
r3:	廠內C/T排放廢水回收	r4:	廠內廢水廠排放廢水回收		
R2:	外部二次利用廢水回收(如再生水)				
R2-1:	外部二次利用廢水回收至原水池				
R2-2:	外部二次利用廢水回收至次級用水				
P1:	製程機台用水量	P2:	製程機台非製程製程機台用水量		
c1:	製程水處理回收利用(製程機台排水回收)				
c2:	製程水處理回收利用(製程機台排水回收)				
c3:	製程水處理回收利用(製程機台排水回收)				
c4:	製程水處理回收利用(製程機台排水回收)				
c5:	US+CS排水循環回收利用(需建置回收設備)				
c6:	C/T排水循環回收利用(需建置回收設備,若採浮游過濾,c6 = f2 x 0.02)				
c7:	製程機台排水循環回收利用(中級利用)計入水量:需設置處理設備及流量計位號;若c7水量大於全廠回收量50%,非屬光電業者,需另提供科學局說明與確認用水合理性				
c8:	C/T製程水循環回收利用(排水導電度以µs/cm計算,c8=(f2-V1)*((排水導電度/1250)-1.2),排水導電度低於1500µs/cm者不計)				
V1:	C/T蒸發水量(1000RT=120~150CMD)				
V2:	US+CS蒸發水量(1000CMD排水量+5cmd)				
消耗:	飲用、煮用、洗滌、澆灌、澆水				
F:	總次級用水量				
f1:	Local/Central Scrubber補給用水				
f2:	冷卻水塔補給用水				
f3:	廠務與公共補給用水(澆灌等)				
f4:	回收水供應民生用(澆灌等)				

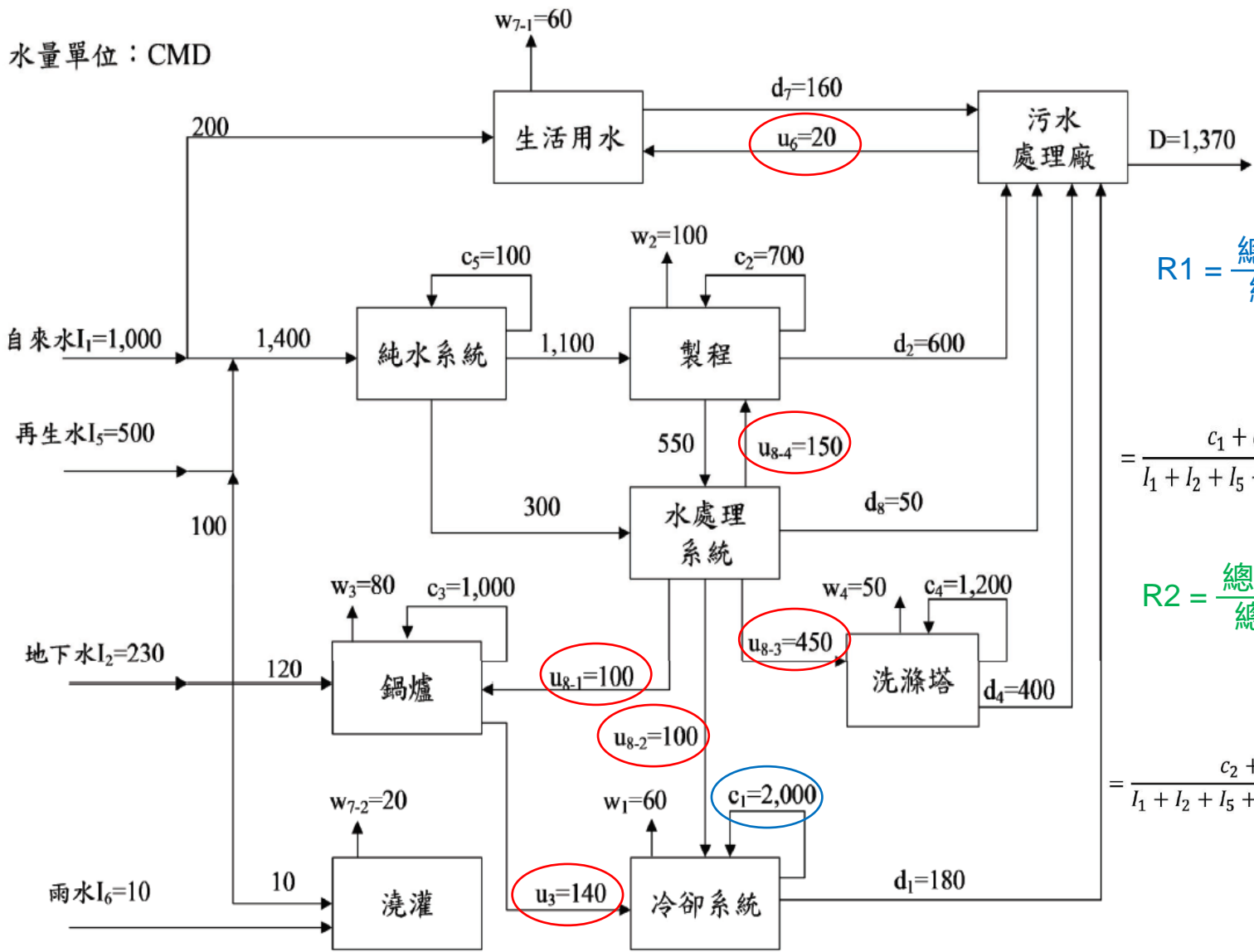
科技部版

國內常用之水回收率公式

單位	水回收率	計算公式	備註
經濟部水利署 經濟部工業局	R1	$\frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量} + \text{雨水取水量} + \text{冷凝水取水量}}{\text{總取水量} + \text{總循環水量} + \text{總回用水量}}$	因冷卻水塔循環水量高，故若用水戶有冷卻水塔系統，將大幅拉高回收率，無法反應用水戶實際水回收情況。
	R2	$\frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量} + \text{雨水取水量} + \text{冷凝水取水量} - \text{冷卻水塔內循環量}}{\text{總取水量} + \text{總循環水量} + \text{總回用水量} - \text{冷卻水塔內循環量}}$	<ol style="list-style-type: none"> 扣除冷卻水塔內循環水量，可反應用水戶實際執行節水狀況。 若用水戶含有非冷卻循環用水或其他大量之循環用水(例如廢氣洗滌塔循環用水、製程循環水)，將導致回收率偏高。
科技部 科管局	R8	$\frac{\text{總回用水量}}{\text{原始取水量} + \text{總回用水量} - \text{總蒸發水量}}$	<ol style="list-style-type: none"> 分母須扣除蒸發量，但蒸發量通常為推估值。 雨水、空調冷凝水可計入水回收率之分子計算，可提升水回收率。 冷卻水塔、廢氣洗滌塔等次級循環水及排放水，需經設備(施)處理才可計入回收水量。
環保署	工業區全區 用水回收率	$\frac{\text{回收再利用水量}}{\text{總用水量(未採節水措施)}} \text{(以雲科工為例)}$	無明確定義回收率計算公式，依照各環評書件審查通過內容公式為主，因此各案件之水回收率計算方式各有不同。

節水潛力評估步驟(6/20)

3rd 計算水回收率



$$R1 = \frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量} + \text{雨水取水量}}{\text{總取水量} + \text{總循環水量} + \text{總回用水量}}$$

$$= \frac{\sum c_i + \sum u_i + I_6}{\sum I_i + \sum c_i + \sum u_i} \times 100\%$$

$$= \frac{c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5 + u_3 + u_6 + u_{8-1} + u_{8-2} + u_{8-3} + u_{8-4} + I_6}{I_1 + I_2 + I_5 + I_6 + c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5 + u_3 + u_6 + u_{8-1} + u_{8-2} + u_{8-3} + u_{8-4}} \times 100\% \cong 77.5\%$$

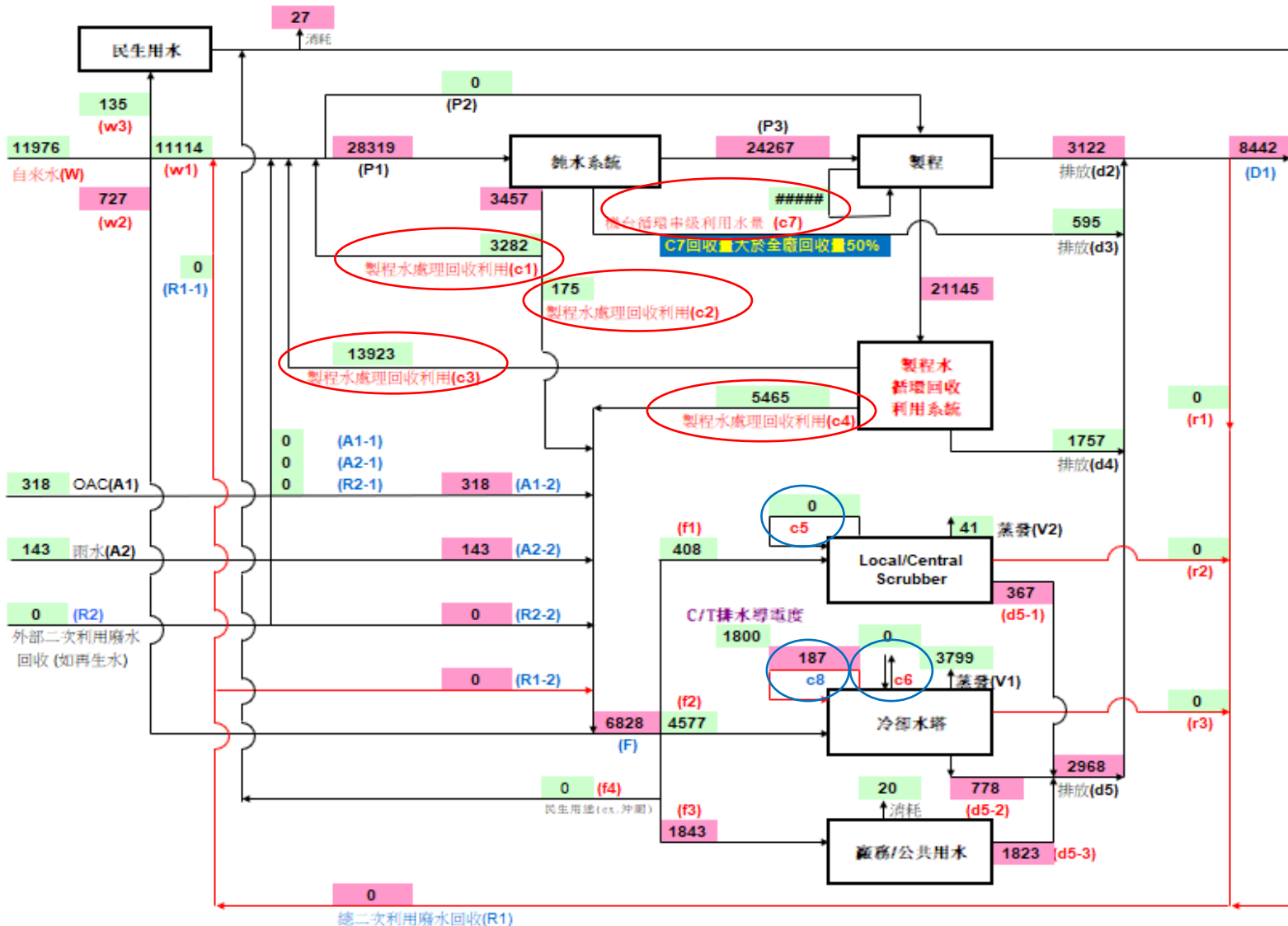
$$R2 = \frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量} + \text{雨水取水量} - \text{冷卻水塔內循環量}}{\text{總取水量} + \text{總循環水量} + \text{總回用水量} - \text{冷卻水塔內循環量}}$$

$$= \frac{\sum c_i + \sum u_i + I_6 - c_i}{\sum I_i + \sum c_i + \sum u_i - c_i} \times 100\%$$

$$= \frac{c_2 + c_3 + c_4 + c_5 + u_3 + u_6 + u_{8-1} + u_{8-2} + u_{8-3} + u_{8-4} + I_6}{I_1 + I_2 + I_5 + I_6 + c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5 + u_3 + u_6 + u_{8-1} + u_{8-2} + u_{8-3} + u_{8-4}} \times 100\% \cong 69.6\%$$

節水潛力評估步驟(7/20)

3rd 計算水回收率



$$\text{製程回收率(RP)} = \frac{c1+c2+c3+c4+c7+(R1-1)+(R2-1)}{P1+P2+c7} * 100\% = 93.0\% (> _ \%)$$

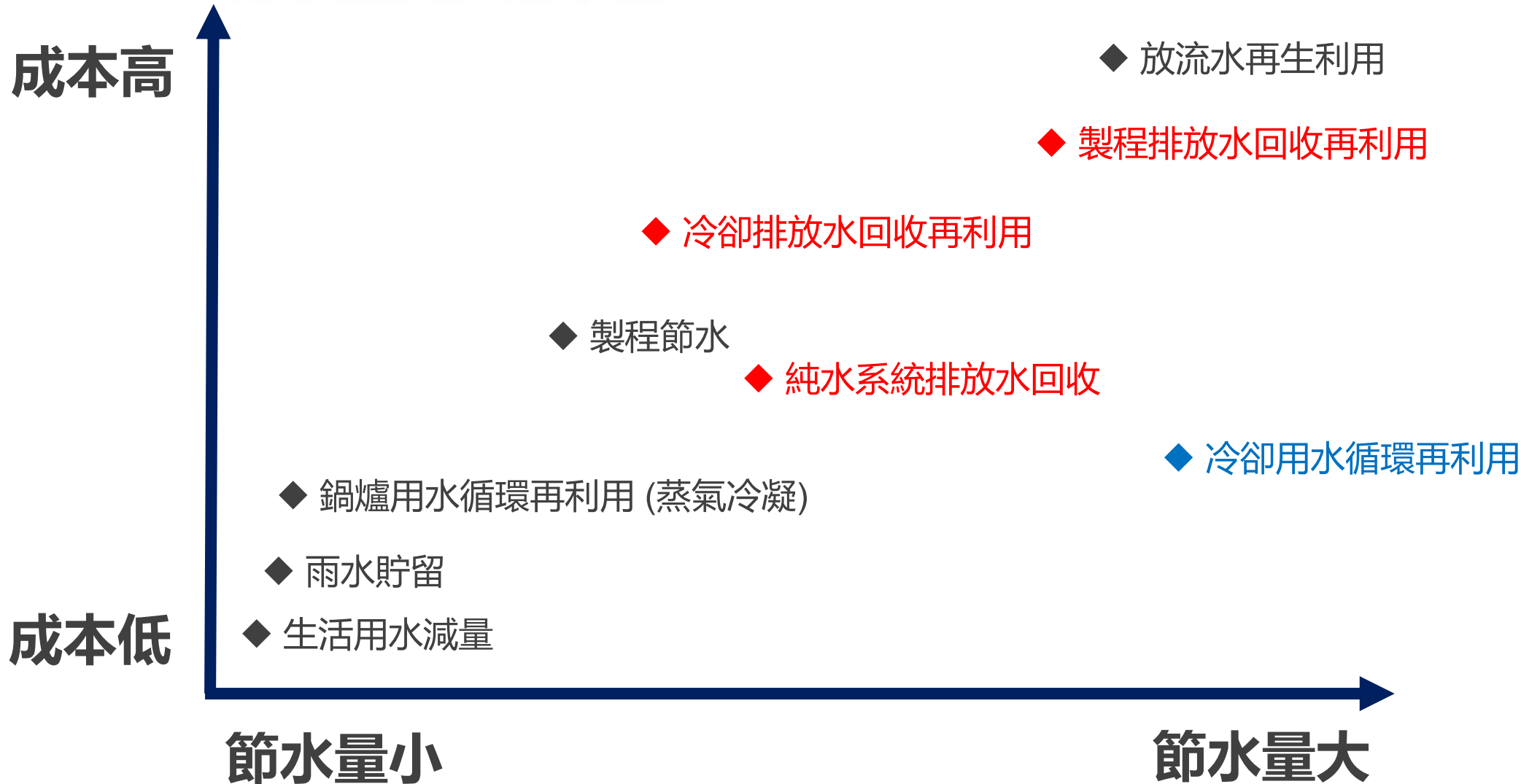
$$\text{全廠回收率(RT)} = \frac{(A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+c7)+c8+R1+R2}{(W+A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+c7)+c8+R1+R2}-V1-V2} * 100\% = 90.0\% (> _ \%)$$

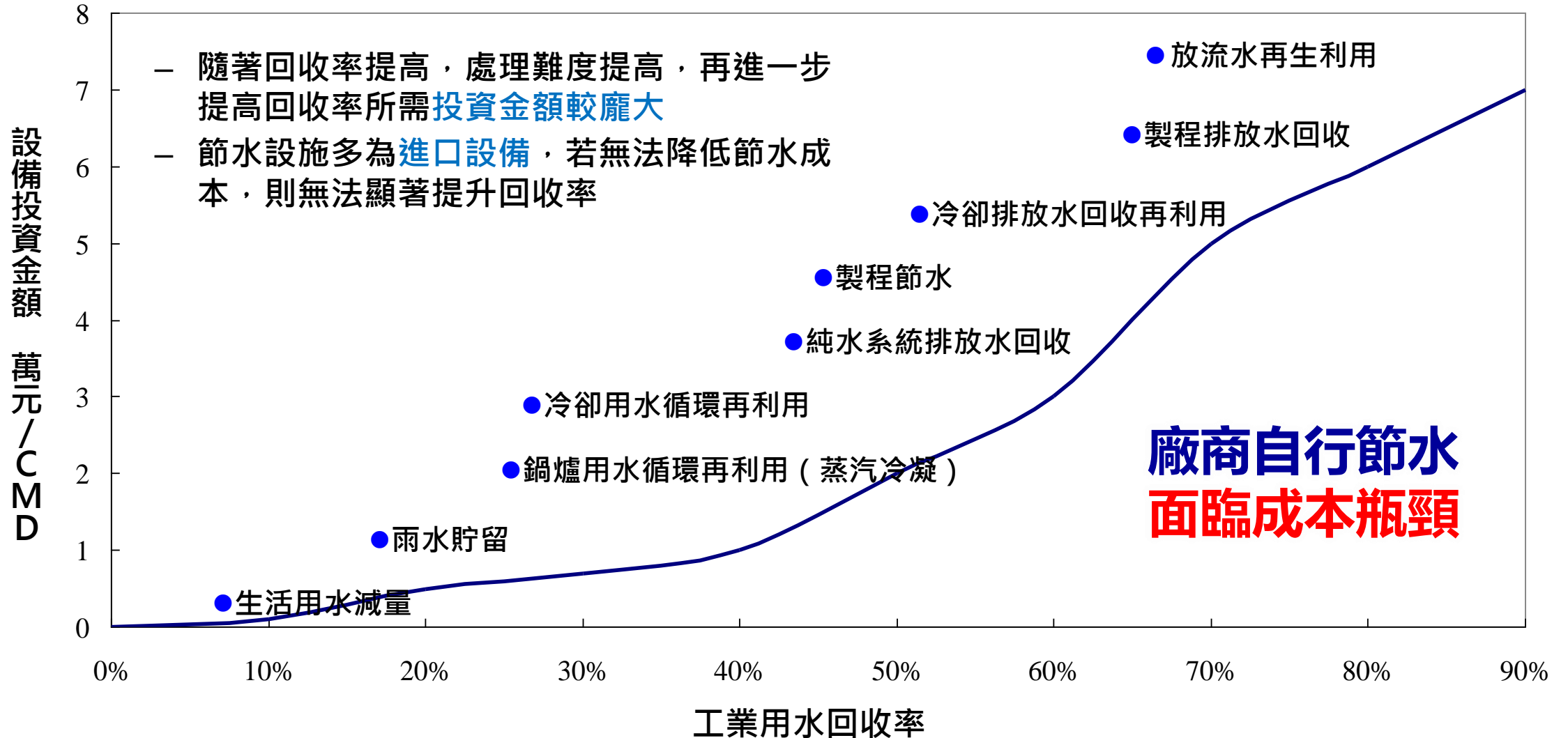
$$\text{全廠排放率(DT)} = \frac{D2}{W+A1+A2+R2} * 100\% = 68.7\% (< _ \%)$$

	RP	RT	DT
83年以前	> 50%	> 30%	< 80%
83~88年	> 70%	> 50%	< 80%
88年以後	> 85%	> 70%	< 70%

註：生技工廠因用水需符合GMP規範，不得將其製程回收水進行回收再做為製程使用，未定製程回收率

- **原則：節水量大，成本低**





純水系統節水措施

- 1 砂濾(多層過濾塔MMF)、活性炭(ACF)、超過濾(UF)之逆洗水回收。
- 2 離子交換樹脂(前段樹脂塔2B3T、混床樹脂塔MB)之後段再生Rinsing廢水回收。
- 3 UF、逆滲透(RO)之濃排水(ROR)回收。
- 4 薄膜脫氣塔(MGD)、真空脫氣塔(VGD)之真空泵浦軸封冷卻排水回收。
- 5 以導電度及產水水質精準控制MMF、ACF、離子交換樹脂之正洗、逆洗、Regeneration、Rinsing週期及時間。

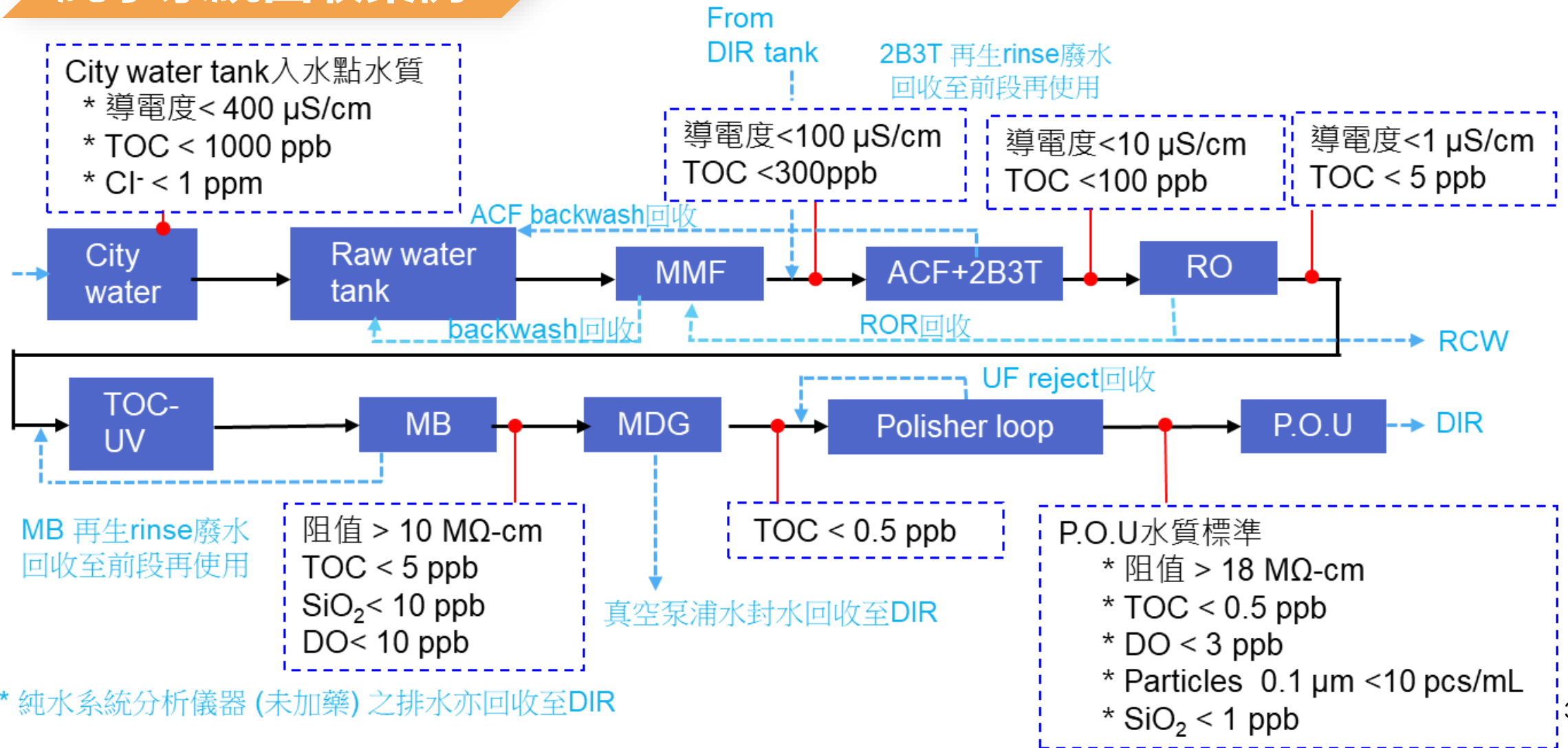


MMF設備



UF系統

純水系統回收案例



• 製程節水措施-以半導體產業為例

1

源頭用水減量：省水設計機台、製程清洗水及排水參數最佳化操作設計、製程靜置時(Idle)供水減量設計控制。

2

中、低濃度之酸、鹼清洗廢水及有機廢水回收。

3

低濃度氫氟酸廢水回收。

4

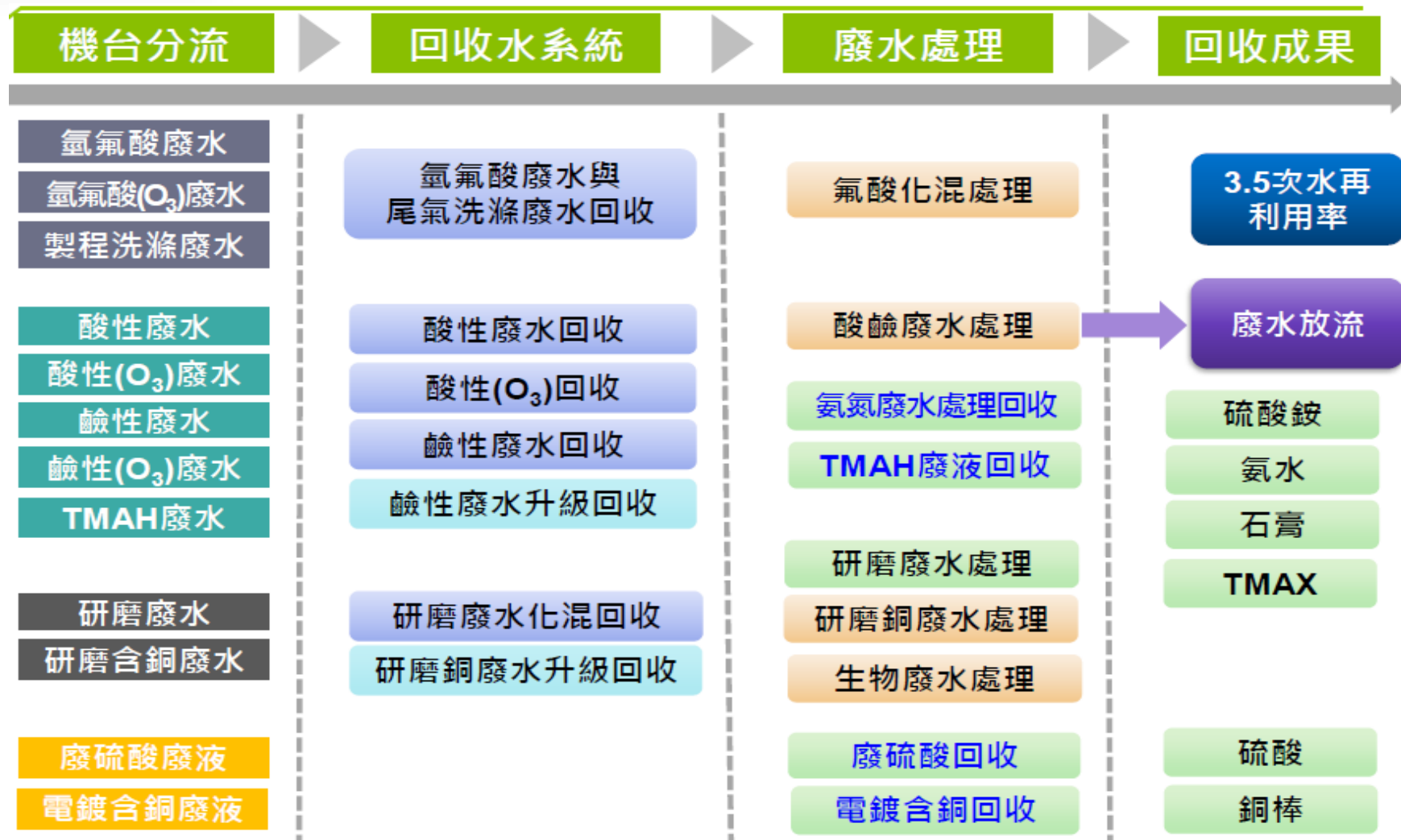
一般化學機械研磨CMP（包括氧化性、金屬性及含銅）廢水回收。

5

製程排水串級循環利用。

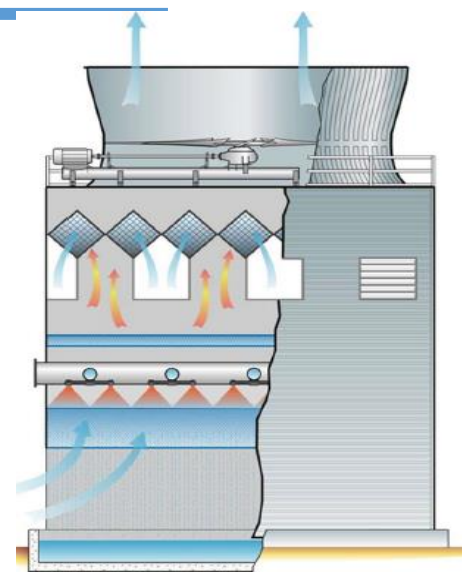
製程用水回收案例

- 將不同性質廢水**分流**
收集
- 依**污染物濃度及特性**
選擇合適之處理系統
- 發展趨勢：選擇兼具
廢水**處理**、**回收**、**資**
源化之技術

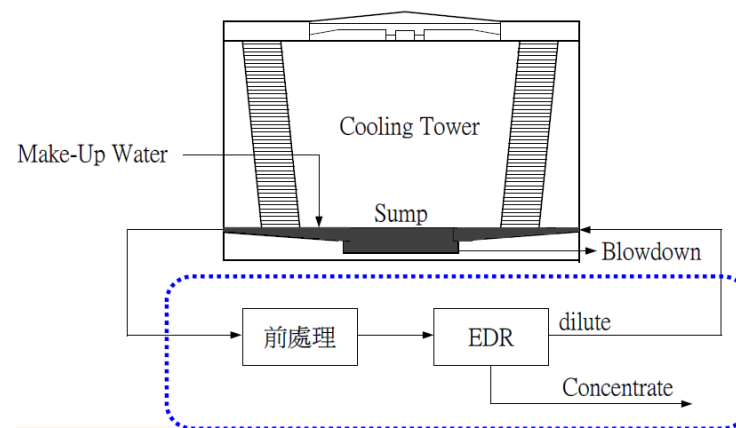


冷卻水塔節水措施

- 1 內循環水濃縮倍數控制，如補水水源為自來水濃縮倍數控制6倍，排放水導電度控制為1,600~2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。
- 2 加裝防飛濺設備及風扇設置變頻裝置，以減少冷卻水塔蒸散損失。
- 3 設置冷卻水蒸發回收系統(估算可回收15~22%的冷卻水蒸發量)。
- 4 設置旁流過濾設備(如砂濾、纖維過濾、陶瓷球處理系統、倒極式電透析系統(EDR))。
- 5 排放水(Blow Down)直接回收至濕式洗滌塔當補充水，或經RO處理後再循環使用於冷卻水塔補充水。



冷卻水塔蒸發回收系統



EDR旁流處理系統

節水潛力評估步驟(15/20)

4th 評估節水潛力

冷卻水塔排放水回收案例



某石化廠冷卻水塔排放水以MMF+RO系統回收



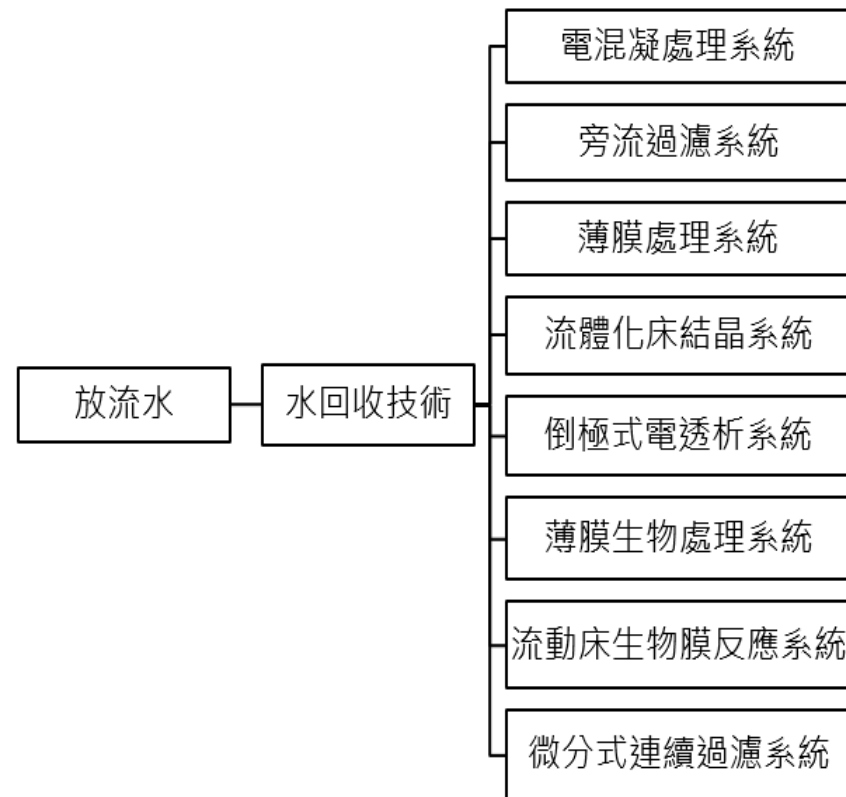
某汽電共生廠冷卻水塔設置旁濾系統



某工廠冷卻水塔設置陶瓷球旁濾系統

• 其他節水措施

- 1 **濕式洗滌塔**：補充水源改為回收水、冷卻水塔排放水或優先使用雨水。
- 2 **鍋爐冷凝水回收**：將冷凝水回收做為鍋爐補充水或者其他製程用途。
- 3 **空調冷凝排水回收**：外氣空調冷凝水(OAC) 及空調箱冷凝水(MAU)，可回收至冷卻水塔及濕式洗滌塔當補充水。
- 4 **民生及澆灌用水減量**：生活用水安裝省水標章水龍頭、馬桶及蓮蓬頭；澆灌用水優先選擇使用雨水澆灌。
- 5 **放流水、雨水回收再利用、區域水資源整合。**



節水潛力評估步驟(17/20)

4th 評估節水潛力

其他節水案例



某生醫材料廠鍋爐冷凝水回收



某工業區污水廠放流水回收給材料廠作為製程冷卻水(50 CMD)



某石化廠雨水回收

預算

- 當年度預算是否足夠?
- 考量事項：公司營運狀況、高層重視程度、設備(系統)投資成本、**回收年限(< 2~3年)**。

空間

- 是否有足夠的空間場域設置水回收設備(系統)或管線?
- 考量事項：設備(系統)大小、建築物結構強度、管架空間大小、容積率規定。

效益

- 能否突顯節水效益?經濟成本效益?
- 考量事項：節水量、**節省費用(自來水費、納管費、耗水費、水車載水費、產能減少損失)**。

競合

- 是否使廢水排放水質劣化?
- 考量事項：因節水減少水量所降低的納管費，大於因節水水質劣化所增加的納管收費。

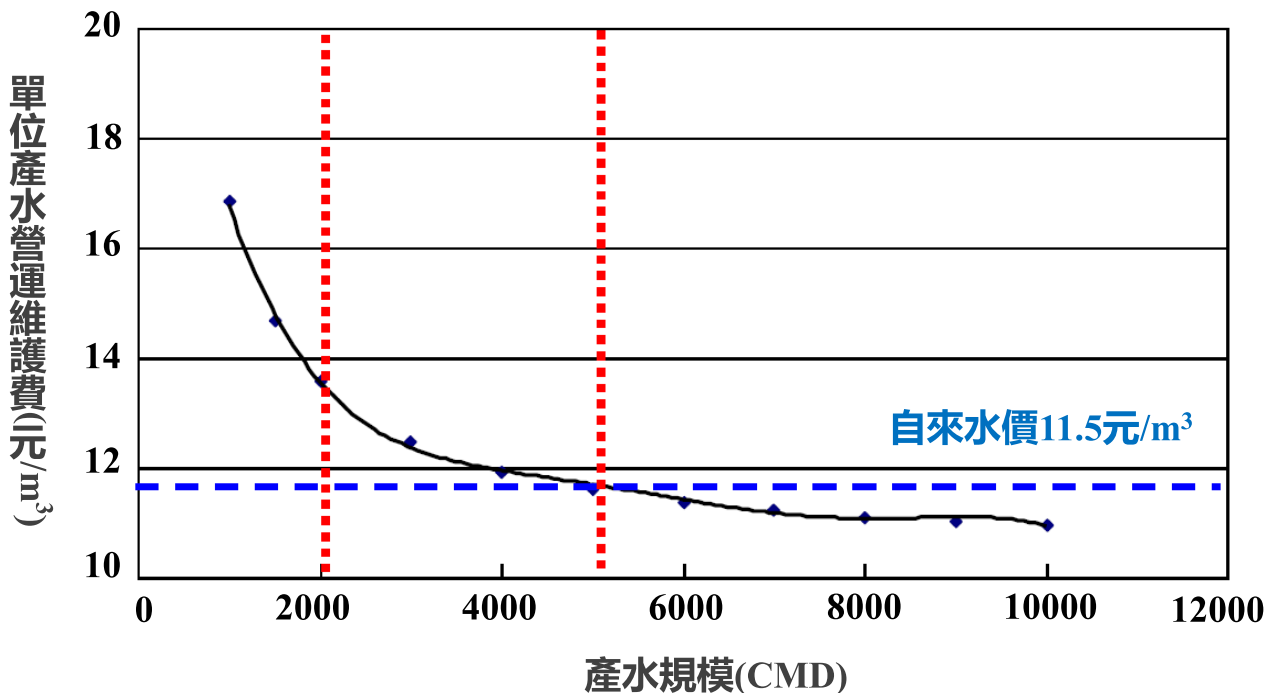
其他

- 是否清楚各股產水水量與流向?(**優先運用在低風險用途**，如冷卻系統補充水)。
- 產水水質是否穩定?

節水潛力評估步驟(19/20)

6th 評估回收年限

原則：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



某鋼鐵廠110年節水推動成效

整體節水績效

節省用水	減少二氧化碳排放	節水效益	總投資金額
220,670 噸 / 年	33.54 公噸 / 年	317.8 萬元 / 年	702 萬元

- 設備投資回收年限：**2.2年**
- 獲得110年度經濟部水利署節水績優單位 (產業組)

節水潛力評估步驟(20/20)

6th 評估回收年限

節水輔導報告

水回收設施經費分析表

項目	方案內容	節水量 (CMD)	總建設成本 (元)	單位產水成本 (元/噸)		單位產水 總成本 (元/噸)	年營運成本 (元/年)	產水總成本 (元/年)
				建設	營運			
				方案一	製程清洗水回收循環利用			
方案二	冷卻水塔排放水再利用	65	-	-	-	-	-	
方案三	放流水以 EDR 系統回收再利用	600	10,200,000	4.7	12.5	17.2	2,737,500	3,766,800

註：1. 單位建設成本以折舊年限 10 年估算。
2. 每年工作天以 365 天計。

水回收方案實施前後用水量及費用比較表

項目	方案實施前		方案實施後		節省費用	
	水量	費用	水量	費用	(元/月)	(元/年)
	(噸/月)	(元/月)	(噸/月)	(元/月)		
自來水量費	119,730	1,496,625	90,780	1,134,750	361,875	4,342,500
地下水水量費	57,270	143,175	57,270	143,175	-	-
地面水量費	-	-	-	-	-	-
耗水費	-	406,460	-	319,610	86,850	1,042,200
污水處理費	165,420	1,323,360	154,470	1,235,760	87,600	1,051,200
納管費	-	-	-	-	-	-
自排水污費	165,420	-	136,470	-	-	-
合計		3,369,620		2,833,295	536,325	6,435,900

註：1. 每月工作天數以 30 天計。

2. 自來水水費約 12.5 元/噸。地下水水費約 2.5 元/噸、污水處理費約 8 元/噸。

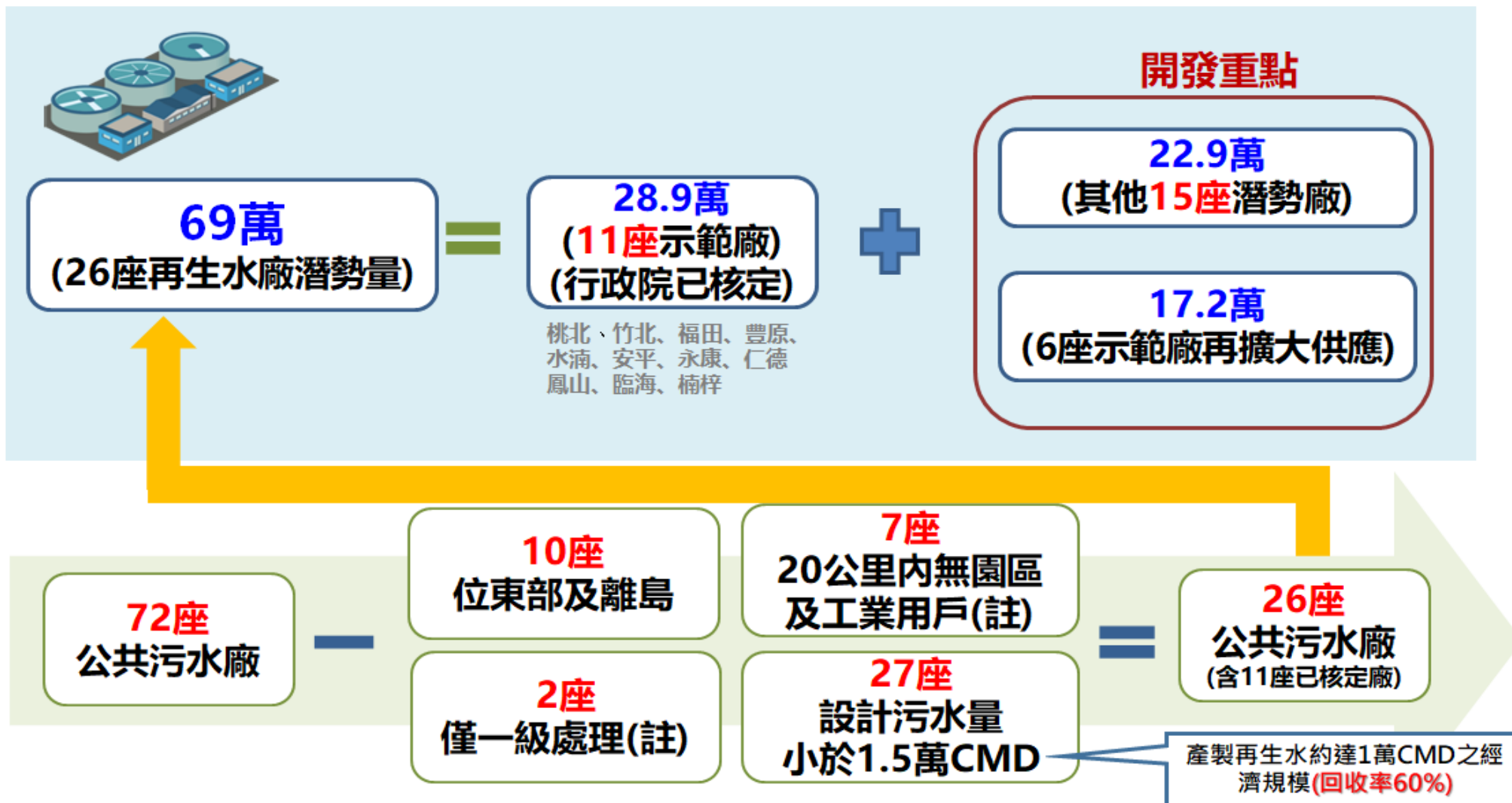
3. 耗水費徵收率尚在規劃中，以目前規劃草案徵收量及徵收 1、2、3 元/度(月用水量三級距)估算，倘若廠方實施相關減增項目(如：工業局綠色工廠標章、清潔生產評估、綠建築標章水足跡認證等，合計最高可減增 60% 之耗水費)。

$$\text{回收年限} = \frac{\text{總建設成本}}{\text{可節省之費用} - \text{產水總成本}} = \frac{10,200,000}{(6,435,900 - 3,766,800)} = 3.8 \text{年}$$

PART 03

節水潛力評估與再生水推廣

再生水開發潛勢分析

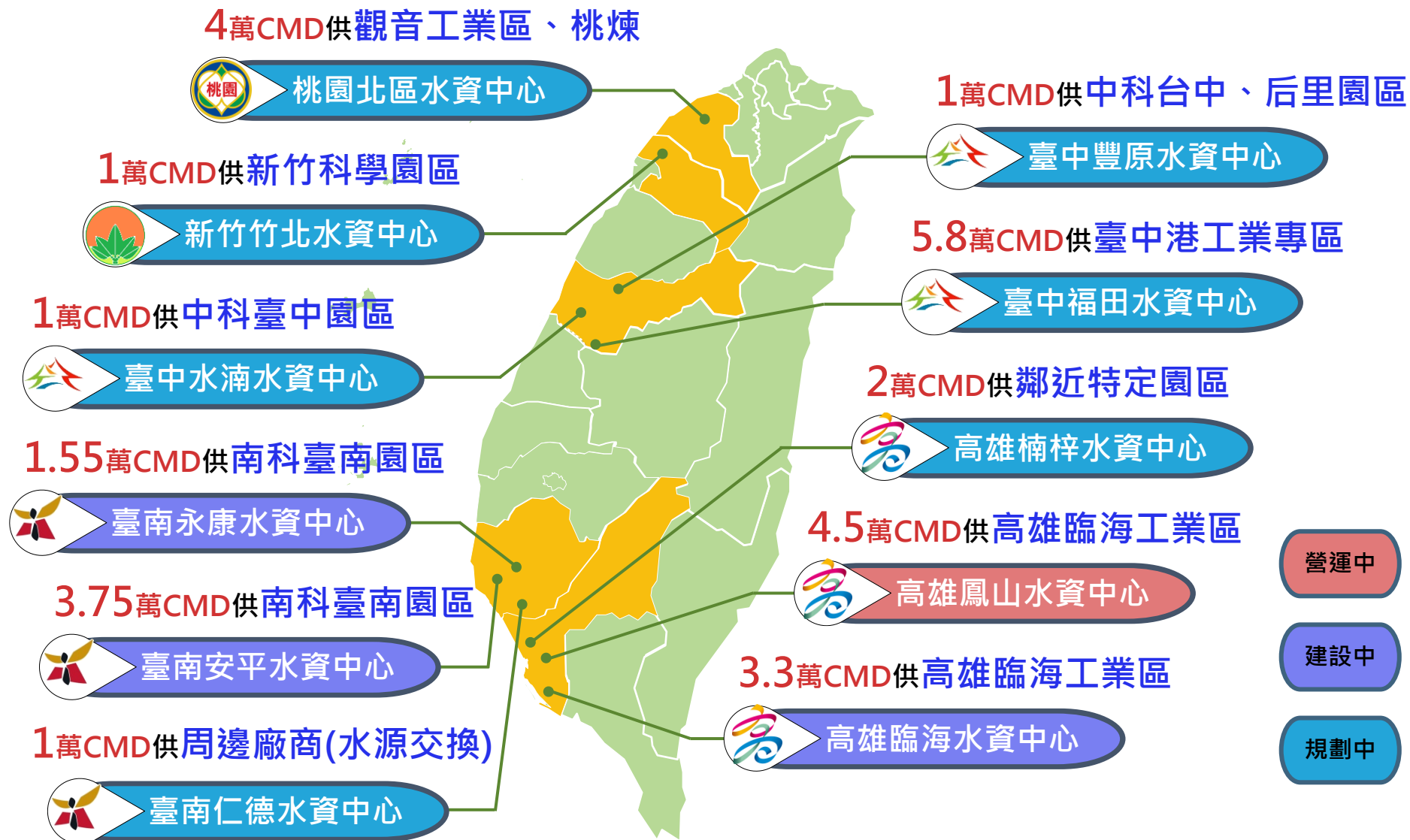


註：72座公共污水廠全期設計量約529萬CMD，實際處理量約335萬CMD(一級約198、二級約137)

註：八里、中區等2廠(一級)；六堵、和平島、內湖、迪化、淡水、三鶯等6座(二級)列為長期規劃。

推動中再生水開發案

11核定案件可供應再生水28.9萬CMD



推動中再生水案之供水期程及使用者(1/2)

	可行性評估 &先期規劃	報院核定	用水契約	興建招標	執行動工	完工通水
再生水案	2年	0.5年		2~3年		-

項目	再生水廠	可供水期程及供水量	使用者
<u>1</u>	鳳山	107年8月(第一期)供水 25,000 CMD 108年8月(第二期)供水 45,500 CMD	臨海工業區 (中鋼44,000 CMD、中鋁1,000 CMD)
<u>2</u>	臨海	110年12月供水 33,000 CMD	臨海工業區 (中鋼20,000 CMD、中油大林廠10,000 CMD、中石化1000 CMD、李長榮化工1200 CMD、李長榮科技800 CMD)
<u>3</u>	永康	111年6月(第一期)供水 8,000 CMD 預計112年12月(第二期)供水15,500 CMD	台南科學園區 (群創、台積電、聯電)
<u>4</u>	安平	預計111年12月(第一期)供水 10,000 CMD 預計113年11月(第二期)供水 37,500 CMD	台南科學園區 (台積電)
<u>5</u>	福田	預計115年12月供水 58,000 CMD	臺中港務分公司初期(112年)需求量58,000 CMD (中龍鋼鐵公司)
<u>6</u>	水滷	預計113年12月供水 10,000 CMD	臺中科學園區 (友達希望水價15元/噸水)

推動中再生水案之供水期程及使用者(2/2)

項目	再生水廠	可供水期程及供水量	使用者
<u>7</u>	豐原	預計117年12月供水10,000 CMD	臺中科學園區 (美光記憶體3,300 CMD)
<u>8</u>	仁德	預計113年1月(第一期) 供水 6,000 CMD 預計114年1月(第二期)供水10,000 CMD	保安工業區奇美實業使用10,000 CMD (採水源交換機制)
<u>9</u>	桃北	預計114年12月(一期)供水 10,000 CMD 預計116年12月(二期)供水 40,000 CMD	觀音工業區(亞東石化15,000 CMD)、桃園煉油廠 10,000 CMD、南亞塑膠 15,000 CMD
<u>10</u>	竹北 客雅 竹東	竹北: 預計118年12月供水 10,000 CMD 竹北+客雅+竹東 再生水增加供水能力 70,000 CMD (可行性評估中)	竹科寶山二期 (竹東可能為備援水源)
<u>11</u>	楠梓 橋頭	楠梓: 預計116年12月供水 20,000 CMD 橋頭: 預計115年12月供水 30,000 CMD	楠梓科技產業園區 橋頭科學園區

再生水水質

再生水水質標準及使用遵行辦法

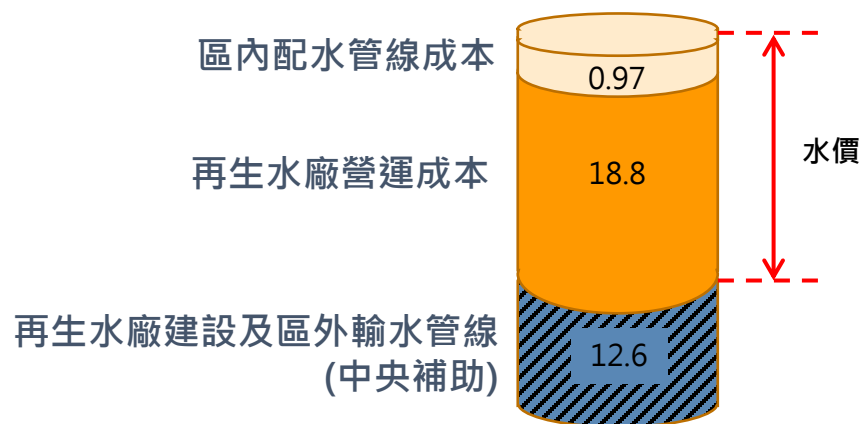
水質項目	再生水水質標準
pH值	6.0~8.5
濁度	≤5 NTU
總有機碳(TOC)	≤10 mg/L
氨氮(以氮計)	≤10 mg/L
餘氯	結合餘氯≥0.4 mg/L、 自由餘氯≥0.1 mg/L
大腸桿菌群 (濾膜法)	200 CFU/100mL

水質項目	鳳山廠 臨海廠	永康廠 安平廠	水湳廠
溫度(°C)	15-35	15-35	-
pH	5.5-8.0	6.0-8.5	6.0-8.5
濁度(NTU)	<0.2	<0.3	<5.0
化學需氧量(mg/L)	-	<4.0	-
總有機碳(mg/L)	<5.0	<1.0	<1.5
氨氮(mg/L)	<0.5	<0.5	<0.5
亞硝酸鹽氮(mg/L)	-	<0.1	-
硝酸鹽氮(mg/L)	-	<10.0	<15
磷酸鹽(mg/L)	-	<0.5	-
硫酸鹽(mg/L)	-	<45.0	<50
碳酸氫鹽(mg/L)	-	-	<100
氟鹽(mg/L)	-	-	<0.8
氯鹽(mg/L)	-	<15	<25
懸浮固體(mg/L)	<3.0	<1.0	-
總溶解性固體(mg/L)	-	<150	<150
硬度(mg/L as CaCO ₃)	<20	<50	<100
導電度(μS/cm)	<100	<250	<250
鹼度(mg/L as CaCO ₃)	-	<30	<50
硼(mg/L)	-	<0.1	-
砷(mg/L)	-	<0.05	-
鎘(mg/L)	-	<0.005	-
鉻(mg/L)	-	<0.05	-
鈣(mg/L)	-	-	<40
鎂(mg/L)	-	-	<20
鈉(mg/L)	-	-	<30
鉀(mg/L)	-	-	<10
尿素(μg/L)	-	<5	-
二氧化矽(mg/L)	-	-	<8

再生水水價

再生水廠	供水規模 (萬CMD)	處理程序	主要用水產業	輸水距離 (公里)	再生水價 (元/噸)
鳳山	4.50	UF+RO	鋼鐵業	5.6	19.77
臨海	3.30	UF+RO	鋼鐵石化業	5.9	19.68
永康	1.55	UF+RO	電子零組件製造業	9.5	23.67
安平	3.75	UF+RO+RO +除硼	電子零組件製造業	22.4	30.92

再生水廠水價組成 (鳳山)



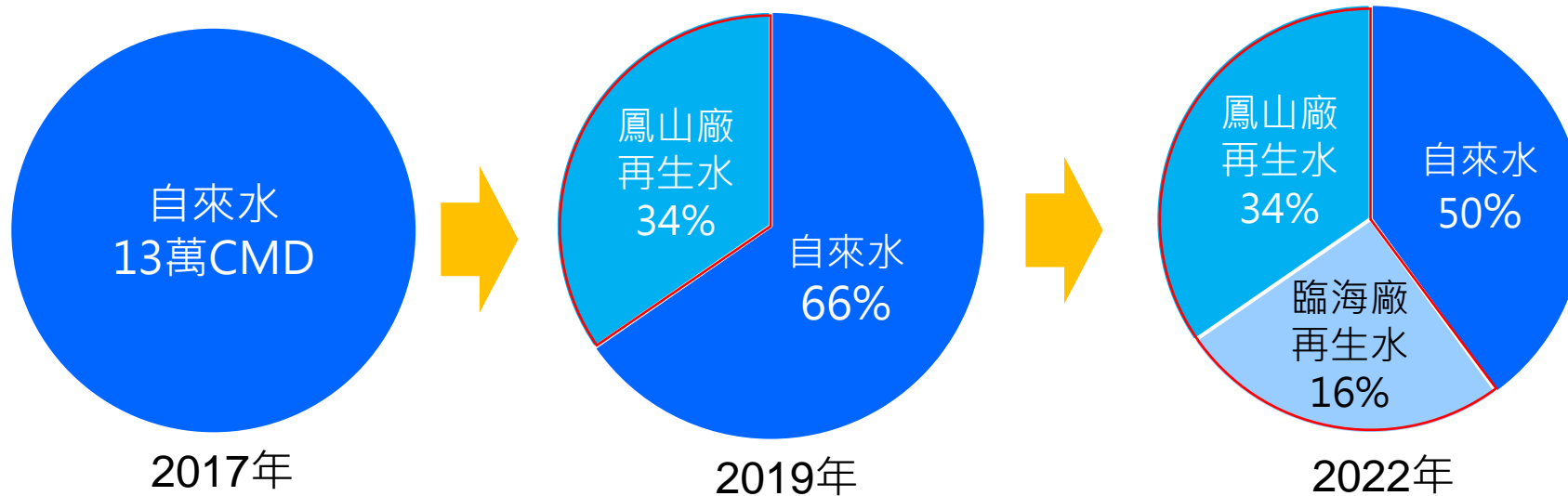
- 再生水廠建設及區外輸水管線費用為中央(營建署)補助
- 再生水水價：再生水廠營運成本、區內配水管線成本
- 用水量、管線長度、水質處理等皆會影響水價

再生水水價推估約**20-25元/噸**

旱季車載每噸水可達**千元**

中鋼公司再生水使用經驗(1/3)

- 高雄地區無大型水庫，屬水源供應短缺地區，為紓解上述風險，中鋼確定採**多元化水資源策略**。
- **廠外水源開發—都市污水處理廠再生水**
 - 1.鳳山污水廠再生水
 - 2.臨海污水廠再生水
- **廠內水源開發—廢水回收**
 - 1.雙膜法提昇回收率
 - 2.工業廢水純化場(工業再生水)



中鋼公司再生水使用經驗(2/3)



再生水導入蓄水池與自來水調配



再生水與自來水水質比較

水質項目	再生水	自來水
pH	5.5-8.0	6.0-8.5
濁度(NTU)	<0.2	<4
總有機碳(mg/L)	<5.0	-
氨氮(mg/L)	<0.5	<0.5
懸浮固體(mg/L)	<3.0	-
硬度(mg/L as CaCO ₃)	<20	<400
導電度(μS/cm)	<100	<800

再生水水質**優於**自來水

降低風險

- ✓ 降低自來水停水的風險。
- ✓ 延長(自來水停水時)廠內儲水可供水時數，等同於興建一座蓄水池。



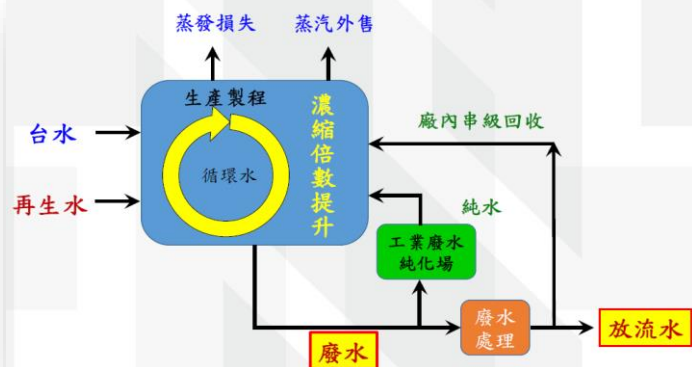
節省藥劑

- ✓ 純水樹脂再生次數由8次/月減為1次/月，大幅減少再生藥劑使用量。



減少排水

- ✓ 提高生產製程循環水濃縮倍數，減少循環水系統排水量。



折減減供水量

- ✓ 水利署增加再生水使用誘因之優惠措施：
 - 依再生水使用比例折減節水率。
 - 耗水費減徵。

PART 04

結語

結語



重要參考資料

1. Global Risks Report 2022。
2. 經濟部水利署，耗水費推動說明，111年4月。
3. 環發會，節水前瞻新思維-水資源效率管理，110年8月。
4. ISO 46001:2019 水資源效率管理系統，領導力企業管理顧問有限公司，
<https://www.isoleader.com.tw/home/iso-coaching-detail/ISO-46001>。
5. 環發會，大用水戶效率用水管理輔導計畫，期末報告，110年12月。
6. 王俊元，台積電綠色製造及循環經濟實績分享，107年8月。
7. 朱敬平，產業別節水技術分享-以石化業為例，中興工程顧問社，104年6月。
8. 林文雄，產業合理用水之創新思維與作法，永續產業發展季刊第79期，p.20-33，106年11月。
9. 台灣水環境再生協會，再生水之供需潛勢調查及媒合利用計畫，期末報告，經濟部水利署，110年12月。
10. 黃國哲，再生水使用交流，中鋼公司，110年11月。

簡報結束，敬請指教
Questions?